土 木 工 事 設 計 要 領

第Ⅰ編　共　通　編

令和元年７月

九州地方整備局

土 木 工 事 設 計 要 領

第Ⅰ編　共　通　編

土木工事設計要領の取り扱いについて

1　この設計要領は、九州地方整備局で施行する土木工事の設計に適用する。

2　この設計要領によらない土木工事については、本局担当課と協議し、施行すること。

3　この設計要領は、

第Ⅰ編　共通編

第Ⅱ編　河川編（河川・海岸・砂防）

第Ⅲ編　道路編（道路・橋梁・トンネル）

の３編に分冊されている。

共　　通　　編

目　　次

第１章　設計一般

第１節　一般事項 ---------- 共１－1

１　土木工事設計積算のフローチャート ---------- 共１－1

２　一般事項 ---------- 共１－2

３　工期の算定 ---------- 共１－8

３－１　工期の検討 ---------- 共１－8

３－２　作業可能日数 ---------- 共１－9

３－３　工期の算定 ---------- 共１－9

３－４　工期設定支援システム ---------- 共１－11

第２節　設計書の作成要領 ---------- 共１－12

１　工事名の設定 ---------- 共１－12

２　設計内訳書 ---------- 共１－15

３　数量計算書 ---------- 共１－16

４　図面の作成について ---------- 共１－16

５　特記仕様書について ---------- 共１－17

５－１　特記事項 ---------- 共１－17

６　変更設計について ---------- 共１－19

第３節　設計書添付図面（標準） ---------- 共１－20

１　設計書添付図面の作成要領 ---------- 共１－20

１－１　適用範囲 ---------- 共１－20

１－２　図面の種類 ---------- 共１－20

１－３　図面の大きさ ---------- 共１－21

１－４　図面の正位 ---------- 共１－21

１－５　輪郭（外枠）と余白 ---------- 共１－22

１－６　図面の折りたたみ ---------- 共１－23
１－７　表 題 欄 ---------- 共１－24
１－８　尺　　度 ---------- 共１－25
１－９　文　　字（数字を含む） ---------- 共１－26
２　設計図面記載要領 ---------- 共１－26
２－１　設計図面記載要領 ---------- 共１－26
２－２　記載注意事項 ---------- 共１－35
２－３　変更工事の図面 ---------- 共１－37
２－４　変更表題 ---------- 共１－38
２－５　図面の袋入 ---------- 共１－38
３　設計報告書（電子媒体） ---------- 共１－39

第４節　適用示方書及び指針等 ---------- 共１－40
１　共 通 事 項 ---------- 共１－40
２　共　　通 ---------- 共１－40
３　主要技術技術基準及び参考図書 ---------- 共１－40

第５節　土木工事数量計算規程 ---------- 共１－46
１　土積図の作成について ---------- 共１－46
１－１　土積図の作成要領 ---------- 共１－46
１－２　土量の補正 ---------- 共１－46
１－３　土量計算書の作成 ---------- 共１－46
１－４　土積図の作成 ---------- 共１－48
２　本線流用土の区分 ---------- 共１－49
２－１　本線流用土 ---------- 共１－49
３　曲線ケ所の土量計算 ---------- 共１－49
４　土　　工 ---------- 共１－51
４－１　作業上からの土砂及び岩の分類 ---------- 共１－51
５　コンクリート工 ---------- 共１－52

6　鉄　　筋 ---------- 共１－53
7　設計時に原則使用する土木資材のサイズについて ---------- 共１－54
8　参 考 資 料 ---------- 共１－62
８－１　異形棒鋼の標準寸法及び単位質量 ---------- 共１－62
８－２　鋼板の質量 ---------- 共１－64
８－３　平鋼の質量 ---------- 共１－65
８－４　形鋼の単位質量 ---------- 共１－67
８－５　丸太材積表 ---------- 共１－74
８－６　法勾配及び角度対照表 ---------- 共１－84
８－７　Ｕ形鋼矢板の寸法及び断面性能 ---------- 共１－86

数量算出要領

※数量算出要領は、国土総合政策研究所ホームページの「土木工事数量算出要領（案）・数量集計表様式（案）」によるものとする。<http://www.nilim.go.jp/lab/pbg/theme/theme2/sr/suryo.htm>

参　考　資　料

１　しらす地帯の河川・道路土工指針（案）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 共－参１－１

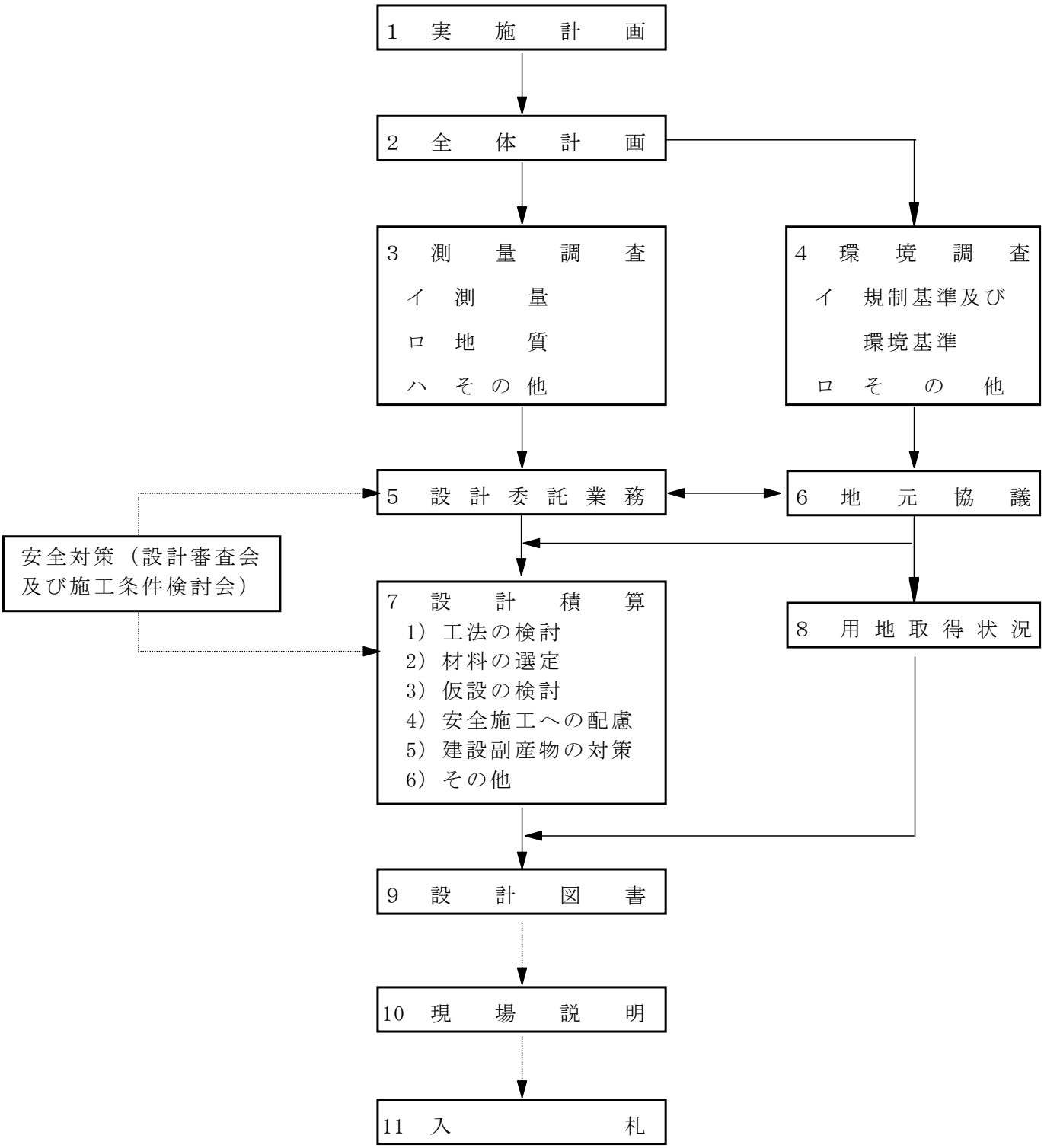
２　公共用緑化樹木品質寸法規格基準（案）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 共－参２－１

第１章　設　計　一　般

第１章　設　計　一　般

第１節　一　般　事　項

１　土木工事設計積算のフローチャート



２　一 般 事 項

(1) 実施計画

当該計画箇所の施工区間、事業費等の確認

(2) 全体計画との関係

平面線形、縦断勾配、構造物の有無及び規模、横断形状、寸法等の確認

(3) 測量調査業務

イ　測　　量

平面、縦断、横断等の測量

特に土工積算等に必要な補足断面を追加すること。

ロ　地　　質

ボーリング等必要な調査

ハ　そ の 他

(4) 環境調査

建設公害を未然防止するため関係機関の規制基準、環境基準及び施工箇所の環境調査を行い、工法、使用機種等の決定資料とする。

(5) 設計委託業務

設計業務をコンサルタントへ委託する場合にその委託内容を充分検討し、その成果が設計に効果的に活用されるよう途中段階における検討を行うこと。また、成果品審査は十分行うとともに、標準設計図の活用を考慮すること。

(6) 設計積算

１）工法の検討

(i)　工事の設計に当たり工法の選択にあたっては、十分なる検討を行うとともに、特に近接事務所相互間の連絡を密にし､統一的な思想の上にたった設計計画に基づくよう努力すること。

(ii)　新技術の検討

概略設計又は予備設計における工法等の比較においては、従来技術（ＮＥＴＩＳ掲載期間終了技術を含む）に加えて、新技術情報提供システム（ＮＥＴＩＳ）等を利用し、有用な新技術・新工法を積極的に活用するための検討を行うこととする。

また、詳細設計における工法等の選定においては、調査職員と協議の上、工法等を決定するものとする。

なお、テーマ設定型（技術公募）の検証等の結果についても、新技術の検討において積極的に活用すること。

※新技術活用における発注者指定型の運用ルール（案）

ＮＥＴＩＳ

〈 http://www.qsr.mlit.go.jp/kyugi/site_files/file/new_tech/portal/01_kihonjikou/hattyuusyasitei_unnyou_rule_gaiyou.pdf〉

※有用な新技術リスト

ＮＥＴＩＳ

〈 http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/mainsearch.asp?TabType=2〉

※テーマ設定型（技術公募）による「技術比較表」

ＮＥＴＩＳ

〈http://www.m-netis.mlit.go.jp/theme-koubo/?prev=1〉

２）材料の選定

材料の選定に当たっては、近接事務所相互間の連絡を密にし、地域の生産性及び地域特性（環境等）を考慮し、需要供給関係を調査のうえ適正な工程に応じた材料の選定を行うものとする。

３）仮設の検討

工事の実施に際し、施工法の選定は工事の円滑な施工を確保するための重要な要素であり、設計者は慎重な計画のもとに適正な設計積算を行い、投資額に対する最大の効果を挙げることに努力しなければならない。

仮設に要する経費は、契約としては原則として更改契約を行うことはできない内容のものであり、当初設計の時点で適正な設計積算を行わなければならない。

近年、設計積算資料等が整備され設計のスピードアップは果たされたが、反面それらに頼りすぎ、工事場所、規模、時期等に関する適正な設計が、ややもすると無視された機械的な設計に終わることもあるので、設計に当たっては下記の事項を留意し、近接又は類似地形、地質の工事個所の実績及び経験の活用、あるいは多数意見の聴取、討議等を行い、またコンサルタントに設計を委託した場合には、途中時点における打合せと審査を成果品の受領前に十分行うことが重要である。

(i) 床　　掘

イ　地質及び地形に適した床掘、法勾配の検討

ロ　土のう、矢板等における補強の検討

構造物近接個所、湧水、湛水箇所、法崩壊箇所等に注意する。

ハ　床掘土の仮置

人力、又は機械運搬による仮置の検討

ニ　余 裕 巾

型枠設置、排水、肌離れ土砂の溜場、土質による小段の設置等

ホ　段 取 替

床掘深度の変更による掘削切拡げ（薄層床掘、矢板打等）

ヘ　機 械 掘

人力による仕上げ的床掘手間の積算

(ii)　仮 締 切

イ　瀬替え、水路付替による水勢の変化

水位低下、水衝部取除、ドライワーク等

ロ　締切用土の検討

水密性と工費の関係

ハ　締切工法

水条による経験的判断が大きく影響する。

土のう、矢板打、ビニール張、コンクリート張、締切間隔、締切巾、締切高等

ニ　肌離れ土砂の処理

作業期間中のこぼれ土砂の処理費用

(iii)　山留、桟橋

イ　地形、地質等の検討

矢板、H杭等の根入れ長さ及び形状寸法

ロ　上載荷重及び巾員の検討

使用機種又は通行車等

ハ　埋設物等の検討

埋設物の有無

(iv)　水　　替

イ　水替時間と排水能力

作業開始時間に対する排水能力と排水時間

潮間作業における排水能力と排水時間

水後の作業中の排水能力

ロ　透水量又は流入量に対する排水量

土質毎の排水係数又は経験的透水量、溢流頻度と溢流量

ハ　施工時期又は気象条件

雨期・乾期に関する気象条件

他構造物に関する水位変動の有無

ニ　仮締切工法による水密性と流入量

締切用土の水密性

土のう、矢板工法締切等の水密性

仮締切高と溢流頻度

ホ　排水ポンプの選定

排水量の時間的変動

排水範囲とポンプ配置

揚水高（場合によっては二段排水）

動力及びその容量

予備排水ポンプ

(v)　搬入路造成及び補修

イ　施工時期と気象条件

ロ　材料置場と作業個所に関する造成個所数

ハ　仮橋及び排水処理の必要性

ニ　搬入手段による補修程度

(vi)　運搬用仮設

イ　高所作業

足場、タワー、ケーブル、クレーン等

特に型枠等を撤去するときも必要なことに注意

安全性に対しても考慮する。

ロ　低地作業

足場、シュート、デレッキ吊下げ、ケーブル、クレーン等

ハ　平地作業

トロ設置、あゆみ板等

(vii)　材料仮設

イ　材料置場

ロ　仮設箇所からの運搬費

ハ　夜間、潮間、荷揚場等の作業における特殊条件

(viii) 安全防護施設

イ 工事関係者に対する安全施設

ロ 第三者に対する安全施設

ハ 高所作業に伴う足場

ニ 落下物に対する防護及び防止

ホ 爆破作業に対する安全

ヘ 待避所の設置

ト 安全施工技術指針等で計上すべきもの

(ix) 直接作業用地の土地借上料

(x) 事業損失防止施設等

イ 防音壁、振動防止施設、沈澱池等

ロ 調査計測等

4）安全施工への配慮

(i) 建設工事は、通常屋外で実施されるため、気候、地形、地質等の自然的条件に大きく左右されるほか、騒音、振動等に対する社会的条件の配慮から施工方法、施工時間等が制約を受けやすい。これらの要因によって、工事現場ごとに仮設工、施工方法等が異なることから、現場の施工条件を十分調査すること。

(ii) 工事の施工方法は、工事目的物及び仮設物等により大きく左右されることが多いため、設計段階において施工の安全性に配慮した施工方法を検討すること。

(iii) 工事の安全確保を図るため、詳細設計時に施工に係る項目に関して、その内容を十分に精査すること。特に安全な施工に配慮が必要な工事については設計時における設計審査制度を活用し内容の充実を図ること。

この場合、必要に応じて経験豊富な技術者等の助言を受けて、審査内容の充実を図ること。

(iv) 積算の前段となる施工工事の策定にあたっては、関係法令、各種技術指針及び要綱等に基づいて実施すること。

また、安全性に配慮した施工計画を立案するためには、特に以下の点に留意すること。

イ 施工方法

現場状況、周辺地域の状況など、現場条件に適した施工方法、建設機械を選定すること。この場合、安全確保、公害防止等に十分留意すること。

ロ 仮設計画

仮設道路、仮締切、土留工、機械設備等の仮設の計画に際しては、現地の施工条件、

施工方法等に応じた適切なものとすること。特に、施工中の安全性は、仮設の適否に左右されることが多いため､現場条件にふさわしい仮設計画となるよう十分に配慮すること。

5）建設副産物の対策

建設副産物の発生量は年を追って増大する。その処分地の確保は一段と困難になり、円滑に工事を実施するための大きな課題であるとともに、社会問題としても深刻化している。このため、発生の抑制、再利用の促進、適正処分の徹底を図る必要がある。

建設発生土、コンクリート塊、再生加熱アスファルト混合物等の再生資源については、建設資材として利用することに配慮した適切な設計・積算を行うこと。

３　工期の算定

工事を円滑、かつ能率的に、また最も経済的に施工するために適切な工期を算定することが重要な設計条件である。建設工事は、そのほとんどが屋外作業であるから水文気象条件に著しく影響されるとともに、工事の内容も数種の種別が総合して築造されるので個々の種別の作業量及び相互の工程の組合せ、材料、労力、建設機械等について総合的に「むり＝むら＝むだ」のない適正な工期を算定しなければならない。

３－１　工期の検討

当該工事の工期を算定するため次の事項について検討する。

１）用地買収の確認

２）準備及び跡片付けに要する日数の算定

３）主体工事について日標準作業量をもとにして、月別稼働日数から、段取り、機械の整備日などを考慮して月別標準作業量を算定し、全工事量に必要な日数を算定する。

４）主体工事に関連する工事についても相互の施工順序を勘案して、各工種の工事量に必要な日数を算定する。

５）主体工事及びこれに関連する工種の作業工程をもとにして、日々の主要職種別労務者所要日数を算定する。

６）主体工事及びこれに関する工種の作業工程をもとにして、建設機械の所要台数、使用計画を策定する。

７）主体工事及びこれに関連する工種の作業工程をもとにして、主要材料の日又は月別使用量を算定し需要供給関係について検討する。

８）その他工事の種類により気温、出水、交通量、夜間作業並びに安全管理、第三者にあたえる影響、他の工事との関連等、特に配慮する必要のある場合においては、作業工程にこれらの要素を十分考慮して工程を算定する。

９）現場条件による交通の阻害、騒音振動規制、夜間工事等の関連について検討する。

10）以上各項目毎の工程の検討の結果、総合調整を行い工事全体を施工するために要する日数を算定する。

３－２　作業可能日数

１）土木工事

月 / 地域	1 (31)	2 (28)	3 (31)	4 (30)	5 (31)	6 (30)	7 (31)	8 (31)	9 (30)	10 (31)	11 (30)	12 (31)	計 (365)
福　岡　県	18	17	18	18	17	17	16	15	17	19	18	17	207
佐　賀　県	18	17	18	17	17	16	15	15	17	19	18	17	204
長　崎　県	18	17	18	17	17	16	17	15	17	19	18	17	206
大　分　県	18	17	18	18	17	15	16	16	16	19	18	18	206
熊　本　県	17	16	18	17	17	14	15	16	16	19	18	17	200
宮　崎　県	18	16	17	17	16	13	15	15	16	19	18	17	197
鹿児島県	17	16	18	17	17	14	16	15	17	19	17	17	200
特殊地域	16	14	16	16	15	13	14	14	15	17	17	16	183

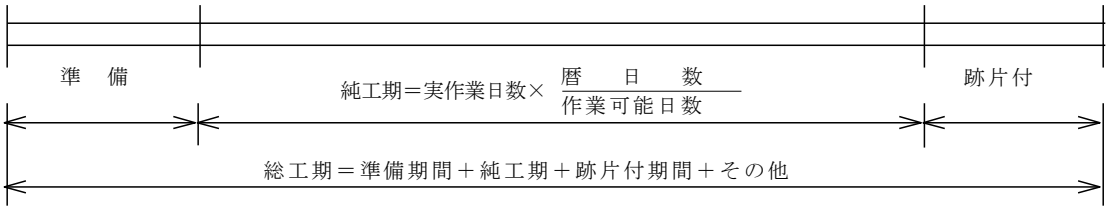
注　①　日曜・土曜、祝祭日、年末年始(６日)、夏期休暇(３日)、日雨量 10mm 以上、積雪 5cm 以上、風速 15m以上を控除している。

②　特殊地域は標高 300m 以上の阿蘇・雲仙地区とする。

③　上表を標準とするが、工事制約条件等により、特段見込む必要のある作業不稼働日数を考慮し、作業可能日数を定めること。

３－３　工期の算定

１）総工期



※（暦日数/作業可能日数)は小数点以下第３位を四捨五入とする。

雨休率=(暦日数/作業可能日数)-1.00

２）準備期間

準備に要する期間は、主たる工種区分毎に以下に示す準備期間を最低限必要な日数とし、工事規模や地域の状況に応じて設定することとする。以下に記載がない工種区分については、最低 30 日を最低必要日数として工事内容に合わせて設定することを基本とする。

工　　種	準備期間	工　　種	準備期間
河川工事	４０日	舗装工事（修繕）	６０日
河川･道路構造物工事	４０日	共同溝等工事	８０日
海岸工事	４０日	トンネル工事	８０日
道路改良工事	４０日	砂防･地すべり等工事	３０日
鋼橋架設工事	９０日	道路維持工事※１	５０日
ＰＣ橋工事	７０日	河川維持工事※１	３０日
橋梁保全工事	６０日	電線共同溝工事	９０日
舗装工事	５０日	ダム工事※２	９０日

※１通年維持工事は除く

※２ダム本体工事を含む工事に限る

３）その他の不稼働日

休日及び降雨・降雪日以外の不稼働日数には、次のことを考慮するものとする。

ア）工事の性格の考慮

工事を行うにあたっては、その工事特有の条件があるが、その条件によっては、その条件を考慮した工期設定を行う必要があり、その条件に伴う日数を必要に応じて加算するものとする。

イ）地域の実情の考慮

工事を行う地域によっては、何らかの理由（例：地域の祭りなど）により施工出来ない期間等がある場合は、それに伴う日数を必要に応じて加算するものとする。

ウ）その他

上記ア）、イ）以外の事情がある場合は、適切に見込むものとする。

４）後片付け期間

後片付けに要する期間は、20 日を最低限必要な日数とし、工事規模や地域の状況に応じて

設定※することとする。

※通年維持工事は除く

３－４　工期設定支援システム

工期の設定にあたっては、原則として「工期設定支援システム」（以下「本システム」）を活用するものとする。

ただし、維持工事や緊急対応工事等の工期が、予め決められているものや標準的な作業ではない工事、システムを活用した工期が実態と合わないと想定されるものについては、この限りではない。

第２節　設計書の作成要領

１　工事名の設定

工事名の設定は次の要領によるものとする。

(1) 掘削築堤

○○掘削工事

河川整備計画に計上されている河道の掘削を行い、計画の堤敷内に捨土（築堤工事としての築立を行わない場合）または民地その他に捨土する場合

○○掘削築堤工事

河川整備計画に計上されている河道の掘削を行い、同一地域でその運搬土を利用して築堤を行う場合

○○掘削○○築堤工事

上記で掘削箇所と築堤箇所が同一地域にない場合それぞれの箇所名を入れる。

○○築堤工事

採取土築堤の場合または河川整備計画で掘削計画のない河川敷から掘削して築堤する場合、仮置した浚渫土を後日別件で単独に築堤工事として施工する場合

(2) 護岸・根固・水制

単独の場合はそれぞれ○○護岸工事、○○根固工事等の名称とする。

(3) 樋　　管

○○樋管新設工事

在来の施設がない箇所に新たに新設する場合

○○樋管改築工事

在来の樋管を移設または在来樋管を継足しする場合

(4) 附帯工事

○○橋嵩上継足工事

在来橋を継足し嵩上げを行う場合

○○橋架替工事

在来橋を架替えする場合で位置の変更も含む。

○○橋架設工事

捷水路、放水路等に新たに架設する場合

○○用水樋管改築工事

(5) 維持補修

○○護岸補修工事

○○水制補修工事

等とする。

(6) 災害復旧

○○護岸災害復旧工事

○○護岸根固災害復旧工事

(7) 海　　岸

○○海岸○○築堤工事

○○海岸○○浪除工事

(8) ダム砂防

○○ダム付替○道（○○～○○線）工事

○○ダム本体コンクリート打設工事

○○橋架設工事

○○川第○号床固工事

(9) （項）受託工事

○○護岸受託合併工事

(10) 道路関係

○○改良工事

構造物（橋梁を除く）土工、下層路盤までの工事

○○舗装工事

改良工事施工後、上層路盤より上を施工する工事

○○改築工事

改良工事と舗装工事を一本の設計とする工事

○○下部工工事

橋梁の下部工のみを施工する工事

○○上部工工事

鋼橋、ＰＣ橋の桁製作、輸送、架設までの工事

○○上部工桁製作工事

鋼橋、ＰＣ橋の桁製作のみの工事

○○上部工桁架設工事

鋼橋、ＰＣ橋の桁架設のみの工事

○○上部工桁輸送架設工事

鋼橋の輸送架設工事

○○構造物先行工事

バイパスで構造物のみを先行施工する工事

○○拡巾工事

現道で拡巾部のみを施工する工事

○○防災工事

危険ケ所として実施計画に計上されたもので擁壁等構造物を主体とする工事

○○法面保護工事

法面をモルタル吹付、コンクリート吹付や法枠工で施工する工事

○○緑化工事

分離帯や歩道の植樹、張芝等を施工する工事

○○床版工事

鋼橋上部床版を施工する工事

○○トンネル新設工事

トンネル新設工事

○○歩道設置工事

交通安全を目的として歩道又は自転車歩行者道を設置する工事

○○交差点改良工事

交通安全を目的として既存の交差点の改良を行う工事

○○側道橋架設工事

交通安全を目的として側道橋を架設する工事（但し上部、下部を分割する場合は、上部工架設工事又は下部工工事とする。）

○○区画線設置工事

交通安全を目的として区画線を設置する工事

○○地区維持補修工事

経常的に補修する維持工事

○○地区舗装修繕工事

路面のオーバーレイによる修繕工事

○○橋塗装塗替工事

既設橋梁の塗装工事

○○地区道路植栽維持管理作業

道路植栽の管理を行う作業

○○管内防護柵設置工事

防護柵の設置更新に関する工事

2　設計内訳書

(1) 工事場所

工事の施工地先、施工地内、河川粁程、左右岸別、距離料程、測点番号、延長を記入する。

(2) 工　　期

着工予定および竣功予定年月日を記入するとともに、総日数を併記すること。

(3) 設計説明

工事計画の概要、前年度との関係、他工事との関連、工法決定の要素等工事の主旨が十分に把握できるよう詳記すること。

変更の場合は変更の経過でなく、その理由に重点をおき記入すること。

記載すべき事項下記のとおり

（当初設計）

（イ） 実施計画との関連性

（ロ） 現況、前後の進捗状況、取付の状況説明（現況と施工後の効果、流下能力等）

（ハ） 他費目との関連性

（ニ） 構造物の場合は、採用工法詳細

（ホ） 樋管・樋門については断面決定概略

（ヘ） 工事内容は、できるだけ詳細に書く

（ト） 災害復旧工事の場合は、決定断面、決定額との関連（工費の増減、工事量、工法の相違等についてその理由等）

（変更設計）

（イ） 構造を変更した理由と処置

（ロ） 数量のかわった理由とその処置

（ハ） 工期延期等の生じた理由

（ニ） 指示事項、月日、本官・分任官別

（ホ） 特記仕様書の関連（仕様書に精算変更、明示していたか）

※　道路関係記載例

イ）工事場所の位置及び延長

○号○○バイパスの起点側、側点№○～№○間の延長○○ｍの○○工事（改良、舗装、構造物先行、橋梁等）を行うものである。

ロ）道路構造規格及び巾員

道路構造令第○種○級で設計速度○○km／ｈとし、巾員は全体計画 3～1.5～7～3～7～1.5～3＝26ｍのうち暫定施工とし 2～1.5～7～1.5～2＝14ｍを片側施工で左側を完成させる。

（又は完成断面で下部工を完成させる）

ハ）他事業等の関連

本工事は、道路公団施工○○インターチェンジと関連するため、別途締結した協定書にもとづき施工するほか、盛土は現在施工中の○○工事より流用土を受入れ本工事で敷均し締固めを行う。

3　数量計算書

(1)　数量算出要領により算出されたものを数量集計表にまとめて添付するものとする。

数量の適否は工事設計の根本となるのであるから十分審査のうえ違算のないよう留意すること。

(2)　計算書作成記録

各設計について必ず添付すること。

4　図面の作成について

図面は工事の基本となるものであり、作成にあたっては、設計図面記載要領にもとづいて実際工事を施工する者の立場で正確明瞭かつ詳細に作成すること。

５　特記仕様書について

特記仕様書は各々の工事にあたり設計図書及び土木工事共通仕様書に記載されてないもの、または記載が不十分であるものおよび不確定要素なもので、変更の生ずるおそれのあるものについてその処置を明示するもので「土木工事共通仕様書」等熟読のうえ逐次追加記載すること。

５－１　特 記 事 項

特記仕様書に記載する事項については「施工条件明示の実際（施工条件明示研究会編）」を参考とするが、参考として一例をあげる。

1　工事の実施にあたっては、着手前に設計図書および特記仕様書を十分照査し、不明な点もしくは疑義を生じた場合の処置について

2　工事に使用する材料で特に検査の必要あるものの明示

3　工事に使用する用地借上の必要を生じた場合の処置について、甲・乙負担の明示

4　床掘、埋戻土の処置について

5　土取場の明示、土砂代の処置、土取場の採取方法、断面、また土取場を指定しない場合の土取場の承認、土質の著しい変化を生じた場合の処置について

6　盛土等の締固めに使用する機種、まき厚、転圧回数の指定

7　施工箇所が軟弱地盤の場合における対策、沈下盤設置および沈下に対する処置、盛土方法、契約変更の処置について

8　コンクリートの示方配合、使用箇所区分の明示、目標強度、現場配合の処置について

9　コンクリートは、現場練りコンクリート、生コンクリートの別、または任意施工の別

10　コンクリートに使用する骨材についての規定。天然骨材、再生骨材の別、または任意選択の別、これに伴う契約変更の有無

11　コンクリート打継目工法および材料の規格

12　コンクリート擁壁、石積等施工目地の間隔を明示

13　材料規格指定について。（コンクリートパイル、H杭、鋼杭、矢板、ガードレール等特殊品の規格の明示）

14　目潰砂利の材質の明示。（切込砂利、砕石等または粒度の明示）

15　石積、コンクリートブロック積の形状、材質、積方等の施工法

16　芝の品質、形状、張方および人工芝の種類、発芽状況に対する処置について

17　根固用コンクリートブロック等の施工間隔、許容誤差、ブロックの強度、乱積、層積等の施工方法の明示

18　捨石工についての表面仕上の有無、程度の明示

19　杭等の継手について図面で明示出来ない部分の処置

20　旧施設撤去の方法、程度の明示

21　工事場内に生じる旧施設の撤去数量等、不確定なために生じる変更についての処置について

22　仮締切用土、井筒築島用土の処置について

23　排水工等特に不確定で、当初設計に対し著しい変動を生ずるおそれのある場合の処置について

24　基礎工の設計支持力の明示

25　基礎工の載荷試験を行う場合の方法とその仕様、また契約変更の有無

26　仮設物の撤去、存置の明示

27　監督員詰所等の設置の有無

28　工事に使用する主要機材の仮置等についての承認

29　支給品、発生品、貸与品等について支給、貸与、返納、納付の場所および変更を生じた場合の処置について

30　工事標識、保安施設標識の設置箇所等の明示

31　品質管理、出来高管理等施工管理についての明示（土木工事施工管理基準の明示）

32　当該工事の施工が他の工事の施工に関連するような場合は、工程に関する必要な事項を明示し、また当該工事の一部が可分として工期中に他の工事に使用されるような場合においては、当該部分の竣工日を明示する等の措置をとるものとする。

33　その他工事にあたり設計書、図面、共通仕様書でもって規定出来ないもの、または不確定要素なもので、変更の生ずるおそれのあるものについて、その処置を明示する。

以上参考のため一例について列挙したが、この外特記すべき事項または特に必要と思われるものは「土木工事共通仕様書」熟読のうえ逐次追加記載する。

６　変更設計について

１　変更設計書に添付するもの

イ　変更理由書

ロ　変更特記仕様書

追加又は変更箇所のみとする。変更又は追加のない場合は、元特記仕様書通りと記入する。

ハ　変更工程表

特に期間損料で計上したものが変更の対象となる場合は、詳細な工程のわかるもの。

ニ　数量総括表

特記仕様書の一部となる。

ホ　写　真

主要な変更箇所は内容のわかるもの。

ヘ　資　料

試験結果等により変更を行うもの。（例、ＣＢＲ試験表等）

２　変更理由書の記載要領について

設計変更理由は、契約変更理由書とは別葉として、主な変更を箇条書で記入するものとし、変更の範囲、変更の内容の外、変更を生じた理由や変更の経緯を主眼にして作成するものとする。

３　変更図面の記載要領について

設計変更図には、位置図、標準横断図（橋梁の場合は一般図）平面図は必ず添付するものとし、次による。

イ　変更のないものは添付しない。

ロ　変更設計を赤色とする。

ハ　大巾な変更のため、着色がはん雑となる場合は別葉とし、変更設計図はタイトルを赤色で囲み新規とする。

ニ　同一図面内で廃止と新規がある場合は、その箇所を×印、赤色の枠で囲む。

ホ　当初数値が変わる場合は、その数値を═で見消ししその上に変更数値を記入し、その部分のみ赤色で□ 枠を記入する。

廃止する元設計図については、変更特記仕様書に図面番号、図面名を明記する。

第３節　設計書添付図面（標準）

１　設計書添付図面の作成要領

１－１　適用範囲

設計書添付図面は「ＣＡＤ製図基準」、「ＣＡＤ製図基準・同解説」により作成する。但し、設計書添付図面が「ＣＡＤ製図基準」、「ＣＡＤ製図基準・同解説」に準拠していない場合は本作成要領によるものとする。

１－２　図面の種類

図面の種類は「ＣＡＤ製図基準」の各編（2 道路編、3 構造編、4 河川・海岸・砂防編、5 都市施設編）における必要図面一覧に準じて作成する。また、この必要図面一覧の成果品項目の順序で追番号をつけて整理する。

１－３　図面の大きさ

図面の大きさは、Ａ１を標準とし、これによりがたい場合はＡ列サイズから選択する。

（解　説）

１　必要に応じ長手方向に延長することが出来る。

１－４　図面の正位

図面は、図 1-1 に示す長辺を横方向においた位置を正位とする。

ただし、高さの大きい構造物等を示す場合には、関係者間協議の上、図 1-2 に示すように正位を変えることができる。

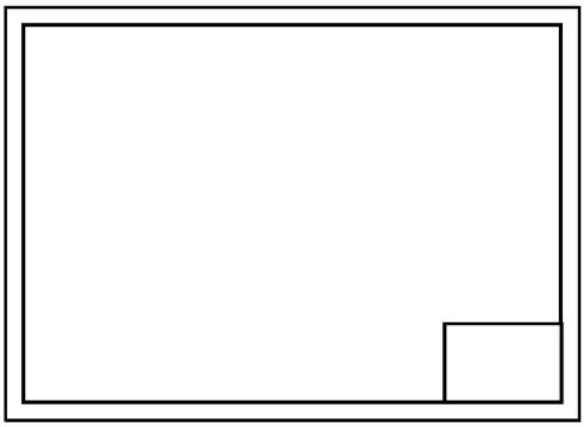


図 1-1　長辺を横方向にした配置

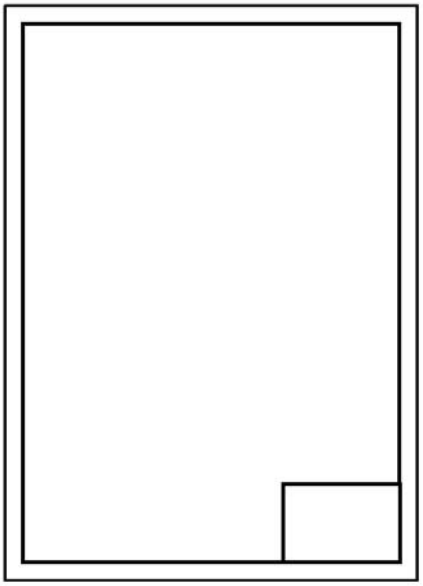


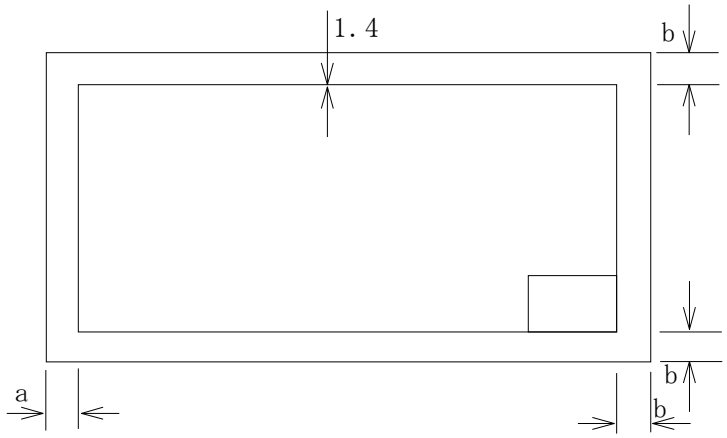
図 1-2　長辺を縦方向にした配置

１－５　輪郭（外枠）と余白

図面には輪郭を付け、輪郭外の余白は20mm以上を原則とする。図面を綴る必要がある場合は、綴る側にさらに20mm以上のとじ代幅を設けたほうがよい。

輪郭線は実線とし、線の太さは 1.4mm を原則とする。

ここで示した輪郭線の太さ、余白の寸法は、図面の大きさが A1 サイズを標準とした場合であり、用紙の大きさに応じて適宜変更してよい。



a＝20mm 以上

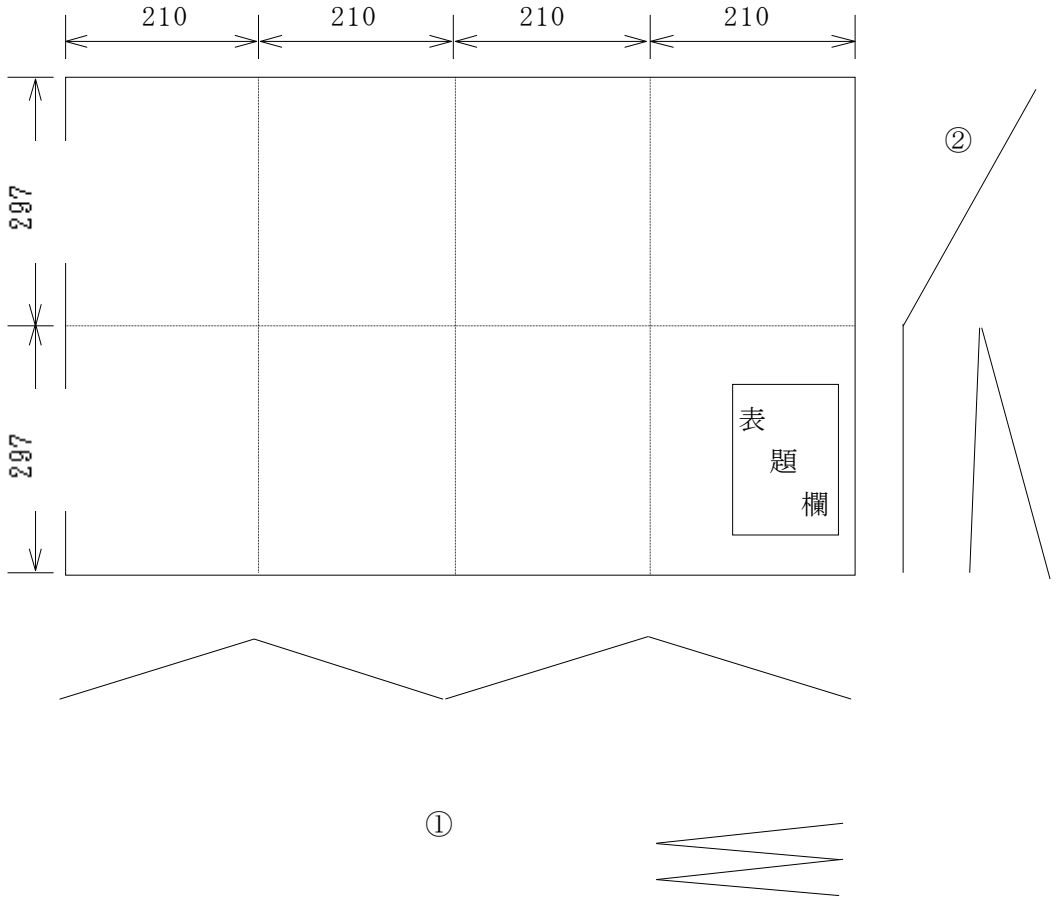
（図面を綴じる必要がある場合：a=40mm 以上）

b＝20mm 以上

１－６　図面の折りたたみ

折りたたんだ図面は巾 210mm、長さ 297mm とする。

図面の折りたたみ順



１－７　表題欄

１－７－１　表題欄の位置

表題欄は、図面右下隅にある輪郭線に接して記載することを原則とする。

１－７－２　記載事項

表題欄は、以下の項目について記載することを原則とする。ただし、これによりがたい場合は、別途基準等で定めることで、その一部を変更・追加できるものとする。

（工　事　名）　業務名又は、工事件名を記載する。

（図　面　名）　図面名称を記載する。

（作成年月日）　図面を作成した日付（竣工日など）を記載する。

（縮　　尺）　紙出力する際の縮尺を記載する。

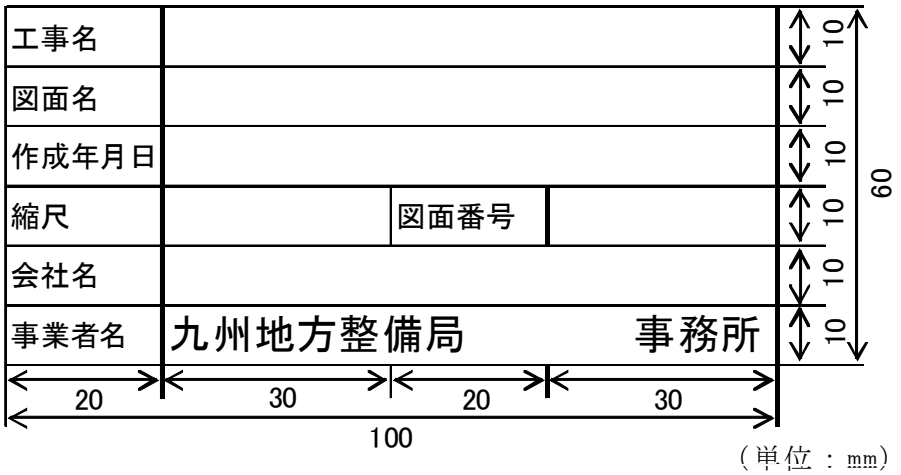
（図面番号）　図面番号（全ての図面の通し番号）、図面総数を記載する。

（会　社　名）　作成責任者である設計会社又は、施工会社名を記載する。
（契約時の図面では未記入）

（事業者名）　図面の法的所有者である事業者（事務所）名を最下段に記載する。

１－７－３　表題欄の様式

表題欄の寸法及び様式については、下記を標準とする。



（単位：mm）

１－８　尺　　度

図面の尺度は、共通仕様書に示す尺度（縮尺）を適用する。尺度は、JIS Z 8314：1998 「製図－尺度」に準ずる。

１－９　文　　字（数字を含む）

1　文字は、JIS Z 8313：1998「製図－文字」に基づくことを原則とする。

2　文字の高さは、1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm から選択することを原則とする。

3　漢字は常用漢字、かなはひらがなを原則とする。ただし、外来語は片仮名とする。

4　ＣＡＤで縦書きをする場合は、文字列として入力するとともに、全角文字を用いることを原則とする。

2　設計図面記載要領

2－1　設計図面記載要領

設計書添付図面は本記載要領により記載する。

（解　説）　着色は次を標準とする。

1）　業務委託成果図面

盛　土	切土	構造物	側溝水路	取付道路	現　道
緑　色	橙　色	赤　色	水　色	茶　色	黄　色

2）　工事実施図面

当初設計……

施工箇所
赤　色

変更設計……

変　更
赤　色

ただし、本工事と附帯工事（単年度施工）を同一設計とする場合は、おのおのの費目区分により色別することとし､別途施工と混同しないよう凡例に記載しておくこと。

２－１－１　河川工事の部

工種	図面種別	縮　尺	記載事項	備考
掘削	位置図	1／50,000	施工箇所、延長	着色　施工箇所、延長……朱書
	平面図	1／3,000以下	方位 流下方向 距離標、測点 掘削捨土箇所	着色　掘削箇所延長……朱書 捨土箇所……朱書
	横断面図	1／100 1／200 1／500 1／1,000	H．W．L 河川断面 掘削断面	着色 掘削断面……朱書
	縦断面図	縦1／100 横1／1,000	H．W．L 地盤高 河床勾配 堤防天端高 掘削基面高 高水勾配	前後の掘削工事と関連ある場合は、その工事名及び掘さく基面また護岸工事のある場合はその基礎高を図示すること。

工種	図面種別	縮　尺	記載事項	備　考
築堤	位置図	1／50,000	施工箇所、延長	着色　施工箇所、延長……朱書
	平面図	1／3,000以下	方位 距離標 測点 流下方向 施工箇所 延長	着色 施工箇所……朱色
	標準断面図	1／50 1／100	形状寸法、法勾配 天端、小段の勾配、用地界	
	横断面図	縦横共 1／100 又は 1／200	施工断面、既設工断面 H．W．L 法勾配、諸寸法 芝付面 掘削断面	施工断面は太い実線、既設工断面は細い実線、諸寸法、余盛線は少なくとも一枚につき一箇所、法勾配は異なる場合は、その都度一枚につき一箇所は記入する。 着色　施工断面……朱色 掘削断面……朱書 芝付面張芝……朱書 筋芝……朱書
	縦断面図	縦1／100 横1／1,000	H．W．L、河床勾配 施工天端高 高水勾配、地盤高 潮位、その他(構造物の位置、名称、寸法)	その箇所に護岸工事がある場合、その天端及び基礎高を図示のこと。

工種	図面種別	縮　尺	記載事項	備　考
護岸	位置図	1／50,000	施工箇所、延長	着色　施工箇所、延長……朱書
	平面図	1／3,000以下	方位 流下方向 施工箇所延長 距離標測点 その前後の別途設計工事 既設護岸、水制、樋門等構造物、治水上必要な構造物は全て明記	河状が分かるように施工箇所の上下流、少なくとも施工延長と同等程度を図示すること。 着色 施工箇所……朱書 別途設計工事、既存護岸 水制、樋門等の構造物　黒色
	詳細(標準) 断面図	1／50以下	法勾配、H.W.L 現地盤面、芝付	根入れ深さを明記のこと。
	横断面図	縦横共 1／100 又は 1／200	H.W.L 現地盤 現在堤防断面 施工断面 潮位、田地境界	既設工部は太い点線 施工護岸断面は細い実線 未施工部は細い点線 着色 盛土断面……築堤部参照
	縦断面図	縦1／100 横1／1,000	H.W.L 現堤防高 施工護岸高(構造物の位置名称、寸法) 基礎高 河床勾配、地盤高 高水勾配 潮位	計画、掘さく基面高とは、掘削工事がある場合の基面高をいう。 又工事箇所の上下流に護岸工事がある場合は、工事名、天端高、基礎高記入のこと。

工種	図面種別	縮　尺	記載事項	備　考
水制	位置図	1／50,000	施工箇所、延長	施工箇所、延長……朱書
	平面図	1／3,000以下	護岸工に同じ	護岸工に同じ
	水制標準構造図	1／50以下	H.W.L 現地盤 諸寸法	構造が分かる様に、側面図、平面図、断面図に分けて描くこと。
	横断面図	縦横共 1／100 又は1／200	H.W.L 現地盤	設計書の床掘計算書に利用出来るように、一つの水制に少なくとも3つ以上の断面をとること
	縦断面図	縦1／100 横1／1,000	H.W.L 河床勾配 現地盤 高水勾配 水制天端連結線 (構造物の位置、名称、寸法)	
構造物	位置図	1／50,000	施工箇所（延長）	施工箇所（延長）……朱書
	平面図	1／3,000以下	方位、施工箇所 流下方向、関係水路 堤防法線 構造物関係位置、諸寸法	施工箇所…朱書
	一般図	1／500以下	H.W.L 河川断面構造物形状、 諸寸法	基礎杭長、寸法 地質図
	構造図	1／100以下	寸法、内水位、外水位 地盤高、断面（堤防）角度 側面図、平面図、正面図、 断面図、材料表(鉄筋表)、 堤防断面、その他の詳細図	できれば地質図を附けること
	縦断面図	縦1／100 横1／1,000	H.W.L 基礎高堤防法線、河床勾配、高水勾配	

２－１－２　砂防工事の部

工種	図面種別	縮　尺	記載事項	備考
堰堤工事	位置図	1／50,000以下	施工位置 堰堤名 附近の既設堰堤	着色 施工箇所、堰堤名……朱書 既設堰堤……黒色
	平面図	1／1,000以下	方位、測点（距離標） 推定貯砂区域 〃　面積	測点（距離標）は縦断面図に対応したもの 着色　推定貯砂区域……黒色 〃　面積……黒書
	縦断面図	縦 1／200 横 1／1,000	河床、堤体 推定貯砂勾配	
	構造図	1／200以下	河川断面、岩盤線、中心線、寸法（正面図、平面図、断面図に分けてかくこと。）	既、未施工、３部分があるときは施工分を朱色とし、既設工部分を簿墨とする。 正面図には流量を記入すること。
山腹工事	位置図	1／50,000	施工箇所	着色　未施工箇所……黄色 竣功箇所……薄墨色 施工箇所……朱色
	標準断面図	1／50以下	谷止石積、積石工、種苗工、藁積苗工、筋工、藁工等種別に詳細図をかくこと。	

２－１－３　道路工事の部

工種	図面種別	縮　尺	記載事項	備考
道路改良工事（切土・盛土）	位置図	1／50,000以下	方位、施工箇所、延長 採取土（捨土）箇所 重要な構造物位置、寸法（橋梁）	
	平面図	1／1,000以下	方位、工事起終点、測点、道路延長、構造物の位置、寸法、名称 曲線部、曲線設置諸元 仮ベンチマークの位置 切土、盛土部分 芝付箇所法先部分 側溝、擁壁箇所	構造物等は異種毎に工事起終点、構造物の名称、寸法延長、道路延長……明示
	横断面図	縦横共 1／100～ 1／200	中心線 測点番号 現在地盤線 用地境界 中心線における現在地盤高 計画断面 施工断面 地下埋設物の位置（新設）	巾員等が一定な場合は図面を拡げた場合中央部の上位になる断面について記入すればよい。異なる場合はその都度記入のこと。 必要に応じ、側溝、擁壁、底面高を記入する。
	縦断面図	縦1／100 ～1／200 横1／1,000	工事起終点 現在地盤線 改良工事による計画高 構造物の位置名称形状寸法 平面曲線設置諸元 縦断曲線	線形、単距離、追加距離、地盤高計画高、勾配、拡巾量その他必要なもの 工事起終点及びその地先名…明示
	標準断面図（横断定規図）	1／50	側溝、擁壁断面、寸法 法勾配 舗装厚 車道、歩道等の巾員、全巾員 道路中心線、横断勾配	
	構造図	1／50以下 ～1／200	土被り寸法、鉄筋表 添付すべき図面正面図、横断面図、縦断面図(側面図)、平面図、配筋図（鉄筋詳細図）	

工種	図面種別	縮　尺	記載事項	備考
道路維持・修繕工事	位置図	1／50,000以下	方位、延長	
	平面図	1／1,000以下	方位 工事起終点及び地先名 測点延長、目地、舗装箇所 施工する構造物の位置、寸法、名称 仮ベンチマークの位置	
	縦断面図	縦 1／20 横 1／1,000	工事起終点及び地先名 構造物の位置、寸法、名称 施工基面 現在地盤、盛(切)高さ	
	標準断面図 (縦断定規図)	1／50以下	舗装厚、巾員構成、 構造物断面、寸法 横断勾配	
橋梁下部工事	位置図	1／50,000以下	方位、位置 橋梁延長、巾員 両側道路(前年度迄、本年度、次年度以降、施工区間) 延長、巾員、旧国道	
	平面図	1／1,000以下	方位、河川流下方向、堤防 法線、角度、橋脚、橋台位置取付道路	
	一般側面図	1／500以下	H.W.L、L.W.L、河川断面 支間、井筒、基礎杭長、橋脚寸法、橋台寸法、桁下空間	地質図 親柱、高欄のデザイン未決定の場合は描く必要なし。
	構造図	1／50以下	寸法、角度 平面図、正面断面図、鉄筋詳細図	できれば地質図を付けること。 細部、構造詳細図を含む。
橋梁上部工事	位置図	1／50,000以下	橋梁下部工と同じ	橋梁下部工と同じ
	実測平面図	1／1,000以下	〃	〃
	一般側面図	1／500以下	H.W.L、L.W.L、河川断面 桁下高、橋脚・橋台、橋体寸法	支間、高欄、親柱 橋面縦断勾配
	一般断面図	1／50以下	床版、舗装厚、横断勾配、高欄、親柱、桁高、主桁間隔等	
	構造図	1／50以下	構造詳細図、沓構造図等	鋼材料表

工種	図面種別	縮　尺	記載事項	備　考
トンネル工事	位置図	1／50,000以下	方位、捨土箇所 位置、延長、巾員	
	平面図	1／1,000以下	方位、トンネル延長 切拡げ延長	
	縦断面図	縦 1／100 横 1／1,000	工事起終点、拱頂線、覆工、その他改良工事と同じ	改良工事と同じ
	地質平面図 縦断図	縦 1／100 横 1／1,000	工事起終点、拱頂線、地質図、その他改良工事と同じ	改良工事と同じ
	横断面図		改良工事と同じ	
	標準断面図	1／50以下	覆工、建築限界寸法、舗装、側溝、その他改良工事と同じ	支保工断面図とを重複させてもよい
	坑内詳細図	1／50以下	寸法、正面、平面、側面図、鉄筋詳細筋図、鉄筋表、その他	
	支保工詳細図	1／50以下	諸寸法	
道路舗装工事	位置図 (一般平面図)	1／50,000以下	方位 施工箇所延長	
	実測平面図	1／1,000以下	方位 工事起終点 延長 測点 曲線設置諸元 仮ベンチマークの位置 構造物位置、寸法、目地	構造物位置、寸法は必要なもののみ
	標準断面図	1／50以下	舗装厚 横断勾配 路盤、巾員構成 目地詳細図	
	縦断面図	縦 1／20 横 1／1,000	道路改良工事と同じ	

２－２　記載注意事項

設計図面記載については、記載要領によるほか、記載注意事項による。

２－２－１　平　面　図

(1)　測点の配置方向は、図面の左端を起点とし、右方に配置する。

(2)　河川の堤防、護岸等は、下流を起点として上流に向って追番号とする。

(3)　道路は、起点から終点に向って追番号とする。

(4)　海岸は、海岸名ごとの起点から終点に向って追番号とする。

(5)　明示の幅は、工事施工に必要な幅に余裕をもつ幅とする。

２－２－２　一　般　図

(1)　断面の視方向

ｉ）　砂防ダムは左岸方向を見る。

ii）　樋門、樋管は堤外から堤内を見る。

iii）　水制は堤体から流心方向を見る。

(2)　側面の視方向

ｉ）　橋梁は路線の起点を左側にして見る。

ii）　道路横断構造物は上流から下流方向を見る。

水制についても同じとする。

(3)　正面図の視方向

ｉ）　砂防ダムは下流から上流を見る。その他構造物等については、従来からの慣習による。

２－２－３　横断図

(1)　横断図の視方向

ｉ）　河川、ダムは、上流から下流方向を見る。水制及び取付道路は、起点から終点方向を見る。砂防については、慣例により下流から上流方向を見る。

ii）　海岸は、起点から終点方向を見る。

iii）　道路は、起点から終点方向を見る。

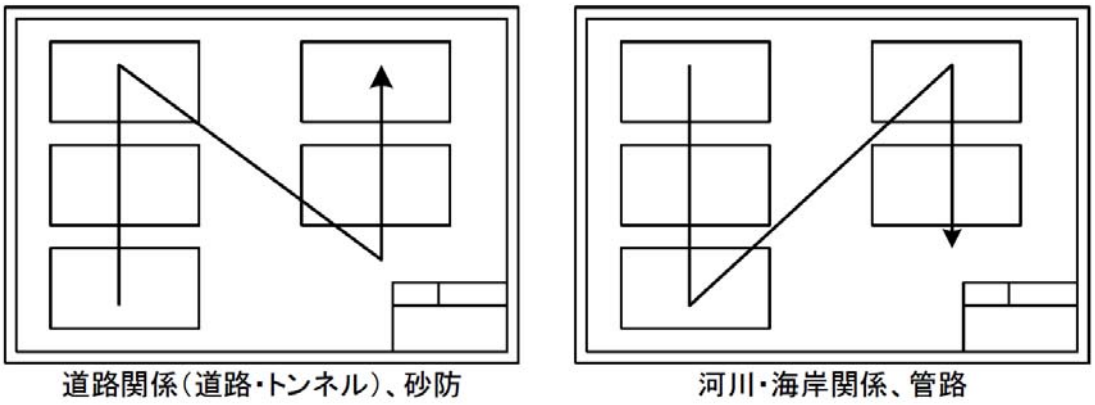
(2)　横断箇所の最大間隔は次のとおりとする。

河川関係　20ｍ～ 50ｍ

海岸関係　50ｍ～100ｍ

道路関係　20ｍ～ 50ｍ

(3)　横断図の配置は解説図 1-1 に示すとおり、測点の番号順に矢印（→）の方向に配置する。また、原則として表題欄に重ならないようにする。



解説図 1-1　横断図の配置

２－２－４　縦断図

(1)　図面上の測点配置方向は、平面図の配置方向に合致させるものとし、かつ、施工区間の前後の関係を知ることのできる縦断区間を記載する。

(2)　一枚の図面に平面図と縦断図を併記する場合は、原則として上段に平面図、下段に縦断図を配置する。

２－２－５　構 造 図

(1)　構造図は左上に側面、左下に平面、右上に断面図を描くのを標準とする。

(2)　橋梁の側面図は道路の起点側を左方として描くのを標準とする。

(3)　基礎の地質柱状図等の調査成果を記入するものとする。

(4)　寸法線の配置

ⅰ）　寸法線は第一線を構造図より 15mm（数字記入が内側になるものは 19mm）離し、第２線以後の間隔は６mm とし、止むを得ないもののほか、上下、左右とも３段以内とする。

ⅱ）　一番外側には必ず全体の寸法を表示する。

ⅲ）　寸法の表示は必ず引出線で構造図の外に出し､内部には止むを得ないもののほか書かない。

ⅳ）　引出線が寸法線よりはみ出す長さは約１mm とする。

ⅴ）　寸法線を数字により中断させないこと。

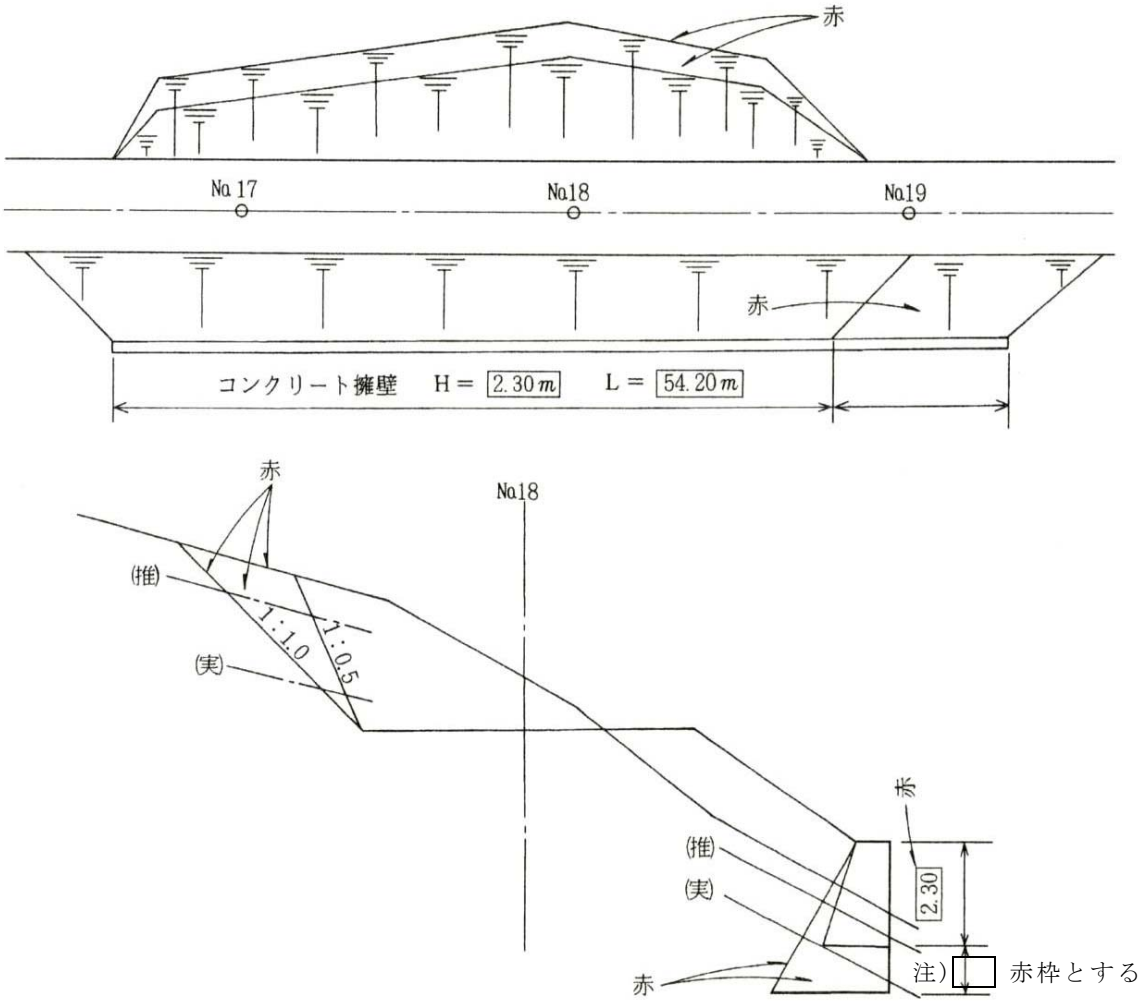
ⅵ）　斜構造の場合は斜度率を記入すること。

２－３　変更工事の図面

1　構造に著しい変更があり、元設計図面を使用することが困難な場合は、新しい図面を作製すること。 2　元設計図面を使用することが出来る場合は、変－１、変－２として元設計図面に明示する。 3　変更設計が数度に及ぶ場合は、一つ手前の設計と今回設計のみを記入し前々回の設計は記入しない。

（解　説）

設計変更図面の表示（例）……元設計図面を使用する場合



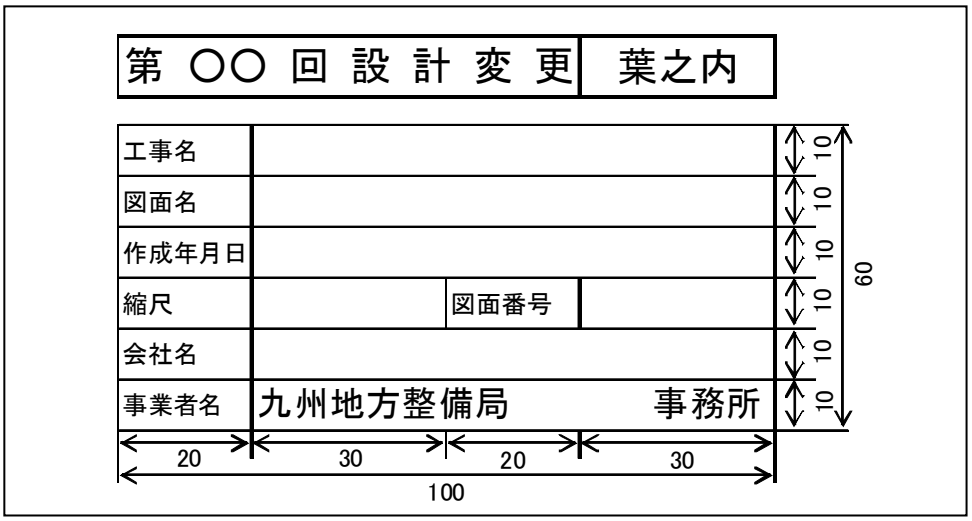
変更を赤色で着色するものとする。なお、決裁用図面以外の図面（金抜及び契約上申等）については、枠線寸法線、数量の□枠を着色するにとどめ、枠内の着色を省略してもよい。

２－４　変 更 表 題

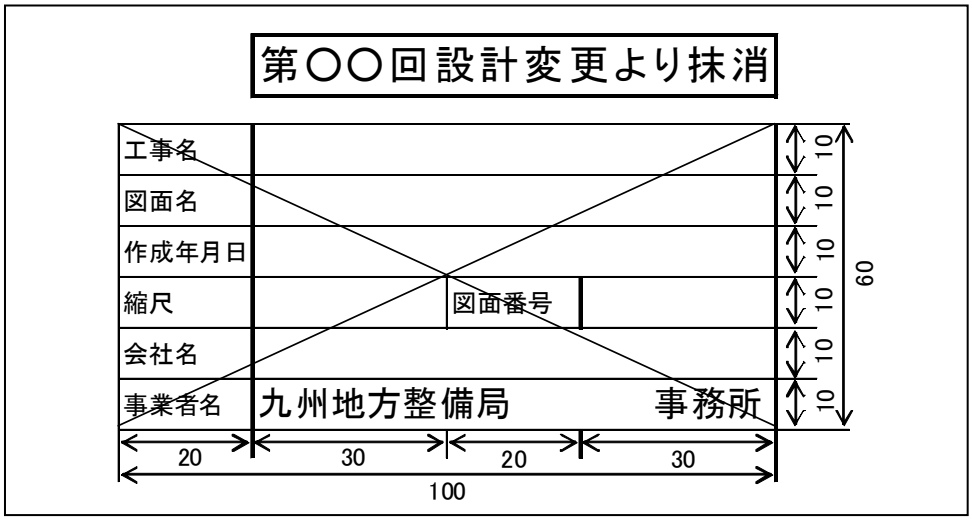
変更表題は下記のとおりとする。

但し、表題欄上部の「第○○回変更設計」「第○○回設計変更より抹消」は赤書きとする。

○変更設計により
追加修正する場合



○変更設計で当初図面
を削除する場合。



２－５　図面の袋入

図面袋の表面には、添付図面の内容を次の様式により記入または添付する。

工　事　名			
図　　面　　名		図 面 番 号	葉　　数
位　　置　　図		1	1
平　　面　　図		2	1
○　　○　　図		3～5	3
○　　○　　図		6～8	3
○　　○　　図		9	1
○　　○　　図		10	1
○　　○　　図		11	1
○　　○　　図		12	1
○　　○　　図			

３　設計報告書(電子媒体)

(1) 電子媒体

成果品の電子納品において納品に使用する媒体は、以下の項目に従うものとする。

・電子媒体はＣＤ－ＲまたはＤＶＤ－Ｒ（一度しか書き込みができないもの）の使用を原則とする。
・データが大容量になる場合には、協議によりＢＤ－Ｒの使用を可とする。
・基本的には、１枚の電子媒体に情報を格納する。
・複数枚の電子媒体になる場合は「土木設計業務等の電子納品要領　７－３　媒体が複数に渡る場合の処置」に従う。
・ＣＤ－Ｒの論理フォーマットは、Joliet を原則とする。
・ＤＶＤ－Ｒにデータを記録する（パソコンを使って記録する）際のファイルシステムの論理フォーマットは、ＵＤＦ（ＵＤＦ　Bridge）とする。
・ＢＤ－Ｒにデータを記録する（パソコンを使って記録する）際のファイルシステムの論理フォーマットは、ＵＦＤ2.6 とする。
・納品時には、正副各１部ずつを納品する。

(2) 電子媒体の表記規則

電子媒体には、「設計書コード」、「業務名称」、「作成年月」、「発注者名」、「受注者名」、「何枚目／全体枚数」、「ウイルスチェックに関する情報」、「フォーマット形式」、「発注者署名欄」、「受注者署名欄」を明記する。

（解　説）

第４節　適用示方書及び指針等

１　共 通 事 項

設計業務等の実施にあたっては、最新の関係示方書・指針等に準拠して行うものとする。
なお､これら以外の図書等による場合は事前に調査職員と協議せねばならない。

（解　説）

現在の適用示方書、指針等については、種類が非常に多く改訂も適宜行われている。設計業務の実施にあたっては、それぞれの目的に合致する設計図書を選定しなければならない。また、これらに記載されていない労働関係法規、河川、道路各関係法規等についても順守しなければならない。

２　共　　通

(1)　ＩＣＴに関わる基準類

九州地方整備局ホームページによる

〈http://www.qsr.mlit.go.jp/ict/iconstruction/guideline/guideline.html〉

(2)　コンクリート指針

九州地方整備局ホームページによる

〈http://www.qsr.mlit.go.jp/for_company/kensetu_joho/kyoutu/index.html〉

３　主 要 技 術 基 準 及 び 参 考 図 書

No.	名　　称	編集又は発行所名	発行年月
1	国土交通省制定　土木構造物標準設計	全日本建設技術協会	－
2	土木製図基準[2009 年改訂版]	土木学会	H21.2
3	水理公式集 平成 11 年版	土木学会	H11.11
4	JIS ハンドブック	日本規格協会	最新版
5	土木工事安全施工技術指針 -平成 21 年　改訂版-	全日本建設技術協会	H22.4
6	土木工事安全施工技術指針の解説 -平成 13 年改訂版-	全日本建設技術協会	H13.12
7	建設工事公衆災害防止対策要綱の解説(土木工事編)	国土開発技術研究センター	H5.2
8	建設機械施工安全技術指針	国土交通省	H17.3

No.	名　　称	編集又は発行所名	発行年月
9	建設機械施工安全技術指針　指針本文とその解説	日本建設機械施工協会	H18.2
10	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル	日本建設機械施工協会	H12.3
11	土木工事共通仕様書	国土交通省	H31.3
12	地盤調査の方法と解説（2分冊）	地盤工学会	H25.3
13	地盤材料試験の方法と解説(2分冊)	地盤工学会	H21.11
14	地質・土質調査成果電子納品要領	国土交通省	H28.10
15	公共測量　作業規程の準則	国土交通省	H28.3
16	公共測量　作業規程の準則　基準点測量記載要領	日本測量協会	H29.4
17	公共測量　作業規程の準則　解説と運用（地形測量及び写真測量編）（基準点測量編、応用測量編）	日本測量協会	H28.3
18	測量成果電子納品要領	国土交通省	H28.3
19	測地成果 2000 導入に伴う公共測量成果座標変換マニュアル	国土地理院	H19.11
20	基本水準点の 2000 年度平均成果改訂に伴う公共水準点成果改訂マニュアル(案)	国土地理院	H13.5
21	公共測量成果改定マニュアル	国土地理院	H26.5
22	電子納品運用ガイドライン【業務編】	国土交通省	H28.3
23	電子納品運用ガイドライン【測量編】	国土交通省	H28.3
24	電子納品運用ガイドライン【地質・土質調査編】	国土交通省	H30.3
25	2017 年制定　コンクリート標準示方書【設計編】	土木学会	H30.3
26	2014 年制定　舗装標準示方書	土木学会	H27.10
27	2013 年制定 コンクリート標準示方書【ダムコンクリート編】	土木学会	H25.10
28	2013 年制定　コンクリート標準示方書 【土木学会規準および関連規準】＋【JIS 規格集】	土木学会	H25.11
29	2018 年制定 コンクリート標準示方書【維持管理編】	土木学会	H30.10
30	2017 年制定 コンクリート標準示方書【施工編】	土木学会	H30.3
31	2012 年制定　コンクリート標準示方書【基本原則編】	土木学会	H25.3
32	土木設計業務等の電子納品要領	国土交通省	H28.3
33	ＣＡＤ製図基準	国土交通省	H29.3
34	ＣＡＤ製図基準に関する運用ガイドライン	国土交通省	H29.3
35	デジタル写真管理情報基準	国土交通省	H28.3
36	ボーリング柱状図作成及び ボーリングコア取扱い・保管要領（案）・同解説	一般社団法人全国地質調査業協会 社会基盤情報標準化委員会	H27.6

No.	名　　称	編集又は発行所名	発行年月
37	コンクリートライブラリー66 号 プレストレストコンクリート工法設計施工指針	土木学会	H3.4
38	2016 年制定 トンネル標準示方書〔共通編〕・同解説／ 〔山岳工法編〕・同解説	土木学会	H28.8
39	2016 年制定 トンネル標準示方書〔共通編〕・同解説／〔シールド工法編〕・同解説	土木学会	H28.8
40	2016 年制定 トンネル標準示方書〔共通編〕・同解説／〔開削工法編〕・同解説	土木学会	H28.8
41	地中送電用深部立坑、洞道の調査・設計・施工・計測指針	日本トンネル技術協会	S57.3
42	地中構造物の建設に伴う近接施工指針(改訂版)	日本トンネル技術協会	H11.2
43	日本下水道協会規格（ＪＳＷＡＳ） シールド工事用標準セグメント（Ａ－３，４）	日本下水道協会	H13.7
44	除雪・防雪ハンドブック（除雪編）、（防雪編）	日本建設機械施工協会	H16.12
45	軟岩評価－調査・設計・施工への適用	土木学会	H4.11
46	グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説（JGS4101-2012)	地盤工学会	H24.5
47	グラウンドアンカー施工のための手引書	日本アンカー協会	H15.5
48	ジェットグラウト工法技術資料	日本ジェットグラウト協会	H23.9
49	ジェットグラウト工法(積算資料)	日本ジェットグラウト協会	H23.9
50	大深度土留め設計･施工指針(案)	先端建設技術センター	H6.10
51	土木研究所資料 大規模地下構造物の耐震設計法､ガイドライン	建設省土木研究所	H4.3
52	薬液注入工法の設計施工指針	日本グラウト協会	平成元.6
53	薬液注入工法設計資料	日本グラウト協会	毎年発行
54	薬液注入工法積算資料	日本グラウト協会	毎年発行
55	近接基礎設計施工要領（案）	建設省土木研究所	S58.6
56	煙・熱感知連動機構・装置等の設置及び維持に関する運用指針	日本火災報知器工業会	H19.7
57	高圧受電設備規程	日本電気協会	H26.5
58	防災設備に関する指針-電源と配線及び非常用の照明装置- 2004 年版	日本電設工業協会	H16.9
59	昇降機設計・施工上の指導指針	日本建築設備・昇降機センター	H3
60	日本建設機械要覧 2016 年版	日本建設機械施工協会	H28.3

No.	名　　称	編集又は発行所名	発行年月
61	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック(第 3 版)	日本建設機械施工協会	H13.2
62	建設発生土利用技術マニュアル 第 4 班	土木研究センター	H25.11
63	[新訂]建設副産物適正処理推進要綱の解説	建設副産物リサイクル広報推進会議	H14.11
64	災害復旧工事の設計要領	全国防災協会	毎年発行
65	製品仕様による数値地形図データ作成ガイドライン改訂版（案）	国土地理院	H20.3
66	基盤地図情報原型データベース地理空間データ製品仕様書(案) 【数値地形図編】　第 2.3 版	国土地理院	H26.4
67	地すべり観測便覧	斜面防災対策技術協会	H24.5
68	地すべり対策技術設計実施要領 H19 年度版	斜面防災対策技術協会	H19.11
69	「猛禽類保護の進め方(改訂版)－特にイヌワシ、クマタカ、オオタカー」	環境省	H24.12
70	環境大気常時監視マニュアル 第 6 版	環境省 水・大気環境局	H22.3
71	騒音に係わる環境基準の評価マニュアルⅠ．基本評価編	環境庁	H11.6
72	騒音に係わる環境基準の評価マニュアルⅡ．地域評価編 （道路に面する地域）	環境庁	H12.4
73	面的評価支援システム操作マニュアル（本編） Ver.4.0.1	環境省 水・大気環境局	H29.3
74	改訂解説・工作物設置許可基準	国土技術研究センター	H10.11
75	地理空間データ製品仕様書作成マニュアル	国土地理院	H26.4
76	製品仕様書等サンプル　基準点測量	国土地理院	H28.4
77	製品仕様書等サンプル　水準測量	国土地理院	H28.4
78	製品仕様書等サンプル　数値地形図	国土地理院	H26.4
79	製品仕様書等サンプル　撮影（標定点の設置、撮影、同時調整）	国土地理院	H26.4
80	製品仕様書等サンプル　写真地図作成	国土地理院	H26.4

No.	名　　称	編集又は発行所名	発行年月
81	製品仕様書等サンプル　航空レーザ測量	国土地理院	H26.4
82	製品仕様書等サンプル　応用測量	国土地理院	H26.4
83	製品仕様書等サンプル　三次元点群データ作成	国土地理院	H29.10
84	土木工事数量算出要領（案）	国土交通省	H31.3
85	土木工事数量算出要領　数量集計表様式（案）	国土交通省	H31.3
86	移動計測車両による測量システムを用いる数値地形図データ作成マニュアル（案）	国土地理院	H24.5
87	GNSS 測量による標高の測量マニュアル	国土地理院	H27.7
88	電子基準点のみを既知点とした基準点測量マニュアル	国土地理院	H27.7
89	マルチ GNSS 測量マニュアル(案)　近代化 GPS、Galileo 等の活用	国土地理院	H27.7
90	公共測量におけるセミ･ダイナミック補正マニュアル	国土地理院	H25.6
91	公共事業の構想段階における計画策定プロセスガイドライン	国土交通省	H20.4
92	国土交通省所管公共事業における景観検討の基本方針（案）	国土交通省	H21.4
93	斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン	厚生労働省	H27.6
94	土木工事に関するプレキャストコンクリート製品の設計条件明示要領（案）	国土交通省	H28.3
95	機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドライン	機械式鉄筋定着工法技術検討委員会	H28.7
96	現場打ちコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン	機械式鉄筋継手工法技術検討委員会	H29.3
97	流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン	流動性を高めたコンクリートの活用検討委員会	H29.3

No.	名　　称	編集又は発行所名	発行年月
98	建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル（暫定版）	建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会	H22.3
99	建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル(改定版)	土木研究所（編集） 地盤汚染対応技術検討委員会	H24.4
100	建設工事で遭遇する ダイオキシン類汚染土壌対策マニュアル[暫定版]	土木研究所（編集）	H17.12
101	建設工事で遭遇する廃棄物混じり土対応マニュアル	土木研究所（監修） 土木研究センター(編集)	H21.10
102	コンクリート構造物における埋設型枠・プレハブ鉄筋に関するガイドライン	橋梁等のプレキャスト化及び標準化による生産性向上検討委員会	H30.6
103	コンクリート橋のプレキャスト化ガイドライン	橋梁等のプレキャスト化及び標準化による生産性向上検討委員会	H30.6
104	プレキャストコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン	道路プレキャストコンクリート工技術委員会ガイドライン検討小委員会	H31.1
105	道路プレキャストコンクリート工指針	（一社）道路プレキャストコンクリート製品技術協会	H29.10
106	PC ボックスカルバート道路埋設指針	国土開発技術センター	H3.10
107	プレキャストボックスカルバート設計・施工マニュアル（鉄筋コンクリート製・プレストレストコンクリート製）	全国ボックスカルバート協会	H23.3

第５節　土木工事数量計算規程

１　土積図の作成について

１－１　土積図の作成要領

道路土工の最適な土量配分（どの切土をどの盛土に流用するか、どの切土を捨て、どの盛土を土捨場から補給すべきかを決定すること）及び土工機械の運用を合理的な計画をするために以下の方法で土積図（マスカーブ）を作成するものとする。

１－２　土量の補正

土積図には地山補正（盛土のマスカーブ）によるものと、盛土補正（地山のマスカーブ）によるものと２種類ある。

・地山補正･･･････切土の土質が２種類以上あり、切土量を盛土量に補正し、土積図を作成するもの。

・盛土補正･･･････切土の土質が１種類(切土の土量変化率(C)を１本にした場合も含む)で盛土量を切土量に補正し、土積図を作成するもの。

１－３　土量計算書の作成

(1)　各測点ごとに切土、盛土の横断図の断面積を測定し、表１－１により土量計算書を作成する。もし、土質調査の結果から切土中に盛土材料としては流用できない不良土があれば、切土断面積から、不良土の断面積を差し引き、流用土のみを土量計算する。不良土は別の土量計算書で土量を求め、捨土として計上する。

(2)　土量計算書で補正土量を求める場合は、数量算出要領の土量の変化率の値を用いて次のように計算する。

イ　土積図を切土量でかく場合は、盛土量を切土量に補正する。

$$補正土量＝盛土量\times\frac{1}{C}$$

ロ　土積図を盛土量でかく場合は、切土量を盛土量に補正する。

補正土量＝切土量×Ｃ

表１－２の土量計算は、盛土量を切土量に補正した例である。

表1－1 土 量 計 算 書 の 一 例

測点 (No.)	距離 (m)	切土 断面積 (m²)	切土 盛土に流用できる土量 平均断面積 (m²)	切土 盛土に流用できる土量 土量 (m³)	盛土(盛土すべき土量) 断面積 (m²)	盛土(盛土すべき土量) 平均断面積 (m²)	盛土(盛土すべき土量) 土量 (m³)	盛土(盛土すべき土量) 土量の変化率 C	盛土(盛土すべき土量) 注(1) 補正土量 (m³)	注(2) 控除すべき土量 (m³)	注(3) 差引土量 (m³)	注(4) 累加土量 (m³)	注(5) 横方向土量 (m³)	備考
11		23.6			8.3							+963.6		
12	20.00	29.4	26.50	530.0	1.3	4.80	96.0	0.9	106.7		+423.3	+1,386.9	106.7	
12 +12.5	12.50	5.5	17.45	218.1	6.5	3.90	48.8	0.9	54.2	(カルバート)	+163.3	+1,550.2	54.2	
13	7.50	4.2	4.85	36.4	12.6	9.55	71.6	0.9	79.6	+100.0	+56.8	+1,607.0	36.8	
14	20.00	2.6	3.40	68.0	18.5	15.55	311.0	0.9	345.6		−277.6	+1,329.4	68.0	
15	20.00	0	1.30	26.0	21.3	19.90	398.0	0.9	442.2		−416.2	+913.2	26.0	

注 (1)　補正土量 ＝ 土量／C

注 (2)　「＋」は盛土から排除すべき土量を「－」は盛土に加えるべき土量を示す。

注 (3)　「＋」は切土、「－」は盛土を示す。

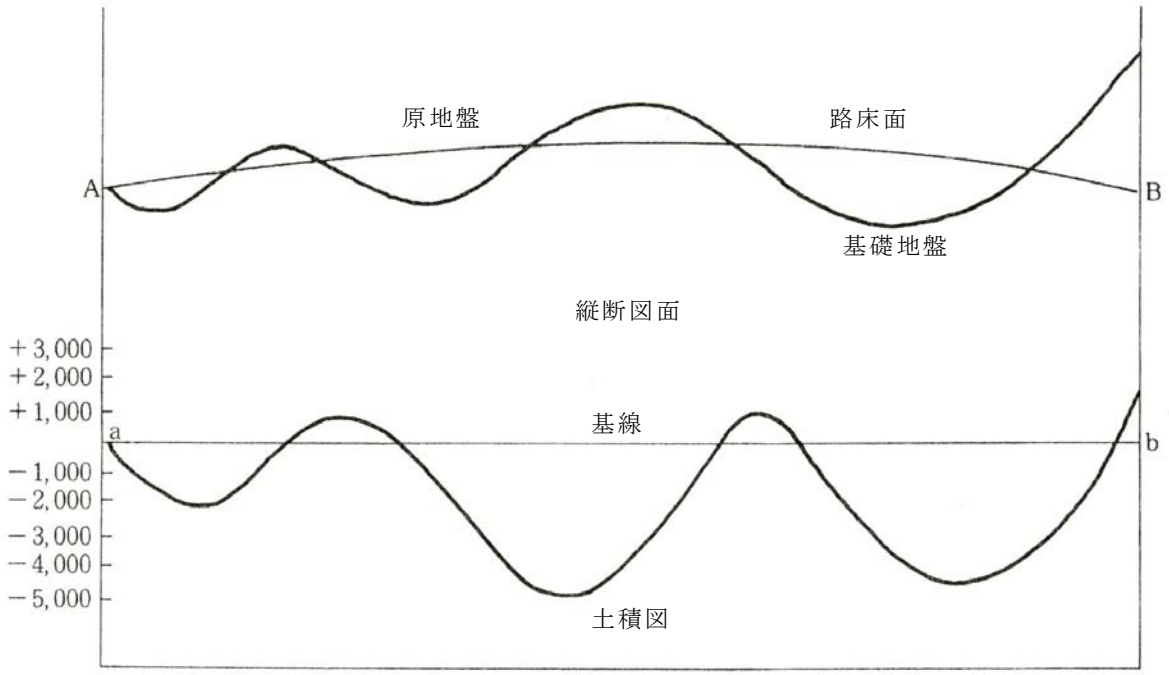
注 (4)　初めの測点から差引き土量を累加したもの。

注 (5)　同一断面の切土量と盛土量の小さい方を示す。

１－４　土積図の作成

(1)　道路中心線の縦断図を１枚にかくものとする。

(2)　縦断図の直下に適当な基線 ab を選び、土量計算書で求めた累加土量を縦断図の測点に落としてプロットし、土積曲線をかく。



測　　点	
切 盛 土 量	
捨　土　量	
補　給　土	
横方向土量	

２　本線流用土の区分

２－１　本線流用土

本線流用土としては下記のものとする。

(1)　橋梁、高架、避溢橋、歩道橋、トンネル、カルバート、擁壁等主要構造物から発生する構造物掘削の余剰土は本線流用土とする。

(2)　付替道路及び水路、取付道路及び水路付帯工事から発生する余剰土は本線流用土とする。

３　曲線ケ所の土量計算

曲線半径が 50m程度以下の小さい場合で、当該ケ所の切土、又は盛土位置が、全般的に道路中心線より左右片方に偏している場合の土量は、20m間隔両断面、平均断面に道路中心線距離が 20mを乗じた土量と実際の土量とは相当の差が生ずることがあるので、全工事区間中の半径 50m以下程度の曲線が同一方向のみカーブし、且つ左右同一側にのみ切土盛土の何れかが生じる場合には、当初設計時に於いて、

平均断面積×両断面図心間距離　とする。

両断面図心間距離の算定方法は簡便法として、次の如くでよい。

イ）横断面図上にて大略図心と思われる位置をプロットして、そのケ所と道路中心線との偏心距離△Ｒをスケールアップする。

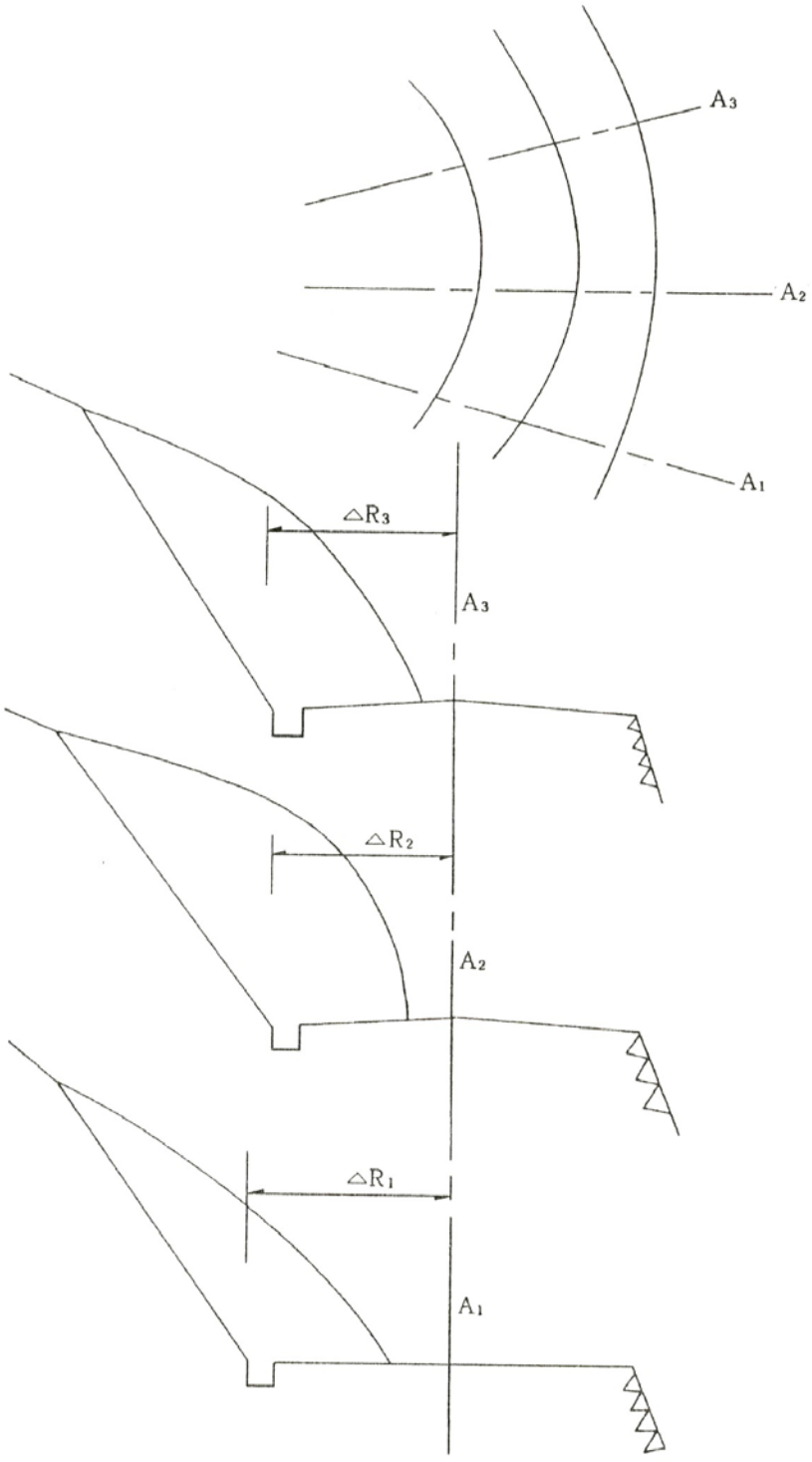
この作業を各断面について行い、その結果を△R_1、△R_2、△R_3、断面をA_1、A_2、A_3とする。

ロ）当該ケ所の曲線半径をＲとすれば、A_1～A_2間の図心間距離ℓ_1は道路中心線間距離をL_1（一般的には 20m）とすれば

$$\ell = L_1 \times \frac{R + \triangle R_{1-2}}{R}$$

$$\triangle R_{1-2} = \frac{\triangle R_1 + \triangle R_2}{2} \text{ とする。}$$

（△Ｒの符号は外カーブに於いて正、内カーブに於いて負である。）


A3
A2
A1
△R3
A3
△R2
A2
△R1
A1

４　土　　工

４－１　作業上からの土砂及び岩の分類

名　称				説　明		摘　要
A	B	C				
土	礫質土	礫まじり土		礫の混入があって掘削時の能率が低下するもの。	礫の多い砂、礫の多い砂質土、礫の多い粘性土	礫（G) 礫質土（GF)
	砂質土及び砂	砂		バケット等に山盛り形状になりにくいもの。	海岸砂丘の砂マサ土	砂（S)
		砂　質土（普通土)		掘削が容易で、バケット等に山盛り形状にし易く空げきの少ないもの。	砂質土、マサ土 粒度分布の良い砂条件の良いローム	砂（S) 砂質土（SF) シルト（M)
	粘性土	粘性土		バケット等に付着し易く空げきの多い状態になり易いもの、トラフィカビリティが問題となり易いもの。	ローム粘性土	シルト（M) 粘性土（C)
		高含水比粘性土		バケットなどに付着し易く特にトラフィカビリティが悪いもの	条件の悪いローム条件の悪い粘性土火山灰質粘性土	シルト（M) 粘性土（C) 火山灰質粘性土(V) 有機質土（O)
岩または石	岩塊玉石	岩塊玉石		岩塊、玉石が混入して掘削しにくく、バケット等に空げきのでき易いもの。 岩塊、玉石は粒径7.5m 以上とし、まるみのあるのを玉石とする。		玉石まじり土 岩塊 破砕された岩 ごろごろした河床
	軟岩	軟岩	I	第三紀の岩石で固結の程度が弱いもの。 風化がはなはだしくきわめてもろいもの。 指先で離しうる程度のものでき裂の間隔は1～5m くらいのものおよび第三紀の岩石で固結の程度が良好なもの。 風化が相当進み多少変色を伴い軽い打撃で容易に割れるもの、離れ易いもので、き裂間隔は5～10m程 度のもの。		地山弾性波速度 700～2800m/sec
			II	凝灰質で堅く固結しているもの。 風化が目にそって相当進んでいるもの。 き裂間隔が10～30m程度で軽い打撃により離しうる程度、異質の硬い互層をなすもので層面を楽に離しうるもの。		
	硬岩	中　硬岩		石灰岩、多孔質安山岩のように、特にち密でなくても相当の固さを有するもの。 風化の程度があまり進んでいないもの。 硬い岩石で間隔30～50m程度のき裂を有するもの。		地山弾性波速度 2000～4000m/sec
		硬岩	I	花崩岩、結晶片岩等で全く変化していないもの。き裂間隔が1m内外で相当密着しているもの。　　硬い良好な石材を取り得るようなもの。		地山弾性波速度 3000m/sec以上
			II	けい岩、角岩などの石英質に富む岩質で最も硬いもの。風化していない新鮮な状態のもの。 き裂が少なく、よく密着しているもの。		

5　コンクリートエ

コンクリート構造物の設計基準強度および生コンクリートの仕様（標準）

無筋・鉄筋別	区分番号	工種・種別			設計基準強度 (N/mm²)	呼び強度	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	最大水セメント比 (%)	最小単位セメント量 (kg/mm³)	セメントの種類	備考
無筋コンクリート	①	重力式・半重力式(橋台、橋脚、擁壁、胸壁)			18	18	40	8	60	—	高炉セメント(B種)	
	②	根固ﾌﾞﾛｯｸ・水路・格子枠・基礎・裏込・側溝			18	18	40(20)	8	60	—	〃	
	③	均し			—	18	40	8	—	—	〃	
	④	海岸構造物	基礎・裏込・根固		18	18	40	8	60	—	〃	注)4
			海岸堤防波除工・海岸擁壁		18	18	40	8	60	—	〃	注)4
			海岸堤防表張工		18	21	40	8	60	—	〃	注)4
	⑤	砂防ダム（堤体、側壁、水叩）			18	18	40～80	5	—	—	〃	注)5
	⑥	トンネル覆工	アーチ・側壁		18	18	40	15	60	(270)	〃	
			インバート		18	18	40	8	60	(230)	〃	
鉄筋コンクリート	⑦	ＲＣ橋	場所打床版橋		24	24	20	※	55	—	普通ポルトランドセメント	
	⑧	ＰＣ橋	ﾎﾟｽﾄﾃﾝｼｮﾝ	T桁橋	40	40	20		50	—	早強ポルトランドセメント	注)7、8
				横桁・間詰床版	30	30	20		50	—	〃	
				箱桁橋	36	36	20		50	—	〃	注)6
				中空床版橋	36	36	20		50	—	〃	
			ﾌﾟﾚﾃﾝｼｮﾝ	横桁・間詰床版	30	30	20		50	—	〃	
				床版橋の間詰	30	30	20		50	—	〃	
			プレキャストセグメント桁橋		40	40	20		50	—	〃	現地製作
	⑨	床版	ＰＣ合成桁	ＲＣ床版	24	24	20		55	—	普通ポルトランドセメント	
				ＰＣ(合成)床版	30	30	20		55	—	〃	
			鋼非合成桁	ＲＣ床版	24	24	20		55	—	〃	
			鋼合成桁	ＲＣ床版	27	27	20		55	—	〃	
				ＰＣ床版	30	30	20		55	—	〃	
	⑩	地覆・壁高欄			24	24	20		55	—	普通ポルトランドセメントまたは、高炉セメント(B種)	注)9
	⑪	堰・水門・ポンプ場			24	24	20, 40		55	—	高炉セメント(B種)	
	⑫	通門・樋管			24	24	20, 40		55	—	〃	
	⑬	橋梁下部工（踏掛版含む）			24	24	20		55	—	〃	
	⑭	潜函・函渠・擁壁・井筒			24	24	20, 40		55	—	〃	注)10
	⑮	場所打杭	水中：ベノト杭 リバース杭		24	30	20～40	18 21	55	350	〃	
			大気中：深礎工		24	24	20, 40	※	55	—	〃	注)11
	⑯	海岸構造物	水門・堰など耐久性を考慮する場合		21	24	20, 40		55	—	〃	注)4

「※」について

○スランプは、１２cm を標準として、部材の断面形状や寸法、鋼材の配置状況、施工性を踏まえ、打込の最小スランプを考慮して適切に設定する。

○スランプの設定の際は、「２０１７年制定 コンクリート標準示方書（施工編）」の「打込みの最小スランプの目安」及び「九州地区における土木コンクリート構造物設計・施工指針（案）」を参考とする。

注）1．設計基準強度とは、コンクリート構造物の設計において基準とするコンクリートの圧縮強度をいう。なお、均しコンクリートについては構造計算上考慮するものではなく、地盤または基礎砕石等の表面の凹凸を平均化し、鉄筋組立やすみ出し作業等を容易にする目的のコンクリートであるので、設計基準強度は規定しない。

2．呼び強度とは、レディーミクストコンクリート（JIS A 5308）における強度区分を示す呼称である。

3．粗骨材の最大寸法の20mmについては、地域によって25mmを使用してもよい。

4．区分番号④、⑯の適用区域は、河川における高潮区間と海岸区区域とする。

5．区分番号⑤は、粗骨材の最大寸法を100mmとした場合は規格外品となる。

6．区分番号⑧のポストテンション箱桁橋の片持ち架設工法の場合は、設計基準強度を40N/㎟とする。

7．区分番号⑧のポストテンションT桁橋及びプレテンションT桁橋・床版橋の定着部を有する張出床版部の場所打コンクリートは、設計基準強度を30N/㎟とする。

8．区分番号⑧のポストテンションT桁橋及びプレテンションT桁橋・床版橋の定着部を有しない張出床版部の場所打コンクリートは、設計基準強度を24N/㎟とする。

9．区分番号⑩の地覆・壁高欄は、普通ポルトランドセメント、または、高炉セメント(B種)を標準とする。ただし、橋台、擁壁上に設置する場合はそれと同等の規格とする。なお、高炉セメント(B種)は、耐久性（飛来塩分や凍結防止剤散布への対応、ASR 抑制等）を考慮する必要がある場合は優先するのがよい。

10．区分番号⑭の潜函・井筒に使用するセメントは早強ポルトランドセメントとする。

11．区分番号⑮の深礎工の設計基準強度（24N/㎟）については、標準値であり指定強度ではない。

12．コンクリートの耐久性及び塩害対策等現場の特殊性により、上記により難い場合は別途考慮する。

13．耐久性より水セメント比、単位セメント量が決められた場合は、設計基準強度以上の呼び強度となる場合があるので注意を要する。

14．水セメント比は、セメントの一部と置換して混和材（高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、膨張材）を用いる場合には、水結合材比で読み替えてよい。

６　鉄　　筋

１）鉄筋の定尺長

鉄筋の最大定尺長は 12ｍとする。

なお、現場条作・運搬条件によっては別途考慮することができる。

２）鉄筋の継手

ｉ）引張鉄筋の重ね継手は、次の式で求めた長さℓ 以上、20φ以上、重ね合せなければならない。

$$\ell = \frac{\sigma_{sa}}{\tau_{oa}}\phi$$

ここに　σ_{sa}：鉄筋の許容引張応力度

τ_{oa}：コンクリートの許容付着応力度

φ：鉄筋の直径

引張鉄筋の端部に半円形フックまたは直角フックをつけた場合には、この値の $\frac{2}{3}$ としてよい。

7　設計時に原則使用する土木資材のサイズについて

平成６年 12 月に策定した「公共工事の建設費の縮減に関する行動計画」に基づく、設計段階の資材及び部品の仕様・規格の標準化の一環として、サイズの細分化が著しい下記資材について設計段階におけるサイズの集約化を行い、もって建設費の縮減を図るものである。

１　Ｈ　形　鋼

２　コンクリート二次製品

１）既存製品

①　函 渠 型 側 溝

②　自由勾配側溝

③　落　蓋　側　溝

④　Ｕ　型　側　溝

⑤　長尺鉄筋コンクリートＬ型（Ｌ型測溝）

⑥　歩車道境界ブロック

⑦　横　断　暗　渠

⑧　ボックスカルバート

⑨　ヒ　ュ　ー　ム 管

⑩　Ｐ　　Ｃ　　管

⑪　Ｌ　型　擁　壁

⑫　大型積ブロック

⑬　基礎ブロック

⑭　大型張りブロック

⑮　法枠ブロック

⑯　井桁ブロック

⑰　環境保全型積みブロック

今後設計作業時に使用するサイズについては、原則として別紙表－１(Ｈ形鋼)、表－２(コンクリート二次製品)のものとする。

上記の別紙表－１、表－２に示すサイズ以外を設計作業時に使用する場合は、事前に別紙様式－１により取りまとめた上、本局技術管理課基準第一係まで報告されたい。

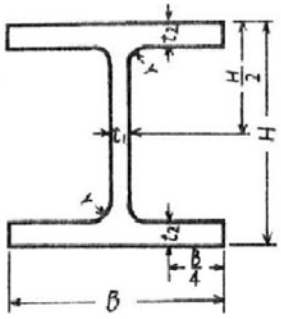
Ｔ－２５荷重への対応について

平成５年11月に車両制限令が改正され、トラックの総重量が従来の196kNから245kNに改定された。また、道路構造令においても、橋梁等の設計に用いる設計自動車荷重が245tに改定された。これらに伴い道路用鉄筋コンクリート側溝についても強度関係の見直しが必要になってきた。

一方、活荷重の取扱いの変更に伴う標準設計の取扱いの運用について（平成６年８月３日付建設大臣官房技術審議官付補佐）において、標準設計第１巻の側溝蓋（Ｃ２－Ｂ500）の活荷重は、「道路土工における車両の大型化への対応」（雑誌「道路」７月号）において規定されたカルバート工の自動車荷重90kN（100kN×0.9［低減係数］）として、強度の見直しを行うことを規定している。

よって、直轄区間の側溝類についても、245kN トラックに対応できる構造とする必要があることから、 今回の上記コンクリート二次製品についても①管渠型側溝、 ②自由勾配側溝、③落蓋側溝、④横断暗渠については245kNとした。

表－１　Ｈ形鋼規格一覧表及び断面性能表

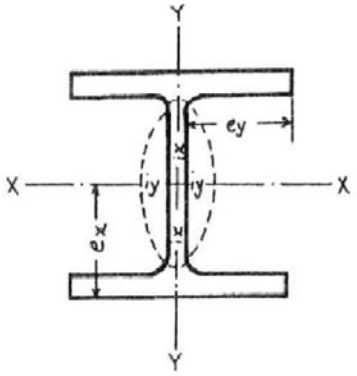


断面二次モーメント　$I = ai^2$

断面二次半径　$i = \sqrt{I/a}$

断面係数　$Z = I/e$

（ａ＝断面積）



標準断面寸法 mm					断面積	単位質量	参考					
呼称寸法（高さ×辺）	H×B	t_1	t_2	r			断面二次モーメント cm⁴		断面二次半径 cm		断面係数 cm³	
					cm²	kg／m	Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy
100×50	100×50	5	7	8	11.85	9.30	187	14.8	3.98	1.12	37.5	5.91
◇100×100	100×100	6	8	8	21.59	16.9	378	134	4.18	2.49	75.6	26.7
125×60	125×60	6	8	8	16.69	13.1	409	29.1	4.95	1.32	65.5	9.71
◇125×125	125×125	6.5	9	8	30.00	23.6	839	293	5.29	3.13	134	46.9
150×75	150× 75	5	7	8	17.85	14.0	666	49.5	6.11	1.66	88.8	13.2
150×100	148×100	6	9	8	26.35	20.7	1000	150	6.17	2.39	135	30.1
◇150×150	150×150	7	10	8	39.65	31.1	1620	563	6.40	3.77	216	75.1
175×90	175× 90	5	8	8	22.90	18.0	1210	97.5	7.26	2.06	138	21.7
◇175×175	175×175	7.5	11	13	51.43	40.4	2900	984	7.50	4.37	331	112
200×100	198×99	4.5	7	8	22.69	17.8	1540	113	8.25	2.24	156	22.9
	200×100	5.5	8	8	26.67	20.9	1810	134	8.23	2.24	181	26.7
200×150	194×150	6	9	8	38.11	29.9	2630	507	8.30	3.65	271	67.6
◇200×200	200×200	8	12	13	63.53	49.9	4720	1600	8.62	5.02	472	160
250×125	248×124	5	8	8	31.99	25.1	3450	255	10.4	2.82	278	41.1
	250×125	6	9	8	36.97	29.0	3960	294	10.4	2.82	317	47.0
250×175	244×175	7	11	13	55.49	43.6	6040	984	10.4	4.21	495	112
250×250	250×250	9	14	13	91.43	71.8	10700	3650	10.8	6.32	860	292
300×150	298×149	5.5	8	13	40.80	32.0	6320	442	12.4	3.29	424	59.3
	300×150	6.5	9	13	46.78	36.7	7210	508	12.4	3.29	481	67.7
300×200	294×200	8	12	13	71.05	55.8	11100	1600	12.5	4.75	756	160
◇300×300	300×300	10	15	13	118.5	93.0	20200	6750	13.1	7.55	1350	450
350×175	346×174	6	9	13	52.45	41.2	11000	791	14.5	3.88	638	91.0
	350×175	7	11	13	62.91	49.4	13500	984	14.6	3.96	771	112
350×250	340×250	9	14	13	99.53	78.1	21200	3650	14.6	6.05	1250	292
◇350×350	350×350	12	19	13	171.9	135	39800	13600	15.2	8.89	2280	776

標準断面寸法 mm					断面積	単位質量	参考					
呼称寸法 (高さ×辺)	H×B	t_1	t_2	r			断面二次モーメント cm^4		断面二次半径 cm		断面係数 cm^3	
					cm^2	kg／m	Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy
400×200	396×199	7	11	13	71.41	56.1	19800	1450	16.6	4.50	999	145
	400×200	8	13	13	83.37	65.4	23500	1740	16.8	4.56	1170	174
400×300	390×300	10	16	13	133.3	105	37900	7200	16.9	7.35	1940	480
◇	400×400	13	21	22	218.7	172	66600	22400	17.5	10.1	3330	1120
◇	414×405	18	28	22	295.4	232	92800	31000	17.7	10.2	4480	1530
◇ 400×400	428×407	20	35	22	360.7	283	119000	39400	18.2	10.4	5570	1930
◇	458×417	30	50	22	528.6	415	187000	60500	18.8	10.7	8170	2900
◇	498×432	45	70	22	770.1	605	298000	94400	19.7	11.1	12000	4370
450×200	446×199	8	12	13	82.97	65.1	28100	1580	18.4	4.36	1260	159
	450×200	9	14	13	95.43	74.9	32900	1870	18.6	4.43	1460	187
450×300	440×300	11	18	13	153.9	121	54700	8110	18.9	7.26	2490	540
500×200	496×199	9	14	13	99.29	77.9	40800	1840	20.3	4.31	1650	185
	500×200	10	16	13	112.3	88.2	46800	2140	20.4	4.36	1870	214
500×300	482×300	11	15	13	141.2	111	58300	6760	20.3	6.92	2420	450
	488×300	11	18	13	159.2	125	68900	8110	20.8	7.14	2820	540
600×200	596×199	10	15	13	117.8	92.5	66600	1980	23.8	4.10	2240	199
	600×200	11	17	13	131.7	103	75600	2270	24.0	4.16	2520	227
600×300	582×300	12	17	13	169.2	133	98900	7660	24.2	6.73	3400	511
	588×300	12	20	13	187.2	147	114000	9010	24.7	6.94	3890	601
	594×302	14	23	13	217.1	170	134000	10600	24.8	6.98	4500	700
700×300	692×300	13	20	18	207.5	163	168000	9020	28.5	6.59	4870	601
	700×300	13	24	18	231.5	182	197000	10800	29.2	6.83	5640	721
800×300	792×300	14	22	18	239.5	188	248000	9920	32.2	6.44	6270	661
	800×300	14	26	18	263.5	207	286000	11700	33.0	6.67	7160	781
900×300	890×299	15	23	18	266.9	210	339000	10300	35.6	6.20	7610	687
	900×300	16	28	18	305.8	240	404000	12600	36.4	6.43	8990	842
	912×302	18	34	18	360.1	283	491000	15700	36.9	6.59	10800	1040
	918×303	19	37	18	387.4	304	535000	17200	37.2	6.67	11700	1140

注）◇印は広幅H形鋼であり、土木工事で汎用性が高いサイズである。

表－2　既存コンクリート二次製品規格一覧表

名　　称	規　　格
1　管渠型側溝 （縦断用　T－25） （横断用　T－25）	呼び径 300mm L＝2000mm 呼び径 400mm L＝2000mm 呼び径 500mm L＝2000mm 普通型 グレーチング付 グレ・砂溜桝付 呼び径 300mm L＝1000mm 呼び径 400mm L＝1000mm 呼び径 500mm L＝1000mm グレ・集排水用溜桝付
2　自由勾配側溝 （縦断用　T－25）	内幅 300mm× 内高 300～1100mm(100ピッチ)の9規格 L＝2000mm 内幅 400mm× 内高 400～1200mm(100ピッチ)の9規格 L＝2000mm 内幅 500mm× 内高 500～1400mm(100ピッチ)の10規格 L＝2000mm 内幅 600mm× 内高 600～1500mm(100ピッチ)の10規格 L＝2000mm 普通型（フラットタイプ） 内幅 300mm× 内高 300～1100mm(100ピッチ)の9規格 L＝2000mm 内幅 400mm× 内高 400～1200mm(100ピッチ)の9規格 L＝2000mm 街路型（6％勾配付）
（蓋　T－25）	300用 L＝500mm 400用 L＝500mm 500用 L＝500mm 600用 L＝500mm 普通型 300用 L＝500mm 400用 L＝500mm 街路型
3　落蓋側溝 （縦断用　T－25）	内幅 300mm× 内高 300× 長 2000mm 内幅 400mm× 内高 400× 長 2000mm 内幅 500mm× 内高 500× 長 2000mm 普通型 内幅 300mm× 内高 300× 長 1000mm 内幅 400mm× 内高 400× 長 1000mm 内幅 500mm× 内高 500× 長 1000mm グレーチング蓋付
（蓋　T－25）	300用 L＝500mm 400用 L＝500mm 500用 L＝500mm コンクリート蓋 300用 L＝1000mm 400用 L＝1000mm 500用 L＝1000mm グレーチング蓋
4　U型側溝 （T－14）	内幅 300mm× 内高 300× 長 2000mm 内幅 400mm× 内高 400× 長 2000mm 内幅 500mm× 内高 500× 長 2000mm
5　長尺鉄筋コンクリートL型 （L型側溝）	A　幅 665mm× 高 270mm× 長 2000mm B　幅 700mm× 高 320mm× 長 2000mm C　幅 705mm× 高 370mm× 長 2000mm 直線部 A2 幅 665mm× 高 170～270mm× 長 600mm B2 幅 700mm× 高 170～320mm× 長 1200mm C2 幅 705mm× 高 170～370mm× 長 1800mm すりつけ部 A1 幅 665mm× 高 170mm× 長 600mm B1 幅 700mm× 高 170mm× 長 600mm C1 幅 705mm× 高 170mm× 長 600mm 乗入部
6　歩車道境界ブロック	本体部　B型L＝ 2000mm　隅切部，本体部B型L＝600mm C型L＝ 2000mm　(カーブ施工)本体部C型L＝600mm すりつけ部　B型(切下げ)　乗入部　B･C型(乗入，平面)L＝600mm C型(切下げ) 乗入部　B･C(乗入･平面)L＝600mm

名　　称	規　　格
7　横 断 暗 渠 （T－25）	呼び径 300mm L＝2000mm 呼び径 400mm L＝2000mm 呼び径 500mm L＝2000mm 呼び径 600mm L＝2000mm　区分A 呼び径 300mm L＝2400mm 呼び径 400mm L＝2400mm 呼び径 500mm L＝2400mm 呼び径 600mm L＝2400mm　区分B ※ 区分A:土被り0超～10m程度　区分B:土被り0超～12m程度
8　ボックスカルバート （T－25）	内幅 1000㎜× 内高 1000㎜ 内幅 1200㎜× 内高 1200㎜ 内幅 1500㎜× 内高 1000㎜ 内幅 1500㎜× 内高 1500㎜ 内幅 1800㎜× 内高 1500㎜ 内幅 1800㎜× 内高 1800㎜ 内幅 2000㎜× 内高 1500㎜ 内幅 2000㎜× 内高 2000㎜ 内幅 2300㎜× 内高 2000㎜ 内幅 2300㎜× 内高 2300㎜ 内幅 2500㎜× 内高 2000㎜ 内幅 2500㎜× 内高 2500㎜ 内幅 2800㎜× 内高 2000㎜ 内幅 2800㎜× 内高 2500㎜ 内幅 3000㎜× 内高 2000㎜ 内幅 3000㎜× 内高 2500㎜ 内幅 3000㎜× 内高 3000㎜ 内幅 3500㎜× 内高 2500㎜
9　ヒューム管 （90°　180°の巻コンクリートを含む）	内径 150㎜～ 350㎜（ 50ピッチ）の5規格 L＝2000㎜ 内径 400㎜～ 500㎜（ 50ピッチ）の3規格 L＝2430㎜ 内径 600㎜～1200㎜（100ピッチ）の7規格 L＝2430㎜ 内径 1350㎜　の1規格 L＝2430㎜ （外圧管1種・2種B型）
10　P　C　管 （90°　180°の巻コンクリートを含む）	内径 500㎜× 長 4000㎜ 内径 600㎜× 長 4000㎜ 内径 700㎜× 長 4000㎜ 内径 800㎜× 長 4000㎜ 内径 900㎜× 長 4000㎜ 内径 1000㎜× 長 4000㎜ 内径 1100㎜× 長 4000㎜ 内径 1200㎜× 長 4000㎜ 内径 1350㎜× 長 4000㎜ （外圧管1種・2種・3種S型）
11　L 型 擁 壁 （T－25）	高 1000mm　高 1750mm　高 2500mm 高 1200mm　高 1800mm　高 2600mm 高 1250mm　高 2000mm　高 2750mm 高 1400mm　高 2200mm　高 2800mm 高 1500mm　高 2250mm　高 3000mm 高 1600mm　高 2400mm　全て 長 2000mm
12　大型積ブロック （もたれ式、練積）	必要控長 400mm 必要控長 450mm 必要控長 500mm　直高5m以下 必要控長 500mm ～ 550mm 必要控長 670mm ～ 750mm 必要控長 770mm ～ 850mm 必要控長 890mm ～ 1000mm 必要控長 1100mm ～ 1250mm 必要控長 1340mm ～ 1500mm 必要控長 1780mm ～ 2000mm 必要控長 2230mm ～ 2500mm　直高５m超

名　　称	規　　格
13　基礎ブロック	必要控長　350用 必要控長　400 ～ 500用　積み基礎用 必要控長　550用 張り基礎用
14　大型張りブロック	控厚　95・100mm 控厚　120・130mm 控厚　140・150mm 控厚　170・200mm　従来型擬石 控厚　150・170mm 控厚　200・210mm 控厚　230～270mm 控厚　300・350mm　環境Ⅱ型擬石 控厚　150mm 控厚　300～320mm 控厚　350・400mm　環境Ⅰ型滑面
15　法枠ブロック	控厚　100・120mm 控厚　150mm　枠ブロック 控厚　180～200mm　枠ブロック＋中詰(栗石) 控厚　220～230mm　枠ブロック＋中張ブロック 控厚　300mm
16　井桁ブロック	必要控長　800mm以上 1000mm未満 必要控長　1000mm以上 1200mm未満 必要控長　1200mm以上 1400mm未満 必要控長　1400mm以上 1600mm未満 必要控長　1600mm以上 1800mm未満 必要控長　1800mm以上 2000mm未満 必要控長　2000mm以上 2200mm未満 必要控長　2200mm以上 2400mm未満 必要控長　2400mm以上 2600mm未満 必要控長　2600mm以上 2800mm未満 必要控長　2800mm以上 3000mm未満 必要控長　3000mm以上 3200mm未満 必要控長　3200mm以上 3400mm未満 必要控長　3400mm以上 3600mm未満 必要控長　3600mm以上 3800mm未満
17　環境保全型積みブロック	必要控長　350mm以上 500mm未満(空積 3m 以下)【環境保全型ブロック】　150kg 未満 350mm以上 500mm未満(練積 5m 以下) 必要控長　500mm以上 (空積 3m 以下)　【環境保全型ブロック】　150kg 未満 500mm以上 (練積 5m 以下) 必要控長　350mm (空積 3m 以下) (【ﾎﾟｰﾗｽⅠ型】150kg 未満、【ﾎﾟｰﾗｽⅡ型】150kg ～ 1200kg 未満、【間知ﾎﾟｰﾗｽﾌﾞﾛｯｸ】) 必要控長　350mm (練積 5m 以下)【間知ポーラスブロック】 必要控長　500mm (空積 3m 以下)【間知ポーラスブロック】

（様式１）

記　載　例

設計作業時に使用するサイズ以外を採用する場合の報告書

九州地方整備局○○○○事務所

①　設計業務（委託）名	○ ○ 共同溝詳細設計業務委託
②　発注機関及び担当者名	○ ○ 事務所　○ ○課　○ ○ 係長
③　設計業者名及び設計担当名	○ ○ コンサルタント㈱　○ ○ ○ ○
④　使用する規格・サイズ及び使用量並びにｔ当り単価	H250 × 250 × 14 × 14：50t（95,000円／t） H500 × 200 × 11 × 19：70t（85,000円／t） H900 × 300 × 18 × 34：40t（75,000円／t）

⑤採用する部位が分かる図面

⑥　使用する理由(例)

H900×300×18×34

例１）覆工版の主桁に他のサイズを採用する場合、15%程度割高となってしまう。また、当該サイズを用いなければならない工事が相当数ある。（具体に）

例２）道路と内空断面の確保の関係で当該サイズを使用しないと別途工場製作となるため、５割以上割高となる。

最適設計のため通常は、たわみと応力度の関係をみて、要求される断面力に対して最も近い断面シリーズを選定しているが、本施策の趣旨からすれば、若干の経済的理由で希少サイズを使うと、結果的に他のシリーズの価格を押し上げることとなるため注意が必要である。

8　参 考 資 料

1　鉄筋コンクリート棒鋼の単位質量

2　鋼板、平鋼の質量

3　形鋼の単位質量

4　丸太材積表

5　法勾配及び角度対照表

6　U 形鋼の寸法及び断面性能

8－1　異形棒鋼の寸法，単位質量及び節の許容限度

呼び名	公称直径 (d) mm	公称周長 (l) cm	公称断面積 (S) cm^2	単位質量 kg/m	節の平均間隔の最大値 mm	節の高さ 最小値 mm	節の高さ 最大値 mm	節のすき間の合計の最大値	節と軸線との角度
D 4	4.23	1.3	0.1405	0.110	3.0	0.2	0.4	3.3	
D 5	5.29	1.7	0.2198	0.173	3.7	0.2	0.4	4.3	
D 6	6.35	2.0	0.3167	0.249	4.4	0.3	0.6	5.0	
D 8	7.94	2.5	0.4951	0.389	5.6	0.3	0.6	6.3	
D 10	9.53	3.0	0.7133	0.560	6.7	0.4	0.8	7.5	
D 13	12.7	4.0	1.267	0.995	8.9	0.5	1.0	10.0	
D 16	15.9	5.0	1.986	1.56	11.1	0.7	1.4	12.5	
D 19	19.1	6.0	2.865	2.25	13.4	1.0	2.0	15.0	45°以上
D 22	22.2	7.0	3.871	3.04	15.5	1.1	2.2	17.5	
D 25	25.4	8.0	5.067	3.98	17.8	1.3	2.6	20.0	
D 29	28.6	9.0	6.424	5.04	20.0	1.4	2.8	22.5	
D 32	31.8	10.0	7.942	6.23	22.3	1.6	3.2	25.0	
D 35	34.9	11.0	9.566	7.51	24.4	1.7	3.4	27.5	
D 38	38.1	12.0	11.40	8.95	26.7	1.9	3.8	30.0	
D 41	41.3	13.0	13.40	10.5	28.9	2.1	4.2	32.5	
D 51	50.8	16.0	20.27	15.9	35.6	2.5	5.0	40.0	

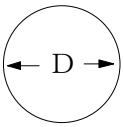
（備考）　公称断面積，公称周長，及び単位質量の算出方法は，次による。

なお，公称断面積(S)は有効数字 4 けたに丸め，公称周 長(l)は小数点以下 1 けたに丸め，単位質量は有効数字 3 けたに丸める。

$$\text{公称断面積(S)} = \frac{0.7854 \times d^2}{100}$$

$$\text{公 称 周 長(l)} = 0.3142 \times d$$

$$\text{単 位 質 量} = 0.785 \times S$$



Dは径

一般構造用丸鋼の標準寸法及び単位重量

径 mm	断面積 cm^2	単位質量 kg/m	径 mm	断面積 cm^2	単位質量 kg/m
5.5	0.2376	0.186	(45)	15.90	12.5
6	0.2827	0.222	46	16.62	13.0
7	0.3848	0.302	48	18.10	14.2
8	0.5027	0.395	50	19.64	15.4
9	0.6362	0.499	(52)	21.24	16.7
10	0.7854	0.617	55	23.76	18.7
11	0.9503	0.746	56	24.63	19.3
12	1.131	0.888	60	28.27	22.2
13	1.327	1.04	64	32.17	25.3
(14)	1.539	1.21	65	33.18	26.0
16	2.011	1.58	(68)	36.32	28.5
(18)	2.545	2.00	70	38.48	30.2
19	2.835	2.23	75	44.18	34.7
20	3.142	2.47	80	50.27	39.5
22	3.801	2.98	85	56.75	44.5
24	4.524	3.55	90	63.62	49.9
25	4.909	3.85	95	70.88	55.6
(27)	5.726	4.49	100	78.54	61.7
28	6.158	4.83	110	95.03	74.6
30	7.069	5.55	120	113.1	88.8
32	8.042	6.31	130	132.7	104
(33)	8.553	6.71	140	153.9	121
36	10.18	7.99	150	176.7	139
38	11.34	8.90	160	201.1	158
(39)	11.95	9.38	180	254.5	200
42	13.85	10.9	200	314.2	247

※括弧以外の標準径の適用が望ましい。

８－２　鋼板の質量

計　算　順　序	計　　算　　方　　法	結　果　の　け　た　数
基本質量　kg／mm／m^2	7.85（厚さ1mm、面積1m^2の質量）	
単位質量　kg／m^2	基本質量(kg／mm／m^2)×板の厚さ(mm)	有効数字が４けたの数値に丸める。
鋼板の面積　m^2	幅(m) × 長(m)	有効数字が４けたの数値に丸める。
１枚の質量　kg	単位質量(kg) × 面積(m^2)	有効数字３けたの数値に丸める。 ただし1,000kgを超えるものはkgの整数値に丸める。

鋼　板　の　単　位　質　量　　(kg／㎡)

t	kg／m^2	t	kg／m^2	t	kg／m^2	備　　考
3	23.55	15	117.8	30	235.5	7.85kg／mm／㎡
4	31.40	16	125.6	32	251.2	
5	39.25	18	141.3	35	274.8	
6	47.10	19	149.2			
9	70.65	20	157.0			
10	78.50	22	172.7			
12	94.20	25	196.3			
13	102.1	27	212.0			
14	109.9	29	227.7			

８－３　平鋼の質量

計　算　順　序	計　　算　　方　　法	結　果　の　け　た　数
基本質量　kg／ｃｍ^2／ｍ	0.785（断面積１ｃｍ^2 、長さ１ｍの質量）	
断 面 積　ｃｍ^2	幅(㎜)×厚さ(㎜)×$\frac{1}{100}$	有効数字4けたの数値に丸める。
単位質量　kg／ｍ	基本質量(kg／ｃｍ^2／ｍ)×断面積（ｃｍ^2）	有効数字3けたの数値に丸める。
１枚の質量　kg	単位質量(kg／ｍ)×長さ(ｍ)	有効数字3けたの数値に丸める。 ただし、1,000kgを超えるものはkgの整数値に丸める。

付　表　　平鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量（その１）

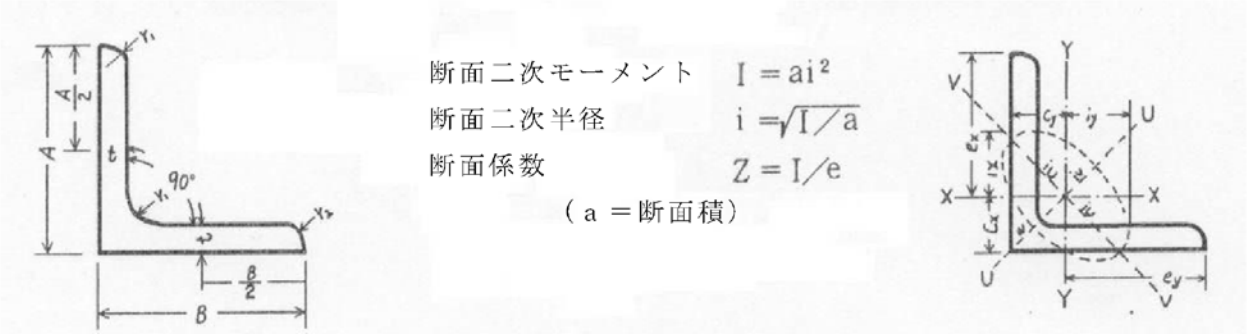
標準断面寸法		断面積	単位質量	標準断面寸法		断面積	単位質量	標準断面寸法		断面積	単位質量	標準断面寸法		断面積	単位質量
厚さ	幅			厚さ	幅			厚さ	幅			厚さ	幅		
mm	mm	ｃｍ^2	kg／m	mm	mm	ｃｍ^2	kg／m	mm	mm	ｃｍ^2	kg／m	mm	mm	ｃｍ^2	kg／m
4.5	25	1.125	0.88	8	90	7.200	5.65	12	50	6.000	4.71	19	38	7.220	5.67
4.5	32	1.440	1.13	8	100	8.000	6.28	12	65	7.800	6.12	19	44	8.360	6.56
4.5	38	1.710	1.34	8	125	10.00	7.85	12	75	9.000	7.06	19	50	9.500	7.46
4.5	44	1.980	1.55	8	150	12.00	9.42	12	90	10.80	8.48	19	65	12.35	9.69
4.5	50	2.250	1.77	8	180	14.40	11.3	12	100	12.00	9.42	19	75	14.25	11.2
4.5	65	2.925	2.30	8	200	16.00	12.6	12	125	15.00	11.8	19	90	17.10	13.4
4.5	75	3.375	2.65	8	230	18.40	14.4	12	150	18.00	14.1	19	100	19.00	14.9
4.5	90	4.050	3.18	8	250	20.00	15.7	12	180	21.60	17.0	19	125	23.75	18.6
4.5	100	4.500	3.53	8	280	22.40	17.6	12	200	24.00	18.8	19	150	28.50	22.4
4.5	125	5.625	4.42	8	300	24.00	18.8	12	230	27.60	21.7	19	180	34.20	26.8
4.5	150	6.750	5.30	8	350	28.00	22.0	12	250	30.00	23.6	19	200	38.00	29.8
6	25	1.500	1.18	8	400	32.00	25.1	12	280	33.60	26.4	19	230	43.70	34.3
6	32	1.920	1.51	9	25	2.250	1.77	12	300	36.00	28.3	19	250	47.50	37.3
6	38	2.280	1.79	9	32	2.880	2.26	12	350	42.00	33.0	19	280	53.20	41.8
6	44	2.640	2.07	9	38	3.420	2.68	12	400	48.00	37.7	19	300	57.00	44.7
6	50	3.000	2.36	9	44	3.960	3.11	16	32	5.120	4.02	19	350	66.50	52.2
6	65	3.900	3.06	9	50	4.500	3.53	16	38	6.080	4.77	19	400	76.00	59.7
6	75	4.500	3.53	9	65	5.850	4.59	16	44	7.040	5.53	19	450	85.50	67.1
6	90	5.400	4.24	9	75	6.750	5.30	16	50	8.000	6.28	19	500	95.00	74.6
6	100	6.000	4.71	9	90	8.100	6.36	16	65	10.40	8.16	22	50	11.00	8.64
6	125	7.500	5.89	9	100	9.000	7.06	16	75	12.00	9.42	22	65	14.30	11.2
6	150	9.000	6.36	9	125	11.25	8.83	16	90	14.40	11.3	22	75	16.50	13.0
6	180	10.80	8.48	9	150	13.50	10.6	16	100	16.00	12.6	22	90	19.80	15.5
6	200	12.00	9.42	9	180	16.20	12.7	16	125	20.00	15.7	22	100	22.00	17.3
6	230	13.80	10.8	9	200	18.00	14.1	16	150	24.00	18.8	22	125	27.50	21.6
6	250	15.00	11.8	9	230	20.70	16.2	16	180	28.80	22.6	22	150	33.00	25.9
6	280	16.80	13.2	9	250	22.50	17.7	16	200	32.00	25.1	22	180	39.60	31.1
6	300	18.00	14.1	9	280	25.20	19.8	16	230	36.80	28.9	22	200	44.00	34.5
8	25	2.000	1.57	9	300	27.00	21.2	16	250	40.00	31.4	22	230	50.60	39.7
8	32	2.560	2.01	9	350	31.50	24.7	16	280	44.80	35.2	22	250	55.00	43.2
8	38	3.040	2.39	9	400	36.00	28.3	16	300	48.00	37.7	22	280	61.60	48.4
8	44	3.520	2.76	12	25	3.000	2.36	16	350	56.00	44.0	22	300	66.00	51.8
8	50	4.000	3.14	12	32	3.840	3.01	16	400	64.00	50.2	22	350	77.00	60.4
8	65	5.200	4.08	12	38	4.560	3.38	16	450	72.00	56.5	22	400	88.00	69.1
8	75	6.000	4.71	12	44	5.280	4.14	16	500	80.00	62.8	22	450	99.00	77.7

付　表　　平鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量（その２）

標準断面寸法		断面積	単位質量	標準断面寸法		断面積	単位質量	標準断面寸法		断面積	単位質量	標準断面寸法		断面積	単位質量
厚さ	幅			厚さ	幅			厚さ	幅			厚さ	幅		
mm	mm	cm^2	kg／m	mm	mm	cm^2	kg／m	mm	mm	cm^2	kg／m	mm	mm	cm^2	kg／m
22	500	110.0	86.4	28	180	50.40	39.6	36	75	27.00	21.2	40	250	100.0	78.5
25	50	12.50	9.81	28	200	56.00	44.0	36	90	32.4	25.4	40	280	112.0	87.9
25	65	16.25	12.8	28	230	64.40	50.6	36	100	36.00	28.3	40	300	120.0	94.2
25	75	18.75	14.7	28	250	70.00	55.0	36	125	45.00	35.3	40	350	140.0	110
25	90	22.50	17.7	28	280	78.40	61.5	36	150	54.00	42.4	40	400	160.0	126
25	100	25.00	19.6	28	300	84.00	65.9	36	180	64.80	50.9	40	450	180.0	141
25	125	31.25	24.5	28	350	98.00	76.9	36	200	72.00	56.5	40	500	200.0	157
25	150	37.50	29.4	28	400	112.0	87.9	36	230	82.80	65.0	45	75	33.75	26.5
25	180	45.00	35.3	28	450	126.0	98.9	36	250	90.00	70.6	45	90	40.5	31.8
25	200	50.00	39.2	28	500	140.0	110	36	280	100.8	79.1	45	100	45.00	35.3
25	230	57.5	45.1	32	75	24.00	18.8	36	300	108.0	84.8	45	125	56.25	44.2
25	250	62.50	49.1	32	90	28.80	22.6	36	350	126.0	98.9	45	150	67.50	53.0
25	280	70.00	55.0	32	100	32.00	25.1	36	400	144.0	113	45	180	81.00	63.6
25	300	75.00	58.9	32	125	40.00	31.4	36	450	162.0	127	45	250	112.5	88.3
25	350	87.50	68.7	32	150	48.00	37.7	36	500	180.0	141	45	280	126.0	98.9
25	400	100.0	78.5	32	230	73.60	57.8	40	75	30.00	23.6	45	300	135.0	106
25	450	112.5	88.3	32	250	80.00	62.8	40	90	36.00	28.3	45	350	157.5	124
25	500	125.0	98.1	32	280	89.60	70.3	40	100	40.00	31.4	45	400	180.0	141
28	75	21.00	16.5	32	300	96.00	75.4	40	125	50.00	39.2	45	450	202.5	159
28	90	25.20	19.8	32	350	112.0	87.9	40	150	60.00	47.1	45	500	225.0	177
28	100	28.00	22.0	32	400	128.0	100	40	180	72.00	56.5				
28	125	35.00	27.5	32	450	144.0	113	40	200	80.00	62.8				
28	150	42.00	33.0	32	500	160.0	126	40	230	92.00	72.2				

８－４　形鋼の単位質量

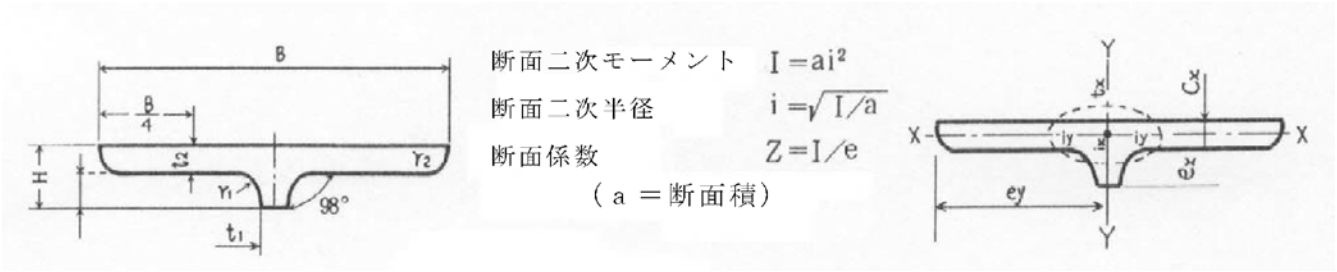
図１　等辺山形鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量、断面特性



付　表　1

標準断面寸法(mm)				断面積	単位質量	参考											
						重心の位置 cm		断面二次ﾓｰﾒﾝﾄ cm^4				断面二次半径 cm				断面係数 cm^3	
A×B	t	r_1	r_2	cm^2	kg/m	Cx	Cy	Ix	Iy	最大 Iu	最小 Iv	ix	iy	最大 iu	最小 iv	Zx	Zy
25× 25	3	4	2	1.427	1.12	0.719	0.719	0.797	0.797	1.26	0.332	0.747	0.747	0.940	0.483	0.448	0448
30× 30	3	4	2	1.727	1.36	0.844	0.844	1.42	1.42	2.26	0.590	0.908	0.908	1.14	0.585	0.661	0.661
40× 40	3	4.5	2	2.336	1.83	1.09	1.09	3.53	3.53	5.60	1.46	1.23	1.23	1.55	0.790	1.21	1.21
40× 40	5	4.5	3	3.755	2.95	1.17	1.17	5.42	5.42	8.59	2.25	1.20	1.20	1.51	0.774	1.91	1.91
45× 45	4	6.5	3	3.492	2.74	1.24	1.24	6.50	6.50	10.3	2.70	1.36	1.36	1.72	0.880	2.00	2.00
45× 45	5	6.5	3	4.302	3.38	1.28	1.28	7.91	7.91	12.5	3.29	1.36	1.36	1.71	0.874	2.46	24.6
50× 50	4	6.5	3	3.892	3.06	1.37	1.37	9.06	9.06	14.4	3.76	1.53	1.53	1.92	0.983	2.49	2.49
50× 50	5	6.5	3	4.802	3.77	1.41	1.41	11.1	11.1	17.5	4.58	1.52	1.52	1.91	0.976	3.08	3.08
50× 50	6	6.5	4.5	5.644	4.43	1.44	1.44	12.6	12.6	20.0	5.23	1.50	1.50	1.88	0.963	3.55	3.55
60× 60	4	6.5	3	4.692	3.68	1.61	1.61	16.0	16.0	25.4	6.62	1.85	1.85	2.33	1.19	3.66	3.66
60× 60	5	6.5	3	5.802	4.55	1.66	1.66	19.6	19.6	31.2	8.09	1.84	1.84	2.32	1.18	4.52	4.52
65× 65	5	8.5	3	6.367	5.00	1.77	1.77	25.3	25.3	40.1	10.5	1.99	1.99	2.51	1.28	5.35	5.35
65× 65	6	8.5	4	7.527	5.91	1.81	1.81	29.4	29.4	46.6	12.2	1.98	1.98	2.49	1.27	6.26	6.26
65× 65	8	8.5	6	9.761	7.66	1.88	1.88	36.8	36.8	58.3	15.3	1.94	1.94	2.44	1.25	7.96	7.96
70× 70	6	8.5	4	8.127	6.38	1.93	1.93	37.1	37.1	58.9	15.3	2.14	2.14	2.69	1.37	7.33	7.33
75× 75	6	8.5	4	8.727	6.85	2.06	2.06	46.1	46.1	73.2	19.0	2.30	2.30	2.90	1.48	8.47	8.47
75× 75	9	8.5	6	12.69	9.96	2.17	2.17	64.4	64.4	102	26.7	2.25	2.25	2.84	1.45	12.1	12.1
75× 75	12	8.5	6	16.56	13.0	2.29	2.29	81.9	81.9	129	34.5	2.22	2.22	2.79	1.44	15.7	15.7
80× 80	6	8.5	4	9.327	7.32	2.18	2.18	56.4	56.4	89.6	23.2	2.46	2.46	3.10	1.58	9.70	9.70
90× 90	6	10	5	10.55	8.28	2.42	2.42	80.7	80.7	128	33.4	2.77	2.77	3.48	1.78	12.3	12.3
90× 90	7	10	5	12.22	9.59	2.46	2.46	93.0	93.0	148	38.3	2.76	2.76	3.48	1.77	14.2	14.2
90× 90	10	10	7	17.00	13.3	2.57	2.57	125	125	199	51.7	2.71	2.71	3.42	1.74	19.5	19.5
90× 90	13	10	7	21.71	17.0	2.69	2.69	156	156	248	65.3	2.68	2.68	3.38	1.73	24.8	24.8
100×100	7	10	5	13.62	10.7	2.71	2.71	129	129	205	53.2	3.08	3.08	3.88	1.98	17.7	17.7
100×100	10	10	7	19.00	14.9	2.82	2.82	175	175	278	72.0	3.04	3.04	3.83	1.95	24.4	24.4
100×100	13	10	7	24.31	19.1	2.94	2.94	220	220	348	91.1	3.00	3.00	3.78	1.94	31.1	31.1
120×120	8	12	5	18.76	14.7	3.24	3.24	258	258	410	106	3.71	3.71	4.67	2.38	29.5	29.5
130×130	9	12	6	22.74	17.9	3.53	3.53	366	366	583	150	4.01	4.01	5.06	2.57	38.7	38.7
130×130	12	12	8.5	29.76	23.4	3.64	3.64	467	467	743	192	3.96	3.96	5.00	2.54	49.9	49.9
130×130	15	12	8.5	36.75	28.8	3.76	3.76	568	568	902	234	3.93	3.93	4.95	2.53	61.5	61.5
150×150	12	14	7	34.77	27.3	4.14	4.14	740	740	1180	304	4.61	4.61	5.82	2.96	68.1	68.1
150×150	15	14	10	42.74	33.6	4.24	4.24	888	888	1410	365	4.56	4.56	5.75	2.92	82.6	82.6
150×150	19	14	10	53.38	41.9	4.40	4.40	1090	1090	1730	451	4.52	4.52	5.69	2.91	103	103
175×175	12	15	11	40.52	31.8	4.73	4.73	1170	1170	1860	480	5.38	5.38	6.78	3.44	91.8	91.8
175×175	15	15	11	50.21	39.4	4.85	4.85	1440	1440	2290	589	5.35	5.35	6.75	3.42	114	114
200×200	15	17	12	57.75	45.3	5.46	5.46	2180	2180	3470	891	6.14	6.14	7.75	3.93	150	150
200×200	20	17	12	76.00	59.7	5.67	5.67	2820	2820	4490	1160	6.09	6.09	7.68	3.90	197	197
200×200	25	17	12	93.75	73.6	5.86	5.86	3420	3420	5420	1410	6.04	6.04	7.61	3.88	242	242
250×250	25	24	12	119.4	93.7	7.10	7.10	6950	6950	11000	2860	7.63	7.63	9.62	4.90	388	388
250×250	35	24	18	162.6	128	7.45	7.45	9110	9110	14400	3790	7.49	7.49	9.42	4.83	519	519

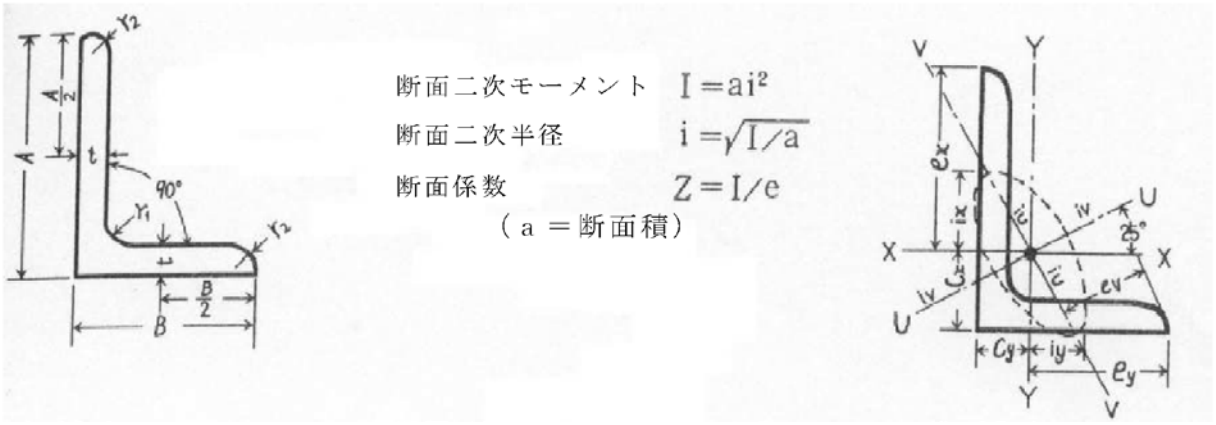
図２　Ｔ形鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量、断面特性



付　表　２

標準断面寸法 mm							断面積	単位質量	参考							
呼称寸法 B×t2	B	H	t1	t2	r1	r2	cm²	kg／m	重心の位置 cm		断面二次モーメント cm⁴		断面二次半径 cm		断面係数 cm³	
									Cx	Cy	Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy
150× 9	150	39	12	9	8	3	18.52	14.5	0.934	0	16.5	254	0.942	3.70	5.55	33.8
150×12	150	42	12	12	8	3	23.02	18.1	1.02	0	20.7	338	0.949	3.83	6.52	45.1
150×15	150	45	12	15	8	3	27.52	21.6	1.13	0	25.9	423	0.971	3.92	7.70	56.4
200×12	200	42	12	12	8	3	29.02	22.8	0.935	0	22.3	799	0.877	5.25	6.83	79.9
200×16	200	46	12	16	8	3	37.02	29.1	1.09	0	30.5	1070	0.907	5.37	8.68	107
200×19	200	49	12	19	8	3	43.02	33.8	1.22	0	38.5	1270	0.946	5.43	10.4	127
200×22	200	52	12	22	8	3	49.02	38.5	1.35	0	48.3	1470	0.993	5.47	12.6	147
250×16	250	46	12	16	20	3	46.05	36.1	1.06	0	33.6	2080	0.854	6.72	9.49	167
250×19	250	49	12	19	20	3	53.55	42.0	1.19	0	43.1	2470	0.897	6.80	11.6	198
250×22	250	52	12	22	20	3	61.05	47.9	1.33	0	55.0	2870	0.949	6.85	14.2	229
250×25	250	55	12	25	20	3	68.55	53.8	1.46	0	69.6	3260	1.01	6.90	17.2	261

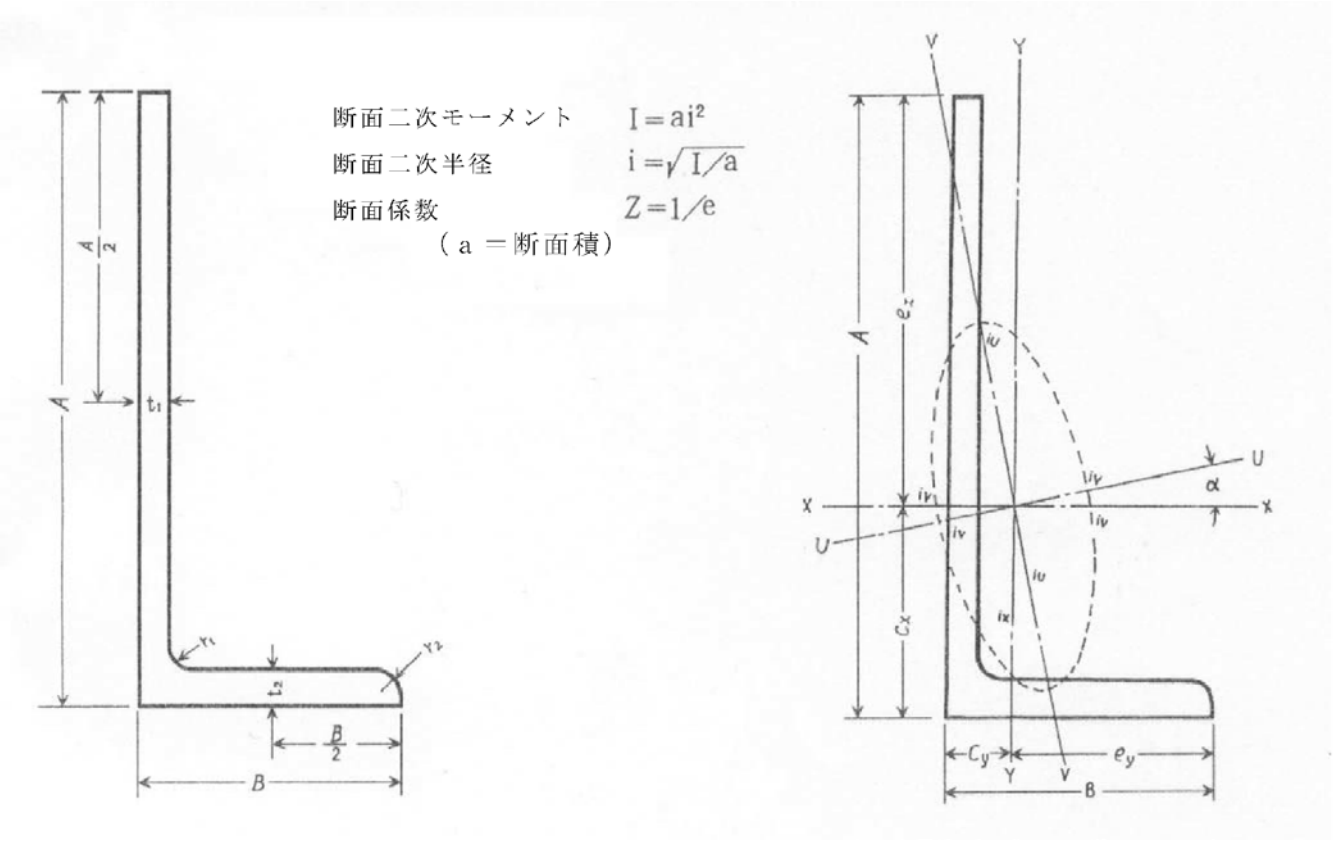
図３ 不等辺山形鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量、断面特性



付　表　３

標準断面寸法(mm)				断面積	単位質量	参考												
A×B	t	r_1	r_2	cm^2	kg/m	重心の位置 cm		断面二次モーメント cm^4				断面二次半径 cm				tanα	断面係数 cm^3	
						Cx	Cy	Ix	Iy	最大 Iu	最小 Iv	ix	iy	最大 iu	最小 iv		Zx	Zy
90× 75	9	8.5	6	14.04	11.0	2.75	2.00	109	68.1	143	34.1	2.78	2.20	3.19	1.56	0.676	17.4	12.4
100× 75	7	10	5	11.87	9.32	3.06	1.83	118	56.9	144	30.8	3.15	2.19	3.49	1.61	0.548	17.0	10.0
100× 75	10	10	7	16.50	13.0	3.17	1.94	159	76.1	194	41.3	3.11	2.15	3.43	1.58	0.543	23.3	13.7
125× 75	7	10	5	13.62	10.7	4.10	1.64	219	60.4	243	36.4	4.01	2.11	4.23	1.64	0.362	26.1	10.3
125× 75	10	10	7	19.00	14.9	4.22	1.75	299	80.8	330	49.0	3.96	2.06	4.17	1.61	0.357	36.1	14.1
125× 90	13	10	7	24.31	19.1	4.35	1.87	376	101	415	61.9	3.93	2.04	4.13	1.60	0.352	46.1	17.9
125× 90	10	10	7	20.50	16.1	3.95	2.22	318	138	380	76.2	3.94	2.59	4.30	1.93	0.505	37.2	20.3
125× 90	13	10	7	26.26	20.6	4.07	2.34	401	173	477	96.3	3.91	2.57	4.26	1.91	0.501	47.5	25.9
150× 90	9	12	6	20.94	16.4	4.95	1.99	485	133	537	80.4	4.81	2.52	5.06	1.96	0.361	48.2	19.0
150× 90	12	12	8.5	27.36	21.5	5.07	2.10	619	167	685	102	4.76	2.47	5.00	1.93	0.357	62.3	24.3
150×100	9	12	6	21.84	17.1	4.76	2.30	502	181	579	104	4.79	2.88	5.15	2.18	0.439	49.1	23.5
150×100	12	12	8.5	28.56	22.4	4.88	2.41	642	228	738	132	4.74	2.83	5.09	2.15	0.435	63.4	30.1
150×100	15	12	8.5	35.25	27.7	5.00	2.53	782	276	897	161	4.71	2.80	5.04	2.14	0.431	78.2	37.0

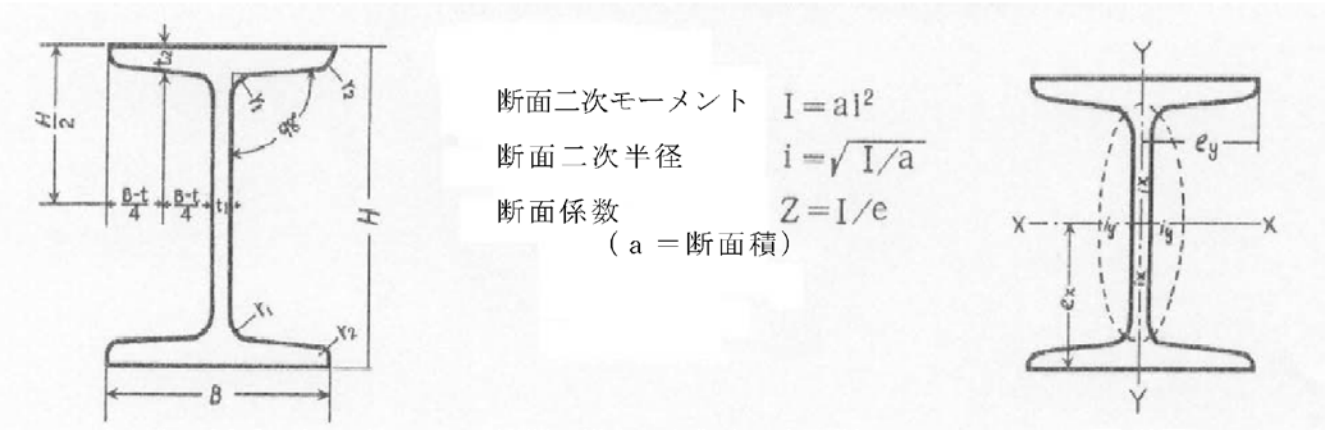
図４ 不等辺不等厚山形鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量、断面特性



付　表　４

標準断面寸法(mm)					断面積	単位質量	参考												
A×B	t_1	t_2	r_1	r_2	cm^2	kg/m	重心の位置 cm		断面二次モーメント cm^4				断面二次半径 cm				tanα	断面係数 cm^3	
							Cx	Cy	Ix	Iy	最大 Iu	最小 Iv	ix	iy	最大 iu	最小 iv		Zx	Zy
200× 90	9	14	14	7	29.66	23.3	6.36	2.15	1210	200	1290	125	6.39	2.60	6.58	2.05	0.263	88.7	29.2
250× 90	10	15	17	8.5	37.47	29.4	8.61	1.92	2440	223	2520	147	8.08	2.44	8.20	1.98	0.182	149	31.5
250× 90	12	16	17	8.5	42.95	33.7	8.99	1.89	2790	238	2870	160	8.07	2.35	8.18	1.93	0.173	174	33.5
300× 90	11	16	19	9.5	46.22	36.3	11.0	1.76	4370	245	4440	168	9.72	2.30	9.80	1.90	0.136	229	33.8
300× 90	13	17	19	9.5	52.67	41.3	11.3	1.75	4940	259	5020	181	9.68	2.22	9.76	1.85	0.128	265	35.8
350×100	12	17	22	11	57.74	45.3	13.0	1.87	7440	362	7550	251	11.3	2.50	11.4	2.08	0.124	338	44.5
400×100	13	18	24	12	68.59	53.8	15.4	1.77	11500	388	11600	277	12.9	2.38	13.0	2.01	0.0996	467	47.1

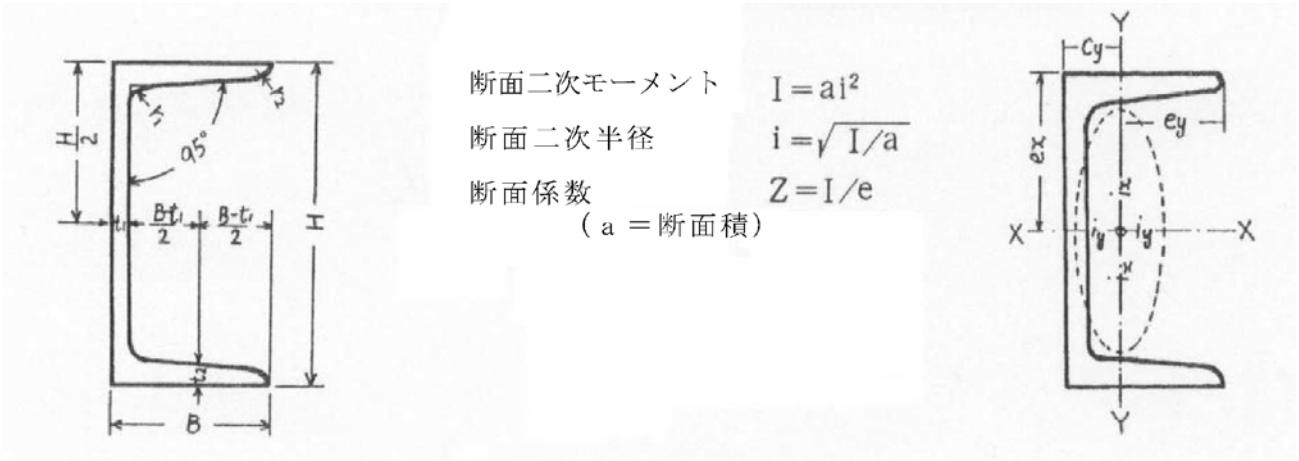
図５　Ｉ形鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量、断面特性



付　表　５

標準断面寸法　mm					断面積	単位質量	参考							
H×B	t_1	t_2	r_1	r_2			重心の位置 cm		断面二次ﾓｰﾒﾝﾄ cm^4		断面二次半径 cm		断面係数 cm^3	
					cm^2	kg／m	Ｃｘ	Ｃｙ	Ｉｘ	Ｉｙ	ｉｘ	ｉｙ	Ｚｘ	Ｚｙ
100× 75	5	8	7	3.5	16.43	12.9	0	0	281	47.3	4.14	1.70	56.2	12.6
125× 75	5.5	9.5	9	4.5	20.45	16.1	0	0	538	57.5	5.13	1.68	86.0	15.3
150× 75	5.5	9.5	9	4.5	21.83	17.1	0	0	819	57.5	6.12	1.62	109	15.3
150×125	8.5	14	13	6.5	46.15	36.2	0	0	1760	385	6.18	2.89	235	61.6
180×100	6	10	10	5	30.06	23.6	0	0	1670	138	7.45	2.14	186	27.5
200×100	7	10	10	5	33.06	26.0	0	0	2170	138	8.11	2.05	217	27.7
200×150	9	16	15	7.5	64.16	50.4	0	0	4460	753	8.34	3.43	446	100
250×125	7.5	12.5	12	6	48.79	38.3	0	0	5180	337	10.3	2.63	414	53.9
250×125	10	19	21	10.5	70.73	55.5	0	0	7310	538	10.2	2.76	585	86.0
300×150	8	13	12	6	61.58	48.3	0	0	9480	588	12.4	3.09	632	78.4
300×150	10	18.5	19	9.5	83.47	65.5	0	0	12700	886	12.3	3.26	849	118
300×150	11.5	22	23	11.5	97.88	76.8	0	0	14700	1080	12.2	3.32	978	143
350×150	9	15	13	6.5	74.58	58.5	0	0	15200	702	14.3	3.07	870	93.5
350×150	12	24	25	12.5	111.1	87.2	0	0	22400	1180	14.2	3.26	1280	158
400×150	10	18	17	8.5	91.73	72.0	0	0	24100	864	16.2	3.07	1200	115
400×150	12.5	25	27	13.5	122.1	95.8	0	0	31700	1240	16.1	3.18	1580	165
450×175	11	20	19	9.5	116.8	91.7	0	0	39200	1510	18.3	3.60	1740	173
450×175	13	26	27	13.5	146.1	115	0	0	48800	2020	18.3	3.72	2170	231
600×190	13	25	25	12.5	169.4	133	0	0	98400	2460	24.1	3.81	3280	259
600×190	16	35	38	19	224.5	176	0	0	130000	3540	24.1	3.97	4330	373

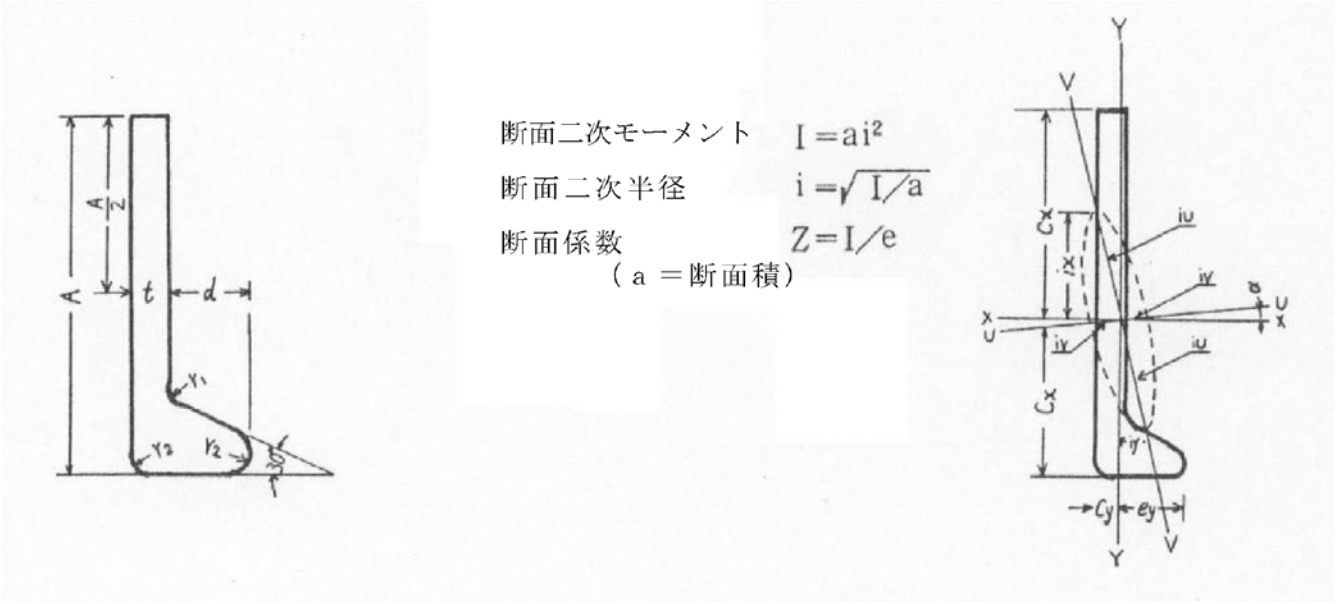
図６ 溝形鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量、断面特性



付　表　６

標準断面寸法　mm					断面積	単位質量	参考							
							重心の位置 cm		断面二次ﾓｰﾒﾝﾄ cm^4		断面二次半径 cm		断面係数 cm^3	
H×B	t_1	t_2	r_1	r_2	cm^2	kg／m	Ｃｘ	Ｃｙ	Ｉｘ	Ｉｙ	ｉｘ	ｉｙ	Ｚｘ	Ｚｙ
75×40	5	7	8	4	8.818	6.92	0	1.28	75.3	12.2	2.92	1.17	20.1	4.47
100×50	5	7.5	8	4	11.92	9.36	0	1.54	188	26.0	3.97	1.48	37.6	7.52
125×65	6	8	8	4	17.11	13.4	0	1.90	424	61.8	4.98	1.90	67.8	13.4
150×75	6.5	10	10	5	23.71	18.6	0	2.28	861	117	6.03	2.22	115	22.4
150×75	9	12.5	15	7.5	30.59	24.0	0	2.31	1050	147	5.86	2.19	140	28.3
180×75	7	10.5	11	5.5	27.20	21.4	0	2.13	1380	131	7.12	2.19	153	24.3
200×80	7.5	11	12	6	31.33	24.6	0	2.21	1950	168	7.88	2.32	195	29.1
200×90	8	13.5	14	7	38.65	30.3	0	2.74	2490	277	8.02	2.68	249	44.2
250×90	9	13	14	7	44.07	34.6	0	2.40	4180	294	9.74	2.58	334	44.5
250×90	11	14.5	17	8.5	51.17	40.2	0	2.40	4680	329	9.56	2.54	374	49.9
300×90	9	13	14	7	48.57	38.1	0	2.22	6440	309	11.5	2.52	429	45.7
300×90	10	15.5	19	9.5	55.74	43.8	0	2.34	7410	360	11.5	2.54	494	54.1
300×90	12	16	19	9.5	61.90	48.6	0	2.28	7870	379	11.3	2.48	525	56.4
380×100	10.5	16	18	9	69.39	54.5	0	2.41	14500	535	14.5	2.78	763	70.5
380×100	13	16.5	18	9	78.96	62.0	0	2.33	15600	565	14.1	2.67	823	73.6
380×100	13	20	24	12	85.71	67.3	0	2.54	17600	655	14.3	2.76	926	87.8

図７ 球平形鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量、断面特性



付　表　７

標準断面寸法(mm)					断面積	単位質量	参考											
							重心の位置 cm		断面二次ﾓｰﾒﾝﾄ cm^4				断面二次半径 cm				tanα	断面係数 cm^3	
A	t	d	r_1	r_2	cm^2	kg/m	Ｃｘ	Ｃｙ	Ｉｘ	Ｉｙ	最大 Ｉｕ	最小 Ｉｖ	ｉｘ	ｉｙ	最大 ｉｕ	最小 ｉｖ		Ｚｘ	Ｚｙ
180	9.5	23	7	2	21.06	16.5	7.49	0.746	671	9.48	673	7.34	5.64	0.671	5.65	0.591	0.0568	63.8	3.79
200	10	26.5	8	2	25.23	19.8	8.16	0.834	997	15.1	1000	11.4	6.29	0.773	6.30	0.672	0.0611	84.2	5.35
230	11	30	9	2	31.98	25.1	9.36	0.927	1680	24.2	1680	18.3	7.24	0.870	7.25	0.755	0.0599	123	7.62
250	12	33	10	2	38.13	29.9	10.1	1.02	2360	35.2	2370	26.4	7.87	0.960	7.88	0.832	0.0612	159	10.1

８－５　丸太材積表

丸　太　材　積　表

(1)　丸　太（長さが６ｍ未満）（㎥）

長さ(m) / 末口径(cm)	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1	2.2	2.4	2.6
3	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
4	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004
5	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007
6	0.004	0.004	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008	0.008	0.009	0.009
7	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.010	0.011	0.012	0.013
8	0.006	0.008	0.009	0.010	0.012	0.013	0.013	0.014	0.015	0.017
9	0.008	0.010	0.011	0.013	0.015	0.016	0.017	0.018	0.019	0.021
10	0.010	0.012	0.014	0.016	0.018	0.020	0.021	0.022	0.024	0.026
11	0.012	0.015	0.017	0.019	0.022	0.024	0.025	0.027	0.029	0.031
12	0.014	0.017	0.020	0.023	0.026	0.029	0.030	0.032	0.035	0.037
13	0.017	0.020	0.024	0.027	0.030	0.034	0.035	0.037	0.041	0.044
14	0.020	0.024	0.027	0.031	0.035	0.039	0.041	0.043	0.047	0.051
16	0.026	0.031	0.036	0.041	0.046	0.051	0.054	0.056	0.061	0.067
18	0.032	0.039	0.045	0.052	0.058	0.065	0.068	0.071	0.078	0.084
20	0.040	0.048	0.056	0.064	0.072	0.080	0.084	0.088	0.096	0.104
22	0.048	0.058	0.068	0.077	0.087	0.097	0.102	0.106	0.116	0.126
24	0.058	0.069	0.081	0.092	0.104	0.115	0.121	0.127	0.138	0.150
26	0.068	0.081	0.095	0.108	0.122	0.135	0.142	0.149	0.162	0.176
28	0.078	0.094	0.110	0.125	0.141	0.157	0.165	0.172	0.188	0.204
30	0.090	0.108	0.126	0.144	0.162	0.180	0.189	0.198	0.216	0.234
32	0.102	0.123	0.143	0.164	0.184	0.205	0.215	0.225	0.246	0.266
34	0.116	0.139	0.162	0.185	0.208	0.231	0.243	0.254	0.277	0.301
36	0.130	0.156	0.181	0.207	0.233	0.259	0.272	0.285	0.311	0.337
38	0.144	0.173	0.202	0.231	0.260	0.289	0.303	0.318	0.347	0.375
40	0.160	0.192	0.224	0.256	0.288	0.320	0.336	0.352	0.384	0.416
42	0.176	0.212	0.247	0.282	0.318	0.353	0.370	0.388	0.423	0.459
44	0.194	0.232	0.271	0.310	0.348	0.387	0.407	0.426	0.465	0.503
46	0.212	0.254	0.296	0.339	0.381	0.423	0.444	0.466	0.508	0.550
48	0.230	0.276	0.323	0.369	0.415	0.461	0.484	0.507	0.553	0.599
50	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.525	0.550	0.600	0.650
52	0.270	0.324	0.379	0.433	0.487	0.541	0.568	0.595	0.649	0.703
54	0.292	0.350	0.408	0.467	0.525	0.583	0.612	0.642	0.700	0.758
56	0.314	0.376	0.439	0.502	0.564	0.627	0.659	0.690	0.753	0.815
58	0.336	0.404	0.471	0.538	0.606	0.673	0.706	0.740	0.807	0.875
60	0.360	0.432	0.504	0.576	0.648	0.720	0.756	0.792	0.864	0.936

長さ(m) / 末口径(cm)	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1	2.2	2.4	2.6
62	0.384	0.461	0.538	0.615	0.692	0.769	0.807	0.846	0.923	0.999
64	0.410	0.492	0.573	0.655	0.737	0.819	0.860	0.901	0.983	1.065
66	0.436	0.523	0.610	0.697	0.784	0.871	0.915	0.958	1.045	1.133
68	0.462	0.555	0.647	0.740	0.832	0.925	0.971	1.017	1.110	1.202
70	0.490	0.588	0.686	0.784	0.882	0.980	1.029	1.078	1.176	1.274
72	0.518	0.622	0.726	0.829	0.933	1.037	1.089	1.140	1.244	1.348
74	0.548	0.657	0.767	0.876	0.986	1.095	1.150	1.205	1.314	1.424
76	0.578	0.693	0.809	0.924	1.040	1.155	1.213	1.271	1.386	1.502
78	0.608	0.730	0.852	0.973	1.095	1.217	1.278	1.338	1.460	1.582
80	0.640	0.768	0.896	1.024	1.152	1.280	1.344	1.408	1.536	1.664
82	0.672	0.807	0.941	1.076	1.210	1.345	1.412	1.479	1.614	1.748
84	0.706	0.847	0.988	1.129	1.270	1.411	1.482	1.552	1.693	1.835
86	0.740	0.888	1.035	1.183	1.331	1.479	1.553	1.627	1.775	1.923
88	0.774	0.929	1.084	1.239	1.394	1.549	1.626	1.704	1.859	2.013
90	0.810	0.972	1.134	1.296	1.458	1.620	1.701	1.782	1.944	2.106
92	0.846	1.016	1.185	1.354	1.524	1.693	1.777	1.862	2.031	2.201
94	0.884	1.060	1.237	1.414	1.590	1.767	1.856	1.944	2.121	2.297
96	0.922	1.106	1.290	1.475	1.659	1.843	1.935	2.028	2.212	2.396
98	0.960	1.152	1.345	1.537	1.729	1.921	2.017	2.113	2.305	2.497
100	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.100	2.200	2.400	2.600

備　考　1　本表は平成19年8月21日農林水産省告示第1052号に基づく材積計算法によるものとする。

2　本表材積計算の基礎

イ　長さが6m未満のもの　$D^2 \times L \times \frac{1}{10,000}$

ロ　長さが6m以上のもの　$(D + \frac{L' - 4}{2})^2 \times L \times \frac{1}{10,000}$

（注）Dは、丸太の径のセンチメートル単位による数値

Lは、丸太の長さのメートル単位による数値

L'は、長さのメートル単位による数値で1に満たない端数を切り捨てたもの

※素材の材積は、立法メートルを単位とし、その数値に小数第3位に満たない端数があるときは、小数第4位を四捨五入する。ただし、その数値が少数第3位に満たないものがあるときは、小数第5位を四捨五入する。

長さ(m) / 末口径(cm)	2.7	2.8	3.0	3.2	3.3	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2
3	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004
4	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.007
5	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009	0.010	0.010	0.011
6	0.010	0.010	0.011	0.012	0.012	0.012	0.013	0.014	0.014	0.015
7	0.013	0.014	0.015	0.016	0.016	0.017	0.018	0.019	0.020	0.021
8	0.017	0.018	0.019	0.020	0.021	0.022	0.023	0.024	0.026	0.027
9	0.022	0.023	0.024	0.026	0.027	0.028	0.029	0.031	0.032	0.034
10	0.027	0.028	0.030	0.032	0.033	0.034	0.036	0.038	0.040	0.042
11	0.033	0.034	0.036	0.039	0.040	0.041	0.044	0.046	0.048	0.051
12	0.039	0.040	0.043	0.046	0.048	0.049	0.052	0.055	0.058	0.060
13	0.046	0.047	0.051	0.054	0.056	0.057	0.061	0.064	0.068	0.071
14	0.053	0.055	0.059	0.063	0.065	0.067	0.071	0.074	0.078	0.082
16	0.069	0.072	0.077	0.082	0.084	0.087	0.092	0.097	0.102	0.108
18	0.087	0.091	0.097	0.104	0.107	0.110	0.117	0.123	0.130	0.136
20	0.108	0.112	0.120	0.128	0.132	0.136	0.144	0.152	0.160	0.168
22	0.131	0.136	0.145	0.155	0.160	0.165	0.174	0.184	0.194	0.203
24	0.156	0.161	0.173	0.184	0.190	0.196	0.207	0.219	0.230	0.242
26	0.183	0.189	0.203	0.216	0.223	0.230	0.243	0.257	0.270	0.284
28	0.212	0.220	0.235	0.251	0.259	0.267	0.282	0.298	0.314	0.329
30	0.243	0.252	0.270	0.288	0.297	0.306	0.324	0.342	0.360	0.378
32	0.276	0.287	0.307	0.328	0.338	0.348	0.369	0.389	0.410	0.430
34	0.312	0.324	0.347	0.370	0.381	0.393	0.416	0.439	0.462	0.486
36	0.350	0.363	0.389	0.415	0.428	0.441	0.467	0.492	0.518	0.544
38	0.390	0.404	0.433	0.462	0.477	0.491	0.520	0.549	0.578	0.606
40	0.432	0.448	0.480	0.512	0.528	0.544	0.576	0.608	0.640	0.672
42	0.476	0.494	0.529	0.564	0.582	0.600	0.635	0.670	0.706	0.741
44	0.523	0.542	0.581	0.620	0.639	0.658	0.697	0.736	0.774	0.813
46	0.571	0.592	0.635	0.677	0.698	0.719	0.762	0.804	0.846	0.889
48	0.622	0.645	0.691	0.737	0.760	0.783	0.829	0.876	0.922	0.968
50	0.675	0.700	0.750	0.800	0.825	0.850	0.900	0.950	1.000	1.050
52	0.730	0.757	0.811	0.865	0.892	0.919	0.973	1.028	1.082	1.136
54	0.787	0.816	0.875	0.933	0.962	0.991	1.050	1.108	1.166	1.225
56	0.847	0.878	0.941	1.004	1.035	1.066	1.129	1.192	1.254	1.317
58	0.908	0.942	1.009	1.076	1.110	1.144	1.211	1.278	1.346	1.413
60	0.972	1.008	1.080	1.152	1.188	1.224	1.296	1.368	1.440	1.512
62	1.038	1.076	1.153	1.230	1.269	1.307	1.384	1.461	1.538	1.614
64	1.106	1.147	1.229	1.311	1.352	1.393	1.475	1.556	1.638	1.720
66	1.176	1.220	1.307	1.394	1.437	1.481	1.568	1.655	1.742	1.830
68	1.248	1.295	1.387	1.480	1.526	1.572	1.665	1.757	1.850	1.942
70	1.323	1.372	1.470	1.568	1.617	1.666	1.764	1.862	1.960	2.058

長さ(m) / 末口径(cm)	2.7	2.8	3.0	3.2	3.3	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2
72	1.400	1.452	1.555	1.659	1.711	1.763	1.866	1.970	2.074	2.177
74	1.479	1.533	1.643	1.752	1.807	1.862	1.971	2.081	2.190	2.300
76	1.560	1.617	1.733	1.848	1.906	1.964	2.079	2.195	2.310	2.426
78	1.643	1.704	1.825	1.947	2.008	2.069	2.190	2.312	2.434	2.555
80	1.728	1.792	1.920	2.048	2.112	2.176	2.304	2.432	2.560	2.688
82	1.815	1.883	2.017	2.152	2.219	2.286	2.421	2.555	2.690	2.824
84	1.905	1.976	2.117	2.258	2.328	2.399	2.540	2.681	2.822	2.964
86	1.997	2.071	2.219	2.367	2.441	2.515	2.663	2.810	2.958	3.106
88	2.091	2.168	2.323	2.478	2.556	2.633	2.788	2.943	3.098	3.252
90	2.187	2.268	2.430	2.592	2.673	2.754	2.916	3.078	3.240	3.402
92	2.285	2.370	2.539	2.708	2.793	2.878	3.047	3.216	3.386	3.555
94	2.386	2.474	2.651	2.828	2.916	3.004	3.181	3.358	3.534	3.711
96	2.488	2.580	2.765	2.949	3.041	3.133	3.318	3.502	3.686	3.871
98	2.593	2.689	2.881	3.073	3.169	3.265	3.457	3.650	3.842	4.034
100	2.700	2.800	3.000	3.200	3.300	3.400	3.600	3.800	4.000	4.200

長さ(m) / 末口径(cm)	4.3	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8
3	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
4	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009	0.009
5	0.011	0.011	0.012	0.012	0.013	0.013	0.014	0.014	0.015
6	0.015	0.016	0.017	0.017	0.018	0.019	0.019	0.020	0.021
7	0.021	0.022	0.023	0.024	0.025	0.025	0.026	0.027	0.028
8	0.028	0.028	0.029	0.031	0.032	0.033	0.035	0.036	0.037
9	0.035	0.036	0.037	0.039	0.041	0.042	0.044	0.045	0.047
10	0.043	0.044	0.046	0.048	0.050	0.052	0.054	0.056	0.058
11	0.052	0.053	0.056	0.058	0.061	0.063	0.065	0.068	0.070
12	0.062	0.063	0.066	0.069	0.072	0.075	0.078	0.081	0.084
13	0.073	0.074	0.078	0.081	0.085	0.088	0.091	0.095	0.098
14	0.084	0.086	0.090	0.094	0.098	0.102	0.106	0.110	0.114
16	0.110	0.113	0.118	0.123	0.128	0.133	0.138	0.143	0.148
18	0.139	0.143	0.149	0.156	0.162	0.168	0.175	0.181	0.188
20	0.172	0.176	0.184	0.192	0.200	0.208	0.216	0.224	0.232
22	0.208	0.213	0.223	0.232	0.242	0.252	0.261	0.271	0.281
24	0.248	0.253	0.265	0.276	0.288	0.300	0.311	0.323	0.334
26	0.291	0.297	0.311	0.324	0.338	0.352	0.365	0.379	0.392
28	0.337	0.345	0.361	0.376	0.392	0.408	0.423	0.439	0.455
30	0.387	0.396	0.414	0.432	0.450	0.468	0.486	0.504	0.522
32	0.440	0.451	0.471	0.492	0.512	0.532	0.553	0.573	0.594
34	0.497	0.509	0.532	0.555	0.578	0.601	0.624	0.647	0.670
36	0.557	0.570	0.596	0.622	0.648	0.674	0.700	0.726	0.752
38	0.621	0.635	0.664	0.693	0.722	0.751	0.780	0.809	0.838
40	0.688	0.704	0.736	0.768	0.800	0.832	0.864	0.896	0.928
42	0.759	0.776	0.811	0.847	0.882	0.917	0.953	0.988	1.023
44	0.832	0.852	0.891	0.929	0.968	1.007	1.045	1.084	1.123
46	0.910	0.931	0.973	1.016	1.058	1.100	1.143	1.185	1.227
48	0.991	1.014	1.060	1.106	1.152	1.198	1.244	1.290	1.336
50	1.075	1.100	1.150	1.200	1.250	1.300	1.350	1.400	1.450
52	1.163	1.190	1.244	1.298	1.352	1.406	1.460	1.514	1.568
54	1.254	1.283	1.341	1.400	1.458	1.516	1.575	1.633	1.691
56	1.348	1.380	1.443	1.505	1.568	1.631	1.693	1.756	1.819
58	1.447	1.480	1.547	1.615	1.682	1.749	1.817	1.884	1.951
60	1.548	1.584	1.656	1.728	1.800	1.872	1.944	2.016	2.088
62	1.653	1.691	1.768	1.845	1.922	1.999	2.076	2.153	2.230
64	1.761	1.802	1.884	1.966	2.048	2.130	2.212	2.294	2.376
66	1.873	1.917	2.004	2.091	2.178	2.265	2.352	2.439	2.526
68	1.988	2.035	2.127	2.220	2.312	2.404	2.497	2.589	2.682
70	2.107	2.156	2.254	2.352	2.450	2.548	2.646	2.744	2.842

長さ(m) / 末口径(cm)	4.3	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8
72	2.229	2.281	2.385	2.488	2.592	2.696	2.799	2.903	3.007
74	2.355	2.409	2.519	2.628	2.738	2.848	2.957	3.067	3.176
76	2.484	2.541	2.657	2.772	2.888	3.004	3.119	3.235	3.350
78	2.616	2.677	2.799	2.920	3.042	3.164	3.285	3.407	3.529
80	2.752	2.816	2.944	3.072	3.200	3.328	3.456	3.584	3.712
82	2.891	2.959	3.093	3.228	3.362	3.496	3.631	3.765	3.900
84	3.034	3.105	3.246	3.387	3.528	3.669	3.810	3.951	4.092
86	3.180	3.254	3.402	3.550	3.698	3.846	3.994	4.142	4.290
88	3.330	3.407	3.562	3.717	3.872	4.027	4.182	4.337	4.492
90	3.483	3.564	3.726	3.888	4.050	4.212	4.374	4.536	4.698
92	3.640	3.724	3.893	4.063	4.232	4.401	4.571	4.740	4.909
94	3.799	3.888	4.065	4.241	4.418	4.595	4.771	4.948	5.125
96	3.963	4.055	4.239	4.424	4.608	4.792	4.977	5.161	5.345
98	4.130	4.226	4.418	4.610	4.802	4.994	5.186	5.378	5.570
100	4.300	4.400	4.600	4.800	5.000	5.200	5.400	5.600	5.800

(2)　丸　太（長さが６ｍ以上）（㎥）

長さ(m) / 末口径(cm)	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0
3	0.010	0.010	0.010	0.011	0.011	0.014	0.015	0.015	0.015	0.016	0.020
4	0.015	0.016	0.016	0.017	0.017	0.021	0.022	0.022	0.023	0.024	0.029
5	0.022	0.022	0.023	0.024	0.024	0.030	0.030	0.031	0.032	0.033	0.039
6	0.029	0.030	0.031	0.032	0.033	0.039	0.041	0.042	0.043	0.044	0.051
7	0.038	0.040	0.041	0.042	0.044	0.051	0.052	0.053	0.055	0.056	0.065
8	0.049	0.050	0.052	0.053	0.055	0.063	0.065	0.067	0.069	0.070	0.080
9	0.060	0.062	0.064	0.066	0.068	0.077	0.079	0.082	0.084	0.086	0.097
10	0.073	0.075	0.077	0.080	0.082	0.093	0.095	0.098	0.101	0.103	0.115
11	0.086	0.089	0.092	0.095	0.098	0.109	0.113	0.116	0.119	0.122	0.135
12	0.101	0.105	0.108	0.112	0.115	0.128	0.131	0.135	0.139	0.142	0.157
13	0.118	0.122	0.125	0.129	0.133	0.147	0.151	0.156	0.160	0.164	0.180
14	0.135	0.140	0.144	0.149	0.153	0.168	0.173	0.178	0.183	0.187	0.205
16	0.173	0.179	0.185	0.191	0.197	0.214	0.221	0.227	0.233	0.239	0.259
18	0.217	0.224	0.231	0.238	0.245	0.266	0.274	0.281	0.289	0.297	0.320
20	0.265	0.273	0.282	0.291	0.300	0.324	0.333	0.342	0.351	0.361	0.387
22	0.317	0.328	0.339	0.349	0.360	0.387	0.398	0.409	0.420	0.431	0.461
24	0.375	0.388	0.400	0.413	0.425	0.455	0.468	0.481	0.494	0.507	0.541
26	0.437	0.452	0.467	0.481	0.496	0.529	0.545	0.560	0.575	0.590	0.627
28	0.505	0.521	0.538	0.555	0.572	0.609	0.627	0.644	0.661	0.679	0.720
30	0.577	0.596	0.615	0.634	0.653	0.695	0.714	0.734	0.754	0.774	0.819
32	0.653	0.675	0.697	0.719	0.741	0.786	0.808	0.830	0.853	0.875	0.925
34	0.735	0.760	0.784	0.809	0.833	0.882	0.907	0.933	0.958	0.983	1.037
36	0.821	0.849	0.876	0.904	0.931	0.984	1.013	1.041	1.069	1.097	1.155
38	0.913	0.943	0.973	1.004	1.034	1.092	1.123	1.155	1.186	1.217	1.280
40	1.009	1.042	1.076	1.109	1.143	1.206	1.240	1.274	1.309	1.343	1.411
42	1.109	1.146	1.183	1.220	1.257	1.325	1.362	1.400	1.438	1.476	1.549
44	1.215	1.256	1.296	1.337	1.377	1.449	1.491	1.532	1.573	1.615	1.693
46	1.325	1.370	1.414	1.458	1.502	1.579	1.625	1.670	1.715	1.760	1.843
48	1.441	1.489	1.537	1.585	1.633	1.715	1.764	1.813	1.862	1.911	2.000
50	1.561	1.613	1.665	1.717	1.769	1.857	1.910	1.963	2.016	2.069	2.163
52	1.685	1.742	1.798	1.854	1.910	2.004	2.061	2.118	2.175	2.233	2.333
54	1.815	1.876	1.936	1.997	2.057	2.156	2.218	2.279	2.341	2.403	2.509
56	1.949	2.014	2.079	2.144	2.209	2.314	2.381	2.447	2.513	2.579	2.691
58	2.089	2.158	2.228	2.297	2.367	2.478	2.549	2.620	2.691	2.761	2.880
60	2.233	2.307	2.381	2.456	2.530	2.648	2.723	2.799	2.875	2.950	3.075
62	2.381	2.461	2.540	2.620	2.699	2.823	2.903	2.984	3.065	3.145	3.277
64	2.535	2.620	2.704	2.789	2.873	3.003	3.089	3.175	3.261	3.346	3.485
66	2.693	2.783	2.873	2.963	3.053	3.189	3.281	3.372	3.463	3.554	3.699
68	2.857	2.952	3.047	3.142	3.237	3.381	3.478	3.574	3.671	3.768	3.920
70	3.025	3.125	3.226	3.327	3.428	3.579	3.681	3.783	3.885	3.988	4.147

長さ(m) / 末口径(cm)	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0
72	3.197	3.304	3.411	3.517	3.624	3.782	3.890	3.998	4.106	4.214	4.381
74	3.375	3.488	3.600	3.713	3.825	3.990	4.104	4.218	4.332	4.446	4.621
76	3.557	3.676	3.795	3.913	4.032	4.204	4.325	4.445	4.565	4.685	4.867
78	3.745	3.869	3.994	4.119	4.244	4.424	4.551	4.677	4.803	4.930	5.120
80	3.937	4.068	4.199	4.330	4.461	4.650	4.782	4.915	5.048	5.181	5.379
82	4.133	4.271	4.409	4.547	4.685	4.881	5.020	5.159	5.299	5.438	5.645
84	4.335	4.480	4.624	4.769	4.913	5.117	5.263	5.410	5.556	5.702	5.917
86	4.541	4.693	4.844	4.996	5.147	5.359	5.513	5.666	5.819	5.972	6.195
88	4.753	4.911	5.069	5.228	5.386	5.607	5.767	5.928	6.088	6.248	6.480
90	4.969	5.134	5.300	5.465	5.631	5.861	6.028	6.195	6.363	6.530	6.771
92	5.189	5.362	5.535	5.708	5.881	6.120	6.294	6.469	6.644	6.819	7.069
94	5.415	5.596	5.776	5.957	6.137	6.384	6.567	6.749	6.931	7.114	7.373
96	5.645	5.834	6.022	6.210	6.398	6.654	6.845	7.035	7.225	7.415	7.683
98	5.881	6.077	6.273	6.469	6.665	6.930	7.128	7.326	7.524	7.722	8.000
100	6.121	6.325	6.529	6.733	6.937	7.212	7.418	7.624	7.830	8.036	8.323

長さ(m) / 末口径(cm)	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0	9.2	9.4	9.6	9.8	10.0
3	0.021	0.021	0.022	0.022	0.027	0.028	0.028	0.029	0.030	0.036
4	0.030	0.030	0.031	0.032	0.038	0.039	0.040	0.041	0.041	0.049
5	0.040	0.041	0.042	0.043	0.051	0.052	0.053	0.054	0.055	0.064
6	0.052	0.054	0.055	0.056	0.065	0.066	0.068	0.069	0.071	0.081
7	0.066	0.068	0.070	0.071	0.081	0.083	0.085	0.087	0.088	0.100
8	0.082	0.084	0.086	0.088	0.099	0.101	0.104	0.106	0.108	0.121
9	0.099	0.102	0.104	0.106	0.119	0.122	0.124	0.127	0.130	0.144
10	0.118	0.121	0.124	0.127	0.141	0.144	0.147	0.150	0.153	0.169
11	0.139	0.142	0.145	0.149	0.164	0.168	0.171	0.175	0.179	0.196
12	0.161	0.165	0.169	0.172	0.189	0.193	0.198	0.202	0.206	0.225
13	0.185	0.189	0.194	0.198	0.216	0.221	0.226	0.231	0.235	0.256
14	0.210	0.215	0.220	0.225	0.245	0.250	0.256	0.261	0.267	0.289
16	0.266	0.272	0.279	0.285	0.308	0.315	0.322	0.329	0.335	0.361
18	0.328	0.336	0.344	0.352	0.378	0.387	0.395	0.403	0.412	0.441
20	0.397	0.407	0.416	0.426	0.456	0.466	0.476	0.486	0.496	0.529
22	0.472	0.484	0.495	0.507	0.540	0.552	0.564	0.576	0.588	0.625
24	0.554	0.568	0.581	0.595	0.632	0.646	0.660	0.674	0.688	0.729
26	0.643	0.659	0.674	0.690	0.731	0.747	0.764	0.780	0.796	0.841
28	0.738	0.756	0.774	0.792	0.837	0.856	0.874	0.893	0.912	0.961
30	0.840	0.860	0.881	0.901	0.951	0.972	0.993	1.014	1.035	1.089
32	0.948	0.971	0.994	1.017	1.071	1.095	1.119	1.143	1.166	1.225
34	1.063	1.089	1.115	1.140	1.199	1.226	1.252	1.279	1.306	1.369
36	1.184	1.213	1.242	1.271	1.334	1.364	1.393	1.423	1.453	1.521
38	1.312	1.344	1.376	1.408	1.476	1.509	1.542	1.575	1.607	1.681
40	1.446	1.482	1.517	1.552	1.626	1.662	1.698	1.734	1.770	1.849
42	1.588	1.626	1.665	1.704	1.782	1.822	1.861	1.901	1.941	2.025
44	1.735	1.777	1.820	1.862	1.946	1.989	2.033	2.076	2.119	2.209
46	1.889	1.935	1.981	2.028	2.117	2.164	2.211	2.258	2.305	2.401
48	2.050	2.100	2.150	2.200	2.295	2.346	2.397	2.448	2.499	2.601
50	2.217	2.271	2.325	2.380	2.481	2.536	2.591	2.646	2.701	2.809
52	2.391	2.449	2.508	2.566	2.673	2.733	2.792	2.851	2.911	3.025
54	2.572	2.634	2.697	2.760	2.873	2.937	3.001	3.065	3.128	3.249
56	2.758	2.826	2.893	2.960	3.080	3.148	3.217	3.285	3.354	3.481
58	2.952	3.024	3.096	3.168	3.294	3.367	3.441	3.514	3.587	3.721
60	3.152	3.229	3.306	3.383	3.516	3.594	3.672	3.750	3.828	3.969
62	3.359	3.441	3.523	3.604	3.744	3.827	3.911	3.994	4.077	4.225
64	3.572	3.659	3.746	3.833	3.980	4.068	4.157	4.245	4.334	4.489
66	3.792	3.884	3.977	4.069	4.223	4.317	4.411	4.505	4.598	4.761
68	4.018	4.116	4.214	4.312	4.473	4.573	4.672	4.771	4.871	5.041
70	4.251	4.355	4.458	4.562	4.731	4.836	4.941	5.046	5.151	5.329

長さ(m) 末口径(cm)	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0	9.2	9.4	9.6	9.8	10.0
72	4.490	4.600	4.709	4.819	4.995	5.106	5.217	5.328	5.439	5.625
74	4.736	4.852	4.967	5.083	5.267	5.384	5.501	5.618	5.735	5.929
76	4.989	5.111	5.232	5.354	5.546	5.669	5.793	5.916	6.039	6.241
78	5.248	5.376	5.504	5.632	5.832	5.962	6.091	6.221	6.351	6.561
80	5.514	5.648	5.783	5.917	6.126	6.262	6.398	6.534	6.670	6.889
82	5.786	5.927	6.068	6.209	6.426	6.569	6.712	6.855	6.997	7.225
84	6.065	6.213	6.361	6.508	6.734	6.884	7.033	7.183	7.333	7.569
86	6.350	6.505	6.660	6.815	7.049	7.206	7.362	7.519	7.676	7.921
88	6.642	6.804	6.966	7.128	7.371	7.535	7.699	7.863	8.026	8.281
90	6.940	7.110	7.279	7.448	7.701	7.872	8.043	8.214	8.385	8.649
92	7.246	7.422	7.599	7.776	8.037	8.216	8.394	8.573	8.752	9.025
94	7.557	7.741	7.926	8.110	8.381	8.567	8.754	8.940	9.126	9.409
96	7.875	8.067	8.259	8.452	8.732	8.926	9.120	9.314	9.508	9.801
98	8.200	8.400	8.600	8.800	9.090	9.292	9.494	9.696	9.898	10.201
100	8.531	8.739	8.947	9.156	9.456	9.666	9.876	10.086	10.296	10.609

８－６　法勾配及び角度対照表

法勾配及び角度対照表

勾　配		垂直 ι に対し		水平 ι に対し		法長 ι に対し		傾　角		
呼　称	記号	法　長	水平長	法　長	垂直長	水平長	垂直長	度	分	秒
五厘	1:0.05	1.001249	0.05	20.024980	20.000000	0.049938	0.998752	87	8	15.3
一分	1:0.10	1.004988	0.10	10.049880	10.000000	0.099504	0.995037	84	17	21.9
一分五厘	1:0.15	1.011187	0.15	6.741249	6.666667	0.148340	0.988936	81	28	9.2
二分	1:0.20	1.019804	0.20	5.099020	5.000000	0.196116	0.980581	78	41	24.2
二分五厘	1:0.25	1.030776	0.25	4.123106	4.000000	0.242536	0.970143	75	57	49.5
三分	1:0.30	1.044031	0.30	3.480102	3.333333	0.287348	0.957826	73	18	2.7
三分五厘	1:0.35	1.059481	0.35	3.027089	2.857143	0.330350	0.943858	70	42	35.8
四分	1:0.40	1.077033	0.40	2.692582	2.500000	0.371391	0.928477	68	11	54.9
四分五厘	1:0.45	1.096586	0.45	2.436857	2.222222	0.410365	0.911922	65	46	20.1
五分	1:0.50	1.118034	0.50	2.236068	2.000000	0.447214	0.894427	63	26	5.8
五分五厘	1:0.55	1.141271	0.55	2.075039	1.818182	0.481919	0.876216	61	11	21.1
六分	1:0.60	1.166190	0.60	1.943651	1.666667	0.514496	0.857493	59	2	10.5
六分五厘	1:0.65	1.192686	0.65	1.834902	1.538462	0.544988	0.838444	56	58	34.1
七分	1:0.70	1.220656	0.70	1.743794	1.428571	0.573462	0.819232	55	00	28.7
七分五厘	1:0.75	1.250000	0.75	1.666667	1.333333	0.600000	0.800000	53	7	48.4
八分	1:0.80	1.280625	0.80	1.600781	1.250000	0.624695	0.780869	51	20	24.7
八分五厘	1:0.85	1.312440	0.85	1.544048	1.176471	0.647648	0.761939	49	38	7.7
九分	1:0.90	1.345362	0.90	1.494847	1.111111	0.668965	0.743294	48	00	46.0
九分五厘	1:0.95	1.379311	0.95	1.451907	1.052632	0.688749	0.724999	46	28	7.7
一割	1:1.00	1.414214	1.00	1.414214	1.000000	0.707107	0.707107	45	0	0
一割一分	1:1.10	1.486607	1.10	1.351461	0.909091	0.739940	0.672673	42	16	25.3
一割二分	1:1.20	1.562050	1.20	1.301708	0.833333	0.768221	0.640184	39	48	20.0
一割三分	1:1.30	1.640122	1.30	1.261632	0.769231	0.792624	0.609711	37	34	6.9
一割四分	1:1.40	1.720465	1.40	1.228904	0.714286	0.813733	0.581238	35	32	15.6
一割五分	1:1.50	1.802776	1.50	1.201850	0.666667	0.832050	0.554700	33	41	24.2
一割六分	1:1.60	1.886796	1.60	1.179248	0.625000	0.847998	0.529999	32	00	19.4
一割七分	1:1.70	1.972308	1.70	1.160181	0.588235	0.861934	0.507020	30	27	56.0
一割八分	1:1.80	2.059126	1.80	1.143959	0.555556	0.874157	0.485643	29	3	16.6
一割九分	1:1.90	2.147091	1.90	1.130048	0.526316	0.884918	0.465746	27	45	30.8
二割	1:2.00	2.236068	2.00	1.118034	0.500000	0.894427	0.447214	26	33	54.2
二割一分	1:2.10	2.325941	2.10	1.107591	0.476190	0.902861	0.429934	25	27	48.0
二割二分	1:2.20	2.416609	2.20	1.098459	0.454545	0.910366	0.413803	24	26	38.2
二割三分	1:2.30	2.507987	2.30	1.090429	0.434783	0.917070	0.398726	23	29	54.8
二割四分	1:2.40	2.600000	2.40	1.083333	0.416667	0.923077	0.384615	22	37	11.5
二割五分	1:2.50	2.692582	2.50	1.077033	0.400000	0.928477	0.371391	21	48	5.1

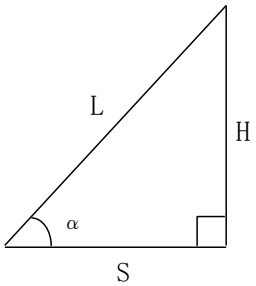
勾　配		垂直 1 に対し		水平 1 に対し		法長 1 に対し		傾　角		
呼　称	記号	法　長	水平長	法　長	垂直長	水平長	垂直長	度	分	秒
二割六分	1:2.60	2.785678	2.60	1.071414	0.384615	0.933346	0.358979	21	2	15.0
二割七分	1:2.70	2.879236	2.70	1.066384	0.370370	0.937749	0.347314	20	19	23.3
二割八分	1:2.80	2.973214	2.80	1.061862	0.357143	0.941742	0.336336	19	39	13.8
二割九分	1:2.90	3.067572	2.90	1.057784	0.344828	0.945373	0.325991	19	1	32.2
三割	1:3.00	3.162278	3.00	1.054093	0.333333	0.948683	0.316228	18	26	5.8
三割一分	1:3.10	3.257299	3.10	1.050742	0.322581	0.951709	0.307003	17	52	43.3
三割二分	1:3.20	3.352611	3.20	1.047691	0.312500	0.954480	0.298275	17	21	14.5
三割三分	1:3.30	3.448188	3.30	1.044905	0.303030	0.957024	0.290007	16	51	30.2
三割四分	1:3.40	3.544009	3.40	1.042356	0.294118	0.959366	0.282166	16	23	22.4
三割五分	1:3.50	3.640055	3.50	1.040016	0.285714	0.961524	0.274721	15	56	43.4
三割六分	1:3.60	3.736308	3.60	1.037863	0.277778	0.963518	0.267644	15	31	26.8
三割七分	1:3.70	3.832754	3.70	1.035879	0.270270	0.965363	0.260909	15	7	26.4
三割八分	1:3.80	3.929377	3.80	1.034046	0.263158	0.967075	0.254493	14	44	36.8
三割九分	1:3.90	4.026164	3.90	1.032350	0.256410	0.968664	0.248375	14	22	53.0
四割	1:4.00	4.123106	4.00	1.030776	0.250000	0.970143	0.242536	14	2	10.5
四割一分	1:4.10	4.220190	4.10	1.029315	0.243902	0.971520	0.236956	13	42	25.1
四割二分	1:4.20	4.317407	4.20	1.027954	0.238095	0.972806	0.231621	13	23	33.0
四割三分	1:4.30	4.414748	4.30	1.026686	0.232558	0.974008	0.226513	13	5	30.8
四割四分	1:4.40	4.512206	4.40	1.025501	0.227273	0.975133	0.221621	12	48	15.4
四割五分	1:4.50	4.609772	4.50	1.024394	0.222222	0.976187	0.216930	12	31	43.7
四割六分	1:4.60	4.707441	4.60	1.023357	0.217391	0.977176	0.212430	12	15	53.2
四割七分	1:4.70	4.805206	4.70	1.022384	0.212766	0.978106	0.208108	12	00	41.3
四割八分	1:4.80	4.903060	4.80	1.021471	0.208333	0.978980	0.203954	11	46	5.8
四割九分	1:4.90	5.001000	4.90	1.020612	0.204082	0.979804	0.199960	11	32	4.6
五割	1:5.00	5.099020	5.00	1.019804	0.200000	0.980581	0.196116	11	18	35.8

備　考

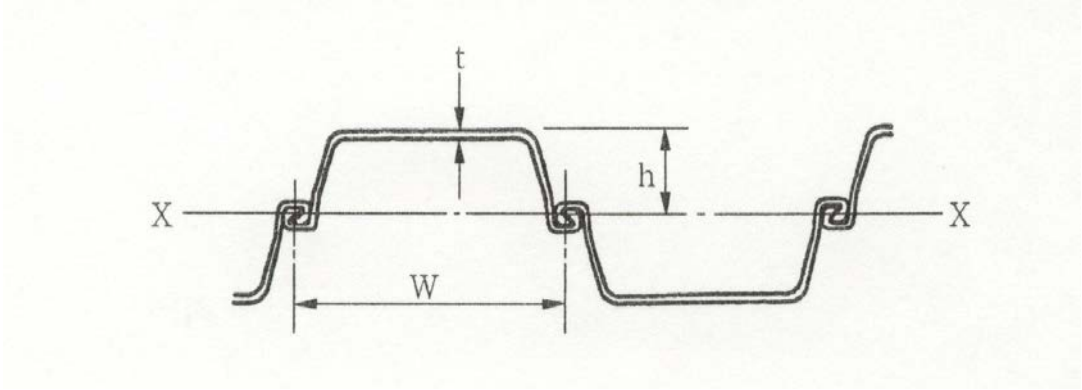
法　長　$L=\sqrt{H^2+S^2}$

垂直高　$H=\sqrt{L^2+S^2}$

水平長　$S=\sqrt{L^2-H^2}$



８－７　Ｕ形鋼矢板の寸法及び断面性能

	寸法			質量		断面係数		断面二次モーメント	
	W mm	h mm	t mm	1枚当り kg/m	幅1m当り kg/㎡	1枚当り cm^3	幅1m当り cm^3/m	1枚当り cm^4	幅1m当り cm^4/m
Ⅰ　型	400	75	8.0	36.5	91.2	66.4	509	429	3,820
ⅠＡ型	400	85	8.0	35.5	88.8	88.0	529	598	4,500
Ⅱ　型	400	100	10.5	48.0	120.0	152	874	1,240	8,740
ⅡＡ型	400	120	9.2	43.2	108.0	160	880	1,460	10,600
Ⅲ　型	400	125	13.0	60.0	150.0	223	1,340	2,220	16,800
ⅢＡ型	400	150	13.1	58.4	146.0	250	1,520	2,790	22,800
Ⅳ　型	400	170	15.5	76.1	190.0	362	2,270	4,670	38,600
ⅣＡ型	400	185	16.1	74.0	185.0	400	2,250	5,300	41,600
ＶＬ型	500	200	24.3	105.0	210.0	520	3,150	7,960	63,000
Ⅱｗ型	600	130	10.3	61.8	103.0	203	1,000	2,110	13,000
Ⅲｗ型	600	180	13.4	81.6	136.0	376	1,800	5,220	32,400
Ⅳｗ型	600	210	18.0	106.0	177.0	539	2,700	8,630	56,700
備 考									

参　考　資　料

しらす地帯の河川・道路土工指針(案)

目　　次

共通編・河川編の改訂にあたって ---------- 共－参 1－4

Ⅰ　共　通　編 ---------- 共－参 1－5

第 1 章　総　則 ---------- 共－参 1－5

1.1　適用の範囲 ---------- 共－参 1－5

1.2　しらす地帯の土質判別分類 ---------- 共－参 1－7

第 2 章　調査及び試験 ---------- 共－参 1－9

2.1　地質調査 ---------- 共－参 1－9

2.2　土質試験 ---------- 共－参 1－10

Ⅱ　河　川　編 ---------- 共－参 1－18

第 3 章　しらす堤防の調査 ---------- 共－参 1－18

3.1　地盤調査項目とその内容 ---------- 共－参 1－18

第 4 章　しらす堤防の設計 ---------- 共－参 1－25

4.1　設計の基本的な考え方 ---------- 共－参 1－25

4.2　土質定数の設定について ---------- 共－参 1－28

4.3　堤体設計 ---------- 共－参 1－35

4.4　天端設計 ---------- 共－参 1－37

4.5　堤防の排水 ---------- 共－参 1－38

第5章　しらす堤防の施工 ---------- 共－参 1－42

5.1　築堤材料調査 ---------- 共－参 1－42

5.2　現場試験盛土 ---------- 共－参 1－47

5.3　施工方法 ---------- 共－参 1－48

5.4　施工管理方法 ---------- 共－参 1－50

Ⅲ　道　路　編 ---------- 共－参 1－52

第 6 章　切土工の設計 ---------- 共－参 1－52

6.1　切土のり面勾配 ---------- 共－参 1－52

6.2　切土小段 ---------- 共－参 1－53

6.3　切土のり肩 ---------- 共－参 1－55

6.4　切土のり尻 ---------- 共－参 1－56
6.5　切土のり面保護工 ---------- 共－参 1－57
第 7 章　盛土工の設計 ---------- 共－参 1－61
7.1　盛土材料 ---------- 共－参 1－61
7.2　盛土のり面勾配 ---------- 共－参 1－62
7.3　盛土小段 ---------- 共－参 1－62
7.4　盛土のり肩（路肩） ---------- 共－参 1－64
7.5　盛土のり面保護工 ---------- 共－参 1－65
第 8 章　排水工の設計 ---------- 共－参 1－68
8.1　排水工一覧 ---------- 共－参 1－68
8.2　路面排水および路床の地下排水 ---------- 共－参 1－69
8.3　切土のり面の排水 ---------- 共－参 1－72
8.4　盛土のり面の排水 ---------- 共－参 1－74
第 9 章　切土および盛土の施工 ---------- 共－参 1－76
9.1　切土の施工 ---------- 共－参 1－76
9.2　盛土の施工 ---------- 共－参 1－78
補足資料-1　土質材料としてのしらすの概説と定性的な分類用語について---------- 共－参 1－81
補足資料-2　しらすにおける指標硬度とその他の工学的性質の関係---------- 共－参 1－85
補足資料-3　しらす地帯における地盤調査・土質調査・土質係数について---------- 共－参 1－87
補足資料-4　不飽和―飽和浸透流解析の基礎方程式 ---------- 共－参 1－112
補足資料-5　しらす堤防の一枚法化、植生状況---------- 共－参 1－123
補足資料-6　しらす堤防の天端状況---------- 共－参 1－130
補足資料-7　川内川堤防における堤防整備（築堤・災害対応）試料の整理方法（案）---- 共－参 1－135
補足資料-8　築堤材料の選定方法に関する検討結果---------- 共－参 1－155
補足資料-9　築堤材料の改良・混合に関する検討結果---------- 共－参 1－165
補足資料-10 しらす堤防の施工管理に関する検討結果---------- 共－参 1－169
補足資料-11 土羽土部の施工方法に関する検討結果---------- 共－参 1－177

共通編・河川編の改訂にあたって

「シラス地帯の河川・道路土工指針（案）」については、しらすの適正な設計・施工方法の確立を目的として昭和 54 年 4 月に作成された。

その後、平成 11 年 2 月に、建設環境の変化、建設技術の進捗により「共通編」及び「道路編」の改訂がなされている。

「河川編」については、平成 6 年度に河川系関係事務所及び学識者からなる「シラス堤防強化対策検討会」を設立し、しらす堤防の被災要因、対策工法の検討、現地試験施工、モニタリング調査等を実施・検討を行ってきたところであるが、平成 11 年の改訂時は、現地試験施工箇所のモニタリングを行なっている最中であったため、改定を見送っていた。

今回、これら被災要因の検討、対策工法の検討等を取りまとめると共に、「しらす地帯の河川・道路土工指針への提言」（鹿児島大学 名誉教授 北村 良介氏）をうけ、共通編及び河川編の改訂を行なう。

今後、しらす地帯で河川土工を行なう際には、本指針（案）の主旨を十分に理解した上で、調査・施工を行なうとともに、まだまだ未解明な部分については、更なる検討・調査・試験施工等を行い、技術力の向上・伝承、新工法・新技術の開発を望むものである。

最後に、平成 6 年度当時より、各種試験施工、モニタリング調査、観測データの考察など、助言・指導を頂いた、鹿児島大学　名誉教授　北村　良介氏及びその研究室、関係者の皆様に感謝いたします。

平成 29 年 3 月

Ⅰ　共　通　編

第 1 章　総 則

1.1 適用の範囲

1. この指針は国土交通省直轄事業のうち、「しらす」を扱う河川及び道路土工工事に適用する。
2. この指針に示していない事項については、その他適切な指針等によるものとする。

（　解　説　）

(1) しらすの定義

地盤工学で定義されるしらすとは「広義のしらす」と「狭義のしらす」に分類される。

広義のしらすとは、第四紀の火山活動に起因する火砕流の非ないし弱溶結部（一次しらす）及びその二次堆積物（二次しらす）のことであり、南九州に広く分布している。

狭義のしらすとは姶良カルデラ（現在の鹿児島湾奥）を噴出源とする約 2.9 万年前に発生した入戸火砕流の非ないし弱溶結部のことであり、鹿児島湾周辺のしらす台地を形成している。

地質学では、一次しらすは地盤工学と同じ定義であるが、二次しらすは「しらす」と見なしていない。

本土工指針で用いられている「しらす」は地盤工学でいう広義のしらすを意味している（狭義のしらす及び二次しらすを包含している）。

(2) しらすの特徴

しらすの主な特徴は以下の 2 点であり、土木工事の設計に際しては、一般的な土木工事と異なる対策を講じる必要がある。

1) 粒子が多孔質であり、土粒子の密度が小さく、雨水・流水によって侵食されやすい。

2) 無機質の火山ガラスがほとんどであり、土壌養分が少なく植物の活着繁茂が困難である。

本指針では、これらのことを考慮して、河川土工では堤防法面小段及び天端の保

護工、排水工、築堤材料などについて、また道路土工では、法勾配、法面保護工、排水工などについてそれぞれ設計施工の標準を定めたものである。

(3) しらすの分類用語

しらすは次のような用語を用いて定性的に分類されている。ただし、しらすの「硬さ」による定量的な分類用語は「1.2 しらす地帯の土質判別分類」によるものとする。

1) 一次しらす

火砕流堆積物の非ないし弱溶結部が堆積した状態のままのもの。地山しらすといわれることもある。

2) 二次しらす

火砕流堆積物と降下軽石堆積物の水中・陸上における二次堆積物。特に層理の明瞭なものを成層しらすと呼ぶことがある。

3) 風化しらす

一次しらすの風化層のことでありで粘土化して軟らかく、しらす層の上層にあることが多い。硬度分類でいう極軟質しらす、軟質しらすにほぼ相当する。

4) 普通しらす

おおむね灰白色をした一般的な一次しらす。硬度分類でいう中硬質しらすにほぼ相当する。

5) 固結しらす（硬しらす）

一次しらすの中の弱溶結した硬いしらす。硬度分類でいう硬質しらすにほぼ相当する。

6) 沖積しらす

一次しらすが侵食・運搬・堆積作用を受け、沖積世（完新世：約1万年前～現在）に平野部に堆積した二次しらす。

7) 新期火山灰

入戸火砕流発生から後の火山活動によって供給された火山噴出物を総称して使われることがある。

詳細なしらすの定義と分類については。補足資料-1 「しらすの定義と定性的な分類用語について」を参照。

1.2 しらす地帯の土質判別分類

一次しらす（地山しらす）の土質は**表 1-1** により分類するものとする。

表 1-1　しらす地帯の土質判別分類基準

分類 ＼ 特性値	一次しらす				その他		
	極軟質しらす	軟質しらす	中硬質しらす	硬質しらす	溶結凝灰岩	降下軽石	火山灰質粘性土
指標硬度 (Hy、mm)	20 以下	20～25	25～30	30～33	33 以上	－ (観察による)	－ (観察による)

（　解　説　）

一次しらすは地質学的にはその成因、噴出源及び噴出時期によって細かく分類されるが、一次しらすの工学的性質は「硬さ」によって異なることから、ここでは山中式土壌硬度計による指標硬度を土質判定分類の指標とすることとした。(分類については、地盤工学会基準の「硬さによる地山しらすの判別分類法」(JGF 規格：M2-81)に準じた分類としている。)

なお、乱した一次しらす及び二次しらすの工学的性質は、砂質土のそれとほぼ同程度である。

土質分類については、指標硬度とあわせて、成層状態、粒度分布、色調、植生状況などを観察して、これを補うものとするが、その判別の目安は次のとおりである。

(1) 極軟質しらす

一次しらすが風化して粘性土化した風化しらすの中で特に軟らかいもので、含水比も高い（自然含水比 20%以上)。色は淡褐色あるいは淡紅色を呈し、しらす層の上層にあることが多い。植生の生育はやや良好である。

(2) 軟質しらす

一次しらすが風化して粘性土化した風化しらすの中で風化の程度が低いもので、やや細粒分が多くて軟らかく、灰白色ないし淡褐色を呈す。植生の生育状況は普通である。

(3) 中硬質しらす

一次しらすの代表的なもので、普通しらすとも呼ばれる。粗粒分に富み、やや硬

く灰白色を呈す。植生の生育状況は劣る。

(4) 硬質しらす

一次しらすのなかでも硬く締って暗灰色を呈し、粗粒分を多く含む。固結しらす（硬しらす）とも呼ばれる。植生の生育状態は悪い。

(5) 溶結凝灰岩

火砕流堆積物の溶結部で、硬く岩相を呈する。灰石とも呼ばれる。

(6) 降下軽石

一般にボラと呼ばれ、降下してきた軽石の堆積物である。粗粒でほぼ均等な粒径を有し比較的緩く堆積している。植生の生育状況はやや劣る。

(7) 火山灰質粘性土

黒ボク、赤ボク、赤ホヤなどと呼ばれ、細粒で有機物を含有していることが多い。植生の生育状況は良好で、土羽土に用いられることが多い。

注）火山灰としらす：地質学的には火山から噴出されたもの（火砕物（テフラ））のうち、直径 2mm 以下の大きさのものを火山灰という。火山灰に含まれる物質は火山ガラス、鉱物結晶、古い岩石の破片などである。従って、しらすは火山灰の 1 つということもできる。

しらすの指標硬度とその他の工学的性質との関係については、補足資料-2「しらすにおける指標硬度と他の工学的性質の関係」を参照。

第 2 章　調査及び試験

2.1 地質調査

土工計画に先立ち、工事区域の地形、地質、土質状況（土層構成、硬さなど)、侵食状況、地表水や地下水の状況、保水・透水・圧縮・せん断・液状化特性及び支持力特性などを明らかにするために、必要な調査を行なうものとする。

（　解　説　）

(1) 河川土工の計画、設計にあっては、基礎地盤と土取場の地質状況を把握しなければならない。基礎地盤については、保水特性、透水特性、液状化特性及び、支持力特性などを判定するための資料を収集すること。土取場については堤体材料又は土羽土としての最適性、必要土量は確保できるかなどを判定するための資料を収集するものとする。

(2) 道路土工の計画、設計にあっては工事区域の地形、地質状況、地下水状況、地表水の流出入状況、侵食の状況、植生の状況を把握するとともに切土区間については、切土の勾配、路床としての支持力、路体、路床および土羽土としての最適性、その必要土量を確保できるかなど、盛土区間については、盛土材の締固め特性、基礎地盤の支持力特性、保水特性、透水特性、液状化特性などを判定するための資料を収集するものとする。

(3) 地質調査の方法は、ここで示すもののほかは、地盤工学会「地盤調査の方法と解説」によるものとする。

(4) 地質調査に先立ち、既往資料を収集しこれを活用するものとする。既往資料とは事務所等で蓄積している既往調査結果はもとより、国土交通省 KuniJiban や地盤工学会の「九州地盤情報共有データベース」、など電子版資料も積極的に活用することが望ましい。

(5) 地質状況を把握するための調査には物理探査・検層、ボーリング、サウンディング等がある。しらす土工では標準貫入試験、簡易動的コーン貫入試験、スウェーデン式サウンディング試験、土壌硬度試験などがよく利用されている。また、湿潤密度試験、土壌硬度試験、室内での粒度試験や土粒子密度試験用の試料採取等を実施する必要があるが、区域内あるいはその近隣に地質構成を推定できる露頭がある場合には、 その露頭の地質構成を参考にし、各土性の粒度分布、色調観察、指標硬度

の測定を行い、ボーリング資料と併用することが望ましい。

(6) 堤防の基礎地盤が一次しらす、砂および砂礫層（二次しらすを含んでいる場合が多い）から成り立っていることが判明した場合には、基盤漏水の可能性を確認するため、透水性に関する調査を行う必要がある。

(7) 堤防および道路盛土の基礎地盤が軟弱な場合は、標準貫入試験、電気式静的コーン貫入試験およびスウェーデン式サウンディング等により支持力を確認する。

(8) 堤防および道路盛土の基礎地盤の地下水位以下に緩い一次しらすおよび砂礫層（二次しらすを含んでいる場合が多い）がある場合、または基礎地盤の地下水位が高く、緩い土層の場合には、粒度分布、間隙比等を用いた液状化ポテンシャルを確認するための調査を行う。

(9) 地下水位以下の一次しらすを対象とする土工計画においては、一次しらすの下層にあることの多い降下軽石層等の透水性土層と地下水位の三次元分布状況を把握し、一次しらすのボイリングに対する抵抗性を確認する。

2.2 土質試験

切土を行う箇所、堤防および盛土の基礎地盤については、土質試験を必要な範囲で行うものとする。

（ 解 説 ）

(1) 土質試験については、一般的に**表** 2-1 に示す項目について行なう。

なお、河川における堤防強化に関連する築堤材料および堤体・基礎地盤については、河川編　第 4 章しらす堤防の設計　に詳細な試験項目、実施条件を示しているので参照するものとする。

表 2-1　箇所別試験項目参考表

試験項目	切土部	築堤材料	盛土材料	土羽土	堤体	基礎地盤
土粒子の密度試験	△	◎	◎	◎	◎	◎
土の含水比試験	△	◎	◎	◎	◎	◎
土の粒度試験	△	◎	◎	◎	◎	◎
土の湿潤密度試験	△	—	—	—	◎	△
土の液性限界・塑性限界試験	△	△	△	△	△	△
土の保水性試験	△	△	△	△	△	△
岩石のスレーキング試験	△	—	△	—	—	—
土懸濁液のｐＨ試験	△	—	△	—	—	—
土の有機炭素含量試験	△	—	△	—	—	—
ＣＢＲ試験	○	—	○	—	—	—
突固めによる土の締固め試験	—	◎	◎	◎	—	—
締固めた土のコーン指数試験	—	△	△	△	—	—
土の透水試験	△	○	△	○	○	○
土の三軸圧縮試験	△	○	◎	○	○	○
土の繰返し非排水三軸試験	—	—	—	—	△	△
圧裂による岩石の引張り強度試験	△	—	—	—	—	—
浸透破壊試験	—	—	—	—	—	△
土の圧密試験	—	—	—	—	—	△

凡例　◎：原則として実施　　○：できるだけ実施

△：必要に応じて実施または可能であれば実施

－：実施しない

(2) 土質試験の目的及びしらすの特徴を以下に示す。

1) 土粒子の密度試験（JIS A 1202:2009）

土の固体部分（110 ± 5◦C で乾燥させた後に残留する部分のことで、以下「土粒子」と呼ぶ）を構成する無機物や有機物の単位体積当たりの質量を「土粒子の密度」といい、土塊中に含まれる空気のすき間（間隙）や水の満たされ具合（飽

和度）等といった土の基本的な性質を求めるために必要な試験。

通常の砂質土の土粒子密度は、2.60～2.70g/cm³程度であるのに対し、一次しらすは 2.30～2.40g/cm³程度、二次しらすはしらすの含有割合に依存するが概ね 2.40～2.60g/cm³程度である。

土羽土は、しらすを含まない新期火山灰堆積物や古土壌が使われるので、2.65～2.70g/cm³程度となる。

2） 土の含水比試験（JIS A 1203:2009）

土粒子の質量に対する間隙に含まれる水の質量の割合を求める試験。前述の「土粒子の密度試験」、後述の「土の湿潤密度試験」とともに、間隙比を求めるために必要となる。

以下に示す手順で「土の湿潤密度試験」を行なうと、その過程で含水比、湿潤密度、乾燥密度、間隙比を求めることができる。

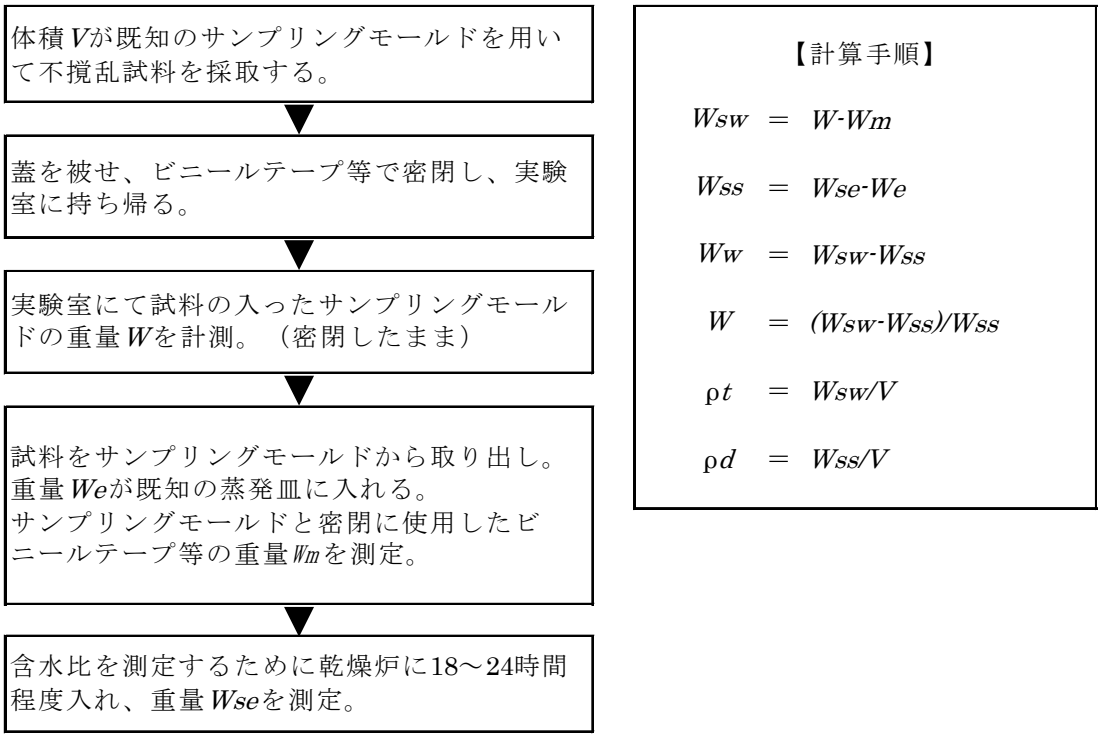


図 2-1　土の湿潤密度試験手順（参考）

3） 土の粒度試験（JIS A 1204:2009）

土を構成する土粒子の粒径分布（粒度分布）を求める試験。得られた結果は、土の工学的分類に利用される。

従来の粒度試験は「ふるい分け分析」と「沈降分析」により粒径加積曲線を求

めていたが、レーザーを用いた粒度分析装置も実用化されている。

一次しらすや花崗岩が風化したまさ土は砂質土(砂分(0.075～2mm)>礫分(2mm～75mm))に分類されるものが多く、細粒分(0.075mm 以下)が 15%以下の場合が多い。

4) 土の湿潤密度試験（JIS A 1225:2009）

自立する塊状の土を対象とし、その体積と質量を測定することで、土全体の単位体積質量を求める試験。

本試験にはノギス法とパラフィン法がある。ノギス法は成形できる円柱供試体に適し、円柱供試体が成形できない場合はパラフィン法が適している。しらすの場合、円柱供試体を成形することが困難であり、また、土粒子が多孔質であるためパラフィンが土粒子の細孔に入る可能性がある。そのため、ノギス法を簡略化した前述の方法で求めることが考えられる。

モールドの大きさは内径 50～60mm、高さ 50～70mm 程度である。モールドを挿入する際の試料の乱れを少なくするためには静的な挿入が望ましい。供試体の数は 5 個以上が望ましい。得られたデータの処理については、①供試体すべての平均をとる、②最小と最大値を除いた供試体の平均をとる、③平均と標準偏差を計算し、正規分布として統計的に処理することが行われる。

5) 土の液性限界・塑性限界試験（JIS A 1205:2009）

液性限界とは、土が塑性体から液体に移るときの境界の含水比、塑性限界とは土が塑性体から半固体に移るときの境界の含水比を求める試験。液性限界・塑性限界試験から得られる塑性図は細流土の圧縮性、透水性、強度などを評価する指標をなる。

一次しらすでは細粒分が少ないため、液性限界・塑性限界試験が行えない場合が多い。従って、現場での観察やボーリング結果などから明らかに砂質土に分類される一次しらすやまさ土等については液性限界・塑性限界試験は不要である。

6) 土の保水性試験（JGS 0151-2009）

土が水を保持する力（保水力）を求め、不飽和土の水分特性曲線（マトリック・サクション～含水比関係）を得るための試験。

しらすにおいても不撹乱試料を用いた吸引法の一つである水頭法(最大マトリック・サクション(水頭):3m 程度)及び、規格・基準以外の簡便な土柱法が推奨さ

れる。水分特性曲線はヒステリシスを有するので、排水・吸水過程でのヒステリシス曲線を得ておくことが肝要である。

土の保水性試験によって水分特性曲線(主乾燥曲線、主湿潤曲線、走査曲線)を求めるためには長時間(数か月)が必要となる。

【参考】

保水性試験については多種多様な手法が提案されている（遠心法、加圧法、連続加圧法、砂柱法、モデルプログラム等)。推奨されている手法で時間と費用が膨大にかかる場合には、別途手法も検討を行うこと。

7）岩石のスレーキング試験（JGS 2124-2009）

堆積岩類が乾湿繰り返しにより形態を変化させて土砂化する現象をスレーキングと呼ぶ。工学的には斜面の安定やトンネルの変位などに大きな影響を与える。

スレーキング試験は、しらすではなく溶結凝灰岩に対して行なわれる。

地盤工学会基準(JGS 2124-2009)岩石のスレーキング試験方法、及び(JGS 2125-2009)岩石の促進スレーキング試験方法では、スレーキングの発生の有無を確認するための試験であり、力学特性(変形・強度特性等)を明らかにするためには、スレーキングが生じた後の試料による力学試験が必要となる。

8）土懸濁液の pH 試験（JGS 0211-2009）

土試料に一定の質量比で蒸留水を加えた懸濁液の pH を測定する試験であり、得られた pH 値を土の pH と見なしている。

土の pH 値は、化学的な処理(セメント、石灰、石膏、マグネシウム等の混合)によって地盤改良を行う場合などに必要な情報である。

9）土の有機炭素含有量試験（JGS 0231-2009）

有機物は土のコシステンシー特性や圧密特性に影響を与え、セメントの水和反応等にも関わる為、有機物の含有量を知ることは重要である。

ただし、フレッシュな一次しらすのほとんどは、火山ガラスから成り立っており有機物の含有量は少ないため本試験は必要ない。風化、粘土化したしらすについては、必要性を考慮すること。

10）CBR 試験（JIS A 1211-2009）

道路の路床（設計 CBR 試験）または路盤（修正 CBR 試験）の支持力を求める試験。

しらすを用いた土工事は密度によって管理されることが多く、本試験の適用範囲は自動車専用道路など高品質な道路の施工に限られる。

11）突き固めによる土の締固め試験（JIS A 1210-2009）

最大乾燥密度及び最適含水比を求める試験。

しらす粒子は多孔質であり、角張っているため粒子破砕を生じやすい。このため試験方法の違いによって結果に顕著な差異が生じる。しらすでの試験は A-c 法（最大許容粒径 19mm-湿潤法-繰返し法）あるいは B-c 法（最大許容粒径 37.5mm-湿潤法-繰返し法）で行なうのが一般的である。

12）締固めた土のコーン指数試験（JIS A 1228-2009）

土質区分の指標となるコーンの貫入抵抗力度を求める試験。

しらす土工では、風化が進行して粘土化しているしらすや土羽土のオーバーコンパクションを防ぐために用いる。

13）土の透水試験（JIS A 1218-2009）

土中の間隙水（自由水）の移動量を測定する試験。土の種類、密度、飽和度などによって大きく異なる。

しらすを用いた透水試験は定水位試験が一般的である。

14）土の三軸圧縮試験

土のせん断強度パラメータである粘着力（c）とせん断抵抗角（φ）を求めるための試験。

しらすでは、土の非圧密非排水試験（UU 試験）（JGS 0521-2009）、土の圧密非排水試験（CU 試験）（JGS 0522-2009）、土の圧密非排水試験（$\overline{\text{CU}}$試験）（JGS 0523-2009）、土の圧密排水試験（CD 試験）（JGS0524-2009）が良く行われる。

15）土の繰返し非排水三軸試験（JGS 0541-2009）

地震時の土の液状化強度特性の指標を求める試験

しらす地帯で液状化が生じる可能性のある場所は、しらす台地縁辺部の二次しらすで構成される、地下水位が地表面から 5m 以浅の開析谷底面や河岸段丘、河口付近の沖積地盤に限定される。

16）圧裂による岩石の引張り強度試験（JGS 2551-2009）

岩石の引張り強度を求める試験。

しらす地帯の溶結凝灰岩の引張り強度を求めるために行なう。結果は切土法

面での斜面安定解析などに用いられる。

17) 浸透破壊試験

浸透破壊試験とは、地震時以外のパイピングやボイリングの可能性をチェックするために行う試験である。浸透破壊試験は、未だ確立された手法が無いことから、以下に参考手法を示す。

試験装置は基本的に透水試験装置を修正したものである。(図 2-2)

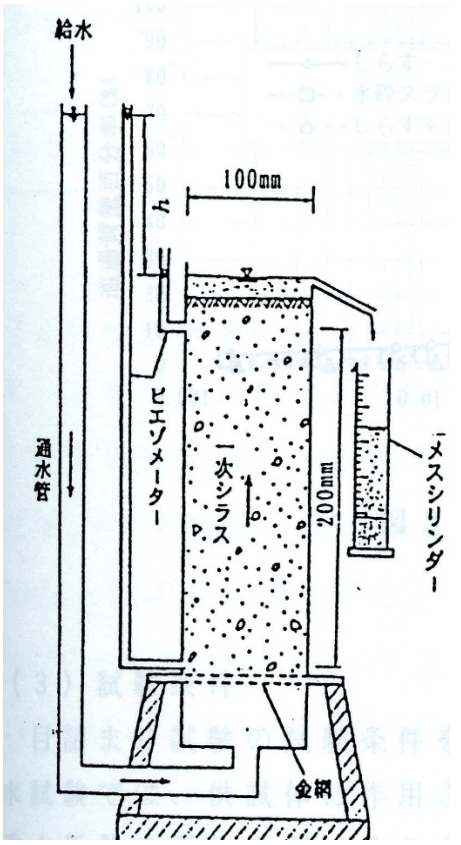


図 2-2　浸透破壊試験装置の例

供試体の浸透力（上向き）と供試体重量（下向き）との力の釣り合いを考えると、供試体内の単位面積あたりの浸透力は次のようになる。

$$j = \gamma_w \cdot i \quad \cdots\cdots\cdots (1)$$

ここに、

j　：　単位体積当たりの浸透力

γ_w　：　間隙水の単位体積重量

$i = h/L$　：　動水勾配

したがって、供試体全体での浸透力は次のようになる。

$$J = \gamma_w \cdot i \cdot V \quad \cdots\cdots\cdots (2)$$

ここに、

J：供試体に作用する浸透力　　V：供試体の体積

一方、供試体の重量は浮力を考慮すると次のようになる。

$$W = (\gamma_s - \gamma_w) \cdot V_s \quad \cdots\cdots (3)$$

ここに、

W：供試体の重量　　V_s：供試体の土粒子実質部分の体積

浸透破壊直前の供試体の浸透力と供試体重量は釣り合った状態になっており、式(2)、式(3)より次式のようになる。

$$\gamma_w \cdot i_c \cdot V = (\gamma_s - \gamma_w) \cdot V_s \quad \cdots (4)$$

ここに、

i_c：限界動水勾配

変形すると次式になる。

$$\gamma_w \cdot i_c \cdot (1+e) = (\gamma_s - \gamma_w) \quad \cdots (5)$$

ここに、

e：間隙比

最終的に限界動水勾配は次の式で求められる。

$$i_c = \frac{G_s - 1}{1+e} \quad \cdots\cdots\cdots (6)$$

なお、限界流速は次式により求められる。

$$v_c = k \cdot i_c$$

ここに、

v_c：限界流速

k：飽和透水係数

18) 土の圧密試験（JIS A 1217-2009）

地盤の圧密沈下の予測を行うために実施される試験。

地盤調査、土質調査・試験等の詳細については、補足資料-3「しらす地帯における地盤調査・土質試験・土質パラメータについて」を参照。

Ⅱ　河　川　編

本編では、主に川内川河川事務所で平成 4 年～20 年度に「しらす堤防強化対策検討委員会」で実施された調査・施工、平成 14 年度～17 年度に実施された湛水試験、平成 18 年度～23 年度に実施された激特事業での施工状況を踏まえ、しらす堤防の調査・設計・施工の方法や留意点について示したものである。

第 3 章　しらす堤防の調査

3.1　地盤調査項目とその内容

しらす堤防を施工するにあたり、堤内地の地形・地質・土質特性、堤体が設置される箇所の基礎地盤の土層構成や土層の力学特性を明らかにすることを目的として地盤調査を実施するものとする。

（　解　説　）

(1) 調査の種類

しらす堤防の設計・施工各段階の地盤調査の流れを**図** 3-1 に示す。

地盤調査は、堤内地の地形・地質・土質特性、堤体が設置される箇所の基礎地盤の土層構成や土層の力学特性を明らかにするために行われる。

堤内地の地形・地質・土質特性は、河川への地下水の流動等を把握するために利用される。地盤調査にはボーリング調査、トレンチ調査、試掘調査が含まれる。また、必要に応じて物理探査やサウンディングが行われる。

その他の調査として、過去の築堤履歴、洪水履歴に関するデータ収集がある。具体的なデータとしては、土質材料に関するデータ、洪水箇所に関するデータ、降雨量・降雨強度に関する時系列データ、河川水位の時系列データ等が挙げられる。

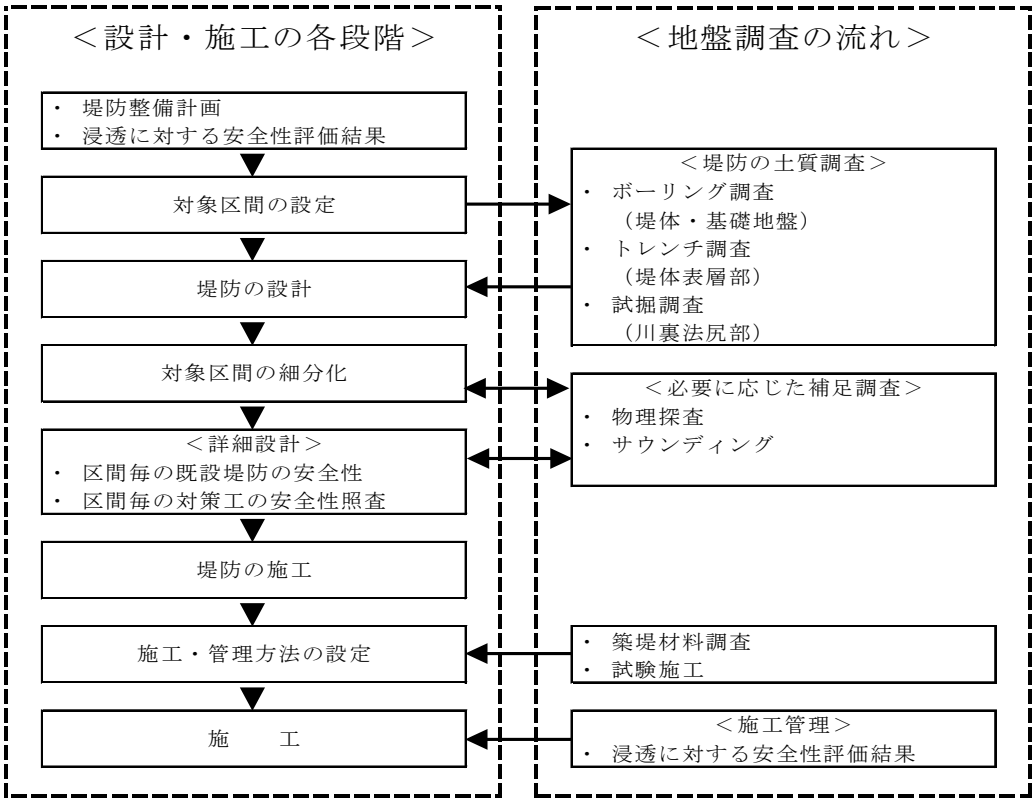


図 3-1　しらす堤防の設計・施工各段階の地盤調査の流れ

(2) 地盤調査項目と調査箇所

しらす堤防の地盤調査フローを**図** 3-2 に、しらす堤防の土質調査項目・留意点等の一覧表を**表** 3-1 に、土質調査の配置例を**図** 3-3 に、堤体・基礎地盤を対象とした室内土質試験項目を**表** 3-2 に、築堤材料の室内土質試験項目を**表** 3-3 に示す。

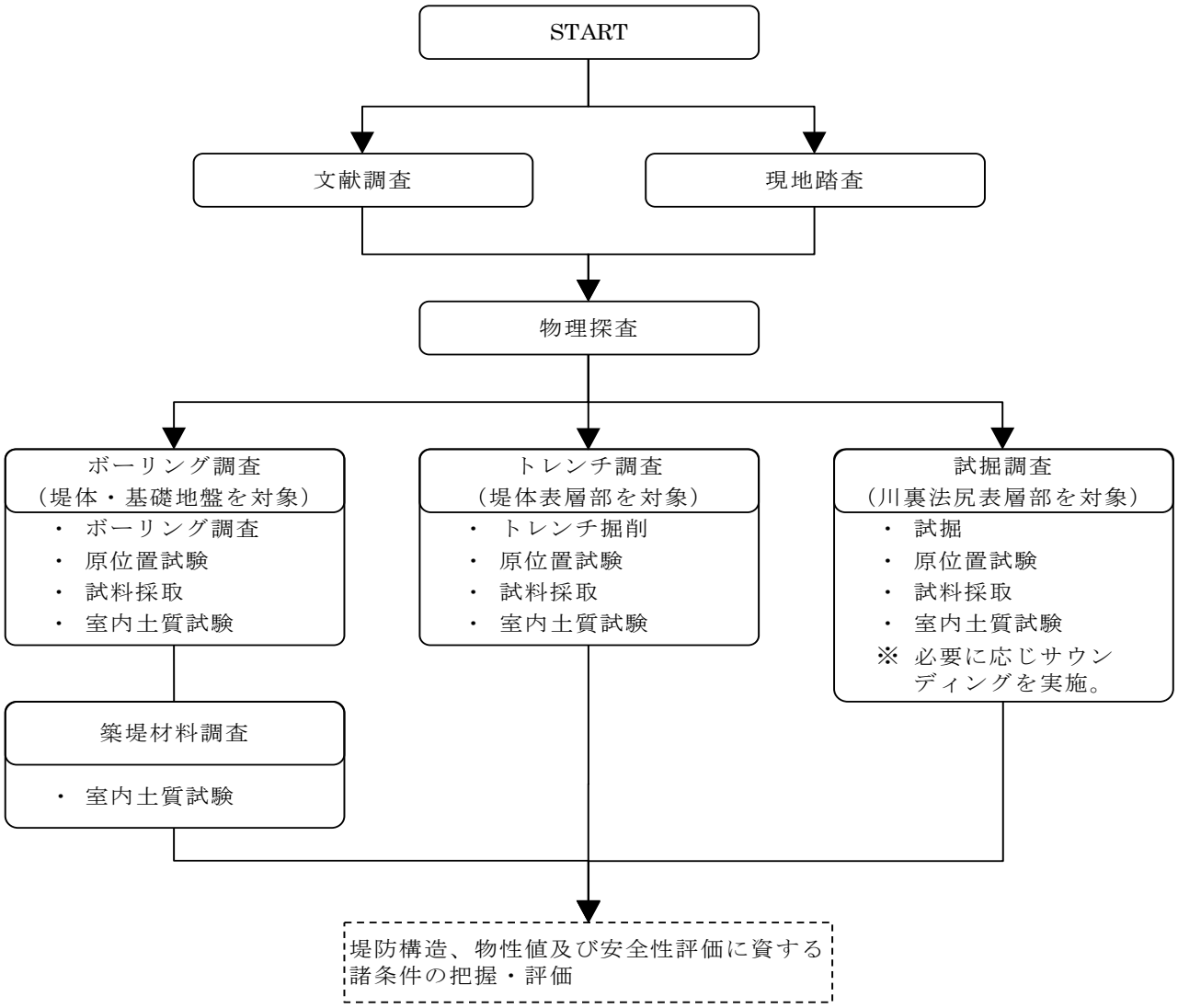


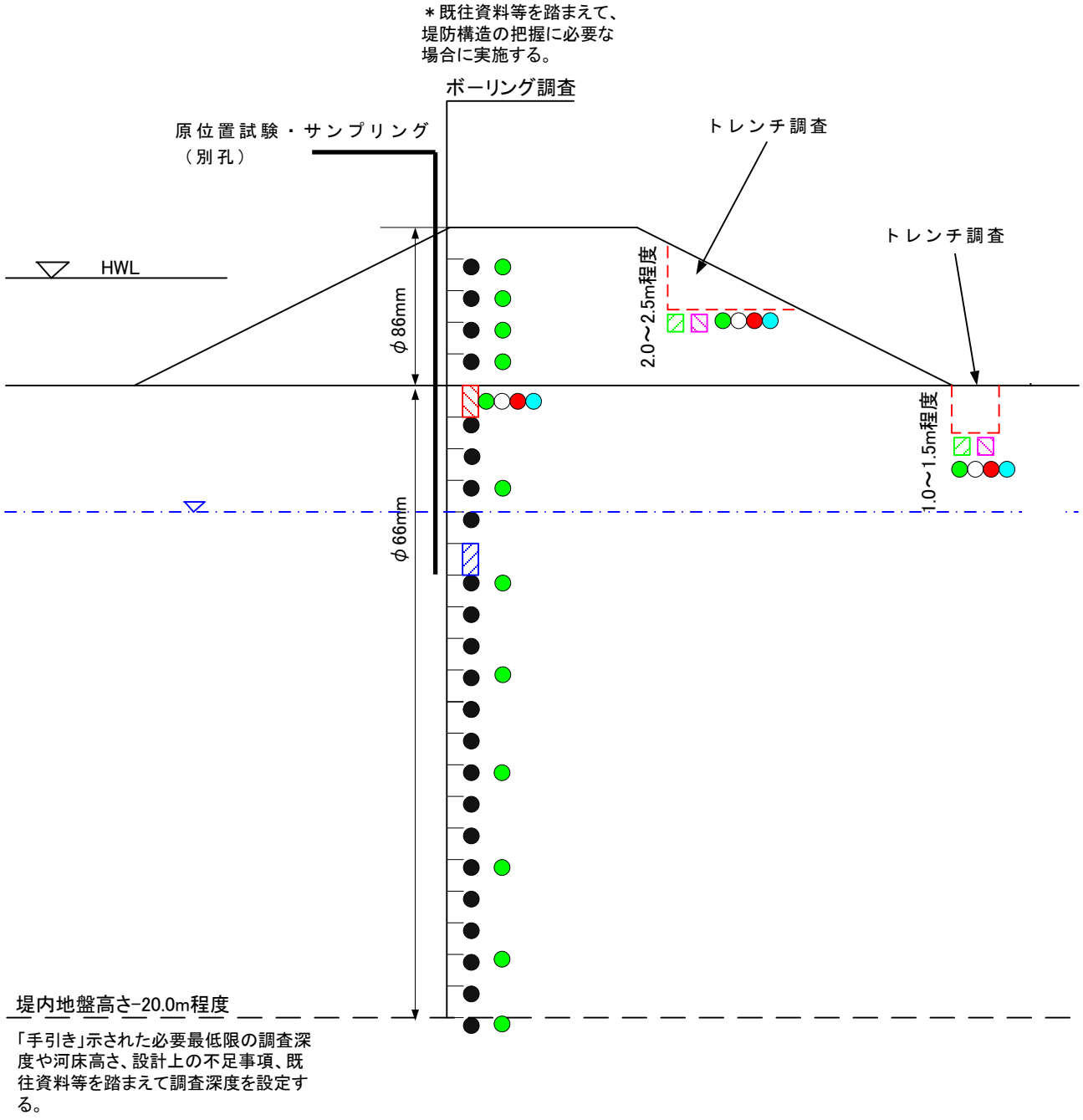
図 3-2　しらす堤防の地盤調査フロー

表 3-1　しらす堤防の土質調査項目・留意点等一覧表

調査・検討項目			調査内容・目的・利用	留意点	適用	
					現況堤防計画堤防	対策工検討区間
文献資料調査			既往調査資料、測量成果、築堤履歴・施工履歴、被災履歴等を収集整理し、調査計画立案や安全性評価、対策工検討の基礎資料とする。	基礎地盤等、既往調査結果を有する場合は、これらを有効利用する。	◎	◎
現地踏査			対象区間の現地踏査を行い、代表断面の設定、調査計画立案、安全性評価時における諸条件設定、また区間の細区分、対策工検討等の基礎資料とする。	現況堤防の変状状況や護岸、擁壁等の細部構造、堤内地状況、支障物件等に留意する。	◎	◎
区間の細分化	物理探査	表面波探査	縦断方向に探査を行い、堤防・基礎地盤のせん断波速度分布を把握する。また、Ｎ値分布を推定し、以下の比抵抗値と併せて区間の細区分、弱部の推定等の基礎資料とする。	表面波探査結果（推定Ｎ値分布）、牽引式電気探査（比抵抗値分布）のクロスプロット分析を含めて堤体・基礎地盤の緩み、透水性、土質区分等の概略を把握し、区間の再区分資料とする。	―	△
		牽引式電気探査	縦断方向に探査を行い、堤防・基礎地盤の比抵抗分布を把握する。また、概略の土質区分を行なうと共に、上記のＮ値と併せて区間の細区分、弱部の推定等の基礎資料とする。		―	△
ボーリング調査	ボーリング		堤体・基礎地盤の土質状況の把握を目的とする。併せて以降に示す原位置試験、試料採取等を実施する。	断面毎に１箇所（川表法肩付近）の調査を行ない、堤体深度方向の土質状況、基礎地盤の土層区分・物性値の把握に留意する。	○	○
	原位置試験	標準貫入試験	堤体・基礎地盤の土質状況の把握を目的とする。併せて以降に示す原位置試験、試料採取等を実施する。	原則として1m毎に試験を実施する。	○	○
		現場透水試験	基礎地盤表層部（地下水位以深）に分布する砂・礫層の透水係数及び地下数の把握を目的とする。	基礎地盤表層部（地下水位以深）に分布する砂・礫層を対象として試験を実施する。	○	○
	試料採取	撹乱試料採取	標準貫入試験に併せて撹乱試料を採取し、室内試験（物理）の試料とする。	全土層の物性値把握を念頭において試料を採取する。	○	○
		不撹乱試料採取	基礎地盤表層部に分布する土層の不攪乱試料の採取し、室内試験（物理、透水、力学）の試料とする。試料採取方法は土質区分に応じて適宜選定する。※	基礎地盤表層部に分布する砂・粘性土を対象として試料を採取する。	○	○
	室内土質試験	物理試験	堤体・基礎地盤各土層の土粒子の密度、含水比、粒度、湿潤密度等を把握し、土の分類及び物性値設定の基礎資料とする。	堤体・基礎地盤の全土層を対象として試験を実施する。	○	○
		透水試験	上記不撹乱試料を用いた透水試験を行い、基礎地盤表層部（地下水位以浅）に分布する砂層の透水係数を把握する。	基礎地盤表層部に砂層が分布し、現場透水試験が実施できない場合（地下水位以浅）に不撹乱試料を用いて試験を実施する。	○	○
		力学試験	上記不撹乱試料を用いた力学試験を行い、基礎地盤表層部に分布する土層の強度特性を把握する。試験方法、条件は土質区分、細粒分含有率に応じて適宜選定する。	基礎地盤表層部に分布する砂・粘性土を対象として、不撹乱試料を用いて試験を実施する。	○	○
トレンチ調査（試掘調査）	トレンチ掘削		堤体表層部における土質状況の把握を目的とする。併せて以下に示す原位置試験、試料採取等を実施する。	断面毎に１箇所（堤内側法面）のトレンチ掘削を行い、堤体表層部における土質状況に留意する。	△	△
	原位置透水試験		堤体表層部に分布する砂・礫等の盛土材料の透水係数の把握を目的とする。	トレンチ掘削により堤体表層部の土質状況を確認した上で試験を実施する。	△	△
	現場密度試験		堤体表層部に分布する盛土材料の湿潤密度の把握を目的として試験（コアカッター法、砂置換法）を実施する。	トレンチ掘削により堤体表層部の土質状況を確認した上で試験を実施する。	△	△
	試料採取	撹乱試料採取	トレンチ掘削に併せて、堤体表層部に分布する土層の撹乱試料を採集し、室内試験（物理）試料とする。	トレンチ掘削により堤体表層部の土質状況を確認し、全土層の代表値把握を念頭において試料を採取する。	○	○
		不撹乱試料採取	トレンチ掘削に併せて、堤体表層部に分布する土層の不撹乱試料を採取（コアカッター法）し、室内試験（物理、透水、力学）試料とする。	トレンチ掘削により堤体表層部の土質状況を確認し、砂・粘性土を対象として試料を採取する。	○	○
	室内土質試験	物理試験	堤体表層部盛土材料の土粒子の密度、含水比、粒度、湿潤密度等を把握し、土の分類及び物性値設定の基礎資料とする。	堤体表層部の全土層を対象として試験を実施する。	○	○
		透水試験	上記不撹乱試料を用いた透水試験を行い、堤体表層部盛土材料の透水係数を把握する。	堤体表層部の砂質土を対象として、不撹乱試料による試験を実施する。尚、原位置透水試験を実施の場合は省略することが出来る。	○	○
		力学試験	上記不撹乱試料を用いた力学試験を行い、堤体表層部盛土材料の強度特性を把握する。試験方法、条件は土質区分細粒分含有率に応じて適宜選定する。	堤体表層部の砂、粘性土を対象として不撹乱試料による試験を実施する。尚、不撹乱試料の採取が困難な場合は、密度調整試料により試験を行う。	○	○
サウンディング			川裏側法尻表層部における土質状況の把握を目的として、SW式サウンディング等を実施する。尚、簡易な土壌採取器を用いた土の採取・観察が可能である。	川裏側法尻表層部の試掘調査で土質状況の確認が可能な場合は適宜省略することが出来る。	△	△

凡例　◎：実施が必要　○：既往試料等が無い場合に実施　△：補足が必要な場合に実施

※　ボーリング調査における不撹乱試料採取については、技術的、その他の制約により試料採取が困難な場合、撹乱試料を用いて密度調整した供試体による試験で代替してもよい。



凡例

①原位置試験	②室内試験
● 標準貫入試験	● 物理試験（比重、粒度、含水）
現場透水試験	○ 物理試験（湿潤密度）
不撹乱試料採取(トリプル等)	● 室内透水試験
原位置透水試験	● 三軸圧縮試験(UU,CDより選定)
不撹乱試料採取(コアカッター法)	

図 3-3　土質調査の配置例

表 3-2　堤体・基礎地盤を対象とした室内土質試験項目

土質試験の項目		規格	礫・砂		砂質土		粘性土	
			Fc≦20%		20%＜Fc≦50%		Fc＞50%	
			堤体	基礎地盤	堤体	基礎地盤	堤体	基礎地盤
物理試験	土粒子の密度試験	JIS A 1202	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	土の含水比試験	JIS A 1203	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	土の粒度試験（ふるい+沈降分析）	JIS A 1204	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	土の湿潤密度試験	JIS A 1225	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	土の液性限界・塑性限界試験	JIS A 1205	―	―	△	△	◎ 3)	◎ 3)
	土の保水性試験	JGS 0151	△	△	△	△	△	―
透水試験	土の室内透水試験	JIS A 1218	○ 4)	○ 1),4)	○ 4)	○ 1),4)	△	―
	不飽和透水試験　※1	JGS 0311 2)	△	△	△	△	△	―
力学試験	三軸圧縮試験（UU条件）	JGS 0521	―	―	―	―	○ 4)	○ 4)
	三軸圧縮試験（CD条件）	JGS 0524	○ 4)	○ 4)	○ 4)	○ 4)	―	―
備考	【凡例】 ◎ ： 試験実施項目 ○ ： できるだけ試験を実施（浸透に対する堤防強化対策等の検討・設計時及び強化堤防施工時） △ ： 可能であれば試験を実施（浸透に関する災害箇所等の対策時） 1） ： 地下水が深い場合、基礎地盤表層部の土層を対象として実施 2） ： 地盤材料試験の方法と解説、（社）地盤工学会　p526参照　含水比～透水係数関係のプロットは1つ以上必要 3） ： 砂分が多い場合は△ 4） ： 浸透に対する安全性照査や浸透対策工法検討を行う場合は◎ 　　は、しらす堤防の特性を考慮した試験項目							

※1　：　不飽和透水試験については 4.2 土質係数の設定について (3) 不飽和透水係数・水分特性曲線　を参照

表 3-3　築堤材料の室内土質試験項目

土質試験の項目		規格	堤体(砂質土)	土羽土(粘性土)
物理試験	土粒子の密度試験	JIS A 1202	◎	◎
	土の含水比試験	JIS A 1203	◎	◎
	土の粒度試験（ふるい+沈降分析）	JIS A 1204	◎	◎
	土の液性限界・塑性限界試験	JIS A 1205	△	◎ 5)
	土の保水性試験	JGS 0151	△ 1)	△ 1)
透水試験	土の室内透水試験	JIS A 1218	○ 1)	○ 1)
	不飽和透水試験 ※1	JGS 0311 4)	△ 1)	△ 1)
力学試験	突固めによる土の締固め試験（B-c法）	JIS A 1210	◎ 2)	◎ 2)
	締固めた土のコーン指数試験	JIS A 1228	□	□
	三軸圧縮試験（UU条件）	JGS 0521	―	○ 1),3)
	三軸圧縮試験（CD条件）	JGS 0524	○ 1)	―
備考	【凡例】 ◎ ： 試験実施項目 ○ ： できるだけ試験を実施（浸透に対する堤防強化対策等の検討・設計時及び強化堤防施工時） □ ： 築堤材料の施工性等の検討が必要な場合に実施 △ ： 可能であれば試験を実施（浸透に関する災害箇所等の対策時） 1) ： 最大乾燥密度の90%となる密度調整試料を用いて試験を実施する。 2) ： 材料によっては試験条件を変更する必要がある。（最大粒径等に応じて） 3) ： 粘土混じり砂等の砂質土の場合はCD条件にて実施する。 4) ： 地盤材料試験の方法と解説、（社）地盤工学会　p526参照　含水比～透水係数関係のプロットは1つ以上必要 5) ： 砂分が多い場合は△ ※ 堤体は砂質土を想定している。土羽土は粘性土を想定している。 　　は、しらす堤防の特性を考慮した試験項目			

※1　：　不飽和透水試験については 4.2 土質係数の設定について (3) 不飽和透水係数・水分特性曲線　を参照

第 4 章　しらす堤防の設計

4.1 設計の基本的な考え方

しらす堤防の設計にあたっては、「河川堤防設計指針（H19.3 国土交通省河川局)」、「河川堤防の構造検討の手引き（改訂版）(H24.2 (財)国土技術センター)」に準拠するものとする。

また、基本的な堤防設計（基本的な形状、構造等）は、「改訂解説・河川管理施設等構造令(H14.9 日本河川協会)」、「改訂建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編 I (H9.9 日本河川協会)」、「土木工事設計要領(H23.4 国土交通省九州地方整備局)」に準拠するものとする。

（ 解 説 ）

しらす堤防は通常二次しらすを用いて築堤されている。しらすの粒子は多孔質であり、土粒子密度は通常の砂質土より小さく、流水によって侵食されやすい。その結果、しらす堤防では雨水や河川水の浸透挙動に起因した表層すべり、パイピング、漏水などの災害がしばしば発生してきた。

しらす堤防の設計にあたっては、「河川堤防設計指針（H19.3 国土交通省河川局)」、「河川堤防の構造検討の手引き（改訂版）(H24.2 （財）国土技術センター)」（以下、これら 2 つの図書を 「手引き類」と総称する。）に準じ、さらに、これまでの災害事例、築堤材料としてのしらすの土質試験結果、しらす堤防強化対策試験工報告等の検討結果を考慮する必要がある。

なお、しらす堤防の設計を行うためには、調査段階で得られた堤内地の地形・地質・土質特性、堤体が設置される箇所の基礎地盤の土層構成や土層の力学特性、過去の築堤履歴、 洪水履歴等を把握しておく必要がある。また、「手引き類」に準じて行う安全性の評価では、しらす堤防の特性を踏まえて検討事項の設計条件等を設定する必要がある。

地盤調査や室内土質試験結果を踏まえた検討事項の設定フローを**図** 4-1 に、しらす堤防設計時における検討項目（安全性評価）及び留意点を**表** 4-1 に示す。

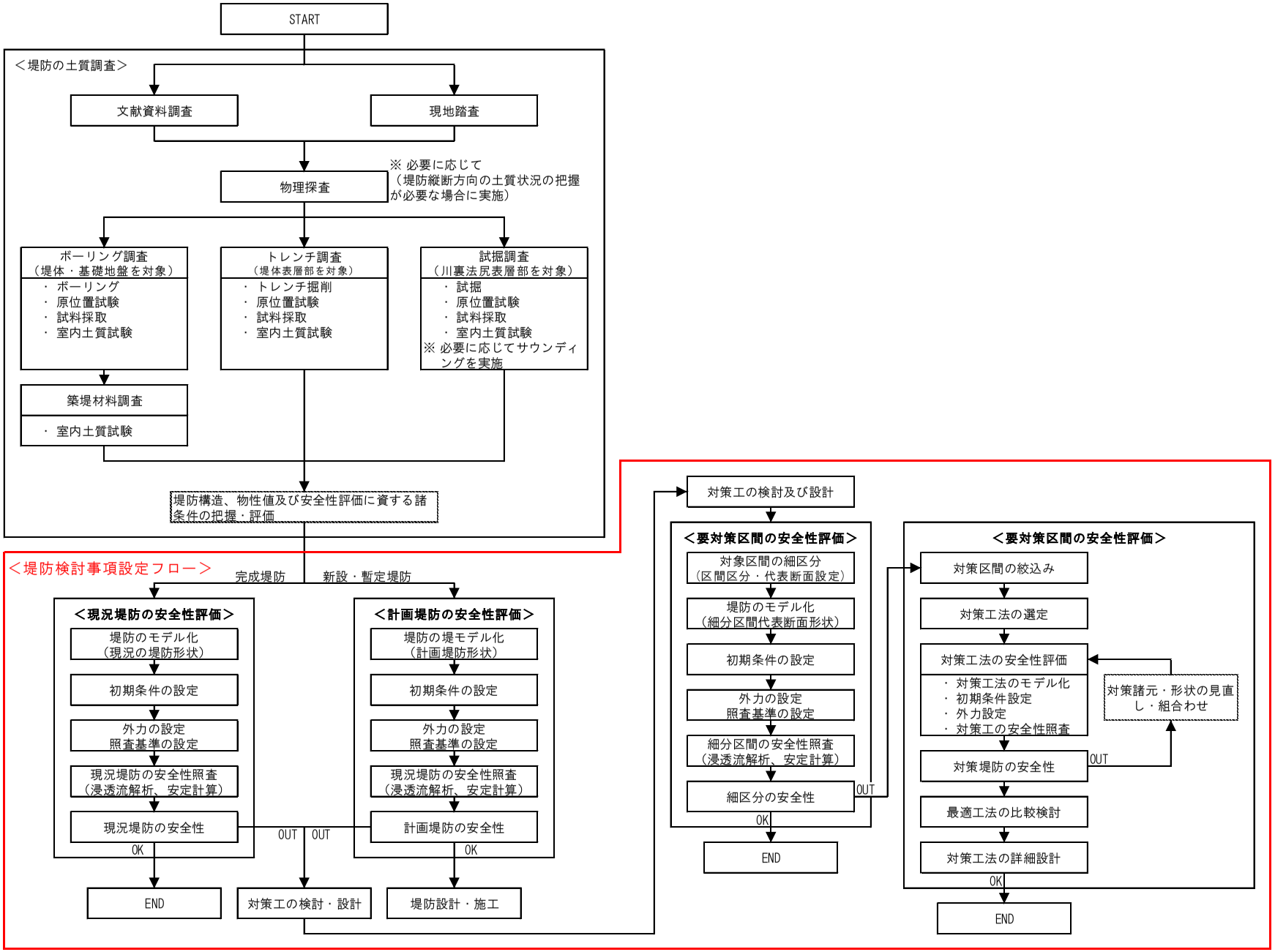


図 4-1　しらす堤防検討事項設定フロー

表 4-1　しらす堤防設計時における検討（安全性評価）項目及び留意点事項設定フロー

検討項目		検討方法	着目点・留意点	参照資料
断面形状のモデル化	モデル形状	・現況堤防の安全性評価時は、横断測量結果等により断面モデルを設定する。 ・対策工の安全性評価時は、対策工の形状・規模を断面モデルに反映する。	・測量結果と現地の整合性、特異な断面形状、細部構造物の有無等を確認しモデル化する。 ・対策工の適用性、細部構造物、支障物件の有無を確認し、対策工選定の基礎資料とする。	・測量成果、空中写真、LPデータ、現地踏査結果
	モデル化範囲	堤外側：河川水存在範囲あるいは堤外法尻より100m程度の範囲までモデル化を行なう。 堤内側：水位条件が把握されている箇所、或いは堤防高の10倍程度の範囲までモデル化を行なう。	・堤防、河道状況、堤内地状況を確認し、モデル化範囲の設定を行なう。	
土質構成のモデル化	モデル化範囲	・基礎地盤上面から10m程度の範囲、或いは透水性地盤の下限、最大20m程度の範囲をモデル化する。	・基礎地盤上面深度、透水層分布深度を確認し、モデル化範囲を設定する。	・土質調査結果（ボーリング柱状図、コア、コア写真） ・補足調査結果（サウンディング、トレンチ掘削） ・築堤施工記録、被災記録、概略点検結果等 ・原位置試験結果（現場透水試験、原位置透水試験） ・室内土質試験結果（物理試験、透水試験、力学試験）
	土層構成のモデル化	・土層構成の評価、モデル化は現地調査結果から適切に設定する。 ・堤体土のモデル化では、特に表層部の土質状況、透水性の高い盛土材料の分布を考慮する。 ・基礎地盤のモデル化では、特に川裏法尻部の土質状況を十分配慮する。 ・盛土構造を単純化する場合は、浸透・安定に対して支配的となる透水性の高い盛土に着目したモデル化を行なう。 ・既往調査成果を有効利用し、効率的な堤防構想の把握を行なう。	・浸透・安定に支配的な土質状況（土質区分・分布・物性値）を十分確認・評価する。 ・土質状況と物性値の整合性を確認しモデル化する。 ・築堤履歴、施工履歴、被災履歴を反映したモデル化を行なう。 ・堤体・基礎地盤表層部の土質状況は特に注意してモデル化に反映させる。 ・盛土内の高透水性材料の混入、挟在及び分布状況、物性値を確認し、モデル化に反映する。 ・既往調査結果の有無、土質調査結果との整合性、補足調査の必要性を十分検討する。	
	堤脚細部構造のモデル化	・諸元の明らかな既設浸透対策工法については適宜モデル化を図る。 ・天端アスファルトはその状況（クラック、アスファルトの劣化等）を踏まえて適宜モデル化を図る。 ・護岸等の通常の法覆工は遮水性が無いものとして取り扱う。安定計算上の取り扱いは平時の安定性等を参考に護岸重量を考慮するなど、適宜設定する。 ・遮水性を有する難透水性土質材料（被覆工法）を除いて、一般的な土羽部は堤体土と同様に取り扱いモデル化を行なう。 ・堤内側法尻付近の堤脚保護工（擁壁等を含む）及び堤脚水路はモデル化に反映する。 ・堤脚保護工は排水性、裏込材の有無、吸出し防止材の有無、漏水実績の有無等により適切にモデル化を図る。 ・堤脚水路はその規模や水密性、堤脚部の漏水実績等を把握した上で、必要に応じて水路重量や水深等を考慮したモデル化を行なう。	・既設対策工の有無、規模、諸元を確認し、モデル化に反映させる。 ・天端アスファルトの構造及び変状状況を確認し、モデル化に反映させる。 ・護岸などの構造及び変状状況を確認し、モデル化に反映させる。 ・堤体表層部の盛土構造、物性値を確認し、モデル化の是非を検討する。 ・堤脚保護工、堤脚水路の有無、構造、変状状況を確認し、モデル化に反映させる。	・測量成果、現地踏査結果 ・築堤・施工記録、被災記録、概略点検結果等
土質係数の設定	飽和透水係数	・砂質土は現場透水試験結果、原位置透水試験結果、室内透水試験結果を優先して各土層の平均的な値を設定する。粘性土は手引きに示された一般値を設定する。	・各種試験結果、試験値のバラツキ、土質区分との整合性、細粒分含有率を考慮し、係数を設定する。	・平成20年度第12回シラス堤防強化対策検討会資料 ・土質調査結果（ボーリング柱状図、コア、コア写真） ・補足調査結果（サウンディング、トレンチ掘削） ・原位置試験結果（現場透水試験、原位置透水試験） ・室内土質試験結果（物理試験、透水試験、力学試験）
	比貯留係数	・手引き等に示された一般値を設定する。		
	不飽和浸透特性	・手引き等に示された一般値を設定する。		
	N値	・土質調査結果より、各層の平均的な値を設定する。		
	湿潤密度	・各土層の湿潤密度試験結果（飽和度100%相当）より平均的な値を設定する。		
	強度係数	・堤体及び基礎地盤表層部の分布層は、力学試験結果より設定する。尚、砂質土については細流分含有率に応じた強度設定を行なう。	ここに数式を入	
安全性評価	浸透流解析結果	・解析結果（浸潤線）と堤防構造（土層構成、物性値）及び諸条件の整合性・妥当性を確認し、安全性検討に資する浸潤線、ピエゾ水頭等を設定する。	・土層構成・透水性・透水量のバランスと浸潤線の整合性を考慮し、解析結果の妥当性を確認する。	・解析結果図（浸潤線、流速ベクトル等）
	すべり破壊に対する安全性	・計算結果（安全率、すべり形状）と堤防構造（形状、土層構成、物性値）・浸潤線の整合性、妥当性及び不安定化要因を確認し、最終的な安全性を設定する。	・すべり形状（定規断面との比較）、円弧の妥当性（大円弧）、平時の安全率と物性値の整合性、被災履歴、不安定化要因を検討し、計算結果の妥当性を確認する。	・計算結果図（安全率図）、被災履歴
	パイピング破壊に対する安全性	・計算結果（局所動水勾配、G/W）と堤防構造（形状、土質構成、物性値）・ピエゾ水頭の整合性・妥当性及び不安定化要因を確認し、最終的な安全性を評価する。	・法尻部の土層構成・透水性・形状・被災履歴、不安定化要因を検討し、計算結果の妥当性を確認する。	・計算結果（局所動水勾配、G/W）、被災履歴

※ G　：被覆土層の重量
　 $\bar{w}$　：被覆土層底面の揚圧力

4.2 土質係数の設定について

浸透に対する安全性の評価等に関する、土質係数は地盤調査や室内透水試験の結果に基づいて設定する。

（ 解 説 ）

堤防の浸透に対する安全性の評価に必要な土質係数は以下のとおりとする。

(1) 湿潤密度

各土層の湿潤密度は、採取した複数の不撹乱試料を用いた湿潤密度試験を行い、得られた湿潤密度と飽和度から飽和度 100%に相当する密度を算出し、それらの平均値を設計段階での湿潤密度とする。また、新設の築堤材料の湿潤密度は、突固めによる土の締固め試験から得られる締固め曲線より締固め度 90%の土が飽和した密度を算出し、設計段階での湿潤密度とする。

(2) 飽和透水係数

堤体・基礎地盤が砂質土である場合、現場透水試験結果(原位置透水試験結果を含む)、 室内透水試験結果を用いる。これらの試験結果がないときは、**図** 4-2 に示す20%通過粒径と透水係数の関係を適用して飽和透水係数を推定する。

堤体・基礎地盤が粘性土である場合、 「手引き類」 に準拠して以下に示す飽和透水係数を用いる。

・シルトを主体とする場合：$k=1\times10^{-5}$cm/sec（$k=1\times10^{-7}$m/sec）

・粘土を主体とする場合：$k=1\times10^{-6}$cm/sec（$k=1\times10^{-8}$m/sec）

新設の築堤材料については、締固め度 90%の試料を用いた室内透水試験より得られた値を飽和透水係数として用いる。

20%粒径	透水係数	土質分類
D20 (mm)	k (cm/sec)	
0.005	3.00E-06	粗粒粘土
0.010	1.05E-05	細粒シルト
0.020	4.00E-05	粗粒シルト
0.030	8.50E-05	
0.040	1.75E-04	
0.050	2.80E-04	
0.060	4.60E-04	微細砂
0.070	6.50E-04	
0.080	9.00E-04	
0.090	1.40E-03	
0.100	1.75E-03	
0.120	2.60E-03	細砂
0.140	3.80E-03	
0.160	5.10E-03	
0.180	6.85E-03	
0.200	8.90E-03	
0.250	1.40E-02	
0.300	2.20E-02	中砂
0.350	3.20E-02	
0.400	4.50E-02	
0.450	5.80E-02	
0.500	7.50E-02	
0.600	1.10E-01	粗砂
0.700	1.60E-01	
0.800	2.15E-01	
0.900	2.80E-01	
1.000	3.60E-01	
2.000	1.80E+00	細礫

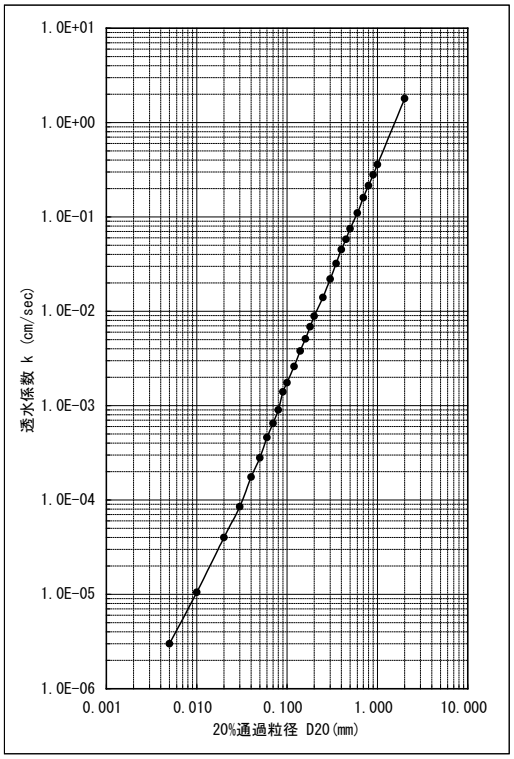


図 4-2　クレーガーによる 20％通過粒径と透水係数の関係

(3) 不飽和透水係数・水分特性曲線

堤体の浸潤線より上部の土は不飽和状態にある(すなわち、間隙水圧が負である状態(サクションが存在する状態))。したがって、設計段階で雨水や河川水の不飽和浸透挙動を解析するためには適切な不飽和透水係数(比透水係数)～体積含水率関係、水分特性曲線を設定する必要がある。**図** 4-3 はしらすの水分特性曲線、比透水係数～体積含水率関係の一例を示している。現段階では「手引き類」に記載された礫質土・砂質土・粘性土の代表的な比透水係数～体積含水率～負の圧力水頭（サクション）関係のデータ(**表** 4-2 参照）を目安として使用する。

表 4-2　比透水係数～体積含水率～サクション関係表

体積含水率(%)	サクション(m)	比透水係数
1.01	9.71E+00	0.00E+00
3.03	4.48E+00	6.64E-06
5.04	2.99E+00	2.11E-05
7.29	2.16E+00	5.02E-05
9.02	1.76E+00	8.45E-05
11.01	1.44E+00	1.39E-04
13.28	1.17E+00	2.26E-04
15.27	9.97E-01	3.29E-04
17.40	8.47E-01	4.72E-04
19.09	7.50E-01	6.15E-04
21.45	6.37E-01	8.67E-04
23.27	5.64E-01	1.11E-03
25.13	4.99E-01	1.42E-03
27.02	4.42E-01	1.81E-03
29.55	3.76E-01	2.47E-03
31.44	3.33E-01	3.09E-03
33.30	2.94E-01	3.85E-03
35.13	2.61E-01	4.78E-03
37.50	2.21E-01	6.32E-03
39.20	1.96E-01	7.74E-03
41.36	1.67E-01	1.01E-02
43.37	1.42E-01	1.30E-02
45.23	1.20E-01	1.66E-02
47.32	9.82E-02	2.24E-02
49.14	8.02E-02	2.97E-02
51.27	6.03E-02	4.33E-02
53.14	4.36E-02	6.47E-02
55.03	2.67E-02	1.12E-01
56.72	9.94E-04	1.00E+00

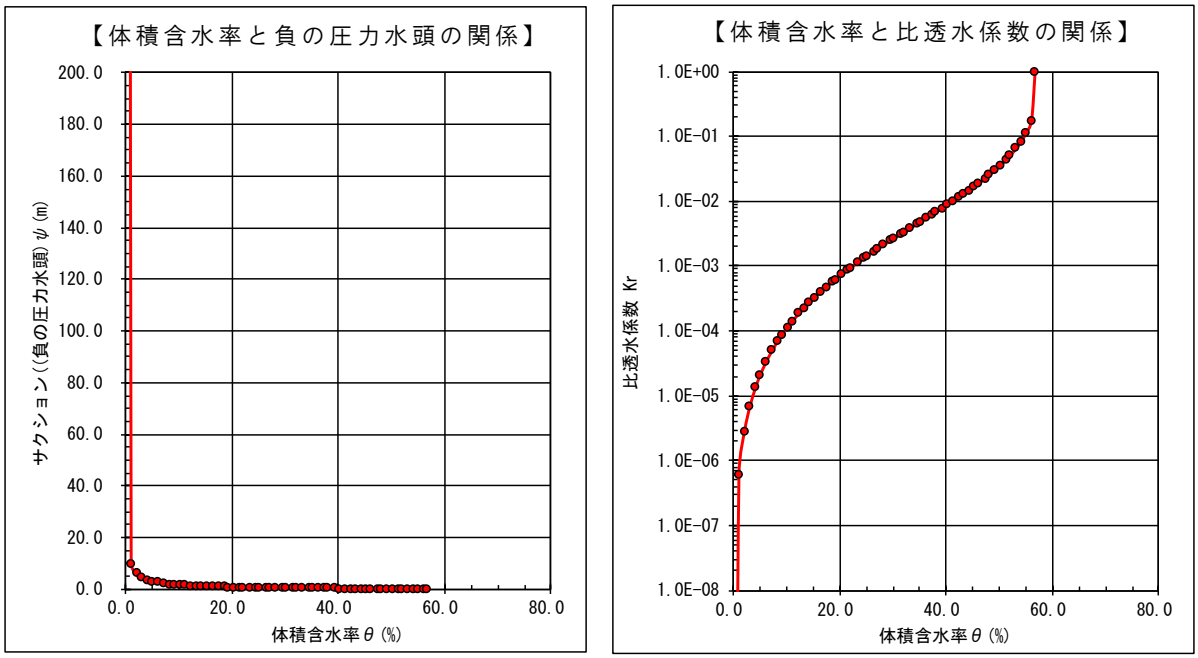


図 4-3　しらすの不飽和浸透特性推定例

参考表　一般的な不飽和浸透特性

【体積含水率θと比透水係数*Kr*の関係】

礫質土　：[G],[G-F],{GF} 砂質土　：[S],[S-F],{SF}	
θ	*Kr*
0.000	0.000
0.010	0.010
0.020	0.020
0.030	0.030
0.040	0.040
0.050	0.050
0.060	0.060
0.070	0.080
0.080	0.090
0.090	0.110
0.100	0.130
0.110	0.160
0.120	0.190
0.130	0.230
0.140	0.290
0.150	0.360
0.160	0.450
0.170	0.550
0.180	0.650
0.190	0.800
0.200	1.000

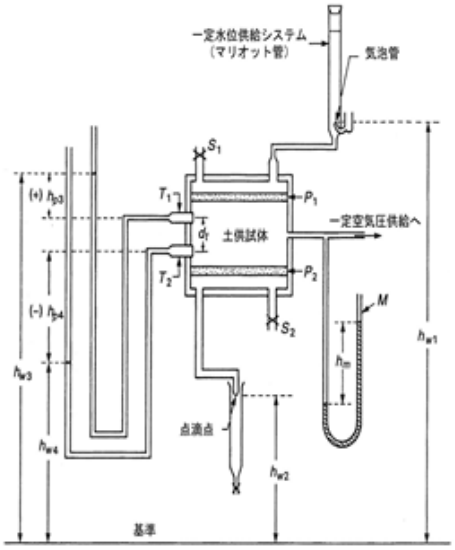
粘性土　：{M},{C}	
θ	*Kr*
0.000	0.000
0.010	0.003
0.020	0.006
0.030	0.010
0.040	0.015
0.050	0.020
0.060	0.030
0.070	0.040
0.080	0.050
0.090	0.070
0.100	0.090
0.110	0.100
0.120	0.140
0.130	0.180
0.140	0.230
0.150	0.290
0.160	0.360
0.170	0.460
0.180	0.590
0.190	0.750
0.200	1.000

【体積含水率θと負の圧力水頭（サクション）ψの関係】

礫質土　：[G],[G-F],{GF} 砂質土　：[S],[S-F]		砂質土　：{SF}		粘性土　：{M},{C}	
θ	ψ	θ	ψ	θ	ψ
0.049	12.000	0.119	12.000	0.590	1.900
0.050	1.900	0.120	1.900	0.060	1.500
0.056	1.500	0.123	1.500	0.062	1.000
0.068	1.000	0.129	1.000	0.066	0.800
0.078	0.800	0.135	0.800	0.068	0.700
0.084	0.700	0.138	0.700	0.070	0.600
0.090	0.600	0.141	0.600	0.072	0.500
0.100	0.500	0.146	0.500	0.074	0.400
0.112	0.400	0.153	0.400	0.076	0.300
0.126	0.300	0.160	0.300	0.081	0.250
0.136	0.250	0.166	0.250	0.084	0.200
0.150	0.200	0.173	0.200	0.088	0.150
0.164	0.150	0.181	0.150	0.092	0.100
0.178	0.100	0.188	0.100	0.095	0.050
0.190	0.050	0.195	0.050	0.098	0.000
0.200	0.000	0.200	0.000	0.100	

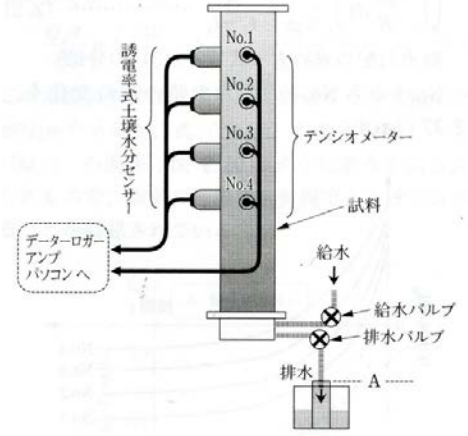
不飽和透水係数を求めるための「不飽和透水試験」には、「定常法」と、「非定常法」がある。

参考図 1 は定常法での試験装置の一例を示している[1)]。定常法は、供試体への流入量と供試体からの流出量が等しくなった時点（定常状態）での流出・流入量と動水勾配から不飽和透水係数を求める方法である



参考図 1 定常法を用いた測定装置

参考図 2 は、非定常法の一つで、即時断面計測法（インスタンテニアスプロファイル法）の試験装置を示している[2)]。図に示すように即時断面計測法では、供試体内に土壌水分センサーとテンシオメータが埋め込まれ、水分量とサクションの時間変化が同時に計測され、不飽和透水係数が計算されるので、試験時間は定常法に比べると飛躍的に短縮される。しかし、水分センサーとテンシオメータの応答時間に差があることに起因し、測定精度は定常法より劣る。



参考図 2 即時断面計測法の試験装置

水分特性曲線を求めるためには「土の保水性試験」に長時間が必要である。

この問題を解決する為に、地盤工学会論文集（pp.595-604,2006.）に記載されている酒匂・北村のモデルを用いれば、（粒径加積曲線と間隙比が既知であり、保水性試験で得られたプロット（含水比、サクション）が一つあれば、水分特性曲線が得られる。（補足資料-3　土の保水性試験　参照）

参考文献

1）Fredlund, D.G., Rahardjo, H. and Frendlund, M.D.: Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley & Sons, pp.354-374, 2012 を加筆・修正.

2）不飽和地盤の挙動と評価編集委員会編：不飽和地盤の挙動と評価、地盤工学会、pp.65-67、2004.

(4) 比貯留係数

比貯留係数は次式によって定義される。

$$S_s = S_r \cdot \frac{\partial n}{\partial h_p}$$

ここに、

S_s　：　比貯留係数

S_r　：　飽和度

n　：　間隙率

h_p　：　圧力水頭

比貯留係数は、不飽和・飽和浸透流解析（補足資料-4　参照）を行うために必要な係数であるが、現段階では比貯留係数を求めるための地盤調査法や土質試験法が確立・普及していないため、「手引き類」に記載された砂質土・粘性土の以下に示す代表的な値を用いるものとする。

・砂　質　土：S_s=1×10^{-4}(1/m)

・粘　性　土：S_s=1×10^{-3}(1/m)

(5) せん断強度

しらす堤防の強度係数設定方法を**表** 4-3 に示す。堤体・基礎地盤のせん断強度係数(c、φ)の具体値の設定は設計結果に大きく影響するため、原則として精度のよい室内土質試験結果を行い、決定するものとする。なお、室内土質試験を行っていない基礎地盤深部のせん断強度係数は、平均的な N 値を用いて算定する。（補足資料-3 参照）

表 4-3　しらす堤防の強度係数設定方法一覧表

区　分				粘着力c (kN/m^2)	内部摩擦角φ(°)	備考 (三軸試験条件)
堤体	三軸試験 実施の場合	砂・礫	Fc＜20%	「手引き類」に従いc=1.0	三軸試験結果(φd)	CD条件
		砂質土（中間土）	Fc≧20%	上限値をc=7.0とし、三軸圧縮試験結果(ccd)より設定	三軸試験結果(φd)	CD条件
		粘性土	－	三軸試験結果(ccu)	「手引き類」に従いφ=0	UU条件
	三軸試験 未実施 の場合	砂・礫	Fc＜20%	「手引き類」に従いc=1.0	N値を用いてφを推定	－
		砂質土（中間土）	20%＜Fc＜50%	「手引き類」に従いc=1.0	N値を用いてφを推定	－
		粘性土	50%＜Fc	N値を用いてcを推定	「手引き類」に従いφ=0	－
基礎 地盤	三軸試験 実施の場合	砂・礫	Fc＜20%	「手引き類」に従いc=0.0	三軸試験(φd)平均値	CD条件
		砂質土（中間土）	20%＜Fc＜50%	「手引き類」に従いc=0.0	三軸試験結果(φd)	CD条件
		粘性土	50%＜Fc	三軸試験結果(ccu)	「手引き類」に従いφ=0	UU条件
	三軸試験 未実施 の場合	砂・礫	Fc＜20%	「手引き類」に従いc=0.0	N値を用いてφを推定	－
		砂質土（中間土）	20%＜Fc＜50%	「手引き類」に従いc=0.0	N値を用いてφを推定	－
		粘性土	50%＜Fc	N値を用いてcを推定	「手引き類」に従いφ=0	－

●堤体砂質土(20%<Fc<50%)の粘着力の設定について

・検討箇所試験値が c ≦0.0(kN/m2)の場合
　⇒ c =1.0(kN/m2)

・検討箇所試験値が c ＞1.0(kN/m2)の場合
　⇒ （全川堤体砂質土平均粘着力）－（標準偏差）×1/2　を採用試験値の上限値として、当該箇所試験結果（ccd）を設定する。
　　ただし、粘着力（ccd）のバラツキを考慮してc=7.0(kN/m2)を上限値とする。

　　1 ＜　試験値ccd　＜　7　(kN/m^2)　⇒ 試験値を採用する。
　　7 ≦　試験値ccd　(kN/m^2)　⇒ c =7（kN/m^2)を採用する。

4.3 堤体設計

1. 堤防の法勾配は、２割以上の緩やかな勾配とし、川表・川裏の法面には、それぞれ野芝の総芝による芝付けを行うものとする。ただし、コンクリートブロックその他これに類するもので法面を被覆する場合は、この限りでない。
2. 土羽土は、原則としてしらす以外の良質土（粘性土）を用い厚さは 30 ㎝以上とする。
3. 堤防の小段面は、原則としてしらす以外の良質土を用い厚さ 30cm 以上で仕上げ、川裏、川表それぞれ野芝の総芝による芝付けを行なうものとする。
4. 川表法面に湧水等がある箇所については、護岸工及び漏水防止矢板工等の適切な処置を講ずるものとする。
5. 川裏側の法尻先には、必要に応じ石積等を設置するものとする。

（ 解 説 ）

(1) 法勾配

小段を有するしらす堤防の法勾配は従来の 1:2.0 を基本とするが、流下能力(川表側)や用地制限等を考慮し、一枚法(法勾配 1: 3.0 以上)の適用も検討するものとする。なお、一枚法を適用する場合、以下の点に留意するとともに、河川巡視計画に反映させるなど、施工後の点検を継続的に行うものとする。（補足資料-5「しらす堤防の 1 枚法化と植生」参照。）

1） 川表側は、降雨や河川水等の流水による侵食・洗掘に留意する必要があるため、護岸等の設置が望まれる。

2） 既設堤防への腹付けや基礎地盤のすり付けを行なう場合、必ず段切りを行なうと共に、段切り部やすり付け部の転圧を十分に行うこと。

なお、これらの箇所で地下水位が高い場合、法面の含水比が増加することによる不安定化が懸念さため、不飽和浸透による安全度の低下の評価を行い、必要に応じて浸透対策工の実施を検討する。

(2) 土羽土

しらすは水に弱く、肥料分に乏しいため、植生に適した土壌ではない。また、雨水による侵食防止、高水時における堤体内への浸透抑制などの効果も必要となることから、しらす以外の良質土を用いることを原則とした。

ただし、これにより難い場合は黒ボク、赤ホヤ、極軟質しらすや粘土分の

多い軟質しらすを用いてもよい。土羽土にしらすを用いる場合は植生の活着、繁茂がしやすいよう施肥を行うものとする。

(3) 植生工

降雨や河川水等の流水による侵食・洗掘を防ぐため、堤防法面および天端法肩、小段部は植生による侵食対策を実施する。

植生工の設計に際しては、以下の点に留意する。

張　　芝　：マット芝の場合、芝の継目から雨水が浸透し、芝張り直後に法面全体の安全度が低下する場合がある。このため、継目の少ないロール芝等の適用も考慮する。なお、長期的な維持・管理のことを考慮し、張芝は堤防法肩までの総芝施工を基本とする。

植生の種類　：野芝が一般的であるが、維持管理のことを考慮すると雑草の侵入を減少させるティフブレア、ザッソレス、みやこ等の雑草抑制芝などの採用も考慮する事。

施工時期　：十分な養生期間がある 11 月～1 月に施工を完了しておくことが望ましい。（補足資料-5 参照）

(4) 川表法面の湧水対策

しらす堤は特に水に弱く、湧水等により川表法面が崩落しやすいので、必要な箇所については、護岸及び漏水防止工等を施工することとした。

(5) 川裏側の法先構造

しらす堤防の法先は水で洗掘されやすく、民地へ土砂が流出するので、必要に応じ法先石積を設けることとした。

4.4 天端設計

しらす堤防の天端は、雨水の浸透及び堤防法面への流出を抑制するため、「天端舗装+溢水止+縦排水」による排水対策の実施を原則とする。

（　解　説　）

しらす堤防の災害は、施工直後の出水期に発生する場合が多く、この時期の天端・法面の保護が極めて重要である。このため、出来る限り天端舗装、溢水止、縦排水を実施することとする。天端の構造例を**図** 4-4 に示す。（補足資料-6「しらす堤防の天端状況」参照。）

(1) 天端舗装

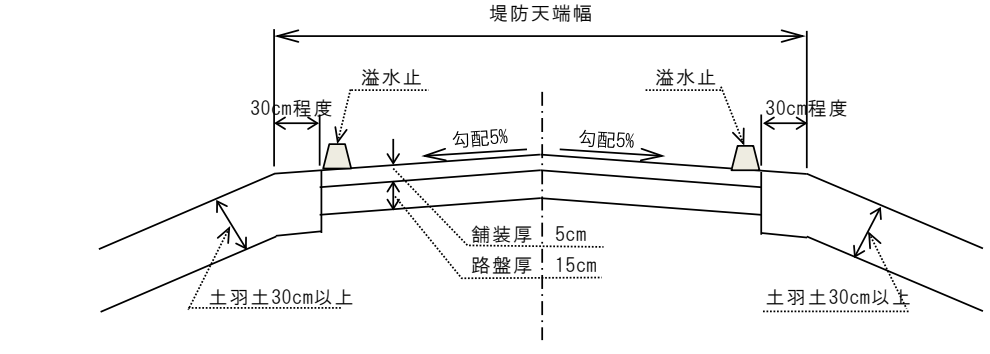
管理用通路としての天端舗装厚は 5cm を標準とし、路盤厚は 15cm または 20cm を標準とするが、設計 CBR により比較し決定するものとする。なお、必要に応じて路床改良を行なうものとする。（河川編 堤防天端の雨水浸透防止工 も参照すること。）

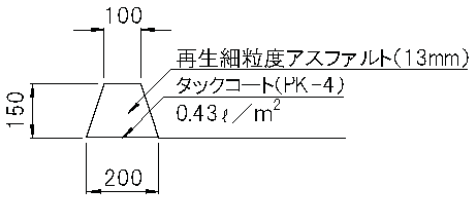
(2) 溢水止

堤防天端表流水の法面への流出を抑制するため、堤防天端法肩部に溢水止を設置するものとする。

(3) 縦排水

溢水止に集まった雨水等を安全に流下させるため、縦排水を設置するものとする。縦排水は原則として川裏側に設けるものとする。縦排水の詳細については、4.5　堤防の排水　によるものとする。





材料表　　(10m当たり)

記号	細粒度 As(13mm) (t)	ﾀｯｸｺｰﾄ PK-4 (ℓ)
AC	0.473	0.860

設計密度2.1t/m3

図 4-4　**天端構造の例（溢水止はアスカーブ又は縁石等とする）**

4.5 堤防の排水

1．堤防天端からの縦排水については、川裏側に設置することを基本とする。
2．堤防天端に取り付く道路と堤防裏法肩との交点には直線的な谷を設けないようカーブを入れるものとする。
3．堤防に坂路を設ける場合は、堤防天端と同様の排水対策を行なうとともに、川表側坂路については護岸工を実施するものとする。
4．橋梁と堤防天端のすり付け区間については、雨水が集中しやすく侵食を受けやすいため、排水対策工を検討するものとする。

（　解　説　）

(1) 縦排水について

縦排水の設置については、川裏側を原則としているが、堤脚水路の有無、堤防形状、縦横断勾配、その他現地状況により川裏側への排水が困難な場合のみ、川表側に設置できるものとする。

なお、排水構造（U型側溝、VP 管、高密度ポリエチレン管など）についても、現地状況を勘案して決定するものとする。

(2) 堤防法面と取付道路法面の擦り付け

堤防法面と取付道路の法面を直線的に擦り付けると、その部分が「谷構造」となり、降雨、雨水が集中し崩落の原因となるため、緩やかにすり付けを行なうものとする。

(3) 堤防に坂路を設ける場合

堤防に坂路を設置する場合、この坂路が雨水の水ミチ、流水の乱れの原因となり、法面が侵食、崩壊する可能性がある。このため、路面は舗装を行なうとともに、坂路の堤防側（法尻側）には法先ブロック、坂路の反対側（法方側）は溢水止を設置するものとする。なお、川表にあってはその前後 10m以上の区間を含めて護岸工を設置し、坂路及び堤体を保護するものとする。

(4) 橋梁と堤防天端とのすり付け区間について

橋梁と堤防天端のすり付け区間については、橋面が高く堤防天端に下り勾配ですりつくのが一般的である。このため、くだり勾配の終了地点では雨水等が集中するため、必要に応じ排水対策工を検討するものとする。

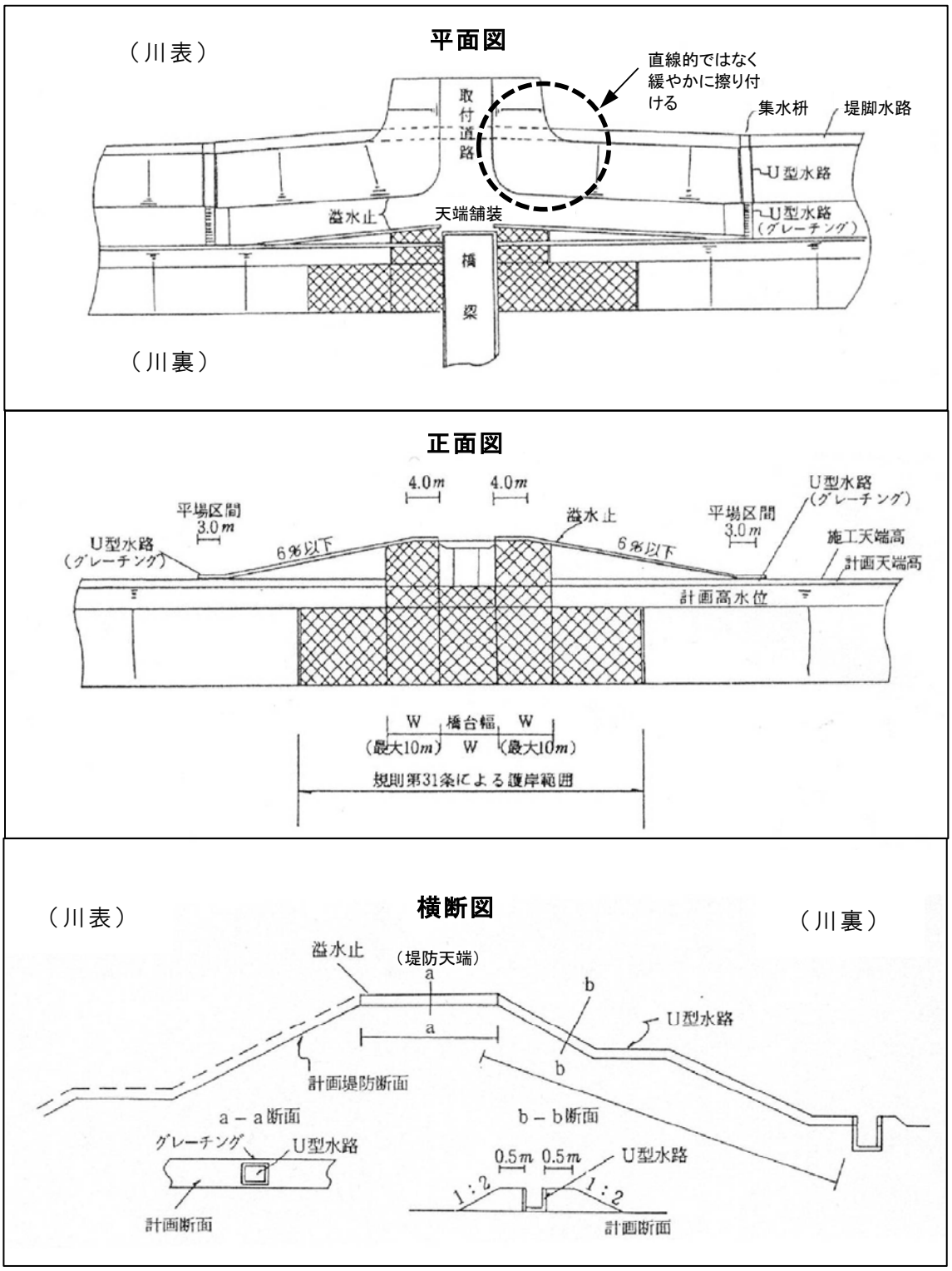


図 4-5　縦排水を川裏側に設置する場合（参考図）

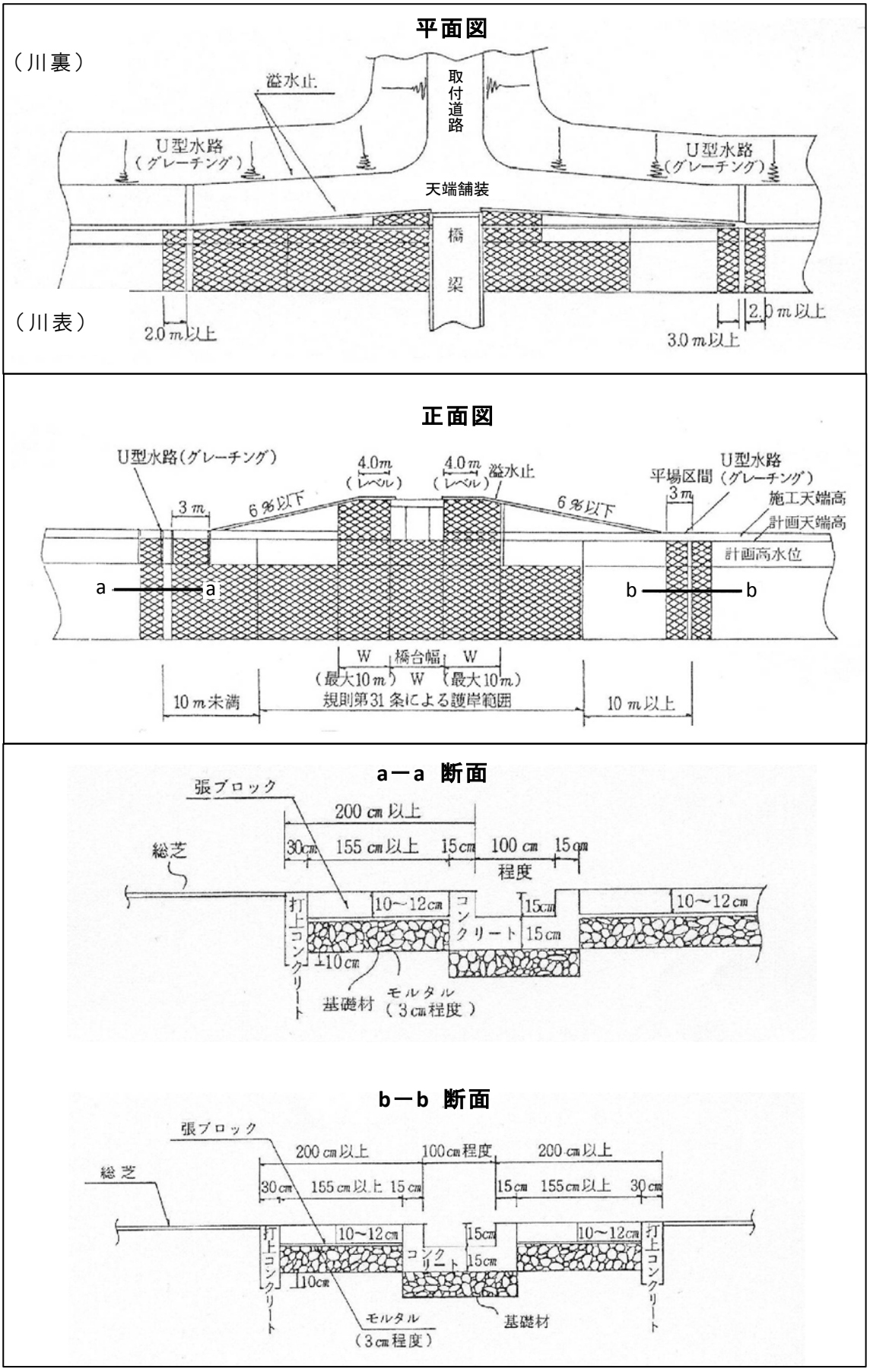


図 4-6　縦排水を川表側に設置する場合（参考図）

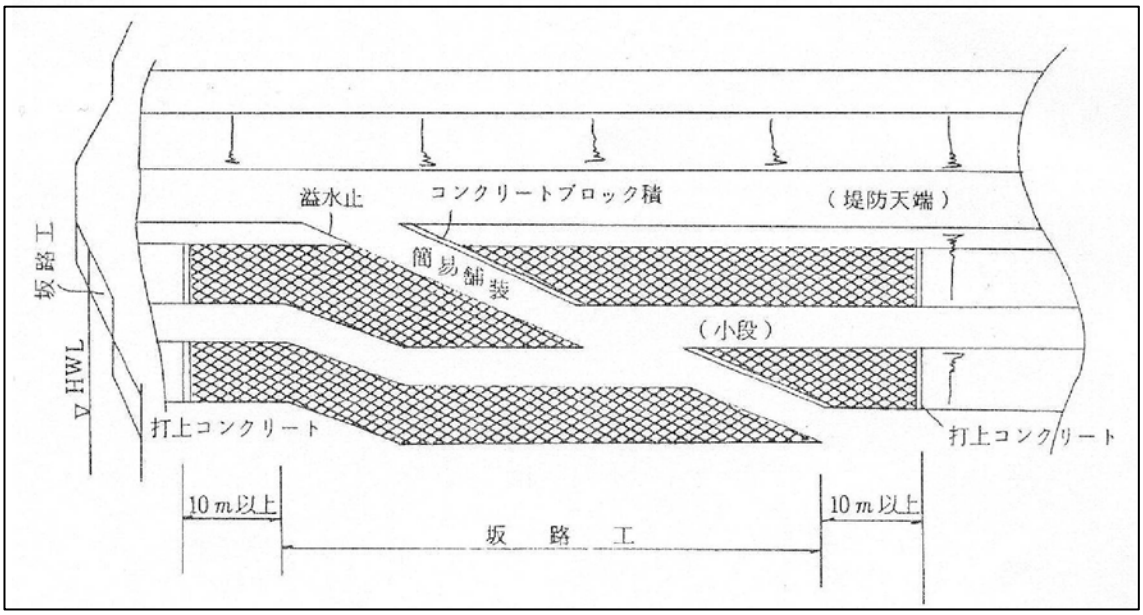

溢水止
コンクリートブロック積
（堤防天端）
簡易舗装
（小段）
坂路工
HWL
打上コンクリート
打上コンクリート
10ｍ以上
10ｍ以上
坂　路　工

図 4-7　坂路工（参考図）

第 5 章　しらす堤防の施工

5.1 築堤材料調査

堤体土に用いる材料は、施工性はもとより粒径、乾燥密度、せん断強度、透水係数等を総合的に勘案し決定するものとする。

（　解　説　）

(1) 築堤材料試験

1) 築堤材料としての適否判定や施工時の品質管理の資料とするため、使用予定土砂について**表 5.1** に示す室内土質試験を行うこと。また、堤防完成後の日常的な維持管理のための資料として、室内土質試験結果を補足資料-7「堤防整備資料整理」に示す様式で、データベース化することを基本とする。

表 5-1　築堤材料の室内土質試験項目一覧表

土質試験の項目		規格	堤体(砂質土)	土羽土(粘性土)
物理試験	土粒子の密度試験	JIS A 1202	◎	◎
	土の含水比試験	JIS A 1203	◎	◎
	土の粒度試験（ふるい+沈降分析）	JIS A 1204	◎	◎
	土の液性限界・塑性限界試験	JIS A 1205	△	◎ 5)
	土の保水性試験	JGS 0151	△ 1)	△ 1)
透水試験	土の室内透水試験	JIS A 1218	○ 1)	○ 1)
	不飽和透水試験	JGS 0311 4)	△ 1)	△ 1)
力学試験	突固めによる土の締固め試験（B-c法）	JIS A 1210	◎ 2)	◎ 2)
	締固めた土のコーン指数試験	JIS A 1228	□	□
	三軸圧縮試験（UU条件）	JGS 0521	―	○ 1),3)
	三軸圧縮試験（CD条件）	JGS 0524	○ 1)	―
備考	【凡例】 ◎ ： 試験実施項目 ○ ： できるだけ試験を実施（浸透に対する堤防強化対策等の検討・設計時及び強化堤防施工時） □ ： 築堤材料の施工性等の検討が必要な場合に実施 △ ： 可能であれば試験を実施（浸透に関する災害箇所等の対策時） 1) ： 最大乾燥密度の90%となる密度調整試料を用いて試験を実施する。 2) ： 材料によっては試験条件を変更する必要がある。（最大粒径等に応じて） 3) ： 粘土混じり砂等の砂質土の場合はCD条件にて実施する。 4) ： 地盤材料試験の方法と解説、（社）地盤工学会p526参照 含水比～透水係数関係のプロットは１つ以上必要 5) ： 砂分が多い場合は△ ※ 堤体は砂質土を想定している。土羽土は粘性土を想定している。 　　は、しらす堤防の特性を考慮した試験項目			

2）室内土質試験結果に基づく築堤材料の適否判定に際しては、施工性に加え、粒径分布、乾燥密度、せん断強度係数、透水係数について以下の値に適合することが望ましい。

① 粒径分布は堤体土の標準適用範囲（**図** 5.1 参照）

② 最大乾燥密度は 1.0t/m^{3}以上

③ 内部摩擦角は 30°以上

④ 透水係数は 2×10^{-3}cm/s（2×10^{-5}m/s）以下

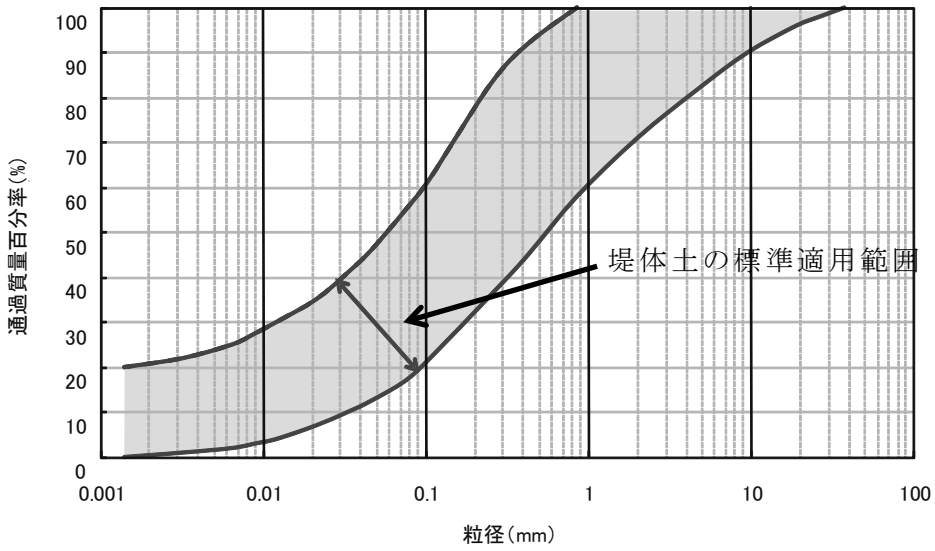


図 5-1 堤体材料の粒度範囲

(2) 築堤材料の選定

築堤材料の選定については、**図** 5.2 に示す選定フローに従って選定するものとする。各段階の判定の目安は以下及び補足資料-8「築堤材料の選定方法に関する検討結果」を参考とすること。

1）粒径分布（粒径加積曲線)による選定

堤体土に用いる築堤材料は**図** 5.1 に示す粒度範囲のものを標準とする。

土羽土はしらす以外の難透水性の粘性土を用いることを基本とし、**図** 5.3 に示すように堤体土の標準適用 範囲内の上限値と平均値の範囲に粒径分布が入る材料とすることが望ましい。なお、この範囲から大きく外れる場合は、他の土質材料との混合を検討する。

2）締固め特性による選定

締固め曲線に明瞭なピークが存在し、施工時の締固め管理が可能な材料を選定する。なお、このような材料の選定が困難な 場合は他の土質材料との混合を検討する。

3）施工性・自然含水比による選定

盛土の施工規模や使用する機械に応じて目安となるコーン指数を設定し、これらの値を確保できない(あるいは、コーン指数から選定される機械では所要の品質の確保が難しい)場合は、築堤材料の混合・改良により十分な施工性を確保するものとする。

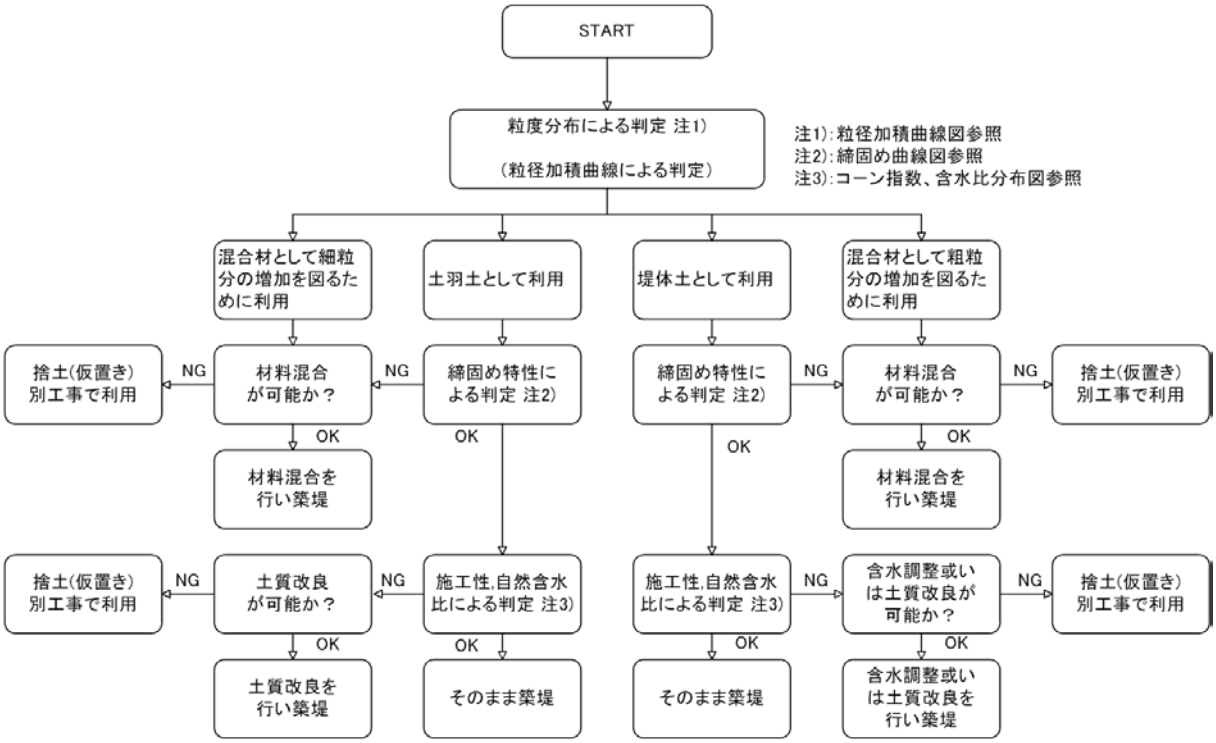


図 5-2　築堤盛土材の選定フロー

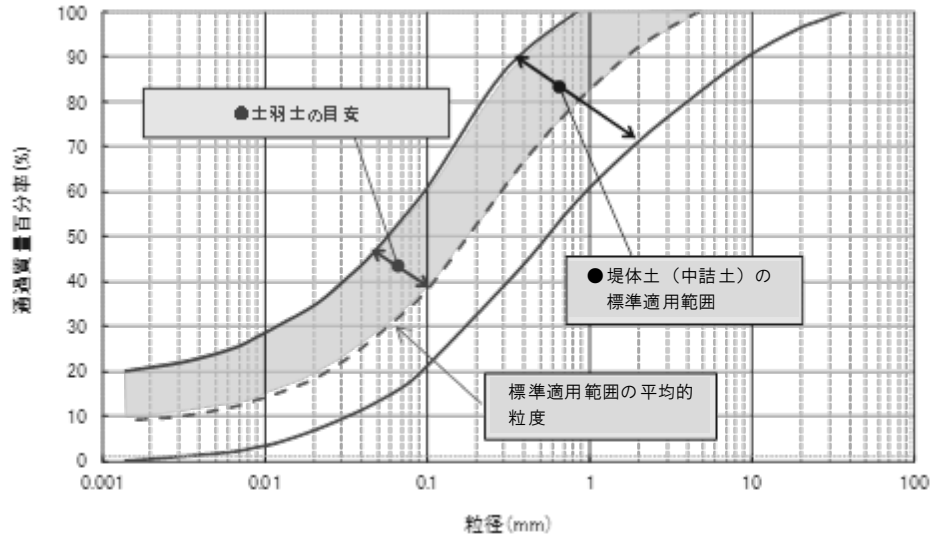
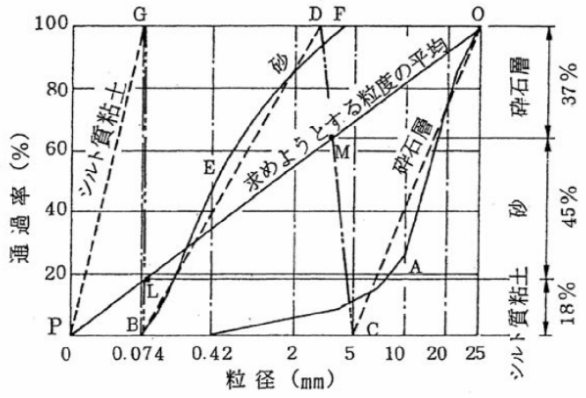


図 5-3　土羽土の望ましい粒度範囲

(3) 築堤材料の混合・改良

1) 築堤材料の混合方法

単独の築堤材料では、**図 5-1**、**図 5-3** に示す標準的な粒径分布から外れる築堤材料については他材料との混合を検討する。築堤材料の粒度調整時における混合比の設定方法を**図 5-4** に示す。



① 求めようとする粒度の粒径加積曲線を通過百分率で表し、粒子の大きさの分布を直線で表されるように図示する。
② 同一尺度を用いて、混合する原材料の粒径加積曲線を記入し、この曲線をほぼ近似値とする直線になおす（PG,BD,CO）
③ これらの直線と反対端を結び（BG,CD）、求めようとする粒径加積曲線（直線）との交点を求めると（L,M）、その百分率が配合割合を示すことになる。

【粒度調整方法　（「河川土工マニュアル」H21.4より抜粋）】

図 5-4　築堤材料の粒度調整時における混合比設定方法

2）築堤材料の改良

築堤材料の含水比が高く、所要の施工性が確保できない場合、建設機械の走行を確保するため、コーン指数の基準を設定したうえで、改良に必要となる添加剤の配合量(添加量)を決定するものとする。

土質改良時の配合量は、改良する築堤材料の種類や含水比添加剤によって大きく異なるため、 築堤材料ごとに配合試験を実施するものとする。建設機械の走行に必要なコーン指数を**表 5-2** に示す。

表 5-2　建設機械の走行に必要なコーン指数

建設機械の種類	コーン指数q_c kN/m^2(kgf/cm^2)	建設機械の接地圧 kN/m^2(kgf/cm^2)
超湿地ブルドーザ	200（2）以上	15（0.15）～23（0.23）
湿地ブルドーザ	300（3）以上	22（0.22）～43（0.43）
普通ブルドーザ（15t級程度）	500（5）以上	50（0.50）～60（0.60）
普通ブルドーザ（21t級程度）	700（7）以上	60（0.60）～100（1.00）
スクレープドーザ	600（6）以上 （超湿地型は400（4）以上）	41（0.41）～56（0.56） 27（0.27）
被けん引式スクレーパ（小型）	700（7）以上	130（1.3）～140（1.4）
自走式スクレーパ（小型）	1,000（10）以上	400（4.0）～450（4.5）
ダンプトラック	1,200（12）以上	350（3.5）～550（5.5）
タイヤローラ	800（8）～1,000（10）以上	280（2.8）～460（4.6）

なお、補足資料-9「築堤材料の改良・混合に関する検討結果」も参照すること。

5.2 現場試験盛土

盛土の施工に先立ち、締固め層厚 30cm 及び締固め度 90%以上となるまき出し厚、転圧回数を設定するため、現場試験盛土を実施する。

（ 解 説 ）

しらす堤防における標準的な試験盛土の方法を**図 5-5** に示す。（補足資料-10 参照）

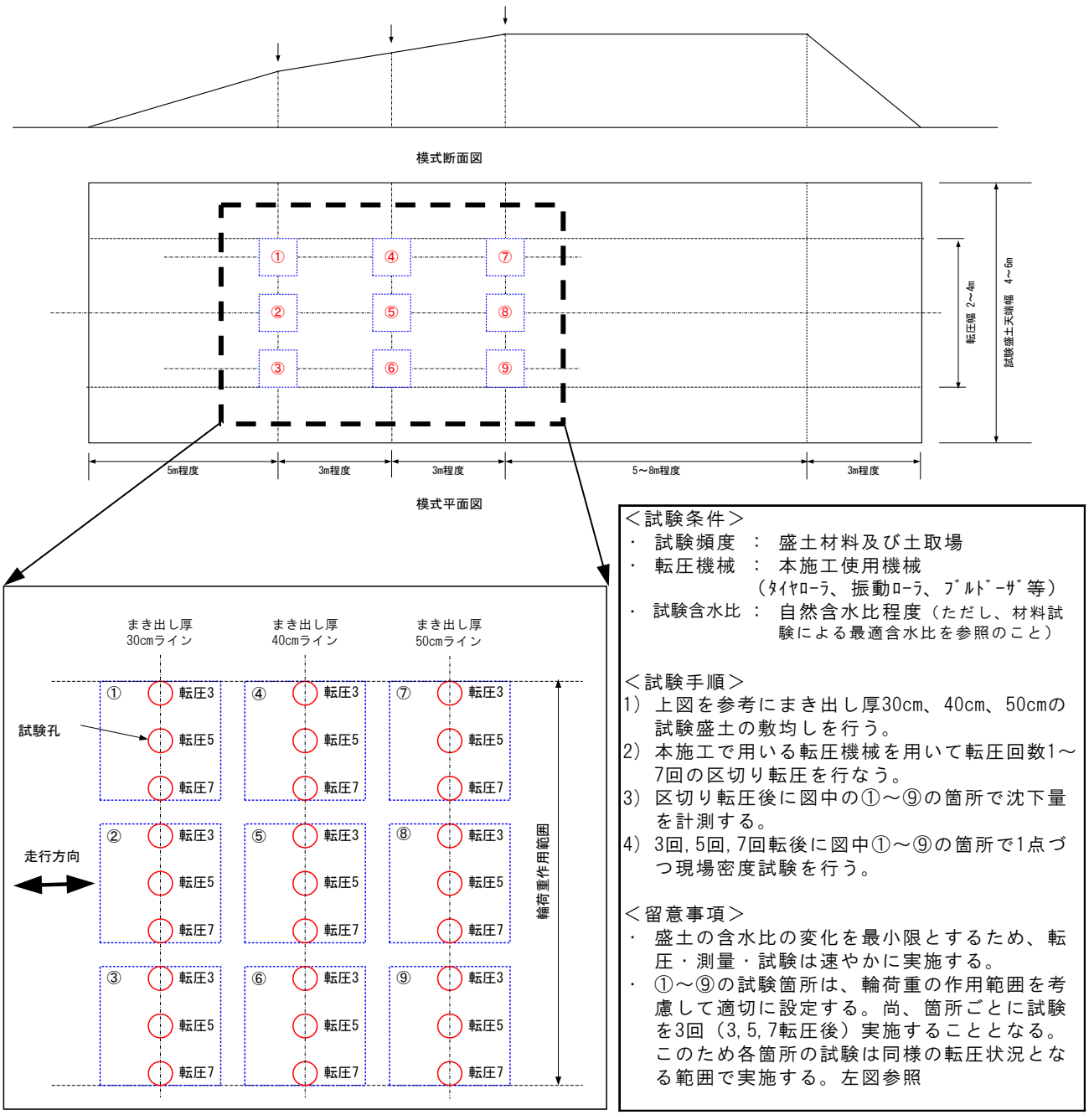


図 5-5 標準的な試験盛土方法

5.3 施工方法

1. 締固めは現場試験盛土を行い、機種、締固め回数、まき出し厚、施工時の含水比などを決定し、十分な締固めを行う。
2. 築堤で既存堤防の拡築（表腹付け、裏腹付け、土羽土補修等）を行う場合は、旧法面となじませるため段切りを行うものとする。
3. 現場搬入済みの盛土材は、その日のうちに締固めるものとする。なお、雨期での施工は、法面の崩壊を考慮し、排水その他に充分注意するとともに、施工中の盛土法面の安定、流水に対する洗堀の防止にも十分配慮するものとする。
4. 土羽部の施工は、盛土材と土羽材を同時にまき出し・転圧し、転圧後にバックホウ等で法面を整形（削り取る）するものとする。
5. 堤敷に黒ボク、赤ホヤの火山灰質粘性土がある場合、堤敷掃除を行い、十分締固めた後に盛土を開始するものとする。

（ 解 説 ）

(1) 堤体の締固めは機種、締固め回数、まき出し厚さ、施工時の含水比などを考慮して、現場試験盛土を行い、標準作業を定める事とする。一般的に締固めは、ブルドーザー11ｔ級以上、締固め回数 5 回以上、仕上げ厚 30 ㎝を標準としている。なお、締固め度は 90％以上を目標とする。

(2) 既存堤防の拡築を行う場合は、既設堤防表面の地質状況を確認の上、必要に応じて表土剥ぎ取り（20cm～30cm 程度）を行った上で、既設堤防となじみを良くするため、段切りを行うものとする。法面部等の締固め幅及び密度を確保するため、図 5-6 に示すように、仕上げ面※1 より 1m 程度※2 の範囲（締固機械による最小施工幅を確保）で締固めを行い、仕上げ面において、密度管理※3 を行なうものとする。

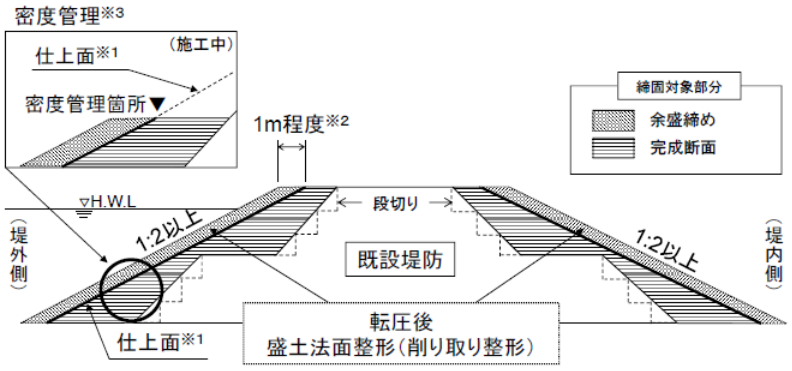


図 5-6 堤防拡築時の締固め

(3) ほぐしたしらすは特に水に弱いため、降雨、流水により侵食されて流出することがあり、第三者に被害を与え、また工事の手戻りを生じる恐れがあるので、搬入されたしらす土はすみやかに締め固めまで行なうものとする。また、雨期に工事を行う場合は、しらすの流出防止策及び仮排水溝の設置等を十分配慮すること。

(4) しらす堤防における土羽部の施工は、盛土材と土羽材を同時にまき出し・転圧し、転圧後にバックホウ等で法面を整形（削り取る）する「盛土一体施工」を標準とする。(**図** 5-7 参照、補足資料-11 参照)。

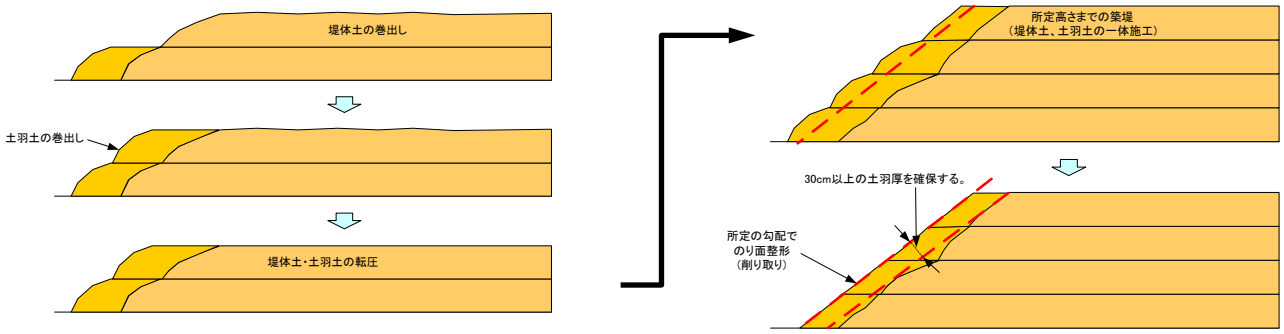


図 5-7　しらす堤防における土羽部の施工方法（案）

(5) 耕作地等に堤防拡幅等を行なう場合、表土の下には黒ボク、赤ホヤが埋設されている場合が多く、表土剥ぎ取り後は、50～70 ㎝程度ほぐした状態になってしまう。このため、当該箇所に築堤する場合は、地盤を入念に締固めた後に盛土を開始する必要がある。

(6) その他の留意事項として以下の事項が挙げられる

1) 盛土天端の横断方向には排水勾配を設け、雨水等を速やかに排水させる。また、濁水処理が必要な場合は適切な対策を講じる。

2) 降雨が予想される場合は、排水勾配を確保した後、盛土全体をシートで覆う。

3) 盛土施工時には簡易的な含水量測定を行い、適宜散水・曝気を行う。

4) 盛土材に使用予定の材料を仮置きする場合は、雨水により含水量が変わらないようにシート掛け等の養生を行う。

5) 盛土端部等は転圧不足が生じないよう余盛りを行い、削り取り整形を実施する。

6) 盛土端部等の施工では、現地状況に応じて振動ローラー等を利用し、入念な締固めを行う。

7) 張芝等の施工に際しては、天候により適当な散水(侵食に留意)を行い、植生活着の促進を図る。

8) マット芝の施工は法面下段より始め、 盛土縦断方向の芝継目に隙間ができないように施工する。

9) 張芝等の施工後、法面には降雨時にシート掛け等を行い、法面の侵食を防止する。

10) 旧堤等の掘削土については、通常の含水比は最適含水比程度のものが多いため、掘削時期等を調整することにより、ある程度含水状態が良好な築堤材料の入手が可能となる。

5.4 施工管理方法

しらす堤防の施工に際しては、施工内容、施工状況、材料特性等を資料として記録・保存することが重要である。このため堤防整備資料様式に従って記録・保存することを基本とする。

(解 説)

しらす堤防における施工管理基準は以下のとおりとする。なお、当面の間 ICT 施工を行なった場合も同様とする。

(1) しらすを盛土材料として使用する場合

標準的な室内での締固め試験方法は「突固めによる土の締固め試験(B-c 法)」とする。

(2) しらすを盛土材料として使用する場合(砂置換法、ｺｱｶｯﾀｰ法の場合)

管理基準値は「最大乾燥密度の 90%以上」とする。

(3) 施工管理頻度

しらす堤防では土羽土の品質が堤防の安全性に大きく影響するため、堤体部と同等の頻度で施工管理を実施する。その際の頻度は 「川表・川裏各 2 回/40m」程度とする。

(4) 施工管理位置及び方法

しらす堤防では法面表層部における品質の確保が非常に重要であるので、堤体土については法面表層部近傍、土羽土については法面上下段部における施工管理を十分に行う(**図** 5-8 参照)。土羽部等、現地の状況に応じてコアカッター法による施工管理を実施するものとする(**図** 5-9 参照)。

(5) しらす堤防のデータ蓄積

しらす堤防については、現在でも未解明な部分があるため、各種データが非常に重要である。このため、堤防整備資料様式（補足資料-7 参照）を利用し、データの記録・保存・活用を基本とする。

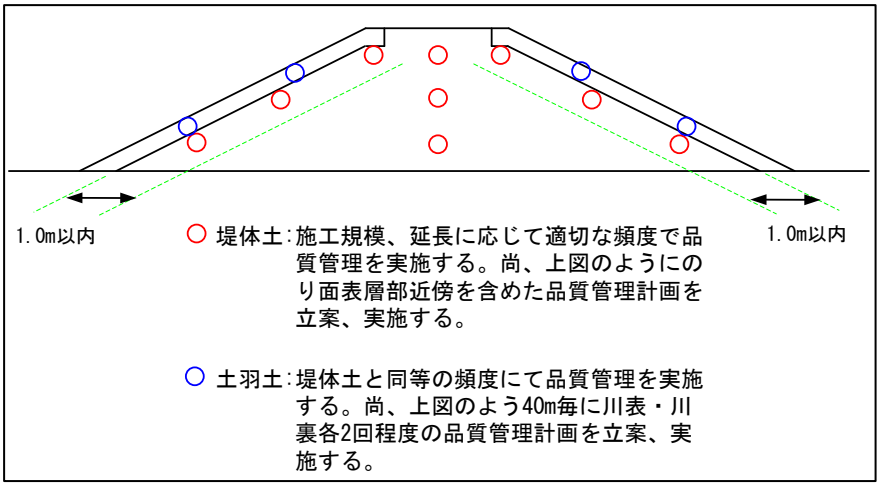


図 5-8　しらす堤防における施工管理位置概念図

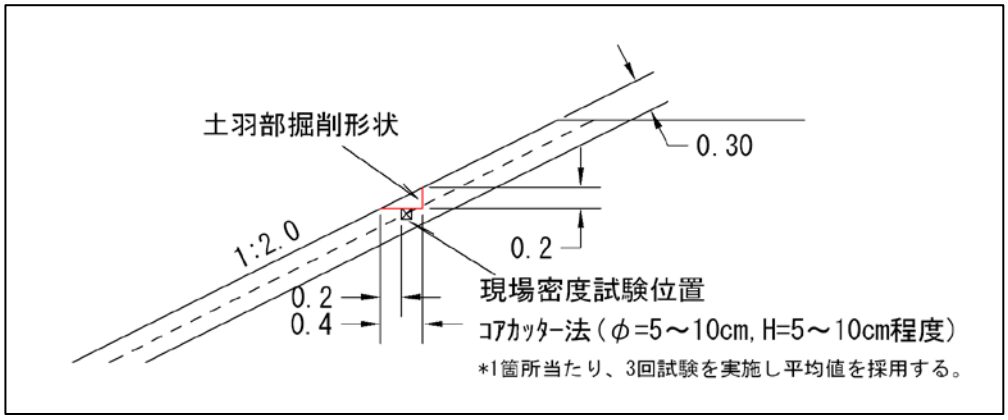


図 5-9　コアカッター法による土羽部の現場密度試験例

※コアカッター法

粗粒分を含まない細粒度（火山灰質粘性土など）に適用する試験方法。作業性もよく試験値のバラツキも少ない。

試験対象土にコアカッターを打ち込み、掘り出した後に両端面を整形して質量を測り土の密度を求める方法。

Ⅲ　道　路　編

第６章　切土工の設計

6．1　切土のり面勾配

切土のり面の勾配は、下表を標準とする。

土質および地質		標準値	適用範囲
シラス	硬質シラス 中硬質シラス 軟質シラス	１：1.0	１：0.8～１：1.2
	極軟質シラス	１：1.2	１：1.0～１：1.5
火山灰質粘性土		１：1.2	１：1.0～１：1.5
降下軽石		１：1.2	１：1.0～１：1.5
熔結凝灰岩	堅硬部	―	１：0.5～１：0.7
	風化部	―	１：0.7～１：1.0

注）１．上表は、植生など適切な保護工を施した場合に適用できる。
２．適用範囲より急にする必要がある場合は、原則として土質試験および安定試験などを行い、のり面保護工を含めて総合的に判断してきめること。
３．切土高がほぼ10ｍを越える場合は、「6.2 切土小段」を参照のこと。

1)　シラスの種類に応じてのり面勾配を定めている旧指針(案)の基準は現在も十分機能を果たしているが、のり面実態調査結果、景観あるいは自然環境への配慮および走行時の視距離への配慮等から、のり肩および小段等の排水工を十分に完備する前提で、豪雨時のみならず地震時の力学的安定性にもより優れている1:1.0の緩勾配をシラス(極軟質シラスを除く)の標準とすることにした。

2)　極軟質シラスは粘性土化しているため、土木工事設計要領に示す粘質土相当として標準値を１：1.2とした。

3) 火山灰質粘性土、降下軽石、溶結凝灰岩は、それぞれ土木工事設計要領に示す粘質土、礫質土、軟岩・風化岩に相当するものであり、それを参考とした。

なお、ここに示す以外の土質および地質が現われた場合には、土木工事設計要領に従ってのり面勾配を決めること。

4) 小段間の同一のり面に２つ以上の土質が現われた場合は、標準値の緩やかな方ののり面勾配を用いること。

5) シラス地帯では上部に火山灰質粘性土や降下軽石が比較的薄層で覆っていることが多いので、最上段のり面は１：1.2とすることが望ましい。

6) 用地の制約などで適用範囲より急にする必要がある場合は、原則として、土質試験および安定計算を行い、枠工、グラウンドアンカーに、補強土工、擁壁工などののり面保護工と併せ総合的に判断すること。

7) 湧水や浸透水が多い場合は、勾配の変更を含め、適切なのり面保護工および地下排水工を選定すること。

6．2 切土小段

切土高が高い場合は、小段を設けるものとする。

小段は切土高がほぼ10ｍを越える場合、地層の変化などを考慮に入れて、ほぼ７ｍ毎に設けるものとする。

小段幅は1.5ｍを標準とし、小段排水溝は必ず設置し、小段面は張コンクリートで被覆するのを標準とする。

1) シラスの小段は弱点となりやすいが、切土高が高い場合は切土作業の利便、表流水や浸透水のカット、一部崩落土の貯留などのため小段を設けるものとする。

小段は土木工事設計要領に準じて切土高がほぼ10ｍをこえる場合に７ｍ間隔に設けるものとするが、火山灰質粘性土とシラスの境界やシラスと溶結凝灰岩の境界など地層の変化箇所に設けることを考慮した方がよい。これは、地層の変化によるのり面勾配やのり面保護工の変化に対する作業上の利便あるいは地層の変化による浸透水の集中に対する地下排水工の設置などに対処しやすいためである。ただし、設計上困難な場合はこの限りでない。

2) 小段の幅は管理上の必要幅を考慮して 1.5ｍを標準とし、のり面排水のため小段排水溝は必ず設ける。

小段排水溝は小段のややのり面寄りに設け、プレキャストコンクリートU型溝(300 ㎜×300 ㎜)が一般的で、このほか皿型溝や張コンクリート方式もある。小段排水溝設置の際の外周部の埋戻しはソイルセメントにより丁寧に行うこと。

3) 小段面は植生の場合浸食をうけやすく、長年の間に雑木の繁茂などで管理上の支障となるので張コンクリート（ｔ＝５㎝）で全面被覆することとする。

のり面保護工にモルタル吹付を用いる場合は、小段面も同時にモルタル吹付を行ってもよい。

4) 小段のり尻部の侵食を防止する観点から､小段のり尻部の高さ 30 ㎝間を張コンクリート（ｔ＝５㎝）で被覆することとする。

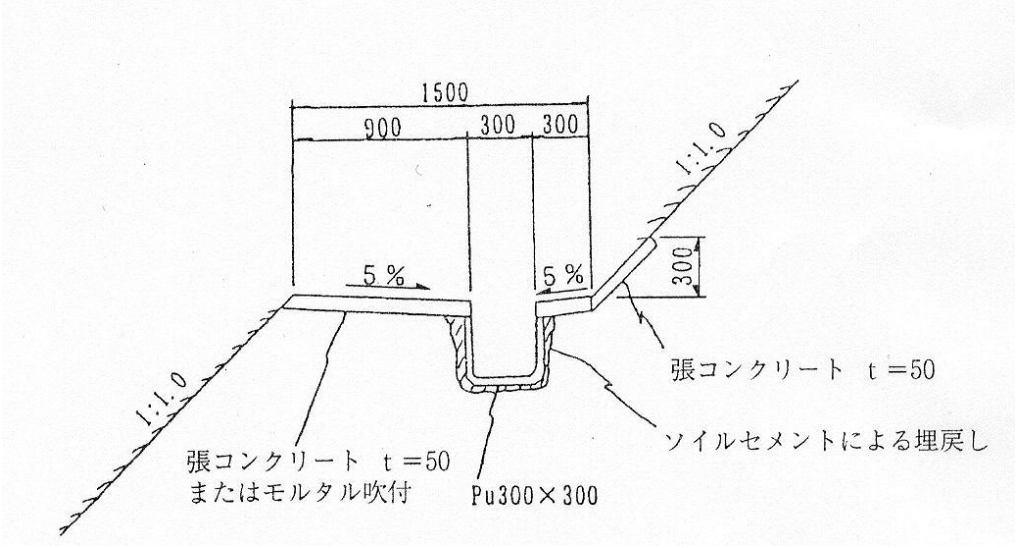


図６－１　切土小段構造図(例)

6．3　切土のり肩

１．切土のり肩にはラウンディングを付けるものとする。

２．切土のり肩には原則としてのり肩排水溝を設けるものとする。ただし、後背地からの表流水が少ない場合は省略できる。

３．切土のり肩には余裕幅を確保するものとする。

1)　切土のり肩付近は植生が定着しにくく浸食を受けやすいため、また、道路のり面の景観をやわらげるため、ラウンディングを付ける。ラウンディングは既往研究成果によれば、のり面に発生する引張り破壊領域を小さくする効果もある。

ラウンディングの大きさは施工事例などより接線長１ｍ程度とする。

2)　のり肩排水溝は後背地からの表流水が少ない場合を除き設置するものとする。のり肩排水溝はラウンディングの外側に設け、現地の状況に応じてプレキャストコンクリートＵ型溝（300 ㎜×300 ㎜）や皿型溝、張コンクリート方式などが用いられる。

3)　のり肩には万一の崩壊や作業スペースを考慮して、余裕幅を確保する。余裕幅は切土高に応じて、土木工事設計要領の「道路用地杭及び用地境界杭の設置について」の規定に準じる。余裕幅内の立木は台風時の揺れによる地盤のゆるみを防ぐため伐採し、裸地は張芝などで被覆しておくこと。

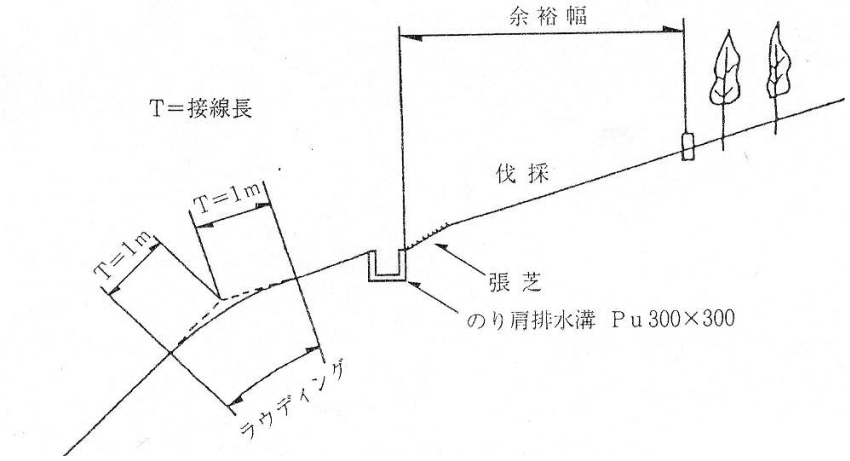


図６－２　のり肩の構造図(例)

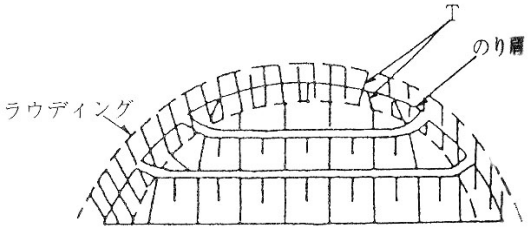


図６－３　縦断方向ラウンディング図

6．4　切土のり尻

切土のり尻の保護路肩部は原則として張コンクリートなどで被覆するものとし、のり面下部も必要に応じ構造物によるのり面保護工で保護するものとする。

1)　切土のり尻は表流水や浸透水によって洗掘されやすいので、保護路肩部は小段面同様に原則として張コンクリートで被覆するものとする。保護路肩に排水溶を設ける場合は、排水溝以外の部分を張コンクリート（ｔ＝５㎝）で被覆すること。

環境美化のため保護路肩部に植栽をする場合は、植栽に必要な幅を確保し、のり尻にU型排水溝（300 ㎜×300 ㎜）を設けること。

2)　切土のり尻ののり面は、表流水や浸透水によって崩れやすいことがある。また、防火の必要上植生しない方がよいことがある。この場合は、のり長２ｍぐらいをのり枠中詰ブロック張（又は栗石張）とするのがよい。

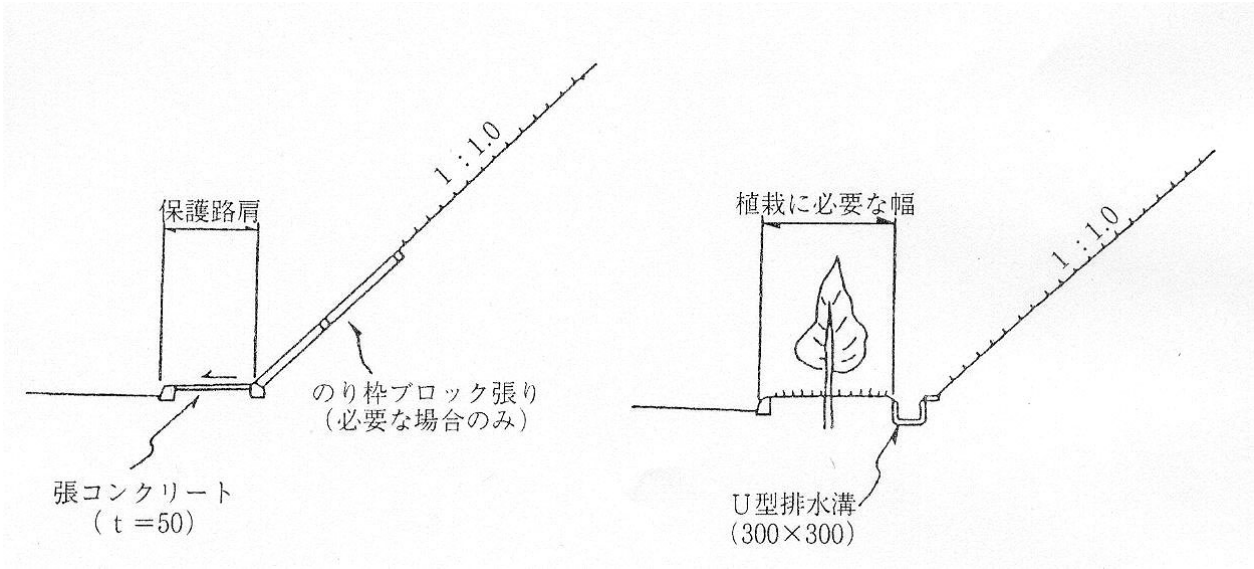


図６－４　切土のり尻構造図(例)

6．5　切土のり面保護工

切土のり面保護工は、下表を標準とする。

土質および地質		のり面保護工の種類	
		標準工種	適用工種
シラス	硬質シラス	厚層基材吹付工	プレキャスト枠工 植生土のう工 ﾓﾙﾀﾙまたはｺﾝｸﾘｰﾄ吹付工
	中硬質シラス	1：0.8～1：0.9の場合　t＝7cm	
	軟質シラス	1：1.0～1：1.2の場合　t＝5cm	
	極軟質シラス	客土吹付工 t＝1cm， 種子散布工	植生マットエ，張芝工
火山灰質粘性土		客土吹付工 t＝1cm， 種子散布工	植生マットエ，張芝工
降下軽石		厚層基材吹付工　t＝5cm	プレキャスト枠工 植生土のう工
溶結凝灰岩	堅硬部	厚層基材吹付工	ﾓﾙﾀﾙまたはｺﾝｸﾘｰﾄ吹付工 無処理
		1：0.5の場合　t＝10cm	
		1：0.6～1：0.7　t＝7cm	
	風化部	厚層基材吹付工	
		1：0.7～1：0.9の場合　t＝7cm	
		1：1.0の場合　t＝5cm	

注）1．のり面が浸食されやすい場合は、プレキャスト枠工を併用すること。
2．モルタル又はコンクリート吹付工は、環境上の問題が少ない場合などに用いることができる。
3．のり面勾配を適用範囲より急にする必要がある場合は、原則として必要な試験および安定計算を行い、吹付枠工、現場打コンクリート枠工、補強土工、グラウンドアンカー工、擁壁工などを検討すること。
4．湧水や浸透水が多い場合は、のり枠中詰ブロック張(栗石張)工、ブロック積(張)工、じゃかご工、井桁組擁壁工および地下排水工などを適宜用いること。
5．植生工に用いる植物の種子は、木本類を主体とすることが望ましい。
6．構造物によるのり面保護工を行う場合は、つる性植物などによる被覆が望ましい。
7．厚層基材吹付工の基材の厚さは決定されたのり面勾配に対して適用すること。

1)　シラスは肥料分に乏しく、特に指標硬度27mm以上の中硬質および硬質シラスについては植生困難とされてきたが、最近ののり面保護工法の発達により、浸食に強く、緑化基盤材を長く保持できて、シラスや岩類にも実績の多い厚層基材吹付工を用いることを原則とした。

厚層基材吹付工の厚さは「のり面工・斜面安定工指針」や施工例等を参考として定めた。

のり枠を使用する場合は、厚層基材吹付工の他、植生土のう工も用いてよい。

モルタル又はコンクリート吹付工は、施工性がよく、維持管理上のり面の変動が察知しやすく、草刈の必要がないなどの利点があるので、環境上の問題が少ない場合などで、湧水が少ない場合に用いてよいこととした。なお、従来、シラス地山とのなじみをよくするため、シラスを用土にしたシラスモルタル吹付工を用いていたが、その効果は不明であるので、通常のモルタル吹付工でよいこととした。

2) 極軟質シラスおよび火山灰質粘性土は、植生の活着がよく浸食にも強いので、客土吹付工厚さ１㎝を標準とし、草本型種子の場合は種子散布工でもよい。植生マット工や張芝工も補助的に用いてよい。

降下軽石層は礫質土であるため、厚層基材吹付工厚さ５㎝を標準とするが、表面が崩れやすい場合はのり枠工を併用し、枠内には植生土のう工を用いてよい。また、降下軽石層から湧水がある場合があるので、この場合はのり枠内をブロック張又は栗石張工とすること。

火山灰質粘性土層と降下軽石層は共に層厚が薄く、両層が重なり合っている場合も多いので、この場合は、その状況に応じた同一ののり面工法を選定すること。

溶結凝灰岩は、厚層基材吹付工厚さ 5～10 ㎝とし、環境上の問題が少ない場合などはモルタル又はコンクリート吹付工も用い、堅硬な場合は無処理でもよい。

3) シラスの高い切土のり面の下部のり面や構造物に隣接するのり面など浸食を受けやすい箇所は、プレキャスト枠工を併用すること。プレキャスト枠工は一般にプレキャストコンクリート枠が用いられ、シラスのり面へ掘込まずに設置する方が、シラス地山を乱さず、また、施工上も有利である。

4) のり面勾配を適用範囲より急にする必要がある場合は、原則として土質試験やアンカーの引抜き試験および安定計算などを行うものとするが、工事規模が小さい場合は、既知の類似の試験値や「道路土工―のり面工・斜面安定工指針」の推定値を用いてもよい。

のり面勾配が急になるに従って、一般に吹付枠→現場打コンクリート枠→補強土工(枠併用)→グラウンドアンカー工(枠併用)→擁壁工(もたれ擁壁など)を検討すること。

のり枠の中詰を植生とする場合の最急勾配は通常１：0.8 までで、それ以上の場合は中詰にモルタル吹付、コンクリート吹付などを用いること。

5) シラスのり面に吹付枠を用いる場合、シラスを掘込まずに設置する場合と、植生工の厚さだけ減じた深さに掘込んで設置する場合がある。後者の方が施工手間が多く、地山を乱すおそれはあるが、地山の浸食に強く、美観上優るなど一長一短あり、現地状況に応じて選定すること。

6) シラスと溶結凝灰岩や基盤岩の境界部、降下軽石層や砂礫層がのり面に現われる場合は、湧水や浸透水でのり面特にシラス面が浸食されやすいので、状況をよく観察して、のり面保護工および地下排水工を選定すること。

一般に、湧水や浸透水の程度が少ない場合は、プレキャスト枠中詰ブロック張工(又は栗石張)、ブロック張工などを用い、水抜孔を充分に(2㎡に1ヶ所以上)施すこと。湧水や浸透水が多い場合は、井桁組擁壁工、ブロック積工、じゃかご工などを用い、のり裏には必要に応じて地下排水栓や水平排水孔などの地下排水工を設置すること。ただし、いずれの場合も中のシラスが流出しないよう必要に応じて吸出防止材を用いること。

7) シラスのり面の植生工に用いる植物の種子は、根系がのり面の山側に深く入り、肥料要求度が高くないという性質を有する木本類(低木型)を主体とし、これに早期の被覆効果がある草本類および補全種の混入が望ましい。ただし、周辺の環境から緑化目的を草原型とする場合は、草本類を主体にすること。

8) モルタル又はコンクリート吹付工、擁壁工など構造物によるのり面保護工を行う場合は、なるべく、つる性植物(つたなど)による被覆や、特に美観を必要とする箇所には、前面に植栽工を施すことや、緑化ブロック積工の採用などを検討すること。

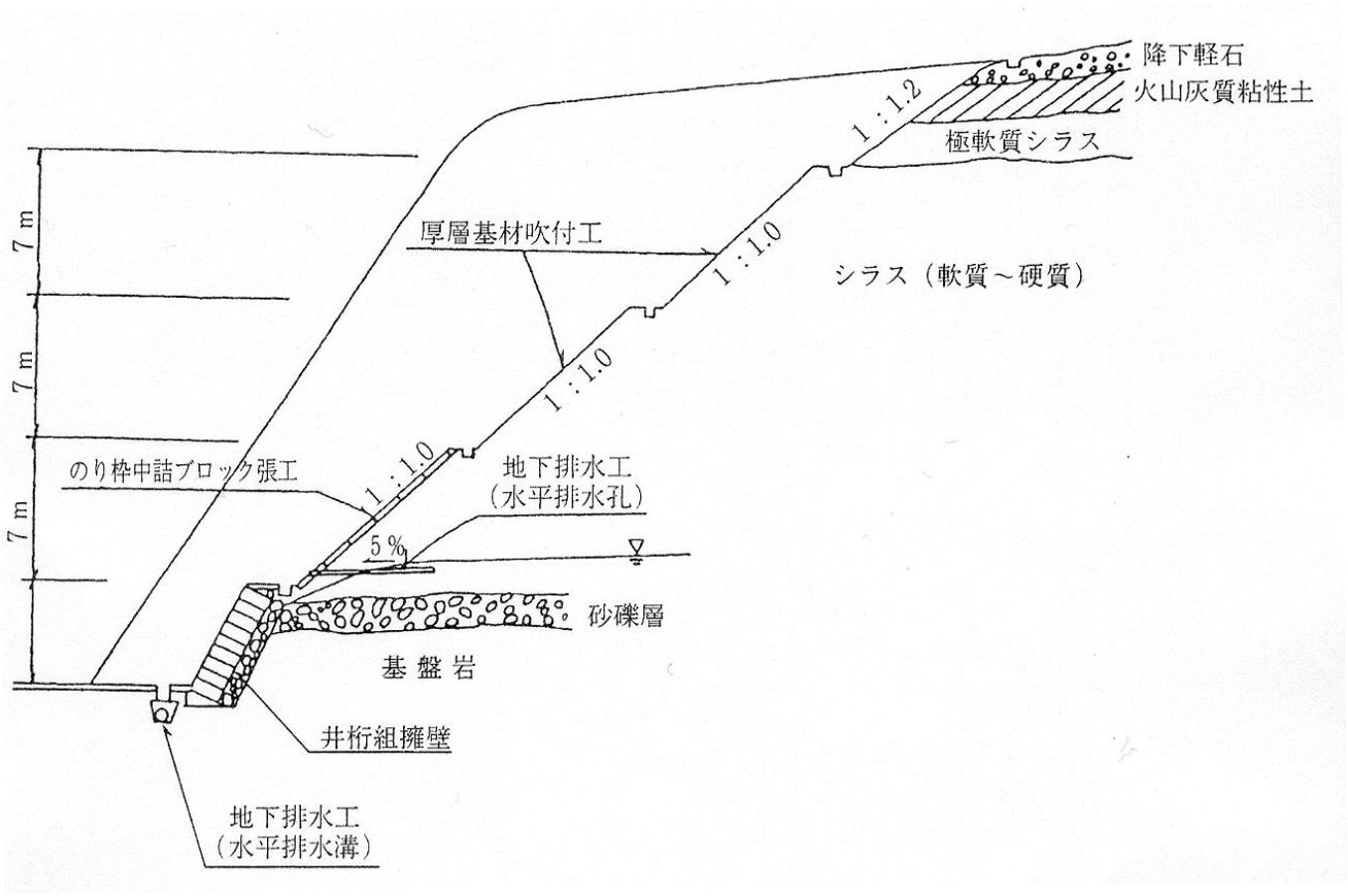


図６－６　シラス切土のり面保護工の例（湧水あり）

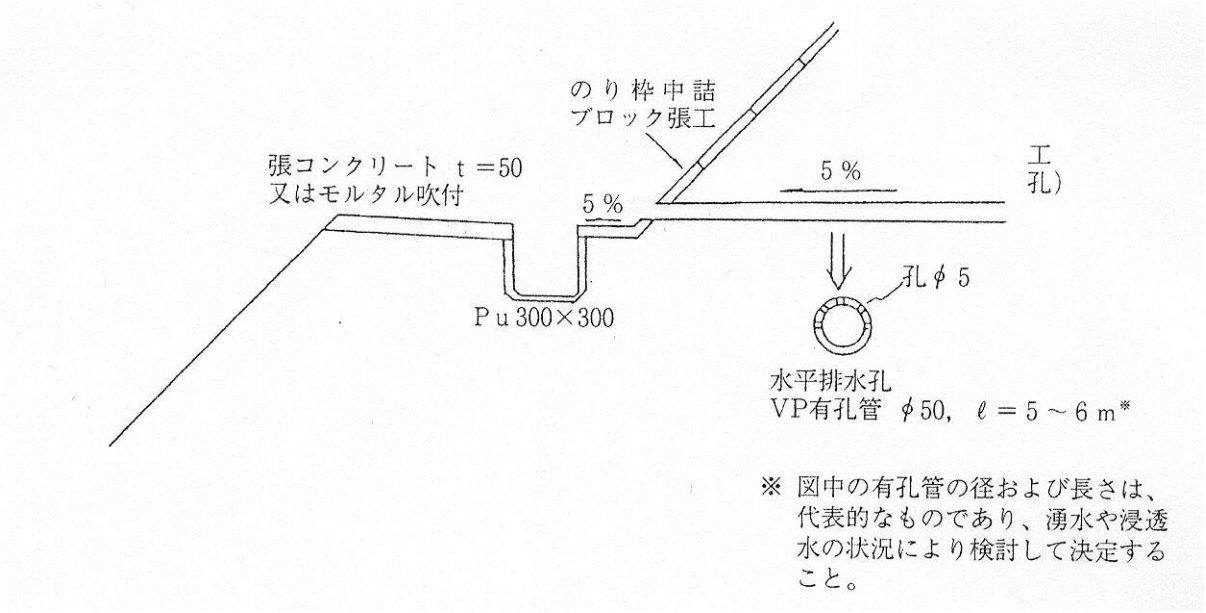


図６－７　地下排水工（水平排水孔）の例

第７章　盛土工の設計

7．1　盛土材料

１．シラスは一般に路体材料又は路床材料としても良質である。ただし、上部路床（路床面から30cm）では10cm以上の軽石や瞳を除去すること。火山灰質粘性土を盛土材料として用いる場合は、土質試験を行って適否を判断すると共に、シラスとの混合を検討すること。

２．土羽土には、シラス以外の細粒土を用いるものとする。

1)　ほぐしたシラスは地山の状態のように場所による強さの差異を示さず、盛土材料としては採取場所によって区別して考える必要はあまりない。極軟質シラスを除けば一般に路体材料および路床材料としての品質に適合し、自然含水比が最適含水比に近く、トラフィカビリティも良好であるため、盛土材料として良質である。しかし、上部路床（路床面から30 cm)は支持力の不均一を生じるので、10 cm以上の軽石および礫は除去すること。

2)　火山灰質粘性土や極軟質シラスはそのままでは盛土材料として使用することは不適当なことが多いので土質試験を行って判断する必要がある。大量に切土として発生する場合は、シラスと混合して路体材料として利用することを予め検討すること。

3)　土羽土には火山灰質粘性土、極軟質シラス、表土などの細粒土が利用される。しかし、量的に不足する場合があるので事前の調査が必要である。

土羽土としての材料規定は現在のところ細粒土(Ｆ)という以外特になく、今後の研究に待つところが大きい。なお、土羽土に代り又は補うものとしてジオテキスタイルの利用も検討すること。

7．2　盛土のり面勾配

１．盛土のり面勾配は１：1.8を標準とする。ただし、盛土高５ｍ以下の場合は１：1.5としてよい。
２．標準値より急にする必要がある場合には、原則として土質試験および安定計算を行い、のり面保護工を含めて検討すること。

1)　ほぐしたシラスは礫混り砂質土であり、盛土のり面勾配は土木工事設計要領に準じて、１：1.8を標準とし、盛土が低い場合（５ｍ未満）は１：1.5としてよいこととした。

盛土高が非常に高い場合は、土質試験および安定計算を行って下方のり面勾配を緩やかにするなどの検討をすることが望ましい。

2)　山岳盛土などでは、標準のり面勾配とした場合、著しく長大なのり面となる恐れがあるので、原則として土質試験および安定計算を行い、補強土工、擁壁工などののり面保護工と併せて総合的に判断すること。

7．3　盛土小段

盛土高が高い場合は小段を設けるものとする。
小段は盛土高ほぼ７ｍを越える場合に５ｍ毎に設けるものとする。
小段幅は1.5ｍを標準とし、小段排水溝は必らず設置し、小段面は張コンクリートで被覆するのを標準とする。

1)　シラスの盛土における小段も切土と同じく弱点となりやすいが、盛土高が高い場合、盛土の安定を高め、表流水や浸透水をカットし、維持管理の足場としての利用などのため設けるものとする。

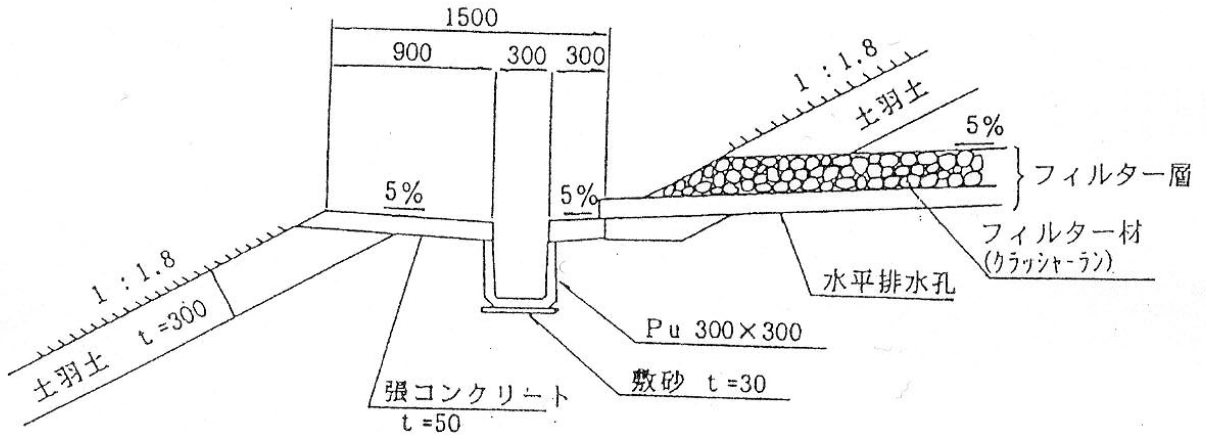
小段は、土木工事設計要領に準じて盛土高が７ｍをこえる場合に５ｍ毎に設けるものとする。

2)　小段幅は土木工事設計要領に準じて 1.5ｍを標準とし、のり面排水のため小段排水溝は必ず設けること。

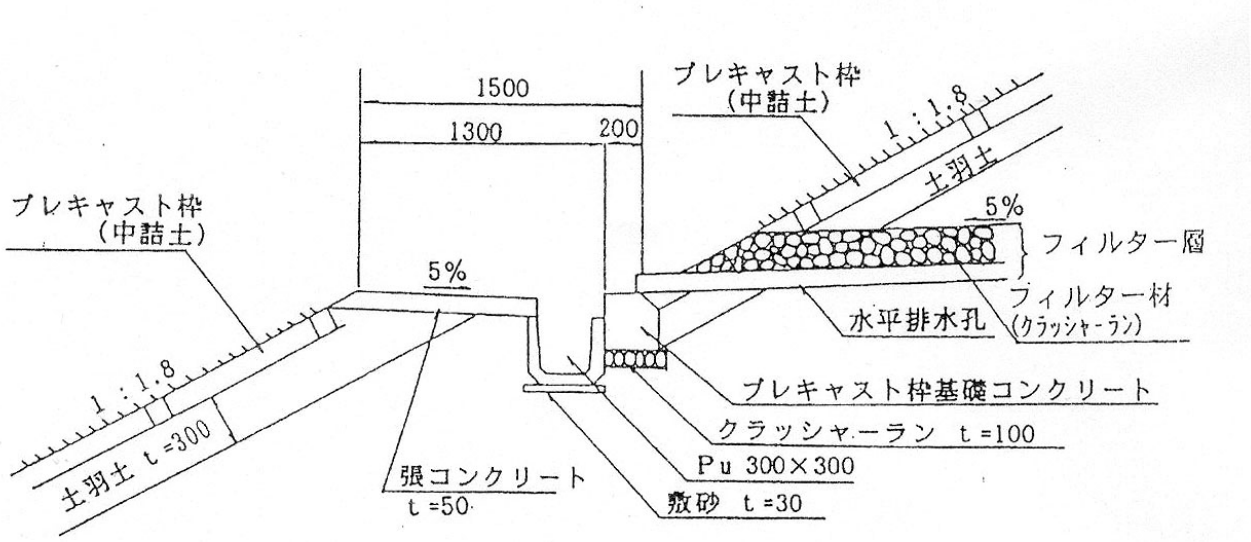
小段排水用は小段のややのり面寄りに設け、プレキャストコンクリートＵ型溝(300 ㎜×300 ㎜)が一般的で、このほか皿型溝や張コンクリート方式などもある。

3)　小段面は切土の場合と同様の理由で張コンクリート（ｔ＝５㎝）で被覆するのを標準とする。

4)　各小段毎にフィルター層を設けるが詳細は「７．５　盛土のり面保護工」で述べる。



(ｲ)　プレキャスト枠がない場合



(ﾛ)　プレキャスト枠がある場合

図７－１　盛土小段構造図（例）

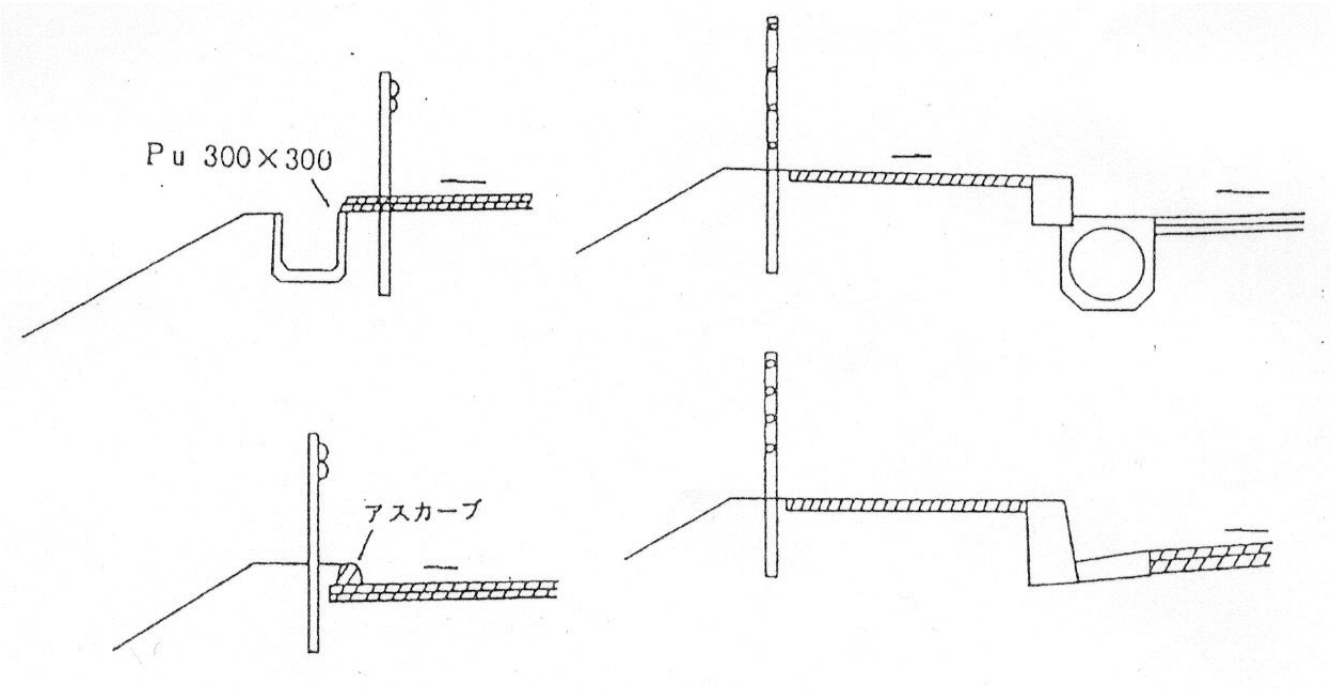
7．4　盛土のり肩（路肩）

１．盛土ののり肩には必ず排水溝を設け、路面水が直後のり面へ流下しないようにすること。

２．路肩は水が浸透しにくい構造とすること。

1)　盛土のり肩からの路面水や排水構造物の隙間からの雨水の浸入などによって、のり面崩壊のケースが多い。特に縦断勾配が急で、曲線部内側の場合は予想外の水の集中があるので注意を要する。従って、縦断勾配が急なときには、曲線部の内側外側を問わず、盛土のり肩には必ず十分な断面を有する排水溝（側溝）を設けることとする。

　また、排水溝と舗装、路肩舗装と車道舗装のつぎ目からの浸透水による崩壊の例も多いので、なるべく雨水が浸入しにくい構造とすること。



(a)　歩道がない場合　　(b)歩道がある場合

図７－２　盛土のり肩の例

7．5　盛土のり面保護工

１．シラスを路体とする盛土のり面保護工は、土羽土を厚さ30㎝程度施した上に、種子散布工、植生マット工、又は張芝工によることを標準とする。

２．盛土高が高い場合は、上から３段目以下ののり面にプレキャスト枠を併用するものとする。

３．盛土内への浸透水の排除のため、原則として、各小段毎にフィルター層を設けるものとする。

４．地山からの湧水や浸透水の影響がある場合は、十分な地下排水工を設け、のり面にはのり枠中詰ブロック張(又は栗石張)工、じゃかご工、のり尻には井桁組擁壁土、ふとんかご工などを用いるものとする。

５．のり尻部に洗掘や滞水のおそれがある場合は、コンクリート又はブロック積擁壁工を設けるものとする。

６．標準のり面勾配より急にする必要がある場合は、原則として、土質試験および安定計算を行い、補強盛土工、擁壁工などを用いるものとする。

1)　シラスは、一旦崩すと地山におけるようなせん断強度はなく、雨水の浸食に対して弱くなり、比重が軽いため浮土砂として流出しやすくなる。従って、盛土のり面では土羽土（細粒土)による保護が重要で、のり面に厚さ 30 ㎝程度施すものとする。旧指針では、ソイルセメントを用いることも例記していたが、施工が複雑で最近施工例が少ないので、原則的には用いないこととした。なお、ジオテキスタイルを利用して浸食抵抗を高めることも検討すること。

2)　のり面保護工は、土羽土を使用することを考慮して、種子吹付工、植生マット工、又は張芝工 を標準とする。種子撒布工は雨季をさけること。

植生に用いる種子は､盛土の場合は土壌がやわらかく周辺の木々類が自然遷移しやすく、また工法上木本類を用いにくいため、草本類主体でよいものとする。

3)　盛土が高い場合は、上方からの浸透水がのり面下部に浸出してのり面崩壊の原因となりやすいので、上から３段目以下（３段目も含む）ののり面にプレキャスト枠を併用するものとする。

プレキャスト枠はコンクリート製が一般で、このほかプラスチック製や鋼製も用いられる｡枠内は土羽土で中詰し､この中詰土厚を除いて､その下の土羽土厚を 30 ㎝とすること。

4)　盛土のり面に土羽土(細粒土)を用いるため、路体内の間隙水圧が上昇して、のり面崩壊

の原因となりやすいので、原則として各小段毎にフィルター層を設けること。水平排水孔はＶＰ有孔管φ100 を用いフィルター材としてクラッシャーラン 300×300 で囲み、敷設長はℓ＝3.0m（小段高５ｍの 1／2 以上）、敷設間隔は 5.0ｍを標準とすること（図７－４）。

5) 片切片盛部や谷部の盛土では、地山からの湧水や浸透水で盛土内の地下水が上昇して、のり面に影響を及ぼす場合がある。このような場合は、湧水箇所や盛土敷または盛土内に地下排水溝や水平排水層などの地下排水工を設け、のり面にはのり枠中詰ブロック張（又は栗石張)工、じゃかご工、のり尻には井桁組擁壁工、ふとんかご工などを適宜用いること（図７－３）。

6) 山岳盛土などでは､標準のり面勾配とした場合に著しく長大なのり面となる恐れがある。このような場合は、土質試験および安定検討を行って、補強盛土工法、擁壁工などを適宜用いるようにする。なお、ジオテキスタイルを用いた補強盛土工法については、シラス盛土に対して試験施工事例があり、本工法の有効性が確認されている。また、本工法を設計する際、補強領域を求めるときのせん断抵抗角φds は試験結果より求まるせん断抵抗角φを安全率 Fs で除した次式より算定する必要がある。

ここで、安全率 Fs＝1.5

$$\phi ds = \tan^{-1}\left(\frac{\phi}{Fs}\right)$$

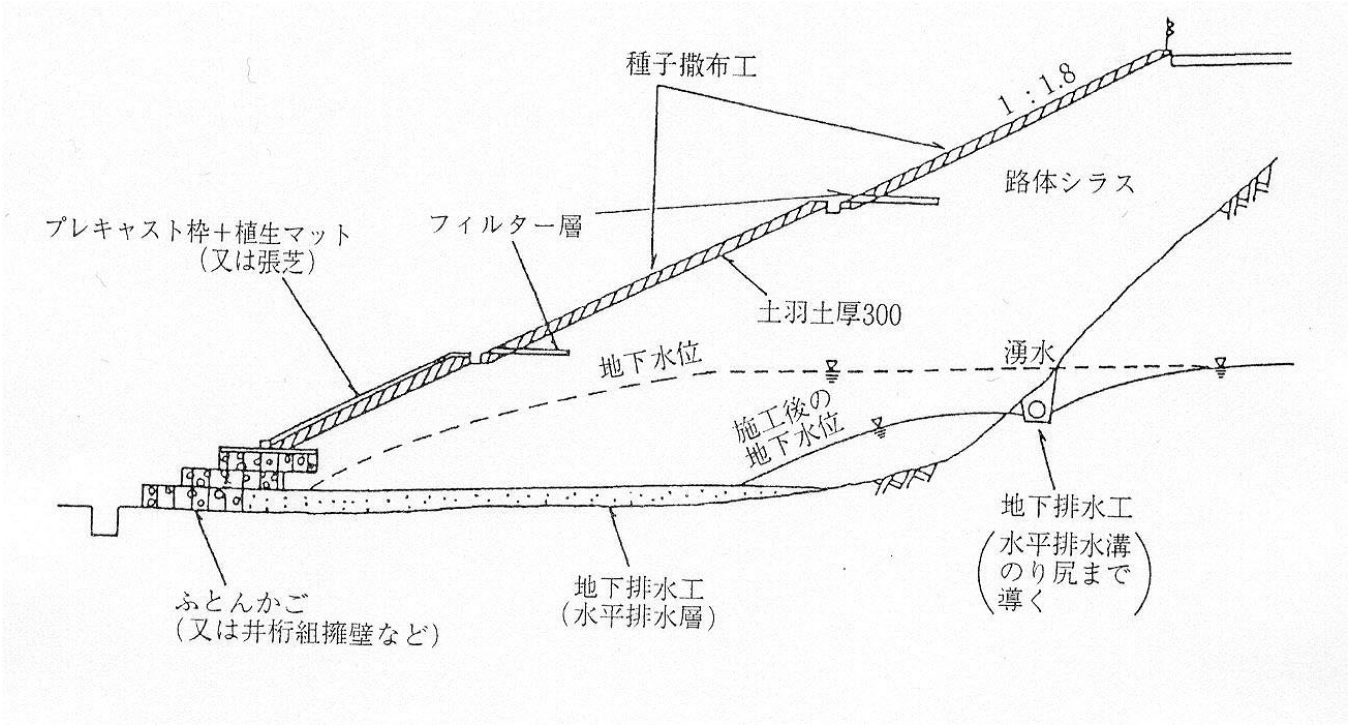


図７－３　シラス盛土のり面保護工の例（湧水あり）

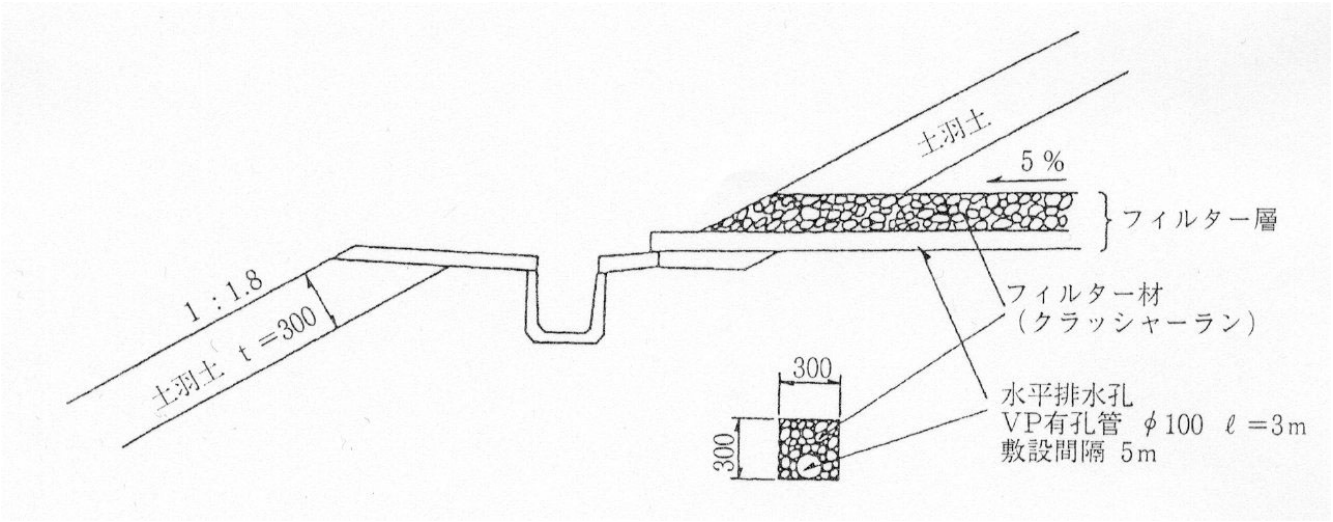


図７－４　盛土小段のフィルター層（例）

第８章　排水工の設計

8．1　排水工一般

１．シラス地帯の道路では、のり面や路面の表流水および地下水の排水について特に留意し、一貫性のある排水系統にするとともに、溢水、跳水、漏水などが起きない構造としなければならない。

２．排水工は通常ののり面排水工以外は原則として流量計算を行って断面を決定するものとし、満流々量の80％を許容通水量とする。

通常ののり面排水工の断面はプレキャストコンクリート溝を用いる場合300㎜×300㎜とする。

1)　シラス地帯の道路災害の大半は排水工の不備に起因するといっても過言ではない。一貫性のあるべき排水系統が途中で切れていたり、断面が縮小していたりなどあってはならない。また、道路敷外への災害を防ぐため、流末は排水能力の十分な水路又は河川まで連絡すること。

排水工の呑口部、屈曲部、接続部はなるべくスムーズな形とし、跳水が起きる恐れのある箇所には蓋をつけること。

2)　通常ののり面の小段排水溶、のり肩排水溝、縦排水屑以外の排水工は、原則として流量計算を行って、断面、構造、配置などを決定するものとする。特に、縦断勾配が急な曲線部の路面排水、集水面積の大きい縦排水溶、谷部盛土下の横断水路などでは充分な検討が必要である。また、地下排水工については湧水量や地下水位など事前の調査を充分行って設計し、施工中予想外の事が判った場合は適切な対応が必要である。

流量計算は「道路土工―排水工指針」によって行い、流出土砂量を見込んで、満流々量の 80％を許容通水量として計算すること。

通常ののり面の小段排水溝、のり肩排水溶、縦排水溶については、管理が充分行いにくい点を考慮して、プレキャストコンクリートＵ型溝（Ｐｕ）の300㎜×300㎜とし、Ｐｕ以外を用いる場合は、これと同等の断面を有するものとする。

なお、シラスのり面は表流水が浸透しにくく、シラスのり面を対象とした調査実績で流出係数は0.5程度で得られていることから､流出係数は軟岩と同等の0.5～0.75とすること。

8．2　路面排水および路床の地下排水

１．路面排水は原則として流量計算を行って、路側排水溝の構造および排水ますの位置を決めること。

２．切土区間は路床部地下排水のため、必要に応じて路側ないし中央分離帯に地下排水溝を設けること。

　切盛境も盛土区間の路床部地下排水のため、必要に応じて道路を横断して地下排水溶を設けること。

1)　路面排水は集水面積、道路の縦断勾配、横断勾配などに微妙に左右され、排水断面の不足や排水ますおよび縦排水溝の位置、呑口の形など誤ると、思わぬシラスのり面の災害に結びつくことがある。特に縦断勾配が急な曲線部内側やＳカーブ箇所などは注意を要する。従って、路面形状をよく把握し流量計算を十分に行って対処することが必要である。

　排水溝の構造は流量が多い場合はＵ型タイプか管渠型タイプ、流量が少ない場合はＬ型タイブか路肩排水タイブ（縁石と路肩で構成される通水断面で排水するタイブ）が一般に用いられる。切土部や中央分離帯では皿型タイプ（ロールドカッター）も用いられる。

　排水ますの間隔は最大 30ｍ、最小 10ｍを標準としているが、縦断勾配め急な曲線部内側などでは、ますの蓋を長くとることも検討すること（図８－１）。

2)　切土区間で地下水位が高く、路床へ浸出するおそれがある場合は、路側ないし中央分離帯に地下排水溝を設けること。また、切盛境も切土部からの地下水が盛土部路床へ浸透するおそれがある場合は、道路を横断して地下排水溝を設けること（図８－２、図８－３）。

　地下排水の流量計算、構造などは「道路土工―排水工指針」を参考とし、流末は路側の排水ますなどに接続すること。

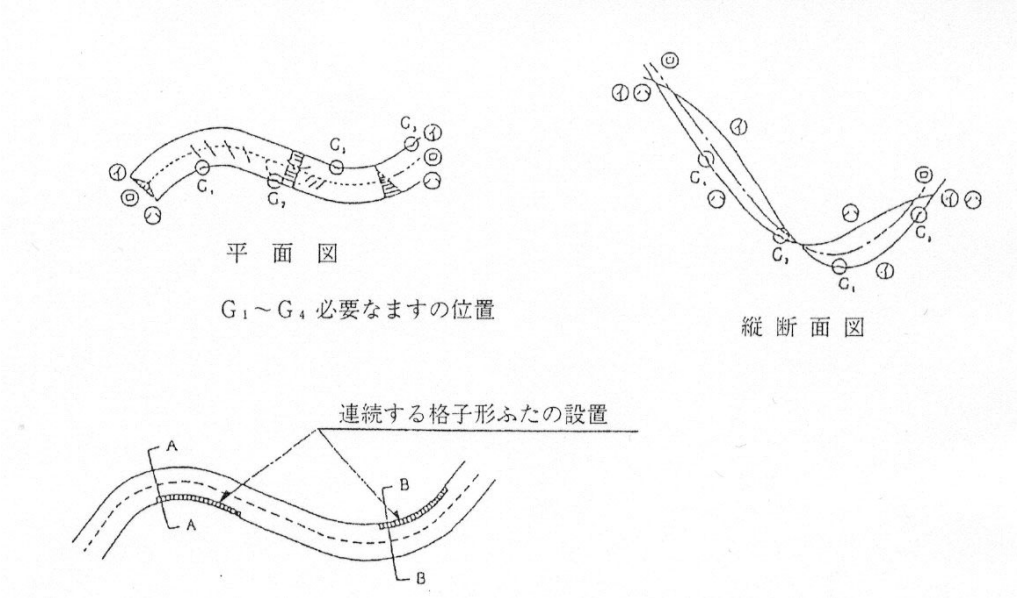


図８－１　Ｓカーブ箇所の排水ますの設置例

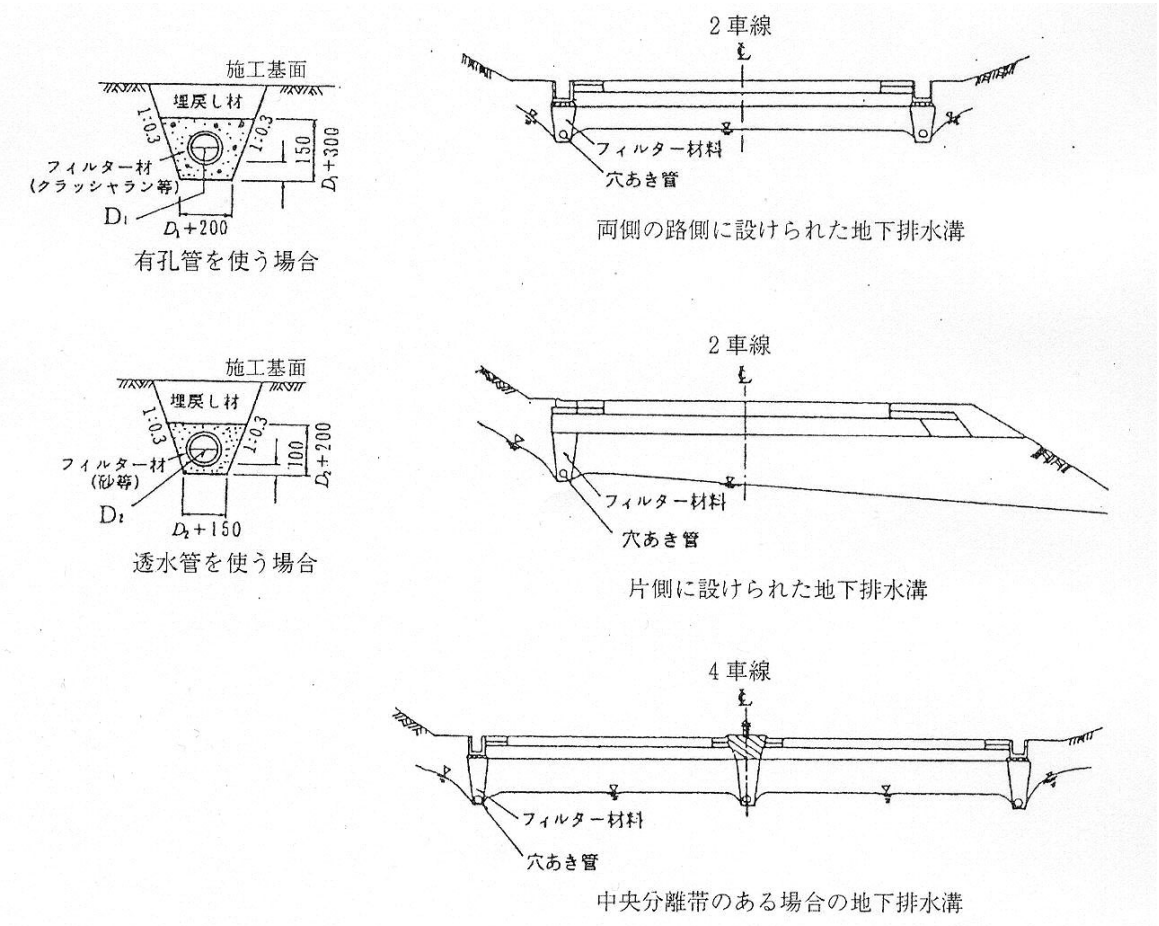


図８－２　切土部地下排水溝の設置例

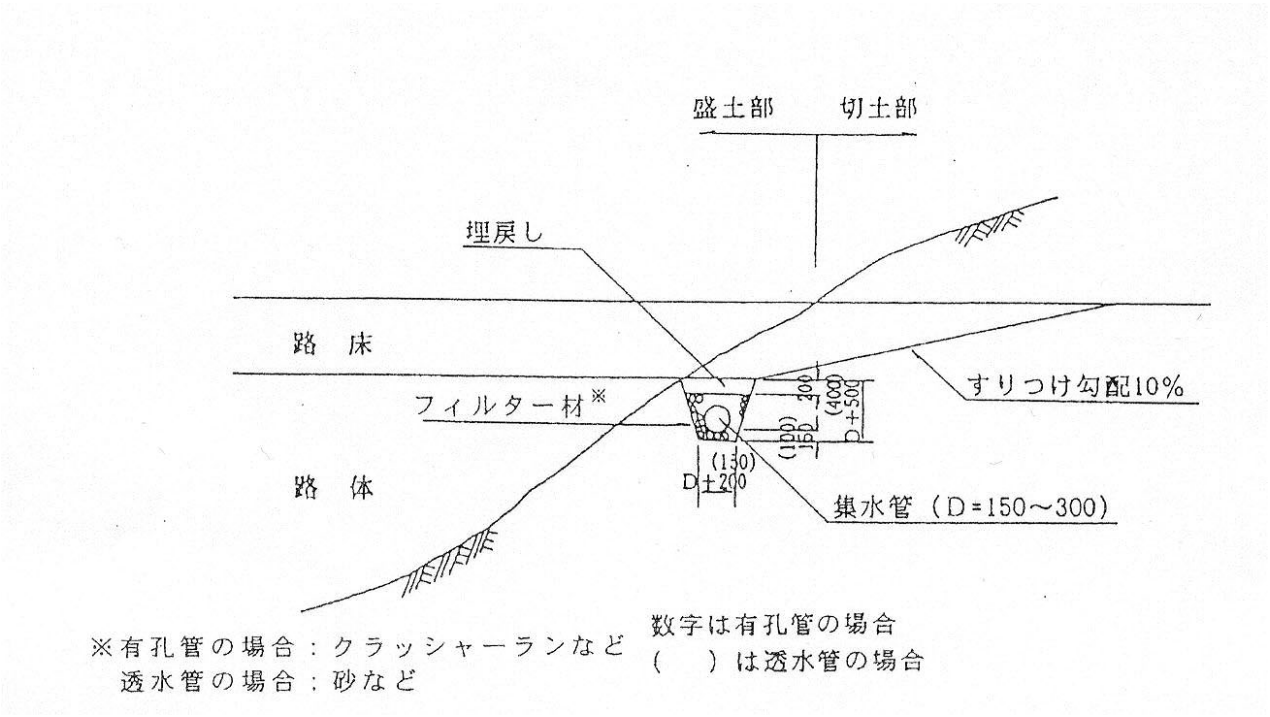


図８－３　切盛境地下排水溝の設置例

8．3　切土のり面の排水

１．のり肩排水溝は跳水により地山を洗掘しないよう留意すること。のり肩排水溝と小段排水溝の接合部は、なるべくスムーズな形とすること。

２．切土の小段延長が100ｍを越える場合は、途中に縦排水溝を設けるものとする。縦排水溝の間隔は最大100ｍとし、後背地の地形なども考慮に入れて効果的な位置を選定し、集水面積が大きい場合は、流量計算を行って断面を検討する必要がある。

３．縦排水溝は一般にプレキャストコンクリートＵ型溝(ソケット付)を用い、周囲は張コンクリートで被覆し、小段排水溝との接合部にはますを設けること。

４．湧水や浸透水の多い箇所には、水平排水孔や地下排水溝を設けること。

1)　のり肩排水溝はのり肩に沿って設置するので、地形上勾配の急な箇所や屈曲箇所を生じやすく、跳水によって隣接地を含め地山が洗掘されないよう設置上留意すること。洗掘のおそれがある箇所には、縦排水溝と同様の洗掘防止や蓋を設けること。

小段排水溝は通常小段の縦断勾配（道路の縦断勾配と同一のことが多い）の低い方ののり肩排水溝に接合するが、接合部はなるべくスムーズな形とし、跳水のおそれがある場合はふたを設ける。スムーズな形となりにくい場合はますを設けること。

2)　小段延長が 100ｍを越える場合は、小段排水能力が充分であっても、なるべく排水に支障を及ぼさないため、途中に縦排水溝を設けること。縦排水溝の間隔は最大 100ｍで最小 50ｍ程度である。また、縦排水溝の設置位置は、後背地に谷状地形があれば、それを考慮に入れるものとし、この場合、集水面積が大きければ、流量計算を行って断面を検討する必要がある。

3)　縦排水溝には、一般にプレキャストコンクリートＵ型溝（ソケット付）を用いるが、鋼製コルゲートＵ型溝も用いられる。縦排水溝の周囲は洗掘されないよう埋戻しはソイルセメントで丁寧に行い、両側 50 ㎝を張コンクリート（ｔ＝５㎝）で被覆すること。

縦排水溝と小段排水溝の接合部にはますを設けること。ますは旧指針では土砂溜めを設けず直接流下式にすることとしていたが、その効果は不明で、跳水が起きやすい欠点があるため、20 ㎝程度の土砂溜めを設けることを標準とした。ますおよびその近くは跳水に備えて蓋をつけること(図８－４)。

4)　湧水や浸透水の多い箇所の対策は「7.5　盛土のり面保護工」の項を参照のこと。

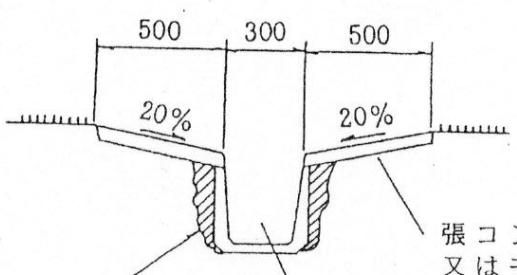


図８－４　縦排水溝およびますの例

8．4　盛土のり面の排水

１．盛土の延長が長い場合は途中に縦排水溝を設けるものとする。
縦排水溝の間隔は原則として流量計算を行って決めるものとするが、30ｍ～100ｍの範囲で一般には50ｍ程度の間隔とする。
縦排水溝およびますの構造は切土切土部に準じるものとし、呑口は路側排水溝の水がはいりやすい構造とする。

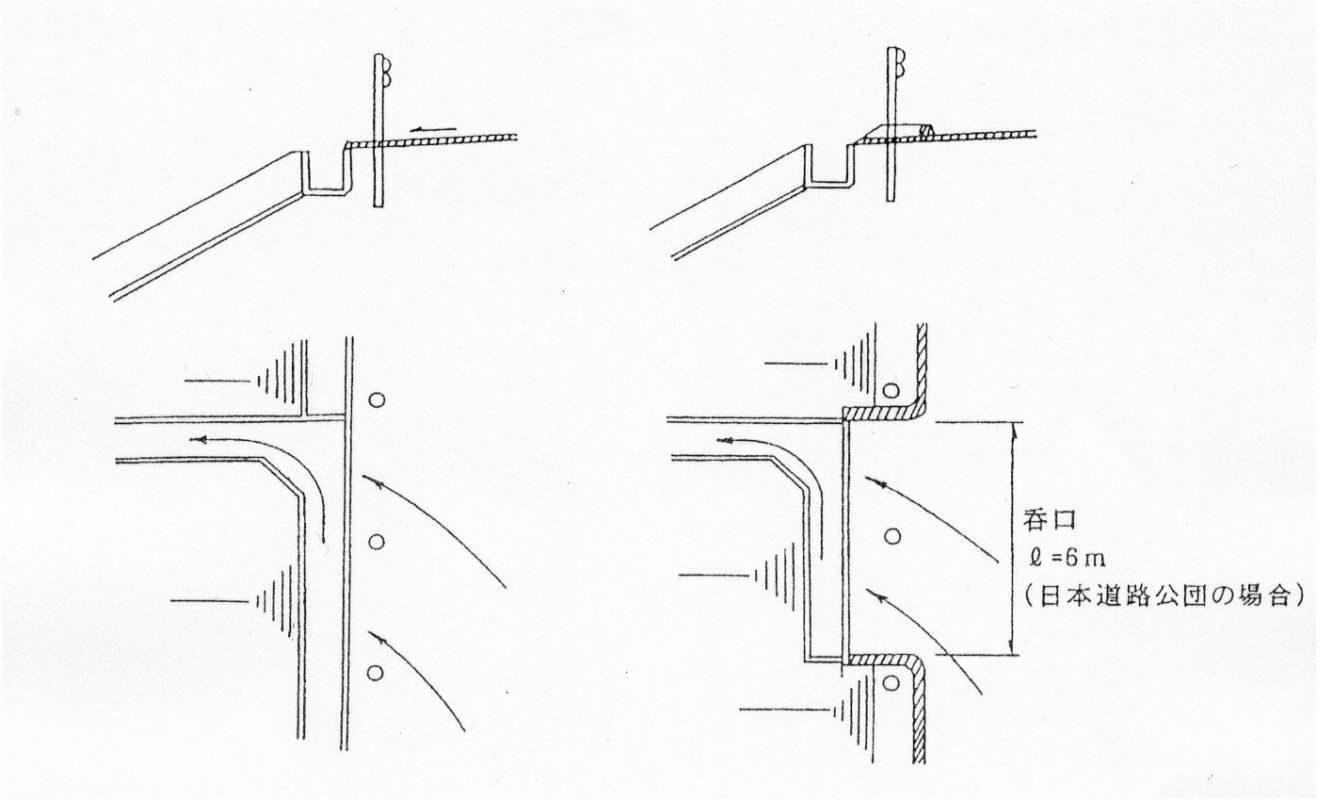
２．片切片盛部などで地山からの湧水の影響がある場合は、その状況に応じて、地下排水溝やのり尻排水溝を設けるものとする。

３．谷部の盛土下の横断水路は流量計算を十分行って断面を決定し、呑口や吐口は洗掘されにくい構造とする。

1)　盛土部の縦排水溝は、路面排水と小段排水の流末となるもので、原則として、設置間隔は流量計算を行って決めるが、水の集まりやすい曲線部内側などであまり間隔が短くなると不経済で外観上もよくないので、間隔は最小 30m、最大 100mとし、一般区間では 50m程度の間隔とすること。曲線部外側など路面排水量の少ない箇所では最大間隔 100mとしてよい。設置位置は縦断勾配の最凹部、盛土と切土の境界部、橋梁取付部などを考慮に入れて決める必要がある。
縦排水溝およびますの構造は切土部に準じるものとし、呑口は路側排水溝の水が通過しないように呑み込みやすい構造とすること(図８－５)。

2)　片切片盛部などで地山からの湧水の影響がある場合の対策については「7.5 盛土のり面保護工」の項を参照すること。

3)　谷部の盛土では、横断水路の断面不足によるダムアップ、勾配が急であることによる吐口部の洗掘などの被災例が多いので、流量計算を十分に行って断面を決定し、吐口部や呑口部は洗掘されにくい構造とすること。土砂流出が多い場合は流量計算の３倍を限度に断面を大きくしてよい。



U型タイプ　　路肩排水タイプ

図８－５　盛土部縦排水溝呑口の例

第９章　切土および盛土の施工

9．1　切土の施工

シラスの切土の施工にあたっては、特に次の事項に留意して、工事の品質の確保と災害や事故の防止につとめること。

1．伐開除根は全線一斉に行わず、工事計画に合わせて必要な範囲にとどめ、むき出しのシラス斜面をなるべく少なくすること。

2．掘削は上部から行い、すかし掘りをしないこと。一日の掘削土量はその日のうち搬出できる量とし、掘削残土が生じないこと。

3．掘削に先立って、のり肩排水溝を設け、掘削の進行に伴い、小段排水溝、縦排水溝およびのり面保護工を順次遅滞なく行うことを原則とする。

4．切土工事中はなるべく掘削面を荒らさぬようにし、適当な仮排水溝を設けて排水すること。土砂流出のおそれがある箇所には、必要に応じて、防護柵や土砂溜め、仮排水路などを設けること。

5．路床仕上げ後は早期に舗装を行うこと。舗装までの期間が長い場合は仮排水溝を設け、必要に応じて、路床面の保護を行うこと。

1)　切土区間の伐開除根や表土の除去は、工程上一斉に行うことが多いが、むき出のシラスは流出しやすいので、掘削の工程に合わせて、必要な範囲にとどめること。

2)　シラスはトラフィカビリティがよく、掘削は比較的容易にできるが、事故の危険が多いので、掘削は必ず上部から行い、安易にすかし掘りを行ってはならない。

また、掘削されたシラスは土粒子の密度が軽く、降雨により流出しやすいため、一日の掘削土量はその日のうちに運搬敷均し締固めできる土量とし、ほぐしたままのシラスが放置されないよう、特に雨季や、雨の予想される前日には注意が必要で、雨季における大土工は避けるよう計画することが望ましい。

3)　シラスの掘削運搬に用いる土工機械は、一般に短距離の場合はブルドーザー、中距離の場合はスクレーパー(狭い箇所はスクレープドーザー)、長距離の場合はショベル掘削積込(又はバックホー、トラクターショベル)ダンプ運搬などである。

含水比の高い火山灰質粘性土や極軟質シラスは一般にトラフィカビリティーが悪いため、湿地ブルドーザーやバックホーが必要で、また、溶結凝灰岩の掘削にはリッパー装着のブルドーザー又は発破掘削が必要である。

のり面の整形には、バックホー又は人力(唐ぐわ、つるはし)が用いられる。

4) 掘削に先立って、まず、のり肩排水溝を設けて用地外からの表流水の浸入を防止し、のり面の施工は、のり面整形の進行に伴い小段一段ごとに小段排水溝、縦排水溝、のり面保護工を順次施工して行くのを原則とし、降雨が予想される場合は整形した裸のシラスのり面はビニールシートなどで覆うこと。

5) シラスの掘削は上部よりベンチカット方式によって掘り下げ、掘削面はなるべく重機によって荒らされないようにし､降雨による洗掘を少なくするため勾配はなるべく緩やか(５％以内)にし、表流水は仮排水溝を経て、しかるべき水路へ導くこと(図９－１)。

仮排水溝はソイルセメントなどを用い、水衡部は土のうやしがらで保護し、吐口には場合によって、土砂溜めや仮排水路を設けること。また、人家や鉄道・道路その他重要施設が隣接している場合は、土砂流出防止の保護柵を設けること。

6) 土工工事終了後は､路床仕上面が洗掘されないよう､なるべく早く舗装工事を行うこと。舗装までの期間が長い場合は、路側に仮排水溝を設け(図９－２)、路床面は縦断勾配がきつい場合など必要によっては、ソイルセメント又は切込砕石、アスファルト乳剤などによる保護を検討すること。

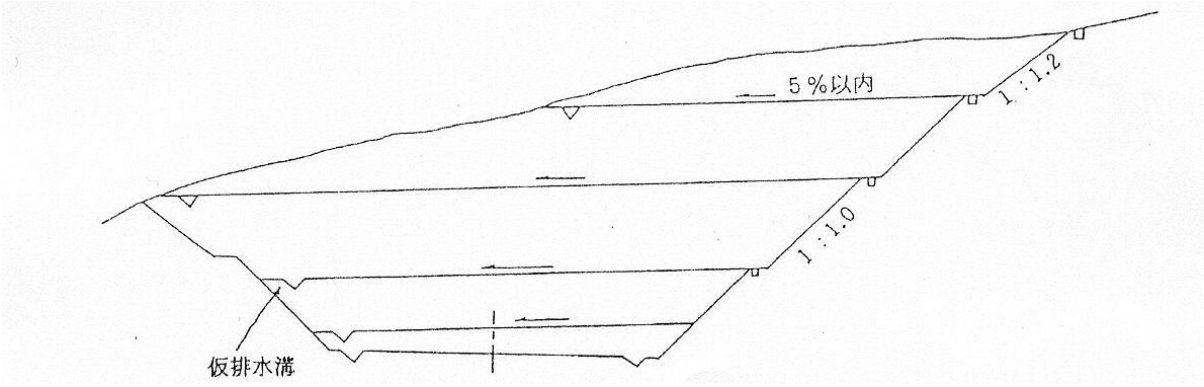


図９－１　切土掘削中の仮排水溝の設置例

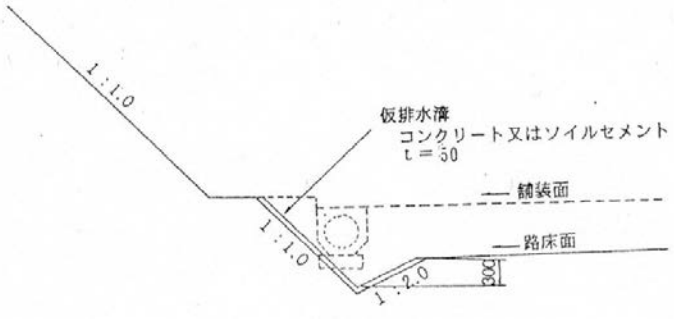


図９－２　切土路側仮排水溝例

9．2　盛土の施工

シラスの盛土の施工にあたっては、特に次の事項に留意して、工事の品質の確保と災害や事故の防止に努めること。

1．シラスを用いる盛土の締固め管理基準は、一般の土と同じとする。

2．盛土の施工に先立ち、原則として試験盛土を行い、路体部および路床部ごとに使用機械、施工方法などを決めること。

3．一日の盛土量はその日のうちに締固めまでできる土量とし、仮置土が残らないようにすること。

4．盛土ののり面は小段一段築立ごとに、小段排水溝、縦排水溝、のり面保護工を順次遅滞なく行うことを原則とする。

　土羽土と路体シラスの境界はなじみをよくして、平面とならないような施工をすること。

5．盛土工事中は特に排水に留意し、適当な仮排水工法を用いて盛土すること。土砂流出のおそれがある箇所には、必要に応じて、防護柵や土砂溜め、仮排水路などを設けること。

6．路床仕上後は早期に舗装を行うこと。舗装までの期間が長い場合は路床面が洗掘されないような対策をとること。

1)　ほぐしたシラスは砂質土で透水性がよいため､路体内へ浸透して間隙水圧を上昇させて、のり面崩壊の原因となりやすい。このため、なるべく締固めることが重要である。

2)　試験盛土は小規模な工事を除いて、原則として路体、路床ごとに実施するものとし、仕上り厚を確保するための捲出し厚、規定の締固め度を得るための機種および締固め回数などを決定する。締固め機種はブルドーザー(15ｔ、21ｔ)、タイヤローラー(8～20ｔ)の使用が多いが、シラスのような砂質土ではのり面の転圧も含めて振動ローラーが有効といわれているので検討を要する。

　なお、一層仕上厚は一般の土と同じく、路体 30 ㎝、路床 20 ㎝とし、上部路床(路床面から 30 ㎝)10 ㎝以上の礫をとり除くこと。

3)　盛土ののり面は、まず最下段の排水溝や擁壁を完成させた後、盛土の進行に伴って、小段一段ごとに小段排水溝、縦排水溝、のり面保護工を完成させるのを原則とする。降雨が予想される場合は裸ののり面にはビニールシートをかけるなどして保護すること。

　土羽土と路体シラスの境界は、粘性土が砂質土を包む格好となり、間隙水圧が上昇して、

境界面で土羽土が滑落することが多い。これを防止するため、境界はなじみをよくし平滑な面とならないような施工が必要である。

この方法として、①シラスと土羽土を図９－３(a)のように撤出し、同時に締固める。②シラスの締固めを先行させてから、境界に段切りをつけて土羽土を搬出し締固める(図９－３(b))などがある。

のり面の締固めは、勾配１：1.8 以上あればブルドーザー(粘性土の場合湿地ブル)を走行させるか、天端に置いたブルドーザーをアンカーとして振動ローラーを巻き上げながら締固め、表面仕上げ(土羽打ち)はバックホーの平面バケットで叩いて仕上げるのを標準とする。また、のり尻に用地が十分ある場合は、土羽土を余分に捲出して締固めた後、バックホーで削り取る方法もある。勾配１：1.5 の場合は重機械による締固めは困難で、通常、振動コンパクターやタンパーにより締固め、人力又はバックホー仕上げとなる。

4) 盛土部は切土部からの表流水も加わって大量の集中水によって災害に結びつくことが多いので、盛土工事中は、特に排水に留意する必要がある。盛土施工中は、表流水がのり面へ集中するのを防ぐため、一般に、のり肩を上げながら施工し、仮排水溝によって排水すること(図９－４)。この場合仮排水溝は順次嵩上げ継足する必要がある。

高盛土の場合は、中央排水管方式が適する(図９－５)。この方式は工事中のみでなく、完成後の路体内排水にも効果があり、積極的に採用することが望ましい。

仮排水溝や中央排水管方式の吐口には、必要に応じ、土砂溜めや仮排水路を設け、その他隣接地へ土砂流出のおそれがある箇所には防護柵、土のう、シガラなどが必要である。

5) 路床完成後、舗装までの期間が長い場合は路床保護のため仮排水溝を設けること(図９－６)。縦断勾配がきつい場合は、道路横断方向にも必要になることがある。

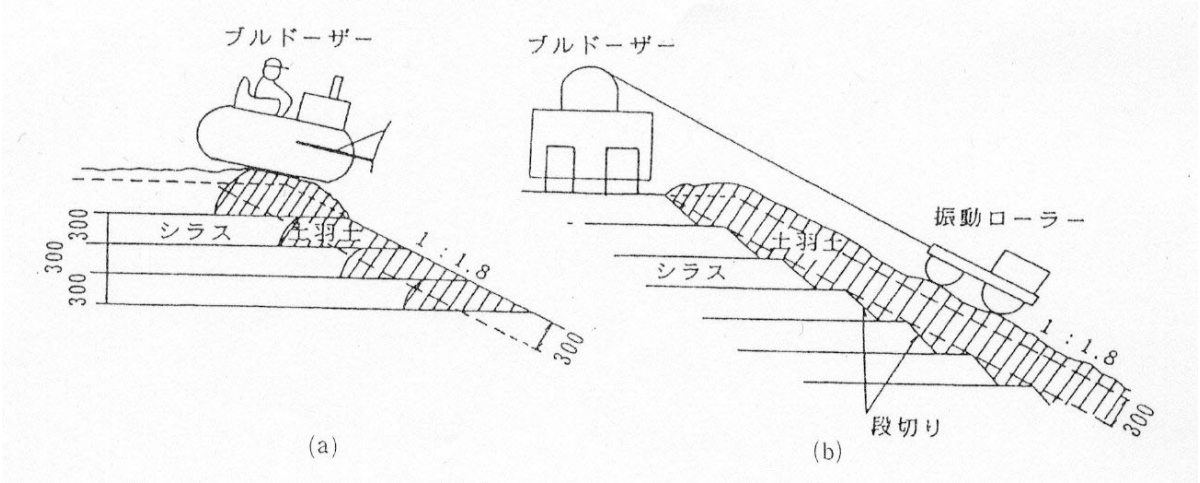


図９－３　土羽土の捲出しと締固め

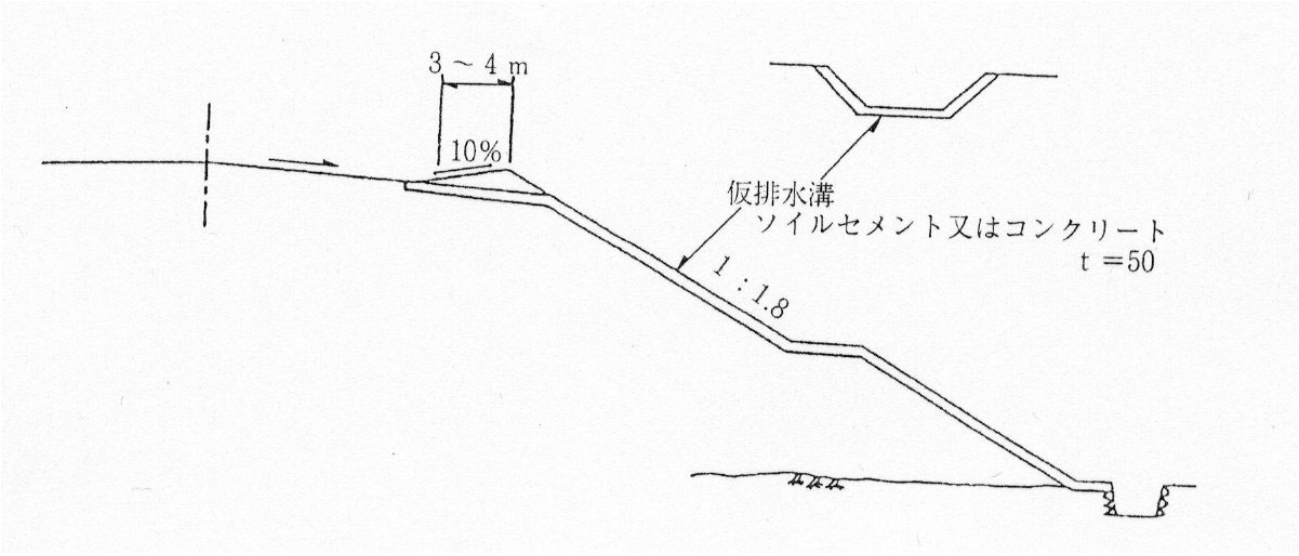


図９－４　盛土工事中の仮排水（例）

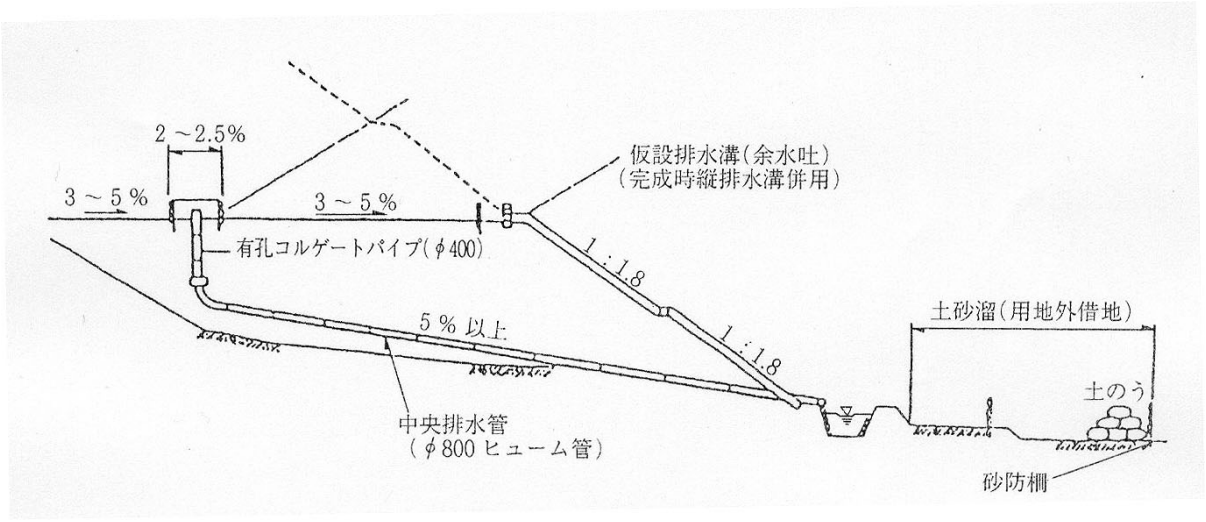


図９－５　中央排水管方式（例）

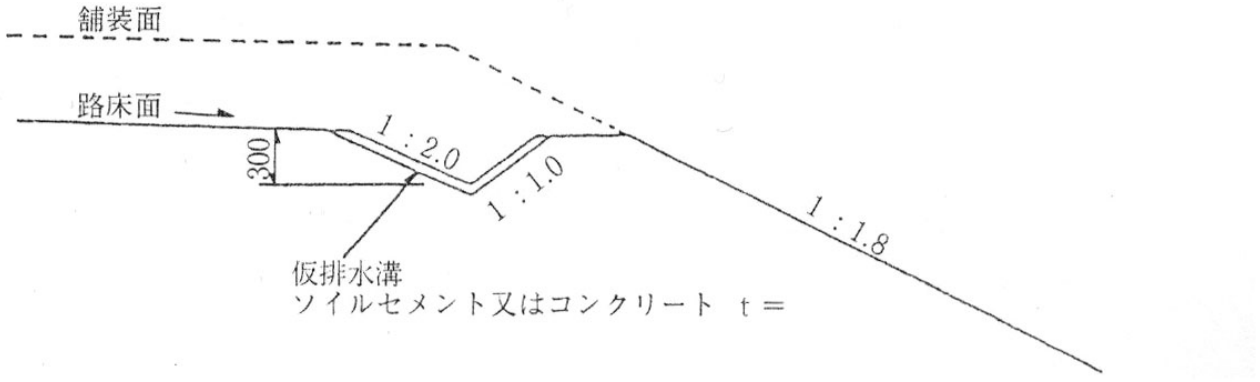


図９－６　盛土部仮排水溝（例）

補足資料-1　土質材料としてのしらすの概説と定性的な分類用語について

1. 土質材料・地盤材料

土とは岩石の風化作用によってできた比較的粒径の小さな粒の集合体のことであり、地表を薄く覆う材料のことである。地表とは地球の表面のことであり、地表面は地表の最上面のことである。地表の厚さは地表面から工学的基盤（N 値が 30 以上、せん断波（S 波）速度が 300m/s 以上などが目安となるが、これらの数値は現場の個々の地盤材料によって変化する）までと定義されるであろう。地表を覆う材料のことを工学系では土、農学系では土壌と称することが多いが、英語では Soil と記され、両者は同じ意味である。

地盤工学・土質力学では土を粒径と粒径分布によって分類してきており、それらは「土質材料の工学的分類」、石分を含む地盤材料の工学的分類方法（JGS 0051-2009）として基準化されている[1)]。

図 1 は地盤材料の粒径区分とその呼び名を示している。土質材料は粒径によって粘土・シルト・砂・礫に分けられる。さらに、75 ㎜以上のものを石と称しているが、石の最大粒径は定義されていない。すなわち、粒径が 75 ㎜未満の粒子で構成された材料を土質材料、土質材料に石分を付け加えた材料を地盤材料と定義している。**図 2** に示すように地盤材料は石分の含有量によって岩石質材料、石分まじり土質材料、土質材料に細分される。石と岩を意味する岩石という語は地殻を構成する固体物質と定義されるが、岩石という語には粒径の概念は含まれない。

一般に土は種々の粒径の土質材料を含んでおり、その割合によって**図 3** に示すように分類されている。75μm 以上の土粒子(粗粒分)を 50%以上含む土は粗粒土、75μm 以下の土粒子(細粒分)を 50%以上含む土は細粒土に分類される。**図 1**、**図 2**、**図 3** より粘土、シルト、砂などと称する自然な土はほとんどないことに注意が必要である。また、高有機質土や人工材料では観察による分類も行われているが、有機質含有量や観察による分類は粒径による分類の下位の階層に位置づけられる。

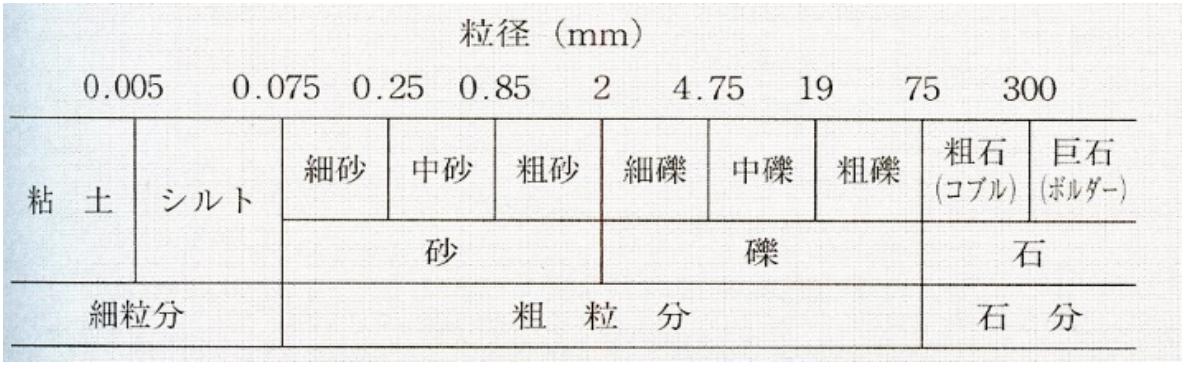


図 1　地盤材料の粒径区分とその呼び名

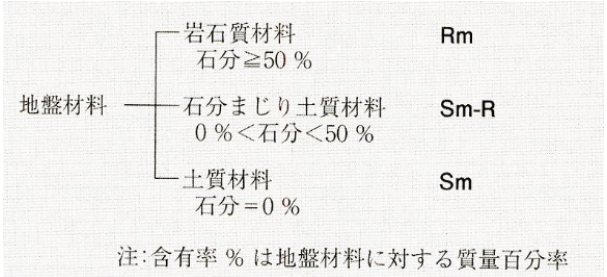


図 2　地盤材料の工学的分類

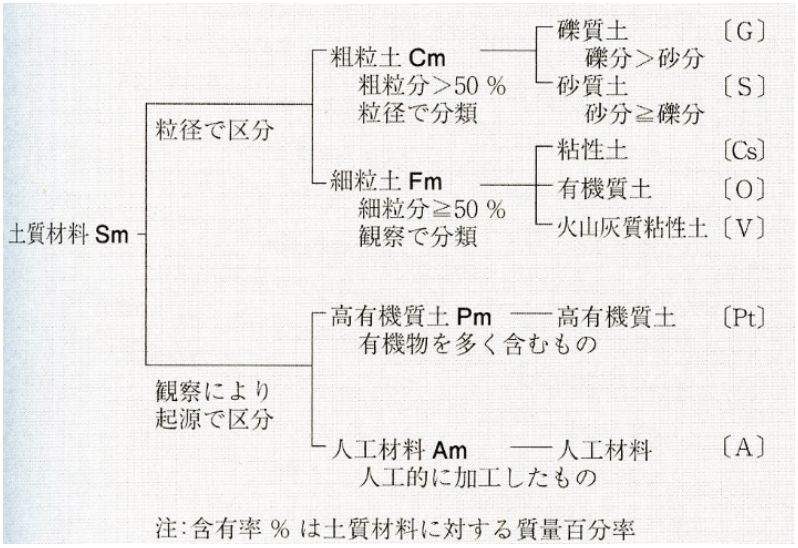


図 3　土質材料の工学的分類

1. 「しらす」に関連する用語

「しらす地帯」とは、第四紀（約 260 万年前から現在）に加久藤カルデラ、姶良カルデラ、阿多カルデラ、喜界カルデラを噴出源とする火砕流やその他の火山噴出物が堆積している地域のことであり、鹿児島県本土のほぼ全域と宮崎県・熊本県の一部（えびの、都城、小林、清武、人吉等）を含む南九州のことである[2)]（**図** 4 参照）。すなわち、しらす地帯とは平面的な火砕流の分布範囲を表わす用語である。

火砕流堆積物は約 300 万年前からその成因、噴出源および噴出時期によって地質学的に細かく分類されている。地盤工学が対象とするしらす台地等を形成している主な火砕流は古い順に約 33 万年前の加久藤火砕流、約 24 万年前の阿多鳥浜火砕流、約 11 万年前の阿多火砕流、そして、2.9 万年前の妻屋火砕流・入戸火砕流などである。姶良カルデラ（鹿児島湾奥）を噴出源とする約 2.9 万年前に発生した大噴火による火山噴出物は成層圏にまで達し、地球を覆ったと考えられる。この時に降った火山灰は日本での地層の年代を特定する貴重な鍵層（At 層：姶良 Tn 火山灰層）となっている。

「しらす」という語を用いる時、それは「広義のしらす」あるいは「狭義のしらす」を意味している。地盤工学で定義される広義のしらすとは、第四紀の火山活動に起因する火砕流の非ないし弱溶結部（一次しらす）及びその二次堆積物（二次しらす）のことであり、南九州に広く分布している。一方、狭義のしらすとは姶良カルデラ（現在の鹿児島湾奥）を噴出源とする約 2.9 万年前に発生した入戸火砕流の非ないし弱溶結部のことであり、鹿児島湾周辺のしらす台地を形成している。土工指針で用いられている「しらす」は広義のしらすを意味している（すなわち、狭義のしらすを包含している）。

しらす地帯に分布する火砕流の強溶結部は溶結凝灰岩といわれる。溶結凝灰岩と一次しらすの成因・成分は同じであり、熱による溶結の程度が異なるのみである。火砕流が流れるときの温度を長く維持した場合は溶結凝灰岩、地表面に近く温度が急速に冷えた場合はしらすとなる。火砕流は気体と固体粒子からなる数百℃の空気より重い流体であり、火砕流は平坦に堆積する傾向がある。すなわち、一次しらすはしらす台地を形成し、その上には霧島、桜島、開聞岳などの火山活動に伴う新期（第四紀完新世（沖積世）、1 万年前～現在））の火山噴出物（降下火山灰等）が比較的薄層（数m~10m 程度）で堆積している。しらす台地は旧期（第四紀更新世（洪積世）、260 万年～1 万年前）の複数の火砕流で形成されていることが多く、そのようなしらす台地の表層部にはアカホヤ（7300 年前の鬼界カルデラを噴出源とする降下火山灰）が堆積しており、粘土質の古土壌や砂礫を挟在することがある。

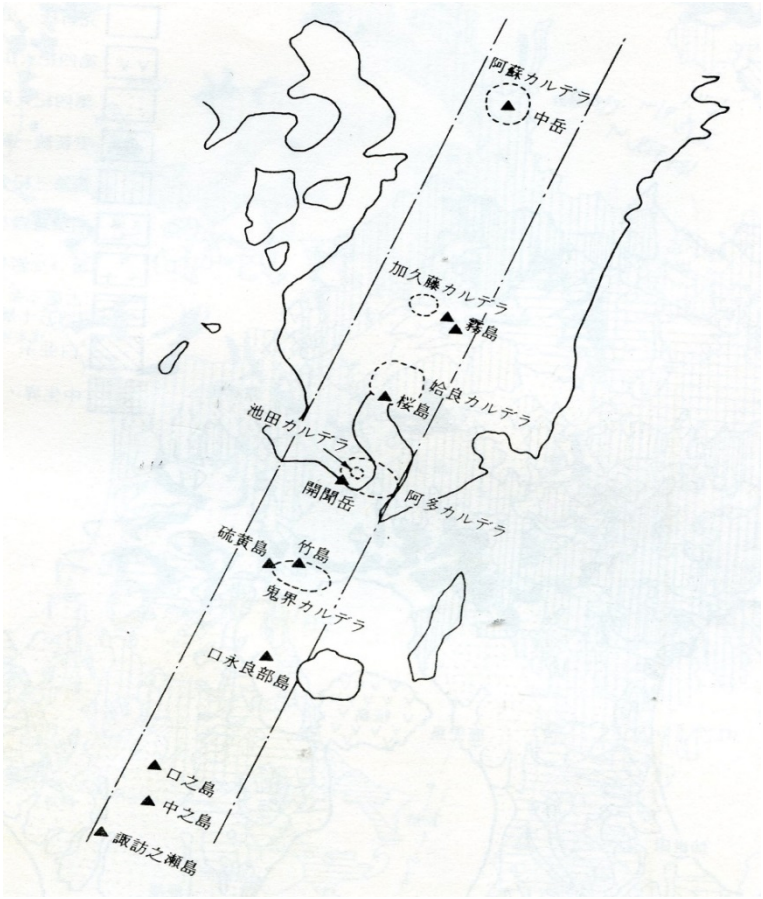


図 4　霧島火山帯のカルデラと主な火山 [2)]

地盤工学ではしらすを一次しらす・二次しらすに分類している。しかし、地質学では二次堆積物（二次しらす）はしらすとは見なしていない。鹿児島県の地質平面図において、川内川、肝属川、甲突川、天降川等の河川流域に形成された平野の構成材料（二次しらす）は砂礫等に分類されている。地盤工学ではそれらを二次しらす、そして、二次しらすが主な構成材料であるしらす地帯の平野を沖積しらす地盤と称している。沖積しらす地盤における工学的基盤までの典型的な土層構成（層序）は地表面より表層土・新規火山灰噴出物・二次しらす・一次しらす・火成岩や堆積岩（四万十累層群など）である。過去の文献では「南九州のほとんどはしらすに覆われている」、「鹿児島県本土の 50%以上がしらすに覆われている」等の文言が出てくる。前者は二次しらすを含めたしらすのこと、後者は一次しらすのことを意味しているものと考えられる。また、北薩、串木野地域には変朽安山岩（プロピライト）などが風化した粘土、大隅半島の南部、薩摩半島、紫尾山周辺等には堆積岩（四万十累層群など）に貫入した花崗岩（火山岩）や花崗岩が風化したがまさ土が散在している。

共通編で示される硬さによる定量的な分類の他に、しらすは次のような語を用いて定性的に分類されている。

1)　一次しらす

火砕流堆積物の非ないし弱溶結部が堆積した状態のままのもの。地山しらすといわれることもある。

2） 二次しらす

火砕流堆積物と降下軽石堆積物の水中・陸上における二次堆積物で、特に層理の明瞭なものを成層しらすと呼ぶことがある。

3） 風化しらす

一次しらすの風化層で粘性土化して軟らかく、しらす層の上層にあることが多い。極軟質しらす、軟質しらすにほぼ相当する。

4） 普通しらす

おおむね灰白色をした一般的な一次しらす。中硬質しらすにほぼ相当する。

5） 固結（硬）しらす

一次しらすの中の弱溶結した硬いしらす。硬質しらすにほぼ相当する。

6） 沖積しらす

一次しらすが侵食・運搬・堆積作用を受け、沖積世（完新世：約 1 万年前～現在）に平野部に堆積した二次しらす。

7） 降下軽石

一般にボラ（鹿児島弁で「役に立たない」、「腑抜け」を意味する）と呼ばれ、降下してきた軽石の堆積物で、粗粒でほぼ均等な粒径を有し、比較的緩く堆積している。植生の生育状況はやや劣る。

8） 火山灰質粘性土

黒ボク、赤ボク、赤ホヤなどと呼ばれることがある。しらすが風化して粘土化したものを含む。細粒で有機物を含有していることが多い。植生の生育状況は良好で、このため土羽土に用いられることが多い。

9） 新期火山灰

入戸火砕流発生から後の火山活動によって供給された火山噴出物を総称して使われることがある。

参考文献

1） 地盤調査法改訂編集委員会：地盤材料試験の方法と解説―二分冊の 1－、地盤工学会、pp.53-80、2009.

2） 石川秀雄：桜島―噴火と災害の歴史、共立出版、p.110、1992.

補足資料-2　しらすにおける指標硬度とその他の工学的性質の関係

しらすにおける指標硬度とその他の工学的性質の間には次のような関係が報告されている。

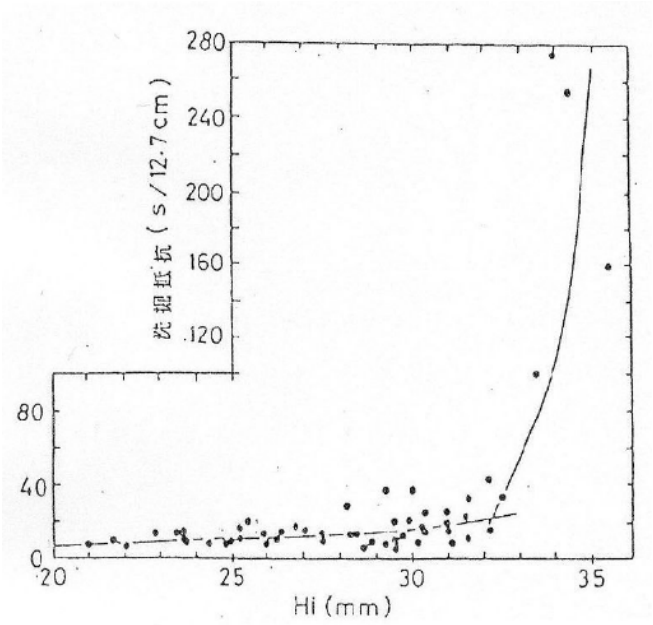


図１　洗掘抵抗と硬度の関係 [1)]

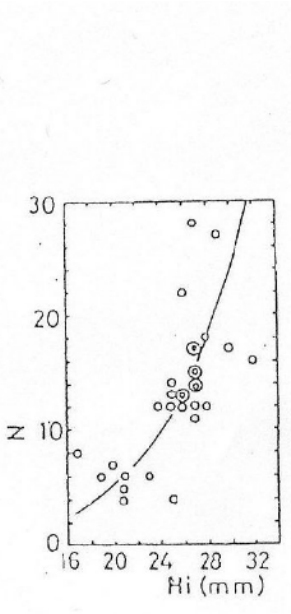


図２　Ｎ値と硬度の関係 [1)]

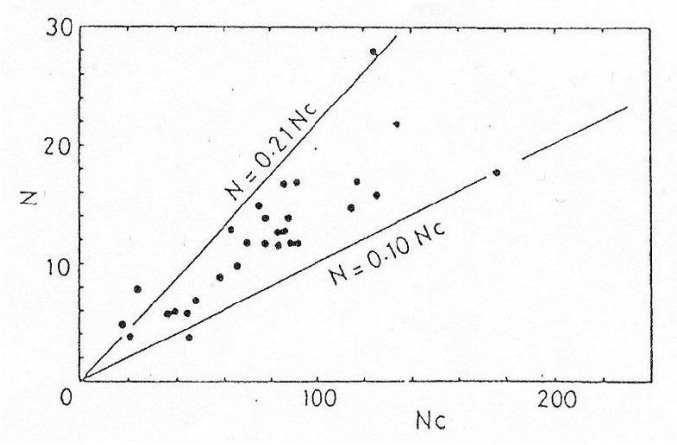


図３　土研式貫入試験機による貫入値とＮ値の関係 [1)]

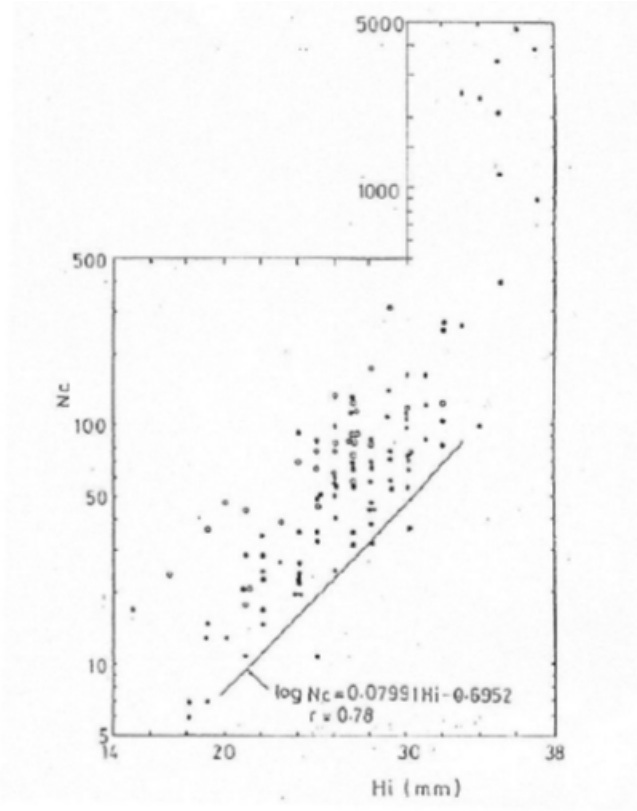


図 4　土研式貫入試験機による貫入値と硬度の関係 [1)]

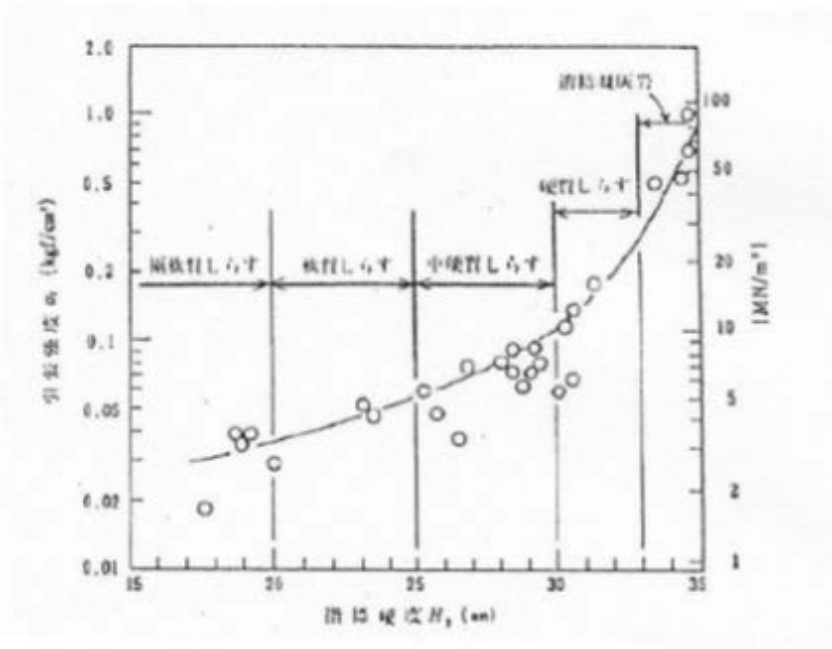


図 5　引張強度と指標硬度の関係 [1)]

参考文献

1）春山元寿、谷口智子：地山しらすの判別分類のための土壌硬度計の使用について（しらす基準化シンポジウム発表論文集　pp.7-12、1979）

補足資料-3　しらす地帯における地盤調査・土質調査・土質係数について

1. 地盤調査

地盤調査は対象となる箇所周辺の地質・土質状況を把握するために行われる。具体的には、物理探査・検層[1)]、ボーリング[2)]、サウンディング[3)]等がある。サウンディングの中では標準貫入試験、簡易動的コーン貫入試験、スウェーデン式サウンディング試験、土壌硬度試験などがしらす土工ではよく使われてきている。

物理探査・検層は地盤の中を伝播する弾性波や電磁波、電気抵抗が地盤を構成する材料に依存して異なることを利用し、(事前に得られた較正(キャリブレーション)曲線等を介して)間接的に地質・土質状況を把握しようとするものである。堤防や道路の路体・路床、基礎地盤の密度や空洞探査に用いられてきている。しらす地帯では第二次世界大戦終了直前にしらす台地縁辺部に掘られた特殊地下壕が数多く残存しており、それらの探査にも用いられている。放射性同位元素（RI）を用いた密度検層は土工における密度管理に適用される。

ボーリングとは地盤に孔を穿つことである。ボーリングは対象とする地盤の地質・土質構成を把握するため、また、土質試験の試料を採取するために主に行われる。供用中の堤防や道路の状態をモニタリングするための各種計器を埋設するためにもボーリングは行われる。

標準貫入試験（JIS A 1219)）は地盤調査において最もよく行われてきている。標準貫入試験は中空サンプラーを地中に打ち込むとき生じる地盤の抵抗を測定する試験であり、サンプラー先端の乱さない土に 30 ㎝打込むのに必要な打撃回数（N 値）によって地盤を評価している。標準貫入試験の利点は貫入試験を行いながら土試料を採取できる点にある。試験結果は柱状図としてまとめられる。N 値を用いて対象地盤の圧縮特性、せん断（変形・強度）特性、液状化特性、支持力特性などを把握することができる。一般に N 値 30 以上が工学的基盤とみなされる。また、N 値 3 程度以下の細粒土地盤、N 値 5 程度以下の粗粒土地盤は軟弱地盤とみなされる。沖積しらす地盤では N 値が数十 m にわたって 10 前後で推移することが多い[4)]。このような沖積しらす地盤では工学的基盤の深度を決定することが困難であり、沖積しらす地盤の支持力特性の解明は今後の課題である。

簡易動的コーン貫入試験（JGS 1433）は携帯が容易であり、標準貫入試験を行うことが困難な斜面等での地盤の硬さを評価するために行われる。特に、しらすの切土斜面の潜在すべり面（貫入抵抗の急変部）の同定には有効と考えられる。

スウェーデン式サウンディング試験（JIS A 1221）は地盤の静的貫入抵抗を評価する試験

である。標準貫入試験より操作が簡単であり、最近では宅地などの狭い範囲の地盤の液状化抵抗などを評価するために使われている。

土壌硬度試験（JGS 1441）は一次（地山）しらすの硬さを評価するために用いられてきており、**表 1** のように指標硬度によって一次しらすが分類される。また、**表.2** のような設計施工指針が示され、法面の保護工の選択に適用されている。

表 1　しらす地帯の土質判別分類基準

分類	一次しらす				その他		
	極軟質	軟質	中硬質	硬質	溶結	降下軽石	火山灰質
特性値	しらす	しらす	しらす	しらす	凝灰岩		粘性土
指標硬度	20 未満	20～25	25～30	30～33	33 以上	-	-
（Hy, mm）						（観察による）	（観察による）

表 2　地山しらすの判別分類に基づく切土工の設計施工指針

分類		一次しらす					その他		
		極軟質しらす	軟質しらす	中硬質しらす[注1)]		硬質しらす	溶結凝灰岩	軽石層	火山灰質有機質土及び火山灰質粘性土
指標硬度（mm）		20以下	20～25	25～30 植生工が容易	25～30 植生工が困難	30～33	33以上	－	－
湧水がない場合	勾配（割）	1.0～1.5	0.8～1.2	0.8～1.0	0.5～0.8	0.5～0.8	0.5以下	1.0～1.5	1.0～1.5
	のり面保護工	のり枠、植生工、のり枠栗石張り、のり枠ブロック空張り、コンクリート張り	のり枠、植生工、植生マット、張芝	のり枠、植生工、植生マット、張芝	モルタル吹付け	モルタル吹付け	無処理	のり枠、栗石張り、のり枠ブロック張り、コンクリート張り	張芝、植生マット、種子吹付け
湧水がない場合	勾配（割）	1.0～1.5	1.0～1.2	1.0～1.2	1.0程度	1.0程度	0.5程度	1.0～1.5	1.0～1.5
	のり面保護工	のり枠、栗石張りブロック空張り、コンクリート張り	のり枠、栗石張りブロック空張り、コンクリート張り	のり枠、植生工、植生穴工、植生マット、張芝	のり枠、栗石張、ブロック空張り、コンクリート張り	のり枠、栗石張、ブロック空張り、コンクリート張り	無処理	のり枠、栗石張り、ブロック空張り、コンクリート張り	張芝、植生マット、種子吹付け
排水処理の必要性		あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり

注1）しらすは水に侵食されやすく、法面の保護が極めて重要である。指標硬度が27mm以下を植生工が容易、27mm以上を植生工が困難なものと判断し、中硬質しらすを対象としてこの判別より法面保護工を設計するものとする。

注2）のり高（垂直高）が10mを超える場合は、地質条件を考慮して約7mどとに幅1.5～2.0mの小段を設ける。また、背後地から表面水を法面に流さないように法肩の排水溝を完備するとともに、法面に対して侵食されないように十分な排水施設を設けるものとする。

対象とする地盤において、上述した各種の物理探査・検層、ボーリング、サウンディングを実施した結果、堤防の基礎地盤の土層構成が一次しらす、砂および砂礫層（二次しらすを含んでいる場合が多い）から成り立っていることが判明した場合には、漏水の可能性をチェックするため、透水に関する調査（例えば、堤体、堤内（川裏）の複数地点での地下水位観測等）を行う必要がある。また、基礎地盤の地下水位が高く、緩い土層の場合には、各層の粒度分布、間隙比等を用いて液状化ポテンシャルを確認しておくことも必要である。

対象とする地盤において、上述した各種の物理探査・検層、ボーリング、サウンディングを実施した結果、堤防および道路盛土の基礎地盤が軟弱と判定された場合、標準貫入試験、電気式静的コーン貫入試験、スウェーデン式サウンディング試験等により支持力を確認しておくことも必要である。

地下水位以下の一次しらすを対象とする土工においては、一次しらすの下層に降下軽石層等の透水性土層の存在が確認されたとき、地下水位とその変動の三次元分布状況を把握すること、限界動水勾配などを算定して一次しらすのボイリングに対する抵抗力を確認しておくことが必要である。

2. 土質試験

土質試験は土工対象箇所の地盤を構成する土の特性（すなわち、土質特性）を明らかにし、対象箇所での土工の計画・設計・施工、そして、供用後の維持管理・補修を適切に行うことを目的としている。ここに、土質特性とは土質材料の保水特性、透水特性、圧縮特性、せん断（変形・強度）特性、液状化特性、支持力特性などのことである。土質試験によって得られたデータは試料採取地点の土質特性を反映したものであること、また、その値を代表値（平均値）と見なしていること（点で得られた値を三次元に拡張していること）を認識しておく必要がある。

土は土粒子実質部分（固相）、間隙水（液相）、間隙空気（気相）からなる三相混合体であり、土質材料は**図 1** のように工学的に分類される。

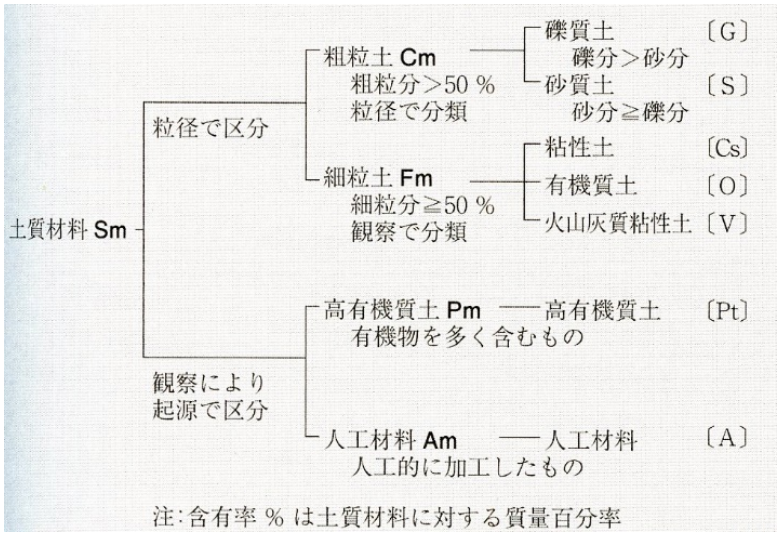


図 1　土質材料の工学的分類

図 2 は土の相構成図を示している。土は土粒子実質部分（固相）、間隙水（液相）、間隙空気（気相）からなる三相混合体であり、**図 2**(a)に基づいて次のような物理量（土質係数）が定義される。

土粒子密度ρ_s（kg/m^3）　$\rho_s = \dfrac{M_s}{V_s}$　(式-2.1)

湿潤密度ρ_t（kg/m^3）　$\rho_t = \dfrac{M}{V}$　(式-2.2)

乾燥密度ρ_d（kg/m^3）　$\rho_d = \dfrac{M_s}{V}$　(式-2.3)

間隙比e（無次元）　$e = \dfrac{M_s}{V}$　(式-2.4)

間隙比n（無次元）　$n = \dfrac{V_v}{V}$　(式-2.5)

空気間隙率n_a（無次元）　$n_a = \dfrac{V_a}{V}$　(式-2.6)

体積含水率θ（無次元）　$\theta = \dfrac{V_w}{V}$　(式-2.7)

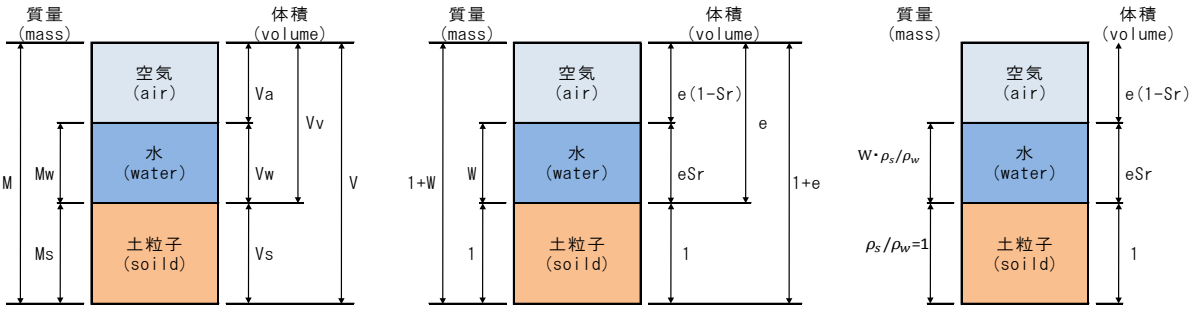
飽和度S_r（無次元）　$S_r = \dfrac{V_w}{V_v}$　(式-2.8)

含水比w（無次元）　$w = \dfrac{M_w}{M_s}$　(式-2.9)

土粒子密度は正確には温度や圧力に依存する係数であるが、地盤工学では一定と仮定して取り扱っている、すなわち、ある与えられた土の土粒子密度は土質係数ではなく、土質定数となる。**図 2(b)**は間隙比、含水比、飽和度を用いて土の相構成図を表わしたものである。**図 2(b)**の質量部分を体積に変換すると**図 2(c)**のようになり、水（液相）の体積に着目すると次式が導かれる。

$$e \cdot S_r = \frac{w\rho_s}{\rho_w} = wG_s \qquad \text{(式-2.10)}$$

ここに、　ρ_w ： 水の密度
G_s ： 比重　（ρ_s / ρ_w）



(a)従来の相関図　(b) 土粒子の質量と体積を単位としたときの相構成図　(c) 土粒子のの体積を単位（=1）としたときの相構成図における体積と質量の関係

図 2　土の相構成図

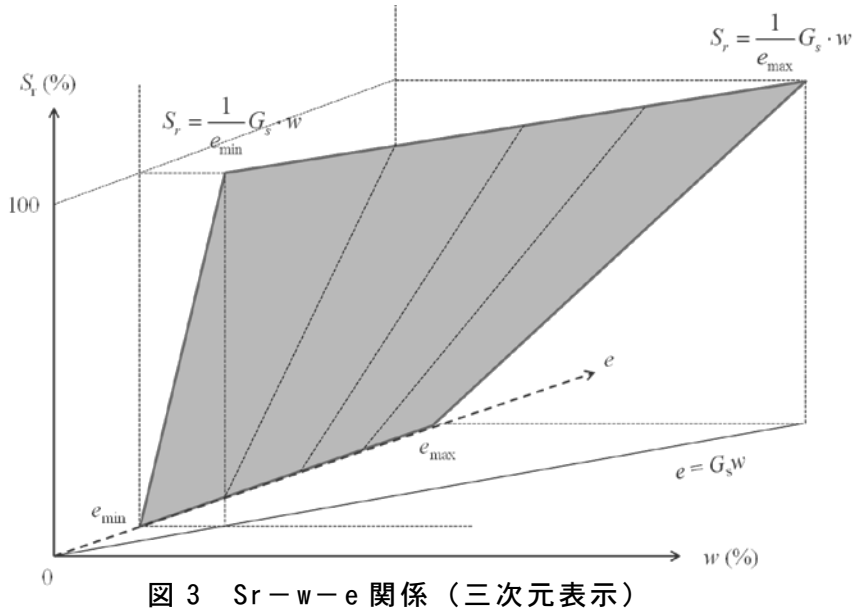


図 3　Sr－w－e 関係（三次元表示）

式(2.10)は土の間隙比～含水比～飽和度関係を示しており、体積・質量関係式といわれる。**図 3** は式 (2.10)を図化したものであり、土の状態は捻じれた曲面上にプロットされ、**式 (2.2)～式 (2.9)**で定義される土の物理量の中の（間隙比、含水比の組合せ)、あるいは、(間隙比、飽和度の組合せ)、あるいは（含水比、飽和度の組合せ）が土の状態を規定する基本物理量となることがわかる。ここでは、間隙比と含水比の組合せを採用することにする。すなわち、**式 (2.1)～式 (2.9)**で定義される物理量の中の土粒子の密度、間隙水の密度、間隙比、含水比が土の基本物理量となる。

以上のことより、土の状態を規定する基本物理量は粒径加積曲線（粒径分布)、土粒子の密度、間隙水の密度、間隙比、含水比となる。土の基本物理量として、間隙比、含水比のかわりに次式で定義される。湿潤密度、乾燥密度を用いることもできる。

$$\rho_t = \frac{1+w}{1+e}\cdot\rho_s \qquad \text{(式-2.11)}$$

$$\rho_d = \frac{1}{1+e}\cdot\rho_s \qquad \text{(式-2.12)}$$

従って、土工の対象となる地盤の土について必ず行わなければならない土質試験は粒度試験、土粒子の密度試験、含水比試験、湿潤密度試験となる。

表 3　土質試験項目

試験項目	土取場	切土部	築堤材料	盛土材料	土羽土	基礎地盤
土粒子の密度試験	◎	◎	◎	◎	◎	◎
土の含水比試験	－	△	◎	△	◎	◎
土の粒度試験	◎	◎	◎	◎	◎	◎
土の液性限界・塑性限界試験	－	△	△	△	△	△
土の保水性試験	－	◎	△	◎	△	△
土の湿潤密度試験	◎	◎	－	◎	◎	△
岩石のスレーキング試験	－	△	－	△	－	－
土懸濁液のpH試験	－	△	－	△	－	－
土の有機炭素含有量試験	－	△	－	△	－	－
CBR試験	－	△	－	△	－	－
突固めによる土の締固め試験	△	－	◎	◎	◎	－
締固めた土のコーン指数試験	－	－	△	△	△	－
土の透水試験	－	△	○	△	○	○
土の三軸圧縮試験	－	△	○	◎	○	○
土の繰返し非排水三軸試験	－	－	－	－	－	△
圧裂による岩石の引張り強度試験	－	△	－	－	－	－

凡例：◎原則として実施　○出来るだけ実施
　　△必要に応じて実施または可能であれば実施
　　－実施しない

土粒子の密度試験方法（JIS A 1202:2009）は、ピクノメータを用いて煮沸する。しらす粒子は多孔質であるため、煮沸時間に注意する必要がある。

土の含水比試験（JIS A 1203:2009）は土の湿潤密度試験、土粒子の密度試験とともに間隙比を求めるために必要である。但し、図 2.3 に示すような手順で湿潤密度試験を行えば、その過程で含水比、湿潤密度、乾燥密度、間隙比を求めることができる。また、湿潤密度試験は土取り場での土量変化率を求めるためにも必要である。

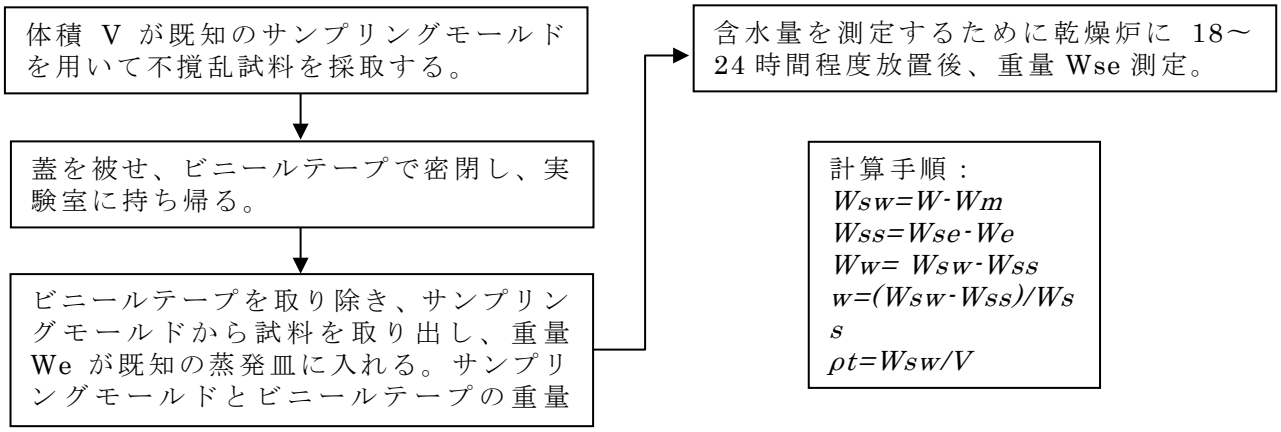


図 4　湿潤密度試験の手順

土の粒度試験方法（JIS A 1204:2009）は与えられた土を工学的に分類するために行われ、粒径加積曲線（粒径分布曲線）が得られる。粒径加積曲線を定量的に評価するために 50%通過粒径、平均粒径、均等係数、曲率係数などが用いられる [注 2.1)]。このように粒度試験は地盤材料の粒度を求めることを目的としており、土取り場、切土箇所、堤防および盛土の基礎地盤の土を用いて行われる。得られた結果は土質材料の工学的分類 [3)] に利用される。従来の粒度試験はふるい分け分析と沈降分析から粒径加積曲線を求めていたが、レーザーを用いた粒度分析装置なども実用化されており、土質力学分野でもそれらの装置を用いた粒度分析を取り入れることを試みるべきであろう。

注 2.1：50%通過粒径と平均粒径は異なることを認識し、用語を正確に使い分けることが必要である。

土の液性限界・塑性限界試験方法（JIS A 1205:2009）は細粒土の工学的分類や力学的性質の推定に利用される。液性限界・塑性限界試験から得られる塑性図は細粒土の圧縮性・透水性、強度などを評価する指標としてよく用いられている。一次しらすや花崗岩が風化したまさ土は砂質土（砂分（0.075～2mm）>礫分（2mm～75mm））に分類されるものが多く、細粒

分（0.075mm 以下）が 15%以下の場合が多い。細粒分が少ない一次しらすやまさ土では液性限界・塑性限界試験が行えない場合が多い。従って、現場での観察やボーリング結果などから明らかに砂質土に分類される一次しらすやまさ土等については液性限界・塑性限界試験は不要である。一方、風化によって細粒化した一次しらすやまさ土、しらす地帯に散在する安山岩の風化した火山灰質粘性土、種子島・奄美大島などで見られる堆積岩等が風化した粘性土では、液性限界・塑性限界試験を行い、塑性図等を利用してコンシステンシー（細粒土の含水比に依存して変化する変形・強度特性（稠度（ちょうど））の概略を把握しておくことが必要である。

土の保水性試験（JGS 0151-2009）は不飽和土の水分特性曲線を得るための試験である。ここに、水分特性曲線とはマトリックサクション～含水比関係、マトリックサクション～体積含水率関係、マトリックサクション～飽和度関係を表わす曲線のことである。これらを区別する必要があるときは含水比表示の水分特性曲線、体積含水率表示の水分特性曲線、飽和度表示の水分特性曲線という。地盤工学の実務分野では高飽和度領域の土を対象とした吸引法がよく行われてきている。しらすにおいても不撹乱試料を用いた吸引法の一つである水頭法（最大マトリックサクション（水頭）：3m 程度）が推奨される。規格・基準以外の簡便な土柱法も推奨される。水分特性曲線は排水・吸水過程でヒステリシスを有することを理解しておくも肝要である。土の保水性試験によって水分特性曲線（主乾燥曲線、主湿潤曲線、走査曲線）を求めるためには長時間（数か月）が必要である。この問題を解決するために、酒匂が開発した平行移動指数 I_{pt}[5]（粒径加積曲線と間隙比が既知であり、保水性試験で得られたプロット（含水比、サクション）が一つあれば、水分特性曲線を描くことができる数値シミュレーション・プログラム（ソースコード））、宮本ら[6]が開発した手法（インク瓶モデルを用いて主乾燥曲線、主湿潤曲線、任意の走査曲線を描くことができる数値シミュレーション・プログラム（ソースコード））を併用することによってこの問題を解決することができる。また、水分特性曲線はマトリックサクションを対数目盛で表示することが一般であるが、参考資料④に出てくる比水分容量、比飽和容量、比貯留係数などは普通目盛で表示された水分特性曲線から求められるものであることにも注意が必要である。

土の湿潤密度試験法（JIS A 1225:2009）にはノギス法とパラフィン法がある。ノギス法は成形できる円柱供試体に適し、円柱供試体が成形できない場合はパラフィン法が適している。

しらすの場合、円柱供試体を成形することが困難であり、また、土粒子が多孔質であるためパラフィンが土粒子の細孔に入る可能性がある。そのため、ノギス法を簡略化した前述の方法（図 2.3 参照）で求めることが考えられる。モールドの大きさは内径 50～60 ㎜、高さ 50～70 ㎜程度である。モールドを挿入する際の試料の乱れを少なくするためには静的な挿入が望ましいが、現場では木槌の 1 回当たりの打撃力と打撃回数で調節し、できるだけ乱れの少ない供試体を採取するように努めている。供試体の数は 5 個以上が望ましい。得られたデータの処理については、供試体すべての平均をとる、最小と最大値を除いた供試体の平均をとる、平均と標準偏差を計算し、正規分布として統計的に処理することが行われる。

岩石のスレーキング試験方法（JGS 2124-2009)、岩石の促進スレーキング試験方法(JGS 2125-2009）は必要に応じて行われる。具体的には、しらすではなく、新第三紀（約 2300 万年前～250 万年前）の火山岩類である安山岩等が風化した火山灰質粘性土、中生代白亜紀から新生代古第三紀（約 1 億 5000 万年前～2300 万年前）に形成された付加体である四万十層群の一部である砂岩・頁岩が風化した粘土などが存在する地盤ではスレーキングを起こす可能性があり、スレーキング試験を行う必要がある。両試験方法は供試体を水浸させたときの形状の変化（細粒化等）を目視によって観察し、スレーキング区分の記述を考慮してスレーキング区分～時間関係を求めるものである。すなわち、これらの試験はスレーキングの発生の有無を確認するためだけの試験であり、力学特性（変形・強度特性等）を明らかにするためにはスレーキングが生じた後の試料による力学試験が必要である。

土懸濁液のｐH 試験方法（JGS 0211-2009）は土試料に一定の質量比で蒸留水を加えた懸濁液のｐH を測定するものであり、得られたｐH 値を土のｐH と見なしている。ここに、ｐH とは水素イオン［H^+］の濃度を示す指標であり、水溶液の酸性（ｐH 値：0～7)、アルカリ性（ｐH 値：7～14）を示す尺度である。土のｐH は化学的な処理（セメント、石灰、石膏、マグネシウム等の混合）によって地盤改良を行う場合などに必要な情報である。

土の有機炭素含有量試験方法（JGS 0231-2009）については、フレッシュな一次しらす（土壌硬度指数が 20 以上）のほとんどが無機質の火山ガラスから成り立っており、有機物の含有量は少なく、従って、原則的には一次しらすを試料とした土の有機炭素含有量試験を行う必要はない。風化・粘土化した一次・二次しらす、古土壌、泥炭、そして、コンクリート・リ

サイクル材料等は場合によっては有機炭素含有量試験を行う必要が出てくることがある。

CBR 試験方法（JIS A 1211:2009）は道路の路床・路盤の支持力特性を把握するため粘性土から粗粒材を含む礫質土にいたるほとんどの土に適用されている。しかし、しらすを用いた土工は密度によって管理されることが多く、CBR 試験の適用範囲は自動車専用道路などの高品質な道路の施工に限られるであろう。

突固めによる土の締固め試験方法（JIS A 1210:2009）は締固め特性を把握するために行われる。その際、突固め方法の種類、試料の準備方法及び使用方法の組合せ、締固めエネルギーを明記しておく必要がある。しらす粒子は多孔質であり、角張っているため、粒子破砕を生じやすいので、試験方法の違い（締固めエネルギー、繰返し・非繰返し、乾燥法・湿潤法）によって結果に顕著な差異が生じる。そのため、試験は非繰返し法、すなわち、A-c 法（許容最大粒径 19mm、非繰返し）、あるいは、B-c 法（許容最大粒径 37.5mm、非繰返し）で行うのが一般的である。土工における密度管理は締固め試験から得られる最大乾燥密度と締固め度を用いて行われる。現場の締固め土工では最適含水比で調整された土が風、湿度、温度、降雨等の影響を受け、施工時には最適含水比と異なった状態になっていることが多いことを認識しておく必要がある。また、川内川の築堤において、二次しらすで締固められた盛土がエアクッションのような状態になったことがある。原因は究明されていないが、最適含水比の湿潤側で締固めると間隙空気が閉塞されためと推測される。

締固めた土のコーン指数試験方法（JIS A 1228:2009）は、関東ロームのような火山灰質粘性土の繰り返し強度特性の良否を判定することを目的として考案されたが、その後、土工における施工機械のトラフィカビリティの判定、安定処理土の改良効果の判定などに用いられている。しらす地帯の土工においては、風化が進行して粘土化したしらすや土羽土のオーバーコンパクション（過転圧）を防ぐために用いられる。

土の透水試験方法（JIS A 1218:2009）は、ダルシーの法則に基づき、飽和透水係数を求めることを目的とし、締固めた試料、乱さない試料を対象とした試験であり、定水位透水試験と変水位透水試験が規定されている。一般に、定水位透水試験は飽和透水係数の比較的大きい土に、変水位透水試験は飽和透水係数の比較的小さい土に適用する。両試験の選択の境界

は飽和透水係数 $k=10^{-5}\,m/s=10^{-3}\,cm/s$ を目安としている。しらすを用いた透水試験は定水位透水試験が一般的である。不飽和透水係数は飽和透水係数より小さく、飽和度が小さいほど不飽和透水係数は小さくなる。不飽和透水係数を求める試験は長時間を要するため、飽和透水係数と酒匂が開発した平行移動指数 I_{pt}[4)]（粒径加積曲線と間隙比が既知であり、透水試験で得られたプロット（含水比、透水係数）が一つあれば、不飽和透水係数~含水比関係を描くことができる数値シミュレーション・プログラム（ソースコード)）を併用することによって簡便に不飽和透水係数を推定することができる。

河川堤防や道路盛土の透水特性を原位置で調査する方法として締固めた地盤の透水試験方法（JGS 1316-2012）がある。この試験によって得られた透水係数の物理的な意味は不明確であり、地盤の目安となる（定性的、相対的）透水係数であり、室内透水試験によって得られた透水係数との関係を事前に確認しておく必要がある。

土の三軸圧縮試験は土の非圧密非排水（UU）三軸圧縮試験方法（JGS 0521-2009)、土の圧密非排水（CU）三軸圧縮試験方法（JGS 0522-2009)、土の圧密非排水（$\overline{CU}$）三軸圧縮試験方法（JGS 0523-2009)、土の圧密排水（CD）三軸圧縮試験方法（JGS 0524-2009)、土の K_0 圧密非排水三軸圧縮（$K_0\overline{CUC}$）試験方法（JGS 0525-2009)、不飽和土の三軸圧縮試験方法（JGS 0527-2009）に分けられる。これらの試験は土のせん断強度係数である粘着力とせん断抵抗角を求めるために行われる（せん断強度係数は強度定数ではなく、同じ土でも間隙比、含水比によって変化する係数（係数）であることに注意が必要である)。しらす地帯の土試料を用いてよく行われてきている三軸試験としては土の非圧密非排水（UU）三軸圧縮試験（JGS 0521-2009)、土の圧密非排水（CU）三軸圧縮試験（JGS 0522-2009)、土の圧密非排水（$\overline{CU}$）三軸圧縮試験（JGS 0523-2009)、土の圧密排水（CD）三軸圧縮試験（JGS 0524-2009）が挙げられる。これらの試験は飽和土を対象とした試験であることに注意が必要である。すなわち、乱した、あるいは、乱さない供試体を三軸室にセットし、供試体を飽和させた後、間隙水圧測定センサーによって B 値（間隙水圧係数）を測定し、飽和状態であること確認してから試験を開始しなければならない。

最近は有限要素法等の数値解析手法を用いた変形解析の入力係数（ヤング率、ポアソン比、弾塑性モデルの係数等）を求めるためにも三軸試験が適用されてきているが、ここでは三軸試験から得られるせん断強度係数について説明する。

土の非圧密非排水（UU）三軸圧縮試験（以下、UU 試験という）は、主に飽和した粘性土を対象としている。異なった 3 つ以上のセル圧載荷後の圧縮試験より得られたモールの応力円の大きさは等しく、圧縮強さ～等方応力関係から得られる破壊包絡線は横軸に平行（$\phi_u = 0$）となり、縦軸切片の値（見かけの粘着力）が非排水せん断強度 c_u となる。一般に、非排水せん断強度 c_u は軟弱地盤での安定解析等に用いられ、しらす地帯においては河口付近の細粒分を多く含み、風化の進んだ（粘土化した）二次しらすの試験が行われる程度であり、適用は限定的である。

土の圧密非排水（CU）三軸圧縮試験（以下、CU 試験という）は、主に飽和した粘性土を対象としている。CU 試験では軸圧縮過程で過剰間隙水圧の測定を行わないため、測定される応力はすべて全応力である。全応力表示の圧縮強さ～圧密応力関係より得られるせん断強度係数は c_{cu}、ϕ_{cu} と表記される。CU 試験は間隙水圧を測定するセンサーが高価で、精度が低い数十年前に行われた試験である。

土の圧密非排水（$\overline{CU}$）三軸圧縮試験（以下、$\overline{CU}$ 試験という）は、飽和した土を対象としている。$\overline{CU}$ 試験の軸圧縮過程では過剰間隙水圧の測定が行われ、有効応力が既知となる。圧密過程で得られたデータより $e \sim \log p$ 関係が画かれ、圧縮指数 C_c を求めることができる。有効応力表示の圧縮強さ～圧密応力関係より得られるせん断強度係数は c'、ϕ' と表記される。$\overline{CU}$ 試験で得られるせん断強度係数 c'、ϕ' の適用範囲は広く、最もよく行われている三軸試験である。

土の圧密排水（CD）三軸圧縮試験（以下、CD 試験という）は、主に飽和した砂質土を対象としている。飽和した粘性土では、試験時間が長くなるため、CD 試験を行うことは稀である。CD 試験の軸圧縮過程では排水状態のため、過剰間隙水圧は発生せず、供試体内の静水圧は無視して、有効応力と全応力は等しいとしている。得られた圧縮強さ～圧密応力関係より得られるせん断強度係数は c_d、ϕ_d と表記される。試験結果より、$\overline{CU}$ 試験で得られるせん断強度係数 c'、ϕ' は、CD 試験より得られるせん断強度係数 c_d、ϕ_d と等しいことが知られている。このことは $\overline{CU}$ 試験が広く行われてきている理由の一つである。

不飽和土を対象とした三軸試験は不飽和土の三軸圧縮試験方法（JGS 0527-2009）で規定されている。しかし、本試験ではセラミックフィルターを用いた負の間隙水圧の測定が必要であり、これまで実務レベルで行われることは稀であった。しかし、不飽和土の力学特性を把握するためには、圧密過程・軸圧縮過程での供試体の体積変化、排水量、負の間隙水圧の測

定が不可欠であり、今後は、これらの物理量を測定できる三軸試験機（例えば、セラミック付二重セル型三軸試験機）の実務レベルでの普及が望まれる。不飽和土の三軸圧縮試験の代用として CD 試験が考えられる。不飽和土を対象とした CD 試験では、圧密過程・軸圧縮過程での供試体の体積変化（排水量ではない）と含水比の変化（排水量）を把握することが必須である。

土の繰返し非排水三軸試験（JGS 0541-2009）は主に飽和した砂質土を対象とし、非排水状態で軸差応力を繰返し載荷する試験である。本試験で得られた繰返し応力振幅比～繰返し載荷回数関係は、地震時の液状化の危険度予測において、液状化抵抗率 FL を計算するために利用される。しらす地帯で地震時に液状化が生じる可能性のある場所は、しらす台地縁辺部の二次しらすで構成される地下水位が地表面から 5m 以浅の開析谷底面や河岸段丘、河口付近の沖積地盤（二次しらす地盤）に限定される。したがって、コストとも関連して実務レベルで土の繰返し非排水三軸試験の適用事例は少ない。

液状化に関する試験とは地震時の液状化以外のパイピングやボイリングの可能性の有無をチェックするために行う試験であり、限界動水勾配を求めることを目的としている。パイピングは地盤内にパイプ状の孔や水みちができる現象である。ボイリングは、地下水位の浅い砂質地盤や砂礫地盤の掘削工事で、土留め壁の背面から掘削面に向かう上向きの浸透力が大きくなり、地下水とともに掘削面から噴き上がる現象であり、ボイリングが発生する前にパイピングが生じているものと考えられる。限界動水勾配を求める試験は基準化されていないが、定水位試験装置を用いて底面から水を上向きに流すことによって限界動水勾配が得られる。限界動水勾配は、理論的に導かれた式があり、実務レベルではこの式に間隙比と土粒子密度を代入し、限界動水勾配を求めることが一般的である。

圧裂による岩石の引張強度試験（JGS 2551-2009）はしらす地帯の溶結凝灰岩（土壌硬度計から得られる指標硬度 33 以上）の引張強度を求めるために行われる。得られた結果は切土斜面での斜面安定解析などに用いられるが、実務レベルでの適用事例は少ない。

土の圧密試験は土の段階載荷による圧密試験方法（JIS A 1217:2009）、土の定ひずみ速度載荷による圧密試験方法（JIS A 1227:2009）に分けられる。

土の段階載荷による圧密試験方法は主に飽和した粘土を対象とし、一次元かつ段階載荷に

よって排水を許しながら圧縮し、圧縮特性と圧密特性を明らかにする試験である。具体的には圧縮特性は圧縮指数C_cによって、圧密特性は圧密係数c_vによって評価される。圧縮指数C_cは、ある与えられた飽和土に固有な土質定数である。圧縮指数C_cを用いて最終の沈下量、圧密係数c_vを用いて沈下が終了するまでの時間が求められる。本試験は標準圧密試験ともいわれるが、標準的な圧密試験ではない。本試験を不飽和土に適用すると、圧縮指数C_cは含水状態によって変化する係数となり、また、圧密係数c_vは求めることはできない。

土の定ひずみ速度載荷による圧密試験方法は研究レベルで行われてきた試験であり、実務レベルでの適用は皆無に近い。

表 3 に示された土質試験の方法等が記載された地盤工学会編「土質試験の方法と解説」の掲載ページを**表 4** に示しておく。

表 4　地盤工学会編「地盤材料試験の方法と解説（2009 年版)、「地盤調査の方法と解説」（2012 年版）での掲載ページ」

試験名	規格・基準	冊子	分冊	掲載ページ	備考
土粒子の密度試験	JIS A 1202:2009	地盤材料試験	二分冊の1	97-103	
土の含水比試験	JIS A 1203:2009	地盤材料試験	二分冊の1	104-106	
土の含水比試験	JGS 0122-2009	地盤材料試験	二分冊の1	106-108	電子レンジ使用
土の粒度試験	JIS A 1204:2009	地盤材料試験	二分冊の1	115-123	
土の液性限界・塑性限界試験	JIS A 1205:2009	地盤材料試験	二分冊の1	137-142	
土の保水性試験	JGS 0151-2009	地盤材料試験	二分冊の1	162-176	
土の湿潤密度試験	JIS A 1225:2009	地盤材料試験	二分冊の1	177-185	
岩石のスレーキング試験	JGS 2124-2009	地盤材料試験	二分冊の1	285-308	
岩石のスレーキング試験	JGS 2125-2009	地盤材料試験	二分冊の1	287-308	促進スレーキング
土懸濁液のpH試験	JGS 0211-2009	地盤材料試験	二分冊の1	310-316	
土の有機炭素含有量試験	JGS 0231-2009	地盤材料試験	二分冊の1	345-354	
CBR試験	JIS A 1211:2009	地盤材料試験	二分冊の1	393-408	
突固めによる土の締固め試験	JIS A 1210:2009	地盤材料試験	二分冊の1	373-385	
締固めた土のコーン指数試験	JIS A 1228:2009	地盤材料試験	二分冊の1	386-392	
土の透水試験	JIS A 1218:2009	地盤材料試験	二分冊の1	449-461	
締固めた地盤の透水試験	JGS 1316-2012	地盤調査	二分冊の1	552-558	
土の非圧密非排水三軸圧縮試験	JGS 0521-2009	地盤材料試験	二分冊の2	552-572	UU試験
土の圧密非排水三軸圧縮試験	JGS 0522-2009	地盤材料試験	二分冊の2	572-575	CU試験
土の圧密非排水三軸圧縮試験	JGS 0523-2009	地盤材料試験	二分冊の2	575-579	CU試験
土の圧密排水三軸圧縮試験	JGS 0524-2009	地盤材料試験	二分冊の2	579-604	CD試験
不飽和土の三軸圧縮試験	JGS 0527-2009	地盤材料試験	二分冊の2	625-639	
土の繰返し非排水三軸試験	JGS 0541-2009	地盤材料試験	二分冊の2	730-749	
圧裂による岩石の引張り強度試験	JGS 2551-2009	地盤材料試験	二分冊の2	901-911	
土の圧密試験	JIS A 1217:2009	地盤材料試験	二分冊の1	462-499	

3. 土質係数

前節で述べた土質試験は土質特性を反映した土質係数を求めるために行われる。以下、**表 3** に示した土質試験から得られる主な土質係数について考察を加える。

土粒子の密度：通常の砂質土の土粒子密度 ρ_s は 2.60～2.70g/cm ^{3}程度である。しらす粒子は多孔質であることに基因して、一次しらすの土粒子密度は 2.30～2.40 g/cm ^{3}程度、二次しらすの土粒子密度はしらすの含有割合に依存して 2.40～2.60 g/cm ^{3}程度となる。土羽土はしらすを含まない新規火山灰堆積物や古土壌が使われるので、土粒子密度は 2.65～2.70 g/cm ^{3}程度となる。ここに、新規火山灰とは 2.9 万年前の入戸火砕流発生以後の火山活動によって供給された火山灰を総称している。**図 5** は川内川で採取されたしらすの土粒子密度の頻度分布を示している。**図 5** より試料は二次しらすが多く含まれていることがわかる。

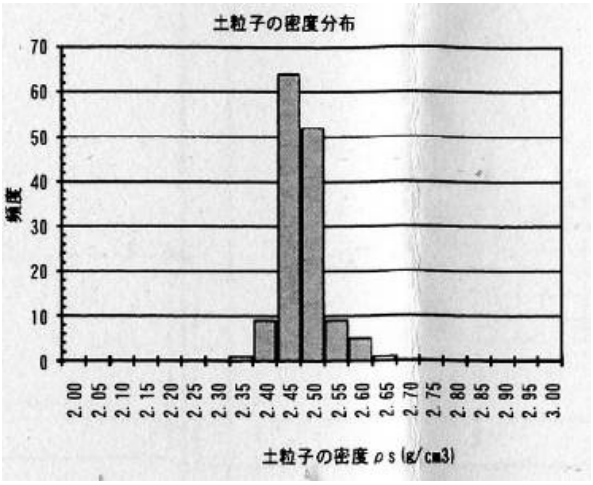


図 5　川内川で採取されたしらすの土粒子密度の頻度分布

3.1 含水比

含水比 w は式-2.10 に示す体積・質量関係式に含まれる土の基本物理量（土質係数）である。土中含水量を表す他の土質係数として体積含水率、飽和度などがある。自然含水比は降雨・晴天などの気象条件に依存するが、しらすの自然含水比の概略値は 20%前後である。

粒径加積曲線：ふるい分析（ふるいの数 13）と沈降分析（測定回数 8）から 15～20 程度の測定値が得られる。それらの測定値を縦軸に通過質量百分率、横軸に粒径（対数）を片対数紙上にプロットし、プロットを滑らかに結んだ曲線は粒径加積曲線という。粒径加積曲線より、10%通過粒径 D_{10}、50%通過粒径 D_{50}、均等係数 $U_c = D_{60}/D_{10}$、曲率係数 $U_c^{'} = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$ などの土質係数が得られる。D_{10} は有効径ともいわれる。プロット

を滑らかに結ぶ際に主観が入るのを避けるためには粒径加積曲線を対数正規分布の分布関数とみなし、回帰分析を行うことがある。対数正規分布の分布係数は 2 つであるので、基本的には 2 つの測定点があれば、対数正規分布で近似した粒径加積曲線を得ることができる。**図 6** は川内川しらすの粒径加積曲線を示している。

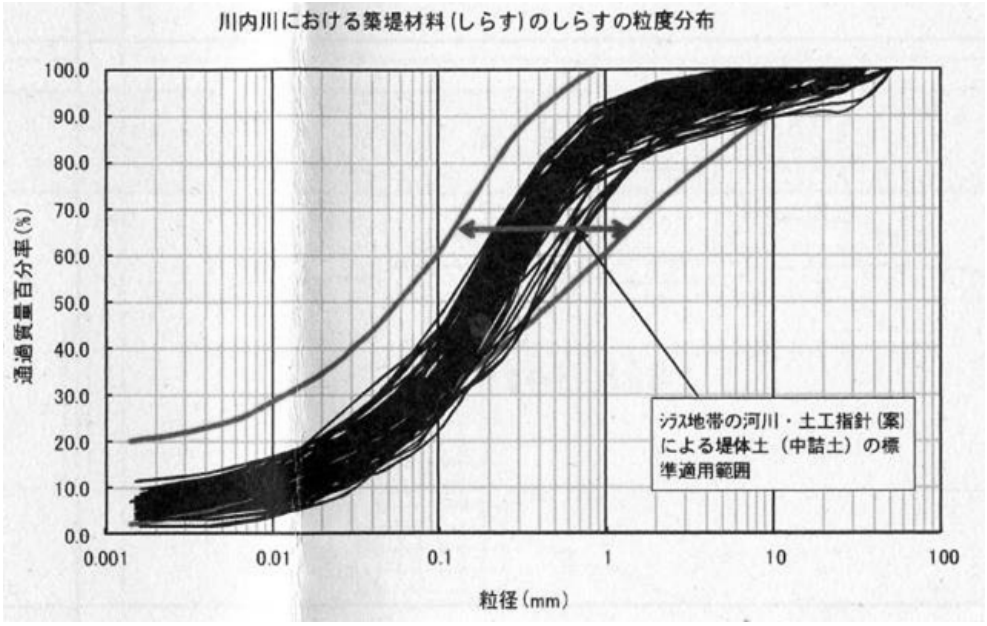


図 6　川内川しらすの粒径加積曲線

3.2 水分特性曲線

不飽和・飽和浸透解析に必要な土質係数である比水分容量C_sと比貯留係数S_sを求めるために行われる。比水分容量は体積含水率表示の水分特性曲線の傾きとして保水性試験から求められる。体積変化の測定が可能な保水性試験であれば比飽和容量が本来使われるべきであるが、従来の保水性試験のほとんどが体積変化を測定していないため、比水分容量を用いている（補足資料-4 参照）。保水性試験を行いわない場合は**図 7** に示す水分特性曲線が用いられる。

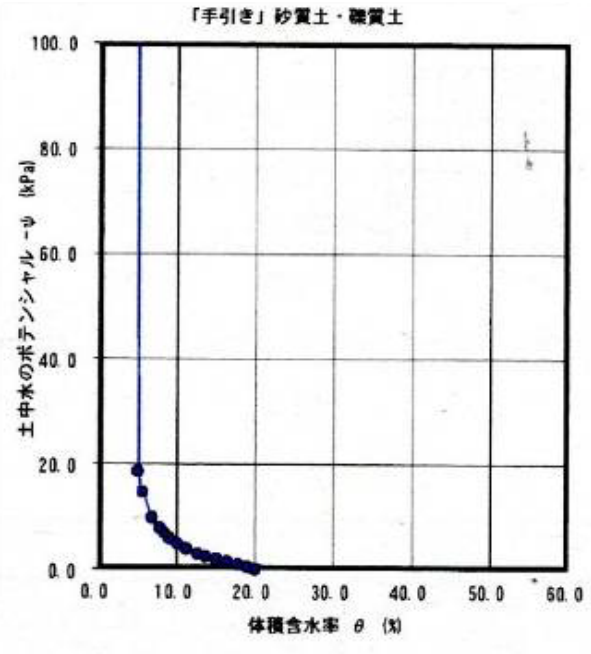


図 7　水分特性曲線

比貯留係数はサクション～間隙率関係から求められるが、保水性試験で供試体の体積変化を測定している場合が少ない。体積変化が測定されていない場合は次のような値が便宜的に用いられる。

砂質土の場合：$S_s = 1 \times 10^{-4}\ (1/m)$

粘土の場合：$S_s = 1 \times 10^{-3}\ (1/m)$

しかし、上記の値は飽和土中の地下水流動の解析結果に基づいており、不飽和・飽和浸透において、間隙水圧の変動が小さく、土の体積変化が無視できる場合は比貯留係数 S_s をゼロとすることができる。

実務レベルではサクションのあまり高くない範囲に適用される吸引法が適していると考えられる。土の保水性試験では一般に飽和したセラミックディスクがポーラスストーンの替わりに用いられる。適切な空気侵入値のセラミックディスクを用いることが肝要である。しらすの場合は砂質土でよく用いられている 100kPa 以下の空気侵入値を有するセラミックディスクを用いることが推奨される。地盤工学会の基準とはなっていないが、土柱法も試験操作が複雑でないので推奨される。いずれにしても、不飽和土の試験では温度と湿度の変化が試験誤差を生じさせることを認識しておくことが必要である。

締固め曲線：**図 8**、**図 9** は川内川しらすの突固めによる土の締固め試験方法から得られた最大乾燥密度と最適含水比の頻度分布を示している。土粒子の密度が普通の砂質土より小さいことを反映して、最大乾燥密度も普通の砂質土より小さくなっている。築堤・道路盛土での締固め管理は締固め度 85～90%以上とし、乾燥側で締固めることが望ましい。

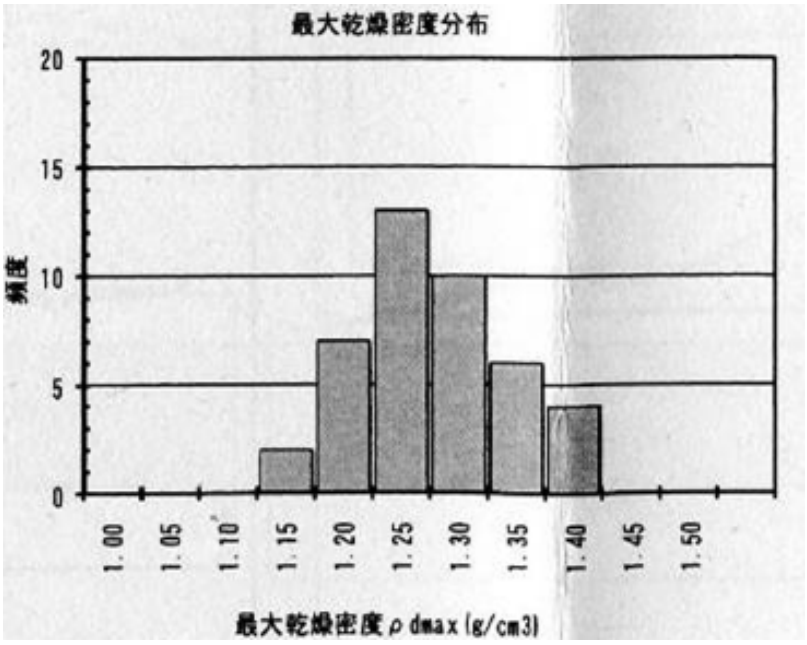


図 8　川内川しらすの最大乾燥密度の頻度分布

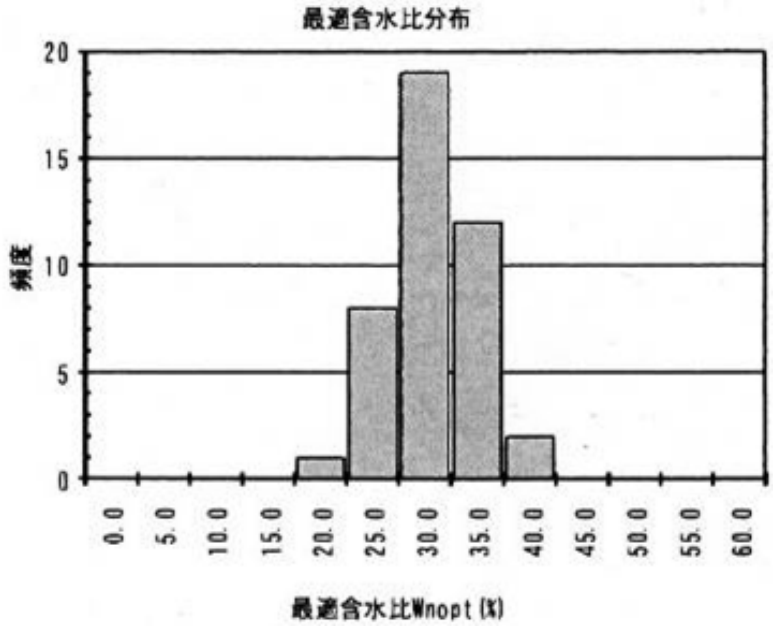


図 9　川内川しらすの最適含水比の頻度分布

3.3 透水係数

堤体・基礎地盤が砂質土である場合、現場透水試験結果（原位置透水試験結果を含む）、室内透水試験結果を用いる。これらの試験結果がないときは、**図 10** に示す 20%通過粒径と透水係数の関係を適用して飽和透水係数を推定する。**図 11** は川内川しらすの飽和透水係数の頻度分布を示している。二次しらすの透水係数 k は $10^{-3} \sim 10^{-4} cm/\sec$ のオーダーに分布することがわかる。

堤体・基礎地盤が粘性土である場合、「手引き類」に準拠して以下に示す飽和透水係数を用いる。

シルトを主体とする場合：$k = 1 \times 10^{-5}\ cm/\sec$

粘土を主体とする場合：$k = 1 \times 10^{-6}\ cm/\sec$

新設の築堤材料については、締固め度 85%の試料を用いた室内透水試験より得られた値を飽和透水係数として用いる。

不飽和透水係数の測定は試験装置、試験手順、試験期間に関係して実務レベルではほとんど行われず、**図 12** に示す関係を利用する。

20%粒径 D20 (mm)	透水係数 k (cm/sec)	土質分類
0.005	3.00E-06	粗粒粘土
0.010	1.05E-05	細粒シルト
0.020	4.00E-05	粗粒シルト
0.030	8.50E-05	
0.040	1.75E-04	
0.050	2.80E-04	
0.060	4.60E-04	微細砂
0.070	6.50E-04	
0.080	9.00E-04	
0.090	1.40E-03	
0.100	1.75E-03	
0.120	2.60E-03	細砂
0.140	3.80E-03	
0.160	5.10E-03	
0.180	6.85E-03	
0.200	8.90E-03	
0.250	1.40E-02	
0.300	2.20E-02	中砂
0.350	3.20E-02	
0.400	4.50E-02	
0.450	5.80E-02	
0.500	7.50E-02	
0.600	1.10E-01	粗砂
0.700	1.60E-01	
0.800	2.15E-01	
0.900	2.80E-01	
1.000	3.60E-01	
2.000	1.80E+00	細礫

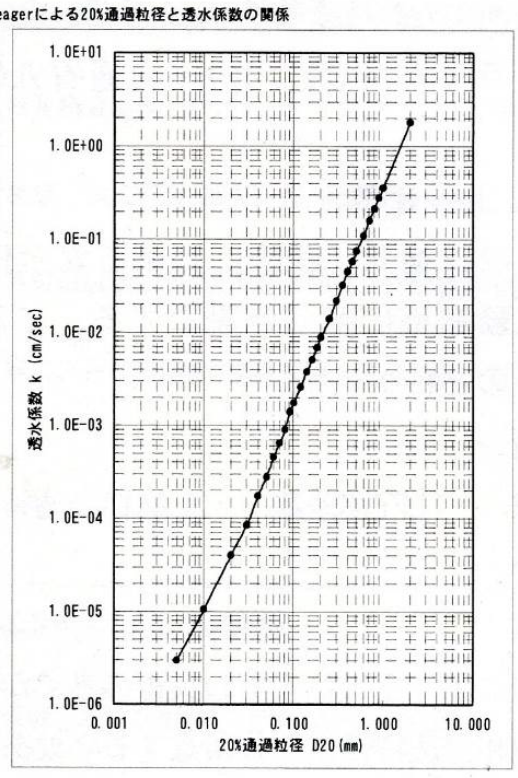


図 10　クレーガーによる 20%通過粒径と透水係数の関係

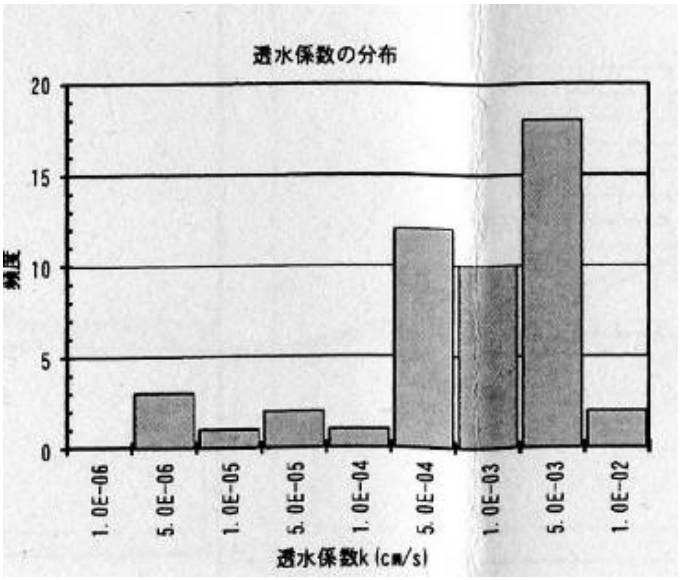


図 11　川内川しらすの飽和透水係数の頻度分布

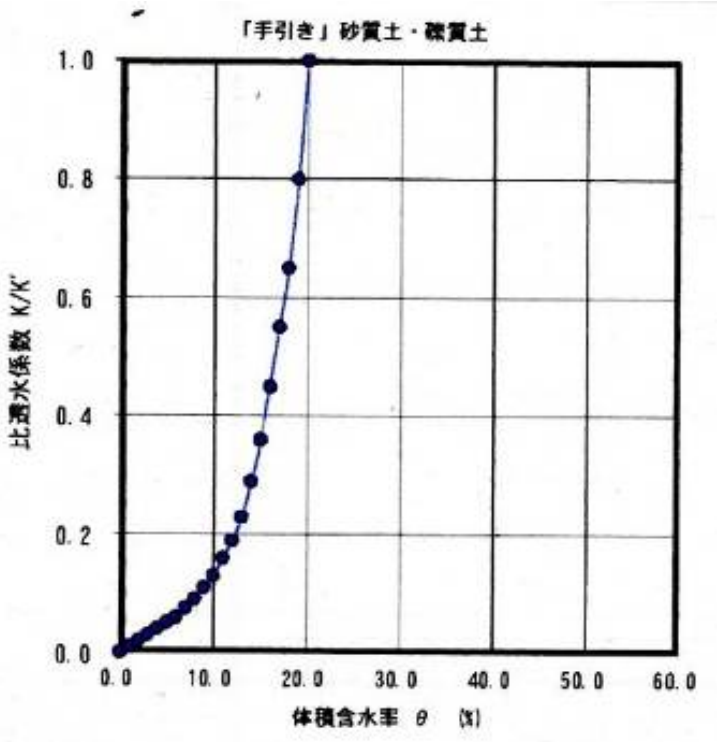


図 12　不飽和透水係数～体積含水率関係

3.4 変形・強度係数

三軸試験は土の圧縮特性、せん断（変形・強度）特性、液状化特性、支持力特性などを明らかにするために必要なせん断強度係数（c、φ）の具体値を求めるために行われる。試験結果は採取地点の土質特性を表しているが、地盤全体の土質特性を反映したものではないが、得られた結果は採取地点の土層の代表値（平均値）とみなされる。室内土質試験を行っていない基礎地盤深部のせん断強度係数は、平均的なN値を用いて算定する。

せん断強度係数は堤防・道路法面の斜面安定解析（円弧すべり解析）によって得られる安全率に大きく影響する。特に、すべり深度が浅い場合、見かけの粘着力cのわずかな変化が安全率を大きく変化させる。川内川のしらす堤防における既往の粒度試験結果によると、堤体土（砂質土）は細粒分を比較的多く含んでおり（**図 6** 参照）、三軸圧縮試験（UU試験、CD試験）より得られる見かけの粘着力はゼロではない。通常、細粒分の少ない砂質土の見かけの粘着力はゼロと見なして設計が行われるが、近年の豪雨時のしらす堤防の変状や中郷地区での湛水試験結果等を勘案すると、しらす堤防に用いている土質材料の見かけの粘着力を考慮することが可能と考えられる。一方、三軸試験から得られた過度な見かけの粘着力をそのまま採用することには問題がある。そこで、既設のしらす堤防の設計段階におけるせん断強度係数の具体値の設定は**表 5** に示すような手順で行う。**表 5** において特筆すべきことは三軸圧縮試験を行った場合の砂質土の見かけの粘着力の上限を $7\ kN/m^2$ と定めたことである。川内川しらすの粘着力とせん断抵抗角の頻度分布がそれぞれ**図 13**、**図 14** に示される。

表 5　しらす堤防のせん断強度係数の設定方法

区分				粘着力　C(kN/m2)	内部摩擦角　φ(°)	備考 (三軸試験条件)
堤体	三軸試験 実施の場合	砂・礫	Fc<20%	「手引き類」に従い C=1.0	三軸試験結果(φd)	CD条件
		砂質土(中間土)	Fc≧20%	上限値をc=7.0(KN/m2)とし、三軸圧縮試験結果 (Ccd)より設定	三軸試験結果(φd)	CD条件
		粘性土	-	三軸試験結果(Cuu)	「手引き類」に従いφ=0	UU条件
	三軸試験 未実施の場合	砂・礫	Fc<20%	「手引き類」に従い C=1.0	N値を用いてφを推定	―
		砂質土	20%<Fc<50%	「手引き類」に従い C=1.0	N値を用いてφを推定	―
		粘性土	50%<Fc	N値を用いてCを推定	「手引き類」に従いφ=0	―
基礎地盤	三軸試験 実施の場合	砂・礫	Fc<20%	「手引き類」に従い C=0.0	三軸試験(φd)平均値	CD条件
		砂質土	20%<Fc<50%	「手引き類」に従い C=0.0	三軸試験結果(φd)	CD条件
		粘性土	50%<Fc	三軸試験結果(Cuu)	「手引き類」に従いφ=0	UU条件
	三軸試験 未実施の場合	砂・礫	Fc<20%	「手引き類」に従い C=0.0	N値を用いてφを推定	―
		砂質土	20%<Fc<50%	「手引き類」に従い C=0.0	N値を用いてφを推定	―
		粘性土	50%<Fc	N値を用いてCを推定	「手引き類」に従いφ=0	―

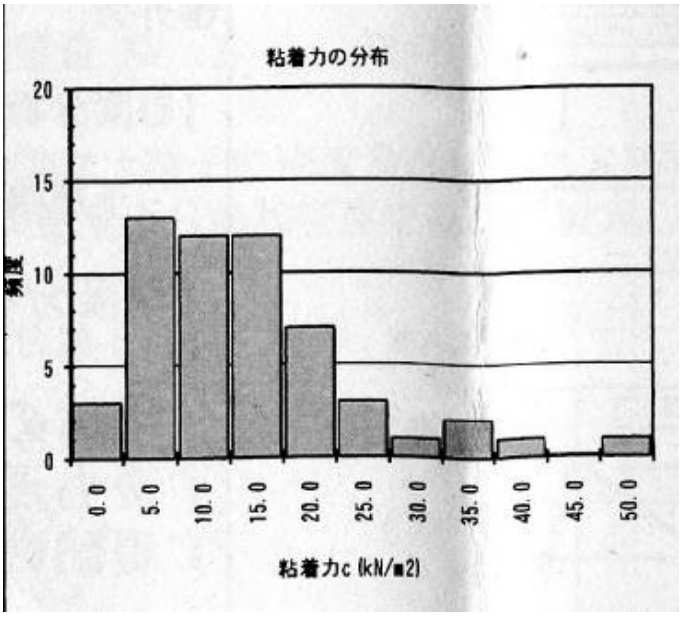


図 13　川内川しらすの粘着力の頻度分布

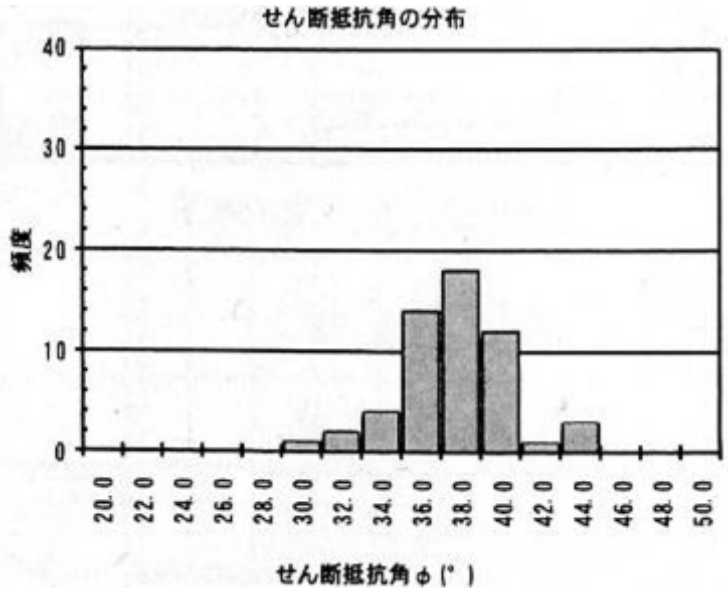


図 14　川内川しらすの内部摩擦角の頻度分布

三軸圧縮試験（CD 試験）が行われず、N 値によって礫・砂・砂質土のせん断抵抗角を推定する場合、以下のような経験式が提案されている[7]。

Ｐ　ｅ　ｃ　ｋ　　の　　式：$\phi = 0.3N + 27$

大　　崎　　の　　式：$\phi = \sqrt{20N} + 15$

ダナム（Ｄｕｎｈａｍ）の式：$\phi = \sqrt{12N} + 15$　（粒子形状が丸く、一様）

ダナム（Ｄｕｎｈａｍ）の式：$\phi = \sqrt{12N} + 20$　（粒子形状が丸く、粒度配合がよい）

ダナム（Ｄｕｎｈａｍ）の式：$\phi = \sqrt{12N} + 25$　（粒子形状が角ばって、粒度配合がよい）

道　路　橋　示　方　書：$\phi = 4.8\log\left(\frac{170N}{\sigma\,v'+70}\right) + 21$　（N>5）

高田ら[4]は N 値が 10 程度以下の沖積しらす地盤に対して $\phi = \sqrt{30N} + 15$ を提案している。**図 15** は川内川しらすの三軸試験より得られたせん断抵抗角の試験データと上記の経験式の関係を示している。これらの経験式の中からしらすのせん断抵抗角としてはどの式を選定するかは地盤技術者の工学的判断に委ねられることになるが、これらの式から得られた値の平均値が妥当かと考えられる。いずれにしてもせん断抵抗角の土質試験結果を蓄積・データベース化し、最適な評価式を提案できるようにすることが今後必要である。

三軸圧縮試験（UU 試験）が行われず、N 値によって粘性土の非排水せん断強度を推定する場合、次式を用いる（**図 16** 参照）。

$$c = \frac{1}{2} \cdot q_u = \frac{1}{2} \times 12.5 \cdot N = 6.25 \cdot N \quad \left(kN/m^2\right)$$

堤防強化対策工をモデル化する場合の土質係数は「手引き類」に準拠して**表 6** に示す値を考慮する。

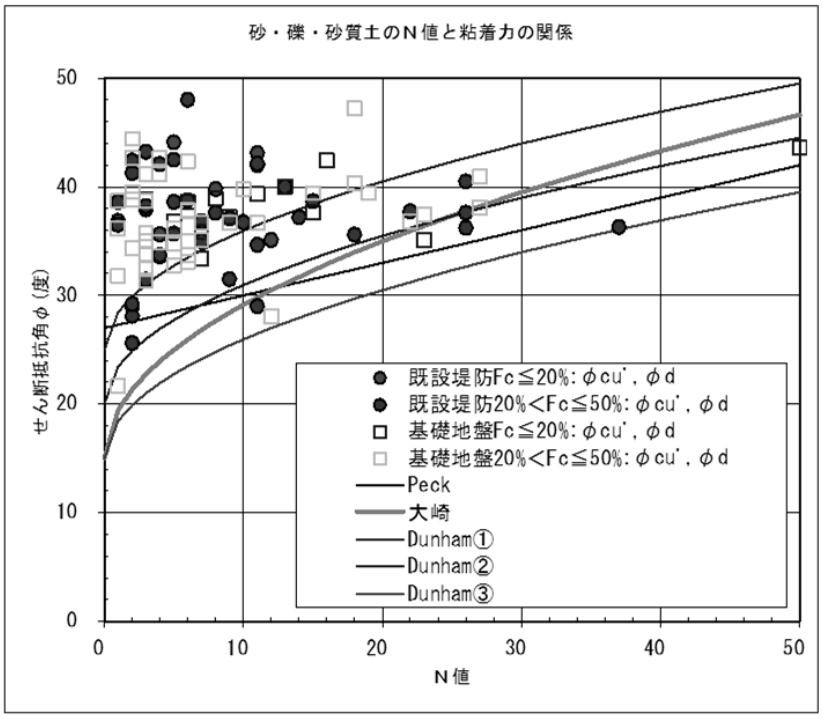


図 15　しらす堤防にける N 値と内部摩擦角の関係（礫・砂・砂質土）

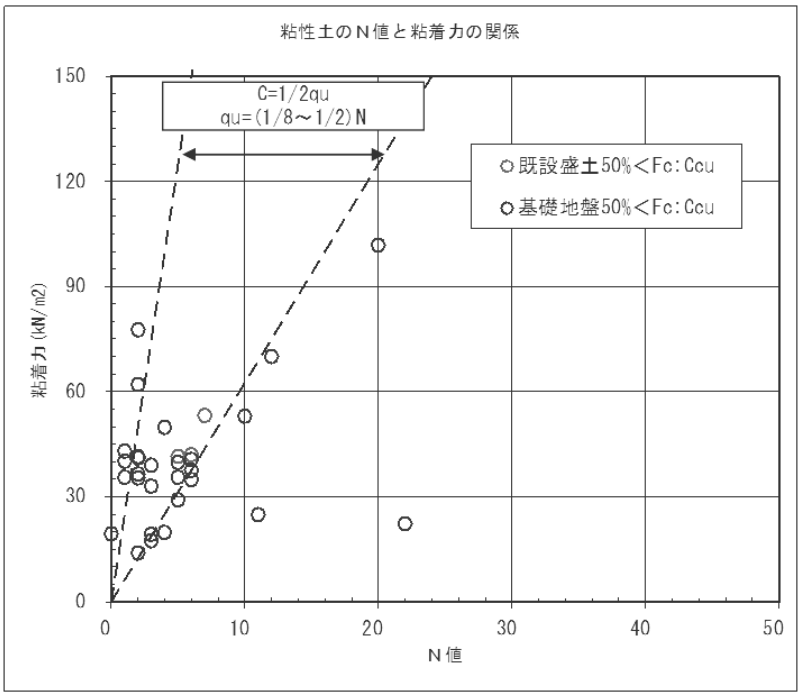


図 16　しらす堤防における N 値と見かけの粘着力の関係（粘性土）

表 6　堤防強化対策工に用いる地盤材料の係数の目安値

材料		浸透流計算に必要な係数		安定計算に必要な係数		
		飽和透水係数 K_S(cm/sec)	比貯留係数 S_S(1/m)	密度 ρ_t(kN/m^3)	粘着力 c(kN/m^2)	内部摩擦角 ϕ(°)
土質材料	砂質土	1×10^{-3}	1×10^{-4}	実際に用いる材料に応じて設定する		
	粘性土	1×10^{-5}	1×10^{-3}			
砕石		1×10^{-1}	1×10^{-4}	20.0	1.0	40
アスファルト		1×10^{-5}	1×10^{-3}	安定計算では考慮しない（強度を見込まない）		
遮水シート		1×10^{-8}	1×10^{-3}			
鋼矢板		1×10^{-7}	1×10^{-3}			

注 1)遮水シート、鋼矢板の飽和透水係数はそれぞれ厚さ 1mm、1cm に対するものであり、計算では表 2.5 に示すようにモデルの厚さに応じて設定する必要がある。
注 2)砕石の飽和透水係数はフィルター材料を含めた値　　（出典：河川堤防構造検討の手引き）

表 7　人工材料に設定する透水係数の目安値

対策工種	実験等から求められた見かけの透水係数 k_v (cm/sec)	モデルに設定する透水係数 k_s (cm/sec)				
		モデルの厚さ t_s				
		10cm	20cm	30cm	40cm	50cm
遮水シート	厚さ1 mm に対し $k_v=1\times10^{-8}$	$k_s=1\times10^{-6}$	$k_s=2\times10^{-6}$	$k_s=3\times10^{-6}$	$k_s=4\times10^{-6}$	$k_s=5\times10^{-6}$
止水矢板	厚さ1 cm に対し $k_v=1\times10^{-7}$	$k_s=1\times10^{-6}$	$k_s=2\times10^{-6}$	$k_s=3\times10^{-6}$	$k_s=4\times10^{-6}$	$k_s=5\times10^{-6}$

注)モデルに対する透水係数は $k_v/t=k_s/t_s$(t:実験等に用いた材料の厚さ)として求めた。

（出典：河川堤防構造検討の手引き）

参考文献

1)　地盤調査規格・基準委員会：地盤調査の方法と解説―二分冊の 1―、地盤工学会、pp.95-163、2013.

2)　地盤調査規格・基準委員会：地盤調査の方法と解説―二分冊の 1―、地盤工学会、pp.165-200、2013.

3)　地盤調査規格・基準委員会：地盤調査の方法と解説―二分冊の 1―、地盤工学会、pp.277-470、2013.

4)　高田誠、北村良介、北田貴光：二次しらす地盤の力学特性の評価、土木学会論文集、No.561/Ⅲ-38 、pp. 237-244、1997.

5)　酒匂一成：降雨による斜面崩壊の予知に関する研究、鹿児島大学博士論文、pp.74-103、2004.

6)　宮本裕二、山田満秀、酒匂一成、荒木功平、北村良介：締固め曲線を考慮した水分特性曲線の数値力学モデル、土木学会応用力学論文集、pp.Ⅰ_405-414、2012.

7)　地盤調査規格・基準委員会：地盤調査の方法と解説―二分冊の 1―、地盤工学会、pp.305-311、2013.

補足資料-4　不飽和－飽和浸透流解析の基礎方程式

1. 基礎式の誘導

地盤工学において不飽和・飽和状態の土中水の流れに関する基礎方程式の使用については混乱がある。混乱の原因は体積変化を測定できない試験装置を用いた保水性試験より得られた水分特性曲線を解析に適用しなければならないこと、地下水流動の基礎方程式を不飽和土中の水の流れに適用しようとしていることから生じているのではないかと考えられる。また、堤体などの浸潤線の物理的意味についても確認しておく必要がある。ここでは、不飽和・飽和土中の水の流れの汎用基礎方程式を導き、それらに含まれる土質係数や浸潤線等について考察している。

図 1.1 は数個の土粒子が含まれる土中の一要素を示している。土粒子は剛体であり、また、内部に空隙はない（すなわち、土粒子は多孔質でない）ものと仮定する。座標軸は x 軸、y 軸が水平方向、z 軸が鉛直方向で地球の中心に向かう方向を正としている。土要素の各辺の長さ Δx、Δy、Δz は有限である（すなわち、微小要素であるが、無限小ではない）。**図 1.1** において、ダルシーの法則（不飽和土中の水の流れ（構成則））は次のように表わされる。

$$v_x = -k_{wx}\left(h_{pre}\right)\frac{\partial h_{piez}}{\partial x} \qquad \text{（式 1.1）}$$

$$v_y = -k_{wy}\left(h_{pre}\right)\frac{\partial h_{piez}}{\partial y} \qquad \text{（式 1.2）}$$

$$v_z = -k_{wz}\left(h_{pre}\right)\frac{\partial h_{piez}}{\partial z} \qquad \text{（式 1.3）}$$

ここに

v_x　：　不飽和土中を流れる水の x 軸方向の見かけの流速

v_y　：　不飽和土中を流れる水の y 軸方向の見かけの流速

v_z　：　不飽和土中を流れる水の z 軸方向の見かけの流速

h_{pre}　：　間隙水の圧力水頭（不飽和土の土中サクション（負の間隙水圧）に対応する水頭）

$k_{wx}\left(h_{pre}\right)$　：　圧力水頭 h_{pre} の関数（透水関数）として表された x 軸方向の見かけの透水係数

$k_{wy}(h_{pre})$ ： 圧力水頭 h_{pre} の関数（透水関数）として表された y 軸方向の見かけの透水係数

$k_{wz}(h_{pre})$ ： 圧力水頭 h_{pre} の関数（透水関数）として表された z 軸方向の見かけの透水係数

h_{piez} ： ピエゾ水頭、正確には $h_{piez}(x, y, z;\ t)$ と表記され、x 軸方向（すなわち、y 座標値と z 座標値が一定）、y 軸方向（すなわち、x 座標値と z 座標値が一定）ではピエゾ水頭は圧力水頭と等しくなり（すなわち、$h_{piez} = h_{pre}$）、z 軸方向ではピエゾ水頭は圧力水頭と位置水頭の和となり、$h_{piez} = h_{pre} + z$ と表される。

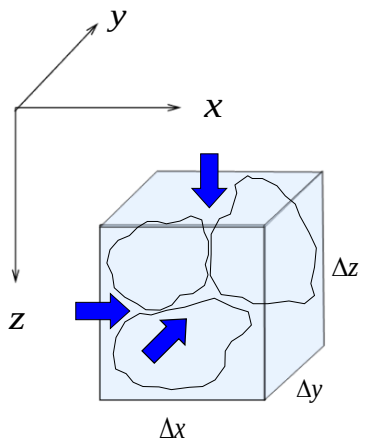


図 1.1　微小土塊要素中の水の流れ

式 1.1~式 1.3 中の透水関数 $k_{wx}(h_{pre})$、$k_{wx}(h_{pre})$、$k_{wx}(h_{pre})$ を模式的に表すと**図 2.1** のようになる（但し、ヒステリシスを無視）。

図 1.1 の土要素に流入する単位時間当たりの流量（質量）m_{in} と流出する流量（質量）m_{out} は次式のように求められる。

$$m_{in} = \rho_w v_x \Delta y \Delta z + \rho_w v_y \Delta z \Delta x + \rho_w v_z \Delta x \Delta y \qquad \text{（式 1.4）}$$

$$m_{out} = \left(\rho_w v_x + \frac{\partial(\rho_w v_x)}{\partial x} \Delta x \right) \Delta y \Delta z + \left(\rho_w v_y + \frac{\partial(\rho_w v_y)}{\partial y} \Delta y \right) \Delta z \Delta x + \left(\rho_w v_z + \frac{\partial(\rho_w v_z)}{\partial z} \Delta z \right) \Delta x \Delta y \qquad \text{（式 1.5）}$$

単位時間に要素に残る水量（質量）$\dot{m}_w$は次式のように求められる（但し、要素内での湧き出しはないものとする）。

$$\dot{m}_w = m_{in} - m_{out} = -\left(\frac{\partial(\rho_w v_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho_w v_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho_w v_z)}{\partial z} \right) \Delta x \Delta y \Delta z$$

$$= -\left(\frac{\partial(\rho_w v_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho_w v_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho_w v_z)}{\partial z} \right) \Delta V \qquad \text{（式 1.6）}$$

ここに、ΔV：図 1.1 に示す土要素の体積。

$\dot{m}_w$は単位時間内の要素の水量の変化を表わしており、体積含水率θを用いて次式のようにも表わされる。

$$\dot{m}_w = \frac{\partial(\rho_w \Delta V_w)}{\partial t} = \frac{\partial(\rho_w \theta \Delta V)}{\partial t} = \frac{\partial(\rho_w \theta)}{\partial t} \Delta V \qquad \text{（式 1.7）}$$

式 1.6 と式 1.7 を等置すると、次式が導かれる。

$$\frac{\partial(\rho_w \theta)}{\partial t} = -\left(\frac{\partial(\rho_w v_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho_w v_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho_w v_z)}{\partial z} \right) \qquad \text{（式 1.8）}$$

水が非圧縮流体であり、その密度が一定であると仮定すると、式 1.8 は次のように書き直される。

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = -\left(\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) \qquad \text{（式 1.9）}$$

式 1.1~式 1.3 を式 1.9 に代入すると、次式が得られる。

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial\left(k_{wx}(h_{pre}) \frac{\partial h_{piez}}{\partial x} \right)}{\partial x} + \frac{\partial\left(k_{wy}(h_{pre}) \frac{\partial h_{piez}}{\partial y} \right)}{\partial y} + \frac{\partial\left(k_{wz}(h_{pre}) \frac{\partial h_{piez}}{\partial z} \right)}{\partial z} \qquad \text{（式 1.10）}$$

x軸、y軸方向のピエゾ水頭と圧力水頭の関係$h_{piez}=h_{pre}$とｚ軸方向のピエゾ水頭と圧力水頭の関係$h_{piez}=h_{pre}+z$を式 1.10 に代入すると次のように書き直される。

$$\frac{\partial\theta}{\partial t}=\frac{\partial\left(k_{wx}\left(h_{pre}\right)\dfrac{\partial h_{pre}}{\partial x}\right)}{\partial x}+\frac{\partial\left(k_{wy}\left(h_{pre}\right)\dfrac{\partial h_{pre}}{\partial y}\right)}{\partial y}+\frac{\partial\left(k_{wz}\left(h_{pre}\right)\dfrac{\partial h_{pre}}{\partial z}+k_{wz}\left(h_{pre}\right)\right)}{\partial z} \qquad \text{（式 1.11）}$$

$\theta=nS_r$となるので、式 1.11 の左辺は圧力水頭h_{pre}を介することによって、次のように書き直される。

$$\frac{\partial\theta}{\partial t}=\frac{\partial\theta}{\partial h_{pre}}\cdot\frac{\partial h_{pre}}{\partial t}=\frac{\partial\left(nS_r\right)}{\partial h_{pre}}\cdot\frac{\partial h_{pre}}{\partial t}=\left(n\frac{\partial S_r}{\partial h_{pre}}+S_r\frac{\partial n}{\partial h_{pre}}\right)\cdot\frac{\partial h_{pre}}{\partial t} \qquad \text{（式 1.12）}$$

式 1.12 を式 1.11 に代入すると、次式が得られる。

$$\frac{\partial\theta}{\partial h_{pre}}\cdot\frac{\partial h_{pre}}{\partial t}=\left(n\frac{\partial S_r}{\partial h_{pre}}+S_r\frac{\partial n}{\partial h_{pre}}\right)\cdot\frac{\partial h_{pre}}{\partial t}$$

$$=\frac{\partial\left(k_{wx}\left(h_{pre}\right)\dfrac{\partial h_{pre}}{\partial x}\right)}{\partial x}+\frac{\partial\left(k_{wy}\left(h_{pre}\right)\dfrac{\partial h_{pre}}{\partial y}\right)}{\partial y}+\frac{\partial\left(k_{wz}\left(h_{pre}\right)\dfrac{\partial h_{pre}}{\partial z}+k_{wz}\left(h_{pre}\right)\right)}{\partial z} \qquad \text{（式 1.13）}$$

ここに、

$\dfrac{\partial S_r}{\partial h_{pre}}$：比飽和容量（普通目盛表示のサクション～飽和度関係（水分特性曲線）すなわち、保水関数の傾き、長さの逆数の次元を有する、図 2.3 参照）。

$\dfrac{\partial S_r}{\partial h_{pre}}$には名称がないので、ここでは仮に比飽和容量と称することとする。

$\dfrac{\partial n}{\partial h_{pre}}$：比貯留係数（単位の圧力水頭変化によって生じる間隙率の変化を表しており、サクション～間隙率関係の傾き、長さの逆数の次元を有する、図 2.3 参照）。

式 1.13 は不飽和・飽和浸透挙動を解析するための汎用基礎方程式である。これまでの誘導過程より不飽和土質特性関数である透水関数と保水関数が不飽和･飽和浸透の基礎方程式

のキーとなる関数であることがわかる。

粗粒土のように不飽和・飽和浸透挙動中に体積変化が無視できる場合、$\partial n/\partial h_{pre}=0$となり、式 1.13 は次のようになる。

$$\frac{\partial\theta}{\partial h_{pre}}\frac{\partial h_{pre}}{\partial t}=n\frac{\partial S_r}{\partial h_{pre}}\frac{\partial h_{pre}}{\partial t}=\frac{\partial\left(k_{wx}\left(h_{pre}\right)\dfrac{\partial h_{pre}}{\partial x}\right)}{\partial x}+\frac{\partial\left(k_{wy}\left(h_{pre}\right)\dfrac{\partial h_{pre}}{\partial y}\right)}{\partial y}+\frac{\partial\left(k_{wz}\left(h_{pre}\right)\dfrac{\partial h_{pre}}{\partial z}+k_{wz}\left(h_{pre}\right)\right)}{\partial z}$$

（式 1.14）

ここに、$\dfrac{\partial\theta}{\partial h_{pre}}$：比水分容量（普通目盛表示のサクション～体積含水率関係（水分特性曲線）すなわち、保水関数の傾き、長さの逆数の次元を有する、図 2.8 参照）

すなわち、サクションの変化による土の体積変化を無視した場合、体積含水率表示の水分特性曲線を用いても飽和度表示の水分特性曲線を用いても計算される比水分容量は同じ値となる。

飽和土の場合、飽和度$S_r=1$=一定、体積含水率＝間隙率となり、式 1.13 に含まれる比飽和容量$\partial S_r/\partial h_{pre}$、式 1.14 に含まれる比水分容量$\partial\theta/\partial h_{pre}$は定義されない。また、飽和透水係数は圧力水頭に依存しない一定値となる。間隙水の圧力水頭h_{pre}は地下水の正の間隙水圧水頭に置き換えられ、不飽和土の場合と同様に圧力水頭h_{pre}として評価される。そして、式 1.13 の左辺は比貯留係数のみが残り、次のように書き直される。

$$\frac{\partial n}{\partial h_{pre}}\cdot\frac{\partial h_{pre}}{\partial t}=k_{wx,sat}\cdot\frac{\partial^2 h_{pre}}{\partial x^2}+k_{wy,sat}\cdot\frac{\partial^2 h_{pre}}{\partial y^2}+k_{wz,sat}\cdot\frac{\partial^2 h_{pre}}{\partial z^2}$$

（式 1.15）

透水性が等方な飽和地盤では$k_{wx,sat}=k_{wy,sat}=k_{wz,sat}=k_{w,sat}$となり、式 1.15 は次のように書き直される。

$$\frac{\partial n}{\partial h_{pre}}\cdot\frac{\partial h_{pre}}{\partial t}=k_{w,sat}\left(\frac{\partial^2 h_{pre}}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 h_{pre}}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 h_{pre}}{\partial z^2}\right)$$

（式 1.16）

式 1.14 と式 1.15(あるいは式 1.16)を合体させると次のように表わすことが可能である。

$$(C_s + \beta S_s)\frac{\partial h_{pre}}{\partial t}$$

$$= \frac{\partial\left(k_w(h_{pre})\dfrac{\partial h_{pre}}{\partial x}\right)}{\partial x} + \frac{\partial\left(k_w(h_{pre})\dfrac{\partial h_{pre}}{\partial y}\right)}{\partial y} + \frac{\partial\left(k_w(h_{pre})\dfrac{\partial h_{pre}}{\partial z} + k_w(h_{pre})\right)}{\partial z} \qquad \text{（式 1.17）}$$

ここに、$C_s = \dfrac{\partial \theta}{\partial h_{pre}}$（比水分容量）、$S_s = \dfrac{\partial n}{\partial h_{pre}}$（比貯留係数）、

β：飽和のとき１、不飽和のとき０.

前述のように式 1.17 は不飽和状態での圧力（サクション）の変化による体積変化を無視していること、すなわち、不飽和土の応力―変形関係を考慮していないことに注意する必要がある。[参 1)]

さらに定常な透水を考えると、$\partial h_{pre}/\partial t = 0$ となり、式 1.16 は次式のようになる。

$$\frac{\partial^2 h_{pre}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h_{pre}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h_{pre}}{\partial z^2} = 0 \qquad \text{（式 1.18）}$$

式 1.18 はラプラスの方程式といわれ、その解は流線網（フローネット：等ポテンシャル線と流線）といわれる。等ポテンシャル線と流線が直交することを利用し、従来の土質力学では堤体や矢板背面の地下水の流量計算に流線網が用いられてきている。しかし、上述のように流線網は等方な飽和地盤中の定常な地下水の流れを仮定していることを確認しておく必要がある。局所的な領域での概略の流量計算には有用であるが、実際の不飽和・飽和地盤の地下水の挙動を表していない。例えば、浸潤線（圧力水頭がゼロの点を連ねた曲線）より上方の不飽和土中では間隙水は動水勾配と不飽和透水係数に依存して流動しており、不飽和土中の間隙水の流動を無視した流線網から得られる地下水流動は実地盤での流動挙動と異なっている。従って、豪雨時の堤防のように堤防天端から雨水が浸透し、さらに河川水位が上昇するような不飽和状態から飽和状態に向かって推移する非定常過程での堤防の安定性を正確には評価することはできない。

2. 基礎式の係数

不飽和･飽和浸透の基礎方程式である式 1.13 の係数は透水関数 $k_{wx}(h_{pre})$、$k_{wy}(h_{pre})$、$k_{wz}(h_{pre})$、比飽和容量 $\partial S_r/\partial h_{pre}$、比水分容量 $\partial\theta/\partial h_{pre}$、比貯留係数 $\partial n/\partial h_{pre}$ である。表 2.1 は不飽和・飽和浸透の基礎方程式の種類と適用される係数を示している。

地盤の透水性が等方であると仮定すると、x - 軸、y - 軸、z - 軸方向の透水係数は等しく、次式のようになる。

$$k_{wx}(h_{pre})=k_{wy}(h_{pre})=k_{wz}(h_{pre})=k_w(h_{pre}) \quad \text{（式 2.1）}$$

表 2.1　不飽和・飽和浸透の基礎方程式の種類と適用される係数

土の種類	基礎方程式に含まれるパラメータ
不飽和状態の一般の土	負の間隙水圧（サクション）～不飽和透水係数関係（透水関数）
	負の間隙水圧（サクション）～飽和度関係（比飽和容量）
	負の間隙水圧（サクション）～間隙率関係（比貯留係数）
体積変化が無視できる不飽和土	負の間隙水圧（サクション）～不飽和透水係数関係（透水関数）
	負の間隙水圧（サクション）～体積含水率関係（比水分容量）
飽和状態の一般の土	飽和透水係数
	正の間隙水圧～間隙率関係（比貯留係数）

図 2.1 に示される透水関数 $k_w(h_{pre})$は図 2.2 に示されるサクション～体積含水率関係（水分特性曲線）と不飽和透水係数~体積含水率関係から求められる。体積含水率表示の替わりに含水比表示あるいは飽和度表示を用いた水分特性曲線からも同様な透水関数が得られる。

比飽和容量 $\partial S_r/\partial h_{pre}$、比水分容量 $\partial\theta/\partial h_{pre}$、比貯留係数 $\partial n/\partial h_{pre}$ は水分特性曲線から求められる。

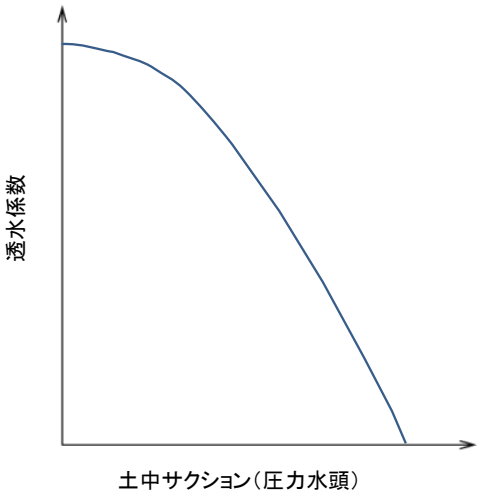


図 2.1　両対数表示の透水関数

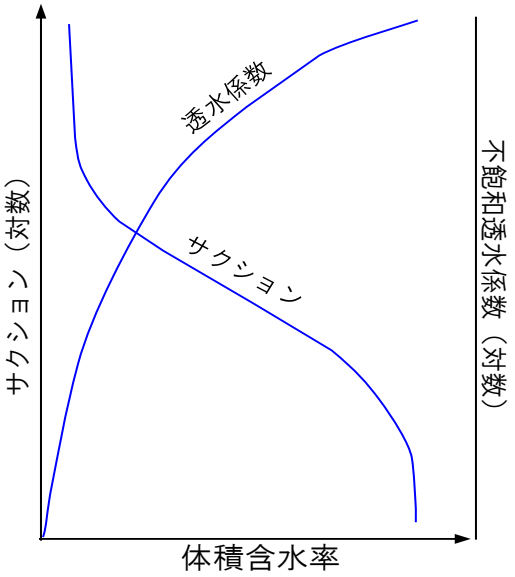


図 2.2　水分特性曲線と不飽和透水係数

20 世紀以前の土の保水性試験ではマトリックサクションの変化に伴う供試体の体積変化を測定したデータが皆無であり、体積含水率は供試体の初期値を基準に取って計算されたものである。供試体の体積変化を測定していない体積含水比表示の水分特性曲線は表 2.1 の体積変化が無視できる不飽和土のものとなり、この場合は比飽和容量と比水分容量に次式のような関係がある。

$$n\frac{\partial S_r}{\partial h_{pre}} = \frac{\partial \theta}{\partial h_{pre}} \qquad \text{（式 1.20）}$$

ここに、n：不飽和土の初期間隙率（＝一定）.

式 1.13 に示される偏微分方程式は非線形であり、コンピュータによって数値的に解くことによって圧力水頭 h_{pre} が解として得られることになる。そして、圧力水頭から計算されるピエゾ水頭の 3 次元分布の時系列 $h_{piez}(x,y,z;t)$ が得られる。式 1.13 を解くためにはサクションの変動に伴う不飽和土の体積変化を測定しなければならない。そのためには不飽和土用標準圧密試験装置や不飽和土用三軸試験装置が必要であり、得られたデータは図 2.3 のように表わす必要がある。

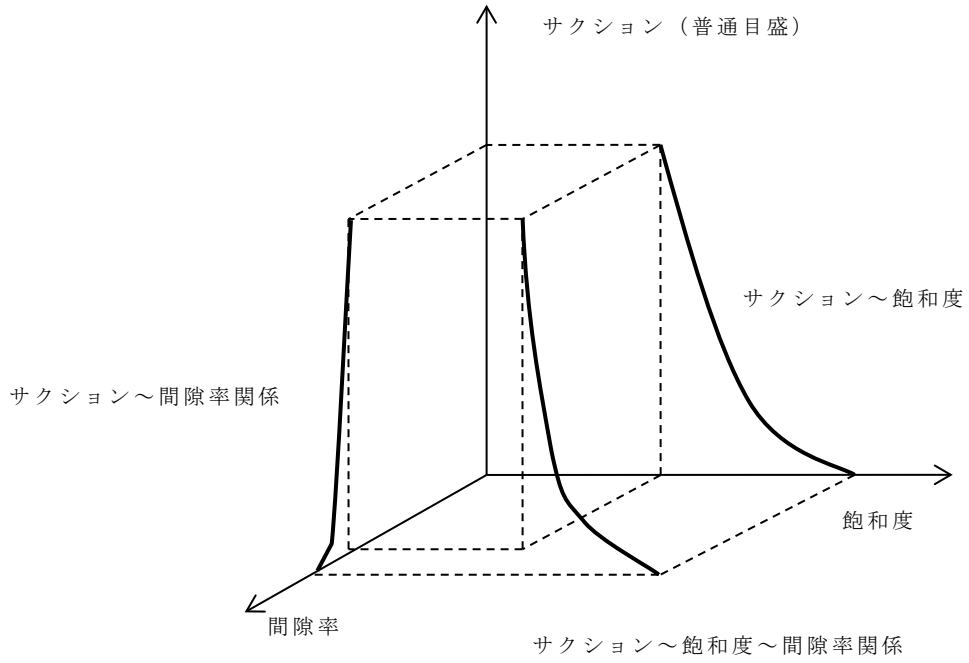


図 2.3　不飽和・飽和浸透解析に必要な水分特性曲線の模式図

比貯留係数は飽和土中の地下水流動や地下水汲み上げによる地盤沈下問題にも適用される。飽和土では体積含水率と間隙率は同じものになる。比貯留係数 $\partial n/\partial h_{pre}$ を S_s（単位：$\left[1/m\right]$）、体積圧縮係数を m_v（単位：$\left[1/kg\cdot m^{-1}\cdot s^{-2}\right]$）とすれば、標準圧密試験から得られる体積圧縮係数 m_v と次式のような関係がある。

$$S_s = \rho_w \cdot g \cdot m_v \qquad \text{（式 2.3）}$$

式 1.15（あるいは式 1.16、式 1.17）の比貯留係数S_sと飽和土の標準圧密試験から得られる体積圧縮係数m_vは式 2.2 で関係づけられるが、式 1.14（あるいは、式 1.17）の比貯留係数を体積圧縮係数m_vと関係づけるためには不飽和土のサクション～体積圧縮係数関係を事前に不飽和土用標準圧密試験装置で測定するか、あるいは、数式モデルから推定しておかなければならない。

比貯留係数が測定されていない場合は次のような値が便宜的に用いられてきている。

粗粒土の場合：$S_s = 1\times10^{-4}\ (1/m)$

細粒土の場合：$S_s = 1\times10^{-3}\ (1/m)$

しかし、これらの値は飽和土中の地下水流動解析で用いられている代表的な値であり、不飽和土・飽和浸透解析への適用に際しては、再検討の必要がある。$\partial n/\partial h_{pre} = 0$は飽和土の$e \sim \log p$関係（圧縮曲線）において繰返し荷重を受けた場合の傾き（膨潤指数）がゼロであることを意味しており、粗粒土での狭い圧力範囲では$\partial n/\partial h_{pre} = 0$と仮定することは実務レベルでは問題ないと考えられる。細粒土については今後の保水性試験データの収集とそれらを用いた検討が必要と考える。

まとめると、不飽和・飽和浸透の汎用基礎方程式は式 1.13 となり、入力係数は透水関数と比飽和容量と比貯留係数である。しかし、体積変化を測定していない保水性試験データを用いた場合は必然的に式 1.14 に示すように比飽和容量ではなく、比水分容量を係数とする解析になる。飽和土の地下水流動の基礎方程式は式 1.15 あるいは式 1.16 となり、入力係数は飽和透水係数と比貯留係数となる。従来から不飽和・飽和浸透の基礎方程式は式 1.17 のように表記されることが多かった。

式 1.13 の不飽和・飽和浸透の汎用基礎方程式を解く場合、透水関数、保水関数（水分特性曲線）は図 2.2 から得られる関数が使われている（但し、対数目盛を普通目盛に変換することが必要)。体積変化が測定されている水分特性曲線を用いるときは図 2.3 のような図が用いられる。従来の不飽和・飽和浸透解析では参図 1.3 の実測データをもとにし、保水関数として冪乗関数の経験式、透水関数として飽和透水係数と冪乗関数の経験式が用いられている[参 2)]。一方、北村らはしらすのような粗粒土を対象とし、粒径分布、土粒子の密度、間隙比が既知であれば透水関数、保水関数を求める数値モデルを提案している[参 3)、参 4)]。

今後の地球温暖化による降雨パターの変化を考慮すると、研究レベルのみならず実務レベルでも不飽和・飽和浸透解析の精度や入力係数の感度を確認しておくため、保水関数、透水関数に関する実験的・理論的考察を加え、どの程度の精度を有する透水関数、保水関数が必要であ

るかを検討しておくことが必要である。具体的には、透水関数と保水関数を得るためにどのような種類の土質試験が必要なのか、どの程度の精度を有する土質試験が必要なのか、所要の精度を確保するためにはどのような手順で土質試験を行わなければならないのか、ヒステリシスは考慮する必要があるのか等々を明らかにしなければならない。さらに、実務レベルにおいても解析領域の設定、解析領域の初期条件・境界条件の設定も解析の精度に重要な影響を及ぼすので土質試験と同様な検討が必要である。また、ボーリングデータと同様に全国の土の透水関数・保水関数に関する土質試験データのデータベース化が今後推進されなければならない。

参考文献

参 1）赤井浩一、大西有三、西垣誠：有限要素法による飽和―不飽和浸透流の解析、土木学会論文報告集、No.264、pp.87-96、1977

参 2）不飽和地盤の挙動と評価編集委員会：不飽和地盤の挙動と評価、地盤工学会、pp.35-45、2004.

参 3）K. Sako and R. Kitamura : A practical numerical model for seepage behavior of unsaturated soil, Soils and Foundations, Vol.46, No.5, pp.595-604, 2006.

参 4）北村良介：確率・統計を援用した不飽和土質力学、最終講義配布資料、2013.

補足資料-5　しらす堤防の一枚法化、植生状況

1.　法面の一枚法化について(H23 年度「川内川しらす堤防検討業務 報告書(H24.3)」より)

現在堤防の設計では原則として法面の一枚法化(3 割以上)を図ることとされている。

しかし、しらす堤防においてを法面を一枚法化した場合、法長が長くなるため降雨等による堤体表層部の浸潤化が助長されるとの懸念があり、多くは実施されていない状況にある。

以下にはしらす堤防において一枚法化が実施された箇所の状況をとりまとめるとともに、法面形状の相違よる堤体内の浸透状況の試算結果を示した。

1.1 既設一枚法化箇所の状況

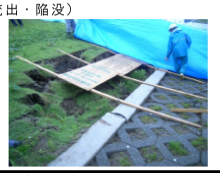
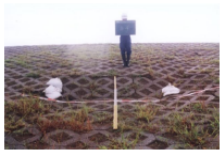
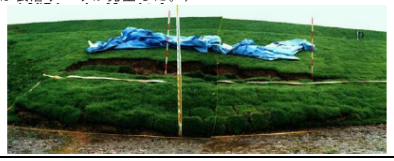
しらす堤防において一枚法化の実施された箇所の状況を整理して表 1.1 に示した。表に示すように、一枚法箇所では降雨等に伴い何らかの変状の発生した箇所が見られる。

ここで、これらの箇所における変状原因は河川水や内水よる侵食・洗掘、また、被覆工として設置されている緑化ブロックの構造等に起因するものと推察され、降雨等の浸透に伴うすべり破壊(しらす堤防特有の表層すべり)の発生は見られない。また、周辺の堤防の状況等を勘案すると、一枚法化による顕著な法面の不安定化は考えにくく、通常の法面(小段有り,1:2.0)より表層部の安定性が高いと推察される箇所も見られる。

なお、H17.12 に実施された中郷地区裏法尻ドレ-ン工法現地実験では、比較工法として緩傾斜堤防(一枚法,1:3.0)の実験も実施された。実験時の法面では、総雨量 1600mm 程度の降雨に対して表層すべり等の有意な変状の発生は見られなかったが、一部に侵食に伴う凹部の発生が確認されている。

以上の点より、法面を一枚法化することによる顕著な不安定化は考えにくいものの、表流水・河川水に対する安定性については懸念が残る。このため、既往施工箇所における追跡調査の実施など、今後も検討の継続が望まれる。

表 1.1　しらす堤防における一枚法化箇所の状況一覧表

位置	現状の堤防状況	既往被災状況			評価
川内川右岸 13/200付近 川表部 （中郷地区）	●有意な変状は見られない。 	●通常法面、一枚法面の変状状況 	●一枚法部の変状状況（侵食・洗掘に伴う法面崩壊） 	●通常法面の変状状況（侵食・洗掘に伴う法面崩壊） 	○中郷地区ではH18.7豪雨時に一枚法　法面部で侵食・洗掘に伴う法面変状が発ししている。 ○法面の変状は通常法面（小段有り、1：2.0法面）でも発生しており、変状規模は通常法面部が大きい。また、侵食に伴う変状が主体であり、法面上部等、降雨に伴う変状の発生は見られない。 ●河川水による侵食に伴う変状のため、浸透に対する安定性は不明である。しかし、表層すべり等、しらす堤防特有の変状の発生が見られないため、一枚法化（緩傾斜化）はある程度の安定性を有しているものと考えられる。
川内川右岸 15/200付近 川表側 （瀬口地区）	●有意な変状は見られない。 	●緑化ﾌﾞﾛｯｸ施工箇所の変状状況 	●緑化ﾌﾞﾛｯｸ上部法面の変状（土砂流出・陥没） 	●緑化ﾌﾞﾛｯｸ法尻部の土砂流出状況 	○瀬口地区ではH20.6豪雨時にﾎﾟｰﾗｽｺﾝｸﾘｰﾄ背後の堤体土が流出し、上部法面を含む変状が発生している。山付箇所であり、地下水位が高かったことやﾌﾞﾛｯｸ背面を浸透水が流下しやすかったことに起因する変状の発生と推察される。 ○本地区下流部では有意な変状の発生は見られない。 ●地下水位や緑化ﾌﾞﾛｯｸの構造に起因する変状と想定され、一枚法化と関連は少ないものと考えられる。
川内川左岸 21/400付近 川表・川裏側 （樋脇川合流部）	●有意な変状は見られない。 	●川裏側変状箇所全景 	●川裏側の変状状況（内水流下・低下に伴う侵食・引き落とし） 	●川裏側の変状状況（内水流下・低下に伴う侵食・引き落とし） 	○樋脇川合流部ではH18.7豪雨時に川裏側法面が内水の流下に伴い侵食・洗掘され、法面変状が発生している。一方、川裏側では有意な変状の発生は見られない。 ●内水流下時の侵食に伴う変状のため、浸透に対する安全性は不明である。しかし、川裏側を含めて表層すべり等のしらす堤防特有の変状の発生が見られないため、一枚法化（緩傾斜化）はある程度の安定性を有しているものと考えられる。
川内川右岸 41/700付近 川表側 （湯田地区）	●有意な変状は見られない。 	●変状なし H18.7水害時の状況 （一枚法部に変状は見られない）			○湯田地区ではH18.7豪雨時にも優位な変状の発生は見られなかった。また、現況法面も異常が見られない。 ●豪雨時においても、表層すべり等のしらす堤防特有の変状の発生が見られない。このため、一枚法化（緩傾斜化）はある程度の安定性を有しているものと考えられる。
川内川右岸 79/200付近 川表側 （湯之尾地区）	●有意な変状は見られない。	●降雨時における緑化ﾌﾞﾛｯｸ背面土の流出状況 	●緑化ﾌﾞﾛｯｸの陥没状況 	●緑化ﾌﾞﾛｯｸ背面土の侵食状況 	○湯之尾地区ではH14.7豪雨時にﾎﾟｰﾗｽｺﾝｸﾘｰﾄ背後の堤体土が流出し、上部の法面を含む変状が発生している。吸出し防止材等が設置されていなかったため、ﾌﾞﾛｯｸ背面を流下する浸透水により土砂が流出したものと推察される。 ○対策後（吸出し防止材+砕石設置）の法面では有意な変状の発生は見られない。 ●緑化ﾌﾞﾛｯｸの構造に起因する変状と想定され、一枚法化との関連は少ないものと考られる。
川内川左岸 111/400付近 川表側・川裏側 （飯野地区試験堤防）	●有意な変状は見られない。 	●変状なし（H9.7豪雨時に緩傾斜堤防（一枚法面）では変状の発生は見られなかったが、通常の堤防（小段有り、1：2.0）箇所では表層すべりが発生した。） 			○飯野地区ではH9年にしらす堤防強化対策試験堤防として緩傾斜堤防が施工されている。施工直後（H9.7）の集中豪雨時にも有意な変状の発生は見られなかった。（通常の法面では表層すべりが発生。） ●豪雨時においても、表層すべり等のシラス堤防特有の変状の発生が見られない。このため、一枚法化（緩傾斜化）はある程度の安定性を有しているものと考えられる。

1.2 法面形状の相違による浸透状況の試算

法面形状の違いによる浸透状況の相違を把握するために、模式的な堤防形状及び平均的なしらすの物性値を用いた試計算を実施した。これらの結果を以下に示した。

● 検討条件

・ 堤防断面　：　一枚法断面、通常断面の堤防形状として、**図 1.1** に示す模式的な断面形状を設定した。

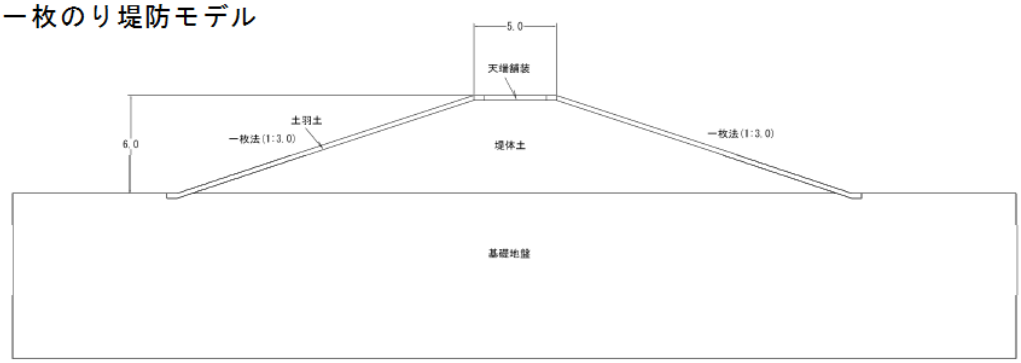
・ 土質係数　：　**表 1.2** に示すしらす及び土羽土の平均的な土質係数を設定した。尚、基礎地盤は平均的な砂質土の透水係数を設定した。

・ 外力条件　：　降雨外力として 10mm/h が 5 日間連続するものとして設定した。

表 1.2　試計算土質係数一覧表

土層	透水係数K(cm/s)	備考
堤体土(しらす)	1.4E-03	しらすの平均値
土羽土	1.4E-04	土羽土の平均値
天端舗装	1.0E-06	難透水層
基礎地盤	1.0E-03	

・一枚のり堤防モデル



・通常の堤防モデル

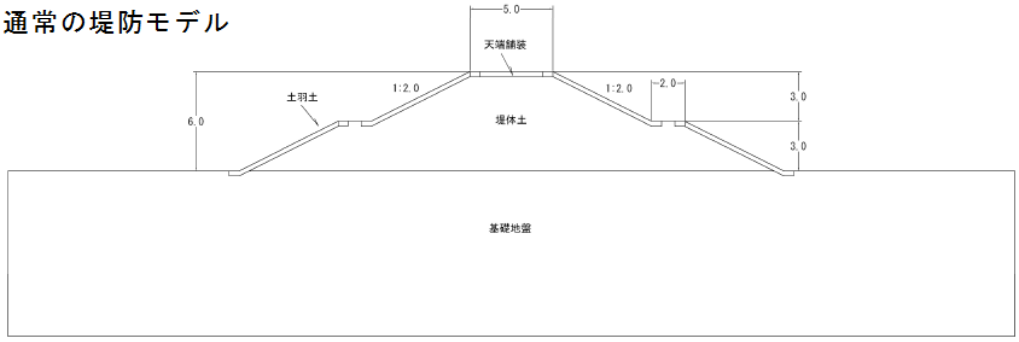


図 1.1　試計算堤防モデル図

● 検討結果

検討結果を**図 1.2** に示した。図に示すように外力に伴う浸潤線の変化(上昇状況)や飽和度分布等に有意な差は見られない。また、堤体内浸透水の流速は法勾配の急な通常堤防で若干早い傾向が見られる。このように、今回の試計算では法面形状よる浸透状況の明瞭な差異は見られない。

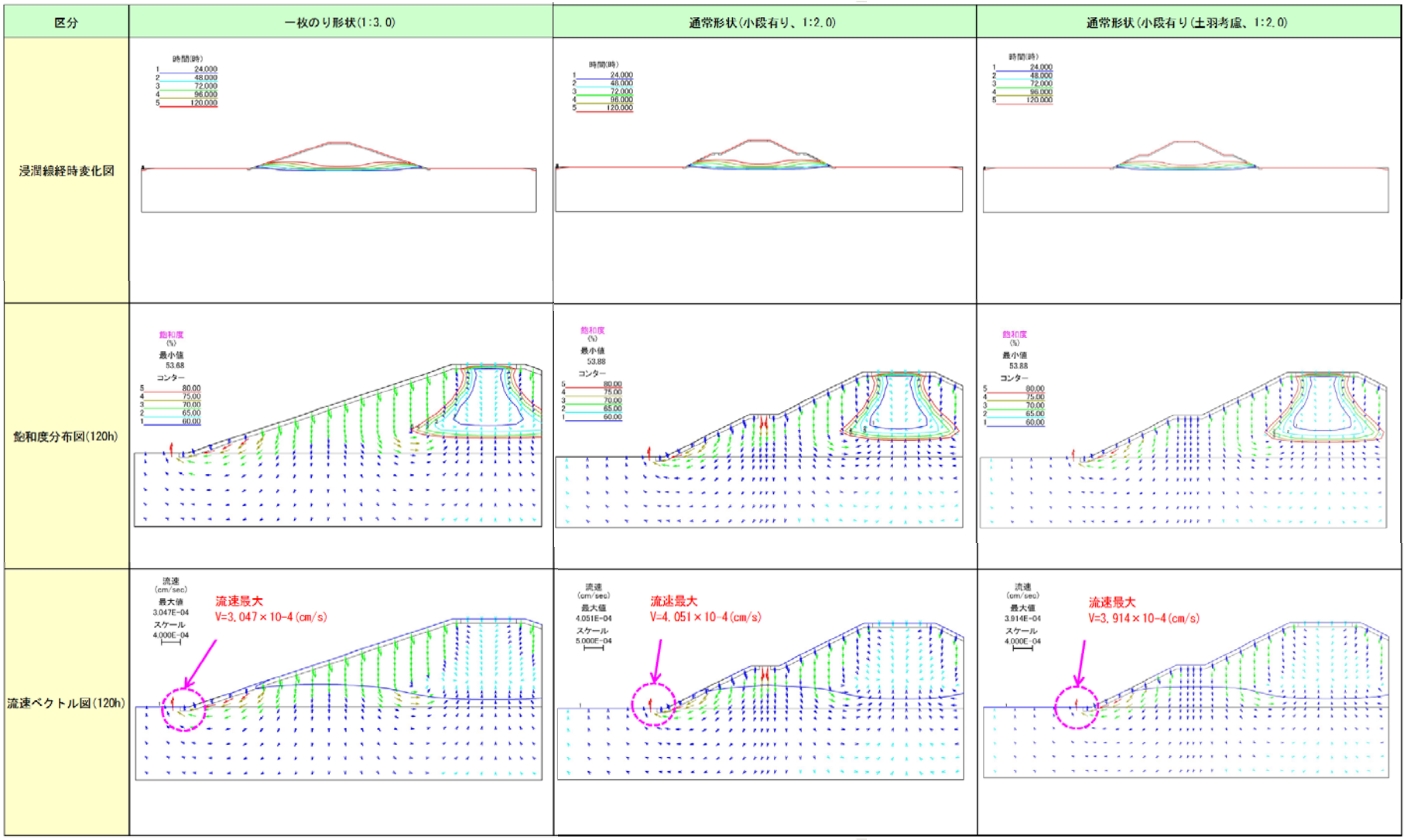


図 1.2　法面形状の違いによる浸透状況試計算結果

2. 法面の侵食対策（植生）について

川内川しらす堤防では、降雨による堤防法面の侵食被害が多い。このため、降雨や流水による侵食・洗掘を防ぐため、堤防法面及び天端法肩、小段部は植生による侵食対策を行う必要ある。

従来しらす堤防では、法面の侵食防止のために張芝が施工されており、芝の活着が十分な箇所では侵食も発生せず、十分に堤防機能が発揮されている。一方、降雨による種子の流出が著しいため種子吹き付けは不向きとされ、植生は野芝による芝付工を基本としてきた。

しかし、近年はマルチング工法による種子吹き付けも実施されており、施工直後の張芝部と種子吹き付け部の災害状況に大きな差は見られない。ただし、施工後における植生の繁茂状況は大きく異なっており、張芝の生育が早い(施工後半年～1年程度で継ぎ目が不明)のに対し、種子吹き付け部の生育は全体に遅い(施工後1年経過でも裸地が見られる)。

これらの点から、活着した張芝が法面の侵食対策として非常に有効であると言える。また、芝が活着するまでの間に降雨侵食を受けないように、張芝の施工時期を早めるなどの工夫が必要になる。尚、種子吹き付けはその適用箇所を十分に考慮する必要がある。

羽月川の種子吹付部

司野地区の種子吹付部

補足資料-6　しらす堤防の天端状況

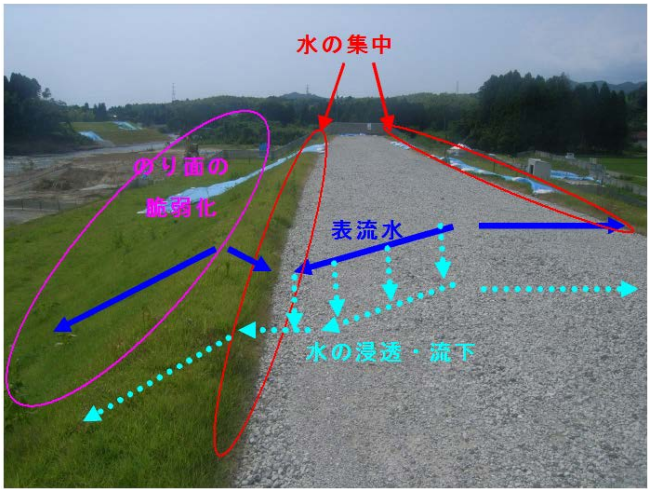
1. しらす堤防における天端からの浸透

香田地区、久住地区、南瀬地区、二渡地区では H20.6～7 月出水時の豪雨により、法面の変状が発生している。これらの変状は、土羽土内或いは土羽土と堤体土の境界付近で発生した表層すべり、陥没等と推察され、典型的なしらす堤防の変状である。

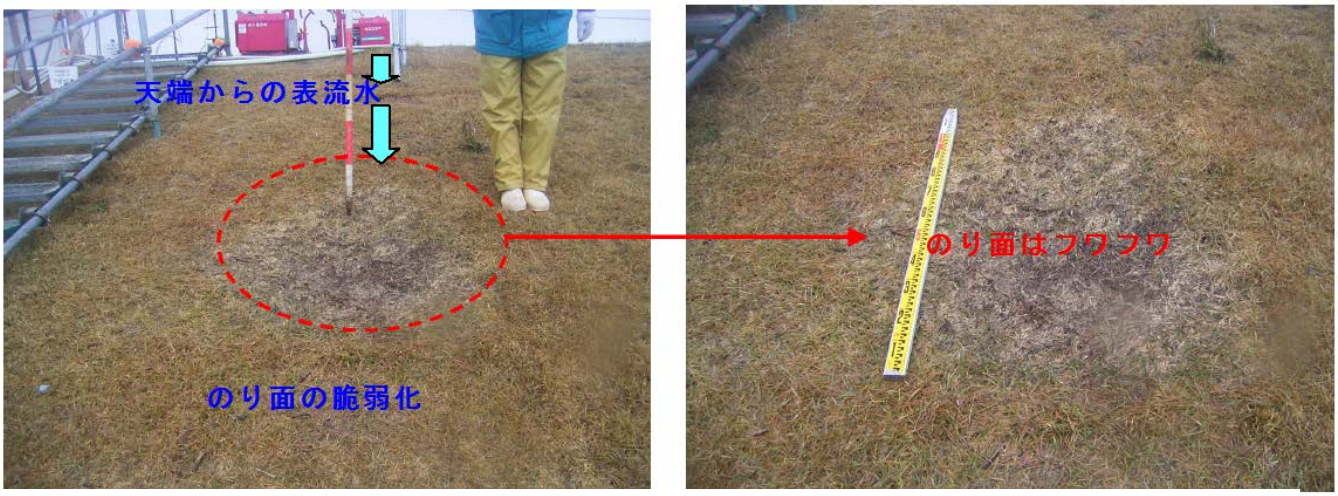
しらす堤防の変状は法面表層部で発生する場合が多く、浸透水によるしらすの脆弱化、流出に起因するものと考えられている。また、施工直後の法面では植生の活着が未熟なため表流水による侵食を受けやすく、また、張芝の継ぎ目や小段・天端等より雨水が浸透しやすいため、堤体表層部が脆弱化しやすいものと考えられる。

ここで、これらの変状箇所の内、香田地区、久住地区、南瀬地区では天端が舗装されておらず、雨水が浸透しやすかったものと考えられる。また、天端は排水勾配を有しているため法肩部に水が集まりやすく、法肩の芝が壁となるため堤体土と土羽土の境界付近に水が浸透しやすかったものと推察される。さらに、これらの浸透水は法面の境界付近を流下し、表層部の脆弱化を促進させたものと考えられる。一方、二渡地区の天端は舗装されているものの勾配を有しているため法肩部に水が集まりやすく、また、法肩の芝が壁となるため、堤体土と土羽土の境界付近に水が浸透しやすかったものと推察される。さらに、これらの浸透水は法面の境界付近を流下し、表層部の脆弱化を促進させたものと考えられる。

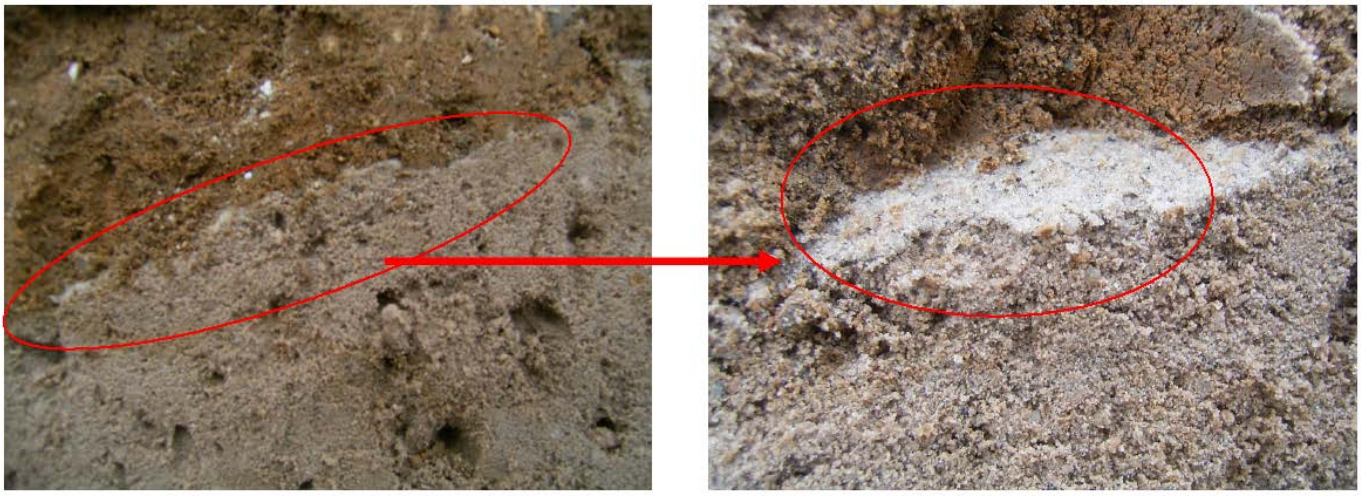
なお、法肩部(舗装と芝の境界)への雨水の集中、集中箇所における法面の脆弱化は、H17 年度に中郷地区で実施された裏法尻ﾄﾞﾚｰﾝ現地実験時も確認されている。また、H19 年度に実施した実験堤防の開削調査時には、土羽土と堤体土の境界付近で浸透水の流下跡が確認されている。



▲変状箇所における雨水・浸透水の流れ



▲天端からの表流水による法面の脆弱化（H17 ドレーン実験）



＊しらすの細粒分が流出した跡と推察される砂粒子の薄層(1～2mm)の分布

▲土羽土～堤体土境界付近の浸透水流下跡(H19ドレーン実験堤開削調査結果)

2. しらす堤防における天端の対策について(H23 年度「川内川しらす堤防検討業務 報告書(H24.3)」より)

近年しらす堤防では法面の浸透・侵食対策として天端舗装(或いは敷砂利・乳液散布)やアスカーブ、縦排水の設置により、雨水等の浸透や法面への表流水の流下を防止する法面対策が施されている。

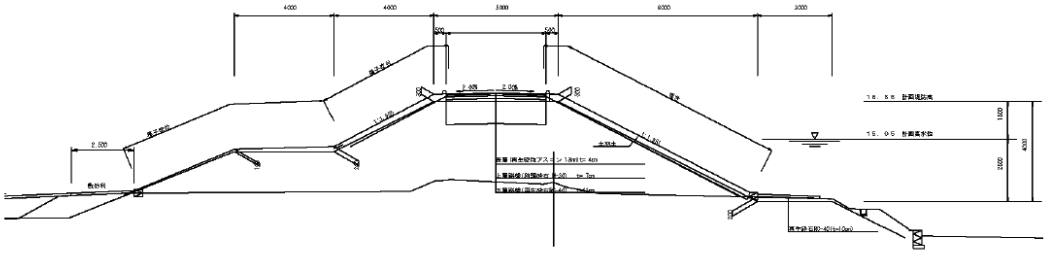
ここで、平成 23 年 6 月の豪雨による法面等の侵食事例を整理すると、以下のとおりである。

- 法面の侵食被害があった箇所の多くは、堤防天端からの排水が集中した箇所に発生していた。
- アスファルト舗装を行って、アスカーブで導水している箇所の被害は少なかった。
- アスカーブで導水した水を縦溝で法面の下に排水する際に許容量を上回った箇所で水が溢れて侵食した箇所があった。
- 砂利舗装されている天端にアスカーブが設置されている箇所でアスカーブ下を通水して法面に水が流下して侵食を生じた箇所があった。

このように、簡易舗装箇所については天端に水溜まり等の発生が少なく、雨水が速やかに排水され、ある程度の対策効果が得られているものと推察される(H23.6 出水時における法面の変状が少ない)。しかしながら、敷砂利箇所については天端表層部の劣化や傷みにより、十分な対策効果が得られていない可能性がある(H23.6 出水時における法面の変状が多い)。

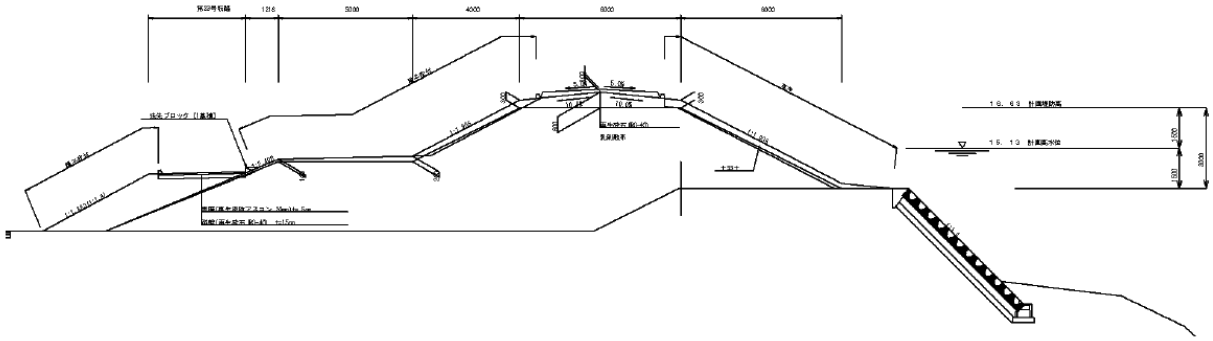
これらの事例を踏まえると、天端排水はアスファルト舗装として、アスカーブ等の溢水止めで天端排水の水を導水し、適切な間隔に設置された縦排水による排水方法が適当と考えられる。

●天端舗装箇所の堤防構造例



＜降雨時の天端状況及び雨水の排水状況:川内川左岸 24/500 付近久住地区＞

●敷砂利・乳液散布箇所の堤防構造例



＜降雨時の天端状況及び雨水の浸透状況: 川内川左岸 24/500 付近久住地区＞

▲川内川右岸31/500付近

▲川内川右岸31/500付近

▲川内川右岸20/000付近

＜敷砂利・乳剤散布箇所の劣化・破損状況及びアスカーブの変形＞

▲川内川左岸41/700付近

▲川内川左岸41/700付近

▲川内川左岸41/700付近

▲川内川左岸41/700付近

＜敷砂利・乳剤散布箇所のり面からの浸透水排出状況＞

補足資料-7　川内川堤防における堤防整備（築堤・災害対応）試料の整理方法（案）

川内川では出水時の災害対策、日常的な維持・管理が実施されているが、これらに関する記録の蓄積が進んでいない。特に、災害状況・災害対策に関する資料の蓄積は、今後の堤防整備計画や強化対策の立案、また、日常的な維持・管理において極めて重要な基礎資料となる。今後の資料の蓄積を目指して、これら災害対策や補修等に関する資料の収集・整理方法(案)について記載する。

1. 試料・整理様式（案）について

堤防整備資料として、築堤箇所の堤防概要、盛土材料・基礎地盤の工学的特性、施工時の品質管理記録、災害発生時の実態調査記録、締固め度の経時変化に関する追跡調査記録等をとりまとめる必要がある。これらを収集・整理・更新するための基礎資料として以下の様式（案）を基本に資料の蓄積を目指すものとする。

1.1 築堤箇所における資料収集・整理様式

- 様式 1：築堤箇所の堤防概要

  築堤箇所の工事概要、堤防・護岸状況、対策工法等をとりまとめる。

- 様式 2：築堤箇所の工事写真

  築堤箇所の工事状況写真、完成写真(全景、近景)等を添付する。

- 様式 3：築堤箇所の盛土材料記録

  築堤に用いる盛土材料（堤体土、土羽土）の土質工学的特性をとりまとめる。

- 様式 4：築堤箇所の品質管理記録

  築堤時の品質管理記録（締固め管理記録）をとりまとめる。

- 様式 5：築堤箇所の基礎地盤状況記録

  築堤箇所基礎地盤の地質状況、地下水位状況、また、基礎地盤の土質工学的特性をとりまとめる

1.2 災害箇所における資料収集・整理

- 様式 6：災害箇所の実態調査記録 1

  災害発生箇所の変状状況、堤防・護岸状況、降雨・出水状況等をとりまとめる。

- 様式 7：災害箇所の実態調査記録 2

  災害発生箇所の変状状況を平面図、断面図等にとりまとめる。

● 様式 8：災害箇所の実態調査記録 3

災害発生箇所の盛土材料（堤体土・土羽土）の土質工学的特性、地質状況、地下水位状況をとりまとめる。

● 様式 9：災害箇所の実態調査記録 4

災害状況写真をとりまとめる

● 様式 10：災害対策箇所の施工記録 1

災害箇所の対策工工事概要、対策工法等をとりまとめる。

● 様式 11：築堤箇所の盛土材料記録 2

災害対策に用いる盛土材料（堤体土、土羽土）等の土質工学的特性をとりまとめる。

● 様式 12：築堤箇所の品質管理記録 3

災害対策時の品質管理記録（締固め管理記録）をとりまとめる。

● 様式 13：災害対策箇所の工事写真

災害対策箇所の工事状況写真、完成写真(全景、近景)等を添付する。

1.3 締固め追跡調査箇所における資料収集・整理

● 様式 14：締固め度の追跡調査記録 1

締固め度の経時変化を把握するために、築堤後経過年数毎の乾燥密度、締固め度をとりまとめる。

● 様式 15：締固め度の追跡調査記録 2

締固め度の経時変化に伴う盛土材料の土質工学的特性の変化をとりまとめる。

1.4 開削調査結果等の資料収集

しらす堤防における築堤履歴や堤防断面の土層構成、局所的な不安定化要因等を把握するため、樋管等の改築工事に併せ開削調査を実施する。これら調査方法及び資料整理方法については、「河川堤防開削時の調査マニュアル」（平成 23 年 3 月、国土交通省河川局治水課）を参照のこと。

2. 各様式の作成方法について

各様式は以下のような手順で作成することが望ましい。

2.1 基本事項

川内川における堤防・護岸の整備、改修に伴う築堤工事及び災害発生（災害復旧）毎に各様式の作成、更新を行う。尚、更新に際しては、築堤履歴がわかるように旧様式を残し、同書式で作成した様式を新たに添付する。

2.2 作成・更新手順

1） 通常の築堤時における資料の作成・更新

築堤区間（可能であれば、堤防構造・材料の一連区間毎）に様式 1～5 を作成する。また、築堤後の災害対応、締固め度の追跡調査に備え、様式 6～15 を添付する。なお、強化対策の実施等、新たな築堤が実施される場合は様式 1～5 を更新（追加添付）する。

2） 災害時における資料の作成・更新

災害状況に応じて、様式 6～9 を作成する。また、災害復旧工事に備えて、様式 10～13 を添付し、工事段階において様式 10～13 を記載する。

3） 締固め度の追跡調査時における資料の更新

上記によりの整備された区間において、築堤後数年～数十年毎に堤防の締め固め度を調査し、様式 14～15 に追記する。

3. 収集・整理項目について

各様式の収集・整理項目は以下のとおりである。

3.1 築堤箇所の収集・整理項目

様式 1：堤防概要

- 築堤箇所の工事概要
- 堤防状況（堤防種類、築堤形状、堤防構造、締固め管理、築堤材料、芝付け）
- 護岸状況（法覆工、基礎工、根固め工）
- 災害状況、対策工法
- 平面図、標準断面図、護岸構造図

様式 2：工事写真

- 工事状況写真、工事完成写真

様式 3：盛土材料記録

● 盛土材料試験項目（一般的な試験項目は以下のとおり）

・　土粒子の密度試験、土の含水比試験、土の粒度試験

・　土の液性限界・塑性限界試験、突き固めによる土の締め固め試験

・　土の透水試験、土の三軸圧縮試験

● 粒径加積曲線図、締め固め曲線図、土取場案内図

様式 4：品質管理記録

● 品質管理試験項目（一般的な試験項目は以下のとおり）

・　現場密度試験（砂置換法等）

・　土の含水比試験

● 現場密度測定個所平面図、断面図

様式 5：基礎地盤状況記録

● 調査・試験項目（一般的な試験項目は以下のとおり）

● ボーリング調査、標準貫入試験、現場透水試験、試料採取

● 室内土質試験

・　土粒子の密度試験

・　土の含水比試験

・　土の粒度試験

・　土の液性限界・塑性限界試験

・　土の透水試験、土の湿潤密度試験

・　土の一軸圧縮試験

・　土の三軸圧縮試験

・　土の圧密試験

● 基礎地盤の地質概要

● 地下水位状況

● 地質縦断図、地質横断図

3.2 災害箇所の収集・整理項目

様式 6：実態調査記録 1

● 災害の概要

● 災害箇所の堤防状況（堤防種類、背後地の状況、堤防構造、築堤材料、植生）

● 護岸状況（法覆工、基礎工、根固め工）

● 降雨状況、出水状況

様式 7：実態調査記録 2

● 災害状況平面図、災害状況断面図

様式 8：実態調査記録 3

● 調査・試験項目（災害状況に応じて、以下の調査・試験を実施する）

・ ボーリング調査

・ 標準貫入試験

・ 現場透水試験

・ 試料採取

・ 室内土質試験

（土粒子の密度試験、土の含水比試験、土の粒度試験
土の液性限界・塑性限界試験、土の湿潤密度試験
突き固めによる土の締め固め試験、土の透水試験
土の一軸圧縮試験、土の三軸圧縮試験）

● 災害箇所の地質概要

● 地下水位状況

● 調査位置平面図、調査位置横断図

様式 9：実態調査記録 4

● 災害状況写真

様式 10：対策工の概要

● 対策工事の概要

● 堤防対策状況（堤防種類、築堤形状、堤防構造、締固め管理、築堤材料、芝付け）

● 護岸対策状況（法覆工、基礎工、根固め工）

● 対策工法

● 対策平面図、対策標準断面図、対策護岸構造図

様式 11：対策工箇所の盛土材料記録

● 材料試験項目（一般的な試験項目は以下のとおり）

・ 土粒子の密度試験、土の含水比試験、土の粒度試験

・ 土の液性限界・塑性限界試験、突き固めによる土の締め固め試験

・ 土の透水試験、土の三軸圧縮試験

● 粒径加積曲線図、締め固め曲線図、土取場案内図

様式 12：対策工の品質管理記録

● 品質管理試験項目（一般的な試験項目は以下のとおり）

・ 現場密度試験（砂置換法等）

・ 土の含水比試験

● 現場密度測定箇所平面図、断面図

様式 13：工事写真

● 工事状況写真、工事完成写真

様式 14,15：締固め度の追跡調査記録

● 築堤概要

● 調査頻度（3 年,5 年,10 年,15 年,20 年,30 年,40 年,50 年）

● 締固め度の経時変化

● 調査・試験項目

・ 現場密度試験（砂置換法）

・ 室内土質試験

（土粒子の密度試験、土の含水比試験、土の粒度試験
土の液性限界・塑性限界試験、突き固めによる土の締め固め試験
土の透水試験、土の三軸圧縮試験）

● 添付資料（調査箇所案内図、調査箇所平面図、調査箇所断面図）

4. 様式（案）について

上記の各様式(案)集をとりまとめて以降に示す。必要に応じて随時改訂を行うこと。

堤防整備資料

様式1（案）：築堤箇所の堤防概要

工事の概要								平面図（縮尺＝　　）
概要	工事名							
	河川名							
	距離標	左岸・右岸	km ～ km					
	地先名							
	施工年月日							
	工事目的							
	主な工事内容							
盛土状況	堤防の種類	（盛土（土堤）、特殊堤、その他等）						
	築堤形状	（新堤、前腹付、後腹付、嵩上げ、その他等）						
	堤防構造（標準断面）	計画高水位	m	余裕高	m			
		天端高	m	天端幅	m			
		法勾配	表のり		表のり			
			表小段のり		表小段のり			
		小段幅	表第1小段	m	表第1小段	m		堤防標準断面図（縮尺＝　　）
			表第2小段	m	表第2小段	m		
		高水敷高	m	高水敷幅	m			
		低水河岸高	m	土羽厚	cm			
	締固め管理（中詰土）	築堤材料（土質名）		施工管理方法				
		目標締固度	%	目標乾燥密度	g/cm^3			
		締固機械		まき出し厚	cm			
		転圧回数	回	仕上がり厚	cm			
	締固め管理（土羽土）	築堤材料（土質名）		施工管理方法				
		目標締固度	%	目標乾燥密度	g/cm^3			
		締固機械		まき出し厚	cm			
		転圧回数	回	仕上がり厚	cm			
	芝付け	表のり		裏のり				
		表小段		裏小段				
護岸状況	法覆工	施工位置	種類	勾配	法長	控厚		
		低水護岸			m	cm		
		中水護岸			m	cm		護岸構造図（縮尺＝　　）
		高水護岸			m	cm		
		堤防護岸			m	cm		
	基礎工	基礎高	m	計画河床高	m			
		河床材料		推定洗掘深さ	m			
		基礎形式・種類						
		基礎諸元						
	根固め工	種類		敷設幅	m			
		規格	幅	m	高さ	m		
			重量	t	その他			
その他付帯工・対策工法		目的	工法	諸元				

※ 築堤材料（中詰土、土羽土）、断面形状毎に記載する。

様式2（案）：築堤箇所の工事写真

工事写真（No.　　）	工事写真（No.　　）	工事写真（No.　　）
概要	概要	概要
工事写真（No.　　）	工事写真（No.　　）	工事写真（No.　　）
概要	概要	概要

築堤材料の土質工学的特性

種別	資料番号	土質名	物理特性											締固め特性			力学試験			透水性	
			土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	含水比 W_n (%)	粒度							コﾝｼｽﾃﾝｼｰ特性		日本統一土質分類							
					粒度特性（%）					D50 (mm)	D20 (mm)	液性限界 WL (%)	塑性限界 WP (%)		試験方法・条件	最大乾燥密度 ρdmax (g/cm3)	最適含水比 Wnopt (%)	試験方法・条件	内部摩擦角 φ (度)	粘着力 C (kN/m^2)	試験方法	透水係数 K (cm/s)
					石分	礫分	砂分	シルト分	粘土分													
堤体土（中詰土）																					
土羽土																					

粒径加積曲線	締固め曲線	土取場案内図（縮尺＝　　、場所　　）

備考	一般的な材料試験項目	①土粒子の密度試験(JIS A 1202)、②土の含水比試験(JIS A 1203)、③土の粒度試験(JIS A 1204)、④土の液性限界・塑性限界試験(JIS A 1205)、 ⑤突き固めによる土の締め固め試験(JIS A 1210)、⑥土の透水試験(JIS A 1218)、⑦土の三軸圧縮試験(土質試験法)

現場密度測定位置平面図（縮尺＝　　）	現場密度測定位置断面図（縮尺＝　　）

現場密度測定結果一覧表

位置	層番号	測定番号	土質名	含水比 Wn (%)	湿潤密度 ρt (g/cm³)	間隙比 e	飽和度 Sr (%)	乾燥密度 ρd (g/cm3)	最大乾燥密度 ρdmax (g/cm3)	締固め度 (%)	測定年月日	天候	位置	層番号	測定番号	土質名	含水比 Wn (%)	湿潤密度 ρt (g/cm³)	間隙比 e	飽和度 Sr (%)	乾燥密度 ρd (g/cm3)	最大乾燥密度 ρdmax (g/cm3)	締固め度 (%)	測定年月日	天候
備考	一般的な品質管理試験項目		①現場密度試験（砂置換法による土の密度試験）（JIS A 1214）、②土の含水比試験（JIS A 1203）																						

様式5（案）：築堤箇所の基礎地盤状況記録

現場密度測定位置平面図（縮尺＝　　）	現場密度測定位置断面図（縮尺＝　　）

基礎地盤の地質概要、地下水位状況

基礎地盤の土質工学的特性

地層名	地層記号	土質名	物理特性															力学特性			透水性		圧密特性	
			土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	含水比	乾燥密度	湿潤密度	飽和度	間隙比	粒度							コンシステンシー特性		日本統一土質分類	試験方法	内部摩擦角 φ (度)	粘着力 c (kN/m^2)	試験方法	透水係数 K (cm/s)	圧縮指数 Cc	圧密降伏応力 Pc (kN/m^2)
									粒度特性（%）					D50 (mm)	D20 (mm)	液性限界 WL (%)	塑性限界 WP (%)								
									石分	礫分	砂分	シルト分	粘土分												
備考	一般的な調査・試験項目	①ボーリング調査、②標準貫入試験（JIS A 1219）、③現場透水試験(地盤調査法)、④乱さない試料の採取(地盤調査法)、⑤乱した試料の採取、 ⑥室内土質試験(土粒子の密度試験(JIS A 1202)、土の含水比試験(JIS A 1203)、土の粒度試験(JIS A 1204)、土の液性限界・塑性限界試験(JIS A 1205)、土の湿潤密度試験(土質試験法)、土の透水試験(JIS A 1218)、土の一軸圧縮試験(JIS A 1216)、土の三軸圧縮試験(土質試験法)、土の圧密試験(JIS A 1217)																						

様式7（案）：災害箇所の実態調査記録2

変状状況平面図
変状状況断面図
備考 ※変状状況平面図・断面図は、災害の状況、規模、範囲等が分かるように記載すること。

災害調査位置模式平面図	災害調査位置模式横断図

災害箇所の地質概要、地下水位状況

災害箇所の土質工学的特性

地層名	地層記号	土質名	物理特性																力学特性			透水性		締め固め特性		
									粒度							コンシステンシー特性										
			土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	含水比	乾燥密度	湿潤密度	飽和度	間隙比	粒度特性（%）					D50 (mm)	D20 (mm)	液性限界 WL (%)	塑性限界 WP (%)	日本統一土質分類	試験方法	内部摩擦角 ϕ (度)	粘着力 c (kN/m^2)	試験方法	透水係数 K (cm/s)	試験方法	最大乾燥密度 ρ dmax (g/cm^3)	最適含水比 Wnopt (%)
									石分	礫分	砂分	シルト分	粘土分													

備考	調査・試験位置及び項目の目安	位置	災害発生箇所（可能であれば流出土砂、すべり土塊）及び近傍の堤体土、土羽土、基礎地盤を対象とする。なお、基礎地盤の調査結果については様式4にとりまとめる。
		項目	①ボーリング調査、②標準貫入試験（JIS A 1219)、③現場透水試験(地盤調査法)、④乱さない試料の採取(地盤調査法)、⑤乱した試料の採取、⑥室内土質試験(土粒子の密度試験(JIS A 1202)、土の含水比試験(JIS A 1203)、土の粒度試験(JIS A 1204)、土の液性限界・塑性限界試験(JIS A 1205)、土の湿潤密度試験(土質試験法)、土の透水試験(JIS A 1218)、土の一軸圧縮試験(JIS A 1216)、土の三軸圧縮試験(土質試験法)、土の圧密試験(JIS A 1217)

様式9（案）：災害箇所の実態調査記録4

災害写真（No.　　）	災害写真（No.　　）	災害写真（No.　　）
概要	概要	概要
災害写真（No.　　）	災害写真（No.　　）	災害写真（No.　　）
概要	概要	概要

工事の概要									対策工平面図（縮尺＝　　）
概要	工事名								
	河川名								
	距離標	左岸・右岸	km ～ km						
	地先名								
	施工年月日								
	工事目的								
	主な工事内容								
盛土状況	堤防の種類	（盛土（土堤）、特殊堤、その他等）							
	築堤形状	（新堤、前腹付、後腹付、嵩上げ、その他等）							
	堤防構造（標準断面）	計画高水位	m	余裕高	m				
		天端高	m	天端幅	m				
		法勾配	表のり		表のり				
			表小段のり		表小段のり				
		小段幅	表第1小段	m	表第1小段	m			対策工堤防標準断面図（縮尺＝　　）
			表第2小段	m	表第2小段	m			
		高水敷高	m	高水敷幅	m				
		低水河岸高	m	土羽厚	cm				
	締固め管理（中詰土）	築堤材料（土質名）		施工管理方法					
		目標締固度	%	目標乾燥密度	g/cm^3				
		締固機械		まき出し厚	cm				
		転圧回数	回	仕上がり厚	cm				
	締固め管理（土羽土）	築堤材料（土質名）		施工管理方法					
		目標締固度	%	目標乾燥密度	g/cm^3				
		締固機械		まき出し厚	cm				
		転圧回数	回	仕上がり厚	cm				
	芝付け	表のり		裏のり					
		表小段		裏小段					
護岸状況	法覆工	施工位置	種類	勾配	法長	控厚			
		低水護岸			m	cm			
		中水護岸			m	cm			対策工護岸構造図（縮尺＝　　）
		高水護岸			m	cm			
		堤防護岸			m	cm			
	基礎工	基礎高	m	計画河床高	m				
		河床材料		推定洗掘深さ	m				
		基礎形式・種類							
		基礎諸元							
	根固め工	種類		敷設幅	m				
		規格	幅	m	高さ	m			
			重量	t	その他				
その他付帯工・対策工法		目的	工法	諸元					

※ 築堤材料（中詰土、土羽土）、断面形状毎に記載する。

対策工使用材料の土質工学的特性

種別	試料番号	土質名	物理特性											締固め特性			力学試験			透水性	
			土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	含水比 W_n (%)	粒度					D50 (mm)	D20 (mm)	ｺﾝｼｽﾃﾝｼｰ特性		日本統一土質分類	試験方法・条件	最大乾燥密度 ρdmax (g/cm3)	最適含水比 Wnopt (%)	試験方法・条件	内部摩擦角 φ (度)	粘着力 C (kN/m^2)	試験方法	透水係数 K (cm/s)
					粒度特性（%）							液性限界 WL (%)	塑性限界 WP (%)									
					石分	礫分	砂分	シルト分	粘土分													
堤体土（中詰土）																						
土羽土																						
その他対策材料																						

粒径加積曲線	締固め曲線	土取場案内図（縮尺＝　　、場所　　）

備考	一般的な材料試験項目	①土粒子の密度試験(JIS A 1202)、②土の含水比試験(JIS A 1203)、③土の粒度試験(JIS A 1204)、④土の液性限界・塑性限界試験(JIS A 1205)、 ⑤突き固めによる土の締め固め試験(JIS A 1210)、⑥土の透水試験(JIS A 1218)、⑦土の三軸圧縮試験(土質試験法)

現場密度測定位置平面図（縮尺＝　　）	現場密度測定位置断面図（縮尺＝　　）

現場密度測定結果一覧表

位置	層番号	測定番号	土質名	含水比 Wn (%)	湿潤密度 ρt (g/cm³)	間隙比 e	飽和度 Sr (%)	乾燥密度 ρd (g/cm3)	最大乾燥密度 ρdmax (g/cm3)	締固め度 (%)	測定年月日	天候	位置	層番号	測定番号	土質名	含水比 Wn (%)	湿潤密度 ρt (g/cm³)	間隙比 e	飽和度 Sr (%)	乾燥密度 ρd (g/cm3)	最大乾燥密度 ρdmax (g/cm3)	締固め度 (%)	測定年月日	天候

備考	一般的な品質管理試験項目	①現場密度試験（砂置換法による土の密度試験）（JIS A 1214）、②土の含水比試験（JIS A 1203）

様式13（案）：災害対策箇所の工事写真

工事写真（No.　　）	工事写真（No.　　）	工事写真（No.　　）
概要	概要	概要
工事写真（No.　　）	工事写真（No.　　）	工事写真（No.　　）
概要	概要	概要

様式14（案）：締固め度の追跡調査記録1

築堤概要					
概要	工事名				
	河川名				
	距離標	左岸・右岸	km ～ km		
	施工年月日				
	築堤時の締固め管理	目標締固度	%	目標乾燥密度	g/cm³
		締固機械		まき出し厚	cm
		転圧回数	回	仕上がり厚	cm
		最大乾燥密度	g/cm³	締固め平均値度	%
	築堤材料（土質）	堤体土（中詰土）			
		土羽土			

追跡調査箇所案内図（縮尺＝ ）

締固め度の追跡調査結果

追跡調査箇所平面図（縮尺＝ ）

追跡調査箇所横断図（縮尺＝ ）

経過年数（試験年月日）	試験位置		試験No	乾燥密度 ρd(g/cm³)	最大乾燥密度 ρdmax(g/cm³)	締固め度(%) 施工時最大乾燥密度に対して	締固め度(%) 試験時最大乾燥密度に対して
1年後（ 年 月 日）	川表						
	川裏						
2年後（ 年 月 日）	川表						
	川裏						
3年後（ 年 月 日）	川表						
	川裏						
4年後（ 年 月 日）	川表						
	川裏						

経過年数（試験年月日）	試験位置		試験No	乾燥密度 ρd(g/cm³)	最大乾燥密度 ρdmax(g/cm³)	締固め度(%) 施工時最大乾燥密度に対して	締固め度(%) 試験時最大乾燥密度に対して
5年後（ 年 月 日）	川表						
	川裏						
10年後（ 年 月 日）	川表						
	川裏						
15年後（ 年 月 日）	川表						
	川裏						
20年後（ 年 月 日）	川表						
	川裏						

備考	試験項目	①現場密度試験（砂置換法による土の密度試験）（JIS A 1214）、②土の含水比試験（JIS A 1203）

対策工使用材料の土質工学的特性

経過年数（試験年月日）	試験位置		試料番号	物理特性											締固め特性			力学試験			透水性	
				土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	含水比 W_n (%)	粒度							コンシステンシー特性									
						粒度特性（%）					D50 (mm)	D20 (mm)	液性限界 WL (%)	塑性限界 WP (%)	試験方法・条件	最大乾燥密度 ρ dmax (g/cm3)	最適含水比 Wnopt (%)	試験方法・条件	内部摩擦角 ϕ （度）	粘着力 C (kN/m^2)	試験方法	透水係数 K (cm/s)
						石分	礫分	砂分	シルト分	粘土分												
1年後（　，　，　）	川表																					
	川裏																					
2年後（　，　，　）	川表																					
	川裏																					
3年後（　，　，　）	川表																					
	川裏																					
4年後（　，　，　）	川表																					
	川裏																					
5年後（　，　，　）	川表																					
	川裏																					
10年後（　，　，　）	川表																					
	川裏																					
15年後（　，　，　）	川表																					
	川裏																					
20年後（　，　，　）	川表																					
	川裏																					
備考	一般的な材料試験項目			①土粒子の密度試験（JIS A 1202）、②土の含水比試験（JIS A 1203）、③土の粒度試験（JIS A 1204）、④土の液性限界・塑性限界試験（JIS A 1205）、⑤突き固めによる土の締め固め試験（JIS A 1210）、⑥土の透水試験（JIS A 1218）、⑦土の三軸圧縮試験（土質試験法）																	

補足資料-8　築堤材料の選定方法に関する検討結果

1. 築堤材料及び変状状況について

しらす堤防では表層すべり等の変状が繰り返し発生しており、これらは築堤直後の堤防法面で発生する場合が多い。これらの素因の一つとして築堤材料の土質工学特性や施工性(品質の確保)が考えられる。一方、盛土を施工する場合、川内川流域の地域性や周辺工事との関連より、必ずしも良好な築堤材料を利用できるとは限らない。このため、盛土の施工に際しては、以下のような築堤材料としての適否を検討する必要がある。

- 堤体土あるいは土羽土への利用が可能か？
- 築堤材料をそのまま利用できるか？
- 築堤材料の改良や混合等が必要か？

ここで、築堤材料として望ましい土の目安を整理すると以下のとおりである。

- 「河川土工マニュアル」（H21.4（財）国土技術センター）
  - 粒度分布のよい土
  - 最大寸法は 10～15cm 以下
  - 細粒分(0.075mm 以下の粒子)が土質材料(75mm 以下の粒子)の 15%以上
  - シルト分のあまり多くない土
  - 細粒分(0.075mm 以下の粒子)のあまり多くない土(50%以下が望ましい)
- 「しらす地帯の河川・道路土工指針（案)」（以下「指針（案)」という。）
  - 堤体土(中詰め土)の標準適用範囲
  - 最大乾燥密度 1.0(t/m3)以上
  - せん断抵抗角 30°以上
  - 透水係数 2×10-3(cm/s)以下

しらす堤防においてもこれらを目安に築堤材料が選定、改良・混合され、施工が実施されているが、工事箇所によっては豪雨時に変状の発生が見られる。このため、近年川内川堤防で利用されている築堤材料の土質工学特性と変状発生状況を整理した上で、築堤材料の選定方法を検討する必要がある。

1.1 堤体土の特性と変状状況

堤体材料の粒度特性､締固め特性と変状発生の有無を整理して**図 1.1** 及び以下に示した。

(1) しらす

堤体材料として用いられているしらすの粒度分布は概ね「指針(案)」に示された中詰土の標準適用範囲に分布している。しかし、これらの粒度範囲でも侵食や表層すべり等の変状の発生が見られる。尚、変状発生箇所における締固め曲線はやや湿潤側に分布している。

(2) 発生土・流用土

堤体材料として用いられている発生土・流用土の粒度分布は「指針(案)」に示された中詰土の標準適用範囲を大きく外れるものも見られ、バラツキが大きい。ここで、変状発生箇所の粒度分布も大きくばらついており、粒度組成と変状発生の関連は見られない。

なお、変状発生箇所における締固め曲線はばらつきが大きく、明瞭な傾向は見られない。

(3) 攪拌・混合土

堤体材料として用いられている撹袢・混合土の粒度分布は「指針(案)」に示された中詰土の標準適用範囲を大きく外れるものも見られ、バラツキが大きい。ここで、変状発生箇所の粒度分布も大きくばらついており、粒度組成と変状発生の関連は見られない。

なお、変状発生箇所における締固め曲線はばらつきが大きく、明瞭な傾向は見られない。

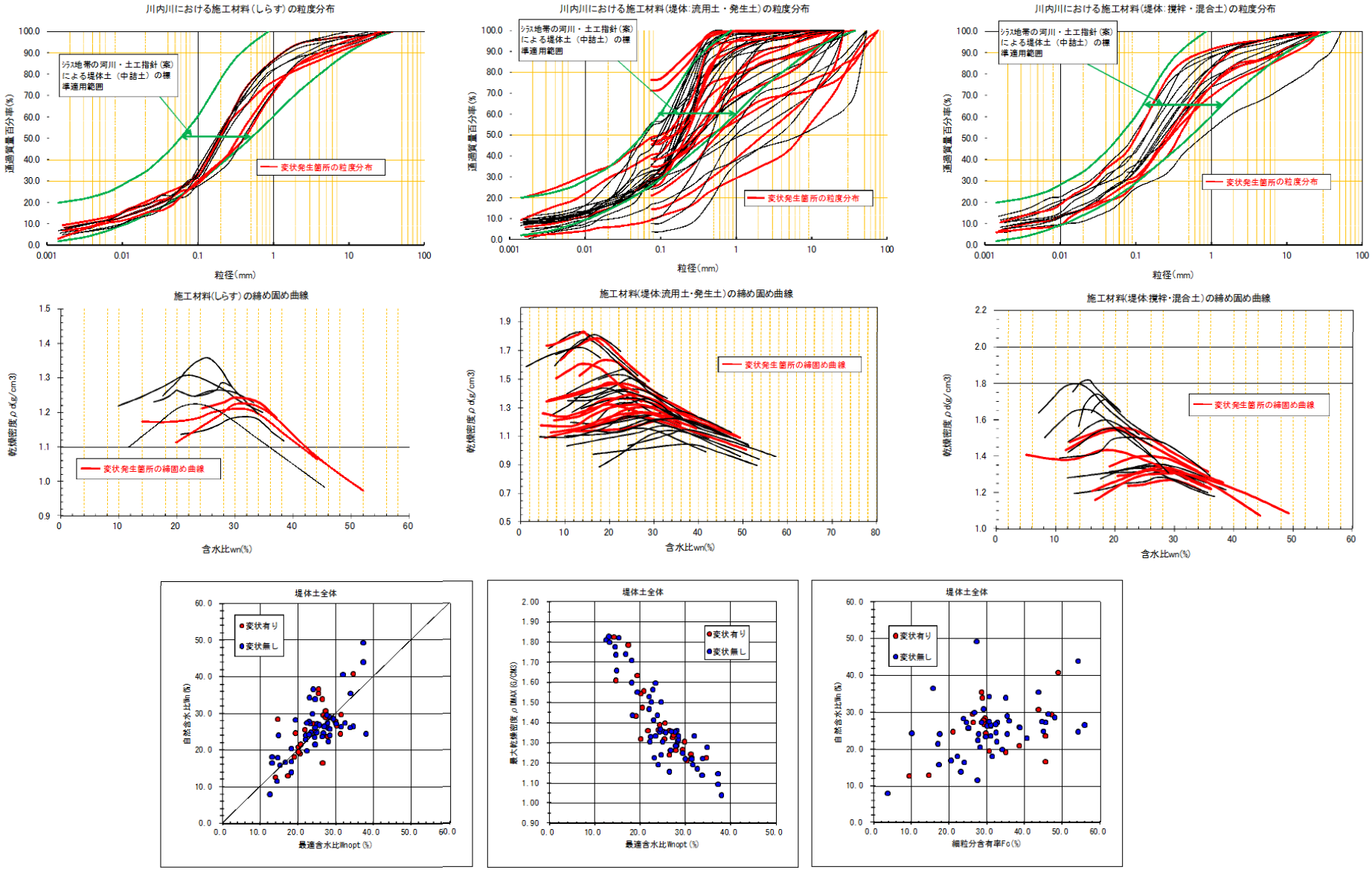


図 1.1　堤体土の特性と変状発生状況

（川内川における築堤工事（H19～H23 の 64 工事）資料より

1.2 土羽土の特性と変状状況

土羽材料の粒度特性､締固め特性と変状発生の有無を整理して**図 1.2** 及び以下に示した。

(1) 購入土羽土

土羽材料として用いられている購入土の粒度分布は概ね「不透水性材料」～「半透水性材料」に区分され。ここで、一部にクラックの発生が懸念される粒度範囲に分布する材料が見られるが、変状はこれらの材料で発生している。尚、変状発生箇所における締固め曲線はばらつきが大きく、明瞭な傾向は見られない。

(2) 発生土・流用土

土羽材料として用いられている発生土・流用土の粒度分布は概ね「不透水性材料」～「半透水性材料」に分布している。ここで、一部に「透水性材料」に区分される粒度範囲に分布する材料が見られるが、変状はこれらの材料で発生している。尚、変状発生箇所における締固め曲線はばらつきが大きく、明瞭な傾向は見られない。

(3) 攪拌・混合土

土羽材料として用いられている撹袢・混合土の粒度分布は概ね「不透水性材料」に分布している。ここで、一部に「透水性材料」に区分される粒度範囲に分布する材料が見られるが、変状はこれらの材料で発生している。尚、変状発生箇所における締固め曲線はばらつきが大きく、明瞭な傾向は見られない。

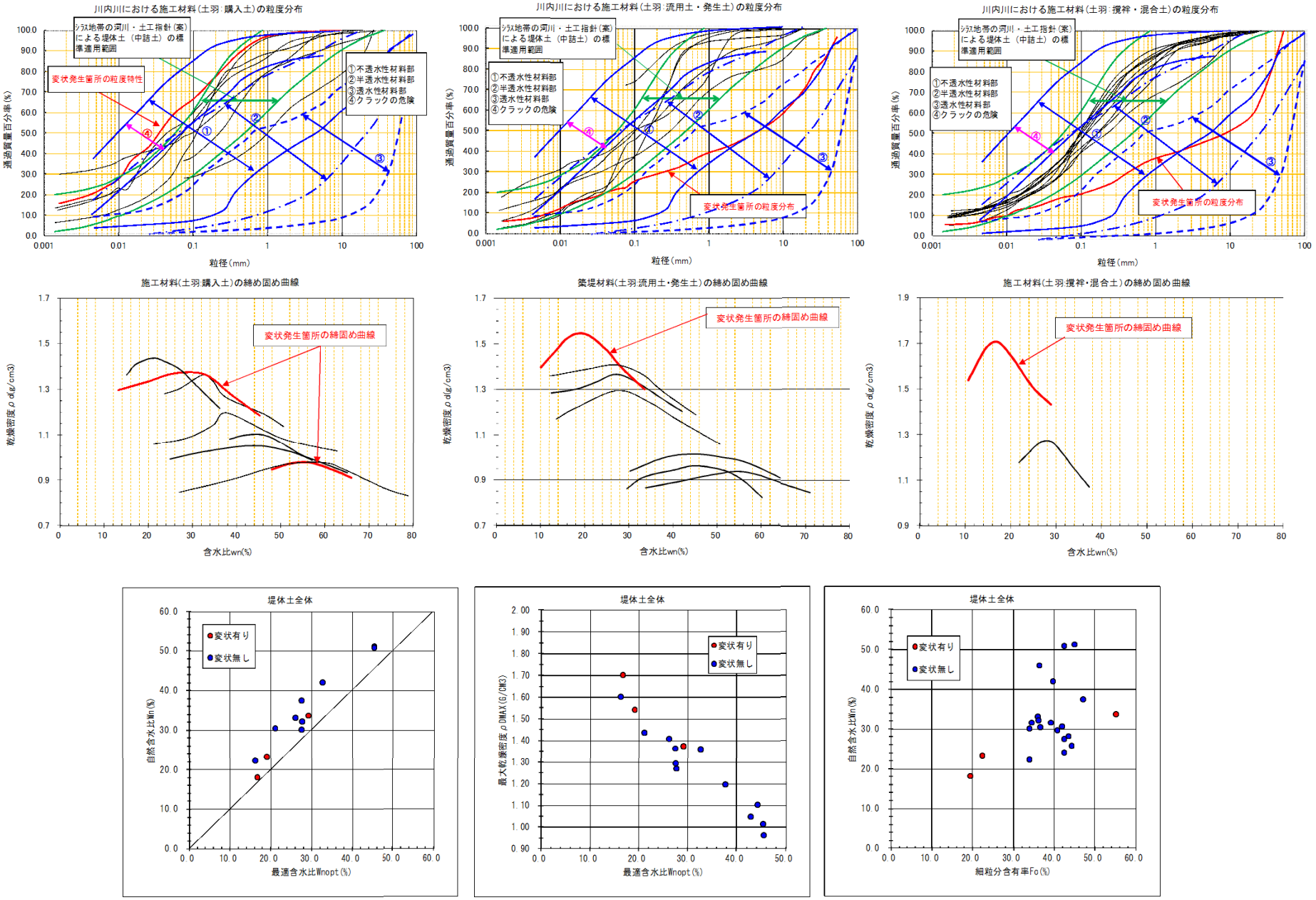


図 1.2　土羽土の特性と変状発生状況

（川内川における築堤工事（H19～H23 の 64 工事）資料より

1.3 まとめ

(1) 堤体土

堤体材料の粒度特性、締固め特性と変状状況に明瞭な関連は見られない。このため、これらの特性に応じた材料としての適否判断は困難である。ここで、近年施工箇所における変状状況を見ると、工事区間一連での変状の発生は少なく、規模の小さい変状が点在する形で発生している。このため、同じ工事区間内でも盛土の品質にバラツキが生じており、これらの弱部で変状が発生した可能性がある（天端・法面の排水状況の差も推察される）。したがって、盛土の品質管理とこれらが十分可能となる施工性の確保が重要と考えられる。

なお、一般に粒度分布の良い盛土材料は締固めが容易であり、これらにより強度や透水性の確保が可能となる。また、これまでしらす堤防では盛土材料の粒度分布として「指針(案)」に示された中詰土の標準適用範囲を目安としており、築堤直後以降の盛土部での変状の発生は少ない。このため、「指針(案)」の粒度範囲は盛土材の選定や混合・改良に際する粒度分布の目安として適当と考えられる。ただし、川内川堤防で通常用いられているしらすの粒度分布は、「指針(案)」に示された標準的な粒度範囲より若干外れる部分がある。このため、変状等の発生が見られない築堤材料の粒度範囲を参考に、今後の目安となるしらすの標準適用範囲の見直しを実施した。**図 1.3** にはこれらの見直し結果を示した。

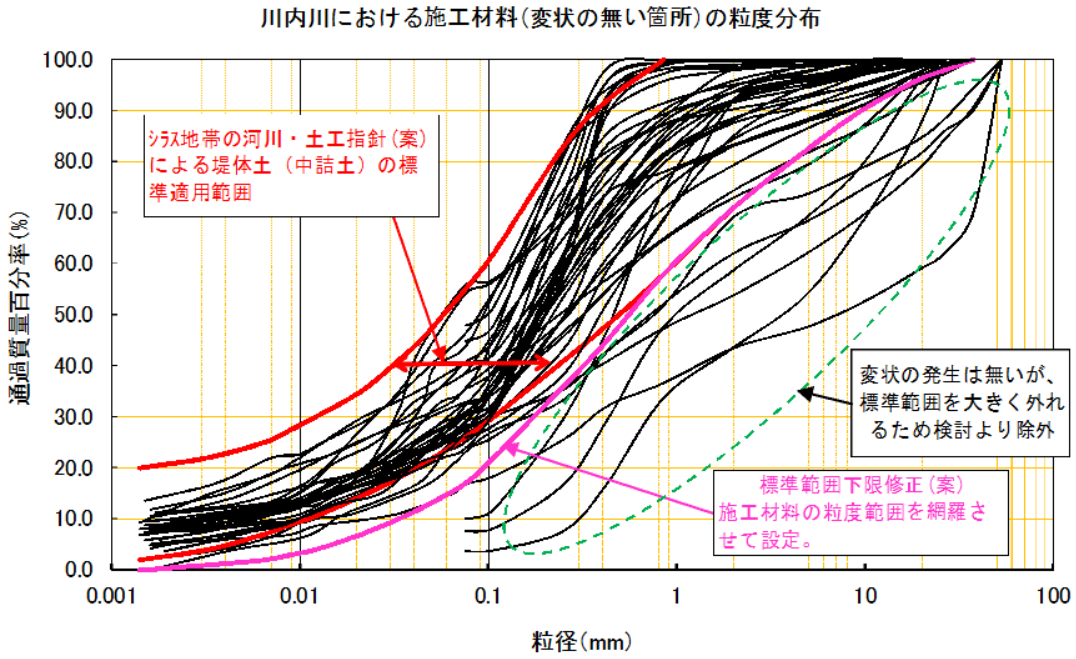


図 1.3　しらすの標準適用範囲（粒度分布）見直し結果

(2) 土羽土

土羽土の粒度特性と変状状況には若干の関連が見られ、クラックの発生が懸念される細粒土、また、透水性材料に区分される粗粒土では変状が発生している。一方、概ね「指針(案)」に示された中詰土の標準適用範囲に分布する土羽土では変状の発生が見られない。これらの点から、土羽土についても「指針(案)」に示された中詰土の標準適用範囲(細粒側:図上の上限値程度)が目安になるものと考えられる。

2. 築堤材料選定方法の提案

前述の検討結果及び近年の施工資料より築堤材料選定方法を整理して**図 2.1** 及び以下示した。

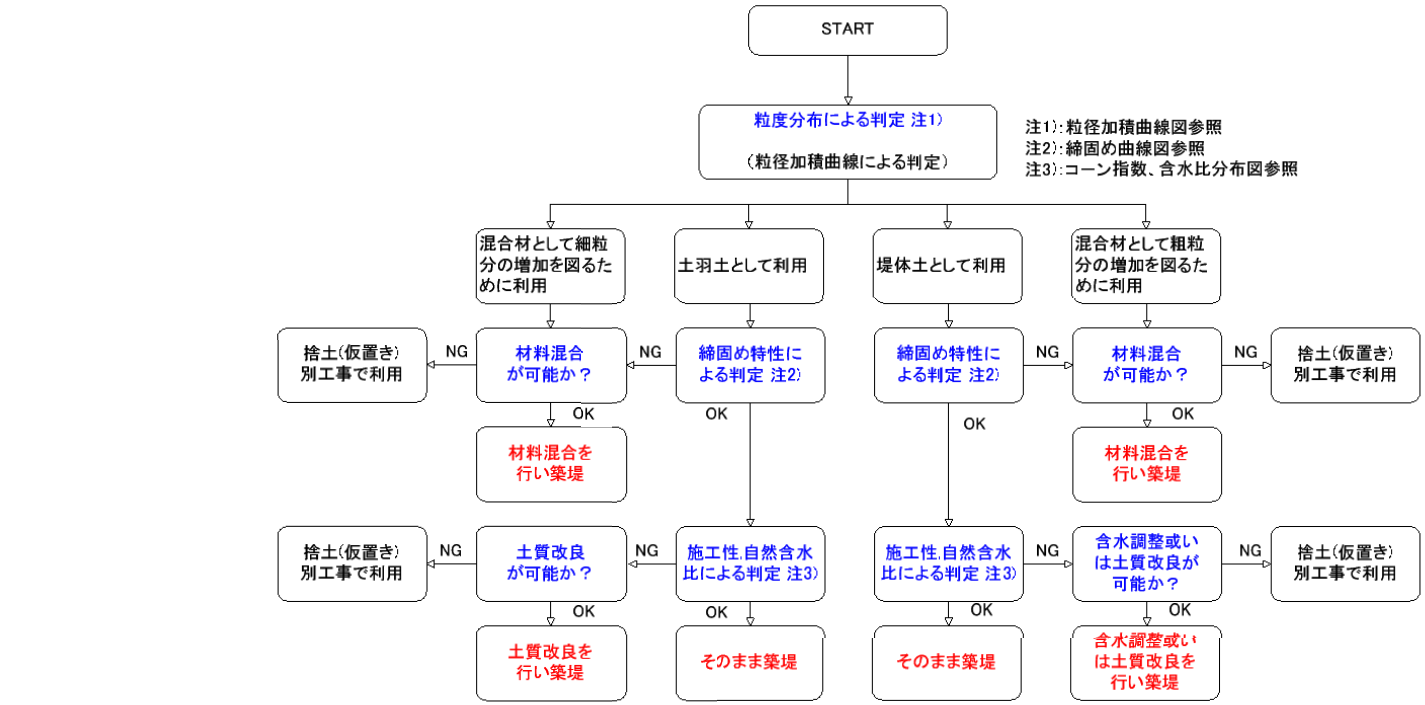
2.1 粒度組成による選定

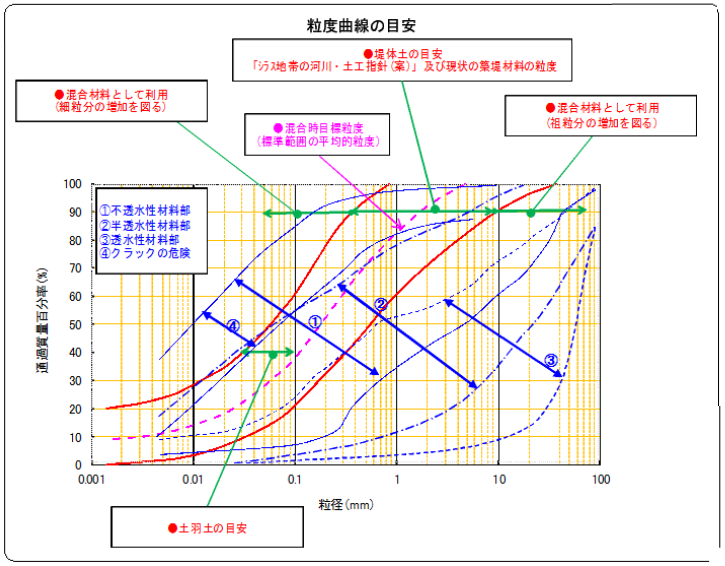
(1) 堤体土

「シラス地帯の河川・道路土工指針(案)」下限値見直しによる今後の標準適用範囲を目安とし、これを大きく外れる場合は他材料との混合を検討する。

(2) 土羽土

良質土(粘性土)等の難透水性材料を基本とし、「シラス地帯の河川・道路土工指針(案)」下限値見直しによる今後の標準適用範囲の内、上限値程度を目安とする。尚、これを大きく外れる場合は他材料との混合を検討する。





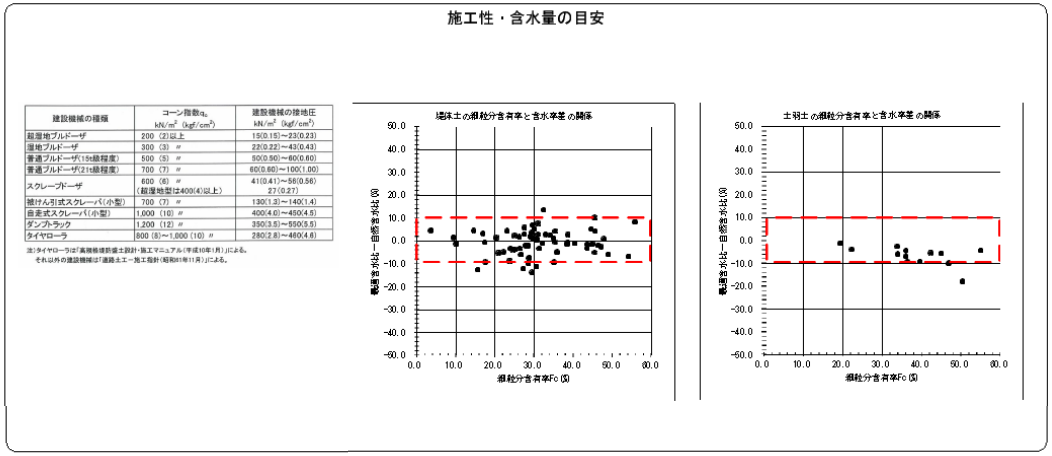


図 2.1　築堤材料の選定及び改良・混合フロー

2.2 締固め特性による選定

(1) 堤体土

締固め曲線に明瞭なピークを有し、施工管理時の締固め管理が可能な材料を選定する。なお、これらが困難な場合は他材料との混合を検討する。

(2) 土羽土

締固め曲線に明瞭なピークを有し、施工管理時の締固め管理が可能な材料を選定する。なお、これらが困難な場合は他材料との混合を検討する。

2.3 施工性・自然含水比による選定

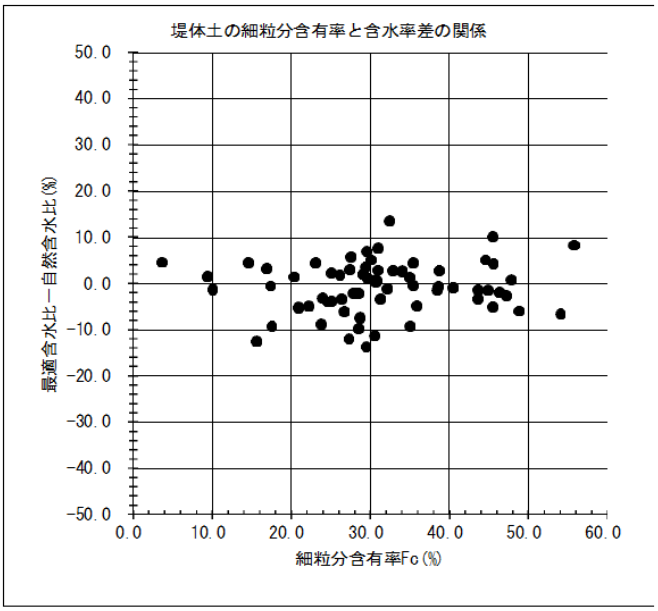
施工性の目安としてトラフィカビリティーとコーン指数の関係(**表 2.1**)が知られている。盛土時の場合、材料の運搬、巻出し、転圧等、実際の現場で用いる建設機械により目安となるコーン指数を設定することができる。このため、盛土の施工規模や使用する機械に応じて目安となるコーン指数を設定し、これらを確保できない（或いはコーン指数より選定される建設機械で所要の品質確保が困難）場合は、築堤材料の混合・改良により十分な施工性を確保する必要がある。

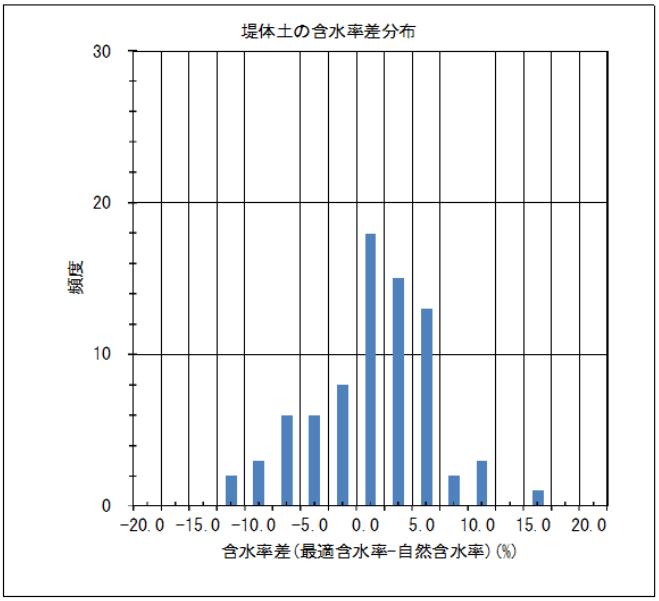
なお、しらす堤防において近年用いられている（施工が出来ている）築堤材料の最適含水比と自然含水比の関係を整理すると、含水比の差が±10%程度の材料が多い。これらの点から、自然含水比と最適含水比の差が大きい(10%以上の差)場合は曝気や加湿、土質改良等による含水量の調整を検討する必要がある(**図 2.2** 参照)。

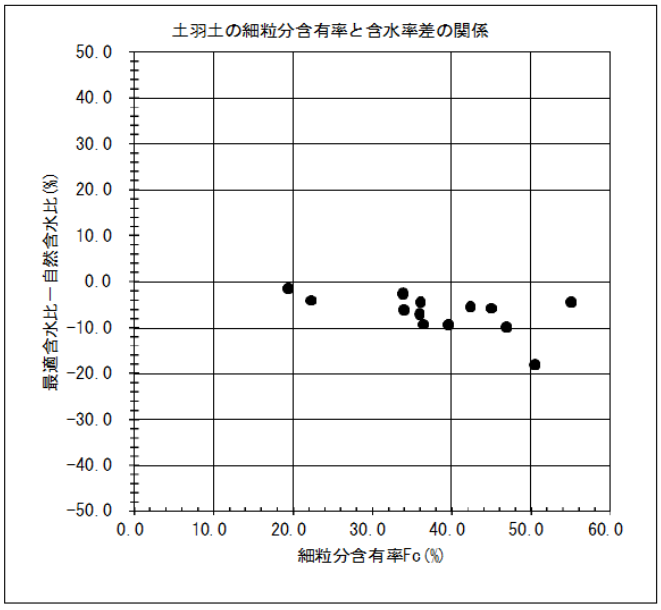
表 2.1　建設機械の走行に必要なコーン指数

建設機械の種類	コーン指数q_c kN/m^2 (kgf/cm^2)	建設機械の接地圧 kN/m^2 (kgf/cm^2)
超湿地ブルドーザ	200 (2)以上	15(0.15)～23(0.23)
湿地ブルドーザ	300 (3) 〃	22(0.22)～43(0.43)
普通ブルドーザ(15t級程度)	500 (5) 〃	50(0.50)～60(0.60)
普通ブルドーザ(21t級程度)	700 (7) 〃	60(0.60)～100(1.00)
スクレープドーザ	600 (6) 〃 (超湿地型は400(4)以上)	41(0.41)～56(0.56) 27(0.27)
被けん引式スクレーパ(小型)	700 (7) 〃	130(1.3)～140(1.4)
自走式スクレーパ(小型)	1,000 (10) 〃	400(4.0)～450(4.5)
ダンプトラック	1,200 (12) 〃	350(3.5)～550(5.5)
タイヤローラ	800 (8)～1,000 (10) 〃	280(2.8)～460(4.6)

注)タイヤローラは「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル(平成10年1月)」による。
それ以外の建設機械は「道路土工－施工指針(昭和61年11月)」による。







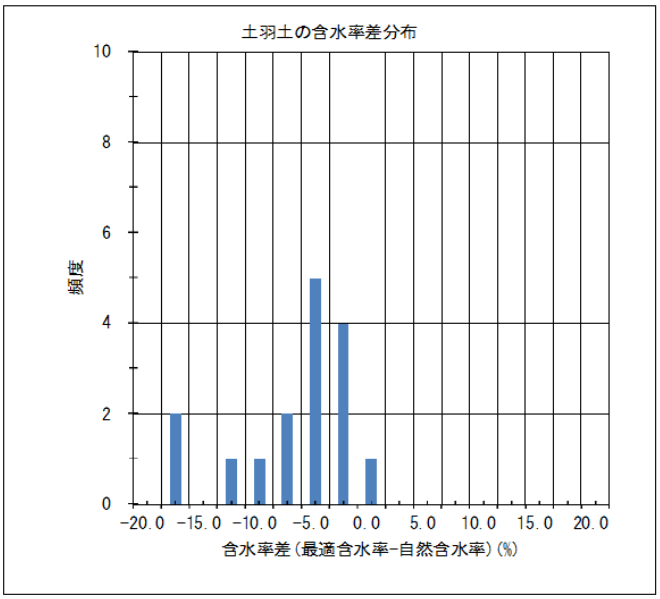


図 2.2　堤体土・土羽土の最適含水比と自然含水比の差

（川内川における築堤工事（H19～H23）の 64 工事）資料より

補足資料-9　築堤材料の改良・混合に関する検討結果

（H23 年度「川内川しらす堤防検討業務　報告書（H24.3)」より）

1. 築堤材料の混合方法

しらす堤防では、単独では十分な品質確保が困難と想定される築堤材料について、他材料との混合試験等を実施している。一方、「河川土工マニュアル」(H21.4 （財）国土技術研究センター)には、材料混合の目安として**図 1.1** に示す方法が示されている。

ここで、**図 1.1** に示す粒度調整方法の適否を検討するために、しらす堤防で実施された配合試験結果の検証を実施した。

これらの検討結果を**図 1.2** に示したが、再現される粒度調整混合比と実際の混合比は以下に示すように概ね良好な対応を示している。

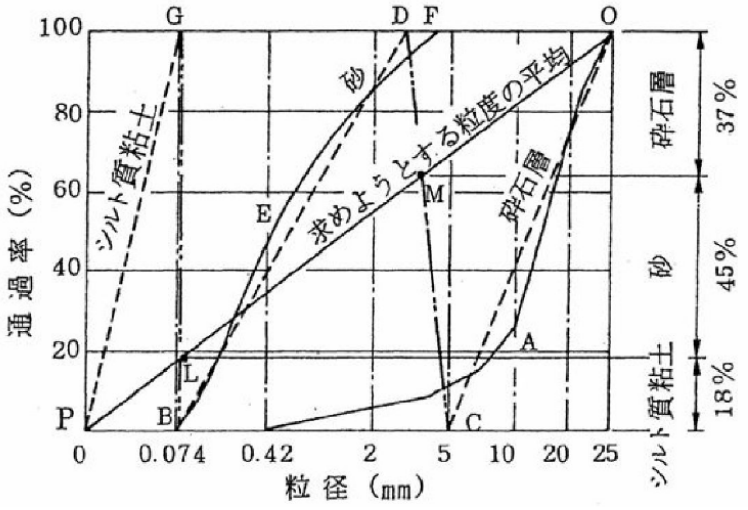
事例-1

配合試験(しらす 50%：皿山土 50% ） ≒ 検証結果（しらす 47%：皿山土 53% ）

事例-2

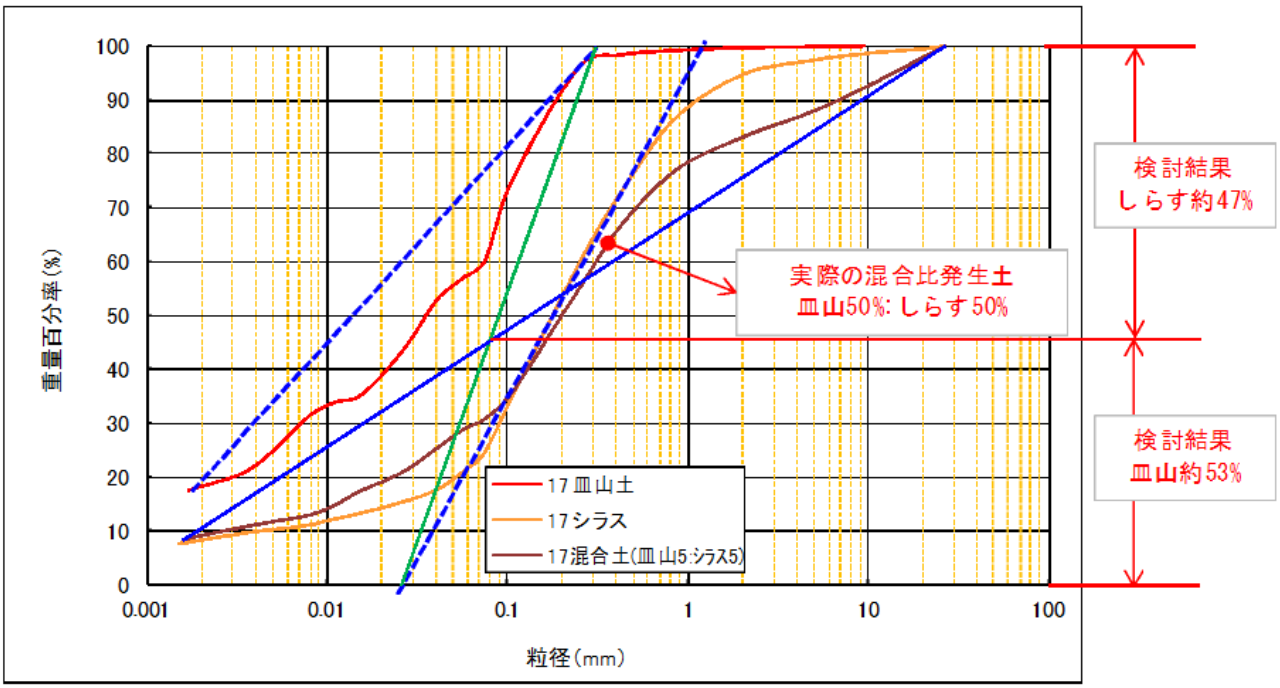
配合試験(皿山土 70%：調整土 30% ） ≒ 検証結果（皿山土 64%：調整土 36% ）

これらの点から、しらす堤防おける築堤材料混合比の設定に際しては、前述に示す今後目安とすべき堤体土(中詰土)の標準適用範囲の平均的な粒度分布を目標として、**図 1.3** に示す手順で材料混合比の目安を設定することが可能と考えられる。



① 求めようとする粒度の粒径加積曲線を通過百分率で表し、粒子の大きさの分布を直線で表わされるように図示する。
② 同一尺度を用いて、混合する原材料の粒径加積曲線を記入し、この曲線をほぼ近似する曲線になおす。（PG,BD,CO）
③ これらの直線と反対端を結び（BG,CD）、求めようとする粒径加積曲線（直線）との交点を求めると（L,M）、その百部率が配合割合を示すことになる。

図 1.1　粒度調整方法（「河川土工マニュアル」（H21.4 （財）国土技術研究センター）



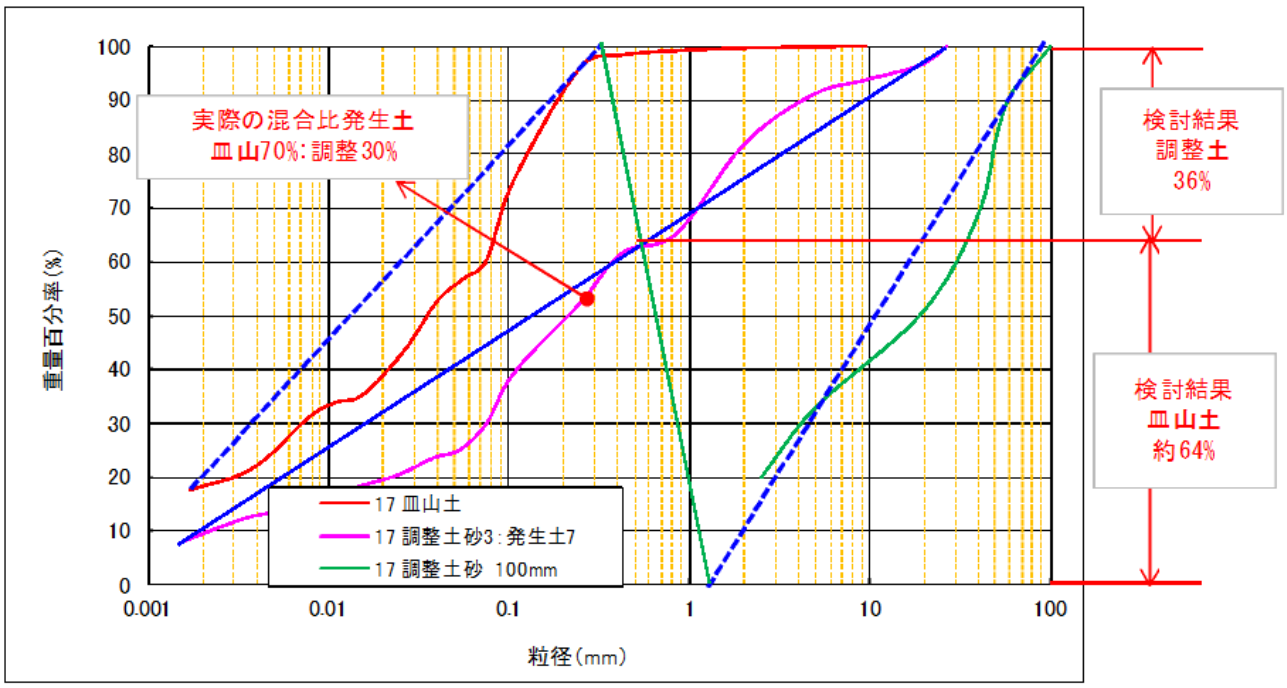


図 1.2　粒度調整方法の検証結果

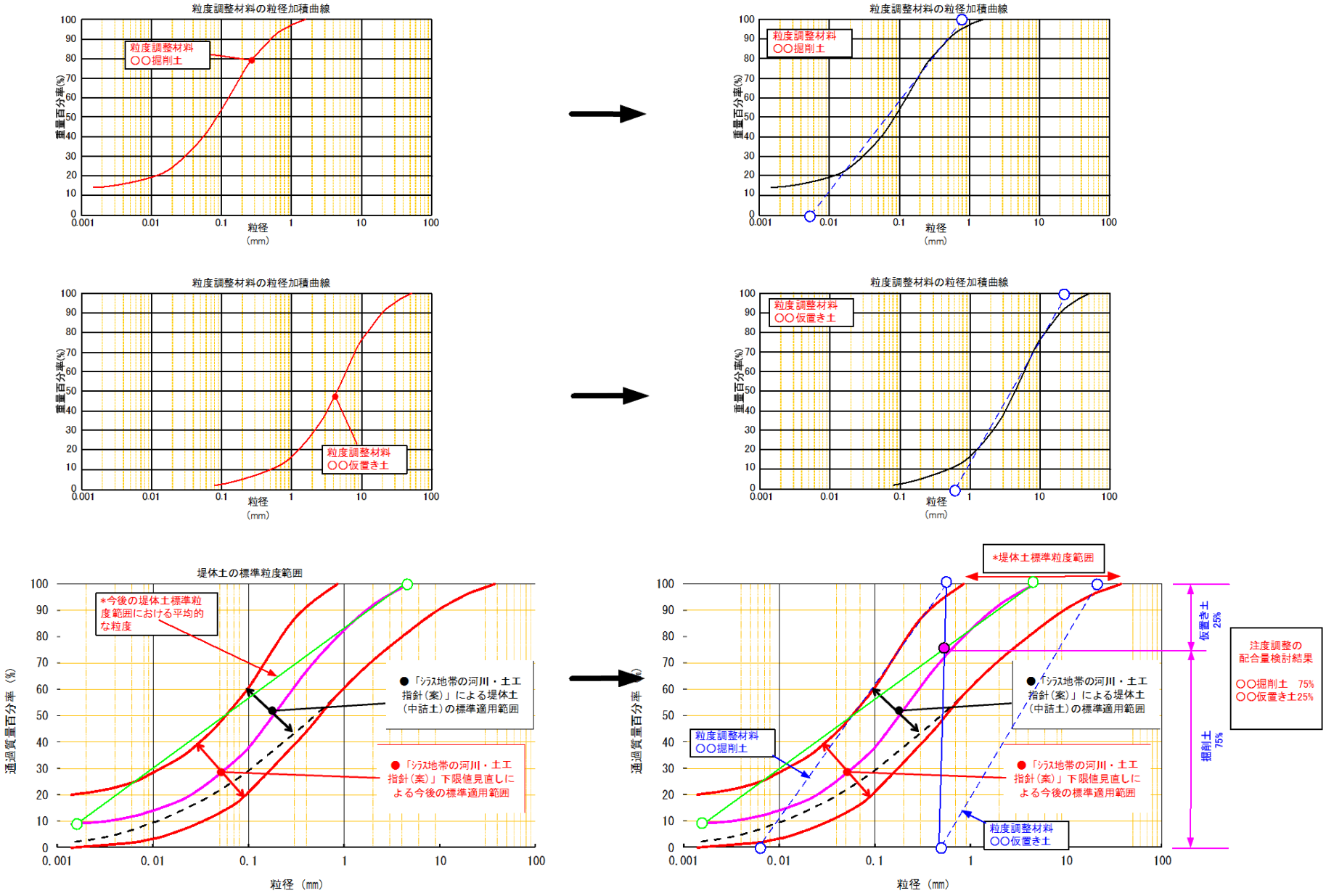


図 1.3　しらす堤防における粒度調整混合比の目安設定方法案

2. 築堤材料の改良

築堤材料の含水比が高く所要の施工性が確保できない場合、何らかの土質改良が必要となる。これらの材料では建設重機の走行を確保するためのコーン指数を設定した上で、改良に必要となる添加剤の配合量(添加量)を決定する必要がある。ここで、これらの配合量は改良する築堤材料の種類や含水比、また、添加剤により大きく異なるため、材料毎の配合試験の実施が必要である。

なお、しらす堤防では、推込分水路掘削工事で搬出された掘削土に対して、種々の配合試験が実施されている。今後、築堤材料の土質改良が必要となった場合の参考として、これらの試験結果例を**図 2.1** に示した。

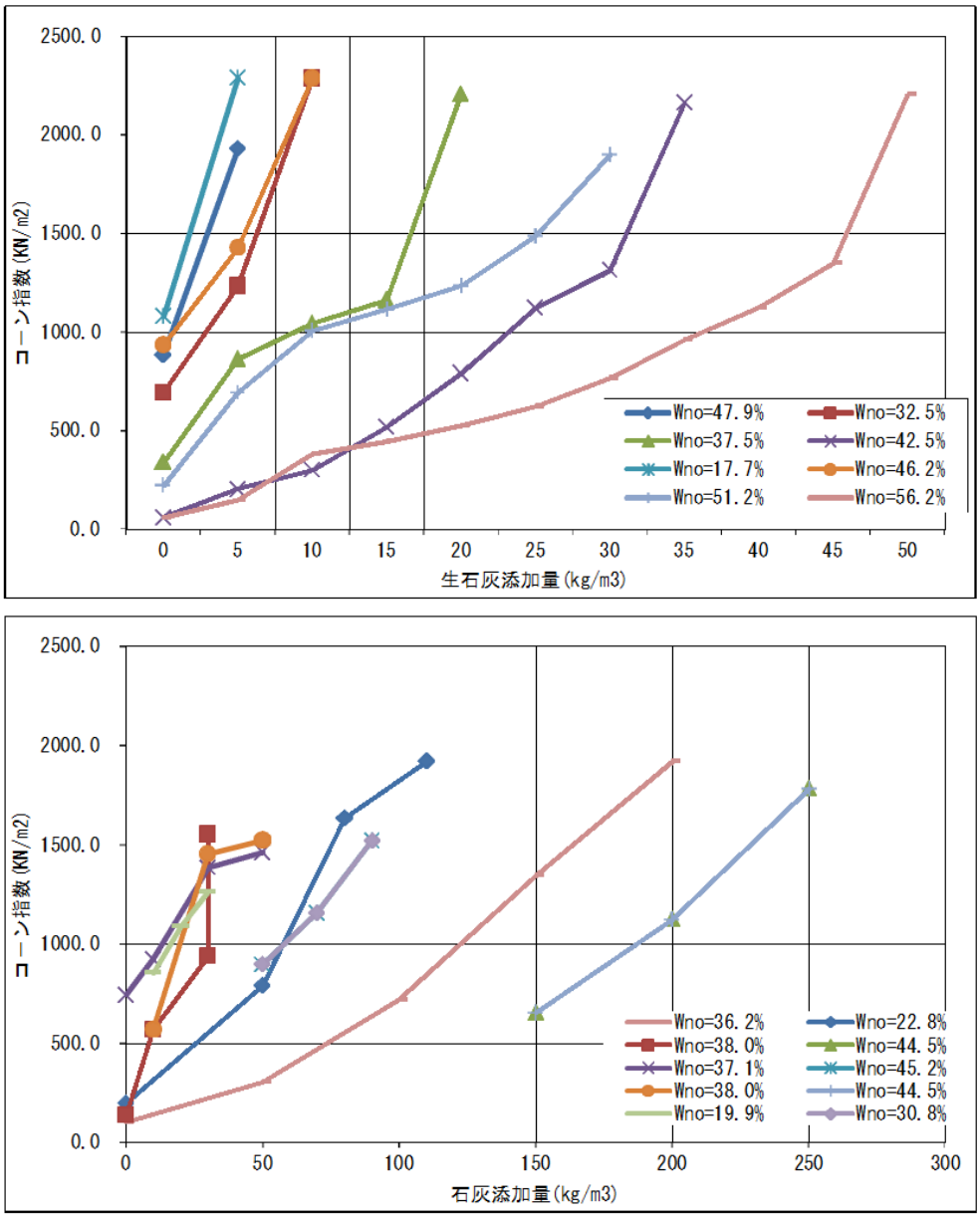


図 2.1　石灰による土質改良配合試験例

補足資料-10　しらす堤防の施工管理に関する検討結果

（H23 年度「川内川しらす堤防検討業務　報告書（H24.3)」より）

盛土の安定性は、その締固め状況に大きく影響される。このため、管理方法や管理基準値が重要となる。現在、川内川堤防では盛土の施工管理として締固め度 85%以上(砂置換法等による現場密度試験の場合)を管理基準値として用いているが、その基礎資料となる材料試験方法（突固めによる土の締固め試験)、現場における試験盛土、土羽土の施工管理頻度が工事毎に異なり、完成した盛土の品質に差が生じている可能性がある。

これらの点から、しらす堤防における標準的な施工管理方法の整理を実施した。

1. 施工管理基準値の設定

盛土の施工では乾燥密度を用いた締固め度により締固めの管理を実施する。この場合、事前の室内締固め試験により管理基準値算定の分母となる最大乾燥密度を求め、一方、現場での試験盛土（現場締固め試験）にて、所定の締固め度以上となる乾燥密度に施工できる巻出し厚、転圧回数を設定する。また、これらの結果を用いて築堤を行い、代表箇所における乾燥密度を調査して盛土の品質管理が実施されている。

ここで、最大乾燥密度を求める室内の締固め試験には試験条件が数種あり、これらは土の種類や特性、試験結果の利用方法に応じて選定される。試験条件の選定は、試験を実施する技術者の判断による場合が多いが、川内川では同様のしらすを対象とする場合でも、その試験方法の選択に差異が見られる。このため、最終的に管理される締固め度が同様であっても、盛土そのものの締固め状況は大きく異なる可能性がある。これらの点から、築堤材料としてしらすを用いる場合に、最も適した締固め管理方法を選定する必要がある。

なお、これらの選定に際しては、以下の点に留意する必要がある。

(1) しらすは粒径 20～30mm 程度の軽石を混入するため、これらを許容できる試験方法とする必要がある。

(2) これまでの盛土の施工管理は、室内における締固め試験結果より締固め度 85%以上とされてきた。このため、この締固め度を管理基準として踏襲できる試験方法の採用が望ましい。

(3) しらすを用いた室内実験結果より締固め度を 85%とした場合は、締固め後の乾湿繰返し時(降雨等による湿潤・乾燥)の体積変化が最も少なく、短期的ではあるがほぼ一様の土の締固め状況を維持する。

(4) 現場における締固めエネルギーに近い試験方法を選定する必要がある。また、十分な転圧・締固めによって得られる乾燥密度が、所定の締固め度をやや上回る程度の値となる場合、最も効果的・効率的な施工となる。したがって、このような管理基準(締固め度)を設定できる試験方法の採用が望ましい。

(5) **図 1.1** に室内試験による締固め曲線と現場試験施工による締固め曲線を示した。現場締固め曲線は A 法、B 法による締固め度 85%ラインと交差している。このため、A 法、B 法による締固め度 85%以上の施工管理は十分に可能である。ただし、A 法の場合、少ない転圧回数(乾燥密度が小さくても)でも 85%以上となる締固め度が確保できるため、完成した盛土の乾燥密度は他の試験法を管理基準とした場合に比べ小さくなる。一方、現場締固め曲線は C 法,D 法,E 法による締固め度 85%ラインと交差しない。このため、C 法,D 法,E 法による締固め度 85%以上となる施工管理は、実施工上かなり厳しい基準となる。尚、管理基準値を下げる、或いは転圧回数を増やして乾燥密度を大きくすることにより、管理基準値を満足する施工が可能と考えられる。しかし、C 法,D 法,E 法による締固めエネルギーは現場における締固めエネルギーと乖離が大きく、また、最適含水比も大きく異なるため、最適な試験方法として好ましくない。

以上の点を勘案して築堤材料としてしらすを用いる場合に、最も適した締固め管理方法を次のように選定した。

- **しらすを盛土材料とする場合の室内における標準的な締固め試験方法**

  「突固めによる土の締固め試験（B-c 法)」

- **しらすを盛土材料とする場合の管理基準値**

  「最大乾燥密度の 85%以上」

表 1.1　締固め試験方法

突固め方法の種類

突固め方法の呼称	ﾗﾝﾏｰ質量kg	ﾓｰﾙﾄﾞ内径(cm)	突固め層数	1層当たりの突固め回数	許容最大粒径mm
A	2.5	10	3	25	19
B	2.5	15	3	55	37.5
C	4.5	10	5	25	19
D	4.5	15	5	55	19
E	4.5	15	3	92	37.5

試料の準備方法及び使用方法の組み合わせ

組み合わせの呼称	試料の準備方法及び使用方法
a	乾燥法で繰り返し法
b	乾燥法で非繰り返し法
c	湿潤法で非繰り返し法

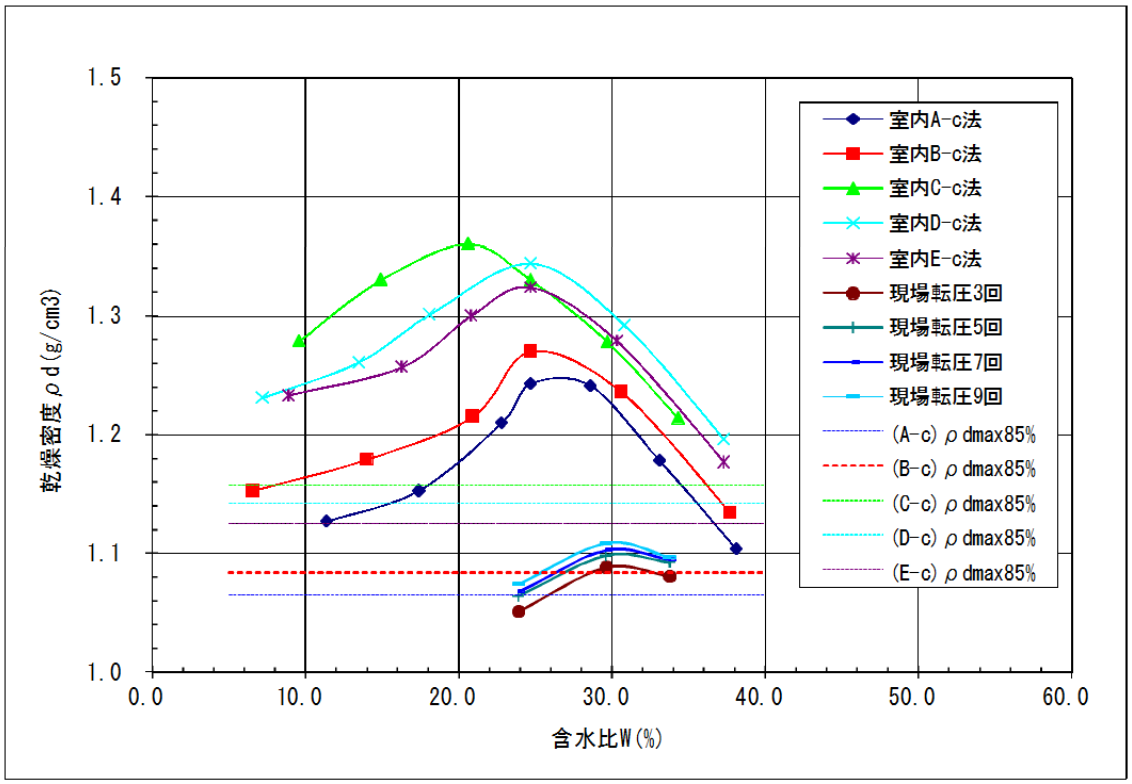


図 1.1　室内締固め曲線と現場締固め曲線の比較例

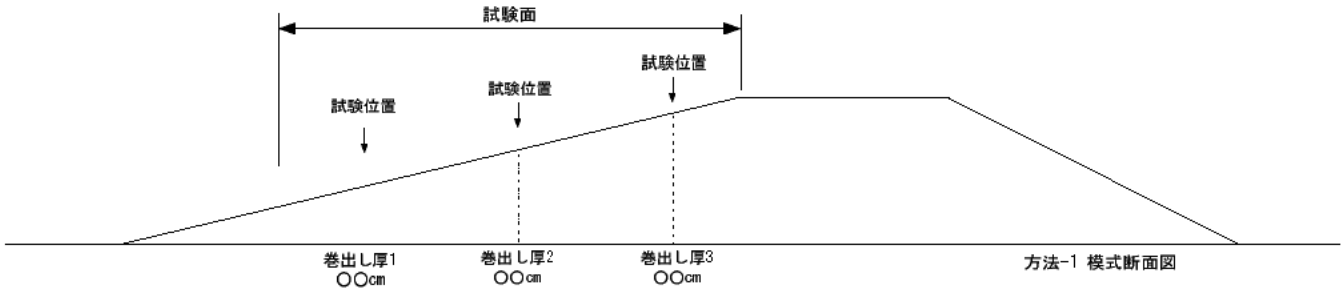
（H20 年度「第 12 回しらす堤防強化対策検討会資料」より）

2.　標準的な試験盛土方法

近年の施工資料より、しらす堤防で実施されている試験盛土の方法を概ね以下の 3 ケースに整理することができる。

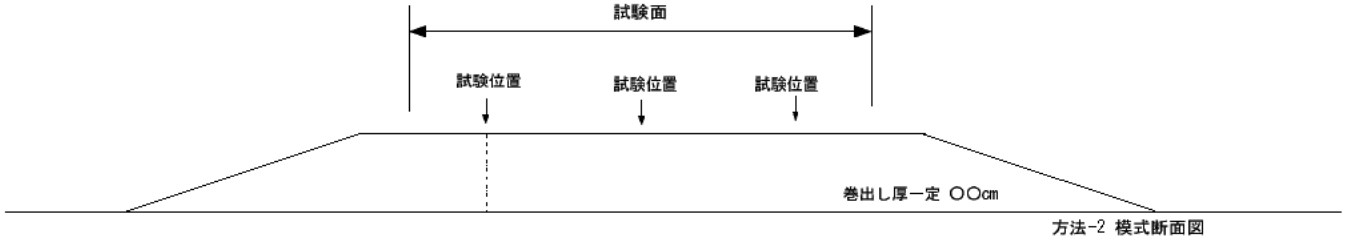
(1) ケース 1：傾斜方式

試験地に巻出し厚さを 3 ケースほど変えた盛土を行った後、想定する転圧機械を用いて転圧を行う。また、転圧回数ごとの沈下量の測量や代表的な転圧回数による現場密度試験の実施により、仕上がり厚 30cm を満足する巻出し厚さ、締固め度 85%を満足する転圧回数を求める方法。



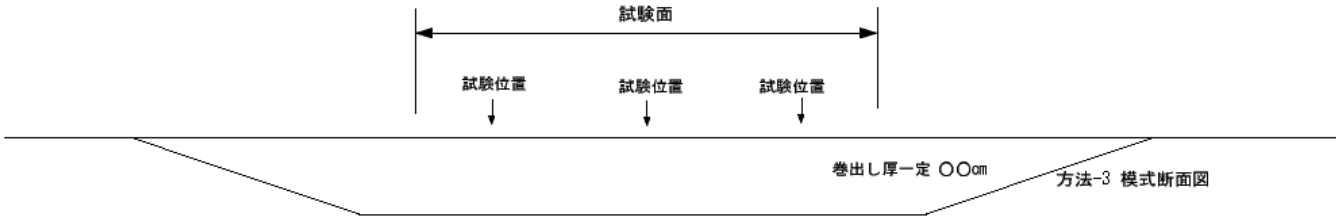
(2) ケース 2：定圧方式

試験地に巻出し厚さを一定とした盛土を行った後、想定する転圧機械を用いて転圧を行う。また、転圧回数ごとの沈下量の測量や代表的な転圧回数による現場密度試験の実施により、仕上がり厚 30cm を満足する巻出し厚さ、締固め度 85%を満足する転圧回数を求める方法。



(3) ケース 3：掘削方式

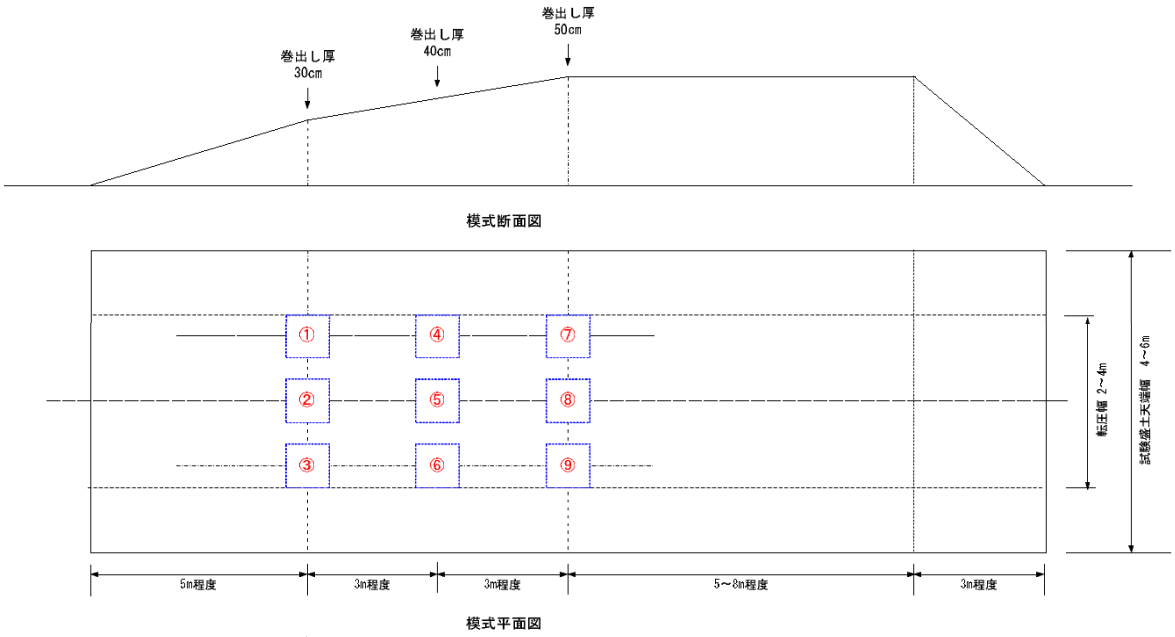
試験地地盤を巻出し厚さ相当の一定深さで掘削し、掘削箇所に盛土材の巻き出しを行った後、想定する転圧機械を用いて転圧を行う。また、転圧回数ごとの沈下量の測量や代表的な転圧回数による現場密度試験の実施により、仕上がり厚 30cm を満足する巻出し厚さ、締固め度 85%を満足する転圧回数を求める方法。



前述の試験盛土方法の内、ケース 1 は最も施工頻度が多く、実際の巻出し厚さに近い試験盛土となっている。一方、ケース-2,3 では試験盛土時よりも厚い巻出し厚さが設定される場合が見られる。また、ケース 3 では掘削底面の十分な転圧や盛土材の湿潤化に懸念が残る。

これらの点から、しらす堤防ではケース 1 による試験盛土を標準とすることが望ましい。

なお、試験盛土の標準的な方法案を整理して**図 1.2** に示す。



＜試験条件＞
・試験頻度　：盛土材料及び土取場毎
・転圧機械　：実施工使用機械(タイヤローラー8～20t等)
・試験含水比：自然含水比程度(ただし、材料試験による最適含水比を参照のこと)

＜試験手順＞
1)上図のを参考に巻出し厚30cm, 40cm, 50cmの試験盛土の敷き均しを行う。
2)転圧機械(8～20t級タイヤローラー等)を用いて転圧回数1, 2, 3, 4, 5, 6, 7の区切り転圧を行う。
3)各区切り転圧後に図中の①～⑨の箇所で沈下量の測量を行う。
4)3回, 5回, 7回転圧後に図中の①～⑨の箇所で1点ずつの現場密度試験を行う。

＜留意事項＞
・盛土の含水比の変化を最小限とするため、転圧・測量・試験は速やかに実施する。
・①～⑨の試験箇所は、輪荷重の作用範囲を考慮して適切に設定する。尚、箇所ごとに試験を3回(3, 5, 7転圧後)実施することとなる。このため、各箇所の試験は同様の転圧状況なる範囲内で実施する(下図参照)。

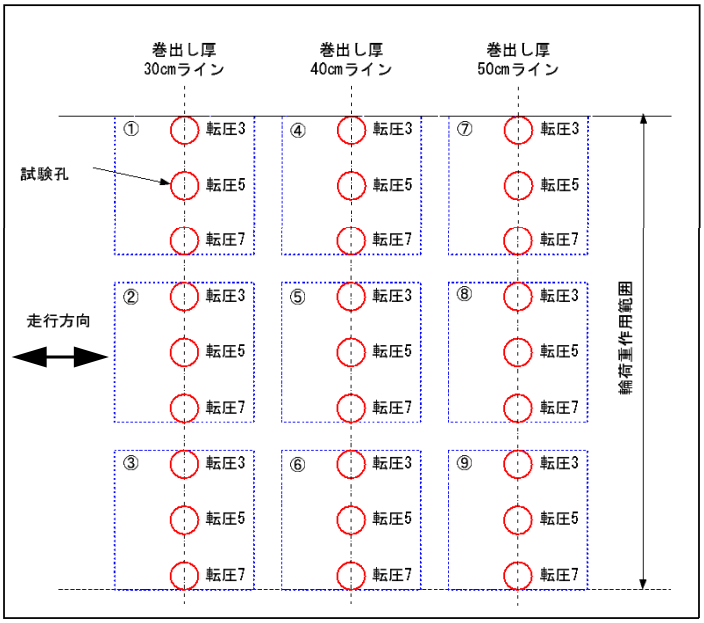


図 1.2　しらす堤防における試験盛土方法（H20 年度「第 12 回しらす堤防強化対策検討会資料」より）

3. 施工管理頻度

現在盛土部の施工管理（現場密度試験）は品質管理基準に従い、「1,000m3 に 1 回或いは施工延長 20m に 3 回の内、管理頻度の高い方」の割合で実施される。ここで、しらす堤防では土羽土の品質が堤防の安全性に大きく影響するため、これらの箇所における施工管理の実施が非常に重要となる。尚、土羽土の施工管理頻度については明確な基準が無く、当面の対応として「川表・川裏とも 1 箇所/100m 程度、最低でも川表・川裏 2 箇所以上」の施工管理が実施されている。

ここで、**表 1.2** には近年の施工実績より盛土規模に応じた堤体部の施工管理頻度と施工延長に応じた土羽部の施工管理頻度を整理した。表に示すように、1 工事当たりの管理頻度を比較すると土羽部における管理回数が非常に少ない。しらす堤防における変状状況等を勘案すると、土羽部における施工管理が非常に重要であり、可能であれば、堤体と同程度の施工管理の実施が望まれる。

なお、**表 1.3** には堤体土と同等の品質管理を行う場合の「土羽土の施工管理頻度」例を示した。表に示すように、「川表・川裏各 2 回/40m」程度の管理頻度が必要となる。

表 1.2　しらす堤防における平均的な施工管理頻度（堤体土・土羽土）

項目		平均盛土規模（想定）	施工管理頻度	施工管理回数		備　考
堤体土の施工管理	土量(m^3)	12,337	1,000m^3に1回	13	22	
	延長(m)	204	20mに3回	31		管理頻度の高い3回以上/20mにて実施される場合が多い。
土羽土の施工管理	延長(m)	204	川表・川裏各1回/100m	4		

表 1.3　堤体土と同等の品質管理を行う場合の「土羽土施工管理頻度」

項目		平均盛土規模（想定）	施工管理頻度	施工管理回数		盛土と同程度の管理回数とした場合の管理頻度	
						施工管理回数	施工管理頻度
堤体土の施工管理	土量(m^3)	12,337	1,000m^3に1回	13	22	－	－
	延長(m)	204	20mに3回	31		－	－
土羽土の施工管理	延長(m)	204	川表・川裏各1回/100m	4		20	川表・川裏各2回/40m

4. 施工管理位置及び方法

盛土部の品質管理基準では、その管理位置(現場密度試験実施位置)等の目安が定められていない。一方、しらす堤防における変状は法面表層部に集中しており、これらの箇所における品質の確保が非常に重要である。したがって、堤体土・土羽土の施工管理の実施に際しては、堤体表層部の締固めに留意した施工管理の実施が望まれる。

なお、**図 1.3** に施工管理位置の概念図を示す。図に示すように、堤体土については法面表層部近傍における施工管理の実施が望まれる。また、土羽土については法面下段、上段部において川表・川裏各 2 回(40m 毎)程度の施工管理の実施が望まれる。

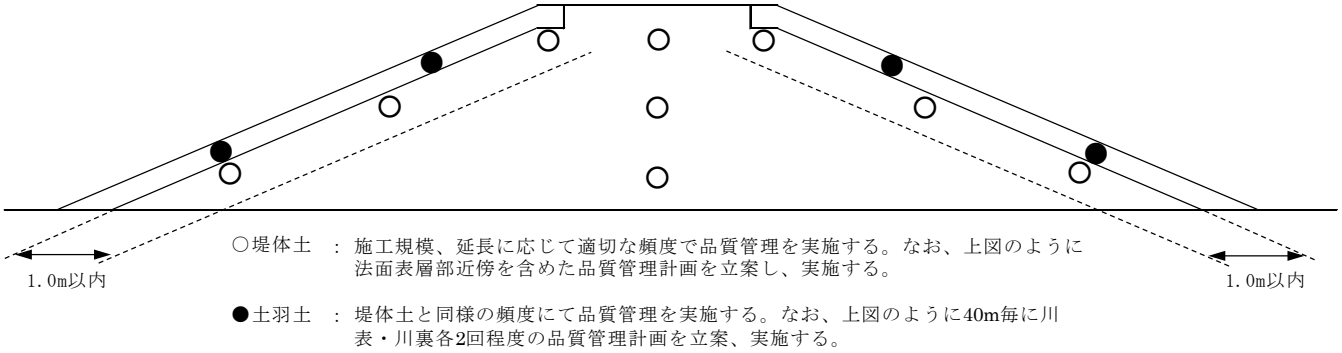


図 1.3　しらす堤防における施工管理位置概念図

5. 施工管理方法

しらす堤防における施工管理の多くが砂置換法による現場密度試験により実施されている。

ここで、砂置換法による現場密度試験では、堤体土等が湿潤化している場合、試験孔孔壁のせり出し等により乾燥密度が大きく得られる場合がある。また、土羽部で砂置換法による現場密度試験を実施する場合、法面をやや大きく掘削する必要があるため、埋め戻し部の品質に懸念が残る。

これらの点から、今後の施工管理ではコアカッター法による現場密度試験の実施が望ましい(**図 1.4** 参照)。尚、試験位置が締まっている場合や礫等を混入する場合、コアカッターによる押し込みが困難である。これらの箇所については従来の砂置換法または RI 法の採用が適当である。

RI 計器には、「拡散型」と「透過型」があり、両者の特性に応じて使い分けるものとする。

また礫の混入率が 60%以上の場合には、原則として「拡散式」は適用できないものとする。

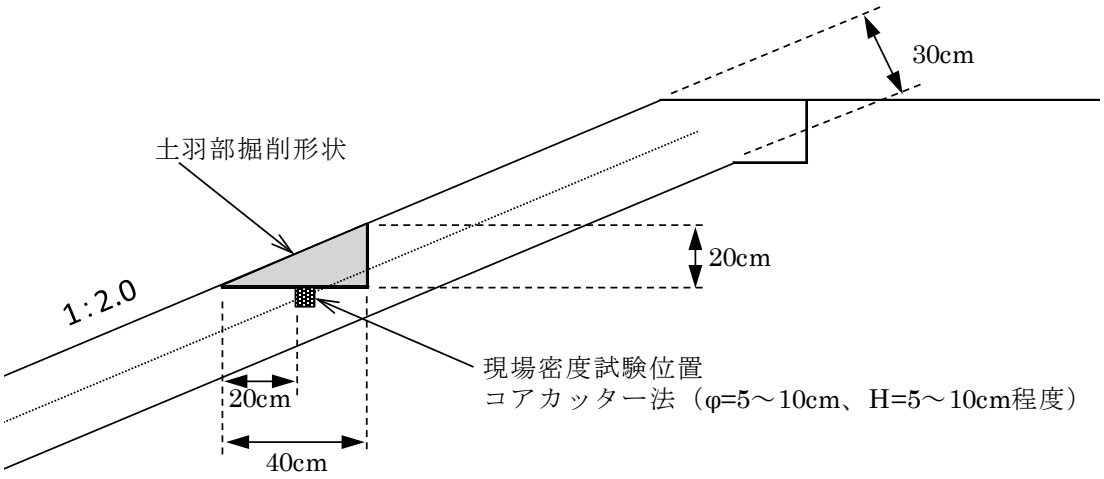


図 1.4　コアカッター法による土羽部の現場密度試験

補足資料-11　土羽土部の施工方法に関する検討結果

（H23 年度「川内川しらす堤防検討業務　報告書（H24.3)」より）

1. 現在の土羽土の施工状況について

川内川堤防における近年の施工状況を整理した結果、川内川堤防では土羽土の施工方法として以下の方法が採用されている。

(1) 施工方法１：BH 転圧

従来の土羽土の施工法で、法面整形後の盛土法面に土羽土を巻き出し、バックホウ法面バッケットで転圧・整形する施工方法である。

(2) 施工方法２：盛土一体施工

近年実施されている施工方法で、盛土材と土羽材を同時に巻き出し・転圧し、転圧後にバックホウ等で法面を整形(削り取る)する施工方法である。

ここで、これらの施工頻度、施工箇所における変状発生状況、品質管理結果を整理すると**図 1.1～1.2** 及び以下に示すとおりである。

- 施工方法の不明な工事が多いが、近年施工箇所の約 3 割の箇所で盛土一体施工が実施されている。尚、アンケート調査では BH 転圧が約 5 割、盛土一体施工が約 3 割でる。
- 土羽部施工方法の明らかな箇所の内､BH 転圧箇所では約 5 割の箇所で法面の変状(H23.6 豪雨)が発生している。一方、盛土一体施工箇所における変状の発生が約 3 割である。
- 図 1.2 には施工方法毎に土羽材料の最大乾燥密度と施工時における乾燥密度の関係を示した。図に示すように、施工時における締固め度は概ね 90%以上となっており、施工方法による締固め状況の差は見られない。

土羽部の施工方法	工事箇所数			備考
	施工箇所数	変状の有無		
		有り	無し	
BHのり面ﾊﾞｹｯﾄによる転圧	13	6	7	二渡地区や山崎大橋下流部等、規模の大きなすべり破壊が多数発生した区間を有する。
盛土一体施工後削り取り	20	6	14	規模の小さい変状発生区間が多い。
資料より施工方法が確認できない	35	4	32	堂崎地区など、変状の多発した区間を含む

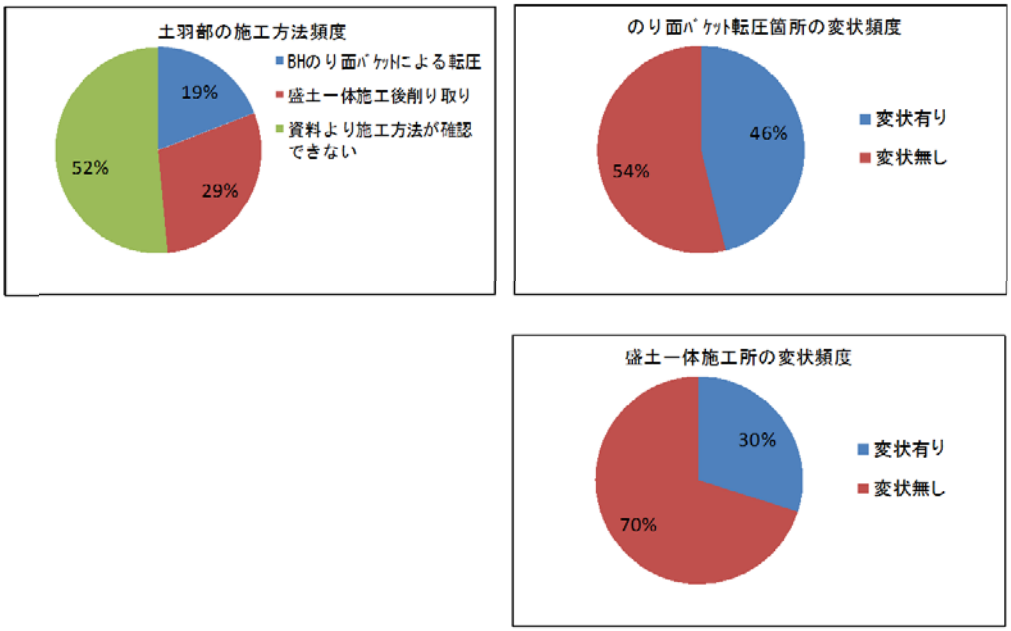


図 1.1　近年施工箇所における土羽部の施工方法

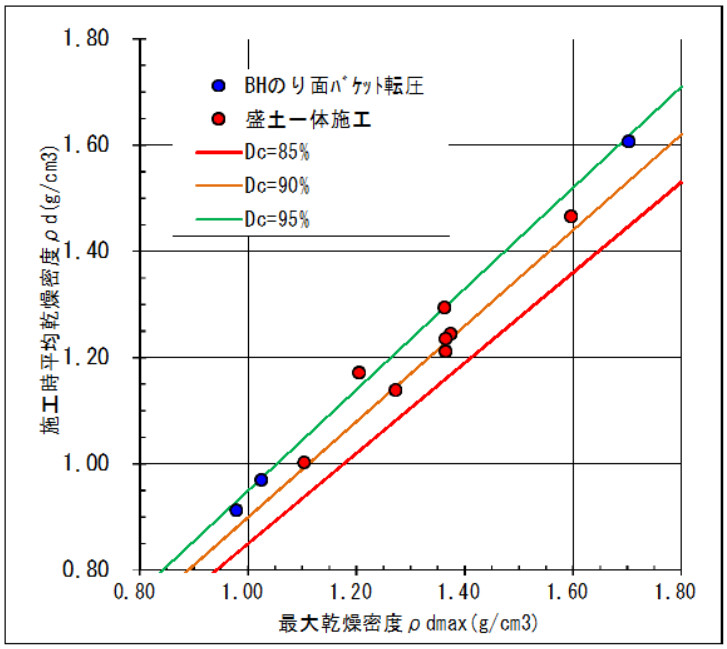


図 1.2　土羽部の品質管理結果

2. 土羽土の施工方法について

上述の土羽部における施工状況や変状状況及び二渡地区における試験施工結果を整理すると以下のとおりである。

- 土羽部における品質管理はその頻度が少ないため、場合によっては施工時における土羽部の品質にバラツキが生じている可能性があり、これらの弱部で降雨時に変状が発生しやすい可能性がある。
- 土羽部の施工法により変状発生頻度が異なることを勘案すると、BH 転圧に比べ盛土一体施工の方が、より安定した品質の確保に有効であるものと考えられる。
- 川内川二渡地区では、土羽部の施工方法を変えた試験施工が実施されているが、これらの結果によると、盛土一体施工による土羽部の施工方法が雨水浸透に対して対策効果が高いとの結果が得られている。

以上の検討結果よりしらす堤防における土羽部の施工法として、盛土と一体に巻出し、転圧を行う「盛土一体施工」が適当であるものと考えられる(**図** 2.1 参照)。

なお、飯野地区試験堤防(H9)や中郷地区現地実験堤防面(H17)等の緩傾斜法面(一枚法,1:3.0)では、土羽部の転圧がﾌﾞﾙﾄﾞｰｻﾞｰ等で施工されたが、その後の豪雨や実験外力に対して有意な変状の発生は見られなかった。このため、緩勾配化が可能な箇所では、転圧重機による施工も有効と考えられる。

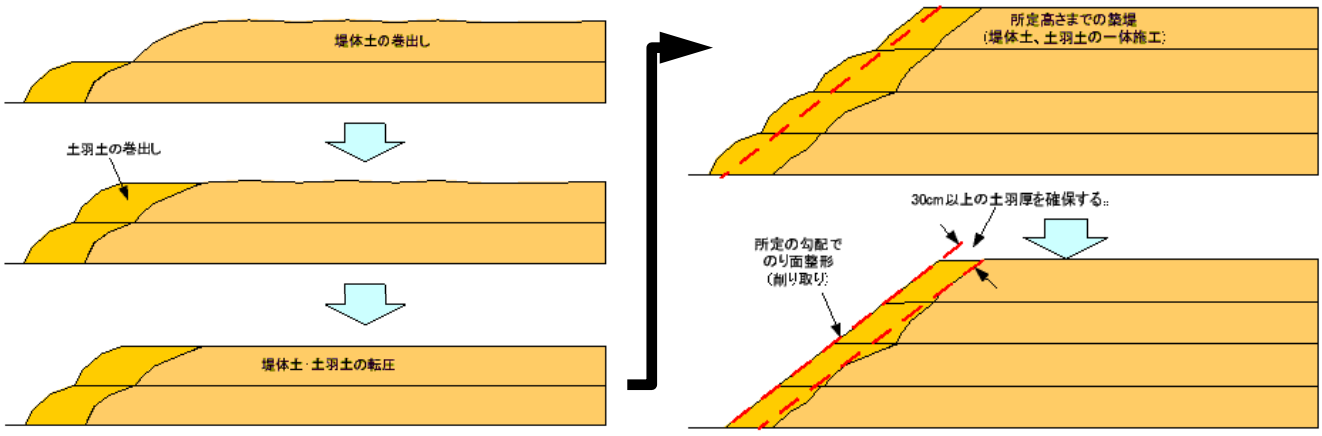


図 2.1　しらす堤防における土羽部の施工方法案

公共用緑化樹木品質寸法規格基準(案)

目　　次

1　公共用緑化樹木品質寸法規格基準(案)の概要 …… 共－参2－4

1－1　公共用緑化樹木品質寸法規格基準(案)の目的 …… 共－参2－4

1－2　公共用緑化樹木品質寸法規格基準(案)の策定経緯 …… 共－参2－4

1－3　公共用緑化樹木品質寸法規格基準(案)の運用について …… 共－参2－5

2　公共用緑化樹木品質寸法規格基準(案)の解説 …… 共－参2－6

2－1　基準の目的 …… 共－参2－6

2－2　適用の範囲 …… 共－参2－7

2－3　用語の定義 …… 共－参2－8

(1)　公共用緑化樹木 …… 共－参2－9

(2)　樹　形 …… 共－参2－9

(3)　樹　高(略称：H) …… 共－参2－10

(4)　幹　周(略称：C) …… 共－参2－12

(5)　枝　張(葉張)(略称：W) …… 共－参2－14

(6)　株　立（物） …… 共－参2－15

(7)　株立数(略称：B.N) …… 共－参2－16

(8)　単　幹 …… 共－参2－17

(9)　根　鉢 …… 共－参2－18

(10)　ふるい掘り …… 共－参2－19

(11)　根　巻 …… 共－参2－20

(12)　コンテナ …… 共－参2－21

(13)　仕立物 …… 共－参2－22

(14)　寄せ株育成物 …… 共－参2－24

(15)　接ぎ木物 …… 共－参2－24

2－4　規格の構成 …… 共－参2－25

2－5　品質の表示項目 …… 共－参2－25

2－6　寸法の表示項目 …… 共－参2－26

2－7　寸法の表示単位 …… 共－参2－26

2－8　品質及び寸法値の判定 …… 共－参2－27

2－9　品質規格 …… 共－参2－29
(1)　樹　姿 …… 共－参2－30
1)　樹　形（全形） …… 共－参2－30
2)　幹(高木にのみ適用) …… 共－参2－31
3)　枝葉の配分 …… 共－参2－33
4)　枝葉の密度 …… 共－参2－35
5)　下枝の位置 …… 共－参2－36
(2)　樹　勢 …… 共－参2－37
1)　生　育 …… 共－参2－37
2)　根 …… 共－参2－37
3)　根　鉢 …… 共－参2－38
4)　葉 …… 共－参2－39
5)　樹　皮(肌) …… 共－参2－40
6)　枝 …… 共－参2－40
7)　病虫害 …… 共－参2－41
2－10　寸法規格 …… 共－参2－43
(1)　寸法規格表(案)〔高木・針葉樹〕 …… 共－参2－43
(2)　寸法規格表(案)〔高木・常緑広葉樹〕 …… 共－参2－47
(3)　寸法規格表(案)〔高木・落葉広葉樹〕 …… 共－参2－52
(4)　寸法規格表(案)〔低木・常緑樹〕 …… 共－参2－61
(5)　寸法規格表(案)〔低木・落葉樹〕 …… 共－参2－65
(6)　寸法規格表(案)〔特殊樹〕 …… 共－参2－68

1　公共用緑化樹木品質寸法規格基準(案)の概要

1－1　公共用緑化樹木品質寸法規格基準（案）の目的

都市緑化に関する事業の進展とともに、緑化用樹木に対する需要は飛躍的に増大し、緑化用樹木の安定的供給の必要性が高まってきている。しかし、一方、その基礎となるべき、これら樹木の品質寸法規格に関する基準については、従来一般的には必ずしも明確になっていなかったといえる。

また、公共用緑化事業の工事の質を一定水準以上に保つためには、工事に関する技術的基準は広く公開され、それに従って適正な作業が進められるとともに、樹木材料の生産者、建設業者、設計者、施工管理者、監督者などの間には作業内容について共通の認識のあることが望ましい。

このような観点から、公共用緑化樹木の品質寸法規格基準（案）は、各地で試行的あるいは模索的に行われていた基準に、全国的な統一基準を作成し、公共用緑化樹木の安定的需給、品質の標準化および規格の統一化を図ろうとするものである。

1－2　公共用緑化樹木品質寸法規格基準(案)の策定経緯

本基準(案)の策定に係る現段階までの経緯は、大きく四つの時期に分けられる。

第一段階は、昭和52年度から昭和55年度まで、品質寸法規格基準に関する調査が行われ、初めて通知がなされた時期である。昭和52年度から昭和54年度にかけては用語の定義等の基礎的調査、植栽工事等の仕様に関する資料収集、さらには、全国的に多量かつ安定的に生産、流通している緑化用樹種について調査・選定がなされ、具体的な現行の寸法および品質規格についての取扱い実態について、「生産者側（主として大手生産業者および関係団体)」および「需要者側（主として都道府県、主要都市および関係団体」に分けて、現地聴取調査ならびにアンケート調査が行われた。これらの調査をもとに、公共用緑化樹木の品質寸法規格基準(案)が策定され、昭和55年12月10日付け、建設省都緑対発第8号によって、建設省各地方建設局、地方公共団体、公団等の発注者団体、公共植栽工事に係る建設コンサルタント団体、流通団体、生産者団体および施工者団体あてに第一次通知がなされ、昭和56年4月1日から運用することとなった。このときの対象樹種は67種であった。

第二段階では、昭和56年4月以降、調査・検討が行われた特殊樹木や北方系・南方系樹木等の品質寸法規格基準に関する提案を受けて、「昭和56年12月2日付け建設省都緑対発第25号公共用緑化樹木の品質寸法規格基準(案)の改訂及び運用について」の通達がなされ、昭和57年4月１日から運用がなされた。

第三段階は、昭和62年から昭和63年に至る第2次基準改訂作業期である。すなわち、昭和56年12月2日付けの通達に付記された意見調査により提出された自治体および関係団体からの意見等を踏え、昭和62年度に調査・検討がなされ、「昭和63年3月10日付け建設省都緑対発第12号公共用緑化樹木の品質寸法規格基準(案)の改訂及び運用について」により、改訂の通達がなされ、昭和63年4月1日から運用がなされた。

第四段階は、平成5年～平成8年に至る第3次基準改訂作業期である。第3次においては、今日の都市緑化に対するニーズの多様性を受けて、基準(案)運用の現場における問題点や要望に対する検討を行うとともに、基準(案)全体の総点検を行い、使用者の立場からみて運用しやすい簡明な基準とするための検討が行われた。その結果、規定内容の簡素化とともに寸法規格値の基本構成の再整理が行われた。また、新たにコンテナ生産物を主体とする規格値や大径木の規格値の追加とともに、公共用緑化に使用されている樹木量の95%に含まれている44樹種を追加し、「平成8年2月15日付け建設省都緑対発第1号公共用緑化樹木の品質寸法規格基準(案)の改訂及び運用等について」により、改訂の通達がなされ、平成8年4月1日より運用がなされる。

1－3　公共用緑化樹木品質寸法規格基準(案)の運用について

本基準(案)は、すべての公共植栽工事について厳密に適用されなければならないという性格のものではなく、当然のことながら地域的条件、設計条件、現場条件等により、本基準(案)以外の規格の樹木および樹種の使用が必要なケースも考えられるが、それらの使用を妨げるものではない。すなわち本基準(案)は、全国的な統一試案であり、対象樹種も全国的に需給の多いものを対象としているが、選定されている樹種が、すべて全国的に用いることが出来るとは限らない。一方で北海道や、南九州・沖縄等で用いられている北方系、南方系の樹木についても、代表的なものは取り入れているが、他の地域に比較して充分であるとはいえず、これらの地域においては別途の基準が必要となる。

本基準(案)は、公共用緑化樹木と限定しているが、公共用でも山地部における治山、砂防などまで含むものでなく、公園緑地、道路、公共施設等緑化に用いられる樹木材料で、都市緑化の用に供されるものを主たる対象としている。

さらに、本基準(案)の規格は、公共用緑化樹木の材料としての規格であり、植えつけて活着が良好となるよう育成された緑化材料を対象とすることから、自然に生育した樹木とは異なる。また、材料としての規格ということは、植栽工事にあたっては搬入時の規格の意味であり、工事に伴う手入（刈り込み、剪定、植え方など）による変化や、搬入後の時間経過による生長等は別途の事象である。従って、本基準(案)は、樹木の設計上の規格とは異なるも

のである。(例えば、刈り込んで所要の高さを得ようとする場合、材料の寸法はより高い樹高のものを用いる必要があるケースなど。)

なお、植栽目的、植栽場所等の植栽条件によっては、本基準(案)の寸法規格および品質規格項目の中で樹姿にかかわるものについて本基準(案)によらないことがあり得るものとする。

2　公共用緑化樹木品質寸法規格基準(案)の解説

2－1　基準の目的

本基準は、都市緑化のための公共用緑化樹木のうち、必要最小限の樹種について、その品質寸法規格基準を定め、もって各種公共施設緑化事業のより適切な執行の推進に資そうとするものである。

本基準は、品質と寸法の規格から構成され、対象となる樹木は両者に適合しなければならない。

また、本基準は公共施設等の緑化にあたって、本樹種を使用する場合の一つの基準を示したものであるが、地域あるいは造成計画上の特性等による他の樹種の使用、あるいは本寸法規格以外の使用を妨げるものではない。

【解　説】

上記は、本基準(案)の運用通知（昭和55年12月10日、建設省都緑対発第8号）の主文である。

緑化工事の材料としての樹木についての規格は、樹木が生物材料であることから、他の工事材料のように厳密かつ統一的に定めることは困難である。しかし、公共施設等の緑化において設計、施工監理の明確化および良質の材料供給など工事の質を定水準に保つためには、一定の範囲で規格化を図り、基本的な共通認識のもとで事業の推進を図ることが必要である。

本基準(案)は、品質と寸法の両規格に適合しなければならないことを示している。公共用緑化樹木は、個々の樹木の特性に応じた良好な形態を持ち、活着良好で健康であることがなにより重要である。つまり、統一的な規格が必要な反面、個性の豊かさからくる優れた面を損なうことがあってはならない。よって、公共用緑化樹木は、品質と寸法の両面から一定の規格に適合しつつ、個々の樹木の個性が表現された形態であることが大切である。

公共用緑化樹木については、現在でも相当数の樹種および寸法の樹木が使用されていると考えられるが、本基準はそれらのうち比較的使用数が多く、かつ生産量の多い代表的な樹種について定めたものである。

2－2　適用の範囲

この規格は、主として都市緑化の用に供される公共用緑化樹木に適用し、樹木の搬入（納品）時の規格とする。

【解　説】

この規定は、適用対象と適用時について示したものである。

適用対象は、「主として都市緑化の用に供される公共用緑化樹木」とされており、公園・緑地、道路、公共施設等の緑化に使用される樹木を対象としている。また、他の緑化工事，すなわち公共工事以外の工事に使用される樹木にも適用されることはこれを妨げるものではない。

適用時については、「樹木の搬入（納品）時」と示されていることから、樹木材料の納入時、つまり植栽工事の材料である樹木を工事現場に持込んだ際の現場検収時において適用される規格である。このことは、工事時における手入れ刈込み、剪定など)、植え込みによる変化や、納入後の時間経過による変化を含まないものとする。

なお、樹木検収は原則として現場検収によるが、材料特性により生産苗畑に出向いて検収を行わなければならない場合においても、本基準(案)を準用することとする。

2－3　用語の定義

この規格において、次の表の左欄に掲げる用語の定義は、それぞれ同表の右欄に掲げるとおりとする。

以下、各用語毎に解説する。

表－1　基準(案)における用語の定義

用　　語	定　　義
公共用緑化樹木	主として公園緑地、道路、公共施設等の公共緑化に用いられる樹木材料をいう。
樹　　形	樹木の特性、樹齢、手入れの状態によって生ずる幹と樹冠によって構成される固有の形をいう。なお、樹種特有の形を基本として育成された樹形を「自然樹形」という。
樹　　高 （略称：H）	樹木の樹冠の頂端から根鉢の上端までの垂直高をいい、一部の突出した枝は含まない。なお、ヤシ類など特殊樹にあって「幹高」と特記する場合は幹部の垂直高をいう。
幹　　周 （略称：C）	樹木の幹の周長をいい、根鉢の上端より1.2m上りの位置を測定する。この部分に枝が分岐しているときは、その上部を測定する。幹が2本以上の樹木の場合においては、おのおのの周長の総和の70%をもって幹周とする。なお、「根元周」と特記する場合は、幹の根元の周長をいう。
枝　　張（葉張） （略称：W）	樹木の四方面に伸長した枝(葉)の幅をいう。測定方向により幅に長短がある場合は、最長と最短の平均値とする。なお一部の突出した枝は含まない。葉張とは低木の場合についていう。
株　　立　（物）	樹木の幹が根元近くから分岐して、そう状を呈したものをいう。なお、株物とは低木でそう状を呈したものをいう。
株　立　数 （略称：B.N）	株立(物)の根元近くから分岐している幹(枝)の数をいう。 樹高と株立数の関係については以下のように定める。 2　本　立……1本は所要の樹高に達しており、他は所要の樹高の70%以上に達していること。 3 本立以上……指定株立数について、過半数は所要の樹高に達しており、他は所要の樹高の70%以上に達していること。
単　　幹	幹が根元近くから分岐せず1本であるもの。
根　　鉢	樹木の移植に際し掘り上げられる根系を含んだ土のまとまりをいう。
ふ る い 掘 り	樹木の移植に際し、土のまとまりをつけずに掘り上げること。ふるい根、素掘りともいう。
根　　巻	樹木の移動に際し、土を着けたままで鉢を掘り、土を落とさないよう、鉢の表面を縄その他の材料で十分締め付けて掘り上げること。
コ　ン　テ　ナ	樹木等を植え付ける栽培容器をいう。
仕　立　物	樹木の自然な生育にまかせるのではなく、その樹木が本来持っている自然樹形とは異なり、人工的に樹形を作って育成したもの。
寄せ株育成物	数本の樹木を根際で寄せて、この部分を一体化させて株立状に育成したもの。
接　ぎ　木　物	樹木の全体あるいは部分を他の木に接着して育成したもの。

(1)　公共用緑化樹木

主として公園緑地、道路、公共施設等の公共緑化に用いられる樹木材料をいう。

【解　説】

この定義は、樹木を使用する対象地を規定しているものである。つまり、公園緑地、道路、公共施設等の植栽工事において使用される樹木材料を総称して公共用緑化樹木とするものである。本定義においては、樹木の種類は特に規定していない。現行では、少なくとも寸法規格表(案)にまとめられている樹木の種類が該当するが、今後さらに増えていくことも考えられる。

公共用緑化樹木は、基本的には個人の趣味を対象としたいわゆる仕立物としての「庭木」とは異なり、「同じ品質・寸法規格のものが多量に供給できる」、「適正価格」、「維持管理が容易」などの条件を満たすものが好ましいといえる。

本基準(案)の樹木は、原則として苗畑生産品を対象とし、露地栽培樹木のほかコンテナ栽培樹木等を含むものとする。

(2)　樹　形

樹木の特性、樹齢、手入れの状態によって生ずる幹と樹冠によって構成される固有の形をいう。なお、樹種特有の形を基本として育成された樹形を「自然樹形」という。

【解　説】

樹形は、類別すると自然樹形と人工樹形（仕立物）とに大別される。

自然樹形は、それぞれの樹種ごとに樹齢に応じて形成される樹形があり、さらにそれらは生育地の環境条件によって影響を受け、様々な樹形になる。

一般に、樹形はそれぞれの樹種の樹齢に応じて、幼木形、成木形、老木形の三タイプがみられる。

本定義でいう「自然樹形」とは、いいかえれば「自然形樹形」ということができ、人の管理下にあって、過度の人為作用を受けずに、樹齢に応じた樹種固有の形に育成されたものであり、上記の区分に従えば幼木形～成木形に該当し、公共用緑化樹木の樹形のほとんどがこれに該当する。ただし、樹高が0.5～1.5ｍの樹木においては、一般に自然樹形の形態にまで生育していない場合が普通である。

資料編の資-2の図は、植栽地に搬入した検収時点の自然樹形と、一般的な成木形～老木形の自然樹形を対比して示したものである。

人工樹形(仕立物)は、樹種の持つ特性を活用することによって特定の使用目的のためにつくられた樹形であり、美的造形を主な対象としたものである。

(3)　樹　高（略称：H）

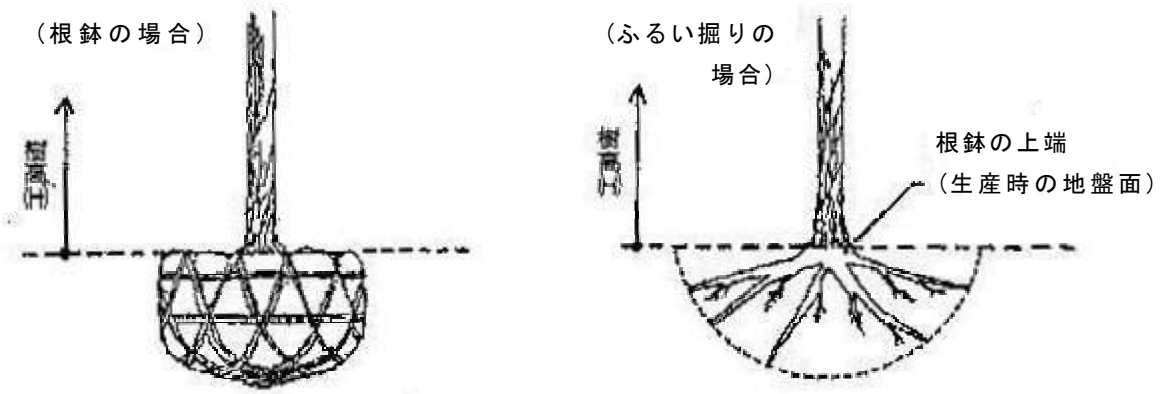
樹木の樹冠の頂端から根鉢の上端までの垂直高をいい、一部の突出した枝は含まない。なお、ヤシ類など特殊樹にあって「幹高」と特記する場合は幹部の垂直高をいう。

【解　説】

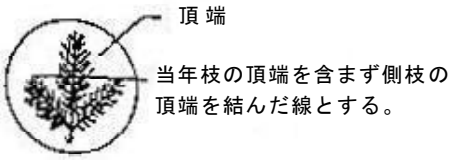
樹高とは、樹木の地上部の高さである。この場合の「根鉢の上端」は、鉢付の場合、鉢から出ている幹の根元で土と接する部分をいい、ふるい掘り等の場合は、生産時に地面に接していた幹の部分をいう(参考図-1)。「樹冠の頂端」は、樹冠線を形成する樹形の一番高い部分をさす。したがって、樹冠線より突出した枝は含まない(参考図-2)。

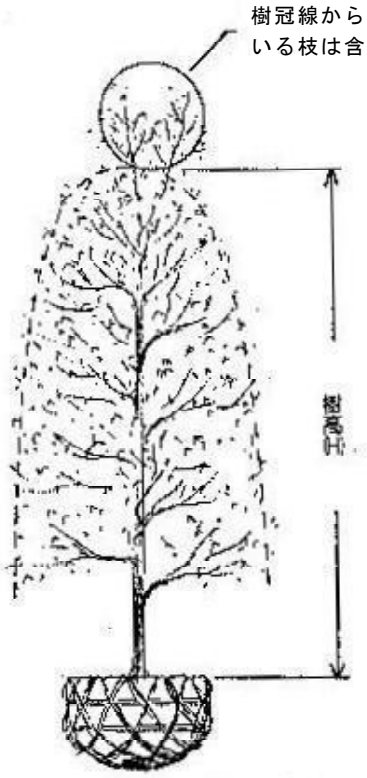
針葉樹等の場合、樹冠の頂端の垂れ下がった部分や当年枝の部分は含まないものとする。(参考図-3)。また、針葉樹、イチョウ・ユリノキの幼木のように、当年枝の高さに占める割合が大きいものの頂端は、側枝の頂端を結んだ線とする(参考図-4)。

ヤシ類、シュロなどの特殊樹においては、樹高の頂端を当年枝葉の着生部までとし、一般に「幹高」と呼ぶ(参考図-5)。(沖縄ではこの位置をヤシの生長点とし、「幹高」のことを「生長点高」と呼んでいる。)カナリーヤシの幼樹などの主幹の短いものは、葉先から根鉢の上端までの寸法「葉尺」を樹高とする(参考図-6)。



参考図－1　根幹の上端

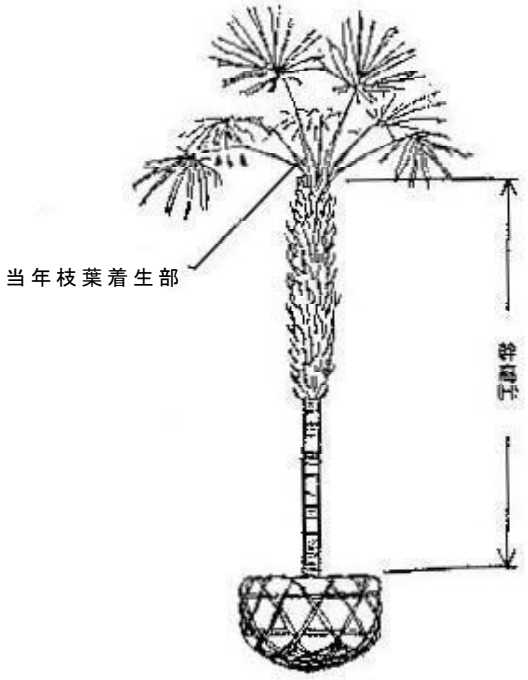




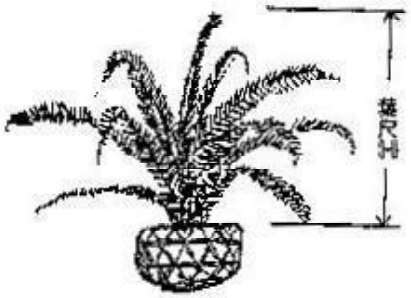
参考図－2

参考図－3

参考図－4



参考図－5



（カナリーヤシ）

参考図－6

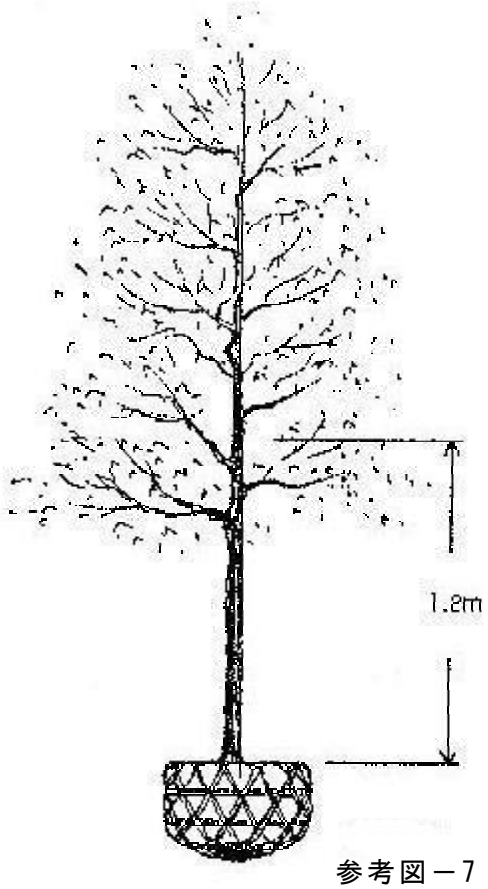
(4)　幹　周（略称：C）

樹木の幹の周長をいい、根鉢の上端より1.2m上りの位置を測定する。この部分に枝が分岐しているときは、その上部を測定する。幹が 2本以上の樹木の場合においては、おのおのの周長の総和の70%をもって幹周とする。なお、「根元周」と特記する場合は、幹の根元の周長をいう。

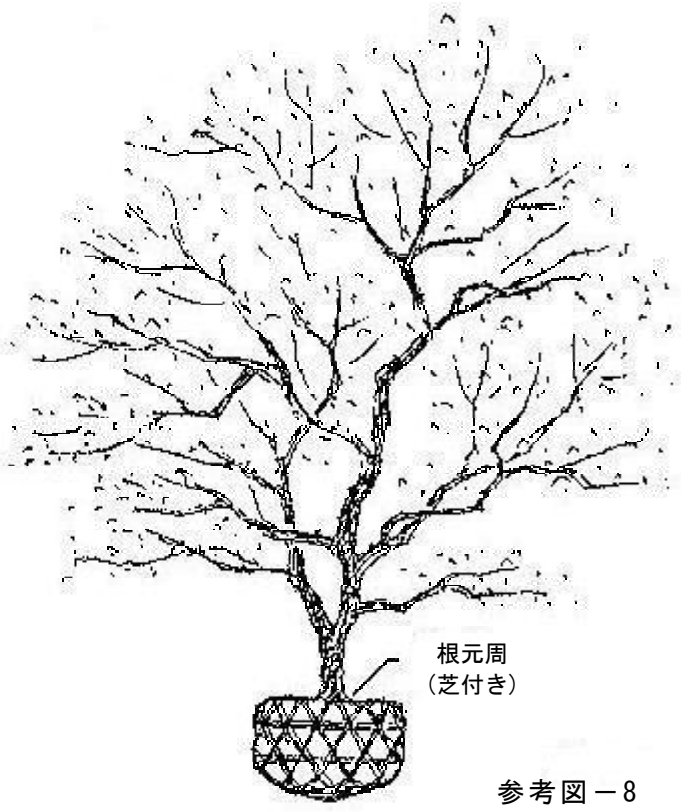
【解　説】

幹周とは、樹木の幹の周長をいう。この定義は、寸法規格において幹周が表示されている樹木について、その樹木の根鉢の上端から1.2m上りの位置における幹の周長をいう。(参考図－7)

しかし、ウメなどのように樹木の根元付近から幹が分岐しやすいもの、また幹が太くても樹高の低いものは幹周の測定がむずかしい。このような樹木の場合は、栽培圃場で幹が土と接している根元部分の周長を測定する。根元周は別に「芝付き」ともいう。(参考図－8)

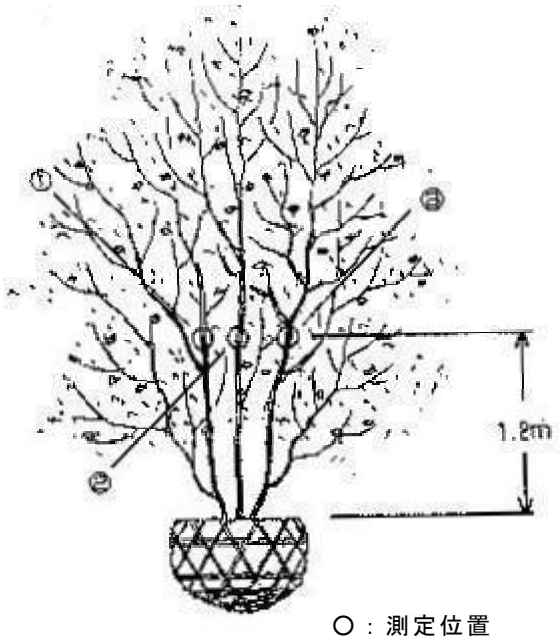


参考図－7



参考図－8

株立樹木の幹周の測定は、株立数を指定した場合（○○本立）は太い順に指定株立数のおのおのの周長の総和の70％の値をもって幹周とし、最低株立ち数を指定した場合（○○立以上）には株立全数を測定し、その総和の70％の値を幹周とする。なお、測定する株の判定にあたっては、所定樹高の70％に満たないものは対象外とする。（参考図－9）



（3本立指定）
①－ 7cm
②－15cm
③－ 7cm

○：測定位置

幹周＝周長総和×0.7＝(①＋②＋③)×0.7＝(7cm＋15cm＋7cm)×0.7
＝20.3cm≒20cm
この場合の規格の幹周は20cmとみなされる。

参考図－9　株立(物)樹木の幹周の測定

(5)　枝　張（葉張）（略称：W）

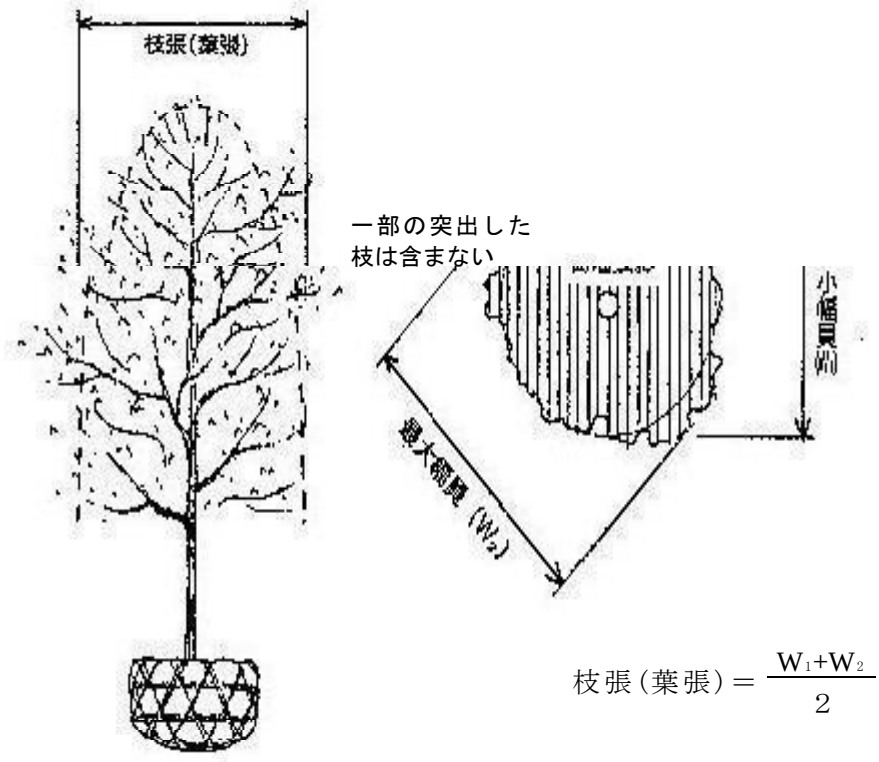
樹木の四方面に伸長した枝(葉)の幅をいう。測定方向により幅に長短がある場合は、最長と最短の平均値とする。なお一部の突出した枝は含まない。葉張とは低木の場合についていう。

【解　説】

枝張(葉張)とは、樹木の幹を中心とした樹冠の直径幅をいい、地表に垂直に投影された枝端の直径幅をいう。枝張(葉張)に長短がある場合には、最大幅と最小幅の平均値をもって枝張(葉張)の数値とする。(参考図－10)

樹木の枝は、一般に四方に伸びる。その伸長の度合は樹種の特性、樹齢、方位(日照)、地形、風などの環境要因によって一定でないことが多い。特に低木において、枝が十分に分岐せず一方向に生育している段階ではこの傾向が著しい。

高木においては、樹形が樹種の特性に応じた自然樹形であることが条件であり、枝張は樹種の特性に応じたバランスを持っていることが求められる。



参考図－10

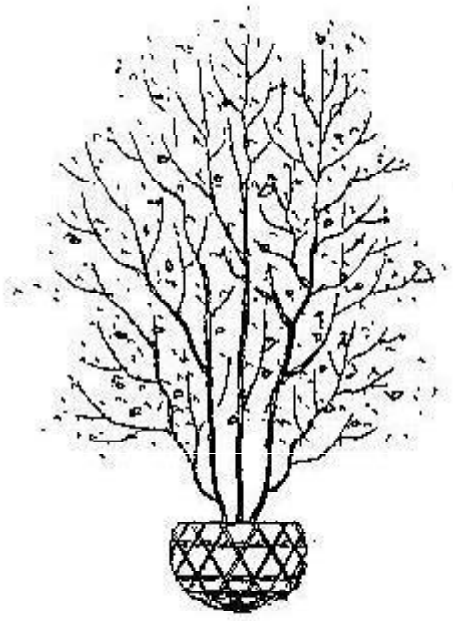
(6)　株　立（物）

樹木の幹が根元近くから分岐して、そう状を呈したものをいう。なお、株物とは　低木でそう状を呈したものをいう。

【解　説】

樹木は、樹種によって幹が必ずしも一本とは限らず、幹が何本かに分岐しているものがある。これらの樹木は、個々の特性により、幹が地中で分岐しているものや幹が根元で分岐しているもの、また根元の上部から分岐し、そう状を呈しているものなど分岐の形態に違いがあるが、幹が一本ではなく複数の幹によって構成されており、これらを総称して株立(物)という。

これらの株立(物)の中には、株立の樹木を山取りし育成したものの他に数本の苗木の根元を寄せ合わせて育成した寄せ株育成物を含むものとするが、寄せ株育成物の場合には、樹木の根系が絡み合い十分に一体化したものでなければならない。(参考図－11)



参考図－11 株立（物）

(7)　株立数(略称：B.N)

株立(物)の根元近くから分岐している幹(枝)の数をいう。樹高と株立数の関係については以下のように定める。

2　本　立‥‥‥1本は所要の樹高に達しており、他は所要の樹高の70%以上に達していること。

3 本立以上‥‥‥指定株立数について、過半数は所要の樹高に達しており、他は所要の樹高の70%以上に達していること。

【解　説】

株立数とは、株立(物)樹木の根元近くから分岐している幹（枝）の数であり、本定義は株立(物)の樹高と株立数の関係について規定したものである。

一般に、株立(物)樹木の幹(枝)は、全部が均等の樹高に達することは生育上困難であることから、本基準においては株立(物)の所要の樹高とその他の樹高の関係について示している。株立(物)の所要幹(枝)数については、本基準(案)においては「2本立」「3本立以上」にまとめている。これは、公共用緑化工事において使用される株立(物)の樹木は、5 ～10本立というような多幹仕立てを求めることは少ないことによるが、必要があればその株立数を特記指定するものとする。

株立(物)樹木の株立数の所要樹高の判定は、それぞれの指定株立数の過半数が所要の高さに達している必要があり、他の幹(枝)は所要の70%以上に達していればよいものとされている。これは、たとえば「3本立」の指定で5本立が入ってきた場合、5本のうち指定本数である3本を判定対象樹幹として、その過半数である2本が所要の樹高に達するとともに、他の1本が所要高の70%以上であればよいものとされている。

これは、5本立としての樹形が整っていて、指定本数外の2本が所要高（70%）に達しない場合に、条件に適合するようその2本を切除して樹形をくずすことがないようにするためである。

注：過半数とは、半数を含んでそれ以上の意味である。

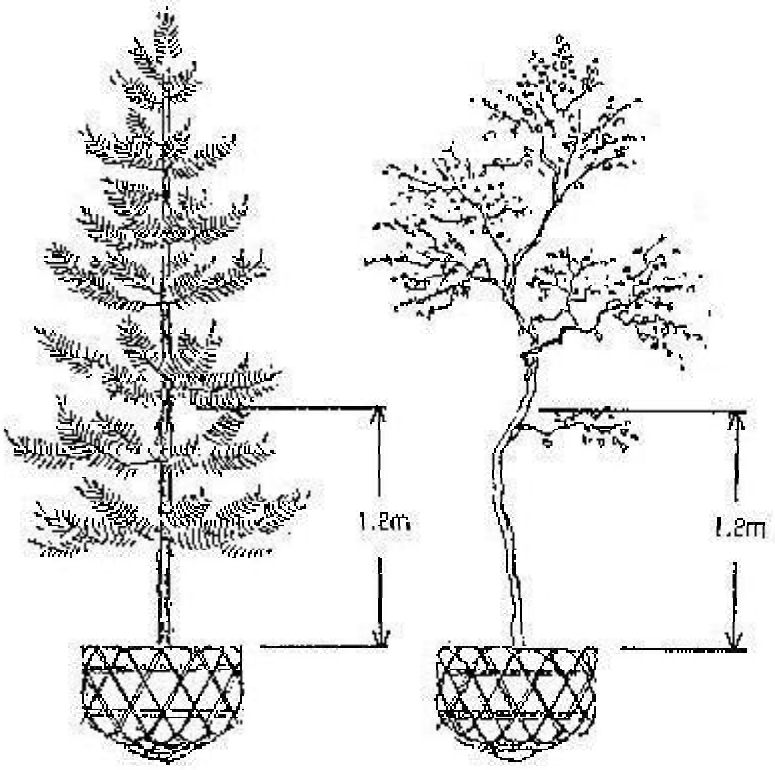
(8)　単　幹

幹が根元近くから分岐せず1本であるもの。

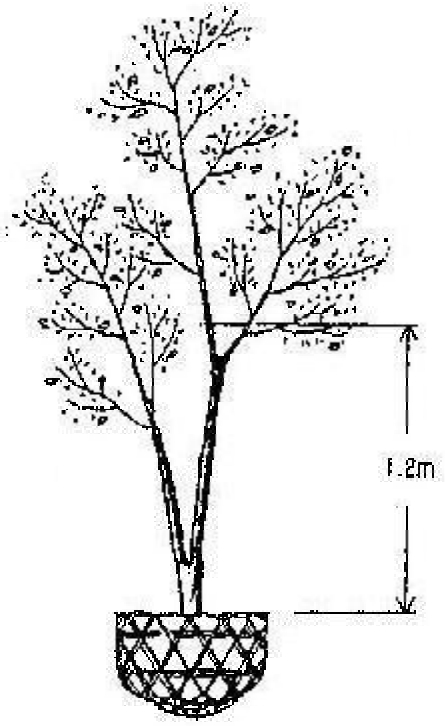
【解　説】

単幹とは、1本立の幹のことであるが、一般には1.2mの高さまでは幹が分岐していないものをいう。ただし、枝が出ているものはさしつかえない。(参考図－12、13)

樹種によっては、幹は必ずしもまっすぐとは限らず、イヌシデ、アカシデのように樹種の特性などにより湾曲しやすいものもあることから、樹種の特性による湾曲や多少の湾曲は差し支えないものとする。



（適　格）
参考図－12



（不適格）
参考図－13

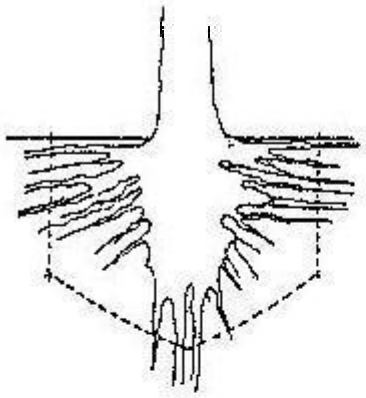
(9)　根　鉢

樹木の移植に際し掘り上げられる根系を含んだ土のまとまりをいう。

【解　説】

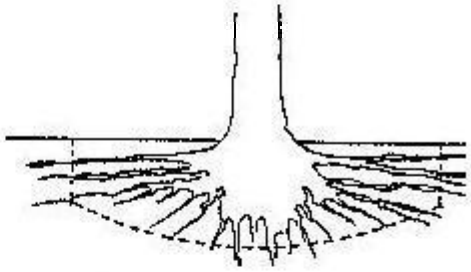
露地栽倍樹木においては、一般に樹木を移植するには、根の部分を土のついたまとまりのある一定の大きさの独楽(こま)形に掘り取る。この独楽形の根群を根鉢というが、単に鉢ともいう。(参考図－14､15)

コンテナ栽培樹木では、コンテナをはずした時の根系と土のまとまりを根鉢という。



深根性の樹木を掘り取るときの根鉢

参考図－14



浅根性の樹木を掘り取るときの根鉢

参考図－15

(10)　ふるい掘り

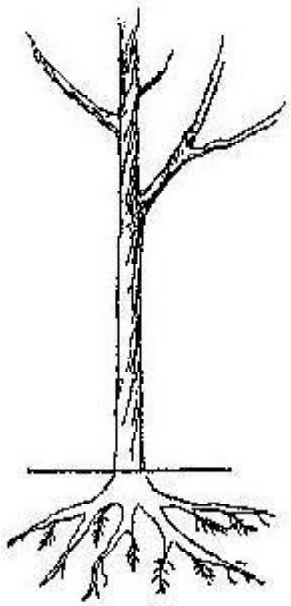
樹木の移植に際し、土のまとまりをつけずに掘り上げること。ふるい根、素堀りともいう。

【解　説】

ふるい堀りとは、樹木の移植に際して、掘り取りのあと根巻せず、根を通常の根鉢の径より長めに残し、鉢を付けずに掘り取る方法をいう。これは、細根が出にくい樹木について、長めに根を掘り取り、樹木の移植後の活着率が落ちるのを防ぐために行う方法であり、樹齢や移植の時期等を配慮して行われる。(参考図－16)

通常、ふるい掘りの対象となる樹木としては、アオギリ、エンジュ、イチョウ、ポプラ類、サクラ類、トゲナシニセアカシア、ネムノキ、スズカケノキ等があり、目通り周0.18ｍぐらいの規格までを行うのが一般的である。

また、ふるい掘りとは異なるが根巻をしない樹木にはこの他にツツジ類のうちサツキ、ヒラドツツジ等があるが、これは根系に細根が多く、根巻をしなくても鉢土が落ちないために、根巻をしないで移植するのが一般的である。



参考図－16

(11) 根　巻

樹木の移植に際し、土を着けたままで鉢を掘り、土を落とさないよう、鉢の表面を縄その他の材料で十分締め付けて掘り上げること。

【解　説】

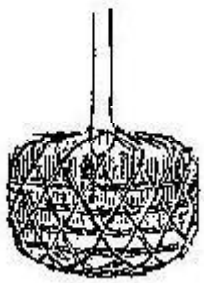
根巻は、掘り上げた根鉢を運搬するための荷造りの他、鉢の土をよく締め込むことにより、鉢土の割れを防ぐとともに鉢内の根を土と密着させ、根の乾燥を防ぎ、移植後の活着を良好にするため行うものである。

根巻の方法には、鉢側に平行に素縄を叩き込みながら巻いていく「樽巻き」と、樽巻きの後、さらに今度は縦横に鉢をかがるように巻き絡げていく「揚巻き」とがある。大木や貴重な樹木を移植する場合には、鉢土に直に縄を巻いて締め付けを行った後、更にワラ、コモ等で二重に根巻が行われる。

低木、苗木等で根巻を行う場合注意することは、根鉢を包むのではなく、根の土を締め込むことが大切である。

なお、最近では、根巻の材料として各種の新材料が使用されているが、基本的には有機質材料であることが望ましい。

有機質材料以外の材料を使用する場合には、植栽時に必ずはずすことが必要である。



参考図－17 根巻

(12)　コンテナ

樹木等を植え付ける栽培容器をいう。

【解　説】

一般にコンテナプランツとは、何らかの容器内で、一定の期間育成栽培された植物をいい、苗木、グランドカバープランツ等で通常「ポット樹木」といわれているものは全てコンテナプランツの一種である。

本基準(案)では、これらの育成栽培に使用される軟質ポリエチレン、硬質プラスチック、不織布などのさまざまな材質の容器の他、展示用に使用される木材製、焼物などの容器も含めてコンテナといい、材質、構造などについて特に制限は行わない。これらの容器は、植栽時には取りはずすことが原則である。

なお、現在わが国で公共用の緑化樹木の育成栽培用に使用されているコンテナは、軟質ポリエチレンと硬質プラスチックの容器が多い。これらの容器で一般に使用が多いコンテナ規格を参考に示す。

表－2　一般に使用が多いコンテナ径（参考）

上の径	下の径	高さ	容量	底　　穴
10.5cm	7.5cm	8.9cm	570cc	穴（φ1.8cm）× 1 個
12.0cm	8.5cm	10.0cm	830cc	穴（φ1.0cm）× 4 個
15.0cm	10.5cm	12.5cm	1600cc	穴（φ1.0cm）× 4 個
18.0cm	13.0cm	15.0cm	2900cc	穴（φ1.5cm）× 5 個
21.0cm	14.0cm	21.0cm	5100cc	穴（1.7cm×1.8cm）× 4 個

(13) 仕　立　物

樹木の自然な生育にまかせるのではなく、その樹木が本来持っている自然樹形とは異なり、人工的に樹形を作って育成したもの。

【解　説】

樹木の仕立て形には、自然に自生する樹種固有の姿(自然樹形)を模してつくられたものと、幹や枝を曲げたり誘引するなどして人工的な形(仕立て樹形)につくられたものとがある。本基準(案)では、後者を「仕立物」といい、一般的な公共用緑化樹木から除外している。

主要な仕立て樹形には、以下に示すものがある。(参考図－18)

［樹幹仕立形］

直幹仕立、曲幹仕立、斜幹仕立、双幹仕立など

［萌芽仕立形］

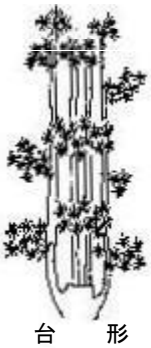
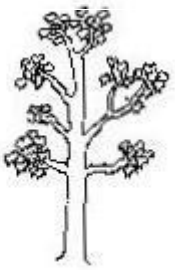
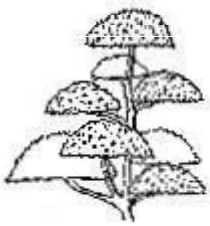
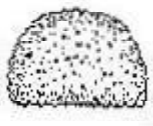
台杉、ずんど切り、棒がし、スタンダードなど

［葉簇仕立形］

玉作り、貝作り、段作りなど

［そ　の　他］

ロウソク作り、長玉作り、玉作りなど

樹幹仕立形	直幹仕立 曲幹仕立 斜幹仕立 双幹仕立
萌芽仕立形	 台　形 ずんど切り 棒がし  枝吹き スタンダード
葉簇仕立形	玉作り  貝作り 段作り ボタン刈り 波形作り
その他	ロウソク作り 長玉作り  玉作り

（仕立樹形）
参考図－18

(14)　寄せ株育成物

数本の樹木を根際で寄せて、この部分を一体化させて株立状に育成したもの。

【解　説】

寄せ株育成物には、コナラ、イヌシデ、マテバシイなどの高木類の株立ち物のほか、株物としてヒイラギナンテンなどがある。

寄せ株育成物とは、数本の樹木を育成栽培段階で寄せ植えし、一定期間肥培管理したものであり、出来る限り自然の株立ち物に近い状態にしたものである。したがって、根鉢における根系の絡み合いが、十分に一体化している必要がある。

なお、ヒイラギナンテンについては、樹種特性から根系の絡み合いが一体化する程度が低いが、植栽上の問題点はほとんどないと考えられる。

(15)　接ぎ木物

樹木の全体あるいは部分を他の木に接着して育成したもの。

【解　説】

接ぎ木は、挿し木とともに重要な繁殖法である。一般に、種子ができないもの、挿し木の活着の悪い樹木等の繁殖に利用される。また、接ぎ木は栄養（無性）繁殖であり品種の特性を維持することが可能であるため、園芸品種の重要な繁殖手段となっている。

その他、接ぎ木は種子繁殖に比較して生育が早くなり開花結実も早くなるため、花木類、果樹に多く利用されている。

クロガネモチの雌木は、接ぎ木をしないと、樹種本来の性質が発揮できず、実も小さいため、同じクロガネモチの台木に接ぎ木を行う。

2－4　規格の構成

この規格は品質規格（2－9）と、寸法規格（2－10）とで構成され、両規格の定めるところをあわせて樹木の規格とする。

【解　説】

本規格は、[品質規格]および「寸法規格」により構成される。

品質規格は、樹木の樹姿および樹勢についての品質を、主に文章で記述するものである。

寸法規格は、樹木の樹高・幹周・枝張(葉張)などの寸法を、数値で定めるものである。

樹木の品質と寸法は密接な関係にあることから、品質と寸法の両規格がそろってはじめて公共用緑化樹木としての規格を表すことができるものであり、一方だけの適用は行わないものとする。

なお、本規格以外の樹木を用いる場合は、特記仕様書などにおいて特記するものとする。

2－5　品質の表示項目

樹木の品質は、樹姿と樹勢に大別して定めるものとし、次の項目により表示する。

樹姿……樹形（全形)、幹（高木のみに適用)、枝葉の配分、枝葉の密度、下枝の位置

樹勢……生育、根、根鉢、葉、樹皮(肌)、枝、病虫害

【解　説】

樹木の品質は、樹姿と樹勢によって定めることができる。そのうち、樹姿については、樹形の良否が重要である。それを構成する要素として、幹、枝葉の配分(出方)、枝葉の密度、下枝の位置があげられ、それらの集合したものが樹形として認識される。

樹勢については、生育(活力)状態によって樹木全体の活力が総括的に判定されるが、それは、根、根幹、葉、樹皮(肌)、枝の状態および病虫害の有無（被害状況）によって決まる。すなわち、樹勢は各部位の状態に影響され、また判断することができる。

2－6　寸法の表示項目

樹木の寸法は、必要に応じ樹高(H)、幹周(C)、枝張〈葉張〉(W)、株立数(B.N)等を用いる。

【解　説】

寸法表示については、樹木の寸法が樹種や樹齢によって一定でないことから、すべての樹種について同じ表示をすることは困難である。

一般に高木は、「樹高」、「幹周」、「枝張」の３つの寸法表示がなされるが、形状(樹高の低いもの)、樹形(株立(物))によっては幹周や枝張が定められないものもある。例えば、ウメなどのように根元近くで分岐し、丈の低いものは、根元周を幹周として表示する。また、ヤシなどの特殊樹の樹高は幹高と称して、葉のつけ根までの高さを表示する。さらに、株立数を定める場合には、株立数（Ｂ．Ｎ）を表示する。

低木は、幹周の表示はむずかしく、一般に「樹高」、「葉張」の２つの寸法表示を行う。樹種によっては、樹高または葉張のうち、１つだけを表示する場合もある。また、必要に応じて株立数を定める。

2－7　寸法の表示単位

樹高（H)、幹周（C)、枝張<葉張>（W）はいずれもメートルで示し、次のような単位・階級の寸法値を用いる。株立数（B.N）は「○本立以上」として示すものとし、本数は2 ～、3～等で表す。

【解　説】

公共用緑化樹木の規格は、次表の寸法値を用い、樹種およびその規格は2－10の寸法規格に示されている。

なお、＜＞内の数値は、生垣等に使用される樹種のみに使用される中間寸法値である。

表－3　寸法規格の基本構成

高木	樹高（H）	0.5　1.0　〈1.2〉　1.5　〈1.8〉　2.0　2.5　3.0　3.5　4.0　4.5　5.0 6.0　7.0
	幹周（C）	0.10　0.12　0.15　0.18　0.21　0.25　0.30　0.40　0.50　0.60　0.70　0.80
	枝張（W）	0.2　0.3　0.4　0.5　0.6　0.7　0.8　0.9　1.0　1.2　1.5　1.8　2.0　2.5 3.0　3.5　4.0
低木	樹高（H）	0.1　0.15　0.2　0.3　0.4　0.5　0.6　0.7　0.8　1.0　1.2　1.5　1.8
	葉張（W）	0.1　0.15　0.2　0.25　0.3　0.35　0.4　0.5　0.6　0.7　0.8　0.9　1.0

注1)　略　号
樹高(H)＝height　　枝張〈葉張〉(W)＝width　　幹周(C)＝circle
株立数(B.N)＝branch number or trunk number

注2)　高　木
ここでいう高木とは、幹が通常単幹で太くなり、枝条とは明瞭に区別され、樹高が高く伸びる樹木をいう。樹高については明確な基準はないが、一般的に樹高が3～5m以上になるものをいう。

注3)　低　木
ここでいう低木とは、十分に生育しても高く生長しない樹木で、通常は幹が発達しない株立状のものが多いが、幹が単一で株立状にならないものもある。
樹高は明確な基準はないが、一般的に3m以下のものをいう。

2－8　品質及び寸法値の判定

この規格で定める寸法値は、最低値を示している。従って、当該規格に適合するものは、定められた寸法値以上を有するものとする。

なお、品質および寸法値の判定にあたっては、それぞれの樹種の特性に応じた規格を確保するものとする。

【解　説】

樹木は、工業製品と異なり、個体差あるいは環境条件によって生長にばらつきが生じる。そのため、寸法規格表の寸法値とまったく同じ形状の個体を揃えるということは困難である。

したがって、寸法値は最低値を定めたものであり、その寸法値以上であれば当該規格に適合していると判断することになる。

但し、その際問題になるのは、上記の記述からは寸法規格の上限はないという解釈もできることから、当該規格よりはるかに大きい形状のものが搬入されることもあり、それでは設計意図が的確に反映されないことになる。

このような理由から、上限を定めた方がよいが、限定した場合、定められた寸法値に適合させるために枝葉を切り詰めるという事態が生じる恐れがあり、この場合、逆に品質面から樹木に悪影響を及ぼすことになる。

したがって、寸法値の適合範囲を、下限は定められた寸法値以上を有するものとし、上限は上位階級までの寸法値をおおよその目安とするのが適当であろう。なお、設計上特に上限を指定する必要のある際には、特記により指示を行うことが望ましい。

ただし、積算基準となる部位の寸法値については上位階級の寸法を上限として、定めるものとする。なお、品質の判定については別表－1品質規格表(案)において解説する。

表－4　寸法規格の適合範囲（参考）〔幹周表示のあるもの〕

項　目	判　定　基　準	備　　考
樹　　高 （H）	定められた寸法値≦H	上限は上位階級の寸法値を目安とする
幹　　周 （C）	定められた寸法値≦C＜上位階級の寸法	積算基準の部位
枝　　張 （W）	定められた寸法値≦W	上限は上位階級の寸法値を目安とする

表－5　寸法規格の適合範囲（参考）〔幹周表示のないもの〕

項　目	判　定　基　準	備　　考
樹　　高 （H）	定められた寸法値≦H＜上位階級の寸法	積算基準の部位
枝　　張 （葉　　張） （W）	定められた寸法値≦W	上限は上位階級の寸法値を目安とする

2－9　品質規格

表－6　品質規格表(案)〔樹姿〕

項　　目	規　　格
樹　　形 （全　形）	樹種の特性に応じた自然樹形で、樹形が整っていること。
幹 （高木にのみ適用）	幹がほぼまっすぐで、単幹であること。 (但し、自然樹形で幹が斜上するものおよび株立物はこの限りでない。)
枝葉の配分	配分が四方に均等であること。
枝葉の密度	節間が詰まり、枝葉密度が良好であること。
下枝の位置	樹冠を形成する一番下の枝の高さが適正な位置にあること。

表－7　品質規格表(案)〔樹勢〕

項　　目	規　　格
生　　育	充実し、生気ある状態で育っていること。
幹	根系の発達が良く、四方に均等に配分され、根鉢範囲に細根が多く、乾燥していないこと。
根　　鉢	樹種の特性に応じた適正な根鉢、根株をもち、鉢くずれのないよう根巻やコンテナ等により固定され、乾燥していないこと。 ふるい掘りでは、特に根部の養生を十分にするなど（乾き過ぎていないこと）根の健全さが保たれ、損傷がないこと。
葉	正常な葉形、葉色、密度(着葉)を保ち、しおれ(変色、変形)や軟弱葉がなく、生き生きしていること。
樹　皮（肌）	損傷がないか、その痕跡がほとんど目立たず、正常な状態を保っていること。
枝	徒長枝が無く、樹種の特性に応じた枝の姿を保ち、枯損枝、枝折れ等の処理、および必要に応じ適切な剪定が行われていること。
病　虫　害	発生がないもの。過去に発生したことのあるものにあっては、発生が軽微で、その痕跡がほとんど認められないよう育成されたものであること。

【解　説】

以下、各項目毎に解説する。

なお、樹木の使用目的、使用場所などの植栽条件によっては樹姿の品質について必ずしも本規格によらないこともありうるものとして、特記指定する。

(1)　樹　姿

1)　樹　形(全形)

樹種の特性に応じた自然樹形で、樹形が整っていること。

【解　説】

樹種の特性に応じた自然樹形とは、人の管理下にはあるが、強度の人為的作用を受けておらず、樹木本来の樹形を損なわない範囲のものや、かつて強度の人為的作用を受けたが、現在は樹種特有の樹形に復元したものをいう。

自然樹形には、円錐形、球形、鐘形などのような整形をなすものと、不整形のものがある。不整形の代表的な樹種には、マツ、ウダ、モミジ、サルスベリなどがある。(参考図－19、20)

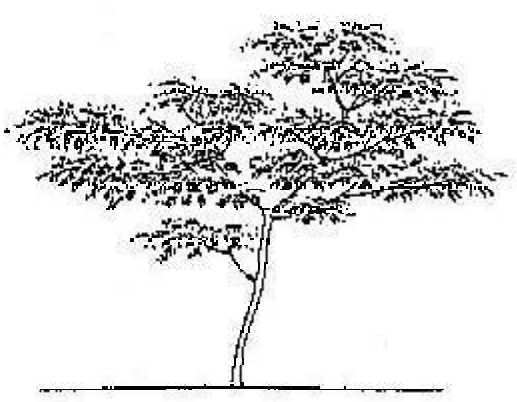
また、幼木の間は整形であるが、老木となると不整形となるものもあれば、逆に幼木の間は不整形であるが、老木となると整形となるものもある。このように、樹形とは樹種の特性・樹齢により様々な形をしている。

樹形として大切なことは、その樹種の特性をよりよく表し、全体的にバランスのとれた形態となっていることである。

コウヤマキ、ヒマラヤスギ、ドイツトウヒ、
キンモクセイ、モッコク、イチョウ、
トチノキ、ユリノキなど

(整形樹)

参考図－19



イヌマキ、クロマツ、ウメバガシ、
イロハモミジ、ウメ、サルスベリ、
ナンキンハゼ、ネムノキなど

(不整形樹)

参考図－20

2) 幹(高木にのみ適用)

幹がほぼまっすぐで、単幹であること。(但し、自然樹形で幹が斜上するものおよび株立物はこの限りでない。)

【解　説】

公共用緑化樹木として使用する樹木の多くは、幹がほぼまっすぐで単幹のものが一般的である。

一般的な公共用緑化樹木は、庭園などで観賞本位に植栽される樹木のように、極度に幹を曲げて仕立てられたいわゆる仕立物である必要はなく、その幹は樹種の特性に応じて自然に成長した形の物がふさわしい。

しかし、樹種の持つ幹の特性により全ての樹木が単幹でなく、幹が曲がりやすい樹木や株立状になる樹木などもある。

また、公共用緑化樹木といっても必ずしも単幹だけが求められるわけではない。

自然風な緑地や水辺等の使用現場においては、直幹の樹木よりも斜幹や曲幹の樹木の方が周囲に調和し、美しい場合もある。よって、自然樹形で幹が単幹とならないのはこの限りではない。

なお、樹種のもつ幹の特性については、一般に以下のように整理される。

(参考図－21～23)

〔幹が直立しやすい樹木〕

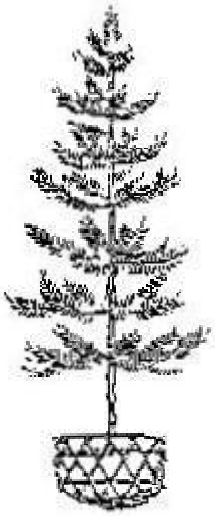
ヒマラヤスギ、イチョウ、カツラなど

〔幹が曲がりやすい樹木又は幹が分かれやすい樹木〕

アカシデ、イヌシデ、イロハモミジ、カクレミノ、ウメ、マテバシイ、ナナカマド、サルスベリ、ネムノキなど

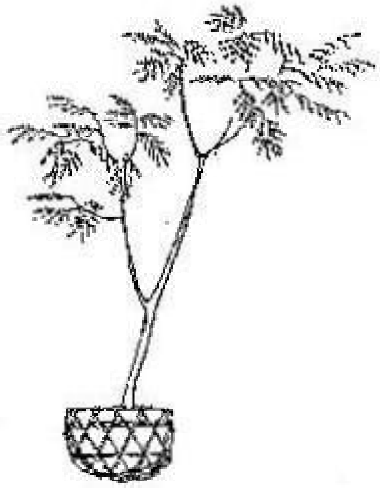
〔幹が株立状になる樹木〕

オトメツバキ、シモクレン、サザンカ、サンゴジュ、トウネズミモチ、ヒイラギ、ヒイラギモクセイ、ヤブツバキ、ムクゲ、ネズミモチ、キンモクセイなど



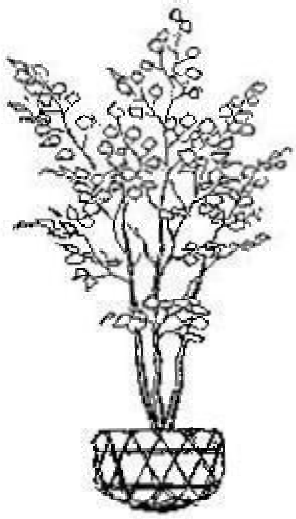
ヒマラヤスギ、イチョウ、カツラなど
（幹が直立しやすい樹木）

参考図－21



アカシデ、イヌシデ、イロハモミジ、
カクレミノ、ウメ、マテバシイ、
ナナカマド、サルスベリ、ネムノキ、
など
（幹が曲がりやすい樹木又は幹が分
かれやすい樹木）

参考図－22



オトメツバキ、シモクレン、サザンカ、サンゴジュ、
トウネズミモチ、ヒイラギ、ヒイラギモクセイ、ヤブツバキ
ムクゲ、ネズミモチ、キンモクセイなど
（幹が株立状になる樹木）

参考図－23

3) 枝葉の配分

配分が四方に均等であること。

【解　説】

枝葉の配分とは、着枝・着葉の全体的バランスである。

枝葉は、個々の樹種の持つ固有の特性、樹齢などにより、適正な位置と適度の間隔で発生している。例えば、アオギリのように枝が幹の同一の位置から車輪状に出るものもある。また、クヌギのように枝が粗生するものもある。しかしながら、この枝葉の配分は生育環境などによって偏りが生じたりすることが多い。

したがって、求められる枝葉の配分とは、立面的・平面的に枝葉が樹種の特性、樹齢に応じてバランス良く分布していることである。(参考図－24)

他の樹木や建物等のすぐ近くで栽培された樹木は、片枝となりやすく、一般に公共用緑化樹木としては不適当である。(参考図－25)

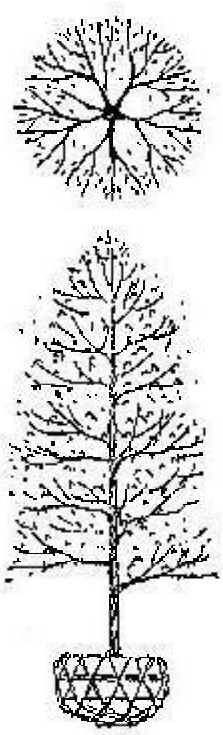
参考として、以下に樹種の持つ枝葉の配分の一例を示す。

〔枝が車輪状に着生する樹種〕(参考図－26)

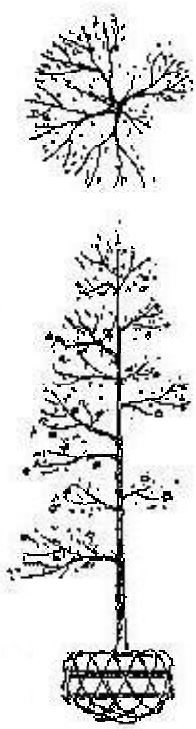
アオギリ、クロマツ(若木)、リョウブなど

〔枝が粗生する樹種〕(参考図－27)

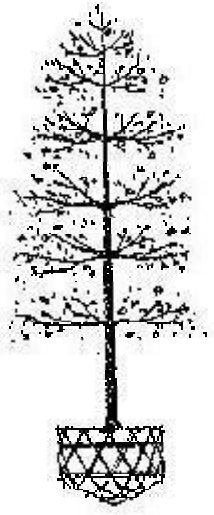
イヌマキ、クヌギ、ネムノキ、ユズリハなど



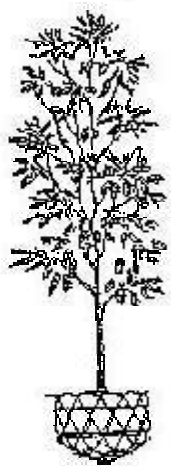
（良好な枝葉の配分）
参考図－24



（不良な枝葉の配分）
参考図－25



（枝が車輪状に着生する樹木）
参考図－26



（枝が粗生する樹木）
参考図－27

4) 枝葉の密度

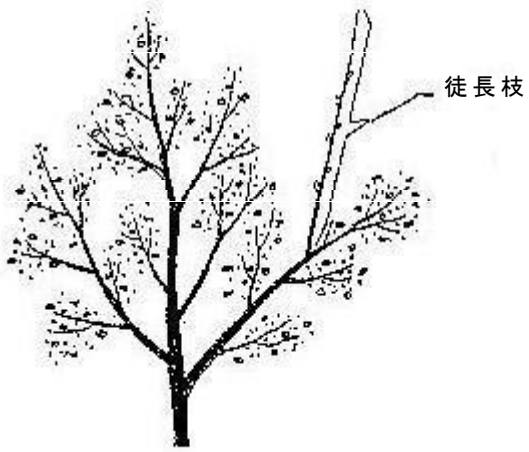
節間が詰まり、枝葉密度が良好であること。

【解　説】

枝葉の密度とは、樹木め枝と葉の分布の割合である。樹木の枝葉の適正な密度は樹種によって異なり、その形態は多様であることから、工業製品のように一定の値で表示することは困難である。

公共用緑化樹木においては、少なくとも節間が詰まり、個々の樹種のもつ固有の枝葉密度により樹冠が形成されている必要がある。特に、葉は光合成をするために陽光を必要とする。したがって、採光性・通風性が好ましい状態に葉が分布しており、かつ枝と枝が絡み合うことのない状態が望ましい。

また、徒長枝（異常に伸長した枝）が多い枝葉、天狗巣病などにより一部が異常に繁茂した枝葉、あるいは生育不良により短い細枝が主要な枝や幹から直接密生しているなどの樹木は不適当である。



(徒長枝)参考図－28

5)　下枝の位置

樹冠を形成する一番下の枝の高さが適正な位置にあること。

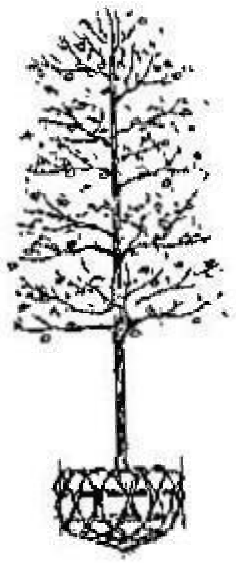
【解　説】

下枝とは、樹形の下部の主要枝(樹冠を構成している力枝)をいう。

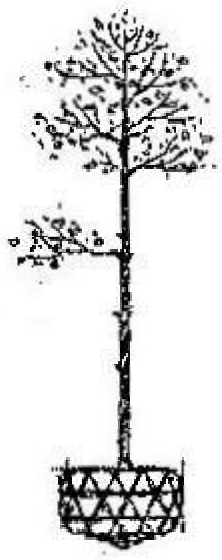
下枝の着生高は、樹種や樹齢によって多様であり、これを一概に決めることはむずかしいことから、個々の樹種の持つ固有の樹形を勘案して、適正な位置であることが望ましい。

なお、公共用緑化樹木の中でも街路樹(高木)に使用される樹木は、自動車や歩行者(自転車通行者を含む)の通行に支障のないことが要求されるため、一般の公共用緑化樹木とは下枝の取り扱いが異なる。(参照：道路構造令第12条)

なお、ヤシ類などの特殊樹にあたっては、下枝の規定は適用されない。



(標準的な状態)
参考図－29



(下枝の枯れ上がった状態)
参考図－30

(2) 樹　勢

1) 生　育

充実し、生気ある状態で育っていること。

【解　説】

生育とは、樹木全体の活力状態を総合的に評価したものである。

公共用緑化樹木は、伸長生長、肥大生長とも良好な生長を示し、幹の異常な変色・剥離、枝の枯損、葉の変色・変形などがなく、根は細根が十分に発達したものが適当である。

2) 根

根系の発達が良く、四方に均等に配分され、根鉢範囲に細根が多く、乾燥していないこと。

【解　説】

公共用緑化樹木にとって、植栽後の活着を完全なものにするためには、根が良好な状態であることが大切な要件である。

根は、一般に新鮮な白根部より養水分を吸収する能力があるといわれている。

露地栽倍樹木は、掘り取りにあたり根系の多くを切断するため、根、特に白根の形態は崩され、生理活動が低下し、活着能力が低下する。これをおぎなうためには根廻しを行い、鉢の周り四方向に均等に多数の細根が発生していること、また樹幹を支えるための主根が四方に張り根群が充実していることが重要である。そのためには、苗畑で樹種の特性に応じて十分な根づくりがされたものであることが大切である。山取りしてすぐのものや、長い間畑に根廻しもせず放置されたものは、根がまばらで根鉢の範囲内には細根も少ない。

また、根部における菌類・虫類・小動物による病虫害の発生、あるい根検廻し時の損傷は、腐食して養水分・酸素の吸収に障害をあたえ、生育機能低下の原因となるため、十分な防除・養生を必要とする。

また、根は乾燥に弱く、ひからびた根の多いものは活着がむずかしいので避けなければならない。

コンテナ栽培樹木においては、樹木の大きさに対応したコンテナに入れてから一定以上の期間育成栽培をおこない、容器内で細根を充分に発達させたものであることが大切である。しかしながら、コンテナに入れてから長期間植替えを行わないでいると、根は容器の壁に沿ってぐるぐると何重にも廻って根の壁を形成する。このような状態になったものはそのまま植え付けると成長が停滞したり枯死したりする恐れがある。

また、逆に大きいコンテナに植え替えた後、短期間で出荷すると根の発達が不十分であるため、輸送中に根鉢が割れたり土がこぼれたりする。

一般に、コンテナをはずした時に根が上記のような状態にあるものは好ましくない。

3) 根　鉢

樹種の特性に応じた適正な根鉢、根株をもち、鉢くずれのないよう根巻やコンテナ等により固定され、乾燥していないこと。 ふるい掘りでは、特に根部の養生を十分にするなど(乾き過ぎていないこと)根の健全さが保たれ、損傷がないこと。

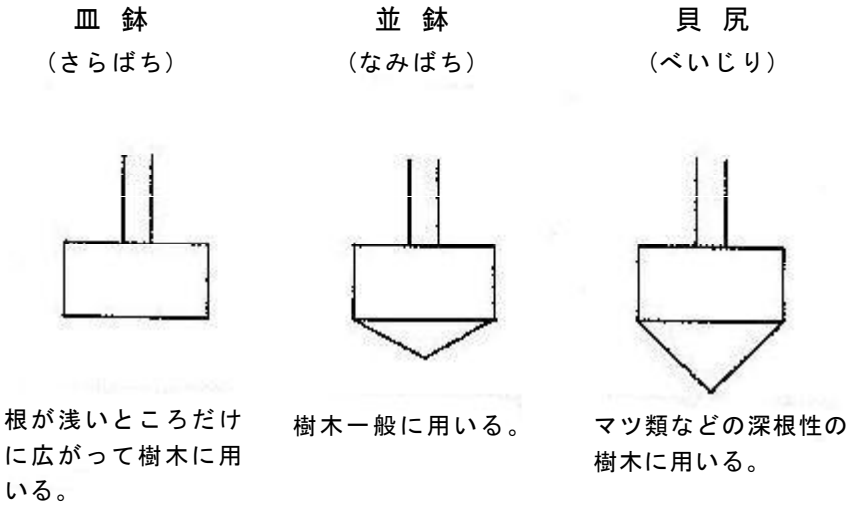
【解　説】

根鉢とは、樹木を移植する際に掘り上げる根系を含んだ土のまとまりをいう。

根鉢は、樹木の根元に土がしっかりと付き、鉢くずれ、根切れ、乾燥が起きない程度に大きく取り、常に湿り気が保持されていることが重要である。

根鉢の大きさ(直径)は、幹の根元の直径(根元径)によって異なり、その標準は一般的に根元径の4～5倍である。ふるい掘りの場合は、一般の根鉢よりも広く根系を掘り上げ、細根も丁寧に細部まで掘り上げなければならない。鉢の深さ(高さ)は、根の状態(細根のある範囲)で決定されるので一律に定めることはむずかしいが、一般的に用いられているおおまかな目安はある。(参照図－31を参照)

掘られた鉢は、荒縄・わら・こも、その他の資材(基本的に有機質材料であることが望ましい)によって堅固に巻かれていなければならない。



参考図－31

4)　葉

正常な葉形、葉色、密度(着葉)を保ち、しおれ(変色、変形)や軟弱葉がなく、生き生きしていること。

【解　説】

葉の形姿は、樹権特有の形をしているもので、大きさ・色・肉厚が正常で、しおれなどを生じていない光沢のある発育の良好なものが要求される。

樹木の葉の異常は、病虫害・有毒ガス・日焼けなどにより直接葉に被害が生じる場合と、根や幹・枝に異常が生じ、その結果、葉の萎縮、変色または異常肥大、軟弱葉などの症状が出現する場合とがある。いずれにしても、葉部において異常のあることは識別しやすく、そのような樹木は公共用緑化樹木として不適当である。

ただし、虫害などの被害がわずかで、搬入時には害虫が付着していないものは支障がない。

5) 樹　皮(肌)

損傷がないか、その痕跡がほとんど目立たず、正常な状態を保っていること。

【解　説】

樹皮(肌)は、樹種・樹齢に応じた正常な形態・色を有し、形姿の良好なものでなければならない。具体的には、大きな傷・折れ目・裂目を生じていない良好なものが要求される。

一般的に、樹勢の衰えた樹木の樹皮は、変色・剥離などの症状があらわれる。また、完治していない大きな傷や腐朽部は進行すると、うろ（中が空洞になっているところ）になる場合もあるので、注意しなければならない。

6) 枝

徒長枝が無く、樹種の特性に応じた枝の姿を保ち、枯損枝、枝折れ等の処理、および必要に応じ適切な剪定が行われていること。

【解　説】

枝は、必要な場合を除き、個々の樹棟の特性を示す形態であること。また、枯損枝・枝折などの処理および育成・移植のための剪定が適切に行われているものとする。

必要な場合とは、露地栽培樹木を植栽の適期以外に植栽を行う場合や、必要により根系の発達が悪い樹木(山取りものなど)を植栽する場合で、強度の枝抜きをしなければ活着が困難なことが多いので、枝の形態が樹種の特性を示すことはむずかしい。

また、露地栽倍樹木においては、通常の植栽時においても苗畑において長く伸びていた根系を詰めて移植を行うわけであるから、水分収支のバランスをとるため、不要な枝等を剪定することが多い。その際の剪定も、基本的に樹種固有の樹形を乱すようであってはならない。

7） 病 虫 害

発生がないもの。過去に発生したことのあるものにあっては、発生が軽微で、その痕跡がほとんど認められないよう育成されたものであること。

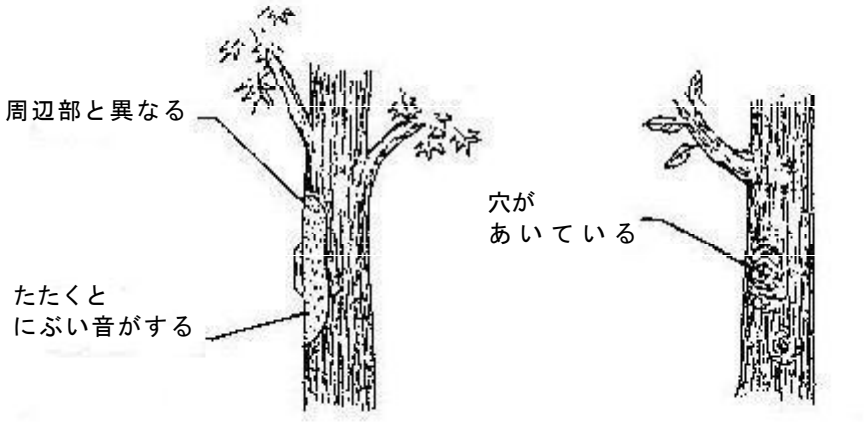
【解　説】

病虫害とは、樹木が病菌や害虫から受ける被害であり、樹木の生育機能の低下の原因となるものである。

病虫害には、自然に治癒する軽症のものから、枯死に至る重傷のものまであり、その患部は葉・枝・幹・根など樹木全体に及ぶ。公共用緑化樹木は一般に野外環境で生産されることから、ほとんどの樹木に病虫害の可能性があるといってよい。

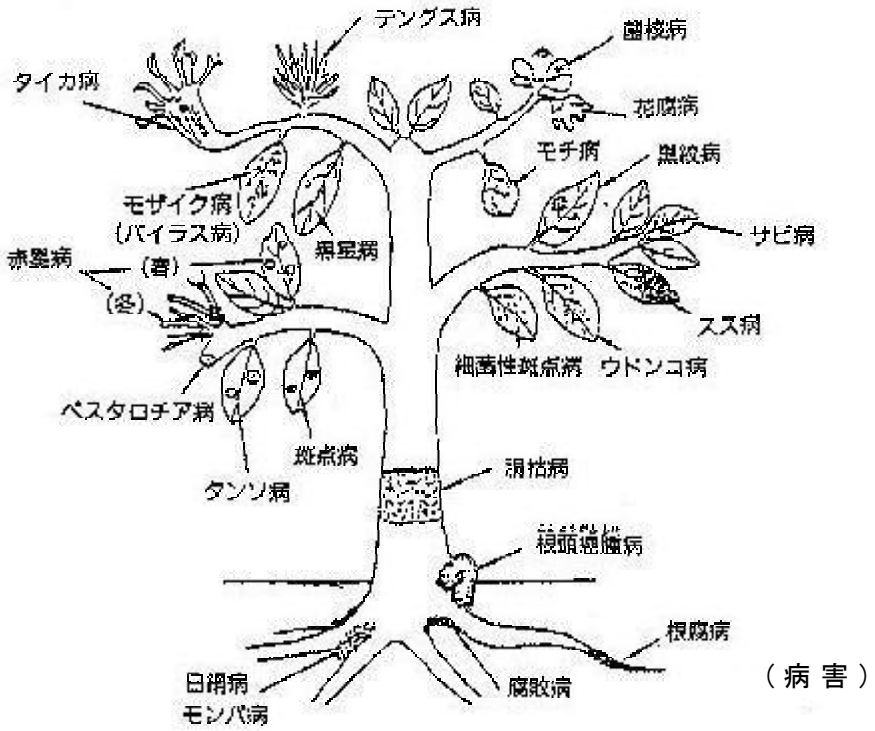
検査にあたっては、樹木全体を丹念に調べ、軽微なものは採用するとしても今後成長にさしつかえが認められるものは除外しなければならない。

また、毛虫などによる葉の食害で、被害がわずかであると同時に害虫がいないものは採用するとしても、幹に穴があいているもの(テッポウムシ類が内部を食害)、カイガラムシなど駆除がむずかしい害虫が付着した樹木や、病害のある樹木は除外しなければならない。

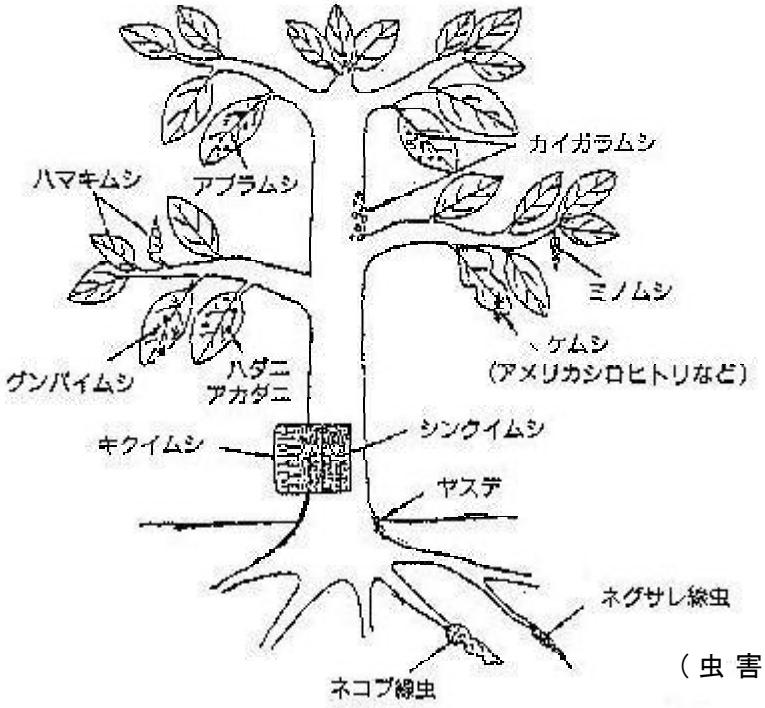


（幹の病虫害例）

参考図－32



（病害）



（虫害）

（病虫害の例）

参考図－33

2－10　寸法規格

（１）　寸法規格表(案)　〔高木・針葉樹〕

No.	樹　　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B．N）	備　　考
1	アカエゾマツ	1.0	－	－		
		1.5	－	0.6		
		1.8	－	0.7		
		2.0	－	0.9		
		2.5	－	1.0		
2	アカマツ	0.5	－	－		
		2.0	－	0.9		
		2.5	0.15	1.5		
		3.0	0.18	1.5		
		3.5	0.21	1.8		
		3.5	0.25	2.0		
		4.0	0.30	2.0		
3	メタセコイヤ（アケボノスギ）	2.0	－	0.5		
		2.5	－	0.8		
		3.0	0.12	1.0		
		3.5	0.15	1.2		
		3.5	0.18	1.2		
		4.0	0.21	1.5		
		4.5	0.25	1.8		
		5.0	0.30	2.0		
		6.0	0.40	2.5		
		7.0	0.50	3.0		
4	イチイ（オンコ）	0.5	－	－		
		1.0	－	0.2		
		1.2	－	0.5		
		1.5	－	0.6		
		1.8	－	0.8		
		2.0	－	0.9		
5	イヌマキ	1.0	－	0.2		
		1.2	－	0.2		
		1.5	－	0.3		
		1.8	－	0.4		
		2.0	－	0.5		
		2.5	0.12	0.7		
		3.0	0.15	0.8		
6	ウラジロモミ	2.0	－	0.6		
		2.5	－	0.8		
		3.0	0.15	1.0		
		3.5	0.21	1.2		

No.	樹　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B．N）	備　考
7	カイズカイブキ	1.0 1.2 1.5 1.8 2.0 2.5 3.0 3.5	－ － － － － － － －	0.2 0.2 0.2 0.3 0.3 0.4 0.5 0.7		
8	カラマツ	2.0 2.5 3.0 3.5	－ － － 0.15	0.4 0.5 0.6 0.8		
9	クロマツ	0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 2.5 3.0 3.0 3.5 4.0	－ － － － 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25 0.30	－ 0.2 0.4 0.9 1.2 1.5 1.5 1.8 2.0 2.0		
10	サワラ	1.2 1.5 1.8 2.0 2.5 3.0	－ － － － － －	0.2 0.3 0.4 0.4 0.6 0.7		
11	スギ	0.5 1.0 2.0 3.0 4.0	－ － － － －	－ 0.2 0.4 0.6 0.8		
12	チャボヒバ	1.2 1.5 1.8 2.0 2.5	－ － － － －	0.2 0.3 0.3 0.4 0.5		

No.	樹　　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B．N）	備　　考
13	ドイツトウヒ	0.5 1.0 1.2 1.5 1.8 2.0 2.5 3.0 3.5	－ － － － － － － 0.12 0.15	－ 0.2 0.3 0.5 0.6 0.7 0.9 1.0 1.2		
14	トドマツ	1.0 1.5 2.5 3.0	－ － － －	－ 0.5 1.0 1.2		
15	ニオイヒバ	1.0 1.2 1.5 1.8 2.0 2.5 3.0	－ － － － － － －	0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8		
16	ニッコウヒバ	1.2 1.5 1.8 2.0 2.5 3.0	－ － － － － －	0.2 0.3 0.3 0.4 0.5 0.6		
17	ヒノキ	0.5 1.0 1.2 1.5 1.8 2.0 2.5 3.0	－ － － － － － － －	－ 0.2 0.2 0.3 0.4 0.4 0.6 0.7		

No.	樹　　種	樹高 （H）	幹周 （C）	枝張 （W）	株立数 （B．N）	備　　考
18	ヒ　マ　ラ　ヤ　ス　ギ	1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 3.5 4.0 4.5	－ － － － － 0.15 0.18 0.21 0.25	0.2 0.5 0.7 0.9 1.2 1.5 1.5 1.8 1.8		
19	ラ　ク　ウ　シ　ョ　ウ	2.0 2.5 3.0 3.5	－ － 0.15 0.21	0.5 0.6 0.9 1.2		
20	ラ　カ　ン　マ　キ	1.0 1.5	－ －	－ 0.2		

(2)　寸法規格表(案)　〔高木・常緑広葉樹〕　　（単位：m）

No.	樹　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B.N）	備　考
21	アラカシ	0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5	－ － － － － 0.12 0.15	－ 0.2 0.3 0.5 0.7 0.8 0.8		必ずしも単幹とは限らない
22	ウバメガシ	0.5 1.0 1.2 1.5 1.8 2.0 2.5 3.0	－ － － － － － － 0.15	－ 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.8 1.0		
23	オトメツバキ	1.2 1.5 1.8 2.0	－ － － －	0.3 0.5 0.6 0.8		必ずしも単幹とは限らない
24	カクレミノ	1.0 1.5 2.0 2.5 3.0	－ － － － －	0.2 0.5 0.6 0.7 0.8		必ずしも単幹とは限らない
25	キンモクセイ	1.0 1.2 1.5 1.8 2.0 2.5 3.0	－ － － － － － －	0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.8 1.0		必ずしも単幹とは限らない

No.	樹　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B.N）	備　考
26	クスノキ	0.5	－	－		
		1.0	－	0.2		
		1.5	－	0.3		
		2.0	－	0.5		
		2.5	－	0.7		
		3.0	0.15	0.8		
		3.0	0.18	0.8		
		3.0	0.21	0.9		
		3.5	0.25	1.0		
		3.5	0.30	1.0		
		4.0	0.40	1.2		
		4.5	0.50	1.8		
		5.0	0.60	2.0		
		6.0	0.70	2.5		
		7.0	0.80	3.0		
27	クロガネモチ	1.0	－	0.2		
		1.5	－	0.3		
		2.0	－	0.6		
		2.5	－	0.7		
		3.0	0.15	0.8		
		3.0	0.18	1.0		
		3.0	0.21	1.0		
		3.5	0.25	1.2		
		4.0	0.30	1.5		
		4.5	0.40	1.8		
28	コウオトメツバキ	1.2	－	0.2		
		1.5	－	0.4		
		1.8	－	0.4		
		2.0	－	0.5		
29	サザンカ	1.0	－	0.2		必ずしも単幹とは限らない
		1.2	－	0.2		
		1.5	－	0.3		
		1.8	－	0.4		
		2.0	－	0.5		
		2.5	－	0.7		
30	サンゴジュ	1.0	－	0.2		必ずしも単幹とは限らない
		1.2	－	0.3		
		1.5	－	0.4		
		1.8	－	0.5		
		2.0	－	0.6		
		2.5	－	0.8		

No.	樹　　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B．N）	備　　考
31	シ　ラ　カ　シ	0.5	－	－		
		1.0	－	0.2		
		1.2	－	0.2		
		1.5	－	0.3		
		1.8	－	0.4		
		2.0	－	0.5		
		2.5	－	0.6		
		3.0	0.12	0.7		
		3.0	0.15	0.8		
		3.5	0.18	1.0		
		4.0	0.21	1.2		
		4.0	0.25	1.2		
		4.5	0.30	1.5		
		5.0	0.40	1.8		
32	ス　ダ　ジ　イ（含ツブラジイ）	0.5	－	－		
		1.0	－	0.2		
		1.5	－	0.3		
		2.0	－	0.4		
		2.5	－	0.5		
		3.0	0.12	0.7		
		3.0	0.15	0.7		
		3.5	0.18	1.0		
		4.0	0.21	1.2		
		4.0	0.25	1.2		
		4.5	0.30	1.5		
		5.0	0.40	1.8		
33	ホソバタイサンボク	2.0	－	0.6		
		2.5	－	0.8		
		3.0	0.12	1.0		
		3.5	0.15	1.2		
		3.5	0.18	1.2		
		4.0	0.21	1.5		
34	タ　ブ　ノ　キ	0.5	－	－		
		1.0	－	0.2		
		1.5	－	0.3		
		2.0	－	0.5		
		2.5	－	0.5		
		3.0	0.15	0.8		
		3.0	0.18	1.0		
		3.0	0.21	1.0		
		3.5	0.25	1.2		
		4.0	0.30	1.5		
		4.5	0.40	1.5		

No.	樹　　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B.N）	備　　考
35	トウネズミモチ	1.0 1.2 1.5 1.8 2.0 2.5	－ － － － － －	0.2 0.3 0.5 0.6 0.8 1.0		必ずしも単幹とは限らない
36	ネズミモチ	1.0 1.2 1.5 1.8 2.0	－ － － － －	0.2 0.3 0.4 0.5 0.7		必ずしも単幹とは限らない
37	ヒイラギ	1.0 1.2 1.5 1.8 2.0 2.5	－ － － － － －	0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.9		必ずしも単幹とは限らない
38	ヒイラギモクセイ	1.0 1.2 1.5 1.8 2.0 2.5	－ － － － － －	0.3 0.4 0.5 0.6 0.8 1.0		必ずしも単幹とは限らない
39	マテバシイ	1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 3.5 4.0 4.0 4.5 5.0	－ － － － 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25 0.30 0.40	0.2 0.3 0.4 0.5 0.8 1.0 1.0 1.2 1.5 1.5 1.8		
40	モッコク	1.2 1.5 1.8 2.0 2.5 3.0 3.5	－ － － － － － －	0.3 0.4 0.6 0.7 1.0 1.2 1.5		

No.	樹　　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B．N）	備　　考
41	ヤ　ブ　ツ　バ　キ （ヤマツバキ）	0.5 1.0 1.2 1.5 1.8 2.0 2.5 3.0	－ － － － － － － －	－ 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.8 0.9		必ずしも単幹とは限らない
42	ヤ　　マ　　モ　　モ	0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 2.5 3.0 3.0 3.5 3.5 4.0 4.5	－ － － － 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25 0.30 0.40 0.50	－ 0.2 0.3 0.5 0.6 0.8 0.8 0.8 1.0 1.2 1.2 1.5		
43	ユ　　ズ　　リ　　ハ	1.0 2.0 2.5 2.5	－ － 0.12 0.15	0.2 0.8 1.0 1.2		

(3)　寸法規格表(案)　〔高木・落葉広葉樹〕　　(単位：m)

No.	樹種	樹高(H)	幹周(C)	枝張(W)	株立数(B.N)	備考
44	アオギリ	3.0 3.5 4.0 4.5	0.12 0.15 0.21 0.25	0.6 1.0 1.2 1.5		
45	アカシデ	0.5 1.0 3.0 3.5 3.5 4.0 3.0 3.5 4.0	－ － 0.12 0.15 0.18 0.21 0.15 0.21 0.25	－ － 0.8 1.2 1.2 1.5 － － －		(株立ち物) (　〃　) (　〃　)
46	アキニレ	0.5 2.5 3.0 3.5 3.5 4.0 4.5 5.0	－ 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25 0.30	－ 0.8 1.0 1.0 1.2 1.5 1.8 2.0		
47	アメリカヤマボウシ(ハナミズキ)	1.0 1.5 2.0 2.5 2.5 3.0 3.0	－ － － 0.10 0.12 0.15 0.18	－ － 0.6 0.8 1.0 1.0 1.0		
48	イタリアヤマナラシ(ポプラ)	3.0 3.0 3.5 4.0 4.0	0.10 0.12 0.15 0.18 0.21	－ － － － －		
49	イタヤカエデ	0.5 1.0	－ －	－ －		

No.	樹種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B.N）	備考
50	イチョウ	2.5 3.0 3.0 3.5 4.0 4.5 4.5 5.5 6.0	0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25 0.30 0.40 0.50	0.6 0.8 1.0 1.2 1.5 1.8 1.8 2.0 2.5		
51	イヌシデ	0.5 1.0 3.0 3.5 3.5 4.0 3.0 3.5 4.0	－ － 0.12 0.15 0.18 0.21 0.15 0.21 0.25	－ － 0.8 1.2 1.2 1.5 － － －		（株立ち物） （　〃　） （　〃　）
52	イロハモミジ（含ヤマモミジ）	0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 2.5 3.0 3.0 3.5	－ － － － － 0.12 0.15 0.18 0.21	－ － － 0.4 0.8 1.0 1.2 1.5 1.8		必ずしも単幹とは限らない
53	ウメ	2.0 2.5 2.5 3.0 3.5	0.10 0.15 0.18 0.21 0.30	1.0 1.2 1.2 1.2 1.5		Cは根元周とする。 必ずしも単幹とは限らない
54	ウメモドキ	0.5 1.0	－ －	0.2 0.4		

No.	樹　　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B.N）	備　　考
55	エ　ゴ　ノ　キ	0.5 1.0 1.5 2.5 3.0 3.5 3.0 3.5	－ － － 0.10 0.12 0.15 0.15 0.21	－ － － 0.6 0.8 1.2 － －		 （株立ち物） （　〃　）
56	オオヤマザクラ （エゾヤマザクラ）	2.5 3.0 3.0 3.5 4.0	－ 0.10 0.12 0.15 0.18	0.5 0.6 0.7 0.8 1.0		
57	エ　　ノ　　キ	0.5 1.0 2.5 2.5 3.0 3.5	－ － 0.10 0.12 0.15 0.21	－ － 1.0 1.2 1.5 1.5		
58	エ　ン　ジ　ュ	2.5 3.0 3.5 3.5 4.0	0.10 0.12 0.15 0.18 0.21	0.8 1.0 1.2 1.5 1.8		
59	オオシマザクラ	2.5 3.0 3.5 3.5 4.0	0.10 0.12 0.15 0.18 0.21	0.8 1.0 1.2 1.5 1.8		
60	カ　　ツ　　ラ	1.0 1.5 3.0 3.0 3.5 3.5 4.0 4.5 5.0	－ － 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25 0.30	－ － 0.8 1.0 1.2 1.5 1.5 1.8 2.0		

No.	樹　　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B.N）	備　　考
61	カロリナポプラ	3.0 3.0 3.5 4.0 4.0 4.5	0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25	0.8 1.0 1.2 1.2 1.2 1.5		
62	カンヒザクラ	2.5 2.5 3.0 3.0 3.5	0.10 0.12 0.15 0.18 0.21	0.8 1.0 1.2 1.5 1.8		
63	クヌギ	0.5 1.0 1.5 2.5 3.0 3.5 4.0	－ － － 0.10 0.12 0.15 0.21	－ － － 0.6 0.8 1.2 1.5		
64	ケヤキ	0.5 1.0 1.5 2.0 3.0 3.0 3.5 4.0 4.5 4.5 5.0 6.0 6.0 7.0	－ － － － 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25 0.30 0.40 0.50 0.60	－ － － 0.5 1.0 1.0 1.2 1.5 2.0 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0		
65	コナラ	0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 3.0 3.5	－ － － － 0.10 0.12 0.15 0.21 0.15 0.21	－ － － 0.4 0.6 0.8 1.2 1.5 － －		（株立ち物） （　〃　）

No.	樹　　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B.N）	備　　考
66	コ　ブ　シ	1.0 1.5 2.5 3.0 3.0 3.5 3.5 4.0 4.5	－ － 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25 0.30	－ － 0.8 1.0 1.2 1.2 1.5 1.5 1.8		
67	サ　ト　ザ　ク　ラ （含ヤエザクラ）	1.0 1.5 2.5 3.0 3.5 3.5 4.0	－ － 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21	－ － － 0.8 1.0 1.2 1.5		品種によっては枝張が異なる。
68	サ　ル　ス　ベ　リ	2.5 3.0 3.0 3.5 3.5	0.12 0.15 0.18 0.21 0.25	1.0 1.2 1.2 1.5 2.0		必ずしも単幹とは限らない
69	シ　ダ　レ　ザ　ク　ラ	2.5 3.0 3.0 3.5	0.12 0.15 0.18 0.21	－ － － －		
70	シ　ダ　レ　ヤ　ナ　ギ	2.5 2.5 3.0 3.0 3.5 4.0	0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25	－ － － － － －		
71	シ　モ　ク　レ　ン	1.5 2.0	－ －	0.4 0.6		必ずしも単幹とは限らない
72	シ　ラ　カ　ン　バ	2.5 3.0 3.0 3.5 4.0 4.5	－ 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21	0.7 1.0 1.2 1.2 1.5 1.5		

No.	樹　　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B.N）	備　　考
73	スズカケノキ（プラタナス）	3.0 3.0 3.5 4.0 4.0 4.5	0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25	0.8 1.0 1.2 1.2 1.5 2.0		特記のない場合スズカケノキ、アメリカスズカケノキ、モミジバスズカケノキを含む。
74	ソメイヨシノ	1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 3.5 4.0 4.0	－ － － 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25	－ － 0.4 0.8 1.0 1.2 1.5 1.8 2.0		
75	トウカエデ	1.0 2.5 3.0 3.0 3.5 3.5 4.0	－ － 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21	－ 0.5 0.8 1.0 1.2 1.5 1.8		
76	トゲナシニセアカシア	0.5 1.0 2.5 3.0 3.5 3.5 4.0	－ － 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21	－ － 0.8 1.0 1.2 1.5 1.5		
77	トチノキ	0.5 2.5 2.5 3.0 3.5 3.5	－ 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21	－ 0.6 0.7 0.8 1.0 1.0		

No.	樹　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B.N）	備　考
78	ナツツバキ	1.0	－	－		
		1.5	－	－		
		2.5	0.10	0.6		
		3.0	0.12	0.8		
		3.0	0.15	1.0		
		3.5	0.21	1.5		
		3.0	0.15	－		（株立ち物）
		3.5	0.21	－		（　〃　）
79	ナナカマド	0.5	－	－		必ずしも単幹とは限らない
		1.0	－	－		
		2.0	－	0.5		
		2.5	0.10	0.7		
		3.0	0.12	0.8		
		3.0	0.15	1.0		
80	ナンキンハゼ	0.5	－	－		
		1.0	－	－		
		2.5	0.10	0.8		
		3.0	0.12	1.0		
		3.5	0.15	1.0		
		3.5	0.18	1.2		
		4.0	0.21	1.2		
81	ネムノキ	0.5	－	－		必ずしも単幹とは限らない
		1.0	－	－		
		2.5	0.12	0.8		
		2.5	0.15	1.0		
82	ハクウンボク	2.5	0.10	0.5		
		3.0	0.12	0.7		
		3.0	0.15	0.8		
83	ハクモクレン	1.0	－	－		
		1.5	－	－		
		2.0	－	0.6		
		2.5	－	0.8		
		3.0	0.12	1.0		
		3.0	0.15	1.2		
		3.5	0.18	1.5		
		4.0	0.21	1.8		
84	ハナカイドウ	1.5	－	0.4		必ずしも単幹とは限らない
		2.0	－	0.6		

No.	樹　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B．N）	備　考
85	ハルニレ	2.5 3.0 3.5 3.5 3.5 4.0 5.0	0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25 0.30	－ 0.7 0.8 0.9 1.0 1.0 1.5		
86	ヒメシャラ	2.5 3.0 3.0 3.5 3.0 3.5	0.10 0.12 0.15 0.21 0.15 0.21	0.5 0.6 0.8 1.0 － －		 （株立ち物） （　〃　）
87	マンサク	1.0 1.5 2.0 2.5	－ － － －	0.3 0.4 0.6 0.8		必ずしも単幹とは限らない
88	ムクゲ	0.5 1.0 1.5 1.8 2.0	－ － － － －	－ － 0.4 0.5 0.6		必ずしも単幹とは限らない
89	モミジバフウ（アメリカフウ）	1.0 1.5 2.5 2.5 3.0 3.5 3.5 4.0	－ － 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25	－ － 0.7 0.8 1.0 1.2 1.5 1.5		
90	ヤマザクラ	0.5 1.0 1.5 2.5 3.0 3.5 3.5 4.0	－ － － 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21	－ － － 0.8 1.0 1.2 1.5 1.8		

No.	樹　　種	樹高 （H）	幹周 （C）	枝張 （W）	株立数 （B．N）	備　　考
91	ヤ　マ　ボ　ウ　シ	0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 2.5 3.0 3.5 3.5 3.0 3.5	－ － － － 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.15 0.21	－ － － 0.8 1.0 1.0 1.5 1.5 1.8 － －		 （株立ち物） （　〃　）
92	ユ　リ　ノ　キ	1.0 1.5 3.0 3.0 3.5 3.5 4.0 4.5	－ － 0.10 0.12 0.15 0.18 0.21 0.25	－ － 0.8 1.0 1.2 1.2 1.5 1.5		

(4)　寸法規格表(案)　〔低木・常緑樹〕　　(単位：m)

No.	樹種	樹高(H)	幹周(C)	枝張(W)	株立数(B.N)	備考
93	アオキ	0.4	―	0.3		
		0.5	―	0.3		
		0.6	―	0.4		
		0.8	―	0.6		
		1.0	―	0.7		
		1.2	―	0.9		
		1.5	―	1.0		
94	アセビ	0.4	―	0.25		
		0.5	―	0.3		
		0.6	―	0.4		
		0.8	―	0.5		
95	イヌツゲ	0.5	―	0.2		
		0.6	―	0.25		
		0.8	―	0.25		
		1.0	―	0.3		
		1.2	―	0.4		
		1.5	―	0.5		
96	エゾムラサキツツジ	0.5	―	0.2		
		0.6	―	0.3		
		0.8	―	0.4		
		1.0	―	0.5		
		1.2	―	0.7		
97	オオムラサキ	0.3	―	0.3		
		0.4	―	0.4		
		0.5	―	0.6		
		0.6	―	0.7		
		0.7	―	0.8		
		0.8	―	0.9		
98	カンツバキ	0.3	―	0.3		
		0.4	―	0.4		
		0.4	―	0.5		
		0.5	―	0.6		
99	キョウチクトウ	0.5	―	―	2～	
		0.8	―	―	2～	
		1.0	―	―	3～	
		1.2	―	―	3～	

No.	樹　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B.N）	備　考
100	キリシマツツジ	0.3 0.4 0.5 0.6	－ － － －	0.25 0.3 0.4 0.5		主に赤花種のベニキリシマ、ヒノデキリシマをいう。
101	クルメツツジ	0.3 0.4 0.5 0.6	－ － － －	0.25 0.3 0.4 0.5		
102	キンメツゲ	0.4 0.5 0.6 0.8 1.0 1.2 1.5	－ － － － － － －	0.15 0.20 0.25 0.25 0.3 0.4 0.5		
103	クサツゲ	0.15 0.2	－ －	0.1 0.15		
104	クチナシ	0.5 0.6	－ －	0.3 0.4		
105	コクチナシ（ヒメクチナシ）	0.1 0.15 0.2	－ － －	0.15 0.2 0.3		
106	サツキツツジ	0.2 0.3 0.4	－ － －	0.3 0.4 0.5		
107	シャリンバイ	0.4 0.5 0.6	－ － －	0.3 0.4 0.5		
108	ジンチョウゲ	0.3 0.4 0.5 0.6	－ － － －	0.2 0.3 0.4 0.5		
109	トキワサンザシ（ピラカンサ）	0.5 0.8 1.0	－ － －	－ － 0.2		特記のない場合ｲﾝﾄﾞﾄｷﾜｻﾝｻﾞｼ、ﾀﾁﾊﾞﾅﾓﾄﾞｷを含む。

No.	樹　　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B.N）	備　　考
110	トベラ	0.3 0.4 0.5 0.6	－ － － －	0.2 0.3 0.4 0.5		
111	ナワシログミ	0.4 0.5 0.8 1.0	－ － － －	0.3 0.3 0.4 0.5		
112	ハイビャクシン	－ －	－ －	〈0.3〉 〈0.5〉		〈 〉内は長さとする。
113	ハクチョウゲ	0.4 0.5	－ －	0.3 0.4		
114	ハナゾノツクバネウツギ（アベリア）	0.4 0.5 0.6 0.8	－ － － －	0.3 0.3 0.4 0.6		
115	ハマヒサカキ	0.3 0.4 0.5 0.6 0.8	－ － － － －	－ 0.3 0.4 0.5 0.6		
116	ヒイラギナンテン	0.4 0.5 0.6 0.8	－ － － －	－ － － －	2～ 2～ 3～ 3～	
117	ビヨウヤナギ	0.3 0.4 0.5	－ － －	0.2 0.3 0.4		
118	ヒラドツツジ	0.3 0.4 0.5 0.6 0.8	－ － － － －	0.3 0.4 0.5 0.6 0.8		

No.	樹　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B．N）	備　考
119	ベニカナメモチ	0.5	－	－		
		0.8	－	0.2		
		1.0	－	0.2		
		1.2	－	0.3		
		1.5	－	0.4		
		1.8	－	0.5		
120	ボックスウッド	0.3	－	0.15		
		0.4	－	0.2		
		0.5	－	0.25		
		0.6	－	0.3		
121	マサキ	0.5	－	－		
		0.8	－	－		
		1.0	－	0.2		
		1.2	－	0.3		
		1.5	－	0.4		
		1.8	－	0.5		
122	モンタナマツ	0.2	－	0.3		（這性）
		0.2	－	0.4		
		0.3	－	0.6		
		0.4	－	0.7		
		0.4	－	0.9		
		0.4	－	－		（立性）
		0.6	－	0.3		
		0.8	－	0.4		
		1.0	－	0.6		
123	ヤエクチナシ（含オオヤエクチナシ）	0.4	－	0.25		
		0.5	－	0.3		
		0.6	－	0.4		
		0.8	－	0.5		
124	ヤマツツジ（含エゾヤマツツジ）	0.5	－	0.25		
		0.6	－	0.3		
		0.8	－	0.4		
		1.0	－	0.5		

(5)　寸法規格表(案)　〔低木・落葉樹〕　　(単位：m)

No.	樹種	樹高(H)	幹周(C)	枝張(W)	株立数(B.N)	備考
125	アジサイ	0.3 0.5 0.8	－ － －	－ － －	2～ 3～ 3～	
126	ガクアジサイ	0.3 0.5 0.8	－ － －	－ － －	2～ 3～ 3～	
127	キンシバイ	0.4 0.5	－ －	－ －	2～ 3～	
128	コデマリ	0.5 0.8 1.0	－ － －	－ － －	3～ 3～ 3～	
129	シモツケ	0.4 0.5 0.8	－ － －	－ － －	2～ 3～ 3～	
130	セイヨウアジサイ	0.3 0.5 0.8	－ － －	－ － －	2～ 3～ 3～	
131	タニウツギ	0.4 0.5 1.0	－ － －	－ － －	2～ 3～ 3～	
132	ドウダンツツジ	0.4 0.5 0.6 0.8 1.0	－ － － － －	0.2 0.25 0.3 0.4 0.5		
133	トサミズキ	0.5 0.8	－ －	0.3 0.4		
134	ニシキギ	0.5 0.6 0.8 1.0 1.2	－ － － － －	0.3 0.4 0.5 0.6 0.7		
135	ハコネウツギ	0.4 0.5 1.0	－ － －	－ － －	2～ 3～ 3～	

No.	樹　　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B．N）	備　　考
136	ハ　ナ　ズ　オ　ウ	0.5 0.8 1.0 1.2 1.5	－ － － － －	0.2 0.3 0.4 0.5 0.6		
137	ハ　　マ　　ナ　　ス	0.4 0.5 0.6	－ － －	0.25 0.3 0.3		
138	ヒ　ュ　ウ　ガ　ミ　ズ　キ	0.5 0.8 1.0	－ － －	0.3 0.4 0.5		
139	ブ　ッ　ソ　ウ　ゲ （ハイビスカス・ロゼア）	0.3 0.5 1.0 1.5	－ － － －	－ － － －		
140	ボ　　ケ	0.5 0.8	－ －	0.4 0.5		
141	ミ　ツ　バ　ツ　ツ　ジ	0.5 0.8 1.0	－ － －	0.25 0.3 0.35		
142	ヤ　　マ　　ハ　　ギ	－ －	－ －	－ －	3芽立 5芽立	
143	ム　ラ　サ　キ　ハ　シ　ド　イ （ラ　イ　ラ　ッ　ク）	0.5 0.8 1.0 1.2 1.5 1.8	－ － － － － －	0.2 0.3 0.4 0.5 0.7 0.7		
144	コ　ム　ラ　サ　キ　シ　キ　ブ	0.5 0.8	－ －	0.3 0.4		
145	ヤ　　マ　　ブ　　キ （含ヤエヤマブキ）	0.5 0.8 1.0	－ － －	－ － －	3～ 3～ 3～	
146	ユ　キ　ヤ　ナ　ギ	0.5 0.8 1.0	－ － －	－ － －	3～ 3～ 3～	

No.	樹　　種	樹高 （H）	幹周 （C）	枝張 （W）	株立数 （B．N）	備　　考
147	レ　ン　ギ　ョ　ウ （含シナレンギョウ、 チョウセンレンギョウ）	0.5 0.8 1.0	－ － －	－ － －	2～ 3～ 3～	
148	レ　ン　ゲ　ツ　ツ　ジ	0.4 0.5 0.8	－ － －	0.25 0.4 0.6		

(6)　寸法規格表(案)　〔特殊樹〕　　（単位：m）

No.	樹　種	樹高（H）	幹周（C）	枝張（W）	株立数（B.N）	備　考
149	カナリーヤシ (フェニックスカナリエンシス)	0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 4.0	－ － － － － － －	－ － － － － － －		Hは幹高とする。
150	クロチク	2.0	－	－	2～	
151	ヤタイヤシ	1.0 1.5 2.0 2.5 3.0	－ － － － －	－ － － － －		Hは幹高とする。
152	ソテツ	0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 1.5 2.0 2.5 3.0	－ － － － － － － － －	－ － － － － － － － －	 2～ 3～ 3～ 4～	Hは幹高とする。 （株立ち物）
153	トウチク	2.0	－	－	2～	
154	フジ	－ － －	0.12 0.15 0.21	－ － －		接ぎ木物が多い。
155	モウソウチク	3.5	－	－		
156	ワシントンヤシ (ワシントンニア・ロブスター)	1.5 2.0 2.5 3.0 4.0	－ － － － －	－ － － － －		Hは幹高とする。

【解　説】

（樹種の名称）

樹種の名称については、植物学上の名称と流通上の名称があり、流通上の名称も統一されていないものが多いことから、本基準(案)においては植物学上の和名を用いることに統一し、必要なものについては流通上の名称あるいは別名等を（　）で附記することにした。

なお、類似した樹種でかつ同一の寸法規格で適用し得ると判断される樹種については、樹種の異なるものであっても(含○○○)として、その樹種の規格に含ませた表示とし同一にあつかうものとする。

（種・品種の取扱い）

種と品種で寸法規格に相違がない場合は区別せず、備考欄に必要事項(品種名、花色等)を表記した。ただし、すでに市場性を有し、固有のものとして取り扱われている品種は区別した。

（寸法の表示）

樹木の寸法を表す項目として、樹高(H)、幹周(C)、枝張［葉張］(W)、株立数(B.N)を用いることとした。

樹齢や樹種特性による枝葉(しよう)の形態より、幹周の寸法が確保できないものや下枝高がほとんどないもの(アカエゾマツ、カイズカイブキ、サザンカ、サンゴジュ、ムクゲ等)については、樹高(H)と枝張［葉張］(W)のみの表示とした。

特殊樹形のうち、枝垂形のシダレヤナギ、シダレザクラ、ファスティギアタ形のイタリアヤマナラシについては樹高(H)と幹周(C)を、平伏形のハイビャクシンについては長さのみを葉張(W)の欄に表示した。材料検査の時期(落葉期)に、樹高(H)、葉張(W)の不明確なヤマハギについては、幹周［芽立数］により表示した。

幹周を［根元周］であらわすべき必要性のある樹種(ウメ等)については、幹周(C)の特例として根元周で測る旨を備考欄に明記した。

特殊樹木(カナリーヤシ、ソテツ、ワシントンヤシ等)の樹高(H)については、幹の高さを示すことが適当であることから、これも樹高(H)の特例として備考欄に幹高であることを明記した。

（備考欄における特記事項）

特記事項として、樹種名や、品種、生産方法等に関して、特に限定する必要があるものについては、その旨を備考欄に注記した。