橋 梁 設 計

第1節 橋梁計画

1 共通編	
1-1 設計	- の基本理念
1-2 道路	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・
1-3 橋粱	計画について
1 - 3 - 1	橋梁計画の基本事項
1 - 3 - 2	橋の重要度
1-3-3	設計供用期間、設計耐久期間、作用の評価期間 ———————
1-4 架橋	新位置特有の条件
1 - 4 - 1	当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査
1 - 4 - 2	地震の影響に関する条件
1 - 4 - 3	維持管理に関する条件
1 - 4 - 4	施工に関する条件
1 - 4 - 5	景観に関する条件
1 - 4 - 6	示方書に規程がない材料等の適用基準の設定
1-5 橋梁	計画のリスク評価
1 - 5 - 1	リスク項目の抽出
1-6 橋粱	 投設計業務について
1 - 6 - 1	予備設計 ————————————————————————————————————
1 - 6 - 2	詳細設計 —————————————————————
1 - 6 - 3	施工計画 ————————————————————————————————————
1 - 6 - 4	予備設計・詳細設計報告書の留意事項
1 - 6 - 5	橋種選定における打合わせ事項
1 - 6 - 6	橋梁設計委託業務選定フロー ――――――
1-7 設計	- 照査
1 - 7 - 1	概 要
1 - 7 - 2	設計照査内容 ————————————————————————————————————
1 - 7 - 3	電子計算機利用上の注意 ————————————————————————————————————
2 調査編	
2-1 地形	・地質調査
2-1-1	
2-1-2	現地踏査 ————————————————————————————————————
2-1-3	地形調査 ————————————————————————————————————
2 - 1 - 4	地盤調査 ————————————————————————————————————

2-2 施工条件	牛調査
2-2-1 地	· 下埋設物調查 ————————————————————————————————————
2-2-2 河	川調査 ————————————————————————————————————
2-2-3 鉄	:道調査及び港湾調査
2-2-4 周	囲構造物の調査
2-2-5 仮	:設物を設計するための調査
2-2-6 周	辺状況により施工中に観測を必要とする項目
2-2-7 周	辺環境調査
3 協議編 -	
3-1 一般	
3-2 道 路	
3-3 鉄 道	
3-4 河 川	
4 設計編 -	
4-1 計画一角	уд.
4-1-1 架	橋位置 ————————————————————————————————————
4-1-2 橋	長の決定
4-1-3 連	続構造の採用
4-1-4 跨	道橋の桁下高さ
4-1-5 設	計荷重の設定
4-1-6 斜	面上の計画
4-1-7 斜	面上に直接基礎を設ける場合の留意事項
4-1-8 斜	面変状及び断層変位が橋に及ぼす影響を最小化するための留意点 ――――
4-1-9 橋	台位置の決定
4-2 基礎	Ľ. ————————————————————————————————————
4-2-1 基	- 礎構造形式の分類
4-2-2 直	接基礎 ————————————————————————————————————
	基礎 ————————————————————————————————————
4-2-4 ケ	ーソン基礎 ————————————————————————————————————
4-2-5 斜	面上の深礎基礎
4-2-6 鋼	管矢板基礎
4-2-7 地	中連続壁基礎 ————————————————————————————————————
4-2-8 基	- 礎構造形式の選定
4-2-9 基	- 礎構造の近接施工
4-3 下部	Ľ. ————————————————————————————————————
4-3-1 橋	台及び橋脚形式の分類
4-3-2 橋	台形式の選定
4-3-3 橋	脚形式の選定

4-4 上青	邻 工	
4-4-1	上部構造選定の基本方針	
4 - 4 - 2	鋼橋の選定	
4 - 4 - 3	コンクリート橋の選定	
設計参考資	5 料 ————————————————————————————————————	
2節 橋梁	設計	
1 鉄筋の重ね	ね継手長	
2 基礎工		
2-1 設計	-上の区分	
2-2 直接	基礎 ————————————————————————————————————	
2 - 2 - 1	安定計算 ————————————————————————————————————	
2-3 杭基		
2-3-1	水平変位の制限	
2-3-2	地盤から決まる杭の極限支持力	
2-3-3	杭の最小中心間隔	
2 - 3 - 4	深礎杭の設計手法(斜面上の深礎杭) —————	
2-3-5	斜杭の設計法	
2-3-6	回転杭 ————————————————————————————————————	
2 - 3 - 7	P C ウェル	
2-3-8	偏荷重を受ける基礎	
2-3-9	偏荷重を受ける基礎	
2-4 構造	[細目	
2 - 4 - 1	鋼管杭、鋼管ソイルセメント杭	
2 - 4 - 2	場所打ち杭	
2-4-3	深礎基礎 ———————————————————————————————————	
2-4-4	フーチング端部補強鉄筋	
2-4-5	杭頭結合部 —————————————————————	
2-4-6	橋脚と大口径深礎杭の接合部の配筋 ——————	
2-5 土留	7め構造の設計	
3 下部工		
3-1 設計	·方針 ————————————————————————————————————	
3-1-1	設計の基本方針	
3 - 1 - 2	設計一般 ————————————————————————————————————	
3-2 設計	-荷重	
3-2-1	活荷重の載荷方法	
3-2-2	橋台・橋脚に働く作用の組合せ及び荷重係数の組合せ	
3-2-3	橋台に働く荷重	

3 - 2 - 4	橋台背面の壁面摩擦角の特性値	 2
3 - 2 - 5	上部構造慣性力の作用位置	2
3-3 斜め	橋台 —————	2
3-4 耐久	性の検討	2
3 - 4 - 1	一 般 ————	2
3 - 4 - 2	塩害に対する検討	 2
3-5 構造	細目 ————————————————————————————————————	2
3 - 5 - 1	片持ちばりの設計断面	2
	均しコンクリート、基礎材	
3 - 5 - 3	下部構造物頂部縁端と支承縁端間の距離 ——————	2-
3 - 5 - 4	下部構造橋座面の排水勾配 ——————————	2-
3-5-5	端部および中間支点上のジャッキアップについて ―――――	2-
3 - 5 - 6	橋台の目地	2-
3 - 5 - 7	橋台胸壁の設計	
3-5-8	翼壁の設計	
3 - 5 - 9	橋台背面アプローチ部	2-
3 - 5 - 10	さや管構造の考え方と実施例	2-
3 - 5 - 11	さや管構造の考え方と実施例	2-
4 鋼 橋 -		2-
4-1 鋼橋	の設計	
4-1-1	適 用 ———————————————————————————————————	_
	鋼 材	
	板厚による鋼種選定標準	
	添接用鋼材及びずれ止め	
4-1-5	使用鋼材の選定にあたっての留意事項	2-
4-1-6	疲労設計 ————————————————————————————————————	2-
4-2 基本	構造 ————————————————————————————————————	2-
	桁配置 —————————————————————	
	主桁の設計	
	対傾溝・横桁の設計	
4-2-4	横溝の設計	2-
	ハンチ及び横断こう配 ――――――	
4-2-6	桁端部の張出し長さ	2-
	支承取付け部の補強	
4 - 2 - 8	部材の大きさ	2-
	端部及び中間支点上のジャッキアップについて ――――――	
4-2-10	鋼橋の桁端部構造 ———————————	2-
4-2-11	仮定剛度・仮定死荷重の照査	2-

4-3 床版	<u> </u>	
4 - 3 - 1	コンクリート系床版	
4 - 3 - 2	鋼床版 ————————————————————————————————————	
4-4 コン	クリート系床版を有する鋼桁 ―――――――	
4-5 鋼橋	塗装・防食	
4-5-1	防食 ————————————————————————————————————	
4-5-2	新設塗装仕様 —————————	
4 - 5 - 3	連結部の塗装仕様	
4 - 5 - 4	新設橋の塗装面積の算出における留意事項	
	塗替え塗装仕様	
4 - 5 - 6	耐候性鋼材 ——————————	
4-6 足場	用吊金物 —————————————————————	
4-6-1	足場用吊金物 ———————————	
4-7 架	設	
5 P C 橋		
	橋の設計	
5 - 1 - 1	適 用 ——————————	
5 - 1 - 2	コンクリート材料	
5 - 1 - 3	P C 鋼材・シース	
5 - 1 - 4	プレグラウトPC鋼材	
5 - 1 - 5	P C 定着工法	
5 - 1 - 6	ケーブルシステム	
5 - 1 - 7	P C 橋の横締めについて	
5 - 1 - 8	鉄筋の重ね継手長について ――――――	
5 - 1 - 9	鉄筋のかぶりについて	
5 - 1 - 10) PC工法の耐久性向上について	
5-1-11	端部および中間支点上のジャッキアップについて ―――――	
5-2 ポス	テン桁及びプレテン桁の標準構造	
5 - 2 - 1	ポステン桁及びプレテン桁の適用支間 ――――	
5 - 2 - 2	ポステン桁及びプレテン桁の標準桁高 ――――	
5 - 2 - 3	ポステン桁及びプレテン桁の標準桁配置	
5 - 2 - 4	縦断勾配の処理	
5 - 2 - 5	横断勾配の処理	
5 - 2 - 6	横桁配置 ————————————————————————————————————	
5 - 2 - 7	地 覆	
5-2-8	端部PC鋼材について	
5-2-9	横締めPC鋼材の定着部 ——————	
5 - 2 - 10) 横締めPC鋼材の定着部	

5-2-1	0 グラウトホースのあと処理	
	1 コンクリート橋の桁端部構造	
	喬及びばち橋の標準構造	
5-3-1	斜橋一般 ————————————————————————————————————	
5 - 3 - 2		
5-3-3		
5 - 3 - 4		
5-3-5	5 ばち橋の主桁配置	
5-3-6	。 ばち橋の横桁配置	
5-3-7	⁷ ばち橋の横桁及び横締め配置 ————————————————————————————————————	
5-4 直総	泉桁を用いた曲線橋の標準構造 —————————	
5-5 張と	出し工法による場所打連続桁橋(カンティレバー工法) ――――	
	柱頭部の形状について	
	P P C鋼材について	
	プレキャスト桁架設方式連続桁橋(連結桁) ―――――	
5-6-1	連結桁の形式	
5-6-2	2 適用の範囲	
5-6-3	3 荷 重	
5 - 6 - 4	. 設計	
5-6-5	。 連結部の構造 ————————————————————————————————————	
5-6-6	5 連結部横桁の配筋要領	
5 - 6 - 7	'連結桁の構造系 —————————	
5-6-8	3 排水ますの配置	
5-6-9) 防水処理 ————————————————————————————————————	
5-7 合理	里化桁橋 ————————————————————————————————————	
5 - 7 - 1	工法の概要	
5 - 7 - 2	2 参考図書	
5 - 7 - 3	3 適用範囲 ————————————————————————————————————	
5 - 7 - 4	- プレキャスト桁の橋種選定について(L≦45m)	
5 - 7 - 5	· プレキャストセグメント桁の省力化 ———————	
5 - 7 - 6	6 標準桁高の目安	
5-8 架	設	
5-8-1	架設工法について	
5-8-2	2 架設工法の適用に関する一般的な目安	
6 床版橋		
6-1 R (C ホロースラブ橋	
	主桁の構造解析	
6 - 1 - 2	2 張出しスラブの構造解析	

6-1-3 支点部の解析
6-1-4 主版の構造細目
6-1-5 斜橋の場合の配筋方向
6-1-6 ガス圧接
7 上部諸構造物 ————————————————————————————————————
7-1 地覆、橋梁用防護柵及び防音壁
7-1-1 地 覆
7-1-2 橋梁用防護柵 ————————————————————————————————————
7-1-3 防護柵と幅員構成(橋体幅)
7-1-4 落下物防止柵 ————————————————————————————————————
7-1-5 コンクリート剥落防止柵
7-1-6 防音壁 ———————————————————————————————————
7-2 親 柱
7-3 伸縮装置
7-4 排水設備 ————————————————————————————————————
7-4-1 排水装置
7-4-2 補強鉄筋
7-4-3 排水処理
7-4-4 排水性舗装(参考)
3 節 耐震設計 1 橋の耐震設計の基本
1-1 総 則
1-2 耐荷性能に関する基本事項
1-2-1 耐荷性能の照査において考慮する状況
1-2-2 耐荷性能の照査において考慮する状態
1-2-3 耐荷性能
1-3 耐荷性能の照査において地震の影響を考慮する状況
1-4 耐荷性能の照査において地震の影響を考慮する状況に対する限界状態
1-4-1 総 則
1-4-2 橋の限界状態 1 に対応する上部構造、下部構造及び上下部接続部の限界状態
1-4-3 橋の限界状態 2 に対応する上部構造、下部構造及び上下部接続部の限界状態
1-4-4 橋の限界状態 3 に対応する上部構造、下部構造及び上下部接続部の限界状態
1-4-5 上部構造、下部構造及び上下部接続部を構成する部材等の限界状態
1-4-6 部材等の限界状態
1-5 耐荷性能の照査
1-6 構造解析

1-7 その他の必要事項	
1-7-1 一 般	
1-7-2 構造設計上の配慮事項	
2 橋の作用する地震動の特性値	
2-1 地震動の特性値の設定	
2-2 レベル1地震動の特性値	
2-3 レベル2地震動の特性値	
2-4 地域別補正係数	
2-5 耐震設計上の地盤面	
2-6 耐震設計上の地盤種別	
2-6-1 一般 ———————————————————————————————————	
2-6-2 地盤の基本固有周期	
2-7 耐震設計上の基盤面	
3 地震の影響の特性値	
3-1 慣性力	
3-1-1 一般 ———————————————————————————————————	
3-1-2 動的解析を用いる場合の慣性力	
3-1-3 静的解析を用いる場合の慣性力	
3-1-4 設計震度単位	
3-1-5 設計震度単位の固有周期	:
3-2 地震時土圧	 :
3-3 地震時動水圧	
3-4 地盤の流動力	
4 構造解析手法	
4-1 一般	
4-2 動的解析	:
4-3 静的解析	:
5 地震に影響を考慮する状況における部材等の設計	
6 地震の液状化	
7 鉄筋コンクリート橋脚	
8 橋脚基礎	
9 橋台及び橋台基礎	
10 上部構造	
11 上下部接続部 ———————————————————————————————————	
11-1 支承部	
11-1-1 支承部に作用する力	
11-1-2 支承部の限界状態	
11-1-3 支承部の耐荷性能の照査	

11-1-4 上下部構造と取付部		2238
11-2 落橋防止システム ———		
11-2-1 一般 ———		
11-2-2 橋軸方向に対して上記	部構造が容易には落下しないための対策 ——	2-239
11-2-3 橋軸直角方向に対し	て上部構造が容易には落下しないための対策	 2-241
11-2-4 回転方向に対して上	部構造が容易には落下しないための対策 ——	
11-2-5 必要桁かかり長 -		
11-2-6 落橋防止構造 ——		
11-2-7 横変位拘束構造 -		
11-2-8 落橋防止構造及び横	変位制限構造の構造設計上の配慮	
11-2-9 落橋防止構造及び横刻	変位制限構造の設置の例外 ―――――	2-246

第2章 橋梁設計

橋梁の設計は本章によるものとするが、記述のないものについては下表の関係図書による ものとする。

関 係 図 書	発行年月	発 行 者
道路橋示方書·同解説 I 共通編	H29.11	日本道路協会
道路橋示方書・同解説 Ⅱ鋼橋・鋼部材編	H29.11	日本道路協会
道路橋示方書・同解説 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編	H29.11	日本道路協会
道路橋示方書·同解説 IV下部構造編	H29.11	日本道路協会
道路橋示方書・同解説 V耐震設計編	Н29. 11	日本道路協会

(注) 使用にあたっては最新版を使用するものとする。

第1節 橋梁計画

1 共通編

1-1 設計の基本理念

橋の設計にあたっては、「道路橋示方書」にあるように、<u>使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さ、環境との調和、経済性</u>を考慮しなければならない。

(解説)

橋梁の事業費は土工部に比べ割高である。そのため、経済性を考慮しコスト縮減を行う ことは重要であるが、施工品質の確保・維持管理の確実性及び容易さという概念を忘れて はならない。経済性とは、単に建設費を最小にするのではなく、点検管理や補修等の維持 管理を含めた費用のことである。

道路橋示方書に明確な記載がない新技術・新工法を採用する上で、初期建設コストの削減は当然ながら期待されるが、施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さが確保されているのか検討を行い採用にあたっては本局担当課に事前協議を行うこと。場合によっては国総研・土木研究所まで含めた取り組みも必要である。

また維持管理については、日常点検、定期的な点検はもちろん、将来の不足の事態を考えて、橋の中に点検を行えない部位を出来るだけ少なくするように配慮する必要がある。 たとえば、点検のための階段や、補修時の足場設置スペースの確保、点検時を配慮した検査孔の配置・構造なども考えられる。

1-2 道路橋示方書の適用範囲について

道路橋示方書は、支間 200m以下の橋の設計及び施工に適用する。ただし、支間長が 200 mを超える橋についても、橋種、構造形式、架橋地点の実状などに応じ必要かつ適正な補正を行って準用することができると「道路橋示方書・同解説 I (共通編)」に記載されているが、「適切な補正」の判断が難しいため、これらに関しては本局担当課と協議すること。

道示 I (H29.11) 1.1

1-3 橋梁計画について

1-3-1 橋梁計画の基本事項

橋梁計画にあたっては、以下に示す各要件を総合的に考慮のうえ決定しなければならない。

- (1) 橋梁建設上適正な位置および路線線形を考えること。
- (2) 橋梁計画の外部的要件を満たすこと。
- (3) 構造上安定であると同時に経済的なものであること。
- (4) 施工の確実さ、容易さ、また急速性も合わせて考慮すること。
- (5) 構造物の標準化を図ること。
- (6) 走行上の安全性、快適性を考慮すること。
- (7) 維持管理の確実性及び容易な形式を考慮すること。
- (8) 構造物自体および周囲の景観に対し、十分な審美的配慮をすること。
- (1) 橋梁構造物の特性は、土工と比較して工費が高いこと、損傷した場合の補修が 容易でないことであり、このために橋梁計画に際しては経済性と安全性が常に要求される。

道路建設費に占める橋梁高架費はその路線選定、線形設計の段階で概ね決まってしまうものである。路線選定は地形、用地、地上物件その他多い要素によって決定されるものであるが、橋梁が主体を占める路線にあっては、当然、橋梁建設上最適の路線および線形設計を考えるべきである。

一般的には路線計画の一環として計画される場合が多いので、橋費を少なくすることばかりに気を取られても、必ずしも路線全体として有利になるとは限らない。しかし、この場合でも、少なくとも橋費が工費に占める割合が大きいことを念頭において路線決定を行う必要がある。

また、大略の路線選定を経て、平面線形、縦断線形を最終的に決定する段階では、橋梁位置付近の線形を微調整することにより、設計施工上非常に有利になることが多いので、十分気をつけるべきである。

具体的には河川等交差物との交差角度をできるだけ大きくする。縦断線形上サ グの位置をできるだけ橋梁上から避ける。道路等の交差物に対して建築限界はあ る程度余裕をとるなど考えられる。

- (2) 橋梁の計画にあたってはまず問題となるのは、橋長、支間、橋台、橋脚の位置、 方向、けた下高、および基礎の根入れなどであるが、これらは、地形、基礎地質の 状態などによるほか、交差河川、道路の管理者の意向が重要な要素をなすので、事 前に十分な基礎地質調査を行い、また、交差物管理者とも十分に協議して、必要条 件を決めなくてはならない。
- (3) 構造上安定であること。また経済的であること自体は論をまたないところである。往々にして議論となるが、安定の評価であり、その兼ね合いでの経済性ということである。安定の尺度として示方書等諸基準を満足しているかどうかという事であるが、このことは、必要条件ではあっても十分条件とはなり得ないであろう。難しいことであるが、多くの経験知識のうえにたって総合的配慮のなされたものは、図面あるいは完成物を見る人をして安心感を抱かせるものである。

経済性については、公共構造物にあってはきわめて重要な要素であり、上・下部のバランスを考慮することはもちろん、建設から維持管理までを含めたトータルのライフコストを考慮する必要がある。経済比較において注意しなければならないことは、計画段階での精度の問題であり、既往資料を十分活用して行うことは言うまでも無いことであるが、あくまで推定されたものであるということである。今後の設計、施工で予想される工費の増加等についても可能な限り配慮すべきである。たとえば、比較上でほぼ同一の経済性である場合は、施工、維持管理の容易な形式を選定するなどである。

(4) 経済性で、かつ、上記の必要の要件を満たせば問題ないが、工費がほぼ等しい場合には、施工性を十分に考慮すべきである。 新工法の導入などの場合、施工の確実性に十分な資料を欠く場合もあるが、技術の進歩を考えるときには、種々の検討を行い、かつ、小規模な工事から試用するな

どの順序をふんで、よいと思われるものは、積極的に採用すべきである。

(5) 橋梁の計画では1橋ごとに最適の形式および橋長を検討してゆくのであるが、 計画の最後の段階で全部の橋梁を統括的に検討して統一のとれたものにしなけれ ばならない。たとえばオーバーブリッジなどでは外的条件から橋長がある程度異 なった橋を1橋ずつ架設するより、工費的に多少のロスはあっても橋長の大きい 全く同一寸法の橋梁を架設する方が、設計費+工費の全体額では経済的でもある し、施工面での能率もよい。

多数の橋を計画する場合は形式はもちろん、その構造寸法についてもなるべく 標準化を図って設計の画一化、設計照査の簡略化、工事施工能率の向上を図るこ とが大切である。

- (6) 橋梁上の走行の安全性、快適性を支配する要素としては、路線の線形の外、路面上に見える構造物の部材、伸縮装置などがある。設計に際しては、以下の原則に従うものとする。
 - 1) 構造は、一般に上路形式を原則とする。しかし、けた下高の条件や、縦断線 形計画において、軟弱地盤対策等、橋梁前後の土木費が経済性に大きく影響

する場合は、中路あるいは下路形式を採用してもよい。

- 2) 伸縮装置は、走行中のショック、破損による補修等問題を生ずるところなので、これの少ない連続橋が望ましい。
- (7) 橋梁における維持管理上の問題は伸縮装置、支承等の付属物に発生することが多い。したがって、維持管理上はこれらの少ない形式を考慮することが望ましい。
- (8) 一般に道路に要求される機能としては安全性、経済性、快適性および景観の4 つが考えられる。景観を除く3つの要素を狭義の機能とし、これに景観機能を合 わせたものを広義の意味での道路機能と考えることもできる。

最近景観的配慮ということは、もはや目新しいことではなくなったが、その理解のしかたにおいてはかなりバラツキがある。景観的配慮とは、構造物のおかれる周囲の自然環境、都市環境との調和あるいは対比(コントラスト)をいかにするかということであり、また道路を利用する人々に対しても好感を与えるべく配慮することである。

経済性と景観上の配慮とは、多くの場合、調和させることが、ときとして相反するために二者択一あるいは双方からの歩みよりが要求されることもあり、道路の建設の意義を認識するとともに、自然環境の重要度なども合わせて調和を見出す努力が必要である。

【道路予備設計】 ■橋梁概略計画 ■路線計画 • 道路規格 路線上の架橋位置 • 幅員構成(暫定、完成) · 橋梁延長 (概略:橋梁一般図) ・幅員構成(暫定、完成) • 計画交通量 ・道路幾何構造(平面・縦断線形など) • 幾何構造 その他 • その他 【橋梁計画の前提条件】 ■橋の重要度 ■設計供用期間 ■道路橋示方書で最低限定めている性能 【架橋位置特有の条件】 ■当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査 ■地震の影響に関する条件の設定 ■維持管理に関する条件の設定 ■施工に関する条件の設定 ■景観に関する条件の設定 ■示方書に規定がない材料等の適用条件の設定 (新技術・新工法等を採用する場合にはその内容や費用・期間を見込む) 【一次選定】 ・基本条件を満たし、架橋配置に適合する構造形式を選定する。 プレキャスト化の可能性検討 【橋梁計画にて行うリスク評価と対応方針の設定】 ・リスク対応方針によって対応する項目と水準をまとめた条件を 固有条件として、基本条件と併せて整理 案の追加なし 【二次選定】 ・基本条件を満たし、固有条件に適合する構造形式を選定する。

コンクリート橋の プレキャスト化ガ イドライン(H30.6)

道路橋の設計にお

ける諸課題に関わ

る調査(2018-2019)

3. 1

【選定資料の作成】

【比較条件の設定】

プレキャスト化の可能性検討

・基本条件、固有条件、構造特徴、比較の一連の情報を表としてまとめる。

・比較条件(構造上の配慮事項)を設定し、その優劣を評価する。

STEP1 : 概算単価による比較案抽出

案の追加

STEP2 : STEP1 で抽出した比較案に対して概略設計による形式比較

【最適形式の選定】

・形式選定資料をもとに、最適形式を選定する。

【段階的な更新】

・リスクの対応方針の引き継ぎ事項について、事業の各段階で更新する

図 1-1 橋の形式選定の流れ

1-3-2 橋の重要度

- (1) 橋の重要度に関連して、一般に明示しておくことが必要となる条件等については、以下のものがある。
 - 1) 物流等の社会・経済活動上の位置付け
 - 道路区分
 - ・物流ネットワーク上の位置付け
 - 2) 防災計画上の位置付け
 - ・緊急時の位置付け
 - 3) 路線の代替性
 - ・迂回路の有無(通常時・災害時) ※1)、2)で示す各位置付けと同等以上の 迂回路
 - ・周辺道路網に対して、本橋が迂回路となる可能性とそのときに求められる条 件など
- (2) 橋の重要度は、橋の性能や構造設計上の配慮事項、維持管理の条件など様々な 設計内容と密接に関わってくるため、設計にあたっては道路管理者の設定する 条件を確認するとともに、設計との関わりについて明確にする。なお、その結 果については、設計の前提となる条件として、設計計算書に記述する。
- (1) 橋の重要度については、物流等の社会・経済活動上の位置付けや防災計画上の位置付け等の道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性に応じて、一時的にでも供用性が失われることが特に許容され難いような条件に対しては、橋や構造の形式の選定段階から十分な配慮が必要である。(道示 I P.26) 一般に明示しておくことが必要となる条件等の詳細については、以下のものがある。
 - 1) 物流等の社会・経済活動上の位置付け
 - ①道路区分
 - ・道路の種級区分
 - ②物流ネットワーク上の位置付け
 - ・重要物流道路及び重要物流道路の代替・補完路
 - ・重さ指定道路
 - ・高さ指定道路
 - ・国際物流基幹ネットワークの整備計画
 - 2) 防災計画上の位置付け
 - ①緊急時の位置付け
 - ・緊急輸送路(第1次~3次)の指定の有無
 - ・緊急輸送道路の整備計画
 - ・ 津波警戒計画の指定の有無

道示 I (H29.11)

1.4

道路橋の設計における諸課題に関わる調査(2018-2019)3.2.2

- ・地域防災計画(地震、津波、水害、風害、雪害、高波、高潮災害、土砂災害など)
- 耐震設計上の橋の重要度
- 3) 路線の代替性
 - ①迂回路の有無 (通常時・災害時)
 - ・迂回路の制約条件(建築限界、重量規制など)
 - ②周辺道路網に対して、本橋が迂回路となる可能性とそのときに求められる条件など
 - ・本橋が迂回路となった場合の制約条件(建築限界、重量規制など)

1-3-3 設計供用期間、設計耐久期間、作用の評価期間

- (1) 橋の設計供用期間は100 年を標準とする。部材等の設計耐久期間によらず、橋 や部材等の耐荷性能の照査に用いる作用等の組み合わせは道示 I [3 章]による。
- (2) 部材等の設計耐久期間は100 年を標準とする。

橋の耐久性能は、作用効果の時間的な累積と関係付けて捉えられている。条件によっては部材等を積極的に交換することで確実な長寿命化を合理的に達成するような設計も期待できることから、道示 I [6 章] では、部材等の耐久性能を評価するにあたっては、作用の累積の影響を評価する期間として、橋における個別の部材等の設計耐久期間を橋の設計供用期間とは別に設定し、用いることも可能とされている。詳細は、道示 I [6 章] の解説を参照のこと。

耐久性について、部材等の設計耐久期間は、必ずしも100 年である必要は無い。しかし、道路橋示方書に具体的に照査方法が規定されている方法は、部材等の設計耐久期間に対して100 年を満足できるように規定されていると考えられることから、枠書きでは、部材等の設計耐久期間は、標準は100 年とした。

一方で、積極的に部材等の交換を行うことが維持管理を合理的にするような橋の開発も期待されること、また、新技術については実際の施工、使用環境下での耐久性能の検証は、実績を積みながら明らかになることも多いことを考えると、今後の技術開発等を考えたときに、部材によっては、設計耐久期間を100 年よりも短くする余地が残されている必要があると考えられる。たとえば、耐久性に関しては、実際の施工品質、曝露環境を再現した試験を事前に行うことも困難であることによる。道路橋示方書に具体の照査方法がない方法を用いる場合でも、道示 I [1.8.3(2)4)] の解説のとおり、設定した範囲での信頼性や再現性は求められるのでデータ等の裏付けが存在する必要があること、不具合等の確認や評価の方法、修繕、交換等の方法を予め検討し、成立性を確保できるような使い方であるなどの配慮が求められることに留意する必要がある。

なお、このような新技術についても、部材等の耐荷性能(破壊の過程が明らか であり限界状態で代表できること、並びに、その原理や再現性は信頼性に関わる 道示 I (H29.11)

1.5

道路橋の設計における諸課題に関わる調査(2018-2019) 3,2,3 ものであり、道示の既に規定がある耐荷力式や部分係数を適用するための条件が明らかであること)については、道示に記載の方法と同等以上の信頼性が確認されることは必須であり、維持管理の確実性や容易さでその信頼性を補えるものではない。

1-4 架橋位置特有の条件

架橋位置特有の条件を設定するにあたっては、路線の特有の事項もあらかじめ整理しておくこと。

構造上の配慮事項は、道示 I 等、道示の各編の構造設計上の配慮事項の条文及び解説から優劣を比較する項目を網羅的に抽出するのがよい。

以下に、構造設計上の配慮事項の項目を示す。

これらを参考に、橋梁計画の前提条件などをふまえて、当該橋の特徴を考慮して配慮 事項に対する対応を検討し、構造の詳細を設定する。

1) 施工の確実性および容易さ

1-4-4 施工に関する条件の設定より設定された条件のもとで、配慮事項を検討する。

施工品質確認に対する観点がある。

2) 維持管理の確実性および容易さ

1-4-1 当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査、1-4-3 維持管理に関する条件の設定により設定された条件のもとで、配慮事項を検討する。

点検・調査の方法、更新・修繕の実施方法、耐久性能の確保に対する観点がある。

- 3) 構造上の補完性・代替性 橋が致命的な状態となる可能性に対する観点とする。
- 4) 経済性

初期建設費、維持管理費、更新費、ライフサイクルコストなどの指標がある。

1-4-1 当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査

- (1) 当該橋梁の形式や構造の選定にあたって、「地震の影響に関する条件」「維持管理に関する条件」「施工に関する条件」「景観に関する条件」「示方書に規定がない材料等の適用条件」の条件を設定する。
- (2) (1)を設定するため架橋予定地点及びその周辺特有の状況に関する調査を行う。

1-4-2以下に従い、「地震の影響に関する条件」「維持管理に関する条件」「施工に関する条件」「景観に関する条件」「示方書に規定がない材料等の適用に関する条件」の条件について当該橋梁特有で、かつ、具体的な条件を設定するため、必要となる調査項目の例を以下に示す。

道示 I (H29.11) 1.8、7.1

道路橋の設計における諸課題に関わる調査(2018-2019) 3.3

道示 I (H29.11) 1.7

道路橋の設計にお ける諸課題に関わ る調査(2018-2019) 3.3.1

1) 路線条件

- ・交通状況 (将来交通量、大型車交通量など)
- ・将来計画(拡幅予定、付属施設の設置など)
- ・交差物件(道路、鉄道、河川など)
 - □道路と交差または並行する場合
 - ①道路現況(道路規格、道路平面・縦横断線形、道路幅員、建築限界など)
 - ②将来計画(改良計画の有無、都市計画決定の有無、計画断面など)
 - ③地下埋設物(既存占用物件の位置・形状、移設の可否、計画占用物件の位置・ 形状など)

など

- □鉄道と交差する場合
 - ①鉄道現況(線路種別、線路等級、軌道幅、軌道構造、建築限界、車両限界など)
 - ②改良または線増計画、電化計画の有無
 - ③近接施工上の制約条件(架設工法、防護方法、架設可能時間など) など
- □河川を横過する場合
 - ①河川現況 (横断面形状、縦断勾配、高水流量、高水位など)
 - ②河川改修計画の有無(計画断面形状、計画縦断勾配、計画高水流量、計画高水位、管理用道路など)
 - ③施工可能期間と施工条件

など

- ・制約条件(用地境界条件など)
- ・除雪及び滞留車両への対応計画
- 2) 自然環境条件
 - ・腐食環境(地理的条件、飛来塩分、有害物質など)
 - ・気象条件(温度、積雪、降雨量、風況など)
 - ・地形・地質条件(軟弱地盤、液状化が生じる地盤、斜面崩落などの発生、断層など)
 - 地盤変動
 - ・河相 (流況、過去の流心や河床の変動など)
 - ・地下水(水位、水質など)
 - ・気象などの過去の記録(過去の地震、津波遡上高さ、火山活動、火砕流の災害記録など)

など

なお、土砂災害、洪水、津波や火山のハザードマップなどの少なくとも行政が発表している災害情報に関しては条件として確認して反映させること。

3) 周辺環境

- ・既存物件(住宅、学校、病院、商工業地、墓地、神社仏閣、防雪林、水源地、温泉など)
- ・地下埋設物、占用物、ライフライン(ガス、上下水道、史跡、文化財など)
- ・架空条件(電線類など)
- ・利水状況他(舟運、漁業、利水(工業、農業など)など [現状、将来計画])
- ・動植物、生態系(自然林、湿原、国立公園、国定公園、鳥獣保護区など) など
- 4) 使用材料の条件特性及び製造に関する条件
 - ・コンクリートプラントの条件(立地条件、設備、品質管理体制など) コンクリートの調達環境(運搬時間など)によっては、現場でのコンクリート 打設に影響を与える可能性がある。
 - ・使用材料の条件(材料の採取地、量、質、コンクリートの配合など) など
- 5) 施工に関する条件
 - ・関連法規(騒音、振動、資材運搬、施工などに関わる法規についての制限など)
 - ・ 運搬路(道路条件、支障物件、迂回路、航路、水深など) 運搬路によっては、部材や資機材などの運搬に制約がかかる場合がある。
 - ・作業環境(作業空間、掘削土などの処理、電気・給排水など) 作業空間によって、架設工法の選定などに制約がかかる場合、また、工期設定 に制約がある場合がある。
 - ・自然環境、現場周辺環境(気象、水文、海象、歴史環境、生活環境など)
 - ・有害ガス、酸素欠乏空気など(有害ガスの種類と発生状況、酸素欠乏空気の状況)
 - ・仮設・架設環境(非出水期間の状況、ベント・支保工設置状況、架設・施工ヤードの状況)
 - ・廃棄物処理場(土捨て場等掘削土処理、産業廃棄物処理場の状況) など
- 6) 景観に関する条件
 - ・利水状況 (水源地、温泉など)
 - 史跡
 - ・国立公園、自然保護区など

1-4-2 地震の影響に関する条件

- (1) 橋の建設地点の地形・地質・地盤条件、立地条件、橋の構造条件、地域の防災計画等の各種条件を考慮して、地震の影響を考慮する事象や条件を設定する。
- (2) 塑性化する部材の配置は、地震後の調査及び損傷していた場合の応急復旧及び恒久復旧について考慮して決定する。
- 1-4-1 **当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査**などを考慮して地震の 影響に関する条件を設定する。
- (1) 地震の影響については、地震動で代表される。しかし、これだけでなく、架橋位置周辺の斜面等の安定、地盤の流動化の発生や基礎地盤の変状などによる地盤の永久変位、断層の変位や津波などがあり、懸念すべき事象とその発生の可能性の程度、また、それが発生したときに橋に与える影響を考慮する必要がある。少なくとも、以下の観点について検討を行い、設計するのがよい。
 - 1) 地盤調査結果等に基づき、地盤条件及び地盤の振動特性を十分に把握する。 特に軟弱地盤に架設される橋、液状化・流動化が生じる可能性のある箇所に架 設する橋、急傾斜地に架設する橋、地盤特性が著しく変化する箇所を横断する 橋では、入念な調査を行い、この結果を構造計画に反映させる必要がある。
 - 2) 地震時に不安定となることが予測される斜面等では、地盤調査結果に基づいて下部構造の設置位置を十分に検討するとともに、その影響ができるだけ小さくなるよう構造設計において考慮する。
 - 3) 津波の影響を受ける可能性がある地域においては、その地域の防災計画と一体となった道路計画とすることが重要であり、道路橋の設計においては当該路線に求められる性能に応じて、適切な構造計画を検討することが重要である。構造計画の考え方の例としては、津波に関する地域の防災計画等を参考にしながら津波の高さに対して橋下空間を確保すること、避難スペースとして利用可能なように昇降しやすい階段等を設けること、津波の影響を受けにくいような構造的工夫(フェアリングの設置、上部構造下面に空気が溜まりにくい構造等)を施すこと、仮に上部構造が流出しても下部構造への影響を軽減することで復旧しやすいように構造的配慮をすること等がある。さらに、橋台背面土の流出が生じにくいウィング形式を採用する他、河川護岸の整備など、面的な対策との整合を図る必要がある。
 - 4) 耐震設計においては、構造部材の塑性変形能及びエネルギー吸収能を高めて、 橋全体系としてエネルギー吸収能に優れた構造となるように配慮するのがよい。構造部材の地震時保有水平耐力、塑性変形能及びエネルギー吸収能を高め て地震に耐える構造とするか、免震橋等の採用により長周期化及び土工部接続 部でのエネルギー吸収により地震力を低減する構造とするかについて、地形・ 地質・地盤条件、立地条件等を考慮して適切に選定する必要がある。

道路橋の設計における諸課題に関わる調査(2018-2019)3.3.2

- 5) 支承部の破壊による上部構造の落下を防止する観点では、慣性力を複数の下部構造に分担させる構造やラーメン構造の採用も検討するのがよい。この際、下部構造に分担させる慣性力が少数の橋脚に過度に偏ることがないように配慮するのがよい。
- 6) 橋の耐震性能の確保のために特別な配慮が必要となる可能性がある構造形式 はできるだけ避けるように配慮する。たとえば次のような構造等が該当する。
 - ① 過度に斜角の小さい斜橋
 - ② 過度に曲率半径が小さい曲線橋
 - ③ 上部構造等の死荷重により大きな偏心モーメントを受ける橋脚構造
- 7) 軟弱粘性土層のすべりや砂質地盤の液状化、液状化に伴う流動化等、地盤の変 状が生じる可能性のある埋立地や沖積地盤上では、調査や構造計算で適切に考 慮するだけでなく、水平剛性の高い基礎を選定したり、地盤の変状を受けにく い構造形式の採用を検討するのがよい。
- 8) 多径間の橋において、連続桁と単純桁を比較すると連続桁のほうが相対的に 落橋しにくいことから、連続桁(連続構造)の検討をまず行う。ただし、下部 構造の設置位置等によってスパン割に制約が生じる場合には、連続桁が構造的 に不合理になる場合がある。また、連続桁の径間数が多くなりすぎると温度変 化やクリープ等の影響による伸縮量が大きくなり、施工品質の確保にあたって 留意する必要がある。
- (2) 塑性化する部材の配置においては、地震後の調査及び損傷していた場合の応急 復旧及び恒久復旧等について考慮しなければならない。地震後に求められる橋の 機能とは、道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性、架橋位置、周辺状 況に応じて異なるものである。たとえば、緊急輸送という使用目的を達成するため には、橋の状態を速やか、かつ確実に確認できることが必要であり、そのためには、 調査の実施や損傷していた場合には応急復旧及び恒久復旧の実施が適切にできる ようにしなければならない。また、ダム湖や水深の深い河川や海上に架かる橋等の 場合には、水中にある柱基部に塑性化が生じると、地震後の損傷の発見及び修復が 著しく困難になる。

このように、塑性化する位置、範囲及び塑性化の程度は、架橋地点の制約条件等 を踏まえた損傷の発見及び修復の方法についても事前に十分検討し、総合的に判 断する。

また、道示V [2.5(9)] に各構造物間の接合部において、設計の前提となる条件を明確化するように規定されているので、接合部の設計については、これも満足させる必要がある。

1-4-3 維持管理に関する条件

橋の形式選定において前提とする維持管理に関する条件を設定する。

経済性に関しては、構造物の連続性を考慮してある一定区間単位で最小となるように検討する。ライフサイクルコストを最小化する観点から、単に建設費を最小にするのではなく、点検管理や補修等の維持管理費を含めた費用がより小さくなるよう検討する。

1-3-2 橋の重要度、1-4-1 当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査などを考慮して維持管理に関する条件を設定する。

たとえば、近接困難な部位をできるだけ少なくするための対応の一つとして、支承 部に十分な空間を確保することが考えられるが、橋梁規模や路線の重要度等に応じて、 それらの必要性の有無を検討する。

- ・交差物件などから定まる維持管理上の制約条件
- · 点検 · 調査方法 (通常時、緊急時)
- ・被災時の修繕方法(作業空間、作業場の制約など)
- ・維持作業計画 (除雪、凍結防止など)
- ・維持管理計画(第三者被害の防止、部材更新の制約条件など)

なお、除雪については、除雪作業の方法に応じた計画が必要となる場合があるため、 条件を明確にしておく必要がある。

設計供用期間中の更新及び修繕の実施方法を検討しておく部材として、少なくとも、 床版、ケーブル部材が標準とされており検討する必要がある。

個々の橋のみに着目して経済性を考慮しても、橋を含む区間や路線全体としては経済性に優れたものとならないこともある。そのため、当該橋のみならず関連する道路区間などの全体として道路に求められる機能についてリスクなども考慮して総合的に経済的となるように配慮することが必要である。また、ライフサイクルコストを算出し、それを評価するにあたっては、算出結果の信頼性を考慮する観点から、たとえば、ライフサイクルコストの算出に関わる個々の要因が含むばらつきが算出結果に与える影響や感度なども把握すること。

1-4-4 施工に関する条件

橋の形式選定において前提とする施工の工期などの条件を設定する。

施工に関する条件として、1-4-1 当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査のほか、養生などを勘案した品質確保のために必要な期間を十分に設定する。たとえば、コンクリート工を含むとき、工期の設定は工期内における現場作業日数や人員それらの必要余裕、資材料の調達コストや交通誘導等が場所打ち部材とプレキャスト部材の選定に影響を与えるため、施工の条件としての扱いを検討しておく必要がある。

道示 I (H29.11)

1.8

道路橋の設計における諸課題に関わる調査(2018-2019)3.3.3

道路橋の設計にお ける諸課題に関わ る調査 (2018-2019) 3.3.4

1-4-5 景観に関する条件

橋の形式選定において前提とする景観の条件を設定する。

景観は、1-4-1 当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査などを考慮し、橋の 形式選定の時点で考慮すべき事項を条件として設定する。なお、必ず設定する条件で はなく、架橋条件によって景観性が求められる場合に設定するものである。

1-4-6 示方書に規定がない材料等の適用に関する条件の設定

橋の形式選定において、一般的でない形式や構造・材料などを用いる場合などには、単純に実績などによることがないようにし、以下について検討したうえで、検討に要する内容とか期間等の見直しを評価する。

- ・形式選定を行う時点で道路橋示方書に具体的な定めのない事項についてなど、道 路橋示方書への適合性について検討が必要になる事項について検討に要する内容 とか期間等の見通しを評価する。
- ・図書、論文などを参考にする場合には、道路橋示方書との適合性について把握したうえで参考にできる範囲で参考にするとともに、詳細設計を行うにあたって道路橋示方書への適合性について検討が必要になる事項について検討に要する内容とか期間等の見通しを評価する。

新しい材料や技術と道路橋示方書との適合性は、道路橋示方書における設計の基本理念を満足することを確認する。具体的な検討内容を見積もるにあたっては、新技術評価のガイドライン(案)[5.3]を参考にするのがよい。この場合、道路橋示方書では、達成すべき要求性能の規定は、様々の異なるレベルや性質の性能が重層的に規定されているため、新たな材料や構造によって達成されると考えられる性能と、示方書の種々の規定や、それが意図する要求性能との相互の関係を、もれなく確認する必要がある。

道路橋の設計における諸課題に関わる調査(2018-2019) 3.3.5

道路橋の設計における諸課題に関わる調査(2018-2019) 3.3.6

1-5 橋梁計画にて行うリスク評価

- 1-5-1 リスク項目の抽出
 - (1) 架橋位置や形式の選定にあたって仮定、設定した条件について、情報の不確実性が懸念され、かつ、後から変更になった場合に構造形式や構造諸元が大きく影響を受ける項目(以下、リスク項目という)を網羅的に抽出する。
 - (2) 一般論としては少なくとも以下の項目を含めておくとよい。
 - ① 現時点での調査内容に起因するもの
 - ・示方書に記載のない事項を採択にするにあたって、橋の耐荷性能の観点からの 検証
 - ・標準的な地盤調査に対する質・量の不足に起因する下部構造の位置や寸法の評価違い
 - ・支持層の設定
 - ・軟弱地盤や転石や被圧水などの存在
 - ・斜面対策の必要性の有無
 - ・ 軟弱地盤対策の必要性の有無
 - ・軟弱地盤の程度や範囲の見立ての不足による軟弱地盤対策の方法や範囲の評価 違い
 - ・ 構造物やその施工に与える影響
 - ・周辺構造物や家屋等に与える影響
 - ・交差物件や周辺の土地利用等に係わる継続的な協議等、何らかの理由による線 形や下部構造位置の変更
 - ・遺跡・史跡の存在
 - ② 周辺条件に係わる情報の不足
 - ・下部構造位置や不安定になったときに橋に影響を与える位置にある斜面の不安 定化
 - ・豪雨、土砂災害により橋が受ける影響
 - ・工事中に周辺環境に与える影響
 - ・地下水の枯渇、汚濁
 - ・水源の枯渇、汚濁
 - 天然記念物や遺跡
 - ・振動
 - 騒音
 - ・供用中に周辺環境に与える影響
 - ・同上

道路橋の設計にお ける諸課題に関わ る調査(2018-2019) 3.4

3. 4. 1

- ③ 地域の防災計画やハザードマップ
- ・設計状況として考慮しない状況のうち、津波、断層変位、地盤土砂災害、水 害、噴火等について、地域の防災計画や内閣府のハザードマップマニュアル などに従って地方公共団体等が作成したハザードマップ等が提示されている 事項。
- ④ 過去に他の道路構造物等で起きた事故や災害等の事例
- ・コンクリート片の落下
- ・地震による道路の被災
- ・雪崩による橋梁流出
- ・波浪による橋梁流出
- ・台風および越波による道路の被災
- ・火災による上部構造の被災
- ・吊り下げ物の落下
- ・津波や漂流物
- ・周辺領域・周辺地盤や基礎地盤で生じ得る地盤災害(落石・崩壊、岩盤崩壊、 地すべり、土石流等)
- 水害
- ・ 車両や船舶の衝突
- ・落雷による上部構造の被災
- ⑤ 材料、構造の不適合による早期劣化等の可能性
- 骨材のポップアウト
- 耐候性鋼材
- ・支間と脚高等のバランスから考えられるコンクリート部材に残る残留応力の制 御、長期荷重と温度と地震の組み合わせの厳しさ
- ・飛来塩分や凍結融解剤などの腐食、塩害環境

など

標準的な内容を調査設計施工で考慮したとしても払拭できない不確実性には、災害や事故等がある。また、地盤調査は段階的に行われることも多く、質や量などに応じて、判断が変わることもある。そのため、下部構造位置や支持層の深さが変更になったり、地滑り等の対策が必要になったりすると、費用や工期などにも大きく影響を与える。そこで、不確実性の要因とそれが事業や維持管理に与える影響の度合いについて、網羅的に把握し、形式選定等の時点で対応方針を決定しておくことが重要となる。橋梁計画の前提条件は、架橋位置や形式選定に与える影響が大きいため、計画時点での限定された情報量等による不確実性を考慮する。なお、計画時点での、限定された情報量による不確実性には、以下のものがある。

・調査の質、量に基づく条件等の設定

道路橋示方書では、架橋環境条件の調査、使用材料の特性および製造に関する 調査、施工条件の調査、維持管理条件の調査が規定されている。橋梁計画では、 これらの調査結果に基づいて、橋梁計画の前提条件を設定するが、橋梁計画時点 で調査が不十分な前提条件は不確実性があるため、その不確実性が架橋位置や形 式選定に与える影響をリスク項目とする。

特に地形・地質条件の設定のために実施する地盤調査は、下部構造位置や形式など架橋位置や形式選定に大きく影響を与えるので、計画時点での調査の質と量によって、不確実性が大きくなることに留意し、検討時点での調査結果から想定される不確実性を考慮して事象を想定するのがよい。

また、軟弱地盤や海岸沿いの侵食、河川による侵食についても同様に、想定される不確実性を考慮して事象を想定するのがよい。文献等により調査した条件は、その調査の範囲等を明確にする。

・協議等に基づく条件の設定

交差物件を管理する機関との協議が不足している場合は、道路線形、下部構造 の位置や形状、上部構造形式および施工法など架橋位置や形式選定が変更となる 可能性があるため、リスク項目とする。

- ・防災、減災に係わる条件
- ・地方公共団体等が作成したハザードマップなどを参考に、地域において懸念される事象の種類、頻度、橋に与える影響を検討し、リスク項目として取り上げる必要性を検討するとよい。このとき、地域の防災計画との整合性についても確認しておくのがよい。
- ・災害については、様々な予測式などが提案されていたり、様々な調査研究が進行中である場合も多い。いずれも、科学的・統計的にも確定的に予測結果を扱えるものではないので、様々な情報を扱う方針も適切に検討しておく必要がある。たとえば、地域の防災計画等で考慮されている情報の範囲なども参考にして検討するとよい。
- ・過去に他の道路構造物等で起きた事故や災害に係わる項目・供用中に様々な事故が生じており、再発防止を図れるように、道路構造物はもちろんのこと、架橋位置や構造の特徴に応じて他分野の参考にすべき事例もないかなど、幅広く項目を考えるのがよい。
- ・耐久性の信頼性に係わる項目
- ・これまでには、構造物の安全性に直接は関係しない可能性があっても、供用後の 比較的早い時期に劣化や損傷が顕著に表れた事例がある。たとえば、国総研資料 第1121号「道路橋の耐久性の信頼性向上に関する研究」では、様々な事例が 紹介されているため、参考にするとよい。

1-6 橋梁設計業務について

委託設計については、「設計業務等共通仕様書」に基づいて行うものとし、橋梁設計 業務は次の区分により行うものとする。

1 - 6 - 1 予備設計

1 予備設計は地形図及び別途検討資料等(道路概略設計及び予備設計検討資料等)をもとに、橋梁の架設地点の地形、地質、河川等の状況及び前後の路線計画等について詳細に現地調査を行い、施工性、経済性、維持管理、走行性、美観及び環境面及びリスク項目(不確実な要素を含む項目)等の観点から、橋種、支間割、構造等について十分検討を行い、数種の一次比較案を提示し、担当職員・本局担当課と協議のうえ適当と思われる橋種(道路橋示方書等に記載している橋種)から順に橋梁形式3種類程度を選定し一般図を作成するものである。(一次比較案の段階で本局担当課(道路工事課 構造係)と協議してもよい。)

なお、橋梁計画における暫定系、完成系を配慮した計画を行うものとする。工事 用道路が必要な場合は担当職員に協議の上、調査、計画を行うものとする。また、 地形調査においては橋梁全体を把握するための平面測量(S=1/200程度)を行う ものとする。地質調査については、斜面部の橋台位置の決定における地盤評価に必 要な調査と橋梁全体を把握するための調査を行うものとする。

- 2 上部工については支間割、主桁配置等を想定し主要点(主桁上最大曲げモーメント又は軸力の生ずる箇所)の概略応力及び概略断面検討を行い、支間割、主桁配置、 桁高、主構を決定するほか、構造決定に必要な予備計算を行うものとする。
- 3 下部工については上部工の概算重量により躯体及び基礎工の型式規模を想定し、 概略応力計算及び安定計算を行うものとする。

下部工計算については、必要に応じて適宜、地震時保有水平耐力法の計算を行うものとする。

- 4 設計図は一般図(平面図、側面図、上下部主要断面図等)とし、鉄道、道路、河川等との関連、建築限界及び河川改修計画断面等を記入するほか、担当職員より貸与された資料により土質柱状図を記入するものとする。寸法の表示は橋長、支間、桁高、桁間隔、下部工の主要寸法等構造物の基本的もののみとする。尚縮尺は1/50~1/500を標準とする。
- 5 数量計算は一般図に基づいて概略数量を算出するものとする。
- 6 概算工事費は担当職員と協議した単価に基づいて算出するものとする。
- 7 報告書には橋長、スパン割、橋台、橋脚の位置等の決定根拠(コントロールポイント)を明記する。各型式毎に経済性、施工性、走行性、将来の維持管理の難易、 美観及び環境等について、得失点及び問題点を列記し各々の評価を行い、詳細設計の段階でさらに検討を必要とする事項等を含めて記載するものとする。なお、評価項目の配点については担当職員と協議し、その妥当性について検討すること。また、 予備設計前において用地幅が確定している場合は橋梁予備設計で行った掘削等の

影響を考慮すること。(追加用地については、追加面積及び幅杭面積等を明確にしておくこと。)

- 8 予備設計にあたり他関係機関との協議を行うことがあるが、その記録を残し詳細設計に反映させるものとする。
- 9 選定された上下部工型式および基礎工型式のコスト縮減について検討し、コスト 縮減効果及び事例、問題点を整理すること。また、基礎工については、杭基礎(場 所打ち杭)の場合、杭の支持力を推定するにあたり、一軸圧縮試験および載荷試験 によりコスト縮減が図れると判断される場合は、本局担当課(道路工事課構造係) との協議を行うこと。
- 10 予備設計時に検討できなかった調査項目(測量・地質調査・地質試験)、対外協議等の懸案事項については、担当職員と協議のうえ、詳細設計へ引き継ぐこと。
- 11 予備設計時の橋種選定を行う上で重要な要素となるが、見落としがちになっている検討項目を下記に示すので、十分留意し検討を行うこと。
 - 1) 架設工法の検討

架設工法の選定については、橋種選定に関わる重要な要素であるため、予備設計時において、関係機関と調整を行い検討を進めること。

架設工法が変更になる事例

- ・ 跨道橋の場合、通行規制(通行止め)を前提としていたが、道路管理者と協議を行った結果、通行規制ができなかった。
- ・ベントを河川内に設置する予定であったが、河川管理者と協議の結果、設置で きなかった。
- 2) コントロールポイントの設定

交通量の少ない道路や水路については、コントロールポイントにならない場合があるので、事前に関係機関や地元水利員等と協議を行い確認した方がよい。

1 - 6 - 2 詳細設計

- 1 予備設計完了後に経年を経ているものは、橋梁型式の妥当性を整理すること。 なお、橋種が変更になる場合は本局担当課(道路工事課構造係)に報告すること。
- 2 詳細設計は予備設計で検討された方針又は特記仕様書等で示された設計条件を もとに現地調査を行い、土地の立地条件等を十分考慮して橋梁の上部工、下部工及 び付属構造物等、橋梁工事に必要な設計を行うものである。
- 3 設計は上部工(橋体、床版、支承、高欄、伸縮断手等)下部工(躯体基礎等)袖 擁壁等について必要な設計計算を行い、型式及び寸法を決定するものとする。
- 4 鋼橋、P C橋等における主桁等主要部材の設計に当たっては、現地への搬入条件 及び仮設条件等を考慮して行うものとする。
- 5 担当職員より与えられた道路の平面及び縦断線形図等に基づいて、当該構造物の 必要箇所(橋面、橋座、支承面等)について詳細に線形計算を行い、平面及び縦断面 座標を求めるものとする。

- 6 上部工の架設については、担当職員と協議のうえ設計内容、現地の立地条件及び 部材の輸送条件等をもとに仮設段階における安全性を含めて詳細に検討するもの とする。尚下部及び基礎工についても施工方法を検討するとともに、土留・締切・ 仮橋等の間接工事が必要な場合は、その設計も合せて行うものとする。
- 7 数量設計は上部工、下部及び基礎工(袖擁壁及び土工を含む)、間接工事等、工 事毎に行うものとし、必要に応じて材料表を作成するものとする。
- 8 地質調査については、橋脚位置が確定した位置においてジャストボーリングを行 うのを原則とする。地形の急峻な場所および段差構造が計画される所の場合は、追 加ボーリングを行うものとする。また、予備設計時と地質調査結果が異なる場合は、 基礎工型式については、再度検討を行うものとする。

1-6-3 施工計画

施工計画書には上部工、下部及び基礎工の規模、型式決定の経緯、道路・鉄道等の交差及び河川等の横過条件、構造各部の検討内容及び問題点、概略の施工順序及び施工方法、施工機械、仮設備計画、その他設計及び施工上の問題点等について、検討結果を記載するものとする。尚施工上特に留意すべき点を特記事項としてまとめて記載するものとする。

1-6-4 予備設計・詳細設計報告書の留意事項

- 1 設計に用いる記号は道路橋示方書にもとづくものとする。
- 2 設計条件は応力計算の前に整理し明記しなければならない。
- 3 計算に用いる公式、図表などは、その出典を加えるものとする。
- 4 曲げモーメント図、せん断力図、たわみ図は原則として添付すること。
- 5 設計断面と作用荷重、応力度、制限値の対照一覧表を作成すること。
- 6 電子計算機を利用した場合、設計条件を示し、入力条件、出力データを見易く明 記すること、又、出力データを他の計算に用いる場合はその数値の出典を明示する こと。

1-6-5 橋種選定における打合せ事項

- a 橋梁の設計をいかにうまく高度に行っても型式の選定をあやまっていると非常に不経済になることが多い。型式の選定にあたっては、工費の他に架設条件、運搬条件、現場の気象条件、交通条件、施工管理の難易、工期、美観、維持費等も勘案して選定するものとする。但し橋梁の規模により予備設計及び型式の決定を次の如く行うものとする。
 - (1) 橋長 20m以下の橋梁で平易な構造のものは、予備設計の必要はなく、上記各 種条件を勘案して事務所で決定してよい。

- (2) 橋長 20m以上 50m未満の橋梁で平易な構造のものは、特に予備設計の必要はないが前記の各種条件を勘案して型式を比較選定するものとする。
- (3) 原則として50m以上の橋梁及び特殊な構造の橋梁(斜張橋、吊橋、アーチ橋等)は予備設計を行うものとし、「橋梁比較設計検討会」に諮るものとする。(別紙様式参照)
- (4) 鋼橋の場合は、塗装費用等の維持管理費用を考慮すること。 C-5系の塗装の耐久年数は、一般環境部(山間部)では60年、やや厳し い環境(市街地部)では45年、厳しい環境(海岸部)では30年を標準とす る。

'21 Design Data Book 7-1

(5) PC橋についても必要維持管理費用を考慮すること。

1-6-6 橋梁設計委託業務選定フロー

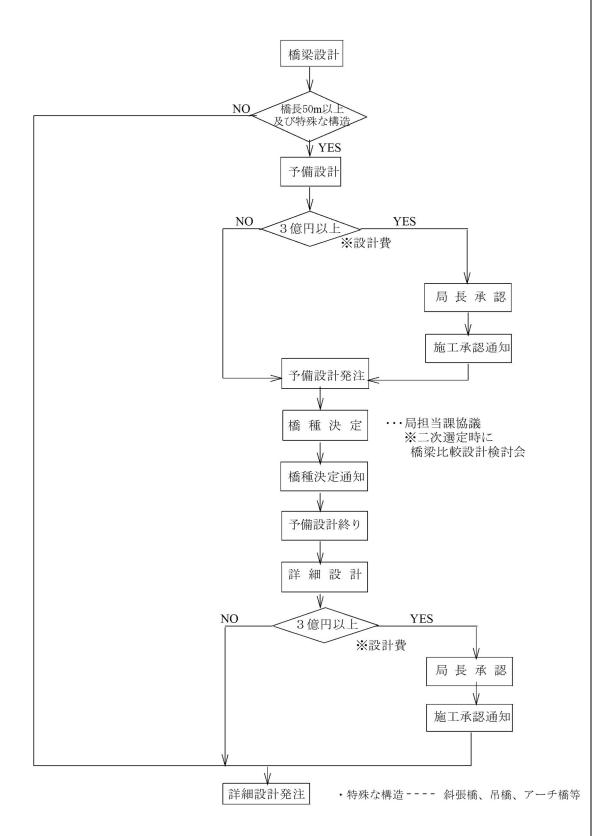


図1-1 橋梁設計委託業務選定フロー

1-7 設計照査

1-7-1 概 要

設計の照査の重要性については、いまさら論をもたないが、照査にはまた多くの難しい問題が含まれ、その方法を簡明に整理することは容易ではないので、ここでは、照査の考え方の概略を簡単な例によって示すことにする。

設計上の誤りの種類には、

- ① 計画に関しては他機関あるいは地元との協議不足
- ② 設計条件の打合せの不備及びとり違い
- ③ 設計計算の誤り
- ④ 計算理論の誤りあるいはその適用上の誤り
- ⑤ 座標関係の誤り
- ⑥ 技術的検討不足
- ⑦ 示方書、各種基準等の規定に合格しないもの、あるいは、その適用の誤り
- ⑧ 図面の書き違い
- ⑨ 材料計算の誤り
- ⑩ 製作・架設上難点のあるもの

等のさまざまなものが挙げられる。

1-7-2 設計照査内容

1 適用範囲

直接基礎形式の逆T式、重力式橋台および橋脚、橋梁下部工の杭基礎に適用する。なお、これ以上の橋台、橋脚、杭基礎(擁壁・ボックス等)についても、基本的には準用することができる。

2 設計照査の構成

1)調查

詳細設計を開始するにあたって必要な事項に関するもので、照査項目を道路規格、地質調査、測量、関連機関との協議等に分け、それぞれについて留意事項を示している。

2) 設計条件

詳細設計を実施するにあたって必要と思われる基本設計条件に関する設計照査で、照査項目を地質条件、耐震条件、交差条件、水位、使用材料、許容応力度、上部工の諸条件等に分け、それぞれについて条件決定上の留意事項を示している。

なお、入力条件(インプットデータ)については、その根拠を明確にしておく こと。

3) 基本寸法

諸条件に基づいて決定された構造物の基本寸法に関する設計照査で、照査項目 を基本形状、パラペット、梁、壁、柱、フーチング、杭寸法等に分け、それ ぞれについて寸法決定上の留意事項を示している。

4) 安定計算、断面計算

寸法決定された構造物の安定計算、断面計算に関する設計照査で、照査項目を安定計算、部材断面の計算、付属物の設計に分け、それぞれについて計算上の留意事項を示している。計算結果については、その決定根拠を明確にしておくこと。

5) 図面、数量、施工計画

図面、数量、施工計画に関する設計照査で照査項目を構造図面、配筋図面、材料計算、施工計画に分け、それぞれについて留意事項を示している。

3 照査は、設計各段階毎にこまめに行うことが肝要である。図1-2に設計フローを示す。又、基本事項の統一による照査の効率化を図るため、詳細設計照査要領(国土交通省大臣官房技術調査課監修 平成29年3月)を活用すること。

この時の橋梁詳細設計照査フローチャートを図1-3に示す。

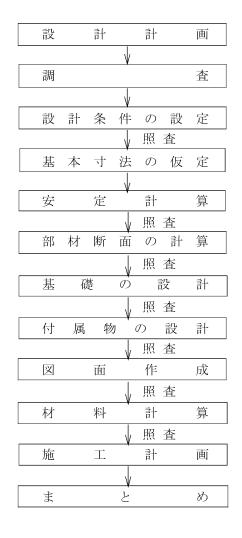
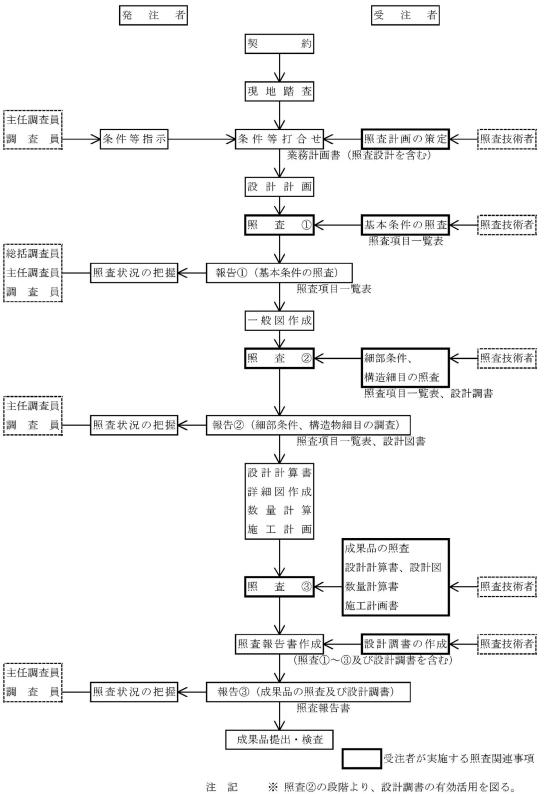


図1-2 設計フロー

詳細設計照査要領 H29.3



注 記 ※ 照査②の段階より、設計調書の有効活用を図る。 ※※ 行程に関わる照査・報告①②③の時期は、業務計 画書提出時に打ち合わせにより設定する。

図1-3 橋梁詳細設計照査フローチャート

1-7-3 電子計算機利用上の注意

構造計算に電子計算機を用いることが多くなったが、設計技術者は途中の計算過程を十分理解しないまま結果を利用していることが多い。したがって、その照査も丹念に行われることも少なく、高次の不静定構造物ともなると、さらに調査も行われにくくなっている。電子計算機の結果の誤りは構造モデルの不適合、適用プログラムのとり違い、プログラム自体の間違い等重要なものも多いが、通常の橋梁に対するプログラムもかなり整備されているため、最近では入力データの間違いが大半を占めているようである。しかし、これらが計算続行を不可能にするか、計算結果が全く非常識な値となる場合以外は、計算結果を見ただけでその誤りを発見することは困難である。電子計算機を使用する場合の照査の基礎的な点について以下に記してみる。

- ① 使用するプログラムの背景となっている理論とか解析方法の確認を行い、計算の 対象とする構造系に対して、あるいは、計算目的に対して適当かどうかを検討する。
- ② 構造物モデルが実際の構造系を正しくあらわしているかどうかを確認する。
- ③ 入力データに対してプログラムのもつ制約条件(特に境界条件について)を確認する。
- ① 入力データを十分に照査し、数値が正しく入力されているかどうかを確認する。
- ⑤ 出力された計算結果は、簡単な構造の場合には主要箇所を電卓などで検算し、また、複雑な構造の場合には、電卓で計算できるような簡単な構造モデルに置き換えてみて検算する。

2 調査編

調査は、経済的かつ安全な橋梁全体を設計及び施工するために必要な資料を得ることを目的として実施するものである。設計段階においては、主に、支持層の選定、地盤条件を考慮した基礎型式の選定、設計のために必要な地盤定数の設定等に必要な資料を得ることを目的とする。

2-1 地形・地質調査

この段階の調査は、主として既存資料の収集整理、空中写真の判読、現地踏査によって土質、地質、地下水等についての情報のとりまとめを行う。

ただし、概略設計、予備設計において、路線計画、道路の構造、工費などに著しい 影響を与える可能性のある地域、たとえば、崩壊多発地域、地すべりのおそれのある 地域、軟弱地盤、大規模な切土の予想される箇所、橋梁予定地点、トンネル、切土な どによる著しい地下水の涸渇のおそれなどのある箇所などについては物理探査、サウ ンディング、ボーリングなどをできる限り実施するのが望ましい。

2-1-1 資料調査

予備調査では、現地での作業ができないことが多いので、既存の関連資料、たとえば地形図、空中写真、地質図、周辺の他工事の土質・地質調査報告書及び工事記録、災害記録などを収集する。収集した資料は1/5000程度の大縮尺の図面等に整理し、道路建設上重大な障害となる地域の存在とその規模、大規模な切土・盛土、橋梁、トンネル予定地域の概要、路線に沿う概略の土性、地表水、地下水の状況等がわかるようにする。

特に空中写真は、実態視判読を行うことによって詳細な地形情報、特に道路土工 上問題となるような地形、および断層等の地質情報をある程度判読することができ るので、有用である。

2-1-2 現地踏査

現地踏査は、収集した資料の整理の結果を確認するとともに、道路建設上問題となる箇所の発見およびその問題の大きさを把握し、次段階の調査を立案するために行う。この調査は極めて重要な意味をもつ調査で、かつ資料や観察事項の解釈及び判断に高度の技術的知識を要するので、十分な経験を有する技術者が担当するようにし、繰り返し行う必要がある。また現地踏査は地形・地質の観察と同時に地元の古老、あるいは地元公共機関の意見を聴取することも重要である。

崖、土取場跡地、既設のり面等は十分観察し、必要に応じ試料を採取し、土質試験を行う。

2-1-3 地形調査

実施平面図 $(S = 1/200 \sim 1/500)$ 、縦断面図。横断面図

2-1-4 地盤調査

地盤調査にあたっては、既存資料の収集を踏まえ、その目的と試験項目を整理すること。 (例:ボーリング調査、既存資料の収集)

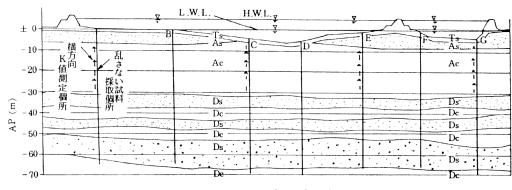


図2-1 地盤調査の例

表2-1 地盤調査項目と設計する工法との関係

地層	地盤調査項目	関連する設計施工の項目
	N値、粘着力、内部摩擦 角、土の単位重量	掘削作業、杭およびケーソンの周辺摩擦力、ケーソンの水平支持力、築島、仮締切り工、山留め工の安定、ケーソンの沈下荷重、杭の打込み抵抗、場所打ち杭の施工法
中間層	砂の粒度分布、れきの大 きさ、含水量、液性限界、 塑性限界	掘削作業、杭の打込み抵抗、場所打ち杭の施工法、 ケーソンの沈下荷重
	横方向K値	ケーソンおよび杭の水平抵抗
	N値、支持層の深度	基礎工の鉛直支持力、基礎工の深さ、基礎工の施工
支持層	れきの大きさ、岩盤の一軸 圧縮強度	場所打ち杭の施工法、ケーソンの沈下
地下水	水圧 地下水の移動	掘削作業、場所打ち杭の施工法、ケーソンの施工、 基礎工の支持力

調査の主要目的、調査内容については、道示IV (P13~P30) および土質調査法 (土質工学会編 P1~P5) を参照のこと。

なお、本調査については、それぞれの橋脚及び橋台の位置において行うことを原則とする。従来、高架橋等の場合に全下部構造にて調査を実施されていない例もあるが、 地盤条件は必ずしも同一とは限らず、設計で想定した施工ができない場合も考えられる。また、供用中に設計で想定しない挙動や不具合が生じることがあるためである。

2-2 施工条件調査

2-2-1 地下埋設物調査

地下埋設物の性質によっては、橋梁の設計に大幅な制約を受けるので、埋設物の概況を事前調査し移設・取壊し可能なものと、そうでないものを区別しておく。又、将来計画についても十分調査の必要がある。

2-2-2 河川調査

河川管理者との協議と平行して必要な調査を進める場合が一般的である。橋台の位置、スパン割フーチングの天端高、けた下高、施工可能時期等を決定するための調査が主で、次の段階の調査としては特殊なケースではあるが、舟航調査(仮締切り計画及び架設計画に必要な調査)旧護岸等の障害物調査、水流調査等がある。

2-2-3 鉄道調査及び港湾調査

この調査も河川調査と同様に鉄道管理者及び港湾管理者とスパン割、基礎の構造 及び位置、けた下高、施工可能時期等について協議および必要な調査を行う。

2-2-4 周囲構造物の調査

この調査は、工事によって周囲構築物に損傷を与えないような工事方法を選定するうえで重要である。また、不幸にして工事による損傷が生じた場合に補償を含めた事後処理の方針を決定するうえからも重要な調査である。なお調査項目としては次のようなものがある。

- (1) 周囲構築物への破損の有無、写真を写すだけでなく、基礎の構造などの調査を行う。
- (2) 周囲構築物の基礎状況と橋梁の基礎工事との対比を行う。

2-2-5 仮設物を設計するための調査

工事に必要な直接仮設工事は、本体工事の施工の適否に密接な関連があるので、 これらを含めて調査する。

仮設物のうち山留め工及び仮締切り工の調査として重要な項目は次のとおり。

- (1) 地形、地盤性状および地下水
- (2) 既往の工事例、工事記録(事故例等)
- (3) 地下埋設物の現況、周囲構築物の状況
- (4) 舟航、水流
- (5) 工事による騒音および公害
- (6) 使用可能の材料および建設機械
- (7) 道路(又は鉄道)交通の現況ならびに工事幅の交通切替等の交通処理

- 2-2-6 周辺状況により施工中に観測を必要とする項目
 - (1) 土圧および水圧測定(異常の発見)
 - (2) 応力測定(切りばり、腹起こし等の破壊防止)
 - (3) 変形測定(異常の発見)
 - (4) 地表面沈下測定 (建物、ガス管等の破壊防止)
 - (5) 地下水位変動調査(地盤沈下、井戸枯れの予測)
 - (6) 地下埋設物変位調査(地下埋設物の破壊防止)
 - (7) ガスもれ、漏水調査(")
 - (8) 酸欠調査(人身事故の防止)

2-2-7 周辺環境調査

橋梁の工事においては、周辺環境に支障のない調査を行う。 主な調査項目は以下のとおり。

- (1) 騒音・振動に関する調査
- (2) 水質汚染に関する調査
- (3) 土壌汚染に関する調査
- (4) 地盤沈下に関する調査
- (5) 電波障害に関する調査
- (6) 日照妨害に関する調査

3 協議編

3-1 一般

- (1) 道路、鉄道、河川等の交差を橋梁で計画する場合、協議に必要な調査を十分行い、管理者と協議しなければならない。
- (2) 国立公園、文化財埋蔵地区内を通過する橋梁等では、法律により管理者の許可が必要な場合があり、協議を十分行うものとする。
- (1) 調査する項目は各々の対象施設によって異なるが、必要な基本的項目を以下に列記する。
 - (a) 対象施設名、(b) 所在位置、(c) 管理者、(d) 施設現況、(e) 同将来計画、(f) 適用法、規制基準等である。

まずこの中で(c)管理者が誰であるか明確にしておくことが重要である。手戻り等が生じやすい例として、用水、溜池等の農業施設が挙げられる。

又、河川では、水利権、漁業権が設定されていることが多いので、必要に応じて権 利者との協議も行う。

(2) 法律によって決められている地域を通過する橋は、工事等で制限を設けるので、 路線全体としての協議が必要である。それらの関連公共地域として、以下の例が挙げられる。

主な関連公共施設 適用法(主な条項)

河川保全地域、河川予定地 「河川法」(第18、24、26、55条)

 砂防指定地
 「砂防法」(第4条)

 海岸保全地域
 「海岸法」(第7、8条)

自然環境保全地域 「自然環境保全法」(第 14、17、22 条)

国立公園、国定公園 「自然公園法」 (第17、18、20条)

埋蔵文化財を抱蔵する地域「文化財保護法」

地すべり防止地域 「地すべり等防止法」 (第3、18条)

「急傾斜地崩壊による災害の防止に関する法律」

(第3、7条)

なお、その他の関連施設として、空港、漁港、送電線、電波施設および都市計画があり、各々の対象法律によって規制条件が定められているので、路線全体としての協議をすることが多いが、橋梁計画の際にも十分調査する。

3-2 道 路

- (1) 道路と交差する場合に、道路管理者との協議において、事前に確認すべき主な事項は次のとおりである。
 - 1) 道路現況(道路規格、道路巾員、建築限界、縦横断等)
 - 2) 道路将来計画(都市計画決定の有無、歩道の有無等)
 - 3) 埋設物件
- (2) 主な協議事項は次のとおりである。
 - 1) 橋長、支間長 2) 橋台、橋脚位置 3) 基礎根入れ深さ
 - 4) けた下高 5) 付替道路(迂回路含む)
 - 6) 施工方法(防護方法含む) 7) 交差部と相手方との将来の管理区分
- (1) 道路法にいう道路相互間の交差については、すべて道路構造令に基づく技術的基準に従う必要がある。
- (2) 道路には埋設物(水道管、ガス管、電話、電力ケーブル等)が設置されているのが通常なのでフーチングの根入れ、オーバーブリッジの添架物件等も設計条件の一つとして加えるものとする。又、施工に当たっても付替、仮段階等があり、合わせて管理者と協議を重ねることが必要である。

3-3 鉄道

- (1) 鉄道と交差する場合、鉄道管理者との協議において、事前に確認すべき事項は 次のとおりである。
 - 1) 鉄道現況(線路種別、線路等級、軌道巾、建築限界、車両限界、電化の有無等)
 - 2) 改良又は線増計画
- (2) 協議事項は次のとおりである。
 - 1) 橋梁型式 2) 橋長、支間長 3) 橋台、橋脚位置 4) 根入れ深さ
 - 5) けた下高 6) 施工計画(鉄道施設移設、鉄道防護工等)
 - 7) 工事委託の有無 8) 監督員派遣等 9) 防護柵
- (1) 鉄道は法規によって、次のとおり分類される。

(a) 普通鉄道 鉄道事業法 (昭和 61 年 12 月 4 日法律第 92 号)

(b) 懸垂式鉄道

(c) 跨座式鉄道 "

(d) 案内軌条式鉄道 "

(e) 無軌条電車

(f) 鋼索鉄道 ,

(g) 浮上式鉄道 "

(h) 専用鉄道 鉄道事業法 (昭和 61 年 12 月 4 日法律第 92 号)

(i) 軌道 軌道法 (大正 10 年 4 月 14 日法律第 76 号)

(j) 新幹線鉄道 全国新幹線鉄道整備法(昭和45年5月18日 法律第71号) なお、従来の日本国有鉄道の事業は旅客鉄道株式会社及び日本貨物鉄道株式会社 に継承されているが、その関連規定は普通鉄道の分類に位置付けされる。(以下両会社の鉄道を旅客鉄道等の鉄道と略す)

各々によって基準等が異なるので、調査を十分行うものとする。

(2) 旅客鉄道等の鉄道における関連項目を以下に示す。

鉄道に関する技術上の基準を定める省令(平成13年12月25日 国土交通省令第151号)

3-4 河 川

主な協議事項を以下に示すが、河川との交差にあたっては河川整備計画に従って橋 梁を計画しなければならない。

- (1) 河川と交差する場合、河川管理者との協議において事前に確認すべき事項は次のとおりである。
 - 1)河川現況(縦横断形状寸法、河床高さ、高水流量、高水位等)
 - 2) 河川改修計画の有無
 - 3)流下方向、計画断面寸法、河床高さ、計画高水流量、計画高水位、河床勾配、 管理用道路等
 - 4) 施工可能期間等の施工条件
- (2) 主な協議事項は次のとおりである。
 - 1) 径間長 2) 橋台の位置及び底面高 3) 河積阻害率 4) 橋脚形状及びフーチング根入れ
- (1) 河川管理者に対し、河川管理施設等構造令及び同施行規則(以下構造令、規則と略す)等に基づき、協議を行うのであるが、この構造令及び規則に定めのない条件の場合は、文書確認毎慎重に協議する必要がある。

また、河川管理者から示された径間長は必要条件であり、長大な基礎を必要とする 地盤では経済性施工性より、より大きな径間長の方が適切な場合もありうるので注意 を要する。改修計画には概略のものから施行直前のものまで各種段階があるので、各 項目を十分幹線管理者に確認する必要がある。流下の方向や計画高は当該地点の詳細 地形図を河川管理者が保有せず、地形に適合していない場合もあるので実測地形図に 記入し確認することが必要である。

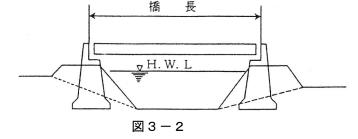
(2) 河川管理施設構造令及び同施行規則の要旨を以下に抜粋するが、協議にあたっては河川管理施設等構造令および同施行規則を十分理解する必要がある。

なお、護岸構造については、画一的にコンクリートブロック張りとすることなく、 周囲の状況を十分勘案の上、緑化等環境保全や景観的配慮を加える必要がある。

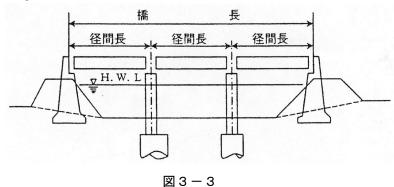
1) 橋台(構造令第61条)

橋長とは一般に橋の両端の橋台の前面(胸壁前面)間の長さをいい、橋台前面の位置は図3-2、図3-3に示すように川幅によって異なる。なお、橋長を短くするために、鞘管構造を計画し提体内に橋台を設けることを検討することが望ましい。

・川幅が 50m未満



・川幅が50m以上



2) 径間長 (構造令第63条)

径間長とは洪水が流下する方向と直角の方向に河川を横断する垂直な平面に投影 した場合における隣り合う可道内の橋脚の中心線間の距離をいう。

径間長の決定は概略、図3-4のフローチャートによる。

3) けた下高 (構造令第64条)

橋のけた下高は計画高水流量に応じ、計画高水位に次の表に掲げる値を加えた値 以上とするものとする。

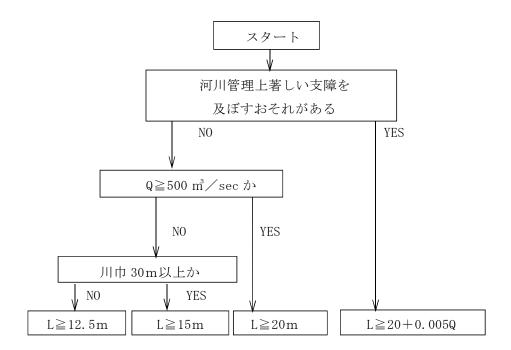
項	計画高水流量 (単位:1秒間につき立方メートル)	計画水位に加える値 (単位:メートル)
1	200未満	0.6
2	200以上 500未満	0.8
3	500 " 2,000 "	1.0
4	2,000 " 5,000 "	1.2
5	5,000 " 10,000 "	1.5
6	10,000以上	2. 0

表 3 - 1

4) 橋脚 (構造令第62条)

(1) 断面形状

河道内に設ける橋脚(基礎部(底版を含む。次頁において同じ。)その他流水が作用するおそれがない部分を除く。以下この項において同じ。)の水平断面は、できるだけ細長い楕円形その他これに類する形状のものとし、かつ、その長径(これに相当するものを含む。)の方向は、洪水が流下する方向と同一とするものとする。ただし、橋脚の水平断面が極めて小さいとき橋脚に作用する洪水が流下する方向と直角の方向の荷重が極めて大きい場合であって、橋脚の構造上やむを得ないと認められるとき、又は洪水が流下する方向が一定でない箇所に設けるときには、橋脚の水平断面を円形その他これに類する形状のものとすることができる。



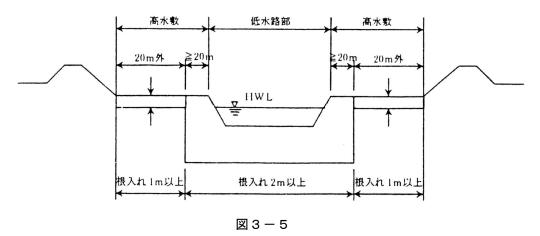
L:径間長

Q:流量 (m³/sec)

図3-4 径間長の決定

(2) 基礎根入れ深さ

根入れ深さは図3-5に示すとおりである。



河川中に建てられる橋脚は、流水障害が最小になるように、形状・方向等を決めなければならない。

橋脚の厚さをbとすれば

河積阻害率=
$$\frac{\sum b}{2$$
川幅 $\times 100$ (%)

で表される。

なお、柱形状が円形または小判形の場合で仮積阻害率に関する橋脚については、土木構造物設計マニュアル(案)(平成11年11月)に示す50cm単位の寸法は適用しなくてよい。ただし、10cm単位とする。

4 設計編

4-1 計画一般

橋梁の橋長・桁下高等の諸元は河川管理者及びJR等の関係管理者と協議して決定し、これらの諸元等にもとづいて比較設計を行い、経済性、施工性、工期、維持管理等、総合的判断によって橋梁形式を決定する。

4-1-1 架橋位置

橋梁の単位面積当りの工事費は、盛土又は切土箇所の単位面積当たりの工事費と比較すると著しく高い場合が多いので、道路の線形選定に際しては、架橋位置を充分考慮しなければならない。

なお、架橋位置としては、できるだけ下記事項を満足するようにつとめなければな らない。

- 1 鉄道、河川等には、できるだけ直交するようにする。
- 2 ダム、堰、大規模な建築物等の構造物にはできるだけ近接しないようにする。
- 3 架橋地点では道路の縦断勾配をできるだけゆるやかにし、曲線部はできるだけ避 けるようにする。
- 4 渡川橋の場合には、河川を横過する橋梁の架設位置は、支派川の分合流点附近、 河川勾配の変化点附近、水衝部、彎曲部等治水上の障害となる場所はできるだけ 避けるようにする。

4-1-2 橋長の決定

橋長の決定は事前に河川、軌道、道路等跨えんとする物件の管理者と充分に協議の うえ行わねばならない。

これらの協議は必ず文書で明らかにしておく。

橋長は、建築限界を満足する範囲で、できるだけ短くすると経済的な場合が多いので、これを原則とするが、下記のような例外もあるので、検討する。

1 橋長に対して巾員が広い斜橋の場合には、斜角を小さくすると橋台巾が広くなり下部工事費が高くなる。また、斜角が75°より小さくなると土圧合力の偏心により回転のおそれが生じ、上部工に複雑な力が生ずるので橋長が長くなっても、斜角を大きくした方が剛性が大きく施工が容易であり、かつ経済的な場合がある。

なお、渡川橋については、斜角は 45° を限度とされており、河川管理者と斜角について設計協議を必ず行うこと。

- 2 隣接構築物への影響及び橋台位置の支持地盤により工法及び経済性、施工性等から橋長を長くすることがある。
- 3 跨えんとする道路、鉄道の管理者と協議の上、その建築限界や施工時の足場、仮 設物等を十分考慮に入れて橋長を決定する。特にカーブしている場合は見通し距離 確保のため余裕巾を忘れないようにする。

- 4 架橋地点前後が軟弱地盤のため、地盤処理をして盛土する場合、又は架橋地点前後が補給土の高盛土の場合等は、橋長を長くした方が経済的な場合がある。
- 5 山地等で深い谷や河川などに架橋する場合、橋台位置によっては壁が高くなり、 施工が困難であり不安定、また工事費も高くなる場合もあるので、橋長を長くした 場合と比較すること。
- 6 河川改修済あるいは河川改修計画のある箇所においては、河川改修済、或いは河 川改修計画の法線に基づいて橋長を定める。(但し、費用の負担は別途協議)

河川改修区域外、又は区域内でも河川改修計画のないケ所等で計画高水流量のある区域に橋梁を架設する場合には、上下流の河川改修計画を考慮して、計画高水量の疎通に支障のない河積をとるよう橋長を定めること。

橋脚位置、支間割り、阻害率等については、河川管理者との協議を行うこと。

7 河川改修計画のない河川では雨量、水位こん跡より算定して必要な高水流量及び 高水位を定めて、少なくともこれに対処できる河積をとるよう橋長を定めること。 特に小河川を高盛土のバイパスがよぎる場合には注意し、避溢橋の様な場合も有 りうる。

4-1-3 連続構造の採用

耐震性能の向上と伸縮装置の維持管理等を考慮して、できるだけ多径間連続構造と することが望ましい。

4-1-4 跨道橋の桁下高さ

- ・道路の建築限界から決定する。
- ・下の道路の補修(オーバーレイ)等を考慮し 20cm 程度余裕を確保するのが望ましい。(国道が下になる場合はオーバーレイを考慮して 4.7m以上、重要物流道路の場合は 5.0m以上確保すること。)
- ・下の道路が縦断曲線上にある場合には、所定の見通し距離が確保出来る余裕をとっておくこと。

4-1-5 設計荷重の設定

A活荷重 : B活荷重適用道路以外の市町村道に適用

B活荷重 : 高速自動車国道、一般国道、都道府県道及びこれらの道路と基幹的

な道路網を形成する市町村道に適用

林道活荷重:橋梁の設計荷重に関連する橋格は、林道規定程第 28 条に規定する

「橋、高架の自動車道等」の設計車両の荷重区分に従い、次表のと

おり区分する。

なお、水路橋等の場合は、実態荷重に応じて別に決定する。

設計車両の荷重	25tf (A 荷重)	14tf	9tf				
橋 格	1 等林道橋	2等林道橋	3等林道橋				

※荷重の採用にあたっては、道路の種類・目的を整理すること。

林道必携 (H23) 第7章 1.2.4

4-1-6 斜面上の計画

- (1) 斜面上に基礎を設ける場合は、地山や永久のり面をいたずらに乱さないように、 施工上十分留意する。
 - 掘削量が多くなる場合は段切り基礎を設けてもよい。
- (2) 段切り基礎の場合は、原則として段差フーチング形式とする。
- (3) 斜面上の基礎については、支持力を満足するとともに、斜面全体の安定について満足するものとする。
- (4) 置き換え基礎は(置き換え面積/基礎面積)が一方向の場合には1/3以下、二方向の場合は1/4以下を上限とし、高さ方向については3m以下、1段とする。
- (5) 段差フーチングは一方向のみとし、1段につき3m以下とし、段数は2段まで (6m以下)とする。
- (6) 斜面上に直接基礎を設ける場合、フーチング前面と斜面の離れは、支持層が堅固な岩盤の場合はフーチング幅(B)/2以上、支持層が良好な場合はフーチング幅(B)以上を目安とする。

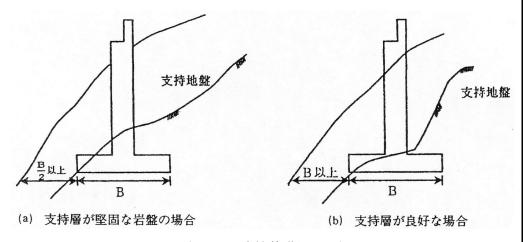


図4-1 斜面上の直接基礎位置の例

- (7) 斜面上に杭基礎を設ける場合のフーチング位置は、上記(6)にはよらないが、杭の施工性を考慮し決定すること。
- (8) 深礎杭の施工は、機械掘削の場合は掘削機械の設置面積と鉄筋加工場があれば施工可能である。簡易やぐらを用いて人力掘削を行う場合は、一般に杭径の2倍以上の面積があれば施工可能である。ただし、鉄筋加工場は別途必要である。しかし、杭前面に施工ヤードを必ず設ける必要はないため、深礎杭の前面余裕幅は、フーチング前面から足場設置余裕幅を確保すればよい。(斜面上の深礎基礎設計施工便覧 H24.4)
- (9) 橋台背面アプローチ部は、道路橋示方書の規定を考慮すること。

斜面上の深礎基礎 設計施工便覧を 準用 (H24.4) 4-1-7 斜面上に直接基礎を設ける場合の留意事項

斜面上の直接基礎の位置については、支持地盤の状況や地表面の長期の変位安定性、地山の掘削土量等を考慮して適切に設定する必要がある。ただし、その評価は難しく、長期的な移動、沈下、傾斜への対応の観点からは深礎基礎を選択することも視野に入れ、さらに地震や豪雨による斜面変状に対しては、より影響を受けにくくするには、直接基礎ではなく、単列でない組杭の深礎基礎を選定することが有利となる。

道路橋の設計における諸課題に関わる調査(2018-2019) 3.4.2

4-1-8 斜面変状及び断層変位が橋に及ぼす影響を最小化するための留意点 斜面変状及び断層変位が生じると考えられる場合の橋の構造計画及び橋の耐震設 計に関して、特に留意すべき点は以下のとおりである。なお、ここでいう斜面変状及 び断層変位とは、それぞれ以下を指す。

道路橋の設計における諸課題に関わる調査(2018-2019)3.4.2

- ・斜面変状: 地震などによって斜面の崩壊やゆるみに伴う地盤の変位が生じている 状態
- ・断層変位:地震の震源断層における相対変位が地表近くに到達して生じる地盤の 相対変位
- (1) 斜面変状が生じると考えられる場合の橋の構造計画及び橋の耐震設計に関する 留意点
 - ① 斜面変状の発生の有無・規模・範囲を推定するための山地部における地形・地質・地盤調査
 - ・架橋位置及び周辺斜面の災害履歴や地すべり土塊の分布、地層構成・地質構造 などを調査する。
 - ・平地部に比べて地盤構成が複雑である場合が多いため、調査位置や数量を増や すとともに、十分な調査深度を確保する。
 - ・上記調査を踏まえ、支持層の長期的な安定性を適切に評価する。
 - ② 斜面変状の種類・範囲とそれに応じた下部構造の設置位置、形式・形状の選定等(i、iiの順に検討し、i又はii(a、bとも)を満たす)
 - i) 斜面変状が生じると考えられる箇所への下部構造の設置を避ける。(基礎の 直下の強度だけでなく、広い範囲の地層や亀裂等を調査して設置位置を選定)
 - ii) やむを得ず斜面変状が生じると考えられる箇所に下部構造を設置せざるを得ない場合には、それを選択することとなるが、1-5 橋梁計画にて行うリスク評価においてそのリスクが受け入れ可能かどうか適切に評価する必要がある。
 - a) 通常橋を支持するには十分な強度を有していても、地震時に斜面変状が生じると考えられる層に基礎を支持させない。(基礎の直下の強度だけでなく、広い範囲の地層や亀裂等を調査して設置位置を選定)

- b) 斜面変状に伴う作用に対して変形が生じにくいなど抵抗特性の優れた基礎 形式・形状を選定する。(なお、斜面変状が生じると考えられる箇所に下部 構造を設置する場合、斜面安定施設による斜面安定対策は、道路土工構造物 技術基準等に基づき別途実施する必要があるが、地盤の変状が無いものとし て基礎を設計するためには、基礎本体と比べて十分な信頼性が得られるよう に設計・施工できるように、適切に検討を行う必要がある。)
- (2) 断層変位が生じると考えられる場合の橋の構造計画及び橋の耐震設計に関する 留意点
 - ① 活断層の位置等の調査
 - ・文献等に基づき、活断層の位置等を調査する。
 - ② 橋の位置、橋梁形式・構造の検討(i、iの順に検討し、i又はiiを満たす)
 - i)活断層を避ける橋の位置となるよう計画する。
 - ii)やむを得ず i)によれない場合には、これを受け入れることも選択肢となるが、1-5 橋梁計画にて行うリスク評価において、そのリスクが受け入れ可能かどうか適切に評価する必要がある。断層変位の影響を受けにくくするとともに、仮に断層変位の影響によって橋に機能的な損傷が生じても、できる限り早期に復旧することが可能な橋梁形式・構造の選定、下部構造の設置位置等に配慮する。

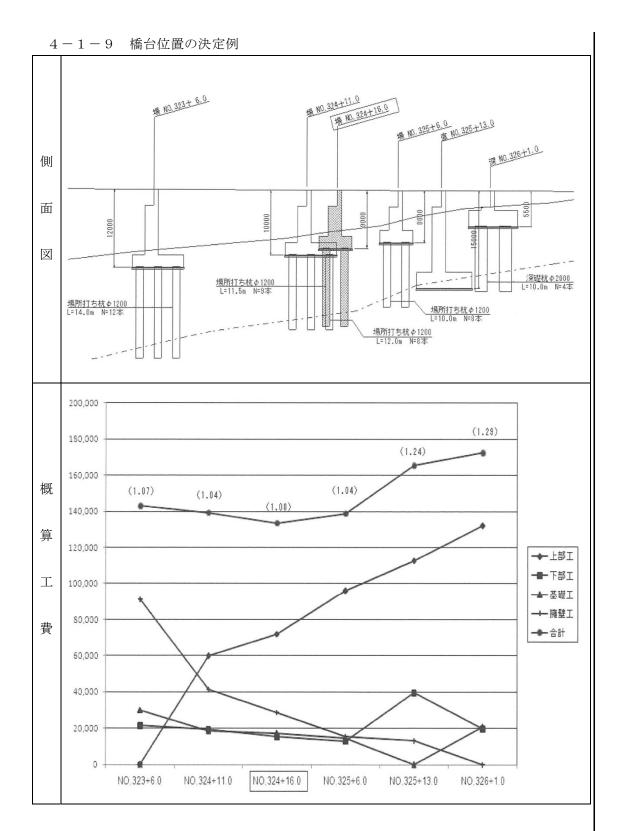


図4-2 橋台位置の決定例

※経済性以外にも斜面の安定性、橋台背面アプローチ部、維持管理性を考慮して決定すること。

4-2 基礎工

4-2-1 基礎構造形式の分類

- (1) 基礎は、その形式に応じ次のとおり区分して設計する。
 - ①直接基礎
- ②杭基礎
- ③ケーソン基礎
- ④鋼管矢板基礎

- ⑤地中連続壁基礎
- ⑥深礎基礎

一般的な工法上の分類は図4-3のとおりとする。

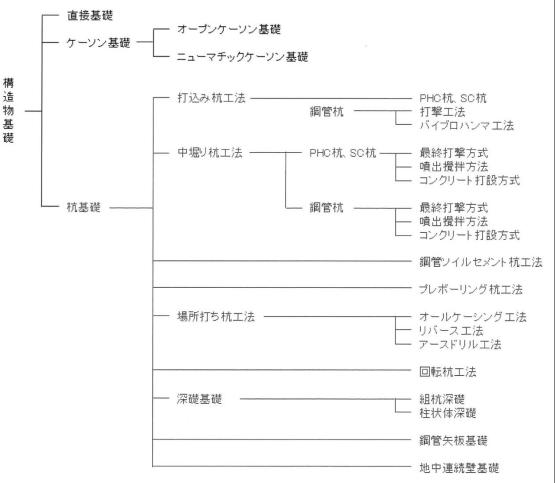


図4-3 基礎工法の分類

8. 2

道示IV (H29.11)

杭基礎設計便覧 (H27.3) 参考資料 3.工法の適用性 表-参 3.1 各基礎 形式の適用性の目 安を準用 杭の材質と形状による分類は図4-4のとおりとする。

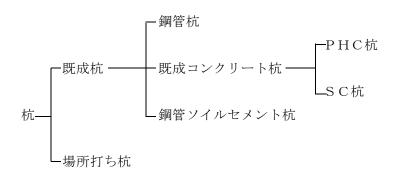


図4-4 杭の材質と形状による分類

工法の特徴

杭基礎を工法別に分類すると図4-3に示したようになるが、このうち道示IVで規定されている打撃工法、バイブロハンマ工法、中掘り杭工法、プレボーリング杭工法、鋼管ソイルセメント杭工法、場所打ち杭工法の長所、短所を挙げると表4-1のようである。

表 4-1 は工法別の特徴であるが、同一工法でも杭体の材質別の特徴等により、各工 法の特徴が大きく異なることもある。

表 4-1 各工法の特徴

	長 所	短所
‡T	i)既製杭のため抗体の品質はよい。 ii)施工速度が速く、施工管理が比較的容	i)他工法に比べて、騒音、振動が大きい。
撃	易である。 iii)小規模工事でも割高にならない。	ii)コンクリート杭の場合、径が大き くなると重量が大きくなるため、
ı	iv)水位に左右されず施工が可能(船打ち も可能)である。	運搬、取扱いには注意が必要であ る。
	v)打止め管理式等により、簡易に支持力 の確認が可能である。	iii)所定の高さで打止りにならない場合、長さの調整が必要となる。
法	vi)残土が発生しない。	

杭基礎設計便覧 (R2. 9) 参考資料 3-1

杭基礎設計便覧 (H19.1)

		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
バ	i) 既製杭のため抗体の品質はよい。	i)他工法に比べて、騒音、振動が大
1	ii)施工速度が速く、施工管理が比較的容	きい。
ブ	易である。	ii)現場条件によりヤットコ施工に制
	iii)小規模工事でも割高にならない。	約があるため、ヤットコを用いる
/\	iv)水位に左右されず施工が可能(船打ち	場合は事前の検討・確認が必要で
ン	も可能)である。	ある。
マ	v)打止め管理式等により、簡易に支持力	iii)所定の高さで打止りにならない場
エ	の確認が可能である。	合、長さの調整が必要となる。
法	vi)残土が発生しない。	
中	i)振動、騒音が小さい。	i)施工管理が打込み杭工法に比較し
掘	ii) 既製杭のため杭体の品質はよい。	て難しい。
	iii)打込み杭工法に比べて近接構造物に対	ii)泥水処理、排土処理が必要であ
IJ	する影響が小さい。	る。
杭		iii)コンクリート杭の場合、径が大き
ェ		くなると重量が大きくなるため、
		施工機械選定には注意が必要であ
法		る。
プ	i)振動、騒音が小さい。	i)施工管理が打込み杭工法に比較し
レボ	ii)既製杭のため杭体の品質はよい。	て難しい。
	iii)打込み杭工法に比べて近接構造物に対	ii)泥水処理、排土処理が必要であ
ーリング杭エ	する影響が小さい。	る。
グ		iii) 杭径が大きくなると杭体重量が大
机 工		きくなるため、施工機械選定には
法		注意が必要である。
ー ジ 鋼 ト 管	i)振動、騒音が小さい。	i)施工管理が他工法に比較して難し
ト 管 杭 ソ	ii)打込み杭工法に比べて近接構造物に対	ر،
エ法ル	する影響が小さい。	ii)泥水処理、排土処理が必要であ
法ルセ	iii) 場所打ち杭等に比べて排土量が少な	る。
セメ	い。	
オ リ ア 深 	i)振動、騒音が小さい。	i)施工管理が打込み杭工法に比較し
■ µ. フ ㅜ	ii)大径の杭が施工可能である。	て難しい。
レース エ カース エリ	iii)長さの調整が比較的容易である。	ii)泥水処理、排土処理が必要であ
▋┃エリ ┃シ法ル	iv)掘削土砂により中間層や支持層の土質	る。
シ゚ヹ	を確認することができる。	iii) 小径の杭の施工が不可能である。
-シングエ法・ルエ法	v)打込み杭工法に比べて近接構造物に対	iv) 杭本体の信頼性は既製杭に比べ小
法	する影響が小さい。	さい。

工法の選定

杭の工法の選定にあたっては、地形及び地質条件、構造物の特性、荷重条件、施工条件、環境条件等を考慮する必要がある。杭基礎設計便覧 (H27.3) の参考資料に記載されている選定表を表4-2に示すので参考にするとよい。ただし、施工上の工夫等により改良されることがあり、基礎形式選定表はあくまで目安とする。

表4-2 各基礎形式の適用性の目安

/		基礎								杭县	基礎	-							· 深			·ソン 鍵	網管			
				_	打込み抗工法			中堀り抗工法				爆催り	フレ	場所打ち 工法		5杭				_		矢板基	地中			
	適用条件		直接	Р	ál	管抗	PHC杭·SC杭				鋼管抗		1	ボート	त १		ア		組	柱主	ュ	オ	礎	連		
適 .			(基) 礎	基	H C . SC工法	打擊工法	ハンマエ法	最終打擊方式	喷出操作方式	打設方式ト	最終打擊方式	喷出操作方式	打設方式ト	ルセメント拭工法	・リング抗工法	ルケレランガエ妹	リパース工法	ロスドリル工法	転抗工法	粒抗深礎	状体深確	ーマチック	ューブン	(打込み工法)	統 壁 基 礎	
	表層近傍又は中間層に 支 ごく軟弱層がある		/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	×	0	0	0	х	×	0	Δ	0	0		
	層	中間易	男にごく硬い屋がある	7	Δ	Δ	Δ	0	0	0	0	0	0	0	0	Δ	0	х	0	0	0	0	Δ	Δ	0	
	まで	中間層	れき径 50mm以下	/	Δ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	で の 状	にれき	れき径 50~100mm	7	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	0	0	Δ	×	0	0	0	0	0	0	Δ	Δ	
	状態	がある	れき径 100~500mm		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	Δ	×	×	×	0	0	0	Δ	×	Δ	
	125	液状	化する地盤がある		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/		0	0	0	0	
				5m未満	0	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0		×	×	×	×
				5m~15m	Δ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Δ	0	0	0	0	0	0	Δ	Δ
		深	15m~25m	×	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
地		度	25m~40m	×	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Δ	0	Δ	Δ	0	0	0	0	
盤	支持		40m~60m	х	Δ	0	0	Δ	Δ	Δ	0	0	0	0	0	Δ	0	х	0	х	х	Δ	0	0	0	
条			60m以上	×	×	Δ	Δ	×	×	×	×	×	×	Δ	Δ	×	Δ	×	0	×	×	×	Δ	Δ	Δ	
件			砂・砂れき(30≦N)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		土	粘性土(20≦ N)	0	0	0	0	0	Δ	х	0	Δ	х	Δ	Δ	0	0	0	Δ	0	0	Δ	Δ	0	0	
	態	質	軟岩・土丹	0	×	0	Δ	0	Δ	х	0	Δ	х	Δ	Δ	0	0	0	Δ	0	0	0	0	0	0	
			硬岩	0	×	×	х	×	×	х	×	×	Х	×	×	Δ	Δ	Δ	×	0	0	Δ	×	×	Δ	
		しい等、3	きい、層面の凸凹が激 支持層の位置が同一深 は無い可能性が高い	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	0	0	0	0	0	0	Δ	×	0	0	
	地	地下	水位が地表面近い	Δ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Δ	Δ	Δ	0	Δ	Δ	0	0	0	Δ	
	状下	湧水量が極めて多い 地表より2m以上の被圧地下水		Δ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	0	×	×	0	0	0	Δ	
	態水			×	0	0	0	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0	×	×	Δ	Δ	0	×	
	Ø	地下:	水流速3m/min以上	×	0	0	0	0	×	х	0	×	Х	×	×	×	×	×	0	×	×	0	Δ	0	×	
	7.77.10		支持杭	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/	/		/	7	
文	承形式		摩擦抗	7	0	0	0	×	×	х	×	×	×	0	×	0	0	0	×	/				7		
	水上		水深5m未満	Δ	0	0	0	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	ж	×	×	х	×	0	/		Δ	Δ	0	×	
	施工		水深5m以上	х	Δ	0	0	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	×	х	х	×	х	0	/		Δ	Δ	0	×	
施		作業3	空間が狭い	0	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	0	0	Δ	Δ	×	Δ	
Ī		斜桁	1の施工	7	0	0	0	×	×	ж	×	×	х	×	×	×	×	×	0	×	7	7		7		
采 件		有害力	ゴスの影響		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	×	×	×	0	0	0	
	周辺		振動騒音対策	0	×	×	Δ	Δ	0	0	Δ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	×	0	
	環境	隣接核	構造物に対する影響	0	×	Δ	Δ	Δ	0	0	Δ	0	0	0	0	0	0	0	0	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	0	

○:適用性が高い △:適用性がある ×:適用性が低い

注1) 従来の基礎形式選定表では、過去の施工実績を基本に表が示されていました。

一方、平成24年道路橋示方書・同解説下部構造編P613に示す各基礎形式の適用性の目安は、工法の特性を考慮したうえで標準的な条件における適用性の目安を示したものであり、深度等の条件に関する判定では過去の施工実績も加味して定めてい

H24 道示 QA 集 (IV下部工編) ることから、従来の基礎形式選定表とは位置づけや評価の考え方が異なっています。中堀り杭工法のコンクリート打設方式による粘性土への適用性については、近年の実績が少ないことや杭体内部の粘性土の処理等が適切に行えないと所定の先端支持力を発揮できないといった工法の特性を考慮して適用性が低い(「×」)としています。また、砂・砂れきへの適用性については、比較的実績も多く、支持層が砂・砂れきの場合の支持力推定式が提案されていることから適用性が高い(「〇」)としています。

コンクリート打設方式の採用できる条件は、下部構造編 12.4.1 解説に示すように杭先端地盤が最終打撃による方法やセメントミルク噴出攪拌方式による方法に施工できない場合のみ適用します。

なお、表 4-2 はあくまで適用性の目安を参考として示しているに過ぎず、例えば、適用性が低いとされていても、一律に採用できないことを意味していません。 実際の基礎形式の選定にあたっては、個別の条件を考慮して、下部構造編 9.2 の規定等を踏まえて行う必要があります。

- 注 2) 軟弱地盤にオールケーシング工法で杭を構築する場合、コンクリート打込み時において、ケーシング引抜き後の孔壁に作用する外圧(土圧、上載圧など)と内圧(コンクリートの側圧など)のバランスやコンクリートの充填性等により杭径が細ることがある。この現象は、以下の理由などにより、杭頭部付近で生じやすい。
 - ① 作業基面に近い深度であるため施工時荷重による偏圧の影響を受けやすい。
 - ② コンクリートの最終打込み部分であるためコンクリートの自重による側圧などが小さい。
 - ③ 鉄筋が密に配置されているためコンクリートの充填に対する環境が厳しい。 上記のことから軟弱地盤にオールケーシング工法を適用する場合は、地盤改良や 鉄板敷設による作業地盤の補強などの事前対策に加え、スランプ値、余盛りコンク リート高さの割増し、空堀り部の早期埋戻しなど適切な施工管理を行うなど、所定 の杭径を確保するために適切な施工管理を行う必要がある。

杭基礎施工便覧 (R2.9) Ⅱ.2.3(8)

4-2-2 直接基礎

- (1) 直接基礎は、地盤の比較的浅い位置に良質な支持層がある場合は、最も経済的な基礎構造形式である。
- (2) フーチングの施工は一般的にドライで行うので、支持地盤より地下水位面が高く、湧水のおそれがある場合は施工法を十分検討する必要がある。
- (3) 洗掘のおそれがある場合は、その深さを考慮して根入れ深さを決定する必要がある。
- (4) 山間部等の斜面上の直接基礎では、掘削土量の減少を図るために段差フーチン が基礎としてもよい。
- (1) 洗掘を考慮する場合、必要であれば、基礎周辺に洗掘防止工を施工する等の対策を考慮する必要がある。

4-2-3 杭基礎

- (1) 杭基礎は比較的深い位置に良質な支持層がある場合に経済的な基礎形式である。ただし良質な支持層が非常に深い場合には、支持杭とすると不経済になることもあり、このような場合には摩擦杭の採用も検討する必要がある。
- (2) 杭基礎は、材料、形状寸法、工法等で多種多様な種類があるので、採用にあたっては、地盤条件、上部構造条件、施行条件等を十分検討し、もっとも経済的で合理的な種類を採用しなければならない。
- (1) 突出長を有する杭とフーチングからなる多柱式基礎、必ずしもフーチングを必要としない単一の杭も杭基礎として取扱ってよい。
- (2) 既成杭の施工法には打撃工法、掘削工法、圧入工法、振動工法及びこれらを併用した工法があり一般には、打撃工法が採用されてきたが、最近の建設騒音、振動の規制により、中堀り工法の実績が増加してきている。

杭基礎を採用する場合の一般的な目安は以下による。

- ① 既製杭は、その製品により、径、長さが限定されることもあるので留意しなければならない。
- ② 鋼管杭は、径 600~800 mmの使用実績が多い。
- ③ 場所打ち杭は径1,000、1,200、1,500 mmの使用実績が多い。

4-2-4 ケーソン基礎

ケーソン基礎は、深い位置に良質な支持層がある場合に、主に河川等において用い られる基礎形式である。

ケーソン基礎は、オープンケーソン、ニューマチックケーソンのいずれでも掘削土砂を確認できるという利点がある。単純な基礎躯体の工費は他の基礎形式に比べて高いことが多いが、河川等で施工上有利な場合に採用することが多い。また、近年では掘削を自動化し、地上から遠隔操作が可能となる工法も開発され、大深度への適用も可能となってきている。

オープンケーソンとニューマチックケーソンとの比較は次のとおりである。

表4-3 オープンケーソンとニューマチックケーソンとの比較

	ユー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
オープンケーソン	ニューマチックケーソン
土質によっては沈下困難となったり、	行程が確実でオープンケーソンでは
工程が不確実になることがある。	沈下不能の地盤で確実に沈下する。荷
断面形状は円形またはその類似の断	重に水、掘削土を利用できる。
面を使用する必要がある。	転石、流水等の多い地点に適する。
ニューマチックケーソンに比べ工費	地質状況をさらに明確、確実に把握で
が安いことが多い。	きる。
周囲の地盤をゆるめるニューマチッ	周囲の地盤をゆるめることが少ない。
クケーソンに比べさらに深い位置に設	沈下長は一般に30m程度(特殊な場
置できる	合でも40m程度)

4-2-5 斜面上の深礎基礎

斜面上の深礎基礎は、山間部等で山腹の斜面上において杭基礎を構築する際に用いられる基礎形式である。

山岳地帯の橋梁では、その基礎を斜面上に設けざるを得ないことが多いが、その場合施工機械の搬入が困難となり、基礎形式としては場所打ち杭の一工法で主として人力で掘削する深礎基礎となる。深礎基礎は支持地盤の確認が容易であること、地中障害物の除去が容易であること、施工設備が簡単であること等の特色があるが、湧水の多い地盤には適さない。また、酸素欠乏や偏土による崩壊、落石等に対する施工時の安全性について、設計時より十分検討しなければならない。

深礎杭の掘削長は作業能率、安全対策上一般に径の10倍程度までするのがよい。 大口径の深礎基礎の施工についてはコンクリート、ロックボルトによる土留め工法 を用いた施工例が増加してきている。

深礎基礎の杭本数については以下に従って計画するものとする。

- ① 斜面上深礎基礎のうち杭径 5m 未満程度のものにあっては同一フーチング内において、4本以上の杭を用いることを標準とする。
- ② 杭径5m程度以上の柱状体基礎とみなされるものにあっては、単独基礎で計画してもよい。ただし、この場合でも上記①に示した複数杭に比較して、構造物掘削、永久のり面などに関して総合的に有利と判断できる場合に使用するものとする。この理由としては①について、杭の基本は組杭である。深礎の先端は岩盤に根入れするため一般に鉛直方向支持力の信頼性は高いが、水平低杭は表層部の崖堆等が主体となるため信頼性が低い。このため不測の予期し得ない水平荷重に対して安全性を確保するためには水平荷重を鉛直方向へも分散する組杭が構造系としてすぐれていることになる。

②については、大口径の剛体基礎は小径杭の集合体と考えられ、水平荷重に対して底面の地盤反力でも抵抗する。組杭と1本基礎の使用区分について荷重と抵抗力の特性をもとに数量的に示すことは困難であるが、過去の実績等を参考にして5m程度を境界とした。

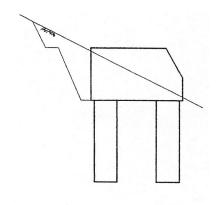


図4-5(a) 4本組深礎

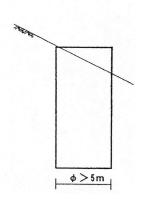


図 4 - 5 (b) 大口径深礎

4-2-6 鋼管矢板基礎

鋼管矢板基礎は、河川内等で仮締切りが必要な場合に、主に用いられる基礎形式である。

鋼管矢板基礎は、鋼管矢板を現場で円形、小判形、長方形などの閉鎖形状に組み合わせて打ち込み、継手管内モルタルで充填し、その頭部に頂版を設けて、所定の水平抵抗、鉛直支持力が得られるようにした基礎である。鋼管矢板基礎の特徴は、仮締め切りを併用しながら施工を行うことであり、主に河川内等で用いられる基礎形式である。

鋼管矢板基礎の特性は継手管のせん継剛性の影響によって鋼管矢板群が一体として挙動するため、杭基礎とケーソン基礎の中間に位置する深い弾性体基礎としての特徴を有している。

鋼管矢板基礎の設計施工については、(社)日本道路協会「鋼管矢板基礎設計施工便 覧」(平成9年12月)を参考にするとよい。

4-2-7 地中連続壁基礎

地中連続壁基礎は、隣接構造物の制約条件等から、基礎規模を縮小する必要がある場合に、主に用いられる基礎形式である。

隣接する地中連続壁間を継手により連結し、平面形状が閉合断面になるように築造し、その頭部に頂部を設けて、所定の水平抵抗、鉛直支持力が得られるようにした基礎である。また、都市内等で隣接する道路等の関係から、フーチングを無くし、基礎の平面的規模を縮小する場合に、一枚壁の壁基礎として採用されている。

地中連続壁基礎の一般的な設計施工については、(社)日本道路協会「地中連続壁基礎設計施工指針・同解説」(平成3年7月)を参考にするとよい。

4-2-8 基礎構造形式の選定

- (1) 基礎構造形式の選定にあたっては、上部構造条件、地盤条件、施工条件等を十分調査検討のうえ、最も安全で経済的な形式とするものとする。
- (2) 斜面上の基礎の形式選定にあたっては、施工に伴う永久のり面をできるだけ縮小するよう配慮しなければならない。
- (3) 1基の基礎構造には、異種の形式を併用しないことを原則とする。
- (1) 選定にあたって検討すべき主な項目は以下のとおりである。
 - ① 上部構造条件:形式、規模

② 地盤条件:地形、地盤、土質、地下水、地盤変動

③ 施工条件: 隣接構造物への影響、輸送、騒音、振動等の規制用地、安全性、山岳

地における構造物掘削、永久のり面、特殊のり面

④ 工 程:渴水期施工

⑤ 経済性

各種基礎構造形式の一般的な施工深さを表4-4に示す。

表 4 - 4 基礎形式選定の目安

			深度					施工沒	ださ	(m)			
工種					10	20	30	40	50	60	70	80	90
直	接	基	礎										
Р	Н	С	杭	=				 -					
鋼	管	F	杭	=						 -			
回	乾	Ī	杭	_									
鋼管	ソイル	セメン	ト杭	_									
プレ	/ ボー	リン	グ杭	_									
オー	ルケー	・シン	グ杭	_				 -					
IJ	バー	- ス	杭			_							
深	礎	基	礎	_									
オー	- プン	ケー	ソン	_									
ニュ	ーマチッ	クケー	・ソン	_						 -			
鋼	管矢	板 基	礎										
地口	中 連 緩	· 壁 多	甚 礎										

- (2) 斜面上の基礎形式は、一般に段差フーチングによる直接基礎、組杭式深礎基礎や 大口径深礎基礎が選定されるが、支持層の深さや下部構造基礎の規模等を十分勘案 の上、形式を決定しなければならない。また、斜面の立体的な勾配を十分に考慮の 上、施工に伴う永久のり面を極力小さくするよう配慮しなければならない。
- (3) 基礎構造は、荷重の支持機構や剛性が基礎形式により異なるため、一基の基礎に は異種形式の基礎を用いないことを原則とした。

杭基礎設計便覧 (H27.3) 参考資料 3.工法の適用性 表-参 3.1 各基礎 形式の適用性の目 安を準用

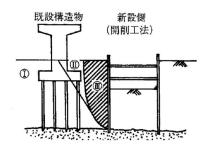
4-2-9 基礎構造の近接施工

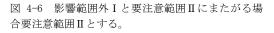
既設の橋梁に近接して架橋する場合は、基礎工が近接するため、計画、設計等にあた っては既設の基礎に悪影響を与えないよう十分検討の上行うものとする。

近接施工においては、近接程度の判定を行う必要がある。近接程度は、近接施工に よる既設構造物への影響の度合いを距離により区分し、次の三つを定めている。

- ①影響外範囲 I・・・一般に、新設構造物の施工による地盤変位の影響が及ばない と考えられる範囲。
- ②影響範囲Ⅲ・・・・新設構造物の施工による地盤変位の影響が及ぶと考えられる 範囲で、既設構造物がこの範囲にある場合は必要に応じて適 切な対策工を実施すると同時に、施工中における既設構造 物、仮設構造物、周辺地盤等の変位・変形の観測を行わなけ ればならない。
- ③要注意範囲Ⅱ・・・新設構造物の施工に伴う直接の影響は受けないが、影響範囲 Ⅱの領域の土塊が変位することに伴う間接的な影響をうけ て変位を生ずる可能性のある範囲で、既設構造物がこの範囲 内にある場合には、特に対策工を実施する必要はないが、既 設構造物の変位・変形観測のための現場計測を実施しなけれ ばならない。

これらの影響範囲は、主として施工法や地盤条件から決められるものであり施工法 ごとにその判定法が提案されている。なお、これらの設定に当っては、既設構造物の 変状の主要因として、地盤の変位発生領域や伝達機構に着目している。既設構造物が 2つの範囲にまたがって存在する場合は、地盤条件や基礎本体の剛性を考慮して、総 合的に判断しなければならない。





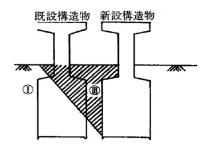


図 4-6 影響範囲外Iと要注意範囲Ⅱにまたがる場 図 4-7 既設構造物が直接基礎またはケーソン基礎で影響Ⅲ と他の領域を区分する境界線が既設基礎底面を通らな い場合は要注意範囲Ⅱとする。

近接施工技術 総覧 (H9.3)P135

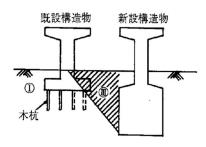


図 4-8 影響範囲Ⅲと他の領域を区分する境界線が 基礎底面を通る場合は影響範囲Ⅲとする。

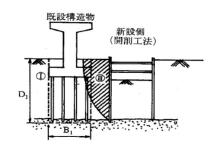


図 4-9 既設構造物が杭基礎の場合でも、影響範囲IIIと他の領域を区分する境界線が基礎底面を通る場合、または影響IIIにかかる領域が基礎全体の概ね1/3以下の場合は要注意範囲IIとする。

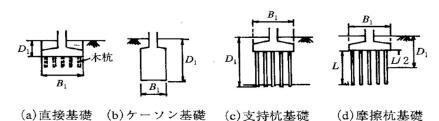


図 4-10 既設構造物基礎の幅と根入れ深さの考え方

・基礎の場合: フーチング又はケーソン本体の底面までの深さとする。

・支持杭基礎の場合:杭の根入れ長とする。

・摩擦杭基礎の場合:地表面から杭の根入れ長1/2の点までの深さとする。

影響範囲(要対策範囲):設計施工共、特別な考慮を要し、何らかの対策を当初より 計画する。

対策工の例

- 1) 既設構造物の補強
- 2) 地盤の強度改良(薬液注入、セメント注入等)
- 3) 遮断防護工の設置 (シートパイル等)
- 4) 施工法、施工順序、施工速度の制限
- 5) 影響範囲外の基礎形式への変更

4-3 下 部 工

4-3-1 橋台及び橋脚形式の分類

- (1) 橋台及び橋脚は、上部構造との結合条件により、以下に分類する。 ①弾性支持、②剛結、③固定、④可動
- (2) 橋台は、形状及び構造より、以下に分類する。 ①逆T式橋台、②箱式橋台、③ラーメン式橋台、④盛りこぼし橋台
- (3) 橋脚は、形状及び構造より、以下に分類する。 ①壁式橋脚、②柱式橋脚、③ラーメン式橋脚、④鋼管・コンクリート複合構造橋脚、⑤インターロッキング式橋脚
- (1) 橋台及び橋脚と上部工の結合条件は、地震時の被害が集中することなどから、弾性支持または剛結を採用し、多脚分散または多脚ラーメン構造を基本とする。結合条件を固定・可動とした場合は、上部構造との結合条件が、可動か固定かにより、設計にあたって作用荷重が異なることから、可動、固定の位置の選定は、上部構造の規模や形式、地形条件、地質条件等により異なるが、一般的に縦断の低い側、橋脚高の低いもの、基礎の地盤条件の良い地点を固定とするのが良い。
 - 上・下部構造間の連結構造を剛結として連続ラーメン構造を採用する場合が増えているが、下部構造の剛性差が大きい場合には橋全体系の設計について注意を要する。
- (2) 壁式橋脚と柱式橋脚との区別は形状により幅厚比が3:1以上を壁式橋脚と呼ぶことにする。なお、壁式橋脚と柱式橋脚には、合理的な構造として鋼管・コンクリート複合橋脚、インターロッキング式橋脚などもある。ラーメン式橋脚は、橋脚高が高くなると水平部材の数により、一層、二層の別がある。

4-3-2 橋台形式の選定

- (1) 橋台の形式、構造は施工性、経済性、維持管理、景観を考慮し、総合的に判断しなければならない。
- (2) 盛こぼし橋台は、良好な現地盤に十分安定な盛土地盤を造成し、計画しなければならない。また、盛こぼし橋台は、杭基礎を設けることを原則とする。
- (3) 盛こぼし橋台を採用する場合は、必ず担当課と協議を行うこと。
- (1) 経済性の観点からは、橋台位置はできるだけ前方として橋長を短縮することが重要であるが、橋台は上部構造を支持するとともに、土留め構造物としての機能も合わせて担う必要があることから、偏土圧を常に受ける構造物として十分配慮する必要がある。

山間部の急斜面に設けられる橋台については、施工性や、掘削に伴う永久法面をできるだけ縮小するという観点から、できるだけ小規模な橋台形式とする必要がある。

従来、橋台周辺部については、ブロック積みや擁壁を併用し、土留めを設ける場合が多いが、土工部との接続点である橋台部については、連続性を検討し構造的弱点を設けないよう検討することが望ましい。また、周囲の状況に応じて緑化等を行い、土工部との景観的連続性を確保するなど、環境的配慮を十分行う必要がある。

- 一般的な橋台形式の選定の目安を下記に示す。(表4-5参照)
- ① 逆T式橋台:躯体自重が小さく、土の重量で安定を保たせるので経済的であり、 背面裏込部の施工も容易である。
- ② 箱式橋台:橋台高さが高い(15m程度以上)場合に採用される。基礎地盤条件が悪く、杭基礎とする場合に箱式橋台で中空とすることにより地震時慣性力が小さくなることから、杭基礎の設計が楽になり、経済的な形式となる場合がある。直接基礎の場合は、逆に滑動で不利になるので、中空部に土を入れることが多い。箱式橋台の採用にあたっては、維持管理と施工時の品質に留意すること。
- ③ ラーメン式橋台:橋台位置に交差道路(水防道路)等のある場合で、橋台をラーメン式橋台にして橋台内に交差道路等を通すことが有利な場合に採用する。通常は一方向ラーメン橋台とするが、斜角のある場合でボックスが長くなるときはあかりとりのためや、歩道、車道の分離のため前壁に開口部を設けて二方向ラーメン橋台とすることがある。
- ④ 盛こぼし橋台:盛土高の高い区間に橋台を置く場合、橋台は非常に大規模なのになるので、杭基礎で支持された小橋台を設けた方が経済的となる場合がある。なお、盛りこぼし橋台の計画の前提は、良好な地盤における十分安定な盛土地盤の造成である。従って軟弱地盤上の盛土や斜面上の貼り付け盛土等には、盛土地盤の安定性が確保されにくいので、盛りこぼし橋台を計画しないことが望ましい。また、この形式は盛土の物性値により影響を強く受け、フーチング下面より下方の盛土部分において基礎構造に作用する土圧についても未解明な点があるので、この形式を採用する場合には、盛土材料の物性、盛土の施工管理等に十分な検討を行わなければならない。さらに、盛土には降雨による流水を十分考慮した排水計画が必要である。また、基礎構造は杭基礎として現地盤中の支持層で確実に支持させるものとし、本要領4章及び5章の規定の他、地形、地盤条件を考慮して十分な安全性を検討する必要がある。

盛りこぼし橋台の設計は、事務連絡「盛りこぼし橋台の設計・施工に関するQ&A」に従うものとし、採用にあたっては必ず担当課と協議を行うこと。

さ (m) 高 脚 型 考 橋 式 備 10 20 30 重 h 式 T 式 (土圧軽減工法の場合) 15 15 式 ____ h 盛りこぼし h Н

表 4 - 5 橋台形式選定の目安

4-3-3 橋脚形式の選定

橋脚の形式、構造は、施工性、経済性、維持管理、景観を考慮し、総合的に判断しなければならない。

橋脚の形式については、道路及び河川等から付帯条件による外的要素から制約を受けることもある。また、形式の選定にあたっては景観の面からも検討し、立地条件、区間等によって統一する等の配慮も必要である。

インターチェンジやジャンクション等において、その線形の制約により曲線橋を採用する場合は、橋梁に主たる影響を及ぼす地震動の方向を定めることが困難であり、橋脚の主方向を定めることができない。このような場合には、全方向に同じ剛性を期待できるよう、円形や多角形の平面形状を有する橋脚を計画するのがよい。

また、交差条件等から、橋脚の方向性は制約を受ける場合が多いが、耐震性及び景観に対する配慮からは、できるだけ同一方向とするのがよい。さらに、交差・隣接する道路等、視点が連続的に移動する可能性の高い箇所に計画する橋脚等については、限られた方向からだけではなくあらゆる視点からの景観的配慮が重要である。

地形条件による選定の目安を以下に示す(表4-6参照)

- ①河川部 壁式橋脚(小判形)、柱式橋脚(円柱式)
- ②平地部 柱式橋脚、壁式橋脚、ラーメン橋脚、鋼管・コンクリート複合構造橋 脚、インターロッキング式橋脚
- ③山間部 柱式橋脚、壁式橋脚、ラーメン橋脚(一層、二層)、鋼管・コンクリート複合構造橋脚、インターロッキング式橋脚
- ④都市部 柱式橋脚、壁式橋脚、ラーメン橋脚、鋼管・コンクリート複合構造橋 脚、インターロッキング式橋脚

⑤インターチェンジ部 柱式橋脚、壁式橋脚、ラーメン橋脚、鋼管・コンクリート複合構造橋脚、インターロッキング式橋脚

山岳地帯の道路で、橋脚高が 50m以上となる場合が増えており、上部構造と合わせた橋梁全体として形、構造を検討するとともに、施工法も検討する必要がある。そのような観点から高橋脚については、鋼管・コンクリート複合構造橋脚の採用を検討するのがよい。

高 さ (m) 橋 脚 形 式 考 備 10 20 30 柱 式 中空壁式を含む 式 壁 ラーメン式 5 15 (一層) ラーメン式 15 25 (二層) RC·PC中空床版 柱 式 の場合

表 4 - 6 橋脚形式選定の目安

4-4 上部工

4-4-1 上部構造選定の基本方針

- (1) 上部構造形式の選定にあたっては、施工性、経済性、維持管理、景観を考慮し、総合的に判断しなければならない。
- (2) 直橋を原則とする。
- (3) 上路形式を原則とする。
- (1) 形式選定の基本姿勢について述べたものである。上部構造形式には橋種、形式の 組み合わせによって多くの形式があり、それぞれの特徴を有している。したがっ て形式の選定にあたっては、各々の形式のもつ特徴を確実に判断し、架橋地点の 諸条件に照らして最も妥当な形式を選定しなければならない。

従来からの実施例等も参考にして、構造形式と適用支間の関係を示すと、表 4-7 ~表 4-1 3 のようである。

(2) 上部構造の経済性の観点から、橋長を短くすることで斜橋を計画する場合があるが、斜角のきつい橋梁は、支承の上揚力発生、桁の不等たわみによるねじれ等が発生して橋梁の耐久性等の観点から必ずしも経済的にならないことがある。また、斜橋の場合は、地震等の挙動が不明確なこと、計算上の仮定と実構造物の剛度が一致しないこと等が考えられる。以上のことから原則として直橋として計画するものとする。しかし下部工掘削、交差条件によって止むを得ず斜橋とすることがあるが、極力斜角のゆるくする検討を行うものとする。

4-4-2 鋼橋の選定

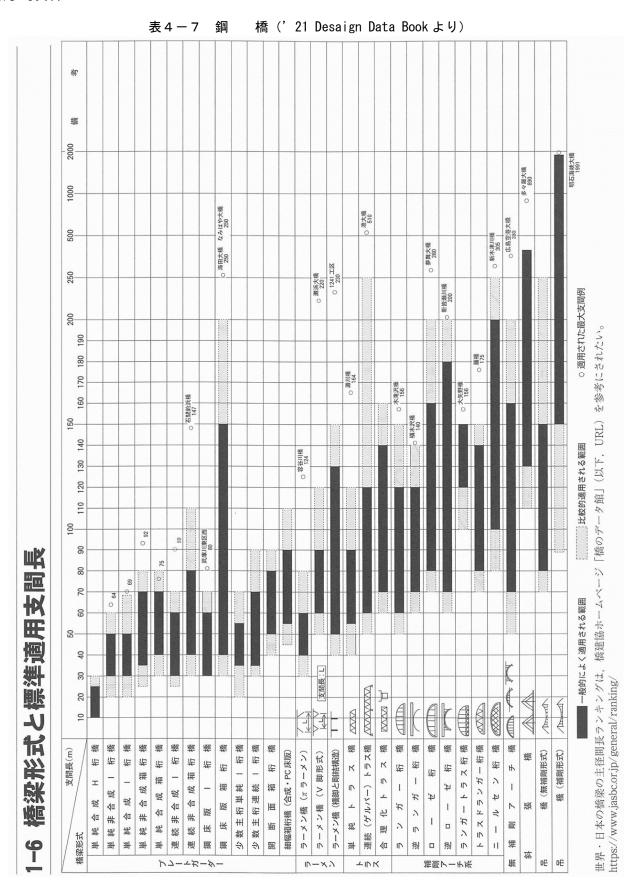
鋼上部構造形式の選定にあたっては前項「選定の基本方針」による他、本項によって選定するものとする。

- (1) 鋼橋の選定にあたっては、架設条件、輸送条件、環境条件、将来の維持管理等を考慮し、総合的に判断するものとする。
- (2) 鋼箱桁の採用にあたっては、経済性、車輪載荷位置等を考慮の上、2主箱桁あるいは、1主箱桁かを選定するものとする。
- (3) トラス橋は、直橋で採用することを原則とする。曲線中でトラスを採用する場合は支点上でのみ折れ点を設けるのを標準とし、格点で折れ角を設ける場合は十分検討の上、採用するものとする。
- (4) 形式の選定にあたっては、あらかじめ架設工法、架設機械の能力等についても 検討しなければならない。

4-4-3 コンクリート橋の選定

コンクリート上部構造形式の選定にあたっては前項「選定の基本方針」による他、 本項によって選定するものとする。

- (1) コンクリート上部構造の形式はPC構造を標準とする。
- (2) 外ケーブル構造を適用できる形式は箱桁とし、PC構造としなければならない。
- (3) コンクリート上部構造は、架設工法を十分考慮し、形式を決定しなければならない。
- (4) 移動支保工による施工、押出し工法による施工、プレキャストセグメント工法 を考慮する場合は、線形条件・施工規模・架設上の制約条件等について十分考慮 の上、採用を決定しなければならない。
- (5) 片持ち工法で施工する箱桁は、原則として連続ラーメン形式及び連続桁形式とする。
- (6) RC多径間充腹アーチは、地形が平坦かつ比較的地盤条件の良い所に用いることが望ましい。



道2-61

表 4-8 P C 橋 (その 1) (PCアシスト (2020 年版) より) プレキャスト桁を用いた橋梁

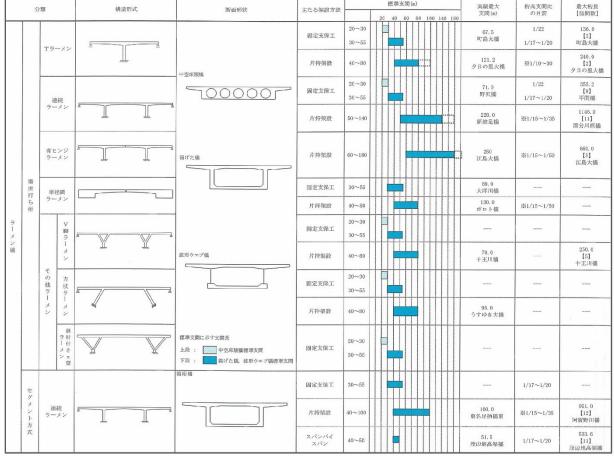
	分類 断面形状			断面形状	主たる架設方法		標準支間(m) 10 20 30 40 50 60 70	実績最大 支問(m)	けた高支間比 の目安	連続桁の最大桁長 【径間数】	
				単純桁	スラブ作物 	クレーン架設	5~24		(24)	1/14~1/24	
				速 統 行		クレーン架設	5~24		(24)	1/14~1/24	176.0 【8径問】 多肥高架橋
		1	プレ	単純桁		クレーン架設	18~24		(24)	1/18~1/20	
		3 3	連続桁単純桁			クレーン架設	18~24	<u> </u>	(24)	1/18~1/20	295. 9 【13径間】 京田辺高架橋
		1 7			縣商業スラブ桁橋 JIS A 5373-2004	クレーン架設	5~13		(13)	1/22~1/33	ma de ma de
				単純桁	U D D D D D D D D D D D D D D D D D D D	クレーン架設	15~20		19.2 常磐新線 (鉄道橋)	1/14~1/16	
				連続桁		クレーン架設	15~20		19.7 第一筒戸高架橋	1/14~-1/16	180.0 【9径間】 第一筒戸高架橋
			种	単純桁	T桁橋 (旧建設省制定)	クレーン架設 架設桁架設	20~45		51.4 七曲橋	1/13~1/18	
				連続桁		クレーン架設 架設桁架設	20~45		45.5 鹿児島湊橋梁o (A1-P2)	1/13~1/18	271.3 【8径間】 蔵川大橋
桁	プレ		現場製作	単純桁	合成桁値(1桁タイプ)	クレーン架設 架設桁架設	20~40		(40)	1/15	
楯	キャスト			連続桁		クレーン架設 架設桁架設	20~40		41.9 犀川橋	1/15	154. 4 【4径間】 深川大橋
	桁			単純桁	Uコンボ橋 (現場製作セグメント)	クレーン架設 ベント工法 架設桁架設	40~60		51.8 上分1号橋	1/16~1/18	200 000 000
		ポ		連続桁		クレーン架設 ベント工法 架設桁架設	40~60		42.0 茄子作地区高架橋	1/16~1/18	789.5 【20径間】 茄子作地区高架橋
		ストテン		維維桁	NA 7 T RF R	クレーン架設 架設桁架設	25~45		49.4 久之浜跨道橋	1/14~1/19	600 00 00 00
		ション方式		連 続 桁		クレーン架設 架設桁架設	25~45		47.2 竜西橋	1/14~1/19	363. 6 【8径間】 竜西橋
				単純桁	P C = 2 x fif	クレーン架設 架設桁架設	25~45		46.7 太田井橋	1/13~1/17	
			セグメン	連続桁		クレーン架設 架設桁架設	25~45		44.2 宇津目高架橋	1/13~1/17	407.0 【11径間】 矢部南高架橋
			単 スラブ桁橋 スラブ桁橋 前	クレーン架設 架設桁架設	25~45		42.9 長瀬跨線橋	1/23~1/26			
				統桁		クレーン架設 架設桁架設	25~45		44.5 知十橋(Pl~A2)	1/23~1/26	198.0 【6径間】 歌高架橋(P5~ P11)
				単純桁	U = 2 x tife	クレーン架設 ベント工法 架設桁架設	40~60		55.5 第一戸奈瀬高架橋	1/16~1/18	(An de Artine
				連続桁		クレーン架設 ベント工法 架設桁架設	40~60		47.1 上分2号橋	1/16~1/18	851.8 【23径間】 杉名沢第一高架橋

表 4-9 P C 橋 (その2) (PCアシスト (2020 年版) より) プレキャスト桁を用いた橋梁、場所打ち工法による橋梁

	分類			断面形状	主たる架設方法		標準支間(m) 10 20 30 40 50 60 70	実績最大 支間(m)	けた高支間比 の目安	連続桁の最大けた
			単純桁	スタブ桁線 	クレーン架設 架設桁架設	25~35		43.3 向田橋	1/28~1/32	and make make
		現場製	連続桁		クレーン架設 架設桁架設	25~35		42.4 にぎわいの港歩道橋	1/28~1/32	130.0 【3径間】 にぎわいの港歩道
		作	維維桁		クレーン架設 架設桁架設	25~50		54.0 新和久野橋	1/28~1/32	
プレキャ	バイプレ		連続桁	スラブ桁幅	クレーン架設 架設桁架設	25~50		47.5 茂金田1,2号橋	1/28~1/32	95.5 【2径間】 茂金田1,2号橋
ス ト 桁	工法		単純桁		クレーン架設 架設桁架設	25~35		49.3 浜北2号橋	1/28~1/32	
		セグメン	連続桁		クレーン架設 架設桁架設	25~35		42.4 にぎわいの港歩道橋	1/28~1/32	130.0 【3経間】 にぎわいの港歩道
		卜方式	単純桁	ΣΦΦΦΦΦΦΦΦ ΣΦΦΦΦΦΦΦΦΦ	クレーン架設 架設桁架設	25~50		55.2 里見丸山線橋梁	1/28~1/32	200 MO MO MO
			連続桁		クレーン架設 架設桁架設	25~50		47.5 茂金田1,2号橋	1/28~1/32	95.5 【2径間】 茂金田1,2号橋
			単純桁	中空床版桶	固定支保工	20~30		37.8 新滝川橋	1/22	
			連続	700000	固定支保工	20~30		49.3 大洲南ランブ橋	1/22	725.0 [29] 大仁高架 2 号橋
			桁		移動支保工	20~30		40.9 太田下町高架橋	1/22	612.0 【20】 敷地高架橋
			単純桁	阪桁橋	固定支保工	20~35		33.7 宮野橋	1/15~1/17	
			連続		固定支保工	20~35		36.5 阿賀野川東高架橋	1/15~1/17	851.0 【32】 東高架橋
			桁		移動支保工	20~35		39.0 岸ノ上高架橋	1/15~1/17	722.7 【24】 中和会高架橋
			単純桁	落桁橋	固定支保工	30~60		70.7 落葉松橋	1/17~1/20	NO NO 100
					固定支保工	30~60		77.3 大鐘 1 9 号線	1/17~1/20	716.0 【11】 入野高架橋
	場所打		連続桁		移動支保工	30~45		50.0 七色高架橋	1/17~1/20	300.0 【6】 七色高架橋
	ち桁				片持架設	50~110		170.0 平原大橋	₩1/15~1/35	1585.0 【23】 天竜川橋
					押出し架設	30~60		66.6 玖波高架播	1/15~1/18	833.0 【13】 大平高架橋
			単純桁	皮形ウエブ橋	固定支保工	30~60		50.0 白沢橋	1/17~1/20	
					固定支保工	30~60		115.0 千代川橋	1/17~1/20	1432.0 【23】 宮ヶ島高架橋
			連続桁		片特架設	50~110		150.0 朝比奈川橋	※ 1/15∼1/35	1005.0 【16】 鬼怒川橋
					押出し架設	30~60		56.0 鳥崎川橋	1/15	554.0 【11】 鳥崎川橋
			単純桁	複合トラス橋	固定支保工	30~60		51.8 山倉橋 (鉄道橋)	1/12~1/18	
			連続		固定支保工	30~60		60.0 志津見大橋	1/12~1/18	279.4 【5】 志津見大橋
			桁	4	片持架設	50~110		119.0 巴川橋	※1/10∼1/30	625.0 【7】 猿田川橋
	セル			箱桁橋	固定支保工	30~60			1/17~1/20	
	グメント方		連続桁		片持架設	50~100		87.5 弥富高架橋 100.0 中部空港連 絡橋(鉄道橋)	※ 1/15∼1/35	717.0 【15】 山切1号高架橋
	式				スパンパイ スパン	40~50		66.3 木戸川橋	1/17~1/20	1048.2 【21】 内牧高架橋

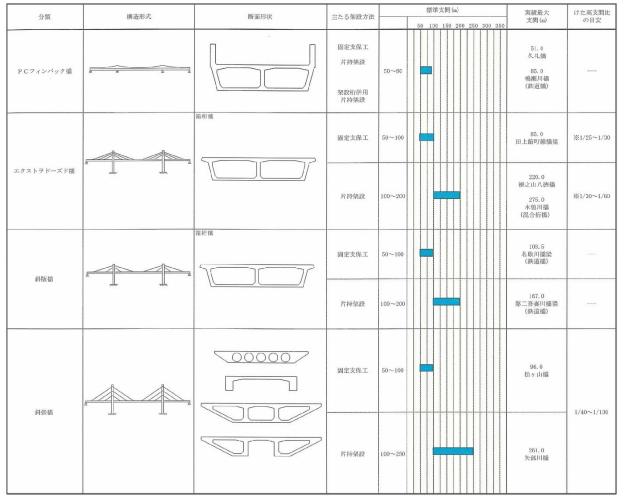
注) ※ (中間支点けた高) ~ (支間中央けた高)

表 4-10 P C 橋 (その3) (PCアシスト (2020 年版) より) 場所打ち工法による橋梁、プレキャストセグメント工法による橋梁



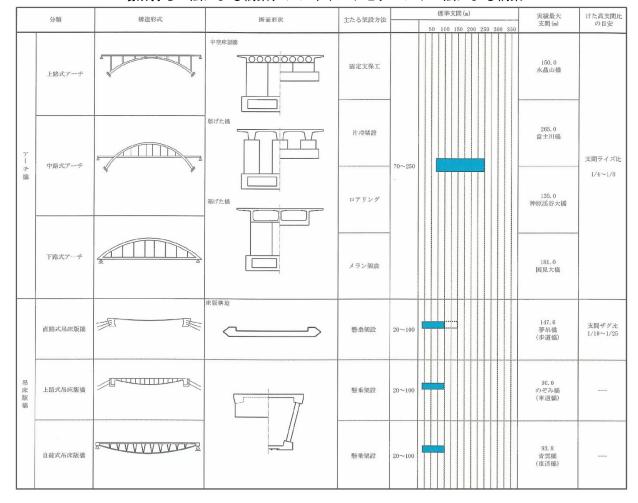
注) ※ (中間支点桁高) ~ (支間中央桁高)

表 4-11 P C 橋 (その 4) (PCアシスト (2020 年版) より) 場所打ち工法による橋梁、プレキャストセグメント工法による橋梁



注) ※ (中間支点桁高) ~ (支間中央桁高)

表 4 - 1 2 P C 橋 (その 5) (PCアシスト (2020 年版) より) 場所打ち工法による橋梁、プレキャストセグメント工法による橋梁



第2節 橋梁設計

1 鉄筋の重ね継手長

鉄筋の種類 (SD345) を使用した場合の鉄筋重ね継長とする。それ以外の鉄筋の種類の場合は担当課と協議するものとする。

① 一般部材

_											
	コンクリート強度	σ CK	単位	18	21	24	27	30	36	40	50
	付着応力度	το	N/mm²	1. 20	1. 40	1. 60	1. 70	1.80	1. 90	2. 00	2. 00
	重ね継手長 採用値	10		45 φ	40 φ	35 φ	30 φ	30 φ	30 φ	25 φ	25 φ

※上表において、 18N/mm^2 の付着応力度は 21N/mm^2 に対して18/24として求めた。 36N/mm^2 の付着応力度は $30 \sim 40 \text{N/mm}^2$ の中位として 1.90N/mm^2 とした。

② 場所打ち杭(水中施工)

コンクリート強度	σCK	単位	30	36	40
付着応力度	το	N/mm²	1. 20	1. 30	1. 40
重ね継手長 採用値	10		45 φ	40 φ	40 φ

③その他

- a) 鉄筋の重ね継手長は、上表の採用値に鉄筋径を乗じた値とする
- b) 異なる鉄筋径の重ね継手長の場合、細径鉄筋に上表の採用値を乗じた値と する

道示Ⅲ (H29.11) 表-5.2.5

道示IV (H29.11) 表-5.2.2

2 基 礎 工

2-1 設計上の区分

「基礎はその形式に応じ、原則として直接基礎、ケーソン基礎、杭基礎、鋼管矢板基礎、地中連続壁基礎又は深礎基礎に区分して設計する。」すなわち、直接基礎は浅い剛体基礎として、杭基礎は深い弾性体基礎として、またケーソン基礎は深い剛体基礎として取扱われているが、 $1<\beta$ Le< 2 の範囲では水平変位量の照査をしなければならない。

(1) 直接基礎とケーソン基礎は、表2-1により区分するものとする。

表2-1 直接基礎とケーソン基礎の区分

基礎形式 L_e/B	0	1/2	1
直接基礎	4	•	
ケーソン基礎・地中連続壁 基礎・柱状体深礎基礎			

ここに、Le:基礎の有効根入れ深さ(m)

B : 基礎の短辺幅 (m)

(2) 各基礎の安定性照査の基本と設計法の適用範囲は表2-2によるものとする。

表2-2 各基礎の安定性昭香の基本と設計法の適用範囲

			表 2 一 2	17 至	速り女足に	EKET ()	松平 乙 訳 刊	仏り旭万	17 单位 [20]
				照	查	容			
基礎	形	式	転 倒 モーメント	鉛直	荷重	水平	荷 重	基礎の 剛性評価	設計法の適用範囲を 示すβL。の目安
			照查項目	照査位置	照査項目	照査位置	照査項目		
直接	基	礎	偏心した 鉛直力の 作用位置	底 面	1 地盤文力度	底 面	せん断抵抗力	剛体	1 2 3 4
杭	基	礎	_	設計上の 地盤面又 は 杭 頭	引抜き	設計上の 地盤面又 は 杭 頭	水平変位	弾性体	
ケーソ	ン差	よ礎	_	底 面	i 地盤豆力度	設計上の 地盤面	水平変位	弾性体	
鋼管矢	:板基	基礎	_	設計上の地盤 産	引抜き	設計上の地盤面	水平変位	弾性体	←
地中連絡	売壁差	甚礎	_	底 面	i 地盤豆力度	設計上の 地盤面	水平変位	弾性体	
深礎	基	礎	_	底 面	地盤反力度	設計上の 地盤面	水平変位	弾性体	

注) []:前面地盤の水平抵抗を期待する場合についてのみ照査を行う。

Le:基礎の有効根入れ深さ(m)

eta :基礎の特性値($\mathbf{m}^{\text{-1}}$), $eta=\sqrt[4]{rac{k_H D}{4EI}}$

EI:基礎の曲げ剛性 (kN・㎡)D:基礎の幅又は直径 (m)

kH: 基礎の水平方向地盤反力係数 $(kN \cdot m^3)$ $(\beta Le \, O$ 判定には常時の kHを用いる。)

道示IV (H29.11) 8.2

道示IV (H29.11) 表一解 8.2.4

道示IV (H29.11) 表一解 8.2.2

2-2 直接基礎

2-2-1 安定照査

永続作用支配状況及び変動作用支配状況において、1)及び2)を満足しなければならない。

- 1) 基礎の変位が橋の機能に影響を与えないとみなせる範囲に留まる。
- 2) 鉛直荷重に対する支持、水平荷重及び転倒モーメントに対する抵抗に関して、 必要な耐荷性能を有する。

転倒モーメントにより偏心した鉛直力の作用位置が、永続作用支配状況では、基礎 底面の中心から底面幅の1/6以内、変動作用支配状況には底面幅の1/3以内にな らなければならない。

2-3 杭基礎

2-3-1 水平変位の制限

杭基礎の水平変位の制限値は、上部構造から決まる水平変位の制限値と下部構造 から決まる水平変位の制限値を超えない。 道示IV (H29.11) 10.5.1(4)

道示IV

9.2

(H29.11)

2-3-2 地盤から決まる杭の極限支持力

杭の鉛直載荷試験により決定する先端極限支持力について、道路橋示方書下部構造編10.5.2によれば、「地盤から決まる杭の極限支持力の特性値は、地盤条件、構造条件、施工方法及び杭頭部の沈下量等を考慮して設定しなければならない。」とされており。極限支持力の特性値は、杭の鉛直載荷試験又は支持力推定式から算出するとなっている。

表2-3 杭先端の極限支持力度の特性値(kN/m²)

X1 0 (10)01111 (E(X)X11)10(X) [4 E(E (H) H)								
杭工法	地盤の種類	杭先端の極限支持力度の特						
		性值q _d						
	粘性土	$90N \ (\le 4,500)$						
打込み杭工法	砂	$130N \ (\le 6,500)$						
	砂れき	$130N \ (\le 6,500)$						
	粘性土	110 N (\leq 3, 300)						
場所打ち杭工法	砂	110 N (≦ 3,300)						
	砂れき	$160N \ (\le 8,000)$						
市場の井丁沙 *	砂	$220N \ (\le 11,000)$						
中堀り杭工法 *	砂れき	$250N \ (\le 12,500)$						
プレボーリング杭工法	砂	$240N \ (\le 12,000)$						
ノレホーリング加工法	砂れき	$300N \ (\le 15,000)$						
御祭ソイルセノントセエン	砂	190 N (\leq 9,500)						
鋼管ソイルセメント杭工法 	砂れき	$240N \ (\le 12,000)$						
回転拉工法(1.5位仅)	砂	$120N \ (\le 6,000)$						
回転杭工法(1.5倍径)	砂れき	$130N \ (\le 6,500)$						
同転技工社(9.0位仅)	砂	$100N \ (\le 5,000)$						
回転杭工法(2.0倍径)	砂れき	$115N \ (\le 5,750)$						

ここに、N:標準貫入試験のN値

道示Ⅳ

(H29. 11) 10. 5. 2 表-10. 5. 2

^{*:}セメントミルク噴出攪拌方式における特性値である。なお、最終打撃方式では打込み 杭工法の特性値を適用する。

なお、杭の鉛直載荷試験により推定する場合、載荷試験は「杭の鉛直載荷試験方 法・同解説」((社)地盤工学会(平成14年5月)に基づいて行うとなっている。

2-3-3 杭の最小中心間隔

杭の最小中心間隔は、原則として杭径の 2.5倍とする。

杭の最小中心間隔が杭径の2.5倍より小さ くなると、群杭としての影響が著しくなり、 杭の鉛直支持力、水平方向地盤反力係数等を 単杭の場合より低減して考える必要がある が、杭径の2.5倍以上であると、群杭の影響 が比較的小さく、また、施工性についても一 般には大きな問題はないと考えて良い。

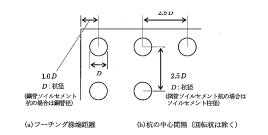


図2-1 杭の最小中心間隔

施工場所の制約条件よりフーチングを小さくせざるを得ないような場合は2.5倍より 小さくすることも考えられるが、この場合には群杭の影響について、十分に検討する必 要がある。

回転杭は杭先端に羽を有しており、杭径Doと羽根部の外径Doが異なる。杭の最小中心 間隔を羽根外径の1.5倍の場合は2.5Dp, 2.0倍の場合は3.0Dpとし、杭先端の羽根どうし の純間隔として1.0D。以上確保している場合、杭軸方向支持力は設計上群杭の影響を考 慮しなくて良いことが実験及び解析により確認されている。

なお、最外周の杭中心とフーチング縁端との距離(縁橋距離)は、杭径の1.0倍とす ることを標準としている(図2-1)。ただし、杭径が小さい既製杭を用いる場合に は、杭中心から杭径の1.0倍よりも仮想鉄筋コンクリート断面の径が大きくなることか ら、仮想鉄筋コンクリート断面の寸法等を考慮して縁端距離を確保する必要がある。

2-3-4 深礎杭の設計手法(斜面上の深礎杭)

地表面の傾斜が10度以上の斜面上において深礎工法により施工され、一般に根入れ 深さが基礎幅に比較して大きい深礎基礎を対象とする。

深礎基礎の安定及び部材等に関する照査では、永続作用支配状況及び変動作用支配 状況において、以下を満足しなければならない。

- ① 基礎の変位が橋の機能に影響を与えないとみなせる範囲に留まる。
- ② 鉛直荷重に対する支持及び水平荷重に対する抵抗に関して、必要な耐荷性能 を有する。
- ③ 部材等の強度照査では、地盤の特性等を考慮して算出した断面力に対して、 必要な耐荷性能を満足する。

岩盤の極限支持力は、直接基礎と同様に母岩の一軸圧縮強度を目安として、鉛直地 盤反力度の制限値は、表2-4を目安とする。

道示Ⅳ (H29.11) 10.4 杭基礎設計便覧 (R2.9) p316

道示IV (H29.11)14. 1

表 2 - 4 基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値(支持層が岩盤の場合)に関する岩盤の種類の日安

	ロンに関する石窟	の性類の日女	
岩盤の種類	基礎底面の鉛直地が	目安とする 一軸圧縮強度	
石盛り種規	14.5.1の 変位の制限の照査	14.5.2の 耐荷性能の照査	(MN/m ²)
軟岩	2,000	3,000	1~10
硬岩	2, 500	3, 750	10以上

2-3-5 斜杭の設計法

斜杭の設計法については、「杭基礎設計便覧(令和2年9月)4.5」によるものとする。

2-3-6 回転杭

回転杭については、「杭基礎設計便覧(平成19年1月)9」によるものとする。

2-3-7 PCウェル

PCウェル工法については「杭基礎設計便覧(平成27年3月)10」によるものとする。

道示IV

(H29.11)

表-解14.5.1

2-3-8 偏荷重を受ける基礎

軟弱地盤上の基礎で、永続的な偏荷重による側方移動の影響により側方移動が生じるおそれのある場合には、その影響について検討しなければならない。

橋台の側方移動の判定や側方移動対策工の検討に当たっては、「道示IV下部構造編8.6」に準拠し検討しなければならない。

また、検討に当たっては道示にて参考文献とされている「橋台の側方移動対策ガイドライン策定に関する検討(その2)(土木研究所資料第4174号)」を参考にしてもよい。

2-3-9 永続作用支配状況及び変動作用支配状況の設計

永続作用支配状況及び変動作用支配状況において、以下を満足しなければならない。

- ① 基礎の変位が橋の機能に影響を与えないとみなせる範囲に留まる。
- ② 杭の軸方向押込み力に対する支持及び引抜き力に対する抵抗並びに水平荷重に対する抵抗に関して、必要な耐荷性能を有する。

設計条件によっては、負の周面摩擦力や偏土圧のように、杭体に直接作用するカに対しても所要の安全性が確保されることを照査する必要がある。また、必要に応じて 群杭の影響についても検討する必要がある。

プレボーリング杭工法の場合は、水平変位が大きくなる杭頭近くの浅い領域では、 杭体と杭周面のソイルセメント柱が分離し、支持力機構が変化する可能性が指摘され ている。このことから、レベル2地震時に基礎の塑性化を考慮する橋にプレボーリン グ杭工法を用いる場合には、あらかじめレベル2地震後にソイルセメント柱が有効で なくなった場合も想定して、永続作用支配状況及び変動作用支配状況の安定照査及び 部材照査を行うのがよい。

杭基礎の水平荷重に対する抵抗の照査は、水平変位により照査することを規定している。

水平変位の照査位置は、設計上の地盤面がフーチング下面以下の場合には設計上の地盤面、設計上の地盤面がフーチング下面より上の場合にはフーチング下面すなわち 杭頭位置において照査を行う。 道示IV

(H29.11)

8.6

道示IV (H29.11) 10.2

杭基礎設計便覧 (R2.9) 図-Ⅲ.2.1

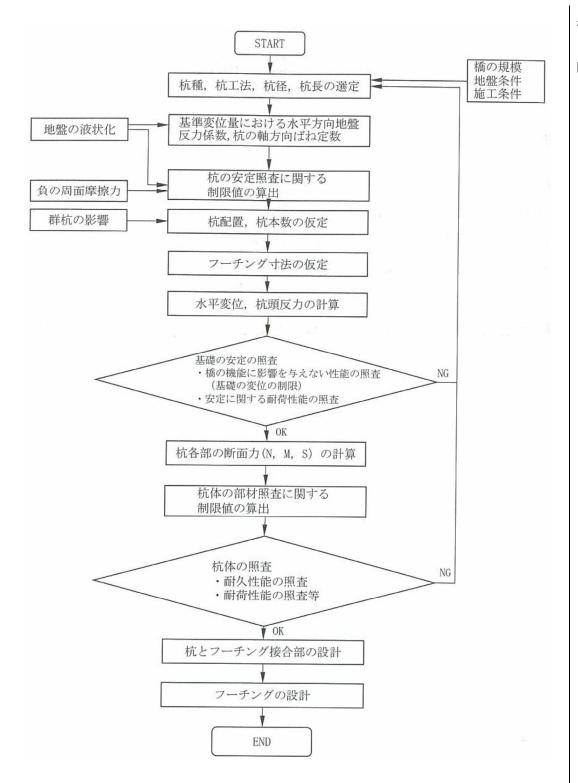


図2-2 杭基礎の安定及び部材等の強度に関する照査の流れ (レベル2地震動を考慮する設計状況における耐荷性能の照査を除く)

2-4 構造細目

2-4-1 鋼管杭、鋼管ソイルセメント杭 (R2.9)

杭基礎設計便覧

5. 1. 2

(1) 一 般

鋼管杭の応力度の制限値は、表2-5に示すとおりである。

耐荷性能の照査に用いる応力度の制限値は、〔道路橋示方書V編〕式(10.8.1)より、 算出する。

(2) 軸力と曲げモーメントに対する設計

1) 断面応力度

杭に作用する軸力および曲げモーメントにより抗体に生じる応力度は式(2)により計算する。発生する応力度が表 2-5に示す構造用鋼材の許容応力度以下であることを照査する。ただし、鋼管ソイルセメント杭は、鋼管部のみ有効として応力度を算出する。

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{Z} \qquad (2)$$

ここに、

σ: 杭体に生じる曲げ応力度 (N/mm²)

N:杭の軸力(N)

A : 杭の有効断面積 (mm)

M:杭の曲げモーメント (N・mm)

Z : 杭の有効断面係数 (m²)

表2-5 鋼管杭および鋼管ソイルセメント杭の制限値 (N/mm²)

					╨	n±
区			分	応力度の種類	常	時
					SKK 4 O O	SKK 4 9 0
				引 張	1 4 0	185
母		材	部	圧縮	1 4 0	185
				せん断	8 0	105
溶	エ			引 張	1 4 0	185
	場	グルー	プ溶接	圧縮	1 4 0	185
	溶			せん断	8 0	105
接	接	すみに	肉溶接	せん断	8 0	105
	現	場	溶接	引張圧縮	原則としてこ	工場溶接と
部	ار	. 20	71 12	せん断	同じ値とする	る 注)

注)溶接技術の向上に加えて適切な施工管理が行われている場合、十分な溶接品質が確保できることがこれまでの実績から明らかになったことから、原則として工場溶接と同じ制限値としている。ただし、道示IV15章の規定に従い、適切な技能を有する溶接工が適切な溶接環境のもとで施工するとともに、非破壊検査や施工過程の記録化などにより品質管理等を行うことが前提となることに留意する必要がある。

2) 断面変化位置の設計

断面変化位置は作用する断面力に対して応力度および水平変位量が制限値を超えないように設定する。ただし、高止まり等が想定される場合はその影響を考慮して 0.5~1.0m程度の余裕をもって設定するのが良い。

断面変化位置が2ヶ所以上となる場合は、各断面変化位置の距離を2m以上確保する。

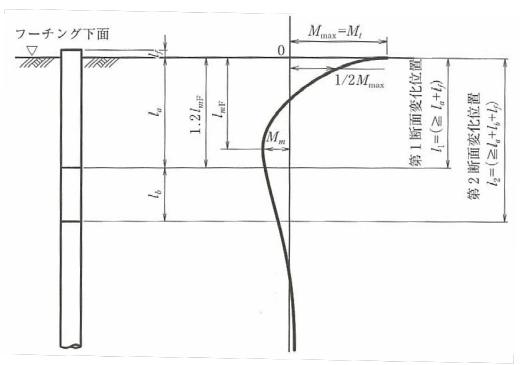


図2-3 鋼管杭の断面変化

杭基礎設計便覧 (R2.9)

5. 1. 6(2)3)

杭の第1断面変化位置は、次式により求める。

 $\ell_1 \ge \ell_a + \ell_f$

ここに、

 ℓ_1 : 杭頭からの第1断面変化位置までの距離(m)。 ただし、0.5m単位で切り上げる。

 ℓ_a : フーチング下面から、最大曲げモーメントMmax の 1/2 となる 位置(1/2Mmax 位置)又は地中部最大曲げモーメントの深さ ℓ_{mF} に 1.2 を乗じた位置(1/2Lmf)までの距離(m)

 ℓ_f : フーチングへの埋込み長 (m)

第2断面変化位置は、次式により求められる。

$$\ell_2 \ge \ell_a + \ell_b + \ell_f$$

ここに、

 ℓ_2 : 杭頭から第2断面変化位置までの距離 (m)。ただし、0.5m 単位で切り上げる。

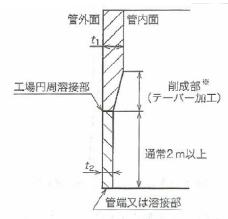
 ℓ_b : 第1 断面下端位置より、設計用曲げモーメントと第3 断面にて道示W10.8.2 に規定される杭体の照査を満足する位置までの距離(m)で、 $\ell_b \ge 2$ mとする。

ただし、むやみに断面変化を行うと、かえってコストアップになる場合があるため、 経済性についての検討を行う方がよい。

鋼管杭および鋼管ソイルセメント杭の板厚変化は、極端な断面変化による応力集中の影響を考慮して、板厚変化の最大値は7mmとし、最小板厚は「杭基礎設計便覧7.構造細目」によることとする。ただし、特別な検討を行った場合はこれらによらなくてもよい。

3) 断面変化部の構造

鋼管杭および鋼管ソイルセメント杭の断面変化部の構造としては、JIS A 5525 (鋼管ぐい) に図2-4に示す構造が示されているので参考にするとよい。



※ 素管の内側の削成部の長さは、 $4(t_1-t_2)$ 以上とする。ただし、 (t_1-t_2) が 2 mm 以下のとき、又は工場円周溶接部を内外面溶接とする場合で (t_1-t_2) が 3 mm 以下のときは、削らなくてもよい。

図2-4断面変化の構造

杭基礎設計便覧 (R2.9)

5. 1. 6(2)3)

(3) せん断力に対する設計

鋼管杭および鋼管ソイルセメント杭は、式(3)により算出した平均せん断応力度 がせん断応力度の制限値以下であることを照査する。ただし、鋼管ソイルセメント 杭は鋼管部のみ有効として応力度を算出する。なお、鋼管杭および鋼管ソイルセメ ント杭は、曲げモーメントの影響を大きく受けるため、せん断応力度で断面が決定 することが少ない。

杭基礎設計便覧 (R2.9)

5. 1. 2(3)2)

$$\tau = \frac{S}{A} \qquad \cdots \qquad \cdots \qquad \cdots \qquad \cdots \qquad \cdots \qquad (3)$$

ここに、

τ: 平均せん断応力度 (N/mm²)

S: せん断力 (N)

A: 杭の有効断面積 (mm)

杭に作用するせん断力が卓越する場合には式(4)によって最大せん断応力度を求めるのが望ましい。

ここに、

τ max:最大せん断応力度 (N/mm²)

 α : 平均せん断応力度に対する最大せん断応力度の比で次式により求める。

$$\tau = \frac{4(D+D \cdot d+d)}{3(D+d)} \qquad \cdots \qquad (5)$$

D:外径 (mm)

d : 内径 (mm)

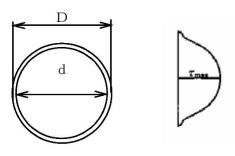


図2-5 せん断応力度分布図

(4) 鋼管杭の腐食に対する設計

鋼管杭の腐食減厚は、海水や鋼の腐食を促進させる工場排水等の影響を受けない場合で、腐食調査も行わず、また、防食処理も施さないときは、常時水中および土中にある部分(地下水中にある部分も含む)について、一般に1mmの腐食しろを考慮するのがよい。(鋼管の内面については考慮しなくてよい)

道示IV (H29.11) 10.10.1(3)2)

海水、鋼の腐食を促進させる工場排水などの影響を受ける部分、及び、常時乾湿を繰返す部分は十分な防食処理を行わなければならない。腐食しろを考慮する場合は、設計に用いる有効直径は下式のようになるので注意を要す。

有効直径=(杭径-さびしろ)

2-4-2 場所打ち杭

1 設計径

場所打ち杭の設計径は、表2-6による。

表 2 - 6 設計径

I ;	法	設	計	径
オールケーシング工法			0.1m段階とする。	
リバース工法		スドリル工法に	おいて安定液を使用 ⁻	する場合に
アースドリル工法		は、設計径は公	称径から0.05m減じた	値とする。

杭基礎設計便覧 (R2.9)

7.4.1

場所打ち杭の設計径は、近年の施工実績等を踏まえて規定している。なお、一般に使用されている設計径は1.00m, 1.20m, 1.50m程度である。

各工法の公称径は以下のとおりである。

- ・オールケーシング工法では、ケーシングチューブ刃先(カッティングエッジ) の外径(図 2 - 6 (a))
- ・リバース工法では、回転ビットの外径(図2-6(b))
- ・アースドリル工法では、回転バケットに取り付けたサイドカッターの外径 (図 2-6 (c))

道示IV (H24.3) 12.11.2

杭基礎設計便覧

(R2.9)

7.4.1

2 鉄筋の最小かぶり

鉄筋の最小かぶりは、工法、使用機械、地山の凸凹、鉄筋かごの建込み、耐久性等を考慮して決定するものとする。表2-7に基づいて設定した場合は、これを満足するとみなしてよい。

杭基礎設計便覧 (R2.9) 7.4.2

最小かぶりは、水中にコンクリートを打設する場所打ち杭における鉄筋の最小かぶり120mmは、コンクリートと鉄筋との付着、鉄筋の防食・保護、維持管理の困難さ等を考慮した基本的な必要かぶり70mmに加え、施工性や施工精度等も考慮して規定されている。なお、鉄筋のかぶりは、鉄筋の最外面から設計径の外周及び杭先端のコンクリート表面までの距離である。

 工 法 例
 図に示すかぶり d の寸法

 オールケーシング工法 リ バ ー ス 工 法 アースドリル工法
 120mm

 補強リング 帯鉄筋

表2-7 鉄筋の最小かぶり d

3 配筋細目

軸方向鉄筋および帯鉄筋は、施工性に配慮したうえで有効に機能するように配置するものとする。次による場合は、これを満足するとみなしてよい。

(1) 軸方向鉄筋

軸方向鉄筋は異形鉄筋を使用する。その寸法および間隔は表2-8による。

なお、軸方向鉄筋にはフックをつけなくてよい。なお、軸方向鉄筋の継手は重ね継 手とする。

表 2 一 8 軸方向鉄筋

項目	最大	最小	摘用
鉄筋量	6%	0.4%	深礎工法による場合
鉄筋径(mm)	一般には35 mm程度	22mm	は除外する
鉄筋間隔(mm)	300 ※	鉄筋径の2倍以上、または 粗骨材最大寸法の2倍の大 きい方	
鉄筋本数 (本)	_	6	
鉄筋長(m)	12. 0	3. 5	

※ 鉄筋中心間隔を表わす。

また、以下の点に留意する必要がある。

a) 主鉄筋の配置は、一重配筋が望ましい。 これは、二重配筋とした場合フーチング下面の鉄筋と杭頭の定着鉄筋が競合 杭基礎設計便覧

(R2.9)

7.4.3

道示IV

(R2.9)

10. 10. 5

し、良好な施工ができないこと、および場所打ち杭では、コンクリートの打設・ 鉄筋かごの建込みやコンクリートの充てんなど施工上の問題が多いためである。

- b) 主鉄筋は定尺ものを使用するよう配慮し、端数調整は最下端の鉄筋で行うのが 望ましい。
- c) 杭本体の応力度に余裕がある場合でも、鉄筋かごの剛性を確保するために道示 IVに規定する最小鉄筋量(0.4%)以上は必ず配筋すること。
- d)主鉄筋の最大中心間隔については道示IVではとくに規定してないが、太径の鉄筋を用いて鉄筋間隔を大きくとることは鉄筋コンクリート部材として望ましくないことから、300mm 程度以下とすること。

主鉄筋の最小中心間隔は道示IVの規定に従うものとし、粗骨材の寸法にもよるが、一般には D32 までは 100mm 程度、D35 までは 105mm とするのがよい。

- e) 道示IVでは、最近の鉄筋の太径化を考慮して D51 までの鉄筋に対して許容応力度を規定している。しかし、場所打ち杭の主鉄筋に太径の鉄筋を用いる場合、鉄筋の継手の強度や施工性については十分な検討が必要であり、一般には D35 以下の鉄筋を使用するのが望ましい。
- f) SD490 の鉄筋を軸方向鉄筋に使用した鉄筋コンクリート橋脚や場所打ち杭に対する適用性を検証する実験は、30N/mm2以上の強度を有するコンクリートを用いて

実施されており、場所打ち杭の軸方向鉄筋に SD390 または SD490 を使用する場合は

設計基準強度 30N/mm2 (水中コンクリート:呼び強度 40N/mm2) を用いるのが良い。

アーチング下面 A_{s1} $M_{max}=M_{m}$ M_{l} $M_{max}=M_{m}$ $M_{max}=M_{m}$ M

図2-7 場所打ち杭の断面変化

杭基礎設計便覧 (R2.9)

5. 1. 6(2)3)

をもとに継手長を算出する。

杭基礎設計便覧

(R2.9)

7. 4. 3

帯鉄筋は異形鉄筋を使用するものとし、その直径は 13mm 以上、中心間隔は 300mm 以下とする。ただし、フーチング底面より杭径の 2 倍(設計地盤面がフーチング底面 以下の場合は設計地盤面より杭径の 2 倍)の範囲内では、帯鉄筋の中心間隔を 150mm 以下、かつ鉄筋量は側断面積の 0.2%以上とする。

帯鉄筋の中心間隔は、場所打ち杭の変形特性等の特性ならびに実状を考慮して最大間隔を 300mm と定めた。また、側断面積の 0.2%以上とする規定は、太径の場所打ち杭には適用しなくても良い。

帯鉄筋量は、せん断応力度の照査と最小鉄筋量の照査で決定する。

なお、レベル2地震動を考慮する設計状況において、抗体のせん断に対する照査を 行った結果、帯鉄筋を密に配置する場合が生じるが、この場合でも水中コンクリート の充てん性を考慮すると、帯鉄筋の最小間隔は125mm以上とすることが望ましい。

帯鉄筋の中心間隔を 150mm とした場合の鉄筋量 (As) は、 $As \ge 0.001D \times 150$ で計算され、この関係を示すと表 2-9 のようになる。また、鉄筋の加工性を考慮すると、機械掘削による場所打ち杭の帯鉄筋の最大径は D22 以下が望ましい。

近年機械掘削の場所打ち杭においても杭径が2.0mを超える事例が増えてきた。 その際の帯鉄筋径はせん断応力度の照査で決定することが基本となるが、せん断応力度に余裕がある場合でも鉄筋かごの剛性等からD22とすることが望ましい。

杭 帯鉄筋の径(mm) 径 (m) 0.8 D13 D16 1.0 D16 1. 2 1.5 D19 2.0 D22

表2-9 杭頭付近の帯鉄筋径の目安

また、帯鉄筋は、塑性化後も一定の変形能を確保するため、直径の40倍以上帯鉄筋を重ね合わせるとともに半円形フック又は鋭角フックをつけて定着する。

鉄筋かご径が小さい場合、トレミー管の挿入・引抜き時に帯鉄筋フックと干渉し、 鉄筋かごの傾斜・変形、トレミーの挿入・引抜き不能等の支障をきたす恐れがある場 合には、スパイラル鉄筋や機械式継手の使用等が考えられる。

道示IV (H29.11) 10.10.5

(3) 施工(鉄筋かご組立て)

鉄筋かごの組立ては、鉄筋かごが必要な精度を確保し、堅固となるように行わなければならない。ただし、鉄筋の組立てにおいては、組立て上の形状保持等のための溶接を構造計算上考慮する鉄筋に行ってはならない。

道示IV

(H29.11)

15. 8. 7

鉄筋かご組立て時の構造細目

- ・補強材は平鋼、型鋼を基本とする。補強材の強度が不足する場合に異形棒鋼を使用
- ・補強リングのピッチは、道示IV P.503に示す2~3mを基本とするが、施工性を考慮して、3mを基本とする。また、杭頭部は位置がずれやすいことから鉄筋円周長に対して500~700mm間隔で設置する。
- ・補強リングは、計算の結果、吊上げユニットごとに異なる場合もあるが、施工性を 考慮して、同一形状で統一する。
- ・補強リングと帯鉄筋の位置が同一箇所となる場合は、帯鉄筋間隔を変えずに補強リングの位置を調整する。
- ・補強リングと主鉄筋の交差位置は、全箇所を固定金具で固定する。
- ・鉄筋と帯鉄筋の交差箇所は、4本おきに番線結束するものとし固定金具は使用しない
- ・スペーサーは、同一深さ位置に4~8個、深さ方向3m間隔で取り付けるのが一般的である。杭頭部は、位置がずれやすいことから鉄筋かご円周長に対し500~700mmの間隔で設置するのがよい。
- ・杭長が長い場合で、杭頭部の鉄筋量が杭下部に比べて多い場合は、曲がりや座屈の おそれがあることから、軸方向鉄筋の本数を増やしたり、補強鉄筋やアングルなどで 補強するなどの対策を行う。

場所打ちコンクリート杭 の鉄筋かご無溶接 工法 設計・施工 に関するガイドライン

杭基礎施工便覧 (R2.9) p296

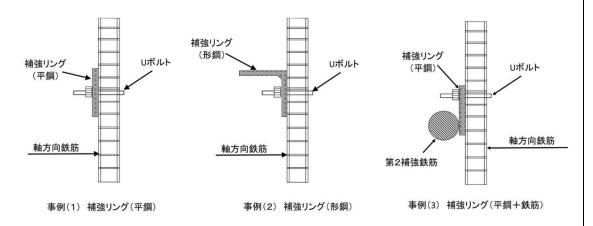


図2-8 補強材の使用事例

2-4-3 深礎基礎

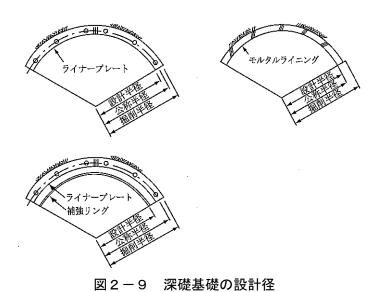
1 形状寸法及び配列

柱状体深礎基礎の場合には、下部構造躯体の軸方向鉄筋が確実に定着できるような寸法であることや躯体の剛性に比して十分な大きさを有することが必要であり、これまでの実績も考慮して5m以上を目安とする。また、組杭深礎基礎の場合には、掘削や支持層状況の確認、基礎本体の構築を孔内で行うため、安全性や施工性を考慮する必要があり、実績として2m以上が用いられている。

斜面上において組杭深礎基礎を適用する場合には、周辺地盤が不安定になった場合の補完性又は代替性を考慮して、橋軸方向及び橋軸直角方向それぞれに対して複数の深礎杭からなる4本以上の組杭構造とする。

また、深礎杭の最小間隔は杭径の2倍程度、深礎杭の中心とフーチングの縁端距離は2-3-3に準ずることとするが、確保できる用地や他の構造物との干渉などの理由から、フーチングの寸法の寸法を大きくできない場合、縁端距離を縮小することも考えられる。この場合には、深礎杭の外周面からフーチングの縁端との距離は、近年の実績が多い250mm程度以上とし、レベル2地震時も含めた水平押抜きせん断の照査などにより所要の性能を満たすよう設計を行うこと。

図2-8に示すように土留め内側の基礎径を安定計算及び断面計算に用いる設計 径とする。ただし、ライナープレートを用いる場合には安定計算に限りライナープレートの軸線に対する径を用いてよい。



2 鉄筋の最小かぶり

鉄筋のかぶりdは、設計径の外周から70mm以上とする。

深礎基礎は、孔内で鉄筋を組み立てられるため、最外縁の帯鉄筋を組み立てた後で軸方向鉄筋を建込むなど、断面の内外両側から鉄筋組立て作業が可能な橋脚とは 鉄筋の組立て方法が大きく異なっている。このため、深礎基礎の配置の際には完成 形における鉄筋配置だけでなく、施工時の鉄筋組立てに必要な構造や配置について も十分配慮する必要がある。 道示IV (H29.11) 14.4

> 道示IV (H29.11) 14.9

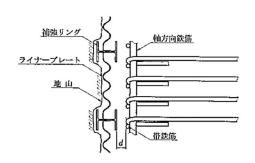


図2-10 鉄筋の最小かぶり

3 配筋細目

軸方向鉄筋及びせん断補強鉄筋は、施工性に配慮したうえで有効に機能するよう、次のように配置する。

- 1) 軸方向鉄筋は、道示W10.10.5(3)1)の規定に準じて配置する。
- 2) 軸方向鉄筋の継手は原則として機械式継手とする。
- 3) 柱状体深礎基礎の帯鉄筋は、軸方向鉄筋の1/4以上を基礎全長にわたり配置する。
- 4) 組杭深礎基礎の帯鉄筋は、道示IV10.10.5(3)2) の規定に準じて配置する。

2-4-4 フーチング端部補強鉄筋

フーチング設計における鉄筋の配置については、道示IV7.7.5によるものとするが、柱とフーチング緑端部との距離が 1.0m 以下の場合は、フーチング緑端部の補強鉄筋を図 2-10 のように D19 以上、200mm 間隔以下で配置するのが望ましい。ただし、フーチング主鉄筋が D16 の場合は、補強鉄筋も D16 としてよい。

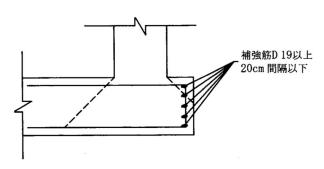


図2-11 フーチング端部補強筋

道示IV (H29.11)

14.9

杭基礎設計便覧 (R2. 9) P308

2-4-5 杭頭結合部

1 設計の基本

道示IV (H29.11)

10.8.7

杭とフーチングの接合部は剛結として設計し、杭頭部に作用する押込みカ,引抜きカ,水平力及びモーメントに対して安全であるように設計する必要がある。ただし、剛体と仮定できる厚さを有するフーチングに、道示IV10.8.7(3)の構造細目を満たすように杭をフーチングに接合することを前提として、標準的な縁端距離を確保する場合には照査を省略することができる。

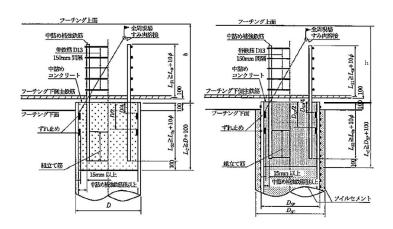
既製杭の場合には、道示IV10.8.7(3) iii)の構造細目を満たすように杭をフーチングに接合することを前提として、フーチング内部に鉄筋コンクリート断面を仮定し(仮想鉄筋コンクリート断面)、杭頭接合部の補強鉄筋の応力度照査を行う。この際、仮想鉄筋コンクリート断面の図心は杭断面の図心と一致するとし、仮想鉄筋コンクリート断面の直径(有効径)は、杭径D(ただし、鋼管ソイルセメント杭の揚合は鋼管径:mm)に0.25D+100(mm)(ただし、最大400mm)を加えた径とする。コンクリートの応力度については、フーチング内部であり杭頭部の挙動に対して支配的な影響を及ぼさないことが実験により確認されているため、照査は省略してよい。

2 構造細目

既製杭における補強鉄筋の杭体内への定着長は、 $L_{0p}+10\phi$ (ϕ は補強鉄筋の直径)を確保する。フーチング下側鉄筋のかぶりは200mmとすることを標準とする。

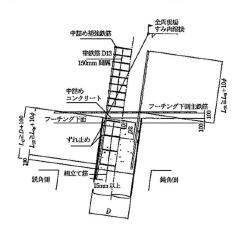
鋼管杭及び鋼管ソイルセメント杭、SC杭の杭頭部の補強は、施工品質の確保が可能な中詰め補強鉄筋を用いた鉄筋かご方式による。施工品質の確保が困難な溶接による補強はいないこととし、SD345の中詰め補強鉄筋では配置が困難な場合には、SD390やSD490を用いる。ただし、この場合にはコンクリートの設計基準強度を30N/milとする。

斜杭とする場合には、フーチングへの杭の埋込み長さは最小の部分が100mmとなるようにする。なお、鋼管杭がフーチング下面鉄筋と干渉する場合には、鋼管杭を水平に切断する等の処理を行う。

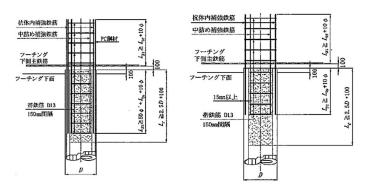


鋼管杭の接合方法

鋼管ソイルセメント杭の接合方法

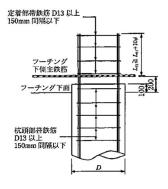


鋼管杭を斜杭として用いるときの接合方法



PHC 杭の接合方法

SC 杭の接合方法



場所打ち杭の接合方法

2-4-6 橋脚と大口径深礎との接合部の配筋

躯体接合部の厚さは、式(6)に示すように躯体の軸方向鉄筋に対して所定の定着長を確保するとともに、基礎本体の軸方向鉄筋に対しても所定の定着長を確保するよう決定する。ここで、躯体接合部に対する躯体の軸方向鉄筋の定着長は、鉄筋の定着長に躯体短辺方向長さの1/2を加えた値とする。

道示IV

(H29.11)

14.7.3

$$t = \max[L_1, L_2] \qquad \cdots \qquad (6)$$

ここに

t:躯体接合部の厚さ(mm)

L₁: 躯体の軸方向鉄筋の躯体接合部に対する定着長を確保するための必要厚さで、鉄筋の定着長を確保できる厚さに躯体短辺方向長さの1/2を加えた長さ(mm)とする。

L₂:基礎本体の軸方向鉄筋の躯体接合部に対する定着長を確保するための必要厚さで 鉄筋の定着長(mm) とする。

なお、躯体軸方向鉄筋の端部は、打継部のコンクリートの充てん性を考慮して半円形フックとするのがよい。ただし、SD490のように半円形フックが使用できない場合には、直角フックどうしが重ならないように配置し、コンクリートの充てん性に配慮するのがよい。

躯体軸方向鉄筋の定着部は、図2-12に示すように定着位置が一断面に集中しないように千鳥状に配置し、その端部の高さ方向の間隔は重ね継手又は段落し位置が打継目と重なる場合に準じ、1m程度以上離すことがよい。

また、躯体接合部はフーチング等のように単体での部材設計により鉄筋が配置されないため、躯体からの荷重を確実に基礎本体に伝達できるよう図2-12に示すような補強鉄筋を接合部上面及び内部に配置するのがよい。

補強鉄筋の決定にあたっては、類似の構造における配筋事例を参考に、躯体軸方向鉄筋から接合部に伝達される応力状態や深礎基礎に配置される鉄筋の効果を考慮したうえで、接合部における損傷が検証できるFEM解析等を用いることが考えられる。

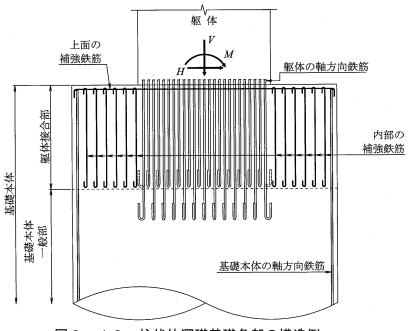


図2-12 柱状体深礎基礎各部の構造例

道2-87

2-5 土留め構造の設計

土留め構造の選定

- (1) 深礎基礎の施工に用いる土留め構造は、ライナープレート及びモルタルライニング・吹付けコンクリート等の工法によることを原則とする。
- (2) 深礎基礎の土留め構造は、ライナープレートを標準とするが掘削完了後、地山の自立性が期待できる場合はモルタルライニング、吹付けコンクリート等を標準 とする。
- (3) 深礎基礎の土留め構造は、基礎径5m未満の場合にはライナープレート及びモルタルライニング・吹付けコンクリート等を、また、基礎径5m以上の大口径深礎基礎の場合には吹付けコンクリートとロックボトルを用いることを標準とする。
- (4) モルタルライニング・吹付けコンクリート等の深礎基礎の先端部には、土留め施工しなくてもよい。

設計土圧

土砂および風化した軟岩で考慮する設計土圧は次式により求める。

 $P = K S (\gamma m h + W)$ 式(7) ここに、

P : 土圧強度 (kN/m²)

KS: 土圧係数、土砂および風化した軟岩では 0.5 とする

γ m : 各土層の平均単位体積湿潤重量 (kN/m³)

h : 地表面からの深さ (m)

W : 上載荷重 (kN/m²)

ただし、h=15m以深では土圧の増加はないものとする。

斜面上の深礎基 礎設計施工便覧 (H24.4) 5-2

- (1) モルタルライニングおよび吹付けコンクリートによる土留め構造
 - ① 土留め構造は100 mmを最小厚さとする。
 - ② 土留め構造に用いるモルタルは、基礎本体の設計基強度と同等以上とする。なお、土留め構造の設計に際しては掘削サイクルと硬化時間を十分勘案の上、許容応力度を決定しなければならない。
 - ③ 補強材が必要な場合はライナープレートの補強リングおよび杭本体に準じた 鉄筋を用い、これらに準じた許容応力度を適用するものとする。
- (2) ライナープレートによる土留め構造
 - ① ライナープレートの材質は JIS G 3131 (熱間圧延軟鋼および鋼帯) SPHC, JIS G 3131 (一般構造用圧延鋼材) SS 330, もしくはこれらと同等以上のものとする。
 - ② 組み立てボルトの材質は JIS B 1180 (六角ボルト) 強度区分 4.6 もしくはこれと同等以上のものとする。
 - ③ ライナープレートの許容応力度は、以下に示すとおりとする。

SS 330 : 175 N/mm^2 SPHC : 145 N/mm^2

- ④ 補強リングの材質は JIS G 3101 (一般構造用圧延鋼材) SS 400 もしくはこれと同等以上のものとする。
- (5) 補強リングの許容応力度は210N/m² (SS 400) とする。
- (3) 大口径深礎基礎の土留め構造

以下の材料を用いるものとする。

- ① 吹付けコンクリート:基礎本体の設計基強度と同等以上
- ② 鋼製リング支保工 :補強リングに準ずる。
- ③ ロックボルト : 異形棒鋼 D25 (SD 345)

設計計算法

- (1) 本計算法は、各工法の特徴を踏まえ、適切な条件の下で、モルタルライニングおよび吹付けコンクリート、ライナープレートの設計に適用してよい。
- (2) 深礎基礎施工のための立坑断面外周から均等な土圧が作用するものとして、次の検討を行うものとする。
 - ① 円環断面の座屈に対する検討
 - ② 円環断面の圧縮応力に対する検討

ただし、径3.5m以上の土留め構造については、組立誤差や偏土圧などによって多少 楕円状を呈する影響が無視出来ないので、曲げ応力に対する検討も行うものとする。

板厚 (mm)	断面積 (㎜)	断面二次モーメント (mm ⁴)	断面係数(mm³)
2. 7	3976	1.410×10^{6}	4.598×10^{4}
3. 2	4712	1. 676×10 ⁶	5. 430×10 ⁴
4. 0	5886	2. 104×10 ⁶	6.750×10^4
4. 5	6622	2. 374×10 ⁶	7.570×10^4
5. 3	7790	2. 808×10 ⁶	8. 870×10 ⁴
6. 0	8820	3. 194×10 ⁶	10.01×10^4
7. 0	10290	3.752×10^{6}	11.62×10 ⁴

表2-11 補強リング断面性能

寸法 (mm)	断面積	断面二次モー	·メント (mm ⁴)	断面積(mm³)		
1 12 (11111)		I x	Iy	Z _x	Z _y	
H • 125×125×6.5/9	3.00×10^{3}	8. 39×10 ⁶	2. 93×10 ⁶	1. 34×10 ⁵	4.69×10^4	
H • 150×150×7/10	3.97×10^{3}	16. 20×10 ⁶	5. 63×10 ⁶	2. 16×10 ⁵	7.51×10^{4}	

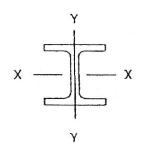


図2-13 補強リング

斜面上の深礎基 礎設計施工便覧 (H24.4) 参考資料8

大口径深礎の土留め構造

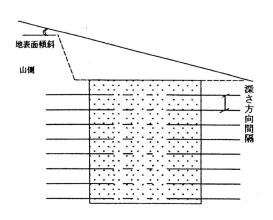
大口径深礎の土留め構造は、吹付けコンクリートとロックボルトなどにより、地盤の状況を十分に考慮した上で、孔壁の安全を確保しなければならない。

表2-12 岩盤部土留め構造パターン例

		設計径 (5.0m~10.0m)				設計径 (10.0m~15.0m)			設計径 (15.0m以上)				
	地表面	1	ロックボルト		吹付け	ロックボルト		吹付け	ロックボルト		吹付け		
	傾 斜	長さ		ヺ (m) コンクリート		長さ	間隔	鬲 (m)	コンクリート	長さ	間隔 (m)		コンクリート
		(m)	深さ 方向	断面方向	厚 さ (mm)	(m)	深さ 方向	断面方向	厚 さ (mm)	(m)	深さ 方向	断面方向	厚 さ (mm)
	0~10°	3. 0	2.0	2. 0	(補強材 無し) 50	3. 0	2.0	2.0	(補強材 無し) 50	3. 0	1.5	1. 5	100
C 1	10∼45°	3.0	2. 0	2. 0	(補強材 無し) 50	3. 0	2.0	山側:1.5 他:2.0	(補強材 無し) 50	3. 0	1.2	山側:1.2 他:1.5	100
	45°以上	3.0	1.5	山側:1.5 他:2.0	100	3. 0	1.2	山側:1.5 他:2.0	150	6. 0	1.0	山側:1.0 他:1.5	150
	0~10°	3.0	2.0	2. 0	100	3. 0	1.5	2.0	100	4. 0	1.5	1.5	100
C 1	10~45°	3.0	1.5	山側:1.5 他:2.0	100	3. 0	1.5	山側:1.5 他:2.0	100	4. 0	1.0	山側:1.0 他:1.5	100
	45°以上	3.0	1.5	山側:1.5 他:2.0	150	3. 0	1.2	山側:1.5 他:2.0	150	6. 0	1.0	山側:1.0 他:1.5	150
	0~10°	3.0	2.0		100	3. 0	1.5	2.0	100	4. 0	1.5	1. 5	100
C L	10∼45°	3.0	1.5	山側:1.5 他:2.0	100	3. 0	1.2	山側:1.5 他:2.0	100	4. 0	1.0	山側:1.0 他:1.5	100
	45°以上	3.0	1.2	山側:1.5 他:2.0	150	3. 0	1.2	山側:1.5 他:2.0	150	6. 0	1.0	山側:1.0 他:1.5	150
D	0~10°	3.0	2. 0	2. 0	100	3. 0	1.5	2.0	150	4. 0	1.5	1.5	150
	10~45°	3.0	1.5	山側:1.5 他:2.0	100	3. 0	1.2	山側:1.5 他:2.0	150	4. 0	1.0	山側:1.0 他:1.5	150
	45°以上	3.0	1.2	山側:1.5 他:2.0	150	3. 0	1.2	山側:1.5 他:2.0	150	6. 0	1.0	山側:1.0 他:1.5	200

吹付けコンクリートは σ ck=18N/mm²(180kgf/mm²), 鉄筋は 25 mmの異形棒鋼を用いている場合が多い。

吹付けコンクリート厚が100mm以上の場合は、厚さ $3\sim5$ mmの溶接金鋼を用いている場合が多い。



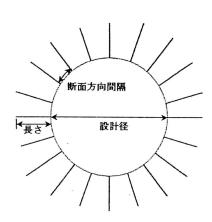
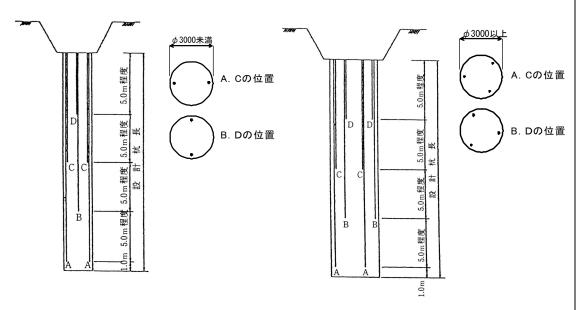


図2-14 岩盤部土留め構造の概要

斜面上の深礎基 礎設計施工便覧 (H24.4) 参考資料8

2-6 参考資料(数量)

- 1 深礎杭グラウトパイプの設置例
 - (1) 杭径3m未満の場合
- (2) 杭径3m以上の場合



1段の注入口は左図のとおり 2箇所とし、 次の各段の注入口を 90° ずつ変化させて配 置する。 1段の注入口は左図のとおり3箇所とし、次の各段の注入口を 60° ずつ変化させて配置する。

大口径深礎の場合は適宜注入口を増す。

(3) グラウトパイプの省略図

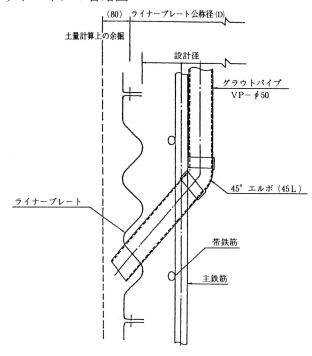


図2-15 グラウト図

2 杭頭補強構造及び数量

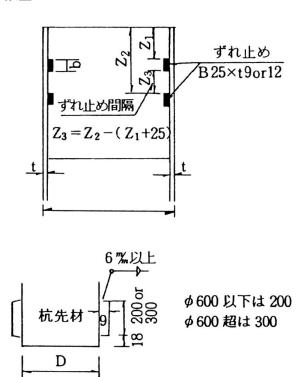


図2-16 鋼管杭の構造細目

3 下部工

3-1 設計方針

3-1-1 設計の基本方針

道示IV (H29.11)

3.1

- (1) 下部構造は、強度及び安定に関して少なくとも道示 I 編 2.3 に規定する橋の耐荷性能 を満足するほか、橋の性能を満足するために必要なその他事項を満足しなければなら ない。地震時の性能照査は、本編及び道示 V 編により行わなければならない。
- (2) 耐久性能については、道示IV6 章の規定する耐久性能を確保しなければならない。

3-1-2 設計一般

- (1) 橋台・橋脚の躯体は、架橋地点の状況に最も適した形状としなければならない。 また、経済性・外観・近接構造物に対する影響・地下埋設物との関係・施工性を 考慮して決定するものとする。また、土木構造物設計マニュアル(案)(平成11年 11月)に示した設計を踏まえ、合理的な設計を行うものとする。
- (2) フーチング等の土かぶりは、通常の場合 50 cmを標準とするが、街路上に下部 構造を設置する場合、当該道路管理者との協議が必要である。

又、河川敷地内等に下部構造を設置する場合は、河川管理者との協議が必要である。

(3) 橋台・橋脚においては、「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)」(令和元年9月)に示すように、設計段階において温度ひび割れ照査を実施しなければならない。

照査については手引書(案)の「図 3.2.1 温度ひび割れ照査フロー」に基づき行うものとし、簡易推定資料が適用できない又は簡易推定資料でひび割れ指数が1未満の構造物は、詳細照査(温度応力解析)を実施して、ひび割れ指数が1.0以上となるような対策工を立案しなければならない。

温度応力解析については、二次元解析で実施することを基本とするが、特殊な構造など二次元解析が困難な場合は、三次元解析で実施できるものとする。

表3-1 温度ひび割れ照査を省略することができる範囲

3-2 設計荷重

3-2-1 活荷重の載荷方法

- (1) 活荷重は、構造物に最も不利になるように載荷させるのを原則とするが、各 けた最大力を使用してもよい。
- (2) 上部工死荷重は、支承に作用する集中荷重とするが、床版橋においては分布 荷重としてよい。
- (3) 橋台等m当りで計算する場合は、この限りでない。 上部構造反力は、簡略計算により算出してもよい。

ただし、斜橋・バチ形橋・曲線橋のような特殊なものについては、実橋 に近い反力で計算しなければならない。

簡略計算による場合は、図3-1のように1.0法でよい。

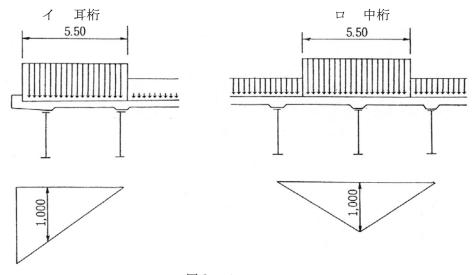


図3-1

3-2-2 橋台・橋脚に働く作用の組合せ及び荷重係数の組合せ

橋台・橋脚の設計に用いる荷重組合せ及び荷重係数は、作用による断面力を算出する際に、荷重特性値に乗じるものであり、道示 I 編 3.3 及び 5.2 に示す。

また、耐荷性能が十分であっても基礎の沈下、水平変位等の過大により長期的に橋の機能に影響を与えない範囲に留める必要があるため、道示 I 編 3.3 に規定される組合せのほか、永続支配作用状況として道示IV8.2 に規定される組合せを考慮する。

3-2-3 橋台に働く荷重

- (1) 河川の堤防中に橋台を設ける場合には、
 - イ 常時荷重+HWL
 - ロ 地震時荷重+MWL(L.W.Lが不明な場合は計画河床とH.W.Lとの2/3とする)

の組合わせを考えなければならない。

また、水位は橋台背面と前面水位についても十分検討すること。

なお、地下水位は、危険側に作用させるため、浮力 0 の場合の安定も考慮しなければならない。

道示IV

(H29.11)

図一解 3.5.5

道示IV (H29.11)

3.5

8.2

(2) 残留水圧の考慮

水位の変動の著しい箇所において、水際に計画される橋台の場合には前面の水位と裏込め内の水位の間に水位差を生じることがある。このような場合には、この水位差に伴う残留水圧を考慮するものとする。

3-2-4 橋台背面の壁面摩擦角の特性値

(1) 永続作用支配状況及び変動作用支配状況(地震の影響を含まない作用の組み合わせ)

$$P_{A1} = K_A q h$$

$$P_{A2} = K_A \gamma h^2$$

$$V = \sum_{i=1}^{4} V_i + \sum_{i=1}^{2} P_{Ai} \sin \delta$$

$$H = \sum_{i=1}^{2} P_{A_i} \cos \delta$$

 $M = V_e$

ここに、

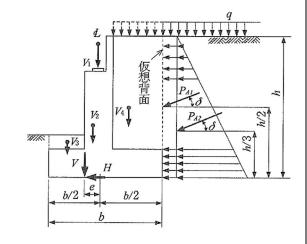
K_A: 主働土圧係数 (道示I編8.7)

q : 地表載荷荷重(kN/㎡) (道示I編8.7)

γ : 土の単位体積重量(kN/m³)

δ:仮想背面と土との間の壁面摩擦角の特性値(°)(道示I編8.7表-解8.7.1)

h:橋台の高さ(m)e:荷重の偏心量(m)



道示 I

8.8(4)

道示IV

(H29.11) 図一解 3.5.3

図一解 3.5.4

(H29.11)

図3-2 橋台基礎の永続作用支配状況及び 変動作用支配状況(地震の影響を含 まない作用の組合せ)の安定照査に おける荷重状態の例

(2) 変動作用支配状況(地震の影響を含む作用の組合せ)

 $P_{EA} = K_{EA} \gamma h^{2}$ $V' = \sum_{i=1}^{4} V'_{i} + P_{EA} \sin \delta_{E}$ $H' = \sum_{i=1}^{3} H'_{i} + P_{EA} \cos \delta_{E}$ M' = V'e

ここに、

 P_{EA} : 地震時主働土圧

 K_{EA} : 地震時主働土圧係数

(道示V編4.2)

δ_E: 地震時土圧を算出する場合の 壁面摩擦角の特性値(°)(道示I編8.7表-解8.7.1)

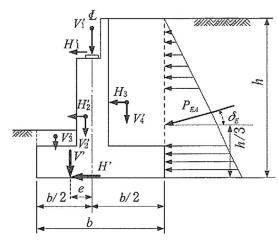


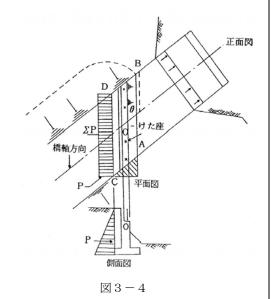
図3-3 橋台基礎の変動作用支配状況(地震の 影響を含む作用の組合せ)の安定照査 における荷重状態の例

3-2-5 上部構造慣性力の作用位置

上部構造の慣性力の作用位置は、斜角・曲線半径によらず重心位置とする。これは支承の回転方向・可動方向によって、その方向のモーメントあるいはせん断力が伝達されないこと(支承は桁の回転方向をゆるすため、橋軸方向のモーメントは伝達されない。)を考慮して下部構造天端に慣性力を求める斜角が限りなく90°に近い場合でも、橋軸直角方向に慣性力(モーメントは0にはならない。)が生じるため、慣性力の作用位置とする。

3-3 斜め橋台

- (1) 斜め橋台は、橋台背面直角方向および 橋軸方向について、安定と応力度の計 算を行うのを原則とするが、一般の場 合は、橋台背面直角方向のみについて 検討するものとする。
- (2) 斜角 θ が 75° より小さい場合、土圧合力の作用線の偏心により橋台が回転したり、 A端の鉛直応力度および単位面積当りの滑動力がB端より大きくなることが考えられる。 このためA部のフーチングを拡大するのがよい。拡大は、支障のないかぎり直にするのが望ましい。



道示Ⅳ

(H29. 11)

7.4.3

道示IV

(H8. 12)

6.3.3

3-4 耐久性能の検討

3-4-1 一般

下部構造の設計にあたっては、経年的な劣化による影響を考慮しなければならない。

3-4-2 塩害に対する検討

- (1)下部構造の鉄筋コンクリート部材は、塩害により所要の耐久性が損なわれないようにしなければならない。
- (2) 表 3-2 及び図 3-5 に示す地域における下部構造の鉄筋コンクリート部材のかぶりの最小値を表 3-1 に示す値とする等の対策を行う場合においては、(1) を満たすものとみなす。ただし、水中又は土中にある部材は、6.2(2)2)i)、ii)の規定による。

道示IV (H29.11) 6.1

道示Ⅳ

(H29. 11)

6.2

表3-2 塩害の影響による最小かぶり(mm)

District of DAMP of A	部材の種類	はり, 柱, 壁
塩害の影響度合い 影響が激しい	対策区分	90%
	I	90
影響を受ける	n	70
	ш	50

※) 塗装鉄筋, コンクリート塗装等を併用

表-6.2.1

表3-3 塩害の影響地域

地域	71, 145	运用的1.2 不压缩	塩害の影響	塩害の影響度合いと対策区分		
区分	地域	海岸線からの距離	対策区分	影響度合い		
		海上部及び海岸線から 100m まで		影響が激しい		
A	沖縄県	100m を超えて 300m まで	I	影響を受ける		
		上記以外の範囲	П	が音で文りる		
	図-6.2.1 及び表-6.2.4 に示す地域	海上部及び海岸線から 100m まで	S	影響が激しい		
В		100m を超えて 300m まで	I			
P		300m を超えて 500m まで	П	影響を受ける		
		500m を超えて 700m まで	Ш			
		海上部及び海岸線から 20m まで	S	影響が激しい		
С	上記以外の地域	20m を超えて 50m まで	I			
	上記がクドクドクフ地域	50m を超えて 100m まで	II	影響を受ける		
		100m を超えて 200m まで	Ш			

凡例 地域区分 A 加加 地域区分 B 型域区分 B (上記地域を除く)地域区分 C (海岸線付近)

図3-5 塩害の影響の度合いの地域区分

表3-4 地域区分Bとする地

北海道のうち、宗谷総合振興局支庁の稚内市・猿払村・豊富町・礼文町・利尻町・利尻富士町・幌延町、留萌振興局、石狩振興局、後志総合振興局、檜山振興局、渡島総合振興局の松前町・八雲町(旧熊石町の地区に限る。) 青森県のうち、今別町、外ヶ浜町(東津軽郡)、北津軽郡、西津軽郡、五所川原市(旧市浦村の地区に限る。)、むつ市(旧脇野沢村の地区に限る。)、つがる市、大間町、佐井井井

秋田県, 山形県, 新潟県, 富山県, 石川県, 福井県

道示Ⅲ

(H29.11)

表 6.2.3

道示Ⅲ

(H29.11)

図-6.2.1

道示Ⅲ

(H29.11)

表-6.2.4

3-5 構造細目

3-5-1 片持ちばりの設計断面

- (1) T 形橋脚の柱及び張出ばりは、上部構造からの荷重を確実に基礎に伝達できるように設計しなければならない。
- (2) 片持ちばりの支間は、はりが柱に固定される位置において決めなければならない。 固定端のはりの設計断面は、柱の前面における鉛直断面とする。
- (3) 柱の断面が円形の場合は、図 3-8 のとおり柱直径の 1/10 入った断面応力度などの照査を行ってよい。
- (4) 片持ちばりのコーベルの定義については、構造細目も含め道路橋示方書Ⅲに準拠する。

1)コーベルの適用範囲

コーベルとは、はりの高さhと張出長さ1の比 (h/1)が1.0以上の片持ばりとする。

はりの高さが張出長さに比較して大きい片持ばりは、ディープビームと同様にせん断変形の影響により、応力分布が非線形性を示す。このような片持ばりをコーベルという。この節は、先端付近に荷重を受けるコーベルの設計に適用する。図3-6に示すような作用荷重が主として外力Pの場合は、柱前面より荷重作用位置までの距離 a を片持ばりの張出長さとしてよい。

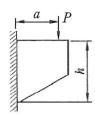


図3-6 先端付近に荷重を受けるコーベル

道示IV

(H29.11)

図一解 7.3.1

図一解 7.3.4

道示Ⅲ

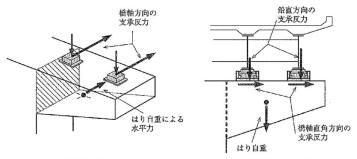
(H29.11)

5.1. 2

図-5.1.1

(5) 梁鉄筋の応力度については、耐久性を考慮してⅢ編6.2.2に従い鉄筋の引張応力度が100N/mil以下となることを照査する。

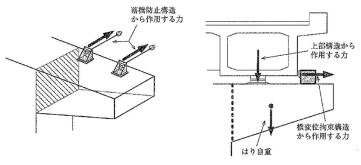
道示IV (H29.11) (p94)



(a) 橋軸方向

(b) 橋軸直角方向

(1) 地震の影響を考慮する設計状況



(a) 橋軸方向

(b) 橋軸直角方向

(2) 落橋防止構造, 横変位拘束構造からの作用を受ける場合

図3-7 橋脚の張出ばりに作用する荷重の例

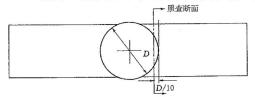


図3-8 円形橋脚の設計断面

道示IV (H29.11) (p97) 3-5-2 均しコンクリート、基礎材 均しコンクリート、基礎材は、図3-9を標準とする。

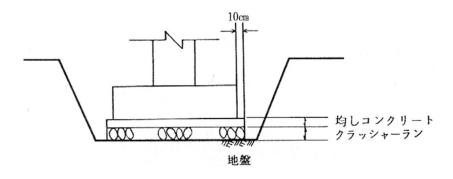


図3 - 9

名称	施工	摘 要
均しコンクリート	10 cm	岩の場合はペーラインコンクリートとする (平均 10 cm)
クラッシャーラン	20 cm	岩の場合は除く

くい基礎でフーチング底面の地盤が軟弱な場合は、施工性を勘案し、均しコンクリートの下層に敷砂を設ける。

- 3-5-3 下部構造物頂部縁端と支承縁端間の距離
- (1) 橋座部は、橋軸方向において、耐震設計編 13.1.1 に規定する支承部の設計水平地震力に対し、十分な耐力を有するよう設計しなければならない。

橋軸方向の支承縁端と下部構造頂部縁端との間の距離(支承縁端距離) S (cm) は次に示す値以上とする。

S = 20 + 0.51

ただし1:支間長(m)

- (2) 橋座部は、支承や桁の腐食を生じさせないように適切な配慮を行わなければならない。橋座部の設計を行う際には、橋座部に適切な排水勾配をつける等の配慮をするのがよい。
- (3) 橋座部は、維持管理の確実性及び容易さを考慮して構造的な配慮を行うのがよい 橋座部には支承等の点検・補修などが確実に行える空間を確保するのがよい。 また、支承の交換や桁端部の補修等が容易に行えるよう、桁の仮受け等を想定して 強度を確保するなど構造的配慮を行うことが望ましい。
- (4) 端座部は、鉄筋を配置することにより十分に補強しなければならない。
- Sについて(道示IV下部構造編 7.6 橋座部の設計 (P.115)) 橋座部の破壊に対する安全性は、2)に規定される耐力照査により確保しているがこの場合でも、図 3 1 0 に示す支承縁端距離 S が小さい場合は、地震時の水平力等により支承前面のコンクリートにひび割れ等の損傷が生じる可能性がある。したがって、橋座部の寸法について

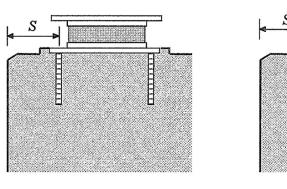
道示IV

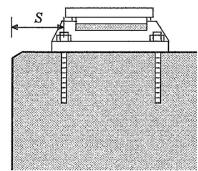
(H29.11)

7.6

図-解7.6.1 図-解7.6.2

は、式 (7. 6. 1) の条件を満たすように支承縁端距離 S を確保することを規定している。なお、頂部と比べて基部の断面を絞った逆台形型の橋脚等では、橋座面で支承縁端距離 S を確保していてもコンクリートの抵抗面積が相対的に小さくなるため、ひび割れ等の損傷が生るおそれがあり注意が必要である。





(a) ゴム支承

(b) 鋼製支承

図3-10 支承縁端距離S

斜橋あるいは曲線橋の場合の支承縁端距離Sは、図3-11に示す下部構造頂部縁端との最小距離の方向に確保するものとする。橋軸直角方向の場合には、けたの架設、架換えなどのための作業空間を考慮して支承縁端距離を定めることとする。

橋座部は支承部を通じて上部構造を支持する箇所であるため、地震時等に大きな水平力が作用し、橋座部のコンクリートが破壊した場合には、桁の沈下や落橋につながる可能性がある。そのため、耐震設計編 13.1.1 に規定する支承部の照査に用いる設計水平地震力に対し、橋座部が十分な耐力を有するよう設計するものとしている。

支承縁端距離S は橋軸方向と直角方向を確保する。

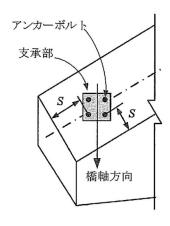


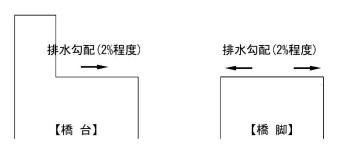
図3-11 斜橋、曲線橋の支承縁端距離 S

3-5-4 下部構造橋座面の排水勾配

橋座面には2%程度の排水勾配を設けること。

橋座部は、滞水や塵埃等が堆積しやすいにも関わらず、維持管理がしにくい場合となることが多いため、設計上十分な配慮が必要である。

一般に伸縮装置からの漏水が桁端部及び支承部の損傷の原因となるため、伸縮装置は2次止水構造を基本としているが止水効果は永続的ではない。そのため、下図に示す排水 勾配を施す必要がある。なお、橋軸直角方向に排水勾配を付ける場合(路面の横断勾配 に合わせて橋脚天端に勾配を設ける場合)は、必ずしも橋軸方向に排水勾配を設ける必要はない。



下部工橋座面の排水勾配【参考図】

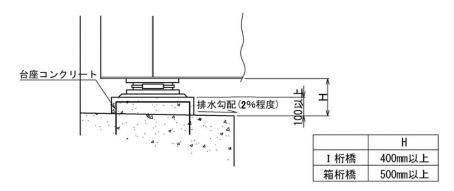
3-5-5 端部および中間支点上のジャッキアップについて

橋座部は、支承の点検・補修などが確実に行える空間を確保すること。

また、支承交換や桁端部の補修が容易に行えるよう、桁の仮受け等を想定して 強度を確保するなど構造的配慮を行うこと。

- (1) 橋座部は、支承の点検・補修などが確実に行える空間を確保することを目的に 1)及び2)を標準とする。
 - 1) 桁下空間は、I 桁橋は 400mm 以上、箱桁橋は 500mm 以上が望ましい。
 - 2) 台座コンクリートの高さは 100mm 以上が望ましい。

橋座面は、支承の点検・補修が行える空間を確保する必要があり、また風通しをよくするなどの設計上の配慮が必要である。そのため、下図のように橋座部の台座高さは100mm以上とし、桁下高さは支承更新時のジャッキアップ機材の作業空間等も踏まえ、I 桁橋 400mm以上、箱桁橋 500mm以上確保することが望ましい。



支承取替えジャッキアップスペース【イメージ図】

道示IV

(H29.11)

8.6

(p122(6)1)

支承部補修・ 補強工事手 引き

(H18)

(p193)

道示**IV** (H29.11)

8.6 (p116)

道路橋の設計 における諸課 題に関わる調 査(2018-2019) 3-26

(2) 支承取替えに伴うジャッキアップ補強

下部工橋座部の支承取替えに伴う仮支点箇所は、ジャッキアップ反力に備え鉄筋により十分に補強しなければならない。

道示IV (H29.11) 7.6 (p115)

(3) 支承取替え図

支承取替え構造は、今後の維持管理への活用を目的とし、施工要領図として作成、保管しなければならない。

3-5-6 橋台の目地

打設計画を検討して目地の配置を計画する。

橋台前面の収縮目地(V型カット)は図3-12及び図3-13を標準とする。

1 橋台幅 10m未満

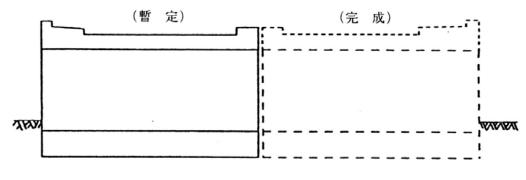
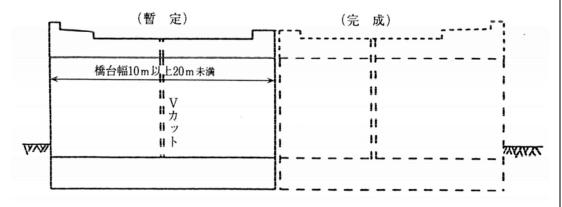


図3-12

2 橋台幅 10m以上 20m未満

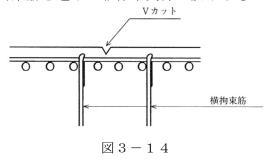


 $\boxtimes 3 - 1 \ 3$

3 橋台幅 20m以上

橋台幅 20m以上の場合は、フーチングが大きくなり、左右の基礎や地盤線の変化等が考えられるため別途考慮すること。

- 4 上部工分離構造の場合は、橋台の分離構造も検討すること。分離する場合は、片側の軀体幅より上記にのっとって施工すること。
- 5 Vカットは横拘束筋を避けた躯体中央部に設けるものとする。(図3-14)



3-5-7 橋台胸壁の設計

橋台の胸壁は土圧のほか、自動車荷重(T荷重)、踏掛版からの荷重あるいは、落橋防止構造からの荷重に対して設計するものとする。設計は、下部構造編IV7.4.4による。

3-5-8 翼壁の設計

翼壁(ウイング)は、一般には主働土圧により設計するものとする。そこで、次の条件を全て満たす翼壁については、静止土圧により設計しなければならない。

- ① 踏掛版が設置されていない。
- ② 歩道等が設けられていない。
- ③ 橋台の前壁と翼壁との角度が90度未満である。
- ④ 翼壁の形状が側壁タイプである。

3-5-9 橋台背面アプローチ

橋台背面アプローチ部は、橋台と背面側の盛土等との間に位置し、両構造間の路面の連続性を確保するために設ける構造部分であり、橋の安全性や供用性に影響する重要な部分である。そのため、以下の1)~3)を満足する構造とする。

- 1) 橋台背面アプローチ部から橋台への作用等が明らかであること。
- 2) 経年的な変化への対処方法が明らかであること。
- 3) 1)及び2)を満足するための設計、施工及び維持管理の方法が明らかであること。

橋台のアプローチ部の範囲は、橋への影響や路面の連続性を確保するという橋台背面アプローチ部の役割を考慮して、橋台高さや地盤、地形条件などを踏まえて設定するものとする。

橋台背面のアプローチ部の範囲には、良質材を使用するものとする。

道示IV (H29.11)

7.4.4

道示IV

(H29.11)

7.4.5

道示IV (H29.11)

7.9

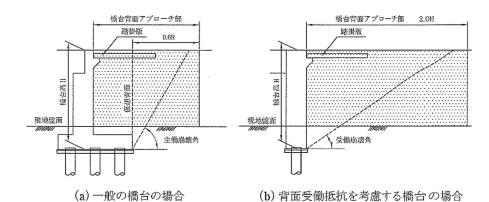
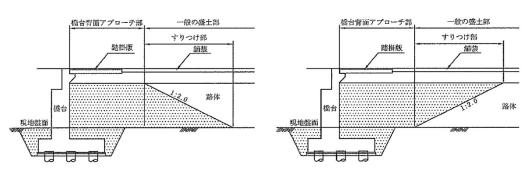


図3-15 橋台背面アプローチ部の範囲



(a)橋台背面アプローチ部先行施工の場合

(b) 一般の盛土部先行施工の場合

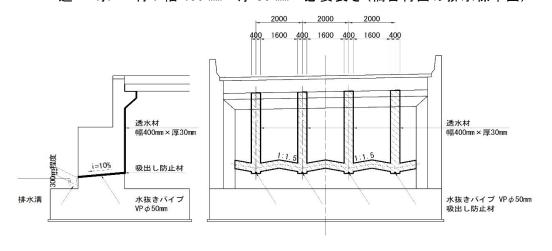
図3-16 橋台背面アプローチ部と一般の盛土とのすりつけの例

3-5-10 橋台背面の排水処理

橋台背面アプローチ部は、内部に浸入した水を速やかに排除するため排水 工を設ける。橋台壁に沿って裏込排水工を設け、これに水抜き孔を接続し集 水したものを 盛土外に導くものとする。

水抜きパイプ: VP ϕ 50-2. 0m ピッチ

透 水 材:幅 400 mm×厚 30 mm×必要長さ(橋台背面の排水標準図)



橋台背面の排水処理【参考図】

道示IV

(H29.11)

図一解 7.9.1

道示IV (H29.11)

図一解 7.9.2

道示IV (H29.11) 7.9(p156)

3-5-11 さや管構造の考え方と実施例

(1)基本方針

堤防内に設置するピアアバットは堤防のすべり(亀裂を含む)、浸透に対する安全性が低下しないような構造とする。

〔工作物設置許可基準(平成 10 年 6 月 19 日建設省河治発台 43 号建設省河川局治水課長通達〕

(設置の基準)

第二十一

- 一 共通事項
- ① 橋脚は、堤体内に設けないものとすること。ただし、鞘管構造等の堤防に悪影響を及ぼさない構造のピアアバットを設け(ピアアバットの位置は原則として川表側とする)、川裏側において堤防補強を行うときはこのかぎりではない。

以下略

※堤防補強については、河川管理者との協議により決定する。

4 鋼 橋

4-1 鋼橋の設計

4-1-1 適 用

鋼橋の設計はこの要領によるほか、道路橋示方書 I 共通編及びⅡ鋼橋・鋼部材編、 鋼道路橋設計便覧、鋼道路橋設計ガイドライン(案)、鋼道路橋の細部構造に関す る資料集、鋼道路橋疲労設計便覧によることを原則とする。

4-1-2 鋼 材

(1) 標準とする鋼材

構造物に使用する鋼材は、「道路橋示方書 I 共通編(平成 29 年 11 月)」9章に示されているものを標準とする。鋼材は、表 4-1 及び表 4-2 に示す規格に適合するものを標準とする。

ただし、溶接を行う鋼材は、JIS G 3106 及び JIS G 3114 の規格に適合するものを原則とする。

表4-1 鋼 材(JIS)

道示 I (H29.11) 表-9.1.1

鋼材の種類	;	規格	鋼 材 記 号
	JIS G 3101	一般構造用圧延鋼材	SS400
1) 構造用鋼材	JIS G 3106	溶接構造用圧延鋼材	SM400, SM490, SM490Y, SM520, SM570
1)特坦州 测的	JIS G 3114	溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材	SMA400W, SMA490W, SMA570W
	JIS G 3140	橋梁用高降伏点鋼板	SBHS400 , SBHS400W , SBHS500, SBHS500W
	JIS G 3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK400, STK490
2)鋼 管	JIS A 5525	鋼管ぐい	SKK400, SKK490
	JIS A 5530	鋼管矢板	SKY400, SKY490
3)接合用鋼材	JIS B 1186	摩擦接合用高力六角ボルト·六角 ナット・平座金のセット	F8T, F10T
3)1女百用觋物	JIS B 1180	六角ボルト	強度区分 4.6, 8.8, 10.9
	JIS B 1181	六角ナット	強度区分 5, 8, 10
	JIS Z 3211	軟鋼, 高張力鋼及び低温用鋼用被 覆アーク溶接棒	
	JIS Z 3214	耐候性鋼用被覆アーク溶接棒	
4) 溶接材料	JIS Z 3312	軟鋼, 高張力鋼及び低温用鋼用の マグ溶接及びミグ溶接ソリッド ワイヤ	
	JIS Z 3313	軟鋼,高張力鋼及び低温用鋼用ア ーク溶接フラックス入リワイヤ	
	JIS Z 3315	耐候性鋼用のマグ溶接及びミグ 溶接用ソリッドワイヤ	

		T		
	JIS Z 3320	耐候性鋼用アーク溶接フラックス入 リワイヤ		
	JIS Z 3351	炭素鋼及び低合金鋼用サブマージア ーク溶接ソリッドワイヤ		
	JIS Z 3352	サブマージアーク溶接及びエレクト ロスラグ溶接用フラックス		
	JIS G 3201	炭素鋼鍛鋼品	SF490A, SF540A	
	JIS G 5101	炭素鋼鋳鋼品	SC450	
	JIS G 5102	溶接構造用鋳鋼品	SCW410, SCW480	
5) 鋳 鍛 造 品	JIS G 5111	構造用高張力炭素鋼及び 低合金鋼鋳鋼品	SCMn1A, SCMn2A	
	JIS G 4051	機械構造用炭素鋼鋼材	S35CN, S45CN	
	JIS G 5501	ねずみ鋳鉄品	FC250	
	JIS G 5502	球状黒鉛鋳鉄品	FCD400, FCD450	
	JIS G 3502	ピアノ線材	SWRS	
c) via ++	JIS G 3506	硬鋼線材	SWRH	
6)線 材 線材二次製品	JIS G 3536	PC鋼線及びPC鋼より線	SWPR1, SWPD1, SWPR2, SWPD3, SWPR7, SWPR19	
	JIS G 3549	構造用ワイヤロープ		
	JIS G 3112	 鉄筋コンクリート用棒鋼	SR235, SD295A, SD295B	
	J15 G 5112	鉄肋コンクリート用棒輌	SD345, SD390, SD490	
7)棒 鋼			SBPR785/1030	
	JIS G 3109	PC鋼棒	SBPR930/1080	
			SBPR930/1180	
8) そ の 他	JIS B 1198	頭付きスタッド	呼び名 19, 22	

4-2 鋼 材 (JIS以外)

鋼材の種類	規格	鋼 材 記 号					
接合用鋼材	摩擦接合用トルシア形高力ボルト (S10T) ・六角 ナット・平座金のセット	S10T					
	摩擦接合用トルシア形超高力ボルト (S14T) ・六 角ナット・平座金のセット	S14T					
	支圧接合用打込み式高力ボルト (B8T, B10T) ・六 角ナット・平座金のセット	B8T, B10T					
線材二次製品	平行線ストランド						
	被覆平行線ストランド						

4-1-3 板厚による鋼種選定標準

鋼板は主応力部材として、SS400、SM400、SM490、SM490Y、SM520、SM570 SMA400、SMA490、SMA570、SBHS400、SBHS400W、SBHS500、SBHS500W 材を使用するものとする。

道示 I (H29.11) 表-9.1.2

道示Ⅱ (H29.11) 表一1.4.1

表4-3 板厚による鋼種選定標準

	板厚(mm)								
鋼種		6	8	16	25	32	40	50	100
構造用鋼	SS400		• • • •						-
	SM400A SM400B		• • • •			•	•		
	SMM400C								—
	SM490A SM490B SM490C						•		
	SM490YA SM490YB			•			•		
	SM520C								<u> </u>
溶	SBHS400								-
接	SM570								—
構	SBHS500								•
造	SMA400AW								
用	SMA400BW SMA400CW		• • • •				<u> </u>		_
鋼	SMA490AW SMA490BW SMA490CW		• • • •	•			•		
	SBHS400W		• • • •						—
	SMA570W								•
	SBHS500W								•

鋼種は板厚により表4-3に基づいて選定するのを標準とする。

SBHS400、SBHS400W、SBHS500、SBHS500W 材に関して、使用実績がない場合は、 道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編 20.8.4 の溶接施工試験を行う必要がある。

板厚が $40\,\mathrm{mm}$ をこえる場合は、降伏点または耐力が JIS による鋼材の他に、板厚により降伏点または耐力が変化しないことを保証された鋼材も使用することができる。この場合は鋼種の名称(SM400C、SM490C、SM520C、SM570、SMA400CW、SMA490CW、SMA570W)の後に "-H"を付記して JIS 規格材と区分すること。

板厚が 8 mm未満の鋼材については、道路橋示方書 II 鋼橋・鋼部材編 5.2.1 及び 11.8.4 による。

4-1-4 添接用鋼材及びずれ止め

(1) 添接用鋼材

高力ボルトを使用する。

高力ボルトについて摩擦接合用トルシア形高力ボルトを標準とする。

使用はボルト等級 S 10 T、 S 14 T を標準とする。 S 14 T の使用にあたっては、 道路橋示方書 II 鋼橋・鋼部材編 9.5.2 に示される全ての条件を満たす部位以外に は用いない。

(2) ずれ止め

床版を桁断面に見込んで設計する場合のずれ止めに使用するスタッドは、頭付きスタッドの使用を標準とする。

径はφ19、φ22 mmを標準とする。

4-1-5 使用鋼材の選定にあたっての留意事項

(1) 普通鋼材

SS400 規格品材をさし、橋梁への適用を非溶接部材に限定することとする。

(2) 高張力鋼材

高張力鋼材は現在、引張強さ $490\,\mathrm{N/mm^2}\sim720\,\mathrm{N/mm^2}$ 程度が橋梁部材として使用されるようになった。 [SM490A、SM490B、SM490C、SM490YA、SM490YB、SM520C、SM570 等]

鋼材の使用については、構造及び経済性を比較検討した後採用すること。 原則として、SM490Y 相当を使用し、必要に応じて SM570 を使用している。

4-1-6 疲労設計

(1) 概 要

鋼橋の設計にあたっては、疲労の影響を考慮するものとする。

鋼部材の疲労設計にあたっては、なるべく疲労の影響を受けにくくなるように、あらかじめ疲労強度が著しく低い継手や溶接の品質確保が難しい構造は原則避ける必要がある。なお、鋼床版や鋼製橋脚等のように応力変動の正確な評価が困難な場台にも、過去の知見から、より疲労耐久性が優れる継手や構造が明らかな場合には、それらを採用することにより疲労の影響を考慮することが可能である。

溶接部の品質は継手の疲労耐久性に大きく影響するため、なるべく施工が容易であり、外観目視検査や非破壊検査による晶質の確認が確実に行えるよう配慮する必要がある。

道示Ⅱ (H29.11) 14.5.1

道示Ⅱ (H29.11) 1.4.2(3)

道示Ⅱ (H29.11) 6.1

(2) 基 準

- ○道路橋示方書 同解説 II 鋼橋·鋼部材編 平成 29 年 11 月 日本道路協会
- ○鋼道路橋疲労設計便覧

令和2年9月 日本道路協会

○鋼橋の疲労

平成9年5月 日本道路協会

(3) 疲労設計の流れ

疲労設計の流れを以下に示す。

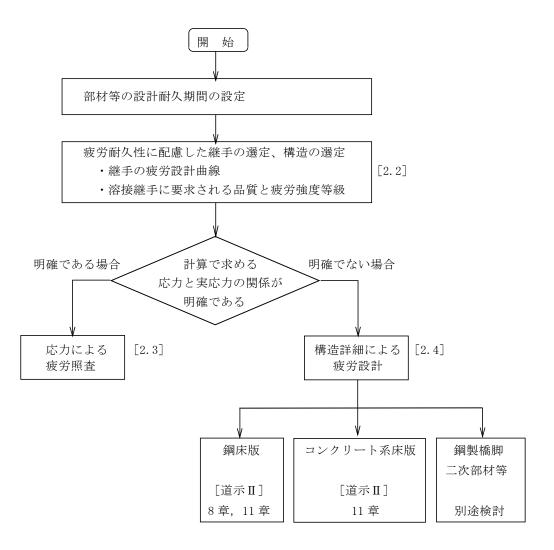


図4-1 疲労設計の流れ

鋼道路橋疲労設計 便覧

(R2.9)

図-2.1.1

4-2 基本構造

4-2-1 桁配置

主桁間隔は、鉄筋コンクリート床版を用いる場合、車道の床版支間が 3m 程度よ り小さい範囲で設計する。ここでは、次のような理由より、上記のような値を定め

(1) 橋の全体の剛性を上げる。

「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編(平成 29 年 11 月)」13.8.2 の解説に、「鋼桁橋| の支間長、主桁間隔、断面二次モーメントをそれぞれ 1、a、I とし、荷重分配横桁 の断面二次モーメントを Ia とすると、格子剛度 $Z=(1/2a)^3\cdot (Ia/I)$ と表されるが、 上記の影響はZに大きく関係する。Zの所要量は、支間長の増加に伴って増大する が、支間長 30m で、Z はほぼ 10 程度が必要である」とあり、Z を大きくするために はaを小さくする方が好ましい。

道示Ⅱ (H29.11)13. 8. 2

(2) 道路橋の床版においては、ほぼ一定位置に加わる荷重による変形は、その部分 の床版下面を早期に疲労させ、ひび割れ発生の要因となり、更にこれが伝播して破 損が進む過程をたどることが知られている。これらの現象を考慮すると、コンクリ 一卜系床版の場合には、主桁又は縦桁をできるだけ大型の自動車の車輪の軌跡の近 くに配置することは極めて効果的と考えられる。

道示Ⅱ (H29.11)11.2.1

(3) 車道の床版の支間は、従来の経験から、3m 程度より小さい範囲で選定するのが ■ 鋼道路橋設計便覧 望ましい。上記(2)のもととなる資料は、「鋼道路橋設計便覧(昭和55年8月)」 に付属資料として収録されており、その資料の中で上記の通りに結論付けている。

(S55. 8) 付属資料V.2

4-2-2 主桁の設計

<主桁の設計>

(1) 主桁の断面変化は、連結位置において行うものとする。

土木構造物設計 マニュアル (H11.10)

- (1) 主桁の断面変化は現場連結位置にて行う。
- (2) フランジ及び腹板は、板継ぎ溶接のない構造とし、フランジの板幅変化も テーパー加工を行わない同一幅の構成を原則とする。
- (2) 連結位置におけるフランジ厚さの調整はフィラープレートで対応するものとし、 腹板については板継ぎ溶接を発生させないため原則として全長にわたり一定とする。 フランジの板幅変化については、基本的にはテーパー加工のない桁全長にわたる同 一幅を原則とする。このため、連結位置での引張りフランジのボルト孔引きによる 母材断面の増加が必要となる場合、ボルト孔引きによる影響を考慮した上で断面決 定を行うこと。

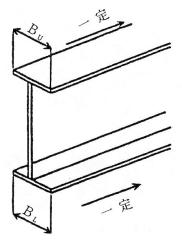
従来、主桁の設計においては発生する応力状態に合わせ、フランジや腹板の板厚 板幅を変化させ、板継ぎ溶接や板幅加工により断面変化を行ってきたが、これらが 工場 製作時の加工数を増加させることにより、本章では上記のように定めた。

<フランジ>

上下フランジ幅はそれぞれ、桁全長にわたり同一幅とすることを原則とする。

従来、フランジの断面変化は、板厚あるいは幅変化により行われてきた。板幅を変 化させる場合には、断面の急変を避けるため板継ぎ溶接により断面をする合わせる必 要があるが、本章では板厚変化には連結位置でフィラープレートの使用で調整し、板 幅変化については行わず、板継ぎ溶接の省力化を行うものとする。

上フランジ幅を桁全長にわたり統一することは、床版の現場施工時の型枠作業やハ ンチ量の管理、配筋作業の省力化の効果も期待ができる。なお、連続桁などにおいて、 上下のフランジ幅を同一とする必要性はない。



単純桁 Bu=BL 連続桁 Bu≠BL

図4-2 鈑桁のフランジ幅

下フランジも一定幅を原則とするが、支点上は断面構成上の合理性及び支承のソー ルプレート幅との関連もあるため、径間部より広くすることを検討する。

飯桁橋において、主桁下フランジと沓ソールプレートとの幅の関係から、やむをえ ガイドライン ず下フランジを拡幅する場合は一枚板を原則とする。

型標準図集 (H15.3)

十木構造物設計 マニュアル (H11.10) 図一解 2.1

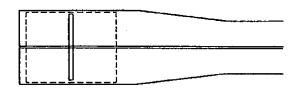


図4-3 端支点上の下フランジ幅

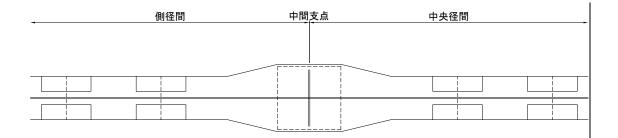


図4-4 中間支点上の下フランジ幅

<腹 板>

腹板厚は、桁全長にわたり同一厚とすることを原則とする。

腹板の板厚変化は一般に小さく、フィラープレートを用いて高力ボルト継ぎ手により部材を連結することは困難であり、かつ板厚変化を行うと継ぎ手位置以外での板継ぎ溶接により断面のすり合わせが必要となる。このため、本章では原則として腹板厚を全長にわたり同一とすることによって板継ぎ溶接をなくすものとする。

<水平補剛材>

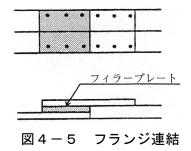
水平補剛材の配置は原則として1段までとする。ただし、連続桁の中間支点部等のように部分的に応力が卓越する箇所において、補剛材段数を増やすことにより腹板厚が前後と同一に出来る場合には段数を増やしてもよいものとする。

本章では、水平補剛材の使用段数は1段までを原則とする。水平補剛材をなくした場合、製作加工数を低減すると共に、構造的な面からも溶接歪みの低減による耐久性の向上等の効果が期待できる。そこで著しい構造物重増にならない範囲で腹板厚を厚くするものとする。

<連 結>

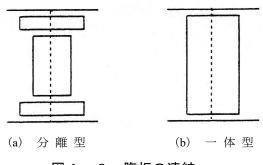
- (1) 板厚差のあるフランジの高力ボルト継ぎ手は、原則としてフィラープレートを用いて連結する。
- (2) 腹板の高力ボルト継ぎ手は、原則としてモーメントプレートとシアープレートを一体化した連結板を用いる。

(1) フランジの連結は、図4-5のようにフィラープレートを用いて板厚調整を行う。



土木構造物設計 マニュアル (H11.10)図一解 2.2

(2) 腹板の高力ボルト継ぎ手に用いる連結板は、材片数の削減及び接合作業の省力化 等の観点より、図4-6(b)に示すモーメントプレートとシアープレートの一体型を原 則とする。



マニュアル (H11.10) 図-解2.3

土木構造物設計

図4-6 腹板の連結

(3) 高力ボルト現場継手における母材間の隙間は、下記を標準とする。

耐候性鋼材の場合:10mm

普通鋼材 (塗装仕様) の場合:0mm

尚、落とし込み部材等で、現場での部材の組立てを容易にするため現場継手部に 道示Ⅱ 隙間をあける場合は別途検討する。

鋼道路橋防食便覧

(H26.3)**Ⅲ**3. 2

(P-Ⅲ-30)

(H29, 11) 20.7.3 解説

(P-525)

<使用形鋼>

1橋梁内において、使用する形鋼の種類数は1~2種類程度とするのが望まし V10

プレートガーダー橋においては、対傾構や横構に形鋼(溝形鋼、C T 鋼、山形鋼等) を使用する。使用形鋼の仕様や規格の標準化を目的として、1橋梁内においては、そ れぞれの形鋼の使用種類数は1~2種類程度とするのが望ましい。

4-2-3 対傾構・横桁の設計

(1) 鋼桁橋の支点では、各主桁間に端対傾構を設けるものとする。

道示Ⅱ 13. 8. 2

- (2) I 形断面及びπ形断面の鋼桁橋では、6m 以内で、かつ、フランジ幅の 30 倍を (H29.11) こえない間隔で中間対傾構を設けるものとする。箱形断面の鋼桁橋でもこれに準じ るのがよい。
- (3) 床版を3本以上の桁で支持し、かつ、桁の支間が10mをこえる場合は、それら の桁の間には剛な荷重分配横桁を設けるものとする。荷重分配横桁の間隔は 20m をこえてはならない。
- (4) 荷重分配作用をさせる対傾構は主要部材として設計するものとする。

4-2-4 横構の設計

横構は横荷重に抵抗させるとともに構造物全体の剛性を確保するために配置す るものとし、以下のような機能を期待して設置する。

① 地震の影響、風荷重などの横荷重を支点まで伝達させる。

- ② 主桁と協働して一種の準箱桁を形成し、構造全体の面外方向の変位、変形を拘 束させる。
- ③ 架設時の位置決め材とする。

通常は①の機能に対して設計するが、床版や対傾構により桁の横倒れを防止する 道示Ⅱ ことで、上横構の機能を考慮している場合には道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編(平 成29年11月)13.8.3の規定により上横構を省略する場合がある。さらに、道路橋示 方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編(平成29年11月)13.8.3の規定により、支間長が25m以下で強 固な対傾構がある場合には下横構も省略する場合がある。

横構の形式選定上の基本

- ① 支間全長にわたり、少なくとも1列の横構を配置する。
- ② 4-7 (b) \sim (e) のように3主桁以上の場合、2列以上の横構を配置する。
- ③ 支点付近では横荷重を全ての支承に均等に分散させるように内桁問にも横構 を配置する。

図4-7に横構の配置例を示す。

(R2.9)

6. 3. 7

鋼道路橋設計便覧

(H29.11)13. 8. 3

鋼道路橋設計便覧 (R2.9)

6. 3. 7

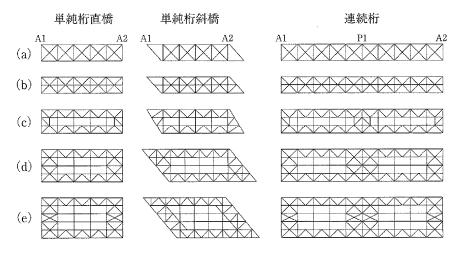


図4-7 横構の配置

各部材は、道路橋示方書 II 鋼橋・鋼部材編(平成29年11月)5.2.2及び10.2、13.8 の規定に従う。

風荷重による上部構造の変形に対して、上部構造の断面形状と平面形状を保持できるよう、横構に必要な剛性を確保するよう設計する。

地震の影響による慣性力で生じる上部構造のねじりに対して、横構に必要な剛性 を確保するよう設計する。

鉄筋コンクリート床版を有する I 桁橋の場合、横荷重は、そのほとんどが床版を介して支点部に伝えられる傾向にあることから、設計では床版と横構で必要な剛性が確保できるよう、荷重の載荷状況を考慮する。横構に作用する風荷重は、図4-8(a)に示すように、主桁への取付位置と受風面積に応じて安全側となるよう考慮する。なお、風荷重及び地震の影響に対する床版と横構の分担比率は、構造の特徴を踏まえるとともに、部材ごとに安全側となるよう、適切に設定する必要がある。

横構に作用する力は2組の横構にその半分ずつを負担させて設計する。各部材の軸力は、各部材の断面力を求め、部材の方向成分によって計算する。各パネルの断面力は、図4-8(b)に示す影響線面積に横荷重(風荷重、地震の影響)の各荷重強度を乗じて求める。なお、風荷重に対してはその部材に最も不利となるように載荷し、地震の影響に対しては等分布に載荷する。

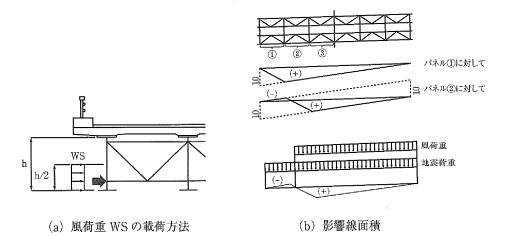


図4-8 横構の横荷重の載荷方法

4-2-5 ハンチ及び横断こう配

床版のハンチ量は 50 mm~150 mm (フランジ厚さを含まない純ハンチ量) を標準とする。

鉄筋コンクリート床版のハンチ量は、1橋梁内において一定とするのが望ましい。 鉄筋コンクリート床版の場合、現場での型枠作業及びハンチ量の管理、配筋作業 の省力化の観点より、ハンチは1橋梁内において一定とするのが望ましいが、やむ を得ない場合でも1主桁内において一定とするのがよい。

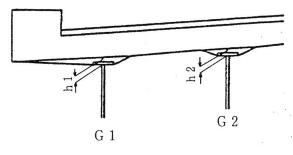


図4-9 主桁のハンチ量

h1、h2は橋軸方向、橋軸直角方向 とも同一とすることが望ましいが、片勾 配すりつけなどにより、やむを得ない場 合には、 $h1 \neq h2$ としてもよい。 土木構造物設計 マニュアル (H11.10) 図-解 2.4

桁端部の床版を除いて、箱桁上フランジ上のハンチの採否を考える際には、経済性、施工性、維持管理性等を考慮する必要がある。主桁上フランジ幅の小さい細幅箱桁では、床版の打ち下ろしによる桁重量の増分は僅かであり、ハンチを設けた場合のフランジ上面の埋設型枠の加工及び設置の手間の削減、水抜きパイプの省略や維持管理の容易さ等から、図4-10(a)のようにハンチ部を打ち下ろす構造を採用する場合が多い。主桁上フランジ幅の大きい箱桁では、図4-10(b)のように埋設型枠を用いてフランジ上に床版を打ち下ろさない構造が採用される場合もある。埋設型枠を用いる場合には、床版のひび割れからの漏水によって主桁上フラン

鋼道路橋設計便覧 (R2. 9)

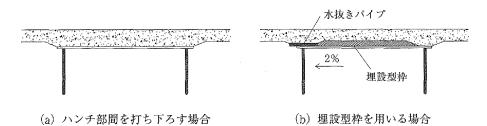
4. 3. 3

鋼道路橋防食便覧 (H26.3)

I 4. 3. 1

II 2. 2. 4

ジの腐食が生じないように、上フランジには水抜きパイプを設け、内面用塗装 (D-5 塗装系 (変性エポキシ樹脂塗装)) を行う必要がある。



鋼道路橋設計便覧 (R2.9) 図-4.3.11

図 4-10 箱桁のハンチ

床版のハンチの傾斜は、1:3 より緩やかにし、ハンチの高さが 80mm 以上の場合には、ハンチ下面に沿って桁直角方向に用心鉄筋 (D13) を床版下側鉄筋間隔の 2 倍以下にて配置すること。

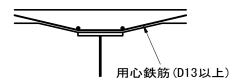


図4-11 ハンチ下面の用心鉄筋【参考図】

鋼橋の床版ハンチ部の形状は、コンクリートのひび割れを生じにくくするため、 ハンチを上フランジの上面から立ち上げるものとする。

道示Ⅱ (H29.11) 11.2.12

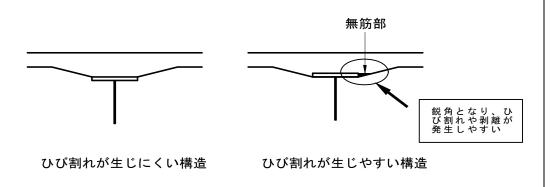


図4-12 ハンチ部の形状【イメージ図】

4-2-6 桁端部の張出し長さ

桁端部の張出し長さは、支承、伸縮継手、落橋防止システム等のことを考えた上で決定するものとする。特に斜橋の場合は注意を要する。

4-2-7 支承取り付け部の補強 支承部付近の補強

- (1) 鋼桁の支承部では、支承縁端直上に垂直補強材を設けることを基本とする。
- (2) 鋼製橋脚では、ベースプレート下面の橋脚内部に必要な補強を行うことを基本とする。
- (3) 鉄筋コンクリート製橋脚の橋座部は、鉄筋により十分に補強しなければならない。
- (1) 鋼桁には、橋軸方向地震時に支承端部に橋軸方向の慣性力と支承高さに起因する 局部的な曲げにより上下方向の力が生じ、フランジや腹板に局部座屈が生じるこ とがある。これを防ぐため図 4-13 のような補強を行うものとし、補強リブは 「道路橋示方書V耐震設計編(平成 29 年 11 月」)12.5.2 の解説に示されるよう に、桁高の 1/2 程度の長さとする。

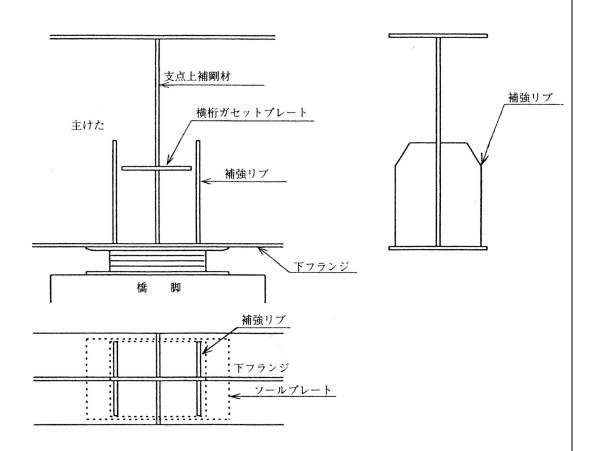


図4-13 垂直補剛材による支承上の鋼橋腹板の補強例

4-2-8 部材の大きさ

桁の継手位置については、輸送条件、架設工法等を十分検討し経済的なブロック 割とする。

4-2-9 端部および中間支点上のジャッキアップについて

橋座部に取り付けられている支承は設計供用期間中に交換することを想定し、支道示IV 承交換時に局所的な集中荷重が作用したときに破壊しないよう、あらかじめ補強し ておくことや、交換作業に必要な空間を確保しておく等の配慮を行うこと。

(H29.11)7.6(p115)

(1) 支承取替えジャッキアップスペースの確保

橋座部の台座高さは 100mm 以上とし、桁下高さは支承更新時のジャッキアップ 道路橋の設計にお 機材の作業空間等も踏まえ、I 桁橋 400mm 以上、箱桁橋 500mm 以上確保すること が望ましい。

ける諸課題に関わ る調査

(2018-2019) 3-27

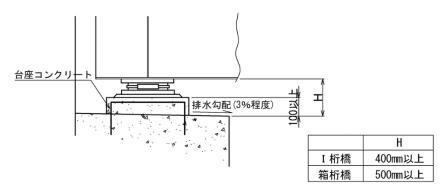


図4-14 支承取替えジャッキアップスペース【イメージ図】

(2) 支承取替えに伴うジャッキアップ補強

支承取替えに伴う仮支点箇所は、維持管理のためのジャッキアップ補強をあら かじめ行っておくことが望ましく、この場合、ジャッキアップ補強位置は支点上道示IV 横桁あるいは支承前面の主桁に設け、端部対傾構の充腹化も含め検討すること。 また、下部工橋座部は、ジャッキアップ反力に備え鉄筋により十分に補強しな ければならない。

(H29.11)7.6(p122)

(3) 支承取替え図

支承取替え構造は、今後の維持管理への活用を目的とし、施工要領図として作 成、保管しなければならない。

4-2-10 鋼橋の桁端部構造

(1) 維持管理スペース確保

桁端部は、点検・補修スペースを確保するため、図4-15 に示す桁端部空間 (500mm以上)を確保することが望ましく、桁側を切欠くことを基本とする。

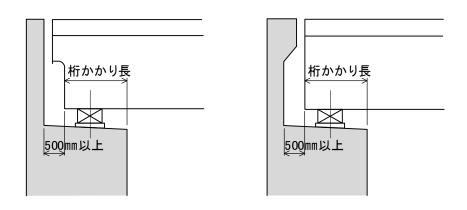


図 4 - 15 桁端部の切り欠き例

(2) 桁端部の増塗り塗装

①桁端部(伸縮装置部)の外面塗装は、下塗りを1層増塗りすること。範囲は、 桁高の2倍程度とする。

桁端部とは、橋台だけに限らず伸縮装置がある箇所という位置付けであり、図 (p2-90) 4-16 及び図 4-17 に概要図を示す。範囲については、桁高の 2 倍程度とす るが、補剛材が取り付く位置等、区切りの良い箇所までとしてよい。また、下 フランジと地面との離れが 3m 程度以内の場合は、その範囲については、桁端 部と同様に下塗りを1層増塗りすること。

- ②橋梁全長にわたり、1)及び2)の規定を施すこと。
 - 1)上フランジ角部は、下塗りまで「まわし塗装」を施すこと。
 - 2) 下フランジ(上面・下面・小口)及び下フランジと接するウェブ部分(立ち 上がり10cm)については、下塗りを1層増塗りすること。

橋梁全長に施す上フランジ角部の「まわし塗装」範囲、及び下フランジの増塗 り範囲は、図4-18のとおりである。なお、①と②の規定が重複する箇所(桁 端部の下フランジ)については、二重に増塗り(合計3層)する必要はない。 また、桁端部のまわし塗装は1層でよい。

③増塗り範囲に位置する添接部は、増し塗りしなくてよい。

腐食した鋼構造物 の耐久性照査マニ ュアル (H21)

道路橋の設計にお ける諸課題に関わ る調査

(2018-2019) 2-13

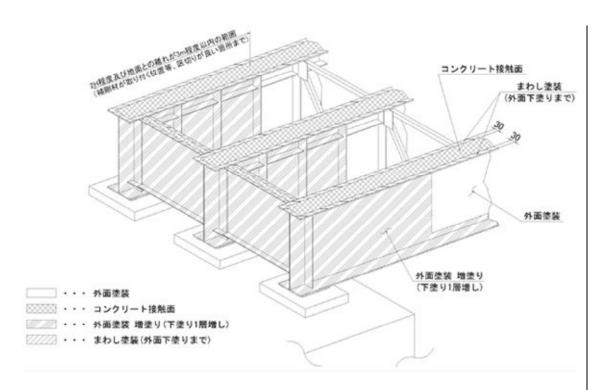


図4-16 鈑桁の場合の桁端部の塗装例

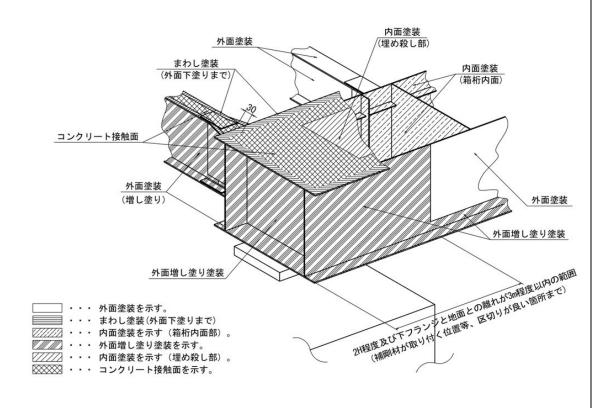


図4-17 箱桁の場合の桁端部の塗装例

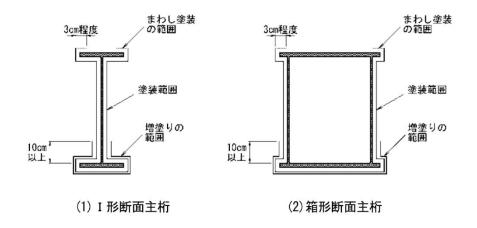


図4-18 まわし溶接及び下フランジの増塗り範囲

普通鋼材外面塗装の仕分け 表 4 一 4

		桁端部	桁端部以外
上フランジ	まわし塗装範囲	Δ	\triangle
エノノンシ	一般部	0	0
	一般部	0	0
ウエブ	立ち上がり 10cm	0	0
下	フランジ	0	0
上記増塗り	範囲(◎)の添接部		

△: C-5 塗装系 (下塗りまで)

○: C-5 塗装系(下塗り1層)

○: C-5 塗装系(下塗り2層)【増塗り】

□:F-11 塗装系

(3) 耐候性鋼材の桁端部塗装

- ①耐候性鋼材の桁端部(伸縮装置部)外面は塗装仕様 C-5 塗装系(箱桁内面は全 | 鋼道路橋防食便覧 域に亘り D-5 塗装系) を施すこと。外面塗装の範囲は、桁高の 2 倍程度とする。 桁端部とは、橋台だけに限らず伸縮装置がある箇所という位置付けである。桁 端部は、一般的に風通しが悪く、緻密なさび層(保護性さび)が形成されにく いため、普通鋼材と同様に塗装を施すものとする。範囲については(2) 桁端 部の増塗り範囲と同様であり、桁高の2倍程度とするが、補剛材が取り付く位 置等、区切りの良い箇所までとしてよい。また、下フランジと地面との離れが 3m 程度以内の場合は、その範囲は塗装を施すものとする。なお、塗装を施す からといって塗装範囲のみを普通鋼材に変える必要はない。
- ②塗装を施す桁端部は、上フランジ角部は、下塗りまで「まわし塗装」を施し、 下フランジは「増塗り」を施すこと。

(H26.3)II 2. 2. 3 上フランジ角部のまわし塗装、下フランジの増塗りを施す範囲については、普 通鋼材の場合と同様とする。

表4-5 耐候性鋼材外面塗装の仕分け

		桁端部	桁端部以外
上フランジ	まわし範囲	Δ	_
エノノンシ	一般部	0	_
ウエブ	一般部	0	_
	立ち上がり 10cm	0	_
下	フランジ	0	_
上記増塗り範囲(◎)の添接部			_

△: C-5 塗装系(下塗りまで)

○:C-5 塗装系(下塗り1層)

◎: C-5 塗装系(下塗り2層) 【増塗り】

□: F-11 塗装系

(4) 下部構造頂部の表面保護塗装

下部構造頂部の表面保護塗装は"5-2-11 コンクリート橋の桁端部構造" 同様とする。

4-2-11 仮定剛度・仮定死荷重の照査

仮定剛度と実部材の剛度の差は10%以下とする。

仮定死荷重と実死荷重との差は鋼自重で5%以下とする。

4-3 床版

床版の設計は「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編(平成29年11月)11章」による。

4-3-1 コンクリート系床版

コンクリート系床版(鉄筋コンクリート床版、プレストレストコンクリート床版、 鋼コンクリート合成床版及びPC合成床版)の設計は、道路橋示方書Ⅱ編 11.2 から 11.7 の規定による。

(H29. 11) 11. 1. 2

道示Ⅱ

4-3-2 鋼床版

鋼床版の設計は、道路橋示方書Ⅱ編8.5 および11.8 から11.11 の規定による。

4-4 コンクリート系床版を有する鋼桁

鋼桁及びコンクリート系床版を有する鋼桁の設計は、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編(平成29年11月)5章、13章、14章」の規定による。

- (1) 設計にあたって、下記の条件を予め明らかにし、満足させる。
- 1)橋の耐荷性能の照査にあたっては、桁断面として見込んだ床版が、道示 I [3.3] に規定される偶発作用支配状況における作用の組合せ⑪に対し、どのような状態に留まることを求めるのか予め明らかにしておくこと。
- 2) 床版の更新、修繕が確実に行える構造であること。加えて、必要に応じて、床版の 更新、修繕が容易であるように配慮されること。
- (2) 架設時の仮設備等も含めた自重の変化、コンクリートの収縮やクリープの影響、 析と床版の温度差などに対して床版の施工の各殻階の状態を評価し、施工品質の確 保にも留意した上で、コンクリートの打ち込み範囲や順序などの条件を定める。架 設時応力が残留する場合は、橋の耐荷陛能の照査においてそれぞれの作用の組み合 わせ下における橋の状態の評価において、その残留応力を考慮する。
- (3) 完成系の橋の耐荷性能の照査において、設計時点で想定する架設手順が架設時点で変わるときには、橋の性能を満足できるように、必要に応じて設計を見直す必要がある。

鋼道路橋設計便覧においては、道路に求める機能や災害や劣化などに対する橋の管理の方針に依存し、個別の橋の設計において設定することが必要な設計条件も含まれている。コンクリート系床版を有する鋼桁の設計において少なくとも条件設定が必要な項目を表4-6に示す。個々の橋の架橋位置の特性や路線の特性に加えて、国が管理する道路に期待される道路の機能や役割等を踏まえて、予め必要な条件設定を行ったうえで設計を進める必要がある。

表4-6 コンクリート系床版を有する鋼桁の設計において 少なくとも条件設定が必要な項目

項目	関連する便覧の記載箇所
偶発作用支配状況での床版コンクリートの状態	鋼道路橋設計便覧 4.3.2(3)5)
すれ止めの選定	鋼道路橋設計便覧 7.5.1
橋の使用目的との適合性を満足するために必要	鋼道路橋設計便覧 1.6
なその他の性能の設定並びに構造の選定及び部	鋼道路橋設計便覧 2.3
材配置にあたっての配慮	
床版の補修及び更新に対する配慮	鋼道路橋設計便覧 2.3.4(3)

道示Ⅱ (H29.11) 14.1.1

道路橋の設計における諸課題に関わる調査

(2018-2019) 3-8

4-5 鋼橋塗装・防食

鋼橋塗装・防食にあたっては「鋼道路橋防食便覧(平成 26 年 3 月)」によることを原則とする。

塗装・防食仕様選択においては、図4−19に示す鋼道路橋塗装・防食仕様 選択の考え方(案)を参考とする。

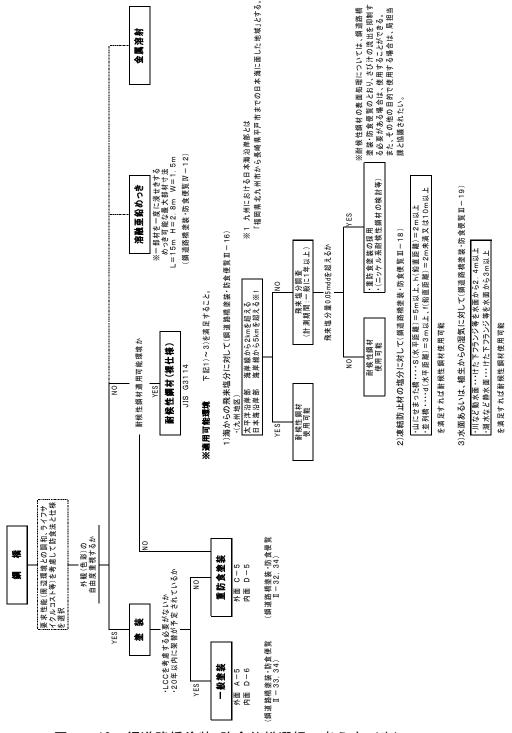


図4-19 鋼道路橋塗装・防食仕様選択の考え方(案)

4-5-1 防食

表4-7に代表的な鋼道路橋の防食法を示す。

表4-7 代表的な鋼道路橋の防食法

叶	塗 装		죠+ /근 //+ /፡፡፡ ++	次融 正	金属溶射	
防食法	一般塗装	重防食塗装	耐候性鋼材	溶融亜鉛めっき	並属/6別	
防食原理	塗膜による環境遮 断	塗膜による環境遮 断とジンクリッチペイ ントによる防食	緻密なさび層による 腐食速度の低下	亜鉛皮膜による環 境遮断と亜鉛による 防食	容射皮膜による環 境遮断と亜鉛による 防食	
劣化因子	紫外線、塩分、水分 (湿潤状態の継続)	紫外線、塩分、水分 (湿潤状態の継続)	塩分、水分(湿潤状態の継続)	塩分、水分(湿潤状態の継続)	塩分、水分(湿潤状態の継続)	
防食材料	塗料	塗料	腐食速度を低下する 合金元素の添加	亜鉛	亜鉛、アルミニウ ム、亜鉛・アルミニウ ム	
施工方法	スプレーやはけ、ローラー による塗付	スプレーやはけ、ローラー による塗付	製鋼時に合金元素 を添加	めっき処理槽への浸 漬(めっき工場)	溶射ガンによる溶射	
構造、施工 上の制限 (原則)	温度、湿度等施工 環境条件の制限	温度、湿度等施工 環境条件の制限	滞水·湿気対策	めっき処理槽による 寸法制限と熱ひずみ 対策		
外観 (色彩)	色彩は自由	色彩は自由	色彩は限定(茶褐 色)	色彩は限定(灰白 色)	色彩は限定(梨地状 の銀白色)	
維持管理	さびの発生や塗膜 の消耗、変退色の 調査。塗膜劣化が 進行した場合は塗 替え。	さびの発生や塗膜 の消耗、変退色の 調査。塗膜劣化が 進行した場合は塗 替え。	異常なさびが形成されていないことの確認。腐食が進行した場合は塗装等による防食 [※]	亜鉛層の追跡調 査。亜鉛層の消耗 後は塗装等による 防食 [※]	亜鉛、アルミニウム 等の皮膜の追跡調査。溶射皮膜の消耗後は金属溶射もしくは塗装等による防食*	
複合防食	-	-	-	塗装との併用	塗装との併用	

注) 1.**塗装によって補修する場合は、施工方法や施工条件の検討が必要である。 2.耐候性鋼材は、JIS G 3114W仕様に規定する溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材を示す。

① 塗 装

塗装は、鋼材表面に形成した塗膜が腐食の原因となる酸素と水や、塩 類等の腐食を促進する物質を遮断(環境遮断)し鋼材を保護する防食法 である。

塗膜には、鋼材の防食のために環境を遮断する以外にも、色彩選択の自由度が高く、周辺景観との調和を図りやすい特色を活かしての外観着色の機能やそれ自体の耐久性向上のための耐候性能等、様々な機能が要求される。したがって、通常は使用目的や環境条件等に応じて異なる塗料を複数層組み合わせて塗膜を形成して使用し、それぞれの仕様を塗装系として分類している。例えば、厳しい環境条件では、塗膜の最下層に金属亜鉛を含有した塗料を用いることで、その犠牲陽極作用による防食性能の向上を図った塗装系が高い防せい効果を発揮することから適用されてきた。

塗装系の選定にあたっては、架橋地点の環境条件のみならず構造部位 ごとの環境条件の違いや、施工条件、維持管理の条件等も考慮して、所 要の性能が確保できるように配慮する必要がある。したがって、同じ橋 鋼道路橋坊食便覧 (H26.3) I3.2 の中でも腐食環境条件の違いによって複数の塗装系を使い分けることが一般的であり、代表的なものでは、箱桁の内外での外面用塗装系と内面用塗装系の使い分けや、現場連結部用塗装や鋼床版裏面用塗装等のように施工上の条件を考慮して塗装系を選定すること等が行われる。

構造設計にあたっては、下地処理や塗付作業が容易に行える構造、形状とするなど塗装施工の条件を考慮して、できるだけ良好な施工品質が確実に確保できるように配慮する必要がある。例えば、ブラストを行う場合はブラスト作業が困難となるような薄い板厚の鋼材の使用を避けるとともに狭あい部をなくし、塗膜厚が確実に確保されるよう必要に応じて部材自由端の面取りを行う等の配慮することが重要である。

また、施工にあたっては温度や湿度等の施工環境条件の制限があることに注意が必要である。特に海岸地域で現場塗装を行う場合は、飛来塩分や海水の波しぶき等によって、塩分が被塗装面に付着することのないよう確実な養生を行う必要がある。

塗装では、施工完了後に下地処理や下層塗膜の乾燥(硬化)状態などの施工の条件が要求した施工品質を満たすものであったことを確認することは困難であるが、これらは耐久性に大きく影響を及ぼすものであるため、施工の工程を通じての十分な品質管理が重要である。

塗装を施した橋では、防食機能の低下や異常を点検によって、さびの発生や塗膜の消耗、変退色等の塗膜の劣化状況を把握することで検出・評価することができる。点検によってさびの発生や塗膜の劣化などの変状が発見された場合には、その原因を究明し、その原因を排除するとともに、適切な時期に補修塗り等の適切な対策を施すことで防食機能の維持・回復が可能である。

② 耐候性鋼材

耐候性鋼材は腐食速度を低下できる合金元素を添加した低合金鋼であり、鋼材表面に生成される緻密なさび層(保護性さび)によって腐食の原因となる酸素や水から鋼材を保護し、さびの進展を抑制する防食法である。

耐候性鋼材には各種の鋼板材料以外にも、溶接材料、高力ボルト、支 承等に実用化されており、鋼材及び溶接材料には、日本工業規格(以下 「JIS」という)に規格化されているものもある。

耐候性鋼材では、その表面に緻密なさび層が形成されるまでの期間は 普通鋼材と同様にさび汁が生じるため、初期さびの生成抑制や、緻密な さび層の生成促進を目的として開発された耐候性鋼用表面処理が併用 される場合もある。なお、これらの耐候性鋼用表面処理は適切な条件で 使用しないと初期の段階でさびむらやさび汁が流出する場合があるが、 通常の場合には時間の経過とともに鋼材表面には緻密なさび層が形成 されて暗褐色となりさび汁の流出もなくなる。

また、飛来塩分量の比較的多い地域への適用を目的として、これまで使われてきた耐候性鋼材に比ベニッケルの含有量を高めたニッケル系高耐候性鋼材が実橋に適用された事例もあるが、この鋼材の選定にあたっては、個別に架橋地点や局部環境における適用の妥当性を確認する必要がある。

③ 溶融亜鉛めっき

溶融亜鉛めっきは、鋼材表面に形成した亜鉛被膜が腐食の原因となる酸素と水や、塩化物等の腐食を促進する物質を遮断(環境遮断)し鋼材を保護する防食法である。

溶融亜鉛めっきの付着量は、板厚や材料の大きさにより異なるため、日本工業規格(JIS H 8641:2007)では板厚 6mm 以上の鋼材や形鋼類及び高力ボルト等を付着量 550g/㎡以上(HDZ55)、3.2mm 以上 6mm未満の鋼材を付着量 450g/㎡以上(HDZ45)、3.2mm未満の鋼材及び普通ボルト等を付着量 350g/㎡以上(HDZ35)としているが、これにより難い場合は別途協議すること。ただし、鋼道路橋では、長期の耐久性が要求されるため少なくとも主要な部材については付着量 600g/㎡以上を確保することが望ましい。ちなみに鋼道路橋の主要な部材では一般に板厚が 9mm 以上あるため付着量 600g/㎡は比較的容易に確保できる。なお、溶融亜鉛めっき皮膜の耐久性は付着量に比例するため、大きな付着量の確保が困難な付属物や普通ボルトでは、めっき付着量に応じて防食皮膜の寿命も短くなることに注意が必要である。

溶融亜鉛めっきは、塩分の多い環境下では消耗が早いことから、飛来 塩分量の多い地域や凍結防止剤の影響を受ける部材への適用には限界 がある。また、防食皮膜が消耗して補修が必要となった場合にも、塩分 等の腐食を促進する物質は確実に除去する必要がある。

④ 金属溶射

金属溶射は、鋼材表面に形成した溶射被膜が腐食の原因となる酸素と 水や、塩類等の腐食を促進する物質を遮断(環境遮断)し鋼材を保護す る防食法である。

なお、金属溶射には単に環境を遮断する以外にも、例えば溶射材料に 亜鉛を用いてその犠牲陽極作用によって防食性能の向上を図った溶射 皮膜を形成するものもあり、溶射材料によってそれぞれ性能が異なるい くつかの種類がある。鋼道路橋に使用される代表的な金属溶射皮膜には、 亜鉛溶射皮膜及びアルミニウム溶射皮膜、亜鉛・アルミニウム合金並び に擬合金溶射皮膜等がある。

一般に、金属溶射皮膜は多孔質の皮膜であるため、溶射皮膜に別途封 孔処理が施す必要のあるものが多い。

金属溶射部材の色彩は梨地状の銀白色に限定される。しかし、金属溶射面に塗装を施すことも可能であることから、塗装によって色彩を自由に選定できる。

4-5-2 新設塗装仕様

① 一般外面塗装系

一般外面塗装系には架橋地点の腐食環境の厳しさに十分耐えられる防食性能を有していると同時に美観・景観性をできるだけ長期間保つために耐候性の良好な上塗塗装を用いた表4-8の塗装系を適用する。

飛来塩分の少ない環境に架設する場合で特にライフサイクルコストを考慮する必要のない場合や、20年以内に架け替えが予定されている場合などでは、表4-9の鉛・クロムフリーさび止めペイントを使用するA-5塗装系を適用してもよい。ただし、A-5塗装系は、工場塗装後6ヶ月以内に現場塗装しなくてはならない。

6ヶ月以上経過し、塗膜劣化がある場合は、塗替え塗装仕様の Ra-Ⅲ塗装系を適用する。

- i)工場塗装と現場塗装の間隔が表に示す間隔を超えた場合は、割れ、はがれ、はく離、さびがない場合は清掃と軽い面あらしを行い鉛・クロムフリーさび止めペイントを1層(140g/㎡,35μm)塗装し、長油性フタル酸樹脂塗料中塗、長油性フタル酸樹脂塗料上塗を塗装する。
- ii) 摩擦接合面やコンクリート接触面には塗装しない。
- iii) 使用量は、工場塗装はスプレー塗り、現場塗装ははけ・ローラー塗りの場合を示す。
- iv)プライマーの膜厚は総合膜厚に加えない。
- v) 隠ぺい性の劣る有機顔料を用いなければならない制限色の例に示される ような塗装色は適用しないことが望ましい。

表4-8 一般外面の塗装仕様 C-5 塗装系

塗装工程		塗装名	使用量 (g/m²)	目標膜圧 (μm)	塗装間隔
製網	素地調整	ブラスト処理 ISO	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2		
鋼工場	プライマー	無機ジンクリッチプライマー	(160)	(15)	4時間以内
	2次素地調整	ブラスト処理 ISO	Sa2 1/2		6ヶ月以内
	200000000000000000000000000000000000000	7 77 H 7CFE 180	542 1, 2		4時間以内
橋	防食地下	無機ジンクリッチペイント	600	75	0.0 10.0
梁製	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗	160	_	2日~10日
作		20.2 - Itt Ble 20.401 20.			1日~10日
工場	下塗	エポキシ樹脂塗料下塗	540	120	1日~10日
-7773	中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗	170	30	1 н 10 н
	上塗	ふっ素樹脂塗料用上塗	140	25	1日~10日

- 注).1 使用量はスプレーの場合を示す。
- 注).2 プライマーの膜厚は総合膜厚に加えない。
- 注).3 製鋼工場におけるプライマーは膜厚にて管理する。

表4-9 一般外面の塗装仕様 A-5 塗装系

	塗装工程	塗装名	使用量 (g/m²)	目標膜圧 (μm)	塗装間隔
製	素地調整	ブラスト処理 ISO S	4時間以内		
鋼工	プライマー	長ばく形エッチングプライマー	(130)	(15)	4441的201.1
場	7 7 1 1	KIG (II)—//VV////III	(100)	(10)	3ヶ月以内
橋梁	2次素地調整	動力工具処理 ISO St3			4 PH D1 -1-
製	下途	鉛・クロムフリーさび止めペイント	170	35	4時間以内
作 工.					1日~10日
場	下塗	鉛・クロムフリーさび止めペイント	170	35	- C - H
T	中塗	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	120	30	~6ヶ月
現場					2日~10日
勿	上塗	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	110	25	2 н - Э10 н

- 注).1 使用量は、工場塗装はスプレーの場合を、現場塗装ははけ・ローラーの場合を示す。
- 注).2 プライマーの膜厚は総合膜厚に加えない。
- 注).3 製鋼工場におけるプライマーは膜厚にて管理する。

② 内面塗装系

箱桁や鋼製橋脚などの閉断面部材内面は外部環境の腐食作用を受けることは少ないが、結露や漏水等によって部材内に滞水した場合は鋼材が腐食しやすい。また、部材内面は塗膜の点検機会が少なく塗替えも容易でないことから、耐水性に優れた内面用変性エポキシ樹脂塗料を厚く塗付して塗膜の防食効果を長期間維持できる表 4 - 10 の D-5 塗装系を適用する。内面の色相は点検時の照明効果を良くするため淡彩仕上げするとよい。一般外面の塗装系が A-5 塗装系の場合には、内面用には表 4 - 11 の D-6 塗装系を適用する。

表 4-10 内面用塗装仕様 D-5 塗装系

	塗装工程 塗装名 使用量 (g/m²) (μm)			目標膜圧 (μm)	塗装間隔
製鋼	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2		
工場	プライマー	無機ジンクリッチプライマー	(160)	(15)	4時間以内
					6ヶ月以内
橋梁	2次素地調整	動力工具処理 ISO	St3		 4時間以内
製	第1層	変性エポキシ樹脂塗料内面用	410	120	在时间径内
作工					1日~10日
場	第2層	変性エポキシ樹脂塗料内面用	410	120	1 H 10 H

- 注).1 プライマーの膜厚は総合膜厚に加えない。
- 注).2 製鋼工場におけるプライマーは膜厚にて管理する。

表 4-11 内面用塗装仕様 D-6 塗装系

塗装工程 塗装名		塗装名	使用量 (g/m²)	目標膜圧 (μm)	塗装間隔
製鋼	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2		
工場	プライマー	長ばく形エッチングプライマー	(130)	(15)	
		到上了日期7四 10.0	2. 6.0		3ヶ月以内
橋梁	2次素地調整	動力工具処理 ISC) St3		4時間以内
製作	第1層	変性エポキシ樹脂塗料内面用	410	120	1. 11/10/11 1
工 場					1日~10日
-700	第2層	変性エポキシ樹脂塗料内面用	410	120	

- 注).1 プライマーの膜厚は総合膜厚に加えない。
- 注).2 製鋼工場におけるプライマーは膜厚にて管理する。

4-5-3 連結部の塗装仕様

① 現場ボルト接合部の塗装

現場ボルト接合部には、表 4-12(1)(2)に示す塗装系 F11、F12 を適用することを原則とし、はけ・ローラーによる塗装を標準とする。

C-5 塗装系の場合には本締め後、現場塗装までの間にさびが発生するのを防ぐため防錆処理ボルトを使用するのがよい。現場連結部は塗料が付きにくく一般部に比べ塗膜の弱点となりやすい。このため、現場接合の後の塗装には、塗装作業の不十分さを補う意味や、長期耐久性に必要な膜厚確保のため超厚膜形エポキシ樹脂塗料を塗装する必要がある。

② 現場溶接部の塗装

外面及び内面の現場溶接部には、表 4-12(3)(4) の塗装系を適用することを原則とし、はけ・ローラーによる塗装を標準とする。

③ A 塗装系の現場連結部の塗装

A 塗装系の現場連結部には、表 4-12(5)(6)の塗装系を適用することを原則とし、はけ・ローラーによる塗装を標準とする。

鋼道路喬坊食便覧 (H26.3) II4.6.3

表 4-12(1) 高力ボルト連結部の塗装仕様 F-11(一般部塗装系 C-5)

	塗装工程	塗料名	塗装方法	使用量(g/m²)	目標膜厚(μ m)	塗装間隔	
製鋼	1次 素地調整	ブラスト処理 ISO Sa 2 1/2				4時間以内	
工場	プライマー	無機ジンクリッチプライマー	スプレー	160	(15)	6ヶ月以内	
製作	2次 素地調整	ブラスト処理 ISO Sa 2 1/2					
I I F		/m +kk ** > . 与	→	000	75	4時間以内	
場	防食下地	無機ジンクリッチペイント	スプレー	600	75	1年以内	
	素地調整						
	_					4時間以内	
	ミストコート	変性エポキシ 樹脂塗料下塗	スプレー (はけ・ローラー)	160 (130)	-		
現	– 1	超厚膜形エポキシ	スプレー	1100		1日~10日	
場	下塗り	樹脂塗料	(はけ・ロ ーラー)	(500 × 2)	300	10 100	
	中塗り	ふっ素樹脂塗料用中塗	スプレー	170	30	1日~10日	
	〒至り	のフポ河加至村用千里	(はけ・ローラー)	(140)	30		
	上塗り	ふつ素樹脂塗料上塗	スプレー (はけ・ローラー)	140 (120)	25	1日~10日	

- 注) 1: 塗料使用量: スプレーとし,(***)ははけ・ローラー塗りの場合を示す。
- 注) 2:プライマーの膜厚は総合膜厚に加えない。
- 注) 3:製鋼工場におけるプライマーは膜厚にて管理する。
- 注) 4: 母材と添接板の接触面は、製作工場の無機ジンクリッチペイントまで塗付する。
- 注) 5: 超厚膜形エポキシ樹脂塗料を適用することで防食性の向上と工程短縮を図ることが出来るが、 一般面と比べて仕上がり外観は劣る。
- 注) 6: 防せい処理ボトルの場合は、添接板も含め高力ボルト頭部にミストコートから塗装する。
- 注) 7: 防せい処理ボルトを使用しない場合、高力ボルト頭部に素地調整後、有機ジンクリッチペイント 240g/㎡×2回(はけ塗り、塗装間隔は1日~10日)を塗装した後、添接板も含め、ミストコート から塗装する。

表 4-12(2) 高力ボルト連結部の塗装仕様 F-12 (一般部塗装系 D-5)

$\overline{}$	16 dt	M.1.1.5	16 dt 1 . I			M 44 000
	塗装工程	塗料名	塗装方法	使用量(g/ m))	目標膜厚(μ m)	塗装間隔
製鋼	1次 素地調整	ブラスト処理 ISO Sa 2 1/2				4時間以内
工場	プライマー	無機ジンクリッチ プライマー	スプレー	160	(15)	6ヶ月以内
製作	2次 素地調整	ブラスト処理 ISO Sa 2 1/2				
工場	防食下地	無機ジンクリッチ ペイント	スプレー	600	75	4時間以内
	素地調整	動力工具処理 ISO St 3				4時間以内
現 場	ミストコート	変性エポキシ 樹脂塗料下塗	スプレー (はけ・ローラー)	160 (130)	-	4时间以内
	下塗り	超厚膜形エポキシ 樹脂塗料	スプレー (はけ・ローラー)	1100 (500×2)	300	1日~10日

- 注) 1: 塗料使用量:スプレーとし、(***)ははけ・ローラー塗りの場合を示す。
- 注) 2:プライマーの膜厚は総合膜厚に加えない。
- 注) 3:製鋼工場におけるプライマーは膜厚にて管理する。
- 注) 4: 母材と添接板の接触面は、工場塗装の無機ジンクリッチペイントまで塗付する。
- 注) 5: 超厚膜形エポキシ樹脂塗料を適用することで防食性の向上と工程短縮を図ることが出来るが、 一般面と比べて仕上がり外観は劣る。
- 注) 6: 防せい処理ボトルの場合は、添接板も含め高力ボルト頭部にミストコートから塗装する。

表 4-12(3) 溶接部の塗装仕様 F-13 (一般部塗装系 C-5)

	塗装工程	塗料名	塗装方法	使用量(g/m²)	目標膜厚(μm)	塗装間隔	
	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa 2 1/2				4時間以内	
	防食下地	有機ジンクリッチ	スプレー	600	75		
		ペイント	(はけ・ローラー)	(300 × 2)		1日~10日	
	下塗り	変性エポキシ	スプレー	240	60		
現	1	樹脂塗料下塗	(はけ・ロ ーラー)	(200)		1日~10日	
場	下塗り	変性エポキシ	スプレー	240	60	10 100	
	ト坐り	樹脂塗料下塗	(はけ ・ ロ ーラー)	(200)	00	10 100	
	上冷 口	ふっ素樹脂塗料用	スプレー	170	00	1日~10日	
	中塗り	中塗	(はけ ・ ローラー)	(140)	30		
	1.36.11	· = ### \$ ## \$	スプレー	140	0.5	1日~10日	
	上塗り	ふっ素樹脂塗料上塗	(はけ・ローラー)	(120)	25		

注) 1: 塗料使用量: スプレーとし、(***)ははけ・ローラー塗りの場合を示す。

表 4-12(4) 溶接部の塗装仕様 F-14 (一般部塗装系 D-5)

	塗装工程	塗料名	塗装方法	使用量(g/m²)	目標膜厚(μ m)	塗装間隔
	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa 2 1/2				4時間以内
現場	防食下地	有機ジンクリッチ ペイント	スプレー (はけ・ローラー)	600 (300 × 2)	75	
	下塗り	超厚膜形エポキシ 樹脂塗料	スプレー (はけ・ローラー)	1100 (500×2)	300	1日~10日

注) 1: 塗料使用量: スプレーとし(***)ははけ・ローラー塗りの場合を示す。

表 4-12(5) A 塗装系の現場連結部の塗装仕様 F-15(一般部塗装系 A-5)

	塗装工程	塗料名	塗装方法	使用量(g/㎡)	目標膜厚(μ m)	塗装間隔
	素地調整	動力工具処理 ISO St 3				4時間以内
	下塗り	鉛・クロムフリー さび止めペイント	はけ・ローラー	140	35	10 100
現	下塗り	鉛・クロムフリー さび止めペイント	はけ・ローラー	140	35	1日~10日
場	下塗り	鉛・クロムフリー さび止めペイント	はけ・ローラー	140	35	1日~10日
	中塗り	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	はけ・ローラー	120	30	1日~10日
	上塗り	長油性 フタル酸樹脂塗料上塗	はけ・ローラー	110	25	2日~10日

表 4-12(6) A 塗装系の現場連結部の塗装仕様 F-16 (一般部塗装系 D-6)

	塗装工程	塗料名	塗装方法	使用量(g/m²)	目標膜厚(μ m)	塗装間隔
	素地調整	動力工具処理 ISO St 3				4時間以内
現場	下塗り	変性エポキシ 樹脂塗料下塗	スプレー (はけ・ローラー)	240 (200)	60	
	下塗り	超厚膜形エポキシ 樹脂塗料	スプレー (はけ・ローラー)	1100 (500 × 2)	300	1日~10日

注) 1:塗料使用量:スプレーとし、(***)ははけ・ローラー塗りの場合を示す。

注) 2: 超厚膜形エポキシ樹脂塗料を適用することで防食性の向上と工程短縮を図ることが出来るが、 一般面と比べて仕上がり外観は劣る。

注) 2: 超厚膜形エポキシ樹脂塗料を適用することで防食性の向上と工程短縮を図ることが出来るが、 一般面と比べて仕上がり外観は劣る。

4-5-4 新設橋の塗装面積の算出における留意事項 新設橋の塗装面積の算出において、留意すべき点を下記に示す。

① 鋼床版上面

舗装施工までの防錆のため、無機ジンクリッチペイント(30μ m)を塗布する。 現場溶接部や塗膜損傷部は有機ジンクリッチペイント(30μ m)を塗布する。

鋼道路橋防食便覧 (H26.3) Ⅱ 2.2.4(3)

② 添接板接触面(摩擦接合面)

母材と連結板の接触面の工場塗装は無機ジンクリッチペイント (75 μ m) まで 塗布する。

鋼道路橋防食便覧 (H26.3) Ⅱ 2.2.4(4)

③ 箱桁上面部(埋設型枠部)

D- 5(内面塗装)を塗布する。

デザインデータ ブック

④ 耐候性鋼材における桁端部

桁端部は、防食に対す配慮が特に必要とされる環境の悪い箇所であるため、C-5 (外面塗装)を塗布する。

鋼道路橋防食便覧 (H26.3) Ⅲ2.2.3(2)

⑤ 耐候性鋼材を使用している箱桁内面

箱桁内面は、閉塞された空間であり、結露を生じ易いなど、耐候性鋼材の適用 可能な環境とならない場合が多いため、D-5(内面塗装)を塗布する。 鋼道路橋防食便覧 (H26.3) Ⅲ2.2.3(2)

⑥ ボルト連結部の塗装面積 (F-11・F-12)

ボルトは購入品であるため、ボルト表面積の工場塗装は計上しない。

⑦ コンクリート接触面

コンクリート接触面については、さび汁による汚れを考慮し無機ジンクリッチペイント $(30 \, \mu \, \text{m})$ を塗布する。

鋼道路橋防食便覧 (H26.3) Ⅱ 2.2.3(3)

4-5-5 塗替え塗装仕様

塗膜は環境中に暴露されると徐々に劣化し、防せい性能や美観性能も徐々に低下する。鋼道路橋塗装の機能を維持するには、塗膜の性能が管理上必要な水準以下に低下してしまう前に塗替え塗装を行うことで塗装の機能を回復させる必要がある。

鋼橋は、塗膜の暴露される環境が塗替え後も変わらないと判断し、従来の 塗替え塗装は旧塗装と同じ性能を有する塗装系を一般的に選定していた。し かし、その後の調査によると塗装のライフサイクルコスト、環境対策、景観 上の配慮などの観点から、より耐久性の優れた塗装系にする方が有利かつ合 理的と考えられるため、塗替え塗装仕様は従来よりも耐久性に優れる重防食 塗装系を基本とする。

塗替え塗装系は、表 $4-13\sim4-19$ によることを原則とする。また、旧 塗膜と塗替え塗装系の組み合わせは表 4-20 によることを原則とする。

表 4-13 Rc-I 塗装系 (スプレー)

塗装工程	塗装名	使用量 (g/m²)	塗装間隔	
素地調整	1種		4時間以内	
防食下地	 有機ジンクリッチペイント	600		
例及「地	· 日10g マンフラファー・10 1	000	1日~10日	
下途	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	16 106	
1 =	4411/11/10 AM - 1		1日~10日	
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240		
			1日~10日	
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	170		
			1 🗆 - 10 🗆	
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	170	1日~10日	

注).1 原則はスプレー塗装とするが、協議のうえで、はけ・ローラーに変更もできる。

鋼道路都方食便覧 (H26.3)

II 7. 3

注).2 現場の施工条件に応じて塗装間隔を別途取り決める場合もある。

注)3.ブラスト処理による除せい度はISO Sa 1/2とする。

表 4-14 Rc-Ⅲ塗装系(はけ、ローラー)

塗装工程	塗装名	使用量 (g/m²)	塗装間隔
素地調整	3種		4時間以内
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 (鋼板露出部のみ)	(200)	
下途	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	1日~10日
			1日~10日
下塗 	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	1日~10日
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	140	
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	120	1日~10日

表 4-15 Rc-IV塗装系(はけ、ローラー)

塗装工程	塗装名	使用量 (g/m²)	塗装間隔
素地調整	素地調整 4種		4時間以内
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 200		
中塗 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗		140	1日~10日
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	120	1日~10日

表 4-16 Ra-Ⅲ塗装系(はけ、ローラー)

塗装工程	塗装名	使用量 (g/m²)	塗装間隔	
素地調整	3種		4時間以内	
下塗	鉛・クロムフリーさび止めペイント (鋼板露出部のみ)	(140)		
下塗	鉛・クロムフリーさび止めペイント	140	1日~10日	
下途	<u></u> 鉛・クロムフリーさび止めペイント	140	1日~10日	
, 4			1日~10日	
中塗 	長油性フタル酸樹脂塗料用中塗	120		
上塗	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	110	2日~10日	

表 4-17 Rc-Ⅱ塗装系(はけ、ローラー)

塗装工程	塗装名	使用量 (g/m²)	塗装間隔
素地調整	2種		4時間以内
防食下地	有機ジンクリッチペイント* 1	(240)	1日~10日*2
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 200	
 下塗	下塗 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 2		1日~10日
中涂	中塗 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 140		1日~10日
上途	弱溶剤形ふつ素樹脂塗料上塗 120		1日~10日
	4411/11/17 2 2次124/11 五十一二王	130	

^{*1} 素地調整程度2種ではあるが、健全なジンクリッチプライマーやジンクリッチペイントを残し、ほかの旧塗膜を全面除去した場合は、鋼材露出部のみ有機ジンクリッチペイントを塗布する。この際、使用量の目安は240g/㎡程度とする。素地調整程度2種で旧塗膜を全面除去した場合は、有機ジンクリッチペイントの使用量が600g/㎡とする。

表 4-18 Rd-Ⅲ塗装系(はけ、ローラー)

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m²)	塗装間隔
素地調整	素地調整 3種		
第1層	無溶剤形変性エポキシ樹脂塗料	300	
第2層	無溶剤形変性エポキシ樹脂塗料・	300	2日~10日

^{*} 旧塗膜がタールエポキシ樹脂塗料である場合、タールのブリードによる変色むらが生じることがあるが、塗膜性能上問題とならない。

表 4-19 Rzc- I 塗装系 (スプレー)

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m²)	塗装間隔
素地調整	素地調整 1種*		4時間以内
下塗	亜鉛めっき用エポキシ樹脂塗料下塗	200	1 🗆 - 10 🗆
中塗	中塗 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗		1日~10日
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	140	1日~10日

^{*}素地調整程度1種であるがブラストグレードは、ISO Sa 1 とする。

^{*2} 現場の施工条件に応じて塗装間隔を別途取り決める場合もある。

塗替え 塗装系	旧塗膜 塗装系*	素地調整	特徴
Rc- I	A, B a, b, c	1種	ブラスト工法により旧塗膜を除去し、スプレー塗装する。
Rc-Ⅲ	A, B, C a, b, c	3種	工事上の制約によってブラストできない場合に適用する。 耐久性はRc- I 塗装系に比べて著しく劣る。
Rc-IV	C c	4種	C塗装系の塗替えで下塗には劣化がおよんでない場合に 適用する。
Rc-II	B b, c	2種	工事上の制約によってブラストできなく、かつ、ジンクリッチプライマーを用いたB塗装系の旧塗膜、又はC塗装系の局部補修に適用する。
Ra−III	A a	3種	A塗装系の塗替えで十分塗膜寿命を有していて、適切な 維持管理体制がある場合や橋の残存寿命が20年程度の 場合に適用する。
Rd-III	D	3種	暗く換気が十分に確保されにくい環境の内面塗装に適用

表 4-20 旧塗膜と塗替え塗装系の組み合わせ

・鋼橋の塗装品質に対する配慮

(1)鋼部材角部の処理

部材の自由縁となる角部は、膜厚の確保がしにくい箇所である。塗装の寿命を高めるために、部材各部は面取りを行うことが重要である。一般部と同等の 塗膜性能を得るためには、半径 2R 以上の曲面仕上げを行うことが望ましく、 加工を行う旨を設計図に明示すること。

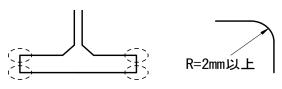


図4-20 角部の曲面仕上げの例

(2)トルシア形高力ボルトのピンテール跡の仕上げ

高力ボルト接合継手にトルシア型高力ボルトを用いる場合、ピンテール跡が 鋭利な形状となることが多く、塗装を行う場合そのままでは塗料が十分に付き にくい。この場合にはピンテール跡をグラインダーや専用加工機などで平滑に 仕上げることで、通常のボルト頭やナット部と同等の塗装品質が確保できる表 面性状とすることができる。

以上より、ピンテールの跡はグラインダーなどで平滑に仕上げる旨を設計図 に明示すること。 鋼道路橋坊食便覧 (H26.3) II3.2.1

^{*:}旧塗膜の塗装仕様について塗装・防食便覧資料集付Ⅱ-2.を参考にするのがよい。

4-5-6 耐候性鋼材

鋼道路橋の防食法として耐候性鋼材の使用を計画した場合において、その橋 に所定の性能を発揮させるために考慮すべき事項とその手順、内容について表 4-21に示す。

鋼道路橋坊食便覧 (H26.3) III2.2

なお、耐候性鋼材を使用する場合、裸仕様を原則とする。

特段の理由より、表面処理を実施する場合は、必ず担当課と協議すること。

表 4-21 耐候性鋼橋梁の防食設計の手順

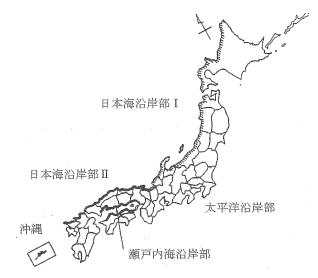
手順	内容	備考
環境条件の確認	建設地点の環境が耐候性鋼材に適しているかを確認する。	
使用材料の選定	鋼材、溶接材料、高力ボルトについて適正材料を 選定する。	
景観への配慮	耐候性鋼材特有の暗褐色が環境と調和するかを確認し、さび汁などで外観上特別な配慮が必要かを 検討する。	
細部構造の処置	防食に配慮した細部構造設計をする。	
製作・架設条件の確認	防食と外観に配慮した製作法と架設法がとられることを確認する。	
維持管理方法の提示	点検・診断、維持・管理の方法を提示する。	

(1) 適用可能環境

1)海からの飛来塩分に対して

JIS G 3114 に規定される溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材については、道路橋示方書 Π 鋼橋・鋼部材編で「所定の方法で計測した飛来塩分量が 0.05 mdd (NaCl:mg/ $100 \text{cm}^2/\text{day}$)を超えない地域、または図 4-21(道路橋示方書 Π 鋼橋・鋼部材編、図-解 5.2.1)に示す地域では一般に無塗装で用いることができる。」としている。

飛来塩分量測定の方法としては、「鋼道路橋防食便覧」付属資料に示す「土研法」または JIS Z 2381、JIS Z 2382 に示されている、いわゆる「ガーゼ法」が用いられる。測定期間は飛来塩分量が季節変動することから、一般に 1 年以上継続する必要がある。ただし、日本海沿岸部等の季節変動が例年概ね同じ傾向を示す地域では、海風のピークが生じる季節 2 ~ 3 ヶ月の測定結果によって無塗装使用の適否を判断することが可能と考えられる。



地域区分		飛来塩分量の測定を省略してよい地域
日本海	I	海岸線から 20km を超える地域
沿岸部	沿岸部 Ⅱ 海岸線から 5km を超える地域	
太平洋	沿岸部	海岸線から 2km を超える地域
瀬戸内	海沿岸部	海岸線から 1km を超える地域
沖	縄	なし

図4-21 耐候性鋼材を無塗装で使用する場合の適用地域 3)

鋼道路橋坊食便覧 (H26.3) III2.2 飛来塩分量を測定して無塗装使用の適否を判断する際、海岸からの 距離、気象条件の相違による地域特性、季節変動、年変動等を十分把 握しておくとともに、架橋地点周辺の既存の調査結果等との比較など によって慎重に検討することが重要である。またここでの適用可否の 評価はあくまで地域的な環境としての評価であり、地形的要因や部材 の細部構造等に支配される局部環境による評価ではないことに注意 が必要である。したがって実際の設計にあたっては、それらについて 別途所要の耐久性が確保されるよう検討することが重要である。

三者共同研究(旧建設省土木研究所、旧(社)鋼材倶楽部、(社)日本橋梁建設協会の三社による「耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究」)の暴露試験結果とその後追跡した17年暴露試験結果から、このような地域環境でのJIS G 3114 に規定する溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材の長期にわたる板厚減少経年変化の推定を図4-22に示す。

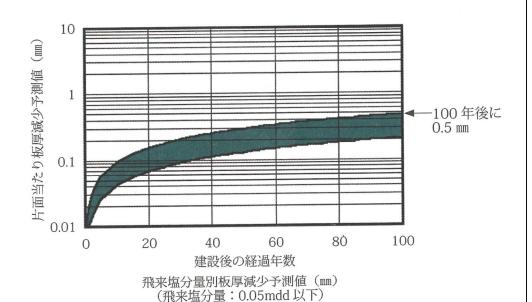


図4-22 JIS耐候性鋼の腐食予測曲線 10) (桁内側環境での飛来塩分量 0.05mdd 以下での 暴露試験結果に基づく回帰予測)

2) 凍結防止剤の塩分に対して

凍結防止剤を大量に散布する路線においては、路面水が交通車両によって飛散し他の近接する橋の部材や当該橋の部材に付着することが考えられる。したがって計画段階では、他路線からの飛散の影響を受ける位置や跳ね返りの影響を受ける斜面や山と接近した位置を避けること(地形環境条件)、または飛散の影響を受ける部位に他の防食法を採用することなどの検討が必要となる。

凍結防止剤が多く散布される高速道路における、さび状態の調査の例では、凍結防止剤と地形環境の関係について次のような配慮が必要であることが示されている。

- 3) 凍結防止剤散布地域における配慮事項
- i)山に迫った橋においては、路面水の巻き上げが気流により対象橋の 桁に掛らない程度に、また湿気がこもらない程度に距離を置くこと。 図4-23 で示すように、山の地面との関係で水平距離 s が 5 m以内 で、しかも鉛直距離 h が 2 m以内となることを避けるようにする。
- ii)並列橋においては、凍結防止剤を散布する下側の橋から路面水の巻き上げが掛らない程度の距離を置いて上側の橋を配置すること。 図4-23 で示すように、水平距離 d が 3 m以内で、しかも鉛直距離 f が 2~10mとなる関係を避けるようにする。

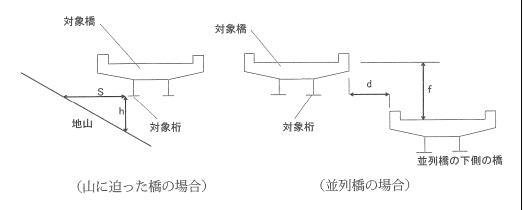


図4-23 凍結防止剤の影響を受ける桁

なお、米国連邦道路庁 (FHWA) では、図 4-24 の堀割りタイプの立体交差橋の場合、橋と道路面でトンネルのような閉鎖的な空間が形成されることから、交差橋には耐候性鋼材の適用を避けることが提案されている。

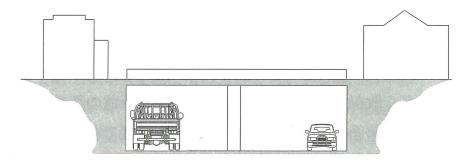


図4-24 堀割タイプの立体交差橋 (米国連邦道路庁 (FHWA) の例)

3) 水面または植生からの湿気に対して

水面、湿地または植生からの湿気の影響を受けるような地形環境においては、桁が湿潤状態に置かれていると考えられる。過去、湿地面に接した桁、植生に覆われた桁などで層状剥離さびが発生している例もあり、水面や湿地、植生との離間を十分に取るなど、地形との関係を考慮することでも層状剥離さびの発生する危険性を小さくすることが可能であると考えられる。

たとえば米国連邦道路庁(FHWA)では、水面との地形関係について 次のような規定を設けている。

- i)川などの動水面では、桁下フランジなどを水面上8フィート(約2.4m)以上離す。
- ii) 湖水など静水面では、桁下フランジなどを水面上 10 フィート(約 3m) 以上離す。

(2) 使用材料

1) 鋼材

主構造部材に使用する耐候性鋼材として、JIS G 3114 溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材及びJIS G 3140 橋梁用高降伏点鋼板(JIS 耐候性鋼材)があるが、使用条件により W タイプと P タイプに区分されている。 P タイプは主に塗装を施して使用する鋼材であり、W タイプ (SMA400W、SMA490W、SMA570W、SBHS500W、SBHS700W) は無塗装使用を目的とした鋼材である。

なお、道示Ⅱ鋼橋編ではWタイプのみを扱っており、さらに、SBHS の 適用にあたっては JIS G 3114 溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材と同等の 安全性が確保されるように設計するとともに、製作・施工において所定 の品質が確保されることを確認する等、十分な検討が必要であると示さ れている。

2)接合材料

耐候性鋼橋梁に用いる高力ボルトは、主要構造部材と同等以上の耐候性能を有する耐候性高力ボルトを用いるものとする。JIS 耐候性鋼材に対応する耐候性高力ボルトは、JIS 等に規格化されてはいないが、JIS B 1186 摩擦接合用高力ボルト・六角ナット・平座金のナットのうち F 10 T、F 8 T、または日本道路協会規格(トルシア形高力ボルト・六角ナット・平座金のナット)のうち S10T に合格するもので、かつ耐候性鋼と同様に耐候性を付与するため、主として Cu、Cr、Ni などを添加したものを使用するのがよい。

3) 耐候性鋼用表面処理剤

流出したさび汁により周辺を汚すことを抑制する必要がある場合に は、耐候性鋼材に耐候性鋼用表面処理を施すことも有効である。

耐候性鋼用表面処理剤の基本機能は耐候性鋼材表面の緻密なさび層の形成を助け、架設当初のさびむらの発生やさび汁の流出を防ぐことを目的に開発されている。その他環境作用の緩和や着色などの機能を付随したものなどもあるが、耐候性鋼用表面処理剤の性能については橋ごとにその使用目的に応じて検討するのがよい。

耐候性鋼材に適用する耐候性鋼用表面処理剤は、長期的には風化・消失し、その後は耐候性鋼材表面に緻密なさび層が形成するため、防食機能の向上させることを意図したものではなく、これを塗り替えることは行わない。そのため、適用環境条件は、母材の耐候性鋼材の適用範囲と同等とすることが重要である。従って、耐候性鋼材は耐候性鋼用表面処理剤を塗布しても塩分過多な地域では使用すべきではなく、適用環境外の使用にあたっては環境条件を十分調査・検討のうえ対応することが重要である。

(3) 防食仕様

1) 鋼材

飛来塩分量が 0.05mdd を超えない地域の鋼道路橋に無塗装で使用する構造用鋼材は、(2)使用材料に示すとおりとする。

飛来塩分量が 0.05mdd を超える地域にはニッケル系高耐候性鋼材の 適用も考えられるが、この鋼材の適用可能限界については、現在のとこ ろ基準が確立されていないのが現状である。したがって、ニッケル系耐 候性鋼材の使用にあたっては適用環境条件を十分調査し、これを反映し た適切な暴露試験などによって用いようとする鋼材の適用性を評価・確 認するのがよい。

2) 部分塗装

鋼道路橋では、通常橋全体が同一の腐食環境にはなく、例えば橋の端部などは橋の中央部に比べて環境が悪いことが多い。したがって、橋全体の腐食に対する耐久性を均一化させるため、環境の悪い部位に対しては部分的に防食性能の高い他の防食方法を採用することが考えられる。耐候性鋼橋梁でも以下に示すように条件に応じて特定の部位に他の防食法を採用することで、橋全体の耐久性を確保するように配慮する必要がある。

なお、併用される塗装や溶射などの耐候性鋼材以外の防食法それぞれ の仕様については、各防食法についての技術資料を参考にするのがよい。 その場合に母材が耐候性鋼であるために特別な仕様が求められること はなく、普通鋼材に対する仕様と同様でよい。

また、部分的に他の防食法を適用すれば、その部位についてはその防食法としての点検などの維持管理が必要となる。したがって、構造細部の設計や維持管理設備などの維持管理上必要な措置についても適用するそれぞれの防食法に応じて配慮しなくてはならない。

① 桁の端部

桁の端部は通常の塗装橋梁においても防食に対する配慮が特に必要とされる環境条件の悪い箇所であることから、耐候性鋼橋の桁端部に塗装などの防食法を施す場合にも耐久性に優れた塗装系などを適用するのがよい。例えば、塗装を施す範囲は、桁端から桁高の2倍程度までの範囲を目安に、一般部と同程度の環境とみなせる範囲まで塗装することが基本である。このとき塗装部と無塗装部で外観が異なってくるため、景観上支障とならないように配慮するとよい。

塗装仕様については、色調と日射に考慮して外面用塗装系仕様 C-5 塗装系(耐候性)(表 4-22)を適用するとよい。

	塗装工程 塗装名 使用量 (g/m²) 目標膜圧 (μm)		塗装間隔		
工製場鋼	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			
	2次素地調整	ブラスト処理 ISO	Sa2 1/2		•
	PH A III T	Arm Lekk N. Jan 11 - T O A J	200	7.5	4時間以内
橋	防食地下	無機ジンクリッチペイント	600	75	2日~10日
梁製	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗	160	-	2 н 10 н
作		19 6 2	5.40	100	1日~10日
エ	下塗	エポキシ樹脂塗料下塗	540	120	1日~10日
場	中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗	170	30	1 н 10 н
					1日~10日
	上塗	ふっ素樹脂塗料用上塗	140	25	1 10 10 11

表 4-22 一般外面の塗装仕様 C-5 塗装系 (耐候性)

② 箱桁の内面

「内面」とは、箱桁や鋼製橋脚などの閉断面部材の内側の面を指す。 箱桁の内面は、閉鎖された空間であり結露も生じやすいなど、耐候 性鋼材の適用可能な環境とならない場合が多い。このような場合に は、普通鋼材による箱桁と同様に内面用塗装仕様 D-5 塗装系(表 4 -23)を適用する。

表 4-23 内面用塗装仕様 D-5 塗装系

	塗装工程	塗装名	塗装間隔			
製鋼	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			
工場	プライマー	無機ジンクリッチプライマー	(160)	(15)		
橋	2次素地調整	動力工具処理 ISC				
梁製	第1層	変性エポキシ樹脂塗料内面用	410	120	4時間以内	
作工場	第2層	変性エポキシ樹脂塗料内面用	410	120	1日~10日	

- 注).1 プライマーの膜厚は総合膜厚に加えない。
- 注).2 製鋼工場におけるプライマーは膜厚にて管理する。

③ 摩擦接合面の処理

摩擦接合面の処理は耐候性鋼橋の場合、無機ジンクリッチペイントの塗布、または無塗装が考えられる。無塗装の場合には所要のすべり係数を確保するため、現場接合前に摩擦接合面の浮きさび、油、泥などの汚れを十分に除去するなど配慮することが重要である。

なお、摩擦接合面に無機ジンクリッチペイントを塗布する場合については、母材と同様の状態の塗布となることから製鋼工場での無機ジンクリッチプライマーは不要としてよい。

④ 鉄筋コンクリート床版を持つ箱桁の上フランジ上面

箱桁の上フランジ上面と鉄筋コンクリート床版との間にできる空間は、狭あいかつ閉塞されているためほとんど維持管理を行うことが不可能である。したがって、この部分になる箱桁の上フランジ上面には、耐久性に優れた内面用塗装仕様 D-5 塗装系を適用するのがよい。その他、I桁等の上フランジ上面と床版コンクリート接触面については、塗装橋と異なりさび汁による汚れを考慮する必要がないことから基本的には無途装でよい。

⑤ 局部的に環境の悪い部位

局部的に環境の悪い部位とは、凍結防止剤の散布量が多い路線で地山に迫った I 桁橋外桁の下フランジなどが該当する。このような部位では日射、湿潤環境、色調などを考慮して防食法を選定しなくてはならない。従来の例では、たとえば下フランジと腹板の立ち上がり 200mm 程度を内面用塗装仕様としたものがある。また、ニッケル系高耐候性鋼を使用することも考えられるが、局部的な部位にのみ異なった鋼材を接合することは好ましくない。ニッケル系高耐候性鋼材の使用にあたっては、環境と鋼材の性能を把握し暴露実験などによる検証をした上で採用することが必要である。

⑥ 鋼床版上面

架設中の流れさび防止のため鋼床版の上面に塗装を施す場合は、一般の塗装橋梁と同様、舗装材料の特性にあった塗装仕様を選定することが重要である。たとえば、無機ジンクリッチペイント $30\,\mu\,\mathrm{m}$ を塗付する例などがある。

3) 支承

耐候性鋼橋梁に使用する支承には、めっき仕様、塗装仕様、耐候性鋼 仕様などがあるが、橋の端部の局部環境が悪いこと、及び取り替えが困 難であることを考えると塗装やめっきを施すなど十分に防食性能を高 めておくのがよい。

4-6 足場用吊金物

4-6-1 足場用吊金物

床版打設時の支保工の固定、塗装及び維持・補修の足場の固定のために足場用吊り金具を設置する。吊り金具の設置間隔は、橋軸方向に 1.8m 以内とする。

足場工・防護工の施 工計画の手引き(鋼 橋架設工事用) 日本橋梁建設協会 (H30.4) P2-27~29

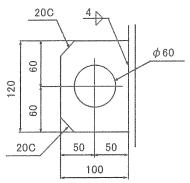
道路橋の設計におけ

る諸課題に関わる調

査(2018-2019)3-43

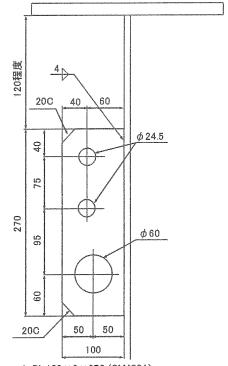
〈腹板取付金具設置に関して〉

- ①桁高が 1.8m 以上の場合は、中段位置に A タイプの金具を設ける。
- ②桁高が 1.8m 未満の場合は、下段位置に A タイプの金具を設ける。なお、取付位置は足場チェーン取付角度を考慮して下フランジ側から 300mm 程度(最大フランジ幅の約 1/2 程度)とする。
- ③上フランジ側取付金具は、溶接施工を考慮してフランジからの離隔を 100mm以上確保する。
- ④補剛材取付側腹板に取り付ける場合は、補剛材位置から 150mm 程度離れた位置とする。
- ⑤場所打ち床版施工時に型枠設置に B タイプを利用する場合は、取付位置を上フランジ天端から一定とすることで、型枠高さ調整材を一定にできる。なお、外・内桁とも金具タイプは、型枠取付方法により選定し、橋軸方向の設置間隔は、型枠支保工の検討を行った上で決定する。
- ⑥合成床版タイプで型枠不使用の場合は、外・内桁ともAタイプを設置する。
- ⑦下フランジに足場チェーン用クランプを利用しての足場チェーン取付は、フランジ塗装面の損傷および、チェーンの引張方向によってはクランプの脱落等の懸念があることから、腹板取付金具を利用して行うことが望ましい。



1-PL.100 × 9 × 120 (SM400A)

Aタイプ

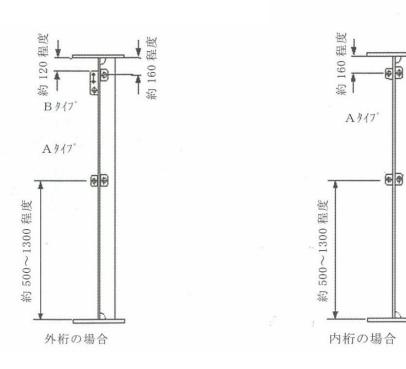


1-PL.100 × 9 × 270 (SM400A)

Bタイプ

図4-25 取付金具の構造

① 吊環取付け位置 (腹板高 1.8m 以上の場合)



② 吊環取付け位置(腹板高 1.8m 未満の場合)

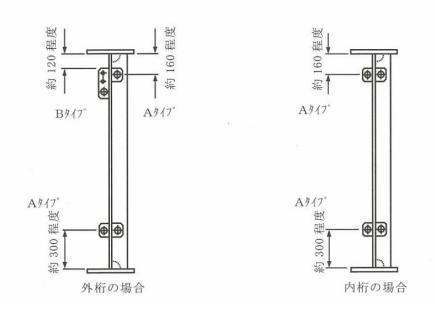


図4-26 鈑桁形式の場合の取り付け位置と金具タイプ

(2) 箱桁での取付金具 (吊環タイプ)

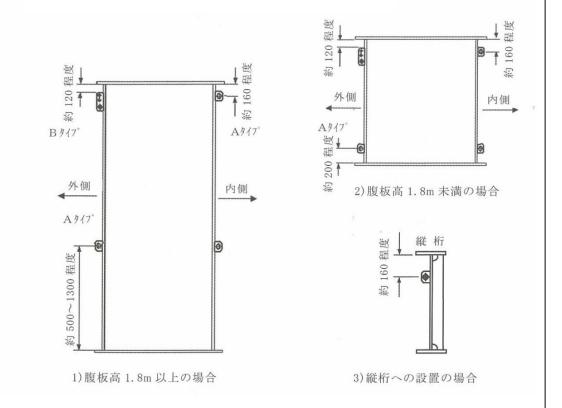


図4-27 箱桁形式の場合の取り付け位置と金具タイプ

4-7 架 設

架設工法選定のフローチャートを図4-28に示す。

クレーンのカウンターとな る桁を先行架設できるか トラベラクレー: 片特も工法 架設地点の設備・改良 他工法との併用 ① ★送出しに適した析形状か (1)送出しヤードが 確保できるか ケーブルエレクション 直吊り工法 上路アーチ形式, 下路ニールセンアーラ 下路アーチ形式, トラス形式 台船一括架設工法, 一括吊上け工法 台船進入は可能か 大型搬送車の進入は 可能か 一括架設は可能か フローティングクレーンで の一括架設は可能か 図4-28 架設工法選定のフローチャート

鋼道路橋施工便覧 (R2.9) 図ーⅢ.3.2.1

道2-154

表 4-24 代表的な工法の説明

工法	工法等概要図	選定条件	工法の概要	特徴
自 走 式 クレーンによる ベント工法	発放順子 ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	1.高架橋など架設地点の下まで自走クレーン車が進入できる場合 2.作業帯内に流水部がある場合には瀬替えい株橋を設置可能であること 3.作業帯上空に架空電線などがある場合には防護、又は移設ができること 4.桁下にベントを設置できる場合	自走クレーンで桁を吊上げて架設する方法である。支間が短く、桁の地組が可能な場合には直接、桁を橋台、橋脚上に架設することが可能であるが、支間が長い場合等は、ベントを用いて架設される。	自走クレーン車の機動性を 活かすことにより、一般には 仮設構造物が少なくてすみ、 架設工期も短い。 桁下が水面の場合でも桟 橋を設置するか、瀬替えする ことにより適用できる。
ケーブルク レーンによる ベント工法	トラック ケーブル キャリヤ 鉄塔	1.海上や河川上で自走クレーン車が進入できない場合 2.両岸に鉄塔、アンカーの設置が可能な場合 3.桁下にベントが設置できる場合	荷取りを考慮してケーブル 鉄塔を設置し、各格点にケ ーブルクレーンでベントを設 置した上で、搬入されてきた 部材をケーブルクレーンで吊 込み架設する方法である。	
ケーブルク レーンによる ケーブルエ レクション直 吊工法	### ***	1. 析下が流水部や谷でベント設置ができない場合 2. ケーブル設備及びアンカーブロックが設置できる場合	仮設構造物はアンカーブロック、鉄塔、主索、吊索、受けばり等からなり、トラック及びトレーラで運搬された部材をケーブルクレーンで吊込み架設する方法である。下方部材から上方部材の順で架設し、各架設段階で桁のそりの上げ越し量を調整しながら架設する。	ケーブルの伸びによる架設 途中の変形量が大きく、桁の
ケーブルク レーンによる ケーブルエ レクション斜 吊工法	新品鉄客 新品業 サゲ ウィンチ フィヤフリイジ	1.桁下が流水部や谷で、ベント設置ができない場合 2.ケーブル設備及びアンカーブロックが設置できる場合	仮設構造物はアンカーブロック、鉄塔、斜吊索等からなり、トラック及びトレーラで運搬された部材をケーブルクレーンで吊込み、アーチ部材を斜吊索で受けながら閉合し、その後垂直材、補剛桁を架設する方法である。	直吊工法とほぼ同様の仮設備と工期が必要である。 支承は、斜吊索のために発生する水平力を下部構造に 伝えられる構造とする必要がある。
手 延 機 に よる送出し 工法	自走クレーン 近出しヤード 方年設備 至飯後度 製造機 手延機 野	1.析下空間が使用できな い場合 2.架設現場の隣接場所で 地組が可能である場合	架設現場の隣接場所で、 手延機と橋桁の部分組立、 又は全体組立を行って、順 次送出す工法である。桁の 組立は自走クレーン車、門型 クレーン等で行い、送出し装 備の設置は現場状況に合っ たクレーンを使用して行う。	道路、鉄道等の上で行う架 設作業が比較的短時間です む。

工法	工法等概要図	選定条件	工法の概要	特徴
架 設 桁 による送 出し工法	自東クレー・	1. 析下空間が使用できない場合 2.部分的にベント設置が可能な場合 3.前方に手延機の解体ヤードが確保できない場合	側径間、支間の一部に架設桁を設置し、これを送出しヤードとして順次送出す工法である。桁の組立は自走クレーン車、門型クレーン等で行い、送出し装備の設置は現地状況に合ったクレーンを使用して行う。	架設ヤードが制限される場合に有利である。 仮設備が大規模になる。
トラベラクレ ーンによる 片持ち工法	<u>単数方向</u> <u>トライラフレーン</u> <u>3種心</u> 専 <u>923</u>	1.流水などで桁下に自走クレーン車が進入できない場合 2.桁下空間が使用できない場合	し、その上でトラベラクレーン	架設応力が大きくなる場合があるので設計計算書を照査し、各部材の応力及びたわみを考慮して、架設計画を立てる必要がある。
フローティ ングクレーン 工法	フローティングクレーン セッティングビーム	1.適当な水深があり、かつ 流れが弱い地点に架設す る場合 2.フローティングクレーンが 架設地点まで進入できる 場合	工場岸壁、又は現場近くで 大ブロックに組立てられた部 材を、台船に積んでえい航、 又は直接、フローティングク レーンで吊って運搬し、フロ ーティングクレーンで吊込み 架設する方法である。	ほぼ完成に近い状態で架 設するのが一般的であるた め、架設工期が短く、高所作業も少ない。 運搬中、架設中の支持条 件が完成系と異なるため架 設応力、たわみなどを照査 し、補強など十分な検討を行 い、架設計画を立てる必要 がある。
大型搬送車による一括架設工法	大型模选项	1.桁下にベント設置が不可能な場合 2.架設位置付近に橋体の組立ヤードが確保できる場合 3.組立ヤードから架設位置まで大型搬送車の走行が可能である場合	に搭載し、架設位置まで搬 送し、そのまま所定位置又は	ほほ完成に近い状態で架設するのが一般的であるため、架設工期が短く、高所作業も少ない。 運搬中、架設中の支持条件が完成系と異なるため架設応力、たわみ等を照査し、補強等十分な検討を行い、架設計画を立てる必要がある。
台船架設	セッティングビーム	1.適当な水深があり、かつ流れが弱い地点に架設する場合 2.台船が架設地点まで進入できる場合		橋体の運搬、架設は、フローティングクレーン工法と同じである。ただし、支持状態が橋の下側からとなる。 台船の全体の安全性、局部座屈等も照査する必要がある。
自 走 クレー ン に よる 大 ブロック 工 法	自走クレーン	1.流水などで桁下に自走 式クレーンが進入できない 場合 2.桁下空間が使用できな い場合 3.地組ヤードが確保できる 場合 4.自走クレーンの設置が可 能である場合		大型の自走クレーンが必要 となり、設置ヤードの十分な 検討が必要となる。

5 PC橋

5-1 PC橋の設計

5-1-1 適用

- (1) P C橋の設計はこの要領によるほか、道路橋示方書 I 共通編(H29.11)及び Ⅲコンクリート橋・コンククリート部材編(H29.11)、コンクリート道路橋設 計便覧(R2.9)、コンクリート道路橋施工便覧(R2.9)等によることを原則と する。
- (2) 設計では、構造設計上実施できる事項を検討し、必要に応じて構造設計に反映させなければならない。(維持管理の確実性、容易さの観点を検討する)

道示Ⅲ (H29.11) 3.8.2

5-1-2 コンクリート材料

日本道路協会「道路橋示方書」(H29.11)、土木学会「コンクリート標準示方書」(H22.3)、日本道路協会「コンクリート道路橋施工便覧」(R2.9)、全日本建設技術協会「土木構造物標準設計ポストテンション方式単純T桁橋(H6.3)、プレテンション方式PC単純床版橋同T桁橋(H8.3)」及び「プレキャストブロック工法によるプレストレストコンクリートT桁道路橋設計施工指針(案)」(H4.10)によるが、PC橋コンクリートの強度の使い分けは原則として次のように分類する。

 σ c k = 50 N / mm プレテンション桁 プレキャストセグメント桁(工場製品)

 σ c k = 40 N / m㎡ ポストテンション T 桁

場所打ポストテンション箱桁橋(片持工法)

プレキャストセグメント桁(現地製作) $\sigma \ c \ k = 36 \ N \ / \ mm$ 場所打ポストテンション箱桁橋(支保工法)

場所打ポストテンション中空床版橋(支保工法)

 σ c k = 30 N / m ポストテンション T 桁橋及びプレテンション T 桁橋の横

桁・床版場所打コンクリート

プレテンション床版橋の中埋コンクリート

ポストテンションT桁橋及びプレテンションT桁橋・床

版橋の張出床版部(定着部を有する)の場所打コンクリート

σck=24N/md ポストテンションT桁橋及びプレテンションT桁橋の横

桁・床版橋の張出床版部(定着部を有しない)の場所打

コンクリート地覆・壁高欄

標準設計プレテン ション方式PC単 純床版橋同T桁橋 (H8.3) 3.2

道示Ⅲ (H29.11) 16.2

標準設計ポストテ ンション方式単純 T桁橋(H6.3) 3.2

道示Ⅲ (H29.11) 4.1.3

5-1-3 PC鋼材・シース

PC鋼材は、原則として道路橋示方書 I 9. 1 (H29.11) (表 - 解9. 1. 3、表 - 解9. 1. 6) に掲載されている材料を使用する。また、シースについてはスパイラルシース (鋼製) を標準としているが、海兵部および山間部で凍結防止剤を散布するような塩害対策が必要な箇所については非鉄シース等を使用してもよいものとする。

5-1-4 プレグラウトPC鋼材

プレグラウトPC鋼材は、原則として道路橋示方書Ⅲ17.6.7及びPCプレグラウト&プレグラウトPC鋼材施工マニュアルに掲載されている材料を使用する。 プレグラウトPC鋼材を使用する場合は、必ず担当課と協議すること。

表5-1 PC鋼より線の機械的性質

JIS G 3536

リラクセーション値(%) 直径 公称断面積 降伏荷重 引張荷重 伸び 呼び名 (mm) (?) (k N) (k N) (%) Ν +0.619本より17.8mm 17.8 208, 40 330以上 387以上 3.5以上 8.0以下 2.5以下 -0.25 +0.619本より19.3mm 19.3 243.70 387以上 451以上 3.5以上 8.0以下 2.5以下 -0.25+0.619本より21.8mm 312.90 495以上 573以上 3.5以上 8.0以下 21.8 2.5以下 -0.25+0.619本より28.6mm 28.6 532.40 807以上 949以上 3.5以上 8.0以下 2.5以下 -0.25

- ※ 降伏荷重は0.2%永久伸びを生じる荷重とする。
- ※ リラクセーション値は、規格引張荷重の70%を初期荷重として、1,000時間後の荷重低下率を示す。 またNは通常品、Lは低リラクセーション品を示す。

表5-2 プレグラウト用樹脂の特性

	項	目			特 性 値
未硬	化 時	ちょ	: う	度	300以上
硬 化 1	きの圧縮	強度(N /	mm ²)	70以上

- ※ ちょう度はJIS K 2220に示された試験方法により定まる無次元の値である。
- ※ 樹脂の圧縮強度はJIS K 6911に示された試験方法で測定する。

樹脂は表 5-3に示す3タイプを標準とし、工事現場の使用環境や条件に応じて適したタイプを選択・使用する。

表5-3 プレグラウト用樹脂の種類

タイプ	使 用 条 件
通常	保管時最高温度 25℃以下、コンクリート硬化時最高温度60℃以下
暑 中	保管時最高温度 40℃以下、コンクリート硬化時最高温度75℃以下
寒冷地	使用環境での月平均温度 0℃以下、コンクリート硬化時最高温度55℃以下

- ※ 寒冷地タイプの選定に必要な気温は、施工地域の理科年表などによるデータを参考として良い。
- ※ 寒冷地タイプは、鋼材搬入から緊張までの月平均気温が0℃以下が採用条件であり、保管温度も同様な管理となるため、保管には十分な注意が必要である。
- ※ 納入から緊張までの期間は1ヶ月とする。

PCグラウト&プレ グラウトPC鋼材 施工マニュアル (H18. 6) 表 2.1

PCグラウト&プレ グラウトPC鋼材 施工マニュアル (H18.6) 表 2.3

PCグラウト&プレグラウトPC鋼材施工マニュアル(H18.6)表 2.4

5-1-5 PC定着工法

設計に用いるPC定着工法は、次の種類の中なら、現場条件により、適宜選定するものとする。

表5-4 PC定着工法の分類

	〔大分類〕	〔小分類〕	〔定着工法〕	[PC鋼材のシステム]	[構成線材]
		内クサビ形式	「FKKフレシネー工法 (Tシステム)	マルチストランド	S 12. 7, 15. 2
		四クリヒ形式	スリーストランド工法	マルチストランド	S 10. 8, 12. 4, 15. 2
			アンダーソン工法	マルチストランド	S 9. 5, 11. 1, 12. 4
		二重クサビ形式	OBC工法	マルチストランド	S 9. 3, 12. 4
	(b 11 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	一里クザヒ形式。	SWA工法	マルチストランド	S 7. 9, 9. 3, 10. 8
	クサビ形式	ĺ	【 「FKKフレシネー工法(Vシステム)	マルチストランド	S 12.7, 15.2
			SEEE・PAC工法	マルチストランド	S 12. 4, 12. 7, 15. 2
		外クサビ形式	VSL工法	マルチストランド	S 12. 4, 12. 7, 15. 2
			CCL工法	マルチストランド	S 12. 4, 12. 7, 15. 2
) BBR工法(コナマルチシステム)	マルチストランド	S 12. 4, 12. 7, 15. 2
			ディビダーク工法(ケーブルシステム)	マルチストランド	S 15. 2
			ストロングホールド工法	マルチストランド	S 12. 4, 12. 7, 15. 2
			シングルストランド工法	シングルストランド	S 17. 8, 19. 3, 21. 8
定着装置の形式		(圧着ネジ形式 -	し SEEE工法	マルチストランド	S 8. 1, 9. 5, 11. 1
		鋼棒ネジ形式 ≺	 普通PC鋼棒	バー	B17, 23, 26, 32
			ディビダーク工法(鋼棒システム)	バー	B 26, 32
	ネジ形式		FAB工法	バー	B 26, 32
	イン形式	製頭ネジ形式	┣BR工法(Vシステム)	マルチワイヤー	W5, 7
			OSPA工法	マルチワイヤー	W5, 7
		合金ネジ形式 -	ー 安部ストランド工法	シングルストランド	S 20. 6, 26. 8, 45. 2
		レオバネジ形式	→ オバ工法	マルチワイヤー	W5, 8
	ループ扇状形		一バウル・レオンハルト工法	マルチストランド	S 9. 3, 12. 4

参考文献: PC定着工法(1988年版), PC技術協会

この他に、斜張ケーブル・外ケーブル・アンボンドケーブル・新素材ケーブル・アフターボンドケーブル等があるが、それらについては、「PC定着工法」((社)プレストレストコンクリート技術協会)を参照すること。

コンクリート道路 橋施工便覧 (R2.9) 9.2

5-1-6 ケーブルシステム ケーブルシステムは、原則として次の図5-1によること。

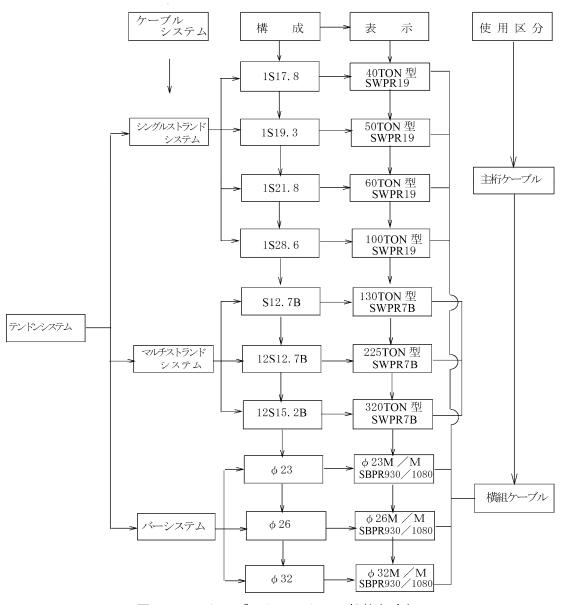


図5-1 ケーブルシステムの一般的な流れ

5-1-7 PC橋の横締めについて

横締め用PC鋼材は、シングルストランドを標準とする。

5-1-8 鉄筋の重ね継手長について

PC構造における異種径鉄筋の重ね継手長は、細径を基本として重ね継手長を算出する。

5-1-9 鉄筋のかぶりについて

場所打ち中空床版橋や箱桁橋の最小被りに関しては、施工用鉄筋に関しても所定の鉄筋かぶりを確保すること。

5-1-10 PC工法の耐久性向上について

コンクリート部材の設計にあたっては、経年的な劣化に対し、必要な耐久性能 を確保するものとする。

- (1) コンクリート部材の経年的な劣化による影響として、少なくとも鋼材の腐食 及び疲労を考慮しなければならない。
- (2) かぶりにより内部鋼材の防食を行う場合には、少なくとも(3)に規定する最小 かぶりを満足するものとする。
- (3) 表5-6に示す地域においては、かぶりの最小値を表5-5に示す値以上と する。

表5-5 鋼材の腐食を生じさせないための最小かぶり (mm)

			* * *	
塩害の 影響の 度合い	部材・部位 対策 区分	(1)工場で製作 されるプレスト レストコンク リー ト構造	(2)(1)以外のプ レストレストコ ンクリー ト構 造	(3) 鉄筋コンク リート構造
影響が激しい	S		70 *1	
	I	50	70	
影響を受ける	П	35	50	70
	Ш	25	30	50

*1) 塗装鉄筋又はコンクリート塗装等かぶりによる方法以外の方法を併用する

表5-6 塩害の影響地域

地域	地域	海岸線からの距離	塩害の影響度合いと 対策区分		
区分	地 坝	(時)干小水の・ジャンに内性	対策 区分	影響度合い	
		海上部及び海岸線から100mまで	S	影響が激しい	
A	沖縄県	100mをこえて300mまで	I	見郷ナ. 巫 けて	
		上記以外の範囲	П	影響を受ける	
		海上部及び海岸線から100mまで	S	影響が激しい	
B	図5.2及び 表5.7に示 す地域	100mをこえて300mまで	I		
		300mをこえて500mまで	II	影響を受ける	
		500mをこえて700mまで	Ш		
		海上部及び海岸線から20mまで	S	影響が激しい	
C	1 = 1 N H 0 1 H 1 H 1 H 1 H 1 H 1 H 1 H 1 H 1 H	20mをこえて50mまで	I		
	上記以外の地域	50mをこえて100mまで	П	影響を受ける	
	· 	100mをこえて200mまで	Ш		

道示Ⅲ

(H29.11)

6.1, 6.2

道示Ⅲ (H29.11) 表 6.2.2

道示Ⅲ (H29.11) 表 6.2.3

道示Ⅲ (H29.11) 図 6.2.1

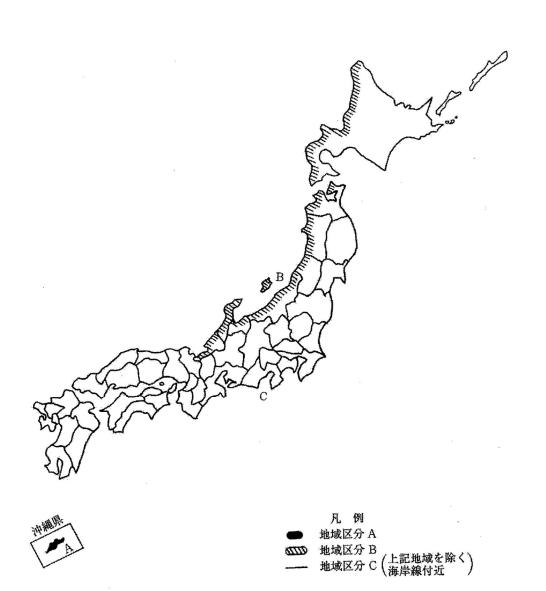


図-6.2.1 塩害の影響の度合いの地域区分

表-6.2.4 地域区分Bとする地域

北海道のうち, 宗谷総合振興局支庁の稚内市・猿払村・豊富町・礼文町・利尻町・ 利尻富士町・幌延町, 留萌振興局, 石狩振興局, 後志総合振興局, 檜山振興局, 渡島総合振興局の松前町・八雲町 (旧熊石町の地区に限る。)

青森県のうち、今別町、外ヶ浜町(東津軽郡)、北津軽郡、西津軽郡、五所川原市(旧市浦村の地区に限る。)、むつ市(旧脇野沢村の地区に限る。)、つがる市、大間町、佐井村

秋田県,山形県,新潟県,富山県,石川県,福井県

道示Ⅲ (H29.11) 表 6.2.3

- (4)表 5 − 6 及び図 5 − 2 に示す地域以外では、道示Ⅲ 5.2.3に規定するかぶりの 最小値以上の値とする。
- (5)耐久性に関する設計の信頼性を向上させるために、ひびわれの発生、拡大を極力避けることができるよう、設計の段階において持続荷重や集中荷重並びに施工中の各段階で生じる残留応力の一連の重なりについて適切に検討を行う。

道路橋の設計における諸課題に関わる調査 (2018-2019) 2.2.2 (2-18)

5-1-11 端部および中間支点上のジャッキアップについて

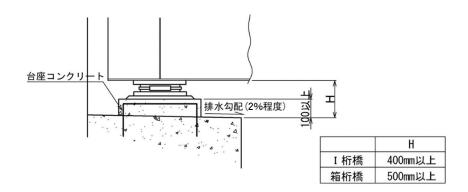
橋座部は、支承の点検・補修などが確実に行える空間を確保すること。

また、支承交換や桁端部の補修が容易に行えるよう、桁の仮受け等を想定して強度を確保するなど構造的配慮を行うこと

(1) 支承取替えジャッキアップスペースの確保

支承取替えのジャッキアップに伴う桁下空間は、I桁橋は400mm以上、箱桁橋は500mm以上が望ましい。

また、平面空間は、仮支点の位置や反力に応じたジャッキの種類・能力を設定し、支点上横桁あるいは支承前面等に必要な空間を適切に確保すること。



(2) 支承取替えに伴うジャッキアップ補強

支承取替に伴う仮支点箇所は、維持管理のためのジャッキアップ補強をあらかじめ行っておくことが望ましい。ジャッキアップ位置を端横桁あるいは支承前面の主桁に設ける場合は、ジャッキアップ反力に備え十分に補強しなければならない。

また、下部工橋座部についても、ジャッキアップ反力に備え鉄筋により十分に補強しなければならない。

(3) 支承取替図

支承取替え構造は、今後の維持管理への活用を目的とし、施工要領図として 作成、保管しなければならない。 道示**IV** (H29.11) 7.6(p.115)

道路橋支承便覧 (H30.12) (p.214)

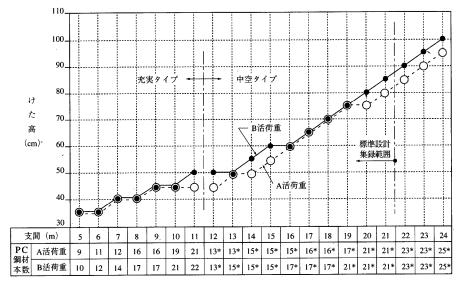
道路橋支承便覧 (H29.11) 7.6(p.115)

5-2 ポステン桁及びプレテン桁の標準構造

5-2-1 ポステン桁及びプレテン桁の適用支間

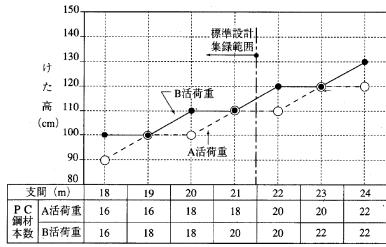
プレテンション型式の支間は24m以下、ポストテンション型式の場合は20m以上 を原則とする。プレテンション方式において、トレーラーによる陸路輸送が伴う場 合、車長が12m以上の場合運搬経路について、道路管理者等、関係機関の許可が必 要であるので、方式決定にあたっては経路等、充分調査検討しなければならない。

5-2-2 ポステン桁及びプレテン桁の標準桁高



PC鋼材本数の無印は、SWPR7BN 7本より 12.7mm *印は、SWPR7BN 7本より 15.2mm (ボンドコントロールげた) である。

図5-3 床 版 橋



SWPR7BN 7本より15.2mm

図5-4 プレテンT桁橋

標準設計(H8.3)より抜粋

標準設計プレテンション方式PC単純床版橋同T桁橋(H8.3)

3.2

280 270 けた分類② 260 250 240 けた分類① け た (cm) 230 220210 200 けた分類② 190 180 けた分類① 170 けた分類② 160 150 けた分類① 140 ▼PC鋼材12S15.2B PC鋼材7S12.7B PC鋼材12S12.7B 支間(m) 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 5 4 5 4 5 4 5 4 5 5

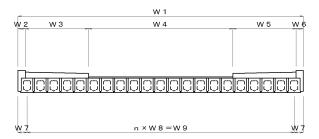
標準設計ポストテ ンション方式単純 T桁橋 (H6.3) 3.2

図5-5 ポステンT桁橋

標準設計(H6.3)より抜粋

5-2-3 ポステン桁及びプレテン桁の標準桁配置

プレテンション方式PC床版橋



プレテンション方式PCT桁橋・ポストテンション方式PCT桁橋

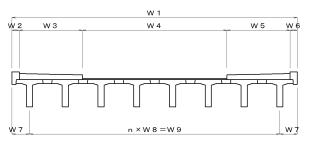


図5-6

表5-8

Sept		衣 5 一 8									
S. 200	記号	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	n	W8	W9
P									6.000	0. 720	
1,000											
10 200 0 600 0 000 9 500 0 0 0 0 0 0 0 0	1										
D	J -										
12 200											
12 500 0.400 3.500 8.500 0.000 0.500 0.475 15.500 0.770 11.550 3 12.500 0.400 3.500 8.500 0.000 0.000 0.600 0.475 15.000 0.770 11.550 3 13.000 0.400 3.500 8.500 0.000 0.600 0.450 17.000 0.740 12.500 31 33 300 0.400 3.000 7.000 3.000 0.600 0.600 0.450 17.000 0.740 12.500 31 33 300 0.400 3.000 7.000 3.000 0.600 0.450 17.000 0.740 13.500 41 400 0.400 3.500 9.500 0.000 0.000 0.600 0.455 17.000 0.750 12.550 41 400 0.400 3.000 7.500 3.000 0.400 0.450 18.000 0.740 13.320 51 52 53 53 53 53 53 53 53	テ										
12 500 0.400 3.000 8.500 0.000 0.500 0.475 15.000 0.770 11.550 12.000 3.1500 0.400 3.500 8.500 0.000 0.600 0.500 16.000 0.770 12.000 3.13500 0.400 3.000 7.000 3.000 0.600 0.600 0.555 17.000 0.770 13.050 14.000 0.400 3.500 7.500 3.000 0.000 0.555 17.000 0.770 13.050 14.000 0.400 3.500 7.500 3.000 0.000 0.555 17.000 0.770 13.050 14.000 0.400 3.500 7.500 3.000 0.000 0.555 17.000 0.770 13.050 14.000 0.400 3.500 7.500 3.000 0.400 0.455 17.000 0.770 13.050 18.000 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 0.400 1.500 0.400 1.500 0.400 0.400 1.500 0.400 0.											
13 000											
13 800	しご										
14 000	方										
Res 15 2000 0 400 3 500 1 500 0 500 0 500 0 500 0											
15 15 15 15 15 15 15 15											
He 15 800											
16.300	橋										
17.800											
RC W W2											
5.200	Ш	18. 800	0. 400	3. 500	11.000	3. 500	0. 400	0. 520	24. 000	0. 740	17.700
Section Sect	記号										
9,200											
9,700											
プリーの	1										
10.700	-								9.000		
12,000											
12,500	ーテー										
12 500											
13,000											
13											
14,000 0,400 3,500 9,500 0,000 0,600 0,580 12,000 1,070 12,840 14,300 0,400 3,000 11,000 0,000 0,600 0,610 13,000 1,010 13,130 15,000 0,400 3,000 11,000 0,000 0,600 0,610 13,000 1,010 13,130 15,500 0,400 3,500 11,000 0,000 0,600 0,610 14,000 1,010 14,140 14,140 15,500 0,400 3,500 11,000 0,000 0,600 0,610 14,000 1,020 14,280 15,800 0,400 3,500 8,500 3,500 0,400 0,620 14,000 1,040 14,550 16,300 0,400 3,500 8,500 3,500 0,400 0,620 14,000 1,040 14,550 16,300 0,400 3,500 10,000 3,500 0,400 0,625 15,000 1,070 16,640 18,800 0,400 3,500 10,000 3,500 0,400 0,580 16,000 1,070 16,640 18,800 0,400 3,500 11,000 3,500 0,400 0,580 17,000 1,040 16,640 18,800 0,400 3,500 11,000 3,500 0,400 0,580 17,000 1,040 17,680 18,800 0,400 3,500 10,000 3,500 0,400 0,580 17,000 1,040 17,680 18,800 0,400 3,500 0,000 0,600 0,920 4,000 1,840 7,360 18,800 0,400 0,600 0,920 4,000 1,840 7,360 1,000 1,	方										
14,300											
T					7. 500						
15.500											
15,800 0.400 3.500 8.000 3.500 0.400 0.620 14.000 1.040 14.560 16.300 0.400 3.500 8.500 3.500 0.400 0.590 14.000 1.080 15.120 17.300 0.400 3.500 19.500 3.500 0.400 0.525 15.000 1.070 16.050 17.800 0.400 3.500 19.000 3.500 0.400 0.580 16.000 1.040 16.640 18.800 0.400 3.500 11.000 3.500 0.400 0.580 16.000 1.040 16.640 18.800 0.400 3.500 11.000 3.500 0.400 0.580 16.000 1.040 17.680 18.800 0.400 0.500 0.000 0.600 0.920 4.000 1.840 7.360 2.300 11.000 3.500 0.000 0.500 0.920 4.000 1.840 7.360 2.300 11.000 3.500 0.000 0.500 0.920 4.000 1.840 7.360 2.300 11.500 0.400 3.500 0.000 0.600 0.910 4.000 1.970 7.880 10.700 0.600 0.000 3.500 0.000 0.600 0.910 4.000 1.970 7.880 2.12.000 0.400 3.000 8.500 0.000 0.600 0.910 4.000 1.970 7.880 2.12.000 0.400 3.000 8.500 0.000 0.600 0.925 5.000 1.930 9.650 2.12.000 0.400 3.000 8.500 0.000 0.600 0.925 5.000 1.930 9.650 2.130 10.500 2.130 10.650 2.130 10.500 2.130 11.500 2.130 10.500 2.130 10.500 2.130 10.500 2.130 10.500 2											
16,300	橋										
17,800		16. 300									
18.800											
記号 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 N W8 W9 W9 W3 W4 W5 W6 W7 N W8 W9 W9 W3 W4 W5 W6 W7 N W8 W9 W9 W3 W4 W5 W6 W7 N W8 W9 W9 W3 W4 W5 W6 W7 N W8 W9 W9 W3 W4 W5 W6 W7 N W8 W9 W9 W9 W9 W9 W9 W9	1										
R	ш	10.000	0. 400	0.000	11.000	0.000	0. 400	0.000	17. 000	1.040	17. 000
No. No											
10.700											
Total Corner To											
12 500	テト										
13.500 0.400 3.000 9.500 0.000 0.600 0.930 6.000 1.940 11.640 13.800 0.400 3.000 7.000 3.000 0.400 0.930 6.000 1.990 11.940 13.800 0.400 3.000 7.500 3.000 0.400 0.920 6.000 2.080 12.480 7.440 0.920 14.800 0.400 3.000 3.000 3.000 0.400 0.920 6.000 2.160 12.960 3.000 15.000 0.400 3.000 11.000 0.000 0.600 0.920 6.000 2.160 12.960 3.000 15.000 0.400 3.000 11.000 0.000 0.600 0.930 6.000 2.190 13.140 0.150 0.000 0.400 3.000 11.000 3.000 0.400 0.940 7.000 2.230 13.380 15.300 0.400 3.000 9.500 3.000 0.400 0.940 7.000 2.060 14.420 16.800 0.400 3.000 11.000 3.000 0.400 0.940 7.000 2.140 14.980 17.800 0.400 3.000 11.000 3.000 0.400 0.940 8.000 1.990 15.920 2.180 2.	シ										
大 13.800											
大方	方										
式 15.000 0.400 3.000 11.000 0.000 0.600 0.930 6.000 2.190 13.140 P 15.300 0.400 3.000 11.000 0.000 0.400 0.960 6.000 2.230 13.380 T 16.300 0.400 3.000 9.500 3.000 0.400 0.940 7.000 2.060 14.420		14. 300	0.400	3. 000	7. 500	3. 000	0. 400	0. 910	6.000	2. 080	12. 480
15.300	式										
T	Р										
指摘											
記号 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 n W8 W9 W9 W7 N W8 W9 W9 W9 W9 W9 W9 W9	桁	16.800									
RE号 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 n W8 W9 W9 W9 W9 W9 W9 W9	橋	17. 800	0. 400	3. 000	11.000	3. 000	0. 400	0. 940	8. 000		
Ref										又[8]301113	Дľ
Ref	記号										
11.500	ホ										
11.500 0.400 3.000 7.500 0.000 0.600 1.050 4.000 2.350 9.400 12.000 0.400 3.000 8.000 0.000 0.600 1.040 4.000 2.480 9.920 12.500 0.400 3.000 8.500 0.000 0.600 1.050 5.000 2.280 10.400 13.500 0.400 3.000 9.500 0.000 0.600 1.050 5.000 2.280 11.400											
12.000 0.400 3.000 8.000 0.000 0.600 1.040 4.000 2.480 9.920 12.500 0.400 3.000 8.500 0.000 0.600 1.050 5.000 2.080 10.400 13.500 0.400 3.000 9.500 0.000 0.600 1.050 5.000 2.280 11.400 大	5		0.400	3. 000						2. 350	9. 400
ンカー 13.500 0.400 3.000 9.500 0.000 0.600 1.050 5.000 2.280 11.400 カナー 13.800 0.400 3.000 7.000 3.000 0.400 1.050 5.000 2.340 11.700 北日 14.300 0.400 3.000 7.500 3.000 0.400 1.050 5.000 2.440 12.200 カナー 14.800 0.400 3.000 8.000 3.000 0.400 1.040 6.000 2.120 12.720 エラン 15.000 0.400 3.000 11.000 0.000 0.600 1.050 6.000 2.150 12.900 ロー 15.300 0.400 3.000 8.500 3.000 0.400 1.050 6.000 2.200 13.200 エー 16.300 0.400 3.000 9.500 3.000 0.400 1.040 6.000 2.370 14.220 大村 16.800 0.400 3.000 11.000 3.000 0.400 1.050 6.000 2.370 14.700 大橋 17.800 0.400 3.000 11.000 3.000 0.400 1.060 7.000 2.240 15.680	5	12.000	0.400	3. 000	8. 000	0.000	0.600	1. 040		2. 480	9. 920
75										2.080	
14、300 0.400 3.000 7.500 3.000 0.400 1.050 5.000 2.440 12.200 大方											
式 15.000 0.400 3.000 11.000 0.000 0.600 1.050 6.000 2.150 12.900 15.300 0.400 3.000 15.000 0.400 1.050 6.000 2.200 13.200 1 16.300 0.400 3.000 9.500 3.000 0.400 1.040 6.000 2.370 14.220 桁 16.800 0.400 3.000 10.000 3.000 0.400 1.050 6.000 2.370 14.220 桁 16.800 0.400 3.000 10.000 3.000 0.400 1.050 6.000 2.370 14.220 桁 16.800 0.400 3.000 10.000 3.000 0.400 1.050 6.000 2.450 14.700 橋 17.800 0.400 3.000 11.000 3.000 0.400 1.060 7.000 2.240 15.680	式	14. 300	0.400	3.000	7. 500	3. 000	0. 400	1. 050	5.000	2. 440	12. 200
C T 15. 300 0. 400 3. 000 8. 500 3. 000 0. 400 1. 050 6. 000 2. 130 12. 300 T 16. 300 0. 400 3. 000 9. 500 3. 000 0. 400 1. 040 6. 000 2. 200 13. 200 村7 16. 800 0. 400 3. 000 10. 000 3. 000 0. 400 1. 040 6. 000 2. 370 14. 220 横 17. 800 0. 400 3. 000 11. 000 3. 000 0. 400 1. 050 6. 000 2. 450 14. 700 橋 17. 800 0. 400 3. 000 11. 000 3. 000 0. 400 1. 060 7. 000 2. 240 15. 680											
T 16.300 0.400 3.000 9.500 3.000 0.400 1.040 6.000 2.370 14.220 桁 16.800 0.400 3.000 10.000 3.000 0.400 1.050 6.000 2.450 14.700 橋 17.800 0.400 3.000 11.000 3.000 0.400 1.060 7.000 2.240 15.680	P										
桁 16.800 0.400 3.000 10.000 3.000 0.400 1.050 6.000 2.450 14.700 橋 17.800 0.400 3.000 11.000 3.000 0.400 1.060 7.000 2.240 15.680											
橋 17.800 0.400 3.000 11.000 3.000 0.400 1.060 7.000 2.240 15.680										2. 450	
支間38m以上										2. 240	15. 680
										支間38mJ	以上

標準設計プレテンション方式PC単純床版橋同T桁橋(H8.3)3.1標準設計ポストテンション方式単純

T桁橋 (H6.3)

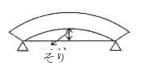
3. 1

5-2-4 縦断勾配の処理

- 1 縦断勾配が変化している場合は主桁端部は鉛直に設計製作する。
- 製造便覧 (R2.8)
- 2 ポステンション桁で縦断曲線がある場合の主桁は舗装厚で加減できる範囲までは主桁を縦断勾配にあわせ直線桁に設計する。舗装厚調整出来ない縦断曲線部の主桁はその縦断曲線に合わせて主桁を設定するのがよい。その場合の主桁製作台は縦断曲線と主桁のプレストレスによるそり等を充分計算の上施工しなければならない。(製作台の下げ越し)
- 3 プレテンション桁では主桁製作台は水平に据えつけられているためクリープ、 乾燥収縮などにより製作そりが生じる。一般に表 5 - 9 を参考に縦断厚計画舗装 を決定する。
 - ・そり量の標準値 橋桁製作後、90日経過した時点で生ずるたわみをそり量の標準値として表5-9に示す。

表5-9 そり量の標準値

	A 活	荷重対	応	B活荷重対応			
	呼び名	支間 ℓ (m)	そり量(cm)	呼び名	支間 ℓ (m)	そり量(cm)	
	AS 05	5.2	0.5	BS 05	5.2	0.5	
	AS 06	6.2	1.0	BS 06	6.2	1.0	
	AS 07	7.2	0.5	BS 07	7.2	1.0	
	AS 08	8.2	1.0	BS 08	8.2	1.5	
	AS 09	9.2	1.0	BS 09	9.2	1.0	
ス	AS 10	10.2	1.5	BS 10	10.2	2.0	
	AS 11	11.2	2.0	BS 11	11.2	1.5	
ラ	AS 12	12.2	3.0	BS 12	12.2	3.0	
	AS 13	13.2	3.0	BS 13	13.2	4.0	
ブ	AS 14	14.2	4.0	BS 14	14.2	4.0	
10FE	AS 15	15.2	4.0	BS 15	15.2	4.0	
橋	AS 16	16.2	4.0	BS 16	16.2	5.0	
げ	AS 17	17.2	4.5	BS 17	17.2	5.0	
"	AS 18	18.2	4.5	BS 18	18.2	4.5	
た	AS 19	19.2	4.0	BS 19	19.2	5.0	
/ _	AS 20	20.2	5.0	BS 20	20.2	5.0	
	AS 21	21.2	5.0	BS 21	21.2	5.5	
	AS 22	22.2	5.0	BS 22	22.2	5.0	
	AS 23	23.2	5.0	BS 23	23.2	4.5	
	AS 24	24.2	5.5	BS 24	24.2	5.5	
	AG 18	18.2	6.0	BG 18	18.2	5.5	
け	AG 19	19.2	5.5	BG 19	19.2	6.5	
た	AG 20	20.2	6.5	BG 20	20.2	6.0	
橋	AG 21	21.2	6.5	BG 21	21.2	7.0	
げ	AG 22	22.2	7.0	BG 22	22.2	7.5	
た	AG 23	23.2	7.0	BG 23	23.2	7.5	
	AG 24	24.2	7.5	BG 24	24.2	8.0	



製造便覧 (R2.8) 表 9.2

注) 材令90日, クリープ係数 $\phi = 1.3$ として算出した。

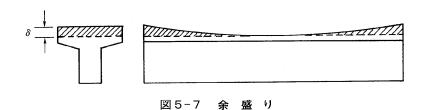
4 余盛り

(1) 余盛り

製造便覧 (R2.8) 9.5.2

余盛りを行う場合は図5-7のように桁端に向かって放物線状に上縁の高さを変えて余盛りをつけ、そりが生じた時点での桁上面が直線状になるように調整する

けた橋桁の場合、桁端部付近においては余盛りのための床版厚さが厚くなり 横締めPC鋼材の位置及び鉄筋の形状が規格と異なるので検討を要する。



(2) 余盛りによるコンクリート体積

$$V = \frac{B \cdot \delta \cdot L}{3}$$

ここに、 V: 余盛りによるコンクリート体積

δ : そりの高さ(けた端)

L :けた長

B : PC げたの上幅

5-2-5 横断勾配の処理

概要

曲線区間内の橋梁は、横断勾配の処理とシフト量の処理をいかにするかが重要である。横断勾配の処理方法としては、工場製品であるプレテンション床版橋、 工桁橋と、現地製作のポストテンションプレキャスト桁とは少し趣が異なる。一般には次の方法が考えられる。

- 1 桁自体を傾斜させ架設して処理する方法。
- 2 桁をある程度傾斜させて架設し、残りを舗装の厚みで処理する方法。
- 3 桁の上縁だけを傾けて製作、架設して舗装厚さをなるべく薄くする方法。 これらの中から適当な方法を組み合わすことによって施工しているが、判断基準 としては次の値を標準としている。

製造便覧 (R2.8) 9.3.2

(1) 工場製品(プレテンション桁)

(1)-1 床版橋

横断勾配4%までは主桁を傾斜させて、橋面勾配に合わせて据え付ける。 4%以上8%までは舗装で調整する。 プレストレストコ ンクリート構造物 図集(第1編) (S63.3) 1-4

プレストレストコ ンクリート構造物

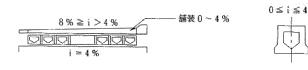


図5-8

(1)-2 T 桁 橋

プレキャスト桁は原則として鉛直に据付るものとする。 なお、横断勾配の調整を行う場合は下記による。

1) $i \leq 4\%$

上フランジ厚さを橋面勾配に合わせ調整する。



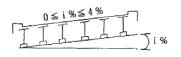
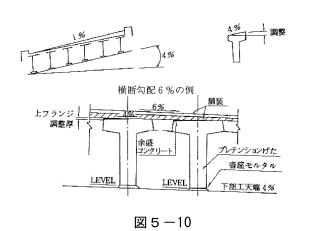




図5-9

2) $4\% < i \le 8\%$

上フランジ厚さを4%とし残りは舗装で調整する。



プレストレストコ ンクリート構造物 図集(第1編) (S63.3) 1-4

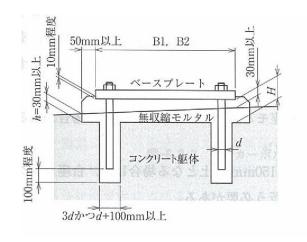
(2) 現地製作桁 (ポストテンションプレキャスト桁)

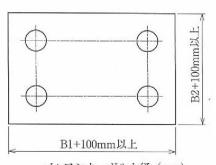
1) $0 \% < i \le 6 \%$

桁を垂直に据え桁座は、その横断勾配にする。また、フランジの傾斜は ハンチで調整する。

ただし、2%までは上フランジ厚による調整も可能。

i ≥ 0 | 調整 | i ≥ 0 | 調整 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i ≥ 0 | i





d:アンカーボルト径 (mm) B1:ベースプレート長 (mm) B2:ベースプレート幅 (mm)

図 5 -11

注)下部構造天端上のHが100~150mmとなる場合は、

台座コンクリートが必要となる。………・支承便覧

2) $6\% < i \le 8\%$

6%以上の勾配は舗装で調整する。

※主桁の型枠の転用を充分考慮することが必要である。

(3) 場所打ち(支保工)桁

現場打ち桁の場合は、容易に横断勾配の処理が可能であるため、特別横断勾配の処理について問題にならない。

主桁断面の形状は次のようにする。

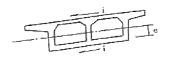


図 5 - 12

プレストレストコ ンクリート構造物 図集(第1編) (S63.3) 1-4

支承便覧 (H30.12) 6.3.2

プレストレストコ ンクリート構造物 図集(第1編) (S63.3) 1-4

5-2-6 横桁配置

- (1) 支点上には必ず横桁を配置する。
- (2) 横桁は等間隔に配置するのが望ましい。
- (3) 1径間につき1箇所以上かつ15m以下の間隔で中間横桁を設けるのを標準とする。

ただし、PC床版を有する斜角70°以上のT桁端については、中間横桁を30m以下の間隔で設けてもよいが、道示Ⅲ9.2解説に規定する床版最小全厚の増加等の処置を行う。

(4) 横桁の数は図5-13を標準とする。

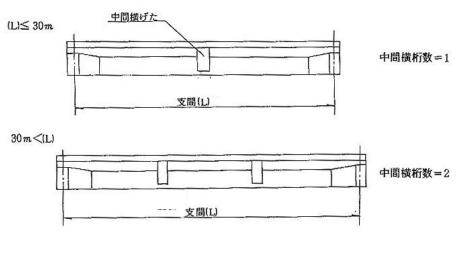


図 5 - 13

5-2-7 地 覆

地覆の配筋は橋梁付属物標準図集を参考とする。

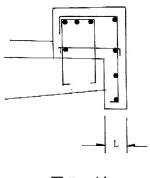


図 5 - 14

- 1)図5-14のLについては、横断定着部における必要寸法以上を確保すること。 特に斜角を有する場合は最小部材位置で所定のかぶりが確保できるようにする。
- 2) 主桁上フランジには直端(t=90°)以外は切欠きを設けることを標準とし、 支圧板は $t\ge75$ °では標準プレートを使用し、t<75°では切欠き+異形プレートを使用する。

道示Ⅲ (H29.11) 10.4

コンクリート道路 橋設計便覧 (R2.9) 9.4.2

注)塩害対策地域においてはeを増厚すること。 151.5 法 (mm) 35 136 129 35 49 30 40 30 36 33 30 35 耳桁外線 撵 嚻 ΠĮC 温 \circ Δ 地質外線 使用材料 ϕ 23 ϕ 26 ϕ 32 表5-10 法(mm) 165 160 30 178 100 35 10 35 10 09 10 30 25 09 30 75 35 35 32 28 PC値より数 耳桁外線 $I \cap$ К シングル 使用材料 地位外籍 1 S 28.61 S 17.81 S 19.31 S 21.8

道2-172

5-2-8 端部PC鋼材について

横締ケーブルを橋軸直角方向に配置した場合には両側部に温度変化やコンクリートの乾燥収縮によって生じる引張応力に対して用心鉄筋を配置するかPC鋼材で補強しておかなければならない。

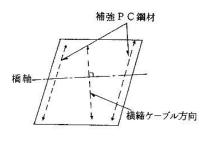


図 5 - 15

5-2-9 横締めPC鋼材の定着部

横締めPC鋼材の定着部は、次のような処置を行っておく必要がある。

(1) 直橋の場合

①スラブ橋桁

ウェブの外側の面は、PC鋼材となす角度が直角であるので特別な処理を 行う必要はない。

②けた橋桁

横締めPC鋼材のアンカープレートは、緊急時にコンクリート面に当てて取り付けるので、その当たり面をPC鋼材に直角にする必要がある。一般的には、外桁上フランジの外側の面を直角に製作するが、製作の便のため傾斜が付いている場合は図5-16のような処理を行う。

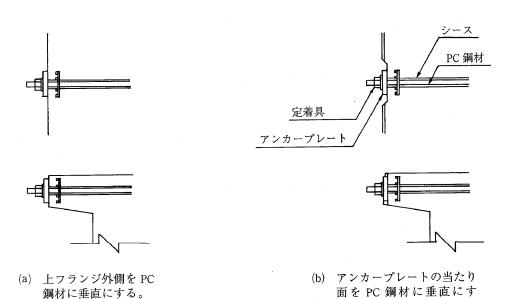


図5-16 上フランジ側面の処理

道示Ⅲ (H29.11) 14.4.2

製造便覧 (R2.8)

9.1.1

る。

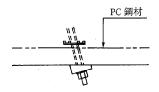
(2) 斜橋の場合

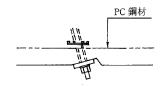
緊張方向と支圧面が斜角を有する場合、支圧面には水平分力が発生するため 、施工上その対策を講じておく必要がある。定着部の処理方法として図5-17の ような例がある。

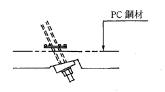
スラブ橋桁のウェブを切り欠いて処理する場合、切欠きが大きくなってPC 鋼材、鉄筋などのかぶりが確保できない時はかぶりを確保できるところまで切 欠きを設け、残りの分については支圧板を異形にして処理する。

けた橋桁の上フランジ部コンクリートを切り欠く場合は、上フランジに配筋 されている橋軸方向鉄筋を内側に移動させ、補強鉄筋を別途考慮する。

スラブ橋げた



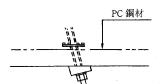


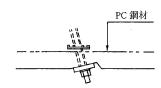


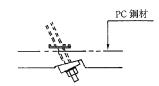
- (a) 異形アンカープレートを 用いる $(90^{\circ} > \theta \ge 75^{\circ})$

けた橋げた(横げた)

(b) コンクリートを切り欠く (90°>θ≥75°) (c) コンクリートを切り欠き, 異形 プレート (75°) を用いる $(\theta < 75^{\circ})$

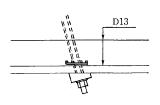


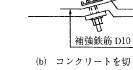


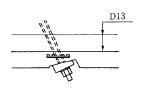


けた橋げた (床版)

D13







- (a) 異形アンカープレートを 用いる (90°> θ ≥ 75°)
- (b) コンクリートを切り欠く $(90^{\circ} > \theta \ge 75^{\circ})$
- (c) コンクリートを切り欠き, 異形 プレート (75°) を用いる $(\theta < 75^{\circ})$

図 5-17 斜橋に対する横締め鋼材定着部処理 (例)

製造便覧 (R2.8)9.1.1

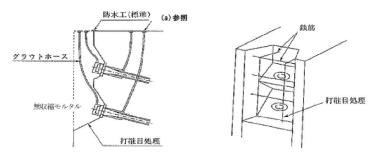
5-2-10 グラウトホースのあと処理

グラウトホース周囲のコンクリートは、施工により弱点となりやすいので、適切 なあと処理および防錆処理を行う必要がある。

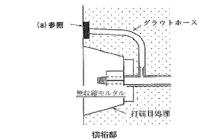
グラウトホース切断部のあと処理は密実なあと埋めに加え、防水工を施すことを標準とし、グラウトホース切断部のあと処理を確実に行う旨を設計図に明示すること。

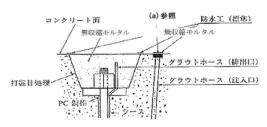
5 cm程度 無収縮モルタル グラウト ホース 80 シース

(a) 主ケーブルグラウトホースのあと処理(例)



(b) 主ケーブルの端部定着部のあと処理 (例)





(c) 横締および鉛直鋼棒定暗部のあと処理(例)

後処理例

道示Ⅲ (H29.11) 7.6(p.115)

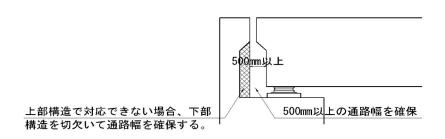
PC グラウト&プレグラウト PC 鋼材施工マニュアル (H18.6) (p. 74~76)

5-2-11 コンクリート橋の桁端部構造

桁端部には通気性と維持管理スペースを確保するため、切欠きを設ける。

ただし、PCプレキャスト桁橋、場所打ち中空床版橋等桁暗部に切欠きを設けることができない構造形式では橋台胸壁に張出しを設ける等にて対応する。

なお、連続高架橋のかけ違い部等で、上・下部構造でも対応ができず維持管理スペースを設けることができない場合は、やむを得ないものとする。



桁端部の切欠き形状の例



a) 桁高 0.8m 未満の例

b) 桁高 0.8m 以上の例

図-1 PC プレテンション桁の例

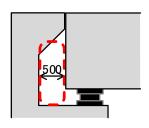
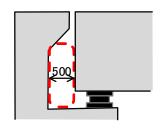
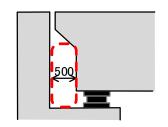


図-2 PC ポステン T 桁 (コンポ橋含む) の例



a) 胸壁を切欠く場合



b) 桁を切欠く場合

図-3 PC 場所打ち桁の例

道路橋の設計における諸課題に関わる調査(2018-2019) 2.2.1 (2-16,2-17) 凍結防止剤の散布により塩害の影響が懸念される橋梁は、道路橋示方書に示される " 耐久性の検討"の適用や、桁端部及び桁端部に位置する下部構造頂部に対して、あらかじめ表面保護を施す等、適切な劣化抑制対策を検討すること。

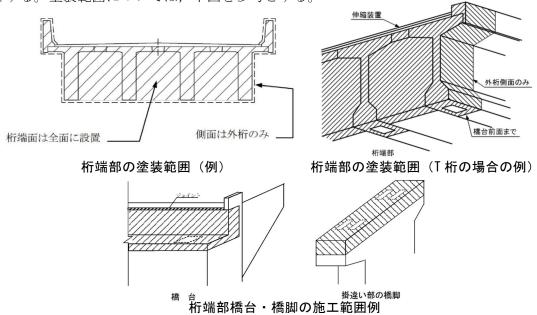
コンクリート塗装を採用する場合の仕様は、鋼道路橋塗装・防食便覧((社)日本 道路協会)に示す CC-A(PC 部材)又は CC-B(RC 部材)を適用する。

表面含浸工法を採用する場合の仕様は、コンクリート表層部に吸水防止層を形成して、水分や劣化因子の侵入を抑制するシラン系と、コンクリートへのアルカリ付与や表層部、脆弱部などの強化あるいは緻密化を主目的としたけい酸塩系に大別されるが、含浸材の種類を選定する際には、施工時も含め現地の条件や使用目的等を整理し、その適用性や経済性等も考慮し選定することが必要である。

なお、表面含浸材の種類による適用性については、「表面保護工法設計施工指針 (案)表面含浸工法マニュアル」(土木学会、コンクリートライブラリー119)や「けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針(案)」(土木学会、コンクリートライブラリー137)が参考となる。

なお、表面保護を施さない場合は、現地架橋状況や凍結防止剤の散布状況を確認 し、施さない理由を整理する必要がある。

表面被覆材の塗布範囲は、PC 定着部の保護および伸縮装置部からの漏水による劣化・損傷に対する保護の観点から、桁端面の全面、外周面は橋台たて壁前面までを基本とする。塗装範囲については、下図を参考とする。



道示Ⅲ (H29.11) 6.2.3(p.183) 道示Ⅳ (H29.11) 6.1(p.83)

鋼道路橋防食便覧 (H26.3) Ⅱ2.2.7

道路橋の設計における諸課題に関わる調査(2018-2019) 2.2.1 (2-18)

5-3 斜橋及びばち橋の標準構造

5-3-1 斜橋一般

(1) T桁の断面力は格子構造理論により算出するものとする。 床版橋の断面力は支承条件、斜角、異方性の有無を考慮し、版理論 により算出する。 道示Ⅲ (H29.11) 10.2,14.3

(2) プレテンション床版橋の斜角は60°以上がのぞましい。 プレテンションT桁橋の " 70° "ポストテンションT桁橋の " 70° "

5-3-2 斜橋の横桁及び横締め配置

(1) 横桁及び横締め鋼材の配置方法は、表5-11の通りとする。

横桁配置方向

	斜角	未満	以上	
プレテン床版桁	60°	桁に直角	斜角なり	
プレテンT桁橋	45°	桁に直角	斜角なり	
ポステンT桁橋	45°	桁に直角	斜角なり	

表 5-11

横締め配置方向

NAME -> 10 E234 1				
	斜角	未満	以上	
プレテン床版桁	1	-	1	
プレテンT桁橋	60°	桁に直角	斜角なり	
ポステンT桁橋	60°	桁に直角	斜角なり	

(2) 支点上には必ず横桁(A)を配置するものとする。

5-3-3 斜橋の桁端構造

桁端の方向は斜角の方向と一致させるものとする。

5-3-4 ばち橋一般

桁橋の詳細設計の場合は、格子構造理論により断面力の算出を行うものとする。

① 計算支間は該当径間の主桁群のうち最大支間で行う。ただしプレストレス導入直後の部材応力度の検討は最小支間の桁についても必ず行うこと。

道示Ⅲ

(H29.11)

10.4.2

コンクリート道路橋

設計便覧

(R2. 8)

9.4.2

図 9.4.3

図 9.4.4

建設省標準設計

(H6. 3, H8. 3)

斜橋設計の手引き

道示Ⅲ

(H29.11)

10.4

阪高設計基準 (H7.1)

6. 5. 1

5-3-5 ばち橋の主桁配置

- ① 主桁の間隔は支点部で等しくなるように配置する。
- ② 桁端は橋脚(または橋台)の前面方向に一致させるようにする。

阪高設計基準 (H7. 1) 6.4.4

- 5-3-6 ばち橋の横桁配置
 - ① 支点上には必ず横桁を配置する。
- 5-3-7 ばち橋の横桁及び横締め配置
 - ① ばち橋の横桁及び横締め配置は、斜橋の場合と同様とする。

阪高設計基準 (H7. 1) 6.4.3

5-4 直線桁を用いた曲線橋の標準構造

ここでいう曲線橋は、橋面が平面的に曲線であり、主桁が直線のものをいう。主桁が曲線のものには適用しない。

曲線区間に架設される直線桁は特にシフト量、横断勾配を考慮して桁の断面、配 置を決めなくてはならない。

一般に舗装厚さが最小になるように桁配置を決める。又横断勾配を処理するには 5-2-5 を参照して決める。

橋脚、橋台を法線方向に設置した時は桁長が一本一本違ってくる。この時は次のように処理するのが良い。

各桁共中間部の長さと拡巾部の長さを一定に決めて両端拡巾部終了点から桁端迄の長さを変化させるのがよい。ただし、斜角やばち形状によってはウェブ厚一定区間を変化させ桁端部を一定とする場合が合理的なケースがあり注意する。(図5-18)

(参考例)

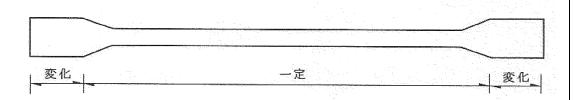


図5-18

プレストレストコ ンクリート構造物 図集(第1編) (S63.3) 3-1

5-5 張出し工法による場所打連続桁橋(カンティレバー工法)

5-5-1 柱頭部の形状について

1 柱頭部に移動作業車(フォールバウワーゲン)を1台設置するのと2台設置する場合とではそこで当然ながら工程の差が生じる。もちろん2台の方が経済的なので、特別の理由がない限り2台設置することを原則とする。

表5-12 1柱頭に架設車2台を乗せるための最少長さ

会社名 規格	A社	В	С	D	Е	F
一般型ワーゲン	11.5 <i>m</i>	10. 75	11.5	12. 2	11. 0	11.0

5-5-2 PC鋼材について

カンティレバー工法に用いるPC鋼材は、引張能力320ton (12S15.2B)以下の緊張システムを用いることを基本とする。ただし、アウトケーブルの場合はこの限りではない。

5-6 プレキャスト桁架設方式連続桁橋(連結桁)

5-6-1 連結桁の型式

ここでいう連結桁とは、プレキャストPC桁を弾性支承(ゴム)で支持された単純桁の状態で架設した後、中間支点上を両桁端から突出した鉄筋を重ね継手により連結し、横桁と同時にコンクリートを打設して連続構造したものをいう。

P C連結桁橋設計 の手引き (H10. 6)

5-6-2 適用の範囲

- 1 適用の条件
 - (1) 支間……プレテン桁 ℓ=24m程度 (JIS桁範囲内)ポステン桁 ℓ=45m程度 (標準設計適用範囲内)
 - (2) 桁軸の平面折れ角は10°以下とする。
 - (3) 斜角は70°以上とする。但し端支点の斜角はこの限りではない。
- 2 主桁断面
 - プレテン桁……JIS桁

P C連結桁橋設計 の手引き (H10. 6) 表 1.2-1

5-6-3 荷 重

1 荷重の種類

D1:主桁重量、床版及び横桁重量

D₂ :橋面工重量

PS:プレストレス力

L : 活荷重I : 衝撃

CR:コンクリートのクリープの影響

SH:コンクリートの乾燥収縮の影響

T : 温度変化の影響

SD:支点の不等沈下の影響(架設地点、下部形式に応じて考慮する)

2 荷重の組合せ

(連 結 部) $D_2+L+I+CR+SH+T+SD$

(支間中央部) $D_1+D_2+PS+L+I+CR+SH+T+SD$

5-6-4 設計

1 設計一般

断面力は、死荷重 D_1 については、単純桁として、死荷重 D_2 ならびに活荷重、衝撃についてはばね支承を考慮した格子構造理論により算出するものとする。

道示Ⅲ (H29.11) 10.3

プレキャスト連結 桁の設計法に関す

る共同研究報告書

(H4.2)

5. 2. 2

2 中間支点上の曲げモーメント

連結桁橋の中間支点上の設計曲げモーメントは、道路橋示方書Ⅲコンクリート 橋編12.3による低減を行わないものとする。

プレキャスト連結 桁の設計法に関す る共同研究報告書 (H4.2) 5.2.2

3 支 承

(1) 連結桁の用いるゴム支承は、適当なバネ定数を持つものを使用する。 連結桁橋の中間支点上のゴム支承の設計圧縮ばね定数は支承に負反力が生じ ないよう構造物の規模などに応じて決定する。

P C連結桁橋設計 の手引き (H10.6) 2.8

5-6-5 連結部の構造

- 1 連結部の構造
- (1) 連結部の桁橋の間隔は20㎝を標準とする。
- (2) 横桁の幅は、プレテンション桁の場合は床版切欠き長+10cm、ポストテンション桁の場合は桁高程度以上とする。
- (3) 横桁には、主桁を縫う形でPC鋼材を配置しなければならない。 そのプレストレス量は横桁断面に対してプレテンション桁の場合1N/mi以上、ポストテンション桁の場合は1.5N/mi以上とする。

2 連結部の鉄筋

- (1) 連結部上側引張鉄筋は、2段配置までとする。
- (2) 連結部上側引張鉄筋は、D22以下、中心間隔は10cm以上を原則とする。
- (3) 連結部上側引張鉄筋の最小鉄筋量は、1段配置で次の通りとする。 ポストテンション桁: D22 中心間隔 15cm

この場合、横桁断面とは(横桁幅×総桁高)とする。

プレテンション桁: D19 中心間隔 15cm

- (4) 埋込み鉄筋の長さは支間 L s の20%以上とする。(プレキャストセグメント の場合は別途考慮する。)
- (5) 埋込み鉄筋と連結鉄筋の重ね継手長は、30 φとする。
- (6) 連結部の正の曲げモーメントは比較的小さい値と考えられるが、コンクリートのクリープ・乾燥収縮により生じる。不静定力等が作用するので、検討を行い必要量を配置する。但し、最小鉄筋としてD16を20cm以下の間隔で配置する。
- (7) 横桁の配力鉄筋はD16を20cm以下の間隔で配置するものとする。
- (8) ポストテンションT桁の切欠き部のずれ止め鉄筋はD13以上とし、中心間隔は15cm以下とする。

切欠き部は横桁に包まれてしまうため、ずれせん断は発生しない。このため 細目として図5-19のように規定した。なお、プレテンション桁の場合にもこれに準じてずれ止め鉄筋を配置しなければならない。

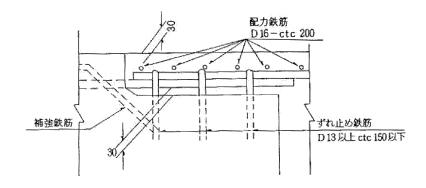


図5-19 床版切欠部側面図

プレキャスト連結 桁の設計法に関す る共同研究報告書 (H4.2)

5. 5. 6

プレキャスト連結 桁の設計法に関す る共同研究報告書 (H4.2) 図解 5.5.5

3 連結部の設計

連結部の応力度照査は図5-20に示すように、支点上中央断面B-BはRC構造とし、横桁位置主桁断面A-A、C-CについてはPC構造として検討を行う。連結部に作用する負の曲げモーメントに対する圧縮側有効幅については、横桁前面より1:5の勾配の範囲で増加分を考慮することができる。また、連結部に作用する正の曲げモーメントに対する圧縮側有効幅は〔道示III〕 4. 2. 2 によって決定する。

Α 連結部連結鉄筋 総作用 プレキャスト桁埋込み鉄筋 Γ Α <u>c</u> В 引張鉄筋 引張側抵抗幅 主桁 圧縮側 b:圧縮側有効幅 $b = b_0 + 2 \times b_1$ b a:ウェブ幅 $\mathbf{b}_{T} = \frac{1}{2} \times (横桁幅) \times$ b::1:5の勾配幅

図5-20 連結部の応力度照査断面位置と抵抗断面

- (1) 連結部上側引張鉄筋の許容引張応力度は(道示Ⅲ) 12.4.2に従い、160N/m²とする。
- (2) 連結部のコンクリートの設計基準強度は σ ck=30N/mileとする。

連結部に作用する曲げモーメントに対しては、横桁中心位置の断面B-Bにおいて鉄筋コンクリート構造として照査しておけば一般に安全である。ただし、断面A-A、C-Cでのプレキャスト桁の下縁部では直結後に作用する負の曲げモーメントによる曲げ圧縮応力度が加算させるので、これに対しても照査するのがよい。

この照査は、全断面を有効として算出したプレストレス力及び桁自重などの連結部施工前に作用する荷重によって生ずる曲げ圧縮応力度に、橋面荷重や活荷重などの連結後に作用する荷重によって生ずる曲げ圧縮応力度を鉄筋コンクリート構造として算出、加算し、これを許容値として比較することにより行う。

プレキャスト連結 桁の設計法に関す る共同研究報告書 (H4.2)

5. 5. 3

プレキャスト連結 桁の設計法に関す る共同研究報告書 (H4.2)

図 5.5.1

プレキャスト連結 桁の設計法に関す る共同研究報告書 (H4.2)

5. 5. 3

プレキャスト連結 桁の設計法に関す る共同研究報告書 (H4.2)

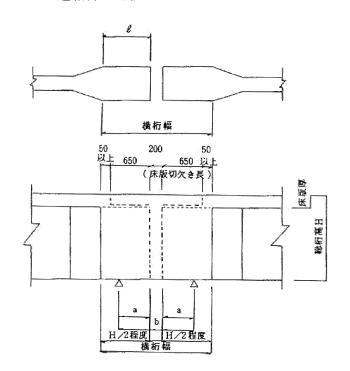
5. 3. 1

5. 4. 2

5. 5. 3

道2-183

4 連結部の寸法



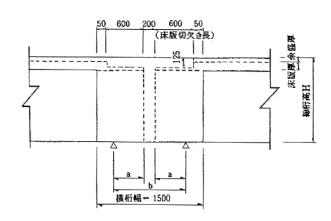
a. bの標準値

a. D 小小十匹			
スパン	29m 以下	37m 以下	45m 以下
a (mm)	350	400	450
b (mm)	900	1000	1100

プレキャスト連結桁の設計法に関する共同研究報告書 図解5.5.2 (H4.2) では、横桁幅は、桁高と同じ長さ以上となっている。

プレキャスト連結 桁の設計法に関す る共同研究報告書 (H4.2) 図解 5.5.2

図5-21 ポステンT桁の連結部



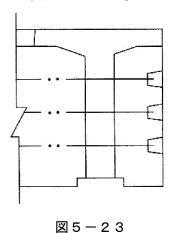
a. bの標準値

a. D の原準値				
スパン	19m 以下	24m 以下		
a (mm)	300	350		
b (mm)	800	900		

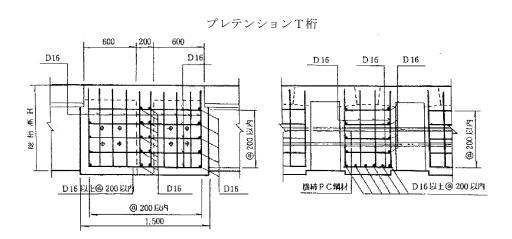
図5-22 プレテンT桁の連結部

5 連結部横桁の横締定着部について

連結部横桁の横締定着部については、図5-23のように張出し横桁を箱抜きして定着具を配置するのを標準としている。



5-6-6 連結部横桁の配筋要領



ポストテンションT桁 650 650 D 16 D16 D 16 D 16 D 16 # H @ 200 U.H ijΞ @ 200 D16以上@200以内 D 16 D16 描緒PC鋼材! D16以上@200以内 @ 200 以内 H/2 程度 200 H/2 程度 @ 200 以内

図5-24 横桁配筋要領図

プレキャスト連結 桁の設計法に関す る共同研究報告書 (H4. 2)

図解 5.5.4

5-6-7 連結桁の構造系



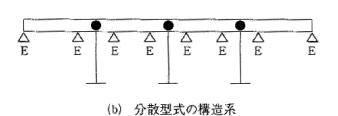


図5-25 連結桁の構造系

連結桁の構造系は通常の連続桁と同様に、(a)のような一支点固定、他の支点可動と分散型式との比較により構造系を決定する。

分散型式とは、せん断変形型ゴム支承を用いて桁の弾、塑性変形、及び温度変化等のゆるやかな変形に対しては可動支承の機能を有し地震時の水平力は、各橋脚で分担する構造である。

一般に各橋脚に作用する水平力がほぼ等しくなるので、同形状の橋脚とすること ができ、美観上も優位となる。

5-6-8 排水ますの配置

排水ますを橋脚付近に配置するときは、原則として連結鉄筋を切断しない位置に 配置しなければならない。

5-6-9 防水処理

第1章のAS舗装の「コンクリート床版の防水層」による。

P C連結桁橋設計 の手引き (H10.6) 2.8

プレキャスト連結 桁の設計法に関す る共同研究報告書 (H4.2) 図解 5.5.7

プレキャスト連結 桁の設計法に関す る共同研究報告書 (H4.2) 図解 5.5.8

5-7 合理化桁橋

5-7-1 工法の概要

ここでは、PC桁を用いた合理化桁橋について解説する。

(1) 少主桁工法

プレキャストセグメント桁橋において主桁間隔を広くとることにより、使用する主桁本数を減らしコスト縮減をはかることを目的として考案された橋梁形式。

(2) PCコンポ橋

プレキャストセグメント桁橋において主桁間隔を広くし、また桁間の場所打ち 部にPC版を用いることによりコスト縮減をはかる目的として考案された橋梁形 式。

5-7-2 参考図書

少主桁工法及びPCコンポ橋を設計する場合は、次の図書を参考とすること。

- 1 コンクリート橋の設計・施工の省力化に関する共同研究報告書(Ⅱ)(建設省 土木研究所 構造橋梁部橋梁研究室、(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 平成10年12月)
- 2 少主桁工法

((社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 九州支部 平成11年11月)

5-7-3 適用範囲

少主桁工法及びPCコンポ橋の適用支間長は、45mを最大とする。ただし、PCコンポ橋に関しては、支間長が45m以内であっても、桁高が3.0mを越えることがあるため注意を要する。

また、各工法の桁間隔は、次の値とする。

表5-13

工 法	最大桁間隔(m)	摘 要
少主桁工法	2.750	現場打ち部最大幅75cm
PCコンポ橋	4. 000	

5-7-4 プレキャスト桁の橋種選定について (L ≤ 45 m)

プレキャスト桁は、PC標準T桁、PC少主桁、PCコンポ橋が考えられるが、橋種選定にあたっては、運搬経路、輸送高、交差条件(桁高制限)、桁配置等を基に、経済性の比較を行って選定する。

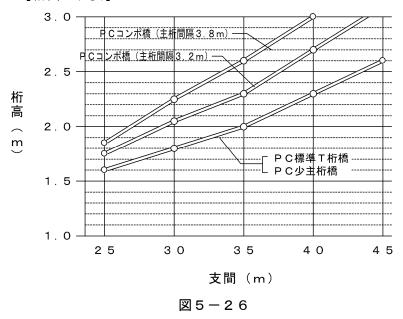
なお、基礎工への負担の大小が考えられる場合は、下部工及び基礎工を合わせて トータル比較を行い選定する。

5-7-5 プレキャストセグメント桁の省力化について

PC桁の工場製作桁の設計にあたっては、多径間連続桁の場合は構造をできるだけ統一化することによって型枠の転用回数を増やす等、製作時の省力化を検討すること。

5-7-6 標準桁高の目安

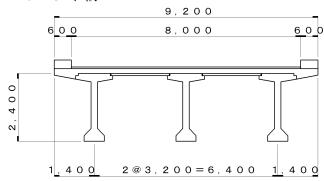
【桁高の目安】



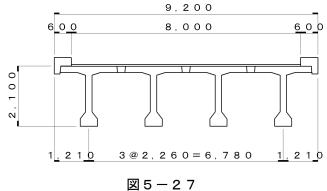
※ 幅員構成により、PC標準T桁橋とPC少主桁橋の桁高に 若干の差が生じる場合がある。

〈L=37mの場合〉

PCコンポ橋



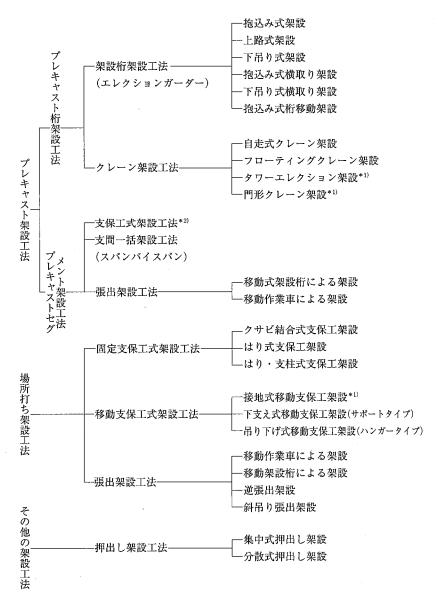
PC少主桁橋



道2-189

5-8 架 設

5-8-1 架設工法について



- *1) 施工実績が少ないため、上記の分類表のみに掲載する。
- *2) 固定支保工式架設工法に準ずるため上記の分類表のみに掲載する。

図5-28

コンクリート道路 橋施工便覧 (R2.9) 表 6.1.1

その他 の架設 プレキャスト架設工法 場所打ち架設工法 工法 押出し 固定支 移動支 張出架 プレキャ プレキャスト スト桁架 セグメント 保工式 保工式 設工法 架設工 設 工 法 架設工 架設工 法 設工法 架設工法 法 法 支保工 支間 張出架設 架設桁架設工法 ĺ 下支え式 集中式 移動作業車. 移動式架設 クサビ結合式 工式架設工法 り式 動作業車 括架設工法 T. ,架設工法 式架設桁架設工法 件 条 はり支柱式 ・吊り下げ式 上法 0 \triangle \triangle 0 0 0 0 0 20~40m * 0 0 Ж 0 0 0 0 40~60m 支 \bigcirc 0 0 0 * × 60~80m \triangle \triangle * * 間 80~100m 0 Δ \triangle Ж 0 0 * \triangle \triangle \triangle 100m 以上 \triangle \triangle \triangle * * 0 * Δ 0 0 Δ 桁高の変化に対す 0 0 0 0 * 0 \bigcirc 0 * 0 \triangle る融通性 平面曲線に対する 0 0 0 \bigcirc 0 \circ \bigcirc 0 \circ \bigcirc \bigcirc 0 融通性 主桁幅拡幅に対す 0 \bigcirc 0 \bigcirc * * * 0 * * る融通性 0 * 桁下空間の確保 0 \bigcirc 0 0 0 0 * 0 施 急速施工 0 \bigcirc 0 \bigcirc 0 0 0 \circ 多径間の場合の有 工 0 0 0 0 0 0 0 * 0 条 桁下に対する安全 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 件 天候に対する有利 * 0 * 0 * 0 0 Ж 0 0 0 桁下が使用できな 0 0 い場合の資機材運 0 \bigcirc \bigcirc * \triangle \bigcirc \triangle * 搬 桁下高が高い場合 0 0 0 * * 0 Δ 0 0 * Δ 0 の施工性

表-6.1.5 架設工法の適用された支間長と施条件一例

【凡例】

①支間

支間については、比較的実績のあるものについて示している。

◎:実績が多い。 ○:実績がある。 △:実績がない。

※:実績はあるが、特殊な条件の場合が多い。

なお、実績が多いとは、例えば種々の検討項目を実績を参考に検討できること、施工方法を作業員も熟知していること、施工計画も標準的なものが適用できることである。ただし、実績が多い場合でも、検討が不要となるわけではない。一方、実績がないと採用できないわけではない。

②施工条件

施工条件については、架設工法の適用性の可否を示している。

◎:最適である。 ○:適する。 △:適さない。

※:適するが、適用には設計、施工及び費用等の種々の検討を必要とする。

図5-29

コンクリート道路 橋施工便覧 (R2.9) 表 6.1.5

6 床 版 橋

6-1 PCホロースラブ橋

ここでとりあげる鉄筋コンクリート橋は張出し床版付き穴あきスラブ橋である。 その他の構造物に対しては道路橋示方書(Ⅲ)コンクリート橋編に従うものとする。

6-1-1 主桁の構造解析

- (1) 穴あきスラブ橋の橋軸方向の設計モーメントは 01 sen の薄版理論等によって求めるものを原則とする。
- (2) 穴あきスラブ橋は等方性スラブとして設計する。
- (3) 張出し部のある穴あきスラブ橋の仮想抵抗幅は主版幅をとるものとする。
- (4) 主版横方向の構造解析は(1)と同様にして求める。

道示Ⅲ (H29.11) 14.3 コンクリート道路 橋設計便覧 (R2.9) 11.1

6-1-2 張出しスラブの構造解析

張出しスラブの橋軸直角方向の設計には衝突荷重、風荷重等も考慮する。 また橋軸方向には同方向に下図の如く用心鉄筋を配置しなければならない。用心 鉄筋の配置は、道示 \mathbf{III} 6. 4 によるものとする。ただし、下図以外の部分につい ては、表 6-1、図 6-2 を参考とする。

なお、P C床版橋の場合は、張出しスラブにプレストレスによる軸方向力が作用しているため、この配筋を考慮しなくてよい。

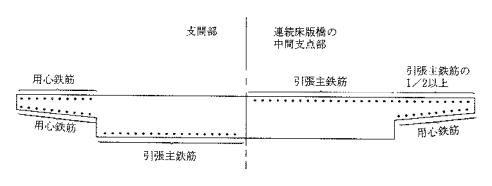
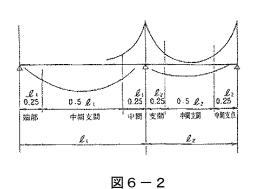


図6-1 片持床版の用心鉄筋

表 6 - 1

	端部	中間支間	中間支点
上側鉄筋	D22	D16	D25
工. 則此不用	ctc125	ctc125	ctc125
下側鉄筋	D13	D22	D16
	ctc125	ctc125	ctc125



道示Ⅲ (H29.11) 14.4 コンクリート道路 橋設計便覧 (R2.9) 11.3.3

6-1-3 支点部の解析

支点部の設計にあたっては、充分安全であることを確認しなければならない。

6-1-4 主版の構造細目

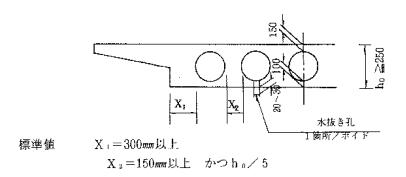


図6-3

6-1-5 斜橋の場合の配筋方向

斜橋の場合の配筋方向は図6-4を標準とする。

(1)ℓ S/B≥1.5の場合 (2)ℓ S/B<1.5の場合

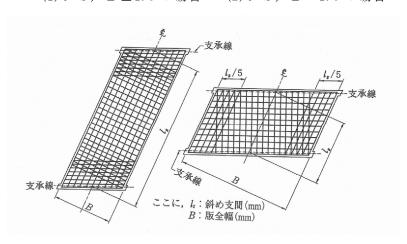


図6-4 斜め床版橋の鉄筋の配置

6-1-6 ガス圧接

鉄筋をガス圧接する場合は、一連の鉄筋で3回までとする。また、一連の桁で 最低1箇所ラップ部を設ける。(単純桁は除く)

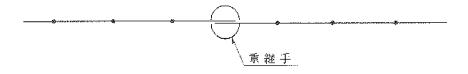


図6-5

道示Ⅲ (H29.11) 14.4

道示Ⅲ (H29.11) 14.4

7 上部諸構造物

7-1 地覆、橋梁用防護柵及び防音壁

7-1-1 地 覆

地覆の形状寸法は下表を標準とする。

表 7 一 1

単位 (mm)

寸 法	①車道に接する地覆	②歩車道境界の地覆	③歩道に接する地覆
b 1	600	500	400
b 2	250 ^{**} 1	_	_
Ъ з	250	250	100

防護柵の設置基準 (H28.12)

- 注)(1)「歩道に接する地覆」は幅員 2.0m以上の歩道、自転車歩行道等に接する場合に適用する。
 - (2) 自動車専用道路等の道路では、建築限界との関係からその一部を一段高い構造として地覆を 兼ねる場合において、横断勾配の影響で高欄が建築限界線を侵す場合のみ地覆(b_1 及び b_2) の幅で調整する。
 - (3)※1の値は、道路構造令によると自動車専用道路等の規格の高い道路で、50m以上の橋もしくは高架の道路で地覆部も路肩として兼ねている場合のみ地覆の車道側前面より 25cm 後方設置となるが、ここでは車両の接近により損傷のおそれがあり、地覆の車道側最前面より 25cm 後方に設置することが望ましいことを考慮して参考値とする。

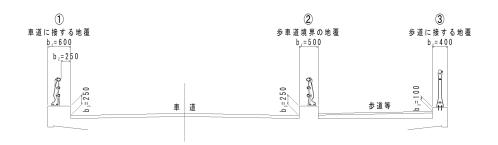


図7-1

(1) 歩道の構造

歩道は、縁石、防護柵その他これに類する工作物により、車道部から分離するものとする。

歩道は、縁石、防護柵その他これに類する工作物によって、車道部から必ず分離 するものとする。また、歩道面は、縁石により車道面より高くすることが望ましい。

橋梁部の歩道形式

・橋梁部の歩道形式は、セミフラット形式を基本とする。

歩道の標準構造

セミフラット形式の標準構造

歩道面の高さ、路上施設の高さ等

- ・歩車道境界の施設帯 (ブロック) の高さは、25cmを標準とする。
- ・車道面と歩道面の段差は5cmを標準とする。
- ・歩道の平坦部の横断勾配は2%を標準とする。
- ・歩道の排水処理には、十分配慮する。

重点整備地区のおけるバリアフリー的要素

- ・歩道等(車両乗入れ部を除く)の横断勾配は、円滑な排水性を確保した上で1%以下とすることが望ましい。
- ・歩道の縁端は、当該車道より高くするものとし、その段差は2cmを標準とする。
- ・縦断勾配をするつける場合は、5%以下で行うことが望ましい。

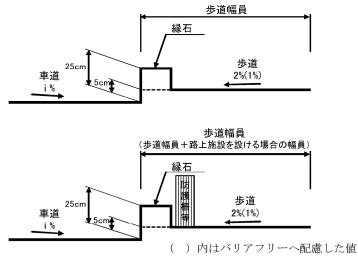


図7-2

地覆・壁高欄の表面保護

凍結防止剤が散布される地域や飛来塩分の影響を受ける海浜環境にあるコンクリート製の高欄、地覆部は道路橋示方書に示される"耐久性の検討"の適用や、コンクリート面を塗装することが有効である。

道示Ⅲ (H24.3)

5.2(p175)

鋼道路橋腐食便覧 (H26.3) Ⅱ2.2.7

そのため、凍結防止剤の散布状況や対象部位の維持管理の容易性を考慮し道路 橋示方書に示される"耐久性の検討"の適用や、劣化抑制対策としてあらかじめコ ンクリート塗装による表面保護工の要否を検討した上で、適切な対策を講じるこ と。

コンクリート塗装を採用する場合の仕様は、鋼道路橋防食便覧((社)日本道路協会)に示すCC-A(PC部材)又はCC-B(RC部材)を適用する。

鋼道路橋腐食便覧 (H26.3) Ⅱ2.2.7

7-1-2 橋梁用防護柵

防護柵の設計については、「防護柵の設置基準の改訂について(H10.11.24 建九道交第112号)」によるとともに「防護柵の設置基準・同解説(H20.1)(日本道路協会)によるものとするが、表7-2の橋梁用防護柵の適用区分を参考に防護柵タイプを決定されたい。

表7-2 橋梁用防護柵の適用区分

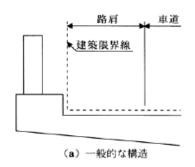
項	B		鋼 製 防 護 柵		壁	高 欄
垻	Ħ	車両用防護柵	高欄兼用車両用防護柵	高 欄	直壁型	フロリダ型
設 置	: 箇 所	一般国道 自動車専用道路	— 般	国 道	一般 国 道 自動車専用道路	自動車専用道路
特	徴	・歩行者・運転者に対して・走行中の視認性が良い			・車両の路外逸脱防止値・フロリダ型は軽い接触 ・関傷を軽減する。	
規	格	A·B·SC·SB·SA	A•B•SB	SP	SC•SB	·SA·SS
路面か	らの高さ	100cm	110	Эст	自専道 90~110cm 一般国道車道100cm 歩道110cm	90~110cm
	†荷重 逐限支持力)	B : 60kN/本 A : 80kN/本 SC: 130kN/本 SB: 100kN/本 SA: 100kN/本	(垂直荷重 980N/m 水平荷重 2500N/m	SC: 43kN SB: 72kN SA: 109kN SS: 170kN	SC: 35kN SB: 58kN SA: 88kN SS: 138kN
落下防止	上柵の設置		適用可能		適 用	可 能
遮音星	壁の設置		適用不可		適 用	可 能
照明•標訓	識等の受台		地 覆 に 設 置 (地覆拡幅)			: 端に設置 戦を拡幅)

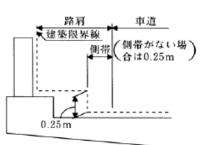
適用にあたって

- (1) 防護柵の設計・計画にあたっては「防護柵の設置基準・同解説(H20.1)」および「車両用防護柵標準仕様 同解説(H16.3)」を準拠すること。
- (2) 壁高欄を直壁型からフロリダ型に切替える場合、前後の橋梁との連続性を考慮して決定すること。 採用例 1) インターチェンジを区切りとした変更
 - 2) 長い土工区間を区切りとした変更
- (3) 歩車道境界に車両用防護柵(ガードレールを含む)を設置する場合、歩道側の地覆には高欄の採用について検討すること。
- (4) 「防護柵の設置基準・同解説(H20.1)」において車両用防護柵の高さは60~100cmとなっているが、一般 国道では車道をバイクや自転車が走行する可能性もあり、路面からの高さを100cmとした。
- (5) 鋼製防護柵の設計荷重は「防護柵の設置基準・同解説(H20.1)」60頁及び101頁より抜粋した。車両防護 柵については支柱の極限(水平)支持力の最大値を記載した。
- (6) 壁高欄の設計荷重は「車両用防護柵標準仕様・同解説(H16.3)」112頁より抜粋した。
- (7) 照明・標識等の受台を計画する場合、用地境界との取合いに注意すること。
- (8) 路側及び中央分離帯の車両用防護柵において、ガードレールまたはガードパイプからコンクリート製壁型防護柵(壁高欄)への誘導面の連続性を確保すること。

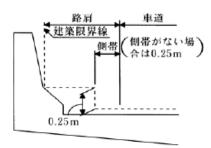
7-1-3 防護柵と幅員構成(橋体幅)

- ①橋体幅は、横断勾配による建築限界や視距等を考慮して決定する。
- ②橋体幅は50 mmラウンドとなるように決定し、拡幅が必要な場合も同様とする。
- ③一連の橋梁の中で横断勾配が変化する場合は、上部工構造(連続構造)毎に同 一橋体幅とする。
- ④横断勾配により橋体幅の拡幅が必要な場合は、片勾配の下がった方に拡幅する。
- ⑤遮音壁・落下物防止柵等を壁高欄上に設置する場合は、それからの視距の影響 も考慮し、橋体幅を決定する。
- ⑥路肩の構造に関しては、一般的には下記に示す路肩形状とするが、道路の連続性に配慮し路肩形状を決定してもよい。





(b) 地覆を兼ねた構造



(c) 剛性防護柵(フロリダ型)を 設置した構造

図 2-14 トンネル・橋梁部の 路肩の構造

図7-3

道路構造令 2-5-4(p219)

7-1-4 落下物防止柵

- (1) 落下物防止柵 (鉄道部) の設置箇所
 - 1) 鉄道と交差あるいは近接する箇所
- (2) 落下物防止柵(道路部)の設置箇所
 - 1) 高速自動車国道、自動車専用道路と交差あるいは近接する箇所
 - 2) 一般国道あるいは主要県道と交差あるいは近接する箇所
 - 3) 民家を跨ぐ、あるいは近接する区間
 - 4) その他、特に設置が必要と認められる区間

道路橋の設計における諸課題に関わる調査 (2018-2019)

6.1(3-46)

注)

- (i) 落下防止柵(道路部)の設置は原則として上記(2)1)~4)の場合とするが、以下の場合は、 設置の可否について十分検討するものとする。
 - ・交通量が特に少ない一般国道あるいは主要県道の場合
 - ・移管先の道路管理者と協議したうえで意向を確認した場合
- (ii) 落下防止柵は、鉄道、道路、人家等に対する防護を目的としている。なお道路にあるジャンクション橋、インターチェンジ橋等の橋梁も道路の一部である。
- (iii) 落下物防止柵の設置箇所に遮音壁が設置される場合、設置する遮音壁が落下物防止柵に求められる性能(6.2 設計条件)を満足することが確認された場合においてのみ、双方の機能を兼用できるものとする。
- (iv) 近接する区間とは下記 d の値よりも対象施設が本線道路等に近接している箇所をいう。

$$d = Vo \sqrt{\frac{2(H+3)}{g}} \sin 15^{\circ}$$

H=対象施設の基面から本線道路等の路面までの高低差(m)

d=本線道路等の端から対象施設の端までの距離(m)

Vo=落下物の路外逸脱速度(m/sec) (値は、P3-55 参照)

g=重力加速度(9.8m/sec2)

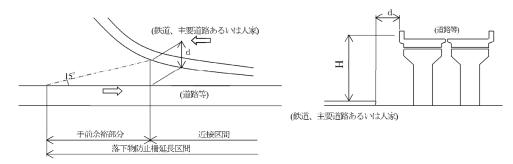


図-6.3.1 近接箇所

(v) 落下物防止柵設置箇所は、中央分離帯側も検討するものとする。なお、中央 分離帯部の開口幅が狭く、落下物防止柵の設置が非効率となる場合は、開口部 を閉塞する等別途検討するものとする。その際に網を使用する場合は、網目寸 法が 56mm 以下を標準とする。

(2) 設置範囲

落下物防止柵の設置範囲は、対象施設と交差または近接している部分に、各々の進行方向の手前余裕部分を加えた範囲とする。

注)

手前余裕部分とは図-6.3.1、図-6.3.2 に示す部分をいう。 手前余裕部分長 ℓ は次のように表される。

$$\ell = V_0 \sqrt{\frac{2(H+3)}{g}} \left(\cos 15^\circ + \frac{\sin 15^\circ}{\tan \alpha}\right)$$
但し $\alpha = 90^\circ$ の場合 $\ell = V_0 \sqrt{\frac{2(H+3)}{g}} \cdot \cos 15^\circ$

ここに Vo=落下物の路外逸脱速度(m /sec)

H=対象施設の基面から本線道路等の路面までの高低差(m)

α=対象施設と本線道路等の交差する角度

(但し近接の場合は $\alpha = 90^{\circ}$ として計算する)

g=重力加速度=9.8 m / sec2

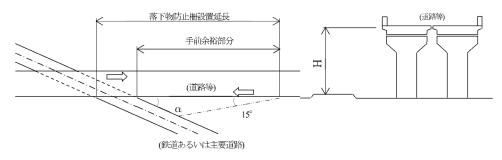


図-6.3.2 設置延長

落下物の路外逸脱速度は、下表のとおりとする。

道路の区分	設計速度	防護柵種別	衝突速度	路外边	^色脱速度
高速自動車国道	80km/h 以上	SB	65km/h	52km/h	14m/sec
自動車専用道路	60km/h 以下	SC	50km/h	40km/h	11m/sec
その他の道路	60km/h 以上	Α	45km/h	36km/h	10m/sec
ての他の追給	50km/h 以下	В	30km/h	24km/h	7m/sec

※衝突速度を、「防護柵の設置基準・同解説(平成28年)」より、設計速度(重大な被害が発生するおそれのある区画)から選定される防護柵種別を基に設定した上で、それに基づき路外逸脱速度は、衝突速度より低くなるため衝突速度に低減率0.8を考慮し算定することが多い(防護柵設置要網S47路外逸脱時の推定速度)。

7-1-5 コンクリート剥落防止対策

コンクリート片が落下する時期を予見することは、現状においてきわめて困難であるものの、被害が発生した場合の重大性を考えると極力事前に予防策をとることが重要である。

第三者被害を及ぼす恐れのある橋梁のうち、安易に点検や補修が実施できるものではない鉄道や軌道上の橋梁等は、あらかじめ剥落防止対策 (剥落防止ネット)を検討すること。

剥落防止ネットの設置に当たっては、点検時の近接点検や補修工事のために、 撤去・設置が容易にできる構造とするように配慮する。

なお、架橋環境(塩害・中性化等)に対して対策を施し、確実な施工で耐久性が 充分確保され、剥落片の恐れが無い場合は剥落防止対策を省略してよい。 橋梁における第三 者被害予防措置要 領(案)

(H16.3)

7-1-6 防音壁

遮音壁の設計死荷重は、その実施の如何にかかわらず、最低3m高の遮音壁荷重を考慮するものとする。これは、道路付帯施設等の追加設置などの不測の事態に対しても対応可能な様に、また、大きく不経済とならない範囲で余裕を考慮したものである。

一般的な遮音壁の荷重を、表2-2-1に示す。他の遮音壁については、遮音壁標 準図集を参考にするものとする。

表 7 - 4 遮音壁死荷重

高さ (m)	単位重量(k N/m)
3	1. 45

7-2 親 柱

。 親柱は交通の流れに対して、障害となったり抵抗感を与える位置や構造であって はならない。

特に一般道路部より巾員がせまくなっている橋長50m以上の橋梁や親柱や高欄が、 走行のさまたげとならない様に注意せねばならない。

- (イ) 親柱の内面を地覆及び高欄の内面と形状を合せる。
- (ロ) 親柱は従来大きなものがあったが走行のさまたげとなるため好ましくない。
- (ハ) 親柱の高さは高欄高より5㎝程高いくらいが好ましい。
- ・ 橋長50m未満の小橋梁は前後の防護柵がある場合はそれを連続させ特に親柱は設置しない。防護柵がない場合は親柱を設置するか、又はこれに代る構造とする。 (例えばガードレールの巻込み)
- 親柱に橋名板を取付ける場合は次表の記入方法を標準とする。なお、親柱等にその橋梁の設計図を保管しておくと、将来の維持管理の資料として役立つ。

表7-5

起	向って右	漢字で橋名
点側	向って左	河川名(又は跨道、跨線名)
終上	向って右	ひらがなで橋名
点側	向って左	竣工年月日

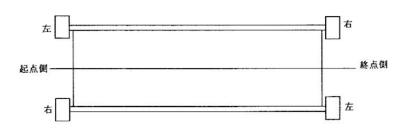


図7-6

7-3 伸縮装置

- (1) 伸縮装置は以下の性能を満足するよう、適切な型式、構造及び材料を選定するものとする。
 - 1) けたの温度変化、コンクリートのクリープ及び乾燥収縮、活荷重等による橋の変形が生じた場合にも、車両が支障なく通行できる路面の平たん性を確保するものとする。
 - 2) 車両の通行に対して耐久性を有するものとする。
 - 3) 雨水等の浸入に対して水密性を有するのとする。
 - 4) 車両の通行による騒音、振動が極力発生しないよう配慮した構造とする。
 - 5) 施工、維持管理及び補修の容易さに配慮した構造とする。
- (2) 伸縮装置の耐震設計は、道示V耐震設計編の規定によるものとする。

設計伸縮量は、支承の移動量の算出と同様の方法で算出する手法によることを基本とする。活荷重によって生じるたわみによる伸縮量については、けた端部における橋の挙動を考慮し、適切に検討するものとする。また、余裕量については10mmを標準とし、橋の規模や施工誤差等、実状に応じて別途定めることができる。

上記によるとき、けたのたわみによる回転量の算出等、その算出が煩雑となる場合には、以下に示す簡易算定法が参考となる。

表 7 一 6 伸縮量簡易算定式

(単位:mm)

橋種		鋼橋	鉄筋コンクリート橋	プレストレスト		
				コンクリート橋		
	① 温度変化	0.6ι (0.72ι)	0.4ι (0.5ι)	0.4ι (0.5ι)		
伸	② 乾燥収縮	_	0.2ιβ	0.2ιβ		
縮	③ クリープ	_	_	0.4ιβ		
	基本伸縮量 (①+②+③)	0. 6 ι (0. 72 ι)	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$ \begin{array}{c} 0.4 \ \iota + 0.6 \ \iota \ \beta \\ (0.5 \ \iota + 0.6 \ \iota \ \beta) \end{array} $		
量	余 裕 量基本伸縮量×20%、ただし、最小10mm (施工誤差等が大きい場合は別途考慮)					

 $\iota =$ 伸縮けた長(m)、 $\beta =$ 低減係数 表中の()内は、寒冷な地域に適用

表 7 - 7 伸縮装置に用いる乾燥収縮およびクリープ簡易低減係数

コンクリートの材令(月)	1	3	6	12	24
低減係数 (β)	0.6	0. 4	0.3	0.2	0.1

- (3) 伸縮装置の漏水防止
 - (1) 伸縮装置の止水に対する構造上の配慮事項として、1)から4)を標準とする。
 - 1) 雨水等の侵入に対して水密性を有するものとし、構造は非排水構造とするなお、二次止水構造とすることが望ましい。
 - 2) 非排水構造の回復措置や点検は、橋面あるいは桁下から容易に行える構造とする。
 - 3) 止水した流入水が主桁や橋座等に影響が及ぼさないように、導水する構造とする。
 - 4) 地覆部を含めた止水構造とする。
 - (2) 後打ちコンクリートは、少なくとも1)の検討を行う。
 - 1) 伸縮装置と床版が一体となるようコンクリートの充填不良が発生しにくい構造とする。
 - (3) 積雪寒冷地においては、雪が詰まった状態での自動車荷重の繰返し作用による影響や凍結 防止剤による影響等に配慮して設計する。

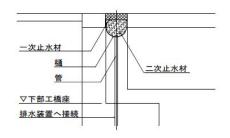
注)

- (1) 1) 2) 桁端部の損傷は、伸縮装置部からの漏水が原因であることが多いため、 伸縮装置の止水対策は重要である。
 - 一般的に止水ゴムや弾性シーリング等が止水材として用いられるが、永続的ではない。 そのことに留意して樋等を設ける二次止水構造とすることが望ましい。また、止水効 果が永続的でないことから、伸縮装置を取り替えることなく、止水効果だけの回復措 置や点検等が容易に行える構造を検討する必要がある。なお、伸縮装置部の止水対策 を施しても、必ずしも確実な止水効果が得られるとは限らない。そのため、橋座部の 排水勾配の確保、端部塗装等、各編に規定されている事項は施す必要がある。
 - 3) 二次止水構造として、樋等を設けた場合も主桁や橋座等に影響を及ぼさないように、導水する構造とする必要がある。
 - 4) 伸縮装置からの漏水を防止するためには、地覆部を含めた止水構造とする必要がある。また高欄の隙間からの漏水を防止するため、鋼板等の跳水板の設置をしなければならない。
- (2) 1) 伸縮装置からの漏水の原因として後打ちコンクリートの充填不足がある。後打ちコンク リートの充填不足は、路面水の進入経路になる他、伸縮装置本体のガタツキの原因にも なるため、鉄筋を確実に配筋するとともに、後打ちコンクリートの充填不良が発生しに くい構造を検討する必要がある。

また、後打ちコンクリート打設において、捨て型枠を在置することにより、目視点検が困難になっているケースがある。そのため、後打ちコンクリートの型枠は、撤去可能なものとするのがよい。さらに、後打ちコンクリートの舗装側は、滞水しやすいため床版防水の端部処理を特に入念に施工する必要がある。

伸縮装置の取り替えが困難にならない構造とし、3.2.1.1 のとおり、伸縮装置は交換を前提とする部材であるため、後打ちコンクリートの強度を過度に上げたり、不必要に過密鉄筋にしたりすることは、伸縮装置の交換時の支障になる可能性がある。

また、主桁もしくは床版より高強度のコンクリートを用いた場合、地震時の損傷が主桁もしくは床版にまで達する可能性があるため、いたずらに強度を上げることは避けた方がよい。



非排水構造【参考図】

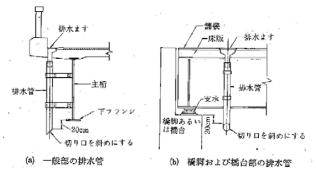
道路橋の設計における諸課題に関わる調査

(2018-2019)

3. 2. 1. 2 (2-23)

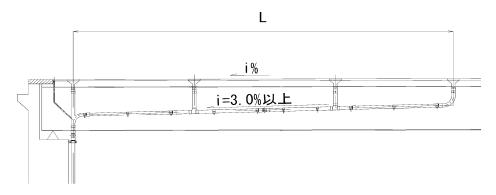
7-4 排水設備

- ・排水桝には耐食性の材料(鋳鉄等)を使用すること。
- ・排水管は塩化ビニール管の使用が望ましい。
- ・排水管の長さは跨道橋や、人家の附近の高架橋においては橋台あるいは橋脚にそって地上迄伸ばすのが好ましい。又必要であればその端末処理を行うこと。ただし、 出来るだけ屈曲部が少ない構造とし、もしつまっても掃除が容易に出来る様な構造 にしておくこと。
- ・排水管の長さは最低橋桁の下端部より低い位置に排出しうる長さとする。 特に鋼橋においては錆の原因となるので注意すること。また、桁端部においては、 橋座部に垂れ流さない構造を検討する。
- ・排水管は径150A以上標準とし、材質は硬質塩化ビニール管を使用するのを原則とする。
- ・排水管の勾配は原則として3%以上とする。



図フーフ

- ・桁端部付近は排水の飛散等に伴う滞水により、支承部周辺の劣化要因となることから、排水管を下部工にそって、地上まで伸ばし流末処理を行うこと。
- ・排水管の勾配は原則として3%以上とする。なお、排水管の勾配は土砂堆積等に配慮し可能な限り大きくすること。

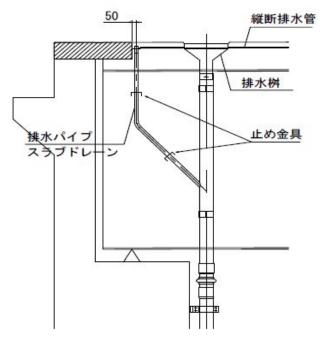


排水管の勾配【参考図】

標準設計·解説書 (H8.3) 2.5

排水工指針 (S62.6) 5-1-2

- ・スラブドレーンは導水して、その流末を排水管に導くものとする。
- ・スラブドレーンの導水勾配は、排水管同様3%以上とする。



端部排水【参考図】

7-4-1 排水装置

- ・排水桝は20m以内に設けるのを原則とする。
- ・縦断勾配が凹となる区間では、その底部に必ず1個を設置する。
- ・伸縮装置の近くには排水桝を設けて、伸縮装置への流入量を極力減ずるなど配 慮する。
- ・緩和曲線区間あるいはS字曲線区間の変化点付近に生じる横断勾配が水平また はこれに近くなる箇所には車道の両側に設置するなど十分検討する。
- ・水平方向に配置する場合、管の支持間隔は図7-8による。

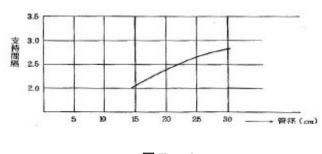


図7-8

・管を曲げる場合の最小曲率は、R=500 mm以上とする。

排水工指針 (S62.6) 5-1-1

7-4-2 補強鉄筋

排水桝の設置により、鉄筋コンクリート床版の鉄筋をやむを得ず切断する場合は、 切断した鉄筋に相当する補強鉄筋を排水桝の周囲に配置する。

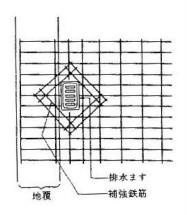


図7-9 排水ます補強鉄筋

排水工指針 (S62.6) 5-1-1

7-4-3 排水処理

床版の上には舗装を浸透した水が溜り、溜まった水が舗装を劣化させる原因となるので、速やかに排除する必要がある。

なお、詳細については、橋梁付属物参考図集(案)を参照のこと。

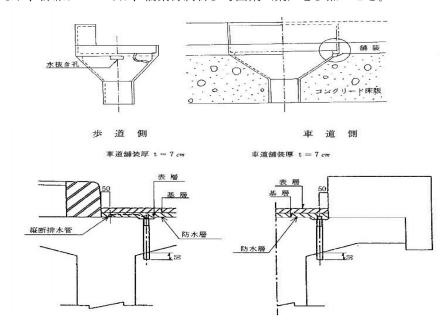


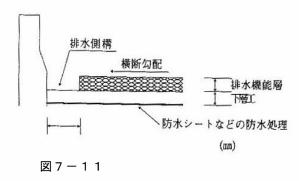
図7-10 排 水 処 理(例)

7-4-4 排水性舗装(参考)

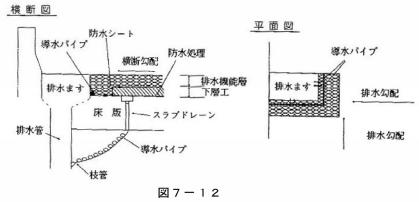
排水性舗装は、道路表面の雨水を速やかに排水することによる車両の走行安全性の向上効果のほか、表面から内部まで多くの空隙が存在することによる道路交通走 行騒音の低減効果等がある。

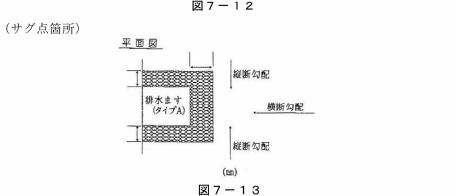
橋面上に適用した場合、目地部や構造物との接合部から雨水が浸透すると舗装および床版の強度低下が懸念されるため排水処理には特に配慮が必要である。橋面上の排水処理例を以下に示す。

縦断方向の排水処理



排水ます付近の排水処理





排水性舗装技術指針(案)付録-4 (H8.10)

7-5 検査路

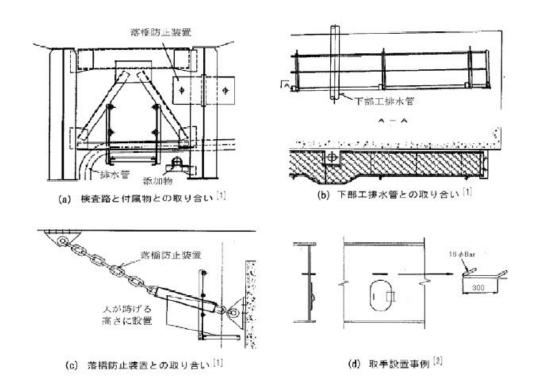
検査路を設置する際に、その取付構造が橋本体にできる限り悪影響を及ぼさない道示I ような構造とする。

(H29.11) 11.4(p190)

検査路は、道路橋検査路設置要領(案)平成25年に準ずること。

なお、検査路の設置位置は、作業動線、点検・保守方法、落橋防止システムや配 道路橋検査路 水管等の付属物との干渉・取り合いを考慮し決定すること。

設置要領(案) (H25)



検査路の設置位置【参考図】

第3節 耐震設計

橋の耐震設計にあたっては、想定される地震によって生じ得る津波、斜面崩壊等及び断層変位に対して、これらの影響を受けないよう架橋位置又は橋の形式の選定を行うことを標準とする。なお、やむを得ずこれらの影響を受ける架橋位置又は橋の形式となる場合には、少なくとも致命的な被害が生じにくくなるような構造とする等、地域の防災計画等とも整合するために必要な対策を講じなければならない。

道示V (H29.11) P4

道示V (H29.11) P11

1 橋の耐震設計の基本

1-1 総 則

- (1)橋の耐震設計は、道示 I 編 1.8 に規定する橋の性能を満足するようにしなければならない。
- (2)橋の耐震設計にあたっては、耐震設計上の橋の重要度を、地震後における橋の社会的 役割及び地域の防災計画上の位置付けを考慮して、表-2.1.1に示すように耐震設計上 の重要度が標準的な橋及び特に重要度が高い橋(以下それぞれ「A種の橋」及び「B種 の橋」という。)の2つに区分する。

表-2.1.1 下部工橋座面の排水勾配

耐震設計上の 橋の重要度の区分	対象となる橋			
A種の橋	下記以外の橋			
B種の橋	・高速自動車国道,都市高速道路,指定都市高速道路,本州 四国連絡道路,一般国道の橋 ・都道府県道のうち,複断面,跨線橋,跨道橋又は地域の防 災計画上の位置付けや当該道路の利用状況等から特に重 要な橋 ・市町村道のうち,複断面,跨線橋,跨道橋又は地域の防災 計画上の位置付けや当該道路の利用状況等から特に重要 な橋			

- (3) 橋の耐震設計では以下の1)から3)を満足しなければならない。
 - 1) 橋の耐荷性能を上部構造,下部構造及び上下部接続部の耐荷性能で代表させるとき, 上部構造,下部構造及び上下部接続部は,少なくとも道示 I 編 2.3 に規定する橋の耐 個性能を満足するために必要な耐荷性能を有すること。
 - 2) 上部構造,下部構通及び上下部接続部の耐荷性能を部材等の耐荷性能で代表させるとき,これらを構成する部材等は,少なくとも道示 I 編 2.3 に規定する橋の耐荷性能を満足するために必要な耐荷性能を有すること。
 - 3) 橋の性能を満足するために必要なその他の事項を適切に設定し、その事項に対して必要な性能を有すること。
- (4) 道示 I 編 1.8.2 に規定する設計の手法のうち、地震の影響を評価するための構造解析については、道示 I 編 1-2-4 によることを標準とする。

1-2 耐荷性能に関する基本事項

1-2-1 耐荷性能の照査において考慮する状況

道示V (H29.11) P14

橋の耐震設計では、上部構造、下部構造及び上下部接続部の耐荷性能並びに部材等の耐荷性能の照査において、道示 I 編 2.1 に規定する変動作用支配状況及び偶発作用支配状況において、道示 I 編 3.1 に規定する地震の影響を含む設計状況を考慮する。

1-2-2 耐荷性能の照査において考慮する状態

(1)橋の耐震設計にあたっては、道示 I 編 2.2 に規定する橋の状態を満足するために考慮する上部構造、下部構造及び上下部接続部の状態を、1)から3)の区分に従って設定する。

道示V (H29.11) P15

- 1)上部構造,下部構造又は上下部接続部として荷重を支持する能力が低下しておらず,耐荷力の観点からは特段の注意なく使用できる状態
- 2)上部構造下部構造又は上下部接続部として荷重を支持する能力の低下があるものの、その程度は限定的であり、耐荷力の観点からはあらかじめ想定する範囲の特別な注意のもとで使用できる状態
- 3)上部構造下部構造又は上下部接続部として荷重を支持する能力が完全には失われていない状態
- (2) 部材等の耐荷性能の照査にあたっては、道示 I 編 2.2 に規定する橋の状態を満足するために考慮する部材等の状態を、I から I から I の区分に従って設定する。
 - 1) 部材等として荷重を支持する能力が低下していない状態
 - 2) 部材等として荷重を支持する能力が低下しているものの, その程度は限定的であり, あらかじめ想定する範囲にある状態
 - 3) 部材等として荷重を支持する能力が完全には失われていない状態(1)支承部の交換 や損傷時の措置方法を含めた維持管理の方法について検討を行い,これを設計に反 映させなければならない。

1-2-3 耐荷性能

(1)橋の耐震設計では、上部構造、下部構造及び上下部接続部並びに部材等は、道示 I 編 2.3 に規定する橋の耐荷性能を満足するよう、道示 V編 2.2.1 で設定する耐荷性能の 照査において考慮する状況に対して、道示 V編 2.2.2 で設定する耐荷性能の照査において考慮する状態に、設計供用期間中において所要の信頼性をもって留まるようにしなければならない。

(2) 道示 V2.3 から 2.5 による場合には、(1) を満足するとみなしてよい。

1-3 耐荷性能の照査において地震の影響を考慮する状況

- (1)橋の耐震設計にあたっては、上部構造、下部構造及び上下部接続部並びに部材等の耐荷性能の照査において、道示V2.2.1 に規定する状況を、少なくとも道示 I 編 3.2 に従い、作用の特性値、作用の組合せ、荷重組合せ係数及び荷重係数を用いて適切に設定しなければならない。
- (2) 道示 I 編 8.19 に規定する地震の影響(EQ) は以下の 1) から 5) の影響を考慮することを標準とする。
 - 1) 構造物及び土の重量に起因する慣性力(以下「慣性力」という。)
 - 2) 地震時土圧
 - 3) 地震時動水圧
 - 4) 地盤振動変位
 - 5) 液状化に伴って生じる地盤の流動化の影響(以下「地盤の流動力」という。)
- (3)(2)1)から5)に規定する地震の影響の特性値は、変動作用支配状況及び偶発作用支配状況のそれぞれで考慮する橋に作用する地震動の特性値に基づき適切に設定しなければならない。
- (4) 橋に作用する地震動の特性値を設定するにあたっては、慣性力をその面より上方では 考慮しその面より下方では考慮しないと定める地盤面(以下「耐震設計上の地盤面」 という。)を設定しなければならない。
- (5)橋に作用する地震動の特性値は、耐震設計上の地盤面に入力するものとして設定しなければならない。
- (6) 橋に作用する地震動の特性値は、道示V編3章の規定により設定する。
- (7)(2)1)から5)に規定する地震の影響は、以下の1)から5)により考慮する。
 - 1) 慣性力は道示 V編 4.1 の規定により算出する。
 - 2) 地震時土圧は道示 V編 4.2 の規定により算出する。
 - 3) 地震時動水圧は道示 V編 4.3 の規定により算出する。
 - 4) 地盤振動変位が橋に与える影響は、構造条件及び地盤条件に応じて適切に設定しなければならない。
 - 5)地盤の流動力は道示V編4.4の規定により算出する。

1-4 耐荷性能の照査において地震の影響を考慮する状況に対する限界状態

1-4-1 総 則

道示V (H29.11) P19

- (1)橋の耐震設計における上部構造,下部構造,上下部接続部(以下これらを「各構造」という。)又は各構造を構成する部材等の耐荷性能の照査にあたっては,道示V編2.2.2 に規定する耐荷性能の照査において考慮する状態の限界を,各構造又は各構造を構成する部材等の限界状態として適切に設定しなければならない。
- (2) 橋の耐震設計における橋の耐荷性能の照査にあたって、各構造の限界状態によって橋の限界状態 1, 橋の限界状態 2 及び橋の限界状態 3 を代表させる場合には、それぞれ道示 V編 2.4.2 から 2.4.4 の規定に従って各構造の限界状態を設定し、これを組み合わせることを標準とする。
- (3) 橋の耐震設計における各構造の耐荷性能の照査にあたって,各構造を構成する部材等の限界状態によって,各構造の限界状態 1,限界状態 2及び限界状態 3を代表させる場合には,道示V編 2.4.5の規定に従って各構造を構成する部材等の限界状態を設定し、これを組み合わせることを標準とする。
- 1-4-2 橋の限界状態1に対応する上部構造,下部構造及び上下部接続部の限界状態

- (1)橋の耐震設計にあたって、道示 I 編 4.1 に規定する橋の限界状態 1 を各構造の限界状態で代表させる場合には以下の 1)から 3)とする。
 - 上部構造
 道示Ⅱ編 3. 4. 2 又は道示Ⅲ編 3. 4. 2 に規定する上部構造の限界状態 1
 - 2)下部構造 道示IV編 3.4.2 に規定する下部構造の限界状態 1
 - 3)上下部接続部 支承部を用いる場合には、道示 I 編 10.1.4 に規定する支承部の限界状態 1

1-4-3 橋の限界状態2に対応する上部構造,下部構造及び上下部接続部の限界状態

道示V (H29.11) P20

- (1)橋の耐震設計にあたって,道示 I 編 4.1 に規定する橋の限界状態 2 を各構造の限界状態で代表させる場合には,以下の 1)から 3)とする。ただし,下部構造の限界状態を限界状態 2 とする場合は,これと組み合わせる上下部接続部の限界状態は限界状態 1 とし,上下部接続部の限界状態を限界状態 2 とする場合は,これと組み合わせる下部構造の限界状態は限界状態 1 とすることを標準とする。
 - 1)上部構造

道示Ⅱ編3.4.2 又は道示Ⅲ編3.4.2 に規定する上部構造の限界状態1

2)下部構造

道示Ⅳ編 3.4.2 に規定する下部構造の限界状態 1 又は限界状態 2

3)上下部接続部

支承部を用いる場合には,道示 I 編 10.1.4 に規定する支承部の限界状態 1 又は限界 状態 2

1-4-4 橋の限界状態3に対応する上部構造,下部構造及び上下部接続部の限界状態

道示V (H29.11) P26

- (1)橋の耐震設計にあたって,道示 I 編 4.1 に規定する橋の限界状態 3 を各構造の限界状態で代表させる場合には,以下の 1)から 3)とする。ただし,下部構造の限界状態を限界状態 3 とする場合は,これと組み合わせる上下部接続部の限界状態は限界状態 1 とし,上下部接続部の限界状態を限界状態 3 とする場合は,これと組み合わせる下部構造の限界状態は限界状態 1 とすることを標準とする。
 - 1)上部構造

道示Ⅱ編 3.4.2 又は道示Ⅲ編 3.4.2 に規定する上部構造の限界状態 1 又は限界状態 3

2)下部構造

道示Ⅳ編 3.4.2 に規定する下部構造の限界状態 1 又は限界状態 3

3) 上下部接続部

支承部を用いる場合には、道示 I 編 10.1.4 に規定する支承部の限界状態 1 又は限界状態 3

1-4-5 上部構造、下部構造及び上下部接続部を構成する部材等の限界状態

道示V (H29.11) P27

- (1)橋の耐震設計にあたって、道示 I 編 4.2 に規定する各構造の限界状態 1 を、各構造を構成する部材等の限界状態で代表させる場合には各構造を構成するいずれかの部材等が道示 V 2.4.6 に規定する部材等の限界状態 1 に達したときとすることを標準とする。
- (2) 橋の耐震設計にあたって,道示 I 編 4.2 に規定する各構造の限界状態 2 を,各構造を構成する部材等の限界状態で代表させる場合には,各構造を構成するいずれかの部材が道示 V 2.4.6 に規定する部材等の限界状態 2 に達したときとし,このときその他の部材が限界状態 1 を超えないことを標準とする。部材等の限界状態 2 となる部材を選定するにあたっては、少なくとも塑性化を期待する部材並びにその塑性化する位置及び範囲が、調査及び修復が容易にできることを標準とする。
- (3)橋の耐震設計にあたって,道示 I 編 4.2 に規定する各構造の限界状態 3 を,各構造を構成する部材等の限界状態で代表させる場合には,これらを構成するいずれかの部材が 2. 4. 6 に規定する部材等の限界状態 3 に達したときとし, その他の部材が限界状態 1 を超えないことを標準とする。

1-4-6 部材等の限界状態

- (1) 道示 I 編 4.3 に規定する各構造を構成する部材等の限界状態 1 を, 道示 II 編 3.4.3, 道示 III 編 3.4.3 及び道示 IV編 3.4.3 の規定により設定することができる。
- (2) 道示 I 編 4.3 に規定する各構造を構成する部材等の限界状態 2 は, 部材等の挙動が可逆性を失うものの, 耐荷力が想定する範囲で確保できる限界の状態とする。
- (3) 道示 I 編 4.3 に規定する各構造を構成する部材等の限界状態 3 を, 道示 II 編 3.4.3, 道示 III 編 3.4.3 及び道示 IV 編 3.4.3 の規定により設定することができる。
- (4) 部材等の限界状態は、その状態を表す工学的指標によって適切に関連付けることを標準とする。
- (5) 地震の影響を考慮して工学的指標と限界状態を関連づける場合には,道示 II 編 3. 4. 1,道示 III 編 3. 4. 1 及び道示 IV 編 3. 4. 1 の規定によるほか,限界状態に対応する特性値の設定にあたっては以下の 1) 及び 2) を満足 しなければならない。
 - 1) 地震による繰返し作用が部材等の状態に及ぼす影響を考慮する。
 - 2) 部材等の構造条件に応じた、部材等の耐力、非線形履歴特性及び破壊形態が考慮できる適切な知見に基づいた方法による。
- (6)各構造及び各構造 を構成する部材等について,道示V編6章及び道示V編8章以降の規定に従い丁学的指標の特性値又は制限値を定める場合には,(4)及び(5)を満足するとみなしてよい。

1-5 耐荷性能の照査

- (1)橋の耐震設計にあたって、各構造又は各構造を構成する部材等の耐荷性能の照査は、 道示V編 2.2.3 に規定する耐荷性能を満足することを適切な方法を用いて確認するこ とにより行う。
- (2) 道示 I 編 5 章の規定に従い橋の耐荷性能の照査を部材等の耐荷性能の照査で代表させる場合の部材等の耐荷性能の照査は,以下の 1)及び 2)に従い行うことを標準とする。
 - 1) 道示 V編 2.3(1) に規定する作用の組合せに対して、部材等の耐荷性能に応じて定める道示 V編 2.4.6 に規定する部材等の限界状態 1 及び限界状態 3 又は限界状態 2 及び限界状態 3 を、各々に必要な信頼性をもって超えないことを式(2.5.1) 及び式(2.5.2) を満足することにより確認する。

$$\sum S_i (\gamma_{pi} \gamma_{qi} P_i) \leq \xi_1 \Phi_{RS} R_S$$
 (2. 5. 1)

$$\sum S_i (\gamma_{pi} \gamma_{qi} P_i) \leq \xi_1 \xi_2 \Phi_{RU} R_U \cdots (2.5.2)$$

ここに.

 P_i : 作用の特性値

 S_i : 作用効果であり、作用の特性値に対して算出される部材等の応答値

R_S: 部材等の限界状態1又は限界状態2に対応する部材等の抵抗に 係る特性値

R_{vi}: 部材等の限界状態3に対応する部材等の抵抗に係る特性値

γ_{ni}:荷重組合せ係数

γ_{αi}:荷重係数

ξ₁:調査・解析係数

ξ₂: 部材·構造係数

Φ_{RS}: 部材等の限界状態1又は限界状態2に対応する部材等の抵抗に 係る抵抗係数

Φ_{RU}: 部材等の限界状態 3 に対応する部材等の抵抗に係る抵抗係数

- 2) 部材等の限界状態を代表させる事象を、部材等の限界状態1又は限界状態2と限界 状態3のいずれかに区分し難い場合には、当該事象を部材等の限界状態3として代 表させ、2.3(1) に規定する作用の組合せに対して、部材等の限界状態3を必要な信 頼性をもって超えないことを式(2.5.2) で満足することにより確認する。
- (3)式(2.5.1)及び式(2.5.2)の作用効果は,道示V編2.6の規定,道示V編3章,4章及び5章の規定に従い算出する。
- (4)式(2.5.1)及び式(2.5.2) の作用の特性値,荷重組合せ係数及び荷重係数は,道示V編2.3の規定に従い設定する。

- (5)式(2.5.1)及び式(2.5.2)の抵抗係数並びに抵抗の特性値は,道示V編6章及び8章以降の規定に従い設定する。
- (6)式(2.5.1)及び式(2.5.2)の調査・解析係数は,道示 I 編 3.3 に規定する⑩の作用の組合せを考慮する場合は 1.00 とすることを標準とする。
- (7)式(2.5.2)の部材・構造係数は、道示V編6章及び8章以降の規定に従い設定する。
- (8) 地盤振動変位が部材に及ほす影響については,道示V編 2.3(2)1)から 3)に規定する 地震の影響を考慮する状況に対して部材等の限界状態を超えないことを確認すると ともに地中部の構造に適切に朔件変形能を付与できるように構造上の配慮をしなけれ ばならない。
- (9) 橋の耐震設計において、部材等の塑性化を期待する部材等を連結する場合には、各構造間について、以下の1)から3)を満足しなければならない。
 - 1)上部構造,下部構造及び上下部接続部の限界状態と,各構造間の接合部の限界状態の関係を明確にしたうえで,これらの構造全体の所要の機能が発揮されるようにしなければならない。
 - 2)連結される各構造は、各構造間の接合部の耐荷機構の前提及び連結される各構造の耐荷機構の前提となる状態が確保されるようにしなければならない。
 - 3) これらの構造間の接合部は、構造間に生じる相互の断面力を確実に伝達できるようにしなければならない。
- (10) 液状化が生じる土層を有する地盤上にある橋の耐震設計では、液状化が橋に及ほす 影響を適切に考慮しなければならない。ただし、道示 I 編 3.3 に規定する⑨の作用の 組合せを考慮する場合には、液状化が橋に及ぼす影響を考慮しなくてもよい。
- (11)7 章の規定による場合は、規定する液状化が橋に及ほす影響を適切に考慮したとみなしてよい。
- (12) 液状化が橋に及ぼす影響を考慮する場合は、液状化が生じると仮定した場合及び液状化が生じないと仮定した場合のいずれの場合も橋の性能を満足しなければならない。
- (13) 基礎の塑性化を期待する場合は、基礎が塑性化すると仮定した場合及び基礎が塑性化しないと仮定した場合のいずれの場合にも橋の性能を満足しなければならない。

1-6 構造解析

道示V (H29.11) P37

応答値の算出にあたっては、照査の目的、橋及び橋を構成する部材等の振動特性並びに地盤の抵抗特性等を踏まえ、地震の影響を適切に評価できる解析理論及び解析モデルを、適用性が検証された範囲で用いなければならない。

道示V (H29.11) P38

1-7 その他の必要事項

1 - 7 - 1 一般

- (1)橋の耐震設計においては、橋の耐荷性能に加えて、その他、耐震設計上、橋の性能を満足するために必要な事項の検討を行わなければならない。
- (2)(1)を満足するために必要な事項として,以下の 1)から 3)を満足しなければならない。
 - 1)上下部接続部に支承部を用いる場合、その破壊を想定したとしても、下部構造が不安定とならず、上部構造を支持することができる構造形式とする。
 - 2)上下部接続部に支承部を用いる場合、その破壊を想定したとしても、上部構造が容易には下部構造から落下しないように、適切な対策を別途講じる。
 - 3)B種の橋については、上下部接続部に支承部を用いる場合、その破壊を想定したとしても、機能の回復を速やかに行いうる対策を講じる必要があるかどうかを検討し、必要がある場合には、構造設計上実施できる範囲を検討し、必要に応じて構造設計に反映する。
- (3) 道示 V13.3 の規定により対策を講じる場合は, (2) 2) を満足するとみなしてよい。

1-7-2 構造設計上の配慮事項

道示V (H29.11) P42

橋の耐震設計では、経済性、地域の防災計画及び関連する道路網の計画との整合性も 考慮したうえで、少なくとも1)から5)の観点について楠造設計上実施できる範囲を検討 し、必要に応じて構造設計に反映させなければならない。

- 1) 設計で前提とする施工品質の確認方法の観点
- 2)橋の一部の部材及び接続部の損傷,地盤変動等の可能性に対する,構造上の補完性 又は代替性の観点。このとき少なくとも,以下のi)及びii)について検討する。
 - i) 塑性化を期待しない部材を含む全ての部材に対する脆性的な破壊が生じることを 回避することへの配慮
 - ii) 部材に生じるねじりの影響をできるだけ少なくすることへの配慮
- 3) 地震後の点検及び修繕が困難となる箇所をできるだけ少なくすることの観点
- 4) 地震後の更新及び修繕の実施方法について検討しておくことが望ましい部材の選定 とそれを確実に行える橋の構造とすることの観点
- 5) 局所的な応力集中、複雑な挙動、滞水等が生じにくい細部構造とすることの観点

道示V (H29.11) P46

2 橋に作用する地震動の特性値

2-1 地震動の特性値の設定

- (1)1-2 に規定する耐荷性能の照査において地震の影響を考慮する状況を設定するにあたっては、橋の設計供用期間中にしばしば発生する地震動(以下「レベル1地震動」という。)及び橋の設計供用期間中に発生することは極めて稀であるが一旦生じると橋に及ぼす影響が甚大であると考えられる地震動(以下「レベル2地震動」という。)を適切に設定しなければならない。
- (2) 地震動の特性値の設定にあたっては、以下の1)から3)を考慮しなければならない。
 - 1) 地震動特性, 橋の地震応答特性及びそれらのばらつきの影響
 - 2) 地盤の振動特性及びそのばらつきの影響
 - 3) 橋の周辺地域で発生する地震の規模,発生位置等に応じた地震動強度及びそのばらつきの影響
- (3) レベル 1 地震動及びレベル 2 地震動の特性値を,道示V3.2 から 3.7 の規定により設定する場合には ,(1) 及び(2) を満足 するとみなしてよい。

2-2 レベル1地震動の特性値

レベル 1 地震動の特性値は,道示V3.5 に規定する耐震設計上の地盤面において,耐震設計上の地盤種別を道示V3.6 の規定により区別したうえで,式 (3.2.1)による加速度応答スペクトルに基づいて算出する。

$$S = c_z S_0 \cdots (3.2.1)$$

$$z z kz,$$

S: レベル1 地震動の加速度応答スペクトル (m/s²) (四捨五入により 小数点以下2 桁とする)

 c_z : 3.4 に規定するレベル1 地震動の地域別補正係数

 S_0 : レベル1地震動の標準加速度応答スペクトル (m/s^2) で、3.6 に 規定する耐震設計上の地盤種別及び固有周期 T(s) に応じて表 -3.2.1 に規定する減衰定数 0.05 の加速度応答スペクトルの値とする。

表-3.2.1 レベル1地震動の標準加速度応答スペクトル S₀

地盤種別	固有周期 $T(s)$ に対する $S_0(m/s^2)$			
I種	$T < 0.10$ $S_0 = 4.31 T^{1/3}$ ただし、 $S_0 \ge 1.60$	$0.10 \le T \le 1.10$ $S_0 = 2.00$	$1. 10 < T$ $S_0 = 2. 20 / T$	
Ⅱ種	T < 0.20 $S_0 = 4.27 T^{1/3}$ ただし、 $S_0 \ge 2.00$	$0.20 \le T \le 1.30$ $S_0 = 2.50$	$1.30 < T S_0 = 3.25 / T$	
Ⅲ種	$T < 0.34$ $S_0 = 4.30 \ T^{1/3}$ ただし、 $S_0 \ge 2.40$	$0.34 \le T \le 1.50$ $S_0 = 3.00$	$1.50 < T$ $S_0 = 4.50 / T$	

2-3 レベル2地震動の特性値

- (1) レベル 2 地震動の特性値は、プレート境界型の大規模な地震を想定した地震動(以下「レベル 2 地震動(タイプ I)」という。)と、内陸直下型地震を想定した地震動(以下「レベル 2 地震動(タイプ II)」という。)の 2 種類を考慮する。
- (2) レベル 2 地震動 (タイプ I) 及びレベル 2 地震動 (タイプ II) の特性値は,道示V3.5 に規定する耐震設計上の地盤面において,耐震設計上の地盤種別を道示V3.6 の規定により区別したうえで,それぞれ,式(3.3.1) 及び式(3.3.2) による加速度応答スペクトルに基づいて算出する。

$$S_{I} = c_{Iz} S_{I0}$$
 (3. 3. 1)
 $S_{II} = c_{IIz} S_{II0}$ (3. 3. 2)
 $\sum \zeta \zeta$

 $S_{\rm I}$: レベル 2 地震動(タイプ ${\rm I}$)の加速度応答スペクトル $({\rm m/s^2})$ (四 捨五入により小数点以下 2 桁とする)

 S_{II} : レベル 2 地震動(タイプ II)の加速度応答スペクトル (m/s^2) (四 捨五入により小数点以下 2 桁とする)

 c_{1z} : 3.4 に規定するレベル 2 地震動(タイプ I)の地域別補正係数

 c_{IIz} : 3.4 に規定するレベル 2 地震動(タイプ II)の地域別補正係数

 S_{10} : レベル 2 地震動(タイプ I) の標準加速度応答スペクトル(m/s^2)で、3.6 に規定する耐震設計上の地盤種別及び固有周期 T (s) に応じて表-3.3.1 に規定する減衰定数 0.05 の加速度応答スペクトルの値とする。

 S_{II0} : レベル 2 地震動(タイプ II)の標準加速度応答スペクトル (m/s^2) で、3.6 に規定する耐震設計上の地盤種別及び固有周期 T (s) に応じて表-3.3.2 に規定する減衰定数 0.05 の加速度応答スペクトルの値とする。

表-3.3.1 レベル 2 地震動(タイプ I)の標準加速度応答スペクトル S_{10}

地盤種別	固有周期 T (s) に対する S_{10} (m/s 2)				
I種	$T < 0.16$ $S_{10} = 25.79 T^{1/3}$	$0.16 \le T \le 0.60$ $S_{10} = 14.00$	$0.60 < T$ $S_{10} = 8.40 / T$		
Ⅱ種	$T < 0.22$ $S_{10} = 21.53 T^{1/3}$	$0.22 \le T \le 0.90$ $S_{10} = 13.00$	$0.90 < T$ $S_{10} = 11.70 / T$		
Ⅲ種	$T < 0.34$ $S_{10} = 17.19 T^{1/3}$	$0.34 \le T \le 1.40$ $S_{10} = 12.00$	$1.40 < T$ $S_{10} = 16.80 / T$		

表-3.3.2 レベル 2 地震動(タイプ Π)の標準加速度応答スペクトル $S_{\Pi 0}$

地盤種別	固有周期 $T(s)$ に対する $S_{110}~(\mathrm{m/s^2})$				
I種	T < 0.30 $S_{II 0} = 44.63 T^{2/3}$	$0.30 \le T \le 0.70$ $S_{\text{II}0} = 20.00$	$0.70 < T$ $S_{\text{II}0} = 11.04 / T^{5/3}$		
Ⅱ種	$T < 0.40$ $S_{II 0} = 32.24 T^{2/3}$	$0.40 \le T \le 1.20$ $S_{II0} = 17.50$	$1.20 < T$ $S_{110} = 23.71 / T^{5/3}$		
Ⅲ種	T < 0.50 $S_{II 0} = 23.81 T^{2/3}$	$0.50 \le T \le 1.50$ $S_{\text{II}0} = 15.00$	$1.50 < T$ $S_{\text{II 0}} = 29.48 / T^{5/3}$		

レベル 1 地震動の地域別補正係数 $C_{\rm Z}$, レベル 2 地震動 $(タイプ~{\rm I})$ の地域別補正係数 $C_{\rm IZ}$ 及びレベル 2 地震動 $(タイプ~{\rm II})$ の地域別補正係数文 $C_{\rm IZ}$ は,表-3.4.1 に示す地域 区分に応じた値とする。ただし,架橋地点が地域区分の境界線上にある場合には,係数 の大きい方を用いなければならない。

表-3.4.1 地域別補正係数と地域区分

地域	地域	別補正	係数	対 象 地 域		
区分	Cz	$c_{_{\mathrm{I}z}}$	c_{IIz}			
Al	1.0	1.2	1.0	千葉県のうち館山市, 木更津市, 勝浦市, 鴨川市, 君津市, 富津市, 南房総市, 夷隅郡, 安房郡 神奈川県 山梨県のうち富士吉田市, 都留市, 大月市, 上野原市, 西八代郡, 南巨摩郡, 南都留郡 静岡県 愛知県のうち名古屋市, 豊橋市, 半田市, 豊川市, 津島市, 刈谷市, 西尾市, 蒲郡市, 常滑市, 稲沢市, 新城市, 東海市, 大府市, 知多市, 豊明市, 田原市, 愛西市, 清須市, 弥富市, あま市, 海部郡, 知多郡, 額田郡, 北設楽郡のうち東栄町三重県(津市, 松阪市, 名張市, 亀山市, いなべ市, 伊賀市, 三重郡 菰野町を除く。) 和歌山県のうち新宮市, 西牟婁郡, 東牟婁郡 徳島県のうち那賀郡, 海部郡		
A2	1.0	1.0	1.0	A1, B1, B2, C 地域以外の地域		
B1	0. 85	1.2	0. 85	愛媛県のうち宇和島市、北宇和郡、南宇和郡 高知県 (B2 地域に掲げる地域を除く。) 宮崎県のうち延岡市、日向市、児湯郡 (西米良村及び木城町 を除く。)、 東臼杵郡のうち門川町		
B2	0.85	1.0	0. 85	北海道のうち札幌市、函館市、小樽市、室廟市、北見市、夕張市、岩見沢市、網走市、苫小牧市、美唄市、芦別市、江別市、赤平市、三笠市、千歳市、滝川市、砂川市、駅志内市、深川市、富良野市、登別市、恵庭市、伊達市、北広島市、石狩市、北斗市、石狩郡、松前郡、上磯郡、角田郡、茅部郡、 二本郡、人遠郡、橋山郡、南志郡、與民郡、瀬棚郡、入遠郡、島牧郡、寿都郡、磯谷郡、虻田郡、岩内郡、古字郡、積丹郡、古平郡、余市郡、空知郡、夕張郡、樺戸郡、雨竜郡、上川郡(上川総合振興局)のうち東神楽町、上川町、東川町及び美瑛町、勇払郡、網走郡、斜里郡、常呂郡、有珠郡、白老郡青森県のうち青森市、弘前市、黒石市、五所川原市、むつ市、つがる市、平川市、東津軽郡、西津軽郡、中津軽郡、南津軽郡、北津軽郡、下北郡、秋田県、山形県、山形県、山形県、山形県、山形県、山郡県、山郡県、東京、東京、東京、東京、東京、東京、東京、東京、東京、東京、東京、東京、東京、		

地域	地域	別補正	係数	사 65 14 15
区分	C_z	$c_{_{\mathrm{I}z}}$	$c_{_{IIz}}$	対象地域
B2	0. 85	1.0		富山県のうち魚津市, 滑川市, 黒部市, 下新川郡石川県のうち輪島市, 珠洲市, 鳳珠郡島取県のうち米子市, 倉吉市, 境港市, 東伯郡, 西伯郡, 日野郡島取県。阿山県, 広島県 徳島県のうち美馬市, 三好市, 美馬郡, 三好郡香川県のうち高松市, 丸亀市, 坂出市, 善通寺市, 観音寺市, 三豊市, 小豆郡, 香川郡, 綾歌郡, 仲多度郡愛媛県 (BI 地域に掲げる地域を除く。)高知県のうち長岡郡, 土佐郡, 吾川郡(いの町のうち旧伊野町の地区を除く。) 熊本県(C 地域に掲げる地域を除く。) 古崎県(C 地域に掲げる地域を除く。)
С	0.7	0.8	0. 7	北海道のうち旭川市、留萌市、稚内市、紋別市、土別市、名客市、上川郡(上川総合振興局)のうち鵬栖町、当麻町、比布町、愛別町、和寒町、剣淵町及び下川町、中川郡(上川総合振興局)、増毛郡、留萌郡、苫前郡、天塩郡、宗谷郡、枝幸郡、礼文郡、利尻郡、紋別郡山口県、福岡県、佐賀県、長崎県熊本県のうち荒尾市、水俣市、玉名市、山鹿市、宇土市、上天草市、天草市、玉名郡、葦北郡、天草郡大分県のうち中津市、豊後高田市、杵築市、宇佐市、国東市、東国東郡、速見郡 鹿児島県(奄美市及び大島郡を除く。)沖縄県

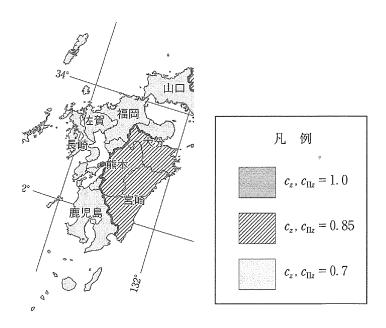
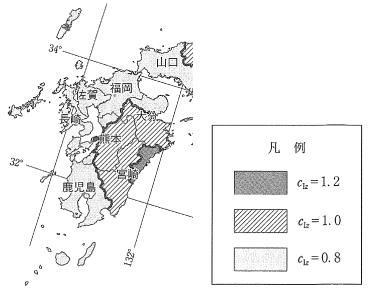


図-解 3.4.2 レベル 1 地震動及びレベル 2 地震動(タイプ II)の地域別補正係数の地域区分



図−解3.4.3 レベル2地震動(タイプI)の地域別補正係数の地域区分

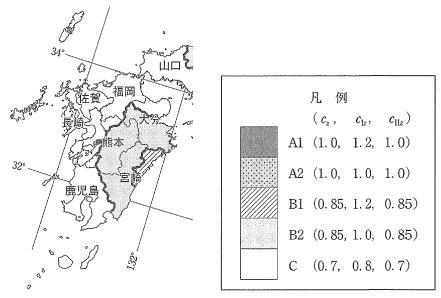


図-解3.4.4 表-3.4.1 に示す地域別補正係数の地域区分

2-5 耐震設計上の地盤面

耐震設計上の地盤面は、地震時に水平抵抗を期待できる地盤の上面とし、以下の1)から3)のうちいずれか深い地盤面で設定する。

- 1) 道示IV8. 5. 2 に規定する設計上の地盤面
- 2) フーチングを有する基礎においてはフーチング下面
- 3) 地震時に地盤反力が期待できない土層がある場合には、その土層の下面。ただし、 地震時に地盤反力が期待できない土層が互層状態で存在する場合には、層厚が 3m 以 上の地盤反力が期待できる最も浅い土層の上面。ここで、地震時に地盤反力が期待 できない土層とは地盤反力係数、地盤反力度の上限値及び最大周面摩擦力度(以下 これらを「耐震設計上の土質定数」という。)を零とする土層であり、以下のi)又 は ii)に該当する土層とする。
 - i) 道示 V7.2 の規定により橋に影響を与える液状化が生じると判定された土層のうち, 道示 V7.3 の規定により耐震設計上の土質定数を零とする土層
 - ii)地表面から 3m 以内の深さにある粘性土層で、一軸圧縮試験又は原位置試験により推定される一軸圧縮強度が 20kN/m2 以下の土層(以下「耐震設計上ごく軟弱な土層」という。)

2-6 耐震設計上の地盤種別

2-6-1 一般

道示V (H29.11) P68

耐震設計上の地盤種別は、道示V3.7 に規定する耐震設計上の基盤面から地表面までの範囲の地盤の基本固有周期 T₆に応じ、表-3.6.1により区別する。ただし、地表面が耐震設計上の基盤面と一致する場合には、耐震設計上の地盤種別を I 種とする。

表-3.6.1 耐震設計上の地盤種別

地盤種別	地盤の基本固有周期 T_G (s)
I種	$T_G < 0.20$
Ⅱ種	$0.20 \le T_G < 0.60$
Ⅲ種	$0.60 \le T_G$

2-6-2 地盤の基本固有周期

道示V (H29.11) P69

- (1) 耐震設計上の基盤面は、架橋位置に共通する広がりを持ち、橋の耐震設計上振動するとみなす地盤の下に存在する十分墜固な地盤の上面とする。
- (2) 平均せん断弾性波速度が 300m/s 程度以上の値を有している剛性の高い地層は, (1) に 規定する十分堅固な地盤とみなしてよい。

$$T_G = 4\sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}}$$
 (3. 6. 1)

ここに.

 T_G : 地盤の基本固有周期 (s)

 $H_i: i$ 番目の地層の厚さ (m)

 V_{si} : i番目の地層の平均せん断弾性波速度 (m/s)

i: 当該地盤が地表面から耐震設計上の基盤面まで n 層に区分される 場合の地表面から i 番目の地層の番号

- (3)式 (3.6.1)で用いる平均せん断弾性波速度 V_{si} は、橋の建設地点における地層のせん 断弾性波速度を適切な方法で測定又は推定して求めなければならない。
- (4) 平均せん断弾性波速度 V_{si} を,弾性波探査,PS 検層等の適切な手法で直接計測して求める場合又は式(3.6.2)により推定する場合には,(3) を満足するとみなしてよい。

粘性土層の場合
$$V_{si} = 100 N_i^{1/3} \quad (1 \le N_i \le 25)$$
 砂質土層の場合
$$V_{si} = 80 N_i^{1/3} \quad (1 \le N_i \le 50)$$
 (3. 6. 2)

ここに.

N: 標準貫入試験による i 番目の地層の平均 N 値

2-7 耐震設計上の基盤面

- (1) 耐震設計上の基盤面は、架橋位置に共通する広がりを持ち、橋の耐震設計上振動するとみなす地盤の下に存在する十分墜固な地盤の上面とする。
- (2) 平均せん断弾性波速度が 300m/s 程度以上の値を有している剛性の高い地層は, (1) に 規定する十分堅固な地盤とみなしてよい。

3 地震の影響の特性値

3-1 慣性力

3-1-1 一般

- (1) 慣性力は、橋の振動特性に応じて地震時に同一の振動をするとみなし得る構造系(以下「設計振動単位」という。)を適切に設定したうえで、設計振動単位ごとにその大きさを適切に算出するとともに、作用方向を適切に設定しなければならない。
- (2)水平方向の慣性力の大 ぎさ は、動的解析を用いる場合は道示V4.1.2の規定、静的解析を用いる場合は道示V4.1.3の規定により算出することを標準とする。
- (3) 水平方向の慣性力の作用方向は、部材ごとに影響が最も大きくなる方向及びその直角方向とし、それぞれの方向に別々に作用させる。部材ごとに影響が最も大きくなる方向及びその直角方向は、以下の1)から4)によることを標準とする。
 - 1) 橋脚の慣性力の作用方向は、橋脚の断面二次モーメントが最小となる軸周りに曲げモーメントを発生させる方向及びその直角方向
 - 2) 橋台の慣性力の作用方向は、土圧の水平成分の作用方向及びその直角方向
 - 3) 基礎の慣性力の作用方向は、これが支持する橋台又は橋脚に作用させる慣性力と同じ方向
 - 4) 上部構造の慣性力の作用方向は、橋軸及び橋軸直角方向
- (4)以下の1)又は2)に該当する場合は、(3)によるほか、鉛直方向の慣性力も適切に考慮しなければならない。
 - 1) 支承部及び支承部と上下部構造との接合部
 - 2) 永続作用により大きな偏心モーメントを受ける橋脚
- (5)下部構造の頂部において上部構造を支持する支点の条件が慣性力の作用方向に対して可動の場合には、(2)によらず、上部構造の慣性力の代わりに、以下の1)及び2)を下部構造に考慮しなければならない。
 - 1)レベル1地震動を考慮する設計状況に対しては、支承の静摩擦力
 - 2) レベル 2 地震動を考慮する設計状況に対しては、橋脚の場合は、上部構造の死荷重 反力の 1/2 に道示 V 4.1.6 に規定する設計水平震度を乗じた力。橋台の場合は、支承 の静摩擦力

道示V (H29.11) P73

- (1)動的解析を用いる場合の慣性力の大きさは、レベル1地震動及びレベル2地震動の強度、周期特性、位相特性及び継続時間並びに橋の減衰数等を考慮して、動的解析に用いる加速度波形を適切に設定したうえで、構造物の応答加速度を質量に乗じて算出する。
- (2) 道示 V4. 1. 2(3) から(5) による場合は,(1) の加速度波形を適切に設定したとみなしてよい。
- (3)動的解析に用いる加速度波形には、式(3.2.1)により算出するレベル 1 地震動並びに式(3.3.1)及び式(3.3.2)により算出するレベル 2 地震動の加速度応答スペクトルと同様の特性を有するように既往の代表的な強震記録を振幅調整した加速度波形を用いる。橋の誠衰定数が 0.05 と大きく異なる場合には、式(3.2.1)並びに式(3.3.1)及び式(3.3.2)により算出する加速度応答スペクトルに、式(4.1.1)により算出する減衰定数別補正係数 C_0 を乗じて求めた加速度応答スペクトルをレベル 1 地震動及びレベル 2 地震動の加速度応答スペクトルとして用いる。

$$c_D = \frac{1.5}{40h+1} + 0.5$$
 (4. 1. 1)

ここに,

h:減衰定数

- (4)振幅調整しようとする強震記録を選定するにあたっては,以下の1)及び2)を考慮しなければならない。また,レベル2地震動を考慮する設計状況においては,位相特性が異なる振幅調整した加速度波形を少なくとも3波形用いるものとし,レベル1地震動を考慮する設計状況においては,1波形を用いる。
 - 1)振幅調整しようとする強震記録の加速度応答スペクトルが目標とする加速度応答スペクトルと類似した特性を有すること。
 - 2) 部材の塑性化を期待する場合は、以下の i) 及び ii) の特性を有すること。
 - i)レベル2地震動(タイプI)については、継続時間が長く、地震動の繰返しが橋の非線形応答に与える影響が大きい位相特性
 - ii) レベル2 地震動(タイプⅡ)については、継続時間は短いが振幅の大きな地震動が 橋の非線形応答に与える影響が大きい位相特性
- (5) 慣性力の算出に際しては、設計振動単位ごとに同じレベル1地震動の加速度波形及びレベル2地震動の加速度波形を用いることを原則とする。

3-1-3 静的解析を用いる場合の慣性力

静的解析を用いる場合の慣性 力の大きさは,道示V4.1.5 に規定する設計振動単位の 固有周期を算出し,道示V4.1.6 に規定する設計水平震度を求め,構造物の重量に乗じて 算出する。 道示V (H29.11) P81

3-1-4 設計震度単位

道示V (H29.11) P83

- (1) 設計振動単位は、橋脚及び橋台の剛性及び高さ、基礎とその周辺地盤の特性、上部構造の特性及び支持条件が橋の振動特性に及ぼす影響を考慮して、地震時に同一の振動をするとみなして慣性力の算出が行える構造系ごとに橋を分割し、適切に設定しなければならない。
- (2)以下の1)から3)により,設計振動単位を設定する場合は,(1)を満足するとみなしてよい。
 - 1)複数の下部構造の頂部において一連の上部構造の支持条件が慣性力の作用方向に固定又は弾性支持の場合には、その作用方向に対して、それらの複数の下部構造とそれらが支持している上部構造部分からなる構造系を1つの設計振動単位とする。
 - 2) 1 基の下部構造の頂部において上部構造の支持条件が慣性力の作用方向に固定又は 弾性支持の場合には、その作用方向に対して、その1 基の下部構造とそれが支 持している上 部構造部分からなる構造系を 1 つの設計振動単位とす る。
 - 3)下部構造の頂部において上部構造の支持条件が慣性力の作用方向に可動支持の場合には、その作用方向に対して、その1基の下部構造のみからなる構造系を1つの設計振動単位とする。

3-1-5 設計震度単位の固有周期

- (1)設計振動単位の固有周期は、橋を構成する各部材等の変形の影響を考慮して適切に算出しなければならない。
- (2) 道示 V2.6 の規定に基づき適切にモデル化し、固有値解析により設計振動単位の固有 周期を算出する場合には、(1) を満足するとみなしてよい。このとき、道示 V3.5 の規 定による耐震設計上ごく軟弱な土層又は道示 V7.2 の規定により液状化が生じると判 定される土層を有する場合は、耐震設計上の土質定数の低減を行わずに固有周期を算 出する。ただし、静的解析を用いる場合は、設計振動単位に応じて、以下の1)又は2) により固有周期を算出してもよい。
 - 1) 設計振動単位が、1 基の下部構造とそれが支持している上部構造部分からなる場合 又は1 基の下部構造のみからなる場合、固有周期は式(4.1.2)により算出する。

$$T=2.01\sqrt{\delta}$$
 (4.1.2)

ここに.

T: 設計振動単位の固有周期 (s)

- δ:耐震設計上の地盤面より上にある下部構造の重量の80%と、それが支持している上部構造部分の全重量に相当する力を慣性力の作用方向に作用させた場合の上部構造の慣性力の作用位置における変位(m)
- 2)設計振動単位が、複数の下部構造とそれが支持している上部構造部分からなる場合には、固有周期は式(4.1.3)により算出する。

$$T = 2.01\sqrt{\delta}$$
 (4.1.3)

$$\delta = \frac{\int w(s) u(s)^2 ds}{\int w(s) u(s) ds}$$
 (4. 1. 4)

ここに,

w(s): 上部構造及び下部構造の位置 s における重量 (kN/m)

u(s):上部構造及び耐震設計上の地盤面より上の下部構造の重量に相当 する水平力を慣性力の作用方向に作用させた場合にその方向に生 じる位置 s における変位 (m)

なお, ∫は設計振動単位全体に関する積分を示す。

3-2 地震時土圧

道示V (H29.11) P98

- (1)地震時土圧は、構造物の種類、土質条件、土に生じるひずみの大きさ、土の力学特性の推定における不確実性等を適切に考慮して設定しなければならない。
- (2)橋台の土圧の作用面は、道示 I 8.7の規定による。
- (3) 道示 V4.2(4) による場合には、(1) を満足するとみなしてよい。

3-3 地震時動水圧

- (1) 地震時動水圧は、水位、下部構造の形状、寸法等を考慮して、適切に設定しなければならない。
- (2) 道示 V4.3(3) による場合は、(1) を満足するとみなしてよい。

3-4 地盤の流動力

- (1)地盤の流動力は、地盤条件、地形条件、下部構造の設置位置等を考慮して、適切に設定しなければならない。
- (2) 道示 V4.4.2 の規定により橋に影響を与える流動化が生じると判定された地盤において道示 V4.3(3) による場合は、(1) を満足するとみなしてよい。

4 構造解析手法

4-1 - 般

道示V (H29.11) P114

- (1)橋の耐震設計にあたっては、慣性力による断面力、応力、変位等の応答値の算出に、道示V5.2 に規定する動的解析を用いることを標準とする。ただし、部材等の塑性化を期待しない場合で以下の 1)に該当する場合又は部材等の塑性化を期待する場合で以下の 1)から 3)に該当する場合には、道示V5.3 に規定する静的解析を用いてもよい。
 - 1)1次の固有振動モードが卓越している。
 - 2) 塑性化の生じる部材及び部位が明確である。
 - 3)エネルギー一定則の適用性が検証されている。
- (2) 地盤抵抗は、道示 V3.5 に規定する耐震設計上の地盤面の下方において考慮することを標準とする。

4-2 動的解析

道示V (H29.11) P116

- (1)動的解析には、時刻歴応答解析を用いることを標準とする。
- (2)動的解析により応答値を算出するにあたって、部材のモデル化は以下の 1)から 3)を満足しなければならない。
 - 1)橋の構造特性を踏まえ、橋の地震時の挙動を評価できるように、部材の材料特性、地盤の抵抗特性等に応じて、適切に部材をモデル化する。
 - 2) 部材のモデル化は、その力学的特性及び履歴特性に応じて適切に行う。
 - 3) 橋の減衰特性は、橋を構成する部材等の振動特性を考慮して、適切にモデル化する。
- (3)動的解析による応答値の算出は、レベル2地震動を考慮する設計状況において、道示 V4.1.2 に規定する加速度波形を用いて算出した応答値の平均値を用いる。

4-3 静的解析

- (1) 静的解析には、荷重漸増載荷解析及びエネルギー一定則を用いることを標準とする。
- (2) 静的解析により応答値を算出するにあたって、部材のモデル化は、橋の構造特性を踏まえ、橋の地震時の挙動を評価できるように、部材の材料特性、地盤の抵抗特性等に応じて、適切に行わなければならない。

5 地震の影響を考慮する状況における部材等の設計

- (1) 地震の影響を考慮する状況における部材等の限界状態 1 に対応する特性値又は制限値は以下の 1) から 3) による。
 - 1) 鋼部材は道示Ⅱ編5章及び道示Ⅱ編9章から19章の規定に従う。
 - 2) コンクリート部材は道示Ⅲ編5章及び道示Ⅲ編7章から6章の規定に従う。ただし、 レベル2地震動を考慮する設計状況に対して、プレストレスを導入するコンクリー ト部材は道示V編6.4及び8章以降の規定に従う。
 - 3) 下部構造を構成する部材は道示IV編5章及び道示IV編7章から14章の規定に従う。
- (2) 地震の影響を考慮する状況において、部材等の塑性化を期待する場合、部材等の限界 状態 2 に対応する特性値又は制限値は以下の 1) から 3) による。
 - 1)鉄筋コンクリート部材は道示V編6.2及び8章以降の規定に従う。
 - 2) 鋼部材は道示 V編 6.3 及び 8 章以降の規定に従う。
 - 3) プレストレスを導入するコンクリート部材は道示 V編 6.4 及び 8 章以降の規定に従う。
- (3) 地震の影響を考慮する状況における部材等の限界状態 3 に対応する特性値又は制限値は以下の1)及び2)による。
 - 1) 塑性化を期待する場合は、以下の i) から iii) による。
 - i)鉄筋コンクリート部材は道示V編6.2及び8章以降の規定に従う。
 - ii) 鋼部材は道示 V編 6.3 及び 8 章以降の規定に従う。
 - iii)プレストレスを導入するコンクリート部材は道示V編 6.4 及び 8 章以降の規定に従う。
 - 2) 塑性化を期待しない場合は、以下の i) から iii) による。
 - i)鋼部材は I1 編 5 章及び I1 編 9 章から 19 章の規定に従う。
 - ii) コンクリート部材は道示Ⅲ編5章及び道示Ⅲ編7章から16章の規定に従う。
 - iii)下部構造を構成する部材は道示IV編5章及び道示IV編7章から14章の規定に従う。

6 地震の液状化

- (1)液状化が橋に及ぼす影響は、以下の1)及び2)により考慮する。
 - 1) 道示 V編7.2 の規定により橋に影響を与える液状化が生じるか否かを判定する。
 - 2) 道示 V編 7.2 の規定により橋に影響を与える液状化が生じると判定された土層に対して,道示 V編 7.3 の規定により耐震設計上の土質定数を低減し,これを設計に考慮する。

7 鉄筋コンクリート橋脚

塑性化を期待する鉄筋コンクリート橋脚を設計する場合は、以下の 1)から 5)を満足しなければならない。

- 1) 塑性化を期待する鉄筋コンクリート橋脚は、破壊形態を考慮したうえで、限界状態の特性値及び制限値を適切に設定し、地震時保有水平耐力を算出しなければならない。ここで、破壊形態は、曲げ破壊型、曲げ損傷からせん断破壊移行型及びせん断破壊型に区分することを標準とする。
- 2) 道示 V編 8.3 の規定による場合は、適切に破壊形態を区分し、破壊形態に応じた地 震時保有水平耐力を算出したとみなしてよい。
- 3)破壊形態に応じた鉄筋コンクリート橋脚の限界状態は道示V編8.4の規定による。
- 4) 上部構造等の死荷重による偏心モーメントが作用する場合は,道示V編 8.8 の規定によりその影響を考慮する。
- 5) 基礎との接合部は8.11の規定による。

道示V (H29.11) P161

8 橋脚基礎

橋脚基礎を設計する場合は、以下の1)から6)を満足しなければならない。

- 1) 橋脚基礎の応答値は,道示V編 10.3 に規定する橋脚基礎に作用する力を考慮して算出する。道示V編 7.2 の規定により橋に影響を与える 液状化が生じると判定される場合は,液状化が生じる場合及び液状化が生じない場合のいずれも応答値を算出する。道示V編 4.4.2 の規定により橋に影響を与える流動化が生じると判定される場合は,この影響のみを考慮した応答値も算出する。
- 2) 道示 V編 10.3(1)1) 及び 2) を考慮する場合で、橋脚基礎の塑性化を期待する場合には、道示 V編 10.4 の規定により橋脚基礎の応答塑性率及び応答変位を算出する。 各部材に生じる断面力は、この応答塑性率及び応答変位に達するときの値とする。
- 3) 道示 V編 10.3(1)3) を考慮する場合は、橋脚基礎天端の水平変位を算出する。各部材に生じる断面力は、この水平変位に達するときの値とする。
- 4) 道示 V編 10.3(1)1) 及び 2) を考慮する場合,杭基礎,ケーソン基礎,鋼管矢板基礎,地中連続壁基礎及び深礎基礎の限界状態の制限値については,それぞれ道示 IV編 10.9,11.9,12.10,13.9 及び 14.8 の規定による。
- 5) 道示 V編 10.3(1)3) を考慮する場合,基礎の降伏に達するときの基礎天端における水平変位の 2 倍を超えない場合には,基礎の限界状態 2 を超えないとみなしてよい。このとき,限界状態に対応する抵抗の制限値の設定にあたっては,地盤の流動力を考慮する必要のある範囲内の土層の水平抵抗を考慮してはならない。
- 6)2.3 に規定する地盤振動変位による局所的 な影響に対しては、構造条件、地盤条件 等を適切に考慮して必要な配慮を行わなければならない。杭基礎等の柔な構造の場合は、地盤振動変位に対して、少なくとも、地盤振動変位の深さ方向分布が急変する土層境界付近で塑性変形能を確保すれば、必要な配慮を行ったとみなしてよい。

9 橋台及び橋台基礎

道示V (H29.11) P243

橋台及び橋台基礎を設計する場合は、以下の1)から5)を満足しなければならない。

- 1)橋台及び橋台基礎の応答値は,道示V編 11.3 に規定する橋台及び橋台基礎に作用する力を考慮して算出する。
- 2) 橋台基礎の塑性化を期待する場合は,道示V編 11.4 の規定により橋台基礎の応答塑性率を算出する。各部材に生じる断面力はこの応答塑性率に達するときの値とする。
- 3) 杭基礎ケーソン基礎, 鋼管矢板基礎, 地中連続壁基礎及び深礎基礎の限界状態の制限値については, それぞれ道示IV編 10.9, 11.9, 12.10, 13.9 及び 14.8 の規定による。
- 4)以下の i)又は ii)に該当する場合を除き、レベル 1 地震動を考慮する設計状況に対して、橋台及び橋台基礎がそれぞれ限界状態 1 及び限界状態 3 を超えない場合は、レベル 2 地震動を考慮する設計状況に対して下部構造の限界状態 2 及び限界状態 3 を超えないとみなしてよい。
 - i) 道示 V編 7.2 の規定により橋に影響を与える液状化が生じると判定される土層を 有する地盤上にある場合
 - ii) レベル 2 地震動に対する橋台の荷重支持条件がレベル 1 地震動に対する橋台の 荷重支持条件と異なる場合
- 5) 道示V編 2.3 に規定する地盤振動変位による局所的な影響に対しては、構造条件、 地盤条件等を適切に考慮して必要な配慮を行わなければならない。杭基礎等の柔な 構造の場合は、地盤振動変位に対して、少なくとも、地盤振動変位の深さ方向分布 が急変する土層境界付近で塑性変形能を確保すれば、必要な配慮を行ったとみなし てよい。

10 上部構造

- (1) 道示 V編 12.5 に規定する構造細目を満足したうえで、上部構造を構成する全ての部材等が道示 V編 6.1 に規定する部材等の限界状態 1 を超えない場合には、上部構造の限界状態 1 を, 部材等の限界状態 3 を超えない場合には、上部構造の限界状態 3 を超えないとみなしてよい。
- (2) 曲げモーメント及び軸方向力を受けるプレストレストコンクリート箱桁が, 道示V編 12.3 の規定を満足する場合には, 限界状態 1 を超えないとみなしてよい。
- (3)曲げモーメント及び軸方向力を受けるプレストレストコンクリート箱桁の塑性化を 期待する場合,道示V編 12.4 の規定を満足する場合には限界状態 3 を超えないとみな してよい。

11 上下部接続部

11-1 支承部

11-1-1 支承部に作用する力

- (1) 支承部に作用する力は、橋の構造形式、支承の形式及び支承どうしの荷重分担等を考慮して設定しなければならない。
- (2)(3)及び(4)による場合には、(1)を満足するとみなしてよい。
- (3)支承部に作用する水平力のうち地震の影響による力は、4.1に規定する上部構造の慣性力とする。ただし、静的解析による場合で、鉄筋コンクリート橋脚又は基礎の塑性化を期待する場合には、塑性化を期待する橋脚又は基礎の応答変位が最大となるときの上部構造の慣性力の作用位置における水平力とする。
- (4) 支承部に作用する鉛直力のうち地震の影響による力は、以下の1)及び2)による。 1)式(13.1.1)及び式(13.1.2)により算出した値。なお、鉛直力及び反力はいずれも下向きを正とする。

$$R_{B\text{max}} = R_D + \sqrt{R_{HEQ}^2 + R_{VEQ}^2}$$

$$R_{B\text{min}} = R_D - \sqrt{R_{HEQ}^2 + R_{VEQ}^2}$$
(13. 1. 1)
$$(13. 1. 2)$$

ここに,

 R_{Bmax} : 支承部に生じる鉛直力の最大値 (kN)

R_{Bmin}: 支承部に生じる鉛直力の最小値 (kN)

R_D:上部構造の死荷重により支承部に生じる反力(kN)

 R_{HEQ} : (3)により算出する水平力が作用したときに支承部に生じる鉛直

反力(kN)

 R_{VEQ} : 設計鉛直震度によって支承部に生じる鉛直反力 (kN) で、式 (13.1.3) により算出する。

 k_V : 設計鉛直震度で、4.1.6(5)に規定する地盤面における設計水平震度に、表-13.1.1 に示す係数を乗じた値とする。

表-13.1.1 設計水平震度に乗じる係数

	レベル1地震動	レベル2地震動		
	レベル1地展期	タイプ I	タイプⅡ	
係数	0.50	0.50	0. 67	

2) レベル 2 地震動を考慮する設計状況に対しては $-0.3R_D$ 。 ただし, R_{Bmin} が正の場合で鉛直方向の変位を拘束しなくても地震後に支承部の機能が確保される支承部を採用する場合は除く。

11-1-2 支承部の限界状態

道示V (H29.11) P264

- (1) 支承部の限界状態は、道示 I 編 10.1.4 の規定による。
- (2) 支承部を構成する部材等の限界状態を設定する場合は,道示V編 2.4.6 の規定に従い 限界状態を超えないとみなせる制限値を適切に設定しなければならない。
- (3) (1) 及び(2) の設定にあたっては、以下の 1) 及び 2) の範囲を考慮して行わなければならない。
 - 1)以下の i)及び ii)の力学的特性が、実験により明らかである範囲
 - i) 支承に求められる荷重伝達,変位追随等の機能が失われるときが明らかであり, その状態に対する安全性が確保できること。
 - ii) 地震による繰返し作用に対して強度の低下が生じず安定して挙動すること。
 - 2) 支承の荷重と変位の関係,減衰特性等の力学的特性を評価する方法が明らかである 範囲
- (4)(3)1)にあたっては,少なくとも以下の1)及び2)の実験条件を考慮しなければならない。
 - 1) 支承部に作用する鉛直力と水平力に応じた荷重抵抗機構
 - 2) 温度等、支承の使用が想定される環境条件

11-1-3 支承部に耐荷性能の照査

道示V (H29.11) P267

- 道示V編 13.1.1 で算出した力が作用したときの支承部各部の応答が、以下の 1)から 3) を満足する場合は、支承部の限界状態を超えないことについて所要の信頼性を有するとみなしてよい。
 - 1)支承部の限界状態1

道示V編 13.1.2 の規定に基づき設定した支承部の限界状態 1 に対応する部材等の 抵抗の制限値を超えない。

2)支承部の限界状態2

道示V編 13.1.2 の規定に基づき設定した支承部の限界状態 2 に対応する部材等の 抵抗の制限値を超えない。

3) 支承部の限界状態3

道示V編 13.1.2 の規定に基づき設定した支承部の限界状態 3 に対応する部材等の 抵抗の制限値を超えない。

11-1-4 上下部構造との取付部

上部構造及び下部構造への支承取付部は、道示V編 6.5 の規定に従い地震の影響に伴う載荷の繰返しも考慮したうえで、作用を分担する耐荷機構を適切に設定し、それが確実に実現される構造としなければならない。

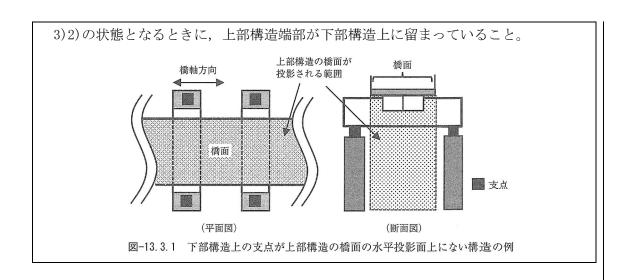
11-2 落橋防止システム

11-2-1 一般

道示V (H29.11) P275

- (1) 落橋防止システムは以下の 1) から 3) の設計で考慮する方向に対して独立して働くシステムから構成されるものとする。
 - 1) 橋軸方向
 - 2) 橋軸直角方向
 - 3)水平面内での回転方向(以下「回転方向」という。)
- (2) 橋軸方向に対しては道示V編 13.3.2, 橋軸直角方向に対しては道示V編 13.3.3 及び回転方向に対しては道示V編 13.3.4 の規定による場合には,上部構造が容易には落下しないように適切な対策を講じたとみなしてよい。
- (3)道示V編 13.3.9 の規定による場合は、(2)によらず、上部構造が容易には落下しないように適切な対策を講じたとみなしてよい。
- 11-2-2 橋軸方向に対して上部構造が容易には落下しないための対策

- (1) 橋軸方向に対して上部構造が容易には落下しないための対策は, (2) の桁かかり長を確保するとともに, (3) の落橋防止構造を設けることにより行う。
- (2) 橋軸方向に対する桁かかり長は、以下の1)から3)を満足するように確保する。
 - 1)必要桁かかり長は、一連の上部構造の端支点部において確保する。ただし、図-13. 3.1 に示す下部構造上の支点が上部構造の橋面の水平投影面上にない場合は、当該 支点部でも確保する。
 - 2) 必要桁かかり長は、一連の上部構造端部から橋軸方向に確保する。
 - 3) 必要桁かかり長は、道示 V編 13.3.5(1) の規定により算出する。
- (3) 落橋防止構造は, 道示 V編 13.3.6 に規定する構造を, 以下の 1) から 3) により設置する。
 - 1)落橋防止構造は、一連の上部構造を支持する支点部のうち、必要桁かかり長を確保した支点部に設置する。
 - 2) 落橋防止構造は、上部構造がこれを支持する下部構造から橋軸方向に対する桁かかり長を超えて逸脱することのない範囲で機能するように設置する。
 - 3) 落橋防止構造を橋軸方向に対する桁かかり長の 0.75 倍以下の範囲で機能するように設置する場合には、2) を満足するとみなしてよい。
- (4) 橋軸方向に対して, 両端が橋台に支持された一連の上部構造を有する橋で, 以下の 1) から 3) を満足する場合には, (3) によらず, パラペットと橋台背面土が協働して落橋 防止構造と同等の役割を果たすとみなしてよい。
 - 1) 道示IV編 7.4.4 に規定するパラペットを有し、かつ、橋台背面土圧に対して抵抗するように設計された橋台であること。ただし、橋脚と同様の振動特性を有する橋台は除く。
 - 2)上部構造が、一方の上部構造端部における橋軸方向に変位したと仮定したときに、他端部に位置する橋台パラペットで拘束される状態になること。



11-2-3 橋軸直角方向に対して上部構造が容易には落下しないための対策

道示V (H29.11) P279

- (1) 橋軸直角方向に対して上部構造が容易には落下しないための策対は, (2) の桁かかり 長を確保することにより行う。
- (2) 橋軸直角方向に対する桁かかり長は、以下の1)から3)を満足するように確保する。
 - 1) 必要桁かかり長は、一連の上部構造の全ての支点部において確保する。
 - 2) 必要桁かかり長は、橋軸直角方向に確保する。
 - 3) 必要桁かかり長は、上部構造が下部構造に対して相対的に橋軸直角方向に道示V編13.3.5(1)の規定により算出した長さ分だけ移動した場合に、安定して下部構造上に留まることのできる長さとする。ただし、道示V編13.3.5(1)の規定により算出した必要桁かかり長が一連の上部構造の両端部で異なる場合は、いずれか長い方を用いる。
- (4) 両端が橋台であっても、上部構造の平面形状や橋台の位置関係によっては上部構造の応答が拘束されない場合がある。例えば、図-解 13.3.1 のような橋の場合、左側の上部構造端部位置における橋軸方向に対して上部構造が変位した場合、右側の上部構造端部の位置では橋台に接触せず上部構造変位が拘束される状態とならない。このような場合は落橋防止構造と同等の役割を持つ条件が備わっているとはいえないことから、これを条件として明確にするために 2) が規定されている。なお、この判断は、橋台パラペットに接陳する条件か否かにより行う。

同様の観点から、桁かかり長に比べて上部構造の他端部の遊間量が大きい場合は、上部構造はパラペットに衝突して応答が拘束されるよりも前に、下部構造頂部から逸脱する(図-解 13.3.2)。このため、他端部の遊間量に相当する水平変位が上部構造に生じても、当該支点における上部構造の落下を防ぐためには、十分な桁かかり長を確保する必要がある。

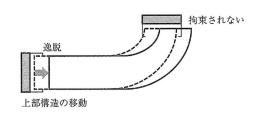


図-解13.3.1 橋軸方向の上部構造の変位が拘束されない橋の例

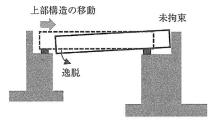


図-解13.3.2 上部構造端部における遊間量が桁かかり長より大きい橋の例

道示V (H29.11) P281

- (1)回転方向に対して上部構造が容易には落下しないための対策は、一連の上部構造の水平面内での回転挙動を想定した場合に、これに隣接する上部構造橋脚の段違い部又は橋台パラペットで挙動が拘束されないときに行う。
- (2)回転方向に対して上部構造が容易には落下しないための対策は、(3)の桁かかり長を確保するとともに、(4)の横変位拘束構造を設けることにより行う。
- (3)回転方向に対する桁かかり長は、以下の1)から3)を満足するように確保する。
 - 1) 必要桁かかり長は、一連の上部構造の端支点部において確保する。
 - 2) 必要桁かかり長は、一連の上部構造端部から当該端支点部の支承線に直角な方向に確保する。
 - 3) 必要桁かかり長は、道示 V編 13.3.5(2) の規定により算出する。
- (4) 横変位拘束構造は, 道示 V編 13.3.7 の規定による構造を, 以下の 1) 及び 2) により設置する。
 - 1)横変位拘束構造は、上部構造の回転を拘束する位置に設置する。
 - 2) 横変位拘束構造は、上部構造がこれを支持する下部構造から回転方向に対する桁かかり長を超えて逸脱することのない範囲で機能するように設置する。

条文で示されている安定して下部構造上に留まることのできる長さとは、上部構造が 下部構造頂部から逸脱しても,安定した状態で残存することができる長さを指している。 ここで、安定した状態で残存できるとは、橋軸直角方向に対して上下部構造間の相対変 位が生じた際に、上部構造が下部構造頂部より逸脱した後の状態に対して、上部構造に 活荷重が作用していない状況において、上部構造に不可逆でかつ一度生じると制御でき ない転倒等の挙動が生じるような不安定な状態とはならず、落下も生じない状態に留ま ることを指している。例えば、図-解13.3.3の(a)のような橋では、主桁の中心位置が下部 構造の柱又ははり端部から逸脱すると、転倒モーメントが発生し上部構造は安定した状態 で残存できないと判断できる。一方,図-解13.3.3(b)のような橋では,最外縁にある1主 桁が下部構造頂部から逸脱した段階では、残りの主桁は下部構造上に留まっており、また、 上部構造が転倒する状態とはならないことから、ただちに上部構造が不安定となることは ないと判断できる。斜橋や曲線橋の場合は、各下部構造位置での橋軸匝角方向に対して判 断する。例えば、図-解 13.3.4 のような曲線橋で、最も左側の下部構造位置での橋軸直角 方向に対する桁かかり長を検討するときは、図の矢印の向き(図においては左斜め上方向) に対しての移動を考えることになる。なお、この状態のときに他の下部構造上の桁かかり 長の状態については考慮する必要はないが、この検討を一連の上部構造を支持する下部構 造上で行い、一連の上部構造を支持する全ての下部 構造上で橋軸直角方向に桁かかり長を 確保する必要がある。

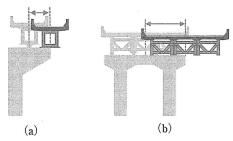


図-解 13.3.3 橋軸直角方向に上下部構造間の相対変位が生じた際に 安定した状態で残存しない場合の例

(※矢印部分の長さが橋軸方向の桁かかり長相当分の相対変位より小さい場合は安定した状態で残存しなくなると判断)

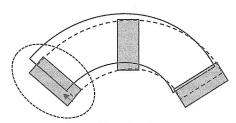


図-解 13.3.4 曲線橋の橋軸直角方向の桁かかり長の考え方 (左端の下部構造位置で検討する場合)

11-2-5 必要桁かかり長

(1) 必要桁かかり長は、式(13.3.1) により算出する値とする。ただし、この値が式(13.3.2) により算出する値を下回る場合には、式(13.3.2) により算出する値とする。

$$S_{ER} = u_R + u_G$$
(13.3.1)

$$S_{EM} = 0.7 + 0.005l \cdots (13.3.2)$$

$$u_G = \varepsilon_G L \cdots (13.3.3)$$

ここに,

 S_{FR} : 必要桁かかり長 (m)

u_R: レベル 2 地震動を考慮する設計状況において生じる支承部の最大応答変形量(m)で、地盤の流動化を考慮する場合には流動化した際の最大応答変形量を含む。ただし、4.4 に規定する地盤の流動力を考慮する場合で、流動力を作用させたときに生じる基礎天端における水平変位が基礎の降伏に達するときの水平変位を上回る場合には、さらに 0.5m を加える。

 u_{c} : 地震時の地盤ひずみによって生じる地盤の相対変位 (m)

 S_{EM} : 必要桁かかり長の最小値 (m)

 ε_G : 地震時地盤ひずみで、地盤種別が I 種、I 種、I 種に対して、それぞれ、0.00250、0.00375、0.00500 とする。ここで、一連の上部構造が異なる地盤種別上に設置された下部構造により支持されている場合は、そのうち最も地震時地盤ひずみが大きい地盤種別の値を用いる。

L:必要桁かかり長の算定に用いる下部構造間の距離 (m)

l: 支間長 (m) で、1 橋脚上に 2 つの上部構造の端部が支持され両側の支間長が異なる場合には、いずれか大きい方の支間長を用いる。

(2)回転方向に対する必要桁かかり長は、式(13.3.4)により算出する値とする。ただし、一連の上部構造の両端部でそれぞれ算出する値が異なる場合には、いずれか長い方とする。

$$S_{E\theta R} = 2L_{\theta} \sin(\alpha_E/2) \cos(\alpha_E/2 - \theta) \cdots (13. 3. 4)$$

$$\gtrsim 2 L_{\phi}.$$

 $S_{E\!e\!R}$: 13.3.4(1)の条件に該当する橋の必要桁かかり長(m)

 L_{θ} : 上部構造の一連の長さ (m)

 θ :回転条件を評価するための角度($^{\circ}$)

 α_E : 限界脱落回転角(°)で、一般に 2.5° としてよい。

11-2-6 落橋防止構造

道示V (H29.11) P290

- (1) 落橋防止構造に作用する水平力は、式(13.3.5)により算出する。

 - 2) 2連の上部構造を相互に連結する形式の落橋防止構造の場合 $H_F=1.5R_d$

ここに,

H_F: 落橋防止構造に作用する水平力(kN)

 P_{LG}: 当該支点を支持する下部構造が橋軸方向に発揮できる最大の水平耐力(kN)

R_a:上部構造の死荷重により必要桁かかり長を確保する下部構造の 支点部に生じる鉛直反力(kN)。ただし、2連の上部構造を相互 に連結する形式の落橋防止構造を用いる場合には、いずれか大 きい方の鉛直反力の値を用いる。

(2) 落橋防止構造の設計は、桁かかり長を超えない範囲で必要な強度を発揮し、かつ、(1) の水平力に対して弾性域に留まるようにする。

11-2-7 横変位拘束構造

道示V (H29.11) P293

(1)横変位拘束構造に作用する水平力は、式(13.3.6)により算出する。

$$H_s = P_{TR}$$

$$\text{totic, } H_s \leq 3k_h R_d$$

H。: 横変位拘束構造に作用する水平力(kN)

 P_{TR} : 当該支点を支持する下部構造が橋軸直角方向に発揮できる最大の水平耐力 (kN)

 k_a : レベル 1 地震動に相当する設計水平震度で、4.1.6 の規定による。

R_d:上部構造の死荷重により必要桁かかり長を確保する下部構造の支 点部に生じる鉛直反力(kN)

(2) 横変位拘束構造の設計は、桁かかり長を超えない範囲で必要な強度を発揮し、かつ、(1)の水平力に対して弾性域に留まるようにする。

11-2-8 落橋防止構造及び横変位制限構造の構造設計上の配慮

道示V (H29.11) P294

落橋防止構造及び横変位拘束構造の構造及び配置は,以下の1)から4)に配慮しなければならない。

- 1)落橋防止構造及び横変位拘束構造は、これらに作用する衝撃的な力をできるだけ緩和できる構造とする。
- 2) 設計で考慮する方向以外に上下部構造間の相対変位が生じた場合でも、橋軸方向、 橋軸直角方向及び回転方向のシステムがそれぞれ働き、協働して上部構造が容易に は落下しないようにそれぞれの方向のシステムの設計を行う。
- 3) 落橋防止構造及び横変位拘束構造並びにこれらの周辺にある構造の経年の劣化の影響に対して、点検及び修繕が困難となる箇所ができるだけ少ない構造及び配置とする。
- 4) 塵埃, 滞水等による上下部接続部及び上下部構造の腐食等を生じさせにくい構造及び配置とする。

11-2-9 落橋防止構造及び横変位制限構造の設置の例外

- (1) 一連の上部構造を有する3径間以上の橋で,全ての下部構造上の支点が上部構造の橋面の水平投影面上にあり、以下の1) 又は2) に該当する場合は、道示V編13.3.2から13.3.4の規定のうち必要桁かかり長のみを確保する。ただし、回転方向に対する必要桁かかり長は、道示V編13.3.5(1)の規定により算出する。
 - 1)上下部接続部が 2 基以上の下部構造で剛結の場合
 - 2)1 支承線上の支承数が 1 つである下部構造を除いた 4 基以上の下部構造において、 橋軸方向に対して剛結、弾性支持若しくは固定支持又はこれらの併用からなる場合。 ただし、橋軸方向に対してレベル 2 地震動を考慮する設計状況において生じる一連 の上部構造の重量による慣性力のうち、その半分以上の慣性力を 1 支承線で分担し ていない場合に限る。
- (2) (1) の条件に該当しないラーメン橋又は一連の上部構造が 1 支承線上の支承数が 1 つである下部構造を除いた 4 基以上の下部構造で支持されている 3 径間以上の橋の場合で, 道示V編 13.3.4(1)の規定に該当するときは,以下の 1) から 3) による。
 - 1) 橋軸方向に対しては,道示 V編 13.3.2 の規定による。
 - 2) 橋軸直角方向に対しては、道示 V編 13.3.3 の規定による。
 - 3)回転方向に対しては、道示V編 13. 3. 4(3)1)及び 2)並びに道示V編 13. 3. 5(1)に規定する必要桁かかり長を確保する。