

公共事業における情報化施工の概要

【九州地方整備局版】



平成22年 3月

国土交通省 九州地方整備局 企画部施工企画課

目 次

第1章 情報化施工とは

1-1. 情報化施工の概要	-----	1
1-2. 情報化施工技術の状況	-----	3
1-3. 情報化施工の効果	-----	6

第2章 情報化施工技術の種類

2-1. 情報化施工を実現する技術	-----	7
(1). 汎地球測位航法衛星システム(GNSS)	-----	8
(2). トータルステーション(TS)	-----	10
2-2. 情報化施工の技術	-----	11
(1). マシンガイダンスシステム	-----	12
(2). マシンコントロールシステム	-----	13
(3). 捲出し厚さ管理システム	-----	14
(4). 盛土締固め回数管理システム	-----	15
(5). 締固め度管理システム	-----	16
(6). TS, GNSS出来形管理	-----	17

第3章 情報化施工の積算及び施工管理

3-1. 情報化施工の流れ	-----	18
3-2. 情報化施工の適用工種	-----	19
3-3. 情報化施工の積算	-----	21
3-4. 情報化施工の施工管理	-----	22

第4章 情報化施工の活用技術の事例紹介

4-1. 嘉瀬川ダム工事事務所	-----	28
-----------------	-------	----

第5章 その他の情報化施工関連について

5-1. 情報化施工の普及に向けた課題	-----	34
5-2. その他の情報化施工技術	-----	36
5-3. NETIS(新技術情報提供システム)情報	-----	41
5-4. 用語解説	-----	55
5-5. 参考文献	-----	57

別添資料① 情報化施工推進戦略 2008年7月31日 (情報化施工推進会議)

別添資料② 情報化施工推進戦略【概要版】(情報化施工推進会議)

別添資料③ 施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領(案) 平成20年3月

第1章 情報化施工とは

1-1. 情報化施工の概要

(1). 情報化施工とは

情報化施工とは、建設事業における「施工」において、情報通信技術 (ICT) の活用により、各プロセスから得られる電子情報をやりとりして高効率・高精度な施工を実現するものです。施工で得られる電子情報を施工後の維持管理等に活用することによって、建設生産プロセス全体における生産性の向上や品質の確保を図ることを目的としたシステムのことです。

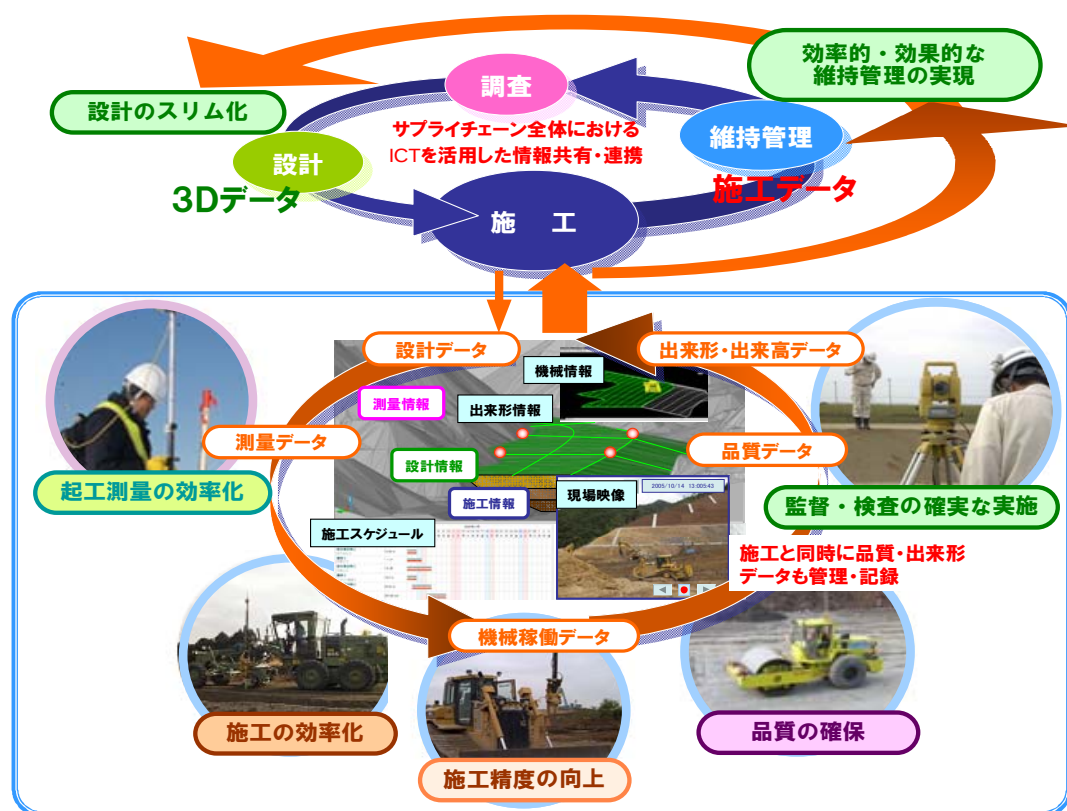


図1.1 情報化施工の実現イメージ（情報化施工推進戦略より）

※情報通信技術 (ICT : Information and Communication Technology) とは、主に汎地球測位航法衛星システム (GNSS : Global Navigation Satellite System)、トータルステーション (TS : Total Station) といった高度な測位システムや、通信機器、コンピュータのことを指します。

(2). 情報化施工のイメージ

現在、建設現場では汎地球測位航法衛星システム(GNSS)やトータルステーション(TS)などの高度な測位システムの導入が進み、測量や検査に使用されています。このような情報通信技術(ICT)と電子化された施工図などのデータを活用することによって、施工現場では測量などの計測作業の合理化、建設機械の自動制御やナビゲーションによる品質、精度の向上、丁張なしでの施工による施工効率の向上が期待できます。また、出来形管理においても施工中のデータを電子的に記録できることから、任意点での計測が容易となり、施工者の品質管理・帳票作成作業、発注者の監督・検査業務においても、効率化できることとなります。

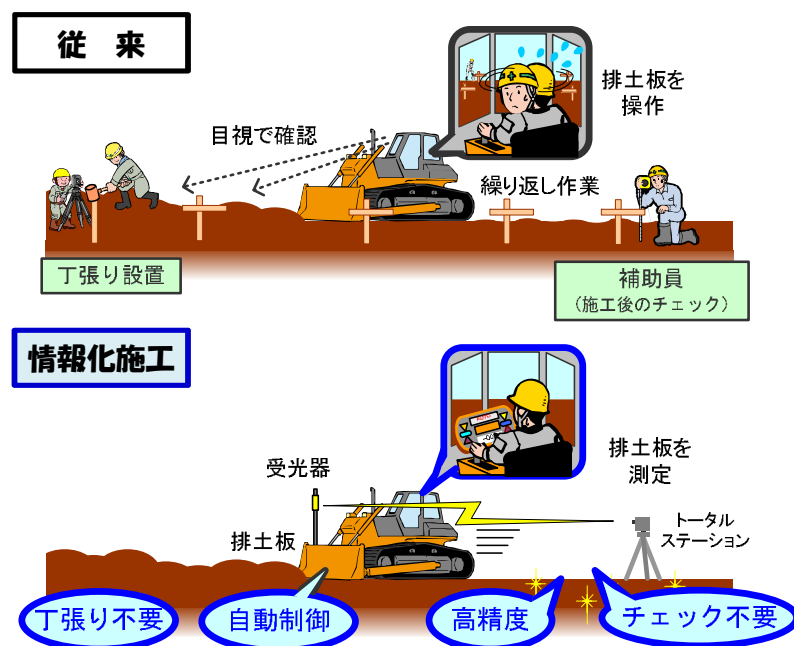


図1.2 従来施工と情報化施工(建設機械の自動制御)の比較



図1.3 従来施工と情報化施工(TSによる出来形管理)の比較

1-2. 情報化施工技術の状況

(1). 情報化施工推進戦略

国土交通省は、建設施工のイノベーションを実現する新しい施工方法である情報化施工の戦略的な普及方策として、2008年2月25日に産学官それぞれの分野の有識者による「情報化施工推進会議」(事務局:国土交通省総合政策局建設施工企画課)を設置し、検討を進め同年7月31日に、「**情報化施工推進戦略**」【別添資料①】を取りまとめております。

「情報化施工推進戦略」では、情報化施工の普及に関する重点目標として、国土交通省の行う直轄事業の道路土工、舗装工、河川土工については、**2012年までに情報化施工を標準的な施工・施工管理方法とすることを位置付けております。**

① 情報化施工を標準的な工法として位置付け

直轄の道路土工、舗装工、河川土工の各工事について、大規模の工事では2010年度までに、中・小規模の工事では2012年度までに、情報化施工を標準的な施工・施工管理方法として位置づける。

② 機器・システムの普及

情報化施工機器を容易に装着できるオプション設定機種 of 拡大する。さらに、重点目標①の実現のために必要となる情報化施工機器を搭載した建設機械（ブルドーザ、グレーダ、油圧ショベル）が調達可能な環境を整備する。

③ 人材育成

重点目標①の実現のために必要となる情報化施工機器・システムに対応できる人材を育成する。（2012年度までに1,000人以上）

図1.4 情報化施工の普及に関する重点目標

(2). 情報化施工への取り組み

現在の情報化施工技術は、「現場の位置を測る技術」の進歩によって実現されてきています。情報化施工において、現場での実績が多く実用段階にある技術については、国土交通省にて要領等の整備が進められている状況にあります。また、現場での実績が少なく、今後技術の信頼性の確認が必要な試行段階の技術においても、試験施工を行い実用化、普及に向けて検討、関係機関への要請を進めていくことが必要となります。

各地方整備局等では、平成20年度、平成21年度に情報化施工普及のための施工効率や、施工品質の検証などを目的とした試験施工及びアンケート調査を実施しており、戦略の実施に向け、着実な取り組みを進めております。

また、中部地方整備局においては、計画から調査・設計・施工・維持管理そして修繕に至る一連の建設プロセスにおいて、ICT(情報通信技術)を活用し、効率化・高度化による生産性向上・行政サービス向上・現場技術力強化を図ることを目的として、受発注者及び開発者等の関係者が一体となり、技術普及・現場支援・技術研究を行う「建設ICT導入研究会」を設立しております。



図1.5 研究会の目指す姿(建設ICT総合サイトより)

1-3. 情報化施工の効果

(1). 情報化施工の普及によるメリット

情報化施工によるメリットは、①国民、②工事発注者、③施工企業等（施工会社、建設機械メーカ、測量機器メーカなど）のそれぞれにもたらされることとなります。以下、それぞれの立場でのメリットを整理しております。

【国民のメリット】

公共構造物の品質向上

- ・ 土木構造物の施工品質の追跡調査が可能となり、安心できる土木構造物を使用できる。

生活環境の向上

- ・ 作業効率の向上により、工事期間が短縮され社会損失（渋滞・騒音・振動等）の低減が期待できる。

環境問題への期待

- ・ 作業効率が向上することで、建設機械の稼働時間が短縮され、燃料消費量（CO₂）が低減できる。



【工事発注者のメリット】

監督・検査の効率化

- ・ 施工データを連続的に把握することにより、工事発注者の監督・検査等の業務を効率化でき、施工管理の実施を確実に確認できる。

維持管理の効率化

- ・ 施工データの記録を活用し、構造物の診断・解析ができるようになり、一層高度な維持管理を実現することができる。

技術者判断を支援

- ・ 調査・設計、施工、維持管理で得られた多くのデータに基づいて、迅速かつ柔軟な技術者判断を行うことができる。



【施工企業等のメリット】

作業の効率化

- ・ 現場作業の効率化により、工期短縮・省人化ができる。
- ・ オペレータの熟練度に大きく依存しない施工速度や出来形・品質が確保でき、施工ミスも低減できる。

安全性の向上

- ・ 検測の省力化が可能となることで、施工機械との接触事故を極力少なくすることができ安全性が向上する。

イメージアップ

- ・ 工事現場の作業環境が改善され、魅力のある産業へイメージアップにつながる。

技術競争力の強化

- ・ 情報化施工を取り入れた工事については、工事成績において加点される。

※ただし、「請負工事成績評定要領の運用の一部改正について」における条件を満たす工事とする。



第2章 情報化施工技術の種類

2-1. 情報化施工を実現する技術

情報化施工技術は、施工現場で位置を計測し、そのデジタルデータを活用することが中心となっています。計測された位置データと設計データを比較することで、施工・施工管理に活用されます。

現在、情報化施工の基となる技術として「位置を測る技術」は、

(1) トータルステーション(TS)

(2) 汎地球測位航法衛星システム(GNSS)

の2種類が主に使われております。

TSは路盤等の施工で高い精度を要求される場合に用いられ、GNSSは複数台の機械を測位する場合に用いられます。GNSSでもレーザースキャナ併用により精度補正が可能であるため、高い精度が要求される場合にも選択されることもあります。

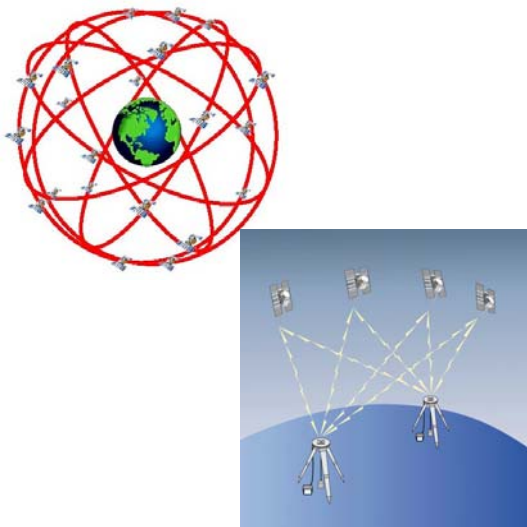


図2.1 GNSSのイメージ



図2.2 トータルステーション

(1). 汎地球測位航法衛星システム(GNSS)

汎地球測位航法衛星システム(GNSS)とは、衛星を用いた測位システムの総称です。よく知られているGPSは米軍が開発したもので、他にもロシアのGLONASS, ヨーロッパのGALILEOなどがあり、GNSSとはそれらを含む総称です。原理的には、空間で位置のわかっている3点(測位衛星)から受信機までの各距離がわかれば、位置座標が特定できます。

GNSS測量には、精度や測位方式によって種類があります。情報化施工では、通常RTK-GNSS(リアルタイムキネマティック)が使われます。

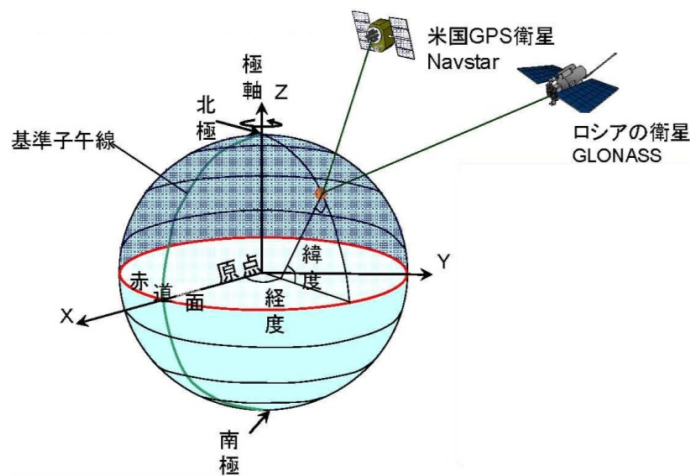


図2.3 GNSSの測定手法

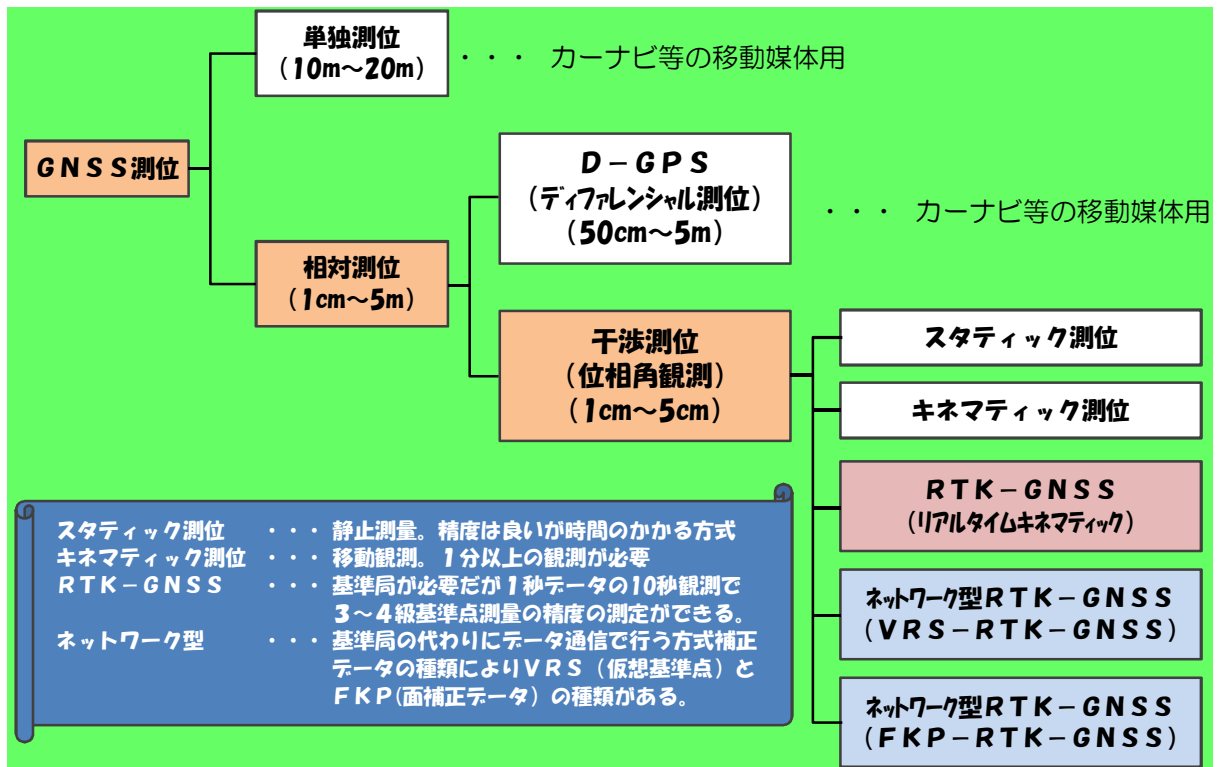


図2.4 GNSSの測位方法の種類

RTK-GNSSとは、測りたい移動局（観測点）の他に位置のわかっている基準局を必要とする測位方式で、位置情報をリアルタイムに算定し移動局の測位を行います。精度は水平2～3cm、鉛直3～4cm程度となります。

ネットワーク型RTK-GNSS (VRS, FKP)は、位置情報サービス事業者が国土地理院の基準点から求めた補正データ（位相差）を通信回線から受信し測位を行う方式で、精度は若干落ちますが基準局の設置が不要となり、今後の活用が期待されております。

RTK-GNSSは、衛星数が多いほうが精度が良くなり、谷間より上空が開けている方が良くなります。アメリカのGPSだけでなく、ロシアのGLONASSも使えることが有利となりますがネットワーク型ではGPSのみの観測となります。

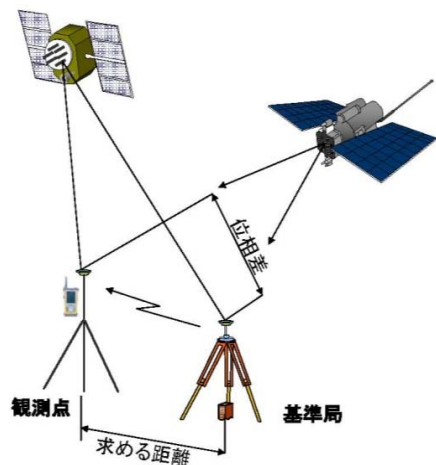


図2.5 RTK-GNSS測位方式

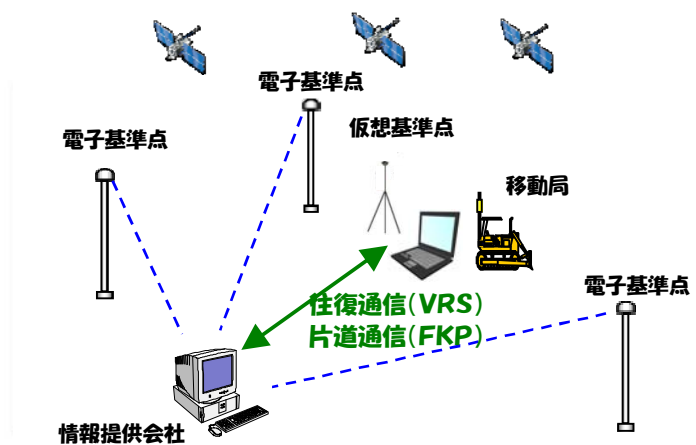


図2.6 ネットワーク型RTK-GNSS測位方式

<ネットワーク型RTK-GNSS>



補正データを国土地理院の電子基準点から求め、通信回路を使い観測する方式。

補正情報として、仮想基準点方式のVRSと面補正パラメータ方式のFKPがあります。

情報提供会社との契約と通信回線が必要となります。

電子基準点がGPS（アメリカ）のみの観測となるためGLONASS（ロシア）を利用することはできません。

(2). トータルステーション (TS)

トータルステーション (TS)とは、「距離と角度」を同時に測る測量機器です。距離と角度が同時に測れることで、3次元空間座標 (x, y, z) がその場で電子データとして得られます。座標が容易に算出できるため、面積算出、位置計測に効果が発揮されます。

計測方法は、測量用プリズムを設置して計測するプリズム測距と、設置しないノンプリズム測距があります。また、測量用プリズムを自動的に追尾する自動追尾型があり、計測方法をソフトで制御することで広く情報化施工に活用することが可能です。

TSの特長は、測位精度が1cm以内程度(等級による)と高いが、建設機械1台(ミラー)に対して対応するTSが各1台必要となります。

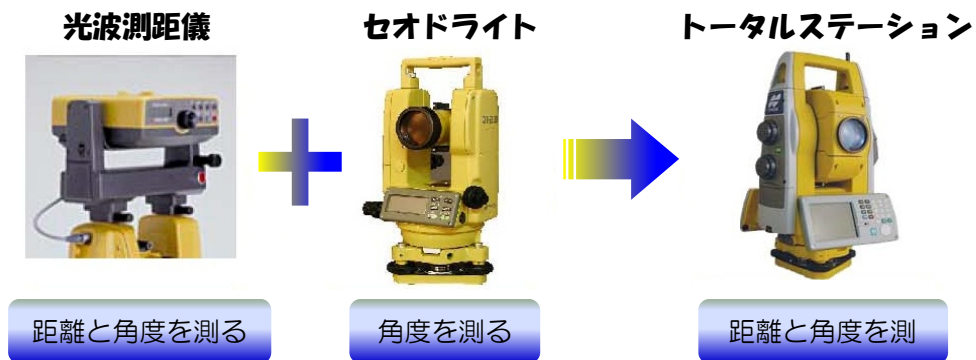


図2.7 トータルステーションとは

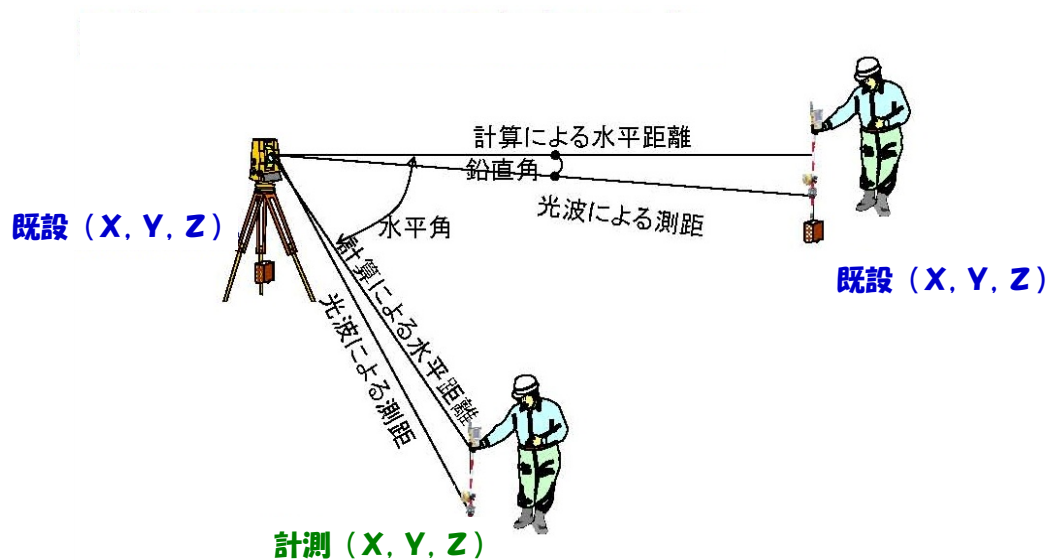


図2.8 TSによる計測方法

2-2. 情報化施工の技術

ここでは、国土交通省で試験施工を行い技術の検証を進めているものについて紹介していきます。本章での紹介技術と試験施工技術の対比表を以下に示します。

その他の情報化施工技術につきましては、「第5章 5.1その他の情報化施工技術」にて紹介いたします。

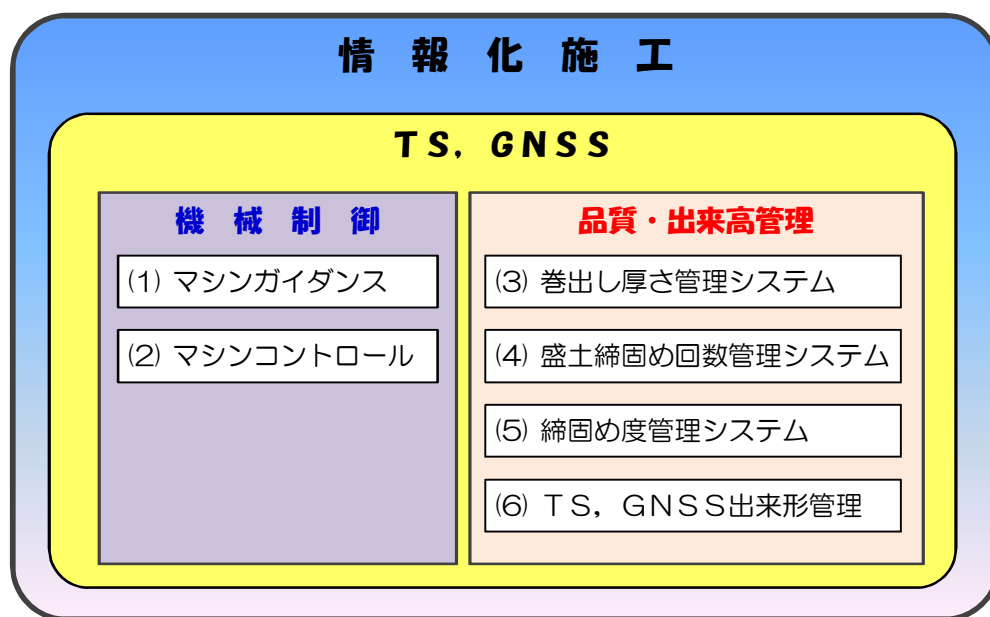


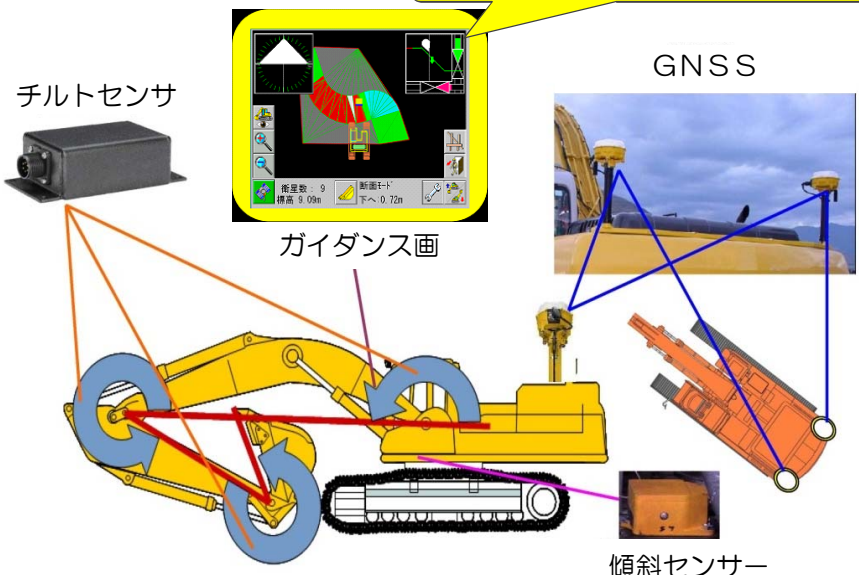
図2.9 情報化施工技術の分類

本章での紹介技術		試験施工実施技術
機械制御技術	(1). マシンガイダンスシステム	① マシンコントロール／マシンガイダンス技術（ブルドーザ、モータグレーダ） ④ マシンガイダンス技術（バックホウ）
	(2). マシンコントロールシステム	① マシンコントロール／マシンガイダンス技術（ブルドーザ、モータグレーダ）
品質・出来高管理技術	(3). 巻出し厚さ管理システム	⑥ 盛土巻出し厚さ管理技術
	(4). 盛土締固め回数管理システム	② TS・GNSSによる締固め管理技術
	(5). 盛土締固め度管理システム	⑤ 加速度応答による締固め管理技術
	(6). TS, GNSS出来形管理	③ TSによる出来形管理技術（河川・道路土工） ⑦ TSによる舗装工の出来形管理技術（舗装工）

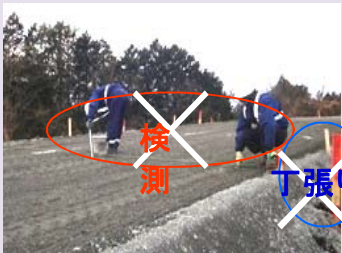
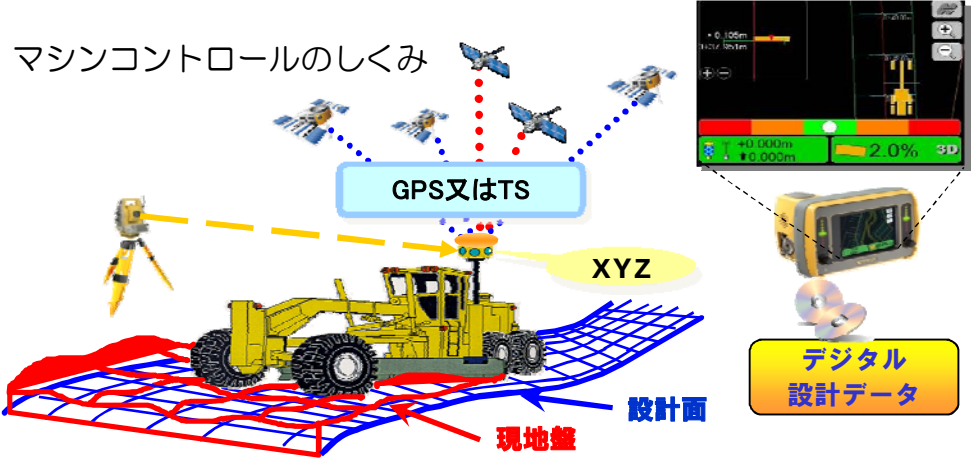
※ マシンガイダンス：車載モニタを通じオペレータへ情報を提供する技術（オペが操作）

※ マシンコントロール：マシンガイダンスに油圧制御技術を組合せリアルタイムに自動制御する技術

(1). マシンガイダンスシステム

【技術概要】	TS, GNSSの計測技術を用いて、施工機械の位置情報・施工情報、及び現場状況(施工状況)と設計値(三次元設計データ)との差異を車載モニタを通じてオペレータに提供し、操作をサポートする技術（機械操作はオペレータが行う）
【導入効果】	施工の効率化(丁張レス等)、出来形・品質の確保
【対象機種】	ブルドーザ、バックホウ
【対象工種】	河川・道路土工(敷均し・締固め、掘削、法面整形)
【図・写真等】	従来施工  丁張りを目印に掘削 情報化施工  丁張り・補助作業不要 ガイダンス画面で掘削位置を指示  チルトセンサ ガイダンス画 GNSS 傾斜センサー マシンガイダンスのしくみ

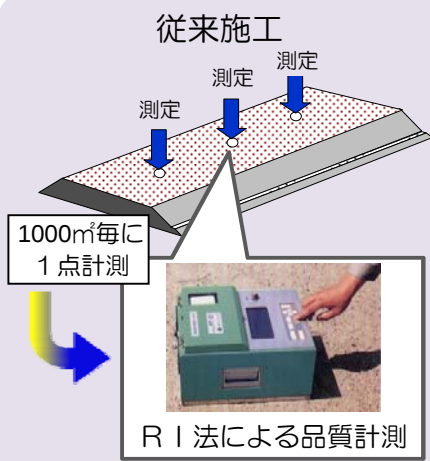
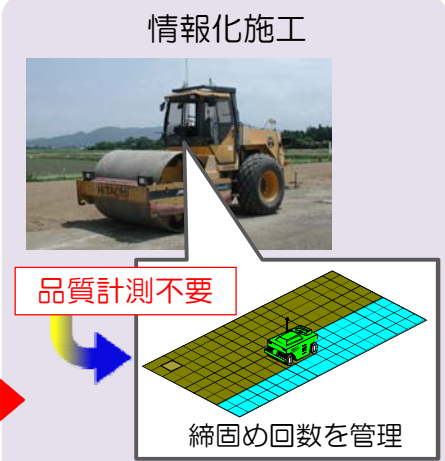
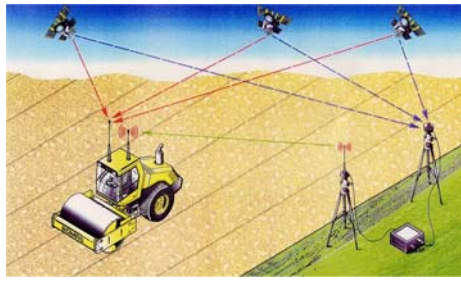
(2). マシンコントロールシステム

【技術概要】	マシンガイダンス技術に施工機械の油圧制御技術を組み合わせて、設計値(3次元設計データ)に従って機械をリアルタイムに自動制御し施工を行う技術
【導入効果】	施工の効率化(丁張レス等)、出来形・品質の確保
【対象機種】	ブルドーザ、モータグレーダ、アスファルトフィニッシャ
【対象工種】	道路土工(掘削)、舗装工(路盤工、アスファルト舗装)
【図・写真等】	従来施工  丁張り設置  丁張りに合わせて施工  検測を繰り返して整形 情報化施工  検測 丁張り  ブレードを自動制御 高さ算出 走行操作のみ 丁張・検測作業不要 マシンコントロールのしくみ  GPS又はTS XYZ 設計面 現地盤 デジタル設計データ

(3). 巻出し厚さ管理システム

【技術概要】	ブルドーザやタイヤローラに設置したGNSSにより、作業装置の位置・標高をリアルタイムに計測し、入力した設計データや前層との差分に基づいて、面的な厚さや数量を提供及び自動制御する技術
【導入効果】	施工の効率化(丁張レス等)、出来形・品質の確保
【対象機種】	ブルドーザ、タイヤローラ
【対象工種】	道路土工(敷均し・締固め)
【図・写真等】	従来施工 情報化施工

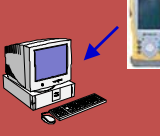
(4). 盛土締固め回数管理システム

【技術概要】	従来の砂置換法やRI密度計等による代表点の管理に代えて、あらかじめ締固め回数と密度の相関を調査した上で、施工面を座標値に基づいてメッシュ化し、TS・GNSSから得られる施工機械の位置情報に基づいて締固め回数をカウントし、オペレータに情報を提供する技術。(舗装工の路盤工については研究段階)
【導入効果】	締固め回数の不足や締固めのムラをなくす技術品質の確保
【対象機種】	タイヤローラ(振動ローラ)
【対象工種】	道路土工(締固め)、舗装工(路盤工)
【図・写真等】	従来施工  1000㎡毎に1点計測 測定 測定 測定 測定 RI法による品質計測 帳票作成(書類多数作成) 現場密度試験結果 施工管理データ 等 情報化施工  品質計測不要 締固め回数を管理 帳票作成(パソコンから出力) 走行軌跡図 回数分布図 等 転圧回数をブロックの色で管理 規定回数未転厚 管理ブロック TS,GNSSで位置を計測 規定回数転厚終了 機械位置をTS, GNSSで計測  盛土締固め回数管理システムのイメージ

(5). 盛土締固め度管理システム

【技術概要】	振動転圧輪に加速度計を設置し、振動波形を解析して、あらかじめ実施した転圧試験結果に基づく加速度応答の特性変化の相関データ析して対比した結果と、TS・GNSSで締固め機械の位置とをオペレータへ提供し、締固め品質を確保する技術。
【導入効果】	不要な締作業を排除による施工の効率化、面的な品質管理による品質の確
【対象機種】	タイヤローラ、振動ローラ
【対象工種】	道路土工(締固め)、舗装工(路盤工、アスファルト舗装)
【図・写真等】	従来施工 1000㎡毎に1点計測 R1法による品質計測 帳票作成(書類多数作成) 現場密度試験結果 施工管理データ 等 情報化施工 加速度計 品質計測不要 地盤剛性を管理 帳票作成(パソコンから出力) 走行軌跡図 地盤剛性計測図 等 振動転圧開始時 密度：低 反射：無 転圧終了時 密度：高 反射：大 加速度計 ローラ 転圧の進行 ローラ 地盤軟 地盤硬 転圧2回目 転圧8回目

(6). TS, GNSS出来形管理

【技術概要】	TS、GNSSの測量機器により、対象構造物や施工状況の出来形形状を計測し、設計データを比較するとともに、帳票作成までを電子データで行う技術です。
【導入効果】	目串不要による現場作業の効率化、記入ミスによる人為的ミス防止
【対象機種】	TS、GNSS
【対象工種】	河川・道路土工、舗装工
【図・写真等】	従来施工 巻き尺による計測  手書き 40m毎に計測データを野帳に記録 出来高管理資料作成 作成帳票（手作業） ・測定結果総括表 ・測定結果一覧表 ・出来形管理図表 ・出来形管理図 ・度数表  情報化施工 TSによる計測  電子野帳  計測データを自動記録 出来高管理資料作成 作成帳票（自動作成） ・測定結果総括表 ・測定結果一覧表 ・出来形管理図表 ・出来形管理図 ・度数表  従来方法 <pre> graph TD A[従来方法] --> B[図面データから管理位置の算出] B --> C[測量メモの作成] C --> D[TSによる目串の設置] D --> E[テープ・レベル計測] E --> F[野帳への記録] F --> G[野帳の消書き] G --> H[出来形帳票の作成] </pre> TSによる方法 <pre> graph TD I[TSによる方法] --> J[図面データの電子化] J --> K[TSによる計測位置誘導] K --> L[TSによる計測] L --> M[TSによるデータ記録] M --> N[帳票の自動作成] </pre> 比較項目：ほぼ同等、不要  従来方法：断面毎に計測移動を行う TS方法：迅速に！計測線上を移動しながら計測 省力化！

第3章 情報化施工の積算及び施工管理

3-1. 情報化施工の流れ

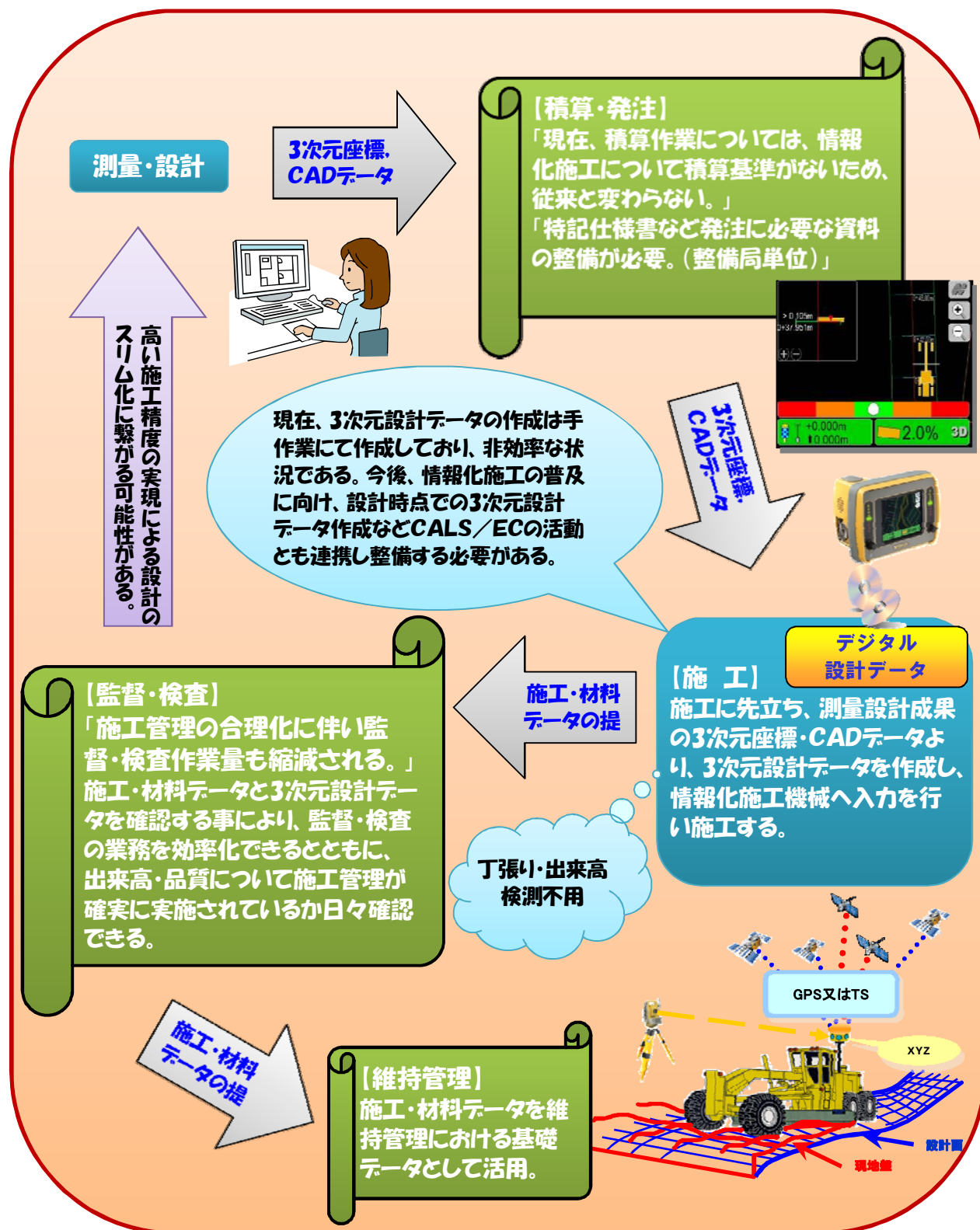


図3.1 情報化施工の流れ

『補足事項』

- ◎ 情報化施工の積算については、活用の増加に伴い現行の標準積算改訂などが想定される。

3-2. 情報化施工の適用工種

情報化施工推進戦略での重点目標において、直轄の道路土工、舗装工、河川土工を対象とし、大規模工事においては2010年度、中・小規模工事では2012年度までに情報化施工を標準的な施工・施工管理方法として位置づけるとし、各工種にどのような情報化施工技術が利用されているか、主な技術は以下のとおりである。

(1). 「河川土工」、 「道路土工」 の適用工種

工 種	種 別	情報化施工技術	施工機械	活 用 の 効 果
河川・道路土工（築堤・路体・路床）	敷均し 敷均し・締固め	マシンガイダンス マシンコントロール 盛土捲き出し厚さ管理技術	ブルドーザ	・丁張設置作業の削減 ・検測作業の削減、接触事故防止 ・施工効率・精度の向上
	締固め	盛土締固め回数管理システム	タイヤローラ	・密度管理(RI法, 砂置換法)の省力 ・点の管理から面的に品質の管理が可能（施工効率・精度の向上）
		盛土締固め度管理システム (技術検証段階 H21.11)	タイヤローラ	・密度管理(RI法, 砂置換法)の省力 ・剛性値での管理により品質向上 ・点の管理から面的に品質の管理が可能（施工効率・精度の向上）
	掘削	マシンガイダンス	バックホウ ブルドーザ	・丁張設置作業の削減 ・検測作業削減と接触事故防止 ・施工効率・精度の向上
	法面整形	マシンガイダンス	バックホウ	・丁張設置作業の削減 ・検測作業削減と接触事故防止 ・施工効率・精度の向上
	出来形管理	TS・GNSS出来形管理	TS GNSS	・杭設置作業の削減 ・TS, GNSS利用による作業軽減 ・帳票作成時間短縮 (パソコンによる自動作成) ・管理断面でなく任意点で確認可能

※ 施工機械は、標準積算基準書において選定されている機械名である。

(2).「舗装工」の適用工種

工 種	種 別	情報化施工技術	施工機械	活 用 の 効 果
舗 装 工	路盤工	マシンガイダンス マシンコントロール	モータグレー ダ ロードローラ タイヤローラ 振動ローラ	・丁張設置作業の削減 ・検測作業の削減、接触事故防止 ・施工効率・精度の向上
		盛土締固め度管理システム (技術検証段階 H21.11)	タイヤローラ 振動ローラ	・密度管理(フルフローリング試験の省略 ・剛性値での管理により品質向上 ・点の管理から面的に品質の管理が可能 (施工効率・精度の向上)
	アスファルト舗 装	盛土締固め回数管理システム	タイヤローラ 振動ローラ	・密度管理(コア抜き)の省略 ・点の管理から面的に品質の管理が可能 (施工効率・精度の向上)
		盛土締固め度管理システム (技術検証段階 H21.11)	ロードローラ タイヤローラ 振動ローラ	・密度管理(コア抜き)の省略 ・面的に品質を管理可能 ・多点管理が可能となり、品質向上 ・剛性の定量的・客観的評価が可能 ・面的に路面の剛性を評価でき品質向上
		温度管理システム (技術検証段階 H21.11)	アスファルト フィニッシャ	・密度管理(コア抜き)の省略 ・点の管理から面的に品質の管理が可能 (施工効率・精度の向上)
		マシンコントロール	アスファルト フィニッシャ	・丁張設置作業の削減 ・検測作業の削減、接触事故防止 ・施工効率・精度の向上
	出来形管理	TS・GNSS出来形管理	TS GNSS	・検測作業の効率化 ・厚さ確認のコア採取省略 ・管理断面でなく任意点で確認可能

※ 施工機械は、標準積算基準書において選定されている機械名である。

3-4. 情報化施工の施工管理「監督・検査」

(1). 従来施工から情報化施工へ施工プロセス改善

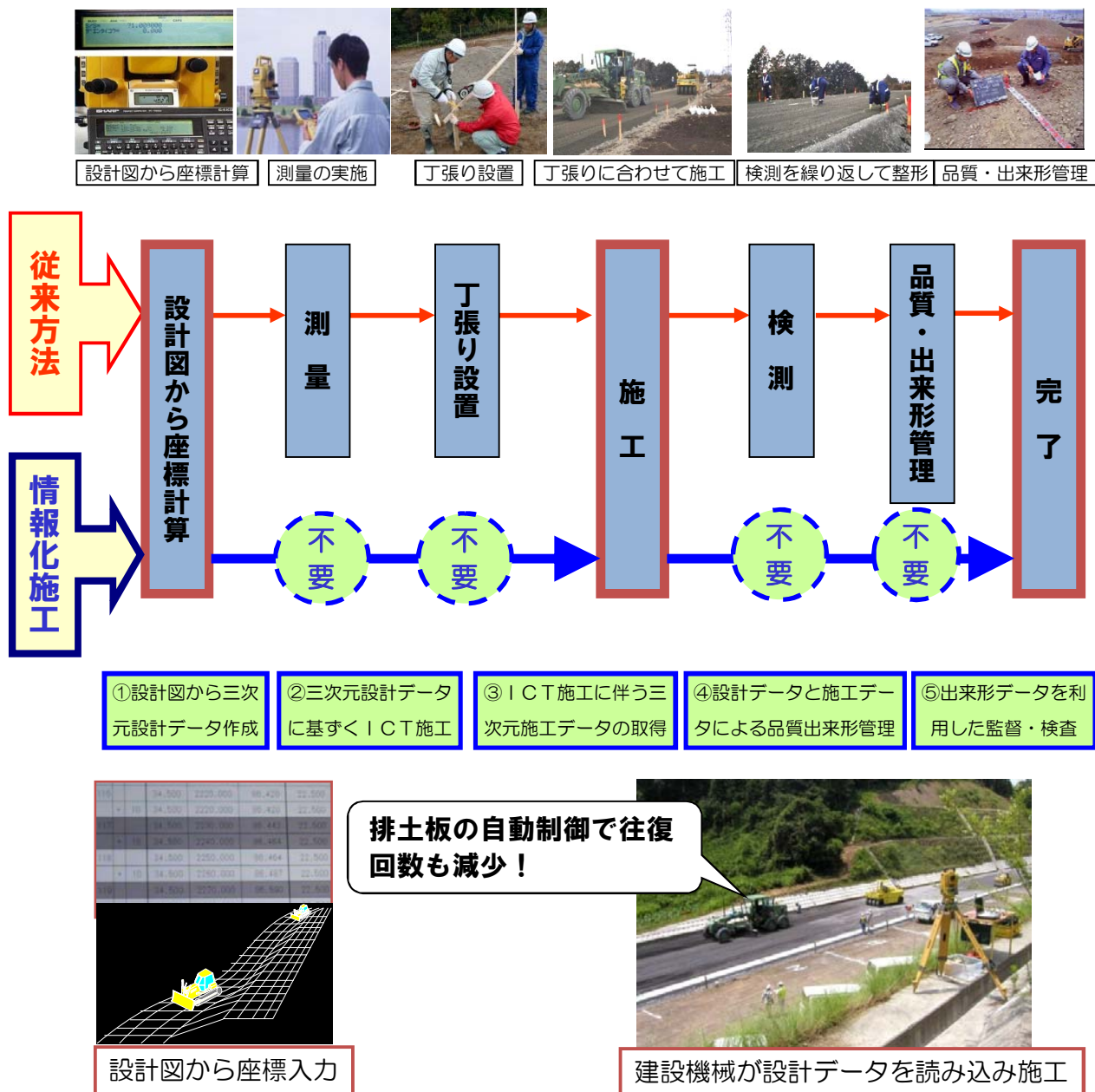


図3.3 従来施工から情報化施工へ施工プロセス改善イメージ

すなわち、図3.3の情報化施工に示すように、「設計データ」及び「施工データ」を繰り返し活用する事で、施工プロセス上で従来行われていた作業工程を省力化することが可能となる。

(2). 基準点の設置 「情報化施工の基準として設置される基地局を設置する地点」

図3.3の情報化施工に測量は不要と示しているが、情報化施工の基地局として使用する基準点及び水準点を設置する測量作業は不要とならない。なお、その精度等の概要は下記のとおりとする。

- 1) 基準点 : 4級
- 2) 水準点 : 3級(山間部は4級を用いてもよい)
- 3) 上記精度を有する点若しくはこれと同等以上の基準点を4点以上必要とする。

※ 基準点及び水準点測量の詳細については、国土交通省公共測量作業規定による。

(3). 丁張りレス(電子丁張り) 「情報化施工は丁張り不要な施工」

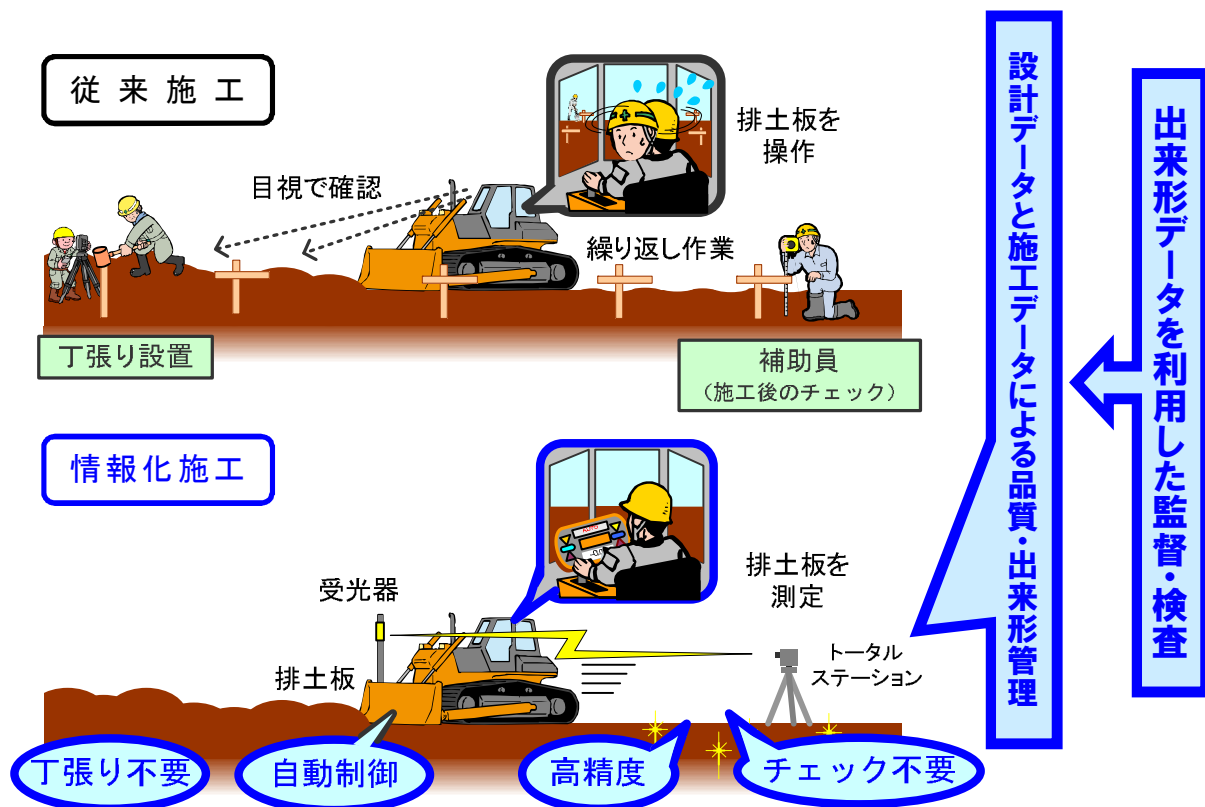


図3.4 情報化施工による丁張りレスのイメージ

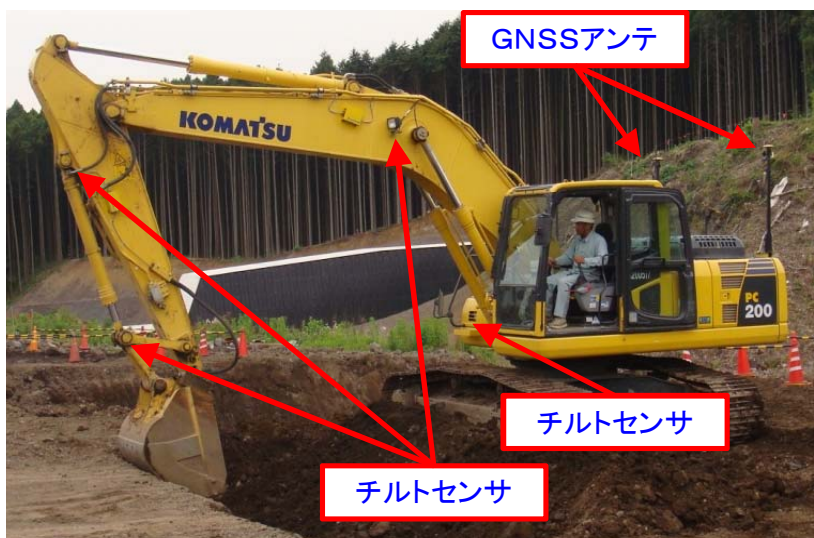
(4)．情報化施工による丁張りレス(電子丁張り)に伴い効率化又は追加される「監督・検査」

- 1) 丁張り設置時の段階確認
- 2) 丁張りレスにより重機施工時に検測員が不要となる事により、作業員を巻き込む事故などおきる事が無く、安全管理について監督作業の効率化となる。
- 3) 電子丁張りよって明快な基準が全面にわたって示されることにより、従来より施工品質を向上させ構造物の品質向上に大きく寄与し、品質管理について監督作業の効率化となる。
- 4) 設計データを基に作成する三次元設計データの段階確認等が必要となると思われる。

(5)．情報化施工における日常的な「監督・検査」

- 1) ブラケット(ねじ)の緩みはないか？
- 2) アンテナ、プリズム、マストの変形はないか？
- 3) GNSSは正しく起動しているか？
- 4) 無線装置は正しく起動しているか？
- 5) 測定誤差は規定値内か？
- 6) センサの変形はないか？
- 7) 基地局の選定は重機位置に対し妥当か？

※ 上記の他、活用する技術に応じ項目を設定！



(6). TS出来形管理の「監督・検査」

TS出来形管理とは、「施工管理データを搭載したトータルステーション(以下、TS)による出来形管理」の意であり、従来の巻尺やレベル測量に変わり、施工管理データ(設計データ)を搭載したTSによる測量データを基に行う方法で、出来形管理や監督・検査の効率化、人為的なミスの防止を目指すものである。

※【別添資料③】 施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領(案) 平成20年3月参照

1) TS出来形管理の流れ

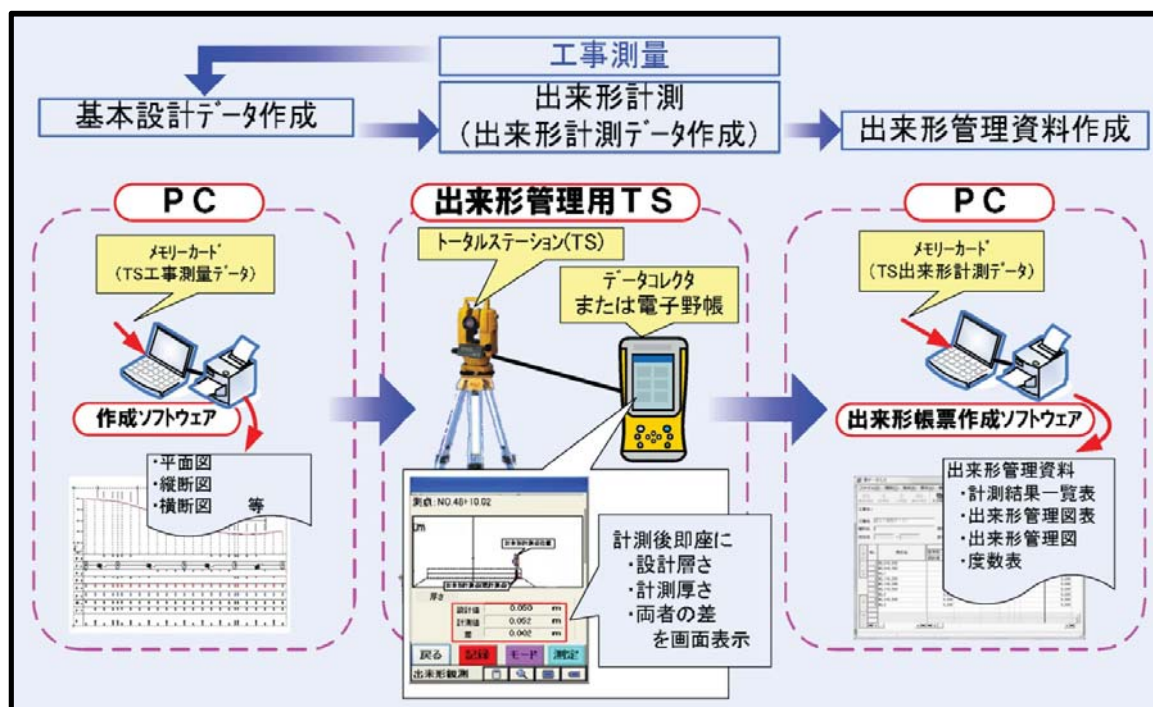


図3.5 TS出来形管理の流れ

2) TS出来形管理の対象となる作業の範囲

作業の範囲は、図3.6の実線部分(施工計画、準備工の一部、出来形計測及び完成検査準備・完成検査)である。しかし、出来形管理用TSは図3.6の破線部分(起工測量・丁張り設置、施工)においても、作業の効率化が期待できる。

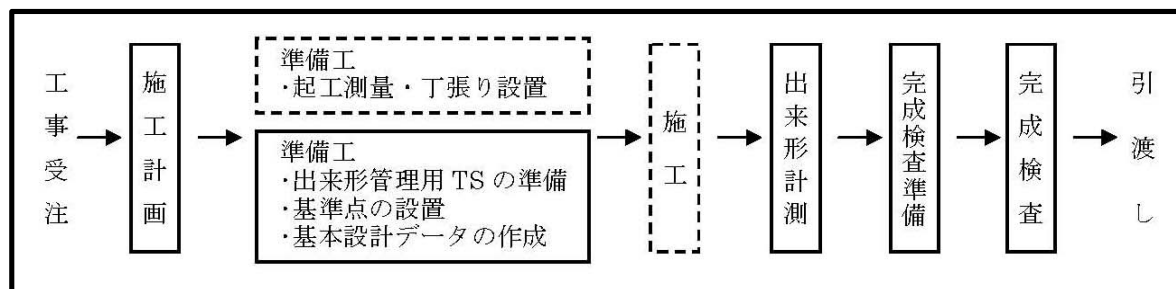


図3.6 TS出来形管理の対象となる作業の範囲

3) TS出来形管理における「監督・検査」

「監督の実施項目」

- ① 施工計画書の受理等
- ② 基準点の把握
- ③ 基本設計データの受理等
- ④ 出来形管理状況の把握

「検査の実施項目」

- ① 工事実施状況の検査
 - ・施工計画書の記載内容
 - ・基本設計データの照査結果
 - ・基準点の測量結果
- ② 出来形の検査
 - ・出来形管理状況
 - ・実地検査

※ 出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準は、従来(現行)と変わらない。

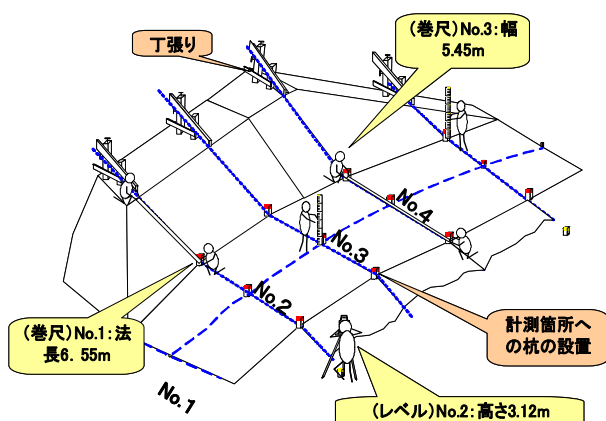


図3.7 TS出来形管理の従来方法



図3.8 従来とTSの比較

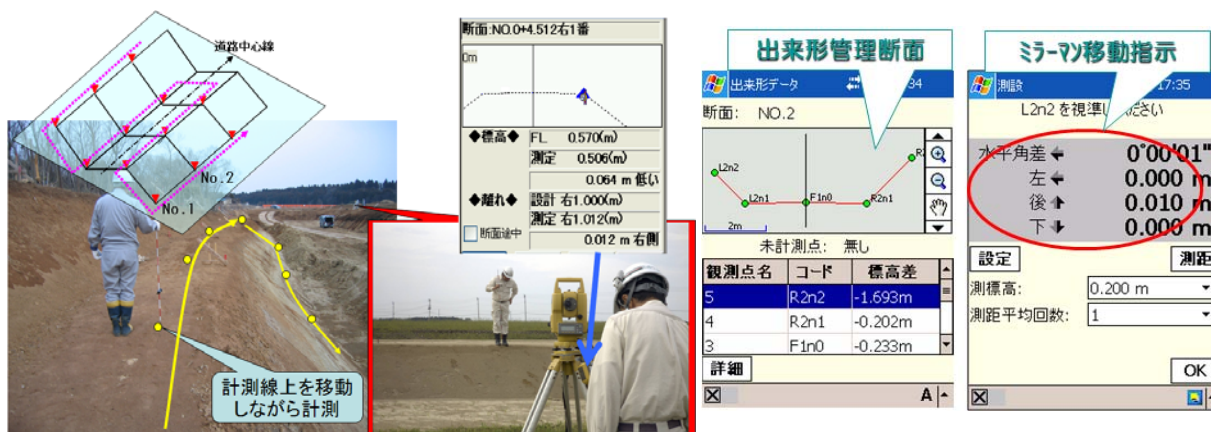


図3.9 TS出来形管理による計測状況

4) TS出来形管理に使用する計測性能・機器構成及びソフトウェア

- ① 計測性能は国土地理院へ3級以上のTSとして登録されているもの。
- ② 機器構成は、平成20年3月に国土技術政策総合研究所が定めた「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書(案)」に規定する性能を有するTSであること。
- ③ ソフトウェアは、平成20年3月に国土技術政策総合研究所が定めた「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書(案)」に規定する性能を有するTSであること。

5) TS出来形管理の実地検査の流れ

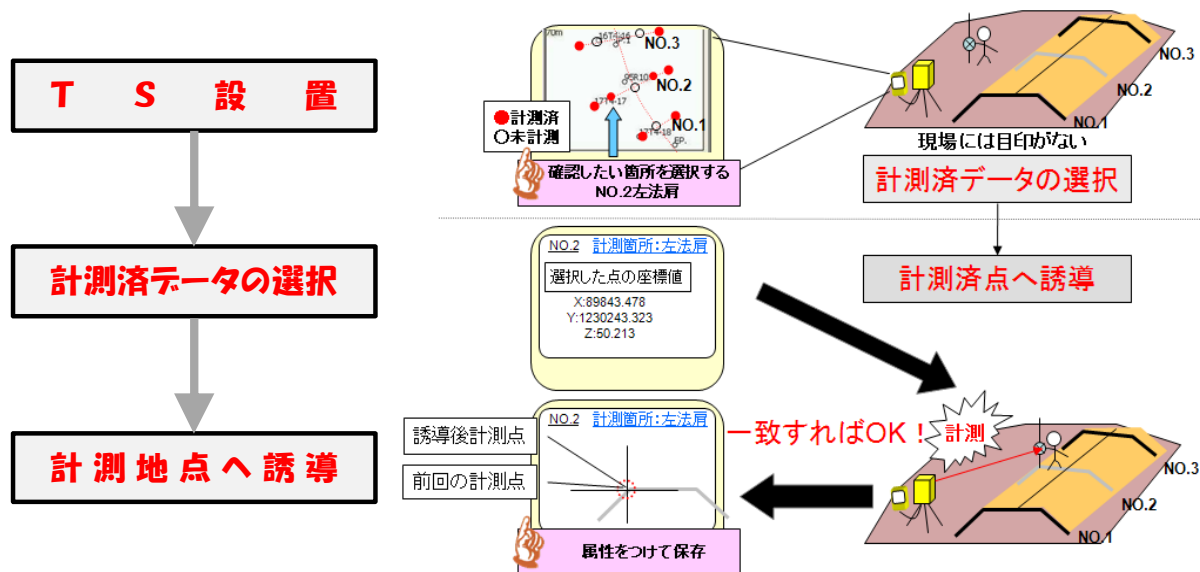


図3.10 TS出来形管理の実地検査の流れ

① TS設置

監督・検査のためにTSを現地に設置する方法は2通りある。

1. 基準点上に設置
2. 後方交会法による設置 ……TSを任意の点に設置し、2つの基準点を観測する事により、TS設置位置の座標を求める方法。(計測精度の確保のため、2つの基準点の挟角 $30^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 以内とし、既知点までの距離は100m以内が望ましい。

② 計測済みデータの選択

計測済データをリストまたは平面図上から選択する。計測精度を確保するため、計測距離(斜距離)は100m以内が望ましい。

③ 計測地点へ誘導

計測地点へ視準プリズムを誘導・計測を行い、出来形計測値と実地検査値を確認する。

第4章 情報化施工の活用技術の事例紹介

4-1. 嘉瀬川ダム工事事務所

嘉瀬川ダム工事事務所の嘉瀬川ダム副ダム建設工事では、情報化施工技術である「TS・GNSSによる締固め管理技術」にて施工を行っていることから、現地調査・資料収集・ヒアリング等を行い、情報化施工の活用状況について紹介をいたします。

工事概要

嘉瀬川ダム副ダムは、ダム貯水池内の水質保全・荒廃地の防止、嘉瀬川ダム貯水池上流の親水環境の創出を目的として建設される台形CSGダムです。CSG打設(転圧)において、情報化施工技術である「TS・GNSSによる締固め管理技術」を使用し、振動ローラの転圧回数でCSGの強度を管理します。

現場では、振動ローラ(11t級)にGPSを搭載して、転圧の軌跡を車載モニタに表示し、所定の転圧回数で施工が行われているかオペレータへ情報提供を行い、データも管理しております。

工事諸元

工 事 名 : 嘉瀬川ダム副ダム建設工事

工 期 : 平成20年3月4日～平成22年9月30日
(情報化施工期間 平成21年10月1日～平成22年4月30日)

工 種 : 副ダム堤体工事 CSG打設工(転圧)

※CSG: セメント(Cement)、砂(Sand)、砂礫(Gravel)の頭文字をとっている

施工規模・数量 : 副ダム堤体工 67,200m³ CSG打設工 54,900m³

発注方式(積算) : 高度技術提案型総合評価方式

施 工 業 者 : 西松建設株式会社 (情報化施工 水谷建設株式会社)

情報化施工技術 : GPSによる転圧回数管理システム

施 工 機 械 : 振動ローラ(11t級) GPS

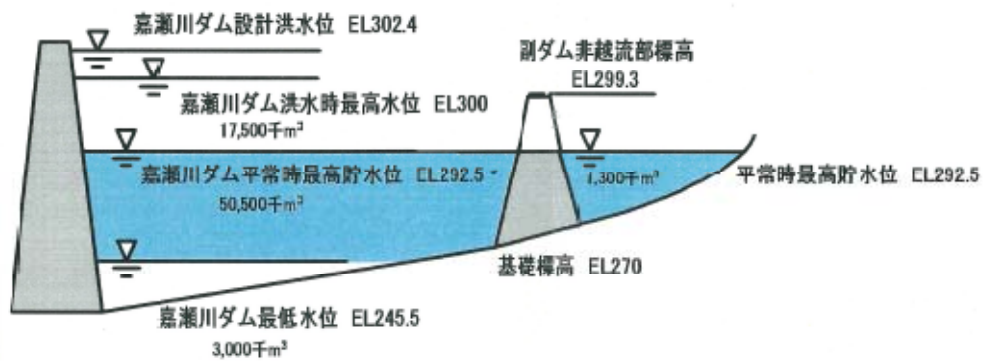
工事状況



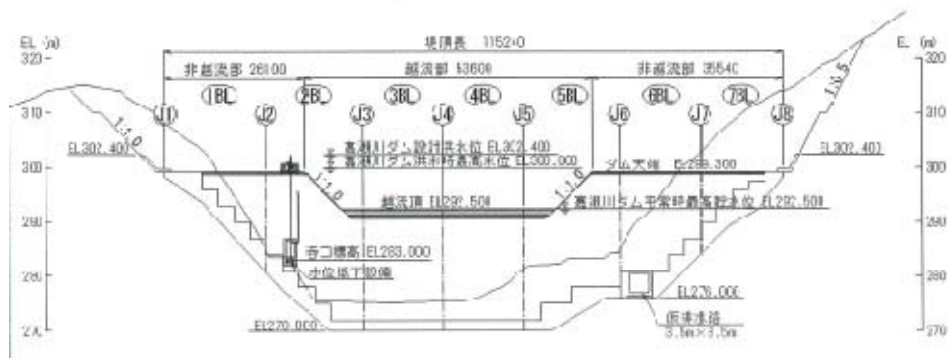
現場遠景(右岸天端より現場を望む)



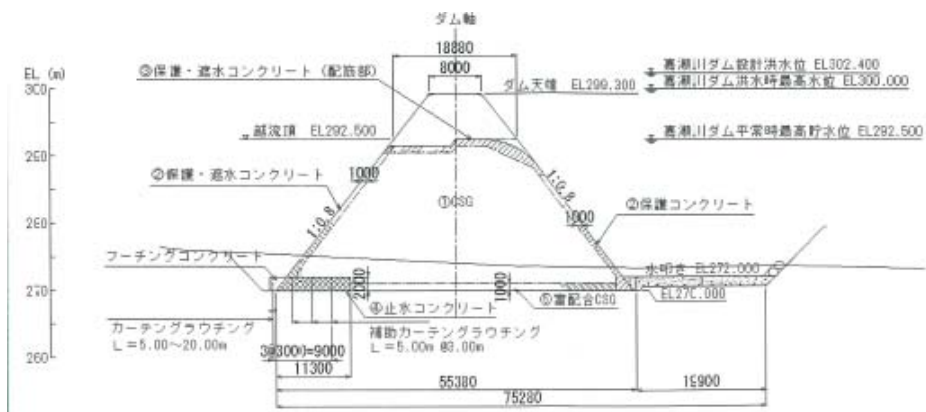
現場遠景(右岸天端より現場を望む)



嘉瀬川ダムとの関係



上流面図



標準断面図

情報化施工技術概要

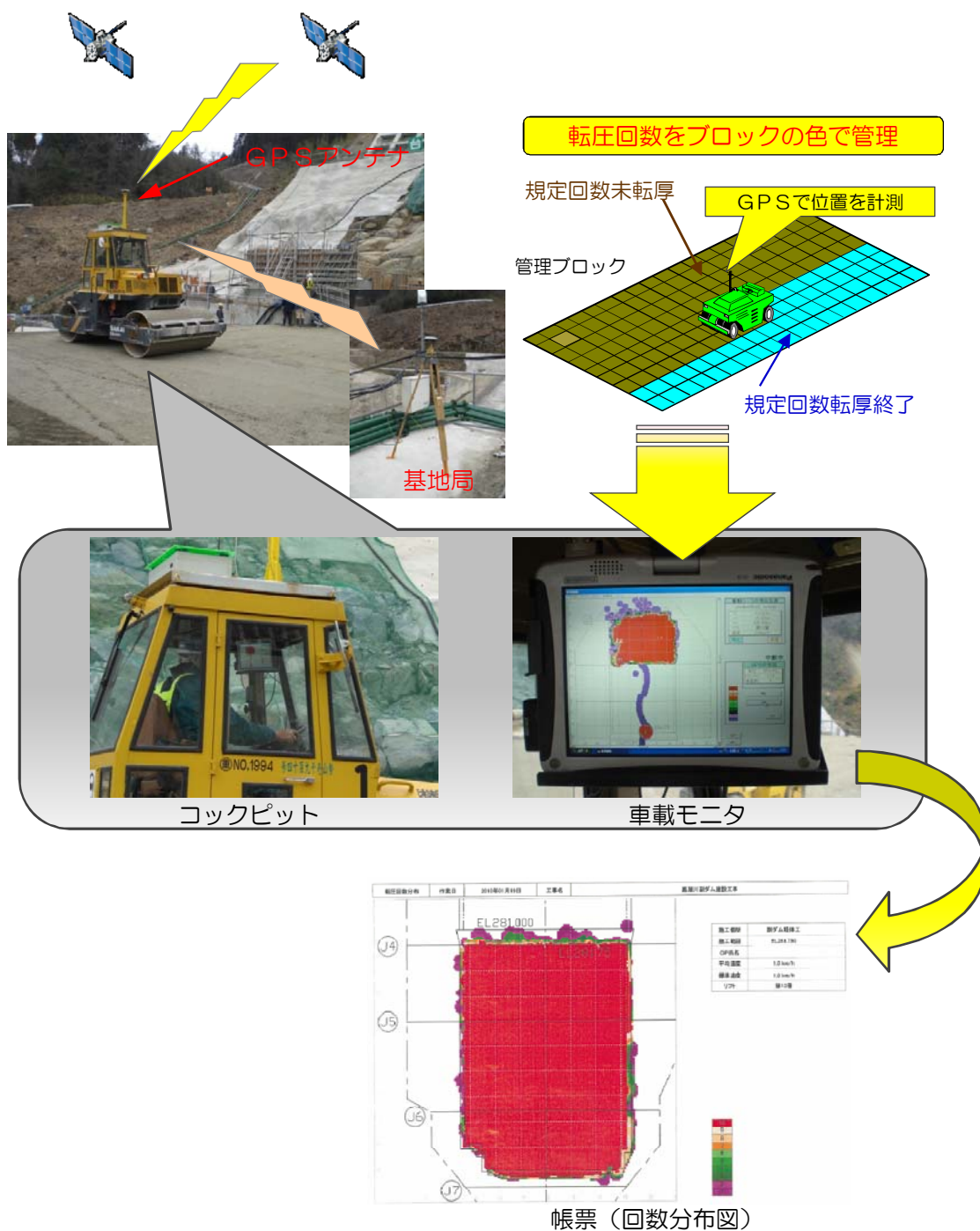
技 術 名 : GPSによる転圧回数管理システム

使 用 機 械 : 振動ローラ(11t級) GPS

技 術 概 要 : CSGの転圧において、あらかじめ締固め回数と強度の関係を行うことで、CSGの強度を転圧回数で管理するシステムです。

施工面を座標値に基づいてメッシュ化し、GPSから得られる振動ローラの位置情報に基づいて締固め回数をカウントして、オペレータに情報を提供します。

本現場は、事前調査で締固め回数は10回であった。



施工状況



現場遠景



現場遠景



振動ローラ施工状況(遠景)



振動ローラ施工状況(遠景)



振動ローラ施工状況(近景)



振動ローラ施工状況(近景)



GPSアンテナ



基地局



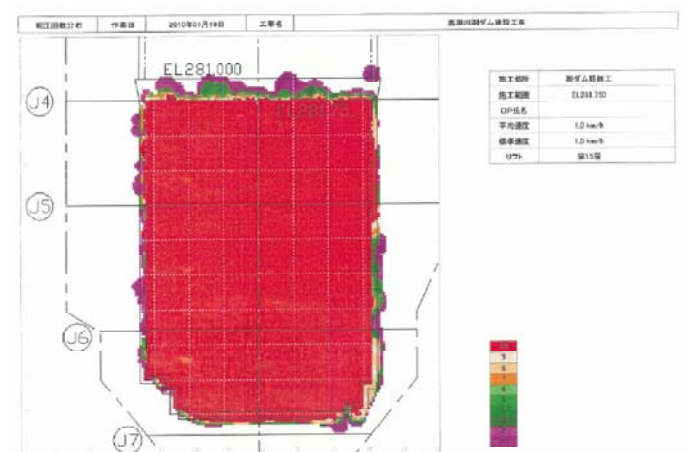
振動ローラ施工状況(コックピット)



車載モニタ



車載モニタ



帳票(回数分布図)

現地調査結果

施工者ヒアリング結果

- 本現場における情報化施工のメリットは、以下のとおりであった。
 - ・ 丁張作業が削減される
 - ・ 品質計測の頻度を低減でき省力化できる
 - ・ 重機近くでの人力作業を減らすことができ、安全性が向上する
 - ・ トレーサビリティのデータとして活用できる。
- 本現場における情報化施工のデメリットは、以下のとおりであった。
 - ・ 無線通信が途中で切れる
 - ・ 調達費用が高価(保有重機であるが、システムは外注)
 - ・ 機械が故障した場合、代替えが容易でない
 - ・ GPS座標値の精度に出来形が左右される
 - ・ 構成機器類が(基本的に)対候性でない
- 本現場においては、3次元データは不要であった。(高さ方向不要)
- 本現場は、施工者希望型(高度技術提案型総合評価方式)であったため、施工管理については締固め回数管理だけでなく、RI試験も行っており、二重管理を行っていた。
- GPSの精度が悪い場合や、無線が途中で途切れることがあったため、近くに基地局を設置することで対応していた。
- 従来の施工管理に比べ、情報化施工を導入した方が省力化できるとのことであった。

第5章 その他の情報化施工関連について

5-1. 情報化施工の普及への課題

情報化施工を実際の工事に適用し普及させるためには、工事発注者、施工企業、各々及び共通する課題を整理し、対応方針を明らかにすることが必要です。

情報化施工推進戦略(2008年7月31日 情報化施工推進会議)では、情報化施工の普及に向けた課題と対応方針として、個別課題と対応方針等として一覧表にまとめております。

発注者課題

①施工管理手法および監督・検査の情報化施工への対応

- 施工管理要領やマニュアルの整備
- 情報化施工に対応した新たな施工管理手法及び規格値の検討
- 施工管理、監督・検査の合理化
- 監督・検査体制の検討

②施工データの受発注者間の共有

- 発注者にとって有用な施工データの考え方の検討
- 受発注者間での共有データの取り扱いルール構築

③総合評価方式における技術提案に対する適正な評価

- 各種情報化施工技術の品質・コストの評価
- 情報化施工に適した条件（工事規模等）の検討
- 施工効率（生産性）の評価

④情報化施工を前提とした設計基準の見直し

- 新たな土の締固め基準の研究
- 施工精度向上による新たな舗装基準の研究
- ダム施工における余裕率低減に関する研究

⑤情報化施工に必要な3次元データ作成における設計業務との連携

- 建設機械への入力用設計データ作成の合理化

⑥施工データの有効活用

- 出来高部分払いへの応用
- 道路土工と舗装工の出来形データの連携
- 施工データの維持管理への活用方策の調査・研究

施工者等課題

① わかりやすい技術情報の提供

- 技術情報の収集・整理
- 海外事例の調査
- 用語の定義・統一

② ハード・ソフトの普及促進

- 情報化施工に対応する建設機械の普及促進
- ユーザが容易に調達できる環境の整備

共通課題

① 技術者の育成

- 研修内容の整理
- 研修体制の確立
- 資格制度の創設に向けた検討

② 標準化の推進

- 標準化（国際規格、国内規格、業界規格）の推進
- データ交換標準の運用体制の整備

③ 普及のための情報発信

- 情報発信の強化
- 情報化施工導入現場の公開

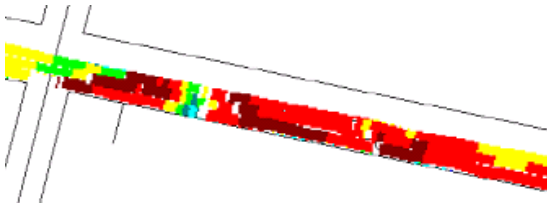
5-2. その他の情報化施工技術

情報化施工は、第2章で紹介した技術以外にもICTを活用した施工技術が実用化や普及に向けてさまざまな取組みが行われております。

本章では現在、国土交通省が試験施工として導入している技術以外についてどのような情報化施工技術が開発されているかを紹介します。

- | | | |
|---|-----|----------------------|
| 国
交
省
試
験
施
工
技
術 | ① | マシンコントロール／マシンガイダンス技術 |
| | ② | TS・GNSSによる締固め管理技術 |
| | ③ | TSによる出来形管理技術 |
| | ④ | マシンガイダンス技術 |
| | ⑤ | 加速度応答による締固め管理技術 |
| | ⑥ | 盛土巻出し厚さ管理技術 |
| | ⑦ | TSによる舗装工の出来形管理技術 |
| そ
の
他
の
技
術 | (1) | アスファルト舗装の温度管理技術 |
| | (2) | コンクリートの温度管理技術 |
| | (3) | 稼働記録による精密施工管理技術 |
| | (4) | 3次元CADによる統合管理技術 |

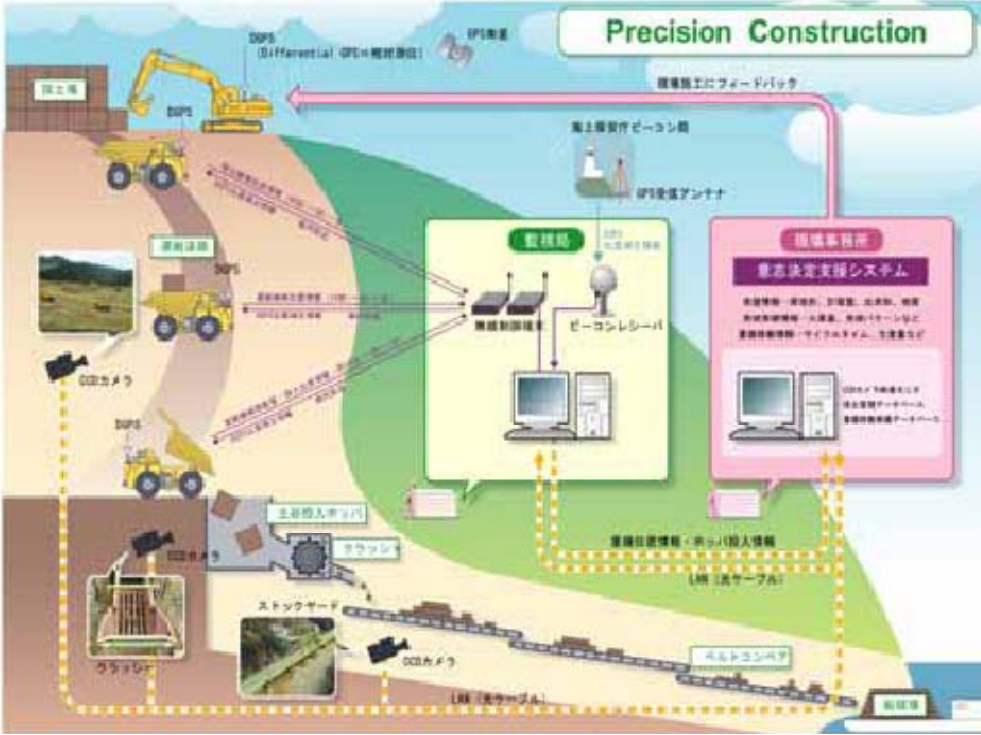
(1). アスファルト舗装の温度管理技術

【技術概要】	非接触の赤外線温度計をローラ前方やキャビン上、またはアスファルトフィニッシャー後方に取り付けて、初期転圧時の表面温度を連続的に測ろうとする技術。アスファルトの内部温度と表面温度の相関は明確になっておらず、気象条件の影響もあり直ちに数値的評価ができる段階ではないが、不良を防ぐ目安や記録として残すことで、今後評価が可能になることが期待される。																										
【導入効果】	品質確保																										
【対象機種】	タイヤローラ																										
【対象工種】	舗装工(アスファルト舗装)																										
【図・写真等】	 非接触の赤外線温度計																										
	 赤外線温度計 施工（計測）状況																										
	<table><thead><tr><th>Color</th><th>Range</th><th>%</th></tr></thead><tbody><tr><td>Dark Blue</td><td>60-70</td><td>0.16</td></tr><tr><td>Blue</td><td>70-80</td><td>0.20</td></tr><tr><td>Light Blue</td><td>80-90</td><td>0.61</td></tr><tr><td>Teal</td><td>90-100</td><td>2.54</td></tr><tr><td>Green</td><td>100-110</td><td>10.74</td></tr><tr><td>Yellow</td><td>110-120</td><td>24.68</td></tr><tr><td>Orange</td><td>120-130</td><td>38.80</td></tr><tr><td>Red</td><td>130-140</td><td>18.00</td></tr></tbody></table> 表面温度計測画面	Color	Range	%	Dark Blue	60-70	0.16	Blue	70-80	0.20	Light Blue	80-90	0.61	Teal	90-100	2.54	Green	100-110	10.74	Yellow	110-120	24.68	Orange	120-130	38.80	Red	130-140
Color	Range	%																									
Dark Blue	60-70	0.16																									
Blue	70-80	0.20																									
Light Blue	80-90	0.61																									
Teal	90-100	2.54																									
Green	100-110	10.74																									
Yellow	110-120	24.68																									
Orange	120-130	38.80																									
Red	130-140	18.00																									

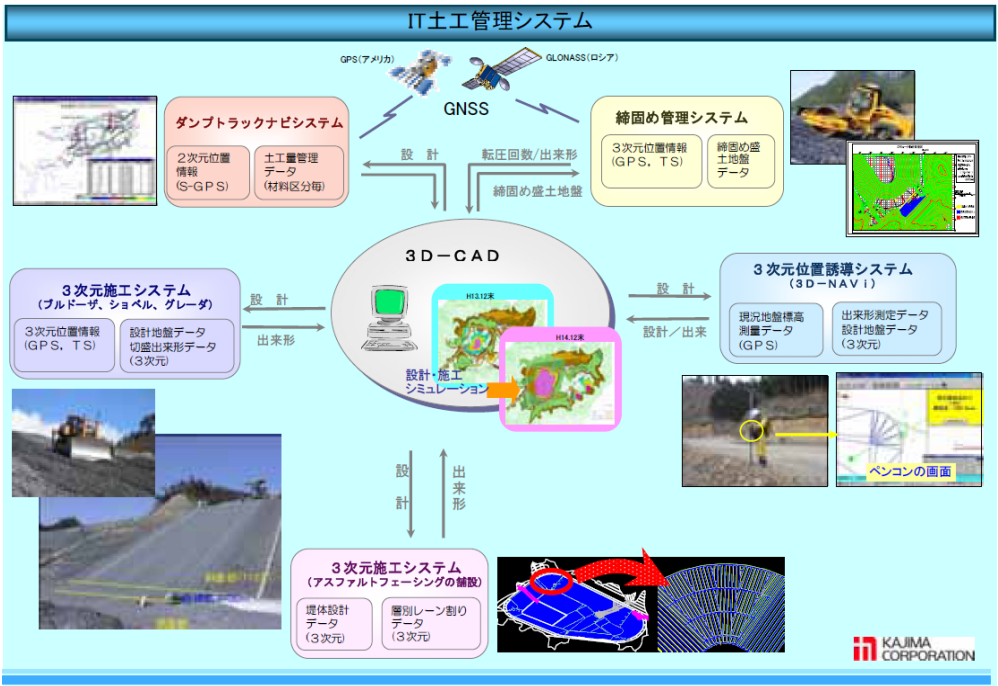
(2). コンクリートの温度管理技術

【技術概要】	コンクリート内部温度を無線付き温度計を用いて経時変化を取得・記録し、データにてコンクリートの品質を確認する技術。 ダム堤体の外部コンクリートの型枠をスライドする時期の判断(強度発現の確認)での利用を目指している。
【導入効果】	品質確保、工程調整の最適化
【対象機種】	なし
【対象工種】	ダム工
【図・写真等】	The image illustrates the wireless temperature monitoring system for concrete. It features a diagram showing the components: a '無線中継機' (Wireless Relay Station) at the top, a '無線発信機' (Wireless Transmitter) attached to a 'コンクリート型枠' (Concrete Formwork), and a '無線受信機' (Wireless Receiver) connected to a laptop. A callout box shows a '温度センサー' (Temperature Sensor) with a '保護ゴム装着時' (When wearing protective rubber).

(3). 稼働記録による精密施工管理技術

【技術概要】	現場設備の稼働状況や、掘削機械・運搬機械状況(位置等)を監視し、最適な機械配置の判断支援を行う技術。多数の工程間の情報を管理して、多数の技術者間で共有することで柔軟で迅速な判断、対応が可能となる。このような手法全般をコンカレントエンジニアリングと呼ぶ。
【導入効果】	施工効率の向上、判断・指示の迅速化・最適化
【対象機種】	なし
【対象工種】	ダム・空港等の大規模造成工
【図・写真等】	 共同研究 立命館大学・榎間組・ジオスケープ

(4). 3次元CADによる統合管理技術

【技術概要】	大規模土工現場における品質・土量等の情報を、測量や重機の施工管理状況と共に3次元CAD上で一元的に集約・把握・管理できる技術
【導入効果】	最適工程の確保、土量管理の合理化
【対象機種】	大規模土工に使用する重機(ローラ、ブルドーザ、ダンプトラック)
【対象工種】	ダム工・造成工
【図・写真等】	 The diagram illustrates the IT Construction Management System (IT土工管理システム) centered around 3D-CAD. It shows the following components and data flows: GNSS (GPS/Glonass): Receives signals from GPS (Africa) and GLONASS (Russia) satellites. ダンプトラックナビシステム (Dump Truck Navigation System): Provides 2D location information (S-GPS) and construction management data (material area division) to the 3D-CAD. 締固め管理システム (Compaction Management System): Provides 3D location information (GPS, T.S.) and compaction data to the 3D-CAD. 3次元施工システム (ブルドーザ、ショベル、グレーダ) (3D Construction System for Bulldozers, Shovelers, Graders): Provides 3D location information (GPS, T.S.) and design/terrain data to the 3D-CAD. 3次元位置誘導システム (3D-NAVI): Provides current terrain elevation measurement data (GPS) and output/navigation data (3D) to the 3D-CAD. 3次元施工システム (アスファルトフェーシングの舗設) (3D Construction System for Asphalt Facing Paving): Provides paving design data (3D) and lane division data (3D) to the 3D-CAD. 3D-CAD: The central hub for design and construction simulation, receiving data from all systems and outputting design and construction information. Output: The system outputs design and construction information to a computer monitor and a tablet (ペンコンの画面). The KAJIMA CORPORATION logo is visible in the bottom right corner of the diagram.

5-3. NETIS(新技術情報提供システム)情報

情報化施工技術は、さまざまな技術が開発、導入されてきています。これらの技術一部については、国土交通省が2006年より本格運用しているNETIS(新技術情報提供システム)への登録が進められております。

現在、試験施工を実施する工事の情報化施工技術は、12技術が登録されており、工種により以下の表に分類されます。情報化施工推進に向けてどのような技術が登録されているか紹介いたします。

※ NETIS技術の紹介については、ヒアリング主体の情報であり、詳細につきましては開発会社への問い合わせをお願いいたします。

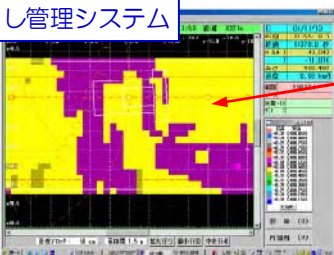
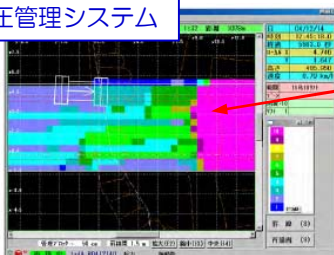
「河川土工」、「道路土工」のNETIS登録技術

工 種	種 別	情報化施工技術	NETIS 登録番号	技 術 名 称	ページ
河川・道路土工（築堤・路体・路床）	敷均し 敷均し・締固め	マシンガイダンス/ マシンコントロール	KT-980508-V	建設機械遠隔操作システム	43
			KT-990421-A	3次元マシンコントロールシステム3D-MC	44
			KT-060123-A	GPSによる盛土の敷均し・締固め管理システム	45
			KT-070036-A	NSPシステム	46
		盛土捲き出し厚さ 管理技術	KT-980508-V	建設機械遠隔操作システム	43
			KT-060123-A	GPSによる盛土の敷均し・締固め管理システム	45
	締固め	盛土締固め回数 管理システム	KT-980508-V	建設機械遠隔操作システム	43
			KT-000140-A	盛土施工管理システム	47
			KT-010187-A	GPS・自動追尾転圧締固め管理システム	48
			KT-060123-A	GPSによる盛土の敷均し・締固め管理システム	45
		盛土締固め度 管理システム	KT-980508-V	建設機械遠隔操作システム	43
			KT-010187-A	GPS・自動追尾転圧締固め管理システム	48
			KT-050054-V	3次元情報とαシステムによる情報化施工	49
			KT-060123-A	GPSによる盛土の敷均し・締固め管理システム	45
	掘削・法面整形	マシンガイダンス	KT-980508-V	建設機械遠隔操作システム	43
			KT-990421-A	3次元マシンコントロールシステム3D-MC	44
	出来形管理	TS・GNSS 出来形管理	KT-990131-A	GPS活用土工管理システム	50
			QS-090020-A	サイトポジショニングシステム(SCS900)	51

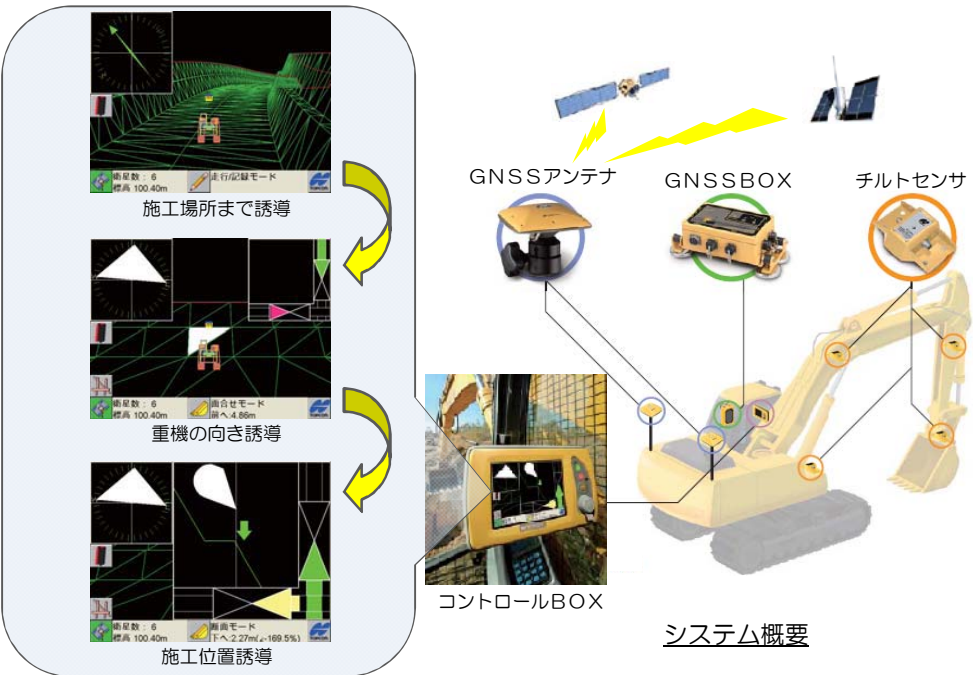
「舗装工」のNETIS登録技術

工 種	種 別	情報化施工技術	NETIS 登録番号	技 術 名 称	ページ
舗 装 工	路盤工	マシンコントロール	KT-990421-A	3次元マシンコントロールシステム3D-MC	44
			HK-030023-A	三次元マシンコントロール モータグレーダ	52
			KT-060123-A	GPSによる盛土の敷均し・締固め管理システム	45
			KT-070036-A	NSPシステム	46
			KT-090008-A	TRSAPシステム(アスファルトフィニッシャ)	53
		盛土締固め回数 管理システム	KT-000140-A	盛土施工管理システム	47
			KT-060123-A	GPSによる盛土の敷均し・締固め管理システム	45
			QS-070022-A	締固め管理システム(SiteCompactor)	54
		盛土締固め度 管理システム	KT-050054-V	3次元情報と α システムによる情報化施工	49
			KT-060123-A	GPSによる盛土の敷均し・締固め管理システム	52
			QS-070022-A	締固め管理システム(SiteCompactor)	54
	アスファルト舗装	マシンコントロール	KT-990421-A	3次元マシンコントロールシステム3D-MC	44
			KT-070036-A	NSPシステム	46
			KT-090008-A	TRSAPシステム(アスファルトフィニッシャ)	53
		盛土締固め回数 管理システム	QS-070022-A	締固め管理システム(SiteCompactor)	54
		盛土締固め度 管理システム	KT-050054-V	3次元情報と α システムによる情報化施工	49
			QS-070022-A	締固め管理システム(SiteCompactor)	54
		温度管理システム	KT-010187-A	GPS・自動追尾転圧締固め管理システム	48
	出来形管理	TS・GNSS 出来形管理	QS-090020-A	サイトポジショニングシステム(SCS900)	51

技 術 名 称	建設機械遠隔操作システム	登録番号	KT-980508-V
開 発 会 社	株式会社大本組		

技 術 概 要	人が立ち入ることのできない危険地域において、ブルドーザ、油圧ショベル、ダンプトラック、移動カメラ車等の重機を、安全な場所に設置した遠隔操作室から無線により遠隔操作し土工事を行う。敷均し、転圧管理は、重機に搭載したRTK-GNSSにより高精度に管理できる。 通常、遠隔操作可能距離は300m程度であるが、無線中継車を利用することで、2km程度の遠隔操作も可能である。				
適 用 技 術	■マシンコントロール／マシンガイダンス(巻出し、敷均し) ■TS、GNSSによる締固め管理技術 ■マシンガイダンス技術(掘削、整形) ■加速度応答による締固め管理技術 ■盛土巻出し厚さ管理技術 ■その他(無人平板載荷試験)				
適 用 工 種	◇河川・道路土工(築堤・路体・路床・掘削) ◇舗装工(路盤工・アスファルト舗装工)				
適 用 機 種	◆ブルドーザ ◆バックホウ ◆振動ローラ				
適 用 条 件	・土質条件:砂質土、粘性土、礫質土、玉石混じり土 ・GNSSの届く範囲であること				
導 入 効 果	二次災害の恐れのある危険な場所での作業が可能となる。 無人作業にもかかわらず、情報化施工管理により品質の確保が可能となる。				
施 工 体 制	(株)大本組の独自技術だが、無人化施工協会員であれば施工可能				
施 工 実 績	国土交通省	全国	3 件	(うち九州 3 件)	過去4年程度
	地方公共団体	全国	0 件	(うち九州 0 件)	
	その他	全国	0 件	(うち九州 0 件)	
特 許 等	特許	特許3948968号 土砂型枠の成形方法及び土砂型枠成形用建設機械			
	特許使用料	未定			
	実施権設定	未定			
留 意 事 項	遠隔操作室、施工機械、移動カメラ車等の無線特性に合わせた適正配置に留意する。 搭載する無線機器に対して、振動・防塵対策が必要である。 近隣工区で同様な工事が行われている場合は、無線周波数の調整が必要である。				
図・写真等	  ブルドーザ敷均し管理システム   振動ローラ転圧管理システム 高さごとに色により分類して敷均し高さを管理する。 転圧回数ごとに色により分類して敷均し高さを管理する。				

技 術 名 称	3次元マシンコントロールシステム3D-MC	登録番号	KT-990421-A
開 発 会 社	株式会社トプコン		

技 術 概 要	3次元設計データを利用してデジタル地形モデルをつくり、GNSSやTSによりリアルタイムに重機の位置を測定し、オペレータにブレードやバケットの施工位置情報を提供するシステム。フルオートの場合は自動制御で行うため、オペレータの熟練度に依存せず一定の品質を得ることができる。		
適 用 技 術	■マシンコントロール／マシンガイダンス(巻出し、敷均し) ■マシンガイダンス技術(掘削、整形)		
適 用 工 種	◇河川・道路土工(築堤・路体・路床・掘削) ◇舗装工(路盤工・アスファルト舗装工) ◇その他(造成、ダム)		
適 用 機 種	◆ブルドーザ ◆モータグレーダ ◆バックホウ ◆アスファルトフィニッシャ		
適 用 条 件	・TS使用時は、プリズムの視通が確保可能であること ・GNSS使用時は、衛星からの受信、基地局からの補正データが無線で届くこと		
導 入 効 果	・施工の効率化(丁張レス、検測作業の削減) ・施工精度の均一化が図れ、品質が向上 ・安全性向上(検測時の接触事故防止) ・夜間工事も可能 ・設計データの共有化が可能		
施 工 体 制	全国どこの業者でも施工可能		
施 工 実 績	国土交通省	全国 - 件 (うち九州 - 件)	件数の把握はしていない 九州を含め全国で展開済
	地方公共団体	全国 - 件 (うち九州 - 件)	
	その他	全国 - 件 (うち九州 - 件)	
特 許 等	特許	あり	
	特許使用料	—	
	実施権設定	—	
留 意 事 項	・3次元設計データを作成する必要がある(専用ソフトで作成可能) ・作業現場に正確な基準点(座標・高さ)があること		
図・写真等			

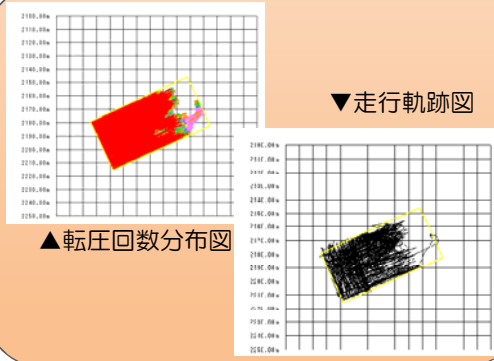
技 術 名 称	GPSによる盛土の敷均し・締固め管理システム	登録番号	KT-060123-A
開 発 会 社	ジオサーフ株式会社		

技 術 概 要	盛土の敷均し・締固め施工時に、重機上でリアルタイムに施工状況・結果を確認することができる。 敷均しでは丁張を用いずに施工ができ、締固めでは正確な転圧回数の管理を行うことができる。 加速度応答のにより締固め度管理を行うことができる。 これらのデータを電子化し帳票出力することができる。				
適 用 技 術	■マシンコントロール／マシンガイダンス(巻出し、敷均し) ■TS、GNSSによる締固め管理技術 ■加速度応答による締固め管理技術 ■盛土巻出し厚さ管理技術				
適 用 工 種	◇河川・道路土工(築堤・路体・路床) ◇舗装工(路盤工) ◇その他(造成盛土・フィルダム)				
適 用 機 種	◆ブルドーザ ◆振動ローラ ◆タイヤローラ ◆ロードローラ				
適 用 条 件	GNSS : 衛星を5個以上補足可能であること TS : 常時視通が確保可能であること				
導 入 効 果	施工の効率化(丁張レス等)・品質の向上				
施 工 体 制	全国どここの業者でも施工可能				
施 工 実 績	国土交通省	全国	61 件	(うち九州 1 件)	過去3年程度
	地方公共団体	全国	21 件	(うち九州 3 件)	
	その他	全国	10 件	(うち九州 0 件)	
特 許 等	特許	—			
	特許使用料	—			
	実施権設定	—			
留 意 事 項	—				
図・写真等	GPS締固め管理システム 施工状況 GPS 加速度計 車内モニタ 転圧回数、地盤剛性を色別で表示 GPS敷均し管理システム GPS (キャビン) GPS 車内モニタ 敷均し高さを色別で表示				

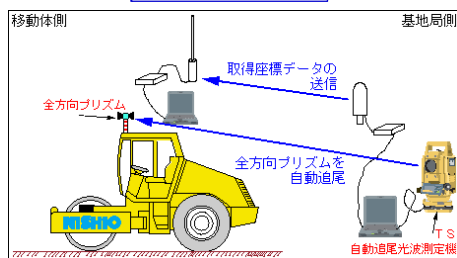
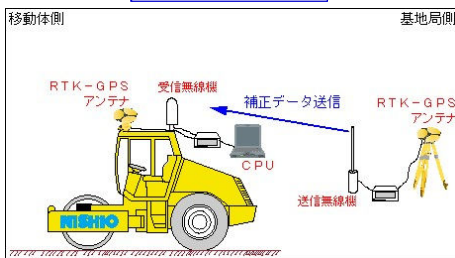
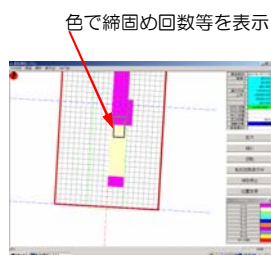
技 術 名 称	NSPシステム	登録番号	KT-070036-A
開 発 会 社	株式会社NIPPOコーポレーション 株式会社トプコン販売 西尾レントオール株式会社		

技 術 概 要	施工機械に投入した三次元設計データをもとに、衛星利用測位システム(GNSS)とレーザ通信システム(ゾーンレーザ)を用いて、舗装工での精度を高め、入力した設計値通りに重機を自動制御により施工する技術				
適 用 技 術	■マシンコントロール／マシンガイダンス(巻出し、敷均し)				
適 用 工 種	◇河川・道路土工(築堤・路体・路床) ◇舗装工(路盤工・アスファルト舗装工)				
適 用 機 種	◆ブルドーザ ◆モータグレーダ ◆タイヤローラ ◆アスファルトフィニッシャ				
適 用 条 件	・GNSSの届く範囲であること ・高圧線下は不適 ・降雨・濃霧不適				
導 入 効 果	・施工効率向上 ・施工精度、品質向上 ・省熟練化				
施 工 体 制	－				
施 工 実 績	国土交通省	全国	20 件	(うち九州 1 件)	過去3年程度
	地方公共団体	全国	0 件	(うち九州 0 件)	
	その他	全国	15 件	(うち九州 1 件)	
特 許 等	特許	－			
	特許使用料	－			
	実施権設定	－			
留 意 事 項	－				
図・写真等	 三次元設計データの作成  コントロールボックス  人工衛星のGPS位置情報 正確な測定位置を把握  システムイメージ  ゾーンレーザ発光器で高さを補正 タワーに取り付けた発光器が巡回することで、半径約300mのエリアで制御高さを補正  高精度な施工				

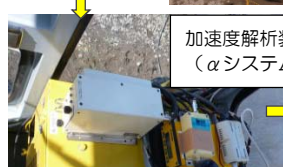
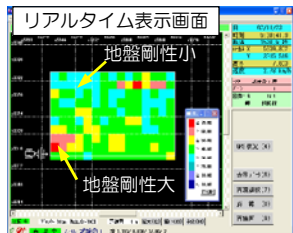
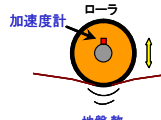
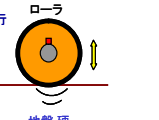
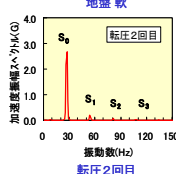
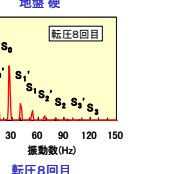
技 術 名 称	盛土施工管理システム	登録番号	KT-000140-A
開 発 会 社	東急建設株式会社		

技 術 概 要	自動追尾型トータルステーションを利用して、締固め重機の走行軌跡をリアルタイムに計測し、その座標データから盛土の締固め管理を行うシステムです。 土工における施工管理業務の省力化、効率化、情報化および盛土の品質確保に貢献できる。														
適 用 技 術	■TS、GNSSによる締固め管理技術														
適 用 工 種	◇河川・道路土工(築堤・路体・路床・盛土工) ◇舗装工(路盤工)														
適 用 機 種	◆ブルドーザ ◆振動ローラ ◆タイヤローラ ◆ロードローラ														
適 用 条 件	・土質：盛土に用いるもの全般 ・TSを用いる場合は、TS到達距離(200m程度)内であり、複数のシステムがないこと ・GNSSを用いる場合は、GNSSが到達する範囲内であること														
導 入 効 果	施工品質の向上(面的管理、締固めもれ防止)														
施 工 体 制	TS：東急建設(株)が受託業務としてシステムの設置・指導を行う GNSS：東急建設(株)または運用会社が受託業務としてシステムの設置・指導を行う														
施 工 実 績	<table border="1"> <tr> <td>国土交通省</td><td>全国</td><td>1 件</td><td>(うち九州 0 件)</td></tr> <tr> <td>地方公共団体</td><td>全国</td><td>0 件</td><td>(うち九州 0 件)</td></tr> <tr> <td>その他</td><td>全国</td><td>2 件</td><td>(うち九州 1 件)</td></tr> </table> 過去3年程度			国土交通省	全国	1 件	(うち九州 0 件)	地方公共団体	全国	0 件	(うち九州 0 件)	その他	全国	2 件	(うち九州 1 件)
国土交通省	全国	1 件	(うち九州 0 件)												
地方公共団体	全国	0 件	(うち九州 0 件)												
その他	全国	2 件	(うち九州 1 件)												
特 許 等	特許：— 特許使用料：— 実施権設定：—														
留 意 事 項	—														
図・写真等	締固め管理ソフト 帳票作成ソフト  事務所パソコン 作業指示  車載パソコン 計測データ  プリズム  プリズム追尾 測距・測角情報 システム概要  施工状況  ▲転圧回数分布図 ▼走行軌跡図														

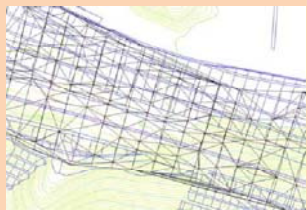
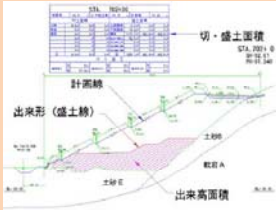
技 術 名 称	GPS・自動追尾転圧締固め管理システム	登録番号	KT-010187-A
開 発 会 社	西尾レントオール株式会社		

技 術 概 要	TS、GNSSの位置情報機器を用いて3次元データを車載モニタに表示し、オペレータがリアルタイムで転圧の過不足箇所や転圧回数を把握できる、転圧管理システムである。 また、加速度計を取り付けることにより締固め度管理や、放射温度計を取り付けることによりアスファルト舗装の温度管理も可能となる。 取得したデータから走行軌跡図、締固め回数管理図などの帳票も作成できる。				
適 用 技 術	■TS、GNSSによる締固め管理技術				
適 用 工 種	◇河川・道路土工(築堤・路体・路床)				
適 用 機 種	◆ブルドーザ ◆振動ローラ ◆タイヤローラ ◆ロードローラ				
適 用 条 件	特になし				
導 入 効 果	・面全体での管理ができるため品質が向上する。 ・施工量にとらわれる検査を必要としないため施工効率が向上する。 ・品質管理業務の簡素化				
施 工 体 制	全国どこ業者でも施工可能				
施 工 実 績	国土交通省	全国	15 件	(うち九州 5 件)	過去3年程度 「-」は多数あり
	地方公共団体	全国	- 件	(うち九州 4 件)	
	その他	全国	- 件	(うち九州 - 件)	
特 許 等	特許	特願平 8-261662 特許第 2879664			
	特許使用料	賃料に含む			
	実施権設定	-			
留 意 事 項	-				
図・写真等	TSを使用  GNSSを使用  システムの構成  施工状況  色で締固め回数等を表示 車載モニタ				

技 術 名 称	3次元情報と α システムによる情報化施工	登録番号	KT-050054-V
開 発 会 社	株式会社大林組, 前田建設工業株式会社 (α システム研究会 幹事会社:フジミコンサルタント株式会社)		

技 術 概 要	「3次元情報とαシステムによる情報化施工」は、締固めに応じて地盤の加速度応答が変化する現象を利用し、転圧中の振動ローラの加速度データから地盤変形係数や密度を自動判定するシステムです。 施工を行いながらリアルタイムに、かつ施工面全体にわたって地盤品質を判定するため、従来の平板載荷試験やRI法に比べ、効率的で高精度な盛土品質管理を行うことができる。				
適 用 技 術	■加速度応答による締固め管理技術				
適 用 工 種	◇河川・道路土工(築堤・路体・路床) ◇舗装工(路盤工・アスファルト舗装工)				
適 用 機 種	◆振動ローラ				
適 用 条 件	土質条件:礫質土◎、砂質土○、粘性土△ アスファルト・・・○～△ GNSSの届く範囲であることが望ましい				
導 入 効 果	施工の効率化(品質試験の省略等)、施工精度・品質の向上				
施 工 体 制	全国どここの業者でも施工可能				
施 工 実 績	国土交通省	全国	20 件	(うち九州 0 件)	
	地方公共団体	全国	1 件	(うち九州 0 件)	過去3年程度
	その他	全国	10 件	(うち九州 2 件)	
特 許 等	特許	特許3552028号 土の締固め管理方法及び装置 特許3908031号 盛土転圧管理方法及び装置			
	特許使用料	15,000円／台・月			
	実施権設定	通常実施権 (研究会幹事会社を介して大林組・前田建設工業と締結)			
留 意 事 項	粘性土の密度管理に使用する場合は、精度があまり良くない				
図・写真等	 加速度計  GPSアンテナ  振動ローラ  加速度解析装置 (αシステム)  車載ノートPC システム導入効果 ■現場計測試験の省力化 ■品質管理精度の向上 ■不良部への迅速な対処  リアルタイム表示画面 地盤剛性小 地盤剛性大 αシステム施工イメージ  ローラ 地盤 軟  ローラ 地盤 硬  転圧2回目  転圧8回目 αシステムの測定原理  施工状況				

技 術 名 称	GPS活用土工管理システム	登録番号	KT-990131-A
開 発 会 社	三井住友建設株式会社		

技 術 概 要	大規模土工において、GNSSによる測量データを活用し、効率的な土工の出来形管理を行う技術である。これにより、測量業務および出来形管理図・土量計算業務の省力化が可能となる。		
適 用 技 術	■TS・GNSSによる出来形管理技術		
適 用 工 種	◇道路土工(出来形管理)		
適 用 機 種	◆GNSS		
適 用 条 件	・GNSSの届く場所において適用可能 ・土工出来形を平均断面法で計上する工事		
導 入 効 果	・測量業務の省力化(一人での測位が可能、任意点の測量により計画断面位置での出来形横断線を作成) ・土工出来形図作成、土工量計算の効率化		
施 工 体 制	全国どこ業者でも施工可能		
施 工 実 績	国土交通省	全国 0 件 (うち九州 0 件)	過去3年はなし 今まで 7 件の実績あり
	地方公共団体	全国 0 件 (うち九州 0 件)	
	その他	全国 0 件 (うち九州 0 件)	
特 許 等	特許	—	
	特許使用料	—	
	実施権設定	—	
留 意 事 項	・本システムの動作環境が必要(CADソフト、OS) ・道路線形の入手と計画横断図CADデータの入手・作成が必要 ・無線に業務用無線を使用する場合は免許申請が必要(電波法)		
図・写真等	 GPSを利用した出来形地形測量  初期入力データ ・道路線形情報 ・CADデータ ↓    出来形地形モデル図 出来形横断図 ↓ 入力データと 測量データの結合		

技 術 名 称	サイトポジショニングシステム(SCS900)	登録番号	QS-090020-A
開 発 会 社	株式会社ニコン・トリンプル		

技 術 概 要	現況測量、杭打ち、出来形測量、土量計算など土木施工管理の作業について、専用ソフトウェアの機能により、一人でも簡単かつ正確に効率的な作業を可能としたシステム。				
適 用 技 術	■TS・GNSSによる出来形管理技術				
適 用 工 種	◇河川・道路土工(出来形管理) ◇舗装工(出来形管理) ◇その他(現地測量、杭打ち、出来形測量、設計データの観測)				
適 用 機 種	◆TS ◆GNSS				
適 用 条 件	TS, GNSSの届く範囲であること				
導 入 効 果	・現場に設計図書や測量成果簿を持ち込むことなく、自分の位置を把握できる。 ・測量結果のデータ化による人為的ミスの防止				
施 工 体 制	全国どこの業者でも施工可能				
施 工 実 績	国土交通省	全国	8 件	(うち九州 0 件)	過去3年程度
	地方公共団体	全国	9 件	(うち九州 2 件)	
	その他	全国	16 件	(うち九州 0 件)	
特 許 等	特許	-			
	特許使用料	-			
	実施権設定	-			
留 意 事 項	3次元データの作成が必要				
図・写真等	コントローラ The diagram illustrates the SCS900 system workflow. At the top, a box labeled 'コントローラ' (Controller) contains images of a handheld PDA and a laptop. Below this, a 'TS' (Total Station) on the left and a 'GNSS受信機' (GNSS Receiver) on the right are shown with yellow lightning bolt symbols indicating data transmission to the controller. A large orange arrow points from the controller to a central software interface box. This interface box displays a menu with six numbered options: 1. 現場管理 (Site Management), 2. 観測 (Observation), 3. 測量 (Measurement), 4. 観測条件設定 (Observation Condition Setting), 5. 土量/測量計算 (Earthwork/Measurement Calculation), and 6. システム設定 (System Setting). Below the menu, it says 'リアルタイムで現況を計測' (Measure current conditions in real-time). A blue arrow points from the interface to a blue box containing '座標データ' (Coordinate Data) and 'CAD図' (CAD Drawing). A red arrow points from the interface to a red box containing '現況測量' (Current Measurement), '杭打ち' (Pile Driving), '出来形測量' (As-built Measurement), and '土量計算' (Earthwork Calculation), accompanied by a laptop icon.				

技 術 名 称	三次元マシンコントロール モータグレーダ	登録番号	HK-030023-A
開 発 会 社	鹿島道路株式会社 株式会社トプコン販売		

技 術 概 要	TSによる3次元マシンコントロール技術により、モータグレーダを自動制御し路盤の整形を行う工法。 予め入力しておいた設計データを自動追尾トータルステーションによりレーザ光により送受信し、機械操作(ブレード高さ、勾配)を自動制御するシステム。 現在は、ブルドーザ、アスファルトフィニッシャ、切削機に応用可能				
適 用 技 術	■マシンコントロール／マシンガイダンス				
適 用 工 種	◇舗装工(路盤工・アスファルト舗装工)				
適 用 機 種	◆ブルドーザ ◆モータグレーダ ◆アスファルトフィニッシャ				
適 用 条 件	TSの無線が安定して届く距離内				
導 入 効 果	・単位時間当たりの施工量向上 ・仕上がり精度の向上 ・完全性の確保 ・熟練オペレータ不足への対応				
施 工 体 制	全国どこの業者でも施工可能だが、別途技術を要する。				
施 工 実 績	国土交通省	全国	30 件	(うち九州 5 件)	過去3年程度
	地方公共団体	全国	10 件	(うち九州 2 件)	
	その他	全国	100 件	(うち九州 10 件)	
特 許 等	特許	-			
	特許使用料	-			
	実施権設定	-			
留 意 事 項	・雨天時は雨滴によりレーザが拡散してしまうので使用不可 ・TSのバッテリー切れ ・気温の大きな変化による油圧応答性の調整 ・複数台稼働時の混信防止				
図・写真等	 システム概要   施工状況				

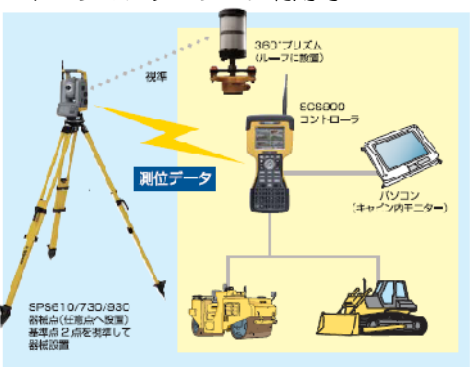
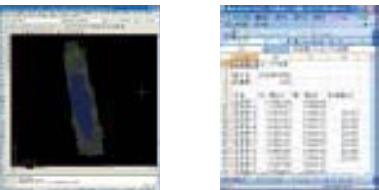
技 術 名 称	TRSAPシステム(アスファルトフィニッシャー)	登録番号	KT-090008-A
開 発 会 社	大成ロテック株式会社 株式会社トプコン販売		

技 術 概 要	TRSAPシステムは、RTK-GNSSによる3次元位置情報とゾーンレーザを融合させた、3次元マシンコントロールシステムです。回転式ゾーンレーザを導入したことで、従来の高さ方向の精度をmm単位まで制御可能となります。主な施工は、アスファルトフィニッシャーを対象としています。					
適 用 技 術	■マシンコントロール／マシンガイダンス(巻出し、敷均し)					
適 用 工 種	◇舗装工(路盤工) ◇舗装工(アスファルト舗装工〔表層工を除く〕)					
適 用 機 種	◆アスファルトフィニッシャー					
適 用 条 件	土質条件：路盤材、セメント安定処理材、As安定処理材、粗粒度アスコン GNSSの届く範囲であること					
導 入 効 果	施工の効率化(丁張レス等)、施工精度・品質の向上					
施 工 体 制	大成ロテック(株)機械技術センター主導のもと、全国の施工現場に対して施工支援を行う					
施 工 実 績	国土交通省	全国	4	件	(うち九州	0 件)
	地方公共団体	全国	1	件	(うち九州	0 件)
	その他	全国	6	件	(うち九州	0 件)
特 許 等	特許	-				
	特許使用料	-				
	実施権設定	-				
留 意 事 項	トンネル内、山間狭隘地等の上空視界に弊害を及ぼす場所には適さない。 現場内に水溜り等の水面が混在する場所には適さない。 無線通信を及ぼす場所には適さない。					

図・写真等



技 術 名 称	締固め管理システム(SiteCompactor)	登録番号	QS-070022-A
開 発 会 社	株式会社ニコン・トリンプル		

技 術 概 要	土木工事の締固め作業において、3次元測位データを利用した位置情報をCAD図を入力した車載パソコンに表示することにより、締固め位置および回数をリアルタイムに確認しながら締固め作業を行う技術。				
適 用 技 術	■TS、GNSSによる締固め管理技術 ■加速度応答による締固め管理技術				
適 用 工 種	◇舗装工(路盤工) ◇舗装工(アスファルト舗装工)				
適 用 機 種	◆振動ローラ ◆タイヤローラ ◆ロードローラ				
適 用 条 件	・上空の視通の確保できる現場 ・GPS信号、無線信号の障害のない現場 ・工法規定方式が適用できる材料の現場				
導 入 効 果	設計から施工、出来形出力までトータルに施工現場を管理することによる施工性の向上と、ヤード全域を面的に管理することによる品質の向上				
施 工 体 制	全国どここの業者でも施工可能				
施 工 実 績	国土交通省	全国	40 件	(うち九州 5 件)	過去3年程度
	地方公共団体	全国	6 件	(うち九州 3 件)	
	その他	全国	5 件	(うち九州 0 件)	
特 許 等	特許	-			
	特許使用料	-			
	実施権設定	-			
留 意 事 項	-				
図・写真等	■GPS受信利用時  RTK-GPS 補正情報 受信無線機 GPS アンテナ (ループに設置) GPS/51/861 GPS/GNSS 受信機 (キャビン内に設置) パソコン (キャビン内モニター) GPS/51/861 基地局(座標既知内に設置) RTK-GPS 補正情報生成 ■トータルステーション利用時  360°プリズム (ループに設置) 視準 測位データ EC8000 コントローラ パソコン (キャビン内モニター) SPS610/730/83C 新機点(位置高へ変換) 基準点2点を基準として 観測位置 ■モニタ表示  高さ管理 転圧回数管理 ■出力ファイル  DXF形式 CSV形式				

5-4. 用語解説

情報化施工技術に関する主な用語集を次ページ以降に掲載します。

現在、用語におきましては、定義・統一化について検討している段階であります。掲載している用語については、参考資料として取扱い願います。

ICT	情報通信技術(Information and Communication Technology)のこと 建設ICTでは、GNSS、TSといった高度な測位システムや、通信機器、コンピュータのこと
GNSS	人工衛星からの信号を用いて位置を決定する衛星測位システムの総称 汎地球測位航法衛星システム(Global Navigation Satellite System)
TS (トータルステーション)	1台の機械で角度(鉛直角・水平角)と距離を同時に測定することのできる電子式測距角儀のこと。セオドライト(トランシット)＋光波測距儀のイメージ
レーザースキャナ	レーザ光線による測距で、面データを点群データで取得する機器
マシンガイダンス	測量機器からの施工機械の位置情報・現場状況と、設計値の差異を算出し所要の施工精度になるようオペレータへ情報を提供・指示する技術
マシンコントロール	マシンガイダンス技術に施工機械の油圧制御技術を組み合わせて、設計値(3次元設計データ)に従って機械を自動制御する技術
RTK-GNSS	測りたい移動局(観測点)の他に位置のわかっている基準局が必要とする測位方式。位置情報をリアルタイムに算定し移動局の測位を行います(リアルタイムキネマティック-GNSS)
チルトセンサ	傾斜センサもしくは勾配センサなどの一般総称
電子基準点	国土地理院が設置したGPSを観測する基準点で、30～40kmごとに全国約1200点設置されている。
基準局	RTK-GNSSを行う際に基準とするGNSS局
丁張	土木工事において、目的物を施工する場合の位置と高さ、勾配を示した仮設物。情報化施工では丁張レスとなることが大きな特長である
CALS/EC	情報を電子化し、コンピュータネットワークを活用して情報の共有・活用を図ることによる公共事業の生産性向上やコスト縮減等を実現するための取り組み(公共事業支援統合情報システム)
SXF	国土交通省の主導で開発した異なるCAD間でデータをやりとりする際に使用する中間ファイル形式(Scadec data eXchange Format)
TIN	点を結び三角の面を組み合わせることで地形で表したデータ。(triangulated irregular network : 不整三角形網)
XML形式	独自のタグを使って文書やデータ内容を関連付けるための記述言語。通信・情報交換に用いるデータに使われる(eXtensible Markup Language)施工管理データ交換標準としても使用される
SIMAデータ	日本測量機器工業会が標準化した測量データの形式。TS施工管理用の施工管理データ交換標準形式
NETIS	国土交通省が運用している新技術情報のデータベース(New Technology Information System : 新技術情報提供システム)
コンカレントエンジニアリング	「同時性技術方式」という。各部門間の情報をコンピュータネットワークで共有し、最適な生産体制を柔軟に構築していくこと。大規模工事における機械配置等に適用される。

5-5. 参考文献

参考図書

1. 情報化施工推進戦略 2008年7月31日 (情報化施工推進会議)
2. 初心者のための情報化施工入門 平成21年11月 (国土交通省 総合政策局 建設施工企画課)
3. 情報化施工の普及推進について 平成21年10月 (国土交通省 九州地方整備局 施工企画課)
4. 建設ICTざっくりシリーズ 平成22年1月 (中部地方整備局 建設ICT導入研究会)
5. 建設施工における情報の有効活用 (国土交通省 国土交通大学校)
6. 情報化施工の実施事例 (国土交通省 国土交通大学校)
7. 情報化施工演習 (国土交通省 国土交通大学校)
8. 情報化施工ガイドブック2009 (社団法人 日本建設機械化協会)

参考サイト

1. 情報化施工の本格普及に向けた取り組み (国土交通省 総合政策局 建設施工企画課)
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kensetsusekou/kondankai/ICTsougou.htm>
2. 情報化施工推進会議 (国土交通省 総合政策局 建設施工企画課)
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kensetsusekou/kondankai/ICTsekou/ICTsekou_index.htm
3. ICTを活用した施工管理要領 (国土交通省 総合政策局 建設施工企画課)
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kensetsusekou/it/jyouhouka/jyouhouka.html>
4. 建設ICT総合サイト ～建設ICT導入研究会～ (国土交通省 中部地方整備局)
<http://www.cbr.mlit.go.jp/kensetsu-ict/index.htm>
5. NETIS 新技術情報提供システム (国土交通省)
<http://www.netis.mlit.go.jp/EvalNetis/NewIndex.asp>

施工管理基準

1. TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領(案) 平成15年12月
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kensetsusekou/it/jyouhouka/youryou.pdf>
2. 施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領(案) 平成20年3月
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kensetsusekou/it/jyouhouka/TSyouryou.pdf>
3. ICTバックホウによる情報化施工要領(案) 平成21年3月 (建設ICT導入研究会)
<http://www.cbr.mlit.go.jp/kensetsu-ict/model/pdf/BHyouryou.pdf>

上記施工要領は、今後のモデル工事や研究開発の進捗に合わせて随時見直して行く予定です。

以下の資料は試行工事に用いるため管理要領となります。

4. 施工管理データを搭載したRTK-GNSSによる出来形管理要領(試行案)(Ver0.1) 平成21年3月
<http://www.cbr.mlit.go.jp/kensetsu-ict/model/pdf/GNSS-youryou.pdf>
5. 施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領(試行案)
【道路地下埋設物編】平成21年3月
http://www.cbr.mlit.go.jp/kensetsu-ict/model/pdf/TSyouryou_chika.pdf
6. 施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領【舗装工事編】
平成21年8月 関東地方整備局
http://www.cbr.mlit.go.jp/kensetsu-ict/model/pdf/TSyouryou_hoso.pdf