

**TS・GNSSを用いた締固め
管理技術の手引き
【施工者用】**

平成26年3月

基礎編

1. はじめに
2. 情報化施工技術の動向(一般化推進技術)
3. TS・GNSSを用いた締固め管理技術の概要
4. 準拠する要領・基準等、適用工種
5. TS・GNSSを用いた締固め管理技術のメリット
6. TS・GNSSを用いた締固め管理技術の主要5パート
7. TS・GNSSを用いた締固め管理技術の構成例

1. はじめに

- ▶ 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、高効率・高精度な施工を実現するものである。
- ▶ 設計データ（3次元設計データ等）、測量データ（現地盤データ等）、機械稼働データ（稼働時間、走行軌跡等）、品質データ（計測データ、転圧回数等）、出来形・出来高データ（計測データと設計データとの差分等）などの電子データを有効活用することで、従来の施工プロセスの中で必要であった起工測量、施工、検測、品質・出来形管理の省力化、合理化等の改善を行うことができる。
- ▶ 情報化施工の導入によって、施工者は新たな機器・ソフトウェアを購入（リース、レンタルを含む）し、新たな施工管理要領等に基づき施工を実施する。また、発注者は新たな監督・検査要領等に基づき施工管理、監督・検査を実施する。
- ▶ 国土交通省では、平成25年度から「TSによる出来形管理技術」一般化技術と位置づけた他、「MC（モータグレーダ）技術」、「MC/MG（ブルドーザ）技術」、「MG（バックホウ）技術」、「TS・GNSSを用いた締固め管理技術」、「TSを用いた出来形管理技術（10,000m³未満の土工）」の5技術を今後5ヶ年の一般化推進技術とし、普及促進を図ることとしている。
- ▶ 本手引き書は、はじめて情報化施工を導入する施工者・発注者でも円滑な施工が可能となることを目的とし、主に情報化施工の実施手順に沿って実施時のルールや留意すべき事項をとりまとめたものである。



情報化施工の実現イメージ

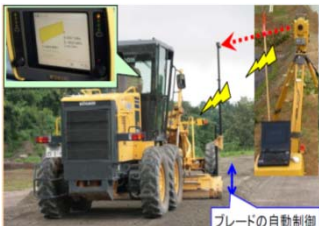
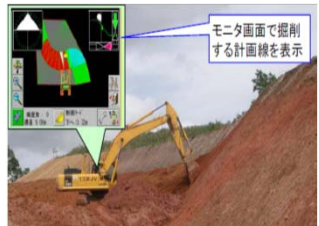

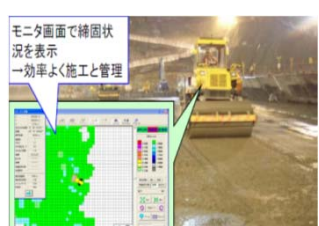
2. 情報化施工技術の動向（一般化推進技術）

- 国土交通省では、平成25年3月に策定された新たな「情報化施工推進戦略(情報化施工推進会議)」に基づき、情報化施工の推進を図っている。

参考URL: http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo15_hh_000009.html

- 平成25年5月には、各地方整備局等へ「情報化施工技術の一般化・実用化の推進について(平成25年5月14日付け国官技第23号、国総公第18号)」が通知され、以下のような情報化施工技術を具体的なスケジュール、活用目標で積極的に実施、普及していくこととしている。

参考URL: http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_fr_000015.html

<p>①マシンコントロール(MC)技術</p>  <p>TSやGNSSにより機械の位置を取得し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分に基づき、排土板の高さ・勾配を自動制御する</p> <p>ブレードの自動制御</p>	<p>②マシンガイダンス(MG)技術</p>  <p>モニタ画面で掘削する計画線を表示</p> <p>TSやGNSSにより機械の位置を取得し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分を運転席モニタへ提供する</p>
<p>③TSによる出来形管理技術</p>  <p>設計データを搭載したTSを用いて出来形計測を行い、自動で設計データと出来形データとの差分を算出する また、自動で出来形管理帳票を作成する</p>	<p>④ TS/GNSSによる締固め管理技術</p>  <p>モニタ画面で締固め状況を表示 →効率よく施工と管理</p> <p>TSやGNSSにより締固め機械の位置を取得し、走行軌跡や締固め回数をリアルタイムに運転席モニタへ提供する</p>

普及段階にある情報化施工技術

平成24年度まで	平成25年度から		
	目標件数・目標活用率		
一般化推進技術	一般化技術		
①TSによる出来形管理技術(土工)	H25	H26	H27
②MC(モータグレーダ)技術	使用原則化工事の全てで使用		
	一般化推進技術		
	H25	H26	H27
	②TSによる出来形管理技術(土工)10,000m3未満		
	60%		
	③MC(モータグレーダ)技術		
	60%		
	④TS・GNSSによる締固め管理技術		
	15%	30%	60%
	⑤MC・MG(ブルドーザ)技術		
	15%	30%	60%
	⑥MG(バックホウ)技術		
	15%	30%	60%
実用化検討技術	実用化検討技術		
③TS・GNSSによる締固め管理技術	H25	H26	H27
④MC・MG(ブルドーザ)技術			
⑤MG(バックホウ)技術			
確認段階技術	確認段階技術		
⑥TSによる出来形管理技術(舗装工)	H25	H26	H27
	⑧MC(アスファルトフィニッシャ)技術(3次元MC)		
	適した工事があれば実施		
	⑨MC(路面切削機)技術		
	適した工事があれば実施		

情報化施工の普及スケジュール

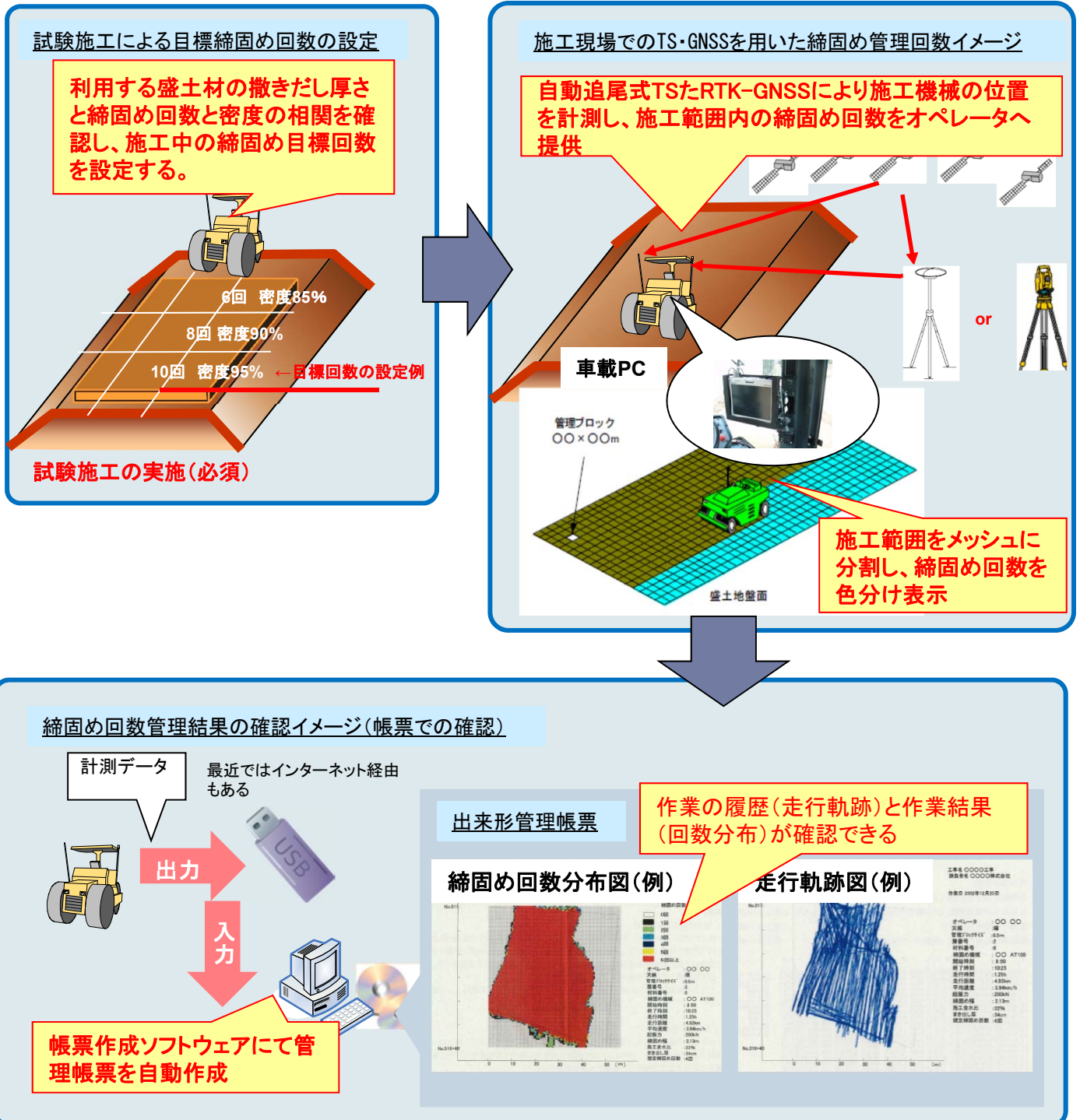
【参考】 情報化施工技術一覧

技術名称	対象工種
A. ブルドーザや油圧ショベル等のマシンガイダンス技術 ⇒前頁②に該当	土工(掘削工、法面整形工:切土部・盛土部)、ダム基礎掘削工
B. グレーダやブルドーザ等のマシンコントロール技術 (敷均し)⇒前頁①に該当	土工(掘削工)、路盤工(盛土工:敷均し)、ダム基礎工(掘削工)、舗装工
C. TS・GNSSを用いた出来形管理技術 (道路土工/河川土工) ⇒前頁③に該当 ※普及段階にあるのはTSを用いた技術のみ	土工、舗装工、ダム基礎工(掘削工)など
D. ローラの軌跡管理による面的な品質管理技術(締固め) ⇒前頁④に該当	土工(盛土工:締固め)、ダム堤体工(締固め工)
E. ブルドーザ等による面的な品質管理技術(厚さ)	土工(盛土工:敷き均し、締固め)
F. 振動ローラの加速度応答による面的な品質管理技術 (強度)	土工(盛土工:締固め)、ダム堤体工(締固め)
G. TSを用いた出来形管理技術(厚さ)	舗装工(路盤工、基層・表層工)
H. 非接触赤外線温度計を用いた面的な品質管理技術	舗装工(基層・表層工)
I. 各種強度試験による盛土の品質管理技術(強度)	土工、舗装工(路盤工)
J. 無線付き温度計を用いたコンクリートの品質管理技術 (積算温度)	ダム(コンクリートダム、RCDダム)
K. 建設機械や生産設備の稼働記録を用いた精密施工管理技術	ダム工(本体工と原石山工)、大規模造成工:空港(本体工と土取り工)など
L. 3次元CADによる統合管理技術	対象工種:ダム工(本体工)、造成工事

本事例集の対象範囲

3. TS・GNSSを用いた締固め管理技術の概要

- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理技術は、TSやGNSSなどの位置計測装置を用いて締固め機械の走行軌跡を計測し、締固め回数をリアルタイムにオペレータ画面に表示することで締固め不足の防止と均一な施工の支援を行うシステムである。
- ▶ 試験施工で得られた目標の締固め回数を确实の実施・管理できることから、施工後の現場での密度試験が不要とされている（TS・GNSSを用いた締固め管理要領に準拠した場合）。



TS・GNSSを用いた締固め施工と施工管理のイメージ

4. 準拠する要領・基準等、適用工種

▶ 準拠する要領・基準等

- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理の実施の際に準拠する要領・基準等は、国土交通省のWebサイトよりダウンロードできる。

参考URL: http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000017.html

本事例集の対象範囲

区分	名称	対象者
施工管理要領	TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領 平成24年3月	・施工者 ・監督職員
監督・検査要領	TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理の監督・検査要領 平成24年3月	・施工者 ・監督職員 ・検査職員

▶ 適用工種(土木工事共通仕様書の構成に沿って記載)

編	章	節	工種
共通編	土工	河川土工・海岸土工・ 砂防土工	盛土工
共通編	土工	道路工	路体盛土工
			路床盛土工

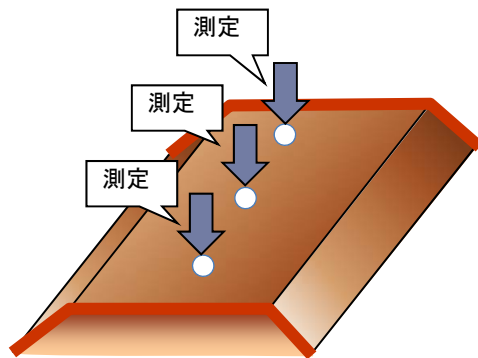
5. TS・GNSSを用いた締固め管理技術のメリット 1/3

- ▶ 盛土全体の面的な回数管理によるミスの防止、過転圧の防止

【従来手法】

従来の締固め管理イメージ

締固め施工後に密度測定を実施し、盛土の品質を直接測定(品質規定方式)



現行の管理基準

【砂置換法】

・築堤の場合は、1000m³に1回、または堤体延長20mに3回

【RI計法】

・管理単位(1500m³)当たり、原則15点

現状

- ・締固め施工後に現場にて、規定の回数の密度試験を実施する。
- ・管理単位の面積を点の測定値で代表させている。(点管理)

【TS・GNSSを用いた締固め管理技術】

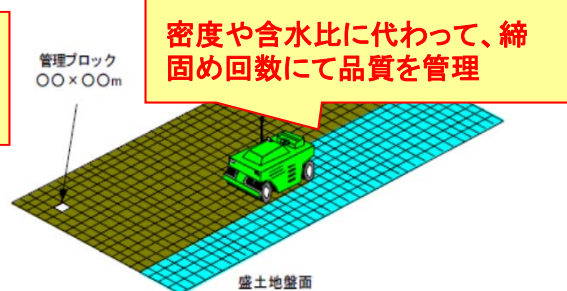
TS・GNSSを用いた締固め管理イメージ

事前の試験施工において、規定の締固め回数を確定し、締固め回数により盛土の品質を間接的に測定(工法規定方式)



TS・GNSSを用いた締固め管理基準

車載PC画面上で施工範囲の全面にわたって、規定の締固め回数に達していることを把握



メリット

- ・施工範囲の全面の締固め回数が管理可能となるため、ミスが防止される。(面管理)
- ・過転圧が懸念される土質において、締固め回数での管理となるため、過転圧が防止される。

留意点

- ・回数管理であり、試験施工と同等条件の盛土材、撒きだし厚が確保されていることが前提。
- ・システムの導入と施工品質の確保が同等では無いことに留意。

5. TS・GNSSを用いた締固め管理技術のメリット 2/3

- ▶ 砂置換やRI計法が適用できない土質条件(粒径)の管理に活用可能

【従来手法】

現行の管理基準

現状

・岩塊盛土では、2孔式のRIやタスクメータでの管理が行われており、手間を要していた。

【砂置換法】

・適用範囲は、盛土材料の最大粒径が53mm以下

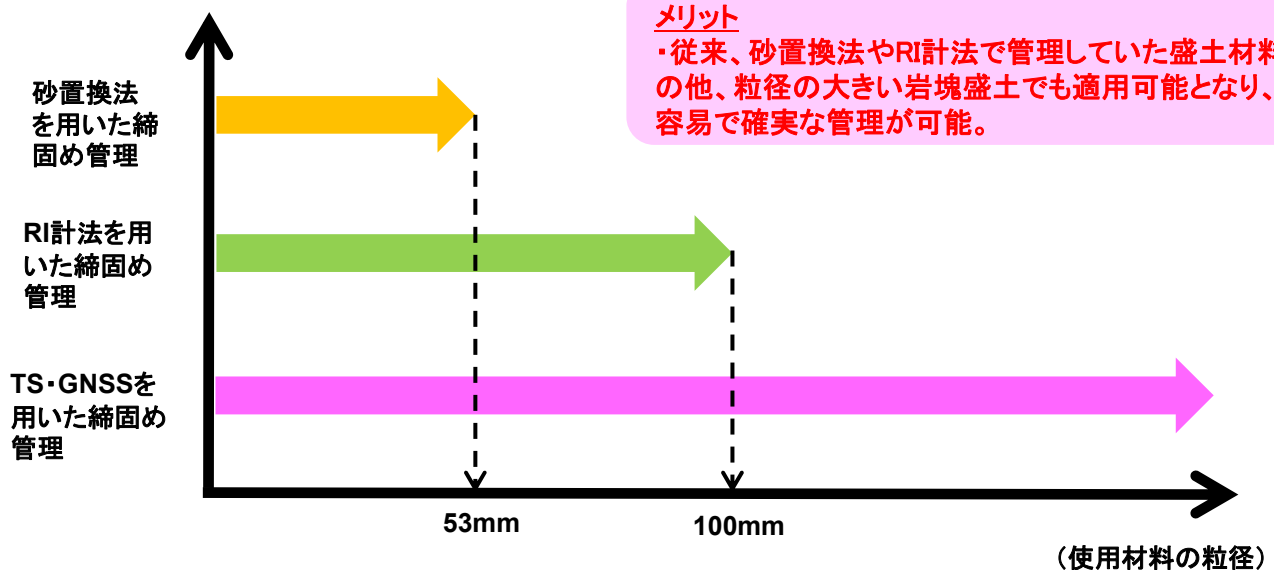
【RI計法】

・盛土材料の礫率が60%以上、かつ細粒分(75 μ mふるい通過率)が10%未満の場合、散乱型RI計器による管理は不可(原則)

・径10cm以上の礫を含む盛土材料には、散乱型および透過型RI計器による管理は不可

【TS・GNSSを用いた締固め管理技術】

TS・GNSSを用いた締固め管理基準



留意点

適用不可能な土質条件について

・TS・GNSSを用いた締固め管理技術では、密度比と回数の相関に基づいて管理を行うことから、以下の様な密度比による管理が適さない土質の材料には適していない。

- ① 75 μ mふるい通過率が20%以上50%未満の砂質土
- ② 75 μ mふるい通過率が50%以上の粘性土
- ③ 土質が日々大きく変化する材料

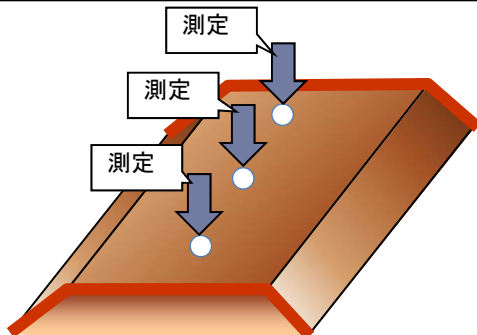
5. TS・GNSSを用いた締固め管理技術のメリット 3/3

- ▶ 締固め回数分布図の自動作成による品質管理業務、品質管理写真撮影の簡素化・効率化

【従来手法】

従来の締固め管理イメージ

施工範囲から測定者が代表点を選定し、管理基準に則した回数の現場密度試験、写真撮影を実施



現行の管理基準

- ・現場密度試験は、管理(各層、施工量や作業日)単位ごとに施工当日に実施(原則)
- ・現場密度試験の実施状況を写真撮影(土質毎に1回)
※「写真管理基準(案)」(国土交通省)による

現状

- ・現場密度試験、写真撮影に労力、時間を要する。
- ・砂置換法では、計測箇所が基準に合格しているのは翌日以降になることもある。
- ・現場密度試験を行う場所が、施工範囲を代表する位置かどうかのチェックができない。

【TS・GNSSを用いた締固め管理技術】

TS・GNSSを用いた締固め管理イメージ

車載PC上で締固め作業履歴を記録。



施工後の現場密度試験および写真撮影が省略

TS・GNSSを用いた締固め管理基準

- ・規定の締固め回数を確定し、締固め回数により盛土の品質を間接的に測定する。
- ・現場密度試験は実施しない。現場密度試験の実施状況の写真撮影は原則省略。
- ・帳票は、システムの締固め回数分布図などの出力で良い。

メリット

- ・現場密度の計測作業の省略により、品質管理業務が簡素化・効率化する。
- ・施工履歴を用いて施工後に実施結果を自動で出力・確認できる。

留意点

その他の品質管理写真の撮影について

- ・TS・GNSSを用いた締固め管理技術では、現場密度試験の実施の省略されており、写真撮影は「まき出し厚の写真」と「締固め状況の写真」が必要である。撮影については「写真管理基準(案)」(国土交通省)に基づき実施する。
- ・TS・GNSSを用いた締固め管理技術では、材料のチェックとして日々の材料について、含水比を確認することとされている。

6. TS・GNSSを用いた締固め管理技術の主要5パート

- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理では以下の**主要5パートの適切な実施**により、**締固め精度を確保**することができる。

1. システム適用条件の事前調査

(1)計測障害の事前調査

システム適用条件の確認

【TSの場合】

- ・無線通信障害がないことを確認
- ・基準局から移動局までの視通の確保

【GNSSの場合】

- ・無線通信障害がないことを確認
- ・FIX解データを得る衛星捕捉状態の確保(谷部やビル街などで要チェック)

(2)測位技術の選定

計測機器(TS・GNSS)の選択

【TS】

- ・公称測定精度: $\pm(5\text{mm}+5\text{ppm} \times D)$
- ・最小目盛値: 20"以下
- ・視通を遮断する構造物や重機の進入等がない現場であること。



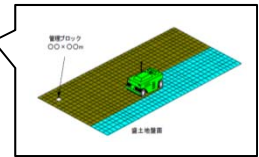
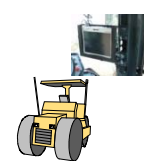
【GNSSの目安】

- ・水平(x,y) $\pm 20\text{mm}$ 以内
- ・垂直(z) $\pm 30\text{mm}$ 以内

(3)盛土締固め管理システムの選定・調達

必要機能を有するシステムの選定

- ・施工範囲をメッシュに分割し、締固め回数をリアルタイムで色分け表示(メッシュの分割やRTK-GNSSの計測精度に条件がある)。



2. 基準点の設置とシステム精度の確認

(1)基準点の設置

基準局の設置

【TS・RTK-GNSSの場合】

- ・いずれの場合も基準点を設置する。

(2)システム計測精度の確認

【TSの場合】: 計測機器の校正証明書を添付する。

【GNSSの場合】: 現場内で計測座標と既知座標とが合致することを確認(2回)。

【GNSS】セット間較差:

水平(x,y) $\pm 20\text{mm}$ / 垂直(z) $\pm 30\text{mm}$

- ・衛星の補足が困難となる狭小部や谷部でない現場であること。



3. 試験施工

(1)土質試験による使用材料の評価

使用材料の適性評価

- ・締固め回数による管理が可能な材料である
- ・締固め作業の土質が日々大きく変化しない

(2)試験施工による施工仕様(締固め回数、まき出し厚)の決定

試験施工ヤードの締固め作業後に、現場密度試験(砂置換法、RI計法)を行い、規格値以上の密度が得られる締固め回数の決定。

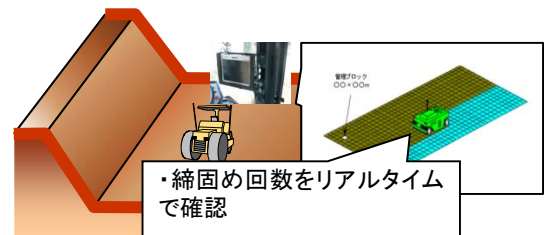
- ・所定の締固め度を得る締固め回数、まき出し厚の決定
- ・監督職員による試験施工報告書の確認

4. 盛土施工

(1)締固め

施工指示に沿った適切な締固めの実施

- ・締固めに適した材料かを確認(日々の含水比の取得)。
- ・管理ブロックの全てを規定回数だけ締固めたことを確認。
- ・監督職員による締固め状況の把握



5. 品質管理資料の整理

(1)品質管理資料の作成・提出

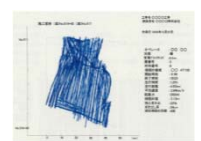
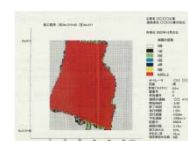
- ・施工日、使用材料、層ごとに作成
- ・施工者・監督職員間の協議にて決定する時期・頻度で提出

(2)監督・検査

- ・締固め回数分布図、走行軌跡図、管理図の受理。
- ・要領に沿った適切な検査の実施(品質管理資料・写真)



・管理用パソコンにより管理帳票を自動作成、プリンタ出力



締固め回数分布図、走行軌跡図の作成・提出

7. TS・GNSSを用いた締固め管理技術の構成例

RTK-GNSSを用いた場合の構成例



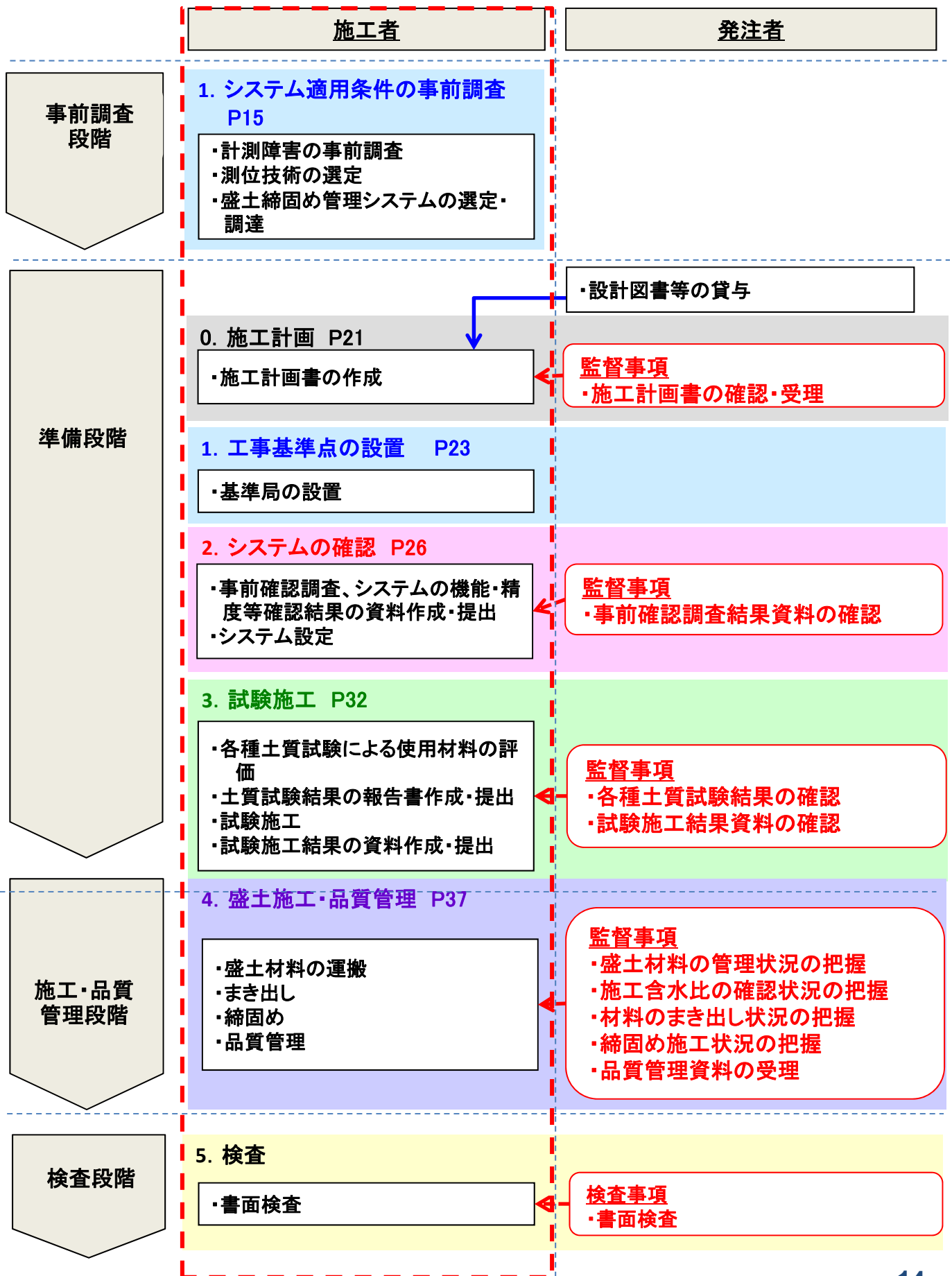
- 表示するデータの選択 (Select data to display)
- 選択したデータの凡例表示 (Legend for selected data)
- ズーム操作 (Zoom operation)
- 設定データのインポート (Import setting data)
- 計測結果のエクスポート (Export measurement results)
- 計測開始 (Start measurement)
- 一時停止 (Pause)
- 作業終了 (End work)
- 現在値の表示 (Current value display)
- データ分布表示 (Data distribution display)
- ローライコン (Roller icon)
- GPS品質状態
CCV信号状態 (GPS quality status, CCV signal status)
- 計測状態 (Measurement status)

移動と共に通過範囲のメッシュが通過回数別に変わる (The mesh in the passing range changes by the number of passes as the roller moves)

実務編

1. TS・GNSSを用いた締固め管理の流れ
2. システム適用条件の事前調査時の実務内容
3. 施工計画時の実務内容
4. システム精度の確認時の実務内容
5. 試験施工時の実務内容
6. 盛土施工・品質管理時の実務内容
7. 検査時の実務内容

1. TS・GNSSを用いた締固め管理の流れ



2. システム適用条件の事前調査時の実務内容

▶ システム適用条件の事前調査時の実施内容と解説事項

フロー	施工者の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">適用条件の確認</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	・適用条件の確認(解説①) P16
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">測位技術の選定</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	・測位技術の選定(解説②) P17
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">締固め管理システムの選定・調達</div>	・締固め管理システムの選定・調達 (解説③) P19

要領掲載見出し項目の凡例

施 : TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領 平成24年3月

監 : TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理の監督・検査要領 平成24年3月

解説①：適用条件の確認【施工者】

～2.システム適用条件の事前調査時の実務内容～

- ▶ 使用する締固め機械が適用機種であることを確認する。
- ▶ 当該現場にて無線通信障害が発生しないこと、TS及びGNSSの計測障害の有無を事前に調査し、確認する。
- ▶ TSを用いるシステムとGNSSを用いるシステムとでは、適用可能な地形条件が異なる。

システムの検討を行う前に確認すること

回数管理に適した土質について

- ・乾燥密度によって管理を行う土質であること。

適用について十分な検討が必要な土質について

- ・自然含水比が高い粘性土、過転圧になりやすい粘性土。
- ・材料の土質が日々変化し、試験施工と土質が逸脱する土質。

適用条件の確認内容

システムの適用機種

- ・ブルドーザ／
- ・ローラ類(タイヤローラ／振動ローラ／準ずる機械(ロードローラ、タンピングローラ等))

無線通信障害の有無(TS・RTK-GNSS共通)

- ・架設位置が低い高圧線がない
- ・航空基地、空港が近くにない

計測障害の有無(TSを用いる場合)

【計測障害の有無】

- ・基準局(TS)と移動局(建設機械)との間との視準を遮断する既設構造物等がない
- ・既設構造物等がある場合、視準の遮断を回避できる適度な高低差のある基準局(TS)設置場所がある

計測障害の有無(RTK-GNSSを用いる場合)

【計測障害の有無】

- ・衛星の補足が困難となる狭小部や山間部でない(上空が開けている)
- ・衛星電波の多重反射(マルチパス)が発生しない(構造物や法面が隣接していない)

留意点

無線障害のチェックは確実に行う

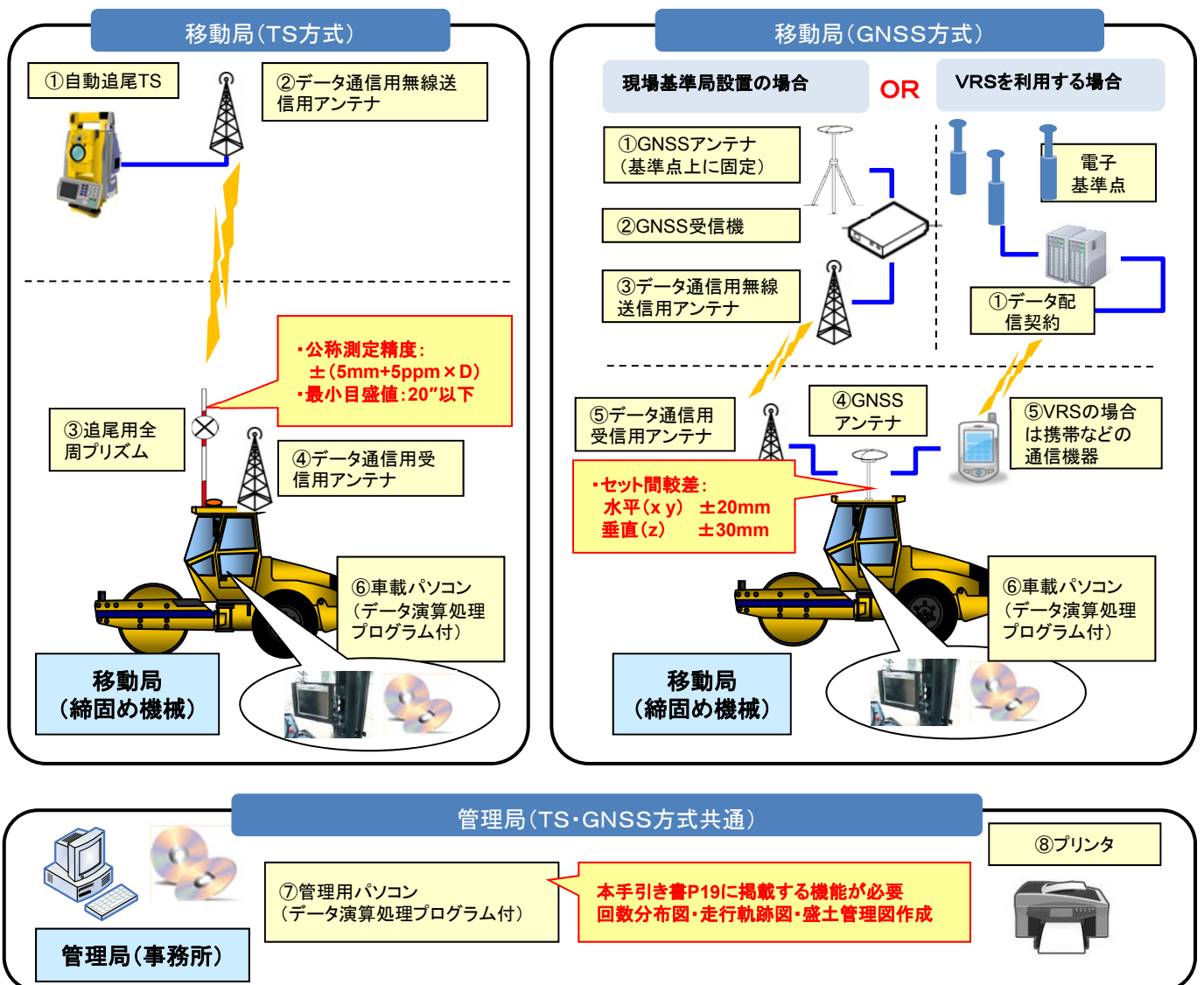
※通信障害や計測障害の有無は、システムの円滑な運用に大きく影響を与える。違法無線などにも影響を受けやすいことから、作業を行う時間と同時間帯での調査を行うのが望ましい。また、免許や申請の不要な無線の出力は小さいことから、通信距離が長いと通信が不安定になる。通信距離を十分に考慮した基地局の設置位置と合わせて検討が必要になる。

解説②：測位技術の選定【施工者】 1/2

～2.システム適用条件の事前調査時の実務内容～

- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理技術に必要な機器・ソフトウェアは「移動局」・「管理局」に大きく分類され、システム販売・レンタル業者では機器・ソフトウェアを一つのシステム単位で製品としている場合が多い。(以下、機器・ソフトウェアを総称して「締固め管理システム」という。)
- ▶ 締固め管理システムは、測位技術にTSを用いるシステムとGNSSを用いるシステムとがあり、それぞれ機器構成が異なる。

締固め管理システムの機器構成と留意点



留意点

現場規模・期間を考慮して選択する

※TS方式は単純な構成だが、TS1台につき1台の移動局しか管理できない。また、TSからローラの全周プリズムが視通できる条件が必要。RTK-GNSSでは基準局1台で複数の移動局を管理できる。ただし、基準局用のGNSSアンテナと受信機が必要。VRS方式では、基準局のGNSSアンテナと受信機は不要だが、データ配信の契約と通信費が必要となる。

解説②：測位技術の選定【施工者】 2/2

～2.システム適用条件の事前調査時の実務内容～

- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理技術では、締固め機械の位置を測る技術（測位技術）の適切な選定が重要である。
- ▶ 計測障害に関する事前調査結果から両方の測位技術の使用が可能な場合、現場規模を踏まえてどちらか一方を選定する。

現場規模からの測位技術の選定ポイント

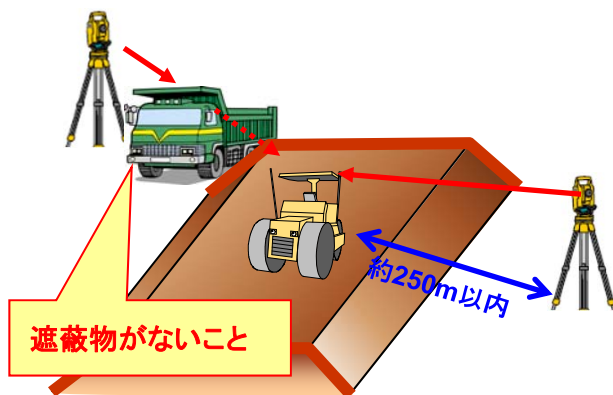
【TSを用いる場合の条件】

- ・基準局（TS）から締固め機械までの距離可能距離は250m程度
- ・基準局（TS）と移動局（締固め機械）は1対1の組み合わせとなる

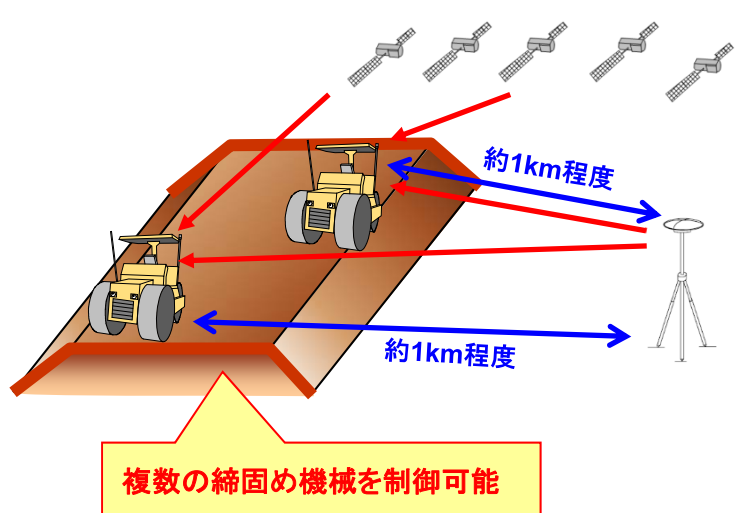
【GNSSを用いる場合の条件】

- ・GNSS基準局から締固め機械までの距離は無線装置の性能による（簡易無線の場合は1km程度以内（カタログ値は数kmの場合もある。）で運用されている例が多い）
- ・基準局（GNSS）1台で現場内の複数の締固め機械を制御可能

TSを用いる場合の条件イメージ



GNSSを用いる場合の条件イメージ



留意点

出来形管理でのTSの利用について

- ・締固め管理以外のMCやMGでRTK-GNSSを用いている場合は、同一の基準局を利用することができる。
- ・締固め管理に使用する自動追尾TSの多くは出来形管理にも使用することができる。

解説③：締固め管理システムの選定・調達【施工者】


～2.システム適用条件の事前調査時の実務内容～

- ▶ 締固め管理システムは、測量器械販売店やリース・レンタル店、施工関連のソフトウェアメーカー等より、購入またはリース・レンタルにより調達する。
- ▶ システム調達の際は、システムの機能が要領に準拠していることを事前にカタログ等で確認する必要がある。また、確認結果(事前確認チェックシート)を監督職員へ提出する。

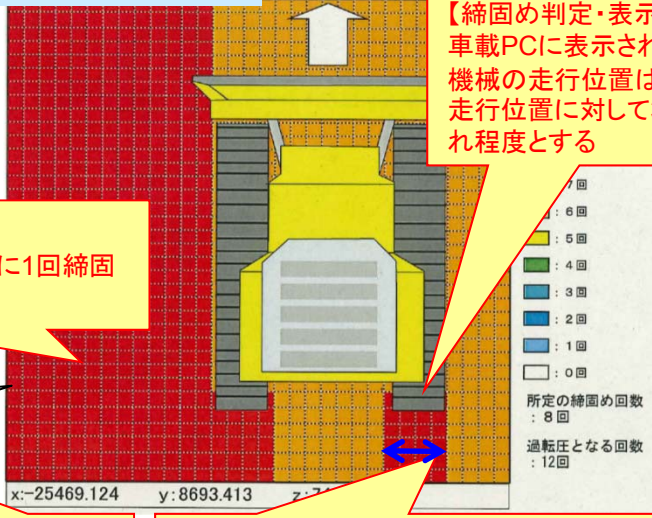
システムの必要機能

移動局の機能

車載PC画面イメージ

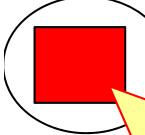


車載PC



【締固め判定・表示機能】
車載PCに表示される締固め機械の走行位置は、実際の走行位置に対して3～4秒遅れ程度とする

【締固め判定・表示機能】
管理ブロックの四隅1点を通過した場合に1回締固めたと判定し、色分け表示する

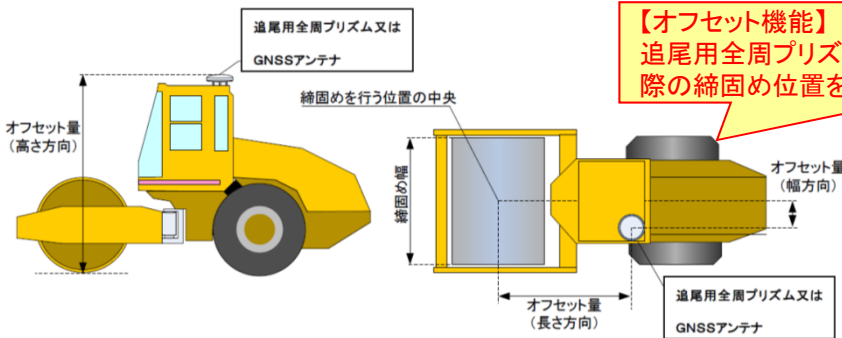


管理ブロック

【締固め幅設定機能】
締固め幅を任意に設定できる
※締固め機械に応じてローラ幅等の締固め幅は異なる

【施工範囲の分割機能】
施工範囲を0.25mまたは0.50mサイズの管理ブロックに分割できる
※締固め機械に応じて管理ブロックサイズは異なる

【オフセット機能】
追尾用全周プリズム又はGNSSアンテナ装着位置と実際の締固め位置を補正計算(オフセット)できる



【座標取得データの選択機能(GNSSのみ)】
測位精度の悪いFLOAT解データを取得して締固め回数をカウントしない

【システムの起動とデータ取得機能】
振動ローラの無振動時や移動時等にデータを取得しないように切替えられる

留意点

車載モニタの設置

- ・車載PCとモニタの位置について、施工の安全確認や視野の妨げにならない位置に設置できるかの確認が必要。また、キャビンの無い場合は雨天時の対策の有無を確認しておく必要がある。

19

解説④：締固め管理システムの選定・調達【施工者】

～2.システム適用条件の事前調査時の実務内容～

- ▶ 締固め管理システムの管理局は移動局とセットでリース・レンタルあるいは購入される場合が多い。
- ▶ システム調達の際は、システムの機能が要領に準拠していることを事前にカタログ等で確認する必要がある。また、確認結果(事前確認チェックシート)を監督職員へ提出する。

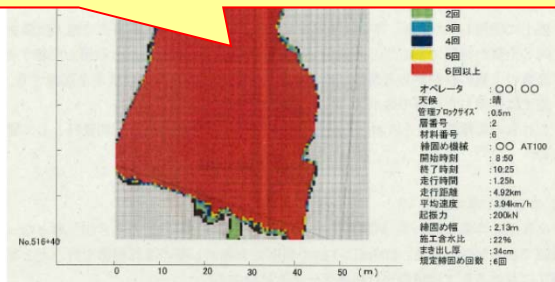
システムの必要機能

管理局の機能



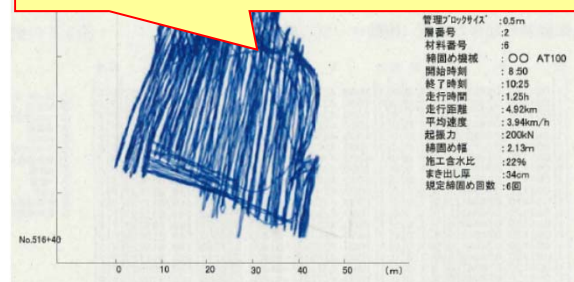
【締固め回数分布図作成機能】

施工範囲を0.25mまたは0.50mサイズの管理ブロックに分割し、走行軌跡データから回数分布図を再作図し、印刷できる



【締固め走行軌跡図作成機能】

施工履歴データからローラの走行軌跡を平面図上に再作図し、印刷できる



1	091120	074931	5	9	1	0	0	1	1000	426180	-61431	327734	149	613327	F	F
1	091120	074932	5	9	1	0	0	1	1000	423844	-61431	328288	149	617427	F	F
1	091120	074933	5	9	1	0	0	1	1000	424147	-61431	327027	149	612527	F	F
1	091120	074934	5	9	1	0	0	1	1000	426483	-61431	327028	149	609327	F	F
1	091120	074935	5	9	1	0	0	1	1000	426180	-61431	327918	149	609327	F	F
1	091120	074936	5	9	1	0	0	1	1000	428365	-61431	327548	149	613527	F	F
1	091120	074937	5	9	1	0	0	1	1000	426667	-61431	326843	149	610927	F	F
1	091120	074938	5	9	1	0	0	1	1000	425574	-61431	327918	149			
1	091120	074939	5	9	1	0	0	1	1000	426818	-61431	327549	149			
1	091120	074940	5	9	1	0	0	1	1000	424147	-61431	326843	149			
1	091120	074941	5	9	1	0	0	1	1000	426332	-61431	324507	149			
1	091120	074942	5	9	1	0	0	1	1000	426331	-61431	325952	149			
1	091120	074943	5	9	1	0	0	1	1000	423542	-61431	325767	149			
1	091120	074944	5	9	1	0	0	1	1000	424785	-61431	324507	149			
1	091120	074945	5	9	1	0	0	1	1000	426483	-61431	327398	149			
1	091120	074946	5	9	1	0	0	1	1000	426516	-61431	333111	149			
1	091120	074947	5	9	1	0	0	1	1000	427423	-61431	328808	149			
1	091120	074948	5	9	1	0	0	1	1000	427121	-61431	328809	149			
1	091120	074949	5	9	1	0	0	1	1000	426970	-61431	328809	149			

【締固め管理の生データの出力機能】

ローラ類の走行軌跡の生データの記録。GNSSの捕捉状態などの手引き書P.40に記載の必要事項が取得されること(H26.3時点でデータの標準案が検閲中です)。

留意点

管理局の機能について

- ・締固め回数分布図には、回数分布の色分け図の他に、走行時間や層番号、管理ブロックサイズ、材料番号、作業開始時間、終了時間、施工含水比、撒きだし厚など所定の情報項目を入力し、色分け図に併記する必要がある。
- ・回数管理システムは、試験施工で扱っている土質と同条件であることが前提である。当該盛土の土質に対応した試験施工結果を関連づけて整理しておくが良い。

3. 施工計画時の実務内容

▶ 施工計画時の実施内容と解説事項

フロー	施工者の実務内容	監督職員の 実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 施工計画書の作成 </div>	・施工計画書への使用システムのメーカー、型番、構成機器等の記載(解説①) P21	・施工計画書での使用システムのメーカー、型番、構成機器等の確認

要領掲載見出し項目の凡例

施 : TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領 平成24年3月

監 : TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理の監督・検査要領 平成24年3月

解説①：施工計画書の作成【施工者】

～3.施工計画時の実務内容～

- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理では、施工計画書に使用するシステムのメーカー、型番、構成機器等を記載する。
- ▶ 施工計画書には、使用するシステムの機能および精度が要領に準拠していることを確認できる資料(メーカーカタログ等)を添付する。

施工計画書への記載事項

- (1) 選定した締固めシステム管理システムのメーカー、型番、構成機器等を記載する。
- (2) 締固め管理システムの選定の際に確認した以下の資料等を添付する。
 - ・締固め管理システムの有する機能が記載されたメーカーカタログ等
 - ・TS又はGNSSの精度を適正に管理していることを証明する検定書あるいは校正証明書

自動追尾TSの場合

メーカーカタログ等の参考例

計測精度 測角20"以下、距離性土±5mm±5ppm・D以下

TSの型式		A機種	B機種
計測精度	水平角度	10"	
	鉛直角度	10"	
	距離精度	±5mm+ppm・D	±5mm+ppm・D
防塵仕様	
形状	
規格		国土地理院 3級	国土地理院 3級

国土地理院登録状況(上記の精度は3級相当)



国土交通省「TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領」に対応しています。

要領準拠状況

留意点

TSは機械装置なので校正が必要

- ・TSは精密機器であり、上記の仕様値の他に適正な精度管理をおこなっているかの証明書が必要となる(検定書あるいは校正証明書)。

RTK-GNSSの場合

GNSSの型式		A機種	B機種
精度	スタティック(短縮スタティック含む)	水平 ±(3mm+0.5ppm×D) m.s.e. 垂直 ±(5mm+0.5ppm×D) m.s.e.	水平 ... 垂直 ...
	リアルタイムキネマティック (Real Time Kinematic/RTK)	水平 ±(10mm+1.0ppm×D) m.s.e. 垂直 ±(15mm+1.0ppm×D) m.s.e.	水平 ... 垂直 ...
最小解析値		0.5mm	...
防塵仕様	
...	
国土地理院登録		2級GPS受信機	1級GPS受信機
備考			

4. 工事基準点の設置に関する実務内容

▶ システム精度の確認時の実施内容と解説事項

フロー	施工者の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">基準局の設置</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・工事基準点の設置 基準局の設置 (TSを用いる場合) (解説①) P24 基準局の設置 (GNSSを用いる場合) (解説②) P25

要領掲載見出し項目の凡例

施 : TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領 平成24年3月

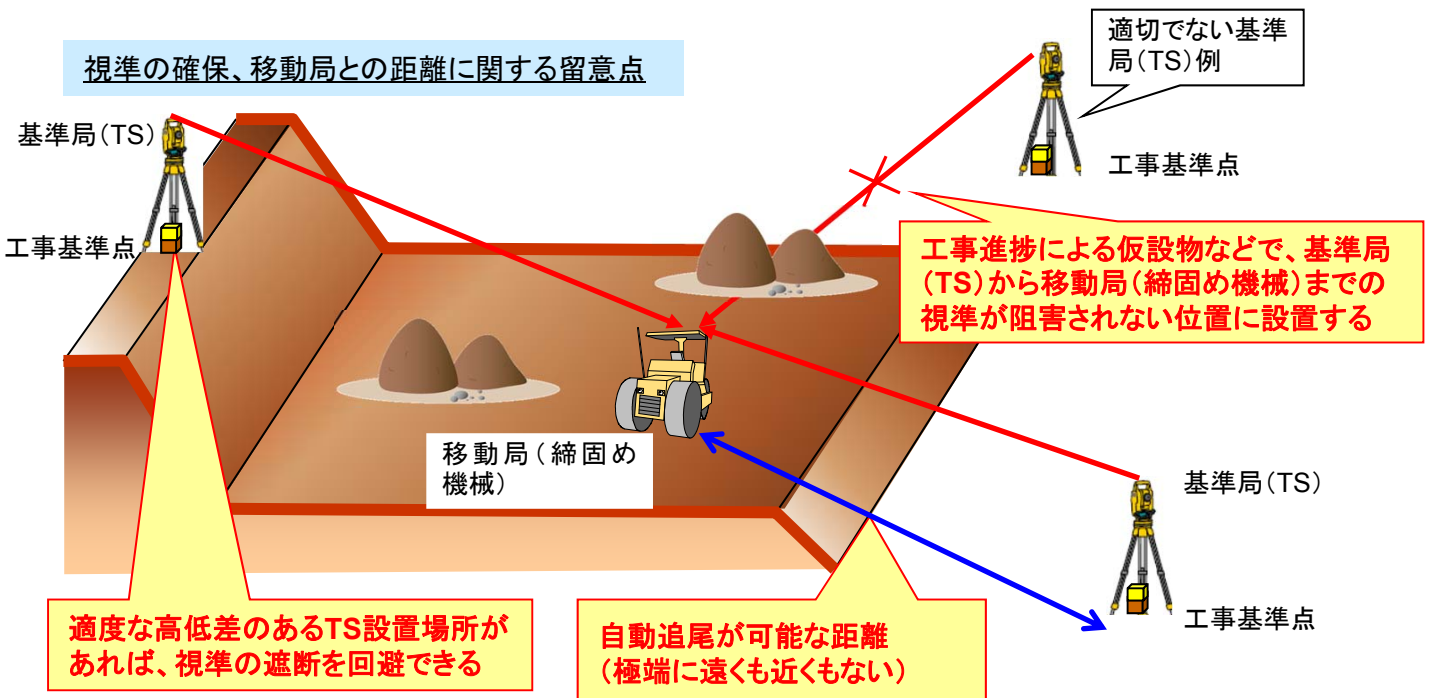
監 : TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理の監督・検査要領 平成24年3月

解説①：基準局の設置（TSを用いる場合）【施工者】

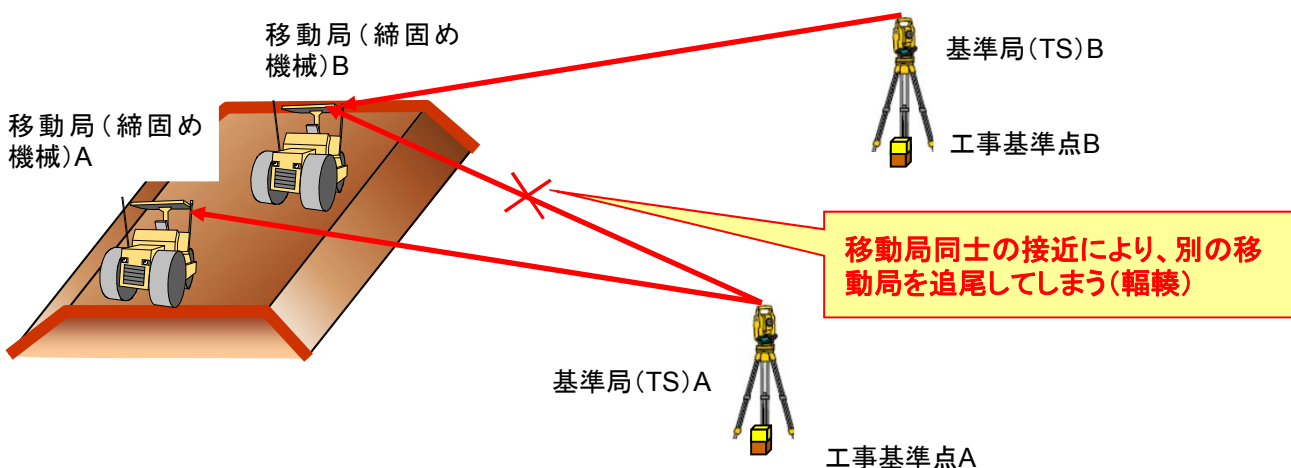
～4.システム精度の確認時の実務内容～

- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理では、工事基準点に設置する基準局(TS)の3次元座標値を基に移動局(締固め機械)の走行軌跡を算出する。適切な計測精度を確保できる基準局(TS)の設置が重要である。
- ▶ 基準局(TS)は「視準」・「移動局との距離」に留意して設置する。
- ▶ 基準局(TS)と移動局(締固め機械)は1対1の組み合わせとなる。複数の締固め機械により施工する場合、「移動局の輻輳」を防ぐため施工範囲を分ける必要がある。

基準局の設置時の留意点(TSを用いる場合)



移動局の輻輳による自動追尾の失敗イメージ



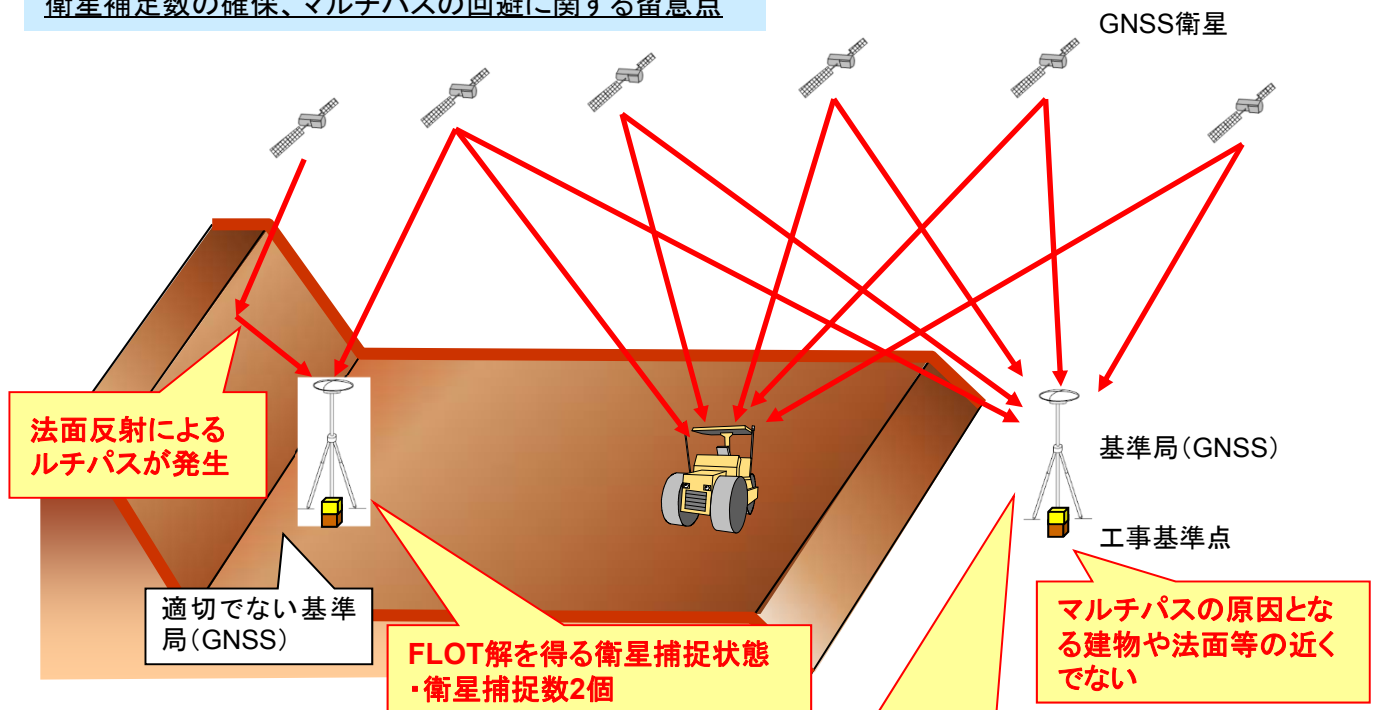
解説②：基準局の設置（GNSSを用いる場合）【施工者】

～4.システム精度の確認時の実務内容～

- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理では、工事基準点に設置する基準局（GNSS）の3次元座標値を基に移動局の走行軌跡を算出する。適切な計測精度を確保できる基準局（GNSS）の設置が重要である。
- ▶ 基準局（GNSS）は「衛星捕捉状態」「衛星電波の多重反射（マルチパス）」に留意して設置する。

基準局の設置時の留意点（GNSSを用いる場合）

衛星補足数の確保、マルチパスの回避に関する留意点



※FIX解とは、利用可能な衛星数が一定以上の場合に得られる精度が保証された位置測定結果である。FLOT解とは、利用可能な衛星数が少ない等により精度が悪い状態で得られた位置測定結果である。

FIX解データを得る衛星捕捉状態
【GPSのみの場合】

・衛星捕捉数5個以上必要（共通衛星）

【GPS+GLONASSの場合】

・衛星捕捉数6個以上必要（それぞれ2衛星以上用いること）（共通衛星）

参考

衛星補足数の予測ソフトウェアについて

・測量機器メーカー等により、衛星補足数を予測するソフトウェアが販売、無償公開されている。

参考

マルチパス対策の進んだGNSS受信機について

・マルチパス対策の進んだGNSS受信機が開発されているため、マルチパスの恐れがある場合はGNSS受信機を適切に選定する。

5. システムの確認に関する実務内容

システム精度の確認時の実施内容と解説事項

フロー	施工者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">精度の確認</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・TS・GNSSを用いた締固め管理で用いる測量システムの精度確認(解説①) P27,28 ・所定の精度が得られるか現場で確認 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">機能の確認</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・所定の締固め回数の判定や開始・停止の切り替えの有無を確認(解説②、③) P29、P30 ・施工前に実施する。試験施工時に確認するのが効果的。【施2.1】 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">事前確認 チェックシートの 提出</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・システムに関する事項をチェックシートに整理して提出(解説④) P31 	<ul style="list-style-type: none"> ・事前確認調査、システムの機能等の確認結果の資料の確認

事前確認チェックシート (TSの場合)

平成 年 月 日

工 事 名: _____

受注会社名: _____

作成者: _____ 印

確認項目	確認内容	確認結果
適用条件の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・使用する締固め機械が適用機種(ブルドーザ、タイヤローラ、振動ローラ及びそれらに準ずる機械)であるか? ・使用する材料が締固め回数管理に適しているか? 	
計測障害に関する事前調査	<ul style="list-style-type: none"> ・無線通信障害の発生の可能性はないか? ・一低い位置に高圧線等の架線がないか、基地、空港等が近くにないか? ・TSの視準が遮るような障害物等がないか? 	
精度の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・TS測量機器が以下の性能を満足していることを確認できる有効な検定書または校正証明書があるか? 公称測定精度 $\pm(5\text{mm}+5\text{ppm}\times D)$ 最小目盛値 20"以下 ・既知座標(工事基準点)とTSの計測座標が合致しているか? 	
機能の確認	<ul style="list-style-type: none"> ①締固め判定・表示機能 <ul style="list-style-type: none"> ・ローラまたは履帯が管理ブロック上を通過する毎に、当該管理ブロックが1回締固められたと判定し、車載モニタに表示されるか? ・管理ブロック毎の累積の締固め回数が、車載モニタに表示されるか? ・施工とほぼ同時に締固め回数分布図を画面表示できるか? ②施工範囲の分割機能 <ul style="list-style-type: none"> ・施工範囲を、所定のサイズの管理ブロックに分割できるか? ③締固め幅設定機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め幅を、使用する重機のローラまたは履帯幅に応じて任意に設定できるか? ④オフセット機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め機械の位置座標取得箇所と実際の締固め位置との関係をオフセットできるか? ⑤システムの起動とデータ取得機能 <ul style="list-style-type: none"> ・データの取得・非取得を施工中適宜切り替えることができるか? ・振動ローラの場合は、有振時のみの位置座標を取得するようになっていないか? 	

事前確認チェックシート (GNSSの場合)

平成 年 月 日

工 事 名: _____

受注会社名: _____

作成者: _____ 印

確認項目	確認内容	確認結果
適用条件の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・使用する締固め機械が適用機種(ブルドーザ、タイヤローラ、振動ローラ及びそれらに準ずる機械)であるか? ・使用する材料が締固め回数管理に適しているか? ・無線通信障害の発生の可能性はないか? 	
計測障害に関する事前調査	<ul style="list-style-type: none"> ・一低い位置に高圧線等の架線がないか、基地、空港等が近くにないか? ・GNSSの測位状態に問題はないか? ・FIX解となるのに必要な衛星捕捉数(5個以上)は確保できる状況か? 	
精度の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSS測量機器が以下の性能を満足していることを確認できる有効な検定書または校正証明書があるか? 水平(x,y) $\pm 20\text{mm}$ 垂直(z) $\pm 30\text{mm}$ ・既知座標(工事基準点)とGNSSの計測座標が合致しているか? 	
機能の確認	<ul style="list-style-type: none"> ①締固め判定・表示機能 <ul style="list-style-type: none"> ・ローラまたは履帯が管理ブロック上を通過する毎に、当該管理ブロックが1回締固められたと判定し、車載モニタに表示されるか? ・管理ブロック毎の累積の締固め回数が、車載モニタに表示されるか? ・施工とほぼ同時に締固め回数分布図を画面表示できるか? ②施工範囲の分割機能 <ul style="list-style-type: none"> ・施工範囲を、所定のサイズの管理ブロックに分割できるか? ③締固め幅設定機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め幅を、使用する重機のローラまたは履帯幅に応じて任意に設定できるか? ④オフセット機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め機械の位置座標取得箇所と実際の締固め位置との関係をオフセットできるか? ⑤システムの起動とデータ取得機能 <ul style="list-style-type: none"> ・データの取得・非取得を施工中適宜切り替えることができるか? ・振動ローラの場合は、有振時のみの位置座標を取得するようになっていないか? ⑥座標取得データの選択機能 <ul style="list-style-type: none"> ・F1キー等で座標取得データを取得する機能になっているか? 	

要領掲載見出し項目の凡例

施 : TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領 平成24年3月

監 : TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理の監督・検査要領 平成24年3月

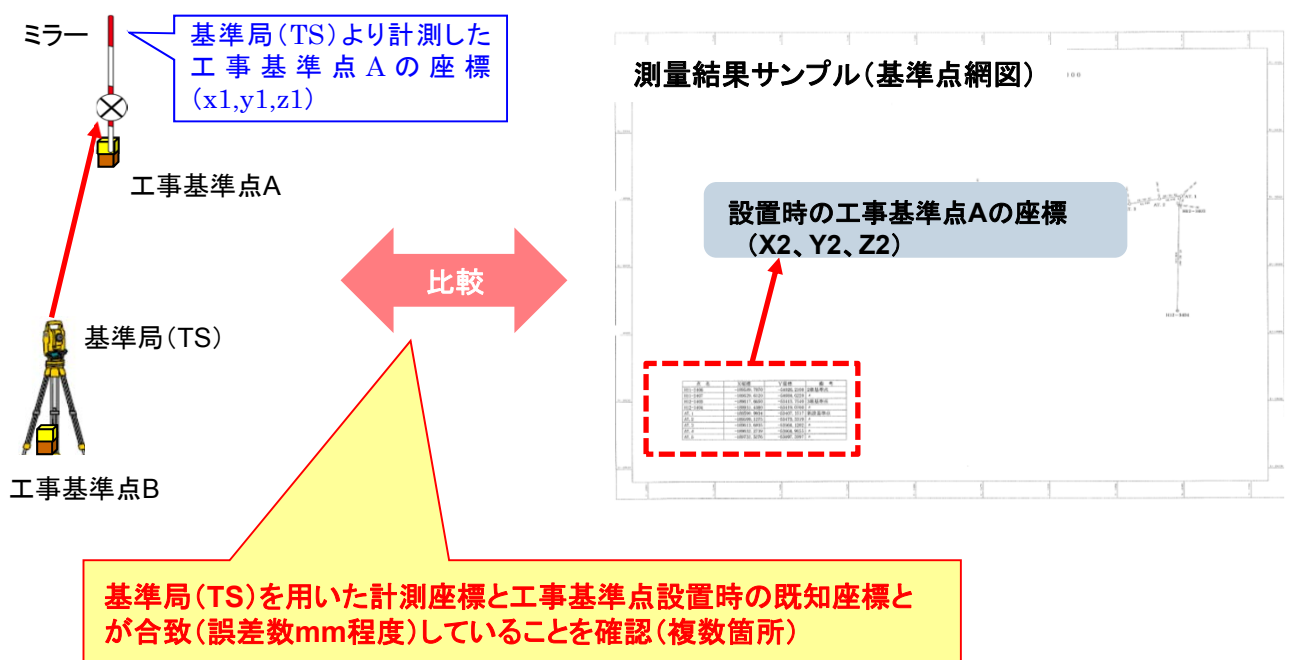
解説①：システム精度の現場確認（TSを用いる場合） 【施工者】

～4.システム精度の確認時の実務内容～

- ▶ 現場内の座標既知点において、TSが正しい座標を計測できることを実測により確認する。
- ▶ 精度が確保できない場合、計測機器の校正などの改善処置を実施し再度確認する。

システム精度の現場確認方法

TSを用いる場合のシステム精度の現場確認方法



参考

試験施工時のシステム精度の確認について

- ・システム精度は、試験施工のシステム作動確認時に確認してもよい。

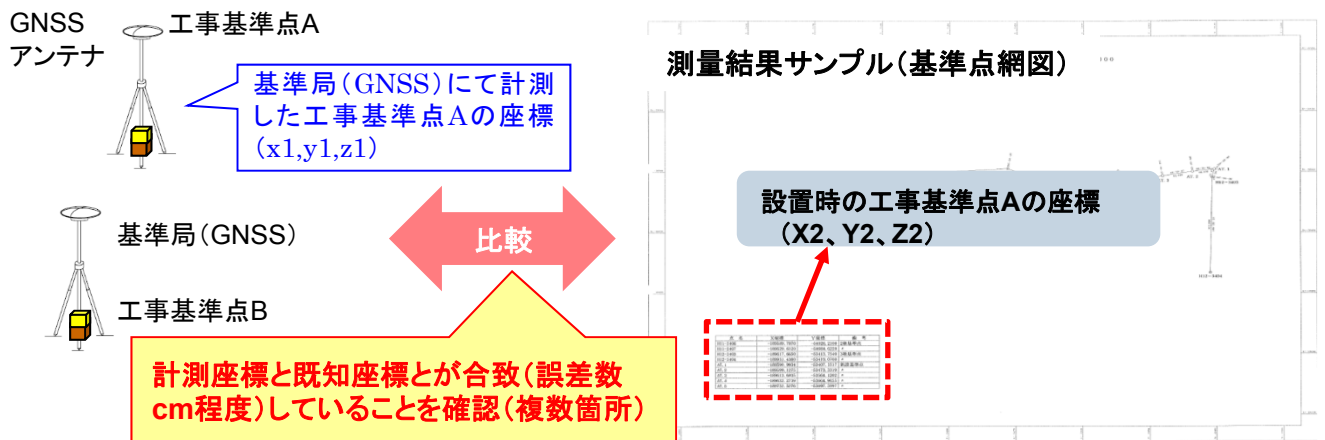
解説①：システム精度の現場確認（GNSSを用いる場合） 【施工者】

～4.システム精度の確認時の実務内容～

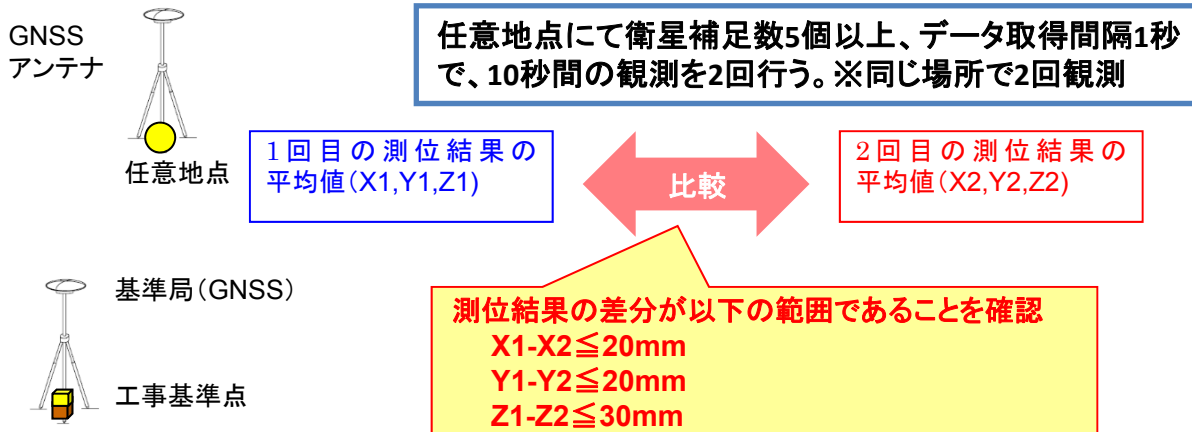
- ▶ 現場内の座標既知点において、GNSSが正しい座標を計測できることを実測により確認する。
- ▶ 精度が確保できない場合、他の計測機器に変更するか、TSへの変更などを検討する。

システム精度の現場確認方法 ※2パターンの確認を実施

GNSSを用いる場合のシステム精度の現場確認方法



任意地点でのシステム精度の確認方法



参考

ローカライゼーション(座標変換)について

- ・現場座標系「日本測地系2000(JGD2000)」とGNSS座標系とでは若干のずれが存在する。
- ・工事基準点の座標は現場座標系「日本測地系2000(JGD2000)」で管理することから、GNSS座標系を現場座標系に変換する必要がある。

参考

試験施工時のシステム精度の確認について

- ・システム精度は、試験施工のシステム作動確認時に確認してもよい。

解説②：締固め管理システムの設定【施工者】

～5.試験施工時の実務内容～

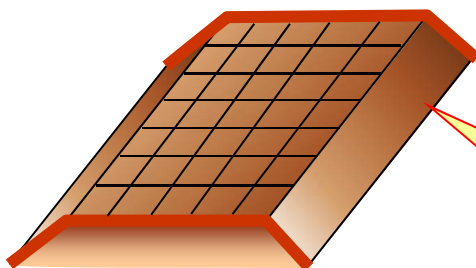
- ▶ 現場条件（施工範囲、使用締固め機械）、施工仕様（規定の締固め回数）に応じて、システムを設定する。
- ▶ システム設定方法は、使用するシステムごとに異なるため、メーカー等のサポートサービス等を利用して適切に実施する。

システムの設定項目

- (1) 施工範囲の設定
- (2) 管理ブロックサイズの設定
- (3) 規定の締固め回数の設定
- (4) 過転圧となる締固め回数
- (5) 追尾用全周プリズムのオフセット量の設定 (TSの場合)
- (6) GNSSアンテナのオフセット量の設定 (GNSSの場合)
- (7) 締固め幅の設定

各設定項目の内容は本手引き書P17参照

施工範囲の設定イメージ



施工範囲を設定し、管理ブロック（0.25mまたは0.50mサイズ）のメッシュを作成する

締固め回数の設定イメージ



過転圧であることがわかりやすいようにする

1回刻みの設定が原則

規定の回数に達したことがわかりやすいようにする

所定の締固め回数：8回
過転圧となる回数：12回

参考

試験施工時のシステム機能の確認について

・システム機能は、試験施工のシステム作動確認時に確認してもよい。

解説③：システム作動確認【施工者】

～5.試験施工時の実務内容～

- ▶ 試験施工時に盛土管理システムが正常に作動することを確認する。
- ▶ 本事例集P19「締固め管理システムの選定・調達【施工者】」時に実施するシステムの必要機能の確認、P27「システム精度の現場確認(TSを用いる場合)【施工者】」、P28「システム精度の現場確認(GNSSを用いる場合)【施工者】」の実施事項は、システム作動確認時に実施してもよい。
- ▶ システム作動確認結果として、「締固め回数分布図」および「走行軌跡図」を作成する。

システム作動確認項目

システム機能の確認

本事例集 P19「締固め管理システムの選定・調達【施工者】」に示す機能が正常に作動することを確認する。

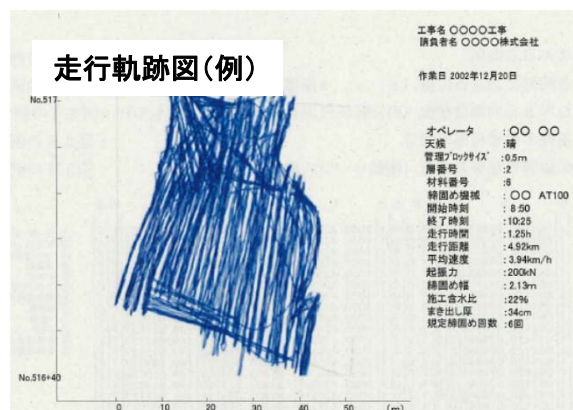
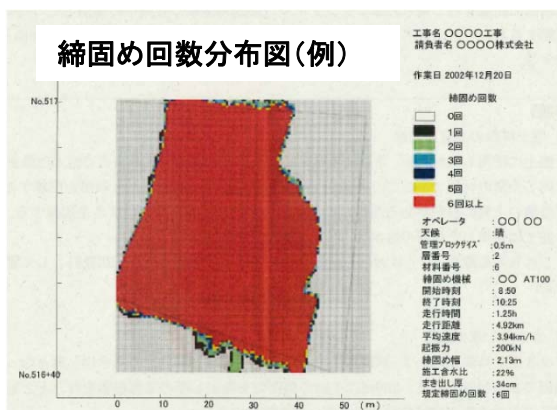
システム精度の確認

本事例集 P27「システム精度の現場確認(TSを用いる場合)【施工者】」、P28「システム精度の現場確認(GNSSを用いる場合)【施工者】」の実施事項に基づき、TS又はGNSSの計測障害がないことを確認する。

システム作動確認結果の作成

システム作動確認結果として以下の資料を作成する。作成方法は、本事例集P43「品質管理資料の作成・提出【施工者】」の記載事項を参照する。

- (1) 締固め回数分布図
- (2) 走行軌跡図



参考

試験施工時のシステム機能の確認について

・システム機能は、試験施工のシステム作動確認時に確認してもよい。

解説④：事前確認調査、システムの機能等の確認結果の資料作成・提出【施工者】

～5.試験施工時の実務内容～

- ▶ 使用する締固め機械、材料の適用条件、施工現場周辺の計測障害の有無、システムの精度・機能について確認した結果を「事前確認チェックシート」に記載し、本施工を実施する前に監督職員に提出する。
- ▶ 「事前確認チェックシート」は、「TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領 平成24年3月(国土交通省)」に掲載されている。

参考URL：http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000017.html

事前確認チェック項目

事前確認チェックシート (TSの場合)			
平成 年 月 日			
工 事 名： _____			
受注会社名： _____			
作成者： _____ 印			
確認項目	確認内容	確認結果	
適用条件の確認	<ul style="list-style-type: none"> 使用する締固め機械が適用機種（ブルドーザ、タイヤローラ、振動ローラ及びそれらに準ずる機械）であるか？ 使用する材料が締固め回数管理に適しているか？ 		
計測障害に関する事前調査	<ul style="list-style-type: none"> 無線通信障害の発生の可能性はないか？ →低い位置に高圧線等の架線がないか、基地、空港等が近くにないか TSの視準が遮るような障害物等がないか？ 		
精度の確認	<ul style="list-style-type: none"> TS測量機器が以下の性能を満足していることを確認できる有効な検定書または校正証明書があるか？ 公称測定精度 ±(5mm+5ppm×D) 最小目盛値 20"以下 既知座標(工事基準点)とTSの計測座標が合致しているか？ 		
機能の確認	①締固め判定・表示機能		
	<ul style="list-style-type: none"> ローラまたは履帯が管理ブロック上を通過する毎に、当該管理ブロックが1回締固められたと判定し、車載モニタに表示されるか？ 管理ブロック毎の累積の締固め回数が、車載モニタに表示されるか？ 施工とほぼ同時に締固め回数分布図を画面表示できるか？ 		
	②施工範囲の分割機能	<ul style="list-style-type: none"> 施工範囲を、所定のサイズの管理ブロックに分割できるか？ 	
	③締固め幅設定機能	<ul style="list-style-type: none"> 締固め幅を、使用する重機のローラまたは履帯幅に応じて任意に設定できるか？ 	
	④オフセット機能	<ul style="list-style-type: none"> 締固め機械の位置座標取得箇所と実際の締固め位置との関係をオフセットできるか？ 	
⑤システムの起動とデータ取得機能	<ul style="list-style-type: none"> データの取得・非取得を施工中適宜切り替えることができるか？ 振動ローラの場合は、有振時のみの位置座標を取得するようになっていないか？ 		

事前確認チェックシート (GNSSの場合)			
平成 年 月 日			
工 事 名： _____			
受注会社名： _____			
作成者： _____ 印			
確認項目	確認内容	確認結果	
適用条件の確認	<ul style="list-style-type: none"> 使用する締固め機械が適用機種（ブルドーザ、タイヤローラ、振動ローラ及びそれらに準ずる機械）であるか？ 使用する材料が締固め回数管理に適しているか？ 		
計測障害に関する事前調査	<ul style="list-style-type: none"> 無線通信障害の発生の可能性はないか？ →低い位置に高圧線等の架線がないか、基地、空港等が近くにないか GNSSの測位状態に問題はないか？ →FIX解となるのに必要な衛星捕捉数（5個以上）は確保できる状況か 		
精度の確認	<ul style="list-style-type: none"> GNSS測量機器が以下の性能を満足していることを確認できる有効な検定書または校正証明書があるか？ 水平(x y) ±20mm 垂直(z) ±30mm 既知座標(工事基準点)とGNSSの計測座標が合致しているか？ 		
機能の確認	①締固め判定・表示機能		
	<ul style="list-style-type: none"> ローラまたは履帯が管理ブロック上を通過する毎に、当該管理ブロックが1回締固められたと判定し、車載モニタに表示されるか？ 管理ブロック毎の累積の締固め回数が、車載モニタに表示されるか？ 施工とほぼ同時に締固め回数分布図を画面表示できるか？ 		
	②施工範囲の分割機能	<ul style="list-style-type: none"> 施工範囲を、所定のサイズの管理ブロックに分割できるか？ 	
	③締固め幅設定機能	<ul style="list-style-type: none"> 締固め幅を、使用する重機のローラまたは履帯幅に応じて任意に設定できるか？ 	
	④オフセット機能	<ul style="list-style-type: none"> 締固め機械の位置座標取得箇所と実際の締固め位置との関係をオフセットできるか？ 	
	⑤システムの起動とデータ取得機能	<ul style="list-style-type: none"> データの取得・非取得を施工中適宜切り替えることができるか？ 振動ローラの場合は、有振時のみの位置座標を取得するようになっていないか？ 	
⑥座標取得データの選択機能	<ul style="list-style-type: none"> FIX解でのデータのみを取得する機能を有しているか？ 		



本事例集P15、31参照



本事例集P15、16、25、26、27、28参照



本事例集P18、34参照

5. 試験施工時の実務内容

▶ 試験施工時の実施内容と解説事項

フロー	施工者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">各種土質試験による 使用材料の評価</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・TS・GNSSを用いた締固め管理の適性の評価(解説①) P33 ・所定の締固め度が得られる施工含水比の範囲の確認 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">土質試験結果の報告書作成・提出</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・使用材料の種類毎の土質試験結果の報告書作成・提出(解説②) P34 	<ul style="list-style-type: none"> ・各種土質試験結果の確認
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">試験施工</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・締固め回数の決定(解説③) P35 ・まき出し厚の決定 ・システム作動確認 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">試験施工結果の資料作成・提出</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・試験施工報告書の作成・提出(解説④) P36 	<ul style="list-style-type: none"> ・試験施工結果資料の確認

要領掲載見出し項目の凡例

施 : TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領 平成24年3月

監 : TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理の監督・検査要領 平成24年3月

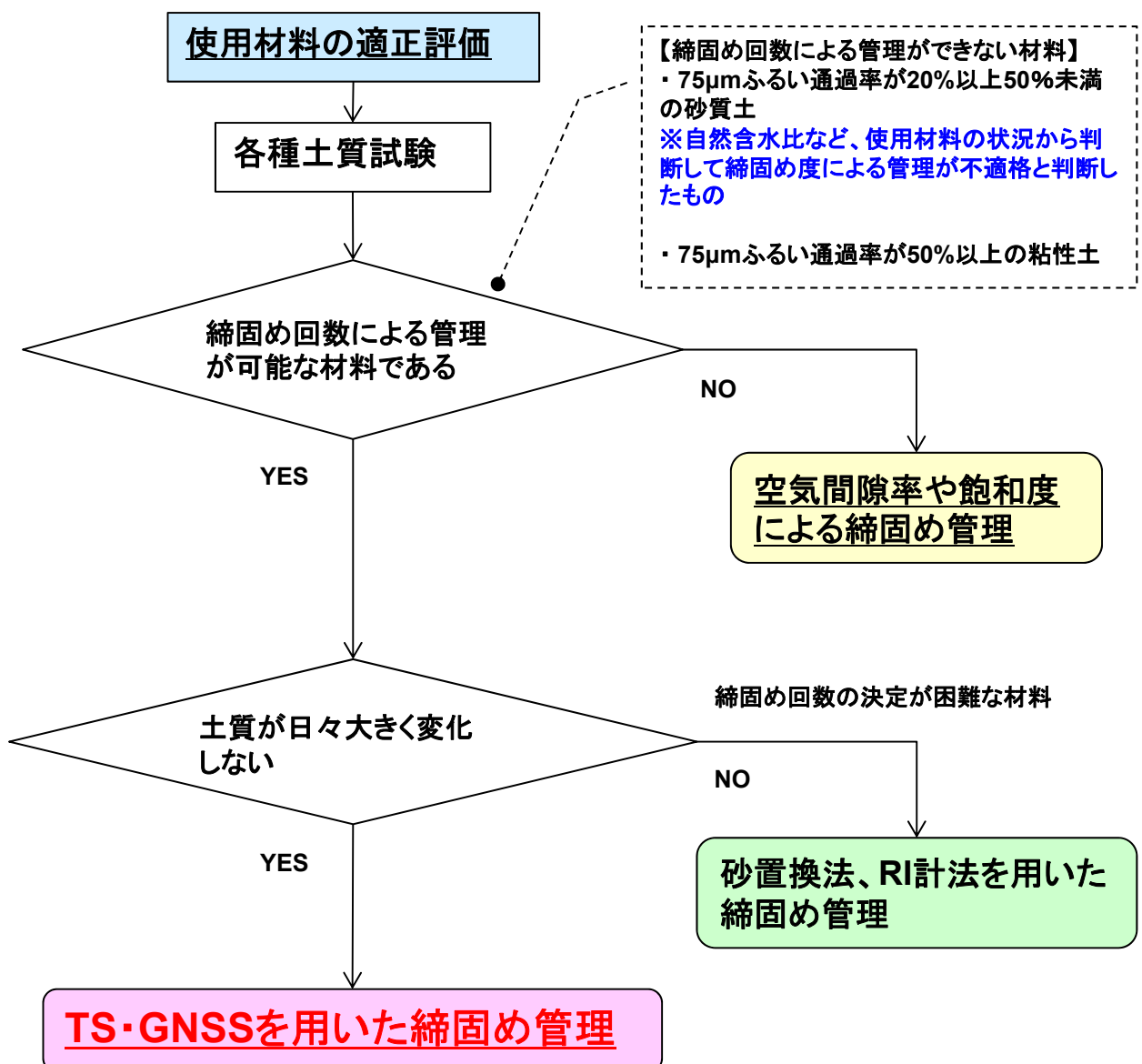
解説①：TS・GNSSを用いた締固め管理の適性の評価

【施工者】

～5.試験施工時の実務内容～

- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理技術は、施工後の盛土が規定の締固め度を得ていることを締固め回数により管理する手法である。
- ▶ 盛土材料が締固め度による管理の適用が不可能な土質でないことを確認する。
- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理技術が適用できない場合は、従来の管理方法（砂置換法、RI計法を用いた締固め管理）の採用を検討する。

使用材料の適正評価プロセス



解説②：各種土質試験結果の提出【施工者】

～5.試験施工時の実務内容～

- ▶ 施工者は各種土質試験結果より、盛土施工に使用される材料の土質を確認し、回数管理が可能な土質であることを報告する。
- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理では、材料の種類毎に施工仕様(締固め回数、巻出し厚)を決定していることから、締固めの精度確保のために各材料の土質の適切な管理が重要となる。

材料の土質に関する主な確認事項

土質試験報告書の記載事項

- (1) 各種土質試験結果
- (2) 盛土材料としての適性評価
- (3) 過転圧になりやすい土質かどうかの評価
- (4) 締固め曲線(突固め曲線)
- (5) 所定の締固め度が得られる含水比の範囲
- (6) 各種試験結果を示すデータシート等

※施工者は、施工中の日常管理にて、施工含水比が規定の締固め度の得られる範囲を逸脱(低すぎるか高すぎる)し、規定回数の締固めでは所定の締固め度を満足することができない、あるいは締固めに適さないと判断される場合、散水やばっ気乾燥等の処置により施工含水比を調整する。

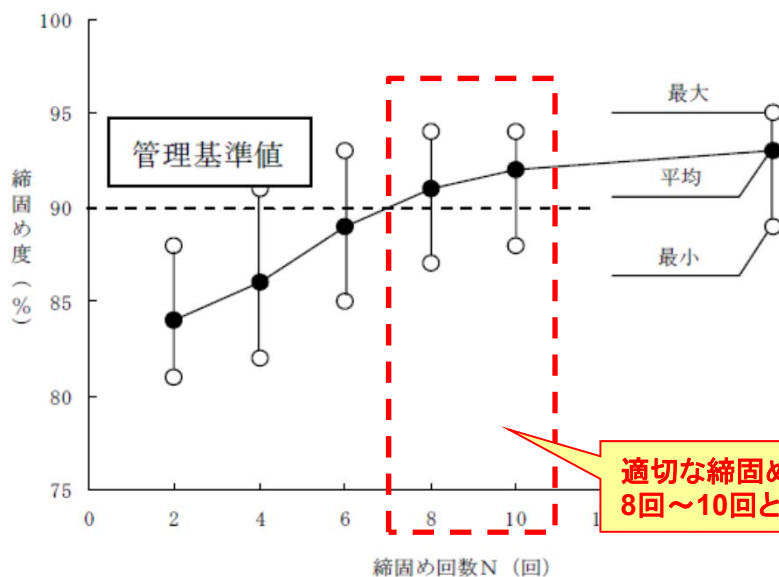
解説③：試験施工の実施（締固め回数の決定）【施工者】

～5.試験施工時の実務内容～

- ▶ 使用予定材料毎に試験施工を実施し、締固め回数(回)と締固め度(%)との相関関係から本施工時の締固め回数を決定する。
- ▶ 砂置換法およびRI計法による密度試験が実施不可能な岩塊材料の場合、締固め回数(回)と表面沈下量(cm)との相関関係から本施工時の締固め回数を決定する。

試験施工による締固め回数の決定方法

砂置換法又はRI計法が適用できる材料の場合



品質管理基準

【道路土工】

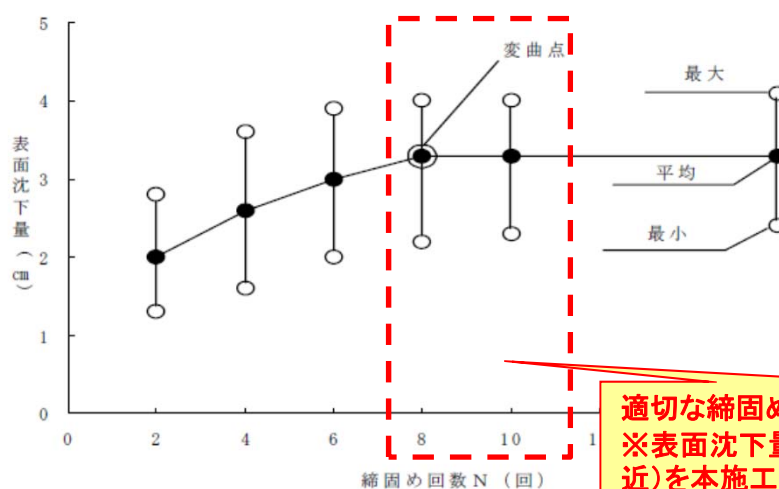
- ・砂置換法の場合:
(路体)締固め度85%以上
(路床)締固め度90%以上
- ・RI計法の場合:
(路体、路床共通)締固め度90%以上

【河川・海岸・砂防土工】

- ・砂置換法の場合:締固め度85%以上
- ・RI計法の場合:締固め度90%以上

適切な締固め回数は、品質管理基準に基づき8回～10回となる

砂置換法又はRI計法が適用できない岩塊材料(最大粒径100mm以上)の場合



適切な締固め回数は、8回～10回となる
※表面沈下量の変曲点(沈下量が収束した点付近)を本施工の締固め回数とするのが一般的

解説④：試験施工結果の提出【施工者】

～5.試験施工時の実務内容～

- ▶ 施工者は試験施工の報告書より、施工仕様（締固め機械種類、まき出し厚、締固め回数等）の設定を報告する。
- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理では、試験施工により決定する施工仕様（締固め回数、まき出し厚）に準拠することで所定の締固め度が得られることを判断することから、締固めの精度確保のために各材料の施工仕様の適切な管理が重要となる。

試験施工結果資料の主な確認事項

試験施工報告書の記載事項

- (1) 試験施工概要
 - ・工事名、試験年月日、試験の目的
 - ・試験施工に使用した土質の種類（土取場名、土質名等）
 - ・試験施工に使用した機械（まき出し機械、締固め機械）
 - ・試験項目（締固め度、表面沈下量等）
- (2) 試験施工条件
 - ・試験施工ヤードの寸法
 - ・測定位置
- (3) 試験施工結果
 - ・締固め回数と各試験項目の関係（表、グラフ等）
 - ・所定の締固め度が得られる締固め回数
 - ・（過転圧になりやすい土質の場合）締固め回数の上限値
 - ・所定の仕上り厚が得られるまき出し厚
 - ・各種試験結果を示すデータシート等
- (4) システム作動確認結果
 - ・締固め回数分布図
 - ・走行軌跡図

6. 盛土施工・品質管理時の実務内容

▶ 盛土施工・品質管理時の実施内容と解説事項

フロー	施工者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">盛土材料の品質確認</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・盛土材料の品質確認 (解説①) P38 ・盛土材料の品質の記録 	・締固め施工状況の把握
↓		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">まき出し</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・適切なまき出し厚の確認 ・まき出し厚の記録 	
↓		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">締固め</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・TS・GNSSを用いた締固め管理 (解説②) P39 ・現場密度試験(必要に応じて) 	
↓		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">品質管理</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・品質管理資料の作成・提出 (解説③) P40 	・品質管理資料の受理

要領掲載見出し項目の凡例

施 : TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領 平成24年3月

監 : TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理の監督・検査要領 平成24年3月

解説①：盛土材料の品質確認【施工者】

～6.盛土施工・品質管理時の実務内容～

- ▶ 盛土施工に使用する材料が事前に土質試験にて品質を確認し、試験施工にて施工仕様を決定した材料と同じ土質であることを確認する。
- ▶ 盛土施工に使用する材料の含水比が所定の締固め度が得られる含水比の範囲内であることを確認する。

盛土材料品質の確認方法

土質の確認方法

- (1) 目視による色の確認や手触り等による性状確認
- (2) その他の手段

※土質の変化がある場合、試験施工を再度実施する必要がある。

含水比の確認方法

【確認方法】

- ・RI計法、赤外線水分法、電子レンジ法、フライパン法等の簡易な方法
- ・補助データとして、施工当日の気象情報(天気・湿度・気温等)を記録

【確認頻度】

- ・盛土の開始前後に土取り場や盛土現場で測定することを原則
- ・施工中に含水比が変化しそうな場合(小雨・日射・強風・低温)にも含水比を確認

【含水比が所定の締固め度が得られる範囲に入っていない場合の対応】

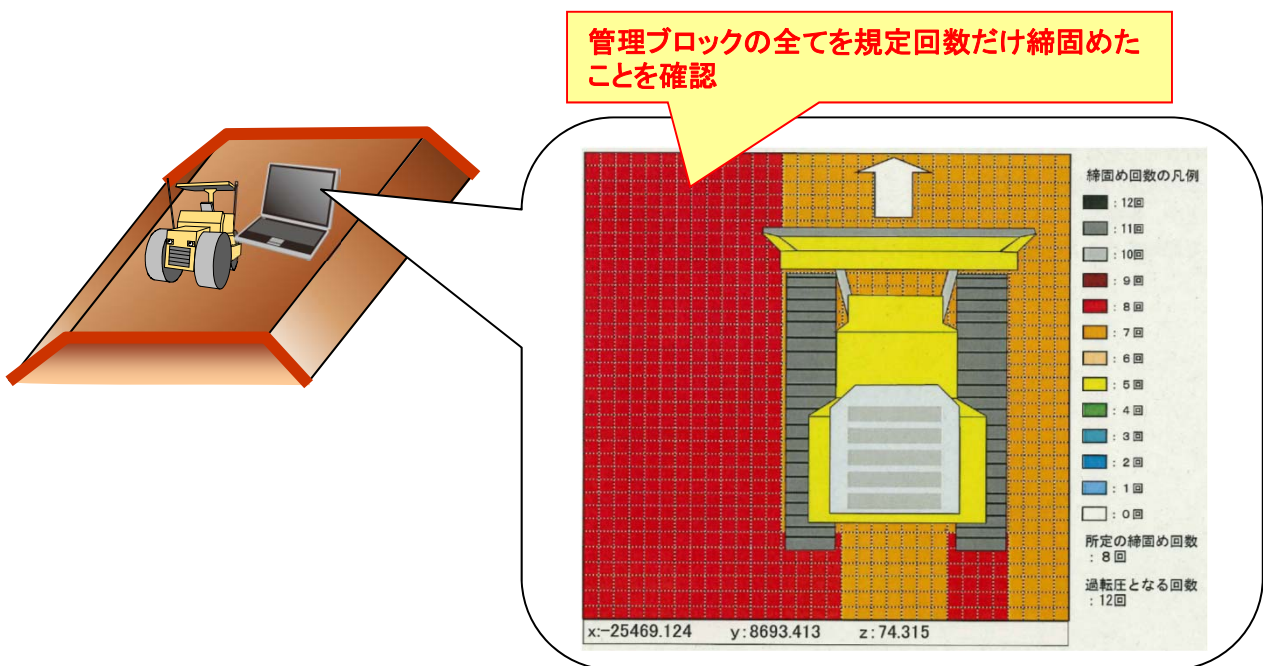
- ・散水・ばっ気等により含水比を調整

解説②：TS・GNSSを用いた締固め管理【施工者】

～6.盛土施工・品質管理時の実務内容～

- ▶ 車載パソコンに表示される施工範囲の管理ブロックの全てが規定回数だけ締固めたことを示す色になるまで締固める。
- ▶ 過転圧の箇所等は必要に応じて現場密度試験(砂置換法、RI計法)を実施し、締固め度を確認する必要がある。
- ▶ TS・GNSSを用いた締固め管理が適用外となる箇所では、従来手法(目視での締固めカウント、現場密度試験での品質確認)で管理する。

締固め時の留意事項



現場密度試験による締固め度の確認を実施しなければならない条件

- (1) 規定の締固め回数を得られていない(締固め回数不足、過転圧等)
- (2) 使用材料の土質、含水比が試験施工時と異なる
- (3) 規定のまき出し厚でない

従来手法で管理しなければならない条件

- (1) 締固め機械が近寄れない構造物周辺や法肩部
- (2) 一時的な計測障害(無線障害、視準の遮断(TS)、FLOT解(GNSS))時に作業を中断せずに施工した箇所

留意点

車載パソコンの注視による安全性低下

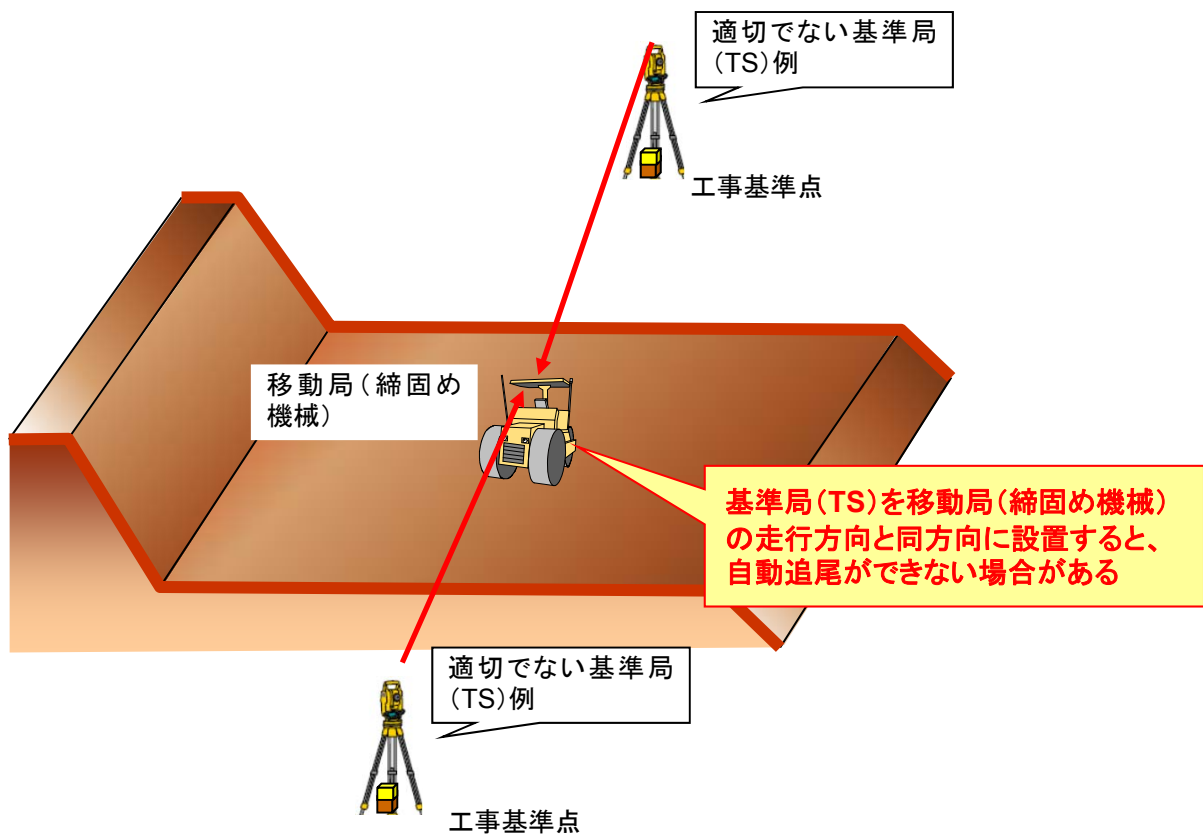
・車載パソコンの表示画面の注視による安全性の低下が懸念されます。
表示画面は常に見る必要はなく、必要に応じて締固め回数の状況を確認すれば問題ありませんので、走行中は、周辺の安全を十分に確認してください。

事例

その他の計測障害の原因等について

- ・TSを用いる場合、基準局(TS)を移動局(締固め機械)の走行方向と同方向に設置すると、自動追尾ができない場合があるため、基準局(TS)の設置時には移動局(締固め機械)と適当な角度を保つことを推奨する。
- ・TSを用いる場合、基準局(TS)が作業員等の着用している安全ベストの反射板を自動追尾してしまう場合があるため、作業員等が付近を通行する際は留意する必要がある。

TSの自動追尾ができない場合がある基準局(TS)の設置イメージ



参考資料【施工者】

1. 施工者のインセンティブとなる制度
2. 情報化施工機器調達に関する支援制度
3. 用語集

【参考資料】1. 施工者のインセンティブとなる制度

▶ 総合評価落札方式による評価（平成22年度～）

- ▶ 総合評価落札方式において、情報化施工を実施する施工者の評価が向上するように評価項目が設定されます。

総合落札方式における評価項目の設定方法

工事区分	内容
発注者指定型工事	「情報化施工技術の活用」を技術提案の指定テーマとして積極的に設定する。
施工者希望型工事	【平成25年度に一般化する情報化施工技術が活用される工事】 発注者指定型工事を除く情報化施工技術の活用が想定される全ての工事において、「情報化施工技術の活用」を評価項目として設定する。
	【早期実用化が予定される情報化施工技術が活用される工事】 「情報化施工技術の活用」を評価項目として設定しない。ただし、技術・機器の普及状況等を考慮し、評価項目を設定する。

▶ 請負工事成績評定における評価（平成21年度～）

- ▶ 請負工事成績評定において、発注者指定型工事・施工者提案型工事ともに施工者の評価が向上します。

請負工事成績評定における評価方法

区分	内容
情報化施工技術が新技術(NETIS)に登録の有るケース	主任技術評価官の「審査項目・創意工夫」に関する評価 【最大6点の加点】 ・「新技術活用」による加点が最大4点 ・「施工」による加点が2点
情報化施工技術が新技術(NETIS)に登録の無いケース	主任技術評価官の「審査項目・創意工夫」に関する評価 【最大2点の加点】 ・「施工」による加点が2点

※参考：情報化施工活用で加点の場合の評定点数(100点満点)

- ・6点加点された場合：6点×0.4＝2.4点
- ・4点加点された場合：4点×0.4＝1.6点
- ・2点加点された場合：2点×0.4＝0.8点

▶ 使用原則化技術の請負工事成績評定について（平成25年度～）

- ▶ 創意工夫における「施工」において、使用原則化技術の活用による加点は行われません。なお、使用原則化技術の活用により施工状況などで効果が確認できるときは、引き続き適正かつ的確な評定を実施されます。

対象技術(H25.3月時点)：TSによる出来形管理技術(土工)
(ただし、10,000m³以上の土工を含む工事)

【参考資料】2. 情報化施工機器調達に関する支援制度

▶ IT活用促進資金

- ▶ 情報化施工により、施工の効率化、合理化を図る場合には、「当該関連機器の購入・賃借の際に「(株)日本政策金融公庫」の低利・長期の融資制度の対象となります。

参考URL: <http://www.jfc.go.jp/c/jpn/search/40.html#gaiyo>

IT活用促進資金の概要

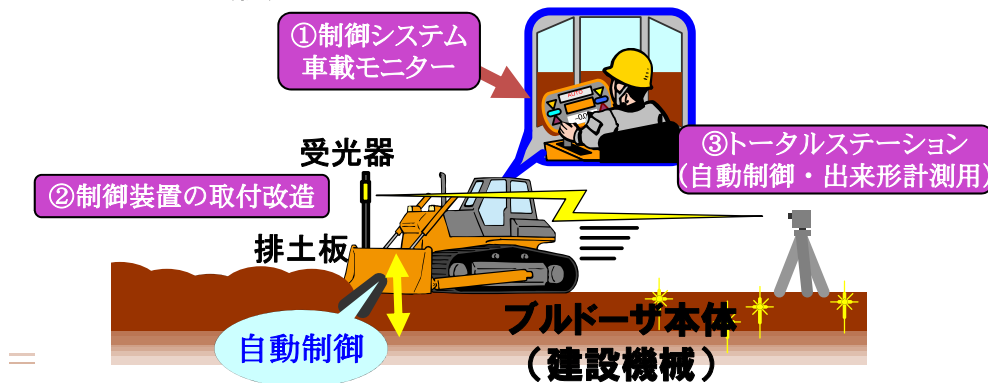
中小企業(資本金3億円以下又は従業員300人以下)の建設業者であれば以下の額の範囲内で利用可能である。

- ・直接貸付:7億2千万円
- ・代理貸付:1億2千万円(民間金融機関による代理貸付)

長期固定の低利融資制度で、以下の特別利率が適用される。

- ・中小企業事業:1.45%
- ・国民生活事業:1.80%(貸付期間5年以内の場合)

(例)ブルドーザのマシンコントロールシステム



※建設機械本体は本制度の対象となりません。

【参考資料】 3. 用語集 1/3

用語	内容
TS	トータルステーション(Total Station)の略。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ができる電子式測距測角儀のことである。計測した角度と距離から未知点の座標計算を瞬時に行うことができ、計測データの記録及び外部機器への出力ができる。
出来形管理用TS	現場での出来形の計測や確認を行うために必要なTS、TSに接続された情報機器(データコレクタ、携帯可能なコンピュータ)、及び情報機器に搭載する出来形管理用TSソフトウェアの一式のことである。
基本設計データ	基本設計データとは、設計図書に規定されている工事目的物の形状、出来形管理対象項目、工事基準点情報及び利用する座標系情報などのことである。基本設計データは、設計成果の線形計算書、平面図、縦断図及び横断図から3次元データ化したもので、(1)道路中心線形又は法線(平面線形、縦断線形)、(2)出来形横断面形状で構成される。
道路中心線形	道路の基準となる線形のこと。平面線形と縦断線形で定義され、基本設計データの一要素となる。
法線	堤防、河道及び構造物等の平面的な位置を示す線のこと。平面線形と縦断線形で定義され、基本設計データの一要素となる。
平面線形	平面線形は、道路中心線形又は法線を構成する要素の1つで、道路中心線形又は法線の平面的な形状を表している。平面線形の要素は、道路中心線形の場合、直線、円曲線、緩和曲線(クロソイド)で構成され、それぞれ端部の平面座標、要素長、回転方向、曲線半径、クロソイドのパラメータで定義される。
縦断線形	縦断線形は、道路中心線形又は法線を構成する要素の1つで、道路中心線形又は法線の縦断的な形状を表している。縦断形状を表す数値データは縦断図に示されており、縦断線形の要素は、道路中心線形の場合、縦断勾配変位点の起点からの距離と標高、勾配、縦断曲線長又は縦断曲線の半径で定義される。
出来形横断面形状	平面線形に直交する断面での、土工仕上がり、法面等の形状である。現行では、横断図として示されている。
出来形計測データ	出来形管理用TSで計測した3次元座標値及び計測地点(法肩や法尻など)の記号を付加したデータのことをいう。出来形計測データと基本設計データとの対比により、出来形管理を行う。

【参考資料】3. 用語集 2/3

用語	内容
基本設計データ作成ソフトウェア	従来の紙図面等から判読できる道路中心線形又は法線、横断形状等の数値を入力することで、基本設計データを作成することができるソフトウェアの総称。
出来形管理用TSソフトウェア	出来形管理用TSの情報機器(データコレクタ、携帯可能なコンピュータ)に搭載されたソフトウェア。基本設計データを入力することで、現場において効率的に出来形計測が行える情報を提供すると共に、計測結果を施工管理データ(基本設計データと出来形計測データのXML形式)として出力することができる。
出来形帳票作成ソフトウェア	基本設計データと出来形計測データから、出来形帳票の自動作成と出来形管理データ(PDFファイル)及び施工管理データ(XMLファイル)の出力が可能なソフトウェアの総称。
締固め管理システム	基準局(TS・GNSS)、移動局(締固め機械)、管理局(現場事務所等)で構成される盛土の締固め管理を行うシステムの総称。
GNSS	GPS(米)、GLONASS(露)、GALILEO(EU計画中)など、人口衛星を利用した測位システムの総称。 情報化施工にて取り扱うGNSSは、移動局の位置座標を正確に測定する必要があることから、リアルキネマティック(RTK-GNSS)測位手法を基本とする。
RTK-GNSS(リアルタイムキネマティック)	計測位置のGNSS(移動局)と、既知点に設置したGNSS(基準局)の2台を用いて、実時間(リアルタイム)で基線解析を行うことで、より高精度に計測位置の座標を取得できる装置。
管理ブロックサイズ	「TS・GNSSを用いた締固め管理」にて施工範囲(締固めを行う域内)を、使用する締固め機械により定められたサイズの正方形の領域に分割したもの。
締固め回数分布図	締固め管理システムで自動作成されるもので、締固め範囲の全面を確実に規定回数だけ締固めたことを視覚的(色)で確認するための日常管理帳票の1つ。
走行軌跡図	締固め回数分布図と対となって自動作成されるもので、締固め回数分布図の信頼性およびデータ改ざんの有無を確認するための日常管理帳票の1つ。

【参考資料】 3. 用語集 3/3

用語	内容
ログファイル	締固め回数管理で得られる電子情報で、締固め機械の作業中の時刻とその時の位置座標を記録したもの。電子データ形式で保管する。
3次元設計データ	「マシンコントロール(MC)/マシンガイダンス(MG)技術」でシステムに搭載する電子データ。
XML	eXtensible Markup Languageの略称。 コンピュータ言語の一種。