

TS・GNSSによる締固め管理技術  
の現場対応集  
[施工者向け]

平成26年3月

# はじめに

国土交通省では、平成 25 年度より 10,000m<sup>3</sup> 以上の土工を含む直轄工事で「TS を用いた出来形管理(土工編)」を使用原則化すると共に、①「TS を用いた出来形管理(土工編) (10,000m<sup>3</sup> 未満の土工)」、②「MC(モータグレーダ)技術」、③「MC・MG(ブルドーザ)技術」、④「MG(バックホウ)技術」、⑤「TS・GNSS による締固め管理技術」の5つの情報化施工技術を今後5ヶ年の一般化推進技術と位置づけて更なる普及促進に取り組んでいます。

情報化施工技術の普及・推進に向けては、利用者が高度・高機能な技術を使いこなし、トラブルへの迅速な対応や機能の応用など、技術の持つ能力を最大限に活かすノウハウを修得することが不可欠です。

また、「TS・GNSS による締固め管理技術」については、本技術を用いて受発注者が品質について共有することが必要となります。

本現場対応集は平成 25 年度時点の調査結果を元に、情報化施工技術の特徴を活かすノウハウの一部として、現場でのトラブル対応や工夫をとりまとめたものです。

# 目次

1.	現場対応集の構成と使い方	1
2.	システム適用条件の事前調査	2
2.1	システムの選定	2
2.1.1	「TS・GNSSによる締固め管理技術」の種類	2
2.1.2	計測機器の選定	3
2.1.3	通信機器の選定	4
2.2	システムの調達	5
2.2.1	必要なシステム	5
2.2.2	システムの調達	6
2.2.3	システムの組合せ	6
2.2.4	システムの利用期間	6
3.	システム精度の確保	7
3.1	システムの精度	7
3.1.1	計測システムの性能	7
3.1.2	ソフトウェア機能の確認	8
3.1.3	システムの設定	9
3.2	試験施工	10
3.2.1	適用可能な材料の確認	10
3.2.2	試験施工での確認項目 (TS)	10
3.2.3	試験施工での確認項目 (GNSS)	11
3.2.4	試験施工での回数決定方法	12
4.	盛土施工	13
4.1	施工範囲のデータの作成	13
4.1.1	データの種類	13
4.2	日々の施工管理	13
4.2.1	締固め回数以外に必要な品質管理	13
4.2.2	回数管理で管理できない箇所の対応	14
4.2.3	RTK-GNSSがFIX解を得られない場合の対応	14
4.3	帳票の出力	14
4.3.1	締固め回数以外に必要な記載項目	14
4.3.2	締固め回数以外に必要な記載項目	15

## 1. 現場対応集の構成と使い方

「TS・GNSS による締固め管理技術」は、各層のデータを搭載した転圧建機（ローラ類、ブルドーザ）により、転圧回数の把握を可能とします。このため、オペレータの感覚だけに頼りきれない高い品質な施工を実現する技術です。

本技術は、現場作業の効率化、省人化の実現に多大な効果を発揮するものですが、導入の準備、運用体制の確立等、技術の効果を最大に発揮するためのノウハウが必要な部分も多い。

さらに、本技術は施工管理に該当する技術であり、履行の確認や品質確保の観点から、受発注者が互いに導入技術で得られる結果を共有する必要があります。

本書は、「TS・GNSS による締固め管理技術」適用時の主要5パートについて、現場調査に基づき運用上の留意点や対応例を整理したものである。

<b>1. システム適用条件の事前調査</b>	
<b>(1)計測障害の事前調査</b> システム適用条件の確認	<b>(2)測位技術の選定</b> 計測機器(TS・GNSS)の選択
<b>(3)盛土締固め管理システムの選定・調達</b> 必要機能を有するシステムの選定	
<b>【TSの場合】</b> ・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線の確保	<b>【TS】</b> ・公称測定精度: $\pm(5\text{mm}+5\text{ppm} \times D)$ ・最小目盛値: 20"以下 ・視準を遮断する既設構造物等がない現場である
<b>【GNSSの場合】</b> ・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	<b>【GNSS】</b> ・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山間部でない現場である
・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	
	
<b>2. システム精度の確認</b>	
<b>(1)システム計測精度の確保</b> 基準局の設置	
<b>【TSの場合】</b> ・計測座標と既知座標とが合致することを確認	
<b>【GNSSの場合】</b> ・計測座標と既知座標とが合致することを確認 ・任意点の計測座標が合致することを確認(1箇所を2回計測)	
<b>3. 試験施工</b>	
<b>(1)土質試験による使用材料の評価</b> 使用材料の適性評価	<b>(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</b> 試験施工ヤードの締固め、現場密度試験(砂置換法、RI計法)による締固め回数の決定
・締固め回数による管理が可能な材料である ・土質が日々大きく変化しない ・監督職員による土質試験結果の確認	・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
<b>4. 盛土施工</b>	
<b>(1)締固め</b> 施工仕様に沿った適切な締固めの実施	
・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 ・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 ・監督職員による締固め状況の把握	
<b>(2)品質管理資料の作成・提出</b> 締固め回数分布図、走行軌跡図の作成・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	
・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	
	
・締固め回数をリアルタイムで確認	
<b>5. 検査</b>	
<b>(1)検査</b> 要領に沿った適切な検査の実施	
・要領に沿った適切な検査の実施	

本書の構成

## 2. システム適用条件の事前調査

### 2.1 システムの選定

#### 2.1.1 「TS・GNSSによる締固め管理技術」の種類

記号	事前調査 ー ①		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	「TS・GNSSによる締固め管理技術」のシステムを選定する際のポイントはどこ？		
回答:A	<p>・ 「TS・GNSSによる締固め管理技術」は、盛土の締固め作業時の転圧回数管理に用いられます。平面的な走行軌跡を得るために以下に示す高精度な計測装置が用いられています。</p> <p>※ どちらのシステムでも、機器の設置や重機側のシステムに差はありません。</p> <p><b>【自動追尾式 TS】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 自動追尾式 TS は、TS1 台につき、1 台の「TS・GNSSによる締固め管理技術」の追尾・計測が可能です。</li> <li><input type="checkbox"/> TS から追尾可能な計測範囲は、自動追尾 TS から移動局となる転圧建機（ローラ類、ブルドーザ）のプリズムを遮らない範囲で、自動追尾式 TS から数百メートル程度の範囲で計測が可能です。</li> </ul> <p><b>【RTK-GNSS】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> RTK-GNSS の場合は、RTK-GNSS の基準局1台につき、複数台の「TS・GNSSによる締固め管理技術」の計測が可能です。</li> <li><input type="checkbox"/> RTK-GNSS の基準局は、締固め管理以外に締固め管理、自主的な出来形・高管理にも活用が可能です（ただし、それぞれの移動局側システムは別途必要です）。</li> </ul>		
<b>【補足説明】</b>	<p>※ RTK-GNSS の高さの計測値は±30mm 程度の幅で不連続に変動しています。施工履歴から締固め厚さも得ることができるシステムもありますが、得られる結果には計測誤差の他、ローラの傾きなどの影響も含まれることを考慮する必要があります。</p> <p>※ 締固め回数管理の導入が単に品質の均一化に繋がっている訳ではありません。締固め度は、試験施工と同等の条件の土質、撒きだし厚が前提条件です。材料管理と撒きだし厚の管理にも十分な管理が必要なことは従来と変わりません。</p>		

## 2.1.2 計測機器の選定

記号	事前調査 ー ②		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	自動追尾式 TS や RTK-GNSS が適用できない現場条件はありますか？		
回答:A	<p>①自動追尾式 TS の適用が難しい現場条件について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動追尾式 TS では、TS 本体から発信するレーザが「TS・GNSS による締固め管理技術」に設置したプリズムによって反射する光を検知して追尾しています。したがって、レーザが遮断される状況が発生すると自動追尾による計測ができなくなります。</li> <li>・ また、自動追尾式 TS は精密機器で、自己位置からの向きや角度から対象物の位置を算出しています。したがって、TS 本体が揺れたり傾いたりする場所では正確な計測ができません。</li> </ul> <p><b>【レーザが遮断される条件】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 激しい降雨や降雪、濃霧 (TS から発信するレーザ光が拡散してしまう)。</li> <li><input type="checkbox"/> ダンプ等が通行し、レーザを遮断する。</li> </ul> <p><b>【TS の正確な計測ができない条件】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 軟弱地盤上等で、重機の通行や作業の影響により TS 設置箇所が揺れる場所、あるいは変形する場所。</li> <li><input type="checkbox"/> 橋梁の梁上などの揺れがある場所。</li> <li><input type="checkbox"/> 凍上などで利用する基準点に変位が起こる場所。</li> </ul> <p>②RTK-GNSS の適用が難しい現場条件について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ RTK-GNSS は、測位衛星からの電波と地上の基準局からの電波を受信することで高精度な測位を行います。したがって、測位衛星からの電波および地上の基準局からの電波が受信できない場合には高精度な測位ができなくなります。また、RTK-GNSS では、移動局および基準局で同時に5つ以上の測位衛星を必要とします。</li> </ul> <p><b>【測位衛星からの電波が遮断される条件】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 移動局および基準局の上空が開けていない、山間地の谷間、高層ビル街(測位衛星が安定して5個以上補足できない。連続した計測ができない)。</li> <li><input type="checkbox"/> 衛星が5個以上補足できているが、測位衛星の配置が悪い(例えば、北側に山やビルなどがあり、全ての衛星が南側に偏っている)。</li> <li><input type="checkbox"/> 周辺に電波を反射する高い壁等がある(衛星の電波が反射され、計測が不安定)。</li> </ul> <p><b>【基準局からの電波が遮断される条件】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 違法無線などの高出力な無線が発信されている。</li> <li><input type="checkbox"/> 類似のシステムなどで、同周波数帯の無線が多数利用されている。</li> <li><input type="checkbox"/> 高圧電線や変電所周辺。</li> <li><input type="checkbox"/> 障害物などで無線通信が遮断されている。</li> <li><input type="checkbox"/> 空港や航空基地周辺。</li> </ul>		
<b>【留意点】</b>	<p>※ 無線の状況を分析する方法もありますが、上記のような無線は時間帯などによって大きく変化します。また、無線は目に見えないため、実際に工事を想定している時間帯に利用する無線機を活用して通信状況の確認を行うことをお奨めします。</p>		

### 2.1.3 通信機器の選定

記号	事前調査 ー ③		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	「TS・GNSS による締固め管理技術」システムが上手く稼働しない条件はありますか？		
回答:A	<p>・ 「TS・GNSS による締固め管理技術」では、RTK-GNSS から転圧建機(ローラ類, ブルドーザ)の間、自動追尾 TS から転圧建機(ローラ類, ブルドーザ)の間で測位位置に関する情報を無線通信しています。無線通信が混信や通信障害をおこす場合は、測位ができないためシステムが適切に稼働できません。</p> <p>・ 「TS・GNSS による締固め管理技術」と転圧建機(ローラ類, ブルドーザ)の通信は、免許や申請の不要な、特定省電力無線が多く利用されています。本無線は、通信障害の無い場所では 1km 程度の通信が可能ですが、無線の出力が小さいため、周辺環境の影響を受けやすく周辺環境の調査が重要です。</p> <p><b>【無線通信の障害が発生しやすい、あるいは無線通信の発生要因】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 違法無線などの高出力な無線が発信されている。</li> <li><input type="checkbox"/> 類似のシステムなどで、同周波数帯の無線が多数利用されている。</li> <li><input type="checkbox"/> 高圧電線や変電所周辺。</li> <li><input type="checkbox"/> 障害物などで無線通信が遮断されている。</li> <li><input type="checkbox"/> 空港や航空基地周辺。</li> </ul> <p><b>【通信障害の確認方法】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 無線の状況を分析する方法もありますが、上記のような無線は時間帯などによって大きく変化します。また、無線は目に見えないため、実際に工事を想定している時間帯に利用する無線機を活用して通信状況の確認を行うことをお奨めします。</li> </ul> <p>&lt;対応例&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 無線通信障害が多い場所では、免許や申請が必要な高出力な無線を利用する。</li> <li>※ 無線通信は、距離は離れると急激に出力が減衰します。RTK-GNSS 基準局と転圧建機(ローラ類, ブルドーザ)、TS と転圧建機の距離を短くすることで対応できる場合もあります。</li> </ul>		
<b>【留意点】</b>	<p>※ 利用する無線の通信可能距離について、システムの調達段階でメーカーなどに良く確認しておきましょう。</p> <p>※ また、可能な場合は、無線通信の状況を事前に確認しておくことをお奨めします。</p>		

## 2.2 システムの調達

### 2.2.1 必要なシステム

記号	調達 ー ①		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	「TS・GNSSによる締固め管理技術」システムに必要な機器構成を教えてください。		
回答:A	<p>・ 自動追尾式 TS を利用する場合と RTK-GNSS を使う場合で、基準局側の構成はやや異なりますが、移動局側の構成は GNSS アンテナとプリズムの違い以外に大きな違いはありません。</p> <p><b>【締固め管理システムの機器構成例】</b></p> <p>※ 最近の TS では、①、②、③を内蔵した一体型もあります。</p>		
	<p><b>【システムの供給メーカーについて】</b></p> <p>※ 盛土の締固め回数管理技術は NEXCO でも活用実績があり、システムも多数存在しています。</p> <p>※ 重機のレンタルメーカー等でも扱っていることが多いです。</p>		



### 2.2.2 システムの調達

記号	調達 ー ②		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	システムと重機を別々に調達しても問題ありませんか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 締固め管理システムは、転圧建機(ローラ類, ブルドーザ)に後付けすることが可能なシステムですので、重機とシステムを別々に調達することも可能です。ただし、以下の留意点があります。</li> <li>□ プリズムやアンテナを装着するマストなどを装着する必要があり、重機にこれらの装置を取り付けるための治具(台座)を溶接する必要があります。</li> </ul>		
<b>【留意点】</b> ※ 締固め回数管理システムはほとんどのローラ類に装着することが可能です。ただし、システムは電子機器ですので、雨天時の施工が想定される場合は防水対策などを講じておく必要があります。  ※ キャビンが装着されていないローラに装着する場合は、夜間など気温の変化が激しい場所では結露などでシステムが破損する場合があります。システムの保管方法についても注意しましょう。			

### 2.2.3 システムの組合せ

記号	調達 ー ③		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	他社システムとの組み合わせは可能ですか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動追尾式 TS の応答性、オプションとして応答加速度計による地盤強度評価や締固め厚さ評価の機能を持たせるなど開発各社の技術開発競争が進められており、現状では、他社システムとの組み合わせは補償されていません。</li> <li>・ センサを設置するための治具やマストなどは転用が可能です。</li> </ul>		
<b>【留意点】</b> ※ 同一メーカーのシステムでも、バージョンなどによって車載システムと事務所システム間に互換性が無い場合もありますので、システム提供メーカーに確認することをお奨めします。			

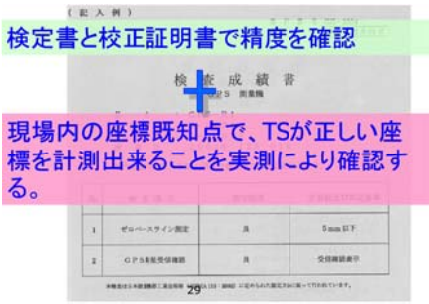
### 2.2.4 システムの利用期間

記号	調達 ー ④		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	システムの導入までの準備期間はどの程度ですか		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ システムに必要な測量機器などを装着する治具が設置されていない場合は、工場での溶接作業等が必要です。</li> <li>・ 上記の準備が済み、締固め管理システムの手配が完了すれば、締固め管理システムに対応した転圧建機(ローラ類, ブルドーザ)にシステムを装着に要する時間は、0.5～1 日程度で設置可能です(トラブルや不具合の発生が無い場合)。</li> <li>・ データの搭載や試運転調整、操作の慣れを考慮すると、準備期間として 2～3 日程度の余裕を見込んでおくことをお奨めします。</li> </ul>		
<b>【留意点】</b> ※ システムの試運転などを行うために、事前に試運転用のデータを準備しておくことをお奨めします。			

### 3. システム精度の確保

#### 3.1 システムの精度

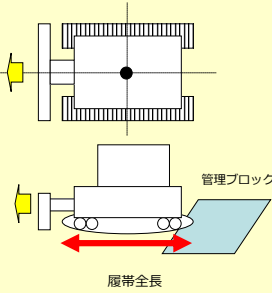
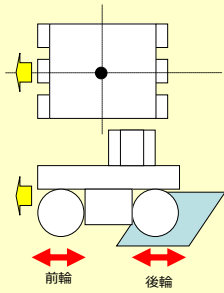
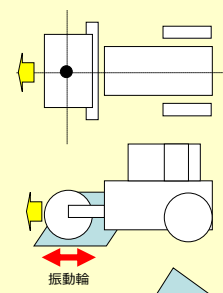
##### 3.1.1 計測システムの性能

記号	精度確保	—	①
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	利用する測位システムで、どの程度の施工精度が確保できますか？		
回答:A	<p>・「TS・GNSS による締固め管理技術」では施工管理要領により、以下の精度以上の測量機器を利用することが定められています。</p> <p><b>【施工精度からの測位技術の選定ポイント】</b></p> <p>① TSを用いる場合の精度について          TS:公称測定精度 <math>\pm(5\text{mm}+10\text{ppm}\times D)</math>      最小目盛値 20" 以下</p> <p style="text-align: center;">(記入例)</p> <p style="text-align: center;">検定書と校正証明書で精度を確認</p>  <p style="text-align: center;">現場内の座標既知点で、TSが正しい座標を計測出来ることを実測により確認する。</p> <p>② RTK-GNSSを用いる場合の精度について          GNSS:セット間較差 水平(xy)<math>\pm 20\text{mm}</math>      垂直(z)<math>\pm 30\text{mm}</math></p> <p style="text-align: center;">カタログで精度を確認</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">現場内の座標既知点で、TSが正しい座標を計測出来ることを実測により確認する。</p>		
【留意点】	<p>※ TSを用いる場合は、利用するTSが正常に機能・稼働するかを確認する必要があります。このため、機器の校正証明書などの点検記録が必要です。</p> <p>※ RTK-GNSSの場合は電波解析から座標を算出するため機械的な精度劣化は考慮する必要がありません。このため、カタログと現場での座標確認作業を行います。</p>		

### 3.1.2 ソフトウェア機能の確認

記号	精度確保 ー ①		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	利用するソフトウェアに制限はありますか？		
回答:A	<p>・「TS・GNSSによる締固め管理技術」では施工管理要領により、以下の機能が必要です。</p> <div data-bbox="414 510 1305 1317" data-label="Diagram"> <p><b>移動局の機能</b></p> <p><b>車載PC画面イメージ</b></p> <p><b>【締固め判定・表示機能】</b> 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</p> <p><b>【締固め判定・表示機能】</b> 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</p> <p><b>管理ブロック</b></p> <p><b>【施工範囲の分割機能】</b> 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</p> <p><b>【締固め幅設定機能】</b> 締固め幅を任意に設定できる ※締固め機械に応じてロー幅等の締固め幅は異なる</p> <p><b>【オフセット機能】</b> 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</p> <p><b>【座標取得データの選択機能(GNSSのみ)】</b> 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</p> <p><b>【システムの起動とデータ取得機能】</b> 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</p> </div>		
<b>【留意点】</b>	<p>※ 利用可能なシステムに関する認証や登録の仕組みはありません。</p> <p>※ 上記の機能が実装されているかをメーカーに問い合わせることをお勧めします。また、各機能については、試験施工段階で確認し、チェックシートに結果を整理して提出する必要があります。</p>		

### 3.1.3 システムの設定

記号	事前調査 ー ③		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	利用する締め固め機械で設定方法を変更する必要がありますか？		
回答:A	<p>・ 本要領による締め固め回数管理では、転圧機械によって締め固めの判定を次のように定義しています。</p> <p>● 適用機種</p> <p>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(ロードローラ、タンピングローラ等)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>ブルドーザ</p>  <p>管理ブロック 履帯全長</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>タイヤローラ</p>  <p>前輪 後輪</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>振動ローラ</p>  <p>振動輪</p> </div> </div> <p style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">起振しなければシステムが作動しない仕様になっている</p>		
【留意点】			

### 3.2 試験施工

#### 3.2.1 適用可能な材料の確認

記号	事前調査 ー ③		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	「TS・GNSSによる締固め管理技術」システムが不向きな盛土はありますか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>本要領による締固め回数管理が適当でない場合の土質条件としては次の条件が該当します。             <ol style="list-style-type: none"> <li>土品質を締固め回数によって管理することが困難な土質 (例:自然含水比が高い粘性土、鋭敏比が大きく過転圧になりやすい粘性土)</li> <li>盛土材料の土質が日々大きく変化し、各種試験で確認した土質から逸脱する場合</li> </ol> </li> </ul>		
【留意点】			

#### 3.2.2 試験施工での確認項目 (TS)

記号	事前調査 ー ③																									
質問者分類	利用者	質問種別	留意点																							
質問:Q	試験施工で締め固め回数の目標を決定しますが、それ以外に試験施工の結果で報告する項目の一覧はありますか？																									
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>本要領による締固め回数管理では下記の項目を確認し報告することとなっています。</li> </ul>																									
<b>事前確認チェックシート (TSの場合)</b> 平成 年 月 日 工事名: _____ 受注会社名: _____ 作成者: _____ 印																										
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">確認項目</th> <th style="width: 60%;">確認内容</th> <th style="width: 20%;">確認結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>適用条件の確認</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> <li>使用する材料が締固め回数管理に適しているか？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>計測障害に関する事前調査</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>無線通信障害の発生の可能性はないか？</li> <li>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</li> <li>TSの視準が遮るような障害物等がないか？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>精度の確認</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>既知座標（工事基準点）とTSの計測座標が合致しているか？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="5">機能の確認</td> <td>           ①締固め判定・表示機能           <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> <li>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？</li> <li>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？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>           ②施工範囲の分割機能           <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>           ③締固め幅設定機能           <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>           ④オフセット機能           <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>           ⑤システムの起動とデータ取得機能           <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> <li>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るか？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			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"> <li>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？</li> <li>使用する材料が締固め回数管理に適しているか？</li> </ul>		計測障害に関する事前調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>無線通信障害の発生の可能性はないか？</li> <li>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</li> <li>TSの視準が遮るような障害物等がないか？</li> </ul>		精度の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>既知座標（工事基準点）とTSの計測座標が合致しているか？</li> </ul>		機能の確認	①締固め判定・表示機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> <li>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？</li> <li>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？</li> </ul>		②施工範囲の分割機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> </ul>		③締固め幅設定機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> </ul>		④オフセット機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> </ul>		⑤システムの起動とデータ取得機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> <li>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るか？</li> </ul>	
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"> <li>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？</li> <li>使用する材料が締固め回数管理に適しているか？</li> </ul>																									
計測障害に関する事前調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>無線通信障害の発生の可能性はないか？</li> <li>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</li> <li>TSの視準が遮るような障害物等がないか？</li> </ul>																									
精度の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>既知座標（工事基準点）とTSの計測座標が合致しているか？</li> </ul>																									
機能の確認	①締固め判定・表示機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> <li>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？</li> <li>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？</li> </ul>																									
	②施工範囲の分割機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> </ul>																									
	③締固め幅設定機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> </ul>																									
	④オフセット機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> </ul>																									
	⑤システムの起動とデータ取得機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>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？</li> <li>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るか？</li> </ul>																									
【留意点】																										

### 3.2.3 試験施工での確認項目（GNSS）

記号	事前調査 ー ③																											
質問者分類	利用者	質問種別	留意点																									
質問:Q	試験施工で締め固め回数の目標を決定しますが、それ以外に試験施工の結果で報告する項目の一覧はありますか？																											
回答:A	<p>・ 本要領による締め固め回数管理では下記の項目を確認し報告することとなっています。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;"><b>事前確認チェックシート（GNSSの場合）</b></p> <p style="text-align: right;">平成 年 月 日</p> <p style="text-align: right;">工事名： _____</p> <p style="text-align: right;">受注会社名： _____</p> <p style="text-align: right;">作成者： _____ 印</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">確認項目</th> <th style="width: 60%;">確認内容</th> <th style="width: 20%;">確認結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>適用条件の確認</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>・使用する締め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？</li> <li>・使用する材料が締め固め回数管理に適しているか？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>計測障害に関する事前調査</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>・無線通信障害の発生の可能性はないか？</li> <li>→低い位置に高圧線等の架線がないか、基地・空港等が近くにならないか</li> <li>・GNSSの測位状態に問題はないか？</li> <li>→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</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>精度の確認</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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？</li> <li style="padding-left: 20px;">水平(x y) ±20mm 垂直(z) ±30mm</li> <li>・既知座標（工事基準点）とGNSSの計測座標が合致しているか？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">機能の確認</td> <td> <b>①締め固め判定・表示機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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回締め固められたと判定し、車載モニタに表示されるか？</li> <li>・管理ブロック毎の累積の締め固め回数が、車載モニタに表示されるか？</li> <li>・施工とほぼ同時に締め固め回数分布図を画面表示できるか？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td> <b>②施工範囲の分割機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td> <b>③締め固め幅設定機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・締め固め幅を、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？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td> <b>④オフセット機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・締め固め機械の位置座標取得箇所と実際の締め固め位置との関係をオフセットできるか？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td> <b>⑤システムの起動とデータ取得機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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？</li> <li>・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るか？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td> <b>⑥座標取得データの選択機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・FIX解でのデータのみを取得する機能を有しているか？</li> </ul> </td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div>			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"> <li>・使用する締め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？</li> <li>・使用する材料が締め固め回数管理に適しているか？</li> </ul>		計測障害に関する事前調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無線通信障害の発生の可能性はないか？</li> <li>→低い位置に高圧線等の架線がないか、基地・空港等が近くにならないか</li> <li>・GNSSの測位状態に問題はないか？</li> <li>→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</li> </ul>		精度の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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？</li> <li style="padding-left: 20px;">水平(x y) ±20mm 垂直(z) ±30mm</li> <li>・既知座標（工事基準点）とGNSSの計測座標が合致しているか？</li> </ul>		機能の確認	<b>①締め固め判定・表示機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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回締め固められたと判定し、車載モニタに表示されるか？</li> <li>・管理ブロック毎の累積の締め固め回数が、車載モニタに表示されるか？</li> <li>・施工とほぼ同時に締め固め回数分布図を画面表示できるか？</li> </ul>		<b>②施工範囲の分割機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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？</li> </ul>		<b>③締め固め幅設定機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・締め固め幅を、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？</li> </ul>		<b>④オフセット機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・締め固め機械の位置座標取得箇所と実際の締め固め位置との関係をオフセットできるか？</li> </ul>		<b>⑤システムの起動とデータ取得機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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？</li> <li>・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るか？</li> </ul>		<b>⑥座標取得データの選択機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・FIX解でのデータのみを取得する機能を有しているか？</li> </ul>	
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"> <li>・使用する締め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？</li> <li>・使用する材料が締め固め回数管理に適しているか？</li> </ul>																											
計測障害に関する事前調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無線通信障害の発生の可能性はないか？</li> <li>→低い位置に高圧線等の架線がないか、基地・空港等が近くにならないか</li> <li>・GNSSの測位状態に問題はないか？</li> <li>→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</li> </ul>																											
精度の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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？</li> <li style="padding-left: 20px;">水平(x y) ±20mm 垂直(z) ±30mm</li> <li>・既知座標（工事基準点）とGNSSの計測座標が合致しているか？</li> </ul>																											
機能の確認	<b>①締め固め判定・表示機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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回締め固められたと判定し、車載モニタに表示されるか？</li> <li>・管理ブロック毎の累積の締め固め回数が、車載モニタに表示されるか？</li> <li>・施工とほぼ同時に締め固め回数分布図を画面表示できるか？</li> </ul>																											
	<b>②施工範囲の分割機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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？</li> </ul>																											
	<b>③締め固め幅設定機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・締め固め幅を、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？</li> </ul>																											
	<b>④オフセット機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・締め固め機械の位置座標取得箇所と実際の締め固め位置との関係をオフセットできるか？</li> </ul>																											
	<b>⑤システムの起動とデータ取得機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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？</li> <li>・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るか？</li> </ul>																											
	<b>⑥座標取得データの選択機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・FIX解でのデータのみを取得する機能を有しているか？</li> </ul>																											
<b>【留意点】</b>																												

### 3.2.4 試験施工での回数決定方法

記号	事前調査 ③		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	試験施工で締め固め回数の目標を決定しますが、根拠としてどのようなデータを利用しますか？		
回答:A	<p>・ 本要領による締め固め回数管理では、使用予定材料毎に試験施工を実施し、締め固め回数(回)と締め固め度(%)との相関関係から本施工時の締め固め回数を決める。</p> <p>・ 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、締め固め回数(回)と表面沈下量(cm)との相関関係から本施工時の締め固め回数を決める。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p><b>砂置換法又はRI計法が適用できる材料の場合</b></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p><b>品質管理基準</b></p> <p>【道路土工】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・砂置換法の場合: (路体)締め固め度85%以上 (路床)締め固め度90%以上</li> <li>・RI計法の場合: (路体、路床共通)締め固め度90%以上</li> </ul> <p>【河川・海岸・砂防土工】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・砂置換法の場合:締め固め度85%以上</li> <li>・RI計法の場合:締め固め度90%以上</li> </ul> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">適切な締め固め回数は、品質管理基準に基づき8回～10回となる</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p><b>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</b></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>適切な締め固め回数は、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)を本施工の締め固め回数とするのが一般的</p> </div> </div>		
【留意点】			

## 4. 盛土施工

### 4.1 施工範囲のデータの作成

#### 4.1.1 データの種類

記号	データ作成 ー ①		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	施工範囲データとは、どのようなデータかを教えてください。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施工範囲データの作成手法に制限や決まりはありません。</li> <li>・ 施工範囲データは、盛土のエリアを囲む平面座標です。システムによっては、作業前にエリアを実際に移動して設定する仕組みや、CADなどの平面図から抽出して入力する物などがあります。</li> <li>・ 各メーカーで手法が異なるので、マニュアルを参照してください。</li> </ul>		
<b>【補足説明】</b> ※ 実際の施工では、施工範囲が少しずつラップしています。あらかじめ施工範囲を工区で分割する等しておくことで施工箇所の整理をする際に便利です。			

### 4.2 日々の施工管理

#### 4.2.1 締固め回数以外に必要な品質管理

記号	品質管理 ー ④		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	締固め管理回数管理を導入していますが、システムの出力結果以外に日々の管理項目は不要ですか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 締め固め回数管理は、あくまで回数だけの管理です。撒きだし厚さ管理や材料管理の結果は従来と変わりません。</li> <li>・ また、日々の材料確認として、含水比の管理を行うことが規程されています。</li> </ul> <div style="background-color: #ffffcc; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p><b>■ 盛土材料の品質確認</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 目視、手触りその他の手段で、事前の土質試験・試験施工で確認した物と同じ土質であることを確認</li> <li>・ 材料の含水比が所定の締固め度が得られる範囲であることを確認</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 5px 0;"> <p>施工日毎、簡易法で迅速に確認することを推奨 (赤外線水分計法、電子レンジ法、フライパン法等)</p> </div> </div> <div style="background-color: #ffffcc; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p><b>■ 盛土材料のまき出し</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 試験施工で仕上がり厚さに適したまき出し厚を決定</li> <li>・ 施工範囲全面で上記まき出し厚以下となるように作業する</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 5px 0;"> <p>まき出し厚は写真撮影により確認 (200mに1枚の頻度で撮影を実施)</p> </div> </div>		
<b>【留意点】</b>			



#### 4.2.2 回数管理で管理できない箇所の対応

記号	品質管理 ー ④		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	締固め管理回数管理を導入していますが、回数管理が適用できない場所やその場合の対応はありますか？		
回答:A	回数管理による管理ができない場合は従来手法による管理を併用する。		
【留意点】			

#### 4.2.3 RTK-GNSS が FIX 解を得られない場合の対応


記号	品質管理 ー ④		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	締固め管理回数管理を導入していますが、衛星状況の不備により FIX 解が得られない場合はどのように対応すべきですか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>締固め回数管理要領では、走行軌跡は FIX 解が得られている場合のみ記録されることとなっています。FIX 解が得られない場合は作業を中断し、測位精度が回復後再開して下さい。</li> <li>締固め回数管理が実施できない箇所においては従来手法による密度管理を行って下さい。</li> </ul>		
【留意点】			

### 4.3 帳票の出力

#### 4.3.1 締固め回数に関する帳票

記号	品質管理 ー ④		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	締固め管理回数管理を導入していますが、システムの出力帳票で記載する項目にルールはありますか？		
回答:A	<p>・ 締固め回数管理では、帳票に記載すべき項目を規定しています。</p> <div style="text-align: center;"> <p><b>管理帳票の必須記載項目</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事名、受注会社名 ・ 作業日、オペレータ名、天候</li> <li>・ 管理ブロックサイズ</li> <li>・ 施工箇所 (STA.No 等)、断面番号又は盛土層数番号</li> <li>・ 盛土材料番号 (土取場名、土質名) ・ 締固め機械名</li> <li>・ 作業時刻 ・ 走行時間、走行距離、締固め平均速度</li> <li>・ 起振力 (振動ローラの場合) ・ 締固め幅</li> <li>・ 施工含水比 ・ まき出し厚 ・ 規定締固め回数</li> </ul> </div>		
【留意点】			

#### 4.3.2 締走行履歴ファイル

記号	品質管理 ー ④		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	締固め管理回数管理を導入していますが、システムのログデータを提出する必要がありますか？		
回答:A	<p>・ 締め固め回数管理では、ログファイルの提出が規定されています。ログファイルには以下の項目が必要です。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; background-color: #e0f0ff;">計測データ(ログファイル)</p>  <p style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">各社のシステムで、計測データの仕様(項目、配列等)が異なる</p> <p style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">電子納品</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; background-color: #e0f0ff;">計測データ(ログファイル)の必須記載項目</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・年月日と時刻</li> <li>・各時刻における位置(x,y,z座標)</li> <li>・締固め機械の前進後進信号</li> <li>・振動輪の起振の有無 (振動ローラの場合) <span style="color: red; font-weight: bold;">GNSSシステムの場合のみ</span></li> </ul> <p style="border: 1px dashed red; padding: 2px;">・GNSSの測位状況 (FIX解かFLOT解かを判別するもの)</p> </div> </div>		
【留意点】	<p>※ 締め固め履歴データについては標準化が検討中です。標準フォーマットでの提出が追加される可能性があるため、適宜発注者に確認することをお奨めします。</p>		