

盛土の締固め情報化施工管理要領(案)について

星 限 順 一

情報化施工とは、情報化技術を建設施工に適用して、多様な情報の活用を図ることにより、施工の合理化をはかる生産システムである。特に、建設 CALS/EC の取組みとあわせ、調査、計画、設計、管理段階も含めた一連のプロセスにわたって情報を利活用し、各段階で途切れていた位置データ等の情報を電子データとして連結・共有化することにより、施工プロセスの合理化を図ることを目的としている。

国土交通省では、情報化施工技術を活用した施工管理方法の一つとして、「TS・GPS を用いた盛土の締固め情報化施工管理要領(案)」をとりまとめた。本報文では、本要領(案)について、その概要を紹介する。

キーワード：盛土の締固め管理、情報化施工、品質向上、工期短縮

1. 情報化施工とその推進

情報化施工は、建設の施工段階で扱う様々な情報を、設計から維持管理に至るトータルのプロセスにわたって活用し、全体プロセスの合理化を図る施工技術であり、建設 CALS/EC との連携により、受発注者間のデータ交換の効率化にも貢献することができる。国土交通省では、平成 13 年 3 月に情報化施工促進検討委

員会（委員長：大林成行東京理科大学教授（当時））において、情報化施工技術の現状と将来像、普及に向けた方策等を「情報化施工のビジョンー21 世紀の建設現場を支える情報化施工」としてとりまとめており、情報化施工の推進に向けて検討を行っているところである。

図-1 は、土工工事を例として、情報化施工における情報のライフサイクルを示したものである。

情報化施工においては、まず電子測量などにより現

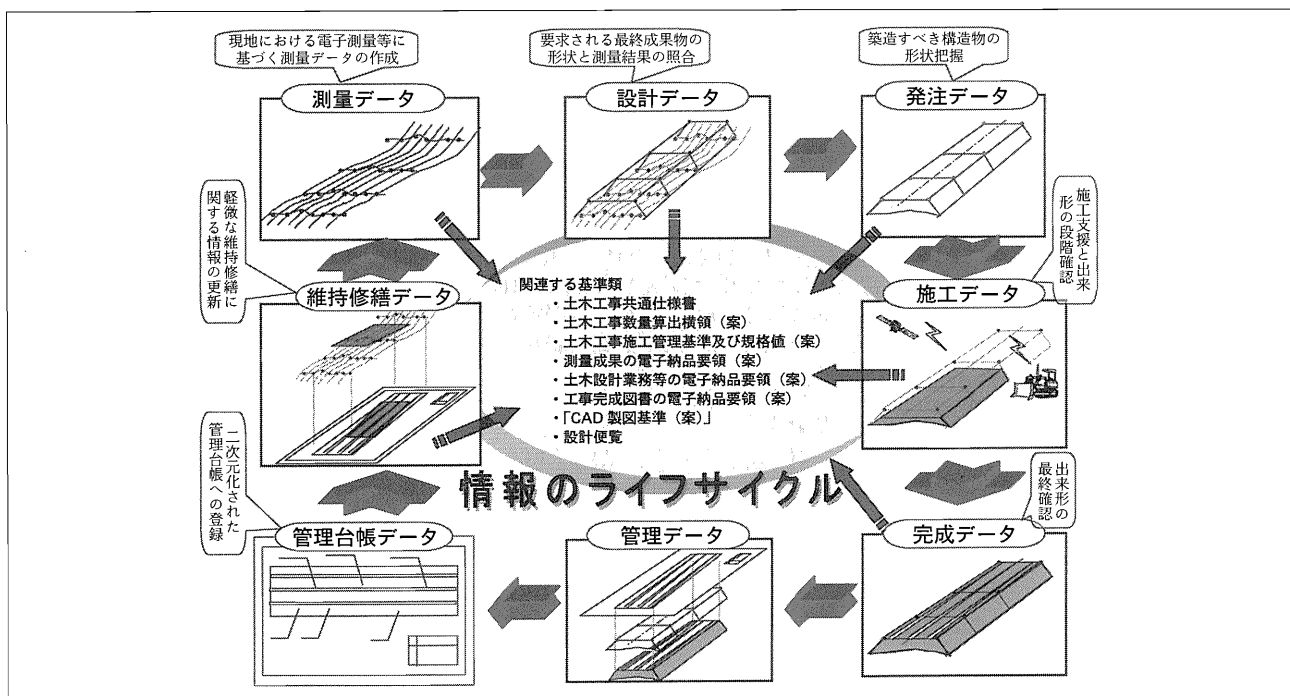


図-1 情報化施工における情報の活用

地の原形状を測量し、電子データとして測量データを作成する。測量データと3次元で作成された設計データを照合することにより、現場において築造すべき構造物（ここでは盛土）の形状を把握する。このようにして決めた築造すべき形状と施工段階における形状を照合しながら施工を実施する。これにより、施工途中段階において出来形の確認ができ、より効率的で質の高い施工が可能となる。そして、最終的な構造物の完成データと設計データを照合することにより、出来形検査のための測量が不要となり、検査プロセスの合理化が図られる。また、完成データは、供用後の管理データとして活用することができる。すなわち、完成データを3次元化して管理台帳へ登録しておき、構造物の供用後に維持修繕が実施される都度、管理台帳の更新を行うことにより、常に新しいデータで質の高い管理を行うことができる。

施工現場における電子データの活用のイメージを図-2に示す。ここでは、建設機械が自らの位置を自動追尾トータルステーション等で認識し、電子データで与えられた設計データと照合しながら適切に土工事を進めていくイメージを示している。

情報化施工の普及を図るためには、図-1に示した情報のライフサイクルの各プロセスにおいて情報が共有化され、相互利用ができるようにすることが重要であり、個々のデータの定義や他のデータとの相互関係において一定のルールが必要になってくる。そのため、こうしたデータのやりとりに必要な共通プラットフォームの構築に取り組んでいく必要がある。また、情報化施工に関する技術開発は欧米諸国でも行われており、共通プラットフォームの国際的な標準の構築に向けた作業もISO（国際標準化機構）において進められている。これは、ISO/TC 127（土工機械）において日本が提

案した活動であり、TC 127の下にWGが組織され、日本が議長と事務局を担当して検討が進められている。

2. 盛土の締固め情報化施工管理

情報化施工の具体的なアプリケーションには様々なものがあるが、本報文で紹介するのは、近年開発が急速に進んでいる自動追尾トータルステーション（TS）やGPSを活用した位置情報をリアルタイムに計測・蓄積し、それを盛土の締固め施工管理に活用していくシステムである。

従来の盛土の品質管理では、締固めた土の密度や含水比等を点的に測定する品質規定方式が主流であった。これに対し、TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理では、事前の試験施工において規定の締固め度を達成するための施工方法を確定しておき、実施工ではその施工法に基づき締固め回数による管理を行っていく工法規定方式を採用している。

品質規定方式では、盛土の品質を直接計測することができるのに対し、工法規定方式では盛土の品質を間接的に評価することになるが、締固め回数の管理は、締固め機械の走行軌跡を把握することにより実施されるため、ヤード全域を面的に管理することができ、品質の均一化や過転圧の防止等に加え、締固め状況の早期把握による工程短縮が図れるなど多くの利点を有している。

TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領（案）で示す管理手法は、現行の砂置換法およびRI計法に加え、三つ目の選択肢の盛土施工管理手法と位置付けており、個々の現場条件に応じて、適切な管理方法を選択して適用していく必要がある。

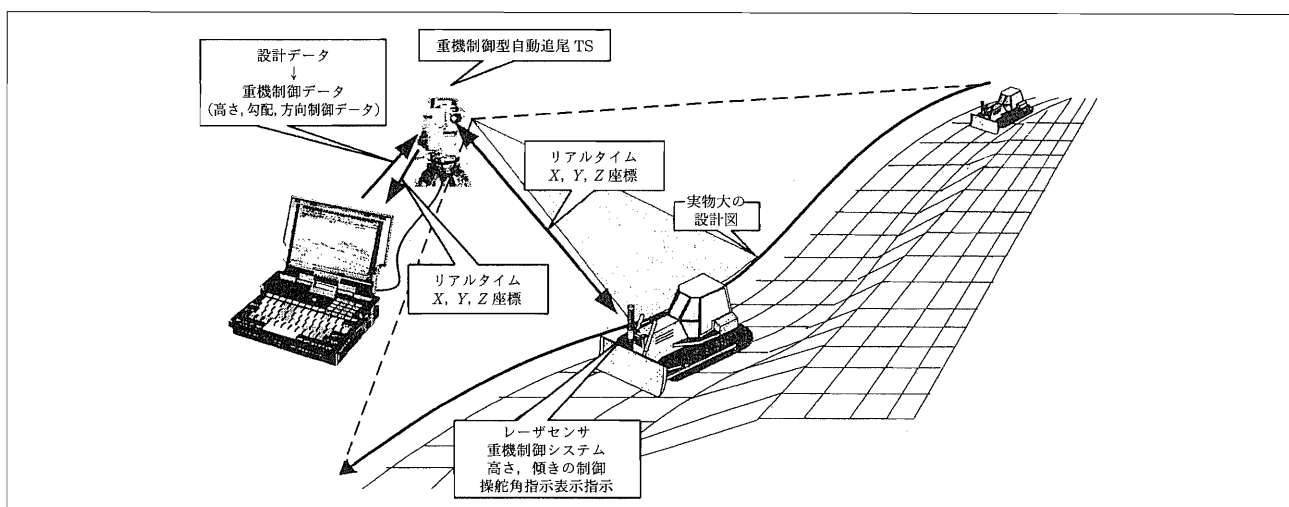


図-2 情報化施工における情報の伝達

3. TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領（案）の概要

(1) 適用範囲

TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理については、現場施工試験を通じてその導入効果の検討を行っているが、ここに示している盛土の締固め施工管理システムの特徴を最大限に発揮させるため、本要領（案）では、表一1に示す施工条件に合致することを適用条件としている。なお、適用可能な施工条件として、河川土工盛土、道路土工盛土に限定しているが、これは、本要領（案）策定のために実施した試験フィールドでの施工実績が河川盛土と道路盛土を対象としていたためであり、その他に、例えばダム等の施工にも基本的には応用が可能な技術であると考えられる。

表一1 TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理の適用条件

区分	適用可能な施工条件
TS・GPS 共通	① 河川土工盛土、道路土工盛土であること。 ② 締固め機械はブルドーザ、タイヤローラ、振動ローラであること。 ③ 現場付近に計測（無線）障害を及ぼすような高圧線等が架設されていないこと。 ④ 盛土材料が、飽和度や空気間隙率で管理される粘性土ではないこと。 ⑤ 盛土材料の土質が日々変化しないこと。 ⑥ 施工含水比が最適含水比附近であること。
TS 適用の場合	⑦ TS レーザの視準を阻害するような障害物がないこと。 ⑧ 施工エリア1区画内で稼働する締固め機械が1台であること。 ⑨ 締固め機械をTSで追尾可能な施工範囲（距離）であること。 ⑩ 土砂運搬車両等がレーザを遮断しないこと（一時的な遮断に対しては、再追尾機能で対処可能）。
GPS 適用の場合	⑪ 施工区画内のどこにおいても常時、FIX解データを取得できる衛星捕捉状態であること。

(2) 管理項目

TS・GPSを用いた盛土の締固め管理では、事前の試験施工で確認された所定の締固め回数を実際に管理することが基本となる。

この管理方法は、土質特性の変化が締固め品質に大きく影響するので、施工時の含水比を日々測定し、最適含水比と常に対比して、最適含水比との差が大きい場合には、他の現場密度試験併用での追確認を行い、所定の品質確保に努めなければならない。また、土質が変化した場合や締固め機械を変更した場合にも、改めて試験施工を実施し、所定の締固め回数を定めなければならない。本要領（案）での管理・確認項目をまとめると、表一2のとおりである。

表一2 締固め回数管理に必要な管理・確認項目

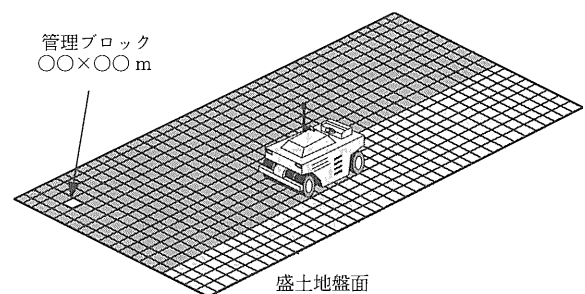
区分	管理・確認項目
試験施工	・試験施工での締固め回数決定等試験記録（土質試験含む）
システム機能処理	・TS・GPS 機器の測定精度・機能試験資料 ・データ処理システム機能試験資料 ・施工可能範囲確認資料 ・管理ブロックサイズ設定確認資料 ・締固め判定方法設定確認資料 ・締固め幅及びオフセット設定資料 ・締固め使用機械資料 ・振動ローラ有起振作動設定確認資料
施工管理	・締固め回数分布図及び走行軌跡記録図 ・盛土管理記録図

(3) 締固め回数の管理方法

TS・GPSを用いた盛土の締固め管理は、TS・GPSが取得する締固め機械の位置座標（計測データのうち、平面（X, Y座標）成分の情報）を基に、施工範囲全面を表す締固め回数分布図を、締固め機械のオペレータがモニターで確認しながら施工と同時に連続的に管理する。

まず、図一3に示すように、施工エリアを面的にメッシュ分割し、分割した個々のメッシュを管理ブロックとする。そして、TS・GPSで計測した締固め機械の走行軌跡データの位置情報を機械に設置したパソコンに通信し、その軌跡を管理ブロック図にあてはめる。締固め機械が管理ブロックを通過すると、その管理ブロックを締固めたものと判定し、通過回数に応じて施工と同時にモニターに締固め回数を色分けして図示する。

このような施工を締固め範囲全面にわたって行うことにより、規定の締固め度の確保に必要な締固め回数を確認・管理するものである（図一4）。



図一3 管理ブロックの概念図

なお、管理ブロックのサイズは、現場施工試験での検証をもとに、ブルドーザで0.25 m、タイヤローラならびに振動ローラで0.50 mを一辺の長さとする正方形を基準としている。

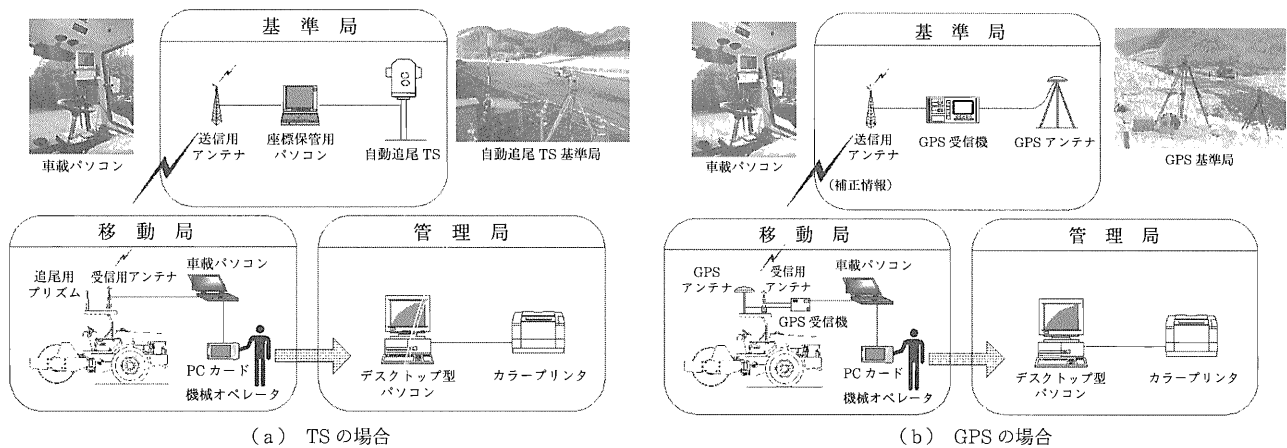


図-4 走行軌跡データの通信経路

4. TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理の効果

TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理の適用性を検討するために、直轄の道路土工工事ならびに河川土工工事を対象として試験フィールド事業による現場試験を実施している。その結果、以下の効果が実証されている。

(1) 締固め管理の品質の向上

従来施工による締固め率は83～98%で、その平均値は93%であり、締固めが十分でない箇所が集中する傾向があったのに対して、TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工により実施した場合の平均は98%であり、従来施工よりも締固め率が高く、また、ばらつきも小さく均一に締固めることができている。

また、締固め回数を管理し、仮に天候等の理由により作業を途中で中断しても締固め回数データが保存されているため、締固め作業の再開時にもおいても、過転圧や必要以上の締固め作業を防止することができる。

(2) 締固め状況の早期把握と工期短縮

砂置換法の場合、品質を確認できるのは早くても翌日となるのが一般的であるため、締固め状況を早期に把握する必要がある場合にはRI計法が適用されるが、測定に時間を要する。

一方、TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工により実施した場合、締固め状況を施工と同時に確認できるため、RI計法の場合の約1/4の時間で締固め状況を把握できることが確認された。このような締固め状況の早期把握により、次層盛土の施工が直ぐに行え、工期短縮に貢献できるものと考えられる。

(3) その他の効果

現場試験により、TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工による効果として、上述した以外にも以下の項目について、その有意性が確認されている。

- オペレータの省技能化（盛土の品質がオペレータの習熟度に左右されない）
- 建設CALS/ECに対応（取得データが電子データであり電子納品への対応が容易）

5. おわりに

本報文では、情報化施工に関連した施工管理方法の一つとしてとりまとめた「TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領（案）」の概要とその有効性について紹介した。

情報化施工は、建設施工分野におけるIT化であり、その普及促進による便益は建設施工だけでなく、GIS等他の情報関連分野にも波及するものと考えられる。

今回紹介した盛土の締固め情報化施工管理においても、工期短縮が期待できる等、発注者側のメリットもあるが、それだけでなく、より効率的な施工の実施ができ、また、情報化施工に用いる情報技術についても新たなアプリケーションの開発を生み出す等、民間側のメリットも潜在していると考えている。今後、情報化施工の意義が正しく理解され、情報化施工が適切かつ広く実施されていくことを期待するものである。

JCMA

【筆者紹介】

星隈 順一（ほしくま じゅんいち）
国土交通省
建設施工企画課
課長補佐

