

9. ICT技術を利用した盛土の品質管理システムにおける活用方法について

国土交通省 近畿地方整備局近畿技術事務所 ○能登 眞澄
 国土交通省 総合政策局公共事業企画調整課 山元 弘
 国土交通省 近畿地方整備局和歌山河川国道事務所 菊池 弘

1. はじめに

ICT を建設施工に利用して施工を行う情報化施工は、施工品質の向上や熟練度に左右されない均質で高品質な施工が行うことができることから、一部技術は現場にて実用段階にある。

国土交通省では「トータルステーション(TS)による出来形管理技術」及び「マシンコントロール(MC) (モータグレーダ) 技術」を H25 に一般化として、本報告を行う「TS/GNSS による締固め管理技術」を含む3技術を早期実現化として、公共事業において積極的に一般化・実用化を推進している¹⁾。

本報告は盛土締固め管理技術について ICT を利用して品質管理, 維持管理における活用方法の検討の報告である。

2. 盛土の締固め管理技術による情報化施工の現況

現在の盛土の締固め管理は、実施工にて締固めた施工面積に応じて測定箇所数を決定し、砂置換法もしくはRI法で、その測定箇所の土の密度や含水比などを測定していた。これは実際に締固めた土の物性を直接測定する品質管理方式であるが施工面において点的な管理しか行えないものであった。

ICTを利用することによりTS, GNSSを用いて取得する締固め機械の走行軌跡の座標データをもとに、走行履歴管理を行い、締固め回数について施工面の全体を把握する。(図-1) これは直接測定を行わず締固め回数管理を行い、品質を確保する工法規定方式である。これにより、施工面全体に面点に管理することができ、全体的に均質な品質を確保することができる。

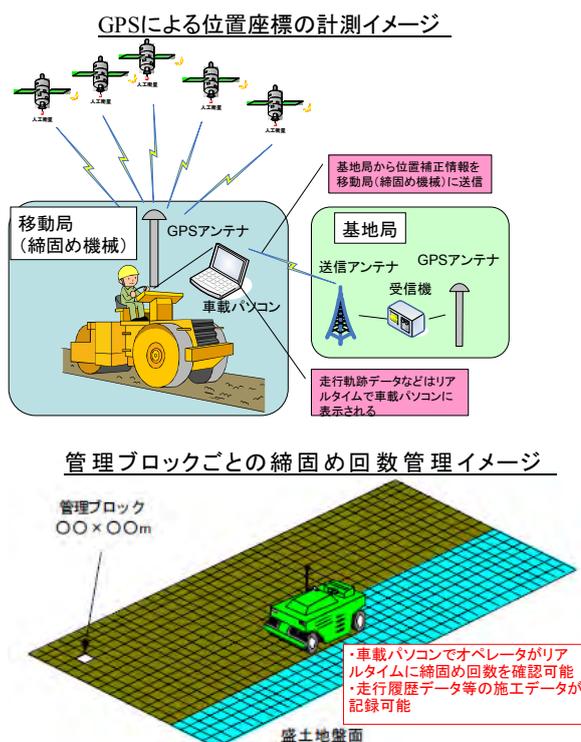


図-1 TS/GNSSによる締固め管理技術概要図

一方、締固め回数や走行履歴等の施工データは、標準化されたデータフォーマット(以下、「データ交換標準」という。)が整備されておらず、各施工業者が独自システム、独自フォーマットで、データを利用している。オペレータが、自身の施工状況を視覚的に確認するために用いるだけであれば問題は無いが、発注者にて監督・検査及び今後の維持管理において施工データを活用するためには、データ交換標準の整備が不可欠である。(図-2)

そこで、施工データの活用を目的としたデータ交換標準(案)の検討、データ活用方法の検討を行うものである。(図-3)

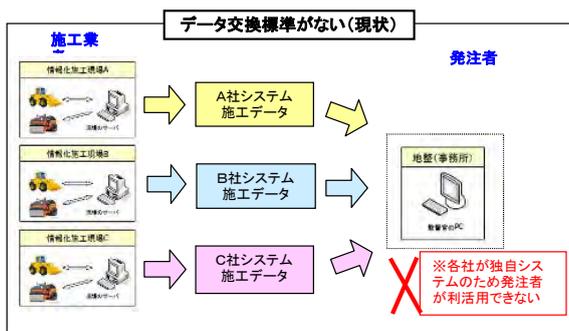


図-2 データ交換標準がある状況

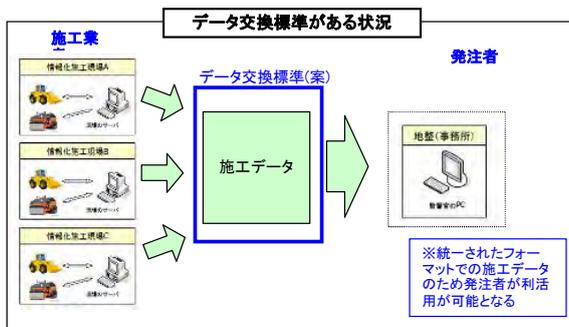


図-3 データ交換標準がある状況

3. データ交換標準(案)の検討

盛土の締固め施工データの活用を目的として、受発注者間でのデータ交換時の共通ルールであるファイル形式、データの構造、属性、型などの標準フォーマット等を規定したデータ交換標準(案)を検討した。

3.1 データ交換標準(案)の適用範囲

データ交換標準(案)の適用対象範囲としては、監督・検査及び維持管理に活用を行うこと、既に施工業者、メーカーが独自のシステムを開発していること、現行の盛土締固め施工管理要領である「TS・GPSを用いた盛り土の締固め情報化施工管理要領(案)」²⁾により施工データは検査時に発注者に提出することから、施工者から発注者への提出段階における施工データの標準化を適用範囲とした。(図-4)

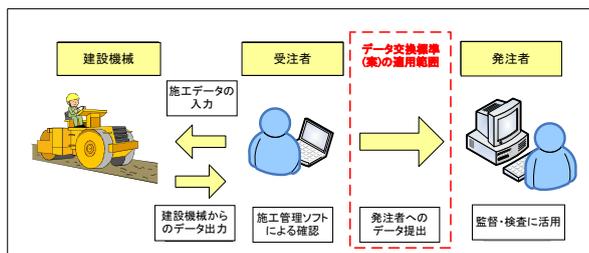


図-4 データ交換標準(案)の適用範囲

3.2 データ交換標準(案)の検討方針

データ交換標準の(案)の検討方針として、現行の関連基準類¹⁾³⁾⁴⁾、施工業者・メーカー等によって開発・利用されている既存フォーマット等に留意し、特定システムに依存しないデータフォーマットであるとともに各社からのデータ交換を容易し汎用性の高いものとした。

また、今後の監督・要領の改訂、維持管理の高度化に伴い活用可能なように拡張性が高いフォーマット構造とした。

3.3 データ交換標準(案)の作成

(1) データ要素の検討

独立行政法人土木研究所ではISO 15143⁵⁾(表-1)で規定する情報モデル(クラス図)に基づき、施工業者の使用するシステムの調査結果等からデータ辞書素案を作成している。また、関東地方整備局において盛土締固め情報化施工における監督・検査に必要なデータ項目について検討している。これらのデータ要素に加えて監督職員へのヒアリング等を行った。これらのことから各社システムが対応可能であり監督・検査において必要なデータ要素について抽出・整理を行った。

表-1 ISO 15143について

ISO15143 とは

土工機械、道路工事機械を対象に、建設現場作業における電子交換に関する基本的なルールを定めた国際標準

名称：Earth-moving machinery and mobile road construction machinery Worksite data exchange -

概要：施工現場のデータ交換の環境構築を容易にするために、明確なデータ定義手段として不可欠なデータ辞書とスキーマを提供

(2) クラス図 データ辞書の作成

抽出・整理したデータ要素をISO15143に準拠してクラス図、データ辞書を作成した。

(3) スキーマの作成

上記で検討したクラス図、データ辞書を基に、スキーマ設計を行った。

スキーマ言語としては、DTD (Document Type Definition), XML Schema 等があり、データ量が多くなるという欠点があるが、各システムが対応しやすい(汎用性が高い)、

システム構造の変更が簡易である（拡張性が高い）XML Schemaを採用した。

なお、先行するデータ交換標準である「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準（案）」⁶⁾はXML Schemaが採用されている。

4. データの活用方法の検討

4.1 ビューソフトの作成

データ交換標準(案)の検証及び、施工データ活用方法の可能性の検討を目的として、標準フォーマットデータの可視化・確認するためのビューソフトを作成した。データ交換標準(案)は今後、様々な検証・確認を行い修正する事が考えられるため、ビューソフトは現行基準により出力が必要な盛土管理図、走行軌跡図、締固回数分布図を表示・出力できる最低限の機能を保有したプロトタイプソフトとした。

4.2 実証試験による確認

実際に施工を行った施工データによりデータ交換標準(案)の確認を行った。

施工者のシステムで出力した盛土管理図、走行軌跡図、締固回数分布図と、作成したビューソフトで出力した各図(図-5)を比較により確認を行った。盛土管理図において表示上一部対応ができていない部分があったが、データの内容上についても問題がなくデータ交換が実施できている事が確認できた。なお、盛土管理図の対応できていない部分については対応を行った。⁷⁾

4.3 ビューソフトによる活用方法の検討

(1) 監督・検査時の活用方法の検討

施工データの監督・検査時における活用方法の可能性について検討を行った。

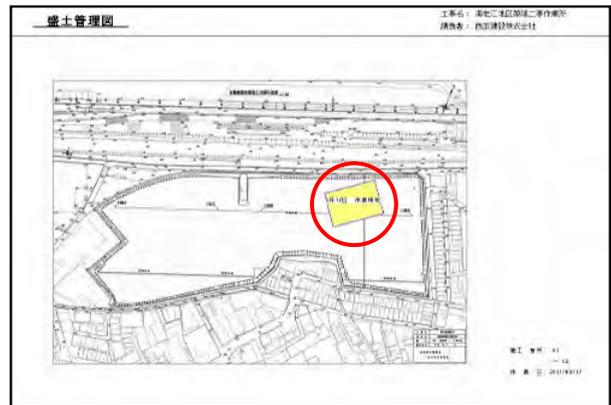
施工データの可視化が確認されたことから、今までは施工業者からの図を確認し監督・検査を行ってきたが、監督職員が直接施工データを確認できることにより、確実に品質管理を確認できる。

また、巻き出し厚さ（層厚）、土量のデータ要素を加えることにより、施工土量の出来高管理も可能となり、より高度な監督・検査が可能になると考えられる。

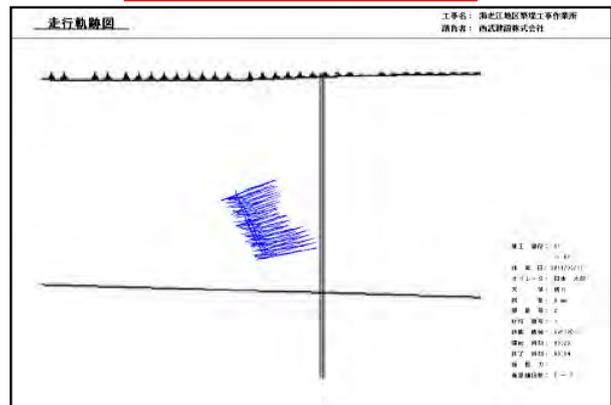
(2) 維持管理時の活用方法の検討

施工データの維持管理における活用方法の可能性について検討を行った。

盛土管理図(ビューソフト)



走行軌跡図(ビューソフト)



締固め回数分布図(ビューソフト)

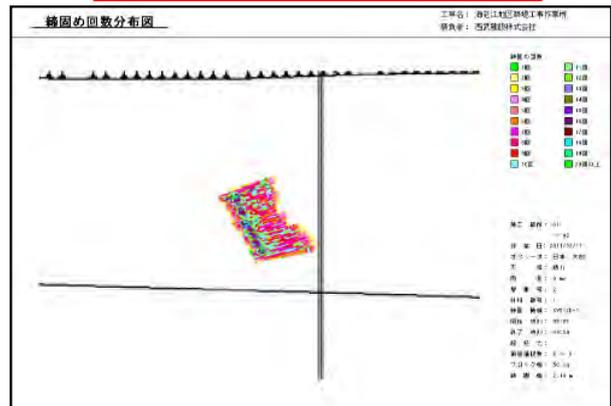


図-5 ビューソフトの出力図

各層について施工データから可視化が確認できることから、各層を積み重ねることにより3次元での可視化が可能であるかの検討を行った。

各締固め機械の位置情報（X，Y，Z）、転圧回数、土質材質の項目は既にデータ要素に含まれていること、データ交換標準は1ファイルに1つの土質を記述する仕様となっていることから、ビューソフトの改良で3次元の可視化が可能であることが確認できた。（図-6）（図-7）

3次元表示により維持管理時において盛土の破損時にどの部分にどの土質材料が使用されているか、締固め度はどの程度かが確認が可能となり迅速な原因究明及び復旧の活用が可能となる。

また、位置情報 (X, Y, Z) により各層の高さが把握できることから、任意断面での盛土の沈下量を経年的に把握する際の基礎データとしての活用が考えられる。(図-8)

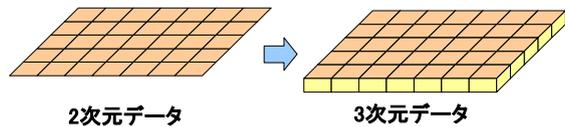


図-6 施工データの3次元化イメージ

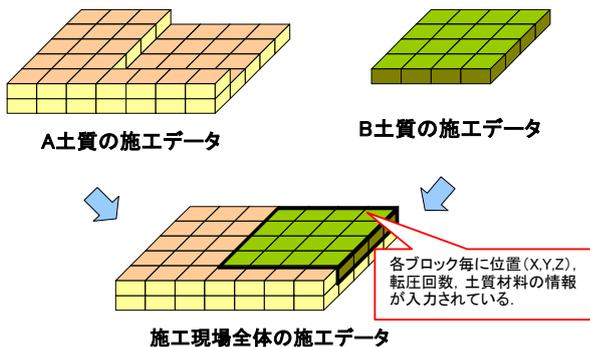


図-7 土質毎に作成されるデータ交換標準

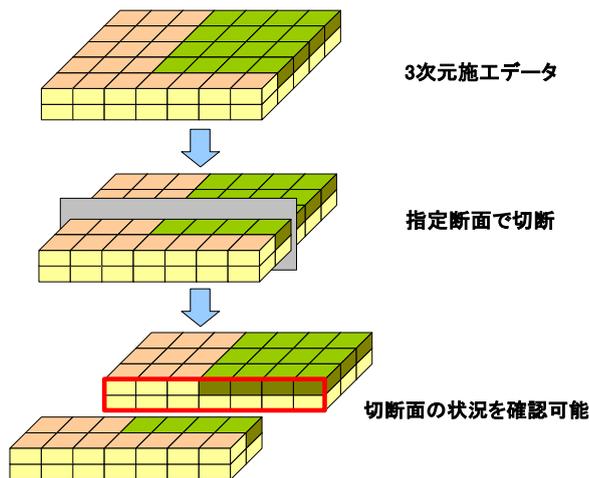


図-8 施工データの3次元表示の出カイメージ

5. まとめ

ICT を利用した盛土の締固め技術について、施工にとどまらず、監督・検査、今後の維持管理における活用方法の可能性について検討を行った。

現行の基準等及び各社システム対応が可

能なデータ交換標準(案)を検討し、そのデータ交換標準(案)に準拠した施工データが3次元の表示が可能であること、さらにデータ要素を加えることにより、高度な維持管理ができる可能性があることを確認した。

今後は施工データを最大限利用した監督・検査手法及び維持管理手法を確立することにより、さらなる施工品質の向上、維持管理の高度化が可能と考えられる。

また、盛土締固め技術にだけでなく先行してデータ交換標準(案)を公表している「トータルステーション(TS)による出来形管理技術」や、「マシンコントロール(MC), マシンガイダンス(MG)技術」及び関係業団体規格である JCMAS G007 (Eagle JCMA)⁸⁾ 等とのデータ交換標準に連携によりさらなる活用の幅が広がると考える。

参考文献

- 1) 国土交通省：情報化施工の一般化・実用化の推進について，2010年8月．
- 2) 国土交通省：TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領(案)，2003年12月．
- 3) 国土交通省：トータルステーションを用いた出来形管理の監督・検査要領(案)(河川土工編)，2010年3月．
- 4) 国土交通省：トータルステーションを用いた出来形管理の監督・検査要領(案)(道路土工編)，2010年3月．
- 5) International Organization for Standardization：ISO15143:Earth-moving machinery and mobile road construction machinery - Worksite data exchange, 2010.7.
- 6) 国土交通省国土技術政策総合研究所：TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案)，2008年3月．
- 7) 菊池弘・山元弘：ICT技術を活用した盛土の品質管理システムの開発について，近畿地方整備局研究発表会，2011年7月．
- 8) (社)日本建設機械化協会：JCMAS建設機械-稼働データ-遠隔配信フォーマット(JCMAS G007)，2007年9月．