

(60) 盛土締固め管理データ交換標準の作成

田中 洋一¹・梶田 洋規²・新田 恭士³・藤野 健一⁴

¹正会員 国立研究開発法人土木研究所 (〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

E-mail: yo-tanaka@pwri.go.jp

²非会員 一般社団法人日本建設機械施工協会 (〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8)

E-mail: kajita@jcmanet.or.jp

³正会員 国立研究開発法人土木研究所 (〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

E-mail: nitta-y573bs@pwri.go.jp

⁴正会員 国立研究開発法人土木研究所 (〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

E-mail: fujino@pwri.go.jp

TS・GNSSによる盛土締固め管理要領(以下、締固め管理要領)は、2017(平成29)年3月に改訂された。改訂された締固め管理要領は、データ交換による納品が規定されている。土木研究所では、締固め管理にて交換される施工管理データを収集するために、国際標準規格ISO15143を参照し、TS・GNSSによる盛土締固め管理データ交換標準(以下、データ交換標準)を作成した。本報告では、作成したデータ交換標準の内容について報告する。

Key Words: Embankment compaction management, Data exchange, International standard, ISO 15143, XML Schema language

1. はじめに

国土交通省では、2016(平成28)年度から人口減少や高齢化による労働力不足の深刻化を打開するために「i-Construction～建設現場の生産性革命～」を推進している。i-Constructionでは、ICTを搭載した建設機械や測量機器を現場導入するために必要となる要領・基準の策定や機器の導入・普及の推進を実施している。策定された要領の一つである締固め管理要領は、盛土の締固めにおける従来の管理方法(砂置換法、RI計器法)に加えて、3つめの管理方法として2003(平成15)年12月に公表¹⁾された。さらに、2017(平成29)年3月には、i-Constructionにおける生産性向上を実現するために、捲出し高さ管理を従来の写真管理から締固め管理で使われるトータルステーション(TS)や全球測位衛星システム(GNSS)による高さ管理が追加された。また、新たな改訂内容としてデータ交換による品質管理データの納品が規定されている。ただし、締固め管理要領では、具体的なデータ交換方法については決められていない。

土木研究所では、締固め管理要領により管理される施工管理データについて、建設機械における異な

るシステム間でのデータ交換を実現する国際標準規格であるISO15143(作業現場のデータ交換)を参照したデータ交換標準の作成を実施した。

2. データ交換標準

データ交換標準は、ISO15143の国内標準という位置づけで第1部アーキテクチャにある汎化スキーマと第2部のデータ辞書を参照することにより表現される。データ交換標準は、アーキテクチャにおける施工現場の分類体系(汎化スキーマ)とデータ辞書に記述されている標準的なデータ属性を参照して、XML Schema言語を用いたXMLファイル形式の標準データフォーマットを採用して記述されている。

データ交換標準は、改訂された締固め管理要領により施工された工事の品質管理データを交換する場合に適用し、受注者から発注者へ施工履歴を記したログファイルをデータとして提出することを目的に利用される。ISO15143におけるデータ交換の目的は、受注者と施工管理システム・施工管理システムを建設機械および測量システムが対象範囲²⁾となって

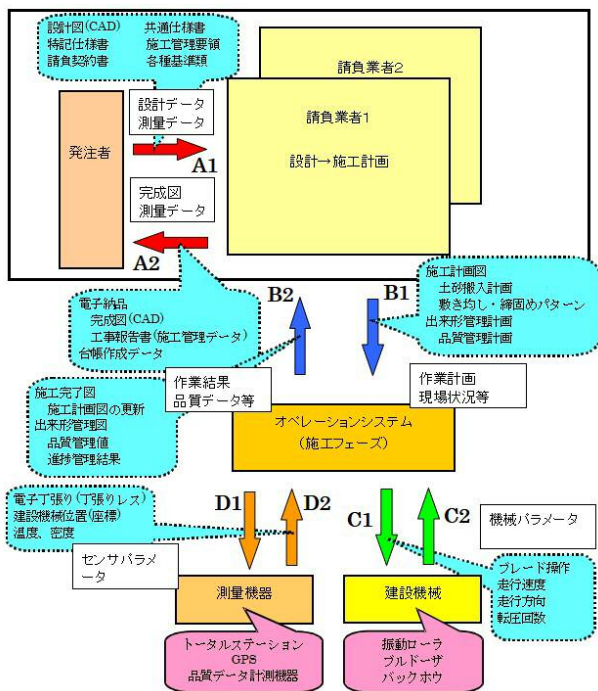


図-1 ISO15143 における施工現場のデータ交換概念

いる。図-1にISO15143における施工現場のデータ交換概念を示す。ISO15143では、図-1にあるB・C・Dが対象であり、Aの受注者と発注者は対象範囲外となっている。ただし、受注者から発注者への適応については、制限されることはないため、ISO15143に準拠したデータ形式での交換方法を提案している。作成対象となる締固め管理は、建設機械としての締固め機械である振動ローラおよびブルドーザに搭載されているオペレーションシステム（管理装置）からのデータが施工管理データなる。そのためデータ交換標準で定義したデータ項目は、受注者から発注者へ提出する品質管理データ項目としても利用することが可能となっている。

データ交換標準は、ISO15143のアーキテクチャにある作業現場のデータ交換汎用スキーマを参照して、実際に使われている管理装置のデータ項目やシステム開発者へのヒアリングにより、データ項目の分類と整理を実施した。データ項目は、ISO15143のデータ辞書にあるデータ要素（Data element）および値域（Value domain）を割り当てた。図-2に盛土締固め管理データにおける汎化スキーマを示す。汎化スキーマは、締固め管理要領におけるデータ要素を記述して、使用するクラスを明確にしている。もし、使用されるクラス内にデータ辞書に該当するデータ要素が存在しない場合は、新たにデータ要素を定義し表現するための値域を定義する必要がある³⁾。値域の定義内容は、データ要素を表するために必要と

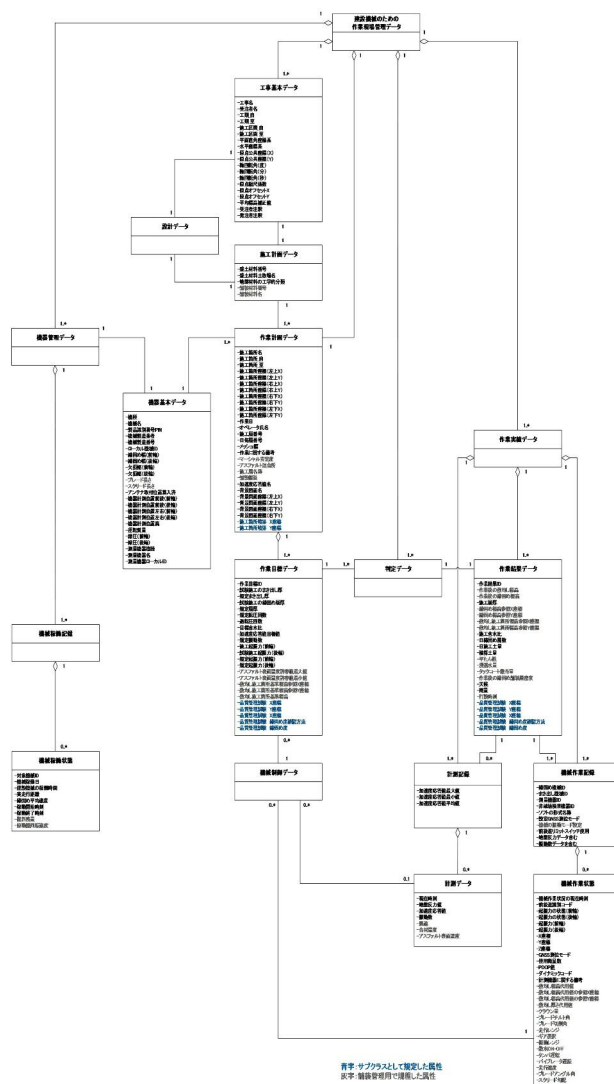


図-2 盛土締固め管理データにおける汎化スキーマ

なる数値のフォーマットやテキストの文字数などを厳密に表現している。

データ交換標準では、XMLファイル形式でデータ交換を実施するために汎用スキーマXML Schemaで表現し、構成要素図として整理した。図-3に整理した構成要素図を示す。構成要素図で×印が付いている要素は、締固め管理要領では実体化されない要素であり、データ交換標準では出現することがない。

個別要素である機器基本データにある建設機械および測量機械は、作業結果データを把握しやすくするために機械作業記録および機械稼働状態とのリンクが必要となる。機器基本データには、施工現場で使用する機械の基本属性データを記入するが、捲出し、締固めに使用する建設機械を対象として機種、機械名、製品識別番号、機械製造業者、機械製造番号、ローカル機械IDを記入する。機器基本データとして記入するローカル機械IDは、各施工現場で個々の機械に対して割り当てる固有の番号・コードであり、機械作業記録、機械稼働状態データと関連付け

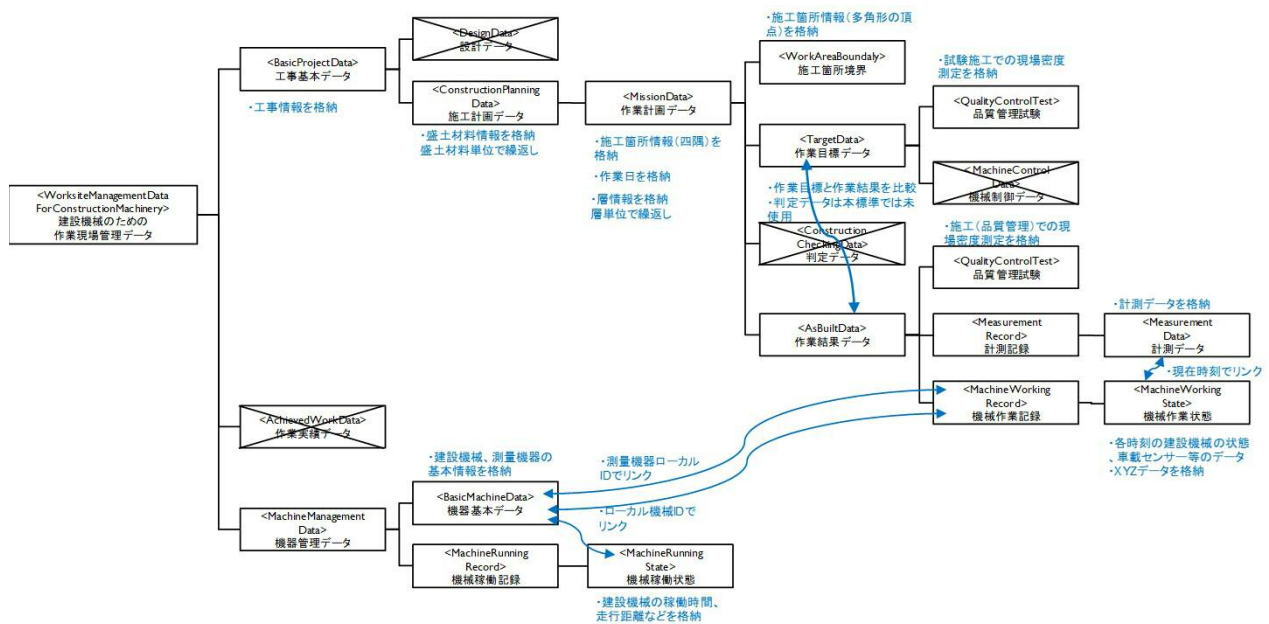


図-3 整理した構成要素図

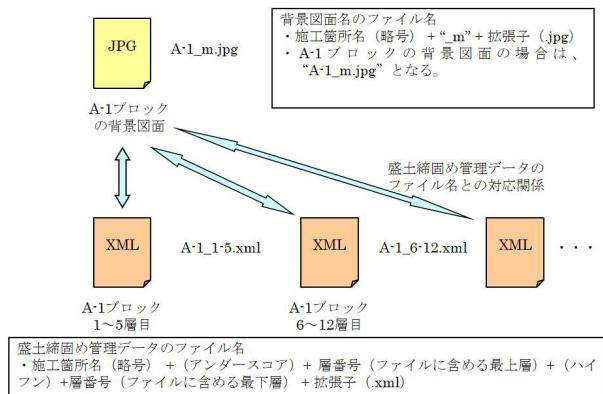


図-4 ログファイルの作成交換方法

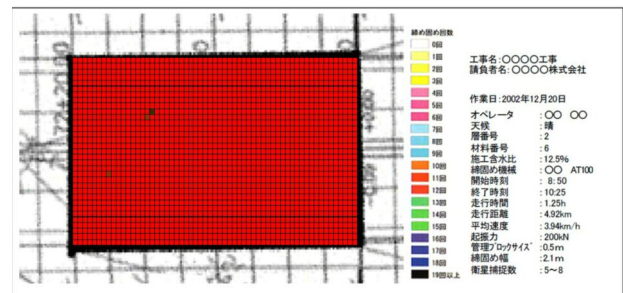


図-5 交換されるログファイルの表示イメージ

るために1対1で対応するように固有の名称を用いる必要がある。機械作業記録で記入する締固め機械ID、機械稼働状態で記入する対象機械IDは、ローカル機械IDと一致させ対応づけすることを義務づけている。

また、機器基本データには、GNSSアンテナまたはTSのプリズムと締固め位置（締固めを行う車輪の接地点、ブルドーザの場合は履帯の前端あるいは後端）とのオフセット情報を記入する必要がある。計測データとして記録するXYZ座標が、締固め位置と一致する場合、アンテナ取付け位置算を選択する。一方、締固め位置と一致しない場合、計測データとして記録するXYZ座標は、計測データのXYZ座標からオフセット処理を行い、締固め位置を算定する必要がある。前輪と後輪で締固めを行う機械（たとえばタンデム型振動ローラ）の場合は、アンテナ取付け位置と前輪・後輪のオフセット量をそれぞれ記入する必要がある。前輪で締固めを行う機械（たと

えば土工用振動ローラ）にて、オフセット処理を行う場合は、前輪のみオフセット量を記入し、後輪のオフセット量は記入しない。

改訂された締固め管理要領は、新たに捲出し高さの管理方法を追加している。従来は、写真管理により行っていた捲出し高さ管理を締固めた後の層厚における差分により管理することで実現している。締固め層厚は、施工時の管理ブロックの計測データZ座標と下層施工時の上層と同じXY座標にある管理ブロックとのZ座標差分を計算により求める。締固め層厚の計算では、現施工層のZ座標と下層施工時のZ座標データが必要となる。そのため、締固め層ごと、盛土材料ごとにログファイルを作成するよりは、施工者による施工管理方法によりファイル作成の方が利便性は良いと考える。提出するログファイルの単位および名称は、1層1材料で1ファイルではなく、ある程度の自由なファイル単位でデータ交換できるように設定している。ログファイル命名規則は、施工箇所名+層番号+層番号+拡張子の順で記述する。また、施工箇所の背景となる図面データ

は、JPEG ファイルで施工箇所名+拡張子の順で記述する。図-4 にログファイル作成・交換方法を示す。図-5 に交換されるログファイルの表示イメージを示す。

3. 現状の課題

データ交換標準は、土木研究所資料「TS・GNSS による盛土締固め管理データ交換標準（案）」として 2018（平成 30）年 3 月に発行された。しかし、発行して間がないため、データ交換標準に対応した管理装置は存在していない。そのため、管理装置間でのログファイルに関する整合性を確認する方法として、ビューソフトを開発する必要があると考える。今後は、ビューソフトを開発することで盛土締固め管理における監督検査に必要なログファイルとして、確実にデータ交換およびデータ品質の確保を実施できる環境を整備していきたいと考える。

また、データ交換標準では、設計データとの確認を容易にするために必要となる背景図が JPEG ファイルにて交換される。先行して利用されているデータ交換手法である TS による出来形管理の施工管理データ交換標準⁴⁾や LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準⁵⁾は、XML ファイル形式で記述された地形データおよび設計データが定義されている。地形データや設計データ項目の共通化やデータの利活用目的としたデータ共有化方法を提案していく必要があると考える。

作成したデータ交換標準は、盛土にける締固めの施工管理に加えて、同様な締固め機械にて施工管理を実施する舗装における締固めに関する情報項目も設定されている。i-Construction では、盛土工などの土工を対象とした ICT 土工から ICT 舗装工へ工種拡大することが示されている。ICT 舗装工では、加速度応答システムによる面的管理手法が提案されており、データ交換標準を舗装工でも検証して、実施環境を整備していく必要があると考える。そして、新たに必要なデータ要素や値域データがわかった場合は、発行した土木研究所資料に加筆・修正し、順次改訂作業を実施していく必要があると考える。

4. おわりに

i-Construction では、2018（平成 30）年 3 月に今後の取組みとして、「施工履歴の監督検査への利活用」が述べられている。今後は、出来形管理や品質管理を建設機械の履歴データにより実施することが想定される。作成したデータ交換標準は、締固め管理要領による施工管理データを利活用しやすいログファイルとして取得することが可能となった。今後は、施工管理データを収集して、監督検査だけに役立てるだけではなく、土工・舗装工を含めた施工管理方法に関する研究や維持管理へのデータ利活用および新たな舗装設計手法の構築に役立てたいと考える。

謝辞：今回、データ交換標準作成にあたり一般社団法人日本建設機械施工協会「情報化施工委員会 規格検討WG」の参加メンバーに様々なご意見をいただいた。ここに謝意と敬意を表する次第である。

参考文献

- 1) 国土交通省：ICT 導入協議会、<http://www.mlit.go.jp/so/goseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html>、（入手 2017. 4. 15）。
- 2) 大山敦郎 ほか：機械施工に関わるデータ交換標準構築手段に関する研究開発，土木利用技術論文集，Vol. 15，pp. 49-58，2006。
- 3) 南 佳孝 ほか：機械施工における情報交換基盤構築に向けたデータ定義手法に関する研究，土木情報利用技術論文集，Vol. 16，pp. 289-296，2007。
- 4) 北川 順 ほか：TS 出来形管理の適用拡大に向けたデータ交換標準に関する検討，土木利用技術講演集，Vol. 36，pp. 17-20，2011。
- 5) 谷口寿俊 ほか：LandXML を用いた道路形状の 3 次元設計データ交換標準に関する研究，土木学会論文集 F3（土木情報学），Vol. 70，No. 2，pp. I_133-I_143，2014。