

## 1-4 土木施工の情報モデルとデータ活用に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 18～平 20

担当チーム：先端技術チーム

研究担当者：山元 弘、茂木 正晴、  
大槻 崇

### 【要旨】

建設施工において、ICT（情報通信技術）の導入が進み、従来は紙ベースで流通されていた情報を電子化及びネットワークを活用することにより、組織間、事業段階における情報の交換、共有、連携が図られ、コスト縮減・品質の確保・向上、事業執行の効率化等が進められている。

しかし、一定以上の規模や現場内でのコスト償却が可能であることを前提として開発されたシステムが多かったため、データ互換が考慮されず、使用するデータ定義も非公開で転用できなかった。

そこで、施工時に流通される情報の流れ（情報モデル）とデータ活用に際して取扱うデータの標準化について研究を進め、データの転用を可能とすることで、情報化施工を現場で普及促進させるものとした。

その結果、盛土を対象としたデータ辞書と情報モデルを構築し、情報化施工における情報の標準化を可能なものとした。また、成果の一部は、2008年12月にISO（国際標準化機構）事務局より承認を受けたISO15143 Worksite data exchange「Part1: System architecture」「Part2: Data dictionary」に反映された。

キーワード：データ交換標準、情報化施工、情報モデル、スキーマ、データ辞書

### 1. はじめに

建設事業における調査・設計、積算・発注、施工、維持管理というサイクルから「施工」に注目し、その中でも、機械施工について、得られた電子情報を施工プロセスの管理に使用するだけでなく、広く監督・検査、維持管理等のプロセスに活用することによって、建設生産プロセス全体における生産性及び品質の向上等を確保することを目的とした「情報化施工」が推進されている。

現在、ICT（情報通信技術）の導入によって、従来は紙ベースで交換されていた各段階から得られる施工に関連する情報や各作業から受け渡される情報を電子化及びネットワークを活用し、組織間、事業段階における情報の交換、共有、連携を図り、コスト縮減・品質の確保・向上、事業執行の効率化等が進められている。

しかし、情報化施工における情報の流通システムは、一定以上の規模や現場内でのコスト償却が可能であることを前提として開発されたシステムが多かったため、他現場へのデータ互換は考慮されず、使用するデータ定義も非公開であったため、多現場での転用ができないという課題があった。

そこで、これらの課題を解消するため、「データ交

換標準」を定めることによって、広範囲な情報流通を可能なものとし、情報化施工の普及と更なる効率的な施工を実現することが可能と考えた。

本研究は、施工現場における情報流通を分析し、施工データの流れを示した情報モデル（スキーマ）や現場で使用する各種データの意味・表現を予め決めておくデータ辞書の構築を目的とした研究である。

### 2. 研究内容

#### 2.1 研究の流れ

データ交換標準に関する研究は、平成 18 年度より進められており、図-1 に示す検討フレームワークにより進めていった。

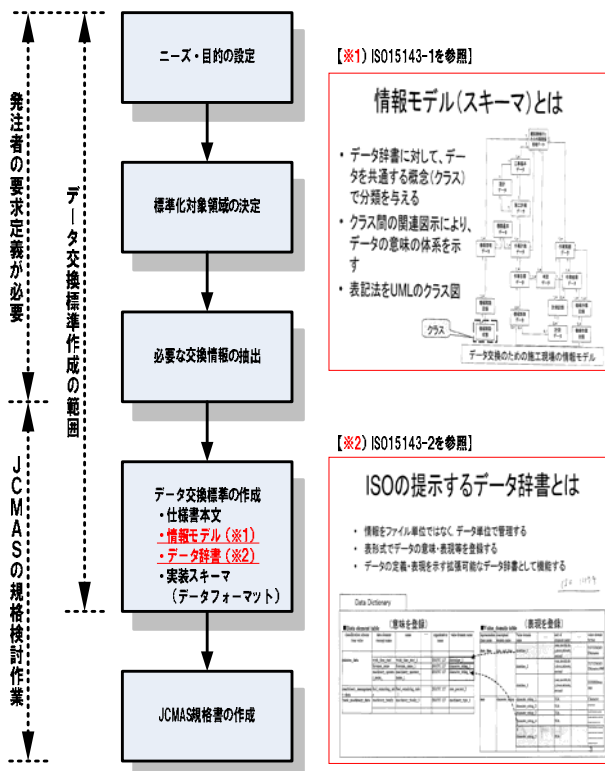
研究に際しては、発注者・受注者ニーズを踏まえた建設機械のデータ交換を対象にしており、今後、様々な情報モデル、データ辞書への拡張・整理を意識した。

まず、各事業領域（ドメイン）におけるニーズや目的を達成するために必要となる標準化の対象領域を決定する必要がある。

対象領域を決定するうえで、必要となる交換情報（データ項目）を抽出し、各データ間の関係性（主従や継承など）を明確にしたうえで、データ構造を

定義する。

具体的には、各データの関係性を表現した情報モデル(UML クラス図)、コンピュータへの入出力データの規定となる実装スキーマ(XML Schema で定義したスキーマなど)およびデータ辞書を作成し、これらの内容を説明したデータ交換標準の仕様書本文から構成した。



## 2.2 研究対象工種と品質確保の意義

本研究における標準化対象領域については、盛土工とした。これは、多くの公共工事で実施されている工種であり、比較的工事規模が大きく品質の確保・向上への効果が大きく、取り組むべき優先度や重要度が高い工種といえることから、対象工種とした。

これまでの盛土における品質管理は、盛土の密度や含水比、舗装厚、温度管理などを点的に測定する品質規定方式が主流であった。

品質を確保・向上するには、ICTを用いて従来の作業量と同等あるいは同等以下の作業量で、施工対象の全域のきめ細やかな面的なデータを取得して管理する必要がある。これにより、施工時の品質確保、公共構造物の延命化、効率的な維持管理計画の立案などのPDCAを効果的・効率的に遂行することが可能となる。加えて、今後の施工における品質

確保・向上を更に推進するためには、各公共工事で測定した品質管理データを収集・集約して精緻に解析した基礎資料を集積・把握し、設計・施工管理基準等の改善に取り組むことが必要となる。

以上のような要件(ニーズ)を満足させるためには、合理的なスキームを実現する必要がある、そのため、品質管理に関するデータを標準化したうえで、公共工事に流通・浸透させていくことが一策として挙げられる。

そこで、盛土における施工現場情報の交換データを定義したデータ交換標準である国際規格ISO15143(2009.12承認)を基本としたデータ辞書の拡張、現場での実装を想定した標準化に取り組む必要がある。

## 2.3 施工における情報の流通

作業現場データにより管理される建設作業に関して、作業現場データ交換のためのデータを特定するもので、施工データの流れを示す情報モデルが必要となり、図-2に示すように、施工関係者間の情報項目を規定した。

### (1) 発注者と請負業者間の情報

A1: プロジェクトの発注者から請負業者への情報、プロジェクトの情報、図面、設計地形データ、測量データなど

A2: 請負者からプロジェクトの発注者への情報、図面の記録、品質管理の記録など

### (2) 請負業者と現場情報システム間の情報

B1: 請負者から現場情報システムへの情報、プロジェクトの基本データ、設計データ、運用状態など

B2: 現場情報システムから請負業者への情報、完成した作業データ、機械の作業記録など

### (3) 現場情報システムと建設機械間の情報

C1: 現場情報システムから建設機械への情報、目標データを含む作業計画データなど

C2: 建設機械から現場情報システムへの情報、機械作業記録(生産性)、機械作動記録(健全性)など

### (4) 現場情報システムと測量機器間の情報

D1: 現場情報システムと測量機器への情報、トリガー・データなど

D2: 測量機器から現場情報システムへの情報、測量データを含む測量記録など

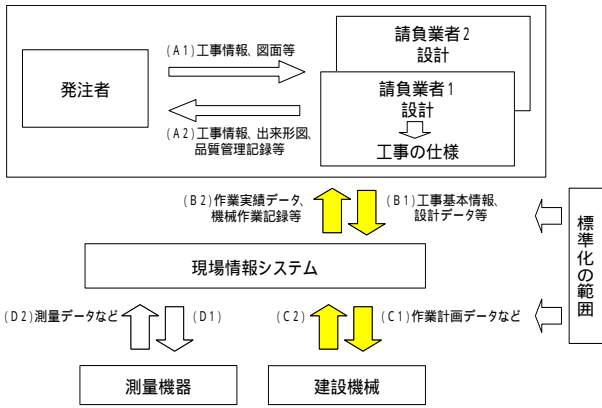


図-2 施工におけるデータの流れ

## 2.4 標準化のシナリオと情報の流れ

標準化のシナリオ・必要な交換情報として、盛土工の作業手順に対応したシナリオの設定による、情報交換場面、手順、交換する情報項目の設定、盛土工における具体的な情報項目を整理した。

整理された情報項目に基づき図-3,4 に示す盛土工のシナリオに対応したユースケース図とシーケンス図を作成した。

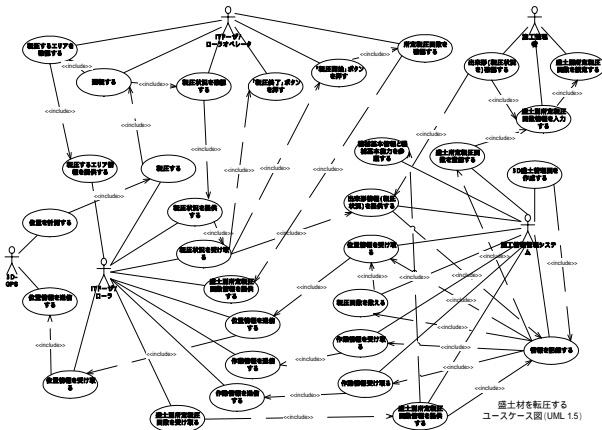


図-3 盛土材の転圧におけるユースケース図

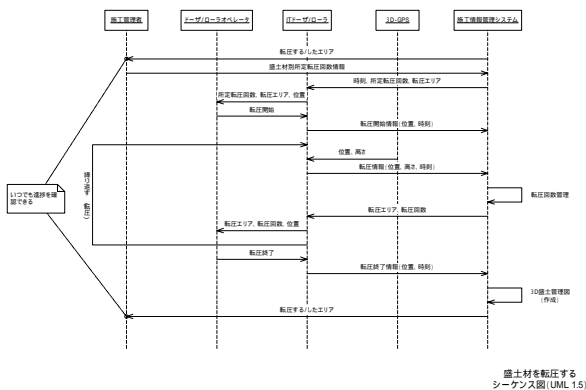


図-4 盛土材の転圧におけるシーケンス図

## 2.4 情報モデルの構築

盛土工に必要な情報項目 (TS・GPS を用いた盛土の締固め情報化施工管理要領(案) 土工施工管理要領の項目) ヒアリング結果などより得た必要な項目を含めて、共通する特徴で抽象化した枠組み(クラス)を用いてクラス間の関連を表現することで標準化対象となるデータ項目の構造を明確にした。図-5 に検討した情報モデル(クラス図)を示す。

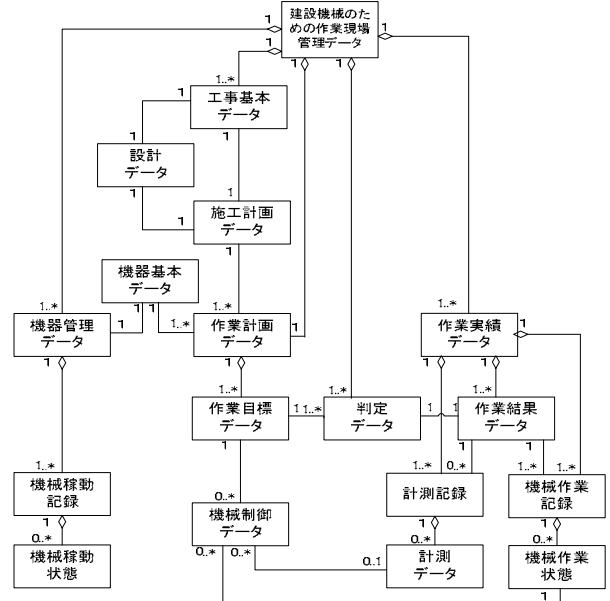


図-5 盛土工における情報モデル

## 2.5 データ辞書

施工データの流れを示した情報モデル(Schema)により電子データを流通させるため、他の電子データで使用されているデータ定義や表現を参照するためのデータベースが必要となる。このデータベースの考え方が、データ辞書である。

本研究では、盛土工に必要な情報項目 (TS・GPS を用いた盛土の締固め情報化施工管理要領(案) 土工施工管理要領の項目) ヒアリング結果などより得た必要項目を含めてデータ辞書を作成した。

データ辞書は、データ項目の意味の定義と表現の定義を2つの表で分けて管理している。これは、複数のデータ項目で表現の定義を共通利用することを想定しているためである。

これらについては、情報をファイル単位ではなくデータ単位で管理し、表形式によりデータ定義(Data element)・データの表現(Value domain)を登録したものである。

また、工種増加などの必要に応じてデータ定義・表現の拡張を可能とするものである。

先に述べたように、データ辞書は、「Data element table」と「Value domain table」によって構成されており、「Data element table」は、工事の基本データや設計データ、機械管理データ等について定義しているものに「Value domain table」(具体的な名称、量、図・表等のデータ表現、意味)を組合せたもので、このデータ辞書と情報モデル(スキーマ)によって情報化施工における情報の標準化が可能となる。

### (1)データの定義

工事におけるデータ項目のフレームを表-1に示すように整理し、フレームに基づき、データ項目の詳細を整理した。

表-1 データ項目(Data element)

分類スキーム項目
A) 工事基本データ (Basic project data)
B) 作業計画データ (Mission data)
C) 作業目標データ (Target data)
D) 計測データ (Measurement data)
E) 機械作業状態 (Machinery working state)
F) 機器基本データ (Basic machinery data)
G) 機械稼働記録 (Machinery running record)
H) 作業結果データ (As-built data)
I) 設計データ (planning_data)

### (2)データの表現

表-2 に示すようにデータ表現のフレームを整理した。

表-2 データの表現(Value domain)

表現クラス名	表現クラス名の定義
1) コード	より長い値の代用となる、妥当な記号体系。
2) 名称	対象物に対する指定。
3) グループ	相互に関係のあるデータエレメントの集合に対する指定。
4) テキスト	フォーマットされていない記述フィールド
5) 日時	暦日および時刻
6) 数量	計数による到達ではない、通貨以外の数値。
7) 比率	別な数量あるいは量との関連において考察される、数量あるいは量。

8) 測定	対象物の寸法、能力/量(通貨以外)の記録。
9) カウント	計数によって到達される、通貨以外の数値。
10) 画像	人物、対象物、あるいは景色の視覚的表現。
11) 図形	図表、グラフ、数学的曲線、あるいは同様のもの。
12) アイコン	類似性あるいは類推に基づいて、対象物を表す記号あるいは表現。
13) 金額	通貨の数量

## 2.6 データフォーマット

情報モデル、データ辞書で定義されたデータ項目を具体的にシステム間で情報交換を行う単位について整理したものを、データ形式(XML形式等)・構造として明確にした。

```
<?xml version="1.0" encoding="shift_jis"?>
<Data>JWDE base on ISO/WD15143
<Ver>0.5</Ver>
<Header>
<A-01 It="工事名1"><V02-03 Vn="工事名1"> 工事</V02-03></A-01>
<A-02 It="請負人名1"><V02-02 Vn="請負人名1"> さん</V02-02></A-02>
<A-03 It="工期(自)"><V05-03 Vn="時間2">24926</V05-03></A-03>
<- (中略) ->
<D-4 It="時刻1"><V05-02 Vn="時間2">15:23:54
<D-1 It="X座標1"><V01-02 Vn="整数コード1">1</V01-02></D-1>
<D-2 It="Y座標1"><V01-02 Vn="整数コード1">1</V01-02></D-2>
<D-3 It="高さ1"><V01-02 Vn="整数コード1">0</V01-02></D-3>
<- (中略) ->
<D-23 It="ダイナミックコード1"><V01-03 Vn="整数コード2">3</V01-03></D-23>
<D-24 It="前後進 識別コード"><V01-02 Vn="整数コード1">0</V01-02></D-24>
</V05-02></D-04>
</RtData>
</Data>
```

図-6 データフォーマット(例)

## 3. おわりに

情報化施工においてデータ交換標準を利用することは、施工において複数の施工情報を効率よく管理することができるとともに、建設機械の目標を示す丁張りに代わり機械オペレータに目標位置を示すマシンガイダンス等の支援システムやマシンコントロールによるブレード制御による敷ならし等の情報通信技術の利用を拡大させ、生産性の向上や品質の確保に寄与するものと考えられる。

普及によっては、情報技術を備えた、更に進んだ製品の使用が可能となり、建設機械や測量メカにとって、それは新たなビジネスチャンスによる市場の拡大に繋がるものと考えられる。

今回研究を進めたデータ交換標準については、情報化施工推進戦略に基づく情報化施工の更なる推進(現場での適用)と今回のISO15143の承認に伴い、現場への適用を踏まえた機能の更なる向上、拡張、対象工種の拡大に努めていきたい。

【英文要旨】

## RESEARCH ON INFORMATION MODEL AND DATA USE OF THE CONSTRUCTION ENGINEERING WORKS

**Abstract** : With introducing I C T (information-communication technology) to construction field, the information transmission has substituted computerized information and network information for paper information. Based on that, the exchange of information, information sharing and linking at the construction stages between the organizations are achieved that makes the cost reduction, the quality improvement and the efficiency improvement of operations.

However, most of data systems are often designed for a specific construction site or machinery, and the definition of system are not opened, so construction information cannot be fully applied to other work sites or construction machinery. So, the research of the standard of the information model and the data in construction process is being carried out. And the information integrated construction is spreading in the construction site.

In the paper, the data dictionary and the information model for the filling work were constructed. The information integrated construction make information standard possible. A part of the result has received approval from ISO (International Organization for Standardization) secretariat, published at the ISO15143 Worksite data exchange 「Part1:System architecture」 「Part2:Data dictionary」 in December, 2008

**Key words:** Data exchanging standard, Information integrated construction, Information model, Schema, Data dictionary