

土工3次元モデルを用いた設計～施工段階の BIM/CIMデータ連携におけるJ-LandXML活用に関する考察

藤野 明

近畿地方整備局 企画部 技術管理課 (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前1-5-44)

BIM/CIMは、計画・調査・設計段階から施工、維持管理の建設生産・管理システムの各段階において、BIM/CIMデータ（3次元モデル）を連携・発展させ、あわせて建設プロセス全体に携わる関係者間でデータ連携を行うことにより、建設生産・管理システムにおける品質確保と受発注者双方の業務効率化・高度化を図るものであるが、土工工事における、3次元モデル交換標準として定められた、J-LandXML形式により納品された設計データが施工段階において活用されず、新たに施工用の3次元データが作成され、データ連携が行えていない事例があることから、その原因及び対応策を検討し、J-LandXML形式の活用方法を報告するものである。

キーワード BIM/CIM, 3次元モデル交換標準, J-LandXML形式, データ連携

1. はじめに

(1) 取組の背景

a)インフラ分野におけるDXの取組

2020年の新型コロナウイルスの感染拡大を契機として、デジタル技術を活用したテレワーク・オンライン会議等が急速に浸透したほか、公共工事の現場においても非接触・リモート型の働き方に転換するなど、感染症リスクに対して短期間のうちに社会全体で生活様式が大きく変容している。

インフラ分野においても、社会経済状況の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、国民のニーズを基に社会資本や公共サービスを変革すると共に、業務そのものや、組織、プロセス、建設業や国土交通省の文化・風土や働き方を変革し、インフラへの国民理解を促進すると共に、安全・安心で豊かな生活を実現すべく、国土交通省では2020年7月に「国土交通省インフラ分野のDX推進本部」を設置し、同本部において、インフラ分野のDXの全体像の整理や各種施策の進捗状況の確認を進めてきたところである。

b)BIM/CIMの活用

インフラ分野におけるDXの取組の一環である「情報の高度化とその活用」として、関係者間において正確でリアルな情報共有が行える、3次元モデルによるコミュニケーションを推進するため、3次元モデル（BIM/CIM）の活用に取り組んでいる。

BIM/CIM（Building/ Construction Information Modeling Management）とは、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても、情報を充実させながらこれを活用し、あわせて建設プロセス全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、一連の建設生産・管理システムにおける品質確保と共に受発注者双方の業務効率化・高度化を図るものである。

国土交通省ではBIM/CIMを令和5年度には小規模を除く全ての詳細設計・工事に原則適用するために、適用業務・工事の拡大に取り組んでいるところである。

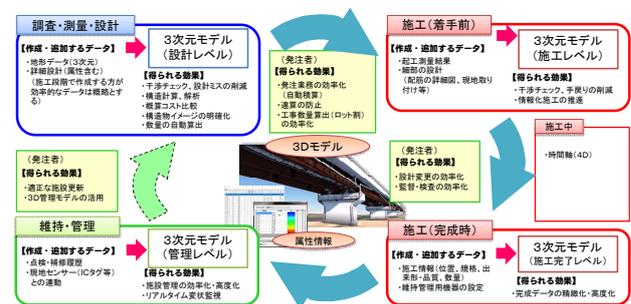


図-1 3次元モデルの連携・段階的構築

一方で、各段階で使用される異なるソフトウェア間のオリジナル形式のデータ同士では、各ソフトウェアで適切にデータ連携出来るとは限らないことから『BIM/CIMモデル等電子納品要領（案）及び同解説』では、3次元モデル交換標準として、J-LandXML形式およびIFC形式

が定められており、今回、検討の対象とした土工モデルではJ-LandXML形式によりデータ連携を行うこととしている。

しかし、現状ではJ-LandXML形式により納品された土工モデルの設計成果が、施工段階において適切にデータ連携できず、施工段階において、再度3次元モデルを作成している事例が確認されている。

表-1 各BIM/CIMモデルの納品ファイル形式

BIM/CIMモデル	納品ファイル形式
地形モデル	J-LandXML及びオリジナルファイル
地質・土質モデル	オリジナルファイル
線形モデル	J-LandXML及びオリジナルファイル
土工形状モデル	J-LandXML及びオリジナルファイル
構造物モデル	IFC2x3及びオリジナルファイル
統合モデル	オリジナルファイル

(2) 取組の目的

今回、検討の対象とした土工の施工では、ICT施工や無人化施工の取組が進んでおり、設計段階で作成された土工3次元モデルを施工段階へデータ連携が可能になれば、施工の効率化や省力化が期待される。

しかし、J-LandXML形式により納品された土工モデル設計成果が、上手く連携できていない現状に対して、詳細設計において作成された土工3次元モデルを「そのまま」又は「ソフトで対応できる変換」によりICT建機で活用できるBIM/CIMデータの連携を目的として、実際に設計業務で納品されたJ-LandXML形式の3次元モデルを対象に検証を行い、データ連携できない要因の確認及び対応方法の検討を行った。

2. BIM/CIMデータ連携に向けた課題

(1) J-LandXML形式の位置付け

土木分野における3次元モデルの形式として、設計・測量データのオープンなデータ標準を目指し、米国において策定された「LandXML1.2」があり、国内外で多数のCADやソフトウェアに対応されている。

一方で、LandXML1.2では、例えば道路設計において求められるクロソイド曲線パラメータ、片勾配すり付けの特別なパターン、累加距離標など、国内で適用する際に必要となる情報が不足しており、国内ではそのまま適用できないという課題がある。

そのため、日本における道路事業、河川事業の設計及び工事において、BIM/CIMやi-Constructionで必要となる3次元設計データをLandXML1.2に準拠した形式で標記することを目的として、国土技術政策総合研究所において、国内で適用する際に必要となる内容やデータ形式を定めた『LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)』(以下、「交換標準」という)を策定しており、

交換標準に基づき作成された3次元モデルをJ-LandXML形式としている。



図-2 LandXML1.2とJ-LandXMLの関係

(2) J-LandXML形式の概要¹⁾

J-LandXML形式では、LandXML1.2に必要とされる要素のうち、主な要素として、Units (単位)、Coordinatesystem (座標系)、Project (プロジェクトの説明)、Application (アプリケーション名)、CgPoints (座標点)、Alignments (中心線形及び横断形状)、Roadways (道路構成要素の集合)、Surfaces (サーフェスモデル) を利用している。

表-2 LandXML1.2の主な要素とJ-LandXMLの関係

No.	要素名	内容
1	Units	単位 (長さ、面積、体積、角度など)
2	Coordinatesystem	座標系
3	Project	プロジェクト名と説明
4	Application	アプリケーション名、バージョン
5	CgPoints	座標点の集合
6	Alignments	中心線形 (平面線形、縦断線形) 及び横断形状
7	GradeModel	勾配モデル
8	Roadways	道路構成要素の集合
9	Surfaces	サーフェスモデルデータ
10	Amendment	改定履歴
11	Monuments	基準点情報
12	Parcels	区画データ
13	PlanFeatures	計画機能
14	PipeNetworks	配管網
15	Survey	測量データ
16	FeatureDictionary	拡張したフィーチャ辞書

※網かけは、LandXML1.2のうちJ-LandXMLで使用している要素

J-LandXMLでは、上記の要素を踏まえ、図-3に示すようにAlignmentsを構成する子要素である中心線形 (平面線形、縦断線形) と横断形状とを組み合わせるモデル化を行っている。

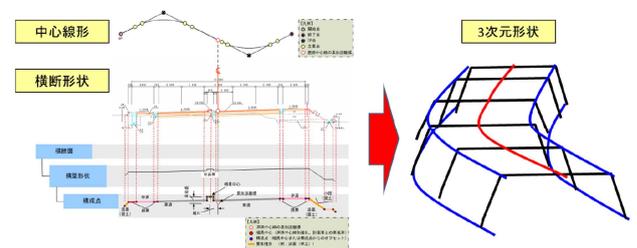
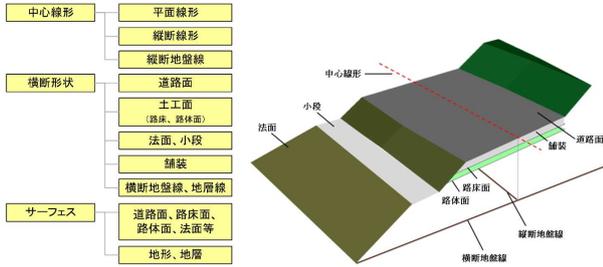


図-3 中心線形と横断形状とを組み合わせさせたスケルトンモデルのイメージ図

また、J-LandXML形式において、道路分野と河川分野で対象とする要素は原則として同じであるが、一部異なる要素もある。道路分野、河川分野で対象とする要素は、

次のとおり定められている。

道路分野で必要となる要素は、「中心線形（平面線形、縦断線形、縦断地盤線）」「横断形状（道路面、土工面、横断地盤線等）」「サーフェス（道路面、路床面、路体面、法面等や地形、地層）」がある。また、道路分野独自の要素として、路体、路床と舗装情報が必要となる。



道路分野で対象とする要素とイメージを図-4に示す。

図-4 道路分野のJ-LandXMLで対象とする要素

河川分野で必要となる要素は、「堤防法線（平面線形、縦断線形、縦断地盤線）」「横断形状（堤防天端、土工面、法面、小段、横断地形線）」「サーフェス（河川堤防、護岸等や地形、地層）」となる。なお、河川堤防・護岸を対象としており、河床部は対象としていない。

河川分野で対象とする要素とイメージを図-5に示す。

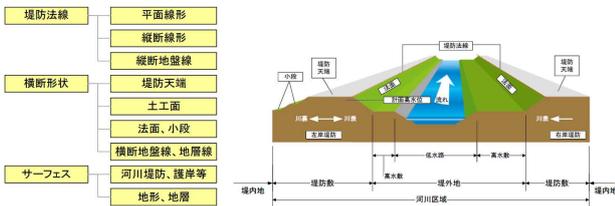


図-5 河川分野のJ-LandXMLで対象とする要素

(3) J-LandXML形式により作成された3次元モデルの事例

J-LandXML形式により作成された道路構造物の3次元モデルの事例を図-6に示す。

道路構造物で対象とされる要素「中心線形（平面線形、縦断線形、縦断地盤線）」「横断形状（道路面、土工面、

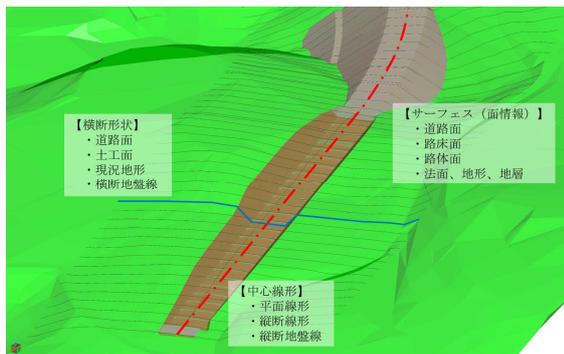


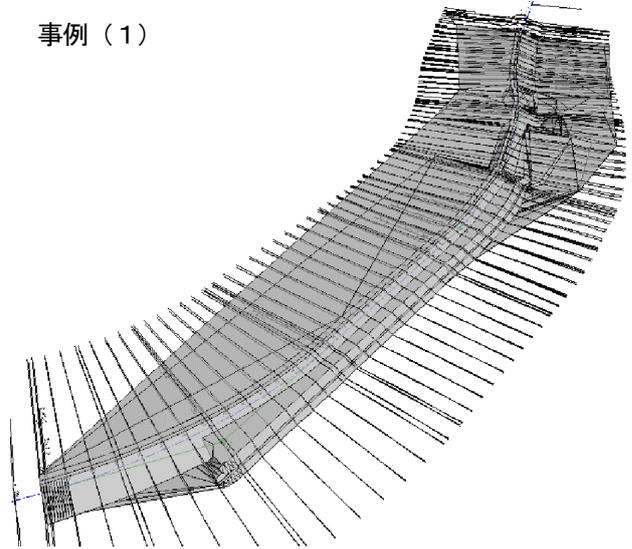
図-6 J-LandXML形式により作成された3次元モデル

横断地盤線等）」「サーフェス（道路面、路床面、路体面、法面等や地形、地層）」が全て含まれている。

(4) J-LandXML形式で納品された詳細設計成果の状況

実際に詳細設計成果として納品されたJ-LandXML形式による3次元モデルの事例を図-7、図-8に示す。

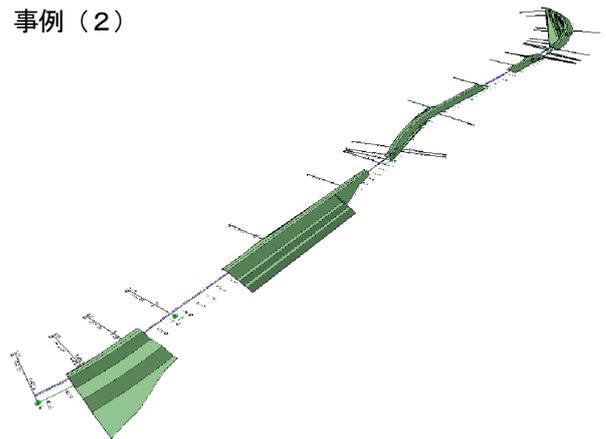
事例（1）



- (問題点)
- ・河川堤防に適用する情報が不足
 - ・堤防計画高（縦断）が定義されていない。
 - ・現況縦断が作成されていない。
 - ・計画と現況横断が、横断地形として作成されている。（堤防天端や法面といった情報が取得できない）
 - ・計画サーフェスは作成されているが、地形サーフェスが作成されていない。

図-7 詳細設計成果の事例（1）

事例（2）



- (問題点)
- ・J-LandXMLで作成されていない。
 - ・計画と現況横断が定義されていない。（堤防天端や法面といった情報が取得できない）
 - ・計画サーフェスのようなものが作成されているが、地形サーフェスが作成されていない。また、サーフェスに属性が付いていないため、その他要素として取り込まれている。

図-8 詳細設計成果の事例（2）

(5) BIM/CIMデータ連携における課題

現状、詳細設計成果として納品された3次元モデルがJ-LandXML形式に求められる要素を十分に満たしていない場合、施工段階であらためて2次元図面(契約図)から3次元モデルを作成する必要が生じ、作成に要する時間と費用が施工者における負担となっている。そのため、設計段階におけるデータ連携が確実に可能となる3次元モデルの作成が求められている。

3. 対応策の検討

詳細設計で作成された3次元モデルを施工段階で活用するために設計・施工の各段階で使用される以下の3つの3次元CADソフトを対象としてソフト間のBIM/CIM連携について以下の確認・検討を行った。

ソフトA：J-LandXML形式の出力に対応し、近畿地方整備局で導入している3次元CADソフト(V-nasClair)

ソフトB：ICT施工において、ICT建機で使用される3次元CADソフト

ソフトC：J-LandXML形式の出力には対応していないが、建設コンサルタント会社において広く利用されているCADソフト

(1) ソフトAで作成した3次元モデルとソフトB間のデータ連携の確認

現在、J-LandXML形式での出力に対応した3次元CADソフトは限られているが、J-LandXML形式の出力に対応したソフトAで作成されたサンプルデータをソフトBへ受け渡し、データ連携が行えるかを確認した。

その結果、単線形の単純な計画であれば、J-LandXML形式による設計成果をICT建機へ受け渡すことが可能であることが分かった。

一方でJ-LandXML形式に準拠していない3次元モデルの場合でも計画のサーフェース(面情報)があれば、施工段階における3次元モデルの作成の省力化につながるが、2.(4)で紹介した納品データでは情報が不完全であり、そのままでは施工に活用できない状況である。

また、施工者の立場からは完全な互換性がない場合でも、おおまかに施工できる範囲をICT施工に任せ、細かい作業をオペレーターにて施工を行うことで、施工の幅が広がるという意見があり、一定の互換性がある3次元モデルによるデータ連携が望まれていることが判明した。

(2) 詳細設計成果がJ-LandXML形式に対応していない要因の検討

2.(4)で紹介した納品データを対象として、J-LandXML形式に対応していない要因を検討した。

3次元モデルにJ-LandXML形式の出力に対応出来てい

ないソフトCで作成されており、オリジナルファイルでは問題なく3次元モデルの作成が行われているが、その後の工程で、オリジナルファイルをJ-LandXML形式に変換する際に適切な変換が行われていないことが判明した。

ソフトCによりJ-LandXML形式に対応した形式で出力する手順を以下に示す。

- ①3次元CADソフトで3次元モデルを作成する際に、交換標準に定められた要素を踏まえてモデルを作成
- ②①で作成された3次元モデルをXML形式で出力
- ③J-LandXML形式として必要となる中間点や片勾配の情報をCSV形式で出力
- ④電子納品用データ変換ソフトで②③で出力したXMLデータとCSVデータを合成(XMLデータに中間点や片勾配の情報を付加)
- ⑤再度XML形式として出力(J-LandXML形式)



図-11 ソフトCでJ-LandXML形式を作成するフロー

ソフトCのJ-LandXML形式への変換について、一般社団法人建設コンサルタンツ協会近畿支部へ聞き取りした結果、多くの建設コンサルタント会社において、上記のJ-LandXML形式での出力方法を十分に認識できておらず、②で出力したXMLデータをJ-LandXML形式として納品されている状況もあることが確認出来た。

J-LandXML形式への適切な変換が行われていない要因としては、設計段階で広く使用されているソフトCをはじめ国内で利用されている多くの3次元CADソフトではCADソフトの機能としてLandXML1.2に対応したXML形式での出力は可能であるが、J-LandXML形式の要素を満たした形式では出力できないことの認識が不足していることが考えられる。

また、現状ではBIM/CIMに関連する基準類が毎年見直しが行われており、ソフトメーカーでのソフト改修がJ-LandXML形式の改定に追いつけていないことも要因であると考えられる。

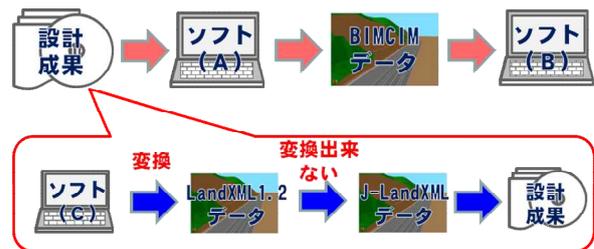


図-10 要因検討結果のイメージ

4. 設計～施工段階のBIM/CIMデータ連携に向けた今後の対応

今回の検討により、J-LandXML形式に対応した3次元モデルが詳細設計段階で正確に作成されていれば、施工段階へシームレスにデータ連携が行えることが分かった。

また、3次元CADソフトがBIM/CIM基準に対応していない環境のなか、J-LandXML形式での3次元モデル作成方法が十分に浸透していない状況にあり、J-LandXML形式での設計成果が正確に作成されていない現状が確認出来た。

このような現状において、設計～施工段階のBIM/CIMデータ連携におけるJ-LandXML活用を推進するため、設計業務受注者、発注者双方の立場でそれぞれ、以下のとおり対応を行っていくこととする。

(1) 設計段階におけるJ-LandXML形式に対応した3次元モデルの作成

建設コンサルタント業界においても、これまで3次元CADソフトによるXML出力で、J-LandXML形式に対応した3次元モデルが作成出来ると誤認されていることがあることが判明した。

そのため、3. (2)において確認されたJ-LandXML形式の作成手順を一般社団法人建設コンサルタンツ協会においてとりまとめ、会員企業に対して周知を行う。

(2) 発注者による納品データの確認

これまでの2次元設計の成果品は紙資料により内容確認が可能であったため、成果品の不備がある場合、その場で確認出来たが、3次元モデルの納品データは3次元CADソフトやビューワソフトでの確認が必要となる。

一方で、発注者側の職員においても3次元CADソフトの操作方法に精通した職員は限られており、納品データの確認が十分に実施できていない現状がある。

そのため、3次元CADソフトの操作方法を習得した人材育成に向けて、BIM/CIM研修やBIM/CIM説明会の開催に取り組んで行く。

また、近畿地方整備局で導入している3次元CADソフト『V-nasClair』ではXMLデータがJ-LandXML形式に対応しているかのチェック機能があることから、このチェック機能についても研修やBIM/CIM説明会の場を通じて、引き続き周知を行っていく。

図-12 V-nasClairによるXMLファイルチェック結果

(3) J-LandXML形式で作成した3次元モデルの実施工による検証

これまでに検討したデータ連携は全て3次元CADソフト間での互換性の確認であり、実際にJ-LandXML形式で作成した3次元モデルがICT建機とシームレスにデータ連携が行えるかは検証できていない。

また、令和5年度以降の工事へのBIM/CIM原則適用に向けて、設計受注者、発注者だけでなく、工事施工者側でのBIM/CIMに精通した人材育成も必要となる。

そのため、令和4年度に近畿技術事務所内のフィールドを活用し、測量・設計段階からJ-LandXML形式により作成した3次元モデルを施工段階に連携させ、ICT建機が動作可能か検証を行う予定である。

謝辞：今回の検討にあたり、3次元モデルの内容確認や課題の検討にご協力いただきました一般社団法人建設コンサルタンツ協会近畿支部ICT研究委員会並びに川田テクノシステム株式会社、福井コンピューター株式会社の関係者の皆様に対して、この場をお借りして、御礼申し上げます。

参考文献

- 国土交通省大臣官房技術調査課：LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン（案）Ver.1.4