

社会基盤情報標準化委員会における 三次元情報活用への取り組み

秋 山 実

建設生産プロセスは、調査測量、設計、施工、維持管理などの各プロセスが独立して発注され、プロセス間の連携が希薄であること、自然を対象としているため施工中にしばしば設計変更がなされること、発注者、ゼネコン、サブコン、協力会社、地域住民、地元関係機関など、非常に多くの関係者が存在していること、一品生産でJVなどの施工体制も一過性であるため経験が蓄積されにくいことなどから、一般製造業のような情報技術の導入による生産性向上の取り組みが遅れていた。しかし、最近になって国土交通省では、「国土交通分野のイノベーション推進大綱」、「情報化推進大綱」などの取り組みが進められ、三次元CADやプロダクトモデルを活用した生産性向上に期待がかけられてきた。

JACICの社会基盤情報標準化委員会（旧建設情報標準化委員会）は、産官学の関係者を糾合して建設生産プロセスにおけるICT化を通じた生産性向上と品質確保に資する標準化を推進する組織で、これまでも電子納品要領やCAD交換標準に関して実績を上げてきた。ここでは、標準化委員会と標準化推進計画について特に三次元情報に係る取り組みを中心に紹介する。

キーワード：社会基盤情報、標準化、CALS/EC、三次元、モデル、生産性向上

1. 標準化委員会と標準化推進計画

組織間、事業段階間で公共事業に関する情報の交換、共有、連携を図り、建設費の縮減、品質の確保・向上、事業執行の効率化等を目指すことを目的として、国土交通省では平成8年からCALS/EC構想を掲げ、普及推進を図っている。

JACICでは、当初からCALS/ECの計画策定や地方展開を支援するとともに、情報の交換、共有、連携の基盤となる標準化を推進するため、平成12年10月に社会基盤情報標準化委員会（旧建設情報標準化委員会）を設置した。委員会は産学官のメンバーで構成されており、委員長は中村英夫武蔵工業大学学長である。標準化テーマ毎に小委員会や研究会が設置され、傘下のWGやSWGで具体的な標準作成作業が行われている。現在は委員会の下に3つの小委員会が設置されている。

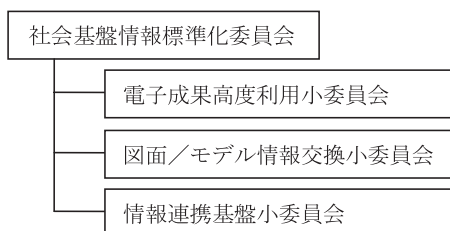


図-1 社会基盤情報標準化委員会の構成

委員会活動は、社会基盤情報標準化推進三箇年計画（以下：推進計画）に基づいて実施しており、平成19年7月からは第三次推進計画を実施中である。

第二次推進計画までの標準化活動とCALS/ECの推進により、電子納品はほぼ100%実施され、情報の電子化と蓄積は確実に進展した。また、設計から施工への情報連携、施工から維持管理への情報連携に必要な標準類も整備されてきた。第三次推進計画ではこれらの活動をさらに拡張し、円滑な電子データ流通基盤の構築と、統合的な電子データ利用環境の創出を実現するため、図-2に示す3つの方向への拡張を進めていくこととしている。

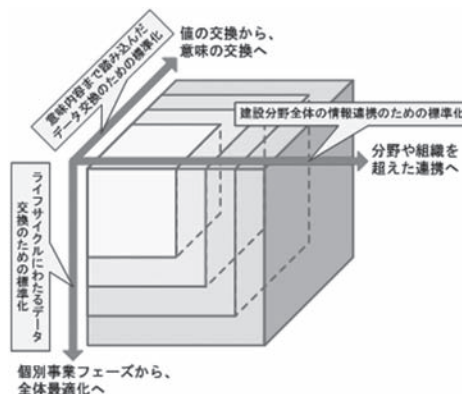


図-2 標準化の3つの拡張方向

ライフサイクルにわたるデータ交換のための標準化とは、上流の各工程で電子納品された情報を下流工程へスムーズに受け渡して利活用していくために、利活用段階の業務プロセスを分析し、必要なデータが利用しやすい形式で納品されるように、電子納品要領・基準類に反映させることや、ライフサイクルにわたる全体最適化に向けた業務プロセスの改善に対応して、継続的に標準類の改訂を行うものである。

建設分野全体の情報連携のための標準化とは、河川や道路などの分野ごとに、また国や地方、公益企業体などの管理主体ごとに別々に構築されている維持管理システムとデータベース群の連携を実現するため、それぞれの相違点を吸収できる緩やかな標準の開発とそれぞれの仕様の違いを見えるようにするレジストリの運用、標準への変換を実現するアダプタやインタフェース、必要なデータへのアクセスを支援するポータルやクリアリングハウスなどの情報連携基盤の検討を行うものである。

意味内容まで踏み込んだデータ交換のための標準化とは、データ交換をより高度なレベルで捉え、人間の手間を最小化するために必要な要素技術の標準化を目指すものである。具体的には、コンピュータがデータの意味内容を認識して、状況に応じてそれらを自動的に処理する、セマンティック（意味論的）なデータ交換・利用を実現するため、XML化を促進するためのルール化や、効率的な検索技術の検討などを行うものである。

2. 標準化委員会における三次元情報関連課題

第二次推進計画までは、CAD交換標準の開発に関しても二次元が中心であったが、これもSXF Ver.3.1レベル2の完成によりほぼ完了したため、第三次推進計画からは三次元情報への取り組みを本格的に開始している。

SXFの開発については、当初から4つのレベルを設定し、段階的な開発を進めてきた。レベル1は図面表示が正確に再現できるレベル、レベル2は二次元CAD製図データの要求を十分満たし、再利用時における使い勝手が確保され、電子納品における要求を満たすレベルとされ、ここまでの二次元CADデータの交換標準である。レベル4はいわゆる三次元プロダクトモデルで、各要素が部品化され、その構成や属性、数量などが関連付けられた形でデータ交換されるレベル、レベル3はレベル4に必要な三次元幾何要素（形状モデル）を交換できるレベルとされている。

プロダクトモデルについては、一般製造業の分野ですでに多くの実績と効果を挙げている。三次元デザインの検討はもとより、製造過程の不具合排除、完成後の点検・修理・廃棄を含めたライフサイクルコストの最小化などを、設計段階でバーチャルに可視化して実施できることから、開発コスト・開発期間の削減と、品質の向上に寄与している。社会基盤分野では、建築や設備部門でBIM（ビルディング・インフォメーション・モデリング）技術として急速に導入が進みつつあるが、土木分野では旧道路公団が検討した道路モデル（JHDM）などいくつかの先進事例に止まっている。

標準化委員会でも、第二次推進計画から道路分野などで一部先行的な検討を進めていたが、第三次推進計画ではより本格的な検討を行っている。図面／モデル情報交換小委員会（小委員長：寺井達夫千葉工業大学准教授）におけるWG構成は図-3の通りである。

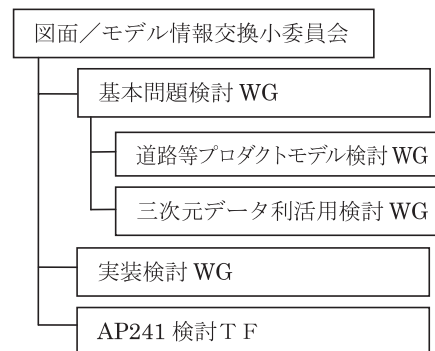


図-3 図面／モデル情報交換小委員会の構成

このうち、「三次元データ利活用検討WG」では主にレベル3の検討を行い、「道路等プロダクトモデル検討WG」では分野別のプロダクトモデルの開発を順次行っていくこととしている。また、プロダクトモデルの国際標準については、ISO TC184/SC4において土木・建築分野の包括モデルAP241と、IAIのIFCモデルのISO化が議論されており、「AP241検討TF」では、これらの国際標準化に対する対応を検討している。

またこれとは別に、電子成果高度利用小委員会の傘下の「設計用拡張DMデータ作成仕様【道路編】運用検討WG」では、測量成果である三次元地形データを道路設計業務に活用するための、測量データ作成要領を検討している。

以下、それぞれの取り組みについてのこれまでの主な成果を紹介する。

3. 三次元モデル幾何要素の検討

三次元データ利活用検討 WG は、構造物および地形をコンピュータ上で明示的に表現する際に建設産業で利用可能な、三次元形状モデルについて整理し、今後の三次元モデル開発に活用することを目的としている。整理結果は「三次元幾何要素仕様（案）」として取りまとめられる予定である。

対象としたモデルは、ワイヤーフレームモデル、サーフェスモデル、ソリッドモデル（Swept Solid, CSG, B-rep）であり、各モデルの一般的な要件と、STEP/Part42 および IFC のエンティティで利用する幾何形状と位相を整理した。

表一 1 に対象モデルと詳細を整理したエンティティ名を示す。

表一 1 STEP/Part42：IFC2x3 の三次元形状モデル

区 分	エンティティ名	STEP/Part42		IFC	
		1994	2003	2x3	
ワイヤー フレーム モデル	geometric_curve_set	○	○	○	
	Edge_based_wireframe_model	○	○	○	
	Shell_based_wireframe_model	○	○	○	
サーフェス モデル	geometric_set	○	○	○	
	face_based_surface_model	○	○	○	
	Shell_based_surface_model	○	○	○	
ソリッド モデル	extruded_area_solid	○	○	○	
	revolved_area_solid	○	○	○	
	surface_curve_swept_area_solid	-	○	○	
	extruded_face_solid	○	○	-	
	revolved_face_solid	○	○	-	
	surface_curve_swept_face_solid	-	○	-	
	swept_disk_solid	-	○	○	
	sectioned_spine	-	○	○	
	CSG	csg_solid	○	○	○
	B-rep	manifold_solid_brep	○	○	△
faceted_brep		○	○	○	
Brep_with_voids		○	○	○	

○：対応 △：一部対応 -：未対応

この仕様（案）では、二次元形状および幾何形状を含まない位相は含んでいない。また、三次元形状モデルの表現形式（色、線種、線幅、陰線処理、シェーディング）、二次元に投影する方法や注記（注釈文字、寸法線）、建設業における各ドメインに依存した部分は含んでいない。

また、付属書として、geometric_model_schema および EXPRESS-G ダイアグラムを付けている。

4. 社会基盤分野のプロダクトモデルの開発

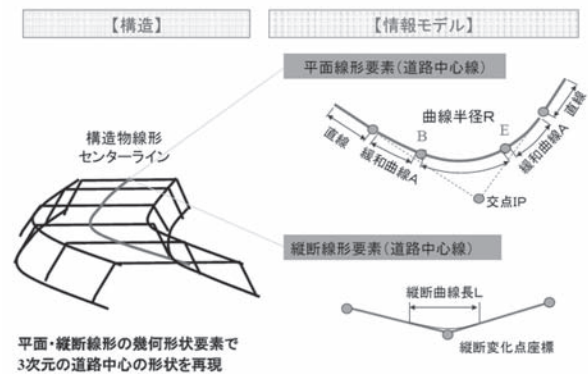
CALS/EC の AP2005 目標 - 5「三次元情報の利用を促進する要領整備による設計・施工管理の高度化」では、三次元 CAD を実現するモデルを策定することを最終目的としているが、当面の目標として二次元をベースに検討することが可能な線形情報の標準化を目指している。ここでいう線形情報とは、道路中心線形データと横断形状データのことを指す。

道路等プロダクトモデル検討 WG では、第二次推進計画において「道路中心線形データ交換標準（案）基本道路中心線形編」を策定し、現在「道路横断形状データ交換標準（案）」を検討中である。

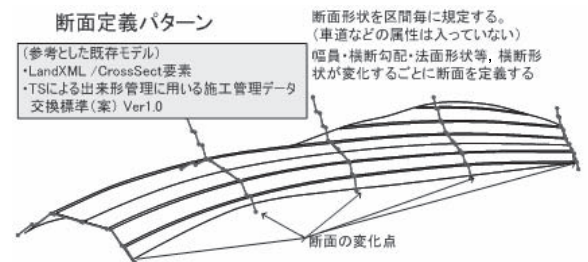
道路中心線形形状モデルは、図一 4 に示すように最も基本的な平面線形と縦断線形で表現されるデータモデルである。

道路横断形状モデルは、横断面定義パターン、横断面構成要素定義パターン、地形線データモデルからなるデータモデルである。

道路横断面定義パターンは、図一 5 に示す横断面ごとに道路横断形状の構成点を表現するモデルで、断面定義パターンは、設計図面の横断図のように、横断面ごとに道路横断形状の構成点を表現するモデルである。



図一 4 道路中心線形形状モデル



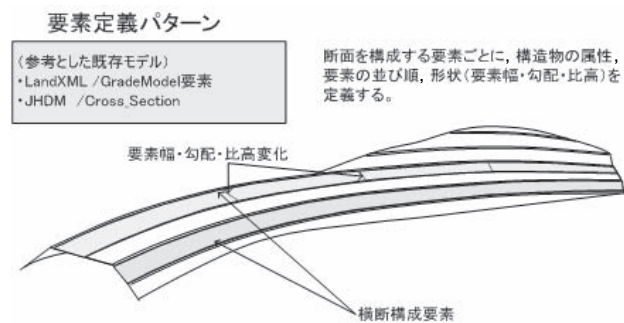
図一 5 道路横断面定義パターン

横断面構成要素定義パターンは、図一 6 に示すように、横断形状を構成する車道や法面などの要素に対

してそれぞれの要素幅・勾配・比高を定義し、その適用区間を定義するモデルである。表一2に仕様（案）で対象とした道路横断面構成要素を示す。

地形情報は、道路横断面構成要素を参照して定義する。また、管理断面ごとに保持している“地形線”情報と重ね合わせ、“地形交点”を算出する。

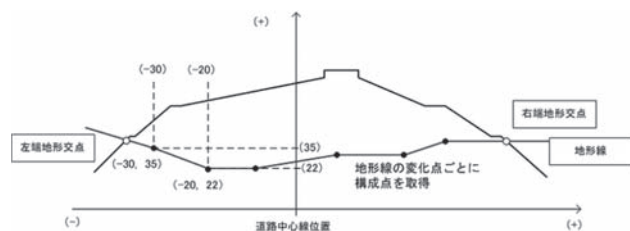
地形線とは、工事に取りかかる前の手を加えない自然の地形表面をいい、特に、敷地境界や埋立地境界などの縦断測線の任意の点を原点とし、通常20m間隔ごとに縦断測線を垂直に横断する「横断測線」で地形を切った場合の断面図を横断図という。また、地形交点とは、構築形状の法面部分と地形との交点のことをいう。図一7に地形線と地形線構成点の定義方法のイメージを示す。



図一6 道路横断面構成要素定義パターン

表一2 仕様（案）で対象とした道路横断面構成要素

道路横断面構成要素	
車道	車線等によって構成される道路の部分
中央帯	中央帯
路肩	路肩
停車帯	停車帯
歩道	歩道、自転車歩行者道および自転車道
植樹帯	植樹帯
副道	副道
軌道敷	軌道敷
側帯	側帯
道路面	盛土
	切土
法面	盛土
	切土
小段	盛土
	切土



図一7 地形線と地形線構成点の定義方法

5. プロダクトモデルの国際標準化

標準化委員会で開発したCADデータ交換標準 SXF は、ISO TC184/SC4 で扱っている工業製品データの表現および交換の国際規格 (STEP 規格) に準拠している。このため、JACIC では当該の国際会合に継続的に参加し、情報収集を行うとともに、必要な対応を行っている。

現在、土木・建築分野のSTEP規格を扱うT22では、包括的なプロダクトモデル AP241 (generic AEC model) が審議中である。また、建築のBIM等で広く使われているIAIのIFCの国際標準化も新作業項目として認められ、審議が始まっている。このため、図面／モデル情報交換小委員会の下にAP241検討TFを設置し、これらのISO活動への対応を検討している。なお、現在T22の座長は、図面／モデル情報交換小委員長でもある寺井達夫千葉工業大学准教授が努めている。

6. 設計用拡張DMデータ作成仕様（道路編）

道路設計においては、道路設計用CAD等のツールを利用し、地形図のデータを活用した設計が行われることも多くなっている。しかし、地形測量の成果として拡張DMデータから得られる等高線・標高点の高さ情報だけでは、道路設計で有効に活用するための三次元地形データとしては不十分である。また、設計においては有用な高さ情報が、地形測量の成果としては求められていないため、測量時には取得していても拡張DMデータには反映されず、設計で利用できないなどの問題がある。

そこで、三次元道路設計業務に適した拡張DMデータの作成方法として、高さ情報を取得すべき地形、地物やデータ作成の留意点等を記述した仕様を開発した。この仕様は、道路概略設計および道路予備設計(A)業務で三次元道路設計を行うためのデジタルマッピング(空中写真測量による数値地形図の構築)による数値地形図(地図情報レベル5,000~1,000)作成で用いることを想定している。これは、道路概略設計・予備設計(A)業務では、三次元地形データを用いた三次元設計を行う頻度が多く、さらにデジタルマッピングは解析図化機などを用いて任意位置で容易に高さ情報を取得できるためである。

この仕様では、三次元地形データの利用方法として3つのレベルを設定し、それぞれのレベルで取得する項目を定めている。表一3に各レベルで取得する項

表一三 レベル毎の三次元情報取得項目

	概要
作成 レベル 1	正確な縦横断面形状の抽出に必要な、地形が急激に変化する箇所となる地形・地物（法面、変形地等）、その高さが道路設計上のコントロールとなる地物（道路、鉄道等）、および住民説明、協議資料などに用いる CG 作成において表現上必要な地物（河川・水涯線等）の高さ情報を取得する。
作成 レベル 2	作成レベル 1 に加え、建物の高さ（外形）の取得、および、区域を明確化したデータ作成（植生界の明確化、注記情報の関連づけ等）を行う
作成 レベル 3	作成レベル 1, 2 に加え、高さ情報を取得できる全ての項目について、三次元データを作成する

目を示す。

図一八に、高さ情報を取得する「地形形状が急激に変化する部分」のイメージを示す。

図一九に、従来の等高線のみから発生させた地形モデル（TIN）と、仕様に基づいて道路や人工斜面など、地形形状が急激に変化する箇所の高さ情報を加えて発生させた TIN の比較を示す。仕様に従うことで、傾斜の変化箇所を忠実に再現し、設計に必要な地形表現が可能なが分かる。

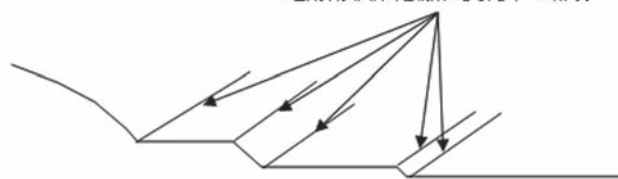
7. 終わりに

ここで紹介した三次元情報関連の標準類の原案は、国土技術政策総合研究所で開発されたものであり、その内容を標準化委員会の各 WG で検討・審議したものである。今後内容が確定した後、国土技術政策総合研究所のホームページから順次公開され、JACIC 標準部のホームページからもリンクされる予定である。標準の原案開発を推進された国土技術政策総合研究所に敬意を表するとともに、検討・審議にご参加いただいた標準化委員会の委員等関係各位にお礼申し上げます。

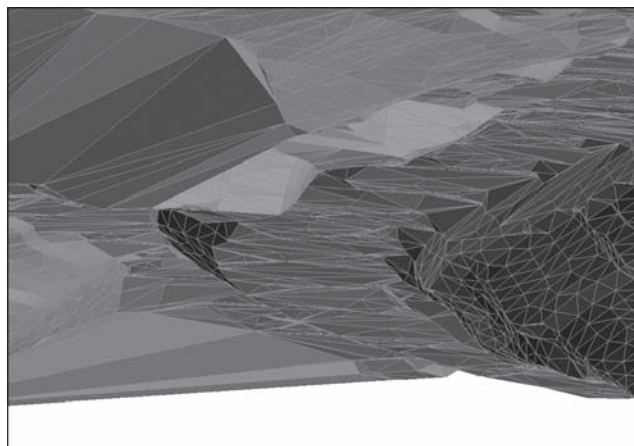
三次元情報の効果は製造業などで実証済みであるが、建設分野ではようやく検討が始まったところである。標準化委員会でも第三次推進計画に入って、本格的に三次元情報に関する取り組みを推進している。今後も、建設分野の生産性向上に資する標準化をさらに推進していきたい。

JICMA

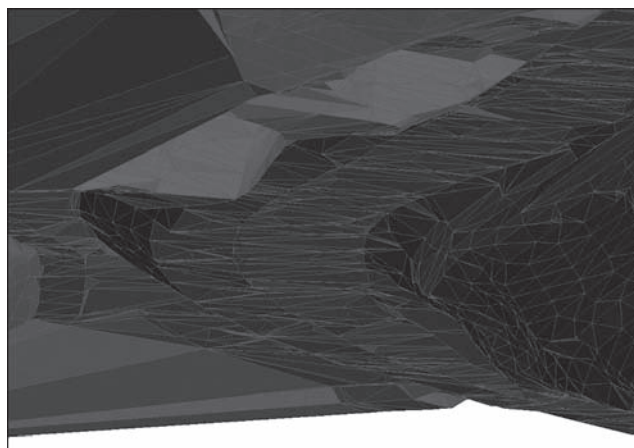
地形形状が急激に変化する部分



図一八 地形形状が急激に変化する部分



(a) 等高線のみから作成した TIN



(b) 仕様に基づいた DM から作成した TIN
図一九 仕様に基づく DM の効果

[筆者紹介]
秋山 実 (あきやま みのる)
財団法人建設情報総合センター
標準部長

