

7-10. 建設ITの高度化に向けたCAD標準化技術の開発

「建設 IT の高度化に向けた CAD 標準技術の開発」

国土技術政策総合研究所

1 研究の目的

「建設 CALS/EC アクションプログラム」では、16 年度までに直轄事業において調査・計画、設計、施工及び維持管理の各段階で発生する図面や書類等の電子化と関係者間での効率的な情報の交換・共有・連携を実現することとしている。本研究では、建設行政が直接関わる積算、維持管理業務の高度化を図るとともに、民間企業が実施する設計、施工を高度化するためのシステム開発を促進するため、建設事業における CAD データ標準仕様を作成し、CAD データを活用した業務支援システムの開発を目的として実施するものである。

2 研究の位置づけ

図-1 に示すように、電子納品における CAD データ交換は、幾何形状や寸法線の情報をもつ 2 次元 CAD データ交換フォーマット CAD SXF level2 ver2.0 を開発し、2002 年より国土交通省の電子納品の CAD データ交換標準として採用している。また、CAD SXF level2 ver2.0 に属性情報を付加した ver3.0 の開発が進められているところである。さらに、建設分野のプロダクトデータモデルとして CAD SXF level4 の導入が中長期的な目標として設定されている。level4 は、建設分野のライフサイクルを通じて利用可能な構造物データであり、地形や構造物は 2 次元、3 次元のどちらでも表現可能であり、また設計、積算、施工、維持管理のための属性情報を付加することができる。本研究は、SXF level4 の開発を支援するために 3 次元 CAD データの高度利用方法と標準化の検討と位置づけられる。

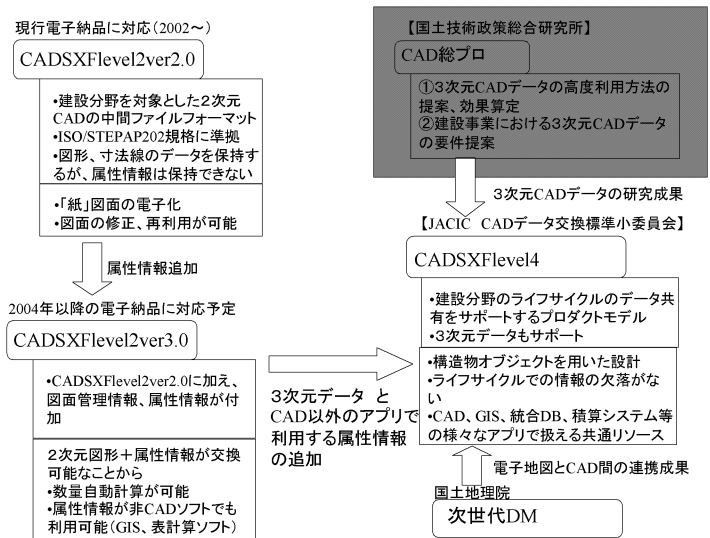


図-1 CAD データ標準化における本研究の位置づけ

3 研究内容

3-1 建設事業における 3 次元 CAD データ標準仕様の作成

(1) プロダクトモデルの構築手法

本研究は、土木分野において建設情報の円滑な流通を実現するために、プロダクトモデルの標準的な構築手法を提案することを目的として、諸外国のモデル構築事例を調査した。調査の結果、プロセスモデルを構築した後データモデルの作成という STEP (STEP 標準 (ISO 10303)は、自動車・電子・宇宙・プラント・土木などの主要な産業において国際的な取り引き・協力を行なうために、製品モデルデータの交換のプロトコルを定めたもの) で示された方法が一般的ではあるが、開発時間の短縮や標準の対象範囲が狭く利用するサービスが明確であることから、プロセスモデルを省略し直ちにデータモデルを着手する事例が多く見られた。また、STEP のデータ記述言語や STEP の既存 AP を利

用していることなど、STEP を意識してモデルを構築しているものが多いことがわかった。

以上の調査結果から、建設分野のプロダクトモデルの構築は、対象領域が広いこととプロダクトモデルを利用するサービスが多数に及ぶことから、プロセスモデルやユースケースを策定してデータモデルを構築するといった STEP 方式の構築手法が適していると考えられる。ただし、STEP 方式による厳格なモデル開発手法にこだわるのではなく、また STEP 等ですでに開発された既存のデータモデルの成果を利用して建設分野のプロダクトモデルを構築するのがよいと判断された。

(2) 既存ドメインモデルの利用可能性

建設分野のプロダクトモデル（3次元 CAD データ）を効率的に構築するために、既存ドメインモデルを利用することが考えられる。そこで、表-2に示す既存ドメインモデルを調査し、データ交換仕様の参考点を整理した。

表-1 調査したドメインモデル

① 地形情報

土木設計データ（道路）および測量データに関して、現段階で最も汎用表現であると想定されること、SIMA DM等のデータ形式と差異も見られないこと、さらに、XML形式で交換を行う仕様であることから、現段階の技術動向をふまえると LandXML の利用性が高い。ただし、わが国においても次世代 DM 仕様に関する検討が開始されていることから、今後は国内における汎用的な地形表現として最も適切なものを採用していくことに留意が必要である。

JHDM (Japan Highway Data Model)	高速道路事業に必要な情報の交換、共有を行うためのデータ仕様。設計～工事のプロセスで道路土工、橋梁を対象に検討。開発主体は日本道路公団。
IFC 2X (Industry Foundation Classes)	IFC は建設分野全体をカバーする 3次元オブジェクトモデル。IFC 2X は ISC2.0 の次期バージョンで、ISO/TC184/SC4 (STEP) との連携が図られている。土木分野の規格化はされていない。開発主体は IAI(International Alliance for Interoperability)
LandXML	建設土木・測量業界で利用可能な 3次元のプロダクトデータ交換標準フォーマット。XML をデータ交換標準に採用。開発主体は官民の参加した国際的なコンソーシアム。

② 設計・積算情報

ユースケース「設計作業の省力化（土量算出）・データ連携」を実現するための道路設計・積算に関する日本の道路構造モデル（ただし、高規格道路、土工に着目）としては、JHDM が唯一の参照可能なモデルであり、これを参照することが妥当である。ただし、実装を考慮すれば道路専用 CAD のデータ構造をある程度意識しておく必要があることから、設計データを表現するために必要なパラメータとして、概略～詳細設計までの比較的広い用途で利用できる CAD の仕様より参照にすることがよい。また、道路平面線形については、地形情報との親和性を優先すると LandXML の利用可能性が高い。

③ 汎用表現の採用

汎用的な形状表現を実現する仕組みとしては、現状では ISO10303-42 (STEP Part42) が最も汎用的であると思われること、IFC2X でも採用されていることを理由として、これらの考え方を参照することとした。加えて、本プロダクトモデルは、3次元のみならず2次元による表現へも展開する必要があると考えた。これについては、SXF level2 との親和性を考慮し、ISO10303-202 (STEP AP202) を参照することとした。

④ 幾何形状とプロパティの分離

幾何形状は、形状そのものを保持する考え方と、属性（プロパティ）より形状を再現する考え方に大別される。現段階は、一概に各構造物の表現でどちらを採用すべきかが明確にすることはできないので、両者が併用できる仕様とするのが妥当と考えられる。

⑤ 道路構造物の分類

(道路) 構造物の分類に関しては、JHDM が参照できると考えられる。ただし、今後は建設情報の分類体系（建設情報標準化委員会で検討中の建設情報標準分類体系（JCCS）など）との親和性を意識した体系付けが課題である。

⑥ 地物定義

本プロダクトモデルにより生成されたデータは、GIS 等を利用する維持管理段階、さらに測量段階（DM）にも展開することで、データのライフサイクルを実現する必要がある。地物の定義として公共測量作業規程における大縮尺地形図図式コードの利用が考えられる。

(3) 3次元CADデータ標準仕様の作成

3次元 CAD データの高度利用に関して必要性、実現性、データ再利用性等の評価が高かった「地形データ生成(地質を含む)」、「設計業務の省力化、設計データの連携」、「道路施設管理での利用(GIS データ作成、台帳一括更新)」、「CG による住民説明」に関する業務モデルを前提に、当該業務で利用すると想定されるデータ項目を整理した。なお、データ項目抽出にあたっては表-2 に示すシステムで取り扱うデータや既存ドメインモデルを参考とした。

表-2 参考としたシステム

市販の道路専用 CAD (設計 CAD、数量計算 CAD)
道路 GIS (道路基盤データ製品仕様書)
道路台帳システム (改良版 MICHI)
その他、JHDM, LandXML 等の既存ドメインモデル

そして、抽出されたデータ項目をもとに CAD 高度利用モデル(ケーススタディモデル)として実現すべき要求仕様を定義した。要求仕様の整理結果をもとに、CAD データ高度利用のプロトタイプモデルを以下の資料として作成した。

- CAD 高度利用要求仕様 (クラス図) (図-2)
- CAD 高度利用要求仕様 (属性一覧)

また、現段階で想定しうる要求仕様 (CAD SXF level4 道路プロトタイプモデル) の構成イメージを図-3 に示す。

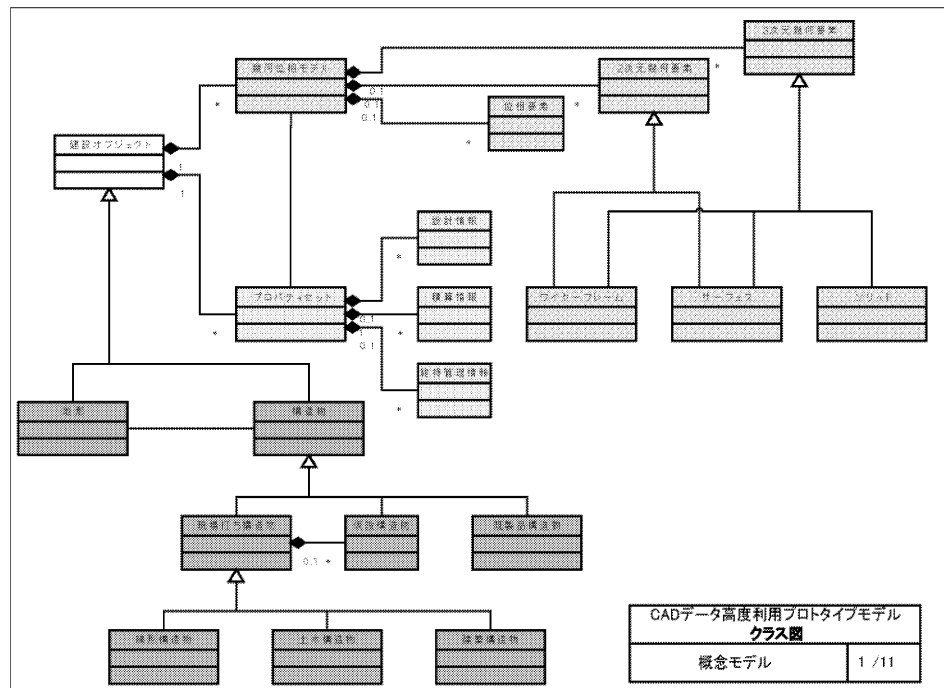


図-2 道路分野の CAD 高度利用要求仕様 (クラス図)

要求仕様の整理結果をもとに、CAD データ高度利用のプロトタイプモデルを以下の資料として作成した。

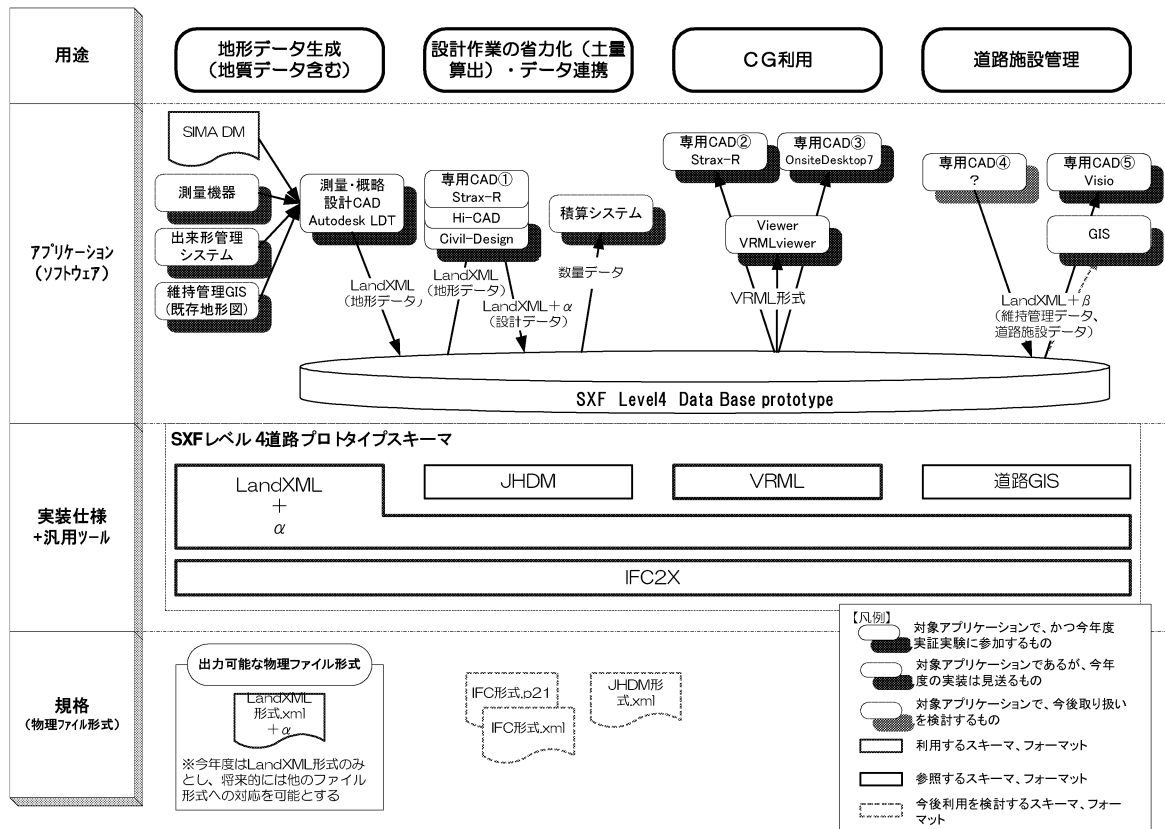


図-3 実装時の構成イメージ

3-2 3次元CAD データを活用した業務支援システムの開発

(1) CAD データの高度利用手法の検討

CAD データの高度利用内容を明らかにするために、ユースケース（利用場面）を策定し、評価した。さらに、ユースケース実現するための要件及び想定される効果をケーススタディで検討し、導入の可能性を明らかにした。表-3にその概要を示す。

(2) CAD データの高度利用による効果

3次元CAD データの高度利用場面としての評価の高かった「地形データ生成(地質を含む)」、「設計業務の省力化、データ連携」、「道路施設管理での利用 (GIS データ作成、台帳一括更新)」、「CG による住民説明」のデータ作成労力の軽減についての定性・定量的な評価を行った。事業対象を国土交通省直轄国道の新規建設を想定し、紙図面による業務 (as-is①)、2次元CAD データを用いた業務 (as-is②) と比較した作業時間短縮の費用削減効果を算定した。作業時間短縮効果は設計コンサルタントへのヒアリングから推定し、全体として (as-is①) 業務では約9億円、(as-is②) 業務では約5.8億円の費用削減効果を算定した。3次元CAD による道路設計の省力化と重複したデータ作成の無駄がなくなることによる効果が大きいと判断される。

4 研究成果

今回の研究では建設分野におけるプロダクトモデルの構築に向けた多くの成果を得ることができた。本研究における成果を以下に列挙する。

- ① 道路事業を対象に必要なデータ項目を抽出し、3次元CAD 高度利用仕様（概念モデル）を作成した。
- ② 既存モデルから SXF level4.0 を策定するにあたって利用できる既存ドメインモデルを抽出、

全く新規に作成するのではなく既存ドメインモデルを利用する方針を決定した。

- ③ 3次元 CAD データ（プロダクトデータ）の高度利用場面を明らかにし、その効果を検証することができた。

表－3 ユースケース実現の要件整理（概要）

ユースケース名	当面・将来	ユースケース実現の要件（課題）
地形図の作成	当面	地形データが標準データ形式で受け渡せること。（数値地形図が全国整備されること） 位置データが、地形データ上に入力可能なこと。 ・用地データ入力できること。
		空中写真測量から地形データが生成できること。
	将来	各種の地物データが GIS 等から入力可能なこと 地表・地質データ、ボーリングデータが標準データ形式で受け渡せること。 構造物位置を入力できること。 幅杭データが地形データ上に入力できること。 埋設物を含む地形データが標準形式で受け渡されること 用地境界（境界杭、境界面データ及び過去の協議経緯など）が標準形式で受け渡せること。
設計の省力化	当面	道路設計データが標準データ形式で受け渡されること。（前段階の設計データに対して追加・修正入力ができること） 構造物位置・形状を標準データ形式で受け渡せること。 道路中心線データが標準データ形式で受け渡せること。 道路設計データで概算土量（舗装量）、構造物数量などが把握できること。データの変更に対して即座に土量に反映できること。
		将来
	CGの作成	地形データと道路設計データ、及び付帯構造物データから CG が表示できること。
		道路施設管理

5 今後の課題

従来の紙図面を電子化した2次元 CAD データ（SXFlevel2.0）の電子納品が始まったばかりであり、3次元 CAD データを実際の業務に利用し、交換標準データで流通するためには、いっそうの努力が必要である。今後の主な課題を以下に示す。

- 建設生産プロセスを改革し、従来の2次元 CAD（図面）、報告書や帳票等のドキュメント等の既存データやアプリケーション利用を前提とせず、データを高度利用し高い付加価値を生み出す仕事のやり方に変える。
- 3次元データを活用したシステム導入の先進現場実験等を進め、その効果や課題を確認していくことが必要である。
- SXFlevel4.0（建設分野プロダクトモデル）の開発は、利用可能な既存ドメインモデルの開発機関と協調しながら、体制の整備も含めて継続的に実施していくことが必要である。

JACIC CAD データ交換標準小委員会において本研究の成果を活用し SXFlevel4.0 の開発を引き続き実施する予定である。当面は共通リソース（幾何位相、地形、地図カタログ、部品・材料、数量、既製品等の土木建築共通で利用可能なリソース）と道路分野のプロダクトモデルを優先して開発することにしている。