

小委員会報告書

平成 27 年 6 月

CIM における情報共有技術と標準小委員会

目 次

1. まえがき	1
2. CIM の動向	3
2.1 国内動向	3
2.2 CIM におけるプロダクトモデルと IFC について	5
2.3 土木でのデータモデルの目指すべき方向	6
2.3.1 土木構造物の特徴	6
2.3.2 データモデル構築の方向性	7
3. 道路モデルに関する動向	8
3.1 BuildingSMART Infra room の活動概要	8
3.2 IFC の土木分野への利用	8
3.3 LandXML の動向	8
3.4 各国の取り組み	9
3.5 国内のデータモデルの活用：LandXML、国総研モデルの概要と活用	12
3.5.1 国内における道路プロダクトモデルの標準	12
3.5.2 国土交通省の取り組み	13
3.5.3 (一社) オープン CAD フォーマット評議会の取り組み	16
4. 道路設計概念モデルの提案	22
4.1 ユースケースの検討	22
4.1.1 道路事業データ連携	22
4.1.2 道路事業プロセスフロー	30
4.2 道路設計概念モデルの提案	38
4.2.1 概要	38
4.2.2 設計モデルと他の道路モデルの関係	38
4.2.3 用語	39
4.2.4 設計モデルの定義	40
4.2.5 適用案	47
4.2.6 縦断要素	47
4.2.7 横断要素	48
4.3 課題：拡張すべき方向性モデルの提案	49
4.3.1 本モデルでの課題	49
4.3.2 今後のモデルの考え方	49
5. まとめ	51
6. 添付資料	52

1. まえがき

これまで、2001年7月からの第一次建設情報標準化推進計画から第二次、第三次計画を経て、2013年6月に終了した社会基盤情報標準化推進計画までの標準化推進の実施体制に対し、近年、CIM（Construction Information Modeling/Management）やオープンデータ等の新しい課題への機動的な対応が期待されるようになり、また、広範囲にわたるテーマへの取り組みが望まれるようになった。そこで、2013年度からは「建設情報に係る標準化ビジョン」の趣旨に則った検討テーマを公募して、採択されたテーマごとにそれぞれ小委員会を編成することとなり、その採択テーマの一つとして本「CIMにおける情報共有技術と標準」小委員会が構成された。活動期間は2013年11月から2015年6月まで2カ年、建設会社、建設コンサルタント、開発者、研究者、標準化団体から16名の委員が参加して計11回の委員会を開催した。

検討を始めた当初、国内でCIMモデル試行事業が開始され、今後、異なる主体の間で3次元モデルデータを共有できる社会インフラ事業のプロダクトモデルの構築が必要となることが想定される中、我が国のCIMが国際的な観点で孤立しないためには日本の見解を国際標準に向けて主張していくことが重要であるとの認識の下、日本の土木（インフラ）における生産・維持管理のプロセスに適合するよう標準案を開発して提案することを活動目標とした。

まず、土木構造物・土木事業を対象としたデータモデルの国際標準と国内事業・研究の動向を整理した後、buildingSMART Internationalが策定するIFC（International Foundation Classes）の土木分野の標準化を目指すグループであるインフラ分科会（Infrastructure Room）への対応を優先事項として、事業分野は道路事業を主対象とした。

次に、道路事業について、企画、調査、設計、施工、維持管理にわたるプロセスのシナリオを国の事業プロセスについて情報（データ）の使われ方をユースケース、プロセスフロー、アクティビティモデル等で整理して、最終的に線形モデル（IFC-Alignment）と策定作業が進行している韓国が提案する道路モデル（IFC-Road）と連携する形で提案できる日本版道路モデルを作成することができた。

本報告は、道路設計概念モデルに至る検討過程と今後の土木におけるデータモデルの国際的な動向を取りまとめたものである。本報告の検討、作成にご協力いただいた機関、団体に感謝するとともに、社会基盤情報標準化推進の一助となることを願うものである。

2015年6月
小委員長 古屋 弘

小委員会構成（2013年11月～2015年6月）

小委員長： 古屋弘 （株式会社大林組）

委員（五十音順）：

青山憲明	（国土技術政策総合研究所）
足達嘉信	（セコム株式会社）
有賀貴志	（株式会社コンポート）
五十嵐善一	（株式会社奥村組）
江端陽二	（一般社団法人 IAI 日本／GSA 株式会社）
小松 淳	（日本工営株式会社）
関本義秀	（東京大学）
竹内幹男	（福井コンピュータ株式会社）
千葉洋一郎	（株式会社トリオン）
坪村健二	（中央復建コンサルタンツ株式会社）
西山昭一	（応用地質株式会社）
福地良彦	（オートデスク株式会社）
藤澤泰雄	（八千代エンジニアリング株式会社）
蒔苗耕司	（宮城大学）
村井重雄	（西松建設株式会社）
山本賢司	（日本電気株式会社）

事務局： 内山亜弥乃 （一般社団法人 IAI 日本）

2. CIMの動向

2.1 国内動向

平成24年度より開始されている国土交通省のCIM試行業務・試行工事については、CIM技術検討会報告(H24、H25、H26)に詳細がまとめられている。この情報を元に、CIM試行業務・試行工事の概要をまとめる。

(1) CIM試行業務・試行工事とは

平成24年度から国土交通省が開始したCIMを推進するために、平成24年度は、11件の業務について試行業務として、CIMで何ができるかを中心に検討が始まった、平成24年度試行業務は、平成25年度以降の工事での試行を行うことを念頭に、詳細設計を対象に行われたことが特長である。平成25年度には、工事においてもCIM試行工事が開始された。H24年度の試行業務を引き継いだ工事を指定型、その他の工事を希望型として分類されている。

(2) 試行業務のまとめ

年度ごとの試行業務・工事のまとめを、表-2.1～表-2.4に示す。

表-2.1 試行業務のまとめ(設計段階での分類)

年度	道路		河川			計
	予備	詳細	概略	景観	詳細	
H24		11				11
H25	4	12	1		2	19
H26	1	8		1	3	13
計	5	31	1	1	5	43

表-2.2 試行業務のまとめ(対象構造物での分類)

年度	トンネル	橋梁	砂防施設	水門	地盤改良	築堤	調整池	土工	計
H24	1	6			1		1	2	11
H25	1	10				3		5	19
H26	1	7	1	1		1		2	13
総計	3	23	1	1	1	4	1	9	43

表- 2.3 試行工事のまとめ(整備局ごと)

	H25～H26		H26		総計
	希望型	指定	希望型	指定型	
東北			3	2	5
関東	2	1	1	1	5
北陸		2		2	4
中部	2		9		11
近畿	7	1		1	9
中国			3		3
四国		1			1
九州	2	1	6		9
総計	13	6	22	6	47

表- 2.4 試行工事のまとめ(工種ごと)

	H25～H26		H26	
	希望型	指定	希望型	指定型
ダム			3	
河川	7		3	2
道路	6	6	16	4
総計	13	6	22	6

これらの試行業務・工事は、単一の工事のための設計・施工の中でどのように CIM を用いるかを検討している。また、使用ソフトウェアも数種類のソフトで実施されている。今後、維持管理につなげていくためには、設備を始め、事業全体に渡る検討を行うことも必要である。

現在、CIM 試行で利用できるソフトウェアは、限られているが、今後様々な対応ソフトウェアが登場すると、相互の互換性が重要となる。

2.2 CIMにおけるプロダクトモデルと IFC について

CIMの対象とする道路、橋梁、トンネルなどの様々な構造物、それらの設計・施工・維持管理などライフサイクルにおいて必要とされる情報の中核となるのが、オブジェクト指向技術に基づいた3次元プロダクトモデルである。

建築分野が中心となる BIM (Building Information Modeling) においては、BIM データ連携の要となる3次元建物情報モデルとして IFC(Industry Foundation Classes)が国際標準化(ISO 16739:2013)され、建築プロジェクトの設計、施工、維持管理など、様々なプロセスにおける情報伝達手段として実用化が進んできている。IFCの策定は ISO TC184 SC4 とリエゾン関係を締結している非営利国際組織 buildingSMART によって行われており、そのプロダクトモデル定義は、ISO 10303 略称 STEP (Standards for the Exchange of Product model data) によって提供されている標準が活用されている。

橋梁分野のプロダクトモデルに関しては、橋梁の3次元プロダクトモデルを IFC へ追加することを目指した IFC-Bridge と呼ばれるプロジェクトが、2004年頃フランスを中心として活発となった。その後、国内においても IAI 日本の土木分科会が発足し、IFCをベースとしたトンネルの3次元プロダクトに関する研究が行われてきている。

このような国内外の土木分野への3次元プロダクトモデル策定の動きが、2013年の buildingSMART におけるインフラ分科会(Infrastructure Room)発足へとつながり、道路、橋梁、トンネル、鉄道などのプロダクトモデルを IFC へ追加するためのプロジェクトが開始された。buildingSMART のインフラ分科会が初めに取り組んでいるのは、土木分野の構造物を表現する際に重要となる線形表現(Alignment)に関する IFC の拡張であり、3章においてその動向を詳しく紹介している。

土木分野のプロダクトモデルを検討するに当たり、対象となる土木構造物を構成する要素の属性情報をどのように定義するかが重要な課題となる。土木構造物の計画案をわかりやすいコンピュータグラフィックス(CG)表現として関係者間の合意形成へ活用する場面では、3次元プロダクトモデルは3次元幾何形状を中心とした情報となる。一方、設計段階におけるプロダクトモデルに必要な情報には、3次元幾何形状情報だけでなく、設計意図を伝達するために必要な設計パラメータとしての属性情報を含めることが必要となる。施工段階のプロダクトモデルには自動化施工や精度管理などに必要な属性情報が、また引き渡し段階のプロダクトモデルには維持管理に必要な属性情報が必要になる。本委員会では、海外で検討されている IFC や LandXML など土木分野プロダクトモデルの内容を調査しつつ、線形構造物の代表例である道路について、設計段階に必要な設計パラメータがプロダクトモデルに反映できるような概念モデルを検討した。

るのではないかと指摘も想定されるが、これは積算数量に用いるものであり、構造本体を決定づけるものではない。このように、土構造物では、設計においては物理的寸法を決定しても施工時には意味をなさなくなる要素があることも留意する必要がある。

2.3.2 データモデル構築の方向性

前述のように道路等の線的構造物の設計においては形状寸法のみではなく、コントロールポイント間をどのように繋ぐかと言った幾何形状以外の情報が非常に重要な要素となっている。構造物の情報としてそれを形づくる3次元幾何形状情報のみでは重要な要素が欠落することになり、後に設計変更等で設計時の考え方（実際に設計した項目）が必要となった場合に対応できない。逆に3次元幾何形状のデータがない場合でも、必要な基本的な構造を決定づける要素があれば3次元幾何形状に展開（計算）することは可能である。よって、データモデルを考える際の基本的な考え方としては、構造物の基本的構造を決定する要素を抽出し、延長方向の位置における形状・寸法や設計値とその境界間（横断面等間）の変化のさせ方を記述する方法が最も適していると考えられる。

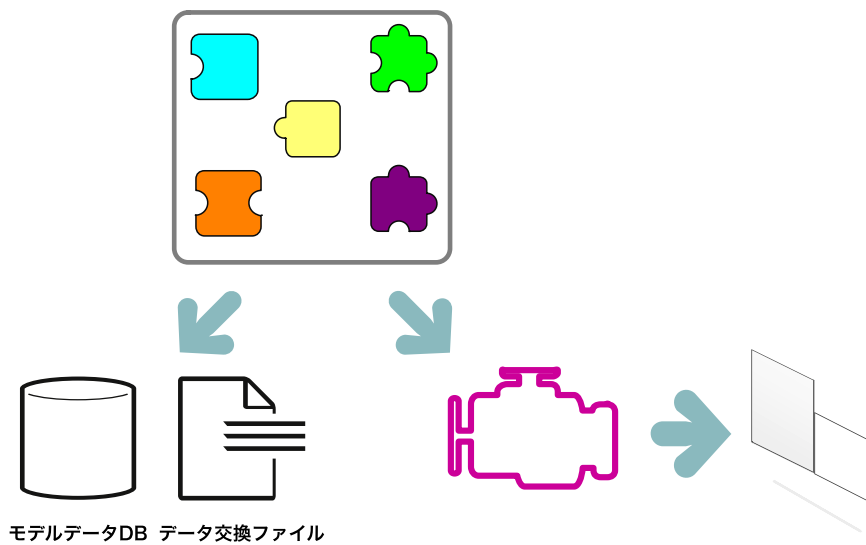


図- 2.2 データモデル構築の方向性イメージ

3. 道路モデルに関する動向

3.1 BuildingSMART Infra room の活動概要

buildingSMART International（以下、bSI と略す）が策定する IFC が BIM データの国際標準として、2013 年 3 月に正式に国際標準 ISO 16739 として認定された。よって、海外における CIM の状況を知る上では、bSI の動向を無視することはできない。なお、IAI（International Alliance of Interoperability – 和訳「(データ共有化による) 相互運用に関する国際同盟」）は、buildingSMART の旧呼称である。

3.2 IFC の土木分野への利用

IFC は、主には建物のライフサイクルを表現する（設計、施工、維持管理までも含む）モデルとして開発されてきたが、2010 年頃より bSI において道路・橋梁などの土木分野のプロダクトモデルの国際標準化（OpenINFRA と呼ばれていた）を目指すグループにより、IFC のインフラ分野への拡張を望む声が高まり、2013 年 10 月、ドイツのミュンヘンで開催された bSI の国際技術会議（ITM）で、インフラ分科会（Infrastructure Room）として正式に発足した。

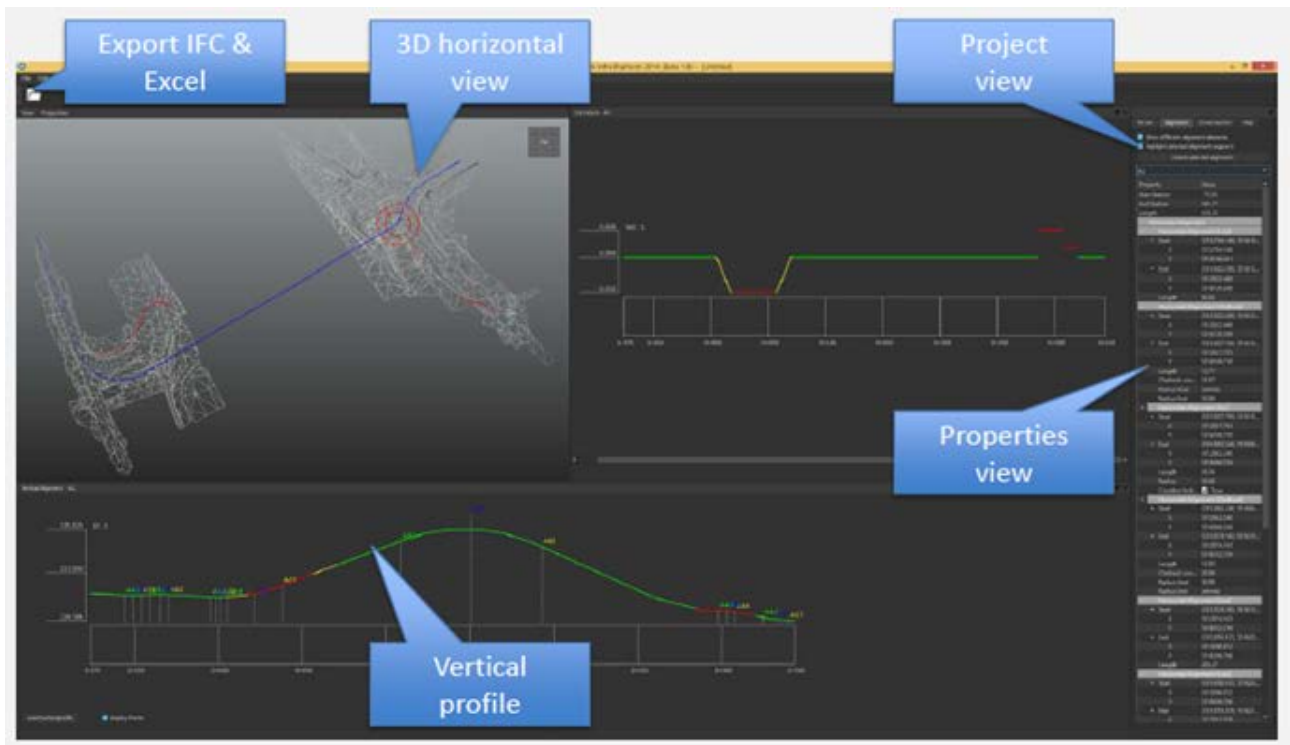
bSI インフラ分科会では、まずは、道路、鉄道、橋梁、河川の骨格となる「線形」モデルの標準化を最優先課題として選定し、bSI の正式なプロジェクト（P6 – IFC Alignment Project）として位置付け、本格的な活動が始まった。bSI は、地理情報システム（GIS）の標準化団体である OGC（Open Geospatial Consortium）とも連携しており、線形モデルの開発においては概念モデルを共同開発している。これには、bSI の将来的な構想として、CIM と GIS を統合したモデルを策定する狙いがある。

3.3 LandXML の動向

LandXML は、歴史が古くサポートしているソフトウェアも多い。国内でも情報化施工のための 3 次元データモデルの交換フォーマットとして利用されている。従来、OpenINFRA の中核をなすフォーマットとも考えられていたが、LandXML を策定する団体 LandXML.org が、2008 年の 1.2 を最後にメンテナンスされなくなり、この動きを危惧した bSI メンバーが標準化作業を継続するという意識の高まりが、bSI インフラ分科会の設立の背景にあった。

一方で、LandXML.org もまた、一部のソフトウェアベンダーの支援により、2014 年に再開されており、LandXML 2.0 を策定しようとする動きがあるため、現在、幅広く利用されている LandXML が無くなる可能性は少ないと考えられる。

bSI 線形モデル作成プロジェクト（P6 - IFC-Alignment Project）の一部として、ミュンヘン工科大学（TUM）によって開発されている検証用ソフトウェア「TUM Open Infra Platform」では、LandXML ファイル形式と IFC-Alignment ファイル形式の双方向のデータ交換が可能である。少なくとも、現在、LandXML で交換されているデータの内容については、IFC によってカバーされることが求められている。本ソフトウェアは、TUM のウェブサイトから誰でも入手可能である。



LandXML ファイルを取り込み、IFC-Alignment へ変換する
 双方向のデータ交換をすることで、IFC-Alignment の可用性を検証
<https://www.cms.bgu.tum.de/de/forschung/projekte/31-forschung/projekte/397-tum-open-infra-platform>
 (TUM: ミュンヘン工科大学 - ドイツ)

図- 3.1 TUM Software: 線形モデルの検証用ソフト

3.4 各国の取り組み

bSI の国際技術会議 (ITM) は、3 月と 10 月の年 2 回開催されており、各国の CIM への取り組みを発表する場ともなっている。

橋梁モデルについては、フランスの MINnD という予算が付いた国家プロジェクトの中で検討されており、2~3 年先には、IFC 4 をベースにした橋梁プロダクトモデル (IFC-Bridge) が完成する予定である。今後、実用に向け市販ソフトウェアの対応が課題とされている。

道路モデルについては、KICT (韓国建設技術研究所) が 2012 年から 5 年間、3 億円の予算で道路プロダクトモデルの開発を実施している。韓国の道路モデルがそのまま、国際標準とされることは無いが、bSI インフラ分科会の各メンバーは、非常に興味深く進捗を見守っており、線形モデルが完成した後は、その延長として、道路モデルの国際標準化が bSI の正式なプロジェクトとして開発が進められるであろう。順調に進めば、bSI が開発した道路モデルが、ISO の PAS (公的に入手可能な仕様)、ひいては IS (国際標準) になる可能性が高い。

InfraFINBIM results: Common InfraBIM Guidelines



図- 3.3 InfraFIMBIM: フィンランドの取り組み

参考 URL:

buildingSMART International

<http://www.buildingsmart.org/>

TUM Open Infra Platform

<https://www.cms.bgu.tum.de/de/forschung/projekte/oip>

MVD for LandXML v1.2

http://cic.vtt.fi/bSI_LandXML12_MVD/

3.5 国内のデータモデルの活用：LandXML、国総研モデルの概要と活用

3.5.1 国内における道路プロダクトモデルの標準

国内においては、下記に示すように、道路のプロダクトモデルに関する取り組みが行われている。このうち、CIM モデルの標準としては、LandXML に関係した標準案(表-3.1 No.7)を国土交通省国土技術政策研究所で策定されている。概要をに示す。

表- 3.1 国内で利用されてきたプロダクトモデル等

No	名称	形式	作成機関	作成日	概要
1	JHDM (Japan Highway Data Model)	XML	日本道路公団	2005年1月	JHDMは、日本道路公団内の技術系の業務で使用される情報項目から、必要な概念・理論を抽出し、標準化された記述・方法論で整理体系化された高速道路のプロダクトモデル。地形、線形、土工、橋梁、トンネル、舗装等をクラスをもつ。
2	SIMA フォーマット	CSV、XML	日本測量機器工業会 (JSIMA)		SIMA フォーマットは、日本測量機器工業会が測量データの標準化を図るために制定したデータ形式。測点、画地、路線、縦横断観測及び現況といった測量データが対象。中部地方整備局 ICT 導入普及研究会 3次元データの流通手法検討会では、設計から施工段階に道路横断データの受け渡しに横断 SIMA データ形式を提案している。
3	道路中心線形データ交換標準 (RoadGM)	XML	国土交通省国土技術政策総合研究所	平成19年1月 平成25年1月改定	道路の平面線形と縦断線形を合わせた中心線形データの3次元プロダクトモデル。道路設計用 CAD やそこから出力される設計成果をもとに、日本の道路設計に適したモデルとして作成した。国土交通省の道路設計では、特記仕様書に電子納品成果物の1つとして記述されており、対応する道路設計ソフトウェアが開発されている。
4	TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準	XML	国土交通省国土技術政策総合研究所	平成18年10月 平成20年3月改定 平成23年9月改定 平成25年1月改定	「TSを用いた出来形管理要領」のうち施工管理データ（基本設計データおよび出来形計測データ）について、その交換に用いるデータの仕様を定めたものである。このうち、道路プロダクトモデルとなる基本設計データは、道路中心線形と出来形管理を行う横断面から構成される。
5	道路工事完成図作成要領	SXF	国土交通省国土技術政策総合研究所	平成18年8月 平成20年3月改定 平成20年12月第2版	道路工事完成図作成要領は、GISの道路地図データ更新に役立てるために、GISデータと親和性の高い SXF Ver. 3.0 以上の CAD データで道路工事完成図の作成仕様を定めたものである。様々な用途に共通で利用可能な道路の基本データ（30地物）をモデル化している。地物をレイヤに分けて管理するとともに、設置日等の属性情報は SAF ファイルに記入する。また、道路中心線上にある測点は、属性として高さ情報を保持する。
6	3次元設計データ交換標準 (素案)	XML	国土交通省国土技術政策総合研究所	平成25年3月	3次元設計データ交換標準は、道路中心線形 (RoadGM) と横断形状を組み合わせた道路の3次元モデルである。このうち横断形状は、LandXML の CrossSect と GradeModel を参考に、横断面ごとに横断形状の構成点を表現する横断面のモデルと、幅員、比高等の横断構成の適用区間を定めた構成要素モデルの2つのモデルを定義している。モデルの対象は、道路面、土工部法面、舗装。
7	LandXML1.2 に準じた3次元設計データ交換標準 (案)	XML	国土交通省国土技術政策総合研究所	平成25年3月素案策定 平成26年2月意見照会反映版	3次元設計データ交換標準を、LandXML1.2 として表記した場合の内容及びデータ構造・形式を定めたものである。横断形状は DesignCrossSectSurf (LandXML1.1 から追加された) を用いて表現している。LandXML1.2 の仕様のない属性情報は、desk (注記) または、Feature を使用して定義とされている。

3.5.2 国土交通省の取組み

国土交通省国土技術政策総合研究所において CIM モデル案が検討されている。

【3次元設計データ交換標準 情報提供サイト】

<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/information/index.html>

(1) 3次元設計データ交換標準（案）

「3次元設計データ交換標準(案)」は、国土交通省の道路事業、河川事業に関する設計及び工事において電子納品成果として提出される、路線方向に直交する鉛直面を投影して描いた横断面図に記される道路横断の情報、河川堤防の堤防法線とそれに直交する鉛直面を投影して描いた横断面図に記される設計の情報について、その内容及びデータ構造・形式を定めたものである。

(2) 3次元設計データの作成方法と取り扱いに係る運用ガイドライン（案） 平成26年2月 目的

「3次元設計データの作成と取り扱いに係る運用ガイドライン(案)」(以下、「運用ガイドライン(案)」)というは、「LandXML1.2 に準じた 3次元設計データ交換標準(案)」(以下、「データ交換標準(案)」)というに則った 3次元設計データを作成・照査・交換する際の運用方針を定めたものである。

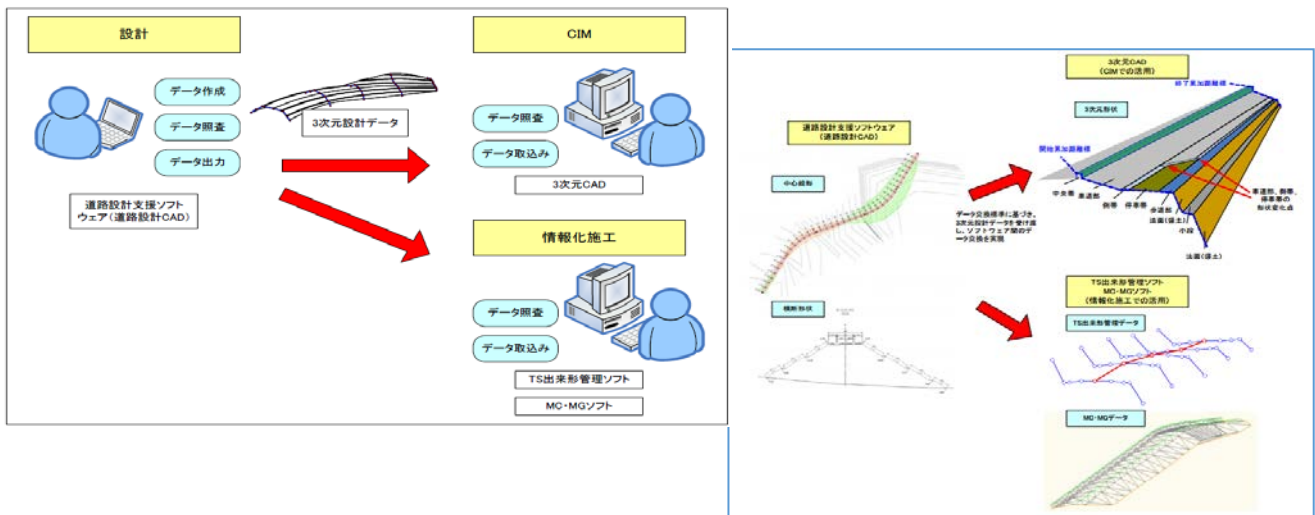


図-3.4 具体的な利用場面のイメージ

(3) LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準(案)意見照会反映版 平成 26 年 2 月

目的と適用範囲

「3 次元設計データ交換標準(素案)(以下、標準案という)」は、国土交通省の道路事業、河川事業に関する設計及び工事において電子納品成果として提出される、道路中心線と路線方向に直交する鉛直面を投影して描いた横断図に記される道路横断の情報、河川堤防の堤防法線とそれに直交する鉛直面を投影して描いた横断図に記される設計の情報について、その内容及びデータ構造・形式を定めたものである。

一方、国内外の 3 次元 CAD は、LandXML に対応した 3 次元 CAD の利用が多い。「LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準(案)(以下、本書という)」は、標準案で交換すべきデータについて、LandXML1.2 として表記した場合の内容及びデータ構造・形式を定めたものである。

以下のような利活用を実現することを目指す。

(1) 設計、工事の電子納品成果としての利活用

構造物の横断形状データは工事完成後も保管すべき情報である。そこで電子納品成果としての XML の仕様を定め流通させることにより、詳細設計、施工、維持管理業務の効率化と転記ミスの防止を図る。

(2) プロダクトモデル検討の基礎資料としての利活用

現在、道路、河川堤防の 3 次元形状を表現するプロダクトモデルが複数の機関から提案されているが、用途の違い等によりモデル全体の標準化は困難であり、実務での利用も進んでいない。そこで、プロダクトモデル検討の基礎資料として提案し今後の検討を活性化する。

(3) 情報化施工や 3 次元 CAD への利活用

3 次元 CAD へのデータ入力や、3 次元データによる可視化のための入力データ、および、TS を用いた出来型管理等の情報化施工への出力データなど利用を想定し、各 CAD ベンダーや測量機器メーカー等の、データ交換の標準としての利活用を想定する。

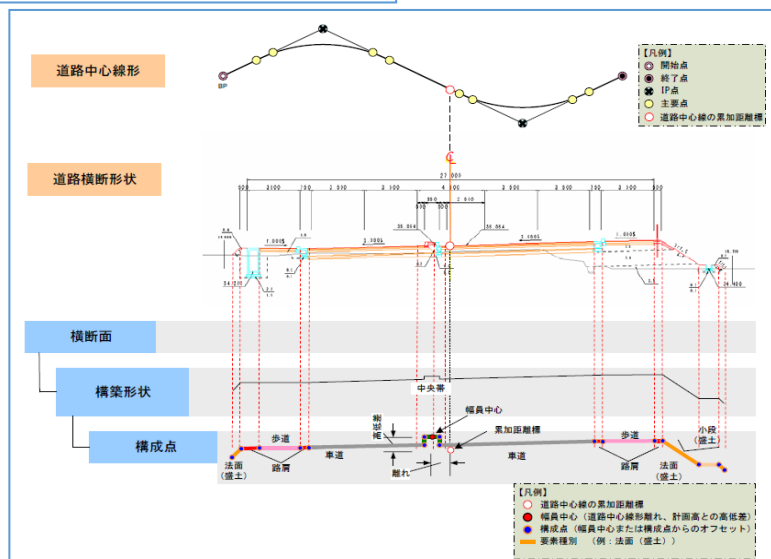
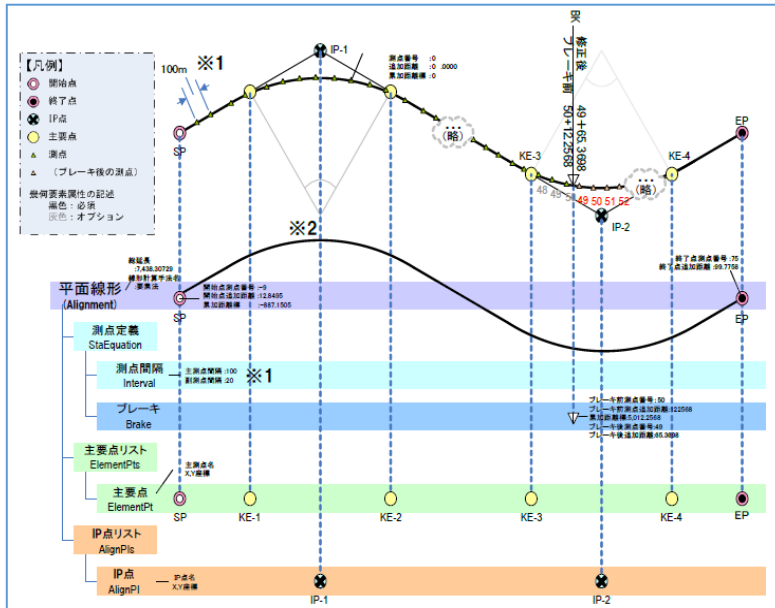


図- 3.5 LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準(利用例)

3.5.3 (一社) オープン CAD フォーマット評議会の取組み

(一社) オープン CAD フォーマット評議会/Open CIM Forum では、国土交通省国土技術政策総合研究所の標準案を中心に CIM モデルの検証と実装に向けた活動を行なっている。

Open CIM Forum とは

活動の基本方針:

1. CIM 試行・導入をベンダーサイドから支援する
2. CIM モデル交換標準の開発・実装を推進する

経緯等:

2012年9月、国土交通省の提唱する CIM に対応するため OCF 内に CIM 検討 WG の設置

2013年10月、キックオフとして「OCF CIM セミナー2013」～CIM 時代のデータ連携を探る～の開催

2014年4月、より積極的に CIM を推進するための組織として「Open CIM Forum」が正式発足

2014年11月、「OCF CIM セミナー2014」～Open CIM Forum における CIM への取り組み～の開催

CAD に限らず広く CIM ベンダーの参画を募り、個別ベンダーでは担いきれない CIM 推進の課題に対応している。

CIM モデルに関する 2014 年度の検討内容

- ・ LandXML のサーフェスについて
- ・ TIN の構成点と面における課題
- ・ LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準(案)の現状の課題
- ・ 道路中心線形データ交換標準(案)基本道路中心線形編
- ・ 座標参照系、平面線形の課題に対する検討
- ・ 縦断線形、横断面の課題に対する検討
- ・ 舗装、構造物等の課題について
- ・ 実証実験の進め方(3月に第1回の実証実施)
- ・ COBie の様なデータの可視化について

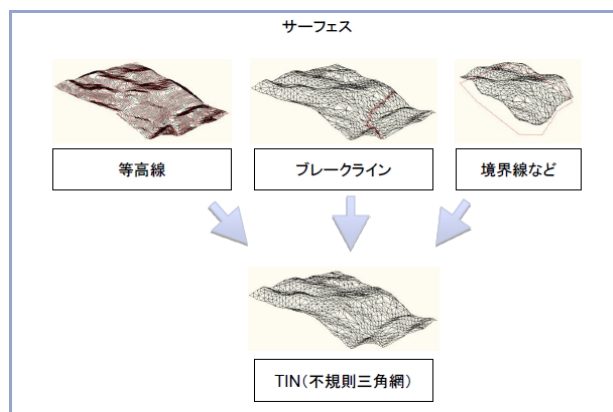


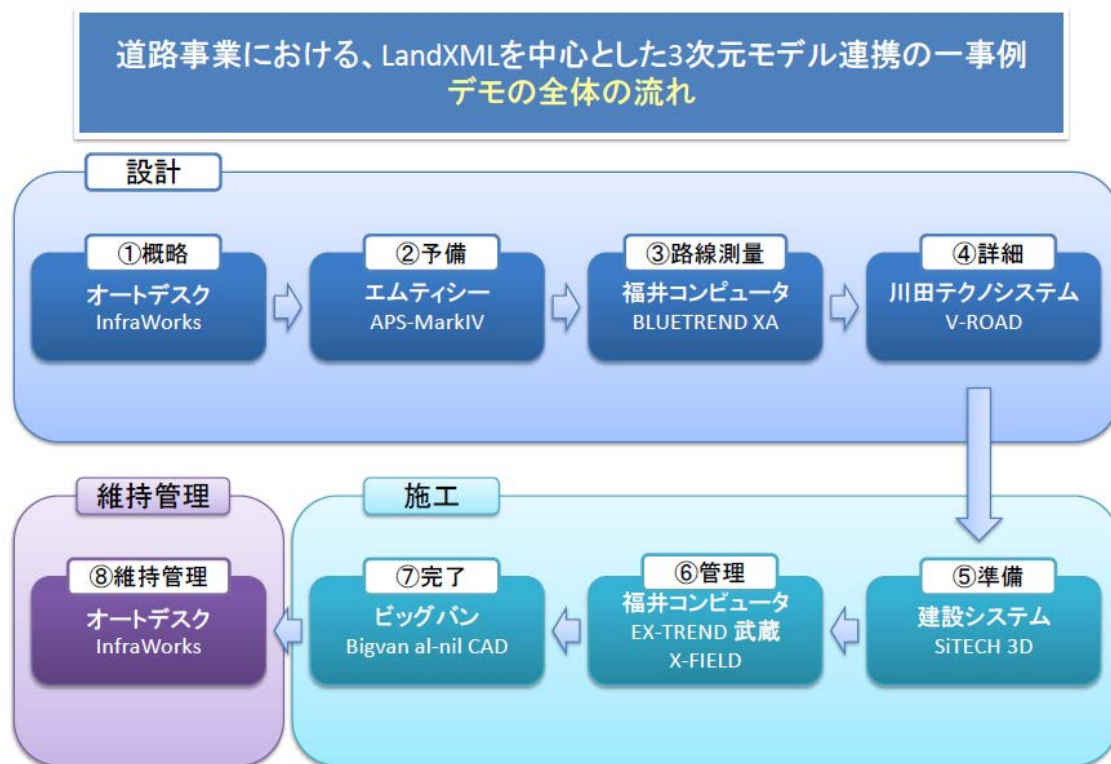
図- 3.6 LandXML のサーフェスについて

図- 3.7 「LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準(案)」の課題検討

1	IP 点に BP 点と EP 点を含めるのか	11	拡幅
2	世界測地系に対応するのか	12	幅員中心
3	主測点と副測点の関係	13	横断の寸法の指定方法
4	マイナス測点について	14	標準断面
5	桁数および計算精度	15	TS 出来形との関係
6	クロソイドパラメータ	16	断面変化
7	座標参照系の主要河川の基準名	17	ラウンディング距離
8	名称や注記等における最大文字数	18	連続点
9	列挙型の文字列の規定	19	横断形状データの作成範囲
10	片勾配摺り付け	20	舗装や構造物の課題

標準仕様案や課題についての机上の検討だけでなく、参加ベンダー各社の市販ソフトウェアでの検証も行っている。

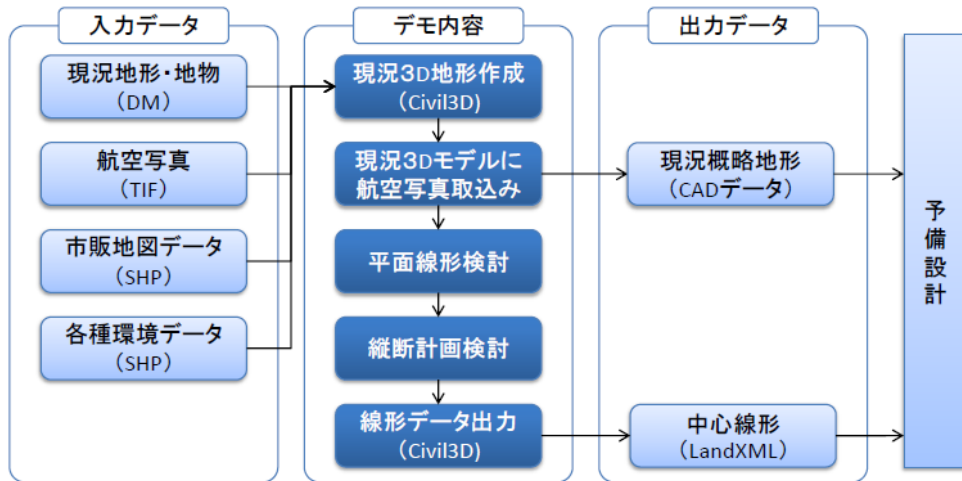
以下は、評議会主催のセミナー「OCF CIM セミナー2013」にて、道路事業における LandXML を中心とした 3 次元モデル連携についての一つの事例として、実際の市販 CAD を使った具体的なデモンストレーションの形で紹介した内容である。



①概略設計

オートデスク(株) Autodesk InfraWorks

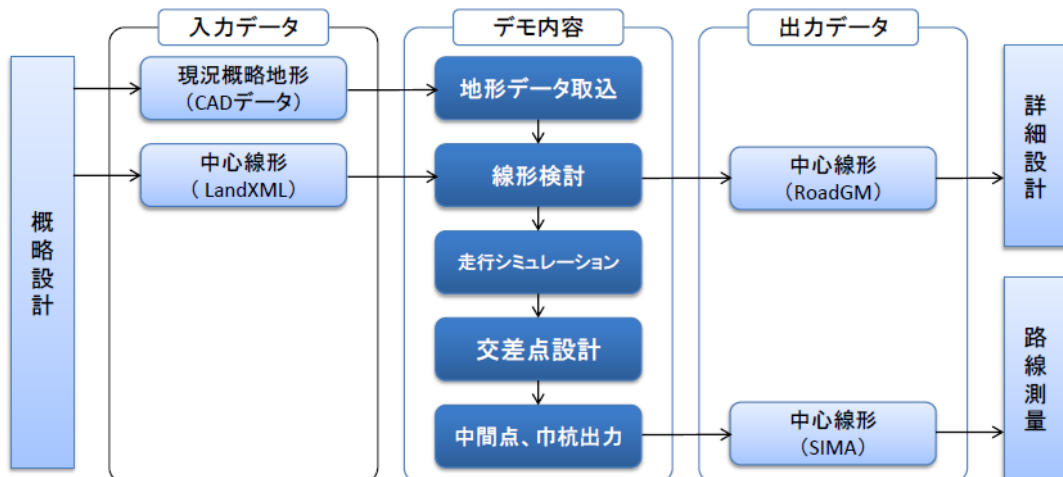
- ◆現況地形データの取り込み
- ◆平面線形検討
- ◆縦断計画検討
- ◆線形データ出力



②予備設計

(株)エムティシー APS-Mark IV Win

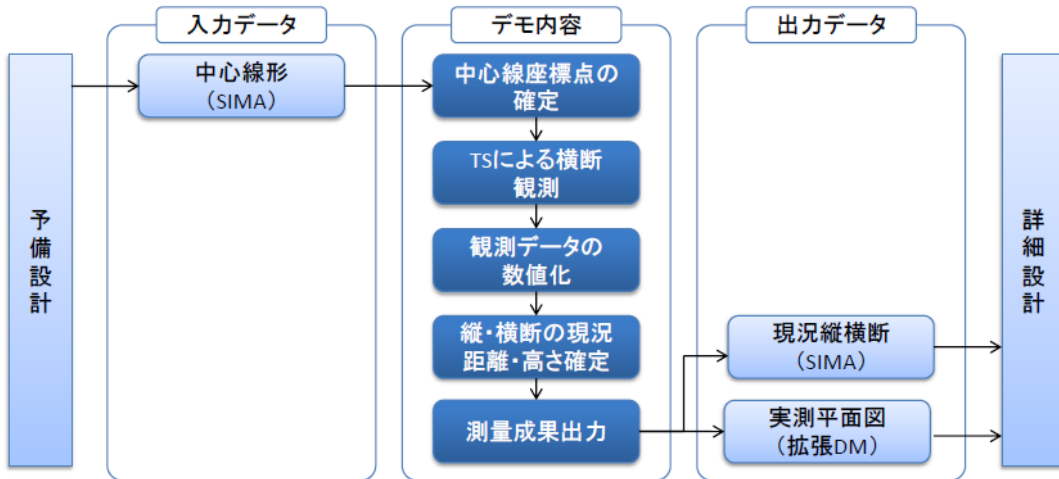
- ◆地形データの取り込み(面データ生成)
- ◆線形検討(平面~縦断線形検討、横断幅員設定、法面展開、走行シミュレーションによる視認性の確認)
- ◆交差点設計
- ◆中間点計算、巾杭計算



③ 路線測量

福井コンピュータ(株) BLUETREND XA

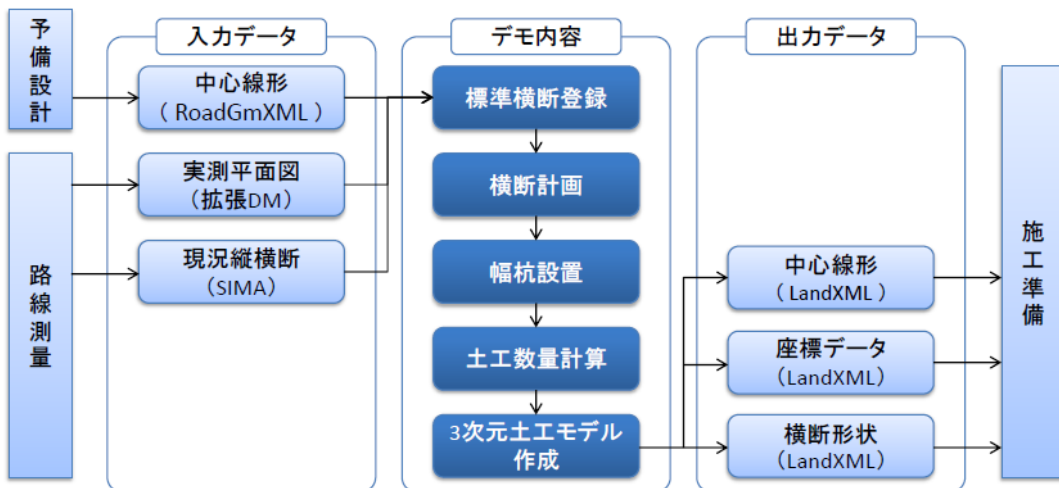
- ◆ 中心線形 (SIMA) を取込む。
- ◆ TS横断観測データを取込み、数値化 (野帳から手簿へ)。
- ◆ 確定した現況距離・地盤高データを、縦横断SIMAと実測平面図 (拡張DM) に出力する。



④ 詳細設計

川田テクノシステム(株) V-ROAD

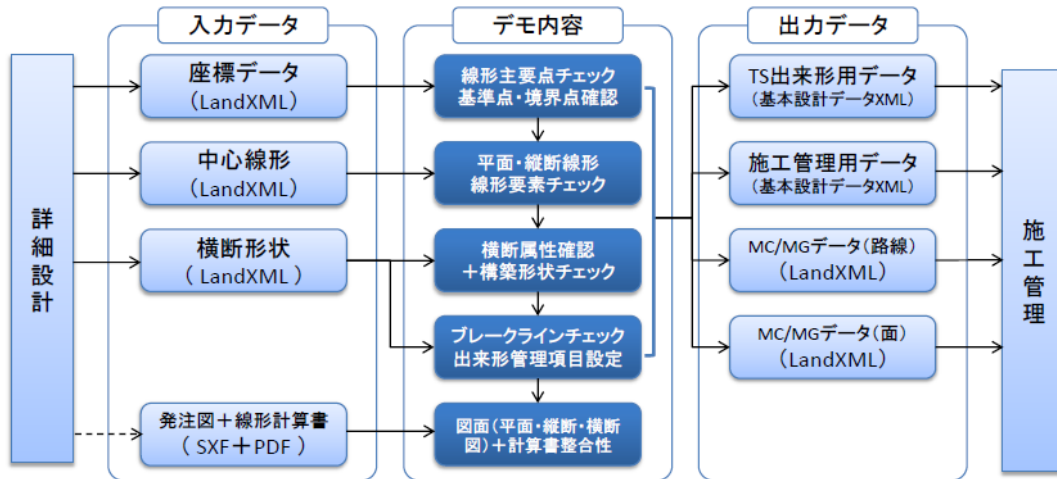
- ◆ 予備設計で確定した中心線形と路線測量の成果を受け取り、平面および縦断の細部検討、横断設計、道路付帯構造物設計、小構造物設計、数量計算を行う。
- ◆ 横断計画を行い数量計算を実施後、中心線形、各種座標データ、横断形状を含んだ情報化施工用の3次元モデルを作成する。



⑤ 施工準備

(株)建設システム SITECH 3D

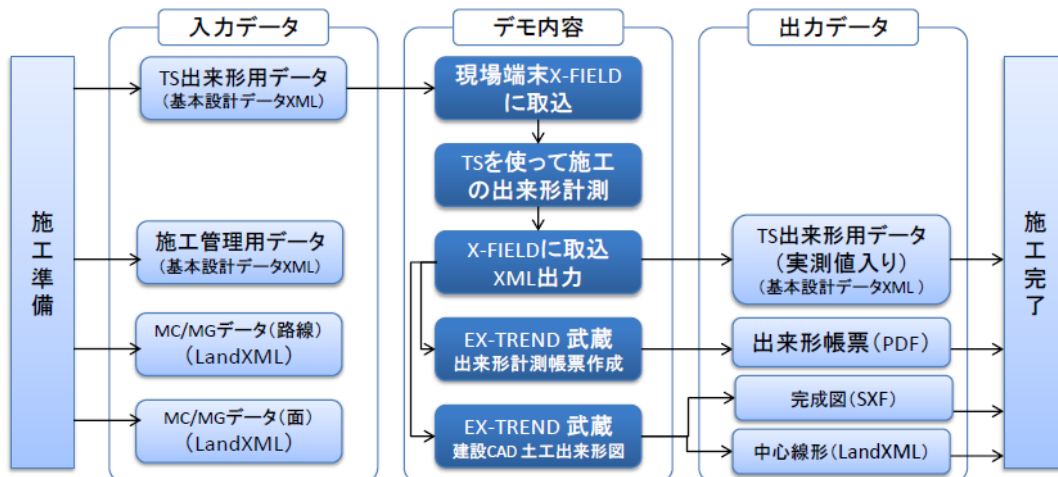
- ◆ 受領した3次元設計データ(LandXML)の内容確認
- ◆ 各種データの内容照査
- ◆ 情報化施工データの設定と出力



⑥ 施工管理

福井コンピュータ(株) X-FIELD、EX-TREND 武蔵

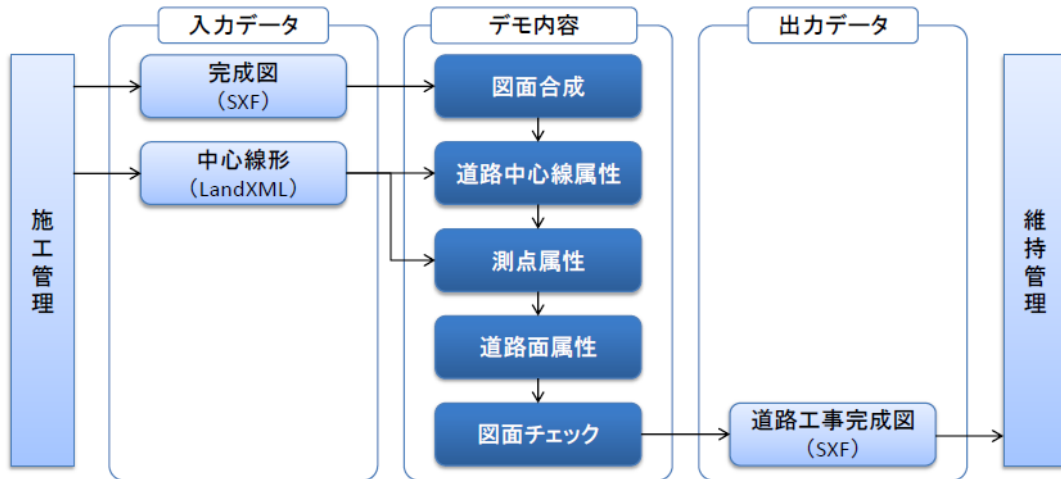
- ◆ 基本設計データをTSと接続した現場端末に取り込む。
- ◆ TSを用いて施工の出来形を計測し、現場端末で設計と実測の差分が規格内であることを確認する。
- ◆ 実測値入り3次元設計データを取込み、提出帳票・図面を作成する。



⑦ 施工完了

(株)ビッグバン Bigvan al-Nil CAD

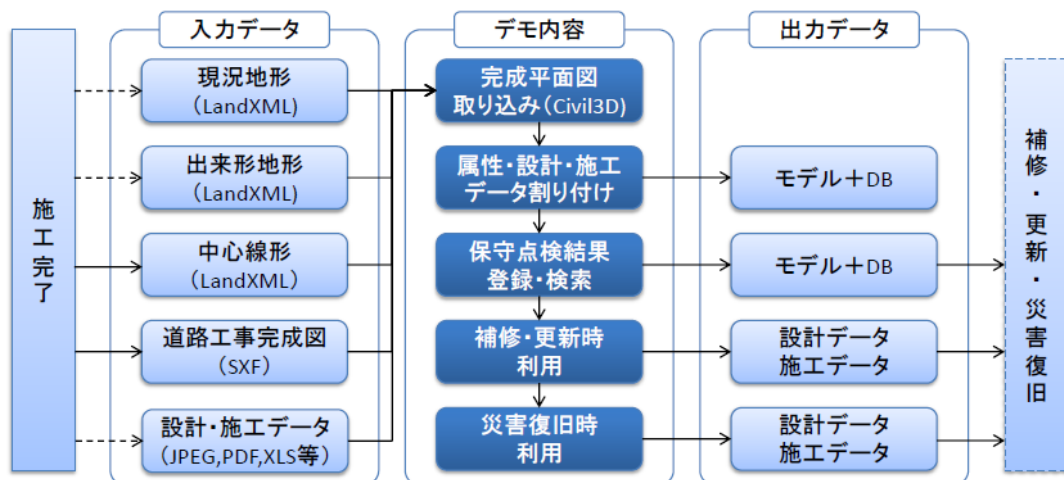
- ◆ 道路工事完成図(道路基盤地図情報交換属性セット)の作成
 - LandXMLの中心線形情報取り込み
 - 3D地物の属性付加
 - 完成図チェック



⑧ 維持管理

オートデスク(株) InfraWorks

- ◆ 完成平面図の取り込み
- ◆ 属性・設計・施工データ割り付け
- ◆ 保守点検結果登録・検索
- ◆ 補修・更新・災害復旧時利用



4. 道路設計概念モデルの提案

前章でデータモデルの利用に関して道路モデルの動向を中心に整理したが、本小委員会ではそれらを踏まえ国内の道路事業で活用できるデータモデルの検討を行った。この作業において、国内の道路建設事業において実際に活用できる場面と必要なデータ項目を抽出するために、企画、調査、設計、施工、維持管理にわたる道路工事におけるデータ関係（IDM：6章 添付資料 参照）を作成した。さらにプロセスのユースケース、プロセスフローで整理し、それらに基づき道路工事において有効に活用できるであろうデータモデルを「道路設計概念モデル」と称し、本章において提案する。なおこのモデルは Road Design Concept Model として6章 添付資料 に UML で示す。

4.1 ユースケースの検討

4.1.1 道路事業データ連携

(1) 一般的な道路事業の進め方

道路事業では、計画・設計から施工、管理と事業が進捗する。その間、計画段階であれば地形データ（1/50,000～1/10,000）等が拠り所であり、その後設計（予備設計、詳細設計）へと段階が進むにつれ、より詳細な平面・縦断図と、それら以外にも断面図や構造物等の詳細図、数量といったデータが作成される。

その後施工段階へ移行し、材料データや、施工管理や出来高等の施工データが作成される。さらに維持管理段階では、維持修繕記録等のデータが作成される。

各段階で作成されるデータ連携・更新の効率化を果たすために、まずは我が国の道路事業で各事業がどのように進捗し連携しているかについて示すものとした。

次ページに道路事業の一般的なフローを示す。

（国土交通省近畿地方整備局作成の設計便覧道路編にある、事業フローより今回のデータ連携を示す部分のみ抜き取った）

フローを示しその後、各段階の説明を追加した。

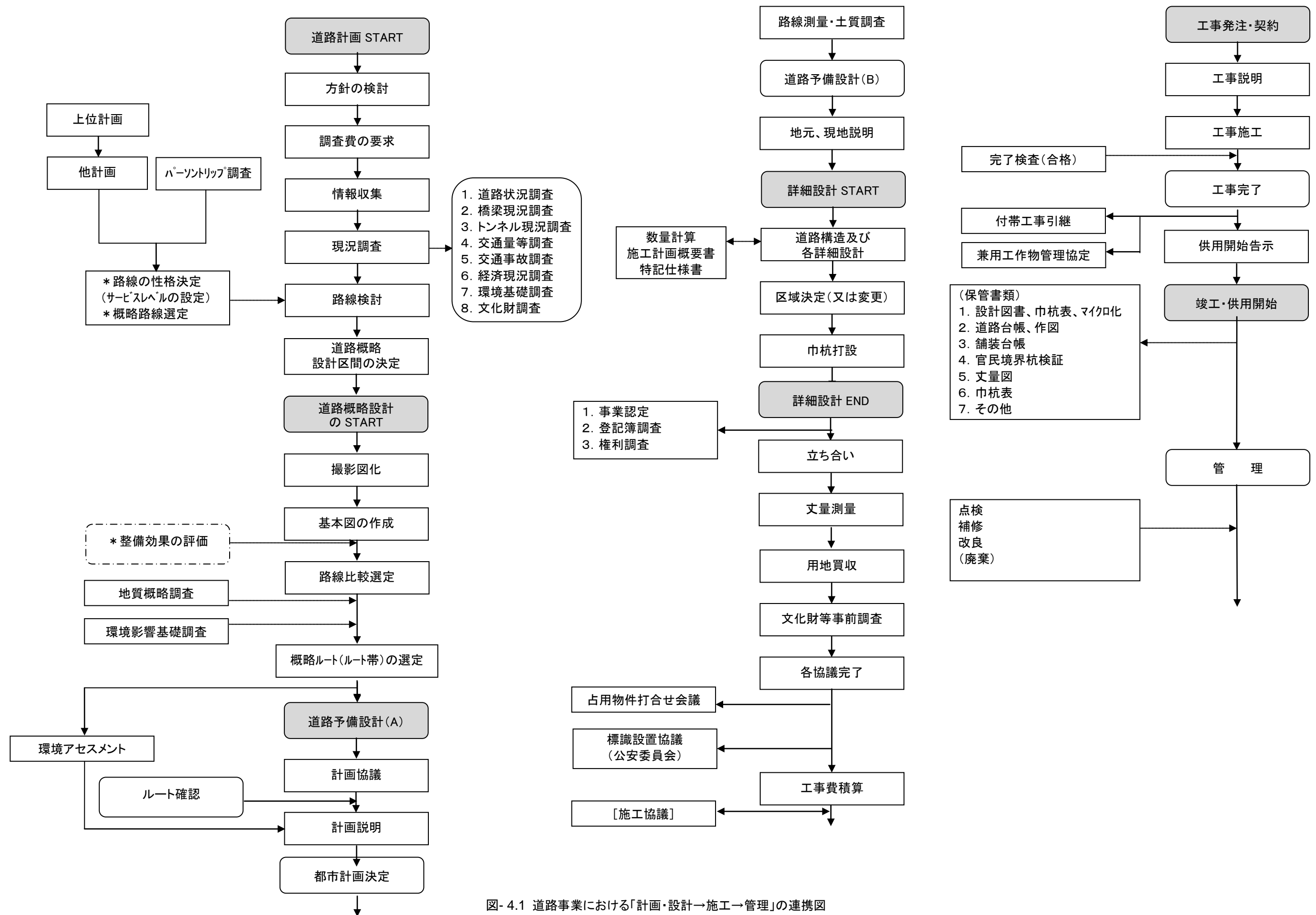


図- 4.1 道路事業における「計画・設計→施工→管理」の連携図

(2) 道路事業の各フェイズで取り扱うデータ

道路事業の流れにおけるコントロールポイントは各事業段階のフェイズに分類できる。各フェイズにおいて取り扱うデータの内容と連携について記載する。

①計画・設計

1) 計画段階（フロー図「道路計画 START～道路概略設計区間の決定」間）

- ・ 目的は「道路網・路線計画は、対象地域の土地利用計画、開発計画、環境保全計画等を踏まえ、道路網あるいは特定路線の整備計画を立案することを目的とする。」（国土交通省 調査業務等共通仕様書案 より）
- ・ 通常上位計画により、道路計画が着手される。
- ・ 通常 1/50,000～1/10,000 の平面図による検討。
- ・ 既往資料と現況調査成果、パーソントリップ調査結果等により、路線の検討を実施する。

2) 概略設計（フロー図「道路概略設計 START～概略設計 END」間）

- ・ 目的は「道路概略設計は、第 1206 条設計業務の内容第 3 項に示す業務を、設計図書に基づいて検討し、事業を実施しようとする最適の路線を選定することを目的とする。本業務は使用する地形図の種類により以下に細分される。
- （1）概略設計（A）は地形図（縮尺 1/5,000）をもとに行う設計をいう。
- （2）概略設計（B）は地形図（縮尺 1/2,500）をもとに行う設計をいう。」（国土交通省 調査業務等共通仕様書案 より）
- ・ 整備計画評価、地質概略調査、環境影響基礎調査により、概略のルート帯の選定を行う。

3) 道路予備設計（フロー図「道路予備設計(A)～地元、現地説明」間）

- ・ 道路予備設計はその段階ごとに国土交通省では、道路予備設計(A)と(B)を設けている。各々の目的は
「道路予備設計（A）は、概略設計によって決定された路線について、第 1206 条設計業務の内容第 4 項に示す業務の内、平面線形、縦横断線形の比較案を策定し、施工性、経済性、維持管理、走行性、安全性及び環境等の総合的な検討と橋梁、トンネル等の主要構造物の位置、概略形式、基本寸法を計画し、技術的、経済的判定によりルートを中心線を決定することを目的とする。なお、設計図書に基づき中心線座標の計算を行うものとする。」
「道路予備設計（B）は道路予備設計（A）、或いは同修正設計により決定された中心線に基づいて行われた実測路線測量による実測図を用いて、第 1206 条設計業務の内容第 4 項の業務のうち、図上での用地幅杭位置を決定することを目的とする。」（国土交通省 調査業務等共通仕様書案 より）
- ・ 道路予備設計(A)では、環境アセスメントの結果が反映され、中心線が確定する。
- ・ 道路予備設計(B)では、路線測量、土質調査の結果が反映され、用地幅杭位置が確定する。

4) 詳細設計（フロー図「詳細設計 START～各協議完了」間）

・道路詳細設計の目的は「道路詳細設計は、道路予備設計（B）、或いは同修正設計（B）で確定した中心線位置、用地幅杭位置に基づき、第 1206 条設計業務の内容第 5 項に示す業務を行い、工事に必要な詳細構造を経済的かつ合理的に設計し、工事発注に必要な図面・報告書を作成することを目的とする。」

（国土交通省 調査業務等共通仕様書案 より）

・道路予備設計(A)(B)による条件に基づき、工事発注に必要な図書（設計図・数量計算書・各種報告書）を作成する。

・その後、丈量測量→用地買収と文化財等の事前調査が実施される。

②測量・地質調査

【測量：フロー図「概略設計の撮影図化、基本図の作成」「道路予備設計(A)の路線測量」「丈量測量】

各設計段階における測量方法と測量成果を表- 4.1 に示す。地形は道路構造物の種類・形状・規模をコントロールする基本的な要素であり、概略設計から予備設計・詳細設計と、道路計画の詳細度に応じて測量精度は高められる。測量の成果としては、測量精度が記述されている報告書、CAD で利用できる地形平面図、設計段階に応じた縦横断図となる。

近年、航空レーザー測量が事業の初期段階から実施されることが少なくない。この場合は、地形の標高データが高密度に整備されるため、精度の高い地形情報として設計に利用できる。なお、後述の地質調査では、安全な設計・施工の基礎資料とするため、地形判読により不安定地形要素を抽出する作業が不可欠である。航空レーザー測量に基づく DEM（数値標高モデル）を判読材料に用いて、より信頼性の高い地形評価も可能である。

表- 4.1 各設計段階における測量事項と成果資料

設計段階	測量方法	成果資料と精度
概略設計段階	既存地形図(国土地理院数値地図)利用 間接測量(空中写真測量、航空レーザー測量)	測量精度報告書 地形図 1/2000 地形標高データ
予備設計A	間接測量(空中写真測量、航空レーザー測量)	測量精度報告書 地形図 1/1000 線形縦断図 地形標高データ
予備設計B	間接測量(空中写真測量、航空レーザー測量) 実測路線測量(実測または航測図を実測路線測量で補正)	測量精度報告書 地形図 1/1000 線形縦断図・横断図 地形標高データ
詳細設計	間接測量(空中写真測量、航空レーザー測量) 地上レーザー測量、細部測量(重要構造物周辺)	測量精度報告書 地形図 1/1000～500 縦断図・横断図 地形標高データ

【地質調査：フロー図「概略設計の地質概略調査」「道路予備設計(A)の土質調査」】

地形を構成する地盤は、道路施工の難易度や施設に変状を与える要因、災害原因、道路周辺環境への影響など、道路構造物の施工性や経済性、維持、安全問題解決に重要な要素である。設計の各段階における地質調査による判定事項を表- 4.2 に示す。これらは、一般的な地質調査共通仕様書に示されている内容であり、設計段階に応じて調査・判定の高精度化が求められるのがわかる。表- 4.3 に設計・施工・維持・管理段階における、各施設に対応する主な地盤の評価対象・着目点および成果資料を示す。このように、どの段階においても地盤状況がコントロールポイントとして関与し得る。

一般に、地質調査の成果は地質調査報告書として取りまとめられ、土木地質図面の二次元 CAD データや柱状図 xml、地盤定数などが、設計において速やかに利用できる“二次利用可能”なデータとなる。しかしながら、地質調査成果の本質は、設計・施工時の留意点としての“地盤リスク”が明確に記述・図示されていることである。設計・施工図にレイヤとして重ねられることが多い土木地質図面には、この“地盤リスク”が適切に表現されていることも求められる。

一方で、地質関連学会を始めとして“3次元地盤モデル”の研究開発や議論が活発になり、地質調査業協会は CIM への対応方法や問題点・展望などを示している。 “3次元地盤モデル”は CIM における地盤情報の有効利用を促進するデータとして捉えることができる (図- 4.2)。道路事業に用いるための“3次元地盤モデル”に求められる性能は、地盤リスク情報を重要な属性として保持・表現し、設計・施工・維持管理にダイレクトに用いることが可能な 3次元 CAD データ、GIS で活用できるデータ、地盤物性 DB などが考えられる。

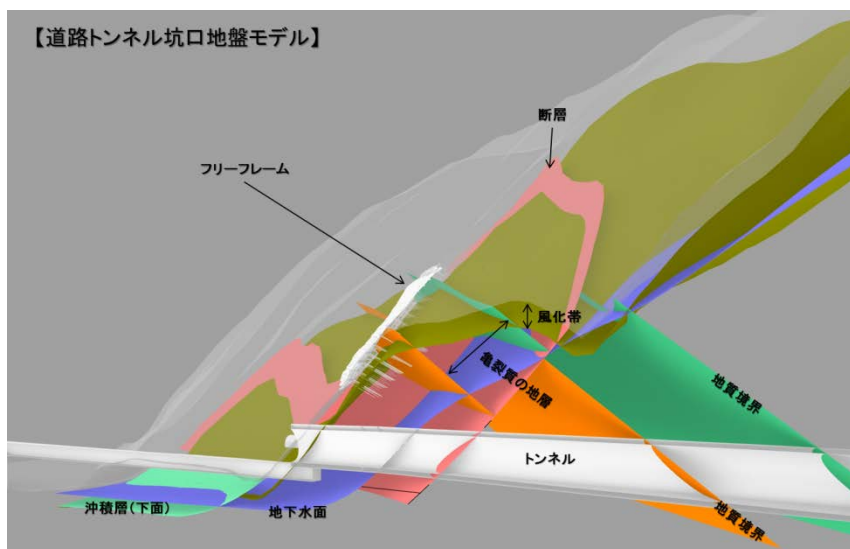


図- 4.2 3次元地盤モデルの例 (©応用地質(株) GSA(株))

参考文献

- 1) 一般社団法人 全国地質調査業協会連合会：CIM 対応ガイドブック-地質調査版-

表- 4.2 各設計段階における地盤調査事項と成果資料

設計段階	地質調査により判定する事項(事業内容に応じて変化する)	調査成果資料
概略設計段階	調査内容: 既存地質図や予察調査による概略の路線地質評価 【平面情報】 : 空中写真判読結果等による不安定地形・地質要素(斜面変動、土砂災害履歴)、液化履歴、地盤沈下、活断層、断層破砕帯、特殊地山(自然由来金属・鉱物、地質汚染)、湧水、地下水利用、油田ガス田等資源利用の有無 【断面情報】 : 平面情報を継承、各層の工学的性質	報告書 広域地質平面図 広域地質縦断面図 図面精度: 1/50000~10000
予備設計A	調査内容: 地表地質踏査により現地状況を踏まえた路線地質評価 【平面情報】 : 不安定地形・地質要素(斜面変動、土砂災害履歴)、液化履歴、地盤沈下、活断層、断層破砕帯、特殊地山(自然由来金属・鉱物、地質汚染)、湧水、地下水利用、油田ガス田等資源利用の有無 【断面情報】 : 平面情報を継承、山岳地は各種物理探査結果	報告書 道路構造が入った広域地質平面図 道路構造が入った広域地質縦断面図 図面精度: 1/5000~1000
予備設計B	調査内容: 地表地質踏査、ボーリング調査、原位置試験、土質・岩石試験、物理探査による路線地質評価 【平面情報】 : 地質構造(受け・流れ盤、不安定地質)、土質構成、不安定微地形要素、坑口評価(トンネル)、軟弱地盤、湧水、地下水利用 【断面情報】 : 平面情報を継承、路線区間毎の工学的性質、標準的法面勾配、地盤沈下予測、地盤対策工、崩壊の危険性、概略の地山分類(トンネル)、地下水位(掘削時、観測)	報告書 各種データ・資料集 道路構造が入った地質平面図 道路構造が入った地質縦断面図 図面精度: 1/1000~500
詳細設計	調査内容: 地表地質踏査、ボーリング調査、原位置試験、土質・岩石試験、物理探査による個別構造物の地質評価 【平面情報】 : 地質構造(受け・流れ盤、不安定地質)、土質構成、特殊地山の分布・評価、支持層の傾斜、不安定微地形要素、坑口評価(トンネル)、軟弱地盤、湧水、地下水利用 【断面情報】 : 地質平面図内容も継承、路線区間毎の工学的性質(定数)、標準的法面勾配、地盤沈下予測、崩壊の危険性、地盤対策工、詳細の地山分類(トンネル)、風化帯の厚さ・岩石の強度・割れ目の方向性・頻度・断層破砕帯の規模性状・土圧等(トンネル)、地下水位(掘削時、観測)、帯水層、動態観測結果(地すべり等、地下水位)	報告書 各種データ・資料集 道路構造が入った地質平面図 道路構造が入った地質縦断面図・横断面図 図面精度: 1/1000~500

表- 4.3 道路建設プロセスにおける評価対象・着目点および成果資料

道路建設プロセス	評価対象	検討内容・対策種別	地盤情報の着目点	用いる地盤調査成果
設計段階	基礎	矢板、杭、沈下、液化化対策等	支持層、液化化層、軟弱地盤、すべり深度・分布、地下水位	・地形図、地質平面図、地質断面図 ・既存資料、調査報告書
	切土・斜面	法勾配、アンカー、ロックボルト、掘削土量、法面保護工、落石防護保護工等	地盤強度、風化帯、分離面密度、断層、破砕帯、地下水位、自然由来重金属	・地形図、地質平面図、地質断面図 ・既存資料、調査報告書
	盛土	擁壁、表面保護工	支持層、すべり深度・分布	・地形図、地質平面図、地質断面図 ・既存資料、調査報告書
	斜面災害	集水井、排水工、アンカー、抑止杭、ソフト対策等	すべり深度・分布、風化層厚	・地形図、地質平面図、地質断面図 ・既存資料、調査報告書
施工段階	地盤変状	管理基準、対策工検討	変位量、既往変状履歴	・地形図、地質平面図、地質断面図 ・動態観測、既存資料、調査報告書
	盛土安定性	管理基準、対策工検討	地盤(盛土層)構成、変位量	・地形図、地質平面図、地質断面図 ・動態観測、既存資料、調査報告書
	斜面安定性	管理基準、対策工検討	地盤構成・構造、変位量	・地形図、地質平面図、地質断面図 ・動態観測、既存資料、調査報告書
	掘削土処理	管理基準、対策工検討	地盤構成・構造、自然由来重金属	・地形図、地質平面図、地質断面図 ・動態観測、既存資料、調査報告書
維持管理段階	補修	日常点検、施設劣化対策	施工面変状(地盤由来)、湧水	・地質平面図、地質断面図 ・点検帳票、既存資料、調査報告書
	防災	道路防災点検、日常点検モニタリング、斜面監視	地表変状、法面変状、湧水	・地形図、地上LP/UAV(写真測量)、地質平面図、地質断面図 ・動態観測、点検帳票、既存資料、調査報告書

③施工

施工フェイズのインプットデータは、設計図面や計画工程を含む「発注図書」、積算で求められた「契約価格」、施工条件や品質条件を明記した「特記仕様」等がある。

これらのデータを施工に使用する際には、施工着手前に現地特有の施工条件を調査してデータに加味する必要がある。施工条件には、気象、地質、地形等の自然条件、適用すべき法令、地域の道路や環境条件、調達購買条件等がある。

工事毎に異なるこれらの個別条件を検討し、受領した資料の見直しを行った後、実施工に着手する。設計フェイズで設定された与条件と現場条件の不一致については、その都度修正を行い、それに伴って施工方法や工程が変更される。これらの変更作業を極力小さくすることと、関係者にわかりやすく周知することが、データを流す上で重要なポイントとなる。

データの有効活用は、データベースの仕様、コミュニケーションツールの機能、システムの処理速度等を総合的に構築して得られるものであるが、その基礎となるのは、業務を構成するマネジメント体系と、それを動かす人的資源にある。データ・モデルにどのようなデータをどのタイミングで入出力するかは技術者の力量とシステム設計の工夫にかかっている。以下、データを使用する視点から施工フェイズにおけるデータ・モデルのあり方について考察する。

1) 施工精度を高める地形データの3次元表現

2次元の地形データを用いる場合、平面位置と縦断高さから任意の座標点を予め計算して求める必要があり、測量や丁張り設置時のミスを生じやすい。3次元地形データを用いる場合には、任意の点をダイレクトに特定できるのに加えて、測量した点をコンピュータに取り込むことによって容易にダブルチェックすることができ、測量時のミスを軽減する効果が得られる。さらに、曲線部や縦横断勾配のある線形では、2次元の地形データからの計算はかなり複雑となり、3次元データ測量との作業効率の差はさらに大きくなる。

2) 可視化して施工リスクを減らす地質データの3次元表示

地質データを正確に把握できれば、施工効率や安全性は極めて高くなる。ボーリング結果間を推定線で結んだ地層ラインをもとに地層区分や地下水位の位置を仮定して施工をすすめているのが現状であるが、長い延長に及ぶ道路工事では推定値と実際の値が整合しない箇所も生じる。地質データは、道路完成後の法面や周辺構造の耐久性にも影響を与える要因であることから、施工時に得られたデータをフィードバックして残すことも重要である。

ボーリング位置は任意点のデータであるが、対象エリアを網羅した3次元的なデータが取得できれば、施工時のリスク軽減や、完成後の道路の耐久性向上に役立つデータとなる。

3) 完成形をイメージする施工手順の3次元表示

複数の2次元図面を頭のなかで再構成して3次元の立体イメージを作り上げるには、経験を要する。立体交差のように縦断方向に2つの要素を含む場合は位置関係を理解するのはさらに困難となり、人間

の頭で理解し、伝達するためのデータ形式としては適していない。

完成形、施工手順を 3 次元で表現した場合、直感的に理解でき、すべての関係者でほぼ同じイメージを共有できる点で、優位性がある。

施工ステップを 3 次元データで時系列に表示することで、頭の中に施工順序が入り、ノウハウ、経験が重要と言われる建設工事における経験不足を補うことができるとともに、リスクが見つけやすくなり、後戻り作業を減らすことで効率化が図られる。

4) データ出来形管理と実寸の違い

構造物には出来形の基準が定められており、許容値内に収まっていけば合格となる。その場合は図面の中の数値データは変更されないまま残され、図面の数値と実測値は異なっている。出来形管理はあくまでも完成品の品質を保証して施工の対価を得るためのデータであり、維持管理を行うために残すデータではないのが現状である。

5) 維持管理フェイズにつなげるための施工履歴データの管理

維持管理フェイズにおいて施工フェイズに取得したデータの利用場面を想定した場合、構造物が破壊や損傷を受けた際に必要となる場合が多い。施工フェイズで残されるデータは、出来形や数量等の竣工書類に規定されており、施工中の履歴データに関してはほとんど残されていない。

施工中に取得される大量のデータをどのように格納するのかという課題はあるが、プロセスをきちんと整理し、コンピュータに格納するためのデータ構造を定め、必要なデータをすぐに取り出せる仕組みを構築する必要がある。

正確なデータを後工程に残すことで、維持管理フェイズにおける利用価値が高まる。そのためには、ライフサイクルに亘るプロセスフローも常に更新し最新の状態に維持していくことが重要である。

4.1.2 道路事業プロセスフロー

日本版道路モデルにおける流通すべきデータを検討するため、機能となる道路構造・施設や与条件に着目し、それぞれについて構造化分析設計技法（SADT：Structured Analysis and Design Technique）により機能分析をおこなった。この手法はシステムの記述と理解を助ける図的表記法であり、異なる機能間同士のデータ連携およびコントロール関係を明確に表現できる（図-4.3）。

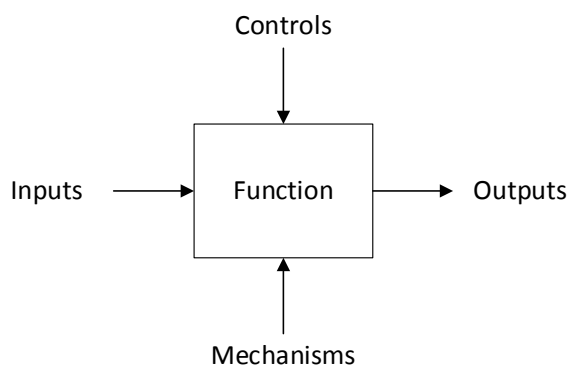


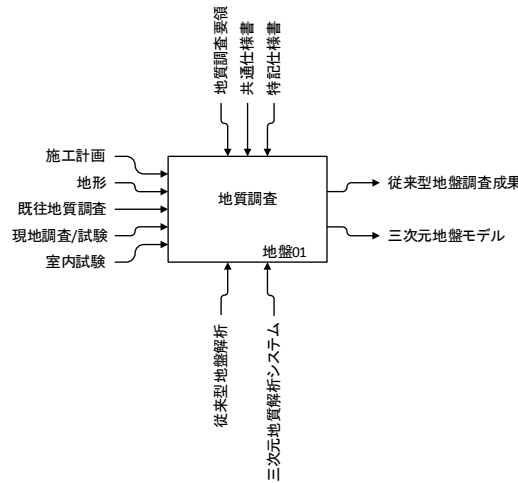
図- 4.3 SADT の基本要素

SADT は対象機能（Function）をメインボックスとし、これに対する入力（Inputs）・出力（Outputs）・制約条件（Controls）・手段（Mechanisms）を表現するものである。入力データは左から入り、右から出力データが出てその対象機能が生成するものを明確にする。対象機能の実行・構築に影響する制約条件は上部から入る。入力・制約条件を元に実行する手段・ツールは下から入る表現となる。

これら各機能の SADT 要素を前述の道路事業フローに組み込むことで、全体構造を俯瞰できる可能性が拡大する。

以下各事業別に機能分析を行い図として示した。

(1) 地質調査



【入力】

入力データとしては、施設の性能・範囲・規模などを示す施工計画、地形測量成果、既往地質調査資料、現地調査・現地試験結果、室内試験結果が挙げられる。

【出力】

出力データとしては、あえて“従来型地質調査成果”と“3次元地盤モデル”の二つに分けた。これは、“3次元地盤モデル”が研究・試行段階であるため、本来の地質調査成果（“従来型地質調査成果”）とはまだ分けて考えることが望ましい。拡張的手段として“3次元地盤モデル”が位置付けられる。

将来的に“3次元地盤モデル”がCIMで本格運用される段階で、この二つが統合されると考えられる。ただし、あくまでも“従来型地盤調査成果”で示されているエッセンスは“3次元地盤モデル”に網羅される必要があると考える。

【制約条件】

公的機関や学会・地質調査業協会より標準書として出版されている、地質調査要領が調査解析の基準となり、JIS基準に従うものが多い。一般の地質調査は、国や地方自治体などの発行する共通仕様書および特記仕様書の内容を満たす必要がある。ただし、地盤は不確実性要素を多分に持つので、仕様外の事項についても追加検討することが少なくない。この場合は、発注者と地質調査者との協議を経て適切な調査を実施する。

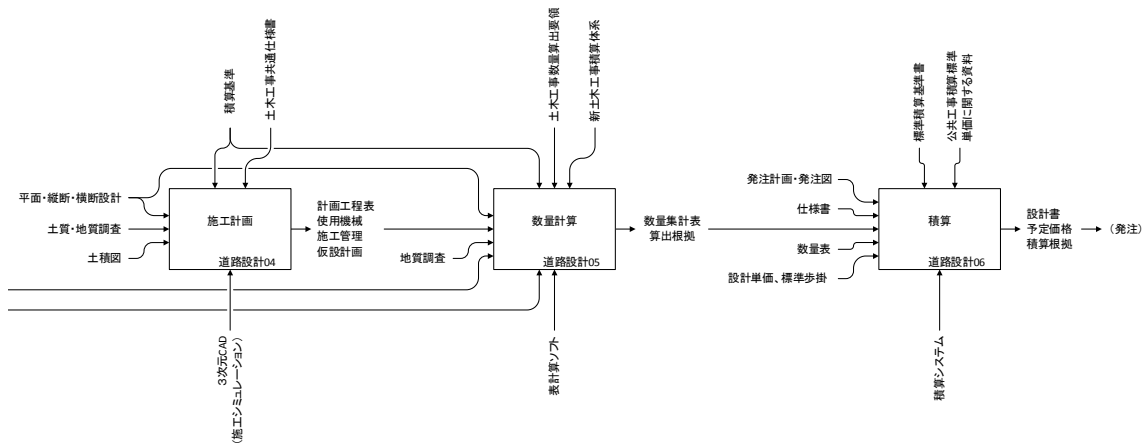
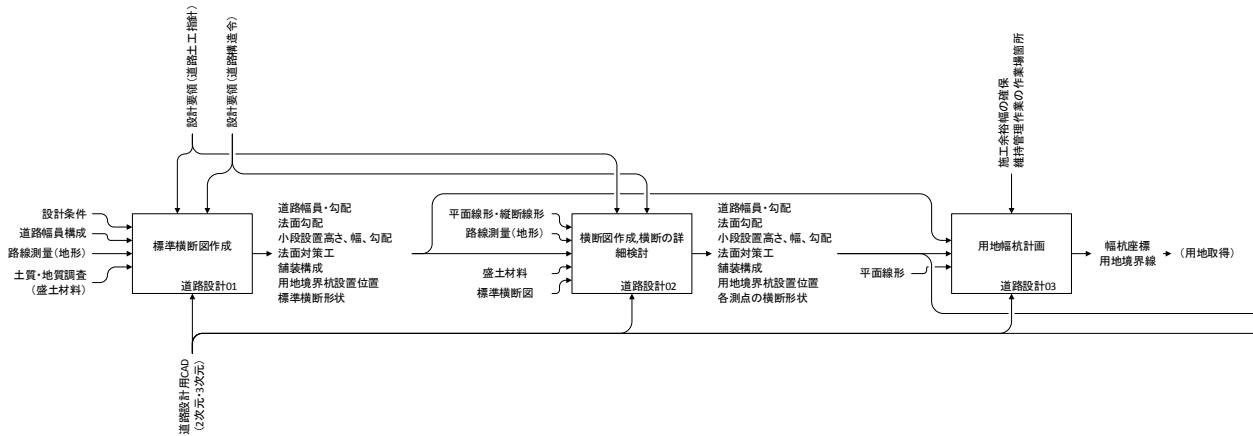
【手段】

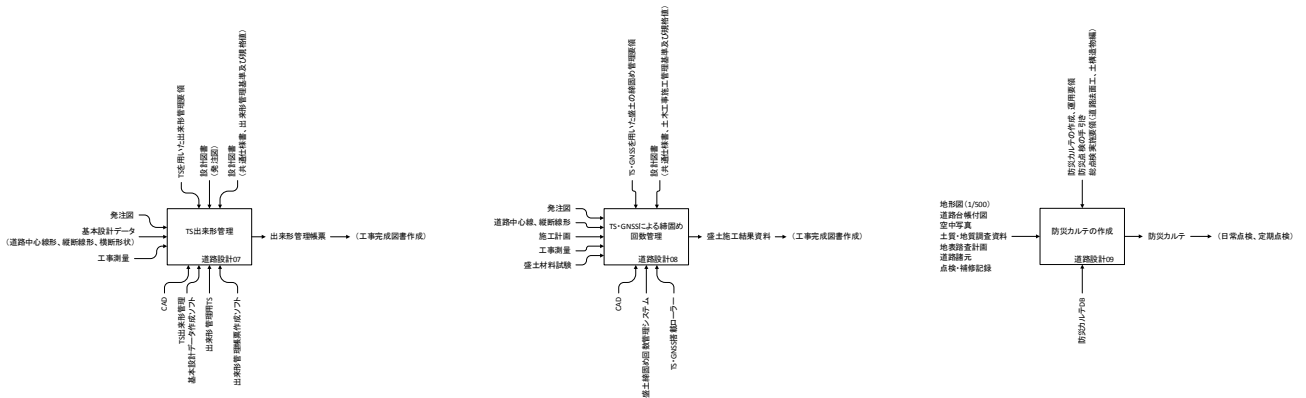
先述の“従来型地盤調査成果”を求めるための手段を“従来型地盤解析”とした。共通仕様書および特記仕様書の内容を満たし、地盤リスクに対する適切な解決策を導くために、地質調査要領に準拠し調査・解析を実施するものである。

これに対し、“3次元地盤モデル”を解析・構築するためのソフトウェアは“3次元地質（地盤）解析システム”と総称される。3次元地質解析の取り組みは十数年以上前から、民間会社、公的機関、関連学会で独自に進められ、様々なソフトウェアが存在する。ただし、“3次元地質解析システム”でできることは、各種地盤情報の分析・整理・蓄積・可視化、空間補間処理による地質分布の形状モデルや物性分

布モデル計算・可視化であり、“従来型地盤解析”の作業内容や地盤解析技術を全て補完できるものではない。また、システムを運用するためには、相応の ICT および土木地質的技術スキル双方を持ち合わせている必要がある。

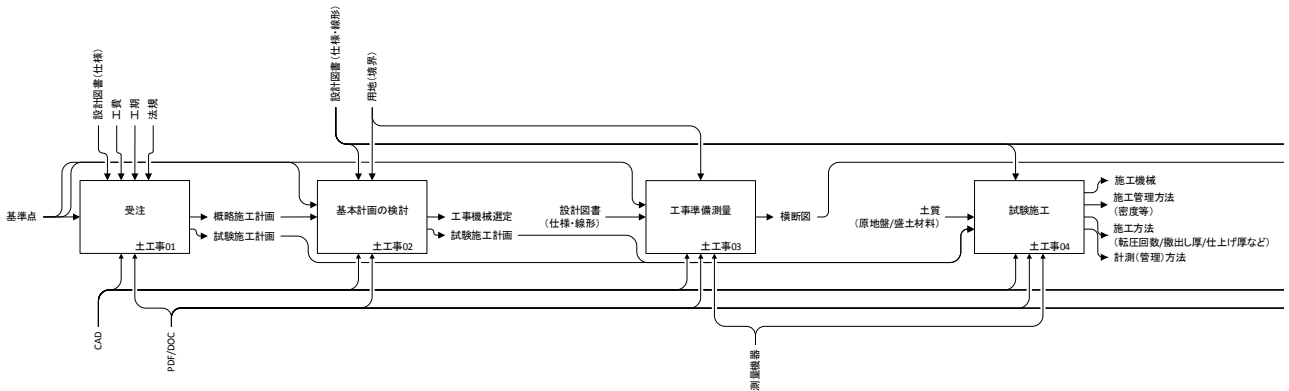
(2) 道路詳細設計

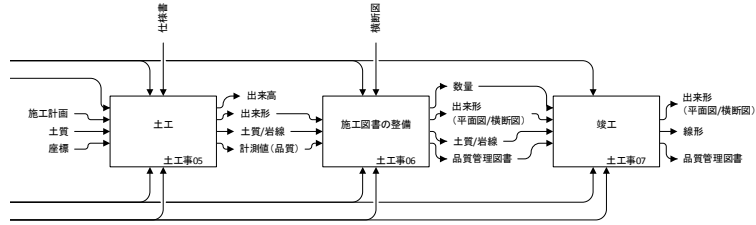




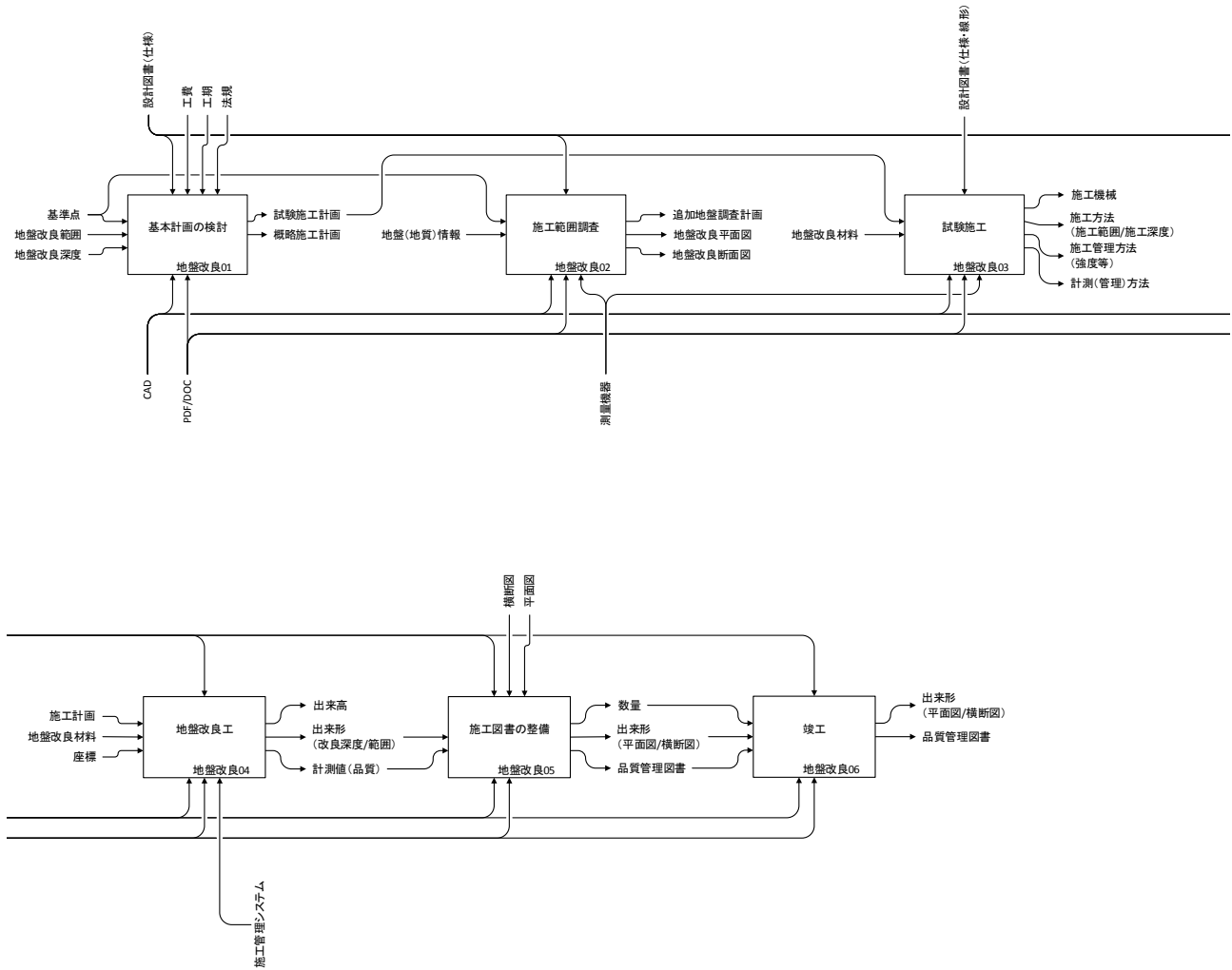
- 設計上基本となる考えを「標準横断面」として作成しその後規定された測定ごとの横断面を作成し、数量計算を実施となるのであるが、標準横断面は実在しない断面であることがあり、まず連携すべきは各横断面である。
- ただし、将来 3 次元設計→情報化施工と移行する場合、横断面をもとに道路設計を行うことから、平面・縦断・横断面の情報が統合された 3 次元図面で、設計を行うのであれば、3 次元図面を連携すればよい。
- その場合においても、設計者の整理として標準横断図的なものは必要と考えられる（照査する場合にも必要と思われる）。

(3) 土工事

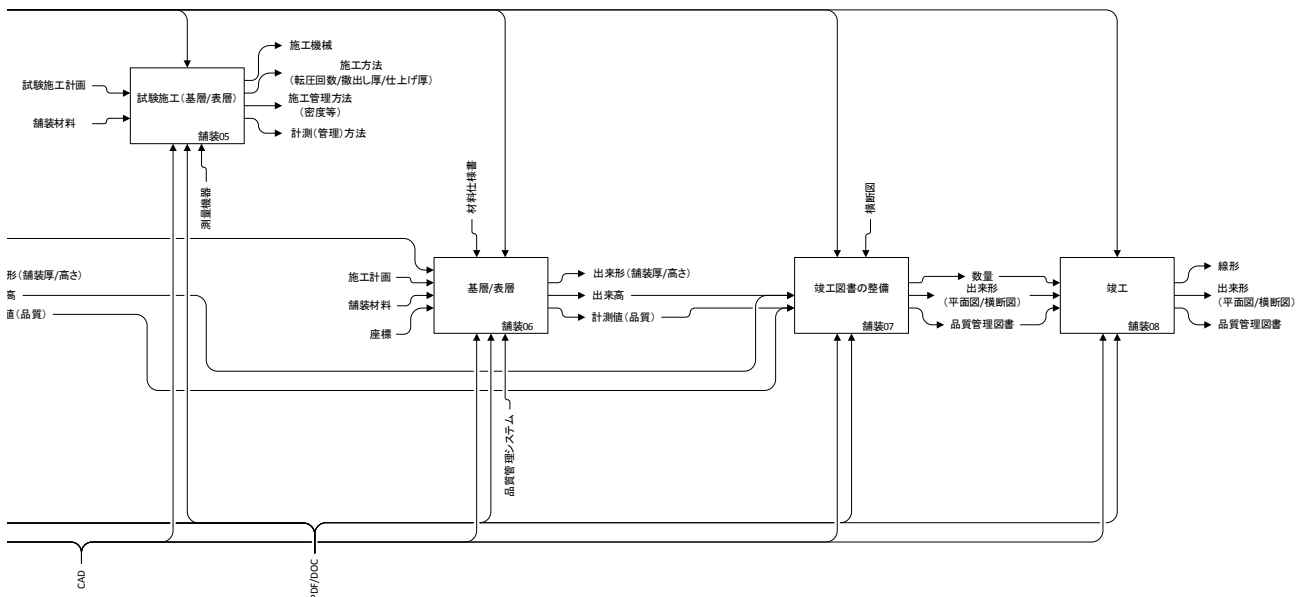
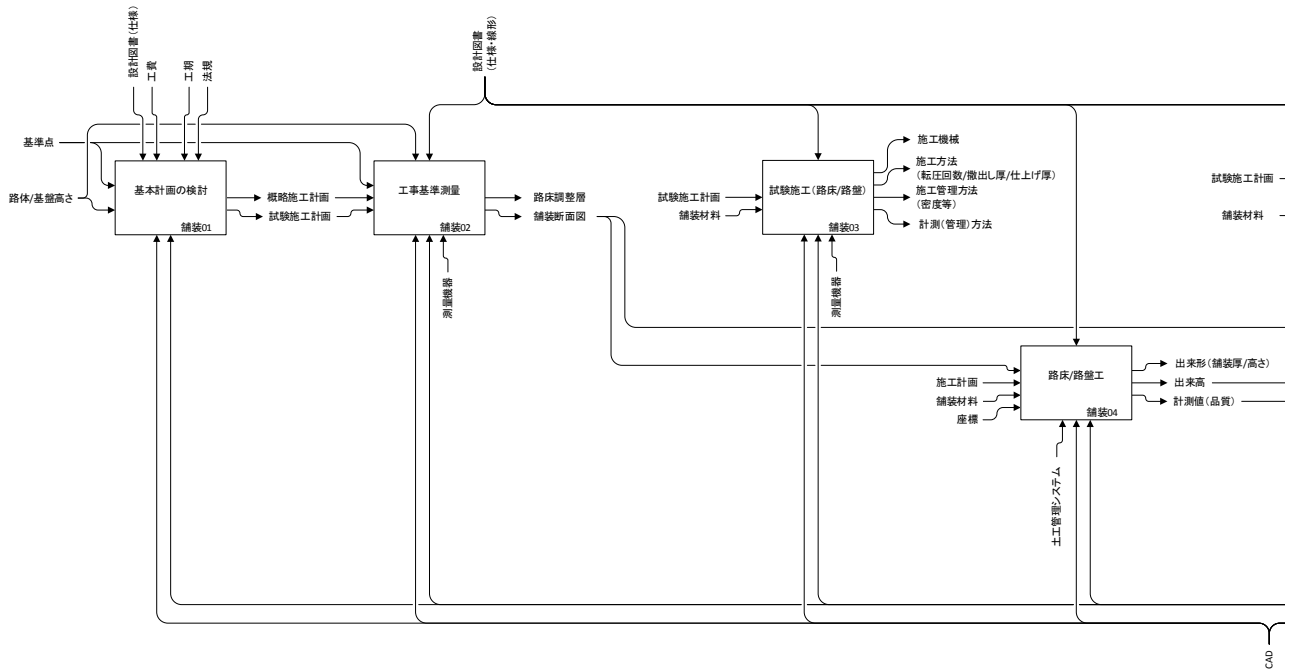




(4) 地盤改良

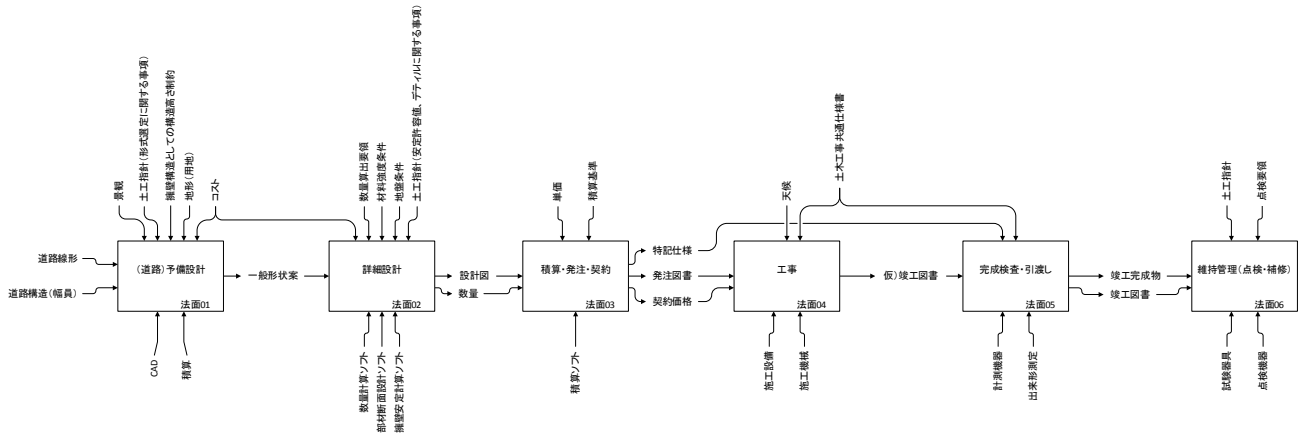


(7) 舗装



- 道路線形、幅員についても、道路詳細設計でのデータ連携することで効率化が図れる。
- 舗装設計において、道路詳細設計の図面と数量計算へ影響を及ぼす（連携が必要）。

(8) 法面



- 道路設計で確定される道路縦断、横断に依存するデータがあり、道路設計と連携すべきデータがある。
- 法面設計において、道路詳細設計の図面と数量計算へ影響を及ぼす（連携が必要）。

4.2 道路設計概念モデルの提案

4.2.1 概要

(1) 目的

道路設計概念モデル（以下、設計モデルという）は、道路事業における設計段階で作成される縦断面図および横断面図に記載される各種の設計情報を施工段階に伝達することを目的として定めたものである。

(2) 構成

設計モデルは、主として測点、縦断要素および横断要素で構成される。縦断要素は、縦断面図に記載されている設計情報を表す一連の要素で構成される。横断要素は、横断面図に記載されている設計情報を表す一連の要素で構成される。

(3) 適用範囲

設計モデルは、設計情報の伝達に適用する。道路線形を表す線形モデル、道路構造物の形状を表す物理モデルは対象外とする。

4.2.2 設計モデルと他の道路モデルの関係

設計モデルは、他に検討されている IFC-Alignment¹⁾で提案されている線形に連携する配置要素（Positioning Element）や IFC-Road で提案されている物理要素（Physical Element）との関連を想定している。Alignmet および PhysicalElement は、現在 Bulgind Smart International で検討が進められており、将来的にこれらのモデルと関連することで道路設計情報を考慮した道路に関するモデル体系を構築することを想定している。

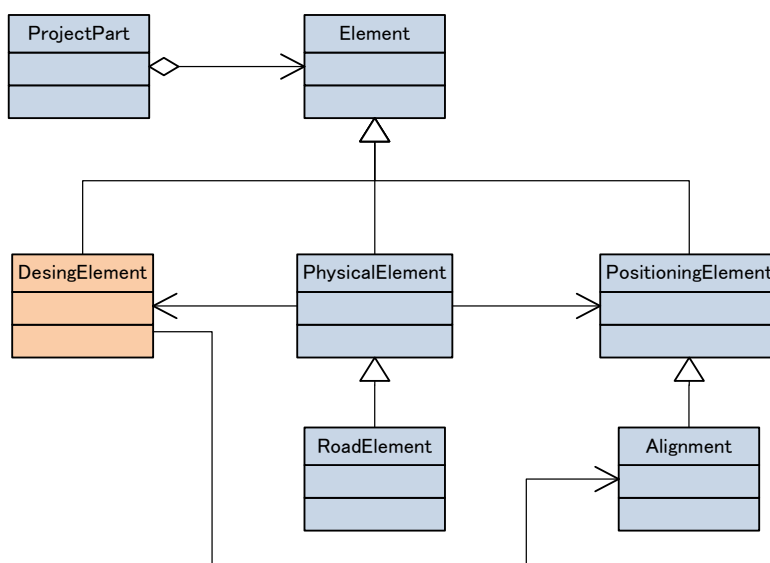


図- 4.4 他のモデルとの関係

4.2.3 用語

- ・ 他のインスタンスを参照する属性の名称には、Ref (Reference の略) を冠した。
- ・ 測点：三角点、水準点など測量をするための基準点の総称。道路モデルでは、構造物の設計・施工時の目標となるように、平面線形上に一定間隔で設置される点として定義する。縦断計画高や道路横断形状を求めるための参照点として利用する。
- ・ 追加距離：縦断測量成果における路線に沿った始点からの水平距離、並びに、各点の位置を表す表現としての直近の開始点側測点からの離れという 2 つの意味をもつ。道路モデル、後者の意味として利用し、個々の点を呼称するときには、測点番号+追加距離として表現する。
- ・ 累加距離：路線に沿った始点からの水平距離 (標)。一般的には追加距離と呼ぶが、道路モデルでは、上記の追加距離と区別するために累加距離標と呼ぶこととした。

4.2.4 設計モデルの定義

(1) UML クラス図

設計モデルに関する UML のクラス図を図- 4.5 に示す。

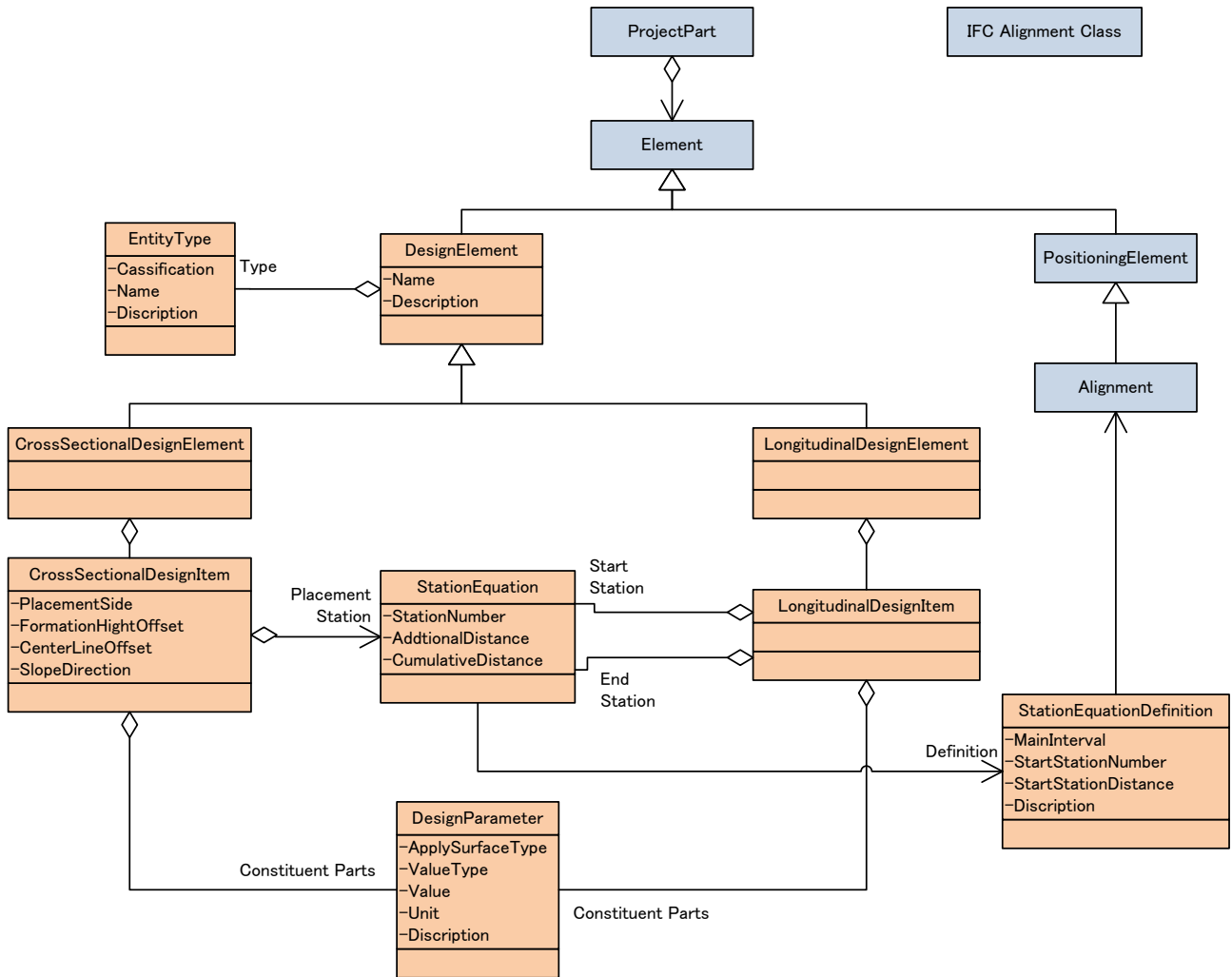


図- 4.5 道路モデルのクラス図(UML)

(2) クラス概要

a) Class DesignElement

DesignElement (設計要素クラス) は、設計モデルのすべての設計情報を表すクラスの一般化である。
このクラスでは、次の属性を定義した。

- ・ Name (名称) : Text
- ・ Description (説明) : Text

b) Class StationEquationDefinition

StationEquationDefinition (測点定義クラス) は、設計モデルの中心線形となる平面線形および縦断線形、測点間隔および開始測点を指定する。

このクラスでは、次の属性を定義した。

- ・ RefHorizontalAlinment (参照平面線形) : Alignment
- ・ RefVerticalAlinment (参照縦断線形) : Alignment
- ・ MainInterval (主測点間隔) : Real
主たる測点間隔 (測点間の距離) を与える。
- ・ StartStationNumber (開始測点番号) : Integer
設計モデルで使用する線形の開始測点番号を与える。
- ・ StartAdditionalDistance (開始点追加距離) : Real
設計モデルで使用する線形の開始点追加距離を与える。

c) Class StationEquation

StationEquation (測点クラス) は、設計情報と中心線形状の関係を表し、一般的に番号と追加距離の組合せ (例 : No.10+20) で表すが、設計情報によりその他の名称 (例 : KA1-1) で表す場合もある。

このクラスでは、次の属性を定義した。

- ・ RefStationEquationDefinition (参照測点定義) : StationEquationDefinition
- ・ StationNumber (測点番号) : Integer
- ・ AdditionalDistance (測点追加距離) : Real
- ・ CumulativeDistance (累加距離) : Real

d) Class LongitudinalDesginItem

LongitudinalDesignItem (縦断設計項目クラス) は、縦断図に記載された情報を表すクラスである。
StationEquation クラスおよび DesignParameter クラスのインスタンスを格納することで、縦断図の情報を表す。

このクラスでは、次の属性を定義した。

- ・ PredefinedType (要素タイプ) : LongitudinalDesignItemTypeEnum
- ・ RefStartStation (参照開始点要素) : StationEquation

ひとつの情報を定義する区間の開始点の要素を与える。一般的に `StationEquation` クラスのインスタンスを与える。情報がひとつの点に対して構成される場合は、参照開始点要素のみ用いる。

- `RefEndStation` (参照終点方測点) : `StationEquation`

ひとつの情報を定義する区間の終了点の要素を与える。一般的に `StationEquation` クラスのインスタンスを与える。情報がひとつの点に対して構成される場合は、参照開始点要素のみ用いる。

- `RefConstituentPart` (参照構成要素) : `DesignParameter`

e) Class `CrossSectionalDesignItem`

`CrossSectionalDesignItem` (横断設計項目クラス) は、横断図に記載された情報を表すクラスである。`StationEquation` クラスおよび `CrossSectionalDesignParameter` クラスのインスタンスを格納することで、横断図の情報を表す。

このクラスでは、次の属性を定義した。

- `PredefinedType` (要素タイプ) : `CrossSectionDesignItemTypeEnum`

- `RefPlacementStation` (参照配置測点) : `StationEquation`

- `RefConstituentPart` (参照構成要素) : `DesignParameter`

- `PlacementSide` (配置位置) : `Type`

起点方から終点かたを見て、道路中心線の右側にあるインスタンスは「right」、左側にあるインスタンスは「left」を与える。

- `FormationHeightOffset` (計画高との標高差) : `real`

計画高と `CrossSectionalDesignParameter` クラスのインスタンスの任意の基点との標高差 (鉛直方向の距離) を与える。インスタンスの基点が計画高より高い場合は「+」、低い場合は「-」を与える。

- `CenterLineOffset` (道路中心線との離れ) : `real`

道路中心線から `CrossSectionalDesignParameter` クラスのインスタンスの任意の基点までの水平方向の距離を与える。インスタンスが道路中心線の右側の場合は「+」、左側の場合は「-」を与える。

- `SlopeDirection` (勾配の向き) : `text`

中心線から外側に向かって上り勾配は「+」、下り勾配は「-」を与える。

f) Class `DesignParameter`

`DesignParameter` (設計パラメータクラス) は、縦断図あるいは横断図に記載された個々の情報を表すクラスである。

このクラスでは、次の属性を定義した。

- `PredefinedType` (要素タイプ) : `DesignParameterTypeEnum`

- `ApplySurfaceType` (適用面タイプ) : `ApplySurfaceTypeEnum`

縦断面、横断面、平面の適用面を選択する。

- `ValueType` (値タイプ) : `DesignParameterValueTypeEnum`

- `Value` (値) : `text`

- Unit (単位) : text

g) Class PavementComposition

PavementComposition (舗装構成クラス) は、横断面に記載された舗装構成を DesignParameter により表すクラスである。

このクラスでは、次の属性を定義した。

- LayerNumber (層番号) : Integer
- RefThickness (参照厚さ) : DesignParameter
- RefMaterial (参照材質) : DesignParameter

h) Enumeration CrossSectionDesignItemTypeEnum

CrossSectionDesignItem の PredefinedType は以下のリストの値を適用する。

表- 4.4 CrossSectionDesignItemTypeEnum のリスト

日本語名	英語名	摘要
横断構成グループ	CrossSectionGroup	

i) Enumeration LongitudinalDesignItemTypeEnum

LongitudinalDesignItem の PredefinedType は以下のリストの値を適用する。

表- 4.5 LongitudinalDesignItemTypeEnum のリスト

日本語名	英語名	摘要
単距離グループ	IntervalDistanceGroup	
累加距離グループ	CumulativeDistanceGroup	
地盤高グループ	GroundHightGroup	
計画高グループ	FormationHeightGroup	
切土高グループ	FillingHeightGroup	
盛土高グループ	CuttingHeightGroup	
縦断勾配グループ	LongitudinalSlopeGroup	
縦断勾配	LongitudinalSlope	
縦断曲線グループ	VerticalCurveGroup	
縦断曲線	VerticalCurve	
平面曲線グループ	HorizontalCurveGroup	
直線	Tangent	
曲線	Curve	

緩和曲線	TransitionCurve	
片勾配摺り付けグループ	SuperElevationGroup	
片勾配摺り付け	SuperElevation	

j) Enumration DesignParameterTypeEnum

DesignParameter の PredefinedType は以下のリストの値を適用する。

表- 4.6 DesignParameterTypeEnum のリスト

日本語名	英語名	摘要
単距離	IntervalDistance	縦断面
累加距離	CumulativeDistance	〃
地盤高	GroundHight	〃
計画高	FormationHeight	〃
切土高	FillingHeight	〃
盛土高	CuttingHeight	〃
変移点高	PVIElevation	〃
縦断勾配	LongitudinalSlope	〃
縦断勾配長	LongitudinalSlopeLength	〃
縦断曲線長	VerticalCurveLength	〃
縦断曲線半径	VerticalCurveRadius	〃
緩和曲線長	TransitionCurveLength	〃
曲線方向	CurveDirection	〃
クロソイドパラメータ	ClothoidParameter	〃
単曲線長	CircularCurveLength	〃
曲線半径	CircularCurveRadius	〃
直線長	Length	〃
片勾配摺り付け	SuperElevation	〃
車道	Carriageway	横断面
中央帯	CenterStrip	〃
路肩	RoadShoulder	〃
停車帯	StoppingLane	〃
歩道	SideWalk	〃
植樹帯	PlantingZone	〃
副動	FrontageRoad	〃
軌道敷	Track	〃

分離帯	Separator	〃
側帯	MarginalStrip	〃
土工施工面（盛土）	EarthWorkBaseLineFill	〃
土工施工面（切土）	EarthEorkBaseLineCut	〃
法面（盛土）	SlopeFill	〃
法面（切土）	SlopeCut	〃
小段（盛土）	BermFill	〃
小段（切土）	BermCut	〃
擁壁	RetainingWall	〃
側溝	Drainage	〃
舗装	Pavement	〃
その他	Other	〃
車線	Lane	〃
表層	Surface Course	〃
基層	Binder Course	〃
上層路盤	Base Course	〃
下層路盤	Subbase Course	〃
遮断層	Filter Layer	〃
路床	Subgrade	〃
路体	Filled Up Ground	〃
自転車道	Bicycle Track	〃
自転車歩行者道	Bicycle and Pedestrian Track	〃
幅杭	Side-width Stake	〃
路盤	SubBase	〃
建築限界	Clearance	〃
天端	Crown	〃
横断勾配	CrossSectionSlope	〃
材質	Material	〃

k) Enumeration ApplySurfaceTypeEnum

DesignParameter の ApplySurfaceType は以下のリストの値を適用する。

表- 4.7 ApplySurfaceTypeEnum のリスト

日本語名	英語名	摘要
平面	Plane	
縦断面	Profile	
横断面	CrossSection	

l) Enumeration DesignParameterValueTypeEnum

DesignParameter の ValueType は以下のリストの値を適用する。

表- 4.8 DesignParameterValueTypeEnum のリスト

日本語名	英語名	摘要
幅	Width	
勾配 (比率)	Slope.Percent	x%
勾配 (比高)	Slope.Rate	1:x
厚さ	thickness	
テキスト	text	
要素参照	RefEntity	
長さ	Length	
高さ	Height	

4.2.5 適用案

(1) 概要

実構造物の縦断図および横断図を用いて、設計モデルのクラス図が実設計に適用可能か確認した。縦断図および横断図を資料に示す。なお、横断図は測点番号 No.2 の横断図を用いるものとした。

本報告ではインスタンスの記述は STEP-P21 の書式を用いた。なお、インスタンス間の参照は、参照先のインスタンスを分かりやすくするためにインスタンスの名称を () 内に記述するものとした。

(2) StationEquationDefinition のインスタンス

StationEquationDefinition のインスタンスは、名称を「線形定義#1」として Alignment モデルの平面線形と縦断線形を参照することを想定した。主測点間隔を 20m、開始測点を No.0+0.0 とした。

(3) StationEquation のインスタンス

StationEquation のインスタンスは、縦断図に記載されている測点に加えて、片勾配摺り付けの勾配変化点を加え 136 個定義した。

4.2.6 縦断要素

(1) 基本的な考え方

縦断要素のインスタンスの基本的な考え方は、縦断図の帯に記載されている個々の値を DesingParameter のインスタンスで表し、縦断図の帯の各項目をグループとして LongitudinalDesingItem のインスタンスで表した。

(2) 距離および高さ

単距離、累加距離、地盤高、計画高、切土高、盛土高の各項目を帯の横方向にグループ化し、LongitudinalDesingItem のインスタンスで表した。

(3) 縦断勾配

縦断勾配に関する情報は、勾配変移点間をひとつの区間とし、各区間をグループ化して LongitudinalDesingItem のインスタンスで表した。

(4) 縦曲線

縦曲線に関する情報は、縦曲線を個々に定義し、各縦曲線をグループ化して LongitudinalDesingItem のインスタンスで表した。

(5) 曲率

曲率の情報は、曲率変移点間をひとつの区間とし、各区間をグループ化して LongitudinalDesingItem

のインスタンスで表した。

(6) 片勾配摺り付け

片勾配摺り付けの情報は、片勾配変移点をひとつの区間とし、各区間をグループ化して `LongitudinalDesingItem` のインスタンスで表した。

4.2.7 横断要素

横断要素のインスタンスの基本的な考え方は、横断図に記載されている個々の値を `DesingParameter` のインスタンスで表し、横断構成を `CrossSectionalDesingItem` で表した。

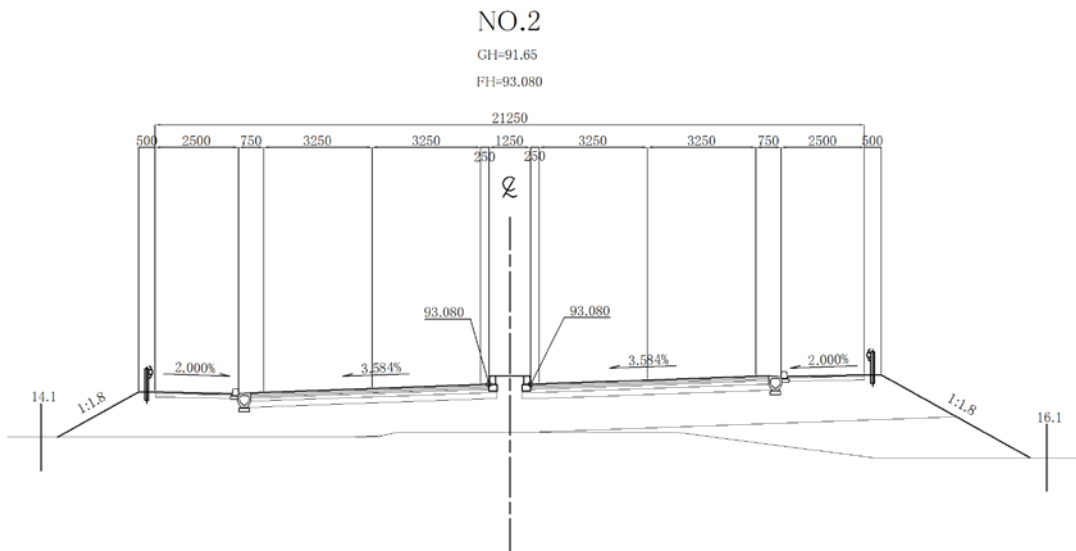


図- 4.6 横断図

参考文献

- 1) buildingSMART Model Support Group : P6 IFC-Alignment – Conceptual Model,
<http://www.buildingsmart-tech.org/infrastructure/projects/alignment>、(2015年2月入手)
- 2) 国土技術政策総合研究所 : 3次元設計データ交換標準 (素案)、
<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/information/> (2015年2月入手)

4.3 課題：拡張すべき方向性モデルの提案

4.3.1 本モデルでの課題

本モデルの今後の課題としては、以下が挙げられる。

① 3次元幾何形状中心のモデルとの整合

韓国のモデルは、従来からの IFC のモデルと同様に形状を中心したモデルであるが、道路等の線形構造物のように設計意図をモデル化した部分との整合を図る必要がある。一つの視点としては、事業の進捗度や構造物や部品の種類に応じて本検討のモデルで記述する部分と韓国モデル的な記述を行う部分とを棲み分ける方法が考えられる。

② ネットワークモデル

社会インフラ施設は網を形成することにより機能を発揮する。このため、インフラ施設をモデル化する上でネットワークを表現することは欠かせないため、今後の検討で取り入れていく必要がある。

③ 地理情報モデルとの整合性。

土木構造物は、完成後は地物となるため地理的な情報モデルへデータ変換することが想定される。地理情報モデルとの統合的なモデルは現在、IFC と OGC の間で協力関係が構築されており近い将来その方向性が示されると考えられるため、その動向について注視していく必要がある。

4.3.2 今後のモデルの考え方

本研究においては、主に IFC の考え方によって、モデル化の検討を行った。しかし、この分野でモデル化では OGC による InfraGML も存在している。OGC のモデルは地理情報モデルを基礎としており、IFC の工業製品の記述を基礎とするものとはその考え方を異にしている。先にも述べたように土木構造物は完成後は地物となる側面も有しており、GIS 等で扱えるデータの機能も無視できないものと考えられる。IFC と OGC は連携しているもののその対象とする範囲や考え方が異なり、近々に統合的なモデルが両者から出てくることは考え難い。しかし、日本においては本格的な維持管理が主流となる時代が到来しており、インフラ建設の全てのライフサイクルを通して使用できるモデルが望まれている。よって、今後は、IFC と OGC の基本クラスを踏襲して、日本での使用に合わせるための拡張について検討し、国内のニーズに合わせた統合的なモデルを構築することが考えられる。

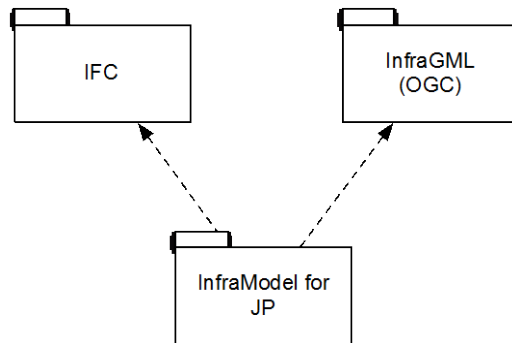


図- 4.7 将来的な統合モデル構成のイメージ

表- 4.9 使用参照の考え方

事業フェーズ	線的(面的)構造物	点的構造物
企画調査	InfraGML	InfraGML
概略設計	InfraGML	InfraGML
予備設計	InfraGML,IFC	IFC
詳細設計	InfraGML,IFC	IFC
維持管理	InfraGML,IFC	InfraGML,IFC

※InfraGMLは、OGCによるモデル

5. まとめ

本委員会は、国内での CIM の利用拡大が進む中、データ共有を容易にするデータモデルの検討と、国際的に活発に社会基盤モデルの標準化が論議されている buildingSMART(Infra Room)への国内意見の提案を行う目的で活動を進めてきた。CIM で取り扱う工種や構造物は多岐にわたるが、道路や橋梁、トンネルといった土木構造物の特徴である線形構造物に関して検討を行うこととした。この背景には、buildingSMART でも社会基盤のプロダクトモデルの標準化への関心が急激に高まり、OpenINFRA 部会が出来て活動が活発化してきており、その中でも Infra Room における線型モデルの標準化の取り組みに対し、国内の対応を行う必要があったことも大きな要因であった。この Infra Room では線形の標準化とともに道路のモデル構築も実行されつつあり、これらの要因から当小委員会も「道路モデル」に関する検討とそのデータ交換を念頭においた概念モデルの構築を当面の目標とした。

小委員会における「道路モデル」の検討は、国内の既存モデルとして「TS 出来形管理」などでも参照されている国総研モデル (LandXML をベースとしたモデル) とともに齟齬の無いモデルであるとともに、道路プロジェクトの携わるアクター (計画・設計・施工・維持管理に携わる人々、およびシステム) 間でデータ交換を論理的、且つ必要十分な情報を交換できる標準的なモデルを構築する事を目標とした。さらに、このモデルは buildingSMART(Infra Room)において標準化が進められつつある道路モデルとの親和性も高いものとする事を目標とした。このために、国内の道路プロジェクトを詳細に分析し、日本版ユースケースの作成、IDM(Information Delivery Manual)、その成果を基にモデル検討を実施した。

以上の小委員会活動により、以下の成果を得ることが出来た。

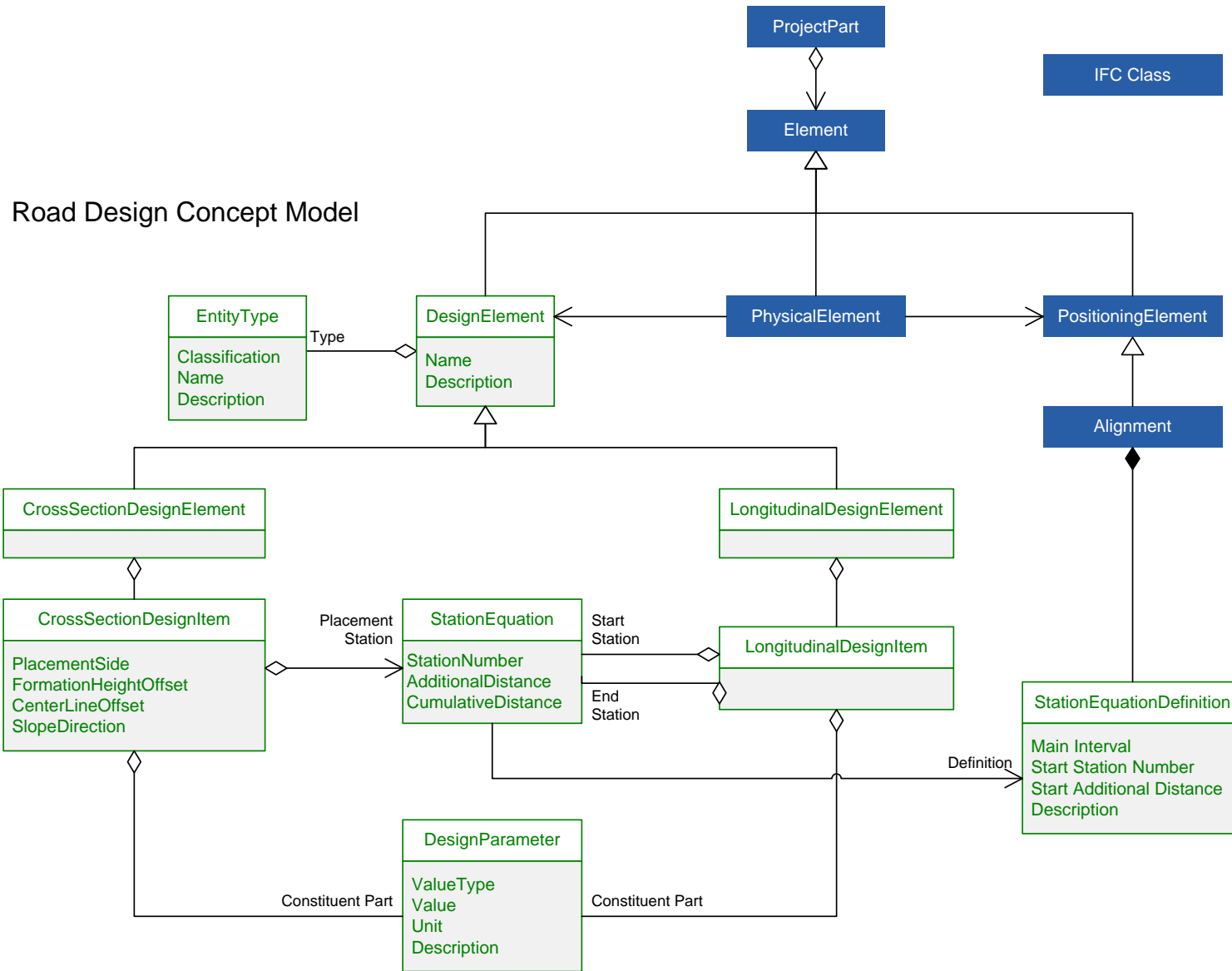
- ① 国内の道路プロジェクトのユースケースの検討
- ② 国内の道路プロジェクトの IDM の作成
- ③ 道路設計概念モデル(α版)の作成
- ④ buildingSMART の日本支部のサポート
- ⑤ buildingSMART の OpenINFRA 部会 Infra Room における国内意見の反映

上記①～③までは本委員会の成果として報告書にまとめる。特に③に関してはモデル自体の有用性は、buildingSMART(Infra Room)における道路モデルの実質的な開発を行っている韓国 KICT とのミーティングも開催し、意見交換を行った上でその有用性を確認することが出来た。また今後は、線形構造物は道路のみならず鉄道モデルの構築も開始される予定であるが、これらは OGC とのさらなる協調も必要で、国際的なモデル構築のメンバーは GIS には強いが土木の構造物 (施工を含めたプロジェクトの実施) には弱いことから、本委員会での様々なメンバーによる検討結果は、国内のみならず buildingSMART に対して、有効な情報発信となるものと考えられる。

6. 添付資料

道路設計概念モデル（基本構成／拡張）

道路工事のデータ連係（IDM）



Road Design Concept Model

