

インフラアセット情報連携標準化検討小委員会

成 果 報 告 書

2021 年 7 月

社会基盤情報標準化委員会

インフラアセット情報連携標準化検討小委員会

— 目 次 —

はじめに	1
第1章 活動概要	2
1.1 小委員会設置の背景	2
1.2 検討テーマ	3
1.3 検討体制	3
1.4 本報告書の構成	3
1.5 用語	4
1.6 参考文献	5
第2章 活動内容	6
2.1 活動内容	6
2.2 活動実施フロー	7
2.3 活動スケジュール	8
第3章 国内外の橋梁 BIM/CIM モデルおよび共通データ環境等の現状把握	9
3.1 概要	9
3.2 国内外の橋梁 BIM/CIM モデルの現状把握	9
3.3 国内外の既存の共通データ環境運用の事例などの現状把握	19
3.4 まとめ	24
3.5 参考文献	25
第4章 橋梁の維持管理に必要な形状情報・属性情報の標準化検討	27
4.1 概要	27
4.2 維持管理のための形状情報および属性情報の特定	27
4.3 キーとなる情報の格付け（セキュリティレベル）などの整理の仕方検討	37
4.4 まとめ	42
4.5 参考文献	42
第5章 インフラセット情報の流通	43
5.1 概要	43
5.2 情報流通のための共通データ環境（CDE）の検討	43
5.2.1 PAS1192	43
5.3 情報インフラの観点からビジネスモデルとして成立する情報流通の仕組検討	48
5.4 まとめ	52
5.5 参考文献	52
第6章 インフラセット情報の流通のケーススタディ	54
6.1 概要	54
6.2 設計から維持管理までの情報連携・流通のケーススタディ	55
6.3 ケーススタディのシミュレーション動画	57

6.4 まとめ.....	58
6.5 参考文献.....	59
第7章 まとめ.....	60
おわりに.....	63

附属資料目次

A.1 国内外の BIM/CIM 文献一覧.....	A.1
A.2 岐阜新川橋の情報プラットフォーム.....	A.2
A.3 岐阜新川橋の 7D モデル.....	A.3
A.4 岐阜新川橋桁端部のパノラマカメラ活用による維持管理.....	A.4
A.5 岐阜新川橋の運用シミュレーション動画.....	A.5

はじめに

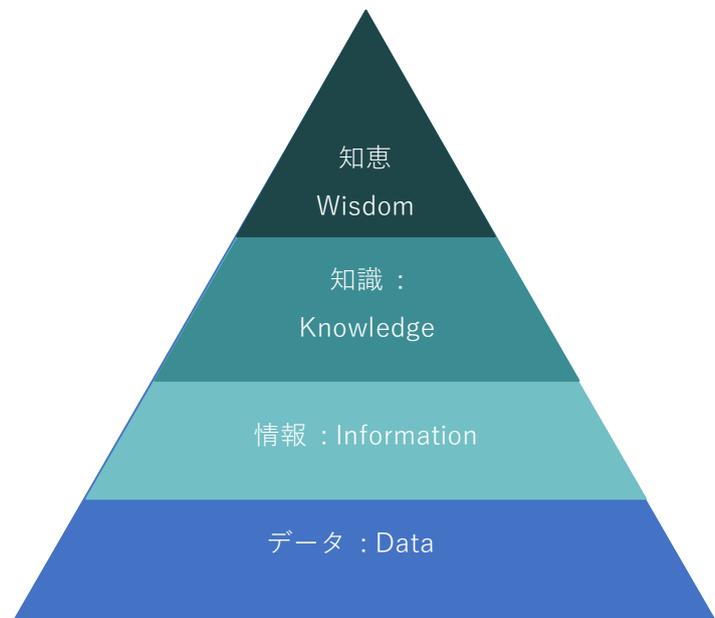
日本政府が策定した第5期科学技術基本計画で提唱された社会システムである「Society 5.0」において、人工知能（AI）やロボット技術の利活用が軸となる第4次産業革命がもたらす変革に耐えうる社会システムの構築が急務となっている¹⁾。この第4次産業革命は今日ではDX（Digital Transformation）として広く認知されるようになり、情報分野のみならずあらゆる分野においてDXの動きが加速している。DXの目的は、デジタル化されたデータを効果的に利活用することで新たな価値を創出し人々の生活をより良いものに変革することであり、インフラアセットマネジメントの分野においても、インフラアセット情報を利活用することで生産性の向上を目指す動きが加速している。

デジタル化されたデータから新たな価値を創出するための代表的な考え方として、右図に示す「DIKWピラミッドモデル」を用いたデータの階層化がある。全ての礎となるものがデータ（Data）であるが、このデータ自体はあまり意味を持たない。このデータを組み合わせて意味を持たせたものが情報（Information）であり4W

（Who What Where When）に対する答えとなりうる。この情報をさらに組み合わせて分析し体系化しHowに対する答えとなりうるものが知識

（Knowledge）である。さらに知識を組み合わせてWhyに対する答えとなりうるものが知恵（Wisdom）となる。DXの実現においては、これら分類された「DIKW」を流通させることで、新たな価値（Value）の創出を促進することが重要である。

本委員会の活動を通じたインフラアセット情報の標準化の推進が、情報の流通と利活用を促進し、インフラアセットマネジメント分野におけるDX実現のための一助となることを大きく期待している。



東海国立大学機構 岐阜大学 情報連携推進本部 教授
村上 茂之

第1章 活動概要

1.1 小委員会設置の背景

2012年に国土交通省によって提言された建設業務の効率化を目的とした取り組みであるCIMの当初の定義は、「Construction Information Modeling」であり、建築分野で進められていたBIM（Building Information Modeling）に倣って開始された。BIMと同様に、3次元モデルを中心に関係者間で情報共有することで一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るものとして取り組まれてきた。2018年には、国土交通省から、国際標準化の動向を踏まえてBIM（Building Information Modeling）とCIM（Construction Information Modeling / Management）の概念を改め、地形や構造物などの3次元化全体を「BIM/CIM」として名称が統一された。運用面においても3次元モデルの実施目的、使用ソフトウェア、詳細度（L.O.D）等を分析され、『CIM事業における成果品作成の手引き（案）』や『CIM導入ガイドライン（案）』等の基準類や要求事項（リクワイヤメント）の改善、拡充に向けた提案事項をとりまとめられ、急速に普及しつつある。しかしながら、主要先進国のようにBIM/CIMに適した建設ワークフローへの業界全体の業務変革には至っていない。要因のひとつとして、運用関係者の情報セキュリティポリシーが異なりデータ等の情報を関係者間で共有することに極めて抵抗があることが考えられる。すなわち建設ライフサイクル全体におよんで情報が流通できておらず、BIM/CIMのメリットが最大限に活かしきれていないのが現状である。

インフラアセット情報連携標準化検討小委員会（以下、本小委員会）では、橋梁構造物を対象に効率的な維持管理の実現を目的として、国内外の既存の共通データ環境運用事例を踏まえつつ、属性情報・形状情報のキーとなる情報項目を明らかにし、標準化を検討するとともに、それらの情報が設計段階から維持管理段階に至る各フェーズにおいて流通する仕組みを検討する。また、情報を流通させるために切り離して考えることはできない、情報保有者の権利および利益確保を担保する情報セキュリティポリシーや、共通データ環境の整備の検討を行う。また、標準化された情報が実際に運用されるために最も必要な情報インフラの運営方法を念頭にして、情報流通の仕組みの検討を同時に行う。

したがって、本小委員会の活動は、橋梁のアセットマネジメントの具体的な運用に大きく寄与する。さらに、以下に資すると考えられる。

- ① 事業者、設計者、施工者が、標準化された橋梁の維持管理に資する形状情報・属性情報を共有できることで、資産価値の決定が可能となり、それによる保全計画の説明責任が果たせる。
- ② 情報インフラの視点を運営方法に導入して、コストリカバリーを含めた社会的ビジネスモデルを検討することで、維持管理のトータルコストの低減が図られる。

1.2 検討テーマ

社会基盤インフラのアセットマネジメントに資する情報連携および情報流通手法の標準化

1.3 検討体制

委員長	津田 久嗣	(株) IHI インフラシステム BIM 推進部	部長
委員	村上 茂之	岐阜大学 情報連携統括本部	教授
	有賀 貴志	(一社) buildingSMART Japan 土木委員会 インフラストラクチャ小委員会 株式会社コンポート	小委員長 代表取締役
	加古 裕二郎	神戸市 建設局 道路部 計画課	計画課長
	新田 耕司	中央復建コンサルタンツ (株) 総合技術本部 社会インフラマネジメントセンター	センター長
	田垣 欣也	(株) 竹中工務店大阪本店設計部 構造部門 構造 5G	課長
	田嶋 聡司	富士通 (株) 社会インフラビジネスグループ 第四システム事業本部 第一システム事業部 第四システム部	マネージャー
事務局	原 直人	(株) IHI インフラシステム BIM 推進部	主査

※ 所属は 2020 年 4 月当時のものを示す。

1.4 本報告書の構成

本報告書は、全 7 章と付録で構成する。参考文献は、章ごとに参照することとした。

第 1 章（本章）では、本小委員会の背景、検討のアプローチを述べる。

第 2 章では、本小委員会の活動内容について述べる。

第3章では、国内外の橋梁 BIM/CIM モデルおよび共通データ環境等の現状把握について述べる。

第4章では、橋梁の維持管理に必要な形状情報・属性情報の標準化検討について述べる。

第5章では、インフラセット情報の流通について述べる。

第6章では、インフラセット情報の流通のケーススタディについて述べる。

第7章では、結論を述べる。

附属資料として、国内外の BIM/CIM 文献一覧、岐阜新川橋の情報プラットフォーム、岐阜新川橋の 7D モデル、岐阜新川橋桁端部のパノラマ画像ビューア活用による維持管理、および、岐阜新川橋の運用シミュレーション動画を示す。

1.5 用語

1.5.1 BIM、CIM、BIM/CIM

Building Information Modelling の略。国土交通省は、2012 年に土木分野に適用する BIM として CIM (Construction Information Modelling) を提唱した。しかし、CIM は日本独自の表現である。欧米では、土木を含めたインフラ分野における BIM として BIM for Infrastructure、InfraBIM と称することが多い。このことから、2018 年度より国土交通省では BIM/CIM と表記し始めた。本報告書では、これらの用語で表す概念をすべて BIM/CIM と表すこととする。

1.5.2 BIM/CIM モデル

BIM/CIM モデルは、実構造物をコンピュータ空間上にオブジェクトとして再現するもので、オブジェクトの形状を表す 3 次元の幾何形状、オブジェクトの特性を表す属性で構成するものである。

1.5.3 詳細度 (L.O.D)

BIM モデルの詳細度のことで、LOD100、LOD200 と表記される。詳細度とは形状や寸法の細かさおよび属性情報の内容をさし、数値が大きくなるほど詳細度があがる。LOD100 が計画図程度、LOD200 が基本設計図程度、LOD300 が実施設計図程度、LOD400 が施工図程度、LOD500 が竣工図程度と言われているが、国内では統一された明確な定義が定め

られているわけではない。

1.5.4 アセットマネジメント

建設業界においては、道路や橋梁などの公共施設について、将来的な損傷・劣化等を予測・把握し、最も費用対効果の高い維持管理を行う考え方がある。つまり、施設が壊れてから修理するのではなく、定期的に維持管理して施設を長持ちさせよう、という考え方。

事業を資産としてとらえ、構造物の状態を客観的に把握・評価し、中長期的な資産の状態を予測するとともに予算制約の中でいつどのような対策をどこに行うのが最適であるのかを考慮して構造物を計画的かつ効率的に行うこと。

1.5.5 共通データ環境 (CDE)

建築生産ライフサイクルにおいて設計・施工・製造・運用・維持管理など各段階の関係者が、設計・施工情報（二次元、三次元、その他関係情報）を共有し受け渡すための環境。情報共有やデータ交換を円滑化する約束事や手順、システム要件などを含む。クラウド・サーバーを介して実行され、関係者の実行記録や承認フローが明確化できる。

1.5.6 7D

多次元 BIM の概念は、3次元の座標情報を扱う 3DBIM から出発し、次元(Dimension)を一つずつ加算していく。たとえば 4D、5D、6D はそれぞれ 3D に時間軸、コスト軸、環境・安全軸をプラスしたものである。この次元までは、主に設計・施工段階において活用するものであり、建設施工者のメリットが大きい。一方で、7D は構造物完成後の運用や維持管理に関する軸をプラスし、FM (Facility Management) 領域において BIM を活用しようとするものである。この次元は、ライフサイクルコストの削減やエネルギーマネジメントの改善に大きく寄与することができるとされ、これは建設施工者だけではなく発注者のメリットも大きい。

1.6 参考文献

- 1) 国土交通省：CIM 導入推進委員会、<<https://www.mlit.go.jp/tec/it/index.html>>、（入手 2021.1.30）
- 2) 国土交通省：「BIM/CIM ガイドライン（案）第 1 編共通編」、2021.3

第2章 活動内容

2.1 活動内容

2.1.1 活動内容（1年目）

■ Work Package1 (WP1) :

国内外の橋梁 BIM/CIM モデルおよび共通データ環境等の現状把握

WP1 は、WP2 以降の検討の方向性を明らかにするため、既存の事例調査および、既存データ活用の精査など現状把握を行う。

- ・ WP1-1：国内外の橋梁 BIM/CIM モデル の現状把握
- ・ WP1-2：国内外の既存の共通データ環境運用の事例などの現状把握

■ Work Package2 (WP2) : 橋梁の維持管理に必要な形状情報・属性情報の標準化検討

WP2 は、橋梁の効率的な維持管理を実現するために、形状情報・属性情報のキーとなる情報項目を明らかにする。

- ・ WP2-1：維持管理のための形状情報および属性情報の特定
- ・ WP2-2：キーとなる情報の格付け(セキュリティレベル)など整理の仕方検討

2.1.2 活動内容（2年目）

■ Work Package3 (WP3) : インフラアセット情報の流通

WP3 は、WP2 の標準化検討を継続しつつ、情報インフラの運営方法を念頭にした共通データ環境の検討および情報流通の仕組みを構築する。さらには、費用対効果を考慮した社会的ビジネスモデルの検討も同時に行う。

- ・ WP3-1：WP2 の標準化検討の継続・深化
- ・ WP3-2：情報流通のための共通データ環境（CDE）の検討
- ・ WP3-3：情報インフラの観点からビジネスモデルとして成立する情報流通の仕組み検討

■ Work Package4 (WP4) : ケーススタディ

WP4 は、WP1 から WP3 の作業結果を、設計から維持管理まで実際に情報の流通を実装するケーススタディを行い報告書としてとりまとめる。

- ・ WP4-1：設計から維持管理までの情報連携・流通のケーススタディ
- ・ WP4-2：ケーススタディの結果を元にしたシミュレーションデモ動画の作成

2.2 活動実施フロー

小委員会における活動実施フローを図 2-1 に示す。

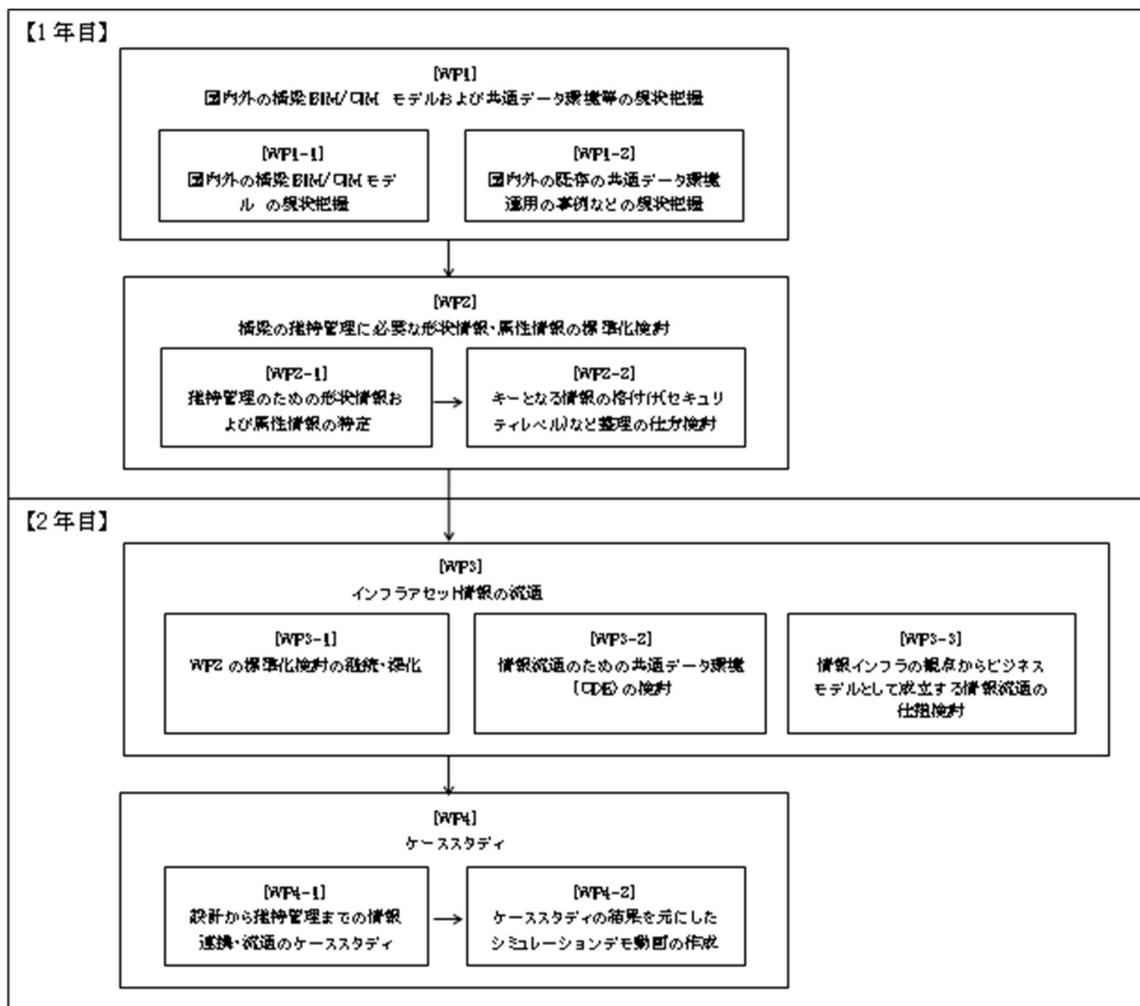


図 2-1 活動実施フロー

2.3 活動スケジュール

小委員会の活動スケジュールを以下に示す。

表 2-1 活動スケジュール

	第1期						第2期																	
	2019			2020			2020			2021														
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
WP1																								
WP1-1																								
WP1-2																								
WP2																								
WP2-1																								
WP2-2																								
WP3																								
WP3-1																								
WP3-2																								
WP3-3																								
WP4																								
WP4-1																								
WP4-2																								
小委員会 開催																								
小委員会 報告																								

第3章 国内外の橋梁 BIM/CIM モデルおよび共通データ環境等の現状把握

3.1 概要

本章では、最初に国内外の橋梁 BIM/CIM モデルの現状把握のために、アセットマネジメントという視点から、「建設」(事例 1)と「維持管理」(事例 2)の異なるフェーズの事例を紹介する。

「建設」のフェーズでは、国内の橋梁 BIM/CIM モデルを運用する中で活用効果を高い契約方式として期待される ECI 方式についてその概要を示す。BIM/CIM はその活用効果を高めるためにフロントローディングやコンカレントエンジニアリングを推進する必要があるとされるが、これらを実現するためには、施工者が設計段階から検討に加わることができる ECI 方式は期待される契約方式である。次に、「維持管理」のフェーズとして、平成 26 年 5 月策定の「国土交通省インフラ長寿命化計画(行動計画)」に基づき、国土交通省は、施設分野ごとに社会資本の基本情報および維持管理に関する情報を集約し、分野ごとのデータベースを構築し、社会資本情報の分野横断的な「見える化」を図るために試行する国土交通データプラットフォームについて紹介する。その上で、「建設」フェーズと「維持管理」フェーズの情報を明確にする。国際社会の状況としては、建築及び土木工事に関する情報の統合及びデジタル化が標準化されている ISO19650 シリーズを紹介する。そのフェーズは多岐にわたり、企画、設計、エンジニアリング、開発、文書化および建設、日常の運用、メンテナンス、改修、修理、および耐用年数を含む、あらゆる建設資産のライフサイクル全体に適用される。

次に、既存の共通データ環境運用の事例の現状把握について示す。国外での動きとして、BIM 活用は、建設需要の高い中国をはじめとするアジア地域と確実な実利と環境問題の解決を期待している欧米で特に進んでいる。政府主導による公共事業の運用のための活用が活発な欧米諸国の BIM に関する取組みを紹介する。国内の動向は、国土交通省と経済産業省が考える戦略的なインフラメンテナンスの考え方を示す。

3.2 国内外の橋梁 BIM/CIM モデルの現状把握

3.2.1 はじめに

本節では、国内外の橋梁 BIM/CIM モデルの事例を収集し、2021 年の現状においてどのような情報が活用されているのかを把握する。なお、本小委員会では「すべての情報に価値がある」と結論に至った。一方で、全ての情報が有益に使えるかは、その時代によって変化すると捉えている。

3.2.2 事例 1：BIMCIM 活用効果の高い契約方式(ECI 方式)の推進、国土交通省

「BIMCIM 活用ガイドライン（案）共通編」にも記述されているように、BIMCIM の活用効果として、「フロントローディング」と「コンカレントエンジニアリング」がある。

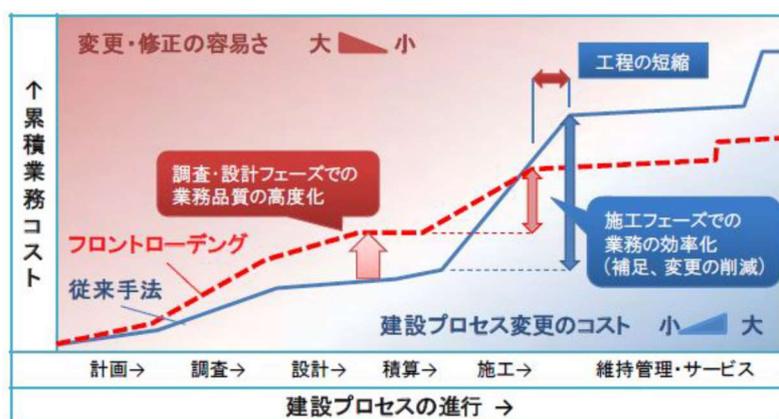


図 3-2-1 BIM/CIM によるフロントローディングによる効果のイメージ

出典：CIM 技術検討会 平成24 年度報告

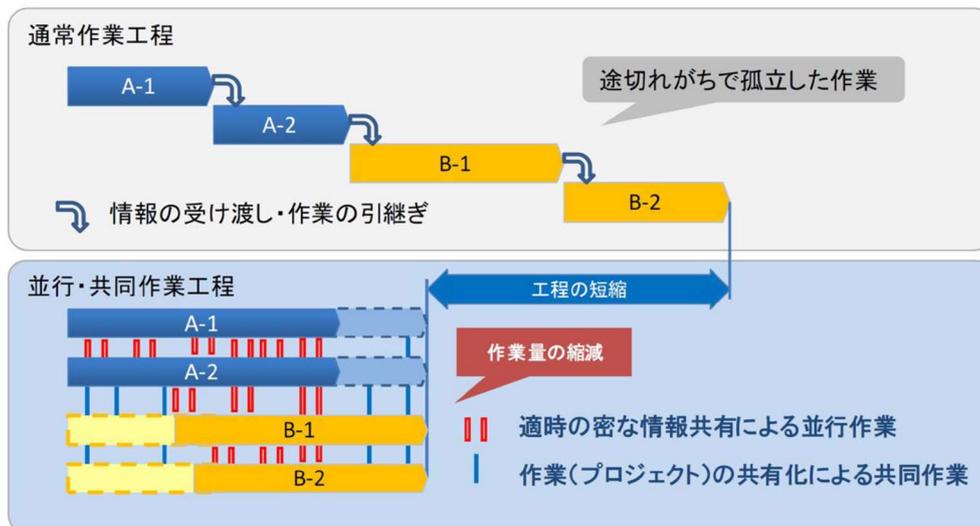


図3-2-2 コンカレントエンジニアリング（並行作業・共同作業）による効果のイメージ

出典：CIM 技術検討会資料 平成 24 年度報告書

コンカレントエンジニアリングとは、製造業等での開発プロセスを構成する複数の工程を同時並行で進め、各部門間での情報共有や共同作業を行うことで、開発期間の短縮やコストの削減を図る手法を指すことである。

ガイドラインにおいては、「ECI 方式など設計段階で施工担当者の知見も反映することで施工性や供用後の品質を確保、更には景観や施設使用の快適性を向上」するとしている。このECI方式とは、公共工事の入札契約方式のうちの一つで「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」であり、設計段階の技術協力実施期間中に施工の数量・仕様を確定した上で工事契約をする方式である。（施工者は発注者が別途契約する設計業務への技術協力を実施）この方式では別途契約している設計業務に対する技術協力を通じて、当該工事の施工法や仕様等を明確にし、確定した仕様で技術協力を実施した者と施工に関する契約を締結する。また、施工者が行う技術協力については、技術協力の開始に先立って技術協力業務の契約を締結する。

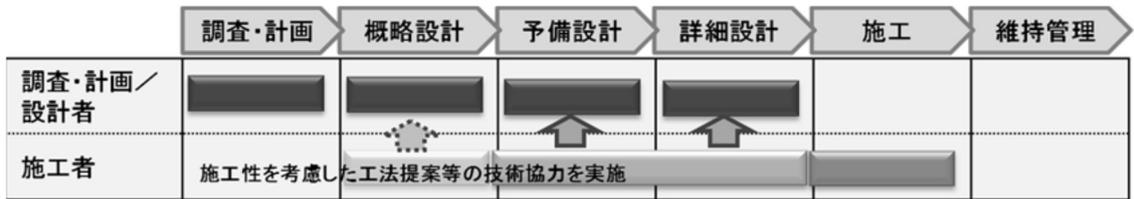


図3-2-3 設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）（イメージ）

鋼橋における具体的事例としては、国交省発注の工事で発注者・設計者・施工者（優先交渉権）の三者でBIM/CIMモデルを共有し早期の課題抽出・整理により施工時の手戻りを防止する取り組みが行われている。

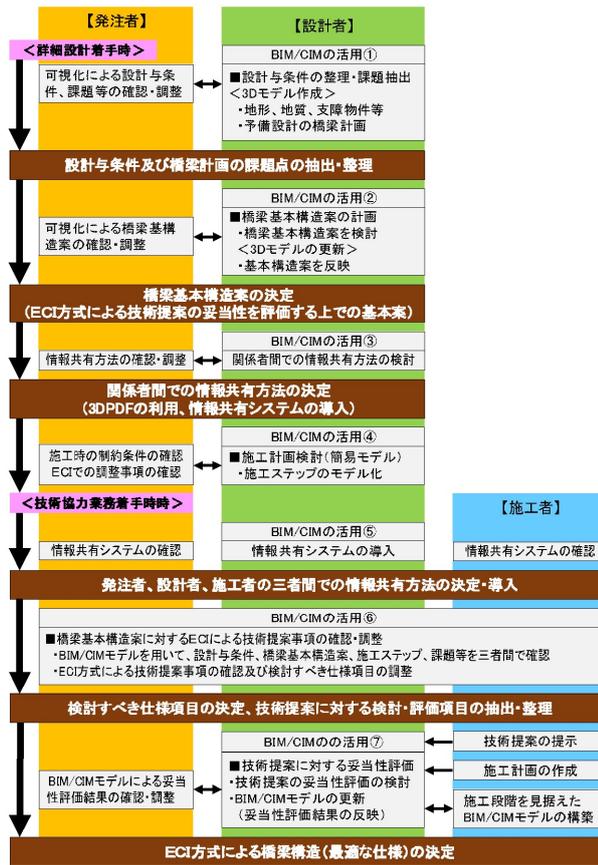


図3-2-4 ECI方式によるBIM/CIM活用の流れ

BIM/CIMの活用効果を高めるためにフロントローディングやコンカレントエンジニアリングを推進する必要がある、さらにそのためには後工程の知見を反映することが不可欠である。これらを実現するためには、施工者（優先交渉権者）が設計段階から検討に加わることができるECI方式は期待される契約方式であるが、現状、鋼橋工事に適用されたのは、比較的大規模な構造物を複雑な施工ステップで進めていく工事に適用されており、全国で新設、保全合わせて5件、そのうちBIMCIM活用案件は2件に留まっている。

3.2.3 事例 2: 社会資本情報の分野横断的な「見える化」の推進、国土交通省

平成 26 年 5 月策定の「国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）」に基づき、国土交通省は、施設分野ごとに社会資本の基本情報および維持管理に関する情報を集約し、分野ごとのデータベースを構築している。期待する効果は、以下の3点として示されている。

- ① 全国の同種構造物の状況等の把握を可能とし、事故等に係る同種・類似リスクを有する施設を特定
- ② 地域別や建設年度別に社会資本情報の統計処理（集計・グラフ化等）が可能となり、維持管理・更新計画にかかる企画・立案の基礎情報への活用
- ③ 身近な社会資本の現状等の把握が可能

実際に、各分野のデータベースを活用し、情報を集約した情報プラットフォームとして、試行を始めている。当初、9分野のデータベースが登録されており、今後順次、分野・項目等の拡充を図る方向性が示されている。

実際に、公開された情報を図 3-2-5 に示す。データプラットフォームの橋梁に関する項目は、表 3-2-1 に示すとおり 24 項目である。緯度・経度による位置情報に加え、供用開始年、橋長、幅員、点検の結果、点検実施年度などによって分類されている。

表 3-2-1 国土交通データプラットフォーム ver1.3 区分

1	分野名称_1_code	04
2	分野名称_1	道路
3	分野名称_2	-
4	分野名称_3	国道 1 号
5	分野名称_4_code	D010

6	分野名称_4	橋梁
7	施設名称	桜宮橋
8	管理者名称_1_code	021
9	管理者名称_1	国の機関-国土交通省
10	管理者名称_2_code	06
11	管理者名称_2	近畿地方整備局
12	管理者名称_3_code	-
13	管理者名称_3	-
14	管理者名称_4	-
15	都道府県_code	27
16	都道府県	大阪府
17	施設所在地 1	大阪市
18	位置_緯度	34.6977972222
19	位置_経度	135.5226388889
20	時期_完成もしくは供用開始年	1930
21	橋長	188.9
22	幅員	23
23	点検の結果 総合	III
24	点検実施年度	H28 年度

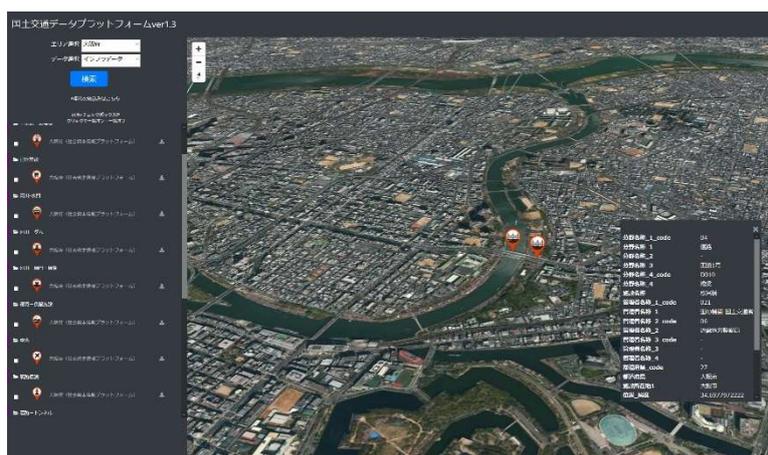


図 3-2-5 国土交通データプラットフォーム ver1.3

試行ではあるが、自治体の橋梁点検結果データの閲覧やダウンロードができるようになってきている。

10自治体の橋梁点検結果データ

タイトル	10自治体の橋梁点検結果データ
説明	令和2(2020)年度PRISM事業でインフラ維持管理データ活用を検討した橋梁点検結果のサンプルデータ ※データの公開は、令和3年3月31日までです ※全ての橋梁や属性項目が登録されているものではありません
組織	国土交通省総合政策局
日付	令和2(2020)年度
対象自治体	山形県、上山市、南陽市、島根県、浜田市、江津市、奥出雲町、鳥取県、五島市、新上五島町
ライセンス	国土交通省ホームページ利用規約 https://www.mlit.go.jp/link.html

自治体の橋梁点検結果データを、地図上にシンボルとして表示し、点検記録や写真の閲覧、ダウンロードができます。(自治体によっては不可な橋梁データもあります)

国土交通省発表資料より

図 3-2-6 国土交通省の取組み

3.2.4 現状把握

アセットマネジメントという視点から、「建設」(事例1)と「維持管理」(事例2)の異なるフェーズの事例を紹介した。

「建設」フェーズの情報は、大別すると、「ものをつくる」ために必要な情報であり、「位置」・「形状」・「材料」に関するものである。材料には、物理的性質(強度、硬度など)の情報が含まれる。材料の物理的性質は、「建設」フェーズの性能を保証するものであり、お客様要求性能に対して、性能規定的に情報が確定する。

「維持管理」フェーズの情報は、「ものをつかう」ために必要な情報であり、劣化に関するものである。劣化とは、物理的性質・環境・時間・価値などの劣化であり、人や時代によって劣化を判別するために必要な情報は変化する。保守や保全、更新の必要性は、劣化程度と資産価値によって相対的に判断されるためである。劣化に関する判別基準は、性能保証期間(時間)である。耐用試験などにより保証される期間であり材料によって異なる。その保証される期間に合わせて、保守・保全計画が立案される。

それぞれのフェーズにおいて、必要な情報は以下の通り。

1. 「建設」フェーズ；「ものをつくる」ための情報
 - ① 位置
 - ② 形状
 - ③ 材料
2. 「維持管理」フェーズ；「ものをつかう」ための情報
 - ④ 劣化情報（「位置」と「時間」）

なお、必要な情報の単位は、劣化するものが部品とすると、形状と材料をパーツごとに情報化するより、部品番号などでグループ化して情報化する方が有益である。

現状では、製造・メンテナンスという仕事の分野が確立されているために、分野ごとに有益な情報が選別されている。選別される理由は、膨大な情報の入力・維持が困難なためである。しかし近い将来、AIなどによりビッグデータの活用が進むと、「ものをつくる」時の形状や材料が「ものをつかう」時にも有益な情報になる可能性は十分にある。本来、情報が無駄になることは、おそらくない。その時の人が、使えるか、使えないかだけであろう。

ここで、分類した4つの情報の「位置」「形状」「材料」「時間」のうち、「位置」「形状」「材料」の3つがあれば、BIMで言われる4次元（時間軸）、5次元（コスト）に情報が展開できる。そこに残りの「時間・状況・状態などの劣化に関する情報」が加われば6次元（維持管理）に至る。

「形状」については、詳細度（LOD）が使われている。詳細な形状は、人がものを判別しやすくする反面、「何」が「どこに」あるというような俯瞰的な把握は、情報が多すぎて判別しにくい。そのため、形状は模式化されることがある。また、デザイン性によって決まる形状は任意であり、人の感受性によって形状が左右され、明確な基準がないため確定するまでに時間がかかる。特に、日本人は「性能」と同じように「デザイン性」に対して優先度が高く、性能とトレードオフ関係にある場合は、なかなか確定しにくい。

「形状」は、情報の基礎情報であり確定が遅れると、手戻りが生じやすくなりやすい。そのような状況がある程度改善するために、契約による取り決めが必要になる。

欧米のような「契約社会」では、実際にBIM実施計画書などによって取り決めが行われ

ている。ようやく日本でも、国土交通省主導で、建築 BIM 推進会議が発足し、「だれ」が「いつ」、「どのような対価」で入力するのかを契約によって決めた方がよいという議論が開始されている。その契約には、「性能」、「デザイン性」など形状に関する優先順位が示されていた方が、日本の場合は良いのかもしれない。

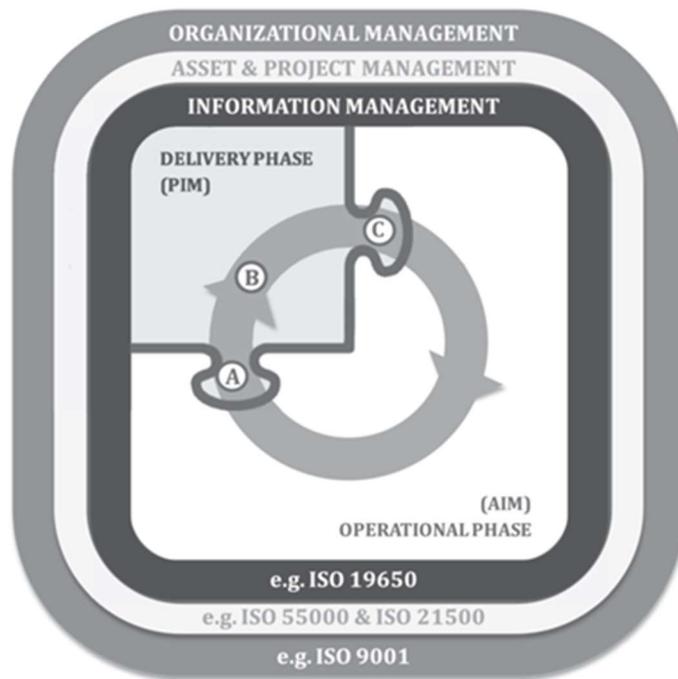
詳細度とは、「BIM モデルの作成及び活用の目的に応じた BIM モデルを構成する BIM の部品（オブジェクト）の詳細度合いをいう。」と、建築分野における BIM 標準ガイドラインに示されている。部品（object）という単位で説明されている一因は、BIM ソフトウェアの機能に依存している可能性があり、BIM ソフトウェア上の部品には、BIM ソフトウェア固有の形状化が可能で、その部品には情報を紐付けることができる。

3.2.5 国際社会の状況

ISO19650 シリーズに、建築及び土木工事にに関する情報の統合及びデジタル化が標準化されている。2018 年から 2020 年にかけて、「概念及び原則」、「資産デリバリーフェーズ」、「資産運用フェーズ」、「情報マネジメントへのセキュリティを意識したアプローチ」など、ライフサイクルにおける情報の管理と生成をサポートする国際基準が整備された。

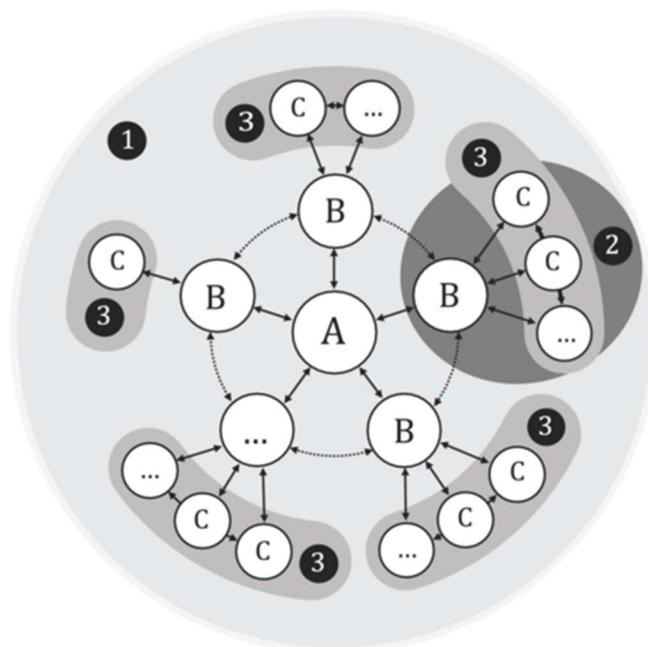
この基準は、資産所有者／事業者、顧客、それらのサプライチェーン、および資産とプロジェクト情報モデルの生産と使用を通じた機会の増加、リスクの低減、コストの低減を含むプロジェクト資金調達に関与する者に有益なビジネス成果をもたらすことができる。

そのフェーズは多岐にわたり、企画、設計、エンジニアリング、開発、文書化および建設、日常の運用、メンテナンス、改修、修理、および耐用年数を含む、あらゆる建設資産のライフサイクル全体に適用される。一方で、情報は膨大で「情報化が完了する」「情報を有効に使用する」「その証拠を示す」情報化の「費用対効果」を「見極める」ことが現時点では重要視されている。そのためには、情報管理を目的としてチームワーク体制の構築も重要であることが示されている。



ISO19650 より引用

図 3-2-7 設計意図モデルから維持管理モデルへの漸進的な展開



ISO19650 より引用

図 3-2-8 情報管理を目的としたチームとチーム間の連携性

3.3 国内外の既存の共通データ環境運用の事例などの現状把握

3.3.1 国外での動き

BIM 活用は、建設需要の高い中国をはじめとするアジア地域と確実な実利と環境問題の解決を期待している欧米で特に進んでいる。アジア地域では、民間企業主体による設計と施工の連携のための施工領域におけるデータ活用が活発のようである。欧米では、政府主導による公共事業の運用のための活用が活発のようである。

ここでは、欧米諸国の BIM に関する取組みを紹介する。

(1) イギリス

BIMモデルが2004年にアメリカで発表されてから、イギリスでは独自の調査・研究が進められ、2009年にはBIMのガイドラインとして「AEC(UK)BIM Protocol」が取りまとめられた。本ガイドラインは毎年更新され、2017年には政府事業のBIMの義務化を目標に掲げている。イギリスは独自の指標として、「BIS BIMStrategy Report」の中でBIM成熟レベルの設定を以下のとおり行っている。

Level 0： 紙面のフォーマットでやりとりされる、管理されていない2次元形式のCAD図面。

Level 1： 協働のためのツールを備えた2次元あるいは3次元形式のCAD図面。標準化されたデータ構造／形式のような共通のデータ環境を提供するコラボレーションツールを持つ。ただし、商業的なデータは資金調達とコストマネージメントのパッケージによって独立に扱われ、CADとの統合はなされていない。

Level 2： 別々の専門的BIMツールによって構成イギリスのBIM成熟レベルの設定成され管理された3次元CAD環境。統合は専用のインタフェースやミドルウェアをしつらえることによってなされる。

Level 3： 互換性のあるフォーマットによる完全にオープンなプロセス及びデータの統合。サーバー上の管理されたモデルを使用し、同時発生的なエンジニアリングを可能にする。

2016年にイギリスのBIMレベルをLevel2かそれ以上に導くため「BIM2050」が組織されている。

(2) ドイツ

ドイツでは現在、教育機関（ルール大学）を中心とした BIM の教育プログラムが開始されており、BIM が活用できる技術者育成に努めている。また、ドイツの NRW(ノルトライン・ヴェストファーレン)州では 2017 年 5 月の州選挙による政権交代後に「2020 年から NRW 州の建築物、土木建設の公共事業入札では BIM を義務として導入する」と協定書に記載された。

(3) フィンランド

フィンランドでは、1997年から2002年にかけて国立技術研究所(VTT)が中心となって推進したVERAプログラムにおいて、IFC策定やIFCの基本ソフト、モデルチェッカーやモデルサーバーなどの開発などで様々な成果を上げてきた。2007年には、政府資産運用管理公社(Senate Properties社)が、自ら発注する建築プロジェクトの要件としてBIMとIFCを指定した。Senate社は発注者、建物オーナーとして建築プロジェクトの投資コストを含むライフサイクルコストをBIMデータとIFC連携によって効率的に分析・シミュレーションし、「BIMRequirements」としてBIMのガイドライン（英語版を含む）を発表した。さらに、2012年には「Common BIMRequirements(COBIM)」として、国レベルの共通BIMガイドラインとして13編からなるドキュメントを公開した。

(4) ノルウェー

ノルウェーでは、世界的なBIMの潮流に先駆け、建設行政における建築計画審査の効率化をICTの活用によって実現を目指す「ByggSokプロジェクト」を発足させた。BIMが世界的な進展を見せる中、2008年には政府資産運用管理機関である「STATSBYGG」によって、オスロに建築される新国立美術館のBIM国際コンペを実施するなど、BIMを次世代の為の長期戦略の一環と捉え、政府関連の事業でBIMの使用を推進している。その他、BIMの人材育成カリキュラムを発展させ、「基本編」「マネージャー編」「発注者編」「コンサルタント編」「施工者編」「行政機関編」などの講習を行ってBIMの教育訓練に力を入れている。

(5) アメリカ

アメリカでは、大量生産・大量消費の時代を経て、総需要が低下する現代での効率化・生産性向上に着目し、自動車の生産システムからヒントを得て建設分野でのBIM導入に至った。2004年8月にアメリカの国立標準技術研究所(NIST)が建設産業で労働生産性が向上

しないひとつの要因として、建設プロジェクトにおける情報共有が不十分なことを挙げ、そのために年158億ドル(約2兆円)が無駄になっているという調査結果を報告した。不十分な情報共有の解決策として、建設プロジェクト内のコミュニケーションを改善すると共に、使用されるソフトウェア間の相互運用性向上が重要であるとの認識のもと、建設産業へのBIMの導入が加速的に進んだ。なお、不十分な情報共有が生じる主な原因は、「設計と施工の完全分離」「徹底した契約社会による担当業務のみの責任」「多人種国家のため共通言語による現場作業員の指導の不徹底」が挙げられる。BIMモデルでは現場の施工管理や設置状況をリアルタイムで確認することが可能であり、使用言語が異なっても視覚的に確認することを可能にすることで上記の原因が排除できる。現在では、北米の土木分野におけるBIM活用は、5割以上に達しているという。

国外では設計・施工の段階でのBIM導入が活発であり、維持管理の場面ではまだその取組まれていないようである。ただし、欧米諸国では国家を挙げてBIMの取組みを標準化するとともに作業レベルに落とし込むための教育や育成に注力している。

3.3.2 国内の動き

(1) ICT、データ活用等によるインフラメンテナンス

国土交通省と経済産業省が考える戦略的なインフラメンテナンスの考え方を以下に示す。

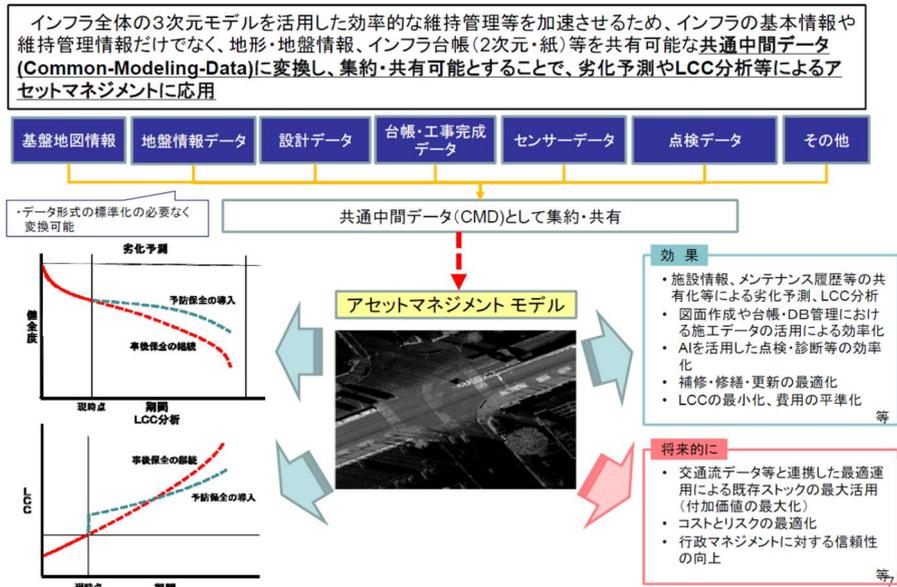


図 3-3-1 インフラ・データプラットフォーム構想を活用したアセットマネジメント (イメージ)

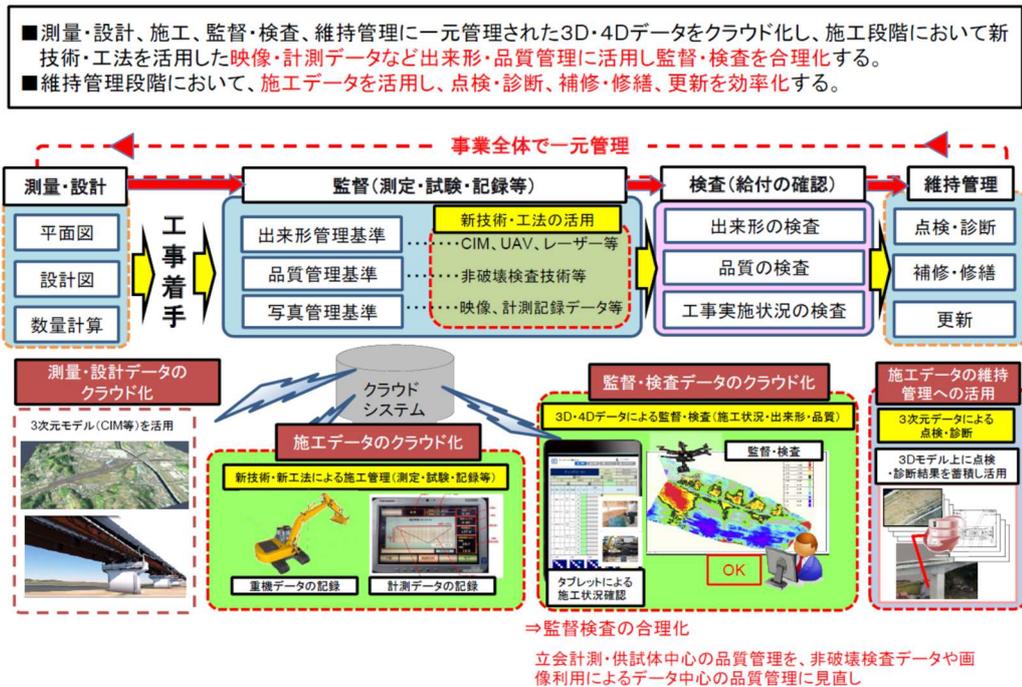


図 3-3-2 3D・4D化された施工データ活用による品質管理の高度化

国土交通省では新設建造物の成果として従前の成果物に3次元データも加える試行が進み、高速道路各社が既設インフラの3次元化に取り組んでいる状況である。国土交通省官庁営繕部では2010年3月にBIM導入プロジェクトを開始し、2014年3月にBIMガイドラインを発表した。2015年より建築保全センターがBIMライブラリーコンソーシアムの運営を進めている。

1995年にbuildingSMARTが設立された翌年の1996年にbuildingSMART JAPANが設立された。

「オープン BIM」の考え方に沿って、建築主や設計者、協力会社などの各関係者がよりBIM データを効果的に活用できる「共通データ環境」を構築するとともに、異なる製品の連携やつながりによって成り立つ“エコシステム”の構築を目指している民間会社もある。

BIM データと建物の運用開始後に刻々と変化していく建物管理・運用に関する各種データ等を紐づけ、統合管理することができる「LifeCycleOS」の開発を進め、ニーズに合わせてリアルタイムに建物情報を建物利用者や管理者等に提供し、建物に係る各種デジタルデータを有効活用する仕組みの構築を試みている民間会社もある。

BIM モデルと数量計算ソフトを連動させ効率化を図っている民間会社もある。

ネクスコ中日本エンジ東京では、BIM/CIMにより高速道路橋の健全度判定を高度化・効率化させるために、使いやすいモデルの詳細度、モデルへ付与すべき情報（変状情報）について検討している。

維持管理業務を支援するためのBIMを基礎としたシステム開発の研究※や2次元図面で表現される空間とデータベースとを関連付け情報検索やシミュレーション・モデルとしての機能を持つFM（Facility Management）の開発※がある。

都市景観を検討するために複雑な建物の構造を簡略化しデータ容量を軽量化させたVR（Virtual Reality）モデルによる合意形成方法の研究※や設計時の施主とのコミュニケーション向上のためにBIMモデルをベースにCFD（Computation Fluid Dynamics）とVR、AR（Augmented Reality）を統合させた設計ツールの開発※がある。

環境シミュレーションを自動的に連成する環境計画対応型のBIM技術の枠組みと仕様※やBIMを用いた環境シミュレーションのためのデフォルト設定値導出手法の開発※が提案されている。

国内においても国外と同様に設計・施工といった建設生産プロセスでのBIM/CIM導入が進んでいる。具体的には構造検討、設備シミュレーション、日照シミュレーション、LCC算定、環境負荷分析、干渉チェック、ディテールの確認、4Dシミュレーションによる実行的な施工計画や施工手順の検討、精度の確保の活用が挙げられる。予算に見合う新規プロジェクトとは異なり、既存の設計資料に基づいてBIMデータを作成する手間とコストが見合わないためか、一部の機関で維持管理でのBIM/CIM活用が検討されているだけである。

維持管理やマクロ的視点での検討をする場合においては、供用後の各種データを閲覧する必要があることや個別の施設だけでなく地域・都市をモデル化させる必要があるため、設計・施工と同様のモデルでは現場での利活用に無理や不具合が生じる可能性があるようである。

3.3.3 ISO19650 シリーズ

2019年にISO19650-1、2がBIMのための国際標準として規格化された。

ISO19650シリーズは、資産（アセット）をデジタルモデリングすることにより初期設計から建設、保守、最終的な廃棄に至るライフサイクル全体にわたって情報管理を行うための規格であり、効率的な情報共有を可能にし、成熟したBIMが導入していることを示すものである。2021年5月現在、海外での取得実績は400件程度であり、我が国では大和ハウス工業のみである。

3.4 まとめ

建設需要が高まることなく、既存インフラの高齢化が進む我が国でのBIM活用は、様々な関係者が介在し、関係者が連携するためのデータ活用とプラットフォームとしての運用が重要である。

BIM/CIMを用いた健全度判定の高度化と効率化が期待できる一方で、3次元モデルの詳細度やモデルに付与する情報についての検討を進める必要がある。例えば、健全度を判定することが目的であれば必ずしも詳細なモデル化が必要とは限らない。つまり、維持管理の側面におけるBIM/CIM活用は緒についたばかりと言える。

BIM/CIMの維持管理での活用については、誰がどのような場面でどのように使用するの

かを考え、モデル化及びデータ保存の方法について検討することが肝要である。

ISO が規格化されたが、我が国の独自性を考慮した上で実行性のあるシステムとして成長させ国際競争力を持つものにしていく必要がある。

また、スマートシティのバーチャル化として Building だけでなく Infrastructure も含めた“まち”へ領域を拡大させることも視野に入れておく必要がある。

供用を含めたインフラ整備の様々な場面で真に生産力を向上させるために従前のワークフローを進化させる BIM/CIM の導入が望まれる。

3.5 参考文献

- 1) 国土交通省：「BIMCIM 活用ガイドライン（案）共通編」、2021.3
- 2) CIM 技術検討会：CIM 技術検討会 平成 24 年度報告、2019.4
- 3) 一般社団法人 社会基盤情報流通推進協議会：国土交通データプラットフォーム ver1.3、2021.3
- 4) 国土交通省、経済産業省：ICT、データ活用等による戦略的なインフラメンテナンス等、2018.3
- 5) 国土交通省 CIM 導入推進委員会：CIM 導入ガイドライン（案）、2021.
- 6) 国土交通省：公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン、2017.5
- 7) 松野栄明：ECI 方式における BIM/CIM 活用の効果と展望、第 1 回 i-Con シンポジウム、2019.6
- 8) 光谷友樹他：技術提案・交渉方式の技術協力業務の効率化に関する調査、建設マネジメント技術、2019.6
- 9) 藤澤泰雄他：i-Construction × BIM/CIM に向けた人材育成、建設マネジメント技術、2019.6
- 10) 那須大輔：国土交通省における BIM/CIM の普及・促進の取り組み、建設マネジメント技術、2019.6
- 11) 中西健一郎他：i-Construction による建設現場の生産性革命、建設マネジメント技術、2020.5
- 12) 高田悦久他：i-Construction（ICT 施工）の推進に向けた日本建設機械施工協会の取り組み、建設マネジメント技術、2020.5
- 13) 平野吉信：英米等における発注方式の動向、建築コスト研究、2014.1
- 14) 平野吉信：米連邦調達制度に学ぶ調達の手法と手続き①、建築コスト研究、2018.10
- 15) 平野吉信：米連邦調達制度に学ぶ調達の手法と手続き②、建築コスト研究、2019.1
- 16) 平野吉信：米連邦調達制度に学ぶ調達の手法と手続き③、建築コスト研究、2019.4

- 17) 平野吉信：米連邦調達制度に学ぶ調達の手法と手続き④、建築コスト研究、2019.7
- 18) 平野吉信：米連邦調達制度に学ぶ調達の手法と手続き⑤、建築コスト研究、2019.10
- 19) 建築 BIM 環境整備部会：長野第1地方合同庁舎外（20）設計業務 BIM を用いた設計図書の作成及び納品に関する特記仕様書（試行）
- 20) 建築 BIM 環境整備部会：長野第1地方合同庁舎外（20）設計業務 BIM BIM 実行計画書（案）、国土交通省関東地方整備局営繕部、2020.
- 21) 建築 BIM 環境整備部会：令和2年度 BIM を活用した建築生産・維持管理プロセス円滑化モデル事業、NIKKEN、清水建設、2021.
- 22) 建築 BIM 環境整備部会：病院実例における維持管理までのワークフローを含めた効率的な BIM 活用の検証、久米設計、2021.
- 23) 建築 BIM 環境整備部会：BIM を活用した不動産情報プラットフォームの構築による既存オフィスの施設維持管理の高度化と生産性向上、東京オペラシティビル他、2021.
- 24) 建築 BIM 環境整備部会：維持管理 BIM 作成業務等に関する効果検証・課題分析、前田建設工業株式会社他、2021.
- 25) 建築 BIM 環境整備部会：RC 造及び S 造のプロジェクトにおける BIM 活用の効果検証・課題分析、竹中工務店、2021.
- 26) 建築 BIM 環境整備部会：新本社ビルにおける建物運用・維持管理段階での BIM 活用効果検証・課題分析、安井建築事務所他、2021.
- 27) 建築 BIM 環境整備部会：中央研究所新築計画における建物のライフサイクルにわたる BIM 活用の効果検証・課題分析、新菱冷熱、2021.
- 28) 建築 BIM 環境整備部会：建物のライフサイクルを通じた発注者による BIM 活用の有効性検証、日建設計 CM、2021.

第4章 橋梁の維持管理に必要な形状情報・属性情報の標準化検討

4.1 概要

本章では、橋梁の維持管理に必要な形状情報・属性情報の標準化検討について示す。橋梁の維持管理における形状情報は、関係者が共有する橋梁の基本的な情報と位置付けられ、維持管理の利用場面に応じて適切に選択できることが求められる。ここでは、国土技術政策総合研究所において研究が行われている3次元モデルを用いた橋梁の形状情報の表現形式を示す。また、形状情報と属性情報は関連付けて扱うことが一般的であり、形状情報に関連した属性情報が選定されることが多い。橋梁の維持管理における属性情報となりえる情報は、維持管理の基礎資料、点検結果等の蓄積など多岐にわたる。属性情報の一例として、国土交通省のBIM/CIM活用ガイドラインに示されるものを示す。

BIM/CIMのメリットを最大限に活かすためには、運用関係者間で情報セキュリティポリシーを整理し、情報を共有するための障壁を取り除き、安心して情報を共有できることが重要である。さらに本章では、橋梁の維持管理に必要な形状情報・属性情報を安全に共有するためにキーとなる情報の格付け（セキュリティレベル）などの整理の仕方について検討する。インフラの情報は多岐にわたり、同じ情報種別でも、情報の詳細度やデータが生成されるプロセスによってセキュリティレベルが異なる。ここでは、セキュリティレベルの整理手法として、人が理解することを前提としたデータの概要情報（メタデータ）のことであり、メタデータを共有することで、データの利用価値が多くの人に理解され、活用を促すことを目的とした記述形式であるデータジャケットの適用について示す。

4.2 維持管理のための形状情報および属性情報の特定

4.2.1 形状情報の要件

橋梁の維持管理における形状情報は、関係者が共有する橋梁の基本的な情報と位置付けられる。形状情報は、サーフェスやソリッドなど様々な表現形式があり、維持管理の利用場面に応じて適切に選択できることが求められる。

維持管理において、3次元モデルを用いた橋梁の形状情報の表現形式は、国土技術政策総合研究所において研究が行われている。3次元モデルを利用した橋梁の維持管理⁰では、8

つの利用場面を提示し、3次元モデルの利点を挙げている。これらの適用事例から、必要な形状表現を抽出し、表 4-1 に示す。

表 4-1 形状表現として必要な情報

	利用場面	3次元モデルの利点	必要な形状情報
1	点検計画	構造形状や周辺状況の把握、侵入経路を立体的にとらえることができるため、高所作業車、足場の配置等の確認や箱桁内の点検孔位置の確認・検討がしやすくなる。	<ul style="list-style-type: none"> 箱桁等内部の形状を含む構造の形状情報 橋梁周辺の形状情報
2	安全確認	第三者被害予防措置範囲など安全対策や足場の位置を明確に示すことができるため、協議等の時間を短縮することができる。	<ul style="list-style-type: none"> 第三者被害予防措置範囲等の形状情報
3	資料の一元管理	設計情報、施工情報、維持管理情報を一つの3次元プラットフォームで一元管理することができれば、検索性が向上し、必要な情報を即座に引き出すことが可能となる。	<ul style="list-style-type: none"> 資料の格納や検索に適した形状情報
4	点検調書の高度化	関係する様々な資料をタブレットに保存すれば、現場ではタブレットを用いて資料を見ることができる。またタブレットに表示させた3次元モデルに点検結果を直接入力することも考えられる。3次元モデルに点検結果を入力しておけば、経年変化を3次元モデルに表示したり、損傷ランクごとに表示	<ul style="list-style-type: none"> タブレットに表示でき、扱いが容易な形状情報

		したりすることも可能となり、アセットマネジメントなど、より高度な活用につながる。	
5	点検結果の資格化	3次元モデルを用いることにより、ひび割れの位置や連続性、橋梁全体の損傷が簡単に把握できることから、原因究明に役立つ。また補強の必要性や補強工法の妥当性など説得力のある資料の作成が可能となる。	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ等の損傷を表す形状情報
6	損傷原因の究明	塗膜割れの損傷発見時に、車輪との位置関係を把握して疲労による損傷が疑われるか否かを現地で即座に判断する。	<ul style="list-style-type: none"> 路面および自動車等の形状情報
7	点検結果の高度な分析	点検結果（損傷の種類、損傷程度、判定区分等）を任意の条件で要素毎に色分け表示を行う。どの部位にどのような損傷が集中しているか等を視覚的に把握することができるため、橋梁損傷のイメージが容易に把握することが可能となる。	<ul style="list-style-type: none"> 損傷の形状表現 部材等の形状表現
8	見えない部分の見える化	様々な情報を3次元モデルに統合していくことにより、地下埋設物や矢板等残置物の確認、他の構造物などとの近接状況がわかるため、設計段階で実現可能な補強方法を選定できる。	<ul style="list-style-type: none"> 地下埋設物や残置物等の形状表現

表 4-1 から、維持管理における橋梁の形状情報として以下が必要である。

- ① 橋梁の全体の形状情報
- ② 橋梁の内部の形状情報
- ③ 橋梁の周辺の地形、埋設物、残置物等の形状情報
- ④ 損傷の形状情報
- ⑤ 自動車等の形状情報

形状情報は主に 3 次元モデルを想定する。実物に近似した 3 次元モデルであることが理想であるが、3 次元モデルの作成と利用の効果を適切に判断しなければならない。3 次元モデルの作り込みの程度を表す指標として詳細度が用いられる。橋梁の形状表現の詳細度は、青山ら⁰による研究で、表 4-2 に示す詳細度 1～詳細度 4 の案が示されている。

表 4-2 形状表現の詳細度

詳細度	説明
1	<ul style="list-style-type: none">• 概略形状を表現した直方体モデル• 寸法形状は不正確
2	<ul style="list-style-type: none">• 外形形状を正確にモデル化• 主部材以外は、部材の省略、概略形状で表現する
3	<ul style="list-style-type: none">• 主要部材以外の一部部材（補剛材など）を詳細にモデル化
4	<ul style="list-style-type: none">• 細部部材を含めて、全ての部材を詳細にモデル化

橋梁の形状情報は、維持管理のレベル、関係者間で利用できる情報共有プラットフォーム等に適した 3 次元モデルを作成することが望ましい。そのため、維持管理の体制等に応じて、形状情報および詳細度組み合わせを定めて、3 次元モデルを作成することを提案する。

表 4-3 形状表現の作成マトリクス

形状情報	詳細度 1	詳細度 2	詳細度 3	詳細度 4
橋梁の全体				
橋梁の内部				
橋梁の周辺				
損傷				
自動車等				

4.2.2 属性情報

形状情報と属性情報は関連付けて扱うことが一般的であり、形状情報に関連した属性情報が選定されることが多い。ただし、形状情報をデータベース等の情報の入り口として扱うこともある。国土交通省では BIM/CIM モデルに付与する属性情報を、形状情報に直接付与する属性情報と、外部ファイルとして付与する属性情報として区別している。

橋梁の維持管理における属性情報となりえる情報は、維持管理の基礎資料、点検結果等の蓄積など多岐にわたる。今後の維持管理においても基本は、これまでの維持管理の実務でこれまで積み上げられてきた情報が利用できる。まず、該当するのは国土交通省の BIM/CIM 活用ガイドライン⁰に示される属性情報である。図 4-1 から図 4-4 に属性情報の一覧を示す。

●プロジェクト情報

工程	属性種別	属性名称
設計時、施工時	プロジェクト情報	路線名
		道路規格（種級区分）
		設計速度
		計画交通量

●現況地形

工程	属性種別	属性名称
設計時、施工時	地形情報出典	出典
		測量年度
		測量業務名
		座標系

●航空写真

工程	属性種別	属性名称
設計時、施工時	航空写真出典	出典
		箇所
		撮影年月日
		測量業務名
		精度
		座標系

●測量基準点

工程	属性種別	属性名称
施工時	基準点情報	等級
		基準点名
		基準点制定日
		X座標
		Y座標
		Z座標

●監視基準点

工程	属性種別	属性名称
施工時	橋梁 3次元データ流通に係る運用ガイドライン規定情報	位置
		計測日
		X座標
		Y座標
		Z座標

●コンクリート

工程	属性種別	属性名称
設計時	部材情報	ID
		構造物名称
部材名称1		
部材名称2		
部材名称3		
設計時、施工時	施工手順	打設ロット
設計時	品質管理基準情報	規格（設計基準強度）
施工時		圧縮強度
		単位重量
		単位水量
		コンクリート温度
		打設時外気温
		水セメント比
		スランプ
		塩化物含有量
		空気量
	コンクリート引渡し時の品質試験結果（ミルシート情報）	セメント種別
		セメント生産者
		セメント配合量
		細骨材種別
		細骨材産地
		細骨材配合量
		粗骨材種別
		粗骨材産地
		粗骨材配合量
		粗骨材最大寸法
		混和剤種別
		混和剤商品名
		混和剤配合量
		プラント名
	製造日	
	製造業者名	
	備考1	
	備考2	
	ファイル添付（ミルシート等）	ファイルリンク1
		ファイルリンク2
		ファイルリンク3
維持管理時	橋梁基本情報	橋梁管理番号
		点検履歴情報
		点検時期
		点検業務名
		点検業者
		点検区分
		点検対象部材
	損傷種別情報	損傷の種類
		損傷程度
		対象区分の判定
	損傷状況情報	健全度の診断
		損傷区
	補修・補強履歴情報	損傷写真
		補修時期
補修対象部材		
補修工法		
備考1		
	備考2	
点検台帳等添付	ファイルリンク1	
	ファイルリンク2	
	ファイルリンク3	

図 4-1 属性情報（1）

●鉄筋			
工程	属性種別	属性名称	
設計時	部材情報	ID	
		構造物名称	
		部材名称1	
		部材名称2	
		部材名称3	
設計時、施工時	施工手順	鉄筋番号	
		ロット	
設計時		規格 (材質)	
		鉄筋径	
		単位重量	
		鉄筋重量	
		降伏点	
		引張強度	
		伸び	
施工時	鉄筋引渡し時の品質試験結果 (ミルシート情報)	曲げ性	
		製鉄業者名	
		製造日	
		製鋼番号	
		備考1	
		備考2	
		ファイル貼付 (ミルシート等)	ファイルリンク1
			ファイルリンク2
			ファイルリンク3
		維持管理時	橋梁基本情報
	点検履歴情報		点検時期
			点検業務名
			点検業者
点検区分			
点検対象部材			
損傷種別情報	損傷の種類		
	損傷程度		
	対策区分の判定		
損傷状況情報	健全度の診断		
	損傷図		
補修・補強履歴情報	損傷写真		
	補修時期		
	補修対象部材		
	補修工法		
	備考1		
点検台帳等貼付	備考2		
	ファイルリンク1		
	ファイルリンク2		
		ファイルリンク3	

●鋼構造物			
工程	属性種別	属性名称	
設計時	部材情報	ID	
		構造物名称	
		設計条件	
		部材名称	
		部材寸法	
		断面寸法	
		継手形式	
		材質	
		製作情報	継手座標値
			キャンパー値
			溶接方法
施工時	品質管理基準情報 (工場)	鋼材規格	
		ボルト規格	
		溶接材料規格	
		部材名称	
		溶接材料	
		材料会社	
		塗装仕様	
		部材名称	
		塗料名	
		塗料会社	
	品質管理基準情報 (現場)	現場継手	
		現場予備試験	
		現場塗装仕様	
		部材名称	
		塗料名	
		塗料会社	
		無収縮モルタル	
		部材名称	
		圧縮強度	
		出来形	
	支間長		
	そり		
	通り		
架設時	架設方法		
	施工手順		
鋼構製作結果 ⇒ファイルリンク	溶接試験結果		
	塗装試験結果		
	メッキ品質検査結果		
	仮組測定結果		
	ボルト試験結果		
ファイル貼付 (ミルシート等)	ファイルリンク1		
	ファイルリンク2		
	ファイルリンク3		
維持管理時	橋梁基本情報	橋梁管理番号	
	点検履歴情報	点検時期	
		点検業務名	
		点検業者	
		点検区分	
		点検対象部材	
	損傷種別情報	損傷の種類	
		損傷程度	
		対策区分の判定	
	損傷状況情報	健全度の診断	
		損傷図	
	補修・補強履歴情報	損傷写真	
		補修時期	
		補修対象部材	
		補修工法	
		備考1	
	点検台帳等貼付	備考2	
		ファイルリンク1	
		ファイルリンク2	
		ファイルリンク3	

図 4-2 属性情報 (2)

●PC 鋼材		
工程	属性種別	属性名称
設計時	部材情報	I D
		構造物名称
		部材名称 1
		部材名称 2
	PC 鋼材	部材形状
		部材種類
		材質
		呼び径
		単位重量
	シース	シース管呼び径
		シース管単位重量
		シース管外径
		シース管内径
施工時	PC グラウト	材料
		圧縮強度
		単位重量
		空隙率
	PC ケーブル試験成績表	メーカー名
		種類の記号
		最大試験力
		0.2% 永久伸びに対する試験力
	シースの試験結果	メーカー名
		種類の記号
		シースの試験成績
	主ケーブル緊張管理 図	緊張年月日
		緊張順序
		最大緊張力
		伸び (μ)
	その他	備考 1
		備考 2
		ファイルリンク 1
		ファイルリンク 2
ファイルリンク 3		
維持管理時	橋梁基本情報	橋梁管理番号
	点検履歴情報	点検時期
		点検業者名
		点検業者
		点検区分
		点検対象部材
	損傷種別情報	損傷の種類
		損傷程度
		対策区分の判定
	損傷状況情報	健全度の診断
		損傷図
	補修・補強履歴情報	補修写真
		補修時期
補修対象部材		
補修工法		
備考 1		
備考 2		

●定着具		
工程	属性種別	属性名称
設計時	部材情報	I D
		構造物名称
		部材名称 1
		部材名称 2
	定着具	定着具の種類
		グリッド筋 (径、形状)
		スパイラル筋 (径、形状)
		グラウトキャップ (材質、形状)
		メーカー名
		種類の記号
施工時	定着具の試験成績表	補強筋の試験成績
		グラウトキャップの試験成績
		備考 1
		備考 2
	その他	ファイルリンク 1
		ファイルリンク 2
		ファイルリンク 3

●支承		
工程	属性種別	属性名称
設計時、施工時	部材情報	I D
		構造物名称
		部材名称 1
		部材名称 2
		部材名称 3
		支承番号
	支承情報	種別
		製造業者
		製品名
		支承条件
		最大反力
		死荷重反力
		最大水平力
		移動量
		主要材料
		ファイル添付 (カタログ等)
	ファイルリンク 2	
	ファイルリンク 3	

●落橋防止装置			
工程	属性種別	属性名称	
設計時、施工時	部材情報	I D	
		構造物名称	
		部材名称 1	
		部材名称 2	
		部材名称 3	
		落橋防止装置番号	
	落橋防止装置情報	種別	
		製造業者	
		製品名	
		設計反力	
		移動量	
		主要材料	
		ファイル添付 (カタログ等)	ファイルリンク 1
		ファイルリンク 2	
	ファイルリンク 3		

図 4-3 属性情報 (3)

●伸縮装置		
工程	属性種別	属性名称
設計時、施工時	部材情報	ID
		構造物名称
		部材名称1
		部材名称2
		部材名称3
		部材番号
	伸縮装置情報	種別
		製造業者
		製品名
		形式
		種類
		温度変化
		地震時移動量
	ファイル添付 (カタログ等)	ファイルリンク1
		ファイルリンク2
ファイルリンク3		

●排水装置 (排水管)		
工程	属性種別	属性名称
設計時、施工時	部材情報	ID
		構造物名称
		部材名称1
		部材名称2
		部材名称3
		部材番号
	排水装置情報	種別
		製造業者
		製品名
		材質
		長さ
		径
		ファイル添付 (カタログ等)
	ファイルリンク2	
	ファイルリンク3	

●検査路、その他付属物		
工程	属性種別	属性名称
設計時、施工時	部材情報	ID
		構造物名称
		部材名称1
		部材名称2
		部材名称3
		部材番号
	検査路、その他付属物 情報	種別
		製造業者
		製品名
		種類
		幅
		長さ
		材質
	ファイル添付 (カタログ等)	ファイルリンク1
		ファイルリンク2
ファイルリンク3		

●既製杭		
工程	属性種別	属性名称
設計時、施工時	部材情報	ID
		構造物名称
		部材名称1
		部材名称2
		部材名称3
		杭番号
	既製杭情報	種別
		製造業者
		製品名
		継手有無
		杭工法
		杭先端処理方法
		外径
	厚さ	
	長さ	
鋼管厚		
鋼管材質		
ファイル添付 (カタログ等)	ファイルリンク1	
	ファイルリンク2	
	ファイルリンク3	

●排水装置 (排水溝)			
工程	属性種別	属性名称	
設計時、施工時	部材情報	ID	
		構造物名称	
		部材名称1	
		部材名称2	
		部材名称3	
		部材番号	
	排水装置情報	種別	
		製造業者	
		製品名	
		材質	
		寸法	
		ファイル添付 (カタログ等)	ファイルリンク1
		ファイルリンク2	
	ファイルリンク3		

図 4-4 属性情報 (4)

BIM/CIM 活用ガイドラインに示される属性情報は、橋梁諸元に関する項目が少ないため、これを補うものとして橋梁定期点検要領⁰に示される以下の橋梁諸元を選定した。

- 1 橋梁 ID
- 2 橋梁コード
- 3 橋梁名

- 4 路線名
- 5 所在地
- 6 距離標
- 7 起点側緯度/経度
- 8 終点側緯度/経度
- 9 管轄
- 10 供用開始日
- 11 橋長
- 12 活荷重・等級
- 13 適用示方書
- 14 上部工構造形式
- 15 下部工構造形式
- 16 基礎形式
- 17 全幅員
- 18 有効幅員
- 19 地覆幅
- 20 歩道幅
- 21 車道幅
- 22 車線
- 23 中央帯
- 24 中央分離帯
- 25 交通量
- 26 大型混入率
- 27 荷重制限
- 28 調書更新年月日
- 29 現地確認年月日

橋梁定期点検要領では、定期点検結果の記録として、定期点検記録様式（その1）～（その13）が示されている。このような帳票形式による情報は、これまでの業務の経験から作

られたものであり、情報として価値は依然高い。しかし、情報の分散や散逸による弊害もあり、3次元モデルと関連付けることで情報管理の効率化を進める必要がある。従って、このような帳票類も属性情報の一形態として形状情報に付与していくことが必要である。

4.3 キーとなる情報の格付け（セキュリティレベル）などの整理の仕方検討

4.3.1 セキュリティレベルの分類

1.1 で述べたとおり、BIM/CIM のメリットを最大限に活かすためには、運用関係者間で情報セキュリティポリシーを整理し、情報を共有するための障壁を取り除き、安心して情報を共有できることが重要である。本節では、橋梁の維持管理に必要な形状情報・属性情報を共有するための情報の格付け（セキュリティレベル）について検討する。

橋梁に係る情報のセキュリティレベルは、**表 4-1** に示す4段階に分類することができる。それぞれの情報にアクセスするためには、情報の内容を把握する必要があるが、効率よく情報の内容を把握するための仕組みとして、データジャケット⁰がある。データジャケットとは、人が理解することを前提としたデータの概要情報（メタデータ）のことであり、メタデータを共有することで、データの利用価値が多くの人に理解され、活用を促すことを目的とした記述形式である。インフラセット情報の流通においても、データジャケットの考え方を適用し、メタデータを関係者に共有することが考えられる。情報の格付けを考慮し、セキュリティレベルごとに適切なデータジャケットを作成し、共有することで、公開範囲に応じてデータ流通および利活用が促進されることが期待できる。

表 4-1 橋梁に係る情報のセキュリティレベル

セキュリティレベル	公開範囲	説明
0 (なし)	一般公開	セキュリティを設定せず、一般に公開可能な情報。橋梁の名称、位置情報など利用に係る情報や外観から明らかな情報が該当する。
1	プロジェクト関係者	橋梁の維持管理に係る共通的な情報。管理や維持修繕に必要な情報が該当し、設計・施工情報や点検情報など、異なる業務関係者においても共有する情報が該当する。
2	業務関係者	橋梁に係る工事や業務ごとに共有される情報。設計・施工や維持管理などの業務内において、業務に係る業者が共有する情報が該当する。
3	業務受注者	橋梁に係る業務を実施した際に業務受注者が個別に生成する情報であり、管理者と各業務受注者間のみで共有する情報。技術提案の情報や業務担当者の情報、業務価格などが該当する。

4.3.2 セキュリティレベルの整理手法

インフラの情報は多岐にわたり、同じ情報種別でも、情報の詳細度やデータが生成されるプロセスによってセキュリティレベルが異なる。ここでは、セキュリティレベルの整理手法について述べる。

図 4-5 に示すように、縦軸に建設生産プロセスの各段階、横軸に情報種別をマッピングしたデータ分類のイメージを考える。各段階で投入されるデータは図 4-6 に示すように、建設生産プロセスが進行するごとに、該当するデータが上から下に向かって格納される。データのセキュリティレベルは横軸の情報種別によって一律に設定されるのではなく、縦軸の段階ごとのデータで情報の詳細度が異なるため、セキュリティレベルも個別に設定する必要があり、図の情報種別、データ生成のプロセスの個々のデータごとにセキュリティレベルを予め設定しておく。

データジャケットのメタデータは、それぞれのセキュリティレベルごとに公開可能なメタデータが自動的に収集できる仕組みを構築する必要があるが、図のような仕組みであれば、柔軟にセキュリティレベルの設定が可能であり、また、セキュリティレベルの設定変更も容易である。

なお、ここでは考え方を示したが、実際にセキュリティレベルをどう設定するかは検討が必要であるが、本手法は、橋梁に限らず、広くインフラ構造物の情報流通に適用できると考える。

また、運用を考慮すると、セキュリティレベルの設定は、管理者や業務受注者が都度、手動で整理することは煩雑な作業であり、また、間違いも発生するため、自動で分類される必要があるが、本手法のデータごとに予めセキュリティレベルを設定しておくことで、データが格納されたセキュリティレベルに応じたメタデータを抽出し、データジャケットとして共有されることで、データの実態がメタデータから紐づく情報として格納される仕組みが望ましい。

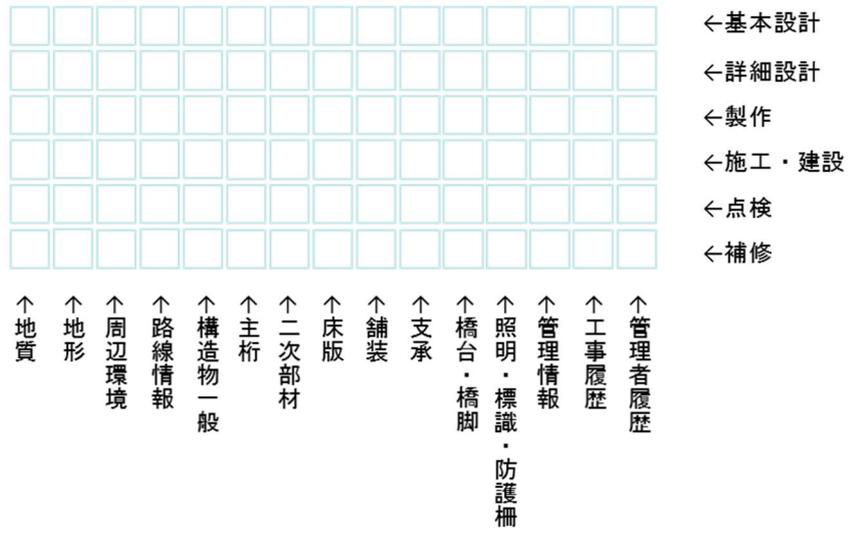
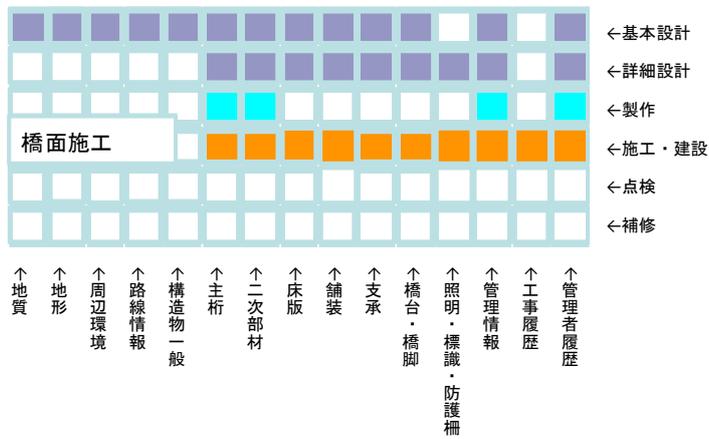


図 4-5 データ分類のイメージ



図 4-6 建設生産プロセスの各段階で投入されるデータイメージ

橋面施工まで投入した状態



災害復旧まで投入した状態

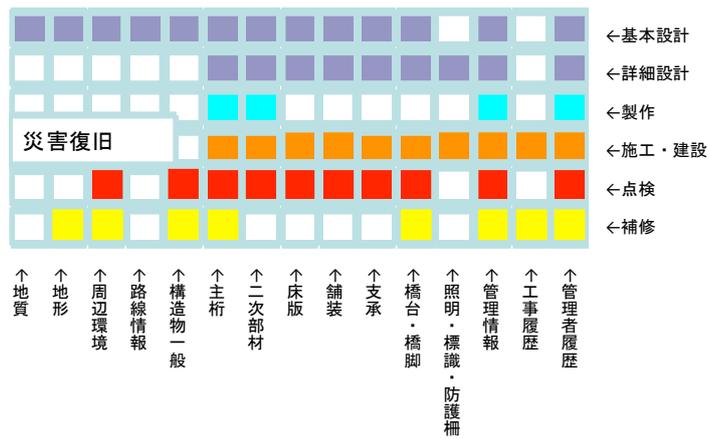


図 4-7 各段階のデータを投入した状態

4.4 まとめ

本章では、橋梁の維持管理に必要な形状情報・属性情報の特定と運用関係者間で情報を共有するための障壁を取り除き、安心して情報を共有することを可能とする情報の格付け（セキュリティレベル）などの整理の仕方について示した。この結果得られた橋梁の維持管理に必要な形状情報・属性情報とそれらを共有するための情報の格付け（セキュリティレベル）に関する事項を以下にまとめる。

- ① 橋梁の形状情報は、維持管理のレベル、関係者間で利用できる情報共有プラットフォームといった維持管理の体制等に応じて、形状情報および詳細度組み合わせを定めて、3次元モデルを作成することを提案した。
- ② 橋梁の維持管理における属性情報となりえる情報は、維持管理の基礎資料、点検結果等の蓄積など多岐にわたり、今後の維持管理においても基本は、これまでの維持管理の実務でこれまで積み上げられてきた情報が利用できる。情報の分散や散逸による弊害もあり、3次元モデルと関連付けることで情報管理の効率化を進めることを提案した。
- ③ インフラアセット情報の流通において安心して情報共有ができ、セキュリティレベルごとに情報の格付けが可能な、データジャケットの考え方を示した。これにより公開範囲に応じてデータ流通および利活用が促進されることが期待できる。

4.5 参考文献

- 1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター 情報基盤研究室：3次元モデルを利用した橋梁の維持管理、国土交通省 国土技術政策総合研究所、平成26年3月
- 2) 青山憲明、川野浩平、山岡大亮、重高浩一：橋梁の維持管理におけるCIMの利用と3次元モデルの作成、土木技術資料 58-4、土木技術研究所、2016
- 3) 国土交通省：BIM/CIM活用ガイドライン（案）第5編 道路編、国土交通省、令和3年3月
- 4) 国土交通省 道路局 国道・技術課：橋梁定期点検要領、国土交通省、平成31年3月
- 5) 東京大学：データ共有を促進するコミュニケーションツール - データジャケット

第5章 インフラアセット情報の流通

5.1 概要

本章では最初に、建設生産ライフサイクルにおいて設計・施工・製造・運用・維持管理など各段階の関係者が、設計・施工情報（二次元、三次元、その他関係情報）を共有し受け渡すための環境である CDE（Common Data Environment）を検討する。CDE は、情報共有やデータ交換を円滑化する約束事や手順、システム要件などを含み、クラウド・サーバーを介して実行され、関係者の実行記録や承認フローが明確化できる。インフラアセット情報を流通するためには非常に重要なしくみであるが、国内で CDE 整備するための課題についても示す。

次に、情報インフラの観点からビジネスモデルとして成立する情報流通の仕組み検討として、スマートシティ（パーキング）を事例として示す。近年、公共空間を活用した民間ビジネスの調査・研究が盛んに行われているが、国内の現状は、道路空間を活用したビジネスは皆無に近く、唯一行われているものは時間制限駐車区間（パーキングメーター）である。駐車料金の徴収ではないとしていることを考えると、ビジネスとは言い切れないが、空間を活用するという行為は典型的な形である。日本の道路空間においてビジネスを本格的に展開しているものはない。道路を空間として捉えるようになったのは近年のことで、道路は走るという目的に限定されて建設されてきた。多様化する生活様式にはなじみにくいものになっているのが道路空間の現状であり、ビジネスとしての位置付けがなされていない状況にある。本章では、インフラアセット情報の流通を積極化するための参考となるプラットフォームを活用したパーキング検索サービスのビジネスモデルを示す。

5.2 情報流通のための共通データ環境（CDE）の検討

5.2.1 PAS1192

BIM は、プロジェクトに携わるチーム内で情報を収集、管理、共有するためのオンラインのツールである。新しい BIM 技術に対応するためには、すべての情報を管理するための特定のツールが必要であることは間違いないが、これはすべての運用者にとって高い課題である。英国規格の PAS1192 は、CDE の完全な概要を示しており、BIM による相互運用

性を高めるために採用されている。英国政府の建設戦略では、建築物のライフサイクルに適用するために、2020年までに完全に3Dの共通なBIM環境（すべてのプロジェクトやアセットの情報、ドキュメント、データを電子化）を構築することが求められている。

CDEは、あらゆる国の公共プロジェクトでレベル3のBIMを達成するための最低要件を示している。図5-2-1に、BIM成熟度レベルを示す。

-レベル0 - 2D CAD 図面

-レベル1 - 2D/3D CAD 図面

-レベル2 - 公共事業の様々なプロジェクトメンバーや設計段階でBIMを共有する。

-レベル3 - 建築物のライフサイクル全体の管理に特化した次元としてのBIM

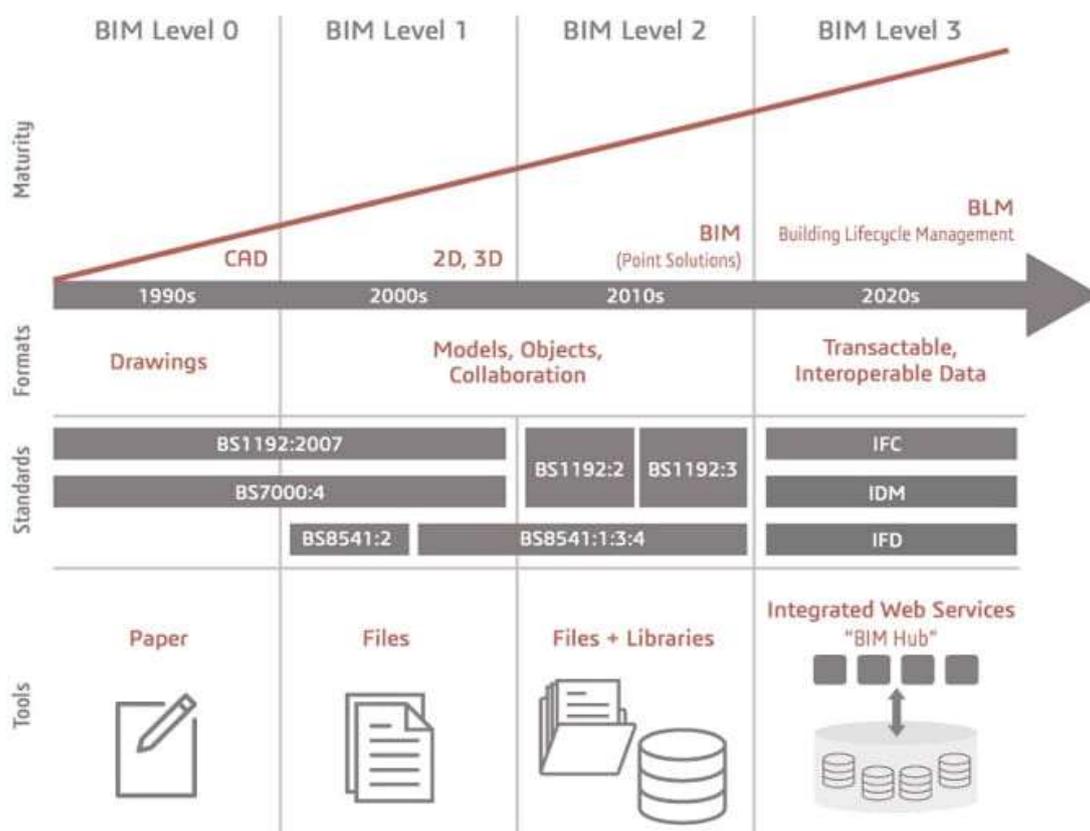


図 5-2-1 BIM 成熟度

5.2.2 CDE (Common Data Environment)

CDE (Common Data Environment) は、モデル、非グラフィックデータ、すべてのドキュメント（BIM環境で作成されたすべてのプロジェクト情報）を、プロジェクトチーム

のメンバー全員で収集、管理、共有するためのツールで、コラボレーションを促進し、重複や手戻りを回避する。CDE内の各情報の作成者を特定することは基本的なことである。これにより、誰が特定の情報を作成したのか、またその情報がプロセスの中でどのような役割を担っているのかを全員が知ることができる。

5.2.3 CDEに関する技術規格

このデータ共有プラットフォームは、英国の技術規格で初めて有機的に定義された形で概要が示された。具体的には、PAS1192シリーズの規格で、「Common Data Environment」と名付けられている。

Extending the common data environment (CDE)

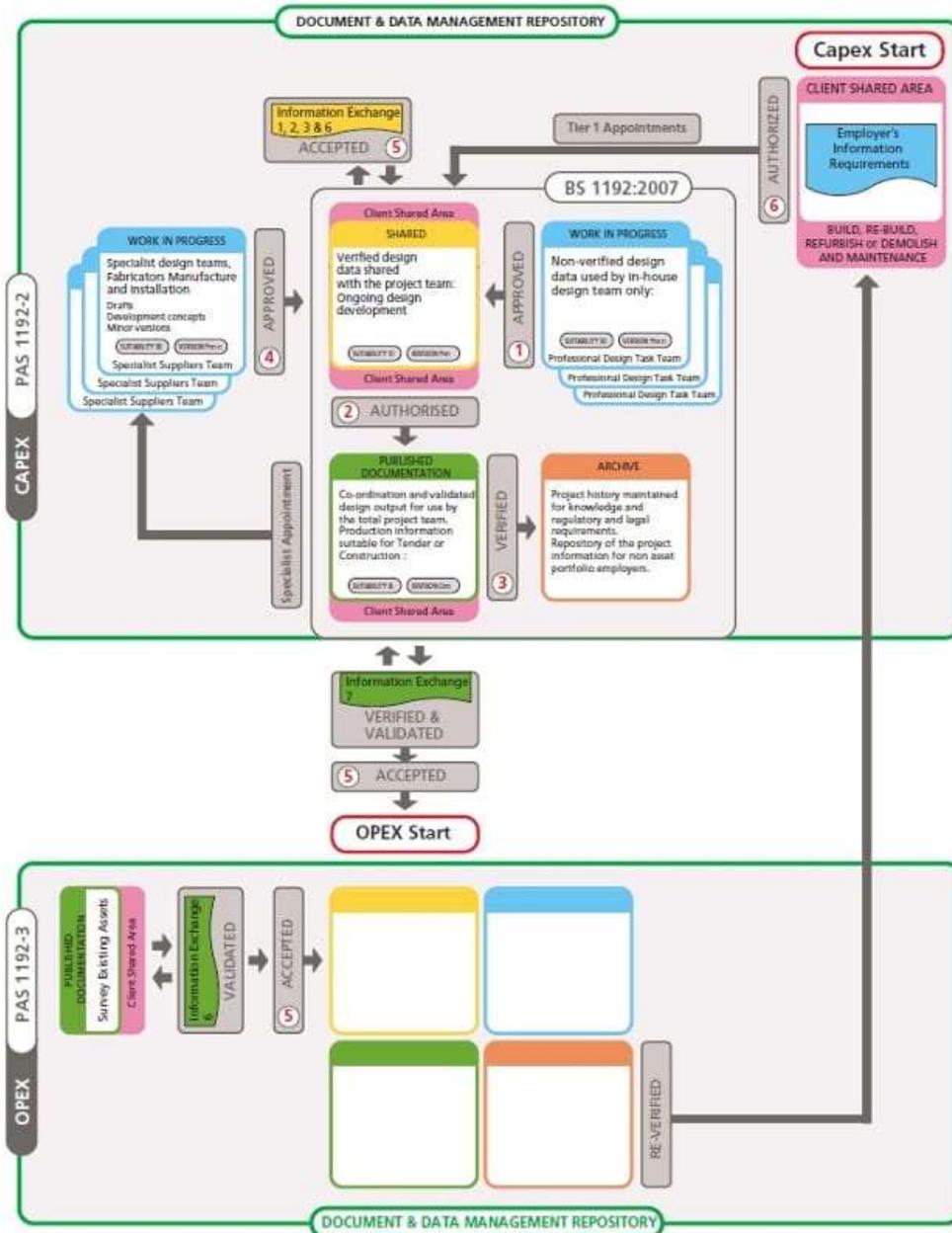


図 5-2-2 CDE の運用方法

CDE は、以下の点を満たさなければならない。

- ・プロセスに関与するすべての利害関係者による、事前に確立された規則に従ったアクセス性
- ・モデルに含まれるデータに加えられた改訂の追跡可能性および履歴の継承

- ・モデルに含まれるデータに加えられた修正の追跡可能性と歴史的な継承
- ・幅広いタイプやフォーマットのサポートとその処理
- ・高度なクエリフローと、データへのアクセス、入力、外挿が容易であること（オープンデータ交換プロトコル）。
- ・時間をかけた保存と更新
- ・機密性と安全性の保証

5.2.4 コンテンツ処理レベル

建設業界が「完全な」共同作業に移行するプロセスは段階的であり、そのプロセスの中で明確かつ認識可能なマイルストーンが「レベル」の形で定義されている。

1. L0 - 処理/更新段階。情報コンテンツは、特定の開発チームによる「処理」段階にあるため、他のオペレータはまだ利用できていない状態
2. L1 - 共有段階。情報コンテンツは、一部の分野においてのみ完成していると考えられるため、最終的な進化や変更の対象となる。
3. L2 - 公開段階。情報内容が確定しており、修正の可能性はあるものの、どの関係者も変更を加える必要がない。
4. L3 - アーカイビング段階。これは、L3.V-アーカイブされているがまだ「有効」、L3.S-アーカイブされているが「超過」というようにさらに区別することができる。

情報の流れは、処理と承認のステータスの変化を強調し、検証と調整に関連する瞬間を示しながら、グラフィカルに説明される。

5.2.5 承認状況

BIM アプローチのメリットを実現するためには、より緊密なコラボレーションが重要であり、プロジェクトのライフサイクル全体にわたって情報をどのように提供するかを最初から慎重に検討する必要がある。

また、承認ステータスには4つのステージが定義されており、以下のように分類される。

1. 承認されるべき状態－この場合、情報コンテンツはまだ承認プロセスを経ていない。

2. 承認済み－情報コンテンツは肯定的な結果で承認された状態。
3. コメント付き承認状態－承認プロセスを通過したにもかかわらず、意図された目的のために使用するために必須の介入を必要とする不備が見つかった状態。
4. 承認されていない－このプロセスは否定的な結果となり、含まれている情報の重大な再評価が必要となる。

5.2.6 国内の CDE 整備に向けた課題

CDE に合う形でのデータの連携や発注者の価値以外にも、建設情報を安全に管理できるかという課題がある。例えば、さまざまな事業者・利害関係者が長期間にわたってアクセスし利用する CDE では以下のような要件を満たす必要がある。中立性、永続性、完全性、互換性、機密性、アクセス権限管理、経済性、コンプライアンス、トレーサビリティ。また、CDE が一般的に運用されるようになった時に想定されるリスクとしては、機密情報の漏洩、故障・災害、サイバー攻撃、CDE 製品や運用事業者の消滅、CDE 運用事業者の買収、互換性の喪失等があり、システム設計段階から各リスクへの対応策を盛り込んでおく必要がある。これらの検討に関しては、公共性や社会性を有する性質のものであるため、建設関係企業や IT ベンダー、通信事業者のほか、建物のオーナーや利用者、政府・自治体、学識経験者等で国内の CDE のあり方を今後議論する必要がある。

5.3 情報インフラの観点からビジネスモデルとして成立する情報流通の仕組み検討

5.3.1 ビジネスモデルの事例調査

情報流通の事例として、スマートシティ（パーキング）の事例を紹介する。都市部の渋滞の原因としては、空いているパーキングが見つからないために、市街地の自動車の台数が多いことが挙げられる。例えば、パーキングが空いているかどうかをパーキングごとに問い合わせるのは煩雑な作業であるが、システムのインターフェースが異なると問合せもパーキングごとに問い合わせる必要がある。一方、検索サービス等でインターフェースを共通化すると、一括して最寄りのパーキングを検索することができ、状況に応じてパーク＆ライドを提案することも可能となる（図 5-3-1）。

このような仕組みを実現するには、システム連携を実現するプラットフォームを構築す

る（図 5-3-2）。サービス提携によるシステム連携では、限定的な SDK の提供や、互いに通信部分のみの仕様を公開することで非公開の仕様が残ること、独自プロトコル等の課題があり、システムごとの接続には多くの作業が必要となる。一方、既存システムを相互に結び付けるプラットフォームを整備することで、利用者はどちらのシステムに繋がってもパーキングの情報や収容可能台数、空き台数、利用時間等、両方のシステムが利用可能となる。このようなプラットフォームではインタフェース仕様として、NGSI⁰ や Web of Things (WoT)⁰ の整備が進められている。

インフラセット情報の流通においても、プラットフォームとして、サービスがどこにあるかという情報の管理と、データがどのような形式かということ定義し、共有される仕組みを構築する必要がある。

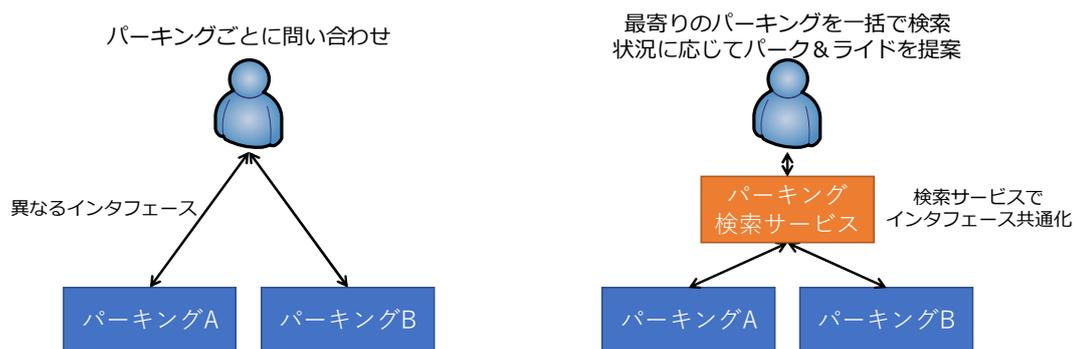


図 5-3-1 パーキングシステムのインタフェース例

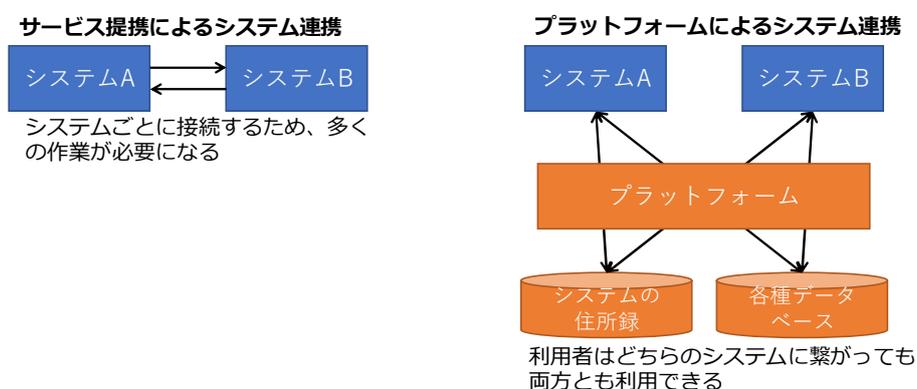


図 5-3-2 システム連携を実現するプラットフォーム

5.3.2 土木分野における情報流通の仕組の検討

土木分野における情報流通の仕組みがビジネスモデルとして成立するために、システム構築、管理・運用の観点から以下の3パターンの仕組の情報を整理した。それぞれのパターンのイメージを図5-3-3～図5-3-5に示す。

パターンA：国が構築し、国が管理・運用（民間委託）

パターンB：国が構築し、民間が管理・運用（包括的民間委託）

パターンC：民間が構築し、民間が管理・運用（民間サービス）

パターンAでは、国がシステムを構築し、国が管理・運用する。実際の運用は年度単位等で民間への外部委託が発生する。なお、国が利用者から料金を収受する仕組み・制度は検討する必要がある。

パターンBは国がシステムを構築し、民間に管理・運用を包括的に委託する。民間事業者は初期コストの負担無く、利用者からの利用料を元に採算を成立させる。なお、国が構築したシステムの包括的民間委託にあたっては、仕組みや条件等の検討が必要となる。

パターンCでは複数の民間事業者が自前でシステムを構築し、それぞれに民間サービスを管理・運用する。この場合は、国の保有するデータを民間が管理・運用する仕組みや体制の検討が必要となる。なお、ASP型工事情報共有システムはパターンCに近い形で運用されているが、工事情報共有システムは業務ごとに情報を取り扱い、業務完了時に情報を削除するが、インフラアセット情報の流通においては、データを長期間に渡り管理・運用する必要があるため、事業者のコスト増やデータの安全性、事業の継続性が課題として挙げられる。

インフラアセット情報流通のビジネスモデルを成立させるには、これらの観点を考慮し、利用者および運用者に最適なデータの流通・利活用の仕組みを検討する必要がある。

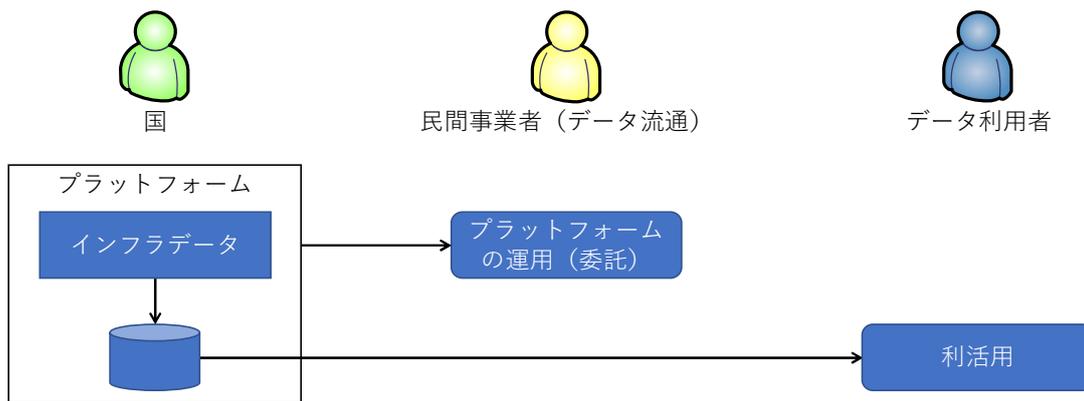


図 5-3-3 パターン A

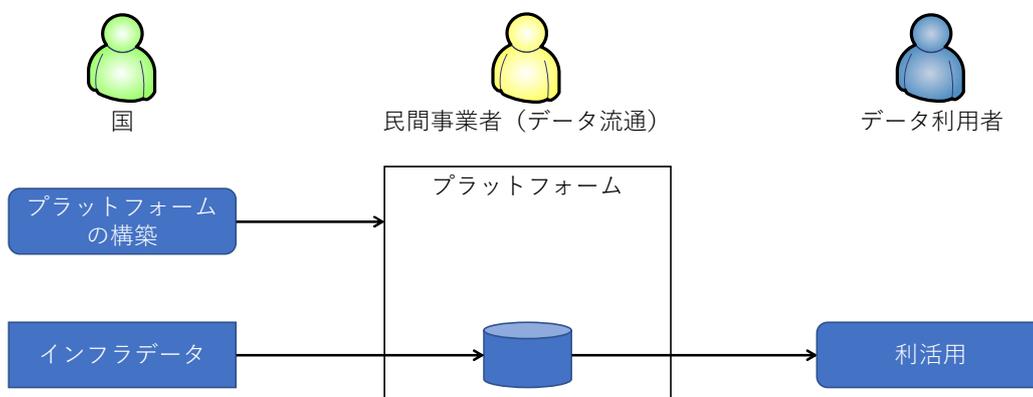


図 5-3-4 パターン B

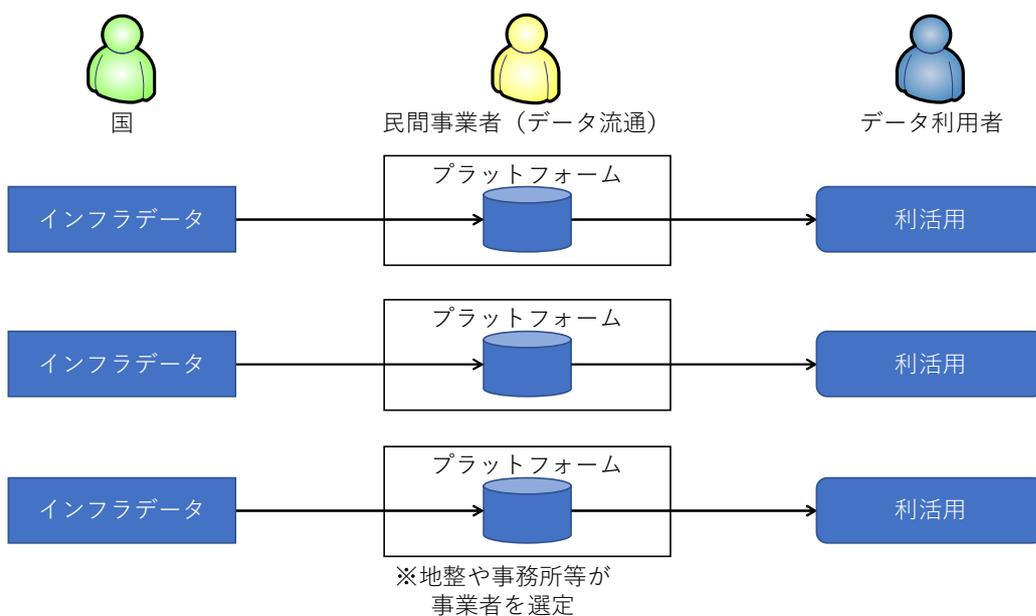


図 5-3-5 パターン C

5.4 まとめ

本章では、設計・施工情報（二次元、三次元、その他関係情報）を共有し受け渡すための環境である CDE（Common Data Environment）と情報インフラの観点からビジネスモデルとして成立する情報流通の仕組みを検討した。CDE に関しては国内で整備する上での課題を整理した。また、ビジネスモデルとしては、スマートシティ（パーキング）の事例を参考に土木分野における情報流通の仕組みを整理した。この結果得られた事項を以下にまとめる。

- ① CDE を整備する上で建設情報を安全に管理できるかという課題があり、さまざまな事業者・利害関係者が長期間にわたってアクセスし利用する CDE では中立性、永続性、完全性、互換性、機密性、アクセス権限管理、経済性、コンプライアンス、トレーサビリティといった要件を満たす必要があることを示した。
- ② CDE が一般的に運用されるようになった時に想定されるリスクとして、機密情報の漏洩、故障・災害、サイバー攻撃、CDE 製品や運用事業者の消滅、CDE 運用事業者の買収、互換性の喪失等があり、システム設計段階から各リスクへの対応策を盛り込んでおく必要があることを示した。
- ③ システム構築、管理・運用の観点から以下の 3 パターンの仕組みの情報を以下の 3 パターンに整理した。

パターン A：国が構築し、国が管理・運用（民間委託）

パターン B：国が構築し、民間が管理・運用（包括的民間委託）

パターン C：民間が構築し、民間が管理・運用（民間サービス）

インフラアセット情報流通のビジネスモデルを成立させるには、それぞれの特徴を捉え、利用者および運用者に最適なデータの流通・利活用の仕組みを提供する必要があることを示した。

5.5 参考文献

- 1) BibLus : BIM management Common Data Environment
<https://biblus.accasoftware.com/en/bim-and-construction-management-the-cde-common-data-environment/>、(入手 2021.2.5)
- 2) British Standards : BS1192:2007+A2:2016 Collaborative production of architectural,

engineering and construction information – Code of practice, 2016

- 3) 日本建築学会：BIMのかたち Society5.0 へつながる建築知、2019.7
- 4) buildingSMART Japan：CDE 検討 WG による報告書『デジタル新時代に求められる CDE の実現にむけて』
- 5) 一般社団法人官民データ活用プラットフォーム協議会：リリース_いよいよ日本のデータ連携が本格化！～DPC が国際標準 NGSI による 4 社接続実証に成功～
- 6) W3C (The World Wide Web Consortium)：Web of Things (WoT) Architecture

第6章 インフラセット情報の流通のケーススタディ

6.1 概要

本章では、維持管理における現状の調査と、維持管理のための BIM データを検討するために、岐阜県にある「岐阜新川橋」を対象としたケーススタディとして、実際に橋梁の設計および維持管理を行っている建設コンサルタント会社へのヒアリング、現地視察、および BIM データ作成を行った。本項では、作成した BIM データについて報告する。

岐阜新川橋の橋梁概要を表 6-1 に、構造一般図を図 6-1 および図 6-2 に示す。

表 6-1 岐阜新川橋 橋梁概要

橋梁名	岐阜新川橋
所在地	岐阜県山県市高富地内
管理者名	岐阜県
路線名	国道 256 号
完成年	2012 年 (平成 24 年)
上部工構造形式	2 径間連続鋼床版 2 主箱桁橋
橋長	80.3m
幅員	車道 10.0m 歩道 3.0m + 2.0m

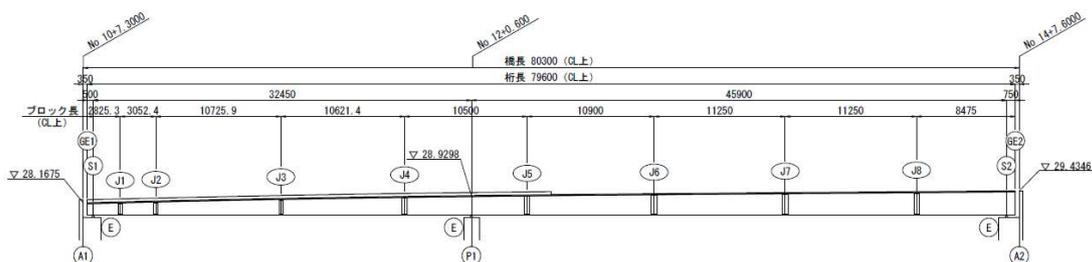


図 6-1 岐阜新川橋 上部工構造一般図 (側面図)

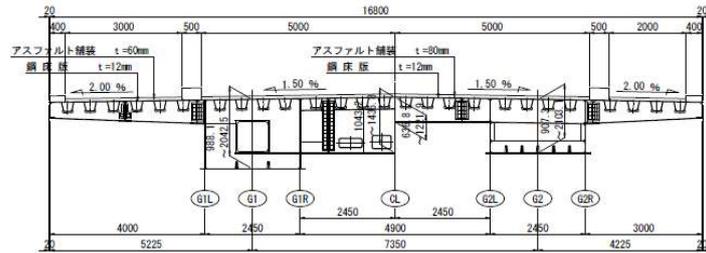


図 6-2 岐阜新川橋 上部工構造一般図（断面図）

6.2 設計から維持管理までの情報連携・流通のケーススタディ

実際の橋梁維持管理では、構造物単位での管理というよりは、路線や地域といった広域で管理を行っているのが実情である。したがって、地理情報システム（GIS : Geographic Information System）と組み合わせて運用することが望ましいと考える。GIS と組み合わせた情報管理のイメージを図 6-3 に示す。

橋梁に管理者コードや路線コードといった橋梁諸元にあたる属性情報が付与されていれば、これらのコードや地図から対象橋梁を検索することができる。

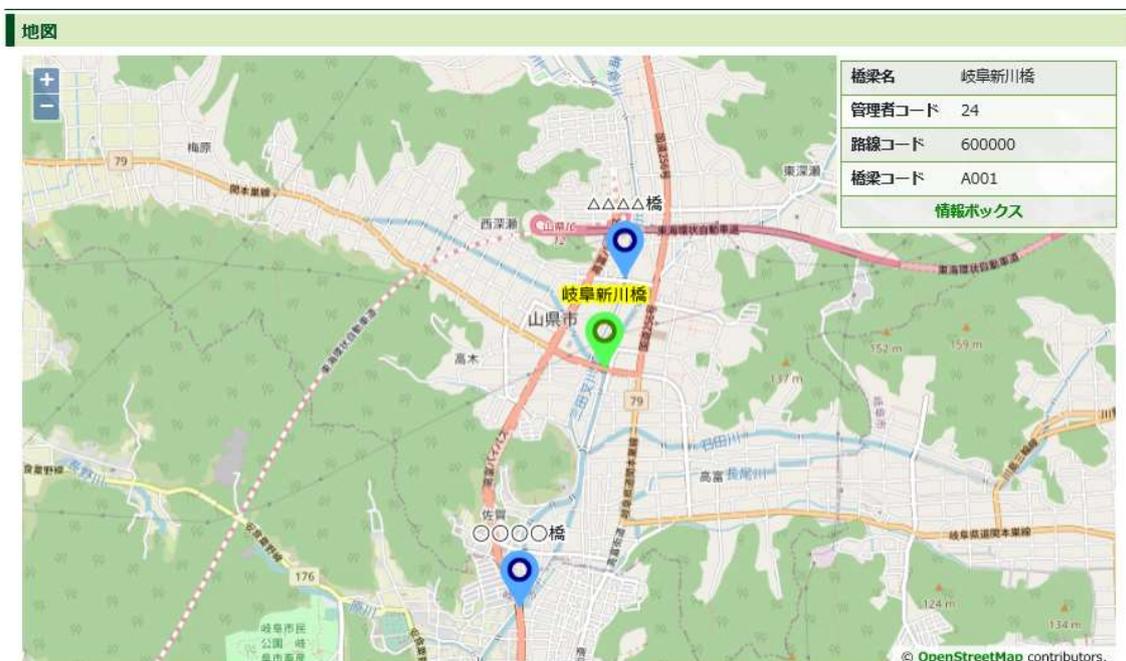


図 6-3 地理情報システムから対象橋梁へのアプローチ

また、設計情報や施工情報、点検記録などを含む、構造物に関連するあらゆる属性情報は、情報ボックスを作成し、その中に格納する。情報ボックスの内容は、4章のデータ分類のイメージに基づき、縦軸にデータが投入されるプロセス、横軸にデータ種類とし、3Dモデルや数量データ、写真等といった属性情報の内容を選択してデータを開くことができるようにした。作成した情報ボックスを図 6-4 に示す。また、情報ボックスの活用イメージとして、設計時に 3D モデルを活用する場合の例を図 6-5 に、点検・管理時にパノラマ画像を活用する場合の例を図 6-6 に示す。

情報ボックスを使うことで、必要な情報がどこにあるか視覚的にわかりやすく、各項目にセキュリティをかけることができるという利点がある。また、情報ボックスをクラウド上で運用することにより、設計や施工、維持管理といった各フェーズの情報を集約し共有することができるため、CDE として活用することが可能である。

橋梁情報

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 2px;">橋梁名</td> <td style="padding: 2px;">岐阜新川橋</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">路線コード</td> <td style="padding: 2px;">600000</td> </tr> </table>	橋梁名	岐阜新川橋	路線コード	600000	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 2px;">管理者コード</td> <td style="padding: 2px;">24</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">橋梁コード</td> <td style="padding: 2px;">A001</td> </tr> </table>	管理者コード	24	橋梁コード	A001
橋梁名	岐阜新川橋								
路線コード	600000								
管理者コード	24								
橋梁コード	A001								

情報ボックス

構造物 - フェーズ

	地質	地形	周辺環 境	路線情 報	構造物 一般	二次部 主柁	床版	舗装	支承	付属物	橋台・ 橋脚	照明・ 標識・ 防護柵	管理情 報	工事履 歴	管理者 履歴
基本設計	<input type="checkbox"/>														
詳細設計	<input type="checkbox"/>														
製作	<input type="checkbox"/>														
施工・ 建設	<input type="checkbox"/>														
点検	<input type="checkbox"/>														
補修	<input type="checkbox"/>														

属性情報

属性情報
 3Dモデル ▼

開く

図 6-4 情報ボックス



図 6-5 情報ボックス使用イメージ



図 6-6 情報ボックス活用イメージ (パノラマ画像)

6.3 ケーススタディのシミュレーション動画

附属資料 A.5 に岐阜新川橋の運用シミュレーション動画として、6.2 で説明した一連のしくみの活用方法を理解しやすい形で作成した。今後、ガイドラインも動画形式で作成して、運用者に提供することは、情報流通を促進する有効な方法であると思われる。

6.4 まとめ

本章では、インフラセット情報の流通のケーススタディとして、実橋である岐阜県の岐阜新川橋を事例にし、設計および維持管理を行っている建設コンサルタント会社の実運用時における情報連携の課題等についてヒアリングを行い、情報流通がより合理的に運用されると考える情報ボックスの活用を提案した。また、現地視察も本小委員会メンバーが維持管理を行う建設コンサルタントに同行頂き、現場での点検手法や点検データの管理手法の合理化に関して議論を行い、それらを実現する一手法としてパノラマ画像ビューアを活用した維持管理を示した。これらの結果より得られた橋梁のインフラセット情報の流通に関する事項を以下にまとめる。

- ① 橋梁維持管理は、路線や地域といった広域で管理を行っているのが実情であり、地理情報システム (GIS) と組み合わせて運用する方法を示した。全国的に普及するために、管理者コードや路線コードといった橋梁諸元にあたる属性情報の統一の重要性を示した。
- ② 設計情報や施工情報、点検記録などを含む、構造物に関連するあらゆる属性情報は、4章で示した情報セキュリティが確保されるデータジャケットの考えを取り入れた情報ボックスを作成し、その中に格納して運用する方法を示した。
- ③ 点検ならびに管理の合理化手法として空間的に現地の情報を捉えることができるパノラマ画像ビューアを活用した情報連携手法を示した。本手法は点検情報の管理の合理化だけでなく、関係者のコミュニケーションツールとしても活用ができることを示した。
- ④ ①～③の情報連携の流れをケーススタディとして実橋により作成し、シミュレーション動画として作成した。シミュレーション動画は、様々なガイドラインの活用をより視覚的にフローに沿ってわかりやすく示す手法であることを示した。

本章をまとめるにあたり、岐阜新川橋の現地視察ならびに管理データの開示にご承諾頂いた岐阜県岐阜土木事務所様、ならびにヒアリングと現地視察に同行頂いた大日コンサルタント株式会社様に心から感謝の意を表します。

6.5 参考文献

- 1) 岐阜県岐阜土木事務所：平成 19 年度第 1-S-1・S-1-A 号公共都市河川改修（基幹）公共交通連携推進委託設計木曾川水系鳥羽川山県市高富地内設計図（上部工）、平成 20 年 3 月

第7章 まとめ

本小委員会では、インフラアセット情報連携の標準化として、橋梁構造物を対象に効率的な維持管理の実現を目的として、国内外の既存の共通データ環境運用事例を踏まえつつ、属性情報・形状情報のキーとなる情報項目を明らかにし、標準化を検討するとともに、それらの情報が設計段階から維持管理段階に至る各フェーズにおいて流通する仕組みを検討した。

本報告書では第3章において、国内外の橋梁 BIM/CIM モデルおよび共通データ環境等の現状把握を行い、第4章で、橋梁の維持管理に必要な形状情報・属性情報の標準化について検討した。これらを踏まえて、第5章では、インフラアセット情報の流通について CDE やビジネスモデルの観点で検討した。最後の第6章では、インフラアセット情報の流通のケーススタディとして、実橋のデータを活用して情報連携の合理的手法の一例を示した。以下に、各章の結論をまとめる。

第3章では、国内外の橋梁 BIM/CIM モデルおよび共通データ環境等の現状把握として、「建設」(事例1)と「維持管理」(事例2)の異なるフェーズの事例、既存の共通データ環境運用の事例について国内外の動向を示した。これらを検討した結果、以下の結論を得た。

- 建設需要が高まることなく、既存インフラの高齢化が進む我が国での BIM 活用は、様々な関係者が介在し、関係者が連携するためのデータ活用とプラットフォームとしての運用が重要である。
- BIM/CIM を用いた健全度判定の高度化と効率化が期待できる一方で、3次元モデルの詳細度やモデルに付与する情報についての検討を進める必要がある。例えば、健全度を判定することが目的であれば必ずしも詳細なモデル化が必要とは限らない。つまり、維持管理の側面における BIM/CIM 活用は緒についたばかりと言える。
- BIM/CIM の維持管理での活用については、誰がどのような場面でどのように使用するのかを考え、モデル化及びデータ保存の方法について検討することが肝要である。
- ISO が規格化されたが、我が国の独自性を考慮した上で実行性のあるシステムとして成長させ国際競争力を持つものにしていく必要がある。
- スマートシティのバーチャル化として Building だけでなく Infrastructure も含めた“まち”へ領域を拡大させることも視野に入れておく必要がある。供用を含めたインフラ整備の様々な場面で真に生産力を向上させるために従前のワークフローを進化させる

BIM/CIM の導入が望まれる。

第 4 章では、橋梁の維持管理に必要な形状情報・属性情報の標準化としてそれらの特定方法について示し、橋梁の維持管理に必要な形状情報・属性情報を安全に共有するためにキーとなる情報の格付け（セキュリティレベル）などの整理の仕方について検討した。これらを検討した結果、以下の結論を得た。

- 橋梁の形状情報は、維持管理のレベル、関係者間で利用できる情報共有プラットフォーム等に適した 3 次元モデルを作成することが望ましい。そのため、維持管理の体制等に応じて、形状情報および詳細度組み合わせを定めて、3 次元モデルを作成することを提案した。
- 情報の分散や散逸による弊害もあり、3 次元モデルと関連付けることで情報管理の効率化を進める必要がある。帳票形式による情報は、これまでの業務の経験から作られたものであり、情報として価値は依然高い。従って、このような帳票類も属性情報の一形態として形状情報に付与していくことが必要である。
- インフラアセット情報の流通において安心して情報共有ができ、セキュリティレベルごとに情報の格付けが可能な、データジャケットの考え方を示した。これにより公開範囲に応じてデータ流通および利活用が促進されることが期待できる。

第 5 章では、設計・施工情報（二次元、三次元、その他関係情報）を共有し受け渡すための環境である CDE と情報インフラの観点からビジネスモデルとして成立する情報流通の仕組みを検討した。CDE に関しては国内で整備する上での課題を整理した。また、ビジネスモデルとしては、スマートシティ（パーキング）の事例を参考に土木分野における情報流通の仕組みを整理した。これらを検討した結果、以下の結論を得た。

- CDE を整備する上で建設情報を安全に管理できるかという課題があり、さまざまな事業者・利害関係者が長期間にわたってアクセスし利用する CDE では中立性、持続性、完全性、互換性、機密性、アクセス権限管理、経済性、コンプライアンス、トレーサビリティといった要件を満たす必要がある。
- CDE が一般的に運用されるようになった時に想定されるリスクとして、機密情報の漏洩、故障・災害、サイバー攻撃、CDE 製品や運用事業者の消滅、CDE 運用事業者の買収、互換性の喪失等があり、システム設計段階から各リスクへの対応策を盛り込んでおく必要がある。

- システム構築、管理・運用の観点から仕組の情報を以下の3パターンに整理した。

パターンA：国が構築し、国が管理・運用（民間委託）

パターンB：国が構築し、民間が管理・運用（包括的民間委託）

パターンC：民間が構築し、民間が管理・運用（民間サービス）

インフラアセット情報流通のビジネスモデルを成立させるには、それぞれの特徴を捉え、利用者および運用者に最適なデータの流通・利活用の仕組みを提供する必要がある。

第6章では、インフラアセット情報の流通のケーススタディとして、実橋である岐阜県の岐阜新川橋を事例に、情報流通がより合理的に運用されると考える情報ボックスの活用を検討した。これらを検討した結果、以下の結論を得た。

- 橋梁維持管理は、路線や地域といった広域で管理を行っているのが実情であり、地理情報システム（GIS）と組み合わせて運用する方法を示した。全国的に普及するために、管理者コードや路線コードといった橋梁諸元にあたる属性情報の統一が重要である。
- 設計情報や施工情報、点検記録などを含む、構造物に関連するあらゆる属性情報は、4章で示した情報セキュリティが確保されるデータジャケットの考えを取り入れた情報ボックスを作成し、その中に格納して運用する方法が合理的である。
- 点検ならびに管理の合理化手法として空間的に現地の情報を捉えることができるパノラマ画像ビューアを活用した情報連携手法を示した。本手法は点検情報の管理の合理化だけでなく、関係者のコミュニケーションツールとしても活用ができる。
- 情報連携の流れをケーススタディとして作成したシミュレーション動画は、様々なガイドラインの活用をより視覚的にフローに沿ってわかりやすく示す手法である。

以上の検討より、本小委員会で目標としたインフラアセット情報として橋梁のデータ連携標準化として、情報セキュリティが確保されるデータジャケットの考えを取り入れた情報ボックスを実橋（岐阜新川橋）に対して作成し、その中に格納して運用する方法を視覚的なガイドラインと位置付けし、シミュレーション動画としてまとめた。

本小委員会で提案する情報ボックスは、維持管理に必要な情報を運ぶ情報コンテナと位置づけ、建設フェーズと維持管理フェーズにおいて必要不可欠なデータの連携を運用関係者がセキュリティポリシーをもって活用できるしくみをまとめたものである。情報ボックスのように構造化されたデジタルデータとして記述される設計情報は、完成後においても、構

造物の基礎情報として参照され、健全な維持管理に役立てられる。たとえば、変状履歴の分析においてデジタルデータは、紙に記録された情報と比較し、即時的で高度な分析が可能であり、蓄積したデータを基にした予防保全への活用が期待される。このように、デジタル化された属性情報は、建設生産プロセスの局所的な業務効率の改善に留まらず、インフラセットにおいて大きな価値を生むことが分かる。しかしながら、セキュリティや肖像権などの理由から情報が流通されないため、その価値の創造に至っていない。

近い将来、デジタル化された設計や施工などの建設情報に加え、変状履歴などの維持管理に関する属性情報が協調領域にあるデータプラットフォーム上で共有され、活発に流通することで、インフラセットの持つ情報の付加価値が高まることを期待する。

おわりに

本小委員会では、インフラセット情報として橋梁のデータ連携標準化について検討し、今後の課題となる知見も得た。

- 最近、各企業の BIM に携わる技術者の中で、BIM 部品の仕様や、技術者間で授受するデータ形式を業界内で共通化・標準化することの重要性が議論されている。共通化・標準化が進むことで、データプラットフォームに整然と管理された属性情報がさらに活発に流通し、生産プロセス全体の流れが円滑化し、生産性が高まると考える。データ形式の共通化・標準化については、Land-XML や IFC などの統一的なデータ形式が整備され、迅速に普及されることが望まれる。
- 建設業界の生産性向上のためには活発な情報流通が重要であるが、情報流通における課題として、大量なデータ分析の専門知識を有する人材の不足や有用なデータを有する研究者や企業等が他に活用させることへのインセンティブがないこと、産官学連携での潜在的な需要を見出すしみが無いことなどが挙げられ、それらを解決するしくみの構築が望まれる。