

橋梁モデル IFC-Bridge 検討小委員会
成果報告書

平成 29 年 6 月

橋梁モデル IFC-Bridge 検討小委員会

小委員会構成（2015年7月～2017年6月）

小委員長：

田中 文基 国立大学法人 北海道大学大学院

委員（五十音順）：

有賀 貴志 株式会社コンポート

石田 仁 五洋建設株式会社

高木 一彦 JIP テクノサイエンス株式会社

西木 也寸志 日本工営株式会社

福地 良彦 オートデスク株式会社

藤井 宏行 株式会社フォーラムエイト

仁田脇 貴浩 株式会社フォーラムエイト

藤澤 泰雄 八千代エンジニアリング株式会社

丸山 明 株式会社アイ・エス・エス

森脇 明夫 ダッソー・システムズ株式会社

四月朔日 勉 川田テクノシステム株式会社

事務局： 内山 亜弥乃 （一般社団法人 buildingSMART Japan）

目次

1. はじめに	1
2. IFC-Bridge プロジェクトの背景.....	3
2.1 歴史的経緯	3
2.2 MINnD プロジェクト	6
2.2.1 MINnD ナショナル プロジェクトのフレームワーク	6
2.2.2 IFC-Bridge ワーキンググループ報告.....	7
2.2.3 データ辞書.....	7
2.2.4 Information Delivery Manual (IDM).....	8
2.2.5 実装.....	8
2.2.6 まとめ.....	9
2.3 bSI の取組み	10
2.4 日本の取組み.....	11
2.4.1 国土交通省の動き	11
2.4.2 ガイドラインの位置付け	11
2.4.3 ガイドライン 橋梁編の概要	16
3. IFC-Bridge の適用	19
3.1 はじめに.....	19
3.2 IFC-Bridge のスキーマ分析	21
3.2.1 IFC について.....	21
3.2.2 IFC-Bridge の概要	22
3.2.3 各ユースケースへの適用分析	30
3.3 Visualization への応用可能性の検討.....	32
3.3.1 visualization ユースケースの検討手法	32
3.3.2 具体例による検討	34
3.3.3 検討結果のまとめ	38
3.4 数量伝達への応用可能性の検討	39
3.4.1 検討方針	39

3.4.2	設計システムから積算システムに渡す情報.....	39
3.4.3	IFC4に含まれる要素（エンティティ）の調査.....	41
3.4.4	IFC4に含まれる数量セット、プロパティセットの調査.....	44
3.4.5	数量伝達検討の結論.....	49
3.4.6	今後の課題.....	50
3.4.7	設計から積算の連携以外における数量情報の活用可能性.....	51
3.5	IFC-Bridge の用語分析.....	53
3.5.1	IFC-Bridge と対応する日本語の比較.....	53
3.5.2	調査結果.....	64
3.6	検討結果のまとめ.....	65
4.	まとめ.....	67
5.	付属資料.....	68
5.1	用語調査結果.....	68
5.2	日本語辞書の検討.....	82
5.2.1	日本の橋梁に関する用語の抽出.....	82
5.2.2	橋梁に関する用語の抽出結果.....	83
5.2.3	データ分類形式である OmniClass の適用に関する検証.....	97
5.2.4	検討結果.....	101
5.3	Bridge Information Modeling (BrIM).....	102
5.3.1	概要.....	102
5.3.2	スキーマ分析.....	103
5.3.3	Model View Definition.....	104
5.3.4	ケーススタディの実施.....	105
5.3.5	プロジェクトのまとめ.....	105
5.4	Overall architecture.....	106
5.5	略語一覧.....	109
5.6	参考文献.....	110

1. はじめに

近年、土木分野でのコンピュータの利用は、国土交通省の先導的な Construction Information Modeling（以下、CIM という）導入事業や i-Construction への取組に代表されるように、盛んに行われている。

そのなかで橋梁は道路、鉄道、水道、電気等のインフラ全般で用いられており重要な構造物であり、設計・施工・維持管理における CIM の活用が期待されている。一方で、橋梁は構造形式が多種多様であり、材質もコンクリート、鋼、複合構造と様々であるため、適切な橋梁のプロダクトモデルが必要である。

プロダクトモデルは、最初、機械分野で開発が進められ、その成果は、International Organization for Standardization（以下、ISO という）によって ISO 10303 シリーズ規格、Standard for the Exchange of Product model data（以下、STEP という）として規格化されている。一方、建設分野では、国際団体 buildingSMART（以下、bSI という）が、Industry Foundation Classes（以下、IFC という）という規格を策定してきており、その IFC4 版が ISO 16739:2013¹⁾として規格化されている。

現在、橋梁のプロダクトモデルは、日本の矢吹教授による先駆的研究²⁾やフランス国内イニシアティブである“Modélisation des INformations INteropérables pour les INfrastructures Durables（以下、MINnD という）”が中心となって IFC の拡張としてこれまで開発が進められてきた IFC-Bridge³⁾があるものの、2015 年 4 月の bSI のロンドン会議において大幅な見直し作業が行われることとなった。そこで、日本の建設業界が利用可能になるように、橋梁の実情を多方面から分析し、橋梁の実務を反映したプロダクトモデルを開発することを目的として、一般財団法人日本建設情報総合センターの社会基盤情報標準化委員会の下に「橋梁モデル IFC-Bridge 検討小委員会」を設立した。

本報告書は、2015 年 7 月から 2017 年 6 月までの小委員会の取組についてまとめたものである。内容は、IFC-Bridge の開発等に関するプロジェクト（以下、IFC-Bridge プロジェクトという）をめぐる国内外の動向をまとめた後、IFC-Bridge の検討およびユースケースへの適用を行うことで、現在の IFC-Bridge を日本の橋梁建設に適用するためのガイドラインを作成する。

また本小委員会では、今後の指針となるように、明らかになった課題を解決するための

要点整理と、最近活発化している諸外国の新規 IFC・Bridge 開発に関する国際動向について、
付属資料としてまとめることとする。

本小委員会を運営ならびに本報告書をまとめるにあたり、以下の方々にお世話になりました。
ここに感謝の意を表します。

五洋建設株式会社 山中 哲志 殿

株式会社建設技術研究所 雨宮 康人 殿

2. IFC-Bridge プロジェクトの背景

2.1 歴史的経緯

IFC-Bridge³⁾は、日本の矢吹教授による PC 橋のモデルを主体とした先駆的研究²⁾とフランス国内の橋梁モデルの開発に始まり、フランス国内のプロジェクト“MINnD”を経て、IFC-Road の開発における韓国の Korea Institute of Construction Technology (以下、KICT という)の取組、アメリカの Federal Highway Administration (以下、FHWA という)の“IFC Bridge Design-to-Construction Information Exchange”に関する取組み、IFC-Rail の開発における中国の China Railways BIM alliance (以下、CRBIM という)の取組などの貢献に支えられている。IFC-Road および IFC-Rail では、それぞれ独自の橋梁モデルが提案されており、現在、Overall Architecture プロジェクトにおいて IFC-Bridge との共通部分の整理が行われている。

それぞれのプロジェクトにおいて、ソフトウェア会社に対して橋梁モデルの実装を促している。一方で、国際的な市場をもつソフトウェア会社は、短期間でより包括的なビジネスを行うためには、より多くのリソースを集中して適用する必要があり、橋梁モデルに関する国際的な統一した基準を採用することが望ましいと表明している。

2016 年 10 月に行われた bSI の済州島会議における覚書 (Memorandum of Understanding、以下 MOU という)およびその後作成された“IfcBridge Project Plan⁴⁾”により、IFC-Bridge プロジェクトは bSI の Infrastructure Room (以下、InfraRoom という)によって支援を受けて、Standard Committee により認証された正式なプロジェクトとなった。

IFC-Bridge の開発における主要な技術的取り組みを以下に示す。

(1) Technical Basement developed by the French national initiative “MINnD”

MINnD における 2 年間の作業を経て、国際社会に対して英語版のドキュメントを提供した。これらのドキュメントが、現在、国際的な IFC-Bridge プロジェクトに対する一つの技術的な情報源となっている。このドキュメントには以下の情報が含まれている。

- IFC4 の適用範囲の拡張の記述

- IFC4 の概念モデルの拡張に関する仕様
- 橋梁のプロパティセット（US 仕様を含む）専用の、bSI によってサポートされた buildingSMART Data Dictionary（以下、bSDD という）。
- 次に示す関係者間で交換される情報としての、橋梁の意味を持つ“コンピュータ処理可能”な橋梁モデルを定義するための橋梁 MVD に対する仕様
 - 設計モデルから構造モデル
 - 設計者から請負業者
 - 請負業者から作業者

IFC-Bridge は、国際的グループによって 2006 年に提出された最初の橋梁モデルであるが、IFC-Bridge を実装しているソフトウェアはないのが実情である。その主な理由の一つとして、橋梁を配置するための線形要素の拡張が不十分であることがあげられる。もともと、IFC に線形要素の定義がないことから、本プロジェクトの IFC-Bridge で線形要素の拡張が提案された。しかし、その後開始された IFC-Alignment プロジェクトで提案されている線形要素とは整合が取られていない。現在、IFC-Alignment プロジェクトにおいて、オブジェクト配置の検討が行われている。

また、他の理由として、市場が醸成されていないことからソフトウェアベンダーの興味が薄い、実務適用するためには **properties set** が不足している、IFC4 が公開されたために更新が必要である、などがある。

(2) US FHWA “IFC Bridge Design-to-Construction Information Exchange”

このプロジェクトは、アメリカの高速道路にある橋梁のライフサイクルを通じた情報要件を定義すること、IFC、LandXML、TransXML、Bentley iModel、OpenBrIM など活用できる既存のスキーマを検証することを目的として開始された。プロジェクトの限られた時間の中で最大限の効果を得るために予備作業を行い、その結果、橋梁の入札と建設を対象として建設計画上の情報を取得することに焦点を絞ることとした。橋梁の検査や維持管理のほうが価値があるとの考えもあったが、建設を対象とした詳細なモデルを開発することは、維持管理においても有用であろうと判断した。また、技術的な制約などにより、

目的をさらに建設計画のアウトプットに限定し、異なるソフトウェアベンダー間で統一的に相互運用することが困難である設計パラメータやテンプレートは対象外とした。

このプロジェクトでは、新設の橋梁プロジェクトのうちの約 80%を占める、建設費が 100 万ドル以下の代表的な構造の橋を対象とした。プロジェクトで用いたテストケースとして、鋼桁橋 (a steel girder bridge) とプレストレスト・コンクリート箱桁橋 (a post-tensioned concrete box girder bridge) の 2 つの形式の橋梁をモデル化した。それぞれアメリカでは非常に一般的な構造の橋であるが、線形、横断勾配、線形に沿って変形する断面等のような複雑さを持っている。

橋梁のモデルには、鋼部材、鉄筋、テンドン、電線、排水管、地形、土質 (ボーリング)、数量、キャンバ、支承、欄干、施工目地、接合部、および施工で必要とされる製造物を含み、計画レベルでの詳細な情報を表現する IFC ファイルが作成された。

これらのテストケースにより、橋梁のデータを記述するために IFC に付加すべき情報の要件が明らかとなった。特に、「Alignment Curve」に対して相対的に物理要素を配置することと、曲線に従って特定の方法で形状を定義する方法に関することがあげられる。プロジェクトの基本的な考え方は、このプロジェクトのみで提案する拡張は必要最小限とし、既存のソフトウェアとの互換性を保ち、かつ、諸外国で開発しているデータ構造との互換性を保つことに重点を置いた。このプロジェクトの結果は、情報交換、スキーマ解析、構成要素モデル化で構成する 3 つのドキュメントとして公開した。

2.2 MINnD プロジェクト

2.2.1 MINnD ナショナル プロジェクトのフレームワーク

フランスの国内の Building Information Modeling (以下、BIM という) の普及の影響によるインフラストラクチャ事業のデータ標準化の機運が盛り上がる中で、MINnD プロジェクトは政府系の標準化組織である International Research & Exchanges Board (以下、IREX という) の取りまとめにより発足した。現在では、MINnD プロジェクトに政府担当省庁、大手ゼネコン、ソフトウェアベンダーなど 60 社前後参加している。

IREX は、MINnD プロジェクト以外にもインフラに関する標準化活動を展開しているが、政府から受けているのは小額の事務局運営費にとどまり、活動の多くはプロジェクトごとのスポンサーシップで賄っている。なお、かねてより標準化に積極的に関与を強めている Media Construct (buildingSMART France) と IREX の関係は、Media Construct のメンバーと IREX とメンバーが重複していること、明確に組織が構造化されていないことなどから、ゆるやかな協業関係にある。

MINnD プロジェクトでは、フェーズ 1 として IFC-Bridge に関する調査研究」、フェーズ 2 として「鉄道関係の標準化調査」、フェーズ 3 として「トンネル関係の研究」を想定している。フェーズ 1 は、2016 年に中間報告書が発表された。フェーズ 2 では、現在、bSI の中で標準化に積極的に関与している中国からの提案を参照しつつ、フランスの要求を盛り込んでいきたい意向のようである。しかし、フェーズ 1 と同じ規模の予算の確保および主体的な推進者はまだ見えていない。フェーズ 3 は、現時点で取組みの詳細は未定である。

フェーズ 1 では以下の 6 つのワーキンググループで活動を行っている。

1. インフラストラクチャに適用される標準化された運用検証
2. 道路のライフサイクル
3. IFC-Bridge
4. プロジェクト検証
5. 3D モデリングによるコスト管理
6. インフラストラクチャと環境の関係性

2.2.2 IFC-Bridge ワーキンググループ報告

IFC-Bridge は土木構造物に特化した IFC の拡張の一つである。French transport research division SETRA が開発し、French Scientific and Technical Center for Building (以下、CSTB という) の技術支援、フランス語圏、日本、北欧およびドイツの各関係者の協力を通じて buildingSMART International の正式なプロジェクトとなっている。ただし、現時点では IFC に正式に採用されておらず、ソフトウェアへの実装も行われていない。

フェーズ 1 において、橋梁の建設に用いる情報交換モデルに対する IFC のエンティティの適用評価を実施した。この研究は ISO16739 (IFC4) に基づくもので、IFC-Bridge の拡張の準備作業である。また、IFC 交換ファイルの作成につながる「ユースケース」分析に基づくものでもある。これにより、IFC には 2 つの明確な欠落があることが判明した。

- IFC の拡張に関して、押し出しやブーリアン演算の不完全な実装と、土木分野を志向していない使われ方。
- 土木分野の構造物と環境に関して、新たなエンティティの開発が必要である。

これらは、現時点で欠落している概念を特定し、どのようにエンティティを開発するか提案の提案を「IFC-Bridge State of the Art&Missing Concepts」に示した。この提案は、IFC の将来のバージョンに統合するために開発チームが取り上げる必要があり、構造設計から施工に必要な情報とモデル化、検証といった広い枠組みに基づいて、これらの問題に取り組むことも重要である。

2.2.3 データ辞書

データ辞書は、属性を持つオブジェクトのライブラリを構成し、オブジェクト間の関係およびそのプロパティを記述するものである。これにより、情報の共有と交換が容易になる。この研究におけるデータ辞書は、すべての橋梁の構造形式を記述するために橋梁の構成要素を定義することである。土木構造の分野で使われている概念に関連するため、データ辞書には橋梁の構成要素の英語とフランス語の翻訳、説明、階層的なリンクが含まれている。データ辞書は、橋梁プロジェクトの各設計フェーズで検証され、最終的に bSDD に統合される。

作業当初は AFNOR / PPBIM 標準 (XP P07-150) に準拠し、現在は、建設物の定義のための国際的プラットフォームである bSDD への統合を完成させる段階に進んでいる。

2.2.4 Information Delivery Manual (IDM)

フェーズ 1 の作業において、IFC を橋梁に適用するための Information Delivery Manual (以下、IDM という) が作成された。IDM は、高度な専門的手法で対象となるドメイン全体を記述する必要がある。IDM では、一般的な橋梁の例を用いて、プロセスを十分に説明し、関連性を表さなければならない。IDM では運用ビュー (質問: なぜ橋梁が必要なのか?)、機能的なビュー (質問: 橋梁は何をすべきか)、最終的に有機的な見方 (質問: どのように橋梁が作られたのか?) といった問いかけに答えることが可能となる。

IDM を分析の結果として、以下のまとめが示されている。

- IFC は、構造物の有機的な記述に適しているが、橋梁専門家のニーズを十分に考慮しなければならない。
- IFC は、構造物の機能を記述することもできるが、橋梁の機能を記述するものとしては不十分である。
- フェーズ 1 では時間的制約から IDM の一部の作成となったが、インフラストラクチャの分野をカバーするための主な課題を特定した。

2.2.5 実装

フェーズ 1 の成果により、IFC の開発担当者がインフラストラクチャの分野の構造物に使用できるテンプレートの作成を可能にした。これは、本プロジェクトへの参加者が 18 ヶ月間以下の作業を行った成果である。

- ① 土木分野におけるさまざまな国際的取り組みを評価する。
- ② ユーザグループの経験と教訓を収集する。
- ③ IDM、MVD および用語集を作成し、新規の IFC クラスの拡張対象となる既存の IFC クラスの存在を確認する。
- ④ 主要な土木構造物のコンポーネント等のリストを作成する。
- ⑤ 新規の IFC クラスの開発の必要性を特定する。

- ⑥ 土木構造物のコンポーネントまたは標準を、経済性およびエンドユーザの要求に応じた優先順位を設定する。

2.2.6 まとめ

フランスは橋梁の標準化において長くリーダー的な立場を務めており、MINnD プロジェクトは、さらにそれを推進することとなった。今後も MINnD における IFC ブリッジにおける進展に注目していきたい。

2.3 bSI の取組み

bSI における IFC-Bridge プロジェクトは「Two-steps Approach」を採用し、「A first step in a short term」と「The second step」の2段階で進めている。これは、迅速にモデルが必要であるという強力なマーケットニーズが与えられ、必要な財政的な責任が伴う大きな開発プロジェクトに対する困難さが考慮されたためである⁴⁾。

(1) A first step in a short term

フランスの MINnD プロジェクトで、以下に示す条件において、IFC の最小限の拡張で、簡単な構造形式の橋梁（コンクリートと鋼材構造）の記述することができることが示されている。

- IFC に対する線形要素の拡張
- 特定の橋梁構造を対象とした IFC4 の最小限の拡張
- 橋梁専用の Model View Definition (MVD) の開発
- bSDD property set をまとめ、IFC property set の拡張として利用可能にする

また、アメリカの Bridge Information Modeling（以下、BrIM という）においては以下の結論が示されている。“IFC の拡張にあたっては、現在利用されているソフトウェアとの互換性を保ち、IFC の拡張がユースケースに適応するものだけに制限することに留意する必要がある。この考えに基づいて、橋梁のモデルに IFC を迅速に適用するための方法を提案する。まず、線形に対して橋梁要素を相対的に配置するための拡張を行うこと、橋梁の記述に関してスキーマの拡張を行わず、既存のクラスの具体的な使用方法を示すことである。”

これらの提言に基づいて、この段階では標準的な構造形式の橋梁に関するデータ交換を対象として、IFC4 の軽微な拡張を開発する短期間のプロジェクトとして実施する。なお、この段階を Project step1 と呼ぶものとする。Project step1 のスケジュールは、およそ1年半と想定している。作業は、BrIM、KICT、CRBIM などのプロジェクト、および Overall Architecture プロジェクトや IFC-Alignment プロジェクト等の Infra Room プロジェクトに基づいて実施される。この段階で期待する成果は、IFC-Bridge に関する各国の提案の統合である。これは、Overall Architecture プロジェクトで示された use case に基づいて、

標準的な橋梁のデータを取り扱う IFC の拡張スキーマで、ソフトウェアの初期の開発を支援するものである。

(2) The second step

Project step1 の成果は、橋梁の構造形式の 60%以上をカバーすることを想定しているが、アーチ橋、吊り橋、斜張橋等の複雑な構造形式に対しては、Project step1 に比べてより大きなスキーマ拡張を行う必要があり、さらなるリソースと時間が必要となる。このため、濟州島会議で決議されたように、Second step の成果を将来の IFC である IFC 5 に含めるよう、IFC-Bridge プロジェクトのロードマップを準備するものとした。

2.4 日本の取組み

2.4.1 国土交通省の動き

国土交通省では、CIM 推進にあたり、先導的 CIM 導入事業として土工、河川、ダム、橋梁、トンネルの 5 工種について、「先導的 CIM 導入ガイドライン」（以下ガイドラインとする）の策定を進めており、平成 29 年度 3 月末までに、公開すべく最終調整を行われ、平成 29 年 3 月 24 日に開催の「第 3 回 CIM 導入推進委員会」にて最終案が提案された。

2.4.2 ガイドラインの位置付け

CIM の円滑な導入を図ることを目的として、受発注者を対象に、CIM 活用の目的、期待される効用、効果的な活用方法とともに、CIM モデルの作成方法等の技術的な目安を明記したもので、土工、河川、ダム、橋梁、トンネルの 5 分野を対象としている。試行で得られた知見やソフトウェアの機能水準等を踏まえ、現時点で活用可能な項目を中心に、CIM モデルの詳細度、受発注者の役割、基本的な作業手順や留意点とともに、CIM モデルの作成指針（目安）、活用方法（事例）を参考として記載されているが、作成指針や活用方策は、記載されたもの全てに準拠することを求めるものではなく、本ガイドラインを参考に、事業の特性や状況に応じて発注者・受注者で判断して、CIM 対応を行うこととされている。今後の、CIM 事業を實踐して得られた課題への対応とともに、ソフトウェアの機能向上、関連基準類の整備に応じて、継続的に改善、拡充を行っていく。

(1) 策定までの経緯

平成 27 年度に、ガイドラインの骨子が示され、平成 28 年度には、ガイドライン素案が作成された。この素案をベースに、CIM 試行事業の成果、関係団体への意見照会を経て、平成 29 年度 3 月にガイドラインが策定された。

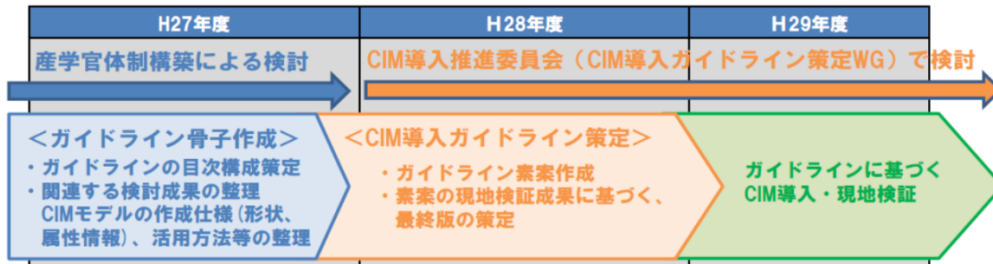


図 2.1 ガイドライン策定スケジュール

ガイドラインは、図 2.2 に示す CIM 技術検討会関連団体と土木学会が中心に、民間ベースで策定したガイドラインの素案をベースとして策定されている。橋梁編に関しては、橋梁に関係する土木学会 土木情報学委員会・建設コンサルタンツ協会 CIM 技術専門委員会・一般社団法人 プレストレスト・コンクリート建設業協会が共同で作成した最終版の「CIM によるコンクリート構造物モデル作成ガイドライン（素案）」（平成 28 年 5 月）をベースに、鋼橋編を追加する形で策定が行われた。

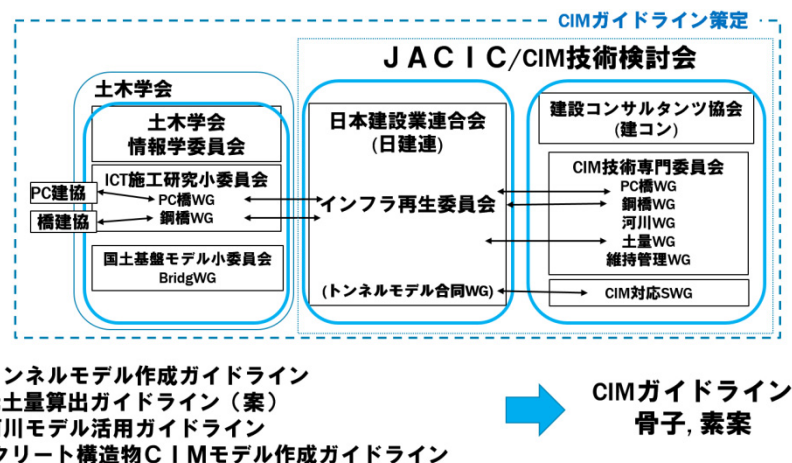


図 2.2 ガイドライン素案策定

(2) CIM 導入・推進に関する施策の体系

ガイドラインの他に、導入ロードマップ、実施方針が策定され、関連する要領・基準も改訂される。

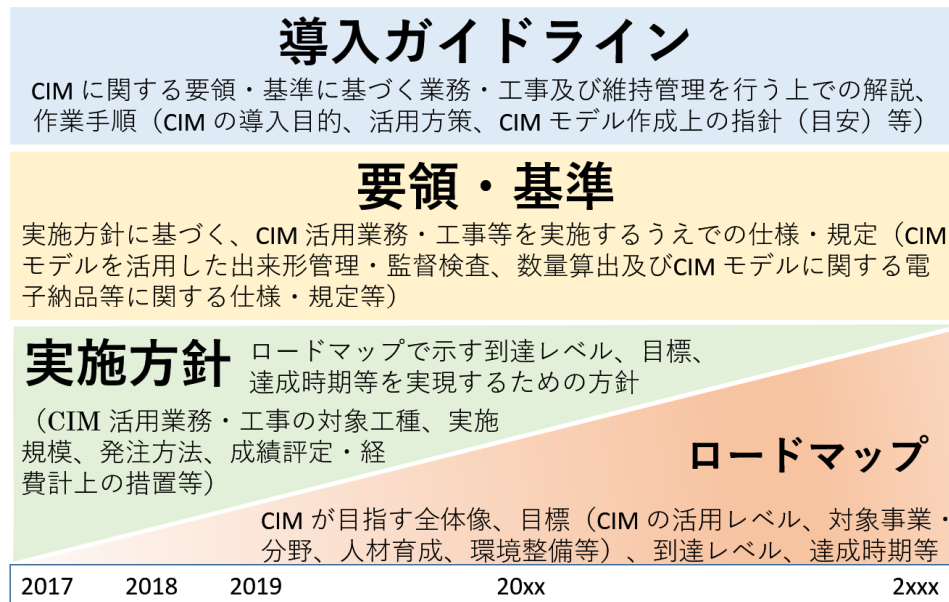


図 2.3 CIM 導入・推進に関する施策の体系

(3) 構成

ガイドラインは、共通編・土工編・河川編・ダム編・橋梁編・トンネル編で構成されている。ガイドラインの構成を表 2.1、各編の目次構成を表 2.2 に示す。

表 2.1 ガイドラインの構成

構成	適用対象構造物
第1編 共通編	共通で適用する項目
第1章 総則	
第2章 測量	
第3章 地質・土質	
第2編 土工編	道路土工及び河川土工 (i-Construction 対応)
第3編 河川編	河川堤防及び構造物 (樋門・樋管等)
第4編 ダム編	適用するダム (フィルダム、重力式コンクリートダム)
第5編 橋梁編	橋梁の上部工(鋼橋、PC 橋), 下部工(RC 下部工(橋台、橋脚))
第6編 トンネル編	山岳トンネル構造物

表 2.2 目次構成

はじめに
1 総則
2 測量及び地質・土質調査
3 調査・設計
4 施工
5 維持管理

各編で作成すべきモデルを図 2.4、作成するモデルの例を図 2.5 に示す。

- 赤字の部分は LandXML 1.2 形式で、青字の部分は IFC 形式で納品し、併せてオリジナルファイル形式の納品も行う。

- ・ 統合モデルおよびその他のモデルは、作成したソフトウェアのオリジナル形式で納品する。

共通編	土工編	河川編	ダム編	橋梁編	トンネル編	
地形モデル	地形モデル	地形モデル	地形モデル	地形モデル	地形モデル	
土質・地質モデル		土質・地質モデル	土質・地質モデル	土質・地質モデル	土質・地質モデル	
線形モデル	線形モデル	土工モデル	構造物モデル	構造物モデル	トンネル本体 選線部 誘導部	
土工形状モデル	土工形状モデル	堤防				下部工
構造物モデル		護岸工		上部工	坑口	
		高水敷			その他構造物	
		付帯工	統括モデル	統括モデル	統括モデル	
		(完成時)				(完成時)
施工モデル		仮設工モデル				測量基準点
		簡略化施工を考慮したモデル				施工計画
					計測設備	

図 2.4 作成するモデル一覧

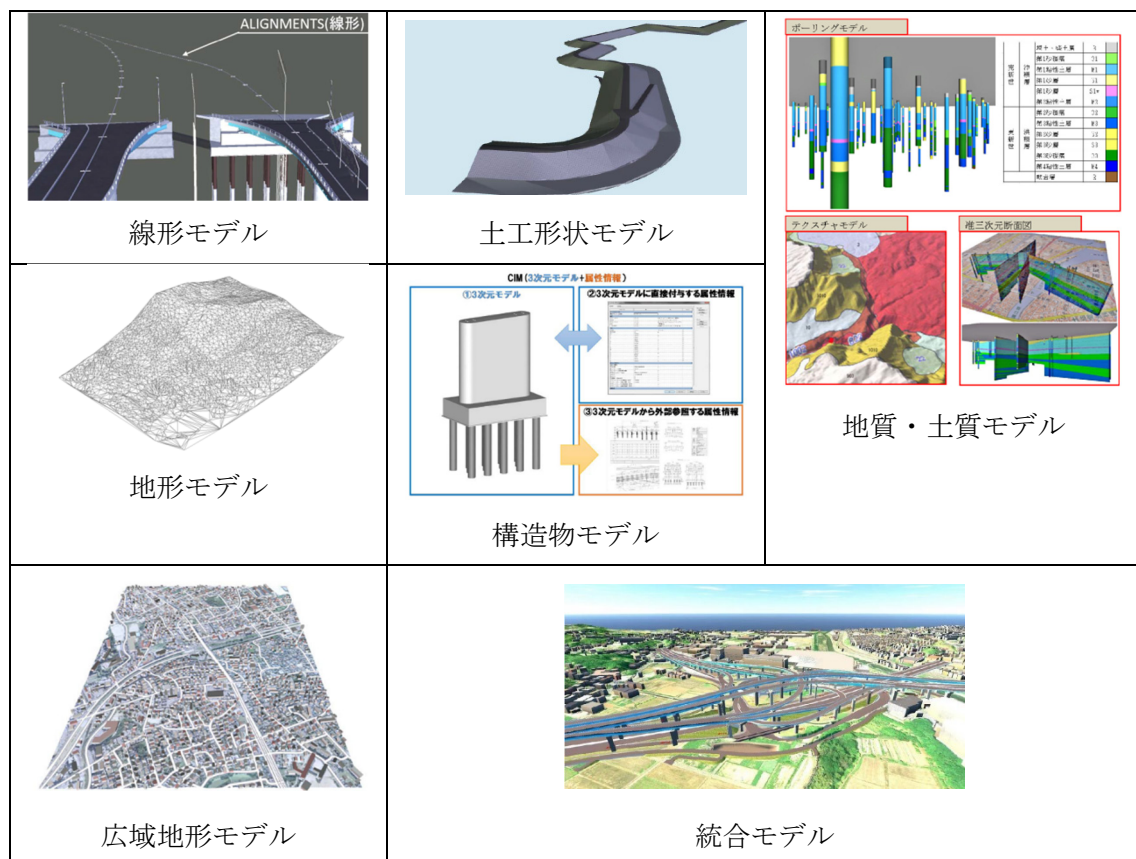


図 2.5 作成するモデルの例

2.4.3 ガイドライン 橋梁編の概要

ガイドラインの橋梁編で作成すべきモデルを表 2.3～表 2.5 に示す。

表 2.3 CIM モデルの作成指針（鋼橋）

モデル	作成指針
鋼橋	鋼橋は、詳細設計で計画された数量計算結果と同等の値を得られる精度のモデルとする。 鋼桁橋（鋼鈹桁橋（Gs）、鋼箱桁橋（Bs） 鋼トラス橋（Ts）、鋼アーチ橋（As）、鋼ラーメン橋（Xs）
桁部材	主桁、横桁等の桁部材は、詳細設計で計画された数量計算結果と同等の値を得られる精度のモデルとする。（ウェブ、フランジそれぞれの幅、板厚、延長）
添接部材	添接板やガセットプレートは、3次元もしくは厚さを持たない2次元（面形状）として作成する。2次元とした場合、厚さは属性情報として付与する。 ボルトの形状はモデル化しないものとする。ただし、画面上で位置や直径（円または多角形等）がわかる程度のものを表示する。 板継手溶接（現場）は画面上で位置がわかる一定の幅を持たせた3次元もしくは厚さを持たない2次元（面形状）として作成する。
床版	床版のモデル化は、PC 橋上部工モデルの作成指針を準用する。
付属物	支承、伸縮装置、落橋防止構造および排水装置等の付属物に関しては、実設計において2次製品が使用される場合が多いため、メーカーから供給されるモデルを利用して形状精度を高めることが望ましい。 また、各部材ごとに指定されている属性情報を入力する。
支承	支承は、外形形状（ゴム、鋼鈹）のモデルを作成する。また、アンカーバーについては、箱抜き外形形状のモデルを作成する。
伸縮装置	伸縮装置は、外形形状（ゴム、鋼板）のモデルを作成する。
落橋防止構造	落橋防止構造は、主要部材（鋼材、被覆材、定着部）について、外形形状のモデルを作成する。
排水装置	排水柵・排水管は、外形形状のモデルを作成する。
点検施設	点検施設は、外形形状をモデル化する。
その他付属物および添架物	その他付属物（照明、標識、防護柵、遮音壁）や添架物は、外形形状のモデルを作成する。

表 2.4 CIM モデルの作成指針 (PC 橋)

モデル	作成指針
コンクリート橋	<p>コンクリート構造物は、詳細設計で計画された数量計算結果と同等の値を得られる精度のモデルとする。ここで、中空床版橋のような場合は外形形状を模したソリッドモデルに中空の型枠あるいは発泡スチロールなどの軽量の部材が埋込まれているようにモデル化するなどの工夫を行う。</p> <p>RCT 桁橋(Gs)、PCT 桁橋(Gs) PC 中空床版橋(Xs) RC 箱桁橋(Bs)、PC 箱桁橋(Bs)</p>
コンクリート	<p>コンクリート構造物は、詳細設計で計画された数量計算結果と同等の値を得られる精度のモデルとする。ここで、中空床版橋のような場合は外形形状を模したソリッドモデルに中空の型枠あるいは発泡スチロールなどの軽量の部材が埋込まれているようにモデル化するなどの工夫を行う。</p>
鉄筋	<p>PC 上部工の鉄筋は、主に「干渉チェック」を目的としてモデル化を行うものとし、過密配筋部、シース等との干渉部等を中心に必要なに応じて作成する。また、鉄筋のモデル化にあたっては継手部のモデル表現は不要とする。</p> <p>ただし、設計上、機械式継手を使用した設計になっている場合は、位置を明示する。過密配筋など配筋同士の干渉確認が必要な場合は、外形をモデル化し、干渉しないか確認する。</p> <p>なお、配筋モデルの作成範囲は受発注者間協議により決定することを基本とする。</p>
PC 鋼材、シース	<p>PC 鋼材・シースは、上部工構造鉄筋との干渉チェックを目的としてモデル化を行うものとし、主にシースの CIM モデルを作成する。このため、シース内の PC 鋼材のモデル化は不要とし、PC 鋼材についてはシースモデルへの属性データとして入力する。</p> <p>カップリング (カプラー) については、分割施工の場合はモデルを作成する。</p>
定着具	<p>定着具については、桁端部にある部材との干渉チェックを目的として外形形状のモデルを作成するものとし、標準的な定着工法にてモデル化を行う。</p>
橋面 (地覆、高欄、舗装)	<p>橋面については、地覆、高欄、舗装、調整コンクリートの外形形状のモデルを作成する。鋼製高欄等の 2 次製品についてはメーカーからのデータ提供があればモデルに反映し、形状精度を高めることが望ましい。</p>
付属物	<p>支承、伸縮装置、落橋防止構造および排水装置等の付属物に関しては、他の構造物との干渉チェックが行える範囲で外形形状をモデル化する。実設計において 2 次製品が使用される場合が多いため、メーカーから供給されるモデルを利用して形状精度を高めることが望ましい。</p> <p>また、必要に応じて、属性情報を追加する。</p>
支承部	<p>支承については、外形形状 (ゴム、鋼板) のモデルを作成する。また、アンカーバーについては、箱抜き外形形状のモデルを作成する。</p>
伸縮装置	<p>伸縮装置については、外形形状 (ゴム、鋼板) のモデルを作成する。</p>
落橋防止構造	<p>落橋防止構造については、主要部材 (鋼材、被覆材、定着部) について、外形形状のモデルを作成する。</p>
排水装置	<p>排水桁・排水管については、外形形状のモデルを作成する。</p>
点検施設	<p>点検施設は、外形形状をモデル化する。</p>
その他付属物および添架物	<p>その他付属物 (照明、標識、防護柵、遮音壁) や添架物は、外形形状のモデルを作成する。</p>

表 2.5 CIM モデルの作成指針（下部工）

モデル	作成指針
下部工	
コンクリート	コンクリート構造物は外形形状のモデルを作成する。外形形状については、詳細設計で計画された数量計算結果と同等の値を得られる精度のモデルとする。
鉄筋	下部工における鉄筋モデルについては、主に「干渉チェック」を目的として過密配筋部等を中心に必要に応じて作成する。また、鉄筋のモデル化にあたっては継手部のモデル表現は不要とする。なお、配筋モデルの作成範囲は受発注者間協議により決定することを基本とする。
支承箱抜き	下部工の支承箱抜き部は、主に構造物鉄筋との「干渉チェック」を目的として、箱抜き形状のみをモデル化する。また、箱抜き型枠材やアンカーバー等については、箱抜き部モデルへの属性データとして登録するものとする。
基礎工	
場所打ち杭	場所打ち杭については、コンクリートの外形形状のモデルを作成するものとし、内部配筋等についてはモデル化を不要とする。ただし、杭頭処理（杭頭鉄筋）については、モデルを作成する。
既製杭	既製杭（PC、RC）については、コンクリートの外形形状のモデルを作成するものとし、内部配筋等についてはモデル化を不要とする。ただし、杭頭処理（杭頭はつり、杭頭鉄筋）、既製杭接続部についてはモデルを作成する。
ケーソン他	ケーソン等その他基礎構造物については、コンクリートモデルと同様に外形形状のモデルを作成する。

3. IFC-Bridge の適用

3.1 はじめに

本章では、橋梁プロダクトモデルの設計フェーズにおける利活用の可能性を検討し、具体的な利活用の手法、および課題を明かにする。橋梁の設計フェーズでは、橋梁プロダクトモデルの様々な利用ケースが想定されるが、検討結果を適切に評価できるように、検討対象となるスコープを明確にしておく。ここでは、IFC を土木構造物に対応させるべく拡張する Overall Architecture プロジェクト（「4.3 Overall Architecture」参照）で示されている、プロダクトモデル活用に関するユースケースの調査結果（表 3.1）を利用した。この調査結果は、bSI が各国のエキスパートに対するアンケートの結果等から算出したものであり、各ユースケースに対する優先度の高さを表わしている。これらの中から、「1.Visualization」（レーティング第 2 位）と「4.Quantity Take-Off」（レーティング第 3 位）を選択し、本章の検討対象とした。レーティング第 1 位である「2.Coordination / Collision Detection」は、鉄筋の干渉チェックに代表されるモデルの不整合発見とその調整に関するユースケースであるが、このユースケースは利用する CAD やビューアに強く依存し、橋梁プロダクトモデルそのものの検討から外れるため、検討対象外とした。本章では、まず IFC-Bridge の概要を説明した後、各ユースケースの検討内容、および結果について説明する。

表 3.1 bSIによるユースケースの必要性に関する調査結果

ユースケース	レーティング
1. Visualization	7.38
2. Coordination / Collision Detection	7.76
3. Construction Sequence Modeling(4D Modeling)	6.21
4. Quantity Take-Off	7.36
5. Structural Analysis	5.71
6. Drawing generation	6.33
7. Code compliance checking	6.24
8. Design-to-design	6.12
9. Machine control	5.67
10. Progress monitoring	6.07
11. As-built v As-planned comparison	6.02
12. Operation and maintenance	7.17
13. Exchange from / to GIS	6.81
14. Initial State Modeling	6.83

3.2 IFC-Bridge のスキーマ分析

3.2.1 IFC について

IFC は、建築物のプロダクトモデルとして開発が続けられ、2013 年に国際標準 ISO16739 になっている。ISO16739 に該当するバージョンは IFC4 であるが、図 3.1 に示すように、順次更新されながら開発が進められた経緯があり、IFC が実用化されたバージョンである IFC2x3 もまだ広く使われている。

また、鉄道、道路、橋梁、トンネルといった土木構造物をモデリングするために、IFC を拡張しスキーマを定義する試みが、各方面で実施されている。2016 年に開催された済州島会議で示された IFC の将来構想（図 3.2）によれば、そのような IFC の拡張が、最終的には統合されて IFC5 となるようであるが、現時点ではそれぞれに必要な拡張を施している状態であり、標準化されていない。本小委員会の検討対象である IFC-Bridge もその中の 1 つである。

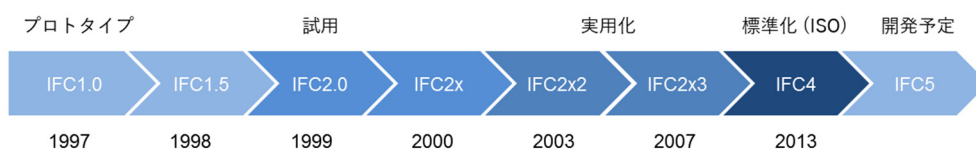


図 3.1 IFC 開発の歴史

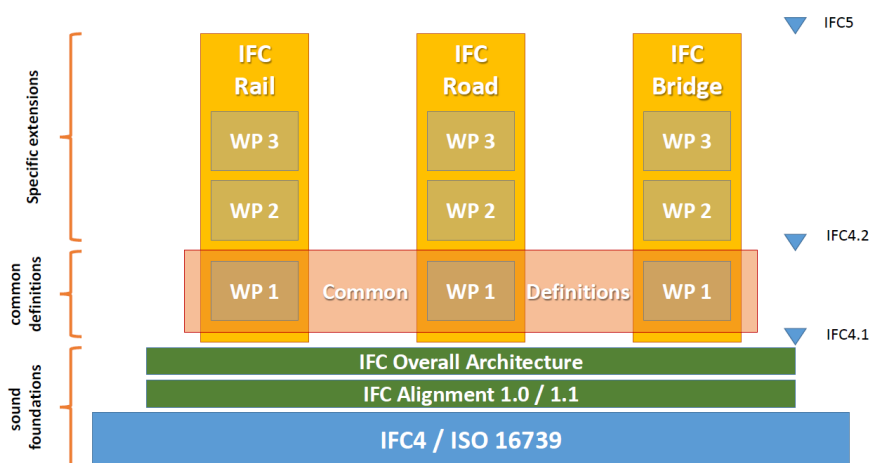


図 3.2 IFC の将来構想（出典：InfraRoom Resolutions bSI autumn summit 2016 Jeju）

3.2.2 IFC-Bridge の概要

橋梁を対象としたプロダクトモデルであり、IFC4 に表 3.2 に示す拡張を施している。以下に、要素種別毎の追加要素についてクラス図を示し、各追加エンティティの概要を説明する。なお、各クラス図において、青色で示すクラスは IFC4 に既に定義されているクラスであり、オレンジ色で示すクラスおよび列挙型 (ENUM) は IFC-Bridge で追加された要素を表している。なお、本概要は “IFC-BRIDGE V3 Data Model - IFC4³⁾” に準じている。

表 3.2 IFC-Bridge で拡張された要素数

要素種別	エンティティ数	列挙型数
Spatial Structure Elements: 空間要素	4	4
Physical Elements: 物理要素	4	2
Element Parts: 部材	5	3
Alignment Elements: 線形要素	5	0
Object Placement: 配置	3	0
Shape Representation: 形状表現	5	0
合計	26	9

(1) Spatial Structure Elements (空間要素)

空間要素エンティティ同士の関係、および列挙型との関係を、図 3.3 に UML クラス図で示す。また、それらエンティティの説明を表 3.3 に示す。

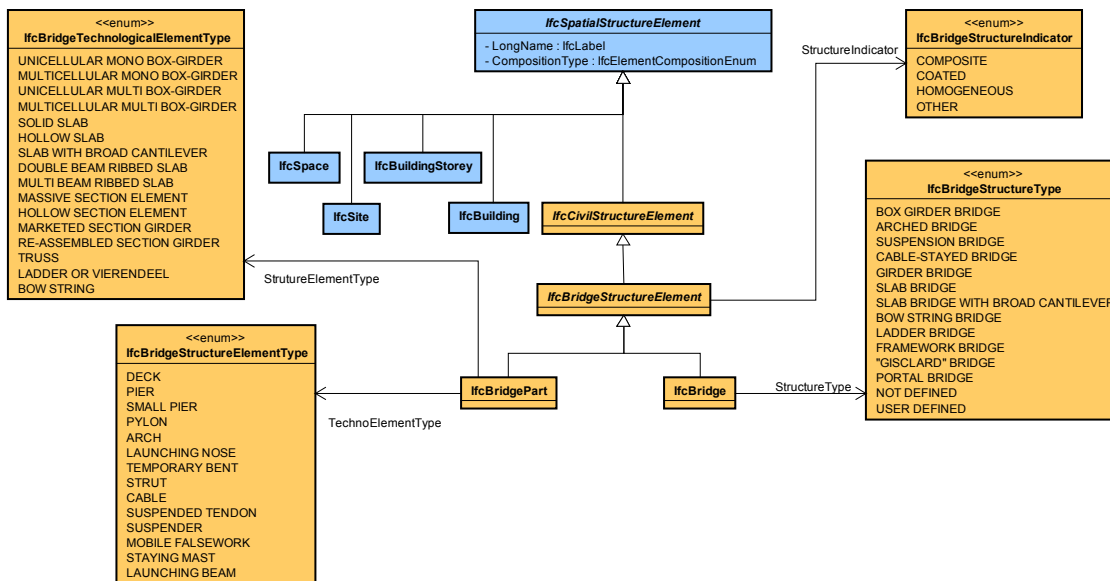


図 3.3 IFC-Bridge の空間要素 (UML クラス図)

表 3.3 各空間要素の説明

エンティティ	説明
IfcCivilStructureElement	IfcCivilStructureElement は、土木構造物の空間要素を表現する抽象型のエンティティである。このモデルにおいては、唯一のサブタイプが IfcBridgeStructureElement であるが、将来的にはその他の土木部門によってサブタイプとすることができる。
IfcBridgeStructureElement	IfcBridgeStructureElement は、すべての橋梁の空間構造要素の抽象的な共通表現である。
IfcBridge	IfcBridge は、橋梁の設計に資する、最高レベルのインスタンスの作成が可能なエンティティである。橋梁の工学的構造は、橋梁パーツといった構成要素に従って、様々な構造形式の категория に分類される。
IfcBridgePart	IfcBridgePart 要素は、特定の構造形式と工学的形式を持つ橋のサブパートである。

(2) Physical elements (物理要素)

物理要素エンティティ同士の関係、および列挙型との関係を、図 3.4 に UML クラス図で示す。また、それらエンティティの説明を表 3.4 に示す。

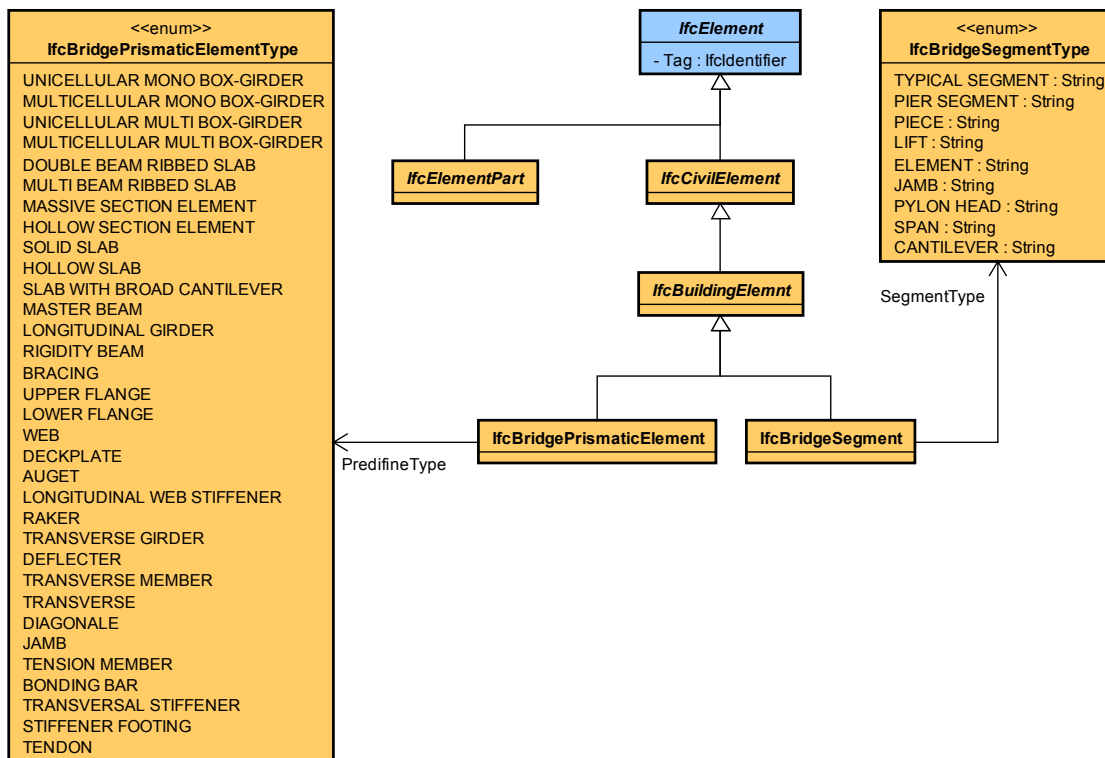


図 3.4 IFC-Bridge の物理要素 (UML クラス図)

表 3.4 各物理要素の説明

エンティティ	説明
IfcCivilElement	IfcCivilElement は、あらゆる土木要素のための概念的共通要素である。この要素には、IfcBridgeElement のみサブタイプとしてあるが、将来は拡張される可能性がある。(例：道路要素)
IfcBridgeElement	IfcBridgeElement は、ジオメトリおよび関連付けられた材質を持つすべての橋梁構造コンポーネント共通要素である。
IfcBridgePrismaticElement	prismatic element は、(部材) の全延長をひとつの属性で表せる要素である。ただし、このモデルにおいて記述される prismatic element は、横断面の (形状の) 変化が可能である。
IfcBridgeSegment	IfcBridgeSegment は、reference curve が技術的な情報を支援する参照カーブのセグメントである。例えば、施工段階に関連させることができる。IfcBridgePrismaticElement の一部と見なすものとする。複数の材質によるセグメントを設計することができるために、IfcRelAggregates を通じて、いくつかの IfcBridgeSegmentPart で構成することができる。

(3) Element parts (部材)

部材エンティティ同士の関係、および列挙型との関係を、図 3.5にUMLクラス図で示す。また、それらエンティティの説明を表 3.5 に示す。

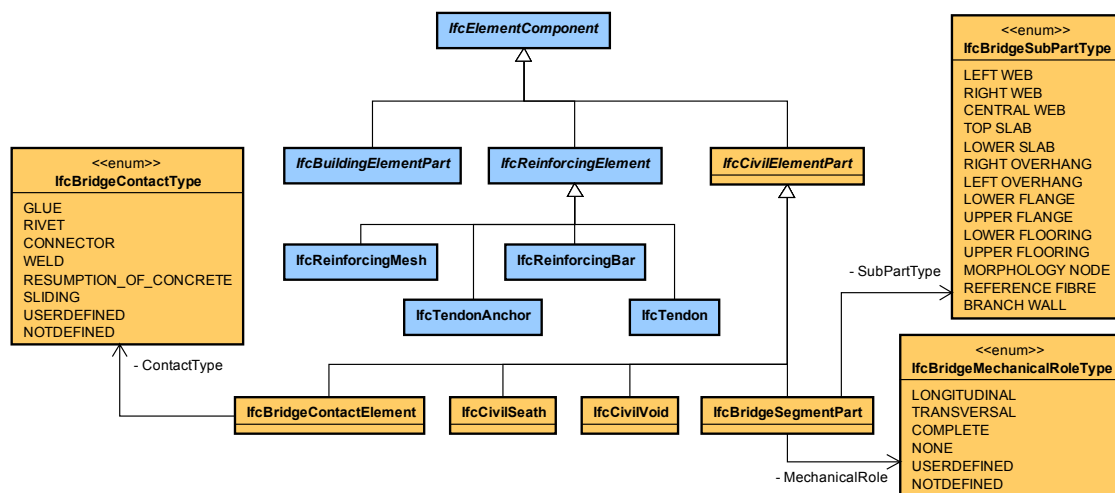


図 3.5 IFC-Bridge の部材要素 (UML クラス図)

表 3.5 各部材要素の説明

エンティティ	説明
IfcCivilElementPart	IfcCivilElementPart は、ブリッジセグメントパート、シースおよびボイドのようなすべての土木の特定のエレメントコンポーネントのスーパータイプである。
IfcBridgeContactElement	IfcBridgeContactElement は、2つの異なるブリッジエレメントを接続するために使用される物理要素の表現で、通常は IfcRelConnetsWithRealizingElements 要素を通して接続される。
IfcBridgeSegmentPart	IfcBridgeContactType は2つの橋梁要素の間に存在する接続の種類を示す。
IfcCivilSeath	※元ドキュメントに記述なし
IfcCivilVoid	※元ドキュメントに記述なし

(4) Alignment Elements (線形要素)

線形に関わるエンティティ同士の関係を、図 3.6 に UML クラス図で示す。また、それらエンティティの説明を表 3.6 に示す。

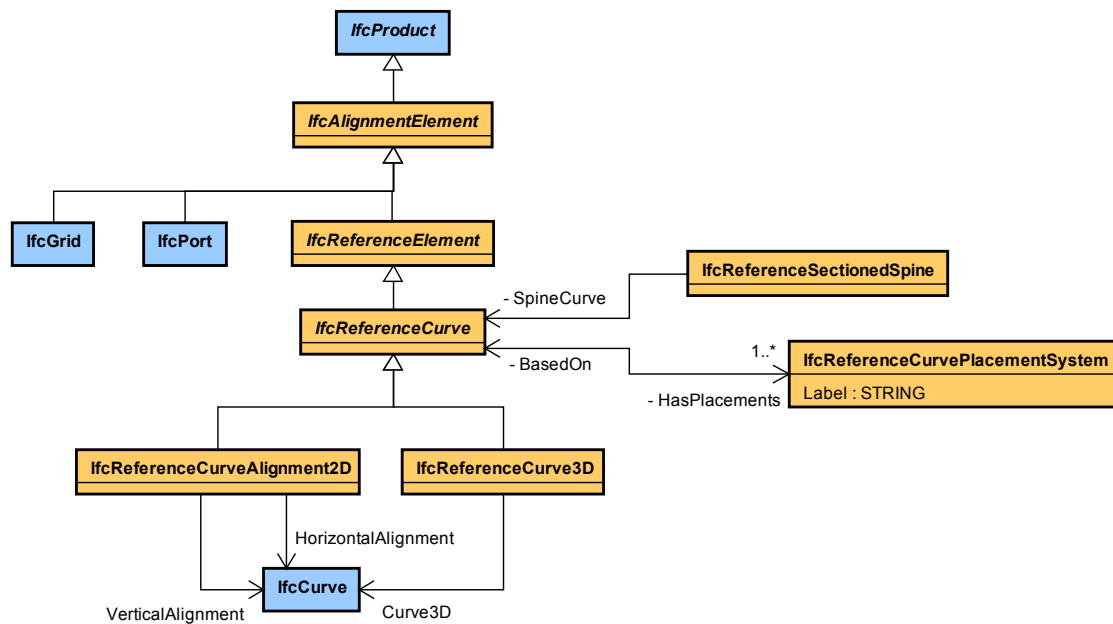


図 3.6 IFC-Bridge の線形要素 (UML クラス図)

表 3.6 各線形要素の説明

エンティティ	説明
IfcAlignmentElement	IfcAlignmentElement は要素を設置するためのヘルパーを提供する概念要素である。橋梁設計に関して、橋梁要素は普通 reference curve を用いて配置されるので、それは IfcReferenceElement によってサブタイプとされる。
IfcReferenceCurve	3次元における幾何学的なカーブは、prismatic element の位置および原点を確保することを許容している。referencecurve は構造物の一般的な基準座標系において幾何学的に定義される。それは起源と終了がある、方向付けされたカーブである。
IfcReferenceCurve3D	グローバルな基準座標系に 3D カーブで定義されたブリッジ参照カーブ。曲線から成る横座標は 3D スペースの中でカーブのパラメータ化によって定義されている。
IfcReferenceCurveAlignment2D	縦断および平面線形により定義された橋梁の reference curve。この実体を使用して、曲線から成る curvilinear abscissa は平面線形に沿って定義される。

(5) Object Placement (配置)

配置に関わるエンティティ同士の関係を、図 3.7 に UML クラス図で示す。また、それらエンティティの説明を表 3.7 に示す。

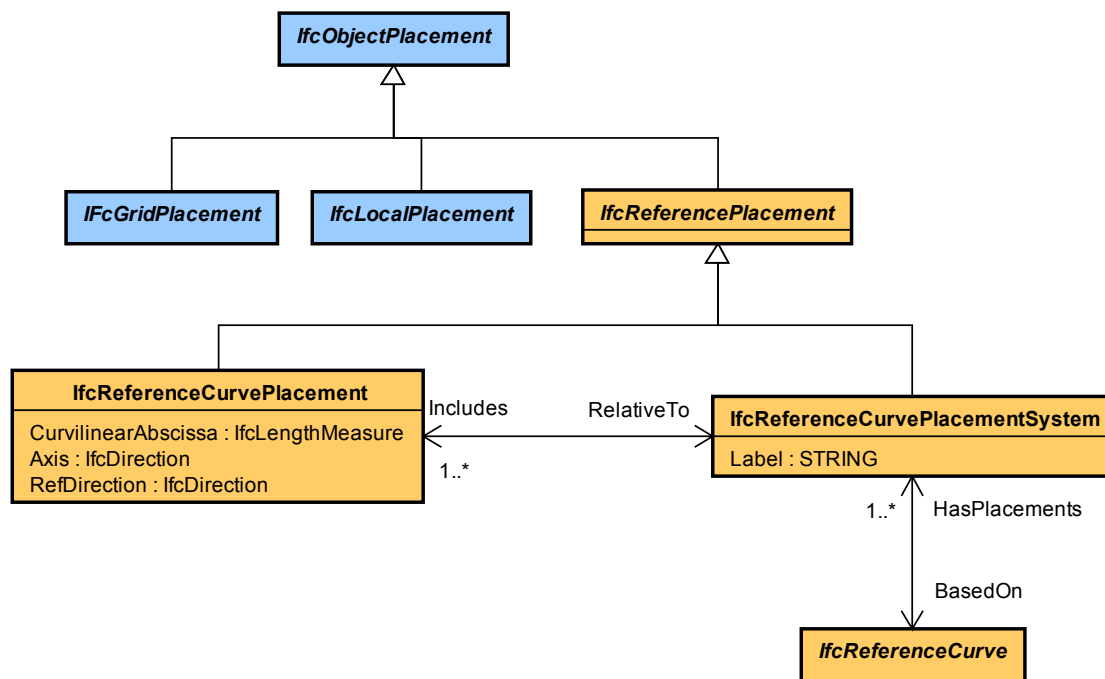


図 3.7 IFC-Bridge の配置要素 (UML クラス図)

表 3.7 各配置要素の説明

エンティティ	説明
IfcReferencePlacement	この抽象的 entity は、別のオブジェクトによって要素を置く方法について記述する。
IfcReferenceCurvePlacement	橋梁の reference curve に沿った系の配置。
IfcReferenceCurvePlacementSystem	この entity は、reference curve 上の軸の全システムをカプセル化する。

(6) Shape Representation (形状表現)

形状表現に用いられるエンティティ同士の関係を、図 3.8にUMLクラス図で示す。また、それらエンティティの説明を表 3.8 に示す。

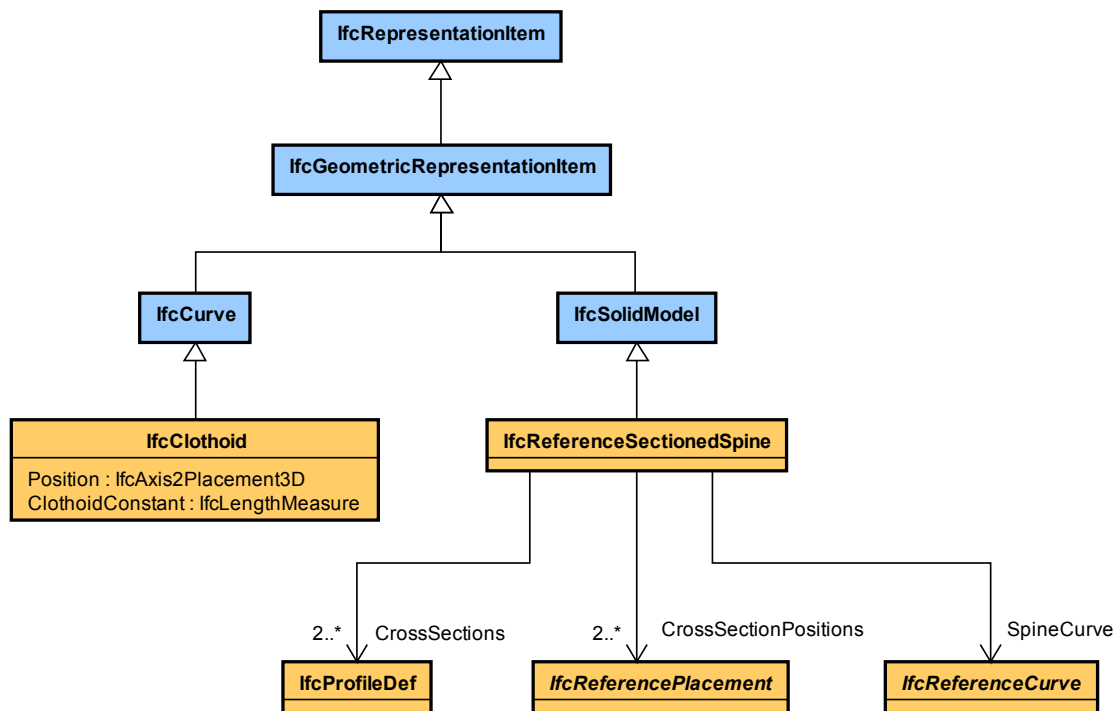


図 3.8 IFC-Bridge の形状表現 (UML クラス図)

表 3.8 各形状表現要素の説明

エンティティ	説明
IfcClothoid	Clothoid は、直線のセグメントから曲線のセグメントに徐々に変化するカーブである。Clothoid の特性は、車両の速度と曲線半径の進入を考慮して定義される。
IfcReferenceSectionedSpine	ReferenceSectionedSpine は、多くの平面交差断面と橋梁の reference curve からなる 3 次元オブジェクトの形状の表現である。形状は、このセットの交差断面の最初の要素と最後の要素の間で定義される。

3.2.3 各ユースケースへの適用分析

(1) Visualization ユースケース

IFC-Bridge で記述されたプロダクトモデルを CAD やビューア等に表示し、複数の関係者間で形状を確認し合うユースケースである。しかしながら、現状、IFC-Bridge を実装した CAD やビューア等のアプリケーションは存在せず、IFC-Bridge を用いて橋梁をモデリングしたとしても、形状を確認することができず、Visualization ユースケースは実現できない。よって、本小委員会においては、ひとまずアプリケーションの対応が豊富である IFC2x3 を用いて橋梁をモデリングし、Visualization ユースケースの適用検討を実施することにした。IFC-Bridge は IFC4 に基づいているが、その前のバージョンである IFC2x3 のエンティティにも対応している。そのため、IFC2x3 で橋梁の形状を表現できれば、IFC-Bridge においても形状を表現できることになる。

そこで、IFC-Bridge エンティティの IFC2x3 エンティティへの置き換えを考える。前項で概要を示した IFC-Bridge 固有エンティティの内、「(1) Spatial Structure Elements (空間要素)」、「(2) Physical Elements (物理要素)」、「(3) Elements Parts (部材)」、「(6) Shape Representation (形状表現)」については IFC2x3 のエンティティで置き換えて表現することにするが、「(4) Alignment Elements (線形要素)」は現在、bSJ で提案されている線形要素である IFC Alignment と異なっており、今後変更が必要であると考えられるため検討対象外とした。また、「(5) Object Placement (配置)」も線形要素と併に使われることが前提となっているため、同様に対象外とした。

IFC-Bridge 固有のエンティティの IFC2x3 既存エンティティへの変換方法も含めた具体例による適用検討の結果を「3.3 具体例による visualization への応用可能性の検討」に示す。

(2) 数量伝達ユースケース

橋梁の数量情報の内、

- コンクリート
- 鉄筋
- PC ケーブル（定着装置含む）

の数量を積算システムに受け渡すユースケースである。

ここで想定している積算システムは、3D CAD と異なり、モデルの 3D 形状から直接数量を算出するような機能は持っていないため、算出結果である数量情報を何かしらの方法でモデルに保持し、受け渡す必要がある。しかしながら、IFC-Bridge にはそのような数量の保持に関わる機能は追加されていないため、IFC4 に元々備わっているプロパティセット（property set）と数量セット（quantity set）を用いて保持することにし、必要に応じて拡張（新たな数量セットを定義する）する。これらの詳細な検討結果を「3.4 数量伝達への応用可能性の検討」に示す。

さらに、上述の検討により表現可能となった数量情報は、橋梁の各部材（桁、橋台、橋脚等）に紐付けて保持されるべきであるが（そうでなければ、橋梁全体における数量しか受け渡しできないことになる）、IFC-Bridge で数量計算ユースケースに必要なすべての部材が定義されているかは不明である。これについては、「3.5 IFC-Bridge の用語分析」の分析結果と照らし合わせて、検討する必要がある。

3.3 Visualization への応用可能性の検討

3.3.1 visualization ユースケースの検討手法

前項で述べたように、IFC には複数のバージョンが存在するだけでなく、土木構造物を対象として拡張されたスキーマも存在する。Visualization ユースケースを実現するためには、目視で形状を確認するためのビューアプリケーションが必要であるが、まだ標準化されていない IFC-Bridge を理解するビューは存在しない。本検討の範囲で、IFC-Bridge に対応するビューを開発することは困難であったため、検討は IFC にのみ対応した既存ビューで実施することとし、既存ビューで読み込めるように IFC-Bridge に固有のエンティティを以下のとおり IFC エンティティに変換してモデリングする手法を考案した。

(1) 空間要素

IFC-Bridge エンティティ	IFC エンティティ
IfcBridge	IfcSite
IfcBridgePart	IfcBuilding

(2) 物理要素

IFC-Bridge エンティティ	IFC エンティティ
IfcBridgePrismaticElement	IfcWall
IfcBridgeSegment	IfcWall

(3) 部材

IFC-Bridge エンティティ	IFC エンティティ
IfcBridgeContactElement	IfcWall
IfcBridgeSegmentPart	IfcWall
IfcCivilSheath	IfcWall
IfcCivilVoid	IfcWall

(4) 線形要素

IFC-Bridge エンティティ	IFC エンティティ
IfcAlignmentElement	※対象外のため未検討
IfcReferenceCurve	※対象外のため未検討
IfcReferenceCurve3D	※対象外のため未検討
IfcReferenceCurveAlignment2D	※対象外のため未検討

(5) 配置

IFC-Bridge エンティティ	IFC エンティティ
IfcReferencePlacement	※対象外のため未検討
IfcReferenceCurvePlacement	※対象外のため未検討
IfcReferenceCurvePlacementSystem	※対象外のため未検討

(6) 形状表現

IFC-Bridge エンティティ	IFC エンティティ
IfcClothoid	IfcCompositeCurve
IfcReferenceSectionedSpine	IfcSectionedSpine

IFC-Bridge に固有のエンティティを以上のおり変換することにより、IFC-Bridge に固有エンティティを使わずにモデリング可能になるため、既存の IFC ビューアで表示可能になると考えられる。

3.3.2 具体例による検討

前項で示したモデリング手法により、以下のサンプル橋梁をモデリングし、現在、広く用いられている複数のビューアで読み込んで、**visualization** ユースケースの検証を実施した。

(1) サンプル橋梁の概要

小委員会において実橋梁を参考に、以下の構造概要を持つ橋梁モデルを IFC2x3 を用いて記述した。

a) 上部構造

2 径間連続 PCT ラーメン箱桁橋

橋長：L=121,000m

桁長：L=120,000m

支間長：L=59.300m+59.300m

平面線形：A=500（右曲り）

縦断勾配：2.500%

横断勾配：2.0%（片勾配）

全幅：W=12.600m

有効幅員：W=12,000m

腹板高：2.500～6.000m

b) 下部構造

橋台形式：逆 T 式橋台

橋脚形式：壁式橋脚（大口径深礎杭 ϕ 8000）

橋脚高：H=27.500m

(2) 全体のモデリング結果

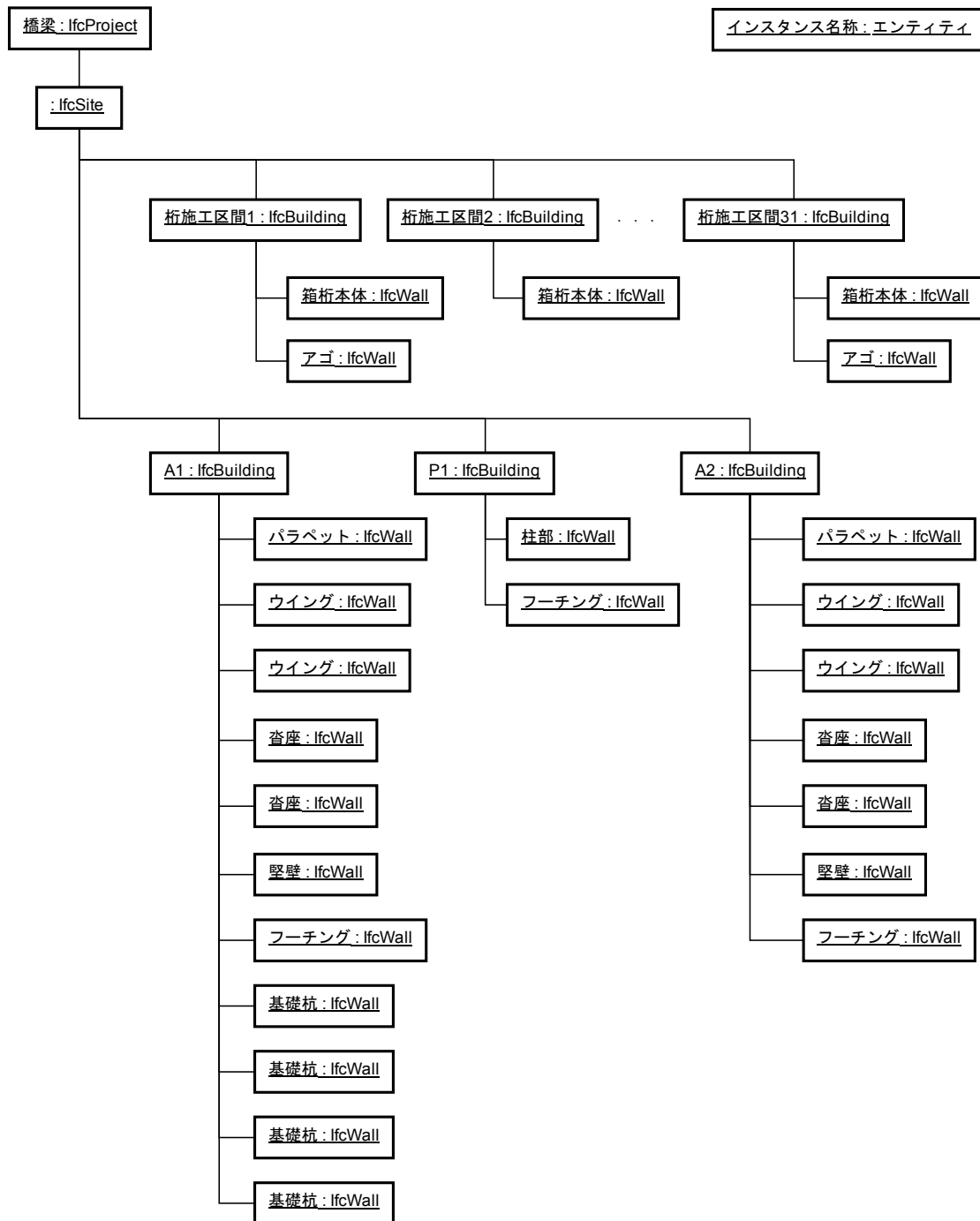


図 3.9 サンプル橋梁モデルの構造 (UML オブジェクト図)

(3) 各種ビューア等による読み込み結果

IFC2x3 で記述したサンプル橋梁モデルについて、各種ビューアでの読み込みと表示の結果一覧を表 3.9 に示し、各ビューアでの表示結果を図 3.10～図 3.12 に示す。

表 3.9 サンプル橋梁モデルのビューア読み込み、表示結果

ソフトウェア名称	バージョン	読み込み	表示	入手先
Solibri	9.7.17	○	○	https://www.solibri.com/products/solibri-model-viewer/
BIM Vision	2.13.3(64bit)	○	○	http://bimvision.eu/en/download/
Navisworks	2016	○	○	https://www.autodesk.co.jp/products/navisworks/autodesk-navisworks-freedom

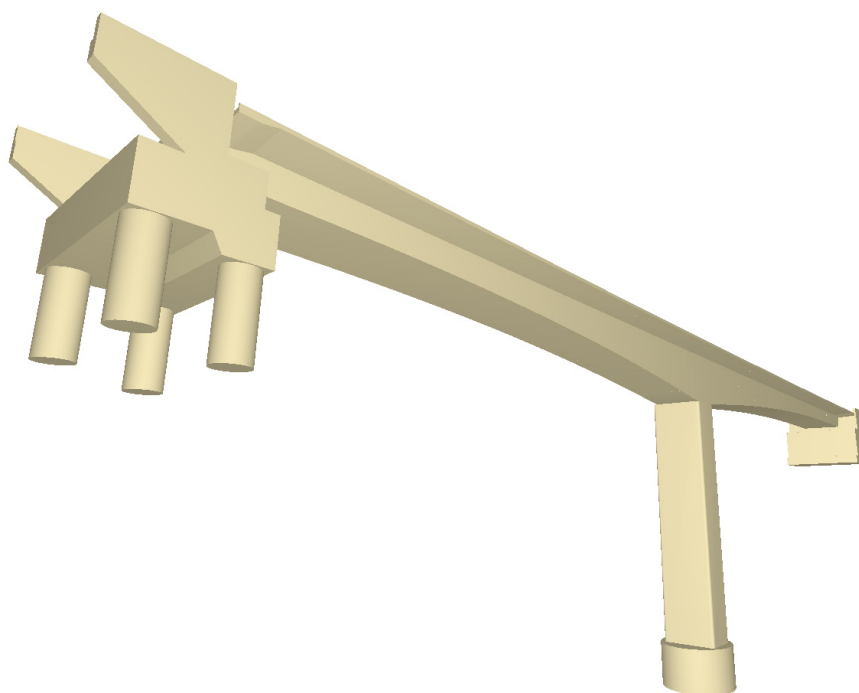


図 3.10 Solibri による表示結果

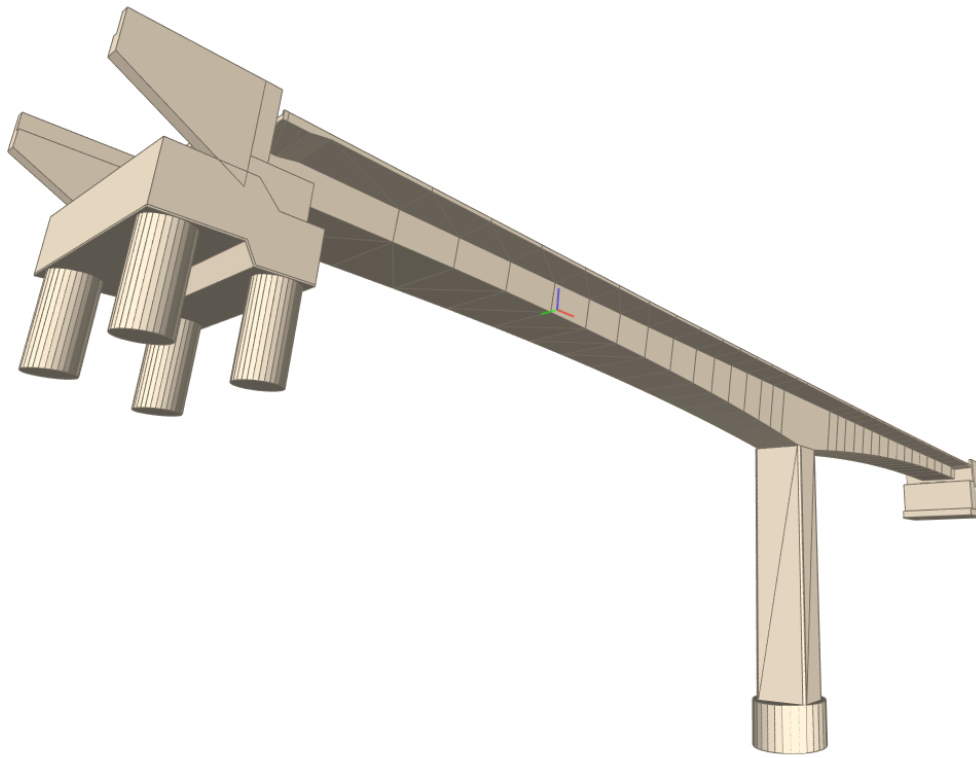


図 3.11 BIM Vision による表示結果

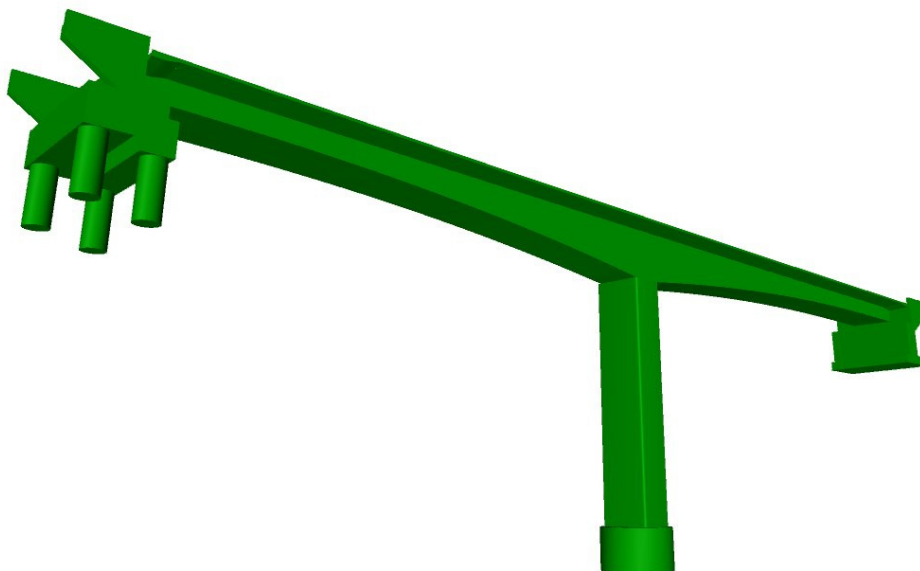


図 3.12 Navisworks による表示結果

3.3.3 検討結果のまとめ

IFC-Bridge で記述された橋梁プロダクトモデルを読み込み可能なアプリケーション（ビューア、CAD 等）が存在しないため、visualization ユースケースの実現は困難であると考えられていたが、IFC-Bridge に固有エンティティの IFC エンティティへの簡単な変換（空間要素や部材要素）により、実用的なレベルで visualization ユースケースが実現可能であることが確認できた。

しかしながら、IFC-Bridge に固有の形状エンティティである、IfcClothoid と IfcReferenceSectionedSpine については、IFC に既存のエンティティで表現可能であると考えられるが、具体的に検証することができなかった。これは、空間要素と異なり、手動による変換が困難であるためである。よって、IFC-Bridge のモデルから IFC モデルへの変換プログラムを開発するなどして変換作業の省力化を実現すると共に、それら形状表現を伴ったモデルの visualization ユースケースの検討を実施することが今後の課題となる。

3.4 数量伝達への応用可能性の検討

3.4.1 検討方針

数量伝達への応用可能性を検討するにあたって、使用する場面（ユースケース）を設計システムから積算システムへの連携を考慮して検討することとした。

3.4.2 設計システムから積算システムに渡す情報

土木工事数量算出要領（案）や、実橋梁の数量算出表を参考として、設計システムから積算システムに渡す情報として、以下のような情報を渡すために検討を行うこととした。

(1) 上部工

a) 箱桁コンクリート

- コンクリート規格
- 数量（体積）

b) 箱桁鉄筋

- 材料規格
- 鉄筋径
- 数量（質量）

c) PC ケーブル

- PC ケーブルの種類
- 緊張方法
- PC ケーブルの接続の有無
- 緊張区分
- 定着装置の種類
- 定着装置の名称・規格
- 数量（PC ケーブル数）

(2) 下部工

a) 橋脚・橋台コンクリート

- 形式
- 数量（体積）

b) 橋脚・橋台鉄筋

- 材料規格
- 鉄筋径
- 数量（質量）

c) 基礎砕石

- 規格
- 施工厚さ
- 数量（面積）

d) 均しコンクリート

- コンクリート規格
- 施工厚さ
- 数量（面積）

3.4.3 IFC4 に含まれる要素（エンティティ）の調査

IFC-Bridge のベースである IFC4 において、前述の情報を格納する要素（エンティティ）の調査を行った。数量情報、属性（プロパティ）情報、材質情報を格納するエンティティを調査した。

(1) 数量情報

IFC4 において、数量情報は図 3.13 のようなエンティティを使用して土木要素に対して割り当てることが可能である。

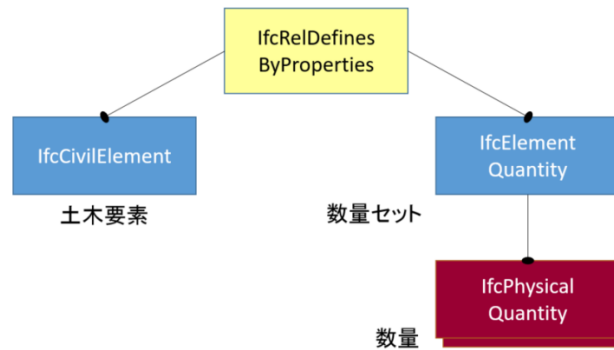


図 3.13 土木要素への数量情報の割り当て

a) IfcElementQuantity

IfcElementQuantity は要素の物理属性を継承した、数量の集合を定義するためのエンティティである。数量情報を付与する対象の要素は、空間構造要素、建築要素であり、IfcRelDefinesByProperties 関係性を使用して対象に数量情報を付与する。

1 つの IfcElementQuantity インスタンスに割り当てられた数量は同じ数量算出方法に従って計算されたものとみなされ、複数の数量算出方法によって求められた場合は、算出方法ごとに IfcElementQuantity のインスタンスが作成される。

IfcElementQuantity は IfcPhysicalQuantity のサブタイプを Quantities 属性の集合型の中に持つことが可能であり、各種の数量情報を含めることが可能である。

b) IfcPhysicalQuantity

物理数量 IfcPhysicalQuantity は抽象エンティティである。単一、または複数の算出値の使用法の意味的定義と一緒に、複合または単一の算出数量を保持する。

c) IfcRelDefinesByProperties

オブジェクトとプロパティセット定義間の関係性を定義するエンティティである。

(2) 属性（プロパティ）情報

IFC4 において、プロパティ情報は図 3.14 のようなエンティティを使用して土木要素に対して割り当てることが可能である。

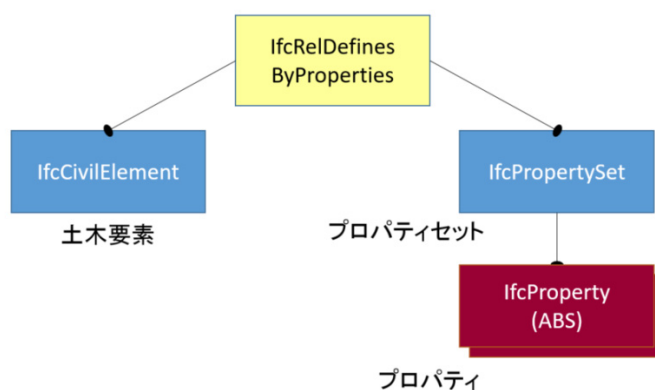


図 3.14 土木要素へのプロパティ情報の割り当て

a) IfcPropertySet

IfcPropertySet は外部プロパティを定義するエンティティである。プロパティツリーに複数のプロパティを保持するためのコンテナクラスです。プロパティは名前属性に従って解釈される。

b) IfcProperty

IfcProperty はプロパティセット機構を利用して IFC オブジェクトに関連付けることが可能なすべてのプロパティタイプの抽象汎用クラスである。

(3) 材質情報

IFC4において、材質のプロパティ情報は図のようなエンティティを使用して土木要素に対して割り当てることが可能である。

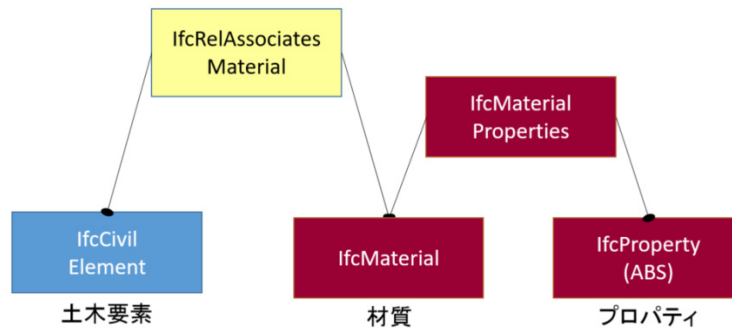


図 3.15 土木要素への材質情報の割り当て

a) IfcMaterial

形がある要素に対して使用できる均質、または不均質な物質である。名前とクラスによって識別され、IfcMaterialProperties で定義される材質プロパティと関連付けられることがある。要素や要素タイプと IfcRelAssociates 関係性を使用して関連付けられる。

b) IfcMaterialProperties

材質定義に関連付けて材質プロパティを割り当てるエンティティ。名前と概要属性によって識別され、IfcProperty は名前、概要、値、単位属性によって固有の材料特性を表すために使用される。

(4) まとめ

IFC4 のエンティティを用いて、数量情報、属性（プロパティ）情報、材質情報を格納する方法について確認した。設計システムから積算システムに情報を渡すにあたって必要な情報を、適切な各エンティティを使用して割り当てるべきと考える。

3.4.4 IFC4に含まれる数量セット、プロパティセットの調査

前述のとおり、数量情報、属性（プロパティ）情報、材質情報を格納するエンティティがIFC4に存在することは確認したが、これらのエンティティに格納する情報は自由に名前を付け、自由な値を入れることができるため、ソフト間でどのようにデータを格納するかのルールがなければ、コンピュータが解釈できる情報の流通はできない。

IFCでは、これらの情報をどのような名前でどのような値を格納するかというルールを数量セット（Quantity set）、プロパティセット（Property set）という形で定義する。次からはIFC4に含まれている既定義の数量セット、プロパティセットを一部調査し、使用可能性について検討した。

(1) 既定義の数量セット

IFC4で定義された汎用的な数量セットがあり、これに従って数量情報を付加することでIFC4に従って情報の伝達が可能である。例として、建物の壁における基本数量情報の付加方法を示す `Qto_WallBaseQuantities` を表 3.10 に示す。

表 3.10 壁一般数量セット Qto_WallBaseQuantities

名前	型	概要	
Length	Q_LENGTH	長さ	壁の中心線に沿った合計名目長さ (壁のパスと異なる場合もある。)
Width	Q_LENGTH	幅	壁のパスに垂直に測定した壁の合計名目幅 (または厚さ)。これは壁のパスに沿って一定の場合にのみ与えられる。
Height	Q_LENGTH	高さ	壁の名目高さ。 壁のパスに沿って一定の場合にのみ与えられる。
GrossFootprintArea	Q_AREA	グロスフットプリント面積	平面図での壁の面積。壁の編集 (レセス等) を考慮しない。壁のフットプリントとも呼ばれる。
NetFootprintArea	Q_AREA	ネットフットプリント面積	平面図での壁の面積。壁の編集 (レセス等) を考慮する。壁のフットプリントとも呼ばれる。
GrossSideArea	Q_AREA	グロス側面面積	立面図において壁中心面の面積。 壁の編集 (開口部など) を考慮しない。
NetSideArea	Q_AREA	ネット側面面積	立面図において壁中心面の面積。 壁の編集 (開口部など) を考慮する。
GrossVolume	Q_VOLUME	グロス体積	壁の体積。開口部や接続する幾何形状を考慮しない。
NetVolume	Q_VOLUME	ネット体積	壁の体積。開口部を差し引き、接続する幾何形状を考慮した結果。
GrossWeight	Q_WEIGHT	グロス重量	壁の合計グロス重量。付属パーツを含めない。 可能な加工機能 (面で切り落とし等) や開口部、レセスを考慮しない。
NetWeight	Q_WEIGHT	ネット重量	壁の合計ネット重量。付属パーツは含めない。 可能な加工機能 (切断など) や開口部、レセスを考慮する。

上記の Qto_WallBaseQuantities のように IFC4 では壁など一般的な建築部材の数量セットが既定義として存在する。しかし、IFC-Bridge の部材に対する数量セットはまだ存在しないため、IFC-Bridge で数量を渡すには新たに数量セットを作る必要がある。

また、先に述べたように 1 つの IfcElementQuantity インスタンスに割り当てられた数量情報は 1 つの数量算出方法で求められた値と定義されているが、IFC4 に定義された数量セットは国・地域に関わらない汎用的な情報を伝達するためであると考えられる。特定の国・地域の数量算出方法に従った数量情報を付加するには、数量算出方法に従った数量セットを作成しなければ、情報を正しく伝達することができないと考えられる。

(2) 既定義の建築要素プロパティセット

既定義の建築要素プロパティセットの例として、IfcBuildingElement に対して割り当て

ることが可能なコンクリート要素の一般属性用プロパティセット Pset_ConcreteElementGeneral の定義を表 3.11 に示す。

表 3.11 Pset_ConcreteElementGeneral

名前	型	概要	
ConstructionMethod	P_SINGLEVAL UE / IfcLabel	施工方法	コンクリート要素が現場打ちか、プレキャストかを指定する。 値は、'In-Situ'か'Precast'を指定する。
StructuralClass	P_SINGLEVAL UE / IfcLabel	構造クラス	コンクリート構造に定義する構造クラス (例： '1').
StrengthClass	P_SINGLEVAL UE / IfcLabel	強度クラス	プロジェクトに適用されたコンクリート設計コードに従った コンクリート強度の等級
ExposureClass	P_SINGLEVAL UE / IfcLabel	暴露クラス	環境状況への暴露の等級。通常はプロジェクトに適用されたコンクリート設計コードに従う
ReinforcementVolumeRatio	P_SINGLEVAL UE / IfcMassDensity Measure	鉄筋体積比	鉄筋コンクリート構造要素において、要求される鉄筋の有効重量とコンクリートの有効体積の比。
ReinforcementAreaRatio	P_SINGLEVAL UE / IfcAreaDensity Measure	鉄筋面積比	鉄筋コンクリート構造要素の任意の断面において、要求される鉄筋の有効面積とコンクリートの有効面積の比。
DimensionalAccuracyClass	P_SINGLEVAL UE / IfcLabel	寸法精度クラス	ローカル規約に従った寸法精度要求の等級指定。
ConstructionToleranceClass	P_SINGLEVAL UE / IfcLabel	施工精度クラス	ローカル標準に従った現地打ち精度の等級指定。
ConcreteCover	P_SINGLEVAL UE / IfcPositiveLengthMeasure	コンクリート被り	ローカル建築規約に従った鉄筋の保護用コンクリート被り
ConcreteCoverAtMainBars	P_SINGLEVAL UE / IfcPositiveLengthMeasure	主鉄筋のコンクリート被り	ローカル建築規約に従った主鉄筋の保護用コンクリート被り
ConcreteCoverAtLinks	P_SINGLEVAL UE / IfcPositiveLengthMeasure	接合部のコンクリート被り	ローカル建築規約に従った鉄筋連結部の保護用コンクリート被り
ReinforcementStrengthClass	P_SINGLEVAL UE / IfcLabel	鉄筋強度クラス	プロジェクトに適用されたコンクリート設計コードに従った鉄筋強度の等級。鉄筋強度のクラスはしばしば、強度と延性を一緒にして表します。

数量以外の規格等の情報を伝える必要がある場合にはプロパティとして情報を付与するが、設計ソフトから積算ソフトへの情報伝達を考えた場合には、数量算出方法に従ったプロパティセットを作る必要があると考えられる。

また、次に述べるように、材質に対してのプロパティセットも存在しているため、土木要素オブジェクトに対してプロパティを与えるのか、土木要素の材質に対してプロパティを与えるのかについても検討する必要がある。

(3) 既定義の材質プロパティセット

IFC4 に定義されている材質のプロパティセットとしては一般的なものや、材質の種類（コンクリート、鋼材）に関するものが定義されている。例として、コンクリート材質のプロパティセットを表 3.12 に、鋼材材質のプロパティセットを表 3.13 に示す。

表 3.12 コンクリート材質用プロパティセット Pset_MaterialConcrete

名前	型	概要	
CompressiveStrength	P_SINGLEVALUE / IfcPressureMeasure	圧縮強度	コンクリートの圧縮強度
MaxAggregateSize	P_SINGLEVALUE / IfcPositiveLengthMeasure	骨材の最大寸法	コンクリートの最大骨材サイズ
AdmixturesDescription	P_SINGLEVALUE / IfcText	混和剤量の説明	コンクリートミックスに加えられた混和剤量の概要
Workability	P_SINGLEVALUE / IfcText	作業性	ローカル規約に従って定義されたフレッシュコンクリートの作業性の概要
WaterImpermeability	P_SINGLEVALUE / IfcText	不透水性	撥水性質を表す不透水性の概要
ProtectivePoreRatio	P_SINGLEVALUE / IfcNormalisedRatioMeasure	保護空隙率	コンクリートの不凍性を表す保護空隙率

表 3.13 鋼材材質用プロパティセット Pset_MaterialSteel

名前	型	概要	
YieldStress	P_SINGLEVALUE/ IfcPressureMeasure	降 伏 応力	材質の降伏応力の測定値 (または降伏応力の特徴を 表す 0.2%耐力の測定値)
UltimateStress	P_SINGLEVALUE/ IfcPressureMeasure	終 局 応力	材質の終局応力の測定値
UltimateStrain	P_SINGLEVALUE/ IfcPositiveRatioMeasure	終 局 ひ ず み	材質の終局応力状態におけ るひずみの測定値
HardeningModule	P_SINGLEVALUE/ IfcModulusOfElasticityMeasure	硬 化 係数	材質の硬化係数の測定値 (応力・ひずみ曲線の降伏点 以降の傾き)
ProportionalStress	P_SINGLEVALUE/ IfcPressureMeasure	比 例 応力	材質の比例する応力の測定 値。これは、最初に塑性変 形が発生する応力の特徴を 表し、一般に 0.01%の変形 が観測された応力 (0.01% 耐力) である。
PlasticStrain	P_SINGLEVALUE/ IfcPositiveRatioMeasure	塑 性 変形	永久的な変形の測定値。ス リップ、ねじれの時、応力 を取り除いた後も残る。現 在、材質に 0.2%比例応力の ひずみに適用される。
Relaxations	P_SINGLEVALUE/ IfcNormalisedRatioMeasure / IfcNormalisedRatioMeasure	応 力 緩和	塑性流動から起こる長い時 間そのままにした時の応力 の減少の測定値。1つの材質 で異なる初期応力の値によ って異なる緩和の値が与え られることがある。これは、 一定のひずみで、与えられ た初期応力レベルが時間に 依存して相対的に緩和した 値を表す。参照元の値は "RelaxationValue"、参照先 の値は "InitialStress" であ る。

付加すべき情報に、材質の属性情報がある場合には、材質のプロパティセットを使うべきと考えられる。コンクリートや鋼材の一般的な属性であれば、IFC4 に既定義の材質用プロパティセットが使えるか検討する必要がある。

(4) まとめ

IFC4 に定義されている数量セット、プロパティセットを調査した。IFC-Bridge に数量情報を付加するためにはIFC-Bridgeの部材に対応した数量セットを数量算出基準に従って新たに作成する必要があると考えられる。また、既存の汎用的なプロパティセット、材質プロパティセットについては、橋梁にも使用できるか検討する必要がある。

3.4.5 数量伝達検討の結論

IFC4 のエンティティの調査を行った結果、数量計算書に含まれる情報を IFC4 に付加することは可能ではあるが、要素をどのように結びつけるか、またどのようなルールで橋梁要素を判別するかが決まっていないため、機械的に情報を受け渡すことはできない。

また、数量情報を渡すための数量セットやプロパティセットについても、数量算出基準に従ったものを作るか、既存のものを使う場合でもどのように使用するかルールを策定する必要がある。

設計システムから積算システムへの連携については、これらの点について検討し、IFC-Bridge でどのような要素の結びつきや名前を付け、どのような数量セットやプロパティセットに情報を含めるべきかを積算連携用モデルビュー定義としてまとめることで可能となると考える。

3.4.6 今後の課題

(1) モデルビュー定義の開発

数量算出基準に従った数量セット、プロパティセットを策定した数量情報の受け渡しに対応したモデルビュー定義の開発が必要である。

(2) ソフトウェア対応状況の調査

モデルビュー定義を開発する上で既存ソフトウェアが対応している、また対応しやすい形とする必要がある場合、既存の設計ソフトウェア、積算ソフトウェアでどのような情報を入出力しているかの調査を行う必要がある。

3.4.7 設計から積算の連携以外における数量情報の活用可能性

設計システムから積算システムへの連携を前提として、数量計算書に必要な情報を IFC へ付加する検討を行ってきたが、それ以外の場面で、数量情報を活用できないか検討されたため、それらについて以下に述べる。

(1) 設計から施工への数量情報伝達

設計側で出力した数量情報を施工側で受け取って使用できないかについて、検討が行われ、設計側から渡された数量にロス率を掛けることで、施工数量として使用できる可能性が報告された。

表 3.14 設計数量から施工数量への換算検討

P1数量

オブジェクト	材質	設計数量(m3)	施工数量(m3)
P1橋脚_上部	コンクリート	119.10	121.48
P1橋脚_下部	コンクリート	535.95	546.67
P1基礎	コンクリート	226.195	230.72

基礎、橋脚ともにロス率K=0.02に設定

(2) 形状情報を使用した数量根拠

数量算出要領の改訂により、3次元 CAD を用いた体積値等の数量算出が可能となっているが、その際に数量算出で使用した3次元形状を IFC にともに格納することにより、数量算出の根拠として使用できる可能性が報告された。

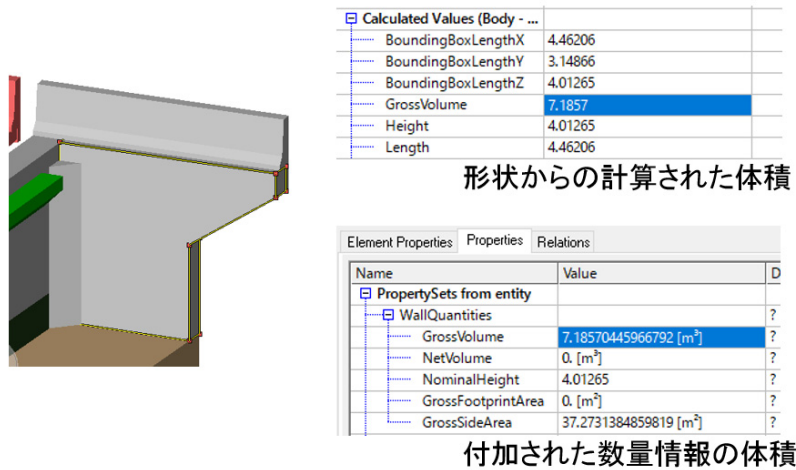


図 3.16 数量情報と形状から算出した体積値の比較

3.5 IFC-Bridge の用語分析

3.5.1 IFC-Bridge と対応する日本語の比較

IFC-Bridge を日本の構造物へ適用が可能か検証するため、各要素に割り当てられている Enumeration（以下、列挙型）に対応する日本語用語の有無および日本では橋梁の構造を表す際に利用する用語で IFC に存在しない（不足している）ものを当小委員会にて調査した。なお、詳細な比較結果は付属資料 5.1 を参照のこと。

(1) 空間要素に関する用語を検証

空間要素に関する用語の検証を行った。IFC-Bridge 空間要素の構成は、図 3.17 のようになり、検証の対象は以下の 4つの要素ごとに定義されている

- IfcBridgeStructureIndicator
- IfcBridgeTechnologicalElementType
- IfcBridgeStructureElementType
- IfcBridgeStructureType

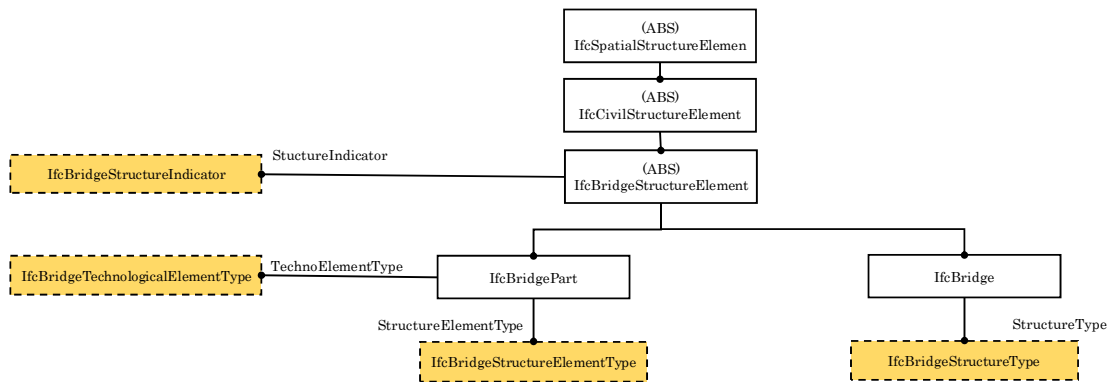


図 3.17 空間要素の構成要素 (EXPRESS-G)

それぞれの検証結果を以下に示す。

a) IfcBridgeStructureIndicator

構造要素に関する一般的な指標である。日本語を対応させた結果を表 3.15 に示す。表は、IFC-Bridge での列挙型の名称と対応する日本語の構造要素の名称およびその他の用語を示している。空欄は該当項目が存在しないことを表している。

各列挙型へ日本語を対応させることは可能だが、構造要素に関する指標というものを日本の構造物では、通常与えていないため、入力時のルールを確立する必要があると考える。

表 3.15 IfcBridgeStructureIndicator に対応する日本語の構造要素

IFC-Bridge の項目	対応する日本語
Composite	合成
Coated	被覆
Homogeneous	等質
Other	その他

b) IfcBridgeTechnologicalElementType

構造要素の断面形状を表現するものである。対応する日本語の構造要素の有無を表 3.16 に示す。

列挙型のなかには日本の用語では表現が見当たらないものがあった。断面形状を IFC-Bridge では詳細に定義しており、例えば箱桁 (Box Girder) は、箱の数に応じて列挙型の定義をしているが、日本語では数に係らず箱桁と呼ぶことに相違がある。これは、対応する用語を整理することで解消できる問題と考える。

また、上部工に関連する列挙型は存在するにもかかわらず、下部工に関するものが無いため、日本の構造物を表現するには、下部形状の種類である T 型や逆 T 型橋脚等の列挙型等が必要になる。

表 3.16 IfcBridgeTechnologicalElementType に対応する日本語の構造要素

IFC-Bridge の項目	対応する日本語
Unicellular Mono Box Girder	箱桁
Multicellular Mono Box Girder	箱桁 (多室)
Unicellular Multi Box Girder	箱桁
Multicellular Multi Box Girder	箱桁 (多室)
Solid Slab	ソリッドスラブ
Hollow Slab	ホロースラブ
Slab With Broad Cantilever	張出床版
Double Beam Ribbed Slab	連続スラブ
Multi Beam Ribbed Slab	(不明)
Massive Section Element	大断面要素
Hollow Section Element	空洞断面要素
Marketed Section Girder	プレキャスト桁
Re-assembled Section Girder	(不明)
Truss	トラス
Ladder or Vierendeel	ラダーまたはフィーレンデール
Bow String	弓弦トラス

c) IfcBridgeStructureElementType

橋梁の構造要素を表現するものである。日本語との対応を表 3.17 に示す。

IFC-Bridge で用意されている列挙型には、日本の用語を適用することは可能である。しかし、一般的に日本で利用されている用語と異なるものも存在した。例えば、主塔は Pylon となっている IFC-Bridge に対して、日本の用語集等では main tower と示すことが多い。また、IFC-Bridge では、下部工を Pier のみ定義しているが、日本では下部工の種類を使い分けているため、橋台「Abutment」が構造を表現するために必要となり、IFC-Bridge に不足している要素といえる。

表 3.17 IfcBridgeStructureElementType に対応する日本語の構造要素

IFC-Bridge の項目	対応する日本語
Deck	床版
Pier	橋脚
Small Pier	中間支柱
Arch	アーチ
Pylon	主塔
Cable	ケーブル
Launching nose	手延べ桁
Temporary Bent	支柱
Strut	ストラット
Suspended cable	主索
Suspender	吊索
Mobile Falsework	移動足場
Staying Mast	固定支柱
Launching Beam	移動式架設

d) IfcBridgeStructureType

橋梁構造の種類を表すものである。日本語との対応を表 3.18 に示す。

構造の種類に関しては、IFC-Bridge と日本の用語が合致するものが多く適用が可能といえる。しかし、Ladder Bridge、Gisclard Bridge のように橋梁構造が日本語にて表現することができない列挙型も確認された。この場合は固有名詞として対応させることが必要となる。また、日本には多数存在するラーメン橋「rigid frame bridge」が IFC-Bridge には無く不足している用語である。

表 3.18 IfcBridgeStructureType に対応する日本語の構造要素

IFC-Bridge の項目	対応する日本語
Box Girder Bridge	箱桁橋
Arched Bridge	アーチ橋
Suspension Bridge	吊橋
Cable-stayed Bridge	斜張橋
Girder Bridge	桁橋
Slab Bridge	床版橋
Slab Bridge With Broad Cantilever	張出床版橋
Bow String Bridge	弓弦トラス橋
Ladder Bridge	ラダー橋
Framework Bridge	トラス橋
Gisclard Bridge	ジスカール橋
Not Defined	未定義
User Defined	ユーザー定義

(2) 物理要素に関する用語を検証

物理要素に関する用語の検証を行った。IFC-Bridge 物理要素の構成は図 3.18 のようになり、検証の対象は、要素ごとに定義されている

- IfcBridgePrismaticElementType
- IfcBridgeSegmentType

の 2 項目である。それぞれの検証結果を以下に示す。

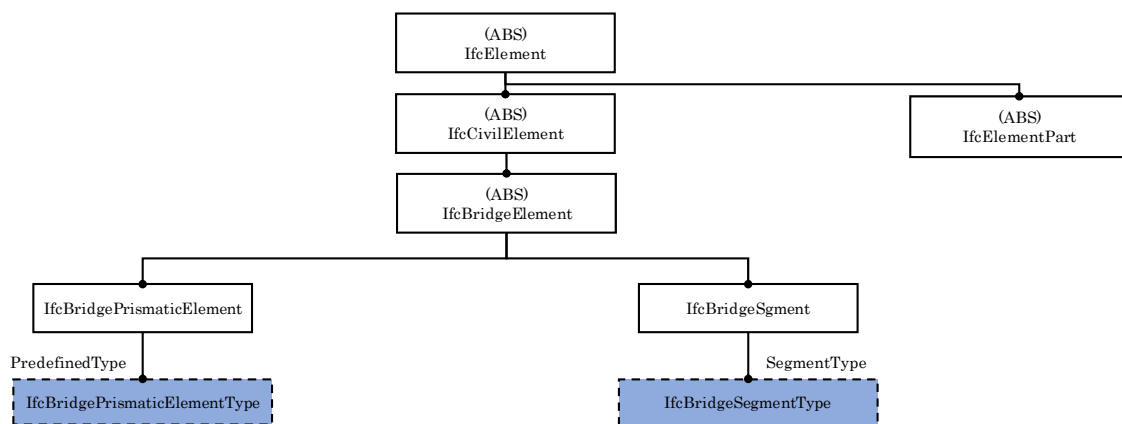


図 3.18 物理要素の構成 (EXPRESS-G)

a) IfcBridgePrismaticElementType

単一の属性を持っており、変化する横断面を許容する要素である。橋梁構造に関する要素の下位型となるため、IfcBridgeTechnologicalElementType と同じ列挙型が多い。しかし、Jamb のように日本語では適用する用語が見当たらないものもあった。

表 3.19 IfcBridgePrismaticElementType に対応する日本語の構造要素

IFC-Bridge の項目	対応する日本語
Unicellular Mono Box Girder	箱桁
Multicellular Mono Box Girder	箱桁 (多室)
Unicellular Multi Box Girder	箱桁
Multicellular Multi Box Girder	箱桁 (多室)
Double Beam Ribbed Slab	連続スラブ
Multi Beam Ribbed Slab	(不明)
Massive Section Element	大断面要素
Hollow Section Element	空洞断面要素
Solid Slab	ソリッドスラブ
Hollow Slab	ホロースラブ
Slab With Broad Cantilever	張出床版
Master Beam	主梁
Longitudinal Girder	縦桁
Rigidity Beam	補剛桁
Bracing	筋違
Upper Flange	上フランジ
Lower Flange	下フランジ
Web	ウェブ
Deckplate	デッキプレート
Auget (仏語)	縦リブ
Longitudinal Web Stiffener	水平補剛材
Raker	ストラット
Transverse Girder	横桁
Deflector	デフレクター
Transverse Member	横部材
Transverse	横断
Diagonale	斜材
Jamb	(不明)
Tension Member	引張材
Bonding Bar	(不明)
Transversal Stiffener	横補剛材
Stiffener Lange	スチフナー
Tendon	テンドン

b) IfcBridgeSegmentType

橋梁のセグメントのタイプを表現している要素である。表 3.20 のように直訳した日本語を当てはめることは可能だが、IFC-Bridge での定義がされていないため実際の対象物を特定することができなかった。

表 3.20 IfcBridgeSegmentType に対応する日本語の構造要素

IFC-Bridge の項目	対応する日本語
Typical Segment	代表部分
Pier Segment	橋脚部分
Piece	断片
Lift	(不明)
Element	要素
Jamb	(不明)
Pylon Head	主塔頂部
Span	支間
Cantilever	片持ち部分

(3) 接続要素に関する用語の検証

接続要素に関する用語の検証を行った.IFC-Bridge 接続要素の構成は図 3.19 のようになっており、検証の対象は、以下の 3 つの要素ごとに定義されている。

- IfcBridgeContactType
- IfcBridgeSubpartType
- IfcBridgeMechanicalRoleType

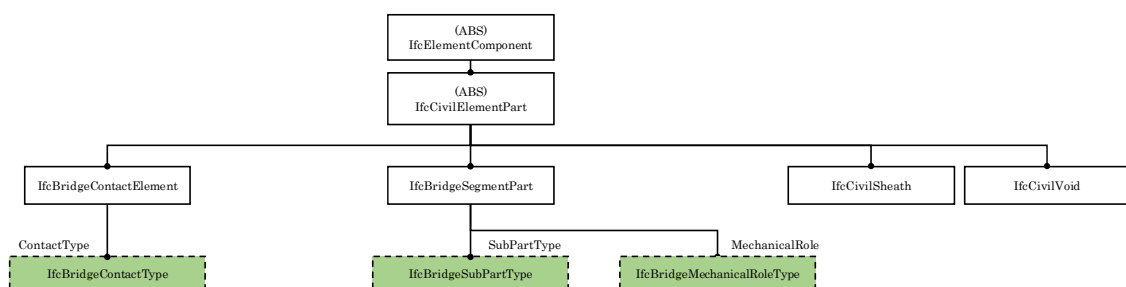


図 3.19 接続要素の構成 (EXPRESS-G)

a) IfcBridgeContactType

2 つの橋梁要素の間に存在する接続の種類を表す。表 3.21 に示すように名称より推定した日本語を適用することは可能だが、IFC-Bridge にて要素の定義をされていないため、対象物の特定ができなかった。日本語では接続部に関する用語が対応すると考える。

表 3.21 IfcBridgeContactType に対応する日本語の構造要素

IFC-Bridge の項目	対応する日本語
Glue	接着
Rivet	リベット
Connector	コネクタ
Weld (welding)	溶接接合
Resumption of Concrete	(不明)
Sliding	滑動

b) IfcBridgeSubpartType

IFC-Bridge においてサブタイプの定義がされていないものである。上位の IfcBridgeSegmentPart が橋梁セグメントの技術的情報が関連しており、列挙型は部材における位置を示したものとなっている。日本語を対応させた結果は表 3.22 に示すとおりである。しかし、IFC-Bridge にて定義がされていないため、対象物の特定ができず、推定した内容としている。

表 3.22 IfcBridgeSubpartType に対応する日本語の構造要素

IFC-Bridge の項目	対応する日本語
Left Web	左側ウェブ
Right Web	右側ウェブ
Central Web	中央ウェブ
Top Slab	頂版
Lower Slab	底版
right Overhang	右側張出し
Left Overhang	左側張出し
Upper Flange	上フランジ
Lower Flange	下フランジ
Lower Flooring	上フローリング
Upper Flooring	下フローリング
Morphology Node	ノード形態
Reference Fibre	(不明)
Branch Wall	(不明)

c) IfcBridgeMechanicalRoleType

IFC-Bridge において定義をされていないサブタイプである。上位の IfcBridgeSegmentPart が橋梁セグメントの技術的情報が関連しており、機構としての役割を説明するものである。定義が無く対象物の特定が困難なため、表 3.23 には推定した日本語を対応させた結果を示す。

表 3.23 IfcBridgeMechanicalRoleType に対応する日本語の構造要素

IFC-Bridge の項目	対応する日本語
LONGITUDINAL	縦断
TRANSVERSAL	横断
COMPLETE	完全
NONE	なし

3.5.2 調査結果

前項にて、IFC-Bridge で現在用意されている列挙型へ日本語の対応を試み、該当する用語の有無を調べた。また、日本語では使用する用語で IFC に存在しない列挙型の有無も調査した。

その結果、IFC-Bridge で定義されている列挙型には、おおむね日本語を対応させることができることがわかった。しかし、物理要素である `IfcBridgeSegmentType` や接続要素である `IfcBridgeContactType`、`IfcBridgeSubPartType`、`IfcBridgeMechanicalRoleType` は列挙型への定義がされていないため、対象が特定できず翻訳による推定で日本語を対応させることとなった。また、該当する日本語が見当たらない列挙型も存在した。

さらに、日本では橋梁へ使用する用語だが、IFC-Bridge の列挙型に存在しないものもあった。例えば、空間要素での「橋台 (abutment)」やラーメン橋「rigid frame bridge」が存在しないため追加する必要があると考える。

列挙型に対する定義が無いものや IFC-Bridge に不足する用語を補間するために、今後、国際的な会議において認識を共有し、現状不足していると日本が考える用語の追加を提案し、ライブラリを整備していく必要がある。

さらに、ライブラリのみならず、各国間でデータを円滑に交換するためには、データが何を示しているか分類する規格が重要であり、現状は整備されておらず互換性がない状況のため、アメリカの `Omniclass` やイギリスの `Uniclass` といったデータ分類形式との互換性の確保も加えて検討を進める必要があると考える。

3.6 検討結果のまとめ

本章では、IFC-Bridge プロダクトモデルの概要を明らかにし、Visualization と数量伝達 (Quantity Take-Off) ユースケースを検討対象とし具体的な利活用の手法、および問題点や課題等を明かにするための検討、IFC-Bridge を日本の構造物へ適用が可能か検証するため、各要素に割り当てられている列挙型に対応する日本語用語の有無および日本では橋梁の構造を表す際に利用する用語で IFC に存在しない (不足している) ものの調査を行い、以下の結論を得た。

IFC-Bridge プロダクトモデルの基本的な構造は、IFC4 に橋梁を対象としたプロダクトモデルとするための拡張を施しているものである。たとえば、Spatial Structure Elements は4つのエンティティと4つの列挙型、Physical Elements は4つのエンティティと2つの列挙型を追加しているなどである。特記すべきは、線形要素を先駆的に提案していることであるが、現在 bSI で提案されているものとは異なるため、今後変更が必要となるであろう。

IFC-Bridge で記述された橋梁プロダクトモデルを読み込み可能なアプリケーション (ビューア、CAD 等) が存在しないため、visualization ユースケースの実現は困難であると考えられていたが、IFC-Bridge 固有エンティティの IFC エンティティへの簡単な変換 (空間要素や部材要素) により、実用的なレベルで visualization ユースケースが実現可能であることが確認できた。なお、現時点における最新バージョンは IFC4 であるが、IFC は順次更新されながら開発が進められた経緯があり、IFC2x3 もまだ広く使われていることから、visualization ユースケースでもこのバージョンを採用した。しかしながら、IFC-Bridge に固有の形状エンティティについては、IFC に既存のエンティティで表現可能であると考えられるが、具体的に検証することができなかった。これは、空間要素と異なり、手動による変換が困難であるためである。よって、それら形状表現を伴ったモデルの visualization ユースケースの検討を実施することが今後の課題となる。

次に、設計システムから積算システムへの数量伝達への応用可能性を検討した。IFC4 のエンティティの調査を行った結果、数量計算書に含まれる情報を IFC4 に付加することは可能ではあるが、要素をどのように結びつけるか、またどのようなルールで橋梁要素を判別するかが決まっていないため、機械的に情報を受け渡すことはできないことが明確になった。

また、数量情報を伝達するための数量セットやプロパティセットについても、数量算出基準に従ったものを作るか、既存のものを使う場合でもどのように使用するかルールを策定する必要があることが明確になった。したがって、設計システムから積算システムへの数量伝達については、これらの点についてさらに検討し、IFC-Bridge でどのような要素の結びつきや名前を付け、どのような数量セットやプロパティセットに情報を含めるべきかを積算連携用モデルビュー定義としてまとめる必要があり、今後の検討課題である。

最後に、IFC-Bridge を日本の構造物へ適用が可能か検証するため、各要素に割り当てられている列挙型に対応する日本語用語の有無および日本では橋梁の構造を表す際に利用する用語で IFC に存在しない（不足している）ものを調査した。その結果、IFC-Bridge で定義されている列挙型には、おおむね日本語を対応させることができることがわかった。しかし、物理要素である `IfcBridgeSegmentType` や接続要素である `IfcBridgeContactType`、`IfcBridgeSubPartType`、`IfcBridgeMechanicalRoleType` は列挙型への定義がされていないため、対象が特定できず翻訳による推定で日本語を対応させることとなった。また、該当する日本語が見当たらない列挙型も存在した。

また、日本では橋梁へ使用する用語だが、IFC-Bridge の列挙型に存在しないものもあるため追加する必要があると考える。列挙型に対する定義が無いものや IFC-Bridge に不足する用語を補完するために、今後、国際的な会議において認識を共有し、現状不足していると日本が考える用語の追加を提案し、ライブラリを整備していく必要がある。

さらに、ライブラリのみならず、各国間でデータを円滑に交換するためには、データが何を示しているか分類する規格が重要であり、現状は整備されておらず互換性がない状況のため、アメリカの `Omniclass` やイギリスの `Uniclass` といったデータ分類形式との互換性の確保も加えて検討を進める必要があると考える。

4. まとめ

本小委員会では、IFC-Bridge プロジェクトをめぐる国内外の動向を調査し、IFC-Bridge の検討およびユースケースへの適用を行い、現在の IFC-Bridge が日本の橋梁建設に適用可能かどうか検討した。

この結果、IFC-Bridge プロダクトモデルの概要が明らかになり、Visualization と数量伝達 (Quantity Take-Off) ユースケースを検討対象としたうえで具体的な利活用の手法および問題点や課題等が明確になり、継続的な検討が必要であることが明らかになった。さらに、IFC-Bridge を日本の構造物へ適用が可能か検証するため、各要素に割り当てられている列挙型に対応する日本語用語を明らかにするとともに、対応する日本語が存在しないものおよび日本では橋梁の構造を表す際に使用する用語で IFC に存在しない (不足している) ものがあることが明らかになった。

また、諸外国においては、新規の IFC-Bridge の開発の動きが活発になってきているため、IFC-Bridge に関する今後の国際動向として、日本語辞書の検討、bSI における IFC-Bridge プロジェクトチームで調査対象となった、アメリカの BrIM、およびインフラ構造物の今後の基本的構造である Overall architecture について、まとめた。

フランスは橋梁の標準化において長くリーダー的な立場を務めており、特に、MINnD プロジェクトは、これからもそれを先導することとなった。従って、今後も MINnD における IFC-Bridge における進展に注目していく必要がある。また、鉄道、道路、橋梁、トンネルといった土木構造物をモデリングするために、IFC を拡張する試みが、各方面で実施されている。2016 年に済州島会議で示された IFC の将来構想によれば、そのような IFC の拡張が、最終的には統合されて IFC5 となるようであるが、現時点ではそれぞれに必要な拡張を施している状態であり、標準化されていない。本小委員会の検討対象である IFC-Bridge もその中の 1 つであり今後の進展が求められている。

以上より、bSI では道路・橋梁などのインフラ分野での標準化が進められており、日本から積極的に情報発信するためには先導した検討成果を持って国際会議に臨む必要があり、主体的に新しいプロダクトモデルの構築に取り組むことは極めて重要な意義を持つため、今後も継続的な活動が必要である。







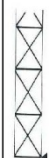
5. 付属資料

5.1 用語調査結果



次ページ以降に用語調査結果を示す。

IFC Bridge Structure Indicator

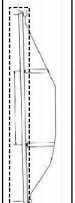

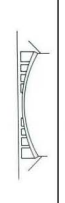




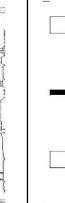





名称	IFC Bridge		対応する日本語の構造要素				その他の用語
	名称 (英)	定義	定義 (英)	イメーション	名称	上み	
Composite	合成	Structure built with different materials (Steel and concrete in general)	異なる材質で造られた構造物 (一般に、鋼とコンクリート)		合成		
Coated	被覆	Structure built with one material (concrete) and another material (generally steel)	一つの材質 (鉄) を造り、別の材質 (コンクリート) で被覆されている。		被覆		
Homogeneous	等質	Structure built with only one material.	一つの材質で造られた構造物		等質		
Other	その他	定義無し			その他		

IJC Bridge		対応する日本語の橋梁要素				その他の用語	
名称	名称 (英)	定義 (英)	イメージ	名称	よみ	定義	出典
Unicellular Mono Box Girder	単室箱桁	Box girder with one cellule					
Multicellular Mono Box Girder	多室箱桁	Box girder with several cellules					
Unicellular Multi Box Girder	単室並列箱桁	Several unicellular box girder					
Multicellular Multi Box Girder	多室並列箱桁	Several box girder with several cellules					
Solid Slab	実床版	slab without hollows					
Hollow Slab	中空床版	slab with hollows		ホロースラブ	ほろーすらぶ	コンクリートは初期の一層で、橋出の重を軽減するため、橋出の内側を空気にした中空床版。	佐田第一回巻 橋出用 招請書、1988
Slab With Broad Cantilever	妻出床版	slab with one rib and two large cantilevers					
Double Beam Ribbed Slab	2主桁スラブ	slab supported by two beams		妻出スラブ	れんぞくすらぶ	上層に配置された梁の上の本桁で支持された板。	妻出板
Multi Beam Ribbed Slab	多梁肋し						
Massive Section Element	大断面要素	Section without hollow					
Hollow Section Element	空欄肋し						
Manufactured Section Girder	プレキャスト桁	girder made by a factory					
Re-assembled Section Girder	野積み野面桁	girder built by assembling several plates					
Truss	トラス	beam constituted by a framework of several structural elements		トラス	とらす	橋桁部が桁部として集合して、梁の役割を担い、橋桁部は桁部を形成する。また、桁部は橋桁部を自由に変形させることにより、桁部が自由に変形する。	三上浩吉、土木用語大辞典、建設省、1999


16 Bridge Technological Elements Type

		IFC Bridge		対応する日本語の橋梁要素		その他の用語	
名称	名称 (訳)	定義	定義 (訳)	イメージ	名称	よみ	出典
Ladder or Wierendeel	ラダーまたはワイエレンデール	Beam constituted by two beams linked by transverse elements	横間架梁によって繋がれた2本の梁で構成された梁				
Low String	ボクス トリンダ	Beam with one arch and a beam both linked by verticals members.	1つのアーチと橋脚されたトーン、および1つのボクス トリンダによって両方とも垂直メンバーによってリンクされた梁		弓弦トラス	ボウげんとらす	佐伯啓一「図解 橋梁用用語集」, 1988

16 Bridge Structure Element Type



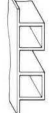




名称		IPC-Bridge		対応する日本語の構造要素		その他の用語	
名称 (英)	定義 (英)	定義 (訳)	イメージ	名称	よみ	出典	その他の用語
Deck	Functional part of the bridge	橋の機能的部分		床版	トクバン	土木学会：土木用語大辞典、技研堂出版、1999	
Pier	vertical element supporting the deck	デッキを支持する垂直の要素		橋脚	トキカド	土木学会：土木用語大辞典、技研堂出版、1999	ピア
Small Pier	small vertical element supporting the deck.	デッキを支持する小さな垂直の要素		中間支柱	チュウカンシヤク		
Arch	Element supporting the deck	デッキを支持する要素		アーチ	アチ	土木学会：土木用語大辞典、技研堂出版、1999	
Pylon	vertical element supporting the deck and stays.	デッキおよびケーブルを支持する傾斜要素		主塔	シュウタ		
Cable	flexible element linking two structural elements	2つの構造要素を繋ぐフレキシブルな要素		ケーブル	ケイブル	土木学会：土木用語大辞典、技研堂出版、1999	
Launching nose	temporary beam used for the deck launching	デッキの張り出しに用いる一時的な桁		手置べ桁	テウジベトカ	土木学会：土木用語大辞典、技研堂出版、1999	
Temporary Bent	temporary pier.	仮橋脚		支柱	シヤク	佐伯新一、図解 橋梁用語集、1988	
Strut	straight element compressed	圧縮される直線状の要素		ストラット	スストラット	土木学会：土木用語大辞典、技研堂出版、1999	
Suspended cable	main cable of the suspended bridge	つり橋の主たるケーブル		主索	シュソク		
Suspender	cable linking the suspended cable to the deck	主索と床版をつないでいるケーブル		吊索	テウソク		
Mobile falsework	falsework for the step-by-step cantilevering	段階的な張出しのための足場		移動足場	テウドウアシ		
Staying Mast	temporary mast for the building temporary staying.	橋脚に一時的な足場を設けるための仮支柱		橋脚足場	トキカドアシ		

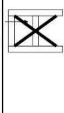






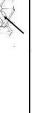






16 Bridge Structural Element Type

		IFC Bridge		対応する日本橋の構造要素			
名称	名称 (訳)	定義	定義 (訳)	イメージ	名称	よみ	出典
Launching beam	移動式架設桁	temporary beam used for the deck launching	架設時の仮設橋脚			移動式架設桁	






1.6 Bridge Structure Type

IFC Bridge		対応する日本橋の構造図案			その他の用語	
名称	名称 (訳)	定義 (訳)	イメージ	名称	よみ	定義
Box Girder Bridge	橋桁橋	Bridge consisting of a deck with a square or rectangular section.		橋桁橋	とこげたまよ	主に新技術を用いたプレートガブリッジ
Arched Bridge	アーチ橋	Bridge with its deck supported from above by large cables or from below by one or several arches.		アーチ橋	あーちまより	アーチを主構造として用いた橋。主構造は、橋脚の両側から橋脚間に張られたケーブル、吊り索、ケーブル、またはアーチを形成する鋼材を用いたものである。
Suspension Bridge	吊橋	Bridge with its deck supported from above by large cables or from below by one or several arches.		吊橋	つりばし	橋脚および主塔間に張られた主ケーブルを主支持とし、これに垂直な吊索を用いた構造である。
Cable stayed Bridge	斜張橋	Bridge with its deck supported from above by straight cables hanging from towers.		斜張橋	しゃちやうまより	斜張橋形式の橋。橋の両側にケーブルを張ることで、橋脚から橋脚間に張られたケーブル、吊り索、ケーブル、またはアーチを形成する鋼材を用いたものである。
Girder Bridge	桁橋	Bridge with its deck supported by one or several girders.		桁橋	けたばし	主構造として、鋼材を用いた梁を支持する構造である。鋼材は、橋脚から橋脚間に張られたケーブル、吊り索、ケーブル、またはアーチを形成する鋼材を用いたものである。
Slab Bridge	平板橋	Bridge with its deck constituted by a slab.		平板橋	しょうばん	橋脚から橋脚間に張られたケーブル、吊り索、ケーブル、またはアーチを形成する鋼材を用いたものである。
Slab Bridge With Broad Cantilevered Deck	翼出し桁橋	Bridge with a large cantilevered deck.		翼出し桁橋		
Bow String Bridge	弓弦トラス橋	Bridge with its deck supported from above by cables hanging from two arches.		弓弦トラス橋	きうせんたすらまより	トラス形式の1つで、鋼材、あるいは鋼材が用いられた弓の形状のトラス、ボーストリング、アス、弓弦トラス、弓弦トラスともいう。
Truss Bridge	トラス橋	Bridge with its deck supported by two edge truss girders.		トラス橋		
Framework Bridge	フレームワーク橋	Bridge with its deck as a framework structure.		トラス橋		単別材料および組立鋼材のみを組んだトラス、ボーストリング、アス、弓弦トラス、弓弦トラスともいう。
Gisland Bridge	ジスカール橋	Bridge with its deck supported from above by straight cables hanging from towers and each others above the mid span.		ジスカール橋		
Portal Bridge	ポータル橋	Bridge with a deck supported by two edge walls that are linked by an invert.		ポータル	まよりもん	鋼材、鉄骨、コンクリート、石、木、あるいは鋼材が用いられた橋脚、橋脚間に張られたケーブル、吊り索、ケーブル、またはアーチを形成する鋼材を用いたものである。
Not Defined						



IcBridgePrismaticElementType		IPC-Bridge		対応する日本語の構造要素		その他の用語	
名称	名称 (英)	定義	定義 (英)	名称	よみ	定義	出典
Unicellular Mono Box Girder	単室単箱桁	See ICBridgeTechnologicalElementTypes					
Multicellular Mono Box Girder	多室単箱桁	See ICBridgeTechnologicalElementTypes					
Unicellular Multi Box Girder	単室並列箱桁	See ICBridgeTechnologicalElementTypes					
Multicellular Multi Box Girder	多室並列箱桁	See ICBridgeTechnologicalElementTypes					
Double Beam Ribbed Slab	2主桁スラブ	See ICBridgeTechnologicalElementTypes				連続スラブ	
Multi Beam Ribbed Slab		See ICBridgeTechnologicalElementTypes					
Massive Section Element	大断面要素	See ICBridgeTechnologicalElementTypes					
Hollow Section Element	中空断面要素	Section element with one or several section element.	1つあるいはいくつかの断面要素を持つ断面要素。				
Solid Slab	光素床版	Slab without hollows	穴のないスラブ				
Hollow Slab	中空床版	See ICBridgeTechnologicalElementTypes				ホロスラブ	はらーすらぶ コンクリート床版の一層で、橋体の重量を維持するため、橋体の内部を空欄にした床版構造。 佐伯新一・原研 橋梁用 道路集, 1999
Slab With Broad Cantilever		See ICBridgeTechnologicalElementTypes				弾出床版	
Master Beam	主梁	Main beam in the structure	構造の主梁			主梁	
Longitudinal Girder	縦桁	Girder in the same direction as the main axis of the bridge.	橋の主軸と同じ方向の桁			縦桁	
Rigidity Beam	補剛桁	Main longitudinal beam of suspended bridge deck.	吊り下げられた橋梁のデッキの主たる縦桁。			補剛桁	



IJC Bridge Prismatic Element Type		IPC Bridge		対応する日本語の構造要素		その他の用語	
名称	名称 (英)	定義	定義 (訳)	イメージ	名称	よみ	出典
Braacing	ブレース材	Transversal rigidity elements	横断剛性要素		筋違	すじかい	土木学会：土木用語大辞典、技芸堂出版、1999
Upper Flange	上フランジ	upper plate part of the cross section.	横断面の上部のプレート部分		上フランジ		
Lower Flange	下フランジ	lower plate part of the cross section.	横断面の下部のプレート部分		下フランジ		
Web	ウェブ	thin vertical part of the cross section.	I形の横断面の薄い垂直の部分		ウェブ	うゑぶ	土木学会：土木用語大辞典、技芸堂出版、1999
Deckplate	デッキプレート	top plate of the deck	デッキの頂板		デッキプレート	でっきぷれーと	土木学会：土木用語大辞典、技芸堂出版、1999
Auger (仏語)	縦リブ	stiffener element of the sheet.	シートの補剛要素		縦リブ		
Longitudinal Web Stiffener	水平補剛材	定義無し			水平補剛材		
Raker	ストラット	transverse element between box girder and cantilever.	ボックスガーターと片端もぎの間の横断要素。(RAKE-控え柱)		ストラット		
Transverse Girder	横桁	transverse stiffener element between two longitudinal girders.	2つの縦桁の間の横断方向の補剛要素		横桁		
Deflector		transverse fixation element for prestressing	プレストレスのための交わる装置要素		アフレクター		
Transverse Member	横部材	transverse stiffener element.	横断方向の補剛要素		横部材		
Transverse	横断	transverse element	横断要素		横断		
Diagonale	斜材	diagonal structural element.	対角線の構造用部材		斜材	しゃさい	土木学会：土木用語大辞典、技芸堂出版、1999
Jamb		Vertical structural element	垂直の構造用部材		かま柱		

IFC Bridge Primary Element Type

名称		IFC Bridge			対応する日本語の構造要素		その他の用語
名称 (英)	名称 (訳)	定義	定義 (訳)	イメージ	名称	よみ	出典
Tension Member	引張要素	stressed structural element.			引張材	ひっぱりざい	土木学会：土木用語大辞典、放送堂出版、1999
Bonding Bar		linking structural element	繋いでいる構造用部材。				
Transverse Stiffener	横断補剛材	定数無し	横断方向の補剛材。		横断補剛材	よこほりざら	土木学会：土木用語大辞典、放送堂出版、1999
Stiffener Lunge		Range of the stiffener element.					
Tendon	テンドン	stressed flexible element.	緊張されたフレキシブル・エレメント。		テンドン	てんどん	土木学会：土木用語大辞典、放送堂出版、1999

IcBridgeSegmentType		IPC-Bridge			対応する日本語の構造要素			その他の用途	
名称	名称(英)	空欄	空欄(英)	イメージ	名称	よみ	空欄	出典	
Typical Segment		定数部							
Pier Segment		定数部							
Piece		定数部			断片				
Lint		定数部			1. 溝か 2. リフト	1) よりよく 2) リフト	1) 流石の中に溝かた物体は、物 体表面の摩擦、(断面形状)より ひびく、物体内部の水分が 空気層を作ると呼び、それは重要な 防潮効果を落とすという。 2) 溝は、溝をなす下 面に塗料を塗ることで、コンクリー ト層を保護する。	土木学会：土木研究所 誌、建設社出版、1989	
Element		定数部			要素				
Jamb		定数部			かまじ				
Pylon Head		定数部							
Spun		定数部			支脚	しかん	橋を支持するの間の距離、橋の 断面形状は等しいので等長とされ ており、その長さの中心距離をい う。	土木学会：土木研究所 誌、建設社出版、1989	
Cantilever		定数部			1) カンテレバー 2) カンテレバー工法	1) かんとれ 2) かんとれ ばーこはう	1) 片側支座構造の橋、橋 脚の上端構造を懸架する工法、 懸架し架設工法ともいう。	土木学会：土木研究所 誌、建設社出版、1989	ケーブル橋

名称		IPC Bridge		対応する日本語の構造物		その他の用			
名称 (英)	名称 (訳)	定義	定義 (訳)	イメージ	名称	よみ	定義	出版	その他
Clue	誘導	定義無し			誘導 (Clue)	せっちやく	「誘導」は、異なる材料特性を持つ材料を結合させるための「誘導」を指す。これは、異なる材料の間に「誘導」を形成させることを指す。	土木学会：土木用語大辞典、建設省出版、1999	
Rivet	リベット	定義無し			リベット	リベット	「リベット」は、異なる材料の間に「リベット」を形成させることを指す。	土木学会：土木用語大辞典、建設省出版、1999	鋼 (B.5.5)
Connector	コネクタ	定義無し			コネクタ	コネクタ			
Weld (welding)	溶接	定義無し			溶接接合	ようせつせつごう	「溶接接合」は、異なる材料の間に「溶接」を形成させることを指す。	土木学会：土木用語大辞典、建設省出版、1999	
Reassumption of Concrete	コンクリートの回復	定義無し							
Sliding	スライディング	定義無し			滑動	かっどう	「滑動」は、異なる材料の間に「滑動」を形成させることを指す。	土木学会：土木用語大辞典、建設省出版、1999	

IcBridgeSubPartType		IPC Bridge			対応する日本語の構造要素			その他の用
名称	名称 (英)	定義	定義 (英)	イメージ	名称	よみ	出展	
Left Web	左側ウェブ	定義無し			左側ウェブ			
Right Web	右側ウェブ	定義無し			右側ウェブ			
Central Web	中央ウェブ	定義無し			中央ウェブ			
Top Slab	頂版	定義無し			頂版			
Lower Slab	底版	定義無し			底版			
Right Overhang	右側突出し	定義無し			右側突出し			
Left Overhang	左側突出し	定義無し			左側突出し			
Upper Flange	上フランジ	定義無し			上フランジ			
Lower Flange	下フランジ	定義無し			下フランジ			
Lower Flooring	上フロアーリング	定義無し			上フロアーリング			
Upper Flooring	下フロアーリング	定義無し			下フロアーリング			
Morphology Node		定義無し						
Reference Rib		定義無し						
Branch Wall		定義無し						

JcBridgeMechanismRoleType		IPC-Bridge		対応する日本語の構造要素				
名称	名称(訳)	訳義	訳義(訳)	メッセジ	名称	よみ	出典	その他の用語
LONGITUDINAL	縦向き	縦向き			縦向き			
TRANSVERSAL	横向き	横向き			横向き			
COMPLETE	完全	完全			完全			
NONE	なし	なし			なし			

5.2 日本語辞書の検討

3章にて現行の IFC-Bridge への日本語適用および用語不足の有無を調査したが、現状は日本語で対応可能な用語もある一方、不足する用語も確認され、今後、各国との円滑なデータ交換を行うためにも日本語辞書（以下、ライブラリ）の作成が必要であることがわかった。

そこで、本章ではライブラリ整備の素案を作成するための調査、検討を行うものとした。

5.2.1 日本の橋梁に関する用語の抽出

ライブラリ整備を行う準備として現状、日本で利用されている橋梁に係る用語を抽出する必要があると考え作業を実施した。日本のライブラリの基礎となる用語を記載している文献として土木学会（1999）「土木用語大辞典」技法堂出版を選び抽出作業を行った。抽出結果として用語、よみ、英語に、土木用語大辞典のページ番号を 5.2.2 に示す。

5.2.2 橋梁に関する用語の抽出結果

用語	読み	英語表記	ページ
アーチ橋	あーちきょう	arch bridge	2
アーチクラウン	あーちくろうん	arch crown	2
アーチ軸	あーちじく	arch axis	3
アーチリング	あーちりんぐ	arch ring	3
RC	あーるしー	Reinforced Concrete	4
RC 床板	あーるしーしょうばん	Reinforced Concrete floor	4
RC プレキャスト床板	あーるしーふれきやすとし しょうばんこうほう	reinforced concrete precast slab method	5
I 形桁橋	あいがたけたきょう	I girder bridge	6
アイバー	あいばー	eyebars	7
IP 点	あいびーてん	intersection point	7
上げ越し	あげこし	additional elevation; camber	10
浅い基礎	あさいきそ	shallow foundation	10
足場	あしば	false work; scaffold; scaffolding; staging	11
足場工	あしばこう	scaffold work	11
足場式架設工法	あしばしきかせつこうほう	staging erection method	12
圧縮継手	あっしゅくつぎて	compressive joint; compression joint	16
圧縮鉄筋	あっしゅくてつきん	compression reinforcement	16
圧縮フランジ	あっしゅくふらんじ	compression flange	16
圧接	あっせつ	pressure welding	16
圧入工法	あつにゅうこうほう	jacking method	17
圧入式杭打ち工法	あつにゅうしきくいうちこ うほう	pile jacking method	17
孔あけ	あなあけ	boring	20
綾構	あやこう	lacing	23
アルミニウム橋	あるみにうむきょう	aluminum bridge	25
アンカー基礎	あんかーきそ	anchor foundation	26
アンカー工	あんかーこう	anchor works	26
アンカー工法	あんかーこうほう	anchoring method	26

アンカープレート	あんかーぷれーと	anchor plate	26
アンカーフレーム	あんかーふれーむ	anchor frame	26
アンカーブロック	あんかーぶろっく	anchor block	26
アンカーレイジ	あんかーれいじ	anchorage	26
アングル材	あんぐるざい	angle	26
安定錆	あんでいさび	stable rust	31
アンボンド PC 鋼材	あんぼんどぴーしーこうざい	unbonded prestressing steel	32
アンボンド方式	あんぼんどほうしき	unbonded system	32
異形鉄筋	いけいてつきん	deformed reinforcing bar	37
異形 PC 鋼材	いけいびーしーこうざい	deformed prestressing steel	37
異形棒鋼	いけいぼうこう	deformed bar	37
維持管理設備	いじかんりせつび	maintenance equipment	37
石橋	いしばし	stone bridge	39
板橋	いたばし	plank-floored bridge	42
一方向スラブ	いちほうこうすらぶ	one way slab	45
一車線橋	いっしやせんきょう	one lane bridge	46
一等橋	いっとうきょう	first class bridge	47
移動式大型架設桁	いどうしきおおがたかせつげた	traveling girder	51
移動式作業者	いどうしきさぎょうしや	traveler	51
移動支保工	いどうしきしほこう	traveling false work	51
ウインドシュー	ういんどしゅー	wind shoe	60
ウェブ	うえぶ	web	61
裏溶接	うらようせつ	back run	74
エアスピニング工法	えあすびにんぐこうほう	aerial spinning erection method	78
A 形タワー	えーがたたわー	A-shaped tower	82
A 形ラーメン	えーがたらーめん	A-type frame	83
エクストラドーズド PC 橋	えくすとらどーずどぴーしーきょう	extradosed prestressed concrete bridge	87
H 形桁橋	えいちがたげたきょう	H-beam bridge	91
H 形鋼	えいちがたこう	H steel	91
応急橋	おうきゅうきょう	emergency bridge	110

大型起重機船吊下し方式	おおがたきじゅうきせんつりおろしほうしき	large floating crane hanging method	116
押し装置	おしだしそうち	equipment for launching	122
折れ線橋	おれせんきょう	polygon bridge	129
開床式高架橋	かいしょうしきこうかきょう	cargo passed through port	142
仮設	かせつ	temporary works; temporary facilities	180
架設	かせつ	erection	181
架設ガーダー	かせつがーだー	erection girder	181
仮設橋	かせつきょう	temporary bridge	181
架設桁	かせつげた	erection girder	181
架設桁工法	かせつげたこうほう	erection beam method	181
架設工法	かせつこうほう	erection method	181
ガセット	がせつと	gusset plate; gusset joint	181
架設トラス工法	かせつとらすこうほう	erection truss method	182
架設用トラス	かせつようとらす	erection truss	182
片持径間	かたもちけいかん	cantilever span	190
片持式工法	かたもちしきこうほう	cantilever method	190
片持ちスラブ	かたもちすらぶ	cantilever slab	190
活荷重	かつかじゅう	live load	191
活荷重応力	かつかじゅうおうりょく	live-load stress	191
活荷重せん断力	かつかじゅうせんだんりょく	live load shearing force	191
活荷重曲げモーメント	かつかじゅうまげもーめんと	live-load bending moment	191
架道橋	かどうきょう	over-bridge	195
可動橋	かどうきょう	movable bridge	195
可動支承	かどうししょう	movable bearing	196
可動支保工	かどうしほこう	movable scaffolding	196
下部工	かぶこう	1)substructure,2)substructure work	199
下部構造	かぶこうぞう	substructure	199
壁式橋脚	かべしききょうきやく	wall-type pier	199
仮緊張	かりきんちょう	temporary jacking	203

仮橋	かりばし	temporary bridge	204
下路橋	かろきょう	through bridge	206
下路桁	かろげた	througe girder	206
緩衝桁	かんしょうげた	expansion adjusting girder	220
カンチレバー橋	かんちればーきょう	cantilever bridge	226
カンチレバー工法	かんちればーこうほう	cantilever erection	226
管路橋	かんろきょう	pipeleine bridge	233
逆 T 式橋脚	ぎゃくていーしききょうきやく	reversed T-shape pier	253
逆 T 式橋台	ぎゃくていーしききょうだい	reversed T-type abutment	253
橋格	きょうかく	bridge class	262
橋脚	きょうきやく	bridge pier	263
橋座	きょうざ	bridge seat	264
橋床	きょうしょう	bridge deck	265
橋上ガードレール	きょうじょうがーどれーる	guard rail for bridge	265
橋床構造	きょうしょうこうぞう	floor system	265
橋上テラス	きょうじょうてらす	terrace on bridge	265
橋側歩道	きょうそくほどう	bridge sidewalk	267
橋台	きょうだい	abutment	267
橋長	きょうちょう	length of bridge	267
胸壁	きょうへき	parapet wall	267
橋面舗装	きょうめんほそう	brdgedeck pavement	270
橋門	きょうもん	portal	270
橋門構	きょうもんこう	portal bracing	270
橋梁	きょうりょう	brdge	270
橋梁台帳	きょうりょうだいちょう	bridge ledger	271
橋梁車両防護柵	きょうりょうしゃりょうぼうごさく	vehicular collision guard of brdge	272
橋歴板	きょうれきばん	name tag	272
曲線橋	きょくせんきょう	curved-in-plan bridge	274
緊張材	きんちょうざい	tendon	286
緊張材被覆材料	きんちょうざいひふくざいりょう	coating for tendon	286

杭式橋脚	くいしききょうきやく	pile pier	289
径間	けいかん	clear span	318
ケーソン	けーそん	caisson	330
ケーブル構造	けーぶるこうぞう	cable structures	332
ケーブルサドル	けーぶるさどる	cable saddle	332
ケーブル式工法	けーぶるしきこうほう	cable erection method; suspension method	332
ケーブル張力	けーぶるちょうりょく	cable tension	333
ケーブル定着	けーぶるていちゃく	cable anchoring	333
ケーブルの空力振動	けーぶるのくうりょくしんどう	aerodynamic vibration of cables	333
ケーブルの防錆	けーぶるのぼうせい	anti-corrosion methods of cables structures	333
桁	けた	girder	336
桁座面	けたざめん	bridge seat	336
桁下空間	けたしたくうかん	head room, under clearance	336
桁振動	けたしんどう	girder vibration	336
桁高	けただか	girder height	336
桁高比	けただかひ	span-depth ratio of girder	336
桁の空力振動	けたのくうりきしんどう	wind-induced vibration of bridge girder	336
桁橋	けたばし	girder bridge	336
桁橋用プレストレスコンクリート橋桁	けたばししょうぶれすとれす こんくりーとはしげた	prestressed concrete girder for girder bridge	336
ゲルバー橋	げるばーきょう	Gerber bridge	339
ゲルバー支承	げるばーししょう	Gerber support;Gerber bearing	339
ゲルバートラス	げるばーとらす	Gerber truss	339
弦材	げんざい	chord member	344
鋼橋	こうきょう	steel bridge	368
鋼橋脚	こうきょうきやく	steel pier	368
鋼橋直結軌道	こうきょうちよっけつき どう	direct fastened track on steel bridge	370
鋼構造物	こうこうぞうぶつ	steel structure	374
格子桁	こうしげた	grillage girder	378

格子桁橋	こうしげたきょう	gridwork bridge; grillage girder bridge	378
工事桁工法	こうじげたこうほう	work girder method	378
鋼床版	こうしょうばん	steel plate deck; steel plate floor	381
鋼床版舗装	こうしょうばんほそう	steel plate deck pavement	381
工場リベット	こうじょうりべつと	shop rivet	381
合成桁橋	ごうせいげたきょう	composite girder bridge	385
鋼製支承	こうせいししょう	cast-steel bearing shoe	386
合成床版	ごうせいしょうばん	composite slab	386
鋼線	こうせん	steel wire	389
高欄	こうらん	railing; handrail	408
誇線橋	こせんきょう	over-bridge	425
固定アーチ橋	こていあーちきょう	fixed arch bridge; hingeless arch bridge	427
固定橋	こていきょう	fixed bridge	427
固定支承	こていししょう	fixed support; fixed shoe	428
コンクリートアーチ橋	こんくりーとあーちきょう	concrete arch bridge	434
コンクリート橋	こんくりーときょう	concrete bridge	435
コンクリート斜張橋	こんくりーとしゃちょうきょう	concrete cable-stayed bridge	435
コンクリートロッカー支承	こんくりーとろっかーししょう	concrete rocker bearing	438
栈橋	さんばし	[piled]pier; jetty	487
三ヒンジアーチ橋	さんひんじあーちきょう	three-hinged arch bridge	487
死荷重	しかじゅう	dead load	501
支間	しかん	span-depth ratio of girder	502
支材	しざい	strut	511
支承	ししょう	support; bearing; shoe	513
支承板	ししょうばん	bearing plate	514
支承板支承	ししょうばんししょう	bearing plate shoe	514
自定式吊橋	じていしきつりばし	self-anchored suspension bridge	532
支点上保剛材	してんじょうほごうざい	bearing stiffener	532
地覆	じふく	felloe guard; wheel guard	539
斜角橋台	しゃかくきょうだい	skew bridge abutment	545

斜角板	しゃかくばん	skew plate	545
斜橋	しゃきょう	skew bridge	545
斜材	しゃざい	diagonal member	546
斜張橋	しゃちょうきょう	cable-stayed bridge	549
集成材橋	しゅうせいざいきょう	glulam bridge	561
集成材桁	しゅうせいざいけた	glulam beam	561
集成材床版	しゅうせいざいしょうばん	glulam deck	561
充腹アーチ橋	じゅうふくあーちきょう	spandrel-filled arch bridge; solid spandrel arch bridge	565
充腹桁	じゅうふくげた	full web girder	565
重力式橋台	じゅうりょくしききょうだい	gravity-type abutment	569
主桁	しゅげた	main girder	571
主桁間隔	しゅげたかんかく	interval of main girders	571
主構	しゅこう	main truss	571
主塔	しゅとう	main tower	575
昇開橋	しょうかいきょう	lift bridge	582
床版	しょうばん	slab; floor slab	592
床版橋	しょうばんきょう	slab bridge	592
床版作用	しょうばんさよう	slab action	592
上部工	じょうぶこう	superstructure	593
上部構造	じょうぶこうぞう	superstructure	593
上路橋	じょうろきょう	deck bridge	596
上路式プレートガーダー	じょうろしきぶれーとがー だー	upper deck plate girder	596
伸縮装置	しんしゅくそうち	expansion joint; expansion apparatus	612
垂直材	すいちよくざい	vertical member	636
垂直補剛材	すいちよくほごうざい	vertical stiffener	636
水平材	すいへいざい	horizontal member	640
水平補剛材	すいへいほごうざい	horizontal stiffener	640
水路橋	すいろきょう	aqueduct bridge	645
スチフナー	すちふなー	stiffener	652
ストッパー	すとっぱー	stopper	655

ストランドロープ	すとらんどろーぷ	stranded rope	655
スラブ	すらぶ	slab	663
スラブ橋	すらぶきょう	slab bridge	663
スラブ橋用プレストレスコンクリート橋桁	すらぶきょうようぶれすとれすこんくりーとはしげた	prestressed concrete beam for slab bridge	663
製作キャンバー	せいさくきゃんばー	camber	670
石造アーチ橋	せきぞうあーちきょう	stone arch bridge	682
洗掘防止工	せんくつぼうしこう	scour prevention	703
洗掘防止対策	せんくつぼうしたいさく	scouring countermeasure	703
線支承	せんししょう	line bearing	707
先端支持杭	せんたんしじくい	point bearing pile	711
側道橋	そくどうきょう	frontage road bridge	733
袖壁	そでかべ	wing wall	738
外ケーブル	そとけーぶる	external cable	739
ソリッドリブアーチ	そりっどりぶあーち	solid rib arch	740
ソリッドリブアーチ橋	そりっどりぶあーちきょう	solid rib arch bridge	740
対傾鋼	たいけいこう	sway bracing, cross frame	749
タイプレート	たいぷれーと	stay plate, tie-plate	759
多重箱桁	たじゅうはこげた	multi-box girder	769
多主桁橋	たしゅげたきょう	multi main girder bridge	770
多主桁箱桁	たしゅげたはこげた	multi-box girder	770
多層橋	たそうきょう	multi deck bridge	770
多柱基礎	たちゅうきそ	multi-pile foundation	771
多柱基礎工法	たちゅうきそこうほう	multi-pile foundation method	771
縦桁	たてけた	stringer	774
縦桁増設工法	たてげたぞうせつこうほう	details of stringer adding method	774
縦リブ	たてりぶ	longitudinal rib	775
ダブルワーレントラス	だぶるわーれんとらす	double warren truss	777
タワーエレクション工法	たわーえれくしょんこうほう	tower erection	781
単純桁	たんじゅんけた	simple girder	787
単純スラブ	たんじゅんすらぶ	simple slab	787
単純トラス	たんじゅんとらす	simple truss	787
単純橋	たんじゅんばし	simple bridge	787

単純梁	たんじゅんばり	simple beam	787
弾性支承	だんせいししょう	elastic support	789
端対傾鋼	たんたいけいこう	end sway bracing	793
単鉄筋梁	たんでっきんばり	beam with single reinforcement	793
単補剛材	たんほごうざい	end stiffner	795
単横桁	たんよこげた	end cross beam	796
中央径間	ちゅうおうけいかん	center span	820
中央対傾構	ちゅうかんたいけいこう	intermediate sway bracing	821
中間補剛材	ちゅうかんほごうざい	intermediate stiffener	821
中空床版橋	ちゅうくうしょうばんきょう う	continuous hollow slab bridge	822
中路橋	ちゅうろきょう	half through bridge	827
跳開橋	ちゅうかいきょう	bascule bridge	828
長大橋	ちょうだいきょう	long span bridge	831
直線橋	ちよくせんきょう	straight bridge	836
直線桁	ちよくせんげた	straight girder	836
直線梁	ちよくせんばり	straight beam	836
直橋	ちよつきょう	right birdge; squared bridge	838
対材	ついざい	counter	843
吊足場	つりあしば	hanging scaffolding	850
吊桁	つりげた	suspended span	850
吊材	つりざい	hanger	850
吊床版橋	つりしょうばんきょう	stressed-ribbon bridge	850
吊床版構造	つりしょうばんこうぞう	ssuspended ribbon stucture	850
吊橋	つりばし	suspension bridge	850
T形橋	ていーがたきょう	T-beam bridge	853
T形橋脚	ていーがたきょうきやく	hammer head pier	853
T形鋼	ていーがたこう	T section	853
T形梁	ていーがたはり	T-beam	853
T桁橋	ていーげたきょう	T-girder bridege	854
定着橋脚	ていちゃくきょうきやく	anchor pier	863
定着径間	ていちゃくけいかん	anchor span	863
定着桁	ていちゃくけた	anchor girder	863

鉄筋コンクリート橋	てつきんこんくりーときょう	reinforced concrete bridge	873
鉄筋コンクリート橋脚	てつきんこんくりーときょうきやく	reinforced concrete pier	873
鉄道橋	てつどうきょう	railway bridge	874
転開橋	てんかいきょう	rolling bridge	880
点支承	てんししょう	point bearing	884
添接板	てんせつばん	splice plate	886
道路橋	どうろきょう	highway bridge	909
渡橋	ときょう	gangway	914
独立フーチング	どくりつふーちんぐ	independent footing	919
独立フーチング基礎	どくりつふーちんぐきそ	independent footing foundation	919
突桁橋	とつげたきょう	cantilever bridge	939
トッププレート	とつぷぶれーと	top plate	939
トラス	とらす	truss	946
トラス橋	とらすきょう	truss bridge	946
トラス桁	とらすけた	trussed girder	947
トラス構造	とらすこうぞう	trussed structure	947
トラスランガー桁橋	とらすとらんがーけたきょう	trussed Langer bridge	947
トラフガーダー	とらふがーだー	trough girder	948
トラフリブ	とらふりぶ	trough rib	948
トレスル	とれっする	trestle	953
トレスル橋	とれっするきょう	trestle bridge	953
トレスル橋脚	とれっするきょうきやく	trestle bent	953
中桁	なかけた	inside girder	960
ニードルビーム	にーどるびーむ	needle beam	969
ニールセン橋	にーるせんきょう	Nielsen Bridge	969
二重橋	にじゅうばし	Niju-bashi Bridge	973
二等橋	にとうきょう	second class bridge	975
二ヒンジアーチ橋	にひんじあーちきょう	two-hinged arch bridge	976
ニューマチックケーソン	にゅーまちっくけーそん	pneumatic caisson	980
布基礎	ぬのきそ	continuous footing; long-strip footing	981

パイプアーチ橋	ぱいぷあーちきょう	pipe-rib arch bridge	1012
ハイブリッドガーダー	はいぶりっどがーだー	hybrid girder	1013
ハウトラス	はうとらす	Howe truss	1015
箱形断面	はこがただんめん	box section	1019
箱形梁	はこがたばり	box beam	1019
箱桁	はこげた	box girder	1019
箱桁橋	はこげたきょう	box girder bridge	1019
橋	はし	bridge	1020
橋形クレーン	はしがたくれーん	portal bridge crane	1020
橋桁	はしげた	bridge girder	1021
橋桁防護工	はしげたぼうごこう	bridge girder protection	1021
橋詰	はしづめ	bridgehead	1021
橋詰広場	はしづめひろば	bridgehead plaza; bridge foot plaza	1021
場所打ち杭	ばしょうちぐい	cast-in-place pile	1021
場所打ちコンクリート杭	ばしょうちこんくりーとく い	cast-in-place concrete pile	1021
場所打ちモルタル杭	ばしょうちもるたるくい	cast-in-place mortar pile	1021
柱式橋脚	はしらしききょうきゃく	column-type pier	1022
ハミカムビーム	はにかむびーむ	honeycomb beam	1029
バランストアーチ橋	ばらんすとあーちきょう	balanced arch bridge	1032
張板	はりいた	overhanging plate	1032
張出し架設工法	はりだしかせつこうほう	cantilever method; cantilever system	1033
張出し梁	はりだしばり	overhanging beam	1033
半重力式橋台	はんじゅうりよくしききょう うだい	semi-gravity type abutment	1038
ハンチ	はんち	haunch	1039
ピア基礎	ぴあきそ	pier foundation	1044
PC 橋	ぴーしーきょう	prestressed concrete bridge	1047
PC グラウト	ぴーしーぐらうと	grout for prestressed concrete	1048
PC 硬鋼線	ぴーしーこうこうせん	hard drawn steel wire for prestressed concrete	1048
PC 鋼材	ぴーしーこうざい	prestressing steel	1048

PC 鋼材緊張装置	びーしーこうざいきんちょう うそうち	prestressing device	1048
PC 鋼材定着具	びーしーこうざいていちゃ くぐ	anchoring device	1048
PC 合成桁	びーしーごうせいげた	prestressed concrete composite beam	1048
PC 合成桁橋	びーしーごうせいけたきよ う	prestressed concrete composite girder bridge	1048
PC 合成床版	びーしーごうせいしょうば ん	prestressed concrete composite slab	1048
PC 鋼棒	びーしーこうぼう	steel bar for prestressed concrete: prestressing steel bar	1048
PC 床版	びーしーしょうばん	prestressed concrete slab	1048
PCT 形ラーメン橋	びーしーていーがたらーめ んきょう	prestressed concrete rigid-T-frame bridge	1049
PC トラス橋	びーしーとらすきょう	prestressed concrete truss bridge	1049
PC 有ヒンジラーメン橋	びーしーゆうひんじらーめ んきょう	prestressed concrete rigid frame bridge with central hinge	1049
PC 連続ラーメン橋	びーしーれんぞくらーめん きょう	prestressed concrete multi-span rigid-frame bridge	1049
控え壁橋台	ひかえかべきょうだい	counterforted type abutment	1052
ピボット支承	びぼつとししょう	pivot bearing	1068
ピルツ橋	びるつきょう	Pilz Bridge	1079
ピン支承	びんししょう	pin bearing	1081
ピン連結	びんれんけつ	pin joint	1082
フィレンデール橋	ふいれんでーるきょう	Vierendeel Bridge	1087
フィンクトラス	ふいんくとらす	Fink truss	1087
フーチング	ふーちんぐ	footing	1089
フーチング基礎	ふーちんぐきそ	footing foundation	1089
副垂直材	ふくすいちょくざい	sub-vertical member	1097
複線橋	ふくせんきょう	double track bridge	1098
扶壁式橋台	ふへきしききょうだい	buttressed abutment	1110
踏掛け版	ふみかけばん	approach cushion slab	1110
フラットスラブ	ふらつとすらぶ	flat slab	1114
プラットトラス	ぷらつととらす	Pratt truss	1114

フランジ	ふらんじ	flange	1115
ブレースドアーチ橋	ぶれーすどあーちきょう	braced arch bridge	1120
ブレースドリブアーチ橋	ぶれーすどりぶあーちきょう	braced-rib arch bridge	1120
プレートガーダー	ぷれーとがーだー	plate girder	1120
プレートガーダー橋	ぷれーとがーだーきょう	plate girder bridge	1120
プレキャスト桁	ぷれきゃすとげた	precast girder	1121
プレキャスト桁工法	ぷれきゃすとげたこうほう	erection of precast beam	1121
プレキャストコンクリート桁	ぷれきゃすとこんくりーとけた	precast concrete girder	1121
プレテンション桁	ぷれてんしょんけた	pretensioned girder	1123
プレハブ橋	ぷれはぶきょう	prefabrication bridge	1123
プレビーム	ぷれびーむ	prebeam; pre-flexed beam	1123
閉床	へいしょう	solid floor; closed floor	1140
閉断面リブ	へいだんめんりぶ	closed type rib	1142
平面支承	へいめんししょう	plane bearing; surface bearing; even bearing	1143
べた基礎	べたきそ	mat foundation; raft foundation	1146
ペチットトラス	ぺちつととらす	petit truss	1146
方杖橋	ほうじょうきょう	strutted beam bridge	1168
方杖付き張出し床版	ほうじょうつきはりだししょうばん	chin-resting-sha-ped overhanging floor	1168
補強桁	ほきょうけた	reinforcing girder	1172
補剛桁	ほごうげた	stiffening girder	1174
補剛材	ほごうざい	stiffener	1174
補剛トラス	ほごうとらす	stiffening truss	1174
ポニー橋	ぼにーきょう	pony bridge	1182
無道床桁	むどうしょうけた	girder without ballast	1218
メカニカル継手	めかにかるつぎて	mechanical joint	1121
メタルタッチ継手	めたるたっちつぎて	metal touch joint	1222
木版桁	もくばんけた	beam with plywood webs	1229
木橋	もつきょう	timber bridge	1230
門形ラーメン橋	もんがたらーめんきょう	rigid frame bridge	1233
床組	ゆかぐみ	floor system	1248

床桁	ゆかげた	floor beam	1248
溶接橋	ようせつきょう	welded bridge	1253
溶接継手	ようせつつぎて	welded joint	1255
横補剛材	よこほごうざい	transverse stiffener	1261
横リブ	よこりぶ	lateral rib	1261
ラーメン橋	らーめんきょう	rigid frame bridge	1266
ラーメン橋脚	らーめんきょうきやく	rigid frame pier	1266
ラーメン高架橋	らーめんこうかきょう	rigid frame viaduct	1266
ラーメン式橋台	らーめんしききょうだい	rigid frame abutment	1267
落橋防止構造	らつきょうぼうしこうぞう	structure for falling prevention of bridge	1271
ランガー橋	らんがーきょう	Langer bridge	1272
リベット	りべっと	rivet	1287
リベット橋	りべっときょう	rivet bridge	1287
ループ橋	るーぷきょう	loop bridge	1305
連結連続桁橋	れんけつれんぞくけたきょう	connected continuous girder bridge	1313
連続橋	れんぞくきょう	continuous bridge	1315
連続桁橋	れんぞくけたきょう	continuous girder bridge	1315
連続合成桁橋	れんぞくごうせいけたきょう	continuous composite girder bridge	1315
連続トラス	れんぞくとらす	continuous truss	1316
連続梁	れんぞくばり	continuous beam	1316
連続フーチング	れんぞくふーちんぐ	continuous footing	1316
連続フーチング基礎	れんぞくふーちんぐきそ	continuous footing foundation	1316
ローゼ橋	ろーぜきょう	Lohse Bridge	1320
ロッカー橋脚	ろっかーきょうきやく	rocker pier	1326
ワーレントラス	わーれんとらす	Warren truss	1331

5.2.3 データ分類形式である OmniClass の適用に関する検証

データ交換に必要なライブラリの整備には、用語の充実だけではなく、データ分類も重要である。ここでは、複数あるデータ分類の基準のなかから、アメリカが運用している OmniClass に注目し、日本でも利用可能か検証した。

(1) OmniClass の概要

OmniClass Construction System (OmniClassTM または、OCCS として知られる) は、北アメリカの建築、工学および建設業界によって考案された建設産業のための分類システム、方式である。施設のライフサイクルを通して発生する情報（部材や製品の仕様、プロジェクトの情報など）を網羅し、分類することで情報の検索やさまざまなアプリケーションとの連携に役立つものである。

OmniClass は ISO12006-2 としても確立されており、以下のような特徴を持つ。

- オープンで拡張可能な標準規格であること。
- 開発において参加者間で十分かつ開かれた情報交換がなされており、参加者によって更新もされている。
- 開発環境は積極的に参加したいと考える個人または組織に公開されている。
- 国際的な標準分類システム（Uniclass 等）と互換性がある。
- 既存の受け継がれた分類システムや参考文献、研究材料等は OmniClass の策定においても考慮されている。
- OmniClass は 15 のテーブルで構成されている。相互に関係をもつ 15 の テーブルは、以下のとおりである。

テーブル 11：機能からみた建設物のエンティティ

テーブル 12：形態からみた建設物のエンティティ

テーブル 13：機能からみた空間

テーブル 14：形態からみた空間

テーブル 21：要素（設計要素を含む）

テーブル 22：作業結果

テーブル 23：製品

テーブル 31 : 段階

テーブル 32 : サービス

テーブル 33 : 分野

テーブル 34 : 組織上の役割

テーブル 35 : ツール

テーブル 36 : 情報

テーブル 41 : 材料テーブル 49 : プロパティ

(2) OmniClass の構造

OmniClass の構造は、前述した 15 のテーブルナンバーのように 1 対の数値を各レベルの要素に対して付与するようになっている。左から順に記入していくルールとなっており、右に数値が増えるにしたがって分類上の下位であることを表している。例えば、テーブル 11 にある Assembly Facility (会議施設) は、11-11 00 00 と記述するが、その施設をより詳細に表す Convention and Exhibition Facility (大会議および展示会施設) は 11-11 11 00 と記述する。現在は、レベル 7 まで設けられている。

(3) OmniClass での橋梁に関するデータ分類に日本の用語を適用

OmniClass のようなデータ分類方式を利用することでデータ交換を円滑に行うことができる可能性がある。そこで、橋梁関連のデータ分類を抽出し、日本での分類に適しているか検証した。以下に施工に関するエンティティである表 5.1 Table11、

表 5.2 Table12 での実施結果を示す。すべての結果は添付資料 4.1.2 を参照されたい。なお、OmniClass の定義はそのエンティティが何を示しているか表すため、元の表現である英語のまま表中には記載する。

表 5.1 Table11 – Construction Entities by Function

番号	レベル 1 タイトル	レベル 2 タイトル	レベル 3 タイトル	レベル 4 タイトル
11-51 00 00	Transportation Facility			
11-51 65 00		Bridge		
11-51 65 11			Vehicular Bridge	
11-51 65 15			Rail Bridge	
11-51 65 15			Pedestrian Bridge	

番号	定義	対応する日本の 用語
11-51 00 00	定義なし	輸送設備
11-51 65 00	A structure built to span physical obstacles such as a body of water, valley, or road, for the purpose of providing passage over the obstacle.	橋梁
11-51 65 11	Bridges that support vehicle roadway crossing of a river, underpass, or similar gap.	道路橋
11-51 65 15	Bridges that support railroad track crossing of a river, road underpass, or similar gap.	鉄道橋
11-51 65 15	An underground passageway, completely enclosed except for openings for ingress and egress, commonly at each end.	歩道橋

表 5.2 Table12 – Construction Entities by Form

番号	レベル1 タイトル	レベル2 タイトル	レベル3 タイトル	レベル4 タイトル
12-14 00 00	Structure			
12-14 14 00		Bridge		
12-14 14 14			Trabeated Bridge	
12-14 14 17			Arch Bridge	
12-14 14 21			Truss Bridge	
12-14 14 24			Cable- Stayed	
12-14 14 35			Suspension Bridge	
12-14 14 35			Pedestrian Bridge	

番号	定義	対応する日本の 用語
12-14 00 00	定義なし	構造
12-14 14 00	A structure built to span physical obstacles to provide passage of people or vehicles of any type.	橋梁
12-14 14 14	A bridge for use by vehicles or other modes of transportation designed to support and disperse its load through posts and beams.	(不明)
12-14 14 17	A bridge for use by vehicles or other modes of transportation designed to support and disperse its load through barrels and arches.	アーチ橋
12-14 14 21	A bridge for use by vehicles or other modes of transportation designed to support and disperse its load through a series of triangulated forms.	トラス橋
12-14 14 24	A bridge for use by vehicles or other modes of transportation designed to support and disperse its load through tension cables attached to large piers.	斜張橋
12-14 14 35	A bridge for use by vehicles or other modes of transportation designed to support and disperse its load through a deck hung from a spanning tension cable or cables.	吊橋
12-14 14 35	A bridge that supports walkway crossing of a river, underpass, or similar gap.	歩道橋

(4) 検証結果

OmniClass にある橋梁に関するエンティティへ日本の用語が適用可能か検証した結果、現在用意されている分類形式については、該当する日本語が存在するため、日本の橋梁工事でも適用できると思われる。しかし、Table11 では輸送設備として機能する橋梁のうち水路橋「aqueduct bridge」が無いことや、Table12 ではラーメン橋が存在しないことなどからプロジェクト全般の分類を行うには、不足が生じ運用に耐えられない場合もあると思われる。

5.2.4 検討結果

日本語ライブラリ整備に向けた検討として、橋梁用語を抽出し、データ分類の方式である OmniClass への適用を試みた。その結果、現在、用意されているエンティティに関しては、日本の用語集と完全に一致はしていないが適用可能な日本語が存在するため、工事でも適用できる可能性があることがわかった。しかし、日本で利用している用語、分類が OmniClass 上には存在しないものもあったため、すべての工事の分類に利用するには現状は不足があるといえる。また、日本の橋梁用語とニュアンスや適用している単語の違いも生じているため、今後国際的に日本の建設工事関係者が、各国とのデータ交換を円滑に行っていくためには、用語の違いを埋めていくためにライブラリ整備の検討を進めていくことが重要だと考える。

5.3 Bridge Information Modeling (BrIM)

5.3.1 概要

BrIM は、橋梁のデジタル定義、異なるソフトウェア間におけるデータ交換の Protokol および設計者、施工者等のユーザーの利便性を目的として開発されたもので、その特徴は IFC の既存のスキーマを利用して MVD を定義したことである。BrIM の初期のプロジェクトは、FHWA とニューヨーク州立大学バッファロー校（以下、SUNYBuffalo という）と共同で行われた。

BrIM については、以下の 4 つのドキュメントが FHWA のウェブサイトで公開されている。

- **Introduction:** プロジェクトの概要、知見、結論および他 3 編の解説。
- **Volume I: Exchange Analysis (交換分析)** - Volume I は、橋梁のライフサイクルに関するプロセスマップの開発について説明している。
- **Volume II: Schema Analysis (スキーマ分析)** : Volume II は、橋梁情報モデルに関連する標準化について説明している。
- **Volume III: Component Modeling (コンポーネントモデリング)** : Volume III は、2 つの実橋梁を用いて、設計の契約図面に示されるコンポーネントのモデル作成について説明している。

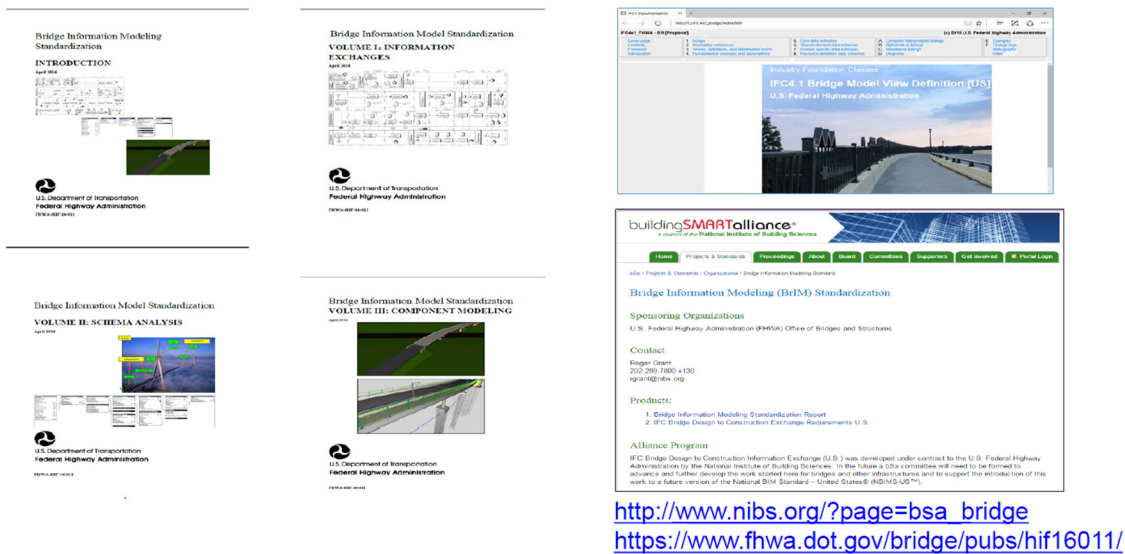


図 5.1 BrIM 関連ドキュメント

5.3.2 スキーマ分析

BrIM の開発に際して、それまでに開発されたモデルのスキーマに着目した調査を行っている。図 5.2 は、スキーマの特性を表しており、縦軸にモデルの規模のレベルを表しており、横軸に要求から結果を表している。LandXML は地形を表現できるが橋梁の構造要素は表現できない、OpenBrIM や iModel は橋梁設計の部分の表現ができる等が示されている。IFC には地形の表現ができないが広い範囲の Actor、Product、Process など広くモデル表現が可能であることが示されている。FHWA と SUNYBuffalo の初期の調査では、IFC では橋梁の表現ができないと考えられていたが、この分析結果により IFC が有効であることが判明した。

現在は、Tim Chipman を中心として bSI のプロジェクトに参画しており、IFC-Alignment や IFC-Road などの活動に積極的に取り組んでいる。

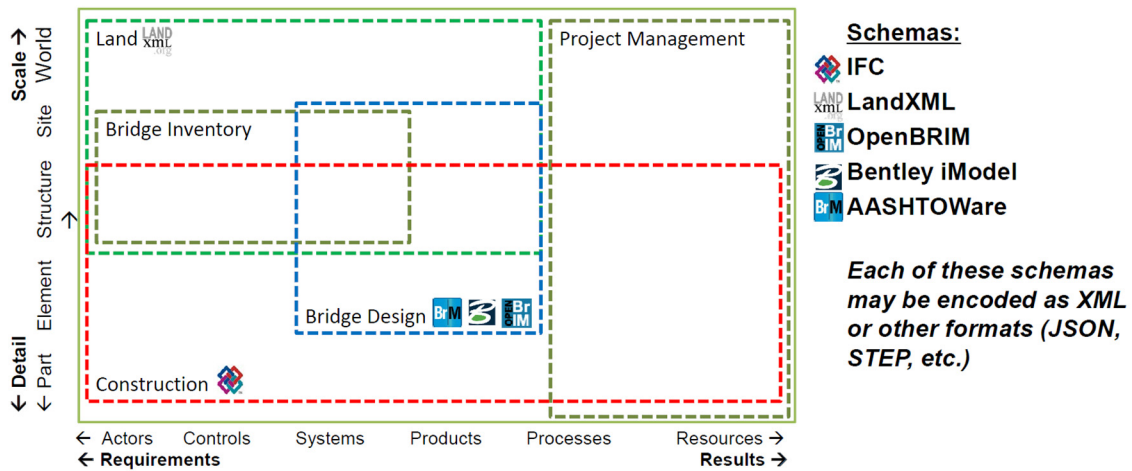


図 5.2 既存のスキーマの分析結果

5.3.3 Model View Definition

既存の IFC の実橋梁への適用の検討を元に、IFC のサブセットとして Model View Definition (MVD) を IfcDoc Tool を用いて開発している。当初は線形および線形に沿ったオブジェクトの配置を記述することができなかったが、IFC-Alignment のプロジェクトの成果を得て、MVD に線形の記述方式が加わっている。



図 5.3 IFC4.1 Bridge Model View Definition

5.3.4 ケーススタディの実施

プロジェクトの成果は、コンクリート橋梁と鋼製橋梁に関する実際の橋梁プロジェクトへの適用で検証している。この中では特に、契約から施工に必要な情報に過不足がないかに着目している。桁、橋台、橋脚に加えて、鉄筋、手すり、排水および照明等を含め、設計図に記載されている情報はすべてを対象とし、IFC2x3を用いた表現が可能であることを確認している。また、IFC4.1を用いれば線形に関する記述も可能である。

IFC のモデリングツールで作成したモデルを IFC で出力し、Autodesk Revit、Bentley MicroStation および Tekla BIMsight で再現できている。

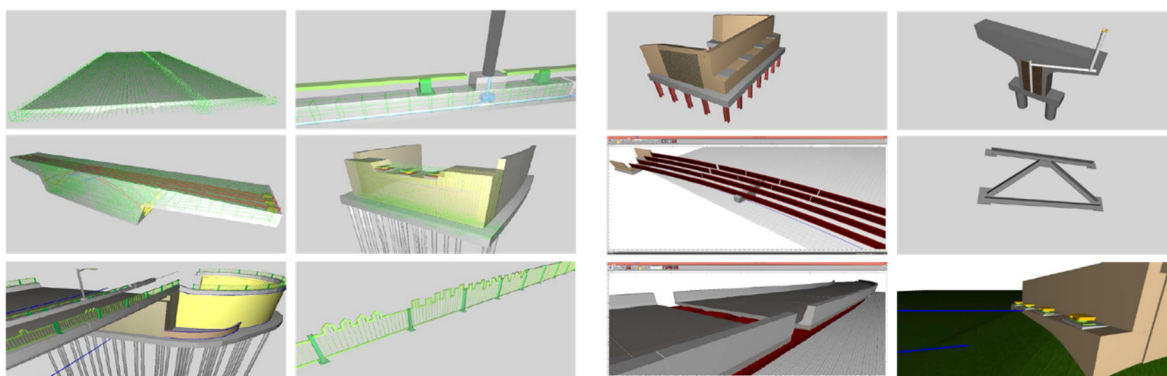


図 5.4 コンクリート橋梁

図 5.5 鋼製橋梁

5.3.5 プロジェクトのまとめ

BrIM プロジェクトの関するまとめとして以下が示された。

- 橋梁で活用可能なスキーマを開発した。設計から施工に伝達する情報を中心に検証した。設計から施工に着目したのは、この段階で大部分の情報が作成されるためである。
- 工場製作のモデルが非常に注目されており、設計および施工のモデルと工場製作のモデルの統合が実用的かつ経済的効果がある。
- IFC に線形要素が拡張されるとほぼすべての構造が表現できると思われる。プロジェクトに参加したベンダーの多くが、今後、線形に沿った配置、土木要素の分類に対応することを表明している。
- FHWA で開発したソフトウェアの仕様は多くの州のプロジェクトで検証が進められている。

5.4 Overall architecture

IFC-Infra overall architecture プロジェクトは、IFC-Road、IFC-Rail、IFC-Bridge など土木分野に対し IFC を拡張するための今後のプロジェクトの共通基盤を提供するために開始された。2016年4月の Rotterdam 会議にて最初の報告がされた⁴⁾。

各国のプロジェクトが IFC の拡張に対して多様なアプローチを生み出しているという意見に応じて、IFC の矛盾を避けるための統一プロセスが必要になった。このプロジェクトにより、IFC の拡張を開発するための推奨事項を示し、すべての土木分野に関する IFC の拡張に必須となる基本的なデータ構造を示すものとした。このプロジェクトは、IFC-Alignment 1.1 プロジェクトと並行して実施され、相乗効果と開発の継続的な同期化を期待する。また、IFC-Infra と InfraGML に対する共通基盤としての概念モデルを作成するために、Open Geospatial Consortium (以下、OGC という)と緊密に協力して実施するものとした。この概念モデルにより、bSI と OGC の間で標準の統合と変換が容易となる。

IFC の使用に関する推奨事項と今後の拡張のための指針を、buildingSMART テクニカルレポートに記載している。推奨事項は次のとおりである。

- 空間構造 (Spatial Structure)
- 幾何学的表現 (Geometry representations) ;
- 要素の分類構造 (Element breakdown structure) ;
- 分類と linked data (Classification and linked data)

IFC-Alignment および IFC-Overall Architecture プロジェクトでは、以下のデータ構造および実装ガイドラインも開発された。

- Alignment and Positioning (線形と配置)
IFC-Alignment プロジェクトとの協力による
- Geometry representations (幾何学的表現)
 - StringLine representation
 - CrossSection representation (幾何学的表現)
 - Surface representation (表面の表現)
 - Solid representation (表面の表現)

- Terrain (Triangulated Irregular Network)

これらのデータ構造は、IFC4x1 RC3 として公開され、標準化プロセスを経る予定である。今後 bSI で採用されれば、道路や鉄道用に開発される IFC の拡張のための基盤である公式の IFC4x1 となる。IFC4x1 RC3 の公開は、ソフトウェアベンダーと主要なユーザーからなるチームが実務環境でデータ構造のテストを行っている IFC-Alignment Deployment プロジェクトの基盤ともなる。これらの開発は、土木分野の関係者を対象とした国際調査を通じて、このプロジェクトで特定された優先度の高いユースケースに基づいている。ユースケースは、2006 年 6 月 29 日に発行された「要件分析」レポートに記載している。

プロジェクトチームは、IFC の拡張にあたって以下の一般原則を適用し、IFC-Bridge、IFC-Road、IFC-Rail など今後の IFC の拡張でこれらの一般原則を使用することを強く勧めるものとした。

- 最小限の介入：可能な限り下位互換性を確保する。
- 最小限の拡張：既存のデータ構造を可能な限り使用する。
- 国際的な適用範囲：データモデルには、国際的に有効な要素のみ必要である。IFC は、すでに国や地域概念をモデル化するためのプロパティセットや分類等の拡張メカニズムがある。

このテクニカルレポートでは、幾何学的表現だけでなく、空間および要素分類構造に関する推奨事項も示している。土木分野のプロジェクトは、さまざまな方法で分類することができる。一般的に、IFC は以下の分類構造を持っている（図 5.6）。

- 空間分類構造 (spatial breakdown structure)
- 要素分類構造 (element breakdown structure)
- システム分類構造 (system breakdown structure)

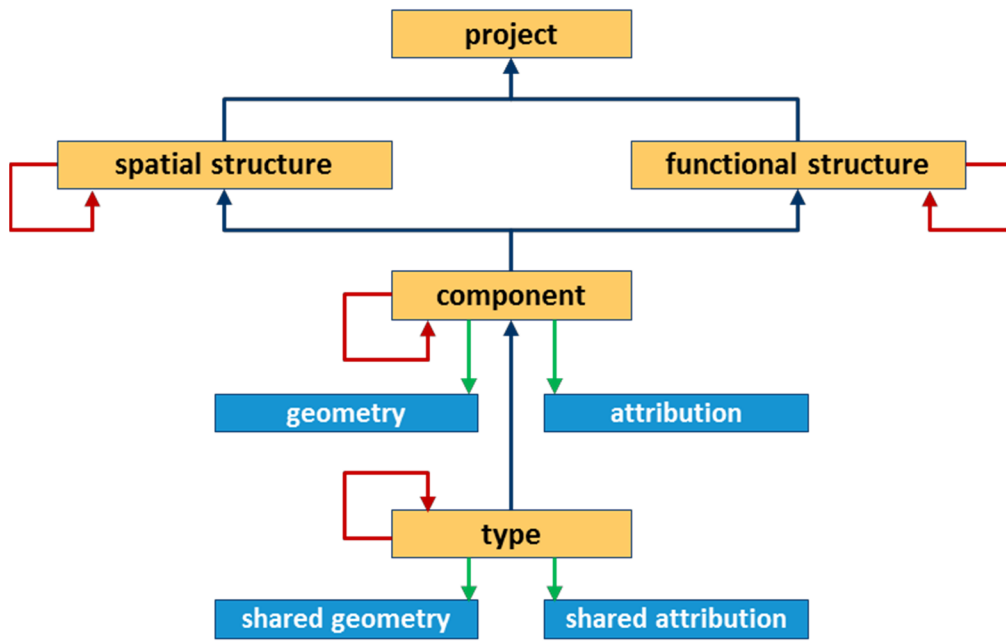


图 5.6 IFC breakdown structures

5.5 略語一覽

BIM	: Building Information Modeling
BrIM	: National Bridge Information Modeling
CIM	: Construction Information Modeling
ISO	: International Organization for Standardization
IFC	: Industry Foundation Classes
IREX	: International Research & Exchanges Board
MINnD	: Modélisation des INformations INteropérables pour les INfrastructures Durables (仏語) Interoperable Information Model for Sustainable Infrastructures
MOU	: Memorandum of Understanding
OGC	: Open Geospatial Consortium
STEP	: Standard for the Exchange of Product model data

5.6 参考文献

- 1) ISO 176730 industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries, 2013
- 2) 矢吹信喜、李占涛、日仏橋梁プロダクトモデルの統合化による新 IFC-BRIDGE の開発と CAD コンバータの改良土木情報利用技術論文集 Vol.15,59-66,2006
- 3) E. Lebegue, B. Fies, J. Gual, G. Arthaud, T. Liebich, N. Yabuki: IFC-BRIDGE V3 Data Model - IFC4 Edition R3, 2013
- 4) buildingSMART ImfraROOM, IFC Bridge Project Summary
160919_IfcBridge_Project_SUMMARY.pdf, 2016
- 5) buildingSMART ImfraROOM, IFC Infra Overall Architecture Project Documentation and Guidelines、bSI_OverallArchitecure_Guidelines_final.pdf, 2017