

道路構造物維持管理データモデル研究小委員会 活動報告（完了）

和泉 繁¹

¹フェロー会員 大日本コンサルタント株式会社 インフラ技術研究所 ICT ソリューション室

（〒330-6011 埼玉県さいたま市中央区新都心 11-2 ランド・アクシス・タワー 11 階）

E-mail:izumi@ne-con.co.jp

道路構造物維持管理データモデル研究小委員会（以下、本委員会）は、平成 30 年 6 月に設置されて、令和 2 年 5 月まで 2 年間の活動を実施した。活動目的は、道路構造物の維持管理手法として構造体モデルと属性情報及びそれらを一体的に管理する方法の確立を目指すことである。

活動目的のため、属性情報標準化分科会（WG1）と構造体認識モデル分科会（WG2）を設置し、現状の構造物点検記録等から構造体モデルとそれに付与する属性情報に関する検討等を行った。

本小委員会の完了報告として、2 年間の活動について報告する。

1. 活動概要

(1) 活動目的

道路構造物の大半は自治体が管理しており、インフラの維持管理を適切に行うため、データ・システムアーキテクチャの標準化が課題である。建設 ICT データ連携研究小委員会（2016 年 6 月～2018 年 5 月）の研究の結果として、「道路事業における建設後の構造物管理では建設段階とは違う業務プロセスとデータの管理が必要とされる」との知見を得た。

本委員会は、道路構造物の維持管理手法として構造体モデルと属性情報及びそれらを一体的に管理する方法の確立を目指すことを目的に研究活動を行うこととした。

(2) 活動期間

平成 30 年 6 月から令和 2 年 5 月（2 カ年）

(3) 活動項目

1. 現状の構造物点検記録等から構造体モデルに付与する属性情報を抽出し、追加すべき属性情報を検討・整理する。
2. 属性情報を付与する構造体モデルの仕様を検討し、CIM 導入ガイドライン（案）のモデル仕様との差異を検討・整理する。
3. 構造物モデルに付与する属性情報と既存点検記録等を連携運用する現実的な手法を検討・提案する。

4. 既存構造物の点群データ等から構造物モデルを作成する現実的な手法を検討・提案する。

(4) 社会への発信

下記概要の第 6 回データモデルセミナーを開催した。

- 日時：2019 年 5 月 24 日（金）13:30～16:30
- 場所：土木学会 講堂
- 参加者：108 名（参加無料）

2. 活動成果

自治体の維持管理では、ICT が活用されない理由は次の事項が考えられる。

- 必要なデータ／情報システムの要件検討は、管理者が個別に行っており、標準化されていない。
- 管理対象の数が少なく、紙や表計算ソフトから情報システムへ移行する対費用効果が乏しい。
- 民間企業が行う点検業務や補修工事の記録を電子納品させておらず、データが不足している。

上記の問題解決の一助となるべく、本委員会では「具体的に検討する情報技術は、5 年後に実装可能と考えられることを念頭に置き、現時点で国や道路会社が試行／実装している情報技術の適否を検討し、合わせて、継続的に土木学会等で検討すべき技術課題の整理を行う」との前提で検討を行うこととした。

2.1 WG1「属性情報標準化分科会」

(1) WG1の活動目的

BIM/CIM の導入が進められてきているものの、属性情報において、定義、フェーズ間の受け渡し、モデルの構造化の必要性、管理方法等に多くの課題が存在している。特に維持管理はこれらの課題を属人化という仕組みで凌いできた一面もある。今後、少子高齢化や技術者不足の中、BIM/CIM を活用して適切な維持管理を実施していくためには、これらの課題を解決するための様々な仕組みが必要である。そこで WG1 では、維持管理における属性情報の利用場面を想定したうえで様々な課題を抽出すると共に、属人化から脱却して属性情報を活用できる改善策を提示することにより、適切な維持管理の仕組みを提言する。

(2) 橋梁の定期点検及び診断業務における課題と改善策の提言

a) 橋梁の定期点検及び診断業務の概要

道路橋は全国で約 72 万橋、自治体管理は約 66 万橋ある。道路橋の定期点検作業は、道路法施行規則において「近接目視により、五年に一回の頻度で」点検を行い、健全性の診断結果により分類する必要がある。

地方公共団体も含めたデータの一元管理（記録・電子化等）が必要になっている。しかし、自治体等では、独自に橋梁マネジメントシステム（BMS）を開発しデータの管理をはじめ、定期点検、LCC 算定、中長期予算計画の策定などを支援する IT システムとして運用されている。

b) 橋梁のデータ利活用における課題整理

橋梁維持管理の各種データについて、点検・診断の利用場面を想定し、課題を整理した。その結果、①各種データの紐づけ、②情報の細分化、③システム化・電子化、④属性情報の標準化、に課題を分類することができた。

c) 分類した課題の解決策

①各種データの紐づけ：国土技術政策総合研究所の「施設維持管理情報利活用マニュアル(案)」を準用する。②情報の細分化：部材や損傷の位置情報は、点検時から予め 3 次元モデルで情報を自動取得する点検ツール（システム）を活用する事により、経年変化の表示等の高度な活用が可能になる。③システム化・電子化：位置情報を連携キーとして基盤である同一地図上で重畳表示し連携させる事により、空間情報等によるデータ連携（システム連携）可能となる。④属性情報の標準化：国土交通省「電子納品要領」（令和 2 年 3 月 26 日改定）は、施設諸元をとりまとめた施設管理台帳（REGISTER：台帳フォルダ）と、施設コード、施設名

称とともに施設の位置座標等の施設情報（XML：管理情報）を対象となる施設ごとに繰り返し記入するとして定めている。

(3) 橋梁以外の施設における課題と解決策の提言

a) 橋梁以外の施設における課題

橋梁以外の道路構造物においても、生じている課題は橋梁と大きな違いはなく、以下のような課題が挙げられる。

①紙の資料で管理している自治体が多く、データの履歴等が引き継がれていない。②国や各地方公共団体、所管課によって管理項目や施設を一意に特定するコード体系が異なる（または、統一されていない）。③施設管理者（システム）または記録・登録者による表記ゆれがある。④設計及び施工時の電子納品成果品が維持管理で活用されていない。⑤対策判定には、属人化による原因推定や結論の差異が生じる可能性がある。⑥業務フローの中で情報の一元管理や行われていない。

b) 橋梁以外の施設における課題の解決策

上記の課題の解決策を以下のとおり提案する。

①は、総務省が推進している自治体クラウドによる提供が望ましい。②は、例えば「道路メンテナンス年報」点検データ等登録システムの「作業用番号」のようなコード体系を各管理主体が共通のルールに基づき運用することで、データの統合・連携が容易に実現できる。③は、リストからの選択で完結出来るような統一された定義の作成およびシステム化が必要となる。④は、河川 CIM における「基本フレーム」が構成要素及び手法を一元化するルール策定として参考になる。⑤は、④で示したツールを利用して数値から図の描写などのデータ連携を実現することで、発注者が CIM モデルを用いて損傷や劣化箇所等に対する対策案を議論できる環境と活用できる仕組みの構築することができる。⑥は、道路管理支援システム“京都道守くん”のように、現場調査～報告書作成～業者依頼～データ保存（履歴管理）までの一元管理が可能なシステムを導入することで、各プロセスを通して情報の一元管理が可能となる。

c) 2.3.3 下水道ストックマネジメントの事例

道路構造物以外の公共施設として、下水道管路のデータ活用について、調査・整理した。

下水道台帳管理システムは、下水道管路施設の管理を目的とし、下水道台帳が扱う地図情報と下水道施設情報を一体としてデータベース化し管理する GIS 機能を用いたシステムで、施設の位置の検索やその施設に関した属性情報の検索、平面図や帳票の出力が可能となる。情報を一元管理でき、維持管理や設計等への支援業務への活

用も可能であるとされている。東京都下水道局では、「管きょ設計 CAD」を使用した電子納品による「データリサイクル」を試行している。デジタル化された下水道施設情報は、地震などの災害で、施設に被害があった場合の災害復旧において、調査・査定資料を作成する際に利用されることがある。

2.2 WG2「構造体認識モデル分科会」

(1) 構造体認識モデルの構築方法

a) 構造体認識モデルの活用目的の整理

対象構造物および変状情報を正確に記述するためのデータモデルを構造体認識モデルと称する。構造体認識モデルの目的は、点検や維持管理での検討・計画立案などに ICT 等の技術を活用することで、維持管理全体の省力化や高度化と共にコストダウンを図ることである。

b) 構造体認識モデルを用いた維持管理手法の提案

現状の維持管理手法に関する ICT 活用事例を紹介し、構造体認識モデルの活用を提案する。

①地域のインフラ維持管理の実装：戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の報告では、インフラメンテナンス維持管理を地域の産業振興の一環として進める「産業振興型」や、小規模自治体で推進するために技術を集約させる「建設技術センター主導型」は、今後の新技術導入に向けた突破口の一つに考えられるとしている。

②アセットマネジメントに関する取組み：SIP の技術総覧の「自治体のアセットマネジメント展開技術」では、新潟市、町田市の実装事例を提案として紹介している。

③東北大学インフラ・マネジメント研究センター（IMC）の取組み：山形県等へのシステム導入を行い、橋梁診断書作成に要する時間（手作業時：約 3 時間）が約 3 分になったと報告している。

④首都高速道路の取組み：維持管理業務をトータルに支援するスマートインフラマネジメントシステム（i-DREAMs）により資料収集から現場確認、近接状況把握に対して生産性が 20 倍以上向上したと発表している。

c) 構造体認識モデルで利用する 3 次元モデルの詳細度

前項の取組みは、構造物の詳細形状を再現する精密なモデルを元に行っているわけではない。したがって、ここでは、「対象構造物の主構造のスパンや幅員などの構造形状と、変状位置を特定できるように横桁、横構、対傾構を概ね正確な位置に配置するとともに、点検対象となる付帯構造物を対象物と認識できる程度のモデルで構築する」ものとする。

d) 構造体認識モデルの構築方法と具備すべき機能

構造体認識モデルは、道路構造物の形状や必要な情報

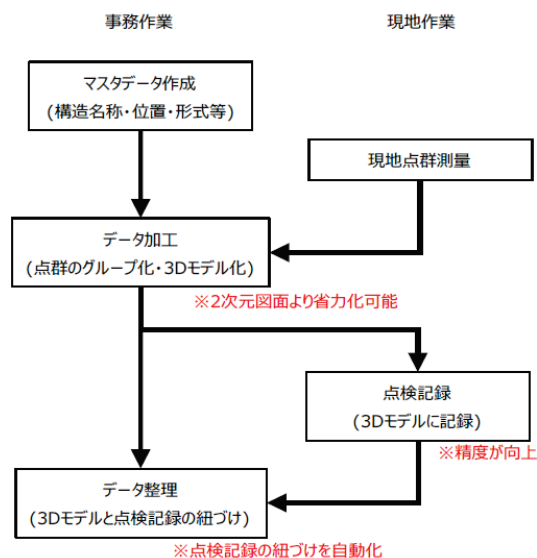
を機械が認識できるように表現したデータモデルである。3 次元 CAD システムでは、施設を 3 次元の個体としてアプリケーションに認識させ、施設単位で属性情報と直接関連付けることが可能で、図形情報と属性情報の一体的な管理が可能となる。その際、構造部材をコンポーネントとして表し、複数のコンポーネントで組上げるアセンブリにより、施設の構成単位を属性情報の管理単位と一致させることができる。すなわち、「施設の構成単位＝プロダクトモデルのクラス構成＝3 次元 CAD のアセンブリ構成」とすることが必要となる。

構造体認識モデル（3 次元データ）を管理するシステムは、道路構造物の管理業務を支援することが望まれる。そのため、複数施設管理機能、タブレット端末等でのデータ処理機能、AI 技術を活用するためのデータ関連付け等の機能を具備すべきと考える。

(2) 点群データを用いたデータモデルの定義

a) 点群データを用いる必要性

3 次元データモデルを効率的に構築するための手段として、レーザー計測技術を用いた点群データを活用する手法がある。自治体等が行う道路構造物の維持管理における点群データの利用は、従来の手書きスケッチに比べ、人件費の削減、現道交通を規制する時間の削減と点検者の安全確保、計測漏れや再計測の削減などの効果があり、作業フローは下図のとおりとなる。



b) 点群データを用いたデータモデル化手法

点群データを用いたモデル化は、①点群データから領域を設定して活用する方法、②点群データを簡易に 3 次元モデル化して活用する方法 の 2 手法が考えられる。

①はコストが少ないが、データ量が大きく、現時点の技術では維持管理の現場で活用するのは難しい。②はデータが軽量化され、現場でも取り扱い易いが、モデル化する上でコストがかかる。今後、②のモデル化処理を自動化する技術の発展が望まれ、AI の活用が期待される。

(3) 変状モデルの検討

a) 変状モデルの必要性

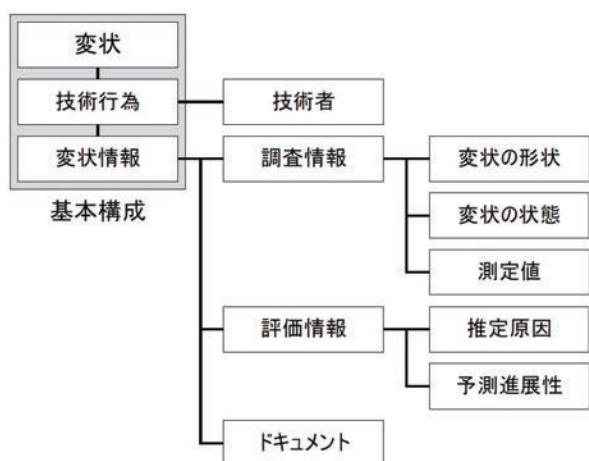
これまで点検業務の結果は、データベースシステムに入力される「文字数値データ」とスケッチや写真の「イメージデータ」が別途に記録されている。変状を時系列で捉えるため、点検データベースや構造物データベースからデータを抽出する作業に多大な労力を必要とする。

これを解決するため、「変状管理の時間的プロセスに沿って、データの取りまとめ方が違ってくるもの」という新しい考え（以下、「変状モデル」と呼ぶ）を導入することを提案する。

b) 変状モデルの定義方法

変状モデルは、変状の情報が作成される過程を「維持管理で実施される技術行為を実行手順および時系列で順序付けることにより、維持管理の情報を体系的に表現する」ことをプロセスモデルで表現する。

変状管理のプロセスモデルの概念モデルを下図に示す。



このプロセスモデルの特徴は情報の作成過程を実行手順および時系列で関連付けるため、すべての情報を「技術行為」に関係づけた体系としたことにある。現時点ではアプリケーションでの実装はないが、BIM/CIMが成熟し維持管理に適用する場面では、変状に関するモデル化等の一助となることを期待する。

c) 変状モデルと構造体認識モデル

変状管理のプロセスモデルでは、「技術行為」というプロセスと「土木構造物」というプロダクトを結びつけるものとして「変状情報」をIFCのスキーマとして拡張した。しかし「変状情報」自体の詳細については明らかにしておらず、これから検討を加える必要がある。

構造物にとっての変状は、人体に例えると病気に相当すると言えよう。であれば、点検情報は医師が書くカルテに相当し、変状情報は各種の病気の症状に相当する。病気には必ず原因がある。変状にも必ず原因が存在する。そして、特定の原因から固有の症状が発生するというモデルを作ることができる。

3. 今後の課題

首都高速のi-DREAMsは、3次元点群データを活用した先進的な維持管理手法による効率化の好事例であるが、地方自治体への普及を図るためには、点検調査、維持管理等のデータに関する共有フォーマット（標準化）を確立した上で、国等による普及促進が望まれる。

また、点検対象の図面が保管されていない構造物も多いため、3次元点群データから簡易に構造体認識モデルを作成する技術の開発、変状に対する正確な管理・データ蓄積のための変状モデルの構築により、これらの活用した維持管理の効率化が期待される。

道路構造物維持管理データモデル研究小委員会 名簿

●担当常任委員

浦野 隆 (株) 長大テック

●小委員長

和泉 繁 大日本コンサルタント (株)

●副小委員長

青山 憲明 国土技術政策総合研究所

羽田野 恒 (株) ネクスコ東日本エンジニアリング

山崎 元也 東京農業大学

●属性情報標準化分科会 (WG1) 主査

吉岡 正泰 パシフィックコンサルタンツ (株)

●構造体認識モデル分科会 (WG2) 主査

藤田 玲 (株) 建設技術研究所

●委員

有賀 貴志 (株) コンポート

大野 聡 (株) シビルソフト開発

大町 晋一郎 (株) 片平新日本技研

岡本 健 (株) 竹中土木

川崎 聖 大日本コンサルタント (株)

窪田 諭 関西大学

久保寺 貴彦 東洋大学

倉橋 哲弘 日本工営 (株)

澤 正樹 (株) 安藤・間

竹内 幹男 福井コンピュータ (株)

西田 德行 西松建設 (株)

細川 祐一 (株) 長大テック

丸山 明 (株) アイ・エス・エス

水越 和弥 飛島建設 (株)

三橋 徹 J I Pテクノサイエンス (株)