

設計情報小委員会活動報告

蒔苗 耕司¹ 政木 英一²
Koji Makanae Hidekazu Masaki

【抄録】本稿では、設計情報小委員会の活動目的及び活動の範囲、これまでの活動の概要を紹介するとともに、現在、小委員会が取り組んでいる研究課題として、維持管理を考慮した設計情報モデルのあり方について示した。建設情報のスパイラルモデルとして建設情報蓄積プロセスについて述べるとともに、品質勘定を取り入れた建設情報概念モデルを示した。また維持管理情報の自動取得手法としての観測システムの現状についてまとめた。

1. 研究活動の目的

近年の急速な情報ネットワーク技術の進歩に伴い、建設分野においても広く情報技術が用いられるとともに、情報ネットワークを介した情報交換も急速に普及しつつある。しかし、現状の情報交換は、それぞれのフェーズの中での個別の情報交換が主となっており、計画・設計、施工、維持管理へと続く土木構造物のライフサイクルの中での真に利用可能な形態での情報流通については十分に考えられていない。

このような全てのフェーズにおける情報の流通を実現するためには、建設・管理のために必要な情報である設計情報を包括的にモデル化するためのアーキテクチャの確立が不可欠である。

このような背景から、設計情報小委員会では、土木構造物のライフサイクルの中で必要とされる設計情報モデルのあり方について、国際標準化や情報技術の動向を踏まえながら、中・長期的視点から技術的検討を行うことを目的とする。

2. 研究活動の範囲

2.1 活動範囲

本小委員会の活動範囲は、以下の通りである。

- (1)設計情報モデルの検討
- (2)海外動向等の把握
- (3)国内他機関との連携
- (4)研究成果の公開、研究支援、委員会活動への協力等

2.2 活動期間

第1期：平成13～14年度（2年間）

第2期：平成15～16年度（2年間）

2.3 活動体制

第1期においては小委員会を2つのWG（道路/地盤、橋梁）に分け、それぞれの分野におけるプロダクトモデルについて研究を行ってきた^{1), 2)}。第2期においてはWG形式を取らず、小委員会全体での研究活動を行っている。

3. これまでの研究成果の概要

平成13年度以降の小委員会活動において得られた研究成果の概要を以下に示す。

①土木プロダクトモデルの概念

土木プロダクトモデルに関する概念整理を行い、その定義の明確化を行なった。

②道路設計情報モデルの構築

特に道路の「設計者」という立場に限定し、①設計目的の整理、②目的達成のために実行される事項の整理、の2項目について検討を行ない、これを階層構造としての整理を行なった。さらにこれらの中から、サービス対象者（受益者）を「自動車利用者」に限定し、サービスを実現するために必要な情報項目（入力、出力）の整理を行なった。これらの検討内容に基づき、「設計者」の立場から、「自動車利用者」に対するサービスについて精査し、それを実現するために必要な情報項目のモデル化を行なった。さらに、構築したモデルに基づき、設計

1: 小委員長；宮城大学事業構想学部デザイン情報学科 助教授（〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑1）

2: 副小委員長；国際航業（株）国土空間情報事業部 国土情報基盤推進部 部長（〒102-0085 東京都千代田区六番町2）

情報の流通プロセスに関する検討を行なった。

②橋梁設計情報モデルの構築

鋼橋を対象とした設計情報モデルとして、橋梁の鋼橋上部工を対象としたモデルの検討を行なった。モデルの構築を行うにあたって、国内外の設計情報モデルに関する調査を行なった。次に鋼橋の上部工データをモデル化するためにいくつかの定義方法について検討を行ない、面構造を意識した設計情報モデルの構築を行なった。モデルの実装はXMLを用い、それに基づく3次元表現によりモデルの有効性を検証した。

4. 現在の研究活動の概要

4.1 研究活動の目的

これまでの設計情報小委員会における研究活動においては、主に計画・設計段階を対象とした情報モデルのあり方について検討を行ってきた。一方、今日の国内の社会基盤施設整備においては、既存施設の老朽化や経済状況等の変化等の要因により、新規建設から既存施設の維持管理とその改修にその中心が移行しつつある。そのため、情報モデルの構築においては、施設の維持管理を考慮したモデルを構築するとともに、既存施設の維持管理情報を如何に取り扱うかが課題となる。そこで、今期の設計情報小委員会においては、維持管理を考慮した建設情報モデルのあり方について検討を行うこととした。

4.2 建設情報のスパイラルモデル

一般に土木構造物のライフサイクルモデルは、計画から設計、施工、維持管理というプロセスを経て、再び計画（改修）に戻るというモデルである。改修による施設代替は旧施設の撤去と新施設の設置であり、同一空間に新旧両世代の施設が存在することは無い。建設情報においても同様の取り扱いがなされ、実存する施設に対する同一サイクル上の情報のみが保存され、過去のサイクルにおける建設情報は破棄され、それを参照することはできない。一方、電子情報化による情報保存の容易性と持続性のある適切な情報モデルの構築は、過去のサイクル情報の保存とその参照を可能とする。従って、サイクルを経る毎に情報が蓄積されるモデルが構築される。これをモデル化し、図示したものが図-1であり、ここで建設情報のスパイラルモデルと呼ぶ。

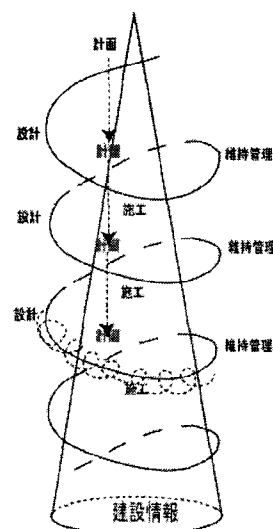


図-1 建設情報のライフスパイラルモデル

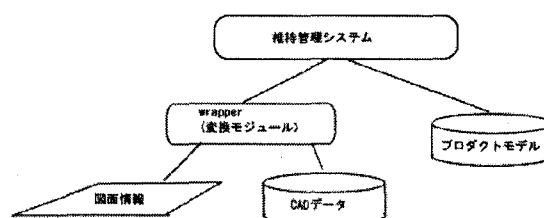


図-2 維持管理システムにおける既存情報の利用

図-1に示す三角錐は情報の増加を示し、また点線で示されるスパイラルは、よりミクロなスパイラルが存在することを示す。このモデルにより、次のスパイラルにおいても以前のサイクルにおける情報が継承され、有効に活用し得る。例えば、過去に利用した地形や地質等の基盤情報や過去の設計上の工夫が次サイクル以降にも継承・利用できるということである。

4.3 既存の施設情報との整合性

現在、土木構造物にかかるプロダクトモデルの構築に関する取り組みがいくつかの機関等で行われている²⁾。今後、新規に建設（あるいは改修）される施設の情報はプロダクトモデルに基づけば、それは有効に機能し得る。一方、紙やマイクロフィルム、あるいは既往の2次元CAD等により記録された図面、台帳等の情報をベースとした既存の情報を如何に統一的なシステム上で扱うかが大きな課題となる。維持管理システムの構築においては、プロダクトモデルを扱うのみではなく、既存の図面情報やCAD情報を適切にラッピングし、システム上で扱う仕組みの構築が必要である（図-2）。

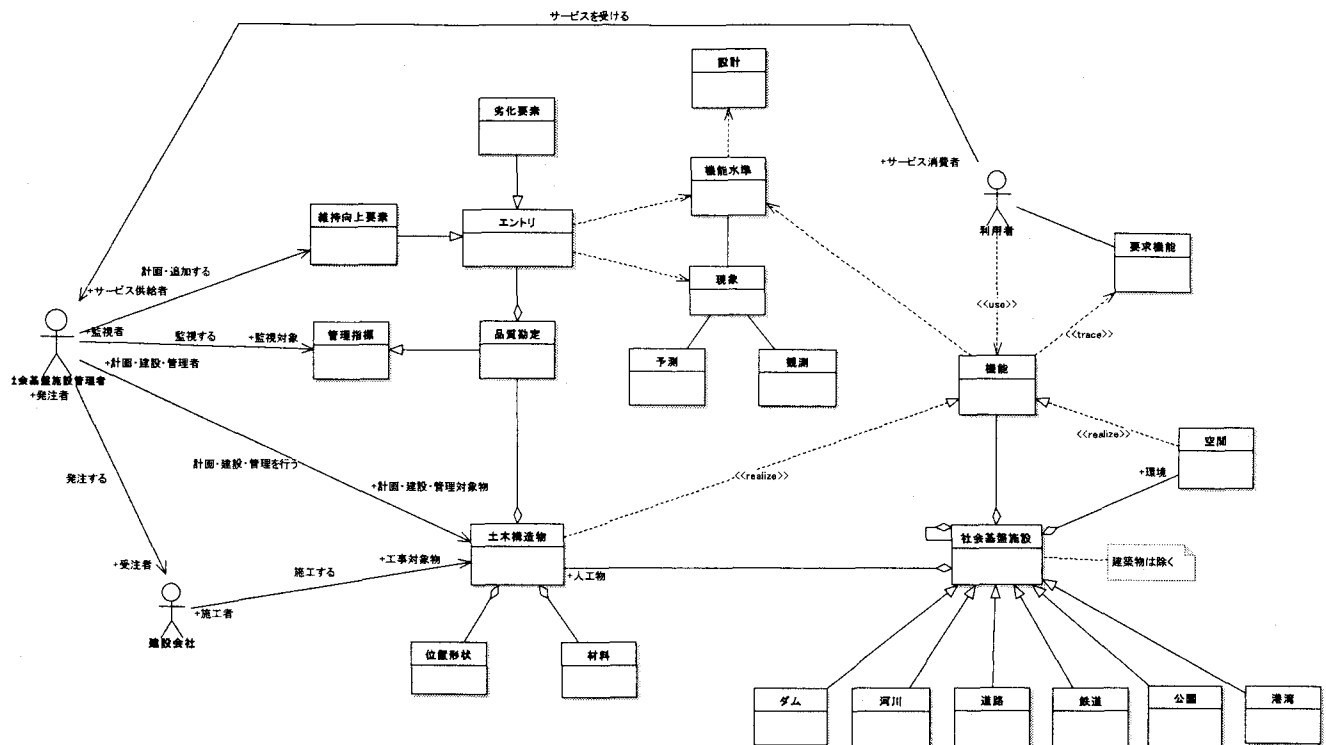


図-3 社会基盤施設における維持管理の概念モデル

4.4 建設情報モデルの構築

(1) モデルの目的と範囲

このモデルは、社会基盤施設とその事業段階、特に維持管理段階における概念的な関係を表現しようと試みた1例である。よって、各要素（クラス）の粒度レベルはかなり粗なものとなっている。維持管理には、様々な要素が存在するが、ここでは土木構造物の品質維持という側面に着目し、モデル化を行うものとする。

(2) モデルの考え方

概念モデルを図-3、主要なクラスの解説を表-1に示す。本モデルでは、土木構造物の品質を管理するために「品質勘定」という概念を導入した。これは、土木構造物が一旦、完成した後は、自然的に発生する品質を低下させる要素とその低下を補う要素とが発生し、そのバランスにより土木構造物のその時点で品質が決まる考え方である。この考え方に基づけば、

その時点での品質＝

初期値＋ Σ （劣化要素＋品質増加要素）

と単純化できる。

また土木構造物は、数十年に亘り存在することになる

ため、これらの履歴を保持し、管理者はこれを監視することにより維持管理業務の行うことが可能となる。この予測値を勘定に参入することにより、将来のある時点における状態も知ることができる。勘定の基本データである劣化要素及び品質増加要素としては様々な要素が存在するが、それらの詳細については今後、検討を行う。

4.5 維持管理情報の取得技術

4.4 のモデルにおける品質勘定のためのデータ取得には、その自動観測による情報の自動取得が実現しつつある。道路、橋梁、トンネル等の健全度（損傷状況）を把握するためには、一般的には点検を実施しており、内容と目的に応じ、通常点検、定期点検、異常時点検、追跡調査、詳細調査に分類される。点検の基本は、目視及び簡易な測定器具による変状調査であるが、詳細調査では、特殊な点検機械・器具を利用する。また、継続監視が必要な場合は、モニタリング手法を採用する場合もある。近年では、モニタリング（常時観測）を点検の代替とする手法の研究・開発も実施されている。以下は、調査方法の中から、新技術の一例を紹介する。

a) 交通量計測装置

道路に埋設した小型センサユニットの上を通過した

車両・1台毎の「通過時間」・「速度」・「大小区分」を、リアルタイムで計測・自動記録する。路面凍結や渋滞の判断、道路計画、都市計画、ITS、工事・災害時、観光地周辺の交通量調査や工場、駐車場の車両動向調査等に適用できる。

b) 損傷写真から損傷度を判定する技術

国土交通省の中部地方整備局では、塗膜の残存寿命予測する技術を開発している。

c) 振動から損傷度を判定する技術

衝撃振動試験から構造物の健全度を評価する技術が研究されている。鉄道関係は調査実績が多く、評価手法の一つとして実用化されている。例えば、橋梁では、高所作業車に吊るした重錘を橋脚に衝突させ、その衝撃を桁、橋脚の天端・中部・下部に速度計を配した測定システムにより読み取り、試験を行うシステムの例が示されている³⁾。

d) 構造物変位計測センサ

オートマテリアル（知能材料）を利用した計測センサの1つとして、TRIP 鋼の最大歪記憶特性をピーク記憶素子として利用したセンサ等が開発されている。また光ファイバーによる構造物モニタリング・システムは、光ファイバー3本をよった光学ストランド（より線）を活用し、対象構造物全体の挙動を、連続的に計測する。光学ストランドを通過する光は、曲がり部（マイクロベンディング）があると、その部位で外部に光が漏れ、光の強度が減少する原理を応用し、構造物の変形や歪みを測定している⁴⁾。

e) 事故検出システム

トンネル内に複数設置した CCD カメラで安全監視を自動化し、交通流計測や路上障害物検出に加え、炎、煙等の検出による火災検知、煤煙透過率や路面、壁面の輝度等の視環境計測を自動的に行うシステム（小糸工業）

や事故の衝突音を自動検出し交通事故を記録するシステム（三菱電機エンジニアリング）等、ITS に関連した技術として開発が進んでいる。

5. まとめと今後の活動について

設計情報小委員会では、今期の研究活動の成果として、維持管理を考慮した建設情報モデルのあり方について検討を行い、本稿に示す建設情報のスパイラルモデル及び概念モデルを提案した。今後は提案したモデルについてより詳細な検討を行う必要がある。また、既存情報を如何に取り扱うか、既存情報の indexing 等についても、実際の維持管理システムへの適用を考慮し、検討していく必要がある。

また近年は XML 等の急速な普及に伴い、情報のモデル化の必要性に関する認識が高まりつつあり、土木学会の一組織として、国際的なモデル化の現状、モデル化の手法や有効性について、広く情報提供を行う必要があると考える。

参考文献

- 1) 蒔苗耕司・政木英一：設計情報小委員会活動報告，土木学会土木情報利用技術講演集，Vol.28，pp.91-98，2003.
- 2) 山崎元也・本郷延悦・千葉洋一郎：Japan Highway Data Model 構築の基礎研究，土木情報システム論文集 Vol.10，33-42，2001.
- 3) 建設省土木研究所：橋梁基礎構造の形状および損傷調査マニュアル(案)，1999.
- 4) (株)計測リサーチコンサルタント：
<http://www.krcnet.co.jp/>.

設計情報小委員会委員名簿 (平成 16 年 9 月 30 日現在)

小委員長 蒔苗耕司（宮城大学）

副小委員長 政木英一（国際航業(株)）

委員 飯嶋 淳（JIP テクノサイエンス(株)）

委員 和泉 繁（大日本コンサルタント(株)）

委員 境 恭宏（株式会社大林組）

委員 高山 義生（富士通エフ・アイ・ピー(株)）

委員 田島 剛之（大日本コンサルタント(株)）

委員 田部 成寿（(株)横河技術情報）

委員 千葉洋一郎（(株)トリオン）

委員 川崎 康（(株)建設技術研究所）

委員 中嶋 一雄（(株)リインテック）

委員 永富 大亮（日本技術開発(株)）

委員 保田 敬一（(株)ニュージェック）

委員 八木 信幸

委員 矢吹 信喜（室蘭工業大学）