

設計照査システムに基づく 3 次元プロダクトモデルの構築に関する一考察

国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 加藤佳孝
 内閣府沖縄総合事務局 山下武宣
 国土交通省国土技術政策総合研究所 藤本 聡
 室蘭工業大学工学部 正会員 矢吹信喜

1. はじめに

土木構造物のライフサイクルにおける作業は、調査・計画、設計、積算、施工、維持管理など多岐に渡っている。これまで、作業間のデータの受け渡しは作成されたデータの互換性が低いため、同じ様な作業を繰り返すことが多く存在していた。これに対し、建設 CALS/EC では電子情報の流通、共有化に取り組んでいるところであるが、受発注者間の電子情報の交換、共有、連携を主な対象としており、各作業段階で必要とされる前作業段階までの情報の提供を自由にするものとは言い難い[1]。

著者らは、図-1 に示すような土木構造物のライフサイクルを、3 次元プロダクトモデルを中心としたシステムモデルにより運用していくことを目指し検討を行っている。本報では、システムモデルの概要と設計照査システムの観点から 3 次元プロダクトモデルの有効性に関して考察を行う。

2. システムモデルの概要[2]

ライフサイクルを通して各作業で使用するデータをシステム間で効率よく受け渡すためには、各作業で使用するアプリケーションが読み込めるように変数や属性などを統一し、ファイル形式等を変換する必要がある。データの変換および運用方法には直接変換方式と間接変換方式があるが、ここでは ISO の STEP および IAI (International Alliance for Interoperability) の IFC (Industry Foundation Classes) を参考として間接変換方式を採用している。ここで、間接変換方式に用いる中間フォーマットを 3 次元プロダクトモデル (3D-PM) と定義した。図-1 に示したシステムモデルは、各作業で必要とするデータ群を 3D-PM からコンバータ (C/V) を介して取得し、各システムを時系列に運用していくことを示している。ここで、各システム (C/V 含む) は技術革新とともに日々進化を遂げるものであり、各システムを固定してシステムモデル全体を運用していくことは、極めて汎用性を欠くものであり数年後には陳腐化する可能性がある。重要なことは、各システムの運用に耐えうる 3D-PM を構築し公開することにより、各システムの開発を促し結果としてシステムモデル全体が運用可能となることである。そこで、3D-PM の構築にあたり記述言語には、テキスト形式でデータを人間が理解することが可能、書式が厳格、

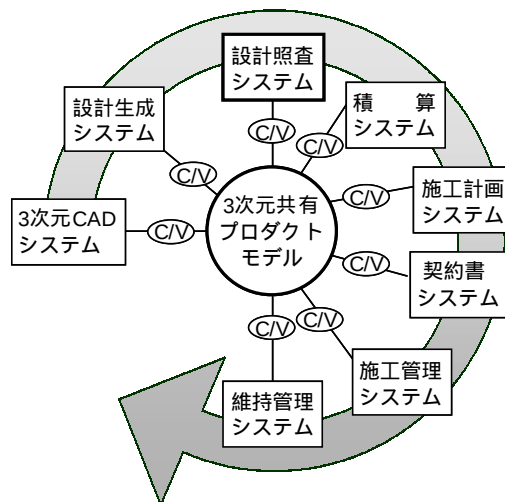


図-1 システムモデル

階層構造や属性の表現が可能の点から XML を採用し、データ構造としてはオブジェクト指向技術に基づくものとした。例えば、PC 中空床版橋の場合、主版、ホロー管、PC ケーブル等のオブジェクトに分解し、さらに各オブジェクトは形状、材質、強度等を決定する属性を保有するものである。

階層構造や属性の表現が可能の点から XML を採用し、データ構造としてはオブジェクト指向技術に基づくものとした。例えば、PC 中空床版橋の場合、主版、ホロー管、PC ケーブル等のオブジェクトに分解し、さらに各オブジェクトは形状、材質、強度等を決定する属性を保有するものである。

3. 3 次元プロダクトモデルに必要な属性の抽出

3D-PM をより汎用性のあるモデルとして構築するためには、各システムの運用を可能とするオブジェクトおよび属性の抽出が重要である。ここでは、コンクリート構造物の設計照査の観点から考察を行う。現在、コンクリート構造物に関しては仕様規定から性能規定へと移行しつつあり、土木学会示方書の施工編、維持

キーワード：3 次元プロダクトモデル、システムモデル、ライフサイクル、耐久性照査、コンクリート

〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地 TEL：0298-64-2211 FAX：0298-64-2547

管理編は性能照査型として制定されている。コンクリート構造物の性能は維持管理編において図-2 に示すように、4つの性能と各性能の経年劣化を表現する耐久性能の5項目によって表現されている。安全性能に着目した場合、安全性能を基本的に保証する力学性能照査（構造解析）を中心として、設計の実現性を表現する品質・施工性能および経年劣化に対する耐久性能を照査することが設計照査システムであると考えられる（図-2 参照）。将来、構造形式、使用材料条件や環境条件等の基本的な情報（3D-PM

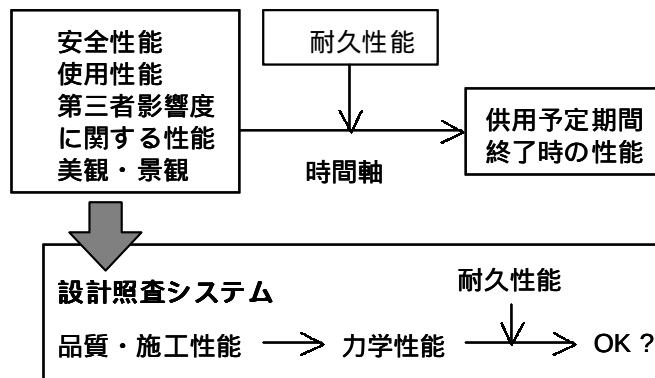


図-2 設計照査システムの概念

の属性）により照査可能となることが望ましいが、現実的には妥当な安全係数を用いて照査する方法が採用される。つまり、安全係数は3D-PMの属性として非常に重要な項目といえる（具体的な安全係数に関しては土木学会示方書等を参照されたい）。

4. 3次元プロダクトモデルの性能規定化への適用

各安全係数を3D-PMの属性として保有した場合の設計照査の一例を、塩害照査を対象として行いその有効性を検証する。示方書[3]によると、塩化物イオンの侵入に伴う鋼材腐食に関する照査方法が提案されている。ここで、安全係数の意味を考慮して分類した結果を表-1に示す。なお、示方書ではかぶりの期待値として設計かぶりをを用いてよいとあるが、ここではかぶりの安全係数として(γ_{cl})を採用した。ケーススタディーとして、全ての安全係数

表-1 安全係数の分類

品質	施工	予測
γ_c	γ_{ct}	γ_{cl}, γ_p

表-2 ケーススタディー結果

	γ_c	γ_{ct}	γ_p	γ_{cl}	かぶり
標準	1.2	1.2	1.2	1.2	5
Case1	1	1.2	1.2	1.2	4.5
Case2	1.2	1	1.2	1.2	4.1
Case3	1.2	1.2	1	1.2	4.5

を1.2、かぶりを5cmと設定したものを標準とし、各安全係数を変化させた場合に「標準」と同様の供用期間を得られるかぶり厚さを算出した（表-2 参照）。なお、簡易的に安全係数およびかぶり以外の変数（拡散係数等）は一定とし、解析手法に関する安全係数(γ_{cl})は同一の解析手法を用いているため一定とした。Case1はコンクリートの品質として材料分離等が生じない場合、Case2は施工品質が高くかぶりが設計かぶりと一緒に管理できる場合、Case3は拡散係数の精度が実現象と同一と判断できる場合を想定している。この結果は性能規定化のメリットを示しており、施工者の得意分野に応じた技術力の投入により、仕様規定外の方法を採用することが可能であることを示している。この様に、安全係数の意味を明確とし3D-PMの属性として保有することにより、複数の解が存在する性能規定化の照査が可能となる。

5. おわりに

本報は、土木構造物のライフサイクルを3D-PMを中心としたシステムモデルにより運用していくことを目指し、設計照査の観点から3D-PMの属性の抽出を行ったものである。システムモデルを有効に機能させるためには、各システムの観点から重要な属性を抽出し3D-PMに保有させることが重要である。今後、各システムを対象として重要な属性の抽出を実施し3D-PMを提案、公開していくことが急務である。最後に、関係者の方々からご意見を頂ければ幸いである（katou@pwri.go.jp）。

【謝辞】本研究を実施するに当たり、(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会の関係者の皆様から多大なご支援を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

[1]苗村正三：土木分野におけるIT革命，土木技術資料 No.43-1，pp.44-49，2001 [2]矢吹信喜，宮島良将，志谷倫章，岸徳光：統合化された鋼構造接合部の設計システムの構築，土木学会北海道支部論文報告集，第57号，pp.166-169，2001 [3]コンクリート標準示方書 - 耐久性照査型 - [施工編]，土木学会，1999