

CS-146

土木構造物設計へのオブジェクト指向の適用に関する基礎的研究

茨城大学工学部 学生員 西藤康浩 正会員 岩松幸雄 正会員 原田隆郎
パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 玉木宏忠 正会員 阿久澤孝之

1. はじめに

高度経済成長に伴いインフラ整備の要求が高まり、土木技術者の負担が増大してきた。その負担を軽減するためにコンピュータの導入が積極的に行われ、特に設計業務においては設計支援システムの開発が進められた。現在では、構造計算から製図までのほとんどをコンピュータを用いて行えるようになっており、コンピュータなしで設計業務を行うことは不可能という状態にまで普及している。しかし、既存のシステムを拡張して新たなシステムを開発したりする事は困難であり、似たような機能を持つシステムが欲しい場合でも、はじめからすべて開発しなければならなかった。また、システム開発における仕様書がわかりにくいため、プログラミング専門の業者にシステム開発を委託する場合には、土木技術者とプログラマの共同作業がしにくく、その結果、作って欲しいシステムと実際に開発されたシステムには少なからずギャップが生じていた。

ところで、最近の情報工学分野では、オブジェクト指向（OO: Object Oriented）というソフトウェア開発の概念が注目されている。オブジェクト指向とは、現実の世界のモノとモノどうしの関係をそのままコンピュータ上で表現することによって、現実世界の仕組みをコンピュータ上に再現しようとする概念である。現実存在するモノに着目することにより、システムが修正・変更に対して柔軟になる。また、直観的でわかりやすいモデルを構築することができ、システム開発における仕様書もオブジェクトという共通の概念で統一されるため、わかりやすいものとなる。

そこで本研究は、設計支援システムを構築するために、土木構造物設計へのオブジェクト指向の適用可能性を検討することを目的とする。本稿は、片持ちばり式逆T型鉄筋コンクリート擁壁を対象構造物として、その設計支援システムの構築にオブジェクト指向方法論の1つであるオブジェクトモデル化技法（OMT: Object Modeling Technique）を適用し、そのOMT分析モデルを提案することによって、設計支援システムの足がかりとする。

2. OMT分析モデルの提案

本稿では、片持ちばり式逆T型鉄筋コンクリート擁壁の設計支援システムを開発するために、OMT分析を行った。OMTは、オブジェクトモデル（静的側面）、動的モデル（動的側面）、機能モデル（データ変換の側面）の3つの側面を通して対象の問題を分析していく手法である。よってここでは、「片持ちばり式逆T型鉄筋コンクリート擁壁設計のOMT分析モデル」を3つのモデルを通して提案する。また、ここで提案するモデルは、分析を繰り返して洗い洗練したものである。

（1）問題記述

まず、対象とする片持ちばり式逆T型鉄筋コンクリート擁壁の支援設計システムについての問題記述を作成した。今回イメージした支援システムは、対話型であり、諸条件を入力することによって設計に関する値を算出し、その結果をユーザに提供するものである。

（2）オブジェクトモデル

図1に片持ちばり式逆T型鉄筋コンクリート擁壁（以下、擁壁と省略）設計のオブジェクトモデルを示す。図中の6つのオブジェクトクラスは、まず問題記述および専門知識から候補を並べ挙げ、そこから分析者の判断による識別を行い、残したものである。「設計条件」および「鉄筋データベース」は、後の変更に対応できるようにクラスとしてとらえた。そして、「擁壁」および各部材（鉛直壁、つま先版、かかと版）については、設計の対象であること、それぞれに属性および操作を持たすことで設計を簡潔に表現できるという点で、クラスとした。また、クラス「設計条件」と「鉄筋データベース」は、クラス「擁壁」の操作を行う上で、諸条件として使われるので、それぞれ「提供する」という関連で結

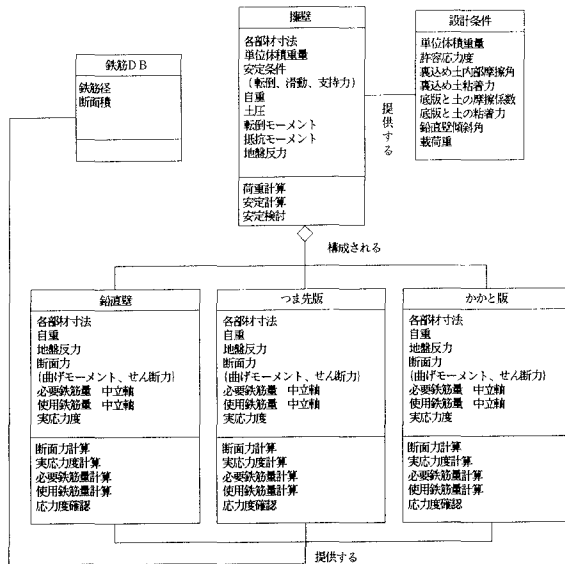


図1 オブジェクトモデル

んだ。なお、クラス「擁壁」と各部材は、それぞれの属性および操作に必要なデータを、相互にやり取りすること、擁壁が各部材によって構成されることから、「構成される」という集約で結んだ。

（３）動的モデル

まずシナリオの用意では、正常な場合として、設計条件からスムーズに計算が進んでいく場合を取り上げ、例外を伴う場合として、計算途中で部材寸法の変更が必要となり、更新された部材寸法をもとに計算を繰り返す場合を設定した。このシナリオを事象トレースとしてまとめた。この事象トレースにおいて、クラス「擁壁」に注目し、事象と事象の間にある状態を洗い出し、状態図(図2参照)を構築した。例えば、クラス「擁壁」が、事象「設計条件入力終了」を受け、事象「荷重計算終了」をする間から、「荷重計算」という状態が洗い出せる。また、例外を伴うシナリオの部材寸法変更は、「安定検討」という状態ボックスでN0と判断された場合に、部材寸法を変更するという流れで表現されている。

（４）機能モデル

本モデルでは、問題領域における入出力値を、オブジェクトモデルおよび動的モデルをもとに識別した結果、入力値は、各設計条件および部材寸法、鉄筋データベースに格納されたデータ、出力値は、計算結果である各計算値と設定し、それをもとに最上位のデータフロー図(図3参照)を描いた。つまり、識別した入力値・出力値すなわち各設計条件、鉄筋に関するデータ、各計算値、そしてそれらを入出力するクラス「設計条件」、「鉄筋データベース」、「擁壁」、および入力値から出力値を生成するまでの各プロセスによって構成されるとした。また、上位の抽象的かつ重要なプロセスは、具体的に展開する必要があり、図の中の計算・処理実行プロセスは、より詳しく展開した。このデータフロー図は、各設計条件データ、設計に関する各値のデータを生成するためのプロセス、およびそのプロセスに必要なデータにより、どのように計算・処理が行われるのかの流れを示している。

3. おわりに

擁壁の設計支援システム開発のためのOMT分析モデルを構築し、それらの分析モデルを考察した結果、OMTの適用による2つの効果が確認できた。まず1つ目の効果は、それぞれのモデルによって専門知識のない人にも理解の容易な仕様書が作成できるということである。そして、そのような仕様書が、設計業務のシステム化における、土木技術者と業者のプログラマとの間の専門知識のギャップを埋めることのできるドキュメントになると思われる。また、そのようなドキュメントを適切な管理体制のもとで保管し、将来、似たようなケースのシステム開発もしくはシステムの拡張に用いることで、システムの運用段階における、仕様書等の変更に伴うソフトウェアの更新等にも十分に対応できるようになると思われる。次に2つ目の効果として、修正・変更に対して柔軟なモデルが構築できることである。そして、これは、設計支援システムの開発段階における仕様書や開発時のノウハウの再利用性を高めることにつながると思われる。

一方、そのような効果が得られるOMTでは、従来の手続き型方法論と比べ、実装に着手するまでに分析段階において多大な労力と時間がかかるという、一見問題として捉えられる側面もある。しかし、このようなシステム開発全体を通して考えれば、開発の前半段階である分析に注力するということは、後半段階である実装に早くから着目する手続き型方法論に比べ、実装段階で発見される設計ミスを減少させることになり、結局それは、開発時の労力の減少、時間の短縮につながると思われる。

よって、土木構造物設計へのオブジェクト指向の適用性検討の基礎的段階として、片持ちばり式逆T型鉄筋コンクリート擁壁の設計支援システム開発にOMTを適用することは十分に有効であるといえる。

【参考文献】

- 1) J. ランボー、M. プラハ他著：オブジェクト指向方法論OMT-モデル化と設計-、トッパン、1992.7
- 2) 岩松幸雄、工藤真之介、村椿良範：擁壁およびカルバートの設計と考え方、鹿島出版会、1987.6
- 3) 本位田真一、山城明宏著：オブジェクト指向システム開発、日経BP社、1993.6

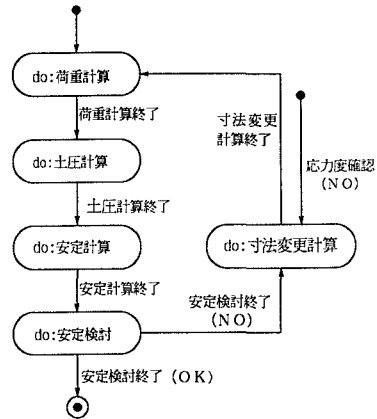


図2 クラス擁壁の状態図

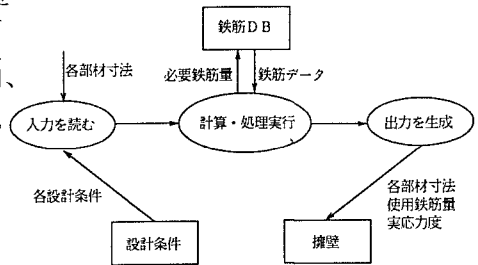


図3 最上位データフロー図