

設計照査エージェントとプロダクトモデルを用いた CAD 環境に関する基礎的検討

室蘭工業大学 正会員 矢吹 信喜
室蘭工業大学 学生員 ○小谷 隼

1. はじめに

土木構造物のライフサイクルの中で、関係各機関や企業間における情報伝達を飛躍的に効率化を図るために、**図-1**に示すように、3次元プロダクトモデルを中心とし、データ変換ソフト（コンバータ）を介してシステム間で容易にデータを相互運用する研究がなされている^{1) 2)}。このような統合化されたシステム間において、3次元 CAD-設計照査システム間では次のような問題点が挙げられる。3次元 CAD システムにおいて鋼部材の断面設計を行う際、断面寸法が適切であるかを判断するためには設計照査システムにおいて照査を行う必要がある。適切な断面寸法が選択されないと、ユーザは何度もプロダクトモデルを生成しては照査をする、というシステム間のデータ運用を繰返さなくてはならず、効率化が望まれるところである。そこで3次元 CAD システムで、部材の設計を行っている、背後で設計照査を行い、ユーザの断面設計を支援するような知的なオブジェクトを開発することにより、このような問題の解決を図ることが出来ると考えられる。

本研究では、梁や柱等の鋼部材を対象とし、鋼部材3次元プロダクトモデルの構築、エージェント³⁾ (Agent) 技術を用いた3次元 CAD システムの環境の開発、鋼部材設計照査システムの開発を行い、3次元プロダクトモデルを中心として、これらを統合化し、データ運用の検証を行った。

2. 鋼部材3次元プロダクトモデル

鋼部材3次元プロダクトモデルを構築するにあたり、本研究では国際標準を意識して ISO10303 の STEP (Standard for the Exchange of Product model data) に準拠した、IFC の Release 2x⁴⁾ (IFC 2x) を参考とした。IFC 2x では、構造物を構成する各部材は Express 言語によって定義されている。しかし、Express を処理するプログラムは複雑かつ高価なため、本研究では Express へのスキーマ変換が可能であり、可視性、プログラミングの容易性等の観点から BLIS-XML⁵⁾ (Building Lifecycle Interoperability Software - Extensible Markup Language) を用いて3次元プロダクトモデルを実装した。

3. エージェント技術を用いた3次元 CAD 環境の開発

エージェントとは、自律動作し、外部環境に適応しながら反応し、システム全体を知ることなく局所的な情報のみで動作する等の特徴を備えた知的なオブジェクトと考えられており、関連する技術を総称してエージェント技術と呼んでいる。3次元 CAD システムでは、鋼部材のモデリング及び3次元プロダクトモデルを構築するため、エージェント技術を用いて各鋼部材の断面設計を行う。入力フォームにおいてエージェントは、選択した鋼部材の断面寸法が荷重に対して適当であるかをバックグラウンドで常に監視する働きをしている。もし不適当な断面寸法の鋼部材を選択した場合、エージェントは適当な断面寸法に近づくようユーザにコメントを出力する。**図-2**に入力フォームの画面とコメントの例を示す。本研究では、このようなエージェント技術を用いて、断面寸法の選択範囲をある程度絞込み、ユーザによる断面設計を支援してくれるような3次元 CAD 環境を開発した。

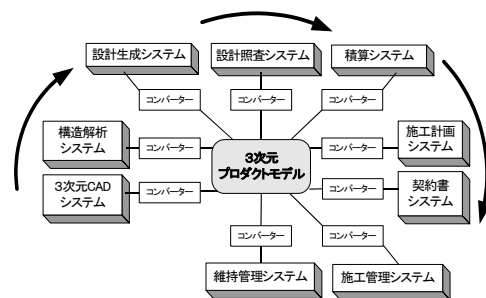


図-1 システムモデル図

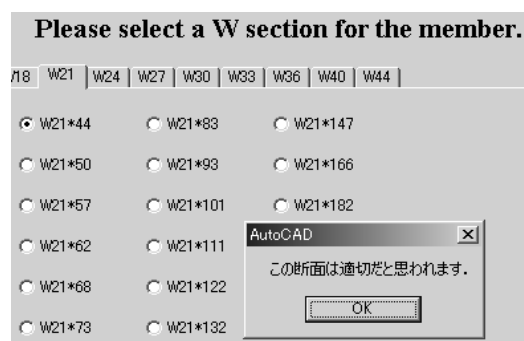


図-2 入力フォームの一部とコメント

キーワード：プロダクトモデル、IFC、BLIS-XML、3次元 CAD システム、エージェント、背後

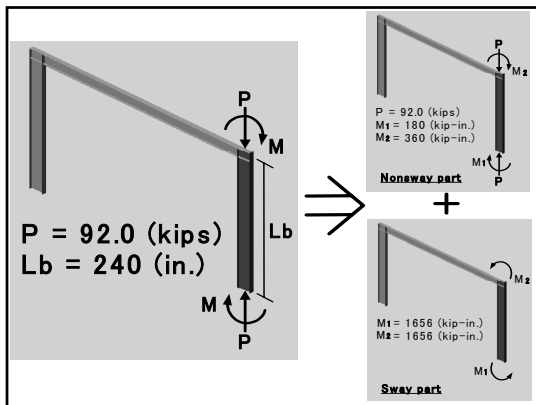
〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学工学部建設システム工学科 TEL 0143-46-5219, FAX 0143-46-5218

4. 設計照査システムの開発

本研究では、さらに鋼部材（梁、柱、梁－柱）を対象とした設計照査のプロトタイプシステムを開発した。設計基準としては AISC-LRFD⁶⁾ 及び、AISC-ASD⁷⁾ を採用し、オブジェクト指向言語である Java Servlet（サーバサイド処理）によって開発した。本システムは3次元プロダクトモデルのインスタンス（XML ファイル）を構文解析することにより、照査に必要なデータを照査プログラムが取得し、自動的に照査を行うものである。

5. 3次元プロダクトモデルの運用

本研究では、一層フレーム構造の梁－柱の例を示す。3次元 CAD システムでは、入力フォームに図－3に示すような構造解析システムで得られた鋼部材の断面力（モーメント、せん断力など）のデータを入力し、各鋼部材の断面設計を行う。その際、エージェントは断面寸法の選択範囲を絞込んで、ユーザの断面設計を支援する。生成されたプロダクトモデルは次に鋼部材設計照査システムへ運用される。設計照査システムでは、図－4に示すように



図－3 一層フレーム（梁－柱）の解析結果

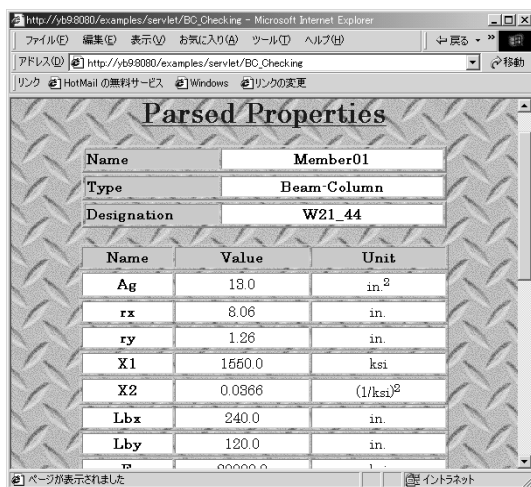
3次元プロダクトモデルを構文解析し、照査に必要なデータを該当する照査プログラムが取得する。図－5は照査の結果画面の例である。計算結果に着目すると、選択した断面寸法の大きさが適切であることから、エージェントが有効に働いたと考えられる。これにより、照査結果を満足するまで何度も3次元プロダクトモデルを生成する手間が軽減される。さらに、3次元プロダクトモデルを中心としたデータ運用方式では、手作業によるデータの入力作業を必要最小限とするので、時間と労力の削減、人為的ミスの低減という点で有効であることが確認された。

6. おわりに

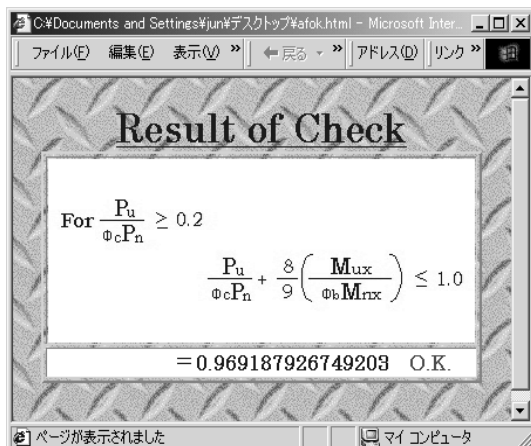
本研究では、統合化された設計システムの構築を行うため、鋼部材を対象として3次元プロダクトモデルを開発した。また、エージェント技術を用いることで照査結果をある程度予測しながらモデリングを実行し、3次元プロダクトモデルを構築できるような3次元 CAD 環境の開発を行った。また設計照査システムを開発し、3次元 CAD－設計照査システム間に3次元プロダクトモデルを適用し、その有効性等を検証した。今後は、本システムの機能を拡張し、構造解析システム等との統合化を図っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 矢吹信喜, 古川将也, 加藤佳孝, 横田勉, 小西哲司: プロダクトモデルによる PC 中空床版橋の設計照査と概略積算の統合化, 土木情報システム論文集, 土木学会, Vol.10, pp.213-220, 2001.
- 2) 矢吹信喜, 志谷倫章, 宮島良将, 岸徳光: 統合化された鋼構造接合部の設計システムに関する研究, 土木情報システム論文集, 土木学会, Vol.10, pp.175-184, 2001.
- 3) 本位田真一, 飯島正, 大須賀昭彦: エージェント技術, 共立出版, 1999.
- 4) http://cic.vtt.fi/niai/technical/ifc_2x/
- 5) <http://www.blis-project.org/>
- 6) Manual of Steel Construction-Load & Resistance Factor Design, Second Ed., American Institute of Steel Construction, Inc., 1993.
- 7) Manual of Steel Construction-Allowable Stress Design, Ninth Ed., American Institute of Steel Construction, Inc., 1989.



図－4 構文解析結果画面



図－5 照査結果表示画面