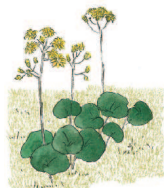


新技術開発支援室と数値解析業務



企業レポート

安井 信行*

Technology Development Consulting Division and
Computer-Aided Engineering Service

Key Words : Technology Development Consulting Division,
Computer-Aided Engineering, Numerical Analysis

1. はじめに

(一財)日本建築総合試験所では、2013年4月より新技術開発支援室および数値解析グループの業務を開始しました。

新技術開発支援室は、依頼者の方々の多種多様な技術開発ニーズに的確かつ迅速に対応するために、試験研究センター内に設置した部署です。この支援室は依頼者のプロジェクトの目的達成のために最適(コスト、時間など)な道筋を提示することを業務目的とする組織であり、これまで個々の部・室単位で対応していた業務を集約し、試験研究センター長直轄で業務にあたります。技術開発の目標やプロジェクトの内容に応じて直ちに専門チームを結成し、総合的に対応いたします。

実験(試験)や数値解析は支援業務の一つの手段と位置付け、必要に応じてこれらを含めた適切な計画および工程表を提示して、依頼の要請に応えます。また、証明・認証等の案件では、建築確認評定センターと連携をとりつつ、迅速な対応を図ります。

2年間の準備期間を経て業務を開始した数値解析グループは新技術開発支援室に所属し、高度な知識と経験を有し、構造物の破壊現象など実挙動をよく理解している技術員を配置しています。このグループの主な業務は、新技術開発支援室や他部門の業務を数値解析を通じてサポートし、技術開発その他の

依頼案件に貢献することです。また、数値解析を目的とした依頼には、独自で委託業務も扱います。

本稿では、以下に新技術開発支援室の数値解析業務について述べ、解析事例を紹介いたします。

2. 数値解析業務

2.1 業務の目的

当法人は構造物や構造部材・接合部、熱、音、風などに関する実験業務を長年にわたって実施してきました。実験による性能確認は技術開発に欠かせない手続きですが、多額の経費と時間を伴う場合があります。このような場合に数値解析を援用することで、実験費用や開発期間の削減に貢献することが数値解析業務の目的です。数値解析を行うことにより、多くのパラメータの影響を調べることが可能となるだけでなく、実験では確認が難しい内部の状況を把握することも可能となります。

2.2 保有する解析ソフトと機能

新技術開発支援室が保有する解析ソフトの一覧と解析機能の概要を表1に示します。このうち、LS-DYNAとNX-Nastranは汎用有限要素解析ソフトであり、LS-DYNAは構造力学解析、流体力学解析、

表1 保有解析ソフトの一覧

解析ソフト名	解析機能
LS-DYNA	汎用有限要素解析
FEMAP +NX-Nastran	汎用有限要素解析 (FEMAP: プリポスト処理プログラム)
DRAIN-2DX ^{1),2)}	梁要素による非線形平面骨組解析
DRAIN-3DX ^{1),2)}	梁要素による非線形立体骨組解析
VECTOR 2 ³⁾	平面応力解析
VECTOR 3 ³⁾	ソリッド要素による有限要素解析



* Nobuyuki YASUI

1968年10月生
大阪大学大学院工学研究科 建築工学専攻 博士前期課程修了(1993年)
現在、(一財)日本建築総合試験所 試験研究センター 構造部 構造試験室 (兼)新技術開発支援室 首席専門役 博士(工学)
TEL: 06-6834-7913
FAX: 06-6834-1230
E-mail: yasui@gbrc.or.jp

熱力学解析を含む、きわめて広範囲な解析内容に対応可能です。ご要望に応じて、汎用有限要素解析ソフト ADINA⁴⁾、Marc⁵⁾を用いた解析も対応可能です。

2.3 対象業務

数値解析業務の主な対象は以下のとおりです。

- (1) 技術開発支援
- (2) 構造物、構造部材・接合部の安全性に関する検討
- (3) 音、熱、気流等建築環境要素に関する検討

(1) 技術開発支援では、多額の予算と時間が必要な、実験を伴う技術開発に対し、数値解析を援用することによって予算と時間を節約できる場合があります。

(2) 構造物、構造部材・接合部の安全性に関する検討では、地震、台風、津波などの外乱に対する詳細な応答情報が求められる場合があります。これらの外乱に対して、建物やそれを構成する部材・接合部の安全性の余裕はどの程度かといった情報を提供いたします。許容限度を超えて大きな変形領域における応答情報（建物が倒壊するか否かも含めて）が必要な場合は、幾何非線形や材料非線形に加えて局部座屈や破断などの現象を考慮した解析技術が必要不可欠です。これらの高度な解析技術により、変形集中部位の局所的な数値情報に対するご要望にも対応いたします。

(3) 建築環境要素に関する検討では、①室内温熱環境や居室の遮音・防音解析、②火災時の構造部材熱伝導解析、室内気流解析やビル風予測、を対象としており、実験と併せた評価手法が設計上有益と

なります。

3. 解析事例

防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センター (E-Defense)⁶⁾で2007年9月、実大4層鋼構造建物の完全崩壊再現実験が実施されました^{6)、7)、8)}。この実大4層鉄骨造建物に対して、公表論文⁷⁾等のデータを参照し、汎用有限要素解析ソフト ADINA⁴⁾と Marc⁵⁾を用いて、実験の模擬計算を行いました。

図1に、ADINA⁴⁾による時刻歴応答解析の結果得られた、加振中の変形図と部材に作用する2軸まわりの曲げモーメント分布図を重ねて表示した図を示します。このように、部材断面に生じる断面力を可視化することで、応力や歪の設計情報を効率よく照査することが可能です。また、動画などで応答解析結果をリアルに分かりやすく表示することもできます。

図2、図3に、Marc⁵⁾による時刻歴応答解析結果の変形図を示します。図2は柱と梁を梁要素、床スラブをシェル要素でモデル化したものです。入力地震波の加速度振幅を実験時の200%として加振した場合に、図のように最下層に変形が集中して倒壊しました。この倒壊モードは実験と対応しています。

図3は図2のモデルの柱頭および柱脚をシェル要素でより詳細にモデル化したもので、入力地震波の加速度振幅は実験時の100%です。このモデルでは、図4に示すように柱頭・柱脚での局部座屈が計算できており、倒壊モードと水平方向への変位振幅が実験とほぼ一致しました。

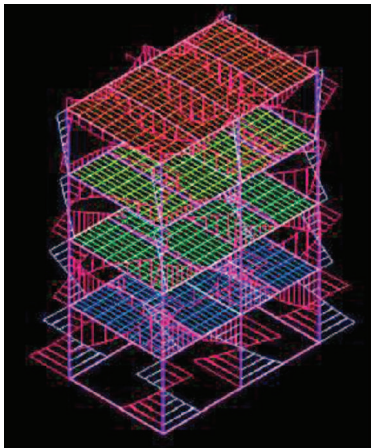


図1 変形図および2軸まわりの曲げモーメント図 (ADINA⁴⁾)

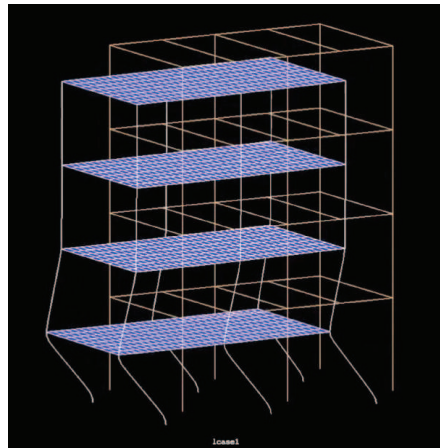


図2 倒壊過程の変形図 (梁要素モデル、Marc⁵⁾)

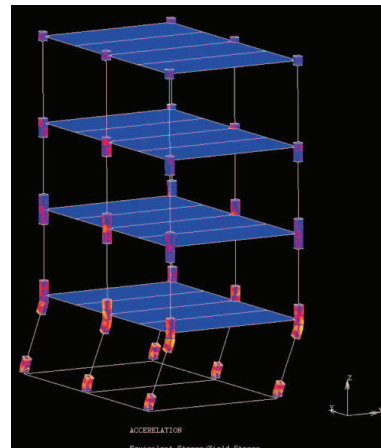


図3 倒壊過程の変形図 (柱頭・柱脚シェル要素モデル、Marc⁵⁾)

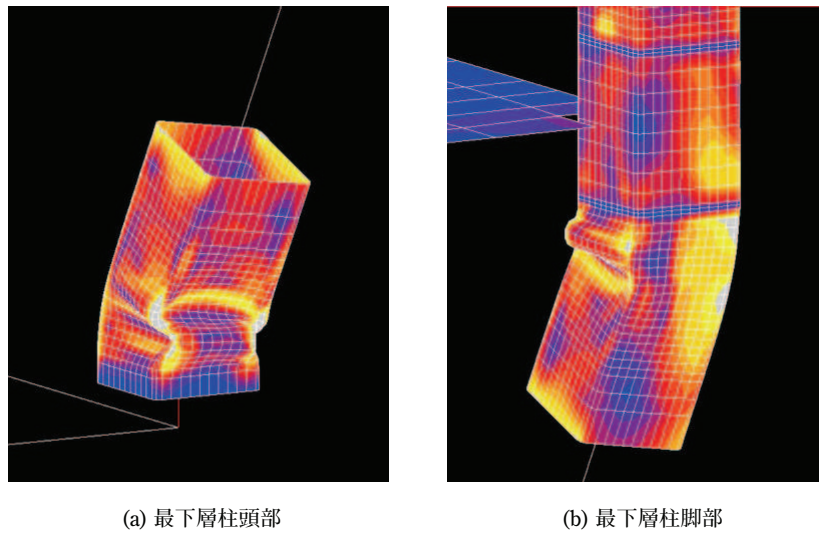


図4 柱頭・柱脚部の局部座屈状況 (柱頭・柱脚シェル要素モデル、Marc⁵⁾)

このように、実際の構造特性を精密に反映したモデルを用いた計算により、建物が倒壊に至る現象を詳細に追跡でき、建物の安全性に関する定量的な評価を行うことが可能です。

4. おわりに

数値解析の目的は、実現象をできるだけ正確に模擬して必要な数値情報を得ることにあります。そのため、実験結果との不断の照査を欠かすことはできませんし、実現象を理論的に把握することが創意工夫や新たな技術開発の展開につながります。

当法人の新技术開発支援室は、依頼者の方々の多種多様な技術開発ニーズに対し、実験と数値解析を比較・照査して両面からアプローチすることにより、的確な技術開発支援を目指しています。

【参考文献】

1) V. Parakash, G. H. Powell, S. Campbell: DRAIN-3DX BASE PROGRAM DESCRIPTION AND USER GUIDE, Version 1.10, Report No. UCB/SEMM-94/07, University of California, Berkeley,

1994.8 (PEER: DRAIN-3DX)

2) <http://peer.berkeley.edu/nisee/nisee.html>
(PEER: DRAIN-3DX)

3) <http://www.civ.utoronto.ca/vector/>
(Vector2, Vector 3)

4) <http://www.adina.com/index.shtml> (ADINA)

5) <http://www.mscsoftware.co.jp/products/marc>
(Marc)

6) [http://www.bosai.go.jp/hyogo/research/
project/steel0.html](http://www.bosai.go.jp/hyogo/research/project/steel0.html)

7) 吹田啓一郎、松岡祐一、山田哲、島田侑子、赤澤資貴、多田元英、大崎純、笠井和彦：実大4層建物完全崩壊実験の概要 (E-ディフェンス鋼構造建物実験研究 その21)、日本建築学会大会学術講演梗概集 (中国)、2008年9月

8) 山下拓三、大崎純、宮村倫司、小桧山雅之、堀宗朗、秋葉博、梶原浩一：E-Simulatorによる実大4層鋼構造骨組の震動台実験の高精度有限要素解析、日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海)、2012年9月