

- 8 実務設計における構造性能評価法に関する研究

Study on the Evaluation Methods of Structural Performance for Structural Design

(研究期間 平成 12～13 年度)

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

向井 昭義

Mukai Akiyoshi

Synopsis - This research is aimed at studying on the evaluation methods of Structural performance for structural design by investigating the analysis methods in the structural design and computer program, etc. and considering the circumstances.

【研究目的】

1998 年 6 月の建築基準法改正などに伴い、性能規定化導入も盛り込んだ技術基準等の検討が行われている。しかし、真の意味の性能設計法を実現するには、なお部材、構造システムなどの性能、評価法の開発、荷重外力の構造物との関連をふまえた安全性の設計法の開発など多くの解決しなければならない諸問題が残されている。また、諸外国でも性能規定化の動きがあり、国際的な整合が求められている。ここでは、実務設計における構造性能評価法に関わる検討を行うことを目的としている。

【研究内容】

構造性能評価法に関わる構造解析手法におけるモデル化の検討を行う一環として、建築物の構造解析手法に関する調査を行った。調査は、評価プログラム、小設計組織に対しての使用プログラム、プログラム開発に対しての調査からなる。

小設計組織に対しての調査項目は、一貫計算プログラムおよび個別計算プログラムの使用状況、使用環境、計算範囲等である。

プログラム開発に対しての調査項目は、一貫構造計算システムおよび骨組解析システムについては、対象荷重、対象架構、解析手法、節点自由度、部材要素、構造種別、断面検討等、振動解析システムについては、質点系、パネ剛性、減衰、解析手法、質点自由度、復元力等である。

また、米国における関連する構造解析手法等の調査を行った。

【研究結果】

プログラムの出力した計算書等を建築確認申請用の構造計算書とするためには、その内容が建築基準法・同施行令に適合しているかのいわゆるプログラム評価が行われ、大臣の認定を必要としている。当初は、大型計算機を使用していたが、現在は EWS やパーソナルコンピュータも使

用されている。また、利用形態には、不特定多数の利用者を想定した「パブリック」とある特定の設計組織内部でのみ使用する「プライベート」がある。

小設計組織での調査対象の全てにおいて一貫構造計算プログラムを使用しており、各組織で最低 1 種類、最大 4 種類のソフトを使用している。使用環境としてはほとんどのソフトがパソコンにより動いていることがわかった。また、使用ソフトにより 1 次設計のみや 2 次設計のみに機能が分散していることがわかった。また調査対象のすべてにおいて個別計算プログラムを使用しており、また、ほとんどのソフトがパソコンにより動いていることがわかった。これは、応力計算、断面算定、保有水平耐力計算、荷重が主たる計算範囲である。また、自主開発プログラムも使用されている。

大設計組織における一貫構造計算システムでは、鉛直荷重、地震時 1 次設計に対してはマトリックス変位法による方法が多く、また対象架構は平面フレームのみならず、疑似立体フレーム、立体フレームを対象としているものも多い。また保有水平耐力算定に対しては荷重増分法によるものが多い。解析対象の構造種別は、RC 造、S 造、SRC 造が平均的に対象とされている。

骨組解析システムは、部分的な詳細検討や特殊な形状で一貫計算プログラムで扱えないものが対象となっている。対象荷重としてはほとんどのシステムが節点荷重・部荷重・温度荷重・強制変形を対象としている。対象架構は、平面フレームのみならず立体フレームも同程度に対象とされている。解析手法は、マトリックス変位法によるものがほとんどであり、終局強度計算においては荷重増分法と変形増分法が多い。また、解析対象の構造種別は、RC 造、S 造、SRC 造が平均的に対象とされている。

振動応答解析プログラムは、認定の枠外のため、各開発者により作成・使用されている。質点系モデルとしては、直列質点系モデルおよび任意多質点系モデルが多い。パネ剛性の評価法としては、せん断パネが多く用いられている

が、等価せん断バネ及び曲げせん断バネや曲げせん断棒も多く用いられている。減衰係数については、剛性比例減衰が最も一般的であるが、質量比例減衰、レイレイ減衰も多用されている。減衰評価については、初期剛性比例型と瞬間剛性比例型が同程度に用いられている。振動解析の解析手法としては数値積分により直接振動方程式を解く手法が多く用いられている。その他モーダルアナリシスによる方法もある。復元力の骨格曲線として、Linear、Bi-Linear、Tri-Linear がほぼ同程度に使用可能となっている。履歴特性としては、Normal 型が一番多く用いられているが、Degradng、原点指向、武田モデル、スリップモデルなども多く使用可能となっている。

その他の特殊解析システムは、模擬地震波の作成、設計用入力地震動の作成、地盤解析関係、耐震診断、杭・基礎の解析関係、風関係等がある。

高度の計算を行うためには、一般には複雑なシステムを必要とするが、比較的単機能のプログラム群を有機的に組み合わせることによって高度な計算を行うことができるため、多くの解析システムでプログラム群による階層化が行われているようである。

米国では、NISEE(National Information Service for Earthquake Engineering)で、1971年以降開発された耐震工学関係のプログラム114が販売されている。米国における建築構造関係の解析プログラムの多くはこれらがもとになっているようである。

米国では、Vision 2000 (SEAOC, 1995)の報告書が新建築物に性能設計の概念を拡張している。現在、性能設計法の位置づけとして米国で議論されている最大の問題は「予期したものより悪い性能の可能性」と、それらに伴う「設計者の責任可能性」である。これは設計基準における規定のあり方との関連もある。

[参考文献]

1)Ronald O. Hamburger : "State of Performance Based-Engineering in the United States"