

VI-5

耐震設計総合コンサルテーションシステム
(エキスパートシステム)の開発

鹿島建設(株) 正員 和田 卓也 松本 喬
同 正員 磯岩 和夫 松田 元男

1. はじめに

構造物の地震時における安全性を確保するために行われる耐震設計は図1のような手順により行われる。この手順そのものはどのような土木構造物を設計する場合にも共通なものであるが、個々のフェーズの内容は構造物毎に特徴があるため、ノウハウを必要とするフェーズも構造物により異なる。したがって、これらの特徴を踏まえた上で全体の流れを把握しながら作業を進めることが重要となる。また、後半のフェーズにおいて解析技術計算を行う部分に関しては、解析法やコンピュータ、解析コード(プログラム)の進歩により高精度化してきているが、解析内容によっては多くのノウハウを必要とするものもある。このように耐震設計業務の流れの中には一般の設計技術者にとって困難な点が多く存在するため、ある程度の経験を積んだ技術者に任せられることが多い。そこで、これらのノウハウ・知識を総合・集積することにより、あらゆる設計技術者が、AIワークステーションに組み込まれた知識ベースと対話する形で、系統的かつ効率的に、また見落としのないように耐震設計を行うことができるようにすることを目的として本システムを開発し、エキスパートシステムの有効性を確認した。

本システムは、主システムとしての耐震設計コンサルテーションシステム、及びその中の一部分を特化したサブシステムとしての地盤液化判定システムの二つから構成されるが、ここでは主システムについて報告する。

2. システムの概要

主システムにおいては、耐震設計の困難さが適用すべき法規・基準類の選定にある構造物として燃料施設、及び、用いるべき基準類は容易に特定できても、それを用いて設計震度を算定することにノウハウを要する構造物として道路橋(用いる基準類は通常「道路橋示方書 V.耐震設計編」)を取り上げている。紙面の都合上、ここでは燃料施設の場合について、その内容を紹介する。ここで燃料施設とは、石油・液化ガス等の燃料貯蔵施設(タンク)、輸送施設(配管類)、流出防護施設(防油堤等)である。

これら燃料施設の設計を行う場合、内容物、使用目的等により監督公共機関が異なるなどの理由のために法体系が非常に複雑で多岐にわたっていることが適用基準類の選定を困難としている。さらにこれらの施設の法規・基準上の呼称が特殊な場合もあり、これも、特に設計の初心者にとっては、適用基準類の選定を困難とする要因となる。一方、適用すべき基準類が明確になりさえすれば、設計に用いる震度(設計震度)は、その基準類により比較的平易に求められることが多く、さらに動的解析等の特殊な解析を必要とするケースも少ない。

したがってシステムには、燃料貯蔵、輸送、防護施設を構成する各種構造物の基準類における名称を特定

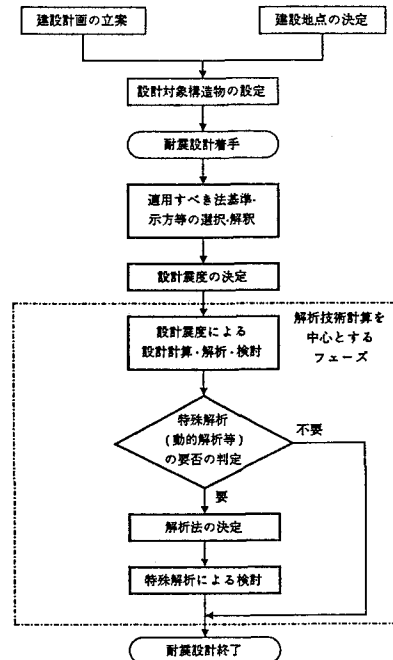


図1 耐震設計のプロセス

するとともに、その構造物に適用すべき基準を法規や社団法人発行基準の中から総合的に判断して選び出す知識、及びそれらを適用して設計震度を算出する知識が知識ベースの形で組み込まれており、これらがコンサルティングに用いられる。

知識の組み込みにあたり、知識ベースをある単一の枠組みだけで表現しようとすると、見通しが悪く拡張性に乏しい難解なものになる恐れが大きい。このシステムにおいては、知識をプロダクションルール、フレーム理論、関係ネットワーク、オブジェクト指向プログラミング等の様々な知識表現方法の枠組みを駆使して、的確に形式化することを目指している。

3. コンサルティング機能

主なコンサルティング内容は次の通りである。

< 構造物の分類 >

構造物（燃料施設）が法規・基準の上ではどのような名称で定義されているかを、用途（内容物等）、設置場所、性能（容量等）、形状等の条件により導き出し、その名称を提示する。

< 基準の導出 >

基準上上の名称を特定した構造物の設計震度の算定に用いるべき基準を選定し、適用すべき基準名称、及び参考とすべき基準名称を提示する。この際システムは、必要であれば企業者に関する情報や、より詳細な性能・設置場所等の情報を設計者に求める。

< 設計震度の算定 >

基準の内容（条文）に沿って、設計震度（水平設計震度、鉛直設計震度）を算定する。算定には地域別補正係数、地盤別補正係数、応答倍率の各係数が必要となるため、

それぞれ、建設地点の耐震設計上の地域区分、建設地点の地盤種別（不明の場合設計用土層図に基づく推論を行う）、構造物の具体的な諸元に基づく固有周期より求めている。画面例を図2に示す。

設計者は、以上のコンサルティングの結果を一覧表形式で取り出すことができるのはもちろんのこと、任意の段階において、それまでに入力した情報や、得られた情報を参照しながら、そのステップのコンサルティングをやり直すことが可能である。

4. おわりに

耐震設計に関する知識を組み込んだエキスパートシステムを構築することにより、設計プロセスにおいてこれまでシステム化が困難であったフェーズのシステム化が可能となり、あらゆる設計技術者が効率的に耐震設計を行うことができるようになるという可能性を確かめることができた。

したがって、今後は解析のフェーズにノウハウを必要とする構造物などにも対応できるようにシステムを拡張するとともに、使用条件、ドキュメントを含めたマンマシンインタフェース等の実用性を充分に考慮した「耐震設計に関する総合的なコンサルテーションシステム」として展開して行く予定である。

最後に、本システムの開発にあたり三菱電機（株）の協力を得たことを付記する。

標準設計水平震度	K0 = 0.15
地域別補正係数	γ1 = 0.70
地盤別補正係数	γ2 = 1.83
応答倍率	γ3 = 1.74
設計水平震度	KH = 0.33
設計鉛直震度	KV = 0.16

建設地点	北海道
地域区分	区分3
地域別補正係数 (γ1)	0.70
地盤種別	三種地盤
地盤別補正係数 (γ2)	1.83
地盤種別	三種地盤
固有周期 (Tb)	0.174 sec
応答倍率 (γ3)	1.749

図2 設計震度の算定画面例