

## 耐震設計技術の高度化に求められるもの — 構造技術者の立場から

(株)建設技術研究所  
友永 則雄

兵庫県南部地震による被災経験を経て、耐震技術が構造物の設計において占める重要性・影響度が、従来に比べ格段に増大しつつある。そこでは、巨大地震の下での構造物の非線形挙動を前提とした設計手法が主体となり、耐震設計がより高度化しており、設計者には、ときとして設計の体系や手法が複雑にみえるようにもなってきている。ここでは、こうした耐震設計の思考・枠組みの転換にどのように対応していくべきかを、実務者サイドからの視点で列挙してみた。

### □高度化した耐震設計基準への対応のために

- 1) 耐震設計基準が高度化・複雑化すれば、いきおいマニュアル的なものを求めがちになるが、実務者として基準のコンセプトや背景を理解し、構造物や基礎の「非線形」「動的」挙動に対するセンスを養い、その力学的イメージが喚起できるようにしなければならない。
- 2) 一方では、設計基準がますます‘厚く’なっており、各編（構造部分ごと、材料ごと）で構成されるひとつの構造物の各構造部分の関係も複雑化している。耐震設計という縦糸で記述した、わかりやすく見通しのよい手順書がぜひとも必要である。
- 3) 上位の基準を、個別施設の特性や地域特性に即して敷衍するための指針類を作成していく余地や、解析手法まで細かく規定せず、越えるべきハードルを明記した上で、構造物に対する要求水準をクリアしていく具体的方法は設計者の創意工夫に委ねるという方向性も、今後は望まれる。

### □構造系全体としての耐震安全性確保のために

- 1) 基準類に規定された設計地震動を用いるにせよ、あるいは地域の地震環境を可能な限り反映した想定地震動を用いるにせよ、設計した構造物がそれらを越える地震動を受ける可能性について設計者はつねに認識しておくことが重要である。同時に、これをどのような形で担保していくかについて想像力を発揮すべきである。とくに、塑性域での挙動がある程度明らかにされており、その設計照査手法が確立されてい

る橋梁などの構造物では、その分贅肉がとれており、セーフティマージンが相対的に厳しくなっているとも考えられる。

- 2) その際、構造系全体=システムとしての耐震性を向上させることの重要性や構造物にリダンダンシーをもたせることの必要性が指摘されているが、具体的な定量的評価ツールを開発して、主要構造部材の大変形後の支承や落橋防止システム、桁間衝突などの挙動を明らかにし、フェールセーフのための仕掛けが最後の安全装置として有効に機能するかを検証していく必要がある。このことは、被災後の構造物の損傷部位とその程度を把握し、事後の供用性や再使用性を論ずる場合にも必要である。
- 3) 扱うべき構造系全体（橋脚-地盤 → 橋-連 → 隣接橋との相互作用）は状況に応じて異なることにも留意しなければならない。

#### □耐震技術者に求められるもの

- 1) 構造物設計に携わる技術者集団は、従来、構造物別（上部構造、下部構造・基礎など）、材料別（鋼、コンクリート、地盤）に配置され、通常の構造物ではこれらの技術者が耐震設計も含め一通りの設計作業を行い、とくに耐震性が問題となる構造物に限って耐震の専門技術者が特殊部隊的に応答解析等を分担するという形をとることが多かったのではなかろうか。今後は、技術者ひとりひとりが耐震設計についての一定以上の素養をもつとともに、構造物の設計に関わる実務者全体の協同作業として耐震設計についての技術力をレベルアップしていく努力が必要である。
- 2) 「損傷過程にまで立ち入った」非線形領域でのモデル化や結果の評価のためには、地震動や応答解析計算の専門技術者というだけでは不十分であり、これまで以上に材料（鋼、RC、PC、基礎、地盤）や構造特性についての知識を踏まえた総合的な技術力が要求される。
- 3) 計画・設計・施工の各過程において耐震設計の比率を高め、計画段階や設計段階の初期から耐震構造計画のファクターを導入すべきであり、詳細設計での照査段階では遅きに失することもありえる。構造物によっては、非線形動的解析等もグレードを上げながら、段階的に実施すべき場合も出てくる。
- 4) さらに、耐震性の向上と最近その切実さが増しつつあるコストダウン化との調和をどう図っていくかの一端を担っていくことも、技術者としての腕のみせどころであり、また魅力ある課題であろう。
- 5) 設計・施工実務者をも加えた新しい形の耐震関連会議を常設して、そこで施設や構造物の耐震性向上のためになにが重要で、なにを検討することが優先的課題となるかを日常的に議論するような体制づくりをあらためて提案したい。またそのような場に多くの実務者が積極的に参加できる機会をもつことを望みたい。