

巻頭言

鋼橋の耐震設計の高度化への課題

名古屋大学教授 宇佐美 勉

道路橋示方書が改訂され、耐震設計が一段と難しくなった。平成2年の耐震設計編ですら、内容をきちっと理解している技術者は5人に1人と言われている。このことからすると、改訂示方書を理解して使える技術者はさらに減少するものと思われる。特に、鋼構造に対する規準は今回新たに制定されたもので、技術者は一様にその適用に苦慮しているようである。平成9年4月にアメリカのポートランドで行われたASCEの構造工学会議でのW.T.Holmesの基調講演“アメリカにおける耐震設計基準の将来”でも、耐震設計法を易しくすることの必要性が強調されている。ただ、私見ではあるが、阪神大震災での直下型地震の破壊力を目の当たりにした今、その猛威に耐えられる構造物を設計するためには、規準は少々複雑になるのはやむを得ないのではないかと感じている。技術者は相当な覚悟をもって自己研鑽に励まなければならない時代になったと感じる。また、大学の研究者においては、耐震設計の講義の強化と、技術者に対する啓蒙活動をより積極的に行う必要がある。これらの点に関して、最近実務家自身によって纏められた意欲的な報告書¹⁾があるので、是非一読をお勧めしたい。その中の「技術者個人の役割」として次のような1文がある。

「(技術者は)阪神淡路大震災のみならず内外の既往の地震被害の状況を良く把握し、専門家としてふさわしい知識や技術の習得に務め、専門技術者の立場から(土木学会の)「第二次提言」を理解し、耐震設計のあるべき姿について見識を持って総合判断を下す能力を身につけるよう自己研鑽を進めるべきである。中堅技術者にあっては、耐震構造計画の重要性を認識し、業務の遂行に当たってはその具体の実践に務めるほか、積極的なリーダーシップを発揮することが必要である。また、耐震設計基準類を改訂の経緯、理由にまで立ち入って理解し、解釈、運用を弾力的かつ適正に行うことに留意する。若手技術者に対しても耐震設計の重要性をアピールし積極的な教育、指導を行わなければならない。」

道路橋示方書は世界に先がけて鋼製橋脚の耐震設計の基準化を行った点で評価されなければならないが、まだまだ十分とは言えない。鋼構造物の耐震設計基準の次回および次々回の改訂に向けた研究課題は次のようなものがある。

- ①動的解析のための標準地震動の整備
- ②限界状態の明確化
- ③耐震性照査の峻別化
- ④機能保持限界の基準化
- ⑤解析ツールの整備
- ⑥実験手法の標準化
- ⑦構造システムの耐震設計
- ⑧性能要求型耐震設計法
- ⑨構造物の損傷度と残存強度、残存変形能の定量化
- ⑩復旧、補強マニュアルの作成

土木学会の提言を受け、改訂道路橋示方書では挙動が複雑な構造物に対しては非線形動的解析による耐震性照査を推奨しているが、そのために使用される地震波形を各種地盤に対してできるだけ多く用意しておく必要がある(課題①)。耐震性照査は、限界状態設計法に従って行われるが、鋼構造物にどのような限界状態があるかをまず明確にし(課題②)、それぞれの照査を峻別する必要がある(課題③)。すなわち、ある照査がどのような限界状態に対する照査であるかを明確にさせ、2つ以上の限界状態を同一の照査で行わない方がよい。この方が、耐震技術の進歩を取り入れ易いため望ましい。阪神大震災では多くの橋が崩壊し、幹線道路が長期間使用不能になり、救助活動、災害復旧活動の妨げになった。このことから、都市内の重要高架橋などは、大地震時に落橋(崩壊)の防止のみならず、多少の損傷は許すが、橋としての機能を維持させる(すなわち、緊急車両あるいは一般車の通行可能な状態を維持させる)耐震設計法の考えが生まれてくる。鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会・耐震設計研究WGの報告書²⁾では、終局限界状

態に対する安全性の照査と共に機能保持の照査を合わせて考えた耐震設計指針（終局・機能保持耐震設計指針）の提案が行われているが、機能保持をどのような形で照査するのか、また、限界値設定の方法論についてさらなる検討が必要である（課題④）。道路橋示方書改訂に伴い、従前よりかなり複雑な計算を設計時に強いられるようになった。例えば、保有水平耐力照査で耐力と変形能を求める計算は、弾塑性（有限変位）解析が必要である。そのためには信頼できる解析ツールを整備することが肝要である（課題⑤）。また、鋼製橋脚においては繰り返しの影響を考慮した載荷実験によって変形能等を求めることが義務づけられている（道路橋示方書・V耐震設計編10.3節）。しかし、実験手法（例えば、同一変位に対する繰り返し回数、変位増分幅、実験データの整理等）については全く触れられていない。従って、実験手法に関するガイドラインを整備する必要がある（課題⑥）。構造物全体をシステムとして耐震性能評価を行い、バランス良い構造物を設計することは橋梁のような1部の損傷がシステム全体の機能を損なう構造物ではきわめて重要である。しかし、この方面の研究は緒についたばかりである（課題⑦）。課題⑧は次世代型の耐震設計法で、現行の仕様型設計法に対比される設計法である。例えば、現行の設計法のように所要の変形能を確保するために、幅厚比制限、補剛材剛度制限等の仕様を規定する代わりに、与えられた地震荷重から算定される変形（要求性能）を上回るような変形性能（保有性能）を持つ構造物を設計しなさいと規定する設計法である。従って、保有性能が要求性能を上回っていさえすればどのような断面形状でも良いし、補剛材剛度はどのような値でも良いわけである。設計示方書のスタイルがこのようになれば、設計の自由度が大幅に増し、技術の進歩が設計に取り入れ易くなるが、設計者の技量が問われるようになる。そのため、一般の技術者に対して、ルーティーンワーク的な設計が可能なような資料を整備してやる必要があるとあり、解析ツールの整備が重要になる。課題⑨および⑩は、復旧、補強の際に必要なバックデータを整備することである。

上記の課題の一部は、現在、土木学会鋼構造委員会ならびに日本鋼構造協会の鋼構造物耐震性検討委員会で鋭意検討中である。

参考文献

- 1) 阪神・淡路大震災対応技術特別研究委員会：大震災の教訓を生かすために－実務技術者からの提案－，土木学会，1997年4月
- 2) 土木学会鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会・耐震設計WG（主査：宇佐美勉）：鋼橋の耐震設計指針案と耐震設計のための新技術，1996年7月