

今後の道路橋耐震基準について

岡原美知夫*



「土木施工」の平成10年新年号において、平成8年に刊行された道路橋示方書(日本道路協会)を受けて、「新道路橋耐震設計法の読み方と今後」と題して座談会が行われた。九州共立大学の前田教授、(株)建設技術研究所の松井氏、日本技術開発(株)の佐伯氏、土木研究所の運上耐震研究室長・福井基礎研究室長、それに筆者が座長として出席した。この座談会で今後の耐震基準について示唆に富んだ意見が交わされたのでまずその内容を紹介したい。

(1) 従来の基準と大きく変わった点

従来大規模地震として関東大震災による東京での地震動相当を考慮してきたが、これに加えて平成7年に発生した兵庫県南部地震のようなマグニチュード7クラスの直下型地震による地震動相当を考慮するとされた。もう1つは大地震時の構造物の挙動を踏まえて設計することとし、橋として必要な靱性を向上させるために橋脚、基礎、支承等に対して幅広く地震時保有耐力設計が導入されたことである。

(2) 新しい基準に対する全般的な意見・印象

○従来実績・経験があって、その後理論が追いかけていくというスタイルが一般であったが、今回は創造的に設計理論が出てきたところがある。これが実務の設計にいきなり入ってきた感じであり、現場に違和感が生じた。

○従来の震度法は計算すれば答が簡単に出るということで思考が停止したような状態で設計ができていたが、耐震設計は、レベル2地震動という希にしか生じない自然現象を対象とした問題に対する工学的な意志決定を行うものであるということをも再認識させられた。

○高度な非線形計算が一般になっており、コンピュータ処理が不可欠であるので、設計プロセスがブラックボックス化されてしまう危険性がある。一般に高度な計算を要求することに対して基準として見直しをはかるべき点があるのではないかと。

○従来調査、上部、下部等専門別に分かれて設計を行ってきたが、橋全体を見る視点がないと今回

の耐震設計基準による最適な設計はなかなか見出せない。

(3) コスト縮減との兼ね合い

○今公共事業の設計施工において、コスト縮減は非常に大きなテーマになっている。技術レベルが変わらなければ、耐震性レベルとコストはトレードオフの関係にある。そのバランスを考えた今後どのような耐震性レベルを目指すかは非常に重要な問題であり、国民の合意を必要とする。

○大地震時のいわゆる緊急輸送路と平時の利便性を求める道路は必ずしも一致しなくても良いのではないかと。常日頃便利な道路が大地震時の時にも便利でなければならいとなると、いくら予算があっても足りないことになる。

○関東大震災級の地震に対しても安全だと言ってきたのにそうでなかったという衝撃的な事実がある。一般の人々にも分かる言葉で専門家は耐震性能を説明する義務がある。耐震設計は安全とか安心を一定のレベル・精度で保証する工学技術である。

○耐震性能に強弱をつける方法として、断層との距離に関係づける方法がある。断層から離れたところでは人命の安全性確保や2次災害を防止するための壊滅的な破壊を防ぐレベルは少なくとも確保するとして、設計地震力・コストを下げるという考え方もある。逆に断層近くは今より耐震性能を上げることもありうる。あるいは震度による差をつけずに設計の照査内容に差をつけるという考え方もある。

○道路ネットワークとリンクして個々の橋の重要度を考えるべきである。

(4) 性能設計への取り組み

○性能設計にもいろいろな解釈があるが、構造物の要求性能が明確化されていること、複数の設計法や計算法が提案されていることが必要である。

○自由に計算法を選べると言っても何らかの保証がある。品質がどう確保されているかのチェックがポイントである。

○性能を明確にするためには、限界状態設計法が最適であり、限界状態を工学的に定量化するため

*建設省土木研究所構造橋梁部長、工博

表-1 カリフォルニア州交通局の耐震性能基準

建設地点の地震動 Ground Motion at Site	一般橋梁の性能水準 Ordinary Bridge Performance Level	重要橋梁の性能水準 Important Bridge Performance Level
機能性評価地震 Functional-Evaluation Earthquake	サービス水準-即時的補修可能損傷 Service Level-Immediate "Repairable" Damage	サービス水準-即時的軽微な損傷 Service Level-Immediate "Minimal" Damage
安全性評価地震 Safety-Evaluation Earthquake	サービス水準-限定的重大な損傷 Service Level-Limited "Significant" Damage	サービス水準-即時的補修可能損傷 Service Level-Immediate "Repairable" Damage

には技術力が重要となる。技術力が適切に評価されるシステムが前提となる。

(5) 今後のあるべき基準

○基準の望ましい姿として、理念・思想と合理性が程良く調和していることが求められる。諸外国のそれは簡潔に、しかもわかりやすい形にまとめられている。細部は各国の特徴があっても良いが、全体的な考え方、書式は国際性という視点を重視して合理性を計るべきである。

○細かい数値を規定するとそれにとらわれて実際設計で合理性が失われる場合も出てくる。基本の理念とか思想あるいはそれに近いところを規定するべきではないか。

○競争力の保持・強化のためにも国際整合性の確保は重要である。そのためには性能設計法・限界状態設計法は避けて通れない。

現在、PIARC(世界道路協会)G2会議(道路防災委員会、委員長は岩崎敏男氏)で筆者が担当して各国(アメリカ、ヨーロッパ、ニュージーランド、日本)の耐震基準の比較をとりまとめている。各国耐震基準の比較結果から基本的な部分の方向について次に述べたい。

(1) 2段階設計法

1段階設計法を使っている国もあるが、2段階設計法は有利な点が多い。弾性設計を基本としている1段階設計法に対して、大地震時の照査を加えたのが2段階設計法である。2種類の地震レベルにより照査概念が異なる橋梁の安全性と使用性に対して保証を与えることができる。特に大地震時に対する橋の挙動がより明確になり、致命的な破壊を防ぐための有効な対策(靱性を向上させる構造設計や免震装置の設置など)を適切に用いることを可能とする。

(2) 設計地震力

確定論的手法も用いているが、基本的には確率論的手法に基づいて、地震の再現期間に対応した地震ハザードマップを作成し、設計地震力を与えるのが世界の趨勢である。AASHTO(アメリカ道

路運輸協会)の基準やEU ROCODE(ヨーロッパ基準)では475年の再現期間(50年間に10%発生する確率)を持つ地震力を、またTNZ(ニュージーランド基準)では450年の再現期間を持つ地震力を規定している。

(残念ながら日本では地震の再現期間や地震ハザードマップは与えられていない。各機関の連携により地震動に対する一元的な研究の実施が望まれる。)

(3) 耐震性能

米国のCALTRAN(カリフォルニア州交通局)による現行の耐震基準の見直しに関する報告書(ATC32、1996)に示されている耐震性能規定がわかりやすくかつ合理的であると思われるので参考までに示すことにする(表-1)。機能性評価の地震力(レベル1地震)と安全性評価の地震力(レベル2地震)に対して、一般橋梁に対して確保すべき耐震性能と重要橋梁に対して確保すべき耐震性能を規定している。サービスレベルとしては、即座にフルサービス可能レベル(Service Level: Immediate)と数日間限定された通行が可能で数ヶ月でフルサービスが可能とするレベル(Service Level: Limited)に分けて考慮している。

今後の耐震基準の方向性において、確率論に基づいて地震力を設定しかつ大規模地震(レベル2地震)を考慮すること、2段階設計に合理性があること、理想と実務のギャップを解消するための合理性を追求すること、専門に分かれて設計をすることに対して全体でコーディネートする必要があること、耐震性水準とコストのバランスを計ること、耐震性能に対する国民的合意を得ること、そのためにはわかりやすい説明が必要であること、国際整合性・競争力確保の面からも性能設計は避けて通れないこと、細部の規定は極力少なくし設計思想を明確にわかりやすく規定すること等が重要な事項であると考え。なお繰り返しになるが、基本的には国内の基準の連続性、各種基準の整合性等コップの中の世界にはあまりこだわらず、国際整合性・グローバルスタンダードを目指すべきであると考え。