

地震災害発生後の道路橋設計基準改定と設計寿命について

関西大学工学部 フェロー○三上 市藏

関西大学工学部

山口 耕平

1. まえがき

土木構造物の中でも道路は、地震時に避難路・緊急物資の輸送路として重要な機能を有しているため、耐震対策が重要である。日本は土地面積が世界の約 0.25% であるにもかかわらず、世界で発生するマグニチュード 6 以上の地震の 20.5% が発生する地震大国¹⁾であり、道路橋は、道路橋示方書で絶え間ない耐震対策が行なわれてきた。にもかかわらず、道路橋はこれまで何度も地震被害を被ってきた。近年でも、兵庫県南部地震で阪神高速道路の橋梁などが倒壊している。これは、示方書が過去に受けた最大の地震を基準に制定されており、想定外の地震には無力であるからといいわけされている。事実、大規模地震が発生するたびに示方書は改定され、それを受けて全国的に耐震補強工事が行なわれている。

近年、経済状況の悪化から、新設道路橋の設計においては勿論、既存道路橋の延命も意図され、長寿命化が指向されている。しかし、長寿命化の計画に用いられる LCA, LCC といった概念は、地震によって発生する構造物の破壊や耐震補修費用を考慮できていない。こうした後追いの現状では、構造物の長寿命化は適切なのだろうか。むしろ短寿命の構造物を建設し、絶えず適切な構造物を提供するほうが、地震による被害も耐震補強費も少なく済む。本研究では、技術と社会システムの限界を考慮して、設計寿命を短くすることを提案したい。

2. 道路橋の被災状況

地震による被害橋数は、1923 年の関東大地震以降、技術の進歩と設計基準の改定の効果で、減少傾向が続いていた。しかし、1995 年の兵庫県南部地震では、関東大地震を上回る史上最大の被害を出した。兵庫県南部地震において、鋼製橋脚で中規模以上の被害が出たものは、示方書の準拠年が 1971 年版以前のものは 17.9% であるが、1980 年版以降のものは 9.1%²⁾となっている。この統計は、古い耐震基準に基づいて設計された構造物が、地震被害を受けやすいことを表している。

現在、土木構造物の新設事業が抑制されており、新設道路橋構造物は長寿命化を図り、既設道路橋構造物は延命化の措置がとられるようになってきた。その結果、高度経済成長期に建設された道路橋は、2001 年時点で全道路橋梁の 40% に及んでおり、建設後 50 年以上経過した橋梁数は 2011 年に 2001 年の約 4 倍、2021 年には 17 倍に達すると予測されている³⁾。これら老朽化した構造物は古い示方書を用いて設計されており、新設構造物よりも大きな被害を受けることが予想されるため、現在順次耐震補強工事が行なわれている。

3. 示方書の改定

1995 年の兵庫県南部地震を受け、道路橋示方書は 1996 年の改定で、兵庫県南部地震により観測された最も強い地震動を考慮することとなった。しかし、地震の発生と強度の予測は困難であり、示方書の規定する以上の地震が発生しないとは言えない。過去何度も示方書の改定が行なわれてきたが、いまだに道路橋被害を防ぎきれていない。この状況は、表-1 の関東大地震以降の示方書の改定記録と、地震災害による道路橋の被害橋数から明らかである。

また、1995 年以降の 10 年間で、兵庫県南部地震を越える地震動が度々観測されている⁴⁾。兵庫県南部地震以降に観測された地震動を表-2 に示す。したがって、過去最高の地震動を耐震基準とする技術基準では信頼性が乏しい。現在の示方書は想定外の震災を受けて改定を重ねる後追い方であり、安全・安心な社会基盤を提供するという使命は果たされていない。

キーワード 耐震、道路橋示方書、LCC、短寿命

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 TEL:06-6368-1111 ext.6521

4.耐震対策の提案

最近の新設道路橋は、過去最大の地震動という曖昧な基準によって設計されており、安全性に疑問が残る。また、既設道路橋は延命化が進められているが、これらが地震時に、新設構造物よりも大きな被害を生むことは、兵庫県南部地震の教訓からも明らかである。

そこで本研究では、道路橋の設計寿命を短くすることによって問題を解決することを提案する。現状では、地震の発生予測・発生周期がはっきりせず、LCC、耐震基準も発展途上であるため、超寿命の橋梁を建設するのは、安全性・経済性の両面においてリスクが大きい。むしろ、設計寿命を短くした橋を建設することによって、地震災害が発生しても、直近の技術基準に準拠した構造物であれば、震災被害は少なく済む。またその際に行われる示法書の改定によって、発生する耐震補強費用も小さくて済むことになる。

5.あとがき

本研究では、構造物を長寿命化・延命化して長期使用することによって増大する安全性・経済性のリスク回避のために、むしろ設計寿命を短くすることを提案した。

参考文献

- 1) 内閣府：防災白書，内閣府，2003
- 2) 大塚久哲：実践耐震工学，共立出版，2004
- 3) 国土交通省：道路構造物の今後の管理・更新等のあり方 提言，国土交通省，2003.4
- 4) 防災科学技術研究所：新潟県中越地震の強震動 速報，2004

表-1 地震災害と示方書の改定

改定年・地震発生年	基準の名称／改定前に発生した地震	設計震度の主な変更点／被害橋数・落橋数
1923年9月	関東大地震	被害1785・落橋15
1926年6月	道路構造に関する細則案	所在地の最強地震力を考慮，具体的な数値無し
1939年2月	鋼道路橋設計示方書案	水平震度0.2，鉛直震度を0.1を標準とする
1946年12月21日	南海地震	被害346・落橋1
1948年6月28日	福井地震	被害243・落橋4
1952年3月4日	1952年十勝沖地震	被害128・落橋0
1956年5月	鋼道路橋設計示方書案	水平震度を0.1～0.35の幅で規定，地域，地盤をそれぞれ3段階に分
1962年4月30日	宮城県北部地震	被害187・落橋0
1964年6月16日	新潟地震	被害198・落橋3
1964年11月	鋼道路橋設計示方書	震度については改定なし
1968年2月21日	えびの地震	被害10・落橋0
1968年5月16日	1968年十勝沖地震	被害101・落橋0
1971年3月	道路橋耐震設計示新	震度法における設計震度（標準値0.2）に対して，地域別・地盤別に加えて，重要度別という概念を追加，高さ25メートル以上の橋梁など，比較的長周期の構造物には固有周期による補正値を乗じる修正震度法を適用する，鉛直震度は無視するようになった
1978年6月12日	宮城県沖地震	被害95・落橋1
1980年2月	道路橋示方書 耐震設計編，下部構造編	震度法の補正係数を改定し，水平震度が0.1～0.27に，修正震度法の適用を高さ15メートル以上の橋に拡大，動的解析の位置付けを明
1983年5月26日	日本海中部地震	被害176・落橋0
1984年9月14日	長野県西部地震	被害14・落橋0
1987年12月17日	千葉県東方沖地震	被害64・落橋0
1990年2月	道路橋示方書 耐震設計編，下部構造編	橋脚の高さ制限をなくし，設計法の名称を「震度法」に統一，動的解析について，手法，モデル，入力派などを規定
1993年1月15日	釧路沖地震	被害122・落橋0
1993年7月12日	北海道南西沖地震	被害17・落橋0
1994年10月4日	北海道東方沖地震	被害27・落橋0
1995年1月17日	兵庫県南部地震	被害1932・落橋46
1996年12月	道路橋示方書 耐震設計編，下部構造編	兵庫県南部地震での最大加速度を新たな設計地震動として規定，複雑な挙動を行なう橋については動的解析を行なう

表-2 地震時の最大加速度

地震名	日時 (JST)	観測点名	最大加速度 (gal)
兵庫県南部地震	1995/1/17, 5:46	神戸海洋気象台	891
		葺合	835.8
鳥取県西部地震	2000/10/6, 13:30	KiK-net日野	1142
宮城県沖地震	2003/5/26, 18:24	KiK-net住吉	1304.5
		KiK-net陸前高田	1098
十勝沖地震	2003/9/26, 4:50	K-NET苫小牧	89.3
		K-NET広尾	985.8
新潟県中越地震	2004/10/23, 17:56	K-NET小千谷	1500
		気象庁小千谷	1007
		気象庁川口	2515(余震)
		K-NET十日町	1750