

国土強靱化と高架橋・橋梁群の耐震補強

(株)エイト日本技術開発 正会員 ○廣瀬 彰則

1. はじめに

高速道路や国土交通省直轄国道のほか、地方管理道路の緊急輸送道路に対しても、大規模地震の発生確率等（図1）を踏まえ、落橋・倒壊の防止対策に加えて、支承の補強や交換等を行う対策が急がれている。本稿では、これらを目的とした耐震設計業務の実施状況と手法の事例、実際に設計された代表例について、その課題と今後の方向性について報告する。

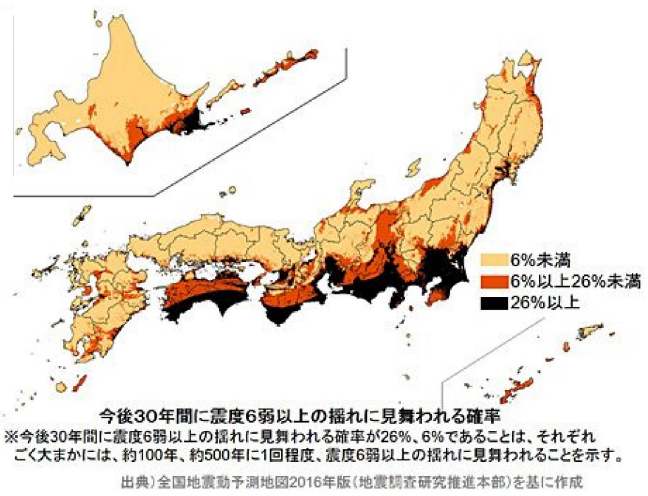


図1 大規模地震の発生確率¹⁾

2. 緊急輸送道路上の橋梁耐震補強

緊急輸送道路上の橋梁に着目した、落橋・倒壊の防止対策は鋭意進められているが、被災後速やかに

表1 高速道路会社分進捗率

道路管理者	進捗率
高速道路会社管理	75%
東日本高速	79%
中日本高速	89%
西日本高速	60%
首都高速	98%
阪神高速	92%
本四高速	46%

※1 緊急輸送道路上の15m以上の橋梁
※2 進捗率は、兵庫県南部地震と同程度の地震にたいしても耐震性能が確保され、速やかな機能回復が可能な耐震対策が完了した区間の進捗率
※3 原則、単独橋の橋脚は対策不要と判断

緊急輸送を可能とするための耐震補強の進捗は、まだ十分とは言えず、高速道路や直轄国道のほか市町村管理道までの合計で、79%（H31.3 現在）となっている。うち高速道路会社管理分は表1の通りである。

3. 新設橋が目標とする耐震性能

現時点で新設する橋梁の耐震補強設計で目標とす

る耐震性能は、おおむね道路橋示方書（以下 道示）Ⅴ編（平成14年版および平成24年版）における耐震設計の観点に基づき、表2に示す耐震性能2を指標としている。

表2 耐震性能2

橋の耐震性能	耐震設計上の安全性	耐震設計上の供用性	耐震設計上の修復性	
			短期的修復性	長期的修復性
耐震性能2: 地震による損傷が限定的なまでに留まり、橋としての機能の回復が速やかに行いうる性能	落橋に対する安全性を確保する	地震後、橋としての機能を速やかに回復できる	機能回復のための復旧が応急復旧で対応できる	比較的容易に恒久復旧を行うことが可能である

4. 耐震補強設計で目標とする耐震性能

4-1. 目標とする耐震性能2(a)

既設の橋梁に対する耐震補強では、表2の耐震性能2に準ずる補強レベルとして、長期的修復性において地震動により損傷が生じる部位があり、「恒久復旧は容易ではないが」、橋としての機能の回復は速やかに行いうる状態は速やかに確保されるとみなせる耐震性能レベルを想定する。²⁾（耐震性能2(a)）

表3 耐震性能2(a)

橋の耐震性能	耐震設計上の安全性	耐震設計上の供用性	耐震設計上の修復性	
			短期的修復性	長期的修復性
[耐震性能2(a)] レベル2地震動により損傷が生じる部位があり、その恒久復旧は容易ではないが、橋としての機能の回復は速やかに行いうる状態が確保されるとみなせる耐震性能レベル	落橋に対する安全性を確保する	地震後、橋としての機能を速やかに回復できる	機能回復のための修復が応急復旧で対応できる	恒久復旧を行うことは可能である

4-2. 目標とする耐震性能2(b)

既設橋梁の既往の耐震性能によっては、補強後の耐震性能を無理に高め、表3の耐震性能2(a)の確保をめざそうとすることが不合理となる場合も生じうる。

この場合においては、震災後の橋の供用性、修復性に一定の限界を設定することで、むやみな大型化などを避け比較的小規模な補強レベルにとどめることも選択肢の一つと考えている。³⁾（耐震性能2(b)）

5. 耐震設計の対象橋梁

道路橋の耐震設計法は、大規模地震を経験するた

キーワード 国土強靱化、橋梁、耐震補強設計、耐震性能、統括管理技術者

連絡先 〒532-0034 大阪市淀川区野中北1-12-39 国土インフラ事業部 TEL 06-6397-0804

表 4 耐震性能 2(b)

橋の耐震性能	既設道路橋において求める観点			備 考
	橋の安全性	橋の供用性	橋の修復性	
[耐震性能2(b)]				
耐震性能2	落橋に対する安全性を確保する	少なくとも、避難路や救助・救急医療・消火活動及び緊急物資の輸送路としての機能を確保する	左記の橋の機能回復措置を速やかに行うことができる	各部材の限界状態の選択によっては、橋の機能回復にあたって、通行の制限や別途荷重を受け直すなどの措置が必要なことや、部材の恒久復旧は容易でないこともある

びに更新されており、その度に耐震性向上のための構造的な配慮が規定されたものとなっている。この状況を時系列(表 5)にまとめる。

表 5 耐震設計法と時系列

	S55道示	H2道示	H8道示	H14道示	H24道示
タイプⅡ地震動					
タイプⅠ地震動					改定
レベル1地震動					
新潟地震(39) ↑宮城沖地震(53) ↑兵庫県南部地震(H7) ↑東北地方太平洋沖地震(H23)					
耐震性向上のための構造的な配慮	脆性破壊・じん性向上の配慮 帯鉄筋の規定を強化		横拘束筋規定の追加で変形性能向上、段落としなし、継手の規定強化		変形性能評価方法見直し
耐震設計法	震度法	地震時保有水平耐力法による設計		動的照査法による設計	

← 現時点での対象橋梁

現時点での耐震補強の対象橋梁は、兵庫県南部地震以前に設計されたものが基本となっている。

6. 新たな設計契約手法の導入

特に高速道路会社では、更なる耐震補強の設計を発注するにあたり、短期間に膨大な量の設計業務を円滑に施行する必要があることから、業務全体を統括する総合技術監理業務と複数の設計業務を一会社に契約し、発注者側の業務のマネジメントの一部を設計会社で実施する新たな入札契約方式を導入している。この結果、特定された**統括管理技術者**と同一会社の多くの新たな管理技術者が意見を競わせる機会が醸成され、より合理的で必要最小限の補強策の提案を導く効果も産出している。

7. 検討結果の代表事例

7-1. 日本初の高速道路橋における耐震設計

東京オリンピックに向けて 1963 年 7 月に開通した名神高速道路では、ロッカー橋脚を用いた R C 連続中空床版橋が多用されている。このロッカー橋脚は厚さ 300mm のコンクリート壁で構築されているが、桁端部等の固定支承にて橋軸水平力を負担することができれば、橋脚には上部工鉛直反力と自重による水平力並びに橋軸直角方向のせん断力を受けるのみとなる。図 2 は、せん断補強用鋼板巻き立てと、両桁端

支承の固定化を図ったが、一方が小橋台であったため中間に巻立て補強橋脚を構築した事例である。

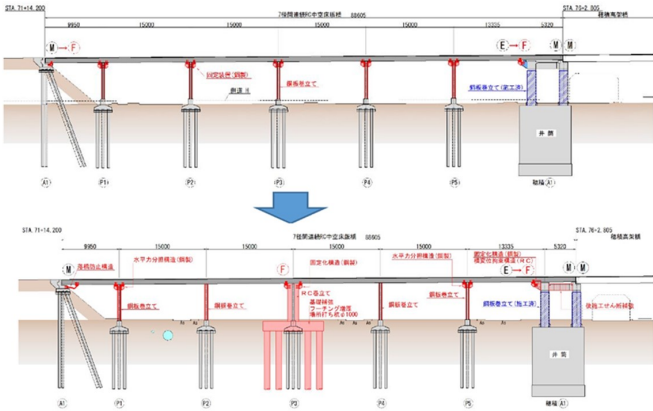


図2 ロッカー橋脚を有する連続高架橋

7-2. 山間部貯水池上に架かる橋梁の耐震設計

資材の搬入が容易でない山間部の橋梁であり、上部工は P C プレテンション 4 径間連結 T 桁である。

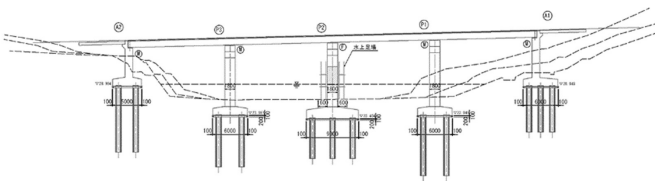


図3 貯水池上に位置する橋梁

動的解析による照査の結果、両橋台の支承、落橋防止装置並びに P 2 橋脚の躯体（柱）中間部主鉄筋の段落とし部が補強対象となっている。

まとめと課題

現在、複数の路線で多くの橋梁耐震設計に取り組んでいる。支承の補強または落橋防止装置の付加などを必要とする事例も多く、今後は落橋防止装置など取り付けデバイスの高性能化・高減衰化などを通じて、橋梁本体の補強レベルを縮小することも検討する必要がある。

参考文献

1) 道路における震災対策: <https://www.mlit.go.jp/road/bosai/measures/index1.html>
2) 耐震補強において目標とする橋の耐震性能のレベルの例とこれらに対する耐震性能の観点：H24. 12. 18 国土交通省道路局事務連絡
3) 既設道路橋において求める橋の性能とその観点：H27. 6. 25 国土交通省道路局事務連絡