

R C 中空断面橋脚の耐震補強設計事例

西日本高速道路株式会社 正会員 ○實田 雅人
西日本高速道路株式会社 正会員 藤井 雄介

1. はじめに

平成28年に発生した熊本地震での被災を契機として、災害時に緊急輸送道路としての機能が求められる高速道路を始めとする道路橋について、大規模な地震時でも軽微な損傷に留まり、速やかな機能回復が可能となるよう耐震補強対策を実施している。具体的な対策として、落橋防止装置の設置や支承部の補強、橋脚の補強等がある。橋脚の種別として、山岳部等で高さの高い橋脚が必要となる場合は、自重を軽減するためにRC中空断面橋脚が採用される場合がある。RC中空断面橋脚は、地震時に内側からも損傷することが確認されており中実断面の橋脚とは破壊形態が異なることから、中実断面の橋脚とは設計手法を変える必要がある。本論文では、弊社の管理している実橋梁に対するRC中空断面橋脚の耐震補強設計事例を報告するものである。

2. RC中空断面橋脚の構造的特性

高速道路は、山岳地域を通過する路線が多く存在し、深い谷を横過している橋梁は、高さの高い橋脚が必要になる。高さが高い橋脚は、重量が重くなること、基部からの延長が長くなることから地震時に大きな力を受けることになる。そこで、橋脚の自重の軽減を図りつつ、合理的に曲げ剛性を確保するために、図-1のような橋脚内部を中空断面化するRC中空断面橋脚が、建設時に数多く採用されている。

しかし、中空断面橋脚は、中実断面橋脚に比べ、軽量かつ高い剛性を確保することができるが、部材断面厚が薄くなってしまいうことで内部への拘束力が低下することで、安定した塑性ヒンジが形成される保証がなく、脆性的な破壊となる恐れがある。

そのため、平成24年以降の道示では、RC中空断面橋脚の設計においては、塑性ヒンジ領域とその近傍で塑性ヒンジの影響を受ける領域（塑性ヒンジ長の4倍）は、中実断面を適用し、塑性ヒンジの影響を受けない部位のみを中空断面とすることと規定されている。しかし、現在供用中の高速道路の橋梁のほとんどは、平成24年以前に設計及び建設されており、RC中空断面橋脚では塑性ヒンジの影響を受ける領域が中空断面となっている橋梁が存在している。

平成28年の熊本地震を始めとする近年の数多くの大規模地震を経験しており、高い耐震性能を求められている道路橋において、RC中空断面橋脚のような特殊な構造特性をもつ橋梁に対しても適切な耐震補強設計を行う必要がる。

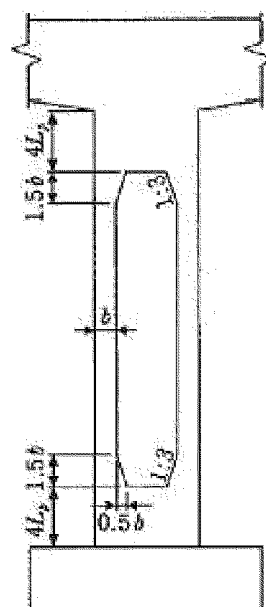


図-1

中空断面橋脚模式図

3. 実橋梁に対する橋脚補強設計検討

事例として報告する耐震補強設計の対象となる橋梁は、橋長486mのPC2径間連続合成桁橋、PC4径間連続ラーメン箱桁橋、PC単純合成桁橋の3連からなる橋で、昭和62年に竣工した橋梁である。(図-2) P3・P4・P5橋脚がPC中空断面橋脚となっているが、設計の適用基準は、昭和55年道示であるため、中空断面を塑性化させないよう設計したものではない。

キーワード RC中空断面橋脚、耐震補強設計、塑性ヒンジ、コンクリート充填

連絡先 〒731-0103 広島県広島市安佐南区緑井 2-26-1

西日本高速道路株式会社 中国支社 建設・改築事業部 構造技術課 TEL082-831-4479

平成24年道示に規定されているレベル2地震動に対する、既設橋梁動的解析の結果、橋脚の柱頭部および柱基部付近の中実断面区間が曲げにより塑性化する結果となった。この橋脚の耐震補強設計を実施するにあたり、「橋脚を炭素繊維シート巻立てにて補強し剛性を高めることで塑性化させない」または「中空断面にコンクリートを充填して中実断面化させることで塑性化を許容する」という方針を基に、下記の対策案について、構造的、施工性を比較検討することとした。

案1：RC巻立て又は炭素繊維巻立てで補強する案

案2：中空断面全体をコンクリート充填して塑性化を許容する案

案3：炭素繊維巻立て＋現況動的解析結果より塑性化している中空断面部をコンクリート充填する案



図－2 対象橋梁側面図

4. 検討結果と特徴

前項の案に対して耐震補強後の動的解析の結果とその特徴を報告する。

- ・案2のコンクリート充填案は、補強としての効果は小さく、RC巻立て又は炭素繊維巻立てを併用しなければ耐震性能を満足できない。また、案2を採用した場合、橋脚重量が大きく増加することにより既設基礎の耐震性能が現況より悪化することになり、基礎補強が必要となる場合がある。
- ・案1のRC巻立て又は炭素繊維巻立て案は、中空断面橋脚の破壊は、外側からのひび割れが先行することから、外面からの炭素繊維巻立てが有効である。

以上を踏まえ、RC巻立て又は炭素繊維巻立てのみで耐震性能を満足できる場合は、案1を採用することとしたが、炭素繊維巻立て補強で中空断面を降伏しないように補強することができない場合は、塑性化している中空断面部をコンクリート充填する案3を採用することとした。

第3案を採用する場合の考え方は以下のとおりである。

- ①基部の中実断面区間については、塑性化を許容するものとする。
- ②基部付近は降伏に対する補強規模が大きくなるケースがある。そのため、中実断面より上部の中実断面部は、既設耐震性能照査において降伏する範囲の中実部をコンクリート充填することで、当該区間の塑性化を許容するものとする。
- ③新たにコンクリート充填した範囲よりも上部の中実部が降伏する場合は、降伏しないように炭素繊維シート巻立て補強を行うものとする。

ただし、中空断面へコンクリートを圧送するために、橋脚に孔を開ける必要があり、施工方法に関しては課題がある。

5. まとめ

本設計では、RC中空断面橋脚についての耐震補強設計の検討についての事例を報告した。同様の耐震補強設計の際に、一つの事例として本稿が参考になれば幸いである。