

高架下利用のある RC ラーメン高架橋連結一体化による耐震補強

東海旅客鉄道 正会員 吉田 幸司

1. はじめに

東海道新幹線では、大規模地震対策として、兵庫県南部地震以降の既存鉄道高架橋等の強化による長期不通防止対策や、新潟県中越地震での事象を踏まえた脱線・逸脱防止対策を実施し、高速鉄道の更なる安全を追求している。既存鉄道高架橋への対策では、駅部等の高度に高架下利用のある困難な施工環境へ対応した補強方法が望まれる。本稿では、高架下利用のある RC ラーメン高架橋の複数ブロックを連結工で一体化し、部分的にブレース補強する、居ながら施工可能な補強仕様の検討について報告する。

2. 補強概要

対象高架橋は、標準的な 1 層 2 柱式 3 径間ラーメン高架橋 4 ブロック(24m×4)で、柱部材のせん断破壊が懸念される箇所である。工場設備として高架下貸付され、柱鋼板巻き補強を実施するためには、大規模な移転復旧が必要である(図-1 参照)。

そこで、極力支障移転等をしない方法を検討し、当該



(a) 高架下貸付外観 (b) 建物内設備

図-1 高架下貸付箇所の状況

4 ブロックを連結工(RC 造)にて一体化し、鋼板巻き補強に代わり実用化した「鋼製ダンパーブレース¹⁾」を設置可能な箇所へ配置し、全体系にて耐震性能を確保する補強仕様とした(図-2~4 参照)。なお、ブレース補強は方向別に配置し、線路方向 8 基、線路直角方向 10 基。連結工は RC 連結梁をアンカーにて本体へ取付け、高架下建物のない箇所は端部縦梁側面(図-4(a))で、建物がある箇所はスラブ上面の保守用通路上(図-4(b))にて、それぞれ左右 2 基/箇所設置した。

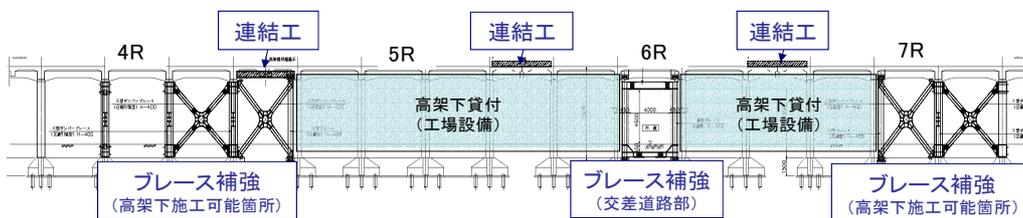


図-2 複数高架橋一体化によるブレース補強概要図



(a) 高架下施工可能箇所 (b) 交差道路部

図-3 鋼製ブレース補強



(a) 梁側面 (b) スラブ上面

図-4 連結工 (RC 造)

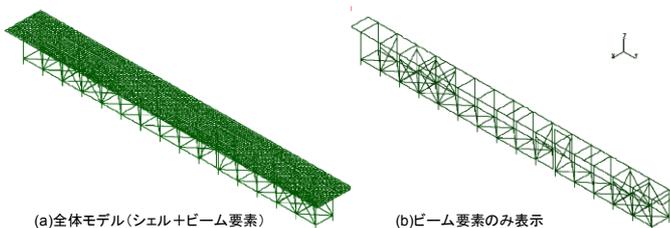


図-5 解析モデル

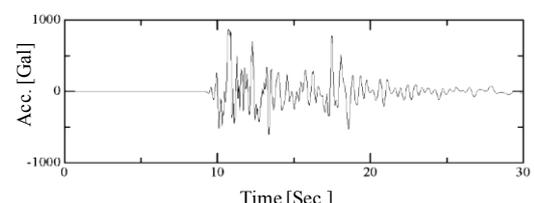


図-6 入力地震動 (L2spec11 G2 地盤)

3. 性能照査

本補強仕様の安全性（耐震性能）の照査は、耐震標準²⁾ L2specII 地震動に対し、所要の耐震性能（柱部材のせん断破壊による倒壊防止）を満足することを確認することとし、具体的にはブレース補強にて高架橋の応答変位を限界変位 25.2mm (=6.3m：高架橋高さ×1/250：層間変形角)以下に抑えることとした。図-5に解析モデルを示す。柱・梁・ブレースはビーム要素、スラブはシェル要素の三次元有限要素モデルとし、基礎は地盤ばねに置換。連結工はピンでモデル化した。同モデルを用い、図-6に示す入力地震動を用いて地震応答解析を実施した。なお、減衰はレイリー減衰で設定した。

図-7に柱変形量の照査結果を示す。応答変位は、線路直角方向の最大値 21.8mm，線路方向の最大値 16.5mm であり、各方向とも応答変位は限界変位 (25.2mm) を下回っている。また、柱部材のせん断破壊に対する照査を実施した。図-8にせん断破壊に対する照査結果を示すが、全て作用せん断力はせん断耐力以内である。

本補強仕様により、当該 4 ブロック全てが L2 地震に対し十分な耐震性能（補強効果）を有することが確認できた。

次に、連結工による 4 ブロック一体化による連続多径間化やブレース補強による使用性を照査した。線路方向について、静的線形解析を行い、応力度、耐久性ひび割れの検討を行った。図-9に解析モデルを示す。荷重条件は RC 標準³⁾に準拠し、温度荷重は RC 部材±10℃，鋼部材±20℃とした。

照査の結果、各照査項目に対して最も厳しい箇所を図-9中に矢印↓にて示し、その値を表-1に示す。いずれも制限値を満足する結果であり、今回の補強仕様について使用性への影響はない。なお、スラブ上面での連結工設置に対し、RC 連結梁の死荷重増による影響がないことも確認している。

4. まとめ

複数ブロックを一体化（本件では 4 ブロック）し、ブレース補強により全体系で耐震補強する仕様を検討した結果、以下の知見を得た。

- (1) 本補強仕様により、L2 地震に対し、応答変位が限界変位以内に抑制され、十分な耐震性能（補強効果）を有することを確認した。

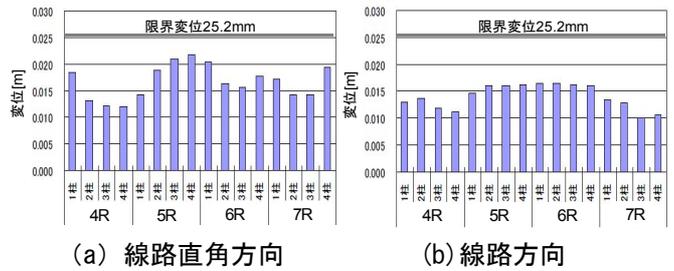


図-7 柱変形量（相対変位：柱上端～下端）

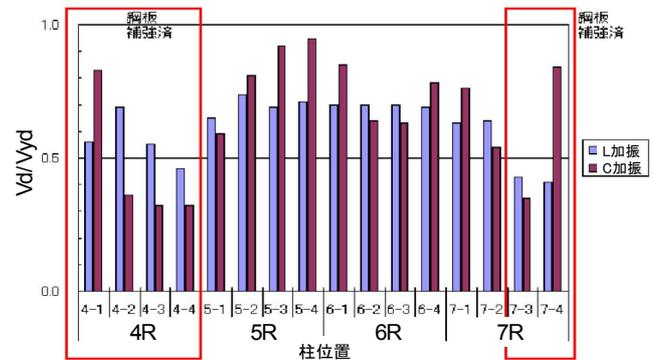


図-8 せん断破壊に対する照査結果

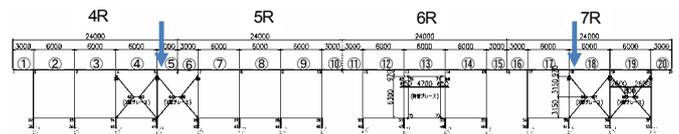


図-9 連結一体化の影響評価

表-1 使用性照査の結果一覧

照査項目	最も厳しい部位	応答値/制限値	判定 <1.0
コンクリート曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	⑤部材左支点 (上側)	5.09 / 9.60 = 0.53	OK
耐久性ひび割れ幅 (mm)	⑬部材左ハンチ端 (下側)	0.18 / 0.20 = 0.89	OK
せん断永久荷重鉄筋応力度 (N/mm ²)	⑬部材左ハンチ端 (下側)	54.9 / 100 = 0.55	OK

- (2) 本補強仕様による連結多径間化等について、使用性の各照査項目を満足することを確認した。
- (3) 本補強仕様により、居ながら施工が可能となり、支障移転を極力抑えた耐震補強が図れた。

今後的高架橋等の構造物強化においても、本補強仕様による考え方を適用することで、高架下利用箇所での支障移転を極小化し、効率的な対策推進に寄与できるものと考えます。

《参考文献》1)喜多,吉田,岡野,関：鉄道 RC ラーメン高架橋を対象とした圧縮型鋼製ダンパーブレース工法の実用化，土木学会論文集 Vol.63, No.3, pp.277-286, 2007.7. 2)鉄道構造物等設計標準・同解説（耐震設計）,1999.10. 3)鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物）,2004.4.