

### 曲げ変形性能を考慮したラーメン式橋台柱の耐震補強

西武鉄道(株)	猪瀬 学
西武建設(株)	井上 靖雄
(株)トーニチコンサルタント	渡辺 隆善
(株)大林組 正会員	○喜多 直之 坂平 佳久

#### 1. まえがき

耐震補強が必要な鉄道 RC ラーメン高架橋のうち、高架下が密に利用されている駅部等や特別な検討を要する箇所では引き続き補強工事が進められている. 本報告では、西武鉄道 拝島線の東大和市駅付近高架橋(ラーメン式橋台)を対象として実施した曲げ変形性能を考慮した耐震補強の検討内容と、線路方向の補強に採用した圧縮型鋼製ダンパー・ブレース<sup>1)</sup>の設計概要について述べる.

#### 2. 対象構造物の特徴と性能

補強対象であるラーメン式橋台 R9~R12 の位置を図-1 に、R9 橋台の構造概要を図-2 に示す. 東大和市駅東側の高架橋は、青梅街道、斜めに交差する小規模道路、および玉川上水から分水した野火止用水の暗渠を跨ぐため、26m~32mの長尺 PC 桁が続く区間である. これらの PC 桁はラーメン式橋台と橋脚 (P1, P2) で支持され、橋台柱には 8,100~15,300kN (応力度に換算して 2.2~3.9N/mm<sup>2</sup>) の軸力がかかっている.

現況における各橋台の耐震性能を確認するために静的非線形解析(地震時の応答値算定は非線形スペクトル法)を実施したところ、柱に関しては、(1)すべてせん断破壊モード、(2) R9~R12 の線路方向、R10~R12 の線路直角方向において L2 地震時の損傷レベルが制限値 3 に収まらないという結果であった. なお、柱等の使用材料は、コンクリート  $f'_{ck}=24\text{N/mm}^2$ 、鉄筋 SD345 であり、柱主鉄筋は D25/D29、せん断補強筋は D13@150 である.

#### 3. 補強方法の検討

上記のような性能の橋台に対して、当初は図-3 のように鋼板巻立ておよび柱下端において補強鋼板を地中梁にアンカー固定する方法による補強を計画した. アンカーは線路方向の曲げ耐力を改善し、応答変位を抑制することを目的としているが、D38 鉄筋としても最大で 1 柱あたり 38 本が必要になり、施工面で課題があった.

そこで、アンカーボルトのない通常の鋼板巻立てによるせん断補強・じん性補強を行った上で、高架下の利用 (R10, R11: 駐輪場) に対して支障の少ない線路方向に関する曲げ補強として圧縮型鋼製ダンパー・ブレースを採用した.

キーワード ラーメン式橋台、曲げ変形性能、耐震補強、鋼板巻立て、圧縮型鋼製ダンパー・ブレース

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南2-15-2品川インターシティB棟 (株)大林組 生産技術本部 TEL. 03-5769-1307

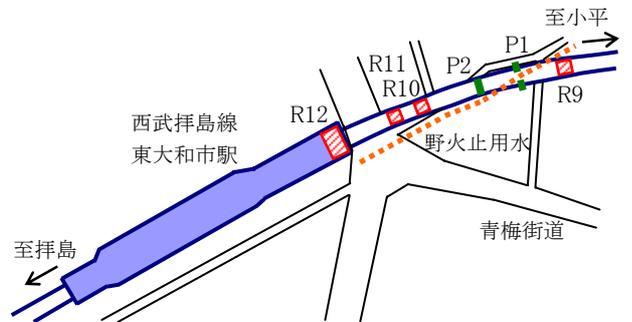


図-1 補強対象構造物の位置

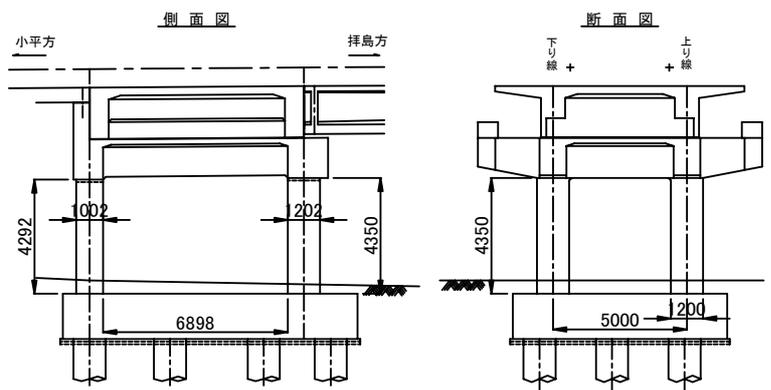


図-2 ラーメン式橋台の構造概要 (R9)

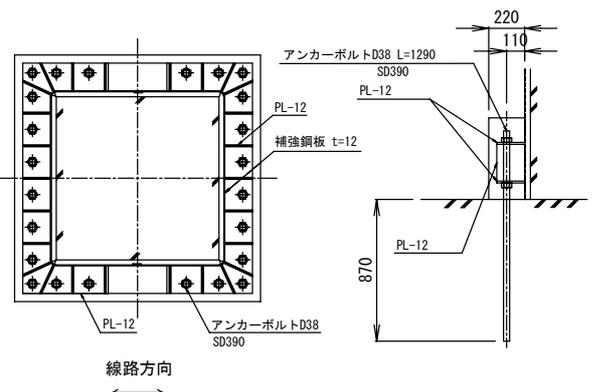


図-3 鋼板+アンカーボルト補強 (R9: 当初案)

この工法は既設高架橋の耐震補強を目的として開発されたもので、ブレースを圧縮材として用いること、中央部に配置したダンパーにより補強性能を調節できることが特長である。ブレース端部はソケット鋼材

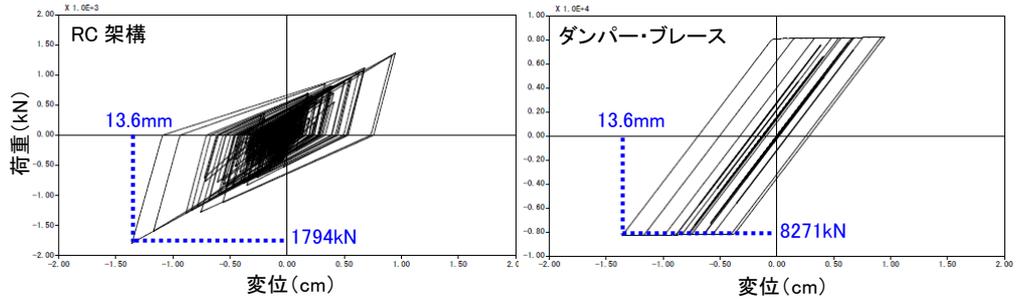


図-4 動的解析の結果例(R9:L2地震動スペクトルI)

と無収縮モルタルによって既設構造と接しており、地震時には両対角のブレースが交互に効く構造となっている。

4. 圧縮型鋼製ダンパー・ブレースの設計

圧縮型鋼製ダンパー・ブレースは、ダンパー部の設定によって高架橋の破壊モードによらず適用できる。今回は鋼板巻立てと併用することから、線路方向の曲げ補強としての性能を満たすように、橋台の目標水平変位量  $\delta_{hd} = \kappa \times H / 250$  ( $\kappa$ : 応答係数, H: 柱長さ) において、 $\kappa = 3$  としてダンパー・ブレースの諸元を設定した。これは、ダンパー部を降伏させるとともに、既設柱の応答を主鉄筋降伏点～最大荷重点に抑えることを意図している。

設計は、既設構造とダンパー・ブレースを並列バネとした1質点系の動的解析による。結果の一例を図-4に示す。L2地震動スペクトルIに対しては、ダンパーが降伏するものの応答変位は十分に小さくなっている。一方、最も厳しいL2地震動スペクトルIIによる応答変位は50mm前後に抑制され、既設柱の損傷レベルは2に収まった。ダンパー・ブレースの各橋台に対する設置数は2基、ブレース鋼材はR9のみH-414×405×18×28(SM490)で、R10～R12はH-428×407×20×35(SM490)となった。なお、R12は6柱橋台に対して2基となっている。R9のダンパー・ブレース概要を図-5に示す。圧縮型鋼製ダンパー・ブレースの適用によって、PC桁の落下防止工は不要となり、巻立て鋼板厚はせん断補強と線路直角方向のじん性補強のみの対応となるため、当初計画より概ね削減された。R9における圧縮型鋼製ダンパー・ブレースの設置状況を写真-1に示す。

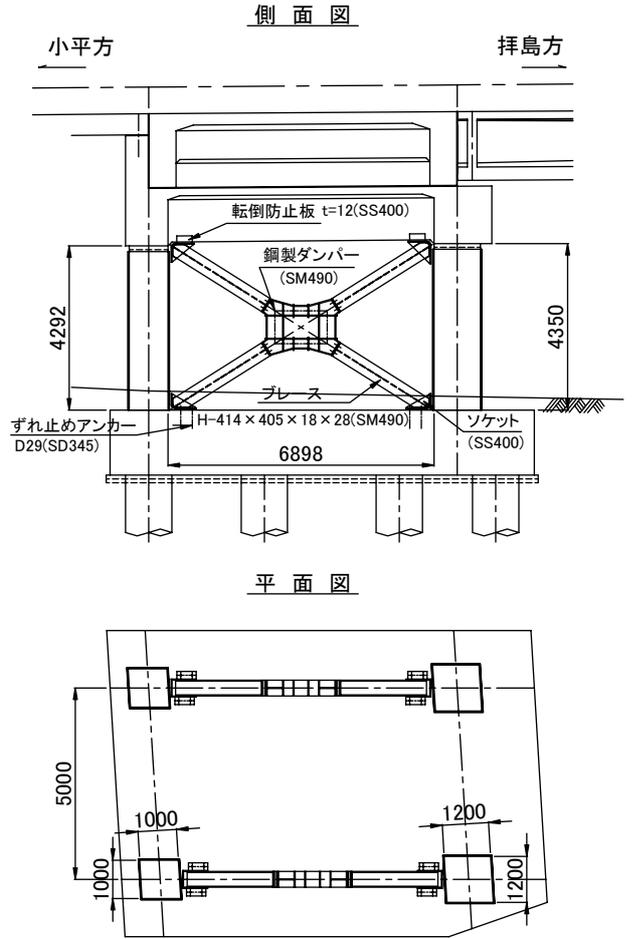


図-5 圧縮型鋼製ダンパー・ブレースの概要(R9)

5. まとめ

本事例は、橋台柱の地震時挙動を明確にした上で、必要な性能を確保し、かつ現地条件や施工面に配慮した工法を採用したものである。今後、鉄道高架橋の耐震補強は、構造および施工条件が厳しい事例が中心になるものと思われる。耐震補強では、個別の条件に応じた適切な工法を選定することが重要であり、本事例が今後の検討の参考になれば幸いである。

参考文献

1) 喜多直之, 吉田幸司, 岡野素之, 関 雅樹: 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F, Vol.63, No.3, pp.277-286, 2007.



写真-1 ダンパー・ブレースの適用状況(R9)