

駅舎一体部RC立体ラーメン橋脚の耐震補強

阪神高速道路公団 正会員 ○石橋 照久
 阪神高速道路公団 正会員 金治 英貞
 阪神高速道路公団 正会員 林 訓裕

1.はじめに

橋脚基部で駅舎区間の地下鉄構造と一体となった図-1に示す3径間(L=3×10m)連続 RC 立体ラーメン構造の耐震検討において、レベル2地震動を対象に非線形時刻歴応答解析を行ったところ、柱(橋軸方向)でせん断耐力が不足する結果となった。対象構造と駅舎壁材は100mm程度の離隔はあるものの駅舎内部からの施工は困難であるため、外部からの施工に着目した検討を行いブレース材の設置が有効であることを確認したので本稿にて報告するものである。

2.入力地震動

入力地震波は、地盤を平面歪み要素、地下鉄構造物を梁要素としてモデル化し、等価線形化法によって求めた。なお、基盤面波形としては、ポートアイランド振幅調整波¹⁾を用いた。図-2に示す包絡スペクトルを設定し、振幅調整を行ったものを用いることとした。

3.現橋の耐震性評価

解析実施にあたり、本橋脚コンクリートの設計基準強度は $\sigma_{ck}=27\text{N/mm}^2$ であるが、実強度の調査結果から 36N/mm^2 と設定した。解析モデルは、塑性ヒンジ位置を塑性回転バネにてモデル化した図-3に示す非線形3次元立体モデルとし、柱下端の地下鉄函体との接合部では橋軸方向を固定、橋軸直角方向は地下鉄函体と地盤系の連成バネを設定した。なお、帯鉄筋は曲げによる塑性化後の被りコンクリートの剥落を考慮し、拘束効果を無視した。

プッシュオーバー解析結果を図-4に示す。破壊形態としては橋軸方向にはせん断破壊型、橋軸直角方向には曲げ破壊型である。非線形時刻歴応答解析の結果、橋軸直角方向には現況断面にて所定の耐震性を満足したが、図-3に示すように、帯鉄筋間隔が300mmの柱中間部でせん断耐力が不足する結果となった。曲げ照査(変形性能)においては、橋軸方向においても現況断面にて所定のじん性を有していた。

4.耐震補強検討

(1)免震化

免震化に対しては、1)ラーメン部橋脚の剛性と掛違部橋脚に設置される支承剛性が大きく異なることから慣性力の低減効果が小さい、2)入力地震波のスペクトル特性から長周期化では応答加速度が増大することから効果は低いと判断される。

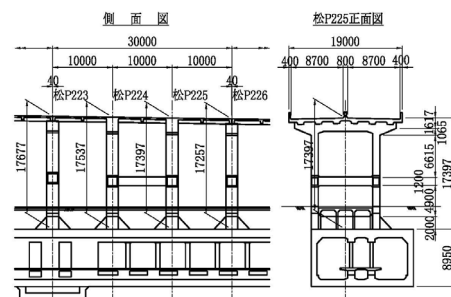
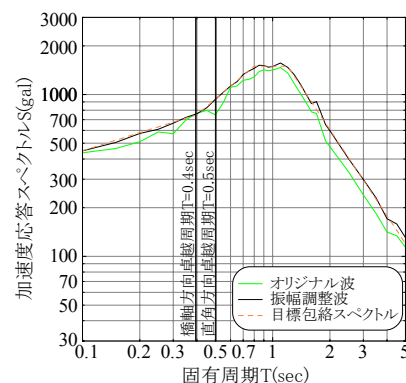
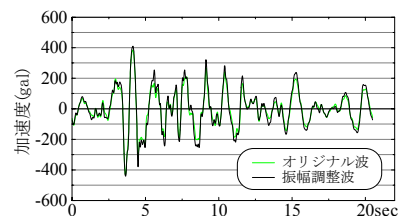


図-1 対象構造一般図



a) 加速度スペクトル



b) 加速度波形

図-2 補強設計用入力地震波加速度スペクトル及び加速度波形

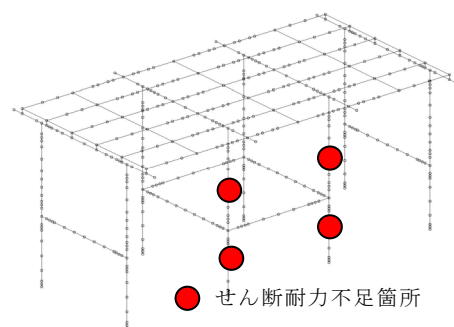


図-3 解析モデル図及び非線形時刻歴応答解析照査結果(橋軸方向)

キーワード 一体構造, ブレース補強

連絡先

〒559-0034 大阪市住之江区南港北1-14-16WTCビル 阪神高速道路公団大阪建設局 TEL06-6615-7557

(2)制震化

制震化に関しては、駅舎外面部からの施工が可能な工法として座屈拘束ブレースやせん断パネル型ダンパー等が考えられる（図-5 参照）。

座屈拘束ブレース補強を想定したプッシュオーバー解析結果を図-6 に、ブレース軸剛性と水平震度の関係を図-7 に示す。ブレース材の設置によって保有水平震度が大きくなり、また、軸剛性を大きくすれば保有水平震度も大きくなることがわかった。ただし、座屈拘束ブレースでは最も軸剛性の低いものでわずかに降伏に至った程度でダンパー効果は期待できなかった。

図-8 に示すように、ブレース補強では軸剛性を上げると構造系の固有周期が短周期側に移行し、応答加速度が低下することにより、せん断耐力を満足し、対策工として有効であることがわかった。

せん断パネル型ダンパー補強後のプッシュオーバー解析結果を図-9 に示す。せん断パネル形状は、既設部材のせん断降伏変位量における保有水平震度が設計水平震度以上になるように設定した³⁾。保有水平震度の向上は期待できるが、せん断パネルによるダンパー効果は期待できなかった。

(3)せん断補強

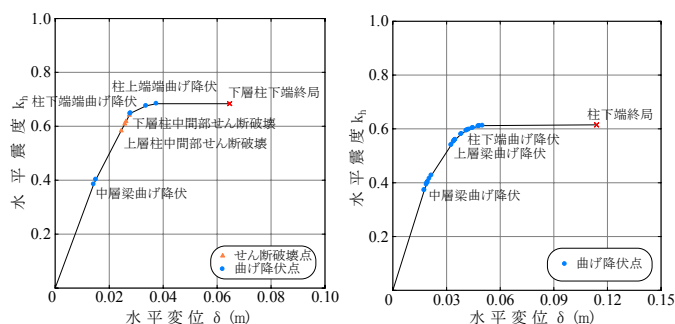
せん断耐力を増大させる方法として、駅舎外面からの施工が可能な鋼板補強（一面せん断補強工法）などが考えられる。しかし、一面のみでのせん断補強に関しては、補強部材の定着方法や補強効果の有効性等未解明な部分も多く、実験等に基づく検討が必要となり時間を要するなどの課題を有する。

5.まとめ

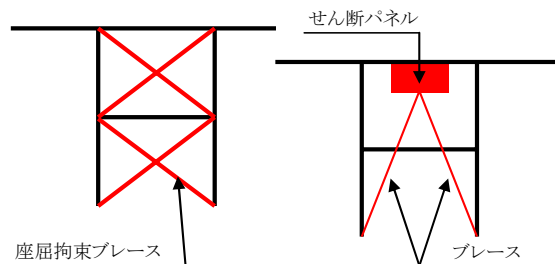
- 1) 制震工法（座屈拘束ブレース補強、せん断パネル型ダンパー補強）によつての耐震性向上は可能であるものの制震効果は低い。
- 2) 耐震補強工法としては、構造系の固有周期が短くなること伴う応答加速度低減効果も期待できるブレース材設置が効果的である。
- 3) せん断補強工法では、施工上の問題から外面側の一面に限定した補強工法が期待されるが、定着方法や性能評価に関して実験等の検討が必要である。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：開削トンネル耐震設計指針（案），平成 11 年 12 月
- 2) （社）日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，平成 14 年 3 月
- 3) （財）鉄道総合技術研究所：座屈拘束ブレースを用いた鉄道高架橋の設計指針，2004.9



a)橋軸方向 b)橋軸直角方向
図-4 現橋でプッシュオーバー解析結果



a)座屈拘束ブレース補強 b)せん断パネル型ダンパー補強
図-5 制震工法

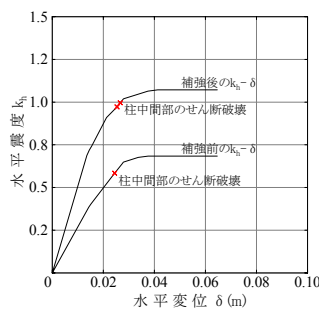


図-6 座屈拘束ブレース補強後のプッシュオーバー解析

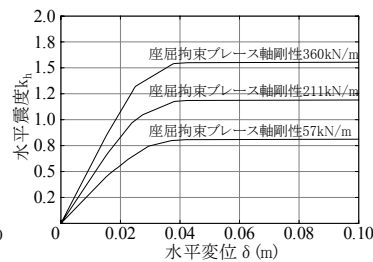


図-7 座屈拘束ブレース軸剛性と水平震度

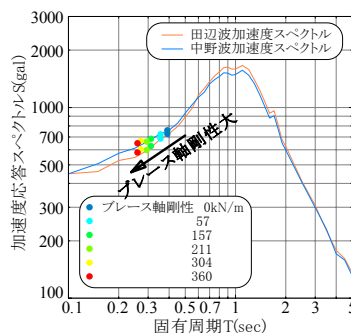


図-8 ブレース軸剛性と固有周期および加速度応答スペクトル

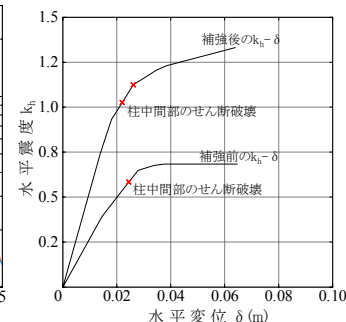


図-9 せん断パネル型ダンパープッシュオーバー解析結果