

I-B 407

R C 門型橋脚場所打ち増し杭基礎の地震時保有水平耐力の照査について

神戸市港湾局 岡下 勝彦 奥谷 貞雄
小嶋 省一
鹿 島 大澤 一郎 中島 健一
○西嶋 徹

1. はじめに

兵庫県南部地震による震災以後、新設・既設橋脚基礎の設計・補強設計において、基礎が橋脚と同等以上の地震時保有水平耐力を有することを照査することが求められている。本報文では、同地震により被害を受けた神戸市港湾幹線道路の橋脚基礎のうち、場所打ち増し杭で補強を行ったR C門型橋脚基礎の地震時保有水平耐力の照査について報告する。

2. 対象構造物（図-1、2参照）

- ・橋脚形式：2層2柱式門型橋脚 高さ20.5m
- ・基礎形式：場所打ち杭基礎φ1,000mm(既設), φ1,500mm(新設2面増し杭)

3. 解析手法及び解析モデル

現行の道路橋示方書では、十分に変形性能がある門型橋脚の橋軸直角方向について、地震時保有水平耐力の照査を一般に省略してよいとしている。しかし、兵庫県南部地震のような大規模地震を想定する場合、橋軸直角方向においても基礎の地震時保有水平耐力の照査の必要がある。したがって、現状では杭基礎が橋脚と同等以上の耐力を有していることを照査する一手法として、橋脚と基礎を一体化した非線形解析の適用が考えられる。

今回の照査には、幾何学的非線形性・材料非線形性及び軸力変化を考慮できるフレーム解析システムを用いる。橋脚・フォーミング及び杭を図-3に示すようなバネで支持された平面フレームにモデル化し、橋脚及び杭はR C梁要素で評価した。梁要素はファイバーモデルと呼ばれるセル又はレイヤーでモデル化した。解析に用いた材料非線形特性は、「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係わる仕様」より設定した。

4. 解析ケース

被災後の調査結果によりいくつかの基礎においては、杭頭部に数mmのひび割れが確認されているため、地震時保有水平耐力の照査における既設杭頭部条件は、耐力の最大値を与える剛結合から、最小値を与えるピン結合の間にあると想定される。したがって今回は、以下の4ケースの解析を行った。

- CASE 1 橋軸方向 既設杭頭剛結合
CASE 2 橋軸方向 既設杭頭ピン結合
CASE 3 橋軸直角方向：既設杭頭剛結合
CASE 4 橋軸直角方向：既設杭頭ピン結合

図-4にCASE 4における上層梁の水平変位と水平耐力（水平等価震度）の関係を示す。

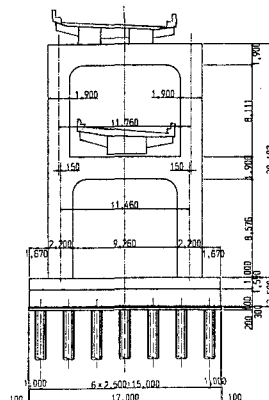


図-1 既設正面図(単位:mm)

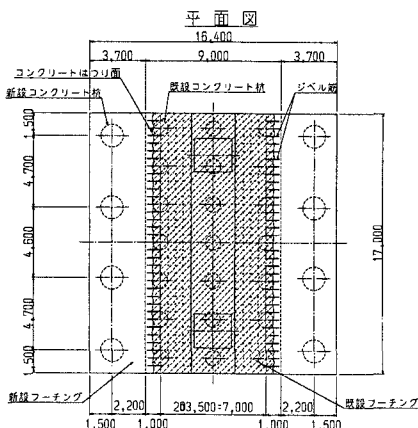
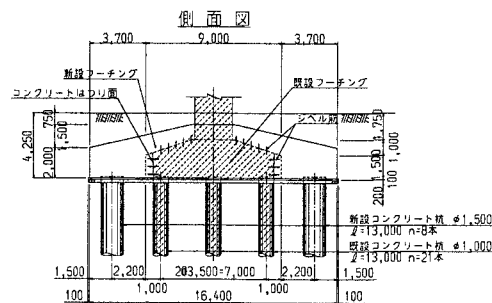


図-2 基礎構造図(補強後)(単位:mm)

5. 照査結果

1) 橋軸方向

表-1に示すように橋軸方向の非線形解析による検討結果では、既設杭頭剛結合、杭頭ピン結合のどちらのケースについても基礎は橋脚と同等以上の耐力を有していることがわかった。

2) 橋軸直角方向

- ① 非線形解析の結果、橋脚において曲げ破壊時の限界の等価震度は0.76であり、曲げ耐力 P_u は、

$$\begin{aligned} P_u &= k_{he} \cdot W \\ &= 0.76 \times 497 \text{ tf} \\ &= 338 \text{ tf} \end{aligned}$$

となる。別途求めた

せん断耐力 $P_s = 292 \text{ tf}$ と比較すると、橋軸直角方向はせん断破壊先行型と判定される。

- ② 橋軸直角方向のせん断耐力を等価重量で除して求めることができるせん断破壊における限界の等価震度0.44に対して、表-2に示すように、基礎は十分な地震時保有水平耐力を有していることがわかる。

- ③ 曲げに対して考察した場合、既設杭頭ピン結合としたケースでは、基礎は橋脚の曲げ耐力を下回るという結果となった。

しかし、変形性能の大きい橋軸直角方向ピン結合の基礎の限界の等価震度0.65は、橋軸方向の橋脚の限界の等価震度0.43に対し、十分余裕がある。よって、今回の設計は基礎全体として合理的な補強になっていると考えられる。

6. まとめ

今回、RC門型橋脚基礎の地震時保有水平耐力の照査に、軸力変化を考慮した非線形解析を適用した。その結果、橋軸直角方向を含めた合理的な補強設計を行うことができることを確認した。

最後に本補強設計にあたり、御協力頂いた関係各位に厚く御礼申し上げます。

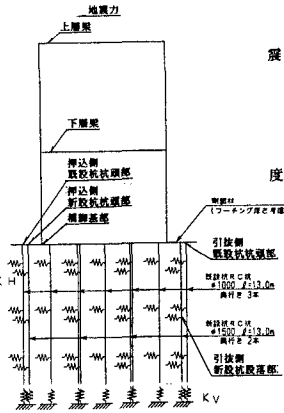


図-3 解析モデル
（橋軸直角方向）

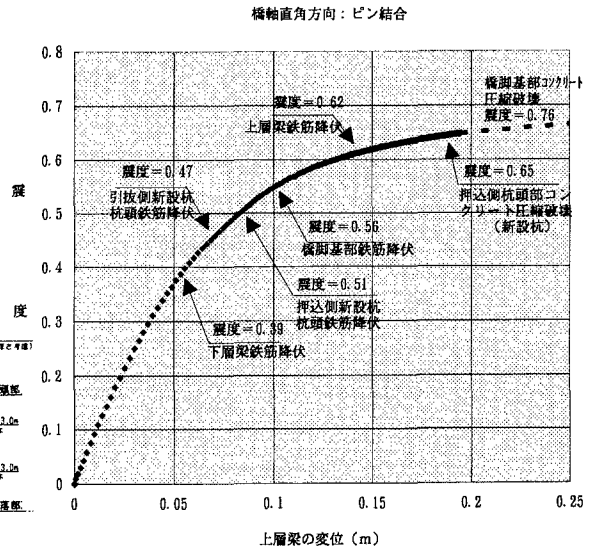


図-4 上層梁の水平変位と水平耐力（震度）の関係
（CASE4：橋軸直角方向ピン結合）

表-1 橋軸方向の橋脚と基礎の限界等価震度
杭頭剛結合 杭頭ピン結合

杭頭剛結合	杭頭ピン結合
橋脚の限界の等価震度 0.43 基礎の限界の等価震度 1.50 橋脚耐力(0.43) < 基礎耐力(1.50)	橋脚の限界の等価震度 0.43 基礎の限界の等価震度 1.38 橋脚耐力(0.43) < 基礎耐力(1.38)

表-2 橋軸直角方向の橋脚と基礎の限界等価震度
杭頭剛結合 杭頭ピン結合

杭頭剛結合	杭頭ピン結合
橋脚の限界の等価震度 0.76 基礎の限界の等価震度 1.14 橋脚耐力(0.76) < 基礎耐力(1.14)	橋脚の限界の等価震度 0.76 基礎の限界の等価震度 0.65 橋脚耐力(0.76) > 基礎耐力(0.65)
せん断耐力：せん断耐力相当の限界の等価震度 0.44（橋脚下層柱中間部）	