

RC 杭拡幅基礎の水平載荷模型実験

東日本高速道路(株) 中村 和己 村西 信哉
(株)大林組 正会員 ○西村 俊亮 高橋 敏樹
正会員 坪倉 辰雄 堀内 康平

1. はじめに

道央自動車道大谷地地区橋梁リニューアル工事では、上下4車線の交通開放下での床版取替を行うため、上り線と下り線の各橋梁を一体化する工事を行う。上部工の一体化に伴い、下部工についても上下線の杭基礎を一体化し、その上に新設柱を設置する。

本工事における基礎の詳細設計では、橋軸直角方向に杭列数が多い特徴から、最外縁杭列の荷重分担が大きくなることが想定され、杭体のせん断破壊による基礎の荷重支持性能の急激な低下が懸念された。そのため、レベル2地震時(以下、L2地震時)のせん断照査は、杭1本ごとにせん断力Sがせん断耐力Ps以下とすることが最良と考えられる。しかし、本手法では増杭本数が非常に多くなり、本橋梁の両脇を並走する国道への影響も大きくなることから、合理性を鑑みて杭基礎全体系で照査¹⁾することを考えた(図-1)。杭基礎全体系での照査の妥当性確認のため、本工事の代表橋脚を模した杭基礎の模型に対して正負交番水平載荷実験を行い、杭基礎の水平抵抗特性を確認した。本稿では、実験概要および結果について報告する。

2. 実験概要

杭基礎のモデルには、L2地震時のせん断照査が杭基礎全体系の照査でOK、杭単体ごとの照査でNGとなる杭配置を選定した。実験に使用する土槽の壁面から杭までの距離を十分に確保できるよう、縮尺は1/6に設定した。表-1に相似則を示す。

図-2に実験概要図を示す。土槽が模型杭の長さ

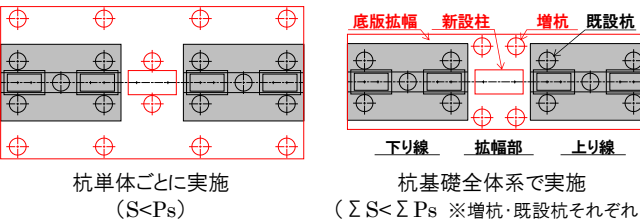


図-1 L2地震時のせん断照査手法の違いによる
拡幅形状の違い

べて深いため、土槽下端にかさ上げ用のコンクリートブロックを設置・固定し、その上に杭を設置した。杭先端は載荷方向に対してピン構造とした。杭頭部はフーチングに剛結した。杭の配筋は、曲げに対する断面性能および帯鉄筋の側断面積比がそれぞれ相似則に合うように決定した。図-3に示すように、既設杭と増杭で帯鉄筋の仕様や軸方向鉄筋の種類を使い分けた。

フーチング上面には重錘を設置し、上部工死荷重反力と柱重量に相当する上載荷重を載荷した。また、相似則を満足させるため、フーチング質量の不足分に相当する重錘も設置した。実物の柱は新設と既設合わせ

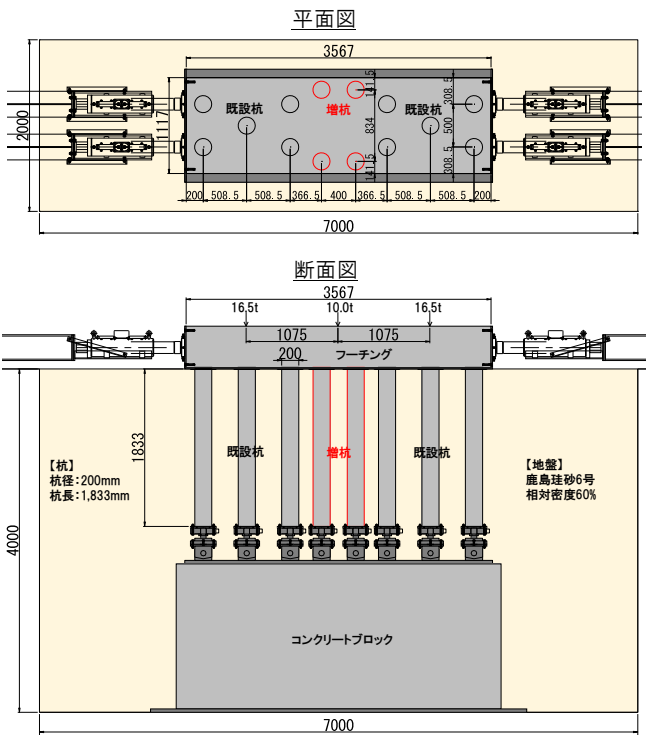


図-2 実験概要図

表-1 相似則

項目	縮尺	
長さ	S	1/6
変位	S	1/6
比重・密度	1	1
質量	S ²	1/36
ひずみ	1	1
応力	1	1
力	S ²	1/36
ヤング係数	1	1

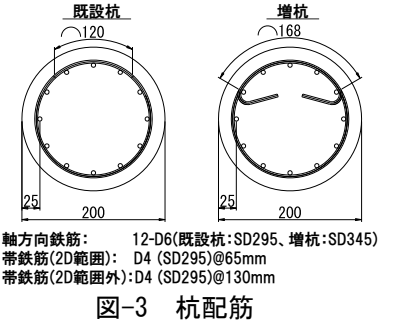


図-3 杭配筋

キーワード：杭基礎，模型実験，水平載荷，正負交番

連絡先：(株)大林組 技術第一部 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 Tel: 03-5769-1322

て5本あるが、スペースの関係で重錘は3箇所を設置した。地盤には鹿島珪砂6号を使用し、相対密度60%で締め固めた。図-4に载荷サイクルを示す。すべての杭が降伏するときの変位を降伏変位 δ_y とし、その整数倍の変位を基準として正負交番载荷を行った。

3. 実験結果

図-5に $\pm 5\delta_y$ までの水平荷重-水平変位関係を示す。 $\delta = 21.22\text{mm}$ において、すべての杭の軸方向鉄筋の降伏を確認できたため、 $\delta_y = 21.22\text{mm}$ として载荷を進めた。最大荷重は $3\delta_y$ で計測し、 $4\delta_y$ までは最大荷重相当の荷重が保持されることを確認した。基礎の設計では塑性化を許容しており、許容塑性率は4としているが、上記の結果よりその妥当性を確認することができた。最終的に $10\delta_y$ まで载荷したが、基礎は大きく傾くこともなく、上載荷重を支え続けることができた。

図-6に杭P1の軸方向鉄筋のひずみ分布および最終的な杭の損傷状況を示す。载荷の初期段階では、杭頭部の軸方向鉄筋のひずみが増大し、降伏に至った。その後载荷が進行すると、杭中間部のひずみも大きくなった。損傷状況図からも、杭頭および中間部の損傷が大きいことが分かる。この傾向は他の杭でも同様に見られた。

図-7に杭P1の水平荷重-帯鉄筋ひずみの関係を示す。 $-4\delta_y$ への载荷中に帯鉄筋が降伏に至っている。他にも帯鉄筋が降伏に至った杭は確認されたが、総じて $3\delta_y$ 以降での発生であった。すなわち杭の損傷は、杭頭部で曲げ降伏が発生し、曲げ損傷が進行した後、帯鉄筋が降伏するという流れで進展したと推察される。

4. まとめ

模型実験における杭の損傷は、せん断よりも曲げによる損傷が支配的であった。また、許容塑性率に相当する $4\delta_y$ までは最大荷重相当を保持することができ、その後 $10\delta_y$ まで载荷しても基礎は安定して上載荷重を支え続けることができた。以上の結果より、柱のせん断破壊のような脆性的な破壊は少なくとも生じないことが分かり、本工事における杭基礎全体系での照査の妥当性を確認することができた。

今後、2次元FEM解析で本実験を再現することにより、更なる考察を行う予定である。

参考文献

- 1) 日本道路協会：杭基礎設計便覧，平成27年3月

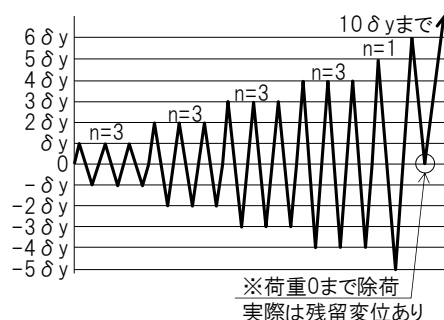


図-4 载荷サイクル

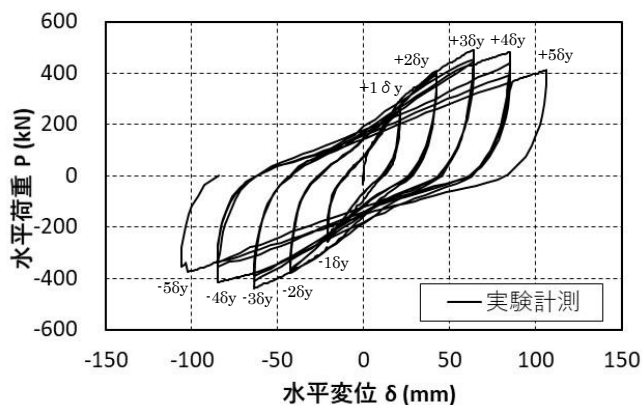


図-5 水平荷重-水平変位関係 ($\pm 5\delta_y$ まで)

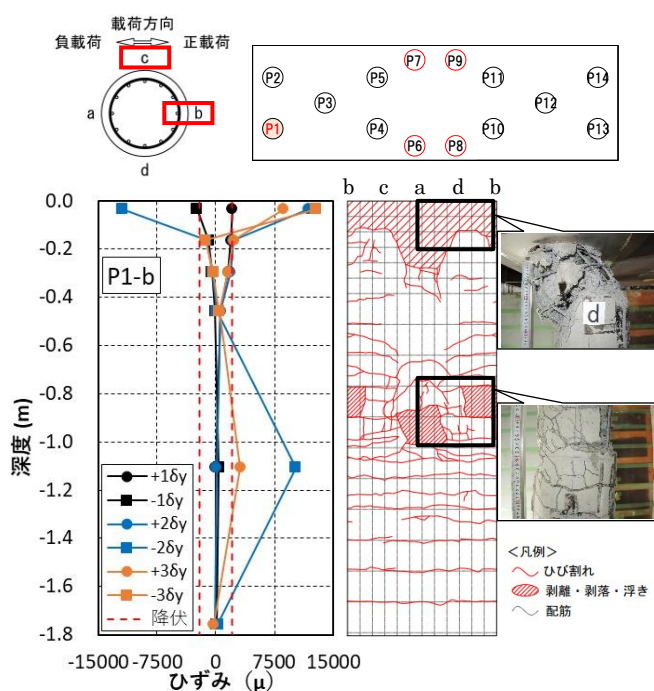


図-6 P1の軸方向鉄筋(b)ひずみ分布と損傷状況

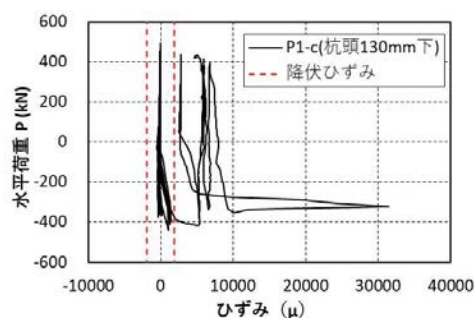


図-7 P1(c)の水平荷重-帯鉄筋ひずみ関係