

基礎スラブを活用した耐震補強工法に関する干渉効果を考慮した実験再現解析

JR 東日本 正会員 ○ 藤原 寅士 良
JR 東日本 正会員 西脇 敬一
JR 東日本 正会員 渡邊 明之
JR 東日本 正会員 渡邊 康夫

1 . はじめに

筆者らは、高架橋や橋脚の基礎部に対する耐震補強工法として、地表面にスラブを設置することにより、基礎部に伝達される地震時水平力を低減する方法（以下、基礎スラブ工法と称する）を提案し、実験的検討を進めてきた。検討の中で、地表面に設置するスラブに杭を付随させた構造とした場合、基礎部に伝達される地震時水平力を低減する効果が大きいことが確認されている¹⁾。しかし、スラブに付随させた杭（以下、充填杭と称する）はフーチングに近接するため、フーチング前面の水平抵抗力が低減する点も確認されている²⁾。本稿では、文献^{1), 2)}で得られた実験結果を踏まえ、2次元骨組解析による再現解析を実施したので、実験結果と解析結果の比較および得られた知見を報告する。

2 . 模型実験および解析モデルについて

実験は、任意の重力加速度を加えることで、縮小モデルでも実際の構造物と同じ応力状態を模擬できる遠心荷重装置を用いて行った。実験モデルの概略図を図-1に示す。なお、実験模型・方法の詳細は文献¹⁾による。本稿では、解析に用いた模型諸元のみを示す（表-1）。なお、実験値は実寸大に変換した値で記載する。

地盤ばねの設定は鉄道標準³⁾により設定し、図-2に示すフレームを組み静的非線形解析を実施した。

基礎スラブと充填杭が付随した構造は、予めその構造のみを抽出した静的非線形解析を実施し（図-3）、その荷重・変位関係からバイリニア型のばねとして全体フレーム系に組み込むこととした。結果として、本ばね値は約 15,000kN/m²、抵抗力は約 300kN となった。本手法を採用した理由は、基礎スラブが実際には柱部と剛結していない状況をモデル化したためである。また、柱部と基礎スラブ部の結合部をヒンジとしモデル化しなかった理由は、ヒンジとすると基礎スラブの奥行き方向の連続性が評価されないためである。なお、実験は柱・杭等の部材の弾性範囲内で実施したため、地盤ばね

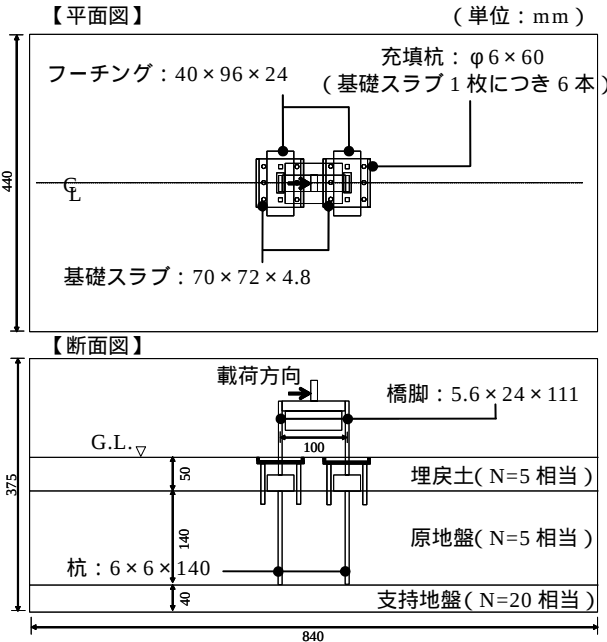
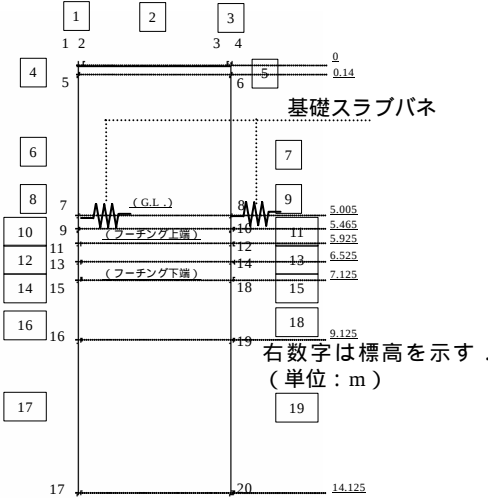


図 - 1 模型実験 概略図

表 - 1 模型諸元

部位	サイズ (mm)	材料
柱	0.28 × 1.2 × 5.55	硬質アルミ
杭	0.3 × 0.3 × 7.0	硬質アルミ
フーチング	2.0 × 4.8 × 1.2	ステンレス
基礎スラブ	3.5 × 3.6 × 0.24	硬質アルミ
充填杭	φ 0.3 (円形) × 3.0	硬質アルミ

弾性係数は何れも 73.8kN/mm²である。



数字は節点番号、[数字]は部材番号を示す。

図 - 2 全体解析フレーム

キーワード フーチング、充填杭、水平抵抗力、干渉効果

のみ非線形性を考慮し、部材は線形要素として解析した。柱部・フーチング部前面ともに地盤が良く締め固まった状態としたため、水平抵抗力を考慮している。柱部の水平抵抗力は杭の設計式を準用した。また、基礎スラブの荷重は、上載荷重として考慮しフーチング前面の水平抵抗力の上昇に反映させた。

表 - 2, 3, 4 に解析に用いた断面および地盤ばねの諸元を示す。また、表に記載されていない部材番号は剛域として設定した。

3．実験結果・解析結果の比較

フーチング部前面の水平抵抗ばねおよび水平抵抗力を鉄道標準により設定したケースを Case1 とし、文献²⁾の実験結果から、鉄道標準による設定値を約 30%低減したケースを Case2 とする。

図 - 4 に、実験と解析による荷重変位関係の比較図を示す。Case1 の場合、解析結果は実験結果より荷重を大きく示し、Case2 の場合、解析結果は実験結果を良好に再現していると判断できる。

本結果は、解析上においても、基礎スラブに充填杭を設置した場合、フーチングとの干渉効果からフーチング部の水平抵抗ばね・水平抵抗力を低減する必要がある点を示している。

4．まとめ

今回の模型実験結果と2次元骨組非線形解析結果の比較により、以下のことが確認された。

- ・2次元骨組解析において、高架橋柱に剛結しない充填杭を有する基礎スラブのモデル化は、水平抵抗ばね・水平抵抗力を設定したバイリニア型のばねとして全体高架橋モデルに設置すると実験結果と良好な整合を示す。
- ・フーチングに近接して充填杭が存在する場合、フーチング前面の水平抵抗ばねおよび水平抵抗力を低下させる必要がある。

参考文献

1) 西脇，藤原，渡邊，野澤：基礎スラブを活用した耐震補強工法に関する実験的研究，第 41 回地盤工学研究発表会（鹿児島），2006 年 7 月，pp1337-1338。

2) 西脇，藤原，渡邊，渡邊：高架橋基礎に近接する杭の干渉効果に関する実験的研究，第 42 回地盤工学研究発表会（名古屋），2007 年 7 月，（投稿中）

3) 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物：（財）鉄道総合技術研究所，丸善，1997 年 4 月

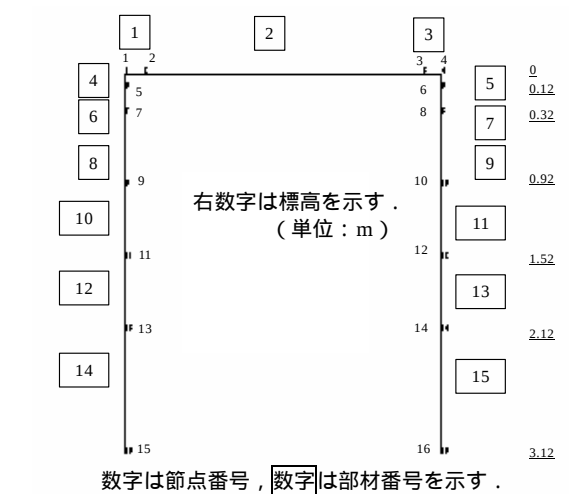


図 - 3 基礎スラブ・充填杭フレーム図

表 - 2 全体フレーム解析諸元

	梁部材	柱部材	杭部材	フーチング部材
部材番号(図参照)	2	6,7,8,9	14,15,16, 17,18,19	10,11,12,13
断面2次モーメント (m ⁴)	0.166	0.0022	0.00135	3.2
断面積 (m ²)	0.9	0.336	0.18	5.76
荷重条件[分布] (kN/m)	416.2	11.7	5.7	248.1

表 - 3 基礎スラブ・充填杭フレーム解析諸元

	スラブ部材	杭部材
部材番号(図参照)	2	6 ~ 15
断面2次モーメント (m ⁴)	0.0041	0.0012
断面積 (m ²)	0.864	0.212
荷重条件[分布] (kN/m)	32.3	1.9

表 - 4 解析地盤バネ一覧

	柱部材	杭部材	フーチング部材
水平バネ値	13460 kN/m ²	22848 kN/m ²	152344 kN/m (104672 kN/m)
水平バネ上限値	0.0 ~ 115.7 kN/m	133.3 ~ 573.6 kN/m	372.7kN (84.4kN)
鉛直バネ値	-	24192kN/m	314016kN/m
鉛直バネ上限値	-	252.0kN	3942.8kN
周面摩擦バネ値	-	23405kN/m 60480kN/m	-
周面摩擦バネ上限値	-	116.1kN 300.0kN	-

フーチング部材 水平バネ値欄の()内は底面を示す。
杭部材 周面摩擦欄の上段・下段は、杭部材節点の上下を示す

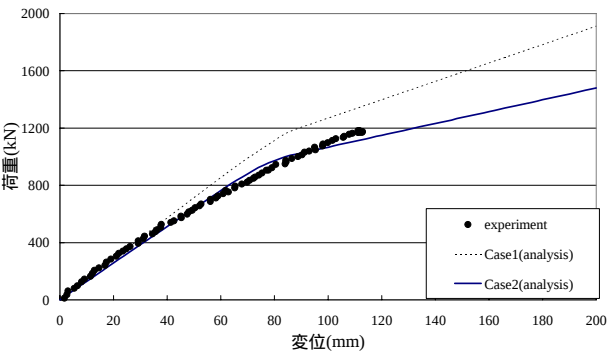


図 - 4 実験・解析 荷重変位比較図