

合成フーチングの力学性状に関する解析的研究

(株)銭高組 正会員 ○田 福勝
 (株)銭高組 正会員 原田尚幸
 松尾橋梁(株) 正会員 大畑和夫
 (独)土木研究所 正会員 竹口昌弘

1. はじめに

これまで著者らは、鋼・コンクリートサンドイッチ構造の合成フーチングに関する実験的研究を行ってきた^{1, 2)}。しかし、合成フーチング内部の鋼板やコンクリートの挙動などをより詳しく把握するためには、3次元非線形FEM解析などによる検討が不可欠であると考えられる。そこで、既往の実験結果^{1, 2)}に対し、3次元非線形解析を行い、合成フーチング内部の応力状態などを明らかにした。

2. 解析概要

解析対象はせん断補強鋼板の配置をパラメーターとしたF-1、F-2の2体の試験体である。試験体寸法を図-1に示す。材料の力学特性値などを表-1に示す。

2.1 解析モデル

解析モデルを図-2に示す。対称性により、解析には1/2モデルを用いた。コンクリートはソリッド要素、鋼板はシェル要素を用いた。フーチング上面から500mm以上の橋脚柱は梁要素を用いた。鋼板とコンクリートの接触面での剥離、滑りの現象を界面要素により表現する。

2.2 材料の構成則と特性

コンクリートはDrucker-Pragerの降伏条件を適用し、圧縮側および引張側のコンクリートに非線形特性を考慮した応力-ひずみ軟化曲線を用いた。また、コンクリートのひび割れ挙動は分布ひび割れモデルで模擬した。

鋼板の降伏条件はVon Mises降伏条件を、非線形特性は引張試験から得られた応力-ひずみ関係を用いた。

3. 解析結果と実験結果の比較

解析および実験による水平荷重の作用位置における荷重-変位曲線を図-3に示す。フーチング上下面鋼板の初降伏は荷重方向のひずみが 1700μ （材料試験値）に達した時とする。図から分かるように、初期剛性、上下面鋼板の初降伏荷重とも、解析結果は実験結果をよく評価している。しかし、荷重の増大に伴って、解析結果は実験結果を過大評価している傾向が見られる。解析結果を調べることにより、解析終了時点で橋脚柱前面におけるフーチング圧縮域のコンクリートの最小主ひずみが 17000μ に達して

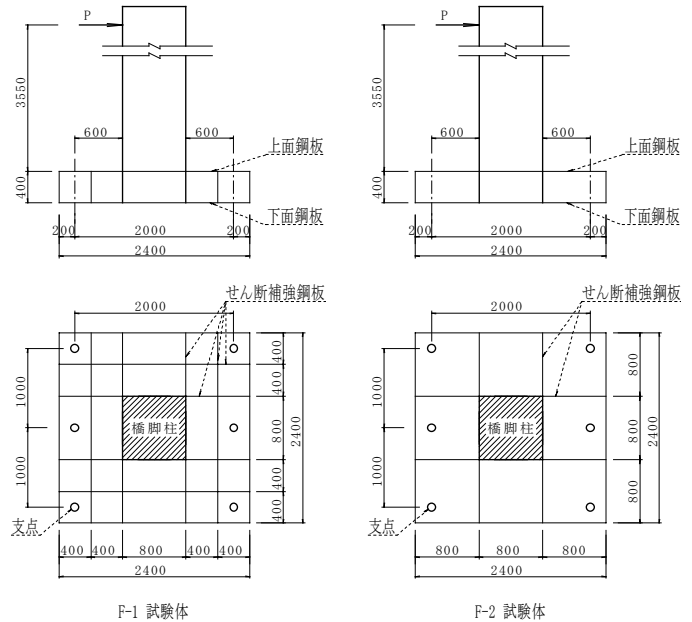


図-1 試験体寸法図

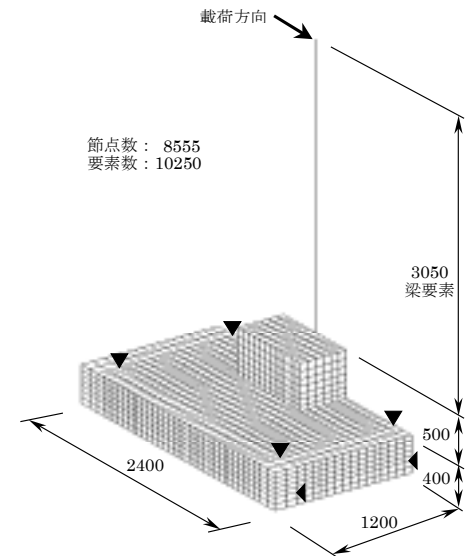


図-2 解析モデル

キーワード：合成フーチング，3次元非線形FEM解析，最大主ひずみ，最小主ひずみ

連絡先：〒163-1011 東京都新宿区西新宿3-7-1 新宿パークタワー24F TEL03-5323-3861 FAX03-5323-3860

表-1 試験体一覧

試験体名	s/d	a/d	t ₁ (mm)	t ₂ (mm)	f _{sy} (MPa)	E _s (MPa)	f _c ' (MPa)	E _c (MPa)
F-1	1.0	1.5	3.2	3.2	350	214000	32.9	18640
F-2	2.0						29.0	17110

注：s：せん断補強鋼板間隔；d：合成フーチング断面高さ；
t₁、t₂：それぞれ上下面鋼板、せん断補強鋼板の板厚；
a：橋脚前面から杭位置までの距離（せん断スパン）

表-2 解析結果と実験結果の比較

試験体名	F-1			F-2		
	①解析値	②実験値	①/②	①解析値	②実験値	①/②
上面鋼板初降伏荷重(kN)	410.6	504.1	0.81	412.4	399.2	1.03
下面鋼板初降伏荷重(kN)	604.2	702.4	0.86	568.2	580.0	0.98
最大荷重(kN)	1267.0	1144.4	1.11	1152.9	1064.9	1.08

いることが分かった。鋼板の降伏領域の拡大に伴い、圧縮域のコンクリートが過大な圧縮ひずみに到達したことにより、フーチングの耐力が低下し始め、この時点で解析が終了したと考えられる。解析結果と実験結果との比較を表-2に示す。表-2から、耐力については、解析結果は実験結果をよく評価していることが分かる。また、解析終了時点での、F-1 試験体の上面鋼板の橋脚柱前面断面における載荷方向ひずみ分布を図-4に示す。図から、解析による降伏幅は実験による降伏幅とほぼ同じであることが分かった。

最大荷重時のコンクリート最大主ひずみベクトルを図-5(a)に示す、図から、フーチング内のコンクリートの応力伝達が図-5(b)に示すトラス機構の圧縮斜材であると判断できる。これは実験結果を分析した結果とよく一致している²⁾。

4. まとめ

3次元非線形FEM解析により、合成フーチングの実験結果を概ね評価することができた。また、合成フーチング内部のコンクリートの応力伝達がトラス機構の圧縮斜材であることが明らかになった。今後は最大荷重時以降の挙動について検討を続けていきたいと考えている。

なお、本検討は「交差点立体化の路上工事短縮技術の開発」に関する共同研究（土木研究所、銭高組、松尾橋梁）で実施したものである。

【参考文献】

- 1) 田福勝, 福井次郎, 竹口昌弘, 大畑和夫：合成フーチングの曲げに対する有効幅に関する実験的研究, CS2-038 土木学会 第60回年次学術講演会, 平成17年9月.
- 2) 田福勝, 原田尚幸, 大畑和夫, 竹口昌弘：正負交番繰り返し荷重を受ける合成フーチングの力学性状に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.52A, 2006.3

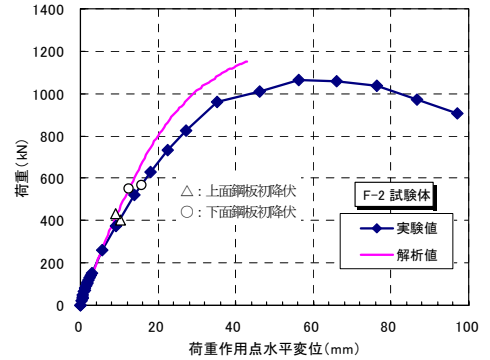
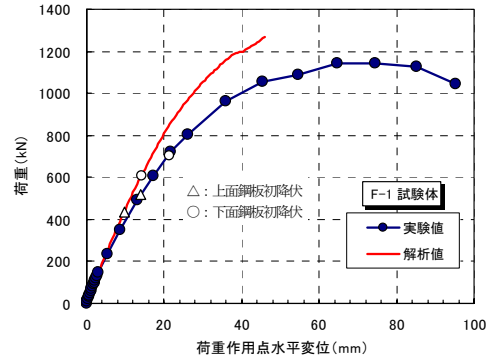


図-3 荷重-変位曲線

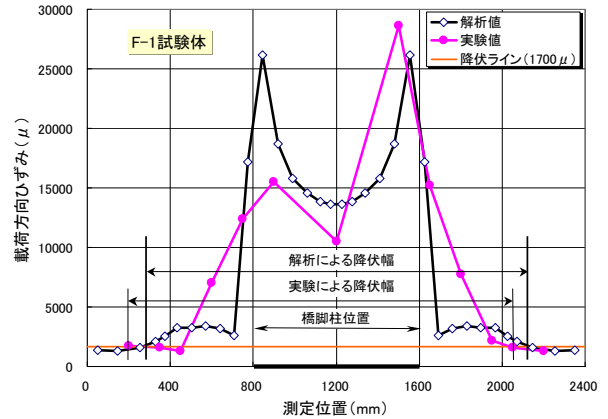


図-4 上面鋼板の載荷方向ひずみ分布

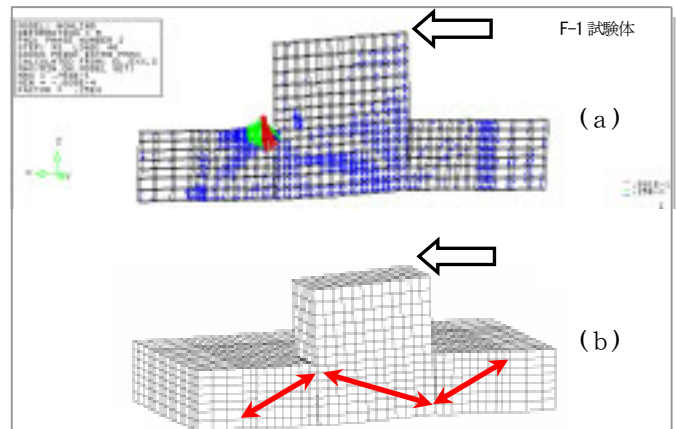


図-5 コンクリートの最大主ひずみコンター