

板橋・熊野町ジャンクション間拡幅改良における合成構造フーチングの橋軸方向載荷実験

首都高速道路(株) 正会員 伊原 茂 首都高速道路(株) 中野博文
 (株)大林組 正会員 ○天野寿宣 (株)大林組 正会員 仲田宇史

1. はじめに

首都高速中央環状線の板橋・熊野町ジャンクション間拡幅改良工事では、高架下の幹線道路への影響を少なくするため、既設橋脚の前後に鋼製橋脚 2 基を新設し、支点を受替えた後に既設橋脚の横梁と柱を撤去できる図-1 のサンドイッチ工法が導入されている。また、鋼製橋脚と新設フーチングの結合部にアンカーフレーム機能の代替となる鋼製格子部材を用いた、合成構造フーチングが採用されている(図-1)。この結合構造は前例がなく、耐荷性能および破壊過程が明らかではないため、実験および解析を行った。

本稿では、合成構造フーチングの耐荷性能確認を目的とした橋軸方向載荷実験と 3 次元非線形 FEM 解析の結果について報告する。

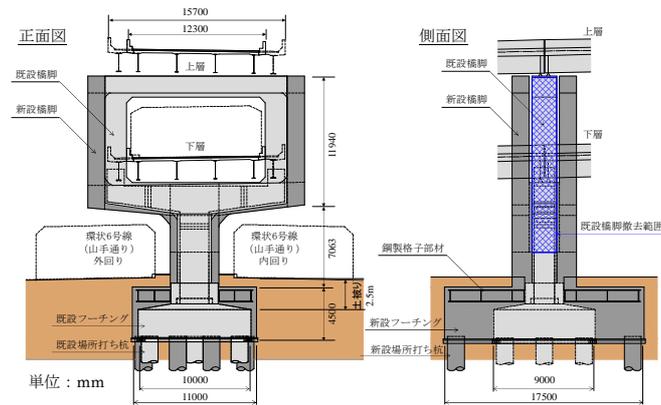


図-1 サンドイッチ工法および合成構造フーチング

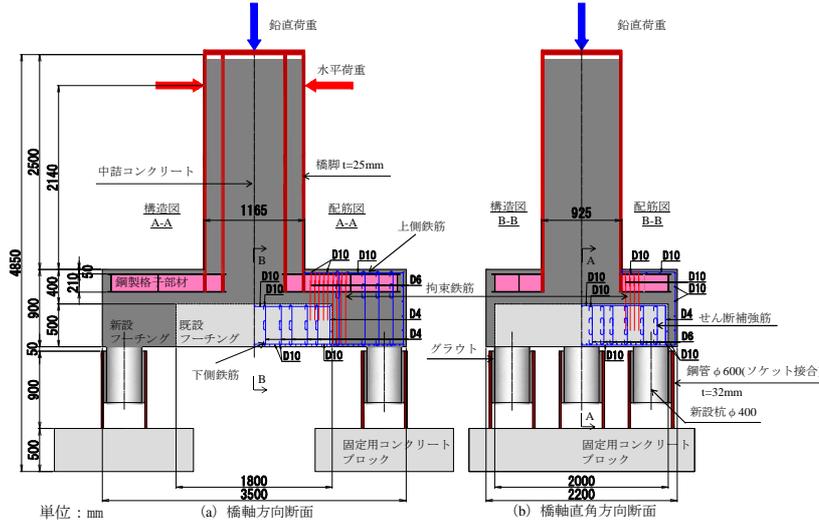


図-2 試験体構造図および配筋図

2. 実験概要

(1) 試験体

試験体は載荷装置の能力に合わせて実構造物の 1/5 モデルとした。図-2 に試験体構造図および配筋図を示す。鋼製格子部材は荷重分配性を考慮して平面的に大きくし、かつ剛性の大きい構造となるようにしている。これを既設フーチング上に設置し、新設部のコンクリート打設により埋設することで一体化を図った。鋼製格子部材の埋設前の設置状況を写真-1 に示す。

拘束鉄筋は鋼製格子部材の浮き上がりを抑制するため、鋼製格子部材と上側鉄筋を取り囲む形で配置した。

(2) 載荷方法

水平荷重は実構造物の動的解析によるレベル 2 地震時の橋脚基部応答値に基づいて $P_{L2}=850kN$ と定め、 P_{L2} の 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 倍を正負交番で 3 回ずつ載荷した後、片側への単調載荷を行って最終破壊形態を確認した。

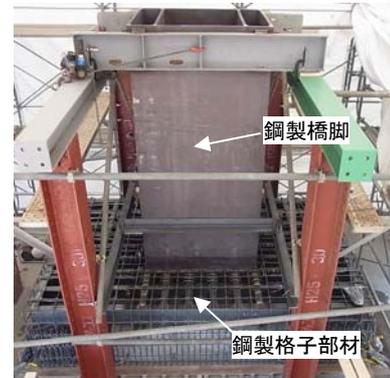


写真-1 鋼製格子部材の設置状況



写真-2 拘束鉄筋の配置状況

キーワード：合成構造, 鋼製格子部材, 載荷実験, 3次元非線形 FEM 解析

連絡先：(株)大林組 橋梁技術部 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 Tel: 03-5769-1306, Fax: 03-5769-1979

3. 非線形 FEM 解析

合成構造フーチングの各部材の降伏発生順序および耐荷機構の究明を目的として、FINAL（解析コード）を用いた 3 次元非線形 FEM 解析を行った。解析モデルの寸法、載荷位置は実験の試験体と同様とし、対称性を考慮して 1/2 モデルとした（図-3）。載荷方法は片側単調載荷とし、境界条件は杭下端を完全固定とした。

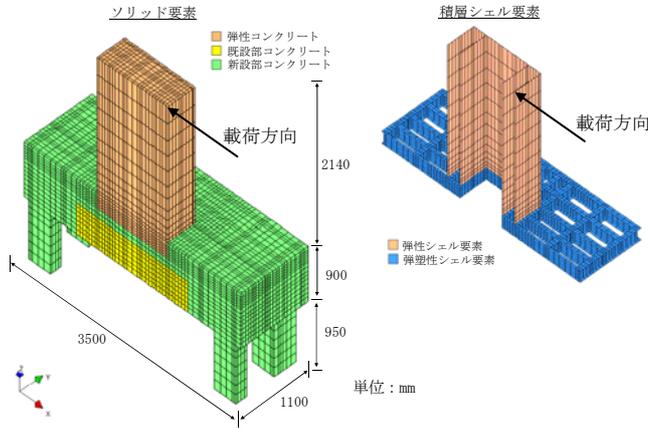


図-3 解析モデル

4. 実験および解析結果

図-4 に正負交番載荷時における荷重－変位関係を示す。変位は載荷点とフーチング下端の相対水平変位である。正負交番載荷終了時における残留変位は約0.1mmと小さく、弾性挙動を示していた。

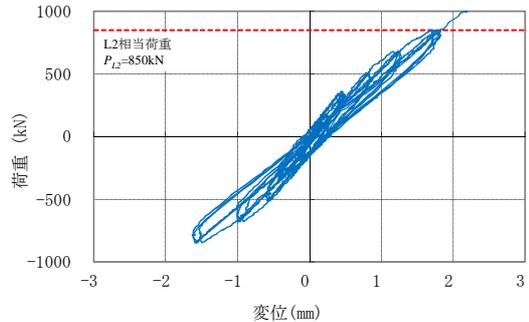


図-4 荷重－変位関係（正負交番載荷）

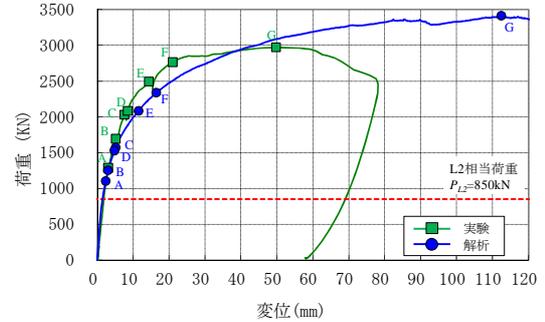


図-5 荷重－変位関係（片側単調載荷）

表-1 各部位の初降伏荷重(グラフのA～G点と対応)

	イベント	荷重(kN)	
		実験	解析
A	既設部拘束鉄筋初降伏	1286	1102
B	上側鉄筋初降伏	1692	1251
C	(引抜側) 上フランジ初降伏	2028	1569
D	新設部拘束鉄筋初降伏	2083	1526
E	(引抜側) 下フランジ初降伏	2491	2081
F	(押込側) 下フランジ初降伏	2762	2335
G	最大荷重	2967	3408

図-5 に実験と解析における片側単調載荷時の荷重－変位関係を示す。実験では、押込側下フランジの初降伏（図中 F 点）以降、全体剛性は急激に低下し、荷重増加はほとんど見られないことから、押込側下フランジ初降伏が最大耐力に及ぼす影響は大きいと考えられる。なお、荷重は $P_{L2}=850kN$ の約 3.5 倍である 2,967kN で最大となり、その後、低下したため実験を終了した。

表-1 に各部位の初降伏荷重値を示す。実験での各部位の初降伏は、既設部拘束鉄筋、フーチング上側鉄筋、引抜側上フランジ、新設部拘束鉄筋、引抜側下フランジ、押込側下フランジの順に発生した。実験と解析で初降伏順序を比較すると、押込み側下フランジの初降伏（図中 F 点）までの現象は、荷重値は異なるものの、変位およびイベント発生順序はほぼ一致しており、概ね実験結果を再現できた。図-6, 7 に実験の最大荷重時におけるフーチング上面の鉛直変位と、これに対応する解析での鋼製格子部材の変形図を示す。これにより、フーチング上面の変形は鋼製格子部材の浮き上がりに起因していることが推察される。

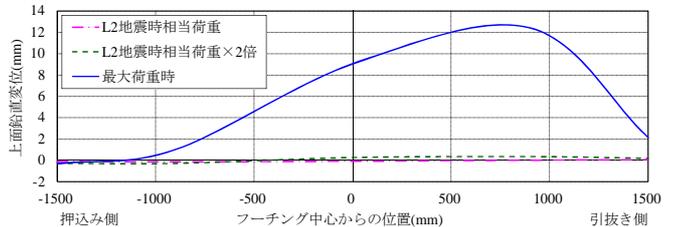


図-6 フーチング上面の鉛直変位（実験）

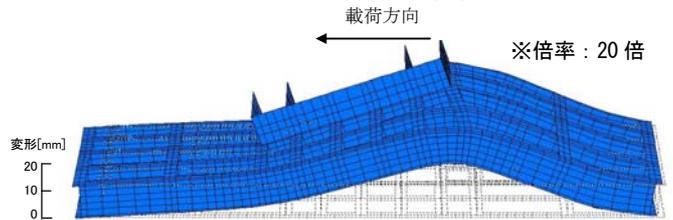


図-7 鋼製格子部材の変形図（解析：最大荷重時）

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 実験での最大荷重は 2,967kN であり、レベル 2 地震時相当荷重 850kN の約 3.5 倍の耐力を保有していた。
- 2) 実験により合成構造フーチングは押込み側下フランジの降伏後に急激に剛性低下することを確認した。
- 3) 3次元非線形 FEM 解析により実験における各部位の挙動を定性的に表現することができた。