

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直角方向載荷実験

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 齋藤 隆 (株)大林組 正会員 天野寿宣

1. はじめに

現在、首都高速道路では中央環状線の機能強化として、板橋・熊野町ジャンクション間の拡幅工事に着手している。既設高架橋はラケット型の SRC 橋脚で支持されたダブルデッキ構造である。供用下における工事のため、図-1 に示すように、既設橋脚前後に新設鋼製橋脚を構築した後に既設橋脚を撤去するサンドイッチ工法を採用している。また、幹線道路下には新設鋼製橋脚を支持するアンカーフレームの設置空間がなく、代替機能を有する構造が必要であった。そこで、既設フーチングに鋼製橋脚基部と剛結した鋼製格子部材を埋設した新設フーチングを一体化させた合成構造フーチングを開発し、その耐荷性能を検証するため、橋軸及び橋軸直角方向の載荷実験を行った。本稿では耐荷性能が低い橋軸直角方向の実験・解析結果について報告する。

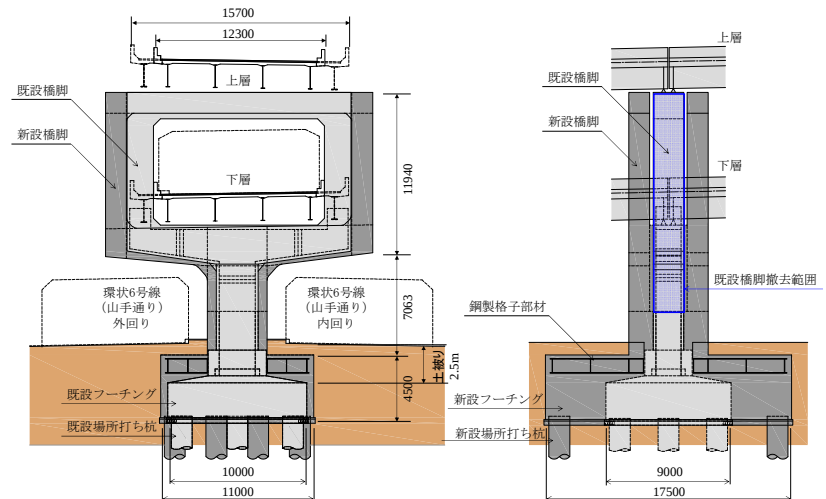


図-1 サンドイッチ工法及び合成構造フーチング

2. 実験概要

試験体は、実構造物の 1/5 モデルとした。ただし、橋脚及び新設杭はフーチングよりも先行して降伏しないように設計した。また、実構造物では既設杭がレベル 2 地震時にせん断破壊するため、既設杭のモデル化を行わなかった。図-2 に試験体構造図を示す。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き $P_{L2}=810\text{kN}$ と定め、 P_{L2} の 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 倍を正負交番で 3 回ずつ載荷した後に、片側への単調載荷を行い最終破壊形態の確認を行った。

3. 非線形 FEM 解析

各構成要素の降伏順序及び荷重－変位関係を究明するために、3次元非線形 FEM 解析（解析コード:FINAL）を行った。解析モデルを図-3 に示す。モデル寸法、載荷位置は実験の試験体と同様とし、片側に単調載荷させた。モデルは、1/2 モデルとした。鋼製格子部材はシェル要素、コンクリートはソリッド要素とし、拘束鉄筋及び主鉄筋は埋込み鉄筋によりモデル化した。鋼製格子部材とコンクリートの境界は、圧縮力は伝達するが、引張力は伝達しない条件とした。

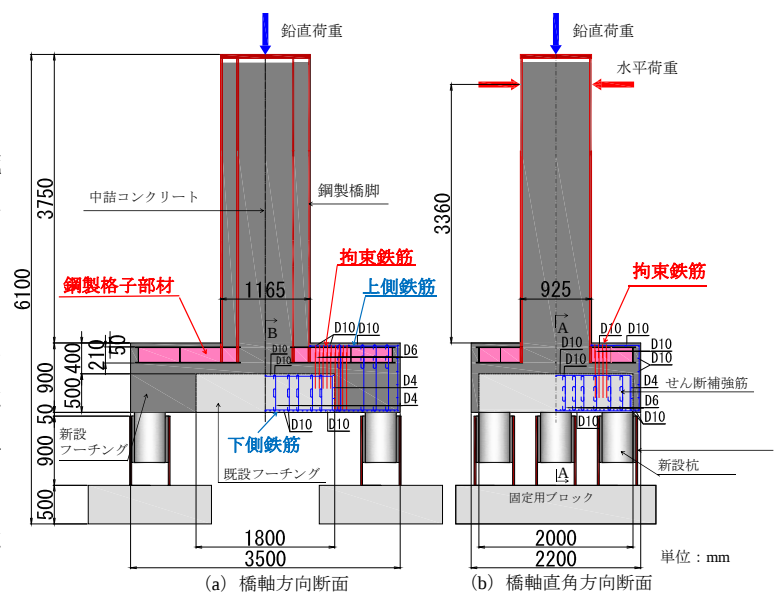


図-2 試験体構造図

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 〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1 首都高速道路(株) 建設事業部構造設計室 TEL 03-3539-9556

4. 実験及び解析結果

図-4 は正負交番載荷実験の荷重－変位関係を示しており、レベル2 地震時相当荷重までは、残留変位は約 1.0mm と小さく弾性挙動を示していることが確認された。図-5 に実験と解析における片側単調載荷の荷重－変位関係を示す。表-1 に各部材の初降伏荷重値を示す。各部材の初降伏は、既設部拘束鉄筋、フーチング上側鉄筋、引抜側上フランジ、押込側下フランジ、新設部拘束鉄筋、引抜側下フランジの順序で発生した。引抜側下フランジの初降伏以降、全体剛性は低下し、荷重増加はほとんど見られないことから、引抜側下フランジの初降伏が最大耐力に及ぼす影響が大きいと考えられる。なお、荷重は $P_{L2}=810\text{kN}$ の約 2 倍である 1,557kN で最大となり、その後、低下したため実験を終了した。

一方、解析では各部材の初降伏の順序は押込側下フランジ (D 点) と引抜側新設部拘束鉄筋 (E 点) 以外において実験と同じであった。図-6 は最大荷重時の鋼製格子部材の応力・変形状態を示しており、これにより、最大荷重時における鋼製格子部材の降伏範囲の全体的な広がり及びねじれ現象が見受けられる。

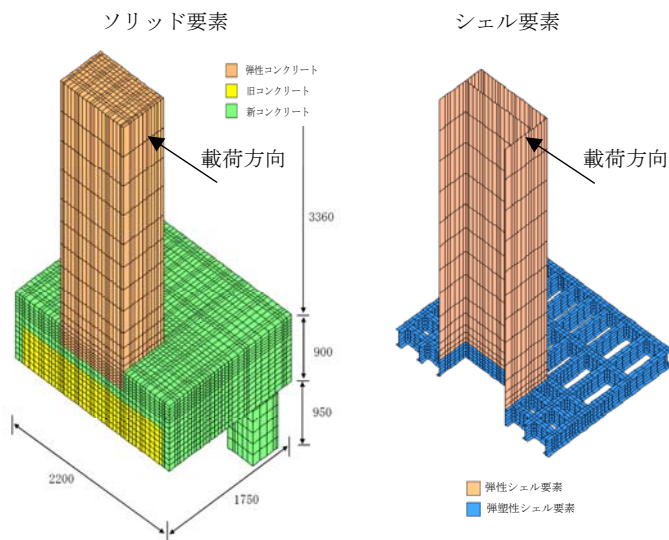


図-3 解析モデル

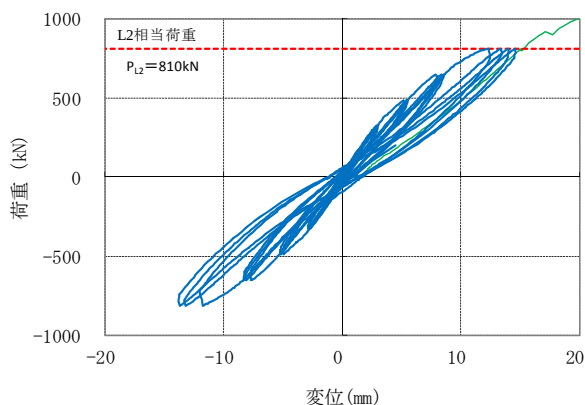


図-4 荷重－変位関係（正負交番載荷実験）

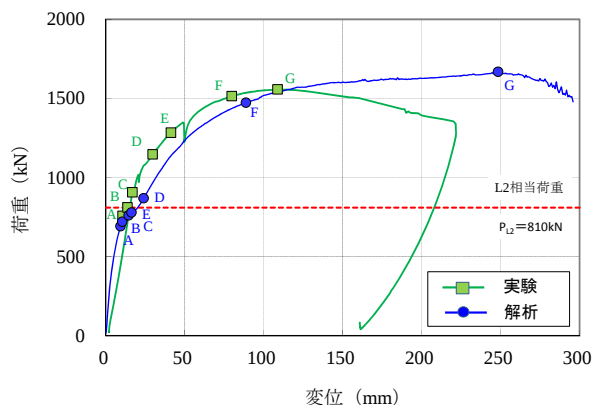


図-5 荷重－変位関係（片側単調載荷）

表-1 各部材の初降伏荷重			
	イベント	荷重 (kN)	
		実験	解析
A	(引抜側) 既設部拘束鉄筋初降伏	757	692
B	(引抜側) 上側鉄筋初降伏	811	720
C	(引抜側) 上フランジ初降伏	906	761
D	(押込側) 下フランジ初降伏	1146	869
E	(引抜側) 新設部拘束鉄筋初降伏	1283	779
F	(引抜側) 下フランジ初降伏	1514	1473
G	最大荷重	1557	1668

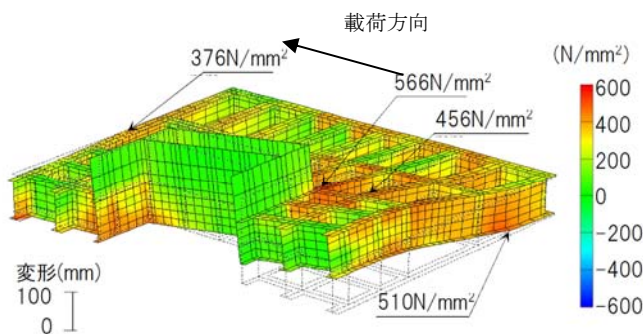


図-6 鋼製格子部材の応力・変形図（最大荷重時）

5. まとめ

本研究により得られた知見は以下のとおりである。

- 1) 実験における最大荷重は 1,557kN であり、レベル2 地震時相当荷重 810kN の約 2 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引抜側下フランジ降伏後に急激に剛性低下することが確認できた。
- 3) 3次元非線形 FEM 解析により、実験における各部材の挙動が定性的に把握することができた。