

III-482 川崎航路トンネルにおける複合連壁基礎の継手に関する室内載荷試験と解析 — その2 コンクリートひびわれ解析によるシミュレーション

首都高速道路公団 湾岸線建設局 正会員 新津 敬治
首都高速道路公団 湾岸線建設局 正会員 櫻井 裕一
大成・前田・間組・飛島・五洋・佐藤 ○正会員 清水 徹
川崎航路トンネル共同企業体

1. まえがき

本報は、前報（その1）の結果を、2次元有限要素法による材料の非線形性を考慮したコンクリートひびわれ解析を行いシミュレートした結果を報告するものである。

2. ひびわれ解析シミュレーション

(1) シミュレーションケース

前報において3ケースの載荷試験を行ったが、シミュレーションはこのうち静的載荷試験を行った2ケース（Case-1, Case-3）について行う。

(2) 解析条件

解析メッシュ図を図-1に、解析条件一覧を表-1に示す。

(3) シミュレーション結果

Case-3のシミュレーションの結果、鉄筋とコンクリートの付着特性は完全ボンドでひびわれ強度（引張強度 σ_t ）は

$$\sigma_t = 35 \text{ kgf/cm}^2 = 0.1 \sigma_c$$

となり、圧縮強度の10%程度となる図-5にCase-3の鉄筋降伏荷重用時におけるクラック状況の比較を示す。図-5に示すように試験値と解析値は概ね一致しており荷重→頭部変位関係等もよくシミュレーションできた。

表-1 解析条件

項 目	予 法
解析プログラム	ひびわれ解析用 FEM7094「ASTEA」
マトリックス解法	Skyline 法
非線形解法	Newton-Raphson 法
要 素	平面応力要素
コンクリートモデル	応力～ひずみ関係 弾塑性（骨格曲線はトリップ図-2参照）
破壊条件	Drucker-Prager
ひびわれモデル	分布ひびわれモデル
ひびわれ後のせん断特性	Al-Mahaidiによるせん断剛性低減
鉄筋	要 素 線要素
鉄筋～コンクリートとの付着特性	弾塑性（骨格曲線はトリップ図-3参照）
コンクリートとの付着特性	パラメーターとする。
鋼板	要 素 線要素
鋼板～コンクリートとの付着特性	弾塑性（骨格曲線はトリップ図-3参照）
コンクリートとの付着特性	パラメーターとする。
ジョイント部	要 素 線要素
ジョイント部～コンクリートとの付着特性	弾塑性（骨格曲線はトリップ図-4参照）
コンクリートとの付着特性	パラメーターとする。

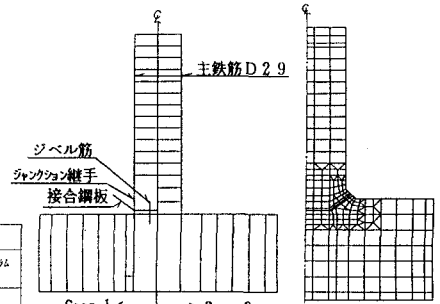


図-1 解析メッシュ図

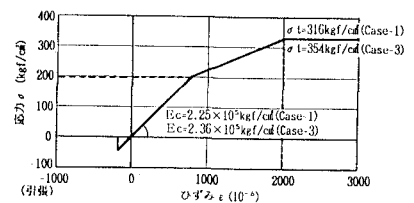


図-2 コンクリートの応力～ひずみ関係図

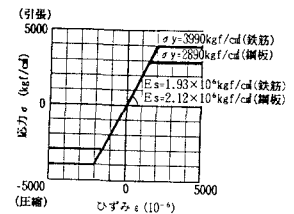


図-3 鉄筋・鋼板の応力～ひずみ関係図

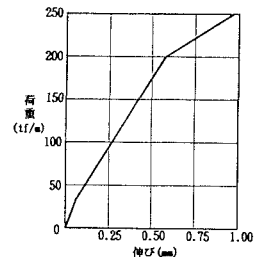


図-4 ジョイント部
荷重～のび関係図

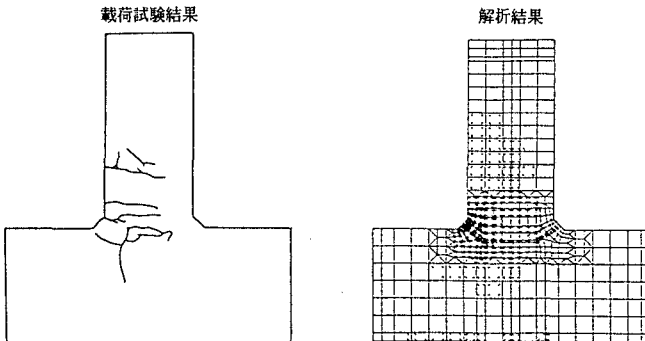


図-5 鉄筋降伏時クラック図 (Case-3)

次に、Case-1において鉄筋とコンクリートの付着特性は完全ボンドとし、 $\sigma_t = 0.1 \sigma_c = 32 \text{ kgf/cm}^2$ として鋼板・ジャンクション継手部の付着特性をパラメータに μ としてシミュレーションを行う。その結果鋼板とコンクリートとの間の付着特性は図-6に示す剥離バネ要素を用いると試験値をよくシミュレートすることができた。ただし、ジベル筋、補強筋位置ではずれや伸びに抵抗するものとして完全ボンドにした。図-7に頭部変位～載荷重関係図、図-8に連壁部鉛直主鉄筋のひずみ～載荷重関係図、図-9に鉄筋降伏時クラック図を示す。

これらより、解析値は試験値とはほぼ一致しており、Case-1とCase-3の差もそれほどないことが解析からも判明した。

また図-10に示す鉄筋降伏時主応力図から、連壁部の杭部との境界付近の応力状態は単なる梁の曲げとせん断から算定できる応力状態ではなく複雑になっていることがわかる。

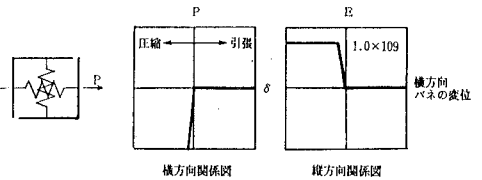


図-6 剥離バネ要素特性図

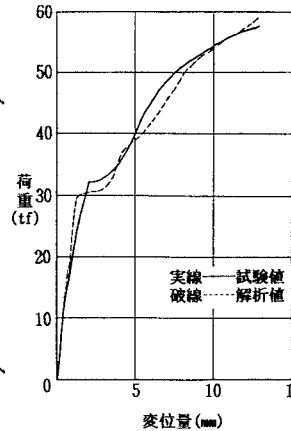


図-7 頭部変位～載荷重関係図 (Case-1)

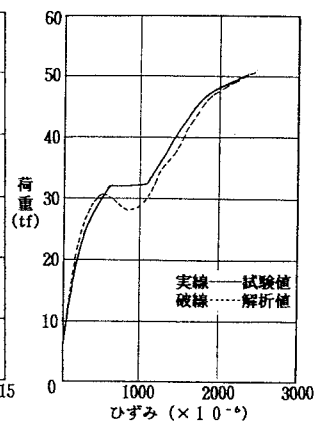


図-8 主鉄筋ひずみ～載荷重関係図 (Case-1)

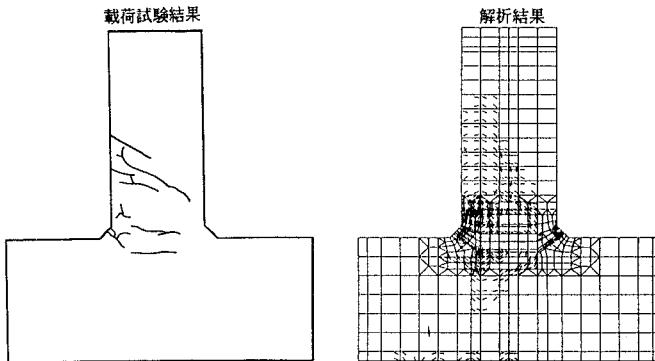


図-9 鉄筋降伏時クラック図 (Case-1)

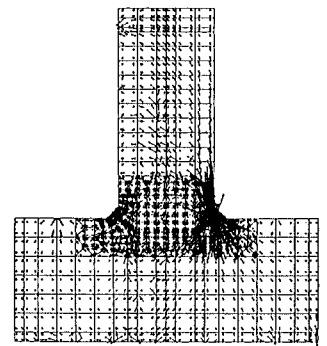


図-10 鉄筋降伏時主応力図 (Case-1)

3. まとめ

- (1) ジャンクション継手を用いた複合連壁基礎は、杭部と連壁部は完全に剛結されることが解析的にも確認できた。
- (2) 今回用いたFEMひびわれ解析は、連壁部の杭部との境界付近のコンクリートの複雑な応力状態やクラック状況を再現し、複合連壁基礎のような比較的複雑なRC構造物の実挙動のシミュレーションや予測に有効であると考えられる。
- (3) 今回のシミュレーションにおいてはジャンクション継手部の荷重～伸び特性は気中の単純引張実験のものを採用したが、ジャンクション継手がコンクリート中に埋め込まれた場合この特性は改善される可能性がある。今後はこの特性を定量的に把握してゆきたい。

4. 参考文献

- 1) 内藤, 坂手, 小野, 津田; 「地中連続壁基礎における剛結継手に関する実験的研究-その4」, 土木学会第43回年次学術講演会 (1988年10月)