

V-273 一本杭に支持されたフーチングの引き抜き挙動に関する有限要素解析

東電設計 正会員 安 雪暉
 東電設計 正会員 齋藤 修一
 東電設計 正会員 松島 学
 東京電力 正会員 小宮山茂樹

1. はじめに

送電用鉄塔基礎は4本杭によって支持されたフーチングに鉄塔脚の先端にアンカーを配置して定着していた。しかし、鉄塔に生じる荷重が小さい場合、1本杭で支持しても支持力が十分であることが多い。1本杭の直上にフーチングを設けた場合の破壊メカニズムを明らかにするために模型実験を実施し、破壊モードはせん断破壊であることを確認した。本研究は1本杭基礎に支持されるフーチングの引抜き耐力の評価を行うために、図1(a)の試験体を対象にCOM3¹⁾による3次元FEM解析による実験のシミュレーションを行ったものである。

2. 解析モデル

模型実験を行った1本杭基礎の形状と解析モデルを図1に示す。解析モデルは対称性を考慮して図1(b)のように1/4モデルとした。脚材は鋼材要素、その他のコンクリート部は鉄筋コンクリート要素を用いた。鉄筋の配筋位置の関係を考慮して7層に分割した。1層あたりの要素数は75要素であり、7層としているため $7 \times 75 = 525$ 要素とした。脚材(鋼管)とアンカーは弾性要素としたが、模型実験ではアンカーより下部の脚材とコンクリートの境界は発砲ウレタンを配して付着を切っているため同じ効果を表すために非常に剛性の小さい弾性要素とした。拘束は杭の主鉄筋位置と引張破壊をさけるために配置した斜めの鉄筋すべてをZ方向に拘束した。主鉄筋の配置されている要素は鉄筋位置の上下に分布させて配筋し、斜めの鉄筋はX,Y,Z方向のそれぞれに鉄筋比として考慮した。

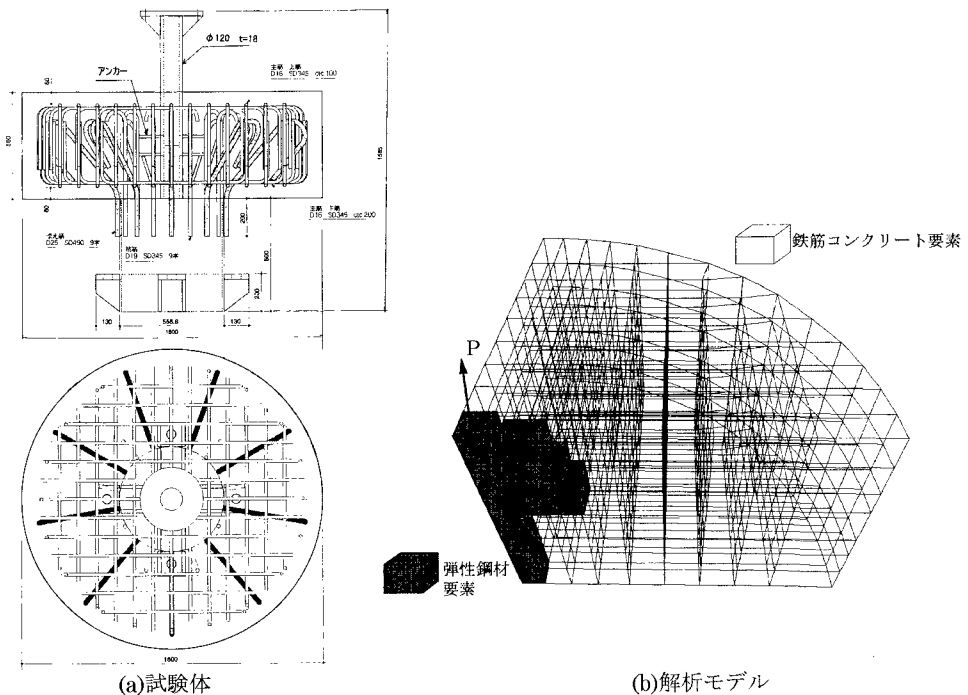


図1 試験体と解析モデル(1/4モデル)

キーワード: FEM 解析、せん断、いかり材定着

〒110 台東区東上野 3-3-3 TEL03-5818-7605 FAX03-5818-7608

3. 解析結果

載荷荷重と脚材の抜け出し量を図2に示す。抜け出し量は載荷点の脚材（中央一番上）と最下部のコンクリート要素（脚材の外側）の相対変位とした。最大荷重は $P_{cal}=228\text{tf}$ となっており、ほぼ模型実験の最大荷重 $P_u=215\text{tf}$ と一致した。

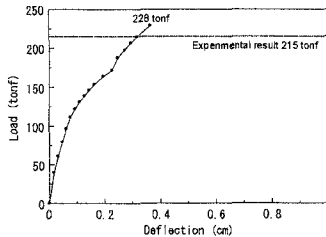


図2 荷重－変位関係

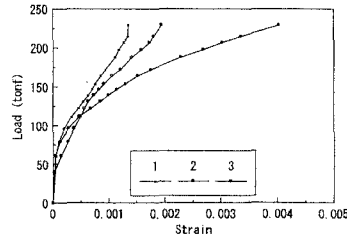
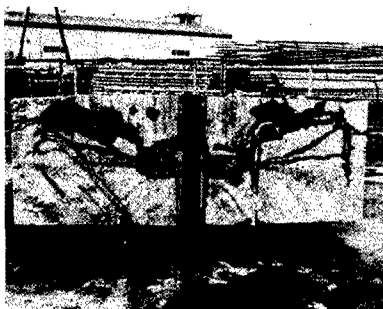


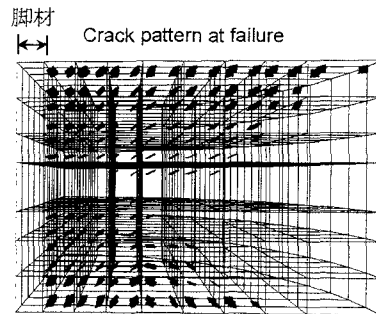
図3 荷重－せん断補強筋ひずみ

荷重とせん断補強筋の関係を図3に示す。図に見られるようにアンカーのすぐ脇のせん断補強筋(2の位置)が最大荷重時に降伏した様子が分かる。この結果から、せん断破壊したと判断した。

実験と解析で得られたひび割れ図を図4に示す。脚材部とコンクリート部が連続体になっている関係から脚材周辺にひび割れが多数発生しているが、脚材の先端から床板上面に向かってせん断ひび割れが発生していることがわかる。上面から見たひび割れ図では、同心円上のせん断ひび割れが発生し、さらに脚材からコンクリートの側面に向かう放射状の割裂ひび割れが発生しており、破壊モードが模型実験の結果とほぼ一致したことがわかる。



(a) 対称面から見たひび割れ（実験）



(b) 対称面から見たひび割れ（解析）

図4 ひび割れ図

4. まとめ

円形の試験体を対象に3次元有限要素解析によって解析を実施し、モデル化を適切に行うとシミュレーションできることがわかった。特に、割裂ひび割れ・せん断ひび割れが実験結果と同様の結果となり精度良くシミュレートできたことがわかる。しかし、脚材とコンクリートを連続体としてモデル化したため、実際応力状態とは異なった挙動を表している。両者の最大耐力がほぼ一致しており、破壊モードも一致していることから脚材近傍のコンクリート要素は破壊したため、最大耐力にはあまり影響しなかったと考えることができる。今後はこの結果を踏まえてモデル化方法の検討を行うことが必要である。

[謝辞]本解析において指導をいただいた東京大学岡村教授、前川教授に厚く感謝致します。

参考文献

- 1) Maekawa K., Irawan P. and Okamura H. (1997) Path-Dependent Three-dimensional Constitutive Laws of Reinforced Concrete - Formulation and Experimental Verifications -, **Journal of Structural Engineering and Mechanics** (Appearing).