

CFT 柱の埋込み方式における接合構造の検討

東日本高速道路(株) 正会員 ○村西 信哉, 渡部 真理
(株)ドーユー大地 正会員 武 伸明, 小山 雅己

1. 概要

現在建設計画中の京葉道路 鬼高パーキングエリア(仮称)は千葉県市川市に位置し、上層部分をパーキングエリア駐車場とする橋梁構造物である(図1, 図2)。本橋梁はCFT(Concrete-Filled Steel Tube)柱橋脚を採用した。CFT柱は鋼管にコンクリートを充填させた構造で、コンファインド効果により圧縮耐力、曲げ耐力、部材変形性能の向上が期待できる複合部材である。また、多柱列式の鋼管橋脚であり基数が多いことから、施工工程の簡素化を図るため、定着方式は一般的に採用されるアンカーフレーム方式ではなく、柱の断面力を支圧により単純に基礎構造に伝達する埋込み方式(図3)を採用した。また複合構造標準示方書¹⁾(以下、示方書)の構造細目に従い、鋼管とフーチングコンクリートの接合部のずれ止め方式は頭付きスタッドを用いた。

埋込み方式は鉄道分野で実績があるものの、道路橋としての実績は乏しいため、構造諸元は実験で確認された範囲に制約される。そこで、埋込み定着部コンクリートの支圧応力の照査、レベル2地震時の安全性の確認等を目的として、FEM解析を実施した。また、正負交番載荷実験を行い定着部周辺における耐荷性能及び終局時の破壊形態を確認した。この実験の詳細については、別報「CFT柱埋込み式橋脚における異種部材接合部の正負交番載荷実験」にて報告する。

2. 埋込み方式接合構造の照査

1) 解析条件

解析対象は橋脚柱1本とフーチング(4.5m×9.0m)を対象とし、3次元要素で構成した(図4)。異種部材定着部となる鋼管とコンクリートの接触条件に着目して、解析は2ケース実施するものとした。ケース1は、示方書の構造に従い埋込み部の鋼管とコンクリートとの付着は考慮しない構造、ケース2は、示方書の構造細目で示されるスタッドの付着効果を検証するため鋼管側面にスタッドを30本配置し、軸方向力に抵抗する構造とした。示方書の照査手法により応力値を算出し各ケースの応力分布状況を確認し比較検討を行った。

鋼管とフーチングコンクリートの定着部に配置したスタッドはせん断力のみ作用するバネ要素とした。拘束条件としては、スタッドによる接合部はスタッドのせん断変形によるずれ量を考慮した非線形バネ要素、ベースプレートとフーチングコンクリートの接合部は圧縮側のみ有効となる線形バネ要素とした。フーチング側面は自由とし、フーチング基部は杭と地盤側面の抵抗を考慮し線形バネ要素とした。材料定数は、鋼材のヤング

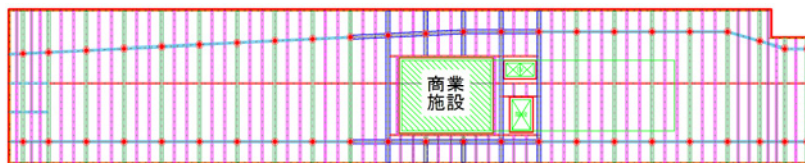


図1 鬼高パーキングエリア橋 平面図

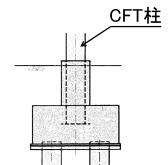


図3 埋込み方式

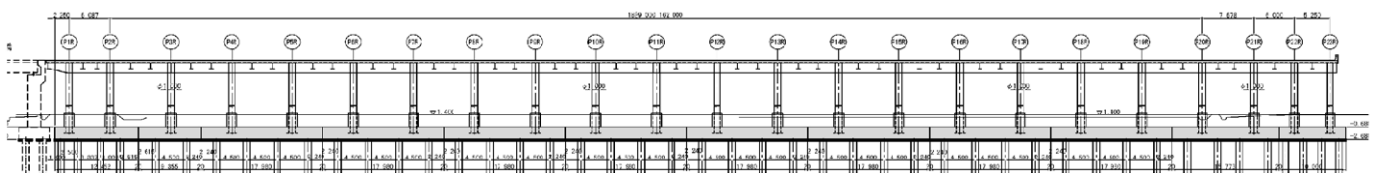


図2 鬼高パーキングエリア橋 構造一般図

キーワード CFT柱, 埋込み式定着, 異種部材接合部, スタッド, FEM解析

連絡先 〒110-0014 東京都台東区北上野 1-10-14 住友不動産上野ビル5号館 TEL03-5828-8723

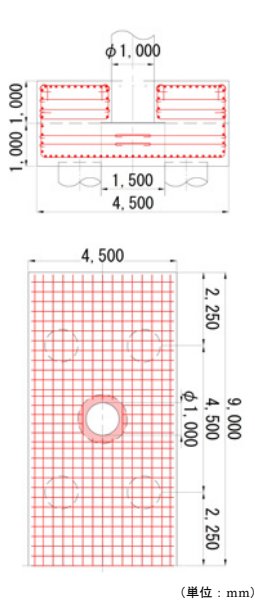


図4 解析対象

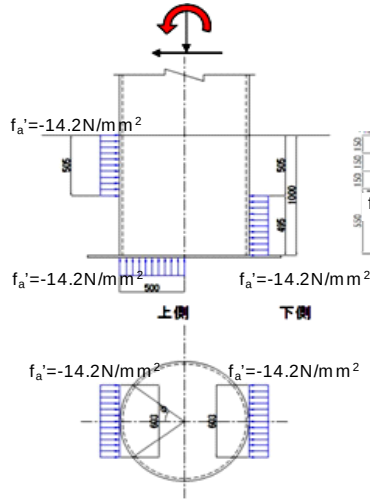
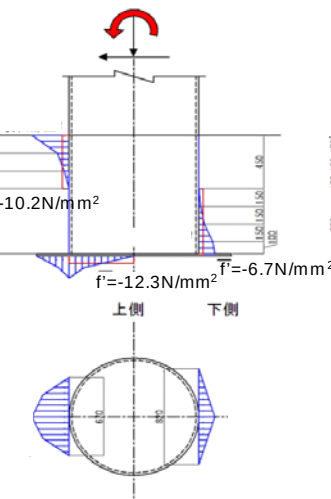
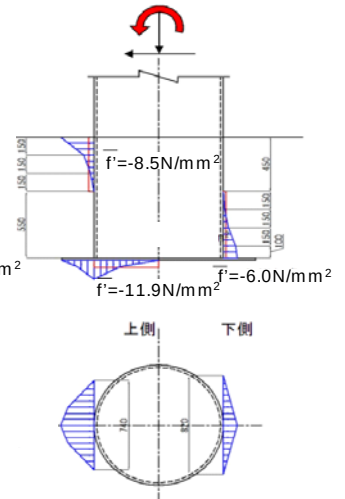


図5 示方書モデル

図6 ケース1：FEM解析
(スタッド無し)図7 ケース2：FEM解析
(スタッド30本配置)

係数は 200kN/mm^2 ，コンクリートは 28kN/mm^2 とした．接合部の断面破壊に対する照査は，曲げモーメント，軸方向力，せん断力に対して行うものとした．

2) 解析結果

図5に示方書「13.4.2 断面破壊に対する照査」に準拠して応力値を算出した結果を示す．また，図6，図7にスタッド無し，スタッド30本配置としたFEM解析の結果を示す．フーチング上面，鋼管側面およびベースプレート下面に発生する支圧応力は，ケース1よりケース2の方が小さくなる結果となった．応力分布状況は図9及び図10のとおりである．このことから，スタッド配置により応力が分散し支圧応力を低減させる傾向が確認できた．なお，参考にスタッド60本配置のケースも別途確認した．その結果，スタッド本数を増やすことでフーチング上面に発生する圧縮応力がより分散される傾向が確認できたものの，応力値で4%程度の差であったため，施工性を考慮しスタッド30本を採用することとした．また，レベル2地震時の支圧応力を比較した結果，いずれのケースでも平均支圧応力はコンクリート設計強度の 30N/mm^2 以下で示方書モデルと同様の応力分布をしており，レベル2地震時の耐荷性能に問題ないことを確認した．今回，鋼管の埋込み深さは $1.0D$ (D は CFT 柱直径) としているが，埋込み深さは妥当であったと考えられる．

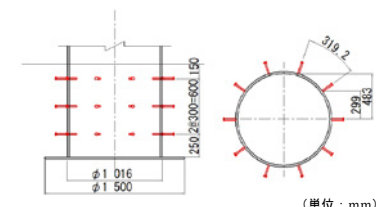


図8 スタッドの配置 (ケース2)

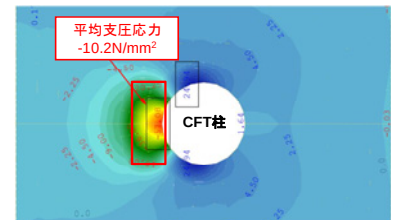


図9 ケース1 応力分布状況

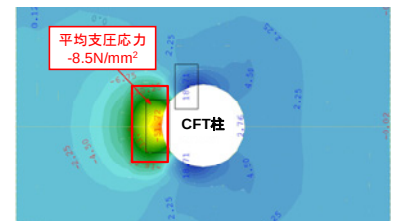


図10 ケース2 応力分布状況

3. まとめ

鬼高パーキングエリア駐車場橋は CFT 柱の埋込み方式を採用し，また示方書の構造細目に従いスタッド設置によりフーチングコンクリートと接合させる構造とした．FEM 解析を行った結果，スタッド配置により応力分散が確認され，支圧応力を低減させる傾向が確認できた．また，埋込み定着部のレベル2地震時の耐荷性能について問題がないことが確認できた．

参考文献

- 1) 複合構造標準示方書，土木学会，2009
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説（鋼とコンクリートの複合構造物），丸善，2002