

橋脚フーチングに対し増厚補強した新旧コンクリートの一体化に関する解析的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○森田 遼 藤代 勝 藤本達貴
東日本高速道路(株) 川島亜登夢 奈良貞桜人
(株)HRC 研究所 正会員 阿部淳一

1. はじめに

本検討の対象工事は、供用後 35 年が経過した連続高架橋の大規模更新を行うものである。近接する鋼桁区間で床版取替えを実施する際の車線運用のために、上下線を一体化する計画に対し、下部工に新設橋脚を追加し、増杭および基礎フーチングを一体化することが必要となった。補強イメージを図-1 に示す。橋脚基礎の耐震補強設計では、フーチングを塑性化させないために、鉄筋応力度を降伏以内に抑える必要があり、既設構造の部材厚で満足しない場合は、負曲げに対して上面側に増厚を行い、既設の下縁鉄筋に対し有効高さを確保して鉄筋応力度を抑制する増厚補強が必要となる。フーチング増厚部では、フーチングに作用する曲げに対し、抵抗断面として新旧コンクリートの一体性の確保が重要であり、さらに本検討対象区域では、用地制約により基礎の拡幅形状が限られていたため、増厚フーチングの厚さが大きくなり、フーチングの確実な一体化により増厚フーチング上部が橋脚基部となることを確認する必要があった。したがって、3 次元非線形有限要素解析^{1),2)}により、増厚したフーチングに地震力が作用した場合の挙動を確認し、新旧コンクリート間を一体化するための配筋量を検討した。

2. 解析条件

本検討で用いた 3 次元解析モデルを図-2 に、解析モデルの条件設定を表-1 に示す。新旧コンクリートの境界面には、軸方向鉄筋の抜け出し、めり込み、ひび割れ面のせん断ずれ、および、鉄筋のダウエル作用を模擬する RC ジョイント要素を設けた。また、解析ステップは、自重および桁反力 (5749.1kN) を橋脚頂部に载荷後、増厚したフーチングに収縮ひずみ (150×10^{-6}) を与え、その後水平変位を正負交番载荷した。

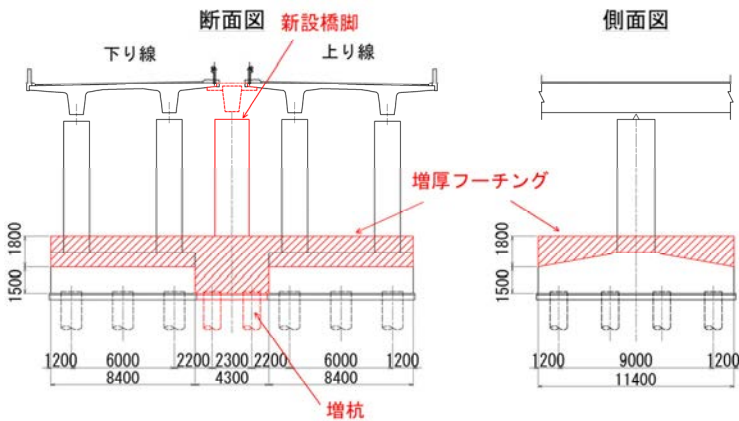


図-1 基礎の補強イメージ

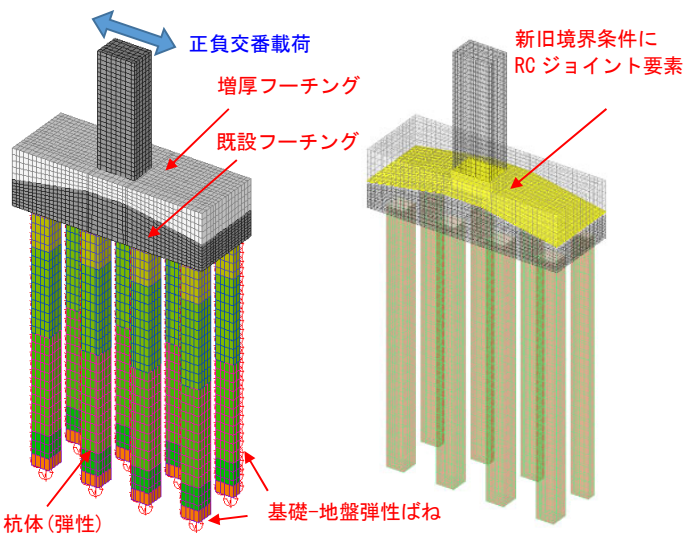


図-2 解析モデル図

表-1 解析モデルの条件設定

項目	条件設定
要素	ソリッド
材料構成則	岡村・前川らの手法 ³⁾
新旧コンクリート境界面	RCジョイント要素
杭体	断面二次モーメントが実断面と等価となる矩形断面モデル (弾性)
基礎-地盤	自由端を拘束した弾性ばね (杭の側面と先端)

キーワード フーチング, 増厚補強, 3 次元非線形有限要素解析
連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株)土木設計本部 TEL 03-5544-1111

3. 検討ケース

既設フーチングと増厚フーチングの境界に配置する鉄筋を解析パラメータとして検討を実施した。検討ケースを表-2に示す。CASE0は既設フーチングと増厚フーチングを一体として構築したモデルで、CASE1はフーチング端部のみにアンカー鉄筋として鉛直方向にD32を300mm間隔で配置したモデル、CASE2はフーチング上面全体にアンカー鉄筋を配置したモデルである。フーチングは水平鉄筋が橋軸、橋軸直角方向それぞれ150mm間隔で配置されているため、これと干渉しないようにアンカー鉄筋を配置するものとした。

表-2 検討ケース

ケース名	接合面鉄筋比	備考
	フーチング	
CASE0	-	新旧コンクリート結合
CASE1	-	フーチング端部のみ：D32@300
CASE2	0.563	フーチング上面全体：D25-300×300

4. 解析結果および考察

図-3に全検討ケースの変形図(3δ_y)および既設フーチング上下面の鉄筋応力度(2δ_y)を示す。なお、橋脚頂部の変位が、橋脚基部が降伏するときの橋脚頂部の水平変位δ_yのn倍となる時点(nδ_y)と表す。正負交番作用による橋脚の塑性化の進展に伴い、端部のみ鉛直方向の鉄筋を設けたCASE1では増厚フーチングの浮き上がりが生じた。したがって、端部のみにアンカー鉄筋を設けた場合、増厚フーチングと既設フーチングの一体性が確保されていない可能性がある。その根拠として、既設フーチング上面および下面の鉄筋応力度が新旧一体の場合と比較して大きくなっており、橋脚からの曲げが増厚フーチングに適切に伝達されず、設計上想定しているフーチング厚さ(有効高)を確保できていないことが考えられる。一方で、鉛直方向の鉄筋をフーチング全面に設けたCASE2では、増厚フーチングに過大な浮きやずれは生じなかった。

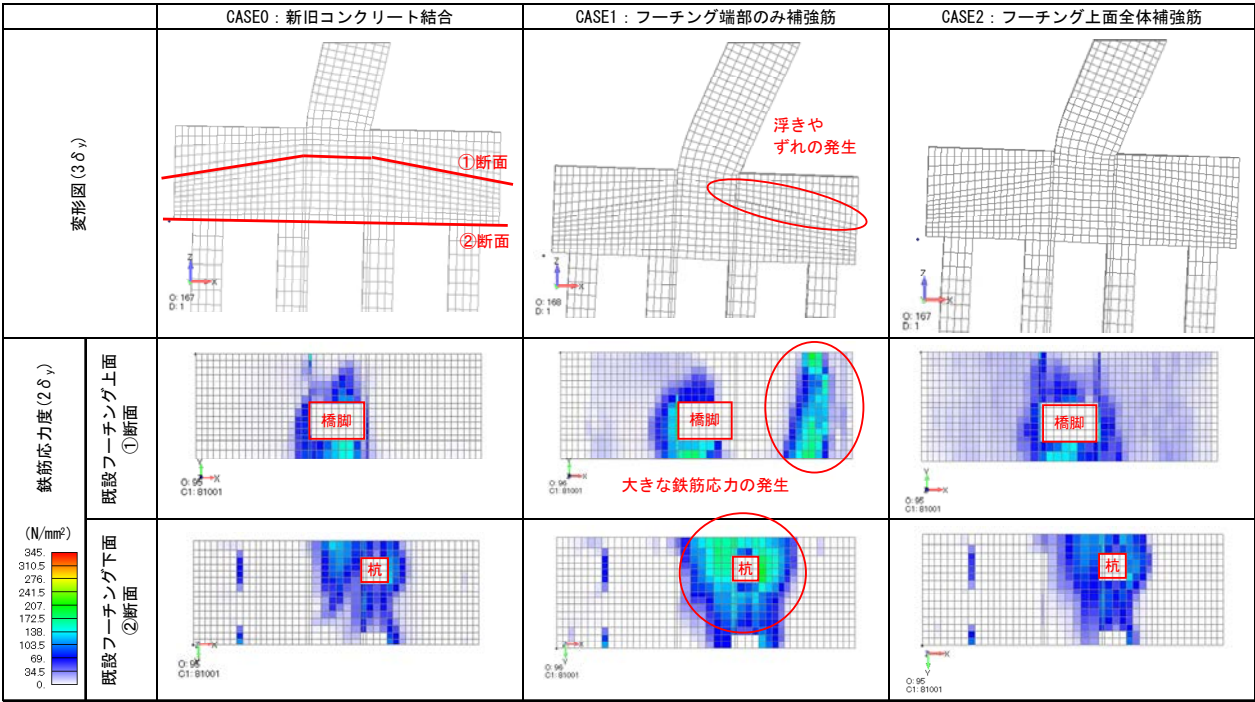


図-3 変形図(3δ_y)および既設フーチング上下面の鉄筋応力度(2δ_y)

5. まとめ

橋脚フーチングに対し増厚補強した新旧コンクリートの一体化に関して、3次元非線形有限要素解析を実施し、一体化するための配筋量を検討した。その結果、フーチング上面全体にアンカー鉄筋を配置することで既設フーチングと増厚部は一体化しているとみなせることを確認した。

参考文献

1) 土木学会：コンクリート標準示方書〔設計編〕，2012
2) 斎藤ら：土木学会コンクリート標準示方書に基づいた有限要素解析による性能照査とその高度化に向けた取り組み，コンクリート工学，Vol.54，No.3，pp.246-252，2016
3) 岡村甫，前川宏一：鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則 技報堂，1991.5