

せん断力に対する杭基礎フーチングの有効幅に関する一考察

(公財)鉄道総合技術研究所 ○正会員 田所敏弥 轟俊太郎 谷村幸裕
(独)鉄道・運輸機構 正会員 進藤良則 石井秀和 玉井真一

1. はじめに

杭基礎フーチングのせん断耐力は、RC梁の荷重試験よりもとめられたせん断強度に所定の有効幅を考慮することによって算定している^{1), 2)}。しかし、杭と橋脚前面の距離が小さいフーチングの有効幅に関しては、十分な検討が行われておらず、また、実験的検討から有効幅を直接的に評価することは、現状では困難である。そこで、本研究では、荷重試験において、測定が困難であるフーチング内の応力状態を3次元のFEM解析を用いて把握するとともに、せん断力に対する杭基礎フーチングの有効幅について検討した。

2. 杭基礎フーチングを対象としたFEM解析の概要

フーチング幅をパラメータとした縮小試験体による荷重試験^{3), 4)}を対象にFEM解析を行った。図1に試験体諸元の例を示す。解析モデルは、フーチングの対称性から図2に示すように1/4モデルとし、解析モデルにおける試験体幅は、300mm, 550mm, 800mmとした。また、コンクリートはソリッド要素、鉄筋は埋込み要素でモデル化し、コンクリートの圧縮モデルは、最大応力点までの硬化則と、最大応力点以降の軟化域で表される曲線からなるモデルを用い、引張モデルは引張軟化特性を考慮した。さらに、コンクリートのひび割れのモデル化は、分散ひび割れモデルを適用し、ひび割れ発生後のせん断伝達剛性は回転ひび割れモデルを用いた。

3. FEM解析によるフーチング内の応力状態の検討

解析によって得られたせん断力-変位関係を、試験結果とともに図3に示す。なお、杭を模擬した円形支点の変位は測定できないため、変位は、部材軸における試験体中央の変位と支点近傍の相対変位とし、解析においても、同位置の相対変位を示した。また、フーチング幅1600mmの試験は、既往の試験結果⁴⁾であるため、最大せん断力のみ示した。また、フーチングの側面および内部の最小主応力を図4~図6に示す。

図3より、本研究におけるFEM解析では、せん断力-変位関係およびせん断耐力を概ね再現できることがわかる。また、ひび割れ状況においても、例えば、底面において、図7(b)および図5(d)に示すように、荷重試験および解析において、支点から放射状のひび割れおよび応力の局所化領域が確認できる。

さらに、フーチング内において、FEM解析では上面から150mmの水平断面に応力が局所化している領域が確認できる。フーチング幅600mmの場合、図4(b)に示すように全幅において、応力が伝達されているが、一方、フーチング幅1100mm, 1600mmの場合、図5(b), 図6(b)に示すように、応力が伝達されている幅は、1000mm程度と全幅に達していないことがわかる。このように、せん断力に対して有効に抵抗する領域は、

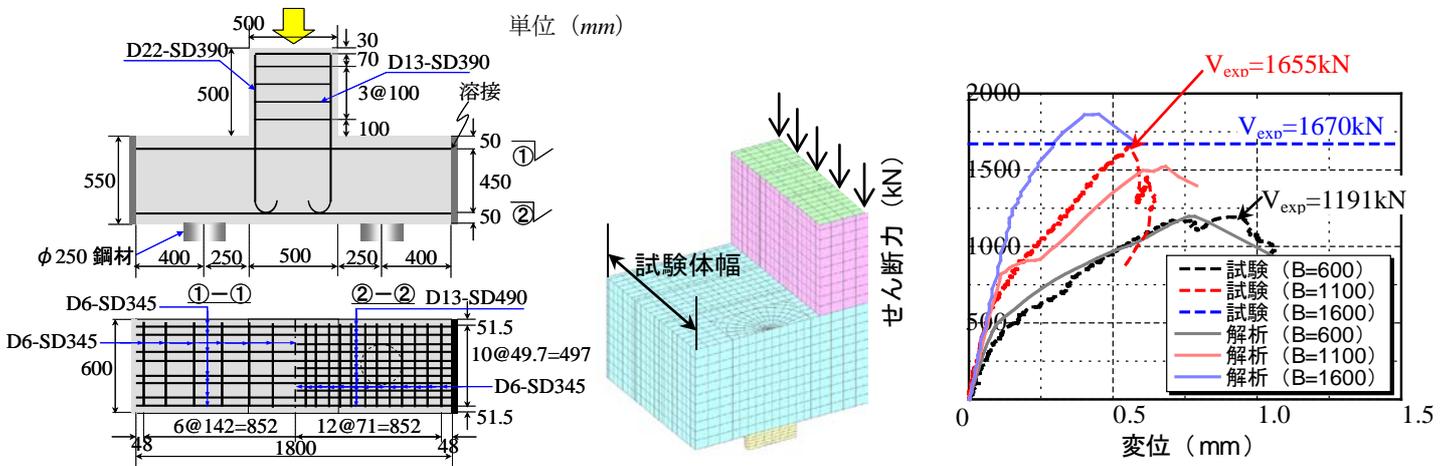


図1 試験体諸元の例 (B=600mm) 図2 解析モデル (1/4モデル) 図3 せん断力-変位関係

キーワード：フーチング，せん断耐力，FEM解析，有効幅

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL：(042)573-7281

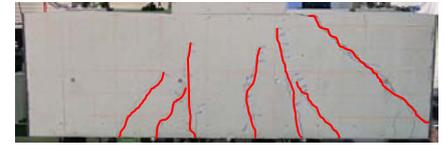
全幅ではなく、所定の幅を有していることを FEM 解析によって示すことができた。また、荷重試験においても、フーチング幅 1100mm, 1600mm の試験体では、せん断耐力に有意な差がないことから、本研究で対象とした試験体の場合、せん断力に対して有効に抵抗する領域は、1000mm 程度であると考えられる。

4. まとめ

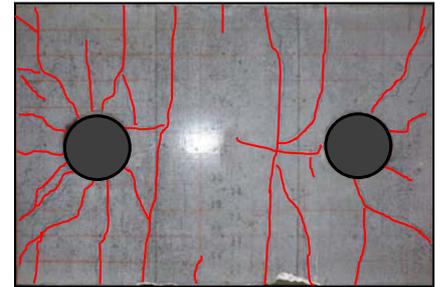
- (1) 荷重試験により得られたせん断耐力および試験体外面のひび割れ性状を FEM 解析によって、概ね再現できることから、FEM 解析は、フーチング内の応力状態の把握および有効幅の評価に有効な手法であると考えられる。
- (2) せん断力に対して有効に抵抗する領域を FEM 解析によって示すことができた。また、その領域は、荷重試験の結果から想定される幅と整合するものであった。

参考文献

- 1) (財) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 (コンクリート構造物), 丸善, 2007.
- 2) 谷村幸裕, 二羽淳一郎, 渡邊忠朋, 佐藤勉, 鈴木裕隆, 吉田幸司: スターラップを有する杭基礎フーチングのせん断耐力評価に関する研究, 土木学会論文集, No.795/V-68, pp.127-143I, 2005.
- 3) 進藤良則, 石井秀和, 玉井真一, 田所敏弥, 轟俊太郎, 谷村幸裕: 直接支持されたフーチングの有効幅がせん断耐力に与える影響について, 第 66 回年次学術講演会, 2011.
- 4) 石橋忠良, 松田好史, 斉藤啓一: 少数本のくいを用いたフーチングのせん断設計について, 土木学会論文集, 第 337 号, pp.197-204, 1983.

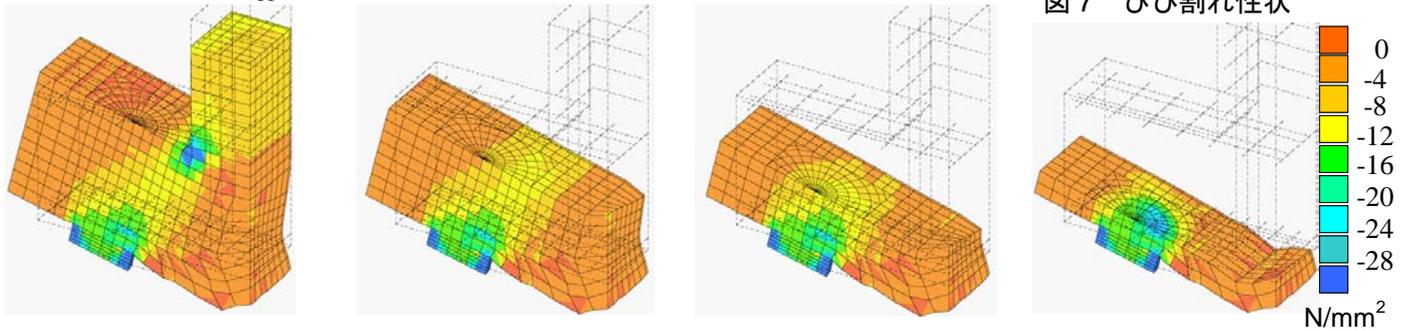


(a) 試験体側面



(b) 試験体底面

図 7 ひび割れ性状



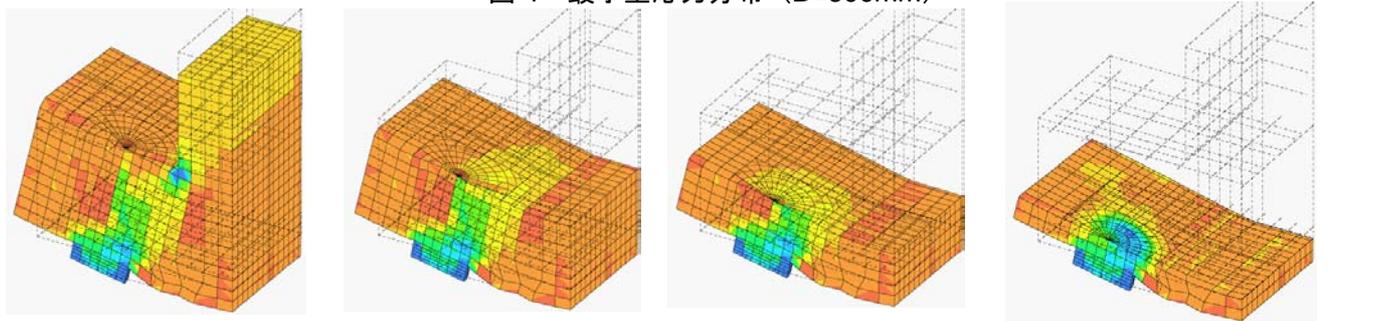
(a) 外側

(b) 上面から 150mm

(c) 上面から 250mm

(d) 上面から 450mm

図 4 最小主応力分布 (B=600mm)



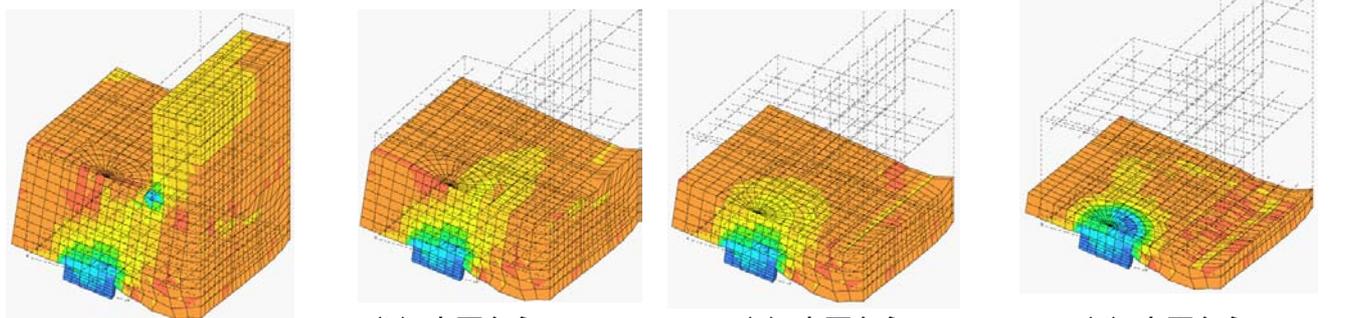
(a) 外側

(b) 上面から 150mm

(c) 上面から 250mm

(d) 上面から 450mm

図 5 最小主応力分布 (B=1100mm)



(a) 外側

(b) 上面から 150mm

(c) 上面から 250mm

(d) 上面から 450mm

図 6 最小主応力分布 (B=1600mm)