

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

(独)鉄道・運輸機構 正会員 ○進藤良則 石井秀和 玉井真一
 (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

1. はじめに

耐震設計において想定する地震力の増大にともない、杭基礎橋脚のフーチングは部材寸法および鉄筋量が増大傾向にあり、コストアップの要因となっている。フーチングの設計は杭反力に対して有効幅を有する梁部材とみなして行われているが、現行の設計法は、橋脚く体前面と杭中心との距離が小さい場合の有効幅の検討が不十分なため、せん断耐力が過小評価されるものと考えられている。本報告は、有効幅を合理的に算定するため、杭、フーチングおよびく体を模擬した試験体による荷重試験を実施し、せん断スパン比および有効幅がせん断耐力に与える影響について検討した結果について述べるものである。

2. 試験概要

2.1 荷重試験の目的

鉄道構造物等設計標準（コンクリート構造物）¹⁾ では杭基礎フーチングのせん断耐力は、既往の研究²⁾にしたがって式(1)より算定される(図-1参照)。

$$V_{fd} = [\beta_d + 4.2 \{ \sqrt{100 p_w} \cdot \{ 1.1 (a_1 + R/2) / d - 0.75 \} / \sqrt{f'_c} \}] \cdot \beta_p \cdot 5 / [1 + \{ 1.1 (a_1 - R/2) / d \}^2] \cdot f_{fd} \cdot b_e \cdot d \quad \dots (1)$$

ここに、 f'_c はコンクリートの圧縮強度(N/mm²)、 a_1 は杭中心から橋脚前面までの距離(mm)、 d は有効高さ(mm)、 R は杭径(mm)、 $b_e (=0.8a_1 + R)$ は有効幅(mm)、 p_w はせん断補強鉄筋比、 $f_{fd} = 0.19 \sqrt{f'_c}$ (N/mm²)である。

図-2は、せん断スパン比 a_1/d が V_{fd} に与える感度を分析した例である。 a_1/d が1.2以下では有効幅の影響が大きく V_{fd} は小さくなるが a_1/d が小さい領域を対象とした既往の研究はほとんどない。そこで、 a_1/d が小さい試験体による荷重試験を実施し、実際のせん断耐力について検討を行った。

2.2 試験体諸元

2.2.1 試験体の形状および諸元

試験体は a_1/d および試験体幅 B をパラメータとして3体を製作した。

表-1 試験体諸元

No.	f'_c (N/mm ²)	a_1 (mm)	d (mm)	a_1/d	B (mm)	H (mm)	L (mm)
1	28.1	125	500	0.25	1,100	550	1,550
2	28.3	250	500	0.50	600	550	1,800
3	28.4	250	500	0.50	1,100	550	1,800

表-1 に試験体の諸元、図-3 に試験体 No.1 の配筋を示す。

2.2.2 荷重方法

荷重方法は、杭を模擬した $\phi 250$ mm の円形鋼板の下面に回転支承を設置し、く体上面から静的な鉛直力を暫増荷重させた。荷重試験の状況を図-4 に示す。



図-4 荷重試験の状況

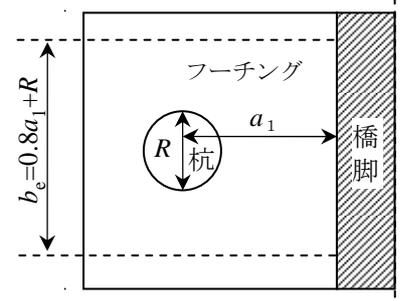


図-1 フーチングの有効幅

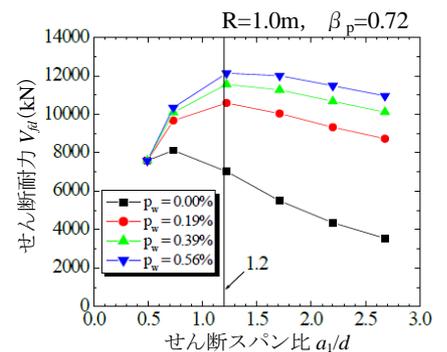


図-2 せん断耐力と a_1/d の関係

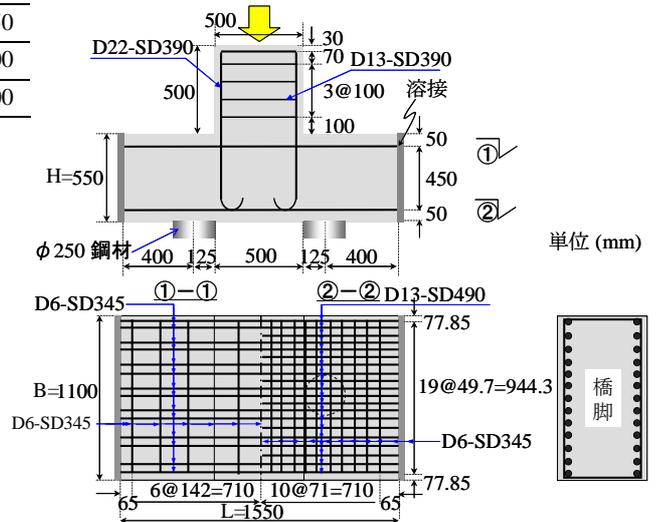


図-3 試験体の形状 (No. 1)

キーワード：せん断耐力、フーチング、杭基礎、直接支持、有効幅

連絡先：〒231-8315 横浜市中区本町6-50-1 TEL：045-222-9082 FAX：045-222-9102

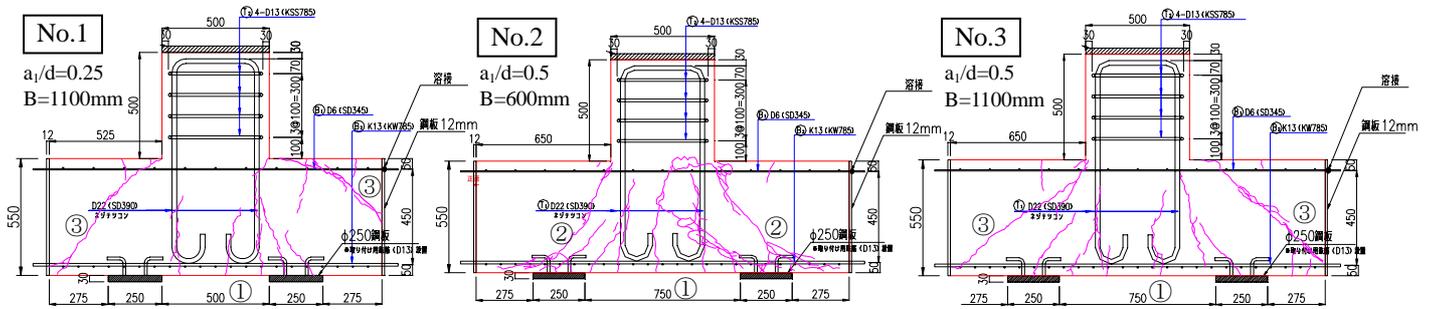


図-5 各試験体の最終ひび割れ状況

2.3. 試験結果

2.3.1 ひび割れおよび破壊状況

図-5, 図-6 に最終ひび割れ状況を示す. いずれの試験体も最初に曲げひび割れ(①)が発生した. No.1 と No.3 よりも試験体幅の狭い No.2 は, 最終的に支点と橋脚基部を結ぶ斜めひび割れ(②)が発生して荷重が低下した. No.1 と No.3 は, 支点と橋脚基部を結ぶ斜めひび割れは発生せず, 支点の外側に斜めひびわれ(③)が発生したのち荷重が低下した.

No.2 は試験体幅が単位幅相当であるため, 支点と橋脚基部を結ぶ斜めひび割れが発生したものと考えられる. 一方, No.1 と No.3 は, No.2 と同様に試験体内部では支点から橋脚基部に圧縮ストラットが形成されると考えられるが, 試験体幅が単位幅より広いため, 試験体側面において, 支点と橋脚基部を結ぶ斜めひび割れが確認できなかったと考えられる.

2.3.2 せん断力-鉛直変位の関係

図-7 にせん断力-鉛直変位の関係を示す. 試験体幅をパラメータとして No.2 と No.3 を比較すると, 試験体幅が広い No.3 の方が最大せん断力は大きかった. せん断スパン比をパラメータとして No.1 と No.3 を比較すると, せん断スパン比が小さい No.1 の方が最大せん断力は大きかった.

2.4 実験値と計算値の比較

表-2 に実験値 V_{exp} と計算値 V_{fd} の比較, 図-8 にせん断スパン比 $a_1/d = 0.5$ および 0.25 の場合の試験体幅 B と実験値 V_{exp} の関係を既往の研究³⁾を含めて示す. いずれも実験値が計算値を上回った. また, $a_1/d = 0.5$ の試験体で試験体幅を増加させた場合, V_{exp} には上限があることがわかった. なお, 図-8 の V_{exp} については材料強度を補正した後の値である.

3. まとめ

- 本研究における载荷試験の範囲で, 以下の知見を得ることができた.
- (1) 得られた最大せん断力は, 全ての試験体において現行の設計法で算定したせん断耐力よりも大きかった. また, $a_1/d = 0.25$ の試験体は, 計算結果と異なり, $a_1/d = 0.5$ の試験体よりも最大せん断力が大きかった.
 - (2) 試験体幅を増加させた場合の最大せん断力には上限があるが, 現行の設計法で算定した計算値よりも十分に大きいことから, 有効幅を大きく設定できる可能性があることがわかった.

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, 2007.4
- 2) 谷村幸裕, 二羽淳一郎他: 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.127-143, 2005.8
- 3) 石橋忠良, 松田好史他: 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, 1983.9

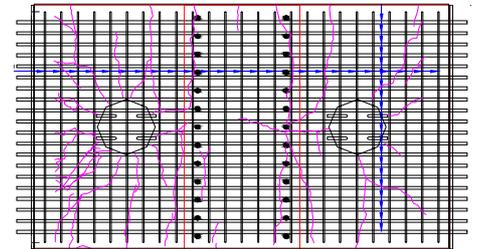


図-6 フーチング下面のひび割れ (No.3)

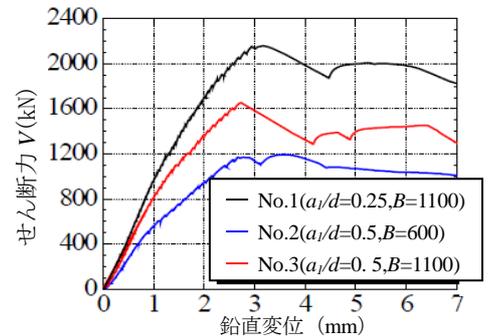


図-7 せん断力と鉛直変位の関係

表-2 実験値と計算値の比較

No.	V_{exp} (kN)	V_{fd} (kN)	V_{exp}/V_{fd}
No.1	2,159	884	2.44
No.2	1,191	1,057	1.12
No.3	1,655	1,052	1.57

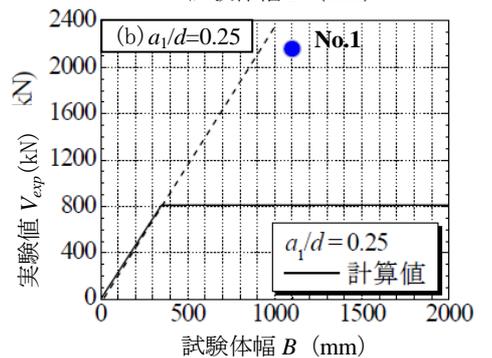
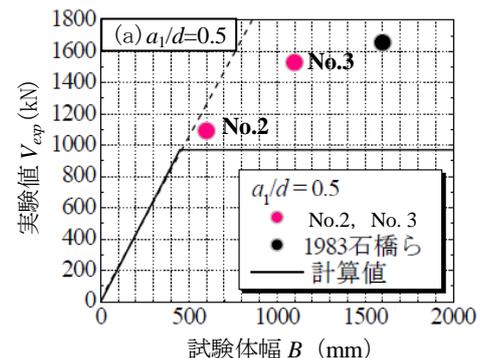


図-8 実験値と計算値の関係