

せん断スパン比の小さい杭基礎フーチングのせん断耐力に関する実験的検討

(独) 鉄道・運輸機構 ○正会員 下津達也 西恭彦 森野達也 玉井真一
(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 轟俊太郎 田所敏弥 西岡英俊 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の部材寸法や鉄筋量は増大する傾向にあり、建設費増大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。本研究では、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載荷試験を実施し、せん断スパン比、フーチング幅、有効高さ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 載荷試験の目的

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、式（1）により算定される（図1参照）。

$$V_{fd} = \{ \beta_d + \beta_w \} \beta_p \cdot 5 / (1 + 1.1 (a_1 - R/2) / d)^2 \cdot f_{td} \cdot b_e \cdot d \quad \cdots (1)$$

ここに a_1 は杭中心から橋脚前面までの距離（mm）、 R は杭径（mm）、 d は有効高さ（mm）、 $f_{td} = 0.19 \cdot \sqrt{f'_c}$ （N/mm²）、 f'_c はコンクリートの圧縮強度（N/mm²）、 $b_e (=0.8a_1 + R)$ は有効幅（mm）、である。図2に、せん断スパン比 a_1/d が V_{fd} に与える感度分析した結果を示す。 a_1/d が1.2以下では有効幅の影響が大きく V_{fd} 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載荷試験を実施し、せん断耐力に関する検討を行った。

2.2 試験体諸元

2.2.1 試験体の形状及び諸元

試験体は1/6縮小模型とし、せん断スパン比、有効高さ、フーチング幅をパラメータとし、表1に試験体の諸元、図3に試験体の形状を示す。また、載荷試験の状況を写真1に示す。なお、いずれもせん断補強鉄筋を配置していない。

表1 試験体諸元

No	a_1/d	a_1 (mm)	d (mm)	B (mm)	f'_c (N/mm ²)
1	0.25	125	500	1,100	28.1
2	0.25	125	500	1,600	32.8
3	0.5	250	500	600	28.3
4	0.5	250	500	1,100	28.4
5	0.5	150	300	1,100	34.4
6	0.5	350	700	1,100	34.9
7	0.5	150	300	1,600	34.5
8	0.75	375	500	1,100	33.7

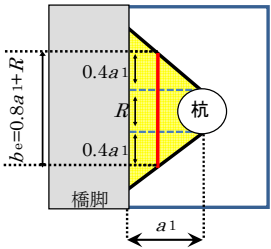


図1 フーチングの有効幅

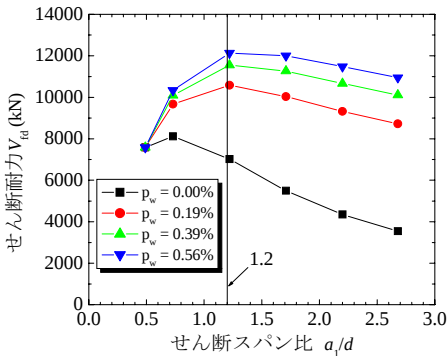


図2 せん断耐力と a_1/d の関係

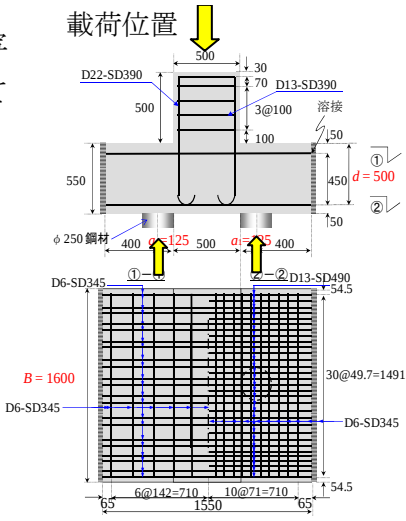


図3 試験体の形状 (No.2)

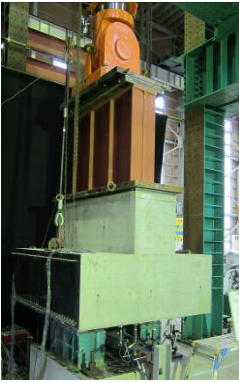


写真1 載荷状況

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

2.2.2 載荷方法

載荷方法は、杭を模擬した $\phi 250\text{mm}$ の円形鋼板の下面に回転支承を設置し、橋脚く体上面への静的な単調載荷とした。

3. 試験結果

図4に最終的なひび割れ状況と、せん断力-変位関係を示す。ここでは、例として試験体 No.2 のひび割れ状況、せん断スパン比をパラメータとした場合のせん断力-変位関係を示した。まず、スパン中央に曲げひび割れが発生し、剛性が低下した。最終的には、最大せん断力に達するとともに、フーチング正面に橋脚基部と杭位置

より外側を結ぶ斜めひび割れが発生した。なお、全ての試験体において同様な傾向であった。また、表2に最大せん断耐力の実測値と(式1)による計算値を示す。いずれの場合においても、計算値よりも実測値が大きい値を示した。図5にせん断耐力に与えるフーチング幅の影響及び式(1)から算出した計算値を示す。せん断スパン比に関わらず、フーチング幅が大きいほど、せん断耐力が大きい。また計算値と実験値の関係はせん断スパン比が1.0の場合には、ほぼ同等である。一方、せん断スパン比が1.0未満の場合にはフーチング幅1100, 1600mmで実験値/計算値が1.28~1.67となり、実験値が大きい。図6に見かけの有効幅に与える有効高さの影響を示す。縦軸に見かけの有効幅: 実験値 $V_{exp}/(計算値 V_{fd}/有効幅 b_e)$ 、横軸に有効高さを示す。ここで、見かけの有効幅とは計算上考慮できるフーチング幅である。見かけの有効幅は有効高さによらず、一定であることがわかる。図7に見かけの有効幅に与えるせん断スパン比の影響を示す。せん断スパン比が1.0未満になると有効幅は計算値よりも大きい値を示し、一定の値以上となることがわかる。

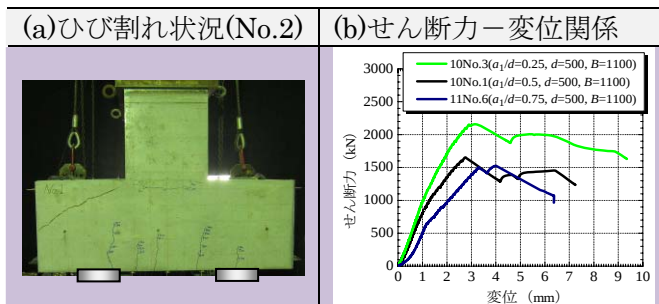


図4 ひび割れ状況及びせん断力-変位関係

表2 最大せん断耐力と計算値

No.	V_{exp} (kN)	V_{fd} (kN)	V_{exp}/V_{fd}
1	2,159	884	2.44
2	2,801	963	2.90
3	1,191	1,057	1.12
4	1,655	1,052	1.57
5	1,601	777	2.06
6	2,303	1,592	1.44
7	1,728	790	2.18
8	1,526	1,162	1.31

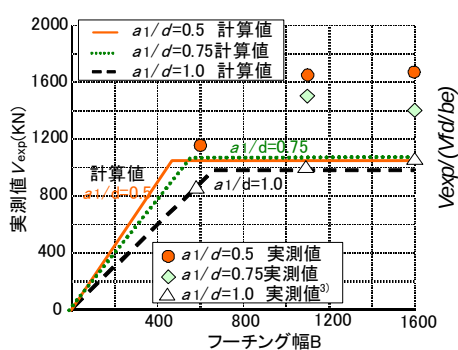


図5 フーチング幅の影響 ($d=500$)

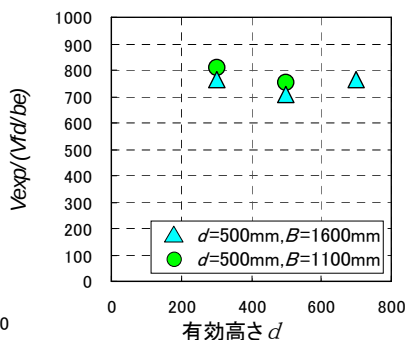


図6 有効高さの影響

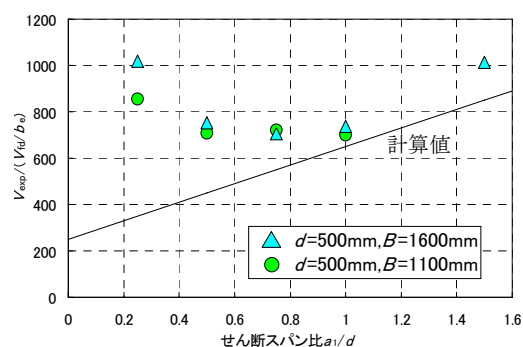


図7 せん断スパン比の影響

4. まとめ

- ・フーチング幅が大きくなるに従い、せん断耐力は増加するが、上限があると考えられる。
- ・式(1)で考慮できるフーチング幅(見かけの有効幅)は、有効高さに関わらず一定であり、せん断スパン比が1.0以下の場合には、式(1)で示す有効幅より大きい。

参考文献

- (財) 鉄道総合研究所: 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
- 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
- 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