

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 棚村史朗 正会員 下村 勝
(財)鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺忠朋 正会員 西村昭彦
鉄建建設(株) 技術研究所 正会員○永岡 高

1. まえがき

現行の杭基礎フーチングのせん断に対する検討では、コンクリートのみでせん断力を負担する場合の許容せん断応力度(τ_{si})の値を用いることとし、フーチング内に配置されているせん断補強鉄筋を考慮しないで設計することと定められている¹⁾。これは、杭基礎フーチングのせん断補強として鉛直U形スターラップを用いた場合、せん断補強効果が明確でないことによるものである。そこで、本実験は、模型供試体による載荷実験を行い、杭基礎フーチングの鉛直U形スターラップ(以下せん断補強鉄筋と称す)による補強効果について実験的に検討するために実施したものである。

2. 実験概要

2.1 供試体形状と諸元

供試体の形状寸法と配筋状況を図-1に、供試体諸元を表-1に示す。供試体は、橋脚く体を壁式とし、鉛直U形せん断補強筋を用いた杭基礎フーチングのモデルであり、せん断補強鉄筋量と支承条件(杭本数)をパラメータとする計4体である。

2.2 使用材料

コンクリートは、呼び強度195kgf/cm²(載荷時目標強度210kgf/cm²)、スランプリ2cm、空気量4.5%のレディミクストコンクリートを使用し、鉄筋は異形棒鋼SD345を使用した。それらの材料試験結果を表-2に示す。

2.3 載荷方法と測定項目

載荷は、橋脚く体壁部への1点載荷とし、荷重制御による静的単調載荷とした。測定項目は、載荷荷重、供試体の変位、鉄筋およびコンクリートのひずみ、ひびわれ発生状況である。

3. 実験結果と考察

3.1 ひびわれ発生と破壊状況

代表的な供試体のひびわれ発生状況を図-2に示す。Type Iの供試体では、載荷荷重の増加によりフーチング上面の中央部にひびわれが発生し、さらに、杭支承直上付近から壁体部に向けて進展した。その後、荷重の増加に伴いフー

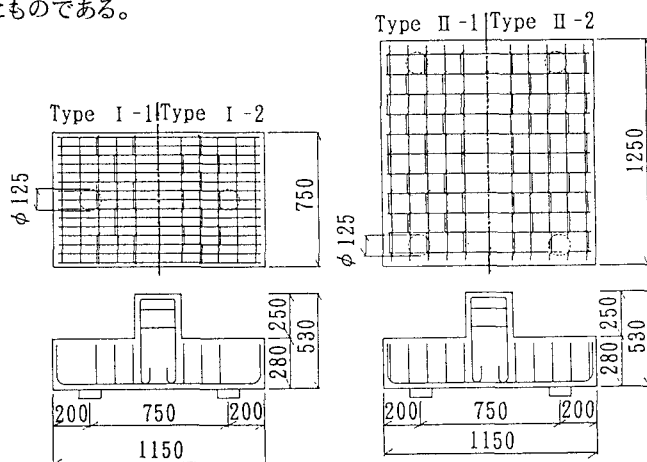


図-1 試験体形状と配筋状況

表-1 試験体諸元

供試体 区分	支 承 条 件	せん断補強 鉄筋比-径	主 鉄 筋 量 径-間隔-本数
Type I-1	2本杭	0.25%-D6	D16-50mm-15本
Type I-2	2本杭	0.51%-D6	D16-50mm-15本
Type II-1	4本杭	0.25%-D6	D19-110mm-11本
Type II-2	4本杭	0.57%-D10	D19-110mm-11本

表-2 材料試験結果

コンクリート		鉄 筋 [SD 345]		
供試体 区 分	圧縮強度 kgf/cm ²	鉄筋径 mm	降伏強度 kgf/cm ²	用 途 区 分
Type I-1	221	D6	4000*	せん断 補強鉄筋
Type I-2	222	D10	3800	
Type II-1	223	D16	3730	主鉄筋 or 配力鉄筋
Type II-2	224	D19	3870	

注) *: 試験値 > 設計の上限値のため、上限値を採用

チング上面のひびわれ幅が徐々に拡大し、杭支承部を中心とし上面方向に扇状に広がる面で破壊に至った。Type IIの供試体では、最初にフーチング正面と背面に曲げひびわれが発生するが、このひびわれは破壊に対して支配的にはならず、その後、荷重増加に伴い杭支承と壁体部を結ぶ方向に斜めひびわれが新たに発生した。さらに、この斜めひびわれが壁体部まで進展するとともにフーチング上面に新たにひび割れが発生し、杭支承部を中心とし上面方向に扇状に広がる面でせん断破壊を生じた。

3.2 せん断補強効果の検討

最大荷重の実験値および既往の杭基礎フーチングのせん断耐力算定手法^{1) 2)}を用いて算出した計算値を表-3に示す。せん断補強鉄筋の効果は、検討断面の有効幅内のせん断補強鉄筋のみを考慮してトラス理論を用いて式(1)、(2)により求めたもので、せん断補強鉄筋を考慮しない場合を計算値①、考慮した場合を計算値②と区分して算出した。

$$V_{cf} = 3.58(a/d)^{-1.166} \cdot f'_c{}^{1/3} \cdot (100p_w)^{1/3} \cdot (100/d)^{1/4} \cdot b_c \cdot d + V_s \quad \text{----- (1)}$$

$$V_s = [A_w \cdot f_{wyd} \cdot (\sin \alpha_s + \cos \alpha_s) / s_s] \cdot Z \quad \text{----- (2)}$$

ここに、 a :せん断スパン、 d :有効高さ、 f'_c :コンクリートの圧縮強度、 p_w :せん断補強鉄筋比、 b_c :有効幅、 V_s :せん断補強鉄筋の負担するせん断力、 A_w :区間 s_s におけるせん断補強鉄筋の総断面積、 f_{wyd} :せん断補強鉄筋の降伏強度、 α_s :せん断補強鉄筋と部材軸のなす角度、 s_s :せん断補強鉄筋の配置間隔、 Z :圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材の図心までの距離（一般に $d/1.15$ とする）

最大荷重の実験値／計算値と

せん断補強鉄筋比の関係を図-3に示す。せん断補強鉄筋による補強効果を考慮した場合の実験値／計算値②は、0.75付近にばらついており、計算値②は実験値を過大に評価している結果

となった。一方、せん断補強鉄筋の効果を検討しない場合の実験値／計算値①は、1.0付近に分布しており、計算値①は実験値を概ね精度良く評価している結果となっていた。

4. まとめ

今回の実験では、杭基礎フーチングにおいて、せん断スパンの小さい領域で、現行のせん断の検討に対する考え方と同様に、鉛直U形スタラップによるせん断補強効果は認められなかった。これは、一般にせん断スパン比の小さい領域では、アーチ作用が卓越するためにトラス作用によるせん断補強鉄筋の効果が期待できるものでなかったことによるものと考えられる。

- [参考文献] 1)土木学会：国鉄建造物設計標準，昭和58年10月
2)石橋忠良、松田好史、斉藤啓一：少数本のくいをう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，1983.9，p.197~204
3)（財）鉄道総合技術研究所：設計の手引き，昭和62年4月

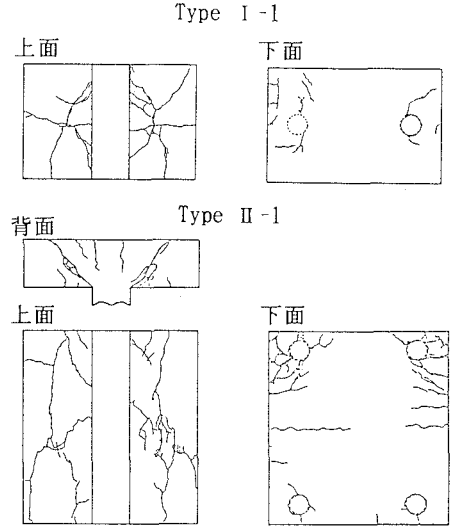


図-2 ひびわれ発生状況

表-3 最大荷重の実験値と計算値

供試体 区分	p_w (%)	最大荷重 (tf)			実験値	
		実験値	計算値①	計算値②	計算値①	計算値②
Type I-1	0.25	84.4	89.3	111.3	0.95	0.76
Type I-2	0.51	75.1	89.4	133.5	0.84	0.56
Type II-1	0.25	138.1	116.7	150.0	1.18	0.92
Type II-2	0.57	136.2	116.9	187.6	1.17	0.73

注) p_w : せん断補強鉄筋比

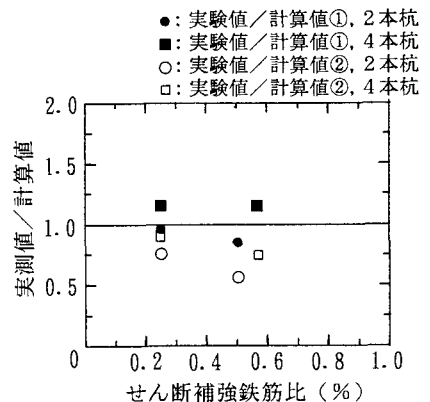


図-3 実験値／計算値とせん断補強鉄筋比の関係