

## フーチングの押し抜きせん断耐力に関する実験的検討

九州工業大学      学生会員   里道喜義      建設省土木研究所   正会員      白戸真大  
九州工業大学      正会員      幸左賢二      阪神高速道路公団   正会員      水谷治弘

### 1. はじめに

平成8年道路橋示方書の保耐法による杭基礎フーチングの耐震設計では、梁としてのせん断に対する照査に加え、版としてのせん断つまり押し抜きせん断についても照査を行うようになっている。その結果、押し抜きせん断の照査により部材断面が決定されることもあり、フーチングの押し抜きせん断耐力を適切に推定することは設計上重要な課題であると考えられる。そこで、本研究では、既往の押し抜きせん断耐力式の適応性の検討を行うため、杭基礎フーチングをモデル化した供試体による鉛直載荷実験を行った。

### 2. 実験概要

供試体形状を図-1に、構造諸元を表-1に示す。供試体は矩形フーチングと幅200mm、高さ220mmの杭部を有する構造とし、コンクリート強度、鉄筋量、せん断スパン比  $a/d$  をパラメータとした計7体について実験を行った。荷重は静的単方向単調載荷で行い、載荷ステップは最大荷重までは荷重制御で、それ以降は変位制御で載荷した。また、荷重制御時の荷重ステップ増加量は50kNを基本とし、ステップ毎に荷重を0kNまで除荷し、ひび割れ状況を観察した。実験中の測定項目は載荷荷重、供試体変位、鉄筋ひずみ、ひび割れ状況とした。

### 3. 実験結果および考察

代表例としてNo.5供試体について考察する。供試体は最大荷重までは荷重の増加に伴い下面中心変位も緩やかに増加したが、最大荷重以降は急激に荷重が減少した。図-2に最終状態でのひび割れ状況を示す。終局を支配するひび割れは、最大荷重付近で側面に載荷板から杭部方向に発生し、このひび割れが急激に進展して終局に至った。また、上面では、最大荷重付近までひび割れは発生しておらず、終局と同時に載荷板まわりを押し抜くようなひび割れが生じた。これより、供試体は曲げ先行型押し抜きせん断により破壊したものと考えられる。損傷の進展状況は、No.1~7供試体の全てにおいてほぼ同様の進展を示した。

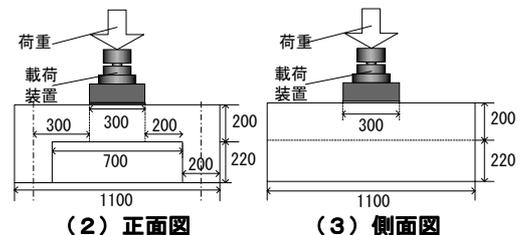
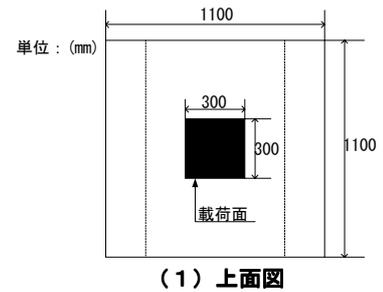


図-1 供試体形状

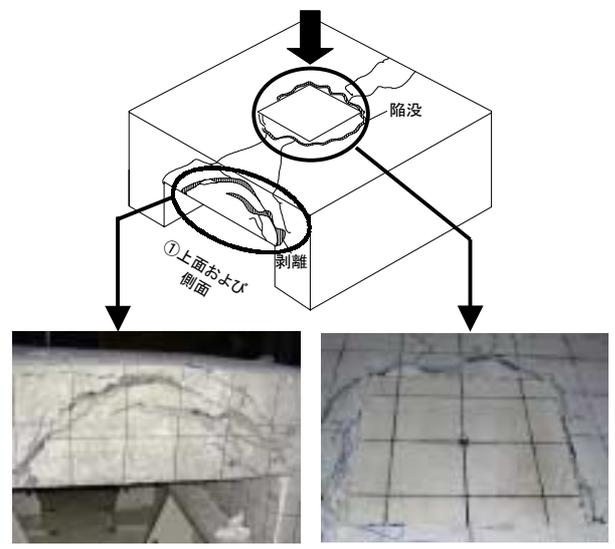


図-2 最終ひび割れ状況 (No. 5)

表-1 供試体諸元と実験結果

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7					
有効高さ $d$ (mm)	170	170	170	170	170	170	170					
せん断スパン $a$ (mm)	300	300	300	300	300	270	235					
せん断スパン比 $a/d$	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.59	1.38					
引張鉄筋比 (%)	D13-9本	D13-9本	D13-9本	D13-7本	D13-9本	D13-7本	D13-14本	D13-11本	D13-8本	D13-6本	D13-8本	D13-6本
	0.61	0.61	0.61	0.47	0.61	0.47	0.95	0.75	0.57	0.43	0.61	0.46
圧縮鉄筋比 (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					D13-6本	D13-4本						
コンクリート圧縮強度 $\sigma_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	42.9	26.0	26.0	26.5	26.5	27.8	27.8					
最大荷重(kN)	686.0	608.6	646.8	617.4	716.4	688.9	768.3					

キーワード：フーチング、押し抜きせん断、せん断スパン比、ディープビーム  
 連絡先：九州工業大学 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 TEL, FAX(093)884-3123

4. 道示式の適応性検討

図-3 に道路橋示方書式(以下道示式)と他の既往式(二羽式, 土木学会式)の計算値の比較を示す。図より, 二羽式, 土木学会式では実験値/計算値の平均が 1.68, 1.29, 1.31 であるのに対し, 道示式は 1.90 と式の中でも特に実験値の下限値を与え, 安全側に設定されている。

また, 複数の文献<sup>1)</sup>よりフーチングのデータ 16 個を追加し, 道示式のパラメータの適応性について検討した結果, コンクリート強度, 引張鉄筋比については, パラメータの違いによる増加量は比較的实验値と一致しており, その評価式は妥当であった。しかし, せん断スパン比については, 図-6 に示すように a/d が大きくなるに従い実験値と計算値の誤差が大きくなっており, 傾きも 0.7957 と強い相関関係が見られた。そこで, せん断スパン比の評価式についてフーチングデータ 23 個およびディープビームデータ 200 個を用いて, それぞれ適応性の比較検討を行った。その結果を図-4 に示す。図より, 実験値と評価式とでは a/d が小さくなることによる耐力の増加量が異なり, 評価式ほどの a/d の効果が実験値では見られないことが分かる。また, ディープビームの実験データと比較すると, フーチングでは近似曲線の傾きが 1.00 であるのに対し, ディープビームでは 3.00 とフーチングに比べディープビームの方が a/d が小さくなるに従い, 約 3 倍の大きさで耐力が増加している。このことから, 道示でのせん断スパン比の評価式は, フーチング特有の a/d の効果を考慮できていないと考えられる。そこで, フーチングのデータを用いて平均的な押し抜きせん断耐力を求める式を提案した。

提案に当たっては, 道示式および土木学会式(ディープビーム)のせん断スパン比の評価式の係数を以下のように A, B, C, D と設定し, 収集した実験データをもとに最小 2 乗法により求めた。

$$Cdc = \frac{A}{B+C(a/d)^2} \quad (1) \quad Cdc = \frac{D}{1+(a/d)^2} \quad (2)$$

その結果, A=1.0, B=0.238, C=0.026, D=8.9 となった。提案式と実験値の関係を図-5 に, 実験値と提案式による計算値の比較を図-6 に示す。図より, a/d の評価式を式(1)として算定すると実験値/計算値の平均が 1.00, 標準偏差が 0.16 と比較的实验値との適合性が良い。また近似曲線の傾きが 0.02 と強い相関関係が見られないことから, a/d の効果も妥当に評価している。

5. まとめ

道示のコンクリート強度, 引張鉄筋比の評価式は, 比較的妥当であるが, せん断スパン比については, 評価式ほどの a/d の効果が実験値では見られない。また, フーチングとディープビームの a/d の効果の比較検討を行ったところ, フーチングでは a/d の小さい領域においてディープビームほどの耐力の増加は見られず, a/d の評価式を式(1)として算定すると, a/d の効果を妥当に評価し, 実験値との適合性も良い。

参考文献:

1) 建設省土木研究所構造橋梁部基礎研究室: 橋梁基礎のフーチングおよび頂版の耐力に関する実験的研究, 土木研究所資料第 3483 号, 1997.

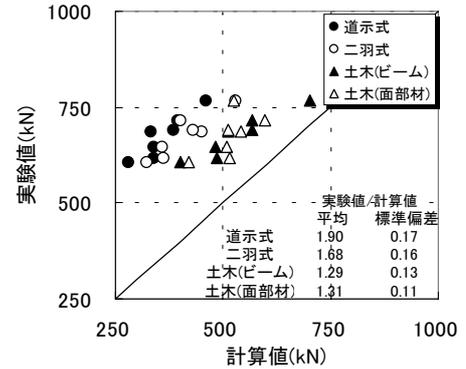


図-3 計算値と実験値の比較

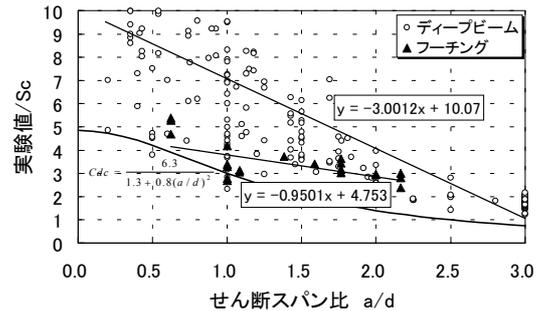


図-4 実験値/Sc と a/d の関係

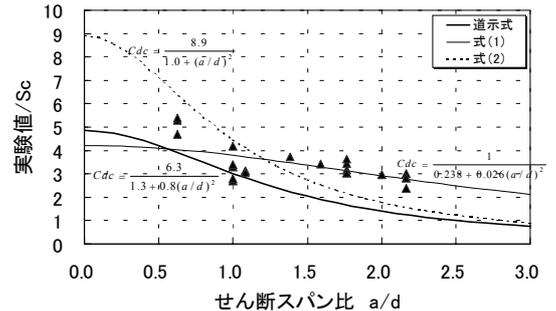


図-5 提案式と実験値の関係

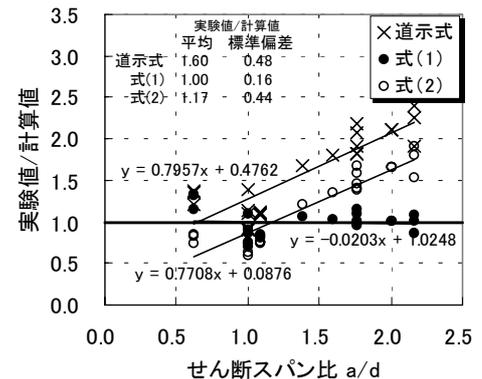


図-6 a/d と実験値/計算値の関係