

杭とフーチングの縁端距離に関する検討

九州工業大学 学生会員 ○宮脇 祐太
九州工業大学 学生会員 井上 敦雄

九州工業大学 正会員 幸左 賢二
独立行政法人土木研究所 正会員 白戸 真大
独立行政法人土木研究所 正会員 野々村佳哲

1. はじめに

近年、フーチング寸法の縮小や土留め、掘削量の低減を目的として、縁端距離を縮小させる研究が行われている。図-1に示す様に、一般的な橋梁において縁端距離を道示規定値(杭径の0.5倍)から首都高基準(25cm)へと縮小できると1フーチングあたり14%程度体積を縮小することができる。しかし、縁端距離を縮小させることで、杭によるフーチングへの水平押抜きせん断破壊が懸念される。そこで本研究では、首都高速道路が行った縁端距離に関する実験を参考に、フーチング縁端部における水平押抜きせん断破壊の耐力について検討を行なった。

2. 実験概要及び実験結果

図-2に実験供試体形状を示す。実験方法は、杭頭部に軸力を与え、杭基部に水平力を載荷する。表-1に実験供試体一覧を示す。実験パラメータは、杭径、縁端距離、フーチング下面鉄筋比、杭軸力で、供試体数は全16ケースである。本文では水平力のみを載荷させた13ケースについて検討を行う。

図-3に代表例としてH-2供試体の終局時におけるひび割れ状況を示す。H-2供試体は実験の基準ケースであり、実構造物において縁端距離25cmを想定し、水平力のみを載荷したケースである。(a)の上面図より、水平力の載荷に伴い、杭中心部から発生したひび割れがフーチング端部に達し、三角形形状に押抜きせん断破壊が発生する。(b)のフーチング中央断面図より、杭中央から発生したひび割れがフーチング下面に達することが分かる。このような破壊形状は全ての供試体を通して見られた。無筋供試体であるH-5、H-6供試体はさらに大きな破壊面がみられ、ひび割れ発生とほぼ同時にフーチング前面までひび割れが伸展する脆性的な破壊を生じた。

図-4にH-2供試体の各鉄筋ひずみを示す。図よりまず杭主鉄筋のひずみが進展し、ひび割れ発生荷重付近から下面鉄筋のひずみが顕著となり、下面鉄筋が降伏する段階になって初めて他の鉄筋にひずみが生じ、それらも急激に降伏に至るという傾向がみられる。以上から、杭に水平力を作用させると、フーチング内の作用方向に配置された鉄筋が水平力を大きく負担すると考えられる。また下面鉄筋のひずみが顕著となるひび割れ発生荷重は無筋ケースの最大荷重に相当する。このことからひび割れ発生荷重付近まではコンクリートのみで抵抗するが、それ以降は鉄筋が抵抗すると考えられる。

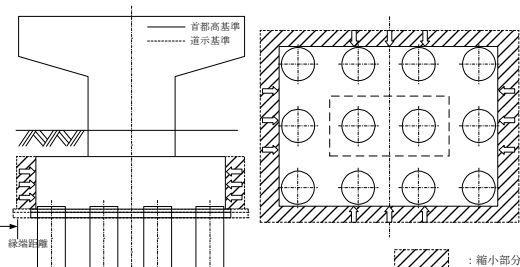


図-1 杭とフーチングの縁端距離

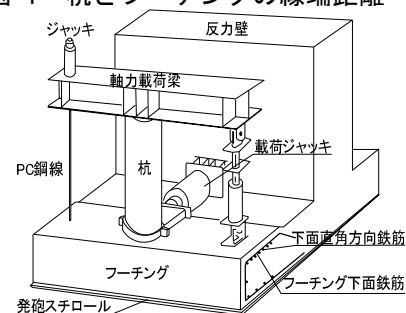


図-2 実験供試体形状

表-1 実験供試体一覧

ケース No	杭径 (mm)	縁端距離 (mm)	フーチングの下面鉄筋	フーチング厚 (mm)	軸力 (tf)
H-1	375	25	○ D13	1000	なし
H-2	375	62.5	D13	1000	
H-3	375	62.5	D16	1000	
H-4	375	125	D13	1000	
H-5	375	62.5	無筋	1000	
H-6	375	62.5	無筋	1000	
H-7	300	62.5	D13	1000	
H-8	500	62.5	D13	1000	
H-9	375	62.5	D13	1000	
H-10	375	62.5	D13	1000	
H-11	375	62.5	D13	1000	
H-12	750	125	D19	1000	
H-13	375	62.5	D13	500	
NH-1	375	62.5	D13	500	-10
NH-2	375	62.5	D13	500	45
NH-3	375	62.5	D13	500	90

※○：H-2を基準とした着目パラメータ

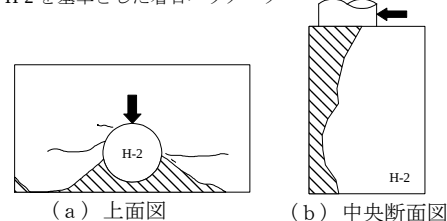


図-3 ひび割れ図(H-2)

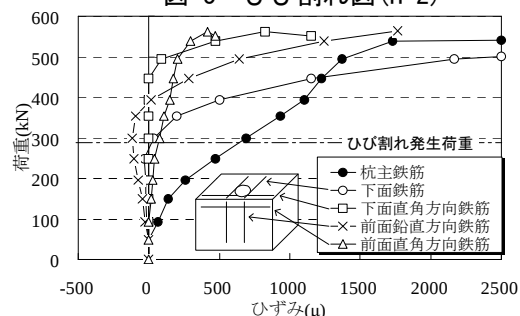


図-4 各鉄筋ひずみ(H-2)

キーワード フーチング、場所打ち杭、縁端距離、水平押抜きせん断耐力

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学 建設社会工学科

TEL 093-884-3123

3. コンクリート寄与分も考慮した押抜きせん断照査式の提案

各供試体のせん断耐力の評価を行った．コンクリートと鉄筋の各負担せん断力を考慮して，水平押抜きせん断耐力を式(1)により算出した．

$$P_h = \tau_c A_c + n A_s \tau_{xy} \quad (1)$$

ここに， A_c はフーチングの実測破壊面積， n は破壊面内の下面鉄筋本数， A_s は鉄筋の断面積， τ_{xy} は鉄筋のせん断応力度を表している．

図-5に式(1)によって算出される水平押抜きせん断耐力と実験の最大荷重の比を示す．図より(計算値)/(実験値)は，平均値0.94，変動係数11.16%となり式(1)により実験の最大耐力を精度良く評価可能であることが分かる．

次に実際の破壊形状から図-6に示す様に破壊面積を簡易的に45°破壊面とした式(2)を提案し，水平押抜きせん断照査式としての適用性を検討した．

$$P_h = \tau_c A_{45^\circ} + n A_s \tau_{xy} \quad (2)$$

図-7に式(2)によって算出される水平押抜きせん断耐力と実験の最大荷重の比を示す．図より(計算値)/(実験値)は，平均値0.54，変動係数20.9%となり式(2)は実験の最大耐力を1.6倍程度安全側に評価することがわかる．実際の破壊面はばらつきがあり一様に45°とはならないため式(1)に比べて変動係数が大きくなるが，各値は5%超過確率の上限値と下限値の範囲内に概ね収まっている．

4. 隅角部ケースの検討

H-9, H-10供試体はフーチングの隅角部に杭を配置したケースである．この2ケースについても提案式の適用を検討する．隅角部ケースは他ケースに比べ最大荷重が低かった．これは破壊面積が小さいためコンクリートの抵抗面積，抵抗鉄筋本数とも少なくなったことが要因と考えられる．図-8に示すような実破壊面と45°破壊面を用い式(1)，(2)により計算値と実験の最大荷重の比較を行った．結果を表-2に示す．耐力比の平均値は式(1)で0.92，式(2)で0.575となり隅角部ケースについても他ケースと同様に提案式を用いて評価可能であることが分かる．

5. まとめ

- 1)杭に水平力が作用する場合のフーチングの抵抗メカニズムは，ひび割れ発生時まではフーチングコンクリートが大きく抵抗し，ひび割れ発生後はフーチング内の水平力の作用方向に配置された鉄筋が大きく抵抗する．
- 2)フーチング端部における水平押抜きせん断耐力について，破壊面積を簡易的に45°破壊面とした照査式を提案し，その結果各パラメータに対しても最大荷重を安全側に評価できることを確認した．

参考文献

- 1)池内武文ほか：場所打ちぐいとフーチングの縁端距離に関する実験，土木学会第43回年次学術講演会，V-242，pp.532-533，1988.10

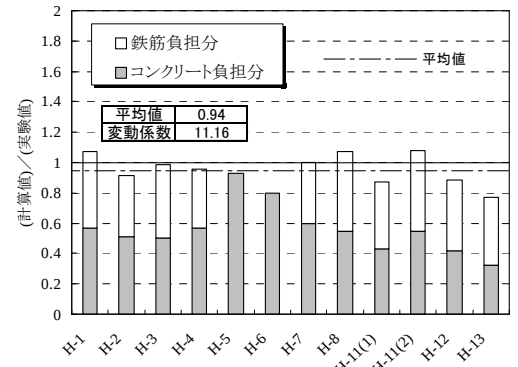


図-5 各供試体の耐力比

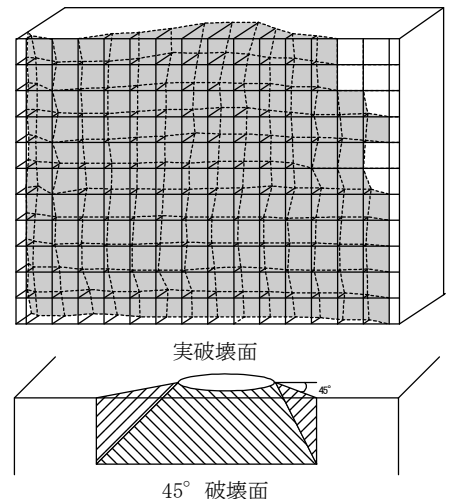


図-6 実破壊面と45°破壊面

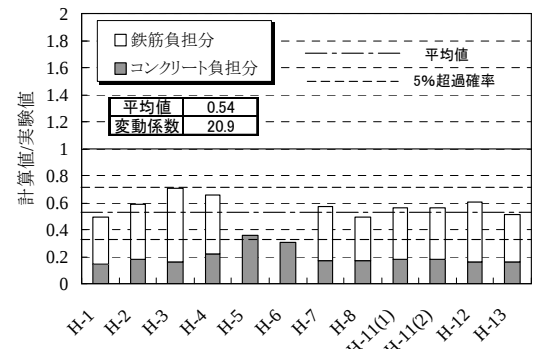


図-7 45°破壊面の耐力

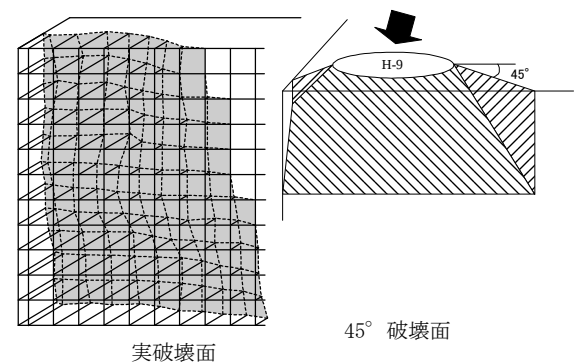


図-8 実破壊面と45°破壊面 (H-9)

表-2 隅角部ケースの耐力比

	式(1)計算値/ 実験最大荷重	式(2)計算値/ 実験最大荷重
H-9	0.88	0.55
H-10	0.95	0.66
平均値	0.92	0.575