

a/d が押し抜きせん断に及ぼす影響の検討

九州工業大学

学生会員

中越亮太

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

阪神高速道路公団

正会員

足立幸郎

1. はじめに

平成 8 年道路橋示方書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、スラブ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、フーチングの押し抜きせん断耐力式の確立のため、様々な文献より実験データを集め、道路橋示方書に示される押し抜きせん断耐力式の a/d の効果の再評価を行った。

2. 道示式の適応性検討

道路橋示方書式(以下、道示式)では、a/d(a:せん断スパン、d:有効高さ)の効果に関する係数を、押し抜きせん断及びせん断照査において同じ係数を用いることになっている。そこで、複数の文献より集めた実験データを用いて、フーチングの押し抜きせん断特有の a/d の効果を表す式を提案することとした。

図-1,2に、道示式でのスラブと梁、フーチングとディープビームのせん断スパン比 a/d と実験値/Sc(実験値を a/d を考慮しない計算値で除した値)の関係を示す。ここでは、スラブの押し抜きせん断では $a \gg h$ となるため、せん断抵抗幅を a/2 とするとせん断耐力が適切に評価できないので、押し抜きせん断破壊のスラブとフーチングを統一するためにせん断抵抗幅には h/2 を用いた。図-1 より、スラブには a/d の効果はほとんど見られず、梁には a/d が 4 前後まで効果があることが分かる。また図-2 から、a/d の小さい領域では、道示式(ディープビーム)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ことが分かる。そこで、平均的な押し抜きせん断耐力を求めるための $Cdc(a/d \text{ の影響による補正係数})$ をフーチングの実験データを用いて以下のように提案する。提案に当たっては、道示式のせん断スパン比の評価式の係数を以下のように 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、D を求めた¹⁾。結果、フーチングでは $D \approx 10$ 、ディープビームでは $D \approx 14$ となった。

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

式(1)より得られたフーチング及びディープビームの a/d の効果を示す近似曲線を図-2 に追加した。このとき、提案した係数による計算値と実験値の変動係数は約 27%

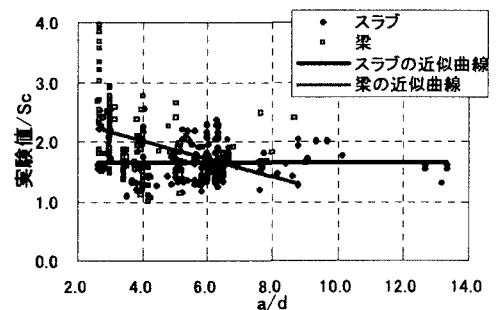


図-1 道示式による比較(a/d>2.5)

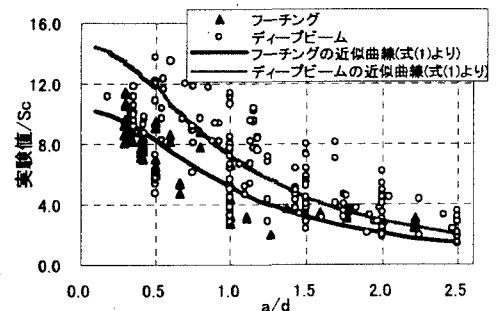


図-2 道示式による比較(a/d≤2.5)

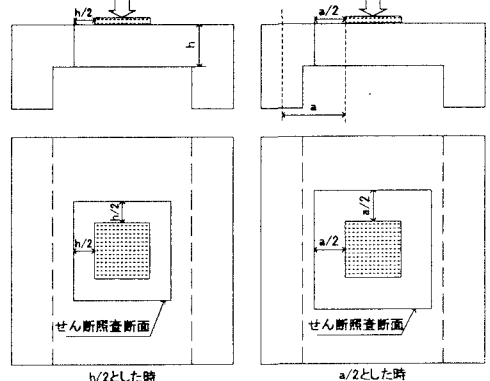


図-3 せん断照査断面

と、若干大きなバラツキがみられた。

3. セン断抵抗幅による適応性検討

フーチングの実験データを式(1)として算定した提案式は若干大きなバラツキがみられた。そこで、フーチングの実験データ 69 体を用い、せん断抵抗幅を $h/2$ (せん断ひび割れが 45 度方向に発生すると仮定した時)、 $a/2$ (せん断ひび割れが荷版端部から杭中央に発生すると仮定した場合)としての実験値との適応性について検討を行った。せん断照査断面の取り方の違いを図-3 に、その検討結果を図-4 に示す。せん断抵抗幅を $a/2$ とすると、平均値にはあまり影響はみられないが、バラツキは少なくなることが分かる。ここで、損傷状態の詳細が分かる実験データ 25 体を用い、実際の水平方向のひび割れ長さを a とした時と、 h とした時に、どちらが妥当に評価するかを比較したものを図-5 に示す。平均値は変わらないが、バラツキは実際の水平方向ひび割れ長さ a の方が小さい。以上より、せん断抵抗幅を $a/2$ とした方が計算値、水平方向ひび割れ長さ、共にバラツキが少なく、妥当に評価しているといえる。

4. 信頼性解析による安全係数

以上のようにして求めたフーチングの提案式は、荷重のバラツキや構造物としての目標信頼性を考慮していない平均式であるので、信頼性解析に基づく安全係数²⁾を求めた。ここで、安全率としては 5%超過式を採用した。その結果、せん断抵抗幅を $a/2$ とした時は $\gamma_{\%} \cong 0.67$ となり、5%超過式は提案式の係数 D に $\gamma_{\%}$ を考慮すると、式(2)となる。

$$Cdc_{\%} = \frac{7}{1 + (a/d)^2} \quad \dots (2)$$

式(2)により与えられた提案式を図-6 に示す。5%超過式とすると、平均式に比べ、危険側に算定されるのは、かなり少なくなる。

5. まとめ

道示式におけるフーチングの押し抜きせん断耐力式での a/d の評価式について、 a/d の小さい領域ではディープビームほど効果がみられないことが分かった。また、 Cdc を式(1)として提案式を算定すると、 a/d の効果が妥当に評価できると共に、水平方向ひび割れ長さの比較から、せん断抵抗幅は $a/2$ ととることが妥当であると考えられる。また、実用的な提案式として、信頼性解析により安全係数を儲けることによって考慮した。その結果、せん断ひび割れ方向が荷版端部から杭中央に発生すると仮定して、せん断照査断面に $a/2$ を用いた式(2)を用いることにより、フーチングの押し抜きせん断における a/d の効果を適切に評価できると考えられる。

参考文献：

- 1) 二羽淳一郎：FEM 解析に基づくディープビームのせん断耐力算定式，第 2 回 RC 構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集，pp.119-126，1983
- 2) 白戸真大，福井次郎，幸左賢二，梅原剛：ディープビーム・フーチングのせん断耐力算定法に関する研究，構造工学論文集 Vol.47A，2001

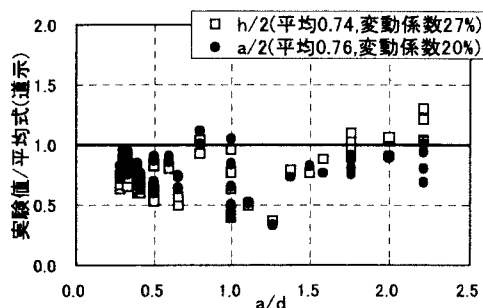


図-4 セン断抵抗幅による適応性比較

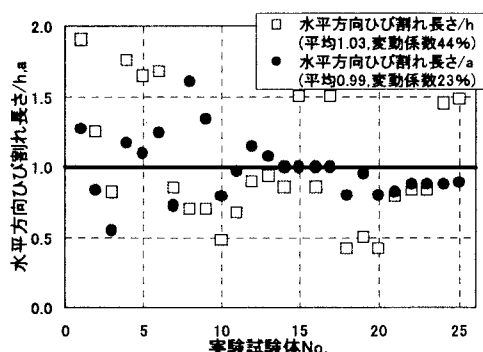


図-5 水平方向ひび割れ長さによる比較

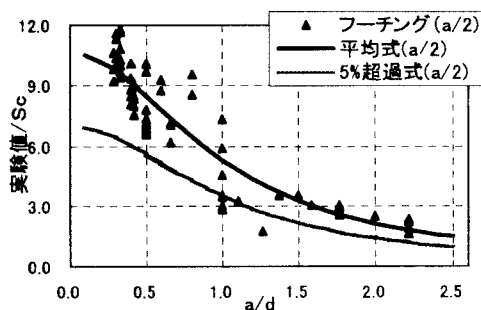


図-6 $a/2$ のときの提案式