

杭-底盤系の部分安全率について

西日本技術開発㈱ 正 呉 文経 正 木寺佐和記
佐 賀 大 学 正 三浦哲彦

1. まえがき

軟弱粘土地盤における構造物の不等沈下の緩和、沈下の低減の対策として、周面支持杭（いわゆる摩擦杭）-底盤系の有効性が報告されている¹⁾。しかし、その支持力の評価方法はまた確立されていないのが現状である。本研究では、軟弱粘土地盤での周面支持杭-底盤系における杭と底盤の支持力特性に基づいて、杭-底盤系における杭の周面抵抗力の安全率（以下、杭の安全率と呼ぶ）について考察する。

2. 杭と底盤の支持力特性

軟弱粘土模型地盤における杭-底盤系の室内実験結果²⁾（図-1）によると、系における杭の周面抵抗は沈下量が非常に小さな(1mm)値で最大値に達するが、底盤の支持力は沈下量が非常に大きな値にならないと最大値に達しない。また、双曲線モデル法³⁾で求めた杭-底盤系の任意の沈下量に相当する荷重とその極限荷重との比は図-2に示す通りである。同図には、杭-底盤系における杭および底盤の荷重比が示されている。図-2から、沈下量影響係数5においては、各々の極限荷重に対する荷重比は杭では55%、底盤では25%である。許容荷重（＝極限荷重の1/3）を載荷する場合には、杭の周面抵抗は十分発揮され、底盤の支持力の割合は小さいものとなることがわかる。

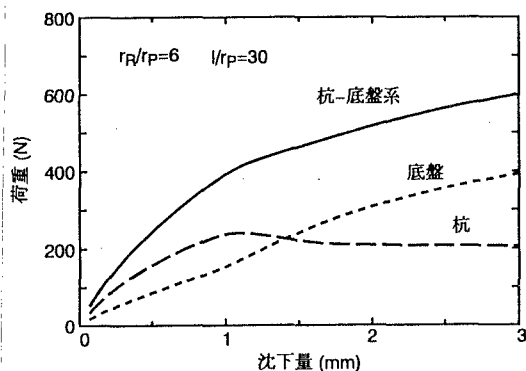


図-1 杭-底盤系の荷重～沈下量曲線

3 杭-底盤系の部分安全率

Whitakerら⁴⁾は場所打ちコンクリート杭の理想化された荷重～沈下量曲線における杭の周面抵抗と先端抵抗について考察し、周面抵抗と先端抵抗はそれぞれの部分安全率を採用する必要があると指摘している。

以下、Whitakerらの方法で杭-底盤系の安全率について考察する。理想化された杭-底盤系の荷重～沈下量曲線を図-3に示している。杭-底盤系の極限鉛直支持力 R_{pu} 、底盤の極限抵抗 R_{bu} 、および杭の極限周面抵抗 R_{pu} は、図中ではそれぞれ $B'C$ 、 $B'B$ 、 $B'G$ で示され、安全率として3をとれば許容鉛直支持力は $D'D$ で表される。これに対応する杭周面支持力と底盤の支持力は、それぞれの極限値を3で除した $E'E$ 、 $F'F$ ではなく、 $D'L$ と $D'M$ である。 $B'B/D'L = F_R$ 、 $B'G/D'M = F_P$ を仮定すれば、 $F_R \neq F_P$ であり、それぞれ部分安全率を採用する必要があると思われる。

Hansboら⁵⁾は、クリープ荷重で杭を設計し、杭の安全率は1.5にとっている。また、Flemingら⁶⁾は地盤沈下地帯においては、周面支持杭に対して低安全率を採用すれば、杭は地盤沈下に伴って沈下することを指摘している。

これより、軟弱粘土地盤においては、杭の周面支持力に関する安全率は1.5程度とし、系全体として安全率3を確保することを設計目標とするのがよいと考える。これにより、構造物底盤は地盤とはほぼ一体的に挙動することになり、段差発生の問題はかなり緩和されることが期待できる。軟弱粘土地盤における周面支持杭-底盤系は、系としての安全率3を確保する場合には、底盤系における杭の安全率は1.5、底盤では3以上を（杭

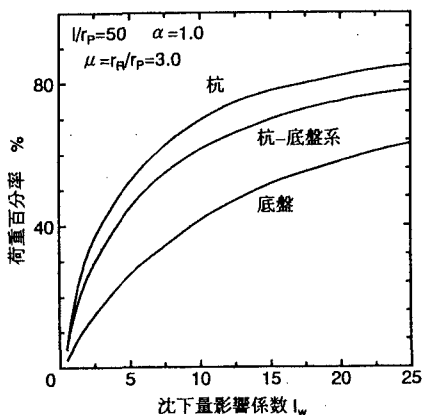


図-2 杭、底盤の百分率荷重と沈下影響係数の関係

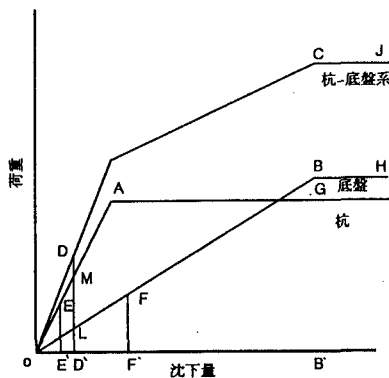


図-3 杭-底盤系の理想された荷重～沈下量曲線

と底盤の荷重分担率を各々50%とした場合には、4.5となる) 採用してよいと考えられる。

すなわち、周面支持杭-底盤系の許容支持力 R_a は以下の式で表せる。

$$R_a = \eta (R_{PRu} + A_E \times q_{Ru}) / F \quad (1)$$

$$R_a = \eta (R_{PRu} / F_P + A_E \times q_{Ru} / F_R) \quad (2)$$

ここに、 F : 杭-底盤系の安全率、 $F=3$, F_P , F_R : 杭および底盤のそれぞれの部分安全率、 $F_P=1.5$, F_R , 3以上, η : 低減率、 $0.8 \sim 0.9^{3)}$, A_E : 底盤の有効面積, q_{Ru} : 底盤底面における地盤の単位面積極限支持力。

4. まとめ

周面支持杭-底盤系における杭と底盤の支持力特性を基に、軟弱粘土地盤における杭-底盤系における杭と底盤の部分安全率について検討した。杭-底盤系としての安全率3を確保する場合には、杭-底盤系における杭の安全率は1.5、底盤では3以上をを採用してよい。

【参考文献】

- 1) 呉文経, 三浦哲彦: 粘土地盤における木杭の周面支持力評価のための鉛直載荷試験, 土と基礎, Vol. 43, NO. 5, 1995.
- 2) 吉井昌樹, 呉文経, 三浦哲彦: 軟弱地盤における杭-底盤系基礎の荷重分担率について, 平成7年度土木学会西部支部研究発表会, 1996. 3.
- 3) 三浦哲彦, 呉文経, マディーラ マダフ, 永池誠一: 周面支持杭-底盤系基礎の沈下挙動と支持力に関する考察, 佐賀大学理工学部集報, Vol. 22, 1993.
- 4) Whitaker, T. and Cooke, R. W.: An investigation of the shaft and base resistances of large bored piles in London clay, Proc. of symposium on large bored piles, Institution of Civil Engineers and Reinforced Concrete Association, 1966.
- 5) Hansbo, S. and Kallstrom, R.: Creep piles - a cost-effective alternative to conventional friction piles, Vagoch Vattenbyggaren, 1983.
- 6) Fleming, W. G. K., Weltman, A. J., Randolph, M. F. and Elson, W. K.: Piling Engineering (2nd edition), Blackie and Son Ltd, Glasgow, 1992.