

原位置における砂質土の限界状態での強度定数の評価

九州大学工学部 学○宮崎恒輔 学 久原昌利

同上 正 落合英俊 正 安福規之

同上 正 大嶺 聖 正 大野司郎

1. まえがき

実務において杭の周面摩擦力を評価する際には一般にN値が用いられているが、それは経験式に基づくものでありその力学的な意味は明確とは言えない。著者らは地盤力学的な考察に基づいて周面摩擦力の評価手法を検討しているが、その中で周面摩擦力を合理的に評価するための強度パラメータとして土の限界状態での値を用いることを主張している。本研究では限界状態の強度を再構成した試料から合理的に求め得ることを示す。

2. 周面摩擦力の評価法

著者らは、図1に示すフローのような杭の周面摩擦力の評価法を提案している¹⁾。この評価法において支持力予測のために必要なパラメータは土の限界状態における強度定数のみである。この考え方の背景を示すと以下のとおりである。

1) 実務設計では杭径の10%の相対沈下量で鉛直支持力を評価している。図2に示すような単純せん断モードを考えれば、10%の相対沈下量ではせん断ひずみは100%を越えるような大きなものとなる。したがって、杭と地盤の薄層でのせん断破壊を想定すると、このような状態は限界状態と考えられる。

2) 杭と地盤の付着力 c_s' 、杭と地盤の摩擦角 ϕ_s' として限界状態における土の強度定数を用いることは、地盤強度の最小値を保証するものであり、実務設計上好都合である。

通常、原位置における限界状態の強度を求めるには乱さない試料による三軸圧縮試験を行う必要がある。しかし、乱さない試料の採取は困難であり、常に行えるものではない。したがって、もし乱した試料を用いた三軸圧縮試験から原地盤の限界状態における強度を簡便に求めることができれば、実務上きわめて合理的である。

3. 試料および試験方法

試料は東九州自動車道天降川橋建設現場で地表面下9, 18, 26, 37mの4深度で採取したものである。その物性については参考文献²⁾を参照されたい。試料をモールドに6層に分けて入れ、ランマーで各層5回締め固めて直径5cm、高さ10cmの供試体とした。供試体をセットした後、供試体内の空気を二酸化炭素で置換し、脱気水を通水した後、背圧を100kPa与えて飽和させた。所定の拘束圧で等方圧密した後、ひずみ制御で圧密排水三軸圧縮試験を行った。なお、いずれの試料もB値

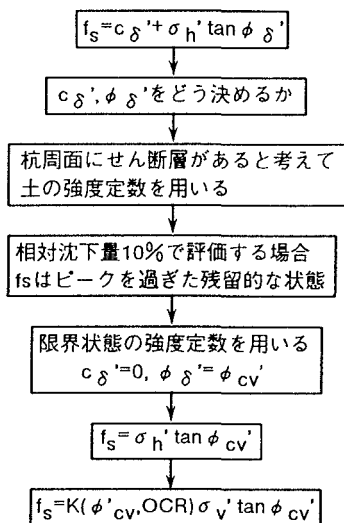


図1 周面摩擦力の評価法

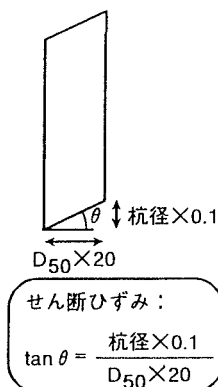
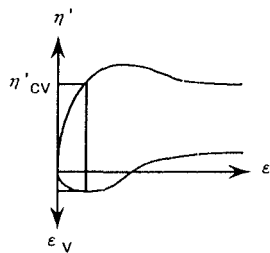


図2 せん断層モデル

図4 ϕ'_{cv} の決め方

は0.95以上であった。

4.試験結果および考察

図3は例としてGL-18mの拘束圧50kPaの場合について応力比 η' 、体積ひずみ ε_v とせん断ひずみ ε の関係を示したものである。図よりピーク強度は乱さない試料の方が乱した試料に比べて著しく小さいことが分かる。一方、限界状態は平均有効主応力 p' 、せん断応力 q 、体積ひずみ ε_v が変化せずにせん断変形が生じ続ける状態であり、次式で定義される³⁾。

$$\frac{\partial p'}{\partial \varepsilon} = \frac{\partial q}{\partial \varepsilon} = \frac{\partial \varepsilon_v}{\partial \varepsilon} = 0 \quad (1)$$

本研究では図4に示すように体積ひずみが圧縮から膨張に変化するとき、即ち $\partial \varepsilon_v / \partial \varepsilon = 0$ を満たすときの強度定数 ϕ'_{cv} を限界状態の強度定数と等価であると考えた⁴⁾。図3の場合、乱した試料と乱さない試料の ϕ'_{cv} の比は0.98であり、ほぼ同じ値である。

図5は乱した試料について ϕ'_{cv} と拘束圧の関係をGL-9, 37mについて示したものである。いずれの試料でも拘束圧によらず ϕ'_{cv} は同じ値になるといえる。

図6は乱した試料の ϕ'_{cv} と乱さない試料の ϕ'^* のそれぞれの平均値の比と細粒分含有率の関係を示したものである。すべての試料で両者の比はほぼ1であり、細粒分によらず乱した試料を用いた供試体から求められる限界状態での強度定数 ϕ'_{cv} は乱さない試料から求められる限界状態での強度定数 ϕ'^* とほぼ等しくなることが確認できる。

5.まとめ

杭の周面摩擦力を評価する際に用いる地盤定数として限界状態における強度定数を用いることが合理的であることを言及した上で、乱した試料と乱さない試料を用いて圧密排水三軸圧縮試験を行った。主要な結論は以下のとおりである。

- 1) 乱した試料より求めた強度定数 ϕ'_{cv} は拘束圧に依存せず一定値を取る。
- 2) 乱した試料より求めた強度定数 ϕ'_{cv} と乱さない試料より求めた強度定数 ϕ'^* は細粒分によらず等しくなる。
- 3) 1)、2)より ϕ'_{cv} を求めるには乱した試料を用いた三軸圧縮試験で良く、杭の周面摩擦力を評価する際の地盤定数として ϕ'_{cv} を用いることは実務上きわめて合理的である。

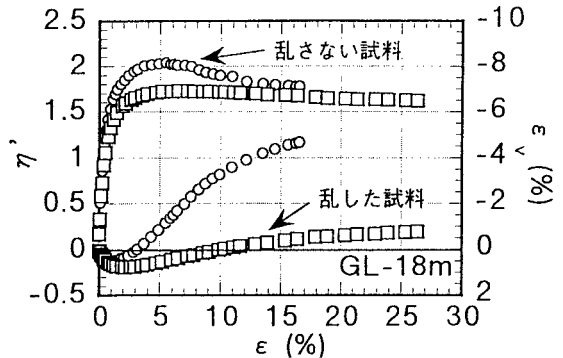


図3 応力比、体積ひずみとせん断ひずみの関係

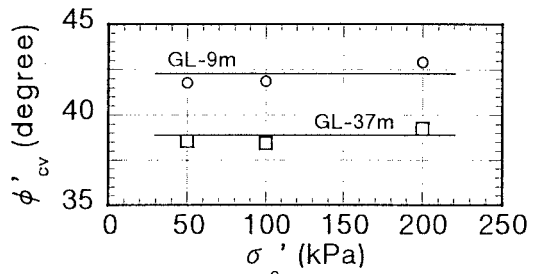


図5 ϕ'_{cv} と拘束圧の関係

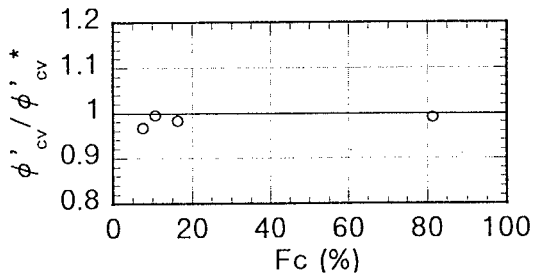


図6 ϕ'_{cv} / ϕ'^* と細粒分の関係

【参考文献】 1)N.Yasufuku et. al. : Geotechnical analysis of skin friction of cast-in-place piles, 14th ICSMFE, Hamburg, 1997, in press 2)宮崎他：不攪乱二次堆積しらすのせん断特性, 平成7年度土木学会西部支部研究発表会, pp.518-519, 1996 3)Schofield, A.N. and Wroth, C.P. : Critical state soil mechanics 4)D.Negussey et. al. : Constant-volume friction angle of granular materials, Canadian Geotechnical Journal, Vol 25, pp.50-55, 1988