

寒天材料による複合地盤の剪断強度特性 Characteristic of Shear Stress with Composite Ground Using Agar Materials

森 洋
Mori Hiroshi

1. はじめに

軟弱地盤での地盤改良工法の一つである杭状タイプによる改良強度は、Fig.1 に示すような円弧すべり面を仮定することで得られる複合（互層）地盤を想定した平均剪断強度（ C_{ave} ）としている¹⁾。Eq.-A に示す提案式は、現行設計法として広く一般的に用いられており、一部の河川施設構造物では構造機能や性能の違いにより、Eq.-B の様な提案式を用いているケースもある²⁾。

$$C_{ave} = \alpha C_p + \beta(1-\alpha)C_0 \dots \dots \dots \text{Eq.-A}$$

$$C_{ave} = \frac{1}{\frac{\alpha}{C_p} + \frac{1-\alpha}{C_0}} \dots \dots \dots \text{Eq.-B}$$

ここに、 C_p は改良土の剪断強度、 C_0 は未改良土の剪断強度、 α は地盤改良率、 β は C_0 の低減率である。

本論文では、昨年度に報告した地盤材料として寒天を用いた一軸圧縮試験³⁾と、今回行った非圧密非排水剪断（UU）試験を比較しながら、複合地盤の剪断強度特性の検討を行う。

2. 試料作成

今後行う予定である実地盤での効率的な作成方法も鑑みて、ある程度大きな容器内に大量の互層地盤（試料）を、寒天材料により予め作成しておく。そして、必要に応じて、水平地盤面と改良体（改良土）堆積面との成す角度（ θ ）での供試体を抜き取り、試料を成形（5×10cm）する（Fig.2）。

3. 実験結果

Fig.3 には、溶解度を 6.67g とした均質試料での一軸圧縮（UC）試験と UU 試験結果（拘束圧（ σ_r ）：10, 25, 50, 75kN/m²）を示す。ピーク強度と剛性率は UU 試験の方が大きくなる傾向にあるが、ピークひずみでの差異はほとんどない。また、一軸圧縮試験での破壊形態は圧縮タイプが多いが、UU 試験では試料端部で発生するクサビ状の破壊形状が見られる。

Fig.4 には、均質試料での溶解度とピーク強度との関係を示す。溶解度が高い場合、UU 試験結果に多少バラツキが見られるものの、ほぼ溶解度とピーク強度は直線的な対応関係を示す。

Fig.5 には、水平地盤面と改良体（改良土）堆積面との成す角度（ θ ）を 0°～90°まで変化させた場合の、ピーク強度の関係を示す。改良土に相当する試料の溶解度を 6.67g、未改良土に相当する試料の溶解度を 1.33g とし、地盤改良率（ α ）を

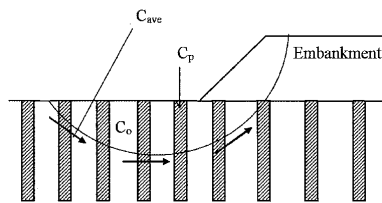


Fig.1 Circular slip method

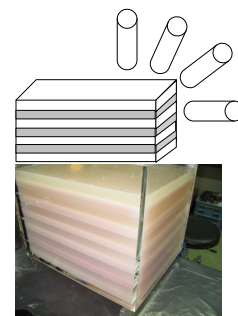


Fig.2 Making method of sample

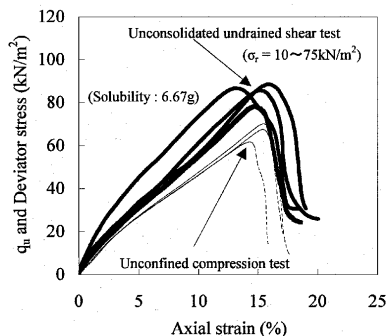


Fig.3 UC test and UU test

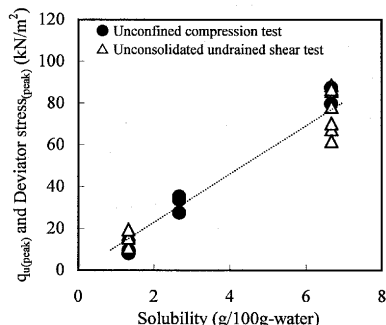


Fig.4 Solubility and peak stress

50%としている。 $\theta = 40^\circ \sim 60^\circ$ 間に強度の異方性による最小強度が存在すると考えられる。また、 $\theta = 90^\circ$ とした場合のみ、改良土 (70kN/m^2) と未改良土 (10kN/m^2) による平均的な強度 (40kN/m^2) が発生する可能性がある。

Fig.6には、 $\alpha = 50\%$ とした場合のピークひずみとピーク強度との関係を示す。UU試験ではピークひずみが10%程度で頭打ちする傾向にあるが、一軸圧縮試験ではピーク強度が大きくなるに従って、ピークひずみも増加する。

Fig.7(a)(b)には、 $\alpha = 50\%$ とした場合の水平地盤面と改良体(改良土)堆積面との成す角度(θ)と、ピークひずみ並びに E_{50} (変形係数)との関係を示す。一軸圧縮(U)試験においては、強度が小さくなる $\theta = 40^\circ \sim 60^\circ$ 間でピークひずみと E_{50} は小さくなり、Fig.5で示したピーク強度の関係図と近似する傾向を示す。UU試験においては、特に、 E_{50} で $\theta = 15^\circ \sim 40^\circ$ 間での値にバラツキがあり、UC試験結果ほどの明瞭な関係性は示さなかった。

Fig.8には、従来から実務レベルで広く用いられてきた平均剪断強度(C_{ave})を算定する提案式($C_p = 35\text{kN/m}^2$, $C_0 = 5\text{kN/m}^2$, $\alpha = 50\%$, $\beta = 0.75$)と実験結果($\alpha = 50\%$)との関係を示す。Eq.-Bは緩傾斜型河川堤防のテラス部構造設計のみで採用されている限定的な提案式ではあるが、Eq.-Aに比べて未改良土の剪断強度(C_0)に依存しやすい式であるため、特に強度比(C_p/C_0)が大きい場合は、同じ改良率でも、得られる平均剪断強度は小さくなる傾向にある。実験結果による平均剪断強度は、概ね $5 \sim 20\text{kN/m}^2$ の範囲内にあり、Eq.-Aから算出される計算結果(19.4kN/m^2)とEq.-Bから算出される計算結果(8.8kN/m^2)との間にほぼ位置する。

4. まとめ

複合(互層)地盤に対する剪断強度特性を、寒天材料を用いた一軸圧縮試験とUU試験で検討した。砂質土を対象とした強度の異方性に似た水平地盤面と改良体堆積面との成す角度によって、平均剪断強度が変化することを両試験で示した。改良体の堆積面を変化させた実験結果と提案式による計算結果には差異があり、提案式に係る再検討が必要であることが分かった。今後は、実際の地盤試料による、複合(互層)地盤での剪断強度特性を検討していく予定である。

<参考文献> 1)寺師昌明・布施谷寛・能登繁幸(1983):講座10 深層混合処理工法の実際と問題点(深層混合処理工法の概要), 土と基礎, Vol.31, No.6, 57-64 2)東京都江東治水事務所(2001):隅田川緩傾斜型堤防等設計マニュアル 3)森洋(2011):複合地盤を対象とした要素レベルでの実験的ならびに解析的考察, 平成23年度農業土木学会大会講演会, CD-R

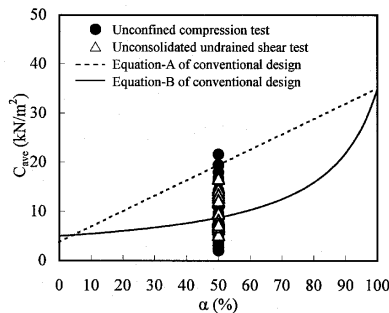


Fig.8 Improved ratio (α) and C_{ave}

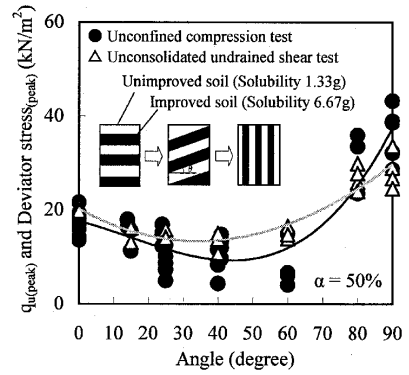


Fig.5 Angle of bedding plane and peak stress

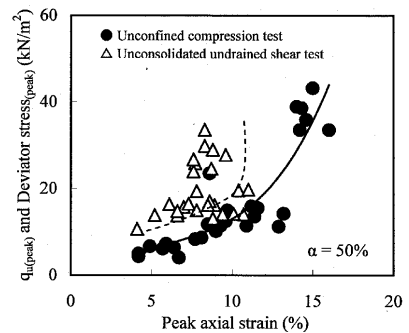


Fig.6 Peak axial strain and peak stress

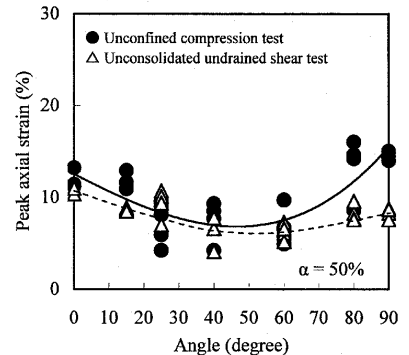


Fig.7(a) Angle of bedding plane and peak axial strain

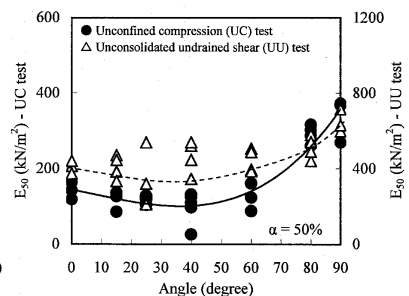


Fig.7(b) Angle of bedding plane and E_{50}