

III-316 複合土に係わる応力とひずみの関係

不動建設 一本英三郎
 ○ 奥山 一典
 野津 光夫

1. 概要

サンドコンパクションパイルのような複合土(いわばHybrid)は、図-1のように、砂質土と粘性土の応力とひずみ関係(特性)の合成効果が地盤改良の意義(効果)に直結している。

本文では、複合土に係わる砂(杭)と粘性土の応力とひずみの関係を、構成式(Equations)としてではなく、実用設計に適用し得る範囲において、構成的表示(Representation of Stress-Strain Response)として検討するものである。

2. 土の構成的表示

”ある程度標準化、単純化した試験法(試験精度の確保)を用い、原位置状況を必ずしも再現した訳ではないが、経験にある程度裏打ちされ、かつ蓄積が可能で簡明な近似解法¹⁾”を「砂質土と粘性土の応力とひずみ関係が単純化した構成的表示として、ピーク応力前と後の合成により統合し得る」ものとして、例えば、図-2²⁾に示す考え方を基本概念とする。

3. 砂質土の構成的表示

Micro-metricアプローチによる理論的構成をもち、かつ、ひずみ軟化状態を含む村山の研究³⁾の近似的表示をベースに、ひずみ硬化状態においてはKondnerを端緒とするDuncan-Changの双曲線表示を適用する。

これを、fitting 手段からみると、その順序は、

- ① 緩い(e_{max} に近い)砂は、ひずみ硬化状態のみを示すからDuncan-Changの双曲線表示を適用して、その $(\sigma_1 - \sigma_3)_{ult} / \sigma_m$ (漸近線)を求め、これを残留強度 Z_r とする。なお、せん断ひずみ $\gamma = 25\%$ (試験上の制約として設定)における強度と Z_r の比を、強度比 R_f と定義する。
- ② 締まった砂は、ひずみ硬化状態(ピーク強度 Z_r まで)においては、①と同様の双曲線表示を適用し、ひずみ軟化状態においては、 (Z_r, γ_r) を通り、①の残留強度 Z_r を漸近線とする最適な双曲線形状を決め、ひずみ硬化とひずみ軟化の状態を合成する。なお、軟化状態の強度比 Rf' は、 Z 軸と双曲線との交点を Z_0 とし、 $Rf' = (Z_r - Z(25\%)) / (Z_0 - Z(25\%))$ と定義する。

である。このfitting 例を図-3-1に示す。

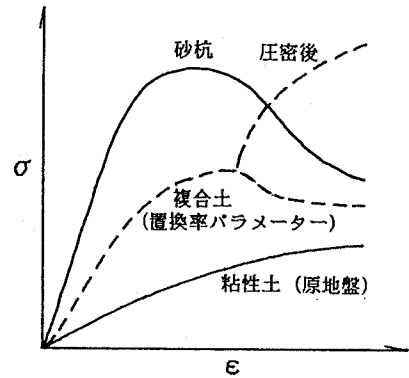


図-1 複合土の応力とひずみの関係(模式図)

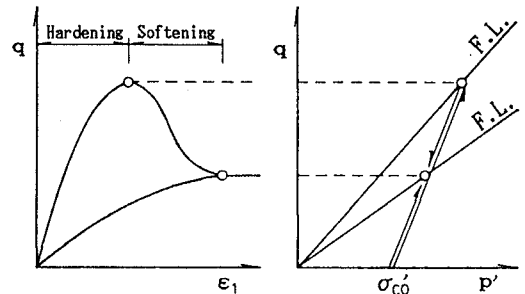


図-2 土の応力とひずみ関係の構成的表示(基本概念図)

いま、図-3-1の $Z \sim \gamma$ で試験した値の中から、 $(\sigma_1 - \sigma_3) / \sigma_3 \sim \varepsilon_1$ 関係でデータをプロットし、①、②と同様の手段と順序でfitting すると、図-3-2のようになる。図-3-2に示す状況は、公表されている $(\sigma_1 - \sigma_3) / \sigma_3 \sim \varepsilon_1$ 関係の諸データにおいても同様の結果が得られている。（ R_f は $\varepsilon_1=15\%$ で定義する）

4. 粘性土の構成的表示

粘性土の場合、ひずみ硬化状態においては、Kondnerの構成的表示（一軸、三軸試験、undisturbed、remould 状態の土に適用可能）を用い、ひずみ軟化状態においては、3. と同様に概ね残留強度に漸近する双曲線表示を考える。

- これを、fitting 手段からみると、その順序は、
- ① remould 状態の土はひずみ硬化のみを示すから、その試験結果をもとにKondner の式（Duncan-Chang の式と同じ）を用いてfitting し、得られた $(\sigma_1 - \sigma_3)_{ult}$ を残留強度とする。
 - ② undisturbed 状態の土は、ひずみ硬化状態においては、ピーク強度 $[(\sigma_1 - \sigma_3)_r, \varepsilon_r]$ と①の残留強度を漸近線とし、 $\varepsilon_1 = 15\%$ （試験上の制約及びremould 強度の規定値）線上の関係から最も適合する双曲線形状を決めて、ひずみ硬化とひずみ軟化の状態を合成する。

である。一軸圧縮強度に対するfitting 例を示すと図-4のようになる。図-4に示す状況は、室内実験及び、他現場のデータについても同様の結果が得られている。

5. あとがき

今後に課題を残しているが、本研究においては、愛媛大学 八木教授、援助教授の懇切な御指導と貴重なデータの提供を戴いている。ここに感謝の意を表する。

また、長年にわたって御指導を賜っている京都大学 村山名誉教授、赤井教授、柴田教授、名古屋大学 松尾教授に深謝の意を表する。

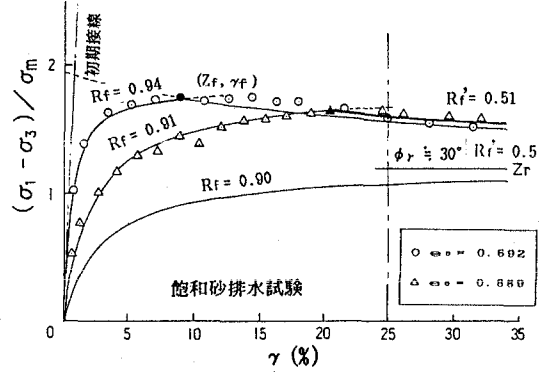


図-3-1 砂の構成的表示のfitting例

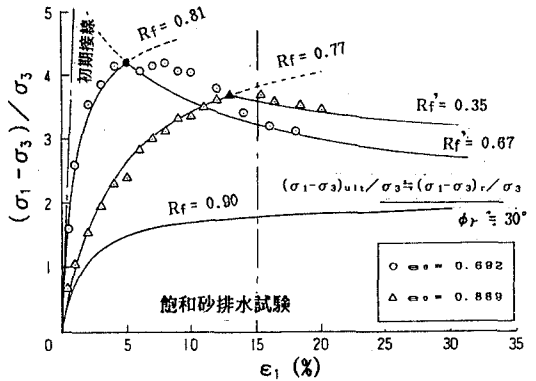


図-3-2 砂の構成的表示のfitting例

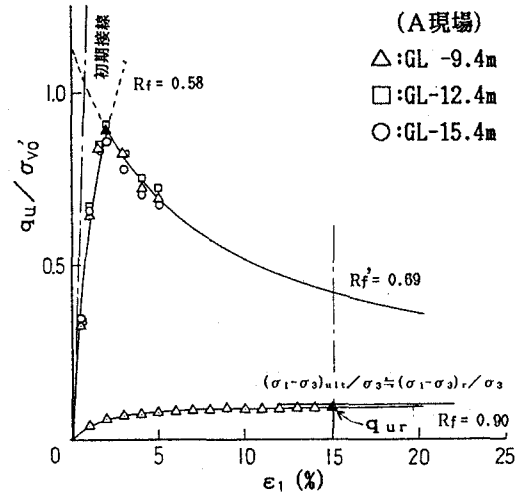


図-4 一軸圧縮強度におけるfitting例

参考文献

- 1) 龍岡文夫 (1989) : 土のせん断変形・強度及び試験法、わかりやすい土質力学原論、土質工学会。
- 2) 今井五郎 (1985) : 土が発揮しうる強さ、わかりやすい土の力学、第9話、鹿島出版会
- 3) Murayama, S. (1977) : Constitutive Equation of Particulate Material in the Failure State, Proc. of Speciality, Session9, Int. Conf. of S.M.F.E. (Tokyo).