

神戸大学大学院

学生会員○金子 智之

日本電信電話株式会社

正会員 刈田 裕亮

神戸大学大学院

学生会員 有働 敬天

神戸大学

正会員 飯塚 敦

1. はじめに

土の弾塑性あるいは弾粘塑性構成モデルを用いた、土・水連成の多次元変形シミュレーション解析が実用に供されつつある。解析手法が精密になればなるほど入力として要求される情報にも高い信頼性が要求される。本論文では、石川県柴山潟干拓地において実施された道路盛土工事を例として、変形予測における信頼できる解析手法の確立を目指す。本現場の間隙水圧分布には特徴があり、その影響を考慮する場合(Aシリーズ)と静水圧分布と仮定する場合(Bシリーズ)の2通りについて考える。また、一軸圧縮試験、ペーンせん断試験とこれらを検証するために、室内で等体積一面せん断試験が実施されている。関口・太田モデル¹⁾より得られた補正係数を用いてこれら3強度の整合性を確認した後、理論式を連立させることによりパラメータの同定を試みる。

2. 土質試験結果

図-1に柴山潟での物理試験、標準圧密試験、せん断試験の結果を示す。本現場は、地表層以下14mにおたって軟弱粘土層が堆積している。また、昭和38～40年の干拓事業によって水位が2.0m下げられた為に粘土層下の砂層が現在の海水面から被圧されて、図に示すように間隙水圧分布Pwは静水圧分布にならない。従って、有効上載圧は図中に示すAとなる。(但し、同図中Bは静水圧で仮定した場合)。

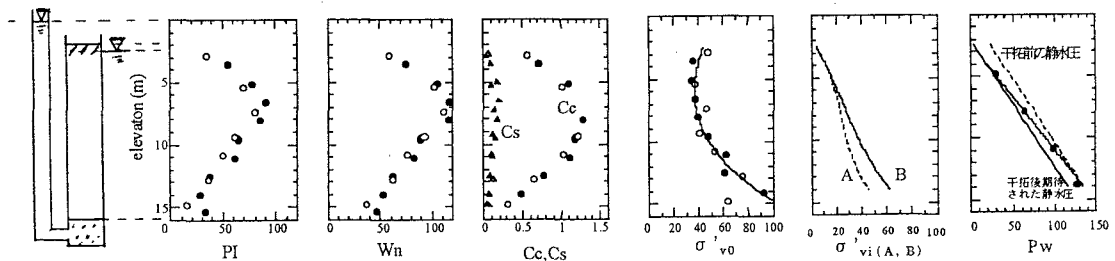


図-1 土質試験結果 (●▲: ボーリング a, ○△: ボーリング b)

3. 正規理想強度の決定

せん断試験結果より得られた実測強度を、理論強度と直ちに等値することはできない。理論式は原位置で理想的にせん断した時に得られる正規圧密状態強度(理想強度)を表しているのに対して、実測強度は過圧密状態における、各種の人為的な影響を受けた強度であるので、これらを補正する必要がある。Ohta et al.(1989)²⁾、太田(1993)³⁾により示される補正方法は図-2のようになる。また、一軸圧縮強度に対しては、

応力解放(μ_s)、乱れ(μ_D)、拘束圧(μ_c)、せん断速度(μ_R)の補正、ペーンせん断強度に対しては、せん断速度(μ_R)の補正が必要である。等体積一面せん断強度については、室内で正規圧密($\sigma'_{v0}=156.8\text{KPa}$)された供試体を、十分にゆっくりとせん断したので、強度の変換、補正を必要としない。各実測強度を正規理想強

O.C強度と N.C強度	$\left(\frac{S_u}{\sigma'_{vi}}\right) = OCR \bar{\Lambda} \left(\frac{S_u}{\sigma'_{v0}}\right), OCR = \frac{\sigma'_{v0}}{\sigma'_{vi}}, \bar{\Lambda} = 1 - \frac{\bar{C}_s}{C_c}$
理想強度 への補正	$\frac{q_{u,ideal}}{2\sigma'_{v0}} = \mu \left(\frac{q_u}{2\sigma'_{v0}}\right)_{NC}, \mu = \mu_s \cdot \mu_D \cdot \mu_c \cdot \mu_R$ $\frac{S_{(vanc),ideal}}{\sigma'_{v0}} = \mu \left(\frac{S_{(vanc)}}{\sigma'_{v0}}\right)_{NC}, \mu = \mu_R$ ただし、 σ'_{vi} :有効上載圧、 σ'_{v0} :先行鉛直圧、 C_c :圧縮指数、 $\bar{C}_s$:膨潤指数

図-2 強度の変換と補正方法

度に変換すると図-3 のようになる。

4. 3 強度の整合性確認

関口・太田モデルによると、強度異方性を補正することによって一軸とベーンの理想強度を等体積一面せん断強度に変換することができる。それらと等体積一面せん断強度の実測値を比較したものが図-4 となる。ベーンの補正については3通りについて行ったが、最も良い一致を示した $\mu_A=1$ で補正した場合について図に示した。図より良い一致を見ることができる。

5. パラメータ決定

関口と太田による弾塑性構成モデルから、それぞれのせん断強度の理論式が図-5 のように導かれている。3 で得られた理想強度を図-5 の3式に代入することにより、 K_0 、 M 、 Λ を未知数とする3本の方程式が得られるので、これらを連立させてパラメータを求める。また、非可逆比 Λ は三軸圧縮試験を行って求める値であるが、本論文では標準圧密試験より得られた $\bar{\Lambda}=0.89$ と等しいと仮定して2本の式と連立してパラメータを求める場合についても考えた。更に、既存の経験式と2本の式を連立さ

せる場合についても考えた。以上の各ケースによって得られたパラメータの解の分布は図-6 のようになる。この深度方向の解の分布を層ごとに検討し、最も値が集中していると思われるところに代表線を引き、各層の同定パラメータとした。以上のパラメータを用いて、干拓軟弱地盤を対象とした変形解析を行った。

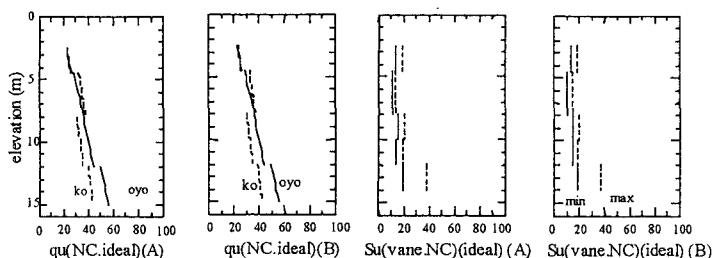


図-3 正規理想強度

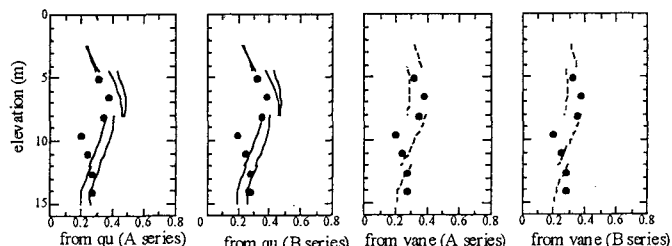


図-4 せん断強度の整合性

一軸圧縮強度	$\frac{q_{u,NC,(ideal)}}{2 \sigma'_{vo}} = \frac{1+2K_0}{6} M \exp(-\Lambda + \frac{\Lambda}{M} \eta_0)$
等体積一面せん断強度	$\frac{S_{u,SBT,(ideal)}}{\sigma'_{vc}} = \frac{(1+2K_0)}{3\sqrt{3}} M \exp(-\Lambda)$
ベーンせん断強度	$\frac{S_{u,vane,NC(ideal)}}{\sigma'_{vo}} = \frac{1+2K_0}{21\sqrt{3}} M \exp(-\Lambda) \left\{ 6 + \sqrt{1 + \frac{3}{4} \left(\frac{\eta_0}{M} \right)^2} \right\}$

ここに、 K_0 : 静止土圧係数、 M : 限界状態比、 Λ : 非可逆比、 $\eta_0 = \frac{3(1-K_0)}{1+2K_0}$

図-5 理論強度

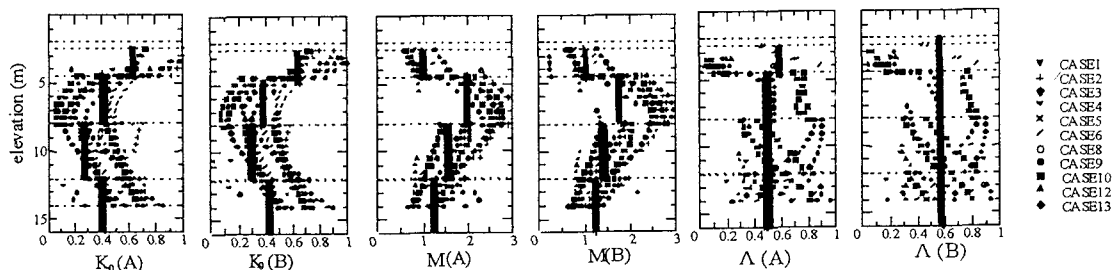


図-5 同定された入力パラメータ

6. 参考文献

- 1) 関口・太田(1977): Proc. 9th. ICSMFE, 2) Ohta et al. (1985): Proc. 11th ICSMFE, 3) 太田ら(1993): 土木学会論文集