

神戸大学大学院

学生会員 ○有働敬天 刈田裕亮

神戸大学工学部

正 会 員 飯塚 敦 軽部大蔵

はじめに：土／水連成弾塑性FE解析法が実用に供されている。この入力パラメータを求めるには、三軸試験や三軸 K_0 圧密試験が要求されるが、実際には、経済的・時間的理由から実施されることは極めて稀である。従来、塑性指数などから経験的・間接的に入力パラメータを決定していた(例えば、Iizuka and Ohta, 1987)。本論文では、現行の土質調査で得られている土質定数から、できるだけ直接的に入力パラメータを決定しようとしている。対象とする現場は、石川県柴山潟干拓地である。昭和 38 から昭和 40 にかけて、水位が 2.0m 下げられている。ここに、県道の建設が計画され、平成 8 年より道路盛土工事が開始されている。図-1 は、県道建設に伴って実施された土質調査の一覧である¹⁾²⁾。表層以下、14m にわたって軟弱粘土が堆積している。粘土層下の砂層は海底につながっており、海水面の位置水頭で被圧している。しかしながら、粘土層内の間隙水圧分布は静水圧分布ではないものの、既に定常状態に達していることが確かめられている。強度試験として、一軸とベーンせん断試験、これらを検証するために、室内において等体積一面せん断試験が実施された。これら一軸とベーンの全応力強度から土／水連成解析に必要な有効応力パラメータを決定しようとする。

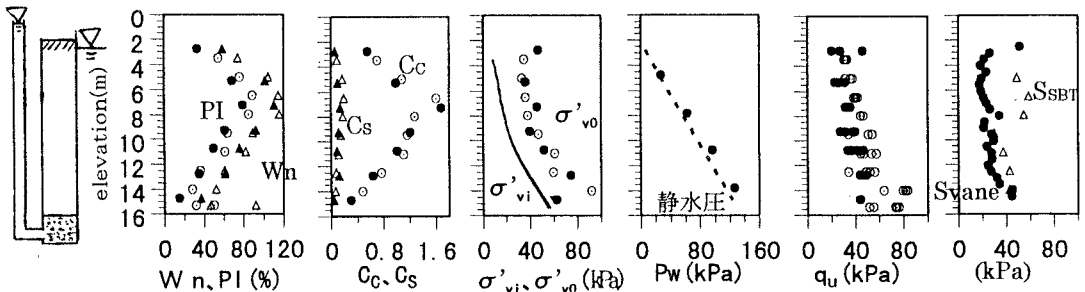


図-1 土質調査結果の一覧(●:ボーリング A、○:ボーリング B、等体積一面強度は正規圧密強度)

理想正規圧密強度の推定:

関口と太田による弾塑性構成モデル³⁾から、一軸とベーンおよび等体積一面せん断強度の理論強度が図-2 のように求められている⁴⁾⁵⁾。

図-2 の理論強度を連立して、パラメータ K_0 、 M 、 Λ 、を求めたい。

一軸圧縮強度	$\frac{q_{u,NC(ideal)}}{2\sigma'_{v0}} = \frac{1+2K_0}{6} M \exp\left(-\Lambda + \frac{\Lambda}{M} \eta_0\right)$
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	$\frac{S_{u,vane,NC(ideal)}}{\sigma'_{v0}} = \frac{1+2K_0}{21\sqrt{3}} M \exp(-\Lambda) \left\{ 6 + \sqrt{1 + \frac{3}{4} \left(\frac{\eta_0}{M}\right)^2} \right\}$
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-2 理論強度

しかし、図-1 に示される実測強度と理論式とを直ちに等置することはできない。理論式は原位置で理想的にせん断されたときに期待される強度(理想強度)を表わしているのに対して、実測強度は 1)過圧密状態における、2)各種の人為的な影響を受けた、強度である。これらを補正する必要がある。補正方法が図-3 にまとめられている。まず、実測として得られている過圧密強度を正規圧密強度に変換する。等体積一面せん断強度は室内で正規圧密($\sigma'_{v0}=156.8\text{kPa}$)された供試体の強度として得られているので、この変換は必要ない。次いで、正規圧密強度を理想

強度に変換する。一軸強度に対しては、応力解放(μ_g)、乱れ(μ_D)、拘束圧(μ_c)、せん断速度(μ_R)の補正⁶⁾、べーん強度に対しては、せん断速度の補正⁵⁾が必要である。等体積一面せん断強度は、今回の場合、室内において十分にゆっくりとした速度でせん断されたので、せん断速度の補正を要しない。これらの補正係数の値は、塑性指数に対して、Ohta et al.(1989)⁶⁾、太田(1993)⁵⁾に示されている。理想強度に変換・補正された実測強度を示すと、図-4になる。

変換・補正の検証: 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、一軸およびべーんの理想強度を等体積一面せん断強度に変換できる(図-5)^{4) 5)}。このようにして、一軸およびべーん強度から変換された等体積一面せん断強度と実測等体積一面せん断強度とを比較したのが図-6である。概ね、良好な一致を見ることができよう。

構成パラメータの同定: 図-2の各式を図-4と等置して、連立して解けば、構成パラメータ; K_0 、 M 、 Λ が求まる。図-7はこのようにして求めた構成パラメータの値である。過去に提案されている経験的な関係と、このように求めた構成パラメータとを比較したのが、図-8である。

O.C強度と N.C強度	$\left(\frac{S_u}{\sigma'_{v0}}\right) = OCR \bar{\Lambda} \left(\frac{S_u}{\sigma'_{v0}}\right), OCR = \frac{\sigma'_{v0}}{\sigma'_{vi}}, \bar{\Lambda} = 1 - \frac{\bar{C}_s}{C_c}$
理想強度 への補正	$\frac{q_{u,ideal}}{2\sigma'_{v0}} = \mu \left(\frac{q_u}{2\sigma'_{v0}}\right)_{NC}, \mu = \mu_s \cdot \mu_D \cdot \mu_c \cdot \mu_R$ $\frac{S_{(vane),ideal}}{\sigma'_{v0}} = \mu \left(\frac{S_{(vane)}}{\sigma'_{v0}}\right)_{NC}, \mu = \mu_R$ 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-3 強度の変換と補正係数

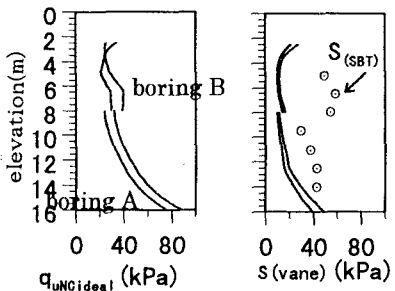


図-4 理想強度に変換補正された実測強度

一軸: $\mu_A = \frac{1 + \cosh \beta}{\sqrt{3}} \exp\left(-\frac{\Lambda}{M} \eta_0\right)$
 べーん: $\mu_A = \frac{7}{6 + \sqrt{1 + \frac{3}{4} \left(\frac{\eta_0}{M}\right)^2}}$
 ただし、 $\beta = \frac{3\eta_0}{2M} \Lambda$

図-5 強度異方性の補正係数

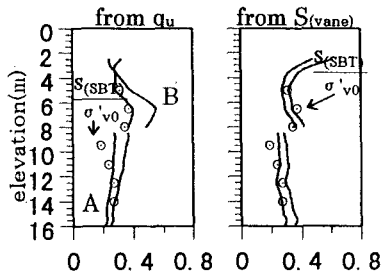


図-6 等体積一面強度増加率の比較

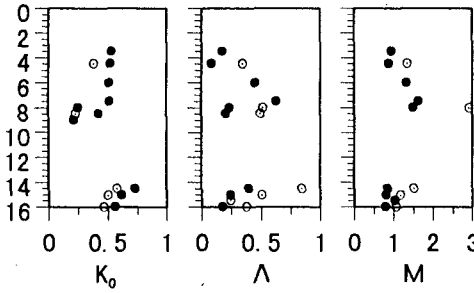


図-7 同定された構成パラメータ

参考文献:1)石川県・応用地質(1996):南加賀道路(小松市湖東町地図)報告書,2)石川県・興和(1995):県土幹線軸道路整備工事検討書,3)Sekiguchi & Ohta(1977):Proc. 9th ICSMFE,4)Ohta et al.(1985):Proc. 11th ICSMFE,5)太田ら(1993):土木学会論文集、No.481/III-25,6)Ohta et al.(1989):Proc. 12th ICSMFE

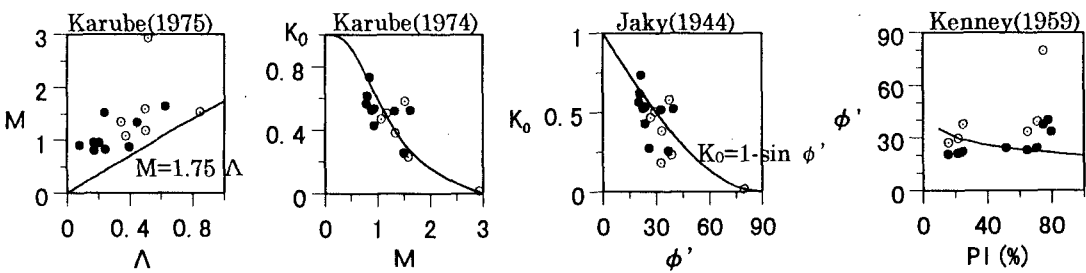


図-8 経験式との相関