

K₀の逆算結果に及ぼす時間依存性挙動の影響

鹿児島大学工学部 学 福本忠浩 正 三隅浩二
同 上 正 佐藤 清 学 山下信一

1. はじめに すでに、降伏曲線と弾塑性パラメータの値を用いて、横ひずみの生じない条件によってK₀値を決定する方法¹⁾を発表しているが、本報告前半の議論でこの方法論をより実用的、客観的なものに完成させる。この方法の特徴は、①三軸試験データの解析における優先順位を明確にしていること、②弾塑性パラメータはそれらの理論的な整合性(限界状態の条件、K₀条件、および降伏曲線形状)を利用して決められることであるが、①、②より解析者の主観が全く入らない方法となっている。本報告後半では、時間効果を表すことのできる弾粘塑性構成式から得られる応力ひずみ曲線を解析の対象にして上記の逆解析を試み、K₀、 c_u/p_a' など変形および破壊の解析に必要な弾塑性パラメータの時間依存性について考察する。

2. 弾塑性パラメータへの時間効果 解析手順を述べる。平均主応力一定排水(ないし部分排水)試験および拘束圧一定排水(ないし部分排水)試験を同じ載荷速度($\dot{q}=\text{const.}$)で実施して、まず、平均主応力一定試験の体積ひずみ挙動(データ1)より降伏曲線形状、式(1)、および、M、Dを決定する²⁾。次に、拘束圧一定試験の体積ひずみ挙動(データ2)より非線形な Λ の式、式(2)を、平均主応力一定試験のせん断ひずみ挙動(データ3)より Λ と $\tilde{N}$ に関する式、式(3)を求める。横ひずみの生じない条件より得られる式、式(4)に式(2)と式(3)を代入して得られる $\psi \sim \eta'$ 関係の曲線が、式(1)の $\psi \sim \eta'$ 関係の曲線と交わるところで ψ_{K_0} 、 η_{K_0}' を決定する。同時に $\{\sigma_3'/\sigma_1', \Lambda, \tilde{N}, A_r, c_u/p_a' \text{ etc.}\}$ at $\eta' = \eta_{K_0}'$ を一斉に求め、これらを弾塑性パラメータの代表値とする。すなわち、データ1を最優先、データ2、3を次に優先して逆解析を完了し、最後に残った拘束圧一定試験のせん断ひずみ挙動(データ4)を逆解析の有効性の確認のために用いる³⁾。

次に、関口、太田による弾粘塑性モデルによって得られる応力ひずみ曲線を上記の方法によって解析する。入力した弾粘塑性パラメータは文献3に記したものと同じである。図1は平均主応力一定条件で破壊に至るまでの試験期間(t_r)が10daysの場合($\dot{q}=2.777 \times 10^{-6} \text{ kgf/cm}^2/\text{sec}$)の η_{K_0}' の決定を示す。同じく、図2は20daysで破壊する場合($\dot{q}=1.388 \times 10^{-6} \text{ kgf/cm}^2/\text{sec}$)、図3は30daysで破壊する場合($\dot{q}=9.259 \times 10^{-7} \text{ kgf/cm}^2/\text{sec}$)について記している。 η_{K_0}' の決定と同時に得られる弾塑性パラメータの解析値は t_r をパラメータにして図4～図9に示した。これらの図より、K₀、 Λ 、 ν' 、 A_r の値は試験日数が延びるにしたがって大きくなるのに対し、 c_u/p_a' 、 $\tilde{N}$ は逆に減少していることがわかる。すなわち、 $t_r \rightarrow$ 大により、①1次元圧縮状態(K₀ライン)は等方圧縮状態(p' 軸)に近づく。②弾性体積ひずみの発生が抑えられる。③弾性体積ひずみ増分に対する弾性せん断ひずみ増分の比は大きくなる。④ A_r 値は1.0に近づく。⑤ c_u/p_a' は標準的な設計値(0.20～0.30)に近づく。ただし、これらは定性的な考察に限り意味がある。定量的な議論は選択した弾粘塑性モデルの入力パラメータの値いかんによって様々になる。

3. おわりに 文献1によれば弾塑性パラメータM、D、 Λ 、 $\tilde{N}$ の値が同じときモディファイドカムクレイよりもカムクレイの方がK₀値が小さいという結果が得られている。文献2では時間効果($t_r \rightarrow$ 大)によりモディファイドカムクレイ型の降伏曲線がカムクレイ型の降伏曲線に変化することが示されている。すなわち、K₀値は時間効果のメカニズムによって変化する降伏曲線形状に依存して決まるものだ結論できる。したがって、現場の時間効果をできるだけ逆解析結果に反映させるために、載荷速度を慎重に選んで三軸試験することが必要であると考えられる。

参考文献 1) 福本、三隅、叶、佐藤：正規圧密粘土の静止土圧係数K₀の決定、平成元年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.422-423、1990

2) 山下、三隅、福本、佐藤：降伏曲線の逆算による正規圧密粘土における2次圧密挙動の考察、平成2年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、1991

3) 岩切、三隅、福本、佐藤：平均主応力一定条件で降伏曲線を決定する逆解析手法の有効性、平成2年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、1991

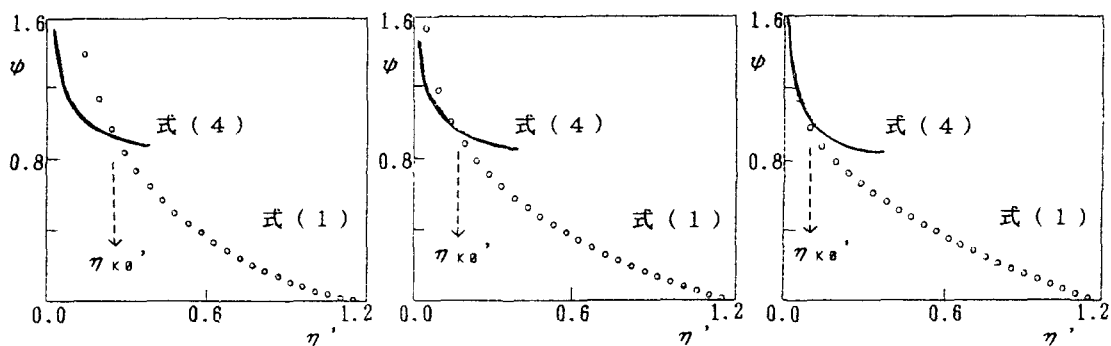


図1 $\eta_{k0}'(t_r=10\text{days})$

図2 $\eta_{k0}'(t_r=20\text{days})$

図3 $\eta_{k0}'(t_r=30\text{days})$

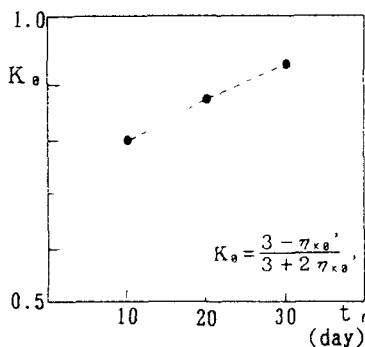


図4 K_a の変化

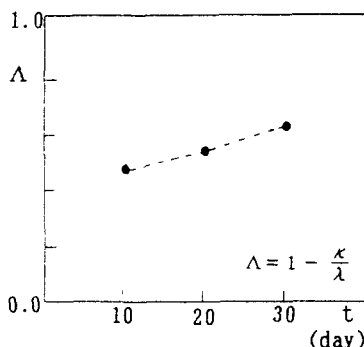


図5 Λ の変化

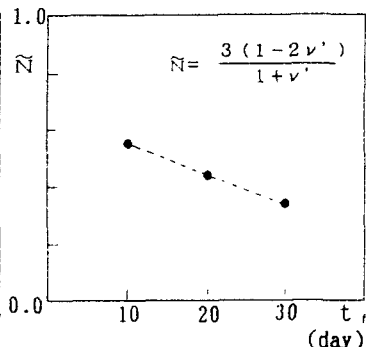


図6 $\tilde{N}$ の変化

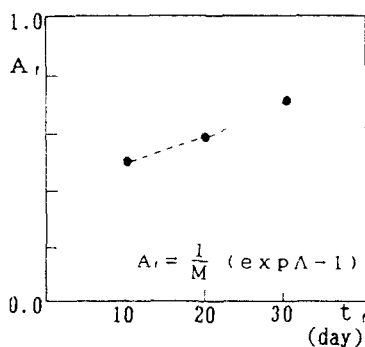


図7 A_r の変化

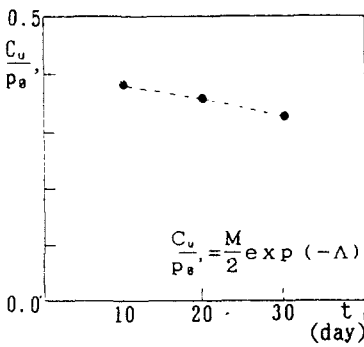


図8 C_u/p_a' の変化

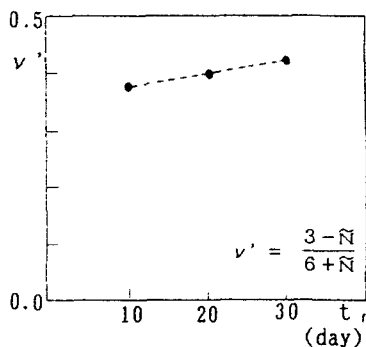


図9 ν' の変化

$$\psi = \frac{D}{\frac{d\varepsilon_v}{d\eta'}} M - \eta' \quad \text{at } p' = p_a' \quad \dots (1)$$

$$\Lambda = \left\{ \frac{p'}{DM} \cdot \frac{d\varepsilon_v}{dp'} + \frac{\eta' - 3}{\psi + \eta'} \right\}^{-1} \quad \text{at } \sigma_3' = \text{const.} \quad \dots (2)$$

$$\frac{2}{3} \frac{1}{\tilde{N}} \left(\frac{1}{\Lambda} - 1 \right) = \left(\frac{d\varepsilon_3}{d\varepsilon_v} - \frac{1}{\psi} \right) \cdot (\psi + \eta')^{-1} \quad \text{at } p' = p_a' \quad \dots (3)$$

$$\psi = \frac{3}{2} \left\{ \frac{1}{\Lambda} - \frac{1}{\tilde{N}} \left(\frac{1}{\Lambda} - 1 \right) \eta' \right\}^{-1} \quad \text{at } d\varepsilon_3 = 0 \quad \dots (4)$$