

III-213

移動硬化モデルによるひずみを制御した粘土の平面ひずみ試験の解析

農 林 水 産 省 正会員 ○ 渡辺浩二
名古屋工業大学 正会員 中井照夫
名古屋工業大学大学院 岩堀憲二

現在までに、3次元任意応力経路下の粘土の応力・ひずみ挙動を統一的に説明できる移動硬化型の粘土の弾塑性構成モデル(kinematic t_y -clay model Ver.3)¹⁾を提案し、その適用性を種々の応力経路を与えた3軸試験や3主応力制御試験によって検証している。実際の地盤の応力・変形解析は平面ひずみ条件下で行われることが多いので、ここでは Topolnicki²⁾らによるひずみ経路を与える平面ひずみ試験結果を提案モデルにより解析し、その妥当性と適用性について検証する。

1. 移動硬化型の粘土の弾塑性構成モデル(kinematic t_y -clay model Ver.3)の特徴

解析に用いたモデルは、①力学量 t_y を用いることにより中間主応力が変形・強度特性に与える影響を、②塑性ひずみ増分を t_y 空間で関連流動則を満足する成分と等方的な圧縮成分とに分けることにより塑性ひずみ増分方向の応力経路依存性を、③応力比空間での移動硬化則を用いることにより繰返し載荷時や主応力軸の回転等の応力誘導異方性を、④移動硬化則を工夫することにより等方圧縮による応力誘導異方性の消失を、⑤正規状態よりも密である場合にはひずみ硬化パラメータとして t_y に基づいた塑性仕事増分を用いることにより繰返しせん断時や過圧密状態等間隙比の減少(密度の差)が変形・強度特性に与える影響(変形の硬化特性、ピーク強度の密度依存性、正のダイレイタンス)を考慮している。

2. 土質パラメータの決定について

解析に用いた Gold hausen カオリン粘土の土質パラメータを表-1に示す。 $\lambda/(1+e_0)$ 、 $\kappa/(1+e_0)$ は平面ひずみ状態での等方圧縮・除荷試験結果からそれぞれ求めた。内部摩擦角 $\phi'=21^\circ$ より $\alpha=0.5$ と決定した。また、移動硬化モデルの降伏関数の弾性域の大きさを示す ξ は除荷時の実測値)から求め、ボアソン比は $\nu_p=0.2$ と仮定した。ボアソン比以外のパラメータはすべて単調な応力経路下の実験結果から決めることができる。

3. 実験結果と解析結果の比較

実験はすべて、図-1に示すひずみ経路下で行われており、 z 方向の変位を拘束した平面ひずみ試験である。図-2～9は左下図に示すひずみ経路(ϵ_x, ϵ_y 関係)を与えたときの応力～ひずみ関係($\sigma_y' \sim \epsilon_y$ 関係、 $\sigma_x' \sim \epsilon_x$ 関係)および応力経路($\sigma_x' \sim \sigma_y'$)を示す。実測値はプロット、解析結果は実線でそれぞれ表されている。モデルはひずみ方向を様々に変化させた実測値の傾向を妥当に表現しているといえる。

表-1 Gold hausen kaolin clay の土質パラメータ

$\lambda/(1+e_0)$	10.6×10^{-2}
$\kappa/(1+e_0)$	1.6×10^{-2}
ϕ'	21° ($R_f=2.1$)
α	0.5
ξ	0.05
ν_e	0.2

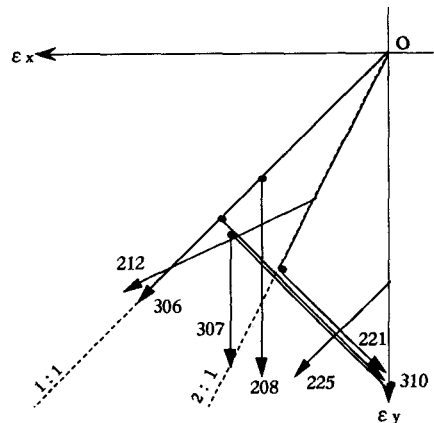


図-1 ひずみ経路図

参考文献

- 1) 中井・升本・渡辺 (1994) : 「単調および繰返し載荷時の粘土の応力～ひずみ挙動のモデル化について」 第29回土質工学研究発表会。
- 2) M.Topolnicki (1987) : Observed stress-strain behavior of remoulded saturated clay and examination of twoconstitutive models, Dr. Thesis of Karlsruhe University.
- 3) Nakai, T. and T.Hoshikawa (1991) : kinematic hardening model for clay in three-dimensional stresses, Proc. 7th IACMAG, Vol.1, pp.655-660.

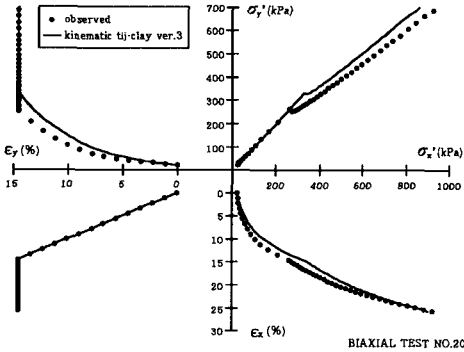


図-2 平面ひずみ試験 (No.208)の主応力～主ひずみ関係

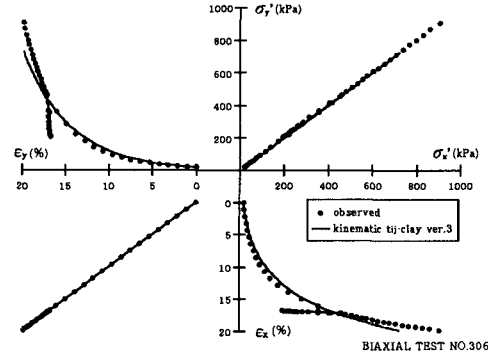


図-6 平面ひずみ試験 (No.306)の主応力～主ひずみ関係

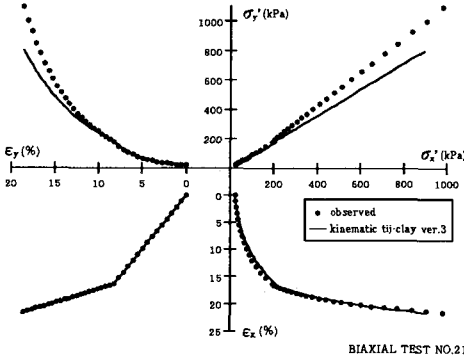


図-3 平面ひずみ試験 (No.212)の主応力～主ひずみ関係

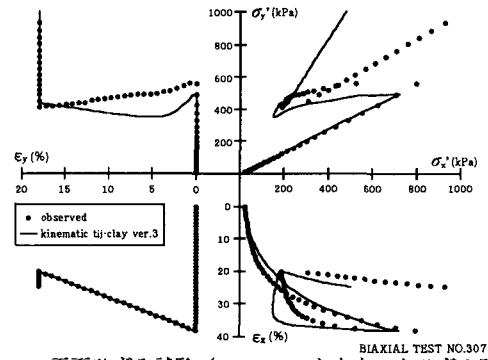


図-7 平面ひずみ試験 (No.307)の主応力～主ひずみ関係

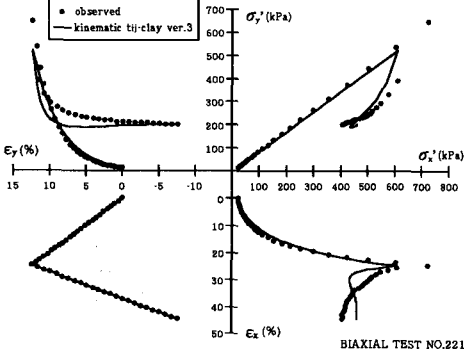


図-4 平面ひずみ試験 (No.221)の主応力～主ひずみ関係

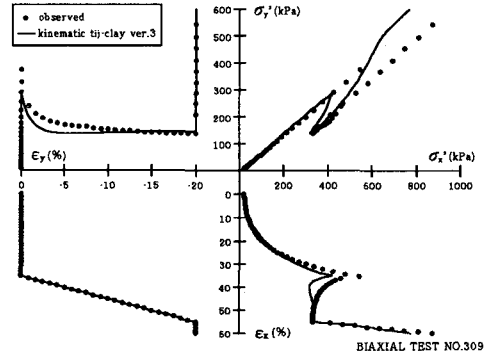


図-8 平面ひずみ試験 (No.309)の主応力～主ひずみ関係

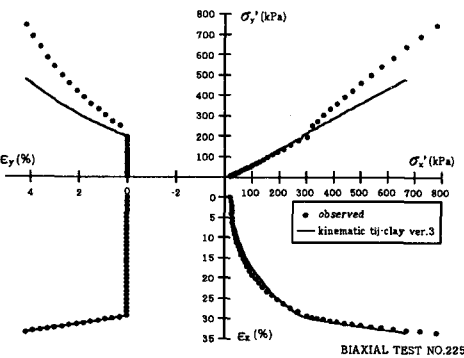


図-5 平面ひずみ試験 (No.225)の主応力～主ひずみ関係

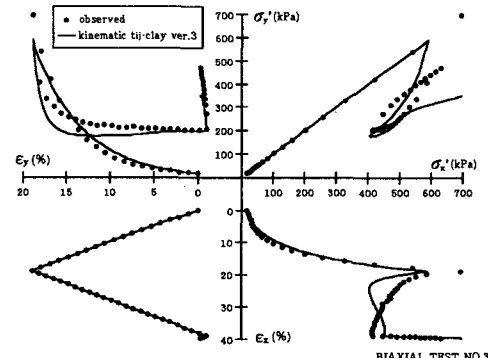


図-9 平面ひずみ試験 (No.310)の主応力～主ひずみ関係