

III-73

移動硬化型 t_{13} -clay modelによる粘土の平面ひずみ試験の解析

名古屋工業大学大学院 学生員 ○ 星川 拓哉
名古屋工業大学 正 員 中井 照夫

K₀圧密された粘土の種々の応力経路下の平面ひずみ試験結果と、等方硬化型の t_{13} -clay model¹⁾を用いた解析をすでに報告^{2), 3)}している。ここでは、本概要集別報⁴⁾の移動硬化型 t_{13} -clay modelの適用性を検証するため、平面ひずみ試験結果を移動硬化型モデル(kinematic t_{13} -clay model)、等方硬化型モデル(t_{13} -clay modelおよびCam-clay model⁵⁾)を使って解析するとともに、各々のモデルによる解析結果と実測値の比較を示す。

1. 実験の概要

前報^{2), 3)}で述べているように、実験は繰り返し再圧密された藤の森粘土($w_L=41\%$, $w_p=23\%$, $G_s=2.67$)をセル型平面ひずみ試験機内でK₀圧密した後、排水せん断している。図-1に示すように、 $\sigma_y=196\text{ kN/m}^2$, $\sigma_x=\sigma_z=98\text{ kN/m}^2$ のK₀圧密状態(図-1のA点)から $\varepsilon_z=0$ の平面ひずみ条件下の種々の応力経路下(7種類)で排水せん断している。ここに、経路①③⑤⑦は最大主応力 σ_1 方向が常にy軸方向に一致しているので主働(ACTIVE)側と呼び、経路②④⑥は σ_1 方向がy軸方向からx軸方向に変わるので受働(PASSIVE)側と呼ぶ。

2. 解析の概要

解析は3つの粘土の弾塑性モデル(kinematic t_{13} -clay model⁴⁾, t_{13} -clay model¹⁾, Cam-clay model⁵⁾)を用いて行っているが、これらのモデルの特徴は表-1のようにまとめられる。また、3つのモデルはその基本的な土質パラメーターが共通であり、三軸圧縮条件下の平均主応力が増加しない応力経路(例えば非排水三軸圧縮試験、平均主応力一定三軸圧縮試験等)ではほぼ同じ応力～ひずみ挙動を示す。表-2に解析で用いた藤の森粘土の土質パラメーターを示す。移動硬化モデルで増えているパラメーターは1つ(ξ)だけである。 ξ の値は繰り返しせん断時において弾性ひずみのみが生じる応力比の範囲から決められる。

3. 実験結果と解析結果の比較

図-2(a)～(g)は図-1の7つの応力経路下の試験結果(プロット)と3つのモデルによる解析結果を主応力比(σ_1/σ_3)～主ひずみ(ε_x , ε_y)～体積ひずみ(ε_v)関係で示している。①③⑤⑦の主働側の実験では、kinematic t_{13} -clayが t_{13} -clay modelとほぼ同じ応力～ひずみ曲線となり、実測値との間により対応関係がある。次に、受働側の実験の解析においても、kinematic t_{13} -clay modelは粘土の挙動をほぼ妥当に説明している。一方、等方硬化モデル(Cam-clay model, t_{13} -clay model)は降伏関数が等方的に拡大するため、このような最大主応力方向が反転する時のせん断挙動の評価に問題がある。なお前報³⁾では、このような受働側の粘土の挙動を説明するために、初期の降伏曲面fの内側に応力状態があっても、 $df>0$ に転じた時は新たな降伏曲面がそこから形成されるとして

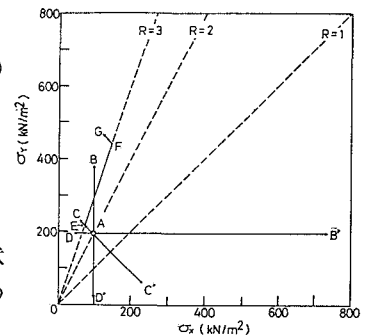


図-1 応力経路図

表-1 モデルの特徴の比較

特徴 モデル	(1)変形・強度特性に 及ぼす中間主 応力の影響	(2)ひずみ増分方向の 応力経路依存性	(3)繰り返し載荷や 主軸の回転を含む 誘導異方性
kinematic t_{13} -clay	○	○	○
t_{13} -clay	○	○	×
Cam-clay	×	×	×

○:妥当に考慮している ×:考慮していない

表-2 土質パラメーター

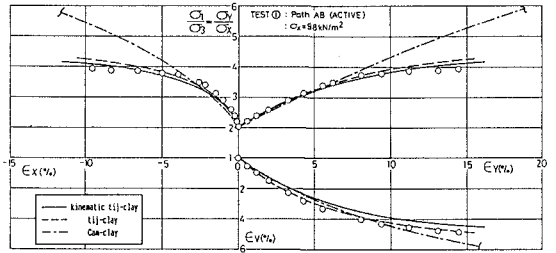
$\lambda/(1+e_0)$	5.08×10^{-2}
$K/(1+e_0)$	1.12×10^{-2}
$\phi'(\text{comp.})$	33.7°
α	0.7
v_e	0.0
ξ	0.2

解析していたが、移動硬化型に拡張されたモデルではそのような仮定を設けることなく、このようなせん断挙動が表現可能となる。また図-3は経路③④における中間主応力の変化($b = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$)の比較を示している。なおCam-clay modelの場合、平面ひずみ条件下の強度をかなり過大評価するとともにb値も必然的に破壊時に0.5となり実測値の傾向と異なる。

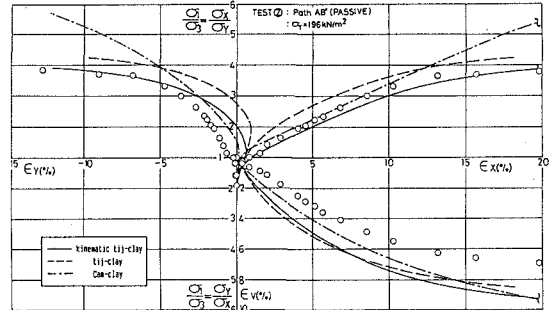
謝辞 日頃御指導・御援助いただいている本学 松岡元 教授に感謝致します。

文献

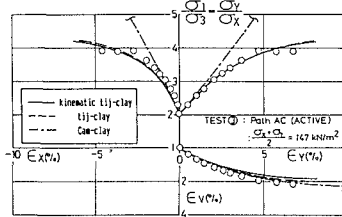
- 1) 中井・松岡(1986): S & F, vol.26, No.3, 81-98
- 2) 中井・都築・山本・菱田(1986): 21回土質工学研究発表会, vol.1, 453-456
- 3) 中井・都築・石川・三宅(1987): 22回土質工学研究発表会, vol.1, 419-420
- 4) 中井・星川(1990): 本講演概要集
- 5) Schofield・Wroth(1968): Critical State Soil Mech.



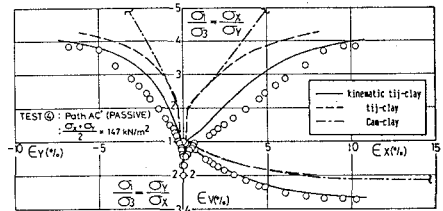
(a) TEST 1 : PATH AB



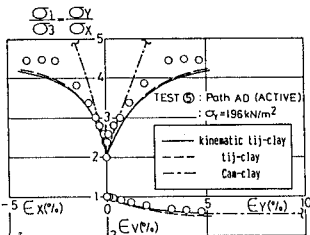
(b) TEST 2 : PATH AB'



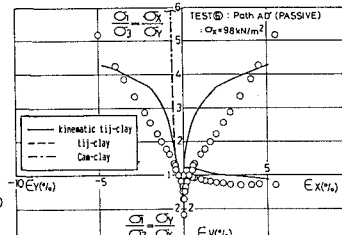
(c) TEST 3 : PATH AC



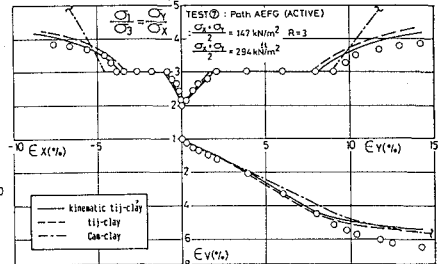
(d) TEST 4 : PATH AC'



(e) TEST 5 : PATH AD

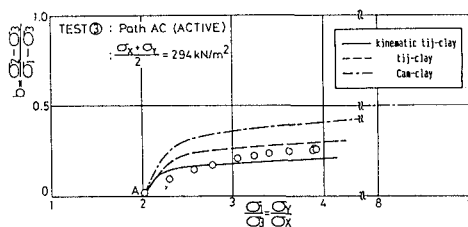


(f) TEST 6 : PATH AD'

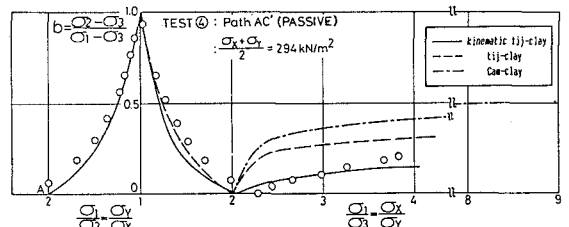


(g) TEST 7 : PATH AEF

図-2 主応力比～主ひずみ～体積ひずみ関係



(a) TEST 3 : PATH AC



(b) TEST 4 : PATH AC'

図-3 b値～主応力比関係