

Ⅲ－A 264

二次元弾塑性解析に用いる粘性土のパラメータの決定事例

基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 阪上最一
基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 服部隆行
基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 ○加藤直継

1. はじめに

地盤の変形解析を精度よく行なうには、適切な地盤調査を行い、力学試験結果に基づき土質パラメータを決定するのが最善である。本報告は、実際に採取した沖積粘性土の不攪乱試料の三軸 K_0 圧密非排水圧縮試験を行い、その結果をシミュレートすることにより、弾塑性構成則の土質パラメータを決定した事例を報告する。その結果、現地盤の力学特性を変形解析に反映するには、用いる構成モデルの選択が重要な課題であることが明らかになった。

2. 室内力学試験

盛土に伴う軟弱地盤の二次元土・水連成解析を行なうために、出雲地方のある沖積粘土層から不攪乱試料を採取し、三軸 K_0 圧密圧縮試験を行った。 $\sigma_1 - \sigma_3$, $\Delta u \sim \epsilon_a$ 関係及び有効応力経路を図－1, 2に示し、試験結果から得られた物理特性と力学特性を表－1に示す。試験はせん断時に3種類のひずみ速度を適用した結果、ひずみ速度依存性の挙動を示した。

3. 要素シミュレーションとその結果

弾塑性構成則のパラメータを決定するために、要素試験結果のシミュレーションを行なった。用いた構成則は、関口・太田の弾塑性モデル¹⁾と、中井の t_{ij} -clay モデル²⁾である。

3. 1 三軸非排水圧縮試験

室内力学試験と同条件での、 $\sigma_1 - \sigma_3$, $\Delta u \sim \epsilon_a$ 関係及び有効応力経路の解析結果を図－3, 4に示す。なお、 t_{ij} -clay モデルはダイレイタンシーに関する係数 α を0.5, 0.7, 1.0の3ケースの計算を行った。実験結果との比較では、関口・太田モデルと t_{ij} -clay モデルの $\alpha=1.0$ のケースが、試験結果のひずみ速度 $\Delta \epsilon = 0.01\text{mm/min}$ とはほぼ一致し、土質パラメータの適合性が得られた。なお、関口・太田モデルの弾塑性モデルは、応力経路はユニークに決まり、時間依存の実験結果の応力経路に対して粘性をまったく考慮しない関係となっているが、 t_{ij} -clay モデルは、同じ強度でもダイレイタンシー係数 α を変えれば、様々な応力経路を計算することができる。

3. 2 平面ひずみ非排水圧縮試験

次に、盛土の変形解析と同じ平面ひずみ条件下での両モデルを比較した。平面ひずみ条件下での $\sigma_1 - \sigma_3$, $\Delta u \sim \epsilon_a$ 関係及び有効応力経路の解析結果を図－5, 6に示す。平面ひずみ条件下では、中間主応力の影響から関口・太田モデルでは軸対称条件下より強度が大きくなり($M=2.04$)、 t_{ij} -clay モデルでは強度が減少する($M=1.47$)。また、両モデルとも中間主応力の影響を受け、軸対称条件下より同じせん断応力に対し、ひずみレベルが小さくなる。以上の結果から、平面ひずみ条件下の場合、関口・太田モデルは t_{ij} -clay モデルより破壊強度をかなり過大に評価することになる。よって、 t_{ij} -clay モデルが平面ひずみ条件下の強度を低く評価することはMohr-Coulomb系の破壊基準に従う粘土の挙動をシミュレートする際の利点である。

4. 結論

盛土に伴う基礎地盤の二次元変形解析を行なうために、不攪乱試料を用いた粘土の室内要素力学試験を行い、関口・太田及び t_{ij} -clay モデルに用いる弾塑性構成則の土質パラメータを決定した。両構成モデルでは、

キーワード：有効応力経路、圧密非排水せん断、 K_0 圧密、構成式、粘土

強度及びダイレイタンスの説明に違いが生じ、変形解析結果に差異が生じることが明らかとなった。なお、最後に、関口・太田の弾粘塑性モデル³⁾を適用すれば、本実験結果のひずみ速度依存性を適切に評価できることを付記しておく。

<参考文献>¹⁾Ohta, H. and Sekiguchi, H. : Constitutive equations considering anisotropy and stress reorientation in clay, Proceedings of the 3rd international conference on numerical methods in geomechanics, No.1, Aachen PP.475-484, 1979. ²⁾Nakai, T. and Matsuoka H. : A generalized elastoplastic constitutive model for clay in the three dimensional stress, Soil and Foundation 26 (3) ,pp.81-98, 1986. ³⁾Sekiguchi, H. : Rheological characteristics of clays, Proceedings of the 9th international conference on soil mechanics and foundation engineering, No.1, PP.289-292, 1977.

表-1 土質定数

G_s	$w_n(\%)$	$w_L(\%)$	PI	λ	κ	e_0	K_0	$\phi'(^{\circ})$
2.64	76.1	89.1	54.6	0.622	0.049	2.01	0.42	43.1

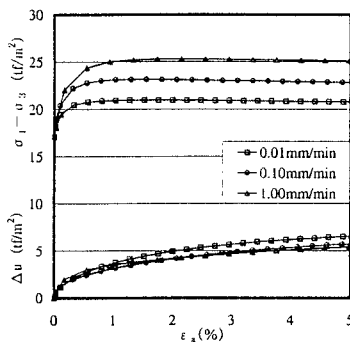


図-1 $(\sigma_1 - \sigma_3) \sim \epsilon_a$, $\Delta u \sim \epsilon_a$ 関係

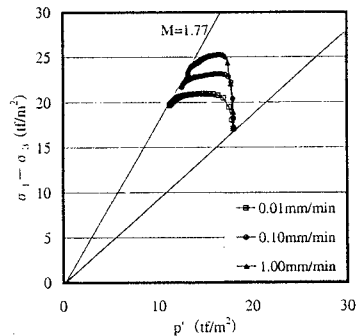


図-2 有効応力経路

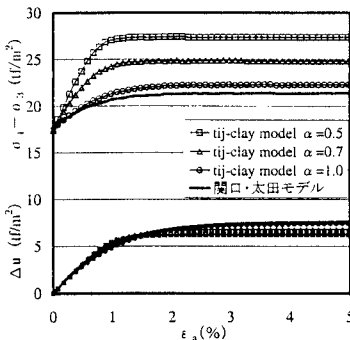


図-3 $(\sigma_1 - \sigma_3) \sim \epsilon_a$, $\Delta u \sim \epsilon_a$ 関係

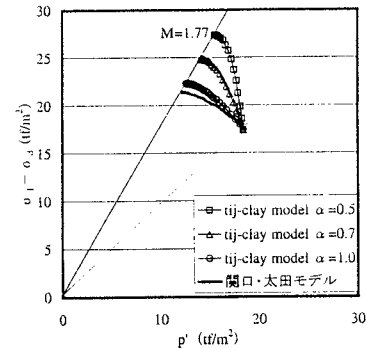


図-4 有効応力経路

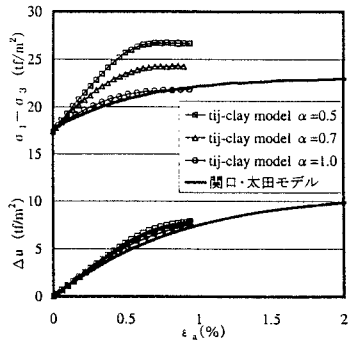


図-5 $(\sigma_1 - \sigma_3) \sim \epsilon_a$, $\Delta u \sim \epsilon_a$ 関係

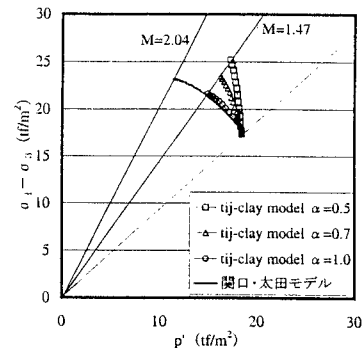


図-6 有効応力経路