

地盤材料のひずみ軟化型弾塑性構成式に対する研究

京都大学工学部 正会員 足立紀尚

京都大学大学院 学生会員 張 鋒 若山裕介 ○上月健司

1 はじめに

本研究は、過圧密粘土、軟岩および密な砂などの地盤材料に観察されるひずみ軟化挙動およびダイレイタンスー挙動を表現するために、足立・岡¹⁾のひずみ軟化型弾塑性構成式の改良を行い、さらにその適用性についての検討を行ったものである。

2 構成式の改良

一般に正規圧密粘土のダイレイタンスーは常に負（圧縮）を示すが、過圧密比が2ないし3を超えるとダイレイタンスーが正（膨張）に転じることが知られている。そこでこのダイレイタンスー挙動をより良く表現するために過圧密比を構成式のパラメーターとして導入した。

(改良点のポイント)

- 1) 塑性ポテンシャル関数の形状を楕円と定義
- 2) 塑性ポテンシャルパラメーター ω_b の導入

まず塑性ポテンシャル関数であるがFig.1に示すように応力状態 $(\sigma_m, \sqrt{2}J_2)$ 、先行圧縮応力 P_c および塑性ポテンシャルパラメーター ω_b によって決定される楕円であると定義する。また塑性ポテンシャルパラメーター ω_b は応力状態を示す点 $(\sigma_m, \sqrt{2}J_2)$ と塑性ポテンシャル関数の楕円の中心 $(C_0, 0)$ との σ_m 座標の差と定義する。すなわち、 $\omega_b (= \sigma_m - C_0)$ が正ならば非関連流れ則より塑性体積ひずみ増分ベクトル $dv^p > 0$ となり塑性体積ひずみは圧縮を示し、 ω_b が負ならば $dv^p < 0$ となって塑性体積ひずみは膨張を示す。

本構成式に用いられる材料定数は以下に示す通りである。

G, K : 弾性係数 M_f^*, G' : ひずみ硬化—軟化関数パラメーター ω_b : 塑性ポテンシャルパラメーター τ : 応力履歴パラメーター

3 材料定数の決定

- 1) 弾性係数 G, K せん断弾性係数 G 、体積弾性係数 K は共に実験によって得られた軸差応力～偏差ひずみ関係、体積ひずみ～偏差ひずみ関係を表すグラフの初期接線勾配の値を用いて求められる。
- 2) ひずみ硬化—軟化関数パラメーター M_f^*, G' M_f^* は残留強度状態における応力履歴比の値である。また G' は残留状態において除荷、再載荷した時の初期接線勾配の値を用いて求められる。
- 3) 塑性ポテンシャルパラメーター ω_b 塑性ポテンシャルパラメーター ω_b は以下の式で定義されるものとする。

$$\omega_b = \sigma_m - C_0 = (\sigma_m | OCR - OCR_1) \beta \frac{(OCR - OCR_1)}{|OCR - OCR_1|} \quad (1)$$

Toshihisa ADACHI, Feng ZHANG, Yusuke WAKAYAMA & Kenji KOZUKI

式(1)で用いられたOCR1は体積ひずみが発生しないと仮定した状態における過圧密比であり、 β は材料に固有の定数である。Fig.2に大槓²⁾による過圧密粘土の平均主応力一定、三軸排水試験結果のOCR1を決定するグラフを示す。このグラフは、横軸に過圧密比、縦軸に残留体積ひずみをとっている。試験結果をこのグラフ上にプロットし、その点を対数曲線で近似すると残留体積ひずみが0となる時の過圧密比OCR1の値を求めることができる。

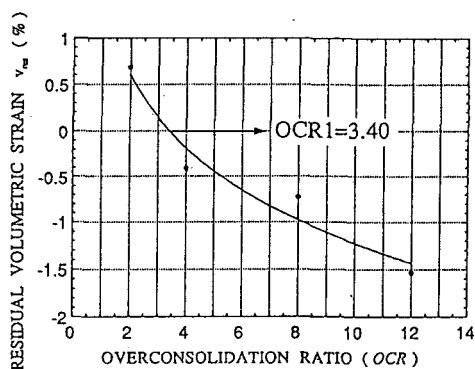


Fig.2 OCR1の決定法

4) 応力履歴パラメータ τ 応力履歴パラメ

ター τ は軸差応力～偏差ひずみ関係において最大強度を表現するようにカーブフィティングを行うことによって求められる。

4 構成式の適用

大槓による過圧密粘土の平均主応力一定の三軸非排水試験結果(過圧密比(OCR)=4,8)を用いて本構成式の適用性について検討する。決定された材料定数およびその値を用いた解析結果をFig.3に示す。(図中の q^* は軸差応力の摩擦成分に相当するものである)

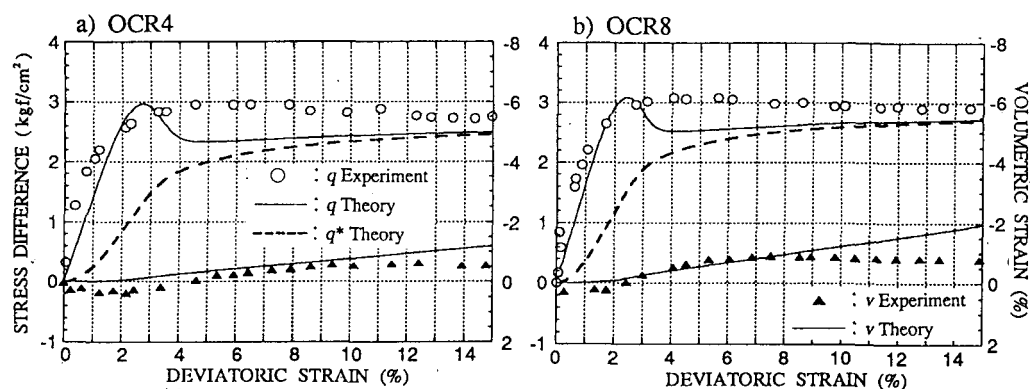


Fig.3 解析結果

5 おわりに

本研究では過圧密比をパラメータとして導入し、足立・岡のひずみ軟化型弾塑性構成式を改良し、過圧密粘土に対する適用性を示した。しかしながら解析値のひずみ軟化度合が実験値に比べて激しく、ひずみ硬化パラメータ κ について検討する必要がある。また塑性ポテンシャルパラメータ ω_0 を決定する定数 β の物理的意味が不明確であり、過圧密比の値が極端に大きい場合の残留体積ひずみの値がかなり違ってくることから塑性ポテンシャルパラメータ ω_0 および塑性ポテンシャル関数の形状について今一度検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) 足立紀尚・岡二三生：軟岩のひずみ軟化型弾塑性構成式、土木学会論文集投稿中
- 2) 大槓正紀：飽和粘性土の変形特性に関する研究、京都大学工学部博士論文、1979