

III-208 異方圧密粘土の主応力軸回転下のダイレイタンスー特性について

早稲田大学 正会員 赤木 寛一
早稲田大学 学生員 斉藤 仁

1. まえがき

粘土の応力～ひずみ～強度特性はその粘土の構造に強く依存していることは広く知られている。そして、粘土の構造の変化は粘土の圧密とせん断に伴う体積変化特性をモデル化して組み立てられたカム・クレイ・モデルや関口・太田モデルに代表されるような構成則によって表される。しかし、これらは主に主応力軸が固定された三軸試験結果をもとに定められている。そこで、本研究では中空ねじりせん断装置を用いて、主応力軸の回転を伴う応力条件下での異方圧密粘土の排水せん断を行い、主応力軸の回転が粘土の構造の変化すなわちダイレイタンスー特性に与える影響について調査した。

2. 試験方法

用いた試料は東京都内の現場から採取したもので、試料の物性値を表1に示す。その試料を液性限界の約2倍で十分練り返した後、直径30cmのモールド内で最終圧密圧力98kN/m²まで段階的に圧密した。圧密終了後外径7cm、内径3cm、高さ10cmの中空円筒供試体を粘土ブロックから切り出し、中空ねじり試験機にセットした後、応力比 $\eta = (\sigma_1' - \sigma_3') / (\sigma_1' + \sigma_3')$ と平均主応力 $p' = (\sigma_1' + \sigma_2' + \sigma_3') / 3$ 及び主応力比 $K = \sigma_3' / \sigma_1'$ が所定の値となるまで約二日間漸増載荷(軸圧縮速度: 8.17×10^{-3} kN/m²・s)により異方圧密を行った。圧密終了後、中間主応力係数 $b = (\sigma_2' - \sigma_3') / (\sigma_1' - \sigma_3')$ が変化する場合(ケースA)と一定の場合(ケースB)の2種類の排水ねじり試験を行った(せん断速度: 1.14×10^{-3} kN/m²・s)。また、各試験ともにせん断中は応力比、平均主応力が一定に保たれる。これらの試験条件を表2に示す。

表1 試料の物性値

密度 ρ_s (g/cm ³)	2.566
液性限界 ω_L (%)	76.00
塑性限界 I_P (%)	37.95

表2 試験条件(ケースA:b値変化 ケースB:b値一定)

	ケースA1	ケースA2	ケースA3	ケースB1	ケースB2	ケースB3
軸荷重 (kN/m ²)	151.3	170.0	190.1	141.2	153.0	164.7
主応力比 K	0.667	0.538	0.429	0.667	0.538	0.429
平均主応力 p' (kN/m ²)	117.7	117.7	117.7	117.7	117.7	117.7
応力比 η	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4
中間主応力係数 b	0~1.0	0~1.0	0~1.0	0.5	0.5	0.5

図1はケースAのせん断中の応力経路を示しており、原点中心、半径一定の円を描いていることから平均主応力、応力比が一定に保たれていたことがわかる。一方、図2はケースBのせん断中の3つの主応力及び中間主応力係数の変化を示したものであり、せん断中はほとんど各主応力及び中間主応力係数が一定に保たれていたことがわかり、各試験とも良好な応力制御が行われたといえる。

3. 異方圧密粘土のダイレイタンスー特性

図3,4は各試験のせん断中発生する体積ひずみを主応力軸の回転角度に対してプロットしたものである。各試験中、平均主応力 p' は一定に保たれているにもかかわらず、

ケースA3, B3においては約4%の体積ひずみ ϵ_v を生じている。また、この負のダイレイタンスの発生量は応力比が大きくなるにつれ、つまり、初期構造異方性が大きくなるにつれて大きくなることが示される。

図3と図4を比較してみるとb値の値にかかわらず体積ひずみの発生の状況はほとんど同様であり、粘土のダイレイタンス特性は中間主応力係数の変化にあまり影響を受けないと思われる。

4. まとめ

本研究では、主応力軸回転下における異方圧密粘土のダイレイタンス特性を実験的に調査した。得られた結果は以下のようにまとめられる。

- (1) 粘土の体積変化は平均主応力 $p' = 117.7 (\text{kN/m}^2)$ 、応力比 $\eta = 0.4$ のとき約4%の負のダイレイタンスを生じる。
- (2) 負のダイレイタンスの発生量は、応力比が大きくなり初期構造異方性が大きくなるにつれ大きくなる。
- (3) 粘土のダイレイタンス特性は中間主応力係数の変化にあまり影響を受けない。

（参考文献）

赤木、新関：異方圧密粘土の主応力軸回転下の変形挙動について、土木学会第48回年次学術講演会講演概要集、第3部、p. 946-947、1993年

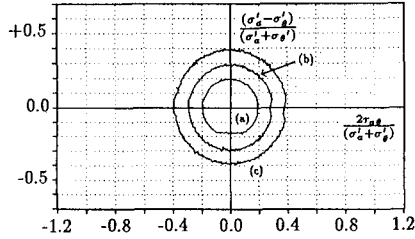


図1 応力経路

- (a) ケースA1
- (b) ケースA2
- (c) ケースA3

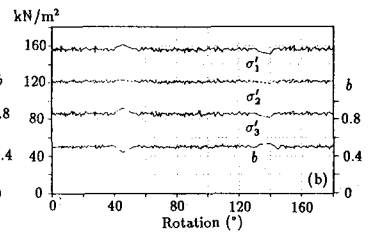
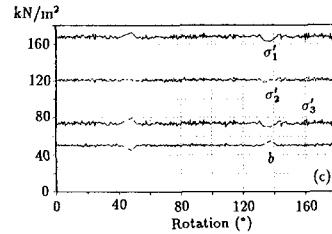
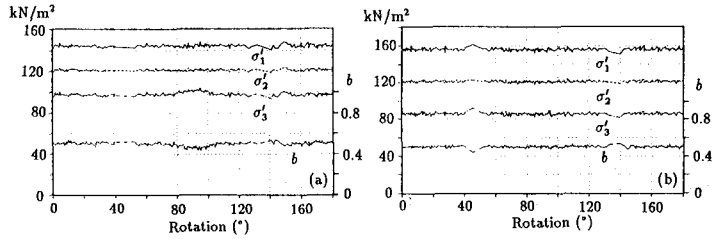


図2 主応力の変化及びb値

- (a) ケースB1
- (b) ケースB2
- (c) ケースB3

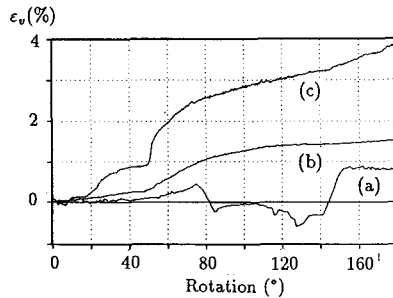


図3 ダイレイタンス特性

- (a) ケースA1
- (b) ケースA2
- (c) ケースA3

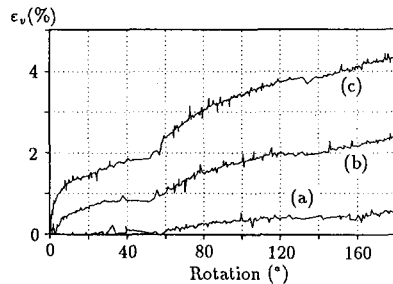


図4 ダイレイタンス特性

- (a) ケースB1
- (b) ケースB2
- (c) ケースB3