

サーチャージを除荷した粘土の変形挙動

東海大学大学院 ○ 学生員 本多 和洋 金沢工業大学 正会員 外崎 明
JR 東日本 正会員 寒河江健也 東海大学 正会員 赤石 勝

1. まえがき

軟弱地盤上の道路盛土工事では、圧密沈下の促進あるいは長期沈下を軽減するためサーチャージを利用することが多い。しかし、工期や工費の制約からサーチャージの大きさや載荷期間が小さいためサーチャージ工法を採用し、どの程度効果があったのか明確でない場合が少なくない。軟弱地盤上の道路盛土は、平面ひずみ条件であるためサーチャージ除荷後、地盤内に負のダイレイタンスが発生する可能性がある。サーチャージ除荷後、過圧密となり吸水膨張を期待している地盤内の一部に負のダイレイタンスが生じれば、新たな圧密沈下が発生し、サーチャージによる圧密沈下の促進をどの程度期待できるか明かでない。この報告は、三軸異方圧密粘土に作用する圧密荷重の一部を除荷し、体積ひずみの変化を検討している。

2. 試料および実験方法

伊勢原および宮崎市内の沖積地盤でシンウォールサンプリングしたシルト質粘土を実験に用いた。試料の物理的性質と別途実施した圧密試験等から得られた土質定数は、Table 1 に示す通りである。

Table1 試料の物理的・力学的性質

		(%)	(%)	粒度(%)					
	ρ_s	ω_L	ω_P	砂分	シルト分	粘土分	Cc	Cs	ϕ
伊勢原	2.709	140	66	11	38	51	0.92	0.06	42.6
宮崎	2.638	67	36	11	55	34	0.25	0.092	38.7

2.1 圧密排水除荷試験

Fig.1 のAで異方圧密された粘土に対し、 K_0 除荷時の有効応力経路に平行なAB、軸応力のみ除荷したACならびに平均有効応力 p （この報告では、有効応力を示すプライムを省略する）一定のADでサーチャージを想定した作用応力の一部を除荷した。また一部の試験はFig.2 に示すように、 p 一定で q のみを変化させ、E、F、GからHまで除荷し、体積ひずみの変化を調べた。Fig.1 に示すように除荷後の有効応力は、降伏面内位置し、除荷時の偏差応力 q の変化量は等しい。

2.2 非排水三軸圧縮・伸張試験

K_0 あるいは異方正規圧密粘土の圧縮伸張試験を応力制御で実施し、粘土を弾塑性モデルと仮定した場合に必要な土質定数 C_c 、 C_s 、 ϕ 値等を求めた。

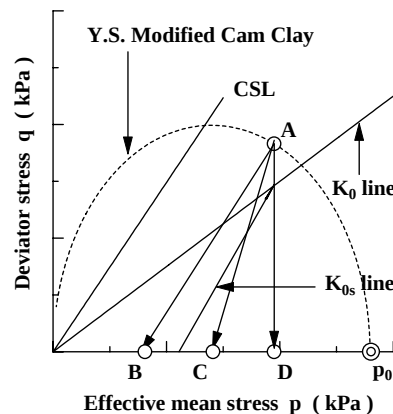


Fig.1 除荷時の応力変化 (1)

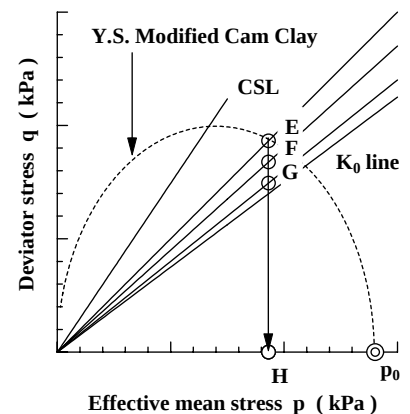


Fig.2 除荷時の応力変化 (2)

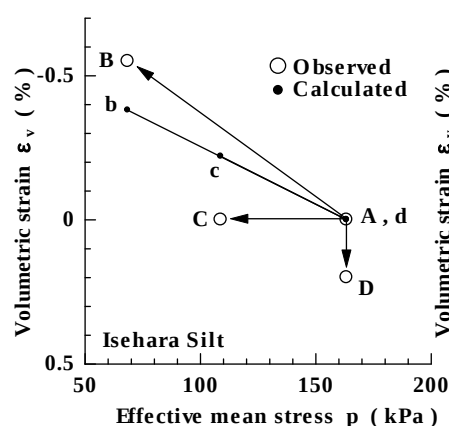


Fig.3 不攪乱試料の体積変化

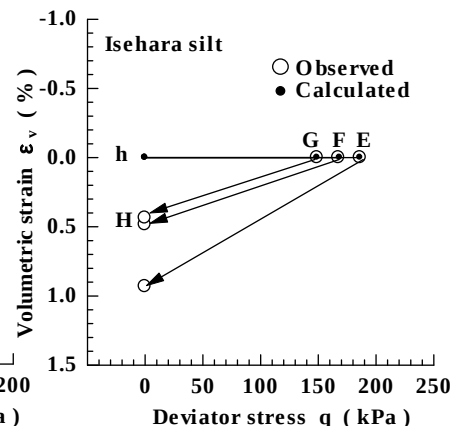


Fig.4 繰り返し試料の体積変化

キーワード：サーチャージ・除荷・体積ひずみ

連絡先：〒259-1207 平塚市北金目 1117 東海大学土木工学科 0463-50-2045

3. 実験結果と考察

3.1 圧密排水除荷試験

Fig.1 と Fig.2 に示す経路で除荷し、発生した体積ひずみ dv と平均有効応力 p の関係を Fig.3, dv と偏差応力 q の関係を Fig.4 に示した。降伏面内への除荷で粘土供試体が弾性挙動を示すならば、除荷に伴う体積ひずみ dv は、式(1)で計算される。式(1)による計算結果も両図中に示した。

$$dv = \frac{1}{K} * dp = \frac{\kappa}{1+e_0} * \frac{1}{p} * dp \quad (1)$$

ここに、 K は、体積弾性係数、 κ は、除荷吸水膨張時の $e \sim \log_e(p)$ 曲線の勾配、 e_0 は、初期間隙比である。

p がB, C, D点に変化した場合の dv を Fig.3 中にそれぞれb, c, d点で示している。 K_0 除荷時の有効応力経路に平行なAB経路では、 κ 値で計算した dv に近い値が測定されているが、他の2経路の実験結果は、計算結果と全く異なる挙動を示している。図中白丸印で示したAC経路の体積ひずみ $dv = 0$, AD経路では、除荷にも関わらず $dv > 0$ である。3経路は降伏面内の内側への除荷であり、ABならびにAC経路の dv の違いは、有効応力変化量の差によるものとして計算される。AD経路は、 $dp=0$ であるため粘土供試体が等方弾性体であるならば、 $dv=0$ であり、計算では体積ひずみは生じない筈である。降伏面の内側への除荷で弾性挙動のみの発生が期待されるが、実際には負のダイレイタンシーに基づくものと考えられる非弾性挙動が測定された。

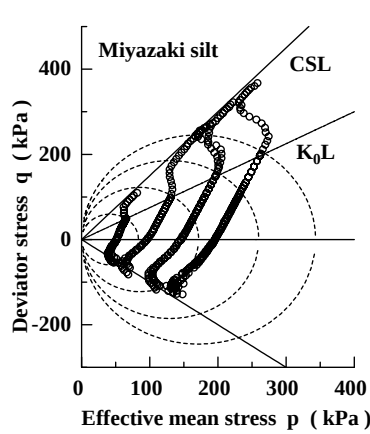


Fig.5 非排水経路 (1)

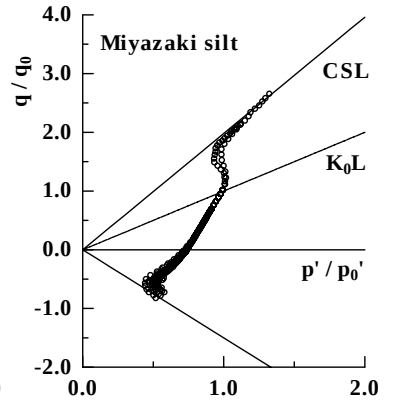


Fig.6 非排水経路 (2)

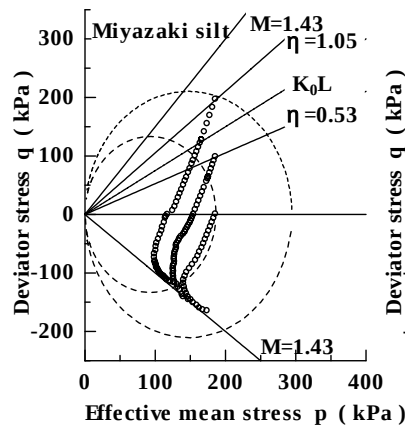


Fig.7 非排水経路 (3)

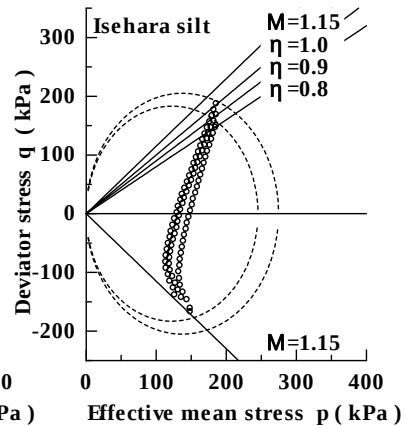


Fig.8 非排水経路 (4)

3.2 非排水三軸圧縮・伸張試験

K_0 圧密試料の非排水経路を Fig.5 に示した。Fig.6 は、Fig.5 の実験結果を K_0 圧密時の平均有効応力 p_0 で除した非排水経路である。比較のため修正Cam Clay モデルの非排水せん断前の初期降伏面を破線で図中に示した。正規圧密土の非排水経路は、初期降伏面の少し外側に位置するが、測定された伸張側非排水経路は、降伏面の内側に入っている。 K_0 圧密土の降伏面の形状は、修正Cam Clay モデルのそれと大きく異なる可能性がある。圧縮・伸張試験の非排水経路の形状から変形・回転した楕円形状の異方降伏面の形状が推測しうる。

Fig.7 と Fig.8 は、異方圧密時の平均有効応力が等しく、偏差応力の異なる供試体の非排水経路である。両図における異方圧密試料の伸張試験時の非排水経路は、限界状態線近くまでほぼ平行である。異方圧密時の偏差応力の増加に伴う降伏面の膨張ならびに降伏面内への除荷による弾性挙動が、実験結果に反映されていない。偏差応力の異なる異方圧密によって、降伏面は平均有効応力軸方向への膨張でなく、変形・回転している可能性がある。

4. むすび

K_0 あるいは異方圧密粘土に作用する圧密荷重の一部(サーチャージ)を除荷して変形挙動を調べた。修正Cam Clayモデルの降伏面内への除荷であるが除荷時の有効応力経路によっては、膨張でなく圧縮挙動が観察された。また、非排水経路から降伏面は修正Cam Clayモデルのそれを回転・変形させた形状が推測された。