

(III-45) サーチージ除荷に伴う異方圧密粘土のダイレイタンシーについて

東海大学大学院 学 ○松澤 賢二 (株)建設企画コンサルト 正 白子 博明
東海大学工学部 正 杉山 太宏 東海大学工学部 正 赤石 勝

1. まえがき

サーチージ工法では、荷重除荷時期の決定と除荷以降の沈下量を的確に予測することが重要なポイントとなる¹⁾。また、軟弱地盤の圧密促進工法として広く利用されている。北陸自動車道上越・柿崎間の軟弱地盤は、供用後も続く沈下のため軽量盛土工法(EPS)が実施された。しかし、盛土の一部を除去したにもかかわらず、間隙水圧、層別沈下計に変化が見られないという現象が発生した。この問題を検討するため、本研究では、(1)有限要素法による現場の解析²⁾(2)室内試験による検討を、サーチージ除荷時のダイレイタンシーに着目してアプローチした。室内試験では、盛土のり尻等、構造物近傍のせん断応力を受けた状態でサーチージが除荷される場合を想定して、ダイレイタンシー効果と応力経路の関係について調べている。

2. 有限要素解析による検討

計算には飯塚らによる DACSAR を使用した³⁾。対象地盤は 50m 以上の多層からなる軟弱粘性土層を有し、計算結果によれば下部軟弱層は、盛立て開始後 13 年経過しているにもかかわらず一次圧密沈下の継続中である。盛土一部撤去による地表面のリバウンド量は最大 10cm 程度となった。盛土を撤去しない場合と撤去した場合に、それ以降の各長期沈下速度を比較すると撤去した場合に 1/2 程度となり、地表面付近ではほぼゼロとなる結果を得た。この結果に対応する盛土撤去前後での地盤内有効応力経路を深度方向で比較したのが Fig.2.1 である。地表面に近いほど除荷に伴う軸差応力増分 dq は大きくなるが、平均有効応力増分 dp' には大差が無い。これは、各層のダイレイタンシー係数によって発生する水圧が変化した結果と思われる。

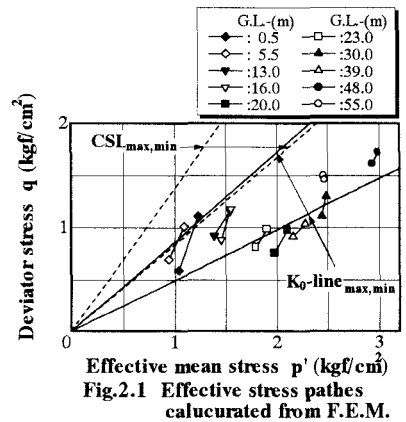


Fig.2.1 Effective stress paths calculated from F.E.M.

Table-1 Physical properties of clay

ρ_s (g/cm ³)	W_L (%)	W_p (%)	Grading(%)		
			Clay	Silt	Sand
2.356	73.3	50.7	40	38	22

3. 試料および実験方法

実験に用いた試料は平塚市内で採取された粘性土である。物理的性質を Table-1 に示す。液性限界以上の含水比で攪拌し 0.3kgf/cm² の圧密圧力で成形した粘土塊から直径 5cm、高さ 10cm の円柱供試体を切出し、三軸圧縮試験装置に供試体をセットした後、Fig.3.1 に示す B 点の応力状態にする。その後、a,b,c,d,e,f,g の各応力状態へと移行するが、この経路は Fig.2.1 の有効応力経路を参考に設定した。各経路において 24 時間の非排水除荷後、圧密(吸・排水)を行い、軸ひずみ、体積ひずみならびに間隙水圧の経時変化を測定した。排水は周囲ろ紙を用いて側方のみとした。また、端面における摩擦を軽減するため供試体上・下部にテフロンシートを敷き、間隙水圧は供試体下部中央で計測した。

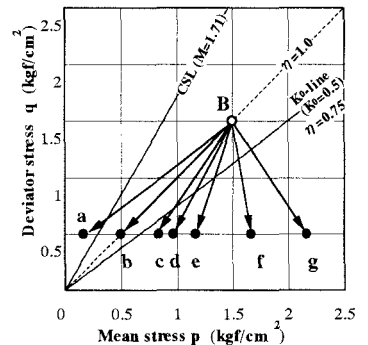


Fig.3.1 Stress Path

Key Word : 異方圧密, ダイレイタンシー, 除荷, 間隙比

東海大学 土木工学科 : 神奈川県平塚市北金目 1117 TEL 0463-50-2045

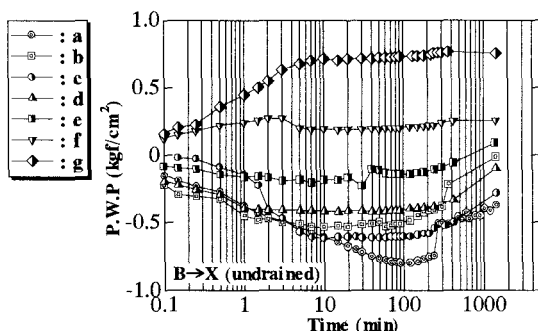


Fig.4.1 Relations of P.W.P & time

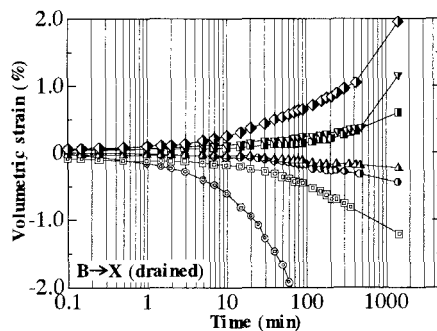


Fig.4.2 Relations of Volumetric strain & time

4. 実験結果と考察

Fig.4.1 は、異方除荷・非排水時の間隙水圧時間関係を示したものである。図より、除荷経路が a 点

側だと負の間隙水圧、g 点に向かう程正の間隙水圧が発生している事が分かる。また、e 点における間隙水圧は除荷直後からわずかに負の間隙水圧が発生しているが、24 時間後では正へと移行していることが注目される。除荷に伴う応力変化によって発生する過剰間隙水圧は、 $\Delta u_e = \Delta p + D_u \cdot \Delta q \cdots (1)$ で表すことができここに、 D_u は除荷時非排水状態で発揮されるダイレイタンスー係数である。非排水時に発生する間隙水圧のピーク値と、24 時間後の発生間隙水圧を用いて式(1)でダイレイタンスー係数を計算したのが Table-2 である。いずれの経路においても、 D_u は負の値を示している。式(1)の第 2 項 Δq および D_u は負量でその積は正となることから、負の Δp の絶対値より大きくなる可能性もあり、その場合にはサーチャージ除荷後沈下が生じることになる。

異方除荷・排水時の体積ひずみ～時間関係を示したのが Fig.4.2 である。Fig.4.1 において、正の間隙水圧が発生した e, f, g 点での体積ひずみは圧縮となり、それ以外は膨張する結果が得られた。この時の間隙比の変化を、間隙比の増分 Δe と平均有効応力で表したのが Fig.4.3 である。a, b, c, d 点では間隙比の増加、e, f, g 点では減少が確認され、Fig.3.1 の有効応力経路で B→e 付近(応力比 $\Delta q / \Delta p' \approx 2.6$)がその境界と考えられる。したがって、北陸自動車道の軟弱地盤内において B→e に近い応力比が卓越したものと仮定すれば、現場の現象を説明できると思われる。

	a	b	c	d	e	f	g
Max	-0.534	-0.298	-0.054	-0.114	-0.102	-0.105	-0.097
24hr	-0.962	-0.906	-0.390	-0.426	-0.430	-0.090	-0.085

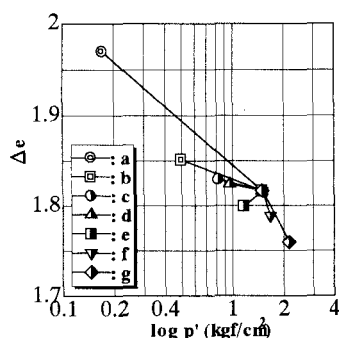


Fig.4.3 Relations of Δe & $\log p'$

5. 結論

盛土荷重撤去に伴う地盤の膨張、負圧の発生が観測されなかった原因について、解析と室内試験の結果より考察した。その結果は、以下のように要約される。

- 1) 載荷重を Fig.3.1 に示す B-e のように除荷することにより、除荷にもかかわらず圧密沈下の継続する有効応力経路を確認することができた。
- 2) 荷重除荷に伴う負のダイレイタンスーにより、わずかであるが正の間隙水圧が発生した。このため現場では、負圧の発生が確認されなかった。

～参考文献～

- 1) 外崎, 斎藤, 赤石, 稲田: サーチャージ除荷後の体積変化と有効応力経路, 東海大学紀要工学部, Vol.23, No.2, 1983
- 2) 赤石, 杉山: JH 北陸自動車道土越・柿崎間軟弱地盤対策工に関する技術論文, JH 技術論文, H10.2
- 3) A. Izuka, H. Ohta: A Determination Procedure of Input Parameters in Elasto-Viscoplastic F.E. A, S&F, Vol.27, 1987