土木学会論文報告集
第315号・1981年11月
【論　　文】

サーチャージ除荷後の沈下予測

PREDICTION OF SETTLEMENTS AFTER SURCHARGE UNLOADING

赤石　勝*・外崎　明**・似内政康***・稲田倍穂****
By Masaru AKAISHI, Akira TONOSAKI, Masayasu NITANAI and Masuho INADA

1. まえがき

軟弱地盤上に高い盛土を施工する場合，まず軟弱地盤の安定が問題となり，次に沈下が検討される．しかし，最近では盛土の施工目的によって，安定よりも残留沈下の方が問題となることが多い．長期間二次圧密的沈下が継続し，盛土と構造物の取付部に不等沈下を生じ，繰り返し補修の必要が生じるというような沈下による被害が多発するからである．

すべり破壊に対して安全であるが予想される沈下量が大きく，しかも長期間沈下が継続する場合や軟弱層が深部にあるためサンドドレーン工法などが不経済であるような場合には一般にサーチャージ（Surcharge）工法が利用される．圧密沈下量は盛土荷重に比例して増加するので，あらかじめ計画より大きい盛土荷重によって計画盛土高に対して生じる最終圧密沈下量とほぼ同等の沈下を生じさせ，工事終了後の残留沈下量を最小限にしようとするのがサーチャージ工法である．したがって，軟弱地盤の残留沈下軽減対策としてサーチャージ工法を採用する場合，一般には地盤の安定性が確保できる限り大きなサーチャージを長期間載荷するのが得策と考えられる．しかし，実際の工事では，工期や施工費の制約からサーチャージの大きさ，期間とも制限を受けることが多い．そのためかサーチャージを除荷した後の沈下量が予測した量よりかなり大きな値となり，残留沈下軽減対策としてあまり有効でなかったという現場施工報告に出会うことも少なくない[1]．

一次元圧密におけるサーチャージ効果を考える場合，サーチャージの載荷，除荷に伴う軟弱地盤内の有効応力の変化とそれに対応した体積変化を考慮していないことが予期した効果を得られない原因の一つとして考えられる．著者らはすでに一次元圧密中に生じる負のダイレイタンシーの時間依存性を考慮した一次元圧密解析によって二次圧密を含む圧密沈下予測の可能なことを報告しているが[2]，この報告では，サーチャージの除荷時に生じるダイレイタンシーに着目し，サーチャージ除荷後の一次元圧密沈下予測法について検討するとともにサーチャージ工法の残留沈下軽減効果に関して考察を加えた．

2. 一次元圧密におけるサーチャージ効果

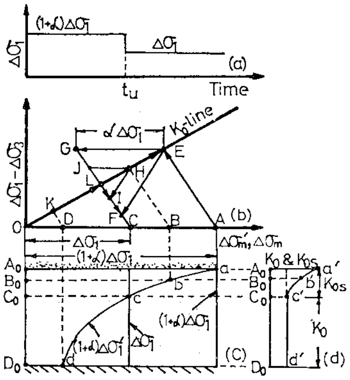
(1) 静止土圧係数と有効応力経路

飽和粘土の一次元圧密では，圧密中載荷重が一定であっても側圧は圧密とともに減少する．赤井・足立は一次元圧密機構を有効応力の立場から研究し，側圧減少に伴う主応力差の増加が負のダイレイタンシーを生じ，これが二次圧密の主要因となることを明らかにしている[3]．このような一次元圧密中の側圧の減少を最大主応力 σ_1 に対する最小主応力 σ_3 の比 $K(=\sigma_3/\sigma_1)$ で表わすと，K は載荷直後 $K=1$ で，圧密終了時には静止土圧係数 K_0 $(=\sigma_3'/\sigma_1')$ に等しくなる．また一次元圧密中 K_0 値は一定であることも知られている[3]．

一方，一次元圧密中のある圧密時間でサーチャージを除荷した場合，地盤内には排水面からの距離によって過圧密と正規圧密の両状態が生じると考えられる．過圧密粘土の静止土圧係数 K_{0s} は，一般に正規圧密粘土のそれより大きな値となることが知られているので[4),5]，サーチャージ除荷後の地盤内の有効応力の変化はかなり複雑である．そこでこの章ではサーチャージ除荷後の有効応力の変化とダイレイタンシーに注目し，サーチャージ工法のメカニズムについて考察を行う．

いま，図—1 (a) に示すように圧密荷重 $\Delta\sigma_1$ に対して

* 正会員　工修　東海大学助教授　工学部土木工学科
** 正会員　工修　金沢工業大学講師　土木工学科
*** 正会員　工修　（株）東京ソイルリサーチ
**** 正会員　工博　東海大学教授　工学部土木工学科



図—1　サーチャージを用いた一次元圧密の応力経路と静止土圧係数

サーチャージ $\alpha\Delta\sigma_1$ を加えて一次元圧密を行い，任意時間 t_u でサーチャージを除荷するものとする．除荷前後の応力経路ならびに圧密層中の最大有効主応力の分布は，図—1 (b), (c) に示すようになる．すなわち $(1+\alpha)\Delta\sigma_1$ で一次元圧密した場合の全応力経路は $\overrightarrow{AE}$，有効応力経路は $\overrightarrow{OE}$ で示され，時間 t_u における最大有効主応力増分 $(1+\alpha)\Delta\sigma_1'$ は，排水面からの距離に応じてそれぞれ a, b, c, d 点で表わされる．サーチャージ除荷後排水面に接した A_0 点の全応力経路 $\overrightarrow{GF}$，有効応力経路は $\overrightarrow{EF}$ となる[6]．B_0, D_0 点の有効応力経路は，それぞれ $\overrightarrow{HI}$, $\overrightarrow{KL}$ となり，全応力はいずれも GF 線上で変化する．またサーチャージを除荷したとき C_0 点より最大有効主応力増分の大きな A_0C_0 間の土は吸水膨張し，C_0 点より最大有効主応力増分の小さな C_0D_0 間の土は圧密沈下を継続すると思われる．最終的に圧密層内各点の有効応力は FL 間に位置し，静止土圧係数 K_0, K_{0s} は，図—1 (d) に示すようになると考えられる．

サーチャージ工法を用いた軟弱地盤の圧密沈下を予測するには，以上で述べたサーチャージ除荷前後の圧密層内各点における有効応力変化とそれに伴う体積変化を把握する必要があると思われる．

(2)　体積変化とダイレイタンシー

一次元圧密において生じる体積ひずみ $\Delta\varepsilon_v$ は，平均有効主応力増分 $\Delta\sigma_m'$ と主応力差増分 $\Delta\sigma_d$ によるダイレイタンシーによって生じる体積ひずみ増分，それぞれ $\Delta\varepsilon_m$ と $\Delta\varepsilon_d$ の和として表わすことができる．また飽和土中の間隙水の流出によって消失した過剰間隙水圧に対応する有効応力増分を等価有効応力増分 $\Delta\sigma_e'$ と定義すれば[1]，$\Delta\varepsilon_v$ との間に式 (1) の関係が得られる．

$$\Delta\varepsilon_v=\Delta\varepsilon_m+\Delta\varepsilon_d=m_v^*(\Delta\sigma_m'+D_c\cdot\Delta\sigma_d)=m_v^*\Delta\sigma_e' \quad \cdots\cdots(1)$$

ここに，m_v^* は等価有効応力に対して定義された体積圧縮係数，D_c は載荷圧密過程におけるダイレイタンシー係数である．

同様にサーチャージ $\alpha\Delta\sigma_1$ 除荷後，吸水膨張現象の生じる領域（たとえば図—1 (c) の A_0C_0 間）の体積ひずみも $\Delta\sigma_m'$ と $\Delta\sigma_d$ の関数として表わすことが可能である．一例として過剰間隙水圧の残留しない排水面に接した図—1 (c) の A_0 点についてサーチャージ除荷前後の体積ひずみを求める．

サーチャージ除荷直前までに生じる体積ひずみ $\Delta\varepsilon_{v0}$ は，式 (2) で表わされる．

$$\Delta\varepsilon_{v0}=\Delta\varepsilon_{m0}+\Delta\varepsilon_{d0} \quad \cdots\cdots(2\cdot a)$$

$$\Delta\varepsilon_{m0}=m_v^*\cdot(1+2K_0)/3\cdot(1+\alpha)\Delta\sigma_1' \quad \cdots\cdots(2\cdot b)$$

$$\Delta\varepsilon_{d0}=m_v^*\cdot(1-K_0)\cdot D_c\cdot(1+\alpha)\Delta\sigma_1' \quad \cdots\cdots(2\cdot c)$$

次にサーチャージ除荷に伴う平均有効主応力と主応力差の変化量をそれぞれ $\Delta\sigma_{ms}'$, $\Delta\sigma_{ds}$ とすれば，サーチャージ除荷後の体積ひずみ $\Delta\varepsilon_v$ は，

$$\Delta\varepsilon_{ms}=-m_{vs}^*\cdot\Delta\sigma_{ms}' \quad \cdots\cdots(3\cdot a)$$

$$\Delta\varepsilon_{d1}=-m_{vs}^*\cdot D_s\Delta\sigma_{ds} \quad \cdots\cdots(3\cdot b)$$

$$\Delta\varepsilon_{d2}=m_v^*\cdot D_c(1-K_{0s})\Delta\sigma_1'\cdots(K_{0s}<1) \quad \cdots\cdots(3\cdot c)$$

$$\Delta\varepsilon_{d2}=m_{vs}^*\cdot D_s(1-K_{0s})\Delta\sigma_1'\cdots(K_{0s}>1) \quad \cdots\cdots(3\cdot d)$$

$$\Delta\varepsilon_v=\Delta\varepsilon_{v0}+\Delta\varepsilon_{ms}+\Delta\varepsilon_{d1}+\Delta\varepsilon_{d2} \quad \cdots\cdots(3\cdot e)$$

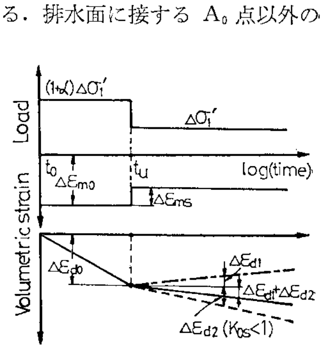
となる．

ここに，m_{vs}^* は等価有効応力に対して定義された体積膨張係数，D_s は除荷吸水膨張過程におけるダイレイタンシー係数である．そして $\Delta\sigma_{ms}'$ と $\Delta\sigma_{ds}$ は，式 (4) で表わされる．

$$\Delta\sigma_{ms}'=\Delta\sigma_1'[\alpha(1+2K_0)+2(K_0-K_{0s})]/3 \quad \cdots\cdots(4\cdot a)$$

$$\Delta\sigma_{ds}=\Delta\sigma_1'[\alpha(1-K_0)+(K_{0s}-K_0)] \quad \cdots\cdots(4\cdot b)$$

また，式 (2), (3) の D_c, D_s が時間の対数に比例するとすれば，排水面に接した図—1 (c) の A_0 点における体積ひずみの経時変化は図—2 のようになる．$D_c>D_s$ であればサーチャージ除荷後も A_0 点の体積ひずみは増加する可能性がある．排水面に接する A_0 点以外の圧密層内の任意点についても同じ考え方を適用して体積ひずみを求め，圧密層全体で積分すればサーチャージ除荷後の体積ひずみを求めることができる．



図—2　排水面に接した土要素に生じる体積ひずみの経時変化

一次元圧密中の圧密層内各点に生じる体積ひずみの経時変

化を求めるための圧密方程式として，この報告では赤井・足立の提案した式 (5) を用いる[3]．

$$\frac{\partial u}{\partial t}=c_v\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}+R(z,\,t)\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

ここに，u は過剰間隙水圧，c_v は圧密係数，t, z はそれぞれ時間，位置座標，$R(z,t)$ は $\Delta\sigma_m$ の減少ならびにダイレイタンシーの発生に伴う過剰間隙水圧の時間的変化率であり，等価応力 $\sigma_e(=\sigma_e'+u)$ を用いれば[2]，$R(z,t)=\partial\sigma_e/\partial t$ と表わすことができる．

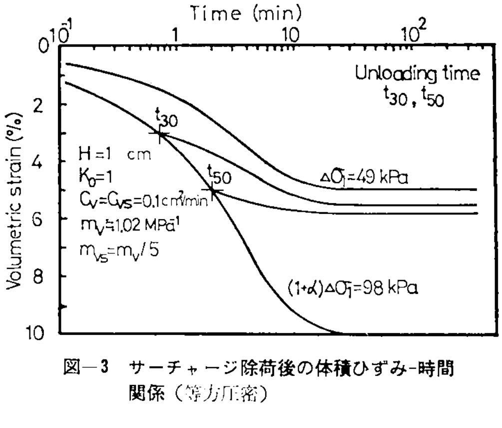
式 (5) はサーチャージ除荷後の体積ひずみ-時間関係を予測する場合にも利用できる．サーチャージを用いた場合には，式 (5) の $R(z,t)=\partial\sigma_e/\partial t$ に除荷時の過剰間隙水圧の変化を考慮すればよい．

式 (5) を解きサーチャージの載荷・除荷時に発揮されるダイレイタンシーが体積ひずみの経時変化に及ぼす影響を検討するため，まず式 (5) を近似差分方程式に書き換える．

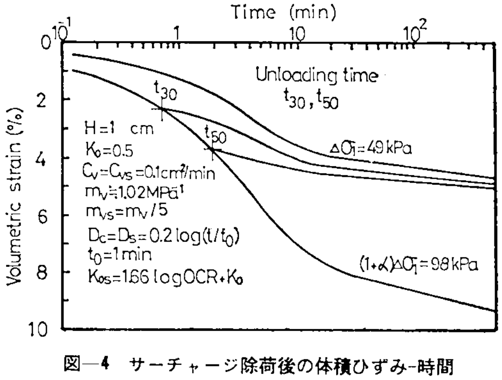
$$u_{i,j+1}=\alpha(u_{i+1,j}-2\,u_{i,j}+u_{i-1,j})$$
$$+u_{i,j}+\sigma_{e,i,j+1}-\sigma_{e,i,j}\cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

ここに，$\alpha=c_v\Delta t/\Delta z^2\leq 0.5$ である．

式 (6) の右辺には未知量 $\sigma_{e,i,j+1}$ が含まれているため一意的には計算できず，逐次近似計算しなければならない．すなわち $\sigma_{e,i,j+1}$ を仮定して $u_{i,j+1}$ を計算し，



図—3　サーチャージ除荷後の体積ひずみ-時間関係（等方圧密）



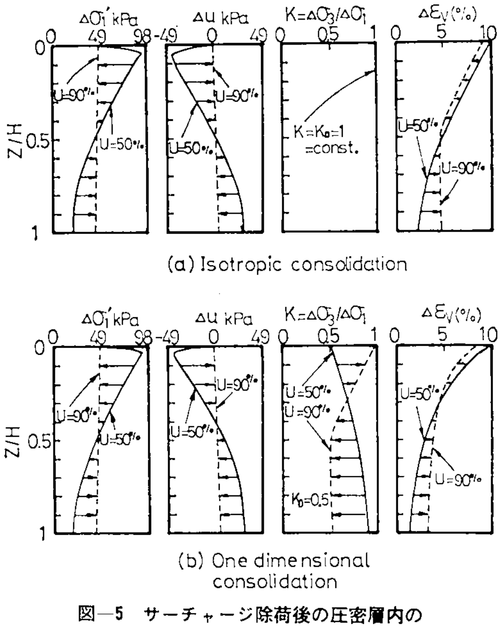
図—4　サーチャージ除荷後の体積ひずみ-時間関係（一次元圧密）

その $u_{i,j+1}$ を用いて $\sigma_{e,i,j+1}$ を計算する．仮定した $\sigma_{e,i,j+1}$ との差が許容誤差（この報告では仮定した値の 1%）以下になるまで計算を繰り返すことになる．

サーチャージ除荷を含む一次元圧密過程の計算を次に示す条件下で実施し，図—3 と 図—4 を描いた．図—3 は，$K_0=1$ とした等方圧密でダイレイタンシーが生じない場合である．図—4 は，$K_0=0.5$ とした一次元圧密でダイレイタンシーが時間の対数に比例して生じ，除荷過程の静止土圧係数 K_{0s} も過圧密比 OCR の対数に比例すると仮定した場合である[2,7,8]．これ以外の土質定数は 図—3 と 図—4 で共通とし，具体的数値はそれぞれの図中に記載した．両図とも圧密荷重（$\Delta\sigma_1=0.5\,\mathrm{kgf/cm^2}$ (49 kPa)）と大きさが等しいサーチャージ（$\alpha\Delta\sigma_1=0.5\,\mathrm{kgf/cm^2}$(49 kPa)）を加え，圧密度 $U=30\%$ あるいは 50% に相当する時間でサーチャージを除荷した場合の計算結果である．

図—3 に示した体積ひずみ-時間関係は，等方圧密であるので Terzaghi の圧密理論によるそれと一致している．サーチャージ除荷後は二次圧密を生ぜず，体積ひずみは一定値に収束している．図—4 には，ダイレイタンシーの時間依存性の仮定によって体積ひずみが時間の対数に比例して生じる二次圧密を含めた一次元圧密過程が計算されている．圧密度 $U=50\%$ でサーチャージを除荷しても除荷後二次圧密的沈下が生じている．また二次圧密速度は，サーチャージを用いた場合の方がわずかに小さい．

図—3 と 図—4 は，それぞれ等方圧密と一次元圧密過程を示すものであるが，$U=50\%$ でサーチャージを除



図—5　サーチャージ除荷後の圧密層内の $\Delta\sigma_1'$, Δu, K および $\Delta\varepsilon_v$ の分布

荷した直後および除荷後 $U=90\%$ に達したときの圧密層内各点の $\Delta\sigma_1'$, Δu, K ならびに $\Delta\varepsilon_v$ の分布を示したのが 図—5 である．等方圧密と一次元圧密で $\Delta\sigma_1'$ と Δu の分布に大きな差は認められないが，K と $\Delta\varepsilon_v$ では両者の差が著しい．サーチャージ除荷に伴う圧密層内各点の有効応力の変化とダイレイタンシーの影響によるものと思われる．

3. 試料および実験方法

(1) 試　　料

実験に用いた試料は，千葉県柏市ならびに埼玉県草加市で採取した沖積粘土であり，その物理的性質は 表—1 に示すとおりである．

表—1　試料の物理的性質

	G_S	W_L (%)	W_P (%)	粘土分 (%)	シルト分 (%)	砂分 (%)
柏粘土	2.64	112.0	50.5	47.0	38.4	14.6
草加粘土	2.67	82.0	21.0	54.0	41.0	5.0

(2) 実験方法

液性限界以上の含水比で練り返した試料を固定リング式の大型一次元圧密試験機に詰め，圧密荷重 $\sigma_{10}'=0.4$ kgf/cm²(39.2 kPa) あるいは 1.25 kgf/cm²(122.5 kPa) で 7 日間予圧密した．圧密後粘土塊から実験（A）では直径 5 cm，高さ 13.5 cm の供試体を成形し，K_0 圧密試験機にセットした．供試体の上下および側面に圧密促進用のドレーンペーパーを巻き，再び σ_{10}' を 24 時間加え圧密した．圧密間 1 kgf/cm²(98 kPa) のバックプレッシャーを用いた．実験 (B) では直径 6 cm，高さ 2 cm の供試体を標準圧密試験機にセットし，再び σ_{10}' を載荷し 24 時間圧密した．

実験（A）……この実験の目的は，一次元圧密の載荷・除荷過程における静止土圧係数 K_0, K_{0S} を決定することである．K_0 圧密試験は，軸圧を一定に保ち側方変位が生じないよう側圧を制御して行い，軸圧を 48 時間間隔で段階的に加えて圧密する．所定の圧密圧力に達した後，同じ時間間隔で段階的に除荷する．K_0 値ならびに K_{0S} 値は，48 時間の圧密ならびに吸水膨張終了時の側圧 σ_3' と軸圧 σ_1' の比として求めた．なお K_0 圧密試験中三軸室内の水温は，20±1°C に保った．

実験（B）……この実験の目的は，一次元圧密解析に必要な土質定数を決定するとともに所定の圧密時間で圧密荷重の一部であるサーチャージを除荷し，サーチャージを加えた圧密時間の大小が，除荷後の圧密沈下-時間関係に及ぼす影響を検討することである．

4. 実験結果と考察

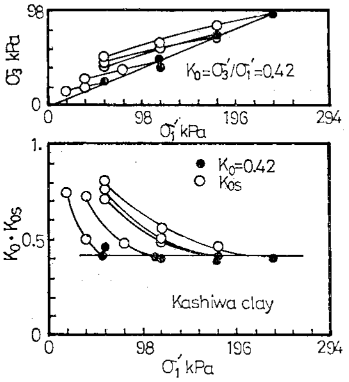
(1) 静止土圧係数と過圧密比

図—6 は柏粘土の K_0 圧密試験における載荷・除荷過程の σ_1' と σ_3' の関係を示したものである．図—6 の載荷過程における σ_1' と σ_3' の間には直線関係が認められるが除荷過程では認められない．すなわち K_0 は σ_1' の大きさによらず一定であるが，K_{0S} は σ_1' の減少あるいは過圧密 OCR の増加とともに増加している．草加粘土でも同様の傾向が観察された．K_{0S} は OCR の対数にほぼ比例することが知られているので[7),8)]，柏粘土と草加粘土について K_{0S} と OCR の関係を示したのが 図—7 である．若干ばらつきが大きいが，この報告の検討では 図—7 の K_{0S}～OCR 関係を利用することにする．

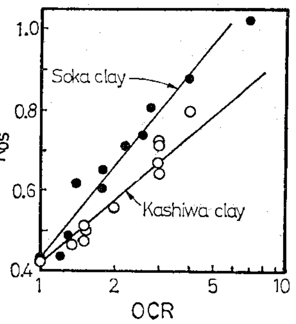
(2) サーチャージと体積ひずみ-時間関係

柏粘土と草加粘土に関する実験（B）の結果を示したのがそれぞれ 図—8 と 図—9 である．両試料のサーチャージ除荷後の沈下性状はきわめてよく類似している．両試料の実験結果から共通して次のことが観察される．

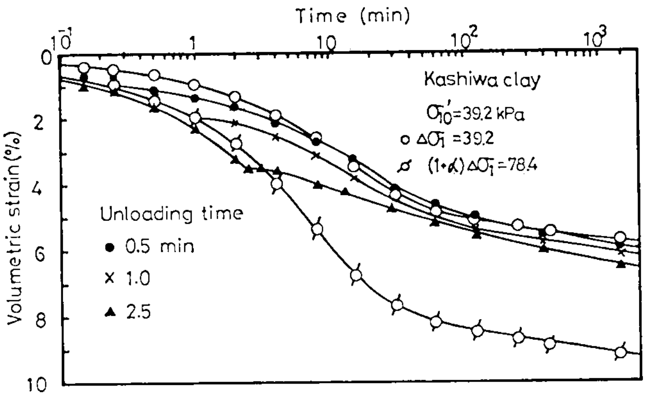
① サーチャージを除荷するまでの時間の大きなもの



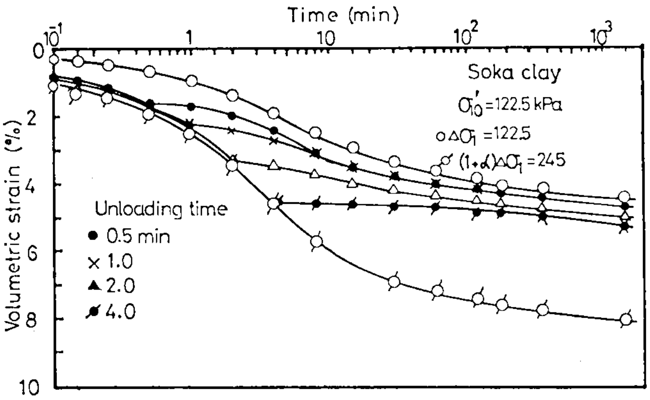
図—6　静止土圧係数 K_0 および K_{0S}



図—7　静止土圧係数 K_{0S} と過圧密比 OCR



図—8　体積ひずみ-時間関係（柏粘土）



図—9　体積ひずみ-時間関係（草加粘土）

ほど圧密沈下は促進され，体積ひずみ-時間関係は下方に位置する．

② 圧密荷重に大きさが等しいサーチャージを圧密度50% 程度まで加えてもサーチャージ除荷後二次圧密的沈下が生じる．

③ 二次圧密速度はサーチャージ除荷時間の大小によらずほぼ一定であり，サーチャージなしで圧密したときの二次圧密速度にほぼ等しい．

(3) 土質定数の決定法

図—10 は草加粘土の標準圧密試験結果で，載荷・除荷時の体積ひずみ-時間関係を描いたものである．このデータからダイレイタンシーの時間依存性を考慮した一次元圧密解析に必要な土質定数を決定する．

a）圧密係数

圧密係数は本来等方圧密試験から求めるべきものと考えられるが[2),3)]，この報告では近似的に標準圧密試験結果に曲線定規法を適用して求める．ただし定規は，圧密度 50% までの部分でフィッティングする．圧密度 50% 程度までは，平均主応力の減少による過剰間隙水圧の減少と負のダイレイタンシーによる過剰間隙水圧の発生が，ちょうど打ち消し合いほぼ等方圧密と同じになるからである[2)]．

載荷過程

$t_{50}=1.60$ min, $c_v=0.124$ cm²/min

除荷過程

$t_{50}=11.5$ min, $c_{vs}=0.0145$ cm²/min

b）体積圧縮係数とダイレイタンシー係数

圧密沈下が時間の対数に比例して生じる二次圧密領域では，圧密層内各点の有効応力はほぼ一定と考えられるので，二次圧密領域内の任意時間 t_s における体積ひずみ $\Delta\varepsilon_{vs}$ は，式 (7) で二次圧密速度 $\alpha_c(=d\varepsilon_v/d\log t)$ は，式 (8) で表わされる．

$$\Delta\varepsilon_{vs}=m_v^*(\Delta\sigma_m'+D_c\cdot\Delta\sigma_d)=m_v^*[\Delta\sigma_m'+a_c\log(t_s/t_0)\Delta\sigma_d] \quad\cdots\cdots(7)$$

$$\alpha_c=m_v^*\cdot a_c\log(10\,t_s/t_s)\Delta\sigma_d=m_v^*a_c\cdot\Delta\sigma_d \quad\cdots\cdots(8)$$

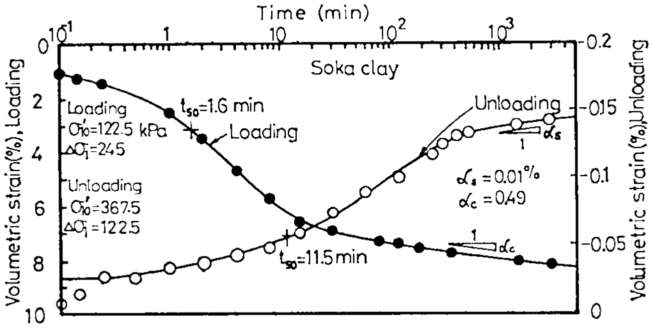
式 (7), (8) より a_c は，

$$a_c=\frac{\alpha_c\cdot\Delta\sigma_m'}{[\Delta\varepsilon_{vs}-\alpha_c\cdot\log(t_s/t_0)]\Delta\sigma_d} \quad\cdots\cdots(9)$$

となる．この a_c を式 (7) あるいは式 (8) に代入すれば，m_v^* が求められる．

図—10 より $t_s=2\,880$ min, $t_0=1$ min, $\Delta\varepsilon_{vs}=8.17\%$, $\alpha_c=0.492\%$ とすれば，$m_v^*=4.18\times10^{-2}$ cm²/kgf (0.427 MPa⁻¹), $a_c=0.082$ となる．

図—10 によれば除荷過程でもわずかではあるが二次圧密的な吸水膨張現象が認められるので載荷過程と同様の計算から $m_{vs}^*=1.95\times10^{-3}$ cm²/kgf (19.9 GPa⁻¹), $a_s=0.050$ が得られる．ただし載荷・除荷過程のこれらの計算に必要な静止土圧係数 K_0, K_{0s} は，**図—7** に示した実験結果を利用した．



図—10　載荷・除荷時の体積ひずみ-時間関係（草加粘土）

（4） 解析法の適用性

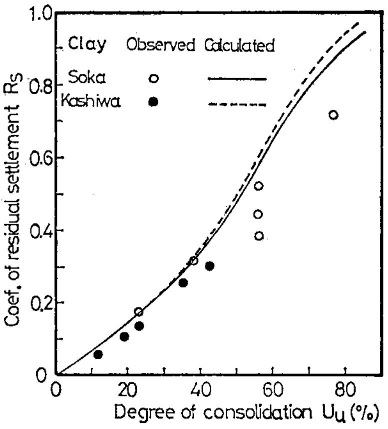
図—11 は前節で求められた草加粘土の土質定数を用いてサーチャージ除荷を含む一次元圧密過程の計算結果を示したものである．圧密度が 50% 以上になるまでサーチャージを加えていても，サーチャージ除荷後圧密層内に主応力差増分正の領域が残り，そのため負のダイレイタンシーが生じれば長時間経過して再び二次圧密的沈下を生じるようである．図—11 は，図—9 に示した実験結果とかなりよく一致している．この報告で提案したサーチャージ除荷後の圧密沈下計算法は，室内試験におけるサーチャージのモデル実験による検証だけではあるが，実際問題への適用性がかなり期待できそうである．

サーチャージ工法の残留沈下軽減効果を調べるため，式 (10) および 図—12 に示すように残留沈下係数 R_s を定義する．定義から明らかなように R_s の大きな場合ほど残留沈下量は小さくなる．

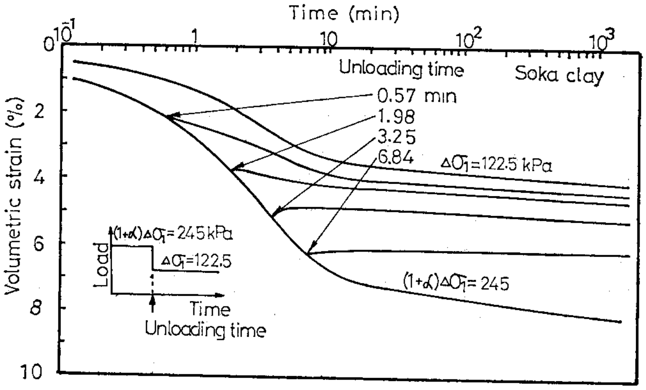
$$R_s=1-S/S_R \quad \cdots\cdots(10)$$

ここに，S はある基準となる時間 t_f とサーチャージを除荷した時間 t_u における沈下量の差，S_R はサーチャージを用いない場合の時間 t_f と t_u の沈下量の差である．

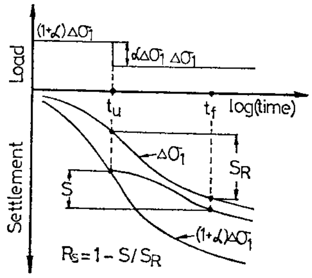
図—8 と 図—9 に示した実験結果から基準となる時間 $t_f=$ ⌐ 440 min としてサーチャージ除荷時の圧密度 U_u と R_s の関係を求めたのが 図—13 である．U_u の増加とともに R_s はほぼ直線的に減少している．草加粘土と柏粘土では，圧縮性が異なるが U_u～R_s 間にはほとんど差が認められない．また計算値も実測値とかなりよく類似した傾向を示している．一般的に考えて当然の結果であるが，サーチャージ載荷期間の大きな場合ほど残留沈下軽減効果は大きいという結果が得られた．



図—13 サーチャージ除荷時の圧密度 U_u と残留沈下係数 R_s



図—11 サーチャージ除荷後の体積ひずみ-時間関係——草加粘土に関する計算結果



図—12 残留沈下係数 R_s の定義

5. むすび

一次元圧密条件下でサーチャージ工法を用いた場合のサーチャージ除荷後の圧密沈下計算法について検討するとともにサーチャージ工法の残留沈下軽減効果について考察を加えた．

得られた結果を要約すると，次のようになる．

（1） サーチャージ除荷後の有効応力の変化とそれに伴う体積変化を把握することによってサーチャージ除荷後の圧密沈下量を予測することが可能である．

（2） 等方圧密あるいは一次元圧密中発揮されるダイレイタンシーが時間に依存しない場合，サーチャージ除荷後の圧密沈下は一定値に収束する．ダイレイタンシーが時間に依存する場合，圧密荷重に大きさの等しいサーチャージを圧密度 50% まで加えてもサーチャージ除荷後二次圧密的沈下が生じる．

（3） 標準圧密試験の載荷・除荷による圧密・吸水膨張過程の体積ひずみ-時間関係から体積圧縮係数やダイレイタンシー係数を求める方法を報告した．この方法で求めた定数を用いた計算結果は，サーチャージ工法を想定した実験結果とかなりよく一致した．

（4） サーチャージ除荷時の圧密度の増加とともに残留沈下量は，ほぼ直線的に減少する．

最後に本研究に際し，実験ならびに数値計算を手伝っていただいた東海大学技術職員　白子博明君に感謝の意を表します．

参考文献

1) 稲田倍穂：最近の軟弱地盤工法，道路 No. 2, pp. 74～78, 1976.
2) 稲田倍穂・赤石　勝：ダイレイタンシーを考慮した一次元圧密解析，土質工学会論文報告集，Vol. 20, No. 2, pp. 119～127, 1980.
3) 赤井浩一・足立紀尚：有効応力よりみた飽和粘土の一次元圧密と強度特性に関する研究，土木学会論文報告集，No. 113, pp. 11～27, 1965.
4) Brooker, E.W. and Ireland, H.O.: Earth Pressure at Rest Related to Stress History, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 2, No. 2, pp. 1～5, 1965.
5) Alpan, I.: The Empirical Evaluation of the Coefficient K_0 and K_{0R}, Soils and Foundations, Vol. 7, No. 1, pp. 31～40, 1967.
6) 稲田倍穂・赤石　勝・外崎　明・似内政康：過圧密粘土の静止土圧係数とダイレイタンシー，東海大学工学部紀要，No. 2, pp. 163～171, 1978.
7) 山内豊聡・安原一哉：粘性土の静止土圧係数に関する一考察，土質工学会論文報告集，Vol. 14, No. 2, pp. 113～118, 1974.
8) 中瀬明男・小林正樹・勝野　克：圧密および膨張による飽和粘土のせん断強度の変化，港湾技術研究所報告，Vol. 8, No. 4, pp. 103～143, 1969.

（1980.9.22・受付）