

西日本工業大学 正員 平尾和年
西日本工業大学 正員 安原一哉

1. まえがき 軟弱地盤上に道路が築造される場合、その後の残留沈下を抑制するためアレロデング工法が採用されることがある。このような場合、交通開放によって盛土下の地盤は過圧密状態で繰返し荷重をうけることとなる。このような条件での現地における沈下の予測法とその抑制方法に対応するためには、過圧密粘土に対する基礎的な室内実験および出来れば野外試験の必要性が生じてくる。今回は、不攪乱粘土と再圧密粘土を用いて正規圧密土との対比により、過圧密土の繰返し荷重下の圧密挙動について検討した。

2. 実験概要 実験に用いた試料は、不攪乱沖積粘土と繰返し再圧密 ($p_0=58 \text{ kPa}$) された沖積粘土で、これらの物理的性質は表-1に示している。また、試験機は通常の標準圧密試験機の載荷レバーに繰返し荷重をモーターと変速機を利用して載荷できるように改良されたものである。実験条件は、表-2に示すように不攪乱・再圧密粘土とも過圧密比 $OCR=2$ として、繰返し応力比 $\Delta\sigma_r/\sigma_v$ を変えて実験した。また、載荷方法の模式図は図-1の通りであり、繰返し荷重載荷に先立つ先行圧密は1日、過圧密土の場合は先行圧密1日、除荷も1日としている。

3. 実験結果と考察

3.1 残留ひずみ ε^p の経時変化 繰返し荷重をうける土の変形は一般に回復性ひずみと非回復性ひずみとから成ると言われている。すなわち、

$$d\varepsilon = d\varepsilon^e + d\varepsilon^p \quad \text{----- (1)}$$

再圧密粘土、不攪乱粘土の繰返し圧密中の残留ひずみ(非回復性ひずみ) ε^p を載荷回数 N に対してプロットすると図-2、図-3のように整理される。これらより、残留ひずみ ε^p の経時変化は繰返し応力比 $\Delta\sigma_r/\sigma_v$ の影響を強く受け、繰返し応力比の大きなほど ε^p の累積が著しい。しかし、過圧密土 ($OCR=2$) では再圧密粘土、不攪乱粘土とも正規圧密土に比べ生じる ε^p は極めて低下していることが分かり、アレロデング工法が繰返し圧密においても有効であることを示唆している。また、この中でも繰返し応力比の大きいものは、 $\varepsilon^p - \log N$ 曲線の後半で ε^p が増加するような傾向を示していることは注目される。さらに、不攪乱粘土では $\varepsilon^p - \log N$ 曲線に変曲点は見られず載荷回数に伴って ε^p が増加しているのに対し、再圧密粘土では、通常の静的圧密試験結果と同様に $\varepsilon^p - \log N$ 曲線に変曲点が現れている。この $\varepsilon^p - \log N$ 曲線より $\log t$ 法を用いて静的圧密試験における一次圧密に相当する ε_{100}^p , N_{100} を推定すると、図中に示したように $\Delta\sigma_r/\sigma_v$ が大きくなると ε_{100}^p は大きくなるが、 ε_{100}^p が生じる回数 N_{100} は少くなる傾向がある。また、変曲点以降の二次圧密速度 $\varepsilon_2 = d\varepsilon^p/d\log N$ は、繰返し応力比の大きいものほど大きくなる。不攪乱粘土について

$$\varepsilon^p = \varepsilon^e \cdot \log N / \{a + (b-1) \log N\} \quad \text{----- (2)}$$

表-1 試料の物理的性質

	Undisturbed sample	Reconsolidation sample
G_s	2.66	2.65
$w_L(\%)$	78	118
I_p	35	80
I_L	2.1	0.8

表-2 実験条件

Reconsolidation sample (D=6cm, H=2cm, upper drainage)						
Series	① σ_v (kPa)	② $\Delta\sigma_r$ (kPa)	③ $\Delta\sigma_r/\sigma_v$	④ w_i (%)	⑤ f (Hz)	⑥ t_r (day)
A	50	25	0.5	68.1	0.1	10
	"	50	1.0	72.3	"	"
	"	100	2.0	67.7	"	"
B	100	50	0.5	69.0	"	"
	"	100	1.0	70.9	"	"
	"	200	2.0	71.8	"	"
C	100→50	25	0.5	72.5	"	"
	"	50	1.0	73.2	"	"
	"	100	2.0	71.6	"	"
D	200→100	50	0.5	73.0	"	"
	"	100	1.0	71.1	"	"
	"	200	2.0	73.6	"	"
Undisturbed sample (D=6cm, H=1cm, upper drainage)						
Series	①	②	③	④	⑤	⑥
E	50	15	0.3	117.8	0.5	1
	"	30	0.6	116.9	"	"
	"	50	1.0	118.9	"	"
F	100→50	15	0.3	110.3	"	"
	"	30	0.6	115.3	"	"
	"	50	1.0	117.5	"	"

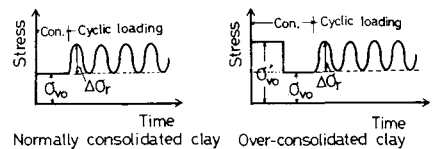


図-1 載荷方法模式図

図-1 載荷方法模式図 図-1の通りであり、繰返し荷重載荷に先立つ先行圧密は1日、過圧密土の場合は先行圧密1日、除荷も1日としている。

a, b : 実験定数

なる実験式で ε^p の経時変化を推定すると、図-3 に実線で示したようになる。実験データを良く説明しているが後半になると計算値が実験値を上まわる結果となっている。過圧密土については、実験定数 a, b の決定が困難であった。

3.2 収束ひずみ 筆者らが以前から提案している簡便法によって、それぞれの実験について収束ひずみ $(\varepsilon^p)_t$ を求め、繰返し応力比によって整理すると図-4 のようになる。これより、再圧密粘土、不攪乱粘土とも繰返し応力比の増加に伴って、収束ひずみ $(\varepsilon^p)_t$ は大きくなっている。また、正規圧密土に比べ過圧密土の $(\varepsilon^p)_t$ は顕著に低下していることが分かる。しかし、過圧密土でも $\Delta\sigma_r/\sigma_{vo}$ の大きい範囲では $(\varepsilon^p)_t$ 値は注意を要する値となっている。いま、過圧密土の収束ひずみを $(\varepsilon^p)_{t,OC}$ 、正規圧密土の収束ひずみを $(\varepsilon^p)_{t,NC}$ とし、これらの比 $(\varepsilon^p)_{t,OC}/(\varepsilon^p)_{t,NC}$ を繰返し応力比に対して再整理すると図-5 となる。不攪乱粘土については、収束ひずみの比は 0.1~0.2 となる。一方、再圧密粘土では、先行圧密荷重の影響をうけるが繰返し応力比によらず $\sigma_{vo}=50\text{ kPa}$ では 0.45、 $\sigma_{vo}=100\text{ kPa}$ では 0.15 程度の値を示している。このようなデータがもう少し広範な工土に対し集積されるなら、この種の問題に対する実用的な状況予測法が確立されることになるだろう。

4. あとがき 過圧密土の繰返し圧密特性について、2 種類の粘土を用いて一連の実験を行った結果以下のような結論が得られた。現地における「プレローディング」工法において沈下の抑制の対象となる i) 過圧密比 $OCR=2$ 程度の過圧密土でも、繰返し荷重載荷時の ε^p は正規圧密土に対して著しく低下する。この傾向は不攪乱土、再圧密土両方に見られる。したがって、プレローディング工法は繰返し荷重をうける地盤の沈下を抑制する工法として有用であることがわかる。ii) 先述した推定式を用いた正規圧密土に対する推定はまずまずであったが、過圧密土に対しては十分説明しえない。iii) 過圧密土の収束ひずみ $(\varepsilon^p)_t$ は、正規圧密土に比べ顕著に低下する。しかし、繰返し応力比の大きい範囲では実用的に考えても注意を要する値となっている。iv) 正規圧密土に比べた過圧密土の収束ひずみの低減の程度は繰返し応力比によらず、ほぼ一定値を示す傾向があるが、先行圧密荷重の大きさの影響をうけるようである。

引用文献

- 1) 安原・山内・平尾 (1978): 交通荷重をうける低盤工道路の簡易沈下計算法, 第 33 回土木学会年講, pp. 85~86.
- 2) 安原・平尾・山内・音藤 (1981): 乱さない飽和粘土の動的圧密について, 第 36 回土木学会年講, pp. 148~149.

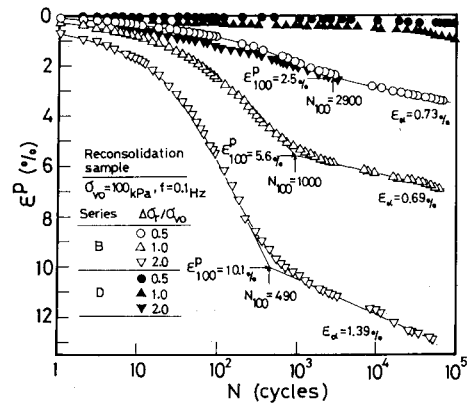


図-2 再圧密土の残留ひずみの経時変化

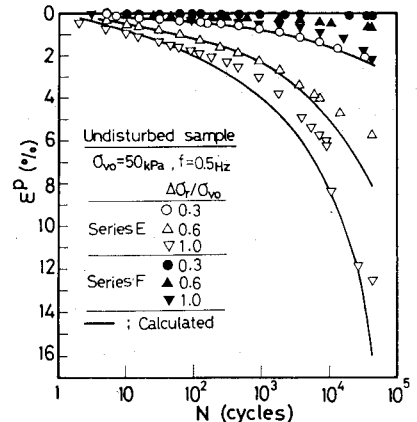


図-3 不攪乱土の残留ひずみの経時変化

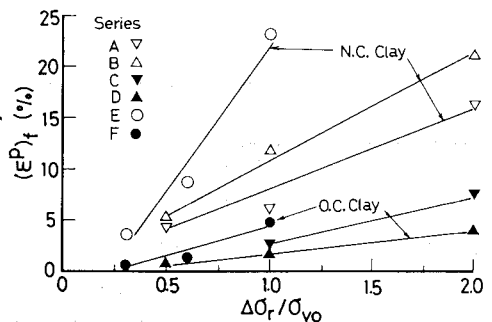


図-4 収束ひずみと繰返し応力比

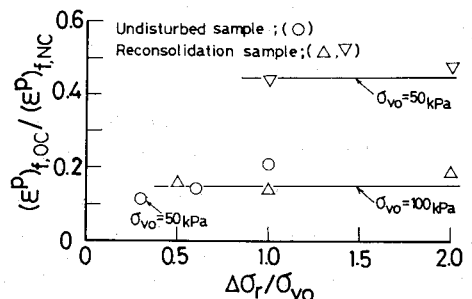


図-5 収束ひずみの低減比