

沖積粘土の繰返し圧密特性

○徳山高専 正員 藤原 東雄 東亜道路 薄 邦明
東亜道路 前迫 修一郎 石井 貴
東亜道路 八戸 誠 竹内 正晴

1 まえがき 軟弱地盤等の基礎の問題は静的な荷重のみならず、繰返し荷重の影響を考慮する必要があることが指摘されている。繰返し荷重の例には、地震・交通荷重・オイルタンク荷重等の活荷重があり、圧密に影響を与える要因は土の種類・性質の他に荷重および荷重増加率、周期および圧密時間等複雑であり、その解釈と適用には数多くの問題が残されており、その影響を実際問題として設計に取り入れられた例はほとんどない。今回は、実際に建設された軟弱地盤上のオイルタンク荷重をモデルとし、静的荷重と繰返し荷重による沈下と比較するとともに、繰返し圧密に影響を及ぼす要因および繰返し荷重が土構造に与える影響を調べた。

2 実験概要 実験に用いた試料は山口県下松市のオイルタンク基礎地盤から採集したものであり、その物理的性質を表-1に示す。採集した粘土を液性限界付近の含水比でよく繰返した後、直径30^{cm}、高さ30^{cm}の大型三軸圧密室で0.6 kgf/cm²の拘束圧で又過周予圧密したもの（所定大きさ（直径6^{cm}、高さ2^{cm}）に整形したものと供試体とした。今回の実験で用いた繰返し圧密試験機は、標準圧密試験機を改良したもので、静的先行荷重Pを負荷した状態で、回転速度が可変のモーターにより周期が一定の繰返し荷重 ΔP を供試体に負荷できるように工夫したものである。

実験条件は図-1に示すように、深度30^mの粘性土地盤上に直径44^m、高さ22^mのオイルタンクが建設されると仮定して、各深度において、土被り圧とタンク重量・サンドバットにより発生した地中応力の合力を静的先行荷重Pとし、満タンオイル荷重を活荷重としたブーゼンスクの鉛直解を基本式として繰返し荷重 ΔP を求めた。計算はタンクを中心軸下で求めた。

また、周期は各深度において、 $\sigma = T \cdot \omega^2 / C_v$ より、供試体の厚さとの関係より導いた。周期の影響を調べるため、同じ荷重条件下で周期も一定（83^{sec}）とした実験、荷重増加率 $\Delta P/P$ の影響を調べるため $P + \Delta P = \text{const.}$ とし $\Delta P/P$ を変化させた実験を行なった。

各実験は、静的先行荷重Pで48時間静的圧密を行なった後、Pで載荷したまま、繰返し荷重 ΔP で96時間繰返し圧密を行ない、最終沈下量を調べる目的で、その後48時間（ $P + \Delta P$ ）で静的圧密を行なった。

一方、静的圧密と比較するため、上記荷重条件下で静的圧密試験も併行して行なった。実験終了後、供試体の土構造の変化を調べる目的で、0.1~12.8 kgf/cm²の荷重で標準圧密試験を行ない、圧密係数 C_v 、体積圧縮係数 m_v 、圧密降伏応力 P_y を算出した。

3 実験結果と考察 図-2に周期を考慮した各深度における時間-沈下量曲線を示す。深度が浅い1、3^mでは1回の載荷から除荷されると静的圧密沈下曲線よりはずれ、静的圧密における一次圧密が終了した付近で再び交差し、そのまゝ沈下が増大する傾向にある。深度5、7^mでは圧密初期は深度1、3^mと同様であるが、静的圧密が終了した付近ではほぼ一致し、

表-1 土の物理的性質

Gs	2.65
LL (%)	65
PI	35

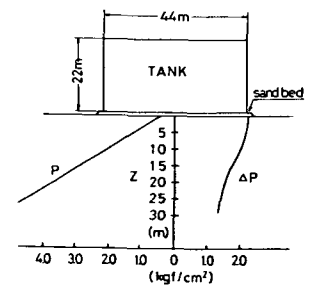


図-1 オイルタンクと地中応力

表-2 実験条件

No	P (kgf/cm ²)	ΔP (kgf/cm ²)	$\Delta P/P$ (%)	$P + \Delta P$ (kgf/cm ²)
1	0.5	2.2	4.4	2.7
2	0.9	2.2	2.4	3.1
3	1.2	2.2	1.8	3.4
4	1.5	2.1	1.4	3.6
5	2.0	2.0	1.0	4.0
6	2.8	1.8	0.6	4.6
7	3.6	1.5	0.4	5.1
8	5.3	1.0	0.2	6.3
9	1.4	2.6	1.8	4.0
10	0.8	3.2	4.0	4.0

最終圧密量では繰返し圧密の沈下が大きくなる。深度10m以深では、最終圧密においてほぼ同一の沈下量となった。以上のことから、オイルタンク荷重下のような条件では深度により繰返し圧密の影響が異なるものと考えられ、浅い所がより大きく影響を受けることが明らかになった。また、静的圧密と比較して、二次圧密領域で沈下が卓越しており、長期間にわたり沈下が生じている。これは、繰返し圧密は載荷時間が半分であることと、供試体が圧縮・膨張を繰返すことにより、土構造が変化するためと考えられる。

図-3に荷重増加率 $\Delta P/P$ を一定とし、周期を変化させた一例を示す。図から明らかなように、長い周期の方が沈下量が大きくなっている。これは、供試体内の間隙水は静的圧密では常に排水状態にあるが、繰返し圧密では、排水と吸水を繰返す状態にあり、周期がある程度長い方が供試体内留まり、影響を与えるが、周期が短いと供試体表面への影響を与えるものと考えられる。荷重増加率 $\Delta P/P$ の影響を調べるため、周期を一定および総荷重 $(P+\Delta P)$ を一定とし、 $\Delta P/P$ を変化させた結果を図-4に示す。静的圧密の段階では P に比例して沈下が大きいが、繰返し圧密後の総沈下量は $\Delta P/P$ に比例して沈下が増大している。これは、総荷重が $\Delta P/P = 0.4 \sim 0.8$ について行なったものと同じ傾向にある。

繰返し圧密が供試体の土構造に与える影響を調べる目的で、圧密終了後、標準圧密試験を行ない、圧密係数 C_v 、体積圧縮係数 m_v および圧密降伏応力 P_y を求めたが、 C_v 、 m_v は静的繰返し圧密とも大きな差はなかったが、 P_y は図-5に示すように、静的圧密の供試体はほぼ $(P+\Delta P)$ の値を示すが、繰返し圧密後の供試体は $(P+\Delta P)$ より10~20%程度大きく表われた。これは、静的圧密は土構造を乱さず粒子間距離を縮めるのに対し、繰返し圧密では影響・収縮を繰返すため、ある条件を越えると粒子間の結合力が壊れ、滑動し新たな結合状態に移行するためと考えられる。

4 あとがき 今回の実験より明らかになったことは、1)繰返し荷重下では静的荷重下と比較して、遅れて沈下するが、沈下量が大きく、とくに二次圧密が大きい。2)繰返し圧密に影響を与える要因は周期・総荷重・荷重増加率・繰返し回数である。3)繰返し荷重を受けた供試体は P_y が大きく、土構造が乱された可能性が大きい。等である。今後、土の種類にも影響すると思われるので、検討していきたい。

5 参考文献 1)山内、藤原、安原：沖積粘土の繰返し圧密特性について、九大工学集報 Vol.44 S.46 2)藤原、上：沖積粘土の繰返し圧密：土木学会中四国支部 S.57 3)藤原、上：沖積粘土の繰返し圧密：土木学会全国大会 S.57 4)関干世：繰返し荷重を受ける飽和粘土の圧密特性について、土木学会全国大会 S.56

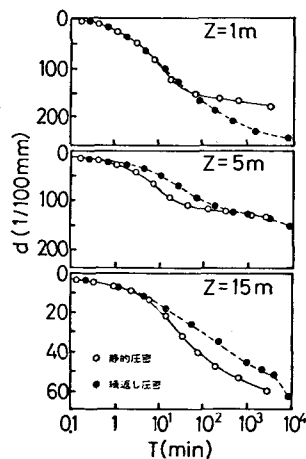


図-2 時間・沈下量曲線

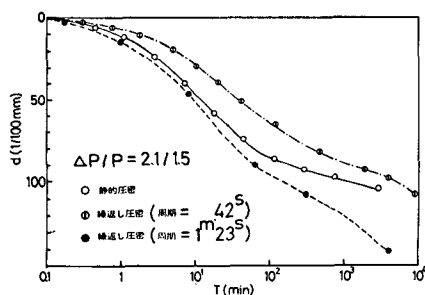


図-3 周期を変化した時間・沈下量曲線

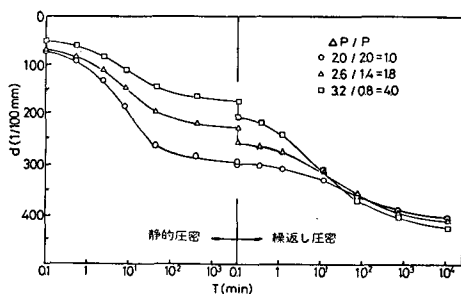


図-4 荷重増加率と時間・沈下量曲線

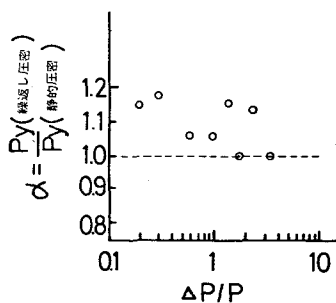


図-5 圧密降伏応力