

物 大林組 技術研究所 正員 斉藤二郎
 〃 正員 西林清茂
 〃 ○正員 大石守夫

1. まえがき

実験は、直径 $\phi 60\text{ cm}$ の大型圧密土槽を用い、多孔質合成樹脂ドレーン材（高分子ドレーン材）、サンドドレーン、無処理を加えた比較実験であり、それぞれの圧密促進効果を知るために、沈下計、間隙水圧計、土圧計を設置し、実験前後には土質試験を実施した。この装置は片面（上面）排水条件であり、載荷装置は空気圧を使用した反力載荷方式である。なお、底板には圧密促進効果測定のために自記記録機タイプの土圧計 1、間隙水圧計 3 が設置されている。

2. 実験方法

使用した試料土は大阪港の海成粘土であり、含水比を一定に調整した後土槽に入れ、 $P=0.1\text{ ㊦}$ の荷重で沈下が落ち着くまで十分再圧密を行ない試験地盤とした。表-1 に再圧密を行なった粘土試料の土質試験結果を示す。使用した高分子ドレーンは幅 100 ㊦ 、厚 1.5 ㊦ であり、横方向の透水係数は $k=10^{-3}\text{ cm/sec}$ 、縦方向は $k=10^{-7}\text{ cm/sec}$ のオーダーである。サンドドレーンはドレーン径をペーパードレーンの換算径 $\phi 50\text{ ㊦}$ と同一にして布袋で保護した。使用した砂材料の透水係数は $k=10^{-2}\text{ cm/sec}$ のオーダーである。なお、両ドレーン材の配置方式は図-2 中に併示しているように、水平方向圧密脱水割合を大にするために正三角形、7 本配置とした。荷重段階は 3 段階（ $P=0.2, 0.6, 1.8\text{ ㊦}$ ）とし、各荷重段階とも沈下が落ち着いたと見なされた後、次荷重段階へ移った。

3. 実験結果

各荷重段階の圧密期間は、ドレーン材設置の場合では、沈下の落ち着きが見られるまでの約 30 日、又、

無処理の場合にはまだ継続沈下が見られるが約 60 日間とした。

3-1 沈下量と圧密度について

図-3 に実測沈下量

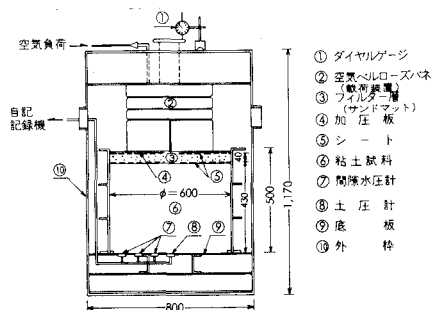
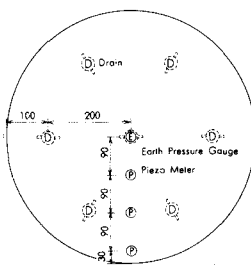


図-1. 大型圧密土槽



注：土圧計は土槽中心ドレーン材直下に設置

図-2. 測定計器およびドレーン材設置位置

調 整 試 料	
土の組成	砂 5%
シルト	54%
粘土	41%
含水比	65.0
比 重	2.578
単位体積重量 g/cm^3	1.53
間 隙 比	1.78
飽 和 度	94.1
コンシステンシー	L. L. 66.8
	P. L. 24.2
	P. I. 42.6
軸圧縮強度 kg/cm^2	0.07 ~ 0.12
圧密係数	水平方向 cm^2/min 1.16×10^{-1} ~ 2.21×10^{-2}
	垂直方向 cm^2/min 9.13×10^{-2} ~ 1.46×10^{-2}

表-1. 粘土試料性状

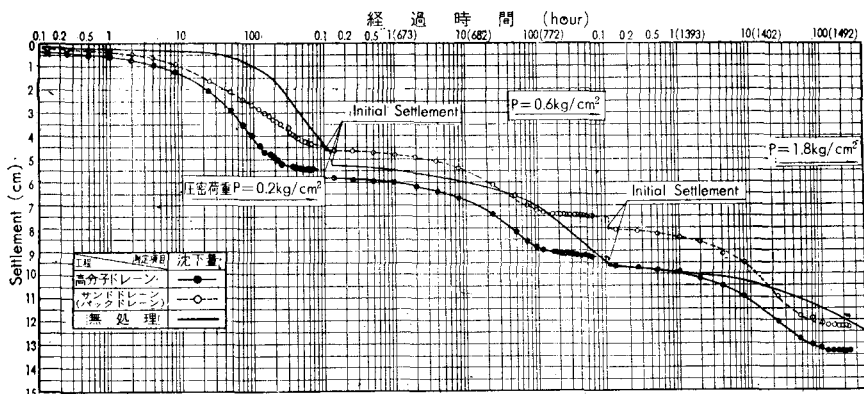


図-3. 実測沈下量-時間の関係

一時間の関係、

図-4に圧密度一時間の関係を示す。ここにおける圧密度は各荷重段階の最終沈下量を圧密度100%とした

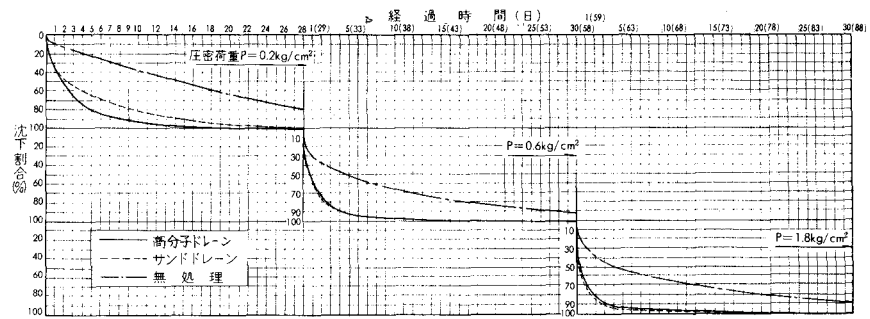


図-4. 圧密度-時間の関係

もので、両ドレーン材の圧密促進程度のみを明確に比較しようとしたものである。無処理の場合、圧密に長時間を要することは当然であるが、圧密最終部分における各荷重段階で両ドレーンに見られるような沈下の落ち着きが認められず、両ドレーン材の最終沈下量を超えてもさらに沈下継続の傾向が推察される。今回の実験では各荷重段階とも無処理の載荷期間は1200~1400時間としたが、沈下が落ち着くまでさらに時間を要するものと思われる。この無処理の沈下に対し、両ドレーン材の沈下特性は似かよっており、200~300時間後には明確な沈下の落ち着き傾向が見られ、終局ではほぼ停止している。高分子ドレーンとサンドドレーンを比較して見ると、載荷重 $P=0.2, 0.6$ ㌔における沈下量はサンドドレーンの方が小さく（ $P=0.2$ ㌔のとき11%、 $P=0.6$ ㌔のとき6%の差）、 $P=1.8$ ㌔のときには逆にサンドドレーンの方が若干大となっている（ $P=1.8$ ㌔のとき5%の差）。このことは、土圧測定結果の項で述べているが、 $P=0.2, 0.6$ ㌔のサンドドレーンの場合には、サンドドレーン柱がいわゆる支持杭的な作用をし、沈下阻止効果があらわれ、粘土にかかる有効応力が減少したためである。又、 $P=1.8$ ㌔ではサンドドレーンの支持力限界をこえた荷重であったために、サンドドレーン柱の支持力効果が低減し、前荷重段階までに高分子ドレーン沈下量との差となってあらわれていた未沈下分までこの荷重段階にあらわれたものと思われる。図-4の圧密度-時間の関係によると、荷重 $P=0.2$ ㌔のときはサンドドレーンに若干の遅れが見られるけれども、 $P=0.6, 1.8$ ㌔では両者ともほとんど同一となっている。 $P=0.2$ ㌔では再圧密時の影響が入っているために一概に判断できないことも考慮すると、両者の圧密促進効果はほぼ同一と判断することができる。又、このことから、この高分子ドレーン材の

サンドドレーンへの換算径は約5cmが妥当であることも明らかである。

3-2 間隙

水圧測定結果
図-5に両ドレーン材の間隙水圧測定結果を示す。間隙水圧計はドレーン効果の大きな位置（中心近接部）と小さな位

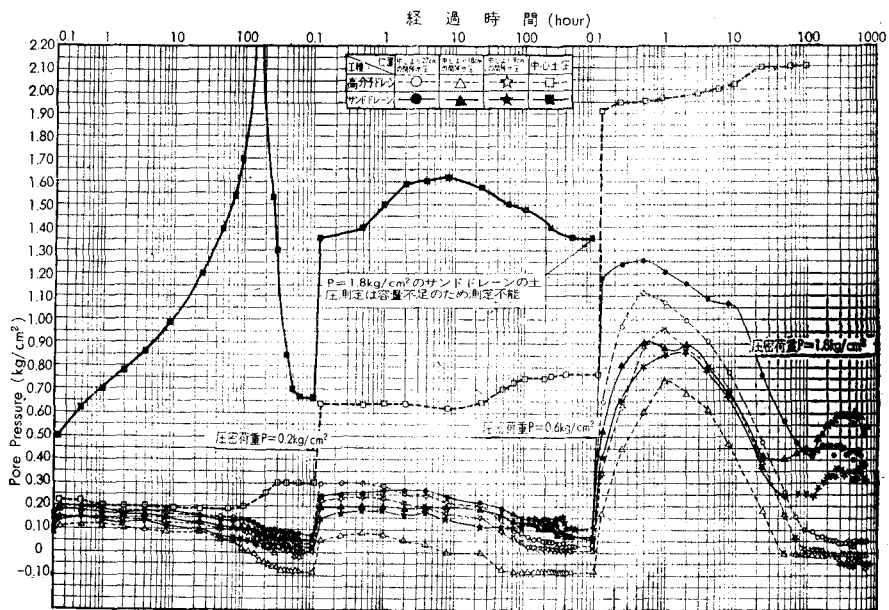


図-5. 間隙水圧、土圧-時間の関係

置（側壁部）およびその中間の3ヶを土槽の中心から側壁に向かって設置した。測定結果を見ると、全体的に両ドレーン材とも載荷初期にタイムラグを受けながら最高値に達した後、間隙水の脱수에伴って減少をつづけ一定値に落ち着く。間隙水圧変化を詳細に見るために $P=1.8$ ㎏のときを参考にすれば、中心近接部と中間部の間隙水圧最高値は高分子ドレーンでは逆転し、サンドドレーンではほぼ同一値を示した。この原因はドレーン材までの距離とドレーン材形状によるものと思われる。ただし、側壁部と中心近接部の間隙水圧変化には大きな差が見られ、側壁部では中心近接部よりも最高値が大でタイムラグは小さい。残留間隙水圧については、高分子ドレーンの場合、終局における過剰間隙水圧は位置に関係なくほぼ消散しているのに対し、サンドドレーンの場合には全体的に残留過剰間隙水圧がかなり大きく、しかも側壁に近いほどその値も大きい傾向が見られる。

3-3 土圧測定結果 高分子ドレーンの場合、載荷によって瞬間的に増加荷重の50%以上の土圧増加を示した後、きわめて徐々に増加しつづけた後、全載荷重よりも若干大きめの値で一定となっている。理論的にいえば、土圧計は水圧も測定するので載荷に相当した一定値を示すべきであるが、初期部分においては間隙水圧のタイムラグと側壁の摩擦による伝達応力軽減の影響のために小さく、その後徐々に増加し最終値では側壁摩擦による応力減少にもかかわらず載荷重よりも若干大きめの値で一定となった。これは、土圧計設置位置にあるドレーン材にごく近い粘土の圧密強度増加が周辺よりも大となり、小規模なパイル応力集中現象的なものが生じたためと思われる。サンドドレーンの場合の土圧測定値はサンドコンパクション工法の支持力理論と同様の複合地盤におけるサンドパイル支持力測定となった。すなわち、載荷初期においてはサンドパイルも含めた地盤全体で荷重を支持し、その後徐々にサンドパイルへ応力が集中していくが、沈下がさらに進むにつれて圧密による粘土の支持力が増加し今まで過大な応力分担を強いられていたサンドパイルの分担荷重が粘土の方へ移行し、最終的には理論に近い応力分担割合で一定に落ち着く。

4. 土質調査結果

含水比測定結果を図-6に示す。調査位置による差を見ると、高分子ドレーンの場合、粘土上層部で若干のバラツキが見られるが大部分はほぼ均一な値を示している。一方サンドドレーンでは位置、深さによる差が認められる。このことは残留間隙水圧の傾向と似かよっている。また高分子ドレーンはサンドドレーンよりも単位体積重量では大、間隙比では小である。図-8は一軸圧縮強度を示したものであるが、全体的に載荷重に比し小さ目の値である。これは圧密降伏応力（表-2）も載荷重より小さいことから側壁摩擦の影響と思われる。

5. おわりに

以上述べたように、今回の圧密促進効果比較実験の結果、高分子ドレーン材の圧密促進効果は、 $\phi 5$ cmのサンドドレーンと損色ないことが明確にされた。

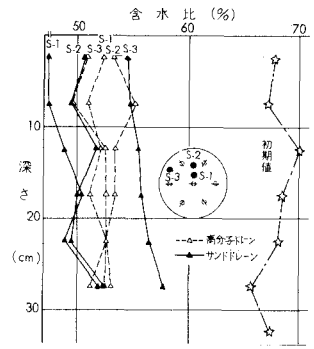


図-6. 含水比測定結果

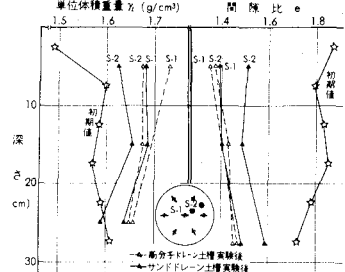


図-7. 単位体積重量、間隙比測定結果

	位置	方向	一軸圧縮強度 (kg/cm²)	
			実験前	実験後
高分子ドレーン	深5cm上	鉛直	0.139	1.03
		水平	0.134	1.12
	深25cm下	鉛直	0.151	1.30
		水平	0.173	1.02
サンドドレーン	深5cm上	鉛直	0.139	1.01
		水平	0.134	0.62
	深5cm下	鉛直	0.151	1.23
		水平	0.173	0.93

表-2. 圧密降伏応力

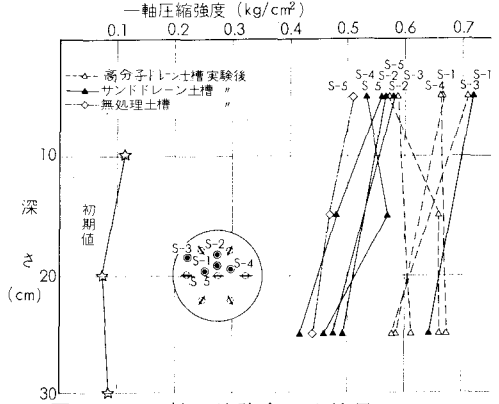


図-8. 一軸圧縮強度測定結果