

高圧脱水固化による高強度構造体の大型化

九州大学工学部 学 ○倉富 樹一郎
九州大学大学院 正 陳 光斉

九州大学大学院 正 善 功企
九州大学大学院 正 笠間 清伸

1.はじめに

これまで、港湾の浚渫工事に伴い発生する浚渫粘土は、ウォーターフロント開発の有効な埋立材料として処理されてきた。しかし、処分地が飽和状態に近づき従来の埋立材としての利用法だけではその処理が難しくなってきた。そのため、発生する浚渫土を効率よく減容化し再資源化する方法が模索されている。著者らは、渫粘土を利用して大型の高強度構造体を開発し、テトラポットやケーソンなどの大型の構造体として利用することを試みている。これまでの研究成果より、浚渫粘土に固化材を混合した後、高圧脱水することで、減容化かつ高強度化した固化処理土は十分な強度、耐久性と均質性を有することが明らかになった。しかし、現在のところ直径 5cm×高さ 10cm のサイズの供試体を作製するのに脱水時間が約 130 分かかり、大型化すると、より長い脱水時間がかかるため、最終的な大型化までには課題が残されている。そこで本研究は、混和剤を使用する化学的なアプローチとドレーン材を使用する物理的なアプローチの二つの方法で供試体の脱水時間の短縮化について検討した。

2.試料および実験方法

供試体の作製には、有明粘土を試料として使用し、含水比 150% になるように調整し、試料の乾燥重量の 30% の高炉スラグセメント B 種(以下セメントと記述する)を添加し攪拌する。試料を攪拌した後、モールド(φ5cm×25cm)に充填し、定圧載荷試験機によって圧密終了まで定圧載荷し供試体を作製する。

(a)化学的なアプローチ：混和剤を使用し、化学的な効果で土粒子を凝集させ透水係数を大きくさせる。上記の実験の試料を攪拌するさいに混和剤を添加する。混和剤は凝集剤、分散剤と高性能 AE 減水剤を使用する。

(b)物理的なアプローチ：図-1 のように、モールドの中心にドレーン材を設置し、排水距離を短くする。図-1 のようなドレーン材が設置されたモールド(φ5cm×25cm)に、上記と同様に実験を行った。ドレーンは、次の 3 種を使用する。ドレーン 1：ポラスメタル製の材質のもの。これは、透水性は高いが摩擦抵抗も大きい。ドレーン 2：材質は真鍮製で、3mm ピッチで直径 1mm の穴があいているもの。摩擦はドレーン 1 より小さい。ドレーン 3：ドレーン 2 にろ紙を巻いたもの。ろ紙を巻くことでドレーン 2 の透水性を上げている。

3.実験結果および考察

3-1 混和材の効果：各混和剤添加時の沈下量と時間の関係を図-2 に示す。図-2 よりすべての沈下量と時間の関係はほぼ一致し、沈下量は等しい。以上より混和剤による沈下量に対する影響はないと考えられる。また、表-1 に圧密終了を 3t 法により決定した脱水時間を示す。表-1 より各々の脱水時間がほぼ等しいことから、今回使用した混和剤を添加することによる脱水時間短縮効果はほとんどないと考えられる。これは、添加したセメントの凝集効果が強いために他の混和剤の化学的な効果が顕著にあらわれていないと考えられる。

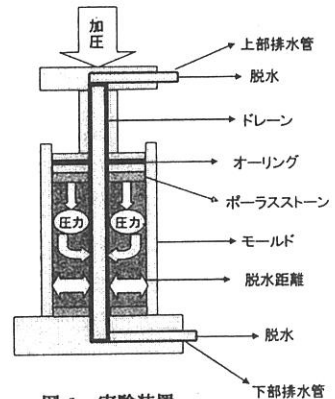


図-1 実験装置

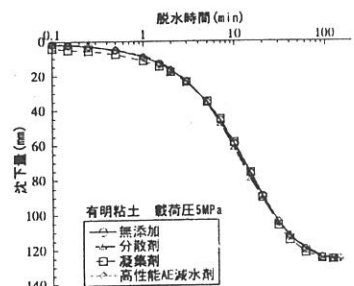


図-2 沈下量-時間関係

表-1 混和剤添加時の脱水時間

混和剤	脱水時間
固化剤のみ	125分
分散剤	135分
凝集剤	122分
高性能AE減水剤	132分

3-2 ドレーンの材質の違いによる効果：各種ドレーンを用いて得られた沈下量と時間の関係を図-3 に示す。ただし図-3 には比較のために、ドレーン材を使用していないもの(透水性のない真鍮棒を使用して作製したもの。以下ドレーンなしと呼ぶ)ものせている。図-3 では、ドレーン1 が最も沈下量が少ない。これはポーラスメタルで作製したドレーン1 が、他のものに比べ摩擦が大きいために原因となっている。他に比べ沈下量が小さいということは、それだけ脱水されていないことになる。そのため、高密度による高強度化が期待できない可能性がある。また、ドレーンなしとドレーン3 は同じ程度の沈下量であるので、摩擦も同等であると考えられる。さらに、ドレーン2 はドレーン3 よりも沈下していることから、ドレーン3 は、ろ紙を巻いたために透水性は上がっているが、摩擦も大きくなっていることがわかる。次に、表-2 は 3t 法で決定した各種ドレーン材の脱水時間を求めたものを示す。これより、ドレーン1 使用時の脱水時間が一番早くなり、57 分で作製できた。また、ドレーン1 使用時では、ドレーン3 の時と比べ 4 分ほど早いですが、これは 3t 法適用時の誤差の範囲であり、脱水時間短縮効果はほぼ等しいと考えられる。

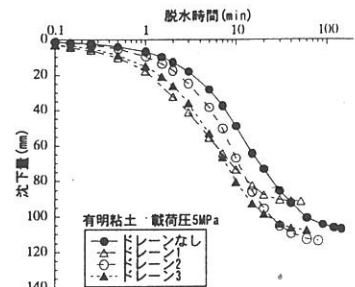


図-3 ドレーン使用時の沈下量-時間関係

表-2 ドレーン使用時の脱水時間

ドレーンパターン	脱水時間
ドレーンなし	139分
ドレーン1	57分
ドレーン2	83分
ドレーン3	61分

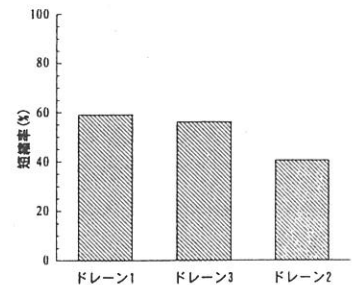


図-4 各ドレーン使用時の
脱水時間の短縮率

図-4 はドレーンなしの時の脱水時間(142 分)が、各ドレーン材を使用することによりどの程度、短縮されるかを示している。図-4 より、ドレーン1 を使用することにより、59.0%と大幅に供試体の脱水時間が短縮された。また、ドレーン2 と3 を比べると、ろ紙の効果により 15.6%脱水時間が短縮されたことがわかる。

3-3 ドレーン材使用時の供試体の均質性の確認：ドレーン1 を使用し、供試体を作製した直後の含水比分布を測定した。含水比分布は、高さ方向と直径方向の2方向について、供試体を分割し、湿潤質量と乾燥質量から含水比を算出し、その分布形状について調べた。高さ方向については、1.1cm ごとに削り出し、直径方向については供試体高さの半分の位置で直径方向に 1.25cm ごとに削り出し、含水比分布を調べた。表-3 と表-4 は、ドレーン1 を使用し供試体を作製した時の含水比分布を、高さ方向と直径方向について示したものである。多少の誤差はあるが、高さ方向の平均含水比は 41.1%で、直径方向の平均含水比は 41.2%と、両者ともほぼ同じ含水比になった。これより、ドレーンを使用しても含水比の均質性は損なわれないことがわかった。

4.おわりに

本研究で得られた結果は以下の通りである。

- ① 混和剤を使用しても、供試体の沈下量には影響はなく、脱水時間も短縮されない。これは、添加したセメントの凝集効果が強いいため、混和剤の効果が顕著にあらわれないことが原因と考えられる。
- ② ドレーン材を使用することによって、供試体の脱水時間を短縮化することができた。特にポーラスメタルで作製したドレーン1 を使用することにより、ドレーン材を使用しないものに比べて 59.0%供試体の脱水時間を短縮化することができた。また、ろ紙を巻くことで 15.6%脱水時間が短縮されるが摩擦の影響が大きくなることが明らかとなった。
- ③ ドレーン材を使用しても、含水比からみて供試体の均質性は損なわれないことが明らかとなった。

表-3 含水比分布(高さ方向)

高さ(cm)	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5	6.6	7.7	8.8	9.9
含水比(%)	40.78	41.26	41.39	41.78	—	39.64	41.89	41.7	40.03
平均含水比(%)	41.06								

表-4 含水比分布(直径方向)

直径方向中心からの距離(cm)	-2.5	-1.25	0	1.25	2.5
含水比(%)	42.17	41.41	—	40.5	40.78
平均含水比(%)	41.22				

参考文献：1)笠間清伸ら (2002)：固化材料および高圧機械脱水による液漂粘土の高強度化，粘土地盤における最新の研究と実際・微視的構造の観察から超軟弱埋立て地盤対策までーに関するシンポジウム発表論文集，pp.235-pp.240. 2)勝又正治ら (1997)：高含水建設搬出土の改良システムの開発，土木学会論文集 No.560/IV-34，pp.117-pp.129.