

電気浸透と真空脱水を併用した高含水土砂の脱水実験

大豊建設(株) 正会員

武内秀行

小林隆治

宅間 保

1. はじめに

浚渫やシールド掘進等から発生する高含水土の処理として従来は、固化材等による化学的処理が主流であり、土壌汚染等の環境負荷が大きく、環境にやさしい処理方法が求められている。

DELV工法は、電気浸透（原地盤に採用）と真空脱水作用を併用して土砂を脱水固化する物理的処理方法である。従来の電気浸透工法は広範囲な原地盤での脱水処理であり、長期（15～30日程度）の処理時間を要していた。本工法は、都市部の狭い工事用地に適用可能な設備（土槽）を使用し、高含水の発生土を脱水処理するものである。

2. 実験概要

電気浸透理論によれば、土中の陽極と陰極の間に直流電流を流すと、移動する土中水量は以下の式で示される。電気浸透による脱水量 $Q_e = K_e \cdot I \cdot A$ $K_e =$ 電気浸透透水係数, $I =$ 電位勾配, $A =$ 通水断面

前記電気浸透理論を踏まえ、小規模な土槽による実験を行い、各種土質の脱水性能を確認した。また本工法を、例えばシールド工事の残土処理に用いる場合には、工事用地の制約等により短時間で脱水することが求められる。このため、電極配置や通電方法を検証し、電気浸透と真空脱水を併用した実験を行った。

2.1) 各種土質の脱水実験

実験方法は各試料土を土槽に投入（土砂容積約 0.03m^3 ）し、電極（陽極・陰極）を3列平行に設置した。この電極間に直流電圧を電位勾配 5v/cm に設定し24時間連続通電した。

通電中は土槽上面にビニールを覆い試料土からの蒸発を防止した。

陽極はプレート（鋼板）を使用し、陰極は有孔角筒の内部にストレーナを挿入した。この陰極に集まった土中水を自由落下で排水した。

陽極と陰極の中間付近で試料土の深さ 5cm に温度計を設置し、土中温度を計測した。

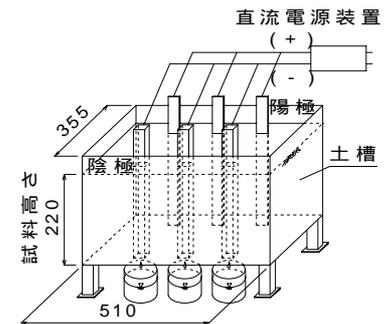


図-1 実験装置概要

2.1.1) 試料土性状

本実験での試料土は、購入土・立坑掘削土・浚渫土を使用した。各性状は下記に記す。

2.1.2) 実験結果

脱水量と脱水時間関係に正の相関関係が見られた。

土質別脱水量は表-2の通り、淡水浚渫土 11.3kg 、粘土 6.2kg 、シルト 3.5kg 、海水浚渫土 2.9kg 、砂礫 2.6kg 、砂 2.4kg の順となり、ほぼ透水係数と負の相関関係にあることを確認した。

淡水浚渫土の脱水量は、その他の試料土に比べて1.8倍～4.7倍、含水比減少量は6.4倍～21.6倍である。

海水域浚渫土の脱水量が淡水浚渫土に比べて小さかったのは、海水の電解質濃度が高いため電気が通り

キーワード 電気浸透, 脱水固化, 汚泥処理, DELV工法

〒104-8289 東京都中央区新川 1-24-4 連絡先 技術開発部 TEL03-3297-7011

表-1 試料土性状一覧

性状 土質種類	一般		コンシステンシー			分類	スランプ cm	含水量 (計算値) kg
	単位体積質量 t/m^3	含水比 %	液性限界wL %	塑性限界wp %	塑性指数Ip -			
砂礫	1.950	27.8	-	-	-	立川礫層	23.0	15.1
砂	1.680	51.5	-	-	-	-	21.0	20.3
シルト	1.690	51.9	50	30	20	下部有楽町層	22.0	20.6
粘土	1.700	50.9	-	-	-	-	22.4	20.0
海水域浚渫土	1.351	135.0	97	54	43	有機質火山灰	22.5	23.5
淡水域浚渫土	1.173	303.0	159	104	55	細粒土	24.5	31.4

表 - 2 実験結果一覧

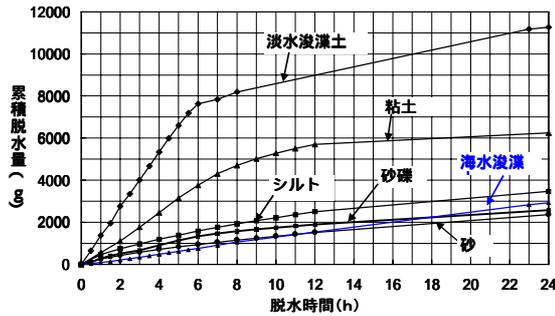


図 - 2 累積脱水量と脱水時間関係

性状 土質種類	脱水後の性状					
	24時間累積 脱水量 kg	含水比 (計算値) %	含水比減少 率 %	脱水後土砂 の減容率 %	24時間累積 電力量 kwh	土砂の温度 変化
砂礫	2.6	23	5	-	1.03	3~18
砂	2.4	46	6	-	0.93	9~32
シルト	3.5	43	9	10	0.70	10~25
粘土	6.2	35	16	-	4.70	8~45
海水域浚渫土	2.9	118	17	8	0.79	1~24
淡水域浚渫土	11.3	195	108	30	3.49	5~80

易く、このため電位勾配が小さくなったためと考えられる。

脱水後土砂の減容率は、8~30%であり、電気の使用量は0.7~4.7kwhであった。

2.2) シールド掘削土の脱水実験

0.4m³の土槽中央に陽極を、土槽内周部に陰極を設置し、その土槽内部のシールド掘削残土に直流電圧を電位勾配5v/cmに設定して5時間通電し、陰極に集まる土中水を真空吸引によって排水した。

2.2.1) 試料土

試料土は泥土圧シールドでポンプ圧送された掘削残土を使用した。

土質 下部有楽町層粘性土：N値0~2

粒度組成 粘土19%，シルト58%，砂23%

試料土性状（表-3参照）

スランプ：20~24（cm）

含水比：50~56（%）

単位体積重量：1.67~1.72

2.2.2) 実験結果

脱水前含水比50~56%の下部有楽町層では、5時間の脱水処理で28~60kgの土中水を排水し、含水比が39~46%となった。

含水比減少量は7.3~14%であり脱水後の土砂は平均として第4種建設発生土に相当するコーン指数200kN/m²以上の強度を得た。

土槽全体では、陽極付近は脱水固化が顕著で、陰極付近は土中水が集まるため脱水効果が小さい傾向が見られた。

脱水後処理土の減容率は2~5%であった。

3. まとめ

DELV工法は、各種土質の脱水処理が可能であり特に粘性土の脱水効果が高かった。

シールド工事を想定した短時間での脱水処理はほぼ所定の強度を得たが、含水比や細粒土分の含有率により脱水効率の変動が大きく均一な強度の確保が求められる。このため、実工事規模の実証実験を行い均一な脱水効率を図れるDELV工法を確立し、適用範囲の拡大に努めたい。



写真 - 1 実験状況

表 - 3 試料土一覧

単位体積質量 t/m ³	含水比 cm	スランプ cm
1.719	52.08	22
1.720	51.38	22
1.673	54.04	20
1.684	55.79	24
1.717	52.48	23
1.673	54.33	20
1.688	49.85	23
1.696	50.55	22
1.697	52.21	23
1.724	52.39	23
1.722	51.49	22

表 - 4 実験結果一覧

脱水量 kg	含水比		コーン指数 kN/m ²	減容率 %
	脱水後%	減少量%		
37.65	43.20	8.88	200	3
39.60	41.92	9.46	233	2
32.50	46.29	7.75	139	3
53.75	43.11	12.68	202	3
59.95	38.53	13.95	345	3
36.90	45.20	9.13	158	2
42.00	39.67	10.18	304	3
32.25	42.92	7.63	207	3
36.20	43.22	8.99	200	2
41.40	42.80	9.59	210	3
28.35	44.22	7.27	178	2



写真 - 2 脱水処理後状況