

ISSN 0386—5878

土木研究所資料第2377号

土 木 研 究 所 資 料

浚渫土底面脱水工法の開発

昭和61年 7 月

建設省土木研究所
都市河川研究室

Copyright © (1986) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

浚渫土底面脱土工法の開発

都市河川研究室 室長 松浦茂樹
研究員 谷本光司

要旨

湖沼水質改善対策事業は堆積底泥の浚渫事業を中心に行われている。底泥浚渫は、二次的に生じる汚濁物質（内部負荷）の低減策であるが、水質改善の緊急性、重要性はますます高まっているため、浚渫土量は年々増加の傾向を示している。

浚渫土の脱水・乾燥には、従来から天日乾燥法が行われている。これは広大な用地と長時間を要するため、用地不足・用地費の高騰とも相俟って浚渫事業の進展の隘路となっている。このような状況を背景として、建設省では、浚渫土の脱水を高速化し、限られた用地を効率的に運用するため底面脱土工法の試験・研究を実施してきた。研究は現地および室内での実験を中心に進めた。3箇年の実験を通じ、浚渫土の脱水に最も強く関係するのは高含水時の透水係数であることを明らかにし、さらにその簡易測定手法も開発した。本報告書は、これらの試験・研究の成果をとりまとめたものである。

キーワード：浚渫，浚渫土，底面脱水，透水係数

は じ め に

昭和59年7月の湖沼法の国会成立に象徴されるように、湖沼への関心が近年頓に高まっている。流域の生活・生産活動の活発化による汚濁負荷の流入、その蓄積による水質悪化が社会に深刻な影響を与えるとともに、用水源としての不安となっているのである。また社会のニーズが物の充足から生活のうるおい、心の豊かさへと移っていくとともに、親水面より湖沼空間が注目を浴びていることにもよろう。

湖沼法成立後、湖沼法に基づく湖沼保全基本方針は昭和59年12月に閣議決定された。現在指定湖沼での湖沼水質保全計画の策定が進められている。一方建設省では湖沼法成立に先立ち、昭和56年12月河川審議会より「河川環境管理のあり方について」の答申が出された。この答申により、「河川環境の保全と創造」を適正に行う管理が強く打ち出された。湖沼もその対象であり、各湖沼で環境管理基本計画の検討が始まっている。また湖沼水質対策事業では、堆積底泥の浚渫事業を中心に行われている。底泥浚渫は、二次的に生じる汚濁物質（内部負荷）の低減策であるが、水質改善の緊急性、重要性はますます高まっているため、浚渫土量は年々増加の傾向を示している。

浚渫土の処理には、最終処理地に運搬するため脱水・乾燥が必要であるが、従来から天日乾燥法を中心に行われてきた。だが天日乾燥法は広大な用地と長時間を要する。このため用地不足、用地費の高騰とも相俟って、浚渫事業の進展の隘路となっている。このような状況を背景として、建設省では浚渫土の脱水を高速化し、限られた用地を効率的に運用するため、底面脱土工法の試験・研究を実施してきた。本報告書は、これらの試験・研究を取りまとめたものである。

本報告書は、第1章、第2章で研究の目的、課題、調査方法を述べ、第3章で各課題の調査結果を述べる。この第3章の成果を踏まえ、第4章では得られた知見を基に作成した「浚渫土底面脱土工法計画の手引(案)」を述べる。

目 次

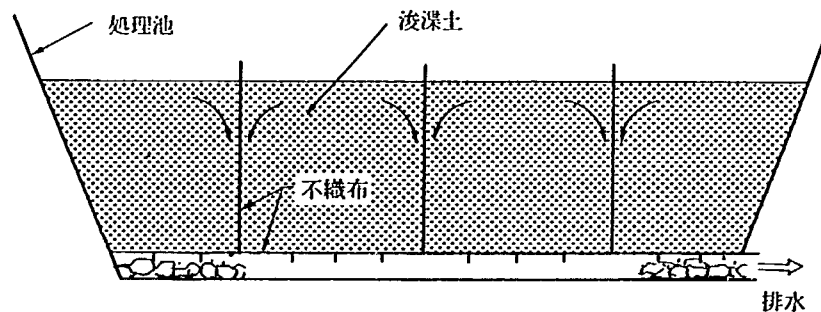
は じ め に

1 章 研究の目的と課題	1
2 章 研究方法と研究経過	2
3 章 研究結果	3
4 章 浚渫土底面脱水工法計画の手引(案)	21
1. 底面脱水工法の目的と原理	23
2. 土質性状と適用基準	29
3. 施工法および管理	40
4. 底面脱水処理池の設計	45
5. 主な大量浚渫土脱水工法	52
5 章 今後の検討課題	60
お わ り に	61
参 考 文 献	62
参 考 資 料 1. 既存実験結果(霞ヶ浦, 諏訪湖, 烏屋野潟)	
2. カラム・テスト	
3. 連続トレンチ工法の実施事例	

1 章 研究の目的と課題

大量の浚渫泥水中の水分を除去する土木的脱水方法としては、天日乾燥が行われることが多い。天日乾燥は、分離水を排除した後、天日によって乾燥を行う方法である。だがこの方法では広大な面積と長時間を要す。本研究では、従来より短期間で脱水を行う底面脱水工法の開発を行い、計画の手引きの作成を目的とした。

本研究で考えている底面脱水工法は図－1.1に示すように、底面に透水性の高い不織布を敷設して脱水しようとするものである。なおさらに自重圧密により発生する分離水や降雨水などの上水を下方に導くため、鉛直に不織布を設置することもある。



図－1.1 底面脱水工法

研究の課題としては、本工法による脱水に影響を与える要素として浚渫土の土壌特性（粒土分布，含水比，透水係数，液性限界），処理池の諸元（処理厚，不織布の配置・密度）などが考えられ，これらについて検討を行った。

2 章 研究方法および研究経過

研究は58年度～60年度の3年で実施した。

研究は実験を中心に行った。実験は試験槽を用いたタンクテスト、アクリル・カラムを用いたカラム・テスト、および現地試験の3種類である。それぞれテーマに応じて実験条件を設定し、結果の比較検討を通じて現象の解明に努めた。

実験条件の設定および結果の解析は、(社)底質浄化協会に設置した「浚渫土底面脱水工法開発委員会」の意見を参考に行った。また現地試験は、霞ヶ浦工事々務所により実施され、その実験データの提供を受けたものである。

3 章 研究結果

3 年間でを行った実験の概要を表-3.1に示す。

3-1 58年度の実験 (写真-3.1~4)

58年度は4基のタンク (巾1.3 m, 長さ2.4 m, 深さ1.23 m) を用いて, 浚渫土の粒度分布と脱水効果との関係を検討した。実験条件は表-3.1に示してある。タンクNo. 3, 4では粒度を変化させるため, 霞ヶ浦産の川砂を混入している。粒度分布を図-3.1に示す。

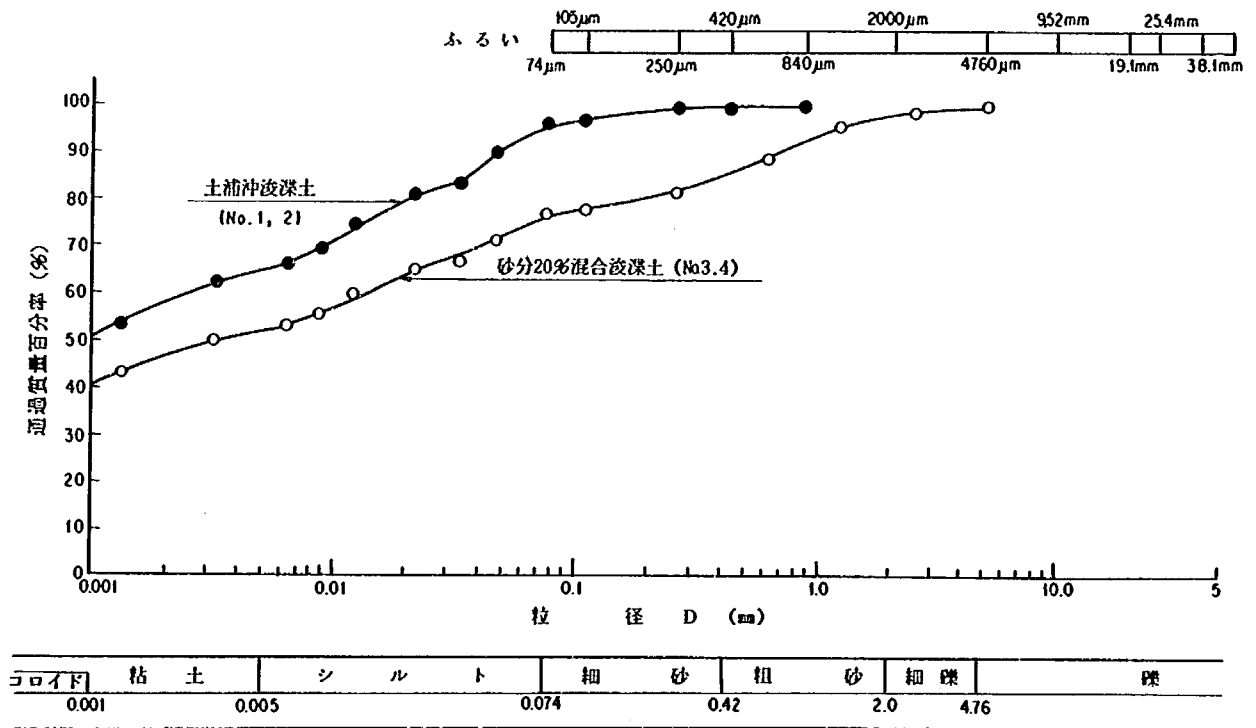


図-3.1 粒度分布

図-3.2は実験開始後14日後までの, 各タンクの含水比の経時変化を示したものである。図中○印は上層, □印は中層, △印は下層の含水比を表している。また実験終了時(33日目)の含水比は表-3.1に記してある。どのデータも下層の含水比が小さくなっており, 底面脱水の効果がよく表れている。

粒度分布による脱水効果の相違を見るには, No. 1とNo. 4またはNo. 2とNo. 3を比較すればよい。33日目の含水比で見ると, No. 2とNo. 3の含水比にはほとんど差がない。これに対しNo. 1とNo. 4では, 砂を混入したNo. 4の方が含水比が小さくなっている。しかしNo. 4の方が実験開始時の含水比が低い。また両者の含水比は液性限界の2倍以上と大きく, まだ脱水過程の途中と判断される。以上のことから, この程度の粒度の相違は脱水効果に影響を与えないと結論できる。

凝集剤添加の影響は, No. 1, 4とNo. 2, 3の比較により明らかにされる。33日目の含水比で見ると, 凝

第 二 章

一、第一章の要約

二、第二章の要約

三、第三章の要約

四、第四章の要約

五、第五章の要約

六、第六章の要約

七、第七章の要約

八、第八章の要約

九、第九章の要約

十、第十章の要約

十一、第十一章の要約

十二、第十二章の要約

十三、第十三章の要約

十四、第十四章の要約

十五、第十五章の要約

十六、第十六章の要約

十七、第十七章の要約

十八、第十八章の要約

十九、第十九章の要約

二十、第二十章の要約

二十一、第二十一章の要約

二十二、第二十二章の要約

二十三、第二十三章の要約

二十四、第二十四章の要約

二十五、第二十五章の要約

二十六、第二十六章の要約

二十七、第二十七章の要約

二十八、第二十八章の要約

二十九、第二十九章の要約

三十、第三十章の要約

三十一、第三十一章の要約

三十二、第三十二章の要約

三十三、第三十三章の要約

三十四、第三十四章の要約

三十五、第三十五章の要約

第一章の要約
第二章の要約
第三章の要約
第四章の要約
第五章の要約
第六章の要約
第七章の要約
第八章の要約
第九章の要約
第十章の要約
第十一章の要約
第十二章の要約
第十三章の要約
第十四章の要約
第十五章の要約
第十六章の要約
第十七章の要約
第十八章の要約
第十九章の要約
第二十章の要約
第二十一章の要約
第二十二章の要約
第二十三章の要約
第二十四章の要約
第二十五章の要約
第二十六章の要約
第二十七章の要約
第二十八章の要約
第二十九章の要約
第三十章の要約
第三十一章の要約
第三十二章の要約
第三十三章の要約
第三十四章の要約
第三十五章の要約

表- 3.1 実験結果の概要

調 査 年 度		58 年 度				59 年 度							60 年 度											
実 施 月 日		水 槽 実 験				水 槽 実 験							室 内 実 験											
		58.12 / 14 ~ 59.3/15																						
目 的		浚渫土の粒度分布と脱水効果の関係を明らかにする。粒度調整用に砂を用いた。				霞ヶ浦および諏訪湖の浚渫土を用い、その性状、不織布の密度の違いによる脱水特性について調査し、適正な条件について検討した。							底面脱水処理池設計に必要な条件を設定するための簡易な室内試験法を確立することを目的とした。 試料は霞ヶ浦（高崎沖・土浦沖）、諏訪湖、佐鳴湖、柴山潟の湖沼泥を用いた。											
実験設備	規 模	幅 1,300 mm×長さ 2,400 mm×高さ 1,230 mm 容積 3.84 m ³ の長方形水槽				58年度水槽試験に同じ							内径 190 mm ×高さ（ 300 ~ 1,200 mm ）の円筒											
	基 数 No	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	No	1	2	3	4	5	6	7	8			
実験条件	浚 渫 土	土 浦 沖 浚 渫 土				土浦沖	諏訪湖	土浦沖		高崎沖	土浦沖	諏訪湖	浚渫土	高 崎 沖	土 浦 沖		諏 訪 湖	佐 鳴 湖	柴 山 潟					
	凝 集 剤 他	な し	あ り*	砂（20%） あ り*	砂（20%） な し	土浦沖, 高崎沖 P A C 500ppm+ポリマー 25 ppm 諏訪湖 P A C 100ppm+ポリマー 3 ppm							泥厚 cm	100	①	—	—	⑦	—	—	—	—		
	脱水部	鉛直（枚）	1				な し	1	2	な し	2 中間に金網			50	②	—	—	⑧	—	⑫	—	—		
			1				1							30	③	⑤	⑥	⑨	⑪	⑬	⑮	⑯		
			1				1							15	④	—	—	⑩	—	⑭	—	—		
	底面（枚）	1				1							凝集剤	なし	あり	なし	なし	あり	な し	な し	な し	な し		
	蓋												蓋	あり	あり	なし	あり	あり	あ り	あ り	あ り	あ り		
基本性状	含 水 比（％）	976	935	872	783	813.8	909.6	557.5	709.1	1,183.2	559.7	1,193.8		(728.4)		774.6		440.7		584.2		384.4		
	比 重 —	2,442	2,622	2,560	2,544	2,625	2,591	—	—	2,553	—	—		(2,484)		2,523		2,458		2,507		2,454		
	単位体積重量 (g/cm ³)	1,060	1,070	1,074	1,073	1,047	1,043	1,031	1,053	1,034	1,082	1,031		(1,077)		1,084		1,128		1,078		1,141		
	粒度（砂分）（％）	1	1	19.5	19.3	14	2	—	—	2	—	—		(1.8)		5.3		2.1		2.3		1.2		
	液 性 限 界（％）	115.9	145.7	120.3	106.7	148.0	196.4	—	—	259.0	—	—		(286.5)		248.2		203.3		216.9		171.0		
	塑 性 限 界（％）	37.6	47.8	41.7	39.0	70.3	58.7	—	—	65.2	—	—		(84.3)		106.1		91.7		93.6		92.5		
	塑 性 指 数 —	78.3	108.9	78.6	67.7	77.7	137.7	—	—	193.8	—	—		(202.2)		142.1		111.6		123.3		78.5		
	収 縮 限 界（％）	27.7	37.8	29.6	29.3	—	—	—	—	—	—	—		—		—		—		—		—		
含 泥 率(%)													見掛含泥率20%に調製後20時間静置し、分離水を除いて使用											
底面部からの排水	排水量	0～33日, hr（上段）, ℓ（下段）				0～50日（ ℓ ）							泥厚30cm 脱水量 ^{ml} (水面 - 泥面)日	3,189 ^{ml} /9日		4,700 ^{ml} /48日		3,057 ^{ml} /3日		3,570 ^{ml} /7日		3,031 ^{ml} /11日		
		299	298	466.8	497																			
		1,803	1,982	2,348	1,463	1,735	1,941	1,752	1,699	1,425	1,583	977												
	水 質 （ pH以外） mg/ℓ	—				—							泥厚 30 cm	項目										
SS	16～1		20～1		13～4		13～1		160～16															
浚渫土の沈下量		初期泥面H, 経過 t 時間の水面H ₂ , 泥面H ₃ として測定				0～63日後の体積収縮率（％） 70.3 73.8 70.7 66.4 68.7 64.4 77.7							泥 厚 30 cm	0～10日後の沈下率＊2										
														0.44		0.56		0.43		0.50		0.39		
浚渫土の含水比(%)		33日（上段） 平均（下段） 上層/下層				63日上下平均							泥厚30cm 最終含水比 経過日数	315.7%/23日		262.7%/61日		236.0%/11日		255.7%/17日		198.0%/17日		
		290 345 350 237																						
		(331/262)	(443/291)	(363/329)	(300/191)	170.9	173.7	156.7	144.0	256.3	171.3	175.6												
脱 水 効 果						● 諏訪湖, 高崎沖浚渫土, 土浦沖浚渫土(鉛直布あり)は2ヵ月で搬出可能																		
そ の 他		簡易ベーン試験実施（No 1～No 4 上下）脱水終了後の透水係数 ＊ポリマー25ppm, P A C 500ppm				液生指数, 間隙比, 飽和度測定 透水試験, No 2 上中下, No 4 表, No14, 14cm 下																		

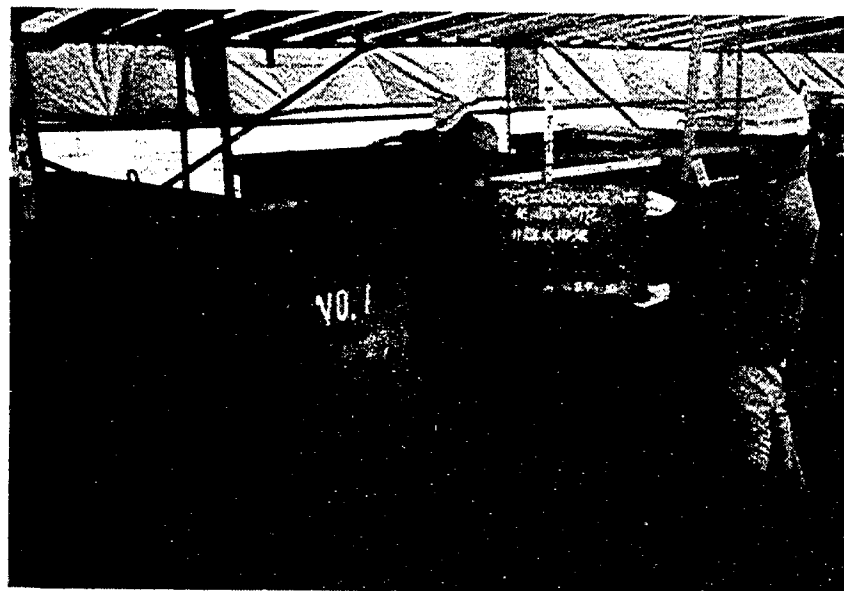


写真-3.1 配泥後の上水排除

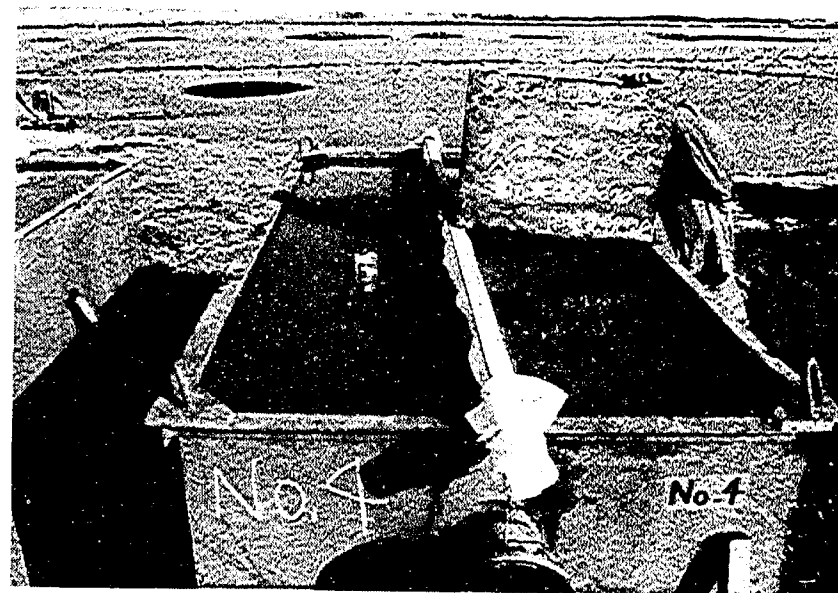


写真-3.2 配泥完了時



写真-3.3 配泥完了時



写真-3.4 排水状況

集剤を添加したNo 2, 3の含水比はNo 1, 4より高く、したがって凝集剤の添加は脱水効果をかえって低下させるとみることができる。これは凝集剤添加のために土がフロックを形成し、自重圧密が進行しにくくなるためと考えられる。

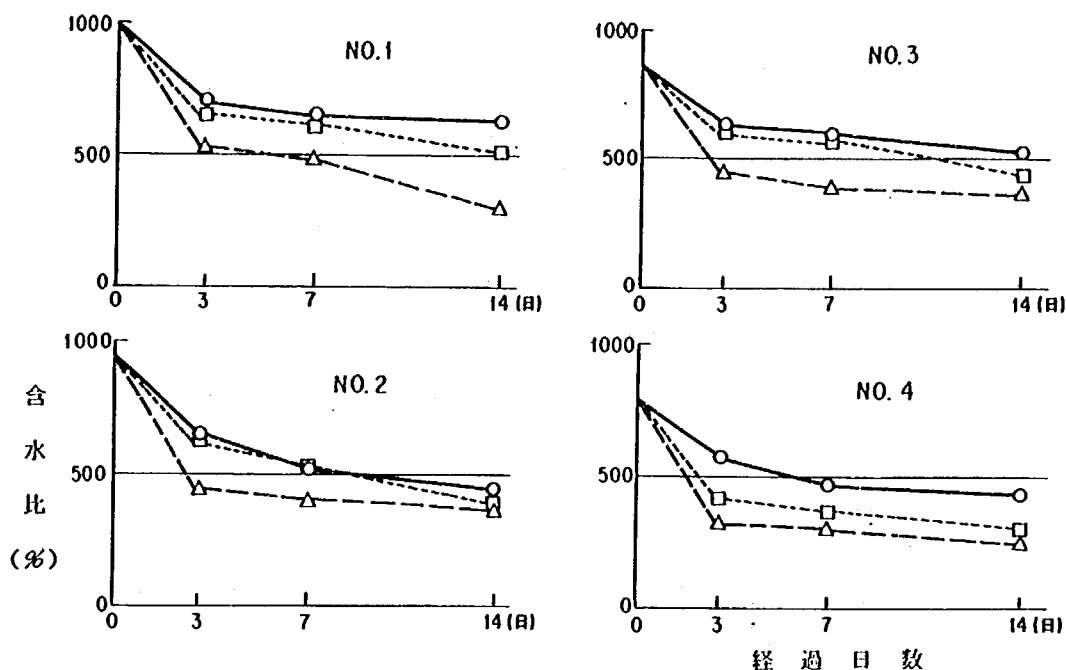


図-3.2 各タンクにおける含水比の経時変化

3-2 59年度の実験結果 (写真-3.5~9)

1) 実験概要

59年度は浚渫土の土質性状、鉛直不織布の配置方法と脱水効果の関係を検討した。実験には7つのタンク(縦2.4 m, 横1.3 m, 高さ1.23 m, 容量3.84 m³)を用いた。タンクの実験条件を表-3.1, 図-3.3に示す。

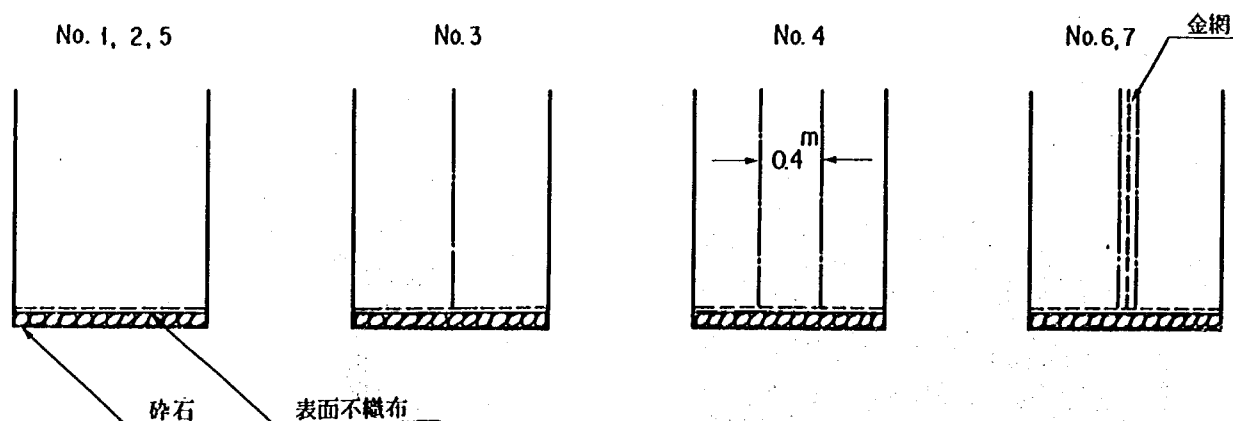


図-3.3 不織布敷設面位置図



写真-3.5 実験に使用した不織布



写真-3.6 砕石設置状況



写真-3.7 不織布設置状況



写真-3.8 凝集剤添加状況



写真－3.9 排水の進行に伴う沈下状況

実験は、土浦市内にある霞ヶ浦工事々務所土浦出張所の敷地を利用して行った。そのため霞ヶ浦高崎沖ならびに諏訪湖の底泥を、容量4 m³の円筒型鋼製タンクに入れ、トラックにより土浦まで輸送した。その後凝集反応槽を経て一旦大型タンクに移しかえた後、小型ポンプにより各試験槽に配泥した（図－3.4）。諏訪湖では浚渫時に凝集剤が管注されているので、実験条件をなるべく同一にするため、霞ヶ浦浚渫底泥についても配泥前に凝集剤を添加した。凝集剤の添加量は表－3.1に示してある。霞ヶ浦と諏訪湖とで添加量が違うのは、浚渫方式が違い、浚渫時の含水比が大きく異なるためである。実験は昭和60年1月11日に7槽同時に開始した。その後、各槽において、脱水量・沈下量・含水比等を定期的に測定した。

ロ) 土質性状

三種類の土の土質性状を比較する（表－3.1）。

粒度分布で見ると、どの浚渫土も粘土・シルトが主成分となっている。霞ヶ浦高崎沖と諏訪湖の浚渫土は粒度組成としては同一と見ることができる。土浦沖の浚渫土は砂分が14%と他に比べてやや粗い組成となっている。

コンシステンシー特性で見ると、三種類の浚渫土はその液性限界が大きく異なっている。すなわち土浦沖浚渫土では148%と小さく、高崎沖浚渫土のそれは259%と大きい。諏訪湖の浚渫土は196.4%で両者のほぼ中間に位置している。霞ヶ浦の底泥浚渫においては、従来から処理ヤード内の浚渫土の含水比が液性限界程度になるとトラックによる搬出が可能になることが経験的に知られている。したがって浚渫土の

脱水工法を検討する場合、その液性限界の値は重要なパラメータになると考えられる。

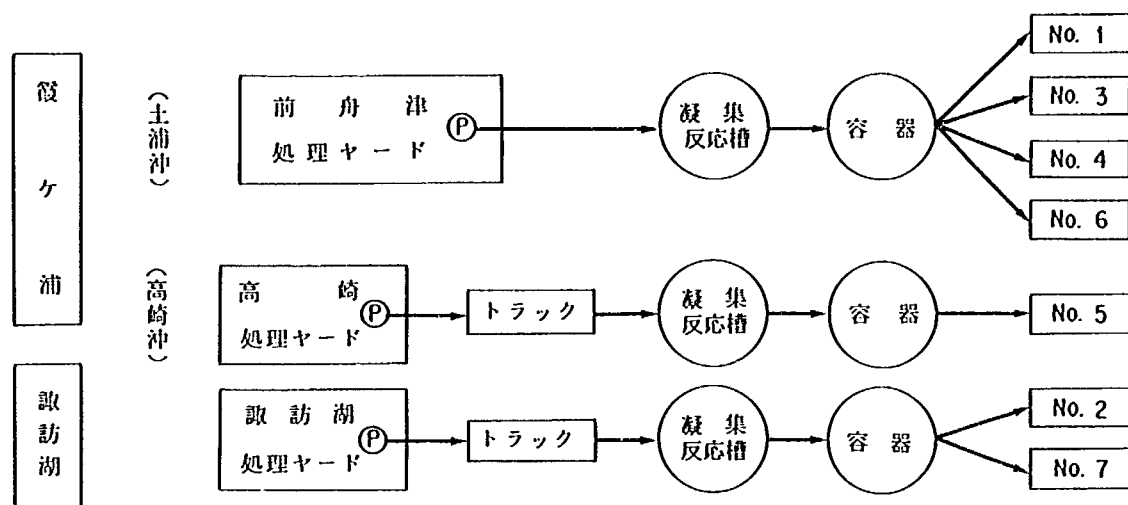


図- 3.4 配泥方法

強熱減量は土浦沖と諏訪湖で約10%となっている。これに対して高崎沖では17.5%とやや高い値を示している。

実験開始時（自然状態）の含水比は560～1,200%とバラついている。配泥時には、各槽の含水比がなるべく同程度となるよう、浚渫土を一旦大型容器に移し、攪拌しながらポンプ配泥したのであるが結果的にはこのような含水比のバラつきになってしまった。なお含水比は各試験槽に配泥した後、再び人力により攪拌し、ひしゃくで試料をすくいにとって分析したものである。

ハ) 実験結果

含水比の経時変化を表- 3.2に示す。表には各浚渫土の液性限界を参考として示してある。また上水槽の平均含水比が液性限界以下のものについて○印を付けてある。

諏訪湖の浚渫土は実験開始後30日で早くも液性限界に達している。これに対し、土浦沖浚渫土は63日経過後も液性限界に達しないケース（No 1, No 6）が見られた。

図- 3.5に脱水量の経時変化を、図- 3.6に泥厚の経時変化を示す。

ニ) 考 察

図- 3.7に土浦沖浚渫土を用いた試験槽（No 1, 3, 4, 6）の含水比の経時変化を示す。含水比は液性限界（ $L.L$ ）で除して規準化してある。

表- 3.2 含水比の経時変化(%)

経過 日数 実験槽		スタート時	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	6 回目		液性限界
		0 日目	2 日目	4 日目	7 日目	14 日目	30 日目	63 日目		
No 1 土浦	上層		543.2	496.4	430.3	364.3	214.0	173.8		
	下層		429.3	460.5	374.3	313.6	183.9	168.1		
	平均	813.8	486.2	478.4	402.3	338.9	199.0	170.9		148.0
No 2 諏訪	上層		535.5	508.3	433.8	265.8	178.4	177.4		
	下層		481.7	467.1	340.3	242.7	189.8	170.0		
	平均	909.6	508.6	487.7	382.0	254.2	184.1	173.7		196.4
No 3 土浦	上層		559.1	526.3	490.8	244.0	178.1	152.0		
	下層		394.5	380.2	371.4	191.4	173.9	161.4		
	平均	557.5	476.8	453.2	431.1	217.7	176.0	156.7		148.0
No 4 土浦	上層		541.0	482.4	391.8	213.2	155.0	137.9		
	下層		461.1	431.0	382.2	186.7	146.4	150.2		
	平均	709.1	501.1	456.7	387.0	200.0	150.7	144.0		148.0
No 5 高崎	上層		619.1	588.5	548.6	523.2	308.4	256.6		
	下層		590.9	563.7	513.6	423.8	281.7	266.0		
	平均	1,183.2	605.0	576.1	531.1	473.5	295.0	256.3		259.0
No 6 土浦	上層		516.7	486.8	451.2	270.2	217.6	171.0		
	下層		459.2	461.9	411.4	248.7	186.3	171.6		
	平均	559.7	487.9	474.3	431.3	259.4	201.9	171.3		148.0
No 7 諏訪	上層		803.9	627.5	434.1	241.1	179.4	175.1		
	下層		456.5	440.5	317.4	228.8	188.8	176.2		
	平均	1,193.8	630.2	534.0	375.7	234.9	184.1	175.6		196.4

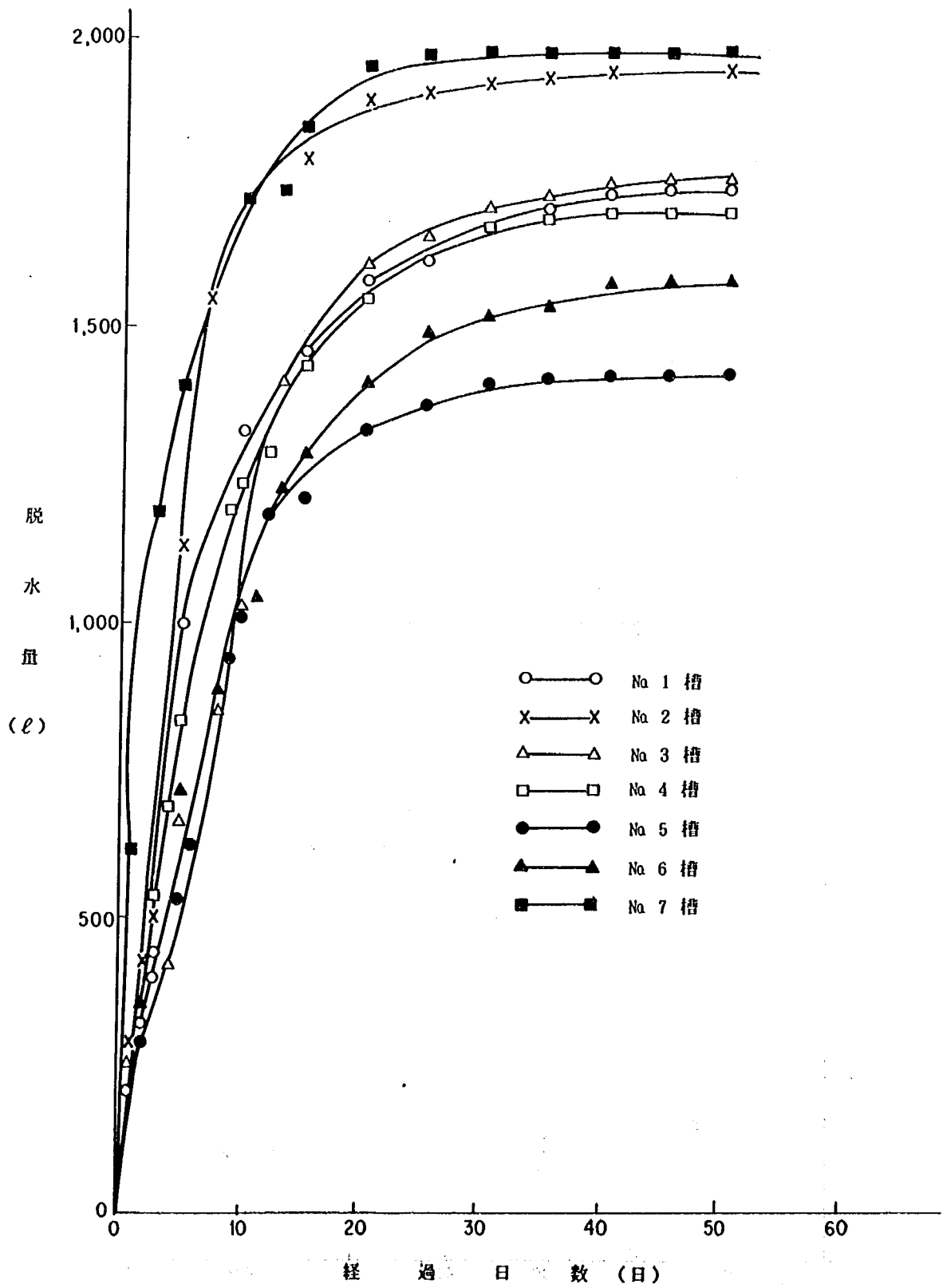


図-3.5 脱水量の経時変化

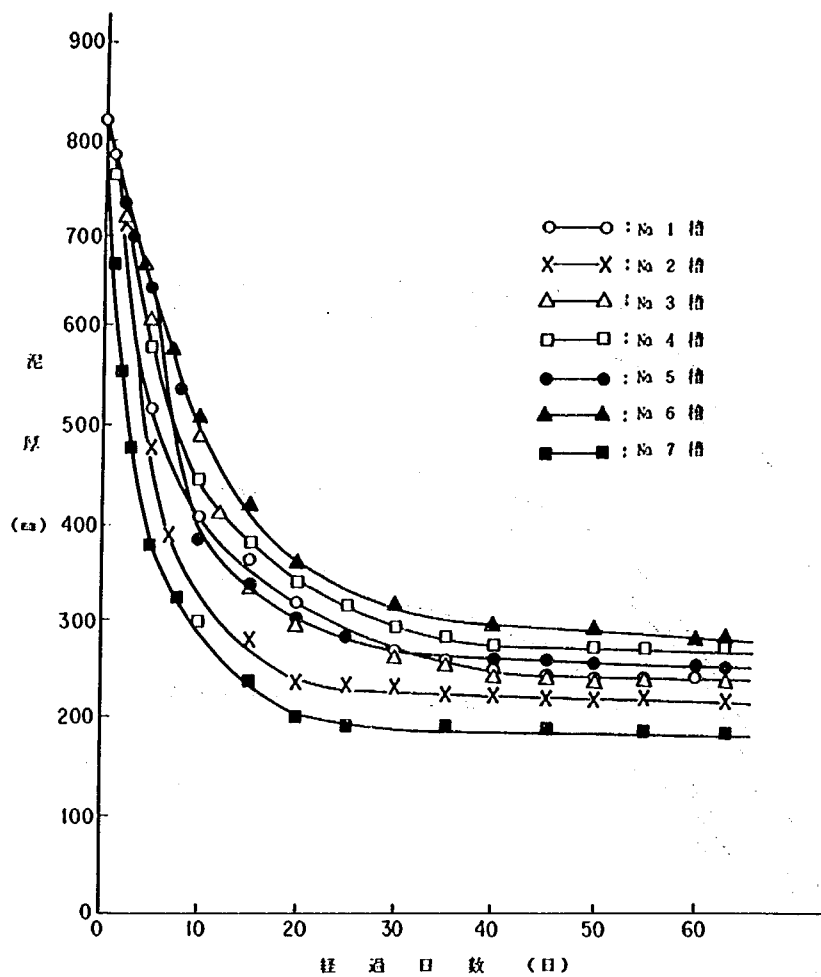


図-3.6 泥厚の経日変化

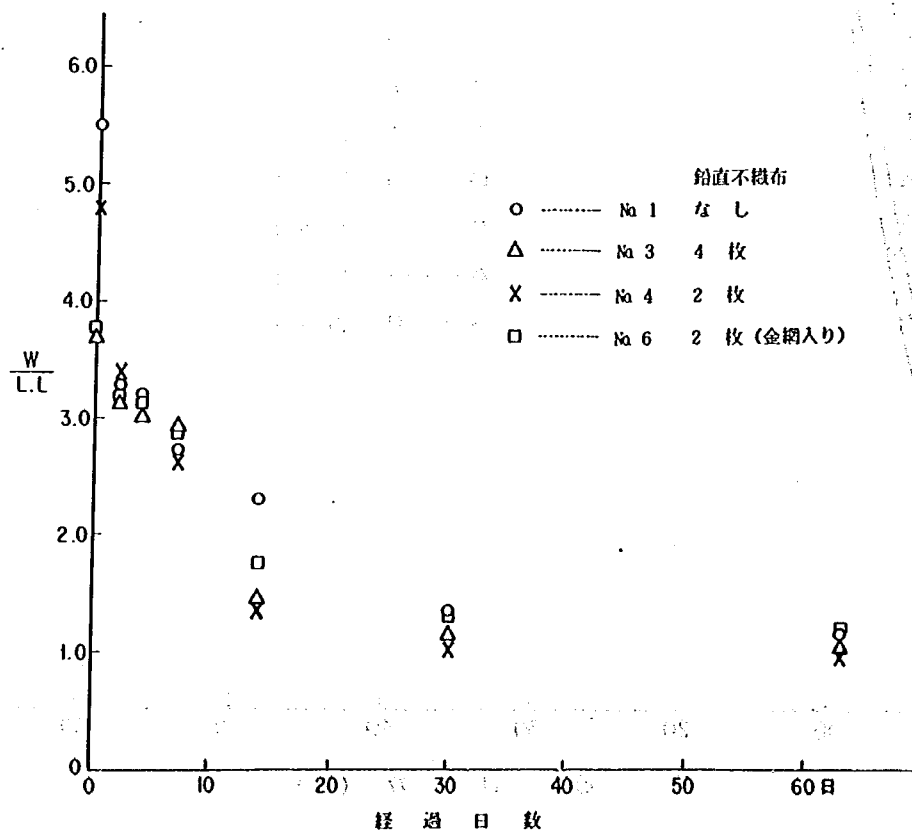


図-3.7 鉛直不織布密度の違いと含水比の経時変化

図からは鉛直不織布の密度と脱水効果との有意な関係は読み取れない。しかし63日目の $W/L.L$ の値を比較すると、No 1は1.15、No 3は1.06、No 4は0.97となり、鉛直不織布の増加により脱水効果が促進される傾向があることがわかる。ただし金鋼の両面に不織布を設置したNo 6では、63日目 $W/L.L$ が1.16となっている。これは鉛直不織布なし（No 1）とほぼ同じ値である。

図-3.8にNo 1, 2, 5の試験槽における含水比の経時変化を示す。この3ケースはいずれも鉛直不織布なしの場合である。

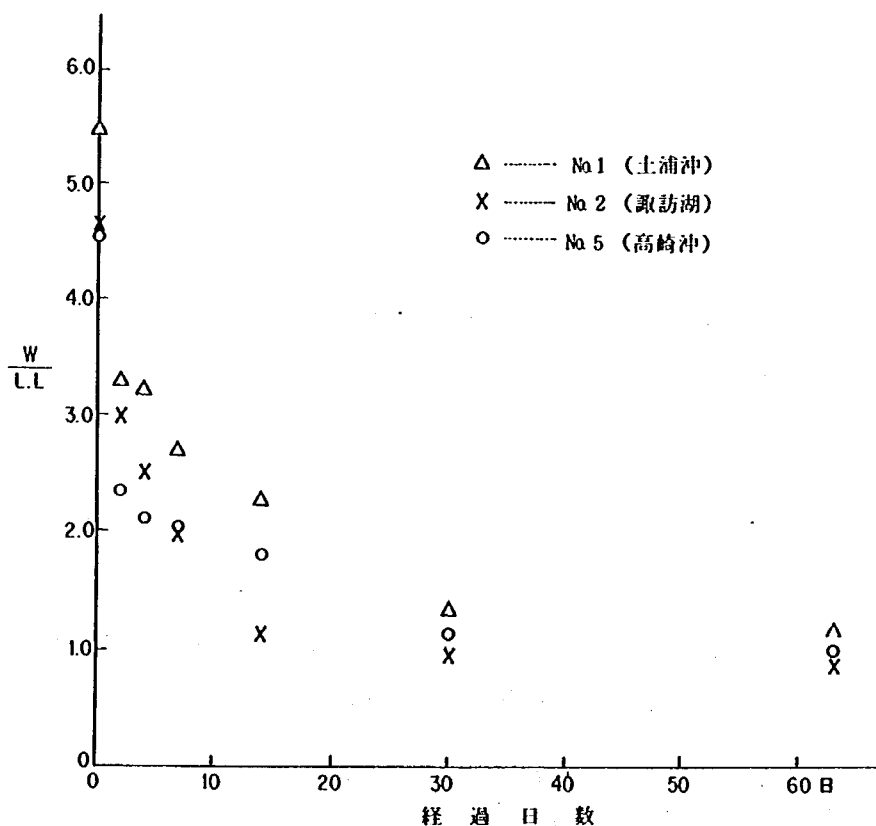


図-3.8 含水比の経時変化

図より、諏訪湖浚渫土の脱水が最も速く、次いで高崎沖、土浦沖の順になっている。とくに諏訪湖では30日目にすでに液性限に達しているのに対し、土浦沖では63日を経過しても液性限界を上回っている。このように浚渫土によっては本工法の脱水効果に大きな差がある。これは本工法の適用性の面で非常に重要な事である。

表-3.1に示した、粒度特性、コンシステンシー特性等からは図-3.8に見られる実験結果を説明することができない。そこで浚渫土の脱水特性を決定するパラメータとして、高含水時の透水係数に注目し以下で考察する。

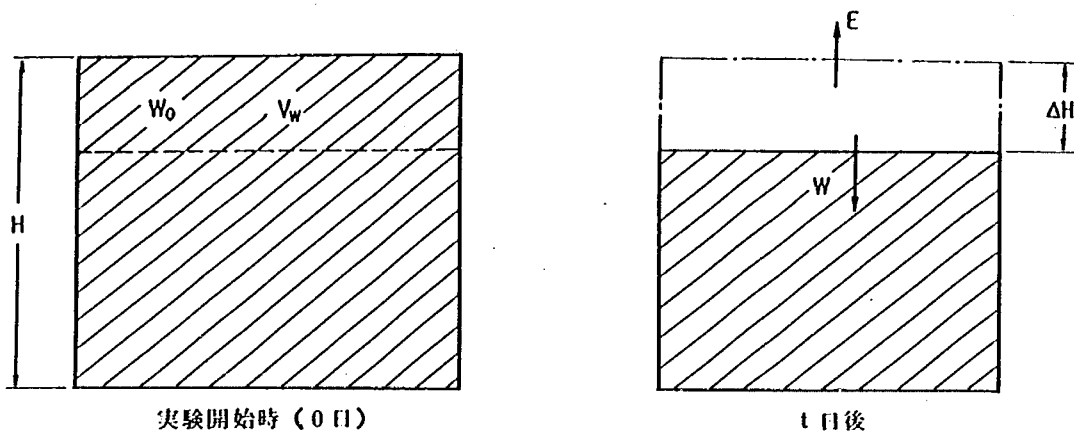


図- 3.9 透水係数の説明

図- 3.9 に示すように初期泥厚 H の試験体が t 日後に ΔH 沈下したとする。

実験開始時に試験槽内にある水の体積 $V_w(0)$ は

$$V_w(0) = \frac{AH \frac{\gamma_s}{\gamma_w} W_0}{1 + \frac{\gamma_s}{\gamma_w} W_0} \quad \dots\dots\dots (1)$$

で表される。ここに、 W_0 : 初期含水比、 A : 試験槽底面積、 γ_s : 土粒子の単位体積重量、 γ_w : 水の単位体積重量である。また t 日後の槽内の水の体積 $V_w(t)$ は

$$V_w(t) = \frac{AH \frac{\gamma_s}{\gamma_w} W \left(1 - \frac{\Delta H}{H} \right)}{1 + \frac{\gamma_s}{\gamma_w} W} \quad \dots\dots\dots (2)$$

となる。ここに、 W : t 日後の平均含水比である。 t 日間における水分の減少は、底面からの排水と表面からの蒸発よりなる。実験が冬期に実施されていることから蒸発量を無視すると、

$$V_w(0) - V_w(t) = k A t \quad \dots\dots\dots (3)$$

で表わされる。ここに k : 土の透水係数である。ただし、ここでいう透水係数は一定体積の土塊を通過する水量に対してではなく、体積変化により土中から絞り出される水量に対して定義している。

このようにして定義される透水係数は土の含水比によってその値が大きく変化する。図- 3.10は、実験結果をもとに土の含水比（液性限界で規準化）と透水係数の関係を調べたものである。

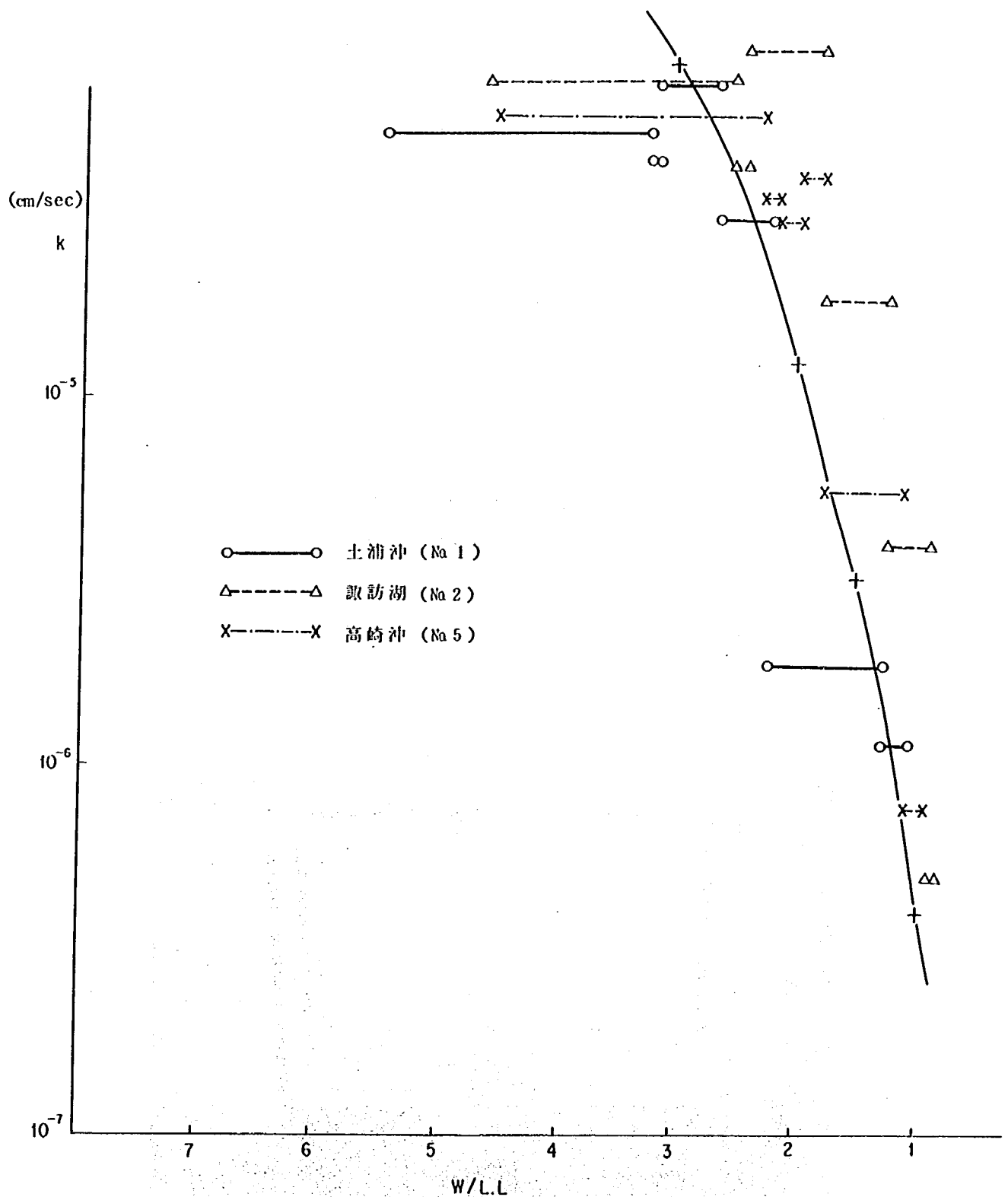


図- 3.10 含水比と透水係数の関係

図より，含水比が液性限界の3倍以上の時には，3種類の浚渫土の透水係数に大きな差はなく， $5 \sim 7 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$ の値を示すことがわかる。そして含水比の低下に伴って透水係数が急激に低下するが，そ

の低下のしかたがそれぞれの浚渫土によって異っている。すなわち土浦沖の浚渫土は含水比が液性限界の2.5倍程度以下になると透水係数がおよそ1桁小さくなる。これに対して、諏訪湖の浚渫土は液性限界の1.5倍程度までは 10^{-5} オーダーの透水係数が維持される。このような高含水時の透水係数の違いが脱水速度に大きく影響していると考えることができる。

以上のことから、各地の浚渫土について含水比と透水係数の関係を調査すれば、本工法の適用性の判断材料をとりまとめることができると考えられる。

3-3 60年度の実験（写真-3.10~14）

60年度は、4基のアクリル・カラムを用い底面脱水室内実験（カラム・テスト）を実施した。実験目的は以下の通りである。

- ① 高含水時の透水係数の簡易測定手法の開発
- ② 各地の浚渫土に対する底面脱水工法の適用性評価基準の検討

この実験を通じ、高含水時の透水係数の簡易測定手法の開発に対し一定の成果を得た（巻末参考資料2参照）。この成果は、次章に示す浚渫土底面脱水工法計画の手引（案）に盛り込んでいる。ただし、カラム・テストの実験結果から現地での脱水日数を推定する方法は、現状では十分明らかにすることができず、今後の課題として残されている。

なおこのカラム・テストは、土木研究所の指導のもとに（社）底質浄化協会が実施したものである。

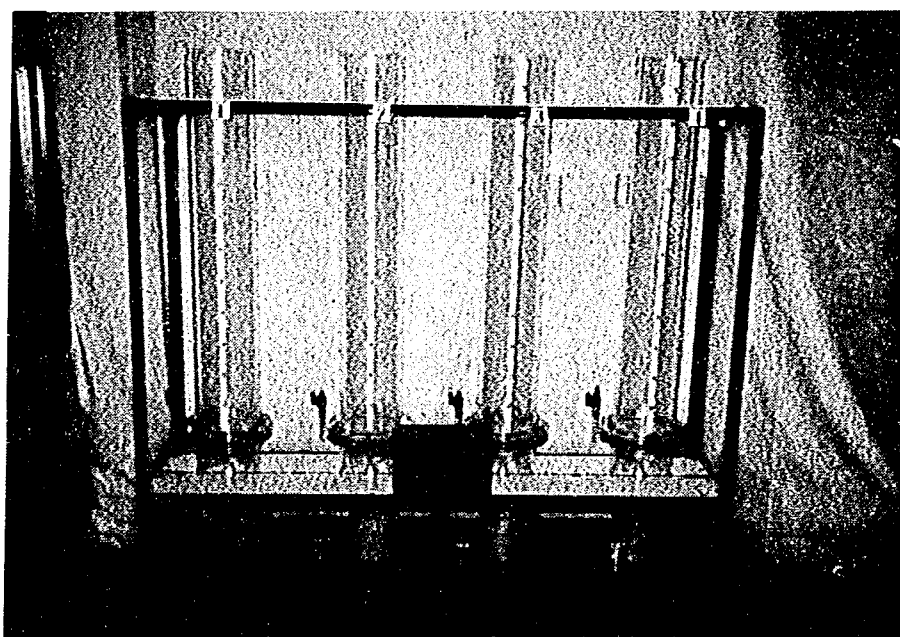
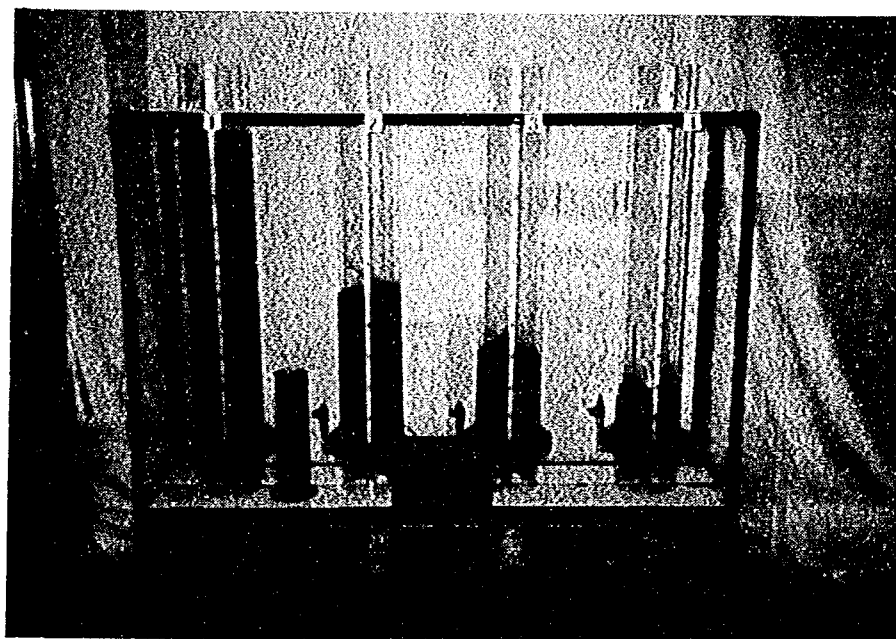


写真-3.10 アクリル・カラム



写真－ 3.11 配泥状況



写真－ 3.12 脱水試験開始直後

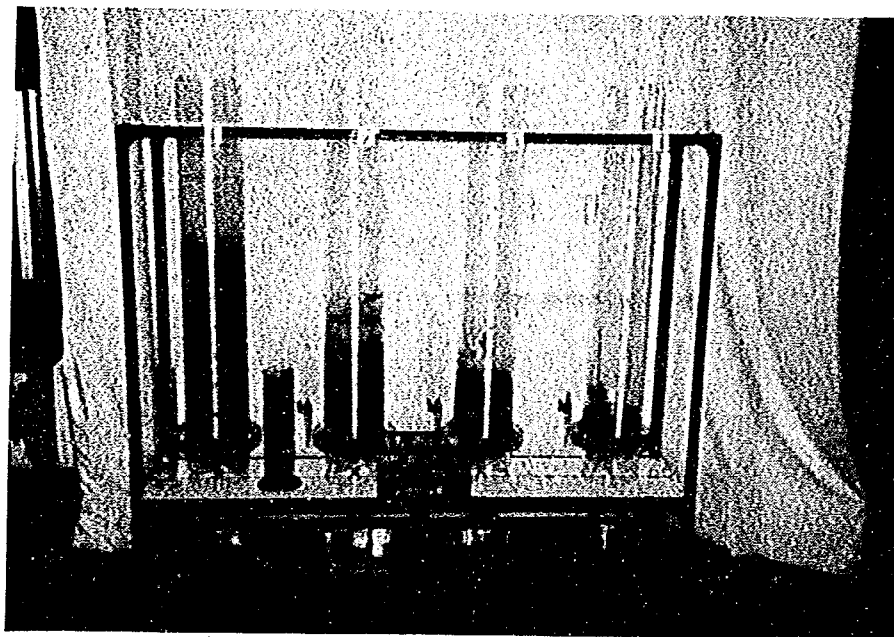


写真- 3.13 上水の発生状況

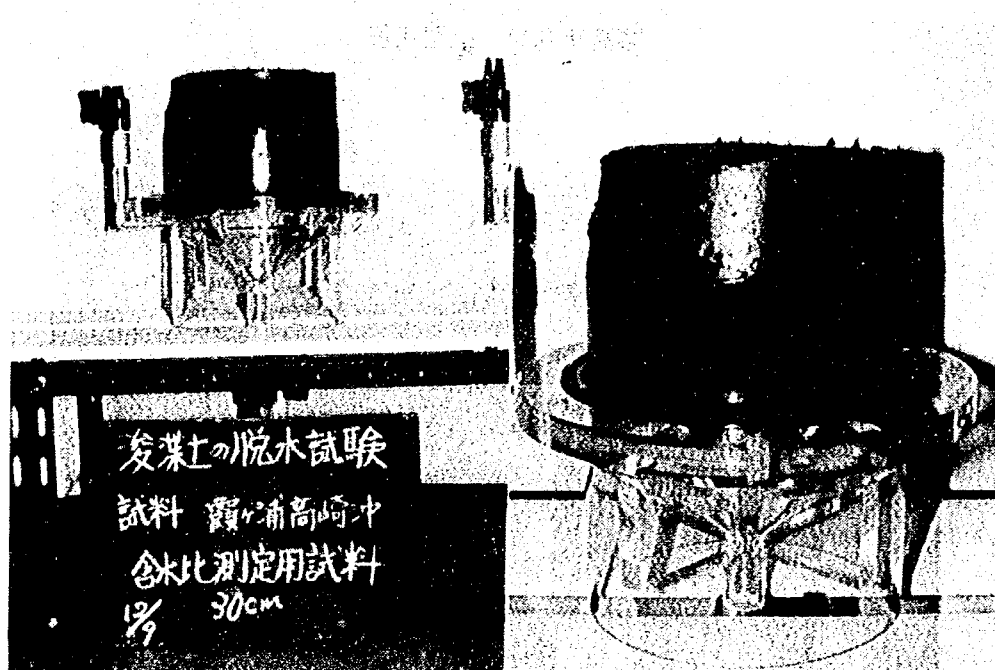


写真- 3.14 脱水試験終了後の浚渫土

4 章 浚渫土底面脱水工法計画の手引き(案)

目 次

1. 底面脱水工法の目的と原理	23
1－1 底面脱水工法の目的	23
1－2 底面脱水工法の原理	23
1－3 底面脱水工法の効果（既存実験例に基づいて）	24
1－4 用語の説明	27
2. 土質性状と適用基準	29
2－1 透水性（脱水特性）	29
2－2 脱水特性の試験方法（案）	30
2－3 その他の土質性状	36
3. 施工法および管理	40
3－1 浚渫方法	40
3－2 施工時期	41
3－3 施工管理	42
3－4 その他	44
4. 底面脱水処理池の設計	45
4－1 処理池の計画（処理サイクルの検討）	45
4－2 処理池囲繞堤の構造	45
4－3 底面排水構造	47
4－4 鉛直排水材の設置による脱水期間の短縮	49
5. 主な大量浚渫土脱水工法	52
5－1 天日乾燥工法	52
5－2 連続トレンチ工法	52
5－3 工法比較	53

1. 底面脱土工法の目的と原理

1-1 底面脱土工法の目的

河川、湖沼及び海域の水質改善策としては、主に流入汚濁負荷源（外部負荷）の低減策と堆積した流入汚濁物質の再分解により二次的に生じる汚濁物質（内部負荷）の低減策がある。湖沼等閉鎖性水域の水質改善のためには、とくに内部負荷の削減が重要な課題である。底泥の浚渫は、この内部負荷削減のための有力な一手法と位置付けられ、各地の湖沼、海域で実施されている。しかも水質改善の緊急性、重要性はますます高まっているため、浚渫土量は年々増加の傾向を示している。

一般に浚渫土は、一度処理池に投入され、搬出可能な含水比にまで脱水・乾燥させた後最終処分地に運搬される。脱水・乾燥の方法としては従来から天日乾燥法が用いられているが、これは広大な用地と長時間を要する。このため用地不足、用地費の高騰とも相俟って、浚渫事業の進展の隘路となっている。

このような状況を背景として、建設省では、浚渫土の脱水を高速化し、限られた用地を効率的に運用するため底面脱土工法の試験・研究を実施してきた。本手引（案）は、これまでの試験・研究より得られた知見に基づき、浚渫土の底面脱土工法の計画に必要な情報を整理したものである。

1-2 底面脱土工法の原理

底面脱土工法は、浚渫土の脱水・乾燥を上部からの蒸発などに頼る従来の土木的脱土工法では実施されていなかった「浚渫土底面からの脱水」を取り入れ、浚渫土を表面と底面の両面から脱水して他の土木的脱土工法よりも短時間で処理を可能にした工法である。

底面脱水の原理は、図-1.1に示すように、処理池内に透水性の高い不織布を底面に敷設し、土中水を底面から排水しようとするものである。底面の不織布は、土粒子をほとんど通過させないので懸濁物の少ない水を排水することができる。

この結果、浚渫土の処理サイクルが短縮され、それに伴って年間の浚渫土量の増加が見込まれることになる。なおさらに自重圧密により発生する分離水や降雨水などの上水を下方に導くため、鉛直に不織布を設置することもある。

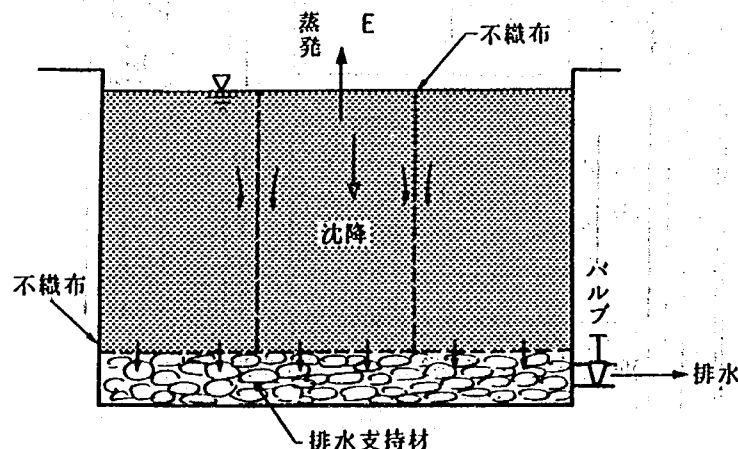


図-1.1 底面脱水の模式図

1-3 底面脱土工法の効果 (既存実験事例に基づいて)

近年、建設省および他の機関において底面脱土工法に関する種々の実験が実施され、各地でその効果が報告されている。これらの概要については、参考資料1に一括して示す。ここでは、その中でも特に著しい効果が確認された昭和57年の諏訪湖での実験結果を紹介する。

実験池の構造を図-1.2に示す。No.1は比較対象のデータを得るため天日乾燥で行っている。No.2, 3は底面脱水用の実験池で、No.2は3列の鉛直布、No.3は5列の鉛直布を配置している。実験条件および浚渫土の基本性状を表-1.1に示す。浚渫時の含水比は1,100~1,200%, 液性限界は約240%である。また浚渫時に凝集剤としてPAC 500 ppm, ポリマー 4 ppm を管注により添加している。

写真-1.1~3は、それぞれ配泥後5, 13, 25日目のNo.2実験池の状況である。5日目には早くも鉛直布周辺にクラックが発生している。13日目には表面全体に幅14cm, 深さ36cmのクラックが広がり、底泥土を人が歩行することが可能となった。25日目にはクラックはさらに広がり、表面の土は亀甲状を呈している。

図-1.3はNo.2実験池における含水比の経時変化を示したものである。配泥後30日目にはほぼ液性限界に達し、搬出可能となっていることがわかる。従来の天日乾燥工法は夏季の晴天への期待が大きく、処理地の運用は一年一サイクルであることを考えると、飛躍的な効果をもたらしたといえよう。なお配泥後48日目の平均含水比はNo.1池で360%, No.2池で250%, No.3池で240%であり、このことから底面脱土工法の効果が認められる。

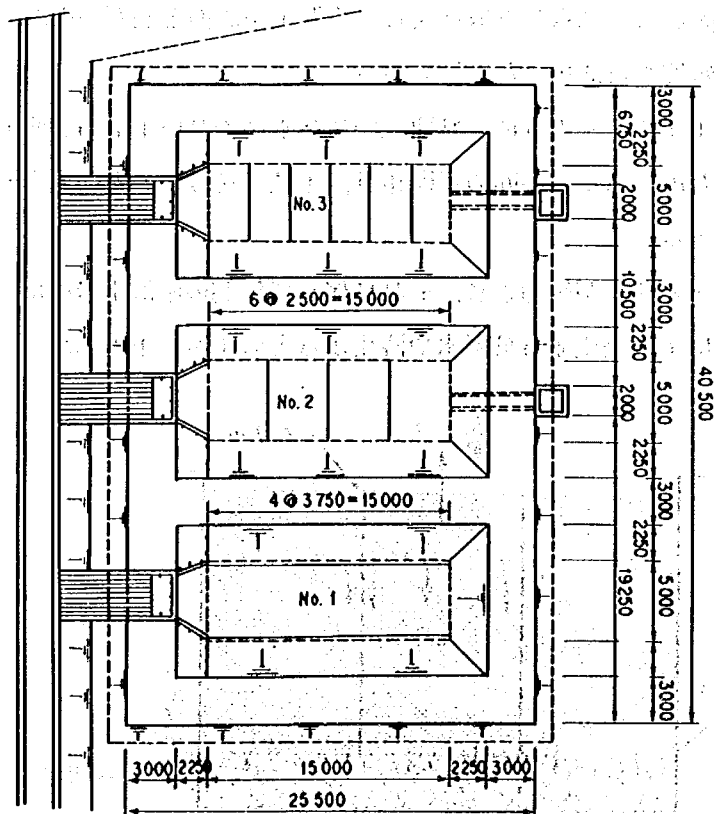


図-1.2 試験地平面図

表- 1.1 諏訪湖での実験条件と土質性状

名 称		諏 訪 湖		
調 査 年 度		57 年 度		
実 施 月 日		57. 8/25 ~ 58. 2/10		
実験設備	規 模	底面 15.0 m × 5.0 m 表面 19.5 m × 9.5 m, 築堤高 1.8 m 234 m ² (1.5 m 泥面)		
	基 数 No	1 (天日乾燥用)	2 (底 面)	3 (底面+連続トレンチ)
実験条件	浚 渫 土	岡谷市小坂地先		
	凝 集 剤 他	PAC 500 ppm + ポリマー 4 ppm		
	脱 水 部	鉛 直(枚)	不織布 1 枚 3 列	不織布 1 枚 5 列
		底 面(枚)	不織布 1 枚 票石	不織布 1 枚 票石
基本性状	含 水 比 (%)	1,111	1,245	1,236
	比 重 —	2,496	2,491	2,489
	単位体積重量 (g / cm ³)	1,050	1,032	1,032
	粒 度 —	1	1	1
	液 性 限 界 (%)	237.6	245.0	239.2
	塑 性 限 界 (%)	102.8	104.2	104.0
	塑 性 指 数 (%)	134.8	140.8	135.2
	収 縮 限 界 (%)	79.6	72.4	80.0



写真-1.1
配泥5日目

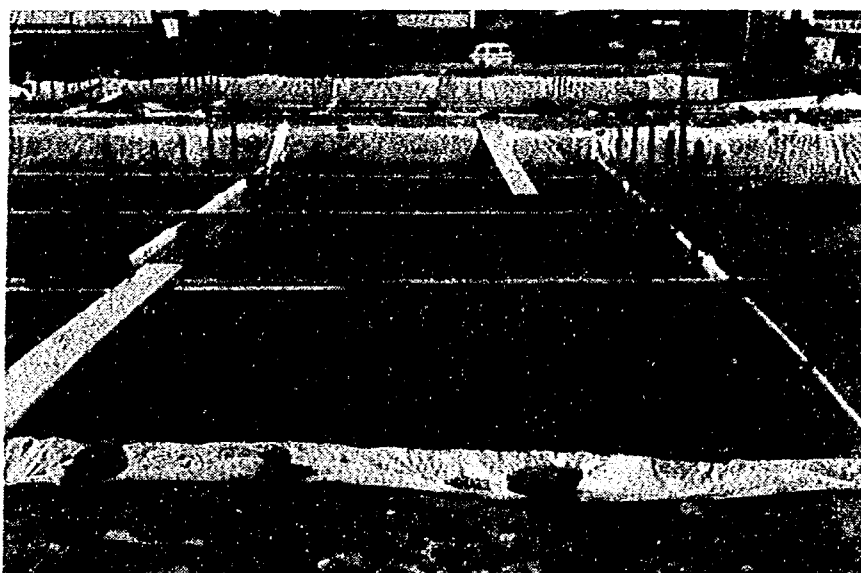


写真-1.2
配泥13日目

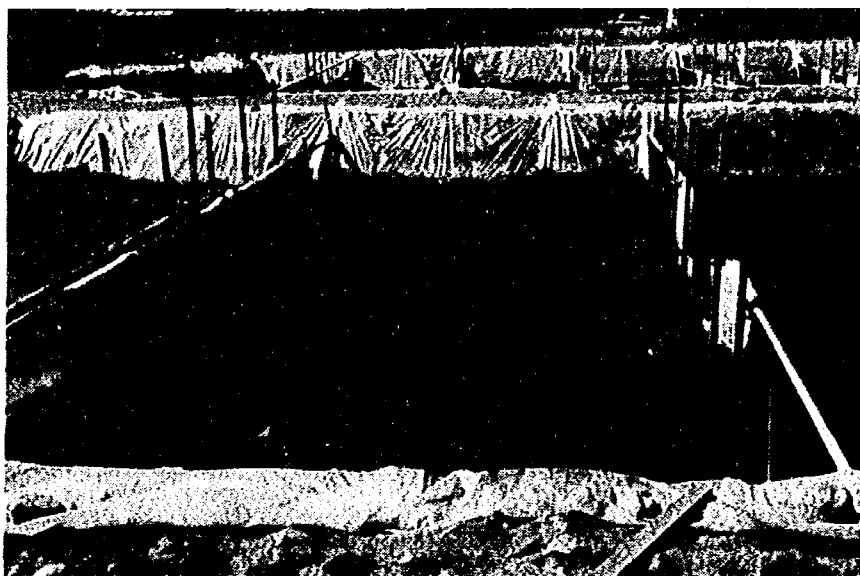
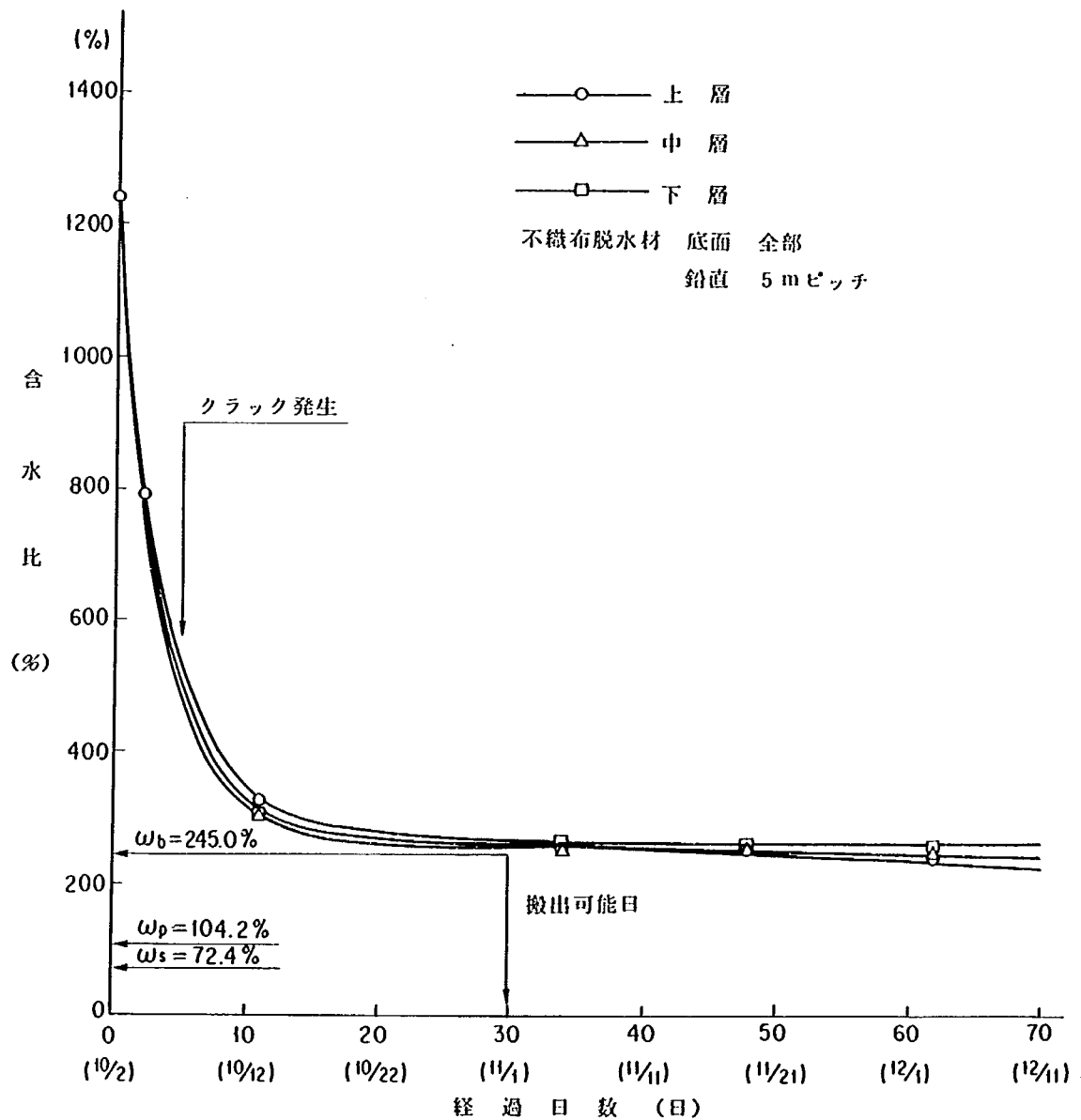


写真-1.3
配泥25日目



図－ 1.3 底泥含水比の経時変化（諏訪湖，No 2 実験地）

1－4 用語の説明

本手引き中で用いられる用語で特に注意を要するものを次に示す。

- 上 水； 浚渫土の上面にたまった水で，通常の工事では分離水と雨水を含んだものである。
- 鉛 直 布； 底面不織布に鉛直に取り付けた不織布で，上水の排除及び水質の悪化を防止するのに有効である。
- 処 理 地； 底面脱水を行う処理ヤードで，処理池及び搬入，搬出等の設備が一体になったものをいう。

- 処 理 池 ; 底面脱水を行う個々の池をいう。
- 透 水 係 数 ; 特にことわりのない場合は、JISA 1218に規定された試験方法で得られたものではなく、本手引き 2-2 脱水特性の試験方法に規定する試験方法により得られたものをいう。これは浚渫土の脱水過程における透水係数である。
- 排 水 支 持 材 ; 底面不織布を支持すると同時に、底面よりしぼり出された水を排水管に導く材料のことをいう。通常、碎石、栗石、古タイヤ等が用いられる。
- 分 離 水 ; 脱水過程において浚渫土からしぼり出される水をいう。
- 見掛け含泥率 地山状態の土に対する水の混合割合をいう。地山 1 に水 9 の時含泥率 10% という。

2. 土質性状と適用基準

本章では底面脱水処理設備を計画する場合の脱水試験方法及び関連のある土質性状について述べる。

2-1 透水性（脱水特性）

1) 概 説

浚渫土がもつ土質性状の中で、本工法の効果に最も強く関係する要因は、含水比が液性限界かあるいはそれ以上という高い状態における透水係数である。この透水係数は次のように定義される。

図-2.1に示すように初期泥厚 H_0 の試験体が t 日後に ΔH 沈下したとする。実験開始時に試験槽内にある水の体積 $V_w(0)$ は、

$$V_w(0) = \frac{A H_0 \frac{\rho_s}{\rho_w} W_0}{1 + \frac{\rho_s}{\rho_w} W_0} \quad \dots\dots\dots (2-1)$$

で表わされる。ここに、 W_0 ：初期含水比、 A ：試験槽底面積、 ρ_s ：土粒子の単位体積重量、 ρ_w ：水の単位体積重量である。また t 日後の槽内の水の体積 $V_w(t)$ は

$$V_w(t) = \frac{A H_0 \frac{\rho_s}{\rho_w} W \left(1 - \frac{\Delta H}{H_0}\right)}{1 + \frac{\rho_s}{\rho_w} W} \quad \dots\dots\dots (2-2)$$

となる。ここに、 W ： t 日後の平均含水比である。 t 日間における水分の減少は、底面からの排水と表面からの蒸発よりなる。いま簡単のために蒸発量を無視すると、

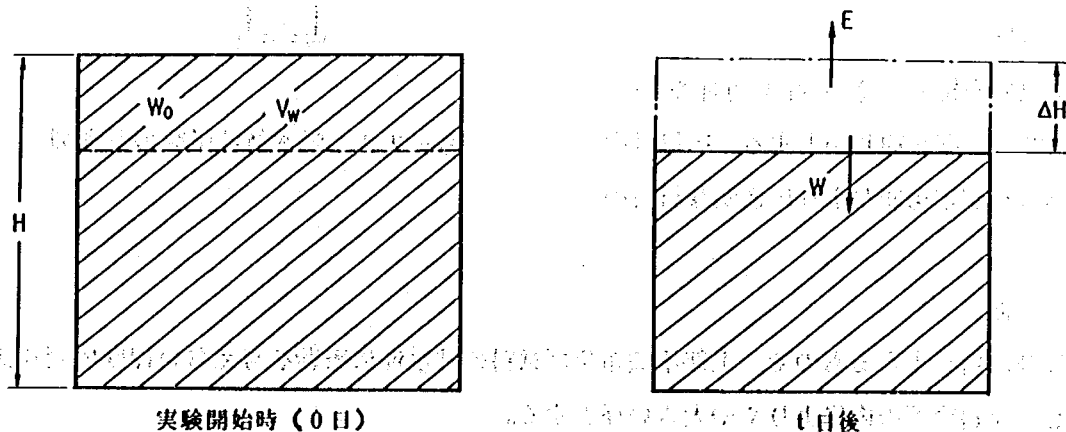


図-2.1 透水係数の説明

$$V_w(0) - V_w(t) = k A t \quad \dots\dots\dots (2-3)$$

で表される。ここに k : 土の透水係数である。ただし、ここでの透水係数は一定体積の土塊を通過する水量に対してではなく、体積変化により土中から絞り出されると共に装置を移動する水量に対してとする。

このようにして定義される透水係数は、土の種類、状態（含水比等）によってその値が大きく変化する。

高含水時の土の透水係数については、これまで研究事例がほとんどなく、その測定方法さえも検討されていないのが現状である。このため建設省では、高含水時の透水係数の簡易測定手法の開発を目的として、カラムを用いた実験を実施してきた。その結果、一定の成果を得たので試験方法を説明する。試験方法は少量の浚渫土を対象に約10日間の室内実験（カラム・テスト）を行い、これより浚渫土の透水係数を推定し、かつこの透水係数を用いて現地での脱水日数の推定を行おうとするものである。なおカラム・テストの詳細については巻末資料2を参照されたい。

2-2 脱水特性の試験方法(案)

1) 目 的

浚渫土の底面脱水工法適用に当り、本工事における脱水速度の推定を行うための脱水特性を把握することを目的とする。

2) 適用範囲

この試験は浚渫された後の攪乱された状態にある浚渫土の脱水過程における透水係数および含水比の変化を求める方法について規定する。

3) 試験用具

試験用具の構成は図-2.2に示すように④試験容器と⑥排水部の2部分に分割できるもので、④、⑥間に不織布をはさめるようにする。

(1) 試料容器

上部に空気穴を持った蓋を着脱可能な円筒で、内径約20cm、高さ約45cmとする。円筒は内部試料の高さが測定可能なように透明な材質のものとする。

(2) 目 皿

不織布及び試料を支えるもので、上部不織布及び試料の排水性に影響を与えない程度に開孔部を持った有孔板とし、試料容器の内径よりやや大きい径とする。

(3) 排 水 部

目皿を支持し、排水を制御するためのもので、空気抜き及び排水口を持ち、それぞれ、バルブA、Bを

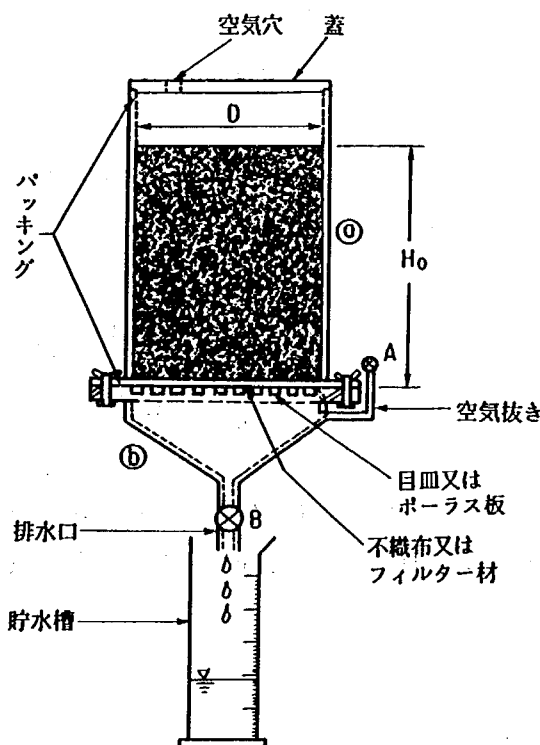


図-2.2 脱水特性試験の概念図

取りつける。

(4) 貯水槽

排水量を測定するもので、ビーカー、メスシリンダー等を利用し、試料からの初期排水量を十分貯水する大きさとする。蒸発の影響を少なくするために空気穴をつけた蓋があるのが望ましい。

(5) メスシリンダー

排水量を測定するもので、測定水量の 1/100 の目盛を有するもの

(6) ストップウォッチ

(7) 定規

鋼製のもの又はノギス

(8) 温度計

最小目盛 0.5℃のもの

試験装置の具体例を図-2.3に示す。

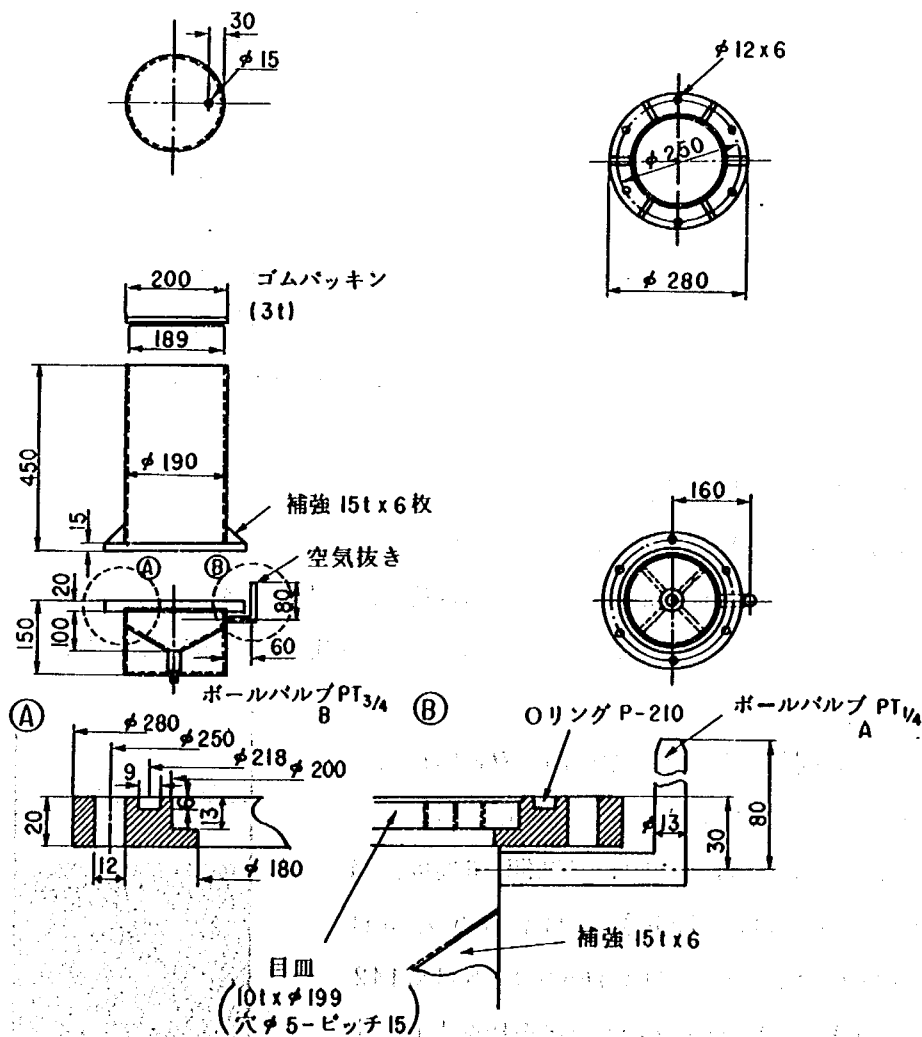


図-2.3 試験装置の具体例

4) 試料の準備及び調製

(1) 試料の採取

試料は浚渫を実施しようとする場所から実際の浚渫船で採取するのが望ましいが、工事が開始されていない場合は、エックマンバージ採泥器や潜水土等による採取を行い、できる限り地山に近い状態で採取する。

(2) 試料の保存

試験は試料採取後速やかに実施されるのが望ましい。これは、浚渫土中に多量の有機物や鉄などの金属類が含まれている場合があり、温度の上昇や空気酸化などにより変質するおそれがあるためである。

採取の日程や遠隔地からの輸送の都合で試料の保存が必要な場合は 5°C 以下で保存することが望ましい。

(3) 試料の調製

地山とほぼ同じ状態の試料に、実際の工事で使用される予定の浚渫方法を考慮して浚渫時の含泥率になるように水を加える。この水は現地で採取されたものが望ましいが、入手できない場合は市水でもよい（通常のポンプ浚渫の場合の含泥率は約10～20%、汚泥専用の高濃度浚渫の場合は30～40%である）。

上記含泥率になるように試料に水を加え、十分攪拌した後一昼夜自然沈降させる。自然沈降終了後発生した上水（分離水）を除去したものを供試泥とする。工事において凝集剤を使用する場合も、本試験においては凝集剤を使用しないで行うものとする。

5) 試験方法

(1) 試験装置を水平な台の上に静置する。

(2) 試験装置④、⑥間に工事使用予定の不織布をはさみ込む。この時、④、⑥間のすき間から試験中に水がもれたり、空気が入ったりしないよう、パッキンを確認した後接合する。

(3) カラム下部のボールバルブBを閉じ、水道水をカラム内の不織布が浸漬するまで充填する。
（充填した水道水量を測定しておく。）

(4) 供試泥を所定高さまで充填する。

供試泥の厚さは、30cmを標準とする。※巻末資料2

(5) 充填後、泥面上のカラム内壁を清掃し、充填高さ及び泥温を測定する。

(6) ボールバルブBと空気抜きバルブAを開き、不織布部迄充填した水道水を速かに排除した時点を試験開始の時間（ t_0 ）とする。

(7) 試験開始後一定の間隔をおいて、水面高さ H_w （cm）、泥面高さ H_s （cm）及び排水量 Q （ cm^3 ）を測定する。

H_w 及び H_s の測定間隔は t_0 の後、2時間、6時間、24時間、2日（49h）、3日（72h）、4日（96h）、5日（120h）、6日（144h）、7日（168h）、8日（192h）、9日（216h）、10日（240h）後を標準とし、上水の状況及び排水量の状況を見て、測定間隔の短縮、延長を行う。

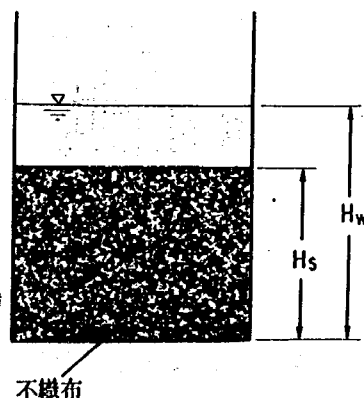


図-2.4 記号説明

上水がなくなった後、底面からの排水が止った時点で測定を止め、試料を試料容器から取り出し、試料の全層を平均したサンプルを取り、含水比 W_0 を測定する。排水量測定に併せて、水質（pH, SS, T-N, T-P, COD等）の測定も同時に行うのが望ましい。

- (8) 試験開始時に脱水試験に用いるのと同じ試料を用いて土質性状を測定する。基本性状の項目と試験方法を以下に示す。

表-2.1 基本性状測定項目及び方法

測定項目	記号	方 法
含水比	W	JIS A 1203
土粒子の比重	G_s	JIS A 1202
湿潤密度	ρ_t	土質試験法
液性限界	LL	JIS A 1205
塑性限界	WP	JIS A 1206
粒度分布		JIS A 1204
強熱減量	$I.L$	土質試験法

6) 試験結果の整理

初期含水比 W_0 (%), 湿潤密度 ρ_t (g/cm), 試料容器の断面積 A (cm²), 初期試料高さ H_0 (cm) より,

$$\text{試料質量 } W_0 = A \times H_0 \times \rho_t \text{ (g)}$$

$$\text{試料保有水量 } W_{w0} = W_0 \times \frac{W_0}{100 + W_0} \text{ (g)}$$

$$\text{保有水体積 } V_{w0} = W_{w0} / \rho_w \text{ (cm}^3\text{)} \quad (\rho_w : \text{水の密度 g/cm}^3\text{)}$$

$$\text{試料土粒子部分質量 } W_s = W_0 - W_{w0} \text{ (g)}$$

を計算する。

次に各 t_i における H_{wi} , H_{si} , Q_i より, 含水比 W_i 及び透水係数 k_i を計算する。

$$\text{上水厚 } d_i = H_{wi} - H_{si} \text{ (cm)}$$

$$\text{上水量 } V_{1i} = d_i \times A \text{ (cm}^3\text{)}$$

浚渫土内保有水量

$$V_{wi} = V_{w0} - (V_{1i} + Q_i) \text{ (cm}^3\text{)}$$

浚渫土含水比

$$W_i = \frac{V_{wi} / \rho_w}{W_s} \times 100 \text{ (\%)}$$

脱水過程における透水係数

$$k_i = \frac{Q_i - Q_{(i-1)}}{A (t_i - t_{(i-1)})} \quad (\text{cm/day})$$

$$k_i' = \frac{H_{wi} - H_{w(i-1)}}{t_i - t_{(i-1)}} \quad (\text{cm/day})$$

これらを表-2.2に示す記録用紙を用いて計算する。

計算によって求められた透水係数 k と、上水厚、泥厚の経時変化を同一グラフ内にプロットする。

例として霞ヶ浦高崎沖の試験結果を図-2.5に示す。他の浚渫土についても同様の経時変化を示すことが確かめられている。

上水厚がピークに達した後、透水係数が一定値となっている。これは上水の存在により土の自重圧密が進行せず、通常の土質試験における変水位透水試験の状態となっているためである。この時の透水係数を k_{30} と記し、脱水試験での透水係数と呼ぶ。上水が切れた後に泥面が収斂したことを確認し、その時点までの経過日数 T を決定する。なお収斂の目安としては2日間の沈下量が1mm以下とする。

ここで求められた k_{30} と T を使用して本工事における脱水日数を推定する。

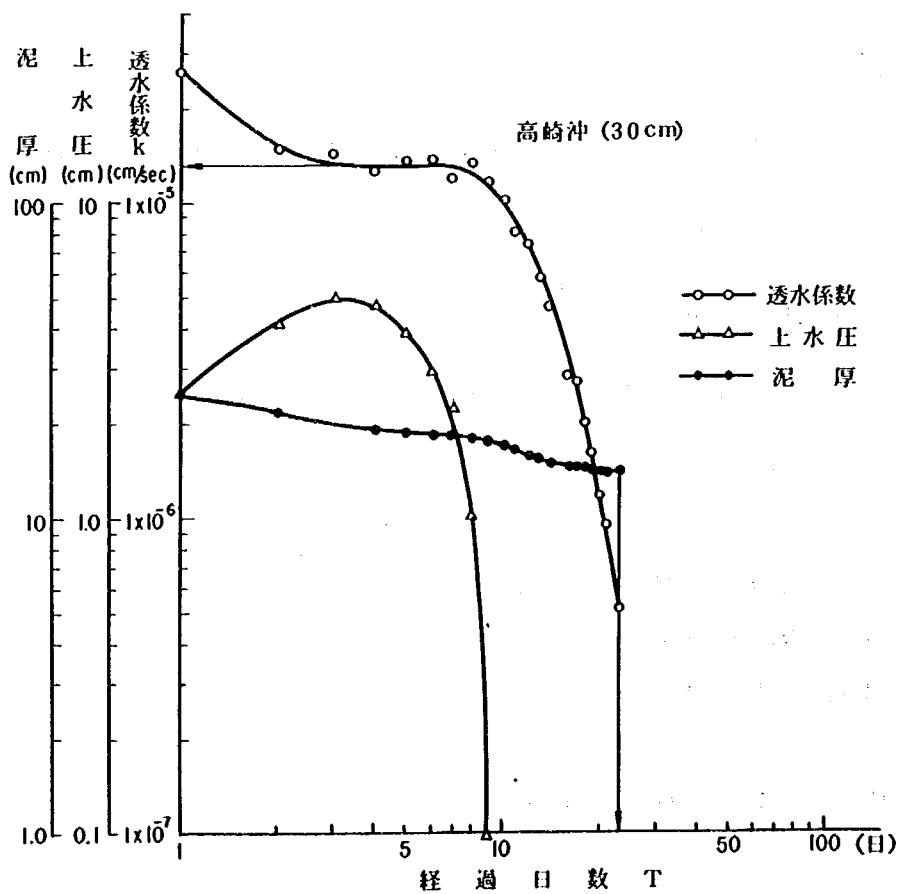


図-2.5 脱水性試験結果

表-2.2 記録用紙

[illegible]

7) 試験期間の短縮

脱水性の悪い試料の場合、10日以上経っても上水がなくならない。この場合、泥面高さが変化しなくなり、かつ上水厚がピークをすぎて減少をはじめたことを確認して上水を排除し、再び脱水を継続し、含水比が収斂した時点で試験を終了する。

実際に上水がなくなるまでの時間は排除時の上水厚をその時の透水係数で割って計算し、処理日数 T はこれを加算する。

8) 温度条件

カラム試験は室温で行うこととする。

水の透水性は水の粘度と関係するので、試験を行う際の温度条件によっては現地と大きな差を生ずる可能性がある。試験結果の検討には十分注意を必要とする。

参考として透水係数の温度による補正係数を表2-3に示す。

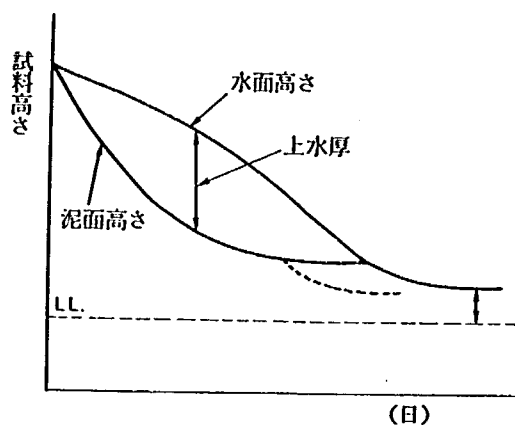


図-2.6 上水及び泥面の変化(概念図)

表-2.3 透水係数の温度 $T^{\circ}\text{C}$ による補正係数 $\eta T / \eta 15$

*土質試験法より

$T^{\circ}\text{C}$	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
0	1.575	1.547	1.521	1.495	1.470	1.446	1.424	1.400	1.378	1.356
5	1.336	1.315	1.295	1.275	1.255	1.237	1.217	1.200	1.182	1.165
10	1.149	1.132	1.116	1.099	1.085	1.069	1.055	1.041	1.027	1.013
15	1.000	0.987	0.975	0.962	0.950	0.936	0.925	0.914	0.902	0.891
20	0.880	0.870	0.859	0.849	0.839	0.829	0.819	0.809	0.800	0.791
25	0.782	0.773	0.764	0.757	0.748	0.740	0.731	0.723	0.715	0.707
30	0.700	0.693	0.685	0.678	0.671	0.664	0.657	0.651	0.645	0.638
35	0.632	0.626	0.620	0.613	0.607	0.602	0.596	0.591	0.584	0.579
40	0.574	0.569	0.564	0.559	0.554	0.549	0.544	0.540	0.535	0.530
45	0.525	0.521	0.517	0.511	0.507	0.503	0.498	0.494	0.490	0.486

注) この値は JIS Z 8803-1976 による。 $\eta_{15} = 0.1160 (\text{gf} \cdot \text{g}/\text{ml})$

2-3 その他の土質性状

2-3-1 液性限界

従来から処理ヤード内で乾燥させられた浚渫土は、その含水比が液性限界かそれを下回る程度に達した時にトラック等で運搬が可能なが経験的に知られている。

一例として諏訪湖での実験で搬出可能と判断された土の含水比の分布を図-2.7に示す。

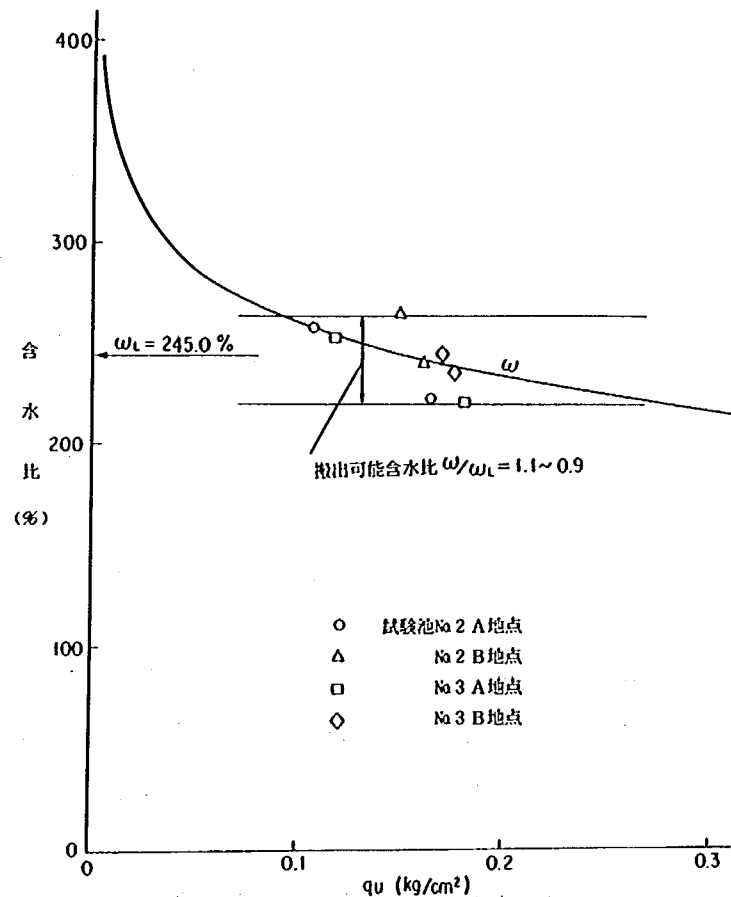


図-2.7 諏訪湖底泥の搬出可能条件

したがって浚渫土の脱水（乾燥）は液性限界を目標に計画される。

液性限界は、粒度分布、特に微細粒子であるコロイド分の含有量、粘度鉱物の種類、含有する電解物質などに関係するコロイドのこう質化学的性質等が影響因子であるとされている。液性限界の値は、浚渫土によりかなりの変化がある。そして液性限界の値如何によっては脱水効果も大きく異ってくる。

2-3-2 土粒子の比重

土粒子の比重とは、土塊の骨組みを形作っている土粒子の群の平均比重のことであり、その値は群のなかの一粒一粒の土粒子の比重と異なるのが普通である。

土粒子の比重は、粒度試験の計算や土の基本的性質である間隙比、飽和度の計算に必要な項目である。また底面脱水の対象となる浚渫土は有機物が多く含まれているものが多く、この有機物量の判別にも利用できる。

浚渫土の土粒子の比重の例を示すと表-2.4のような値となる。

表-2.4 土粒子の比重測定例（湖沼）

試 料 土	土粒子の比重
霞ヶ浦（土浦沖）	2,523 ~ 2,625
“（高崎沖）	2,486 ~ 2,553
諏訪湖	2,458 ~ 2,591
手賀沼	2,585
湖山池	2,522 ~ 2,585
烏屋野潟	2,241 ~ 2,525

2-3-3 その他

イ) 湿潤密度

湿潤密度は、土の基本的性質を示す指標の一つであり、間隙比や飽和度の計算に必要な項目である。

ロ) 粒度特性

浚渫土の分類の一手法であり、粗粒土—砂質土にあっては密度、透水性、せん断強さなどの諸性質が大いに粒度に関係しているが、細粒土—粘土質土にあっては粒度と土の諸性質との間には何ら一定した関係は見出されず、むしろコンシステンシーを分類特性として利用することの有用性が確かめられるようになった。*

粒度特性と脱水効果の関係については昭和53年度現地実験データがある。

ハ) 強熱減量

110℃で乾燥した土を700～800℃に加熱することにより失われる物質の量で、失われる主なものは、有機物、化合水、結晶水でその他に炭酸塩類の分解によるCO₂の放出あるいはアンモニウム化合物の分解による減量などが考えられる。この強熱減量試験は、有機物の大なるものについてはその目安を得る最も簡便な方法である。*

底泥中に含まれる有機物は、その質や分解度にもよるが、土の透水性や間隙水の粘性にも関係してくると思われ、またコンシステンシー特性にも大きく影響する（表-2.5）。

表-2.5 湖沼底泥の強熱減量測定例

試 料 土	強熱減量（％）
霞ヶ浦（土浦沖）	10.8 ~ 13.0
“（高崎沖）	16.5 ~ 17.0
諏訪湖	12.0
佐鳴湖	11.7
柴山潟	11.7

*土質試験法参照

道路土工指針（日本道路協会）によると「有機質の土と普通の土とを本質的に区別するものは有機物含有量であるが、この限界量についてはっきりした規定はない。だいたい有機物10%以上を含むものを有機土として取り扱ったほうがよい場合が多い。しかしこれはあくまで一つの目安である」とある。

有機質土と判定された土は、盛土用土として不適とされており、特に有機質の多い土は構築用として用いないとされている。

従って有機質を多量に含む浚渫土は、培土、農地用土、公園用土等の構造上の問題のない所に用い、有機物の少ない浚渫土は埋立用土、骨材、築堤材料に用いられる可能性がある。

3. 施工法および管理

3-1 浚渫方法

一般に堆積底泥の除去は、浚渫船を使用する。したがって浚渫方法とはどのような浚渫船を使用するかということである。浚渫船の種別によって下記のように区分されている。

- (1) ポンプ式浚渫船
- (2) グラブ式浚渫船
- (3) バケット式浚渫船
- (4) ディッパー式浚渫船
- (5) 汚泥専用浚渫船
- (6) その他浚渫船

湖沼、河川での除去工法としては、一般的にはポンプ式浚渫船、汚泥専用浚渫船、グラブ浚渫船を使用する例が多い。汚泥専用浚渫船は、水域の環境整備や公害防止のために開発されたもので、水底に堆積した汚泥の除去に使用される。浚渫船の浚渫機構から分類すると図-3.1のようになる。

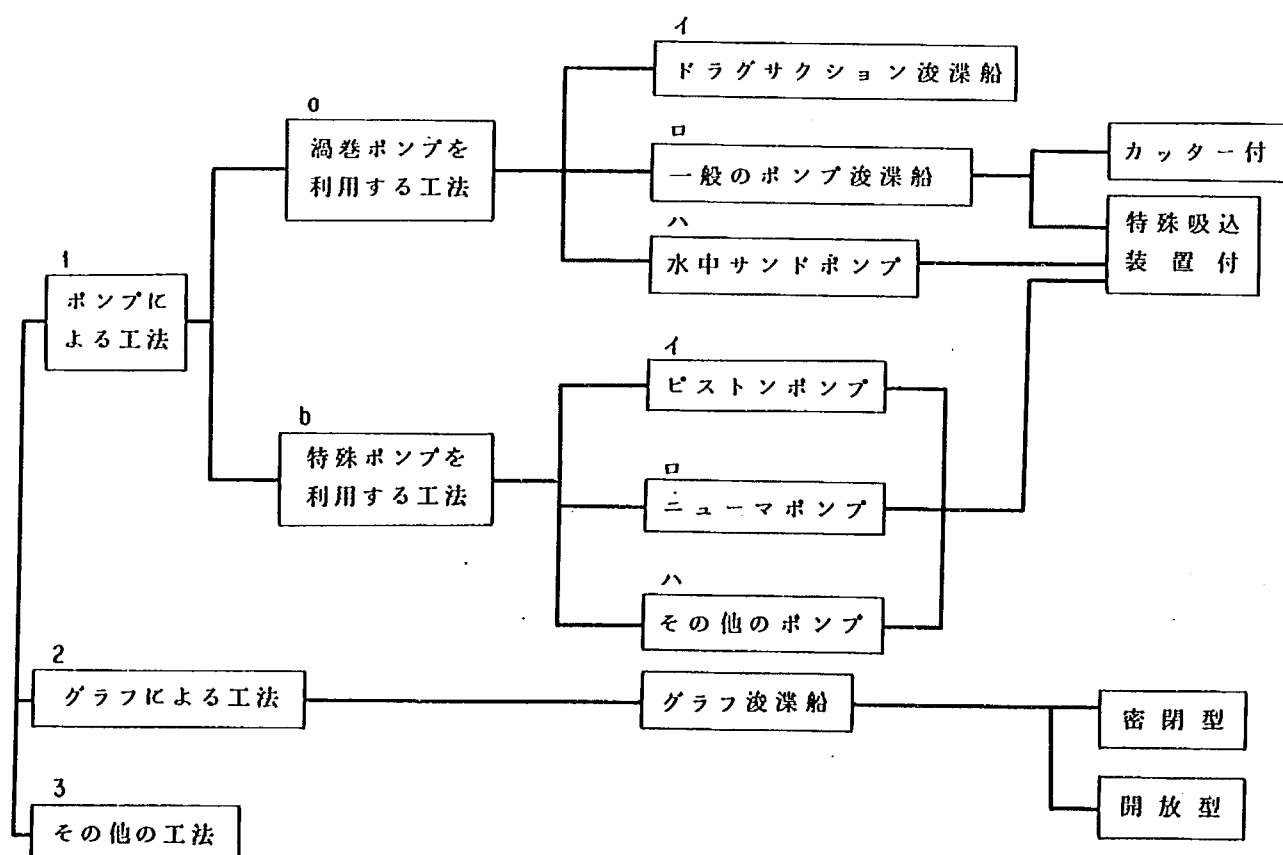


図-3.1 汚泥浚渫船の分類

浚渫土の含水比は、浚渫船の機種や除去厚によって多少差異はあるが、ポンプ浚渫船による場合は高含水比（約 1,000 ㉵以上）であり、汚泥専用浚渫船およびグラブ浚渫船の場合は、前者より低含水比（400 ～ 1,000 ㉵程度）である。

高含水比の場合には、処理ヤード内または沈澱池において余水処理が必要となる。このとき、凝集剤添加を行うことによって初期の固液分離と凝集沈澱を促進させ、また分離水の SS 等の除去に大きな効果がある。低含水比の場合には、高含水比の数倍の凝集剤を添加しても凝集反応は鈍く、フロックの形成は顕著でない。したがって、脱水効果促進の面では凝集剤添加の影響はないが、底面からの排水を直接放流する場合は、今迄の実験結果からみて初期には SS、COD の減少に効果がみられる。

3-2 施工時期

本工法は、限定された処理用地を可能な限り有効に利用することを目的としており、そのためには年間 2 ～ 3 サイクルの反復利用を図る必要がある。

本工法は、浚渫土中水を主として底面から排水することであり、表面からの蒸発と組合せることによってその脱水効果は促進される。表面水の移動によって蒸発が有効になるので、蒸発能の大きい時季には短期間で脱水が促進し早期に乾燥クラスト（表殻）が成長する。逆に降雨期は蒸発が小さいので脱水には長時間を要することになる。

また、水の透水係数は温度により変化し、特に低温時には透水係数が小さくなり、室内試験結果による予測値と大きく、くい違ふことになるので施工時季の気温を考慮する必要がある。

参考として透水係数の温度による補正係数を表-3.1 に示す。

表-3.1 透水係数の温度 $T^{\circ}\text{C}$ による補正係数 η_T/η_{15}

※土質試験法より

$T^{\circ}\text{C}$	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
0	1.575	1.547	1.521	1.495	1.470	1.446	1.424	1.400	1.378	1.356
5	1.336	1.315	1.295	1.275	1.255	1.237	1.217	1.200	1.182	1.165
10	1.149	1.132	1.116	1.099	1.085	1.069	1.055	1.041	1.027	1.013
15	1.000	0.987	0.975	0.962	0.950	0.936	0.925	0.914	0.902	0.891
20	0.880	0.870	0.859	0.849	0.839	0.829	0.819	0.809	0.800	0.791
25	0.782	0.773	0.764	0.757	0.748	0.740	0.731	0.723	0.715	0.707
30	0.700	0.693	0.685	0.678	0.671	0.664	0.657	0.651	0.645	0.638
35	0.632	0.626	0.620	0.613	0.607	0.602	0.596	0.591	0.584	0.579
40	0.574	0.569	0.564	0.559	0.554	0.549	0.544	0.540	0.535	0.530
45	0.525	0.521	0.517	0.511	0.507	0.503	0.498	0.494	0.490	0.486

注) この値は JIS Z 8803-1976 による。 $\eta_{15} = 0.1160 \text{ (gf} \cdot \text{s/cm}^2 \text{)}$

$$k_{15} = k_T \cdot \frac{\eta_T}{\eta_{15}} \text{ (cm/s)}$$

3-3 施工管理

処理地に配土された浚渫土は、底面排水・蒸発によって脱水される。配土後における管理で最も留意すべき点は、分離水や降雨水を処理地内に滞留させないことである。表面水の存在は、土の自重圧密および浚渫土中水の蒸発を阻害し、含水比低下に悪影響を及ぼすことになる。したがって表面水が存在する場合は早急に排除し、土の自重圧密および浚渫土中水の蒸発を有効に増大させることが望ましい。これにより浚渫土の脱水が促進され、その結果含水比低下、密度増加が生じることになる。

処理期間中における管理としては、余水の排除の他に下記の項目によって管理を行い、浚渫土の処理における乾燥度合を把握して搬出可能日の指定を行う。

1) 含水比調査

浚渫土の脱水は液性限界を目標に計画される。したがって含水比の変化を液性限界との比 ($W/L.L$) でチェックし、 $W/L.L$ が 1.0 に達すると搬出可能になるとみてよい。脱水期間中は適宜サンプリングし、含水比を調査することが望ましい。

2) 沈下量

高含水比の浚渫土の容積は、含水比の低下とともに減少する。したがって沈下量（収縮と圧密の合計）と含水比の相関関係を把握することによって、処理日数を推量する管理方法も可能である。沈下量は現地で目視により測定できるので、管理方法とすれば沈下量を測定し、沈下率から処理日数を推定した方が簡便である。

搬出可能となる沈下率は浚渫土の土質性状によって異なるが、霞ヶ浦と諏訪湖の実験例では、前者が約 50%、後者が 45% であった。

3) 排水水質

不織布排水材を通過して底面より排出される水質の一例として霞ヶ浦高崎沖の例を図-3.2 に示す。この排水は還元性の鉄分を多く含有しているため、排水時に酸化されて茶褐色の鉄化合物沈澱を生成するが、pH は中性付近で終始あまり変化はない。また SS, COD_{Mn}, T-N, T-P は排水初期だけ高い値を示し、それ以後は低い値となる特徴をもっている。

排水初期に高い値を示す汚濁物質は、浚渫土を凝集剤で処理することにより、かなり改善することができる。

また放流水質は、排水支持材の影響を受ける。初設など嫌気性発酵やその他の化学的变化を伴うものは、水質を悪化させる原因となるので、排水支持材としての使用は注意する必要がある。

以上のことを考慮して、とくに排水初期には密に汚濁物質の水質調査を行う必要がある。放流水質に問題が生じた場合は処理対策を行う必要がある。

4) 上水の排除について

自重圧密が進行すると、上下方向に排水が行われ、上水（分離水）が発生する。ここで透水係数の大きい浚渫土では下部へ移動する水量が多くなるため上水の発生は少なく、また底面への移動は速やかに行われる。しかし透水係数が小さい浚渫土の場合、一旦上水が発生すると下部への移動は困難となる。

例えば 30cm の上水が発生したとして、全て底面へ透水すると考えると、諏訪湖浚渫土 ($k_{30} = 3.42 \times$

10^{-5} cm/s) では約10日, 土浦沖浚渫土 ($k_{30} = 2.63 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$) では約 130 日かかることになる。

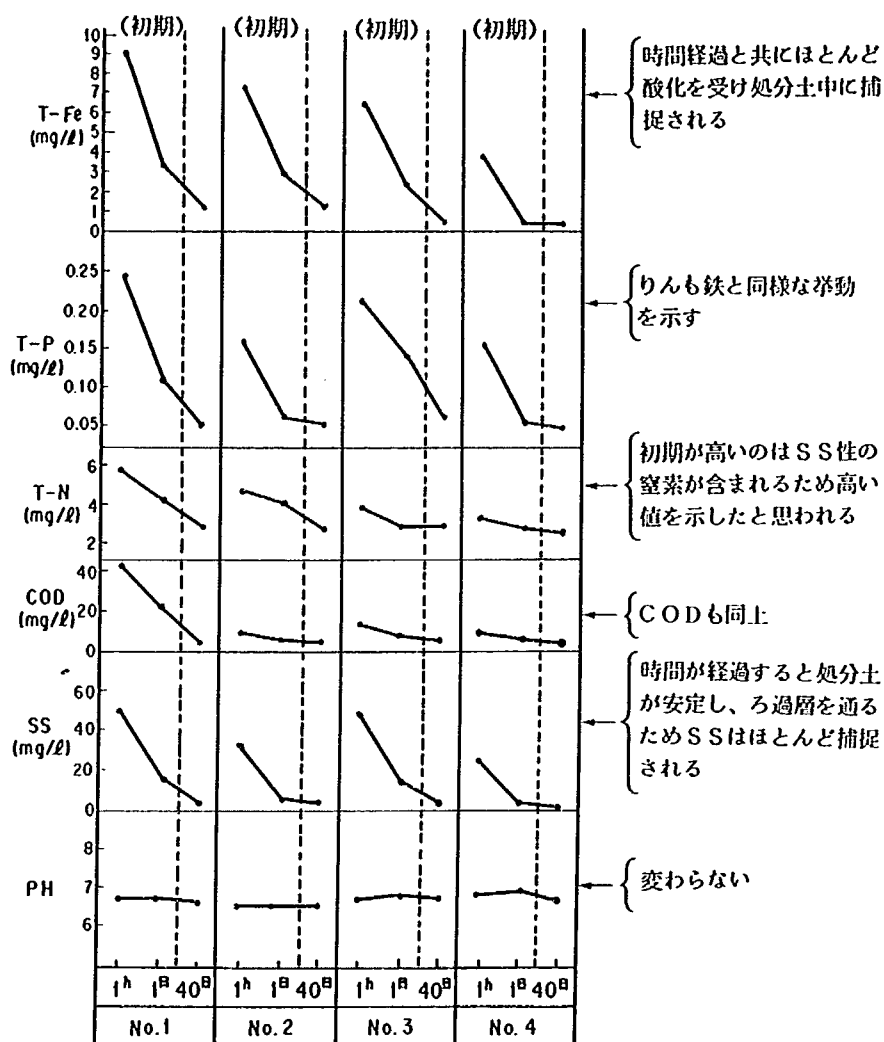


図- 3.2 各池の排水水質経時変化 (S 58年度霞ヶ浦高崎沖現地試験)

このような上水があると、浚渫土の自重圧密は水中で行われることになり、浮力が働いているので圧密の進行は含水比の高い所で止まり、含水比が低下しない。上水がなくなると、自由水面以上の土には浮力が働かなくなり、有効応力が増加することにより再び自重圧密がはじまり含水比が低下しはじめる。また浚渫土表面からの蒸発もはじまる。このように上水を残したままにしておくことは、含水比がある値から下らないことになるので、水中での自重圧密が終了 (泥面の沈下が止まった) 時点で速やかに上水を排除する必要がある。

上水の排除方法としては、上面からの排除と底面からの排除の 2 種類がある。上面からの排除の一例として、廃水処理装置がある。これは上水をポンプで排除し、さらに凝集剤等により上水中の汚濁物質を沈澱除去した後、湖沼に放流するものである。

上水の底面からの排水のためには、鉛直不織布の設置が有効である。昭和60年度の霞ヶ浦現地試験によると、鉛直不織布のない実験池では配泥後 140 日を経過しても上水がなくなっていない。これに対し鉛直

不織布を設置した3つの実験池では配泥後10日程度で上水が消失し、その後の降雨による上水も短時間で排除されている。

3-4 その他

当工法は、底面から排水するので水中や地下水位の高い場所是不適当である。処理処分地の選定に当っては陸地部の地下水の影響を受けない。また排水が容易な場所を選定すべきである。

浚渫、処理処分のサイクルを考慮して、処理地を複数設置することによって、限定された用地を有効に活用し浚渫土量を増大させることを検討しなければならない。

4. 底面脱水処理池の設計

4-1 処理池の計画（処理サイクルの検討）

通常、年間の浚渫量は工事予算や処理池の確保状況（容量の大小）によって決定される場合が多い。湖沼の水質改善を推進するには、浚渫量の増大を図らなければならないが、何処でも広大な処理池の確保は困難になっており、限定された処理池を有効に活用しなければならないことは周知のとおりである。

現状の天日乾燥工法では、処理池は1年1サイクルで利用されている。処理池の有効利用のためには、年2～3サイクルの反復利用を行う必要がある。天日乾燥の場合には、処理土厚を小さくすることによって脱水日数を短縮させることが可能であるが、必要となる用地面積より限界がある。

いま処理池の造成、配土、搬出に2ヶ月を要するものとする、年間2サイクルの反復利用のためには脱水日数を120日以下とする必要がある。同様に3サイクルでは60日以下、4サイクルでは30日以下となる。したがって底面脱土工法による現地脱水日数により、処理サイクルが決定され、本工法の適否、可能性が検討されることになる。

現地脱水日数は、脱水特性試験より求められた k_{30} によりその目安が推定される。 k_{30} と脱水日数 T との関係を示したのが図-4.1である。図中のA線は、30cmのカラムでの脱水日数と k_{30} との関係を示したものである。またB、C線は、カラム・テストと現地実験との関係を対比させて求めたもので、B線は泥厚100cmの現地脱水日数と k_{30} の関係を、C線は泥厚150cmの現地脱水日数と k_{30} の関係を示している（詳細は参考資料2参照）。これを式で表すと次のようになる。

$$T = \frac{\alpha \cdot H}{k_{30}} \quad \dots\dots\dots (4-1)$$

ここに α は泥厚による定数で、 $H=30\text{cm}$ のとき0.7、 $H=100\text{cm}$ のとき0.9、 $H=150\text{cm}$ のとき1.0である。

ただしここで求められる処理日数 T は、施工時期の降雨、気温等の気象条件にも影響され、まだ検討課題を残していることを附記する。今後データを積み重ねて精度の向上を図る必要がある（精度の考察は参考資料2を参照）。

4-2 処理池囲繞堤の構造

囲繞堤の構造には、盛土築堤によるものと護岸タイプによるものが適用される。

(1) 盛土築堤タイプ

このタイプは、良質土を用いて処理池周囲を囲繞築堤するものである。築堤高さは、処理泥厚に余水分を考慮して処理厚プラス30～50cmの余裕を見込んで決定すべきである。

天端巾は、処理厚や管理上見廻り等に使用することを考慮し、断面は破堤や上りの生じないように法勾配に留意して安定なものとする必要がある。法面、天端には配土中に泥水による洗堀や、降雨による崩壊を防止する目的で、ポリフィルム等を用いて法面等の保護を行わなければならない。

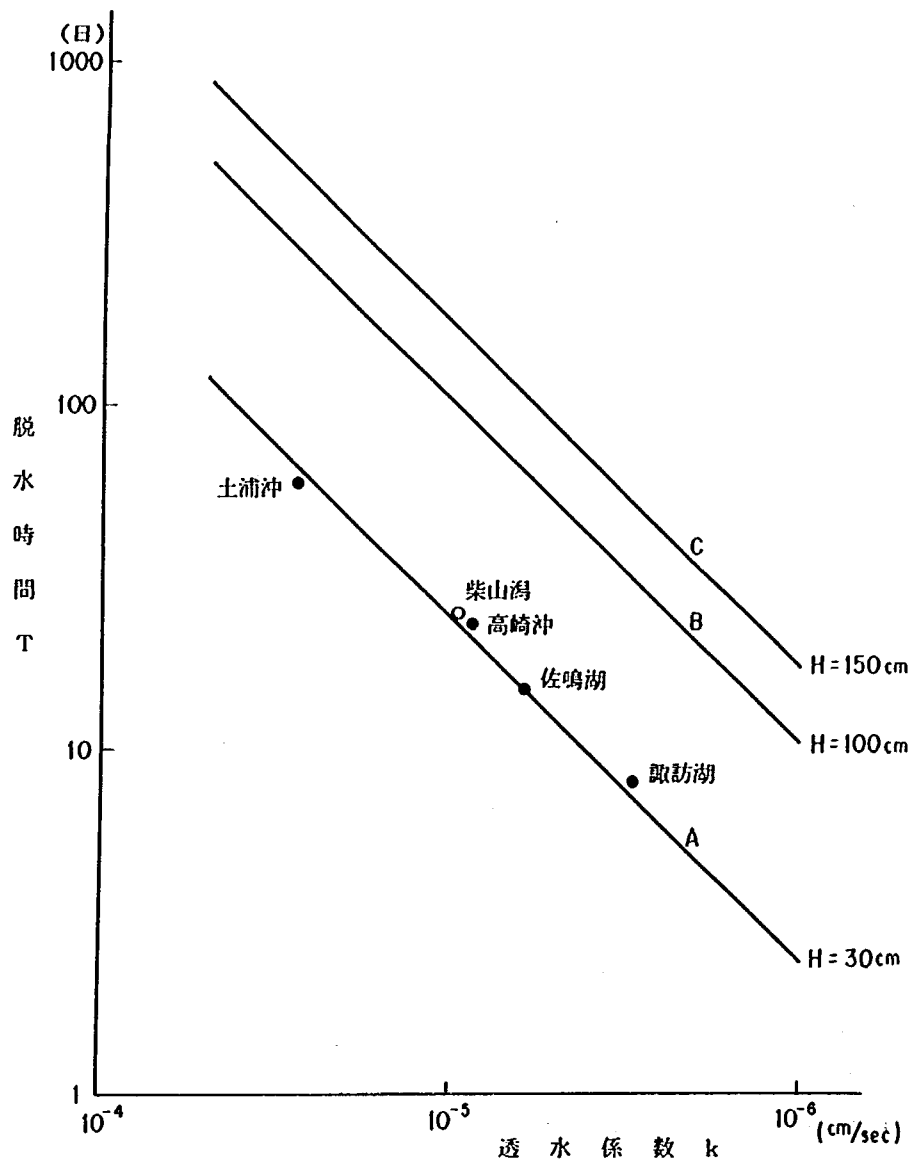
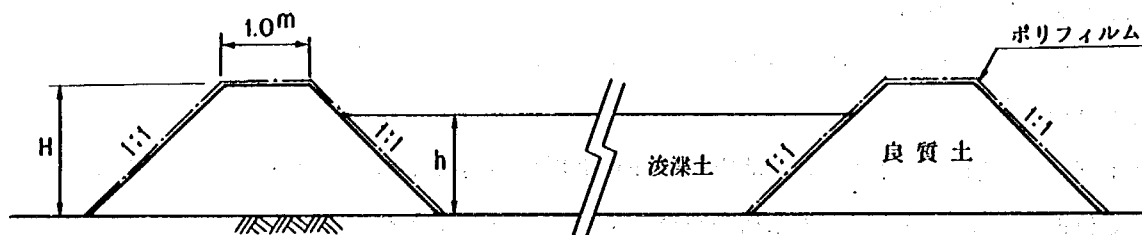


図-4.1

図-4.2 に標準的な囲繞堤の断面を示す。



n ; 配土処理厚 (m), H ; 築堤高 ($n + 0.3 \sim 0.5$ m)

図-4.2 築堤断面略図

(2) 護岸タイプ

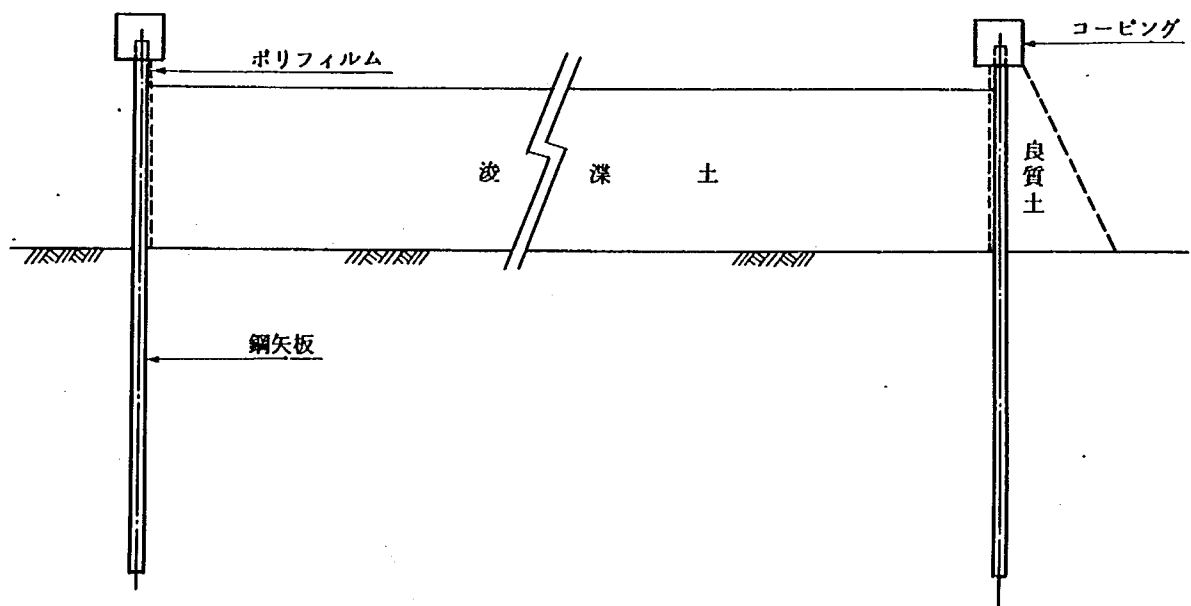
当タイプは、処理池の囲繞を鋼矢板、コンクリート矢板、木矢板および木柵等の矢板型の他に、コンクリート壁構造のものもある。

どの型式にするかは、処理池の地盤特性、処理厚、造成費および使用期間等を総合的に検討して定めるべきである。

矢板のセクションから漏水する場合もあるので、配土前にポリフィルム等を壁面全体に展張するか、矢板背面を良質土で押える方法を講じた方がよい。

鋼矢板天端には、見廻り管理等が可能なようにコーピングを設ける。

図－4.3に鋼矢板タイプの断面図を示す。



図－4.3 鋼矢板タイプ断面図

(3) 築堤タイプと護岸タイプの得失

築堤タイプと護岸タイプを比較すると以下のようなものである。

- 1) 用地面積 …… 築堤タイプの方が堤断面が大きいのでその分、護岸タイプより広い面積を必要とする。
- 2) 耐 用 …… 築堤タイプは構造上耐久性が護岸タイプより劣るので、短期間の使用の場合に適するが、長期間サイクルで使用する場合には、強度等から護岸タイプの方が適する。
- 3) 造 成 費 …… 築堤タイプは後者より安価で、造成期間も短いが、再度使用するとに法面の補修、保護に費用を要する。

4－3 底面排水構造

処理池底面構造には2通りの方法がある。

(1) 全面敷設型

この方法は、底面全体に水の流通が円滑で更に不織布が荷重で屈曲変形しない材質および形状の「排水支持材」を敷設する。排水支持材は、底面にセパレーションされた水を滞留させない、通過性の良好な形状、材質が適する。

排水支持材として栗石、碎石、粗砂、古タイヤ等が使用された例があるが、粗砂の使用例で粗砂が嫌気性の分解によって水質を悪化させたケースがあり、排水支持材には不適である。

(A) 排水支持材選定条件

- 1) 安価で入手が容易なもの
- 2) 再使用が可能で変形しないもの
- 3) 化学的変化がなく、水質等に影響を及ぼさないもの上記の条件を十分検討して選定する。

(B) 施 工

排水支持材は、約20cm厚で底面全体に敷設する。その際外部へ排水するための集水管を設置する。集水管は多孔管に不織布を巻いたものか、同等品を使用し外部排水管と接続させる。排水支持材および集水管（ドレンプাইプ）の設置後、その上部に不織布を全面敷設する。

使用する排水支持材の材質や形状、不織布の物性によっては、敷設時の荷重による屈曲、裂断等を防止する目的で不織布の下部全面に金網等を展張して、補強対策を講ずる必要のあるケースもある。

標準的な断面を図-4.4に示す。

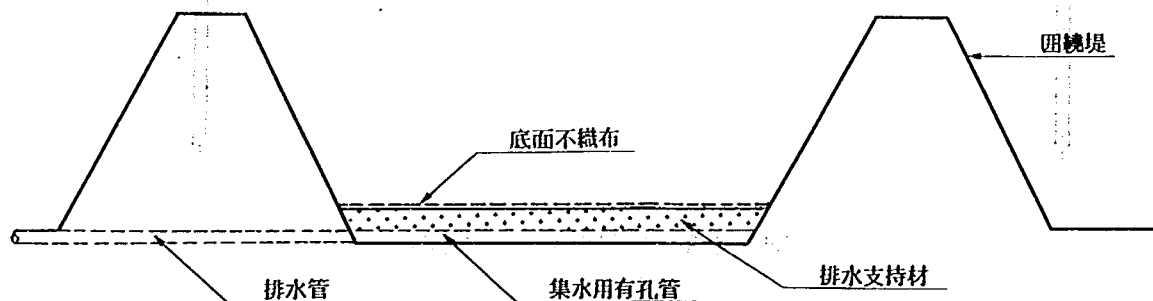


図-4.4 全面敷設型構造断面図

(2) 部分敷設型

この方式は、処理池底面にセパレーションされた水を集水する目的で、不織布巻きの有孔管または同等のドレンプাইプを一定間隔で布設して、外部排出用排水管に接続させる。図-4.5に部分敷設型の構造図を示す。

(3) 全面排水構造と部分排水構造の比較

底面全面排水構造と、部分排水構造を比較すると以下のようなものである。

- 1) 施工性は、後者が簡易で速い。
- 2) 設備費は、後者が低価である。

3) 脱水処理期間, 含水比低下は前者が短く, 速い。

どちらの方式を用いるかは, 諸条件を検討して決定すべきである。

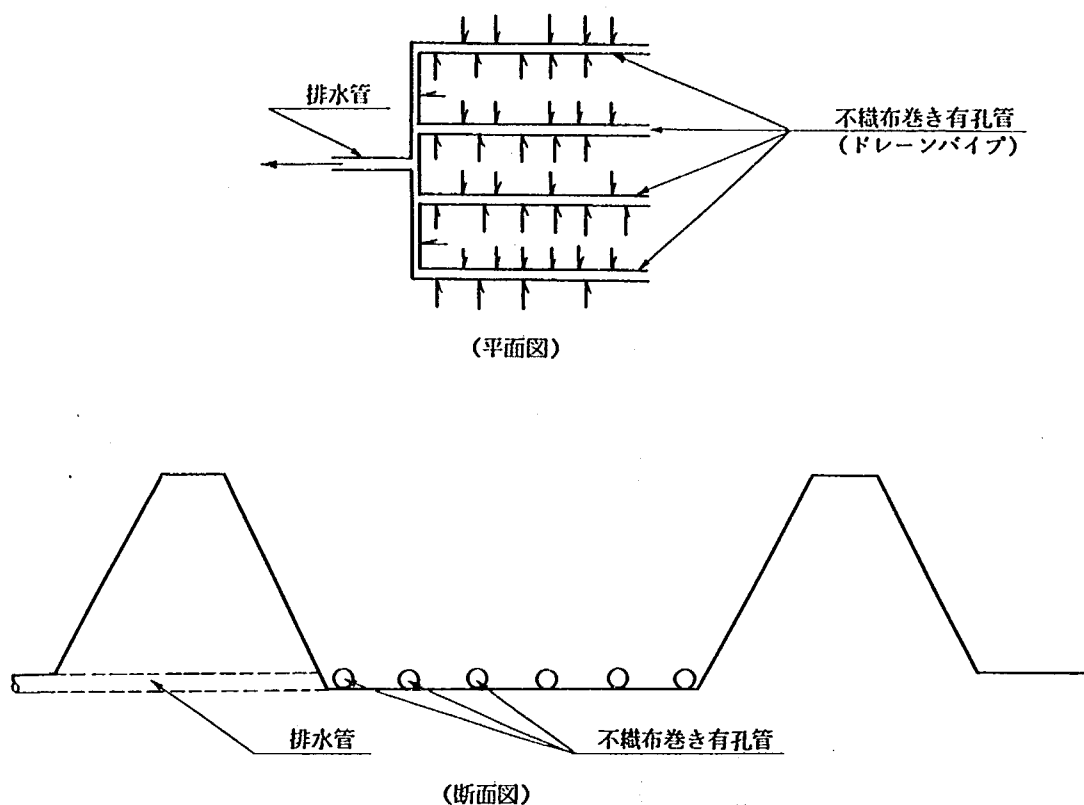


図- 4.5 部分敷設型構造図

4-4 鉛直排水材の設置による脱水期間の短縮

鉛直排水材は, 固液分離や降雨により発生する上水を底面からすみやかに排水し, 土の自重圧密を促進するために設置される。なお鉛直排水材の設置によって土中水の水平方向への移動距離が短縮されるが, 元来土の透水係数がきわめて小さいため, この現象は鉛直排水材の近傍でのみ発生し, 全体としての脱水促進効果は期待できない。

鉛直排水材の設置間隔は, 浚渫土の固液分離に伴う分離水量および降雨量を予測して決定する。不織布の透水係数はおよそ $1 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$, 厚さは 4 mm なので, 例えば 3 m 間隔で設置したとしても, 1 日約 1 cm の上水を排除することが可能である。

ただし, 鉛直排水材をあまり密に設置すると, 配泥・搬出における施工性の低下や, 日陰による蒸発の抑制等を招くことが考えられる。この場合には余水処理装置等との併用を検討する必要がある。

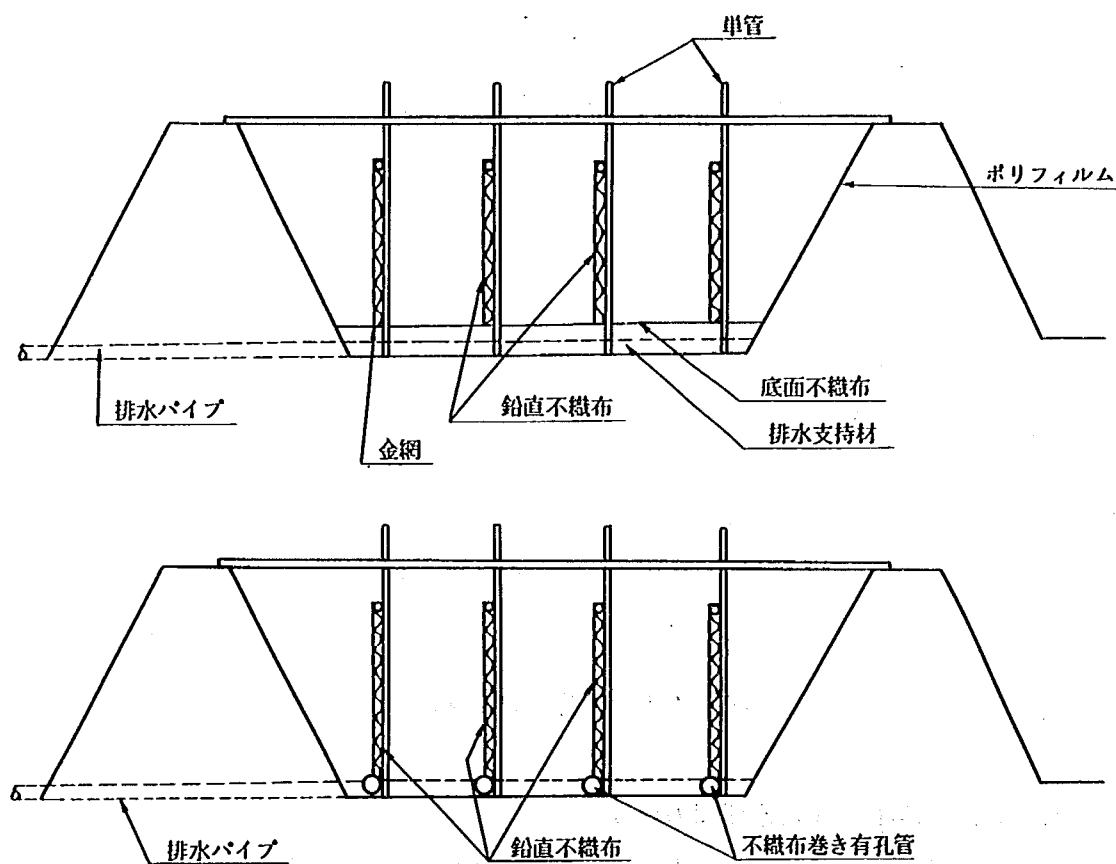
鉛直排水材の設置方法は, 種々考案されているが不織布の形状や物性から不織布単独では設置が困難である。設置方法の例を以下に示す。

処理池内に鋼製単管等で枠組をし, その枠に金綱を設置して不織布を取付ける。金綱は, 不織布が配土中に土圧により屈曲変形を防止することと, 不織布の布厚を補強する目的がある。

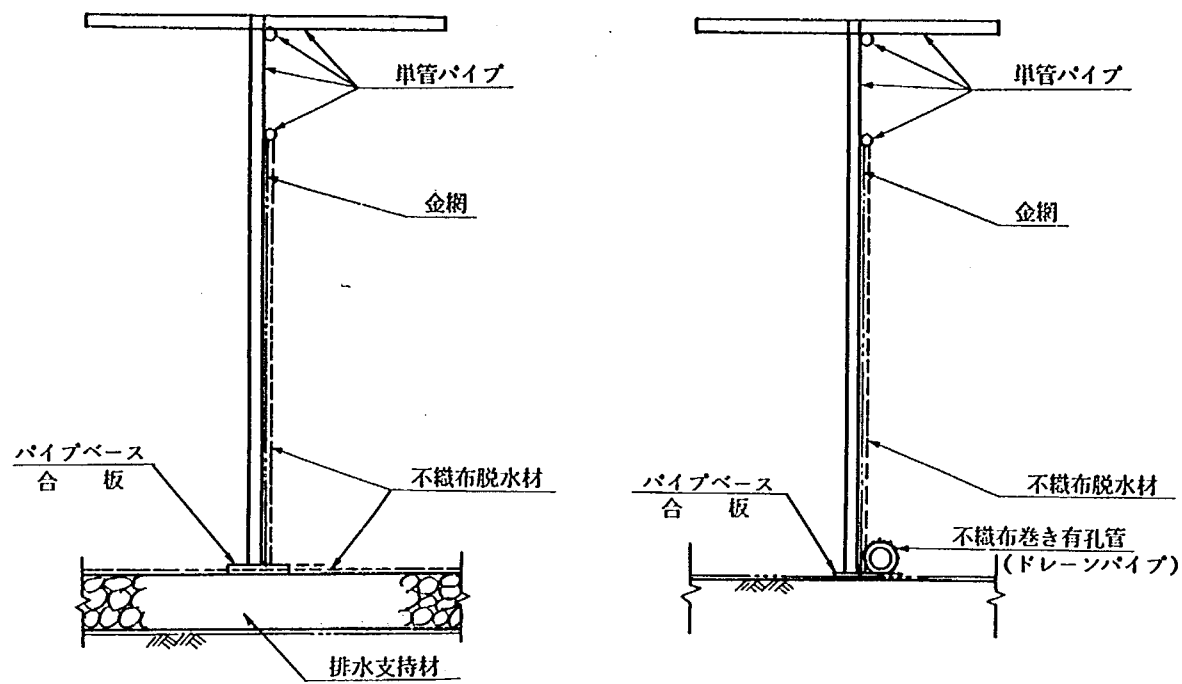
鉛直不織布の下端部は、それぞれ底面部不織布または不織布巻き有孔管（ドレージパイプ）と接続させる。

図－4.6 に断面図，図－4.7 に取付詳細図を示す。

鉛直不織布と底面部不織布または不織布巻き有孔管の接続方法は、素材によって異なるが熱融着等によって行うことができる。



図－4.6 鉛直不織布排水材取付断面図



図－4.7 鉛直不織布脱水材取付詳細図

5. 主な大量浚渫土脱水工法

浚渫土の処理対策工法として、排水乾燥、自然圧密を原理とした土木的脱水工法が一般的に用いられてきた。その後、米国などからの技術導入それらの改良・改善や我が国独自の開発などを経て現在では土木的脱水工法以外にも、機械脱水や固化工法などが浚渫土の処理対策工として用いられるようになってきた。

本章では、これら浚渫土の処理対策工法の中から、大量の浚渫土に用いられる天日乾燥工法、連続トレンチ工法を選定し概要を説明する。そして費用等について底面脱水工法と比較する。

5-1 天日乾燥工法

一般に行われている天日乾燥工法は、処理、処分地において自由水が余水吐から排除された後、自然のエネルギー（太陽熱、風等）を利用して泥中の水分を大気中に蒸発させ脱水するものである。

この工法は、泥表面からの蒸発脱水しか期待できないため、底部の水分まで脱水するには長期間を必要とする。その期間は気象条件のほか浚渫土の土質性状、配泥厚などにより異なる。このため、処理地の有効利用の面では非能率的であるが土地が十分に確保できる場合には最も経済的な工法である。

霞ヶ浦高崎地区における天日乾燥の実績を表-5.1に示す。

表-5.1 天日乾燥工法の実績（霞ヶ浦高崎地区）

年 度		58	59
項 目			
配 泥 厚		1.0 m	1.0 m
処 理 日 数		330 日	270 日
含 水 比	配 泥 時	780 %	1.105 %
	搬 出 時	219 %	220 %
液 性 限 界		225.8 %	250 %

5-2 連続トレンチ工法

この工法は、浚渫後処理・処分地において天日乾燥により比較的早期にあらわれる乾燥クラックすなわちクラスト（Crust）の中にクラストの厚さに相当するトレンチを多数掘削し、このトレンチから表面水を常時排除することによってさらにクラストの進行を促進させクラスト層厚の増大に従ってトレンチを引続き深く掘削していく工法である。

この工法による浚渫土の改良はクラスト自体の乾燥収縮効果およびクラスト下部の浚渫土への有効応力増加による圧密効果から構成され、脱水効果を高める。天日乾燥工法と比較すると浚渫土を所定の含水比にするまでの脱水時間が短縮され、脱水効果は高い。

連続トレンチ工法の実施事例および実験結果を参考資料3に示す。

5-3 工法比較

浚渫土の処理は、現地の諸条件や環境への影響、施工計画、経済性などを考慮し、浚渫土の脱水が迅速且つ十分に行われる最適な脱水工法を選択しなければならない。

浚渫土の脱水工法は各種あり一概に比較することは困難であるが、工法選択の目安として、先に説明した土木的脱水工法について各項目ごとに比較した結果を表-5.2に示す。また底面脱水工法については、造成費算出の一例として、図-5.1の規模の処理ヤードの条件のもとに数量表を作成し、表-5.3に示す。

表-5.2 土木的脱水工法の比較		表-5.3 底面脱水工法の数量表	
項目	単位	項目	単位
1. 脱水機	台	1. 底面脱水機	台
2. 脱水機運転費	円	2. 底面脱水機運転費	円
3. 脱水機運転時間	時間	3. 底面脱水機運転時間	時間
4. 脱水機運転電費	円	4. 底面脱水機運転電費	円
5. 脱水機運転水費	円	5. 底面脱水機運転水費	円
6. 脱水機運転油費	円	6. 底面脱水機運転油費	円
7. 脱水機運転薬費	円	7. 底面脱水機運転薬費	円
8. 脱水機運転材料費	円	8. 底面脱水機運転材料費	円
9. 脱水機運転人件費	円	9. 底面脱水機運転人件費	円
10. 脱水機運転その他	円	10. 底面脱水機運転その他	円

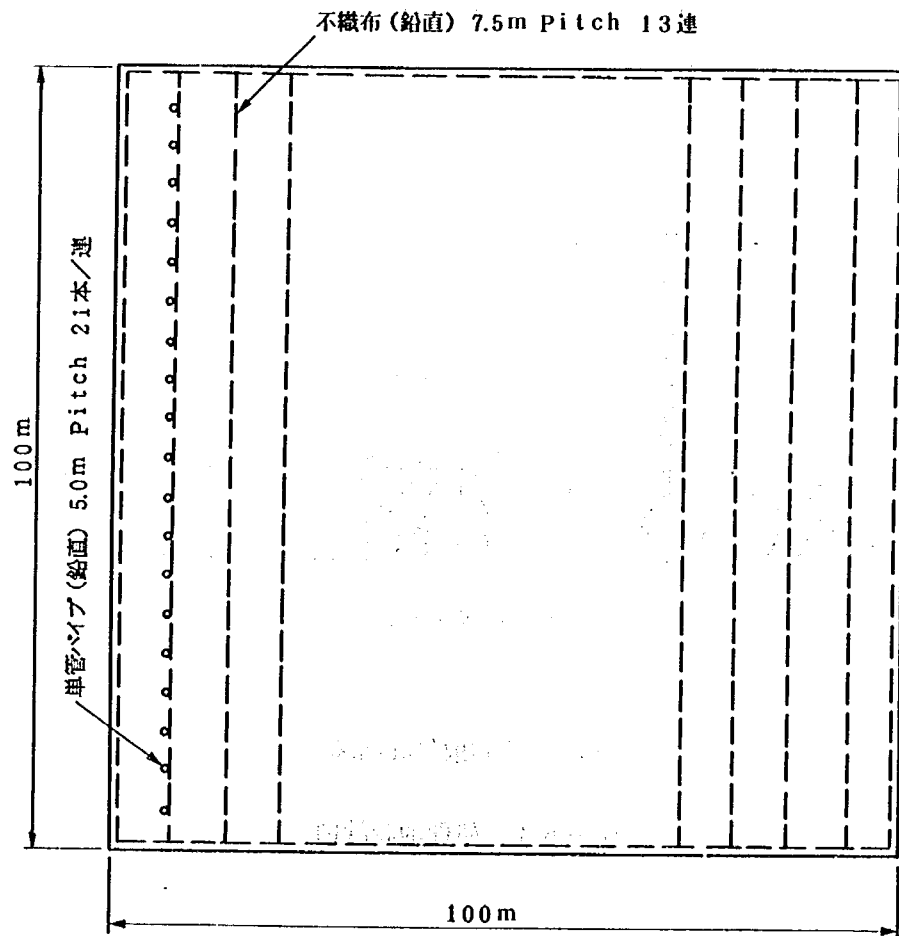
表-5.2 浚渫土の土木的脱水工法の比較

項目 \ 工 法	底 面 脱 水 工 法	連 続 ト レ ン チ 工 法	天 日 乾 燥 工 法
工 法 概 要 図			
処理用地及び関連施設	処理土量を同じとした場合、自然に比して1/3程度	天日乾燥工法に比して処理サイクル1.5倍程度なので面積的には1/2ぐらいですむ	底面脱水工法と比して処理土量を同じとすれば面積は3倍必要となる
浚渫土の脱水効果	連続トレンチ工法の脱水効果に、さらに底面脱水が加わり効果は大きい	自然蒸発と連続トレンチにより脱水効果を高める	泥表面からの蒸発のみしか期待できない
処理土の搬出可能期間	蒸発、重力排水により、連続トレンチ工法に比して、はるかに早期に搬出可能となる	天日乾燥工法よりも早期に搬出可能となる	施工時季により脱水量は異なるが、通常粘性土では約300日程度
経 済 性	・天日乾燥、連続トレンチ工法と同じ設備、規模の場合、処理土量は多くなるので、用地費との関係もあるが、少ない用地（処理池）で対応できる。 ・不織布脱水材の敷設費がかかり、用地費とのかねあいもあるが、天日乾燥工法よりコスト高	・トレンチの回数にもよるが、天日とのサイクル比からいうと1.5倍の処理が出来る ・トレンチ掘削分だけ天日よりコストは高くなる	・脱水に長時間を要するので、用地費のかねあいもあるが、同一処理土量であれば用地は底面に比して3倍必要となる ・用地費が安ければコストは安くなる

底面脱土工法設備池の設計例

設定条件

面 積	10,000 m ²
処理池深さ	1.6 m
揚 泥 厚	1.3 m
浚 渫 土 量	13,000 m ³
処理池造成は含まず	



(a) 処理池平面図

図- 5.1 処理池設計例

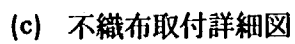


圖-5.1 處理池設計例

① 不織布 (鉛直) 横断 7.5 m Pitch

$$(1.3 \times 0.2) \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 13 \text{ 連} \times 1.05 = 2,048 \text{ m}^2$$

② 不織布 (水平)

$$100 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 1.05 = 10,500 \text{ m}^2$$

③ 金 網

$$(\text{鉛直}) 1.3 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 13 \text{ 連} = 1,690 \text{ m}^2$$

$$(\text{水平}) 100 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 10,000 \text{ m}^2 \quad \text{計 } 11,690 \text{ m}^2$$

④ 単管パイプ

$$(\text{鉛直}) \text{横断 } 7.5 \text{ m Pitch} \quad l = 2.5 \text{ m / 本}$$

$$21 \text{ 本 / 連} \times 13 \text{ 連} = 273 \text{ 本}$$

$$(\text{水平}) l = 5.0 \text{ m / 本}$$

$$20 \text{ 本 / 連} \times 13 \text{ 連} = 260 \text{ 本}$$

⑤ 多孔管

$$(100 \text{ m / 連} \times 15 \text{ 連}) + (100 \text{ m} + 100 \text{ m}) = 1,700 \text{ m}$$

⑥ 排水材 (古タイヤ)

$$100 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} = 1,500 \text{ m}^3$$

表-5.3 底面脱水工法 概算工事費(内訳)

名 称	規 格	数 量	単位	単 価	金 額	備 考
不織布(鉛直)	0.4 m/m	2,048	m ²			
" (水平)	0.15 m/m	10,500	"			
金 網	1×26 m/m	11,690	"			
単 管 パ イ プ	φ=2.5 m	273	本			
"	φ=5.0 m	260	"			
クランプその他		1	式			
多 孔 管	φ100 m/m	1,700	m			
排 水 材	(古タイヤ等)	1,500	m ²			古タイヤ加工代等
不 織 布 布 設		12,548	m ²			0.01人/m ²
金 網 布 設		11,690	"			
単管パイプ枠組		533	本			
多 孔 管 布 設		1,700	m			
砕 石 敷 均 し		1,500	m ²			
雑 工		1	式			
計						

S 61年積算約840円/m²

底面脱水工法 概算工事費(内訳)

名 称	規 格	数 量	単位	単 価	金 額	備 考
不織布(鉛直)	0.4 m/m	700	㎡			1/3 計上
" (水平)	0.15 m/m	10,500	"			
金 網	1 × 26 m/m	11,100	"			水平 100% 鉛直 1/3 計上
単 管 パ イ プ	ℓ = 2.5 m	273	本			損料計上
"	ℓ = 5.0 m	260	"			"
ク ラ ン プ		1	式			"
多 孔 管	φ 100 m/m	560	m			1/3 計上
排 水 材	(古タイヤ等)	500	㎡			古タイヤ 30%加 加工保給
不 織 布 布 設		12,548	㎡			
金 網 布 設		11,690	"			
単管パイプ枠組		533	本			
多 孔 管 布 設		1,700	m			
砕 石 敷 均 し		1,500	㎡			
雑 工		1	式			
計						
約 680 円 / ㎡						

5 章 今後の検討課題

底面脱水処理地の計画において最も重要なことは、処理地にいれた後搬出可能となる日数の把握である。この把握の簡便方法として室内カラム試験から求めることを提案し、その試験方法、算出方法について第4章で論じた。だがそれより求める日数は第4章でも論じているように、データ数の少ない今日、その評価を断言することはできない。今後データの集積を図り、最終的な評価を行う必要がある。

おわりに

本研究は、昭和57年度より始まった総合開発プロジェクト「湖沼の総合的水管理技術の開発に関する研究」の中で、(社)底質浄化協会に委託し浚渫土底面脱水工法開発委員会を組織して進めていったものである。委員会の中で京都大学嘉門雅史助教授、横浜国立大学今井五郎助教授をはじめ、委員各位の助言があったことを附記するとともに感謝致します。また研究を進めるにあたって建設省霞ヶ浦工事々務所より資料の提供があったこと、(社)底質浄化協会より技術協力があったことを記すとともに謝意を表します。なお、本報告書の最終的な整理にあたって都市河川研究室鈴木研司研究員の尽力があったことを附記致します。

参 考 文 献

本手引（案）の作成に当り参考とした文献は以下の通りである。

1. 霞ヶ浦底泥浚渫土脱水実験業務報告書
S 59. 3 建設省霞ヶ浦工事々務所 社団法人 底質浄化協会
2. 霞ヶ浦底泥浚渫土脱水実験業務委託報告書
S 60. 3 建設省霞ヶ浦工事々務所 社団法人 底質浄化協会
3. 霞ヶ浦底泥浚渫土脱水実験業務委託報告書
S 61. 3 建設省霞ヶ浦工事々務所 社団法人 底質浄化協会
4. 河川環境整備事業に伴う浚渫底泥脱水処理（土木） 長野県 S 57 年度（S 58. 3）
5. 鳥屋野潟底質調査業務（浚渫土の底面脱水試験） 新潟県 S 58 年度（S 59. 3）
6. 第10回 底質浄化技術セミナー S 60. 3 月テキスト 社団法人 底質浄化協会
連続トレンチ工法による浚渫土の脱水について 技術委員会 井上隆寿
7. 第9回 底質浄化技術セミナー S 59. 3 月テスト 社団法人 底質浄化協会
津・松阪港公害防止対策事業志登茂川埋立地におけるトレンチ工法及び覆土工事
技術委員会 井上隆寿

参考資料 1 既存実験結果

1) 建設省土木研究所の実験

建設省土木研究所では、昭和58年度から3年にわたって、タンク・テストおよびカラム・テストを実施し、浚渫土の特性と脱水効果の関係の検討を行った。その概要を表-1に示す。この実験により得られた知見を要約すると以下の通りである。

i) 58年度実験結果より

- ① 浚渫土の粒度分布の違いによる脱水効果への影響は見られない。
- ② 凝集剤の添加は、脱水促進の面では効果がない。
- ③ 上水の発生は脱水効果を阻害する。

ii) 59年度調査結果より

- ① 霞ヶ浦浚渫土（高崎沖、土浦沖）に比べ諏訪湖浚渫土の方が脱水速度が大きい。これは高含水時の透水係数の違いによるものと判断された。
- ② 鉛直布の設置による脱水促進効果が若干ながら確認された。

iii) 60年度調査結果については、次の巻末資料2、カラム・テストで詳説する。

2) 霞ヶ浦現地試験結果

建設省霞ヶ浦工事事務所では、高崎沖浚渫土を対象に、58年度から3年にわたって底面脱水現地試験を実施している。その概要を以下に紹介する（表-2）。

i) 58年度調査結果

実験池の構造を図-1に示す。実験結果を要約すると以下の通りである。

- ① 配泥時の含水比を変化させたケースでみると、配泥時に高含水比の場合の方が脱水速度が速い。ただし最終の処理土量は低含水比の場合の方が多く、両者の得失は判定できない。
- ② 凝集剤添加は脱水効果には影響しないが、初期の排水水質改善に効果を発揮する。

ii) 59年度調査結果

実験池の構造を図-2に示す。実験結果を要約すると以下の通りである。

- ① 底面に全面不織布を敷設したものの方が、多孔管方式より脱水効果が大きい。
- ② 鉛直管は周辺部において効果が認められたが全体としては大きな効果が見られなかった。
- ③ 初殻による脱水方式は、初殻が嫌気性分解を起こし、水質に問題がある。従って、分解を起こさない排水材を使用する必要がある。

iii) 60年度調査結果

実験池の構造を図-3に示す。実験結果を要約すると以下の通りである。

- ① 鉛直布は、雨水及び分離水の排除に有効である。この場合、鉛直布は2列で十分である。
- ② 鉛直布は底面からの排水水質が嫌気性になり水質が悪化するのを防止する。
- ③ 底面に全面不織布を敷設した場合、底部に排水用の多孔管を設置しても効果は見られなかった。

一、研究目的と意義

本研究は、日本の経済成長と社会変革の背景にある要因を明らかにし、今後の政策立案に資することを目的とする。特に、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。

本研究の意義は、過去の社会政策の効果を評価し、現在の社会課題に対する政策の改善に貢献することにある。また、国際的な視点から日本の社会政策を比較検討し、他国からの教訓を学ぶことも目的とする。

本研究は、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。特に、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。また、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。

本研究は、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。特に、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。

本研究は、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。特に、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。

二、研究の範囲と対象

本研究は、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。特に、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。また、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。

三、研究方法

本研究は、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。特に、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。また、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。

四、研究結果

本研究は、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。特に、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。また、戦後高度経済成長期の社会政策の役割と、その変遷を重点的に検討する。

表-1 昭和58～60年度 諸試験調査結果の概要

調 査 年 度		58 年 度				59 年 度							60 年 度											
実 施 月 日		水 槽 実 験				水 槽 実 験							室 内 実 験											
目 的		58.12 / 14 ~ 59.3/15																						
目 的		浚渫土の粒度分布と脱水効果の関係を明らかにする。粒度調整用に砂を用いた。				霞ヶ浦および諏訪湖の浚渫土を用い、その性状、不織布の密度の違いによる脱水特性について調査し、適正な条件について検討した。							底面脱水処理池設計に必要な条件を設定するための簡易な室内試験法を確立することを目的とした。 試料は霞ヶ浦（高崎沖・土浦沖）、諏訪湖、佐鳴湖、柴山潟の湖沼泥を用いた。											
実験設備	規 模	幅 1,300 mm×長さ 2,400 mm×高さ 1,230 mm 容積 3.84 m ³ の長方形水槽				58年度水槽試験に同じ							内径 190 mm ×高さ（ 300 ~ 1,200 mm ）の円筒											
	基 数 No	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	No	1	2	3	4	5	6	7	8			
実験条件	浚 渫 土	土 浦 沖 浚 渫 土				土浦沖	諏訪湖	土浦沖		高崎沖	土浦沖	諏訪湖	浚渫土	高 崎 沖	土 浦 沖	諏 訪 湖	佐 鳴 湖	柴 山 潟						
	凝 集 剤 他	な し	あ り *	砂（20%） あ り *	砂（20%） な し	土浦沖, 高崎沖 P A C 500ppm+ポリマー 25 ppm 諏訪湖 P A C 100ppm+ポリマー 3 ppm							泥厚 cm	100	①	—	—	⑦	—	—	—	—		
	脱水部	鉛直（枚）	1		な し		1	2	な し		2	中間に金網		50	②	—	—	⑧	—	⑫	—			
			1		な し		1	2	な し		2	中間に金網		30	③	⑤	⑥	⑨	⑪	⑬	⑮			
1			な し		1	2	な し		2	中間に金網		15		④	—	—	⑩	—	⑭	—				
基本性状	底面（枚）	1				1							凝集剤	なし	あり	なし	なし	あり	なし	なし	なし	なし		
	蓋												蓋	あり	あり	なし	あり	あり	あ り	あ り	あ り			
	含 水 比（％）	976	935	872	783	813.8	909.6	557.5	709.1	1,183.2	559.7	1,193.8		（ 728.4 ）		774.6		440.7		584.2		384.4		
	比 重 —	2,442	2,622	2,560	2,544	2,625	2,591	—	—	2,553	—	—		（ 2,484 ）		2,523		2,458		2,507		2,454		
単位体積重量（g/cm ³ ）	1,060	1,070	1,074	1,073	1,047	1,043	1,031	1,053	1,034	1,082	1,031	（ 1,077 ）		1,084		1,128		1,078		1,141				
粒度（砂分）（％）	1	1	19.5	19.3	14	2	—	—	2	—	—	（ 1.8 ）		5.3		2.1		2.3		1.2				
液 性 限 界（％）	115.9	145.7	120.3	106.7	148.0	196.4	—	—	259.0	—	—	（ 286.5 ）		248.2		203.3		216.9		171.0				
塑 性 限 界（％）	37.6	47.8	41.7	39.0	70.3	58.7	—	—	65.2	—	—	（ 84.3 ）		106.1		91.7		93.6		92.5				
収 縮 限 界（％）	塑 性 指 数 —	78.3	108.9	78.6	67.7	77.7	137.7	—	—	193.8	—	—	（ 202.2 ）		142.1		111.6		123.3		78.5			
	収 縮 限 界（％）	27.7	37.8	29.6	29.3	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—		—		—			
含 泥 率(%)													見掛含泥率20%に調製後20時間静置し、分離水を除いて使用											
底面部からの排水	排水量	0～33日, hr(上段), ℓ (下段)				0～50日 (ℓ)							泥厚30cm 脱水量ml (水面—泥面)日	3,189 ^{ml} /9日		4,700 ^{ml} /48日		3,057 ^{ml} /3日		3,570 ^{ml} /7日		3,031 ^{ml} /11日		
		299	298	466.8	497																			
		1,803	1,982	2,348	1,463	1,735	1,941	1,752	1,699	1,425	1,583	977												
	水 質 (pH以外) mg / ℓ	—				—							泥厚 30 cm	項目										
浚渫土の沈下量		初期泥面H ₁ , 経過t時間の水面H ₂ , 泥面H ₃ として測定				0～63日後の体積収縮率（％） 70.3 73.8 70.7 66.4 68.7 64.4 77.7								泥 厚 30 cm			0～10日後の沈下率＊2							
															0.44		0.56		0.43		0.50		0.39	
浚渫土の含水比(%)	33日（上段） 平均（下段） 上層 / 下層				63日上下平均							泥厚30cm 最終含水比 経過日数	315.7 [%] /23日		262.7 [%] /61日		236.0 [%] /11日		255.7 [%] /17日		198.0 [%] /17日			
	290	345	350	237																				
	(331/262)	(443/291)	(363/329)	(300/191)	170.9	173.7	156.7	144.0	256.3	171.3	175.6													
脱 水 効 果						・ 諏訪湖, 高崎沖浚渫土, 土浦沖浚渫土(鉛直布あり)は 2 カ月で搬出可能																		
そ の 他		簡易ベーン試験実施（No 1～No 4 上下）脱水終了後の透水係数 ＊ポリマー25ppm, P A C 500ppm				液生指数, 間隙比, 飽和度測定 透水試験, No 2 上中下, No 4 表, No 14, 14cm 下																		

1. *Chlorophyll a* (Chl *a*)

[illegible]

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

...and the

表-2 霞ヶ浦現地実験結果

調 査 年 度		58 年 度				59 年 度				60 年 度			
実 施 月 日		現 地 実 験				現 地 実 験				現 地 実 験			
目 的		経済的な土木的脱水工法の一つに底面脱水工法がある。鉛直透水管に不織布を用いた脱水効果とその実用性について検討した。脱水ろ液の性状についても検討した。				従来の天日乾燥工法と対比することを目的とした。対照区は高崎地区A処理地とした。各種の排水法、支持材と排水水質等の検討を実施した。				鉛直透水管の密度と脱水効果の確認と支持材の有効利用に関する検討を行った。			
実験設備	規 模	底面 12.0 m×6.0 m 表面 15.2 m×9.2 m, 築堤高 1.5 m 130 m ² (1.3 m泥面)				58年度現地実験に同じ				58年度現地実験に同じ			
	基 数 No	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
実験条件	浚 渫 土	高 含 泥		低 含 泥		高 含 泥				高 含 泥			
	凝 集 剤 他	な し	あ り	な し	あ り	な し				な し			
	脱水部	鉛直 (枚)	1×4 多孔管				1×4	2×4	2×4	2×4 多孔管	な し	1×2	1×2
底面 (枚)		な し				多 孔 管		もみがら多孔管		不織布+タイヤ		多孔管+不織布+タイヤ	
基 本 性 状	含 水 比 (%)	1,089.7	718.3	5,045.4	4,622.2	831.8	797.7	808.7	810.1	698.5	674.5	750.1	685.9
	比 重 -	2,508	2,517	2,502	2,489	2,547	2,440	2,553	2,529.9	2,512	2,520	2,527.7	2,510
	単位体積重量 (g/cm ³)	1,085	1,084	1,010	1,101	1,069	1,064	1,061	2,064.4	1,033	1,037	1,042	1,055
	粒 度 -	1	1	1	1	-	0	-	-	1	2	1	1
	液 性 限 界 (%)	225.8	274.8	240.0	236.3	250.0	232.2	259.0	263.5	152.8	143.3	178.3	159.7
	塑 性 限 界 (%)	82.2	89.7	64.7	87.3	74.4	72.3	65.2	69.0	79.7	85.0	81.2	79.4
	塑 性 指 数 (%)	143.6	185.1	175.3	149.0	175.6	159.9	193.8	194.5	73.1	58.3	97.1	80.3
	収 縮 限 界 (%)	40.1	40.3	42.2	46.1	42.6	41.3	41.8	41.7	34.9	37.4	36.6	33.0
含 泥 率 (%)		64	65.5	19.5	16.0	68.0/68.0	64.5/68.0	69.4/65.4	67.0/67.4	48.8/76.7	60.4/76.3	56.2/73.0	69.3/72.6
底面部からの排水	排水量 m ³	30~60日 (m ³)				114日 (m ³)							
		40.1	49.6	32.5	88.2	34.5	33.0	45.5	44.0				
	水 質 (pH以外) mg / ℓ	1 h~40日, 各No.3回測定				T-N (上段), T-P (下段), (1 hr~80日)				1 h~40日			
		P H 6~7, S S (50~1),								T-N (上段), T-P (下段)			
		C O D (44~3), T-N (6~3), T-P (0.24~1.05)				6~3	6~3	10~15	15~19	3~11	3~6	3~5	4~45
浚 渫 土 の 沈 下 量		0~114日の沈下率*2				0~99日の沈下率*2							
		0.41	0.46	0.66	0.79	0.41	0.40	0.50	0.45				
浚 渫 土 の 含 水 比 (%)		28日 (上段), 114日 (下段), (全平均)				114日上中下平均							
		593	550	705	599								
		316	312	476	283	307.1	300.5	248.8	240.3				
脱 水 効 果		●凝集剤ありの実験池のみ, 4カ月で搬出可能な含水比になった。				●不織布2面4列, 初穀+多孔管 (No.3池) 及び不織布2面4列+多孔管, 初穀+多孔管 (No.4池) により処理した底泥は, 4カ月で搬出可能							
そ の 他		不織布の選定, 凝集剤の選定 クラック, クラスト層厚測定 (28~126日迄) コーン支持力測定 ベーン試験 (No.1~No.4 上下及び高崎 A 処理地) *2 ΔH / H ₀ 沈下率											

* 粒度は砂以上

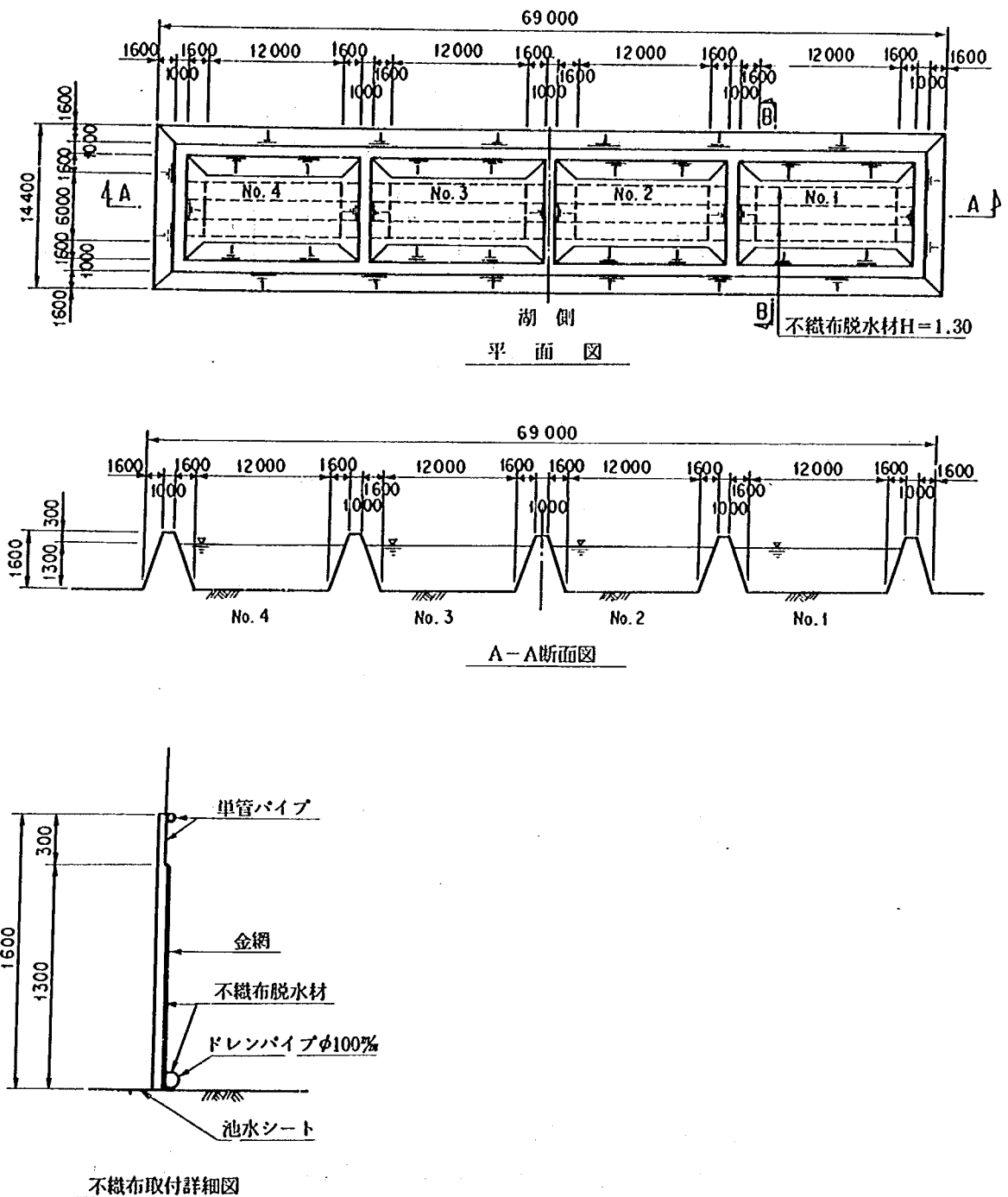


図-1 昭和58年度実験池構造

3) 諏訪湖、鳥屋野潟での実験

実験の概要を表-3に示す。

i) 諏訪湖実験結果

実験池の構造を図-4に、実験結果の概要を表-4に示す。本文でも紹介したように、諏訪湖浚渫土の場合の底面脱排水工法の効果は大きく、わずか30日で搬出可能という好結果を得た。

ii) 鳥屋野潟実験結果

試験池の平面図を図-5に、含水比調査結果を表-5、図-6に示す。この実験は底面排水構造による脱水効果の相違を見たものである。実験結果より、鳥屋野潟浚渫土では底面排水構造の相違は脱水

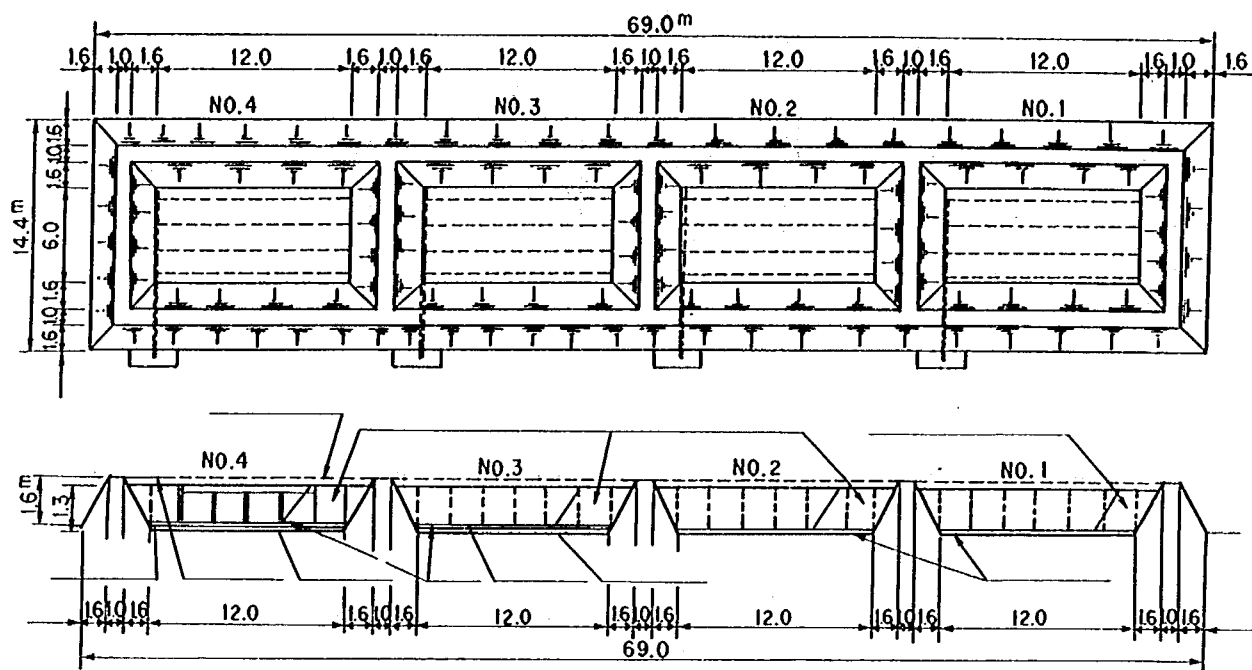


図-2 実験池平面及び断面図

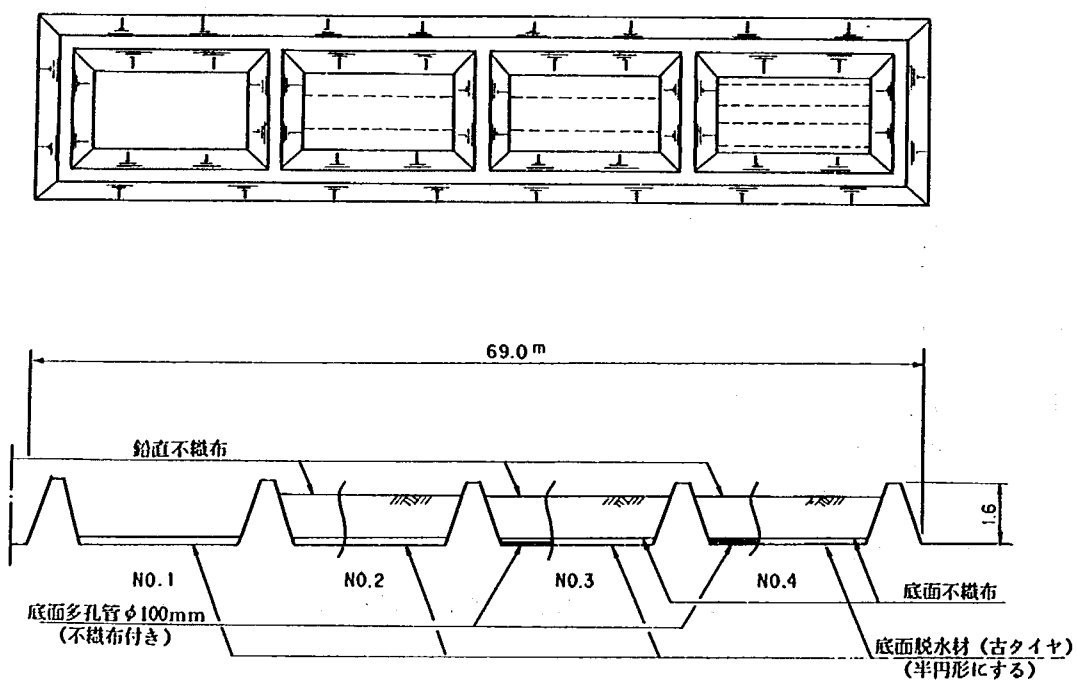
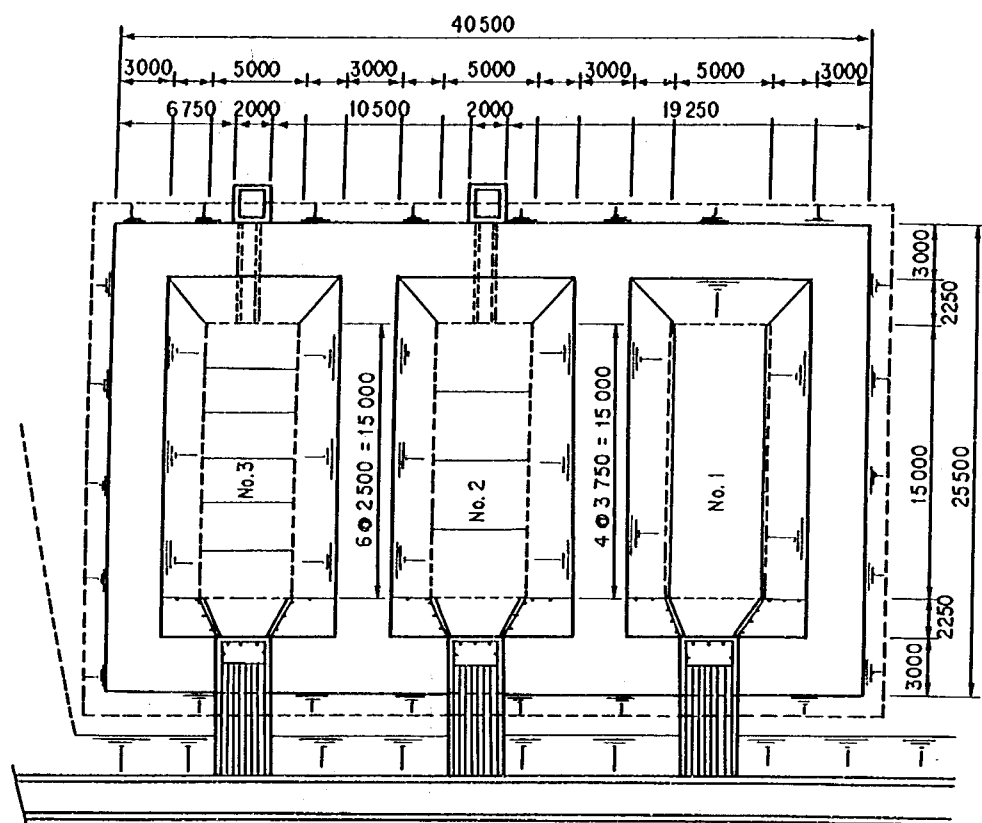


図-3 実験池概略図

表-3 諏訪湖、鳥屋野潟における底面脱水工法結果

名 称			諏 訪 湖			鳥 屋 野 潟		
調 査 年 度			57 年 度			59 年 度		
実 施 月 日			57. 8/25 ~ 58. 2/10			59. 3/15 ~ 59. 8/12		
目 的			経済的な土木的脱水工法の一つに底面脱水工法がある。鉛直透水管に不織布を用いた脱水効果をその実用性について検討した。脱水ろ液の性状についても検討した。					
実験設備	規 模		底面 15.0 m × 5.0 m 表面 19.5 m × 9.5 m, 築堤高 1.8 m 234 m ² (1.5 m泥面)			底面 15.0 m × 5.5 m 表面 21.0 m × 11.5 m, 築堤高 2.0 m 324 m ² (1.5 m泥面)		
	基 数 No		1 (天日乾燥用)	2 (底 面)	3 (底面+連続トレンチ)	1	2	
実験条件	浚 渫 土		岡谷市小坂地先					
	凝 集 剤 他		PAC 500 ppm + ポリマー 4 ppm			地山 1 m ² 当り PAC 28kg/m ² + ポリマー 30g / m ²		
	脱水部	鉛 直 (枚)	な し	不織布 1 枚 3 列	不織布 1 枚 5 列	不織布 1 枚 4 列	不織布 1 枚 4 列	
底 面 (枚)		な し	不織布 1 枚 栗石	不織布 1 枚 栗石	不織布 1 枚 碎石	多 孔 管		
基本性状	含 水 比 (%)		1,111	1,245	1,236	645.6	657.6	
	比 重		2,496	2,491	2,489	2,362	2,253	
	単位体積重量 (g / cm ³)		1,050	1,032	1,032	1,107	1,082	
	粒 度		1	1	1	28	17.7	
	液 性 限 界 (%)		237.6	245.0	239.2	129.4	166.7	
	塑 性 限 界 (%)		102.8	104.2	104.0	70.8	76.1	
	塑 性 指 数 (%)		134.8	140.8	135.2	58.6	90.6	
	収 縮 限 界 (%)		79.6	72.4	80.0	41.8	42.1	
含 泥 率 (%)			15	12	10	—	—	
底 面 部 からの	排 水 量 m ³	0 ~ 34 日 (m ³)				0 ~ 50 日 (m ³)		
		—	45.0	45.3	110.8	83.3		
	水 質 pH 以外 mg / l	0 h ~ 2 日, 各 No 6 回測定				0 h ~ 5 日, 各 No 5 回測定		
		PH — , SS (28 ~ 2), COD (—), T-N (—), T-P (—)				PH — , SS (27 ~ 2), COD (—), T-N (—), T-P (—)		
浚 渫 土 の 沈 下 量			0 ~ 48 日の沈下率 * 2			0 ~ 50 日の沈下率 * 2		
			0.26	0.46	0.45	0.252	0.250	
浚 渫 土 の 含 水 比 (%)			11 日 (上 段) , 48 日 (下 段) , (全 平 均)			30 日 (上 段) 150 日 (下 段) , (全 平 均)		
			495.7	311.7	301.3	296.2	290.4	
			360.0	251.3	237.0	203.7	200.3	
そ の 他 * 1 砂 以 上			クラック, クラスト層厚測定 (5 ~ 25 日迄) コーン支持力測定 一軸圧縮強度測定 * 2 ΔH / H ₀ 沈下率			クラック, クラスト厚測定 (19 ~ 50 日迄) コーン支持力測定 一軸圧縮強度測定 * 2 ΔH / H ₀ 沈下率		

効果に影響しないと判断された。



No. 1 天日乾燥用

No. 2 不織布底面+鉛直面部3列

No. 3 不織布底面+鉛直面部5列+トレンチ工

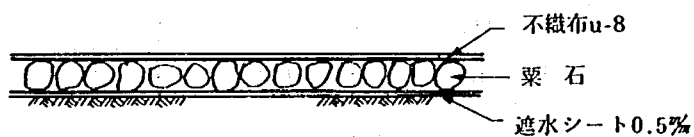
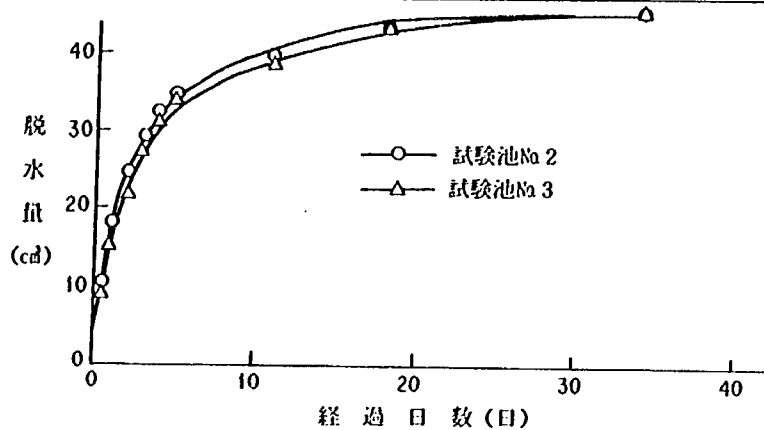
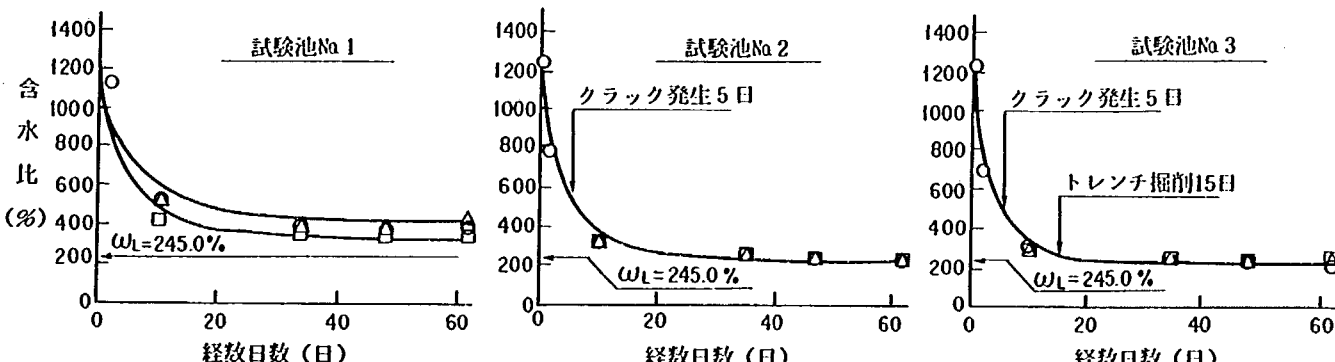
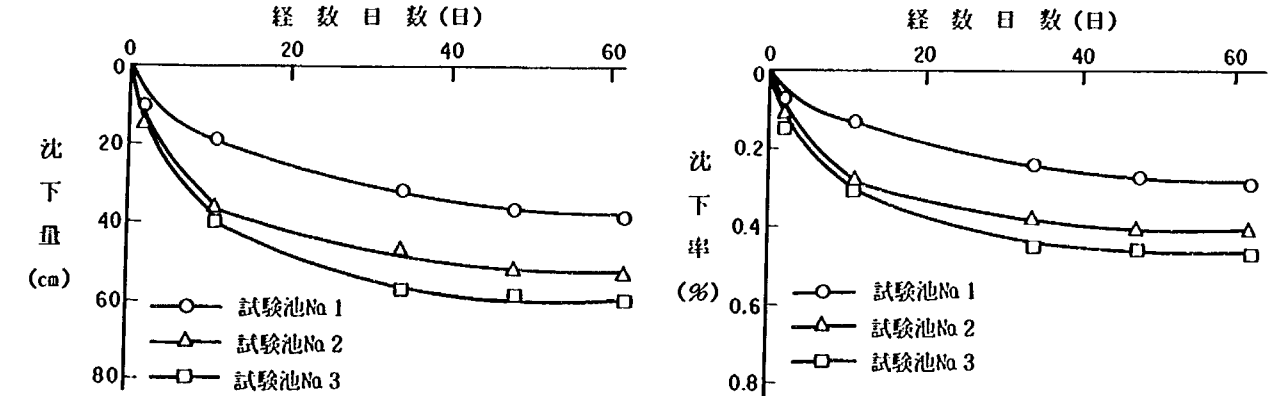
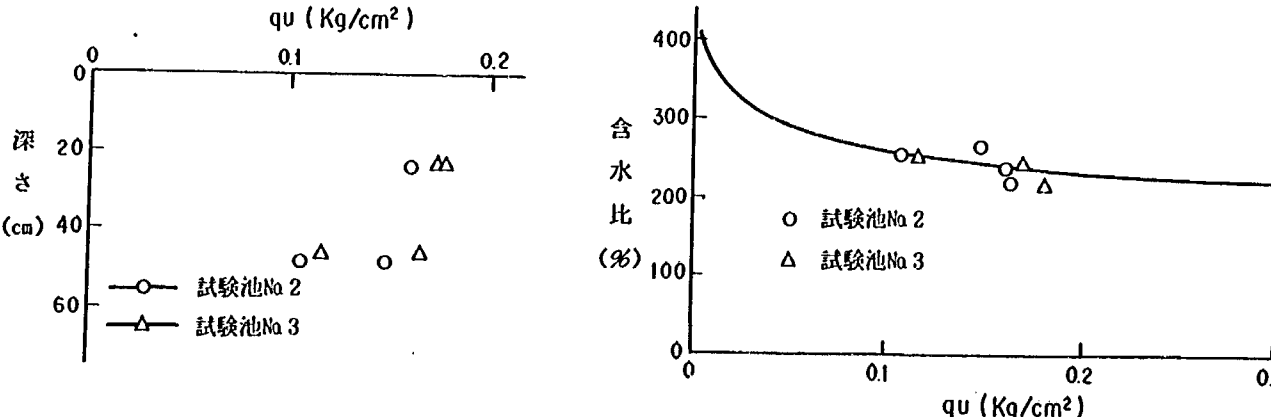


図-4 試験池平面図

表-4 調査結果一覧表

調査項目	試 験 結 果			考 察	備 考																							
脱 水 量 及 び 水 質		<table><tr><th>試験池 経過日数</th><th>2</th><th>3</th><th>備 考</th></tr><tr><td>0 nr</td><td>100 mg/l</td><td>28 mg/l</td><td rowspan="6">Na 3 48 hr 後 pH 6.5 COD_{Mn} 2 mg/l n - Hex 1 mg/l</td></tr><tr><td>1</td><td>24</td><td>14</td></tr><tr><td>6</td><td>20</td><td>8</td></tr><tr><td>24</td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>30</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>48</td><td>2</td><td>2</td></tr></table>	試験池 経過日数	2	3	備 考	0 nr	100 mg/l	28 mg/l	Na 3 48 hr 後 pH 6.5 COD _{Mn} 2 mg/l n - Hex 1 mg/l	1	24	14	6	20	8	24	4	3	30	3	2	48	2	2	脱水速度 Na 2 0.093 ml/ml/day Na 3 0.089 ml/ml/day	- 不織布脱水材の鉛直面枚数による脱水速度の変化はあまり見られなかった。 - 底面排水のSS濃度をみると、Na 2 試験池では、排水開始初期はNa 3 試験池よりもSS濃度が高くなっており、排水開始初期に泥水が不織布排水面を通過せず、漏水により、直接排水樹に流れ込んだことが考えられる。	
試験池 経過日数	2	3	備 考																									
0 nr	100 mg/l	28 mg/l	Na 3 48 hr 後 pH 6.5 COD _{Mn} 2 mg/l n - Hex 1 mg/l																									
1	24	14																										
6	20	8																										
24	4	3																										
30	3	2																										
48	2	2																										
含 水 比		- 試験池Na 2 及びNa 3 は、排水後11日には、ほとんど含水比の低下は終了しており、それ以降はほとんど含水比の低下はみられなかった。 - 含水比の低下 試験池Na 3 > Na 2 - クラック発生時含水比 (1.8 w = 441%) 試験池Na 2 w = 500 % Na 3 w = 450 % - 試験池Na 1 (天日) は試験池Na 2 及びNa 3 より含水比の低下は遅い。	- 不織布脱水材の脱水効果が確認された。 - 不織布脱水材の鉛直面枚数による脱水効果にやや差がみられた。																									
沈 下 量		沈下量及び沈下率は、試験池Na 3 > 試験池Na 2 > 試験池Na 1 の順で小さくなっている。	- 不織布脱水効果が確認された。 - 不織布脱水材の鉛直面枚数による脱水効果に大きな差がみられた。																									
含 水 比 と 掘 削 運 搬		- 排水開始62日後の底泥の一軸圧縮強度 試験池Na 2 qu = 0.11~0.16kg/cm² 試験池Na 3 qu = 0.12~0.18kg/cm² - 底泥の一軸圧縮強度は試験池Na 3 の方が試験池Na 2 よりやや大きい。 $w = -91.97 \log qu + 166.36$	- 諏訪湖底泥の掘削運搬可能含水比及び一軸圧縮強度は、 w = 219 ~ 263 % , qu = 0.106 ~ 0.179 kg/cm² である。 - 液性限界との関係で求めると $w = (1.07 \sim 0.89) w <$ となる。																									

(195 m²)



E - 2

図-5 試験池平面図

試驗池	測定位置	經過日数	0 日目	2 日目	5 日目	10 日目	30 日目	50 日目	100 日目	150 日目
			S59.3. 15	3. 17	3. 20	3. 25	4. 14	5. 4	6. 23	8. 12
E - 1 (全面脱水)	表 層	645.6	492.3	422.3	425.7	303.8	276.5	251.4	203.7	
	中 層		510.8	411.6	373.0	324.6	318.3	—	—	
	下 層		437.9	383.2	355.1	260.2	281.5	—	—	
	平 均	645.6	480.3	405.7	384.6	295.2	292.1	251.4	203.7	
E - 2 (部分脱水)	表 層	657.6	544.4	467.8	391.5	300.4	240.4	237.5	200.3	
	中 層		431.9	391.4	369.1	305.3	267.6	—	—	
	下 層		401.6	255.4	308.0	265.4	231.2	—	—	
	平 均	667.6	459.3	371.9	356.2	290.4	245.4	237.5	200.3	

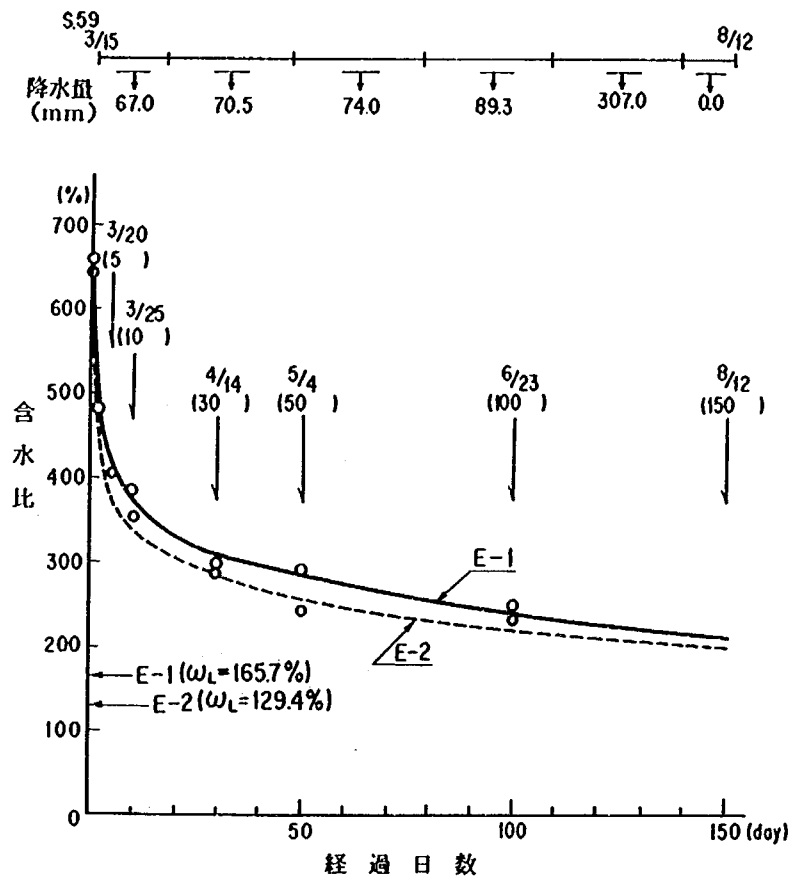


図-6 含水比の経日変化

参考資料 2. カラム・テスト

目 次

1. 目 的	79
2. 試験装置	80
3. 試験内容	80
4. 試験方法	81
5. 試験結果	82
5－1. 基本性状試験	82
5－2. 脱水特性試験	82
6. 考 察	108
6－1. 上水厚, 泥厚, 透水係数について	108
6－2. 試料高さの検討	108
6－3. 透水係数と脱水期間の関係について	110
7. 資 料	113

1. 目 的

浚渫土底面脱水工法の現地への適用性を調べるために、従来より現地実験や水槽実験を行ってきたが、これは屋外実験のために用地の確保や経済性、実験条件などで制約をうけた。そこで今回は、スケールを変えて透明なカラムによる室内試験を行った。試験内容は、浚渫土の脱水過程における透水係数と含水比の変化の調査、土質や含水比の違いによる透水係数の変化の把握であって、これにより得られたデータを既往の現地実験や水槽実験結果との対応で検討した。

本実験の目的は、浚渫土の高含水時透水係数の簡易測定手法の開発、ならびに浚渫土の底面脱水工法適用性の評価方法の検討である。

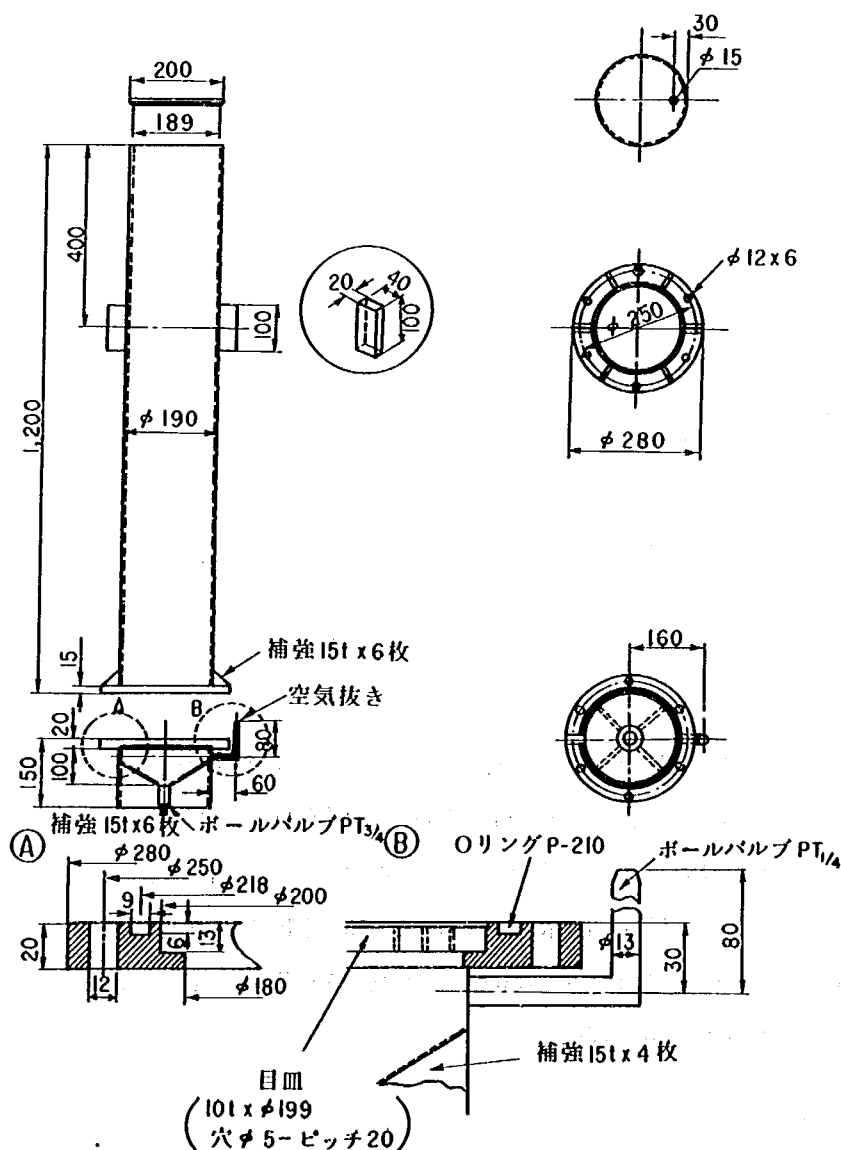


図-2.1 室内試験装置

2. 試験装置

室内試験は、図-2.1に示す透明アクリルカラム(円筒部：φ190～1,200mm)を用いて行った。このカラムのフランジ下部に不織布(タフネルU-80)を敷き、Oリングをしてボルトで締め、試験に供した。

3. 試験内容

試験は、霞ヶ浦の高崎沖と土浦沖、諏訪湖、佐鳴湖、柴山潟の5試料について実施した。

試験内容を表-3.1に示す。

表-3.1 試験内容

試験	調査項目	試 料						調 査 内 容
		高さ cm	霞ヶ浦		諏訪湖	佐鳴湖	柴山潟	
			高崎沖	土浦沖				
1	同一含泥率 凝集剤無し 蓋有り	100	○	○				表－4.2
		50	○	○	○			表－4.2
		30	○	○	○	○	○	表－4.1，表－4.2 (土質による差を見る)
		15	○	○	○			表－4.2
2	凝集剤有り 蓋有り	30	○	○				表－4.2 (凝集剤の影響を見る)
3	凝集剤無し 蓋無し	30	○					表－4.2 (蒸発散の影響を見る)

注) 1) 供試泥は、基礎試料を一昼夜自然沈降させ、分離水を除去した泥を見掛けの含泥率100%として使用する。

調査は、大別すると下記のようなになる。

- 1) 泥厚30cm(見掛け含泥率：100%，凝集剤無)のときの、5試料の透水係数と含水比変化等の調査。
- 2) 霞ヶ浦(高崎沖，土浦沖)と諏訪湖の試料により、泥厚を15cm，30cm，50cm，100cm(諏訪湖100cmは実施しない)と変化させた時の泥厚変化による透水係数と含水比の変化についての調査。
- 3) 霞ヶ浦の2試料により、凝集剤添加の有無(泥厚：30cm)による透水係数等の変化についての調査。
- 4) 霞ヶ浦高崎沖の試料(見掛け含泥率：100%，凝集剤無)を用い、泥厚30cmでカラム上部の蓋ありと蓋なしの比較による蒸発の影響の調査。

4. 試験方法

1) 試料

試験に供する試料は、表－4.1に示す基本性状試験を行った。

2) 基礎資料

採取試料を4mmメッシュのフルイにかけて、異物を除去し、4日間静置後、分離水を除去したものをを用いた。

3) 供試泥

基礎資料を20%含むように水道水を加えて調整した泥水を、自然または凝集剤を適性添加処理した後、現地実験と同様に一昼夜自然沈降させ、分離水を除去したものを供試泥とした。

4) 試験手順

(1) カラム下部のボール・バルブを閉じ、水道水をカラム内の不織布が浸漬するまで充填し、不織布中の空気を取り除いた。

(2) 供試泥を所定高さまで充填した。

(3) 充填後、泥面上のカラム内壁を清掃し、充填高さ及び泥温を測定した。

(4) ボール・バルブと空気抜きバルブを開き、不織布部迄充填した水道水を速やかに排除した時点を試験開始0時間とした。

(5) 試験開始0～10日間は、表－4.2

表－4.1 基本性状試験項目及び方法

調査項目	試験方法	検体数
含水比	JIS A 1203	5
土粒子の比重	JIS A 1202	5
単位体積重量	JIS A 1214	5
粒度分布	JIS A 1204	5
液性限界	JIS A 1205	5
塑性限界	JIS A 1206	5
透水試験	JIS A 1218	3 *
強熱減量	底質調査方法 2.4)	5
粘土鉱物	X線分析	3 *

* 高崎沖、土浦沖、諏訪湖のみ。

表－4.2 測定項目(1試験当り)

日数	表面の含水比 *	界面の高さ	ろ液	
			量	濁度
0	○	○	○	○ *1
1	○	○	○	○
2	○	○	○	○
3	—	○	○	—
4	—	○	○	—
5	○	○	○	○ *2
6	—	○	○	—
7	—	○	○	—
8	—	○	○	—
9	—	○	○	—
10	○ *3	○	○	○

*1, *2: SS, T-N, T-P

*3: 上, 中, 下層の3層に分けて採取し、全ケースについて含水比を測定。

表－4.3 分析方法

項目		分析方法	検体数	備考
水質分析	濁度	JIS K 0101・9	90	5 検体/ケース×16ケース
	SS	環境庁告示第59号付表 6	32	2 検体/ケース×16ケース
	T-N	環境庁告示第59号付表 7	8	2 検体/ケース×4 ケース
	T-P	環境庁告示第59号付表 8	〃	〃
底質分析	含水比	JIS A 1203	48	3 検体/ケース×16ケース

に示す項目について測定した。

5) 測定項目と検体数

測定項目と検体数を表-4.2に、分析方法を表-4.3に示す。

5. 試験結果

5-1. 基本性状試験

各試料の基本性状試験結果を表-5.1, 図-5.1, 5.2に示す。

表-5.1 基本性状試験結果

試料		霞ヶ浦		諏訪湖	佐鳴湖	柴山潟
		高崎沖	土浦沖			
含水比 w		728.4 %	774.6	440.7	584.7	384.4
土粒子の比重 G_s		2.484	2.523	2.458	2.508	2.454
単位体積重量 γ_t		1.077 g/cm ³	1.084	1.128	1.078	1.141
粒度組成	礫分(2,000 μ 以上)	0 %	0	0	0	0
	砂分(74~2,000 μ)	1.8 %	5.3	2.1	2.3	1.2
	シルト分(5~74 μ)	58.7 %	36.1	65.8	54.7	44.0
	粘土分(5 μ 以下)	39.5 %	58.6	32.1	43.0	54.8
	最大粒径	0.840 mm	0.420	0.840	0.840	0.840
コンステンシー	液性限界 w_L	286.9 %	248.2	203.3	216.9	171.0
	塑性限界 w_P	84.7 %	106.1	91.7	93.6	92.5
	塑性指数 I_P	202.2	142.1	111.6	123.3	78.5
その他	透水係数				—	—
	強熱減量	16.5 %	13.0	12.0	11.7	11.7

5-2. 脱水特性試験

カラム試験によって得られた、脱水量(W_1)、水面高さ(H_{wt})、泥面高さ(H_{st})及び試料の基本性状(含水比、湿潤密度)でデータを整理し、透水係数及び含水比を経時的に求めた。

計算過程は、初期泥厚 H_0 、初期含水比 w_0 、初期湿潤密度 ρ_t 、カラム断面積 A より、

$$\text{初期体積} \quad V = A \times H_0$$

$$\text{初期試料質量} \quad W_0 = V \times \rho_t$$

$$\text{初期水量} \quad W_{w0} = W_0 \times w_0 / (100 + w_0), \quad V_{w0} = W_{w0} / \rho_w$$

$$\text{試料土粒子部分質量} \quad W_s = W_0 - W_{w0}$$

を算出し、

$$\text{上水厚} \quad \Delta H = H_{wt} - H_{st}$$

$$\text{上水量} \quad W_2 = A \times \Delta H$$

$$\text{泥内保水量} \quad V_{wt} = V_{w0} - (W_1 + W_2), \quad W_{wt} = V_{wt} \times \rho_w$$

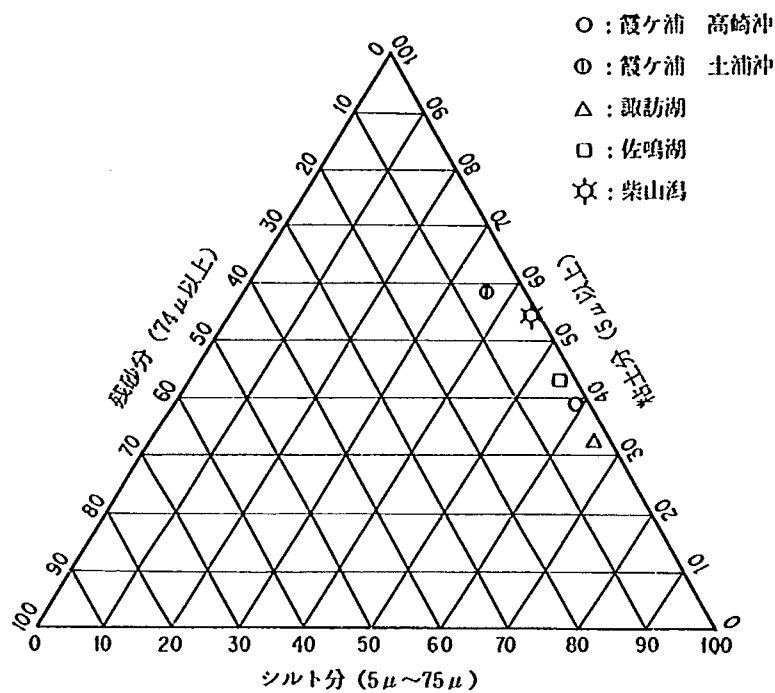


図-5.1 三角座標による分類

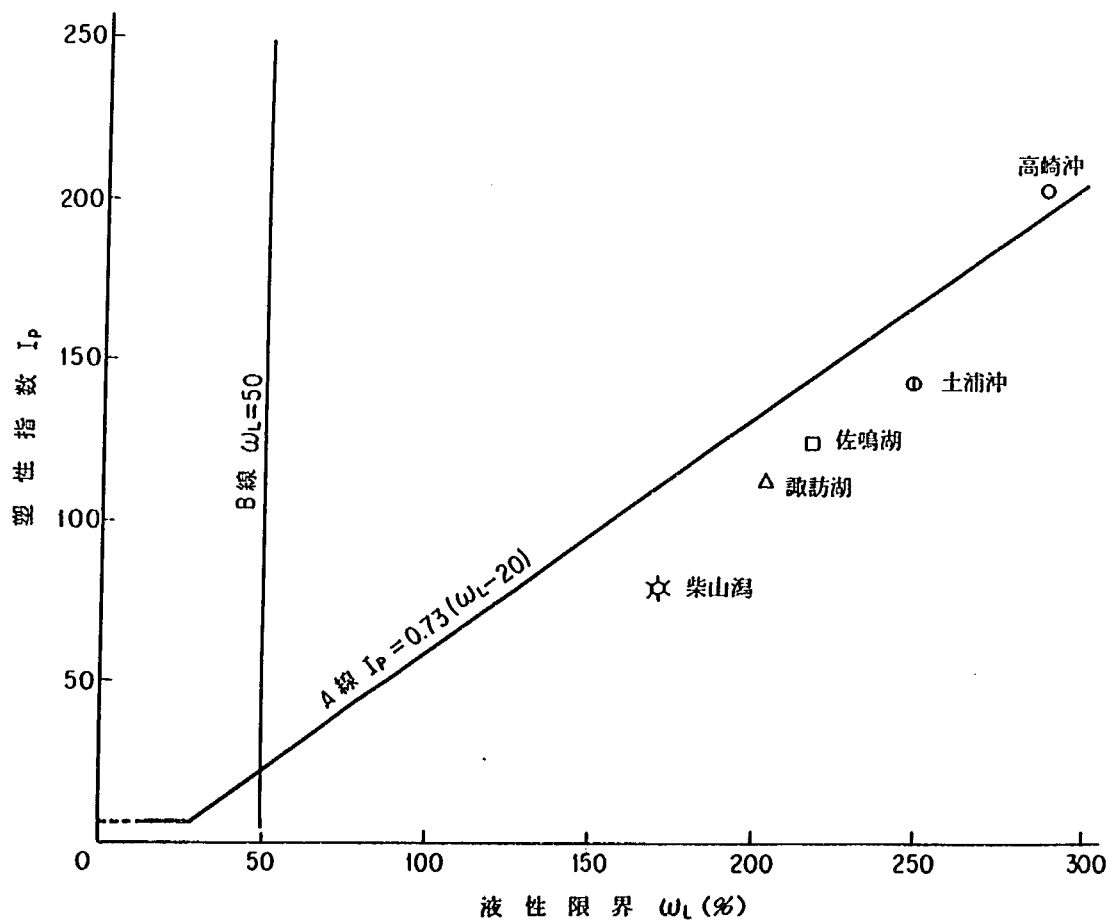


図-5.2 塑性図

含 水 比 $w_t = W_{wi} / W_s \times 100$

透 水 係 数 $k = \frac{W_1}{A \times dt}$

結果を表-5.2~5.6, 図-5.3~5.16に示す。また, k , 上水厚, 泥厚の経時変化を図-5.15~5.20に示す。

表-5.2.1 カラム試験結果

霞ヶ浦 高崎沖 $H_o = 100\text{cm}$

日数	dt sec	Hw cm	dH	k (水面)	W l cm^3	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		100.0		cm/sec		cm/sec	728.4	100.0
1	86,400	95.6	4.4	5.093 E-05	1,000.0	4.083 E-05	657.3	90.1
2	86,400	93.6	2.0	2.315 E-05	1,455.0	1.858 E-05	612.0	83.8
3	86,400	92.0	1.6	1.852 E-05	1,890.0	1.776 E-05	560.3	77.0
4	86,400	90.4	1.6	1.852 E-05	2,316.0	1.739 E-05	512.7	70.7
5	86,400	89.2	1.2	1.389 E-05	2,651.0	1.368 E-05	478.3	66.2
6	86,400	88.1	1.1	1.273 E-05	2,964.0	1.278 E-05	454.5	63.1
7	86,400	87.4	0.7	8.102 E-06	3,260.0	1.208 E-05	438.8	61.4
8	86,400	86.0	1.4	1.62 E-05	3,570.0	1.266 E-05	423.5	59.1
9	86,400	84.9	1.1	1.273 E-05	3,840.0	1.102 E-05	416.2	58.0
10	86,400	84.0	0.9	1.042 E-05	4,105.0	1.082 E-05	409.8	57.2
11	86,400	83.2	0.8	9.259 E-06	4,337.0	9.472 E-06	405.8	56.7
12	86,400	82.1	1.1	1.273 E-05	4,617.0	1.143 E-05	402.8	56.2
13	86,400	81.0	1.1	1.273 E-05	4,917.0	1.225 E-05	399.3	55.7
14	86,400	80.0	1.0	1.157 E-05	5,199.0	1.151 E-05	398.6	55.6
16	172,800	78.0	2.0	1.157 E-05	5,774.0	1.174 E-05	396.0	55.3
17	86,400	76.6	1.4	1.62 E-05	6,148.0	1.527 E-05	394.4	55.0
18	86,400	75.2	1.4	1.62 E-05	6,540.0	1.6 E-05	393.0	54.8
19	86,400	73.9	1.3	1.505 E-05	6,899.0	1.466 E-05	392.4	54.7
20	86,400	72.7	1.2	1.389 E-05	7,236.0	1.376 E-05	391.8	54.6
21	86,400	71.7	1.0	1.157 E-05	7,511.0	1.123 E-05	391.2	54.5
23	172,800	69.9	1.8	1.042 E-05	8,016.0	1.031 E-05	391.4	54.5
24	86,400	69.0	0.9	1.042 E-05	8,268.0	1.029 E-05	391.5	54.5
25	86,400	68.1	0.9	1.042 E-05	8,510.0	9.88 E-06	391.8	54.5
26	86,400	67.1	1.0	1.157 E-05	8,760.0	1.021 E-05	392.7	54.5
27	86,400	66.3	0.8	9.259 E-06	8,985.0	9.186 E-06	392.8	54.5
28	86,400	65.5	0.8	9.259 E-06	9,228.0	9.921 E-06	392.3	54.5
30	172,800	63.9	1.6	9.259 E-06	9,653.0	8.675 E-06	392.3	54.4
31	86,400	63.1	0.8	9.259 E-06	9,840.0	7.634 E-06	392.6	54.3
32	86,400	62.6	0.5	5.787 E-06	10,020.0	7.349 E-06	390.8	54.2
33	86,400	61.9	0.7	8.102 E-06	10,194.0	7.104 E-06	390.7	54.1
34	86,400	61.2	0.7	8.102 E-06	10,362.0	6.859 E-06	390.0	53.9
35	86,400	60.7	0.5	5.787 E-06	10,519.0	6.41 E-06	389.6	53.9
37	172,800	59.6	1.1	6.366 E-06	10,799.0	5.716 E-06	388.9	53.7
38	86,400	59.1	0.5	5.787 E-06	10,944.0	5.92 E-06	388.1	53.6
39	86,400	58.6	0.5	5.787 E-06	11,081.0	5.593 E-06	387.4	53.5
40	86,400	58.0	0.6	6.944 E-06	11,223.0	5.797 E-06	388.2	53.5
41	86,400	57.5	0.5	5.787 E-06	11,373.0	6.124 E-06	386.4	53.3
51	864,000	53.2	4.3	4.977 E-06	12,600.0	5.009 E-06	384.7	53.1
54	259,200	52.2	1.0	3.858 E-06	12,870.0	3.674 E-06	378.2	52.2
56	172,800	51.5	0.7	4.051 E-06	13,070.0	4.083 E-06	372.7	51.5
61	432,000	49.8	1.7	3.935 E-06	13,335.0	2.164 E-06	365.6	49.8

(358.0%)

()内は実測含水比

表- 5.2.2

霞ヶ浦 高崎沖 $H_o=50\text{cm}$

日数	dt sec	Hw	dH	k (水面)	W1 cm^3	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		50.0		cm/sec		cm/sec	728.4	50.0
1	86,400	46.1	3.9	4.514 E-05	837.0	3.417 E-05	636.7	43.2
2	86,400	44.5	1.6	1.852 E-05	1,207.0	1.511 E-05	587.5	39.7
3	86,400	43.4	1.1	1.273 E-05	1,514.0	1.253 E-05	531.0	36.0
4	86,400	42.6	0.8	9.259 E-06	1,757.0	9.921 E-06	494.8	33.7
5	86,400	41.7	0.9	1.042 E-05	1,975.0	8.9 E-06	466.1	31.7
6	86,400	41.0	0.7	8.102 E-06	2,187.0	8.655 E-06	447.0	30.5
7	86,400	40.6	0.4	4.63 E-06	2,370.0	7.471 E-06	440.1	30.3
8	86,400	39.8	0.8	9.259 E-06	2,567.0	8.043 E-06	429.5	29.5
9	86,400	39.1	0.7	8.102 E-06	2,744.0	7.226 E-06	422.9	29.0
10	86,400	38.6	0.5	5.787 E-06	2,899.0	6.328 E-06	422.2	29.0
11	86,400	38.0	0.6	6.944 E-06	3,035.0	5.552 E-06	422.5	28.9
12	86,400	37.4	0.6	6.944 E-06	3,173.0	5.634 E-06	421.2	28.7
13	86,400	37.0	0.4	4.63 E-06	3,307.0	5.471 E-06	417.0	28.5
14	86,400	36.5	0.5	5.787 E-06	3,435.0	5.226 E-06	416.2	28.4
16	172,800	35.5	1.0	5.787 E-06	3,677.0	4.94 E-06	418.5	28.4
17	86,400	35.0	0.5	5.787 E-06	3,817.0	5.716 E-06	417.0	28.3
18	86,400	34.4	0.6	6.944 E-06	3,968.0	6.165 E-06	418.1	28.3
19	86,400	33.9	0.5	5.787 E-06	4,158.0	7.757 E-06	415.5	28.3
20	86,400	33.4	0.5	5.787 E-06	4,300.0	5.797 E-06	413.9	28.2
21	86,400	32.9	0.5	5.787 E-06	4,414.0	4.654 E-06	413.9	28.1
23	172,800	32.1	0.8	4.63 E-06	4,634.0	4.491 E-06	414.2	28.1
24	86,400	31.8	0.3	3.472 E-06	4,734.0	4.083 E-06	411.9	28.0
25	86,400	31.4	0.4	4.63 E-06	4,829.0	3.878 E-06	412.9	28.0
26	86,400	31.1	0.3	3.472 E-06	4,929.0	4.083 E-06	412.1	28.0
27	86,400	30.7	0.4	4.63 E-06	5,027.0	4.001 E-06	412.9	28.0
28	86,400	30.4	0.3	3.472 E-06	5,126.0	4.042 E-06	412.2	28.0
30	172,800	29.7	0.7	4.051 E-06	5,303.0	3.613 E-06	413.3	28.0
31	86,400	29.3	0.4	4.63 E-06	5,390.0	3.552 E-06	414.8	28.0
32	86,400	29.1	0.2	2.315 E-06	5,480.0	3.674 E-06	412.9	28.0
33	86,400	28.8	0.3	3.472 E-06	5,570.0	3.674 E-06	412.7	28.0
34	86,400	28.4	0.4	4.63 E-06	5,660.0	3.674 E-06	413.9	28.0
35	86,400	28.2	0.2	2.315 E-06	5,750.0	3.674 E-06	412.1	28.0
36	86,400	27.9	0.3	3.472 E-06	5,838.0	3.593 E-06	410.4	27.9
37	86,400	27.8	—	—	5,910.0	2.939 E-06	406.6	27.8
38	86,400	27.5	—	—	6,001.0	3.715 E-06	401.6	27.5
39	86,400	27.2	—	—	6,084.0	3.389 E-06	397.1	27.2
40	86,400	26.9	—	—	6,172.0	3.593 E-06	392.4	26.9
41	86,400	26.5	—	—	6,267.0	3.878 E-06	387.2	26.5
51	864,000	24.5	—	—	6,904.0	2.601 E-06	352.7	24.5
54	259,200	24.2	—	—	7,021.0	1.592 E-06	346.4	24.2

(339.8%)

表- 5.2.3

霞ヶ浦 高崎沖 $H_o = 30\text{cm}$

日数	dt sec	Hw	dH	k (水面)	Wl cm^3	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		30.0		cm/sec		cm/sec	728.4	30.0
1	86,400	27.0	3.0	$3.472 \text{ E}-05$	636.0	$2.597 \text{ E}-05$	605.3	24.5
2	86,400	25.5	1.5	$1.736 \text{ E}-05$	998.0	$1.478 \text{ E}-05$	531.8	21.4
3	86,400	24.2	1.3	$1.505 \text{ E}-05$	1,342.0	$1.404 \text{ E}-05$	480.2	19.3
4	86,400	23.1	1.1	$1.273 \text{ E}-05$	1,651.0	$1.262 \text{ E}-05$	458.4	18.4
5	86,400	21.9	1.2	$1.389 \text{ E}-05$	1,974.0	$1.319 \text{ E}-05$	451.3	18.1
6	86,400	20.8	1.1	$1.273 \text{ E}-05$	2,302.0	$1.339 \text{ E}-05$	444.8	17.9
7	86,400	20.1	0.7	$8.102 \text{ E}-06$	2,595.0	$1.196 \text{ E}-05$	436.2	17.9
8	86,400	18.8	1.3	$1.505 \text{ E}-05$	2,914.0	$1.302 \text{ E}-05$	438.1	17.8
9	86,400	17.7	1.1	$1.273 \text{ E}-05$	3,189.0	$1.123 \text{ E}-05$	438.9	17.7
10	86,400	16.9	—	—	3,432.0	$9.921 \text{ E}-06$	417.0	16.9
11	86,400	16.2	—	—	3,628.0	$8.002 \text{ E}-06$	399.3	16.2
12	86,400	15.5	—	—	3,806.0	$7.267 \text{ E}-06$	383.2	15.5
13	86,400	15.1	—	—	3,947.0	$5.756 \text{ E}-06$	370.5	15.1
14	86,400	14.8	—	—	4,061.0	$4.654 \text{ E}-06$	360.2	14.8
16	172,800	14.3	—	—	4,196.0	$2.756 \text{ E}-06$	348.0	14.3
17	86,400	14.2	—	—	4,261.0	$2.654 \text{ E}-06$	342.1	14.2
18	86,400	14.1	—	—	4,309.0	$1.96 \text{ E}-06$	337.8	14.1
19	86,400	13.9	—	—	4,346.0	$1.511 \text{ E}-06$	334.5	13.9
20	86,400	13.8	—	—	4,374.0	$1.143 \text{ E}-06$	331.9	13.8
21	86,400	13.8	—	—	4,397.0	$9.39 \text{ E}-06$	329.9	13.8
23	172,800	13.8	—	—	4,422.0	$5.103 \text{ E}-07$	327.6	13.8

(315.7%)

表- 5.2.4

霞ヶ浦 高崎沖 $H_o = 15\text{cm}$

日数	dt sec	Hw	dH	k (水面)	Wl cm^3	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		15.0		cm/sec		cm/sec	728.4	15.0
1	86,400	12.8	2.2	$2.546 \text{ E}-05$	613.0	$2.503 \text{ E}-05$	513.7	10.8
2	86,400	11.2	1.6	$1.852 \text{ E}-05$	854.0	$9.839 \text{ E}-06$	485.6	9.5
3	86,400	10.3	0.9	$1.042 \text{ E}-05$	1,089.0	$9.594 \text{ E}-06$	473.9	9.2
4	86,400	9.6	0.7	$8.102 \text{ E}-06$	1,304.0	$8.778 \text{ E}-06$	460.6	9.0
5	86,400	8.9	—	—	1,515.0	$8.614 \text{ E}-06$	453.2	8.9
6	86,400	8.2	—	—	1,705.0	$7.757 \text{ E}-06$	419.0	8.2
7	86,400	7.7	—	—	1,878.0	$7.063 \text{ E}-06$	387.7	7.7
8	86,400	7.0	—	—	1,973.0	$3.878 \text{ E}-06$	370.6	7.0
9	86,400	6.9	—	—	2,022.0	$1.96 \text{ E}-06$	361.9	6.9
10	86,400	6.8	—	—	2,048.0	$1.102 \text{ E}-06$	357.0	6.8
11	86,400	6.7	—	—	2,064.0	$6.532 \text{ E}-07$	354.2	6.7
12	86,400	6.6	—	—	2,074.0	$4.083 \text{ E}-07$	352.3	6.6
13	86,400	6.6	—	—	2,084.0	$4.083 \text{ E}-07$	350.5	6.6
14	86,400	6.5	—	—	2,088.3	$1.756 \text{ E}-07$	349.8	6.5
16	172,800	6.5	—	—	2,093.8	$1.123 \text{ E}-07$	348.8	6.5
17	86,400	6.4	—	—	2,097.8	$1.633 \text{ E}-07$	348.1	6.4
18	86,400	6.4	—	—	2,100.6	$1.143 \text{ E}-07$	347.5	6.4
19	86,400	6.4	—	—	2,103.1	$1.021 \text{ E}-07$	347.1	6.4
20	86,400	6.4	—	—	2,105.1	$8.165 \text{ E}-08$	346.7	6.4
21	86,400	6.4	—	—	2,106.6	$6.124 \text{ E}-08$	346.5	6.4
23	172,800	6.4	—	—	2,107.1	$1.021 \text{ E}-08$	346.4	6.4

(348.6%)

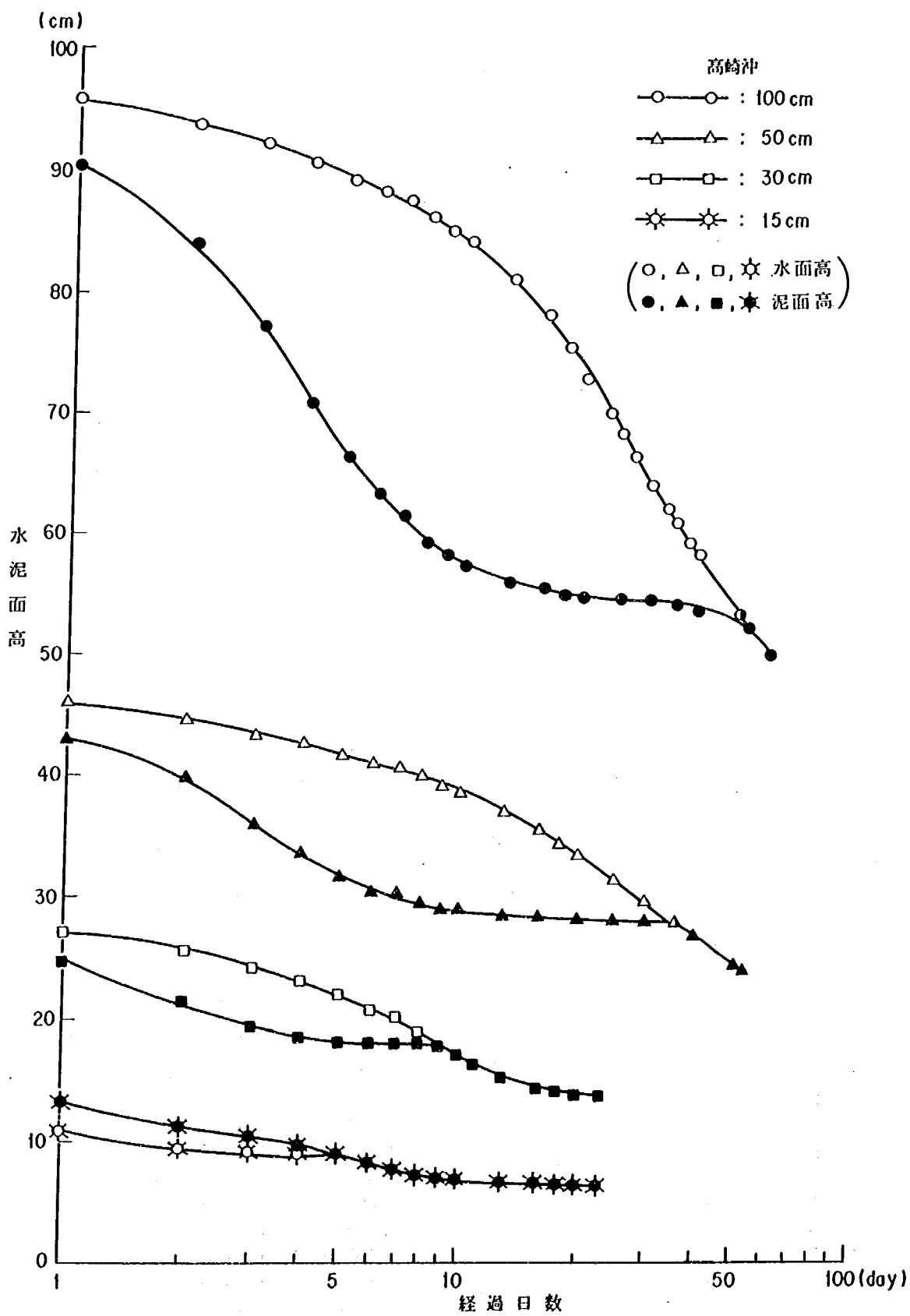


図-5.3 水・泥面の経時変化

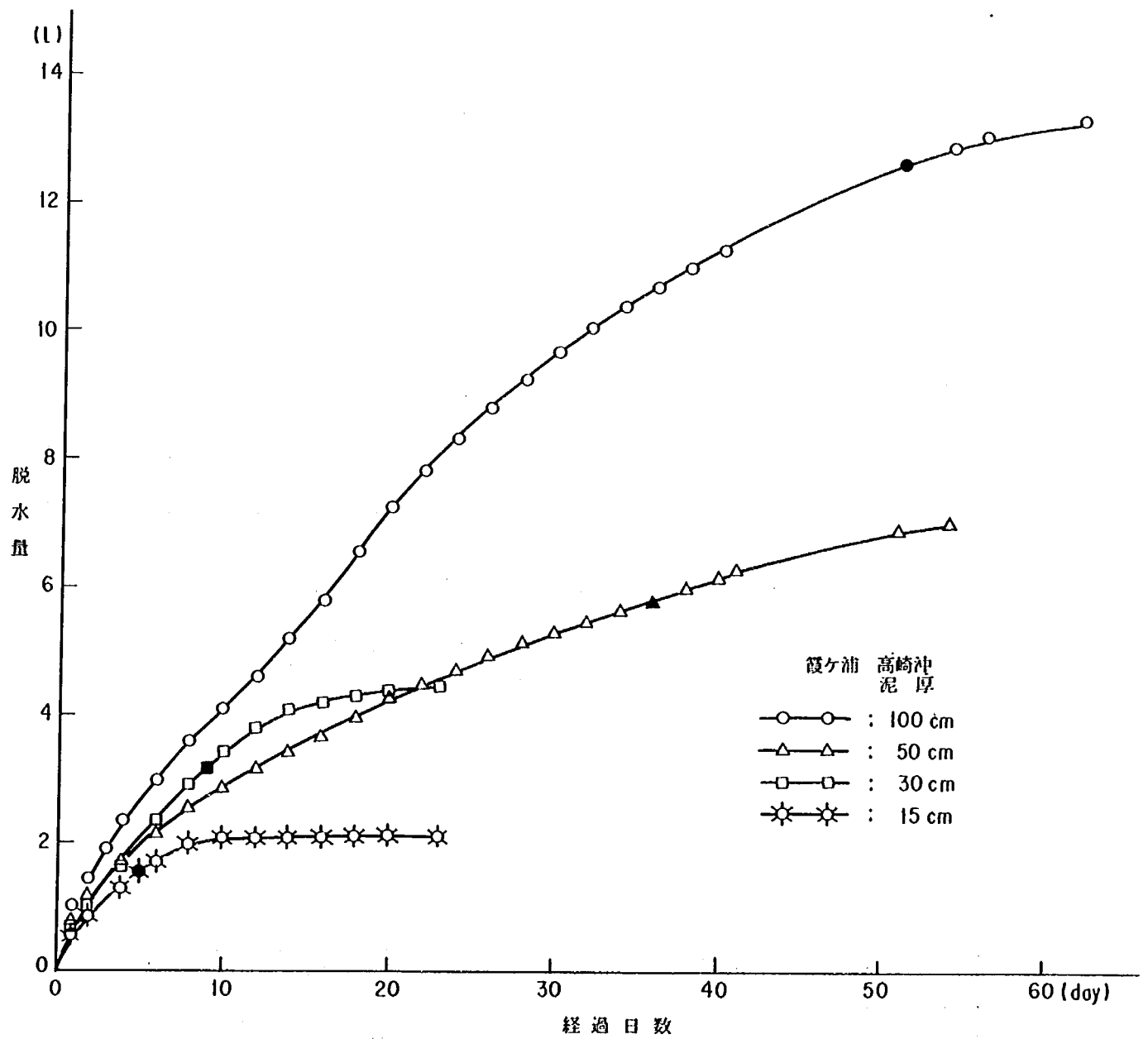
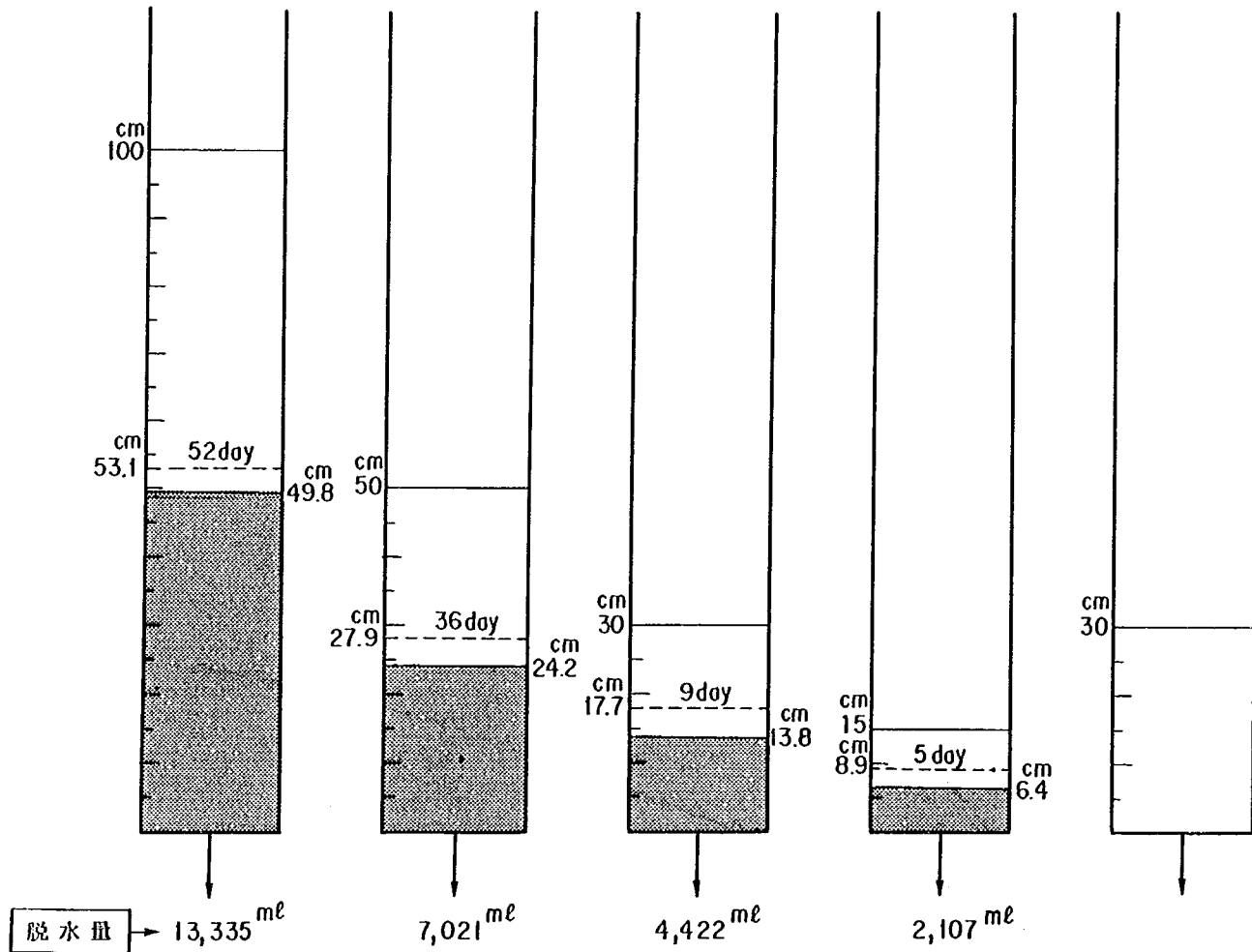


図-6.4 脱水量の経時変化

霞ヶ浦 高崎沖



脱水日数		61 day	54 day	23 day	23 day	day
初期含水比		728.4%				
脱水後含水比	上層	396.4%	351.4%	305.8%	348.0%	%
	中層	383.1%	360.8%	318.2%	351.3%	%
	下層	294.5%	307.3%	323.2%	346.3%	%
	平均	358.0%	339.8%	315.7%	348.6%	%

図- 5.6 脱水量と含水比 (実測)

表-5.3.1

霞ヶ浦 土浦沖 $H_o = 100\text{cm}$

日数	dt sec	Hw cm	dH	k (水面)	W1 cm ³	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		100.0		cm/sec		cm/sec	774.6	100.0
1	86,400	95.8	4.2	4.861 E-05	1,057.0	4.315 E-05	694.5	89.3
3	172,800	93.3	2.5	1.447 E-05	1,767.0	1.449 E-05	599.8	77.6
4	86,400	92.3	1.0	1.157 E-05	2,027.0	1.061 E-05	566.5	73.4
5	86,400	91.5	0.8	9.259 E-06	2,269.0	9.88 E-06	536.1	69.7
6	86,400	90.6	0.9	1.042 E-05	2,479.0	8.573 E-06	513.1	66.7
7	86,400	90.0	0.6	6.944 E-06	2,664.0	7.553 E-06	490.8	64.0
8	86,400	89.4	0.6	6.944 E-06	2,839.0	7.144 E-06	472.9	61.8
10	172,800	88.4	1.0	5.787 E-06	3,114.0	5.614 E-06	440.7	57.8
11	86,400	87.9	0.5	5.787 E-06	3,264.0	6.124 E-06	427.5	56.2
12	86,400	87.2	0.7	8.102 E-06	3,405.0	5.756 E-06	415.4	54.5
13	86,400	86.9	0.3	3.472 E-06	3,543.0	5.634 E-06	401.0	52.9
14	86,400	86.4	0.5	5.787 E-06	3,675.0	5.389 E-06	388.3	51.3
15	86,400	85.8	0.6	6.944 E-06	3,796.0	4.94 E-06	377.6	49.8
17	172,800	85.2	0.6	3.472 E-06	3,999.0	4.144 E-06	358.8	47.6
18	86,400	84.8	0.4	4.63 E-06	4,104.0	4.287 E-06	350.2	46.5
19	86,400	84.4	0.4	4.63 E-06	4,204.0	4.083 E-06	342.4	45.5
20	86,400	84.1	0.3	3.472 E-06	4,297.0	3.797 E-06	335.7	44.7
21	86,400	83.8	0.3	3.472 E-06	4,388.0	3.715 E-06	328.3	43.8
22	86,400	83.4	0.4	4.63 E-06	4,469.0	3.307 E-06	324.4	43.2
24	172,800	82.9	0.5	2.894 E-06	4,619.0	3.062 E-06	314.4	42.0
26	172,800	82.4	0.5	2.894 E-06	4,769.0	3.062 E-06	306.1	41.0
27	86,400	82.0	0.4	4.63 E-06	4,849.0	3.266 E-06	303.0	40.5
28	86,400	81.7	0.3	3.472 E-06	4,924.0	3.062 E-06	299.2	40.0
29	86,400	81.4	0.3	3.472 E-06	5,012.0	3.593 E-06	295.1	39.5
31	172,800	80.9	0.5	2.894 E-06	5,154.0	2.899 E-06	289.4	38.8
32	86,400	80.7	0.2	2.315 E-06	5,209.0	2.245 E-06	287.9	38.6
33	86,400	80.5	0.2	2.315 E-06	5,274.0	2.654 E-06	285.2	38.3
34	86,400	80.2	0.3	2.472 E-06	5,338.0	2.613 E-06	284.2	38.1
35	86,400	80.0	0.2	2.315 E-06	5,398.0	2.45 E-06	282.5	37.9
37	172,800	79.5	0.5	2.894 E-06	5,518.0	2.45 E-06	280.7	37.6
38	86,400	79.3	0.2	2.315 E-06	5,573.0	2.245 E-06	279.1	37.4
39	86,400	79.1	0.2	2.315 E-06	5,631.0	2.368 E-06	278.2	37.3
40	86,400	78.9	0.2	2.315 E-06	5,682.0	2.082 E-06	277.6	37.2
#####			78.9	-2.28 E-05		5.799 E-06	777.3	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.3	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.3	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.3	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.3	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.3	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.3	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.3	

表- 5.3.2

霞ヶ浦 土浦沖 $H_o = 50\text{cm}$

日数	dt sec	Hw cm	dH	k (水面)	W1 cm^2	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		50.1		cm/sec		cm/sec	774.6	50.0
1	86,400	45.8	4.3	4.977 E-05	831.0	3.393 E-05	653.6	41.1
3	172,800	43.7	2.1	1.215 E-05	1,416.0	1.194 E-05	529.6	33.4
4	86,400	42.9	0.8	9.259 E-06	1,636.0	8.982 E-06	487.9	30.8
5	86,400	42.2	0.7	8.102 E-06	1,841.0	8.369 E-06	451.9	28.6
6	86,400	41.3	0.9	1.042 E-05	2,019.0	7.267 E-06	425.6	26.7
7	86,400	40.9	0.4	4.63 E-06	2,181.0	6.614 E-06	400.1	25.3
8	86,400	40.4	0.5	5.787 E-06	2,333.0	6.206 E-06	381.8	24.2
10	172,800	39.6	0.8	4.63 E-06	2,588.0	5.205 E-06	357.5	22.8
11	86,400	39.1	0.5	5.787 E-06	2,687.0	4.042 E-06	348.6	22.1
12	86,400	38.6	0.5	5.787 E-06	2,798.0	4.532 E-06	340.6	21.5
13	86,400	38.3	0.3	3.472 E-06	2,904.0	4.328 E-06	333.0	21.1
14	86,400	37.9	0.4	4.63 E-06	3,003.0	4.042 E-06	328.9	20.8
15	86,400	37.4	0.5	5.787 E-06	3,092.0	3.633 E-06	327.1	20.5
17	172,800	37.1	0.3	1.736 E-06	3,237.0	2.96 E-06	318.8	20.2
18	86,400	36.8	0.3	3.472 E-06	3,314.0	3.144 E-06	316.1	20.0
19	86,400	36.5	0.3	3.472 E-06	3,386.0	2.939 E-06	316.8	20.0
20	86,400	36.2	0.3	3.472 E-06	3,453.0	2.735 E-06	316.2	19.9
21	86,400	36.0	0.2	2.315 E-06	3,520.0	2.735 E-06	312.4	19.7
22	86,400	35.7	0.3	3.472 E-06	3,581.0	2.49 E-06	313.8	19.7
24	172,800	35.3	0.4	2.315 E-06	3,698.0	2.388 E-06	313.6	19.7
26	172,800	34.9	0.4	2.315 E-06	3,814.0	2.368 E-06	311.8	19.6
27	86,400	34.6	0.3	3.472 E-06	3,877.0	2.572 E-06	313.0	19.6
28	86,400	34.3	0.3	3.472 E-06	3,939.0	2.531 E-06	312.7	19.5
29	86,400	34.1	0.2	2.315 E-06	4,004.0	2.654 E-06	310.6	19.4
31	172,800	33.6	0.5	2.894 E-06	4,121.0	2.388 E-06	312.1	19.4
32	86,400	33.4	0.2	2.315 E-06	4,169.0	1.96 E-06	312.6	19.4
33	86,400	33.2	0.2	2.315 E-06	4,228.0	2.409 E-06	310.8	19.3
34	86,400	33.0	0.2	2.315 E-06	4,286.0	2.368 E-06	310.7	19.3
35	86,400	32.8	0.2	2.315 E-06	4,343.0	2.327 E-06	310.7	19.3
37	172,800	32.3	0.5	2.894 E-06	4,459.0	2.368 E-06	312.2	19.3
38	86,400	32.1	0.2	2.315 E-06	4,515.0	2.286 E-06	312.2	19.3
39	86,400	31.9	0.2	2.315 E-06	4,573.0	2.368 E-06	310.5	19.2
40	86,400	31.7	0.2	2.315 E-06	4,625.0	2.123 E-06	310.8	19.2
#####			31.7	-9.17 E-06		4.72 E-06	777.1	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.1	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.1	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.1	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.1	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.1	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.1	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.1	

表-5.3.3

霞ヶ浦 土浦沖 $H_o = 30\text{cm}$

日数	dt sec	Hwcm	dH	k (水面)	W1 cm^3	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		30.0		cm/sec		cm/sec	774.6	30.0
1	86,400	26.8	3.2	$3.704 \text{ E}-05$	773.0	$3.156 \text{ E}-05$	606.5	23.2
3	172,800	25.1	1.7	$9.838 \text{ E}-06$	1,273.0	$1.021 \text{ E}-05$	467.2	18.1
4	86,400	24.5	0.6	$6.944 \text{ E}-06$	1,458.0	$7.553 \text{ E}-06$	425.3	16.6
5	86,400	23.8	0.7	$8.102 \text{ E}-06$	1,630.0	$7.022 \text{ E}-06$	392.8	15.3
6	86,400	23.1	0.7	$8.102 \text{ E}-06$	1,772.0	$5.797 \text{ E}-06$	379.3	14.6
7	86,400	22.9	0.2	$2.315 \text{ E}-06$	1,894.0	$4.981 \text{ E}-06$	354.2	13.9
8	86,400	22.4	0.5	$5.787 \text{ E}-06$	2,016.0	$4.981 \text{ E}-06$	348.0	13.6
10	172,800	21.9	0.5	$2.894 \text{ E}-06$	2,194.0	$3.633 \text{ E}-06$	333.7	13.2
11	86,400	21.5	0.4	$4.63 \text{ E}-06$	2,265.0	$2.899 \text{ E}-06$	332.4	13.0
12	86,400	21.0	0.5	$5.787 \text{ E}-06$	2,347.0	$3.348 \text{ E}-06$	335.4	12.9
13	86,400	20.9	0.1	$1.157 \text{ E}-06$	2,432.0	$3.47 \text{ E}-06$	330.0	12.9
14	86,400	20.6	0.3	$3.472 \text{ E}-06$	2,513.0	$3.307 \text{ E}-06$	327.7	12.8
15	86,400	20.1	0.5	$5.787 \text{ E}-06$	2,591.0	$3.184 \text{ E}-06$	333.7	12.8
17	172,800	19.8	0.3	$1.736 \text{ E}-06$	2,734.0	$2.919 \text{ E}-06$	328.2	12.8
18	86,400	19.5	0.3	$3.472 \text{ E}-06$	2,812.0	$3.184 \text{ E}-06$	326.2	12.7
19	86,400	19.2	0.3	$3.472 \text{ E}-06$	2,888.0	$3.103 \text{ E}-06$	327.0	12.7
20	86,400	18.9	0.3	$3.472 \text{ E}-06$	2,961.0	$2.98 \text{ E}-06$	325.5	12.6
21	86,400	18.7	0.2	$2.315 \text{ E}-06$	3,035.0	$3.021 \text{ E}-06$	323.8	12.6
22	86,400	18.3	0.4	$4.63 \text{ E}-06$	3,104.0	$2.817 \text{ E}-06$	328.1	12.6
24	172,800	17.9	0.4	$2.315 \text{ E}-06$	3,231.0	$2.592 \text{ E}-06$	326.8	12.6
26	172,800	17.4	0.5	$2.894 \text{ E}-06$	3,364.0	$2.715 \text{ E}-06$	324.9	12.5
27	86,400	17.1	0.3	$3.472 \text{ E}-06$	3,437.0	$2.98 \text{ E}-06$	326.1	12.5
28	86,400	16.8	0.3	$3.472 \text{ E}-06$	3,510.0	$2.98 \text{ E}-06$	327.2	12.5
29	86,400	16.5	0.3	$3.472 \text{ E}-06$	3,585.0	$3.062 \text{ E}-06$	328.2	12.5
31	172,800	16.0	0.5	$2.894 \text{ E}-06$	3,715.0	$2.654 \text{ E}-06$	326.6	12.4
32	86,400	15.8	0.2	$2.315 \text{ E}-06$	3,772.0	$2.327 \text{ E}-06$	326.6	12.4
33	86,400	15.5	0.3	$3.472 \text{ E}-06$	3,839.0	$2.735 \text{ E}-06$	328.3	12.4
34	86,400	15.2	0.3	$3.472 \text{ E}-06$	3,903.0	$2.613 \text{ E}-06$	330.3	12.4
35	86,400	15.0	0.2	$2.315 \text{ E}-06$	3,965.0	$2.531 \text{ E}-06$	329.8	12.4
37	172,800	14.5	0.5	$2.894 \text{ E}-06$	4,089.0	$2.531 \text{ E}-06$	331.5	12.4
38	86,400	14.3	0.2	$2.315 \text{ E}-06$	4,147.0	$2.368 \text{ E}-06$	331.3	12.4
39	86,400	14.1	0.2	$2.315 \text{ E}-06$	4,208.0	$2.49 \text{ E}-06$	330.9	12.4
40	86,400	13.9	0.2	$2.315 \text{ E}-06$	4,263.0	$2.245 \text{ E}-06$	328.4	12.3
#####			13.9	$-4.02 \text{ E}-06$		$4.351 \text{ E}-06$	777.2	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.2	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.2	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.2	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.2	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.2	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.2	
0			0.0	#DIV/0!		#DIV/0!	777.2	

表- 5.3.4

霞ヶ浦 土浦沖 $H_o = 15.2\text{cm}$

日数	dt sec	Hw	dH	k (水面)	W1 cm^3	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		15.2		cm/sec		cm/sec	774.6	15.2
1	86,400	12.5	2.7	3.125 E-05	753.0	3.074 E-05	604.5	11.9
3	172,800	11.2	1.3	7.523 E-06	1,078.0	6.634 E-06	500.8	9.8
4	86,400	10.8	0.4	4.63 E-06	1,185.0	4.368 E-06	464.7	9.1
5	86,400	10.6	0.2	2.315 E-06	1,286.0	4.123 E-06	429.7	8.6
6	86,400	10.2	0.4	4.63 E-06	1,368.0	3.348 E-06	414.3	8.2
0	#####	0.0	10.2	-1.97 E-05	0.0	9.308 E-06	778.0	0.0
0	0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0	#DIV/0!	778.0	0.0
0	0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0	#DIV/0!	778.0	0.0
0	0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0	#DIV/0!	778.0	0.0
0	0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0	#DIV/0!	778.0	0.0
0	0	0	0.0	#DIV/0!	0.0	#DIV/0!	778.0	0

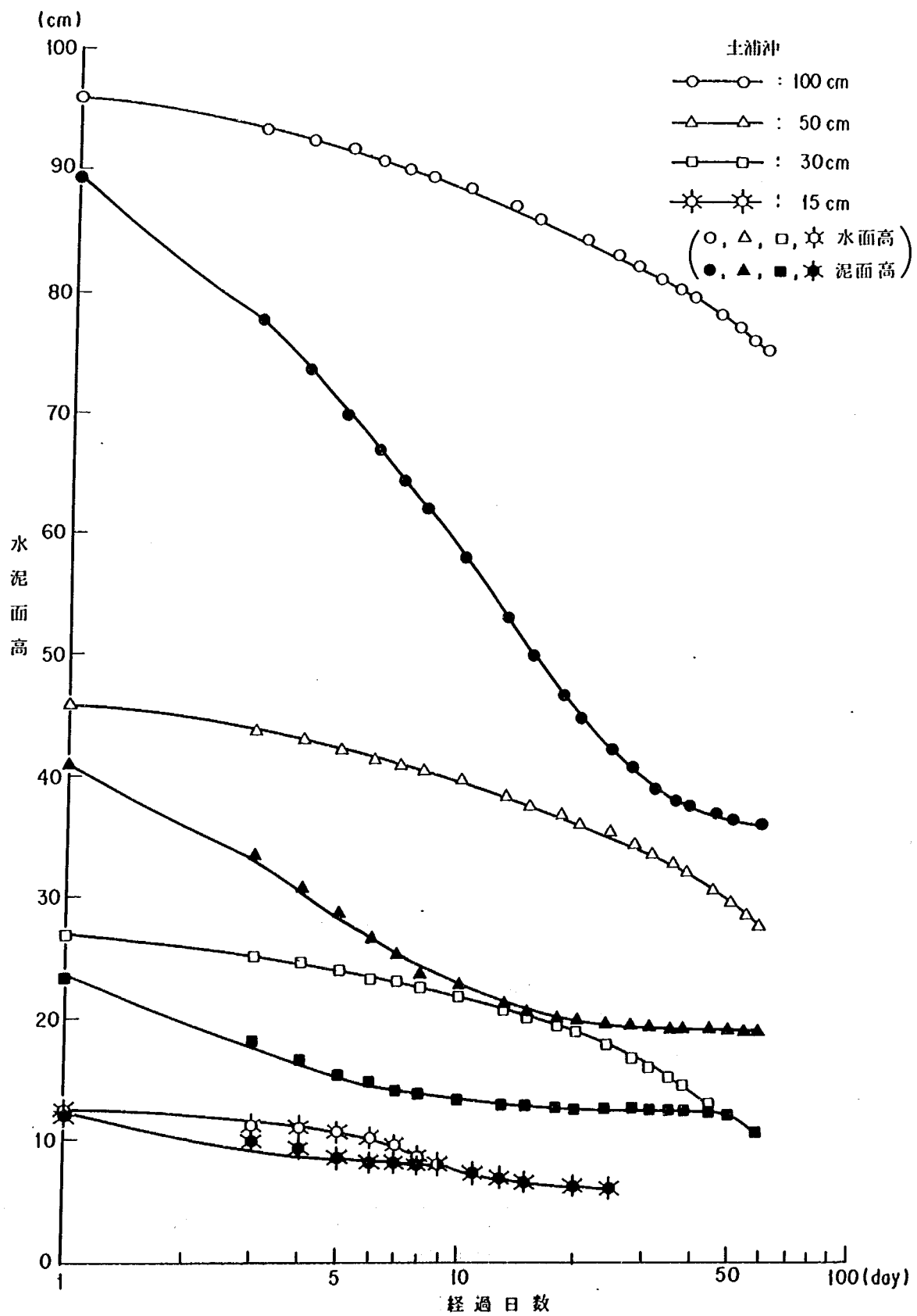


図-5.6 水・泥面の経日変化

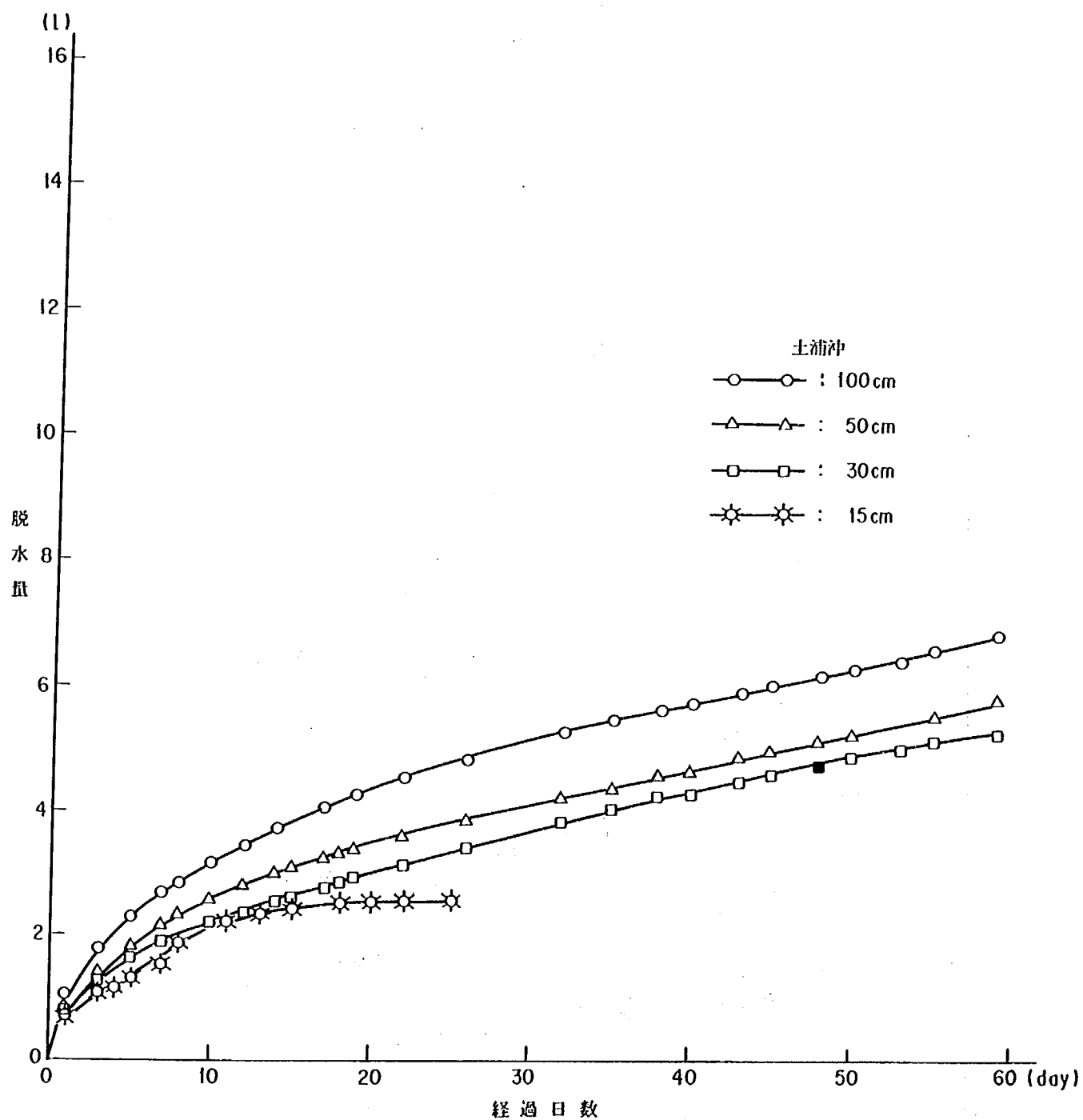


図-5.7 脱水量の経時変化

表- 5.4.1

諏訪湖 $H_o = 50\text{cm}$

日数	dt sec	Hw	dH	k (水面)	W1 cm	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		50.0		cm/sec		cm/sec	440.7	50.0
1	86,400	43.0	7.0	$8.102 \text{ E}-05$	1,918.0	$7.83 \text{ E}-05$	331.6	38.4
2	86,400	39.2	3.8	$4.398 \text{ E}-05$	2,958.0	$4.246 \text{ E}-05$	266.7	31.5
3	86,400	36.2	3.0	$3.472 \text{ E}-05$	3,760.0	$3.274 \text{ E}-05$	262.6	30.9
5	172,800	31.9	4.3	$2.488 \text{ E}-05$	5,055.0	$2.643 \text{ E}-05$	259.1	30.8
6	86,400	29.7	—	—	5,668.0	$2.503 \text{ E}-05$	248.9	29.7
7	86,400	28.4	—	—	6,086.0	$1.707 \text{ E}-05$	234.8	28.4
8	86,400	28.2	—	—	6,306.0	$8.982 \text{ E}-06$	227.3	28.2
9	86,400	27.2	—	—	6,456.0	$6.124 \text{ E}-06$	222.3	27.2
10	86,400	26.8	—	—	6,528.0	$2.939 \text{ E}-06$	219.8	26.8
12	172,800	26.5	—	—	6,604.0	$1.551 \text{ E}-06$	217.3	26.5
14	172,800	26.4	—	—	6,630.0	$5.307 \text{ E}-07$	216.4	26.4

(231.6%)

表- 5.4.2

諏訪湖 $H_o = 30\text{cm}$

日数	dt sec	Hw	dH	k (水面)	W1 cm	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		30.0		cm/sec		cm/sec	440.7	29.7
1	86,400	23.9	6.1	$7.06 \text{ E}-05$	1,592.0	$6.499 \text{ E}-05$	299.7	20.7
2	86,400	21.0	2.9	$3.356 \text{ E}-05$	2,430.0	$3.421 \text{ E}-05$	279.6	19.5
3	86,400	18.8	—	—	3,057.0	$2.56 \text{ E}-05$	268.3	18.8
4	86,400	17.6	—	—	3,477.0	$1.715 \text{ E}-05$	244.6	17.6
5	86,400	17.2	—	—	3,642.0	$6.736 \text{ E}-06$	235.3	17.2
6	86,400	17.0	—	—	3,694.0	$2.123 \text{ E}-06$	232.4	17.0
7	86,400	16.9	—	—	3,714.0	$8.165 \text{ E}-07$	231.3	16.9
8	86,400	16.9	—	—	3,725.0	$4.491 \text{ E}-07$	230.6	16.9
10	172,800	16.8	—	—	3,733.0	$1.633 \text{ E}-07$	230.2	16.8
11	86,400	16.8	—	—	3,739.0	$2.45 \text{ E}-07$	229.9	16.8

(236.0%)

表- 5.4.3

諏訪湖 $H_o = 15.2\text{cm}$

日数	dt sec	Hw	dH	k (水面)	W1 cm	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		15.2		cm/sec		cm/sec	440.7	15.0
1	86,400	9.7	5.5	$6.366 \text{ E}-05$	1,533.0	$6.259 \text{ E}-05$	270.2	9.7
2	86,400	8.6	—	—	1,886.0	$1.441 \text{ E}-05$	230.9	8.6
4	172,800	8.5	—	—	1,897.0	$2.245 \text{ E}-07$	229.7	8.5
5	86,400	8.5	—	—	1,900.0	$1.225 \text{ E}-07$	229.4	8.5

(254.3%)

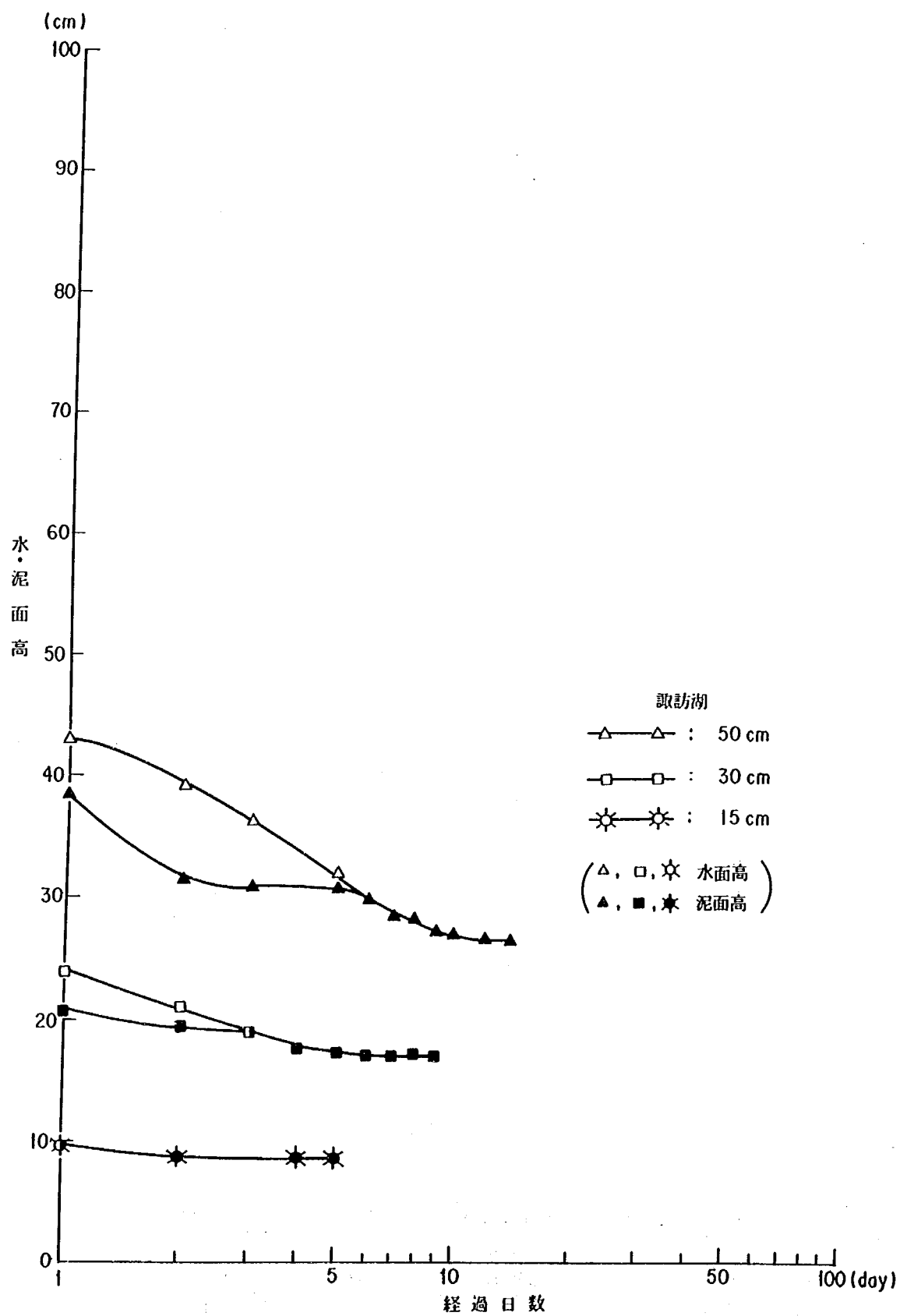
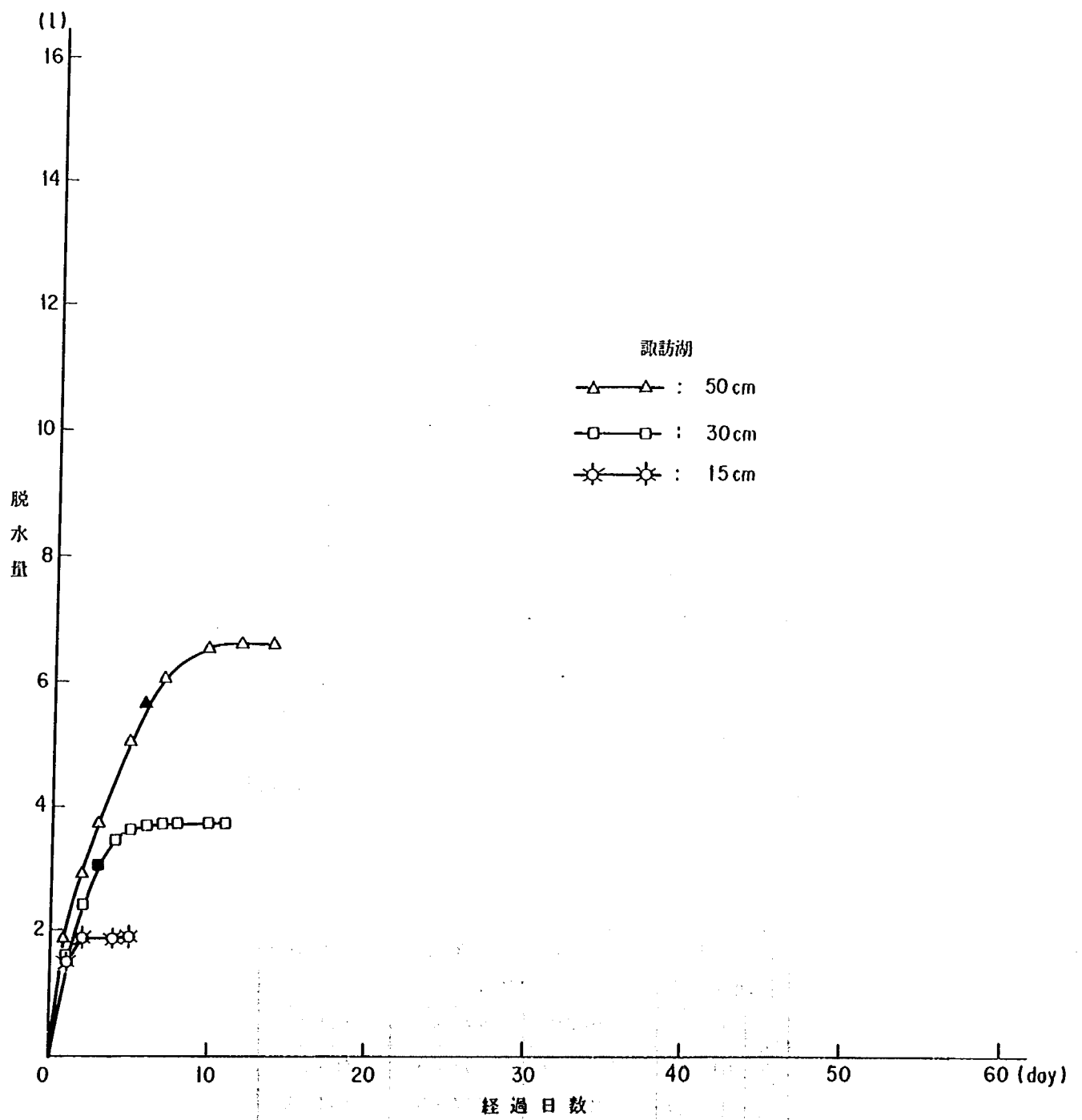
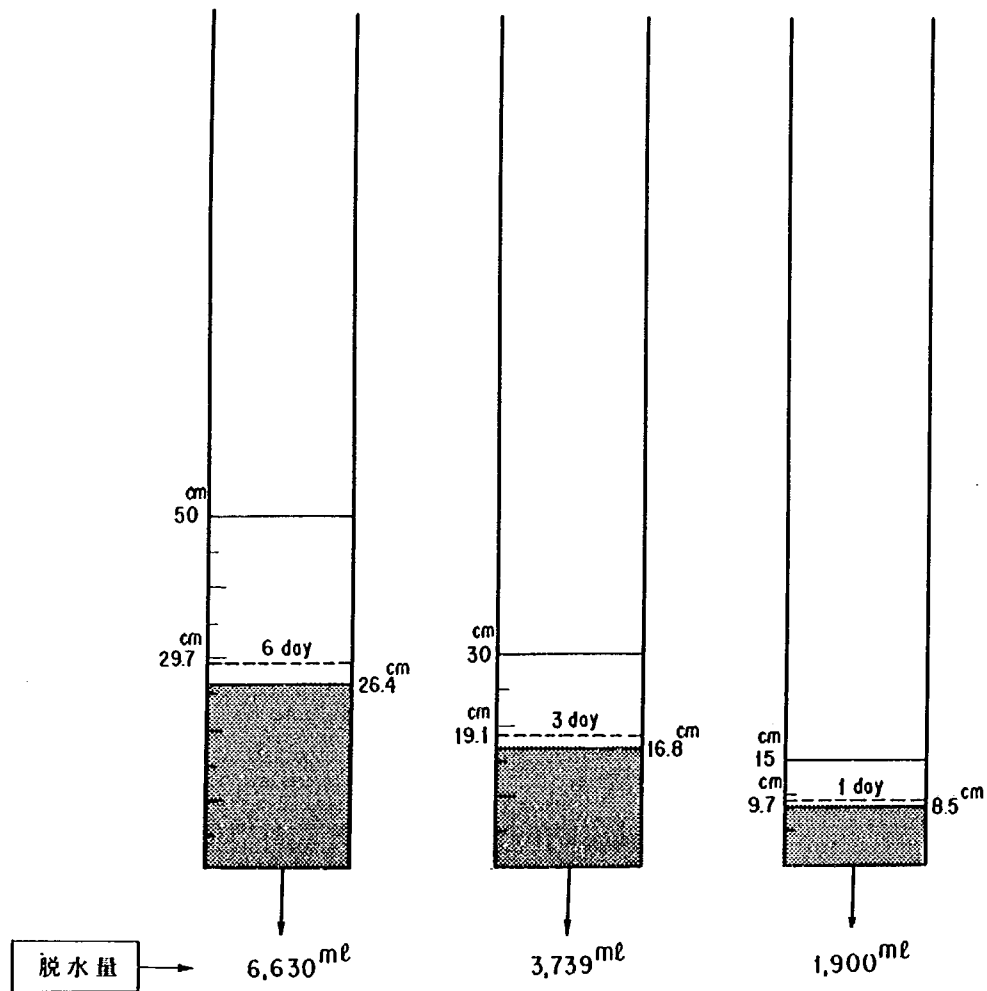


図-5.8 水・泥面の経時変化



(図-5.9) 脱水量の経時変化

諏訪湖



脱水日数		14 day	11 day	5 day
初期含水比		440.7%		
脱水後含水比	上層	200.8%	225.8%	254.4%
	中層	234.4%	237.3%	254.2%
	下層	239.6%	244.8%	254.2%
	平均	231.6%	236.0%	254.3%

図-5.10 脱水量と含水比(実測)

表- 5. 5

佐 鳴 湖 $H_o=30\text{cm}$

日数	dt sec	Hw	dH	k (水面)	W1 cm	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		30.0		cm/sec		cm/sec	584.2	29.9
1	86,400	24.9	5.1	$5.903 \text{ E}-05$	1,338.0	$5.462 \text{ E}-05$	438.2	22.7
2	86,400	23.1	1.8	$2.083 \text{ E}-05$	1,838.0	$2.041 \text{ E}-05$	367.0	19.3
3	86,400	21.8	1.3	$1.505 \text{ E}-05$	2,198.0	$1.47 \text{ E}-05$	331.6	17.6
4	86,400	20.3	1.5	$1.736 \text{ E}-05$	2,588.0	$1.592 \text{ E}-05$	325.8	17.2
6	172,800	17.4	2.9	$1.678 \text{ E}-05$	3,394.0	$1.645 \text{ E}-05$	320.6	16.9
7	86,400	16.7	—	—	3,570.0	$7.185 \text{ E}-06$	318.1	16.7
8	86,400	16.2	—	—	3,734.0	$6.695 \text{ E}-06$	305.8	16.2
9	86,400	15.5	—	—	3,878.0	$5.879 \text{ E}-06$	295.1	15.5
10	86,400	15.0	—	—	3,990.0	$4.572 \text{ E}-06$	286.7	15.0
11	86,400	14.9	—	—	4,073.0	$3.389 \text{ E}-06$	280.5	14.9
13	172,800	14.8	—	—	4,179.0	$2.164 \text{ E}-06$	272.6	14.8
14	86,400	14.7	—	—	4,230.0	$2.082 \text{ E}-06$	268.8	14.7
15	86,400	14.7	—	—	4,264.0	$1.388 \text{ E}-06$	266.2	14.7
16	86,400	14.7	—	—	4,299.0	$1.429 \text{ E}-06$	263.6	14.7
17	86,400	14.6	—	—	4,329.0	$1.225 \text{ E}-06$	261.4	14.6

表- 5. 6

柴 山 潟 $H_o=30\text{cm}$

日数	dt sec	Hw	dH	k (水面)	W1 cm	k (脱水量)	含水比%	Hs cm
0		30.0		cm/sec		cm/sec	384.4	29.8
1	86,400	26.8	3.2	$3.704 \text{ E}-05$	641.0	$2.617 \text{ E}-05$	317.9	24.3
2	86,400	25.5	1.3	$1.505 \text{ E}-05$	1,006.0	$1.49 \text{ E}-05$	271.3	21.0
3	86,400	24.4	1.1	$1.273 \text{ E}-05$	1,327.0	$1.311 \text{ E}-05$	249.6	19.5
4	86,400	23.4	1.0	$1.157 \text{ E}-05$	1,612.0	$1.164 \text{ E}-05$	239.6	18.8
6	172,800	21.6	1.8	$1.042 \text{ E}-05$	2,082.0	$9.594 \text{ E}-06$	234.5	18.3
7	86,400	20.9	0.7	$8.102 \text{ E}-06$	2,272.0	$7.757 \text{ E}-06$	233.5	18.2
8	86,400	20.2	0.7	$8.102 \text{ E}-06$	2,468.0	$8.002 \text{ E}-06$	233.6	18.2
9	86,400	19.5	0.7	$8.102 \text{ E}-06$	2,665.0	$8.043 \text{ E}-06$	233.7	18.2
10	86,400	18.8	0.7	$8.102 \text{ E}-06$	2,852.0	$7.634 \text{ E}-06$	234.3	18.2
11	86,400	18.1	0.7	$8.102 \text{ E}-06$	3,031.0	$7.308 \text{ E}-06$	232.4	18.0
13	172,800	17.1	—	—	3,321.0	$5.92 \text{ E}-06$	219.3	17.1
14	86,400	16.7	—	—	3,459.0	$5.511 \text{ E}-06$	212.6	16.7
15	86,400	16.3	—	—	3,556.0	$4.205 \text{ E}-06$	207.4	16.3
16	86,400	16.0	—	—	3,647.0	$3.593 \text{ E}-06$	203.0	16.0
17	86,400	15.6	—	—	3,727.0	$3.266 \text{ E}-06$	199.0	15.6

注) ・□内の数字は、水面＝泥面になるまでの日数
 ・記号の白めきは水面高、黒は泥面高を表わす。

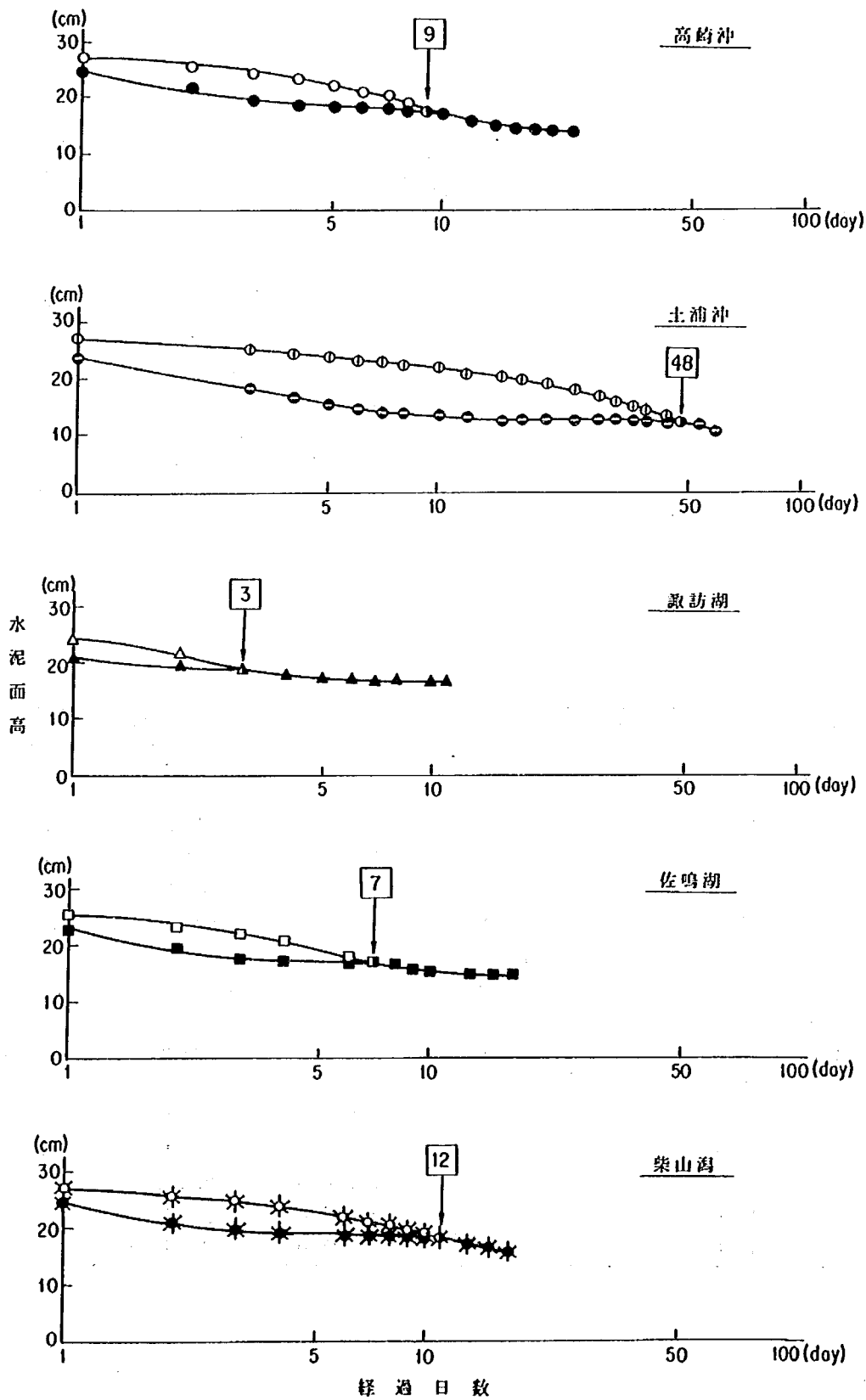
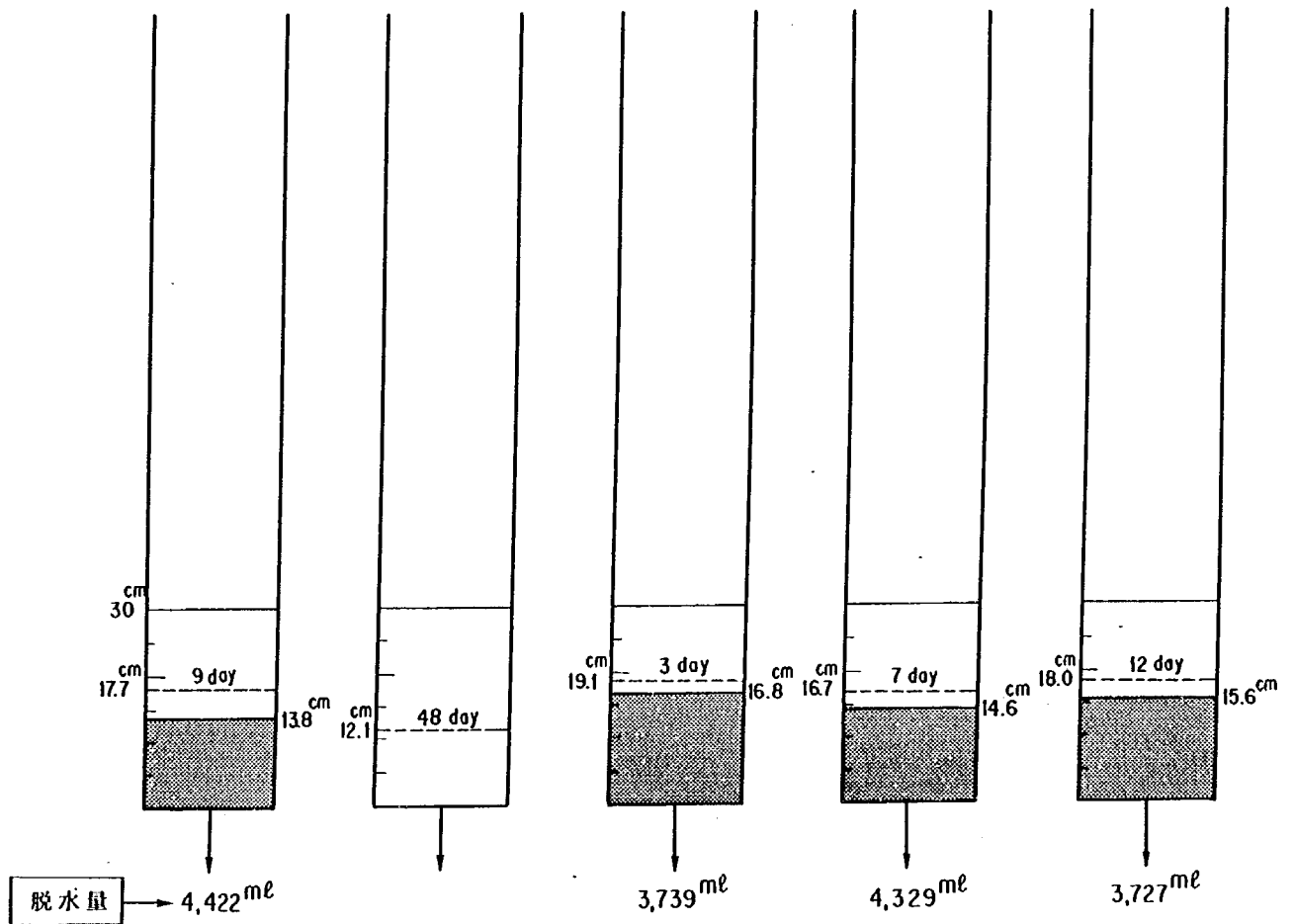


図-5.11 各試料(泥厚30cm)の水・泥面の経時変化

柴山瀉



脱水日数		23 day	day	11 day	17 day	17 day
初期含水比		728.4%	774.6%	440.7%	584.2%	384.4%
脱水後含水比	上層	305.8%		225.8%	250.2%	200.8%
	中層	318.2%		237.3%	259.7%	201.2%
	下層	323.2%		244.8%	257.1%	191.9%
	平均	315.7%		236.0%	255.7%	198.0%

図-5.12 脱水量と含水比(実測)

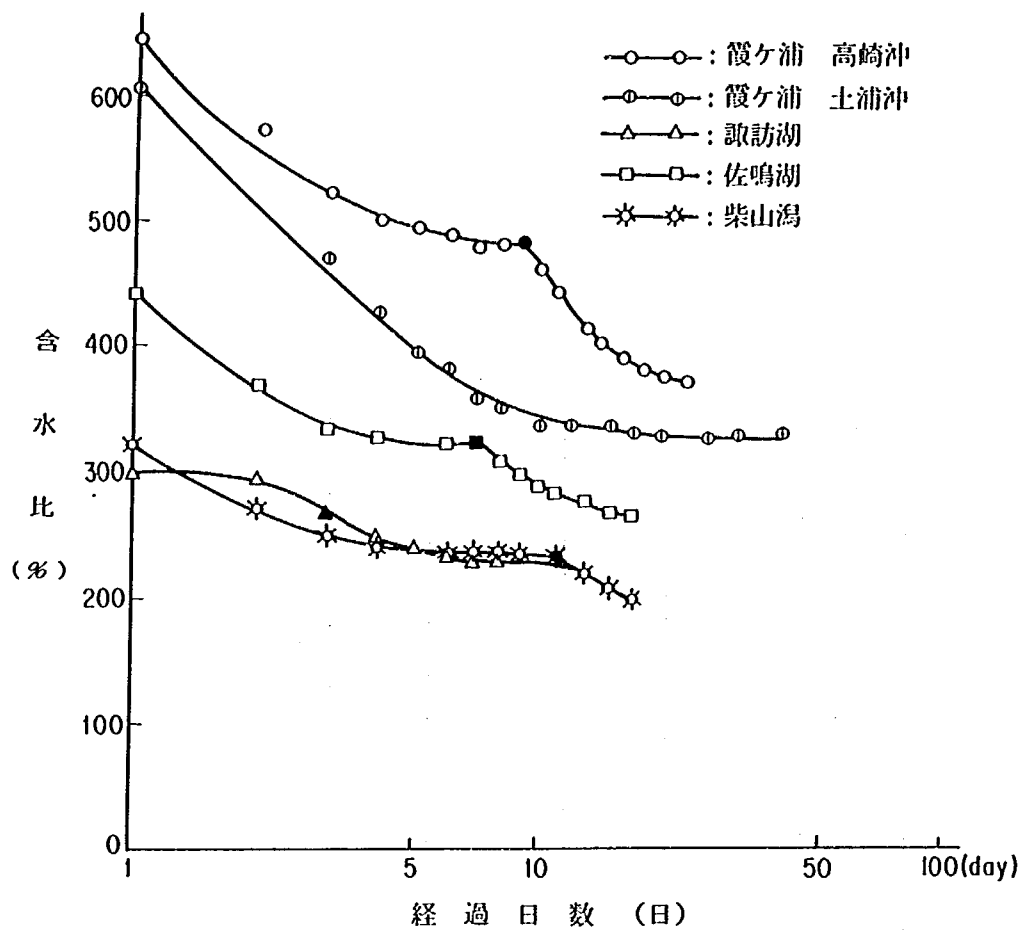


図- 5.13 各試料 (泥厚30cm) の含水比の経時変化

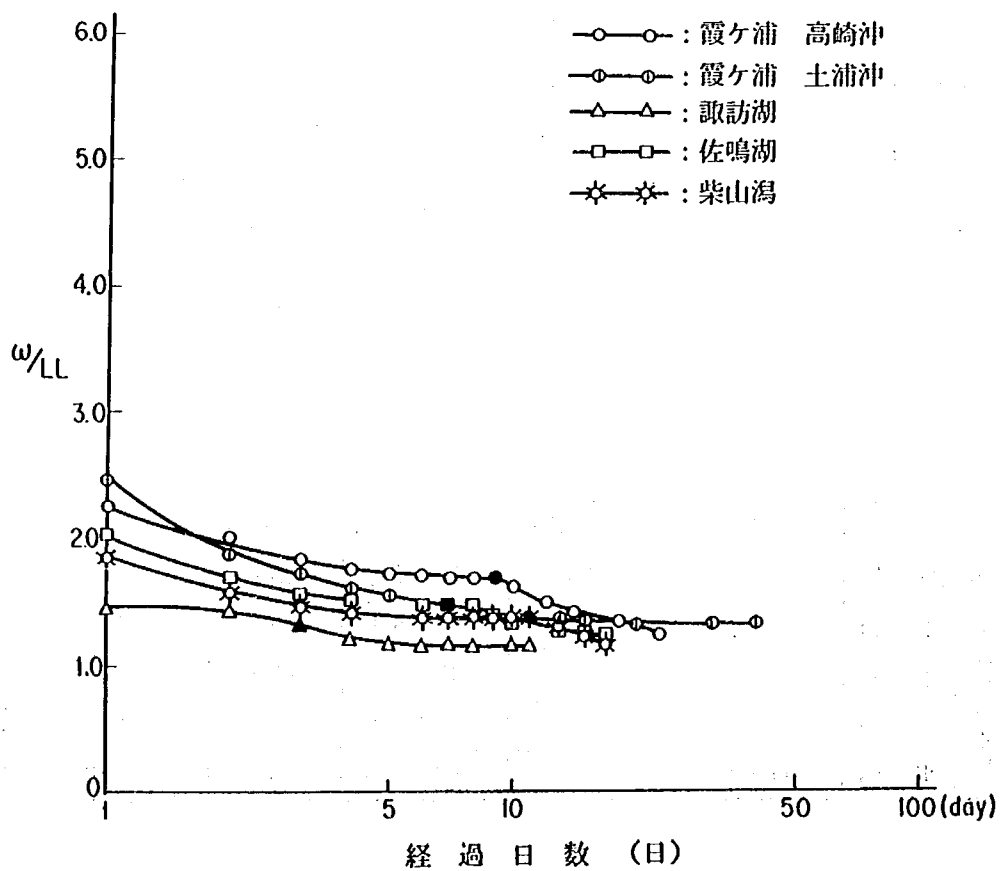


図- 5.14 各試料 (泥厚30cm) の w/LL の経時変化

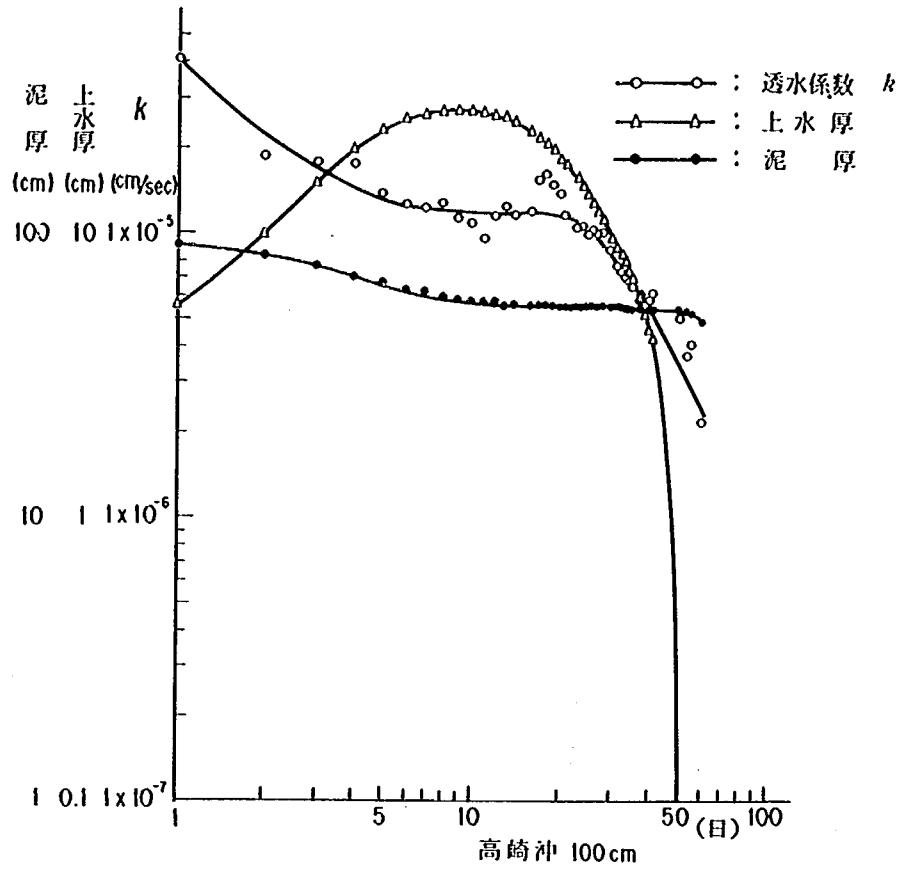


図-5.15 透水係数の経時変化

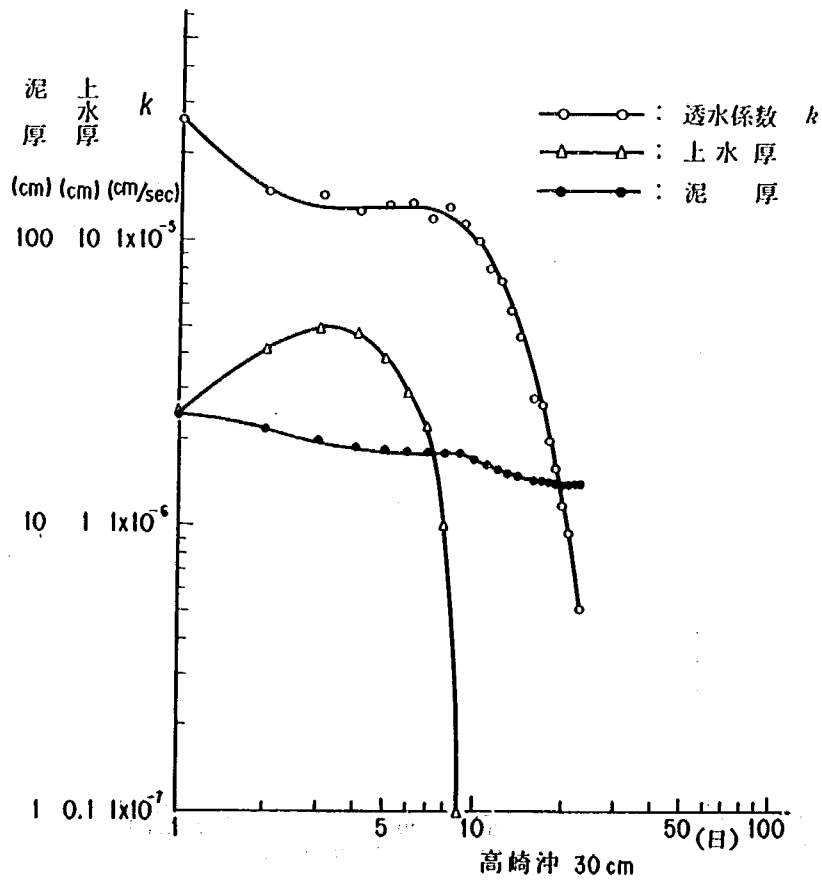


図-5.16 透水係数の経時変化

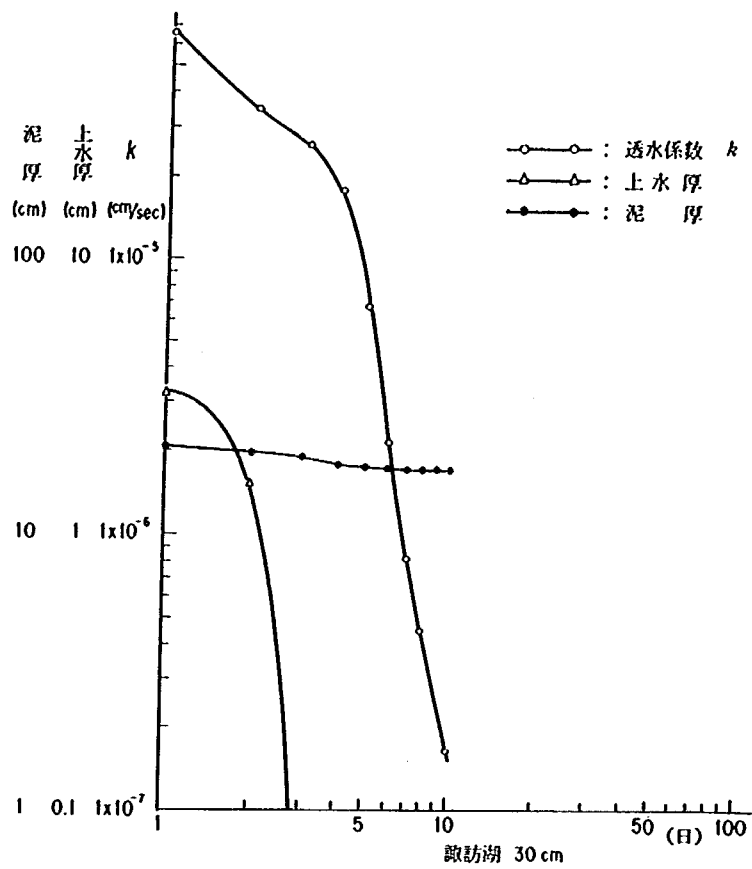


図-5.17 透水係数の経時変化

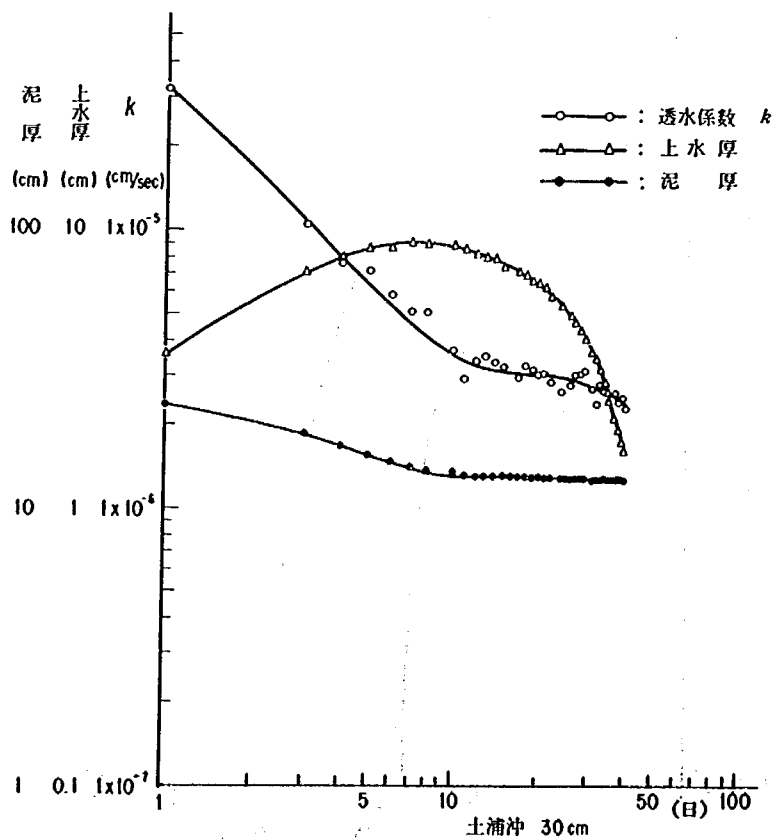


図-5.18 透水係数の経時変化

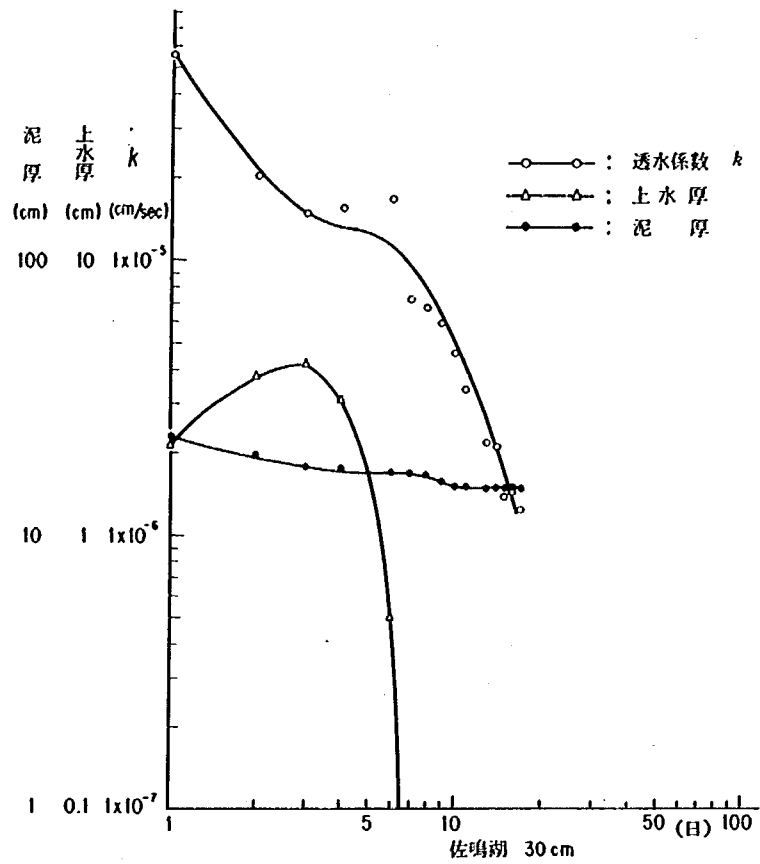


図- 5.19 透水係数の経時変化

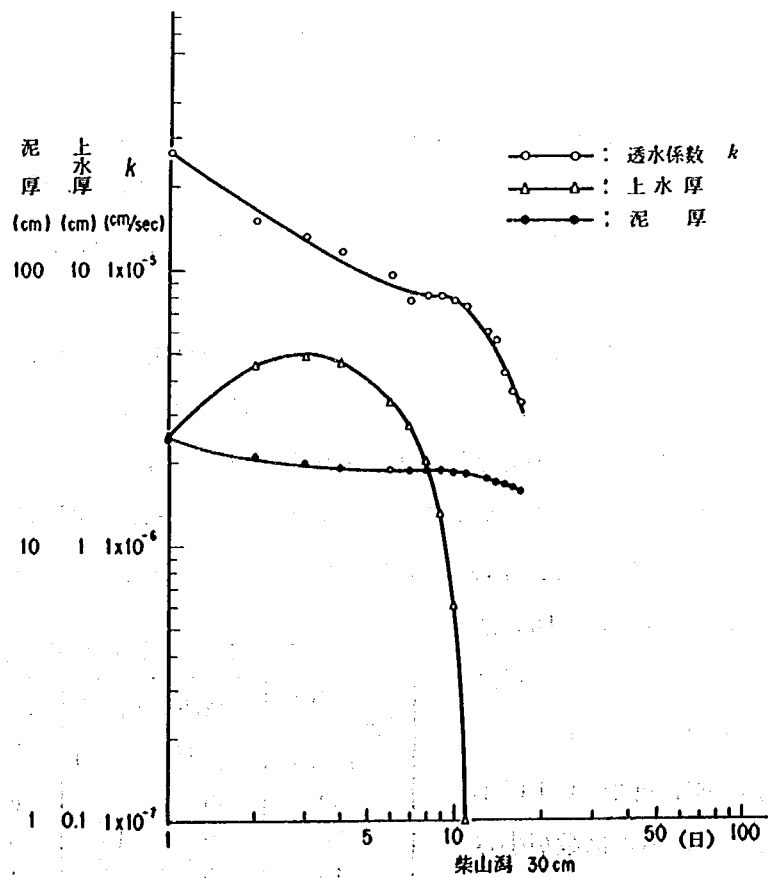


図- 5.20 透水係数の経時変化

6. 考 察

6-1. 上水厚, 泥厚, 透水係数について

脱水試験中の上水厚, 泥厚, 透水係数の経時変化は図-5.15~5.20に示した。ここでは一例として図-5.16に示す高崎沖30cmの結果を詳細に検討しよう。図-5.16で分るように泥面は徐々に沈下し, 分離水は上水となってその厚さを増す。それとともに透水係数も急激に低下する。上水厚がピークに達するのはこの例では3日目である。その後上水は徐々に減り, 9日目に消失した。上水厚がピークに達してから消失するまでの間は, 泥面高さと透水係数にほとんど変化が見られない。泥面高さが変化しないのは, 水中での自重圧密が終了したためと判断することができる。透水係数が変化しないのもこのためで, 系内は通常の土質試験でいる変水位透水試験に似た状態になっているものと考えられる。

上水がなくなると再び泥面が沈下し始める。上水の消失により土の有効応力が増し, 再び自重圧密が進行するためである。透水係数は土中水分の減少とともに急激に低下し, やがて泥面の沈下も収束してしまう。

以上のように脱水試験中の土の透水係数は土の状態によって大きく変化する。しかし上水がピークに達してから上水がなくなるまでの一定期間は透水係数はほぼ一定とみなすことができる。以下では, この時の透水係数を脱水期間中の透水係数と呼ぶことにする。

なお, 従来の現地試験やタンク・テストにおいて脱水に長時間を要したケースは, いずれも上水が長時間存在した場合であった。これは水中での脱水期間中の土の透水係数が小さく, 上水が底面から排除されないためと考えられる。

6-2. 試料高さの検討

現地の底面脱水での配泥厚は約100~150cmである。しかし, カラム・テストでの厚さを現地と同一にすると, 脱水試験に長時間を要することになる。またカラム・テストでの泥厚をあまり小さくすると, 現地とは異なった現象が生じ, 実験結果の信頼性が損われるおそれがある。ここでは, 泥厚を100, 50, 30, 15cmと変化させて行った実験結果をもとに, 適切な泥厚を検討する。

底面脱水工法の適用性の目安をつけるには, 実験は試料投入後, 一旦上水が分離され, その上水が切れた後, 浚渫土の含水比が収斂したと考えられる時点まで継続する必要がある。含水比が収斂したかどうかの判定は難しいが, 今回の実験では, 2日間で泥面沈下量が1mm以下となった時収斂と判断した。

表-6.1に各試料の上水がなくなった日数を示す。霞ヶ浦土浦沖の試料は, 泥厚100cmと50cmが60日を経過しても上水が各々38.8cmと8.4cmあり, 泥厚30cmでも48日で一番短時間で上水のなくなった諏訪湖(3日)の16倍も日数がかかっている。試験期間は約1~2週間が限度と考えられるので, 試料高さ(泥厚)は30cm以下にすべきであろう。

つぎに透水係数と泥厚の関係を図-6.1に示す。15cmから30cmの間で急速に透水係数が小さくなる。30cm以上は泥厚の増加に伴って小さく

表-6.1 上水が無くなった日数

試料 泥厚	高崎沖	土浦沖	諏訪湖	佐鳴湖	柴山潟
100cm	52日	—	—	—	—
50	36	—	6日	—	—
30	9	48	3	7日	12日
15	5	9	1	—	—

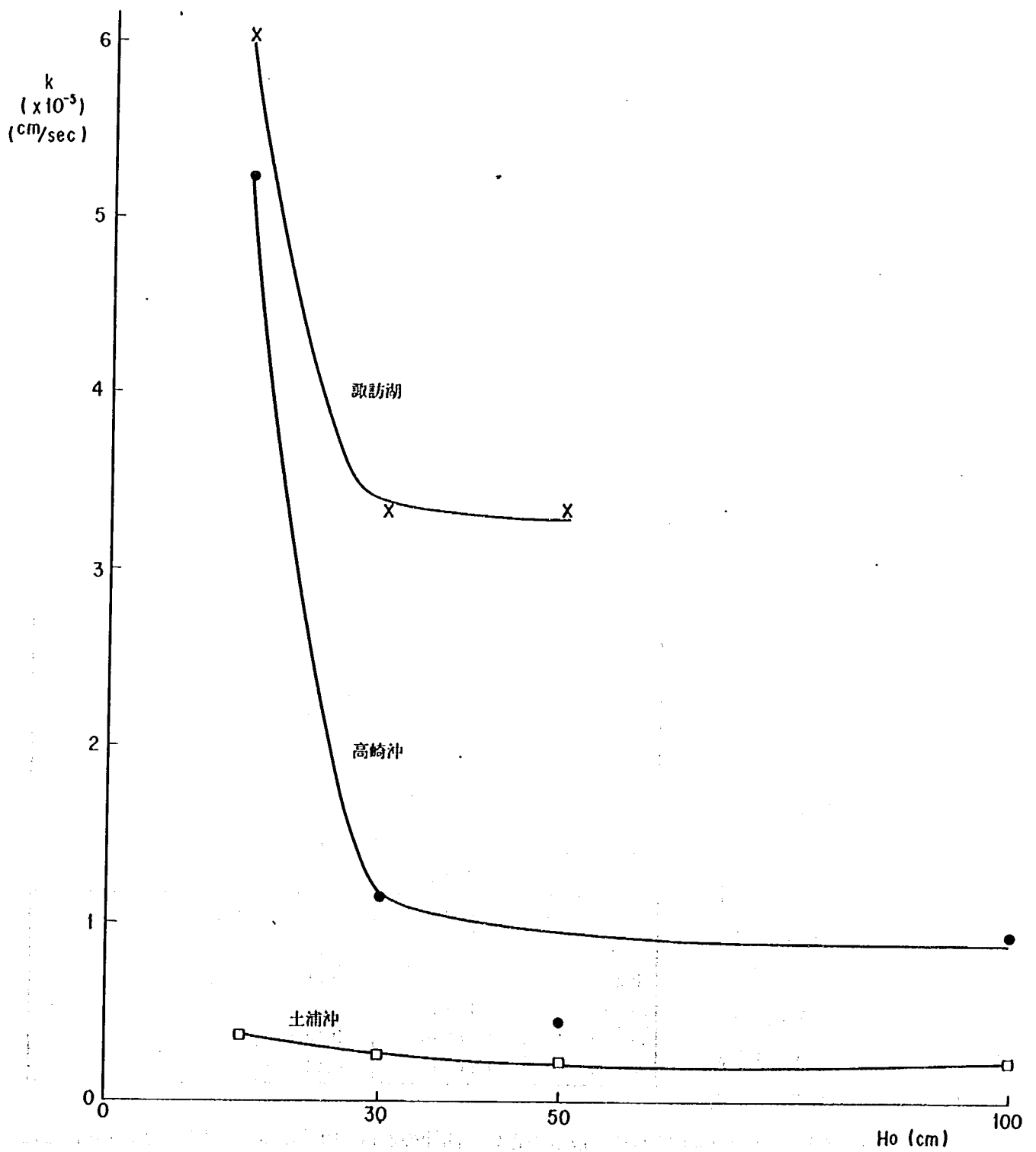


図-6.1 試料厚さと k の関係

なっているが、30cmと100cmを比較すると1.7～1.2倍とその差は小さい。

以上のことから、カラム・テストの泥厚は30cmが最も適当であると判断される。脱水期間中の透水係数は泥厚によって異なるが、以後は泥厚を30cmとした時の透水係数を代表値として用いることとし、 k_{30} と記することにする。

なお土浦沖浚渫土は、泥厚30cmとしてもなお48日を要している。このような土の場合には、実験を一時中断して上水をポンプ等により排除することにより脱水期間を短縮することが可能である。上水存在中の透水係数はほぼ一定であるから、排除した上水厚とこの透水係数から、本来脱水に要した日数を逆算することができるからである。

表-6.2 w_{min} とLLの関係

試料	w_{min}	L. L	$w_{min}/L.L$
高崎沖	370.5	286.9	1.29
土浦沖	330.3	248.2	1.33
諏訪湖	230.2	203.3	1.13
佐鳴湖	266.2	216.9	1.23
柴山潟	203.0	171.0	1.18

表-6.3 脱水過程における含水比と透水係数の関係

試料	含水比%	透水係数cm/sec
高崎沖 30cm	478.2	1.16×10^{-5}
土浦沖 30cm	326.1	2.63×10^{-6}
諏訪湖 30cm	310.0	3.42×10^{-5}
佐鳴湖 30cm	329.7	1.57×10^{-5}
柴山潟 30cm	233.5	7.71×10^{-6}

表-6.4 脱水過程における含水比と透水係数の関係

試料		含水比%	透水係数cm/sec	倍数($k_{30}=1$)	逆数
高崎沖	100 cm	388.3	9.41×10^{-6}	0.81	1.23
	50 cm	413.3	4.35×10^{-6}	0.38	2.63
	30 cm	478.2	1.16×10^{-5}	1	1
	15 cm	467.3	1.50×10^{-5}	1.29	0.79
土浦沖	100 cm	278.9	2.28×10^{-6}	0.87	1.15
	50 cm	311.3	2.25×10^{-6}	0.85	1.17
	30 cm	326.1	2.63×10^{-6}	1	1
	15 cm	422.0	3.74×10^{-6}	1.42	0.70
諏訪湖	50 cm	262.9	3.44×10^{-5}	1.01	0.99
	30 cm	310.0	3.42×10^{-5}	1	1
	15 cm	270.2	6.25×10^{-5}	1.83	0.55

6-3. 透水係数と脱水期間の関係について

カラム・テストで泥面の沈下が収斂した時点での含水比は、液性限界の1.1～1.3倍である(表-6.2)。カラム・テストは蒸発なしの条件で行っている。現地では底面脱水に蒸発の効果が加味されるので、沈下が収斂した段階で液性限界以下の含水比が得られるものと考えられる。

初期泥厚30cmの各試料の透水係数 k_{30} と実験終了時の含水比を表-6.3に示す。また初期泥厚を変化させた場合の透水係数及び30cmを1とした時の倍数を表-6.4に示す。透水係数 k_{30} は諏

表-6.5 脱水過程における透水係数と上水がなくなるまでの日数の関係

試料	透水係数cm/sec	比率	脱水日数	実績
高崎沖 30cm	1.16×10^{-5}	0.34(2.95)	10	120日(1.0m)
土浦沖 30cm	2.63×10^{-6}	0.08(13.0)	48	
諏訪湖 30cm	3.42×10^{-5}	1	3	62日(1.5m)
佐鳴湖 30cm	1.57×10^{-5}	0.46(2.18)	7	
柴山潟 30cm	7.71×10^{-6}	0.23(4.44)	12	

訪湖が最も大きく 3.42×10^{-5} cm/secであり、最も小さい土浦沖の 2.63×10^{-6} cm/secと比較すると13倍である。

つぎに実際に上水がなくなるまでの日数と、透水係数の関係を調べる。諏訪湖の透水係数を1として、それぞれの試料の比率を求めると、高崎沖0.34、土浦沖0.08、佐鳴湖0.46、柴山潟0.23となる。上水がなく

なるまでの日数は、土浦沖48日、高崎沖10日、諏訪湖3日、佐鳴湖7日、柴山潟12日であり、透水係数の比率の逆数を諏訪湖の3日かけると、高崎沖8.8日、土浦沖39日、佐鳴湖6.5日、柴山潟13.3日とよく一致するのがわかる(表-6.5)。

つぎに透水係数と脱水日数の関係について考察する。脱水日数とは、カラム・テストを開始してから泥面の沈下が収束するまでの日数である。

k_{30} と脱水日数の関係を図-6.2に示す。 k_{30} と脱水日数の関係は、両対数紙上で勾配1:-1の直線上にはば並ぶ(図-6.2のA線)。これを式で表わすと次のようになる。

$$T = \alpha H / k_{30} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 H は泥厚で、ここでは30cmである。また α は、図より0.7と求められる。

現地でのデータでこれを対比できるものとしては、霞ヶ浦高崎沖と諏訪湖において各一例ずつしかない。霞ヶ浦高崎沖は泥厚100cm、諏訪湖は泥厚150cmである。この2つのデータのみから、透水係数とそれぞれの泥厚に対する現地脱水日数の関係を決定することはできない。このためここでは泥厚が100cm、150cmの場合も泥厚30cmのカラム・テストの結果と同じように、透水係数と脱水日数は反比例の関係にあるものと仮定しておく(図-6.2のB,C線)。この時(1)式の α の値は、泥厚100cmの場合0.9、泥厚150cmの場合1.0となる。

図-6.2には高崎沖で行った $H=100$ cm、諏訪湖で行った $H=150$ cmの現場実験の脱水日数も示してある。これによると、諏訪湖の現場実験では脱水日数は約60日となっている。一方、 $H=30$ cmのカラム試験により求めた日数は約50日となり、誤差は10日である。高崎沖をみると、現場実験では約120日であるが、 $H=30$ cmのカラムより求めると約90日となり、誤差はかなりのものとなる。しかしこの場合、温度の条件が異なっており、温度条件を考慮してみると、室内試験において平均15℃、現地で5℃を考え、透水係数の補正係数1.336(表-6.6)を乗じると、 $90 \times 1.336 = 120$ となり予測値が現地実験とよく合致する。

表-6.6 透水係数の温度 T ℃による補正係数 η_T / η_{15}

T ℃	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
0	1.575	1.547	1.521	1.495	1.470	1.446	1.424	1.400	1.378	1.356
5	1.336	1.315	1.295	1.275	1.255	1.237	1.217	1.200	1.182	1.165
10	1.149	1.132	1.116	1.099	1.085	1.069	1.055	1.041	1.027	1.013
15	1.000	0.987	0.975	0.962	0.950	0.936	0.925	0.914	0.902	0.891
20	0.880	0.870	0.859	0.849	0.839	0.829	0.819	0.809	0.800	0.791
25	0.782	0.773	0.764	0.757	0.748	0.741	0.731	0.723	0.715	0.707
30	0.700	0.693	0.685	0.678	0.671	0.667	0.657	0.651	0.645	0.638
35	0.632	0.626	0.620	0.613	0.607	0.606	0.596	0.591	0.584	0.579
40	0.574	0.569	0.565	0.559	0.554	0.544	0.544	0.540	0.535	0.530
45	0.525	0.521	0.517	0.511	0.507	0.508	0.498	0.494	0.490	0.486

注) この値は JIS Z 8803-1976 による。 $\eta_{15} = 0.1160(\text{gf}\cdot\text{s}/\text{m}^2)$

※土質試験法より

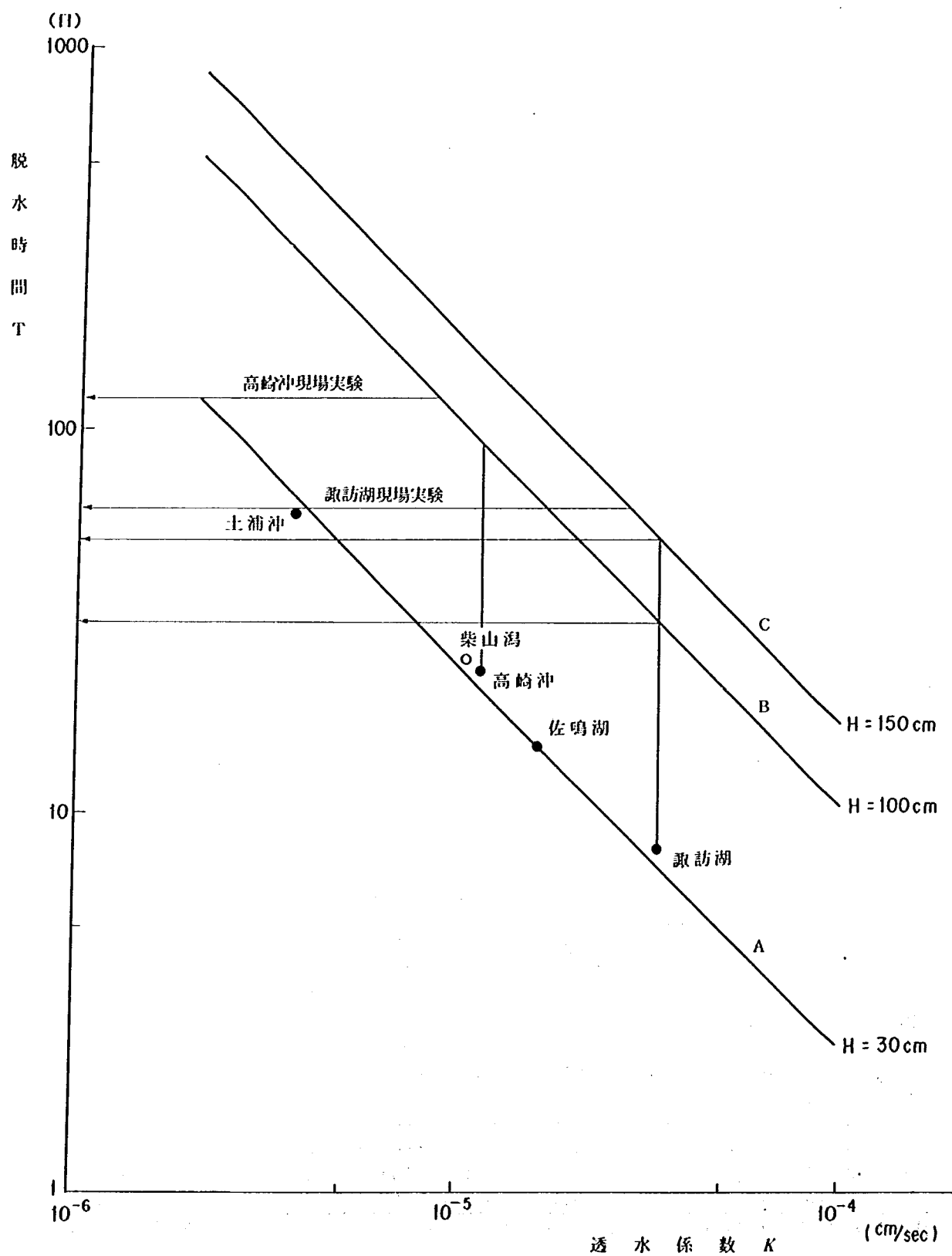


図- 6.2 脱水期間の予測

7. 資 料

		土 質 試 験 結 果 一 覧 表 (基礎地盤用)				報 告 用 紙		
調査名・調査地点：カラム透水試験浚渫土基本性状調査				整理担当者 川 崎 泰 弘				
試 料 番 号		高 崎 沖	土 浦 沖	諏 訪 湖	佐 鳴 湖	柴 山 潟		
深 さ m		～	～	～	～	～		
粒 度 特 性	礫 分 (2000 μ m以上) %	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	砂 分 (74～2000 μ m) %	1.8	5.3	2.1	2.3	1.2		
	シルト分 (5～74 μ m) %	58.7	36.1	65.8	54.7	44.0		
	粘土分 (5 μ m以下) %	39.5	58.6	32.1	43.0	54.8		
	最 大 粒 径 mm	0.840	0.420	0.840	0.840	0.840		
	均 等 係 数 U_c		—	—	—	—		
	曲 率 係 数 U'_c		—	—	—	—		
コンシステンシー	液 性 限 界 w_L %	286.9	248.2	203.3	216.9	171.0		
	塑 性 限 界 w_p %	84.7	106.1	91.7	93.6	92.5		
	塑 性 指 数 I_p	202.2	142.1	111.6	123.3	78.5		
分 類	日本統一土質分類	MH	MH	MH	MH	MH		
土 粒 子 の 比 重 G_s		2.486	2.523	2.458	2.507	2.454		
自 然 状 態	含 水 比 w_n %	728.4	774.6	440.7	584.2	384.4		
	湿 潤 密 度 ρ_t g/cm ³	1.077	1.084	1.128	1.078	1.141		
	間 隙 比 e							
	飽 和 度 S_r %							
力 学 特 性	一軸圧縮試験	一軸圧縮強さ q_x kgf/cm ²						
	一面剪断試験	試験の条件 ^{注)}						
		粘 着 力 c kgf/cm ²						
		剪断抵抗角 ϕ 度						
	三軸圧縮試験	試験の条件 ^{注)}						
		粘 着 力 c kgf/cm ²						
		剪断抵抗角 ϕ 度						
	圧密試験	圧密降伏応力 P_c kgf/cm ²						
		圧 密 指 数 C_c						
強 熱 減 量 %		16.5	13.0	12.0	11.7	11.7		

注) 非圧密非排水試験：UU, 圧密非排水試験：CU, 圧密非排水試験(間隙水圧を測定した場合)：CU, 圧密排水試験：CD

試料名：霞ヶ浦高崎沖

泥厚 $H_0(\text{cm}) = 100\text{cm}$

初期含水比 $w = 728.4\%$ 含水率 $w' = 0.879 (87.9\%)$

単位体積重量 $\gamma_t = 1.077 \text{ g/cm}^3$

カラム断面積 $A = 283.5 \text{ cm}^2$ 初期体積 $V = A \times H_0 = 28.350 \text{ cm}^3$

初期泥水重量 $W = V \times \gamma_t = 28.350 \times 1.077 = 30,532.9 \div 30,533 \text{ g}$

水分重量 $w_0 = W \times w' = 30533 \times 0.879 = 26,838.5 \div 26,839 \text{ g}$

泥重量 $w_s = W \times (1 - w') = 30,533 \times (1 - 0.879) = 3,694.4 \div 3,694 \text{ g}$

脱水量 w_1 分離水高 $\Delta H = H_w - H_s$
(水面)(泥面)

分離水量 $w_- = A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w = w_0 - (w_1 + w_2)$ 含水比 $w = w_w / w_s \times 100$

経過日数	項目	$H_w(\text{cm})$	$H_s(\text{cm})$	$\Delta H(\text{cm})$	$w_1(\text{ml})$	日当り	$w(\%)$
/	0	100.0	100.0	0			728.4
	1	95.6	90.1	5.5	1000		657.3
	2	93.6	83.8	9.8	1455	455	612.0
	3	92.0	77.0	15.0	1890	435	560.3
	4	90.4	70.7	19.7	2316	426	512.7
	5	89.2	66.2	23.0	2651	335	478.3
	6	88.1	63.1	25.0	2964	313	454.4
	7	87.4	61.4	26.0	3260	296	438.8
	8	86.0	59.1	26.9	3570	310	423.5
	9	84.9	58.0	26.9	3840	270	416.2
	10	84.0	57.2	26.8	4105	265	409.7
	11	83.2	56.7	26.5	4337	232	
	12	82.1	56.2	25.9	4617	280	
	13	81.0	55.7	25.3	4917	300	
	14	80.0	55.6	24.4	5199	282	
	15	—	—		(5470)	(271)	
	16	78.0	55.3	22.7	5774	304	396.0
	17	76.6	55.0	21.6	6148	374	

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
	18	75.2	54.8	20.4	6540	392	
	19	73.9	54.7	19.2	6899	359	
12/6	20	72.7	54.6	18.1	7236	337	391.8
	21	71.7	54.5	17.2	7511	275	
	22	—	—	—	7771	(260)	
	23	69.9	54.5	15.4	8016	245	
	24	69.0	54.5	14.5	8268	252	
12/11	25	68.1	54.5	13.6	8510	242	391.8
	26	67.1	54.5	12.6	8760	250	
	27	66.3	54.5	11.8	8985	225	
	28	65.5	54.5	10.9	9228	243	
	29	—	—	—	(9458)	(230)	
12/16	30	63.9	54.4	9.5	9653	195	392.3
	31	63.1	54.3	8.8	9840	187	
	32	62.6	54.2	8.4	10020	180	
	33	61.9	54.1	7.8	10194	174	
	34	61.2	53.9	7.3	10362	168	
12/21	35	60.7	53.9	6.8	10519	157	389.6
	36	—	—	—	(10659)	(140)	
	37	59.6	53.7	5.9	10799	140	
	38	59.1	53.6	5.5	10944	145	
	39	58.6	53.5	5.1	11081	137	
12/26	40	58.0	53.5	4.5	11223	142	388.2
	41	57.5	53.3	4.2	11373	150	
	42	—	—	—			
	43	—	—	—			
	44	—	—	—			
	45	—	—	—			

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
	46	—	—	—			
	47	—	—	—			
	48	—	—	—			
	49	—	—	—			
	50	—	—	—			
1/6	51	53.2	53.1	0.1	12600	12/28-1/6 1227	384.7
	52	—	—	—			
	53	—	—	—			
1/9	54	—	52.2	—	12870	1/6-1/9 270	378.2
	55	—	—	—			
1/11	56		51.5		13070	1/9-1/11 200	372.7
	57		—				
	58		—				
	59		—				
	60		—				
1/16	61	—	49.8	—	13335	1/11-1/16 265	365.6
	62						(358.0%)
	63						
	64						
	65						
	66						
	67						
	68						
	69						
	70						

(%) : 撤去後の標準法による実測

試料名：霞ヶ浦高崎沖

泥厚 H_0 (cm) = 50cm

初期含水比 $w = 728.4\%$

含水率 $w' = 0.879$ (87.9%)

単位体積重量 $\gamma_t = 1.077 \text{ g/cm}^3$

カラム断面積 $A = 283.5 \text{ cm}^2$

初期体積 $V = A \times H_0 = 14,175 \text{ cm}^3$

初期泥水重量 $W = V \times \gamma_t = 14,175 \times 1.077 = 15,266.4 \div 15,266 \text{ g}$

水分重量 $w_0 = W \times w' = 15,266 \times 0.879 = 13,418.8 \div 13,419 \text{ g}$

泥重量 $w_s = W \times (1 - w') = 15,266 \times (1 - 0.879) = 1,847.1 \div 1,847 \text{ g}$

脱水量 w_1

分離水高 $\Delta H = H_w - H_s$
(水面) (泥面)

分離水量 $w_2 = A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w = w_0 - (w_1 + w_2)$

含水比 $w = w_w / w_s \times 100$

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
11/16	13:24 0	50.0	50.0	0			728.4
	1	46.1	43.2	2.9	837		636.7
	2	44.5	39.7	4.8	1207	370	587.5
	3	43.4	36.0	7.4	1514	307	531.0
	4	42.6	33.7	8.9	1757	243	494.8
11/21	5	41.7	31.7	10.0	1975	218	466.1
	6	41.0	30.5	10.5	2187	212	446.9
	7	40.6	30.3	10.3	2370	183	440.1
	8	39.8	29.5	10.3	2567	197	429.5
	9	39.1	29.0	10.1	2744	177	423.0
	10	38.6	29.0	9.6	2899	155	422.2
	11	38.0	28.9	9.1	3035	136	
	12	37.4	28.7	9.7	3173	138	
	13	37.0	28.5	8.5	3307	134	
	14	36.5	28.4	8.1	3435	128	
	15				(3560)	(125)	
	16	35.5	28.4	7.1	3677	117	418.5
	17	35.0	28.3	6.7	3817	140	

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
	18	34.4	28.3	6.1	3968	151	
	19	33.9	28.3	5.6	4158	190	
12/6	20	33.4	28.2	5.2	4300	142	413.9
	21	32.9	28.1	4.8	4414	114	
	22				(4524)	(110)	
	23	32.1	28.1	4.0	4634	110	
	24	31.8	28.0	3.8	4734	100	
12/11	25	31.4	28.0	3.4	4829	95	412.9
	26	31.1	28.0	3.1	4929	100	
	27	30.7	28.0	2.7	5027	98	
	28	30.4	28.0	2.4	5126	99	
	29				(5216)	(90)	
12/16	30	29.7	28.0	1.7	5303	87	413.3
	31	29.3	28.0	1.3	5390	87	
	32	29.1	28.0	1.1	5480	90	
	33	28.8	28.0	0.8	5570	90	
	34	28.4	28.0	0.4	5660	90	
12/21	35	28.2	28.0	0.2	5750	90	412.1
	36	27.9	27.9	0	5838	88	
	37	—	27.8		5910	72	
	38		27.5		6001	91	
	39		27.2		6084	83	
	40		26.9		6172	88	392.4
	41		26.5		6267	95	
	42						
	43						
	44						
	45						

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
	46						
	47						
	48						
	49						
	50						
	51	—	24.5		6904	12/28-1/6 637	352.7
	52						
	53						
1/9	54	—	24.2	—	7021	1/6-1/9 117	346.4
	55						(339.8%)
	56						
	57						
	58						
	59						
	60						
	61						
	62						
	63						
	64						
	65						
	66						
	67						
	68						
	69						
	70						

試料名：霞ヶ浦高崎沖

泥厚 H_0 (cm) = 30cm

初期含水比 $w = 728.4\%$

含水率 $w' = 0.879$ (87.9%)

単位体積重量 $\gamma_t = 1.077 \text{ g/cm}^3$

カラム断面積 $A = 283.5 \text{ cm}^2$

初期体積 $V = A \times H_0 = 8,505 \text{ cm}^3$

初期泥水重量 $W = V \times \gamma_t = 8,505 \times 1.077 = 9,159.8 \div 9,160 \text{ g}$

水分重量 $w_0 = W \times w' = 9,160 \times 0.879 = 8,051.6 \div 8,052 \text{ g}$

泥重量 $w_s = W \times (1 - w') = 9,160 \times (1 - 0.879) = 1,108.3 \div 1,108 \text{ g}$

脱水量 w_1

分離水高 $\Delta H = H_w - H_s$
(水面)(泥面)

分離水量 $w_2 = A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w = w_0 - (w_1 + w_2)$

含水比 $w = w_w / w_s \times 100$

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
11/16	13:24 0	30.0	30.0	0			728.4
	1	27.0	24.5	2.5	636		605.3
	2	25.5	21.4	4.1	998	362	531.8
	3	24.2	19.3	4.9	1342	344	480.2
	4	23.1	18.4	4.7	1651	309	458.4
	5	21.9	18.1	3.8	1974	323	451.3
	6	20.8	17.9	2.9	2302	328	444.8
	7	20.1	17.9	2.2	2595	293	436.2
	8	18.8	17.8	1.0	2914	319	438.1
	9	17.7	17.7	0	3189	275	438.9
	10	—	16.9		3432	243	417.0
	11		16.2		3628	196	
	12		15.5		3806	178	383.0
	13		15.1		3947	141	
	14		14.8		4061	114	360.2
	15		—		4152	91	
	16		14.3		4196	44	348.0
	17		14.2		4261	65	

項目 経過日数	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
18	—	14.1		4309	48	337.8
19		13.9		4346	37	
20		13.8		4374	28	331.9
21		13.8		4397	23	
22		—				
23		13.8		4422	25	327.6
24						(315.7%)
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						

試料名：霞ヶ浦高崎沖

泥厚 H_0 (cm) = 15 cm

初期含水比 $w = 728.4\%$

含水率 $w' = 0.879$ (87.9%)

単位体積重量 $\gamma_t = 1.077 \text{ g/cm}^3$

カラム断面積 $A = 283.5 \text{ cm}^2$

初期体積 $V = A \times H_0 = 4,253 \text{ cm}^3$

初期泥水重量 $W = V \times \gamma_t = 4,253 \times 1.077 = 4,580.4 \div 4,580 \text{ g}$

水分重量 $w_0 = W \times w' = 4,580 \times 0.879 = 4,025.8 \div 4,026 \text{ g}$

泥重量 $w_s = W \times (1 - w') = 4,580 \times (1 - 0.879) = 554.1 \div 554 \text{ g}$

脱水量 w_1

分離水高 $\Delta H = H_w - H_s$
(水面)(泥面)

分離水量 $w_- = A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w = w_0 - (w_1 + w_2)$

含水比 $w = w_w / w_s \times 100$

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
11/16	13:24 0	15.0	15.0	0			728.4
	1	12.8	10.8	2.0	613		513.7
	2	11.2	9.5	1.7	854	241	485.6
	3	10.3	9.2	1.1	1,089	235	473.8
	4	9.6	9.0	0.6	1,304	215	460.6
11/21	5	—	8.9		1,515	211	453.2
	6		8.2		1,705	190	
	7		7.7		1,878	173	
	8		7.0		1,973	95	
	9		6.9		2,021	48	
11/26	10		6.8		2,048	27	357.0
	11		6.7		2,064	16	
	12		6.6		2,074	10	
	13		6.6		2,084	10	
	14		6.5		2,088.3	4.3	
12/1	15						
	16		6.5		2,093.8	5.5	348.8
	17		6.4		2,097.8	4.0	

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
	18		6.4		2,100.6		
	19		6.4		2,103.1		
12/6	20		6.4		2,105.1		346.7
	21		6.4		2,106.6		
	22		—				
	23		6.4		2,107.1		346.4
	24						(348.6%)
	25						
	26						
	27						
	28						
	29						
	30						
	31						
	32						
	33						
	34						
	35						
	36						
	37						
	38						
	39						
	40						
	41						
	42						
	43						
	44						

試料名：霞ヶ浦土浦沖

泥厚 H_0 (cm) = 100 cm

初期含水比 $w = 774.6\%$

含水率 $w' = 0.886$ (88.6%)

単位体積重量 $\gamma_t = 1.084 \text{ g/cm}^3$

カラム断面積 $A = 283.5 \text{ cm}^2$

初期体積 $V = A \times H_0 = 28,350 \text{ cm}^3$

初期泥水重量 $W = V \times \gamma_t = 28,350 \times 1.084 = 30,731.4 \div 30,731 \text{ g}$

水分重量 $w_0 = W \times w' = 30,731 \times 0.886 = 27,227.6 \div 27,228 \text{ g}$

泥重量 $w_s = W \times (1 - w') = 30,731 \times (1 - 0.886) = 3,503.3 \div 3,503 \text{ g}$

脱水量 w_1

分離水高 $\Delta H = H_w - H_s$
(水面) (泥面)

分離水量 $w_2 = A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w = w_0 - (w_1 + w_2)$

含水比 $w = w_w / w_s \times 100$

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
1/17	10:30 0	100	100	0			774.6
	1	95.8	89.3	6.5	1,057		694.5
	2	—	—	—	—		
	3	93.3	77.6	15.7	1,767	1/18-1/20 710	599.8
	4	92.3	73.4	18.9	2,027	260	566.5
1/22	5	91.5	69.7	21.8	2,269	242	536.1
	6	90.6	66.7	23.9	2,479	210	513.1
	7	90.0	64.0	26.0	2,664	185	490.8
	8	89.4	61.8	27.6	2,839	175	472.9
	9	—					
1/27	10	88.4	57.8	30.6	3,144	1/25-1/27 305	439.9
	11	87.9	56.2	31.7	3,264	120	
	12	87.2	54.5	32.7	3,405	141	
	13	86.9	52.9	34.0	3,543	138	401.0
	14	86.4	51.3	35.1	3,675	132	
2/1	15	85.8	49.8	36.0	3,796	121	
	16	—	—	—	—		
	17	85.2	47.6	37.6	3,999	2/1-2/3 203	

項目 経過日数		H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
2/4	18	84.8	46.5	38.3	4,104	105	
	19	84.4	45.5	38.9	4,204	100	
	20	84.1	44.7	39.4	4,297	93	
	21	83.8	43.8	40.0	4,388	91	
	22	83.4	43.2	40.2	4,469	81	
	23	—	—	—	—		
	24	82.9	42.0	40.9	4,619	2/8-2/10 150	
2/11	25	—					
	26	82.4	41.0	41.4	4,769	2/10-2/12 150	
	27	82.0	40.5	41.5	4,849	80	
	28	81.7	40.0	41.7	4,929	80	
	29	81.4	39.5	41.9	5,012	83	
2/16	30						
	31	80.9	38.8	42.1	5,154	2/15-2/17 142	
	32	80.7	38.6	42.1	5,209	55	
	33	80.5	38.3	42.2	5,274	65	
	34	80.2	38.1	42.1	5,338	64	
2/21	35	80.0	37.9	42.1	5,398	60	
	36	—					
	37	79.5	37.6	41.9	5,518	120	
	38	79.3	37.4	41.9	5,573	55	
	39	79.1	37.3	41.8	5,631	58	
2/26	40	78.9	37.2	41.7	5,682	51	
	41	78.7	37.0	41.7	5,737	55	
	42	78.5	36.9	41.6	5,794	57	
	43	78.3	36.9	41.4	5,854	60	
	44	—	—	—			
	45	77.8	36.7	41.1	5,956	3/1-3/3 102	

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
	46	77.7	36.6	41.1	5,996	40	
3/5	47	77.4	36.5	40.9	6,049	53	
	48	77.2	36.4	40.8	6,103	54	
	49	77.0	36.3	40.7	6,159	56	
	50	76.8	36.3	40.5	6,211	52	
	51	—	—		—		
	52	76.3	36.2	40.1	6,325	114	
	53	76.2	36.1	40.1	6,385	60	
	54	75.9	36.1	39.8	6,444	59	
	55	75.7	36.1	39.6	6,500	56	
	56	75.5	36.0	39.5	6,558	58	
	57	75.3	36.0	39.3	6,616	58	
	58	—	—		—		
3/17	59	74.9	35.9	39.0	6,726	110	
	60	74.7	35.9	38.8	6,771	45	
	61						
	62						
	63						
	64						
	65						
	66						
	67						
	68						
	69						
	70						

試料名：霞ヶ浦土浦沖

泥厚 H_0 (cm) = 50 cm

初期含水比 $w = 774.6\%$

含水率 $w' = 0.886$ (88.6%)

単位体積重量 $\gamma_t = 1.084 \text{ g/cm}^3$

カラム断面積 $A = 283.5 \text{ cm}^2$

初期体積 $V = A \times H_0 = 14,175 \text{ cm}^3$

初期泥水重量 $W = \gamma_t \times V = 14,175 \times 1.084 = 15,365.7 \div 15,366 \text{ g}$

水分重量 $w_0 = W \times w' = 15,366 \times 0.886 = 13,614.2 \div 13,614 \text{ g}$

泥重量 $w_s = W \times (1 - w') = 15,366 \times (1 - 0.886) = 1,751.7 \div 1,752 \text{ g}$

脱水量 w_1

分離水高 $\Delta H = H_w - H_s$
(水面) (泥面)

分離水量 $w_- = A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w = w_0 - (w_1 + w_2)$

含水比 $w = w_w / w_s \times 100$

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
1/17	10:30 0	50.1	50.0	0.1			774.6
	1	45.8	41.1	4.7	831		653.6
	2	—	—	—			
	3	43.7	33.4	10.3	1,416	1/18-1/20 585	529.6
	4	42.9	30.8	12.1	1,636	220	487.9
1/22	5	42.2	28.6	13.6	1,841	205	451.9
	6	41.3	26.7	14.6	2,019	178	425.6
	7	40.9	25.3	15.6	2,181	162	400.1
	8	40.4	24.2	16.2	2,333	152	381.7
	9	—	—	—			
1/27	10	39.6	22.8	16.8	2,588	1/25-1/27 255	357.5
	11	39.1	22.1	17.0	2,687	99	
	12	38.6	21.5	17.1	2,798	111	
	13	38.3	21.1	17.2	2,904	106	333.0
	14	37.9	20.8	17.1	3,003	99	
2/1	15	37.4	20.5	16.9	3,092	89	
	16	—	—	—			
	17	37.1	20.2	16.9	3,237	2/1-2/3 145	

経験日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
3/4	18	36.8	20.0	16.8	3,314	77	
	19	36.5	20.0	16.5	3,386	72	
	20	36.2	19.9	16.3	3,453	67	
	21	36.0	19.7	16.3	3,520	67	
	22	35.7	19.7	16.0	3,581	61	
	23	—					
2/11	24	35.3	19.7	15.6	3,698	2/3-2/10 117	
	25						
	26	34.9	19.6	15.3	3,814	116	
	27	34.6	19.6	15.0	3,877	63	
	28	34.3	19.5	14.8	3,939	62	
	29	34.1	19.4	14.7	4,004	65	
	30	—	—	—			
	31	33.6	19.4	14.2	4,121	117	
	32	33.4	19.4	14.0	4,169	48	
	33	33.2	19.3	13.9	4,228	59	
	34	33.0	19.3	13.7	4,286	58	
	35	32.8	19.3	13.5	4,343	57	
	36	—					
	37	32.3	19.3	13.0	4,459	2/21-2/23 116	
	38	32.1	19.3	12.8	4,515	56	
	39	31.9	19.2	12.7	4,573	58	
	40	31.7	19.2	12.5	4,625	52	
	41	31.5	19.2	12.3	4,680	55	
	42	31.3	19.2	12.1	4,739	59	
	43	31.1	19.2	11.9	4,796	57	
	44	—	—				
	45	30.6	19.2	11.4	4,909	3/1-3/3 113	

項目 経過日数	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
46	30.4	19.1	11.3	4,952	43	
47	30.2	19.1	11.1	5,009	57	
48	30.0	19.1	10.9	5,063	54	
49	29.8	19.1	10.7	5,123	60	
50	29.6	19.1	10.5	5,178	55	
51	—	—		—		
52	29.2	19.0	10.2	5,299	121	
53	28.9	19.0	9.9	5,362	63	
54	28.7	19.0	9.7	5,425	63	
55	28.5	19.0	9.5	5,485	60	
56	28.2	19.0	9.2	5,545	60	
57	28.0	19.0	9.0	5,604	59	
58	—	—		—		
3/17 59	27.6	19.0	8.6	5,718	114	
60	27.4	19.0	8.4	5,768	50	
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						

試料名：霞ヶ浦土浦沖

泥厚 H_0 (cm) = 30 cm

初期含水比 $w = 774.6\%$

含水率 $w' = 0.886$ (88.6%)

単位体積重量 $\gamma_t = 1.084 \text{ g/cm}^3$

カラム断面積 $A = 283.5 \text{ cm}^2$

初期体積 $V = A \times H_0 = 8,505 \text{ cm}^3$

初期泥水重量 $W = V \times \gamma_t = 8,505 \times 1.084 = 9,219.4 \div 9,219 \text{ g}$

水分重量 $w_0 = W \times w' = 9,219 \times 0.886 = 8,168.0 \div 8,168 \text{ g}$

泥重量 $w_s = W \times (1 - w') = 9,219 \times (1 - 0.886) = 1,050.9 \div 1,051 \text{ g}$

脱水量 w_1

分離水高 $\Delta H = H_w - H_s$
(水面) (泥面)

分離水量 $w_- = A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w = w_0 - (w_1 + w_2)$

含水比 $w = w_w / w_s \times 100$

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
1/17	10:30 0	30.0	30.0	0			774.6
	1	26.8	23.2	3.6	773		606.5
	2	—	—	—			
	3	25.1	18.1	7.0	1,273	1/18-1/20 500	467.2
	4	24.5	16.6	7.9	1,458	185	425.3
1/22	5	23.8	15.3	8.5	1,630	172	392.8
	6	23.1	14.6	8.5	1,772	142	379.3
	7	22.9	13.9	9.0	1,894	122	354.1
	8	22.4	13.6	8.8	2,016	122	348.0
	9	—					
1/27	10	21.9	13.2	8.7	2,194	1/25-1/27 178	333.8
	11	21.5	13.0	8.5	2,265	71	
	12	21.0	12.9	8.1	2,347	82	
	13	20.9	12.9	8.0	2,432	85	330.0
	14	20.6	12.8	7.8	2,513	81	
2/1	15	20.1	12.8	7.3	2,591	78	
	16	—	—	—			
	17	19.8	12.8	7.0	2,734	2/1-2/3 143	

項目 経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
	18	19.5	12.7	6.8	2,812	78	
	19	19.2	12.7	6.5	2,888	76	
	20	18.9	12.6	6.3	2,961	73	
	21	18.7	12.6	6.1	3,035	74	
	22	18.3	12.6	5.7	3,104	69	
	23						
	24	17.9	12.6	5.3	3,231	2/8-2/10 127	
2/11	25						
	26	17.4	12.5	4.9	3,364	2/10-2/12 133	
	27	17.1	12.5	4.6	3,437	73	
	28	16.8	12.5	4.3	3,510	73	
	29	16.5	12.5	4.0	3,585	75	
	30						
	31	16.0	12.4	3.6	3,715	130	
	32	15.8	12.4	3.4	3,772	57	
	33	15.5	12.4	3.1	3,839	67	
	34	15.2	12.4	2.8	3,903	64	
	35	15.0	12.4	2.6	3,965	62	
	36	—	—	—	—		
	37	14.5	12.4	2.1	4,089	124	
	38	14.3	12.4	1.9	4,147	58	
	39	14.1	12.4	1.7	4,208	61	
2/26	40	13.9	12.3	1.6	4,263	55	
	41	13.6	12.3	1.3	4,320	57	
	42	13.4	12.3	1.1	4,380	60	
3/1	43	13.2	12.3	0.9	4,437	57	
	44	—	—	—			
	45	1	12.3	0.5	4,550	3/1-3/3 113	

項目 経過日数	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
46	12.5	12.3	0.2	4,592	42	
47	12.3	12.2	0.1	4,645	53	
48	12.1	12.1	0	4,700	55	
49	—	11.8	—	4,755	55	
50	—	11.8	—	4,805	50	
51	—	—			—	
52	—	11.5	—	4,908	103	
53	—	11.5	—	4,960	52	
54	—	11.3	—	5,006	46	
55	—	11.2	—	5,045	39	
56	—	11.1	—	5,082	37	
57	—	11.0	—	5,114	32	
58	—	—	—	—	—	
3/17 59	—	10.5	—	5,165	51	
60	—	10.3	—	5,180	15	
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						

試料名：霞ヶ浦土浦沖

泥厚 H_0 (cm) = 15.2 cm

初期含水比 $w = 774.6\%$

含水率 $w' = 0.886$ (88.6%)

単位体積重量 $\gamma_t = 1.084 \text{ g/cm}^3$

カラム断面積 $A = 283.5 \text{ cm}^2$

初期体積 $V = A \times H_0 = 4,309 \text{ cm}^3$

初期泥水重量 $W = V \times \gamma_t = 4,309 \times 1.084 = 4,670.9 \div 4,671 \text{ g}$

水分重量 $w_0 = W \times w' = 4,671 \times 0.886 = 4,138.5 \div 4,139 \text{ g}$

泥重量 $w_s = W \times (1 - w') = 4,671 \times (1 - 0.886) = 532.4 \div 532 \text{ g}$

脱水量 w_1

分離水高 $\Delta H = H_w - H_s$
(水面) (泥面)

分離水量 $w_2 = A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w = w_0 - (w_1 + w_2)$

含水比 $w = w_w / w_s \times 100$

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
2/20	10:00 0	15.2	15.2	0			
	1	12.5	11.9	0.6	753		
	2	—	—	—	—		
	3	11.2	9.8	1.3	1,078	2/21-2/23 325	
	4	10.8	9.1	1.7	1,185	107	
	5	10.6	8.6	2.0	1,286	101	
	6	10.2	8.2	2.0	1,368	82	
	7	9.6	8.1	1.6	1,543	175	
2/28	8	8.5	8.0	0.5	1,873	330	
3/1	9	7.9	7.9	0	2,043	170	
	10	—	—	—	—		
	11	—	7.2	—	2,238	3/1-3/3 195	
	12	—	7.0	—	2,278	40	
3/5	13	—	6.8	—	2,324	46	
	14	—	6.7	—	2,365	41	
	15	—	6.5	—	2,402	37	
	16	—	6.5	—	2,431	29	
	17	—	—	—	—	—	

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
	18	—	6.2	—	2,477	46	
	19	—	6.1	—	2,496	19	
	20	—	6.1	—	2,509	13	
	21	—	6.1	—	2,519	10	
	22	—	6.1	—	2,526	7	
	23	—	6.0	—	2,531	5	
	24	—	—	—		—	
3/17	25	—	6.0	—	2,536	5	
	26	—	6.0	—	2,538	2	
	27						
	28						
	29						
	30						
	31						
	32						
	33						
	34						
	35						
	36						
	37						
	38						
	39						
	40						
	41						
	42						
	43						
	44						
	45						

試料名：諏訪湖

泥厚 H_0 (cm) = 50cm

初期含水比 $w = 440.7\%$

含水率 $w' = 0.815$ (81.5%)

単位体積重量 $\gamma_t = 1.128 \text{ g/cm}^3$

カラム断面積 $A = 283.5 \text{ cm}^2$

初期体積 $V = A \times H_0 = 14,175 \text{ cm}^3$

初期泥水重量 $W = V \times \gamma_t = 14,175 \times 1.128 = 15,989 \text{ g}$

水分重量 $w_0 = W \times w' = 15,989 \times 0.815 = 13,031 \text{ g}$

泥重量 $w_s = W \times (1 - w') = 15,989 \times (1 - 0.815) = 2,957.9 = 2,958 \text{ g}$

脱水量 w_1

分離水高 $\Delta H = H_w - H_s$
(水面) (泥面)

分離水量 $w_2 = A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w = w_0 - (w_1 + w_2)$

含水比 $w = w_w / w_s \times 100$

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
1/29	14:00 0	50.0	50.0	0			440.7
1/30	1	43.0	38.4	4.6	1,918		331.6
	2	39.2	31.5	7.7	2,958	1040	
	3	36.2	30.9	5.3	3,760	802	
	4	—	—	—	—		
2/3	5	31.9	30.8	1.1	5,055	1295	
	6	—	29.7	—	5,668	613	
	7	—	28.4	—	6,086	418	
	8	—	28.2	—	6,306	220	
	9	—	27.2	—	6,456	150	
	10	—	26.8	—	6,528	72	
	11	—	—	—	—		
	12	—	26.5	—	6,604	76	
2/11	13	—	—	—			
	14	—	26.4	—	6,630	26	216.4
	15		2/12 撤去				(231.6%)
	16						
	17						

試料名：諏訪湖

泥厚 H_0 (cm) = 30 cm

初期含水比 $w = 440.7\%$

含水率 $w' = 0.815$ (81.5%)

単位体積重量 $\gamma_t = 1.128 \text{ g/cm}^3$

カラム断面積 $A = 283.5 \text{ cm}^2$

初期体積 $V = A \times H_0 = 8,505 \text{ cm}^3$

初期泥水重量 $W = V \times \gamma_t = 8,505 \times 1.128 = 9,593.6 \div 9,594 \text{ g}$

水分重量 $w_0 = W \times w' = 9,594 \times 0.815 = 7,819.1 \div 7,819 \text{ g}$

泥重量 $w_s = W \times (1 - w') = 9,594 \times (1 - 0.815) = 1,774.8 \div 1,775 \text{ g}$

脱水量 w_1

分離水高 $\Delta H = H_w - H_s$
(水面) (泥面)

分離水量 $w_- = A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w = w_0 - (w_1 + w_2)$

含水比 $w = w_w / w_s \times 100$

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
1/17	10:00 0	30.0	29.7	0.3			440.7
	1	23.9	20.7	3.2	1,592		299.7
	2	21.0	19.5	0.5	2,430	838	295.6
	3	* —	18.8	—	3,057	627	268.3
	4	—	17.6		3,477	420	244.6
1/22	5	—	17.2		3,642	165	235.3
	6	—	17.0		3,694	52	232.4
	7	—	16.9		3,714	20	231.3
	8	—	16.9		3,725	11	230.6
	9	—	—				
1/27	10	—	16.8		3,733	1/25-1/27 8	230.2
	11	—	16.8		3,739	6	229.9
	12						(236.0%)
	13		1/28 撤去				
	14						
2/1	15						
	16						
	17						

* 水面高 = 泥面高 = 19.1 cm

試料名：諏訪湖

泥厚 H_0 (cm) = 15.2cm

初期含水比 $w = 440.7\%$

含水率 $w' = 0.815$

単位体積重量 $\gamma_t = 1.128 \text{ g/cm}^3$

カラム断面積 $A = 283.5 \text{ cm}^2$

初期体積 $V = A \times H_0 = 4,309 \text{ cm}^3$

初期泥水重量 $W = V \times \gamma_t = 4,309 \times 1.128 = 4,860.55 \div 4,861 \text{ g}$

水分重量 $w_0 = W \times w' = 4,861 \times 0.815 = 3,961.7 \div 3,962 \text{ g}$

泥重量 $w_s = W \times (1 - w') = 4,861 \times (1 - 0.815) = 899.2 \div 899 \text{ g}$

脱水量 w_1

分離水高 $\Delta H = H_w - H_s$
(水面)(泥面)

分離水量 $w_- = A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w = w_0 - (w_1 + w_2)$

含水比 $w = w_w / w_s \times 100$

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
2/13	10:00 0	15.2	15.0	0.2			440.7
	1	9.7	9.7	0	1,533		270.2
	2	—	8.6	—	1,886	353	230.9
	3	—	—	—			
	4	—	8.5	—	1,897	11	229.7
2/10	5	—	8.5	—	1,900	3	229.4
	6						(254.3%)
	7		2/18 撤去				
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
	13						
	14						
	15						
	16						
	17						

試料名:佐鳴湖

泥厚 H_0 (cm)=30cm

初期含水比 $w=584.2\%$

含水率 $w'=0.854$ (85.4%)

単位体積重量 $\gamma_t=1.078$ g/cm³

カラム断面積 $A=283.5$ cm²

初期体積 $V=A \times H_0=8,505$ cm³

初期泥水重量 $W=V \times \gamma_t=8,505 \times 1.078=9,168.3 \div 9,168$ g

水分重量 $w_0=W \times w'=9,168 \times 0.854=7,829.4 \div 7,829$ g

泥重量 $w_s=W \times (1-w')=9,168 \times (1-0.854)=1,338.5 \div 1,339$ g

脱水量 w_1

分離水高 $\Delta H=H_w-H_s$
(水面)(泥面)

分離水量 $w_2=A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w=w_0-(w_1+w_2)$

含水比 $w=w_w/w_s \times 100$

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
12/10	12:04 0	30.0	29.9	0.1			584.2
	1	24.9	22.7	2.2	1,338		438.2
	2	23.1	19.3	3.8	1,838	500	367.0
	3	21.8	17.6	4.2	2,198	360	331.6
	4	20.3	17.2	3.1	2,588	390	325.8
12/15	5	—	—	—	—		
	6	17.4	16.9	0.5	3,394	12/14~12/16 806	320.6
	7	—	16.7		3,570	176	318.1
	8		16.2		3,734	164	
	9		15.5		3,878	144	
12/10	10		15.0		3,990	112	286.7
	11		14.9		4,073	83	
	12	—	—	—			
	13		14.8		4,179	12/11~12/13 106	
	14		14.7		4,230	51	
12/25	15		14.7		4,264	34	266.2
	16		14.7		4,299	35	
	17		14.6		4,329	30	261.4

12/27 撤去

(255.7%)

試料名：柴山瀉

泥厚 H_0 (cm) = 30 cm

初期含水比 $w = 384.4\%$

含水率 $w' = 0.794$ (79.4%)

単位体積重量 $\gamma_t = 1.141 \text{ g/cm}^3$

カラム断面積 $A = 283.5 \text{ cm}^2$

初期体積 $V = A \times H_0 = 8,505 \text{ cm}^3$

初期泥水重量 $W = V \times \gamma_t = 8,505 \times 1.141 = 9,704.2 \div 9,704 \text{ g}$

水分重量 $w_0 = W \times w' = 9,704 \times 0.794 = 7,704.9 \div 7,705 \text{ g}$

泥重量 $w_s = W \times (1 - w') = 9,704 \times (1 - 0.794) = 1,999.0 \div 1,999 \text{ g}$

脱水量 w_1

分離水高 $\Delta H = H_w - H_s$
(水面)(泥面)

分離水量 $w_- = A \times \Delta H$

泥保水量 $w_w = w_0 - (w_1 + w_2)$

含水比 $w = w_w / w_s \times 100$

経過日数	項目	H_w (cm)	H_s (cm)	ΔH (cm)	w_1 (ml)	日当り	w (%)
12/10	12:04 0	30.0	29.8	0.2			384.4
	1	26.8	24.3	2.5	641		317.9
	2	25.5	21.0	4.5	1,006	365	271.3
	3	24.4	19.5	4.9	1,327	321	249.6
	4	23.4	18.8	4.6	1,612	285	239.6
12/15	5	—	—	—			
	6	21.6	18.3	3.3	2,082	12/4-12/6 470	234.5
	7	20.9	18.2	2.7	2,272	190	233.5
	8	20.2	18.2	2.0	2,468	196	233.6
	9	19.5	18.2	1.3	2,665	197	233.7
12/20	10	18.8	18.2	0.6	2,852	187	234.3
	11	18.1	18.0	0.1	3,031	179	232.4
	12						
	13		17.1		3,321	12/11-12/13 290	219.3
	14		16.7		3,456	135	
12/25	15		16.3		3,559	103	207.4
	16		16.0		3,647	88	
	17		15.6		3,727	80	199.0

(198.0%) 12/27 撤去

(198.0%)

参考資料 3 連続トレンチ工法の実施事例

霞ヶ浦における連続トレンチ掘削工事概要

霞ヶ浦においては毎年建設省による底泥の浚渫が行なわれている。処分地に排泥された底泥は、従来天日乾燥法により処理されてきたが、建設省霞ヶ浦工事事務所の委託を受けた大岩田処分地における連続トレンチ工法の現地実験により、連続トレンチ工法の有効性が確認されるようになった。すなわち従来の天日乾燥工法に比べて、底泥を搬出するまでの期間が約7ヶ月程度と3～5カ月も短縮できることが明らかとなった。

建設省は、このような現地実験の結果に基づいて、昭和55年11月から昭和56年3月にかけて浚渫された底泥について、昭和56年10月に、大岩田処分地外2処分地で連続トレンチ掘削工事を実施したので、ここに概要を述べる。

1) 工事概要

- (1) 浚渫時期 昭和55年11月～昭和56年3月
- (2) 浚渫場所 霞ヶ浦桜川河口付近
- (3) 浚渫土量 8.5 万 m^3
- (4) 処分地 大岩田処分地、前舟津処分地、田村処分地および蓮河原処分地
- (5) 排泥厚 0.9～1.5 m

2) トレンチ工

トレンチ掘削は、大岩田処分地、前舟津処分地および田村処分地で行なわれたが、ここでは代表例として大岩田処分地でのトレンチ掘削工事について述べる。

(1) トレンチの掘削間隔および幅

トレンチ掘削間隔は、最大47m、最小12mでトレンチ幅は、0.9～1.2mであった(図-1および写真-1参照)。

(2) トレンチの本数

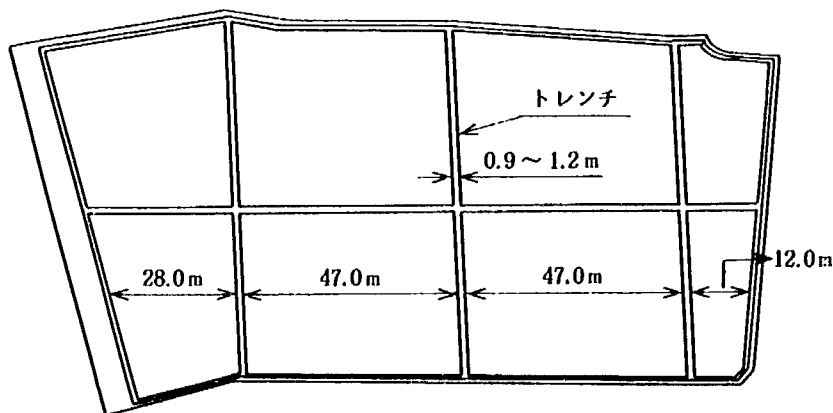


図-1 トレンチ掘削平面図(大岩田処分地)



写真-1 トレンチ掘削断面



写真-2 トレンチ掘削状況

大岩田処分地の周囲および縦方向3列、横方向1列であった(図-1参照)。

(3) トレンチ掘削方法

建設省所有の河床掘削機により掘削を行なった。

トレンチの掘削状況を写真-1～写真-2に示す。

1) 含水比の経時変化と底泥の搬出時期

図-2～図-4にトレンチの掘削間隔の違いによる含水比の経時変化への影響について調査した結果を示す。トレンチの掘削間隔が10m→7m→5mと狭くなるほど含水比がはやく低下する傾向がみられた。大岩田実験地では底泥の含水比が約83% (搬出可能強度 $q_u = 0.3 \text{ kg/cm}^2$ に相当する時の含水比)の時、搬出可能となり、この時期は、浚渫底泥の排泥後約7ヶ月であった。霞ヶ浦において、天日乾燥工法のみで底泥を処理した場合、搬出までにおよそ1年程度かかったのに比べると連続トレンチ工法の場合は、少なくとも数ヶ月程度はやく搬出できるものとする。

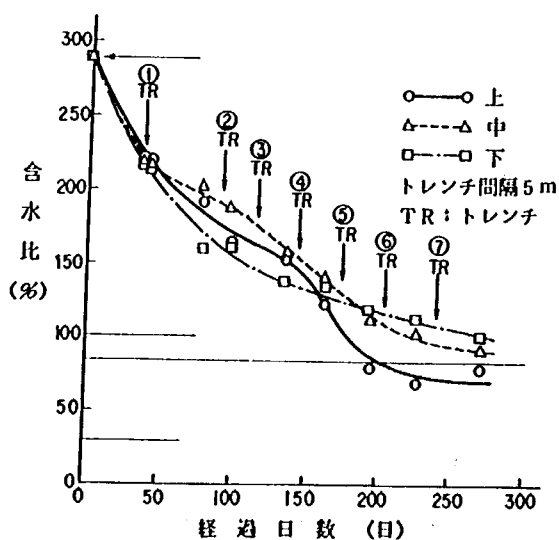


図-2 含水比の経時変化 (No. 1 & No. 6)

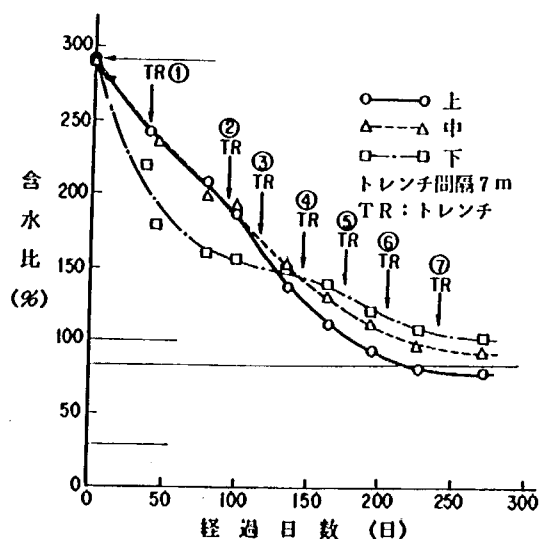


図-3 含水比の経時変化 (No. 2 & No. 5)

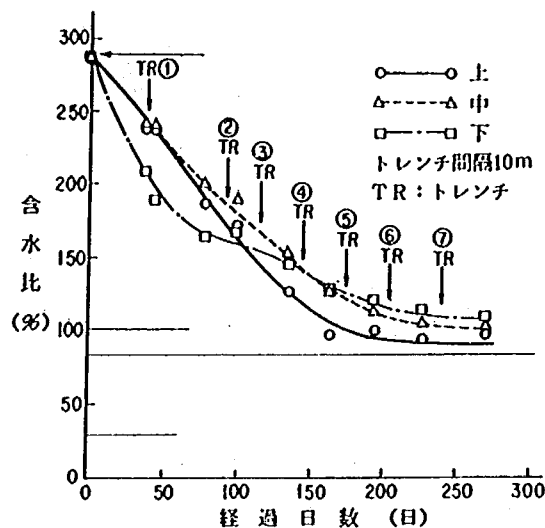


図-4 含水比の経時変化 (No. 3 & No. 4)

2) 連続トレンチ工法の施工法について

DMRP 報告および霞ヶ浦における現地実験の成果をもとに、連続トレンチ工法の施工法の考え方および留意点をまとめると表-1 のようになる。

表-1 連続トレンチ工法の施工法

連続トレンチ工法	施工法の留意点
1. 連続トレンチ工法のメカニズム	- トレンチ掘削により、表面水を移動させ蒸発乾燥の最大値をとるとともに、クラスト上部の乾燥収縮を促進させる。 トレンチ掘削→表面水の早期の移動→有効蒸発率の増大→乾燥収縮の促進 - トレンチ掘削により地下水位を連続的に低下させ、底泥下部の有効応力を増加することにより、圧密を促進させる。
2. トレンチ掘削時期及び厚さ	- トレンチ掘削は、乾燥クラストが生成される数ヶ月程度の期間（この間では蒸発量が年間の平均値を上回っている。）に行なう必要がある。（排泥後 1 年間放置する場合）霞ヶ浦においては 4, 5, 6 月が望ましい。 - 底泥の含水比を、従来の脱水技術によらず低下させる場合、埋立地への排泥厚さは、次の排泥までの期間の真の蒸発量の約半分に相当する水分減水量以下である必要がある。最適排泥厚さの設計は霞ヶ浦の現地実験の結果、ほぼ可能であると考えられる。
3. トレンチ施工法	- 降雨や他の場所からの流入を排除するための良好な表面排水システムを確立する必要がある。連続トレンチ工法の施工に当って最も留意すべきことである。 - トレンチは、水が釜場へ排水されやすいように勾配をつける必要がある。 - 沈下速度が推定できる場合においても、トレンチ作業は処分地内の状況変化にあわせて柔軟に行なう。 - 底泥の乾燥およびクラスト生成が進むにつれて、クラストからの連続排水およびクラスト生成促進のため、トレンチを連続的に深めていく必要がある。 しかし今回の現地実験からは、トレンチの掘削回数、掘削時期の目安については明確なデータは得られなかった。
4. トレンチ間隔及び本数	- 水位低下量は、トレンチ間隔にあまり関係がない。 - RUC によるトレンチは、表面水をできるだけ多く排除するためにも間隔を近づけることが望ましい。

連続トレンチ工法	施 工 法 の 留 意 点
4.	3. RUCの使用にあたっては、比較的短期間に多数のトレンチを造成する必要がある。
5. トレンチ掘削機械の選定	1. 超軟弱土中でもトレンチが造成できる機械が必要である。 2. RUCによるトレンチ作業は、処分地内のクラストがまだ10cm以下のような初期段階の表面排水に適した方法である。(霞ヶ浦においてはマーシードラグラインでもトレンチ作業は可能であると考える。) 3. 水陸両用あるいはマーシー用ドラグラインは、クラスト厚が15cm以上になった段階のトレンチ作業に効果的である。 4. 軽量ドラグラインをマット上で作業させるのは、クラスト厚が30cm以上の時点で行なう。

② 津・松阪における連続トレンチ掘削工事概要

● 埋 立 地

面積は、70,000㎡であり、5区画に分割されていた。埋立地の浚渫ヘドロ厚は、5 mであり、処分土量は、220,000 ㎡であった。また、埋立地の仕様は、外部への浚渫水の浸出防止のために内面全体に塩化ビニールシート（4 mm厚）で覆ったものである。

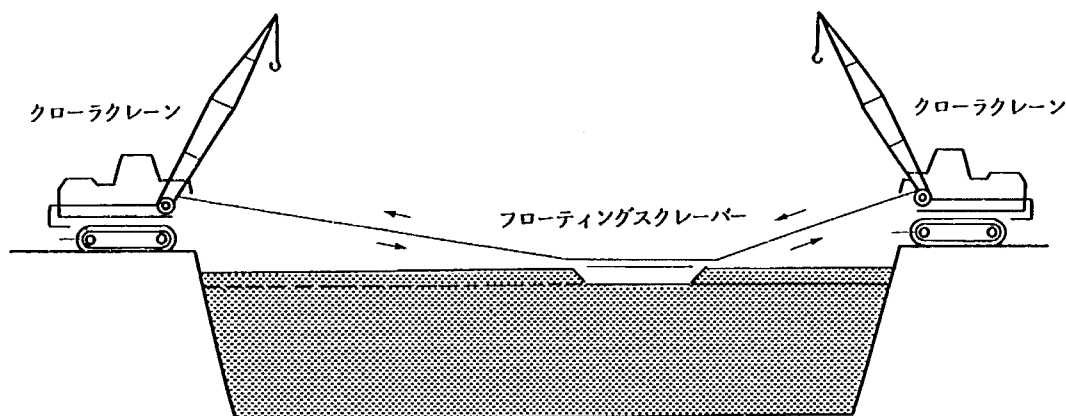


図-5 トレンチ施工方法

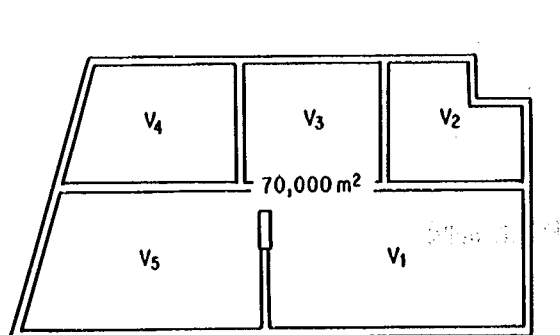


図-6 埋立地V₁ - V₂ の概略

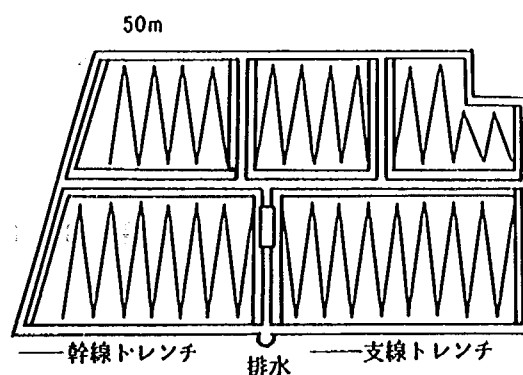


図-7 幹線と支線トレンチの概略

● 施工内容

施工方法は、前章2.1に示したように行い、トレンチは幹線と支線とに分け施工した。前者は、クラムシェル、後者は、トレンチ施工機械で施工した。また、それぞれのトレンチ総延長は、前者1,027 m、後者4,444 mであり、施工は、平均25日間隔で同一線上で5回繰り返し行った。なお、支線トレンチの施工ピッチは50mとした。

● 施工結果

トレンチ施工深度は、最初では250 mm（断面積3,250 cm²）であったが、最後の5回目では800 mm。

また、トレンチが浅い時点では、トレンチからの距離に対する脱水効果は、ほとんど得られなかったが、トレンチが深くなるに伴い、この周辺部近くの脱水効果が顕著に現われてきた。即ち、含水比の低下傾向は、トレンチに近い所から低下を始め、影響範囲が拡大されていくことが分かった。これらのデータからより良いトレンチ施工ピッチは、28m（14m×2倍）であろうということが判断できた。

（15,600 cm²）に達した。このように施工深度の進捗に伴って、浚渫ヘドロの脱水も促進された。

(1) トレンチ施工に伴う含水比の低下状況

（測定深度：表層より-30cm）

第1回目のトレンチ施工時点から第5回施工後までの120日経過時点では、含水比の低下率は、43%

$\left(\frac{261\% - 149\%}{261\%} \right)$ に達した。

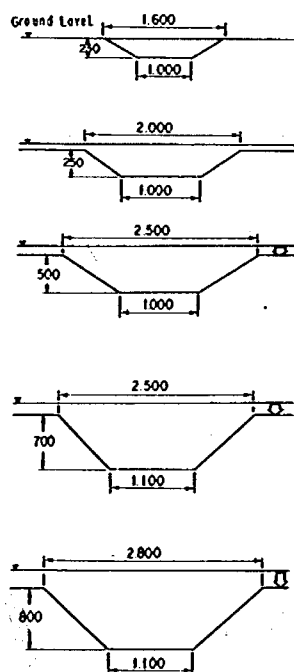


図-8 トレンチ施工断面図

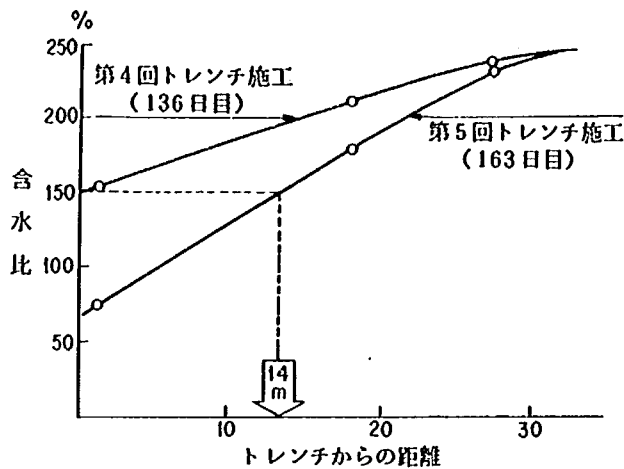


図-9 含水比のトレンチによる影響

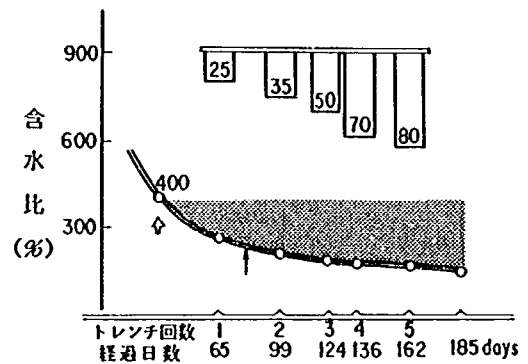


図-10 トレンチ施工による含水比の変化

(2) トレンチ施工に伴うコーン貫入力と地盤地下への影響（測定深度：表層より-30cm）

トレンチの施工を重ねるに伴い、含水比が低下し、更にはコーン貫入力、地盤沈下（即ち、地盤の安定化）にも脱水効果がみられた。第1回トレンチ施工時点から第5回施工後までの120日経過時点では、コーン貫入力の増加は、3.72倍 $\left(\frac{0.93 \text{ kg/cm}^2}{0.25 \text{ kg/cm}^2} \right)$ ，地盤沈下量は-18.5cmに達し、1日当りの平均沈下量は0.15cm/日であった。

このように、トレンチ施工の進捗に従って、地盤の安定化が進んでいる状態が把握できた。

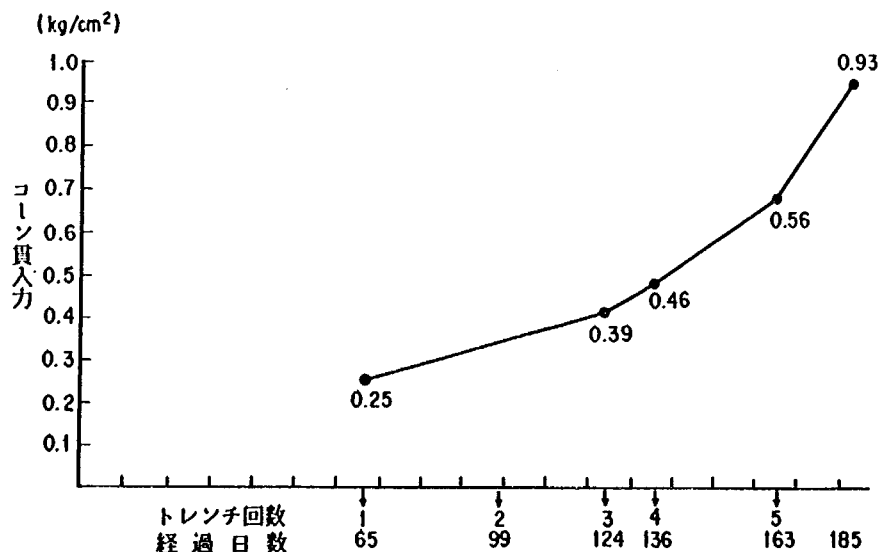


図-11 コーン貫入力試験結果

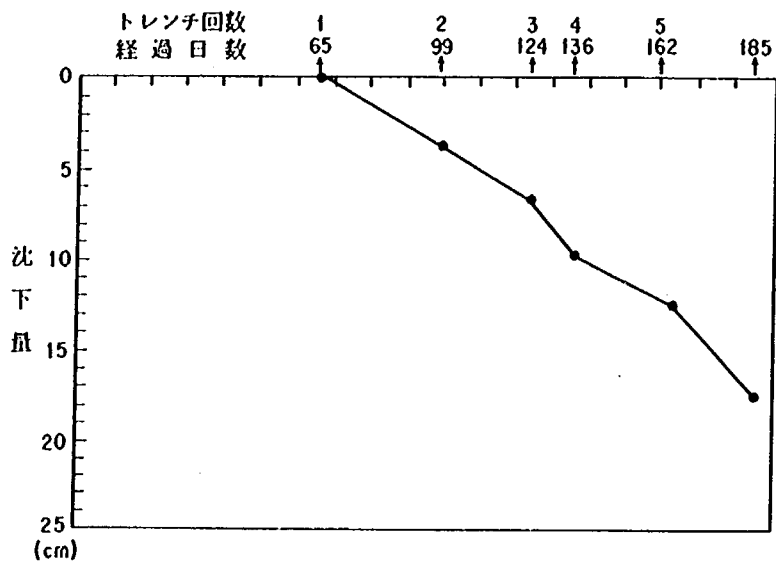


図-12 トレンチによる埋立地の沈下量

湖沼水質改善対策事業は堆積底泥の浚渫事業を中心に行われている。底泥浚渫は、二次的に生じる汚濁物質(内部負荷)の低減策であるが、水質改善の緊急性、重要性はますます高まっているため、浚渫止量は年々増加の傾向を示している。

浚渫土の脱水・乾燥には、従来から天日乾燥法が行われている。これは広大な用地と長時間を要するため、用地不足・用地費の高騰とも相俟って浚渫事業の進展の阻害となっている。このような状況を背景として、建設省では、浚渫土の脱水を高速化し、限られた用地を効率的に運用するため底面脱水工法の試験・研究を実施してきた。研究は現地および室内での実験を中心に進めた。3箇年の実験を通じ、浚渫土の脱水に最も強く関係するのは高含水時の透水係数であることを明らかにし、さらにその簡易測定手法も開発した。本報告書は、これらの試験・研究の成果をとりまとめたものである。

キーワード：浚渫、浚渫土、底面脱水、透水係数



