

ISSN 0386-5878

土木研究所資料第3166号

土木研究所資料

浸透施設の日づまりに関する調査

平成5年3月

建設省土木研究所
河川部総合治水研究室

Copyright ©(1993) 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、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

浸透施設の日づまりに関する調査

室長	栗城	稔
研究員	木内	豪
研究員	川上	哲広
	小林	裕明
	田中	義人

要旨

本報告書は、浸透施設の日づまりによる浸透量の逓減状況を把握するため、実物大の浸透マスを開東ロームが分布する2箇所の実験地（土木研究所構内、相模原）に設置し、それに濁質を上水と共に投入し浸透量の逓減状況を測定する実験及び実験後にマス内に残留している濁質を調査した結果から、濁質投入量と浸透量の逓減状況の関係、日づまりの発生箇所、土質の違いと日づまりの関係、日づまりに関与した濁質の粒径等について分析を行ったものである。

キーワード：浸透、浸透施設、浸透マス、日づまり、濁質、浸透量変化率

は じ め に

昭和52年6月に河川審議会から「総合的な治水対策の推進方策についての中間答申」が出されて以来、総合治水対策特定河川事業の創設などもあって、総合的な治水対策は積極的に推進されてきた。また、昭和63年3月には同審議会から「総合的な治水対策の実施方策についての提言」が出されて、総合治水対策は新たな視点も加え、より充実した内容となって発展が期待される。

総合治水対策のメニューとしては様々なものがあり、その1つとして雨水の表面流出を抑制し、ピーク流量の低減に寄与する雨水浸透型施設（以下浸透施設）がある。その中でも浸透トレンチ・浸透マスは小規模で個人レベルでの設置が可能なこと、都市域での限られた空間を有効に活用できること、さらには間接的な効果として地下水涵養、自然な水循環の回復も期待できることからその普及が図られている。

総合治水研究室では兼ねてからこの浸透施設の治水効果に注目し、いくつかの研究成果を論文にまとめて公表してきた。しかしながらいまだ未解決の研究課題も残されており、本報告書で述べる“浸透施設の目づまり”（設置地盤の土粒子間隙が何らかの原因で閉塞もしくは狭められ、浸透施設の透水性が低下すること）についてもその1つである。

本報告書は、浸透施設の目づまりによる浸透能力逓減特性を現地実験的手法により求め、目づまりの原因について検討を行ったものである。

目 次

は じ め に

1. 本研究の概要	1
2. 浸透施設の日づまり原因	3
3. 浸透マスへの濁質投入実験	5
3.1 実験方法の概要	5
3.2 実験場所	6
3.2.1 土研実験地の概要	6
3.2.2 相模原実験地の概要	6
3.2.3 両実験地の土質	6
3.3 投入濁質の作成	15
3.4 実験方法	15
3.4.1 実験手順	17
3.5 実験結果	19
3.5.1 浸透量と経過時間の関係	19
3.5.2 浸透量変化率と累積濁質投入量の関係	19
3.5.3 土質の違いによる影響	23
3.5.4 浸透面の違いによる影響	24
4. 濁質堆積状況調査	25
4.1 本調査の目的	25
4.2 濁質の調査方法	25
4.3 採取試料の補正	26
4.4 調査結果	30
4.4.1 残留濁質の粒度分布	30
4.4.2 非残留濁質量の算出	33
4.4.3 浸透面付近の地山土の粒度試験結果	34
4.4.4 濁質の分布状態	36

5. 関東ロームにおける間隙径分布	37
-------------------------	----

6. 総合検討 — 浸透マスの将来浸透能力の算出 —	40
----------------------------------	----

お わ り に	42
---------------	----

<参考資料 1>

建設技術評価規定に基づく「浸透型流出抑制施設の開発」の技術評価における 濁水実験結果の整理	45
--	----

<参考資料 2>

濁質投入実験結果一覧表	51
-------------------	----

濁質堆積状況調査結果一覧表	54
---------------------	----

1. 本研究の概要

浸透施設を浸透タイプ別、施設形状別に分類すると図 1.1 に示すようになる。

本研究では、この内の浸透マスを対象に目づまりに関する検討を行った。この浸透マスは、人口10万人以上または、総合治水対策特定河川流域内の地方自治体が宅地開発要綱等で浸透施設の導入を指導している最も多いタイプである。

浸透施設には、施設内に雨水とともにそれに混入している濁質が流入し、それにより目づまりが発生し浸透能力が逓減するという難点がある。

そこで本研究は、この目づまり現象に着目し図 1.2 に示すフローに従い研究を行った。

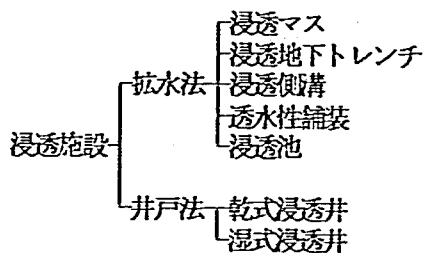


図 1.1 浸透施設の分類

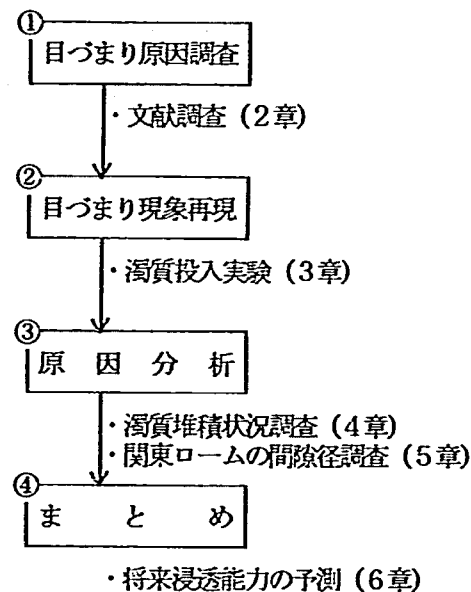


図 1.2 研究フロー

図 1.2 に示す「①目づまり原因調査」では、過去に報告されている目づまりに関する研究論文を整理し、浸透施設の浸透能力が低下する原因を取りまとめた。その結果、浸透マスの主な目づまり原因としては次の2つが考えられることが分かった（2章）。

- ・設置地盤の土粒子間隙に施設に流入した濁質が抑留されてそこでの透水性が低下する。
- ・浸透面上に濁質が堆積し透水性が低下する。

「②目づまり現象再現」では、上記2つの原因を、関東ロームが分布している2箇所の実験地に設置した浸透マスで再現するために、人為的に施設内に濁質を投入し目づまりを発生させ浸透量の逓減状況を測定する実験（濁質投入実験）を行った（3章）。

その結果、

- ・浸透量は累積投入濁質量に対し指数関数的に逓減する。
- ・地盤の土質が異なれば浸透量の逓減状況も異なり、地盤の透水係数及び間隙比が大きいほど、浸透量の逓減は少ないと思われる。
- ・目づまりは施設の底面付近で多く発生している。

との結果を得た。

「③原因分析」では、濁質投入実験に使用した、目づまりが発生している浸透マスを解体し、施設内に残留している濁質及び浸透面付近の地山土を採取し、それらの粒度特性と投入した濁質及び設置地盤のそれとの比較を行った（濁質堆積状況調査 4章）。また、実験地の土質の間隙径分布を推定するため、関東ロームの一般的な吸引圧－水分曲線からそれを類推した（5章）。それらの結果から、間隙径と間隙に抑留され易い濁質径について検討した。

その結果、

- ・間隙径とほぼ等しい径をもつ濁質が浸透面付近の間隙に抑留され易く、本実験地の地盤（関東ローム）では、粒径 0.005 mm 程度（粘土・シルト）の濁質が地盤の間隙に抑留され易いことが分かった。

「④まとめ」では、供用年数後に目づまりによってどの程度、浸透マスの浸透能力が逓減するかを試算を行った（6章）。

2. 浸透施設の目づまり原因

浸透施設の長期使用に伴う浸透能力低下の原因は、表 2.1 のように化学的原因と物理的原因に分けられる¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾。

注入水中の有機物に着目した場合、間けつ給水により目づまりが防止できるとする研究報告もある⁸⁾。そもそも施設底面が地下水面より上方に位置する浸透施設の場合には、無降雨時（未使用時）の施設周辺の土壌は不飽和の状態で微生物にとっては好氣的な場であり、有機物の分解が盛んとなり有機物による目づまりが解消の方向に働くとも言われている。

表 2.1 の物理的原因のうち、土粒子の再配列については、浸透流が乱流となっている部分の微細粒子が移送され水流の勢いが落ちた所で沈澱し、そこでの透水性の劣化を招くことが指摘されている⁴⁾。また、室内透水試験を長時間（ここでは最大約50日）行った場合、透水係数が減少する場合があります、その原因に土粒子の再配列が挙げられている⁷⁾（図 2.1）。

ここで、本研究の対象とした浸透マスは地中の浅部に設置され一般的に施設底面が地下水面より上方に位置するため化学的原因による目づまりは少ないと思われかつ降雨継続時間から考えると土粒子による再配列による目づまりも少ないと思われる。よって表 2.1 中の目づまり原因の内、浸透マスの目づまりに最も影響を及ぼすと考えられるのは、③「土粒子間隙に濁質が抑留されて間隙が閉塞もしくは狭められて透水性が低下」、④「浸透面上に濁質が堆積し（マッドケーキが形成され）浸透面の流入孔が閉塞もしくは狭められて透水性が低下」の2つの原因と考えられる。そこでこれらの原因による目づまり現象を把握するために濁質投入実験および濁質堆積状況調査を行った。

表 2.1 浸透施設の浸透能力低下の原因

	項 目	原 因	影響因子
化学・学有 的機 原物 因に 着目	注入水中に含まれるSS（浮遊懸濁物）の蓄積	①浸透現象が飽和浸透である土粒子間隙には O_2 が少ないため（水中に溶解しているのみ）微生物の活動が鈍く有機物の分解速度が遅く目づまりが進行する。不飽和浸透現象の場合間隙に O_2 が多く微生物による有機物の分解が好氣的に行われ目づまりが進行しにくい ¹⁾	・ O_2 量 ・ 微生物数 ・ 有機物量
		②土粒子間隙での微生物の発生（増殖）により目づまりが発生 ⁴⁾	
物理 的 原因		③土粒子間隙に濁質が抑留されて間隙が閉塞もしくは狭められて透水性が低下 ^{1) 5)}	・ 濁質粒径の対象地盤の間隙径の相対的な関係 ²⁾ (濁質の粒径) < (地盤の間隙) : 抑留されず (■) - やや小さい (■) : 浸透層中の動水勾配が小さくなったところで抑留される (■) > (■) : 浸透面上に堆積する
		④浸透面上に濁質が堆積し（マッドケーキが形成され）浸透面の流入孔が閉塞もしくは狭められて透水性が低下 ¹⁾	
	土粒子の再配列	⑤土粒子が移動し偏狭部間隙が形成され浸透度が低下する ^{4) 6)}	・ VI/KA 数

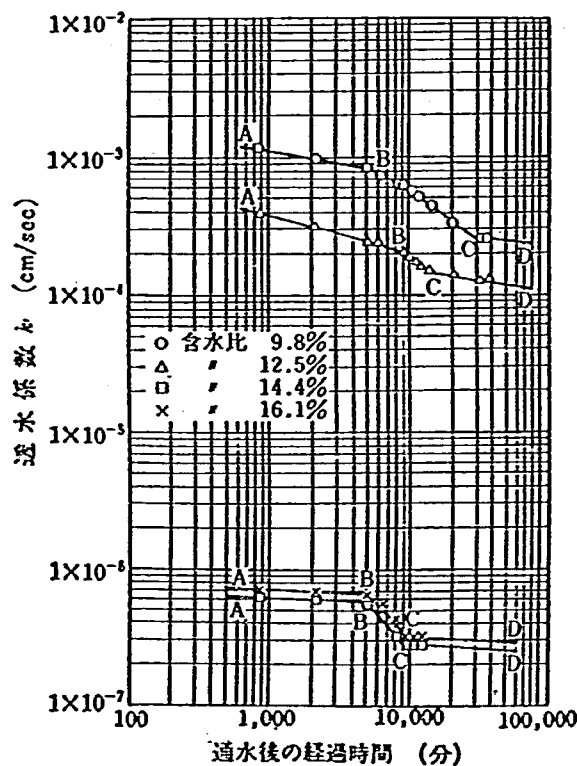


図 2.1 通水後の経過時間と透水係数の関係
(三国による)

3. 浸透マスへの濁質投入実験

3.1 実験方法の概要

実験は、建設省土木研究所構内浸透実験地（以下、土研実験地）及び、神奈川県相模原市に開設した浸透実験地（以下、相模原実験地）の2箇所に設置した計4基の浸透マスを対象に行った。

濁質投入実験とは、実流域に設置された浸透施設に混入するであろう濁質を強制的に高濃度で投入し、浸透量変化率と累積濁質投入量の関係を把握し、将来の浸透量を短期間に推測しようとする実験である。ここで、浸透量変化率とは、将来浸透量を設置直後の浸透量で除して得る値のことである。

実験は図3.1に示す工程に基づき行った。この図のように濁質投入実験は上水のみを施設に注水する清水実験と濁質と上水を注水する濁水実験で構成されている。清水実験は濁水実験前後での最終浸透量（ここでは定水位実験開始後5時間目～6時間目に浸透した水量〔 m^3/hr 〕とした）を測定するため行った。この実験工程は昭和63年に建設技術評価規程（昭和53年建設省告示第976号）に基づき浸透施設の技術評価を行った際に、浸透施設の目づまりによる浸透能力の減少量を測定した実験工程と同じである。

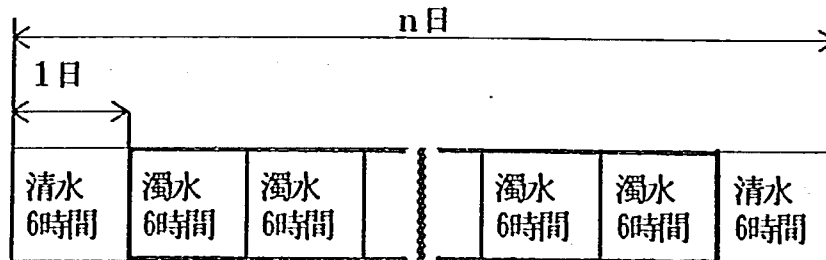
浸透量の測定は、過去に土研構内で浸透施設の浸透機能を把握するために本研究室で行ってきた実験⁹⁾と同じ定水位実験法にて行った。定水位実験法とは、浸透施設内の水位を一定に保つのに必要な水量を測定し、その湛水深に対応した浸透量を把握する実験法である。

実流域に設置される浸透施設に流入する目づまり物質の成分は、微細な土粒子が多いと予想されるため、濁水実験に用いる濁質の原料としては土研実験地から採取した関東ロームを乾燥・ふるい分けした試料（以下、投入濁質）を用いることとした。

本研究室で行った既存調査¹⁰⁾によると、実際の施設に流入する濃度は初期流出（ファースト・フラッシュ）時の高い濃度の場合でも $1,000\text{mg}/\ell$ 程度（駐車場からの流出）で、実濃度にて濁水実験を行うと施設供用後の数年先の浸透施設の浸透能力を把握するためには、ほぼそれと同じ年数の実験を行わなければならない。よって本実験では実流入水より多くの負荷（高濃度）を与える加速実験とすることとした。

北川ら⁵⁾及び小沢ら⁶⁾は濃度によって浸透量変化率が影響を受けると指摘している。前述の建設省技術評価規程時の実験では、濁水濃度は一定ではなく、 $1,000 \sim 4,000\text{mg}/\ell$ とまちまちであったが濁水濃度と、浸透量変化率 y を指数減衰式で表した時の係数 a （ $y = e^{-ax}$ x : 累積投入濁質量）の相関は低い（参考資料1を参照）。

よって、濃度による浸透量変化率への影響は現段階では未解決であると思われるが、本実験では、実験日数を考え $3,700\text{mg}/\ell$ の濃度で実験を行うこととした。



施設名	A 3	B 3	C 3	G 6
実験日数n	10	10	10	12

清水：施設に上水を注入する実験（清水実験）
濁水：施設に上水＋濁質を注入する実験（濁水実験）

図 3.1 濁質投入実験工程表

3.2 実験場所

3.2.1 土研実験地の概要

土研実験地の位置図、実験地平面図を図 3.2、図 3.3 に示す。

本実験地は、一級河川利根川水系小貝川流域に位置し、周辺には関東ローム層が広く分布している。本実験地は昭和63年度に開設し本実験に用いた浸透マス（A 3，B 3，C 3）も同時期に設置したものである。

3.2.2 相模原実験地の概要

相模原実験地の位置図、平面図を図 3.4，図 3.5 に示す。本実験地は J R 横浜線橋本駅の南西約 2 km に位置しており、標高は約 130 m である。本実験地は一級河川相模川水系鳩川流域に位置し、土研実験地と同じく関東ローム層が広く分布している地域である。本実験場は平成 2 年度に開設し、実験に用いた浸透マス（G 6）も同時期に設置したものである。

3.2.3 両実験地の土質

土研実験地での土質調査は 18 地点において行われている。ここでは、濁質投入実験に用いた A 3，B 3，C 3 の各浸透マスの付近の 4 地点（A 3，C 3，A 2，トレンチ No. 7 地点：図 3.3 参照）で行った土質試験結果を引用することとした。また、相模原実験地での土質調査は施設設置時に G 4 及びトレンチ（G L - 0.4）地点で、施設解体時に G 6 及びトレンチの周辺（G L - 0.2）で行われている。ここではこれら全ての土質試験結果を引用することとする。

各実験地の土質柱状図を図 3.6，図 3.7 に、土質試験結果一覧表を表 3.1 に示す。これによると、両実験場の採取地点の土質分類はともに火山灰質粘性土〔V〕に属するが、柱状図を見ると

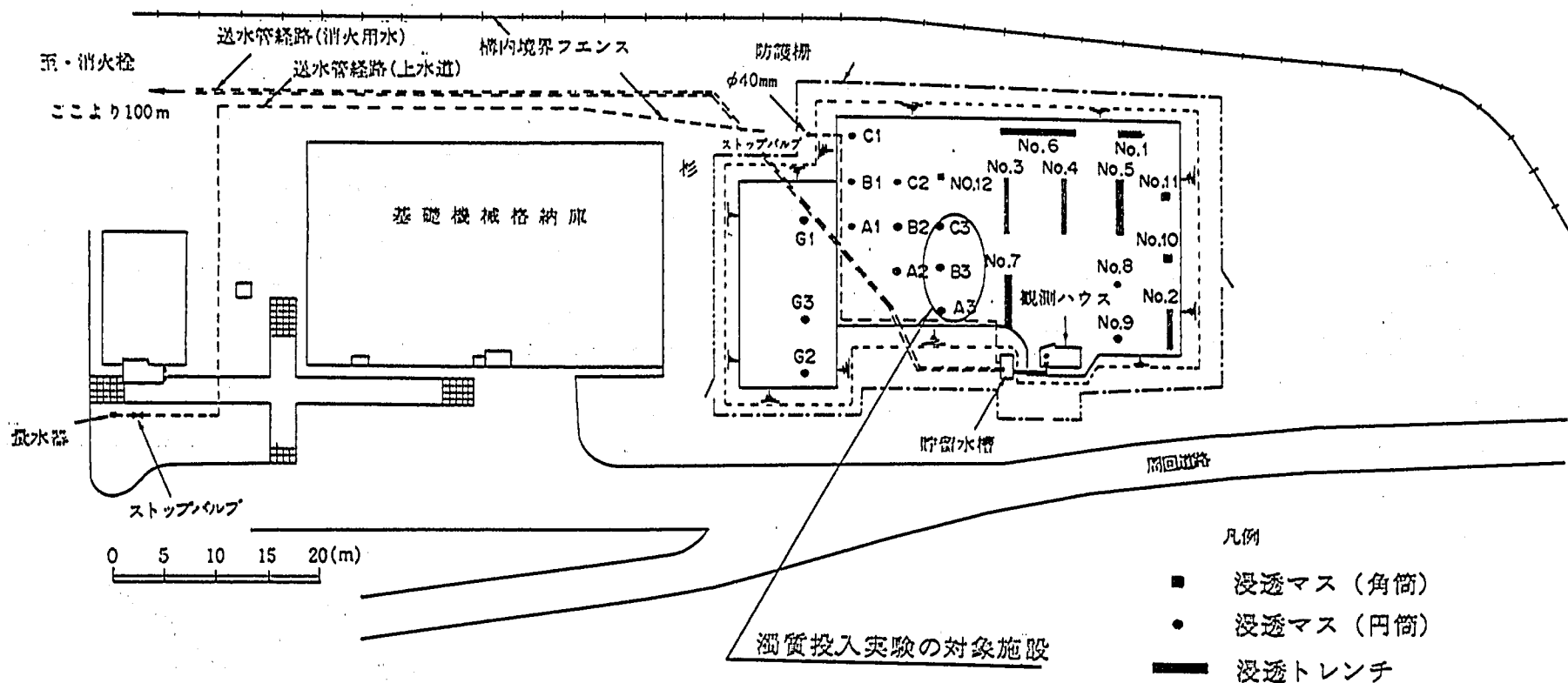


図 3.3 土研実験地施設平面図



図 3.4 相模原実験地位置図

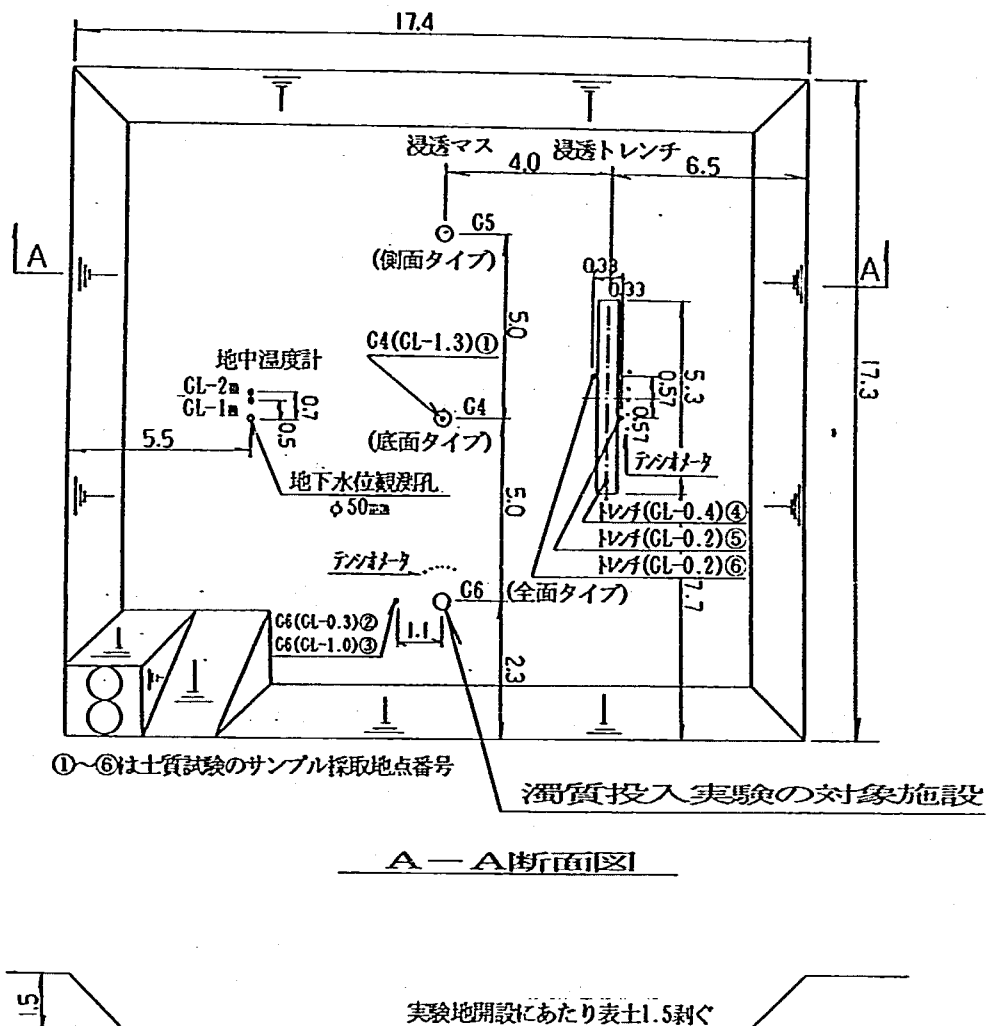


図 3.5 相模原実験地平面図

両実験地に違いがみられ土研実験地ではGL-2.9以深（GL＝実験地表土剥ぎ後の地盤面）に透水性が良いと思われる細砂層が見られるが、相模原実験地ではGL-4.6以深に透水性が悪いと思われる凝灰質シルト層がみられる。

室内試験による飽和透水係数を比較してみると深度によって違いがみられ、今回実験を行った深度での透水係数は土研実験地では 10^{-4} オーダ、相模原実験地では 10^{-5} オーダであった（図3.8）。間隙比にも違いが見られ土研実験地では4.634（A3，C3，A2地点の平均），相模原実験地では3.155（①地点）であった。

また、表3.1に示した各採取地点で粒度試験を行っているが、採取深度がGL-1.0～GL-1.3の5地点についての粒径加積曲線を図3.9に示す。これより相模原実験地の方が粒径の小さな土粒子の割合が多く分布していることが分かる。

よって、柱状図、各土質試験結果より相模原実験地の方が透水性は悪いと考えられる。

標 尺 (m)	深 度 (m)	孔内水位 (m)	層 厚 (m)	採取位置 (m)	土 質 名	色 調	記 事	コンシステ ンシー及び 相対密度 現場観察
0	0							
1	1.15	表土剥ぎ	1.15		埋 土	暗茶褐	瓦レキ混じりローム。 腐食物少量混じる。木片少量混入。 0.80m付近レキ多量混入。含水量低い。	中 位
2				2.00				
				U-1-1	ロ ー ム	黄茶褐	腐食物少量混じる。 1.15m付近黒ボク薄く挟む。 含水量低い。	中 位
3	2.70		1.55	2.40	ロ ー ム 質 土	乳 灰	腐食物少量混じる。 黄褐色の粘土不規則に混入。 含水量低い。	軟 い
4	3.90	4.00	1.20		粘 土			
					細 砂	暗褐灰	下部に行くに従い粘土分混じる。 色調の変化有り。一部固結している。 含水量高い。	軟 い
5	4.75		0.85		粘土混じり 細 砂	黄褐灰	所々粘土挟む。 含水量高い。	軟 い
	5.35		0.60					

注) 実験地開設時に表土を1.0m剥ぎ取った。よって実験地の地表面高は、この図の深度1.0mの高さである。

図 3. 6 土研実験地土質柱状図

標 尺 m	標 高 m	深 度 m	層 厚 m	柱 状 図	色 調	土 質 名	観 察	標 準 貫 入 試 験										試 料		標 尺 m		
								深 度 m	N 値 回/cm	10cm 毎の 打 撃 回 数			N 値						採 取 方 法		採 取 深 度 m	
										10 cm	20 cm	30 cm	0	10	20	30	40	50	乱 さ な い 試 料			乱 し た 試 料
		0.35	0.35		褐灰	有機質ローム	全体に有機質である。														0.40	
1							全体に浮石、スコリアが点在する。	1.15	5 30	1	2	2									0.70	
2							φ=6~10cm程のコアとなる。1m付近よりやや含水量が多い。	1.45 2.15	3 30	1	1	1										
3							3m付近より凝固状を呈する。	2.45 3.15	8 30	2	3	3										
4		4.60	4.25		茶褐	ローム		3.45														
5							全体に良く締っており土質的变化は少い。															
6							局部的に固結化している。															
7																						
8																						
9							8m以深φ=5~7cmのコアとなりやや硬い。															
10		10.00	5.40		茶褐	凝灰質シルト																
11																						

図 3.7 相模原実験地土質柱状図

表 3.1 実験地における土質試験結果一覧表

採取地点		土研実験地				相模原実験地					
		A3(GL-1.3)	C3(GL-1.3)	A2(GL-1.3)	トレンチNO.7 (GL-0.6)	G4(GL-1.3) ①	G6(GL-0.3) ②	G6(GL-1.0) ③	トレンチ④ (GL-0.4)	トレンチ⑤ (GL-0.2)	トレンチ⑥ (GL-0.2)
粒 度 特 性	砂分(0.074~2mm)	15	13	4	8	6	3	3	12.4	4	3
	シルト分(0.005~0.074mm)	60	54	54	60	49	71	51	33.1	75	73
	粘土分(0.005mm以下)	25	33	42	32	45	26	46	54.5	21	24
	最大粒径 mm	0.84	0.42	0.25	2.00	2.00	0.85	0.85	2.00	2.00	0.85
分類：日本統一土質分類		{V}	{V}	{V}	{V}	{V}	{V}	{V}	{V}	{V}	{V}
土粒子の比重		2.733	2.711	2.709	2.776	2.813	2.650	2.702	2.791	2.664	2.676
間隙比		5.044	4.38	4.479	4.182	3.155	4.826	3.976	4.951	4.726	4.592
飽和透水係数 (鉛直方向) k _{v15} (cm/s)		6.93×10 ⁻⁴	3.44×10 ⁻⁴	1.79×10 ⁻⁴	8.98×10 ⁻⁵	5.04×10 ⁻⁵	7.33×10 ⁻⁵	1.42×10 ⁻⁴	3.38×10 ⁻⁴	4.64×10 ⁻³	6.69×10 ⁻³
		6.87×10 ⁻⁴	3.40×10 ⁻⁴	1.80×10 ⁻⁴	8.89×10 ⁻⁵	4.93×10 ⁻⁵	6.37×10 ⁻⁵	1.64×10 ⁻⁴	3.17×10 ⁻⁴	4.23×10 ⁻³	7.09×10 ⁻³
		7.00×10 ⁻⁴	3.40×10 ⁻⁴	1.76×10 ⁻⁴	8.98×10 ⁻⁵	4.82×10 ⁻⁵	6.41×10 ⁻⁵	9.39×10 ⁻⁵	3.43×10 ⁻⁴	3.81×10 ⁻³	6.54×10 ⁻³
		7.13×10 ⁻⁴	3.45×10 ⁻⁴	1.81×10 ⁻⁴							
		7.13×10 ⁻⁴	3.39×10 ⁻⁴	1.80×10 ⁻⁴							
平均		7.01×10 ⁻⁴	3.42×10 ⁻⁴	1.79×10 ⁻⁴	8.95×10 ⁻⁵	4.93×10 ⁻⁵	6.70×10 ⁻⁵	1.33×10 ⁻⁴	3.33×10 ⁻⁴	4.23×10 ⁻³	6.77×10 ⁻³
飽和透水係数 (水平方向) k _{h15} (cm/s)							1.06×10 ⁻³	3.02×10 ⁻⁴			
							1.05×10 ⁻³	3.11×10 ⁻⁴			
							1.07×10 ⁻³	3.47×10 ⁻⁴			
平均		—	—	—	—	—	1.06×10 ⁻³	3.20×10 ⁻⁴	—		

注：G6②③、トレンチ(GL-0.2)⑤⑥以外については施設設置時に施設設置断面内で試料採取を行ったが、これらの地点については施設撤去時に採取した。

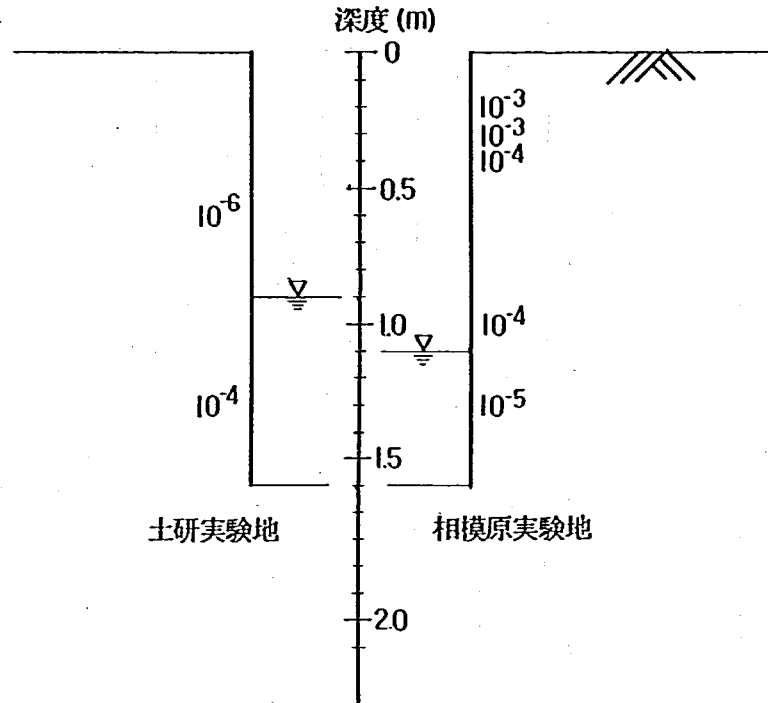


図 3.8 両実験地の透水係数の比較

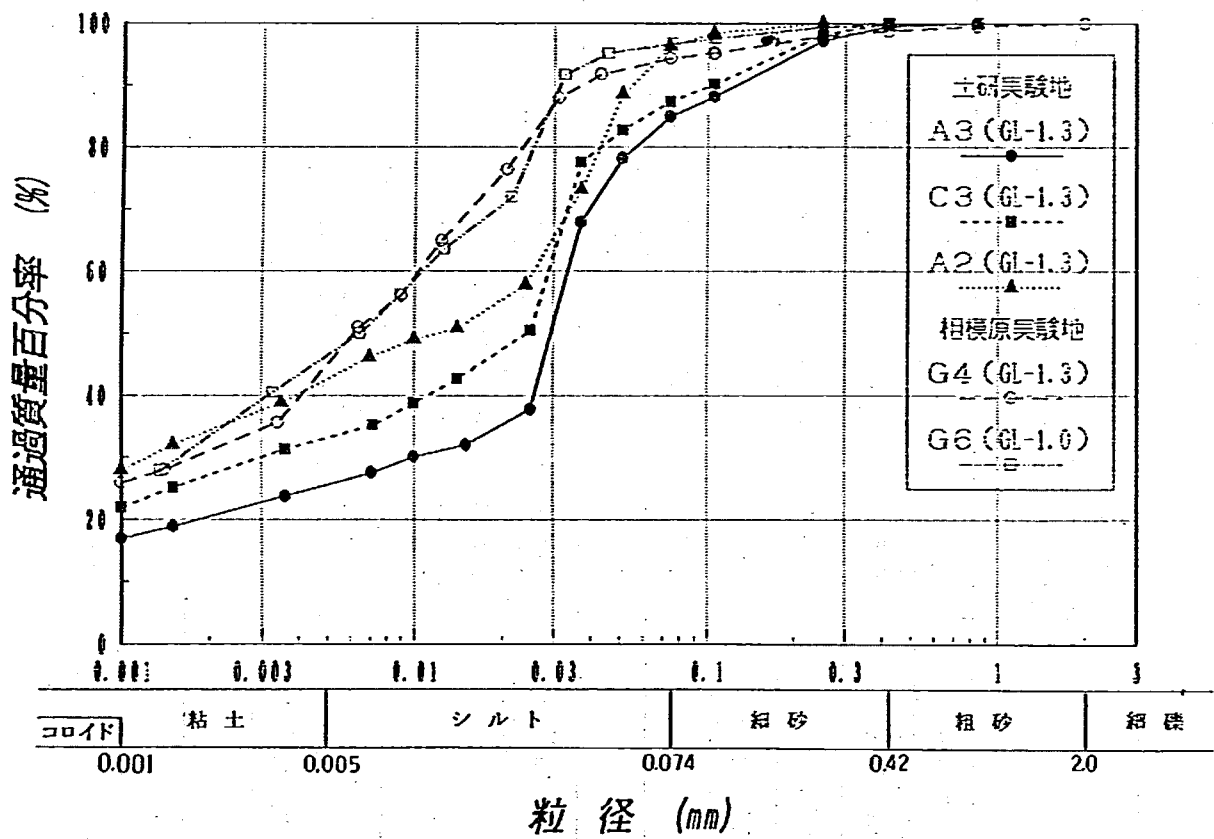


図 3.9 両実験地の粒度分布の比較

3.3 投入濁質の作成

本研究室が行った降下ばいじん調査、降雨流出水採取調査によると¹⁰⁾、建物屋根を集水域にもつ浸透施設に流入する事が予想される濁質の粒径は、2mm以下がほとんどであった（降雨流出水採取調査では粒径が2mm以上の割合が鉄板葺き屋根では0.2%、コンクリート屋根では0.07%で、降下ばいじん調査では観測されなかった）。よって、投入する濁質は、採取した関東ロームを予め気乾状態にし4.76mmふるいで粗礫等を除去した後、炉乾燥させ2mmふるいを用いて選別し作成した。

作成した投入濁質の粒径加積曲線を図3.10に示す。比重試験の結果は、濁質1、2がそれぞれ2.692と2.639であった。濁質1、2の違いは原料とした関東ロームの採取及び濁質作成時期の違い（H 3.10とH 4.1）によるものであるが、粒度試験および比重試験結果からはほぼ同じ土質の濁質と考えて良い。相模原実験地の浸透マスG 6には、濁質1を投入し、土研実験場の施設A 3、B 3、C 3には濁質1、2の両方を投入した。

3.4 実験方法

実験に用いた浸透マスの構造図を図3.11に示す。施設A 3はマスの底面からのみ浸透する構造、施設B 3は側面からのみ浸透する構造、施設C 3・G 6は側面及び底面から浸透する構造となっている。施設の掘削径はG 6のみが他の施設よりも小さくなっている。

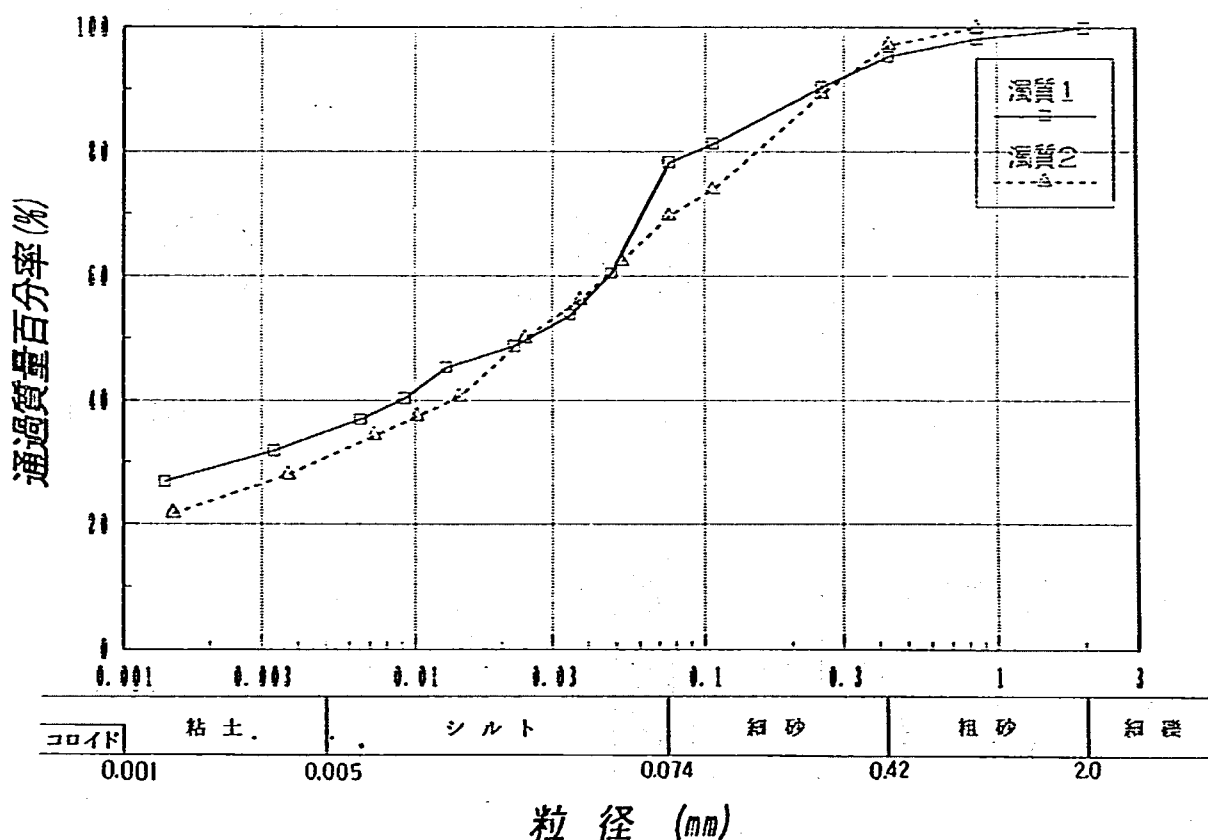
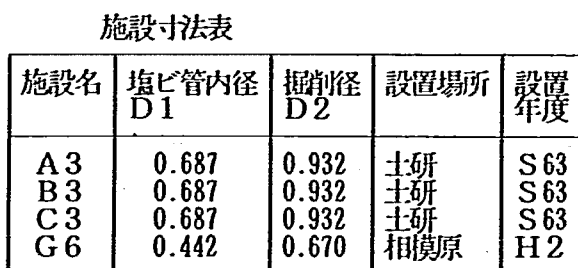


図 3.10 投入濁質の粒度分布

浸透マスの施工方法については土木研究所資料第 3080 号⁹⁾ に詳細に記載されているが、本実験に関係する特筆すべき事項として、中詰め及び裏込めに用いた碎石を十分に洗浄した後に充填したことが挙げられる。購入時の碎石には細粒土が付着しており、そのまま用いると目づまりの原因物質となる恐れがあるためである。



- 16 -

また、濁質投入実験の開始までに土研実験地の施設は設置後約3年、相模原実験地の施設は約1年を経過していたが、その間、上記の清水実験が行われた時以外は、施設には蓋がかけられ濁質、雨水、枯れ葉等が入らないようにしてあった。

3.4.1 実験手順

濁質投入実験は図3.12に示す手順に従い行った。ここで、施設内に所定の湛水深を保つ時間は、1日6時間に限られており、計測後は翌日まで注入を中断していることに注意する。

実験装置は図3.13に示すように水位維持装置により、所定の湛水深に保つのに必要な水量を自動的に注水するような構成になっている。測定は表3.2に示すように浸透量・注水温度・地中温度・地下水位・毛管圧の5項目について行った。

濁質は、図3.13に示すロートをを用い、浸透マス全体に濁質が均等に散らばる様にロート流出口を回転させながら投入した。

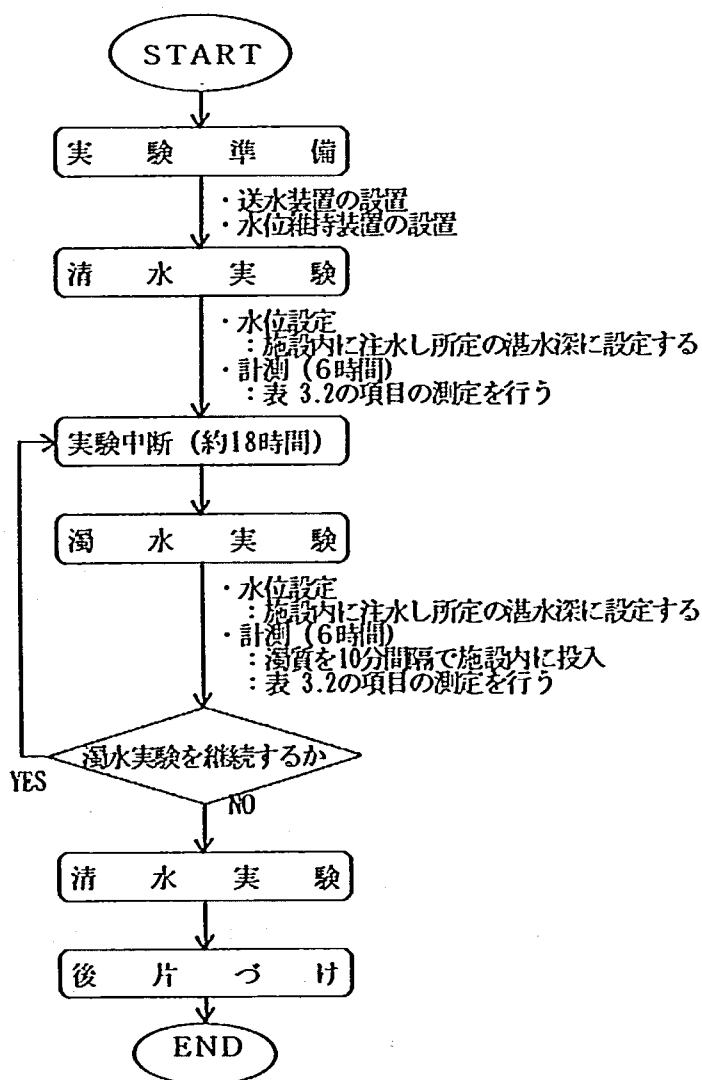


図 3.12 濁質投入実験手順

表 3.2 測定項目一覧表

測定項目	計測方法	測定間隔
浸透量	ポイント・ゲージまたはスルス直尺にて貯留槽の減水深を計測し水量に換算	10min
注水温度	赤液棒状温度計またはデジタル温度計にて浸透施設内の水温を計測	2hr
地中温度	自記式地中温度計にてGL-1m、-2m地点の温度を測定	
地下水位	地下水位観測孔より地下水面検出器にて測定	
毛管圧	マンオメータにて測定	

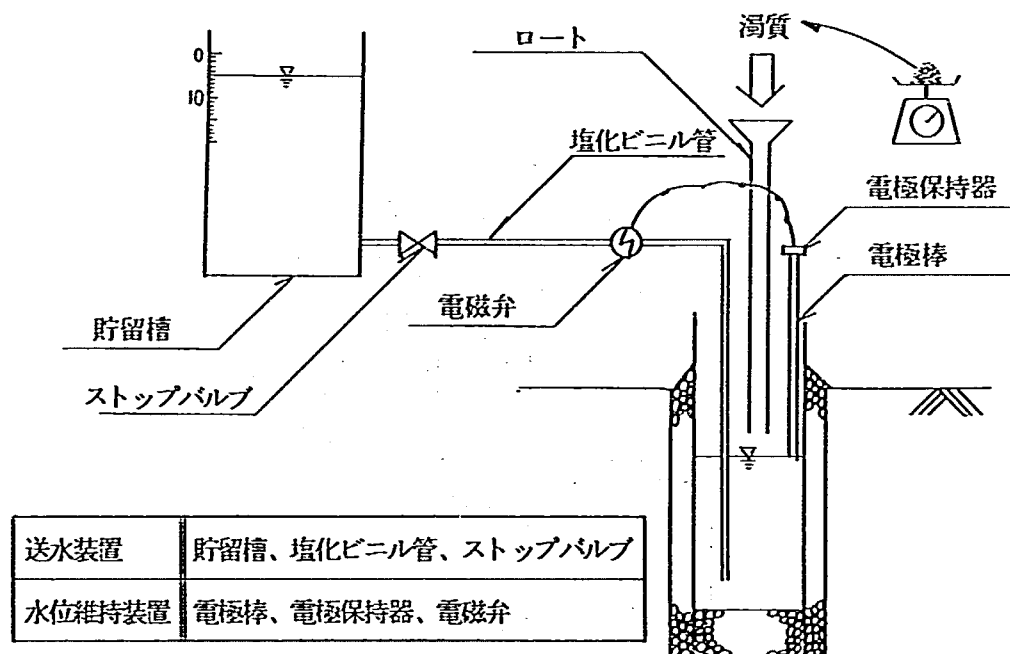


図 3.13 実験装置の構成

予め注入水と濁質を混合し、それを施設に注入しなかった理由は、濁質の最大粒径が2 mmである事から、特に大粒径の濁質がすぐに混合槽内で沈澱してしまい所定の粒度組成を持つ濁水を施設に導くことが困難であった為である。

濁質の投入量は、図 3.14に示す式に基づき算出した。つまり、濁水実験の1時間当りの投入濁質乾燥重量は、その1時間前の浸透量に対し $3,700 \text{ mg} / \ell$ となる濁質量とし、これを6等分した濁質を10分間隔で投入することとした。

ただし、濁水実験の0～1時間目に投入する濁質量は前日の実験の5～6時間目の浸透量に対し $3,700 \text{ mg} / \ell$ となる濁質量とした。

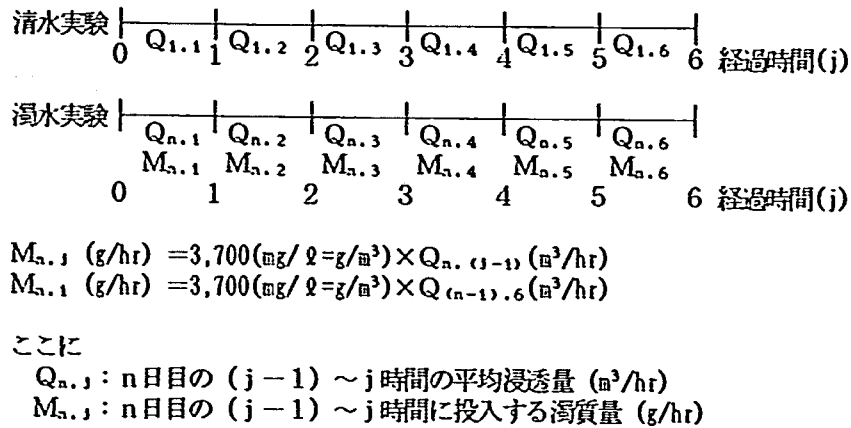


図 3.14 投入濁質量の算定方法

3.5 実験結果

3.5.1 浸透量と経過時間の関係

図 3.15～図 3.18 に各浸透マスの浸透量の経時変化を示した。ここで、濁質投入実験の初日と最終日のデータは、清水のみを注入した実験結果である。また、前述のように実験は連続して行っておらず、実験日間で約 18 時間（夜間）の注入中断があることを注意しておく。

実験は施設 A 3・B 3・C 3 については、図中に示したように清水実験を S 63～H 3 にかけて行っており⁹⁾、その実験結果を比較のために掲載した。これらの清水実験は、異なる湛水深について 1 日 6 時間 × 4 日間行ったものである。G 6 については多数日に渡る実験を行っていないため結果は図上に乗せなかった。

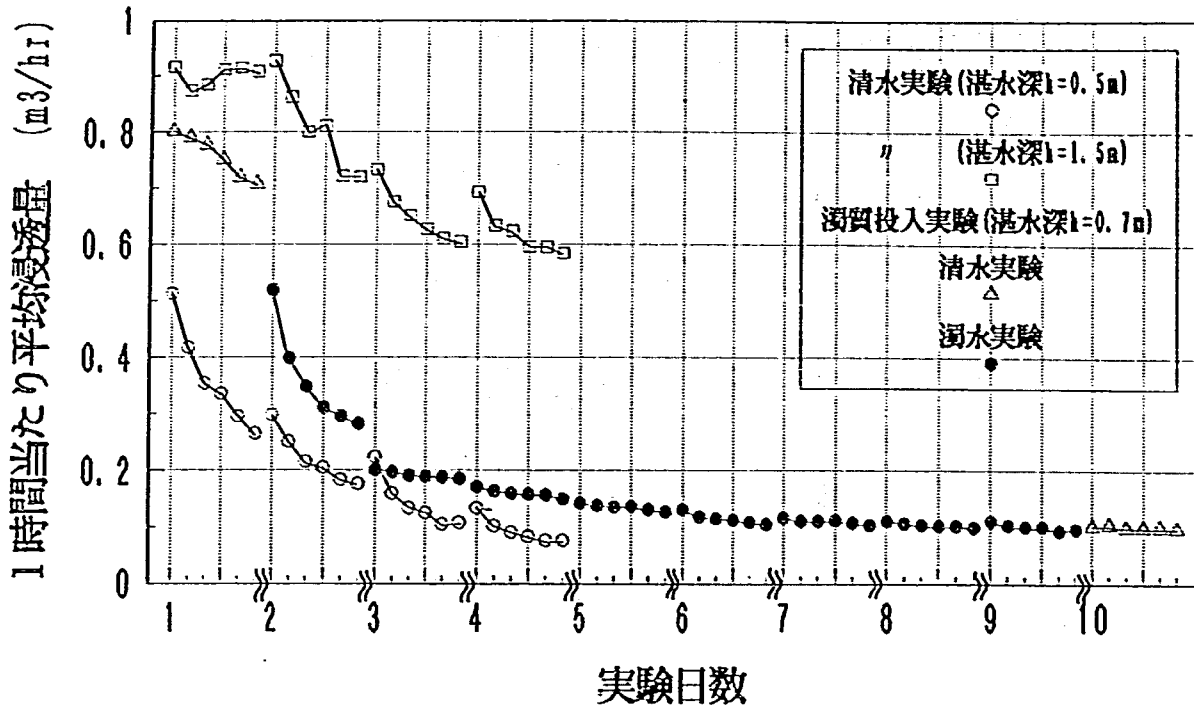
浸透量の経時変化のグラフを清水実験と濁質投入実験で比較して見ると、清水実験では、特に施設 B 3 と C 3（図 3.16・図 3.17）において顕著にみられるとおり 6 時間連続注水によって低下した浸透量が翌日になると回復し、再び注水経過時間と共に減少していく状態の繰り返しであるのに対し、濁質投入実験では実験初日の清水実験から翌日の濁水実験にかけては同様な傾向が見られるものの以後濁水実験を始めてからはその様な傾向は見られず、濁水実験の進捗とともに浸透量は下がり続け、濁水実験後の清水実験時にも浸透量の回復はみられていない。

よって、投入した濁質により目づまりが発生し浸透量が低下することが確認された。

ただし、施設 A 3 の清水実験については前述のような傾向は見られず、特に清水実験湛水深 $h = 0.5$ m のケースでは 4 日間を通して最終浸透量（実験開始後 5 時間目～6 時間目に浸透した水量 [m³/hr]）は下がり続ける特異な結果となった。

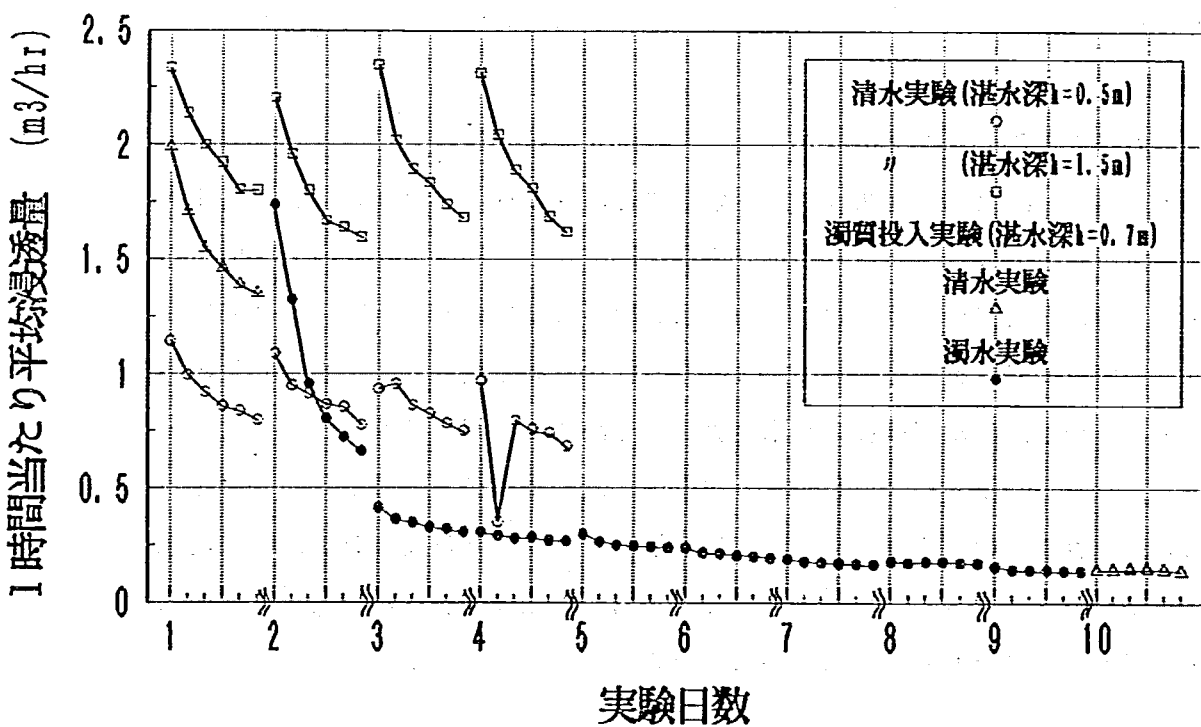
3.5.2 浸透量変化率と累積濁質投入量の関係

次式より算出した浸透量変化率と累積濁質投入量の関係を図 3.19 に示す。この様に片対数グラフで表した理由は過去の研究成果^{5) 8) 11)}において浸透量変化率は累積濁質投入量に対し指数関数



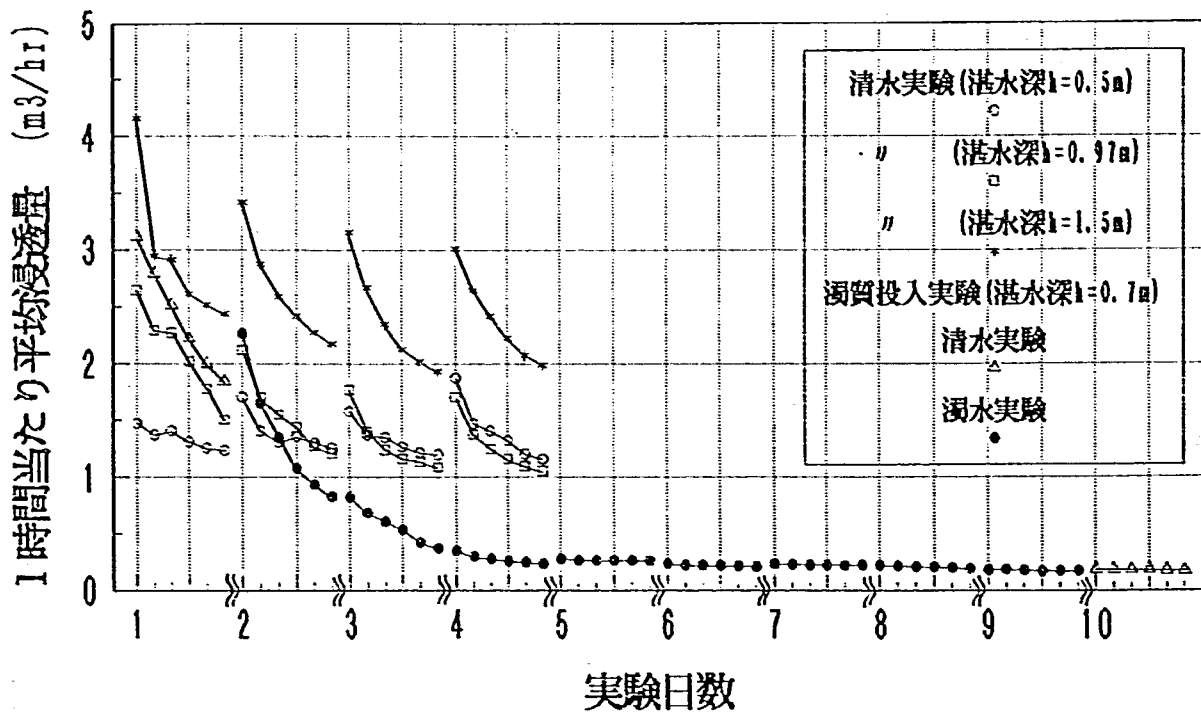
注) 横軸の1目盛りは1時間を示す

図 3.15 浸透量の経時変化 (A 3)



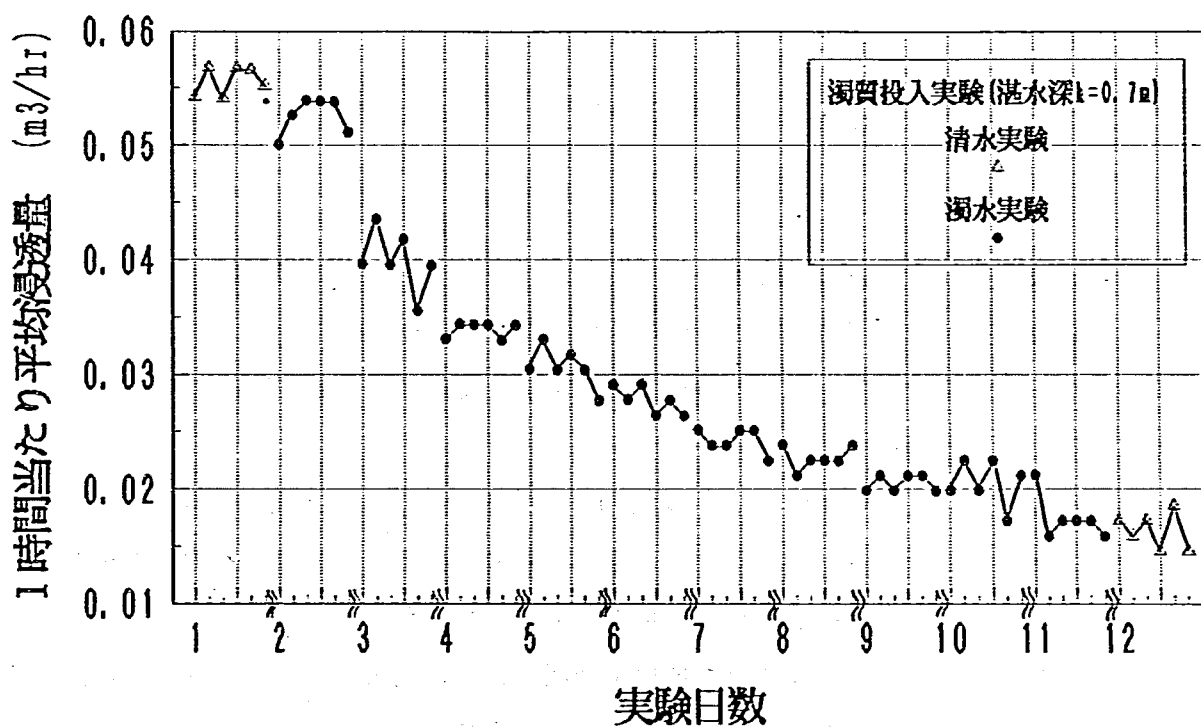
注) 横軸の1目盛りは1時間を示す

図 3.16 浸透量の経時変化 (B 3)



注) 横軸の1目盛りは1時間を示す

図 3.17 浸透量の経時変化 (C 3)



注) 横軸の1目盛りは1時間を示す

図 3.18 浸透量の経時変化 (G 6)

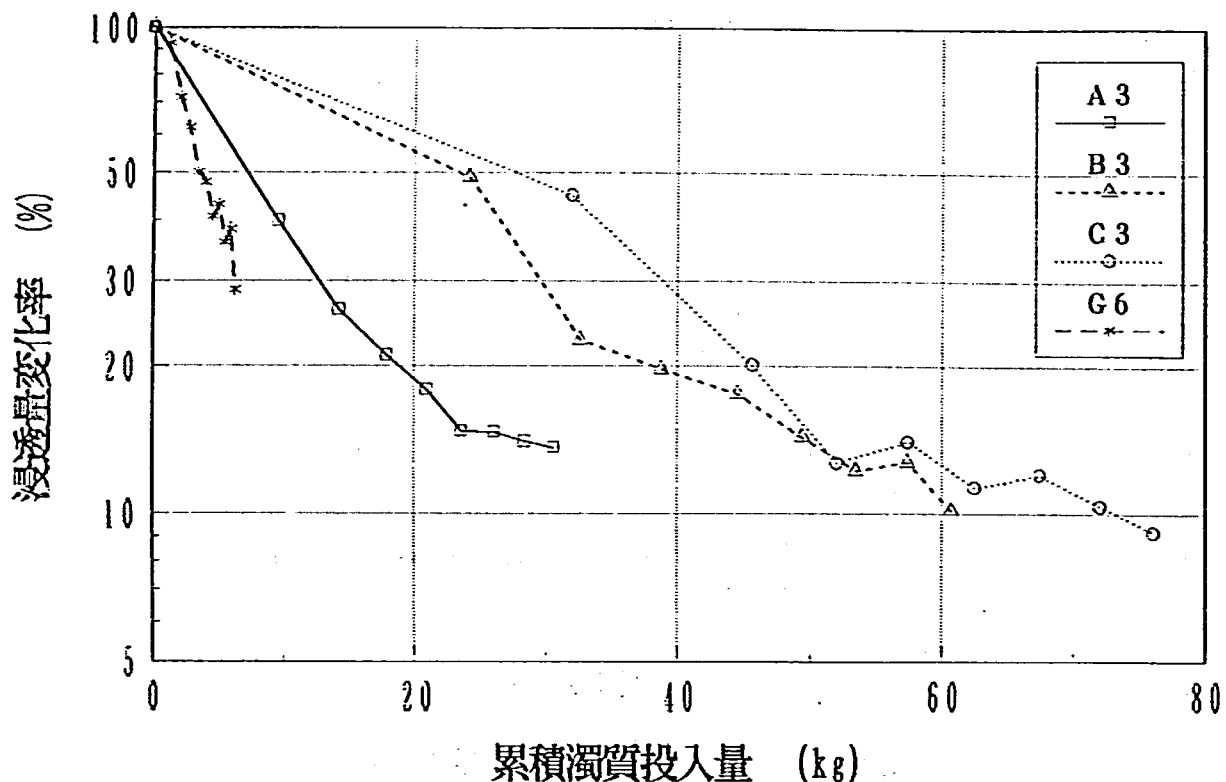


図 3.19 浸透量変化率と累積汚質投入量の関係

的に減少する ($y = e^{-ax}$) とされている為である。

$$\text{浸透量変化率 (\%)} = \frac{Q_{n,6}}{Q_{1,6}} \times 100 \dots\dots \text{式 3.1}$$

ここに

$Q_{n,6}$: 汚質投入実験 n 日目の最終浸透量 (図 3.14 参照)

$Q_{1,6}$: 汚質投入実験初日 (清水実験) の最終浸透量 (")

本実験結果からも同様な傾向がみられ汚質の投入により浸透量が指数関数的に減少する事は明らかだと言える。

ただし、施設 A 3, B 3, C 3 の $Q_{1,6}$ は図 3.15～図 3.17 から、浸透現象が完全には定常状態となっていなかったと判断される。よって、浸透量変化率の算出の際、分母を過大に見積もっている事となり結果として変化率の値を過小に見積もっている恐れがある。

このような実験を行う事により、浸透マスに単位期間あたりに流入する平均汚質量が推定可能であれば施設供用数年後の浸透量の予測は可能である (6 章参照)。

ただし注意しなければならないことは、本実験で浸透量が遞減した理由は「土粒子間隙に汚質が抑留されて間隙が閉塞もしくは狭められて透水性が低下」したことによるものと「浸透面上に汚質が堆積し (マッドケーキが形成され) 浸透面の流入孔が閉塞もしくは狭められて透水性が低

下」したことによるものの2つと考えられ、表 2.1（前出）に示した他の原因については考慮していない点である。

3.5.3. 土質の違いによる影響

施設 C 3（土研）と G 6（相模原）での実験結果を比較することで設置地盤の土質の違いが目づまりによる浸透量の逡減にどのように影響するかを検討した。

図 3.11（前出）に示したように施設 C 3 と G 6 はどちらも全面浸透タイプの円筒型浸透マスであるが、直径が異なるため比較を行うには補正が必要である。図 3.19 の横軸は浸透マス 1 基当りの濁質投入量であるが、これを浸透マスの底面積で除し単位底面積当りの濁質投入量という概念を用い比較を行った（図 3.20）。

これを見ると相模原実験地の施設 G 6 のほうが浸透量の逡減が大きいことが分かる。3.2.3 で述べたように両実験地での土質試験の結果（粒度分布・飽和透水係数・間隙比）の違いが影響したと思われる。つまり透水係数または間隙比が大きいほど（透水性の良い地盤ほど）、単位底面積当たり累積濁質投入量に対する浸透量の逡減は小さくなるのではないかと考えられる。

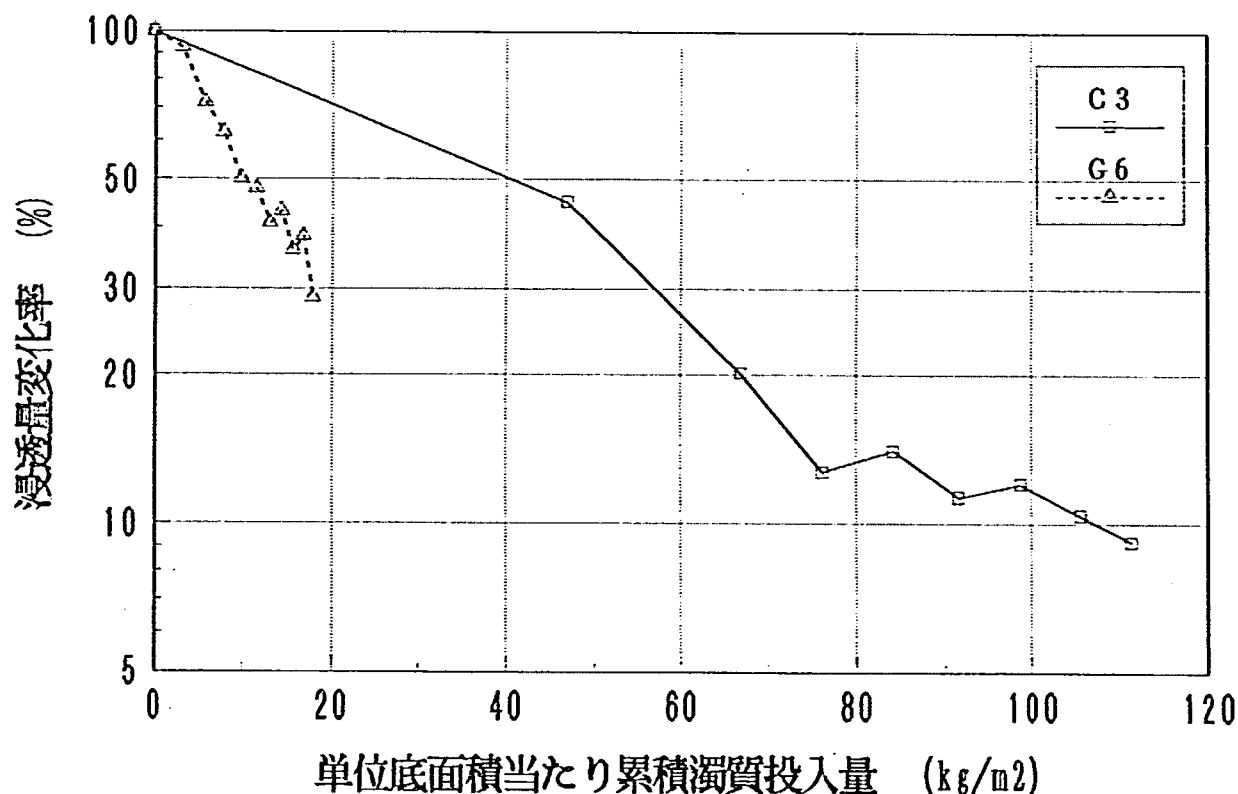


図 3.20 施設 C 3 と G 6 の浸透量変化率の比較

3.5.4 浸透面の違いによる影響

施設 A 3, B 3, C 3 は施設の形状・大きさは等しく、浸透面が異なる。

図 3.19を見ると底面タイプ A 3 が最も速く浸透量が逡減し、側面、全面タイプの B 3, C 3 がほぼ同じであった。このことから浸透マスの目づまりは底面で多く発生していると推定される。

4. 濁質堆積状況調査

4.1 本調査の目的

本調査は濁質投入実験により投入した濁質の内、目づまりに寄与した濁質の粒径、及び施設内に残留している濁質の総量及び分布状況を把握することを目的として行ったものであり相模原実験地の施設G6を対象とした。

4.2 濁質の調査方法

投入濁質は投入後に目づまりに寄与する状況から、施設内に残留し表2.1（前出）の④の原因に寄与する濁質（以下、残留濁質）と、浸透水と共に土粒子の間隙に入り込み抑留され同表の③の原因に寄与する濁質（以下、抑留濁質）と地下水帯まで到達し目づまりに寄与しない濁質（以下、流出濁質）に分けられる（図4.1）。

ここでは残留濁質を図4.2に示したM₁～M₉の採取区分に従い全量採取を試みた。M₁～M₅は側面部の濁質投入実験湛水深より低い（深い）位置の裏込め砕石間に残留した濁質の採取区分で、M₆、M₇は塩ビ管内の中詰め砕石間に残留した濁質の採取区分を示し、M₈は塩ビ管及び塩ビ管を取り巻いているネットに付着した濁質の採取区分で、M₉は中詰め砕石上に堆積している濁質の採取区分を示す。M₉とM₆、及びM₆とM₇の境界は明瞭ではなく、おおむね中詰め砕石上に堆積している濁質をM₉とし、中詰め砕石のほぼ上半、下半に残留している濁質をそれぞれM₆、M₇とした。

また、M₀は残留濁質が混入していない採取区分であるが、施設設置時から濁質投入実験前までに裏込め砕石に付着または砕石間隙に混入する土粒子、及び採取時に地山から偶発的に混入する土粒子の量を測定し、M₁～M₅を補正するための基準値を得る目的で採取した。

また地山の土粒子間隙に滞在している抑留濁質のみを採取する事は不可能であるため、採取区分m₁～m₅に従い地山土に抑留濁質が混入していると思われる箇所の土を採取し、投入濁質の影響を受けていない地山の粒土分布と、採取した土のそれを比較すると事により抑留濁質の粒径を確認しようと試みた。

採取は全て人力で行い、M₀～M₇については、現地で砕石と共に残留濁質を採取し、室内にてふるい分け洗浄し砕石に付着した濁質と砕石に分離した。ただし採取の際、砕石と地山の境界付近に残留した濁質については、地山との区別が困難（どちらも関東ローム）であり、残留濁質を全量採取出来なかった恐れがある。またM₈については現地にて、有孔塩ビ管と透水ネットに付着した濁質をブラシ等で掃き落とし採取した。

採取した残留濁質について各採取区分別に粒度試験（JIS-A-1204）及び乾燥重量の測定を行った。

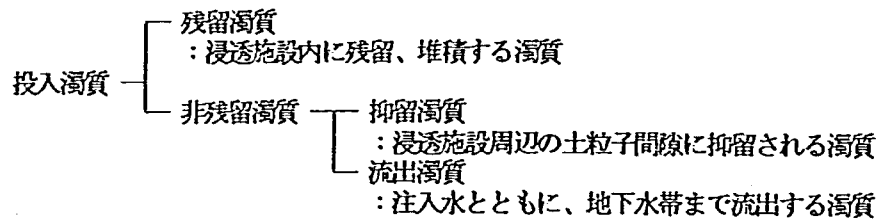


図 4.1 投入濁質の分類

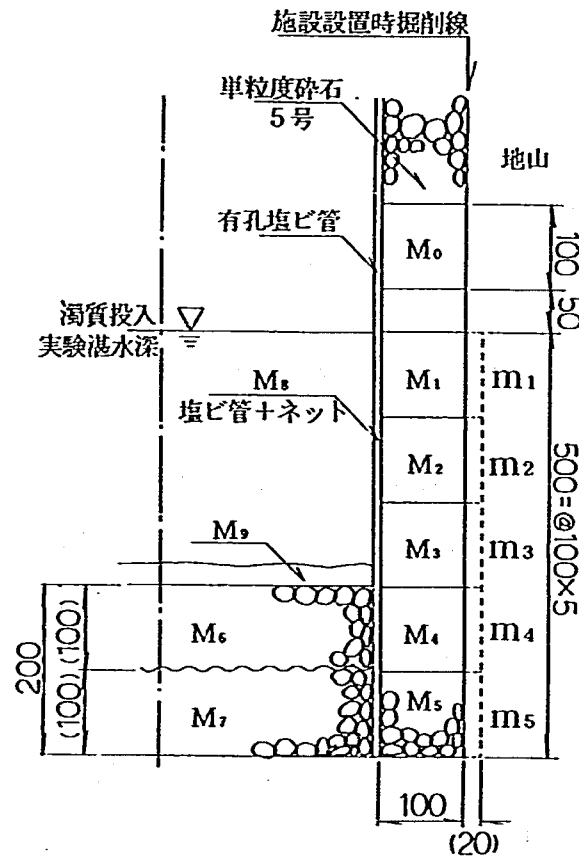


図 4.2 残留濁質の採取区分
(施設 G 6 の断面図)

4.3 採取試料の補正

ここでは、採取した濁質 $M_1 \sim M_9$ に含まれている残留濁質以外の土粒子を控除する補正を行った。

粒度試験結果と乾燥重量測定結果から得られた $M_1 \sim M_5$ の測定粒径毎の通過重量の関係と M_0 のそれとの比較を図 4.3 に示した。

この図から $M_1 \sim M_5$ の各残留濁質について、粒径が粒度試験測定粒径間（0.85 ～ 2 mm，0.425 ～ 0.85 mm 等）に属する濁質の乾燥重量（ $w_{n,di}$ ）から M_0 の同粒径間に属する土粒子の乾燥重量（ $w_{0,di}$ ）を減じることで補正を行った。

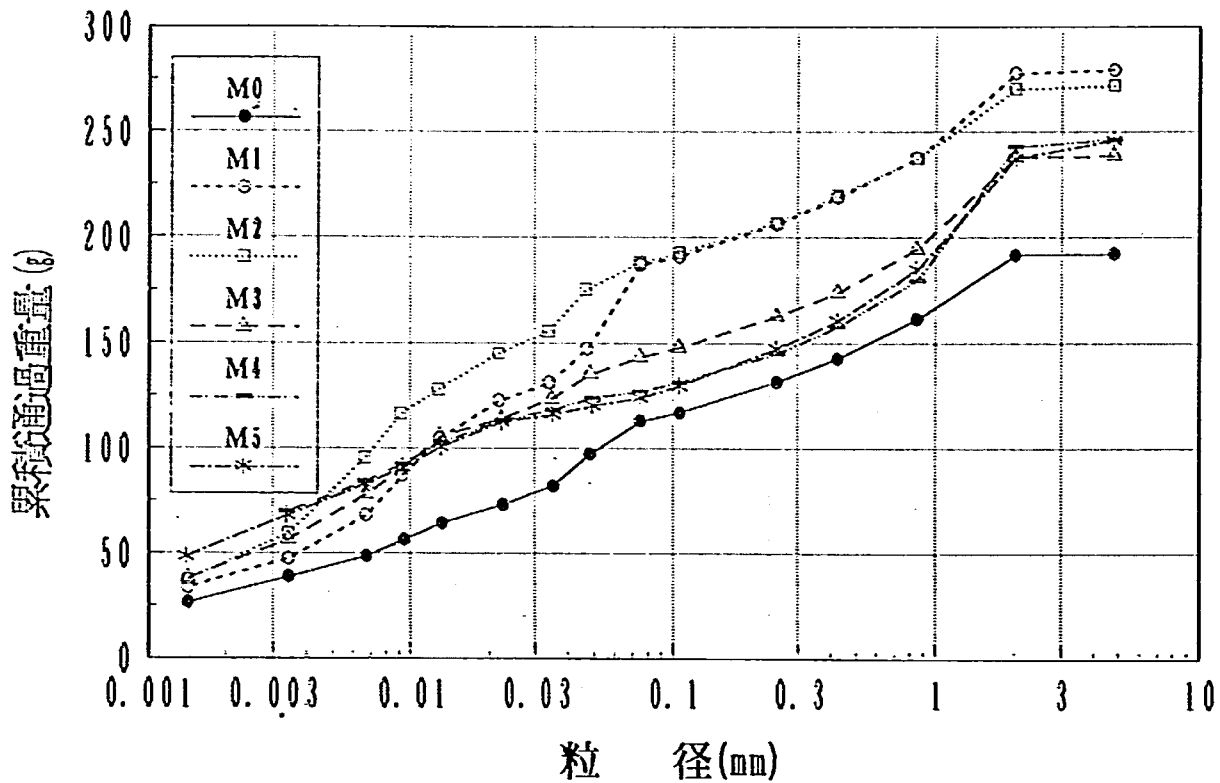


図 4.3 M0 による補正前の粒度分布

$$w'_{n,di} = w_{n,di} - w_{0,di} \quad \text{.....式 4.1}$$

ここに

d_i : 粒度試験の測定粒径 (2, 0.85, 0.425, 0.25 mm.....)

$w_{n,di}$: 試料 M_n ($n = 1 \sim 5$) の粒径 $d_{i-1} \sim d_i$ の土粒子の乾燥重量 (g)

$w_{0,di}$: 試料 M_0 の粒径 $d_{i-1} \sim d_i$ の土粒子の乾燥重量 (g)

$w'_{n,di}$: 補正後の土粒子の乾燥重量 (g)

ただし, $w'_{n,di}$ がマイナスとなった場合は $w'_{n,di} = 0$ とした。

また, 投入濁質は 2 mm ふるいを通過した試料であることから, 残留濁質には粒径 2 mm 以上の土粒子はないはずである。よって, 粒径 2 mm 以上の土粒子が採取試料から確認された場合は, 地山からも偶発的に混入した土粒子とし残留濁質からは除外して扱う事にした。

以上の考えに基づき補正した結果を表 4.1, 表 4.2 に示す。

ただし, 補正後の残留濁質 $M_1 \sim M_9$ の粒径 0.85 ~ 2 mm の土粒子の総乾燥重量 (194.7 g) が投入濁質のそれ (106.8 g) を 87.9 g 上回り, 上記の補正方法だけでは残留濁質中に投入濁質以外の濁質 (地山土) が 87.9 g 混入していることになり, 完全に補正しきれなかった。

表 4.1 M0 による M1～M5 の補正

M0 番号	M1						M2						M3					
	規定値	通過質量	百分率(%)	重量(g)	w0, d	(g)	規定値	通過質量	百分率(%)	重量(g)	w1, d	(g)	規定値	通過質量	百分率(%)	重量(g)	w2, d	(g)
	d _i						d _i						d _i					
ふるい分析	9.5				9.5		9.5						9.5					
	4.75	100.0	192.5	0.6	4.75	100.0	279.5	1.7	4.75	100.0	272.1	1.6	4.75	100	239.1	1.0	4.75	100.0
	2	99.7	191.9	30.4	2	99.4	277.8	39.9	2	99.4	270.5	33.0	2	99.6	238.1	43.5	2	99.6
	0.85	83.9	161.5	18.7	0.85	85.1	237.9	18.8	0.85	87.3	237.5	17.4	0.85	81.4	194.6	20.5	0.85	81.4
	0.425	74.2	142.8	11.1	0.425	78.4	219.1	12.5	0.425	80.9	220.1	12.8	0.425	72.8	174.1	11.3	0.425	72.8
	0.250	68.4	131.7	14.7	0.250	73.9	206.6	15.4	0.250	76.2	207.3	14.4	0.250	68.1	162.8	14.8	0.250	68.1
	0.106	60.8	117.0	4.0	0.106	68.4	191.2	3.9	0.106	70.9	192.9	4.6	0.106	61.9	148.0	4.5	0.106	61.9
沈降分析	0.075	58.7	113.0	15.6	0.075	67.0	187.3	40.0	0.075	69.2	186.3	12.8	0.075	60	143.5	8.2	0.075	60
	0.0485	50.6	97.4	15.2	0.0473	52.7	147.3	16.2	0.0469	54.5	175.5	19.9	0.0488	56.6	135.3	11.7	0.0488	56.6
	0.0352	42.7	82.2	8.9	0.0341	46.9	131.1	8.4	0.0339	57.2	155.6	10.6	0.0349	51.7	123.6	9.5	0.0349	51.7
	0.0226	38.1	73.3	8.8	0.0218	43.9	122.7	18.2	0.0217	53.3	145.0	17.1	0.0223	47.7	114.1	8.4	0.0223	47.7
	0.0132	33.5	64.5	7.9	0.0129	37.4	104.5	17.6	0.0128	47.0	127.9	11.4	0.0130	44.2	105.7	15.1	0.0130	44.2
	0.00944	29.4	56.6	7.9	0.00929	31.1	86.9	18.7	0.00916	42.8	116.5	21.3	0.00936	37.9	90.6	12.4	0.00936	37.9
	0.00675	25.3	48.7	9.8	0.00671	24.4	58.2	20.7	0.00662	35.0	95.2	35.6	0.00670	32.7	78.2	21.5	0.00670	32.7
	0.00342	20.2	38.9	12.3	0.00343	17.0	47.5	13.7	0.00343	21.9	59.6	22.1	0.00342	23.7	56.7	18.7	0.00342	23.7
	0.00142	13.8	26.6	26.6	0.00142	12.1	33.8	33.8	0.00143	13.8	37.5	37.5	0.00142	15.9	38.0	38.0	0.00142	15.9

M4						M5					
規定値	通過質量	百分率(%)	重量(g)	w4, d	(g)	規定値	通過質量	百分率(%)	重量(g)	w5, d	(g)
d _i						d _i					
9.5						9.5					
4.75	100	246.7	3.5	4.75	100	246.2	8.4	4.75	100	237.8	52.9
2	98.6	243.2	63.4	2	96.6	237.8	52.9	2	96.6	237.8	52.9
0.85	72.9	179.8	21.9	0.85	75.1	184.9	24.1	0.85	75.1	184.9	24.1
0.425	64	157.9	12.6	0.425	65.3	160.8	13.3	0.425	65.3	160.8	13.3
0.250	58.9	145.3	13.8	0.250	59.9	147.5	17.8	0.250	59.9	147.5	17.8
0.106	53.3	131.5	4.4	0.106	52.7	129.7	5.6	0.106	52.7	129.7	5.6
0.075	51.5	127.1	3.0	0.075	50.4	124.1	3.7	0.075	50.4	124.1	3.7
0.0496	50.3	124.1	5.7	0.0496	48.9	120.4	4.2	0.0496	48.9	120.4	4.2
0.0353	48	118.4	5.2	0.0353	47.2	116.2	3.7	0.0353	47.2	116.2	3.7
0.0224	45.9	113.2	10.6	0.0224	45.7	112.5	11.8	0.0224	45.7	112.5	11.8
0.0131	41.6	102.6	10.1	0.0131	40.9	100.7	9.9	0.0131	40.9	100.7	9.9
0.00936	37.5	92.5	8.1	0.00936	36.9	90.8	7.8	0.00936	36.9	90.8	7.8
0.00667	34.2	84.4	14.3	0.00667	33.7	83.0	14.8	0.00667	33.7	83.0	14.8
0.00338	28.4	70.1	24.7	0.00338	27.7	68.2	19.7	0.00338	27.7	68.2	19.7
0.00141	18.4	45.4	45.4	0.00141	19.7	48.5	48.5	0.00141	19.7	48.5	48.5

表 4.2 M 6 ~ M 9 の補正

	M6				M7				M8				M9			
	測定値		補正後値		測定値		補正後値		測定値		補正後値		測定値		補正後値	
	d _i	百分率(%)	重量(g)	過質量百分率(%)	d _i	百分率(%)	重量(g)	過質量百分率(%)	d _i	百分率(%)	重量(g)	過質量百分率(%)	d _i	百分率(%)	重量(g)	過質量百分率(%)
ふるい分析	9.5				9.5				9.5				9.5	100.0	~~556.1~~	
	4.75				4.75	100.0	~~465.4~~		4.75	100.0	~~465.4~~		4.75	95.6	~~556.1~~	
	2	100.0	532.6	100.0	2	99.8	457.3	100.0	2	99.2	25.1	100.0	2	95.5	556.6	100.0
	0.85	94.0	500.6	94.0	0.85	82.3	377.1	82.5	0.85	98.9	25.0	99.6	0.85	98.2	554.9	99.7
	0.425	85.7	456.4	85.7	0.425	71.6	328.1	71.7	0.425	97.9	24.8	98.8	0.425	97.2	549.3	98.7
	0.250	76.7	408.5	76.7	0.250	63.1	289.1	63.2	0.250	95.0	24.0	95.6	0.250	93.4	527.8	94.8
	0.106	65.5	348.9	65.5	0.106	53.0	242.8	53.1	0.106	80.4	20.3	80.9	0.106	77.6	438.5	78.8
沈降分析	0.075	62.7	333.9	62.7	0.075	50.8	232.8	50.9	0.075	76.2	19.3	76.9	0.075	72.8	411.4	73.9
	0.0492	34.5	183.7	34.5	0.0496	30.6	140.2	30.7	0.0498	48.7	12.3	49.0	0.0488	46.1	260.5	46.8
	0.0353	30.4	161.9	30.4	0.0356	26.2	120.0	26.2	0.0359	42.5	10.8	43.0	0.0354	36.5	206.3	37.1
	0.0224	28.6	152.3	28.6	0.0228	23.0	105.4	23.0	0.0230	38.1	9.6	38.2	0.0228	30.0	169.5	30.5
	0.0132	22.3	118.8	22.3	0.0133	20.5	98.9	20.5	0.0135	30.8	7.8	31.1	0.0133	26.3	148.6	26.7
	0.00942	19.6	104.4	19.6	0.00947	17.5	80.2	17.5	0.00968	26.2	6.6	26.3	0.00949	21.8	123.2	22.1
	0.00668	18.5	98.5	18.5	0.00676	14.8	67.8	14.8	0.00692	22.2	5.6	22.3	0.00675	19.2	108.5	19.5
	0.00340	12.8	68.2	12.8	0.00340	12.4	56.8	12.4	0.00350	17.3	4.4	17.5	0.00341	15.3	86.5	15.5
	0.00139	11.3	60.2	11.3	0.00140	10.3	47.2	10.3	0.00144	13.2	3.3	13.1	0.00140	11.9	67.2	12.1

4.4 調査結果

4.4.1 残留濁質の粒度分布

投入濁質と残留濁質の粒径加積曲線を図 4.4, 図 4.5 に示す。図 4.4 は側面の採取区分 $M_1 \sim M_5$ と投入濁質を比較した図で, 図 4.5 は底面の採取区分 M_6, M_7, M_8 及び塩ビ管+透水ネットの採取区分 M_8 と投入濁質を比較した図である。両者には明らかに違いが見られ, 側面より採取した残留濁質は粘土とシルトの粒径の小さい土粒子の割合が大きく, また底面より採取した残留濁質はその逆の傾向にある。

また, M_1, M_3, M_4, M_5 では粒径 $0.85 \sim 2 \text{ mm}$ の土粒子が占める割合が不自然に高い。これは, 前項の「4.3 採取試料の補正」でも述べた補正しきれなかった土粒子と考えられる。 M_1, M_3, M_4, M_5 は, いずれも側面部より採取した濁質であるが粒径の大きい粗砂は素早く沈降し側面部には残留しにくいと考えられる為である。

$M_1 \sim M_5$ の粒径 $0.85 \sim 2 \text{ mm}$ の土粒子の乾燥重量の総和は 80.7 g (4.3 で行った補正後の値) で, 4.3 で述べた粒径 $0.85 \sim 2 \text{ mm}$ の土粒子の補正しきれなかった乾燥重量 (87.9 g) とほぼ一致する。よって, 以後残留濁質 $M_1 \sim M_5$ の粒径 $0.85 \sim 2 \text{ mm}$ の土粒子を地山から偶発的に混入したものと考え全て排除する事とし, これ以後の考察を行うこととした。排除後の粒径加積曲線を図 4.6 に示す。

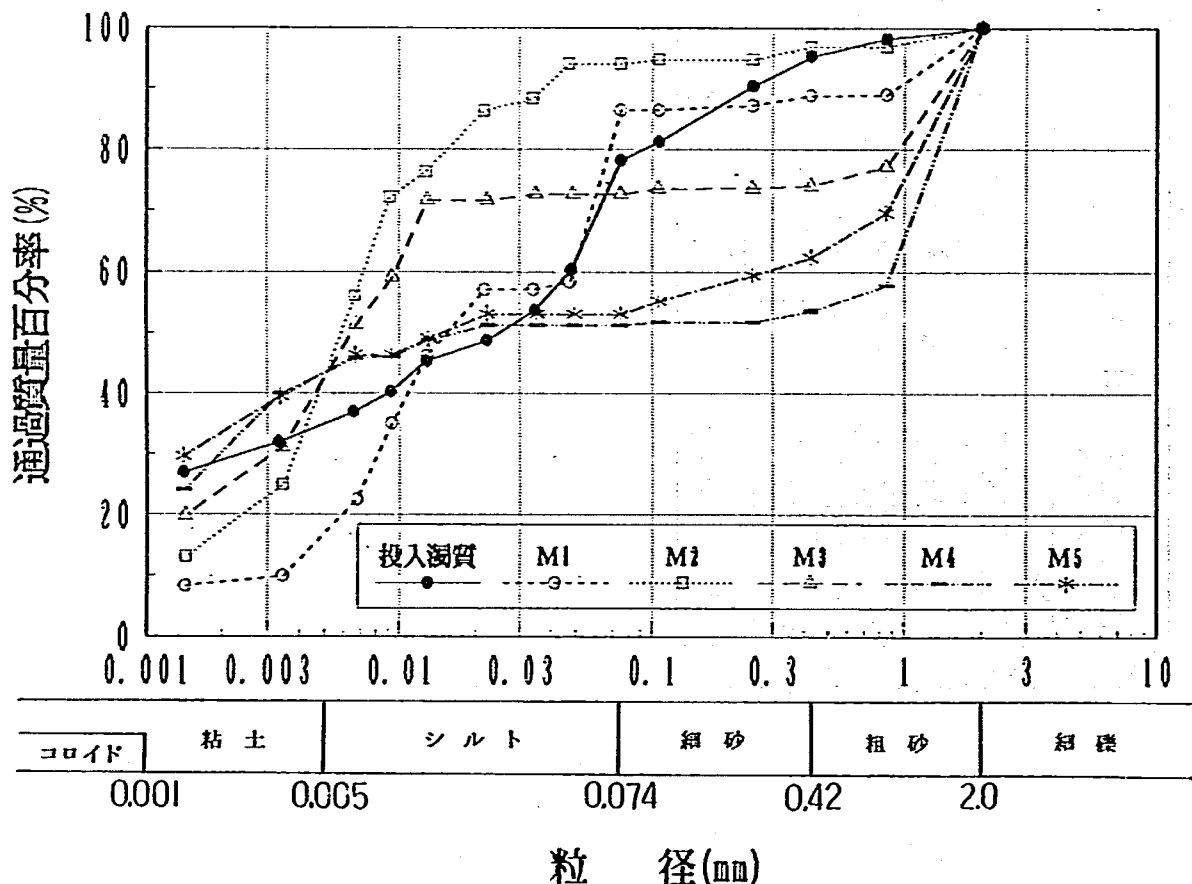


図 4.4 $M_1 \sim M_5$ (側面部) と投入濁質の粒度分布の比較 (M_0 による補正後)

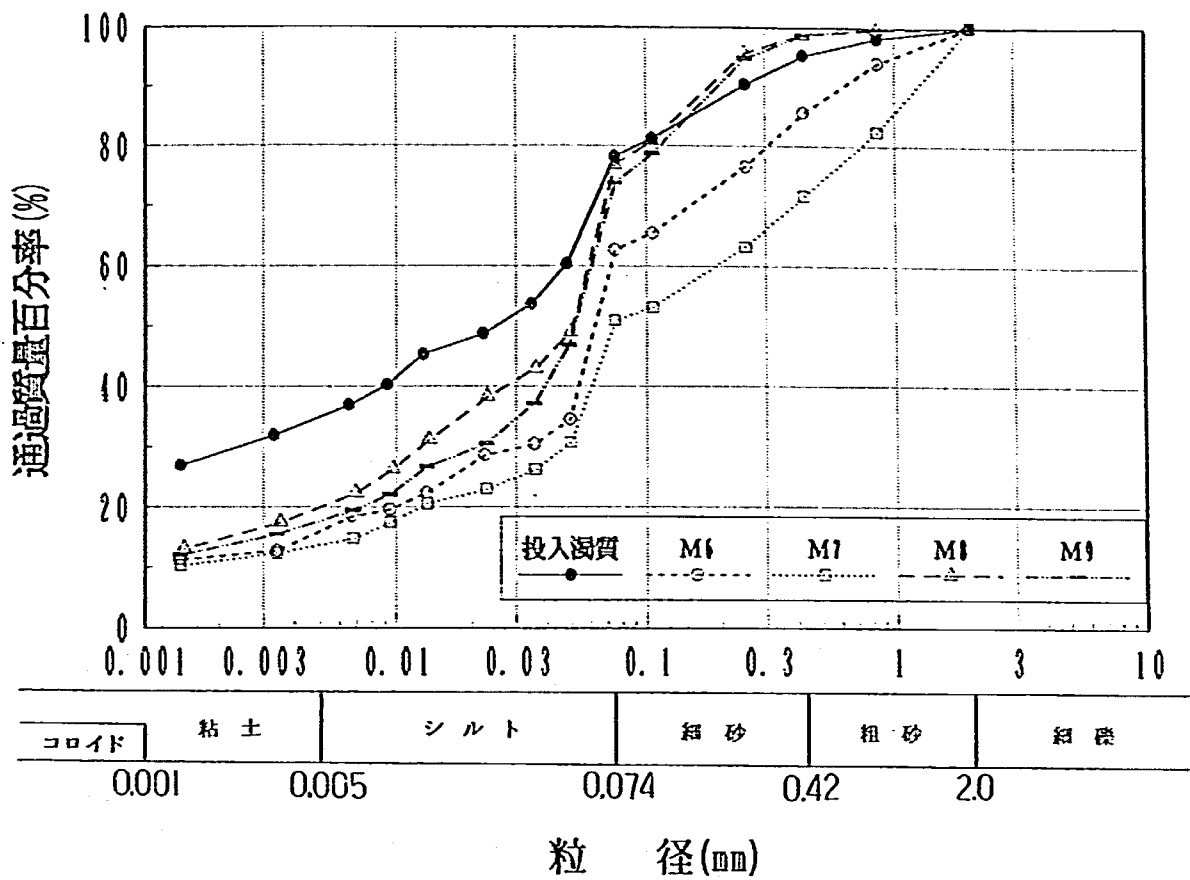


図 4.5 M6～M9（底面部と塩ビ管部）と投入濁質の粒度分布の比較（補正後）

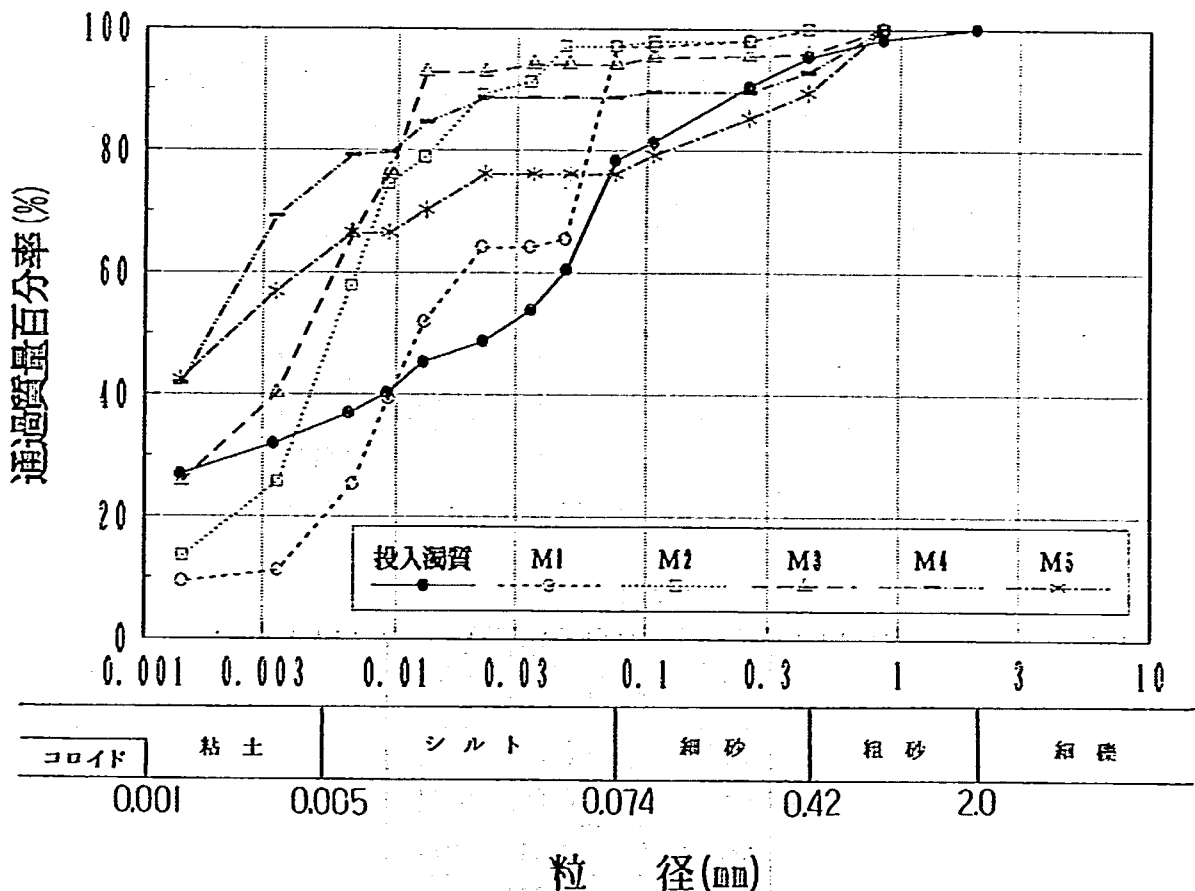


図 4.6 M1～M5（側面部）と投入濁質の粒度分布の比較
(粒径 0.85～2 mm の土粒子を排除)

ここで、採取した残留濁質に対し行った全ての補正法についてまとめると、以下の3つになる。

① M_0 による補正（対象： $M_1 \sim M_5$ ）

② 2 mm以上の濁質を排除（対象：全て）

③ 粒径 0.85 ~ 2 mmの濁質を排除（対象： $M_1 \sim M_5$ ）

また、各濁質を粒径区分毎に分類しその比率の比較を行った（図 4.7）。粒径区分は基本的に日本統一土質分類法に従ったが、シルトを1と2に分類したのは図 4.5 を見ると粒径 0.04 mm 付近で粒度分布が大きく変化しているためである（表 4.3）。図 4.7 より、側面部では採取深度が深くなるとコロイド、砂の割合が大きくなり、粘土、シルトの割合が小さくなる傾向にあり、底面部では、採取深度が深くなるにつれ粗砂分の比率が大きくなる傾向にあることがわかる。

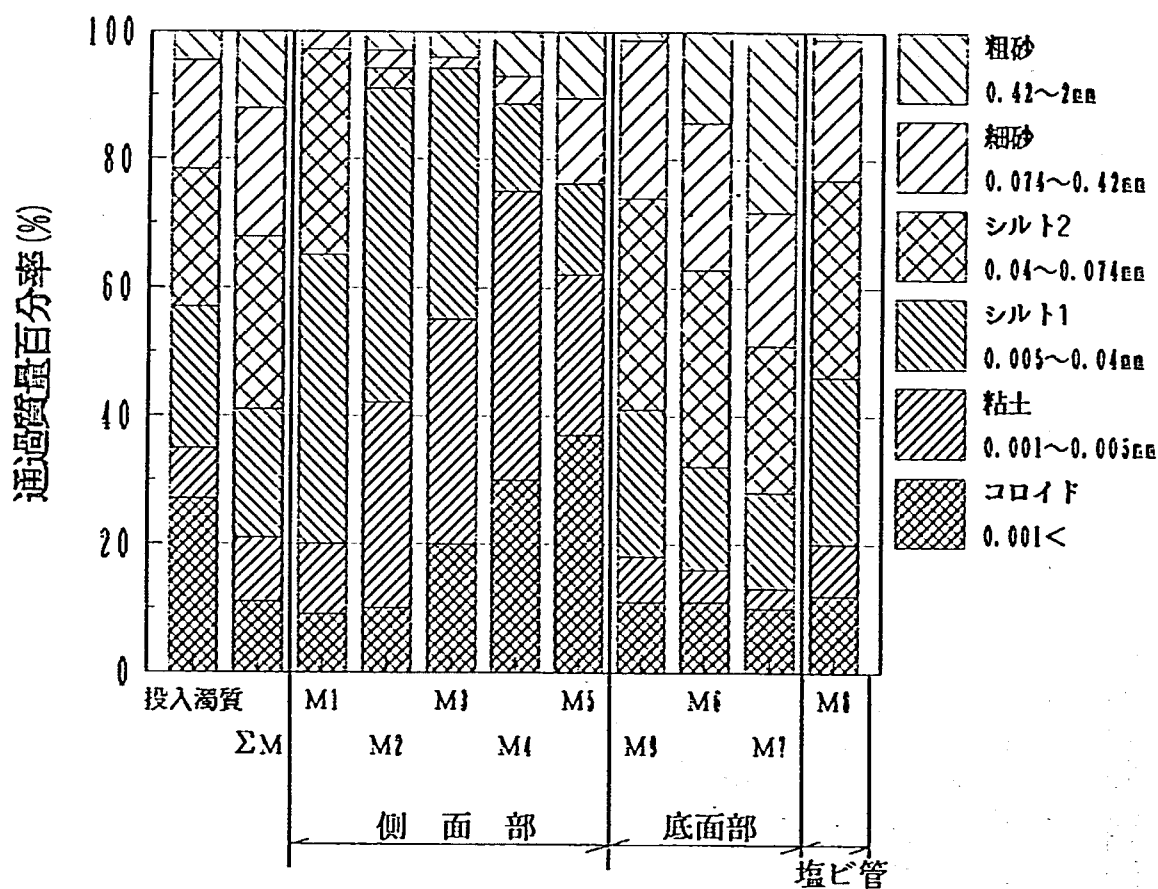


図 4.7 粒径区分毎に集計した粒度の比較

表 4.3 粒径区分

区分名	対象粒径(mm)
コロイド	0.001<
粘土	0.001~0.005
シルト 1	0.005~0.04
シルト 2	0.04~0.074
細砂	0.074~0.42
粗砂	0.42~2

4.4.2 非残留濁質量の算出

非残留濁質量（抑留濁質と流出濁質の和）は投入濁質量から残留濁質を減じることで算出した（図 4.8）。

$$\begin{aligned} \text{非残留濁質量} &= (\text{投入濁質量}) - \{ (\text{残留濁質量}) - (\text{偶発混入物}) \} \\ &= 6,278.4 - (1,870.0 - 7.2) \\ &= 4,415.6 \text{ (g)} \end{aligned}$$

ここに 偶発混入物：4.4.1に記した粒径 0.85～2mmの土粒子の補正しきれなかった乾燥重量（87.9 g）と $M_1 \sim M_5$ の粒径 0.85～2mmの土粒子の乾燥重量の総和（80.7 g）の差（87.9－80.7＝7.2 g）

よって、投入濁質の内約 7 割が非残留濁質となっていることが分かった。

ここで、どのような粒径の土粒子が非残留濁質と成りやすいか（浸透面を通過しやすいか）を把握するため非残留率 r を次式により定義し算出結果を図 4.9 に示す。

$$\text{非残留率 } r_i (\%) = \frac{(W_{ti} - W_{di})}{W_{ti}} \times 100 \quad \text{.....式 4.2}$$

ここで、

i ：粒径区分， W_t ：投入濁質乾燥重量， W_d ：残留濁質乾燥重量

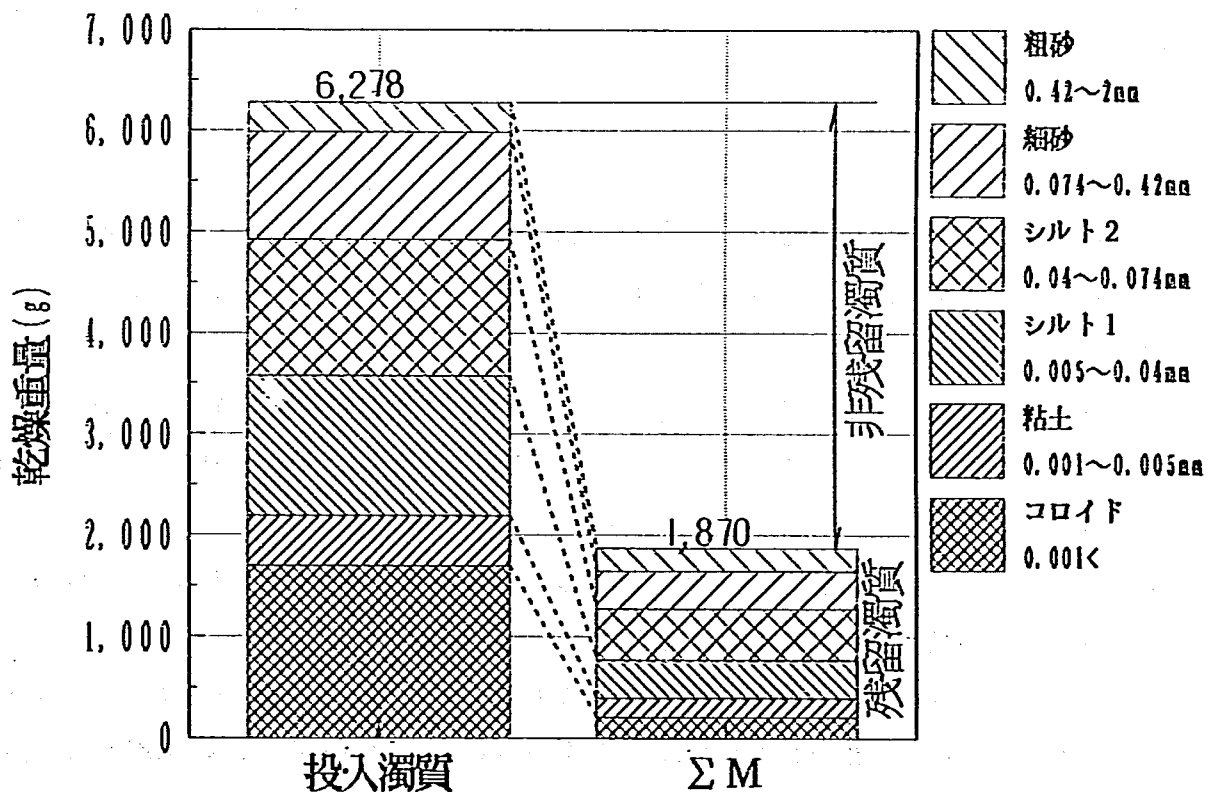


図 4.8 残留濁質量と非残留濁質量の関係

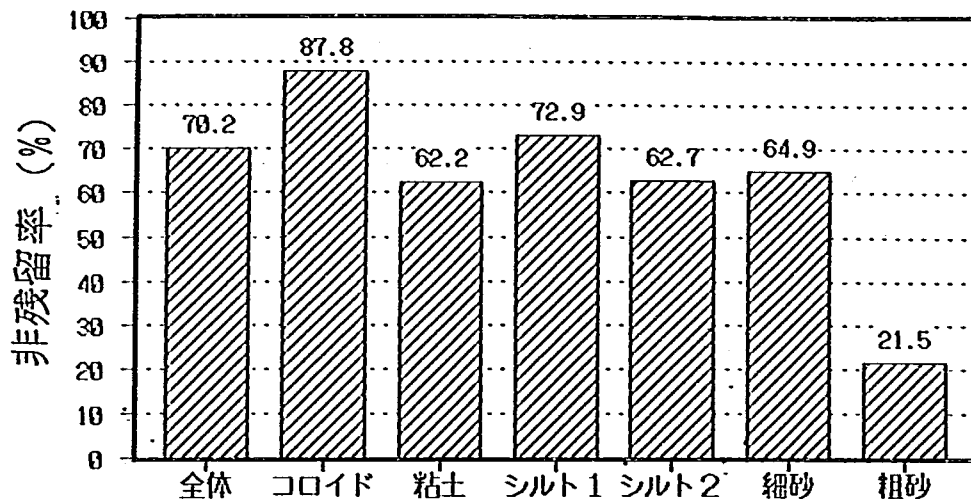


図 4.9 粒径区分別の非残留率

これを見るとコロイドの非残留率が最も多く約90%で、粘土、シルト、細砂がほぼ等しく60～70%程度で、粗砂が約20%と最も小さい値となった。

ただし前述のように残留濁質の採取もれの恐れがあり、実際に浸透面を通過した濁質の比率はここで算出した値より小さい値となる可能性がある。

また、コロイドのような $1\mu\text{m}$ 以下の物質は溶解性物質と呼ばれ、日本の場合、地下水中の溶解性物質の濃度が $130\text{mg}/\text{L}$ (河川水は $70\sim 100\text{mg}/\text{L}$)¹²⁾であることを考えると土粒子の間隙にとどまり、浸透の妨げの原因になるとは考えにくい。よってコロイドは地下水帯まで浸透水と共に到達する流出濁質になることが考えられる。

4.4.3 浸透面付近の地山土の粒度試験結果

投入濁質の影響を受けていない地山の粒度分布(G6 (GL-1.0) 地点3.2.3参照)を基準粒度分布とし、これと採取区分 $m_1\sim m_5$ のそれを比較することにより抑留濁質の確認を試みた(図4.10)。

これを見ると $m_1\sim m_4$ については、ほぼ同一曲線であり、また基準粒度分布ともほぼ一致する事から $m_1\sim m_4$ には抑留濁質は含まれていないと考えられる。 m_5 については粘土、シルト分の増加が認められる。

ここで、 m_5 について基準粒度分布との違いをより明確に表現するために、粒度試験の測定粒径間の通過百分率の増加量を比較したものが図4.11である。

この図より、粒径が $0.003\sim 0.009\text{mm}$ 区間で基準粒度G6に対する m_5 の増加が顕著である。このことから相模原実験地の地盤においては粒径が $0.003\sim 0.009\text{mm}$ 程度の濁質が地盤の間隙に抑留され易くまた、抑留箇所は底面付近であることが考えられる。

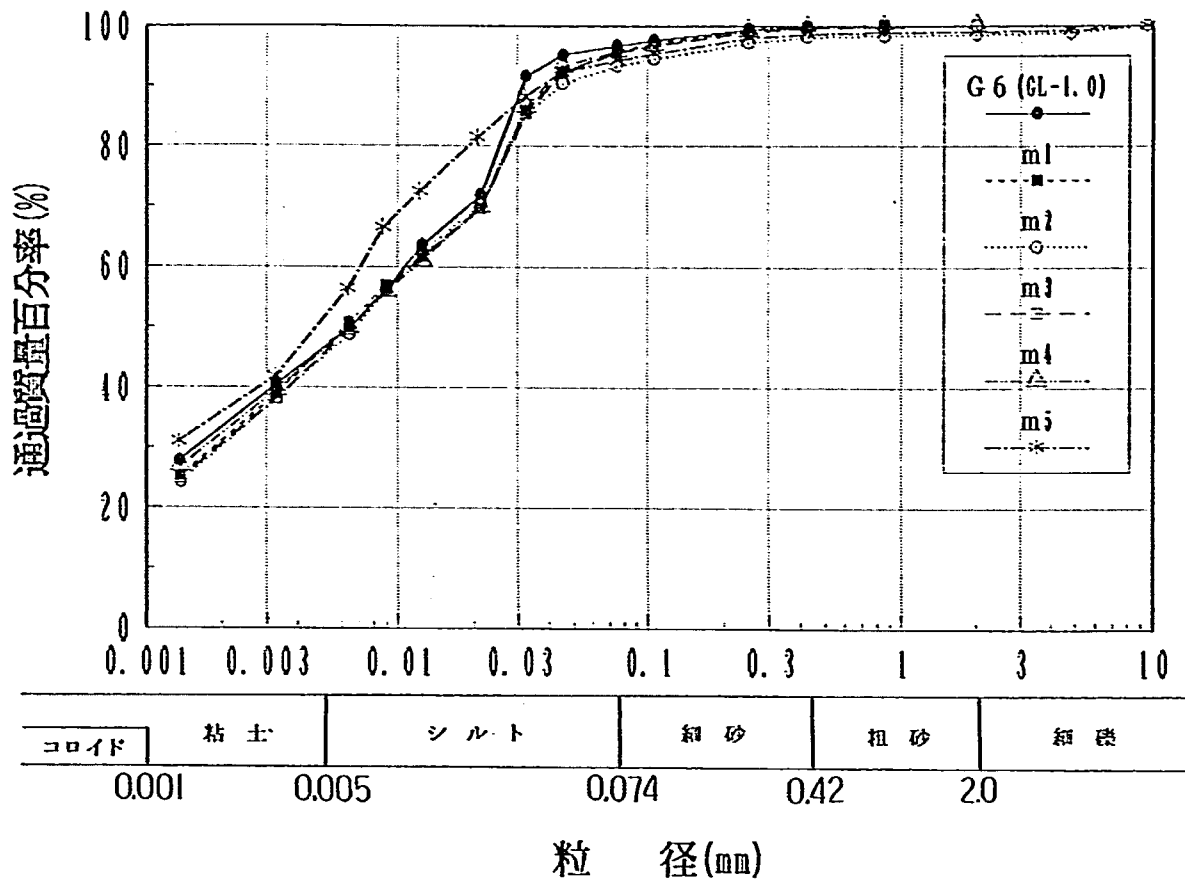


図4.10 浸透面付近の地山土 ($m_1 \sim m_5$) と基準粒度 G 6 との比較

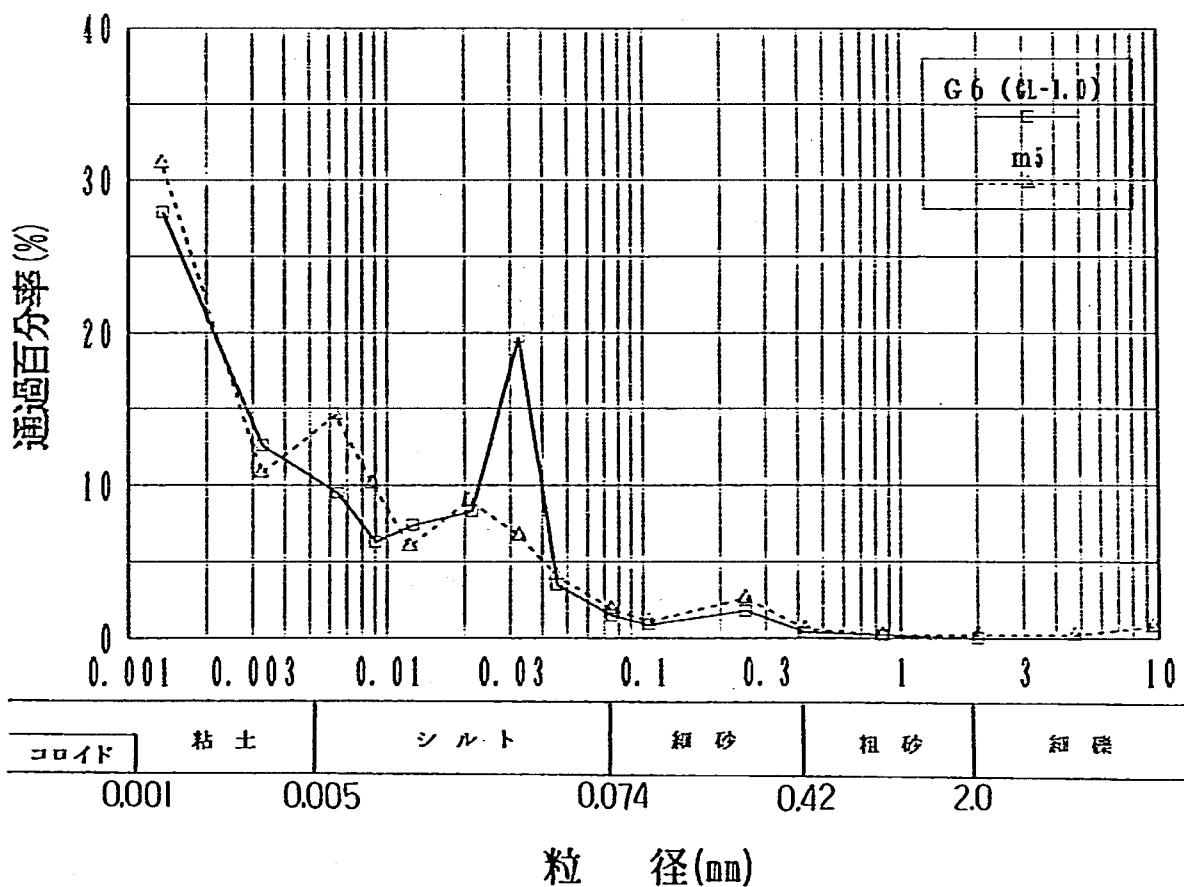


図4.11 抑留濁質の確認 (m_5 と基準粒度 G 6 との比較)

4.4.4 濁質の分布状態

残留濁質の浸透マスの分布状態を図 4.12 に示す。

これを見ると、マスの底面に残留している濁質が、約 8 割を占めていたことから、目づまりはこの底面において多く発生したことが予想される。

ただし、濁質投入実験時には、浸透マス内の水を攪拌しながら濁質を投入したが、実流域に設置されている浸透マス内の降雨時の水流はそれ以上に激しい（構造、流入量にもよるが）と考えられ、ここに示した分布状況がそのまま実流域の浸透マス内の濁質分布状況を反映しているとは言えないことを注意しておく。

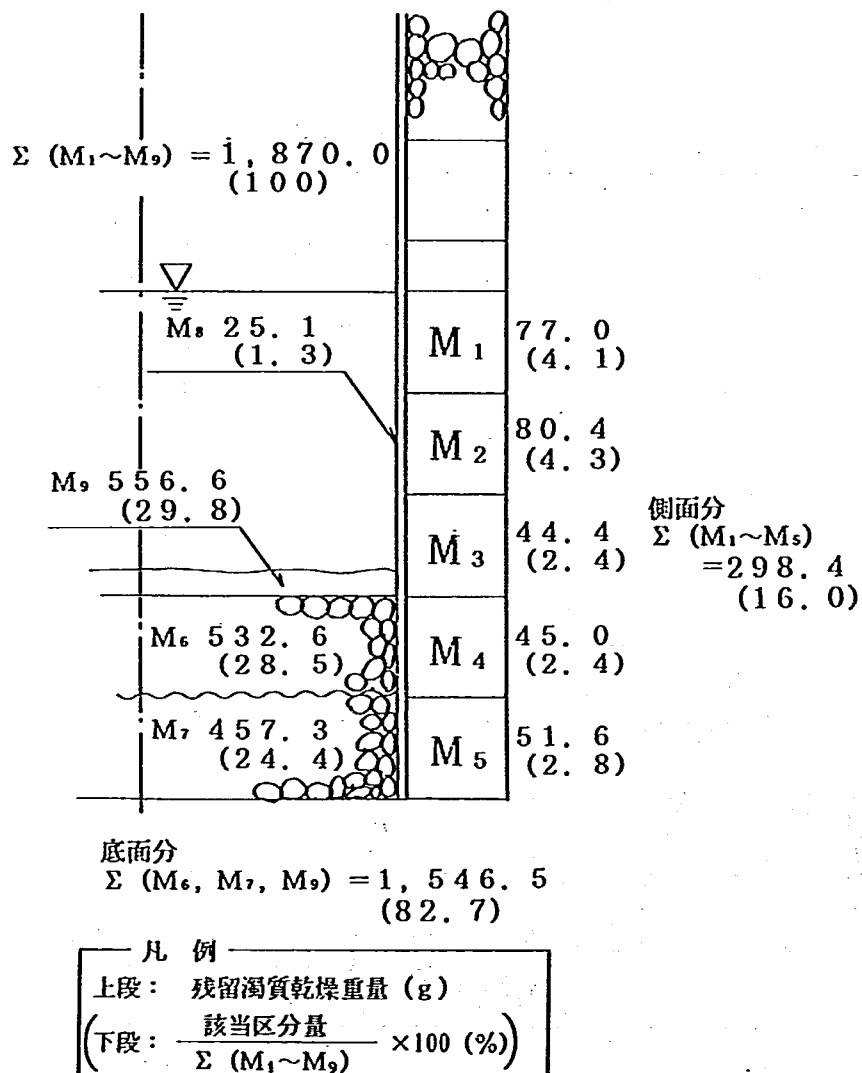


図 4.12 残留濁質の分布状況

5. 関東ロームにおける間隙径分布

表 2.1 (前出) に示したように原因③, ④は, 土粒子径と地盤の間隙径の相対的な関係に影響されることが予想される。よって, 本章では関東ロームにおける一般的な間隙径分布を求めることとする。

間隙の幾何学的な構成は, 固相のその陰画であって固相を構成する土粒子及びその集合体が形, 大きさ, 配列において変化があるように, 間隙も大きさ, 形, 連続性, 発達方向, 分布などにおいてもそれぞれ異なるものである。間隙に関する測定法には, 独特のものはなく, いずれも他の性質の測定の一部あるいは換算によって行われる場合が多い¹³⁾。

ここでは「土壌物性測定法」¹³⁾で述べられている, 吸引圧 — 水分曲線に微分操作を施すことによって得られる吸引圧 — 水分分布曲線から, 間隙径分布の推定を行う手法を用いることとする。

土壌の間隙系のモデルとして管径を異にする多数の毛細管の束を想定すると, 管径と毛管上昇高の関係は次式で表される。

$$h = \frac{4 T \cdot \cos \alpha}{d \cdot r_w} \quad \cdots \cdots \cdots \text{式 5.1}$$

ここに, h : 上昇高 (cm), T : 水の表面張力 (gf/cm), α : 接触角
 d : 管の内径 (cm), r_w : 水の単位体積重量 (gf/cm³)

この関係式を, 吸引圧と管径の関係に置き換えて吸引圧を間隙の当量直径と読みかえる事ができ, よって吸引圧 — 水分分布曲線から間隙径の分布が推定される。この場合, 式 5.1 に実際の値を代入し数字を丸めると

$$d = 0.3 / \phi \quad \cdots \cdots \cdots \text{式 5.1'}$$

ここに, d (cm): 間隙の当量直径, ϕ (cm): 水柱で表した吸引圧
 となる。

ヘーラトらは関東ロームの吸引圧 — 水分曲線を 100 以上のサンプルからの測定結果を用い図 5.1¹⁴⁾のように示し, 含水率 θ と水柱で表した吸引圧 ϕ との関係は次式によって近似している。

$$\theta = \frac{72.8 \times (0.707 - 0.598)}{72.8 + \{ \ln(\phi) \}^{3.92}} + 0.598 \quad \cdots \cdots \cdots \text{式 5.2}$$

ここに, θ : 含水率, ϕ : 水柱で表した吸引圧 (cm)

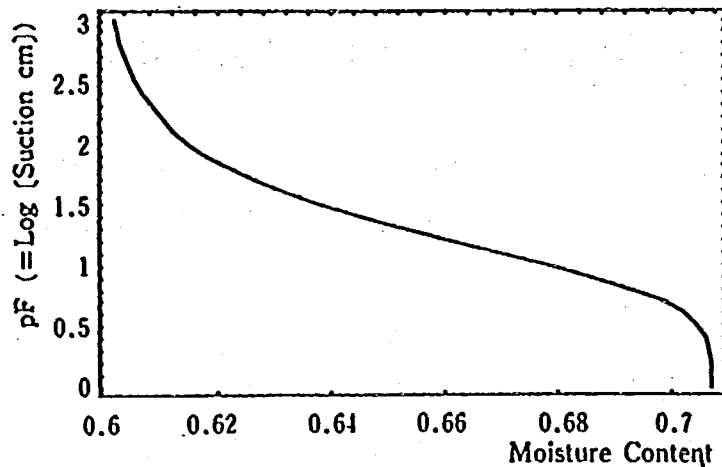


図 5.1 関東ロームの吸引圧—水分曲線

吸引圧 — 水分曲線から、吸引圧 — 水分分布曲線を求める場合擬微分法がよく用いられる。ここでも $\Delta \phi = 0.5$ の変化に対する θ の変化分 ($= \Delta \theta$) を算出し、式 5.1' より ϕ に対応する d を求め間隙径分布図を作成した (図 5.2 下)。この図は $\Delta \theta$ が大きければそれに対応した径の間隙も多く存在する事を意味するものである。よってこの図から、関東ロームの地盤には径が 0.005 mm の間隙が多く存在していることが分かる。

この様に作成した間隙径分布曲線が相模原実験地の土質においても、あてはまると仮定し、粒径別の非残留率 (図 4.9 を粒径別に編集)、及び抑留濁質の確認図 (図 4.11) を比較してみる (図 5.2 上・中)。

抑留濁質として、粒径 0.003 ~ 0.009 mm の濁質が確認できたことと、0.005 mm の径を有する間隙が多く分布していることから、間隙径とはほぼ一致する濁質は浸透面付近に抑留され易いということが分かる。また、これより小さい投入濁質が抑留濁質として確認できなかったことは、これらの濁質は流出濁質となったと考えられる。ただし、 m_s の採取区間 (浸透面から 2 cm 厚) 以深で、これらの濁質が抑留されている可能性もある。

また、非残留率が平均的な間隙径より大きい土粒子においても高い値となったのは、4.4.2 でも指摘したように碎石と地山の境界付近において残留濁質の採取もれがあったためにこのような結果となったと考えられ、今回行った濁質堆積状況調査の難しさを示している。

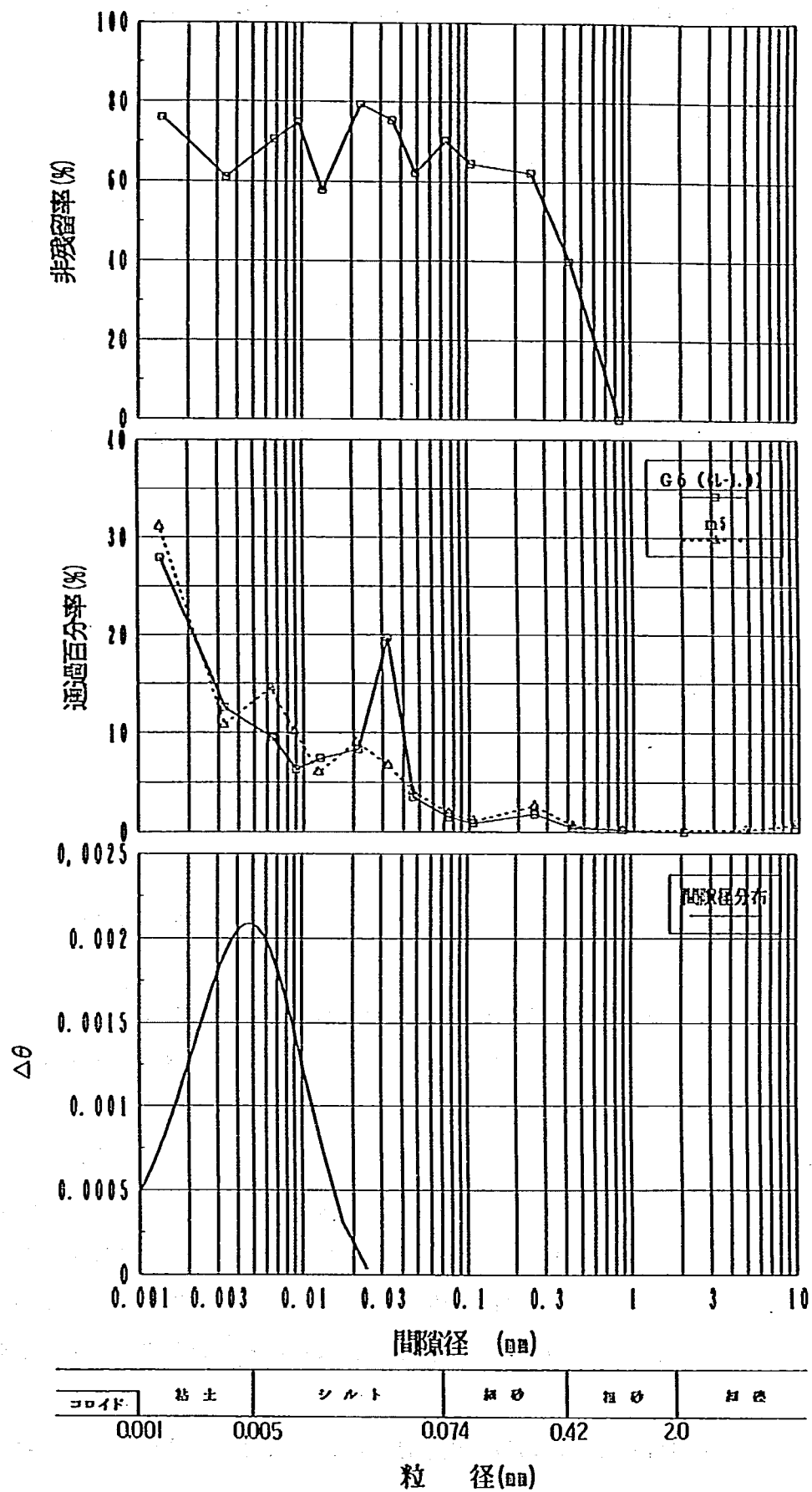


図 5.2 間隙径分布と非残留濁質・抑留濁質の粒径の比較

6. 総合検討—浸透マスの将来浸透能力の算出—

本章では、浸透マスの供用数年後の浸透量変化率の試算を行った。

浸透マスの設置対象地盤を関東ロームとした場合、 $1\mu\text{m}$ 以下の濁質（コロイド）は4.4.2及び5.で述べたように流出濁質となり目づまりには寄与しないと考えられるため問題となるのは $1\mu\text{m}$ 以上の濁質である。

図6.1は施設C3・G6で行った濁質投入実験結果から、 $1\mu\text{m}\sim 2\text{mm}$ の濁質の単位底面積当り累積濁質投入量 x と浸透量変化率 y の関係を指数関数式（ $y = e^{-ax} \times 100$ ）で単回帰分析を行った結果である。

ここで図6.1の横軸 x は「供用 n 年後までに浸透マスの単位底面積当りに流入する濁質乾燥重量（粒径 $1\mu\text{m}\sim 2\text{mm}$ ）（ kg ）」と読みかえることができる。

$$x = \frac{M \cdot A}{a} \times n$$

ここに

M ：単位集水面積からの年間濁質流入量（ $\text{kg}/\text{年}/\text{m}^2$ ）

A ：浸透マス1基当りの集水面積（ m^2 ）

a ：浸透マスの底面積（ m^2 ）

n ：想定供用年数（年）

単位集水面積からの年間濁質流入量 M は、本研究室が行った降雨流出水採取調査¹⁵⁾を基に $0.01\text{kg}/\text{年}/\text{m}^2$ と仮定することとした。

また、一般の一戸建て家屋の屋根排水を直径約 80cm の浸透マス1基で受け持つとし、浸透マス1基当りの集水面積 $A = 100\text{m}^2$ 、浸透マスの底面積 $a = 0.5\text{m}^2$ と仮定すると図6.1の横軸下段の様な想定供用年数後のスケールを割り振ることができる。この図から想定年数後の浸透量変化率を求め、設定直後の浸透量に乗じることで将来の浸透量の予測が可能となる。例えば施設C3を設置した地盤またはそれと同等の土質特性を持つ地盤に上記仮定に基づく浸透マスを設置した場合10年間で浸透量が最大45%程度減少することになる。ただし、ここでは3.5.2で指摘したように濁水実験まえの清水実験において実験開始後6時間経過しても定常状態になっていなかったと判断されることから、浸透量変化率の値は過小に見積もる結果となっている恐れがある事を注意しておく。

また、ここで算出した供用数年後の浸透量変化率は、濁質流入対策を講じない場合の値であることを注意しておく。

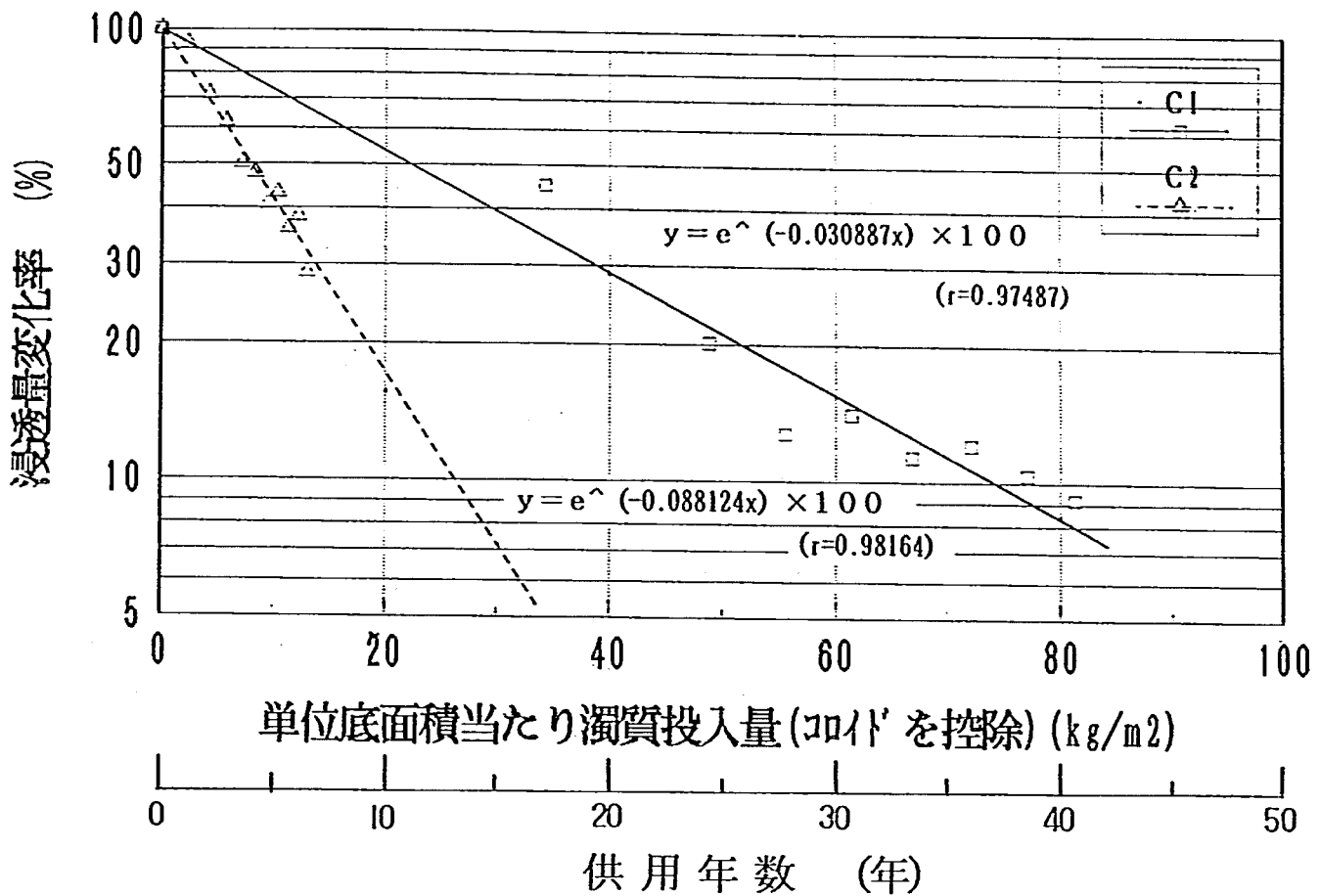


図 6.1 浸透量変化率の予測

この様に、実際に浸透施設を設置しようとする地盤を対象に、濁質投入実験を行うことで、将来の浸透能力の予測が可能である。この時、実験に用いる浸透施設の形状は、実際に設置する施設と同一の形状（寸法比率）である必要があり、できれば大きさも同一であることが望ましい。なぜなら目づまりは底面付近で発生するため施設の寸法比率（底面積と側面積の比率）が異なれば浸透能力の減衰状況も異なる為である。

お　　わ　　り　　に

浸透施設を設計する際には濁質流入対策を講ずる必要があるが、地盤の土質特性（間隙径分布等）の違いにより目づまり原因となる濁質の粒径が異なるため予めそれを把握しておく必要がある。

本研究により、浸透面上にマッドケーキが形成され浸透面の流入孔が閉塞もしくは狭められて透水量が低下する原因の他に、間隙径と同程度の粒径の濁質（関東ロームの場合は、0.005 mm程度の濁質）が地盤の間隙に抑留されて、目づまりの原因となっていることが推定された。

目づまりで低下した浸透能力を回復させる手段としては、施設内を清掃し、残留している濁質を取り除く方法が考えられるが抑留濁質が浸透量の低下に寄与する割合が多い場合は、これのみでは浸透量の回復が期待出来ないと思われる。従って効果的に目づまりの解消を図るために、浸透量逡減に対する残留濁質と抑留濁質の影響度、抑留濁質の抑留位置（深度）について今後さらに検討する必要がある。

参 考 文 献

- 1) 土木学会第38回年次学術講演会 (S 58. 9) 「浸透池による地下水人工涵養時に生じる浸透能力の低下について」九州大学工学部 安田ら
- 2) 土木学会第45回年次学術講演会 (H 2. 9) 「目づまりによる復水井戸機能低下の評価モデル」(株)竹中工務店 中崎, 石瀬 (株)竹中土木 森嶋, 真田
- 3) 土木技術資料 Vol. 23, No 10, 1981 「地下水涵養技術とその応用」 — 地下埋管法による雨水等の浸透 — 土木研究所 石崎ら
- 4) 土木研究所資料第 1402 号「涵養井の目づまりについて」S 53. 10 建設省土木研究所 水文研究室
- 5) 第24回水理講演会論文集 1980. 2 「浮遊物による目づまりに関する研究」建設省土木研究所 北川, 石崎
- 6) 土木学会第38回年次学術講演会 (S 58. 9) 「浸透管の目づまり特性について」小沢コンクリート工業(株) 小沢, 金田
- 7) 土質基礎工学ライブラリー 4 「土質調査試験結果の解釈と適用例 — 第1回改訂版 — 」(社)土質工学会
- 8) 土木研究所資料第 2246 号「地下埋管からの浸透機構とその応用に関する研究」S 60. 6 建設省土木研究所水文研究室
- 9) 土木研究所資料第 3080 号「ます・トレンチ型施設の雨水浸透機能調査」H 4. 3 建設省土木研究所総合治水研究室
- 10) 土木研究所資料第 2975 号「浸透型施設に流入する濁質調査」H 4. 3 建設省土木研究所総合治水研究所
- 11) 土木研究所資料第 2126 号「浸透型流出抑制施設の浸透能力把握手法に関する調査報告書」S 59. 8 建設省土木研究所総合治水研究室
- 12) 河川水質試験法(案) 建設省技術管理業務連絡会水質部会監修 (財)土木研究センター発行
- 13) 土壌物性測定法 土壌物性測定法委員会編 (株)養賢学 pp. 83 ~ 87
- 14) SEISAN - KENKYU Vol. 44, No 1 (1992. 1) 「均質異方土壌における透水性の現地評価」ヘーラト, 虫明, 弘中 東京大学生産研究所
- 15) 雨水技術資料第 7 号「雨水浸透施設に流入する濁質調査」(栗城)で述べられている年間濁質流入量 0.0067 と 0.0134 kg / 年 / m² の平均値

〈参考資料 1〉

建設技術評価規定に基づく「浸透型流出
抑制施設の開発」の技術評価における濁
水実験結果の整理

1. 概要

「浸透型流出抑制施設の開発 昭和61年建設省告示第 1394 号」では地盤のもつ浸透能力を十分生かし、かつ目づまりに対して耐久性の高い浸透型流出抑制施設を開発するとし、申請のあった施設に対し目づまりによる浸透能力の低減性を評価する実験を行っている。

ここでは、その実験結果から累積濁質投入量 x と浸透量変化率 y の関係を表す係数 a に着目し、これがどのような因子に影響を受けたのか検討を行った。ここで評価書では浸透能力残存率という用語を用いているが、「浸透型流出抑制施設の現地浸透能力調査マニュアル試案」では浸透量変化率という用語を用いており本論文では後者に統一し用いる事とした。

$$y = e^{-ax} \times 100$$

ここに、

y : 浸透量変化率 (%) , x : 累積濁質投入量, a : 係数

係数 a に係わる因子としては表 1.1 に挙げた項目が考えられる。ここで、技術評価の際に行っている濁水実験方法を見ると濁質は、関東ロームを乾燥し 0.074 mm ふるいを通過した試料を用いており、また浸透施設は全て全面浸透タイプである。よって、この実験結果による係数 a の違いは、流入濁質に関する要因として濁質の粒度分布・濃度、施設の構造に関する要因として形状・大きさ・濁質流入対策、及び地盤に関する要因があると考えられる。

ここでは、表 1.1 の検討項目の欄に挙げた要因と係数 a との相関係数行列表を作成し係数 a に影響を及ぼす因子の検討を行った。

表 1.1 係数 a に係わる要因

要因分類	項目	検討項目
流入濁質に関する要因	・濁質粒径 (粒度分布) ・成分 ・濃度	・濁質の50%粒径 D_{50} ・濁質濃度
施設の構造に関する要因	・形状 (トレンチ、 <i>etc.</i>) ・浸透面 (底面、側面、全面) ・大きさ (寸法) ・濁質流入対策	・浸透底面積 A_b ・浸透全面積 ΣA ・底面に加わる静水力 F_b ・全静水力 ΣF
設置地盤に関する要因	・間隙径分布 ・透水性 ・異方性、不均一性	・地盤の50%粒径 D_{50} ・ D_{50}/D_{250} ・間隙比 e ・飽和透水係数 k_{15} ・浸透能力係数 a
上記以外の要因	・施設の維持管理	

2. 検討方法

「浸透型流出抑制施設の現地浸透能力調査マニュアル試案」では、施設の大きさに関する要因について、浸透施設1基当り累積濁質投入量を施設の底面積で除し考慮している。施設の大きさを表す指標としては底面積の他に浸透面に作用する静水圧の積分値（静水力）が考えられる⁹⁾。

よってここでは、以下に示す係数 $a_1 \sim a_4$ と、表 1.1 に挙げた検討項目との相関係数行列を作成した。

係数 a_1 : 浸透量変化率 y と x / A_1 の関係を表す係数

$$(y = e^{(-a_1 \cdot x / A_1)} \times 100)$$

係数 a_2 : 浸透量変化率 y と $x / \Sigma A$ の関係を表す係数

$$(y = e^{(-a_2 \cdot x / \Sigma A)} \times 100)$$

係数 a_3 : 浸透量変化率 y と x / F_1 の関係を表す係数

$$(y = e^{(-a_3 \cdot x / F_1)} \times 100)$$

係数 a_4 : 浸透量変化率 y と $x / \Sigma F$ の関係を表す係数

$$(y = e^{(-a_4 \cdot x / \Sigma F)} \times 100)$$

ここに x : 施設1基当り累積濁質投入量 (kg)

A_1 : 施設の底面積 (m^2)

ΣA : 全浸透面積 (m^2)

F_1 : 底面に作用する静水力 (m^3)

ΣF : 全浸透面積に作用する静水力 (m^3)

実験を行った施設の構造諸元・実験条件一覧表を表 2.1 に示す。施設は13タイプであるが、特異な構造の施設、必要情報が欠落しているものを除き解析を行った。表 2.2 に施設タイプ別の係数 $a_1 \sim a_4$ と各検討項目の一覧表を示す。

3. 検討結果

相関係数行列を表 3.1 ~ 表 3.8 に示す。表 3.5 ~ 表 3.8 は、本文中で述べた濁質投入実験の結果（施設 C3, G6）も含めたものである。

現段階では標本数が少なく信頼性にかけるところはあるが、表 3.1 ~ 表 3.4 より、濁質の50%粒径 $D_{m50}(x_1)$ と飽和透水係数 $a_{15}(x_7)$ の説明変数、及び表 3.5 ~ 表 3.8 より地盤の50%粒径 $D_{g50}(x_3)$ と濁質の50%粒径 $D_{m50}(x_1)$ の相関係数が他のものと比較して高く、係数 a に影響する因子としては、 D_{g50} と D_{m50} が挙げられると思われる。

また、濁質濃度 C については、相関係数が比較的低く本文 3.1 で触れたように、濁水濃度は係数 a には影響しないと思われる。

4. まとめ

今後、濁質投入実験結果のデータを増やすことで、係数 a を基準変数とする重回帰モデルを作成し、係数 a を予測できる可能性もあると思われる。

表 2.1 構造諸元・実験条件一覧表

施設 番号	施設名	評価番号	形 式	材 質	幅B or 直径D	長さL	高さH	実験湛水浸透面積A			静水圧F			目づまり対 策の有無	備 考	
								深h	底面積	側面積	底面積	側面積	ΣF			
									At	As		ΣA				Ft
1	浸透パイプ	87301	トレンチ	ポーラスコンクリート	0.500	4.000	0.500	0.500	2.0000	4.0000	6.0000	1.0000	1.0000	2.0000	無し	端部止水コンクリート
2	浸透U形	"	浸透側溝	"	0.800	4.200	0.500	0.500	3.3600	4.2000	7.5600	1.6800	1.0500	2.7300	"	端部止水コンクリート
3	浸透井	"	円筒井	"	0.650	—	0.600	0.600	0.3318	1.2252	1.5570	0.1991	0.3676	0.5667	"	
4	ボックス式多孔板溝	87302	浸透側溝	スリット付きコンクリートブロック	1.260	2.660	1.790	1.450	3.3516	11.3680	14.7196	4.8598	8.2418	13.1016	"	
5	U字式多孔板溝	"	"	"	1.030	2.500	0.950	0.785	2.5750	5.5421	8.1171	2.0214	2.1753	4.1967	"	
6	浸透ユニット(P-Ⅲ)	87303	沈降槽付きトレンチ	有孔塩ビ管	?	?	?	0.745	1.9995	?	?	1.4896	?	?	有り	構造図より算出した底面積と 実験結果表中のそれと不整合
7	浸透型雨水ます	87304	円筒井	"	0.650	—	0.300	0.300	0.3318	0.6126	0.9444	0.0995	0.0919	0.1914	無し	
8	ハブリットトレンチ	87305	トレンチ材が付いている特異な構造であるため解析から除外													
9	NSTトレンチ	87306	トレンチ	ポリエチレン・ポリエステルフィルター	?	?	?	0.700	0.0000	?	?	0.0000	?	?	有り	両端にコンクリート製井
10	アトール	87307	評価書に粒度試験結果が無添付であるため解析から除外													
11	トレンチ付き浸透バス	87308	角筒井+トレンチ	ポーラスコンクリート	?	?	?	?	1.8750	?	?	?	?	?	有り	実験に用いた施設の構造不明
12	沈降池+浸透トレンチ	87309	構造が特異であるため解析から除外													
13	浸透井	87310	角筒井	軽量コンクリート	1.150	1.150	0.850	0.800	1.3225	3.6800	5.0025	1.0580	1.4720	2.5300	有り	

表 2.2 検討項目一覧表

施設名	係数 -a	-a1 x/At	-a2 x/ΣA	-a3 x/Ft	-a4 x/ΣF	x1 Dm50x2 C	x3 Dg50x4 Dg50/Dm50	x5 e	x6 k15	x7 a15		
1. 浸透パイプ	-0.01106344	-0.022126	-0.066380	-0.011063	-0.022126	0.018	4000	0.055	3.0556	3.7	1.01E-04	4.988
2. 浸透U形	-0.00630877	-0.021197	-0.047694	-0.010598	-0.017222	0.018	4000	0.055	3.0556	3.7	1.01E-04	4.988
3. 浸透井	-0.00992797	-0.003294	-0.015457	-0.001976	-0.005626	0.018	4000	0.055	3.0556	3.7	1.01E-04	4.988
4. ボックス式多孔板溝	-0.00283491	-0.009501	-0.041728	-0.013777	-0.037141	0.016	1000	0.008	0.5	4.145	4.04E-05	4.166
5. U字式多孔板溝	-0.00602857	-0.015523	-0.048934	-0.012186	-0.025300	0.016	1000	0.008	0.5	4.145	4.04E-05	4.166
7. 浸透型雨水ます	-0.24624135	-0.081702	-0.232550	-0.024501	-0.047130	0.0055	2600	0.012	2.182	3.776	5.09E-04	12.56
13. 浸透井	-0.00688581	-0.009106	-0.034446	-0.007285	-0.017421	0.014	2000	0.014	1	4.135	5.30E-04	4.31
6. 浸透ユニット(P-Ⅲ)	-0.05210110	-0.104176		-0.077609		0.0034	1000	0.001	0.294	4.776	2.38E-03	3.23
9. NSTトレンチ	-0.03119358	-0.093580		-0.065506		0.0062	2000	0.014	2.258	1.979	1.06E-04	2.452
11. トレンチ付き浸透バス	-0.02215898	-0.041548				0.015	2300	0.0082	0.547	3.238	6.72E-06	2.59
土研C3	-0.03305004	-0.022547	-0.090285	-0.015783	-0.039491	0.023	3700	0.022	0.956521739	4.634	3.50E-03	
相模G6	-0.18246469	-0.064330	-0.256362	-0.032165	-0.080173	0.023	3700	0.0064	0.278260869	3.5655	8.10E-05	

表 3.1 係数 a 1 と各説明変数との相関係数行列 (標本数: 10)

相関係数行列

変数名	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1)x1 Dm50	1.000	0.465	0.615	0.266	0.079	-0.676	-0.224	0.941
2)x2 C	0.465	1.000	0.929	0.910	-0.263	-0.379	0.242	0.305
3)x3 Dg50	0.615	0.929	1.000	0.878	-0.131	-0.380	0.077	0.469
4)x4 Dg50/Dm50	0.266	0.910	0.878	1.000	-0.413	-0.373	0.320	0.131
5)x5 e	0.079	-0.263	-0.131	-0.413	1.000	0.533	0.166	0.230
6)x6 k15	-0.676	-0.379	-0.380	-0.373	0.533	1.000	-0.025	-0.612
7)x7 a15	-0.224	0.242	0.077	0.320	0.166	-0.025	1.000	-0.131
8)a1 x/At	0.941	0.305	0.469	0.131	0.230	-0.612	-0.131	1.000

表 3.2 係数 a 2 と各説明変数との相関係数行列 (標本数: 7)

相関係数行列

変数名	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1)x1 Dm50	1.000	0.270	0.574	0.179	-0.060	-0.765	-0.899	0.911
2)x2 C	0.270	1.000	0.940	0.987	-0.941	-0.058	0.109	0.020
3)x3 Dg50	0.574	0.940	1.000	0.908	-0.838	-0.360	-0.200	0.312
4)x4 Dg50/Dm50	0.179	0.987	0.908	1.000	-0.982	-0.067	0.227	-0.101
5)x5 e	-0.060	-0.941	-0.838	-0.982	1.000	0.069	-0.363	0.244
6)x6 k15	-0.765	-0.058	-0.360	-0.067	0.069	1.000	0.596	-0.566
7)x7 a15	-0.899	0.109	-0.200	0.227	-0.363	0.596	1.000	-0.970
8)a2 x/ΣA	0.911	0.020	0.312	-0.101	0.244	-0.566	-0.970	1.000

表 3.3 係数 a 3 と各説明変数との相関係数行列 (標本数: 9)

相関係数行列

変数名	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1)x1 Dm50	1.000	0.471	0.667	0.326	0.111	-0.670	-0.200	0.858
2)x2 C	0.471	1.000	0.950	0.953	-0.276	-0.391	0.245	0.457
3)x3 Dg50	0.667	0.950	1.000	0.872	-0.196	-0.443	0.014	0.524
4)x4 Dg50/Dm50	0.326	0.953	0.872	1.000	-0.531	-0.467	0.254	0.308
5)x5 e	0.111	-0.276	-0.196	-0.531	1.000	0.512	0.109	0.190
6)x6 k15	-0.670	-0.391	-0.443	-0.467	0.512	1.000	-0.081	-0.693
7)x7 a15	-0.200	0.245	0.014	0.254	0.109	-0.081	1.000	0.262
8)a3 x/Ft	0.858	0.457	0.524	0.308	0.190	-0.693	0.262	1.000

表 3.4 係数 a 4 と各説明変数との相関係数行列 (標本数: 7)

相関係数行列

変数名	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1)x1 Dm50	1.000	0.270	0.574	0.179	-0.060	-0.765	-0.899	0.757
2)x2 C	0.270	1.000	0.940	0.987	-0.941	-0.058	0.109	0.504
3)x3 Dg50	0.574	0.940	1.000	0.908	-0.838	-0.360	-0.200	0.660
4)x4 Dg50/Dm50	0.179	0.987	0.908	1.000	-0.982	-0.067	0.227	0.390
5)x5 e	-0.060	-0.941	-0.838	-0.982	1.000	0.069	-0.363	-0.241
6)x6 k15	-0.765	-0.058	-0.360	-0.067	0.069	1.000	0.596	-0.296
7)x7 a15	-0.899	0.109	-0.200	0.227	-0.363	0.596	1.000	-0.657
8)a4 x/ΣF	0.757	0.504	0.660	0.390	-0.241	-0.296	-0.657	1.000

表 3.5 係数 a 1 と各説明変数との相関係数行列 (施設C3、C6含む) (標本数: 12)

相関係数行列

変数名	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1)x1 Dm50	1.000	0.586	0.379	-0.011	0.179	-0.023	0.706
2)x2 C	0.586	1.000	0.756	0.627	-0.139	-0.001	0.255
3)x3 Dg50	0.379	0.756	1.000	0.872	-0.100	-0.192	0.487
4)x4 Dg50/Dm50	-0.011	0.627	0.872	1.000	-0.385	-0.290	0.161
5)x5 e	0.179	-0.139	-0.100	-0.385	1.000	0.591	0.278
6)x6 k15	-0.023	-0.001	-0.192	-0.290	0.591	1.000	-0.202
7)-a1 x/At	0.706	0.255	0.487	0.161	0.278	-0.202	1.000

表 3.6 係数 a 2 と各説明変数との相関係数行列 (施設C3、C6含む) (標本数: 9)

相関係数行列

変数名	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1)x1 Dm50	1.000	0.428	0.193	-0.200	0.146	0.323	0.140
2)x2 C	0.428	1.000	0.710	0.632	-0.411	0.216	-0.172
3)x3 Dg50	0.193	0.710	1.000	0.908	-0.391	-0.114	0.450
4)x4 Dg50/Dm50	-0.200	0.632	0.908	1.000	-0.502	-0.197	0.246
5)x5 e	0.146	-0.411	-0.391	-0.502	1.000	0.760	0.332
6)x6 k15	0.323	0.216	-0.114	-0.197	0.760	1.000	-0.033
7)-a2 x/ΣA	0.140	-0.172	0.450	0.246	0.332	-0.033	1.000

表 3.7 係数 a 3 と各説明変数との相関係数行列 (施設C3、C6含む) (標本数: 11)

相関係数行列

変数名	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1)x1 Dm50	1.000	0.590	0.390	-0.007	0.188	-0.021	0.682
2)x2 C	0.590	1.000	0.758	0.630	-0.164	-0.015	0.419
3)x3 Dg50	0.390	0.758	1.000	0.866	-0.157	-0.236	0.522
4)x4 Dg50/Dm50	-0.007	0.630	0.866	1.000	-0.476	-0.350	0.289
5)x5 e	0.188	-0.164	-0.157	-0.476	1.000	0.575	0.225
6)x6 k15	-0.021	-0.015	-0.236	-0.350	0.575	1.000	-0.293
7)-a3 x/Ft	0.682	0.419	0.522	0.289	0.225	-0.293	1.000

表 3.8 係数 a 4 と各説明変数との相関係数行列 (施設C3、C6含む) (標本数: 9)

相関係数行列

変数名	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1)x1 Dm50	1.000	0.428	0.193	-0.200	0.146	0.323	-0.168
2)x2 C	0.428	1.000	0.710	0.632	-0.411	0.216	0.000
3)x3 Dg50	0.193	0.710	1.000	0.908	-0.391	-0.114	0.631
4)x4 Dg50/Dm50	-0.200	0.632	0.908	1.000	-0.502	-0.197	0.580
5)x5 e	0.146	-0.411	-0.391	-0.502	1.000	0.760	0.103
6)x6 k15	0.323	0.216	-0.114	-0.197	0.760	1.000	-0.115
7)-a4 x/ΣF	-0.168	0.000	0.631	0.580	0.103	-0.115	1.000

〈参考資料2〉

実験結果

1. 濁質投入実験結果（表1.1～1.4）
2. 濁質堆積状況調査（表2.1～2.2）

表 1.1 清水実験及び濁質投入実験結果 (施設 A 3・B 3)

実験 日数 n	清水実験			濁質投入実験			清水実験			濁質投入実験		
	経過 時間 (hr)	1時間 平均 透量 (m ³ /hr)	1時間 平均 透量 (m ³ /hr)	1時間 平均 透量 (m ³ /hr)	1時間 平均 透量 (m ³ /hr)	1時間 平均 透量 (m ³ /hr)	経過 時間 (hr)	1時間 平均 透量 (m ³ /hr)	1時間 平均 透量 (m ³ /hr)	1時間 平均 透量 (m ³ /hr)	1時間 平均 透量 (m ³ /hr)	1時間 平均 透量 (m ³ /hr)
1	1	0.5128	0.9171	0.8020			1	1.1425	2.3342	1.9891		
	2	0.4172	0.8747	0.7903				0.9950	2.1385	1.7061		
	3	0.3537	0.8854	0.7774				0.9195	2.0010	1.5470		
	4	0.3360	0.9126	0.7519				0.8587	1.9227	1.4608		
	5	0.2955	0.9154	0.7196				0.8379	1.8068	1.3881		
	6	0.2650	0.9094	0.7076		0		0.7966	1.8028	1.3484		0
2	1	0.2975	0.9280	0.5195	2.6181	2.6181	1	1.0888	2.2050	1.7383	4.7194	4.7194
	2	0.2503	0.8630	0.3989	1.9222	4.5403		0.9492	1.9590	1.3249	6.0841	10.8035
	3	0.2156	0.8010	0.3480	1.4759	6.0162		0.9131	1.8016	0.9542	4.6372	15.4407
	4	0.2052	0.8115	0.3116	1.2876	7.3038		0.8654	1.6712	0.8031	3.3397	18.7804
	5	0.1841	0.7220	0.2950	1.1529	8.4567		0.8535	1.6405	0.7215	2.8109	21.5913
	6	0.1760	0.7204	0.2825	1.0915	9.5482		0.7750	1.5980	0.6608	2.5253	24.1166
3	1	0.2234	0.7340	0.2002	1.0453	10.5935		0.9340	2.3505	0.4129	2.3128	26.4294
	2	0.1595	0.6764	0.1962	0.7407	11.3342		0.9538	2.0198	0.3630	1.4452	27.8746
	3	0.1339	0.6521	0.1904	0.7259	12.0601		0.8627	1.8940	0.3475	1.2705	29.1451
	4	0.1251	0.6279	0.1889	0.7045	12.7646		0.8250	1.8360	0.3267	1.2163	30.3614
	5	0.1050	0.6114	0.1875	0.6989	13.4635		0.7834	1.7405	0.3216	1.1435	31.5049
	6	0.1083	0.6055	0.1852	0.6938	14.1573		0.7516	1.6845	0.3059	1.1256	32.6305
4	1	0.1338	0.6935	0.1713	0.6852	14.8425		0.9686	2.3139	0.3072	1.0707	33.7012
	2	0.1020	0.6342	0.1633	0.6338	15.4763		0.3509	2.0442	0.2907	1.0752	34.7764
	3	0.0909	0.6243	0.1597	0.6042	16.0805		0.7935	1.8926	0.2799	1.0175	35.7939
	4	0.0827	0.5960	0.1574	0.5909	16.6714		0.7567	1.8107	0.2839	0.9797	36.7736
	5	0.0767	0.5955	0.1569	0.5824	17.2538		0.7398	1.6875	0.2693	0.9937	37.7673
	6	0.0765	0.5850	0.1495	0.5805	17.8343		0.6815	1.6210	0.2665	0.9426	38.7099
5	1			0.1418	0.5532	18.3875				0.2973	0.9861	39.696
	2			0.1373	0.5247	18.9122				0.2636	1.1000	40.796
	3			0.1353	0.5080	19.4202				0.2505	0.9753	41.7713
	4			0.1365	0.5006	19.9208				0.2473	0.9269	42.6982
	5			0.1308	0.5051	20.4259				0.2435	0.9150	43.6132
	6			0.1269	0.4840	20.9099				0.2372	0.9010	44.5142
6	1			0.1301	0.4695	21.3794				0.2376	0.8776	45.3918
	2			0.1182	0.4814	21.8608				0.2162	0.8791	46.2709
	3			0.1143	0.4373	22.2981				0.2132	0.7999	47.0708
	4			0.1117	0.4229	22.721				0.2047	0.7888	47.8596
	5			0.1084	0.4133	23.1343				0.1995	0.7574	48.617
	6			0.1044	0.4011	23.5354				0.1936	0.7382	49.3552
7	1			0.1157	0.3863	23.9217				0.1897	0.7822	50.1374
	2			0.1105	0.4281	24.3498				0.1775	0.7019	50.8393
	3			0.1104	0.4089	24.7587				0.1733	0.6568	51.4961
	4			0.1115	0.4085	25.1672				0.1696	0.6412	52.1373
	5			0.1078	0.4126	25.5798				0.1680	0.6275	52.7648
	6			0.1040	0.3989	25.9787				0.1654	0.6216	53.3864
8	1			0.1101	0.3848	26.3635				0.1795	0.6997	54.0861
	2			0.1062	0.4074	26.7709				0.1725	0.6642	54.7503
	3			0.1038	0.3929	27.1638				0.1773	0.6383	55.3886
	4			0.1023	0.3841	27.5479				0.1787	0.6560	56.0446
	5			0.1020	0.3785	27.9264				0.1725	0.6612	56.7058
	6			0.0995	0.3774	28.3038				0.1721	0.6383	57.3441
9	1			0.1104	0.3682	28.672				0.1563	0.6586	58.0027
	2			0.1028	0.4085	29.0805				0.1435	0.5783	58.581
	3			0.1007	0.3804	29.4609				0.1423	0.5310	59.112
	4			0.1004	0.3726	29.8335				0.1427	0.5265	59.6385
	5			0.0937	0.3715	30.205				0.1390	0.5280	60.1665
	6			0.0967	0.3467	30.5517				0.1369	0.5143	60.6808
10	1			0.1009						0.1425		
	2			0.1031						0.1436		
	3			0.0983						0.1479		
	4			0.0993						0.1469		
	5			0.0993						0.1437		
	6			0.0967						0.1366		

注) 「A3-0.5」は施設名がA3で実験湛水深が0.5mであることを表している

表 1.2 清水実験及び濁質投入実験結果 (施設 C 3・G 6)

実験 日数 n	経過 時間 h	清水実験		濁質投入実験				濁質投入実験		
		C3-0.5 1時間当 り平均透 透量 (m ³ /hr)	C3-0.97 1時間当 り平均透 透量 (m ³ /hr)	C3-1.5 1時間当 り平均透 透量 (m ³ /hr)	C3-0.7 1時間当 り平均透 透量 (m ³ /hr)	1時間当 り平均透 透量 (kg/hr)	累積濁質 投入量 (kg)	G6-0.5 1時間当 り平均透 透量 (m ³ /hr)	1時間当 り平均透 透量 (kg/hr)	累積濁質 投入量 (kg)
1	1	1.4720	2.6431	4.1614	3.1143			0.05422		
	2	1.3730	2.2917	2.9458	2.7921			0.05679		
	3	1.4085	2.2735	2.9123	2.5137			0.05409		
	4	1.3122	2.0185	2.6145	2.2234			0.05674		
	5	1.2578	1.7747	2.5280	1.9971			0.05659		
	6	1.2353	1.5086	2.4380	1.8437		0	0.05521		0
2	1	1.7061	2.1229	3.4215	2.2688	6.4530	6.453	0.0501	0.195	0.195
	2	1.4055	1.7078	2.8770	1.6512	7.9408	14.3938	0.05267	0.1764	0.3714
	3	1.3099	1.5512	2.5915	1.3502	5.7792	20.173	0.05393	0.1904	0.5618
	4	1.3576	1.4406	2.4185	1.0809	4.7257	24.8987	0.05387	0.1904	0.7522
	5	1.2995	1.2749	2.2780	0.9348	3.7832	28.6819	0.05383	0.1904	0.9426
	6	1.2559	1.2111	2.1735	0.8305	3.2718	31.9537	0.05112	0.1904	1.133
3	1	1.5790	1.7708	3.1595	0.8223	2.9068	34.8605	0.03964	0.1806	1.3136
	2	1.3735	1.3965	2.6680	0.6858	2.8781	37.7386	0.04357	0.1393	1.4529
	3	1.3480	1.2379	2.3434	0.6067	2.4003	40.1389	0.03957	0.1533	1.6062
	4	1.2655	1.1642	2.1266	0.5357	2.1235	42.2624	0.04181	0.1393	1.7455
	5	1.2151	1.1321	2.0200	0.4195	1.8750	44.1374	0.03555	0.1579	1.9034
	6	1.1985	1.0861	1.9300	0.3722	1.4683	45.6057	0.03947	0.1253	2.0287
4	1	1.8728	1.7048	3.0145	0.3484	1.3027	46.9084	0.03308	0.1393	2.168
	2	1.4698	1.3771	2.6450	0.2989	1.2194	48.1278	0.03438	0.1162	2.2842
	3	1.4070	1.2452	2.4190	0.2788	1.0462	49.174	0.03435	0.1208	2.405
	4	1.3240	1.1623	2.2275	0.2586	0.9758	50.1498	0.03433	0.1208	2.5258
	5	1.2039	1.0967	2.0757	0.2451	0.9051	51.0549	0.03298	0.1208	2.6466
	6	1.1600	1.0533	1.9918	0.2345	0.8579	51.9128	0.03428	0.1162	2.7628
5	1				0.2765	0.8208	52.7336	0.03044	0.1208	2.8836
	2				0.2621	0.9678	53.7014	0.03307	0.1068	2.9904
	3				0.2610	0.9174	54.6188	0.03040	0.1162	3.1066
	4				0.2622	0.9135	55.5323	0.03170	0.1068	3.2134
	5				0.2616	0.9177	56.45	0.03036	0.1117	3.3251
	6				0.2591	0.9156	57.3656	0.02770	0.1068	3.4319
6	1				0.2333	0.9587	58.3243	0.02911	0.0977	3.5296
	2				0.2223	0.8632	59.1875	0.02777	0.1019	3.6315
	3				0.2209	0.8225	60.01	0.02908	0.0977	3.7292
	4				0.2183	0.8173	60.8273	0.02642	0.1019	3.8311
	5				0.2147	0.8077	61.635	0.02772	0.0928	3.9239
	6				0.2086	0.7944	62.4294	0.02639	0.0977	4.0216
7	1				0.2313	0.7718	63.2012	0.02515	0.0928	4.1144
	2				0.2286	0.8558	64.057	0.02381	0.0882	4.2026
	3				0.2225	0.8458	64.9028	0.02380	0.0837	4.2863
	4				0.2221	0.8233	65.7261	0.02511	0.0837	4.37
	5				0.2161	0.8218	66.5479	0.02509	0.0882	4.4582
	6				0.2220	0.7996	67.3475	0.02244	0.0882	4.5464
8	1				0.2204	0.8214	68.1689	0.02383	0.0761	4.6225
	2				0.2106	0.8155	68.9844	0.02117	0.0837	4.7062
	3				0.2056	0.7792	69.7636	0.02249	0.0742	4.7804
	4				0.2052	0.7607	70.5243	0.02248	0.0791	4.8595
	5				0.1994	0.7592	71.2835	0.02246	0.0791	4.9386
	6				0.1915	0.7378	72.0213	0.02377	0.0791	5.0177
9	1				0.1793	0.7086	72.7299	0.01986	0.0837	5.1014
	2				0.1847	0.6634	73.3933	0.02117	0.0697	5.1711
	3				0.1765	0.6834	74.0767	0.01984	0.0742	5.2453
	4				0.1672	0.6531	74.7298	0.02116	0.0697	5.315
	5				0.1704	0.6186	75.3484	0.02115	0.0742	5.3892
	6				0.1692	0.6305	75.9789	0.01981	0.0742	5.4634
10	1				0.1792			0.01985	0.0697	5.5331
	2				0.1791			0.02249	0.0697	5.6028
	3				0.1751			0.01984	0.0791	5.6819
	4				0.1799			0.02247	0.0697	5.7516
	5				0.1735			0.01718	0.0791	5.8307
	6				0.1686			0.02113	0.0651	5.8958
11	1							0.02118	0.0742	5.97
	2							0.01588	0.0742	6.0442
	3							0.01720	0.0557	6.0999
	4							0.01719	0.0606	6.1605
	5							0.01718	0.0606	6.2211
	6							0.01586	0.0606	6.2817
12	1							0.01721		
	2							0.01588		
	3							0.01720		
	4							0.01455		
	5							0.01851		
	6							0.01454		

注) 「C3-0.5」は施設名がC3で実験満水深が0.5mであることを表している

表 1.3 施設別の最終浸透量と浸透量変化率と累積濁質投入量の関係

施設名一泓水深		A3-0.7		B3-0.7		C3-0.7		G6-0.5										
底面積 At		0.37068		—		0.68221		0.35256										
全浸透面積 Σ A		0.37068		2.04957		2.73179		1.40499										
底面静水力 Ft		0.25947		—		0.47755		0.17628										
全静水力 Σ F		0.25947		0.71735		1.19490		0.43939										
実験日 n	最終浸透量 Qn,6 (m3/hr)	浸透量変化率 y (%)	累積濁質量 x (kg)	単位底面積当たり x / At	最終浸透量 Qn,6 (m3/hr)	浸透量変化率 y (%)	累積濁質量 x (kg)	単位底面積当たり x / At	最終浸透量 Qn,6 (m3/hr)	浸透量変化率 y (%)	累積濁質量 x (kg)	単位底面積当たり x / At	最終浸透量 Qn,6 (m3/hr)	浸透量変化率 y (%)	累積濁質量 x (kg)	単位底面積当たり x / At		
	ポットを 投除								ポットを 投除				ポットを 投除					
1	0.7076	100	0	0	1.3484	100	0	—	1.8437	100	0	0	0.0552	100	0	0		
2	0.2825	39.9236	9.5482	25.7583	0.6608	49.0062	24.1166	—	0.8305	45.0452	31.9537	46.8381	34.1918	0.0511	92.5977	1.133	3.21358	2.34592
3	0.1852	26.1729	14.1573	38.1924	0.3059	22.6861	32.6305	—	0.3722	20.1876	45.6057	66.8493	48.8000	0.0394	71.4904	2.0287	5.75411	4.20050
4	0.1495	21.1277	17.8343	48.1119	0.2665	19.7641	38.7099	—	0.2345	12.7189	51.9128	76.0944	55.5489	0.0342	62.0922	2.7628	7.83628	5.72048
5	0.1269	17.9338	20.9099	56.4090	0.2372	17.5912	44.5142	—	0.2591	14.0532	57.3656	84.0871	61.3836	0.0277	50.1802	3.4319	9.73408	7.10588
6	0.1044	14.7540	23.5354	63.4918	0.1936	14.3577	49.3552	—	0.2086	11.3142	62.4294	91.5097	66.8021	0.0263	47.8003	4.0216	11.4066	8.32687
7	0.1040	14.6975	25.9787	70.0832	0.1654	12.2663	53.3864	—	0.2220	12.0410	67.3475	98.7187	72.0647	0.0224	40.6534	4.5464	12.8952	9.41349
8	0.0995	14.0616	28.3038	76.3556	0.1721	12.7632	57.3441	—	0.1915	10.3867	72.0213	105.569	77.0658	0.0237	43.0641	5.0177	14.2319	10.3893
9	0.0967	13.6659	30.5517	82.4198	0.1369	10.1527	60.6808	—	0.1692	9.17719	75.9789	111.370	81.3006	0.0198	35.8955	5.4634	15.4961	11.3121
10	0.0967				0.1366				0.1686					0.0211	38.2808	5.8958	16.7225	12.2074
11														0.0158	28.7305	6.2817	17.8171	13.0065
12														0.0145				

上表を用い単回帰分析を行った。

$$y = e^{(ax)} \cdot 100 \quad \text{.....} \textcircled{1}$$

①式の両辺の対数を取り

$$\ln(y/100) = ax \quad \text{.....} \textcircled{2}$$

目的変数は $\ln(y/100)$ とし、説明変数を x 、 x/at 、またはコイト' を除外した x/at とした。

表 1.4 単回帰分析結果

		施設名							
		A 3		B 3		C 3		G 6	
説明変数	x	Y 切片	0	Y 切片	0	Y 切片	0	Y 切片	0
		Y 評価値の標準誤差	0.2021	Y 評価値の標準誤差	0.1340	Y 評価値の標準誤差	0.17802	Y 評価値の標準誤差	0.07581
		R 2乗数	0.9055	R 2乗数	0.9673	R 2乗数	0.95037	R 2乗数	0.96362
		標本数	9	標本数	9	標本数	9	標本数	11
	x / At	X 係数	-0.0754	X 係数	-0.0385	X 係数	-0.0330	X 係数	-0.1824
		X 係数の標準誤差	0.00319	X 係数の標準誤差	0.00101	X 係数の標準誤差	0.00105	X 係数の標準誤差	0.00548
		Y 切片	0	Y 切片	0	Y 切片	0	Y 切片	0
		Y 評価値の標準誤差	0.2021	Y 評価値の標準誤差	0.17802	Y 評価値の標準誤差	0.17802	Y 評価値の標準誤差	0.07581
	x / At コイト' を除外	R 2乗数	0.9055	R 2乗数	0.95037	R 2乗数	0.95037	R 2乗数	0.96362
		標本数	8	標本数	8	標本数	8	標本数	10
	X 係数	-0.0279	X 係数	-0.0225	X 係数	-0.0225	X 係数	-0.0643	
	X 係数の標準誤差	0.00118	X 係数の標準誤差	0.00071	X 係数の標準誤差	0.00071	X 係数の標準誤差	0.00193	
	Y 切片	0	Y 切片	0	Y 切片	0	Y 切片	0	
	Y 評価値の標準誤差	0.17802	Y 評価値の標準誤差	0.17802	Y 評価値の標準誤差	0.17802	Y 評価値の標準誤差	0.07581	
	R 2乗数	0.95037	R 2乗数	0.95037	R 2乗数	0.95037	R 2乗数	0.96362	
	標本数	9	標本数	9	標本数	9	標本数	11	
	X 係数	-0.0308	X 係数	-0.0308	X 係数	-0.0308	X 係数	-0.0881	
	X 係数の標準誤差	0.00098	X 係数の標準誤差	0.00098	X 係数の標準誤差	0.00098	X 係数の標準誤差	0.00265	

表 2.1 投入濁質と残留濁質の比較 (補正後)

ふるい分析	M1				M2				M3				M4				M5			
	測定粒径範囲質量百分率	質量百分率	質量	質量	測定粒径範囲質量百分率	質量百分率	質量	質量	測定粒径範囲質量百分率	質量百分率	質量	質量	測定粒径範囲質量百分率	質量百分率	質量	質量	測定粒径範囲質量百分率	質量百分率	質量	質量
	d _i (mm)	(%)	(g)	(g)	d _i (mm)	(%)	(g)	(g)	d _i (mm)	(%)	(g)	(g)	d _i (mm)	(%)	(g)	(g)	d _i (mm)	(%)	(g)	(g)
ふるい分析	2	100	6,278.4	106.8	2	100.0	77.0	0.1	0.85	100.0	44.4	1.8	0.85	100.0	45.0	3.2	0.85	100.0	51.6	5.4
	0.85	98.3	6,171.6	182.3	0.85	99.9	76.9	1.4	0.425	100.0	80.4	1.7	0.425	99.9	42.6	0.2	0.425	92.9	41.8	1.5
	0.425	95.4	5,989.3	308.0	0.425	97.9	75.5	0.7	0.250	97.9	78.7	0.0	0.250	95.5	42.4	0.1	0.250	89.6	40.3	0.0
	0.25	90.5	5,681.4	571.9	0.250	97.1	74.8	0.0	0.106	97.9	78.7	0.6	0.106	95.3	42.3	0.5	0.106	89.6	40.3	0.4
	0.106	81.4	5,109.5	188.5	0.106	97.1	74.8	24.4	0.075	97.1	78.1	0.0	0.075	94.1	41.8	0.0	0.075	88.7	39.9	0.0
沈降分析	0.075	78.4	4,920.9	1,125.0	0.075	97.1	74.8	1.0	0.0488	94.1	41.8	0.0	0.0488	94.1	41.8	0.0	0.0488	88.7	39.9	0.0
	0.048	60.5	3,796.0	421.1	0.0473	65.5	50.4	0.0	0.0339	91.3	73.4	1.7	0.0339	94.1	41.8	0.6	0.0339	88.7	39.9	0.0
	0.0345	53.8	3,374.9	314.2	0.0341	64.2	49.4	0.0	0.0223	89.2	71.7	8.3	0.0223	92.8	41.2	0.0	0.0223	88.7	39.9	1.8
	0.0221	48.7	3,060.6	213.7	0.0218	64.2	49.4	9.4	0.0130	92.8	41.2	7.2	0.0130	92.8	41.2	7.2	0.0130	88.7	39.9	0.0
	0.0128	45.3	2,847.0	314.2	0.0129	51.9	40.0	9.7	0.00936	78.9	63.4	3.5	0.00936	92.8	41.2	7.2	0.00936	88.7	39.9	1.8
	0.0092	40.3	2,532.7	213.7	0.00929	39.4	30.3	10.8	0.00662	74.5	59.9	13.4	0.00662	92.8	41.2	7.2	0.00662	88.7	39.9	1.8
	0.0065	36.9	2,319.1	314.2	0.00671	25.3	19.5	10.9	0.00342	66.4	29.5	11.7	0.00342	92.8	41.2	7.2	0.00342	88.7	39.9	1.8
	0.0033	31.9	2,004.8	314.2	0.00343	11.2	8.6	1.4	0.00142	25.7	11.4	11.4	0.00142	92.8	41.2	7.2	0.00142	88.7	39.9	1.8
	0.0014	26.9	1,690.6	1,690.6	0.00142	9.4	7.2	7.2	0.00142	25.7	11.4	11.4	0.00142	92.8	41.2	7.2	0.00142	88.7	39.9	1.8
	総投入量		6,278.4				77.0				80.4				44.4				45.0	

$$(w_{\cdot, d_1}) - \left(\sum_{n=1}^9 w'_{n, d_1} \right)$$

M6				M7				M8				M9				Σ (M1~M9)				非残留濁質			
測定粒径範囲質量百分率	質量百分率	質量	質量	測定粒径範囲質量百分率	質量百分率	質量	質量	測定粒径範囲質量百分率	質量百分率	質量	質量	測定粒径範囲質量百分率	質量百分率	質量	質量	測定粒径範囲質量百分率	質量百分率	質量	質量	測定粒径範囲質量百分率	質量百分率	質量	質量
d _i (mm)	(%)	(g)	(g)	d _i (mm)	(%)	(g)	(g)	d _i (mm)	(%)	(g)	(g)	d _i (mm)	(%)	(g)	(g)	d _i (mm)	(%)	(g)	(g)	d _i (mm)	(%)	(g)	(g)
2	100.0	532.6	32.0	2	100.0	457.3	80.2	2	100.0	25.1	0.1	2	100.0	556.6	1.7	2	100.0	1,870.0	114.0	2	100	7.2	0
0.85	94.0	500.6	44.2	0.85	82.5	377.1	49.0	0.85	99.6	25.0	0.2	0.85	99.7	554.9	5.6	0.85	93.9	1,756.0	109.5	0.85	100	72.8	72.8
0.425	85.7	456.4	47.9	0.425	71.7	328.1	39.0	0.425	98.8	24.8	0.8	0.425	98.7	549.3	21.5	0.425	88.0	1,646.5	116.2	0.425	98.4	191.8	4342.8
0.250	76.7	408.5	59.6	0.250	63.2	289.1	46.3	0.250	95.6	24.0	3.7	0.250	94.8	527.8	89.3	0.250	81.8	1,530.3	202.8	0.250	94	369.1	4151
0.106	65.5	348.9	15.0	0.106	53.1	242.8	10.0	0.106	80.9	20.3	1.0	0.106	78.8	438.5	27.1	0.106	71.0	1,327.5	56.2	0.106	85.6	132.3	3781.9
0.075	62.7	333.9	150.2	0.075	50.9	232.8	92.6	0.075	76.9	19.3	7.0	0.075	73.9	411.4	150.9	0.075	68.0	1,271.3	425.1	0.075	82.7	699.9	3649.6
0.0492	34.5	183.7	21.8	0.0496	30.7	140.2	20.2	0.0498	49.0	12.3	1.5	0.0488	46.8	260.5	54.2	0.0488	45.3	846.2	103.4	0.0488	66.8	317.7	2949.7
0.0353	30.4	161.9	9.6	0.0356	26.2	120.0	14.6	0.0359	43.0	10.8	1.2	0.0354	37.1	206.3	36.8	0.0354	39.7	742.8	64.5	0.0354	59.6	249.7	2632
0.0224	28.6	152.3	33.5	0.0228	23.0	105.4	11.5	0.0230	38.2	9.6	1.8	0.0228	30.5	169.5	20.9	0.0228	36.3	678.3	90.2	0.0228	54	123.5	2382.3
0.0132	22.3	118.8	14.4	0.0133	20.5	93.9	13.7	0.0135	31.1	7.8	1.2	0.0133	26.7	148.6	25.4	0.0133	31.4	588.1	79.3	0.0133	51.2	234.9	2258.8
0.00942	19.6	104.4	5.9	0.00947	17.5	80.2	12.4	0.00968	26.3	6.6	1.0	0.00949	22.1	123.2	14.7	0.00949	27.2	508.8	62.9	0.00949	45.8	150.8	2023.9
0.00658	18.5	98.5	30.3	0.00676	14.8	67.8	11.0	0.00692	22.3	5.6	1.2	0.00675	19.5	108.5	22.0	0.00675	23.8	445.9	42.4	0.00675	42.4	191.8	1873.1
0.00340	12.8	68.2	8.0	0.00340	12.4	56.8	9.6	0.00350	17.5	4.4	1.1	0.00341	15.5	86.5	19.3	0.00341	17.3	323.5	75.4	0.00341	38.1	238.8	1681.3
0.00139	11.3	60.2	60.2	0.00140	10.3	47.2	47.2	0.00144	13.1	3.3	3.3	0.00140	12.1	67.2	67.2	0.00140	13.3	248.1	248.1	0.00140	32.7	1442.5	1442.5
		532.6				457.3				25.1				556.6				1870	1870				4415.6

投入濁質量 = 6278.4 (g)
 残留濁質量 = 1870 (g)
 内低発混入量 = 7.2 (g)
 抑留濁質量 = 4415.6 (g)

表 2.2 基準粒度と m 1 ~ m 5 の粒度の比較

G 6 (GL-1.0)			m1			m2			m3			m4			m5		
測定粒径	通過質量	△百分率	測定粒径	通過質量	△百分率	測定粒径	通過質量	△百分率	測定粒径	通過質量	△百分率	測定粒径	通過質量	△百分率	測定粒径	通過質量	△百分率
d i	百分率		d i	百分率		d i	百分率		d i	百分率		d i	百分率		d i	百分率	
(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)	
						9.5	100								9.5	100	0.8
						4.75	98.8								4.75	99.2	0.2
2	100	0	2	100	0	2	98.5	0.2	2	100	0.2	2	100	0.2	2	99	0.2
0.85	100	0.2	0.85	100	0.2	0.85	98.3	0.2	0.85	99.8	0.2	0.85	99.8	0.2	0.85	98.8	0.2
0.425	99.8	0.4	0.425	99.8	0.5	0.425	98.1	0.9	0.425	99.6	0.6	0.425	99.6	0.5	0.425	98.6	0.6
0.25	99.4	1.8	0.25	99.3	2.3	0.25	97.2	2.7	0.25	99	2.4	0.25	99.1	2.3	0.25	98	2.6
0.106	97.6	0.9	0.106	97	1.1	0.106	94.5	1.1	0.106	96.6	1.1	0.106	96.8	1	0.106	95.4	1.1
0.075	96.7	1.5	0.075	95.9	3.7	0.075	93.4	2.9	0.075	95.5	3.1	0.075	95.8	2.5	0.075	94.3	1.9
0.0455	95.2	3.5	0.0452	92.2	6.2	0.0456	90.5	4.8	0.0451	92.4	6.9	0.0453	93.3	6.7	0.0452	92.4	4.1
0.0324	91.7	19.7	0.0324	86	16.2	0.0326	85.7	15.4	0.0324	85.5	15.8	0.0325	86.6	16.5	0.0323	88.3	6.7
0.0213	72	8.3	0.0213	69.8	8.1	0.0213	70.3	7.7	0.0212	69.7	7.7	0.0213	70.1	8.9	0.0207	81.6	9
0.0125	63.7	7.4	0.0125	61.7	4.8	0.0125	62.6	6.7	0.0125	62	5.9	0.0125	61.2	5.2	0.0122	72.6	6
0.00899	56.3	6.3	0.00892	56.9	6.2	0.00898	55.9	7	0.00892	56.1	6.6	0.00896	56	6	0.00874	66.6	10.1
0.00643	50	9.5	0.00639	50.7	11.8	0.00644	48.9	10.6	0.00639	49.5	11.3	0.00641	50	10.4	0.00631	56.5	14.6
0.00327	40.5	12.6	0.00327	38.9	13.6	0.00329	38.3	14	0.00327	38.2	13.3	0.00327	39.6	12.7	0.00325	41.9	10.8
0.00136	27.9	27.9	0.00137	25.3	25.3	0.00138	24.3	24.3	0.00137	24.9	24.9	0.00137	26.9	26.9	0.00135	31.1	31.1

浸透型施設の目づまりに
関する調査

I S S N 0386—5878

土木研究所資料第3166号

平成5年3月(1993)

河川部総合治水研究室

栗城 稔・木内 豪・川上哲広

小林裕明・田中義人

要 旨

本報告書は、浸透施設の目づまりによる浸透量の減衰状況を把握するため、実物大の浸透マスを開東ロームが分布する2箇所の実験地(土木研究所構内、相模原)に設置し、それに濁質を上水と共に投入し浸透量の減衰状況を測定する実験及び実験後にマス内に残留している濁質を調査した結果から、濁質投入量と浸透量の減衰状況の関係、目づまりの発生箇所、土質の違いと目づまりの関係、目づまりに関与した濁質の粒径等について分析を行ったものである。

キーワード：浸透、浸透施設、浸透マス、目づまり、濁質、浸透量変化率

郵便はがき

は41円
切手を
貼って
下さい

305-□□

建設省土木研究所

河川部総合治水研究室 御中

茨城県つくば市大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第3166号

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印