

土 木 研 究 所 資 料

下水道管補修材料の基本特性 に関する試験調査

平成6年3月

建設省土木研究所
材料施工部施工研究室

Copyright © (1994) 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。

下水道管補修材料の基本特性 に関する試験調査

施工研究室 室長 苗村 正三
研究員 市村 靖光
森 芳徳

要 旨

下水道管の破損箇所やその周辺に生じた空洞を補修する際には注入工法が用いられることが多いが、使用される材料には各種のものがあ、それらの適用範囲は明確にされているとは言い難い。このため、本調査では各種材料の基本特性を室内試験により明らかにし、各々の適用性を評価した。加えて、瀝青系注入材（セメントーゴムアスファルト乳剤系）を新たに開発した。

新材料は耐久性とたわみ性を兼ね備えており、現場実験により十分に実用的であることが確認された。

キーワード：下水道管，空洞補修，注入工法，瀝青系注入材

は じ め に

近年、下水道管路においては、管の老朽化や接合部の施工不良、また過度の上載荷重等により管接合部にひびわれや目地切れが発生し、管内への流入水（不明水）の増大をはじめ、周辺土砂の管内への堆積、流入土砂による管路の流下能力の低下等の事例が多く見られるようになっている。また、管路への周辺土砂の流入により、地盤の緩みや空洞が発生し路面の陥没を引き起こす場合も考えられる。このため、早期に被害箇所を調査し確実な補修を施さなければならない。

現在、下水管の補修工法としては、管の種類や被害形態、損傷の程度等により様々なものが開発されている。その中で、内径700mm以下の小口径管に局部的な空洞が発生した被害箇所では、注入工法の一つであるパッカー工法が一般的な工法として採用されている。また、パッカー工法に使用される注入材料には様々なものがあるが、これらの選定基準は確立されておらず、担当者の判断で材料の選択がなされているのが実状である。しかしながら、これらの注入材料には一長一短があり、誤った適用範囲で使用した場合には、満足できる止水効果を得られず再補修を余儀なくされる場合も有り得る。

以上のことから、本調査では各種注入材料の基本特性を室内試験により把握し、現場への適用性を総合的に検討した。また、耐久性とたわみ性を兼ね備えたセメントーゴムアスファルト乳剤系の新材料を開発し、実現場での試験施工から十分に実用的であることが認められ、今後の普及が期待される。

施工研究室 室 長 苗村正三

研究員 市村靖光

森 芳徳

下水道管補修材料の基本特性に関する試験調査

目 次

はじめに

1. 試験概要

1.1 試験目的	1
1.2 試験に用いた材料	2
1.3 試験項目及び件数	2

2. 試験方法

2.1 材料の配合	5
2.2 材料の練混ぜ方法	7
2.3 流動性試験	11
2.4 膨張性試験	15
2.5 乾湿繰り返し試験	17
2.6 一軸圧縮試験	17
2.7 曲げ試験	17
2.8 衝撃強さ試験	18
2.9 透水試験	19
2.10 圧縮せん断試験	20
2.11 浸透試験	20

3. 試験結果

3.1 試験結果の図表番号一覧	21
3.2 流動性	22
3.3 膨張性	29
3.4 耐久性及びたわみ性	31
3.5 止水性	38
3.6 接着性	39
3.7 浸透性	41

4. 材料特性の総合評価	
4.1 アスファルト系材料の評価	42
4.2 既存材料の評価	44
5. 現場実験による材料の適用性の検討	
5.1 実験概要	46
5.2 実験結果	49
6. 地方自治体に対するアンケート調査	
6.1 調査概要	65
6.2 調査結果	67
7. 今後の課題	81
8. データ集	83

1. 試験概要

1.1 試験目的

下水道管の補修工法には、図-1・1に示すように種々のものがある。目地切れや破損、周辺地盤に生じた空洞などを補修し水密性を向上させることを目的とし、被害が比較的軽微で小口径管の場合には、注入工法の一つであるパッカー工法（図-1・2参照）が使われることが多い。現在、パッカー工法の注入材料として各種のものが使用されているが、必ずしもそれらの適用範囲が明示されているとは言い難い。このため、注入材料の基本的な特性を把握し、適切な使用区分を明らかにすることを目的として室内試験を行った。

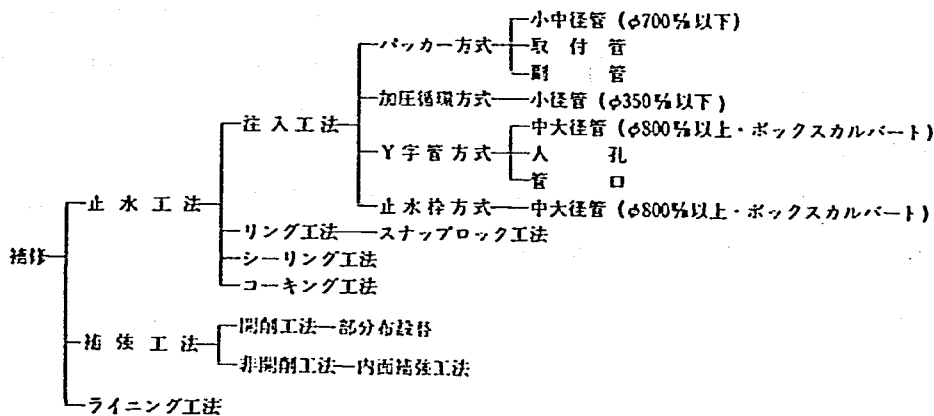


図-1・1 下水道管の補修工法（出典：維持管理マニュアル 下水管路維持協会）

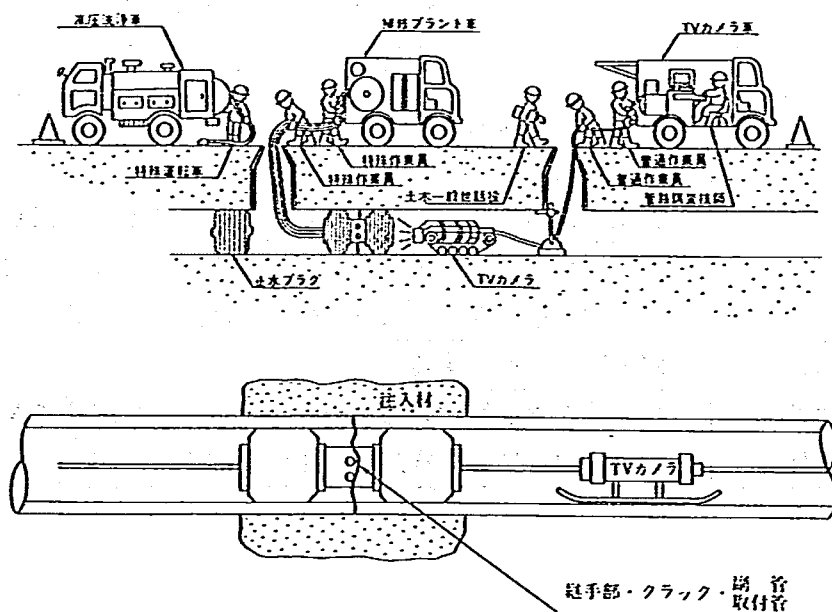


図-1・2 パッカー工法の概要（出典：維持管理マニュアル 下水管路維持協会）

1.2 試験に用いた材料

試験に用いた材料は、表-1・1に示す8種類のものである。これらの材料のうち、セメント-セメント系、セメント-シリカ系、ウレタン系、ポリエチレングリコール系については、実際に下水道管の補修に使用されている材料である。また、アスファルト系の材料はこれまで実績のない新しいものである。

一般に、セメント系の懸濁液型の材料は、固結すると強固であるが弾力性に乏しく、ウレタン系などの溶液型の材料は、前者の固結体と性質を異にし、弾力性、浸透性に優れているものの強度が小さい。このため、これらの既存材料とは別に、強度と弾力性を併せ持つと考えられるアスファルト系の材料に着目した。

表-1・1 試験に用いた材料

NO	種 別	材 種
1	既存材料	セメント-セメント系
2		セメント-シリカ系
3		ウレタン系
4		ポリエチレングリコール系
5	新 材 料	アスファルト乳剤系
6		セメント-アスファルト乳剤系
7		セメント-ゴムアスファルト乳剤系
8		アスファルト-ウレタン系

1.3 試験項目

注入材料には、止水性のみならず耐久性、浸透性など表-1・2に示す項目に優れたものが望まれる。このため、表-1・1の各材料についてこれらの特性を明らかにするために、表-1・3に整理した各種室内試験を行った。

表-1・2 注入材料に必要な特性

特 性	内 容
施工性	適度な硬化時間を有し、その設定が容易で安定している
流動性	硬化時間までの粘性が低く、一定している
膨張性	硬化時に若干膨張性があり、硬化後も極度に収縮しない
耐久性	乾燥湿潤などの環境変化、外力による衝撃などで劣化しない
たわみ性	弾力的で振動などによる管の変形に追従できる
止水性	確実に水を遮断する
接着性	ヒューム管、塩ビ管などの下水管に完全に密着できる
浸透性	管の隙間、地盤の空隙に低圧で浸透する

表-1・3 室内試験一覧表

試験項目	試験名	使用材料	供試体の種類 // 寸法 (mm)	養生 方法	試験温度 (°C)	材 令
流動性	B型粘度計	ウレタン系、アスファルト乳剤系、アスファルト-ウレタン系、セメント-ゴムアスファルト乳剤系	ホモゲル —	—	5、10、 20、30	当 日
	フローコーン試験	セメント-セメント系、セメント-シリカ系、セメント-アスファルト乳剤系	ホモゲル —	—	5、10、 20、30	当 日
膨張性	コンテナ試験	セメント-セメント系、セメント-シリカ系、ウレタン系、ポリフェンク'リコール系、アスファルト乳剤系、 セメント-アスファルト乳剤系、アスファルト-ウレタン系	ホモゲル φ65×12	気中 水中	20 18	3h、6h、1d、 3d、7d、28d
	膨張性試験	セメント-セメント系、セメント-シリカ系、ウレタン系、アスファルト乳剤系、セメント-アスファルト乳剤系、 セメント-ゴムアスファルト乳剤系、アスファルト-ウレタン系	ホモゲル —	—	20	24h
	ブリージング率試験	セメント-セメント系、セメント-シリカ系、ウレタン系、アスファルト乳剤系、セメント-アスファルト乳剤系、 アスファルト-ウレタン系	ホモゲル φ50×200	—	20	24h
耐久性	乾湿繰返し試験	セメント-セメント系、セメント-シリカ系、ウレタン系、ポリフェンク'リコール系、アスファルト乳剤系、 セメント-アスファルト乳剤系、セメント-ゴムアスファルト乳剤系、アスファルト-ウレタン系	ホモゲル、サンドゲル φ50×100	気中 水中	20 18	1d乾、1d湿 10サイクル
	一軸圧縮試験	セメント-セメント系、セメント-シリカ系、ウレタン系、ポリフェンク'リコール系、アスファルト乳剤系、 セメント-アスファルト乳剤系、セメント-ゴムアスファルト乳剤系、アスファルト-ウレタン系	ホモゲル、サンドゲル φ50×100	気中 水中	20 18	3h、1d、7d、 28d
	曲げ試験	セメント-セメント系、セメント-シリカ系、ウレタン系、ポリフェンク'リコール系、アスファルト乳剤系、 セメント-アスファルト乳剤系、アスファルト-ウレタン系	ホモゲル 40×40×160	気中 水中	20 18	3h、1d、7d、 28d
	衝撃強さ試験	セメント-セメント系、セメント-シリカ系、ウレタン系、ポリフェンク'リコール系、 セメント-ゴムアスファルト乳剤系	ホモゲル、サンドゲル 350×300×50	水中	18	28d
止水性	透水試験	セメント-セメント系、セメント-シリカ系、ウレタン系、ポリフェンク'リコール系、アスファルト乳剤系、 セメント-アスファルト乳剤系、セメント-ゴムアスファルト乳剤系、アスファルト-ウレタン系	ホモゲル、サンドゲル φ101.6×52	気中 水中	20 18	3h、28d
接着性	圧縮せん断試験	セメント-セメント系、セメント-シリカ系、ウレタン系、ポリフェンク'リコール系、アスファルト乳剤系、 セメント-アスファルト乳剤系、セメント-ゴムアスファルト乳剤系、アスファルト-ウレタン系	ホモゲル 70×70×20	気中 水中	20 18	7d、28d
浸透性	浸透試験	セメント-セメント系、セメント-シリカ系、ウレタン系、アスファルト乳剤系、セメント-アスファルト乳剤系、 アスファルト-ウレタン系	ホモゲル —	—	20	当 日

2. 試験方法

2.1 材料の配合

流動性試験以外は、ゲル化調整剤の添加量を一定とした表-2・1～2・8に示す配合で試験を行った。

表2・1 セメント-セメント系の標準配合

材 種		配合比(重量)
A材	高炉セメント	32.0
	水	48.0
B材	急硬剤	7.94
	凝結遅延剤	0.16
	水	11.90
計		100

表2・2 セメント-シリカ系の標準配合

材 種		配合比(重量)
A材	硬化剤	20.76
	減水剤	0.21
	水	34.45
B材	シリカ剤	20.76
	凝結遅延剤	0.83
	水	23.00
計		100

表-2・3 ウレタン系の標準配合

材 種		配合比(重量)
主 剤		20
水		80
計		100

表-2・4 ポリエチレングリコール系の標準配合

材 種		配合比(重量)
A材	主剤	16.8
	促進剤	2.0
	水	30.3
B材	硬化剤	1.0
	水	49.9
計		100

表-2・5 アスファルト乳剤系の標準配合

材 種	配合比 (重量)
シリカ粉末	51.8
特殊反応型アスファルト乳剤	43.0
硬化剤	2.6
水	2.6
計	100

表-2・6 セメント-アスファルト乳剤系の標準配合

材 種	配合比 (重量)
速硬化性セメント	35.59
ノニオンアスファルト乳剤	64.04
凝結遅延剤	0.36
計	100

表-2・7 セメント-ゴムアスファルト 乳剤系の標準配合

材 種		配合比 (重量)
A材	ゴムアスファルト乳剤	18.0
	硬化剤	11.5
	非ケトン系樹脂	7.0
	水	13.5
B材	ゴムアスファルト乳剤	18.0
	硬化剤	11.5
	添加剤	1.2
	水	19.3
計		100

表-2・8 アスファルト-ウルタン系の標準配合

材 種	配合比 (重量)
アスファルト分散ポリオール	94.6
硬化剤	5.4
計	100

2.2 材料の練混ぜ方法

材料の練混ぜは、ミキサーの回転数を890rpmとして行った。各材料の練混ぜ方法を図-2・1～2・8に示す。

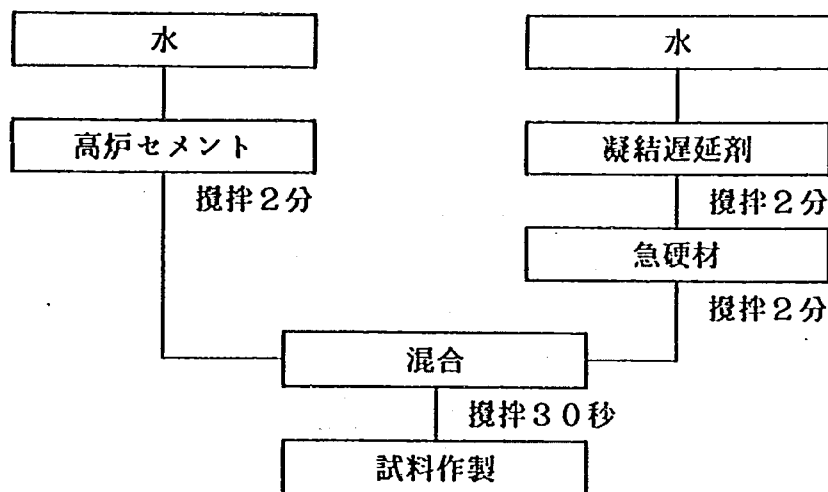


図-2・1 セメントーセメント系の練混ぜ方法

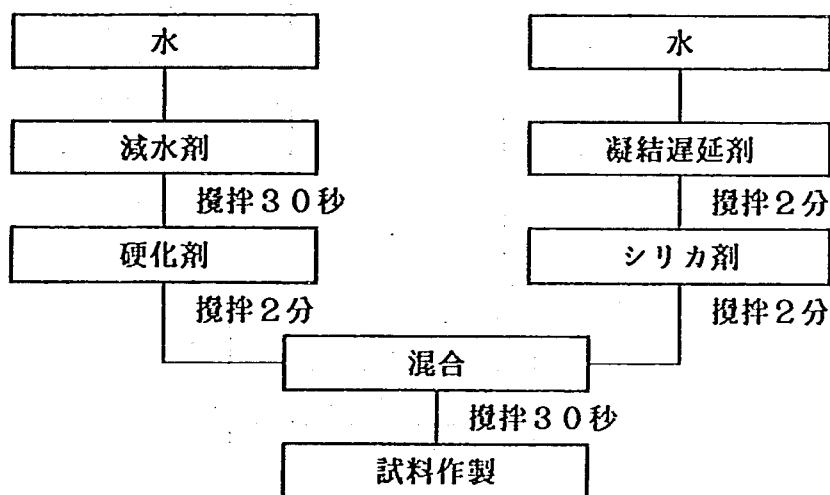


図-2・2 セメントーシリカ系の練混ぜ方法

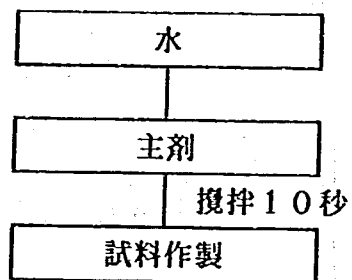


図-2・3 ウレタン系の練混ぜ方法

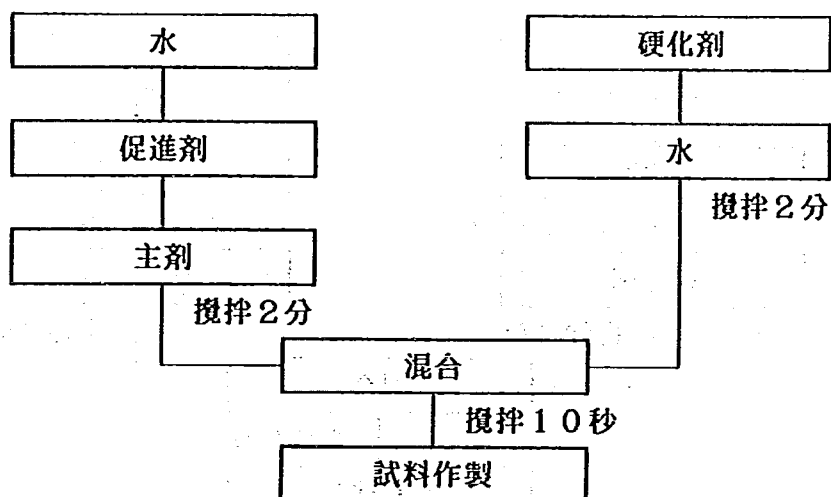


図-2・4 ポリエチレングリコール系の練混ぜ方法

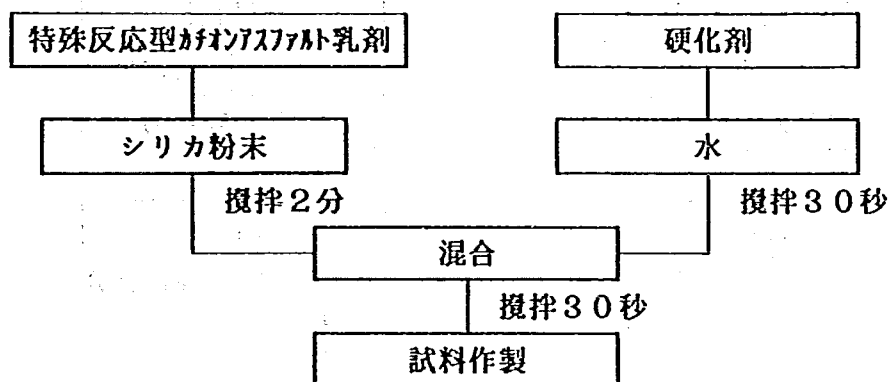


図-2・5 アスファルト乳剤系の練混ぜ方法

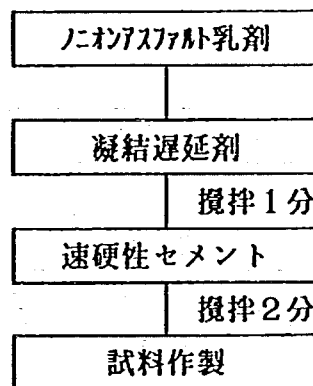


図-2・6 セメント-アスファルト乳剤系の練混ぜ方法

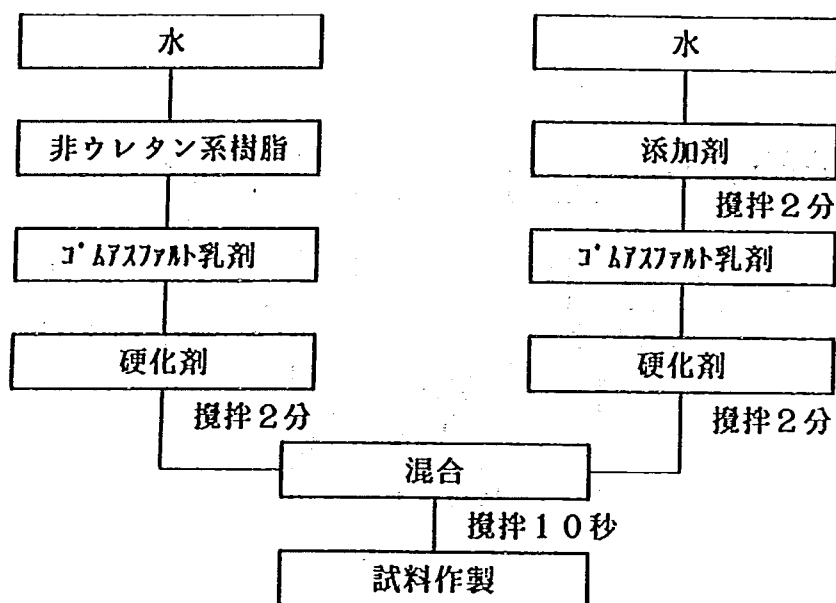


図-2・7 セメントーゴムアスファルト乳剤系の練混ぜ方法

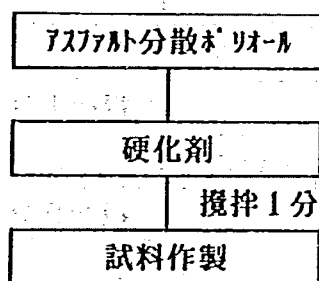


図-2・8 アスファルトーウレタン系の練混ぜ方法

2.3 流動性試験

(1) 材料の配合

表-2・9～2・15に示すように、各材料ともゲル化調整剤の配合を4水準に変化させ、材料温度4水準(5、10、20、30℃)のもとでの粘度、ゲルタイムを測定した。

表-2・9 セメント-セメント系の配合

材 種		配合比(重量)			
		①	②	③	④
A材	高炉セメント	32.0			
	水	48.0			
B材	急硬剤	8.00	7.97	7.94	7.90
	凝結遅延剤	0.00	0.08	0.16	0.24
	水	12.00	11.95	11.90	11.86
計		100			

表-2・10 セメント-シリカ系の配合

材 種		配合比(重量)			
		①	②	③	④
A材	硬化剤	20.84	20.80	20.76	20.71
	減水剤	0.21	0.21	0.21	0.21
	水	34.60	34.52	34.45	34.38
B材	シリカ剤	20.84	20.80	20.76	20.71
	凝結遅延剤	0.42	0.62	0.83	1.04
	水	23.09	23.04	23.00	22.95
計		100			

表-2・11 ウレタン系の配合

材 種	配合比 (重量)			
	①	②	③	④
主 剤	5	10	20	30
水	95	90	80	70
計	100			

表-2・12 アスファルト乳剤系の配合

材 種	配合比 (重量)			
	①	②	③	④
シリカ粉末	52.1	51.8	50.4	49.1
特殊反応型カチオンアスファルト乳剤	43.2	43.0	41.9	40.8
硬化剤	2.1	2.6	5.2	7.8
水	2.6	2.6	2.5	2.5
計	100			

表-2・13 セメント-アスファルト乳剤系の配合

材 種	配合比 (重量)			
	①	②	③	④
速硬性セメント	35.72	35.59	35.46	35.21
ノニオンアスファルト乳剤	64.28	64.06	63.83	63.38
凝結遅延剤	0.0	0.36	0.71	1.41
計	100			

表-2・14 セメント-ゴムアスファルト乳剤系の配合

材 種		配合比 (重量)			
		①	②	③	④
A材	ゴムアスファルト乳剤	18.09	18.0	17.80	17.62
	硬化剤	11.53	11.5	11.34	11.23
	非ケトン系樹脂	7.06	7.0	6.94	6.87
	水	13.62	13.5	13.40	13.26
B材	ゴムアスファルト乳剤	18.09	18.0	17.80	17.62
	硬化剤	11.53	11.5	11.34	11.23
	添加剤	0.60	1.2	2.20	3.20
	水	19.48	19.3	19.18	18.97
計		100			

表-2・15 アスファルト-ウレタン系の配合

材 種		配合比 (重量)			
		①	②	③	④
アスファルト分散ポリオール		97.2	94.6	92.1	89.7
硬化剤		2.8	5.4	7.9	10.3
計		100			

(2) B型粘度測定

ウレタン系、アスファルト乳剤系、アスファルト-ウレタン系、及びセメント-ゴムアスファルト乳剤系の材料に対して、図-2・9に示すB型粘度計によりゲル化調整剤添加量別に粘度を測定した。

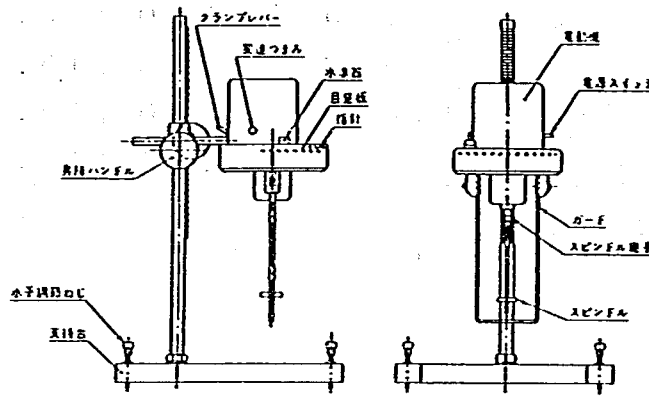


図-2・9 B型粘度計

(3) フローコーン試験

試験は土木学会基準「コンシステンシー試験」に準じて行い、写真-2・1に示すJロートを用いてゲル化調整剤添加量別に流下時間を測定した。

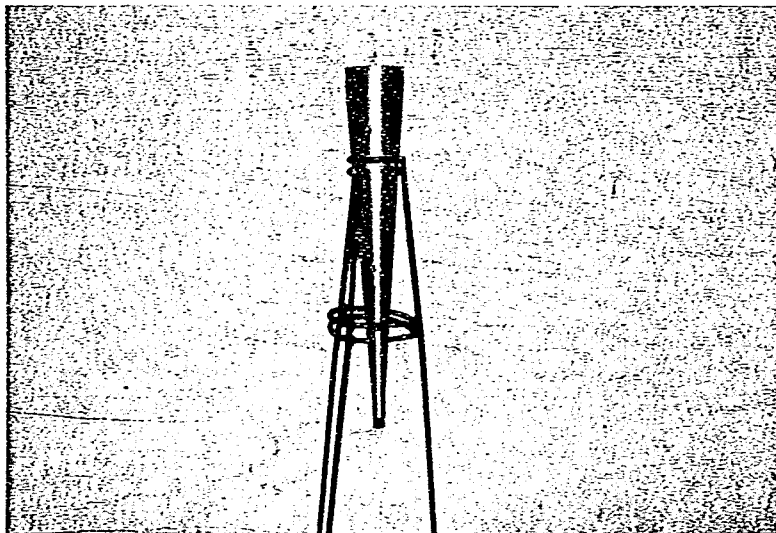


写真-2・1 Jロートによる流下時間測定

2.4 膨張性試験

(1) コンテナ試験

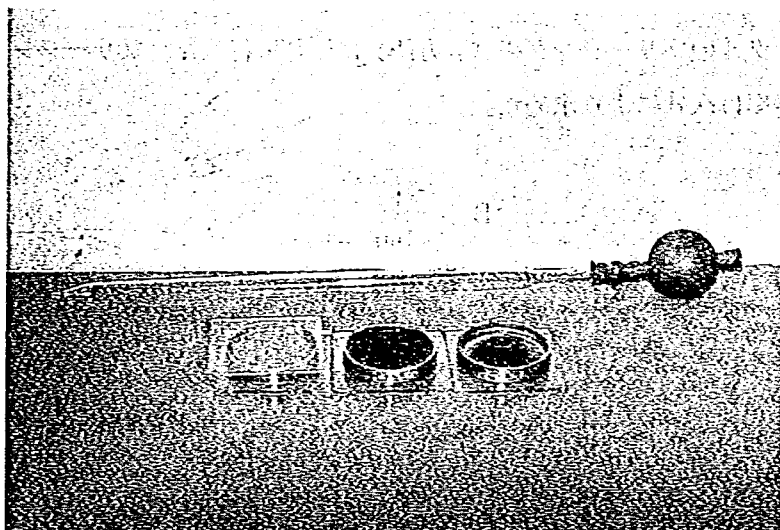
試験はJIS A5751に準じ、写真－2・2に示す金属性のリングを用いて行った。試料の収縮率S(%)は、次式により求めた。

$$S(\%) = \frac{V_a - V_i}{V_o - V_i} \times 100$$

ここに、 V_o ：リングの内容積 (ml)

V_i ：材令3時間の注入水量 (ml)

V_a ：各材令の注入水量 (ml)



写真－2・2 コンテナ試験器具

(2) 膨張性試験

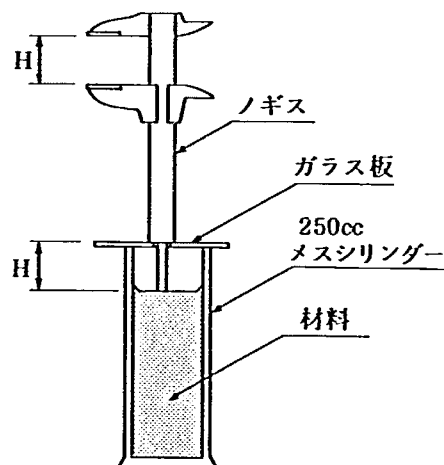
試験は「JRの新幹線用CAモルタルの膨張性試験方法」によるもので、図－2・10に示す250ccガラス製メスシリンダに配合した材料を採取し、試料表面までの深さを測定し、次式により膨脹率を求めた。

$$\text{膨脹率}(\%) = \frac{\pi (D/2)^2 (H_o - H_{24}) / 10}{250}$$

ここに、 H_o ：ノギスの始めの読み (mm)

H_{24} ：ノギスの24時間後の読み (mm)

D ：メスシリンダーの内径 (mm)



図－2・10 膨張性試験

(3) ブリージング試験

試験は、土木学会基準「プレパックドコンクリートの注入モルタルのブリージング率試験方法」に準じて行った。ブリージング率は次式により求めた。

$$\text{ブリージング率} = \frac{B}{V} \times 100$$

ここに、B : ブリージングによる水量 (cc)

V : 試料の体積 (cc)



写真-2・3 ブリージング試験

2.5 乾湿繰り返し試験

φ50×h100の供試体を脱型後、20℃の恒温槽において空中乾燥と水中湿潤を24時間毎に繰り返し、空中と水中を1サイクルとし10サイクルまで行った。各段階においては、供試体の体積と重量を測定するとともに、形状スケッチと写真撮影を行った。

2.6 一軸圧縮試験

土質工学会制定の方法により試験を行った。供試体はφ50×h100の型枠で作製し、養生方法は気中と水中の2種類とした。一軸圧縮強さ及びひずみは、次式により求めた。

$$\text{一軸圧縮強さ (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{P}{A}$$

ここに、P：最大荷重 (kgf)

A：供試体断面積 (cm²)

$$\text{ひずみ (\%)} = \frac{\Delta H}{H}$$

ここに、ΔH：変形量 (cm)

H：供試体高さ (cm)

2.7 曲げ試験

載荷速度 1 mm/minで試験を行い、次式により曲げ強度及びひずみを算出した。

$$\text{曲げ強度 (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{3 L}{2 b h^2} P$$

$$\text{ひずみ (\%)} = \frac{6 h}{L^2} d \times 100$$

ここに、b：供試体幅 (cm)

h：供試体厚 (cm)

L：スパン (cm)

P：最大荷重 (kgf)

d：変形量 (cm)

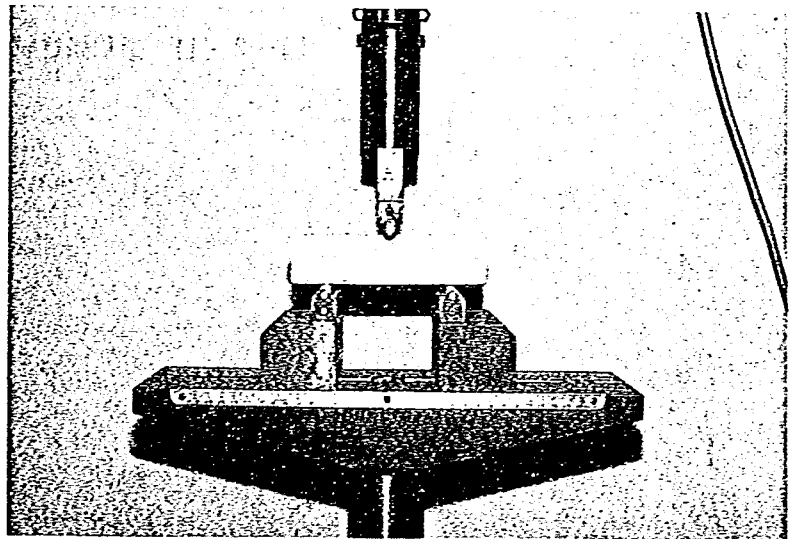


写真-2・4 曲げ試験

2.8 衝撃強さ試験

図-2・11のように重量既知の鋼球を1 mの高さから自然落下させ、供試体が破壊するまでの回数を測定した。衝撃強さは、次式により求めた。

$$\text{衝撃強さ (J)} = m \cdot g \cdot h \cdot n$$

ここに、 m : 鋼球の重量 (kgf)

g : 重力加速度 (m/sec^2)

h : 落下高さ (m)

n : 破壊するまでの回数 (回)

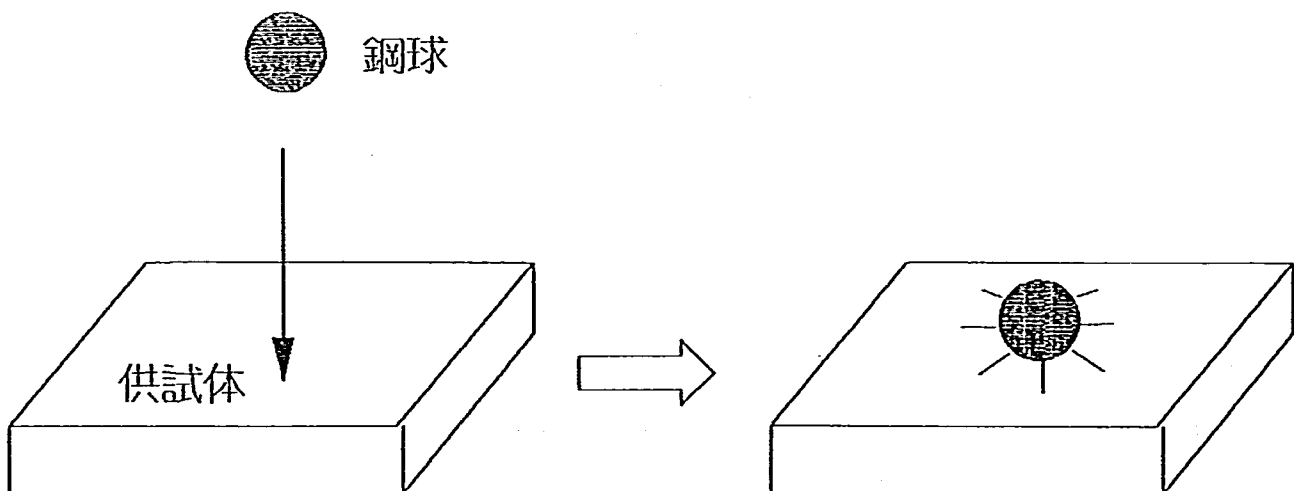


図-2・11 衝撃強さ試験

2.9 透水試験

(1) 方法1

供試体はマーシャル供試体作製用型枠を用いて、 $\phi 101.6\text{mm} \times h 63.5\text{mm}$ の寸法で成形した。試験は、写真-2・5に示す装置を用いて水圧 2kgf/cm^2 で行った。透水係数は次式で求めた。

$$\text{透水係数 (cm/sec)} = \frac{LQ}{ATH}$$

ここに、Q：透水量 (cm³)

H：水頭 (cm)

T：透水時間 (sec)

A：供試体断面積 (cm²)

L：供試体高さ (cm)

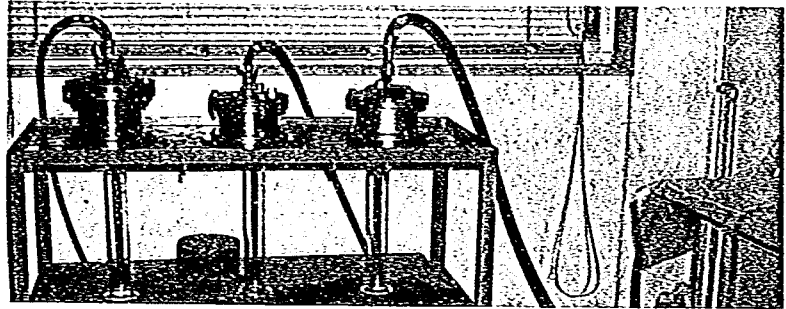


写真-2・5 透水試験 (方法1)

(2) 方法2

図-2・12に示すように $\phi 101.6\text{mm} \times h 52\text{mm}$ のコンクリート円柱体を作製し、その中央に設けた幅3mmの隙間に材料を充填したものを供試体とした。試験は水圧 1kgf/cm^2 で行った。

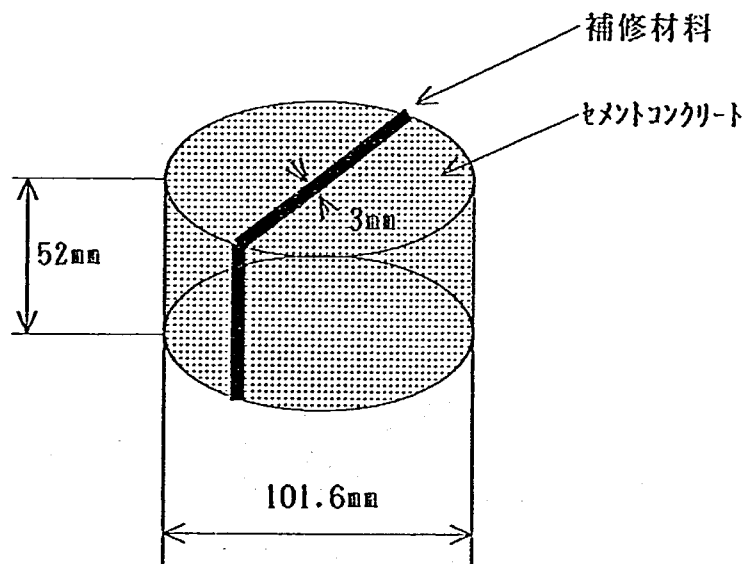


図-2・12 透水試験用供試体 (方法2)

2.10 圧縮せん断試験

乾燥した寸法70×70×20のコンクリート片2枚を、図-2・13のように2mm離して設置し、その隙間に材料を流し込んだものを供試体として使用した。試験は、載荷速度1mm/minで圧縮せん断強度を測定するものである。圧縮せん断接着強度は、次式から求めた。

$$\text{圧縮せん断接着強度} = \frac{P}{A}$$

ここに、P：最大荷重 (kgf)

A：材料の接着面積 (cm²)

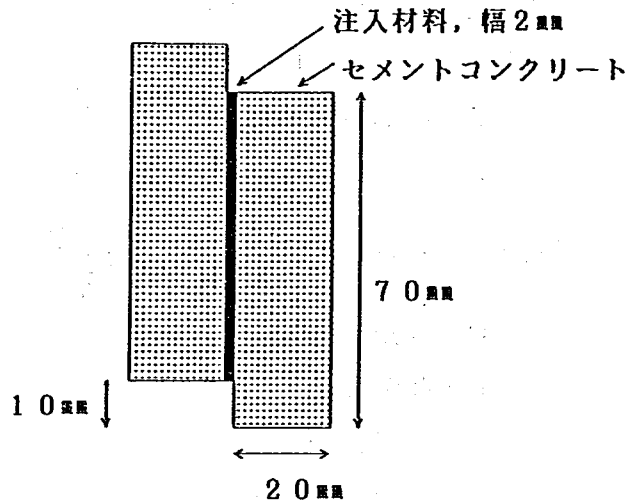


図-2・13 圧縮せん断試験用供試体

2.11 浸透試験

各材料を配合した直後に、写真-2・6に示すようなガラス管（口径1.65、2.40、3.15、4.80mm）を速度1.45cm/secで挿入し、管内に浸透した材料の高さを測定した。

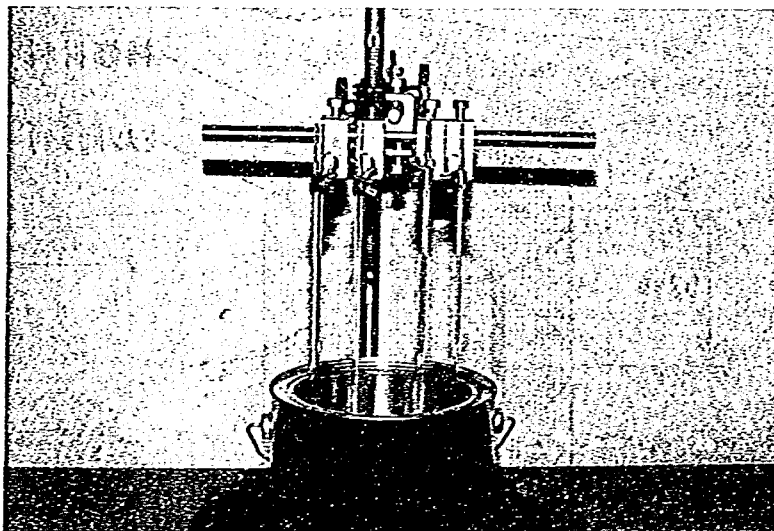


写真-2・6 浸透試験

3. 試験結果

3.1 試験結果の図番号一覧

各試験結果を示す図の一覧を表-3・1に示している。

表-3・1 試験結果の図番号一覧

試験名	図番
流動性試験	図-3.1 試験温度と粘性の関係 (セメント-セメント系) 図-3.2 試験温度と粘性の関係 (セメント-シリカ系) 図-3.3 試験温度と粘性の関係 (アスファルト乳剤系) 図-3.4 試験温度と粘性の関係 (セメント-アスファルト乳剤系) 図-3.5 試験温度と粘性の関係 (セメント-ゴムアスファルト乳剤系) 図-3.6 試験温度と粘性の関係 (アスファルト-ウレタン系) 図-3.7 試験温度とゲルタイムの関係 (セメント-セメント系) 図-3.8 試験温度とゲルタイムの関係 (セメント-シリカ系) 図-3.9 試験温度とゲルタイムの関係 (ウレタン系) 図-3.10 試験温度とゲルタイムの関係 (アスファルト乳剤系) 図-3.11 試験温度とゲルタイムの関係 (セメント-アスファルト乳剤系) 図-3.12 試験温度とゲルタイムの関係 (セメント-ゴムアスファルト乳剤系) 図-3.13 試験温度とゲルタイムの関係 (アスファルト-ウレタン系)
膨張性試験	図-3.14 収縮率 (乾燥状態) 図-3.15 収縮率 (湿潤状態) 図-3.16 膨張率
乾湿繰返し試験	図-3.17 乾湿繰返しによる体積変化 (ホモゲル) 図-3.18 乾湿繰返しによる体積変化 (サンドゲル)
一軸圧縮試験	図-3.19 一軸圧縮強度 (ホモゲル、乾燥状態) 図-3.20 圧縮ひずみ (ホモゲル、乾燥状態) 図-3.21 一軸圧縮強度 (ホモゲル、湿潤状態) 図-3.22 圧縮ひずみ (ホモゲル、湿潤状態) 図-3.23 一軸圧縮強度 (サンドゲル、湿潤状態) 図-3.24 圧縮ひずみ (サンドゲル、湿潤状態)
曲げ試験	図-3.25 曲げ強度 (乾燥状態) 図-3.26 曲げ強度 (湿潤状態)
衝撃強さ試験	図-3.27 衝撃強さ
透水試験	図-3.28 透水係数 (方法2)
圧縮せん断試験	図-3.29 接着強度 (乾燥状態) 図-3.30 接着強度 (湿潤状態) 図-3.31 圧縮せん断試験における変形量 (湿潤状態)
浸透試験	図-3.32 浸透高さ

(図中の記号説明)

- : セメント-セメント系
- : セメント-シリカ系
- △: ウレタン系
- *: ポリエチレングリコール系
- : アスファルト乳剤系
- : セメント-アスファルト乳剤系
- ▲: セメント-ゴムアスファルト乳剤系
- : アスファルト-ウレタン系

3.2 流動性

各材料のゲル化調整剤添加量、試験温度別の粘度の変動を図-3・1～3・6に、ゲルタイムの変動を図-3・7～図-3・13に示している。

セメント-セメント系、セメント-シリカ系及びウレタン系は、混合直後には水と同程度の低粘性であり、アスファルト乳剤系、セメント-アスファルト乳剤系及びアスファルト-ウレタン系は1000cps以上の高粘性であった。これに対して、セメント-ゴムアスファルト乳剤系については、20cps程度まで粘性が低下している。

また、いずれの材料も試験温度が高くなるほどゲルタイムが短くなっている。この中では、最もゲルタイムの短いのはウレタン系で、最も長いのはアスファルト-ウレタン系であった。最適なゲルタイムは現場での施工条件から決まるため、どの材料が優れているかを一意には判断できないが、試験温度による影響が比較的大きい材料はセメント-アスファルト乳剤系及びアスファルト-ウレタン系であった。

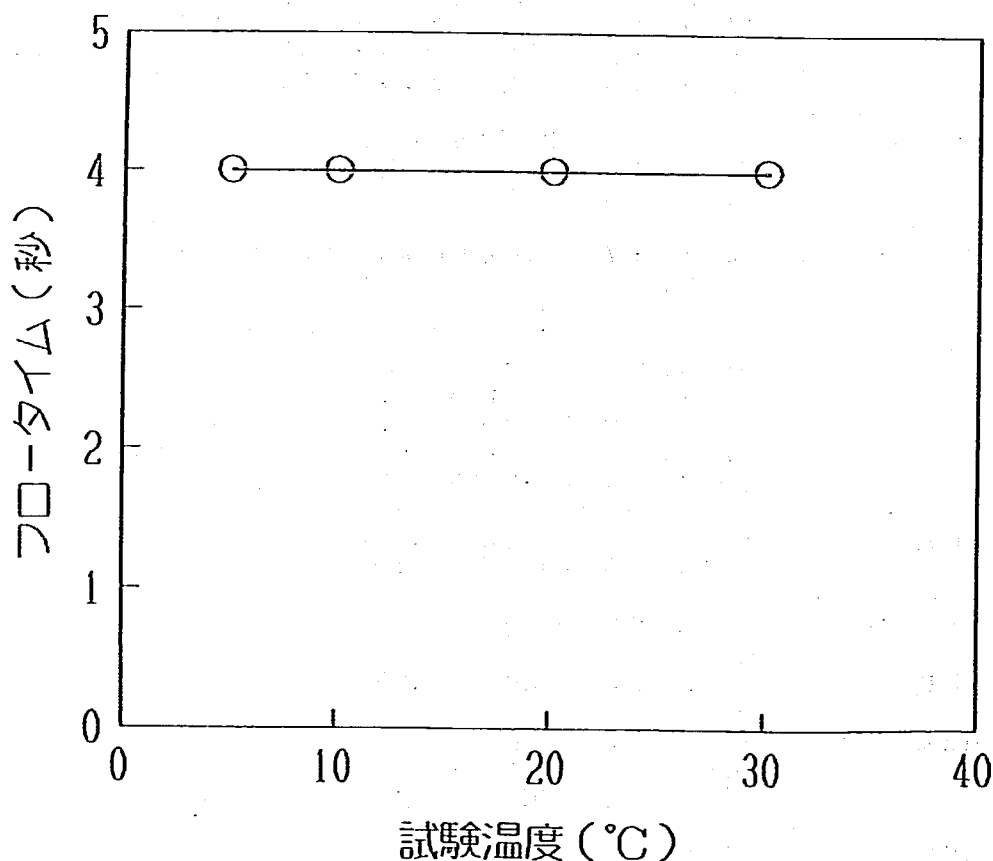


図-3・1 試験温度と粘性の関係 (セメント-セメント系)

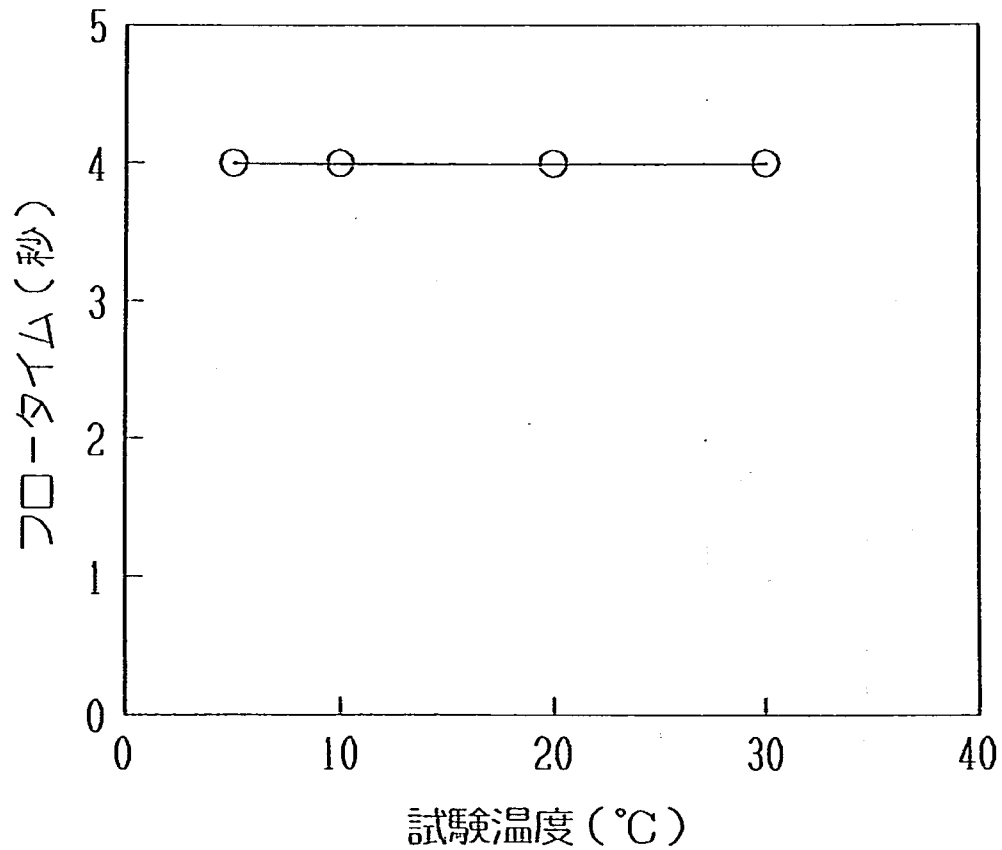


図-3・2 試験温度と粘性の関係 (セメント-シリカ系)

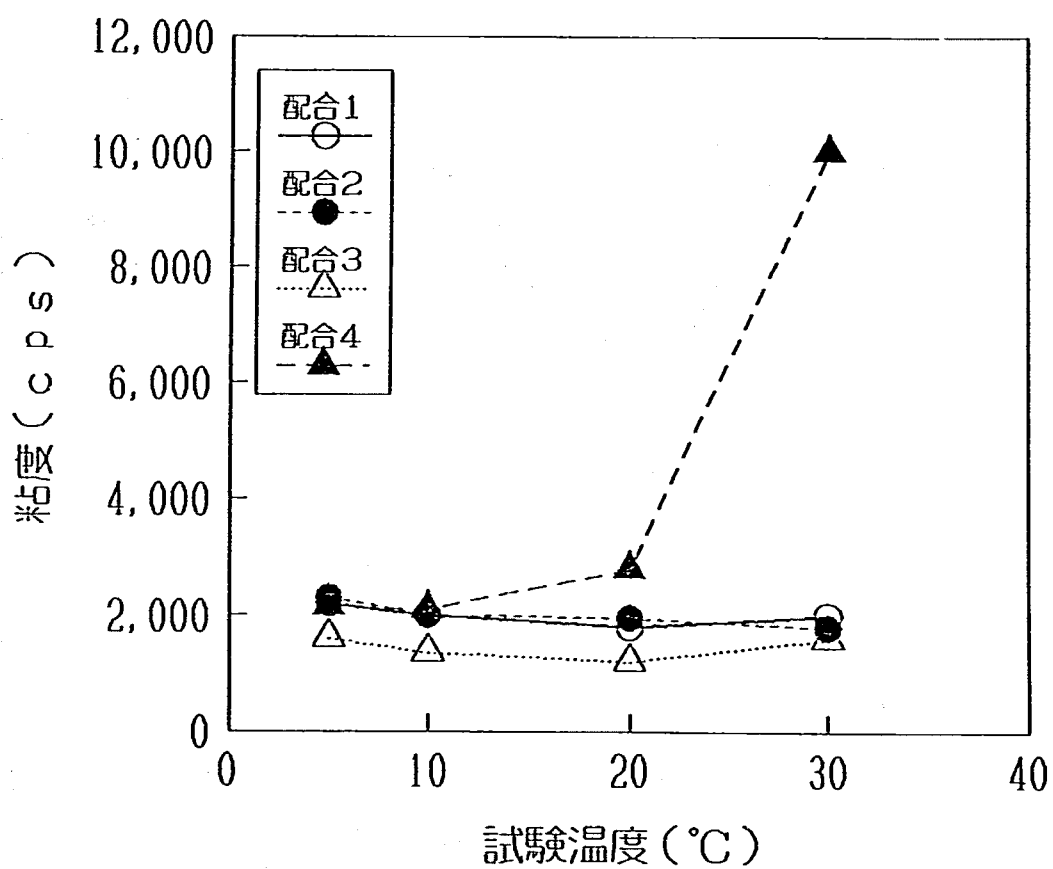


図-3・3 試験温度と粘性の関係 (アスファルト乳剤系)

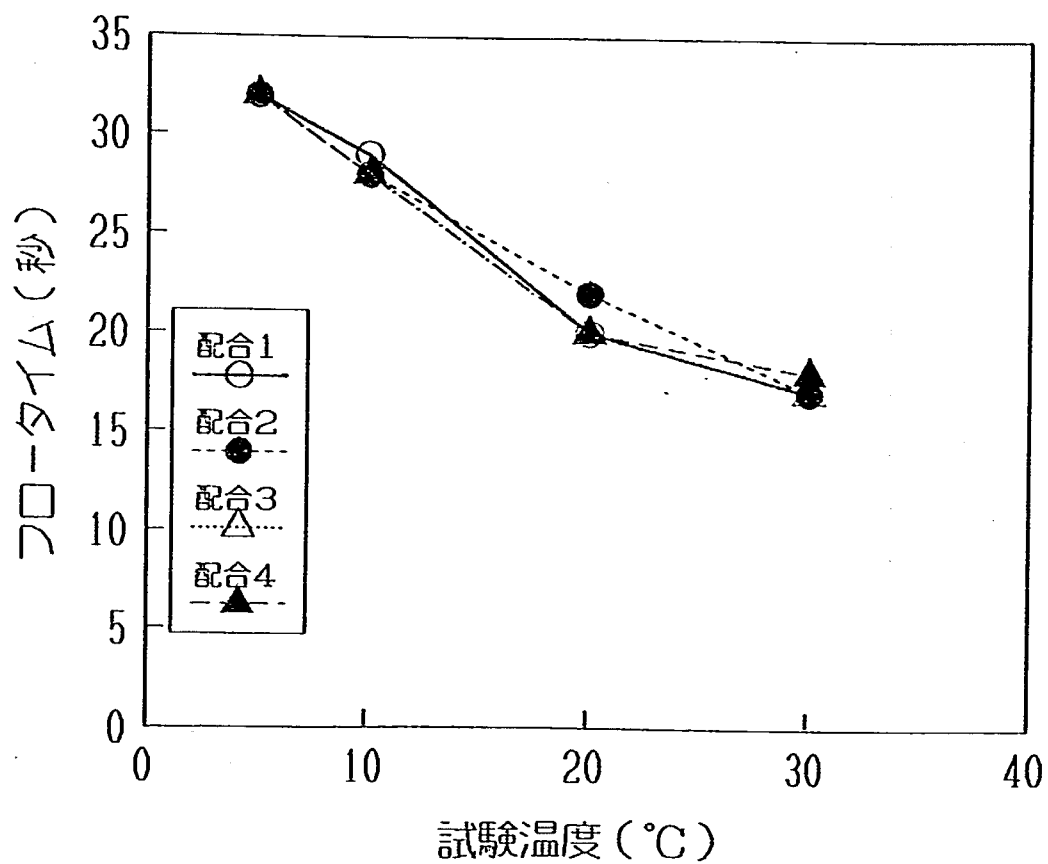


図-3・4 試験温度と粘性の関係 (セメント-アスファルト乳剤系)

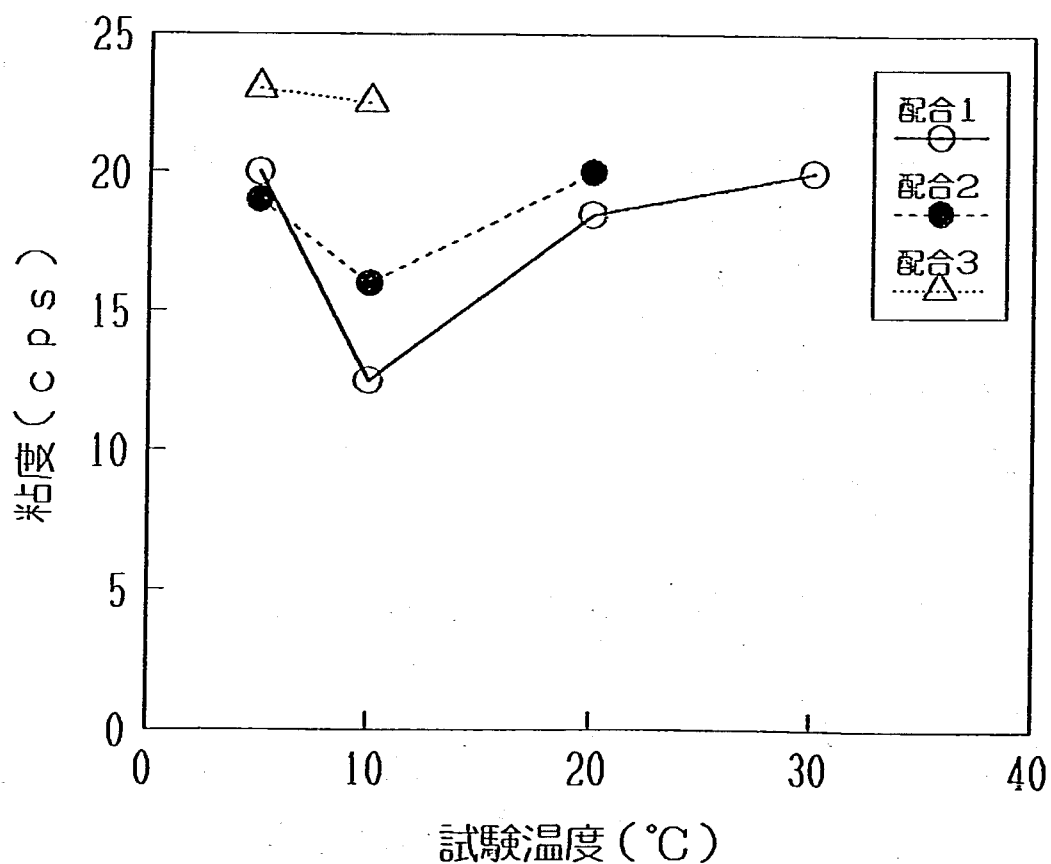


図-3・5 試験温度と粘性の関係 (セメント-ゴムアスファルト乳剤系)

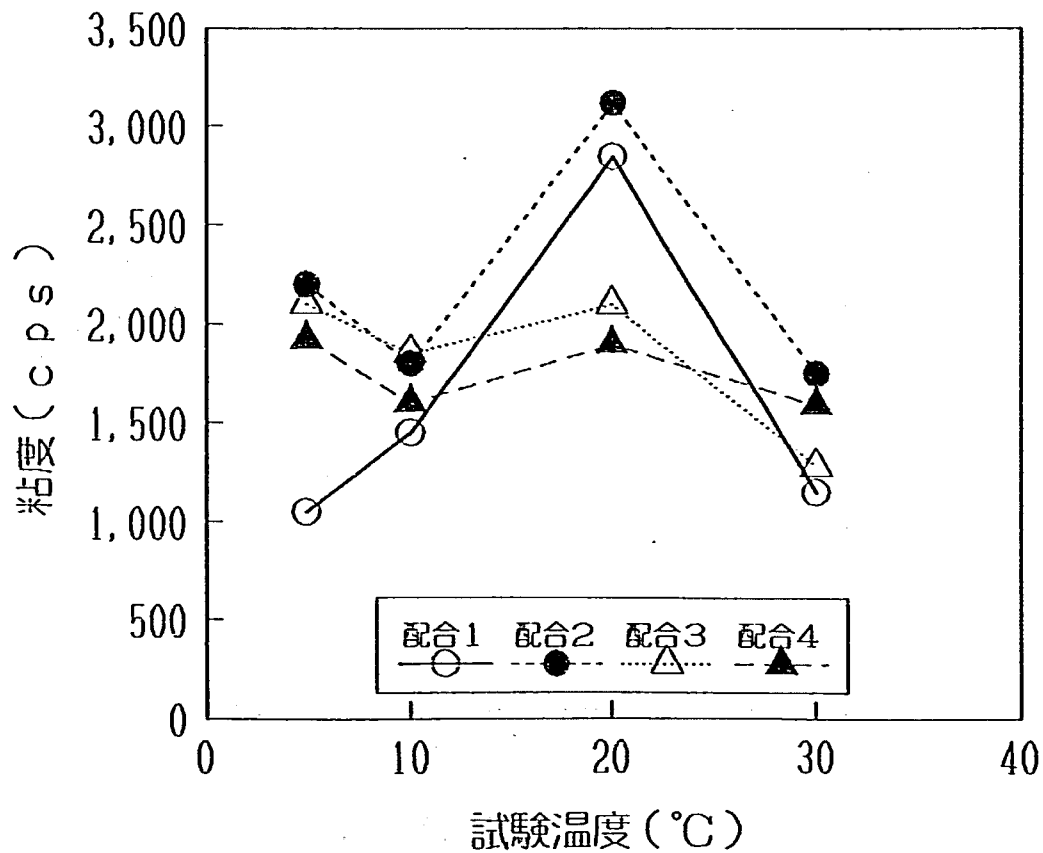


図-3・6 試験温度と粘性の関係 (アスファルト-ウレタン系)

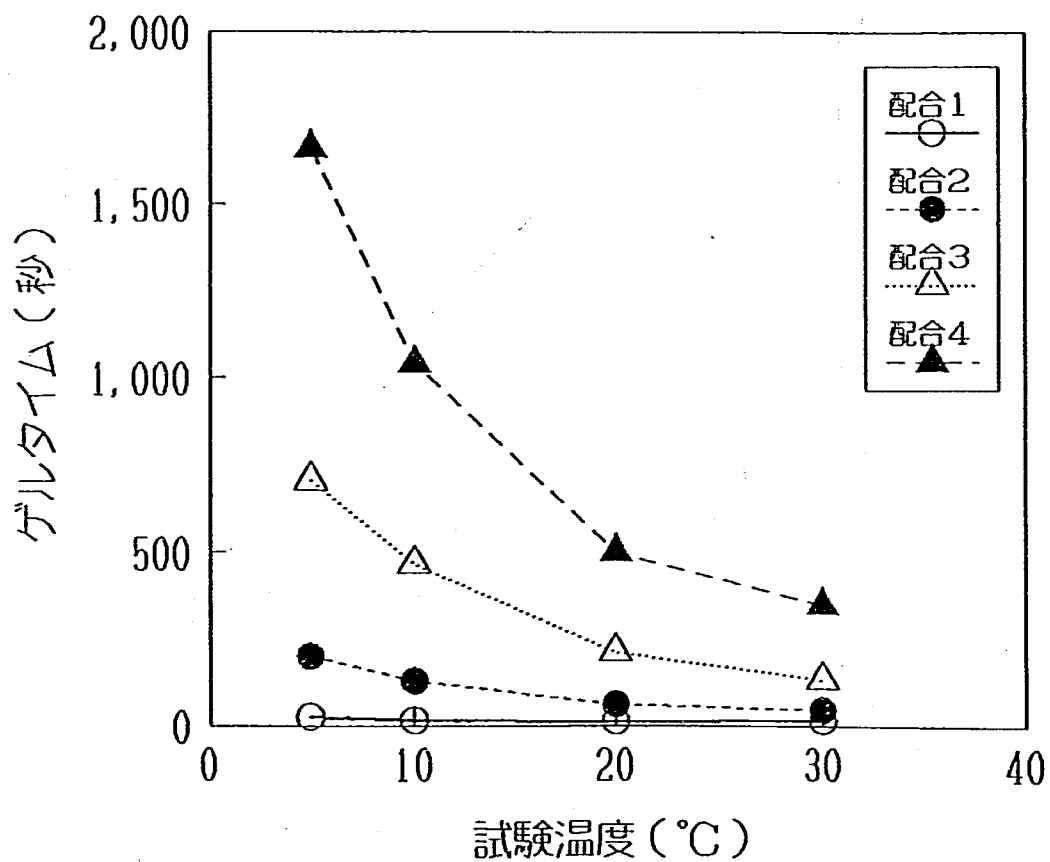


図-3・7 試験温度とゲルタイムの関係 (セメント-セメント系)

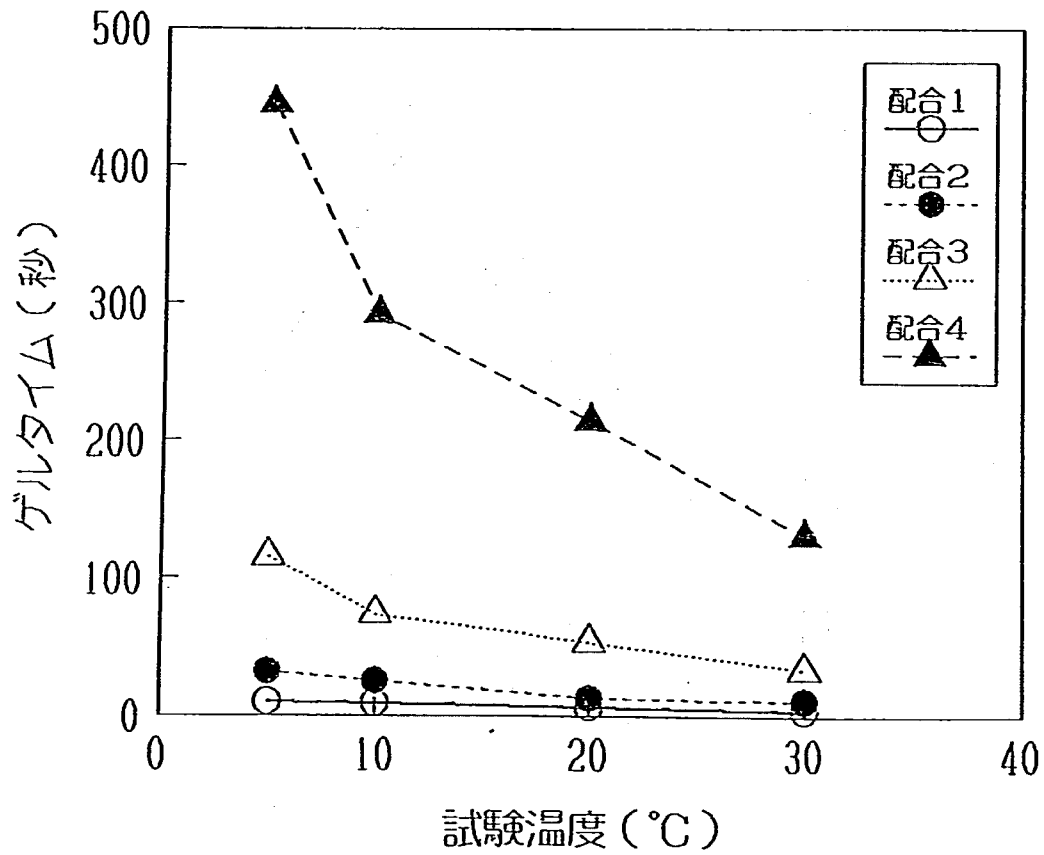


図-3・8 試験温度とゲルタイムの関係 (セメントーシリカ系)

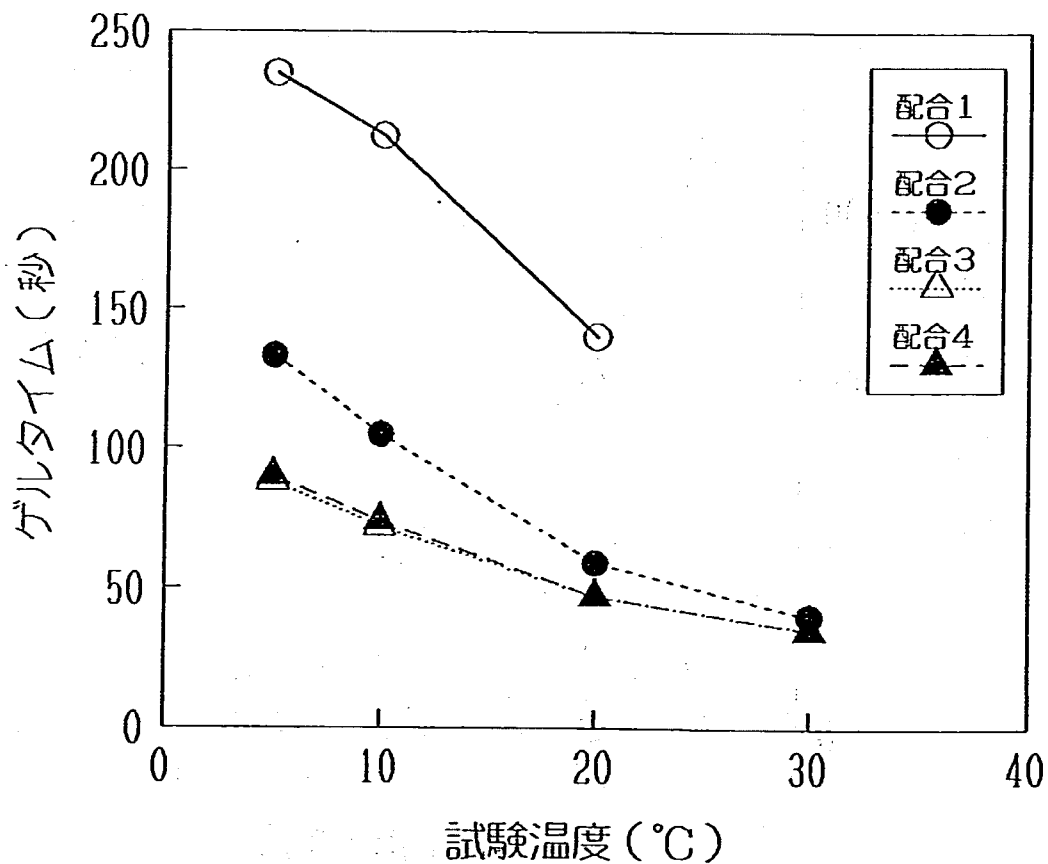


図-3・9 試験温度とゲルタイムの関係 (ウレタン系)

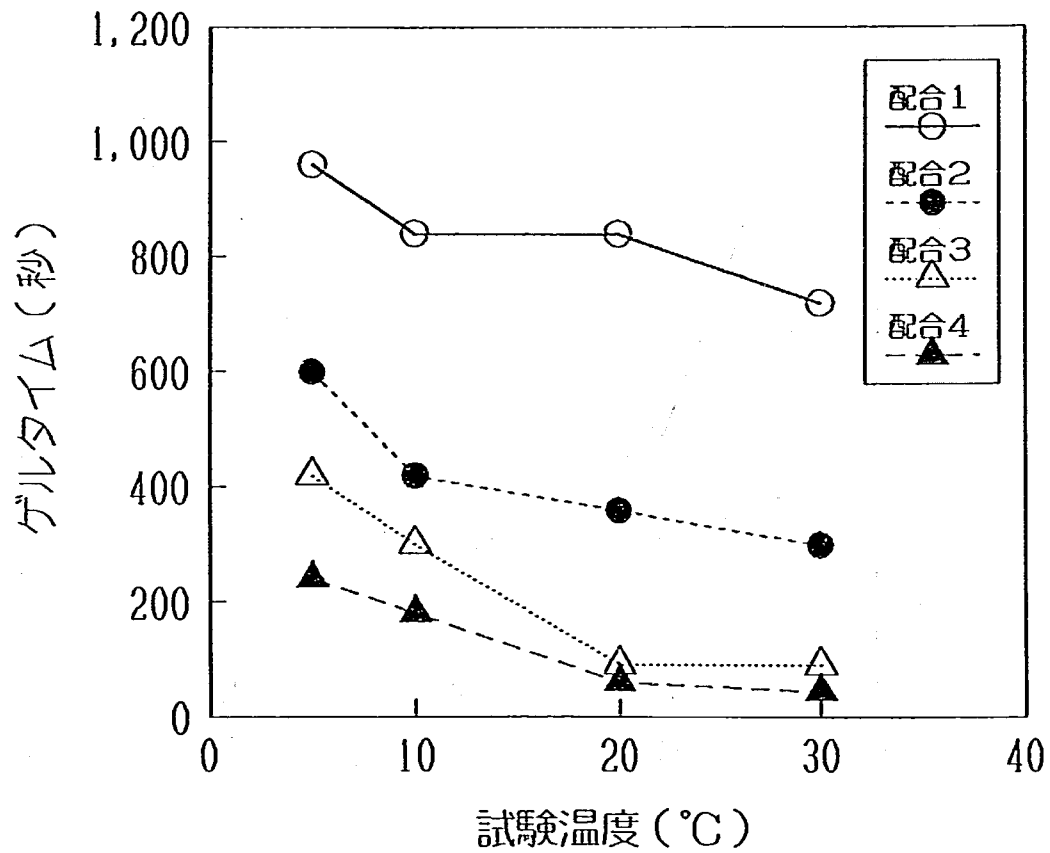


図-3・10 試験温度とゲルタイムの関係 (アスファルト乳剤系)

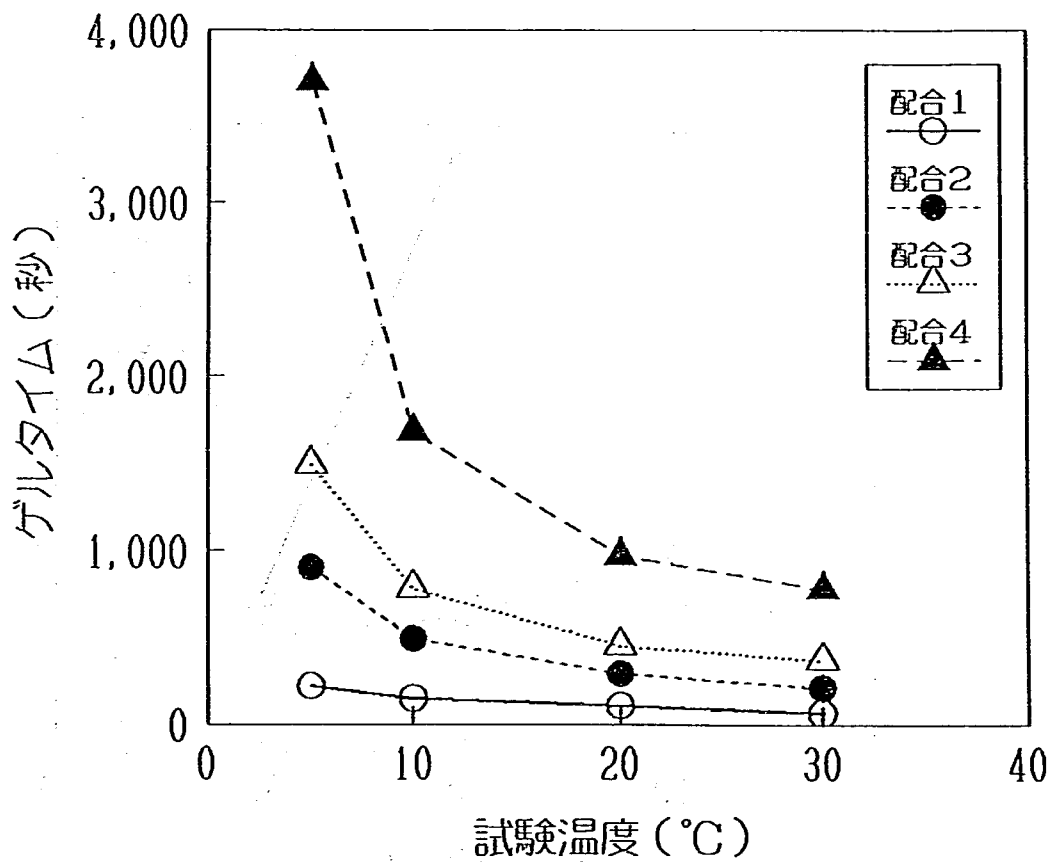


図-3・11 試験温度とゲルタイムの関係 (セメント-アスファルト乳剤系)

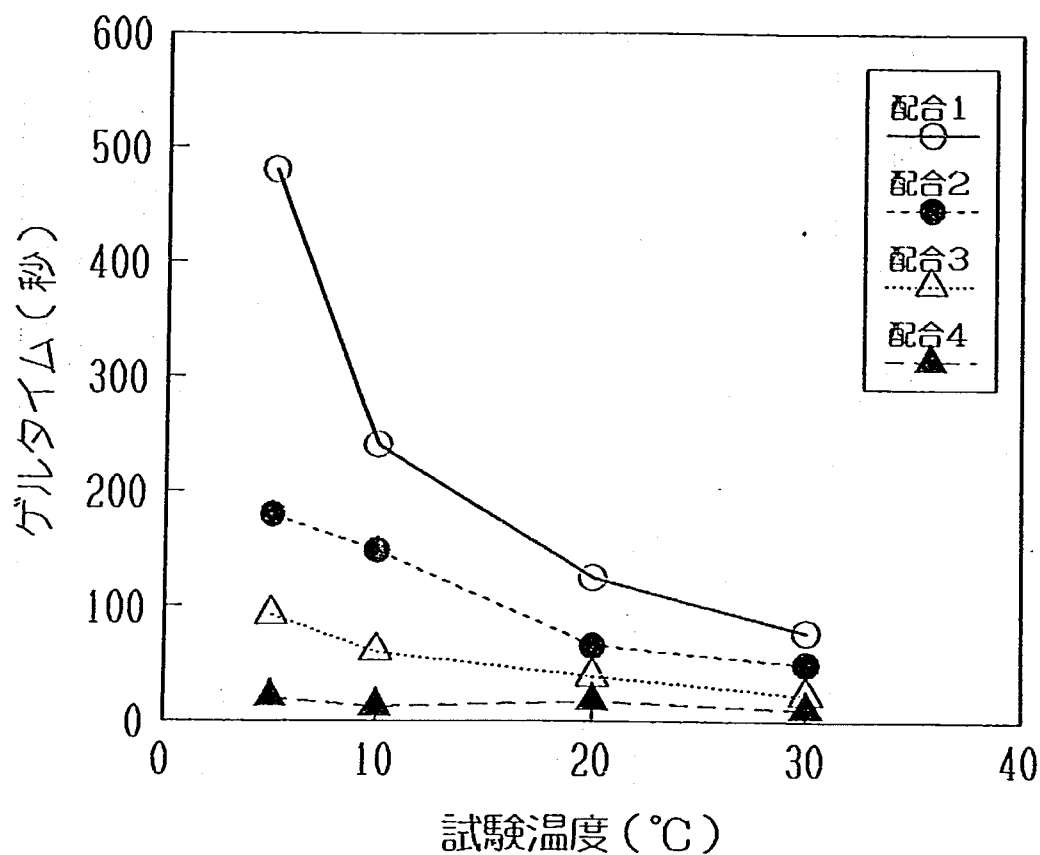


図-3・12 試験温度とゲルタイムの関係 (セメントーゴムアスファルト乳剤系)

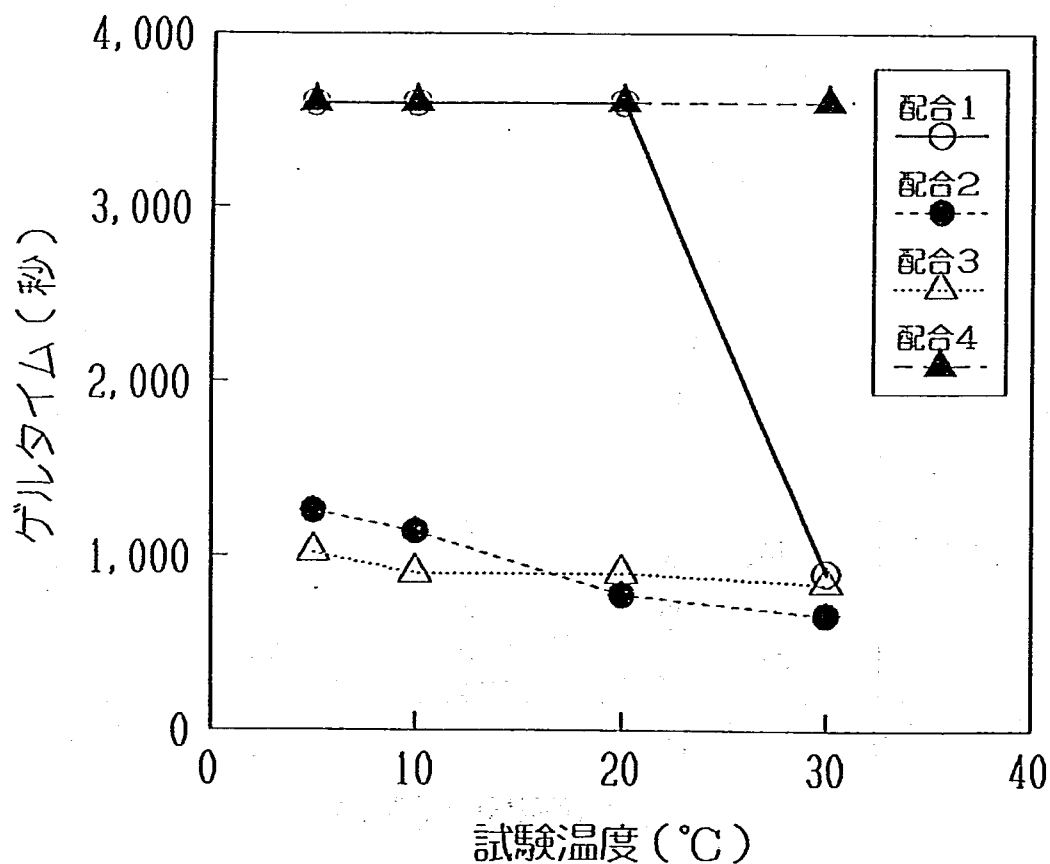


図-3・13 試験温度とゲルタイムの関係 (アスファルトーウレタン系)

3.3 膨脹性

(1) コンテナ試験

図-3・14は、乾燥状態でのコンテナ試験から得られた材令と収縮率の関係を示している。同図から、ウレタン系は1週間以内で90%程度まで収縮している。また、セメント-シリカ系についても材令1日で70%収縮し、その後表面に多数のひびわれが発生し自己崩壊に至った。以上から、この2つの材料は乾燥状態では使用できないことがわかった。セメント-セメント系では注水量から収縮量を求める試験方法の影響から、材料が吸水して実際の収縮量よりも大きな値を示している。その他の材料については、10%以下の収縮率であった。

図-3・15は、湿潤状態での同様の試験結果である。乾燥状態での結果と比較して、極度の収縮を示しているものは見当たらない。この中では、セメント-シリカ系及びアスファルト乳剤系が収縮率が大きく、材令28日で10~20%程度である。また、ウレタン系は除々に膨脹している。

(2) 膨張性試験

メスシリングを用いた膨張性試験の結果を図-3・16に示している。各材料とも膨張率は小さく、その中でウレタン系が最も大きな7%程度の膨脹を示していた。これは、前述の乾燥状態でのコンテナ試験と逆の結果になっており、試験方法の違いに起因している。すなわち、ウレタン系が内部の水と反応した際に発生した炭酸ガスがメスシリング内では逃げ場がないために膨脹したものと推察される。このことから、材料の膨脹性は周辺環境に影響を受けることがわかる。

(3) ブリージング試験

今回の試験では、全ての材料でブリージングは認められなかった。

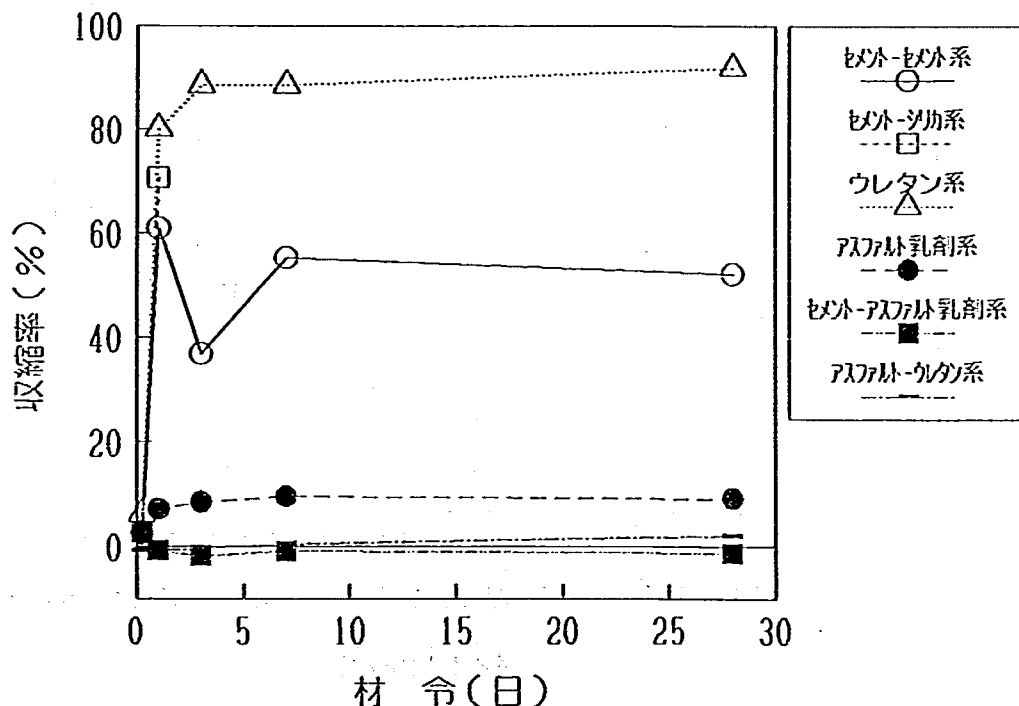


図-3・14 収縮率 (乾燥状態)

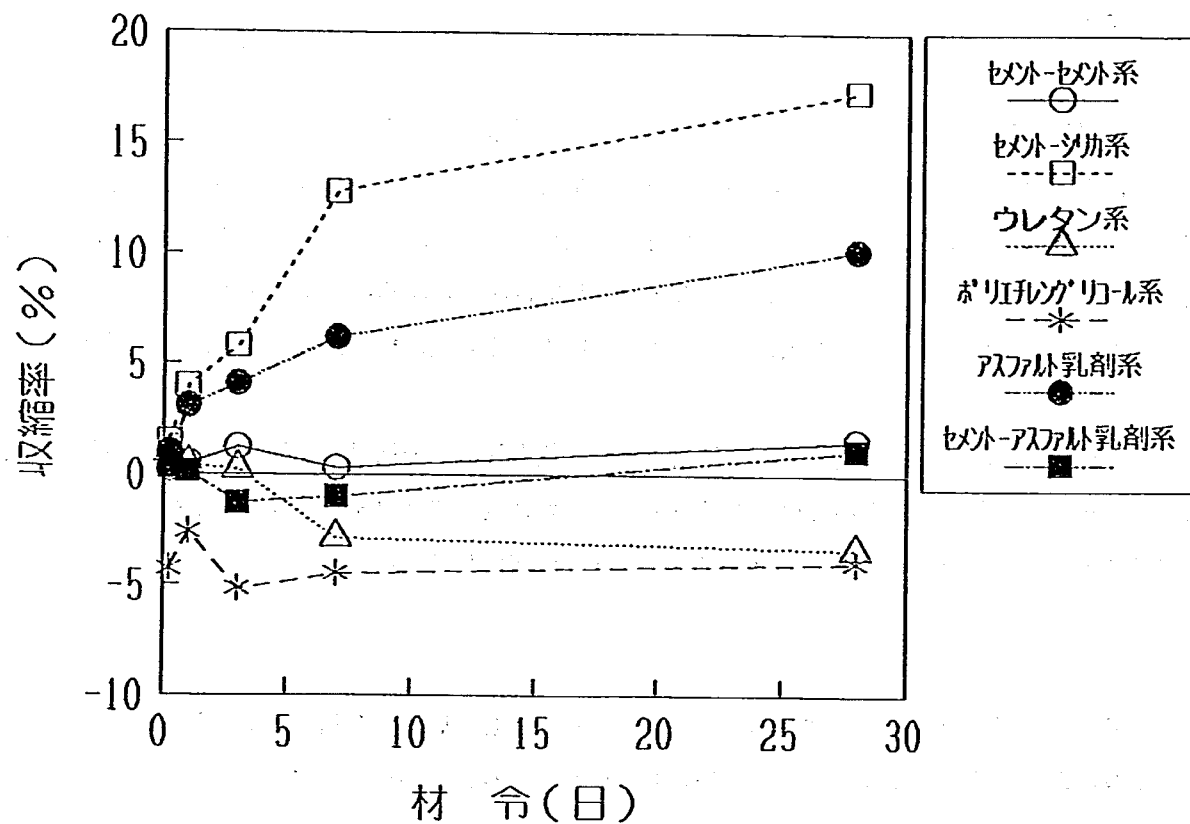


図-3・15 収縮率 (湿潤状態)

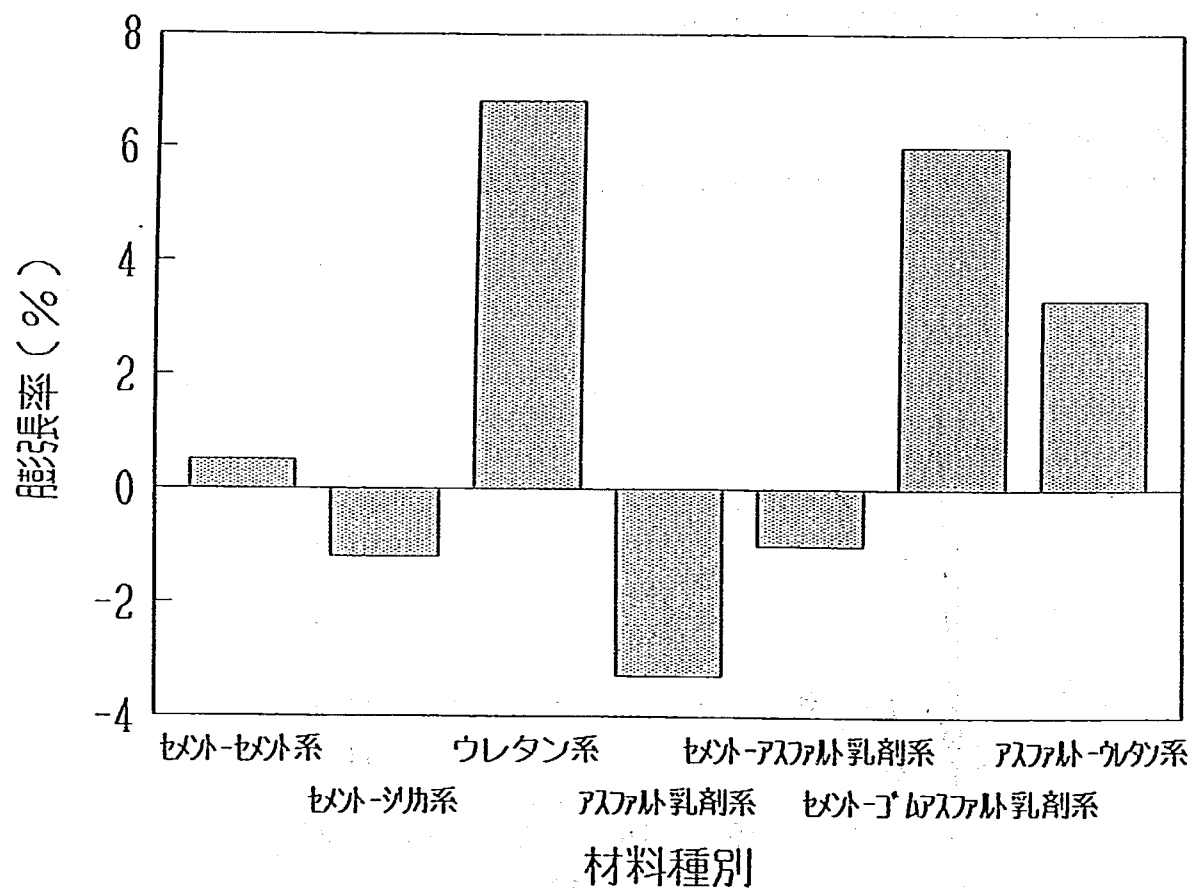


図-3・16 膨張率

3.4 耐久性及びたわみ性

(1) 乾湿繰返し試験

図-3・17は、各材料のホモゲルの乾湿繰返しによる体積変化を示したものである。同図から、ウレタン系は初期の乾燥収縮が大きく、その後は乾燥収縮と吸水膨脹を繰り返して徐々に収縮する。セメント-シリカ系は乾燥時の体積収縮が著しく、1サイクルでひびわれが多数発生し測定不能となった。また、アスファルト乳剤系は初期の自重収縮が大きい、その後の変動は少ない。その他の材料については、ほとんど体積変化は認められていない。

図-3・18は、サンドゲルの乾湿繰返しによる体積変化の結果である。ホモゲルの場合と同様に、ウレタン系が最も体積変化が大きく、1サイクル後で20%収縮し、その後徐々に収縮を続けている。ポリエチレングリコール系については6サイクル後から収縮傾向を示し、最終的には10%収縮している。また、セメント-シリカ系はホモゲルの場合に収縮が著しかったが、サンドゲルではセメント-セメント系、セメント-ゴムアスファルト乳剤系と同様にほとんど体積変化が見られなかった。

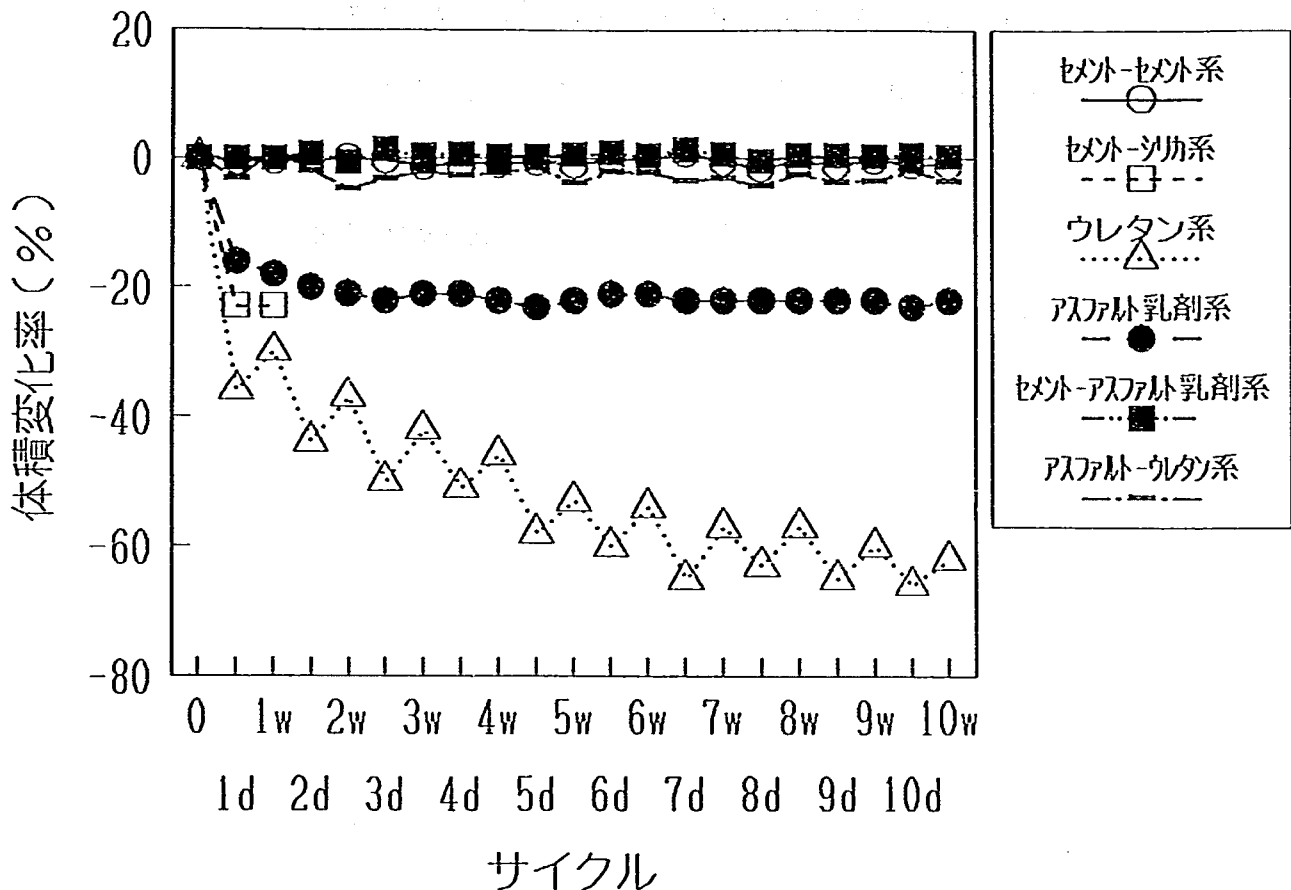


図-3・17 乾湿繰返しによる体積変化 (ホモゲル)

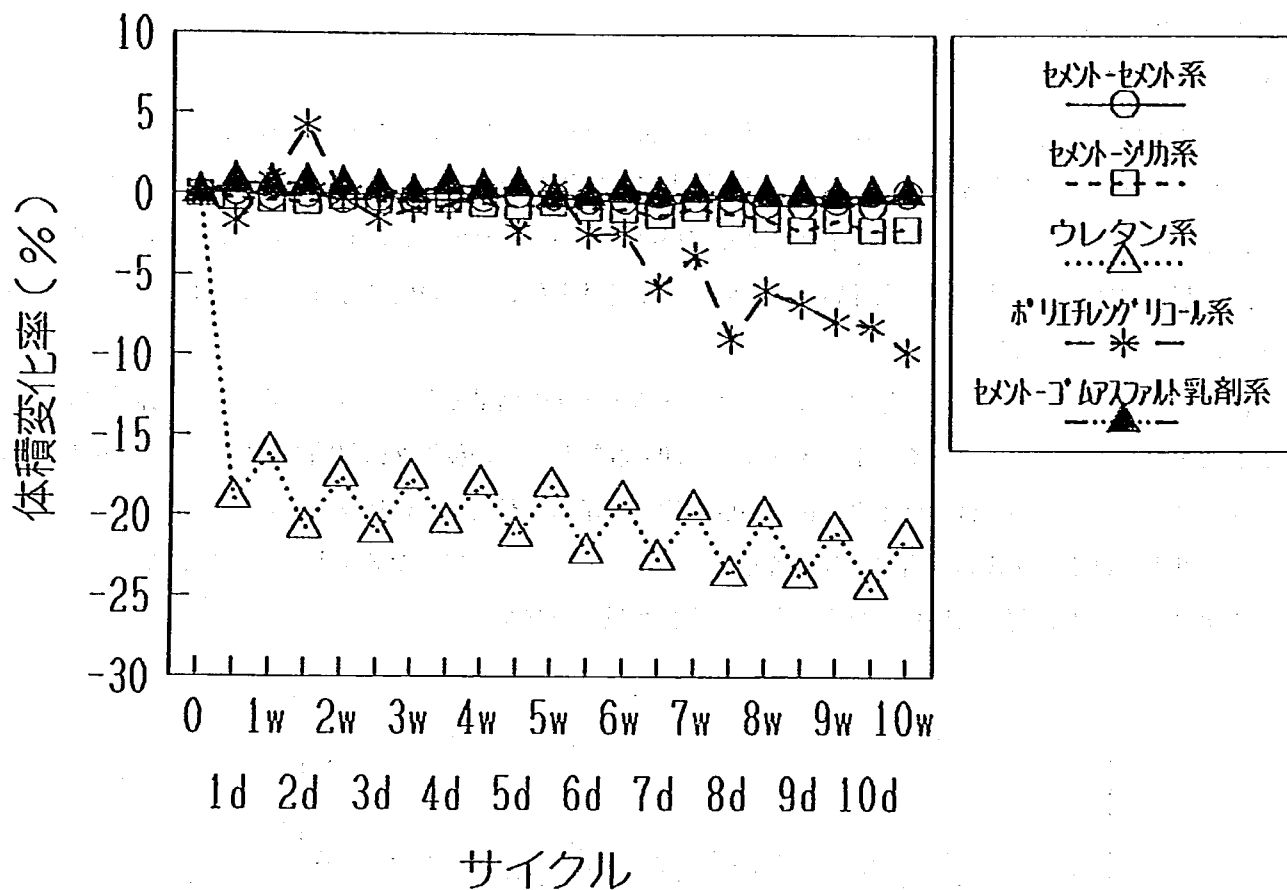


図-3・18 乾湿繰り返しによる体積変化 (サンドゲル)

(2) 一軸圧縮試験

乾燥状態におけるホモゲルの一軸圧縮強度を図-3・19に、そのときの破壊ひずみを図-3・20に示している。また、湿潤状態での同様の試験結果を図-3・21及び3・22に示す。さらに、サンドゲルを用いた試験結果を図-3・23及び3・24に示す。これから、乾燥、湿潤にかかわらずセメント-セメント系及びセメント-シリカ系の圧縮強度が著しく大きいことがわかる。また、セメント-ゴムアスファルト乳剤系も十分な強度を有している。これらに反して、ウレタン系、ポリエチレングリコール系、アスファルト乳剤系、アスファルト-ウレタン系は圧縮強度が非常に小さい。さらに、圧縮強度の大きい材料は破壊ひずみが小さく、逆に圧縮強度の小さい材料は15%ひずみにおいて破壊は認められないという傾向が見られた。

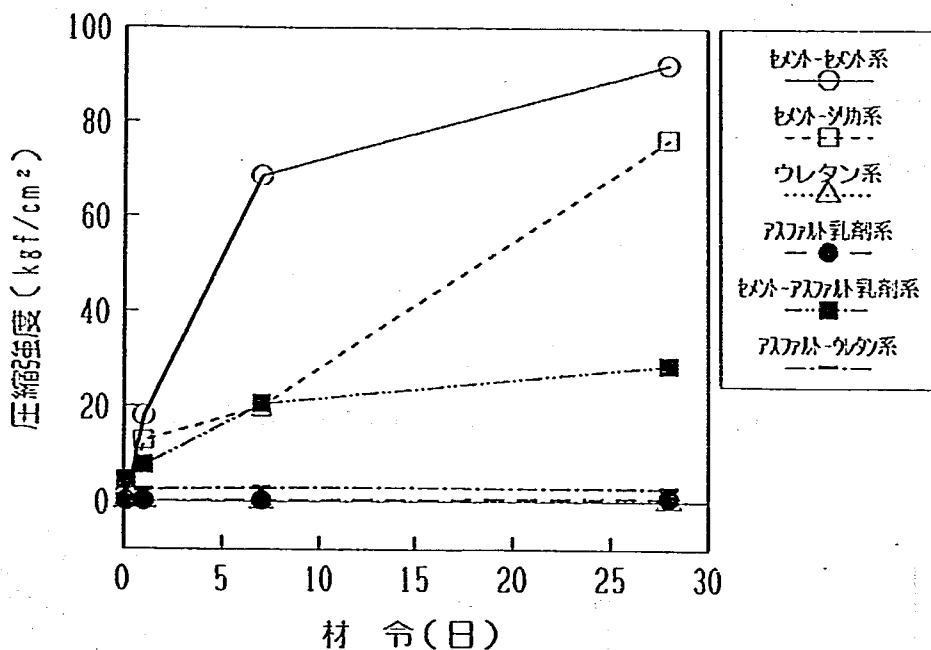


図-3・19 一軸圧縮強度 (ホモゲル、乾燥状態)

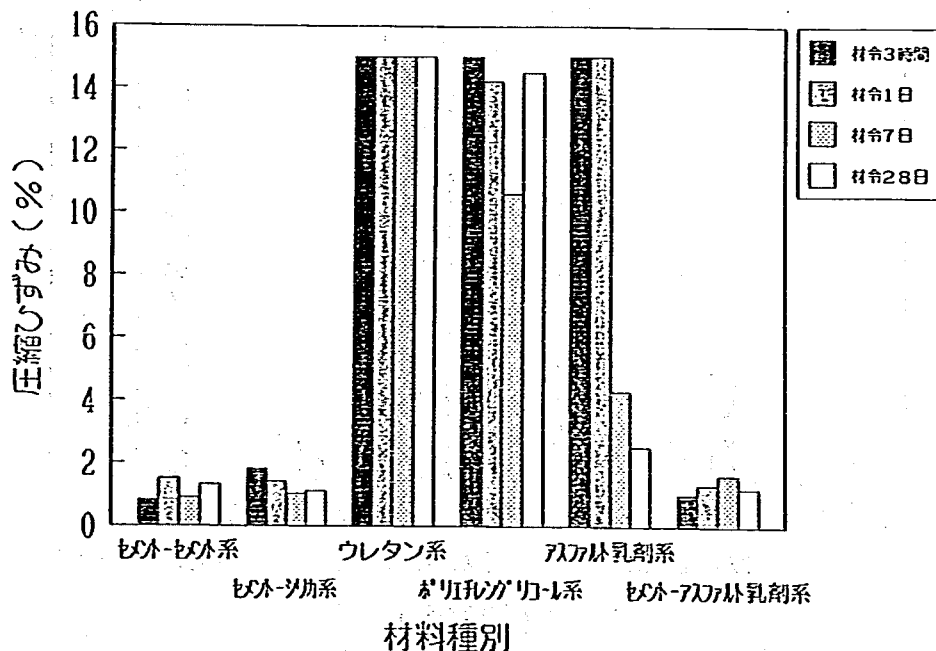


図-3・20 圧縮ひずみ (ホモゲル、乾燥状態)

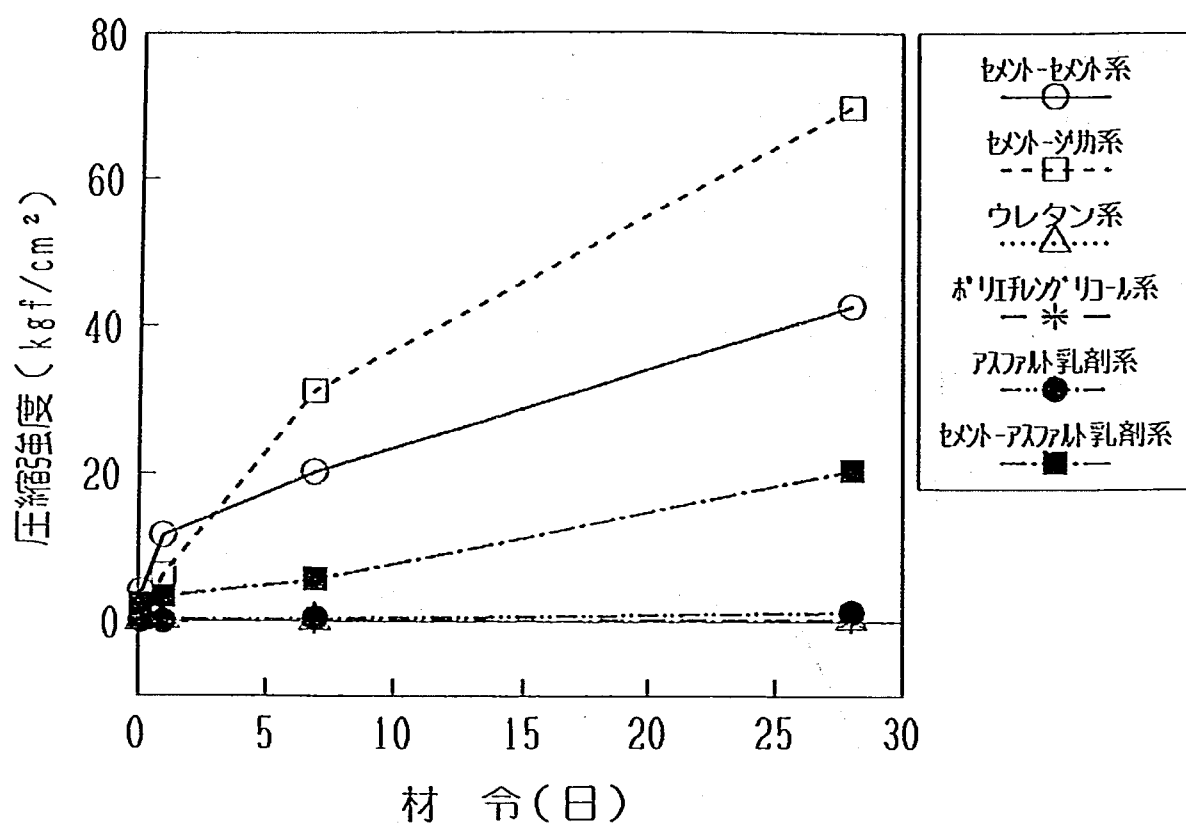


図-3・21 一軸圧縮強度 (ホモゲル、湿潤状態)

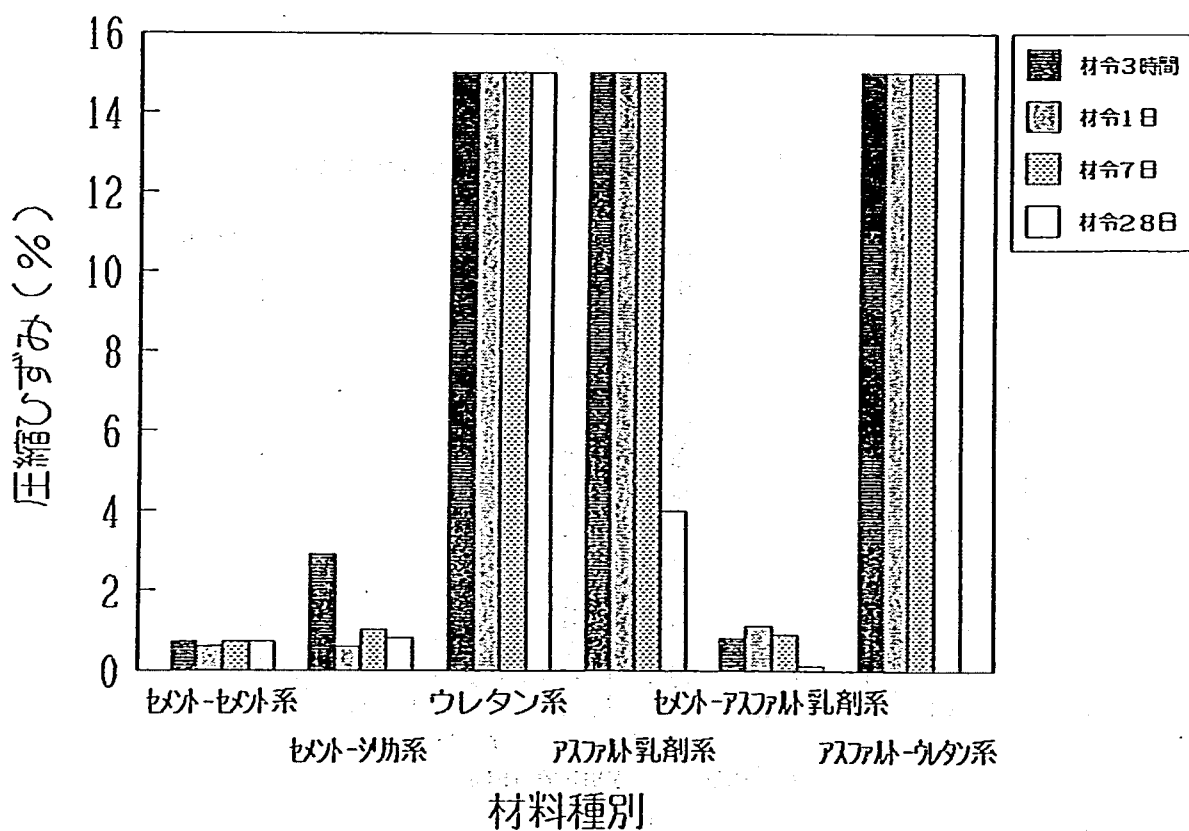


図-3・22 圧縮ひずみ (ホモゲル、湿潤状態)

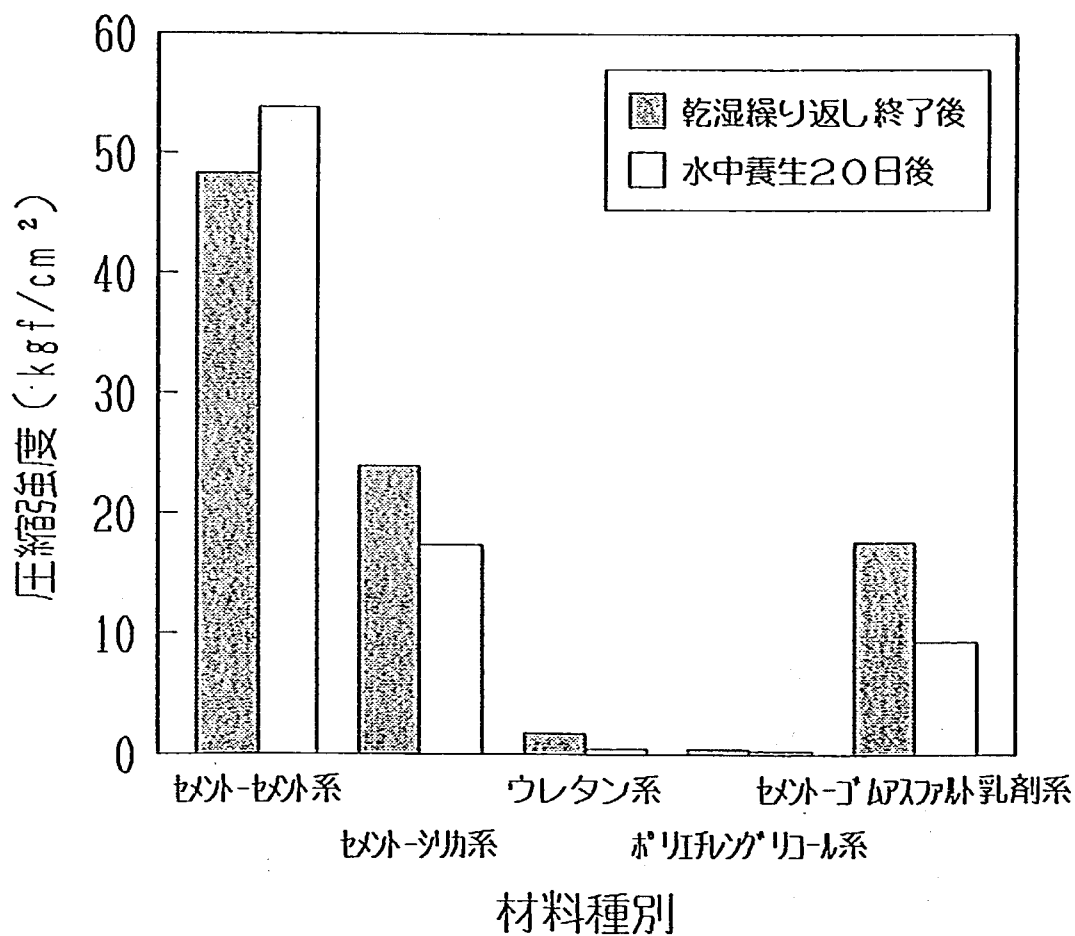


図-3・23 一軸圧縮強度 (サンドゲル、湿潤状態)

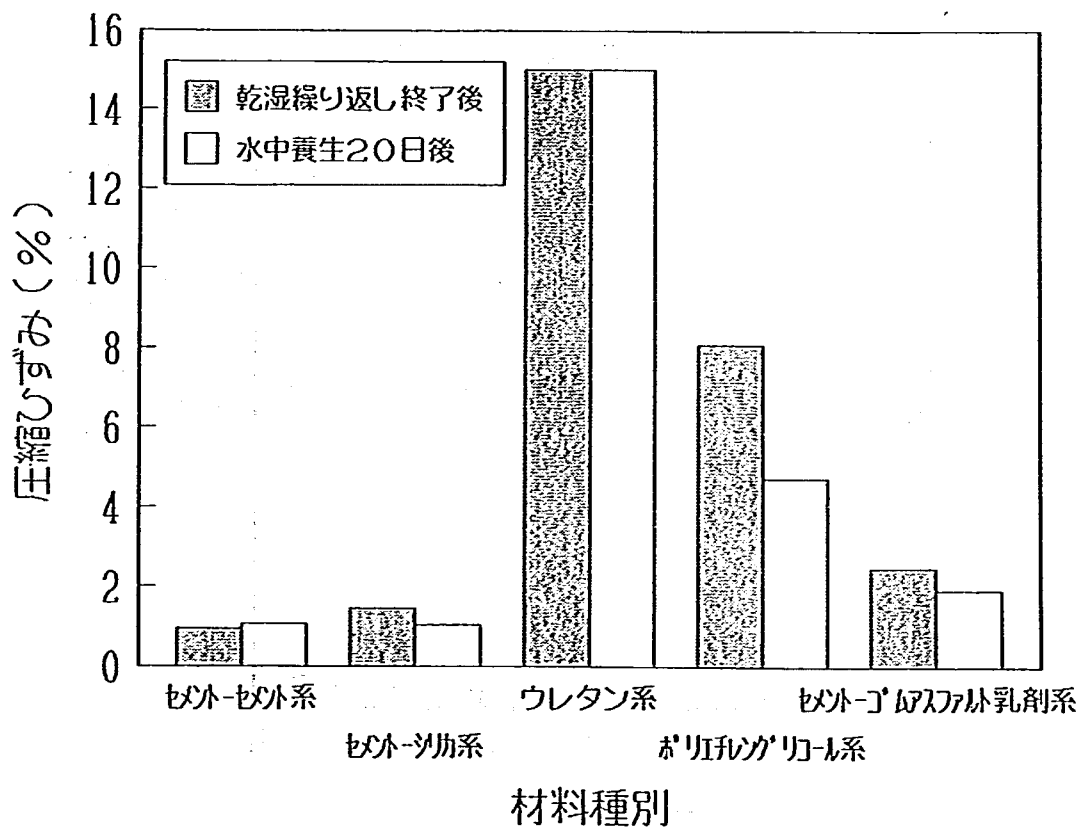


図-3・24 圧縮ひずみ (サンドゲル、湿潤状態)

(3) 曲げ試験

図-3・25は各材料の乾燥状態における曲げ強度を、図-3・26は湿潤状態での曲げ強度を示したものである。一軸圧縮試験と同様にセメント系材料の強度が大きく、アスファルト乳剤系、アスファルトウレタン系、ポリエチレングリコール系などの強度が小さいことがわかる。

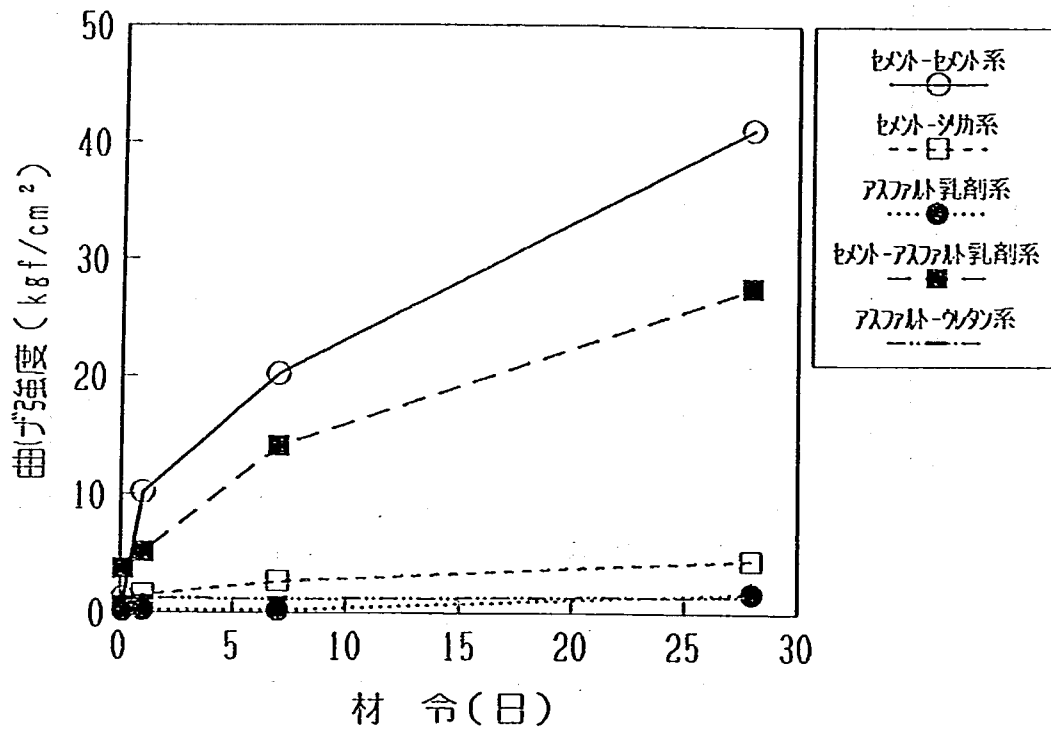


図-3・25 曲げ強度 (乾燥状態)

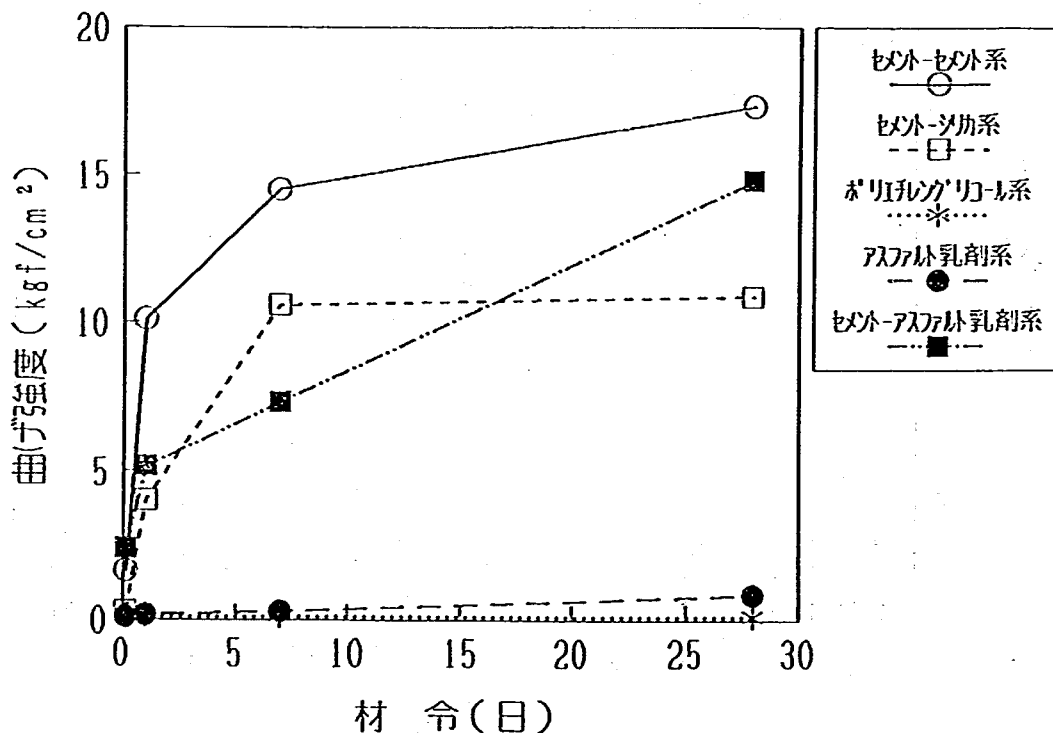


図-3・26 曲げ強度 (湿潤状態)

(4) 衝撃強さ試験

衝撃強さ試験の結果を図-3・27に示している。サンドゲルの衝撃強さは、セメントーセメント系及びセメントーゴムアスファルト乳剤系が非常に大きな値を示していた。セメントーシリカ系は一軸圧縮強度が大きいにも関わらず、ウレタン系、ポリエチレングリコール系と同様に衝撃荷重に脆いことがわかった。

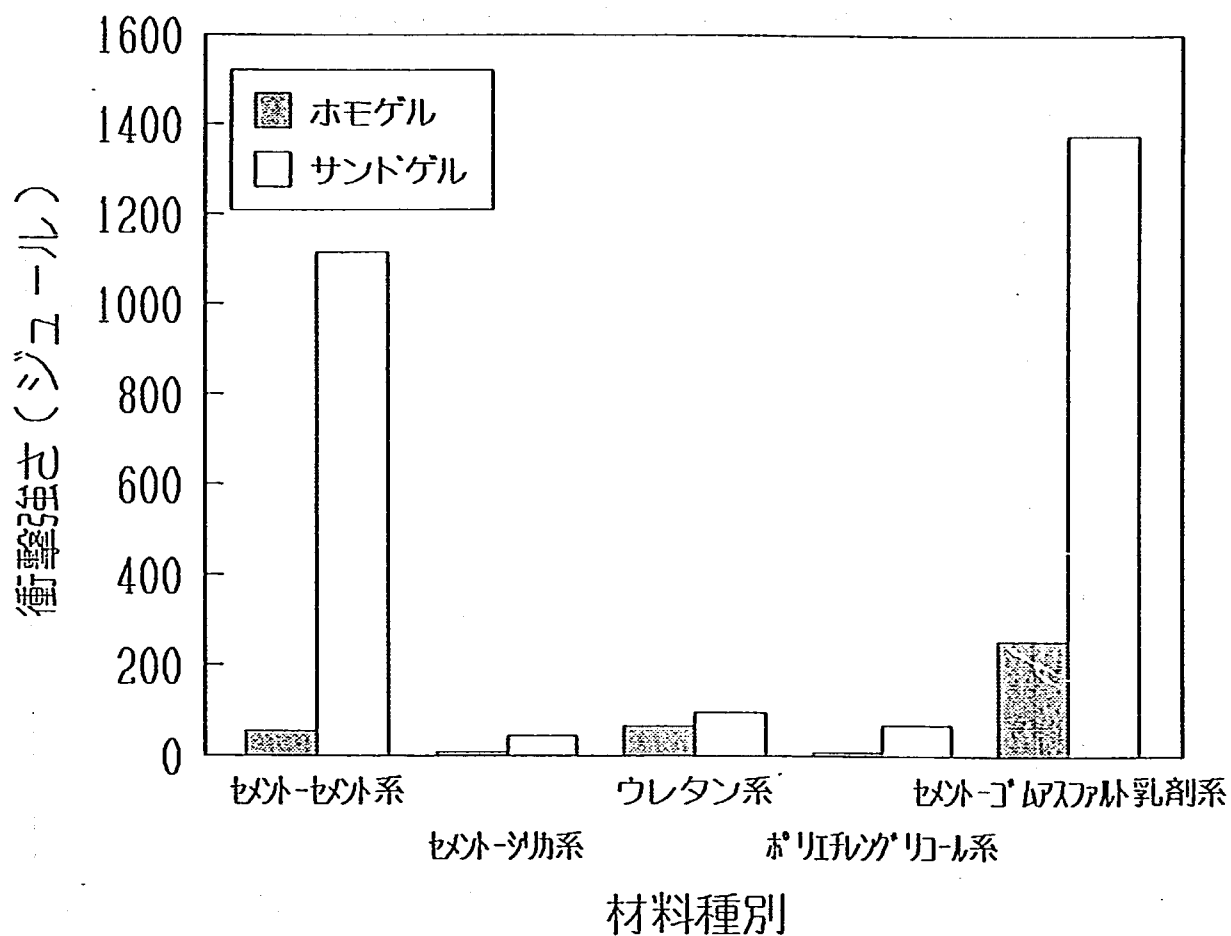


図-3・27 衝撃強さ

3.5 止水性

方法1による透水試験では、全材料においてホモゲル、サンドゲルともに材令28日で透水は認められなかった。また、方法2による試験では、図-3・28に示すようにウレタン系とポリエチレングリコール系の2つの材料で透水が観察されたが、他の材料では完全に止水されていた。ポリエチレングリコール系の場合は、強度が著しく弱いために1 kgf/cm²程度の水圧でも材料が破壊したものと思われる。一方、ウレタン系は方法2の試験条件からコンクリートのアルカリ分の影響を受けたものと推察される。

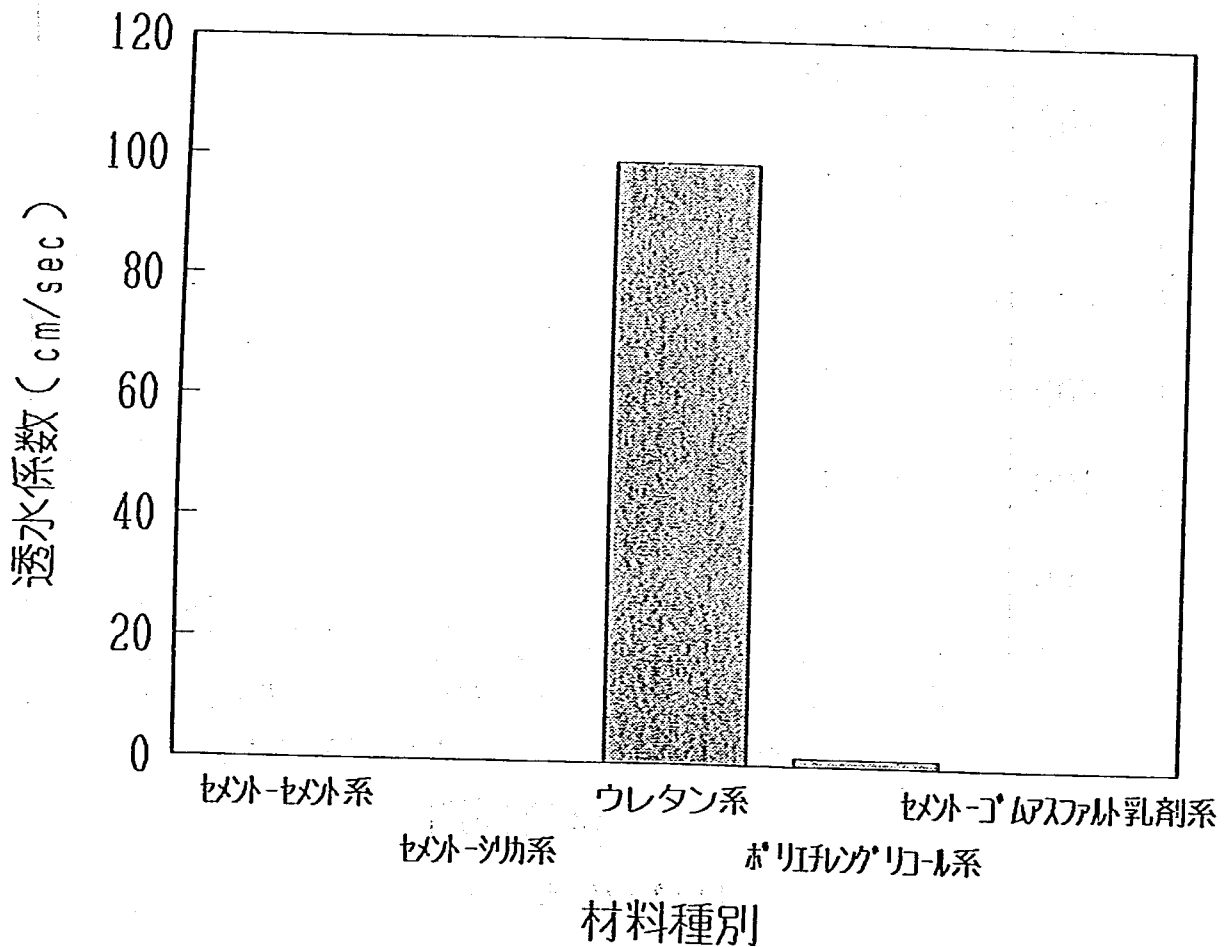


圖-3·28 透水係數 (方法2)

3.6 接着性

各材料の乾燥状態での接着強度を図-3・29に、湿潤状態での接着強度を図-3・30に示している。また、湿潤状態での鉛直変形量を図-3.31に示している。全般に乾燥状態よりも湿潤状態の方が接着強度が小さい。この中の材料では、セメント-セメント系、セメント-アスファルト乳剤系、セメント-ゴムアスファルト乳剤系の接着強度が高く、セメント-シリカ系、ウレタン系、ポリエチレングリコール系、アスファルト乳剤系、アスファルト-ウレタン系の接着強度が小さく材令とともに低下する傾向が見られる。また、ウレタン系、アスファルト-ウレタン系の変形追随性が高い。

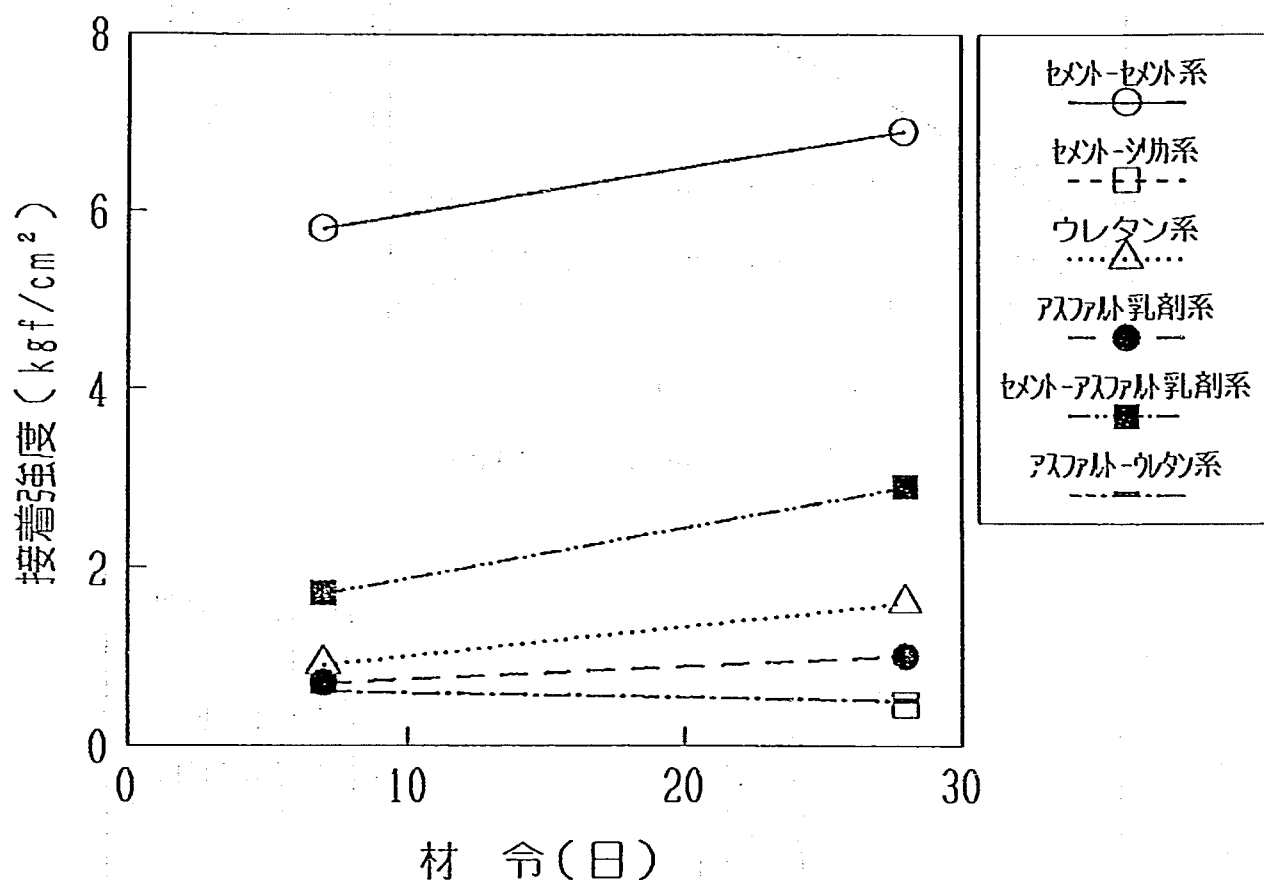


図-3・29 接着強度 (乾燥状態)

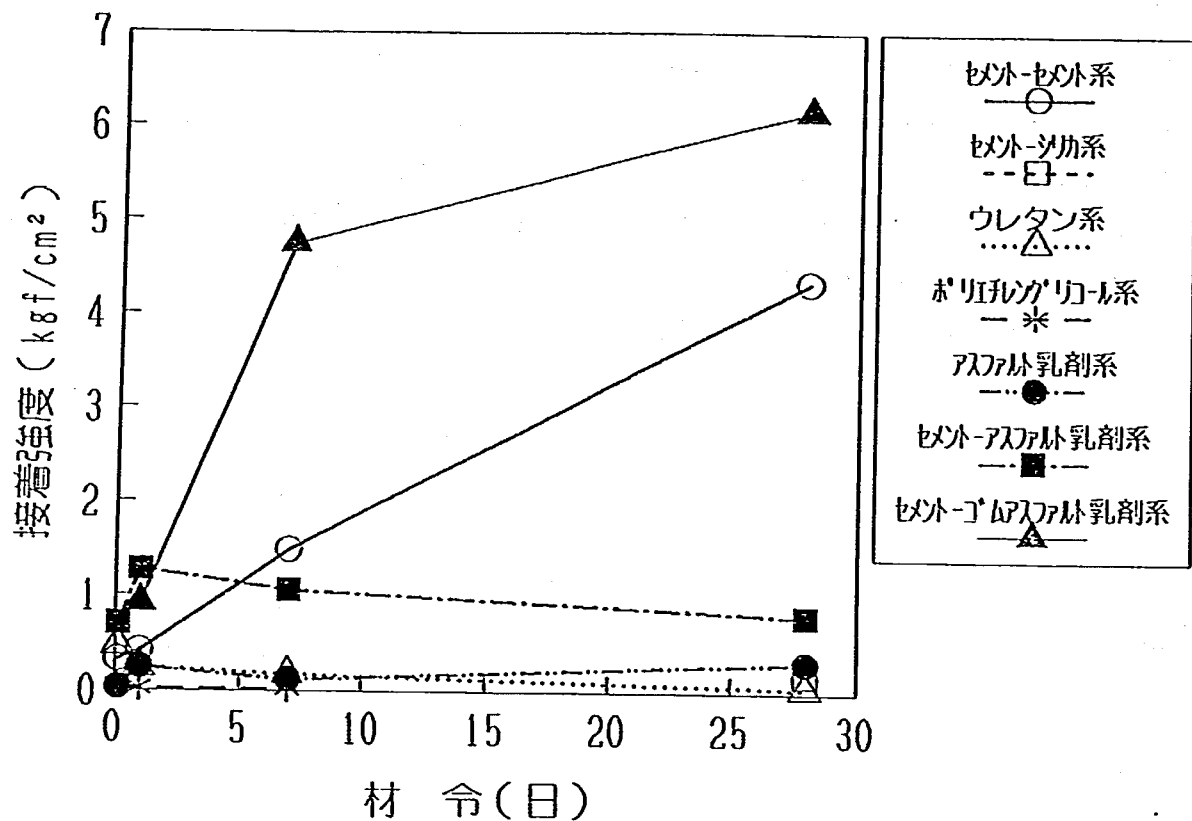


図-3・30 接着強度 (湿潤状態)

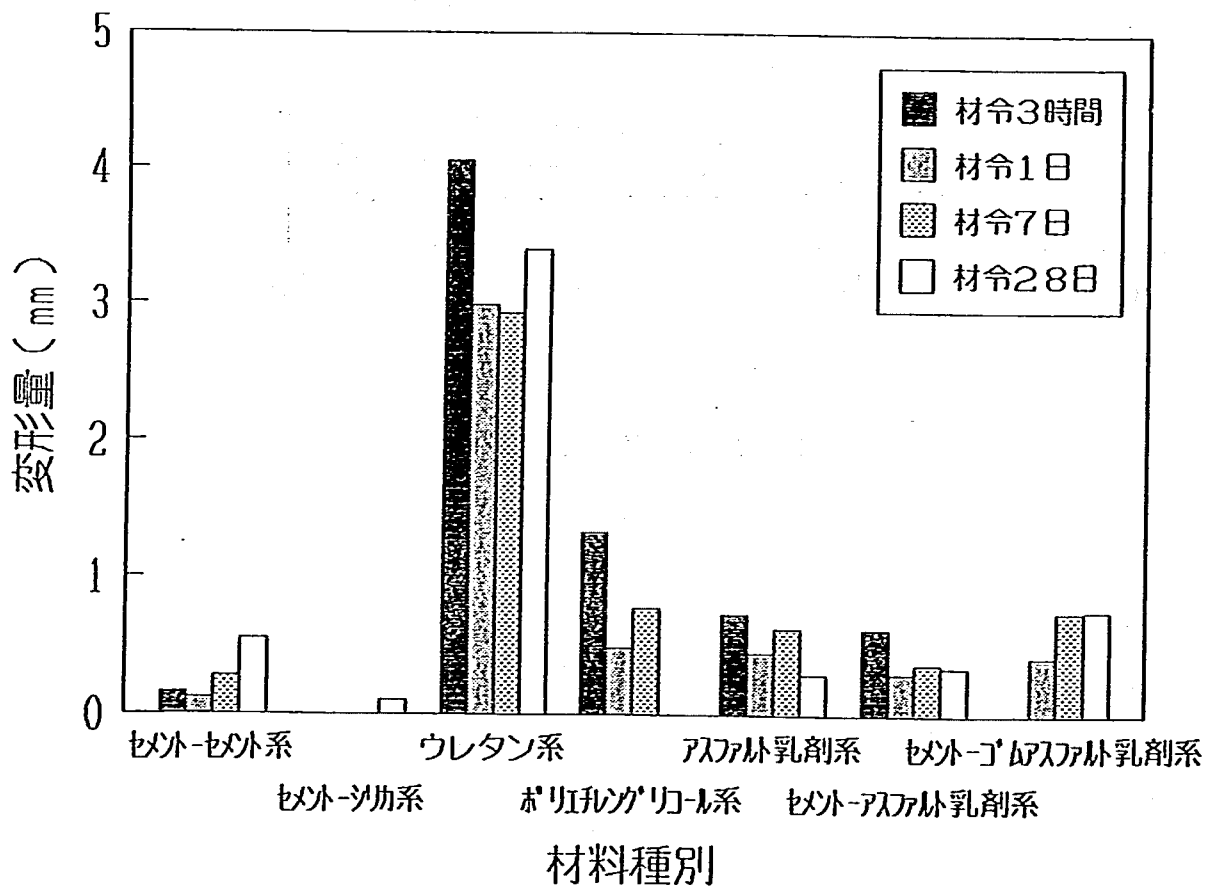


図-3・31 圧縮せん断試験における変形量 (湿潤状態)

3.7 浸透性

図-3・32は、各材料の管径別の浸透高さを示したものである。粘性の低いものほどより高く浸透していることがわかり、アスファルト乳剤系、セメント-アスファルト乳剤系、アスファルト-ウレタン系は浸透性に難があると思われる。

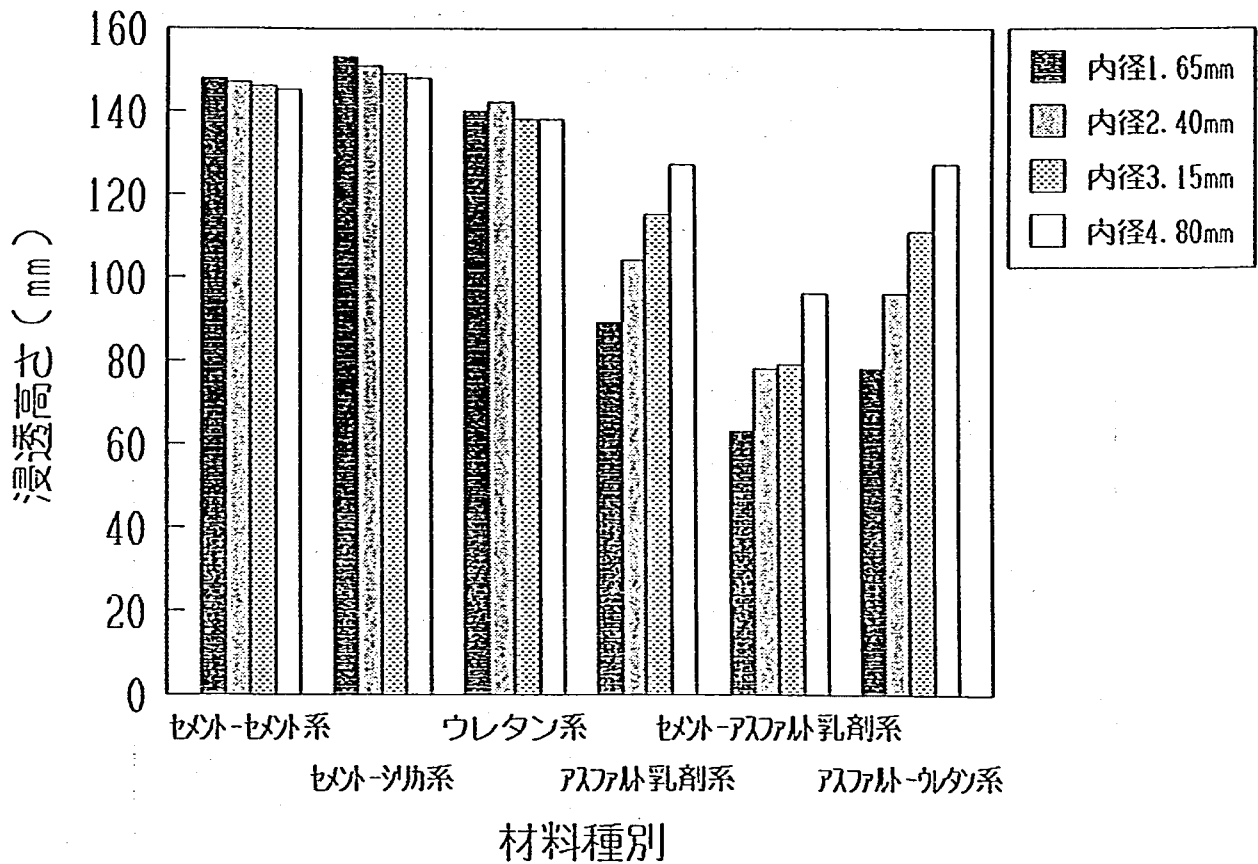


図-3・32 浸透高さ

4. 材料特性の総合評価

4.1 アスファルト系材料の評価

従来は下水道管の補修には用いられていなかったが、たわみ性の期待できる材料として室内試験を行ったいくつかのアスファルト系材料の評価を、表-4・1に示している。また、各材料の特性をレーダチャートで示したものを図-4・1～4・4に示す。セメント-ゴムアスファルト乳剤系以外は、高粘性で浸透性に問題がある。また、アスファルト乳剤系及びアスファルト-ウレタン系は、たわみ性に優れているが耐久性、接着性に劣っており、特にアスファルト-ウレタン系は安全性の面で検証が必要である。セメント-ゴムアスファルト乳剤系は、総合的に最も評価の高い材料であった。

表-4・1 アスファルト系材料の総合評価

材 料		アスファルト 乳剤系	セメント- アスファルト 乳剤系	セメント- ゴムアス ファルト 乳剤系	アスファルト- ウレタン系
項 目	施工性				
	流動性				
	粘性	△	△	○	△
	温度変化に よるアルタイム の変動	△	△	○	△
膨張性		×	○	○	○
耐久性	乾湿繰返し	△	○	○	○
	圧縮強度	×	○	○	×
たわみ性		○	×	△	○
止水性		○	○	○	○
接着性		△	○	○	△

○：優れている
△：やや劣っている
×：劣っている

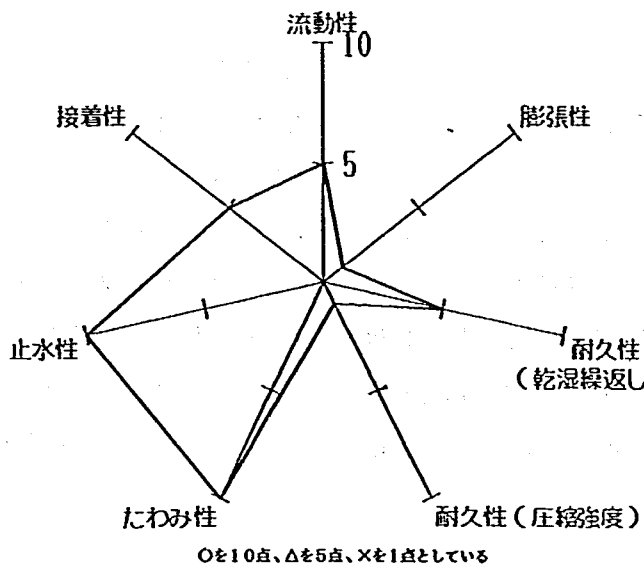


図-4・1 アスファルト乳剤系の評価

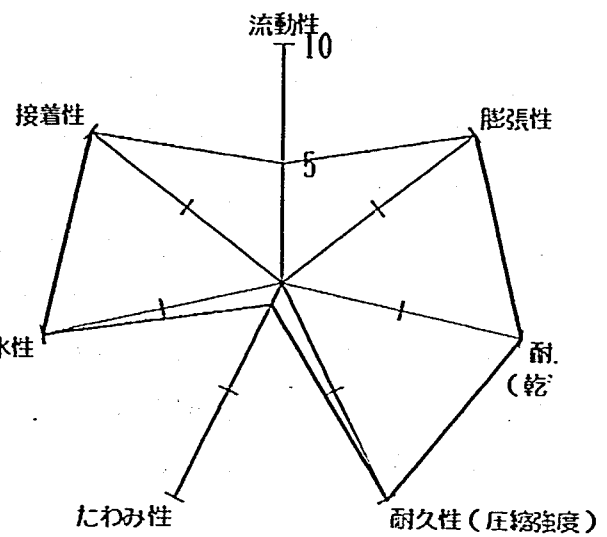


図-4・2 セメント-アスファルト 乳剤系の評価

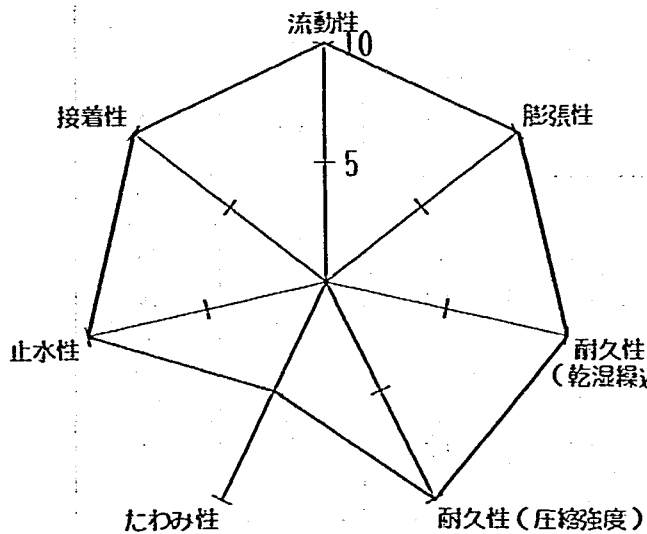


図-4・3 セメント-ゴムアスファルト 乳剤系の評価

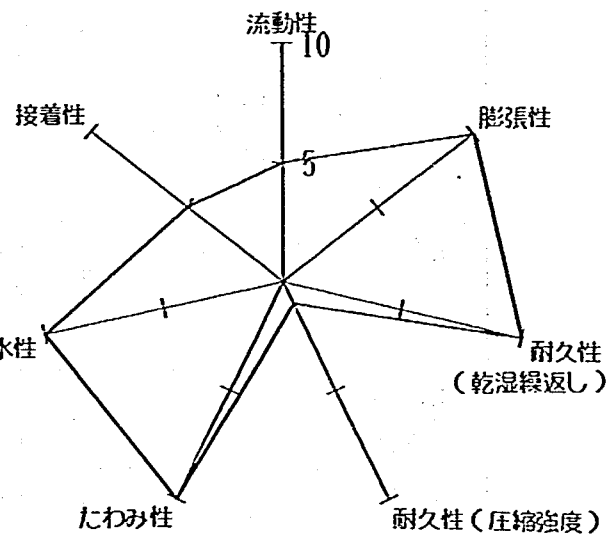


図-4・4 アスファルト-ウレタン 系の評価

4.2 既存材料の評価

アスファルト系材料の中で最も評価の高かったセメントーゴムアスファルト乳剤系を含めた既存材料の評価を、表-4・2に示している。また、各材料の特性をレーダチャートで示したものを図-4・5～4・9に示す。各材料とも低粘性で浸透性に問題はなく、温度変化によるゲルタイムの変動も小さかった。セメントーセメント系は、耐久性に最も優れているが必要以上の強度を有しているきらいがあり、たわみ性の面で問題がある。セメントーシリカ系は、乾燥収縮が大きく使用条件が湿潤状態に制限される。ウレタン系は、乾燥収縮が大きく耐久性にも乏しい。また、ヒューム管に適用する場合にはアルカリ分の影響を受けることが懸念される。ポリエチレングリコール系は、強度が小さく耐久性に劣っており、現場条件によっては十分な止水効果を確保できない可能性がある。セメントーゴムアスファルト乳剤系は、耐久性、止水性、接着性すべての面で安定性のある材料である。

表-4・2 注入材料の総合評価

材 料		セメントーセメント系	セメントーシリカ系	セメントーゴムアスファルト乳剤系	ウレタン系	ポリエチレングリコール系
項 目	粘性	○	○	○	○	○
	温度変化によるゲルタイムの変動	○	○	○	○	○
膨張性		△	△	○	○	○
耐久性	乾湿繰返し	○	△	○	×	△
	圧縮強度	○	○	○	×	×
	衝撃強さ	○	×	○	△	△
たわみ性		×	×	△	○	○
止水性		○	○	○	△	△
接着性		○	△	○	△	△

○：優れている
△：やや劣っている
×：劣っている

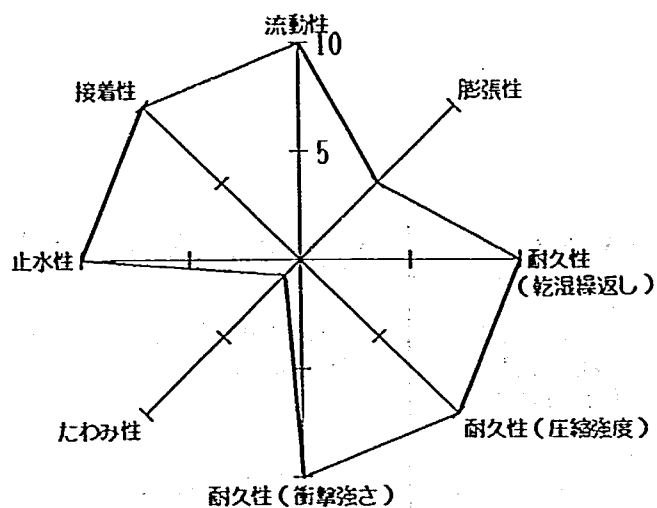


図-4・5 セメント-セメント系の評価

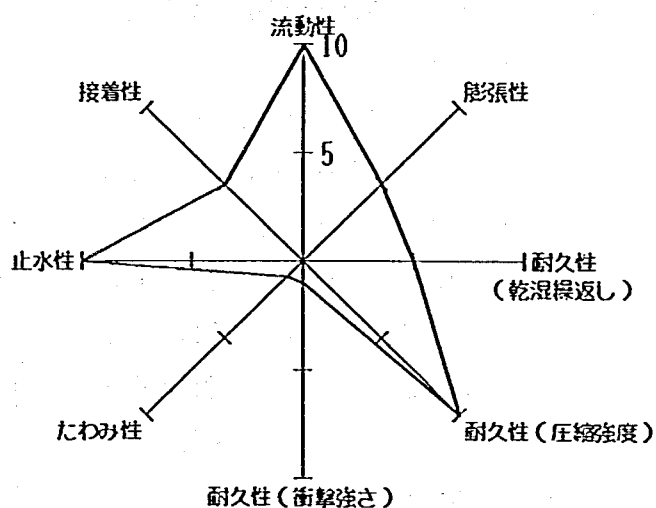


図-4・6 セメント-シリカ系の評価

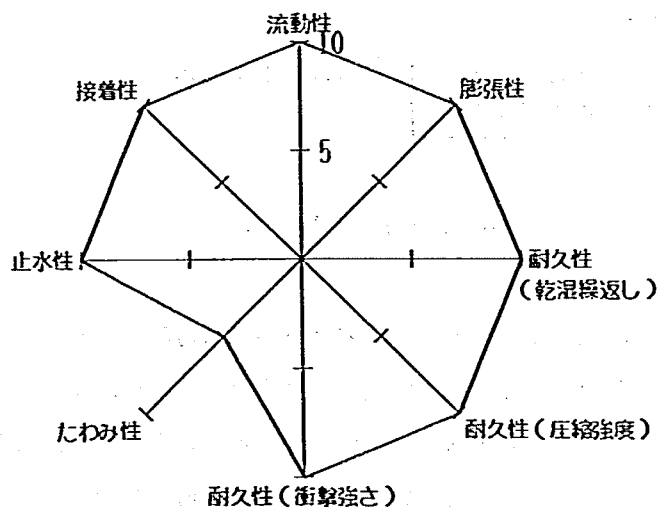


図-4・7 セメント-ガラス繊維 乳剤系の評価

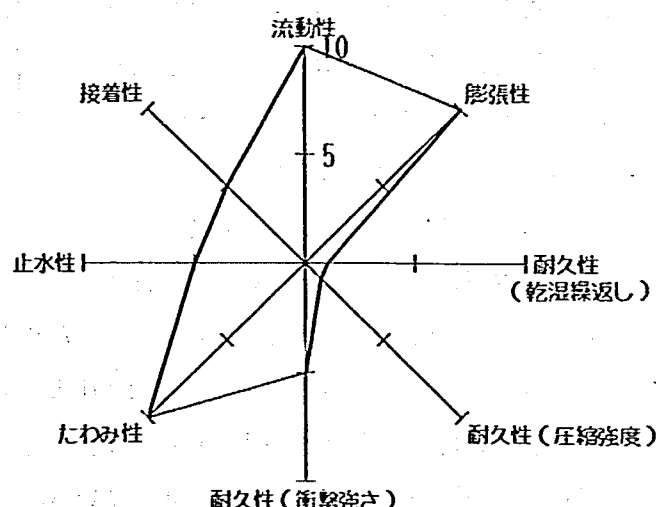


図-4・8 ウレタン系の評価

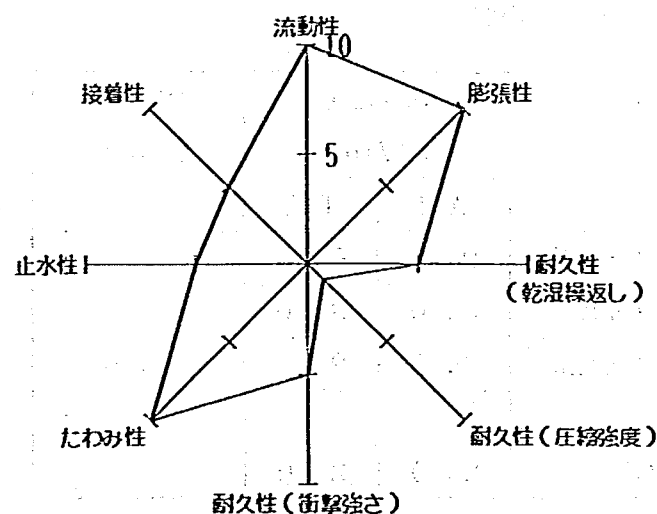


図-4・9 ポリエチレングリコール系の評価

5. 現場実験による材料の適用性の検討

5.1 実験概要

セメントーゴムアスファルト乳剤系の現場への適用性、及び各種材料によるパッカー施工時の施工管理方法検討するために、栃木県真岡市において現場実験を実施した。本実験では図-5・1に示すように、パッカー施工後に地盤を掘り返し、材料の充填状況の確認まで行っている。施工対象としたのは、供用中の内径250mmのヒューム管で土盛り1～1.5m程度である。

テレビカメラにより確認した管の損傷状況、使用した注入材、パッカー施工時の注入条件を表-5・1に示している。各材料の注入速度は、これまでの室内試験及び過去の施工事例に基づき設定している。なお、施工管理は一般的に行われている方法を用いた。すなわち、表-5・1の値まで注入

速度を上昇させ、設定圧力1.5kgf/cm²に達した時点で注入速度を落とし、圧力低下の後に再び注入速度を上げるといったサイクルを繰り返し、最終的に注入完了とした。また、圧力の上昇が見られず注入量だけが増加する場合には、一度注入を停止し材料の硬化を待って、再度注入する方法を取っている。本実験では、以上の管理を自動制御できる注入機械を用いている。また、ウレタン系については異なる注入機械を使用しており、1.5kgf/cm²の圧力一定で注入を行い、この圧力で注入困難となった時点で終了している。

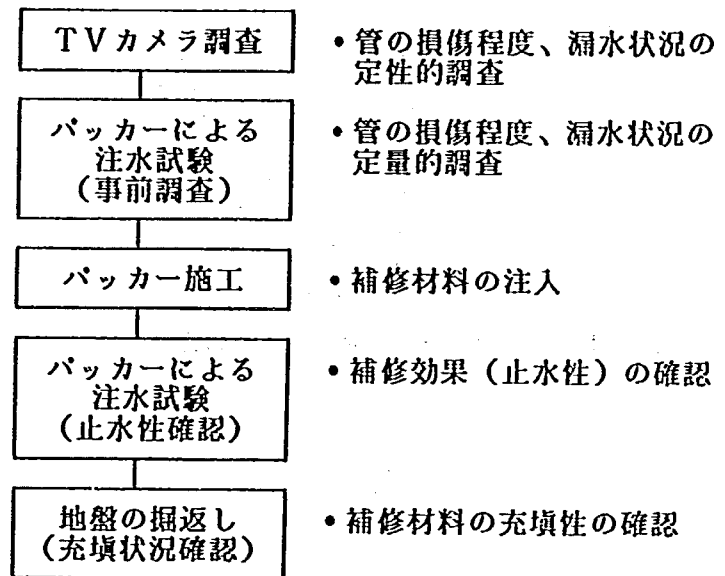


図-5・1 実験フロー

表-5・1 現場条件と使用材料

工区 NO	管の損傷 ランク [*]	浸入水 の有無	使 用 材 料	注 入 速 度 (ℓ/min)		設定圧力 (kgf/cm ²)
				A 液	B 液	
1	B	にじみ	セメントーセメント系	2.0	0.5	1.5
2	B	流 れ	セメントーシリカ系	3.0	3.0	
3	A	—	セメントーゴムアスファルト乳剤系	2.0	2.0	
4	A	跡あり	ウレタン系	—		
5	C	にじみ	ポリウレタン系	2.0	2.0	

^{*}管の損傷ランク A：クラック幅5mm以上、B：2～5mm、C：2mm未満

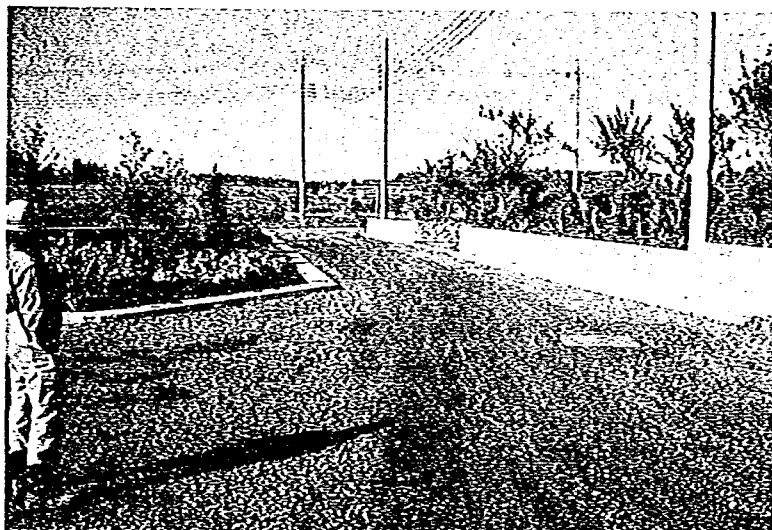


写真-5・1 現場の状況

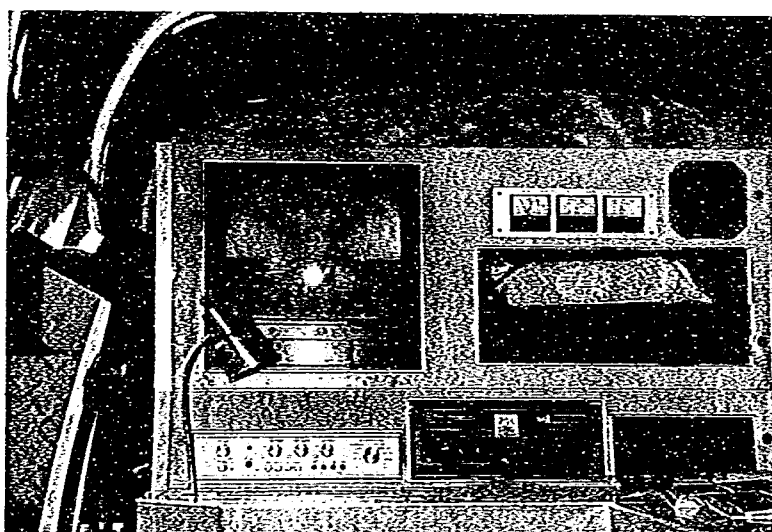


写真-5・2 テレビカメラ車

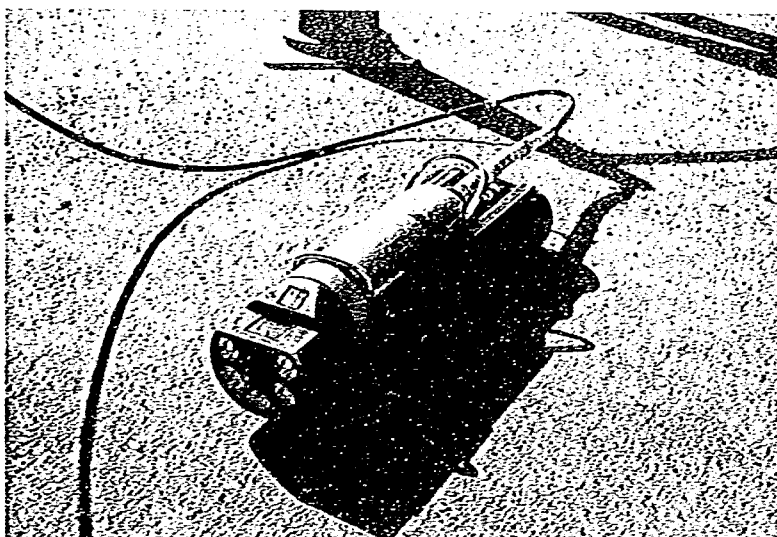


写真-5・3 テレビカメラ

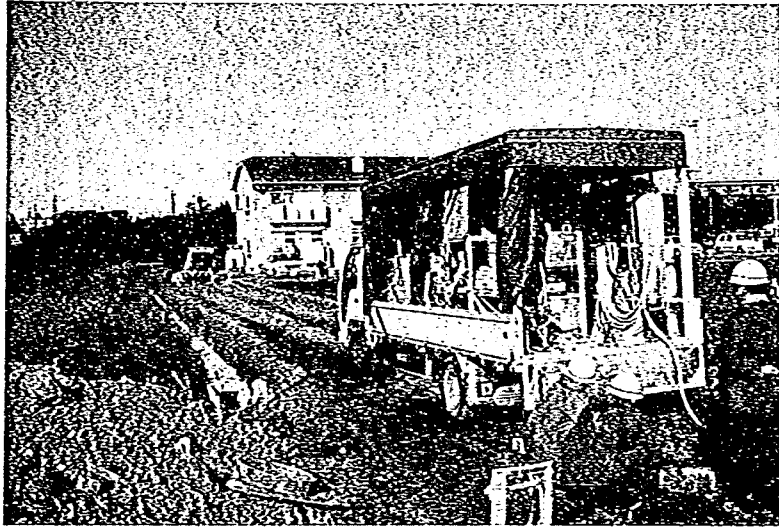


写真-5・4 注入プラント車

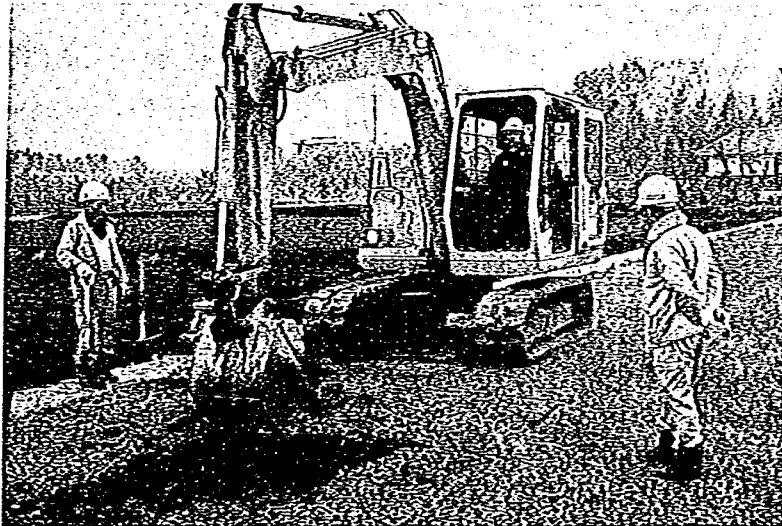


写真-5・5 注入後の地盤の掘り返し状況

5.2 実験結果

(1) 事前調査（水圧試験）

材料注入の前に、施工箇所の損傷状況を定量的に把握するために、注入速度を 1.5 l/min 、設定最大圧力を 0.7 kgf/cm^2 として、パッカーを用いた水圧試験を行った。その結果、微細なクラックの生じていた工区NO5では、図-5・2のように 0.7 kgf/cm^2 まで圧力が上昇したが、それ以外の箇所では 5 l 以上注水しても圧力上昇が見られず（図-5・3参照）、テレビカメラ調査を裏付ける結果が得られた。

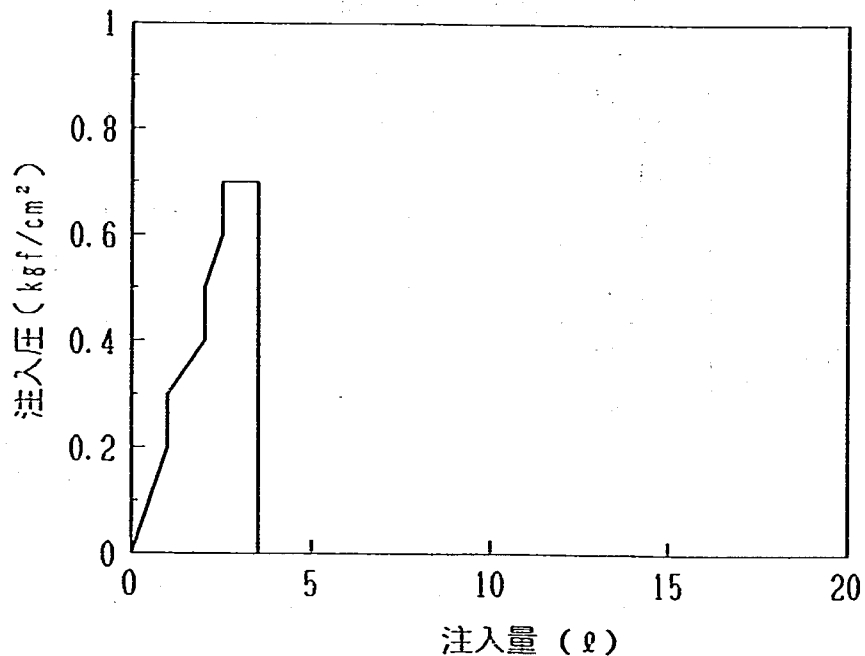


図-5・2 水圧試験結果（事前調査、工区NO. 5）

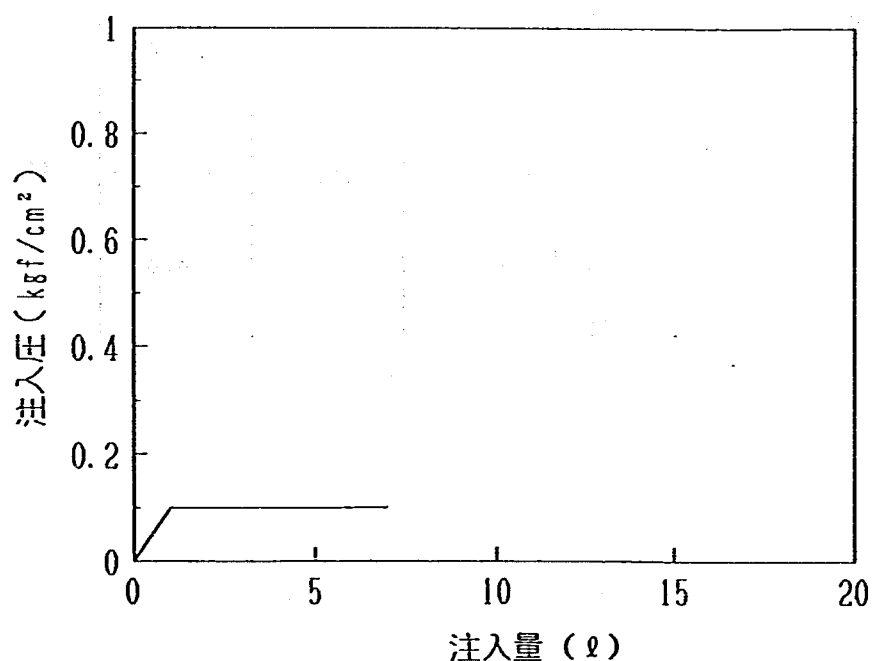


図-5・3 水圧試験結果（事前調査、工区NO. 3）

(2) パッカー施工

各材料の品質試験の結果を表-5・2～5・6に示している。また、各材料の注入結果を表-5・7に示している。総注入量は、セメント-ゴムアスファルト乳剤系を除いて10～20ℓ程度で、管周辺地盤には大きな空洞は存在しないものと推察される。また、施工後のテレビカメラ調査から、写真-5・6～5・10に示すように管の損傷部分には各材料が充填されている様子が確認された。

表-5・2 セメント-セメント系の品質管理試験結果

材 料		配 合 (%)	液 温 (℃)		粘 度 (cps)		ゲルタイム (秒)
A	高炉セメント	31.6	20.0	19.0	47.5	23.5	195
	水	47.3					
B	急硬剤	7.9	17.0	19.0	8.5	23.5	195
	凝結遅延剤	1.43 [†]					
	水	13.2					

*急硬剤に対する比率

表-5・3 セメント-シリカ系の品質管理試験結果

材 料		配 合 (%)	液 温 (℃)		粘 度 (cps)		ゲルタイム (秒)
A	硬化剤	20.75	14.0	15.0	37.0	11.0	150
	SBR系ラテックス	6.88					
	減水剤	0.20					
	水	27.53					
B	シリカ剤	20.75	11.0	15.0	3.5	11.0	150
	凝結遅延剤	1.05					
	水	22.84					

表-5・4 セメント-ゴムアスファルト乳剤系の品質管理試験結果

材 料		配 合 (%)	液 温 (℃)		粘 度 (cps)		ゲルタイム (秒)
A	ゴムアスファルト乳剤	18.0	21.0	23.0	13.5	13.0	205
	硬化剤	11.5					
	非ウレタン系樹脂	7.0					
	水	13.5					
B	ゴムアスファルト乳剤	18.0	21.0	23.0	16.0	13.0	205
	硬化剤	11.5					
	添加剤	1.2					
	水	19.3					

表-5・5 ウレタン系の品質管理試験結果

材 料		配 合 (%)	液 温 (℃)		粘 度 (cps)		ゲルタイム (秒)
A	主剤	20.0	12.0	18.0	185	24.0	57
B	水	80.0	10.0		3.0		

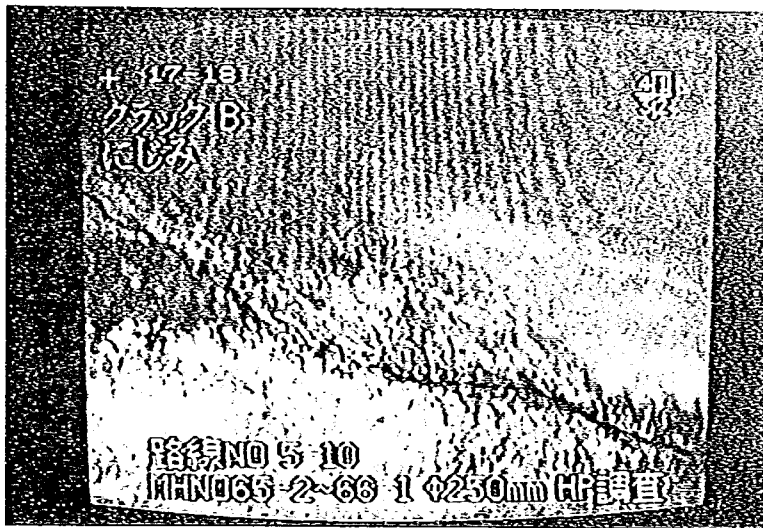
表-5・6 ポリエチレングリコール系の品質管理試験結果

材 料		配 合 (%)	液 温 (℃)		粘 度 (cps)		ゲルタイム (秒)
A	主剤	16.8	20.0	18.0	8.5	5.0	36
	促進剤	2.0					
	水	30.3					
B	硬化剤	1.0	12.0	18.0	3.0	5.0	36
	水	49.9					

表-5・7 注入施工結果

工区 NO	注入材料	注入時間 (min)	注入量 (ℓ)
1	セメント-セメント系	13.8	18
2	セメント-シリカ系	21.5	15
3	セメント-ポリアクリル系	31.0	60
4	ウレタン系	4.0	13
5	ポリイソシアネート系	5.0	12

但し、注入時間：注入開始から注入終了までの時間
 注入量：材料の総注入量からパッカーと管の隙間部分の容積（3ℓ）を差し引いた値で、セメント-シリカ系については、さらに取付管部分の容積（60ℓ）を引いている

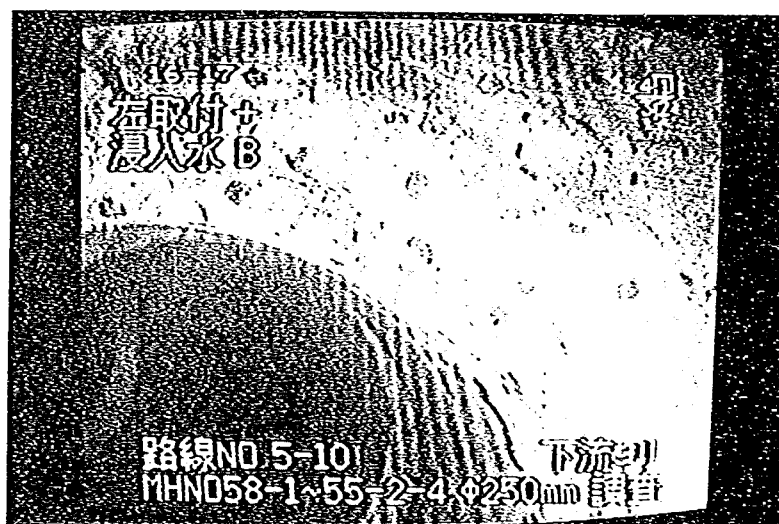


(a) バッカー施工前

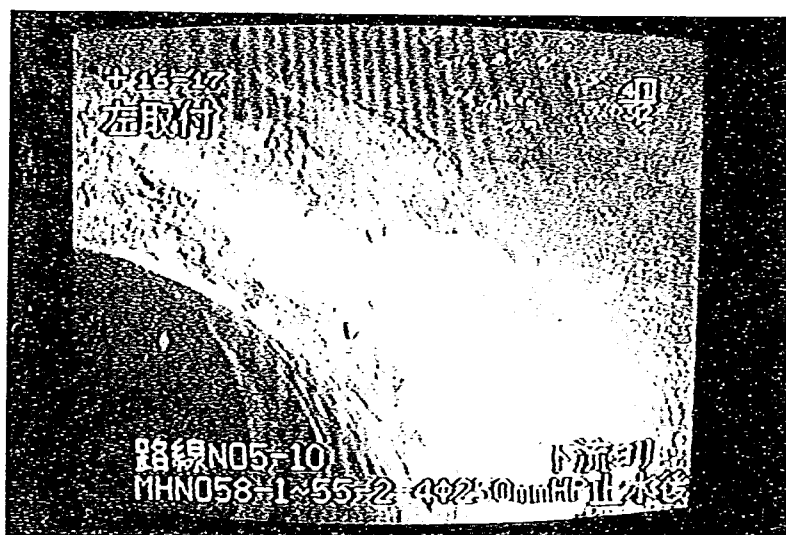


(b) バッカー施工後

写真-5・6 テレビカメラ調査結果 (セメントーセメント系)



(a) バッカー施工前



(b) バッカー施工後

写真-5・7 テレビカメラ調査結果 (セメント-シリカ系)

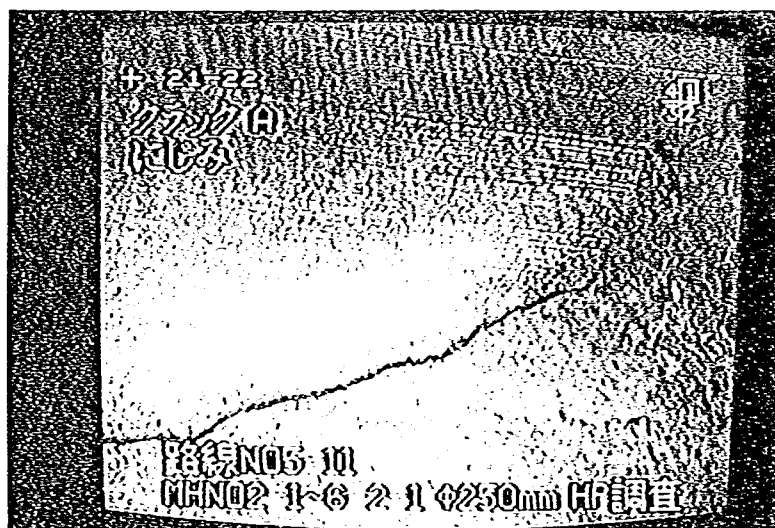


(a) パッカー施工前

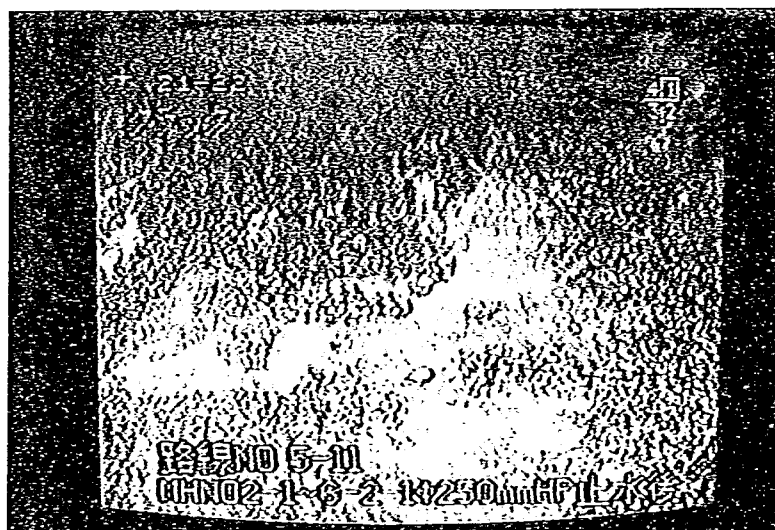


(b) パッカー施工後

写真－５・８ テレビカメラ調査結果（セメント－ゴムアスファルト乳剤系）

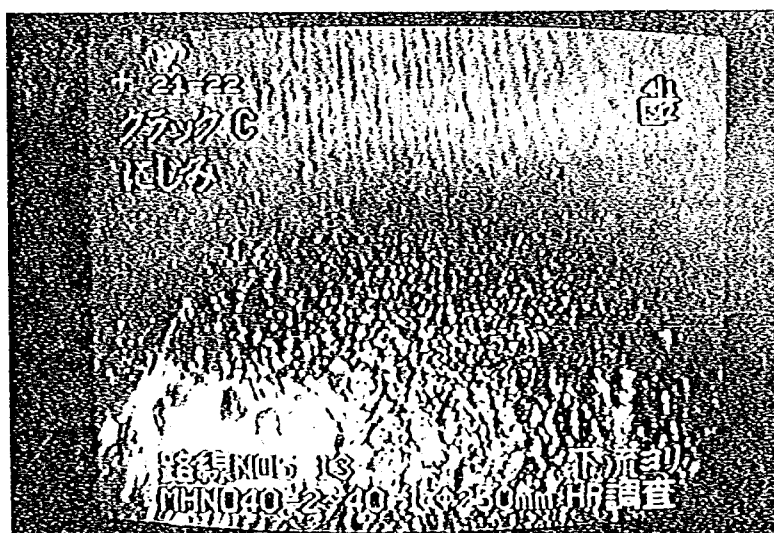


(a) バッカー施工前

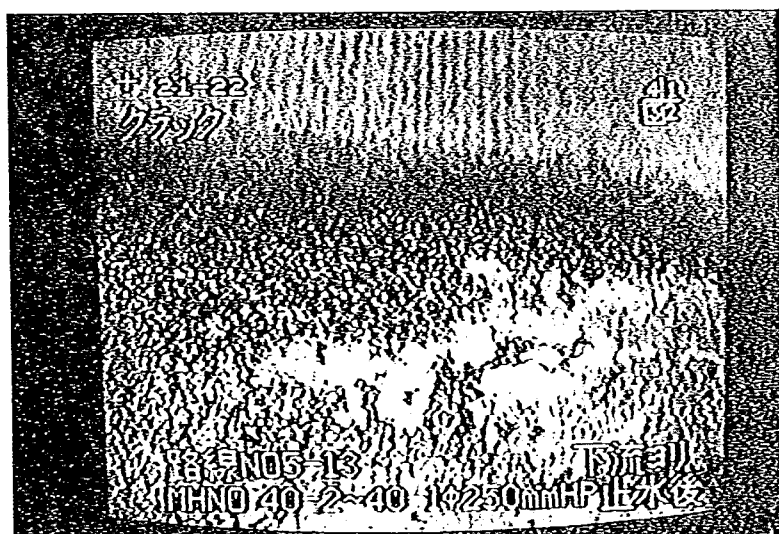


(b) バッカー施工後

写真-5・9 テレビカメラ調査結果 (ウレタン系)



(a) パッカー施工前



(b) パッカー施工後

写真-5・10 テレビカメラ調査結果 (ポリエチレングリコール系)

各材料の注入過程は以下の通りで、圧力と積算注入量の関係（P-Q曲線）を図-5・4～5・8に示している。

①セメント-セメント系

注入量が約12ℓとなった時点で設定圧力1.5kgf/cm²まで上昇したため、注入速度を落し圧力を低下させた後、注入速度を上げ再度1.5kgf/cm²となった時点で注入完了とした。

②セメント-シリカ系

施工位置が取付管に隣接していたため、取付管部分の材料充填の後に補修箇所へ注入を行うこととした。このため、取付管に材料が満たされるまでは注入速度を3ℓ/min×2とし、取付管への注入が終了したと思われる注入量62ℓの時に一度注入を停止した。その後、注入速度を1ℓ/min×2に切り替え、注入量が72ℓに達した時点で圧力上昇が見られたために再度注入を停止した。

③セメント-ゴムアスファルト乳剤系

注入量が30ℓを過ぎても圧力が0.7kgf/cm²程度から上昇しなかったため、一時注入を停止した。この時点で圧力は0まで低下した。この後、材料の硬化を待って約3分後に再注入を行ったが、注入量が50ℓに近づいた時点でも圧力上昇が見られないために再度注入を停止した。この後も2回ステップ注入を行い、注入量65ℓで圧力が1.5kgf/cm²と一定になったため注入完了とした。

④ウレタン系

ウレタン系は他の材料と異なり、エアーによる圧力で注入を行い、初期圧力で注入不能となった時点で終了した。このため、材料注入時には圧力一定であったが、注入速度には大きな変動が見られた。

⑤ポリエチレングリコール系

注入開始からすぐに圧力上昇が見られ、注入量約10ℓで設定圧力の1.5kgf/cm²に達したため、注入速度を低下させた後、再注入を行っている。

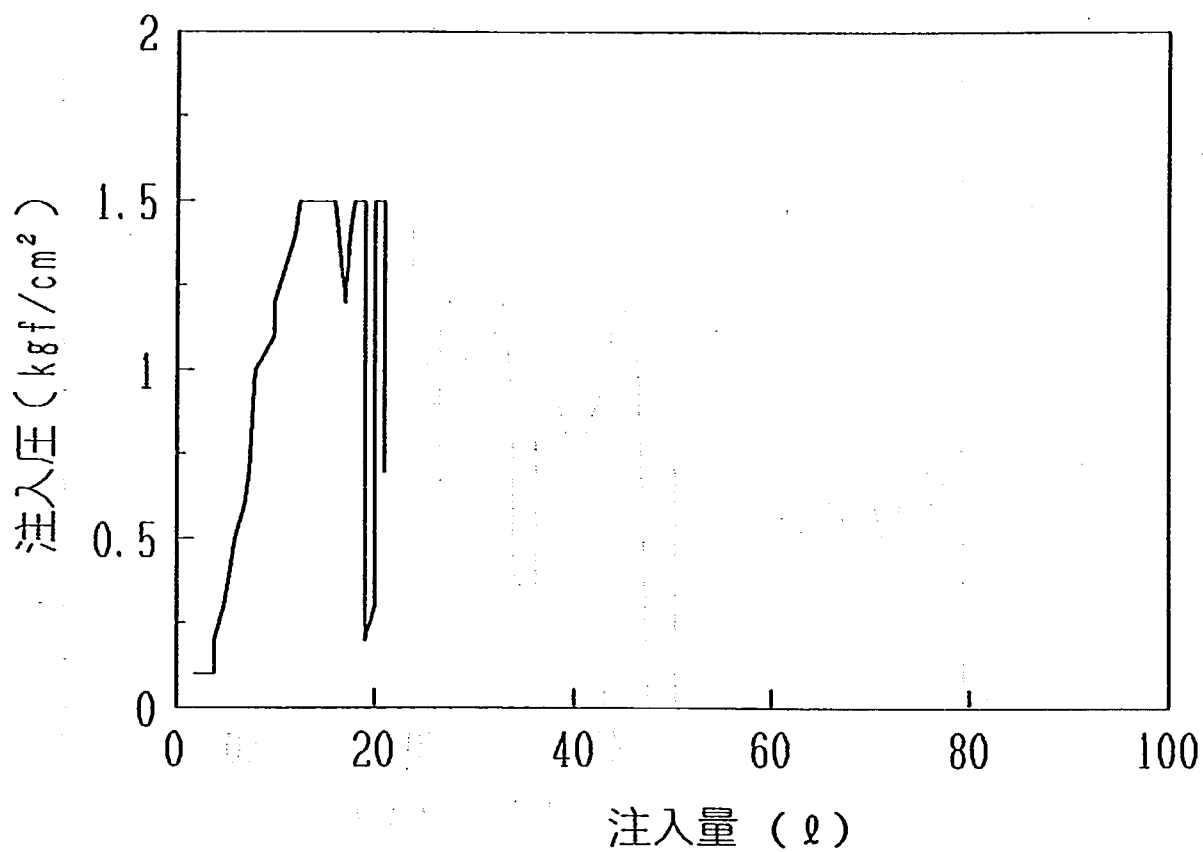


図-5・4 セメント-セメント系P-Q曲線

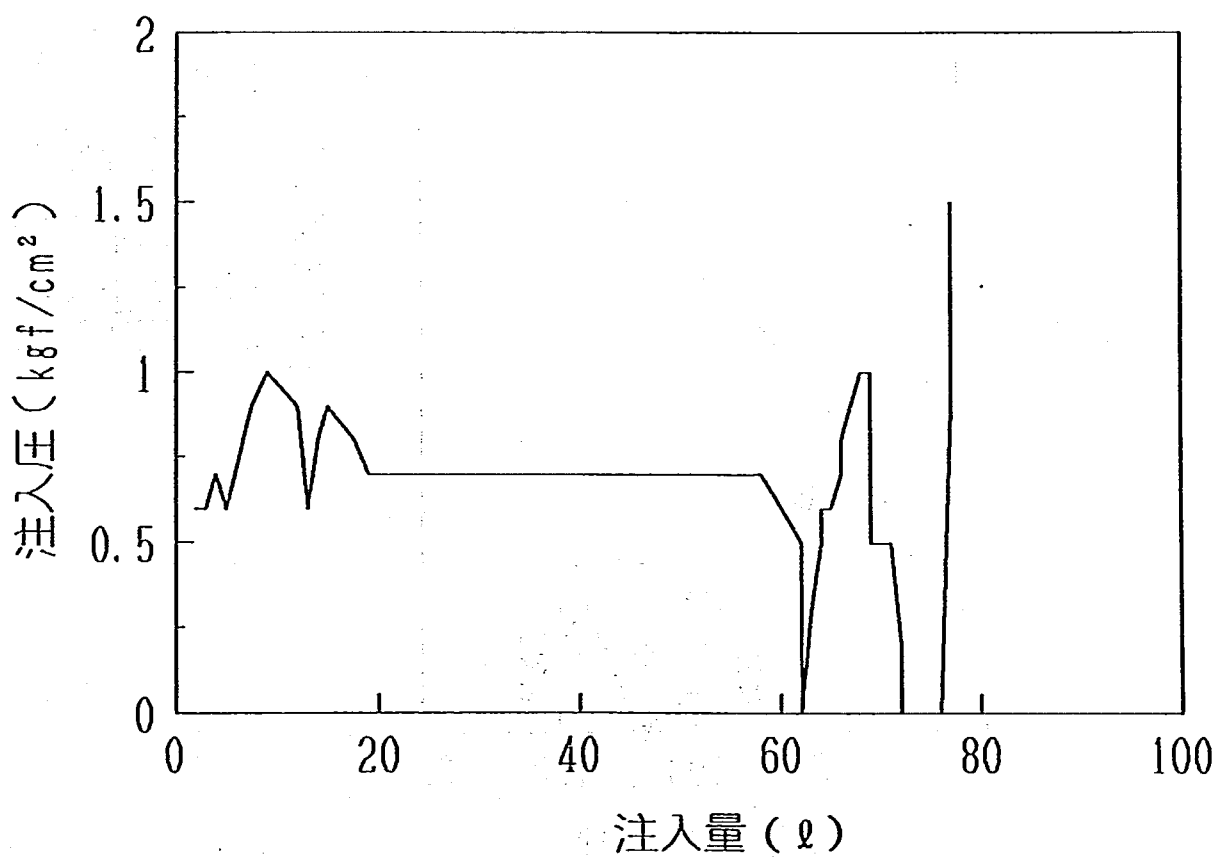


図-5・5 セメント-シリカ系P-Q曲線

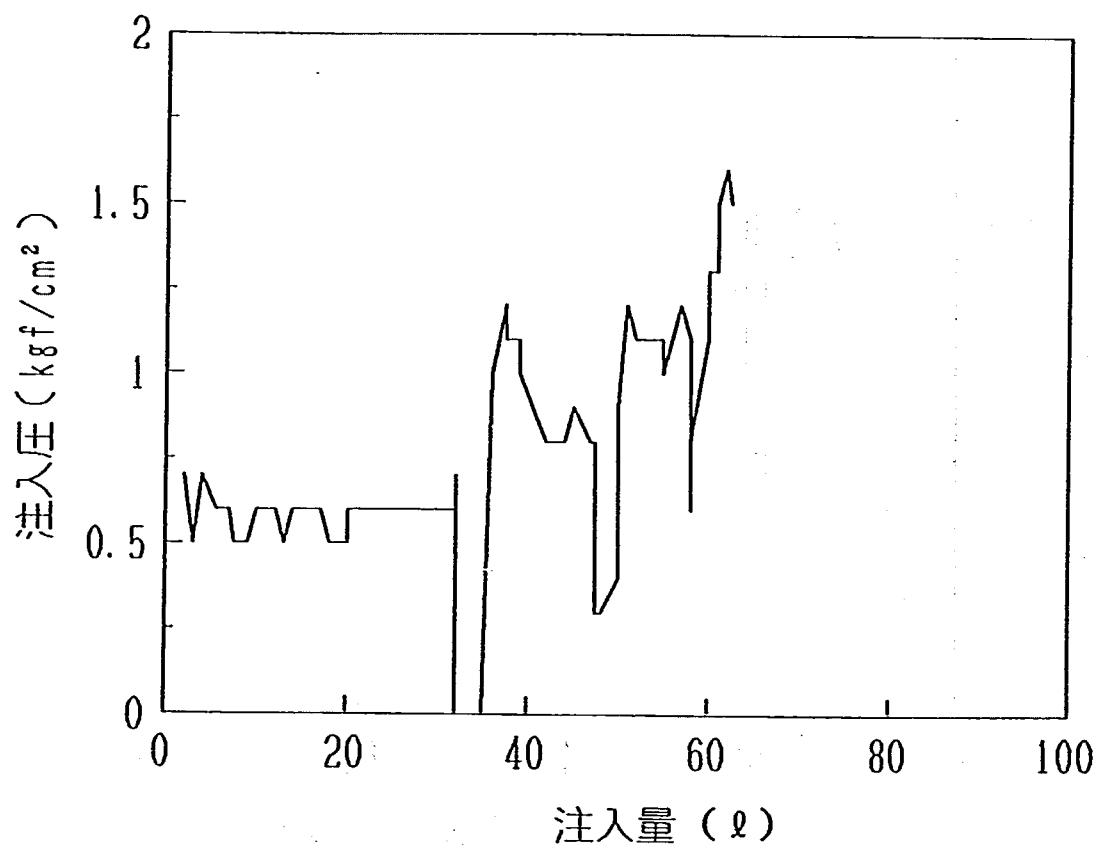


図-5・6 セメント-ゴムアスファルト乳剤系P-Q曲線

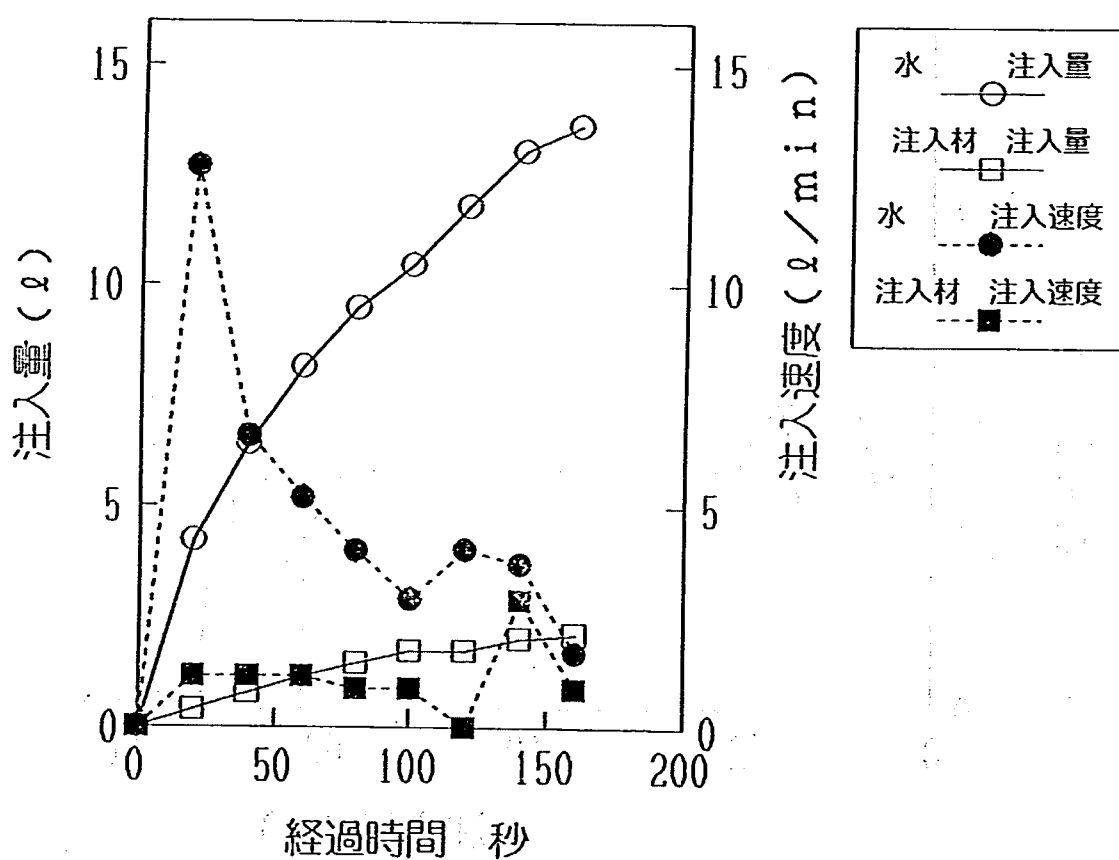


図-5・7 ウレタン系P-Q曲線

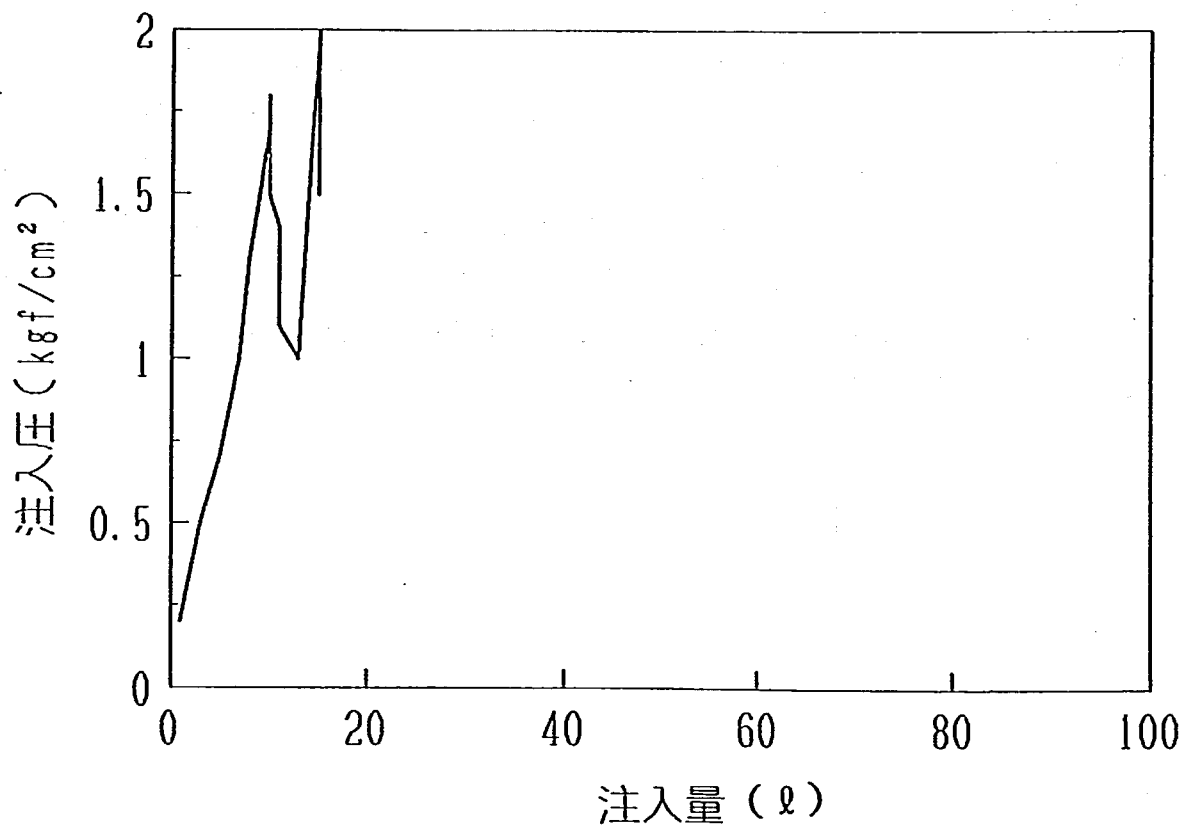


図-5・8 ポリエチレングリコール系P-Q曲線

(3) 補修効果の確認（水圧試験）

材料注入の施工終了後、事前調査と同条件でパッカーを用いた水圧試験を実施した。その結果、図-5・9及び5・10に示すようにセメントーセメント系、ポリエチレングリコール系の施工箇所で漏水が認められる以外は、補修による止水効果が確認された。セメントーセメント系の場合、材料注入時のP-Q曲線を検証してみると最終圧が一定値となった後に圧力の下降が見られている。これは、材料が完全に充填する前に注入を終了してしまったことを示しており、施工管理が不十分であったと言える。また、ポリエチレングリコール系の場合には、ホモゲルの強度が弱かったために、注水により材料が充填箇所から管外に押し出されたのではないかと推定される。

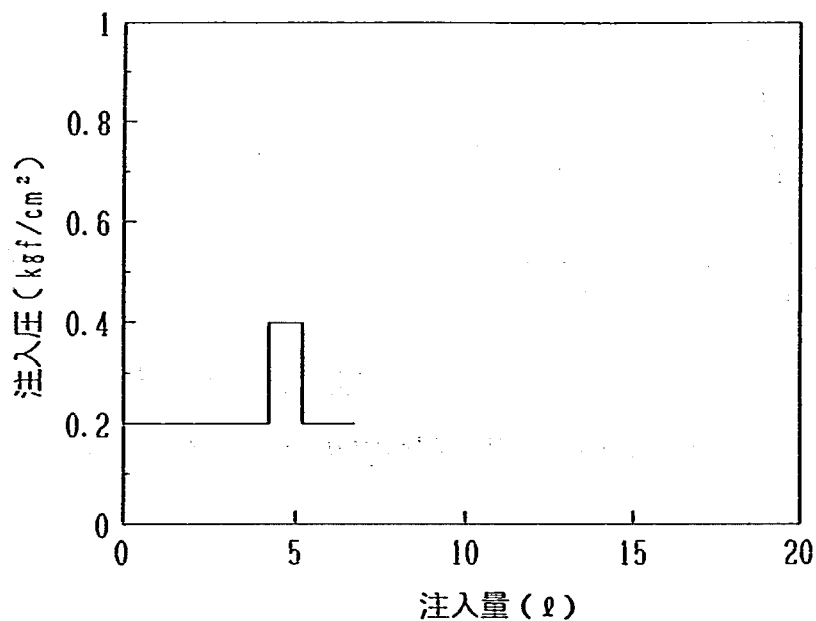


図-5・9 水圧試験結果（補修効果確認、セメントーセメント系）

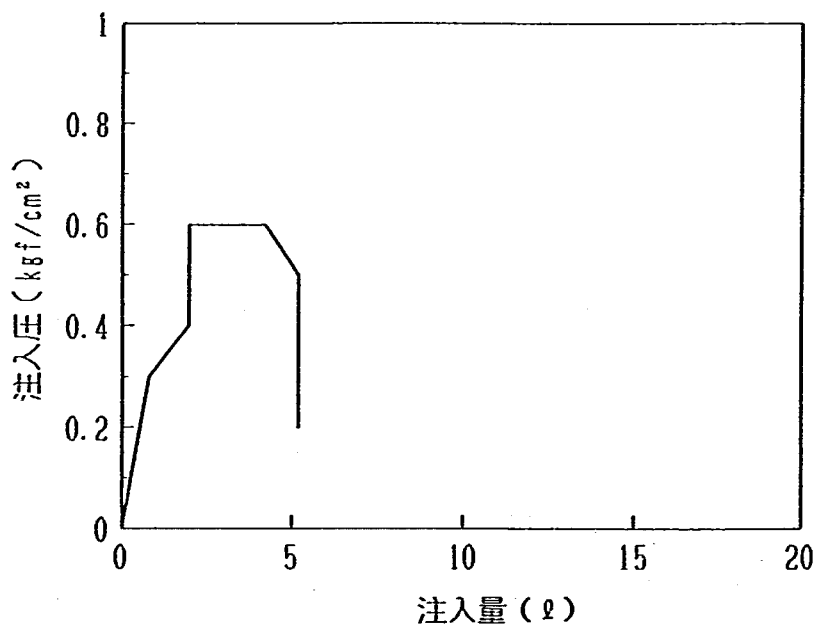


図-5・10 水圧試験結果（補修効果確認、ポリエチレングリコール系）

(4) 材料の充填の確認

バックホウ施工後約1ヶ月が経過した時点で地盤の掘り返しを行い、材料の充填状況を目視により観察した。その結果、現場の土質が粘性土であったため、各材料ともに脈状の注入形態となっており、管外に流出した材料が構造物と地盤の境目、地盤中の境界面に沿って浸透しているのが観察された。写真-5・11は、セメント-ゴムアスファルト乳剤系の浸透状況を示している。また、ウレタン系の施工箇所では、写真-5・12のように小さいながらホモゲルの塊が認められ、空洞部に充填したものと推察される。

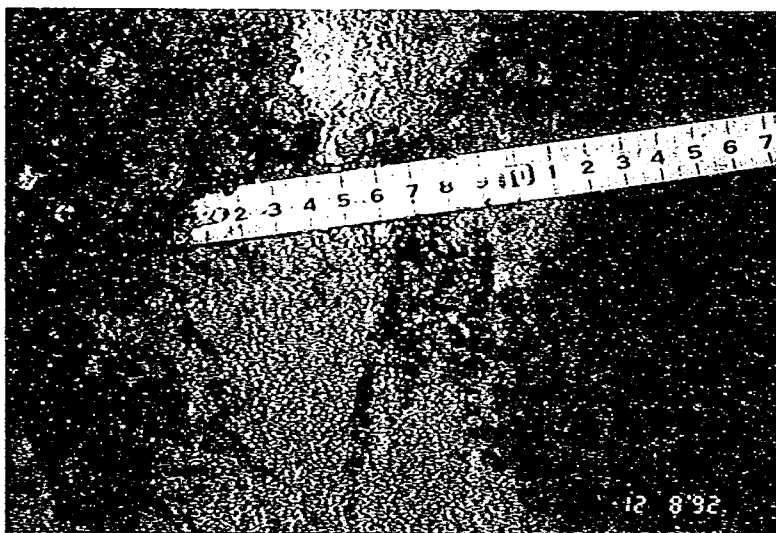


写真-5・11 セメント-ゴムアスファルト乳剤系の浸透状況

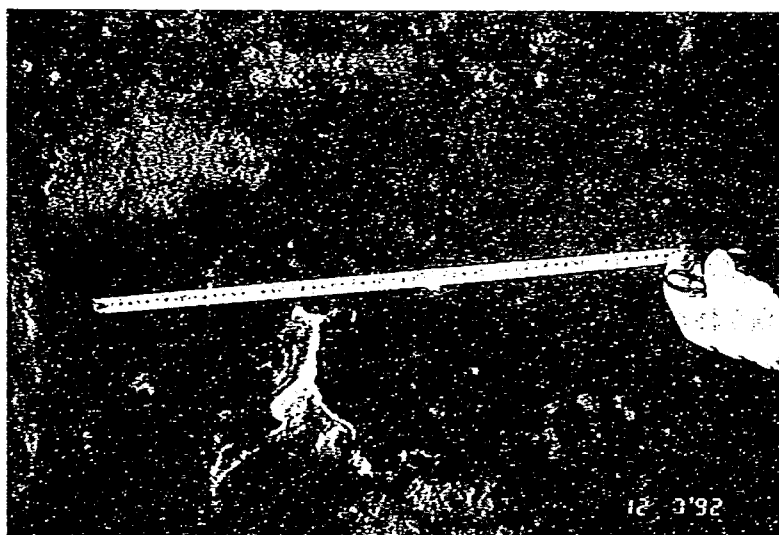


写真-5・12 ウレタン系の浸透状況

(5) 各材料の施工性

各材料のパッカー施工時の施工性は、以下の通りである。

①セメントーセメント系

圧力自動制御の注入ポンプを用いることにより、施工管理が容易となる。但し、A液とB液の配合比率が1:1ではないため、常に一定の混合比率を保って注入できているかどうか疑問が残る。また、ゲルの初期強度が非常に大きいため、パッカーの取り外しのタイミングに細心の注意が必要である。

②セメントーシリカ系

施工管理が容易で、ゲルの強度も小さいために施工後の洗浄が簡単に行える。

③セメントーゴムアスファルト乳剤系

材料の練り混ぜ時にアンモニアの刺激臭が発生するため、周辺への配慮を考えねばならない。また、施工管理は容易であるが、施工後のポンプに付着したアスファルトの洗浄方法に工夫が必要である。

④ウレタン系

圧力自動制御の注入ポンプを使用できないため、施工管理の精度が劣る。また、ホモゲルがゴム状で膨脹傾向を示すため、パッカーの取り外しが困難である。

⑤ポリエチレングリコール系

硬化材として過硫酸アンモニウムを使用しており、施工機械の錆に対する注意が必要である。また、施工後の効果確認試験に水圧試験を用いると、ゲルの強度が非常に小さいために止水性を損なう恐れがある。

(6) 結 論

①新開発のセメントーゴムアスファルト乳剤系は、現場実験から施工性、止水性の面から見て十分に実現場に適用可能であることがわかった。

②今回のセメントーセメント系のように施工が不十分な場合には、満足な止水効果が得られないので注意を要する。

③圧力管理を自動制御できる注入機械を用いることにより、オペレータの技量に左右されることが少ない施工管理を行うことが可能であると考えられる。

④粘性土を対象とした施工の場合、周辺地盤へは脈状の注入形態となり管の外周部には材料が充填されないが、管の損傷部へ充填されていれば止水性は確保できることがわかった。

6. 地方自治体に対するアンケート調査

6.1 調査概要

(1) 調査目的

近年、下水道事業の進展にはめざましいものがあり、地域住民の生活水準の向上に大きく寄与している。しかしながら、その反面、下水道管の破損や老朽化などに伴う不明水が社会問題となっており、これらの補修技術の確立が急がれている。これまでのところ、下水道管の補修工法や材料として種々のものが開発されているが、統一基準がないことなどの問題点が指摘されているのが実状である。今回、注入工法による施工事例を対象に各材料の使用割合や現場における耐久性などを明らかにすることを目的として、全国887 所の自治体に対してアンケート調査を行った。

(2) 調査票の送付数及び回収数

アンケート調査対象として下水道統計年報により不明水の割合が比較的高い自治体を抽出した。また、調査票の送付数及び回収数は表－6・1に示す通りである。調査対象年度に注入工法による施工事例がないもの、管の補修事例自体がないもの、及び注入工法以外の補修工法を採用しているものを合わせると51％（45件）にも上がっており、統計処理に使えるデータは送付数の38％（33件）であった。さらに、注入工法以外の補修方法としては、管本体を付け替えるか、またはライニング工法を用いている例が多かった。

表－6・1 調査票の送付数及び回収数

分 類		件 数	割合（％）
回答あり	施工事例あり	33	38
	施工事例なし	15	51
回答なし		10	11
送 付 数		88	100

(3) 調査内容

本アンケートは、平成2年度に注入工法により補修を行ったものを対象としている。また、調査内容は表-6・2にまとめた通りで、主に補修材料、補修効果の実態を把握することを目的としている。

表-6・2 調査項目及び具体的内容

項 目	内 容
管 の 属 性	管の種類、管径、平均流入量、目地の種類
周 辺 状 況	土破り、地盤の種類、地下水位の有無
履 歴	敷設・供用・補修時期・補修経歴
補 修 理 由	管の破損状況、破損原因
補 修 方 法	工法、使用材料、材料の選定理由、材料に対する要望
補修効果の確認	効果確認時期、方法、補修後の状況

6.2 調査結果

(1) 単純集計の結果

単純集計した結果の概要を以下に示す。以下で記述している各項目の百分率は、集計に使用した総数49例に対する値である。また、各項目の件数、百分率の詳細は図-6・1～図6・18に示している。

①管の種類

管の種類は、ヒューム管が最も多く全体の71%を占めていた。次いで、陶管が16%、コンクリート管が10%の順となっており、塩ビ管は1例しか見られなかった。

②管径

管の内径は700mm以下のものが大部分で、全体の83%を占めていた。

③日平均流入量

合流式の場合には流入量の特定ができないこともあり、流入量については不明としたものが69%と多数にのぼっていた。

④土破り

1～3mが82%あり、6m以上の深いものは見られなかった。

⑤地下水面の有無

地下水面が有ると答えたものが59%で、このうちの約半数は、季節により変動はあるものの管の全体はまたは一部が地下水面以下にあることを確認している。また、不明としたものが24%あり、補修が必要となったことからみて地下水面の存在がうかがわれる。

⑥補修経歴

調査対象となったもののうち、過去に補修実績があるものはわずか2例で、それらは今回の補修時より過去1～2年以内に補修を行っている。例が少ないためこれだけで論じることができないが、材料の耐用年数は比較的短いことが予想される。

⑦目地の種類

モルタル充填が54%、ゴムリングによるものが40%という状況であった。

⑧管周辺地盤

砂質土が最も多く41%で、次いで礫質土が33%、粘性土12%の順であった。

⑨破損の状況

破損の状況は、目地切れが70%、管の亀裂が30%という結果であった。また、管の腐食は見られなかった。

⑩破損の原因

目地材の不良、過大な上載荷重が破損原因の主なもので90%を占めていた。この他には地震、施工不良などが挙げられた。

⑪注入工法の種類

パッカー方式が63%で最も多く、次いでY字管方式、加圧循環方式が続いている。これら以外の工法は見られなかった。

⑫使用材料

セメントーセメント系が41%、ポリエチレングリコール系が33%、セメントーシリカ系、ウレタン系が各々12%、8%の順で、これら以外の材料は使用されていない。

⑬材料の選定理由

過去の実績に基づいているものが26%で、それ以外は耐久性、止水性、施工性などから総合的に判断している。

⑭材料に対する要望

約半数のものが適用範囲の明確化を望んでおり、現状の問題点をそのまま反映している。また耐久性の向上についても36%が要望している。

⑮補修効果確認の有無

全体の7割までが補修効果の確認を行っている。

⑯補修効果の確認時期

1ヶ月以内に確認したものが58%であり、全体の9割までが6ヶ月以内に確認を行っているに過ぎず、長期的な追跡調査は行われていない。

⑰補修効果の確認方法

目視またはTVカメラによるものが61%、注水試験だけによるもの、TVカメラと注水試験を併用したものが各々18%で、圧気試験は行われていなかった。

以上のことから、補修効果の確認は定性的に行われることが多いようで、今後は注水試験などを用いての定量的評価手法の確立が必要と思われる。

⑱補修後の状況

効果確認作業が補修完了時から比較的短期間のうちに行われているため、回答の大部分が補修箇所の漏水はほとんど皆無であり補修効果は十分であるとしている。

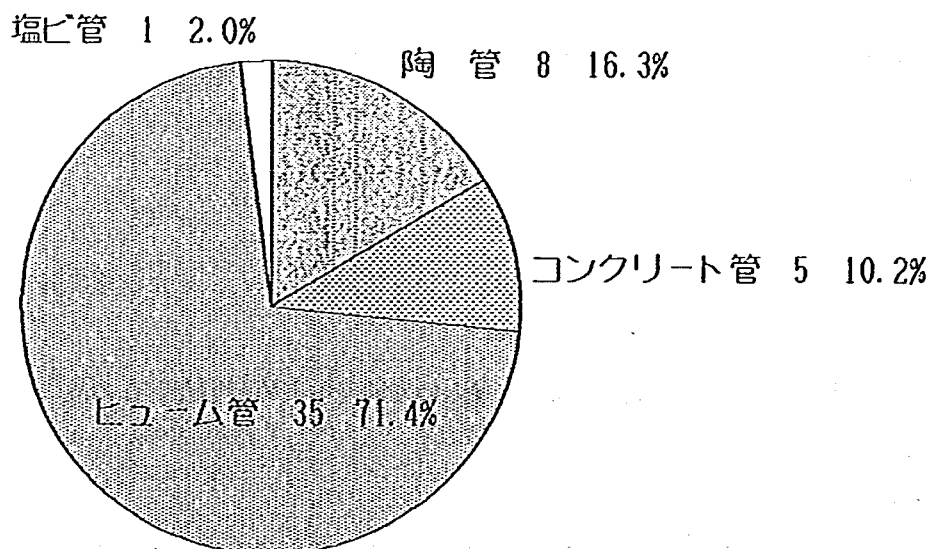


図-6・1 管の種類

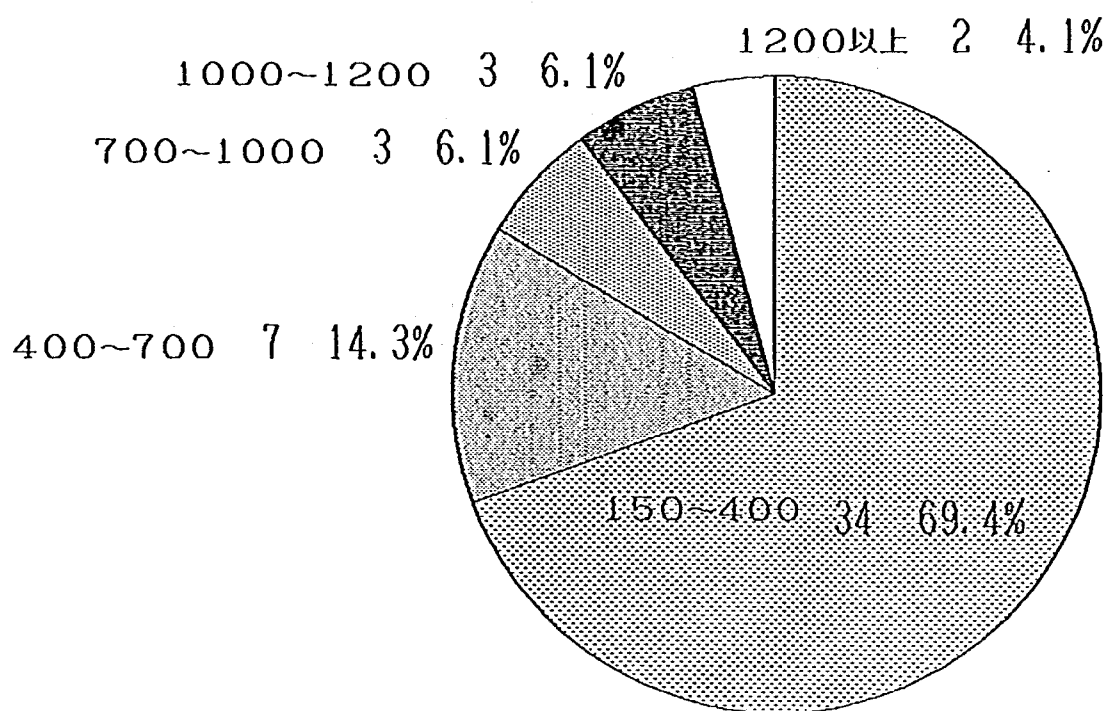


図-6・2 管 径

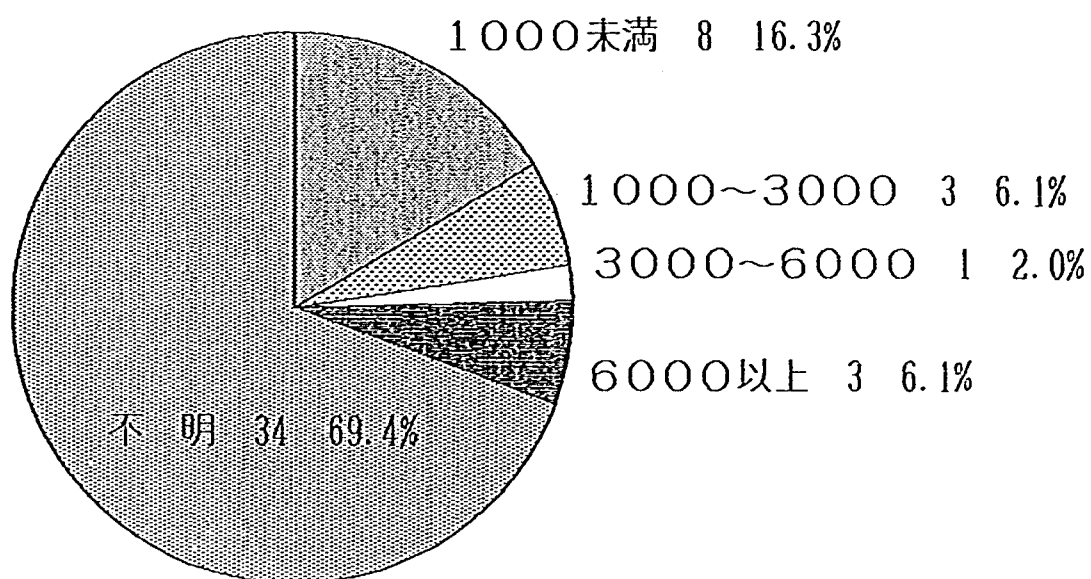


図-6・3 日平均流入量

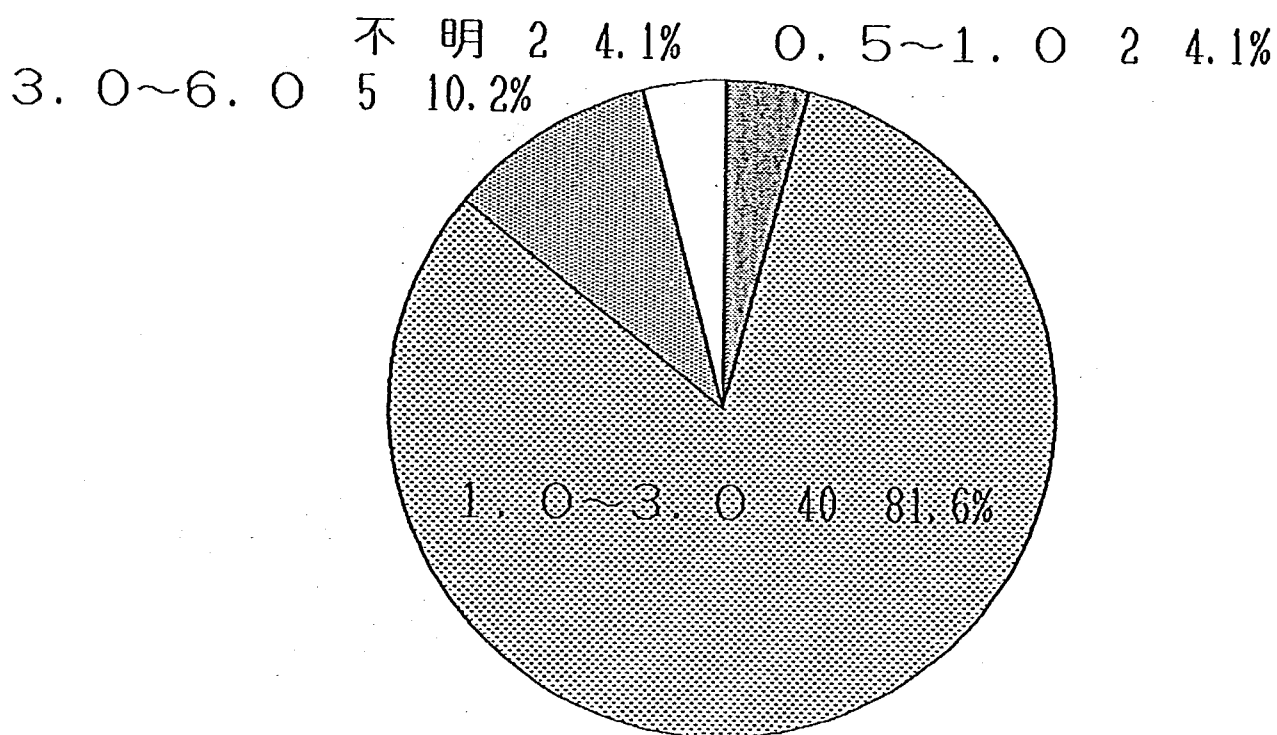


図-6・4 土破り

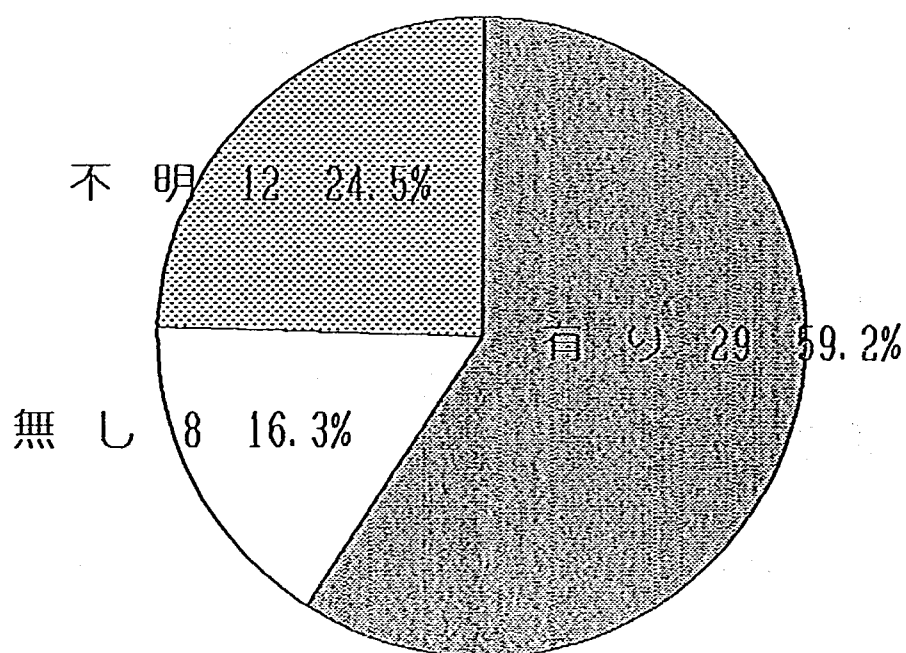


図-6・5 地下水面の有無

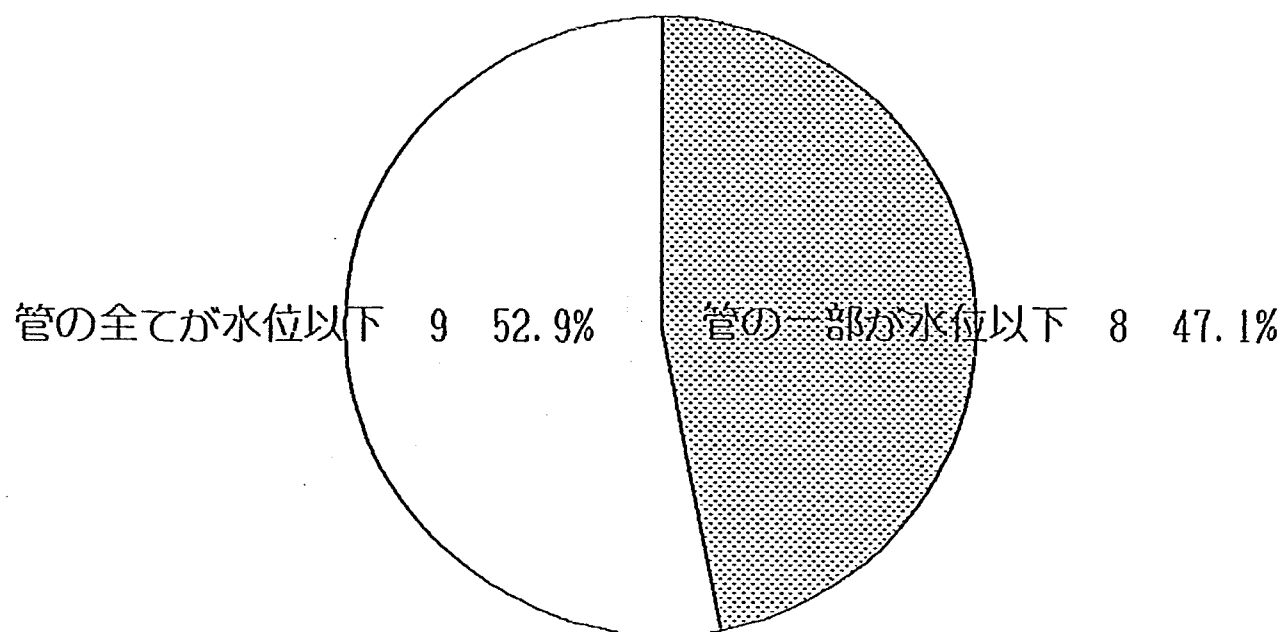


図-6・6 地下水面の位置

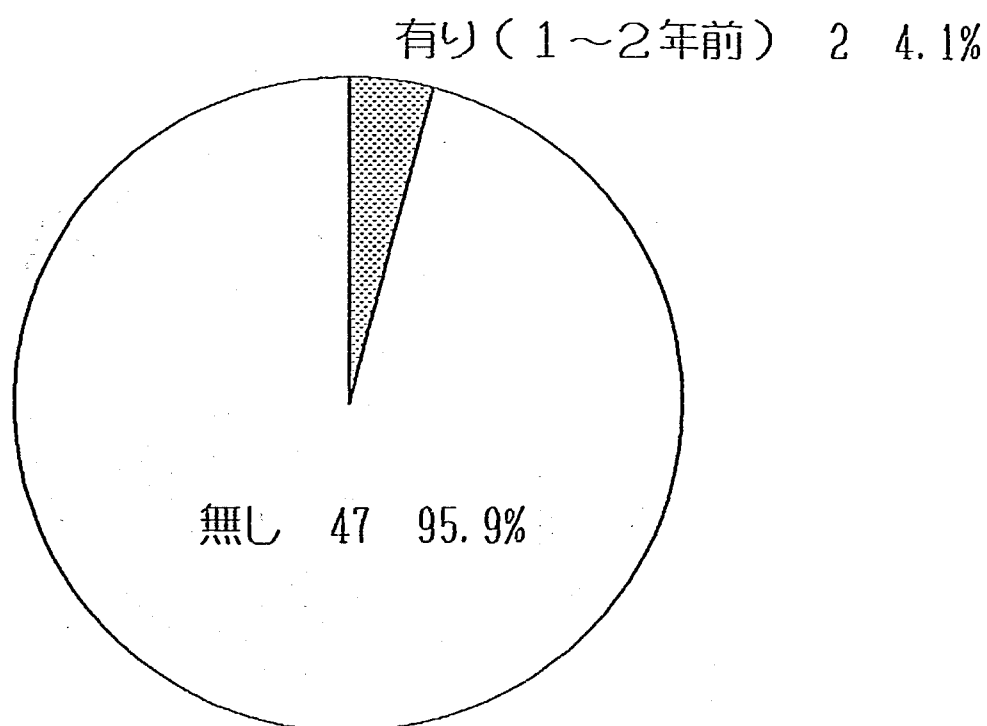


図-6・7 補修履歴

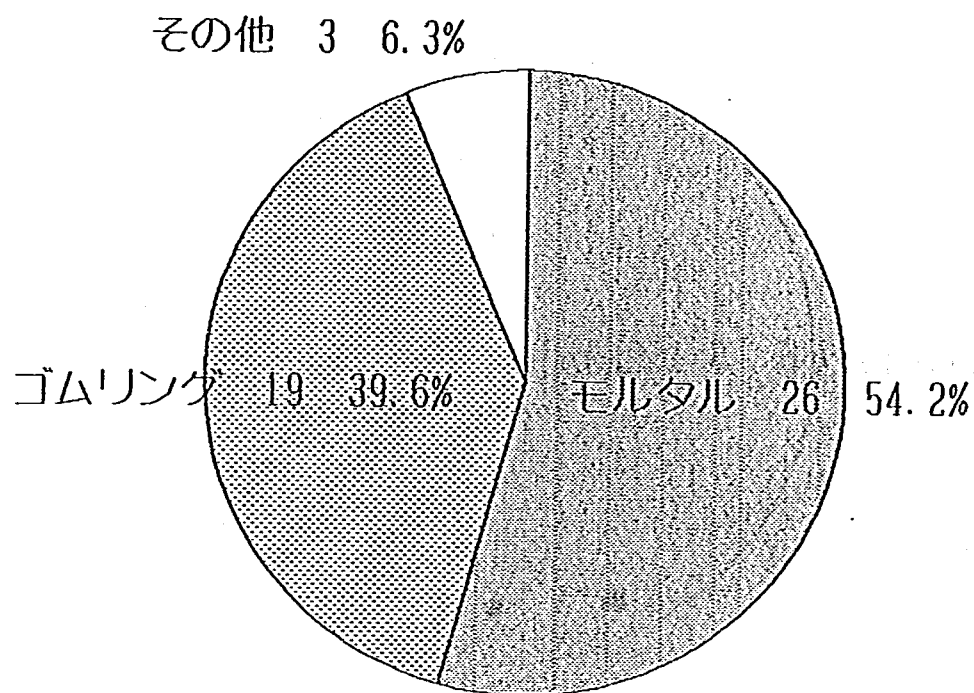


図-6・8 目地の種類

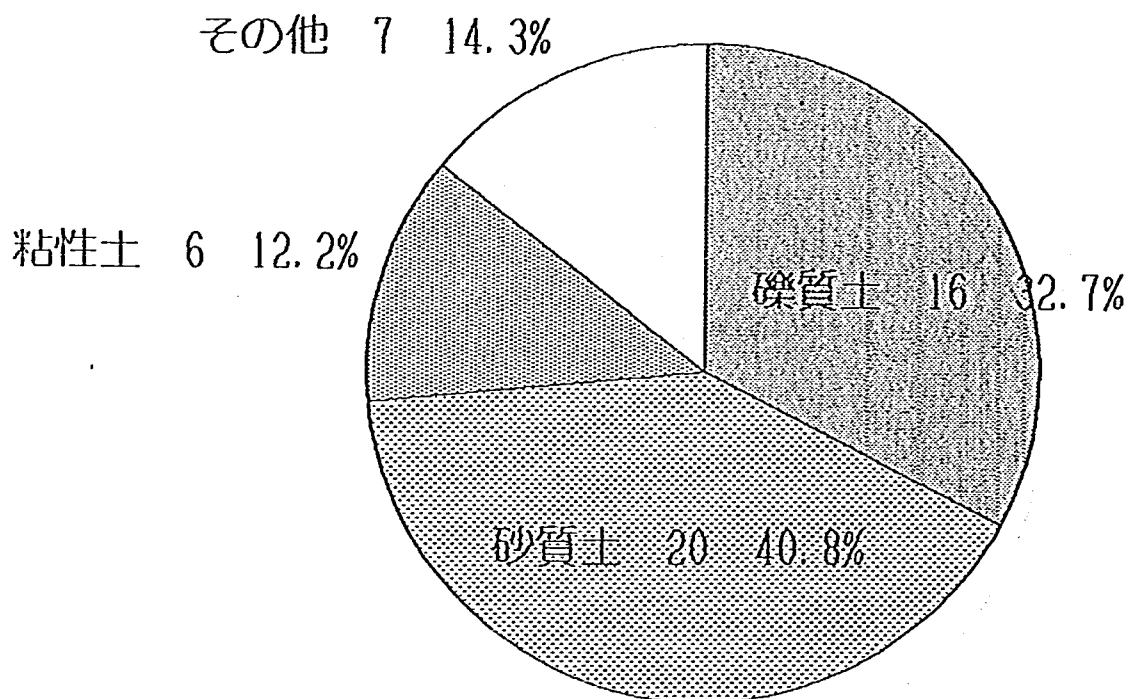


図-6・9 管周辺地盤

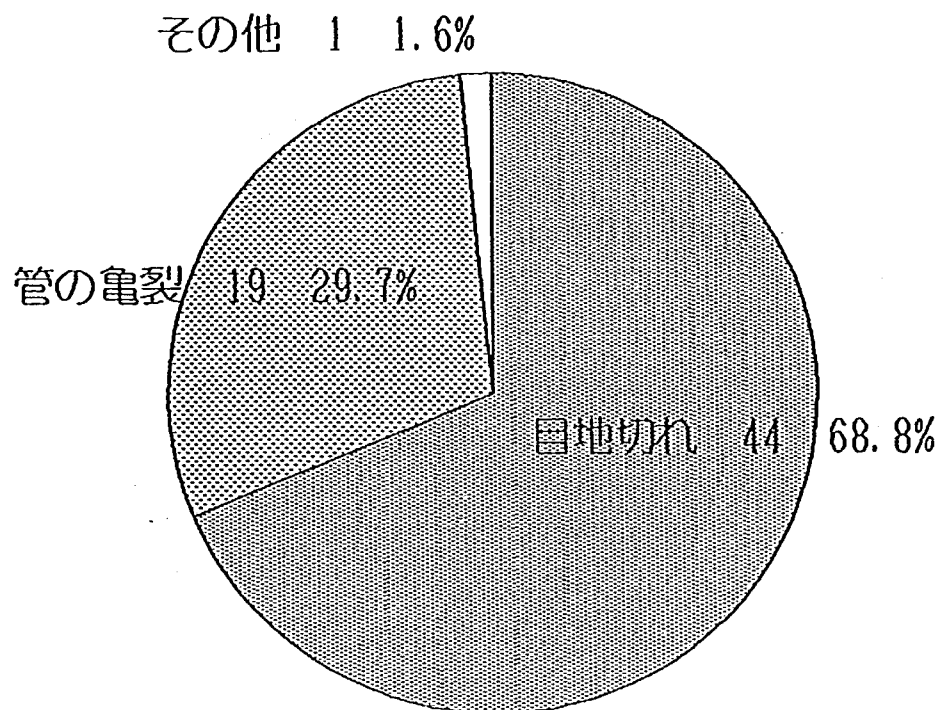


図-6・10 破損状況

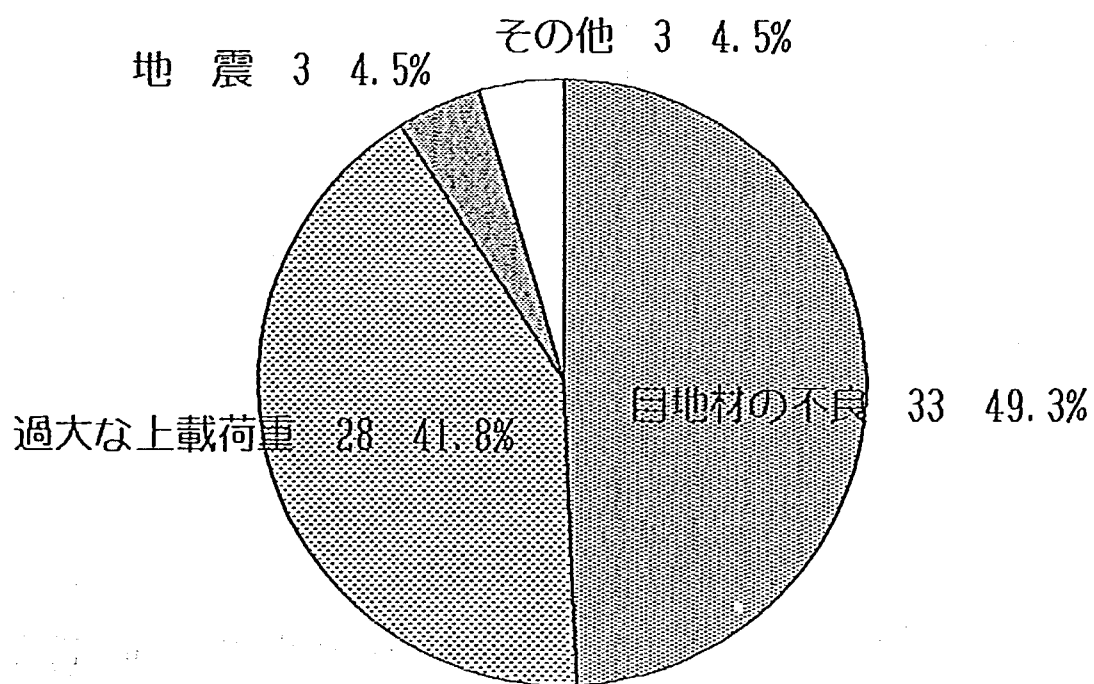


図-6・11 破損原因

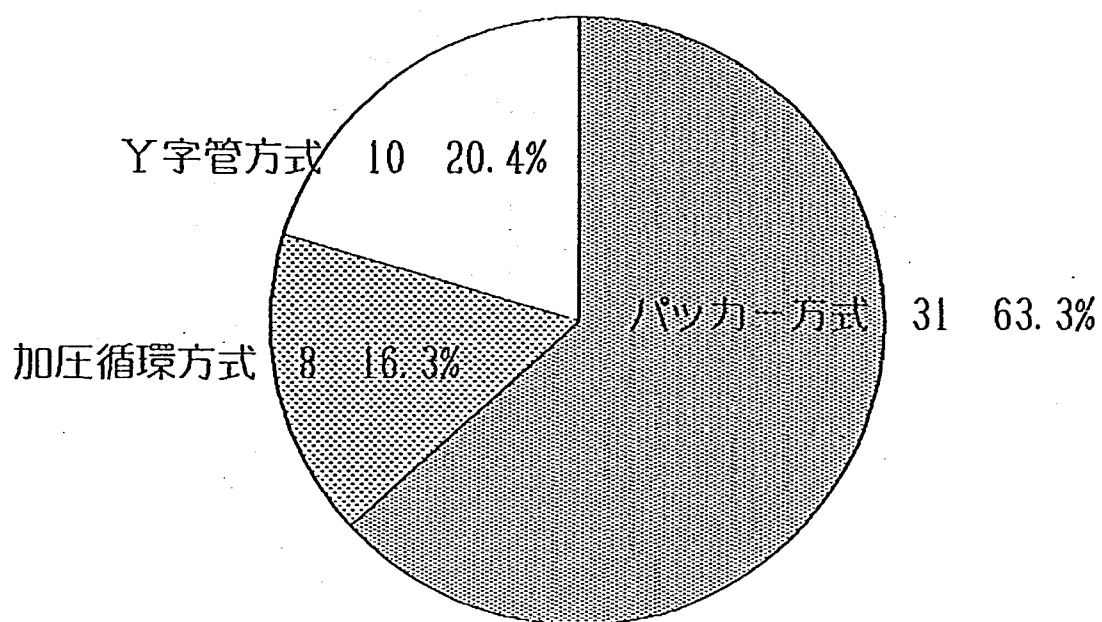


図-6・12 注入工法の種類

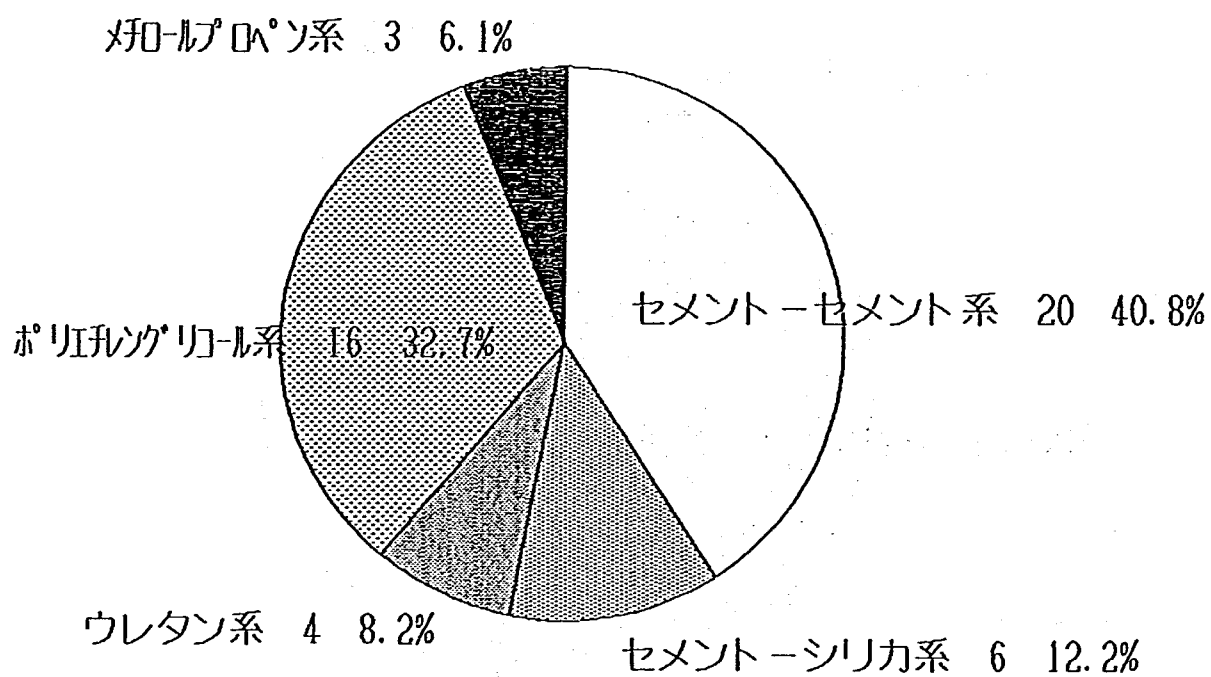


図-6・13 使用材料

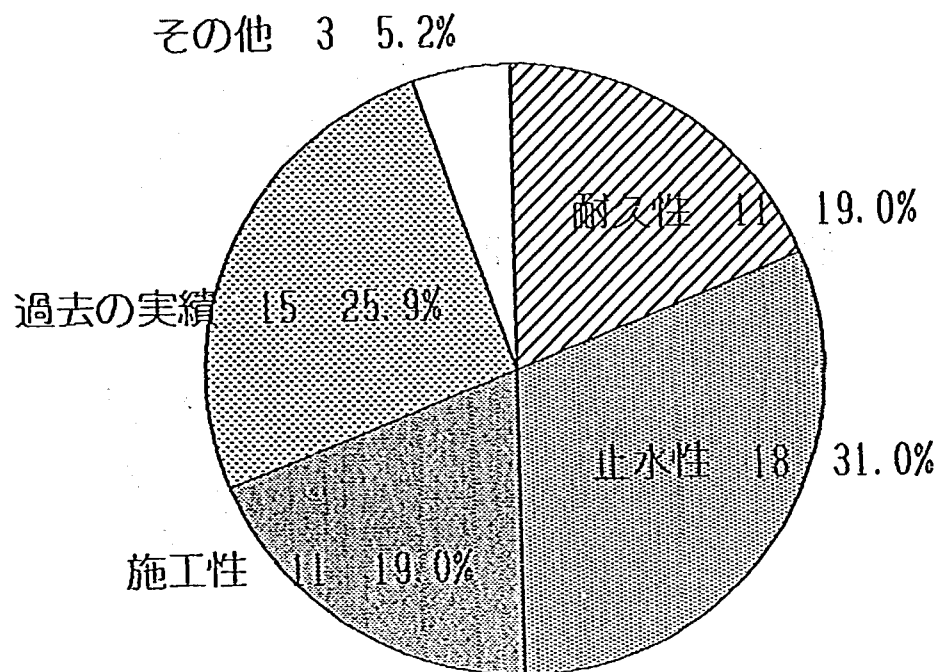


図-6・14 材料の選定理由

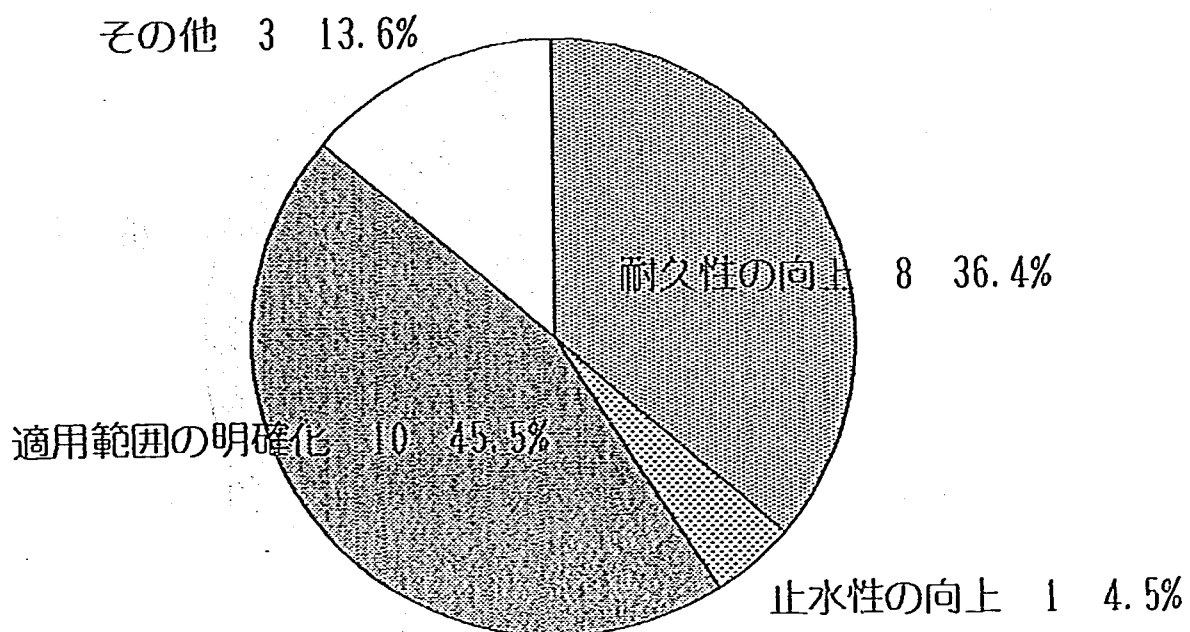


図-6・15 材料に対する要望

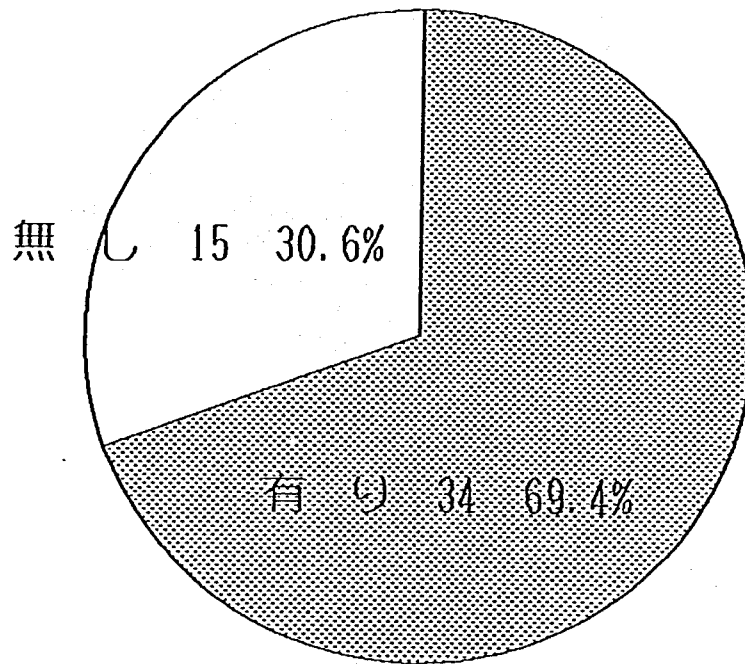


図-6・16 補修効果の確認

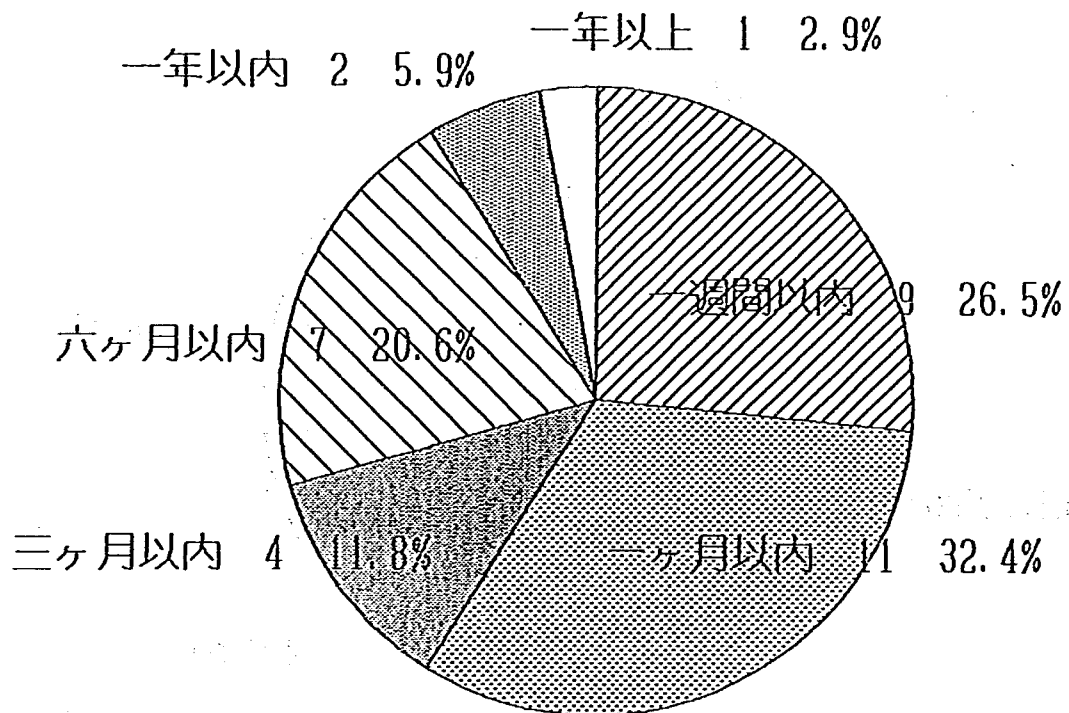


図-6・17 補修効果の確認時期

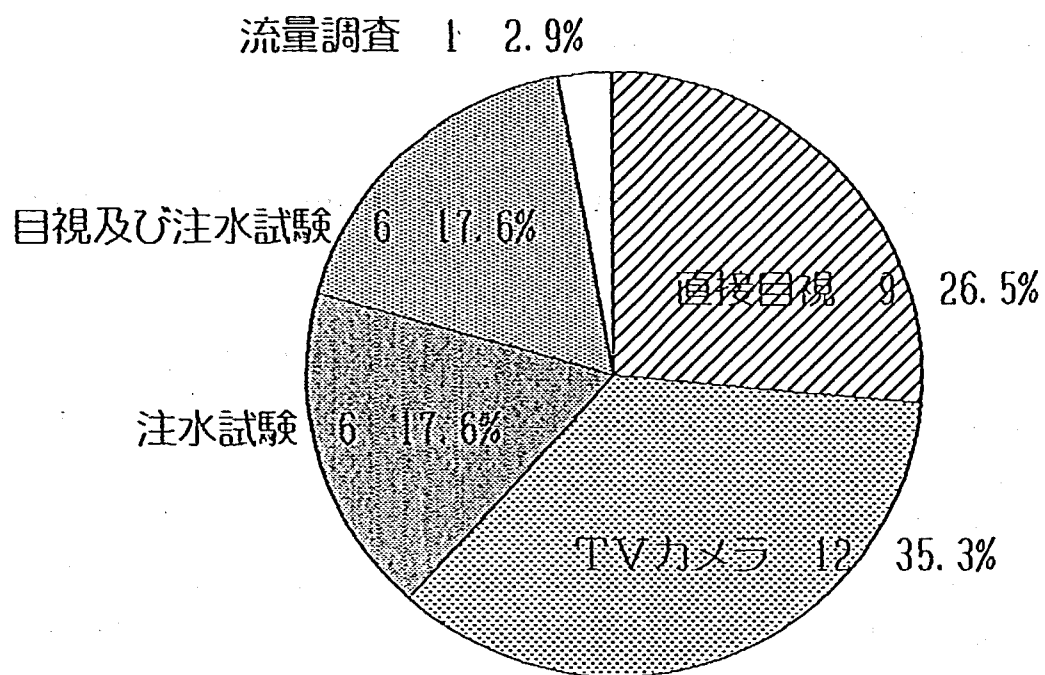


図-6・18 補修効果の確認方法

(2) クロス集計の結果

各調査項目間のクロス集計結果の概要を以下に示す。詳細は、図-6・19～6・21に示している。

①管径別注入方法

管径700mm未満の場合にはパッカー方式が用いられ、それ以上であれば加圧循環方式、Y字管方式を用いている。

②注入方法別使用材料

セメントーセメント系、セメントーシリカ系、ウレタン系は、いずれかの注入方法に偏って使用されているという傾向はほとんどない。ただ、ポリエチレングリコール系についてはパッカー方式以外の方法ではほとんど用いられていない。

③使用材料別選定理由

セメントーセメント系及びセメントーシリカ系は耐久性、止水性で選ばれており、ウレタン系、ポリエチレングリコール系は施工性（浸透性）、止水性で選定されている。また、どの材料もこれらの理由以上に過去の実績に基づき選定されている傾向があり、現場の状況により使い分けはされていないようである。

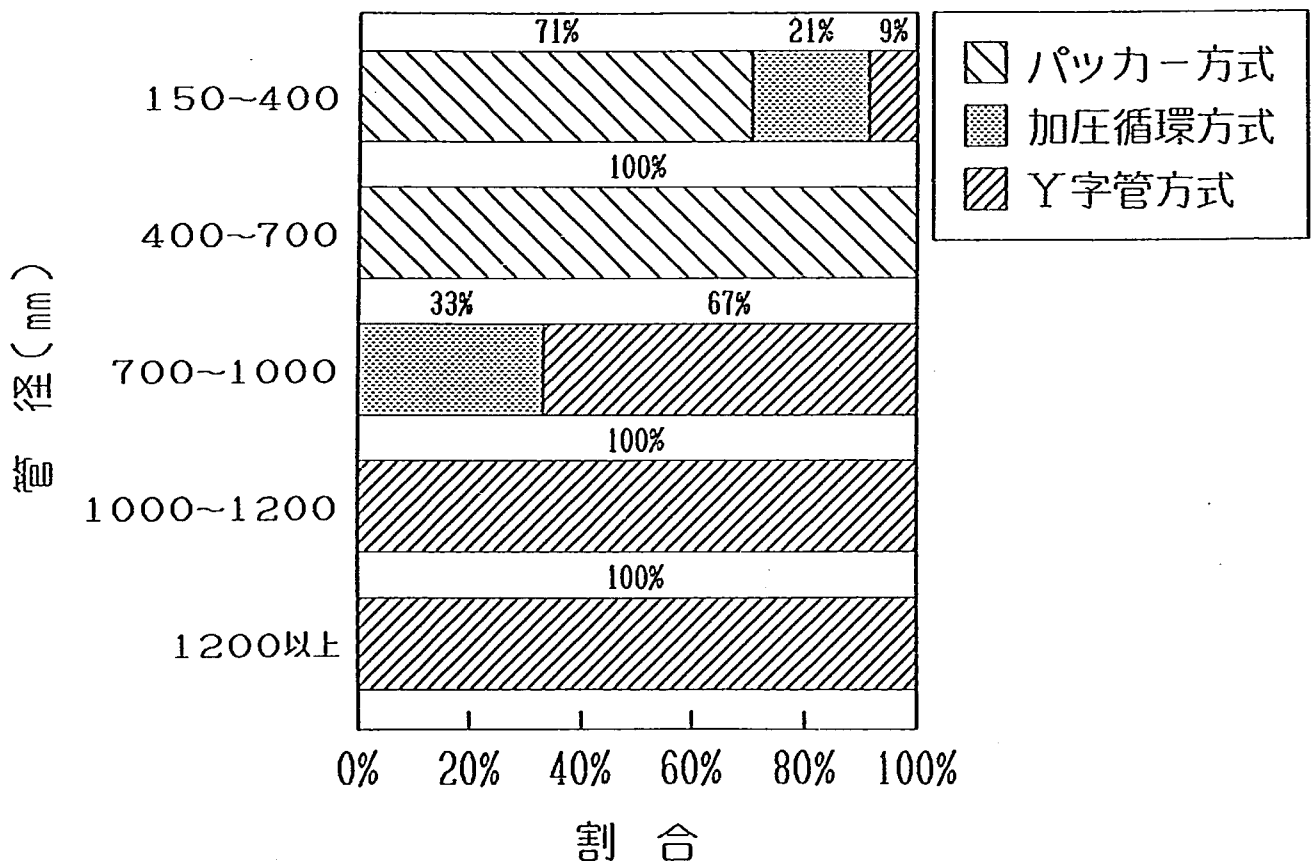


図-6・19 管径別注入方法

注入方法別

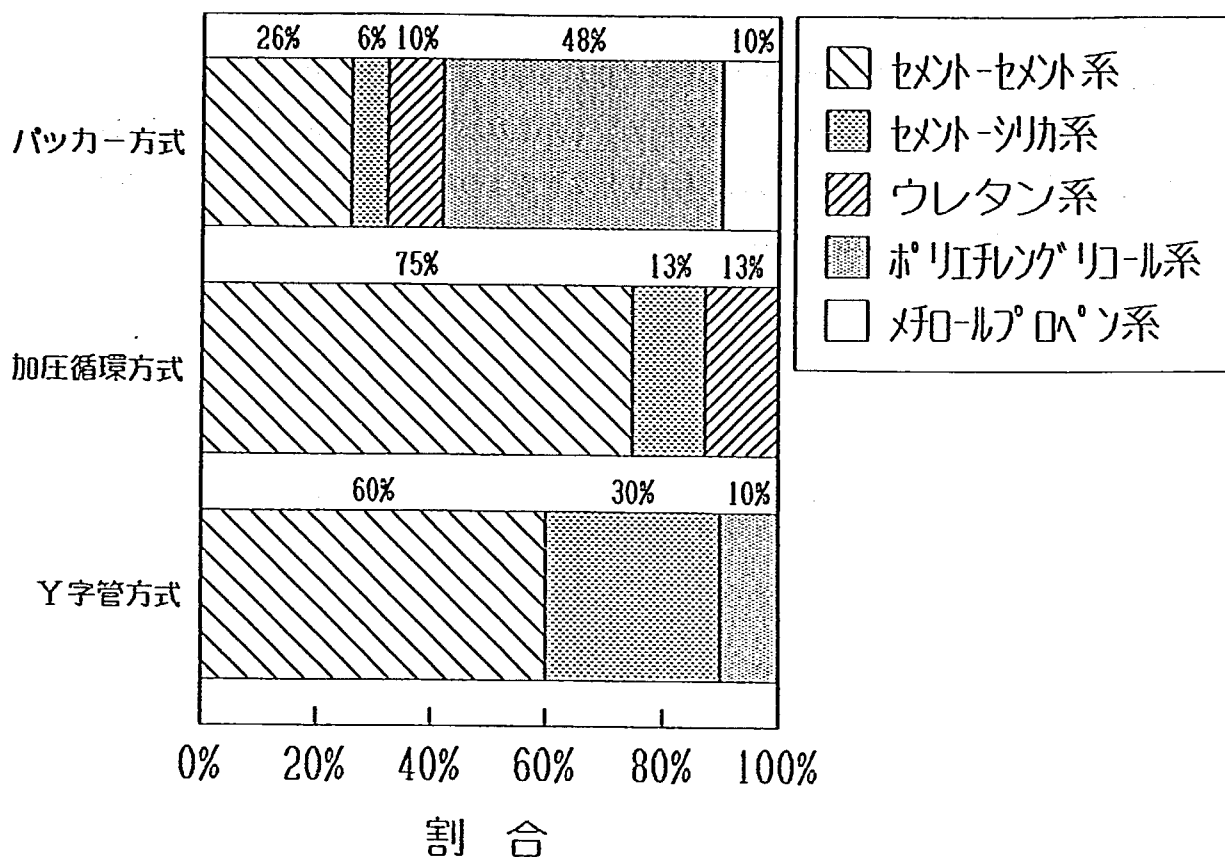


図-6・20 注入方法別使用材料

注入材料

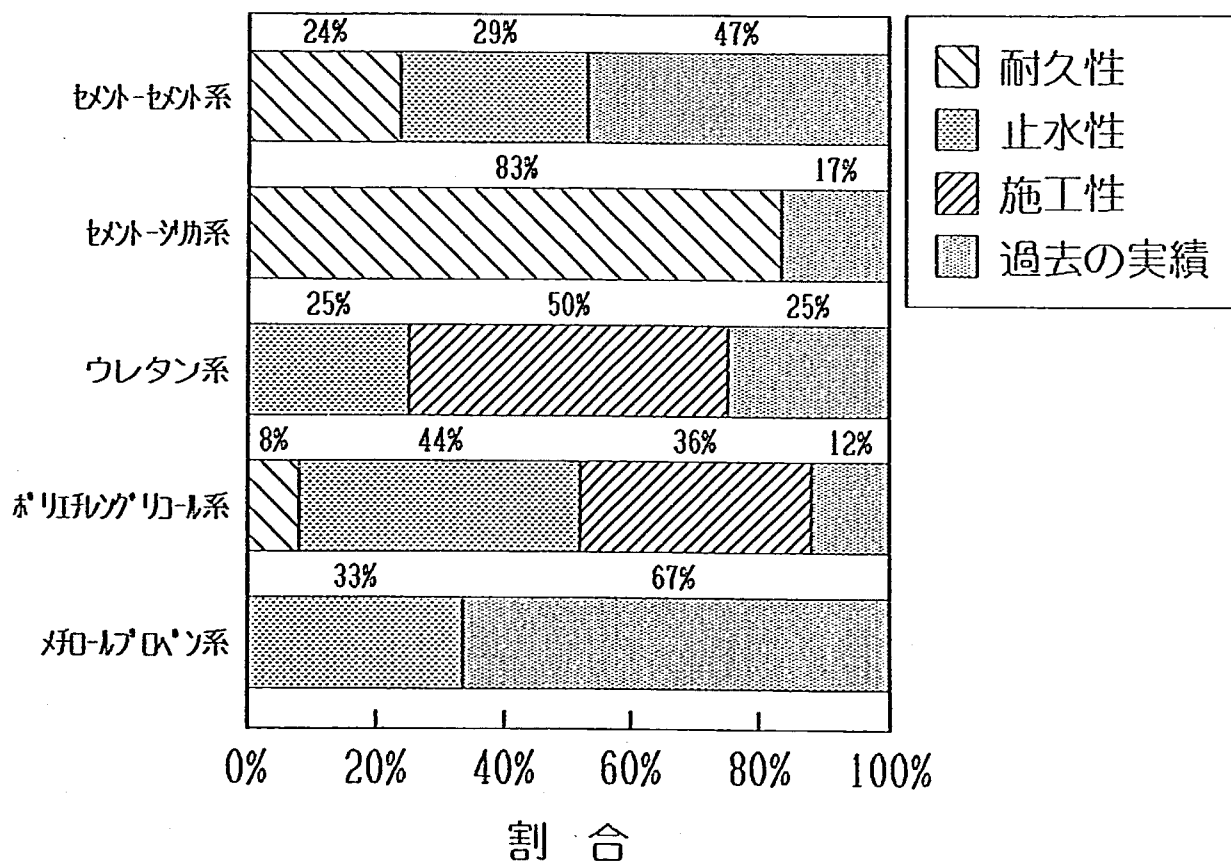


図-6・21 使用材料別選定理由

(3) まとめ

今回のアンケート調査では、補修効果の確認時期が一律に短期間のうちに行われていることから、補修材料の長期的な耐久性については把握できなかった。しかしながら、実際の現場で用いられている注入方法や注入材料などが明らかになった。今後は、材料の耐久性をより詳細に把握するため、補修後数年を経過したものを対象に現地調査を行う必要がある。

7. 今後の課題

本調査によりパッカー工法に使用されている各種材料の特性を、同一条件のもとで行った室内試験により把握することができた。また、たわみ性の期待できる材料としてセメントーゴムアスファルト乳剤系の材料を新たに開発した。さらに、実現場での試験施工から新材料の適用性を確認することができた。今後は、現場での使用実績を重ね、施工性の改善に努めていく必要がある。また、補修材料の長期耐久性を確認するために、現場での施工後に追跡調査を行い、データを蓄積していくことも重要である。

8 . デ ー タ 集

- 8・1 コンテナ試験
- 8・2 膨張性試験
- 8・3 乾湿繰り返し試験
- 8・4 一軸圧縮試験
- 8・5 曲げ試験
- 8・6 衝撃強さ試験
- 8・7 透水試験
- 8・8 圧縮せん断試験

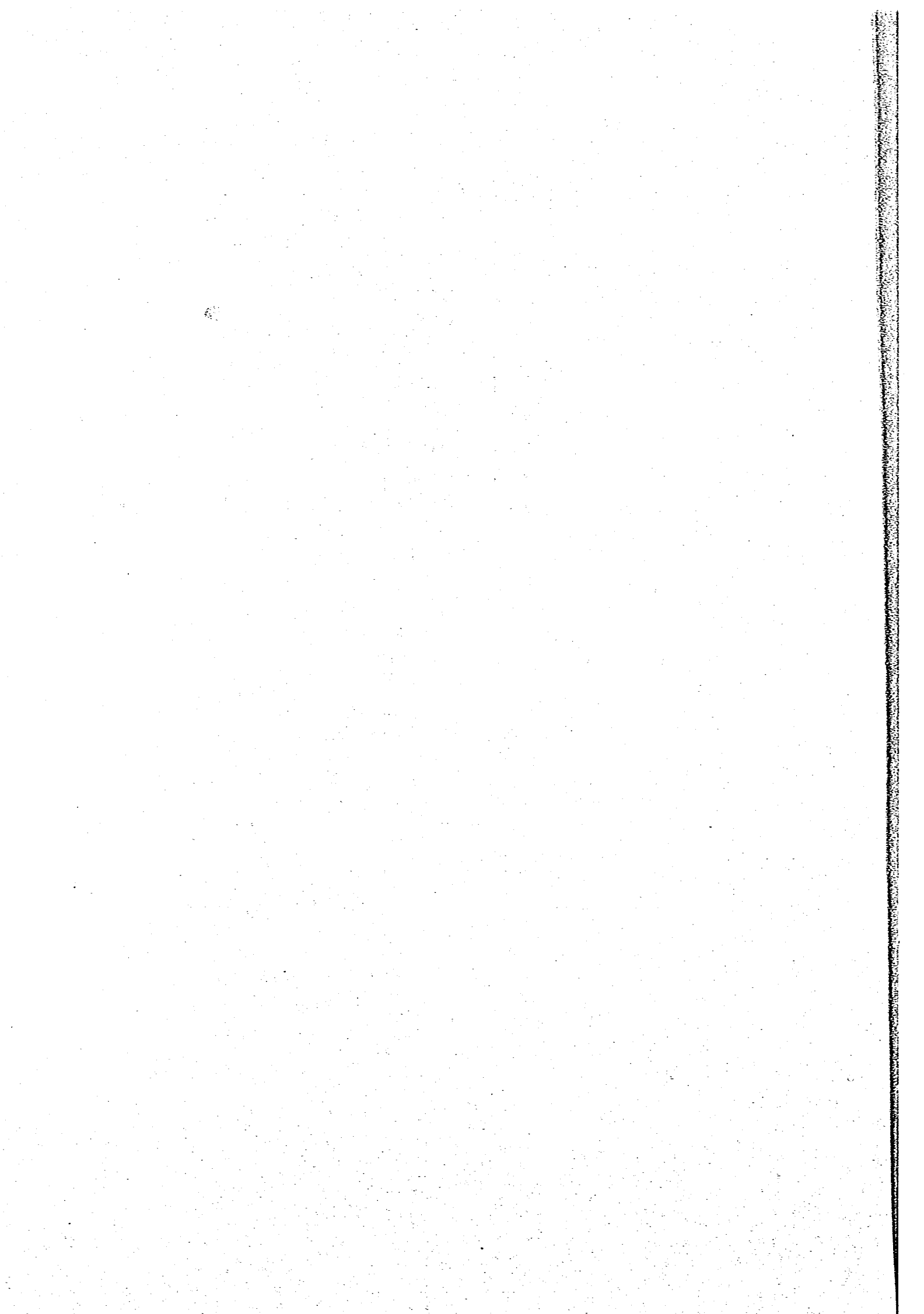


表-8・1 データシートの番号一覧

試験名	表番
コンテナ試験	表-8.2 コンテナ試験結果(乾燥状態) 表-8.3 コンテナ試験結果(湿潤状態)
膨張性試験	表-8.4 膨張性試験結果
乾湿繰り返し試験	表-8.5 乾湿繰り返し試験観察結果(ホモゲル、ヒマト-ヒマト系) 表-8.6 乾湿繰り返し試験観察結果(ホモゲル、ヒマト-シリカ系) 表-8.7 乾湿繰り返し試験観察結果(ホモゲル、ウレタン系) 表-8.8 乾湿繰り返し試験観察結果(ホモゲル、75778乳剤系) 表-8.9 乾湿繰り返し試験観察結果(ホモゲル、ヒマト-75778乳剤系) 表-8.10 乾湿繰り返し試験観察結果(ホモゲル、75778-トリメチル系) 表-8.11 乾湿繰り返し体積変化率(サンドゲル、ヒマト-ヒマト系) 表-8.12 乾湿繰り返し体積変化率(サンドゲル、ヒマト-シリカ系) 表-8.13 乾湿繰り返し体積変化率(サンドゲル、ウレタン系) 表-8.14 乾湿繰り返し体積変化率(サンドゲル、トリメチルシリカ系) 表-8.15 乾湿繰り返し体積変化率(サンドゲル、ヒマト-75778乳剤系)
一軸圧縮試験	表-8.16 一軸圧縮試験結果(乾燥状態、ホモゲル、ヒマト-ヒマト系) 表-8.17 一軸圧縮試験結果(乾燥状態、ホモゲル、ヒマト-シリカ系) 表-8.18 一軸圧縮試験結果(乾燥状態、ホモゲル、ウレタン系) 表-8.19 一軸圧縮試験結果(乾燥状態、ホモゲル、75778乳剤系) 表-8.20 一軸圧縮試験結果(乾燥状態、ホモゲル、ヒマト-75778乳剤系) 表-8.21 一軸圧縮試験結果(乾燥状態、ホモゲル、75778-トリメチル系) 表-8.22 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、ホモゲル、ヒマト-ヒマト系) 表-8.23 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、ホモゲル、ヒマト-シリカ系) 表-8.24 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、ホモゲル、ウレタン系) 表-8.25 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、ホモゲル、トリメチルシリカ系) 表-8.26 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、ホモゲル、75778乳剤系) 表-8.27 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、ホモゲル、ヒマト-75778乳剤系) 表-8.28 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、サンドゲル、ヒマト-ヒマト系) 表-8.29 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、サンドゲル、ヒマト-シリカ系) 表-8.30 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、サンドゲル、ウレタン系) 表-8.31 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、サンドゲル、トリメチルシリカ系) 表-8.32 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、サンドゲル、ヒマト-75778乳剤系)
曲げ試験	表-8.33 曲げ試験結果(乾燥状態、ヒマト-ヒマト系) 表-8.34 曲げ試験結果(乾燥状態、ヒマト-シリカ系) 表-8.35 曲げ試験結果(乾燥状態、75778乳剤系) 表-8.36 曲げ試験結果(乾燥状態、ヒマト-75778乳剤系) 表-8.37 曲げ試験結果(乾燥状態、75778-トリメチル系) 表-8.38 曲げ試験結果(湿潤状態、ヒマト-ヒマト系) 表-8.39 曲げ試験結果(湿潤状態、ヒマト-シリカ系) 表-8.40 曲げ試験結果(湿潤状態、トリメチルシリカ系) 表-8.41 曲げ試験結果(湿潤状態、75778乳剤系) 表-8.42 曲げ試験結果(湿潤状態、ヒマト-75778乳剤系)
衝撃強さ試験	表-8.43 衝撃強さ試験結果
透水試験	表-8.44 透水試験結果(方法2)
圧縮せん断試験	表-8.45 圧縮せん断試験結果(乾燥状態、ヒマト-ヒマト系) 表-8.46 圧縮せん断試験結果(乾燥状態、ウレタン系) 表-8.47 圧縮せん断試験結果(乾燥状態、75778乳剤系) 表-8.48 圧縮せん断試験結果(乾燥状態、ヒマト-75778乳剤系) 表-8.49 圧縮せん断試験結果(乾燥状態、75778-トリメチル系) 表-8.50 圧縮せん断試験結果(湿潤状態、ヒマト-ヒマト系) 表-8.51 圧縮せん断試験結果(湿潤状態、ヒマト-シリカ系) 表-8.52 圧縮せん断試験結果(湿潤状態、ウレタン系) 表-8.53 圧縮せん断試験結果(湿潤状態、トリメチルシリカ系) 表-8.54 圧縮せん断試験結果(湿潤状態、75778乳剤系) 表-8.55 圧縮せん断試験結果(湿潤状態、ヒマト-75778乳剤系) 表-8.56 圧縮せん断試験結果(湿潤状態、ヒマト-75778乳剤系)

表-8・2 コンテナ試験結果 (乾燥状態)

材 種	No.	3 時間		6 時間		1 日		3 日		7 日		28 日	
		注入水量 v1 cc	試料の容積 vc cc	注入水量 v1 cc	収縮率 s %	注入水量 v2 cc	収縮率 s %	注入水量 v2 cc	収縮率 s %	注入水量 v2 cc	収縮率 s %	注入水量 v2 cc	収縮率 s %
セメント-セメント	1	28.50	11.88	29.00	4.21	36.10	63.97	34.60	51.35	35.80	61.45	35.30	57.24
	2	28.45	11.93	28.70	2.10	35.50	59.09	33.50	42.33	34.60	51.55	34.30	49.04
	3	28.75	11.63	29.00	2.15	35.70	59.76	30.70	16.77	34.90	52.88	34.60	50.30
	平 均				2.82		60.94		36.81		55.29		52.19
セメント-シリカ	1	28.20	12.18	28.30	0.82	37.00	72.25		—		—		—
	2	28.75	11.63	29.25	4.30	36.75	68.79		—		—		—
	3	28.50	11.88	29.25	6.31	35.75	61.03		—		—		—
	平 均				2.58		70.52		—		—		—
ウレタン	1	27.00	13.38	28.00	7.47	38.00	82.21	38.70	87.44	38.70	87.44	40.00	97.16
	2	25.10	15.28	25.75	4.25	37.20	79.19	38.70	89.01	38.70	89.01	38.75	89.33
	3	26.90	13.48	27.80	6.68	37.50	78.64	38.90	89.02	38.90	89.02	38.90	89.02
	平 均				6.13		80.01		88.49		88.49		91.84
アスファルト乳剤	1	28.50	11.88	28.00	-4.21	28.75	2.10	29.00	4.21	29.10	5.05	29.20	5.89
	2	29.75	10.63	30.25	4.70	30.60	8.00	30.75	9.41	30.90	10.82	30.80	9.88
	3	28.60	11.78	29.40	6.79	29.90	11.04	30.00	11.88	30.10	12.73	30.00	11.88
	平 均				2.43		7.05		8.50		9.53		9.22
セメント- アスファルト乳剤	1	26.90	13.48	27.25	2.60	26.75	-1.11	26.75	-1.11	26.80	-0.74	26.75	-1.11
	2	27.75	12.63	28.10	2.77	27.60	-1.19	27.30	-3.56	27.50	-1.98	26.60	-1.19
	3	27.50	12.88	27.80	2.33	27.50	0.00	27.40	-0.78	27.50	0.00	27.30	-1.55
	平 均				2.57		-0.77		-1.82		-0.91		-1.28
アスファルト- ウレタン	1	25.80	14.58	25.75	-0.34	25.75	-0.34	25.80	0.00	25.80	0.00	26.10	2.06
	2	26.40	13.98	26.25	-1.07	26.25	-1.07	26.30	-0.72	26.40	0.00	26.60	1.43
	3	26.10	14.28	26.00	-0.70	26.00	-0.70	26.00	-0.70	26.25	1.05	26.50	2.80
	平 均				-0.71		-0.71		-0.47		0.35		2.10

表-8・3 コンテナ試験結果 (湿潤状態)

材 種		3 時間		6 時間		1 日		3 日		7 日		28 日	
		注入水量 v1 cc	試料の容積 vc cc	注入水量 v1 cc	試料の容積 vc cc	注入水量 v2 cc	収縮率 %	注入水量 v2 cc	収縮率 %	注入水量 v2 cc	収縮率 %	注入水量 v2 cc	収縮率 %
セメント- セメント系	1	27.4	13.0	27.4	0.0	27.4	0.0	27.5	0.8	27.5	0.8	27.5	0.8
	2	26.8	13.6	26.9	0.7	26.7	-0.7	27.0	1.5	26.9	0.7	26.8	0.0
	3	26.5	13.9	26.5	0.0	26.8	2.2	26.7	1.4	26.4	-0.7	27.0	3.6
	平 均				0.2		0.5		1.2		0.3		1.5
セメント-シリカ系	1	30.4	10.0	30.2	-2.0	30.4	0.0	30.5	1.0	30.9	5.0	31.3	9.0
	2	27.8	12.6	27.9	0.8	28.1	2.4	28.2	3.2	28.8	7.9	29.9	16.7
	3	26.7	13.7	27.5	5.8	28.0	9.5	28.5	13.2	30.2	25.6	30.3	26.3
	平 均				1.5		4.0		5.8		12.8		17.3
ウレタン系	1	22.7	17.7	22.6	-0.6	22.7	0.0	22.7	0.0	22.1	-3.4	22.1	-3.4
	2	20.1	20.3	20.3	1.0	20.2	0.5	20.0	-0.5	19.5	-3.0	19.5	-3.0
	3	22.5	17.9	22.9	2.2	22.6	0.6	22.7	1.1	22.1	-2.2	21.8	-3.9
	平 均				0.9		0.4		0.2		-2.9		-3.4
ポリエチレン グリコール系	1	29.8	10.6	29.3	-4.7	29.7	-0.9	29.4	-3.8	29.4	-3.8	29.4	-3.8
	2	25.4	15.0	24.5	-6.0	24.9	-3.3	24.7	-4.7	24.6	-5.3	24.7	-4.7
	3	26.3	14.1	26.0	-2.1	25.8	-3.6	25.3	-7.1	25.7	-4.3	25.8	-3.6
	平 均				-4.3		-2.6		-5.2		-4.5		-4.0
アスファルト乳剤系	1	26.6	13.8	26.9	2.2	27.1	3.6	27.5	6.5	27.7	8.0	28.2	11.6
	2	26.6	13.8	26.8	1.5	27.1	3.6	27.2	4.4	27.5	6.5	28.2	11.6
	3	26.1	14.3	26.0	-0.7	26.4	2.1	26.3	1.4	26.7	4.2	27.1	7.0
	平 均				1.0		3.1		4.1		6.2		10.1
セメント- アスファルト乳剤系	1	20.8	19.6	20.8	0.0	20.8	0.0	20.8	0.0	21.1	1.5	21.3	2.6
	2	23.8	16.6	23.7	-0.6	23.6	-1.2	23.4	-2.4	23.3	-3.0	23.7	-0.6
	3	26.9	13.5	27.1	1.5	27.1	1.5	26.7	-1.5	26.7	-1.5	27.1	1.5
	平 均				0.3		0.1		-1.3		-1.0		1.1

表-8・4 膨張性試験結果

材 種	No.	シリンダー内径 mm	高さの読 値 mm		膨張率 %
			直後	24時間後	
セメント-セメント系	1	39.42	99.75	95.40	2.1
	2	37.18	99.40	100.25	-0.4
	3	38.53	99.20	99.70	-0.2
	平 均	38.38	99.45	98.45	0.5
セメント-シリカ系	1	38.96	93.55	96.25	-1.3
	2	38.39	93.35	95.95	-1.2
	3	38.29	84.45	87.10	-1.2
	平 均	38.55	90.45	93.10	-1.2
ウレタン系	1	38.23	78.55	73.10	2.5
	2	38.27	98.90	81.15	8.2
	3	38.55	93.90	73.30	9.6
	平 均	38.35	90.45	75.85	6.8
アスファルト乳剤系	1	37.79	98.95	106.45	-3.4
	2	39.57	92.40	99.10	-3.3
	3	38.83	82.90	89.55	-3.1
	平 均	38.56	91.42	98.37	-3.3
セメント-アスファルト乳剤系	1	38.99	91.00	93.75	-1.3
	2	38.36	89.25	91.45	-1.0
	3	37.42	99.45	101.00	-0.7
	平 均	38.26	93.23	95.40	-1.0
アスファルト-ウレタン系	1	37.79	91.35	83.55	3.5
	2	38.62	88.40	80.25	3.8
	3	37.60	90.15	84.00	2.7
	平 均	38.00	89.97	82.60	3.3

表-8・5(1) 乾湿繰返し試験観察結果 (ホモゲル、セメント-セメント系)

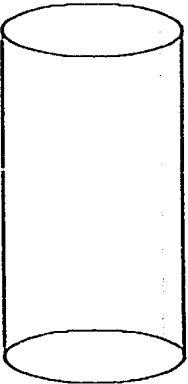
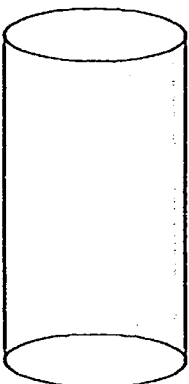
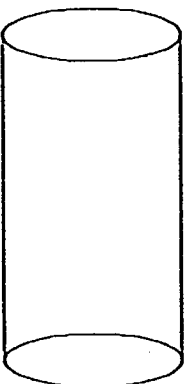
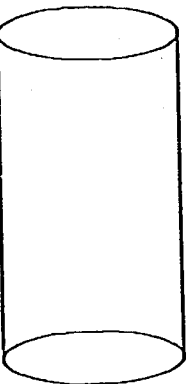
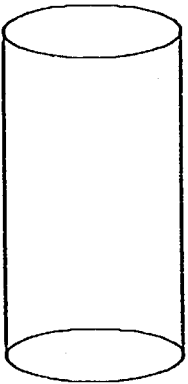
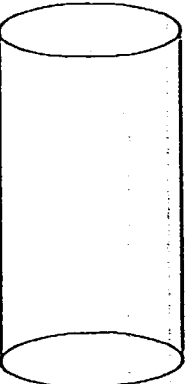
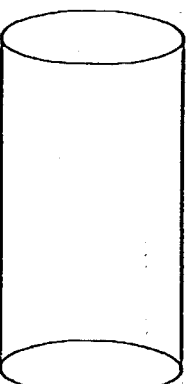
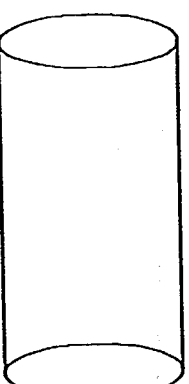
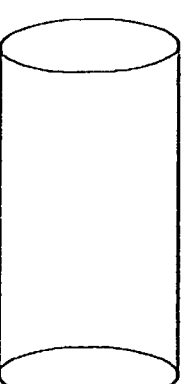
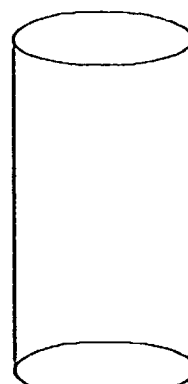
1 サイクル	2 サイクル	3 サイクル	4 サイクル	5 サイクル
(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：変化なし	表面：チョーキング現象あり	表面：チョーキング現象あり	表面：チョーキング現象あり	表面：チョーキング現象あり
				
(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				

表-8・5(2) 乾湿繰返し試験結果 (ホモゲル、セメント-セメント系)

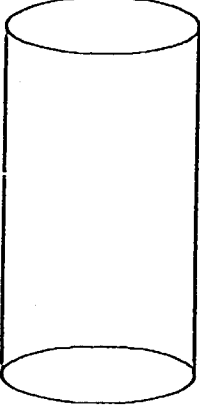
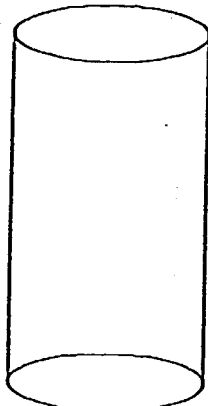
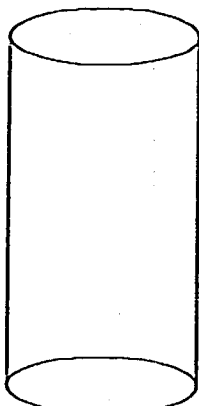
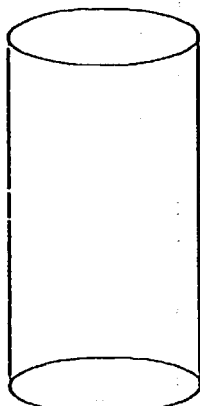
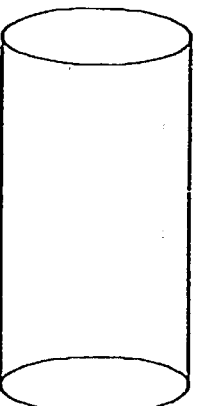
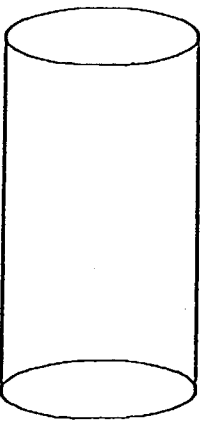
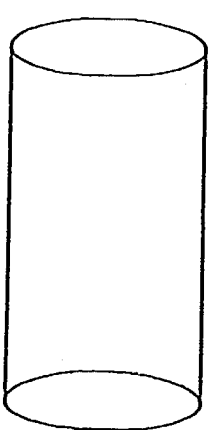
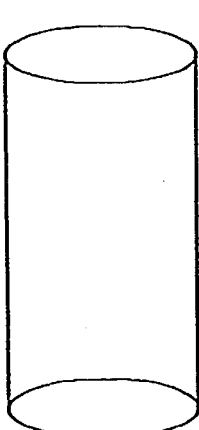
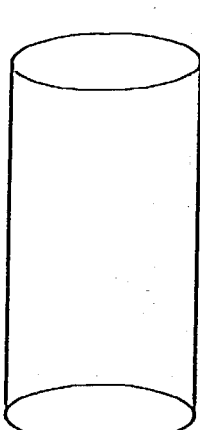
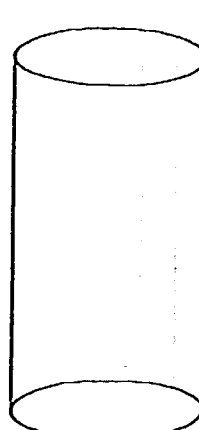
6 サイクル	7 サイクル	8 サイクル	9 サイクル	10 サイクル
(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：チョーキング現象あり	表面：チョーキング現象あり	表面：チョーキング現象あり	表面：チョーキング現象あり	表面：チョーキング現象あり
				
(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				

表-8・6 乾湿繰返し試験観察結果 (ホモゲル、セメント-シリカ系)

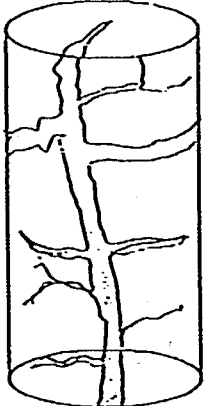
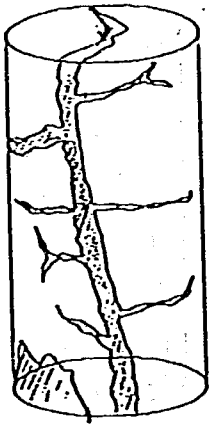
1 サイクル	2 サイクル	3 サイクル	4 サイクル	5 サイクル
(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)
形状：収縮による 大きなひび 割れあり	形状：崩壊により 以降の実験 継続は不可	形状：	形状：	形状：
表面：内部は緑に 変色	表面：	表面：	表面：	表面：
				
(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)
形状：収縮による 大きなひび 割れあり	形状：	形状：	形状：	形状：
表面：内部は緑に 変色	表面：	表面：	表面：	表面：
				

表-8・7(1) 乾湿繰返し試験観察結果 (ホモゲル、ウレタン系)

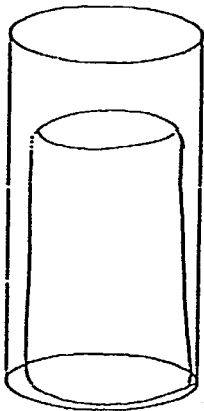
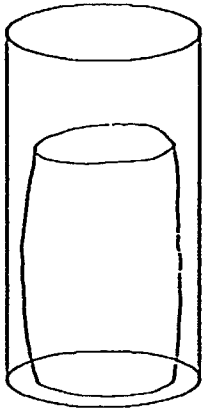
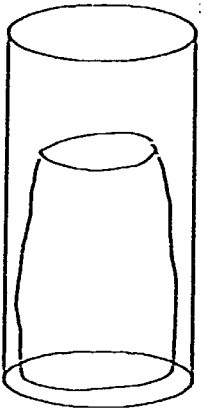
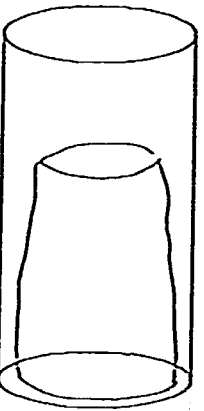
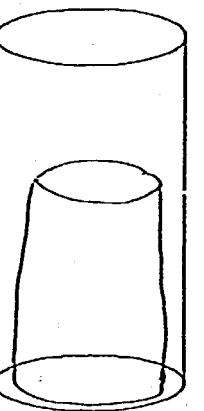
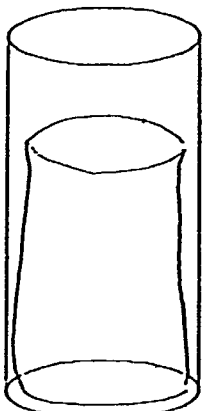
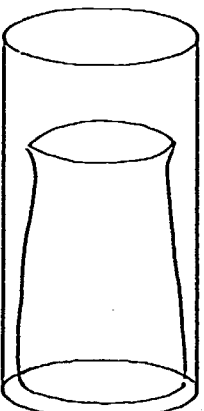
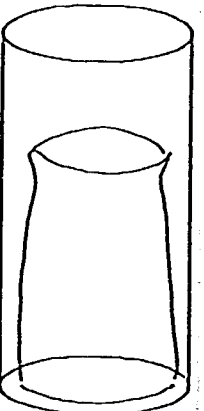
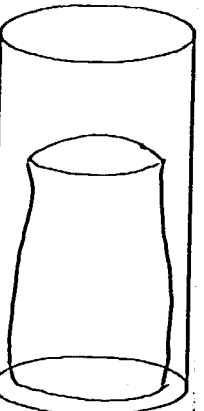
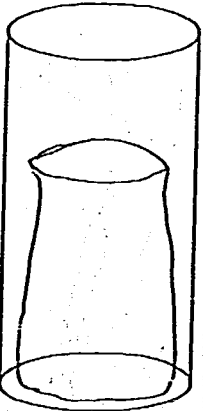
1 サイクル	2 サイクル	3 サイクル	4 サイクル	5 サイクル
(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)
形状：著しく収縮	形状：やや収縮	形状：やや収縮	形状：やや収縮	形状：やや収縮
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				
(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)
形状：変化なし	形状：上部わずかに膨張	形状：上部わずかに膨張	形状：上部わずかに膨張	形状：上部わずかに膨張
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				

表-8・7(2) 乾湿繰返し試験観察結果 (ホモゲル、ウレタン系)

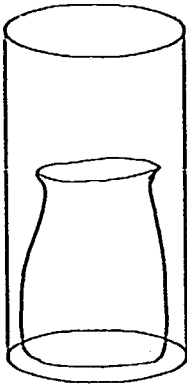
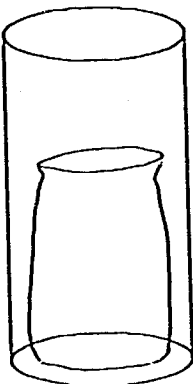
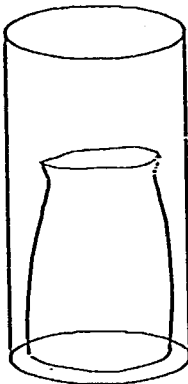
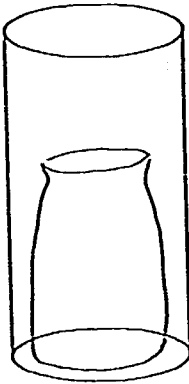
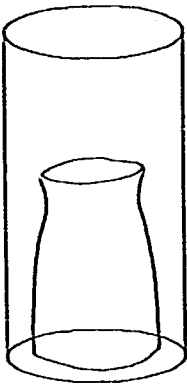
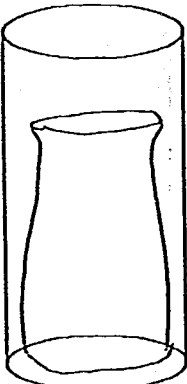
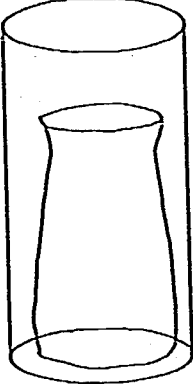
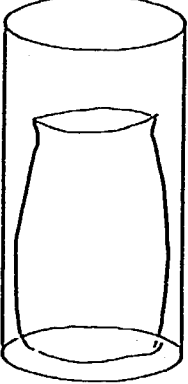
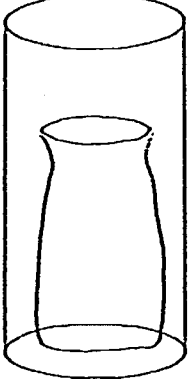
6 サイクル	7 サイクル	8 サイクル	9 サイクル	10 サイクル
(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)
形状：やや収縮	形状：やや収縮	形状：やや収縮	形状：やや収縮	形状：やや収縮
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				
(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)
形状：上部わずかに膨張	形状：上部わずかに膨張	形状：上部わずかに膨張	形状：上部わずかに膨張	形状：上部わずかに膨張
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				

表-8・8(1) 乾湿繰返し試験観察結果 (ホモゲル、アスファルト乳剤系)

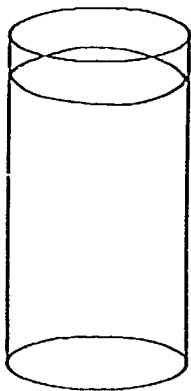
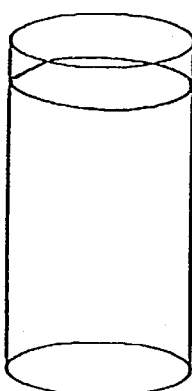
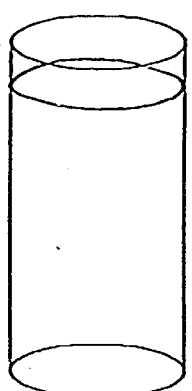
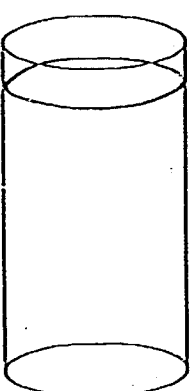
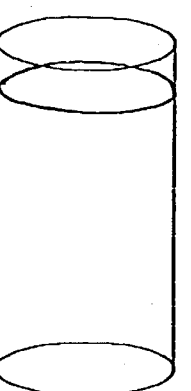
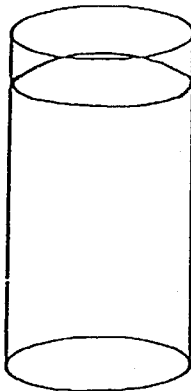
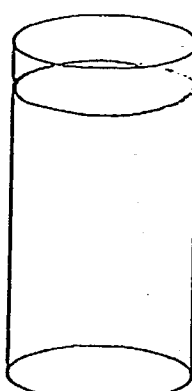
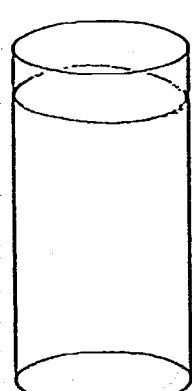
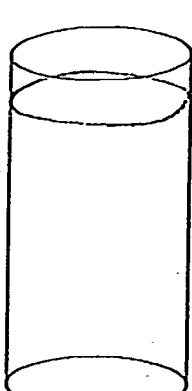
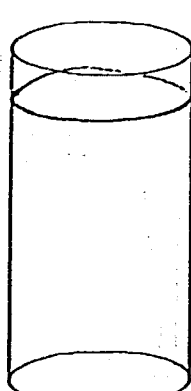
1 サイクル	2 サイクル	3 サイクル	4 サイクル	5 サイクル
(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)
形状：やや収縮	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				
(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				

表-8・8(2) 乾湿繰返し試験観察結果 (ホモゲル、アスファルト乳剤系)

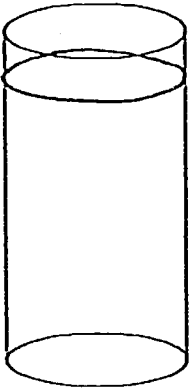
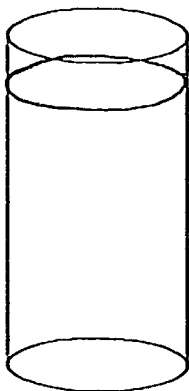
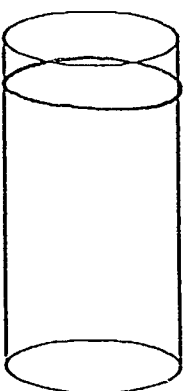
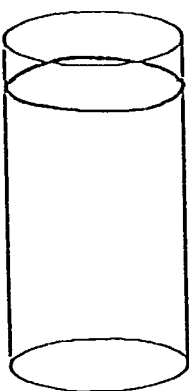
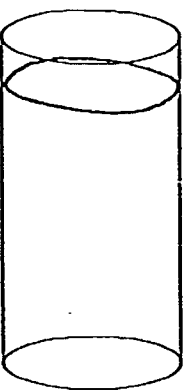
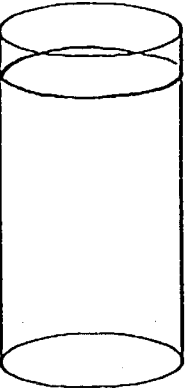
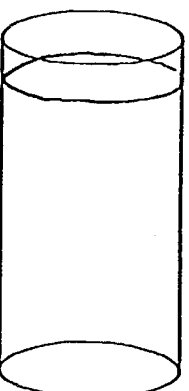
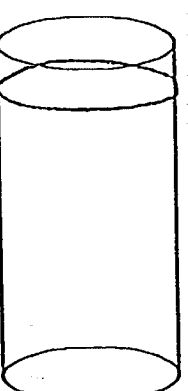
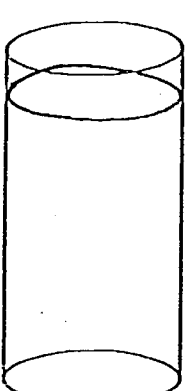
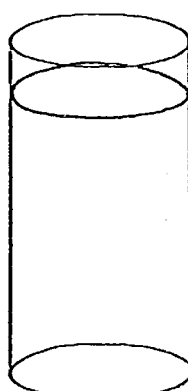
6 サイクル	7 サイクル	8 サイクル	9 サイクル	10 サイクル
(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				
(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				

表-8・9(1) 乾湿繰返し試験観察結果 (ホモゲル、セメント-アスファルト乳剤系)

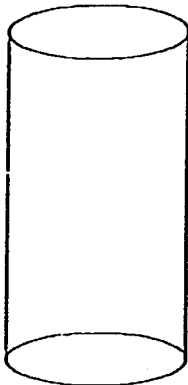
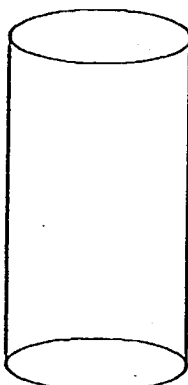
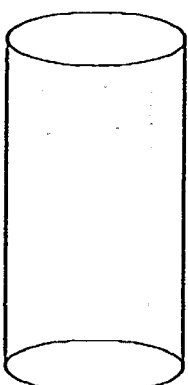
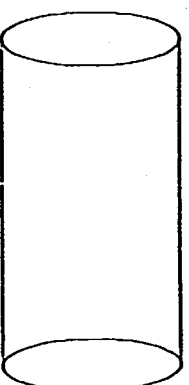
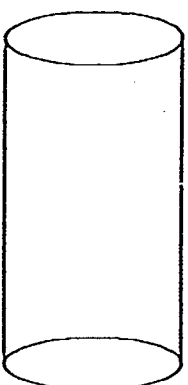
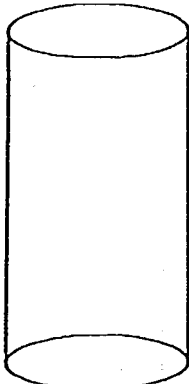
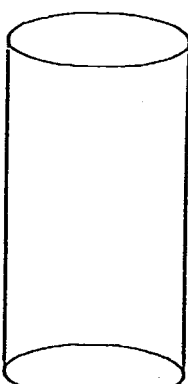
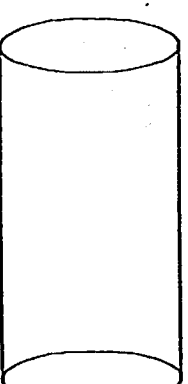
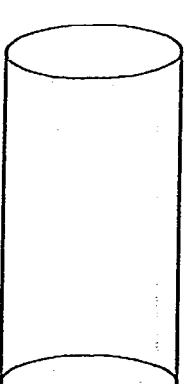
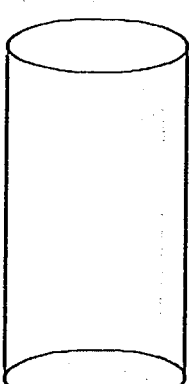
1 サイクル	2 サイクル	3 サイクル	4 サイクル	5 サイクル
(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：変化なし	表面：白色を呈する	表面：白色を呈する	表面：白色を呈する	表面：白色を呈する
				
(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：白色 (レイタンス様) を呈する	表面：白色を呈する	表面：白色を呈する	表面：白色を呈する	表面：白色を呈する
				

表-8・9(2) 乾湿繰返し試験観察結果 (ホモゲル、セメント-アスファルト乳剤系)

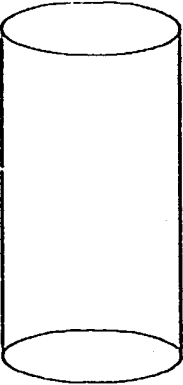
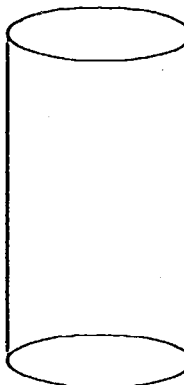
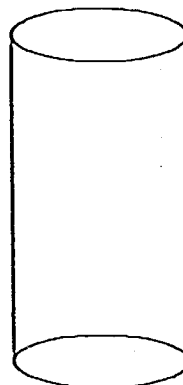
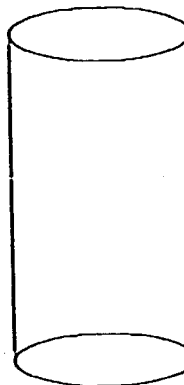
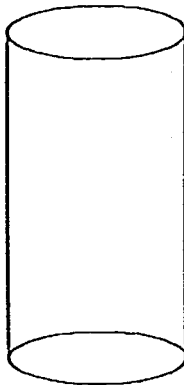
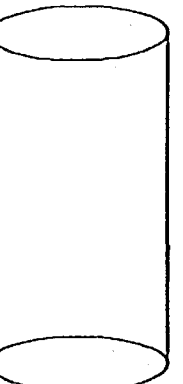
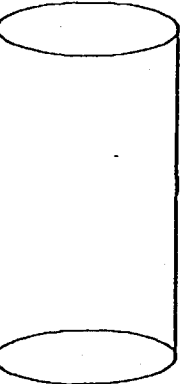
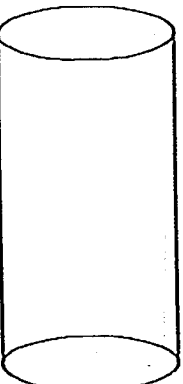
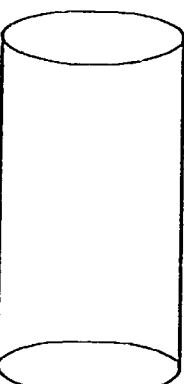
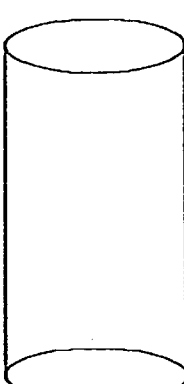
6 サイクル	7 サイクル	8 サイクル	9 サイクル	10 サイクル
(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：白色を呈する	表面：白色を呈する	表面：白色を呈する	表面：白色を呈する	表面：白色を呈する
				
(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：白色を呈する	表面：白色を呈する	表面：白色を呈する	表面：白色を呈する	表面：白色を呈する
				

表-8・10(1) 乾湿繰返し試験観察結果 (ホモゲル、アスファルト-ウレタン系)

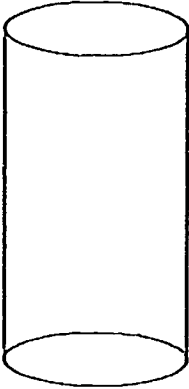
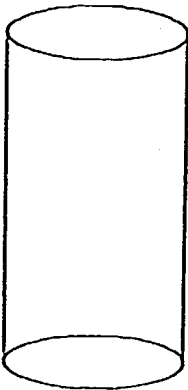
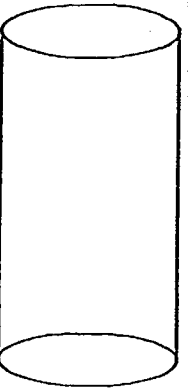
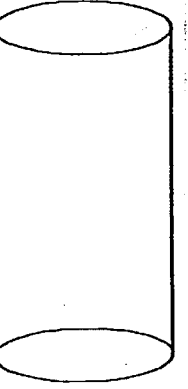
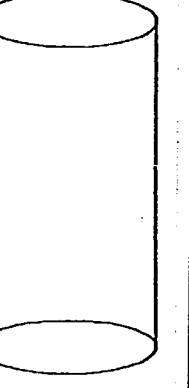
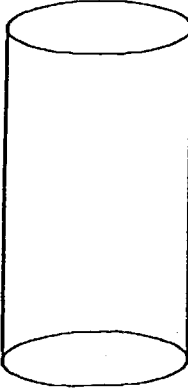
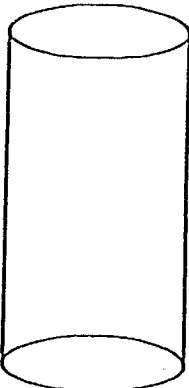
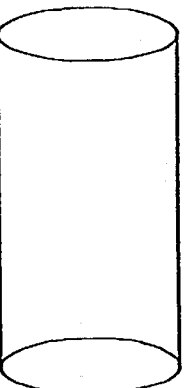
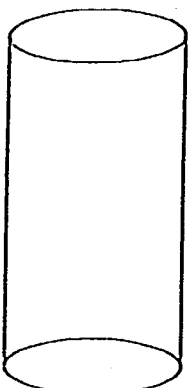
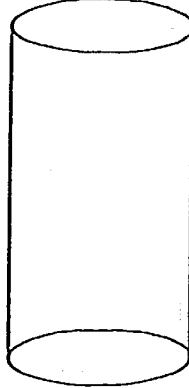
1 サイクル	2 サイクル	3 サイクル	4 サイクル	5 サイクル
(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				
(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				

表-8・10(2) 乾湿繰返し試験観察結果 (ホモゲル、アスファルト-ウレタン系)

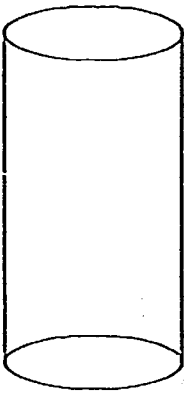
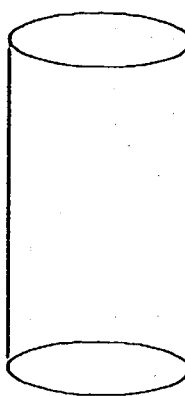
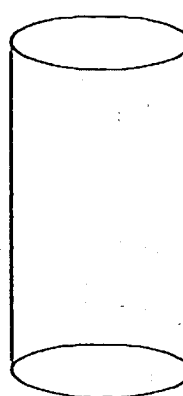
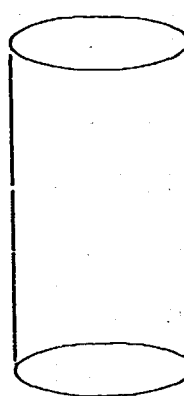
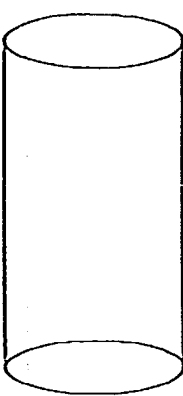
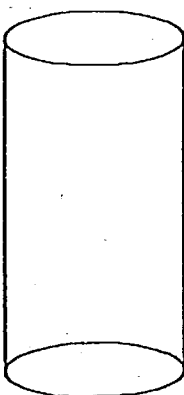
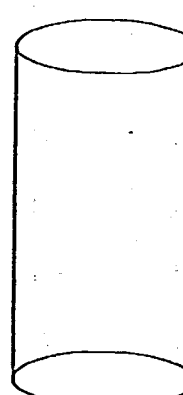
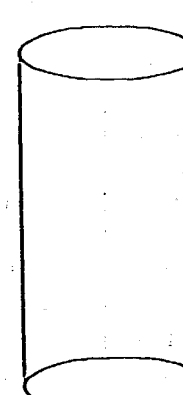
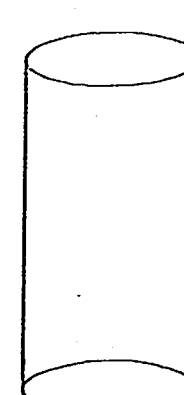
6 サイクル	7 サイクル	8 サイクル	9 サイクル	10 サイクル
(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)	(乾燥後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				
(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)	(水浸後)
形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし	形状：変化なし
表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし	表面：変化なし
				

表-8・11 乾湿繰返し体積変化率 (サンドゲル、セメント-セメント系)

(単位: %)

サイクル		供 試 体 N O			平 均	変動係数
		1	2	3		
供試体作製直後		0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1	乾 燥	0.46	0.05	-0.13	0.13	197.2
	湿 潤	-0.17	0.00	-0.36	-0.18	-83.1
2	乾 燥	0.00	0.21	-0.20	0.00	3838.7
	湿 潤	-0.24	-0.41	-0.34	-0.33	-21.0
3	乾 燥	-0.18	-0.49	-0.04	-0.24	-78.3
	湿 潤	-0.18	-0.33	-0.58	-0.36	-45.2
4	乾 燥	-0.26	-0.53	-0.24	-0.34	-37.9
	湿 潤	0.03	-0.34	-0.38	-0.23	-80.3
5	乾 燥	0.16	-0.14	0.01	0.01	1143.0
	湿 潤	0.46	-0.29	-0.54	-0.12	-343.3
6	乾 燥	-0.02	-0.52	-0.43	-0.32	-66.8
	湿 潤	-0.17	-0.38	-0.38	-0.31	-31.7
7	乾 燥	-1.00	-0.52	-0.58	-0.70	-30.7
	湿 潤	0.20	-0.48	-0.37	-0.21	-138.3
8	乾 燥	-0.12	-0.57	-0.03	-0.24	-98.7
	湿 潤	-0.48	-0.53	-0.77	-0.59	-21.4
9	乾 燥	-1.26	-0.63	0.05	-0.61	-87.2
	湿 潤	-0.32	-0.65	0.03	-0.31	-89.4
10	乾 燥	-0.40	-0.34	-1.06	-0.60	-54.7
	湿 潤	0.14	-0.13	0.16	0.06	228.9

表-8・12 乾湿繰返し体積変化率 (サンドゲル、セメント-シリカ系)

(単位: %)

サイクル		供 試 体 N O			平 均	変動係数
		1	2	3		
供試体作製直後		0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1	乾燥	-0.12	-0.11	-0.52	-0.25	-76.0
	湿潤	-0.54	0.02	-0.65	-0.39	-75.3
2	乾燥	-0.36	-0.48	-0.56	-0.47	-17.8
	湿潤	-0.20	0.06	-0.53	-0.22	-108.5
3	乾燥	-0.55	-0.07	-0.66	-0.42	-60.0
	湿潤	-0.74	-0.36	-0.21	-0.44	-50.6
4	乾燥	-0.25	-0.04	-0.75	-0.34	-86.0
	湿潤	-0.82	-0.13	-0.77	-0.57	-54.8
5	乾燥	-1.02	-0.18	-1.01	-0.74	-53.5
	湿潤	-0.83	-0.07	-0.76	-0.55	-62.0
6	乾燥	-1.20	0.03	-1.38	-0.85	-73.8
	湿潤	-1.34	0.14	-1.56	-0.92	-82.1
7	乾燥	-2.17	0.00	-1.69	-1.29	-72.3
	湿潤	-1.17	0.08	-1.45	-0.84	-78.6
8	乾燥	-1.98	-0.07	-1.48	-1.18	-68.7
	湿潤	-2.89	-0.44	-1.20	-1.51	-67.8
9	乾燥	-3.68	-0.31	-2.65	-2.21	-63.7
	湿潤	-2.55	0.00	-2.22	-1.59	-71.2
10	乾燥	-3.36	-0.17	-3.14	-2.22	-65.5
	湿潤	-0.64	0.20	-5.98	-2.14	-127.8

表-8・13 乾湿繰返し体積変化率 (サンドゲル、ウレタン系)

(単位: %)

サイクル		供 試 体 N O			平 均	変動係数
		1	2	3		
供試体作製直後		0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1	乾燥	-21.33	-14.53	-21.06	-18.98	-16.6
	湿潤	-19.27	-12.01	-17.10	-16.13	-18.9
2	乾燥	-23.30	-15.73	-23.47	-20.83	-17.3
	湿潤	-18.94	-14.24	-19.55	-17.57	-13.5
3	乾燥	-23.08	-15.95	-24.32	-21.12	-17.5
	湿潤	-19.21	-14.35	-19.41	-17.66	-13.2
4	乾燥	-22.31	-15.44	-23.63	-20.46	-17.6
	湿潤	-19.39	-14.83	-20.03	-18.08	-12.8
5	乾燥	-22.09	-16.52	-25.12	-21.25	-16.8
	湿潤	-19.92	-14.50	-20.31	-18.24	-14.5
6	乾燥	-24.00	-17.31	-25.66	-22.32	-16.2
	湿潤	-21.17	-15.65	-20.25	-19.02	-12.7
7	乾燥	-24.73	-17.40	-25.99	-22.71	-16.7
	湿潤	-21.55	-15.78	-21.56	-19.63	-13.9
8	乾燥	-25.72	-18.87	-26.50	-23.70	-14.5
	湿潤	-21.45	-16.37	-22.20	-20.01	-12.9
9	乾燥	-26.15	-18.03	-27.24	-23.81	-17.3
	湿潤	-22.39	-16.97	-23.45	-20.94	-13.5
10	乾燥	-26.99	-18.85	-27.66	-24.50	-16.4
	湿潤	-24.16	-16.84	-22.86	-21.29	-15.0

表-8・14 乾湿繰返し体積変化率 (サンドゲル、ポリエチレングリコール系)

(単位: %)

サイクル		供 試 体 N O			平 均	変動係数
		1	2	3		
供試体作製直後		0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1	乾燥	-1.73	-2.18	-1.21	-1.71	-23.2
	湿潤	1.07	0.21	1.04	0.78	51.5
2	乾燥	4.78	3.54	4.63	4.31	12.8
	湿潤	-0.25	0.11	-0.84	-0.33	-120.1
3	乾燥	-1.96	-0.95	-1.49	-1.47	-28.0
	湿潤	-2.29	0.66	-1.17	-0.93	-130.5
4	乾燥	-2.06	0.24	-0.13	-0.65	-155.7
	湿潤	-1.48	0.82	1.30	0.21	572.8
5	乾燥	-3.27	-0.39	-3.35	-2.34	-58.9
	湿潤	-1.12	3.10	-0.66	0.44	428.8
6	乾燥	-2.93	-2.11	-2.44	-2.49	-13.5
	湿潤	-3.98	1.28	-4.59	-2.43	-108.4
7	乾燥	-3.88	-7.04	-6.60	-5.84	-23.9
	湿潤	-4.72	-1.46	-5.12	-3.77	-43.5
8	乾燥	-10.07	-5.11	-11.83	-9.00	-31.6
	湿潤	-10.36	-0.67	-6.87	-5.97	-67.1
9	乾燥	-8.63	-6.21	-5.66	-6.83	-18.9
	湿潤	-10.31	-5.78	-7.54	-7.88	-23.7
10	乾燥	-11.02	-4.56	-8.89	-8.16	-33.0
	湿潤	-12.34	-5.66	-11.35	-9.78	-30.1

表-8・15 乾湿繰返し体積変化率 (サンドゲル、セメント-ゴムアスファルト乳剤系) (単位: %)

サイクル		供 試 体 N O			平 均	変動係数
		1	2	3		
供試体作製直後		0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1	乾 燥	0.94	0.64	0.55	0.71	23.7
	湿 潤	1.01	0.41	0.32	0.58	52.9
2	乾 燥	1.14	0.74	0.08	0.66	66.8
	湿 潤	0.86	0.35	0.32	0.51	48.6
3	乾 燥	0.65	0.30	0.02	0.32	79.1
	湿 潤	0.32	-0.10	-0.17	0.01	1486.7
4	乾 燥	1.06	0.44	0.40	0.63	48.2
	湿 潤	0.64	0.12	0.25	0.34	65.9
5	乾 燥	0.71	0.41	0.28	0.47	37.9
	湿 潤	1.10	-0.11	-1.52	-0.18	-610.8
6	乾 燥	0.70	0.23	-1.18	-0.09	-934.0
	湿 潤	0.78	0.83	-0.59	0.34	195.6
7	乾 燥	0.95	0.20	-1.21	-0.02	-4266.7
	湿 潤	1.27	0.28	-1.13	0.14	705.6
8	乾 燥	1.16	0.59	-0.82	0.31	270.5
	湿 潤	0.85	0.28	-1.13	0.00	29553.4
9	乾 燥	0.98	0.20	-1.21	-0.01	-8629.6
	湿 潤	1.02	0.00	-1.41	-0.13	-756.1
10	乾 燥	0.89	0.32	-1.09	0.04	1886.1
	湿 潤	0.57	0.47	-0.94	0.03	2130.4

表-8・16 一軸圧縮試験結果 (乾燥状態、ホモゲル、セメント-セメント系)

材令	NO	高さ cm	直径 cm		断面積 cm ²	最大荷重 kgf	一軸圧縮強さ kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
			1	2							
3時間	1	9.98	4.98	4.97	19.4	25.2	1.30		0.070	0.7	
	2	9.99	4.96	4.98	19.4	21.3	1.10		0.080	0.8	
	3	9.98	4.96	4.95	19.3	24.9	1.30		0.071	0.7	
	平均						1.23	7.6		0.7	5.6
1日	1	10.00	5.07	5.00	19.9	395.0	19.81		0.064	0.6	
	2	9.87	4.99	5.06	19.9	367.0	18.48		0.062	0.6	
	3	9.92	5.02	5.02	19.8	309.0	15.62		0.056	0.6	
	平均						17.97	9.7		0.6	5.3
7日	1	10.16	4.98	5.02	19.6	1390.0	70.80		0.070	0.7	
	2	10.00	4.96	5.00	19.4	1111.0	57.10		0.079	0.8	
	3	9.69	5.04	4.95	19.6	1520.0	77.56		0.066	0.7	
	平均						68.48	12.4		0.7	6.9
28日	1	9.96	5.03	5.00	19.8	1982.5	100.36		0.064	0.6	
	2	10.22	4.98	5.03	19.7	1792.5	91.11		0.067	0.7	
	3	9.90	5.02	5.00	19.7	1670.0	84.80		0.091	0.9	
	平均						92.09	6.9		0.7	17.0

表-8・17 一軸圧縮試験結果（乾燥状態、ホモゲル、セメント-シリカ系）

材令	NO	高さ cm	直径 cm		断面積 cm ²	最大荷重 kgf	一軸圧縮強さ kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
			1	2							
3時間	1	10.00	4.98	4.99	19.5	15.1	0.77		0.29	2.9	
	2	9.99	4.99	4.96	19.4	16.4	0.84		0.27	2.7	
	3	9.98	4.96	5.00	19.4	15.6	0.80		0.31	3.1	
	平均						0.81	3.6		2.9	5.2
1日	1	9.95	4.99	4.96	19.4	213.7	11.0		0.06	0.6	
	2	9.95	4.99	4.97	19.5	267.5	13.7		0.06	0.6	
	3	9.88	4.96	4.94	19.3	266.2	13.8		0.07	0.7	
	平均						12.8	10.2		0.6	5.9
7日	1	9.90	5.00	4.93	19.4	317.5	16.4		0.14	1.4	
	2	10.14	4.95	4.98	19.4	440.5	22.7		0.08	0.8	
	3	9.99	5.01	4.98	19.6	402.5	20.5		0.08	0.8	
	平均						19.9	13.2		1.0	31.6
28日	1	9.95	4.97	4.95	19.3	1920.0	99.4		0.08	0.8	
	2	9.95	4.96	4.96	19.3	1255.0	65.1		0.06	0.7	
	3	9.88	5.00	4.96	19.5	1247.5	64.1		0.08	0.8	
	平均						76.2	21.5		0.8	8.5

表-8・18 一軸圧縮試験結果 (乾燥状態、ホモゲル、ウレタン系)

材令	NO	高さ cm	直径 cm		断面積 cm ²	最大荷重 kgf	一軸圧縮強さ kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
			1	2							
3時間	1	8.96	4.97	5.06	19.8	2.1	0.11		1.5<	15<	
	2	9.02	4.96	5.13	20.0	2.1	0.10		1.5<	15<	
	3	9.00	5.12	5.08	20.4	2.1	0.10		1.5<	15<	
	平均						0.10	1.0		15<	0.0
1日	1	8.90	4.85	4.88	18.6	1.8	0.10		1.5<	15<	
	2	8.46	4.91	4.65	17.9	1.8	0.10		1.5<	15<	
	3	8.35	4.90	4.87	18.8	2.0	0.10		1.5<	15<	
	平均						0.10	5.0		15<	0.0
7日	1	8.44	4.79	4.80	18.0	2.1	0.12		1.5<	15<	
	2	8.37	4.72	4.73	17.6	2.2	0.12		1.5<	15<	
	3	8.36	4.76	4.76	17.8	2.2	0.12		1.5<	15<	
	平均						0.12	3.2		15<	0.0
28日	1	8.32	4.68	4.73	17.4	2.0	0.12		1.5<	15<	
	2	8.32	4.74	4.80	17.9	2.2	0.12		1.5<	15<	
	3	8.52	4.80	4.72	17.8	1.9	0.11		1.5<	15<	
	平均						0.12	4.9		15<	0.0

表-8・19 一軸圧縮試験結果 (乾燥状態、ホモゲル、アスファルト乳剤系)

材令	NO	高さ cm	直径 cm		断面積 cm ²	最大荷重 kgf	一軸圧縮強さ kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
			1	2							
3時間	1	9.82	4.91	4.99	19.2	0.8	0.04		1.5<	15<	
	2	9.65	4.99	4.99	19.5	1.6	0.08		1.5<	15<	
	3	9.83	4.97	5.00	19.5	1.4	0.06		1.5<	15<	
	平均						0.06	6.4		15<	0.0
1日	1	9.80	4.96	4.86	18.9	2.5	0.13		1.5<	15<	
	2	9.50	4.77	4.96	18.6	2.7	0.15		1.5<	15<	
	3	9.43	4.86	4.90	18.7	2.9	0.16		1.5<	15<	
	平均						0.15	4.2		15<	0.0
7日	1	9.82	4.85	4.73	18.0	5.2	0.29		1.5<	15<	
	2	9.40	4.68	4.86	17.9	4.5	0.25		1.5<	15<	
	3	9.36	4.75	4.88	18.2	5.6	0.31		1.5<	15<	
	平均						0.28	12.9		15<	0.0
28日	1	9.66	4.72	4.85	18.0	13.1	0.72		0.7	5.0	
	2	9.64	4.84	4.82	18.4	15.3	0.83		0.8	4.0	
	3	9.74	4.86	4.64	17.7	13.0	0.73		0.7	3.0	
	平均						0.76	8.0		4.0	27.2

表-8・20 一軸圧縮試験結果 (乾燥状態、ホモゲル、セメント-アスファルト乳剤系)

材令	NO	高さ cm	直径 cm		断面積 cm ²	最大荷重 kgf	一軸圧縮強さ kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
			1	2							
3時間	1	10.20	5.04	5.04	20.0	88.0	4.40		0.06	0.6	
	2	9.96	5.01	4.977	19.6	87.2	4.45		0.09	0.9	
	3	9.95	5.00	4.98	19.5	84.2	4.31		0.07	0.7	
	平均	1					4.39	1.4		0.8	13.0
1日	1	10.00	5.00	5.00	19.6	139.8	7.12		0.15	1.5	
	2	9.97	5.03	4.98	19.7	163.1	8.30		0.11	1.1	
	3	9.93	5.03	4.98	19.7	147.0	7.47		0.07	0.7	
	平均						7.63	6.4		1.1	29.4
7日	1	9.80	4.50	4.96	17.6	359.0	20.4		0.09	0.9	
	2	10.04	4.98	4.99	19.5	364.0	18.6		0.12	1.2	
	3	10.00	4.96	4.98	19.4	440.0	22.7		0.07	0.7	
	平均						20.6	8.0		0.9	20.3
28日	1	9.92	4.99	5.02	19.6	557.5	28.4		0.11	1.1	
	2	9.94	5.02	5.00	19.7	560.0	28.4		0.09	0.9	
	3	9.98	4.99	5.01	19.6	577.5	29.4		0.09	0.9	
	平均						28.7	1.7		0.1	10.37

表-8・21 一軸圧縮試験結果 (乾燥状態、ホモゲル、アスファルト-ウレタン系)

材令	NO	高さ cm	直径 cm		断面積 cm ²	最大荷重 kgf	一軸圧縮強さ kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
			1	2							
3時間	1	9.83	4.85	4.93	18.8	50.0	2.66		1.5<	15<	
	2	9.93	4.82	4.93	18.7	50.9	2.72		1.5<	15<	
	3	9.90	4.91	4.90	18.9	64.8	3.42		1.5<	15<	
	平均						2.94	11.7		15<	0.0
1日	1	9.84	4.98	4.89	19.1	58.0	3.03		1.5<	15<	
	2	9.87	4.95	4.98	19.4	43.5	2.25		1.5<	15<	
	3	9.70	4.94	4.95	19.2	45.8	2.38		1.5<	15<	
	平均						2.56	13.4		15<	0.0
7日	1	9.84	4.98	4.90	19.2	48.5	2.53		1.5<	15<	
	2	10.00	4.92	4.82	18.6	60.9	3.27		1.5<	15<	
	3	9.78	4.90	5.00	19.2	61.9	3.22		1.5<	15<	
	平均						3.00	11.2		15<	0.0
28日	1	9.79	4.95	4.92	19.1	52.0	2.72		1.5<	15<	
	2	9.80	4.89	4.90	18.8	51.4	2.73		1.5<	15<	
	3	9.91	4.90	4.88	18.8	52.0	2.77		1.5<	15<	
	平均						2.74	0.8		15<	0.0

表-8・22 一軸圧縮試験結果 (湿潤状態、ホモゲル、セメント-セメント系)

材令	No.	高さ cm	直径 cm		断面積 cm ²	最大荷重 kgf	一軸圧縮強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
			1	2							
3 時間	1	10.02	5.00	4.99	19.6	82.0	4.19		0.108	1.1	
	2	10.01	4.99	4.98	19.5	82.5	4.23		0.074	0.7	
	3	10.00	5.03	5.02	19.8	70.0	3.53		0.067	0.7	
	平均						3.98	8.0		0.8	21.5
1 日	1	10.06	5.04	5.00	19.8	240	12.1		0.112	1.1	
	2	10.00	5.03	5.03	19.9	230	11.6		0.170	1.7	
	3	10.06	5.09	5.02	20.1	230	11.5		0.157	1.6	
	平均						11.7	2.5		1.5	17.2
7 日	1	10.03	5.05	5.07	20.1	440	21.9		0.063	0.6	
	2	10.01	5.04	5.00	19.8	370	18.7		0.098	1.0	
	3	10.04	5.03	5.10	20.1	400	19.9		0.104	1.0	
	平均						20.2	6.5		0.9	20.5
28 日	1	9.98	5.01	5.00	19.7	665	33.8		0.175	1.8	
	2	10.04	4.99	5.03	19.7	970	49.2		0.112	1.1	
	3	10.04	5.05	5.00	19.8	900	45.4		0.104	1.0	
	平均						42.8	15.3		1.3	24.7

表-8・23 一軸圧縮試験結果 (湿潤状態、ホモゲル、セメント-シリカ系)

材令	No.	高さ cm	直径 cm		断面積 cm ²	最大荷重 kgf	一軸圧縮強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
			1	2							
3 時間	1	10.01	5.04	5.03	19.9	7.65	0.384		0.276	2.8	
	2	10.00	5.03	5.00	19.7	4.00	0.203		0.151	1.5	
	3	10.03	5.02	4.98	19.6	3.90	0.199		0.113	1.1	
	平均						0.262	33.1		1.8	38.7
1 日	1	9.97	5.03	5.05	19.9	87.5	4.39		0.145	1.5	
	2	9.94	5.06	5.00	19.9	110	5.54		0.103	1.0	
	3	9.95	4.98	4.96	19.4	175	9.03		0.181	1.8	
	平均						6.32	31.2		1.4	22.3
7 日	1	10.02	5.02	4.98	19.6	680	34.6		0.113	1.1	
	2	10.01	5.02	4.99	19.7	450	22.9		0.130	1.3	
	3	9.99	4.98	5.02	19.6	699	35.6		0.048	0.5	
	平均						31.1	18.6		1.0	36.4
28 日	1	8.91	4.05	4.07	12.9	1080	83.5		0.102	1.1	
	2	9.03	4.04	4.07	12.9	732	56.7		0.092	1.0	
	3	8.95	4.02	4.06	12.8	887	69.2		0.096	1.1	
	平均						69.8	15.7		1.1	4.8

表-8・24 一軸圧縮試験結果（湿潤状態、ホモゲル、ウレタン系）

材令	No.	高さ cm	直径 cm		断面積 cm ²	最大荷重 kgf	一軸圧縮強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
			1	2							
3 時間	1	9.64	4.98	5.01	19.6	2.20	0.112		1.50<	15.0<	
	2	9.76	5.03	5.01	19.8	2.04	0.103		1.50<	15.0<	
	3	9.80	5.00	4.99	19.6	2.00	0.102		1.50<	15.0<	
	平均						0.106	4.3		15.0<	0.0
1 日	1	9.39	4.92	4.98	19.2	4.00	0.208		1.50<	15.0<	
	2	9.46	4.93	4.85	18.8	4.30	0.229		1.50<	15.0<	
	3	9.47	4.98	4.92	19.2	4.25	0.221		1.50<	15.0<	
	平均						0.219	4.0		15.0<	0.0
7 日	1	9.75	4.97	4.96	19.4	1.85	0.096		1.50<	15.0<	
	2	9.66	4.93	4.90	19.0	1.90	0.100		1.50<	15.0<	
	3	9.88	4.92	4.86	18.8	1.80	0.096		1.50<	15.0<	
	平均						0.097	2.2		15.0<	0.0
28 日	1	9.83	4.83	4.85	18.4	2.10	0.114		1.50<	15.0<	
	2	9.74	4.86	4.93	18.8	2.24	0.119		1.50<	15.0<	
	3	9.73	4.82	4.94	18.7	2.11	0.113		1.50<	15.0<	
	平均						0.115	2.3		15.0<	0.0

表-8・25 一軸圧縮試験結果 (湿潤状態、ホモゲル、ポリエチレングリコール系)

材令	No.	高さ cm	直径 cm		断面積 cm ²	最大荷重 kgf	一軸圧縮強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
			1	2							
3 時間	1	9.98	4.94	5.01	19.4	4.30	0.221		1.46	14.6	
	2	9.97	4.99	4.98	19.5	3.20	0.164		1.50<	15.0<	
	3	10.00	4.92	5.02	19.4	4.80	0.248		1.50<	15.0<	
	平均						0.211	16.5		14.9	1.2
1 日	1	9.96	5.00	5.15	20.2	5.20	0.257		1.50<	15.0<	
	2	10.06	5.01	5.06	19.9	5.25	0.264		1.50<	15.0<	
	3	10.28	5.01	4.99	19.6	3.30	0.168		1.30	12.6	
	平均						0.230	19.0		14.2	7.8
7 日	1	9.73	5.08	4.97	19.8	2.15	0.108		1.14	11.7	
	2	9.93	5.00	4.97	19.5	1.15	0.059		0.680	6.8	
	3	10.04	5.09	5.00	20.0	3.25	0.163		1.34	13.3	
	平均						0.110	38.5		10.6	26.0
28 日	1	9.48	5.08	5.07	20.2	5.76	0.285		1.50<	15.0<	
	2	10.28	4.91	5.07	19.5	4.10	0.210		1.43	13.9	
	3	9.92	5.04	4.96	19.6	4.14	0.211		1.45	14.6	
	平均						0.235	14.9		14.5	3.1
6 ヶ月	1	9.93	5.11	5.00	20.1	2.00	0.100		1.50<	15.0<	
	2	10.14	5.09	5.05	20.2	2.70	0.134		1.50<	15.0<	
	3	10.00	5.06	5.03	20.0	2.80	0.140		1.50<	15.0<	
	平均						0.125	14.3		15.0<	0.0

表-8・26 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、ホモゲル、アスファルト乳剤系)

材令	No.	高さ cm	直径 cm		断面積 cm ²	最大荷重 kgf	一軸圧縮強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
			1	2							
3 時間	1	9.85	5.02	5.03	19.8	1.43	0.072		1.50<	15.0<	
	2	10.20	4.84	5.06	19.2	1.54	0.080		1.50<	15.0<	
	3	9.86	5.01	5.03	19.8	1.30	0.066		1.50<	15.0<	
	平均						0.073	8.1		15.0<	0.0
1 日	1	9.91	5.01	5.00	19.7	0.500	0.025		1.50<	15.0<	
	2	9.76	5.01	5.00	19.7	0.480	0.024		1.50<	15.0<	
	3	9.83	5.01	5.00	19.7	0.480	0.024		1.50<	15.0<	
	平均						0.025	1.9		15.0<	0.0
7 日	1	9.48	4.83	4.92	18.7	7.30	0.391		4.20	4.4	
	2	9.62	4.86	4.87	18.6	7.20	0.388		4.50	4.7	
	3	9.57	4.80	4.82	18.2	8.60	0.474		3.60	3.8	
	平均						0.417	9.5		4.3	9.0
28 日	1	9.56	4.80	4.88	18.4	24.5	1.33		2.60	2.7	
	2	9.67	4.90	4.88	18.8	24.0	1.28		1.78	1.8	
	3	9.77	4.73	4.94	18.4	23.1	1.26		2.78	2.8	
	平均						1.29	2.4		2.5	18.1

表-8・27 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、ホモゲル、セメント-アスファルト乳剤系)

材令	No.	高さ cm	直径 cm		断面積 cm ²	最大荷重 kgf	一軸圧縮強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
			1	2							
3 時間	1	10.19	5.02	5.04	19.9	45.5	2.29		0.036	0.4	
	2	9.90	5.00	5.01	19.7	45.5	2.31		0.166	1.7	
	3	9.90	4.99	4.99	19.5	48.0	2.46		0.098	1.0	
	平均						2.35	3.1		1.0	53.7
1 日	1	9.96	4.99	4.98	19.5	72.0	3.69		0.144	1.4	
	2	9.94	5.00	5.02	19.7	66.0	3.35		0.120	1.2	
	3	9.91	4.97	5.02	19.6	59.0	3.01		0.130	1.3	
	平均						3.35	8.3		1.3	7.4
7 日	1	9.90	5.00	5.06	19.9	100	5.03		0.242	2.4	
	2	10.02	5.01	5.08	20.0	120	6.01		0.118	1.2	
	3	10.09	5.04	5.04	19.9	120	6.02		0.112	1.1	
	平均						5.69	8.1		1.6	38.9
28 日	1	9.24	4.09	4.07	13.1	275	21.0		0.108	1.2	
	2	9.06	4.07	4.12	13.2	260	19.8		0.105	1.2	
	3	9.02	4.08	4.04	12.9	270	20.9		0.111	1.2	
	平均						20.6	2.8		1.2	2.9

表-8・28 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、サンドゲル、セメント-セメント系)

No.	項目	直径1	直径2	高さ	最大荷重	変位	強度	ひずみ	変動係数	変動係数
		cm	cm	cm	kgf	cm	kgf/cm ²	%	強度 %	ひずみ %
乾湿繰り返し 10サイクル後	1	4.982	5.021	10.015	780	0.133	39.7	1.33	12.9	30.3
	2	5.003	5.009	10.042	1070	0.071	54.4	0.71		
	3	5.009	5.061	9.666	1010	0.073	50.7	0.76		
	平均						48.3	0.93		
水中養生 20日後	1	5.016	5.009	10.068	680	0.120	49.7	1.19	19.0	17.9
	2	5.012	5.009	10.021	1340	0.078	68.0	0.78		
	3	5.047	4.998	9.996	870	0.115	43.9	1.15		
	平均						53.8	1.04		

表-8・29 一軸圧縮試験結果（湿潤状態、サンドゲル、セメント-シリカ系）

No.	項目	直径1	直径2	高さ	最大荷重	変位	強度	ひずみ	変動係数	変動係数
		cm	cm	cm	kgf	cm	kgf/cm ²	%	強度 %	ひずみ %
乾湿繰り返し 10サイクル後	1	4.866	4.952	10.421	464	0.142	24.5	1.36	30.4	7.6
	2	5.006	5.008	10.048	640	0.160	32.5	1.59		
	3	4.907	4.940	10.102	280	0.137	14.7	1.36		
	平均						23.9	1.44		
水中養生 20日後	1	4.977	5.031	9.982	300	0.084	15.3	0.84	9.5	32.5
	2	5.012	5.016	10.086	350	0.075	17.7	0.74		
	3	5.024	5.000	10.022	380	0.150	19.3	1.50		
	平均						17.4	1.03		

表-8・30 一軸圧縮試験結果（湿潤状態、サンドゲル、ウレタン系）

No.	項目	直径1	直径2	高さ	最大荷重	変位	強度	ひずみ	変動係数	変動係数
		cm	cm	cm	kgf	cm	kgf/cm ²	%	強度 %	ひずみ %
乾湿繰り返し 10サイクル後	1	4.461	4.870	8.329	23.0	1.5以上	1.3	15以上	14.4	0.0
	2	4.736	4.893	8.702	35.0	1.5以上	1.9	15以上		
	3	4.381	4.898	8.413	29.0	1.5以上	1.7	15以上		
	平均						1.7	15以上		
水中養生 20日後	1	4.867	4.969	9.281	9.5	1.5以上	0.5	15以上	23.5	0.0
	2	4.821	4.812	8.986	5.0	1.5以上	0.3	15以上		
	3	4.861	4.858	9.123	7.5	1.5以上	0.4	15以上		
	平均						0.4	15以上		

表-8・31 一軸圧縮試験結果(湿潤状態、サンドゲル、ポリエチレングリコール系)

No.	項目	直径1	直径2	高さ	最大荷重	変位	強度	ひずみ	変動係数 強度 %	変動係数 ひずみ %
		cm	cm	cm	kgf	cm	kgf/cm ²	%		
乾湿繰り返し 10サイクル後	1	4.681	4.677	9.970	5.2	0.65	0.3	6.52	30.5	24.7
	2	4.826	4.852	9.982	5.0	1.09	0.3	10.92		
	3	4.679	4.689	9.644	9.0	0.66	0.5	6.84		
	平均						0.4	8.09		
水中発生 20日後	1	5.051	5.058	10.374	3.0	0.70	0.1	6.75	23.5	13.0
	2	5.057	5.061	10.052	5.0	0.68	0.2	6.76		
	3	5.054	5.054	10.121	4.0	0.07	0.2	0.69		
	平均						0.2	4.73		

表-8・32 一軸圧縮試験結果（湿潤状態、サンドゲル、セメント-ゴムアスファルト乳剤系）

No.	項目	直径1	直径2	高さ	最大荷重	変位	強度	ひずみ	変動係数 強度 %	変動係数 ひずみ %
		cm	cm	cm	kgf	cm	kgf/cm ²	%		
乾湿繰り返し 10サイクル後	1	5.020	5.017	9.648	390	0.240	19.7	2.49	8.3	1.8
	2	5.032	5.028	9.628	330	0.240	16.6	2.49		
	3	5.043	5.096	9.603	335	0.230	16.6	2.40		
	平均						17.6	2.46		
水中養生 20日後	1	5.143	5.152	9.922	185	0.120	8.9	1.21	6.3	32.3
	2	5.179	5.172	9.942	185	0.180	8.8	1.81		
	3	5.145	5.157	9.965	210	0.270	10.1	2.71		
	平均						9.3	1.91		

表-8・33 曲げ試験結果 (乾燥状態、セメント-セメント系)

材令	NO	幅 cm	厚さ cm	最大荷重 kgf	曲げ強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
3時間	1	3.99	3.99	4.6	1.09		0.045	1.1	
	2	4.01	4.02	5.4	1.25		0.072	1.7	
	3	4.00	4.02	5.3	1.23		0.056	1.4	
	平均				1.19	6.0		1.4	19.5
1日	1	3.90	3.99	45.1	10.90		0.054	1.3	
	2	4.05	4.00	43.1	9.98		0.048	1.2	
	3	4.04	3.81	37.9	9.69		0.037	0.8	
	平均				10.20	5.0		1.1	17.2
7日	1	4.01	3.99	95.1	22.35		0.042	1.0	
	2	4.02	4.00	92.9	21.67		0.033	0.8	
	3	3.94	4.01	70.0	16.57		0.021	0.5	
	平均				20.21	12.7		0.8	27.2
28日	1	4.09	4.00	178.8	40.98		0.031	0.7	
	2	3.92	4.01	220.8	52.62		0.029	0.7	
	3	3.97	4.02	128.8	30.04		0.016	0.4	
	平均				41.12	22.4		0.6	26.8

表-8・34 曲げ試験結果 (乾燥状態、セメント-シリカ系)

材令	NO	幅 cm	厚さ cm	最大荷重 kgf	曲げ強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
3時間	1	3.98	4.02	1.8	0.42		0.082	2.0	
	2	4.00	3.98	1.7	0.40		0.081	1.9	
	3	3.98	4.01	2.3	0.54		0.086	2.1	
	平均				0.45	13.2		2.0	3.1
1日	1	3.98	3.98	3.4	0.82		0.012	0.3	
	2	3.98	3.90	5.4	1.35		0.029	0.7	
	3	4.00	3.98	9.3	2.22		0.019	0.5	
	平均				1.47	39.4		0.5	34.8
7日	1	3.97	3.96	11.3	2.72		0.013	0.3	
	2	3.90	3.96	9.6	2.35		0.006	0.2	
	3	3.92	3.98	11.7	2.84		0.010	0.2	
	平均				2.64	7.8		0.2	29.4
28日	1	3.94	3.99	15.0	3.589		0.016	0.4	
	2	4.01	3.95	20.4	4.88		0.018	0.4	
	3	4.02	3.90	20.1	4.93		0.009	0.2	
	平均				4.46	13.9		0.3	27.9

表-8・35 曲げ試験結果 (乾燥状態、アスファルト乳剤系)

材令	NO	幅 cm	厚さ cm	最大荷重 kgf	曲げ強度 kgf/cm	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
3時間	1	4.01	3.99	0.5	0.13		0.60<	15<	
	2	4.00	4.03	0.6	0.14		0.60<	15<	
	3	4.00	4.00	0.6	0.14		0.60<	15<	
	平均				0.14	4.2		15<	0.0
1日	1	3.95	3.84	0.8	0.22		0.60<	15<	
	2	3.84	3.88	0.9	0.24		0.60<	15<	
	3	3.81	3.82	0.6	0.18		0.60<	15<	
	平均				0.21	12.9		15<	0.0
7日	1	3.74	3.76	0.7	0.20		0.60<	15<	
	2	3.70	4.00	0.7	0.17		0.60<	15<	
	3	3.92	3.78	0.6	0.17		0.60<	15<	
	平均				0.18	8.0		15<	0.0
28日	1	3.85	3.80	6.6	1.79		0.29	7.0	
	2	3.74	3.93	6.4	1.66		0.26	6.0	
	3	3.75	3.90	6.0	1.59		0.29	7.0	
	平均				1.68	4.9		6.6	3.6

表-8・36 曲げ試験結果（乾燥状態、セメント-アスファルト乳剤系）

材令	NO	幅 cm	厚さ cm	最大荷重 kgf	曲げ強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
3時間	1	3.98	3.94	14.2	3.45		0.080	1.9	
	2	3.99	4.06	16.0	3.66		0.084	2.0	
	3	3.99	3.98	16.2	3.84		0.087	2.1	
	平均				3.65	4.4		2.0	4.1
1日	1	3.98	3.96	21.3	5.12		0.069	1.6	
	2	3.99	3.96	21.5	5.17		0.060	1.4	
	3	3.98	3.91	20.2	4.98		0.061	1.4	
	平均				5.09	1.6		1.5	6.6
7日	1	3.92	4.00	60.8	14.53		0.103	2.5	
	2	3.96	3.99	57.5	13.73		0.093	2.2	
	3	3.96	3.99	59.4	14.12		0.094	2.3	
	平均				14.13	2.3		2.3	4.7
28日	1	4.18	3.96	125.5	28.72		0.102	2.5	
	2	4.00	3.96	110.0	26.30		0.094	2.2	
	3	3.97	4.00	116.7	27.59		0.105	2.3	
	平均				27.55	3.6		2.3	4.9

表-8・37 曲げ試験結果（乾燥状態、アスファルト-ウレタン系）

材令	NO	幅 cm	厚さ cm	最大荷重 kgf	曲げ強度 kgf/cm	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
3時間	1	3.87	3.92	4.3	1.08		0.60<	15<	
	2	3.90	3.86	4.3	1.11		0.60<	15<	
	3	3.88	3.93	4.3	1.08		0.60<	15<	
	平均			4.3	1.09	1.5		15<	0.0
1日	1	3.92	3.86	4.5	1.16		0.60<	15<	
	2	3.92	3.92	4.8	1.20		0.60<	15<	
	3	3.92	3.90	5.0	1.25		0.60<	15<	
	平均			4.8	1.20	3.0		15<	0.0
7日	1	3.96	3.90	4.6	1.15		0.60<	15<	
	2	3.64	3.87	4.7	1.19		0.60<	15<	
	3	3.93	3.91	4.6	1.16		0.60<	15<	
	平均			4.6	1.17	1.3		15<	0.0
28日	1	3.92	3.90	5.8	1.45		0.60<	15<	
	2	3.80	4.02	5.3	1.19		0.60<	15<	
	3	3.90	3.98	5.6	1.37		0.60<	15<	
	平均			5.6	1.37	4.7		15<	0.0

表-8・38 曲げ試験結果 (湿潤状態、セメント-セメント系)

材 令	No.	幅 cm	厚さ cm	最大荷重 kgf	曲げ強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
3 時間	1	4.00	4.00	6.90	1.62		0.139	3.34	
	2	3.92	3.92	7.18	1.79		0.073	1.72	
	3	3.95	3.95	6.00	1.46		0.147	3.48	
	4	3.99	3.99	7.16	1.69		0.065	1.56	
	平均				1.64	7.3		2.52	35.3
1 日	1	3.96	4.01	37.4	8.92		0.095	2.26	
	2	3.98	4.02	48.1	11.3		0.148	3.53	
	3	3.98	4.00	42.2	9.99		0.075	1.79	
	4	3.80	4.01	39.5	10.2		0.094	2.14	
	平均				10.1	8.5		2.43	27.1
7 日	1	4.05	4.05	58.0	13.1		0.053	1.30	
	2	4.07	3.99	65.6	14.9		0.076	1.86	
	3	4.05	3.99	76.0	17.4		0.041	1.00	
	4	4.06	3.99	55.0	12.5		0.033	0.81	
	平均				14.5	13.1		1.24	31.8
28 日	1	4.03	4.00	89.5	20.7		0.032	0.77	
	2	4.09	4.02	77.8	17.3		0.047	1.15	
	3	3.96	4.00	45.3	10.8		0.028	0.66	
	4	4.05	4.05	91.0	20.5		0.027	0.66	
	平均				17.3	23.0		0.81	24.9

表-8・39 曲げ試験結果（湿潤状態、セメント-シリカ系）

材 令	No.	幅 cm	厚さ cm	最大荷重 kgf	曲げ強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
3 時間	1	3.93	3.93	1.76	0.435		0.054	1.27	
	2	3.98	3.98	1.09	0.259		0.050	1.19	
	3	4.00	4.00	1.07	0.251		0.041	0.98	
	4	4.01	3.99	0.576	0.135		0.041	0.99	
	平均				0.270	39.7		1.11	11.5
1 日	1	3.97	4.06	28.6	6.70		0.089	2.12	
	2	3.98	4.03	10.2	2.40		0.091	2.17	
	3	3.99	3.99	19.2	4.53		0.053	1.27	
	4	3.91	4.01	9.82	2.40		0.044	1.03	
	平均				4.01	44.5		1.65	30.6
7 日	1	4.02	4.00	49.4	11.5		0.046	1.11	
	2	4.00	3.97	30.4	7.18		0.029	0.70	
	3	4.10	4.01	48.0	10.7		0.038	0.94	
	4	3.94	3.98	53.9	13.1		0.035	0.83	
	平均				10.6	20.4		0.89	17.0
28 日	1	3.99	4.02	40.8	9.56		0.034	0.81	
	2	3.98	4.01	57.3	13.5		0.037	0.88	
	3	4.00	4.02	48.1	11.2		0.022	0.53	
	4	4.02	3.99	39.8	9.26		0.018	0.43	
	平均				10.9	15.6		0.66	28.3

表-8・40 曲げ試験結果 (湿潤状態、ポリエチレングリコール系)

材 令	No.	幅 cm	厚さ cm	最大荷重 kgf	曲げ強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
3 時間	1	4.10	3.91	0.350	0.080		0.386	9.50	
	2	4.06	4.10	0.470	0.104		0.490	11.9	
	3	3.92	3.93	0.440	0.109		0.544	12.8	
	4	4.00	3.92	0.590	0.141		0.6<	15.0<	
	平均				0.109	20.1		12.3	16.0
1 日	1	4.16	4.18	0.530	0.110		0.6<	15.0<	
	2	4.05	4.13	0.390	0.086		0.515	12.5	
	3	4.10	4.18	0.420	0.090		0.494	12.2	
	4	3.95	4.03	0.455	0.109		0.588	13.9	
	平均				0.099	10.8		13.4	8.4
7 日	1	4.01	3.99	0.550	0.129		0.6<	15.0<	
	2	4.28	4.13	0.590	0.117		0.6<	15.0<	
	3	4.04	4.38	0.540	0.113		0.6<	15.0<	
	4	4.10	4.13	0.250	0.054		0.344	8.46	
	平均				0.103	28.1		13.4	21.2
28 日	1	4.24	4.01	0.500	0.104		0.6<	15.0<	
	2	4.20	4.10	0.575	0.119		0.6<	15.0<	
	3	4.40	4.16	0.550	0.102		0.6<	15.0<	
	4	4.13	4.15	0.610	0.129		0.6<	15.0<	
	平均				0.114	9.8		15.0<	0.0
6 ヶ月	1	3.96	4.12	0.400	0.093		0.6<	15.0<	
	2	4.00	4.12	0.400	0.091		0.6<	15.0<	
	3	4.05	4.10	0.400	0.089		0.6<	15.0<	
	4	4.21	4.00	0.400	0.085		0.6<	15.0<	
	平均				0.089	3.4		15.0<	0.0

表-8・41 曲げ試験結果 (湿潤状態、アスファルト乳剤系)

材 令	No.	幅 cm	厚さ cm	最大荷重 kgf	曲げ強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
3 時間	1	3.87	3.87	0.190	0.049		0.6<	15.0<	
	2	3.92	3.92	0.160	0.040		0.6<	15.0<	
	3	3.93	3.93	0.100	0.025		0.6<	15.0<	
	4	3.87	3.84	0.840	0.219		0.6<	15.0<	
	平均				0.083	94.9		15.0<	0.0
1 日	1	3.89	3.85	0.300	0.077		0.6<	15.0<	
	2	4.10	3.66	0.350	0.085		0.6<	15.0<	
	3	4.07	3.70	0.410	0.100		0.6<	15.0<	
	4	3.82	3.82	1.30	0.350		0.6<	15.0<	
	平均				0.153	74.3		15.0<	0.0
7 日	1	3.78	3.87	0.950	0.258		0.6<	15.0<	
	2	3.83	3.78	0.950	0.257		0.6<	15.0<	
	3	3.77	3.87	0.990	0.270		0.6<	15.0<	
	4	3.75	3.87	1.12	0.309		0.6<	15.0<	
	平均				0.273	7.7		15.0<	0.0
28 日	1	3.90	3.73	2.50	0.661		0.6<	15.0<	
	2	3.84	3.65	2.36	0.658		0.578	13.3	
	3	3.86	3.80	3.97	1.050		0.303	7.02	
	4	3.84	3.77	3.61	0.973		0.312	7.19	
	平均				0.835	21.3		10.6	33.7

表-8・42 曲げ試験結果(湿潤状態、セメント-アスファルト乳剤系)

材 令	No.	幅 cm	厚さ cm	最大荷重 kgf	曲げ強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 cm	ひずみ %	変動係数 %
3 時間	1	4.01	4.04	12.3	2.85		0.046	1.11	
	2	3.98	4.03	9.72	2.28		0.063	1.50	
	3	3.92	4.03	9.09	2.20		0.061	1.43	
	4	4.01	3.98	9.68	2.27		0.083	2.00	
	平均				2.40	10.8		1.51	21.1
1 日	1	4.00	4.01	22.5	5.26		0.083	1.99	
	2	4.02	3.99	23.8	5.52		0.080	1.93	
	3	4.02	3.99	23.1	5.36		0.115	2.77	
	4	4.06	4.02	19.7	4.46		0.112	2.73	
	平均				5.15	8.0		2.36	16.8
7 日	1	4.13	4.03	30.8	6.71		0.080	1.98	
	2	3.98	4.03	31.4	7.37		0.090	2.15	
	3	4.01	3.98	31.0	7.27		0.082	1.97	
	4	4.04	4.00	34.6	7.96		0.085	2.06	
	平均				7.33	6.0		2.04	3.5
28 日	1	4.00	3.97	58.6	13.8		0.142	3.41	
	2	3.98	3.99	61.4	14.6		0.091	2.17	
	3	3.95	4.05	61.0	14.5		0.083	1.97	
	4	3.98	4.06	69.8	16.3		0.084	2.01	
	平均				14.8	6.1		2.39	24.9

表-8・43 衝撃強さ試験結果

材 料 名	種 別	供試体 NO	鋼球重量 (kg)	破壊する までの回数	衝撃強さ (J)	変動係数 (%)
セメント-セメント系	ホモゲル	1	0.7666	9	68	
		2	0.7666	9	68	
		3	0.7666	3	23	
		平均			53	40.4
	サンドゲル	1	0.7666	130	977	
		2	0.7666	201	1510	
		3	0.7666	114	856	
		平均			1114	25.5
セメント-シリカ系	ホモゲル	1	0.5350	1	5	
		2	0.5350	1	5	
		3	0.5350	1	5	
		平均			5	0.0
	サンドゲル	1	0.7666	5	38	
		2	0.7666	5	38	
		3	0.7666	7	53	
		平均			43	16.6
ウレタン系	ホモゲル	1	0.7666	11	83	
		2	0.7666	7	53	
		3	0.7666	7	53	
		平均			63	22.6
	サンドゲル	1	0.5350	12	63	
		2	0.5350	20	105	
		3	0.5350	21	110	
		平均			93	22.8
ポリエチレングリコール系	ホモゲル	1	0.5350	1	5	
		2	0.5350	1	5	
		3	0.5350	1	5	
		平均			5	0.0
	サンドゲル	1	0.7666	6	45	
		2	0.7666	11	83	
		3	0.7666	9	68	
		平均			65	23.7
セメント-ゴムアスファルト 乳剤系	ホモゲル	1	0.7666	4	30	
		2	0.7666	91	684	
		3	0.7666	6	45	
		平均			253	120.4
	サンドゲル	1	0.7666	13	98	
		2	0.7666	524	3937	
		3	0.7666	12	90	
		平均			1375	131.7

表-8・44 透水試験結果(方法2)

材 料 名	供試体 NO	透水量 (cm^3)	透水時間 (秒)	透水係数 (cm/sec)	変動係数 (%)
ヒマト-ヒマト系	1	試験開始後1時間で透水なし			
	2				
	3				
	平均				
ヒマト-シリカ系	1	試験開始後1時間で透水なし			
	2				
	3				
	平均				
ウレタン系	1	236	60	9.93×10^{-4}	
	2	試験開始後1時間で透水なし			
	3				
	平均				
ポリエチレン・ポリカーボネート系	1	7	360	0.49×10^{-5}	
	2	19	360	1.33×10^{-5}	
	3	29	360	2.03×10^{-5}	
	平均			1.28×10^{-5}	49.1
ヒマト-ゴムアスファルト 乳剤系	1	試験開始後1時間で透水なし			
	2				
	3				
	平均				

表-8・45 圧縮せん断試験結果(乾燥状態、セメント-セメント系)

材令	NO	高さ cm	幅 cm	断面積 cm ²	最大荷重 kgf	接着強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 mm	変動係数 %	破壊形態
7日	1	6.06	6.99	42.4	237.5	5.61		0.66		一部凝集破壊、一部界面剥離
	2	5.94	6.94	41.2	211.8	5.14		0.71		一部凝集破壊、一部界面剥離
	3	6.04	6.88	41.6	270.0	6.50		0.59		一部凝集破壊、一部界面剥離
	平均					5.75	9.8	0.65	7.6	
28日	1	5.88	6.89	40.5	281.2	6.94		0.57		一部凝集破壊、一部界面剥離
	2	6.00	6.88	41.3	356.4	8.63		0.43		一部凝集破壊、一部界面剥離
	3	6.09	6.98	42.5	211.0	4.96		0.30		一部凝集破壊、一部界面剥離
	平均					6.85	21.9	0.43	25.6	

表-8・46 圧縮せん断試験結果 (乾燥状態、ウレタン系)

材令	NO	高さ cm	幅 cm	断面積 cm ²	最大荷重 kgf	接着強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 mm	変動係数 %	破壊形態
7日	1	6.08	6.93	42.1	31.1	0.74		4.8		界面剥離
	2	5.69	6.93	39.4	32.4	0.82		3.4		界面剥離
	3	5.80	6.93	40.2	41.4	1.03		4.1		界面剥離
	平均					0.86	14.2	4.1	13.6	
28日	1	6.05	6.88	41.6	62.9	1.51		5.2		界面剥離
	2	5.97	6.91	41.2	84.0	2.04		5.1		界面剥離
	3	6.10	6.90	42.1	50.7	1.20		4.6		界面剥離
	平均					1.58	21.7	5.0	5.1	

表-8・47 圧縮せん断試験結果（乾燥状態、アスファルト乳剤系）

材令	NO	高さ cm	幅 cm	断面積 cm ²	最大荷重 kgf	接着強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 mm	変動係数 %	破壊形態
7日	1	6.15	6.81	41.9	28.1	0.67		0.58		凝集破壊
	2	5.96	6.95	41.4	32.0	0.77		0.62		凝集破壊
	3	5.94	6.67	39.6	31.3	0.79		1.04		凝集破壊
	平均					0.74	27.5	0.75	7.0	
28日	1	6.02	6.88	41.4	34.3	0.83		0.46		凝集破壊
	2	5.78	6.88	39.8	39.7	1.00		0.30		凝集破壊
	3	5.76	6.92	39.8	48.4	1.21		0.57		凝集破壊
	平均					1.01	25.2	0.44	15.5	

表-8・48 圧縮せん断試験結果 (乾燥状態、セメント-アスファルト乳剤系)

材令	NO	高さ cm	幅 cm	断面積 cm ²	最大荷重 kgf	接着強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 mm	変動係数 %	破壊形態
7日	1	6.00	6.97	41.8	9.5	0.23		0.09		大部分界面剥離、一部凝集破壊
	2	5.96	6.96	41.5	52.9	1.28		0.13		大部分界面剥離、一部凝集破壊
	3	5.88	6.76	39.7	137.5	3.46		0.09		大部分界面剥離、一部凝集破壊
	平均					1.66	81.4	0.10	18.8	
28日	1	5.50	6.90	38.0	119.8	3.16		0.46		大部分界面剥離、一部凝集破壊
	2	5.90	6.92	40.8	140.8	3.45		0.30		大部分界面剥離、一部凝集破壊
	3	5.92	6.73	39.8	87.9	2.21		0.57		大部分界面剥離、一部凝集破壊
	平均					2.94	18.1	0.44	27.6	

表-8・49 圧縮せん断試験結果(乾燥状態、アスファルト-ウレタン系)

材令	NO	高さ cm	幅 cm	断面積 cm ²	最大荷重 kgf	接着強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 mm	変動係数 %	破壊形態
7日	1	5.90	6.90	40.7	16.7	0.41		1.4		界面剥離
	2	5.75	6.70	38.5	19.3	0.50		2.4		界面剥離
	3	5.74	6.84	39.3	31.3	0.80		3.0		界面剥離
	平均					0.57	29.0	2.3	29.7	
28日	1	5.70	6.72	38.3	15.8	0.41		2.2		界面剥離
	2	5.60	6.71	37.6	24.5	0.65		2.5		界面剥離
	3	5.44	6.70	36.4	20.9	0.57		2.4		界面剥離
	平均					0.54	18.4	2.4	4.8	

表-8・50 圧縮せん断試験結果（湿潤状態、セメント-セメント系）

材令	項目	幅 cm	高さ cm	最大荷重 kgf	変形量 cm	強度 kgf/cm ²	変動係数 強度 %	変動係数 変形量 %
3時間	1	5.97	7.00	9.70	0.062	0.23	23.1	34.4
	2	6.02	6.95	17.4	0.165	0.42		
	3	6.05	5.98	13.5	0.195	0.37		
	4	6.07	7.07	11.6	0.165	0.27		
	平均				0.147	0.32		
1 日	1	6.15	7.01	16.7	0.150	0.39	18.8	24.5
	2	6.18	7.05	13.5	0.120	0.31		
	3	6.11	6.99	19.8	0.115	0.46		
	4	6.11	6.96	22.1	0.072	0.52		
	平均				0.114	0.42		
7 日	1	6.03	7.04	66.5	0.330	1.57	12.6	18.2
	2	6.17	6.95	61.2	0.282	1.43		
	3	6.27	7.02	77.0	0.260	1.75		
	4	6.02	6.99	52.0	0.195	1.24		
	平均				0.267	1.49		
28日	1	6.11	6.99	510	0.190	12.2	8.8	44.5
	2	6.15	6.97	522	0.487	12.4		
	3	6.15	6.97	690	0.251	16.4		
	4	6.07	7.03	690	0.237	16.6		
	平均				0.548	14.4		

表-8・51 圧縮せん断試験結果 (湿潤状態、セメント-シリカ系)

材令		項目	幅 cm	高さ cm	最大荷重 kgf	変形量 cm	強度 kgf/cm ²	変動係数 強度 %	変動係数 変形量 %
3時間	1	強度不足により測定不可能							
	2								
	3								
	4								
	平均								
1 日	1	強度不足により測定不可能							
	2								
	3								
	4								
	平均								
7 日	1	強度不足により測定不可能							
	2								
	3								
	4								
	平均								
28日	1	6.14	6.88	8.55	0.053	0.20			
	2	6.11	6.89	9.55	0.040	0.23			
	3	5.96	6.87	6.80	0.040	0.17			
	4	6.08	6.93	4.50	0.251	0.11			
	平均				0.520	0.18			
							25.8	93.4	

表-8・52 圧縮せん断試験結果（湿潤状態、ウレタン系）

材令	項目	幅 cm	高さ cm	最大荷重 kgf	変形量 cm	強度 kgf/cm ²	変動係数 強度 %	変動係数 変形量 %
3時間	1	5.99	7.02	16.1	3.85	0.38	24.8	14.0
	2	6.06	6.98	26.0	4.00	0.62		
	3	5.88	7.03	13.3	3.40	0.32		
	4	6.00	6.98	21.5	4.96	0.51		
	平均				4.05	0.46		
1 日	1	6.16	6.97	11.6	3.03	0.27	17.0	9.7
	2	6.06	6.99	11.4	3.04	0.27		
	3	6.06	7.06	7.36	2.59	0.17		
	4	6.01	7.00	11.0	2.93	0.26		
	平均				2.99	0.24		
7 日	1	6.02	6.95	7.86	3.17	0.19	6.8	5.1
	2	6.12	6.93	7.30	2.85	0.17		
	3	6.06	6.96	7.50	2.90	0.18		
	4	5.90	7.00	6.42	2.78	0.16		
	平均				2.93	0.17		
28日	1	6.06	7.01	1.96	3.03	0.046	7.2	6.6
	2	6.06	7.09	1.68	3.52	0.039		
	3	6.04	6.99	1.92	3.62	0.045		
	4	5.90	6.98	1.66	3.42	0.040		
	平均				3.40	0.043		

表 8・53 圧縮せん断試験結果 (湿潤状態、ポリエチレングリコール系)

材令		項目	幅 cm	高さ cm	最大荷重 kgf	変形量 cm	強度 kgf/cm ²	変動係数 強度 %	変動係数 変形量 %
3時間	1		6.06	7.03	1.74	1.25	0.041	8.6	15.4
	2		6.10	7.08	2.00	1.61	0.046		
	3		6.08	7.05	1.96	1.40	0.046		
	4		5.99	7.00	1.58	1.05	0.038		
	平均				1.33	0.043			
1 日	1		5.66	7.04	0.72	0.331	0.018	22.9	18.7
	2		6.11	6.92	0.70	0.483	0.017		
	3		6.06	6.91	0.64	0.533	0.015		
	4		5.99	6.93	0.38	0.563	0.009		
	平均				0.478	0.015			
7 日	1		6.00	7.06	1.25	0.88	0.030	32.1	40.7
	2		5.94	7.01	0.70	0.35	0.017		
	3		5.98	7.04	0.62	1.09	0.015		
	4		6.09	6.96					
	平均				0.771	0.020			
28日	1	強度不足により測定不可能							
	2								
	3								
	4								
	平均								

表-8・54 圧縮せん断試験結果 (湿潤状態、アスファルト乳剤系)

材令	No.	高さ cm	幅 cm	断面積 cm ²	最大荷重 kgf	接着強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 mm	変動係数 %	破壊形態
3 時間	1	5.96	6.81	40.6	1.02	0.025		0.968		凝集破壊
	2	6.04	6.97	42.1	0.660	0.016		0.575		凝集破壊
	3	6.07	7.04	42.7	2.55	0.060		0.672		凝集破壊
	4	6.05	7.00	42.4	1.26	0.030		0.691		大部分凝集破壊 一部界面はく離
	平均					0.033	50.5	0.727	20.1	
1 日	1	6.23	7.00	43.6	15.0	0.344		0.313		凝集破壊
	2	6.03	7.00	42.2	10.3	0.244		0.360		凝集破壊
	3	6.12	7.01	42.9	9.10	0.212		0.340		凝集破壊
	4	6.08	6.97	42.4	9.15	0.216		0.776		凝集破壊
	平均					0.254	21.0	0.447	42.6	
7 日	1	5.93	6.99	41.5	3.04	0.073		0.722		凝集破壊
	2	6.05	6.98	42.2	5.70	0.135		0.989		凝集破壊
	3	6.08	7.03	42.7	4.16	0.097		0.267		大部分凝集破壊 一部界面はく離
	4	5.94	6.90	41.0	6.60	0.161		0.550		凝集破壊
	平均					0.117	28.9	0.632	41.5	
28 日	1	6.05	7.01	42.4	22.9	0.540		0.190		凝集破壊
	2	6.09	7.06	43.0	7.10	0.165		0.487		凝集破壊
	3	6.02	6.95	41.8	8.76	0.209		0.251		大部分凝集破壊 一部界面はく離
	4	6.06	7.04	42.7	13.1	0.307		0.237		凝集破壊
	平均					0.305	47.4	0.291	39.6	

表-8・55 圧縮せん断試験結果(湿潤状態、セメント-アスファルト乳剤系)

材令	No.	高さ cm	幅 cm	断面積 cm ²	最大荷重 kgf	接着強度 kgf/cm ²	変動係数 %	変形量 mm	変動係数 %	破壊形態
3 時間	1	6.08	7.05	42.9	12.6	0.294		0.720		一部凝集破壊 一部界面はく離
	2	6.06	7.02	42.5	27.6	0.649		0.560		一部凝集破壊 一部界面はく離
	3	6.14	7.04	43.2	55.5	1.28		0.530		一部凝集破壊 一部界面はく離
	4	6.14	6.99	42.9	24.8	0.578		0.668		一部凝集破壊 一部界面はく離
	平均					0.701	51.6	0.620	12.5	
1 日	1	6.11	6.94	42.4	37.5	0.884		0.303		一部凝集破壊 一部界面はく離
	2	6.07	7.01	42.6	73.0	1.72		0.270		一部凝集破壊 一部界面はく離
	3	6.04	7.04	42.5	41.0	0.964		0.241		一部凝集破壊 一部界面はく離
	4	6.06	6.98	42.3	65.0	1.54		0.390		一部凝集破壊 一部界面はく離
	平均					1.28	28.0	0.301	18.6	
7 日	1	6.04	7.00	42.3	80.0	1.89		0.558		一部凝集破壊 一部界面はく離
	2	6.19	7.00	43.3	30.4	0.702		0.302		一部凝集破壊 一部界面はく離
	3	6.11	6.99	42.7	53.4	1.25		0.272		一部凝集破壊 一部界面はく離
	4	5.99	6.98	41.8	16.4	0.392		0.362		一部凝集破壊 一部界面はく離
	平均					1.06	53.9	0.374	29.8	
28 日	1	6.00	7.01	42.1	44.4	1.06		0.191		大部分凝集破壊 一部界面はく離
	2	6.22	6.97	43.4	29.8	0.687		0.181		大部分凝集破壊 一部界面はく離
	3	6.07	7.02	42.6	26.0	0.610		0.721		大部分凝集破壊 一部界面はく離
	4	6.04	7.05	42.6	36.2	0.850		0.310		大部分凝集破壊 一部界面はく離
	平均					0.801	21.3	0.351	62.6	

表-8・56 圧縮せん断試験結果（湿潤状態、セメントーゴムアスファルト乳剤系）

材令	項目	幅 cm	高さ cm	最大荷重 kgf	変形量 cm	強度 kgf/cm ²	変動係数 強度 %	変動係数 変形量 %
3時間	1	強度不足により測定不可能						
	2							
	3							
	平均							
1 日	1	6.89	5.94	61.0	0.033	1.49	34.3	26.2
	2	6.71	6.14	24.6	0.025	0.60		
	3	6.94	5.89	46.0	0.017	1.12		
	平均				0.025	1.07		
7 日	1	7.00	6.03	65.0	0.043	1.54	47.7	24.2
	2	6.76	5.98	15.0	0.033	0.37		
	3	6.99	6.15	65.0	0.061	1.51		
	平均				0.046	1.14		
28日	1	6.95	6.15	184	0.039	4.31	7.4	38.6
	2	6.89	5.98	154	0.029	3.74		
	3	6.99	5.98	186	0.070	4.45		
	平均				0.061	4.16		

下水道管補修材料の基本特性
に関する試験調査

I S S N 0386-5878
土 研 資 料 第3227号
平成6年3月 (1994)

苗村 正三, 市村 靖光
森 芳徳

要 旨 下水道管の破損箇所やその周辺に生じた空洞を補修する際には注工法が用いられることが多いが、使用される材料には各種のものが有り、それらの適用範囲は明確にされているとは言い難い。このため、本調査では各種材料の基本特性を室内試験により明らかにし、各々の適用性を評価した。加えて、溼青系注入材（セメントーゴムアスファルト乳剤系）を新たに開発した。新材料は耐久性とたわみ性を兼ね備えており、現場実験により十分に実用的であることが確認された。

キーワード：下水道管、空洞補修、注工法、溼青系注入材

郵便はがき

郵便切手
は
っ
て
下
さ
い

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所
材料施工部施工研究室 行

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3227号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印