

現場打ち高強度コンクリート部材の
設計施工法に関する共同研究報告書
—高強度コンクリートの凍結融解抵抗性—

平成13年 3 月

国土交通省土木研究所
材料施工部コンクリート研究室
(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会

Copyright © (2001) 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。

建設省は、平成13年1月6日付けで国土交通省に再編

現場打ち高強度コンクリート部材の 設計施工法に関する共同研究報告書 —高強度コンクリートの凍結融解抵抗性—

土木研究所材料施工部コンクリート研究室
(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会

要 旨

設計基準強度70～80MPa級の高強度コンクリートを含む各種の配合のコンクリートについて凍結融解試験等を実施して、凍結融解抵抗性を確保しつつ最大限の強度を得るための高強度コンクリートの適切な空気量について検討を行った。

キーワード：高強度コンクリート，耐凍害性，耐久性，空気量

現場打ち高強度コンクリート部材の設計施工法に関する共同研究委員会

土木研究所	コンクリート研究室	室 長	河野 広隆
		主任研究員	渡辺 博志
		研 究 員	田中 良樹 (平成9年4月～)
		研 究 員	菊森 佳幹 (～平成9年3月)

(社) プレストレスト・コンクリート建設業協会

徳良 賢一 (～平成10年3月)
中條 友義 (～平成10年3月)
手塚 正道 (～平成10年3月)
江口 信三 (～平成10年3月)
今井 昌文 (平成10年4月～)
佐藤 重一 (平成11年4月～)
鈴木 雅博 (平成9年4月～)
竹本 伸一
田中 政章
中田 順憲 (平成10年4月～)
中村 定明
長井 健雄
野村 貞広
藤田 学
府内 洋一
簗田 理希 (平成10年4月～)

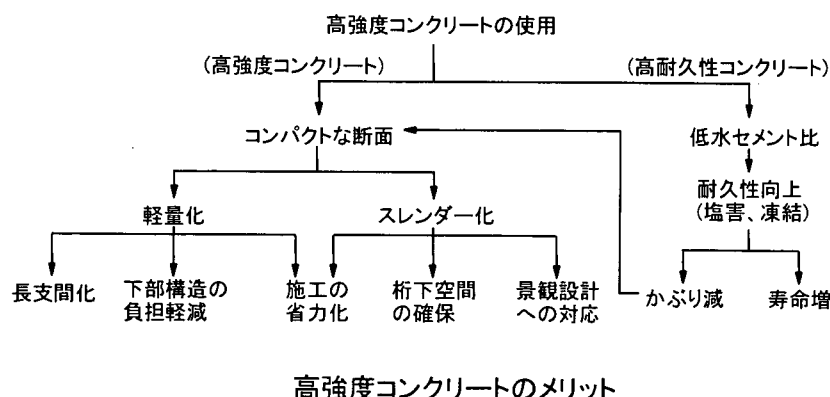
まえがき

設計基準強度 70～80MPa 級の高強度コンクリート(以下HSCという)の使用は、部材断面をコンパクトにし、部材を軽量化できることから、施工の省力化、桁下空間の確保、下部構造の負担軽減などにより、初期建設コストの軽減が期待できる。また、HSCは空隙の少ない密実なコンクリートとなることから、その使用は塩害、凍害、中性化などに対する耐久性を向上させ、維持管理コストの軽減も期待できる。

建設省(現国土交通省)土木研究所及び(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会は、このようなHSCをプレストレストコンクリート(以下PCという)に適用するため、平成5～7年度にHSCの主として曲げ耐力、せん断耐力に関する設計法について共同研究を行い、HSCを用いたPC道路橋の設計指針(案)をとりまとめた¹⁻³⁾。この成果はさっそく平成8年の道路橋示方書の改定に反映された。それまでの道路橋示方書では、50MPaまでのコンクリートを対象にコンクリートの許容応力度等が示されていたが、この改定で60MPaの場合についても記述されるようになり、さらに、製造管理が行き届いたプレキャスト部材に限定してではあるが、70～80MPaのHSCの許容応力度等が解説に記述されることとなった。平成9年度には、道路技術五箇年計画の一環として、直轄事業において設計基準強度80MPaのHSCを用いたPC床版橋「菅野側道橋」⁴⁾が施工された。

本共同研究では、これらの成果を踏まえながら、さらに現場打ちでHSCを使用するための設計施工法に取り組むとともに、HSCの高耐久性コンクリートとしてのメリットを最大限に引き出すための検討を行っている。その一環として早強セメントを用いたHSCの凍結融解抵抗性について検討を行った。

一般的な強度のコンクリート場合、凍結融解抵抗性を向上させるためにはAE剤等によるコンクリート中への適度な空気連行が必要である。しかし、連行空気は一般にコンクリート強度を低下させる一要因となることが知られており、HSCにおいても所要の強度を得る際に不利になると考えられる。既往の研究によると、HSCは空気連行がなくても高い凍結融解抵抗性が得られる可能性があり⁵⁾⁶⁾、同じ水セメント比(W/C)で、さらに高い強度を期待できる。この可能性をより明らかにするため、HSCの凍結融解試験を実施した。本報告はこれらの検討結果をとりまとめたものである。



目 次

まえがき

1. 既往の研究	1
2. 試験方法	2
2.1 凍結融解試験	2
2.2 基本性状試験	5
2.3 コンクリート中の空隙に関する試験	5
3. 供試体の基本性状	7
3.1 フレッシュコンクリートの性状	7
3.2 圧縮強度、割裂引張強度	7
3.3 含水率	9
4. 試験結果	10
4.1 凍結融解試験結果	10
4.2 コンクリート中の空隙に関する試験結果	20
5. 考察	21
5.1 W/C と必要空気量	21
5.2 Non A E コンクリートの空隙と凍結融解抵抗性	23
6. まとめ	26
参考文献	27
付録	
資料-1 材料及び基本性状データ	29
資料-2 凍結融解試験データ	37
資料-3 空隙データ	55

1. 既往の研究

設計基準強度 70～80MPa 級の H S C は、通常、水セメント比 W/C が 25～30% 程度の配合が必要となってくる。以下では、耐凍結融解抵抗性と圧縮強度の関係から H S C の必要空気量についての既往の検討結果を整理しておく。

文献 5) 6) では、普通セメント、高性能減水剤と A E 剤を用いて、W/C=25, 30, 35, 40, 45, 50, 55% のコンクリートを作成し、14 日水中養生の後、凍結融解試験を行った結果が報告されている。そのまとめにおいて、「1000 サイクルの凍結融解作用に対して十分耐久性のあるコンクリートを作るためには、W/C が 25% 及び 30% の場合には Non A E コンクリートで十分であるが、W/C が 35% の場合には 2% に、W/C が 40%～55% のコンクリートの場合には空気量を 3% 以上にすることが必要である。」⁶⁾と述べている。

文献 7) では、普通セメント、高性能減水剤と A E 剤を用いて、W/C=26, 28, 30, 33, 40% のコンクリートを作成し、14 日養生(おそらく水中養生)の後、凍結融解試験を行った結果が報告されている。そのまとめにおいて、「高性能減水剤を用いた高強度コンクリートは、W/C が 26% 以下の場合には、Non A E コンクリートでも凍結融解に対する耐久性は十分であるが(600 サイクルまで確認)、W/C が 28% 以上の場合には不十分であり、A E コンクリートとしなければならない。」とし、また「今回行った実験の範囲内では、高性能減水剤と適当な A E 剤とを組み合わせで作った A E コンクリートの空気量は 3% 程度で十分であることがわかった。」と述べている。

文献 8) では、普通セメント、高性能 A E 減水剤を用いて、W/C=28, 32, 37, 45, 55% のコンクリートを作成し、2 週水中、4 週水中、8 週気中の各条件で養生した後、300 サイクルまで凍結融解試験を行った結果が報告されている。そのまとめにおいて、「高強度コンクリートにおいて十分な耐凍害性を得るためには、W/C=28, 32% の場合、2 週水中養生では 3%、4 週水中では 2.5%、8 週気中では 3.5% 以上程度、また、W/C=37, 45, 55% の場合、3 種全て養生条件で 5% 以上程度の空気量が必要であった。」と述べている。

以上の文献 5～8) で推奨される必要空気量を表-1.1 に整理した。いずれもコンクリートの凍結融解試験に基づくものではあるが、若干の相違が見られる。これらの相違は、骨材、混和剤、養生条件などの違いによる影響が一因と考えられるが、その影響の程度は明確でない。

表-1.1 凍結融解に対する必要空気量

文 献	必要空気量
5) 飛坂ら *1	W/C 25～30% のとき NonAE
6) 服部ら	W/C 35% のとき 2%
	" 40～55% のとき 3%
7) 後藤ら	" 26% 以下のとき NonAE
	" 28% 以上のとき 3%
8) 柏野ら	" 28, 32% のとき 3% *2
	" 37, 45, 55% のとき 5%

*1 文献 5) 6) は同一の実験結果によると思われる。

*2 2 週水中養生の場合

*3 いずれも ASTM C 666 (A 法) による。

2. 試験方法

2.1 凍結融解試験

表-2.1 に凍結融解試験に用いる供試体の設計条件を示す。表中の No. は供試体の番号を示しており、空欄は今回試験を行っていない。同表中の養生条件は図-2.1 に示すとおりである。いずれの供試体も、試験開始材齢は 30 日であり、打設後 1 日後に脱型し、所定の条件で材齢 28 日まで養生し、さらに凍結融解試験直前 2 日間は水中に置き吸水させた。脱型から材齢 28 日までの養生条件について、30D は水中養生 (20℃)、1D は気中養生 (20℃、60%) である。また、P C の現場施工では通常 3 日後に脱型し、P C 鋼材の緊張作業を行うことから、3D は脱型後 2 日間を水中養生とし、その後気中養生とした。また、空気量による凍結融解抵抗性に及ぼす影響を把握するため、空気量は Non A E (1.5%)、3%、5.5% とした。

供試体の配合表を表-2.2 に示す。単位水量は、高強度、空気量 3% の配合を基準として、すべての配合で一律 170kg/m³ とした。主な使用材料を表-2.3 に示す。セメントは、通常 P C に用いられている早強ポルトランドセメントを用いた。練混ぜは、100 リットルパン型強制攪拌型ミキサを用いて、細骨材、セメント、水を入れて 60 秒間練混ぜ、さらに粗骨材を足して 90 秒間練り混ぜた。

凍結融解試験に用いた供試体の寸法は 10cm×10cm×40cm であり、供試体数は各種類ごとに 2 体とした。

凍結融解試験は JSCE-G501 に従って行った。ただし、試験開始までの養生条件は前述のとおりである。凍結融解試験中は、30 サイクルごとに外観状況を確認するとともに、相対動弾性係数(たわみ振動、縦振動)と質量減少量を計測した。

表-2.1 供試体の配合・養生条件と供試体番号

養生条件: 30D

強度区分	W/C (%)	目標空気量(±0.5%)		
		NonAE(1.5)	3.0	5.5
高強度 H	25	No.5	No.6	No.7
中強度 M	35	No.10	No.11	No.12
普通強度 L	55	No.13	No.14	No.15

養生条件: 3D

強度区分	W/C (%)	目標空気量(±0.5%)		
		NonAE(1.5)	3.0	5.5
高強度 H	25	No.3	-	No.4
中強度 M	35	-	-	-
普通強度 L	55	-	-	-

養生条件: 1D

強度区分	W/C (%)	目標空気量(±0.5%)		
		NonAE(1.5)	3.0	5.5
高強度 H	25	No.1	-	No.2
中強度 M	35	No.8	-	No.9
普通強度 L	55	-	-	-

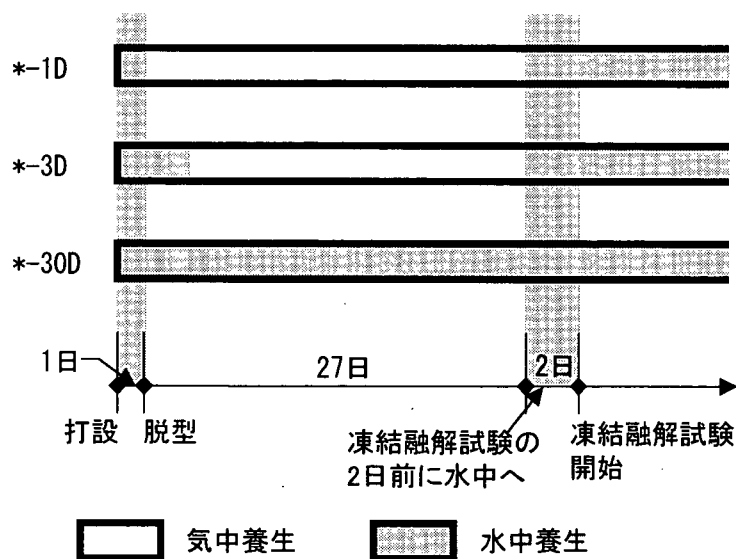


図-2.1 養生条件

表-2.2 配合表

配合名	W/C	s/a	目標 空気量	単位量(kg/m ³)				混和剤			
								高性能AE 減水剤 (×C, %)	AE減水剤 (ml/C100)	空気 連行剤 (×C, %)	消泡剤 (×C, %)
				W	C	S	G	SP-8NX ²	No.70	No.775S	No.404
H-NA	25	47.2	1.5±0.5	170	680	712	816	1.75	-	-	-
H-3A			3.0±0.5					1.75	-	0.002	-
H-5.5A			5.5±0.5					1.75	-	0.005	-
M-NA	35	52.2	1.5±0.5	170	486	873	816	1.75	-	-	-
M-3A			3.0±0.5					1.25	-	0.004	-
M-5.5A			5.5±0.5					1.25	-	0.007	-
L-NA	55	46.0	1.5±0.5	170	310	834	1004	-	250	-	0.004
L-3A			3.0±0.5					-	250	0.0015	-
L-5.5A			5.5±0.5					-	250	0.007	-

ml/C100 : セメント 100kg/m³に対する使用量(ml)

表-2.3 主な使用材料

セメント	早強ポルトランドセメント使用	密度 3.14	(品質成績書 付録資料-1)
細骨材	大井川産 川砂	密度 2.59	(試験表 付録資料-1)
粗骨材	青梅産 砕石 (3種混合)	密度 2.65	(試験表 付録資料-1)
混和剤	SP-8N X ²		(品質成績書 付録資料-1)

2.2 基本性状試験

フレッシュコンクリートの性状について、空気量、スランプ、練り上がり温度を測定した。

硬化コンクリートの基本性状を把握するため、以下の試験を実施した。

(1) 強度管理用円柱供試体による圧縮強度試験

JIS A 1108 にしたがって、 $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ の円柱供試体を用いて材齢 28 日の圧縮強度試験を行った。ただし、養生条件は、材齢 28 日まで凍結融解試験用供試体と同様としている。供試体数は各 3 体である。

(2) 角柱供試体による圧縮強度試験

$10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ の角柱供試体を用いて圧縮強度試験を行った。材齢 28 日まで凍結融解試験用供試体と同様に養生した $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 40\text{cm}$ の供試体から切り出した。図-2.2 に供試体の切り出し位置を示す。供試体数は各 1 体である。

(3) 正方形供試体による割裂引張強度試験

$10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 10\text{cm}$ の正方形供試体を用いて割裂引張強度試験を行った。(2)と同じく凍結融解試験用供試体と同様に養生した $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 40\text{cm}$ の供試体から切り出した。供試体数は各 2 体である。割裂試験は、厚さ 0.3cm、幅 2cm、長さ 10cm のベニヤ板を支点にして載荷した。

(4) 含水率の測定

$10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ 及び $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 10\text{cm}$ の供試体を用いて含水率の測定を行った。試験体は(2)と同じく凍結融解試験用供試体と同様に養生した $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 40\text{cm}$ の供試体から切り出した。図-2.3 に供試体の切り出し位置を示す。供試体数は大小各 1 体である。これらの供試体を乾燥炉(105℃一定)の中で質量変化がなくなるまで乾燥させ、その前後の質量差を計測した。ここでは、この質量差をコンクリート空隙中の水分量とし、水分量を乾燥後の質量で除して含水率(%)とした。

2.3 コンクリート中の空隙に関する試験

(1) 気泡径分布の測定

水中養生(30D)した供試体 No. 5~7, 10~15 について、ASTM C457 により気泡径分布と気泡間隔係数を測定した。計測に用いた試料は 2.3(4)と同じ $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 40\text{cm}$ の供試体から取り出した(図-2.3)。気泡径分布の試料は各 1 個とした。

(2) 気泡径分布及び細孔径分布の測定

NonAE の供試体 No. 1, 3, 5, 10, 13 について、ポロシメータにより細孔径分布を測定した。計測に用いた試料は(1)と同じ供試体から取り出した(図-2.3)。細孔径分布の試料は各 3 個とした。

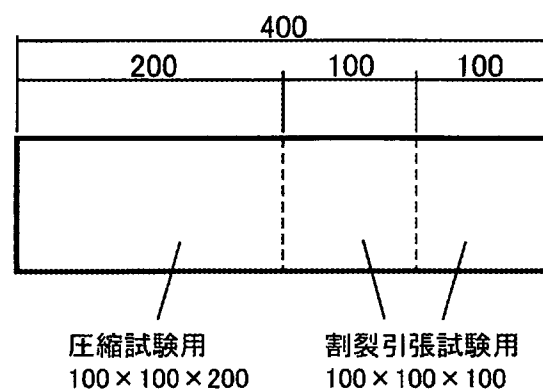


図-2.2 圧縮強度試験及び割裂引張強度試験に用いる角柱供試体

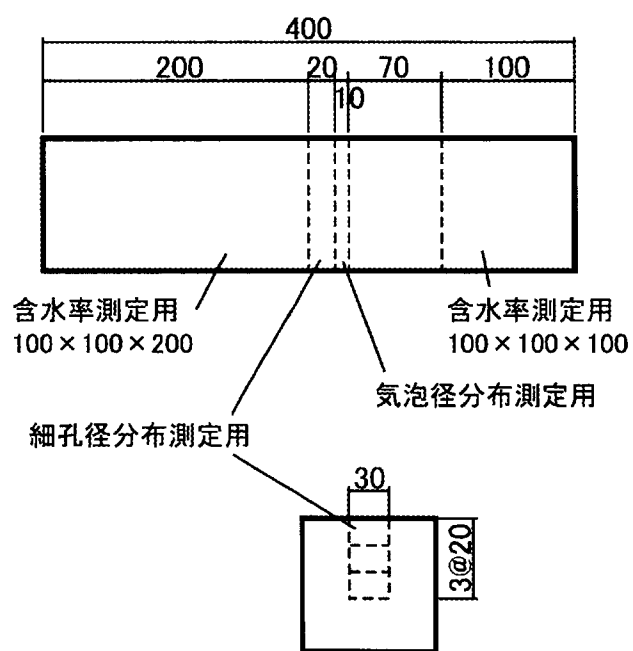


図-2.3 含水率，気泡径分布及び細孔径分布の測定に用いる試料の採取箇所

3. 供試体の基本性状

3.1 フレッシュコンクリートの性状

表-3.1 にフレッシュコンクリートの性状を示す。

表-3.1 フレッシュコンクリートの性状

供試体	配合名	スランプフロー(cm)		空気量(%)		コンクリートの 練り上がり温度(°C)
		目標値	試験値	目標値	試験値	
No.1,3,5,	H-NA	60±10	57.0	1.5±0.5	1.3	24.0
No.6	H-3A		60.5	3.0±0.5	3.0	24.5
No.2,4,7	H-5.5A		56.0	5.5±0.5	5.4	24.5
No.8,10	M-NA	60±10	62.0	1.5±0.5	1.2	23.0
No.11	M-3A		58.0	3.0±0.5	3.4	21.0
No.9	M-5.5A *		59.0	5.5±0.5	5.7	18.0
No.12	M-5.5A *		59.0	5.5±0.5	5.3	21.5
No.13	L-NA	SL=8±2	SL=8.5	1.5±0.5	1.7	21.5
No.14	L-3A		SL=9.0	3.0±0.5	2.8	21.0
No.15	L-5.5A		SL=10.0	5.5±0.5	5.2	21.0

*) No.9 と No.12 は別バッチ

3.2 圧縮強度, 割裂引張強度

表-3.2 に円柱及び角柱の圧縮強度試験結果及び割裂引張強度試験の結果を示す。

表-3.2 圧縮強度及び割裂引張強度

No.	呼び名	円柱供試体	角柱供試体		
		圧縮強度 (MPa)	圧縮強度 (MPa)	ヤング係数 (×10 ⁴ MPa)	割裂引張強度 (MPa)
1	H-1D-NA	106.0	108.3	3.77	4.26
2	H-1D-5.5A	88.4	87.3	3.44	4.24
3	H-3D-NA	113.7	61.5	4.07	4.28
4	H-3D-5.5A	95.4	69.0	3.55	4.52
5	H-30D-NA	112.3	95.7	4.11	4.44
6	H-30D-3A	110.3	108.4	3.87	3.90
7	H-30D-5.5A	96.4	84.5	3.61	4.05
8	M-1D-NA	81.1	78.7	3.49	3.56
9	M-1D-5.5A	57.8	55.8	2.90	3.05
10	M-30D-NA	97.6	77.2	3.87	3.94
11	M-30D-3A	83.6	83.4	3.58	3.77
12	M-30D-5.5A	80.9	72.5	3.50	3.52
13	L-30D-NA	57.1	57.1	3.36	2.82
14	L-30D-3A	56.3	54.1	3.37	2.96
15	L-30D-5.5A	49.1	46.8	3.10	2.66

円柱供試体：3体の平均値

角柱供試体：圧縮1体, 割裂2体の平均値

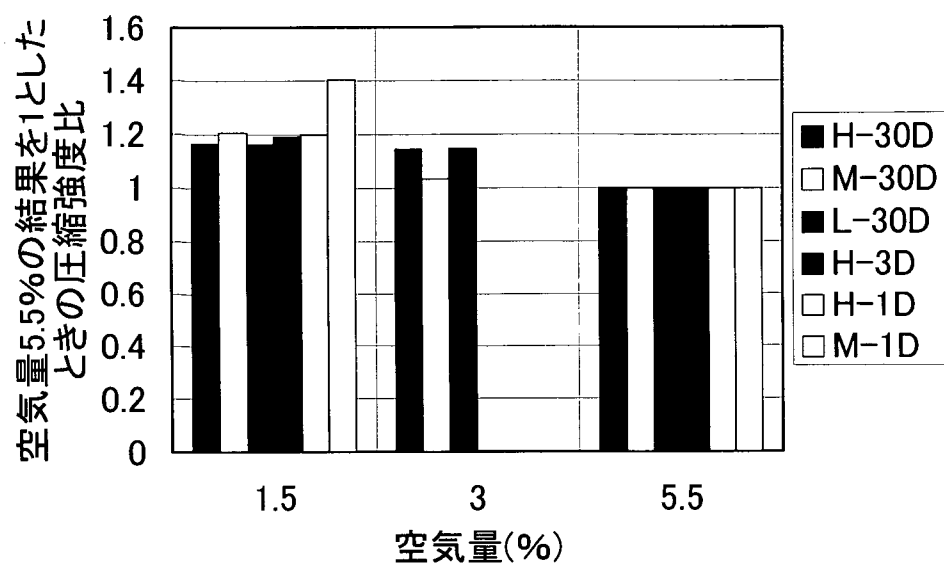


図-3.1 圧縮強度と空気量の関係

(円柱供試体, 空気量 5.5%の結果をそれぞれ 1 としたときの圧縮強度比)

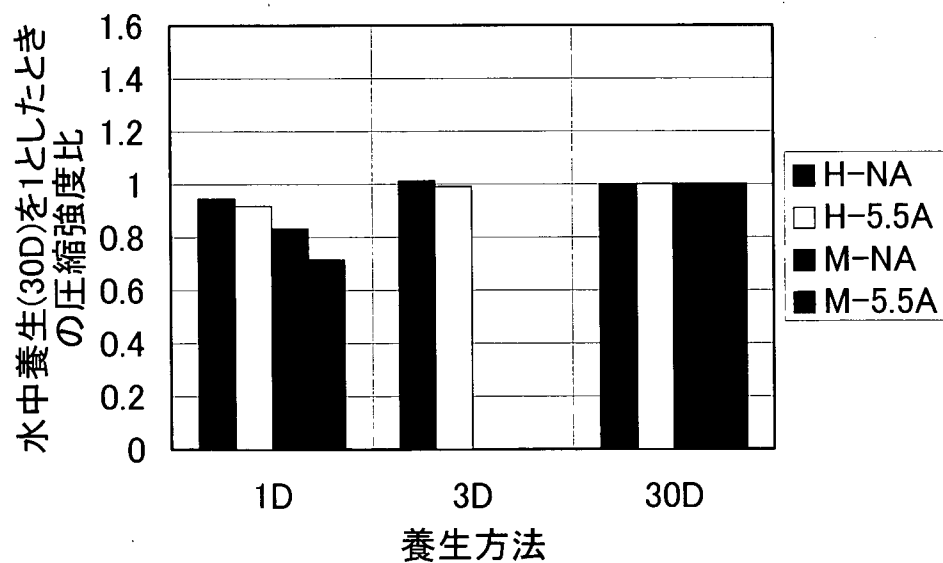


図-3.2 圧縮強度と養生方法の関係

(円柱供試体, 水中養生 (30D) の結果をそれぞれ 1 としたときの圧縮強度比)

3.3 含水率

表-3.3 に含水率の測定結果を示す。

表-3.3 含水率の測定結果

寸法 供試体	(S)10×10×10				(L)10×10×20				含水率 平均値(%)
	乾燥前 重量(g)	乾燥後 重量(g)	水分量 (g)	含水率 (%)	乾燥前 重量(g)	乾燥後 重量(g)	水分量 (g)	含水率 (%)	
No.1	2752.3	2663.4	88.9	3.3	5054.0	4894.7	159.3	3.3	3.3
No.2	2548.0	2461.8	86.2	3.5	4759.8	4606.2	153.6	3.3	3.4
No.3	2558.7	2474.4	84.3	3.4	5098.6	4939.4	159.2	3.2	3.3
No.4	2383.1	2300.5	82.6	3.6	4875.3	4716.1	159.2	3.4	3.5
No.5	2442.5	2352.7	89.8	3.8	5056.9	4884.1	172.0	3.5	3.7
No.6	2355.3	2269.0	86.3	3.8	5042.2	4867.3	174.9	3.6	3.7
No.7	2606.5	2508.6	97.9	3.9	4732.5	4562.4	170.1	3.7	3.8
No.8	2500.3	2411.4	88.9	3.7	4825.3	4653.3	172.0	3.7	3.7
No.9	2500.3	2416.6	83.7	3.5	4590.2	4428.2	162.0	3.7	3.5
No.10	2380.0	2273.3	106.7	4.7	5030.2	4810.0	220.2	4.6	4.7
No.11	2341.0	2239.9	101.1	4.5	4820.2	4627.1	193.1	4.2	4.4
No.12	2237.4	2145.7	91.7	4.3	4825.7	4634.7	191.0	4.1	4.2
No.13	2421.5	2292.0	129.5	5.7	4989.5	4734.5	255.0	5.4	5.6
No.14	2497.4	2359.2	138.2	5.9	5069.5	4759.7	279.8	5.9	5.9
No.15	2267.6	2141.6	126.0	5.9	4836.2	4570.0	266.2	5.8	5.9

含水率＝(乾燥前重量－乾燥後重量)／乾燥後重量

4. 試験結果

4.1 凍結融解試験結果

4.1.1 耐久性指数

表-4.1 に試験結果の総括表を示す。

N サイクル後の耐久性指数 DF は、相対動弾性係数の測定結果から次式により算出した。表-4.1 に示した耐久性指数は 300 サイクルを基本として、それ以下のサイクルで破壊したものについてはそのときの P、N で算出した値とした。

$$DF = \frac{P \cdot N}{300}$$

P : N サイクルのときの相対動弾性係数(%)

N : 相対動弾性係数が 60% になったときのサイクル数

または 300 サイクルのうちいずれか小さい値

なお、No. 10 (M-30D-NA) 以外の供試体では同一条件の 2 体に有意な差が見られなかった。

4.1.2 相対動弾性係数及び質量減少率の経時変化

図-4.1 (a)～(e) に相対動弾性係数と質量減少率の経時変化を示す。相対動弾性係数は、たわみ振動による結果と縦振動による結果を合わせて示した。N サイクル後の相対動弾性係数 P_n は次式により算出した。

$$P_n = \frac{f_n^2}{f_o^2} \times 100 (\%)$$

f_o : 試験開始時の一次たわみ振動数 (Hz)

f_n : N サイクル後の一次たわみ振動数 (Hz)

4.1.3 破壊パターン

表-4.1 の左欄に各供試体の破壊状況を示す。写真-4.1～4.3 に凍結融解試験後の状況の例を示す。写真-4.1 はスケーリングと呼ばれる凍結融解の典型的な破壊パターンであり、コンクリート表面のセメント硬化体部分が少しずつ剥がれて粗骨材が洗い出されたようになっている。写真-4.2 はコンクリート表面にスケーリングがほとんど見られないが、供試体のほぼ中央にひび割れが生じたものである。写真-4.3 は損傷なしのものであり、630 サイクル後もひび割れや顕著なスケーリングは見られていない。

表-4.1 試験結果

No	呼び名	強度 (W/C) *1			養生終了材齢			目標空気量			実測 空気量 (%)	気泡間隔 係数 *2 (μ m)	含水 率 *3 (%)	28日 強度 (MPa)	耐久性 指数 (300サイクル)	繰り返 し数 *6	破壊状況 *6
		H (25)	M (35)	L (55)	1日	3日	30日	non AE	3.0 ± 0.5	5.5 ± 0.5							
1	H-1D-NA	○			○			○			1.3	-	3.3	106	104	630	変状なし
2	H-1D-5.5A	○			○					○	5.4	-	3.5	88	107	630	変状なし
3	H-3D-NA	○				○		○			1.3	-	3.4	114	103	630	変状なし
4	H-3D-5.5A	○				○				○	5.4	-	3.6	95	103	630	変状なし
5	H-30D-NA	○					○	○			1.3	788	3.8	112	100	630	変状なし
6	H-30D-3A	○					○		○		3.0	177	3.8	110	101	630	変状なし
7	H-30D-5.5A	○					○			○	5.4	130	3.9	96	101	630	変状なし
8	M-1D-NA		○		○			○			1.2	-	3.7	81	28*5	240	スケーリング*
9	M-1D-5.5A		○		○					○	5.7	-	3.5	58	107	240	スケーリング+割れ
10	M-30D-NA		○				○	○			1.2	817	4.7	97	101	570	ひび割れ(スケーリングなし)
11	M-30D-3A		○				○		○		3.4	210	4.5	84	101	630	変状なし
12	M-30D-5.5A		○				○			○	5.3	167	4.3	81	101	630	変状なし
13	L-30D-NA			○			○	○*4			1.7	473	5.7	57	35*5	390	スケーリング+割れ
14	L-30D-3A			○			○		○		2.8	333	5.9	56	95	420	スケーリング+割れ
15	L-30D-5.5A			○			○			○	5.2	163	5.9	49	98	630	スケーリング

*1 単位水量はすべて170kg/m³,セメントは早強ポルトランドセメントを用いた。

*2 リニアトラバース法による。

*3 28日材齢で10×10×10供試体を105℃で乾燥。(乾燥前質量-乾燥後質量)/乾燥後質量(%)

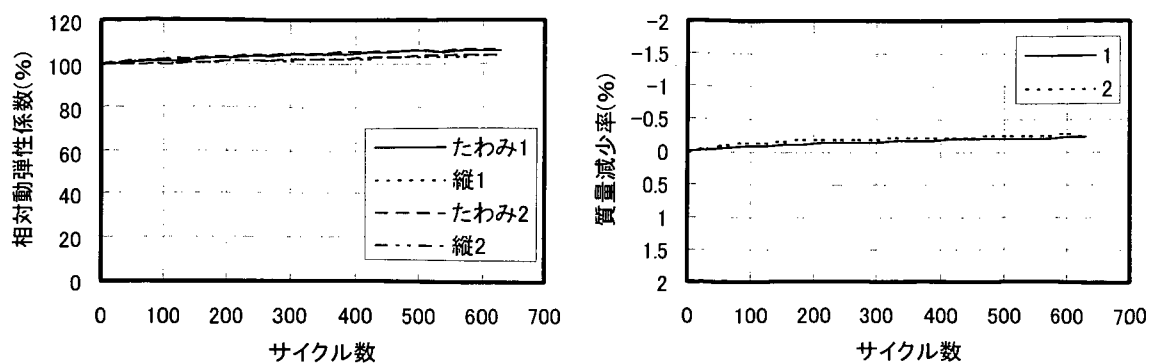
*4 消泡剤を用いて1.5±0.5%に調整した。

*5 300サイクル以前に相対動弾性係数が60%以下になった。

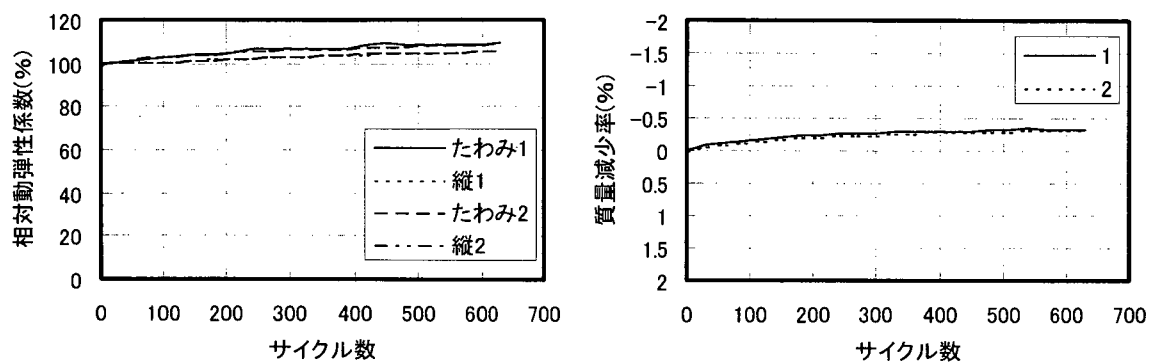
*6 2体の供試体の繰り返し数及び破壊状況がともに同じ場合は1段で記載した。

繰り返し数は最終繰り返し数であり、破壊時繰り返し数と異なる。

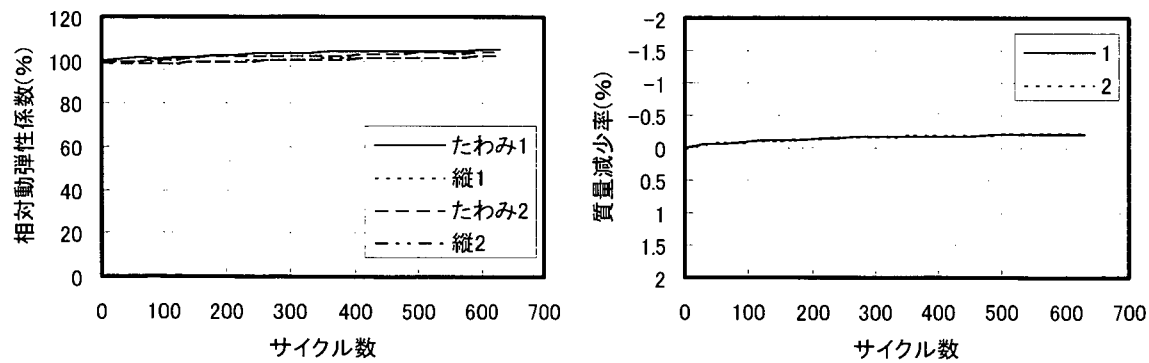
破壊状況は繰り返し終了時の状況を示す。



凍結融解試験結果 (No.1)

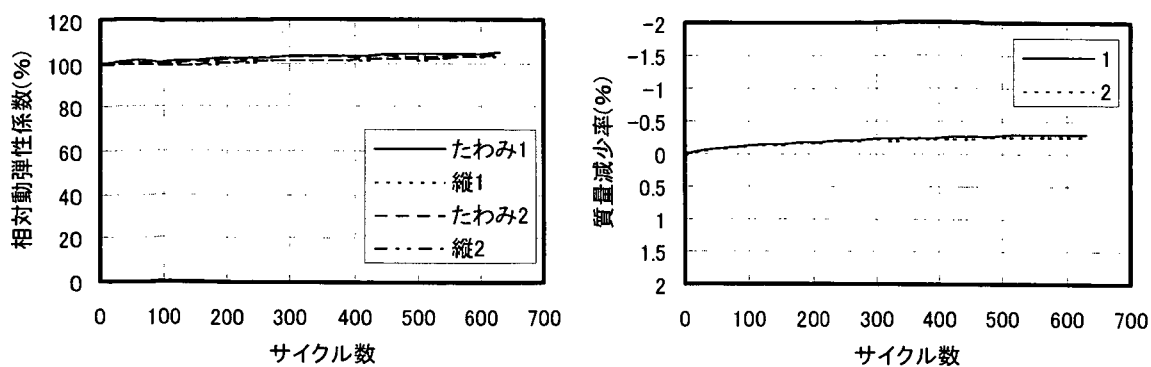


凍結融解試験結果 (No.2)

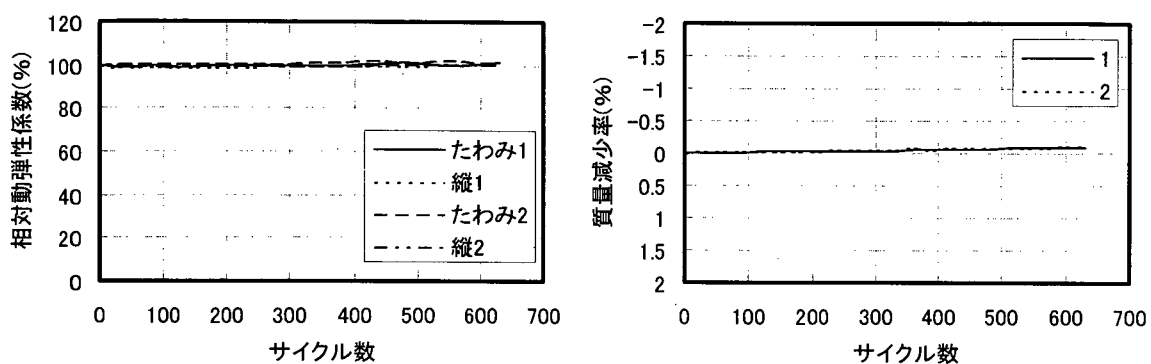


凍結融解試験結果 (No.3)

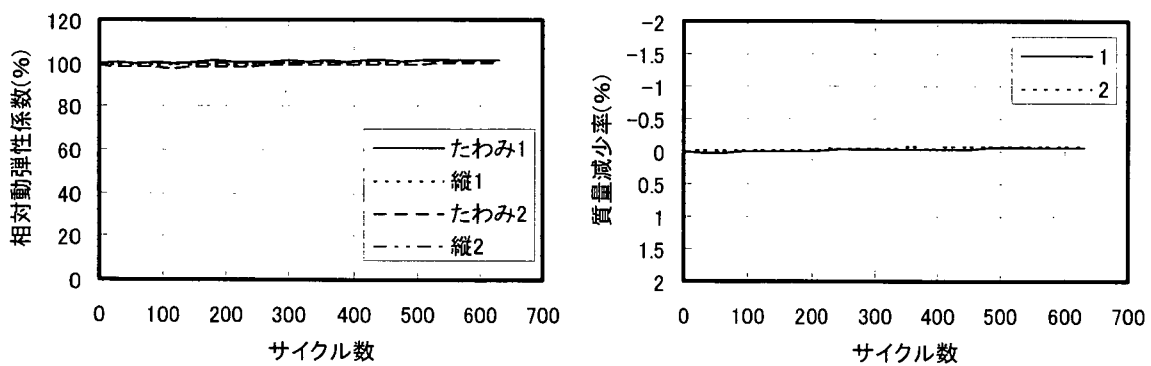
図-4.1(a) 凍結融解試験結果



凍結融解試験結果 (No.4)

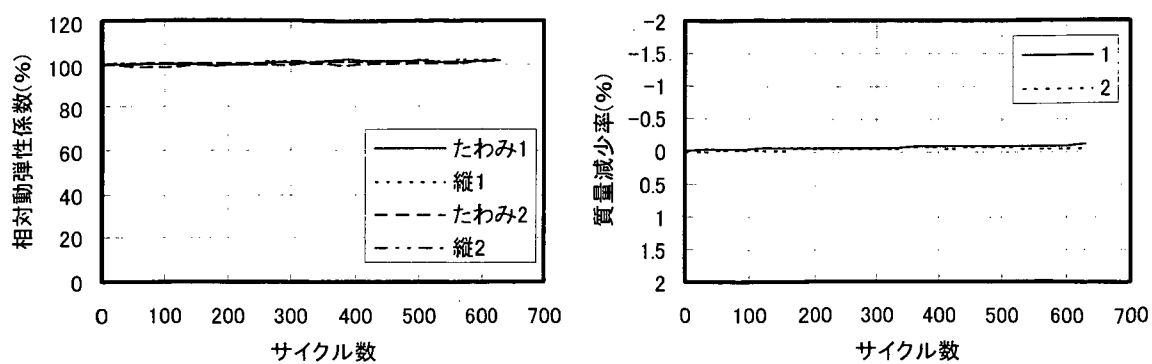


凍結融解試験結果 (No.5)

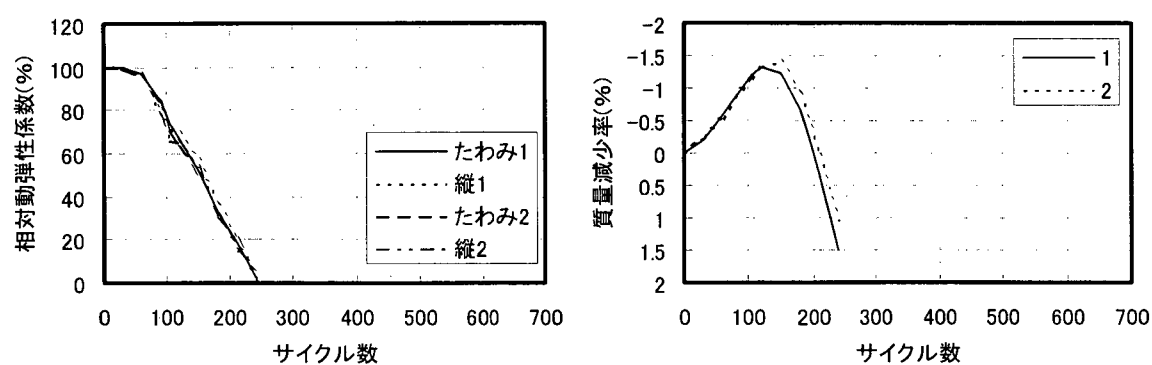


凍結融解試験結果 (No.6)

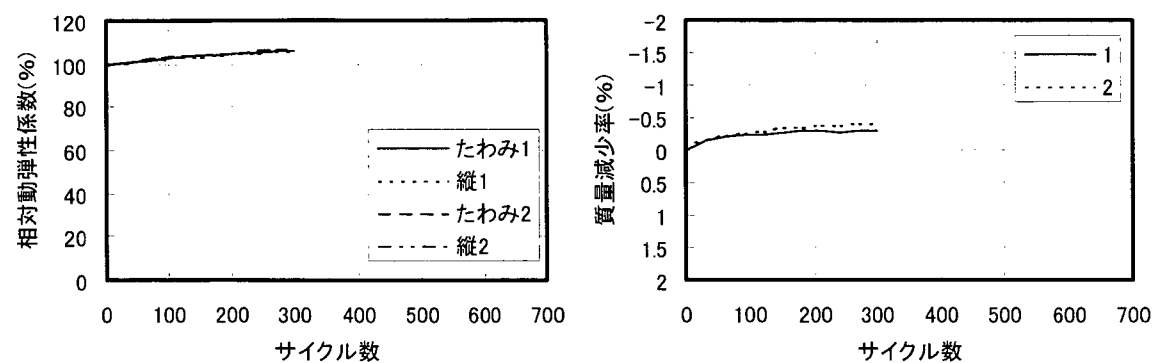
図-4.1 (b) 凍結融解試験結果



凍結融解試験結果 (No.7)

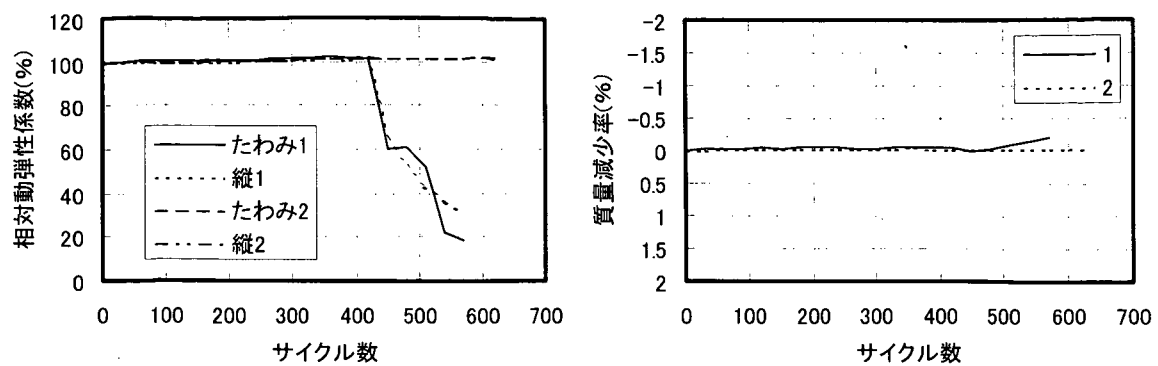


凍結融解試験結果 (No.8)

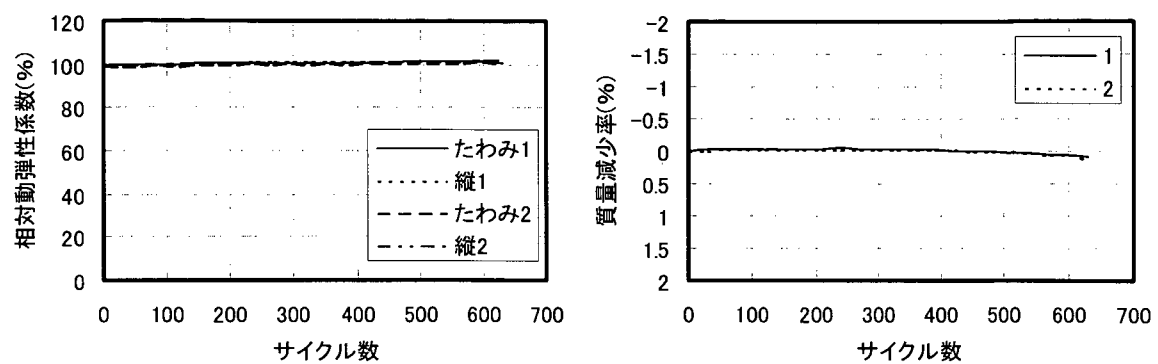


凍結融解試験結果 (No.9)

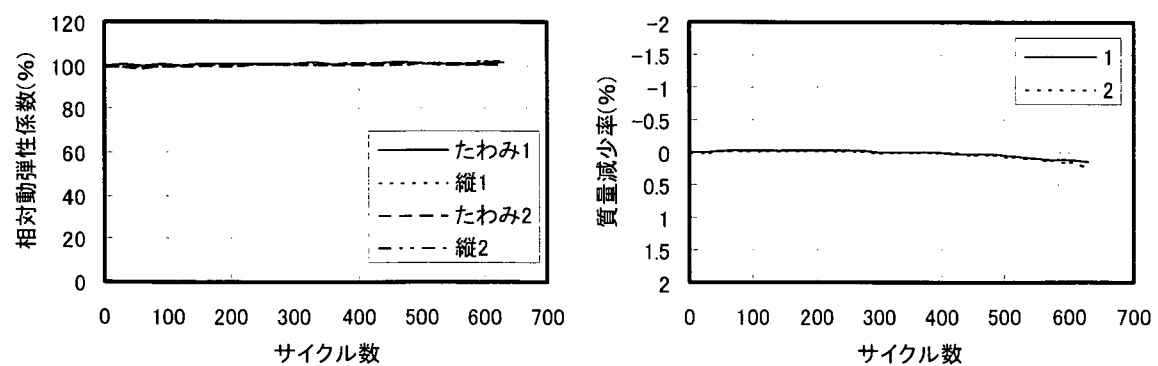
図-4.1(c) 凍結融解試験結果



凍結融解試験結果(No.10)

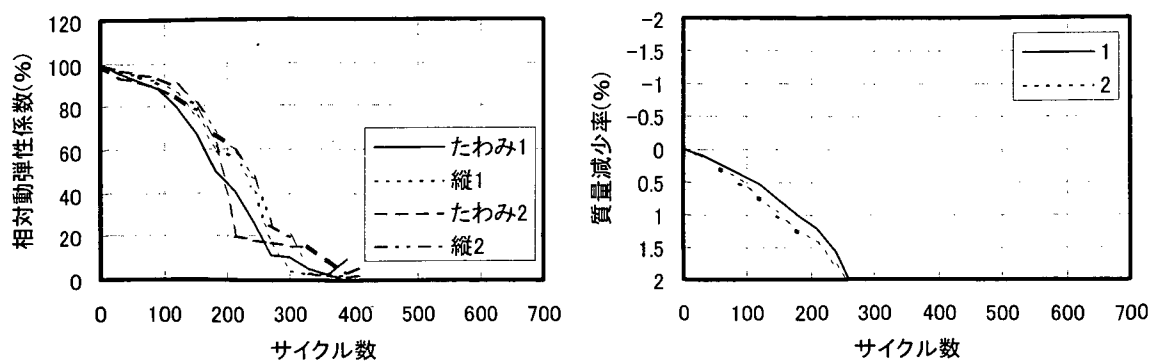


凍結融解試験結果(No.11)

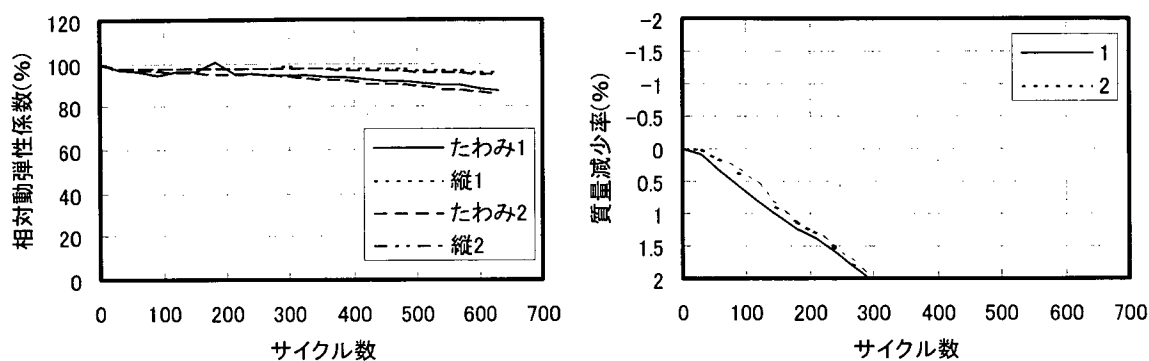


凍結融解試験結果(No.12)

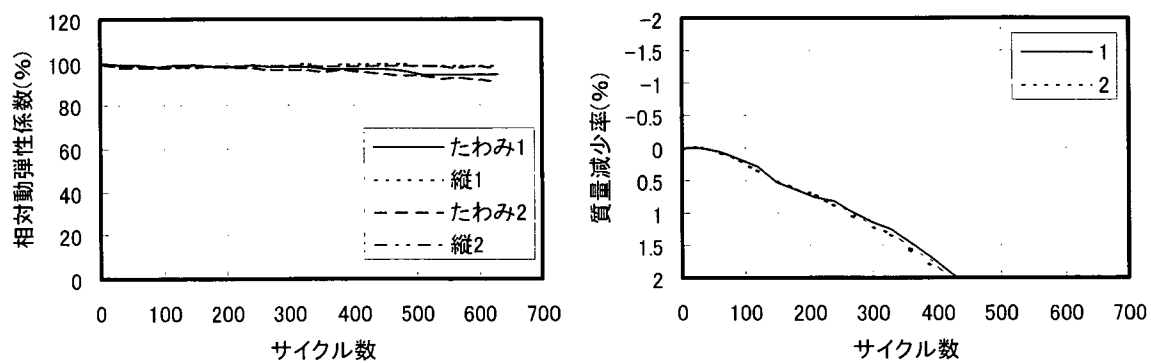
図-4.1(d) 凍結融解試験結果



凍結融解試験結果 (No.13)



凍結融解試験結果 (No.14)



凍結融解試験結果 (No.15)

図-4.1(e) 凍結融解試験結果



写真-4.1 スケーリング (No. 13, L-30D-NA)

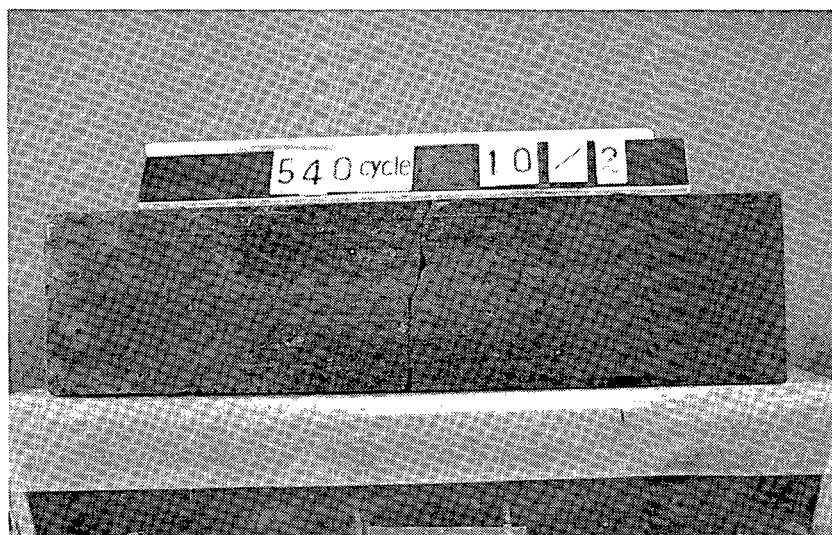


写真-4.2 ひび割れ (No. 10, M-30D-NA の1体のみに見られた)

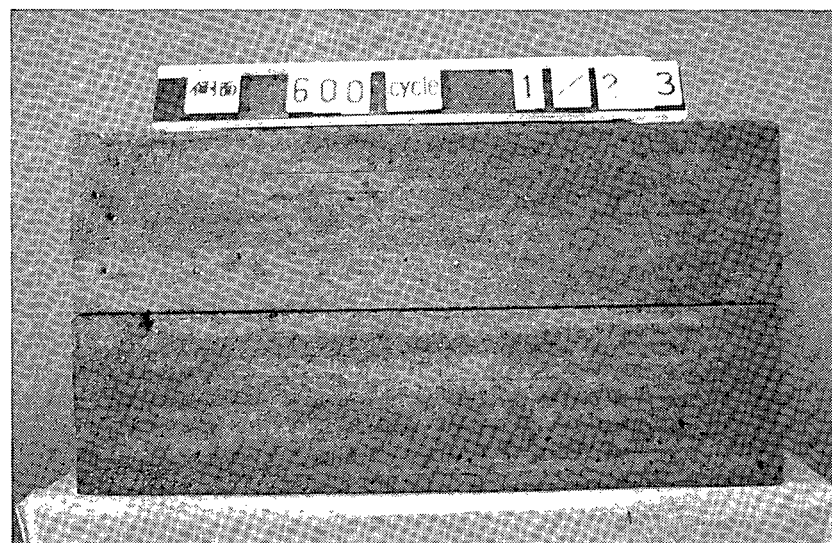


写真-4.3 変状なし (No. 1, H-1D-NA)

4.1.4 破壊状況

(1) AE コンクリートの結果

1) 空気量 5.5%の場合

30 日の水中養生を行った W/C55%のコンクリートには変状が見られなかった。W/C が 25%, 35%のコンクリートでは、気中養生の場合でも変状が見られなかった。

2) 空気量が 3%の場合

30 日の水中養生を行った W/C が 25, 35, 55%のコンクリートには変状が見られなかった。

(2) Non AE コンクリートの結果

今回の試験結果のうち、Non AE (空気量 2%以下)の供試体について、図-4.2, 4.3 に相対動弾性係数及び質量減少率の経時変化をそれぞれ示す。Non AE の場合に、供試体の破壊状況は次のとおりであった。

1) W/C55%の供試体は、Non AE の場合、水中養生(30D)であっても凍結融解試験の初期の段階よりスケーリングを起こし、かつ相対動弾性係数が低下していた。

2) W/C25%の供試体は、養生条件にかかわらず、凍結融解の繰り返し数 630 サイクルまで外観、相対動弾性係数、質量に顕著な変化が見られなかった。

3) W/C35%の供試体は、水中養生(30D)の場合に、繰り返し数300サイクルまでは特に変状が見られなかった。しかし、420 サイクル以降に相対動弾性係数が著しく低下し始め、510 サイクルで供試体中央付近にひび割れが目視で確認できた。この間、表面にスケーリングが見られず、一般的な凍結融解の破壊形態と異なっていた。ただし、この現象は2体のうちの1体のみであり、他の1体には600 サイクルまで変状が見られなかった。このひび割れの原因は明確でない。

4) W/C35%で気中養生(1D)の場合には、初期の段階(150 サイクル前後)より相対動弾性係数が低下しており、スケーリングを起こしていた。外観は普通強度の凍結融解の破壊形態と同様であったが、質量変化は他に見られない傾向を示していた。

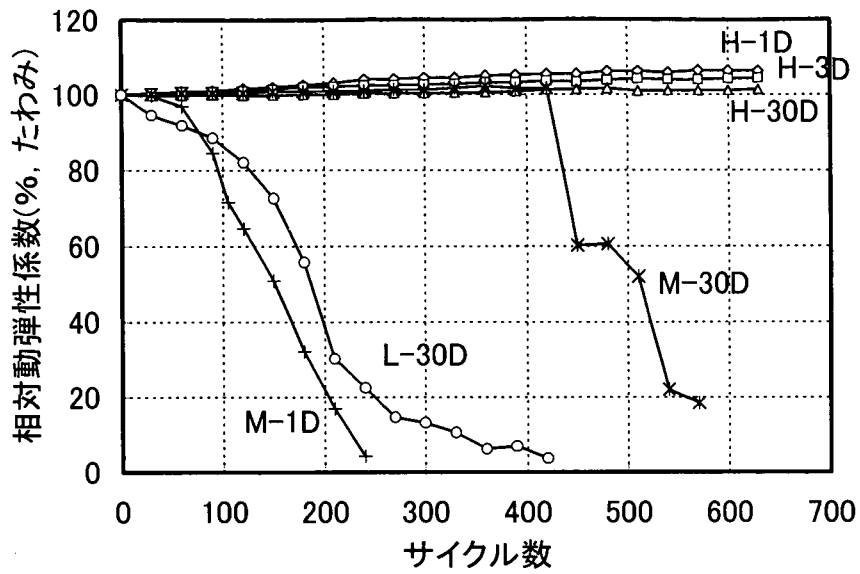


図-4.2 Non A Eコンクリートの相対動弾性係数の経時変化

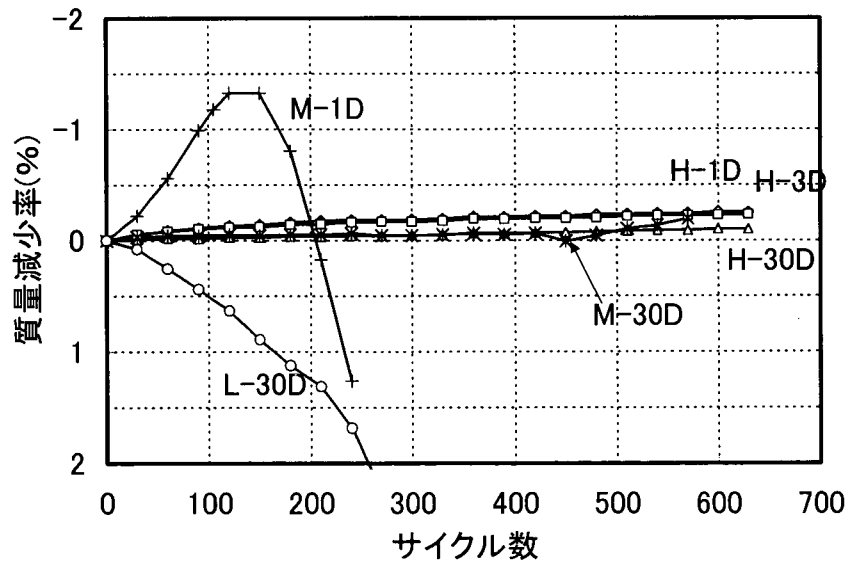


図-4.3 Non A Eコンクリートの質量減少率の経時変化

4.2 コンクリート中の空隙に関する試験結果

(1) 気泡径分布と気泡間隔係数

付録資料-3 に各供試体 (No. 5～7, 10～15) の気泡径分布を示す。前掲表-4.1 にそれぞれの気泡間隔係数を示した。

(2) 細孔径分布

付録資料-3 に各供試体 (No. 1, 3, 5, 10, 13) の細孔径分布を示す。

5. 考 察

5.1 W/C と必要空気量

図-5.1 に、NonA E の供試体について、所定サイクル数を 300 サイクルとした時の耐久性指数と W/C の関係を示す。図中には、文献 5～8) のデータのうち高性能 A E 減水剤(または高性能減水剤+A E 剤)を用いて、かつ空気量が 2%以下の場合のデータを参考として示した。各文献で推奨される凍結融解に対する必要空気量は前掲表-1.1 のとおりである。

W/C が 25%の場合は、他の文献のデータも含めて、養生条件にかかわらず NonA E でも耐久性指数が 100 前後の値であることから、NonA E としても支障ないと考えられる。一方、W/C が 55%の場合は、NonA E の場合、30 日の水中養生を行っても初期の段階からスケーリングを起こしており、従来から言われているように A E コンクリートとするのがよいと考えられる。

図-5.1 のうち、脱型後すぐに気中養生した場合の試験結果を▲印(H-1D, M-1D, 4 週気中養生⁸⁾)および×印(8 週気中養生⁸⁾)で示した。W/C35%のコンクリートは、脱型後すぐに気中養生とした場合の耐久性指数が、水中養生した場合に比べて著しく低いことがわかる。この結果は、水中養生期間が 3 日以上あれば概ね同等の耐久性指数を確保できるが、同 1 日以下の場合には耐久性指数が低下するとして文献 9) の結果と一致する。

W/C が 35%のコンクリートは、NonA E の場合、30 日の水中養生を行うと 300 サイクルまでは特に変状は見られなかったが、420 サイクル以降に前述 4.1.4 で述べたひび割れを伴う変状が見られる事例があった。凍結融解試験は、配合条件や養生条件などの異なるコンクリートの凍結融解抵抗性を相対的に比較するのに適しているが、実際の構造物の凍結融解の損傷状況との関連は必ずしも明確でない。よって、凍結融解試験で 420 サイクル以降のひび割れが実際の構造物の場合にどう影響するかは明確でない。少なくとも実際の構造物でこのような凍結融解によりひび割れが生じた事例はまだ聞かれないことから、比較的厳しい条件での結果であると推察される。W/C が 35%の NonA E コンクリートは、水中養生を行わなければスケーリングが生じるので、同 25%の場合に比べて養生の影響が大きい。これらの点から、W/C が 35%のコンクリートの凍結融解抵抗性を確保するためには、施工管理が比較的良好な工場製品を除いて、ある程度の空気量を導入するのがよいと考えられる。

今回の結果と既往の文献データより、養生条件にかかわらず NonA E としても十分な凍結融解抵抗性が得られる W/C は 26～27%が限界値になると考えられる。

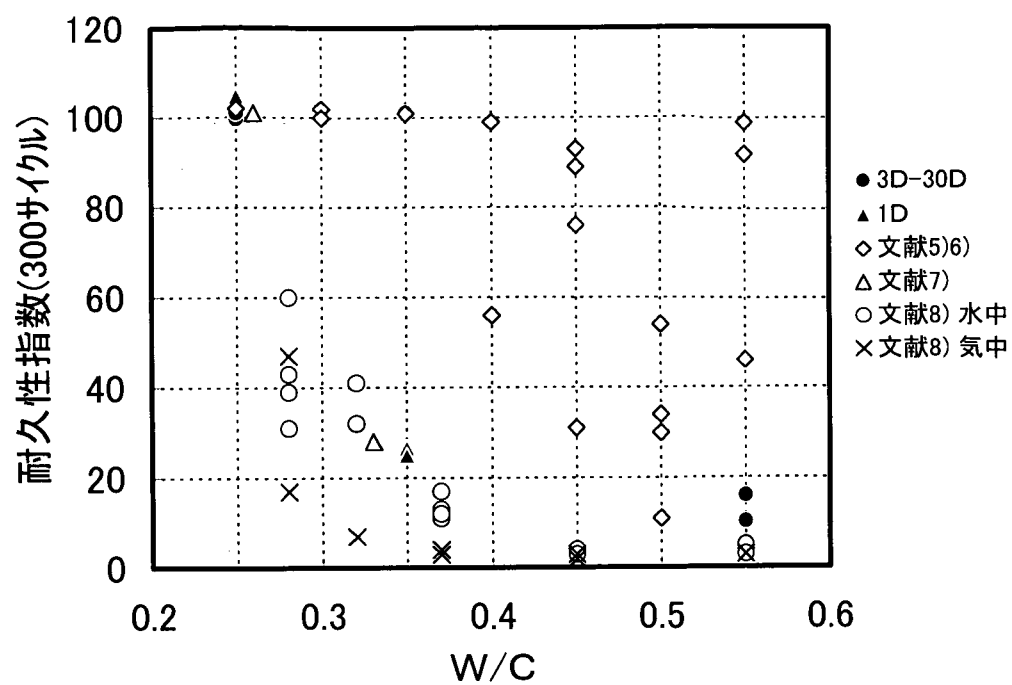


図-5.1 Non A Eコンクリートの耐久性指数とW/Cの関係

5.2 NonA Eコンクリートの空隙と凍結融解抵抗性

図-5.2にNonA EコンクリートのうちH-30D, M-30D, L-30Dの気泡径分布とそれに基づく気泡間隔係数を示す。図中、参考としてA Eコンクリート (L-30D-5.5A) の例も示した。NonA Eコンクリートの供試体には、A E剤により混入される直径5~300 μm の気泡はほとんど含まれていなかった。気泡間隔係数は250 μm 以下とすると凍結融解抵抗性が高いとされているが、W/Cが25%の高強度コンクリートの場合は気泡間隔係数が788 μm でも凍結融解による劣化は見られず、従来の普通強度のコンクリートの傾向と一致していない。これは、「W/C35%以下のコンクリートでは、気泡間隔係数が800~1000 μm であっても十分耐久的なコンクリートをつくることができる」とされていた文献5)6)の結果と一致している。

図-5.3にH-30D, M-30D, L-30Dの細孔径分布を示す。なお、図-5.4に示すようにNonA Eコンクリートの場合に全細孔量と空気量との間にある程度の相関が見られたことから、ここでは、細孔空隙率を空気量1%当たりに換算して示した。各分布ともに、細孔径0.01~0.1 μm の範囲に1つの大きなピークを有しており、このピークが生じる細孔径範囲は、W/Cが小さいほど、より小さい細孔径にシフトする傾向が見られる。細孔直径が約0.05 μm 以下では水が凍結しない¹⁰⁾とする考えに基づき図-5.3を見ると、W/Cが小さくなるほど0.05~0.1 μm の細孔径が減少していることがわかる。この点が、W/C25%のコンクリートでNonA Eとしても十分な凍結融解抵抗性が得られる要因の一つであると考えられる。文献11)では、「細孔構造の緻密化が耐凍害性の向上に役立つ」とし、「特に細孔半径320Å(細孔直径0.064 μm)以上の空隙が最も少なかったW/C40%のNonA Eコンクリートの耐凍害性は、他のW/C=50, 60, 70%のNonA Eコンクリートに比べてきわめて優れている」と述べられていた。W/Cが異なるNonA Eコンクリートではあるが、細孔空隙と凍結融解抵抗性の関係は今回の結果と類似していたことがわかる。

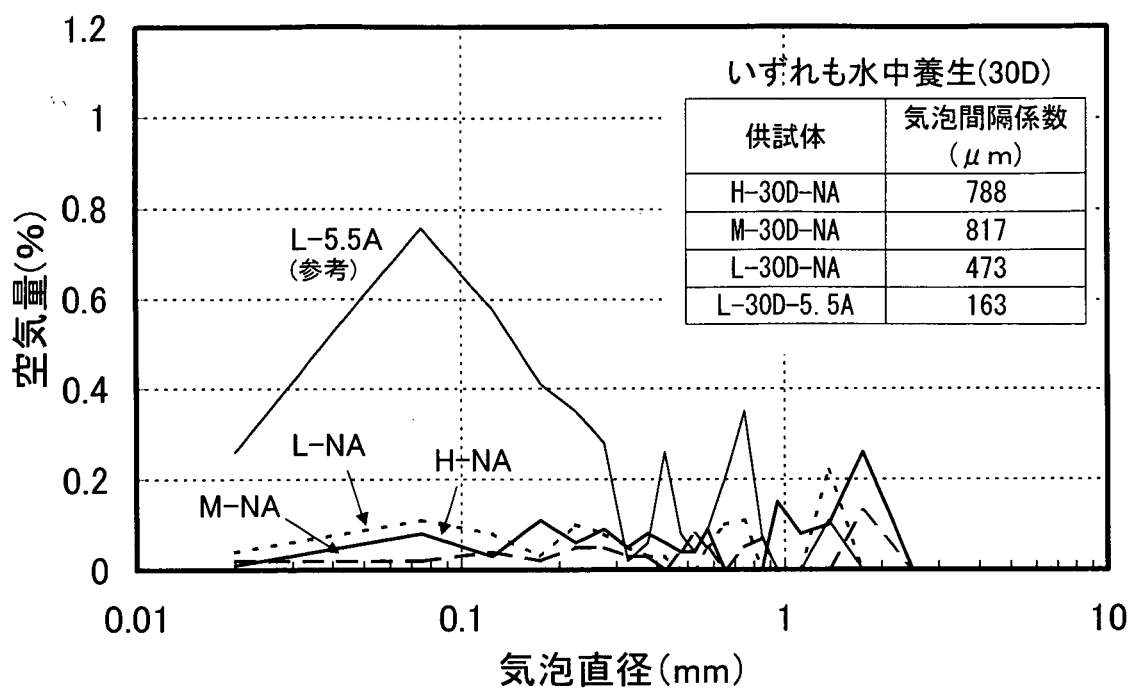


図-5.2 Non A Eコンクリートの気泡径分布

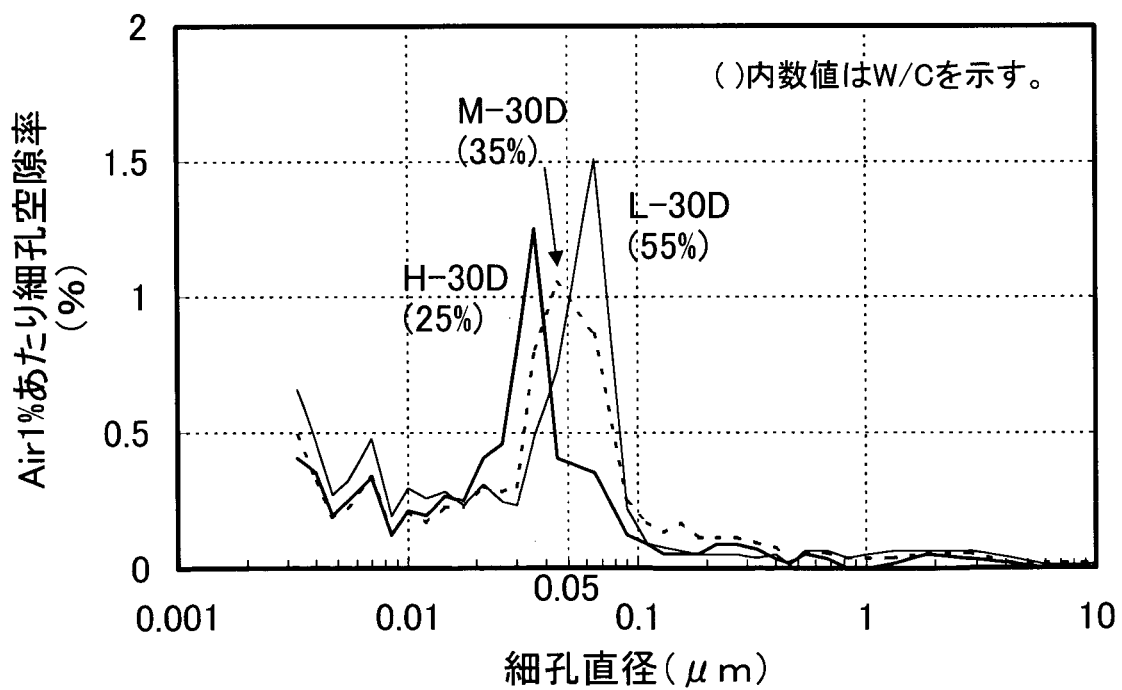


図-5.3 Non A Eコンクリートの細孔径分布

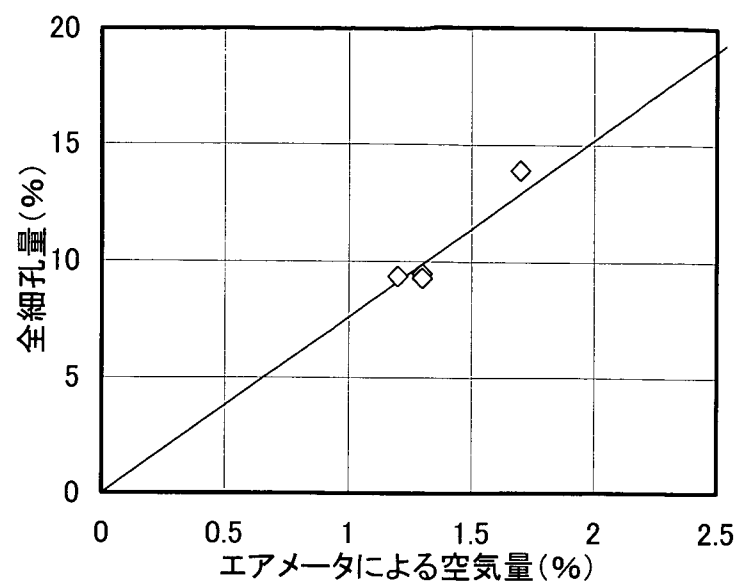


図-5.4 NonAE コンクリートの場合の全細孔量と空気量の関係

6. まとめ

(1) W/C が 25% の高強度コンクリートは, NonA E (空気量が 2% 以下) でも水中養生の有無にかかわらず十分な凍結融解抵抗性を確保している。これは, W/C の低減に伴い細孔空隙中の水分が凍結すると考えられる細孔直径約 $0.05\mu\text{m}$ 以上の細孔が少なくなったことが一要因であると考えられる。

(2) W/C が 35% の NonA E コンクリートでは, 30 日の水中養生を行った場合, 凍結溶解試験 300 サイクルまでは変状が見られなかったが, 水中養生を行わなければ凍結融解抵抗性を著しく低下させる。このことから, W/C が 35% のコンクリートの凍結融解抵抗性を確保するためには, 施工管理が比較的良好な工場製品を除いて, ある程度の空気量を導入した A E コンクリートとするのがよいと考えられる。

参考文献

- 1) 高強度コンクリート部材の設計法に関する共同研究報告書—高強度コンクリートP Cはり部材の終局曲げ強度，変形性能に関する調査—，土木研究所，P C建協，共同研究報告書第 96 号，1994. 3
- 2) 同，—高強度コンクリートP Cはり部材の曲げせん断強度に関する調査—，土木研究所，P C建協，共同研究報告書第 122 号，1995. 3
- 3) 同，—高強度コンクリートを用いたプレストレストコンクリート道路橋の設計指針(案)—，土木研究所，P C建協，共同研究報告書第 138 号，1995. 11
- 4) 渡辺博志：高強度コンクリートを用いたP C橋，土木技術資料，No. 41，pp. 4-5，1999. 2
- 5) 飛坂 基夫，柳 啓，服部 健一，岡田 英三郎：高性能減水剤を用いた高強度コンクリートの性質，セメント・コンクリート，No. 405，pp. 37-45，1980. 11
- 6) 服部 健一，岡田 英三郎，飛坂 基夫，柳 啓：高性能減水剤を使用した高強度コンクリートの耐凍結融解性，セメント技術年報，No. 34，pp. 329-332，1980
- 7) 後藤 幸正，三浦 尚，鈴木 達朗：高性能減水剤を用いたコンクリートの耐久性について，セメント技術年報，Vol. 34，pp. 326-328，1980
- 8) 柏野 謙二，鎌田 英治，桂 修：高強度コンクリートの耐凍害性に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文報告集，12-1，pp. 691-696，1990
- 9) 前川 静男，今井 益隆：養生程度がコンクリートの耐久性に与える影響，セメント・コンクリート，No. 345，pp. 22-29，1975. 11
- 10) 岡本 修一，魚本 健人：細孔構造からみた凍結融解による劣化機構に関する基礎研究，コンクリート工学年次論文報告集，19-1，pp. 901-906，1997
- 11) 鎌田英治：凍結作用を受けたコンクリートの挙動と細孔構造，セメント・コンクリート，No. 460，pp. 28-34，1985. 6

付 録

資料-1 材料及び基本性状データ

圧縮強度試験結果(円柱供試体)

No		圧縮強度 (MPa)	No		圧縮強度 (MPa)	No		圧縮強度 (MPa)
1	1	103.0	8	1	80.9	13	1	58.2
	2	109.0		2	80.9		2	56.0
	3	106.0		3	81.5		3	57.0
	平均値	106.0		平均値	81.1		平均値	57.1
2	1	87.2	9	1	58.4	14	1	56.3
	2	89.5		2	57.6		2	56.4
	3	88.6		3	57.3		3	56.3
	平均値	88.4		平均値	57.8		平均値	56.3
3	1	114.0	10	1	101.0	15	1	49.7
	2	113.0		2	92.2		2	49.1
	3	114.0		3	97.8		3	48.6
	平均値	113.7		平均値	97.0		平均値	49.1
4	1	95.2	11	1	84.5			
	2	97.1		2	83.0			
	3	93.8		3	83.4			
	平均値	95.4		平均値	83.6			
5	1	114.0	12	1	82.3			
	2	118.0		2	79.7			
	3	105.0		3	80.6			
	平均値	112.3		平均値	80.9			
6	1	110.0						
	2	109.0						
	3	112.0						
	平均値	110.3						
7	1	101.0						
	2	95.9						
	3	92.2						
	平均値	96.4						

圧縮強度試験結果(角柱供試体)

No.	断面積 (cm ²)	質量 (g)	単重 (t/m ³)	最大荷重 (kN)	圧縮強度 (MPa)	静弾性係数 (× 10 ⁴ MPa)	ポアソン 比
1	100.6	4801	2.386	1090	108.3	3.77	0.218
2	101.9	4703	2.308	890	87.3	3.44	0.207
3	101.9	4887	2.398	627	61.5	4.07	0.237
4	101.5	4677	2.304	700	69.0	3.55	0.215
5	101.9	4677	2.295	975	95.7	4.11	0.216
5-7	93.0	4493	2.416	1136	122.2	4.15	0.228
5-8	93.0	4503	2.421	1127	121.2	3.93	0.209
6	101.0	4834	2.393	1095	108.4	3.87	0.224
7	101.5	4728	2.329	858	84.5	3.61	0.213
8	100.7	4811	2.389	793	78.7	3.49	0.192
9	101.3	4556	2.284	565	55.8	2.90	0.186
10	101.9	4957	2.432	787	77.2	3.87	0.209
11	101.3	4786	2.362	845	83.4	3.58	0.204
12	99.9	4663	2.334	724	72.5	3.50	0.203
13	102.3	4857	2.374	584	57.1	3.36	0.202
14	101.6	4826	2.375	550	54.1	3.37	0.215
15	103.3	4781	2.314	483	46.8	3.10	0.194

※5-7,5-8は断面積の違いをみるために実施した。

割裂引張試験結果

No.	高さ (cm)	幅 (cm)	最大荷重 (kN)	割裂引張強度 (MPa)	
				各値	平均
1	10.04	9.98	95.0	4.24	4.26
	10.02	9.98	95.6	4.28	
2	10.04	10.10	94.0	4.15	4.24
	10.03	10.07	97.8	4.34	
3	10.04	10.09	97.6	4.31	4.28
	10.02	10.09	96.0	4.25	
4	10.01	10.06	92.4	4.11	4.52
	10.02	10.09	111.0	4.92	
5	10.08	10.13	80.0	3.51	4.44
	10.05	10.12	122.0	5.37	
5-7	10.09	10.10	35.7	1.57	1.62
	10.08	10.12	38.0	1.67	
5-8	9.95	10.11	34.8	1.55	1.62
	9.89	10.21	38.3	1.70	
6	10.07	10.01	97.8	4.34	3.90
	10.01	9.93	77.0	3.47	
7	10.17	10.15	86.2	3.74	4.05
	10.09	10.21	100.0	4.36	
8	10.04	10.01	85.6	3.81	3.56
	10.02	10.02	74.0	3.30	
9	9.85	10.25	68.6	3.04	3.05
	9.65	10.28	67.8	3.06	
10	10.04	10.05	92.6	4.11	3.94
	10.04	10.05	85.2	3.78	
11	10.04	10.14	86.6	3.81	3.77
	10.02	10.13	84.6	3.73	
12	10.02	10.16	85.0	3.74	3.52
	10.01	10.10	74.4	3.29	
13	10.22	10.12	64.8	2.81	2.82
	10.22	10.09	65.2	2.83	
14	10.00	10.16	65.0	2.86	2.96
	9.99	10.15	69.0	3.05	
15	10.10	10.25	61.6	2.66	2.66
	10.03	10.23	60.8	2.65	

セメント試験成績表



平成 8 年 10 月 度

秩父 野田株式会社

種 類 品 質		普通ポルトランドセメントJIS R 5210				早強ポルトランドセメントJIS R 5210				高炉セメントB種 JIS R 5211			
		J I S				J I S				J I S			
		規 格 値	平均値	標準偏差	最大値 (最小値)	規 格 値	平均値	標準偏差	最大値 (最小値)	規 格 値	平均値	標準偏差	最大値 (最小値)
比 重		—	3.16	—	—	—	3.14	—	—	—	3.04	—	—
比 表 面 積 cm^2/g		2500以上	3350	79	—	3300以上	4500	85	—	3000以上	3780	83	—
凝 結	水 量 %	—	27.8	—	—	—	30.6	—	—	—	29.0	—	—
	始 発 h-min	60min以上	2-18	—	(2-00)	45min以上	1-55	—	(1-34)	60min以上	2-58	—	(2-32)
	終 結 h-min	10h以下	3-20	—	3-51	10h以下	2-50	—	3-19	10h以下	4-05	—	4-41
安 定 性		良	良	—	—	良	良	—	—	良	良	—	—
圧 縮 強 さ N/mm ²	1 d	—	—	—	—	6.5以上	16.4	0.79	—	—	—	—	—
	3 d	7.0以上	15.5	0.79	—	13.0以上	28.8	1.22	—	6.0以上	12.0	0.81	—
	7 d	15.0以上	26.0	1.21	—	23.0以上	38.4	1.27	—	12.0以上	20.9	1.20	—
	28 d	30.0以上	42.0	1.42	—	33.0以上	48.8	1.41	—	29.0以上	43.6	1.43	—
水 和 熱 J/g	7 d	—	321	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	28 d	—	371	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
酸 化 マ グ ネ シ ウ ム %		5.0以下	1.4	—	1.6	5.0以下	1.4	—	1.7	6.0以下	3.8	—	4.0
三 酸 化 硫 黄 %		3.0以下	2.0	—	2.2	3.5以下	2.9	—	3.2	4.0以下	2.0	—	2.2
強 熱 減 量 %		3.0以下	1.7	—	1.9	3.0以下	1.1	—	1.4	3.0以下	1.4	—	1.7
全 アル カ リ %		0.75以下	0.61	—	0.67	0.75以下	0.55	—	0.63	—	—	—	—
塩 化 物 イ オ ン %		0.02以下	0.006	—	0.015	0.02以下	0.004	—	0.014	—	0.005	—	—

備 考

28 d の圧縮強さおよび水和熱は前月度の値を示す。

高炉セメントB種

ベースセメントの全アルカリ % 0.61

高炉スラグ混入量 % 40 ~ 45

表-1 細骨材物理試験結果

平成 8 年 4 月現在

砂の種類		絶乾比重	表乾比重	吸水率 (%)	洗い損失量 (%)	有機純 不物	塩分 (NaCl) (%)	安定損失量 (%)	粘土量 (%)	比重 1.95 浮体量 (%)	単位容積量 (Kg/l)	実積率 (%)	粒度分布 (通過%)						粗粒率 (F.M)
産地、種類	入荷日												5 mm	2.5 mm	1.2 mm	0.6 mm	0.3 mm	0.15 mm	
大井川水系 陸砂	H.8 3/20	2.54	2.59	2.12	0.76	合格	0.01 以下	1.4	0.1	0	1.74	68.6	98	82	65	49	30	6	2.70
規定	JIS A 5308 (レディミクストコン クリート付属書1)	2.5 以上	—	3.5 以下	3.0 以下	標準色より も濃くない事。	*1 0.04 以下	10 以下	1.0 以下	*2 0.5 以下	—	—	90~ 100	80~ 100	50~ 90	25~ 65	10~ 35	2~ 10	—
値	JIS A 6204 (コンクリート用化学混和剤)			3.0 以下	2.0 以下		*1 0.02 以下	8 以下					100	85~ 100	60~ 80	30~ 50	15~ 25		—

注) *1 0.04%を超えるものについては、購入者の承認を得るものとするが、その限度は0.1%とする。

*2 コンクリートの外観が重要でない場合1.0 以下とすることができる。

表-2 粗骨材物理試験結果

平成 8 年 4 月現在

碎石の種類		絶乾比重 (表乾)	吸水率 (%)	洗い損失量 (%)	安定損失量 (%)	粘土量 (塊量) (%)	比重 1.95 浮体量 (%)	すりへり 減量 (%)	軟石量 (%)	単位容積量 (Kg/l)	実積率 (%)	粒形判定 実積率 (%)	粒度分布 (通過%)						粗粒率 (F.M)
産地、種類	大きさ												25 mm	20 mm	15 mm	10 mm	5 mm	2.5 mm	
青梅産分級 碎石	20~15 mm	2.63 (2.65)	0.62	0.08	—	—	—	—	—	1.52	57.7	—	100	96	38	0	0	0	7.04
	15~10 mm	2.63 (2.65)	0.72	0.10	—	—	—	—	—	1.49	56.6	—	—	—	100	18	0	0	6.82
	10~5 mm	2.62 (2.64)	0.87	0.12	—	—	—	—	—	1.46	55.8	—	—	—	—	100	14	0	5.86
混合碎石*	20~5 mm	2.63 (2.65)	0.72	0.10	2.4	0	0	14.6	1.6	1.56	59.3	59.8	100	98	75	35	4	0	6.63
規定	JIS A 5005 (コンクリート用碎石)	絶乾 2.5 以上	3.0 以下	1.0 以下	12 以下	0.25 以下	—	40 以下	5 以下	—	—	55 以上	100	90~ 100	—	20~ 55	0~ 10	0~ 5	—
値	JIS A 6204 (コンクリート用化学混和剤)		2.0 以下	1.0 以下	10 以下		—	—	—	—	—	57 以上	100	90~ 100	55~ 75	25~ 45	0~ 5	0~ 2	—

注) * 混合比 (20~15mm): (15~10mm): (10~5 mm) = 40 : 30 : 30 (%)

平成 8 年 9 月 度 コンクリート用化学混和剤試験結果報告書

品 名：レオビタル SP-8S
種 類：高性能AE減水剤 標準形（I種）

1. コンクリートの試験結果

項 目		JIS A 6204による規定値	試 験 値	
			スランブ 8 cm	スランブ 18cm
減 水 率 %		18 以上	18	18
ブリーディング量の比 %		60 以下	36	33
凝結時間の差 min	始 発	-30 ～ +120	+70	+60
	終 結	-30 ～ +120	+60	+65
圧 縮 強 度 比 %	材 齢 3 日	135 以上	160	163
	材 齢 7 日	125 以上	145	144
	材 齢 28 日	115 以上	133	130
長 さ 変 化 比 %		110 以下	99	99
凍結融解に対する抵抗性 (相対動弾性係数 %)		80 以上	—	98
経 時 変 化 量	スランブ cm	6.0 以下	—	1.0
	空 気 量 %	± 1.5 以内	—	0.6

備考 1. 1 m³当たりの化学混和剤使用量 スランブ 8 cm 3.30 kg/m³ スランブ 18cm 3.52 kg/m³
2. 材齢28日の圧縮強度比の値は、前月度の値である。
3. 長さ変化比及び凍結融解に対する抵抗性の試験は、年1回の頻度で実施し、この表に表示されている試験値は、平成 7 年 11 月分の試験結果である。

2. 塩化物イオン (Cl-) 量及び全アルカリ量

項 目	化学混和剤 中の含有量	1 m ³ 当 た り の 化学混和剤の 使 用 量	JIS A 6204による規定値	試 験 値
塩化物イオン (Cl-) 量	0.00 %	3.52 kg/m ³	0.02 kg/m ³ 以下	0.00 kg/m ³
全 アル カ リ 量	0.8 %	3.52 kg/m ³	0.30 kg/m ³ 以下	0.03 kg/m ³

備考 1 m³当たりの化学混和剤量及び試験値は、スランブ 8 cm およびスランブ 18cm のコンクリートのいずれか大きい場合の値を示す。

3. その他の項目

項 目	規 格 値	試 験 値
比 重 (20℃)	1.04 ～ 1.06	1.048

注) セメント質量に対する化学混和剤使用量 C X 1.1 %

資料-2 凍結融解試験データ

凍結融解試験結果 (No. 1)

TP1-1

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)
				たわみ	縦						たわみ	縦		
0	2342	5406	9981	100.0	100.0	0.00	1.000	2356	5435	9909	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2337	5393	9984	99.6	99.5	-0.03	1.001	2360	5426	9916	100.3	99.7	-0.07	1.007
60	2346	5391	9987	100.3	99.4	-0.06	1.009	2371	5432	9920	101.3	99.9	-0.11	1.014
90	2347	5394	9989	100.4	99.6	-0.08	1.009	2373	5425	9923	101.4	99.6	-0.14	1.018
105														
120	2355	5404	9991	101.1	99.9	-0.10	1.012	2380	5438	9925	102.0	100.1	-0.16	1.019
150	2358	5415	9992	101.4	100.3	-0.11	1.010	2385	5449	9926	102.5	100.5	-0.17	1.020
180	2366	5423	9994	102.1	100.6	-0.13	1.014	2391	5463	9928	103.0	101.0	-0.19	1.019
210	2375	5442	9996	102.8	101.3	-0.15	1.015	2395	5470	9929	103.3	101.3	-0.20	1.020
240	2385	5455	9996	103.7	101.8	-0.15	1.019	2406	5479	9930	104.3	101.6	-0.21	1.026
270	2385	5455	9996	103.7	101.8	-0.15	1.019	2408	5488	9930	104.5	102.0	-0.21	1.025
300	2388	5460	9997	104.0	102.0	-0.16	1.019	2412	5496	9930	104.8	102.3	-0.21	1.025
330	2390	5465	9998	104.1	102.2	-0.17	1.019	2411	5500	9931	104.7	102.4	-0.22	1.023
360	2396	5468	10000	104.7	102.3	-0.19	1.023	2419	5502	9933	105.4	102.5	-0.24	1.029
390	2394	5471	9999	104.5	102.4	-0.18	1.020	2425	5507	9933	105.9	102.7	-0.24	1.032
420	2402	5480	10000	105.2	102.8	-0.19	1.024	2422	5524	9933	105.7	103.3	-0.24	1.023
450	2400	5485	10000	105.0	102.9	-0.19	1.020	2424	5521	9933	105.9	103.2	-0.24	1.026
480	2410	5500	10002	105.9	103.5	-0.21	1.023	2430	5525	9934	106.4	103.3	-0.25	1.029
510	2410	5496	10002	105.9	103.4	-0.21	1.025	2431	5539	9935	106.5	103.9	-0.26	1.025
540	2404	5504	10003	105.4	103.7	-0.22	1.016	2428	5540	9935	106.2	103.9	-0.26	1.022
570	2415	5507	10003	106.3	103.8	-0.22	1.025	2432	5548	9935	106.6	104.2	-0.26	1.023
600	2414	5519	10004	106.2	104.2	-0.23	1.019	2432	5555	9937	106.6	104.5	-0.28	1.020
630	2413	5515	10004	106.2	104.1	-0.23	1.020	2432	5547	9936	106.6	104.2	-0.27	1.023

凍結融解試験結果 (No. 2)

TP2-1

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)
				たわみ	縦						たわみ	縦		
0	2237	5205	9392	100.0	100.0	0.00	1.000	2234	5205	9376	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2246	5212	9399	100.8	100.3	-0.07	1.005	2245	5212	9381	101.0	100.3	-0.05	1.007
60	2256	5211	9404	101.7	100.2	-0.13	1.015	2261	5212	9385	102.4	100.3	-0.10	1.022
90	2262	5220	9407	102.2	100.6	-0.16	1.017	2265	5225	9387	102.8	100.8	-0.12	1.020
105														
120	2271	5230	9409	103.1	101.0	-0.18	1.021	2271	5225	9390	103.3	100.8	-0.15	1.026
150	2278	5238	9410	103.7	101.3	-0.19	1.024	2278	5240	9392	104.0	101.3	-0.17	1.026
180	2285	5257	9413	104.3	102.0	-0.22	1.023	2283	5252	9394	104.4	101.8	-0.19	1.026
210	2291	5265	9414	104.9	102.3	-0.23	1.025	2294	5271	9396	105.4	102.6	-0.21	1.028
240	2313	5271	9416	106.9	102.6	-0.26	1.042	2299	5274	9397	105.9	102.7	-0.22	1.032
270	2313	5289	9417	106.9	103.3	-0.27	1.035	2301	5285	9398	106.1	103.1	-0.23	1.029
300	2316	5291	9418	107.2	103.3	-0.28	1.037	2307	5290	9399	106.6	103.3	-0.25	1.032
330	2309	5297	9419	106.5	103.6	-0.29	1.029	2307	5296	9400	106.6	103.5	-0.26	1.030
360	2311	5302	9419	106.7	103.8	-0.29	1.029	2312	5308	9402	107.1	104.0	-0.28	1.030
390	2312	5309	9419	106.8	104.0	-0.29	1.027	2312	5309	9402	107.1	104.0	-0.28	1.029
420	2330	5320	9420	108.5	104.5	-0.30	1.038	2317	5327	9403	107.6	104.7	-0.29	1.027
450	2336	5323	9420	109.0	104.6	-0.30	1.043	2321	5327	9403	107.9	104.7	-0.29	1.031
480	2330	5332	9421	108.5	104.9	-0.31	1.034	2322	5333	9404	108.0	105.0	-0.30	1.029
510	2332	5336	9423	108.7	105.1	-0.33	1.034	2325	5329	9404	108.3	104.8	-0.30	1.033
540	2332	5331	9424	108.7	104.9	-0.34	1.036	2328	5334	9406	108.6	105.0	-0.32	1.034
570	2331	5341	9423	108.6	105.3	-0.33	1.031	2324	5343	9405	108.2	105.4	-0.31	1.027
600	2332	5348	9423	108.7	105.6	-0.33	1.029	2329	5348	9406	108.7	105.6	-0.32	1.030
630	2337	5351	9423	109.1	105.7	-0.33	1.033	2333	5351	9406	109.1	105.7	-0.32	1.032

TP2-2

凍結融解試験結果 (No. 3)

TP3-1

TP3-2

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ／縦)		たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ／縦)
				たわみ	縦							たわみ	縦		
0	2360	5480	9827	100.0	100.0	0.00	1.000		2410	5508	10018	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2367	5470	9832	100.6	99.6	-0.05	1.010		2411	5485	10024	100.1	99.2	-0.06	1.009
60	2376	5465	9834	101.4	99.5	-0.07	1.019		2410	5481	10027	100.0	99.0	-0.09	1.010
90	2372	5460	9837	101.0	99.3	-0.10	1.018		2415	5484	10028	100.4	99.1	-0.10	1.013
105															
120	2374	5459	9838	101.2	99.2	-0.11	1.020		2418	5484	10030	100.7	99.1	-0.12	1.015
150	2380	5469	9838	101.7	99.6	-0.11	1.021		2423	5489	10031	101.1	99.3	-0.13	1.018
180	2384	5474	9840	102.0	99.8	-0.13	1.023		2434	5500	10033	102.0	99.7	-0.15	1.023
210	2387	5482	9841	102.3	100.1	-0.14	1.022		2433	5508	10033	101.9	100.0	-0.15	1.019
240	2393	5494	9842	102.8	100.5	-0.15	1.023		2434	5511	10035	102.0	100.1	-0.17	1.019
270	2393	5496	9843	102.8	100.6	-0.16	1.022		2435	5523	10035	102.1	100.5	-0.17	1.015
300	2395	5499	9843	103.0	100.7	-0.16	1.023		2436	5520	10035	102.2	100.4	-0.17	1.017
330	2400	5500	9843	103.4	100.7	-0.17	1.027		2436	5526	10036	102.2	100.7	-0.18	1.015
360	2406	5510	9845	103.9	101.1	-0.18	1.028		2439	5529	10038	102.4	100.8	-0.20	1.016
390	2404	5513	9845	103.8	101.2	-0.18	1.025		2443	5530	10038	102.8	100.8	-0.20	1.019
420	2408	5519	9845	104.1	101.4	-0.19	1.026		2447	5540	10039	103.1	101.2	-0.21	1.019
450	2406	5524	9845	103.9	101.6	-0.19	1.023		2444	5550	10039	102.8	101.5	-0.21	1.013
480	2411	5532	9846	104.4	101.9	-0.19	1.024		2449	5547	10039	103.3	101.4	-0.21	1.018
510	2410	5523	9847	104.3	101.6	-0.20	1.027		2459	5557	10041	104.1	101.8	-0.23	1.023
540	2409	5527	9847	104.2	101.7	-0.20	1.024		2454	5552	10042	103.7	101.6	-0.24	1.020
570	2412	5530	9847	104.5	101.8	-0.20	1.026		2452	5559	10042	103.5	101.9	-0.24	1.016
600	2416	5540	9848	104.8	102.2	-0.21	1.025		2455	5565	10042	103.8	102.1	-0.24	1.017
630	2417	5544	9848	104.9	102.3	-0.21	1.025		2458	5566	10043	104.0	102.1	-0.25	1.019

凍結融解試験結果 (No. 4)

TP4-1

サイクル	たわみ 振動数 Hz	縦 振動数 Hz	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)		たわみ 振動数 Hz	縦 振動数 Hz	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)
				たわみ	縦							たわみ	縦		
0	2263	5262	9413	100.0	100.0	0.00	1.000		2271	5249	9375	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2269	5246	9418	100.5	99.4	-0.05	1.011		2274	5236	9381	100.3	99.5	-0.06	1.008
60	2275	5246	9422	101.1	99.4	-0.10	1.017		2281	5238	9384	100.9	99.6	-0.10	1.013
90	2272	5249	9424	100.8	99.5	-0.12	1.013		2280	5236	9386	100.8	99.5	-0.12	1.013
105															
120	2275	5249	9426	101.1	99.5	-0.14	1.016		2281	5236	9388	100.9	99.5	-0.14	1.014
150	2280	5260	9427	101.5	99.9	-0.15	1.016		2285	5247	9389	101.2	99.9	-0.15	1.013
180	2285	5261	9429	102.0	100.0	-0.17	1.020		2290	5254	9391	101.7	100.2	-0.17	1.015
210	2288	5267	9430	102.2	100.2	-0.18	1.020		2300	5274	9392	102.6	101.0	-0.18	1.016
240	2293	5275	9432	102.7	100.5	-0.20	1.022		2301	5276	9394	102.7	101.0	-0.20	1.016
270	2292	5290	9433	102.6	101.1	-0.21	1.015		2304	5276	9395	102.9	101.0	-0.21	1.019
300	2297	5291	9434	103.0	101.1	-0.22	1.019		2304	5280	9396	102.9	101.2	-0.22	1.017
330	2299	5292	9435	103.2	101.1	-0.23	1.020		2310	5293	9396	103.5	101.7	-0.22	1.018
360	2297	5299	9437	103.0	101.4	-0.25	1.016		2309	5290	9398	103.4	101.6	-0.24	1.018
390	2304	5302	9437	103.7	101.5	-0.25	1.021		2310	5291	9397	103.5	101.6	-0.24	1.018
420	2303	5307	9437	103.6	101.7	-0.26	1.018		2312	5303	9398	103.6	102.1	-0.24	1.015
450	2309	5313	9438	104.1	101.9	-0.26	1.021		2316	5311	9398	104.0	102.4	-0.24	1.016
480	2310	5313	9439	104.2	101.9	-0.27	1.022		2312	5307	9399	103.6	102.2	-0.25	1.014
510	2308	5311	9439	104.0	101.9	-0.28	1.021		2311	5314	9399	103.6	102.5	-0.25	1.010
540	2306	5322	9440	103.8	102.3	-0.29	1.015		2312	5319	9399	103.6	102.7	-0.26	1.009
570	2313	5338	9440	104.5	102.9	-0.29	1.015		2320	5328	9399	104.4	103.0	-0.26	1.013
600	2314	5339	9440	104.6	102.9	-0.29	1.016		2318	5337	9401	104.2	103.4	-0.28	1.008
630	2315	5340	9441	104.6	103.0	-0.30	1.016		2320	5348	9401	104.4	103.8	-0.28	1.005

TP4-2

凍結融解試験結果 (No. 5)

TP5-1

TP5-2

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)		たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)
				たわみ	縦							たわみ	縦		
0	2427	5533	9927	100.0	100.0	0.00	1.000		2418	5555	9918	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2417	5512	9926	99.2	99.2	0.01	0.999		2421	5560	9920	100.2	100.2	-0.02	1.001
60	2416	5500	9928	99.1	98.8	-0.01	1.003		2423	5551	9921	100.4	99.9	-0.03	1.006
90	2419	5503	9928	99.3	98.9	-0.01	1.004		2425	5540	9920	100.6	99.5	-0.02	1.011
105															
120	2415	5493	9929	99.0	98.6	-0.02	1.005		2424	5533	9921	100.5	99.2	-0.03	1.013
150	2417	5501	9929	99.2	98.8	-0.02	1.003		2424	5536	9921	100.5	99.3	-0.03	1.012
180	2419	5503	9930	99.3	98.9	-0.03	1.004		2426	5542	9922	100.7	99.5	-0.04	1.011
210	2420	5507	9930	99.4	99.1	-0.03	1.004		2425	5550	9922	100.6	99.8	-0.04	1.008
240	2424	5509	9930	99.8	99.1	-0.03	1.006		2427	5549	9923	100.7	99.8	-0.05	1.010
270	2424	5515	9930	99.8	99.4	-0.03	1.004		2429	5550	9923	100.9	99.8	-0.05	1.011
300	2423	5516	9931	99.7	99.4	-0.04	1.003		2430	5549	9923	101.0	99.8	-0.05	1.012
330	2425	5518	9931	99.8	99.5	-0.04	1.004		2431	5550	9924	101.1	99.8	-0.06	1.013
360	2426	5523	9933	99.9	99.6	-0.06	1.003		2432	5556	9926	101.2	100.0	-0.08	1.011
390	2427	5525	9932	100.0	99.7	-0.05	1.003		2437	5554	9925	101.6	100.0	-0.07	1.016
420	2435	5529	9933	100.7	99.9	-0.06	1.008		2442	5559	9926	102.0	100.1	-0.08	1.018
450	2434	5533	9933	100.6	100.0	-0.06	1.006		2445	5568	9926	102.2	100.5	-0.08	1.018
480	2443	5533	9934	101.3	100.0	-0.07	1.013		2441	5565	9927	101.9	100.4	-0.09	1.015
510	2434	5535	9934	100.6	100.1	-0.07	1.005		2433	5569	9927	101.2	100.5	-0.09	1.007
540	2428	5542	9935	100.1	100.3	-0.08	0.998		2442	5576	9928	102.0	100.8	-0.10	1.012
570	2427	5542	9935	100.0	100.3	-0.08	0.997		2445	5571	9928	102.2	100.6	-0.10	1.017
600	2434	5542	9936	100.6	100.3	-0.09	1.003		2439	5580	9929	101.7	100.9	-0.11	1.008
630	2440	5541	9936	101.1	100.3	-0.09	1.008		2439	5578	9929	101.7	100.8	-0.11	1.009

凍結融解試験結果 (No. 6)

TP6-1

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)
				たわみ	縦						たわみ	縦		
0	2357	5441	9679	100.0	100.0	0.00	1.000	2408	5490	9723	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2361	5436	9677	100.3	99.8	0.02	1.005	2412	5461	9725	100.3	98.9	-0.02	1.014
60	2351	5438	9677	99.5	99.9	0.02	0.996	2416	5460	9725	100.7	98.9	-0.02	1.018
90	2359	5433	9678	100.2	99.7	0.01	1.005	2412	5449	9725	100.3	98.5	-0.02	1.018
105														
120	2357	5427	9679	100.0	99.5	0.00	1.005	2411	5443	9726	100.2	98.3	-0.03	1.020
150	2360	5428	9679	100.3	99.5	0.00	1.007	2412	5447	9726	100.3	98.4	-0.03	1.019
180	2371	5440	9680	101.2	100.0	-0.01	1.012	2417	5454	9727	100.7	98.7	-0.04	1.021
210	2362	5442	9680	100.4	100.0	-0.01	1.004	2419	5454	9727	100.9	98.7	-0.04	1.023
240	2364	5442	9681	100.6	100.0	-0.02	1.006	2417	5465	9728	100.7	99.1	-0.05	1.017
270	2368	5448	9681	100.9	100.3	-0.02	1.007	2420	5470	9728	101.0	99.3	-0.05	1.017
300	2372	5449	9681	101.3	100.3	-0.02	1.010	2418	5471	9728	100.8	99.3	-0.05	1.015
330	2369	5450	9681	101.0	100.3	-0.02	1.007	2420	5474	9728	101.0	99.4	-0.05	1.016
360	2376	5458	9683	101.6	100.6	-0.04	1.010	2422	5474	9730	101.2	99.4	-0.07	1.018
390	2369	5459	9682	101.0	100.7	-0.03	1.004	2420	5477	9730	101.0	99.5	-0.07	1.015
420	2374	5463	9683	101.4	100.8	-0.04	1.006	2425	5483	9730	101.4	99.7	-0.08	1.017
450	2373	5465	9682	101.4	100.9	-0.03	1.005	2428	5494	9731	101.7	100.1	-0.08	1.015
480	2369	5460	9683	101.0	100.7	-0.04	1.003	2427	5484	9731	101.6	99.8	-0.09	1.018
510	2372	5469	9684	101.3	101.0	-0.05	1.002	2422	5491	9731	101.2	100.0	-0.09	1.011
540	2370	5470	9685	101.1	101.1	-0.06	1.000	2429	5496	9732	101.8	100.2	-0.09	1.015
570	2378	5471	9684	101.8	101.1	-0.05	1.007	2426	5497	9732	101.5	100.3	-0.09	1.012
600	2373	5478	9685	101.4	101.4	-0.06	1.000	2429	5501	9732	101.8	100.4	-0.09	1.013
630	2376	5471	9686	101.6	101.1	-0.07	1.005	2426	5507	9732	101.5	100.6	-0.09	1.009

凍結融解試験結果 (No. 7)

TP7-1

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)		たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)
				たわみ	縦							たわみ	縦		
0	2348	5324	9551	100.0	100.0	0.00	1.000		2336	5361	9535	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2346	5339	9553	99.8	100.6	-0.02	0.993		2336	5345	9536	100.0	99.4	-0.01	1.006
60	2347	5341	9554	99.9	100.6	-0.03	0.993		2341	5341	9538	100.4	99.3	-0.03	1.012
90	2345	5333	9555	99.7	100.3	-0.04	0.994		2341	5340	9538	100.4	99.2	-0.03	1.012
105															
120	2348	5330	9556	100.0	100.2	-0.05	0.998		2341	5341	9539	100.4	99.3	-0.04	1.012
150	2347	5339	9556	99.9	100.6	-0.05	0.994		2341	5344	9539	100.4	99.4	-0.04	1.011
180	2333	5343	9557	98.7	100.7	-0.06	0.980		2339	5343	9540	100.3	99.3	-0.05	1.009
210	2347	5340	9557	99.9	100.6	-0.06	0.993		2345	5348	9541	100.8	99.5	-0.06	1.013
240	2348	5350	9558	100.0	101.0	-0.07	0.990		2340	5347	9541	100.3	99.5	-0.06	1.009
270	2355	5355	9557	100.6	101.2	-0.06	0.994		2347	5363	9541	100.9	100.1	-0.06	1.009
300	2357	5355	9557	100.8	101.2	-0.06	0.996		2348	5362	9541	101.0	100.0	-0.06	1.010
330	2357	5355	9558	100.8	101.2	-0.07	0.996		2348	5367	9541	101.0	100.2	-0.07	1.008
360	2363	5365	9560	101.3	101.5	-0.09	0.997		2348	5365	9543	101.0	100.1	-0.08	1.009
390	2372	5364	9559	102.1	101.5	-0.08	1.005		2349	5361	9542	101.1	100.0	-0.08	1.011
420	2364	5372	9559	101.4	101.8	-0.09	0.996		2348	5368	9542	101.0	100.3	-0.07	1.008
450	2363	5367	9560	101.3	101.6	-0.09	0.997		2350	5370	9542	101.2	100.3	-0.07	1.009
480	2365	5368	9560	101.5	101.7	-0.09	0.998		2352	5367	9543	101.4	100.2	-0.08	1.011
510	2363	5377	9560	101.3	102.0	-0.10	0.993		2356	5376	9543	101.7	100.6	-0.08	1.012
540	2360	5373	9560	101.0	101.8	-0.09	0.992		2358	5380	9542	101.9	100.7	-0.07	1.012
570	2360	5381	9560	101.0	102.2	-0.09	0.989		2351	5375	9542	101.3	100.5	-0.07	1.008
600	2362	5383	9560	101.2	102.2	-0.09	0.990		2357	5390	9542	101.8	101.1	-0.07	1.007
630	2366	5387	9561	101.5	102.4	-0.10	0.992		2353	5391	9542	101.5	101.1	-0.07	1.003

TP7-2

凍結融解試験結果 (No. 8)

TP8-1

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)
				たわみ	縦		
0	2292	5305	9725	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2289	5303	9746	99.7	99.9	-0.22	0.998
60	2260	5197	9782	97.2	96.0	-0.59	1.013
90	2113	4759	9823	85.0	80.5	-1.01	1.056
105	1970	4471	9841	73.9	71.0	-1.19	1.040
120	1873	4424	9854	66.8	69.5	-1.33	0.960
150	1656	4022	9846	52.2	57.5	-1.24	0.908
180	1301	3204	9791	32.2	36.5	-0.68	0.883
210	992	2383	9694	18.7	20.2	0.32	0.928
240	365	745	9579	2.5	2.0	1.50	1.286
270							
300							

TP8-2

たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)
			たわみ	縦		
2338	5352	9824	100.0	100.0	0.00	1.000
2335	5362	9846	99.7	100.4	-0.22	0.994
2295	5274	9876	96.4	97.1	-0.53	0.992
2141	4716	9919	83.9	77.6	-0.97	1.080
1945	4344	9938	69.2	65.9	-1.16	1.051
1848	4314	9954	62.5	65.0	-1.32	0.962
1647	3926	9962	49.6	53.8	-1.40	0.922
1323	2900	9915	32.0	29.4	-0.93	1.091
906	2414	9821	15.0	20.3	0.03	0.738
572	865	9723	6.0	2.6	1.03	2.291

凍結融解試験結果 (No. 9)

TP9-1

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ／縦)	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ／縦)
				たわみ	縦						たわみ	縦		
0	2198	5092	9305	100.0	100.0	0.00	1.000	2240	5074	9511	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2208	5104	9320	100.9	100.5	-0.16	1.004	2250	5093	9527	100.9	100.8	-0.17	1.001
60	2218	5135	9325	101.8	101.7	-0.21	1.001	2265	5122	9533	102.2	101.9	-0.23	1.003
90	2228	5158	9327	102.7	102.6	-0.23	1.001	2275	5146	9537	103.1	102.9	-0.27	1.003
105														
120	2234	5180	9327	103.3	103.5	-0.24	0.998	2283	5171	9540	103.9	103.9	-0.30	1.000
150	2241	5182	9331	104.0	103.6	-0.28	1.004	2289	5184	9544	104.4	104.4	-0.35	1.000
180	2243	5193	9332	104.1	104.0	-0.28	1.001	2298	5195	9545	105.2	104.8	-0.36	1.004
210	2250	5207	9332	104.8	104.6	-0.29	1.002	2298	5206	9547	105.2	105.3	-0.38	1.000
240	2254	5211	9330	105.2	104.7	-0.27	1.004	2312	5218	9546	106.5	105.8	-0.37	1.007
270	2262	5238	9333	105.9	105.8	-0.30	1.001	2315	5237	9550	106.8	106.5	-0.41	1.003
300	2266	5250	9334	106.3	106.3	-0.30	1.000	2316	5242	9551	106.9	106.7	-0.42	1.002

TP9-2

凍結融解試験結果 (No. 10)

TP10-1

TP10-2

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ／縦)		たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ／縦)
				たわみ	縦							たわみ	縦		
0	2379	5504	9766	100.0	100.0	0.00	1.000		2388	5496	9856	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2380	5498	9769	100.1	99.8	-0.03	1.003		2389	5495	9857	100.1	100.0	-0.01	1.001
60	2384	5498	9770	100.4	99.8	-0.04	1.006		2394	5502	9858	100.5	100.2	-0.02	1.003
90	2383	5495	9770	100.3	99.7	-0.04	1.007		2391	5500	9859	100.3	100.1	-0.03	1.001
105															
120	2384	5496	9771	100.4	99.7	-0.05	1.007		2391	5495	9859	100.3	100.0	-0.03	1.003
150	2389	5502	9770	100.8	99.9	-0.04	1.009		2395	5494	9859	100.6	99.9	-0.03	1.007
180	2389	5506	9771	100.8	100.1	-0.05	1.008		2401	5505	9859	101.1	100.3	-0.03	1.008
210	2389	5506	9771	100.8	100.1	-0.05	1.008		2398	5511	9859	100.8	100.5	-0.03	1.003
240	2390	5520	9772	100.9	100.6	-0.06	1.003		2397	5512	9860	100.8	100.6	-0.04	1.002
270	2394	5524	9770	101.3	100.7	-0.04	1.005		2398	5523	9859	100.8	101.0	-0.03	0.999
300	2393	5522	9770	101.2	100.7	-0.04	1.005		2402	5523	9859	101.2	101.0	-0.03	1.002
330	2399	5528	9771	101.7	100.9	-0.05	1.008		2404	5529	9860	101.3	101.2	-0.04	1.001
360	2406	5533	9772	102.3	101.1	-0.06	1.012		2404	5527	9861	101.3	101.1	-0.05	1.002
390	2397	5531	9771	101.5	101.0	-0.05	1.005		2406	5532	9860	101.5	101.3	-0.04	1.002
420	2399	5535	9772	101.7	101.1	-0.06	1.006		2411	5538	9860	101.9	101.5	-0.04	1.004
450	1846	4420	9765	60.2	64.5	0.01	0.934		2406	5534	9860	101.5	101.4	-0.04	1.001
480	1851	3961	9770	60.5	51.8	-0.04	1.169		2408	5527	9860	101.7	101.1	-0.04	1.005
510	1716	3618	9776	52.0	43.2	-0.10	1.204		2409	5546	9860	101.8	101.8	-0.04	0.999
540	1117	3316	9779	22.0	36.3	-0.13	0.607		2410	5543	9860	101.9	101.7	-0.04	1.001
570	1021	3089	9785	18.4	31.5	-0.19	0.585		2402	5542	9860	101.2	101.7	-0.04	0.995
600									2412	5550	9858	102.0	102.0	-0.02	1.000
630									2413	5547	9858	102.1	101.9	-0.02	1.002

凍結融解試験結果 (No. 11)

TP11-1

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ／縦)	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ／縦)
				たわみ	縦						たわみ	縦		
0	2340	5389	9658	100.0	100.0	0.00	1.000	2388	5433	9729	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2339	5365	9660	99.9	99.1	-0.02	1.008	2378	5426	9730	99.2	99.7	-0.01	0.994
60	2334	5376	9662	99.5	99.5	-0.04	1.000	2375	5430	9732	98.9	99.9	-0.03	0.990
90	2338	5374	9661	99.8	99.4	-0.03	1.004	2383	5430	9731	99.6	99.9	-0.02	0.997
105														
120	2336	5381	9662	99.7	99.7	-0.04	1.000	2377	5440	9732	99.1	100.3	-0.03	0.988
150	2342	5385	9662	100.2	99.9	-0.04	1.003	2384	5440	9732	99.7	100.3	-0.03	0.994
180	2342	5390	9662	100.2	100.0	-0.04	1.001	2380	5438	9732	99.3	100.2	-0.03	0.991
210	2346	5398	9662	100.5	100.3	-0.04	1.002	2388	5446	9733	100.0	100.5	-0.04	0.995
240	2350	5418	9663	100.9	101.1	-0.05	0.998	2395	5449	9733	100.6	100.6	-0.04	1.000
270	2349	5419	9662	100.8	101.1	-0.04	0.997	2388	5452	9732	100.0	100.7	-0.03	0.993
300	2348	5420	9661	100.7	101.2	-0.03	0.995	2393	5459	9733	100.4	101.0	-0.04	0.995
330	2347	5418	9661	100.6	101.1	-0.03	0.995	2389	5457	9733	100.1	100.9	-0.04	0.992
360	2344	5419	9661	100.3	101.1	-0.03	0.992	2400	5455	9732	101.0	100.8	-0.03	1.002
390	2348	5422	9660	100.7	101.2	-0.02	0.995	2388	5457	9733	100.0	100.9	-0.04	0.991
420	2348	5432	9659	100.7	101.6	-0.01	0.991	2394	5465	9731	100.5	101.2	-0.02	0.993
450	2352	5426	9658	101.0	101.4	0.00	0.997	2393	5471	9729	100.4	101.4	0.00	0.990
480	2356	5425	9658	101.4	101.3	0.00	1.000	2398	5470	9730	100.8	101.4	-0.01	0.995
510	2353	5425	9656	101.1	101.3	0.02	0.998	2395	5473	9728	100.6	101.5	0.01	0.991
540	2353	5427	9655	101.1	101.4	0.03	0.997	2396	5469	9727	100.7	101.3	0.02	0.994
570	2354	5435	9653	101.2	101.7	0.05	0.995	2393	5476	9724	100.4	101.6	0.05	0.988
600	2356	5444	9652	101.4	102.1	0.06	0.993	2404	5485	9722	101.3	101.9	0.07	0.994
630	2351	5445	9649	100.9	102.1	0.09	0.989	2399	5488	9718	100.9	102.0	0.11	0.989

TP11-2

凍結融解試験結果 (No. 12)

TP12-1

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)		たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)
				たわみ	縦							たわみ	縦		
0	2331	5346	9546	100.0	100.0	0.00	1.000		2318	5320	9492	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2333	5333	9547	100.2	99.5	-0.01	1.007		2310	5313	9493	99.3	99.7	-0.01	0.996
60	2332	5332	9549	100.1	99.5	-0.03	1.006		2308	5310	9495	99.1	99.6	-0.03	0.995
90	2334	5342	9549	100.3	99.9	-0.03	1.004		2321	5312	9495	100.3	99.7	-0.03	1.006
105															
120	2332	5345	9550	100.1	100.0	-0.04	1.001		2316	5322	9495	99.8	100.1	-0.03	0.998
150	2336	5355	9549	100.4	100.3	-0.03	1.001		2322	5316	9495	100.3	99.8	-0.03	1.005
180	2334	5356	9549	100.3	100.4	-0.03	0.999		2319	5324	9495	100.1	100.2	-0.03	0.999
210	2337	5356	9549	100.5	100.4	-0.03	1.001		2318	5326	9494	100.0	100.2	-0.02	0.998
240	2337	5362	9550	100.5	100.6	-0.04	0.999		2324	5327	9496	100.5	100.3	-0.04	1.003
270	2337	5361	9549	100.5	100.6	-0.03	1.000		2324	5329	9494	100.5	100.3	-0.02	1.002
300	2341	5370	9546	100.9	100.9	0.00	1.000		2325	5346	9493	100.6	101.0	-0.01	0.996
330	2343	5365	9547	101.0	100.7	-0.01	1.003		2321	5339	9493	100.3	100.7	-0.01	0.995
360	2338	5360	9546	100.6	100.5	0.00	1.001		2323	5343	9493	100.4	100.9	-0.01	0.996
390	2340	5375	9545	100.8	101.1	0.01	0.997		2324	5350	9493	100.5	101.1	-0.01	0.994
420	2342	5387	9544	100.9	101.5	0.02	0.994		2326	5353	9491	100.7	101.2	0.01	0.995
450	2344	5387	9542	101.1	101.5	0.04	0.996		2326	5355	9488	100.7	101.3	0.04	0.994
480	2344	5392	9542	101.1	101.7	0.04	0.994		2329	5351	9489	101.0	101.2	0.03	0.998
510	2342	5377	9540	100.9	101.2	0.06	0.998		2332	5354	9487	101.2	101.3	0.05	0.999
540	2342	5377	9538	100.9	101.2	0.08	0.998		2323	5358	9485	100.4	101.4	0.07	0.990
570	2340	5395	9536	100.8	101.8	0.10	0.990		2323	5369	9481	100.4	101.9	0.12	0.986
600	2342	5402	9536	100.9	102.1	0.10	0.989		2328	5364	9478	100.9	101.7	0.15	0.992
630	2346	5398	9531	101.3	102.0	0.16	0.993		2328	5377	9473	100.9	102.2	0.20	0.987

TP12-2

凍結融解試験結果 (No. 13)

TP13-1

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ／縦)	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ／縦)
				たわみ	縦						たわみ	縦		
0	2271	5303	9684	100.0	100.0	0.00	1.000	2266	5287	9601	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2214	5223	9676	95.0	97.0	0.08	0.980	2196	5203	9594	93.9	96.8	0.07	0.970
60	2180	5164	9662	92.1	94.8	0.23	0.972	2167	5162	9574	91.5	95.3	0.28	0.959
90	2133	5077	9646	88.2	91.7	0.39	0.962	2135	5105	9554	88.8	93.2	0.49	0.952
105														
120	2020	4903	9632	79.1	85.5	0.54	0.926	2087	5004	9531	84.8	89.6	0.73	0.947
150	1859	4597	9609	67.0	75.1	0.77	0.892	2003	4760	9504	78.1	81.1	1.01	0.964
180	1603	4091	9586	49.8	59.5	1.01	0.837	1781	4341	9482	61.8	67.4	1.24	0.916
210	1440	4006	9568	40.2	57.1	1.20	0.705	1020	4062	9464	20.3	59.0	1.43	0.343
240	1165	3341	9532	26.3	39.7	1.57	0.663	979	3623	9428	18.7	47.0	1.80	0.397
270	767	2141	9469	11.4	16.3	2.22	0.700	955	2688	9379	17.8	25.8	2.31	0.687
300	727	1058	9408	10.2	4.0	2.85	2.575	906	2387	9316	16.0	20.4	2.97	0.784
330	528	991	9343	5.4	3.5	3.52	1.548	896	996	9253	15.6	3.5	3.62	4.406
360	354	974	9238	2.4	3.4	4.61	0.720	712	800	9154	9.9	2.3	4.66	4.312
390	716	851	8716	9.9	2.6	10.00	3.860	447	765	9054	3.9	2.1	5.70	1.859
420								614	862	8910	7.3	2.7	7.20	2.762

凍結融解試験結果 (No. 14)

TP14-1

サイクル	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)	たわみ 振動数 H z	縦 振動数 H z	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ/縦)
				たわみ	縦						たわみ	縦		
0	2295	5291	9643	100.0	100.0	0.00	1.000	2250	5250	9593	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2262	5235	9634	97.1	97.9	0.09	0.992	2224	5205	9593	97.7	98.3	0.00	0.994
60	2255	5236	9608	96.5	97.9	0.36	0.986	2220	5195	9579	97.4	97.9	0.15	0.994
90	2235	5235	9587	94.8	97.9	0.58	0.969	2215	5191	9559	96.9	97.8	0.35	0.991
105														
120	2253	5233	9565	96.4	97.8	0.81	0.985	2209	5192	9539	96.4	97.8	0.56	0.986
150	2246	5238	9545	95.8	98.0	1.02	0.977	2206	5194	9507	96.1	97.9	0.90	0.982
180	2299	5231	9523	100.3	97.7	1.24	1.027	2199	5191	9486	95.5	97.8	1.12	0.977
210	2237	5237	9510	95.0	98.0	1.38	0.970	2199	5198	9472	95.5	98.0	1.26	0.974
240	2236	5245	9489	94.9	98.3	1.60	0.966	2199	5205	9450	95.5	98.3	1.49	0.972
270	2230	5247	9467	94.4	98.3	1.83	0.960	2195	5201	9424	95.2	98.1	1.76	0.970
300	2233	5250	9444	94.7	98.5	2.06	0.962	2185	5204	9402	94.3	98.3	1.99	0.960
330	2226	5246	9424	94.1	98.3	2.27	0.957	2180	5193	9375	93.9	97.8	2.27	0.959
360	2221	5247	9400	93.7	98.3	2.52	0.952	2170	5191	9297	93.0	97.8	3.09	0.951
390	2218	5245	9375	93.4	98.3	2.78	0.950	2163	5174	9259	92.4	97.1	3.48	0.952
420	2209	5239	9341	92.6	98.0	3.13	0.945	2145	5180	9228	90.9	97.4	3.80	0.934
450	2200	5236	9314	91.9	97.9	3.41	0.938	2145	5174	9199	90.9	97.1	4.11	0.936
480	2197	5237	9285	91.6	98.0	3.71	0.935	2145	5179	9175	90.9	97.3	4.36	0.934
510	2185	5224	9259	90.6	97.5	3.98	0.930	2136	5154	9145	90.1	96.4	4.67	0.935
540	2180	5207	9228	90.2	96.9	4.30	0.932	2118	5150	9111	88.6	96.2	5.02	0.921
570	2173	5214	9196	89.7	97.1	4.64	0.923	2109	5146	9079	87.9	96.1	5.36	0.914
600	2153	5198	9160	88.0	96.5	5.01	0.912	2102	5131	9039	87.3	95.5	5.78	0.914
630	2147	5192	9119	87.5	96.3	5.43	0.909	2087	5115	8994	86.0	94.9	6.24	0.906

TP14-2

凍結融解試験結果 (No.15)

TP15-1

サイクル	たわみ 振動数 Hz	縦 振動数 Hz	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ／縦)		たわみ 振動数 Hz	縦 振動数 Hz	質量 g	相対動弾性係数 (%)		質量 減少率 %	相対 動弾性係数比 (たわみ／縦)
				たわみ	縦							たわみ	縦		
0	2211	5123	9428	100.0	100.0	0.00	1.000		2237	5159	9581	100.0	100.0	0.00	1.000
30	2199	5092	9429	98.9	98.8	-0.01	1.001		2228	5104	9583	99.2	97.9	-0.02	1.013
60	2196	5090	9423	98.6	98.7	0.05	0.999		2224	5112	9576	98.8	98.2	0.05	1.007
90	2193	5081	9411	98.4	98.4	0.18	1.000		2213	5109	9563	97.9	98.1	0.19	0.998
105															
120	2195	5085	9399	98.6	98.5	0.31	1.000		2219	5112	9550	98.4	98.2	0.32	1.002
150	2196	5097	9378	98.6	99.0	0.53	0.997		2213	5121	9533	97.9	98.5	0.50	0.993
180	2188	5087	9368	97.9	98.6	0.64	0.993		2219	5125	9521	98.4	98.7	0.63	0.997
210	2184	5090	9355	97.6	98.7	0.77	0.988		2212	5122	9513	97.8	98.6	0.71	0.992
240	2194	5094	9349	98.5	98.9	0.84	0.996		2214	5124	9499	98.0	98.6	0.86	0.993
270	2193	5095	9335	98.4	98.9	0.99	0.995		2207	5123	9482	97.3	98.6	1.03	0.987
300	2190	5101	9320	98.1	99.1	1.15	0.990		2207	5127	9466	97.3	98.8	1.20	0.986
330	2189	5106	9309	98.0	99.3	1.26	0.987		2206	5130	9453	97.2	98.9	1.34	0.984
360	2183	5102	9289	97.5	99.2	1.47	0.983		2196	5130	9433	96.4	98.9	1.54	0.975
390	2179	5106	9270	97.1	99.3	1.68	0.978		2199	5122	9413	96.6	98.6	1.75	0.980
420	2183	5112	9248	97.5	99.6	1.91	0.979		2192	5126	9390	96.0	98.7	1.99	0.973
450	2177	5110	9228	96.9	99.5	2.12	0.974		2186	5128	9366	95.5	98.8	2.24	0.967
480	2169	5110	9210	96.2	99.5	2.31	0.967		2175	5125	9339	94.5	98.7	2.53	0.958
510	2153	5100	9176	94.8	99.1	2.67	0.957		2171	5120	9306	94.2	98.5	2.87	0.956
540	2151	5102	9151	94.6	99.2	2.94	0.954		2153	5118	9278	92.6	98.4	3.16	0.941
570	2146	5103	9128	94.2	99.2	3.18	0.949		2167	5115	9252	93.8	98.3	3.43	0.955
600	2151	5098	9094	94.6	99.0	3.54	0.956		2153	5119	9220	92.6	98.5	3.77	0.941
630	2149	5096	9059	94.5	98.9	3.91	0.955		2145	5115	9182	91.9	98.3	4.16	0.935

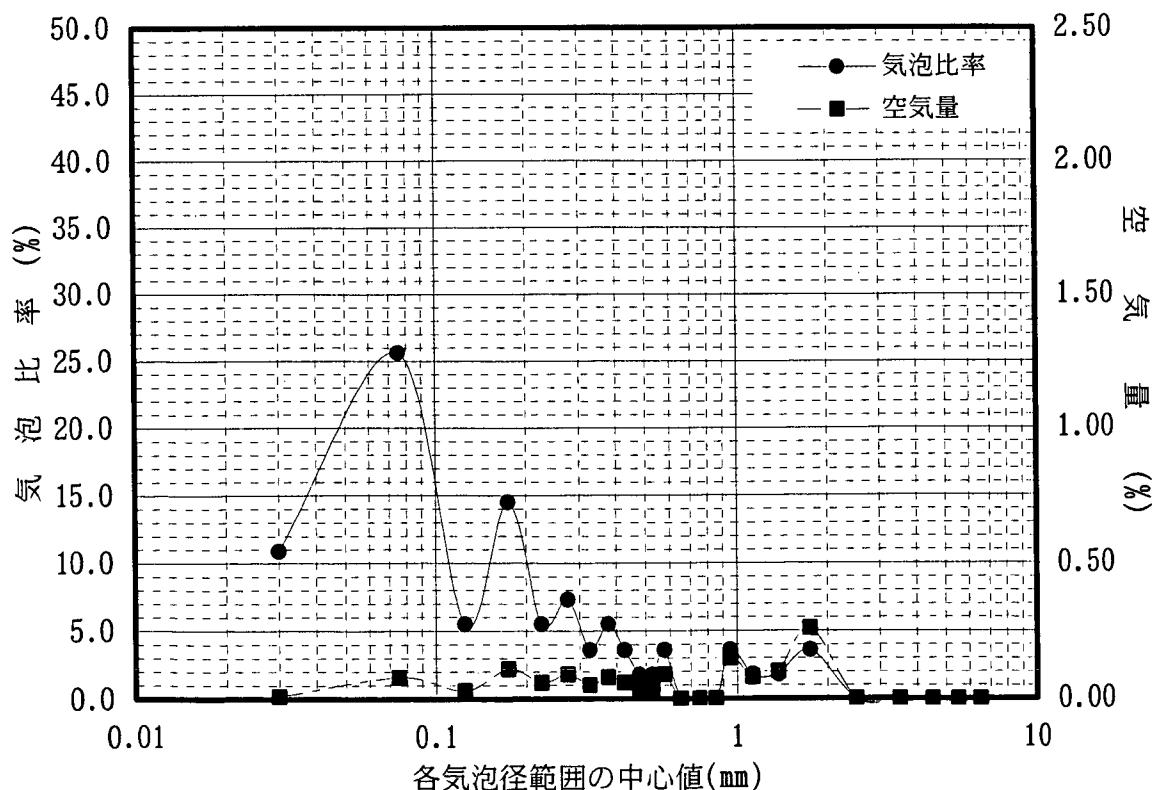
資料-3 空隙データ

気泡分布測定結果

No	トラバース 長さ (mm)	単位当 り気泡数 (個/mm)	空気量 (%)	ペースト 空気比	気泡全数 (個)	平均弦長 (mm)	比表面積 (mm ² /mm ³)	気泡間隔 係数 (mm)
5	1280	0.043	1.3	29.7	55	0.310	12.89	0.788
6	1280	0.298	3.0	12.9	381	0.100	40.12	0.177
7	1280	0.506	4.4	8.7	648	0.087	46.14	0.130
10	1280	0.026	0.7	46.4	33	0.268	14.93	0.817
11	1280	0.227	2.8	11.6	291	0.124	32.31	0.210
12	1280	0.350	4.0	8.1	448	0.116	34.60	0.167
13	1280	0.053	1.0	26.9	68	0.194	20.58	0.473
14	1280	0.095	1.5	17.9	122	0.162	24.63	0.333
15	1280	0.323	3.9	6.9	414	0.121	32.96	0.163

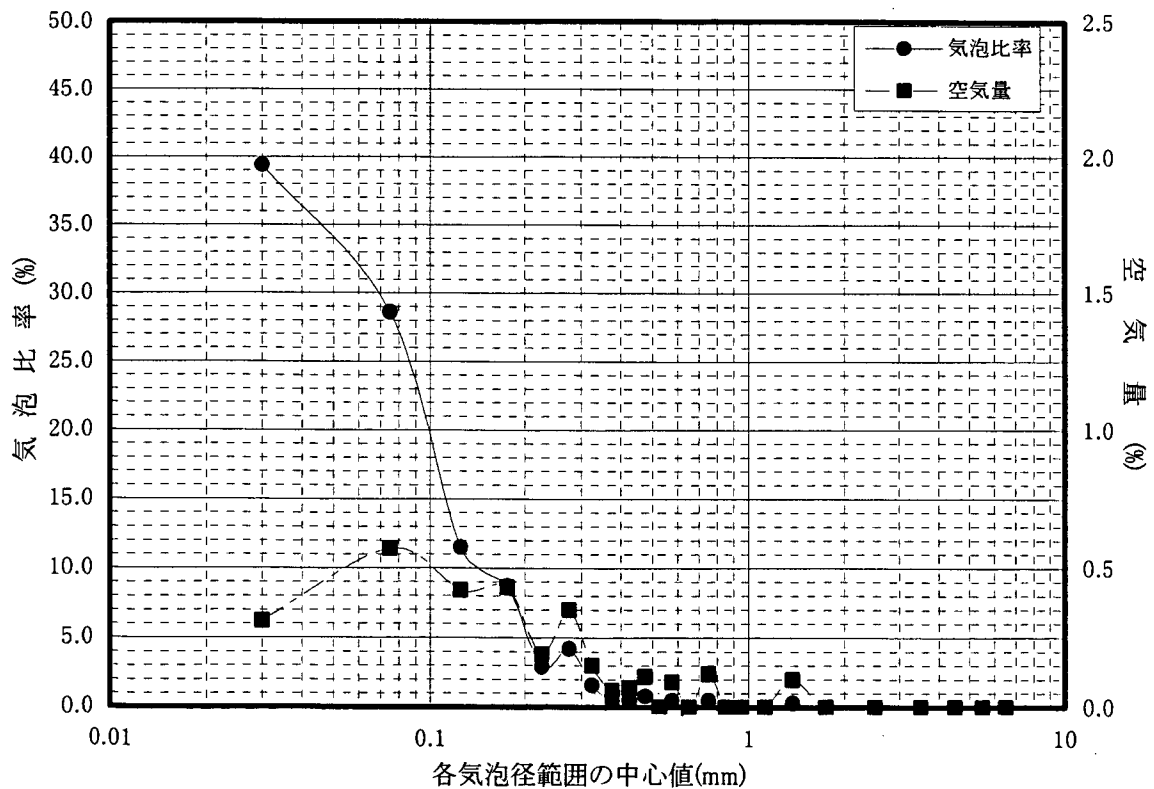
気泡分布測定結果

供試体名称 : No. 5							
トラバース長 : 1280 mm		単位長さ当りの気泡数 : 0.043 個/mm		気泡全数 : 55 個		平均弦長 : 0.310 mm	
空気量 : 1.33 %		ペースト空気比 : 28.962		比表面積 : 12.89 mm ² /mm ³		気泡間隔係数 : 0.779 mm	
気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)	気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)
0.01~0.05	6	10.9	0.01	0.60~0.70	0	0.0	0.00
0.05~0.10	14	25.6	0.08	0.70~0.80	0	0.0	0.00
0.10~0.15	3	5.5	0.03	0.80~0.90	0	0.0	0.00
0.15~0.20	8	14.5	0.11	0.90~1.00	2	3.6	0.15
0.20~0.25	3	5.5	0.06	1.00~1.25	1	1.8	0.08
0.25~0.30	4	7.3	0.09	1.25~1.50	1	1.8	0.10
0.30~0.35	2	3.6	0.05	1.50~2.00	2	3.6	0.26
0.35~0.40	3	5.5	0.08	2.00~3.00	0	0.0	0.00
0.40~0.45	2	3.6	0.06	3.00~4.00	0	0.0	0.00
0.45~0.50	1	1.8	0.04	4.00~5.00	0	0.0	0.00
0.50~0.55	1	1.8	0.04	5.00~6.00	0	0.0	0.00
0.55~0.60	2	3.6	0.09	6.00~7.00	0	0.0	0.00



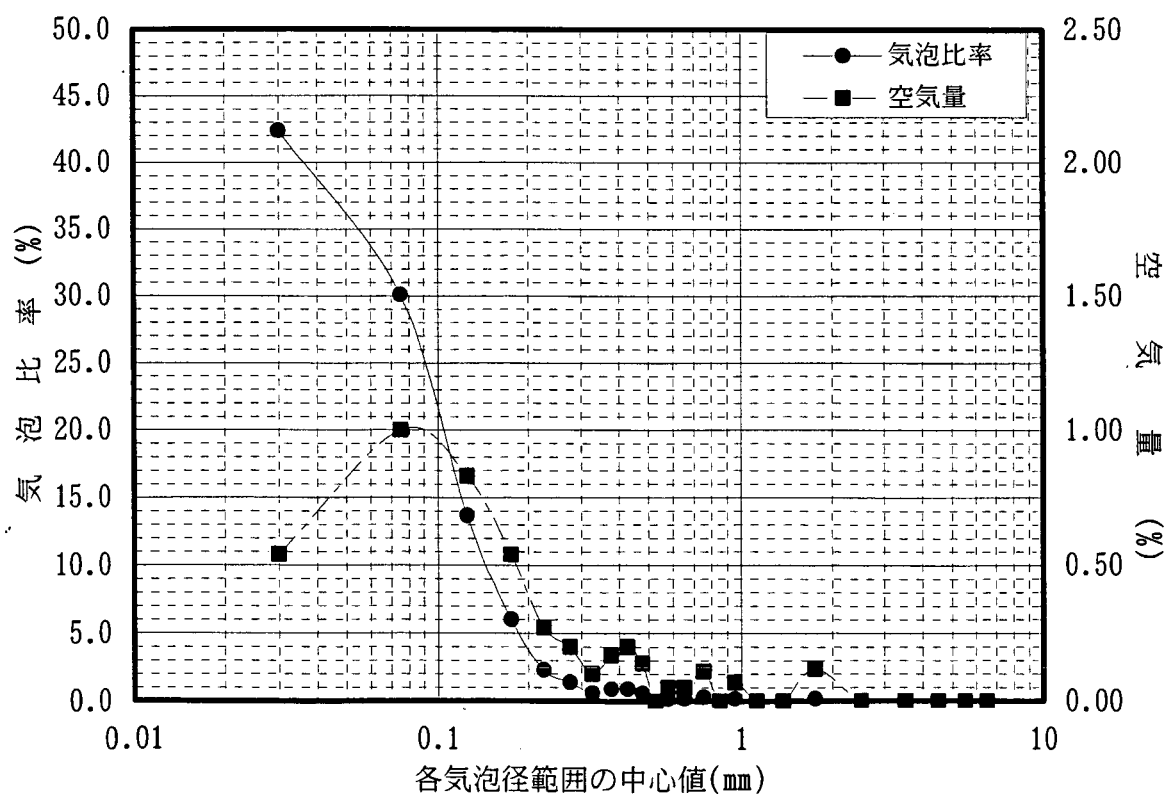
気泡分布測定結果

供試体名称 : No. 6							
トラバース長 : 1280 mm				気泡全数 : 381 個			
単位長さ当りの気泡数 : 0.298 個/mm				平均弦長 : 0.100 mm			
空気量 : 2.97 %				比表面積 : 40.12 mm ² /mm ³			
ペースト空気比 : 12.97				気泡間隔係数 : 0.177 mm			
気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)	気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)
0.01~0.05	150	39.4	0.31	0.60~0.70	0	0.0	0.00
0.05~0.10	109	28.6	0.57	0.70~0.80	2	0.5	0.12
0.10~0.15	44	11.5	0.42	0.80~0.90	0	0.0	0.00
0.15~0.20	33	8.7	0.43	0.90~1.00	0	0.0	0.00
0.20~0.25	11	2.9	0.19	1.00~1.25	0	0.0	0.00
0.25~0.30	16	4.2	0.35	1.25~1.50	1	0.3	0.10
0.30~0.35	6	1.6	0.15	1.50~2.00	0	0.0	0.00
0.35~0.40	2	0.5	0.06	2.00~3.00	0	0.0	0.00
0.40~0.45	2	0.5	0.07	3.00~4.00	0	0.0	0.00
0.45~0.50	3	0.8	0.11	4.00~5.00	0	0.0	0.00
0.50~0.55	0	0.0	0.00	5.00~6.00	0	0.0	0.00
0.55~0.60	2	0.5	0.09	6.00~7.00	0	0.0	0.00



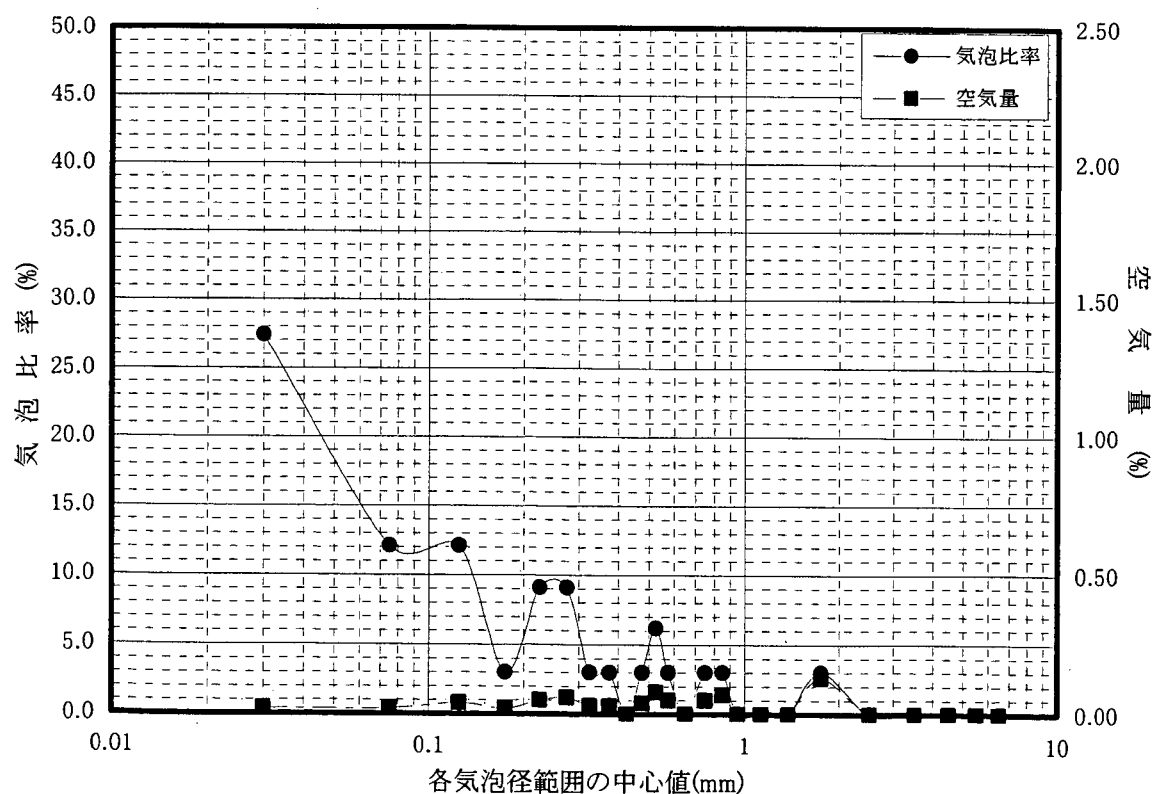
気泡分布測定結果

供試体名称 : No. 7							
トラバース長 : 1280 mm		気泡全数 : 648 個		平均弦長 : 0.087 mm			
単位長さ当りの気泡数 : 0.506 個/mm		比表面積 : 46.14 mm ² /mm ³		気泡間隔係数 : 0.130 mm			
空気量 : 4.39 %							
ペースト空気比 : 8.774							
気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)	気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)
0.01~0.05	275	42.4	0.54	0.60~0.70	1	0.2	0.05
0.05~0.10	195	30.1	1.00	0.70~0.80	2	0.3	0.11
0.10~0.15	89	13.7	0.83	0.80~0.90	0	0.0	0.00
0.15~0.20	39	6.0	0.54	0.90~1.00	1	0.2	0.07
0.20~0.25	15	2.3	0.27	1.00~1.25	0	0.0	0.00
0.25~0.30	9	1.4	0.20	1.25~1.50	0	0.0	0.00
0.30~0.35	4	0.6	0.10	1.50~2.00	1	0.2	0.12
0.35~0.40	6	0.9	0.17	2.00~3.00	0	0.0	0.00
0.40~0.45	6	0.9	0.20	3.00~4.00	0	0.0	0.00
0.45~0.50	4	0.6	0.14	4.00~5.00	0	0.0	0.00
0.50~0.55	0	0.0	0.00	5.00~6.00	0	0.0	0.00
0.55~0.60	1	0.2	0.05	6.00~7.00	0	0.0	0.00



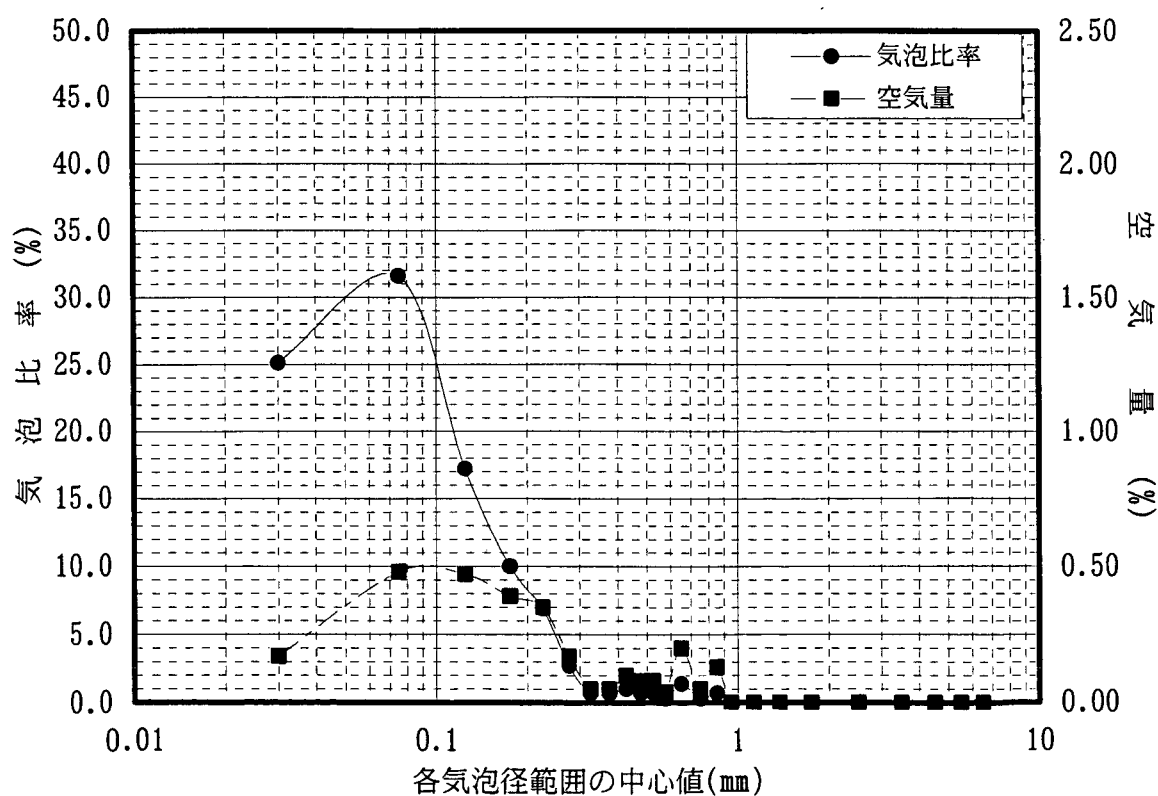
気泡分布測定結果

供試体名称 : No. 10							
トラバース長 : 1280 mm				気泡全数 : 33 個			
単位長さ当りの気泡数 : 0.026 個/mm				平均弦長 : 0.268 mm			
空気量 : 0.69 %				比表面積 : 14.93 mm ² /mm ³			
ペースト空気比 : 47.072				気泡間隔係数 : 0.822 mm			
気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)	気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)
0.01~0.05	9	27.4	0.02	0.60~0.70	0	0.0	0.00
0.05~0.10	4	12.1	0.02	0.70~0.80	1	3.0	0.05
0.10~0.15	4	12.1	0.04	0.80~0.90	1	3.0	0.07
0.15~0.20	1	3.0	0.02	0.90~1.00	0	0.0	0.00
0.20~0.25	3	9.1	0.05	1.00~1.25	0	0.0	0.00
0.25~0.30	3	9.1	0.06	1.25~1.50	0	0.0	0.00
0.30~0.35	1	3.0	0.03	1.50~2.00	1	3.0	0.13
0.35~0.40	1	3.0	0.03	2.00~3.00	0	0.0	0.00
0.40~0.45	0	0.0	0.00	3.00~4.00	0	0.0	0.00
0.45~0.50	1	3.0	0.04	4.00~5.00	0	0.0	0.00
0.50~0.55	2	6.2	0.08	5.00~6.00	0	0.0	0.00
0.55~0.60	1	3.0	0.05	6.00~7.00	0	0.0	0.00



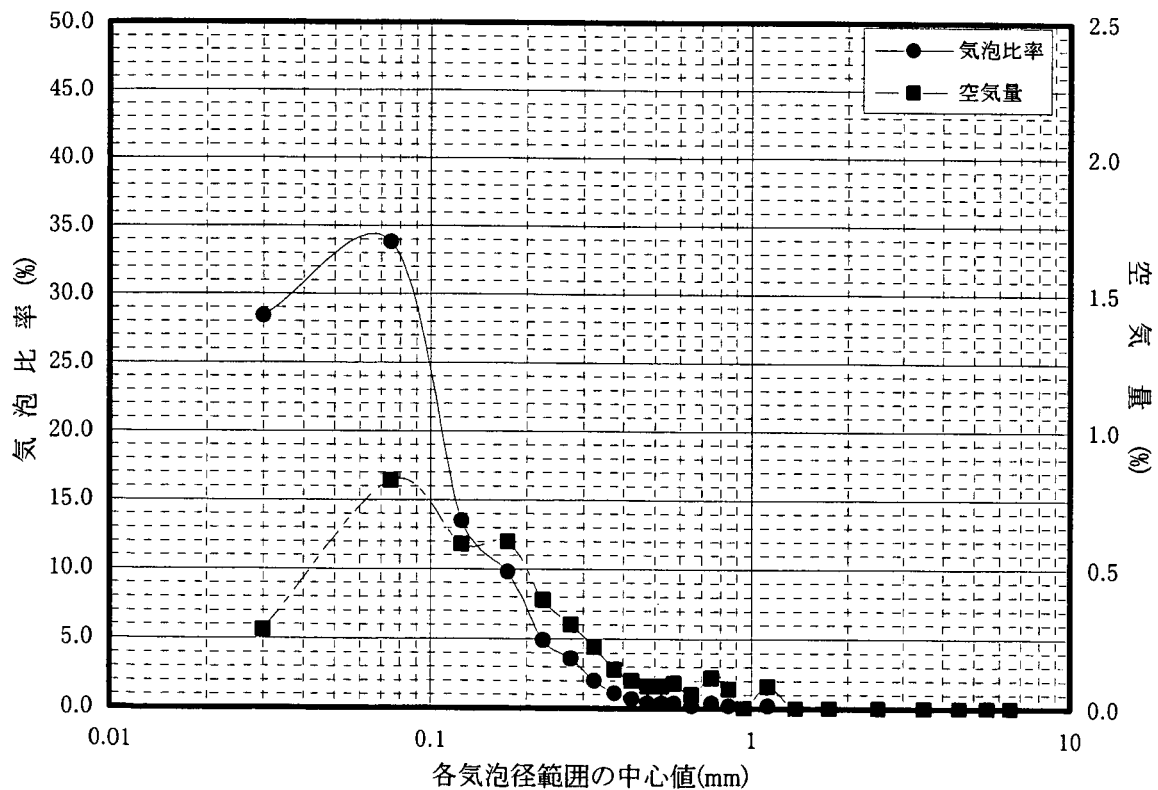
気泡分布測定結果

供試体名称				: No. 1 1			
トラバース長		: 1280 mm		気泡全数		: 291 個	
単位長さ当りの気泡数		: 0.227 個/mm		平均弦長		: 0.124 mm	
空気量		: 2.81 %		比表面積		: 32.31 mm ² /mm ³	
ペースト空気比		: 11.559		気泡間隔係数		: 0.209 mm	
気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)	気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)
0.01~0.05	73	25.1	0.17	0.60~0.70	4	1.4	0.20
0.05~0.10	92	31.6	0.48	0.70~0.80	1	0.3	0.05
0.10~0.15	50	17.2	0.47	0.80~0.90	2	0.7	0.13
0.15~0.20	29	10.0	0.39	0.90~1.00	0	0.0	0.00
0.20~0.25	20	6.9	0.35	1.00~1.25	0	0.0	0.00
0.25~0.30	8	2.7	0.17	1.25~1.50	0	0.0	0.00
0.30~0.35	2	0.7	0.05	1.50~2.00	0	0.0	0.00
0.35~0.40	2	0.7	0.05	2.00~3.00	0	0.0	0.00
0.40~0.45	3	1.0	0.10	3.00~4.00	0	0.0	0.00
0.45~0.50	2	0.7	0.08	4.00~5.00	0	0.0	0.00
0.50~0.55	2	0.7	0.08	5.00~6.00	0	0.0	0.00
0.55~0.60	1	0.3	0.04	6.00~7.00	0	0.0	0.00



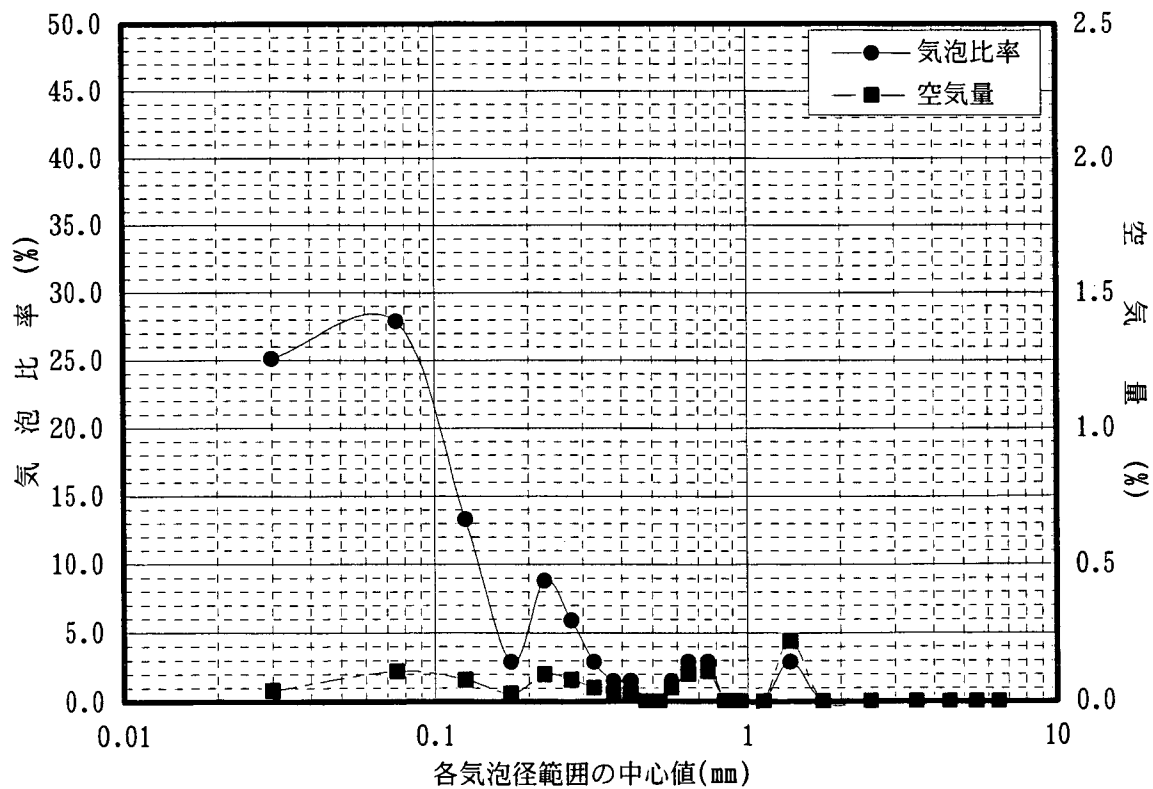
気泡分布測定結果

供試体名称				: No. 1 2			
トラバース長		: 1280 mm		気泡全数		: 448 個	
単位長さ当りの気泡数		: 0.350 個/mm		平均弦長		: 0.116 mm	
空気量		: 4.0 %		比表面積		: 34.60 mm ² /mm ³	
ペースト空気比		: 8.12		気泡間隔係数		: 0.167 mm	
気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)	気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)
0.01~0.05	127	28.4	0.28	0.60~0.70	1	0.2	0.05
0.05~0.10	151	33.8	0.82	0.70~0.80	2	0.4	0.11
0.10~0.15	60	13.5	0.59	0.80~0.90	1	0.2	0.07
0.15~0.20	44	9.8	0.60	0.90~1.00	0	0.0	0.00
0.20~0.25	22	4.9	0.39	1.00~1.25	1	0.2	0.08
0.25~0.30	16	3.6	0.30	1.25~1.50	0	0.0	0.00
0.30~0.35	9	2.0	0.22	1.50~2.00	0	0.0	0.00
0.35~0.40	5	1.1	0.14	2.00~3.00	0	0.0	0.00
0.40~0.45	3	0.7	0.10	3.00~4.00	0	0.0	0.00
0.45~0.50	2	0.4	0.08	4.00~5.00	0	0.0	0.00
0.50~0.55	2	0.4	0.08	5.00~6.00	0	0.0	0.00
0.55~0.60	2	0.4	0.09	6.00~7.00	0	0.0	0.00



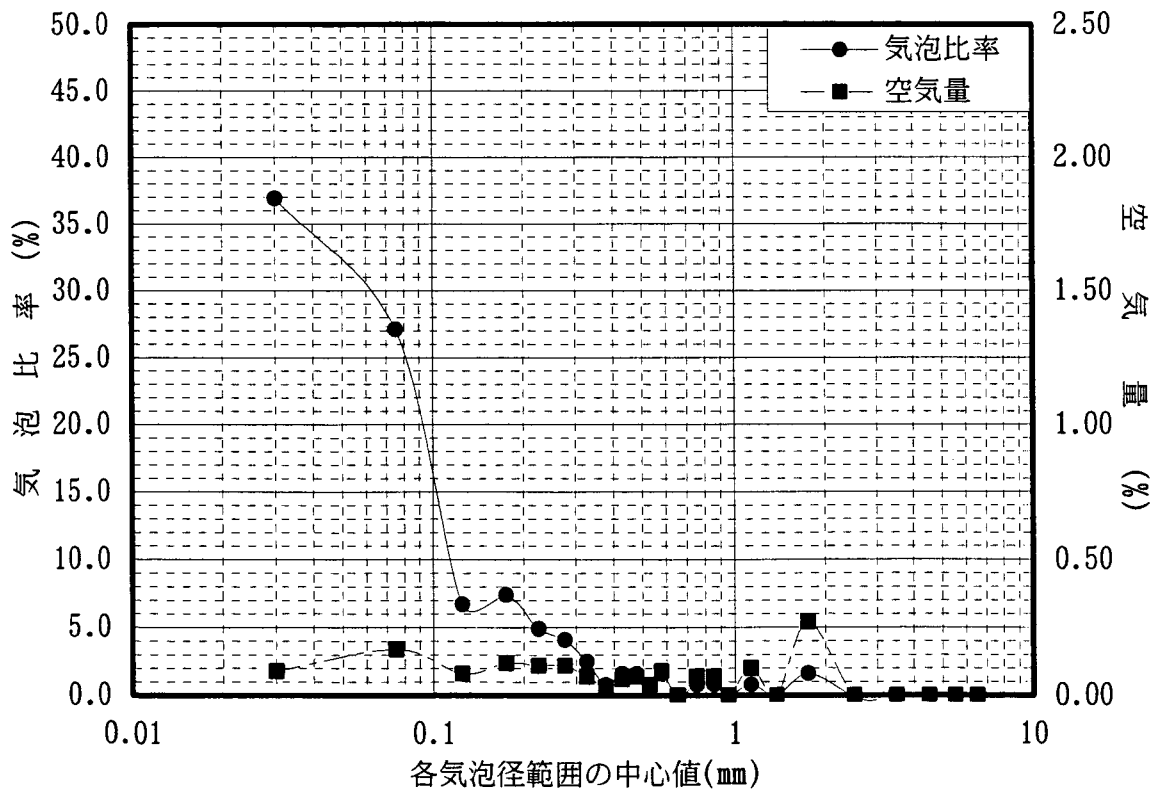
気泡分布測定結果

供試体名称 : No. 1 3							
トラバース長 : 1280 mm		単位長さ当りの気泡数 : 0.053 個/mm		気泡全数 : 68 個		平均弦長 : 0.194 mm	
空気量 : 1.03 %		ペースト空気比 : 26.087		比表面積 : 20.58 mm ² /mm ³		気泡間隔係数 : 0.467 mm	
気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)	気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)
0.01~0.05	17	25.1	0.04	0.60~0.70	2	2.9	0.10
0.05~0.10	19	27.9	0.11	0.70~0.80	2	2.9	0.11
0.10~0.15	9	13.3	0.08	0.80~0.90	0	0.0	0.00
0.15~0.20	2	2.9	0.03	0.90~1.00	0	0.0	0.00
0.20~0.25	6	8.8	0.10	1.00~1.25	0	0.0	0.00
0.25~0.30	4	5.9	0.08	1.25~1.50	2	2.9	0.22
0.30~0.35	2	2.9	0.05	1.50~2.00	0	0.0	0.00
0.35~0.40	1	1.5	0.03	2.00~3.00	0	0.0	0.00
0.40~0.45	1	1.5	0.03	3.00~4.00	0	0.0	0.00
0.45~0.50	0	0.0	0.00	4.00~5.00	0	0.0	0.00
0.50~0.55	0	0.0	0.00	5.00~6.00	0	0.0	0.00
0.55~0.60	1	1.5	0.05	6.00~7.00	0	0.0	0.00



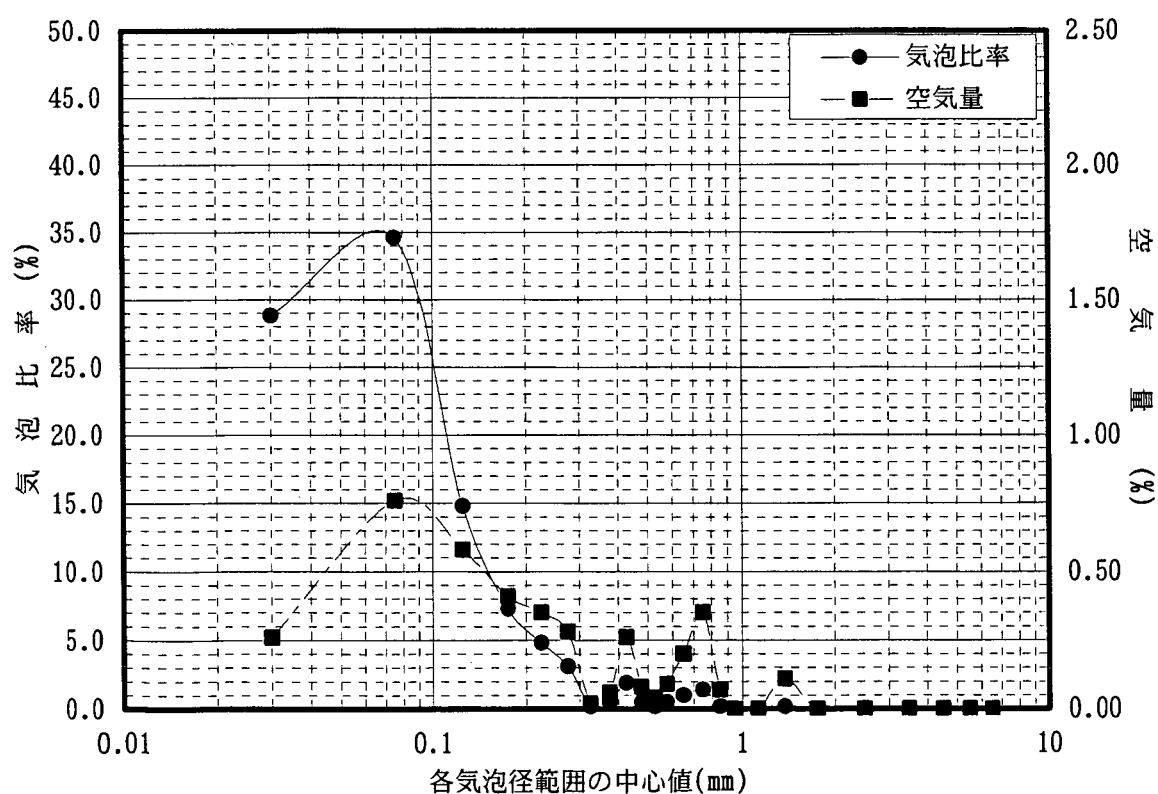
気泡分布測定結果

供試体名称				: No. 1 4			
トラバース長		: 1280 mm		気泡全数		: 122 個	
単位長さ当りの気泡数		: 0.095 個/mm		平均弦長		: 0.162 mm	
空気量		: 1.55 %		比表面積		: 24.63 mm ² /mm ³	
ペースト空気比		: 17.335		気泡間隔係数		: 0.328 mm	
気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)	気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)
0.01~0.05	45	36.9	0.09	0.60~0.70	0	0.0	0.00
0.05~0.10	33	27.1	0.17	0.70~0.80	1	0.8	0.07
0.10~0.15	8	6.7	0.08	0.80~0.90	1	0.8	0.07
0.15~0.20	9	7.4	0.12	0.90~1.00	0	0.0	0.00
0.20~0.25	6	4.9	0.11	1.00~1.25	1	0.8	0.10
0.25~0.30	5	4.1	0.11	1.25~1.50	0	0.0	0.00
0.30~0.35	3	2.5	0.07	1.50~2.00	2	1.6	0.27
0.35~0.40	1	0.8	0.03	2.00~3.00	0	0.0	0.00
0.40~0.45	2	1.6	0.06	3.00~4.00	0	0.0	0.00
0.45~0.50	2	1.6	0.07	4.00~5.00	0	0.0	0.00
0.50~0.55	1	0.8	0.04	5.00~6.00	0	0.0	0.00
0.55~0.60	2	1.6	0.09	6.00~7.00	0	0.0	0.00



気泡分布測定結果

供試体名称 : No. 15							
トラバース長 : 1280 mm		気泡全数 : 414 個		平均弦長 : 0.121 mm			
単位長さ当りの気泡数 : 0.323 個/mm		比表面積 : 32.98 mm ² /mm ³		気泡間隔係数 : 0.162 mm			
空気量 : 3.92 %							
ペースト空気比 : 6.855							
気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)	気泡径範囲 (mm)	気泡個数 (個)	気泡比率 (%)	各空気量 (%)
0.01~0.05	119	28.8	0.26	0.60~0.70	4	1.0	0.20
0.05~0.10	143	34.6	0.76	0.70~0.80	6	1.4	0.35
0.10~0.15	61	14.8	0.58	0.80~0.90	1	0.2	0.07
0.15~0.20	30	7.3	0.41	0.90~1.00	0	0.0	0.00
0.20~0.25	20	4.8	0.35	1.00~1.25	0	0.0	0.00
0.25~0.30	13	3.1	0.28	1.25~1.50	1	0.2	0.11
0.30~0.35	1	0.2	0.02	1.50~2.00	0	0.0	0.00
0.35~0.40	2	0.5	0.06	2.00~3.00	0	0.0	0.00
0.40~0.45	8	1.9	0.26	3.00~4.00	0	0.0	0.00
0.45~0.50	2	0.5	0.08	4.00~5.00	0	0.0	0.00
0.50~0.55	1	0.2	0.04	5.00~6.00	0	0.0	0.00
0.55~0.60	2	0.5	0.09	6.00~7.00	0	0.0	0.00



細孔径分布測定結果

供試体	試料	全細孔容積 (ml/g)	全空隙率 (%)	平均細孔直径 (μm)
No.1 (G1)	1	0.0384	8.82	0.0133
	2	0.0403	9.28	0.0121
	3	0.0418	9.93	0.0133
	平均值	0.0402	9.34	0.0129
No.3 (G3)	1	0.0386	8.95	0.0125
	2	0.0413	9.47	0.0132
	3	0.0393	8.26	0.0129
	平均值	0.0397	8.89	0.0129
No.5 (G5)	1	0.0368	8.4	0.0117
	2	0.0406	9.29	0.0132
	3	0.0361	8.48	0.0131
	平均值	0.0378	8.72	0.0127
No.10 (G10)	1	0.0392	8.71	0.0113
	2	0.0414	9.36	0.0143
	3	0.0442	9.19	0.0145
	平均值	0.0416	9.09	0.0134
No.13 (G13)	1	0.0623	13.22	0.0118
	2	0.0634	13.92	0.0117
	3	0.0662	13.9	0.0122
	平均值	0.064	13.68	0.0119

細孔径分布データシート

試料名: G1-1

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000 ~ 10.6000	0.0000	0.0000	0.00	0.00
10.6000 ~ 7.0000	0.0001	0.0001	0.02	0.02
7.0000 ~ 5.0000	0.0001	0.0002	0.02	0.04
5.0000 ~ 3.4000	0.0001	0.0004	0.02	0.06
3.4000 ~ 2.2000	0.0003	0.0006	0.07	0.13
2.2000 ~ 1.4800	0.0002	0.0009	0.05	0.18
1.4800 ~ 1.1200	0.0001	0.0010	0.02	0.20
1.1200 ~ 0.9000	0.0001	0.0011	0.02	0.22
0.9000 ~ 0.7600	0.0000	0.0011	0.00	0.22
0.7600 ~ 0.6000	0.0002	0.0013	0.05	0.27
0.6000 ~ 0.4800	0.0002	0.0015	0.05	0.32
0.4800 ~ 0.4400	0.0001	0.0016	0.02	0.34
0.4400 ~ 0.3600	0.0002	0.0018	0.05	0.39
0.3600 ~ 0.3000	0.0002	0.0021	0.05	0.44
0.3000 ~ 0.2400	0.0001	0.0021	0.02	0.46
0.2400 ~ 0.2000	0.0002	0.0024	0.05	0.51
0.2000 ~ 0.1700	0.0002	0.0026	0.05	0.56
0.1700 ~ 0.1400	0.0003	0.0029	0.07	0.63
0.1400 ~ 0.1200	0.0004	0.0033	0.09	0.72
0.1200 ~ 0.1000	0.0006	0.0040	0.14	0.86
0.1000 ~ 0.0800	0.0012	0.0052	0.28	1.14
0.0800 ~ 0.0500	0.0035	0.0087	0.81	1.95
0.0500 ~ 0.0400	0.0036	0.0123	0.83	2.78
0.0400 ~ 0.0320	0.0046	0.0168	1.07	3.85
0.0320 ~ 0.0280	0.0024	0.0193	0.56	4.41
0.0280 ~ 0.0240	0.0023	0.0215	0.53	4.94
0.0240 ~ 0.0190	0.0025	0.0241	0.58	5.52
0.0190 ~ 0.0160	0.0016	0.0257	0.37	5.89
0.0160 ~ 0.0130	0.0017	0.0274	0.39	6.28
0.0130 ~ 0.0110	0.0011	0.0284	0.26	6.54
0.0110 ~ 0.0090	0.0012	0.0297	0.28	6.82
0.0090 ~ 0.0080	0.0007	0.0304	0.16	6.98
0.0080 ~ 0.0060	0.0017	0.0321	0.39	7.37
0.0060 ~ 0.0050	0.0014	0.0335	0.32	7.69
0.0050 ~ 0.0044	0.0010	0.0345	0.23	7.92
0.0044 ~ 0.0036	0.0017	0.0362	0.39	8.31
0.0036 ~ 0.0030	0.0022	0.0384	0.51	8.82
合 計		0.0384		8.82

かさ密度 : 2.3188 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G1-2

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000 ~ 10.6000	0.0001	0.0001	0.02	0.02
10.6000 ~ 7.0000	0.0000	0.0001	0.00	0.02
7.0000 ~ 5.0000	0.0001	0.0002	0.02	0.04
5.0000 ~ 3.4000	0.0001	0.0003	0.02	0.06
3.4000 ~ 2.2000	0.0002	0.0005	0.05	0.11
2.2000 ~ 1.4800	0.0002	0.0007	0.05	0.16
1.4800 ~ 1.1200	0.0004	0.0011	0.09	0.25
1.1200 ~ 0.9000	0.0002	0.0012	0.05	0.30
0.9000 ~ 0.7600	0.0004	0.0016	0.09	0.39
0.7600 ~ 0.6000	0.0002	0.0018	0.05	0.44
0.6000 ~ 0.4800	0.0001	0.0019	0.02	0.46
0.4800 ~ 0.4400	0.0001	0.0019	0.02	0.48
0.4400 ~ 0.3600	0.0001	0.0020	0.02	0.50
0.3600 ~ 0.3000	0.0002	0.0022	0.05	0.55
0.3000 ~ 0.2400	0.0001	0.0023	0.02	0.57
0.2400 ~ 0.2000	0.0002	0.0025	0.05	0.62
0.2000 ~ 0.1700	0.0003	0.0028	0.07	0.69
0.1700 ~ 0.1400	0.0002	0.0030	0.05	0.74
0.1400 ~ 0.1200	0.0003	0.0033	0.07	0.81
0.1200 ~ 0.1000	0.0006	0.0039	0.14	0.95
0.1000 ~ 0.0800	0.0009	0.0047	0.21	1.16
0.0800 ~ 0.0500	0.0022	0.0070	0.50	1.66
0.0500 ~ 0.0400	0.0021	0.0091	0.48	2.14
0.0400 ~ 0.0320	0.0047	0.0137	1.07	3.21
0.0320 ~ 0.0280	0.0039	0.0176	0.89	4.10
0.0280 ~ 0.0240	0.0031	0.0207	0.71	4.81
0.0240 ~ 0.0190	0.0030	0.0237	0.68	5.49
0.0190 ~ 0.0160	0.0018	0.0256	0.41	5.90
0.0160 ~ 0.0130	0.0017	0.0273	0.39	6.29
0.0130 ~ 0.0110	0.0012	0.0285	0.27	6.56
0.0110 ~ 0.0090	0.0014	0.0299	0.32	6.88
0.0090 ~ 0.0080	0.0009	0.0308	0.21	7.09
0.0080 ~ 0.0060	0.0021	0.0329	0.48	7.57
0.0060 ~ 0.0050	0.0016	0.0345	0.36	7.93
0.0050 ~ 0.0044	0.0012	0.0357	0.27	8.20
0.0044 ~ 0.0036	0.0020	0.0376	0.46	8.66
0.0036 ~ 0.0030	0.0027	0.0403	0.62	9.28
合 計		0.0403		9.28

かさ密度 : 2.2801 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G1-3

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000 ~ 10.6000	0.0002	0.0002	0.05	0.05
10.6000 ~ 7.0000	0.0002	0.0003	0.05	0.10
7.0000 ~ 5.0000	0.0001	0.0004	0.02	0.12
5.0000 ~ 3.4000	0.0002	0.0006	0.05	0.17
3.4000 ~ 2.2000	0.0003	0.0009	0.07	0.24
2.2000 ~ 1.4800	0.0002	0.0011	0.05	0.29
1.4800 ~ 1.1200	0.0002	0.0013	0.05	0.34
1.1200 ~ 0.9000	0.0001	0.0014	0.02	0.36
0.9000 ~ 0.7600	0.0002	0.0017	0.05	0.41
0.7600 ~ 0.6000	0.0003	0.0020	0.07	0.48
0.6000 ~ 0.4800	0.0003	0.0022	0.07	0.55
0.4800 ~ 0.4400	0.0001	0.0023	0.02	0.57
0.4400 ~ 0.3600	0.0002	0.0025	0.05	0.62
0.3600 ~ 0.3000	0.0002	0.0026	0.05	0.67
0.3000 ~ 0.2400	0.0005	0.0031	0.12	0.79
0.2400 ~ 0.2000	0.0004	0.0034	0.09	0.88
0.2000 ~ 0.1700	0.0002	0.0037	0.05	0.93
0.1700 ~ 0.1400	0.0006	0.0043	0.14	1.07
0.1400 ~ 0.1200	0.0007	0.0050	0.16	1.23
0.1200 ~ 0.1000	0.0009	0.0058	0.21	1.44
0.1000 ~ 0.0800	0.0010	0.0068	0.24	1.68
0.0800 ~ 0.0500	0.0026	0.0094	0.61	2.29
0.0500 ~ 0.0400	0.0024	0.0118	0.57	2.86
0.0400 ~ 0.0320	0.0059	0.0177	1.39	4.25
0.0320 ~ 0.0280	0.0041	0.0218	0.97	5.22
0.0280 ~ 0.0240	0.0025	0.0243	0.59	5.81
0.0240 ~ 0.0190	0.0026	0.0269	0.61	6.42
0.0190 ~ 0.0160	0.0014	0.0283	0.33	6.75
0.0160 ~ 0.0130	0.0015	0.0298	0.35	7.10
0.0130 ~ 0.0110	0.0011	0.0308	0.26	7.36
0.0110 ~ 0.0090	0.0013	0.0322	0.31	7.67
0.0090 ~ 0.0080	0.0007	0.0329	0.16	7.83
0.0080 ~ 0.0060	0.0020	0.0348	0.47	8.30
0.0060 ~ 0.0050	0.0014	0.0363	0.33	8.63
0.0050 ~ 0.0044	0.0011	0.0374	0.26	8.89
0.0044 ~ 0.0036	0.0019	0.0393	0.45	9.34
0.0036 ~ 0.0030	0.0025	0.0418	0.59	9.93
合 計		0.0418		9.93

かさ密度 : 2.3550 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G3-1

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000 ~ 10.6000	0.0002	0.0002	0.05	0.05
10.6000 ~ 7.0000	0.0001	0.0003	0.02	0.07
7.0000 ~ 5.0000	0.0000	0.0003	0.00	0.07
5.0000 ~ 3.4000	0.0000	0.0003	0.00	0.07
3.4000 ~ 2.2000	0.0006	0.0009	0.14	0.21
2.2000 ~ 1.4800	0.0002	0.0011	0.05	0.26
1.4800 ~ 1.1200	0.0003	0.0014	0.07	0.33
1.1200 ~ 0.9000	0.0000	0.0014	0.00	0.33
0.9000 ~ 0.7600	0.0001	0.0015	0.02	0.35
0.7600 ~ 0.6000	0.0001	0.0016	0.02	0.37
0.6000 ~ 0.4800	0.0002	0.0018	0.05	0.42
0.4800 ~ 0.4400	0.0001	0.0019	0.02	0.44
0.4400 ~ 0.3600	0.0004	0.0023	0.09	0.53
0.3600 ~ 0.3000	0.0001	0.0024	0.02	0.55
0.3000 ~ 0.2400	0.0002	0.0026	0.05	0.60
0.2400 ~ 0.2000	0.0001	0.0027	0.02	0.62
0.2000 ~ 0.1700	0.0001	0.0028	0.02	0.64
0.1700 ~ 0.1400	0.0002	0.0030	0.05	0.69
0.1400 ~ 0.1200	0.0002	0.0032	0.05	0.74
0.1200 ~ 0.1000	0.0004	0.0036	0.09	0.83
0.1000 ~ 0.0800	0.0007	0.0043	0.16	0.99
0.0800 ~ 0.0500	0.0022	0.0065	0.51	1.50
0.0500 ~ 0.0400	0.0015	0.0080	0.35	1.85
0.0400 ~ 0.0320	0.0035	0.0115	0.81	2.66
0.0320 ~ 0.0280	0.0035	0.0150	0.81	3.47
0.0280 ~ 0.0240	0.0041	0.0191	0.95	4.42
0.0240 ~ 0.0190	0.0046	0.0237	1.06	5.48
0.0190 ~ 0.0160	0.0017	0.0254	0.39	5.87
0.0160 ~ 0.0130	0.0018	0.0272	0.42	6.29
0.0130 ~ 0.0110	0.0012	0.0283	0.28	6.57
0.0110 ~ 0.0090	0.0012	0.0295	0.28	6.85
0.0090 ~ 0.0080	0.0006	0.0301	0.14	6.99
0.0080 ~ 0.0060	0.0019	0.0320	0.44	7.43
0.0060 ~ 0.0050	0.0013	0.0333	0.30	7.73
0.0050 ~ 0.0044	0.0011	0.0344	0.25	7.98
0.0044 ~ 0.0036	0.0018	0.0362	0.42	8.40
0.0036 ~ 0.0030	0.0024	0.0386	0.55	8.95
合 計		0.0386		8.95

かさ密度 : 2.3076 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G3-2

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000 ~ 10.6000	0.0000	0.0000	0.00	0.00
10.6000 ~ 7.0000	0.0001	0.0001	0.02	0.02
7.0000 ~ 5.0000	0.0000	0.0001	0.00	0.02
5.0000 ~ 3.4000	0.0002	0.0004	0.05	0.07
3.4000 ~ 2.2000	0.0003	0.0006	0.07	0.14
2.2000 ~ 1.4800	0.0003	0.0009	0.07	0.21
1.4800 ~ 1.1200	0.0002	0.0011	0.05	0.26
1.1200 ~ 0.9000	0.0000	0.0012	0.00	0.26
0.9000 ~ 0.7600	0.0002	0.0014	0.05	0.31
0.7600 ~ 0.6000	0.0002	0.0015	0.05	0.36
0.6000 ~ 0.4800	0.0002	0.0017	0.05	0.41
0.4800 ~ 0.4400	0.0000	0.0017	0.00	0.41
0.4400 ~ 0.3600	0.0000	0.0017	0.00	0.41
0.3600 ~ 0.3000	0.0002	0.0019	0.05	0.46
0.3000 ~ 0.2400	0.0003	0.0022	0.07	0.53
0.2400 ~ 0.2000	0.0001	0.0023	0.02	0.55
0.2000 ~ 0.1700	0.0002	0.0024	0.05	0.60
0.1700 ~ 0.1400	0.0002	0.0026	0.05	0.65
0.1400 ~ 0.1200	0.0003	0.0029	0.07	0.72
0.1200 ~ 0.1000	0.0004	0.0033	0.09	0.81
0.1000 ~ 0.0800	0.0009	0.0042	0.21	1.02
0.0800 ~ 0.0500	0.0024	0.0066	0.55	1.57
0.0500 ~ 0.0400	0.0024	0.0090	0.55	2.12
0.0400 ~ 0.0320	0.0073	0.0163	1.67	3.79
0.0320 ~ 0.0280	0.0049	0.0212	1.12	4.91
0.0280 ~ 0.0240	0.0032	0.0244	0.73	5.64
0.0240 ~ 0.0190	0.0025	0.0270	0.57	6.21
0.0190 ~ 0.0160	0.0015	0.0284	0.34	6.55
0.0160 ~ 0.0130	0.0015	0.0300	0.34	6.89
0.0130 ~ 0.0110	0.0009	0.0309	0.21	7.10
0.0110 ~ 0.0090	0.0012	0.0320	0.27	7.37
0.0090 ~ 0.0080	0.0008	0.0328	0.18	7.55
0.0080 ~ 0.0060	0.0017	0.0346	0.39	7.94
0.0060 ~ 0.0050	0.0014	0.0360	0.32	8.26
0.0050 ~ 0.0044	0.0011	0.0371	0.25	8.51
0.0044 ~ 0.0036	0.0019	0.0390	0.43	8.94
0.0036 ~ 0.0030	0.0023	0.0413	0.53	9.47
合 計		0.0413		9.47

かさ密度 : 2.2890 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G3-3

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000~ 10.6000	0.0003	0.0003	0.06	0.06
10.6000~ 7.0000	0.0000	0.0004	0.00	0.06
7.0000~ 5.0000	0.0001	0.0005	0.02	0.08
5.0000~ 3.4000	0.0002	0.0007	0.04	0.12
3.4000~ 2.2000	0.0004	0.0012	0.08	0.20
2.2000~ 1.4800	0.0002	0.0014	0.04	0.24
1.4800~ 1.1200	0.0002	0.0016	0.04	0.28
1.1200~ 0.9000	0.0001	0.0017	0.02	0.30
0.9000~ 0.7600	0.0001	0.0018	0.02	0.32
0.7600~ 0.6000	0.0002	0.0021	0.04	0.36
0.6000~ 0.4800	0.0003	0.0023	0.06	0.42
0.4800~ 0.4400	0.0002	0.0025	0.04	0.46
0.4400~ 0.3600	0.0003	0.0027	0.06	0.52
0.3600~ 0.3000	0.0002	0.0030	0.04	0.56
0.3000~ 0.2400	0.0003	0.0032	0.06	0.62
0.2400~ 0.2000	0.0003	0.0035	0.06	0.68
0.2000~ 0.1700	0.0002	0.0037	0.04	0.72
0.1700~ 0.1400	0.0003	0.0040	0.06	0.78
0.1400~ 0.1200	0.0003	0.0043	0.06	0.84
0.1200~ 0.1000	0.0005	0.0049	0.11	0.95
0.1000~ 0.0800	0.0009	0.0058	0.19	1.14
0.0800~ 0.0500	0.0021	0.0079	0.44	1.58
0.0500~ 0.0400	0.0016	0.0095	0.34	1.92
0.0400~ 0.0320	0.0050	0.0145	1.06	2.98
0.0320~ 0.0280	0.0038	0.0183	0.80	3.78
0.0280~ 0.0240	0.0036	0.0219	0.76	4.54
0.0240~ 0.0190	0.0030	0.0248	0.63	5.17
0.0190~ 0.0160	0.0016	0.0264	0.34	5.51
0.0160~ 0.0130	0.0015	0.0278	0.32	5.83
0.0130~ 0.0110	0.0011	0.0289	0.23	6.06
0.0110~ 0.0090	0.0012	0.0300	0.25	6.31
0.0090~ 0.0080	0.0008	0.0308	0.17	6.48
0.0080~ 0.0060	0.0018	0.0326	0.38	6.86
0.0060~ 0.0050	0.0014	0.0341	0.30	7.16
0.0050~ 0.0044	0.0011	0.0352	0.23	7.39
0.0044~ 0.0036	0.0018	0.0370	0.38	7.77
0.0036~ 0.0030	0.0023	0.0393	0.49	8.26
合 計		0.0393		8.26

かさ密度 : 2.1128 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G5-1

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000~ 10.6000	0.0001	0.0001	0.02	0.02
10.6000~ 7.0000	0.0001	0.0002	0.02	0.04
7.0000~ 5.0000	0.0000	0.0003	0.00	0.04
5.0000~ 3.4000	0.0002	0.0004	0.05	0.09
3.4000~ 2.2000	0.0000	0.0005	0.00	0.09
2.2000~ 1.4800	0.0001	0.0005	0.02	0.11
1.4800~ 1.1200	0.0003	0.0008	0.07	0.18
1.1200~ 0.9000	0.0000	0.0008	0.00	0.18
0.9000~ 0.7600	0.0001	0.0009	0.02	0.20
0.7600~ 0.6000	0.0001	0.0010	0.02	0.22
0.6000~ 0.4800	0.0003	0.0013	0.07	0.29
0.4800~ 0.4400	0.0001	0.0013	0.02	0.31
0.4400~ 0.3600	0.0002	0.0016	0.05	0.36
0.3600~ 0.3000	0.0001	0.0017	0.02	0.38
0.3000~ 0.2400	0.0001	0.0018	0.02	0.40
0.2400~ 0.2000	0.0001	0.0019	0.02	0.42
0.2000~ 0.1700	0.0001	0.0021	0.02	0.44
0.1700~ 0.1400	0.0003	0.0024	0.07	0.51
0.1400~ 0.1200	0.0002	0.0026	0.05	0.56
0.1200~ 0.1000	0.0004	0.0030	0.09	0.65
0.1000~ 0.0800	0.0004	0.0035	0.09	0.74
0.0800~ 0.0500	0.0016	0.0051	0.37	1.11
0.0500~ 0.0400	0.0009	0.0060	0.21	1.32
0.0400~ 0.0320	0.0036	0.0096	0.83	2.15
0.0320~ 0.0280	0.0038	0.0134	0.87	3.02
0.0280~ 0.0240	0.0035	0.0169	0.80	3.82
0.0240~ 0.0190	0.0042	0.0211	0.96	4.78
0.0190~ 0.0160	0.0021	0.0232	0.48	5.26
0.0160~ 0.0130	0.0017	0.0249	0.39	5.65
0.0130~ 0.0110	0.0011	0.0260	0.25	5.90
0.0110~ 0.0090	0.0013	0.0273	0.30	6.20
0.0090~ 0.0080	0.0008	0.0281	0.18	6.38
0.0080~ 0.0060	0.0019	0.0299	0.44	6.82
0.0060~ 0.0050	0.0015	0.0314	0.34	7.16
0.0050~ 0.0044	0.0010	0.0324	0.23	7.39
0.0044~ 0.0036	0.0021	0.0345	0.48	7.87
0.0036~ 0.0030	0.0023	0.0368	0.53	8.40
合 計		0.0368		8.40

かさ密度 : 2.2966 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G5-2

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000 ~ 10.6000	0.0001	0.0001	0.02	0.02
10.6000 ~ 7.0000	0.0000	0.0002	0.00	0.02
7.0000 ~ 5.0000	0.0000	0.0002	0.00	0.02
5.0000 ~ 3.4000	0.0001	0.0003	0.02	0.04
3.4000 ~ 2.2000	0.0002	0.0005	0.05	0.09
2.2000 ~ 1.4800	0.0003	0.0008	0.07	0.16
1.4800 ~ 1.1200	0.0001	0.0009	0.02	0.18
1.1200 ~ 0.9000	0.0000	0.0009	0.00	0.18
0.9000 ~ 0.7600	0.0000	0.0010	0.00	0.18
0.7600 ~ 0.6000	0.0002	0.0012	0.05	0.23
0.6000 ~ 0.4800	0.0003	0.0015	0.07	0.30
0.4800 ~ 0.4400	0.0001	0.0016	0.02	0.32
0.4400 ~ 0.3600	0.0002	0.0018	0.05	0.37
0.3600 ~ 0.3000	0.0004	0.0022	0.09	0.46
0.3000 ~ 0.2400	0.0005	0.0027	0.11	0.57
0.2400 ~ 0.2000	0.0005	0.0032	0.11	0.68
0.2000 ~ 0.1700	0.0003	0.0035	0.07	0.75
0.1700 ~ 0.1400	0.0003	0.0038	0.07	0.82
0.1400 ~ 0.1200	0.0003	0.0041	0.07	0.89
0.1200 ~ 0.1000	0.0005	0.0046	0.11	1.00
0.1000 ~ 0.0800	0.0007	0.0053	0.16	1.16
0.0800 ~ 0.0500	0.0020	0.0073	0.46	1.62
0.0500 ~ 0.0400	0.0023	0.0096	0.53	2.15
0.0400 ~ 0.0320	0.0071	0.0167	1.63	3.78
0.0320 ~ 0.0280	0.0045	0.0211	1.03	4.81
0.0280 ~ 0.0240	0.0026	0.0237	0.60	5.41
0.0240 ~ 0.0190	0.0023	0.0261	0.53	5.94
0.0190 ~ 0.0160	0.0014	0.0274	0.32	6.26
0.0160 ~ 0.0130	0.0015	0.0289	0.34	6.60
0.0130 ~ 0.0110	0.0011	0.0300	0.25	6.85
0.0110 ~ 0.0090	0.0012	0.0312	0.28	7.13
0.0090 ~ 0.0080	0.0007	0.0320	0.16	7.29
0.0080 ~ 0.0060	0.0019	0.0339	0.44	7.73
0.0060 ~ 0.0050	0.0014	0.0353	0.32	8.05
0.0050 ~ 0.0044	0.0011	0.0363	0.25	8.30
0.0044 ~ 0.0036	0.0020	0.0383	0.46	8.76
0.0036 ~ 0.0030	0.0023	0.0406	0.53	9.29
合 計		0.0406		9.29

かさ密度 : 2.2927 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G5-3

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000~ 10.6000	0.0000	0.0000	0.00	0.00
10.6000~ 7.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00
7.0000~ 5.0000	0.0001	0.0001	0.02	0.02
5.0000~ 3.4000	0.0001	0.0002	0.02	0.04
3.4000~ 2.2000	0.0003	0.0005	0.07	0.11
2.2000~ 1.4800	0.0002	0.0007	0.05	0.16
1.4800~ 1.1200	0.0003	0.0010	0.07	0.23
1.1200~ 0.9000	0.0000	0.0010	0.00	0.23
0.9000~ 0.7600	0.0002	0.0012	0.05	0.28
0.7600~ 0.6000	0.0001	0.0013	0.02	0.30
0.6000~ 0.4800	0.0003	0.0016	0.07	0.37
0.4800~ 0.4400	0.0001	0.0017	0.02	0.39
0.4400~ 0.3600	0.0000	0.0017	0.00	0.39
0.3600~ 0.3000	0.0003	0.0019	0.07	0.46
0.3000~ 0.2400	0.0002	0.0021	0.05	0.51
0.2400~ 0.2000	0.0002	0.0023	0.05	0.56
0.2000~ 0.1700	0.0001	0.0025	0.02	0.58
0.1700~ 0.1400	0.0002	0.0026	0.05	0.63
0.1400~ 0.1200	0.0003	0.0029	0.07	0.70
0.1200~ 0.1000	0.0004	0.0033	0.09	0.79
0.1000~ 0.0800	0.0008	0.0041	0.19	0.98
0.0800~ 0.0500	0.0019	0.0060	0.44	1.42
0.0500~ 0.0400	0.0024	0.0083	0.56	1.98
0.0400~ 0.0320	0.0060	0.0144	1.40	3.38
0.0320~ 0.0280	0.0036	0.0180	0.84	4.22
0.0280~ 0.0240	0.0033	0.0212	0.77	4.99
0.0240~ 0.0190	0.0022	0.0234	0.51	5.50
0.0190~ 0.0160	0.0013	0.0248	0.30	5.80
0.0160~ 0.0130	0.0013	0.0261	0.30	6.10
0.0130~ 0.0110	0.0010	0.0270	0.23	6.33
0.0110~ 0.0090	0.0009	0.0279	0.21	6.54
0.0090~ 0.0080	0.0007	0.0286	0.16	6.70
0.0080~ 0.0060	0.0016	0.0301	0.37	7.07
0.0060~ 0.0050	0.0011	0.0312	0.26	7.33
0.0050~ 0.0044	0.0009	0.0321	0.21	7.54
0.0044~ 0.0036	0.0017	0.0338	0.40	7.94
0.0036~ 0.0030	0.0023	0.0361	0.54	8.48
合 計		0.0361		8.48

かさ密度 : 2.3330 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G10-1

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000 ~ 10.6000	0.0002	0.0002	0.04	0.04
10.6000 ~ 7.0000	0.0003	0.0005	0.07	0.11
7.0000 ~ 5.0000	0.0000	0.0005	0.00	0.11
5.0000 ~ 3.4000	0.0001	0.0006	0.02	0.13
3.4000 ~ 2.2000	0.0002	0.0008	0.04	0.17
2.2000 ~ 1.4800	0.0001	0.0009	0.02	0.19
1.4800 ~ 1.1200	0.0002	0.0012	0.04	0.23
1.1200 ~ 0.9000	0.0002	0.0013	0.04	0.27
0.9000 ~ 0.7600	0.0002	0.0015	0.04	0.31
0.7600 ~ 0.6000	0.0002	0.0017	0.04	0.35
0.6000 ~ 0.4800	0.0003	0.0020	0.07	0.42
0.4800 ~ 0.4400	0.0001	0.0021	0.02	0.44
0.4400 ~ 0.3600	0.0002	0.0023	0.04	0.48
0.3600 ~ 0.3000	0.0002	0.0025	0.04	0.52
0.3000 ~ 0.2400	0.0003	0.0028	0.07	0.59
0.2400 ~ 0.2000	0.0003	0.0031	0.07	0.66
0.2000 ~ 0.1700	0.0003	0.0034	0.07	0.73
0.1700 ~ 0.1400	0.0004	0.0038	0.09	0.82
0.1400 ~ 0.1200	0.0002	0.0040	0.04	0.86
0.1200 ~ 0.1000	0.0005	0.0045	0.11	0.97
0.1000 ~ 0.0800	0.0007	0.0053	0.16	1.13
0.0800 ~ 0.0500	0.0033	0.0086	0.74	1.87
0.0500 ~ 0.0400	0.0039	0.0125	0.87	2.74
0.0400 ~ 0.0320	0.0043	0.0168	0.96	3.70
0.0320 ~ 0.0280	0.0018	0.0186	0.40	4.10
0.0280 ~ 0.0240	0.0017	0.0203	0.38	4.48
0.0240 ~ 0.0190	0.0021	0.0224	0.47	4.95
0.0190 ~ 0.0160	0.0014	0.0237	0.31	5.26
0.0160 ~ 0.0130	0.0014	0.0251	0.31	5.57
0.0130 ~ 0.0110	0.0012	0.0263	0.27	5.84
0.0110 ~ 0.0090	0.0014	0.0277	0.31	6.15
0.0090 ~ 0.0080	0.0008	0.0285	0.18	6.33
0.0080 ~ 0.0060	0.0023	0.0308	0.51	6.84
0.0060 ~ 0.0050	0.0015	0.0322	0.33	7.17
0.0050 ~ 0.0044	0.0012	0.0335	0.27	7.44
0.0044 ~ 0.0036	0.0023	0.0358	0.51	7.95
0.0036 ~ 0.0030	0.0034	0.0392	0.76	8.71
合 計		0.0392		8.71

かさ密度 : 2.2307 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G10-2

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000~ 10.6000	0.0001	0.0001	0.02	0.02
10.6000~ 7.0000	0.0001	0.0002	0.02	0.04
7.0000~ 5.0000	0.0001	0.0003	0.02	0.06
5.0000~ 3.4000	0.0001	0.0005	0.02	0.08
3.4000~ 2.2000	0.0003	0.0008	0.07	0.15
2.2000~ 1.4800	0.0003	0.0011	0.07	0.22
1.4800~ 1.1200	0.0002	0.0013	0.05	0.27
1.1200~ 0.9000	0.0002	0.0015	0.05	0.32
0.9000~ 0.7600	0.0002	0.0017	0.05	0.37
0.7600~ 0.6000	0.0003	0.0020	0.07	0.44
0.6000~ 0.4800	0.0003	0.0022	0.07	0.51
0.4800~ 0.4400	0.0001	0.0024	0.02	0.53
0.4400~ 0.3600	0.0004	0.0028	0.09	0.62
0.3600~ 0.3000	0.0005	0.0032	0.11	0.73
0.3000~ 0.2400	0.0006	0.0038	0.14	0.87
0.2400~ 0.2000	0.0006	0.0045	0.14	1.01
0.2000~ 0.1700	0.0006	0.0051	0.14	1.15
0.1700~ 0.1400	0.0009	0.0060	0.20	1.35
0.1400~ 0.1200	0.0007	0.0067	0.16	1.51
0.1200~ 0.1000	0.0009	0.0076	0.20	1.71
0.1000~ 0.0800	0.0013	0.0089	0.29	2.00
0.0800~ 0.0500	0.0046	0.0134	1.04	3.04
0.0500~ 0.0400	0.0056	0.0190	1.26	4.30
0.0400~ 0.0320	0.0043	0.0233	0.97	5.27
0.0320~ 0.0280	0.0016	0.0249	0.36	5.63
0.0280~ 0.0240	0.0015	0.0264	0.34	5.97
0.0240~ 0.0190	0.0016	0.0280	0.36	6.33
0.0190~ 0.0160	0.0012	0.0292	0.27	6.60
0.0160~ 0.0130	0.0012	0.0304	0.27	6.87
0.0130~ 0.0110	0.0009	0.0313	0.20	7.07
0.0110~ 0.0090	0.0011	0.0324	0.25	7.32
0.0090~ 0.0080	0.0007	0.0331	0.16	7.48
0.0080~ 0.0060	0.0018	0.0349	0.41	7.89
0.0060~ 0.0050	0.0012	0.0361	0.27	8.16
0.0050~ 0.0044	0.0010	0.0370	0.23	8.39
0.0044~ 0.0036	0.0017	0.0388	0.38	8.77
0.0036~ 0.0030	0.0026	0.0414	0.59	9.36
合 計		0.0414		9.36

かさ密度 : 2.2558 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G10-3

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000~ 10.6000	0.0001	0.0001	0.02	0.02
10.6000~ 7.0000	0.0001	0.0002	0.02	0.04
7.0000~ 5.0000	0.0002	0.0004	0.04	0.08
5.0000~ 3.4000	0.0003	0.0008	0.06	0.14
3.4000~ 2.2000	0.0019	0.0027	0.40	0.54
2.2000~ 1.4800	0.0002	0.0029	0.04	0.58
1.4800~ 1.1200	0.0002	0.0031	0.04	0.62
1.1200~ 0.9000	0.0001	0.0031	0.02	0.64
0.9000~ 0.7600	0.0001	0.0032	0.02	0.66
0.7600~ 0.6000	0.0003	0.0035	0.06	0.72
0.6000~ 0.4800	0.0002	0.0037	0.04	0.76
0.4800~ 0.4400	0.0001	0.0038	0.02	0.78
0.4400~ 0.3600	0.0004	0.0042	0.08	0.86
0.3600~ 0.3000	0.0004	0.0047	0.08	0.94
0.3000~ 0.2400	0.0007	0.0053	0.15	1.09
0.2400~ 0.2000	0.0007	0.0060	0.15	1.24
0.2000~ 0.1700	0.0006	0.0067	0.13	1.37
0.1700~ 0.1400	0.0010	0.0077	0.21	1.58
0.1400~ 0.1200	0.0007	0.0084	0.15	1.73
0.1200~ 0.1000	0.0010	0.0094	0.21	1.94
0.1000~ 0.0800	0.0013	0.0108	0.27	2.21
0.0800~ 0.0500	0.0039	0.0147	0.81	3.02
0.0500~ 0.0400	0.0052	0.0199	1.08	4.10
0.0400~ 0.0320	0.0051	0.0249	1.06	5.16
0.0320~ 0.0280	0.0017	0.0266	0.35	5.51
0.0280~ 0.0240	0.0016	0.0283	0.33	5.84
0.0240~ 0.0190	0.0019	0.0302	0.40	6.24
0.0190~ 0.0160	0.0011	0.0313	0.23	6.47
0.0160~ 0.0130	0.0013	0.0326	0.27	6.74
0.0130~ 0.0110	0.0009	0.0335	0.19	6.93
0.0110~ 0.0090	0.0012	0.0347	0.25	7.18
0.0090~ 0.0080	0.0007	0.0354	0.15	7.33
0.0080~ 0.0060	0.0019	0.0372	0.40	7.73
0.0060~ 0.0050	0.0013	0.0385	0.27	8.00
0.0050~ 0.0044	0.0010	0.0395	0.21	8.21
0.0044~ 0.0036	0.0018	0.0413	0.38	8.59
0.0036~ 0.0030	0.0029	0.0442	0.60	9.19
合 計		0.0442		9.19

かさ密度 : 2.0845 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G13-1

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000 ~ 10.6000	0.0001	0.0001	0.02	0.02
10.6000 ~ 7.0000	0.0003	0.0004	0.06	0.08
7.0000 ~ 5.0000	0.0001	0.0006	0.02	0.10
5.0000 ~ 3.4000	0.0001	0.0007	0.02	0.12
3.4000 ~ 2.2000	0.0004	0.0011	0.09	0.21
2.2000 ~ 1.4800	0.0006	0.0017	0.13	0.34
1.4800 ~ 1.1200	0.0004	0.0022	0.09	0.43
1.1200 ~ 0.9000	0.0002	0.0024	0.04	0.47
0.9000 ~ 0.7600	0.0003	0.0026	0.06	0.53
0.7600 ~ 0.6000	0.0004	0.0030	0.09	0.62
0.6000 ~ 0.4800	0.0003	0.0033	0.06	0.68
0.4800 ~ 0.4400	0.0001	0.0035	0.02	0.70
0.4400 ~ 0.3600	0.0003	0.0037	0.06	0.76
0.3600 ~ 0.3000	0.0003	0.0040	0.06	0.82
0.3000 ~ 0.2400	0.0005	0.0045	0.11	0.93
0.2400 ~ 0.2000	0.0004	0.0049	0.09	1.02
0.2000 ~ 0.1700	0.0004	0.0054	0.09	1.11
0.1700 ~ 0.1400	0.0008	0.0061	0.17	1.28
0.1400 ~ 0.1200	0.0007	0.0068	0.15	1.43
0.1200 ~ 0.1000	0.0009	0.0077	0.19	1.62
0.1000 ~ 0.0800	0.0024	0.0101	0.51	2.13
0.0800 ~ 0.0500	0.0121	0.0222	2.57	4.70
0.0500 ~ 0.0400	0.0051	0.0273	1.09	5.79
0.0400 ~ 0.0320	0.0036	0.0309	0.77	6.56
0.0320 ~ 0.0280	0.0017	0.0325	0.36	6.92
0.0280 ~ 0.0240	0.0017	0.0342	0.36	7.28
0.0240 ~ 0.0190	0.0024	0.0366	0.51	7.79
0.0190 ~ 0.0160	0.0017	0.0384	0.36	8.15
0.0160 ~ 0.0130	0.0021	0.0405	0.45	8.60
0.0130 ~ 0.0110	0.0017	0.0422	0.36	8.96
0.0110 ~ 0.0090	0.0022	0.0444	0.47	9.43
0.0090 ~ 0.0080	0.0013	0.0457	0.28	9.71
0.0080 ~ 0.0060	0.0035	0.0492	0.74	10.45
0.0060 ~ 0.0050	0.0024	0.0516	0.51	10.96
0.0050 ~ 0.0044	0.0020	0.0537	0.43	11.39
0.0044 ~ 0.0036	0.0035	0.0572	0.74	12.13
0.0036 ~ 0.0030	0.0051	0.0623	1.09	13.22
合 計		0.0623		13.22

かさ密度 : 2.1280 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

試料名: G13-2

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000~ 10.6000	0.0002	0.0002	0.04	0.04
10.6000~ 7.0000	0.0001	0.0003	0.02	0.06
7.0000~ 5.0000	0.0001	0.0004	0.02	0.08
5.0000~ 3.4000	0.0003	0.0007	0.07	0.15
3.4000~ 2.2000	0.0005	0.0012	0.11	0.26
2.2000~ 1.4800	0.0005	0.0017	0.11	0.37
1.4800~ 1.1200	0.0005	0.0021	0.11	0.48
1.1200~ 0.9000	0.0004	0.0025	0.09	0.57
0.9000~ 0.7600	0.0003	0.0028	0.07	0.64
0.7600~ 0.6000	0.0005	0.0033	0.11	0.75
0.6000~ 0.4800	0.0005	0.0037	0.11	0.86
0.4800~ 0.4400	0.0001	0.0038	0.02	0.88
0.4400~ 0.3600	0.0004	0.0043	0.09	0.97
0.3600~ 0.3000	0.0003	0.0046	0.07	1.04
0.3000~ 0.2400	0.0004	0.0051	0.09	1.13
0.2400~ 0.2000	0.0004	0.0055	0.09	1.22
0.2000~ 0.1700	0.0004	0.0059	0.09	1.31
0.1700~ 0.1400	0.0005	0.0064	0.11	1.42
0.1400~ 0.1200	0.0006	0.0070	0.13	1.55
0.1200~ 0.1000	0.0007	0.0077	0.15	1.70
0.1000~ 0.0800	0.0017	0.0094	0.37	2.07
0.0800~ 0.0500	0.0117	0.0211	2.56	4.63
0.0500~ 0.0400	0.0057	0.0268	1.25	5.88
0.0400~ 0.0320	0.0038	0.0306	0.83	6.71
0.0320~ 0.0280	0.0018	0.0324	0.39	7.10
0.0280~ 0.0240	0.0019	0.0343	0.42	7.52
0.0240~ 0.0190	0.0024	0.0366	0.53	8.05
0.0190~ 0.0160	0.0018	0.0385	0.39	8.44
0.0160~ 0.0130	0.0022	0.0407	0.48	8.92
0.0130~ 0.0110	0.0020	0.0427	0.44	9.36
0.0110~ 0.0090	0.0023	0.0450	0.50	9.86
0.0090~ 0.0080	0.0015	0.0465	0.33	10.19
0.0080~ 0.0060	0.0037	0.0502	0.81	11.00
0.0060~ 0.0050	0.0025	0.0527	0.55	11.55
0.0050~ 0.0044	0.0021	0.0547	0.46	12.01
0.0044~ 0.0036	0.0036	0.0583	0.79	12.80
0.0036~ 0.0030	0.0051	0.0634	1.12	13.92
合 計		0.0634		13.92

かさ密度 : 2.1923 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

細孔径分布データシート

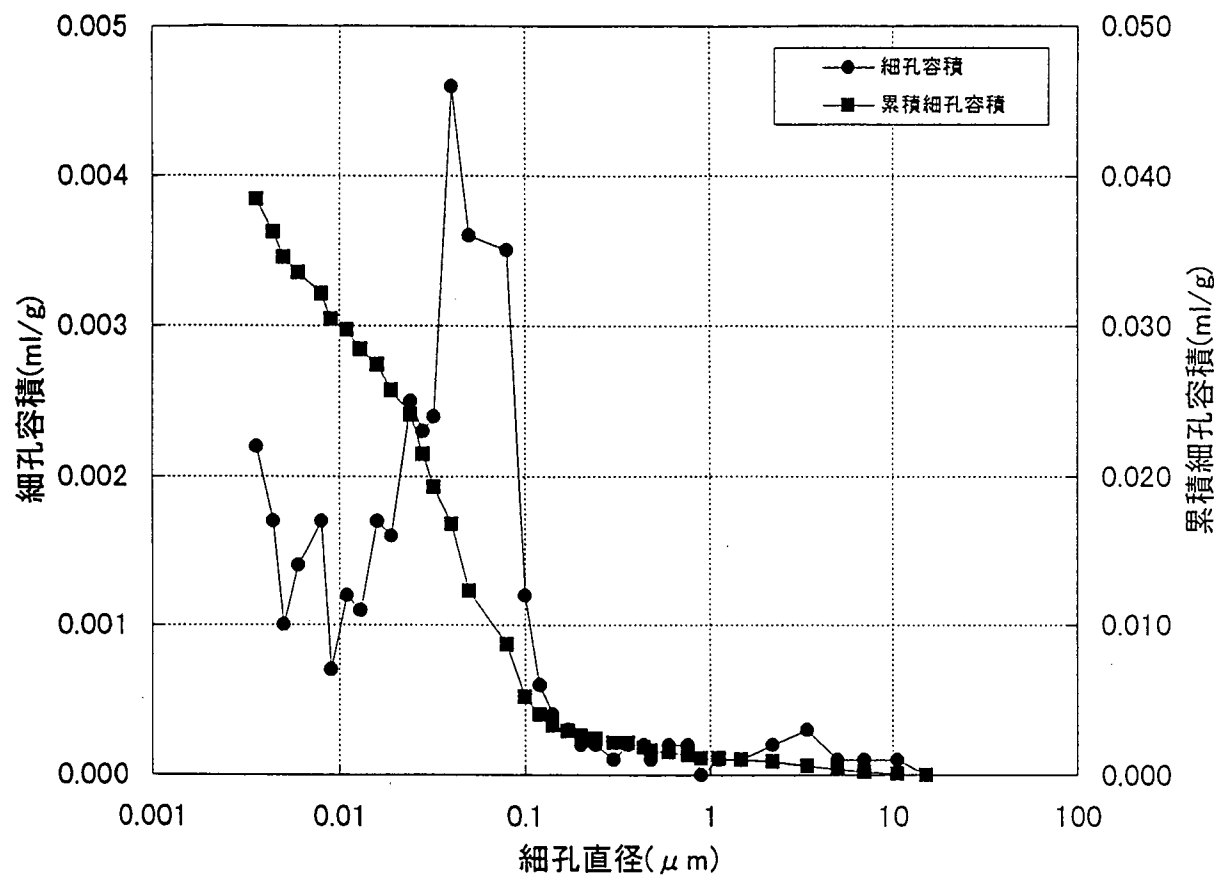
試料名: G13-3

細孔直径 (μm)	細孔容積 (ml/g)	累積細孔容積 (ml/g)	空隙率 (%)	累積空隙率 (%)
15.2000 ~ 10.6000	0.0002	0.0002	0.04	0.04
10.6000 ~ 7.0000	0.0001	0.0003	0.02	0.06
7.0000 ~ 5.0000	0.0001	0.0005	0.02	0.08
5.0000 ~ 3.4000	0.0005	0.0009	0.11	0.19
3.4000 ~ 2.2000	0.0003	0.0013	0.06	0.25
2.2000 ~ 1.4800	0.0004	0.0017	0.08	0.33
1.4800 ~ 1.1200	0.0004	0.0021	0.08	0.41
1.1200 ~ 0.9000	0.0005	0.0026	0.11	0.52
0.9000 ~ 0.7600	0.0003	0.0028	0.06	0.58
0.7600 ~ 0.6000	0.0004	0.0032	0.08	0.66
0.6000 ~ 0.4800	0.0004	0.0036	0.08	0.74
0.4800 ~ 0.4400	0.0002	0.0038	0.04	0.78
0.4400 ~ 0.3600	0.0003	0.0042	0.06	0.84
0.3600 ~ 0.3000	0.0004	0.0046	0.08	0.92
0.3000 ~ 0.2400	0.0006	0.0051	0.13	1.05
0.2400 ~ 0.2000	0.0006	0.0058	0.13	1.18
0.2000 ~ 0.1700	0.0004	0.0062	0.08	1.26
0.1700 ~ 0.1400	0.0005	0.0067	0.11	1.37
0.1400 ~ 0.1200	0.0007	0.0074	0.15	1.52
0.1200 ~ 0.1000	0.0008	0.0082	0.17	1.69
0.1000 ~ 0.0800	0.0017	0.0099	0.36	2.05
0.0800 ~ 0.0500	0.0128	0.0227	2.70	4.75
0.0500 ~ 0.0400	0.0063	0.0290	1.33	6.08
0.0400 ~ 0.0320	0.0044	0.0334	0.93	7.01
0.0320 ~ 0.0280	0.0019	0.0353	0.40	7.41
0.0280 ~ 0.0240	0.0019	0.0372	0.40	7.81
0.0240 ~ 0.0190	0.0025	0.0397	0.53	8.34
0.0190 ~ 0.0160	0.0017	0.0414	0.36	8.70
0.0160 ~ 0.0130	0.0023	0.0437	0.48	9.18
0.0130 ~ 0.0110	0.0018	0.0456	0.38	9.56
0.0110 ~ 0.0090	0.0023	0.0479	0.48	10.04
0.0090 ~ 0.0080	0.0013	0.0492	0.27	10.31
0.0080 ~ 0.0060	0.0038	0.0530	0.80	11.11
0.0060 ~ 0.0050	0.0025	0.0555	0.53	11.64
0.0050 ~ 0.0044	0.0019	0.0574	0.40	12.04
0.0044 ~ 0.0036	0.0036	0.0610	0.76	12.80
0.0036 ~ 0.0030	0.0052	0.0662	1.10	13.90
合 計		0.0662		13.90

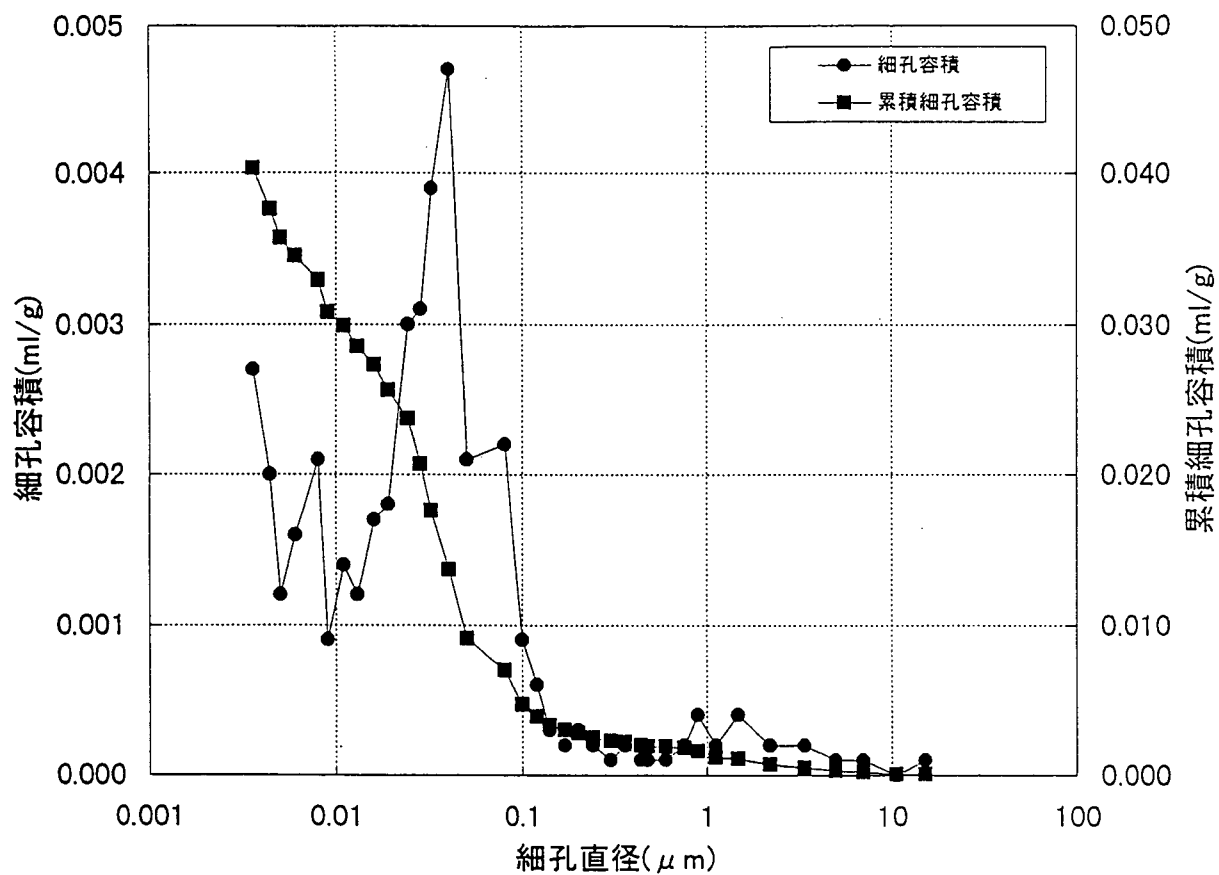
かさ密度 : 2.1080 g/ml

空隙率(%) = 細孔容積 × かさ密度 × 100

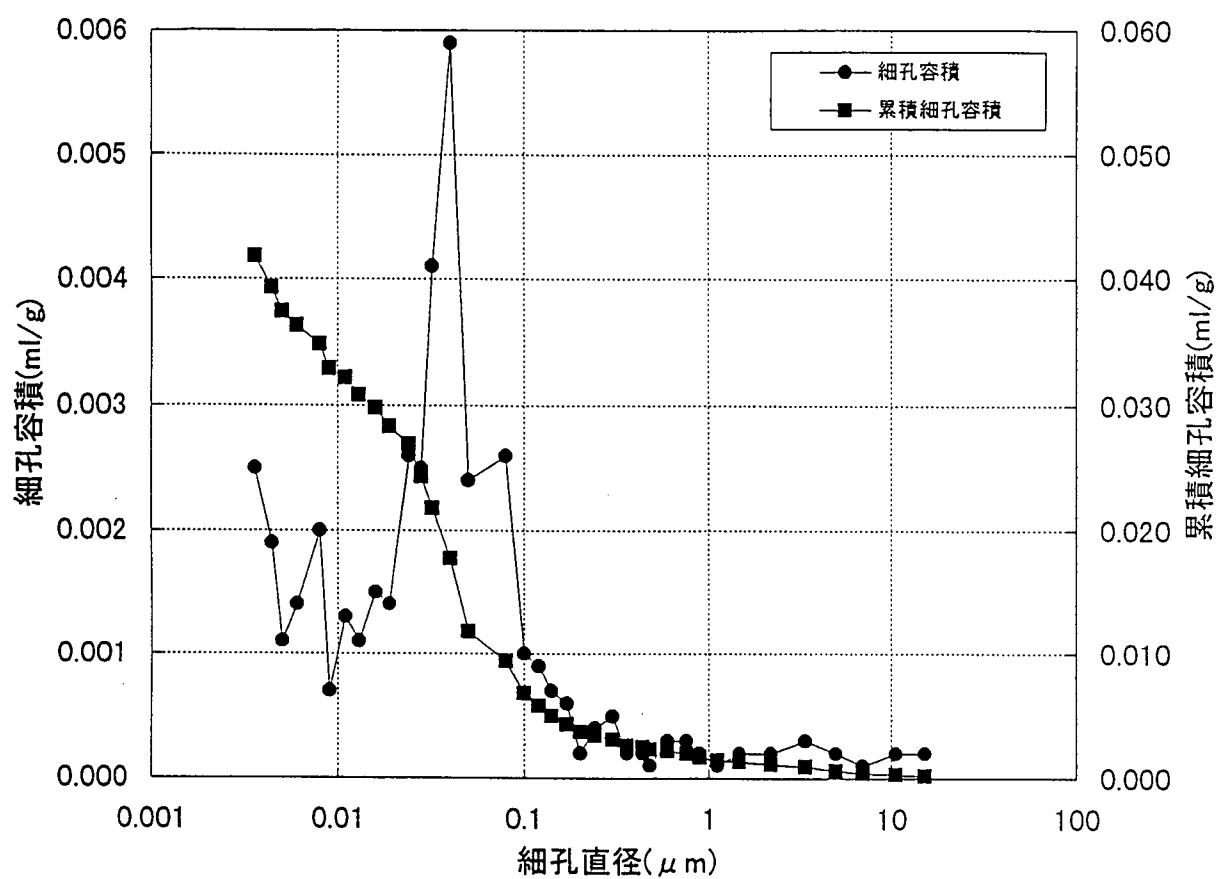
試料名: G1-1



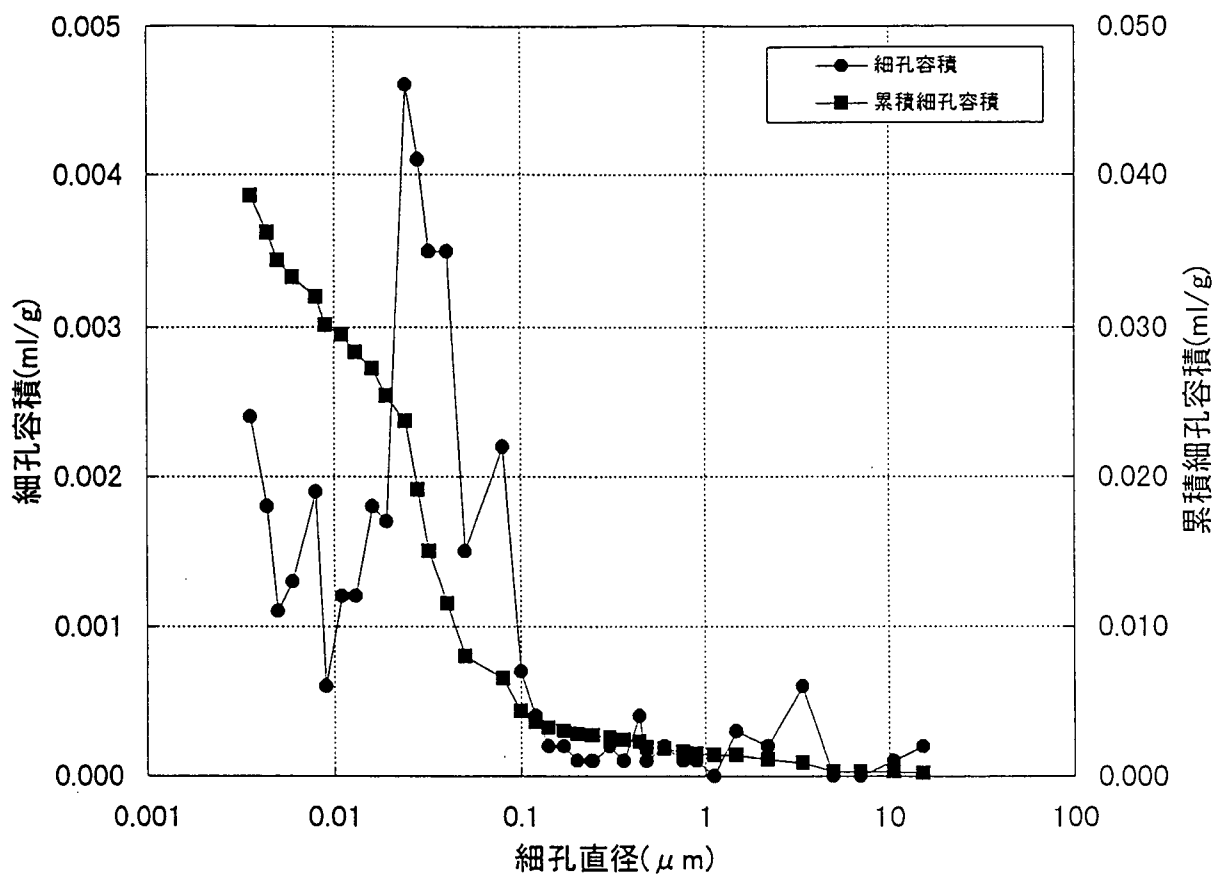
試料名: G1-2



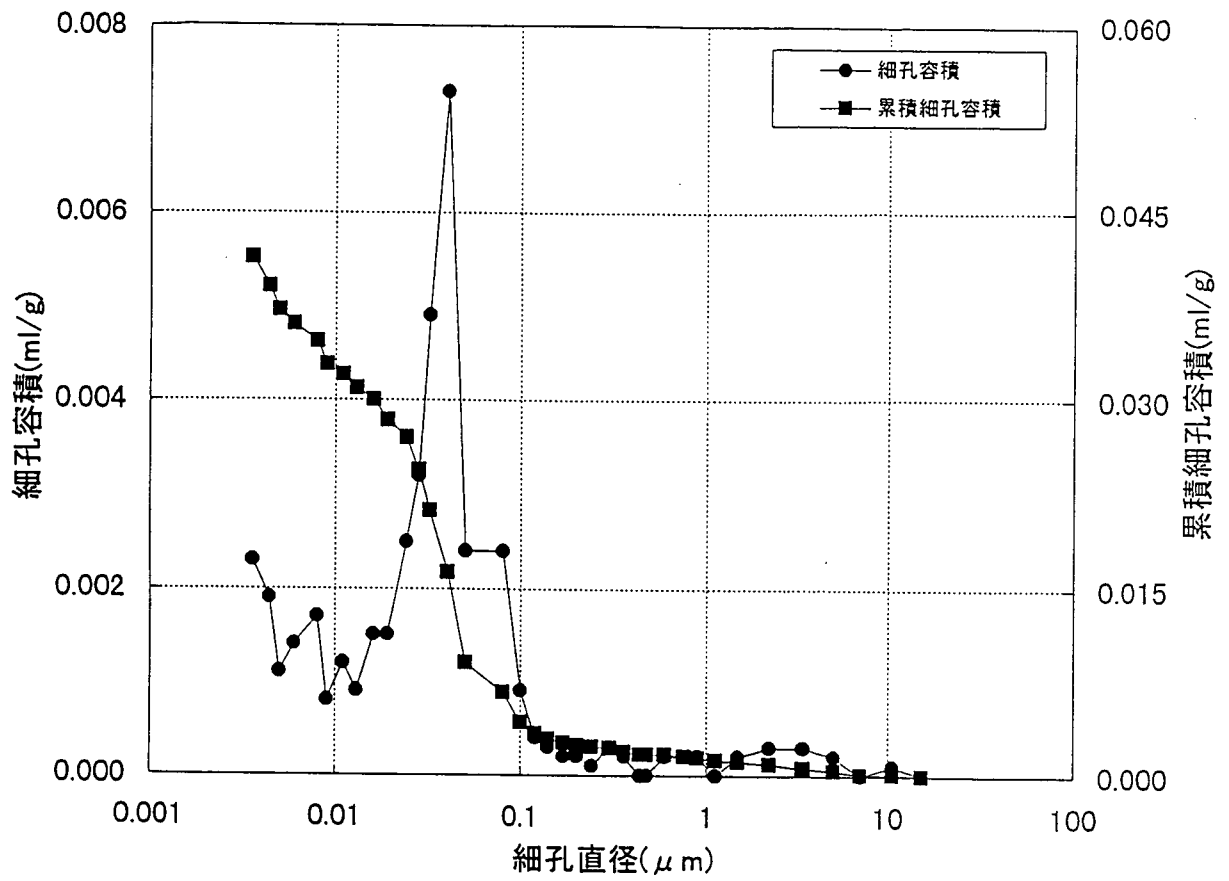
試料名: G1-3



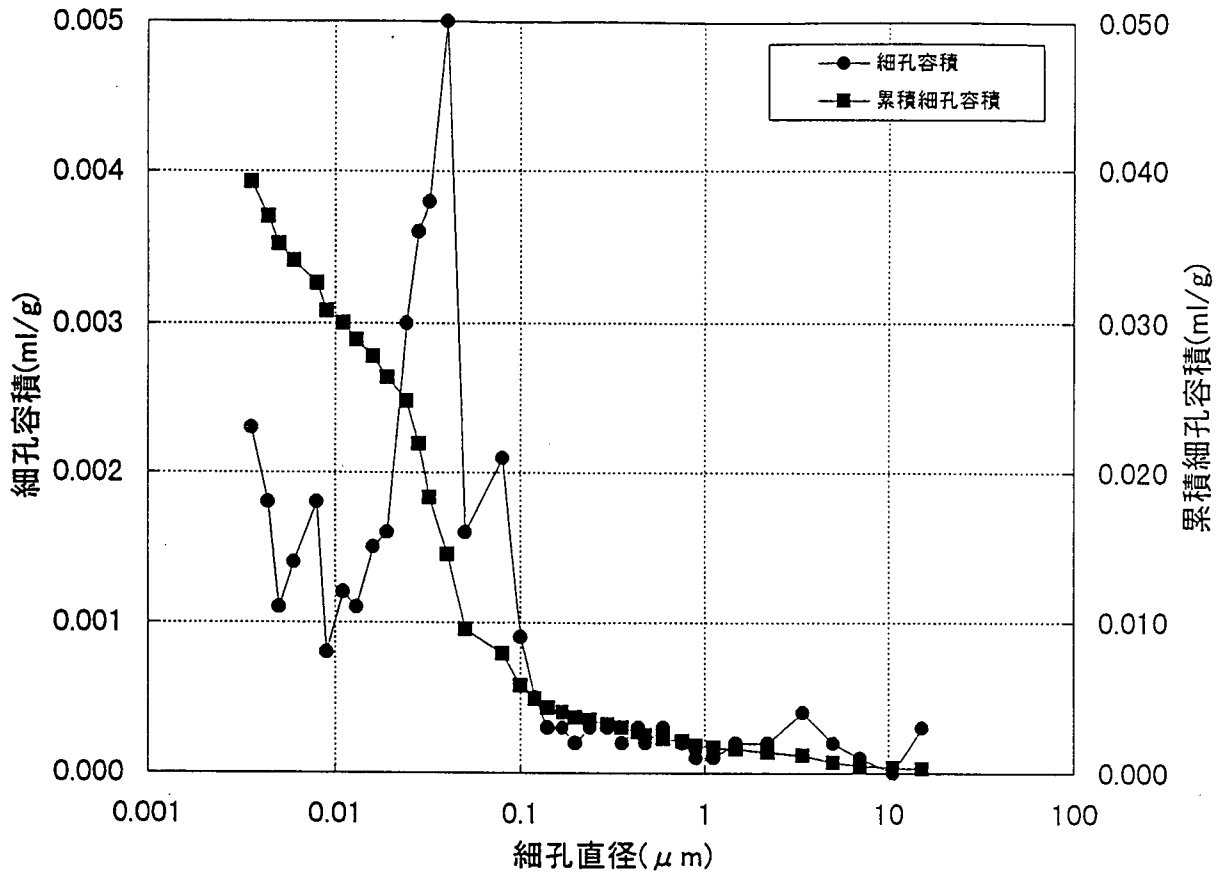
試料名: G3-1



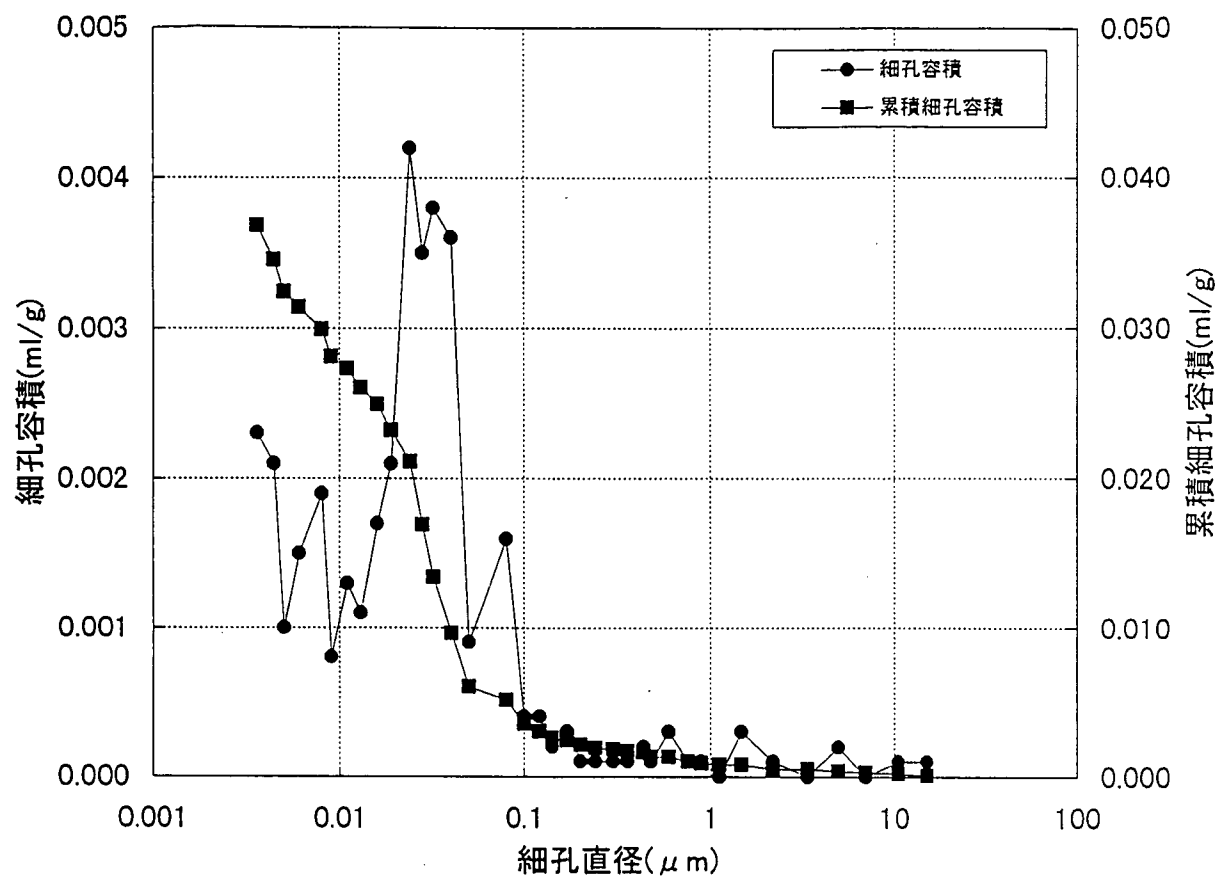
試料名 : G3-2



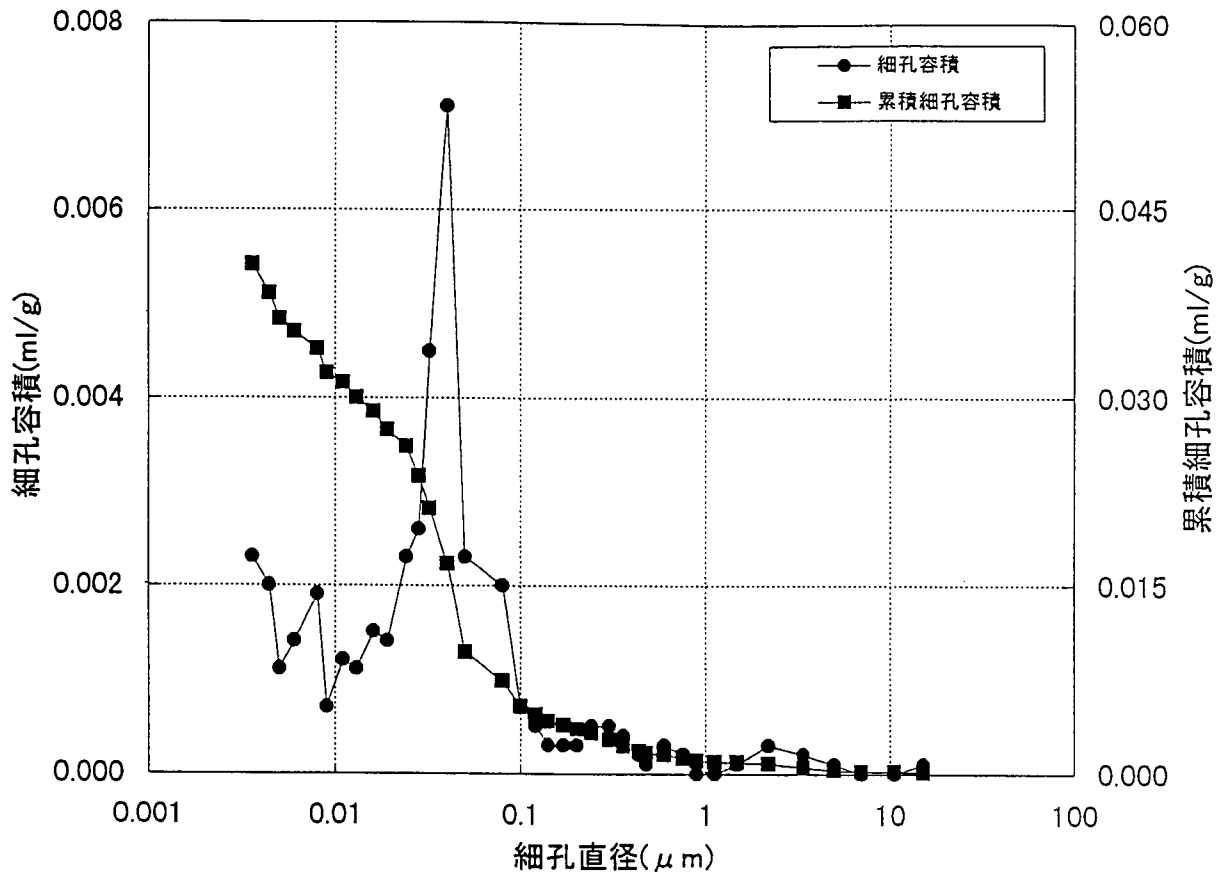
試料名: G3-3



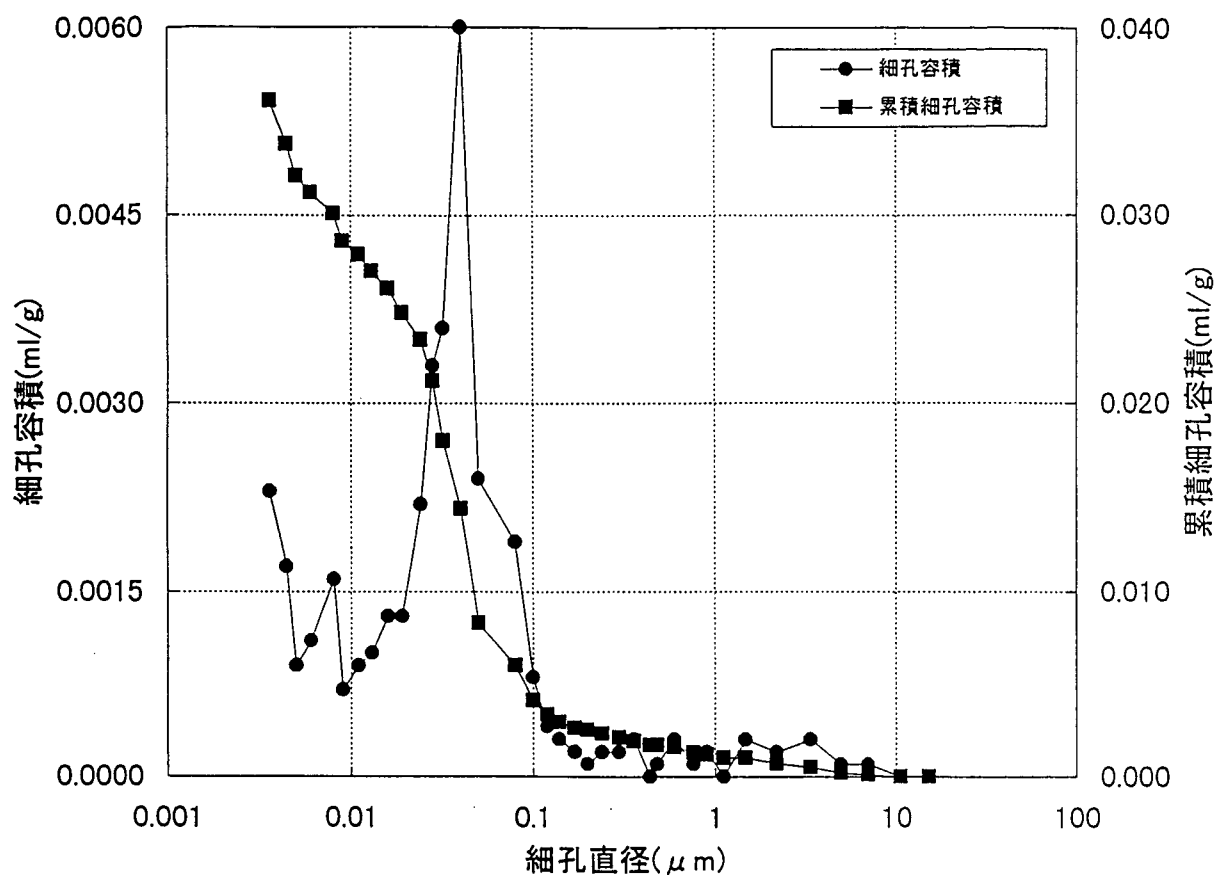
試料名: G5-1



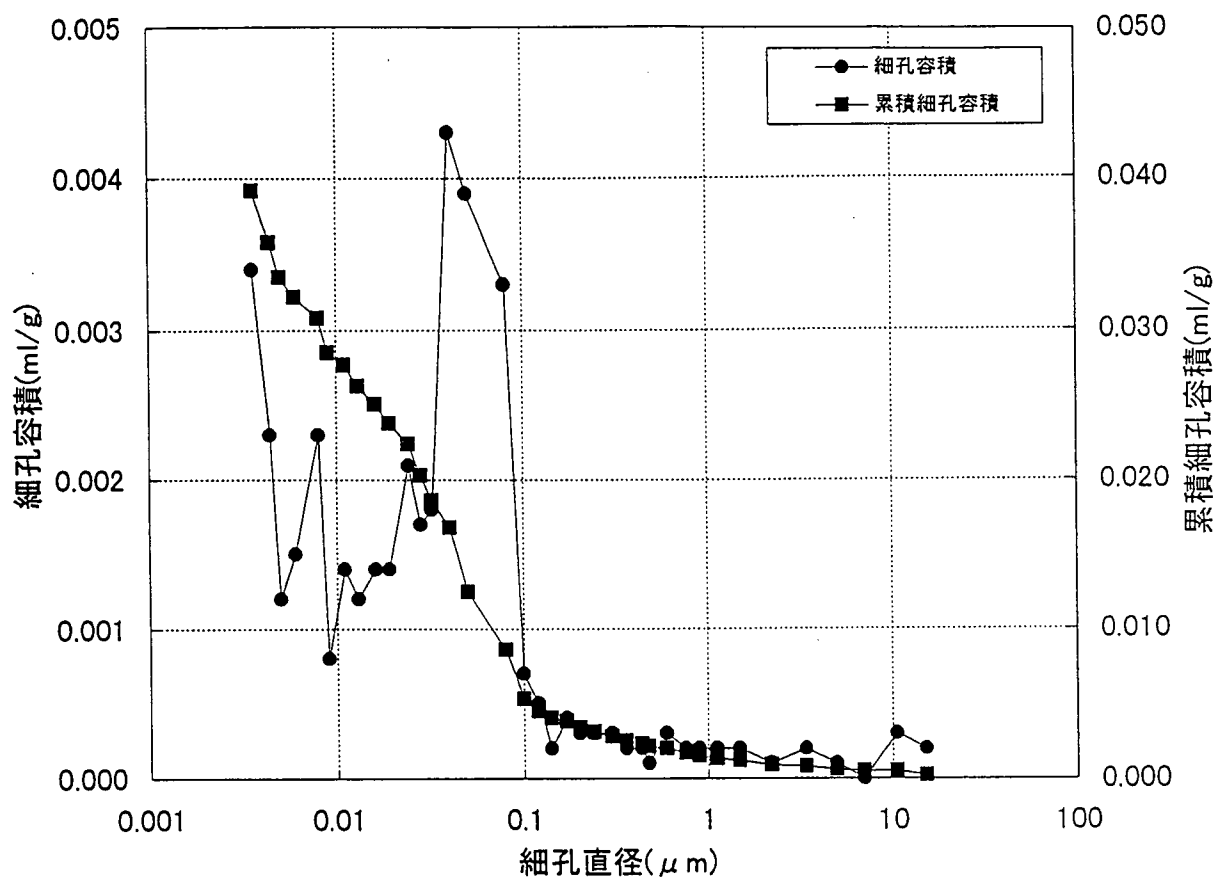
試料名: G5-2



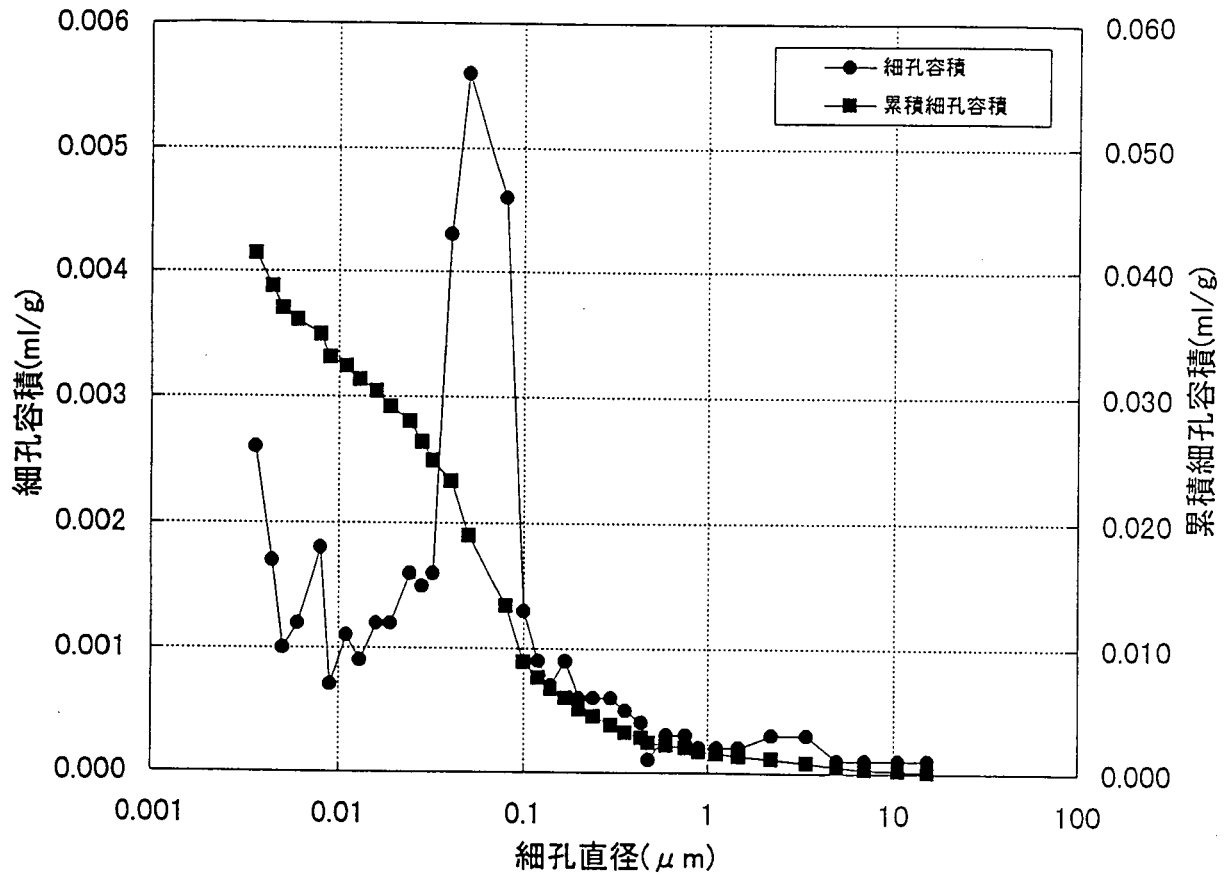
試料名: G5-3



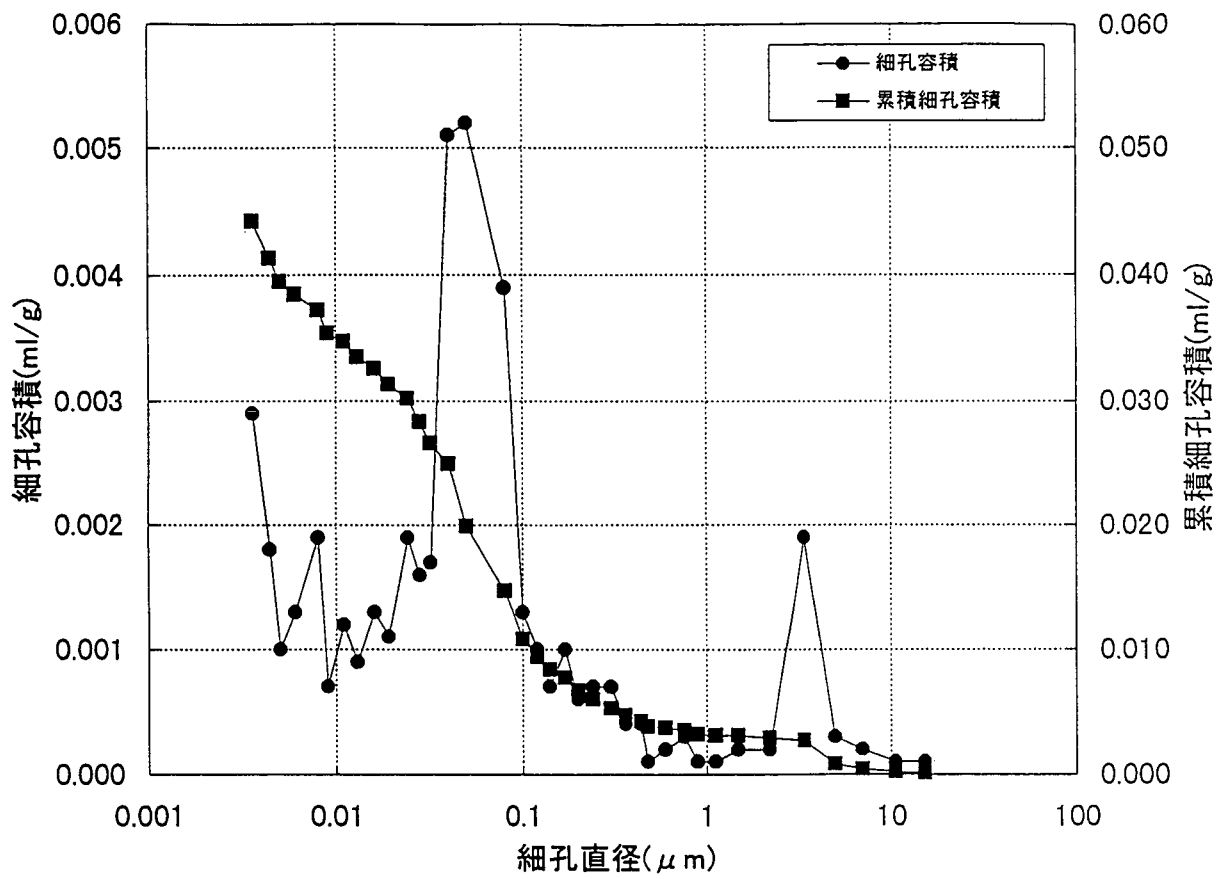
試料名: G10-1



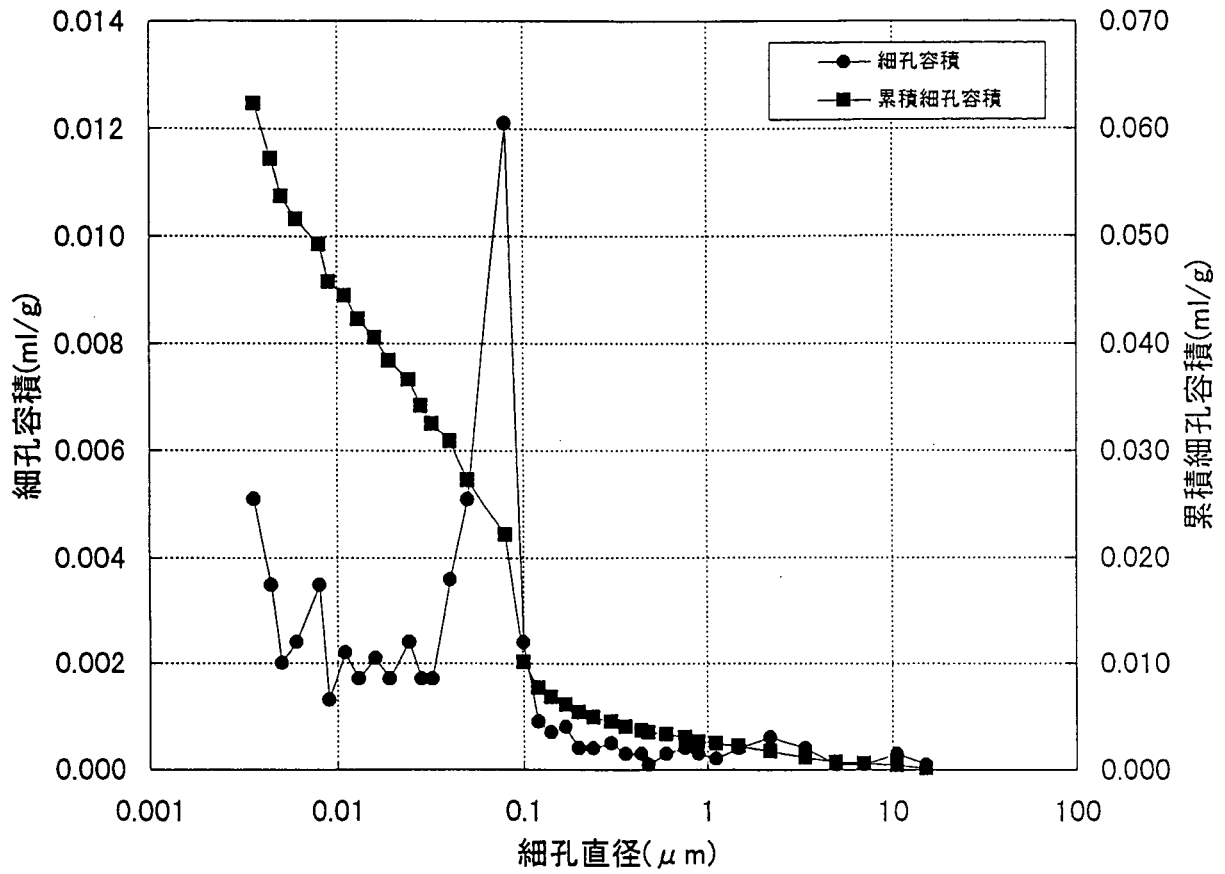
試料名: G10-2



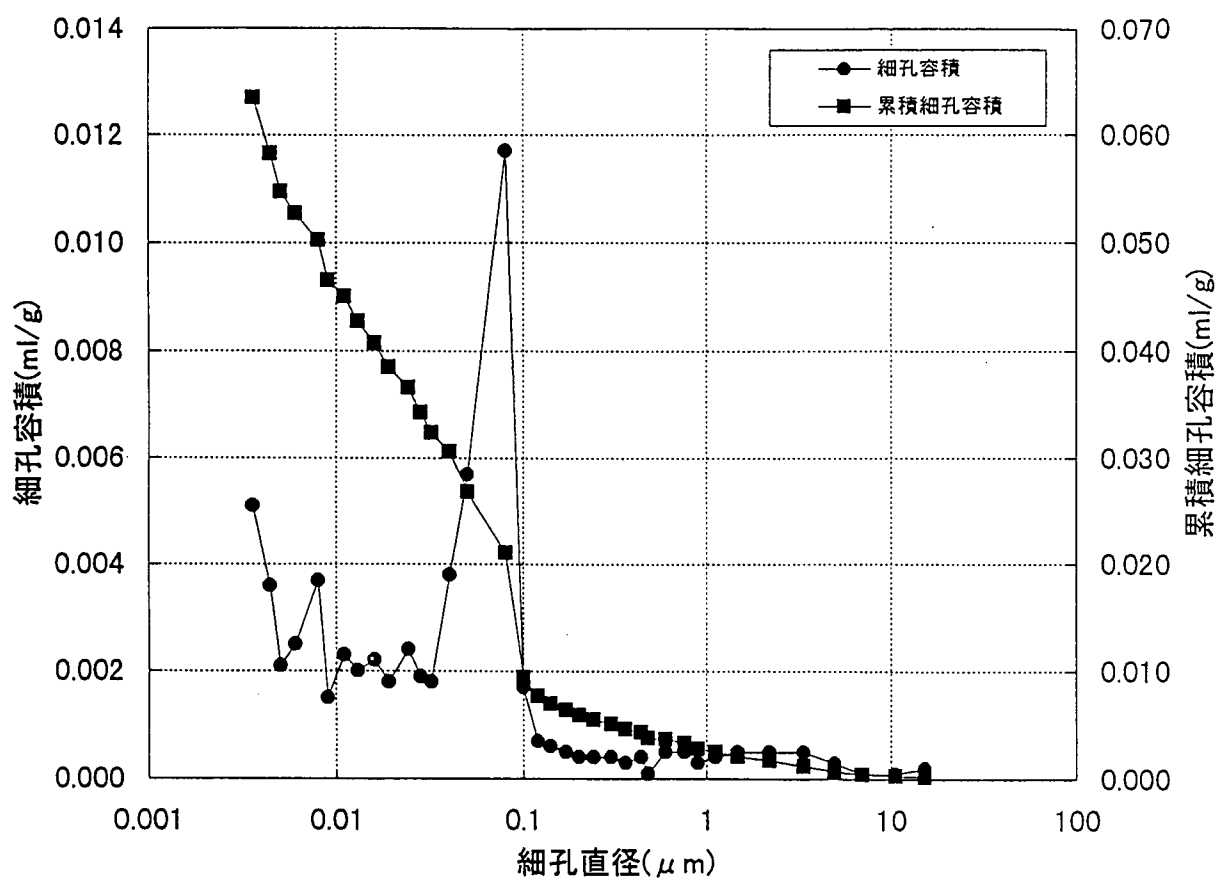
試料名: G10-3



試料名: G13-1



試料名: G13-2



試料名: G13-3

