

土木研究所資料

宮ヶ瀬ダムコンクリート 力学特性試験報告書 (2) 混和剤特性試験

昭和63年2月

建設省土木研究所
地質化学部コンクリート研究室

Copyright © 1987 by P.W.R.I.

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

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

宮ヶ瀬ダムコンクリート力学特性試験報告書

(2) 混和剤特性試験

地質化学部コンクリート研究室 室長 小林 茂敏
研究員 森浜 和正
研究員 丹野 弘

要 旨

近年石炭火力発電所の二次産物として生産されるフライアッシュの品質水準が、生産条件の変化により変化している。一方フライアッシュは、アルカリシリカ反応対策等から、需要が急増しており、安定して品質の良好なフライアッシュの供給を受けることが困難になってきている。

宮ヶ瀬ダムにおいては、RCD工法を用いること、堤高が高くコンクリート容積が膨大になることから、当初より大量のフライアッシュを使用することを検討しており、材料の安定供給の面から、低品質フライアッシュについても、その使用性について検討する必要があると生じている。

本報告は、低品質フライアッシュ用改良型混和剤を用いることにより、これらの低品質フライアッシュを使用したコンクリートが所要の品質を得ることができるかどうか、試験的に検討した結果について取りまとめたものである。

キーワード：混和剤、AE剤、海外炭フライアッシュ、空気連行性、経時変化、スランプ、耐凍害性

A Study on the characteristics of dynamics of the Concrete for Miyagase Dam.
(2) Test for characteristics of admixtures

b y

Concrete division

Head of division Shigetoshi Kobayashi

Researcher Kazumasa Morihama

Researcher Hiroshi Tanno

Synopsis :

A change of a production condition has changed the quality of fry ash produced as a secondary product of a coal thermoelectric power plant in a recent years. Because demand is increasing rapidly from the use to alkali silica reaction measures, it has been becoming difficult for the fly ash to stably receive supply of fly ash.

Because R. C. D. method is used, and concrete volume is very big, we are examining use of fly ash to the Miyagase Dam. Therefore thinking stable supply of fly ash, we have to examine the use of low qualitative fly ash.

This report took and summarized results of examinations if low qualitative fly ash can be used for the concrete by using admixture of an improvement type.

Key Words : admixture, fly ash, air stability, slump loss, fresh concrete

目 次

1. ま え が き	1
2. 試 験 目 的	2
3. 試 験 材 料	3
4. 試 験 方 法	5
4.1 減水率試験	5
4.2 コンシステンシーの経時変化試験	5
4.3 圧縮強度試験	6
4.4 凝結硬化速度試験	6
4.5 耐凍害性試験	6
4.6 150 mmコンクリートの配合試験	7
5. 試 験 結 果	8
5.1 減水率試験	8
5.2 コンシステンシーの経時変化試験	11
5.3 圧縮強度試験	12
5.4 凝結硬化速度試験	15
5.5 耐凍害性試験	17
5.6 150 mmコンクリートの配合試験	24
6. ま と め	25
付属資料－参考図表	27

1. ま え が き

近年コンクリートダムの合理化施工，その中でもRCD工法によるコンクリートダムの施工が行われる機会が多くなってきている。宮ヶ瀬ダムにおいても，現在RCD工法による施工が検討されている。

従来我が国においてRCD工法を採用する場合，一般のダムと同様に，温度規制の面から結合材として用いるセメントの量を少なくするなどの目的で，フライアッシュが混和材として用いられてきている。宮ヶ瀬ダムにおいても，フライアッシュの使用が検討されている。

しかしながら，近年国内における石炭資源の枯渇から石炭火力に使用される海外炭の割合が増加してきたこと，および環境問題から燃焼温度が低く押さえられていることが原因となり，生産されるフライアッシュの品質が従来のものと比べて変化してきている。これらの低品質のフライアッシュが使用可能かどうかは，それに適する混和剤が得られるかどうかにかかっている。

本報告は，宮ヶ瀬ダムの材料選定の一助とするため，低品質フライアッシュ用改良型の混和剤（AE剤）により，低品質フライアッシュ使用コンクリートを所要の品質まで高めることができるかどうかについて，試験的に検討した結果について取りまとめたものである。

2. 試 験 目 的

試験は、主として混和剤による海外炭フライアッシュ使用コンクリートの、下記(1)～(6)の性状について調査する目的で行った。

(1) 混和剤の減水効果

各混和剤の低品質フライアッシュ使用条件下における単位水量減少効果（減水率）を調査する。

(2) 練りませ直後からのコンシステンシーの経時変化特性

フライアッシュを使用した場合問題となるコンシステンシーの経時変化について、練りませ直後から空気量、スランプの経時変化を測定し、空気量の減少やスランプロスの少ない混和剤を調査する。

(3) 硬化後の圧縮強度特性

(2)の空気量やスランプが経時的に変化する条件下で、作製されたコンクリート供試体の強度がどの程度であるのか測定し、強度的に影響を受けないコンシステンシーの範囲を把握する。

(4) 凝結硬化速度特性

対象とする、フライアッシュと混和剤の組み合わせで、施工に影響を与えるような硬化速度の短縮や遅延が生じないかどうか把握する。

(5) 凍結融解耐久性

混和剤により混入されたエントレインドエアが十分な耐凍害性の向上効果を発揮することができるかどうか把握する。

(6) 骨材最大寸法 150 mmのコンクリートの配合特性

骨材最大寸法が 150 mmになった場合、各混和剤がどの程度の減水効果を有するか、空気量が十分確保できるかどうか等のコンクリートの性状について把握する。

3. 試 験 材 料

試験は、以下の材料を用いて行った。

1) 骨 材

骨材は、検討する各種混和材料との相性も確認するため、すべて宮ヶ瀬ダムにおいて使用する予定の骨材原石山で採取した骨材（碎石および砕砂）を使用した。試験に用いた骨材の物理試験結果を、表－3.1 および表－3.2 に示す。

表－3.1 細骨材の物理試験結果

細骨材の種類	比 重	吸 水 率 (%)	安 定 性 損 失 重 量 (%)					有 機 不 純 物	洗 い 試 験 (%)
			5 ～ 2.5 mm	2.5 ～ 1.2 mm	1.2 ～ 0.6 mm	0.6 ～ 0.3 mm	5 ～ mm		
宮ヶ瀬南山砕砂	2.62	2.78	22.6	17.9	10.0	7.8	12.2	合格	3.3

表－3.2 粗骨材の物理試験結果

細骨材の種類	比 重	吸 水 率 (%)	安 定 性 損 失 重 量 (%)							減 す り へ り 量 (%)
			80 ～ 40 mm	40 ～ 20 mm	20 ～ 15 mm	5 ～ 10 mm	10 ～ 5 mm	80 ～ 5 mm	20 ～ 5 mm	
宮ヶ瀬南山碎石	2.66	2.20	14.2	19.5	34.4	35.4	36.1	24.6	35.3	21.0

2) フライアッシュ

フライアッシュは、宮ヶ瀬ダムのフライアッシュの品質規格すれすれの低品質海外炭産フライアッシュを使用した。この他比較用として原料に国内炭を使用したこれまで一般的に使用されていた程度の品質を有するフライアッシュについても使用した。試験に使用したフライアッシュの主な性質に関する生産者試験結果を表－3.3 に示す。

表－3.3 フライアッシュの品質

項 目 試 料 名	湿 分 (%)	強熱減量 (%)	SiO ₂ (%)	比 重	粉 末 度		メチレン ブルー 吸 着 量 (%)	単 水 位 量 比 (%)
					ブレーン 比表面積 (cm ² /g)	44μふる い 残 分 (%)		
海外炭フライアッシュ1	0.2	3.8	57.2	2.18	4,040	5.0	0.91	100
海外炭フライアッシュ2	0.2	2.7	60.1	2.19	4,770	1.3	0.80	100
国内炭フライアッシュ	0.1	0.8	50.3	2.29	3,280	16.7	0.12	97
JIS規格 (A 6201)	1 以下	5 以下	45 以上	1.95 以上	2,400 以上	—	—	102 以下
宮 ヶ 瀬 規 格	—	—	—	2.0 以上	3,000 以上	25 以下	0.8 以下	—

3) 混 和 剤

混和剤については、主要混和剤メーカーに問い合わせを行い、広範囲の品質のフライアッシュに対し、安定的なコンクリートの性状（スランプ、空気量）を得ることができるとの提案を受けた混和剤のうち、代表と思われるものを使用した。なおこれらの中には、市販品以外の混和剤も含まれている。これらの混和剤は、すべて各混和剤メーカーの推奨する組み合わせ（つまりある会社の減水（主）剤と、他社のAE助剤との組み合わせはない）で用いた。その組み合わせを表-3.4に示す。

表-3.4 混和剤の組み合わせと記号

混 和 剤	減 水 剤	記 号	A E 助 剤	記 号
①	リグニンスルホン酸塩	イ	フライアッシュ用1	い
②	ナフタリンスルホン酸塩 オキシカルボン酸塩	ロ	フライアッシュ用2	ろ
③	ナフタリンスルホン酸塩	ハ	フライアッシュ用3	は
④	リグニンスルホン酸塩	イ	一般用市販品1	に
⑤	ナフタリンスルホン酸塩 オキシカルボン酸塩	ロ	一般用市販品2	ほ
⑥	—	—	市販天然樹脂酸塩	へ

4) セメント

セメントは、試験に応じて市販の普通ポルトランドセメント2種および中庸熱ポルトランドセメント1種を用いた。使用したセメントの品質を表-3.5に示す。（セメント会社試験成績表による）

表-3.5 セメントの試験成績表（抜粋）

種 類	比 重	粉 末 度 (プレーン値) (cm^3/g)	凝 結					安 定 性 (煮沸方法)	MgO (%)	SO ₃ (%)	ig. loss (%)
			室温 (%)	湿度 (%)	水量 (%)	始発 (時分)	終結 (時分)				
普通ポルト1	3.15	3,130	20.0	90	28.3	2-07	4-06	良	2.1	1.9	0.7
普通ポルト2	3.15	3,100	—	—	28.4	2-18	3-48	良	2.0	2.0	0.6
中庸熱ポルト	3.20	3,100	20.0	91	27.4	2-47	4-58	良	1.4	2.0	0.6

種 類	フロ ー値	曲げ強さ (kgf/cm^2)				圧縮強さ (kgf/cm^2)				アルカリ量		
		1日	3日	7日	28日	1日	3日	7日	28日	Na ₂ O	K ₂ O	R ₂ O
普通ポルト1	264	—	37	52	71	—	168	276	425	0.33	0.53	0.68
普通ポルト2	—	—	—	—	—	—	172	276	425	0.34	0.53	0.69
中庸熱ポルト	267	—	34	43	63	—	140	192	370	—	—	—

4. 試 験 方 法

4.1. 減水率試験

各混和剤の減水率試験は、JIS A 6204(コンクリート用化学混和剤)に示された試験方法に準拠し、表-4.1に示す配合条件のもとで行った。ただし、一般にはスランプ8 cmで砕石を用いる場合単位セメント量を300 (kg / m³)とされていたが、同JISでできる限りフライアッシュの影響を顕著にする目的で単位結合材量は320 (kg / m³)とし、フライアッシュ置換率30 (wt%)とした。

表-4.1 配合条件(その1, 減水率試験等)

粗 骨 材 最 大 寸 法 (Gmax)	20 (mm)
使 用 セ メ ン ト	普通ポルトランドセメント
単 位 セ メ ン ト 量 (C (+ F))	320 (kg / m ³)
ス ラ ン プ	8 ± 1 (cm)
空 気 量	5.0 ± 0.5 (%)
フライアッシュ置換率(F / (C + F))	30 (%) (C = 224 kg / m ³ , F = 96 kg / m ³)

減水率は、得られた空気量により各配合の単位水量の補正を行った後、プレーンの時の単位水量から計算により求めた。

4.2 コンシステンシーの経時変化性状

各混和剤を用いたコンクリートのコンシステンシーの経時変化は、表-4.1の配合条件を満足する配合のコンクリートについて行った。

経時変化は、下記A, Bの2試験法により行った。

① 試験法A

コンクリートの練りませ方法は、骨材およびセメント投入後30秒空練り、攪はんしながら約30秒で水を投入した後、2分間本練りを行うものとした。練りませには、100ℓ一軸強制練りパン型ミキサを使用した。

練りませ終了後および30, 60, 90, 180 (分)経過時に測定する分を分取し、ビニール袋へ保管するとともに、スランプ、空気量の測定(0(分)値)、および5 mmふるいでウェットスクリーニングしたモルタルのフロー、空気量の測定を行った。

30～120 (分)経過後スランプおよび空気量を測定する前には、ミキサで90秒練り返しを行った。また練り上がり30分以降モルタルのフローおよび空気量を測定する前には、モルタルミキサーにより90秒間攪はんを行った。

② 試験法 B

コンクリートの練りませ方法は、骨材およびセメント投入後30秒空練り、攪はんしながら約30秒で水を投入した後、2分間本練りを行うものとした。練りませには、100ℓ一軸強制練りパン型ミキサを使用した。

初期値の測定が終了したコンクリートをそのまま練り板上に放置し、その上にビニールシートで覆いをし、水分の蒸発を防ぐ。

それぞれの測定時間で覆いを外して、スコップにより切り返しを1.5往復行った後、スランプ、空気量の測定を行う。測定に用いたコンクリートのうち、スランプ測定に用いたコンクリートは元に戻し、また覆いをして次の回の測定まで待つ。

4.3 圧縮強度特性試験

コンクリートの配合は4.1、4.2と同じ表-4.1に示す配合条件とした。

また、供試体は、練りませ直後の他、4.1④試験法Aの各測定時間ごとに採取した。供試体本数はそれぞれ3本とした。

供試体は、材令2日脱型後材令28日まで標準養生（水中、20℃）を行った。

試験は、材令28日でJIS A 1108（コンクリートの圧縮強度試験方法）により行った。

4.4 凝結硬化速度試験

各々のコンクリートの配合は、表-4.1に示す配合条件を満足するものとした。

試験は、練り上がり直後のコンクリートを5mm手つき木杵ふるいで、ウェットスクリーニングしたものを用いて、JIS A 6204（コンクリート用化学混和剤）付属書1（コンクリートの凝結時間試験方法）に従って行った。

4.5 凍結融解試験

各々のコンクリート配合は、建設省技術管理業務検討会コンクリート部会で用いた表-4.2の示す配合条件を満足するものとした。

試験にはシリーズⅠでは練り上がり直後のみ、シリーズⅡでは、練り上がり直後ならびに90分間経過後の2回、各々3本ずつ作製した供試体を供した。

養生は、材令1日脱型後材令28日まで標準養生（水中、20℃）で行った。

試験は、JIS A 6204（コンクリート用化学混和剤）付属書2（コンクリートの凍結融解試験方法）によった。ただし、フライアッシュを用いており強度発現が遅いことから、材令28日より試験を開始した。

また、シリーズⅡにおいては、供試体（10×10×40cm）を、0分および90分の同一条件でもう一本ずつ作製し、同一養生条件で養生した硬化コンクリート供試体を用いて、ASTM C 457（Microscopical Determination of Air-Void Content and Parameters of the System in

表-4.2 コンクリートの配合条件（その2，凍結融解試験）

粗骨材最大寸法 (Gmax)	20 (mm)
使用セメント	普通ポルトランドセメント
水結合材率比 ($W / (C + F)$)	55 (%)
スランプ	8 ± 1 (cm)
空気量	5.0 ± 0.5 (%)
フライアッシュ置換率 ($F / (C + F)$)	30% ($C = 224 \text{ (kg/m}^3\text{)}, F = 96 \text{ (kg/m}^3\text{)}$)

Hardened Concrete) 修正ポイントカウント法に基づき，空気量，気泡間隔係数等の測定を行った。

4.6 150 mmのコンクリートの配合特性試験

各々のコンクリートの配合は，表-4.3に示す条件を満足するものとした。

表-4.3 コンクリートの配合条件（その3，Gmax 150mm試験）

粗骨材最大寸法 (Gmax)	150 (mm)
使用セメント	中熱ポルトランドセメント
単位セメント量	150 (kg/m ³)
コンシステンシー	スランプ 3 ± 1 (cm)
空気量	5.0 ± 0.5 (%) (40 mm under)
フライアッシュ置換率 ($F / (C + F)$)	30 (%)

練りまぜは，可傾式けい動ミキサにより行った。練りまぜ方法は，空練り30秒，約30秒かけて水の投入，90秒間本練りで行った。

スランプおよび空気量は，練り上がり直後40mmふるいを用いウェットスクリーニングしたコンクリートを用いて行った。

5. 試 験 結 果

5.1. 減水率試験

試験の結果得られた各混和剤を用いたコンクリートの配合および減水率を表－5.1に示す。
骨材はすべて宮ヶ瀬産砕砂，宮ヶ瀬産砕石を用いた。

(1) 減水率について

対象とした混和剤はすべて，フライアッシュ混入・無混入，フライアッシュの種類にかかわらず，JISの混和剤の減水率に関する規定を満足する，十分な減水効果を有していた。シリーズⅡの結果から判断すると，検討した混和剤の中では③の組み合わせが主剤を標準使用量（メーカー推奨値）使用したときの減水率は，最も大きくなると予想された。しかしながら，シリーズⅠの結果からは，標準使用量使用時における減水率は大差がなかった。このため今回の試験においては，各混和剤の減水率の限界値は明らかにすることができなかった。

(2) フライアッシュの減水性について

シリーズⅠの中で，海外炭1および国内炭フライアッシュを用いた配合（No.6～15）は，フライアッシュを用いない配合（No.1～5）と比較して，同一混和剤使用時における単位水量がすべて小さく，フライアッシュがやや減水効果を有することがわかった。仮に同一混和剤（あるいは混和剤なし）間での単位水量の差をフライアッシュ無置換時の単位水量で割ったものをフライアッシュの減水率と定義すると，それぞれの場合の減水率は表－5.2のようになり，混和剤を使用した場合（特に⑥天然樹脂酸塩A E剤と国内炭フライアッシュの組み合わせ）で高かった。

(3) 混和剤（A E剤，A E助剤）の使用量について

各配合において，表－4.1の配合条件を満足するために必要とされたA E剤（あるいはA E助剤）の量は，表－5.1に示したとおりである。この結果，A E剤の使用量は，いずれの混和剤組み合わせにおいても，シリーズⅠでは海外炭1，シリーズⅡでは海外炭2フライアッシュを用いた場合，極端に増加する傾向にあることがわかった。特にシリーズⅠ海外炭1フライアッシュを用いた場合大きく，同シリーズⅠフライアッシュ無置換のものと比較すると，それぞれ⑥－14倍，①－20倍，②－9倍，③－6倍ものA E剤を使用しなければならないことが明かとなった。

また，フライアッシュの違いに伴う，A E剤の使用量の変化を比較すると②，③の混和剤組み合わせで比較的量的変化の割合が少なかった。

表-5.1 減水率試験結果(配合および減水率)

No	シリーズ	セメント	アフツシュイ	混和剤	示 方 配 合 (kg/m ³)							測 定 値		補正後の単位水量	減水率(%)
					水	セメント	フライアッシュ	細骨材	粗骨材	減水剤	A E 剤	空気量	スランプ		
1	シリ ズ I	普 通 ボ ル ト I	な し	なし	216			799	952	—	—	0.8	7.5	219	—
2				⑥	205			776	925	—	0.025	5.8	8.5	203	7.3
3				①	184	320	—	801	955	0.25	0.006	4.4	6.6	185	15.5
4				②	186			799	952	0.20	0.025	5.5	8.1	185	15.5
5				③	184			801	955	1.00	0.048	5.3	8.1	184	16.0
6			海 外 炭 1	なし	213			(750)	(894)	—	—	0.3	8.5	213	—
7				⑥	194			773	921	—	0.34	4.6	7.5	195	8.5
8				①	178	224	96	792	944	0.25	0.12	5.5	8.6	177	16.9
9				②	178			792	944	0.20	0.22	5.8	8.4	177	16.9
10				③	178			792	944	1.00	0.28	5.5	8.9	177	16.9
11			国 内 炭	なし	213			(752)	(897)	—	—	0.3	8.1	213	—
12				⑥	187			783	934	—	0.090	6.5	7.4	184	13.6
13				①	178	224	96	794	947	0.25	0.016	4.9	8.5	178	16.4
14				②	176			797	950	0.20	0.060	4.5	8.1	177	16.9
15				③	174			799	953	1.00	0.070	5.5	8.3	175	17.8
16	シリ ズ II	普 通 ボ ル ト 2	海 外 炭 2	なし	203			810	966	—	—	0.4	7.9	204	—
17				①	178			758	979	0.25	0.06	5.1	11.2	178	12.7
18				②	178	224	96	758	979	0.18	0.11	5.1	9.9	178	12.7
19				③	178			758	979	0.50	0.10	5.4	10.0	177	13.2
20				④	178			758	979	0.25	0.0275	5.7	11.6	177	13.2
21				⑤	178			758	979	0.18	0.036	5.5	12.1	177	13.2
22			国 内 炭	なし	203			758	979	—	—	0.5	8.9	204	—
23				①	174	224	96	765	988	0.25	0.015	5.6	11.4	173	15.2
24				②	174			765	988	0.20	0.014	5.2	11.2	174	14.7
25				③	174			765	988	0.60	0.035	5.9	8.7	172	15.7

※ 減水剤およびA E 剤は、セメント量に対する割合(%)

表-5.2 フライアッシュの減水率

混和剤No	無 置 換	海 外 炭 1		国 内 炭	
	単位水量	単位水量	減 水 率	単位水量	減 水 率
	(1)	(2)	{ 1.0 - (2)/(1) }	(3)	{ 1.0 - (3)/(1) }
な し	219	213	2.7 (%)	213	2.7 (%)
⑥	203	195	3.9	184	9.4
①	185	177	4.3	178	3.8
②	185	177	4.3	177	4.3
③	184	177	3.8	175	4.9

表-5.3 AE剤使用量

混和剤	シ リ ー ズ I						シ リ ー ズ II			
	無 置 換		海 外 炭 1		国 内 炭		海 外 炭 2		国 内 炭	
	使用量	比 率	使用量	比 率	使用量	比 率	使用量	比 率	使用量	比 率
⑥	0.025	1.0	0.34	13.6	0.090	3.6	—	—	—	—
①	0.006	1.0	0.12	20.0	0.016	2.7	0.060	10.0	0.015	2.5
②	0.025	1.0	0.22	8.8	0.060	2.4	0.110	4.4	0.034	1.4
③	0.048	1.0	0.28	5.8	0.070	1.5	0.100	2.1	0.035	0.7

表-5.4 コンシステンシー経時変化（空気量およびスランプ）

配合 No.		混 和 剤	空 気 量						ス ラ ン プ						練り上 り温度
			0	30	60	90	180	0-90	0	30	60	90	180	0-90	
1	シ リ ー ズ I	—	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	-0.1	7.5	5.5	3.6	4.2	1.9	3.3	23.0
2		⑥	5.8	4.8	3.9	3.3	2.8	2.5	8.5	6.2	4.4	3.8	1.2	4.7	23.0
3		①	4.4	2.7	2.4	2.3	2.3	2.1	6.6	2.9	1.3	0.8	0.3	5.8	23.0
4		②	5.5	2.7	2.6	2.6	1.9	2.9	8.1	3.2	2.3	1.6	1.6	6.5	23.0
5		③	5.3	3.8	3.8	3.7	3.1	1.6	8.1	3.5	2.7	1.8	0.4	6.3	22.0
6	I ズ	—	0.3	0.2	0.5	0.6	0.8	-0.3	8.5	5.1	3.5	4.9	3.1	3.6	23.0
7		⑥	4.6	1.9	1.3	1.3	1.3	3.3	7.5	4.0	3.7	2.2	2.0	5.3	—
8		①	5.5	3.3	2.8	2.3	2.0	3.2	8.6	4.3	2.4	1.3	0.5	7.3	22.8
9		②	5.8	3.0	2.5	2.3	2.2	3.5	8.4	4.5	3.1	1.4	0.1	7.0	22.8
10		③	5.5	3.2	2.9	2.9	1.7	2.6	8.9	4.5	2.3	2.3	0.6	6.7	23.4
11	I ズ	—	0.3	0.3	0.2	0.6	0.9	-0.3	8.1	8.1	7.3	5.5	4.0	2.6	23.0
12		⑥	0.5	3.5	3.1	2.7	2.5	3.8	7.4	4.5	3.4	3.0	1.3	4.4	23.0
13		①	4.9	3.1	2.9	2.9	2.8	2.0	8.5	5.0	4.2	3.0	1.2	5.5	23.0
14		②	4.5	2.7	2.7	2.3	2.3	2.2	8.1	3.5	3.1	2.0	0.5	6.1	23.0
15		③	5.5	3.5	3.5	3.7	2.1	1.8	8.3	4.4	2.6	2.6	1.2	5.7	23.0
16	シ リ ー ズ II	—	0.4	0.6	0.7	1.1	—	-0.7	7.9	6.6	4.3	2.9	—	5.0	19.6
17		①	5.1	4.9	4.1	3.7	—	1.4	11.2	6.8	6.1	4.1	—	7.1	20.5
18		②	5.1	4.1	3.8	3.6	—	1.5	9.9	6.9	6.6	4.8	—	5.1	20.1
19		③	5.4	3.6	3.4	2.5	—	2.9	10.0	5.9	3.7	2.5	—	7.5	20.8
20		④	5.7	3.3	2.3	2.1	—	3.6	11.6	7.4	4.8	3.3	—	8.3	20.2
21	II ズ	⑤	5.5	3.9	3.1	3.0	—	2.5	12.1	6.7	5.4	3.5	—	8.6	20.7
22		—	0.5	—	—	—	—	—	8.9	—	—	—	—	—	20.5
23		①	5.6	4.8	4.3	4.2	—	1.4	11.4	6.8	5.6	4.8	—	6.6	20.7
24		②	5.2	4.6	4.1	3.9	—	1.3	11.2	7.2	5.6	4.3	—	6.9	20.7
25		③	5.9	4.4	4.1	3.8	—	2.1	8.7	7.1	5.6	5.3	—	3.4	20.9

※ 空気量，スランプの0-90欄は，0分から90分までの減少量。

5.2 コンシステンシーの経時変化性状について

試験の結果得られた各配合のコンクリートのコンシステンシー（空気量およびスランプ）の測定結果を表－5.4（シリーズⅠ，付図－1.1～8，付図－2.1～8，シリーズⅡ，付図－14.1, 2, 付図－15.1, 2 参照）に示す。ここで，配合Noは表－5.1と同じである。

(1) 試験法の違いについて

今回の試験ではそれぞれの試験シリーズにおいて，試験の目的とする調査項目についてできるかぎりばらつきの生じない状態で測定することを重視したため，シリーズⅠでは試験法A，シリーズⅡでは試験法Bという別の試験法を採用した。この二つの試験法により得られた試験結果の特徴としては，表－5.4で明らかなように，試験法Bでは空気量の経時変化が相対的に小さくスランプの経時変化がやや大きく測定される点を上げることができる。ただし同一シリーズ内の空気量およびスランプの経時変化の傾向はほぼ似通っていることから，混和剤間の相違については比較検討することができると考えられた。

(2) 空気量の経時変化について

空気量の経時変化試験結果で特徴的な事項をまとめると次のようになる。

- 1) 海外炭フライアッシュ 1 および 2 を用いた配合では，90分までの空気量の減少量が，他の配合（フライアッシュ無置換および国内炭フライアッシュ使用）と比べて多い。特にシリーズⅠの海外炭フライアッシュ 1 を用いた場合多かった。
- 2) シリーズⅡで従来から市販されていた一般コンクリート用A E 助剤を用いた配合（No 20, 21）と，フライアッシュ用の特殊A E 助剤を用いた配合（No 17, 18, 19）を比較すると，一般型では空気量の低下量が多いのに比べて，フライアッシュ用のA E 助剤を用いた配合ではかなり空気量の減少が少なく押さえられていた。
- 3) 混和剤種類ごとには，それぞれの混和剤で比較的減少量が小さくなるフライアッシュとの組み合わせがあること，そのフライアッシュは混和剤により異なり混和剤①，②はシリーズⅡの海外炭フライアッシュ 2 および国内炭で小さく，③は国内炭フライアッシュで小さかった。

(3) スランプの経時変化について

スランプの経時変化測定結果で，特徴的な事項をまとめると次のようになる。

- 1) フライアッシュ種類の違いによりスランプの経時変化量はあまり影響されないと考えられた。
- 2) スランプの経時変化量は，初期スランプ値の大小に関係があるようである。また，今回の試験ではスランプの初期値のばらつきがやや大きかったことが，スランプの経時変化の傾向を把握することを困難にした理由の一つとして挙げられる。
- 3) スランプの経時変化量は，フライアッシュ置換のあるなしにかかわらず，混和剤を使用しないプレーン（No 1, 6, 11）で少なく，混和剤を用いると多いこと，混和剤の中でも⑥A E 剤ではやや少なくその他A E 減水剤を用いた単位水量の少ないもので大きいことがわかった。

4) 空気量の減少量の大きいものでは、ややスランプの減少量も大きい傾向にあった。

5) コンクリートは練りませ後30分で大部分3cm以上のスランプロスがあること、その後も減少しシリーズⅠの180分後の測定結果はプレーン(No 1, 6, 11)を除いてすべて2cm以下になっていた。

5.3 圧縮強度特性試験

混和剤および採取時間の違いによる材令28日における圧縮強度を同一フライアッシュごとにとりまとめたものを、図-5.1~3に示す。また、フライアッシュ種類の違いによる圧縮強度の違いを同一混和剤ごとにとりまとめたものを、図-5.4~8に示す。これらの図より次のようなことが明らかとなった。

1) コンクリートの圧縮強度は、供試体の採取時間が遅くなるに従い大きくなっていた。

ただし、増加傾向が見受けられるのは90分までであり、練りませ後180分で作製した供試体は90分で作製したものとほぼ同じ値であった。

2) フライアッシュ無置換配合コンクリートの供試体圧縮強度は、A E減水剤を用いた3配合(No 3, 4, 5)とも、混和剤の減水効果により他と比べて3割程度増加していた。これに対し配合No 2は、減水効果と空気量増加の影響がほぼ相殺し、混和剤を用いない配合No 1(プレーン)と同程度の強度であった。

3) 海外炭フライアッシュ1を用いた配合No 6~10では、A E減水剤を使用したことによる強度の増加は見られなかった。

4) 国内炭フライアッシュを用いた配合No 11~15の中では、混和剤を用いない配合11に比べてA E減水剤を用いた配合12で約5割、その他のA E減水剤を用いた配合13~15では、6~10割の強度増加があった。

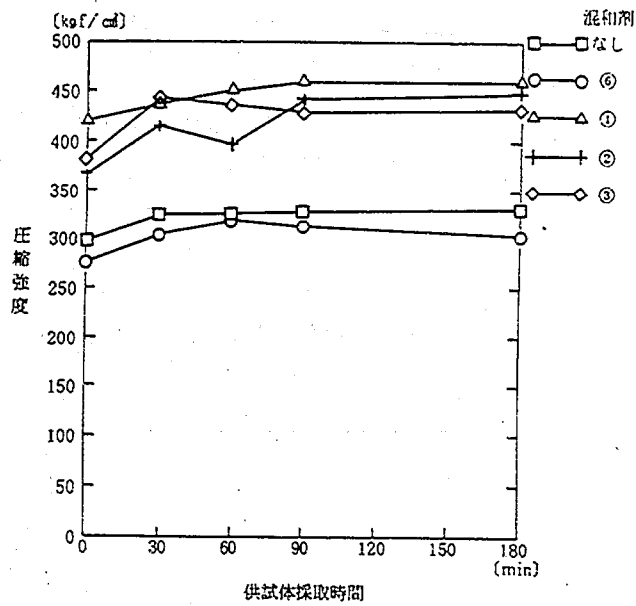


図-5.1 圧縮強度試験結果 (無置換)

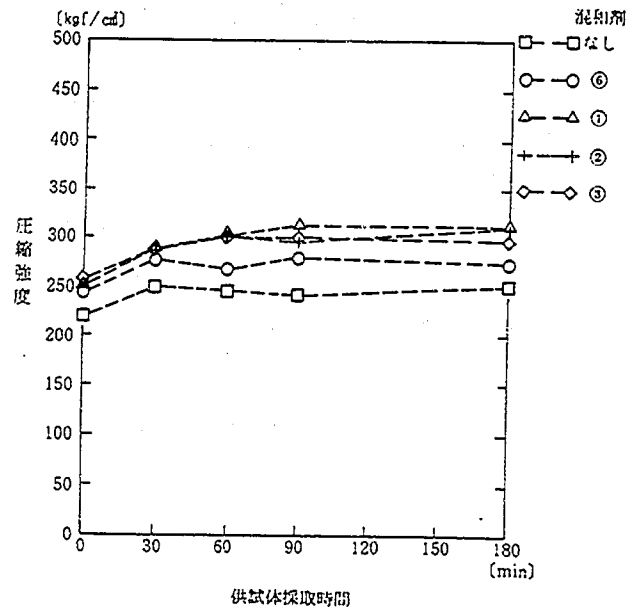


図-5.2 圧縮強度試験結果
(海外炭フライアッシュ 1)

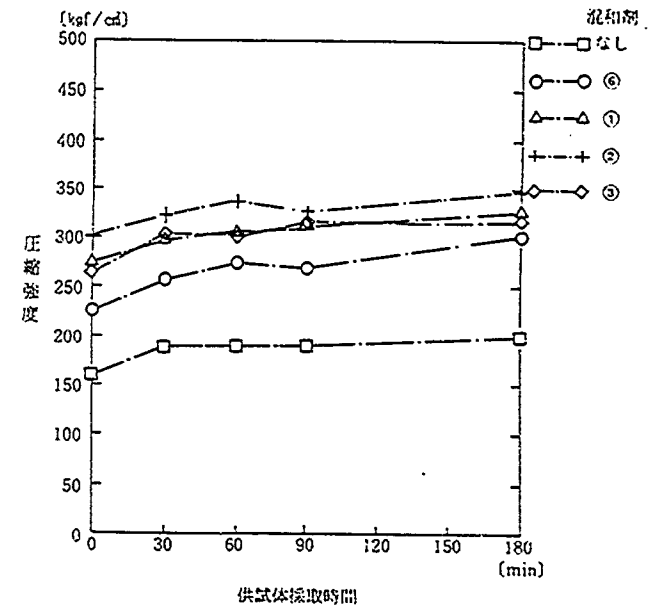


図-5.3 圧縮強度試験結果
(国内炭フライアッシュ)

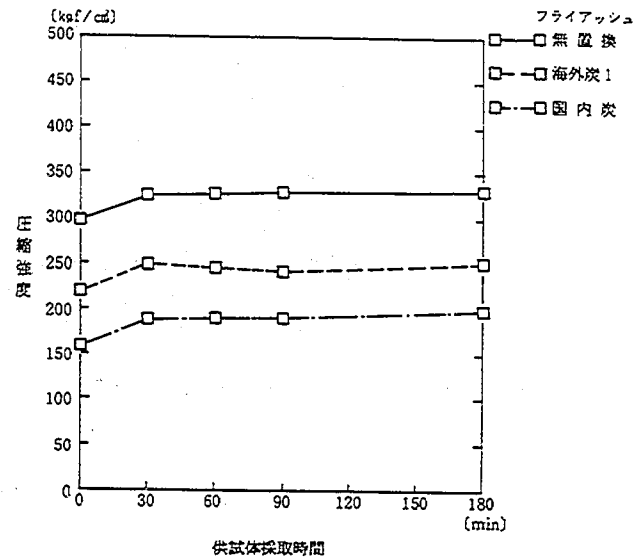


図-5.4 圧縮強度試験結果（混和剤なし）

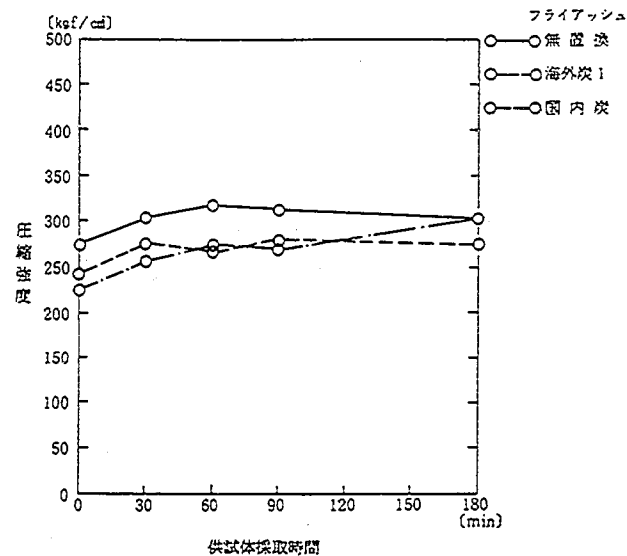


図-5.5 圧縮強度試験結果（混和剤⑥）

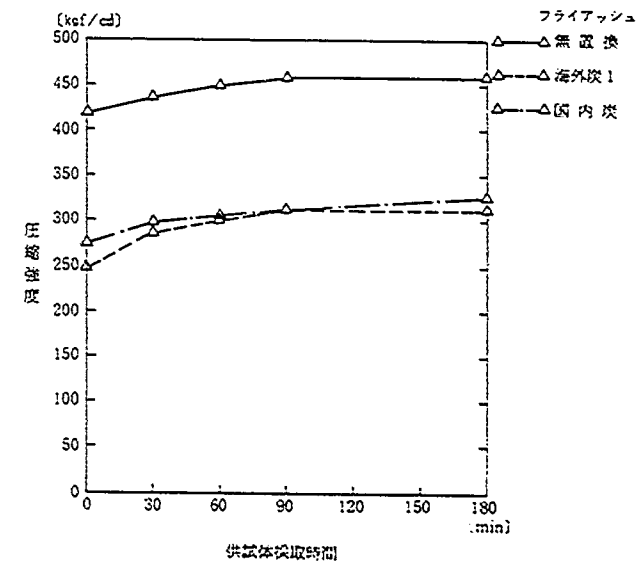


図-5.6 圧縮強度試験結果（混和剤①）

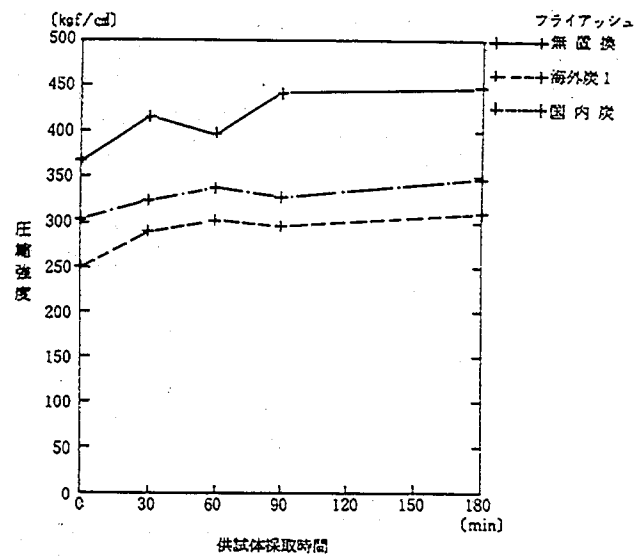


図-5.7 圧縮強度試験結果（混和剤②）

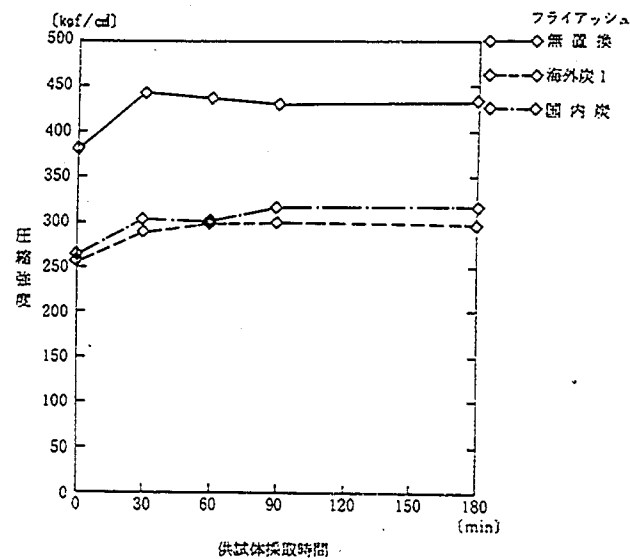


図-5.8 圧縮強度試験結果（混和剤③）

5.4 凝結硬化速度試験

プロクター貫入抵抗試験法によるコンクリートの凝結硬化速度試験の結果得られた貫入抵抗値の変化を図-5.9～11に示す。またその結果得られたそれぞれのコンクリートの始発および終結時間を表-5.5に示す。これらの図表から次のようなことが明らかになった。

- 1) フライアッシュ無置換および国内炭フライアッシュを用いたコンクリートで遅延型AE減水剤①②③を用いた配合では混和剤を用いない場合と比べて遅延性を有していることがわかった。しかしながら、JIS A 6204の規定値（始発+60～+210，終結+210（分）以下）と比べて始発時間の遅延時間からはずれているものがあった。
- 2) 海外炭フライアッシュ1を用いたコンクリートでは混和剤を用いた場合逆にプレーンと比べて始発，終結とも促進されていた。特に，⑥AE剤を用いた場合その差が大きかった。
- 3) 国内炭フライアッシュを用いた配合では無置換の配合と比べて始発，終結ともかなり（約2時間づつ）遅れていた。

表-5.5 コンクリートの凝結硬化速度試験結果

配 合			始 発		終 結	
No.	フライ アッシュ	混和剤	時 間	差(分)	時 間	差(分)
1	無 置 換	—	4:48	0	6:48	0
2		⑥	4:36	-12	6:42	-6
3		①	5:02	14	7:12	24
4		②	5:36	48	7:42	54
5		③	5:32	44	8:04	76
6	海 外 炭 1	—	5:46	0	7:51	0
7		⑥	4:52	-54	7:00	-51
8		①	5:12	-34	7:42	-9
9		②	5:04	-42	7:12	-39
10		③	5:28	-18	7:54	3
11	国 内 炭	—	6:16	0	8:40	0
12		⑥	5:52	-24	8:36	4
13		①	7:12	56	9:46	66
14		②	7:30	74	9:54	74
15		③	7:12	56	9:50	70

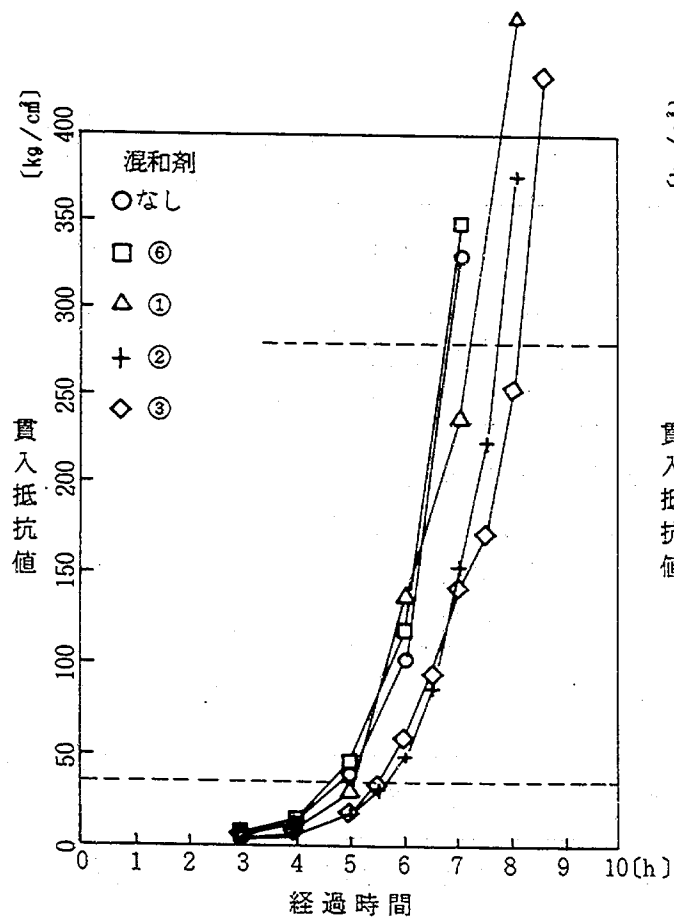


図-5.9 凝結硬化速度試験
(フライアッシュ無置換)

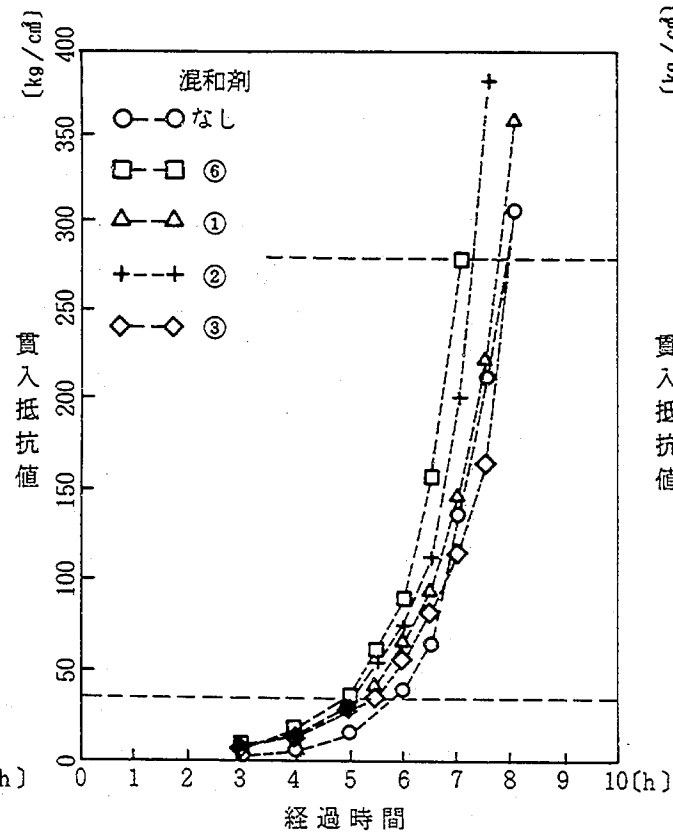


図-5.10 凝結硬化速度試験
(海外炭フライアッシュ1)

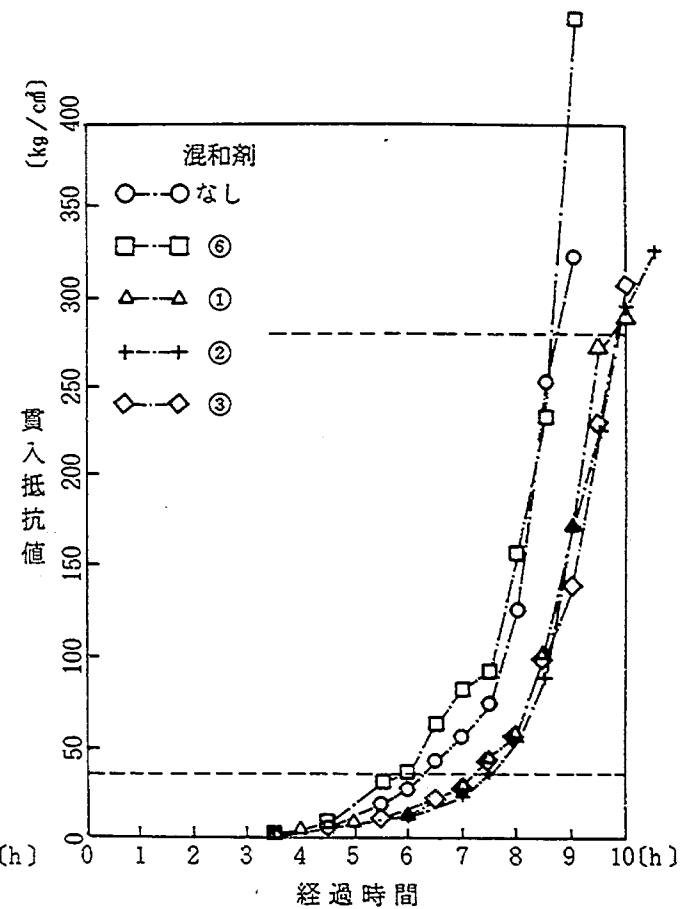


図-5.11 凝結硬化速度試験
(国内炭フライアッシュ)

5.5 耐凍害性試験

コンクリートの凍結融解耐久性についてシリーズⅠの凍結融解試験結果を表－5.6 および図－5.12～13に示す。シリーズⅡの凍結融解試験，および気泡間隔係数等に関する試験結果を表－5.7 および図－5.14，15に示す。なお，それぞれのシリーズのコンクリートの配合およびコンシステンシー測定結果を表－5.8 および5.9に示す。

この結果をまとめると次のようになる。

(1) 凍結融解繰り返し試験結果

シリーズⅠおよびⅡにおいて，JIS A 6204 付属書 2 に準拠して行った凍結融解繰り返し試験の結果次のようなことが明らかとなった。

- 1) シリーズⅠにおいて最も動弾性係数の低下（相対動弾性係数の減少）割合が大きかったのは国内炭，海外炭フライアッシュ 1 とともに混和剤③であった。特に海外炭フライアッシュ 1 では，100 サイクル以前に測定不能な状態となっていた。しかしながら，重量変化はあまり他の混和剤を用いたものと変わりなく，やや試験結果の信頼性は乏しかった。また，同一配合でシリーズⅡで行った試験結果は 300 サイクル終了後の相対動弾性係数が 78% であり，この結果からは十分な耐久性が確保できることが予想された。
- 2) シリーズⅠでフライアッシュ無置換のものはすべて 300 サイクル終了後の相対動弾性係数が 95% 以上確保され，どの混和剤も基本的には十分な凍結融解耐久性を確保できることがわかった。
- 3) 海外炭フライアッシュを用いた配合では，やや相対動弾性係数の低下が大きかった。
- 4) シリーズⅡにおいて 90 分経過後作製した供試体は極端に相対動弾性係数が低下しておりすべて 300 サイクルの試験を完了することができなかった。

シリーズⅡについてのみ行った ASTM C 457 修正ポイントカウント法に基づく硬化コンクリートの空気量および気泡間隔係数の測定結果からは次のようなことが明きらかとなった。

- 5) 練りませ直後採取した供試体はすべて，気泡間隔係数が，十分な対凍害性を確保するために必要な目安とされている $250\mu\text{m}$ 以下の値になっていた。この結果からも，各混和剤が海外炭フライアッシュを使用した場合においても十分な耐久性を確保できるとするシリーズⅡにおける凍結融解試験結果を裏づけることができた。
- 6) 90 分経過後作製した供試体では一部気泡間隔係数が $250\mu\text{m}$ 以下のものもあったが，空気の総量が小さかったためか，対凍害性は十分でなかった。しかし，傾向的には凍結融解繰り返し試験の結果得られた耐久性指数は気泡間隔係数が小さいほど大きく，なんらかの関係があることが予想された。

表- 5.6 凍結融解試験結果 (シリーズ I)

シリーズ	配 合			コンシステンシー			凍結融解試験結果	
	No.	フライアッシュ	混和剤	Air	Sl	℃	耐久性指数 D.F.	重量減少率 $\Delta W(\%)$
I	2	無置換	⑥	—	—	21.8	97.7	4.07
	3		①	6.2	8.2	22.3	96.5	3.61
	4		②	6.3	8.1	21.5	95.3	3.05
	5		③	5.8	8.8	21.8	98.2	4.03
	7	海外炭 1	⑥	6.1	8.1	21.3	75.1	14.43
	8		①	5.5	8.0	22.4	87.7	12.25
	9		②	6.0	8.5	22.0	88.7	11.24
	10		③	5.7	8.0	21.5	$37.0 \times 90 / 300 = 11$	(2.13)
	12	国内炭	⑥	6.3	8.8	21.8	94.6	4.25
	13		①	6.2	8.4	23.4	94.1	7.13
	14		②	6.2	8.4	23.2	94.7	3.94
	15		③	6.0	8.9	21.5	76.2	12.04

表- 5.7 耐凍害性試験結果 (シリーズ II - 海外炭フライアッシュ 1 使用)

シリーズ	配 合		凍結融解試験結果		気泡間隔係数試験結果								
	時間	混和剤	耐久性指数 D. F.	重量減少率 $\Delta W(\%)$	空気量 (%)			比表面積 (mm^2/mm^3)			気泡間隔係数 (μm)		
					上	下	平均	上	下	平均	上	下	平均
II	0 分	⑥	84.6	12.42	6.4	5.4	5.9	29.9	33.6	31.8	154	147	151
		①	70.1	12.41	5.2	4.1	4.7	22.8	23.9	23.4	216	228	222
		②	79.1	13.92	4.0	3.4	3.7	28.3	30.0	29.2	195	197	196
		③	78.0	16.00	3.2	2.6	2.9	31.5	25.5	28.5	195	262	229
		⑥	$20.3 \times 121 / 300 = 8.2$	(9.93)	2.2	1.7	2.0	20.5	24.2	22.4	365	340	358
	90 分	①	$34.7 \times 259 / 300 = 30.0$	(10.22)	3.1	2.4	2.8	27.2	27.6	27.4	228	250	239
		②	$19.1 \times 30 / 300 = 1.9$	(1.46)	1.3	0.8	1.1	22.2	27.2	24.7	408	403	406
		③	$48.7 \times 226 / 300 = 36.7$	(9.97)	2.6	2.0	2.3	31.5	31.3	31.4	213	239	231
		⑥											
		①											

※ 重量減少率 () 付は、300 サイクル以前試験中止時
() なしは、300 サイクル完了時

表-5.8 耐凍害性試験供試体の配合(シリーズI)

配合種類			示 方 配 合							コンシステンシー	
No	フライ アッシュ	混和剤	水 W	セメント C	フライ アッシュ F	細骨材 S	粗骨材 G	減水剤 C×%(g/m³)	A E 剤 C×%(g/m³)	空気量	スランプ
2	無 置 換	⑥	205	373	—	755	900	—	0.002 (9)	5.5	8.2
3		①	184	335		795	948	0.25 (838)	0.006 (20)	5.5	8.2
4		②	186	338		791	943	0.20 (676)	0.025 (85)	5.6	8.1
5		③	184	335		795	948	1.00 (3,350)	0.048 (161)	5.1	8.8
7	海 外 炭 1	⑥	194	247	106	758	903	—	0.340 (1,200)	4.9	8.6
8		①	178	227	97	790	941	0.25 (810)	0.120 (389)	4.7	7.5
9		②	178	227	97	790	941	0.20 (548)	0.217 (704)	5.2	8.0
10		③	178	227	97	790	941	1.00 (3,240)	0.277 (896)	5.3	9.9
12	国 内 炭	⑥	187	238	102	775	924	—	0.090 (306)	5.4	8.1
13		①	178	227	97	792	944	0.25 (810)	0.016 (51)	4.8	8.0
14		②	176	224	96	796	950	0.20 (640)	0.060 (192)	5.3	8.5
15		③	174	221	95	801	954	1.00 (3,160)	0.071 (224)	5.0	8.0

表-5.9 耐凍害性試験供試体配合(シリーズII)

配合種類			示 方 配 合							0 分		90 分	
No	フライ アッシュ	混和剤	水 W	セメント C	フライ アッシュ F	細骨材 S	粗骨材 G	減水剤 C×%(g/m³)	A E 剤 C×%(g/m³)	空気量	スラ ンプ	空気量	スラ ンプ
7	海 外 炭 1	⑥	196	249	107	757	899	—	0.360 (1,281)	5.6	8.8	1.7	3.6
8		①	182	232	99	782	923	0.25 (828)	0.160 (530)	4.9	8.3	2.1	2.2
9		②	180	229	98	786	937	0.20 (654)	0.220 (719)	5.5	8.4	2.1	1.2
10		③	180	229	98	786	937	1.00 (3,270)	0.290 (948)	5.3	8.9	3.1	2.3

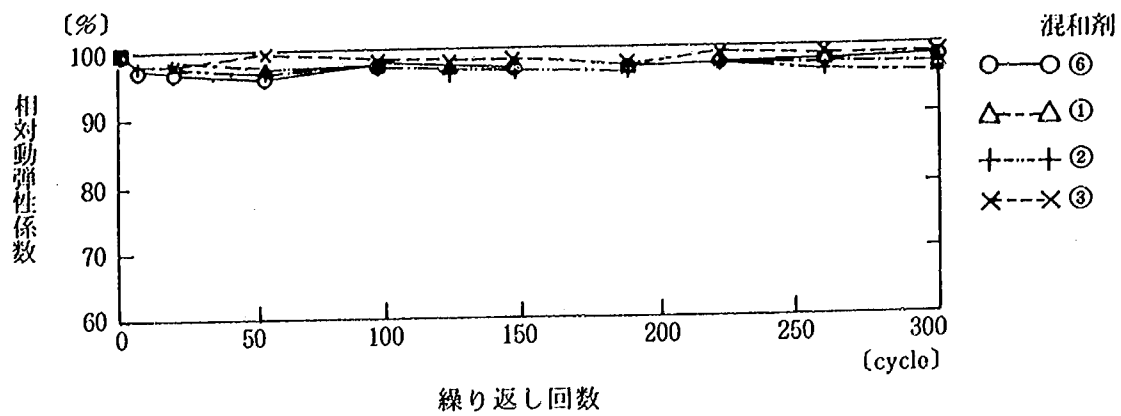


図- 5.12 a 相対動弾性係数 (フライアッシュ無置換)

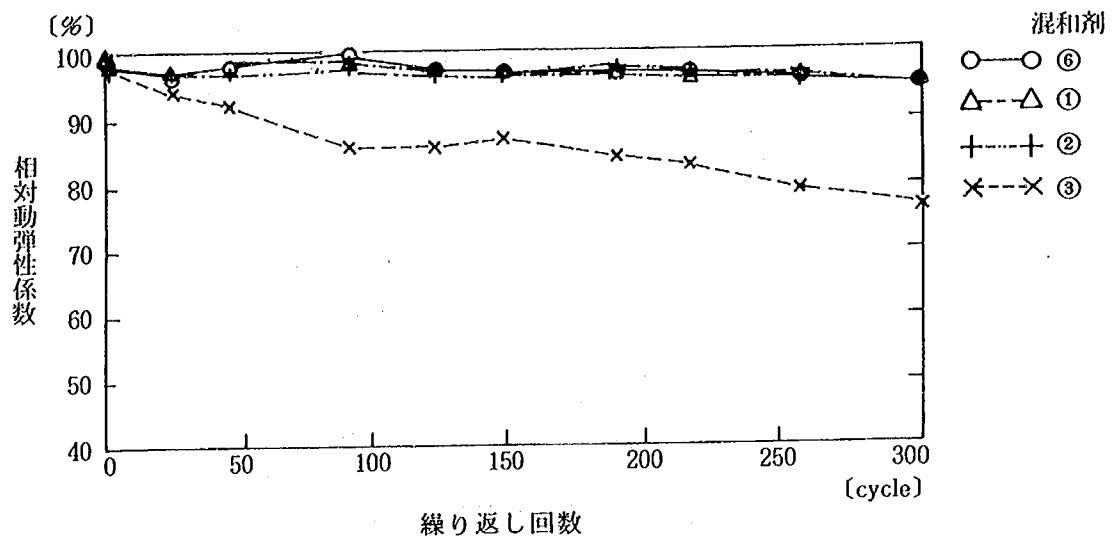


図- 5.12 b 相対動弾性係数 (海外炭フライアッシュ 1)

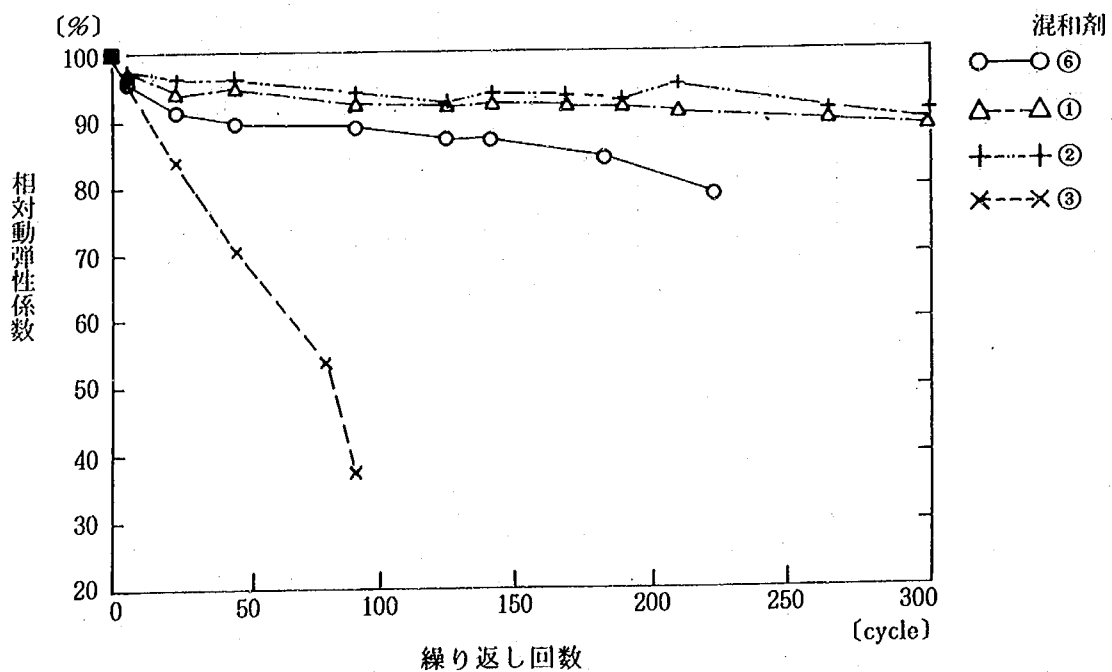


図- 5.12 c 相対動弾性係数 (国内炭フライアッシュ)

図- 5.12 凍結融解試験結果 (相対動弾性係数の変化)
(シリーズ I, フライアッシュ比較)

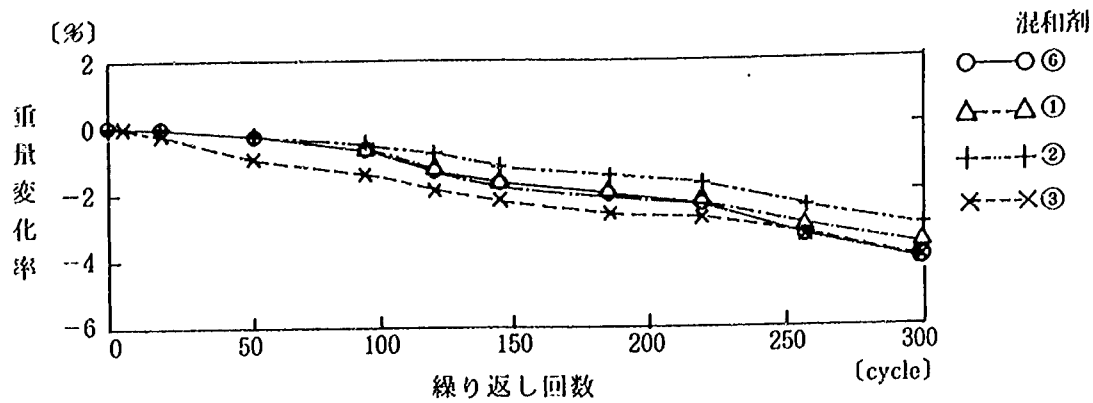


図- 5.13 a 重量変化 (Fなし)

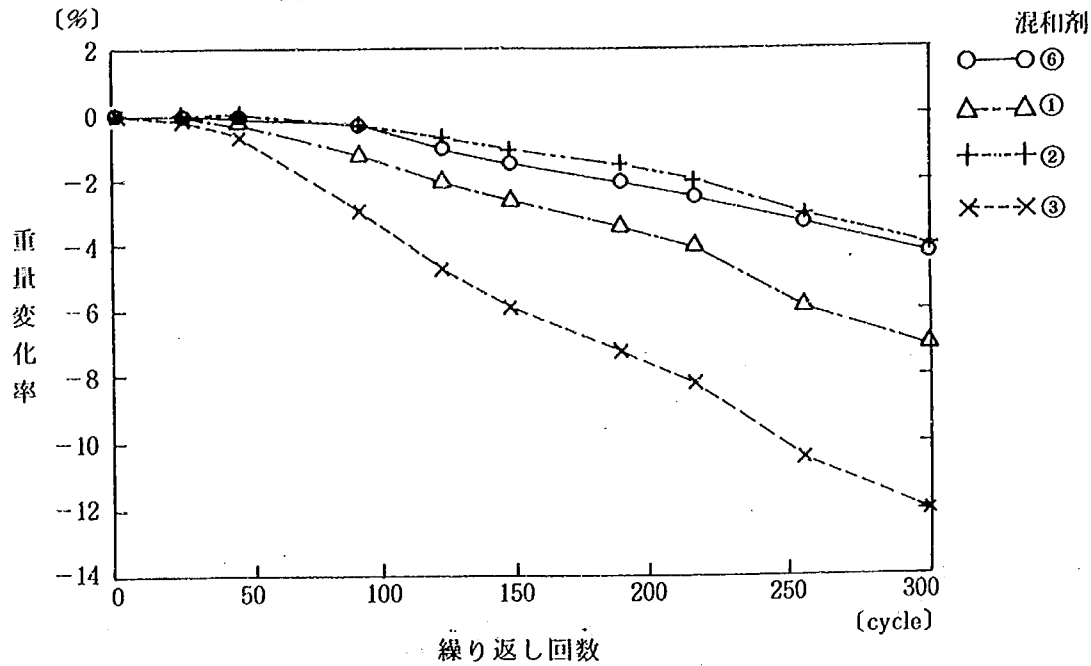


図- 5.13 b 重量変化 (海外炭フライアッシュ 1)

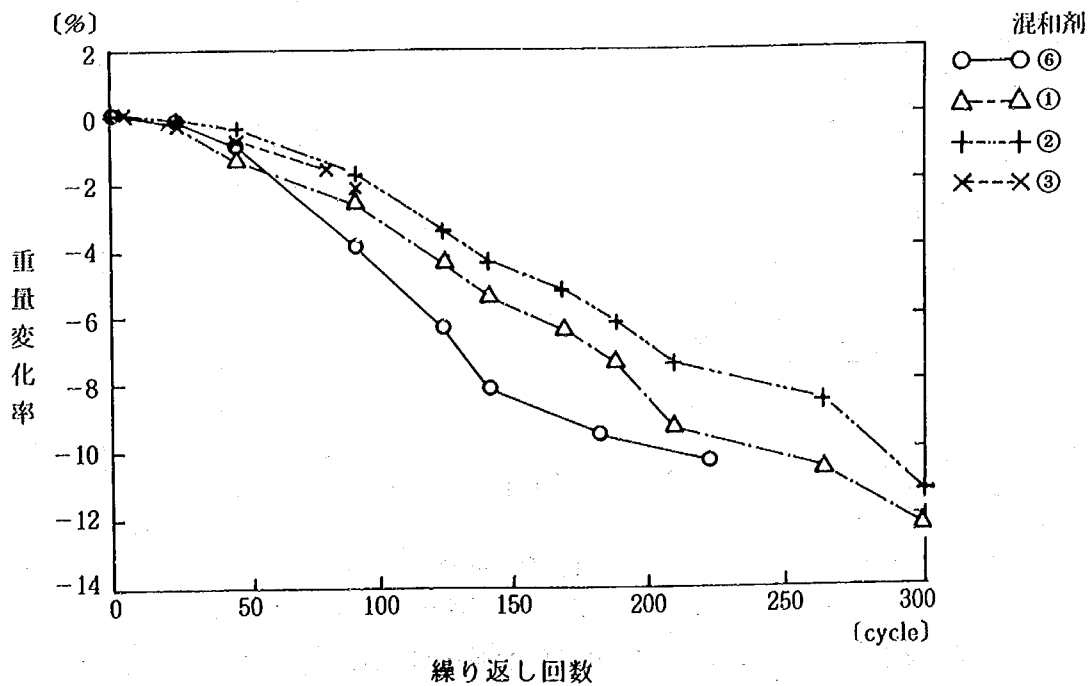


図- 5.13 c 重量変化 (国内炭フライアッシュ)

図- 5.13 凍結融解試験結果 (重量変化)
(シリーズ I, フライアッシュ比較)

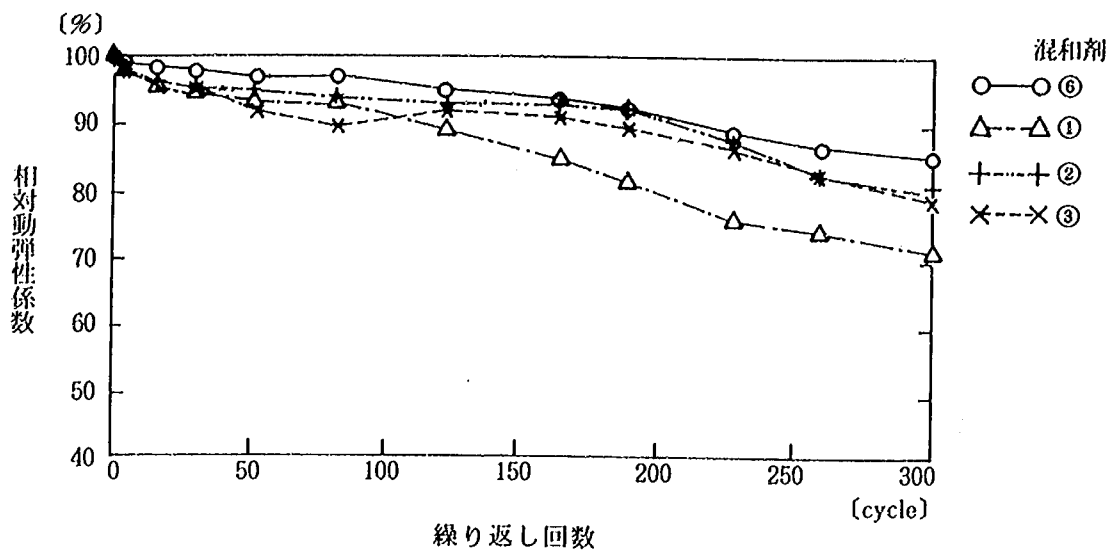


図- 5.14 a 相対動弾性係数 (練りまぜ直後 (0 分))

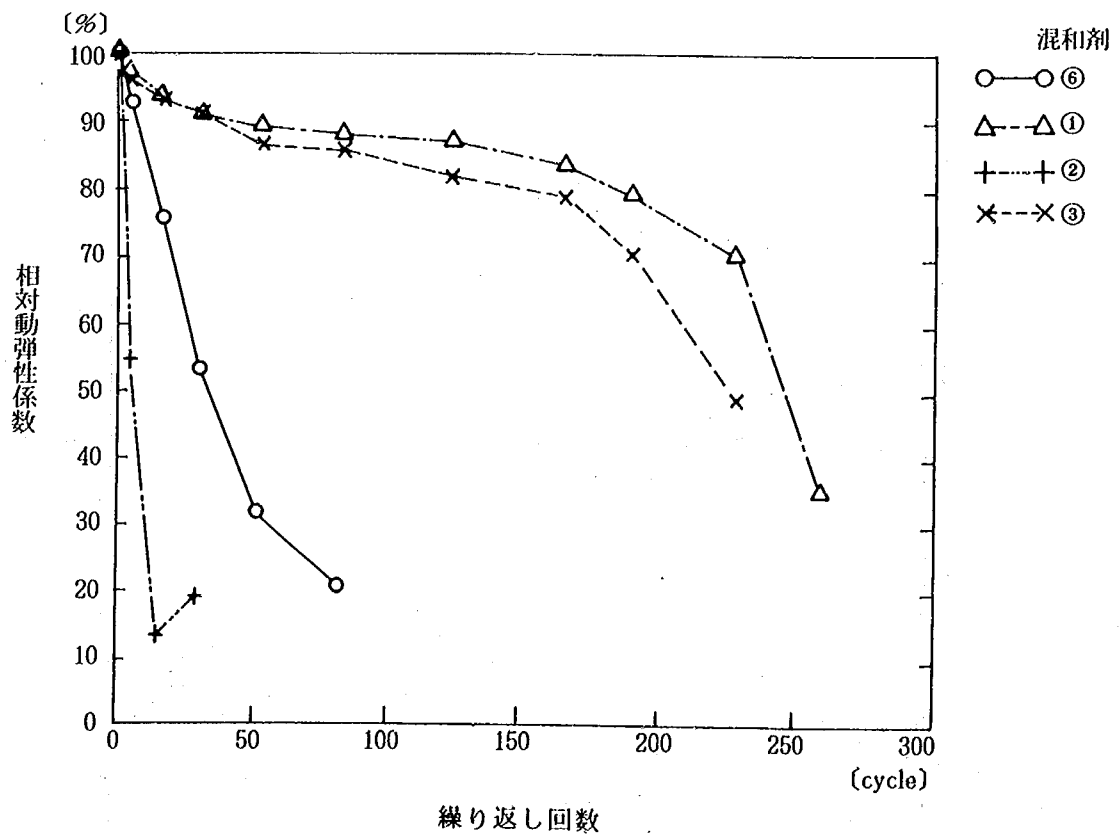


図- 5.14 b 相対動弾性係数 (90 分後)

図- 5.14 凍結融解試験結果 (相対動弾性係数の変化)
(シリーズ II, 海外炭フライアッシュ 1 を用いた経時変化)

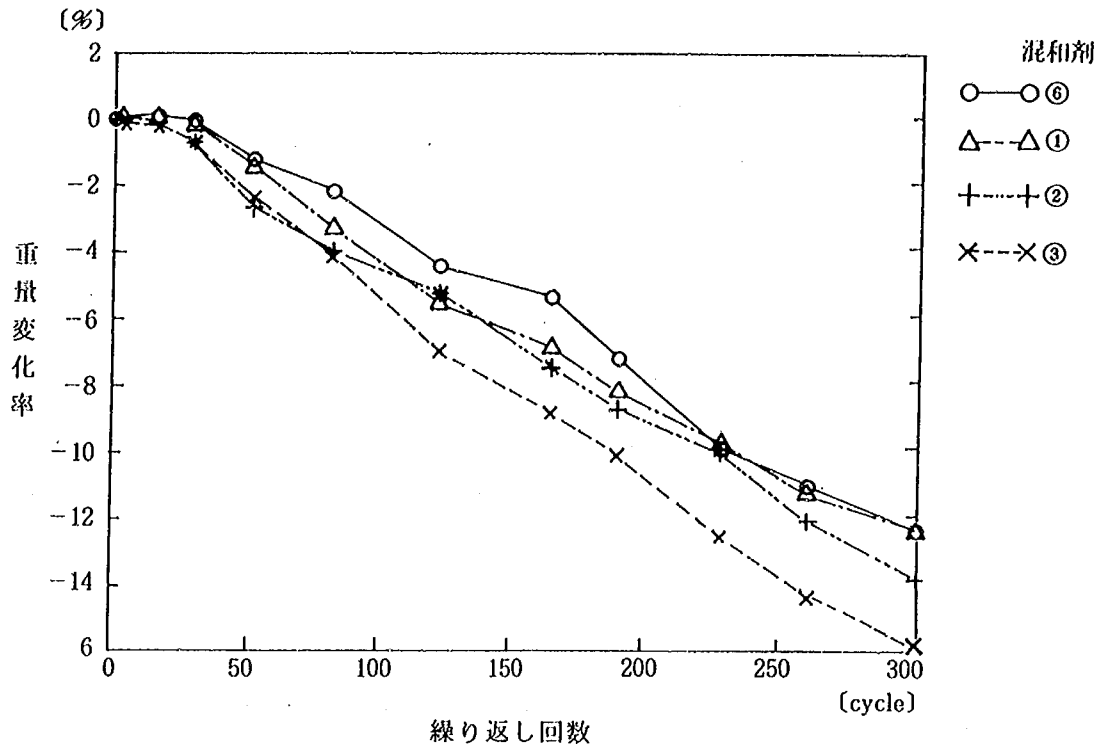


図- 5.15 a 重量変化 (練りまぜ直後)

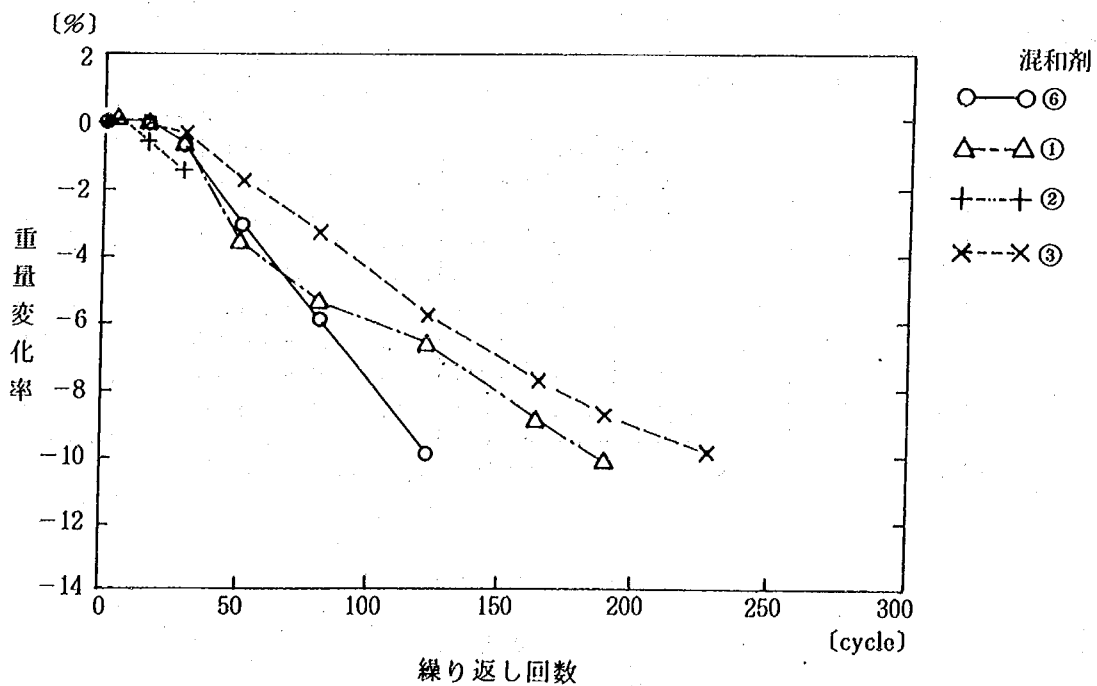


図- 5.15 b 重量変化 (90分後)

図- 5.15 凍結融解試験結果 (重量変化)
(シリーズⅡ, 海外炭フライアッシュ 1 を用いた経時変化)

5.6 150 mmコンクリートの配合試験

粗骨材最大寸法 150 mm の骨材を用いて混和剤の減水特性について検討した結果を表-5.10に示す。この結果から、次のようなことがわかった。

- ① 検討した3種類のA E減水剤(①②③)の減水率は、フライアッシュ無置換、海外炭1、国内炭フライアッシュ使用のそれぞれの場合ではほぼ一定である。
- ② セメント重量の30%を国内炭フライアッシュで置換した場合、単位水量は⑥A E剤で16kg(11%)、その他のA E減水剤(①②③)で8kg(6%)減少していた。
- ③ 同様に海外炭フライアッシュで30%置換した場合、単位水量は⑥A E剤で13kg(9%)、その他のA E減水剤(①②③)で7kg(5%)減少していた。
- ④ 混和剤(A E剤)の使用量は、Gmax 20 mmでの試験結果と同じく、フライアッシュ無置換で最も少なく、国内炭フライアッシュ、海外炭フライアッシュ1の順で使用量が多くなっていった。

表-5.10 骨材最大寸法 150 mmコンクリートの配合およびコンシステンシー

配 合 条 件			水セメント比 (%)	単 位 量							コンシステンシー			
No	ア フ ラ イ ア ッ シュ	混和剤		水 W	セメント C	フ ラ イ ア ッ シュ F	細骨材 S	粗骨材 G	減 水 剤 C×% (g/m ³)	A E剤 C×%	空気量	スランプ	小型VC	大型VC
2	無 置 換	⑥	93.0	140	150	—	600	1,421	—	0.025	5.3	5.0	24	12
3		①	86.7	130	150	—	617	1,418	0.25 (375)	0.007	5.6	3.2	18	14
4		②	86.7	130	150	—	617	1,418	0.20 (300)	0.025	5.5	3.5	28	14
5		③	86.7	130	150	—	608	1,439	1.00 (1,500)	0.048	4.8	3.3	16	7
7	海 外 炭 1	⑥	84.7	127	105	45	604	1,432	—	0.390	5.4	3.1	12	28
8		①	82.0	123	105	45	608	1,439	0.25 (375)	0.190	5.3	3.5	17	18
9		②	82.0	123	105	45	608	1,439	0.20 (300)	0.260	5.2	4.0	10	12
10		③	82.0	123	105	45	608	1,439	1.00 (1,500)	0.290	5.4	3.6	8	12
12	国 内 炭	⑥	82.7	124	105	45	608	1,439	—	0.070	5.2	3.1	8	14
13		①	81.3	122	105	45	609	1,443	0.25 (375)	0.022	5.5	3.0	33	18
14		②	81.3	122	105	45	609	1,443	0.20 (300)	0.090	5.6	2.6	28	18
15		③	81.3	122	105	45	609	1,443	1.00 (1,500)	0.080	5.5	5.0	24	8

注) 粗骨材粒度は 150~80 mm 30%, 80~40 mm 20%, 40~20 mm 20%, 20~5 mm 30% で用いた。
細骨材率 (s/a) は 30 (%) とした。

6. ま と め

混和剤により、品質水準の低いフライアッシュを用いたコンクリートの品質について各種試験により検討した結果、次のようなことが明らかとなった。

- (1) 市販の一般コンクリート用 A E 減水剤④、⑤は、フライアッシュ置換コンクリートでは、練り上がり時には空気量およびスランプを確保できるが、その後の経時変化が著しく大きく、実用に適さない。
- (2) 開発された A E 減水剤①、②、③は、低品質の海外炭フライアッシュを用いた場合においても必要な空気量が確保され、減水効果も期待できる。空気量、スランプのロスも、従来のものに比べて改善されている。ただし A E 助剤の使用量は、海外炭フライアッシュを用いた場合、国内炭フライアッシュを用いた場合に比べて著しく増加する。
- (3) A E 減水剤①、②、③は、次のような特徴を有する。
 - A E 減水剤①－A E 助剤の使用量は、3つの中で最も少ないが、海外炭フライアッシュを用いると A E 助剤の使用量は20倍にも増え、フライアッシュの品質の変化により、きめ細かい使用量の調節が必要である。
 - A E 減水剤②－減水効果や、空気量・スランプの低下量は、①と同程度である。A E 助剤の使用量は①よりも多いが、海外炭フライアッシュを使用した場合の増加割合は①よりも小さく安定している。
 - A E 減水剤③－空気量、スランプの低下量は従来型よりも改善されているが、①、②よりも大きい。A E 助剤の使用量は、3つの中で最も大きい。海外炭フライアッシュを使用した場合の A E 助剤の使用割合の増加比率は、②と同じ程度である。
- (4) 圧縮強度については、置換したフライアッシュの種類により割合は異なるものの、いずれの配合においても、混和剤を用いなかったもの（ブレーン）と比べて増加しており、混和剤の減水効果が強度の面で発揮されていることが確認された。
- (5) 凝結硬化速度は、同程度か、やや遅れる傾向を示し、問題ないことがわかった。
- (6) 耐凍害性に関する試験の結果、混和剤①、②、③とも、十分な空気量が確保されている間は、十分な耐凍結融解耐久性を確保することができると予想された。
- (7) ①、②、③とも Gmax 150 mm を用いた場合にも、十分な減水効果、空気量の確保が期待できる。

付属資料一参考図表

1. 付表リスト

- 付表－1 コンクリートのコンシステンシー経時変化測定結果（シリーズⅠ，試験法Ａ）
- － 2 “ （予備試験，試験法Ｂ）
 - － 3 圧縮強度試験結果（フライアッシュ無置換，配合No. 1～5）
 - － 4 “ （海外炭フライアッシュ 1，配合No. 6～10）
 - － 5 “ （国内炭フライアッシュ，配合No. 11～15）
 - － 6 凝結硬化速度試験結果（フライアッシュ無置換，配合No. 1～5）
 - － 7 “ （海外炭フライアッシュ，配合No. 6～10）
 - － 8 “ （国内炭フライアッシュ，配合No. 11～15）
 - － 9 凍結融解繰り返し試験結果相対動弾性係数（シリーズⅠ，フライアッシュ無置換）
 - － 10 “ （シリーズⅠ，海外炭フライアッシュ 1）
 - － 11 “ （シリーズⅠ，国内炭フライアッシュ）
 - － 12 凍結融解繰り返し試験結果重量変化（シリーズⅠ，フライアッシュ無置換）
 - － 13 “ （シリーズⅠ，海外炭フライアッシュ 1）
 - － 14 “ （シリーズⅠ，国内炭フライアッシュ）
 - － 15 凍結融解繰り返し試験結果相対動弾性係数（シリーズⅡ，0分）
 - － 16 “ （シリーズⅡ，90分）
 - － 17 凍結融解繰り返し試験結果重量変化（シリーズⅡ，0分）
 - － 18 “ （シリーズⅡ，90分）

2. 付図リスト

		関連付表
付図－ 1.1 ～ 8	スランプの練り上り時からの変化（シリーズⅠ）	付表－ 1
2.1 ～ 8	空気量の練り上り時からの変化（シリーズⅠ）	〃
3.1 ～ 8	モルタルフローの練り上り時からの変化（シリーズⅠ）	〃
4.1 ～ 8	モルタル空気量の練り上り時からの変化（シリーズⅠ）	〃
5.1 ～ 8	スランプとモルタルフローの関係（シリーズⅠ）	〃
6.1 ～ 8	スランプと空気量の関係（シリーズⅠ）	〃
7.1 ～ 8	空気量とモルタル空気量の関係（シリーズⅠ）	〃
8.1 ～ 8	モルタル空気量とフローの関係（シリーズⅠ）	〃
9.1 ～ 6	圧縮強度試験供試体比重	付表－ 3, 4, 5
10.1 ～ 6	圧縮強度試験供試体表乾重量	〃
11.1 ～ 8	圧縮強度試験供試体動弾性係数	〃
12.1 ～ 3	スランプ経時変化（予備試験，試験法 B）	付表－ 2
13.1 ～ 3	空気量経時変化（予備試験，試験法 B）	〃

付表-1 コンクリートのコンシステンシー経時変化測定結果1(シリーズ1 試験法A)

配 合 条 件			無 置 換					海外炭フライアッシュ1					国内炭フライアッシュ				
混和剤	測 定 項 目		経 時 変 化 (分)					経 時 変 化 (分)					経 時 変 化 (分)				
			0	30	60	90	180	0	30	60	90	180	0	30	60	90	180
な し	コンク	スランブ	7.5	5.5	3.6	4.2	1.9	8.5	5.1	3.5	4.9	3.1	8.1	8.1	7.3	5.5	4.0
	リート	空 気 量	1.5	1.6	1.7	1.6	1.6	1.0	0.9	1.2	1.3	1.5	1.0	1.0	0.9	1.3	1.6
	モ ル	フ ロー	221	209	199	198	182	216	204	200	197	185	217	215	214	202	200
	タ ル	空 気 量	1.3	1.5	1.7	1.6	2.2	1.1	0.8	1.2	1.0	1.7	1.0	1.0	1.0	1.5	1.6
⑥	コンク	スランブ	8.5	6.2	4.4	3.8	1.2	7.5	4.0	3.7	2.2	2.0	7.4	4.5	3.4	3.0	1.3
	リート	空 気 量	6.5	5.5	4.6	4.0	3.5	5.3	2.6	2.0	2.0	2.0	7.2	4.2	3.8	3.4	3.2
	モ ル	フ ロー	224	217	209	209	193	197	188	180	173	169	205	198	191	187	173
	タ ル	空 気 量	7.5	6.2	7.0	6.6	6.4	1.8	1.5	2.0	2.1	2.2	6.8	6.2	5.6	5.4	4.8
①	コンク	スランブ	6.6	2.9	1.3	0.8	0.3	8.6	4.3	2.4	1.3	0.5	8.5	5.0	4.2	3.0	1.2
	リート	空 気 量	5.1	3.4	3.1	3.0	3.0	6.2	4.0	3.5	3.0	2.7	5.6	3.8	3.6	3.6	3.5
	モ ル	フ ロー	189	182	168	160	142	205	191	178	161	147	211	204	195	194	177
	タ ル	空 気 量	5.2	4.8	5.2	4.6	4.6	5.7	5.1	3.9	3.6	3.2	5.3	4.6	4.6	4.4	3.7
②	コンク	スランブ	8.1	3.2	2.3	1.6	1.6	8.4	4.5	3.1	1.4	0.1	8.1	3.5	3.1	2.0	0.5
	リート	空 気 量	6.2	3.4	3.3	3.3	2.6	6.5	3.7	3.2	3.0	2.9	5.2	3.4	3.4	3.0	3.0
	モ ル	フ ロー	204	189	184	172	155	199	191	179	162	139	201	185	178	176	158
	タ ル	空 気 量	5.2	5.1	5.1	5.0	4.3	4.9	4.1	3.0	3.0	2.8	5.5	4.5	4.0	3.8	3.7
③	コンク	スランブ	8.1	3.5	2.7	1.8	0.4	8.9	4.5	2.3	2.3	0.6	8.3	4.4	2.6	2.6	1.2
	リート	空 気 量	6.0	4.5	4.5	4.4	3.8	6.2	3.9	3.6	3.6	2.4	6.2	4.2	4.2	4.4	2.8
	モ ル	フ ロー	207	202	193	180	153	207	202	194	178	154	211	206	203	195	174
	タ ル	空 気 量	5.5	8.6	8.6	6.6	5.0	4.0	5.8	6.2	4.7	3.9	4.8	8.0	8.0	7.6	6.0

付表-2 コンクリートのコンシステンシー経時変化測定結果2(予備試験, 試験法B)

配 合 条 件			項 目	練り上りからの時間				備 考
混 和 材	骨 材	混和剤		0 分	30 分	60 分	90 分	
海外炭フライアッシュ 30%置換	富士川川砂・ 笠間砕石	①	空 気 量	5.3	3.1	3.0	3.1	普通セメント
			スランブ	5.5	2.6	0.8	0.1	
		②	空 気 量	5.0	4.1	3.8	3.6	
			スランブ	6.5	3.2	2.0	0.8	
	宮 ヶ 瀬	①	空 気 量	5.9	5.3	4.8	4.6	普通セメント
			スランブ	8.6	5.1	3.4	2.6	
		②	空 気 量	4.8	4.1	3.4	3.0	
			スランブ	7.6	4.6	3.5	1.5	
	宮 ヶ 瀬	①	空 気 量	4.4	3.5	3.4	3.1	低アルカリ型セメント
			スランブ	6.5	4.3	1.1	0.3	
		②	空 気 量	5.1	4.2	3.6	3.3	
			スランブ	7.1	4.0	2.0	0.5	
		③	空 気 量	6.0	4.2	3.1	2.8	
			スランブ	9.3	5.3	1.6	0.5	
	富士川川砂・ 笠間砕石	①	空 気 量	5.2	4.3	3.6	3.2	空気量5%目標
			スランブ	7.0	4.8	2.7	0.7	
		②	空 気 量	5.0	4.2	3.5	3.2	
			スランブ	8.8	5.5	3.2	1.3	
		③	空 気 量	5.4	4.3	3.6	3.1	空気量7%目標
			スランブ	8.8	6.3	3.6	1.5	
		①	空 気 量	6.7	5.6	4.8	4.2	
			スランブ	10.2	6.3	4.5	2.0	
		②	空 気 量	7.0	6.3	5.5	4.9	空気量9%目標
			スランブ	9.8	6.7	5.3	2.7	
		③	空 気 量	9.0	8.2	7.5	6.8	
			スランブ	10.0	7.4	5.4	3.2	

付表-3 圧縮強度試験結果 (その1. フライアッシュ無置換)

配合No.	混和剤	経過時間 (分)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	動弾性係数 (10,000 kgf/cm ²)	表乾重量 (g)	表乾比重 (g/cm ³)
1	なし	0	297	—	—	—
		30	324	—	—	—
		60	326	—	—	—
		90	328	—	—	—
		180	331	—	—	—
2	⑥	0	275	—	—	—
		30	304	—	—	—
		60	318	—	—	—
		90	313	—	—	—
		180	303	—	—	—
3	①	0	418	33.4	3,706	2.357
		30	436	34.6	3,739	2.381
		60	449	35.1	3,749	2.388
		90	459	34.9	3,736	2.386
		180	459	34.8	3,753	2.387
4	②	0	366	33.4	3,738	2.364
		30	414	34.3	3,753	2.380
		60	396	34.6	3,740	2.382
		90	441	35.1	3,790	2.392
		180	447	34.9	3,766	2.388
5	③	0	380	34.3	3,736	2.385
		30	441	34.8	3,735	2.386
		60	436	35.0	3,765	2.389
		90	428	35.0	3,756	2.392
		180	431	34.9	3,759	2.388

※ 各値は3本の供試体の平均値

付表-4 圧縮強度試験結果 (その2. 海外炭フライアッシュ1)

配合No	混和剤	経過時間 (分)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	動弾性係数 (10,000 kgf/cm ²)	表乾重量 (g)	表乾比重 (g/cm ³)
6	なし	0	219	27.3	3,677	2.331
		30	249	27.6	3,655	2.319
		60	245	28.2	3,647	2.328
		90	241	28.3	3,668	2.329
		180	252	28.1	3,666	2.328
7	⑥	0	243	29.0	3,665	2.327
		30	275	30.0	3,684	2.346
		60	267	29.9	3,687	2.343
		90	279	30.7	3,698	2.353
		180	274	30.0	3,680	2.347
8	①	0	249	30.3	3,658	2.329
		30	286	31.5	3,706	2.353
		60	300	32.3	3,715	2.360
		90	312	32.0	3,729	2.364
		180	312	32.6	3,712	2.356
9	②	0	248	31.0	3,678	2.324
		30	288	31.7	3,698	2.347
		60	301	31.6	3,716	2.357
		90	295	32.1	3,705	2.358
		180	310	32.6	3,722	2.368
10	③	0	256	34.3	3,694	2.350
		30	288	34.8	3,706	2.354
		60	298	35.0	3,682	2.351
		90	299	35.0	3,703	2.353
		180	296	34.9	3,725	2.365

付表-5 圧縮強度試験結果 (その3. 国内炭フライアッシュ)

配合No.	混和剤	経過時間 (分)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	動弾性係数 (10,000 kgf/cm ²)	表乾重量 (g)	表乾比重 (g/cm ³)
11	なし	0	159	25.1	3,672	2.339
		30	189	26.6	3,688	2.349
		60	190	27.0	3,670	2.357
		90	190	26.8	3,688	2.345
		180	200	27.1	3,698	2.356
12	⑥	0	226	28.8	3,672	—
		30	257	29.8	3,677	2.342
		60	274	31.0	3,713	2.363
		90	269	29.9	3,687	2.348
		180	303	31.2	3,724	2.372
13	①	0	273	31.1	3,699	2.352
		30	298	31.5	3,725	2.359
		60	305	31.7	3,712	2.362
		90	312	31.4	3,706	2.362
		180	326	31.9	3,718	2.365
14	②	0	302	31.4	3,714	2.355
		30	323	31.9	3,713	2.366
		60	336	32.2	3,729	2.367
		90	327	32.6	3,743	2.376
		180	347	32.9	3,727	2.375
15	③	0	264	31.1	3,719	2.353
		30	303	33.0	3,751	2.377
		60	301	32.2	3,714	2.367
		90	316	32.2	3,711	2.358
		180	317	32.2	3,717	2.359

付表－6 凝結硬化速度結果（フライアッシュ無置換，配合No.1～5）

配合No.	混和剤	No.	試験項目	経過時間（分）																	試験前の重量（g）	試験後の重量（g）
				0	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630		
1	なし	1	圧力計の読み		5.0 A		16.0 A		40.0 A		52.0 B		82.5 C								9,343.6	—
			貫入抵抗値		5		16		40		104		330									
2	⑥	1	圧力計の読み		7.0 A		16.0 A		47.5 A		60.0 B		87.0 C								8,994.3	—
			貫入抵抗値		7		16		48		120		348									
3	①	1	圧力計の読み		5.0 A		12.5 A		30.0 A		68.5 B		59.0 C		58.0 D						9,529.5	—
			貫入抵抗値		5		13		30		137		236		464							
4	②	1	圧力計の読み		3.5 A		5.0 A		19.0 A	30.0 A	49.5 A	77.0 A 49.0 B	77 B	50.0 C 31.0 D	47.0 D						8,778.5	8,760.4
			貫入抵抗値		4		5		19	30	50	77 98	154	200 248	376							
5	③	1	圧力計の読み		3.5 A		6.5 A		18.5 A	33.5 A	30.0 B	48.0 B	70 B 36 C	43 C	67 C 40 D	54 D					8,936.7	8,908.3
			貫入抵抗値		4		7		19	34	60	96	140 144	172	268 320	432						

※ A－1 (cm)，B－0.5 (cm)，C－0.25 (cm)，D－0.125 (cm)の針使用，単位：圧力計の読み－kgf，貫入抵抗値－kgf/cm²。

付表-7 凝結硬化速度試験結果（海外炭フライアッシュ 1，配合No.6～10）

配合 No.	混 和 剤	No.	試験項目	経 過 時 間 (分)																	試験前 の重量 (g)	試験後 の重量 (g)
				0	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630		
6	プ レ ン	1	圧力計の読み		2.5 A		6.5 A		15.5 A		40.0 A	73.0 A 40.0 B	78.0 B 45.0 C	57.0 C 30.0 D	40.0 D						9,510.3	9,481.7
			貫入抵抗値		3		7		16		40	73 80	156 180	228 240	320							
		2	圧力計の読み		3.5 A		7.0 A		16.5 A		41.0 A	55.0 A 29.0 B	50.0 B 31.0 C	41.0 C 28.0 D	37.0 D						9,363.6	9,336.0
			貫入抵抗値		4		7		17		41	55 58	100 124	164 224	296							
			平均貫入抵抗値		4		7		17		41	77 57	168 112	234 194	308							
7	⑥	1	圧力計の読み		8.0 A		21.5 A		37.0 A	63.0 A 35.0 B	47.0 B	80.0 B 45.0 C	70 C 36 D								9,574.3	9,557.4
			貫入抵抗値		8		22		37	63 70	94	160 180	280 288									
		2	圧力計の読み		7.0 A		16.5 A		37.0 A	57 A 31 B	44.0 B	77.0 B 35.0 C	68.0 C 35.0 D								9,538.2	9,521.7
			貫入抵抗値		7		17		37	57 62	88	154 140	272 280									
			平均貫入抵抗値		8		20		37	67 66	91	170 147	284 276									
8	①	1	圧力計の読み		9.5 A		13.5 A		29.4 A	46.0 A 23.0 B	35.0 B	52.0 B 23.0 C	39.0 C 36.0 D	57.0 C 36.0 D	50.0 D						9,119.1	9,106.4
			貫入抵抗値		10		14		30	46 46	70	104 92	156 288	228 288	400							
		2	圧力計の読み		10.0 A		14.0 A		28.5 A	39.0 A 20.0 B	32.0 B	45.0 B 24.0 C	35.0 C 23.0 D	48.0 C 23.0 D	40.0 D						9,316.5	9,304.0
			貫入抵抗値		10		14		29	39 20	74	90 96	140 184	192 258	320							
			平均貫入抵抗値		10		14		30	43 33	72	98 93	148 188	258 188	360							
9	②	1	圧力計の読み		10.5 A		15.5 A		32.0 A	59.0 A 29.0 B	42.0 B	60.0 B 30.0 C	54.0 C 54.0 D	91.0 C 54.0 D							9,815.3	9,804.1
			貫入抵抗値		11		16		32	59 58	84	120 120	216 432	364 432								
		2	圧力計の読み		10.5 A		16.0 A		32.0 A	52.0 A 28.0 B	35.0 B	53.0 B 28.0 C	47.0 C 47.0 C	80 C 50 D							9,896.0	9,885.0
			貫入抵抗値		11		16		32	52 56	70	106 112	188 400	320 400								
			平均貫入抵抗値		11		16		32	56 57	77	120 109	202 360	398 360								
10	③	1	圧力計の読み		8.0 A		13.5 A		29.0 A	60.0 A 30.0 B	35.0 A	42.0 B 30.0 B	58.0 B 28.0 C	38.0 C 45.0 D	71.0 C 45.0 D						9,055.9	9,045.9
			貫入抵抗値		8		14		29	60 60	35	84 116	116 112	152 284	284 360							
		2	圧力計の読み		10.0 A		16.0 A		28.0 A	54.0 A 27.0 B	37.0 A	42.0 B 27.0 B	58.0 B 30.0 C	45.0 C 37.0 D	72.0 C 37.0 D						9,472.9	9,462.8
			貫入抵抗値		10		16		28	54 54	37	84 116	120 120	180 288	288 296							
			平均貫入抵抗値		9		15		29	60 54	36	84 118	114 166	322 292								

※ A-1 (cm), B-0.5 (cm), C-0.25 (cm), D-0.125 (cm) の針使用, 単位: 圧力計の読み-kgf, 貫入抵抗値-kgf/cm².

付表-8 凝結硬化速度試験結果 (国内炭フライアッシュ, 配合No.11~15)

配合 No.	混 和 剤	No.	試験項目	経 過 時 間 (分)																	試験前 の重量 (g)	試験後 の重量 (g)
				0	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630		
11	ブレ ーン	1	圧力計の読み			1.5 A		6.0 A		19.0 A	27.0 A	43.0 A	56.0 A 28.0 B	37.0 B	62.0 B 32.0 C	59.0 C 34.0 D	37.0 D 88.0 D				9,098.5	9,051.1
			貫入抵抗値			2		6		19	27	43 56	74	124 128	236 272	296 704						
12	⑥	1	圧力計の読み			3.0 A		9.0 A		30.5 A	37.0 A	59.0 A 34.0 B	41.0 B	46.0 B	78.0 B 39.0 C	60.0 C 28.0 D	95.0 D 67.5 D				8,956.3	8,926.5
			貫入抵抗値			3		9		31	37	59 68	82	92	156 156	240 224	760 540					
13	①	1	圧力計の読み			3.0 A	5.0 A	7.5 A	8.5 A		11.5 A	28.0 A	58.0 B 28.0 C	41.0 A	47.0 A 27.0 B	52.0 B 27.5 C	40.0 C 20.0 D	32.0 D	36.0 D		9,679.7	9,651.3
			貫入抵抗値			3	5	8	9		12	28	116 112	41	47 54	104 110	160 160	256	288			
		2	圧力計の読み			2.0 A	4.0 A	6.0 A	8.0 A		14.0 A	30.0 A	58.0 B 30.0 C	46.0 A	65.0 A 37.0 B	48.0 B 23.0 C	41.0 C 25.0 D	36.0 D			8,746.8	8,723.9
			貫入抵抗値			2	4	6	8		14	30	116 120	46	35 74	96 92	164 200	288				
		平均貫入抵抗値				3	5	7	9		13	29	114 118	44	51 55	107 94	160 180	272	288			
		14	②	1	圧力計の読み			3.0 A	4.5 A		10.0 A		13.5 A	26.0 A	58.0 B 28.0 C	39.0 A	56.5 A 30.0 B	43.0 B 28.0 C	47.0 C 28.0 D	30.0 D	44.0 D	
貫入抵抗値						3	5		10		14	26	116 112	39	57 60	86 112	188 224	240	352			
2	圧力計の読み					3.0 A	4.5 A		8.0 A		12.0 A	20 A (22) A	58.0 B 30.0 C	31.0 A	47.0 A 23.5 B	38.0 B 19.0 C	31.0 C 17.0 D	26.0 D	30.0 D	41.0 D	8,965.8	8,942.2
	貫入抵抗値					3	5		8		12	20 (22)	116 120	31	47 47	76 76	124 136	208	240	328		
平均貫入抵抗値				3	5		9		13	23 (22)	114 118	35	59 47	99 76	205 130	224	296	328				
15	③	1	圧力計の読み			4.0 A		5.5 A		11.0 A		26.0 A	58.0 B 28.0 C	43.0 A 23.0 B	27.0 B	47.0 B 24.0 C	30.0 C 17.0 D	29.0 D	36.0 D		-	-
			貫入抵抗値			4		6		11		26	116 112	43 46	54	94 96	120 136	232	288			
		2	圧力計の読み			3.0 A		5.5 A		10.0 A		30.0 A	58.0 B 30.0 C	42.0 A 24.0 B	30.0 B	47.0 B 27.0 C	38.0 C 18.0 D	28.0 D	41.0 D		8,949.5	8,928.7
			貫入抵抗値			3		6		10		30	116 120	42 48	60	94 108	152 144	224	328			
		平均貫入抵抗値				4		6		11		28	114 118	45 45	57	95 101	128 148	228	308			

※ A-1 (cm), B-0.5 (cm), C-0.25 (cm), D-0.125 (cm) の針使用, 単位: 圧力計の読み-kgf, 貫入抵抗値-kgf/cm².

付表-9 凍結融解の繰返しに伴う動弾性係数の変化(シリーズ1. フライアッシュ無置換)

配合 No	混 和 剤	供 試 体 号	初期値 $E_0(\times 10^3$ kgf/cm ²)	$E_n^2 / E_0^2 \times 100 (\%)$									
				6	19	53	94	120	144	185	219	257	299
2	⑥	No 1	380	97.4	97.0	96.5	96.0	95.7	95.4	95.2	96.5	96.9	95.7
		2	385	97.9	96.5	96.0	98.2	97.4	97.4	97.3	97.8	97.5	98.4
		3	377	97.3	97.2	95.2	98.8	98.9	98.0	98.4	98.0	98.3	99.0
		平均	382	97.5	96.9	95.9	97.7	97.3	96.9	97.0	97.4	97.6	97.7
3	①	No 1	418	97.5	97.9	96.9	97.8	97.1	97.8	97.7	98.3	98.3	98.3
		2	410	96.9	97.9	97.7	97.2	96.8	96.6	96.2	96.1	96.5	94.9
		3	405	98.3	99.4	97.9	97.7	96.2	96.3	96.7	96.5	96.3	96.3
		平均	411	97.6	98.4	97.5	97.6	96.7	96.9	96.9	97.0	97.0	96.5
4	②	No 1	400	98.4	97.9	97.5	98.3	96.6	96.3	96.2	96.7	95.7	94.3
		2	400	99.5	97.8	96.3	97.8	97.0	97.5	96.8	97.3	96.1	95.8
		3	396	97.6	96.7	96.5	96.7	96.0	95.7	96.0	98.6	96.2	95.7
		平均	399	98.5	97.5	96.8	97.6	96.5	96.5	96.3	97.5	96.0	95.3
5	③	No 1	390	97.7	95.1	96.5	92.4	95.8	95.1	93.6	96.5	93.6	93.5
		2	388	98.2	103.1	103.2	103.2	102.5	102.2	102.2	101.7	103.0	102.5
		3	395	97.5	98.2	99.4	100.0	98.4	97.7	98.1	98.2	99.0	98.7
		平均	391	97.8	97.9	99.7	98.5	98.1	98.3	97.3	99.0	98.5	98.2

付表-10 凍結融解の繰返しに伴う動弾性係数の変化(シリーズ1. 海外炭フライアッシュ1)

配合 No	混 和 剤	供 試 体 号	初期値 $E_0(\times 10^3$ kgf/cm ²)	$E_n^2 / E_0^2 \times 100 (\%)$									
				6	24	46	90	123	140	181	221	254	299
7	⑥	サイクル		6	24	46	90	123	140	181	221	254	299
		No 1	370	93.8	88.2	87.8	89.0	86.9	85.5	83.1	80.8	76.7	73.5
		2	372	95.8	92.2	90.9	88.6	85.9	86.7	86.2	82.0	79.3	76.7
		3	365	96.8	93.1	89.7	88.9	87.5	87.5	81.5	70.8	破壊	
		平均	369	95.5	91.2	89.5	88.8	86.8	86.6	83.6	77.9	78.0	75.1
8	①	サイクル		6	24	46	90	123	140	167	187	208	263
		No 1	370	98.6	95.4	95.1	92.8	93.1	91.9	92.4	92.4	92.2	89.7
		2	380	97.2	93.8	94.3	90.5	90.8	90.8	90.8	90.5	88.7	87.5
		3	381	96.3	93.0	94.7	93.0	91.2	93.3	90.7	90.8	90.3	89.5
		平均	377	97.4	94.1	94.7	92.1	91.7	92.0	91.3	91.2	90.4	88.9
9	②	サイクル		6	24	46	90	123	140	167	187	208	263
		No 1	368	96.2	94.7	95.8	92.7	92.9	93.9	93.1	92.8	92.7	91.8
		2	352	97.6	96.0	95.3	92.3	89.6	91.2	90.1	88.4	98.3	88.4
		3	357	98.9	97.8	96.9	96.4	94.2	95.2	95.5	95.7	92.6	90.9
		平均	359	97.6	96.2	96.0	93.8	92.2	93.4	92.9	92.3	94.5	90.4
10	③	サイクル		6	24	46	79	90					
		No 1	355	96.3	83.6	71.0	54.2	39.5					
		2	362	95.3	85.5	74.8	61.6	42.7					
		3	362	95.0	81.7	64.8	44.1	28.9					
		平均	360	95.5	83.6	70.2	53.3	37.0					

付表-11 凍結融解の繰り返しに伴う動弾性係数の変化(シリーズI, 国内炭フライアッシュ)

配合 No	混 和 剤	供番 試 体号	初期値 $E_0 \times 10^3$ kgf/cm ²	$E_n / E_0 \times 100 (\%)$									
				2	25	46	90	121	146	187	214	254	299
12	⑥	サイクル		2	25	46	90	121	146	187	214	254	299
		No 1	350	97.7	96.6	97.1	98.6	96.1	96.4	96.1	94.9	94.0	93.8
		2	348	99.3	97.3	99.1	100.0	98.4	97.4	97.0	98.3	97.1	95.1
		3	343	98.2	96.8	98.7	100.4	98.2	98.1	97.4	97.8	96.6	94.9
		平均	347	98.4	96.9	98.3	99.7	97.6	97.3	96.8	97.0	95.9	94.6
13	①	サイクル		2	25	46	90	121	146	187	214	254	299
		No 1	346	98.0	95.3	99.3	97.4	96.1	95.9	95.7	95.4	95.5	93.1
		2	349	98.4	97.9	99.0	99.6	97.4	96.3	95.8	96.7	97.6	95.1
		3	353	98.4	98.6	99.4	99.1	99.3	97.7	98.0	95.5	97.3	94.1
		平均	349	98.3	97.3	99.2	98.7	97.6	96.6	96.5	95.9	96.8	94.1
14	②	サイクル		2	25	46	90	121	146	187	214	254	299
		No 1	348	98.4	98.7	98.8	98.7	97.3	97.7	97.7	97.8	97.8	97.5
		2	356	96.6	96.6	93.8	96.2	95.6	95.1	95.4	96.2	94.4	93.3
		3	355	98.0	97.6	98.9	98.3	96.9	96.8	96.5	95.8	94.1	93.2
		平均	353	97.7	97.6	97.2	97.7	96.6	96.5	96.5	96.6	95.4	94.7
15	③	サイクル		2	25	46	90	121	146	187	214	254	299
		No 1	359	98.3	95.2	91.9	87.7	84.8	84.9	82.6	84.0	74.5	74.5
		2	357	96.9	93.4	92.6	88.1	86.7	87.2	84.7	81.3	79.9	76.3
		3	359	99.2	93.3	92.6	92.3	86.5	87.7	85.2	83.4	82.3	77.8
		平均	358	98.1	94.4	92.3	86.0	86.0	87.2	84.2	82.9	78.9	76.2

付表-12 凍結融解の繰り返しに伴う供試体の重量変化(シリーズI, フライアッシュ無置換)

配合 No	混 和 剤	供番 試 体号	初期値 W_0 (g)	$(W_0 - W_n) / W_0 \times 100 (\%)$									
				6	19	53	94	120	144	185	219	257	299
2	⑥	サイクル		6	19	53	94	120	144	185	219	257	299
		No 1	9,091	-0.02	-0.02	0.24	0.56	0.89	1.20	1.58	1.97	3.15	3.94
		2	9,055	-0.04	-0.01	0.16	0.69	1.42	1.74	2.07	2.50	3.10	3.81
		3	9,081	-0.03	-0.01	0.44	0.75	0.70	2.07	2.40	2.64	3.75	4.47
		平均	9,076	-0.03	-0.01	0.28	0.67	1.34	1.67	2.02	2.37	3.33	4.07
3	①	サイクル		6	19	53	94	120	144	185	219	257	299
		No 1	9,225	0.11	0.13	0.40	0.77	1.43	1.70	1.98	2.14	3.12	3.74
		2	9,194	-0.01	0.03	0.23	0.43	1.25	2.10	2.50	2.73	3.44	4.03
		3	9,165	-0.02	0.00	0.25	0.44	1.35	1.69	1.93	2.08	2.50	3.05
		平均	9,195	0.03	0.05	0.29	0.55	1.34	1.83	2.14	2.32	3.02	3.61
4	②	サイクル		6	19	53	94	120	144	185	219	257	299
		No 1	9,184	0	0.00	0.25	0.56	1.07	1.36	1.62	1.89	3.04	3.77
		2	9,227	0.02	0.00	0.27	0.49	0.76	1.04	1.25	1.45	2.11	2.71
		3	9,080	0.02	0.01	0.19	0.41	0.58	1.23	1.61	1.87	2.21	2.67
		平均	9,164	0.01	0.00	0.24	0.49	0.80	1.21	1.49	1.74	2.45	3.05
5	③	サイクル		6	19	53	94	120	144	185	219	257	299
		No 1	9,353	-0.01	0.54	2.50	3.53	4.21	4.55	4.92	5.32	5.91	6.71
		2	9,123	-0.02	-0.05	0.19	0.42	1.03	1.38	1.65	1.89	2.38	3.23
		3	9,265	-0.02	-0.02	0.15	0.27	0.52	0.71	0.90	1.09	1.44	2.15
		平均	9,247	-0.02	0.16	0.95	1.41	1.92	2.21	2.63	2.77	3.24	4.03

付表-13 凍結融解の繰返しに伴う供試体の重量変化(シリーズI, 海外炭フライアッシュ1)

配合 No	混 和 剤	供番 試 体号	初期値 W ₀ (g)	(W ₀ -W _n)/W ₀ ×100(%)									
				6	24	46	90	123	140	181	221	254	299
7	⑥	サイクル		6	24	46	90	123	140	181	221	254	299
		No 1	9,193	-0.05	0.12	1.06	5.56	7.97	10.16	11.77	12.44	14.50	15.88
		2	9,198	-0.04	0.11	0.66	3.20	5.15	6.75	7.90	8.89	10.78	12.97
		3	9,112	-0.02	0.34	1.02	2.97	5.93	7.51	8.80	9.60	破壊	
		平均	9,168	-0.04	0.19	0.91	3.91	6.35	8.14	9.49	10.31	(12.64)	(14.43)
8	①	サイクル		6	24	46	90	123	140	167	187	208	263
		No 1	9,295	-0.03	0.36	1.36	2.77	5.26	5.23	6.46	7.74	10.37	11.66
		2	9,289	-0.03	0.32	0.63	1.60	2.94	3.78	4.44	5.37	7.00	8.32
		3	9,309	-0.05	0.15	2.04	3.61	5.06	7.30	8.23	9.20	10.62	11.76
		平均	9,298	-0.04	0.28	1.34	2.66	4.42	5.44	6.38	7.44	9.33	10.58
9	②	サイクル		6	24	46	90	123	140	167	187	208	263
		No 1	9,123	-0.02	0.10	0.68	1.52	3.27	4.47	5.08	5.96	7.35	11.73
		2	9,163	-0.04	0.06	0.32	2.82	4.72	5.81	7.13	8.69	10.26	5.52
		3	9,155	-0.04	0.01	0.07	0.79	2.29	2.81	3.40	3.73	4.60	8.53
		平均	9,147	-0.03	0.06	0.36	1.71	3.43	4.36	5.20	6.13	7.40	8.59
10	③	サイクル		6	24	46	79	90					
		No 1	9,203	-0.10	0.09	0.49	1.25	1.74					
		2	9,253	-0.05	0.41	0.95	1.93	2.53					
		3	9,162	-0.06	0.16	0.65	1.57	2.12					
		平均	9,206	-0.07	0.22	0.70	1.58	2.13					

付表-14 凍結融解の繰返しに伴う供試体の重量変化(シリーズI, 国内炭フライアッシュ)

配合 No	混 和 剤	供番 試 体号	初期値 W ₀ (g)	(W ₀ -W _n)/W ₀ ×100(%)									
				2	25	46	90	121	146	187	214	254	299
12	⑥	サイクル		2	25	46	90	121	146	187	214	254	299
		No 1	9,010	-0.02	-0.01	0.14	0.73	1.20	1.69	2.25	2.79	3.52	4.50
		2	9,208	-0.03	-0.08	0.19	0.67	1.17	1.63	2.19	2.66	3.51	4.61
		3	9,062	-0.03	-0.08	0.00	0.41	0.76	1.14	1.69	2.08	2.75	3.65
		平均	9,093	-0.03	0.00	0.11	0.60	1.04	1.49	2.04	2.51	3.26	4.25
13	①	サイクル		2	25	46	90	121	146	187	214	254	299
		No 1	9,098	-0.03	0.06	0.36	1.17	1.93	2.45	3.27	3.95	5.53	6.75
		2	9,082	-0.03	0.05	0.21	0.95	1.67	2.21	3.01	3.63	5.27	6.38
		3	9,134	-0.05	0.08	0.25	1.56	2.56	3.09	4.00	4.62	6.90	8.25
		平均	9,105	-0.04	0.06	0.27	1.23	2.05	2.58	3.43	4.07	5.90	7.13
14	②	サイクル		2	25	46	90	121	146	187	214	254	299
		No 1	9,097	-0.02	-0.06	-0.03	0.28	0.61	0.94	1.32	1.77	2.84	3.74
		2	9,074	-0.04	-0.06	-0.05	0.34	0.82	1.15	1.69	2.20	3.21	4.32
		3	9,058	-0.04	-0.07	-0.04	0.26	0.65	1.01	1.48	1.93	2.92	3.77
		平均	9,076	-0.03	-0.06	-0.04	0.29	0.69	1.03	1.50	1.97	2.99	3.94
15	③	サイクル		2	25	46	90	121	146	187	214	254	299
		No 1	9,201	-0.10	0.02	0.65	4.17	5.59	6.48	7.89	8.95	11.39	12.97
		2	9,125	-0.05	0.26	0.66	2.33	5.15	6.58	7.84	8.58	10.40	12.24
		3	9,173	-0.06	0.11	0.60	2.24	3.44	4.50	5.95	7.06	9.62	10.91
		平均	9,166	-0.07	0.13	0.64	2.91	4.73	5.85	7.23	8.20	10.47	12.04

付表-15 凍結融解繰り返し試験結果, 相対動弾性係数(シリーズII, 0分)

配合 No	混 和 剤	供 試 体 号	$F_n^2 / F_o^2 \times 100$ (%)											
			サ				イ				ク			
			4	16	30	52	81	121	163	188	226	259	299	
7	⑥	Na 1	97.6	97.3	96.8	96.5	95.6	93.2	91.7	90.3	84.7	83.2	82.0	
		2	99.4	98.8	98.5	96.1	97.3	94.9	93.7	91.9	88.3	84.7	83.2	
		3	100.0	99.1	98.5	97.9	98.2	96.4	94.9	93.4	91.6	89.8	88.6	
		平均	99.0	98.4	97.9	96.8	97.0	94.8	93.4	91.9	88.2	85.9	84.6	
8	①	Na 1	98.1	95.8	94.4	93.3	90.8	92.2	83.8	82.2	77.2	76.3	71.9	
		2	96.6	94.7	94.7	94.7	93.0	92.2	90.2	87.4	76.5	75.6	71.4	
		3	98.6	94.6	93.2	91.3	94.4	82.0	78.6	73.0	71.5	67.9	67.0	
		平均	97.8	95.0	94.1	93.1	92.7	88.8	84.2	80.9	75.1	73.3	70.1	
9	②	Na 1	98.5	97.7	95.9	96.8	94.8	93.3	96.2	95.6	86.3	84.9	81.7	
		2	97.1	94.8	93.6	92.5	90.8	89.6	88.2	87.6	85.5	78.0	76.0	
		3	98.0	95.6	95.6	95.3	95.6	95.1	93.0	91.9	88.7	81.7	79.7	
		平均	97.9	96.0	95.0	94.9	93.7	92.7	92.5	91.7	86.8	81.5	79.1	
10	③	Na 1	97.6	96.2	95.7	92.7	89.2	92.2	90.8	89.8	86.0	81.4	77.1	
		2	98.1	95.9	95.1	92.3	90.7	89.9	88.8	86.8	83.6	79.7	77.0	
		3	97.8	95.4	94.6	90.0	88.4	93.0	92.2	90.0	87.6	84.9	79.8	
		平均	97.8	95.8	95.1	91.7	89.4	91.7	90.6	88.9	85.7	82.0	78.0	

付表-16 凍結融解繰り返し試験結果, 相対動弾性係数(シリーズII, 90分)

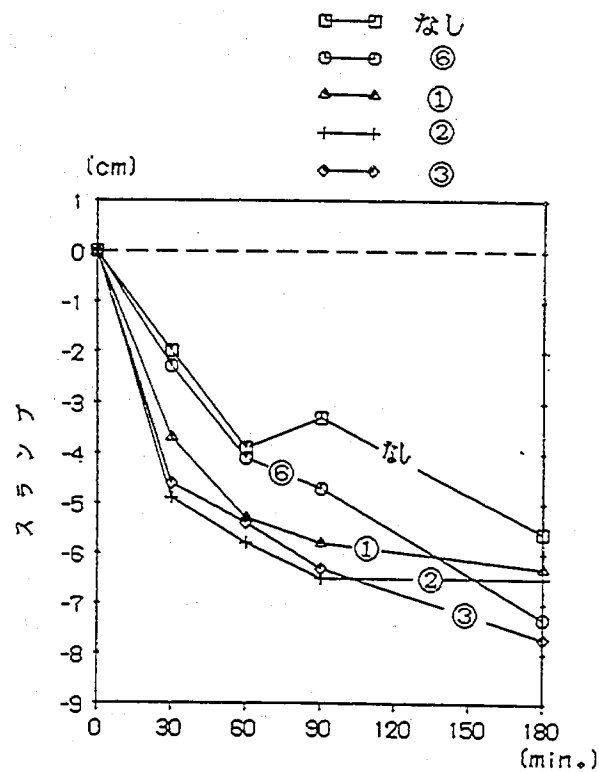
配合 No	混 和 剤	供 試 体 号	$F_n^2 / F_o^2 \times 100$ (%)											
			サ				イ				ク			
			4	16	30	52	81	121	163	188	226	259		
7	⑥	Na 1	93.1	78.6	54.6	33.0	19.3	21.4	測					
		2	90.6	66.6	51.1	21.7	20.6	測定中止	定					
		3	94.1	80.9	53.2	39.8	22.3	19.1	中					
		平均	92.6	75.4	53.0	31.5	20.7	(20.2)	止					
8	①	Na 1	97.0	93.8	89.5	88.4	87.1	86.3	82.8	78.5	69.1	34.0	測	
		2	97.3	93.3	91.7	90.1	88.4	87.1	84.4	78.8	69.1	28.8	定	
		3	97.0	93.2	91.6	88.3	88.3	87.5	83.4	79.8	71.9	41.1	中	
		平均	97.1	93.4	90.9	88.9	87.9	87.0	83.5	79.0	70.0	34.7	止	
9	②	Na 1	66.1	12.6	16.8	測								
		2	51.7	12.7	19.1	定								
		3	45.5	14.4	21.5	中								
		平均	54.4	13.2	19.1	止								
10	③	Na 1	96.6	92.6	89.9	87.0	80.4	73.2	73.7	68.7	48.3	測		
		2	96.4	92.2	89.8	87.5	83.9	81.5	78.6	66.1	47.1	定		
		3	94.6	93.9	93.6	84.7	92.9	90.6	84.2	76.3	50.8	中		
		平均	95.9	92.9	91.2	86.4	85.7	81.8	78.8	70.4	48.7	止		

付表-17 凍結融解繰返し試験結果, 重量減少率(シリーズII, 0分)

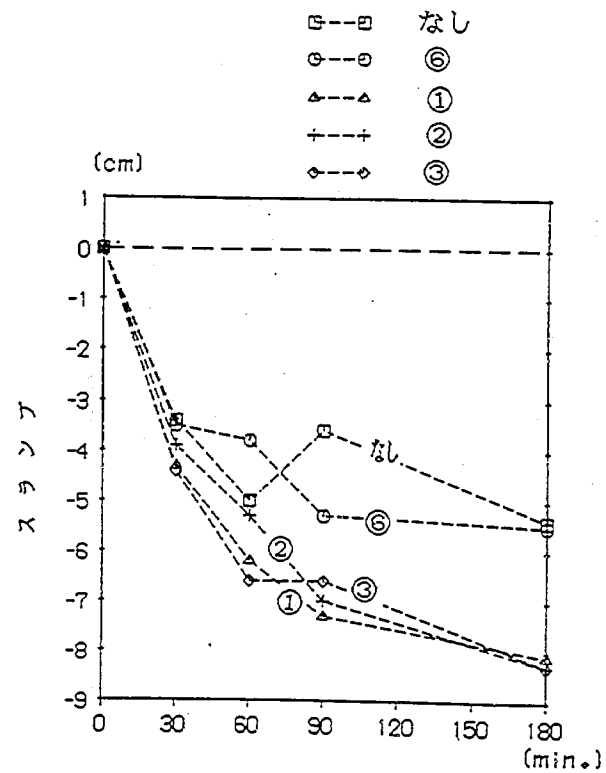
配合 No	混 和 剤	供番 試 体号	(Wo-Wn) / Wo× 100 (%)											
			サ イ ク ル											
			初期値(g)	4	16	30	52	81	121	163	188	226	259	299
7	⑥	Na 1	9,025	-0.089	-0.166	-0.078	0.488	1.507	3.114	3.989	5.706	8.665	9.693	11.20
		2	8,912	-0.056	-0.157	-0.123	2.480	3.434	4.937	6.272	7.619	10.27	11.33	12.42
		3	8,942	-0.034	-0.101	0.391	0.749	1.677	5.410	6.036	8.528	10.85	12.33	13.64
		平均	8,961	-0.060	-0.140	0.063	1.239	2.206	4.487	5.432	7.284	9.928	11.18	12.42
8	①	Na 1	9,166	-0.142	-0.196	0.153	1.233	3.764	7.739	7.004	8.488	10.03	11.43	12.59
		2	9,182	-0.120	-0.174	0.131	1.035	2.646	5.016	6.295	7.613	9.088	11.00	12.40
		3	9,231	-0.076	-0.162	0.379	2.026	3.629	6.128	7.540	8.829	10.14	11.61	12.24
		平均	9,193	-0.113	-0.177	0.221	1.436	3.343	5.628	6.946	8.310	9.753	11.347	12.41
9	②	Na 1	8,903	-0.067	0.011	0.371	1.696	2.673	3.819	6.728	8.211	9.547	10.96	12.34
		2	8,868	-0.090	0.011	0.812	3.157	5.120	6.574	7.758	9.224	10.62	13.59	15.76
		3	8,973	-0.089	0.340	1.126	3.165	4.235	5.550	8.191	9.061	10.21	12.00	13.65
		平均	8,915	-0.082	0.119	0.770	2.673	4.009	5.314	7.559	8.832	10.126	12.183	13.92
10	③	Na 1	9,291	-0.043	-0.151	-0.022	2.486	4.165	3.492	4.725	6.027	7.222	8.901	10.47
		2	9,244	-0.022	0.357	1.082	1.915	3.938	9.767	12.66	13.98	17.54	19.91	21.87
		3	9,336	-0.011	0.364	1.082	2.753	4.295	7.900	9.287	10.50	13.02	14.60	15.65
		平均	9,290	-0.026	0.190	0.714	2.385	4.133	7.053	8.970	10.169	12.594	14.470	16.00

付表-18 凍結融解繰返し試験結果, 重量減少率(シリーズII, 90分)

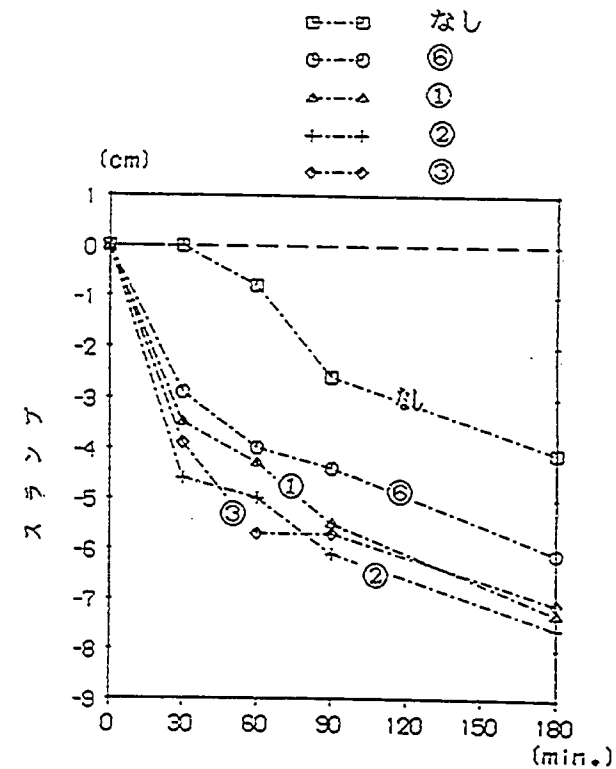
配合 No	混 和 剤	供番 試 体号	(W ₀ -W _n)/W ₀ ×100(%)											
			サ イ ク ル											
			初期値(g)	4	16	30	52	81	121	163	188	226	259	
7	⑥	Na 1	9,298	-0.086	0.065	0.602	2.237	4.689	7.946					
		2	9,339	-0.107	-0.043	0.039	5.718	9.776	14.210	測	定	中	止	
		3	9,311	-0.075	-0.054	0.204	1.300	3.190	7.621					
		平均	9,316	-0.089	-0.010	0.615	3.085	5.885	9.926					
8	①	Na 1	9,310	-0.032	-0.032	0.827	3.963	5.908	6.861	9.603	10.900			
		2	9,293	-0.054	-0.086	0.592	3.583	5.380	6.706	9.254	10.360	測定	中止	
		3	9,314	-0.043	-0.086	0.655	3.328	4.992	6.370	8.106	9.394			
		平均	9,306	-0.043	-0.068	0.691	3.625	5.427	6.645	8.988	10.218			
9	②	Na 1	9,465	-0.127	0.296	1.067								
		2	9,443	-0.201	0.529	1.144	測		定		中		止	
		3	9,397	-0.223	1.011	2.171								
		平均	9,435	-0.184	0.612	1.461								
10	③	Na 1	9,317	-0.021	0.054	0.504	2.479	4.218	6.275	7.696	8.844	10.000	測	
		2	9,350	-0.021	-0.096	0.417	1.412	3.005	4.898	9.134	10.100	11.170	定	
		3	9,349	-0.032	0.053	0.107	1.412	2.749	6.212	6.482	7.487	8.728	中	
		平均	9,339	-0.025	0.032	0.343	1.768	3.324	5.795	7.771	8.810	9.966	止	



付図-1.1 スランプの練り上り時からの変化 (Fなし)

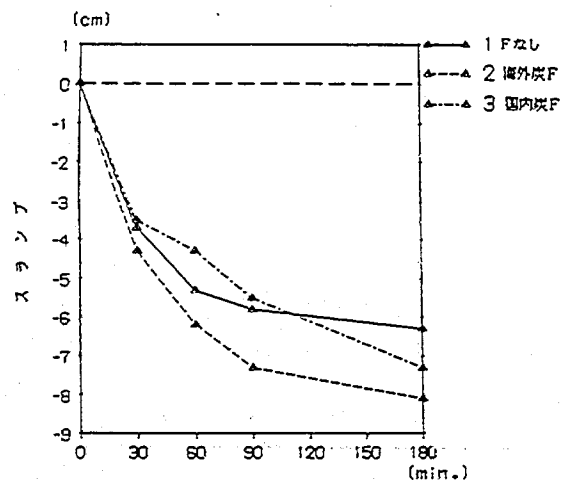


付図-1.2 スランプの練り上り時からの変化 (海外炭F)

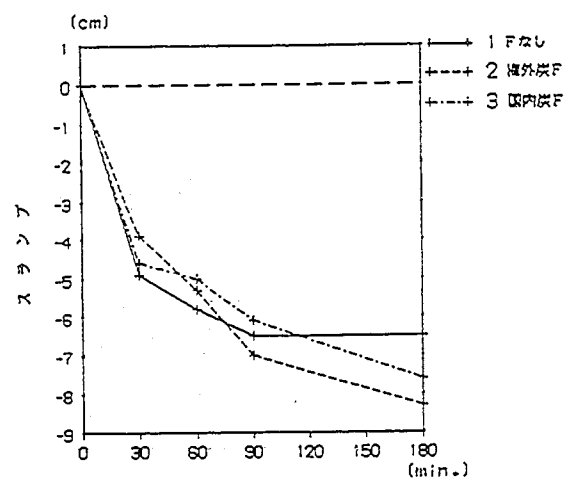


付図-1.3 スランプの練り上り時からの変化 (国内炭F)

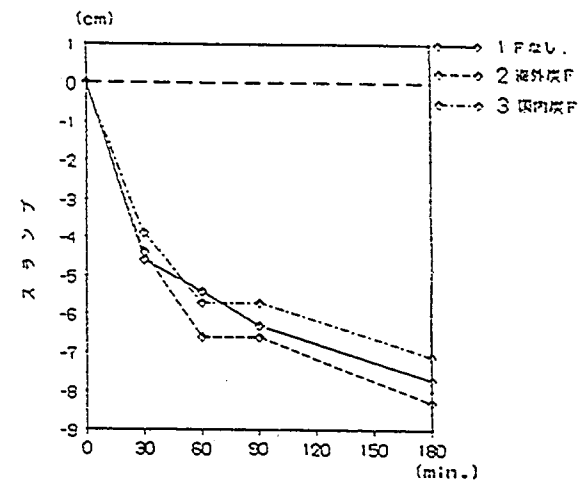
付図-1.1 ~ 3 スランプの練り上り時からの変化



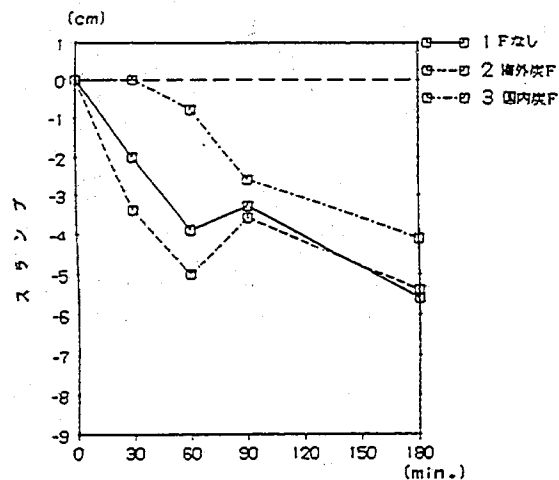
付図-1.6 スランプの練り上り時からの
変化 (混和剤①)



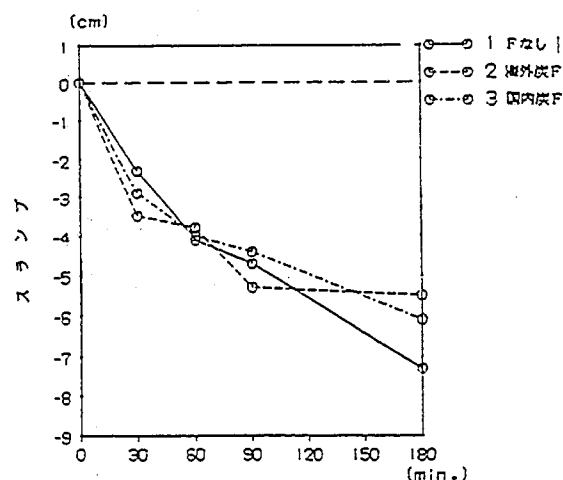
付図-1.7 スランプの練り上り時からの
変化 (混和剤②)



付図-1.8 スランプの練り上り時からの
変化 (混和剤③)

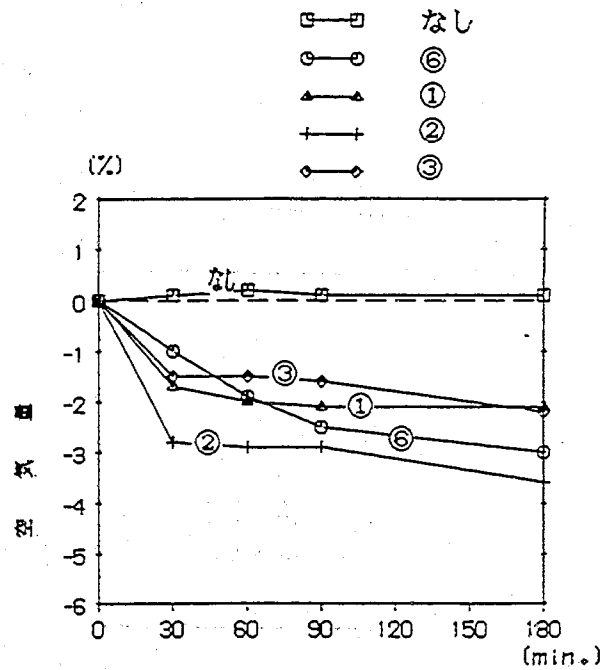


付図-1.4 スランプの練り上り時からの
変化 (プレーン)

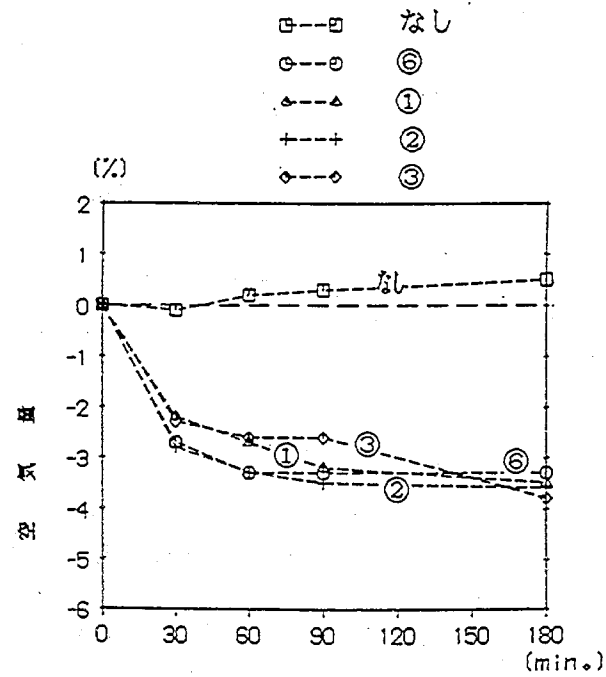


付図-1.5 スランプの練り上り時からの
変化 (混和剤⑤)

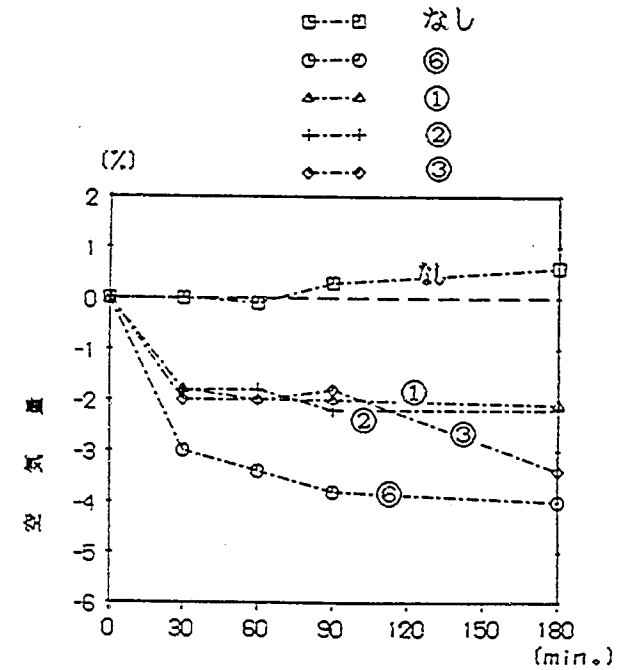
付図-1.4～8 スランプの練り上り時からの変化



付図-2.1 空気量の練り上り時からの変化 (Fなし)

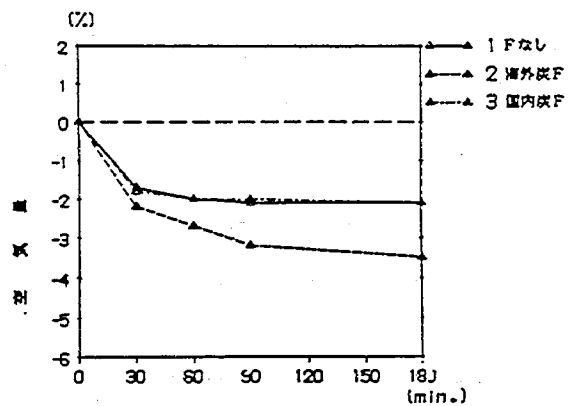


付図-2.2 空気量の練り上り時からの変化 (海外炭F)

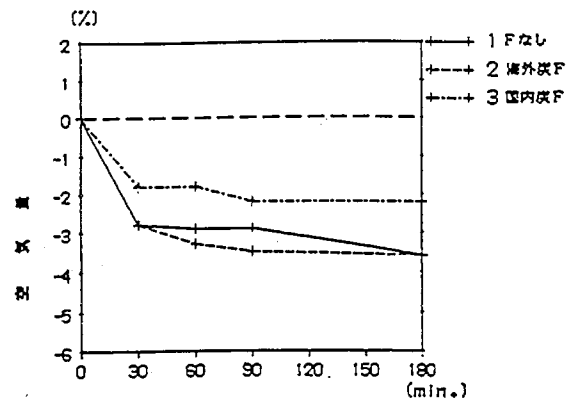


付図-2.3 空気量の練り上り時からの変化 (国内炭)

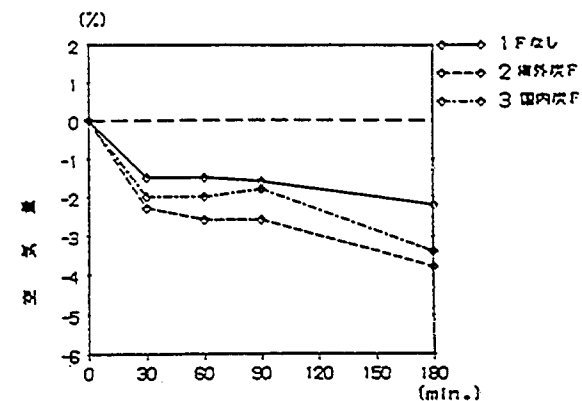
付図-2.1 ~ 3 空気量の練り上り時からの変化



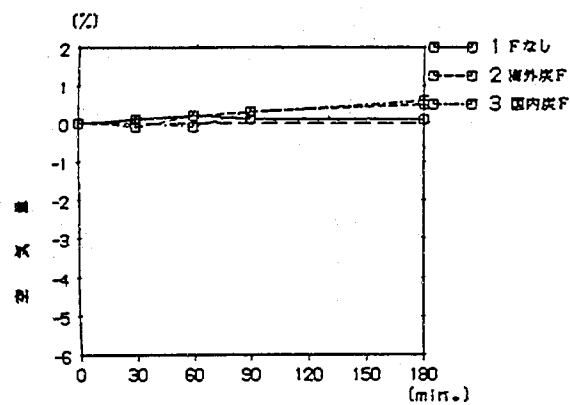
付図- 2.6 空気量の練り上り時からの変化 (混和剤①)



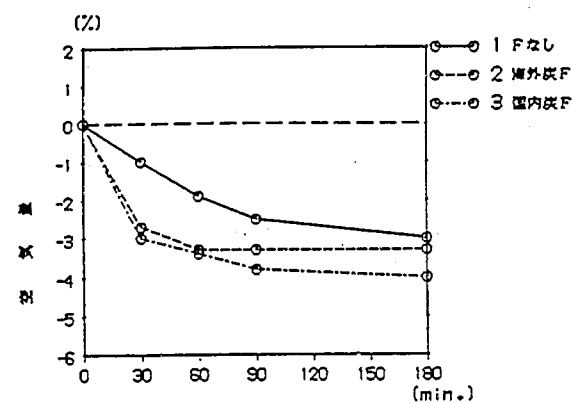
付図- 2.7 空気量の練り上り時からの変化 (混和剤②)



付図- 2.8 空気量の練り上り時からの変化 (混和剤③)

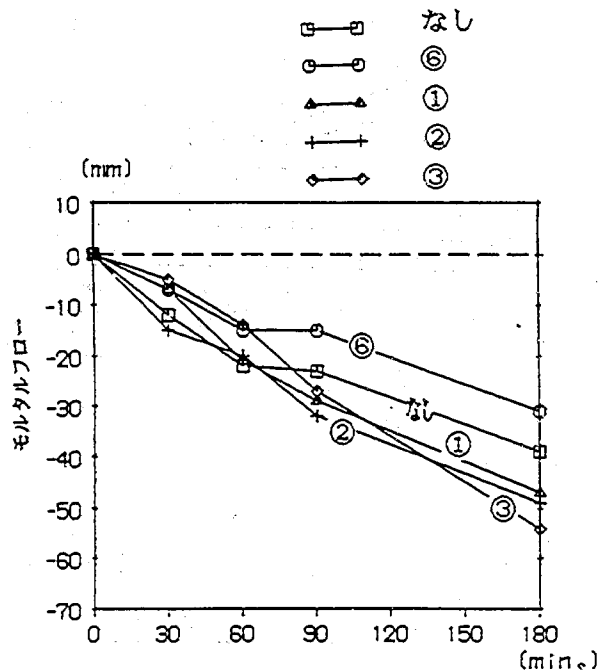


付図- 2.4 空気量の練り上り時からの変化 (プレーン)

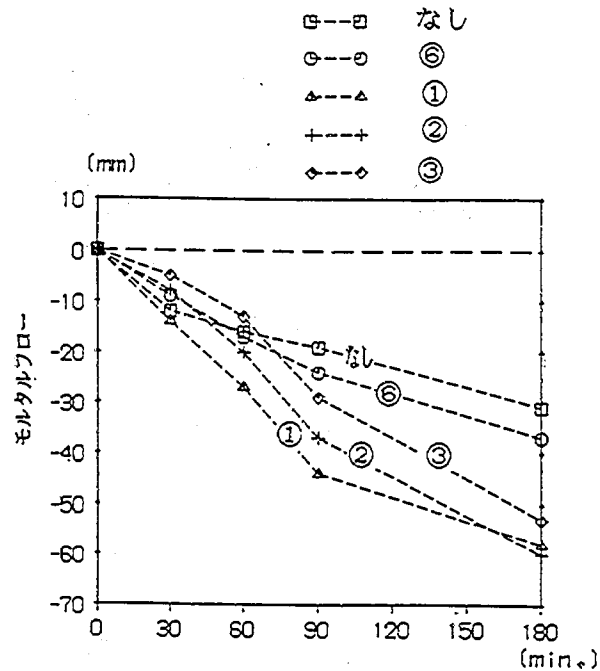


付図- 2.5 空気量の練り上り時からの変化 (混和剤⑥)

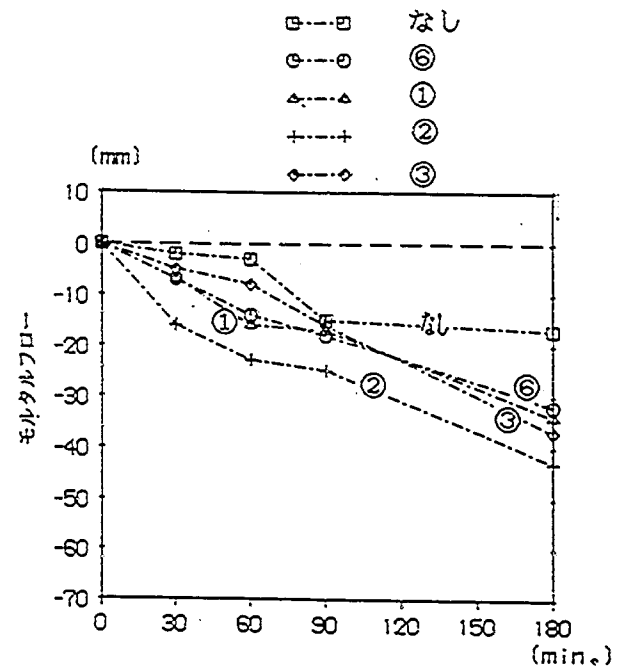
付図- 2.4 ~ 8 空気量の練り上り時からの変化



付図-3.1 モルタルフローの練り上り時からの変化 (Fなし)

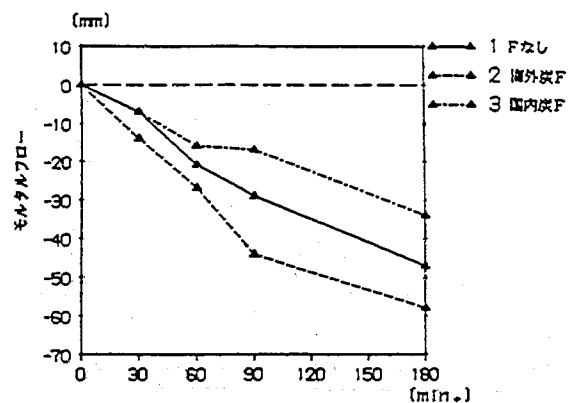


付図-3.2 モルタルフローの練り上り時からの変化 (海外炭)

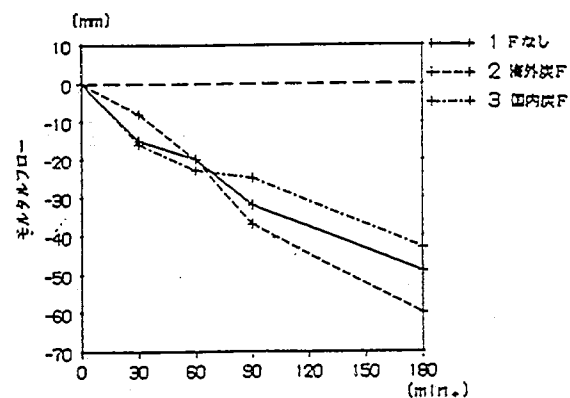


付図-3.3 モルタルフローの練り上り時からの変化 (国内炭F)

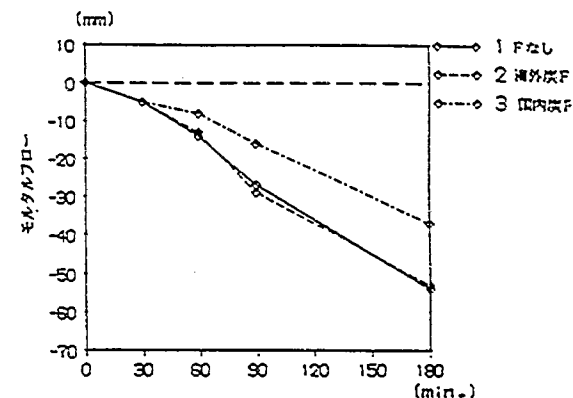
付図-3.1 ~ 3 モルタルフローの練り上り時からの変化



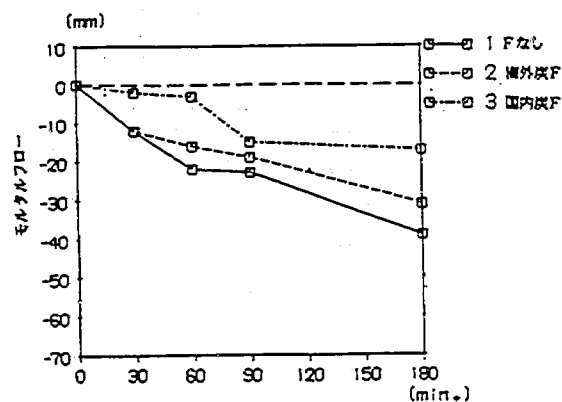
付図-3.6 モルタルフローの練り上り時からの変化 (混和剤①)



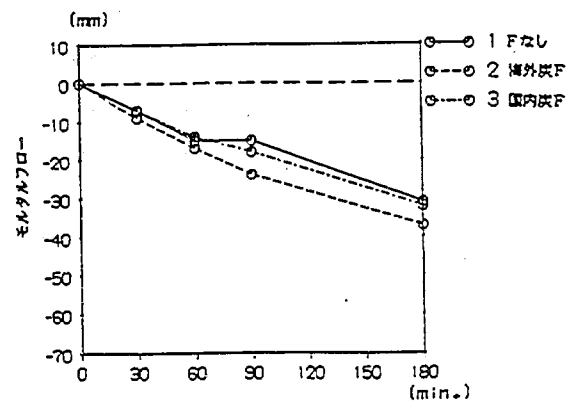
付図-3.7 モルタルフローの練り上り時からの変化 (混和剤②)



付図-3.8 モルタルフローの練り上り時からの変化 (混和剤③)

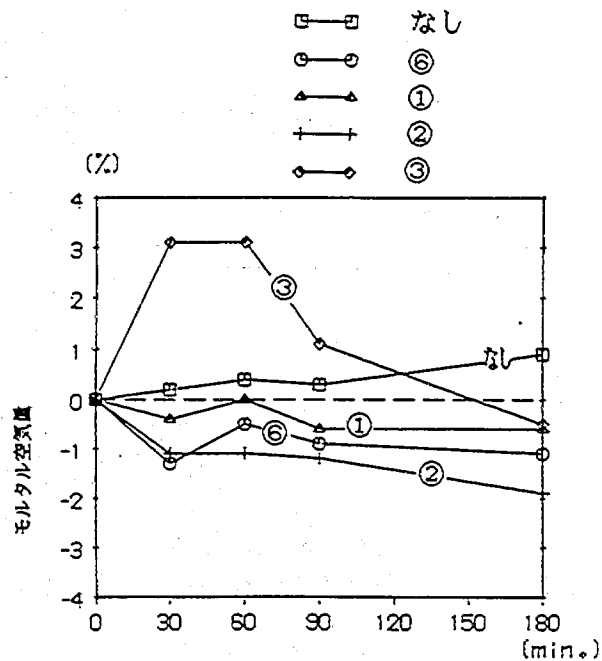


付図-3.4 モルタルフローの練り上り時からの変化 (プレーン)

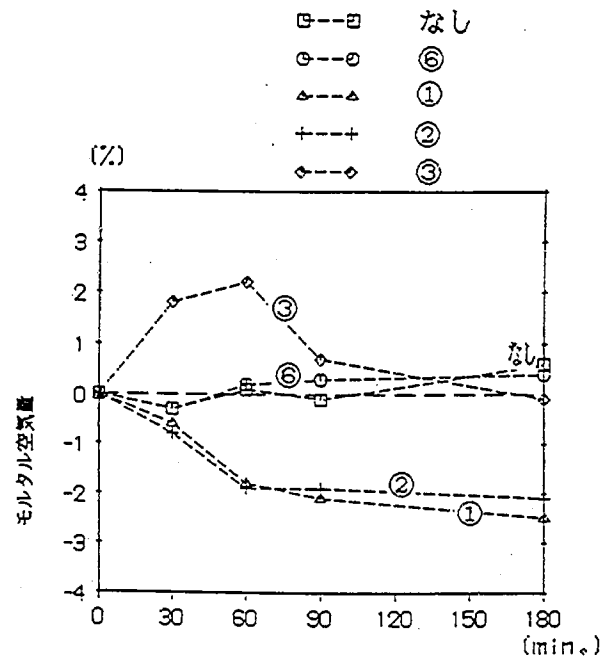


付図-3.5 モルタルフローの練り上り時からの変化 (混和剤⑥)

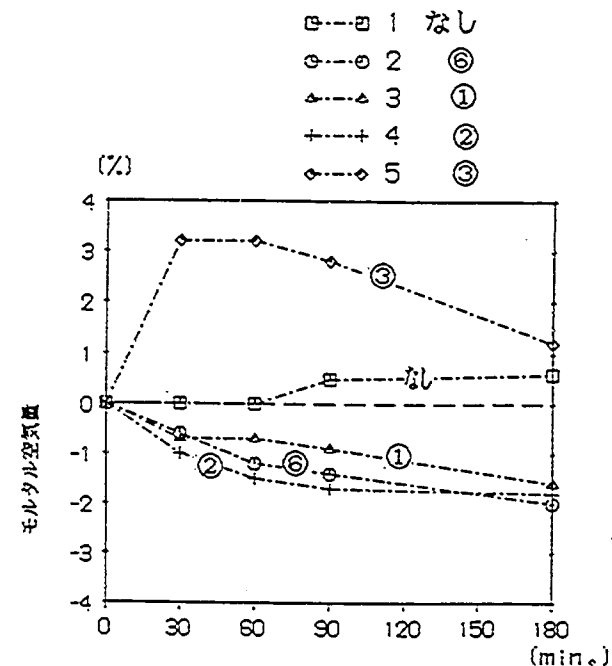
付図-3.4～8. モルタルフローの練り上り時からの変化



付図-4.1 モルタル空気量の練り上り時からの変化 (Fなし)

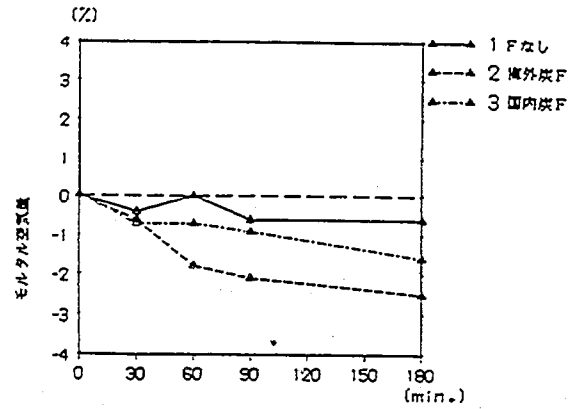


付図-4.2 モルタル空気量の練り上り時からの変化 (海外炭F)

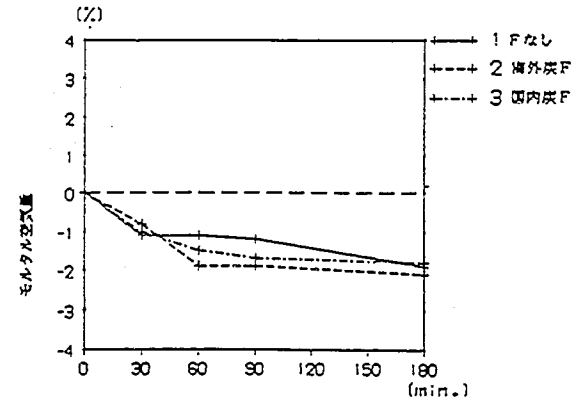


付図-4.3 モルタル空気量の練り上り時からの変化 (国内炭F)

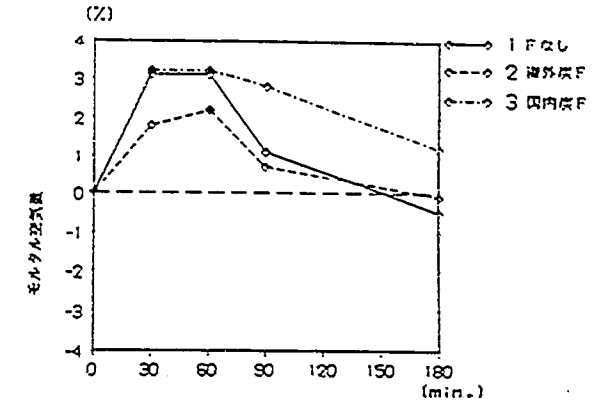
付図-4.1 ~ 3 モルタル空気量の練り上り時からの変化



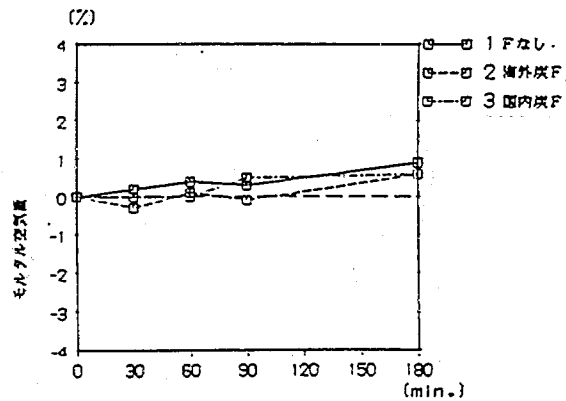
付図-4.6 モルタル空気量の練り上り時からの変化 (混和剤①)



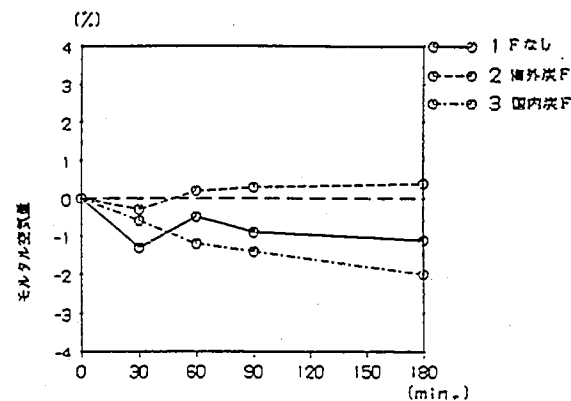
付図-4.7 モルタル空気量の練り上り時からの変化 (混和剤②)



付図-4.8 モルタル空気量の練り上り時からの変化 (混和剤③)

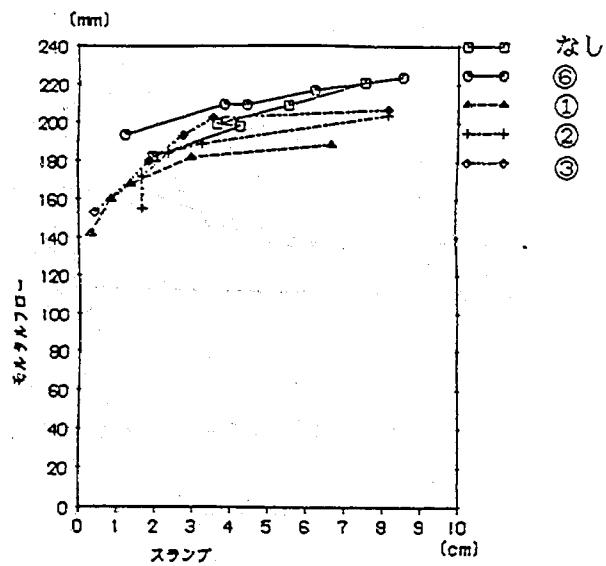


付図-4.4 モルタル空気量の練り上り時からの変化 (プレーン)

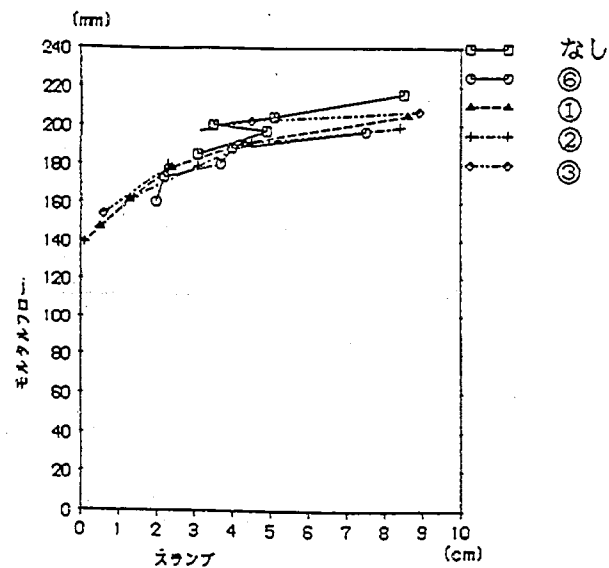


付図-4.5 モルタル空気量の練り上り時からの変化 (混和剤⑥)

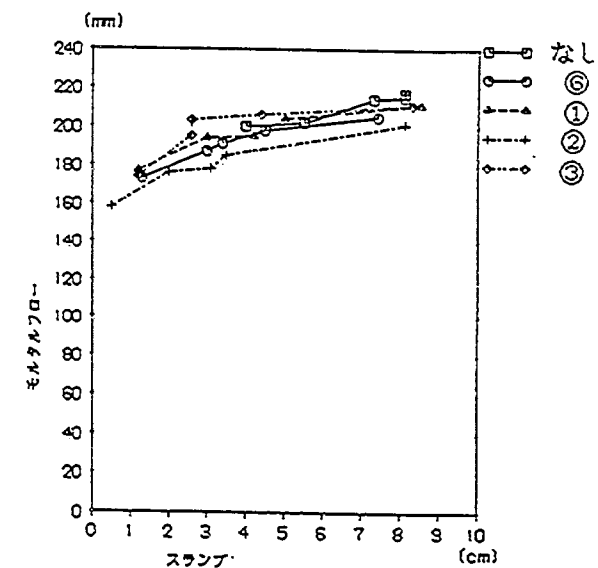
付図-4.4～8 モルタル空気量の練り上り時からの変化



付図－5.1 スランプとモルタルフローの関係
(Fなし)

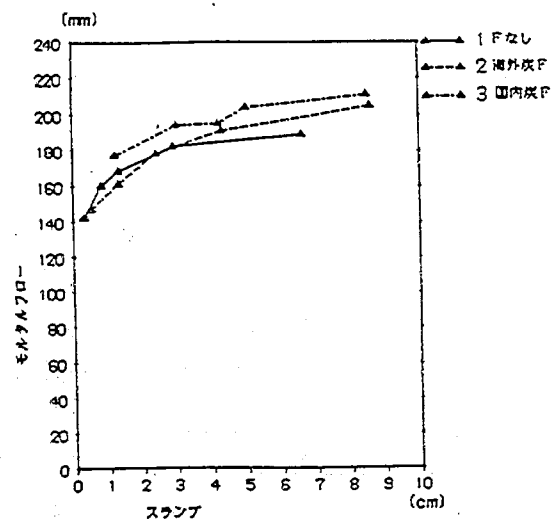


付図－5.2 スランプとモルタルフローの関係
(海外炭F)

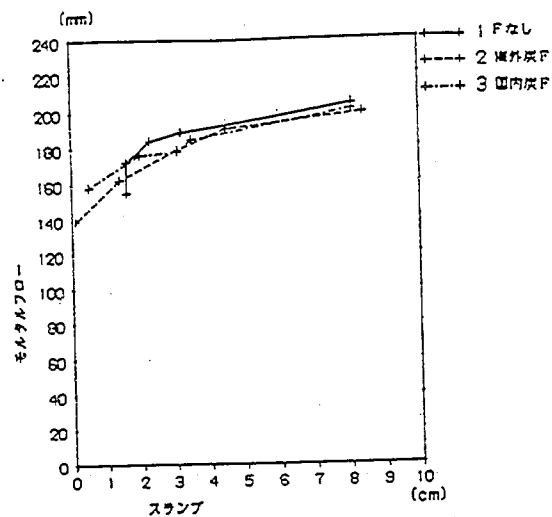


付図－5.3 スランプとモルタルフローの関係
(国内炭F)

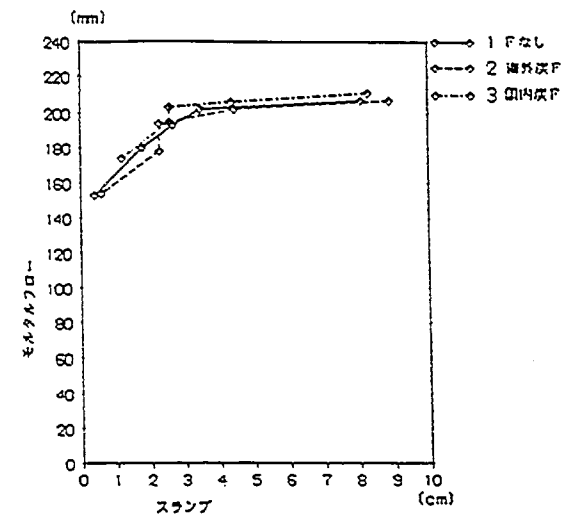
付図－5.1～3 スランプとモルタルフローの関係



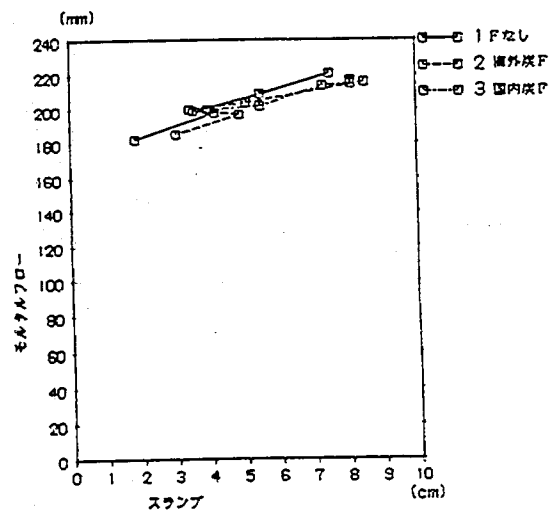
付図-5.6 スランプとモルタルフローの関係
(混和剤①)



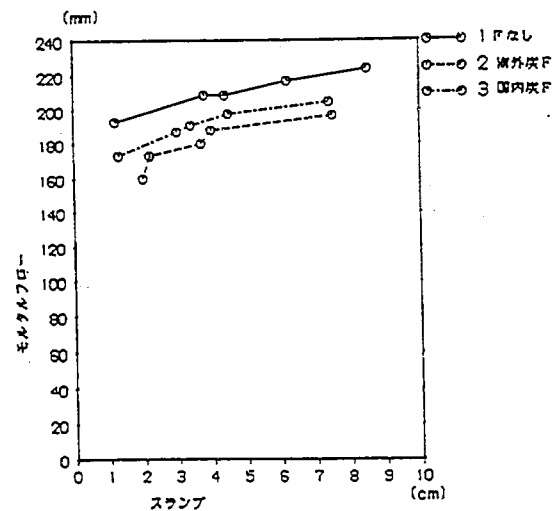
付図-5.7 スランプとモルタルフローの関係
(混和剤②)



付図-5.8 スランプとモルタルフローの関係
(混和剤③)

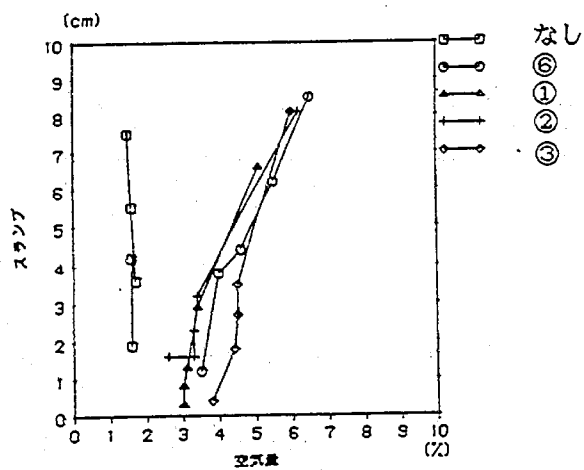


付図-5.4 スランプとモルタルフローの関係
(プレーン)

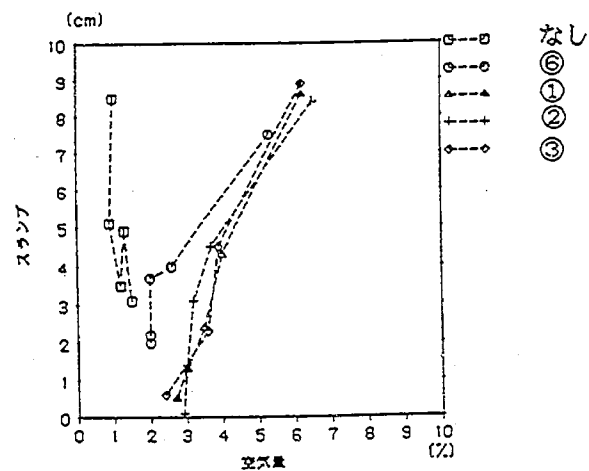


付図-5.5 スランプとモルタルフローの関係
(混和剤⑥)

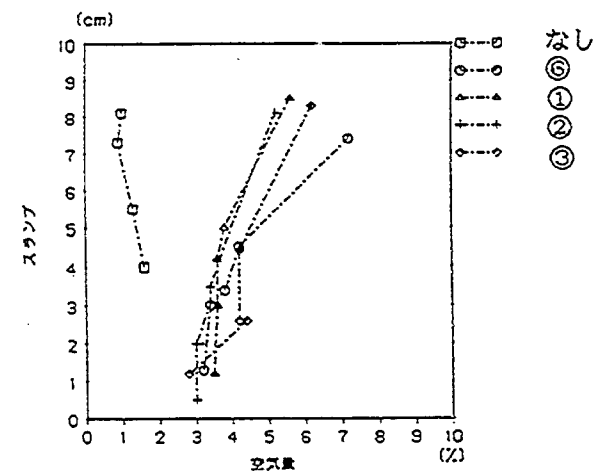
付図-5.4～8 スランプとモルタルフローの関係



付図-6.1 スランプと空気量の関係(Fなし)

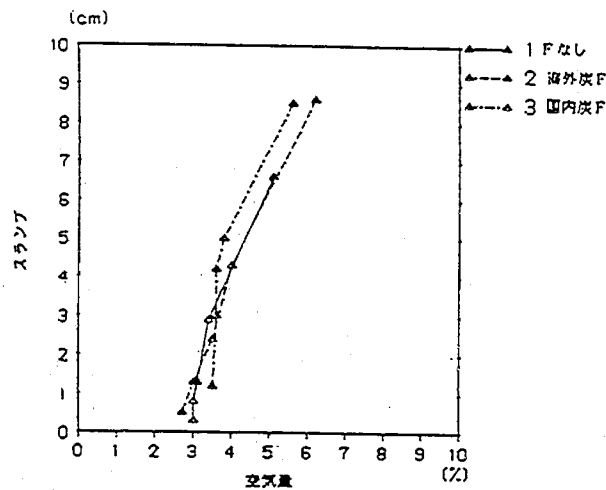


付図-6.2 スランプと空気量の関係(海外炭F)

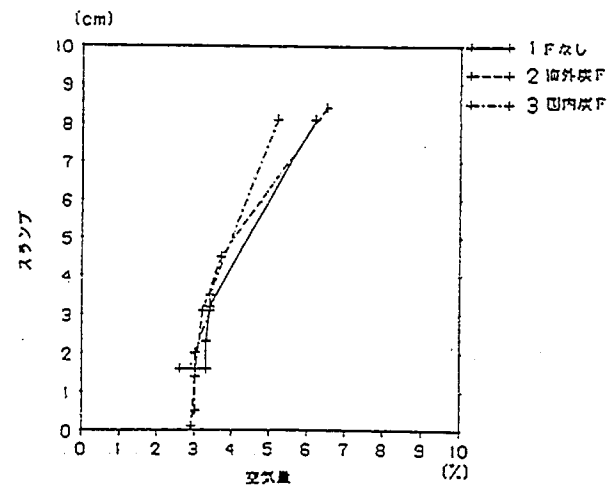


付図-6.3 スランプと空気量の関係(国内炭F)

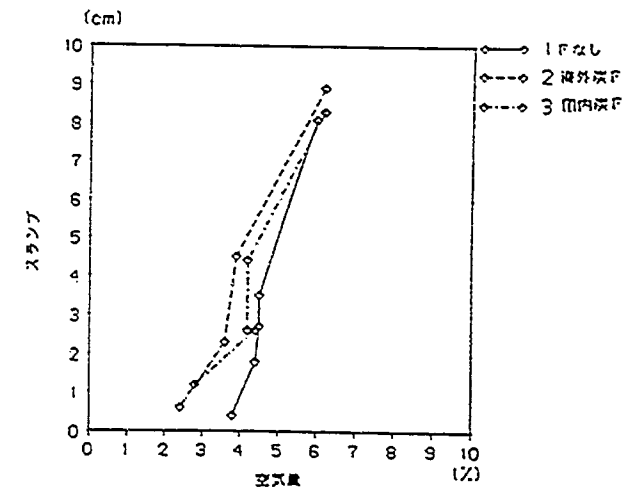
付図-6.1 ~ 3 スランプと空気量の関係



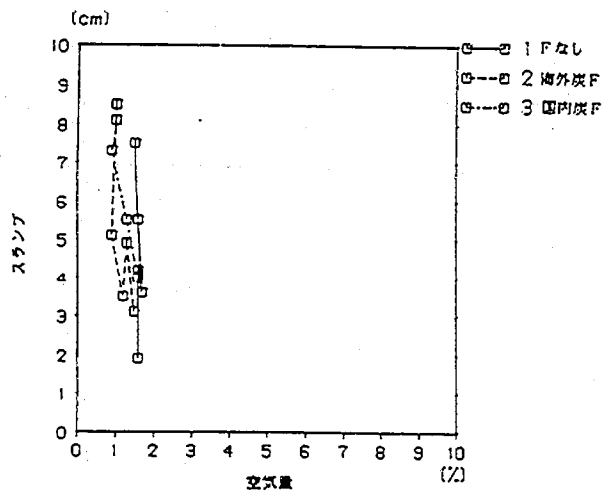
付図-6.6 スランプと空気量の関係(混和剤①)



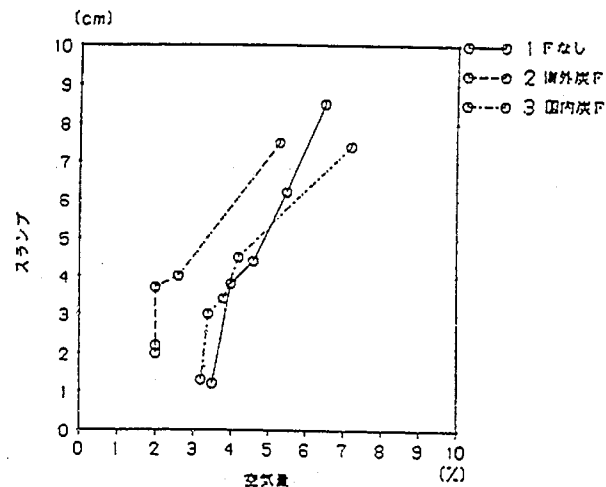
付図-6.7 スランプと空気量の関係(混和剤②)



付図-6.8 スランプと空気量の関係(混和剤③)

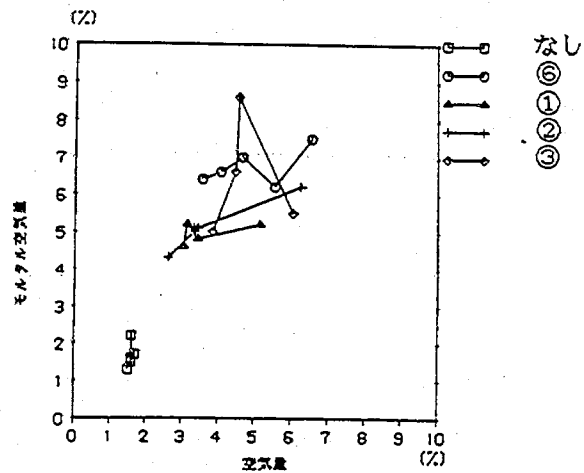


付図-6.4 スランプと空気量の関係
(プレーン)

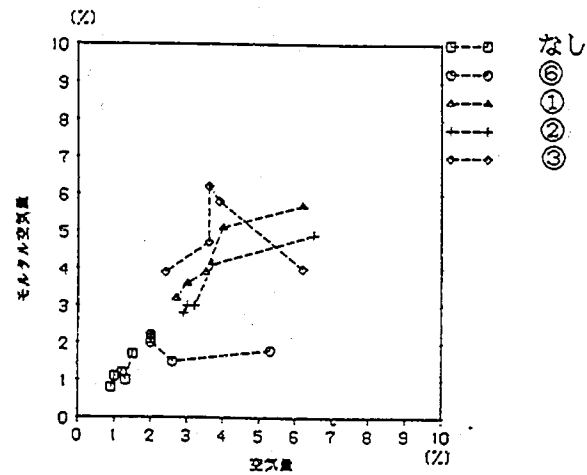


付図-6.5 スランプと空気量の関係(混和剤⑥)

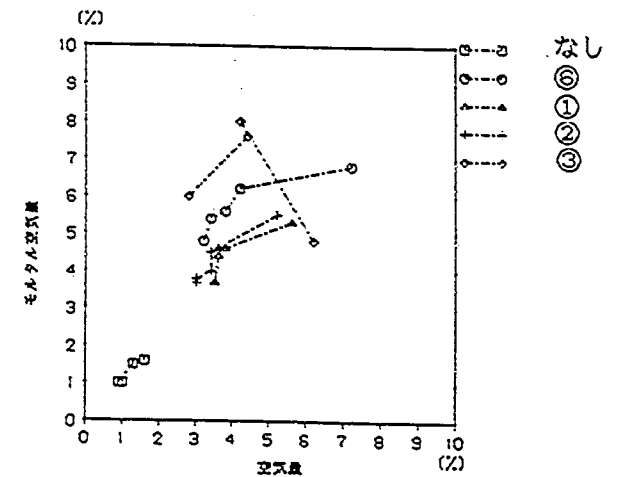
付図-6.4～8 スランプと空気量の関係



付図-7.1 空気量とモルタル空気量の関係
(Fなし)

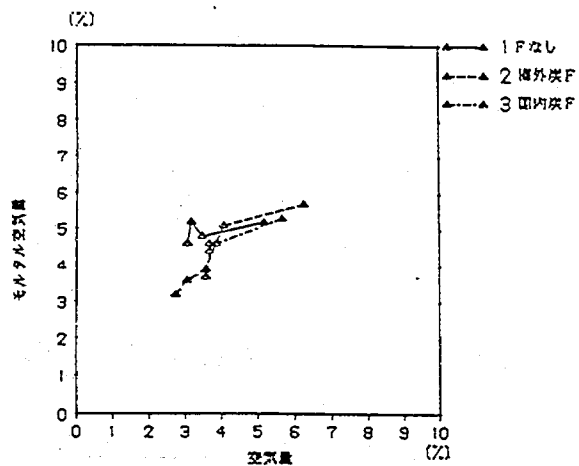


付図-7.2 空気量とモルタル空気量の関係
(海外炭F)

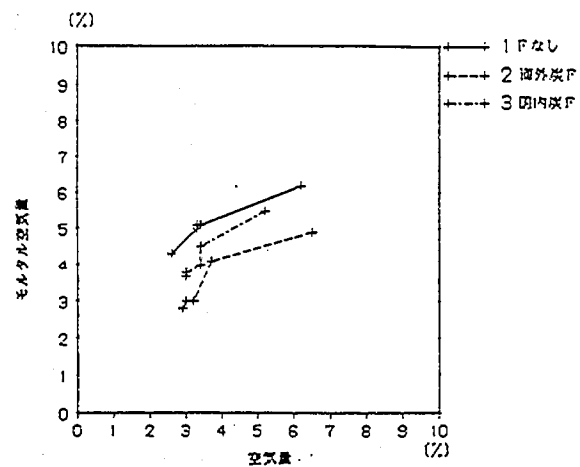


付図-7.3 空気量とモルタル空気量の関係
(国内炭F)

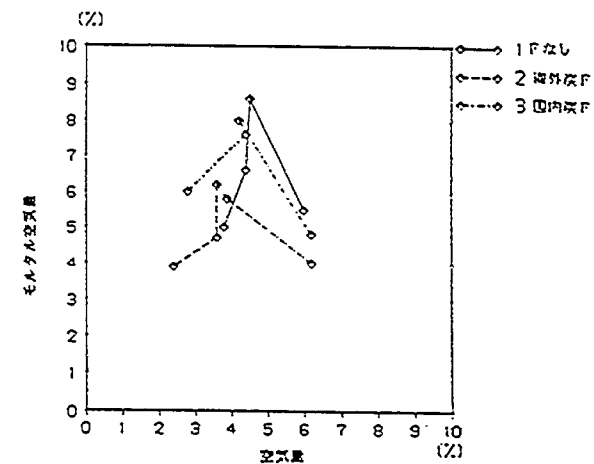
付図-7.1～3 空気量とモルタル空気量の関係



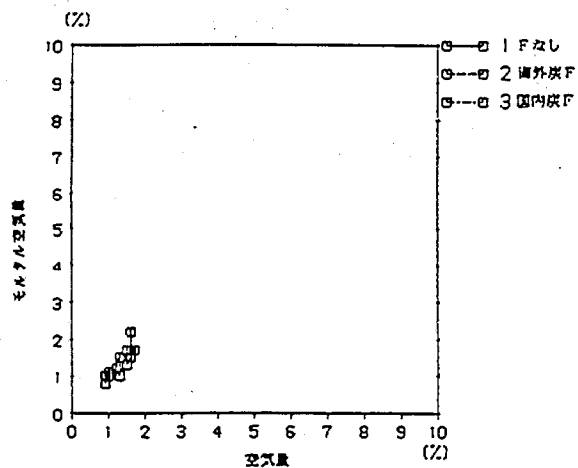
付図-7.6 空気量とモルタル空気量の関係
(混和剤①)



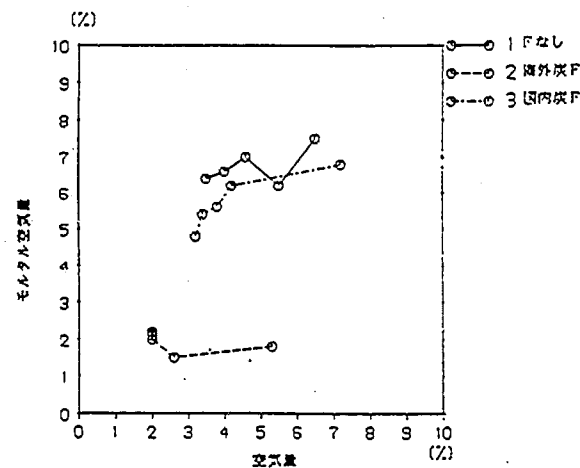
付図-7.7 空気量とモルタル空気量の関係
(混和剤②)



付図-7.8 空気量とモルタル空気量の関係
(混和剤③)

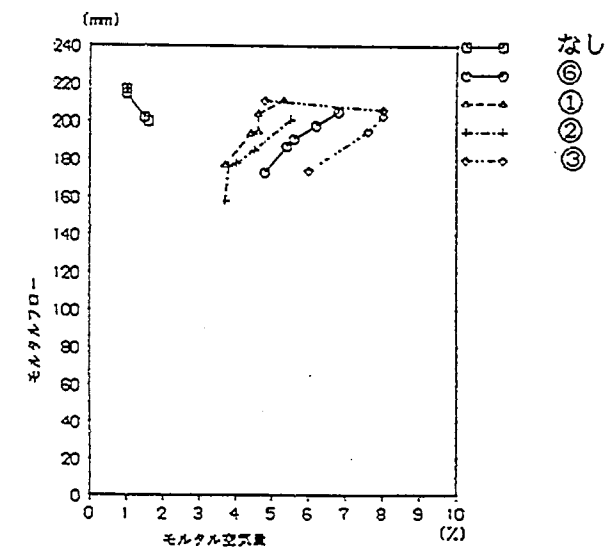
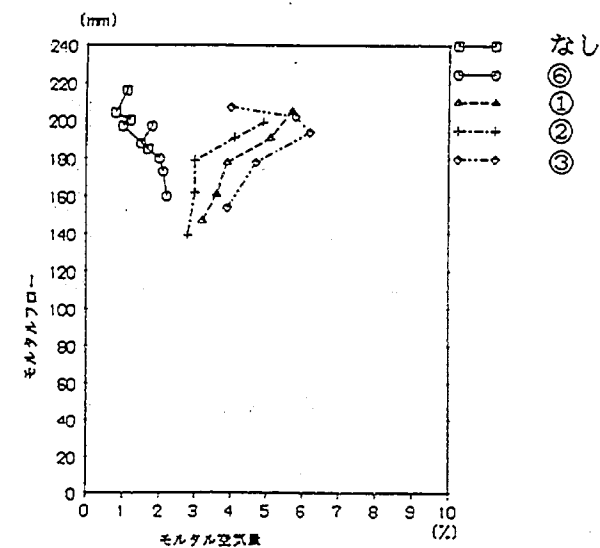
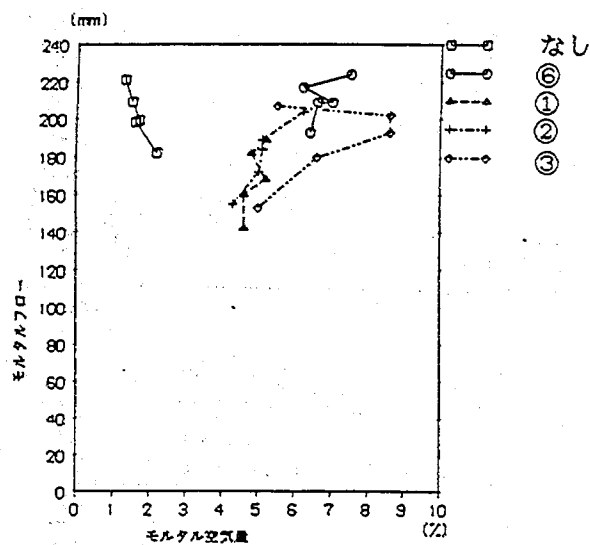


付図-7.4 空気量とモルタル空気量の関係
(プレーン)

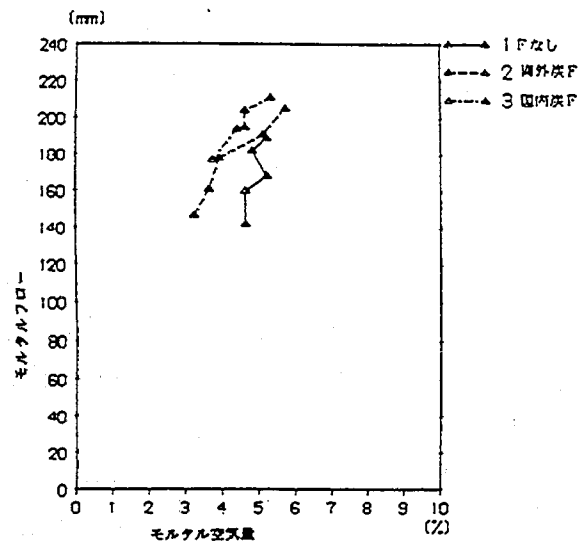


付図-7.5 空気量とモルタル空気量の関係
(混和剤⑥)

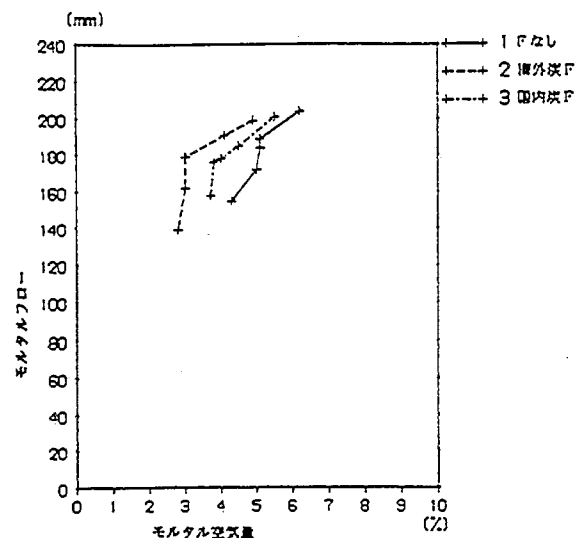
付図-7.4～8 空気量とモルタル空気量の関係



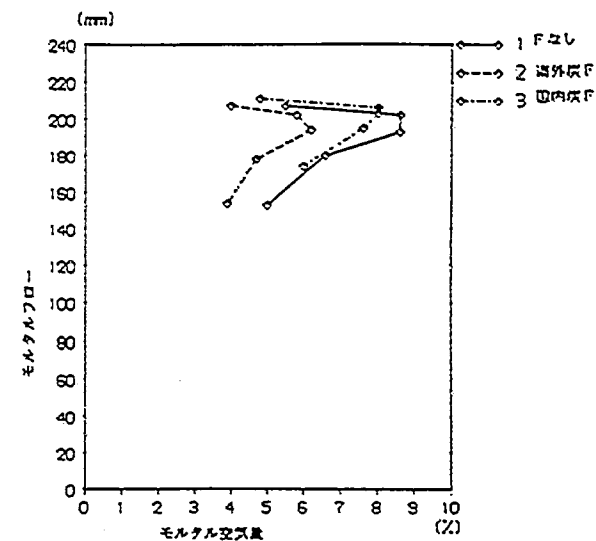
付図-8.1～3 モルタルと空気量とフローの関係



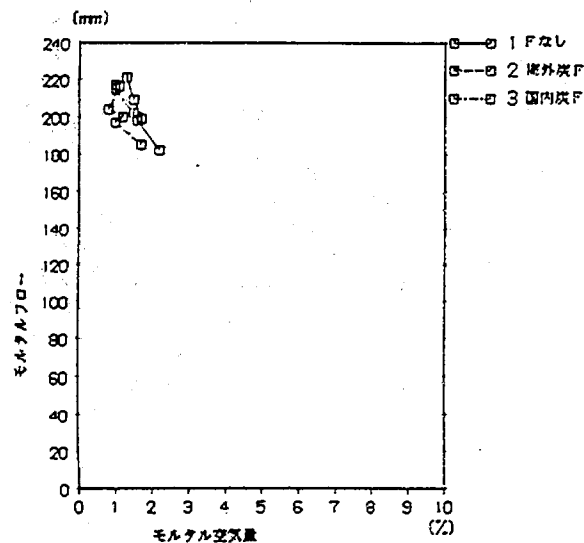
付図-8.6 モルタルと空気量とフローの関係
(混和剤①)



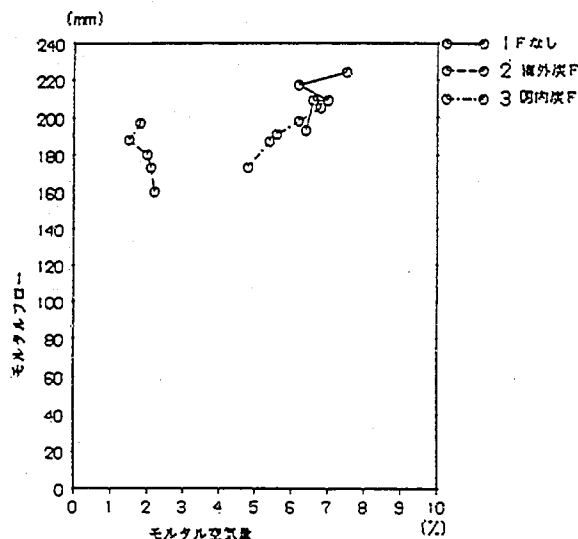
付図-8.7 モルタルと空気量とフローの関係
(混和剤②)



付図-8.8 モルタルと空気量とフローの関係
(混和剤③)

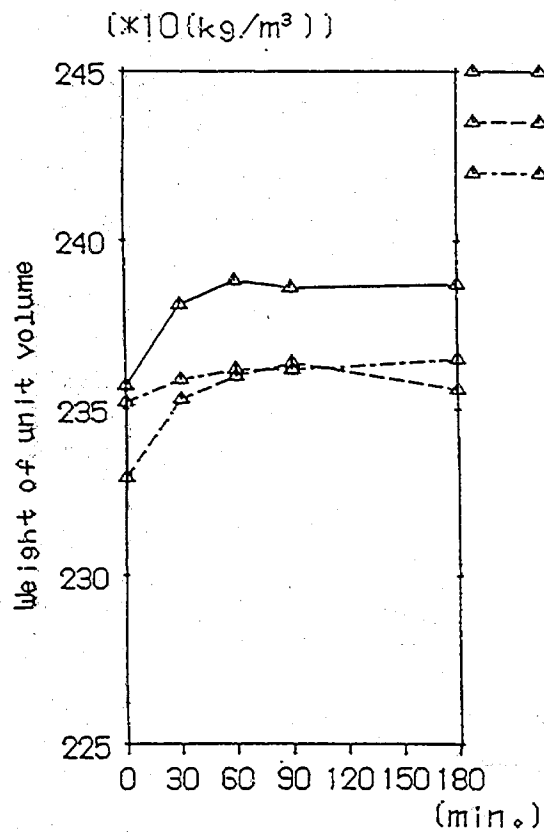


付図-8.4 モルタルと空気量とフローの関係
(プレーン)

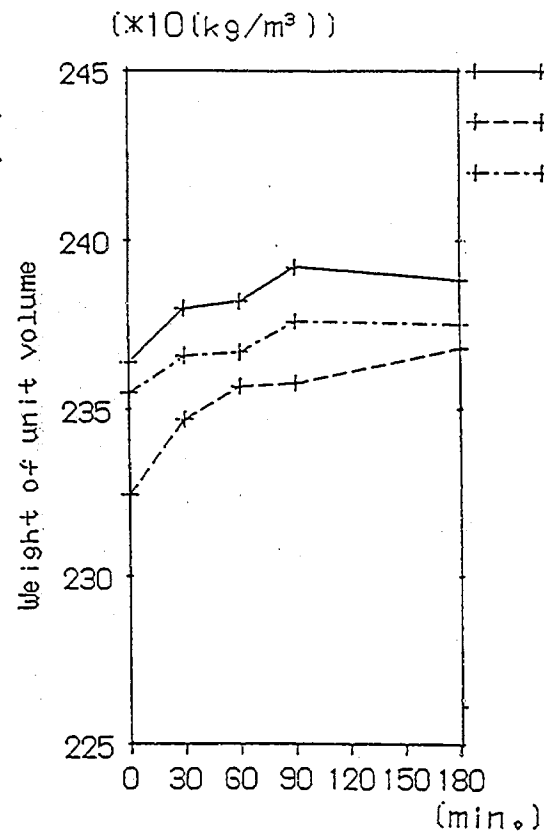


付図-8.5 モルタルと空気量とフローの関係
(混和剤⑥)

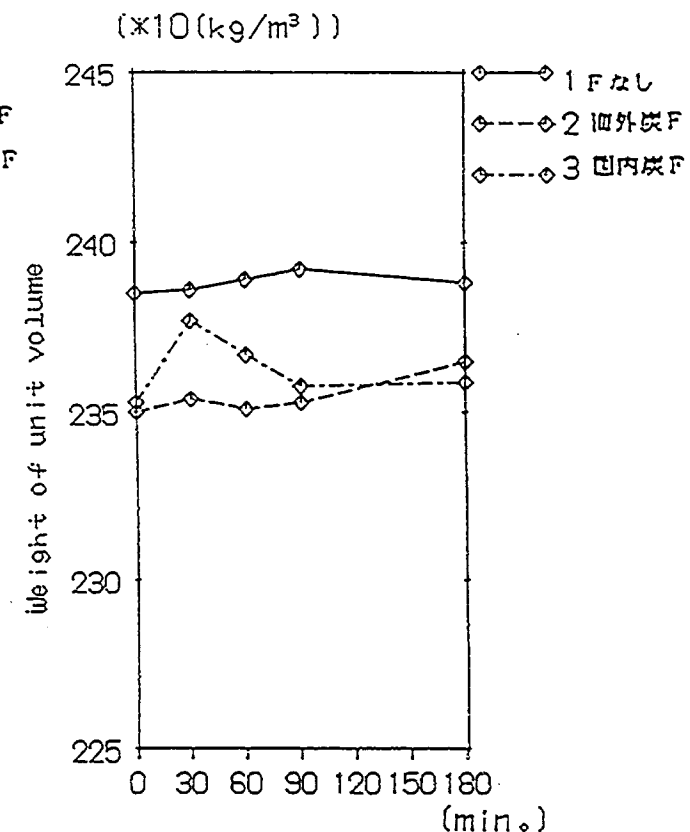
付図-8.4～8 モルタルと空気量とフローの関係



付図-9.4 比重 (ポゾリフ)

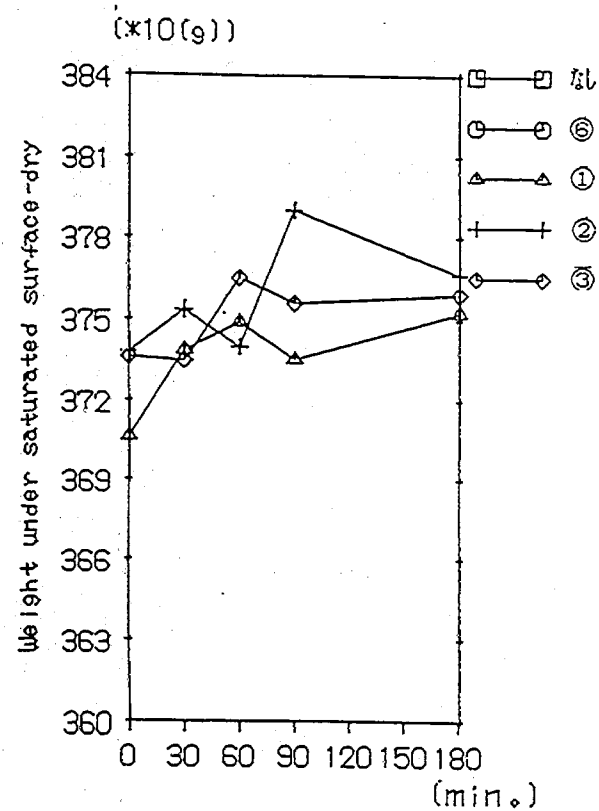


付図-9.5 比重 (バリック)

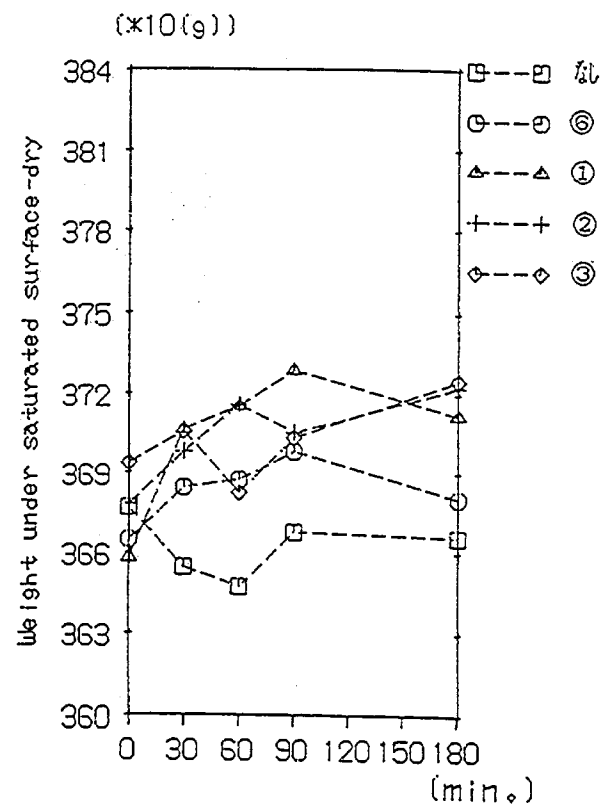


付図-9.6 比重 (マイティ)

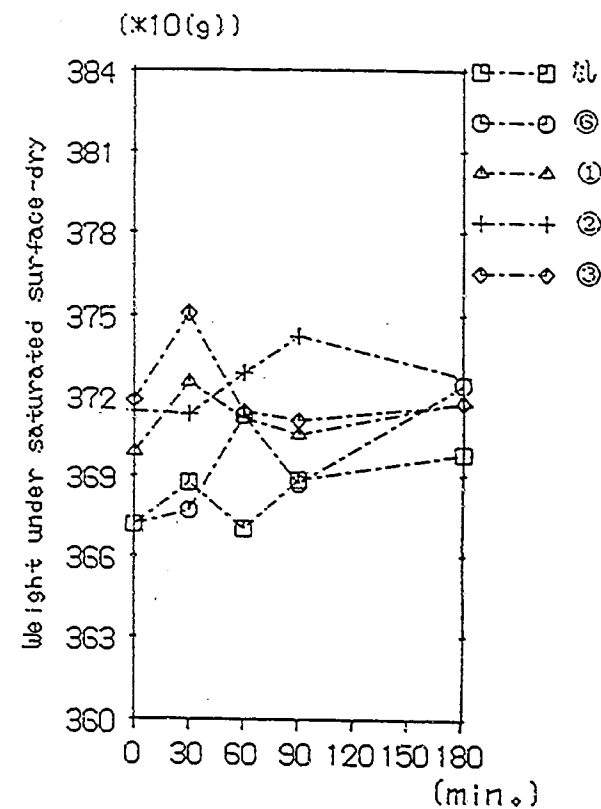
付図-9.4 ~ 6 圧縮強度試験供試体比重



付図-10.1 表乾重量 (Fなし)

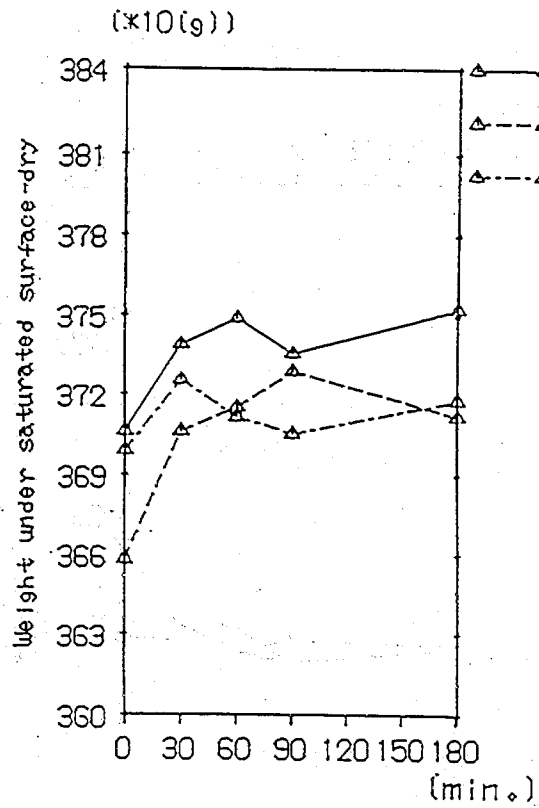


付図-10.2 表乾重量 (海外炭)

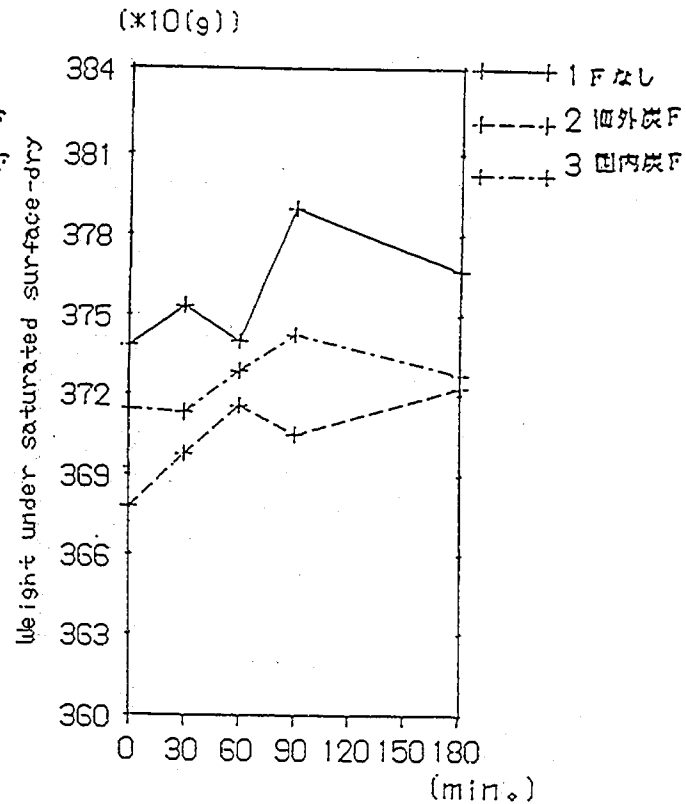


付図-10.3 表乾重量 (国内炭)

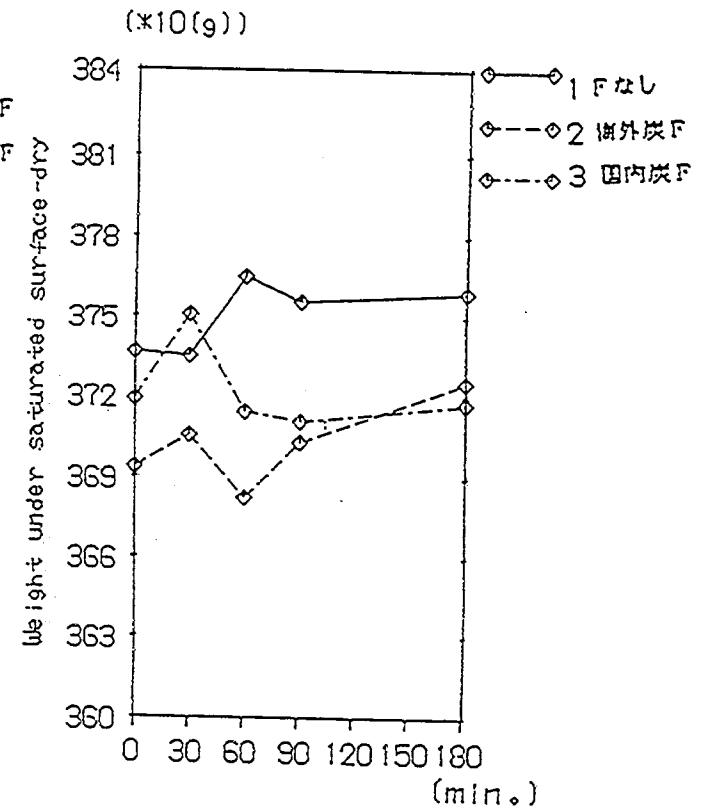
付図-10.1 ~ 3 圧縮強度試験供試体表乾重量



付図-10.4 表乾重量 (ボゾリス)

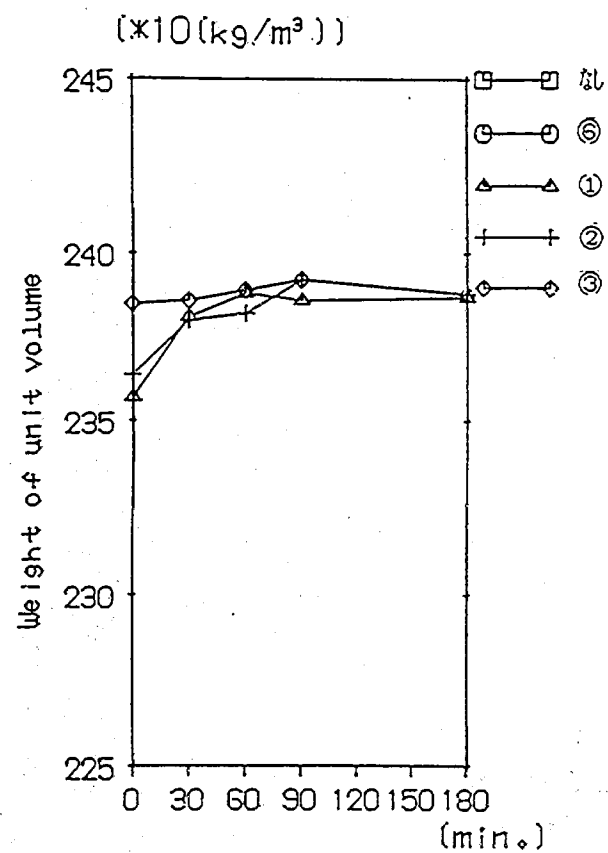


付図-10.5 表乾重量 (パリック)

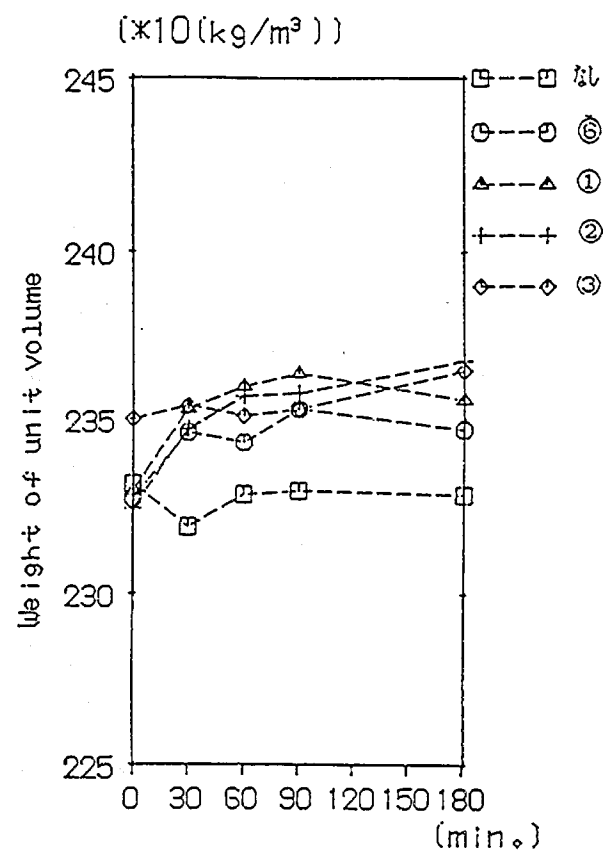


付図-10.6 表乾重量 (マイティ)

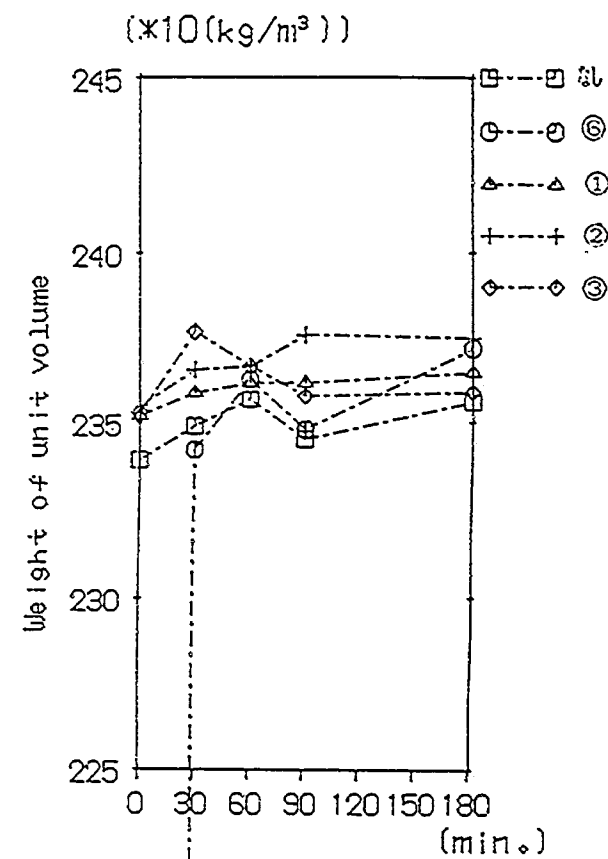
付表-10.4 ~ 6 圧縮強度試験供試体表乾重量



付図- 9.1 比重 (混和剤なし)

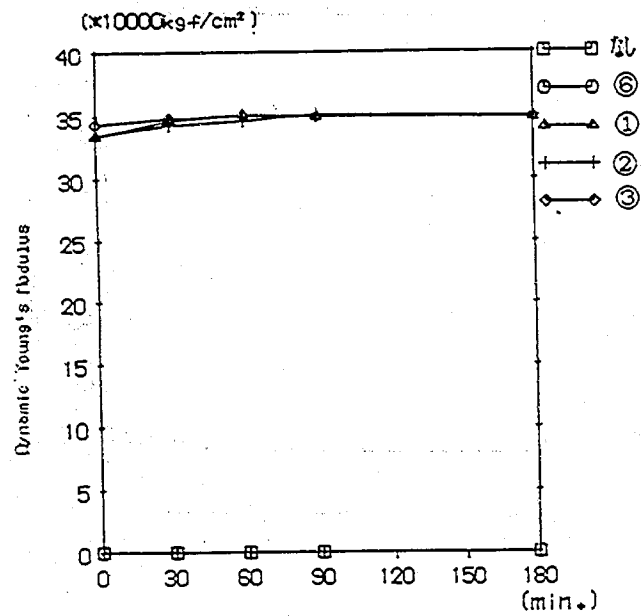


付図- 9.2 比重 (海外炭F)

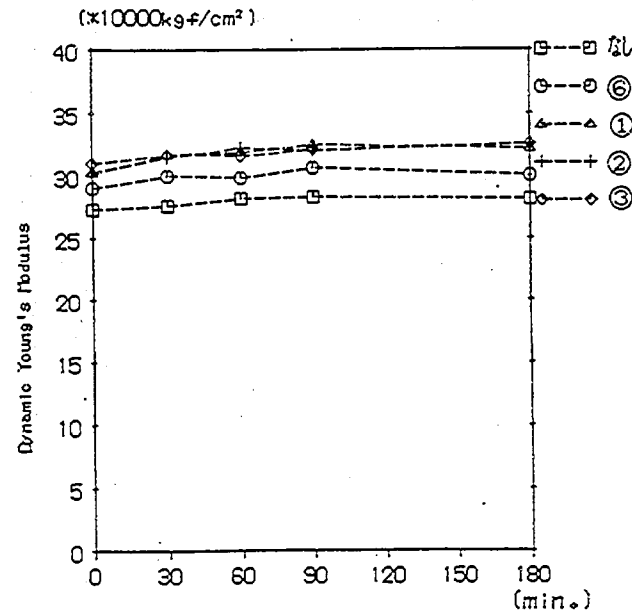


付図- 9.3 比重 (国内炭F)

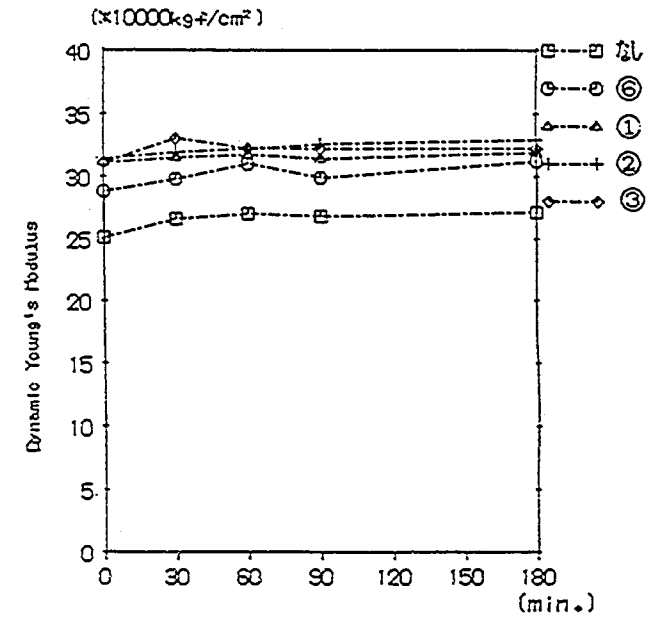
付図- 9.1 ~ 3 圧縮強度試験供試体比重



付図-11.1 動弾性係数・試験結果 (Fなし)

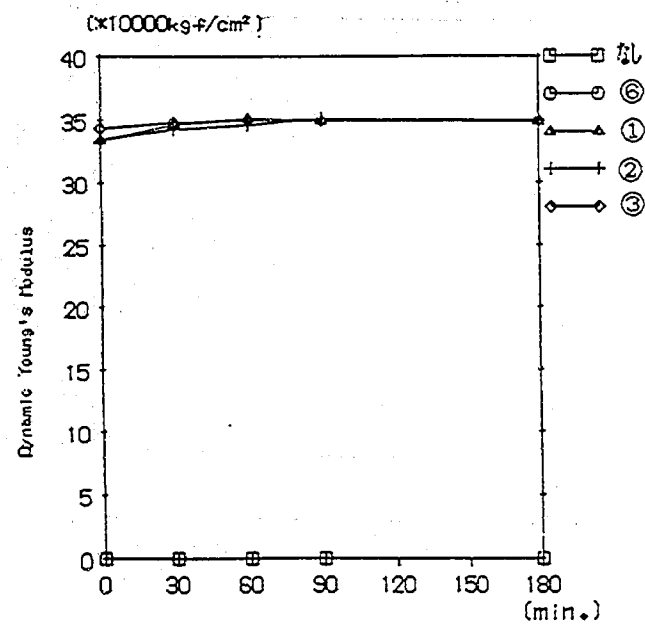


付図-11.2 動弾性係数・試験結果 (海外炭)

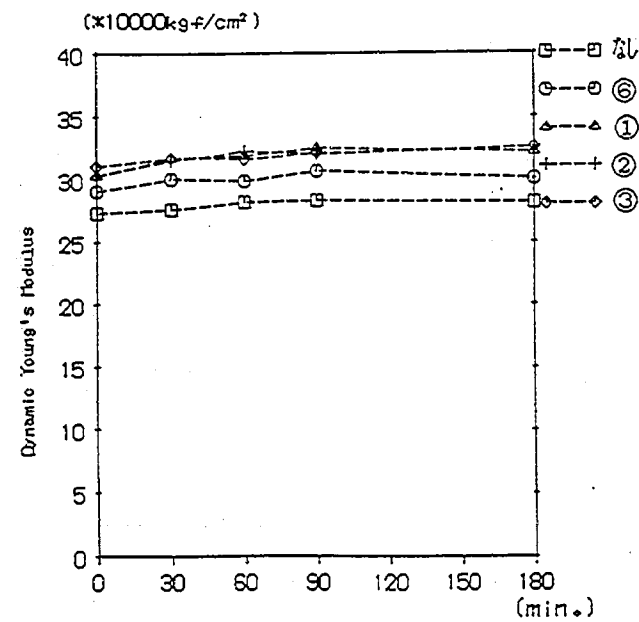


付図-11.3 動弾性係数・試験結果 (国内炭F)

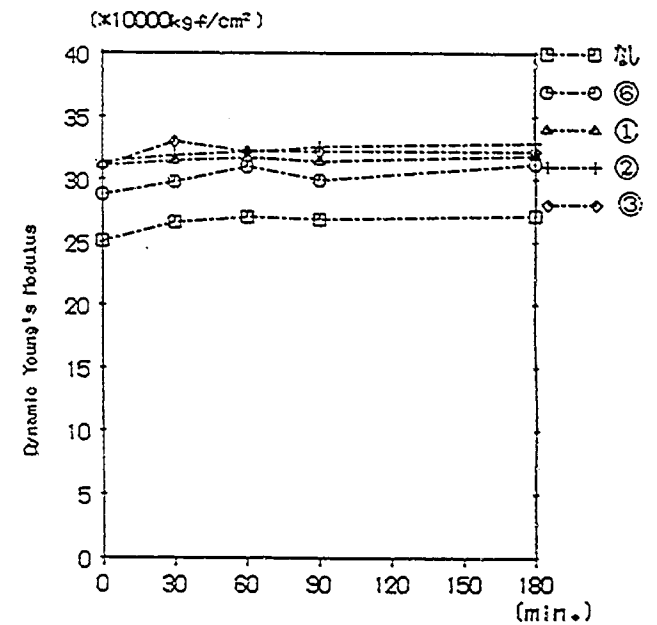
付図-11.1 ~ 3 圧縮強度試験供試体動弾性係数



付図- 11.1 動弾性係数・試験結果 (Fなし)

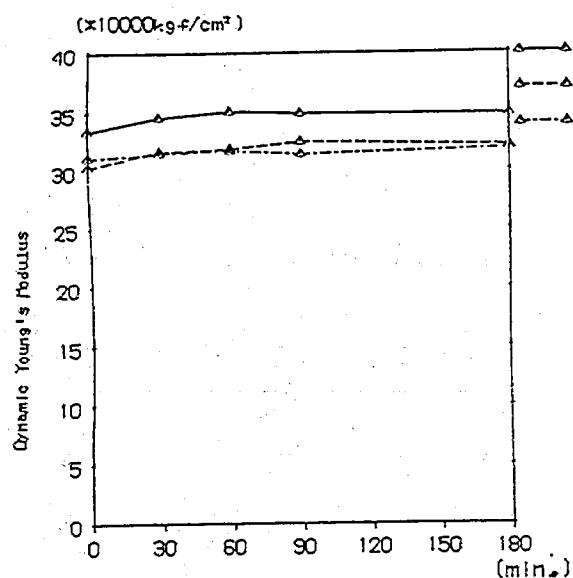


付図- 11.2 動弾性係数・試験結果 (海外炭)

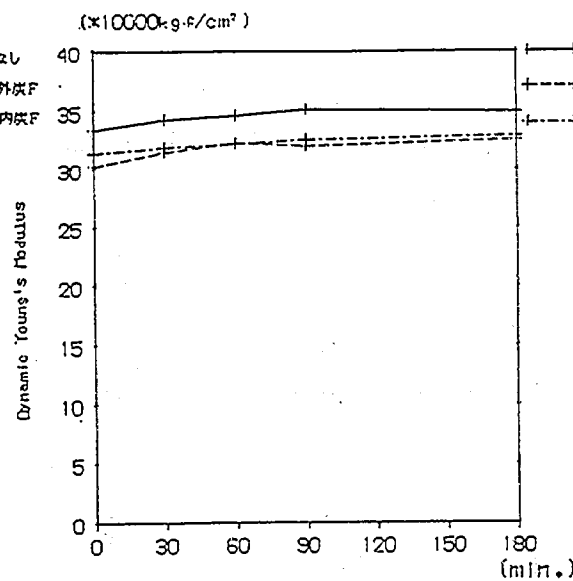


付図- 11.3 動弾性係数・試験結果 (国内炭 F)

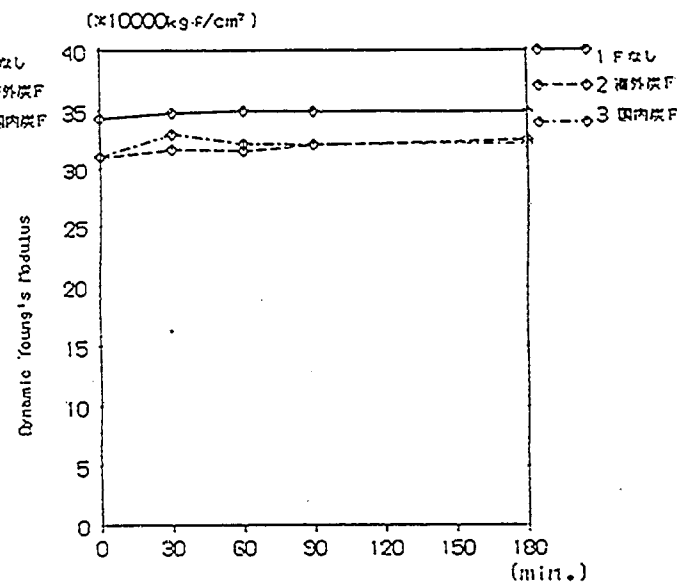
付図- 11.1 ~ 3 圧縮強度試験供試体動弾性係数



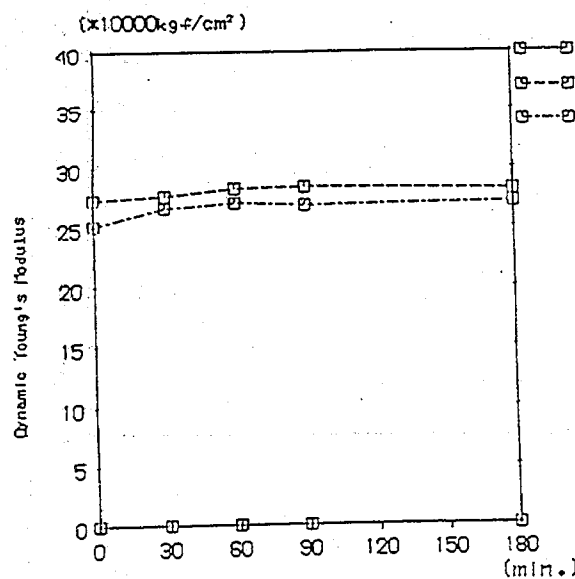
付図-11.6 動弾性係数・試験結果(混和剤①)



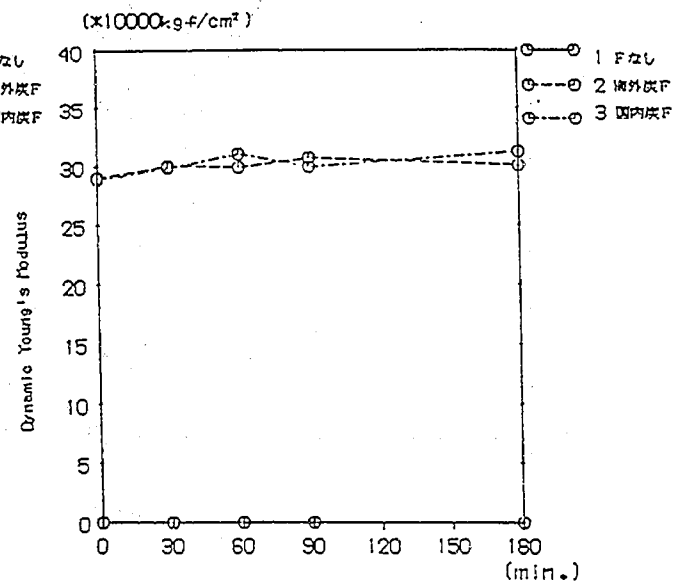
付図-11.7 動弾性係数・試験結果(混和剤②)



付図-11.8 動弾性係数・試験結果(混和剤③)

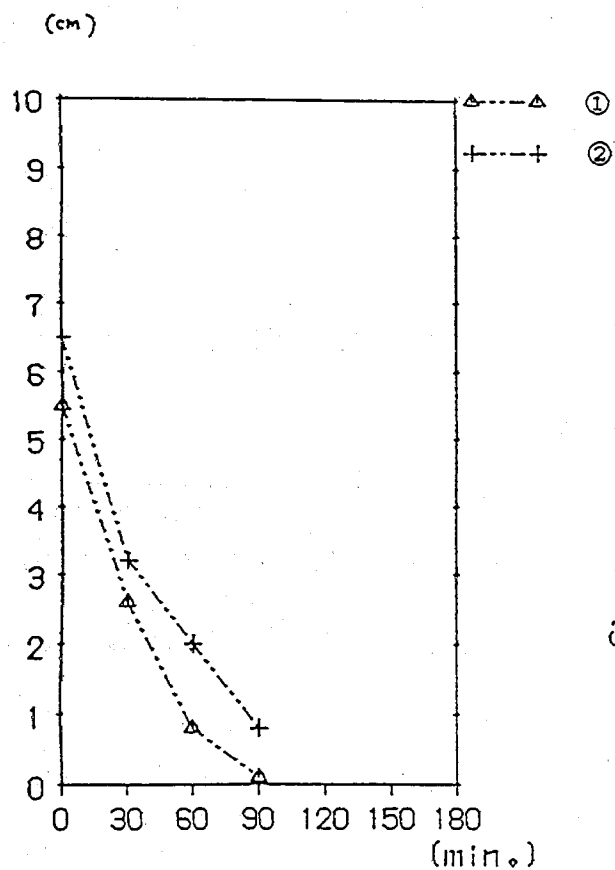


付図-11.4 動弾性係数・試験結果(混和剤なし)

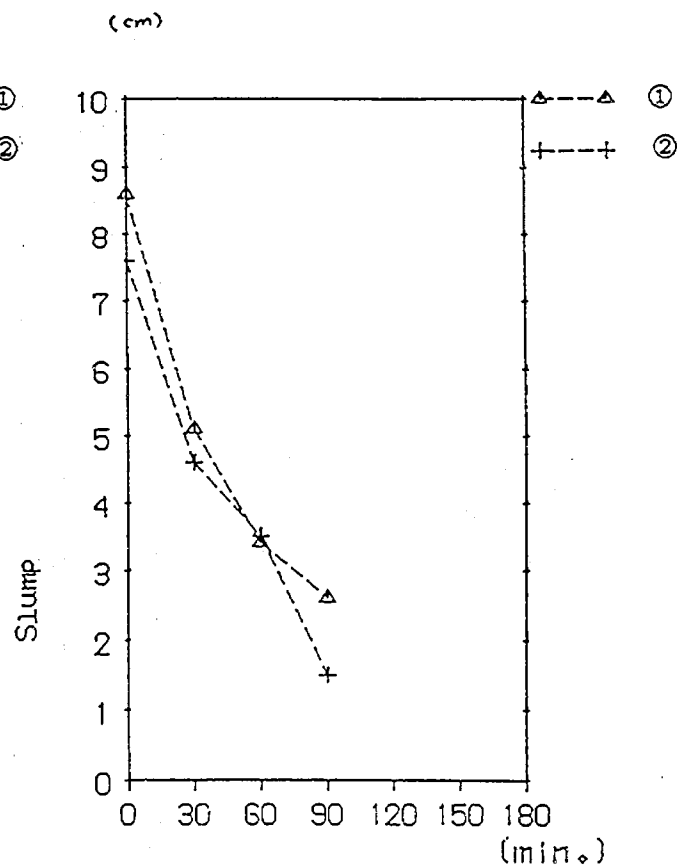


付図-11.5 動弾性係数・試験結果(混和剤⑥)

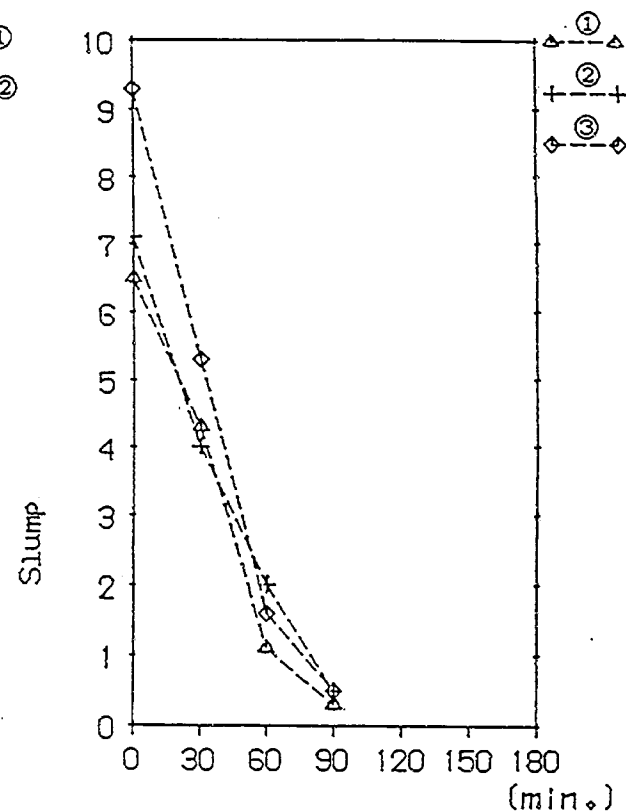
付図-11.4 ~ 8 圧縮強度試験供試体動弾性係数



付図— 12.1 スランプ経時変化(富士川・笠間)

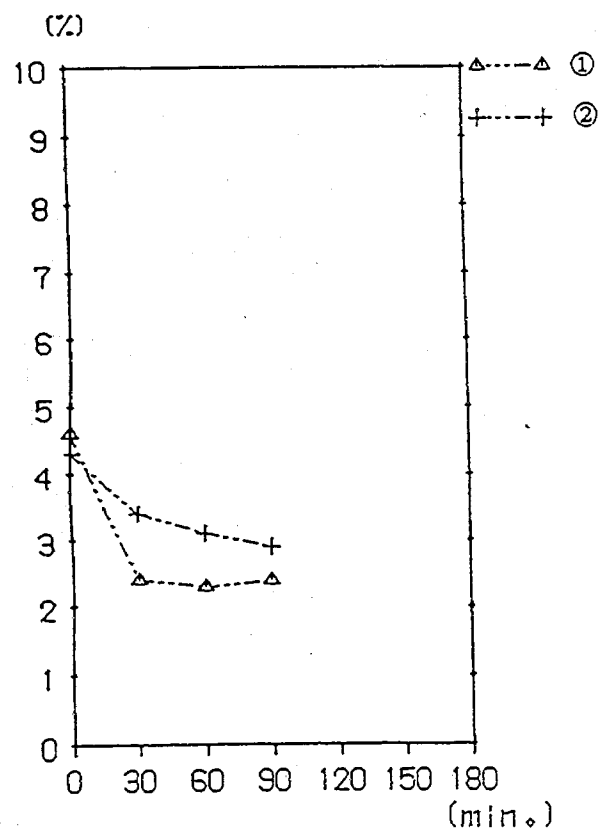


付図— 12.2 スランプ経時変化(宮ヶ瀬)

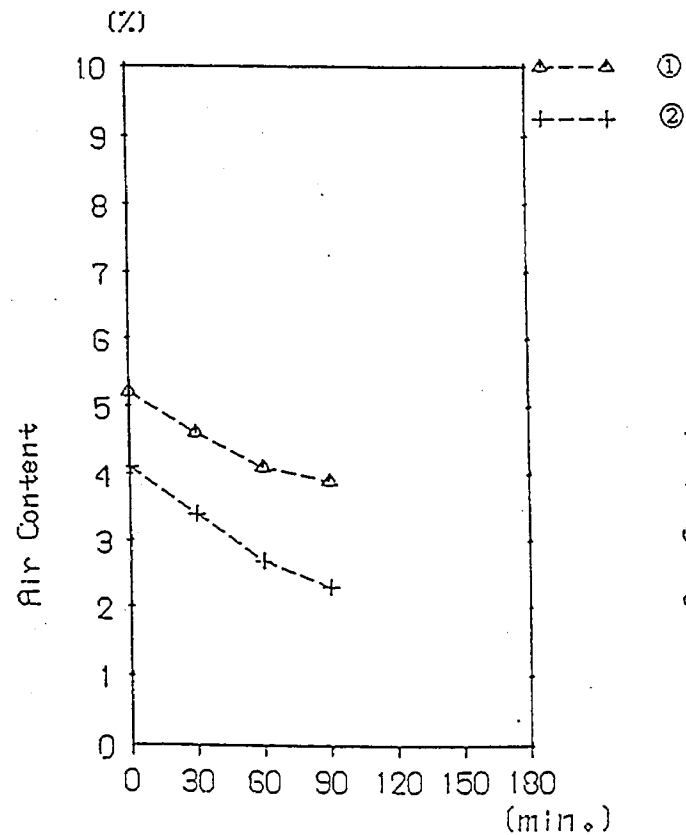


付図— 12.3 スランプ経時変化(宮ヶ瀬・ボルト)

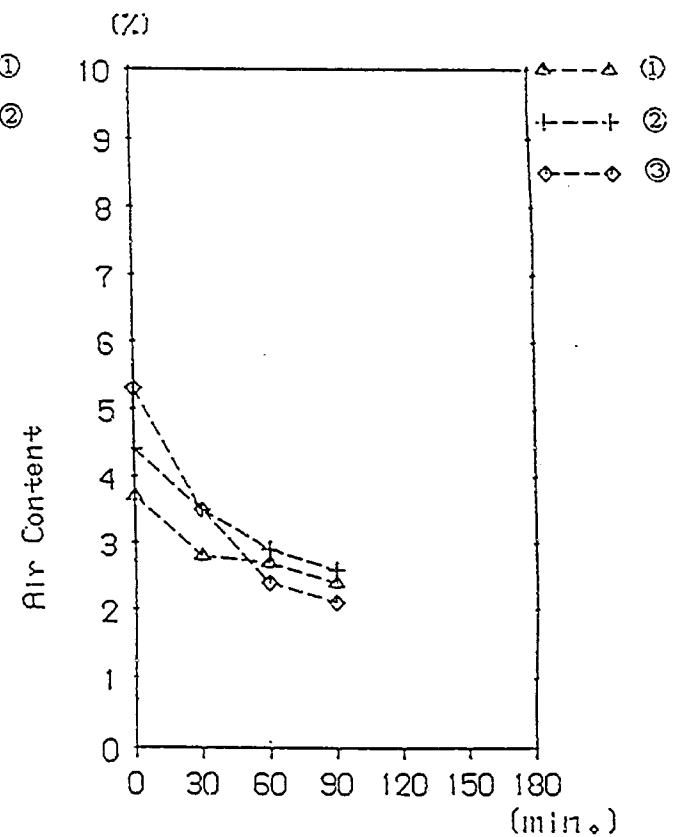
付図— 12.1 ~ 3 スランプの経時変化



付図-13.1 空気量経時変化(富士川・笠間)



付図-13.2 空気量経時変化(宮ヶ瀬)



付図-13.3 空気量経時変化(宮ヶ瀬・別普通ボルト)

付図-13.1 ~ 3 空気量の経時変化

宮ヶ瀬ダムコンクリート
力学特性試験
(2) 混和剤特性試験

ISSN 0386-5878
土木研究所資料 第2582号
昭和63年2月(1988)
小林茂敏, 森浜和正
丹野 弘

キーワード: 混和剤, A E 剤, 海外炭フライアッシュ, 空気連行性, 経時変化, スランプ, 耐凍害性

要 旨 近年石炭火力発電所の二次産物として生産されるフライアッシュの品質水準が、生産条件の変化により変化している。一方フライアッシュは、アルカリシリカ反応対策等から、需要が急増しており、安定して品質の良好なフライアッシュの供給を受けることが困難になってきている。
宮ヶ瀬ダムにおいては、R C D工法を用いること、堤高が高くコンクリート容積が膨大になることから、当初より大量のフライアッシュを使用することを検討しており、材料の安定供給の面から、低品質フライアッシュについても、その使用性について検討する必要がある。
本報告は、低品質フライアッシュ用改良型混和剤を用いることにより、これらの低品質フライアッシュを使用したコンクリートが所要の品質を得ることができるかどうか、試験的に検討した結果について取りまとめたものである。

郵便はがき

四十円切手
をはって下
さい。

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所
コンクリート研究室
御中

茨城県つくば市大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2582号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印