

土 木 研 究 所 資 料

超硬練りコンクリートの配合設計
および品質管理に関する研究

1990年1月

建 設 省 土 木 研 究 所
地質化学部コンクリート研究室

「Copyright © (1990) 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。」

超硬練りコンクリートの配合設計 および品質管理に関する研究

コンクリート研究室 室 長 小林茂敏
研 究 員 森濱和正
研 究 員 高橋弘人
部外研究員 西川正夫*

要 旨

転圧コンクリート(RCC)舗装用の超硬練りコンクリートの配合設計法および品質管理方法を確立することを目的に、配合条件の異なるコンクリートのコンシステンシー、強度特性、耐久性(凍結融解)などを実験的に検討したものである。

実験内容は、コンシステンシーについてはVC試験、マーシャル締固め試験、突固め試験の3方法について比較検討した。強度特性については、締固め率、養生条件、材令の異なる場合の曲げ、割裂、圧縮強度などを求めた。凍結融解試験は、締固め率、空気量を変えた場合について行った。

品質管理は、これらのデータを総合的に検討し、配合設計時の補正方法などを検討した。また、品質管理試験方法は、強度試験用供試体の作製方法、空気量の測定方法などの検討を行った。

本報告は、これらの結果から、転圧コンクリート用超硬練りコンクリートの配合設計法、品質管理方法および品質管理試験方法を提案した。

キーワード：超硬練りコンクリート、転圧コンクリート舗装(RCCP)、配合設計、品質管理、コンシステンシー、VC試験、突固め試験、マーシャル締固め試験、供試体作製法、締固め率、曲げ強度、圧縮強度、割裂強度、養生条件、膜養生剤、経時変化、AE減水剤、空気量、耐久性、凍結融解

目 次

1. まえがき	1
2. 研究の概要	2
3. コンシステンシーおよび強度試験	5
3.1 実験概要	5
3.1.1 実験目的	5
3.1.2 コンクリートの配合	5
3.2 試験方法	15
3.2.1 コンシステンシー試験	15
3.2.2 空気量試験	16
3.2.3 供試体の種類と作製方法	16
3.2.4 供試体密度（硬化コンクリート）の測定	18
3.2.5 曲げ強度試験	19
3.2.6 圧縮強度試験	19
3.2.7 割裂強度試験	19
3.3 コンシステンシー評価方法に関する検討	25
3.3.1 VC試験	25
3.3.2 突固め試験およびマーシャル締固め試験	26
3.3.3 混和剤のコンシステンシーにおよぼす影響	26
3.3.4 コンシステンシーの経時変化	27
3.4 供試体作製方法に関する検討	34
3.4.1 供試体締固め率分布と割裂強度	34
3.4.2 載荷方向の違いによる強度変化（曲げ強度試験）	34
3.4.3 締固め層数の違いによる強度変化（圧縮強度）	35
3.4.4 供試体作製方法について	35
3.5 強度特性に関する検討	41
3.5.1 供試体締固め率と強度との関係	41
3.5.2 水セメント比の影響について	41
3.5.3 養生条件と強度発現特性	42
3.5.4 混和剤と強度との関係	42
3.5.5 圧縮強度と静弾性係数、ポアソン比との関係	43
3.6 まとめ	48

4. 凍結融解試験	49
4.1 実験概要	49
4.1.1 実験目的	49
4.1.2 コンクリートの配合	49
4.2 試験方法	50
4.2.1 供試体の種類と作製方法	50
4.2.2 コンシステンシー試験	50
4.2.3 空気量試験	50
4.2.4 供試体密度（硬化コンクリート）の測定	50
4.2.5 凍結融解試験	50
4.2.6 強度試験	51
4.3 試験結果	54
4.3.1 供試体締固め率と耐久性との関係	54
4.3.2 空気量と耐久性との関係	54
4.3.3 強度と耐久性との関係	54
4.4 まとめ	59
5. 結論	60
6. あとがき	64
参考文献	65
資料 1 配合設計法および品質管理方法の提案	67
1. 配合設計法（案）	69
1. 概説	69
2. 配合条件	69
2.1 概要	69
2.2 配合条件	69
2.2.1 配合強度	69
2.2.2 基準材令を早めるときの配合強度	70
2.2.3 締固め条件	71
2.2.4 コンシステンシー	72
2.2.5 耐久性	72

3. 使用材料	73
3.1 概要	73
3.2 使用材料	73
3.2.1 セメント	73
3.2.2 細骨材	74
3.2.3 粗骨材	74
3.2.4 混和材料	74
4. 配合設計	75
4.1 配合設計の順序	75
4.2 配合の決定	75
4.2.1 配合条件の設定	75
4.2.2 使用材料の選定	75
4.2.3 骨材粒度の選定	75
4.2.4 単位水量の選定	75
4.2.5 混和剤量の選定	75
4.2.6 コンシステンシー	76
4.2.7 空気量	76
4.2.8 単位セメント量	76
4.2.9 強度試験	76
4.2.10 耐久性	76
4.2.11 室内試験における配合の選定	77
4.2.12 プラントにおける試験練り	77
4.2.13 試験施工	77
4.3 配合の表し方	77
2. 品質管理 (案)	84
1. 概説	84
2. 基準試験	84
2.1 概要	84
2.2 使用材料	84
2.3 コンシステンシー	85
2.4 空気量	85
2.5 含水比	85
2.6 強度	85
2.7 締固め率	85

3.品質管理	86
3.1概要	86
3.2材料の品質管理	86
3.3版の品質管理	86
3.品質管理試験方法(案)	91
1.コンシステンシー試験方法	91
1.1VC試験	91
1.2突固め試験	93
1.3マーシャル締固め試験	95
2.超硬練りコンクリートの空気(エントレインドエア)量試験方法	97
3.強度試験用供試体の作製方法	99
4.コア供試体による管理試験方法	103
資料 II 実験データ	109
1.試験結果	111
1.1コンシステンシー試験結果	111
1.2強度試験結果	115
1.3静弾性係数、ポアソン比測定結果	139
1.4供試体締固め率測定結果	141
1.5凍結融解試験結果	163
2.参考	167

1. まえがき

RCCP (Roller Compacted Concrete Pavement) 工法は、1987年に初の試験施工が行われて以来全国各地で試験施工が行われ、施工面積はこれまでに172,000m²にのぼっている。

これと平行して基礎的な研究も進められ、数多くの報告がなされている。これらの成果により施工上の問題点、品質管理上の問題点がしだいに明らかになり、また改善されてきている。しかしながら、使用材料である超硬練りコンクリートの性状については、いまだ明らかになっていない点もあり、多くの研究機関で研究が進められている。

本報告では、転圧コンクリート(RCC)の配合設計法、および品質管理法について検討した。RCCの配合設計法、および品質管理方法を提案するにあたって検討した項目はつぎのとおりである。

- ① コンシステンシー評価方法の検討 — 突固めによる土の締固め試験方法、マーシャル締固め用ハンマを用いる方法、振動締固めによる方法の3種について検討
- ② 強度試験用供試体作製方法の検討 — 試料の充填・締固め方法を変化させた供試体について検討
- ③ 配合条件と強度との関係 — 水セメント比および運入空気量と強度との関係について検討
- ④ 供試体締固め率と強度との関係 — 締固め率を変化させた供試体の強度特性について検討
- ⑤ 養生条件と強度発現特性 — 湿潤養生期間、および膜養生剤が早期材令強度に与える影響について検討
- ⑥ 耐久性の検討 — RCCの凍結融解抵抗性について検討

これらの検討結果より、RCCの配合設計法(案)、品質管理(案)、および品質管理試験方法(案)を提案した。提案の特長はつぎのとおりである。

① 配合設計法(案)

①・コンシステンシーについて — VC試験、マーシャル締固め試験、突固め試験について、それぞれの評価方法、特徴などを明らかにした。

①・締固め率について — 強度、耐久性を考慮した目標締固め率を定めた。

①・配合強度について — 早期供用のために基準材令を早めた時の配合強度の決定方法を定めた。

② 品質管理(案)

②・VC試験 — VC値、および修正VC値の基準値を定め、その時の締固め率の基準値もあわせて定めた。

③ 品質管理試験方法(案)

③・超硬練りコンクリートの空気量試験方法を定めた。

③・強度試験用供試体の作製方法を定めた。

③・コア供試体による管理試験方法を定めた。

2. 研究の概要

超硬練りコンクリートをアスファルト舗設機械を用いて施工するRCCP (Roller Compacted Concrete Pavement) 工法において、その配合は舗設方法を考慮したワーカビリティを有することが必要とされている。また、舗設されたコンクリートの品質として、十分緻密に締め固められて必要とされる強度と耐久性を有し、表面性状としては、十分な耐摩耗性および車両通行に支障のない平坦性等が要求されている。

本報告では、RCCの配合設計法および品質管理方法への知見を得るために、以下の項目について実験的検討を行った。

(1) コンシステンシー評価方法の検討

現段階ではまだ評価方法が十分確立されておらず、いくつかの方法が使用されている。代表的なものとして、① 突固めによる土の締固め試験方法に準拠した方法、② マーシャル締固め用ハンマを用いる方法、③ 振動締固めによる方法 (VC試験)、等がある。

① 突固めによる土の締固め試験方法に準拠した方法

RCCの舗設方法が、道路における路盤工とほぼ同様と考え、JIS A 1210 に準拠した突固め試験により最適含水比を求め、その時の締固め率をコンシステンシーの指標とする。文献1)

② マーシャル締固め用ハンマを用いる方法

RCCの舗設方法が、アスファルト舗装とほぼ同様と考え、マーシャルハンマにより締固めて、求めた締固め率をコンシステンシーの指標とする。文献2)

③ 振動締固めによる方法 (VC試験)

RCCの締固めに振動ローラを用いることから、振動を与えてモルタルが浮き上がるまでの時間をコンシステンシーの指標とする。文献3)

しかしながら、これらの試験方法を比較検討した研究例は少なく現時点ではコンシステンシー試験方法としてのこれらの優劣を論じることが困難である。

今回の実験では、単位水量、細骨材率、および水セメント比を要因として変化させた配合で上記3種の試験を実施してこれらの試験方法の特性を明らかにし、比較検討を行なうためのデータを得ることを目的とした。

また、あわせて混和剤による減水効果、コンクリートの経時変化によるコンシステンシーの変化についての試験も行った。

(2) 強度試験用供試体作製方法の検討

品質管理における強度試験では、RCCPの場合、供試体として圧縮強度試験では $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ 、曲げ強度試験では $10 \times 10 \times 40 \text{cm}$ を使用している例が多い。供試体の作製方法としては、圧縮・曲げ供試体とも所要の締固め率となるように試料を計り取って振動ハンマ等を用いて締固める方法が一般的である。

試料の充填方法としては、転圧コンクリート舗装試験施工要領⁴⁾では、曲げ供試体は1層で充填、圧縮供試体は2層に分けて充填することを決めている。

今回の実験では、強度試験用供試体作製方法を比較検討するために、曲げ供試体については1、2層充填の2種類、圧縮供試体については2、3、4層充填の3種類の供試体を作製し、供試体の打設方向の密度（締固め率）分布、および強度特性について等のデータを得ることを目的とした。

(3) 配合条件と強度との関係

一般の有スランブコンクリートの強度は、セメント水比と直線的な関係を有しているが、超硬練りコンクリートでの水セメント比との関係を確認するために、水セメント比を3水準変化させた配合で圧縮強度試験、曲げ強度試験を行った。

また、AEコンクリートとしての超硬練りコンクリートの強度特性のデータを得るために、計画的に空気を連行する配合で強度試験を行った。

(4) 供試体締固め率と強度との関係

RCCの転圧は、主転圧として7～10tの大型振動ローラーを用い、無振で2 Pass、有振で4～8 Pass程度行っている例が多い。しかしながら、RCCの配合、敷きならし方法や転圧時期、天候などにも影響されるため、各施工における締固めの状況、程度は一様には定まらない。転圧後の締固め率は、概ね94～99%程度が得られているようであるが、1層仕上がり厚が大きくなるほどRCC層内での締固め密度が不均一になる傾向も認められている。文献5)

今回の実験では、締固め率（空隙率）と強度との関係についての検討を行なうために、締固め率を4水準変化させた供試体を作製し、圧縮強度試験、曲げ強度試験を行った。

(5) 養生条件と強度発現特性

RCCの養生方法としては、養生シートを被せ湿潤養生する場合から、翌日の交通開放を前提として養生シートを被せるだけで散水しない場合まで各種施工状況が報告されており、平均的には2日間程度の湿潤養生が実施されているようである。文献6)

また、強度発現状況については、28日圧縮強度を100%とした時の1、3、7日強度の比率はそれぞれ約20、70、90%であり、初期材令での強度発現が大きいという報告がある。文献7)

今回の実験では、標準養生期間と強度発現特性との関係についての検討を行なうために、水中養生材令を変化させた供試体について早期材令での強度試験を行った。また、膜養生剤の養生効果を把握するために、2種類の膜養生剤を使用した供試体について早期材令での強度試験を行った。

(6) 耐久性(凍結融解抵抗性)の検討

RCCの凍結融解抵抗性についてはいくつか報告されており、AE剤の添加により普通コンクリートと同程度のものが得られるとされている。しかしながら、エントレインドエアの効果、コンクリートの空隙率との関係などは明らかになっていない。

今回の実験では、連行空気量、供試体の締固め率と、凍結融解抵抗性との関係を検討するために、締固め率を3～4水準、空気量を3水準変化させた供試体について凍結融解試験を行った。また、あわせて、超硬練りコンクリートの空気量の測定方法についての検討も行った。

3. コンシステンシーおよび強度試験

3.1 実験概要

3.1.1 実験目的

実験は、つぎの項目について検討するために行った。

(1) コンシステンシー

- ・コンシステンシー試験方法の比較
- ・空気を連行させた場合の減水効果について
- ・経時変化について

(2) 供試体の作製方法

- ・締固め層数を変化させた供試体の強度試験
- ・載荷方向を変化させた曲げ強度試験

(3) 強度特性

- ・供試体の密度変化にともなう強度変化
- ・配合条件の異なるコンクリートの強度特性
- ・養生条件（気中、水中、膜養生）および材令の異なる場合の強度特性

3.1.2 コンクリートの配合

(1) 使用材料

試験に使用した材料は以下のとおりである。

① セメント

セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。

セメントの試験成績を表-3.1 に示す。

② 細骨材

使用した細骨材は富士川産の川砂である。

細骨材の物理試験結果を表-3.2 に示す。

③ 粗骨材

使用した粗骨材は笠間産の硬質砂岩である。

粗骨材の物理試験結果を表-3.2 に示す。

④ 混和剤

- ・AE減水剤…………… 主成分（リグニンスルホン酸塩ポリオール複合体）
- ・AE助剤…………… 主成分（アルキルアリルスルホン酸塩）

⑤ 膜養生剤

・ A種…………… 主成分（アクリル樹脂系）

・ E種…………… 主成分（エポキシ樹脂系）

(2) 骨材合成粒度の選定

粗骨材と細骨材を組み合わせて、既往の実験より締固めやすい骨材の合成粒度（骨材合成粒度）の選定を行った。細骨材率の違いによる合成粒度を表-3.3および図-3.1に示す。

(3) コンクリートの配合

表-3.4の配合条件のコンクリートについて試験練りを実施し、VC試験、突固め試験、マーシャル締固め試験の3種類のコンシステンシー試験および曲げ、圧縮、割裂強度試験、供試体密度の測定等を行った。これらの結果より、表-3.5に示す配合を選定した。

また、混和剤の効果を試験するために、F、H配合を基準に単位水量を一定とし、混和剤の添加量を変化させたときのコンシステンシーおよび空気量の試験を行った。また、H配合の空気量0、1、2、4%についてコンシステンシー、空気量の経時変化（0、30、60、90分）を測定した。配合を表-3.6、3.7に示す。

なお、コンクリートの練混ぜは、図-3.2に示すフローに従って行った。

表-3.1 セメント試験成績表



セメント試験成績表

昭和 64 年 1 月度

日本セメント株式会社(アサノ)

種 類	比 重	比表面積 (cm ² /g)	凝 結			安定性	圧 縮 強 さ (kgf/cm ²)				酸化マグ ネシウム (%)	三酸化 硫 黄 (%)	強熱減量 (%)	塩 素 (%)
			水 量 (%)	始 発 (h-min)	終 結 (h-min)		1 d	3 d	7 d	28 d				
普通セメント	3.16	3200	28.0	2—35	3—51	良	—	143	242	417	1.4	2.0	0.8	0.006
JIS R5210	—	2500以上	—	60min以上	10h以下	良	—	70以上	150以上	300以上	5.0以下	3.0以下	3.0以下	—
早強セメント	3.14	4360	29.8	2—10	3—20	良	138	265	363	473	1.5	3.0	0.8	0.005
JIS R5210	—	3300以上	—	45min以上	10h以下	良	65以上	130以上	230以上	330以上	5.0以下	3.5以下	3.0以下	—
高炉セメントA種	3.10	3440	28.9	2—56	4—07	良	—	126	216	413	3.0	1.6	0.9	0.006
JIS R5211	—	3000以上	—	60min以上	10h以下	良	—	70以上	150以上	300以上	5.0以下	3.5以下	3.0以下	—
高炉セメントB種	3.05	3670	28.9	2—59	4—27	良	—	119	213	409	3.4	1.7	0.9	0.005
JIS R5211	—	3000以上	—	60min以上	10h以下	良	—	60以上	120以上	290以上	6.0以下	4.0以下	3.0以下	—
フライアッシュセメントB種	2.97	3200	27.7	3—31	4—39	良	—	116	193	352	1.3	1.9	0.7	0.005
JIS R5213	—	2500以上	—	60min以上	10h以下	良	—	60以上	120以上	260以上	5.0以下	3.0以下	—	—

但し、28d強さは前月度の値です。

記 事	全アルカリ R ₂ O (%)				
		Na ₂ O	K ₂ O		R ₂ O
	普通セメント	0.32	+	0.45	×0.658 = 0.62 %
	早強セメント	0.27	+	0.44	×0.658 = 0.56 %

■ お問い合わせその他のご連絡先

(〒100) 東京都千代田区大手町1-6-1(大手町ビル4F)

電話 (03) 214-0561(代表)

大日本セメント共同事業株式会社 東京支店第一技術部

表-3.2 骨材試験結果

種 別		川 砂	A 碎石	B 碎石	C 碎石	D 碎石 B C 混合	A D 混合
産 地		富士川	笠 間	笠 間	笠 間		
表 乾 比 重		2.60	2.67	2.65	2.64	2.65	2.66
吸 水 率 (%)		2.04	0.408	0.802	0.587	0.695	0.566
単位容積質量 (kg/m ³)		1750	1527	1551	1550	1551	1587
実 績 率 (%)		68.7	57.4	59.0	59.1	58.9	60.0
洗い損失質量 (%)		2.60	0.58	0.61			
フ ル イ 分 け 通 過 重 量 百 分 率	25.0 mm		100.0				100.0
	20.0 mm		95.8				98.1
	15.0 mm		68.9	100.0	100.0	100.0	86.0
	10.0 mm	100.0	3.9	82.4	80.4	81.4	46.5
	5.0 mm	98.5	0.7	12.5	12.4	12.5	7.2
	2.5 mm	85.0	0	0.4	0	0.2	0.1
	1.2 mm	70.0		0		0	0
	0.6 mm	49.5					
	0.3 mm	17.5					
	0.15 mm	5.5					
	0.074mm	0					
	受 皿						
粗粒率 (F.M)		2.74	7.00	6.05	6.07	6.06	6.48

※ A 碎石 : 2005 碎石

B, C 碎石 : 6号 碎石

B C 混合 : B 碎石と C 碎石を重量比で 1 : 1 の割合で混合

A D 混合 : A 碎石と D 碎石を重量比で 4.5:5.5 の割合で混合

表-3.3 骨材合成粒度

フルイ分け通過重量 百分率	$s/a = 46\%$ $S:G=0.454:0.546$	$s/a = 42\%$ $S:G=0.415:0.585$	$s/a = 38\%$ $S:G=0.375:0.625$
25.0 mm	100.0	100.0	100.0
20.0 mm	99.0	98.9	98.8
15.0 mm	92.4	91.8	91.2
10.0 mm	70.8	68.7	66.6
5.0 mm	48.7	45.2	41.5
2.5 mm	38.7	35.4	32.0
1.2 mm	31.8	29.1	26.3
0.6 mm	22.5	20.6	18.6
0.3 mm	8.0	7.3	6.6
0.15 mm	2.5	2.3	2.1
0.074 mm	0	0	0

※ S : G は細骨材と A D 混合碎石との重量比を示す。

表-3.4 配合条件

		単位水量W (VC値、秒)				
		120 (20)	110 (40)			100 (60)
		水セメント比W/C (%)				
		38	43	38	33	38
細骨材率 s/a (%)	46	A		B		C
	42	D	E	F	G	H
	38	I		J		K

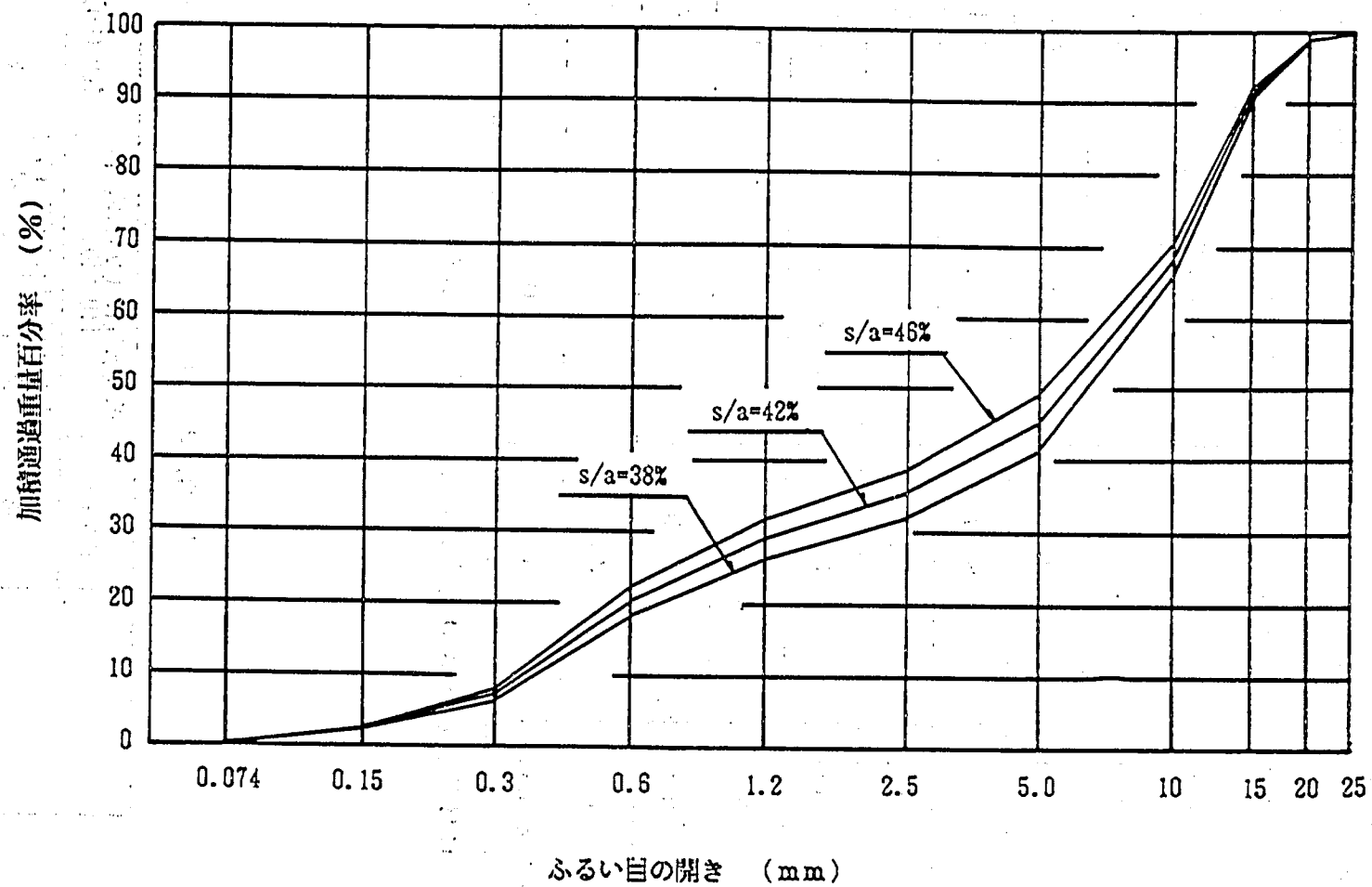


図-3.1 骨材合成粒度曲線

表-3.5 コンクリートの配合

配合 記号	粗骨材 の最大 寸 法 (mm)	コンシス テンシー の範囲 (%または sec)	空気量の 範囲 (%)	水セメ ント比 W/C (%)	細骨材 率 s/a (%)	単 位 粗骨材 容 積	単位量 (kg/m³)							セメン ト重量 比 (%)	含水比 (%)	K.	K.	理 論 最 密 度 g/cm³
							水	セメン ト	細骨材	粗骨材G		混和材料						
										20 mm 5 mm	13 mm 5 mm	混和剤	混和材					
A	20	20 sec	—	38.0	46.0	0.705	120	315.8	940	504	616	—	—	13.43	6.17	1.33	2.06	2.496
B	20	40	—	38.0	46.0	0.722	110	289.5	962	516	631	—	—	12.20	5.71	1.17	1.97	2.509
C	20	60	—	38.0	46.0	0.739	100	263.2	984	528	645	—	—	10.99	5.27	1.04	1.90	2.521
D	20	20	—	38.0	42.0	0.758	120	315.8	858	541	662	—	—	13.42	6.11	1.43	1.81	2.498
E	20	40	—	43.0	42.0	0.786	110	255.8	890	562	686	—	—	10.79	5.69	1.20	1.69	2.504
F	20	40	—	38.0	42.0	0.776	110	289.5	879	554	678	—	—	12.18	5.66	1.28	1.73	2.510
G	20	40	—	33.0	42.0	0.762	110	333.3	863	545	665	—	—	13.99	5.62	1.40	1.79	2.517
H	20	60	—	38.0	42.0	0.793	100	263.2	899	567	693	—	—	10.97	5.21	1.14	1.66	2.522
I	20	20	—	38.0	38.0	0.810	120	315.8	777	579	707	—	—	13.40	6.05	1.58	1.60	2.499
J	20	40	—	38.0	38.0	0.829	110	289.5	795	593	724	—	—	12.17	5.60	1.42	1.52	2.511
K	20	60	—	38.0	38.0	0.848	100	263.2	813	606	741	—	—	10.96	5.16	1.26	1.46	2.523

摘要：コンシステンシーはVC試験（VC値）

表-3.6 コンクリートの配合

配合 記号	粗骨材 の最大 寸 法 (mm)	コンシス テンシー の範囲 (%またはsec)	空気量 の範囲 (%)	水セメ ント比 W/C (%)	細骨材 率 s/a (%)	単 位 粗骨材 容 積	単位量(kg/m3)							セメント 重量比 (%)	含水比 (%)	Kp	Km	理論 最大 密度 (g/cm3)
							水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材G		混和材料						
										20mm 5mm	13mm 5mm	混和剤 *1	混和材					
F0	20	40sec	0.0	38.0	42.0	0.776	110	289.5	879	554	678	0	-	12.18	5.66	1.28	1.73	2.510
F2	20		0.8	38.0	42.0	0.768	110	289.5	870	549	670	2A	-	12.29	5.70	1.29	1.77	
F10	20		2.0	38.0	42.0	0.756	110	289.5	857	540	661	10A	-	12.45	5.76	1.31	1.82	
F20	20		3.6	38.0	42.0	0.741	110	289.5	839	529	647	20A	-	12.69	5.84	1.34	1.89	

摘要：コンシステンシーはVC試験（VC値）

*1：混和剤は、主剤を標準量（C*0.25%）使用し、助剤で空気量を調整
助剤量は、セメント1kgに対し5%溶液で0.4ccを1Aとしている。

表-3.7 コンクリートの配合

配合 記号	粗骨材 の最大 寸 法 (mm)	コンシス テンシー の範囲 (%またはsec)	空気量 の範囲 (%)	水セメ ント比 W/C (%)	細骨材 率 s/a (%)	単 位 粗骨材 容 積	単位量(kg/m3)							セメント 重量比 (%)	含水比 (%)	Kp	Km	理論 最大 密度 (g/cm3)
							水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材G		混和材料						
										20mm 5mm	13mm 5mm	混和剤 *1	混和材					
H0	20	60sec	0.0	38.0	42.0	0.793	100	263.2	899	567	693	0	-	10.97	5.21	1.14	1.66	2.522
H2	20		0.8	38.0	42.0	0.786	100	263.2	890	562	686	2A	-	11.07	5.25	1.15	1.69	
H4	20		1.1	38.0	42.0	0.783	100	263.2	887	559	684	4A	-	11.11	5.26	1.15	1.70	
H6	20		1.4	38.0	42.0	0.780	100	263.2	883	557	681	6A	-	11.15	5.28	1.16	1.72	
H8	20		1.7	38.0	42.0	0.777	100	263.2	880	555	679	8A	-	11.18	5.29	1.16	1.73	
H10	20		2.0	38.0	42.0	0.774	100	263.2	877	553	676	10A	-	11.22	5.30	1.17	1.74	
H12	20		2.4	38.0	42.0	0.770	100	263.2	872	550	673	12A	-	11.27	5.32	1.17	1.76	
H15	20		2.8	38.0	42.0	0.766	100	263.2	868	548	669	15A	-	11.32	5.34	1.18	1.77	
H20	20		3.6	38.0	42.0	0.758	100	263.2	859	542	662	20A	-	11.43	5.38	1.19	1.81	
H24	20		4.3	38.0	42.0	0.752	100	263.2	851	537	657	24A	-	11.52	5.41	1.20	1.84	
H25	20		4.4	38.0	42.0	0.751	100	263.2	850	536	656	25A	-	11.53	5.42	1.20	1.84	

摘要：コンシステンシーはVC試験（VC値）

*1：混和剤は、主剤を標準量（C*0.25%）使用し、助剤で空気量を調整
助剤量は、セメント1kgに対し5%溶液で0.4ccを1Aとしている。

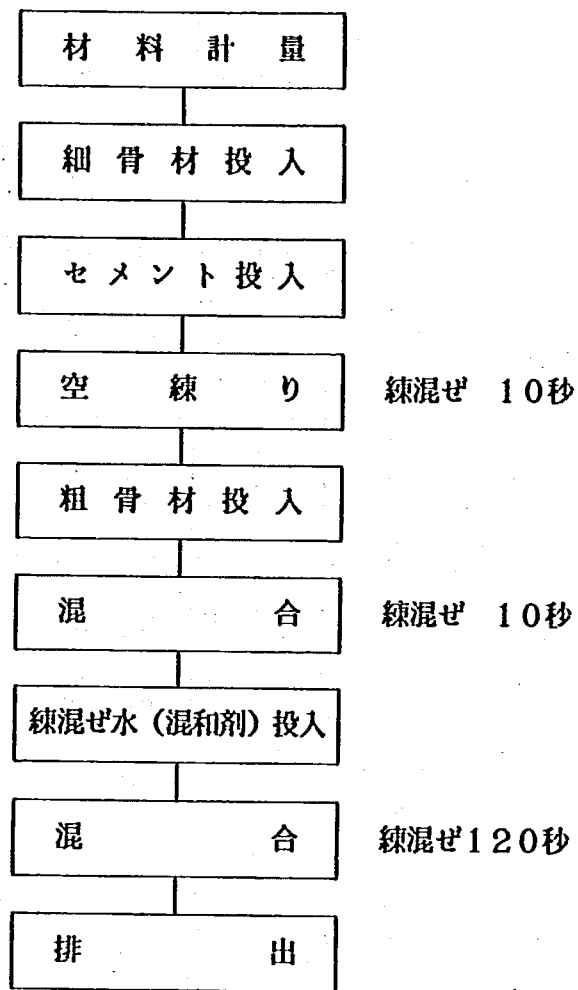


図-3. 2 コンクリート練混ぜフロー

3.2 試験方法

3.2.1 コンシステンシー試験

(1) VC試験

- ① 試料15.00kgを採取し、それを容器内に2層に分けて詰め、各層は突き棒でならし、35回ずつ均等に突いた。各層を突く際突き棒の突き入れ深さは、できる限り深くした。試料の突固めを終了した後は、上面を突き棒により軽くならした。
 - ② 試料を詰めた容器をただちに振動台に取り付け、すべり棒の付いた透明な円板と20kgの上載荷重を載せ、振動機を運転した。(振動数3000rpm、振幅1mm)
 - ③ 一定時間ごと(20、40、60、90、120s)に振動を停止し、その時点におけるコンクリート試料の容積を測定し、かさ密度、締固め率を求めた。
 - ④ ③の試験途中に、つぎの時間を計測した。
 - a. コンクリートの表面にモルタルが浮かび上がって、円板下面に最初にモルタルが接する(接触VC状態)までの時間(接触VC値)
 - b. 容器と円板の間からモルタル分が一部見える(修正VC状態)までの時間(修正VC値)
 - c. 円板の全面にモルタルが接する(VC状態)までの時間(VC値)
- ③の結果から補間法によりa, b, cの時のかさ密度、締固め率を求めた。

注) (1) 容器の内径、深さの計測方法

容器の深さは、容器の縁に定規を渡しノギスによって30点測定した。

容器の内径は、容器内に水を張りその重量を測定して容積を求め深さで除することによって求めた。(平均内径)

また、アクリル板の厚さ、定規の高さも測定した。

(2) かさ密度、締固め率の求め方

容器上縁と試料上面との間隔を測定し、その結果得られる残容積から試料容積を求めた。

そのときの間隔は12点測定し、その平均値とした。

(2) 突固め試験

採取した試料をモールドに3層に分けて突固めた。

1層当たりの試料は、各層の厚さが等しくなるように計量し、モールドに詰めた後練りさじではぼ平らにならした。1層当たりの突固め数は65回とした。

突き終わった面は、各層の密着をよくするためにへらなどで縦横に線を刻むようにした。

突固めが終わったら、モールド上部の余分の試料をストレートエッジで注意深く削り取り、粗骨材がとれ穴のあいたところは、小さい粗骨材とモルタルによって埋め、平らに仕上げた。その後重

量を計量した。

モールド内に突固めた試料重量とモールドの体積から、締固め密度を算出し、締固め密度と理論最大密度との比を締固め率として求め、合わせて空隙率も算出した。

$$\text{締固め率 (\%)} = \frac{\text{締固め密度}}{\text{理論最大密度}} \times 100$$

$$\text{空隙率 (\%)} = 100 - \text{締固め率}$$

(3) マーシャル締固め試験

試料は、締固め後の高さが10cm程度となる重量だけ計量し、モールドに一度に詰め練りさじ等で表面をならした。この場合、モールド底面に粗骨材が集まらないように注意した。

ハンマにより片面50回締固め供試体容積を求め、締固め密度、締固め率を算出した。

(注) 供試体容積の求め方

供試体容積は供試体の寸法測定により求めた。

供試体寸法は、モールド両端面の上がりと内径を測定することによって求めた。

なお、コンシステンシー試験のフローを図-3.3に示す。

3.2.2 空気量試験

超硬練りコンクリートのエントレインドエア量の測定方法は、文献9)に提案されている。ここでは、その方法を採用した。測定方法を図-3.4に示す。

以下の式により空気量を算出した。

$$\text{空気量 (\%)} = 0.7 \times A \times W \quad \begin{array}{l} A: \text{実測空気量 (エアメータの読み) (\%)} \\ W: \text{コンクリートの単位重量計算値 (kg/l)} \end{array}$$

3.2.3 供試体の種類と作製方法

供試体の種類と数量、コンクリートの配合を表-3.8に示す。

曲げ供試体は10×10×40cm、圧縮および割裂供試体はφ10×20cmとした。

つぎに供試体の種類ごとの作製方法を記す。

(1) 供試体作製方法の検討

供試体の作製方法を検討するために、充填・締固め層数を変化させた供試体を作製した。

供試体締固め率は96%一定とした。

① 曲げ供試体

予備試験の結果、1層充填・締固め方法による作製は困難であることが確認されたため、2層充填・1層締固め、2層充填・締固めについて検討した。

2層充填・1層締固めは、全試料必要量の半分を計量し、型枠に投入し突き棒で40回突いた後、ほぼ平らにならし、その上に残りの半分の試料を投入し、突き棒で40回突き平らにならした。その後、タンピング治具と振動ハンマで所定の密度（高さ）になるまで締固めた。

2層充填・締固めは、各層が所定の密度になるように試料を計量し、1層締固めと同様に各層を突固めたのち、締固めた。

曲げ載荷面を通常のように側面としない供試体は、打設面の載荷位置または支点位置の仕上げを入念に行った。曲げ供試体作製法のフローを図-3.5に示す。

② 圧縮供試体

予備試験の結果、1層充填・締固め、2層充填・1層締固め方法による作製は困難であることが確認されたため、2層充填・締固め、3層充填・締固め、4層充填・締固めについて検討した。

2、3、4層充填・締固めは、各1層当たりの試料必要量を計量し、突き棒で各層12回ずつ突き平らにならし、所定の高さまで締固めた。圧縮供試体の作製法のフローを図-3.6に示す。

③ 割裂供試体

圧縮供試体と同様に作製した。

(2) 密度を変化させた供試体

供試体締固め率を98、96、94、92%の4種類変化させた供試体を作製した。

供試体作製方法は(1)の結果から以下のように決定した。

- ・曲げ供試体 2層充填・1層締固め
- ・圧縮供試体 2層充填・締固め
- ・割裂供試体 2層充填・締固め

(3) 配合条件、養生条件の異なる供試体

供試体締固め率は96%一定とした。

供試体の作製方法は(1)の結果から以下のように決定した。

- ・曲げ供試体 2層充填・1層締固め
- ・圧縮供試体 2層充填・締固め
- ・割裂供試体 2層充填・締固め

供試体の種類は以下のとおりである。

① 水セメント比の変化

F配合とその水セメント比の前後5% (E, G配合) の強度試験用供試体を作製した。

② s/a , W の変化

最適 s/a (38%) とそれよりかなり大きい s/a (46%) の配合について、単位水量を3段階変化させた強度試験用供試体を作製した。

③ 養生条件の変化（気中養生）

標準養生直後とそれ以後の強度の発現特性、および短期、長期の強度発現特性を把握するために、F配合の強度試験用供試体を作製した。

標準養生材令は、1、2、3、5日とし、それ以後気中養生した時の強度の増進をみた。

養生条件と強度試験の関係は図-3.7のとおりである。

④ 養生条件の変化（膜養生）

膜養生剤の水分逸散防止効果、および早期材令での強度発現特性を把握した。

試験材令は1、2、3、7日で、標準養生した供試体との比較を行った。

(4) 供試体密度の測定（フレッシュコンクリート）

供試体作製前に型枠の重量を、コンクリート打設後に（型枠+コンクリート）の重量を計量し、コンクリート重量を求めた。コンクリート硬化後、供試体の寸法を計り体積を求め、打設後のコンクリート重量と体積からフレッシュコンクリートの密度を求めた。

(5) 養生方法

① 標準養生

養生条件の異なる供試体以外は標準養生とした。

打設後24時間まで湿布養生した後脱型し、20℃の水中で所定の材令（7、28日）まで養生した。

② 気中養生

打設後24時間まで湿布養生した後脱型し、所定の材令（1～7日）まで20℃の水中で養生し、その後強度試験材令まで室内（室温20℃、湿度60％）においておいた。

③ 膜養生

打設後ただちに膜養生材を塗布し（ハケ塗）、室内（室温20℃、湿度60％）に所定の材令までにおいておいた。膜養生剤の塗布量は、A種、E種とも、500g/m²とした。

3.2.4 供試体密度（硬化コンクリート）の測定

(1) 曲げ強度試験用供試体

① 強度試験前（寸法法）

水中から供試体を取り出したただちに水を拭き取り、重量を測定した。その後供試体寸法を、長さ方向に4点、高さ、幅をそれぞれ6点計測して体積を求め、供試体重量と体積から供試体密度を算定した。

② 強度試験後（水中重量法）

曲げ強度試験後の切片を打設面水平方向に割裂試験を行って2分割し、割裂試験後の切片の水中および気中重量を測定した。

(2) 圧縮強度試験用供試体

① 寸法法

水中から供試体を取り出した後に水を拭き取り、重量を測定した。その後供試体寸法を長さ方向に4点、直径を4点計測して体積を求め、供試体重量と体積から供試体密度を算定した。

② 水中重量法

供試体の水中重量を測定した。

(3) 割裂試験用供試体

① 平均密度

圧縮強度試験用供試体と同じく寸法法、水中重量法で測定した。

② 密度分布

供試体を約5 cmずつ(3層充填・締固めの場合は約3 cm)切断し、それぞれ寸法法および水中重量法により測定した。

3.2.5 曲げ強度試験

(1) 通常の曲げ強度試験

JIS A 1106「コンクリートの曲げ強度試験方法」に準じて行った。

(2) 載荷方向を変えた曲げ強度試験

打設面または型枠底面を引張面として曲げ強度試験を行った。

そのほかはJIS A 1106に準じて行った。

3.2.6 圧縮強度試験

JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準じて行った。

また、圧縮強度試験時にコンプレッソメータ、エクステンソメータを用いて静弾性係数およびポアソン比を検出した。

3.2.7 割裂強度試験

JIS A 1113「コンクリートの引張強度試験方法」に準じて行った。

表-3. 8 供試体の種類と数量

試験項目		供 試 体 作 製					強度試験	
		試験した配合	供試体	層数	締固め率(%)	ケース数 *1	養生条件 *2	材令日 *3
供試体作製法の検討	D F H	曲げ	1, 2	96	8	S	7(28)	側, 底, 打
		圧縮	2, 3, 4		6		7, 28	—
		割裂			(3)		7	
供試体締固め率の変化	D F H	曲げ	1	98, 96	8	S	7, 28	側
		圧縮	2		8		7	—
		割裂		94, 92	(4)			
水セメント比の変化	E F G	曲げ	1	96	2	S	7, 28	側
		圧縮	2		2		7	—
		割裂			(1)			
s / a、W の変化	A B C I J K	曲げ	1	96	2	S	7, 28	側
		圧縮	2		2		7	—
		割裂			(1)			
養生条件	気中養生	曲げ	1	96	7(8)	A S	1, 2, 3, 5, 7, 14, 28, 91	側
		圧縮	2		2		7	—
		割裂			(1)			
	膜養生	F	曲げ	1	96	4	M S	1, 2, 3, 7

*1 : 1 配合当りのケース数 (1 ケース 3 本)
 ただし、割裂供試体の () 内は、単に供試体数
 気中養生は初期載荷材令当りのケース数 (図-3. 7 参照)
 膜養生は 1 養生剤当りのケース数

*2 : S ; 標準養生、A ; 気中養生、M ; 膜養生

*3 : 供試体作製法の検討の曲げ強度試験材令は、曲げ載荷面 (側) は 7、28 日、(底) (打) は 7 日のみ

*4 : 曲げ試験時の供試体の置き方 (通常の側面が支点、載荷点となる置き方 ; 側、引張面が底面になる置き方 ; 底、打設面となる場合 ; 打)

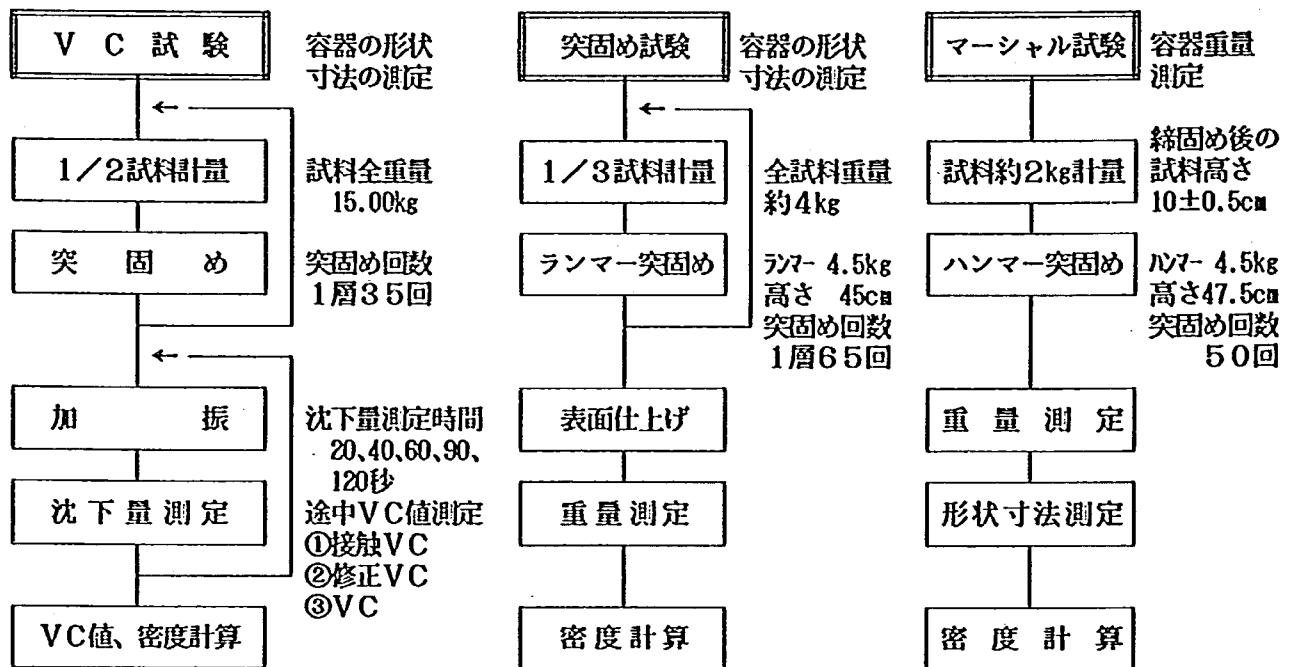


図-3.3 コンシステンシー試験フロー

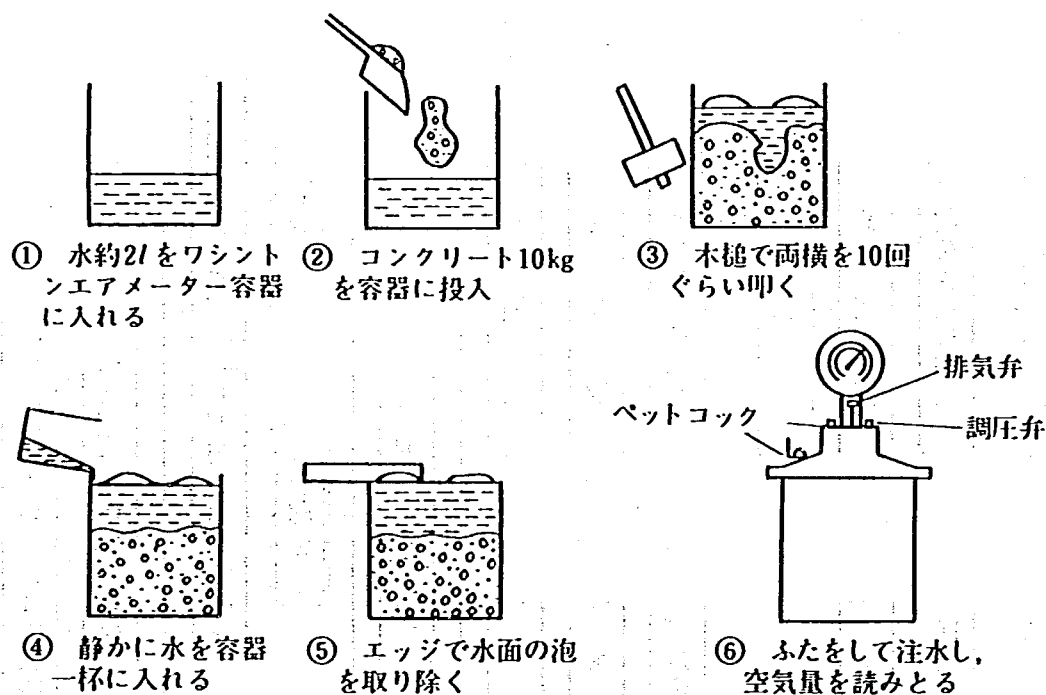


図-3.4 空気量測定方法

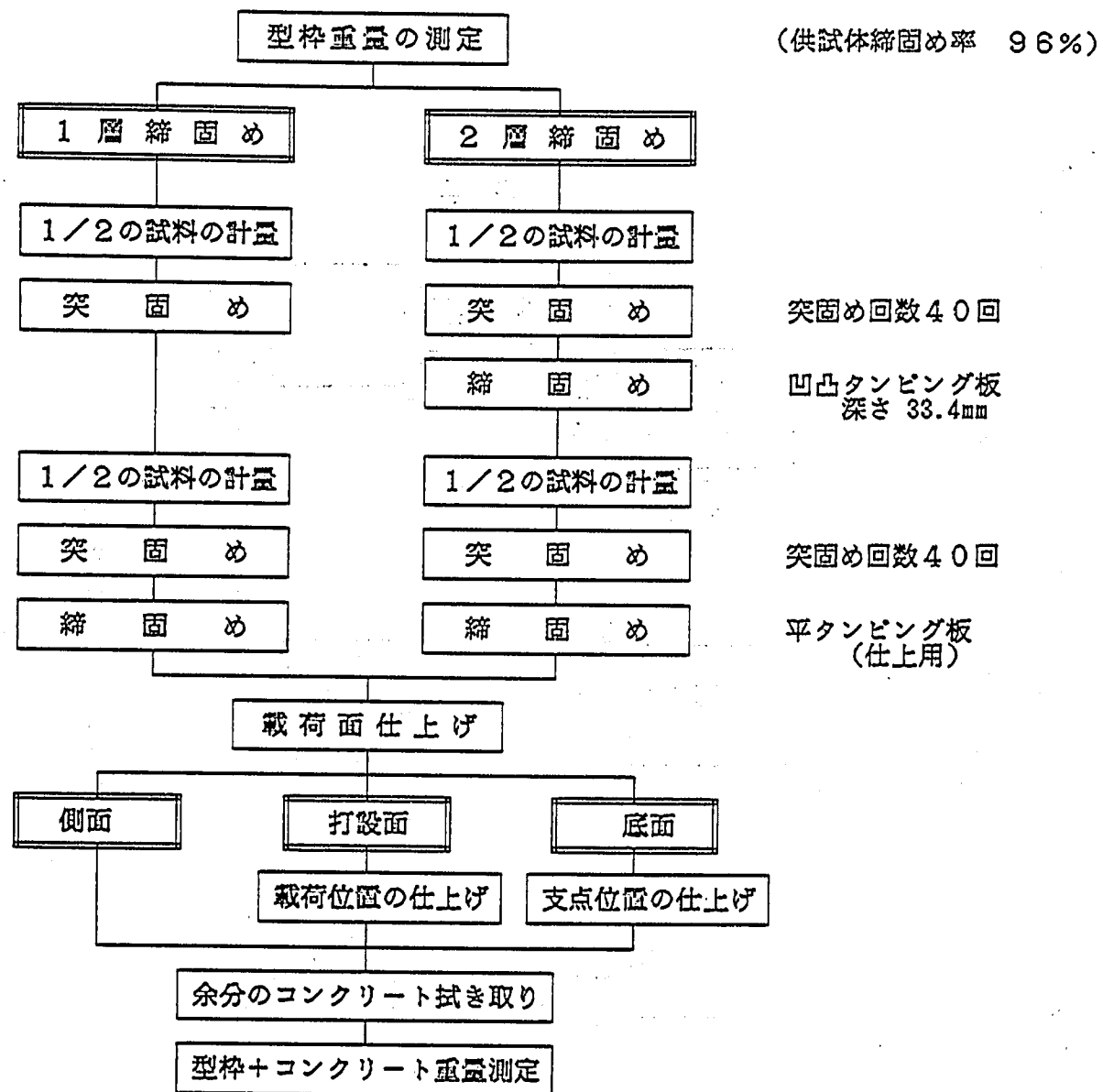


図-3. 5 供試体作製法の検討フロー (曲げ供試体)

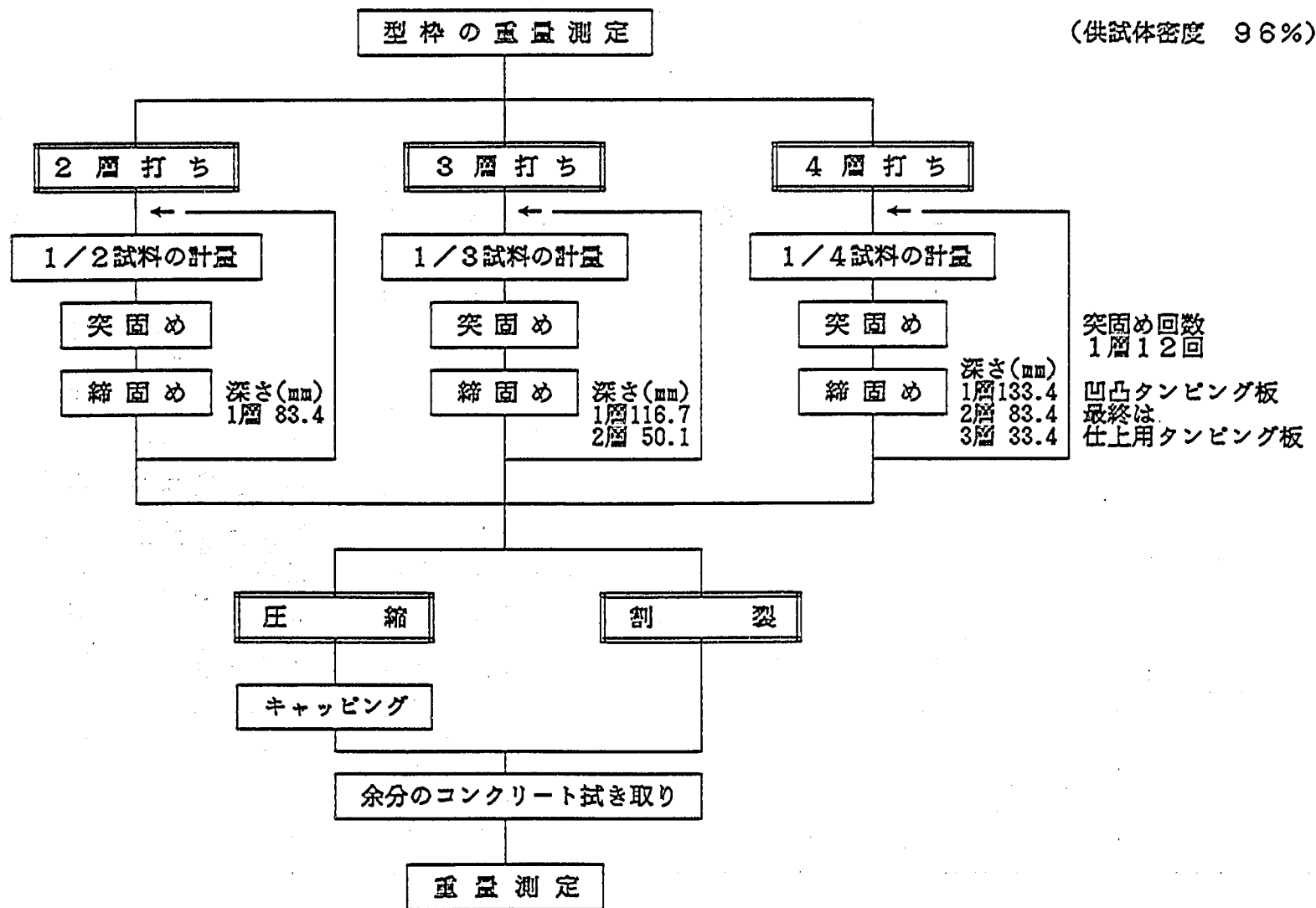


図-3.6 供試体作製法の検討フロー（圧縮、割裂供試体）

初期湿潤
養生材令

材令 (日)

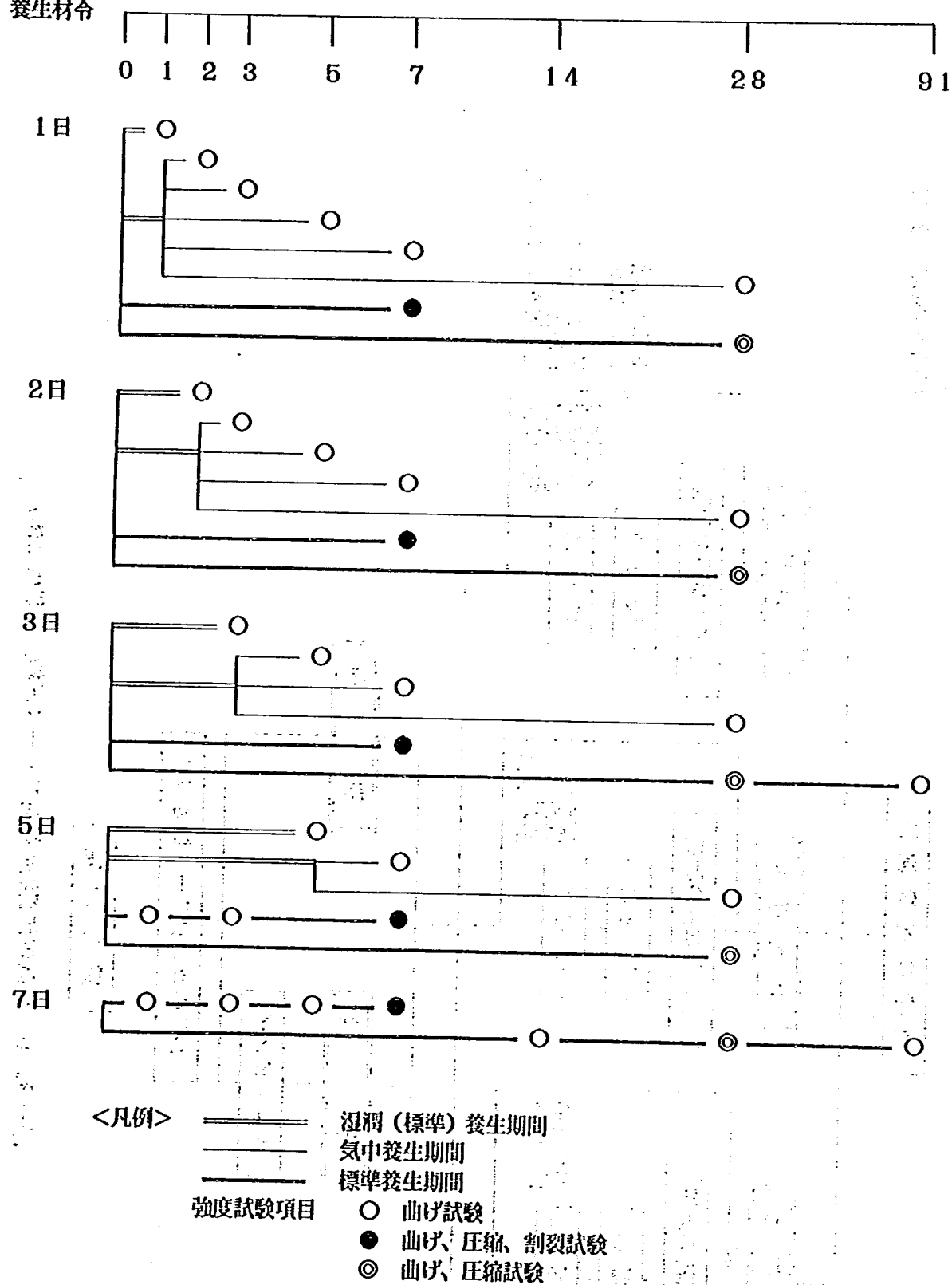


図-3. 7 養生条件と強度試験

3.3 コンシステンシー評価方法に関する検討

3.3.1 VC試験

(1) 単位水量とVC値との関係

表-3.5に示した配合のコンクリートについてVC試験を実施し、得られた接触VC値、修正VC値、VC値および同一の条件下で求められた振動時間ごとの締固め率を表-II.1に示す。

これらの結果より以下のようなことが明かとなった。

① 細骨材率を変化させた配合での単位水量とVC値との関係を図-3.8~3.10に示す。

どの配合においても、単位水量が増加するにしたがってVC値が低下する傾向にある。単位水量 110 kg/m^3 程度を境にVC値の減少率に変化が見られ、 $W=100\sim110\text{ kg/m}^3$ の範囲では、 $W=1\text{ kg/m}^3$ の変動でVC値、修正VC値とも3.5秒程度変化するが、 $W=110\sim120\text{ kg/m}^3$ では、1.5秒程度の変化である。文献⁹⁾によれば $W=1\text{ kg/m}^3$ の変化に対してVC値2.5秒の変化となっており、今回の結果はこの傾向とほぼ合っている。

② VC値および修正VC値の単位水量の変動による変化率はほぼ等しいが、接触VC値は異なっており、しかもその傾きは前者に比べて小さい。よって、コンシステンシー評価法としてのVC試験では、修正VC値およびVC値が指標として適当であると思われる。

③ 単位水量と経過時間ごとの締固め率との関係を図-3.11に示す。

締固め時間20~40秒の間では、締固め率の増加率は各単位水量の場合とも概ね同程度であるが、その絶対値の差は $W=100\sim110\text{ kg/m}^3$ で約3%程度であるが、 $W=110\sim120\text{ kg/m}^3$ で約1%程度であり、VC値の変化率と同様の傾向が見られる。

(2) 細骨材率とVC値との関係

表-3.5に示した配合のコンクリートについてVC試験を実施し、得られた接触VC値、修正VC値、VC値および同一の条件下で求められた振動時間ごとの締固め率を表-II.1に示す。

これらの結果より以下のようなことが明かとなった。

① 単位水量および水セメント比一定のもとでの s/a とVC値との関係を図-3.12に示す。

既往の研究によれば⁹⁾、単位水量および水セメント比を一定とし細骨材率を変化させた場合、VC値が最小となる s/a （最適 s/a ）が存在することが確認されている。今回の実験では、 $W=100\text{ kg/m}^3$ 、 $W/C=38\%$ で最適 s/a は37%となり、 s/a が38~46%の範囲で s/a の増加に伴い接触VC値、修正VC値、VC値とも増加する傾向が見られた。 s/a 1%の増加に対して、VC値1秒の増加となっている。

② 単位水量および水セメント比一定のもとでの s/a と締固め率との関係を図-3.13に示す。

どの配合においても、締固め（振動）時間の増加にともない締固め率が増加する傾向が見られ、また、その増加率も s/a の違いによらずほとんど一定である。今回の配合の範囲では、 s/a が小さいほどVC値も小さくなっているが、同一締固め時間における締固め率も、 s/a が小さくなるほど大きくなる傾向が見られる。

3.3.2 突固め試験およびマーシャル締固め試験

表-3.5に示した配合のコンクリートについて突固め試験およびマーシャル締固め試験を実施し、得られた値を表-II.1に示す。

これらの結果より以下のようなことが明かとなった。

- ① 単位水量と各試験における締固め率との関係を図-3.14~3.16に示す。

各試験値とも単位水量の増加に伴い締固め率が増加しており、その増加量は、突固め試験、マーシャル締固め試験とも、概ね $W = 5 \text{ kg/m}^3$ の増減にたいして1%程度の増減となっている。

- ② VC状態での締固め率は、 s/a の増加に伴って減少する傾向が見られるが、突固め試験、マーシャル締固め試験での締固め率では、 s/a との関係は特に見出せない。

3.3.3 混和剤のコンシステンシーにおよぼす影響

混和剤(AE減水剤、AE助剤)を添加した表-3.6~3.7に示したコンクリートについてのVC試験、突固め試験、マーシャル締固め試験の結果を表-II.1に示す。

これらの結果より以下のようなことが明かとなった。

- ① AE助剤添加量と連行された空気量との関係を図-3.17に示す。

今回の配合の範囲(空気量0~4%程度)では、AE助剤添加量と連行空気量とは直線関係にあることが確認された。回帰式を以下に示す。

$$A = 0.16 \times X + 0.435 \quad (r = 0.983)$$

A : 空気量 (%)

X : AE助剤添加量

- ② AE助剤添加量とVC値との関係を図-3.18~3.20に示す。

混和剤を添加して空気を連行することによりコンクリートのワーカビリティを改善することが可能であり、VC値、および修正VC値を指標にすると、空気量1%に対してVC値は10秒程度減少し、その減水率は、 $W = 5 \text{ kg/m}^3$ 程度となっている。

- ③ AE助剤添加量と各試験での締固め率との関係を図-3.21に示す。

AE助剤添加量の増加にともなって修正VC状態での締固め率の低下が見られる。これは連行空気量の増加に伴ってコンシステンシーが改善され(供試体表面近くのモルタルの浮き上がりが速くなった)修正VC値が小さくなり、実振動時間が短くなった(締固めエネルギーが小さくなった)ためと考えられる。それに対して突固め試験、マーシャル締固め試験の結果は、AE助剤添加量との関係は特に見出せない。

3.3.4 コンシステンシーの経時変化

AE助剤添加量と連行空気量、修正VC値、修正VC状態での締固め率、マーシャル締固め試験との関係を、経過時間の変化とともに表-11.2に示す。

これらの結果より以下のようなことが明かとなった。

① 連行空気量

連行空気量の経時変化を図-3.22に示す。

連行空気量は時間経過に伴って減少する傾向が見られる。その減少率は、概ね90分経過の状態で60~70%となっている。

② 修正VC値および締固め率

修正VC値およびその時の締固め率の経時変化を図-3.23~3.24に示す。

修正VC値は、経過時間とともに急激に増大しており、90分経過の状態で4~6倍程度となっている。修正VC状態での締固め率は、修正VC値が40秒以上の場合にはほぼ97%程度で一定となっているが、40秒以下の場合は、修正VC値の増加に伴って締固め率も増加する。

③ マーシャル締固め試験

マーシャル締固め試験による締固め率の経時変化を図-3.25に示す。

締固め率は、経過時間とともに減少する傾向が見られ、90分経過の状態で2~3%程度の減少となっている。これは、単位水量に換算すると 10 kg/m^3 減に相当するが、②の修正VC値は単純に換算すると 30 kg/m^3 減に相当しており、コンシステンシーの指標としてはいく分鈍いと考えられる。

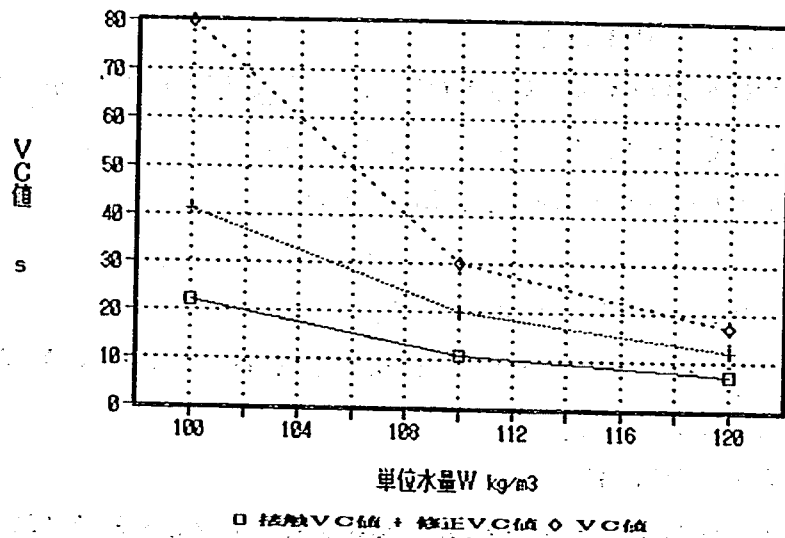


図-3.8 単位水量とVC値との関係 ($W/C = 38\%$, $s/a = 38\%$)

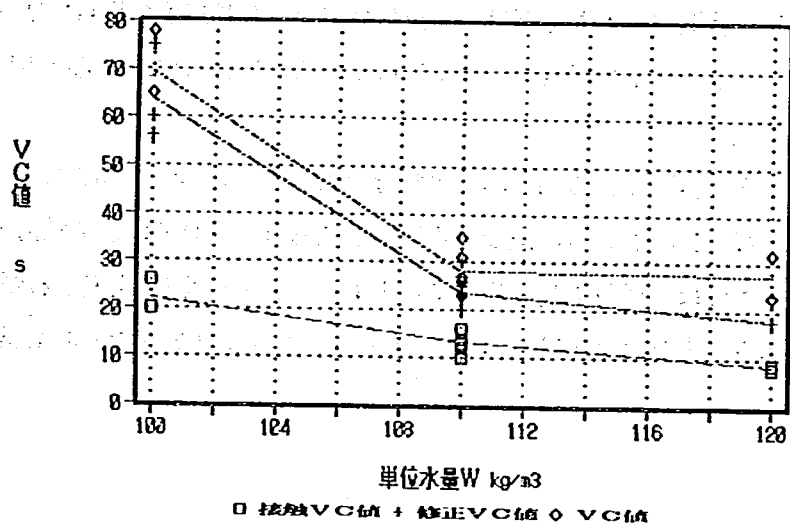


図-3.9 単位水量とVC値との関係 ($W/C = 38\%$, $s/a = 42\%$)

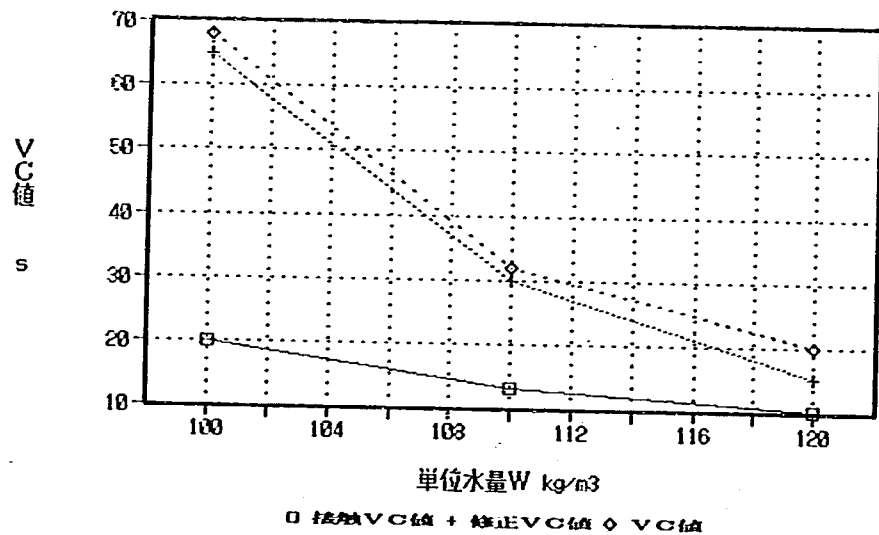


図-3.10 単位水量とVC値との関係 ($W/C = 38\%$, $s/a = 46\%$)

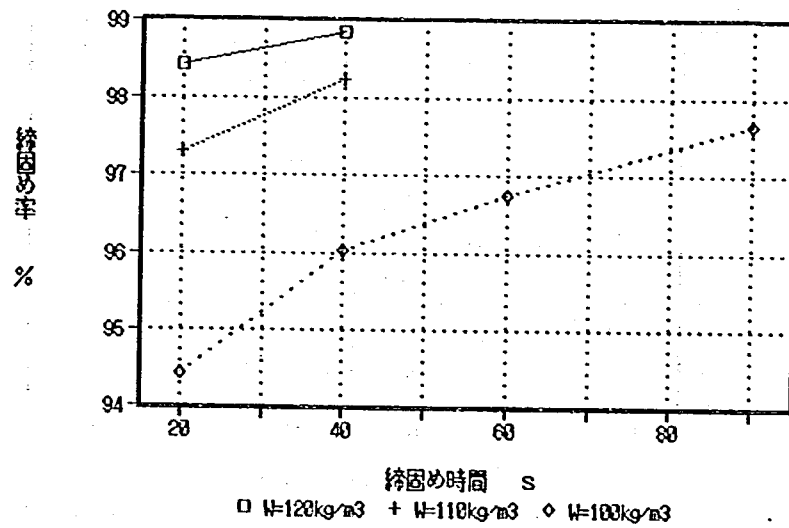


図-3.11 単位水量と締固め率 (VC試験) との関係 ($W/C=38\%$, $s/a=42\%$)

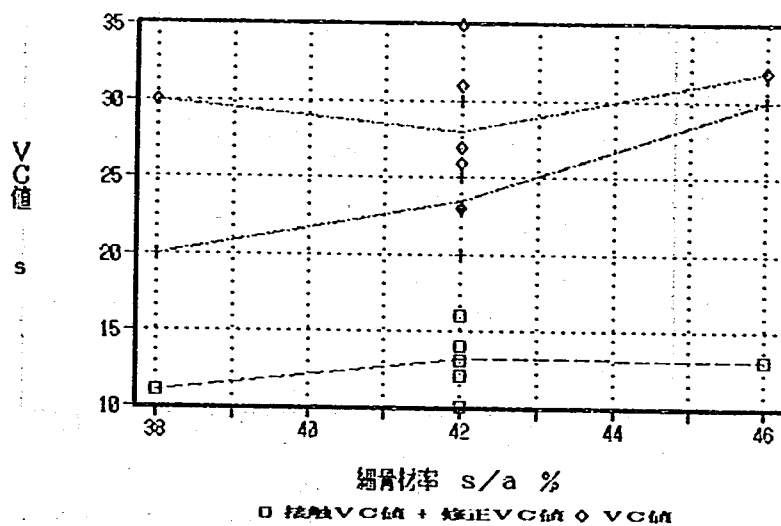


図-3.12 細骨材率とVC値との関係 ($W=110\text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$)

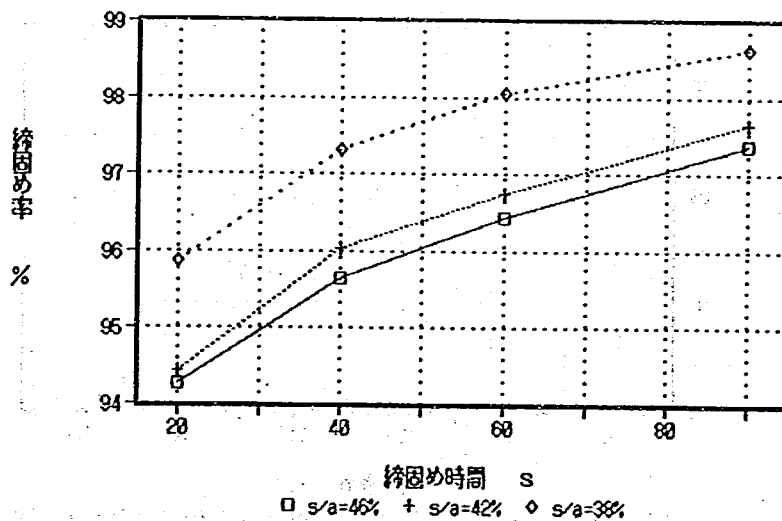


図-3.13 細骨材率と締固め率 (VC試験) との関係 ($W=100\text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$)

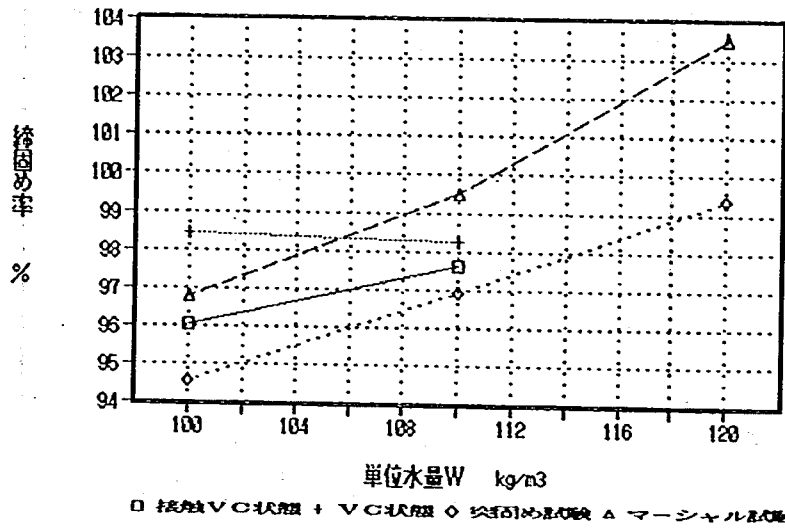


図-3.14 単位水量と締固め率との関係 ($W/C = 38\%$, $s/a = 38\%$)

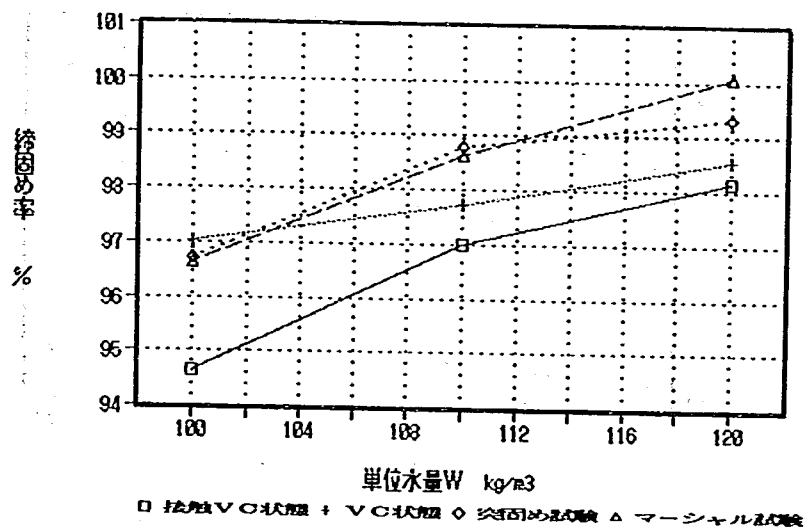


図-3.15 単位水量と締固め率との関係 ($W/C = 38\%$, $s/a = 42\%$)

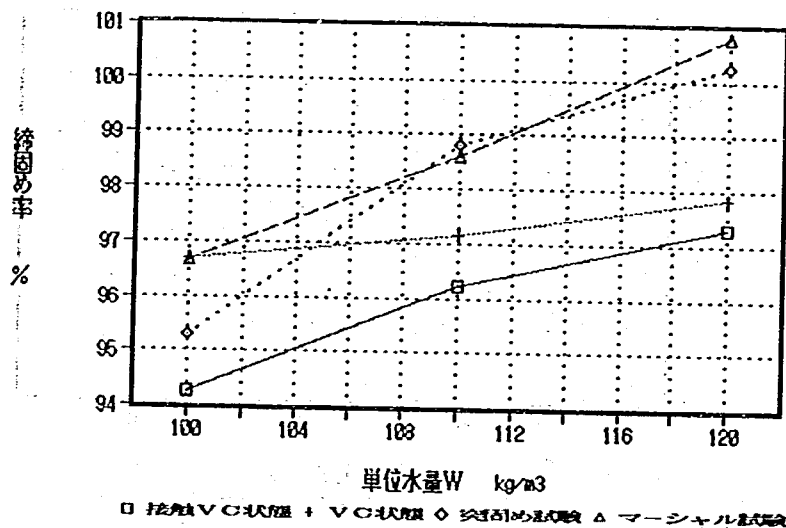


図-3.16 単位水量と締固め率との関係 ($W/C = 38\%$, $s/a = 46\%$)

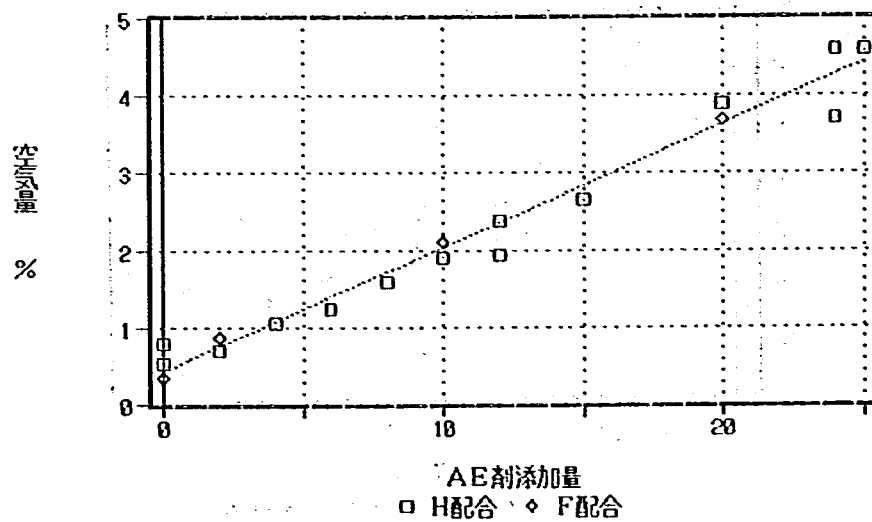


図- 3.17 AE助剤添加量と連行空気量との関係

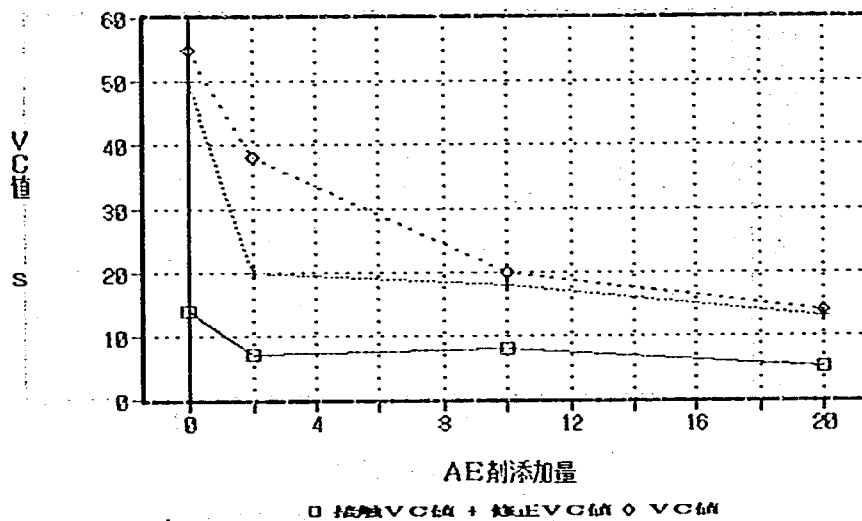


図- 3.18 AE助剤添加量とVC値との関係 ($W=110 \text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$, $s/a=42\%$)

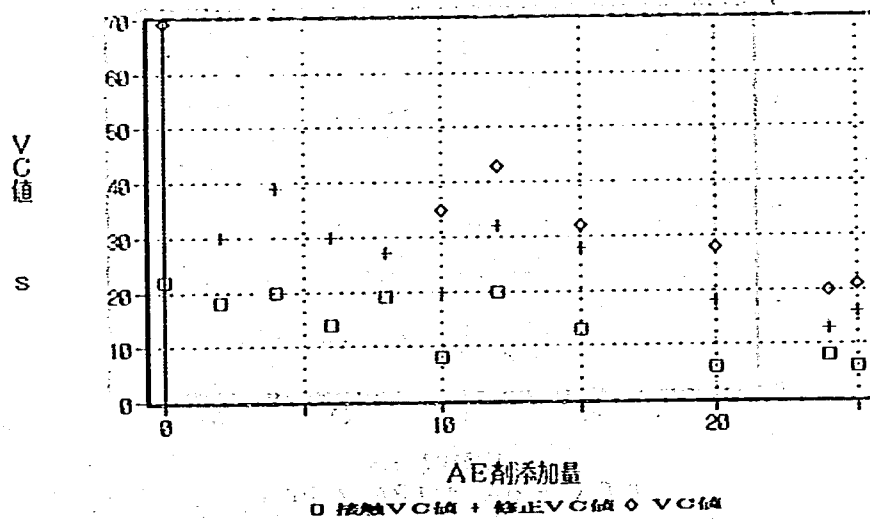


図- 3.19 AE助剤添加量とVC値との関係 ($W=100 \text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$, $s/a=42\%$)

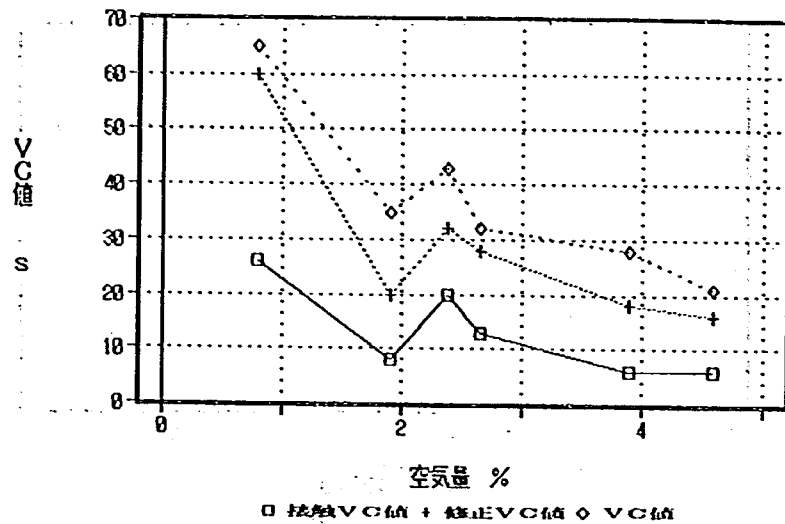


図-3.20 連行空気量とVC値との関係 ($W=100 \text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$, $s/a=42\%$)

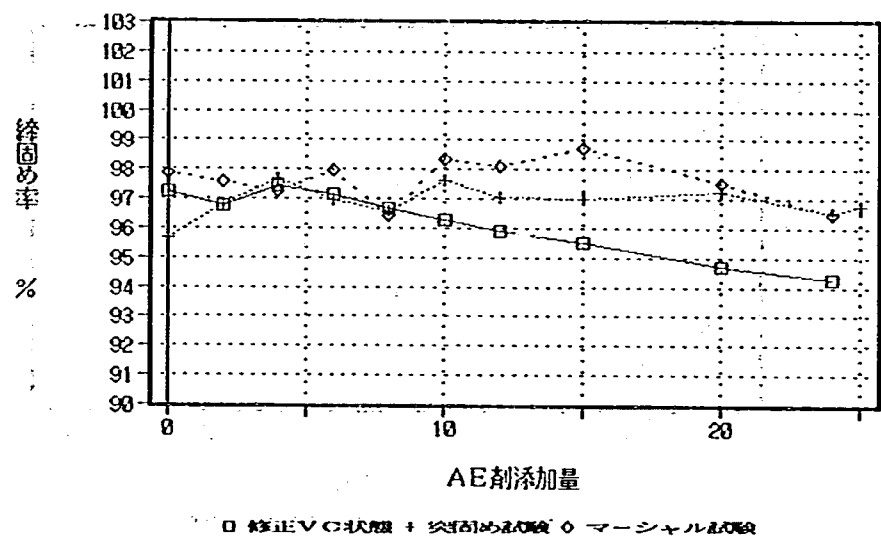


図-3.21 AE助剤添加量と締固め率との関係 ($W=100 \text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$, $s/a=42\%$)

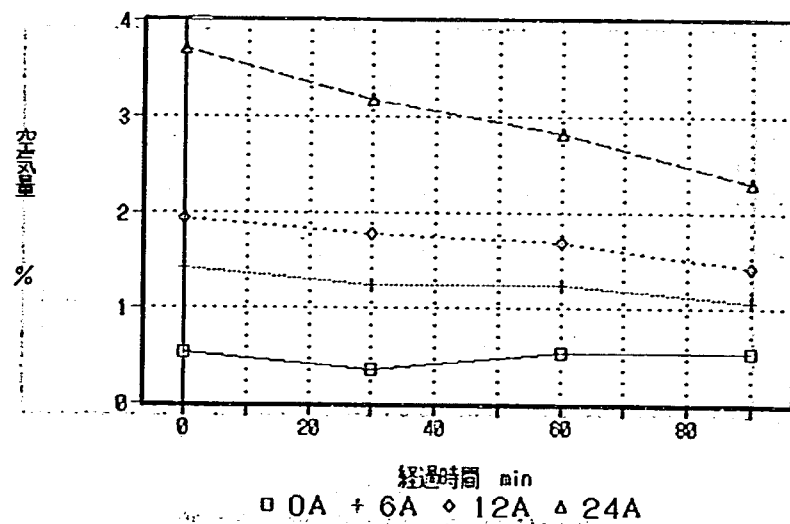


図-3.22 連行空気量の経時変化 ($W=100 \text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$, $s/a=42\%$)

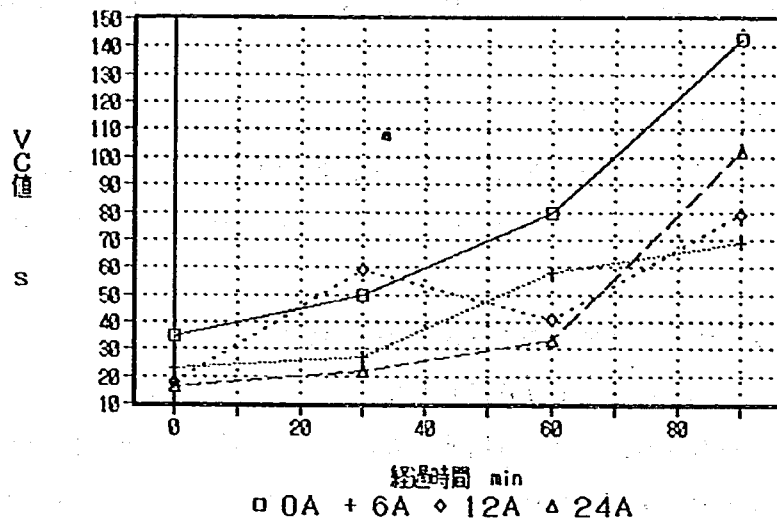


図-3.23 修正VC値の経時変化 ($W=100 \text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$, $s/a=42\%$)

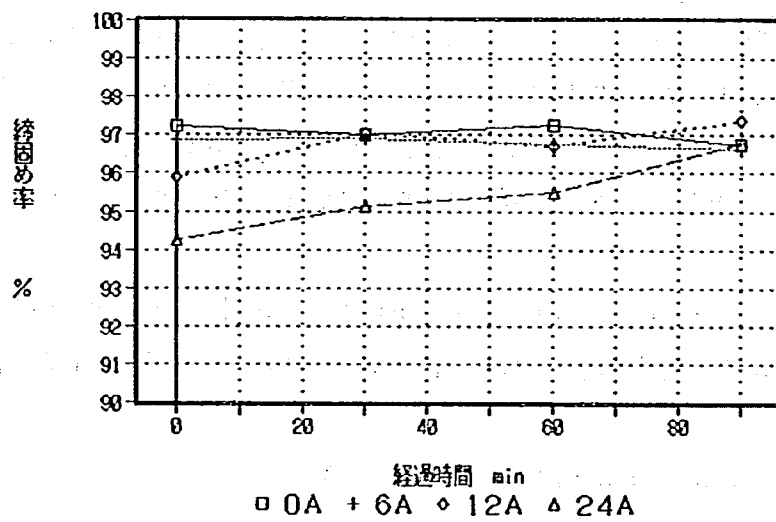


図-3.24 修正VC状態での締固め率の経時変化 ($W=100 \text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$, $s/a=42\%$)

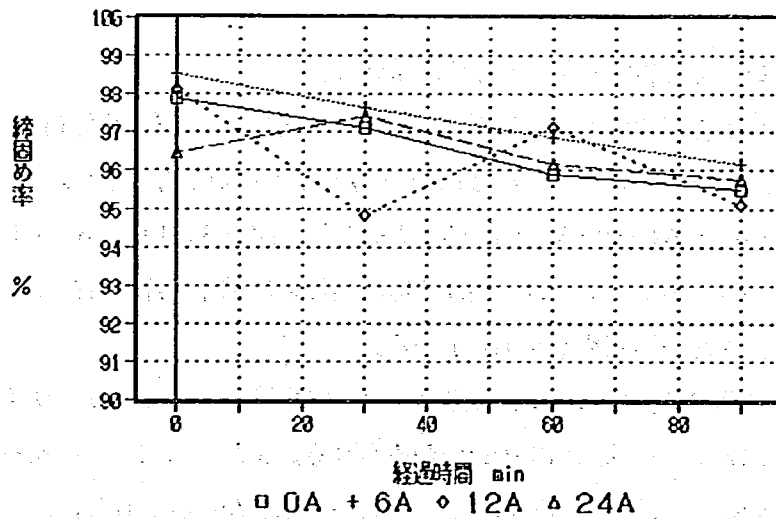


図-3.25 マーシャル試験による締固め率の経時変化 ($W=100 \text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$, $s/a=42\%$)

3.4 供試体作製方法に関する検討

3.4.1 供試体締固め率分布と割裂強度

2. 4層締固めは5cm、3層締固めは3cm程度に切断した供試体(φ10×20cm)の締固め率、割裂試験の結果を表-11.3~11.6に示す。これらの結果より、以下のようなことが明らかとなった。

① 供試体長手方向の締固め率の分布を図-3.26~3.27に示す。

同一締固め率(供試体全体として96%)のもとでは、供試体長手方向の締固め率の分布は各配合とも2層締固めでは5~6%程度、3層締固めでは2~5%程度、4層締固めでは1~2%程度のバラツキが生じており、1層当たりの締固め高さが高いほど締固め率のバラツキが大きいことが確認された。

② 締固め率を変化させた供試体の長手方向の締固め率の分布を図-3.28に示す。

目標締固め率を変化させたケースでは、供試体長手方向の締固め率の分布は、2層締固めの場合、目標締固め率98%で4%程度、96%で5%程度、94%で5.5%程度、92%で8%程度のバラツキが生じており、目標締固め率が低いほどバラツキの大きくなる傾向が見られる。これは、目標締固め率が低いほど供試体作製時の振動時間(締固め時間)が短いことに起因していると思われる。

③ 同一水セメント比(W/C=38%)における締固め率と割裂強度との関係を図-3.29に示す。供試体の締固め率と割裂強度の間には直線関係があることが確認された。回帰式を以下に示す。

$$\sigma_t = 2.419 \times \delta_o - 191.9 \quad (r = 0.835)$$

σ_t : 割裂強度(kgf/cm²)

δ_o : 締固め率(%)

3.4.2 載荷方向の違いによる強度変化(曲げ強度試験)

供試体の締固め率および載荷方向(側面、打設面、底面)を変えた曲げ強度試験の結果を表-11.7に示す。これらの結果より、以下のようなことが明らかとなった。

① 締固め層数の違いによる締固め率と曲げ強度との関係を図-3.30~3.31に示す。

打設面載荷、底面載荷のポイントは、曲げ強度試験後の供試体切片を打設面に平行に割裂させた試料のそれぞれ下、上部の締固め率を示している。

1層締固めの供試体では、供試体下部で93~94%程度、上部で96~97%程度の締固め率となっており、上部と下部の締固め率の違いがみられる。また、供試体の締固め率の変化と対応して、曲げ強度の底面載荷>側面載荷>打設面載荷という関係が確認された。

② 2層締固めの供試体では、供試体上、下部の締固め率のバラツキは、1~3%程度で比較的均一な密度となっており、曲げ強度の載荷方向の違いによる傾向はみられない。

③ 通常の曲げ強度試験の載荷方向である側面載荷については、材令7日での試験結果は以下のとおりである。

	D配合	F配合	H配合	(kgf/cm ²)
1層締固め供試体	52.7	52.1	51.7	
2層締固め供試体	56.1	60.4	60.2	

2層締固めの供試体の曲げ強度は、1層締固め供試体の曲げ強度に対して6～16%高くなっている。

3.4.3 締固め層数の違いによる強度変化（圧縮強度）

締固め層数を変えた圧縮供試体の締固め率、圧縮強度試験の結果を表-Ⅱ.8に示す。

これらの結果より、以下のようなことが明かとなった。

① 各配合における締固め層数の違いによる締固め率と圧縮強度との関係を図-3.32～3.34に示す。供試体の締固め率には配合種別により1～4%程度のバラツキが生じているが、締固め層数の違いとの明確な関係は見られず、供試体作製時の誤差であると考えられる。しかしながら、圧縮強度は、締固め層数の違いとの明確な関係はみられないものの、2層締固め供試体の圧縮強度は比較的低い傾向となっている。

② 同一水セメント比（W/C=38%）における2層締固め供試体の圧縮強度試験の結果を表-Ⅱ.8～Ⅱ.12に、締固め率と圧縮強度との関係を図-3.35に示す。

今回の締固め率の範囲（92～99%）では、供試体の締固め率と圧縮強度との間には、材令7、28日とも直線関係があることが確認された。回帰式を以下に示す。

材令7日

$$\sigma_c = 52.398 \times \delta_o - 4684.2 \quad (r = 0.881)$$

材令28日

$$\sigma_c = 63.071 \times \delta_o - 5663.1 \quad (r = 0.858)$$

σ_c : 圧縮強度 (kgf/cm²)

δ_o : 締固め率 (%)

3.4.4 供試体作製方法について

(1) 圧縮供試体（φ10×20cm）

今回の実験で2層締固め、3層締固め、4層締固めの供試体について得られた特性は以下のとおりである。

- ① 長手方向の締固め率の分布は、締固め層数が少ないほどバラツキが大きい。
- ② 締固め率と割裂強度とは比例関係にあるので締固め層数が少ないほど長手方向の割裂強度のバラツキもまた大きい。
- ③ 供試体の全体締固め率が低いほど長手方向の締固め率分布のバラツキが大きい。
- ④ 供試体全体では、締固め層数と締固め率との間に明確な関係は見られない。
- ⑤ 圧縮強度は、2層締固め供試体で低い傾向となっている。

以上の結果を勘案すると、2層締固め供試体は長手方向に締固め率分布のバラツキを持つが、供試体全体としては作製時に特に大きなバラツキを持つわけではなく、実施工により近い方法であると思われる。また、圧縮強度は低めに出るので安全側であるといえる。よって、圧縮供試体の作製方法として2層締固めが妥当であると思われる。

(2) 曲げ供試体(10×10×40cm)

今回の実験で1層締固め、2層締固めの供試体について得られた特性は以下のとおりである。

- ① 1層締固めの供試体では、上部と下部の締固め率の違いがみられるが、2層締固めの供試体では、上部、下部ともほぼ均一な締固め率となっている。
- ② 1層締固めの供試体は、載荷方向を変えた曲げ強度試験において、締固め率分布に対応して底面(打設面)載荷>側面載荷>打設面載荷という関係が確認されたが、2層締固めの供試体では、載荷方向の違いによる傾向は特にみられない。
- ③ 側面載荷による曲げ強度を比較すると、2層締固めの供試体は、1層締固めの供試体にたいして約6～16%程度高くなっている。

以上の結果を勘案すると、1層締固め供試体は、上下方向に締固め率分布の減少傾向をもつものの、供試体全体としては大きなバラツキを持つわけではなく、作製方法もより実施工に近い状態となっている。また、通常の曲げ強度試験(側面載荷)では、2層締固め供試体よりも強度が低く、安全側であるといえる。よって、曲げ供試体の作製方法として、1層締固めが妥当であると思われる。

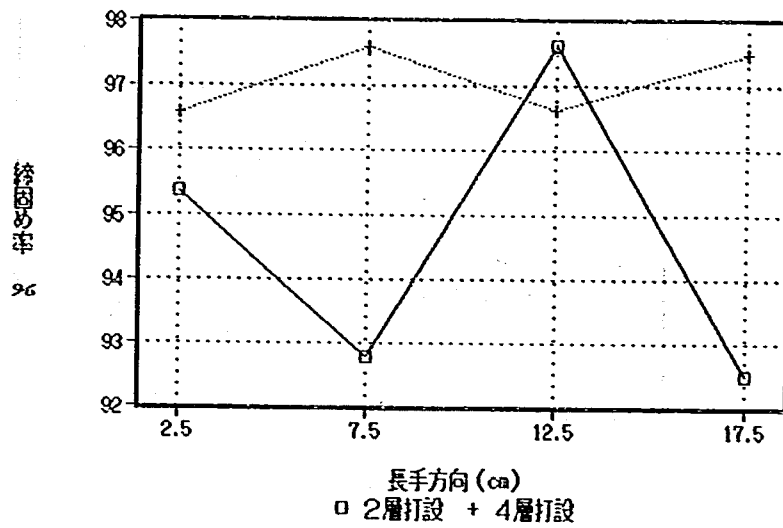


図-3.26 供試体長手方向の締固め率の分布 (D配合, 材令7日)

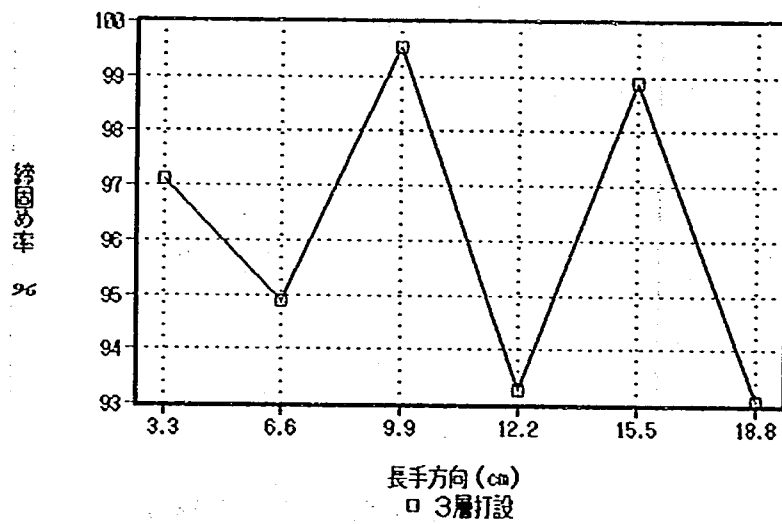


図-3.27 供試体長手方向の締固め率の分布 (D配合, 材令7日)

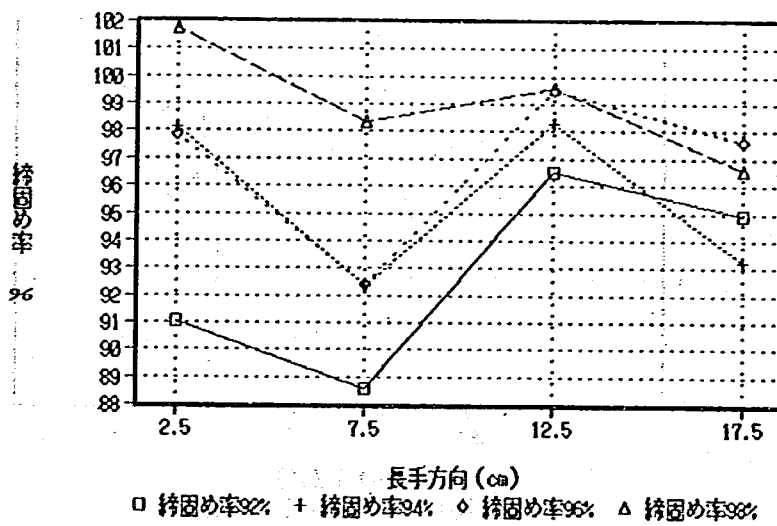


図-3.28 供試体長手方向の締固め率の分布 (D配合, 2層締固め, 材令7日)

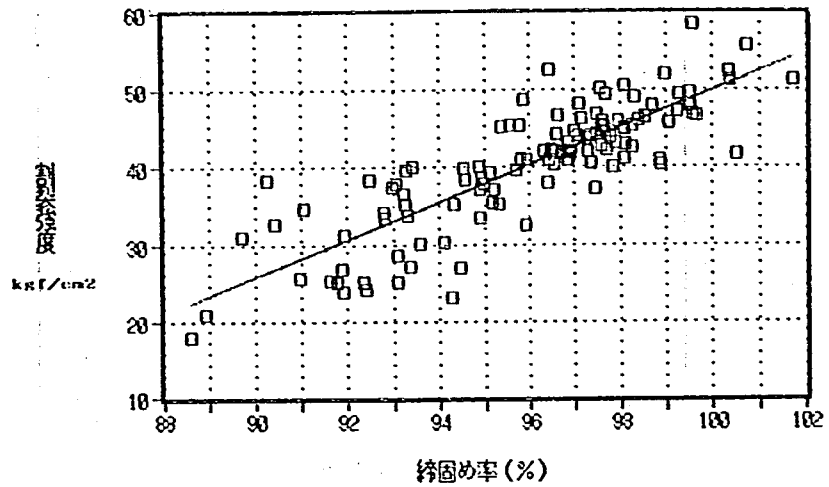


図- 3.29 締固め率と割裂強度との関係 (W/C = 38 %, 材令 7 日)

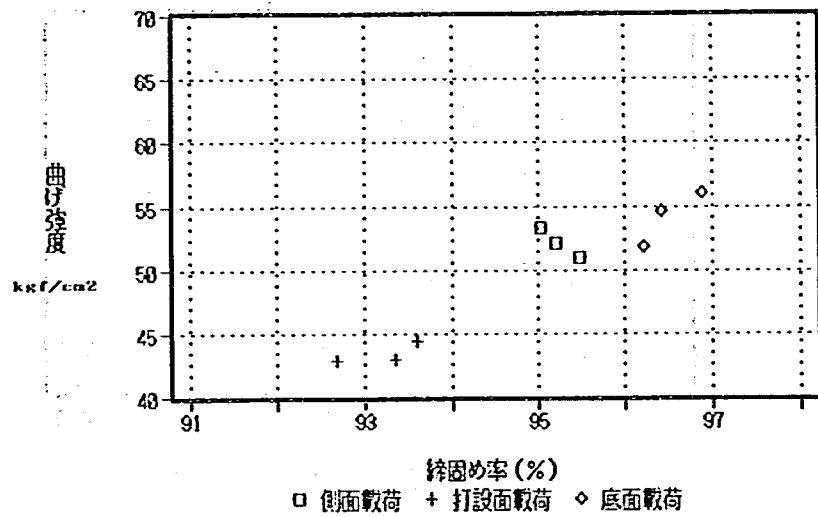


図- 3.30 載荷方向と曲げ強度との関係 (F 配合, 1 層締固め, 材令 7 日)

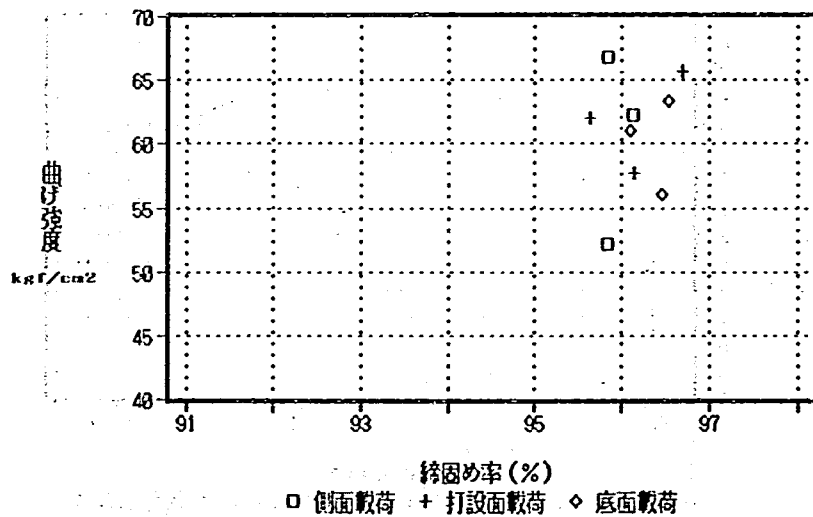


図- 3.31 載荷方向と曲げ強度との関係 (F 配合, 2 層締固め, 材令 7 日)

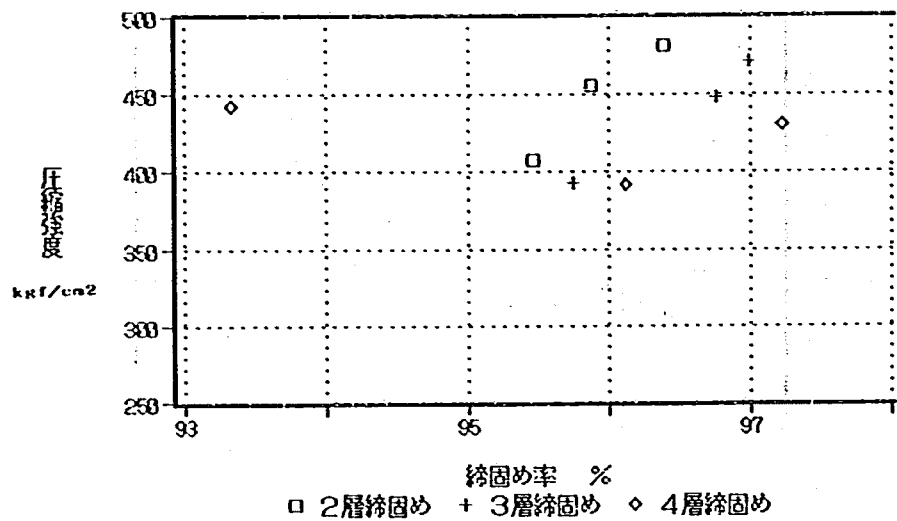


図-3.32 締固め層数と圧縮強度との関係 (D配合, 材令7日)

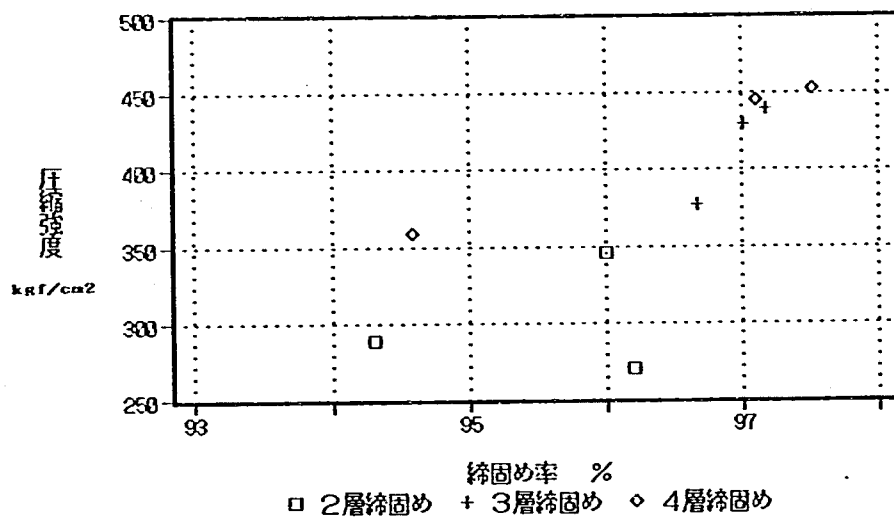


図-3.33 締固め層数と圧縮強度との関係 (F配合, 材令7日)

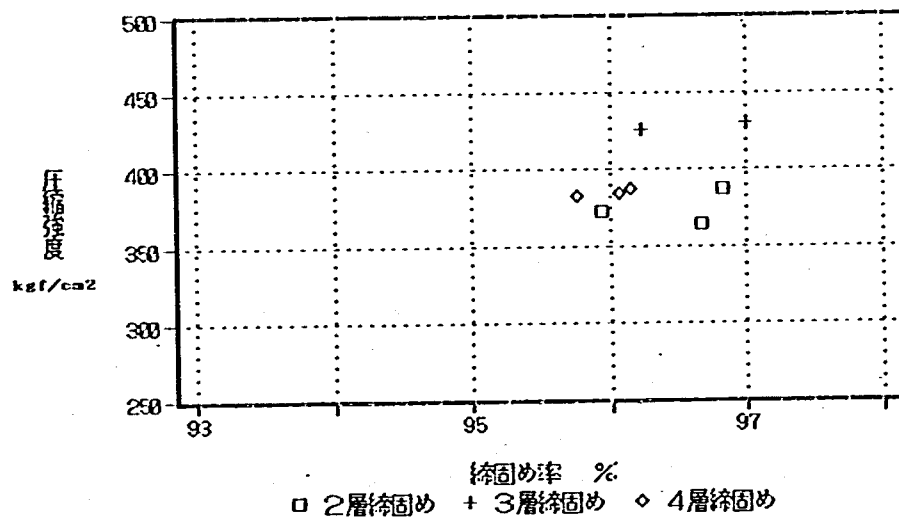


図-3.34 締固め層数と圧縮強度との関係 (H配合, 材令7日)

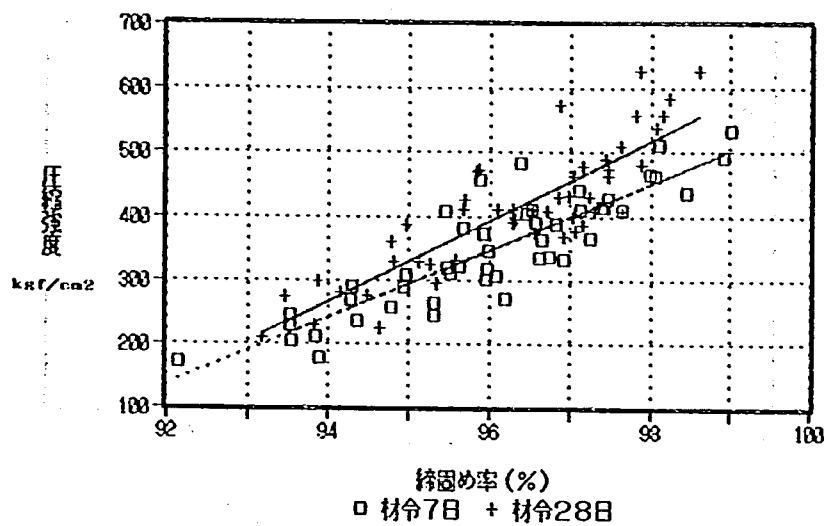


図- 3.35 締固め率と圧縮強度との関係 (W/C = 38%, 2層締固め)

3.5 強度特性に関する検討

3.5.1 供試体締固め率と強度との関係

(1) 曲げ強度

各配合における締固め率と曲げ強度との関係を表-Ⅱ.13～Ⅱ.22に示す。これらの結果より、以下のようなことが明かとなった。

- ① 同一水セメント比 ($W/C=38\%$) における締固め率と曲げ強度との関係を図-3.36に示す。今回の締固め率の範囲 ($92\sim98\%$) では、材令7、28日とも直線関係があることが確認された。回帰式を以下に示す。

材令7日

$$\sigma_b = 3.546 \times \delta_s - 284.7 \quad (r=0.862)$$

材令28日

$$\sigma_b = 4.199 \times \delta_s - 341.7 \quad (r=0.829)$$

σ_b : 曲げ強度 (kgf/cm^2)

δ_s : 締固め率 (%)

(2) 割裂強度

同一水セメント比 ($W/C=38\%$) における締固め率と割裂強度との関係については、「3.4.1 ③」に示す。

(3) 圧縮強度

同一水セメント比 ($W/C=38\%$) における締固め率と圧縮強度との関係については、「3.4.3 ②」に示す。

3.5.2 水セメント比の影響について

単位水量、水セメント比、細骨材率を変化させた配合による曲げ強度試験の結果を表-Ⅱ.19に示す。これらの結果より、以下のようなことが明かとなった。

- ① 水セメント比と曲げ強度との関係を図-3.37に示す。

一般のコンクリートと同様に、セメント水比の増加 (水セメント比の減少) に伴い曲げ強度の増加する傾向が確認された。増加の割合は、材令7、28日ともセメント水比0.1の増加に対して $6\sim7\text{ kg/cm}^2$ となっている。

3.5.3 養生条件と強度発現特性

(1) 気中養生

供試体の養生条件を変化させた場合の供試体締固め率、曲げ強度試験の結果を表-Ⅱ.23~Ⅱ.24に示す。

これらの結果より、以下のようなことが明かとなった。

① 養生条件(標準養生日数)と曲げ強度との関係を図-3.38に示す。

材令28日曲げ強度を100%とした時の材令1、3、7日の強度比は、標準養生1日の場合、約62、75、84%、標準養生5日の場合、約54、82、82%となり、通常のコンクリートでの3日、7日の強度比33、56%と比較して初期材令の強度発現の大きいことが確認された。

② 標準養生2、3日の条件下の長期強度(材令28日)が、1、5日に比べて大きい傾向がみられる。

(2) 膜養生

養生方法として膜養生剤を用いた場合の供試体締固め率、重量の経時変化、曲げ強度試験の結果を表-Ⅱ.25に示す。これらの結果より、以下のようなことが明かとなった。

① 膜養生剤種類と供試体の重量減少比との関係を図-3.39に示す。

アクリル系の膜養生剤を使用した供試体の重量減少比は、エポキシ系の膜養生材の約3倍程度となっており、水分逸散防止効果は、エポキシ系の膜養生剤の方が優れているようである。

② 膜養生剤種類と曲げ強度との関係を図-3.40に示す。

エポキシ系の膜養生剤を使用した供試体の曲げ強度は、標準養生を行った無塗布の供試体の曲げ強度と同程度になっているのに対して、アクリル系の膜養生剤を使用した供試体の曲げ強度は、材令7日で 10 kgf/cm^2 (強度比17%減)となっている。上記の結果より、エポキシ系膜養生剤の水分逸散防止効果と強度低下防止効果が確認された。

3.5.4 混和剤と強度との関係

混和剤(AE減水剤、AE助剤)を添加し、空気を連行させた供試体の供試体締固め率、曲げ強度試験の結果を表-Ⅱ.20~Ⅱ.22に示す。これらの結果より、以下のようなことが明かとなった。

① 連行空気量と曲げ強度との関係を図-3.41~3.43に示す。

締固め率の低下に伴い曲げ強度も低下するが、同一締固め率では連行空気量の強度への影響は明確ではない。

② 曲げ強度のバラツキは、連行空気量が増すほど小さくなる傾向にある。これより、同じ空隙率の中でもエントラップトエアの占める割合が大きいほど強度のバラツキに大きな影響を与えていると考えられる。

3.5.5 圧縮強度と静弾性係数、ポアソン比との関係

2層締固め圧縮供試体の締固め率と、圧縮強度試験時に測定した静弾性係数、ポアソン比を表Ⅱ.26に示す。これらの結果より、以下のようなことが明かとなった。

- ① 圧縮強度と静弾性係数との関係を、材令7日については図-3.44に、材令28日については図-3.45に示す。

材令7、28日とも、圧縮強度と静弾性係数との間には正の相関関係が見られる。回帰式を以下に示す。

材令7日

$$E_o = (1.222 \times \sqrt{\sigma_o} + 5.532) \times 10^4 \quad (r = 0.523)$$

材令28日

$$E_o = (1.358 \times \sqrt{\sigma_o} + 5.016) \times 10^4 \quad (r = 0.555)$$

E_o : 静弾性係数 (kgf/cm²)

σ_o : 圧縮強度 (kgf/cm²)

- ② ポアソン比は、通常のコンクリートとほぼ同じ、1/6程度となっている。

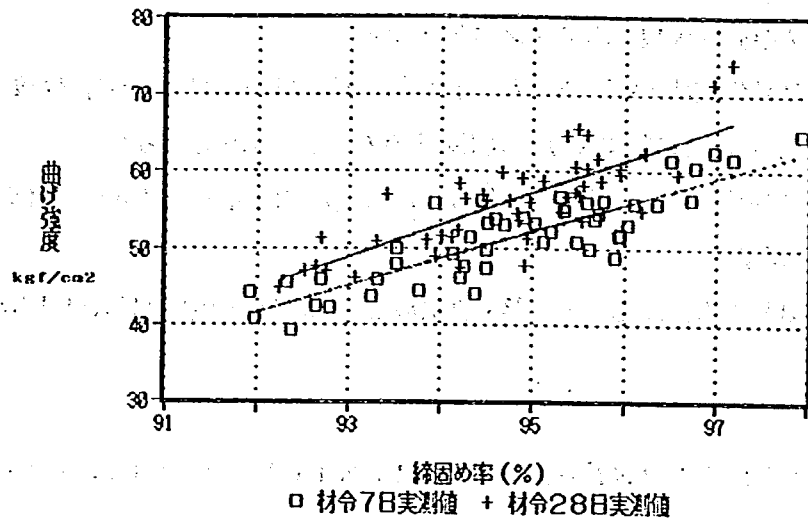


図- 3.36 締固め率と曲げ強度との関係 ($W/C = 38\%$, 1層締固め)

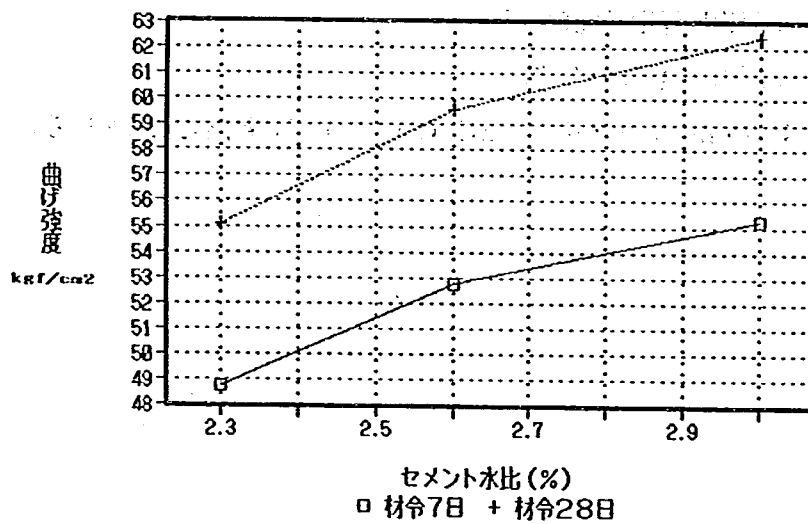


図- 3.37 水セメント比と曲げ強度との関係 (締固め率 96%, $W = 110 \text{ kg/m}^3$, $s/a = 42\%$)

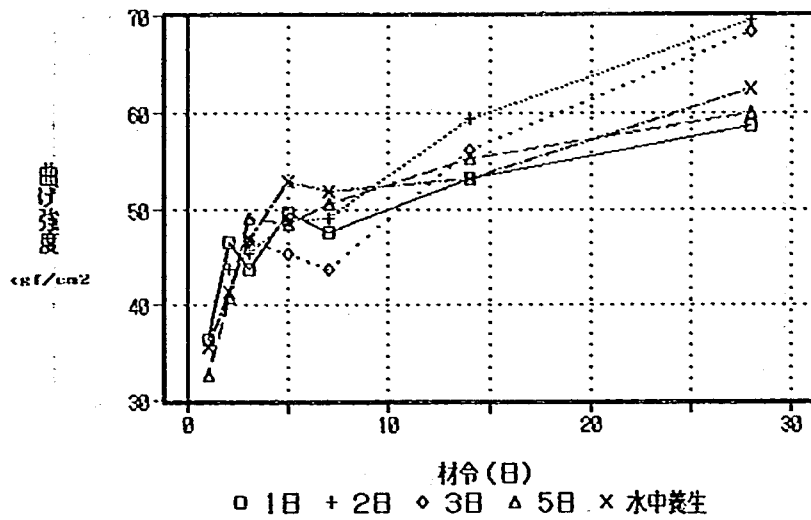


図-3.38 養生条件と曲げ強度との関係 (F配合, 1層締固め, 締固め率96%)

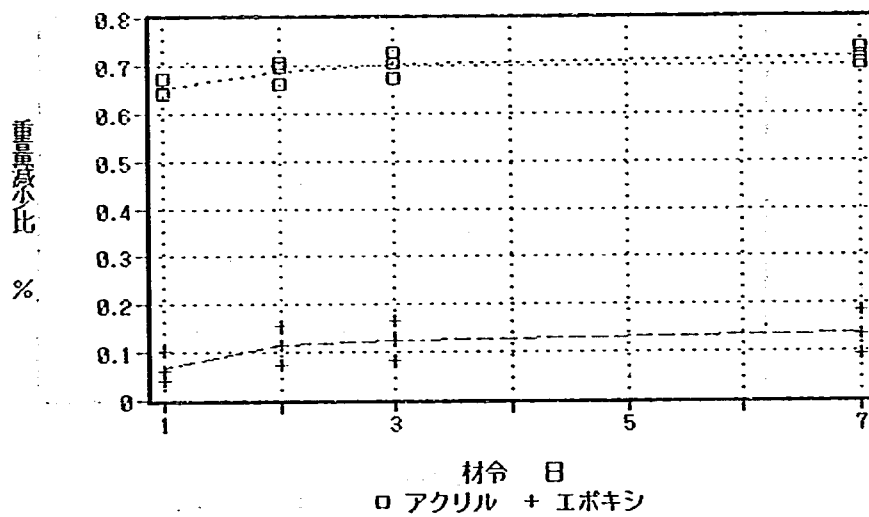


図-3.39 膜養生剤と供試体の重量減少比との関係 (F配合, 1層締固め, 締固め率96%)

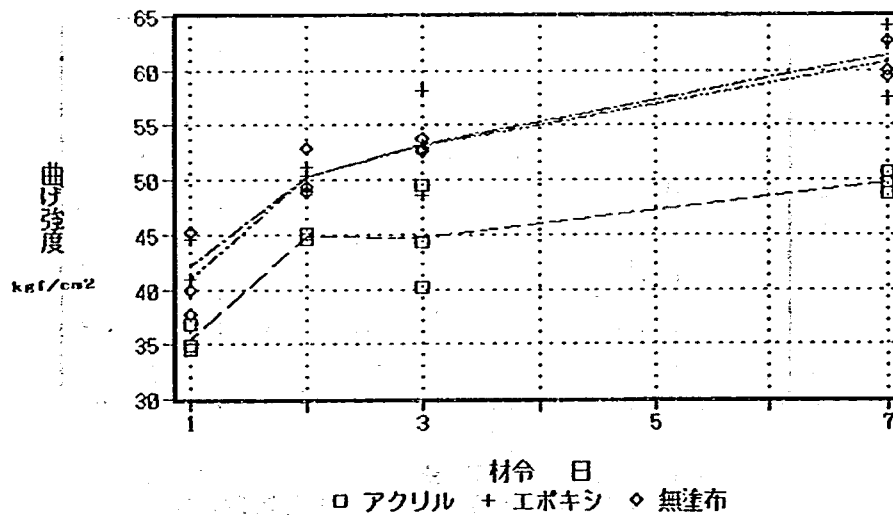


図-3.40 膜養生剤と曲げ強度との関係 (F配合, 1層締固め, 締固め率96%)

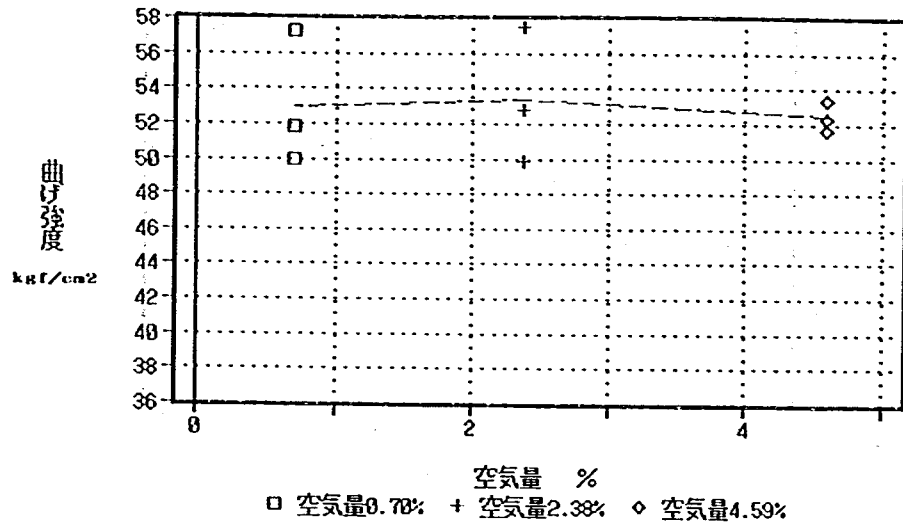


図- 3.41 連行空気量と曲げ強度との関係 (H配合, 材令 7 日, 目標締固め率 96%)

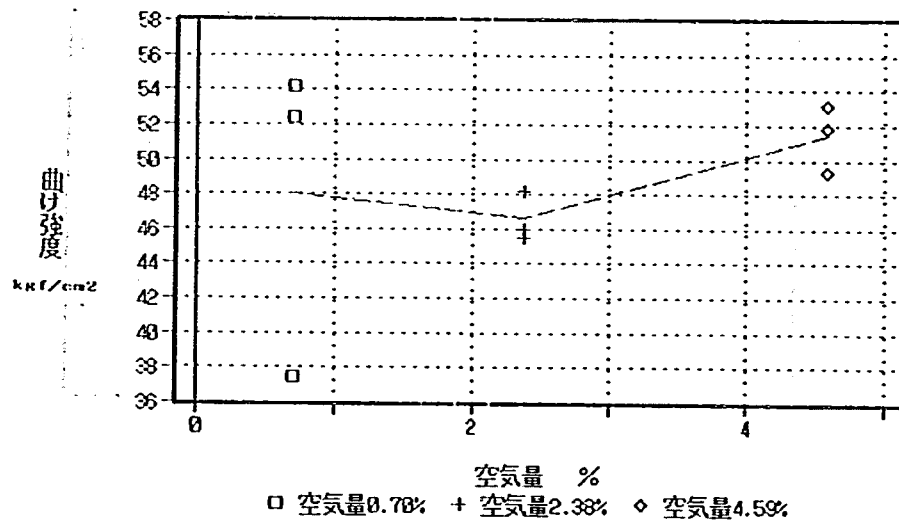


図- 3.42 連行空気量と曲げ強度との関係 (H配合, 材令 7 日, 目標締固め率 94%)

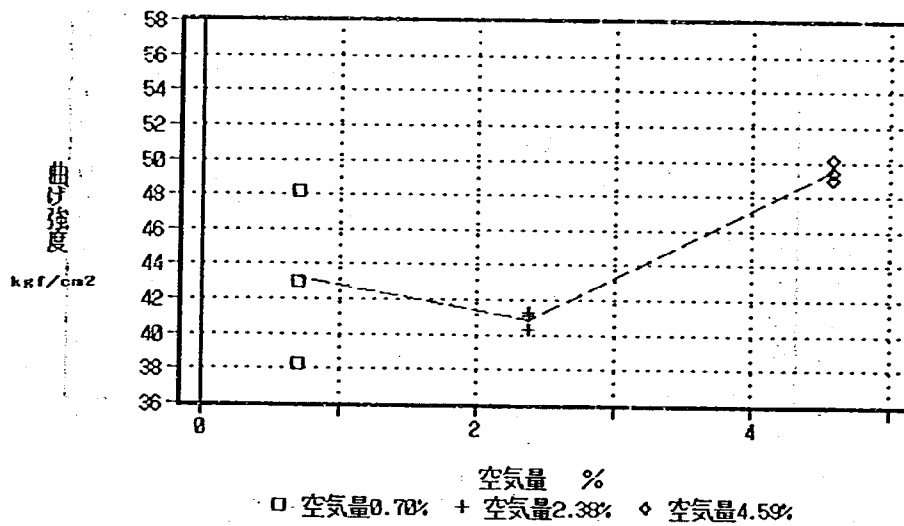


図- 3.43 連行空気量と曲げ強度との関係 (H配合, 材令 7 日, 目標締固め率 92%)

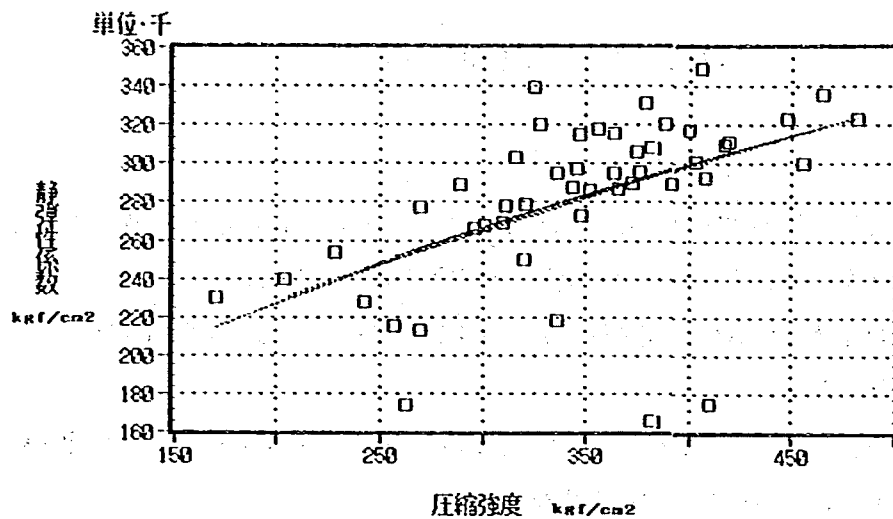


図-3.44 圧縮強度と静弾性係数との関係 (2層締固め, 材令7日)

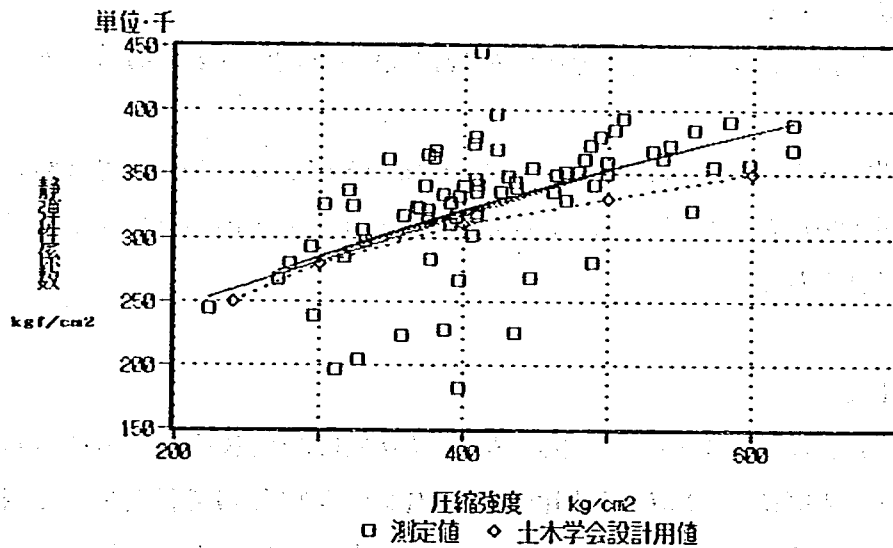


図-3.45 圧縮強度と静弾性係数との関係 (2層締固め, 材令28日)

3.6 まとめ

3.6.1 コンシステンシー評価方法に関して

- ① VC試験においては、以前提案⁸⁾した最適細骨材率を求めるための補正值 ($W = 4 \text{ kg/m}^3$ の変動でVC値(修正VC値) ± 10 秒の変化)の妥当性が確認された。
また、最適細骨材率より大きい範囲では、 s/a 1%の変化に対してVC値(修正VC値) ± 1 秒程度の変化が確認された。
- ② 突固め試験、マーシャル締固め試験による締固め率は、単位水量の変化と正の相関関係を持つが、 s/a の変化に対しては、特に関係が見出せない。
- ③ 混和剤(AE減水剤、AE助剤)添加量と連行される空気量との間に、正の強い相関関係が確認された。また、空気量1%の増加にたいして、 $W = 5 \text{ kg/m}^3$ の減水効果が確認された。

3.6.2 供試体作製方法に関して

- ① 圧縮供試体、曲げ供試体とも、1層当たりの締固め高さが高いほど締固め率のバラツキが大きいことが確認された。
- ② 圧縮強度、曲げ強度とも、1層当たりの締固め高さが高いほど低くなる傾向が確認された。
- ③ 標準的な供試体作製方法として、圧縮供試体は2層充填・締固め、曲げ供試体は2層充填1層締固めが妥当であると思われる。

3.6.3 強度特性に関して

- ① 曲げ強度、割裂強度、圧縮強度とも、供試体締固め率との間に正の強い相関関係が確認された。
- ② 一般のコンクリートと同様に、セメント水比の増加に伴い強度の増加する傾向が確認された。
- ③ 一般のコンクリートに比べて、初期材令での強度の発現の大きいことが確認された。
- ④ 膜養生剤では、エポキシ系膜養生剤の水分逸散防止効果が確認され、強度についても標準養生したものと同程度の水準となっている。
- ⑤ 同程度の締固め率の供試体ではブレンコンクリート(空気を連行しない)に比べてAEコンクリートでは、曲げ強度のバラツキが小さくなっている。
- ⑥ 圧縮強度と静弾性係数との間には、正の相関関係が確認された。
また、ポアソン比は一般のコンクリートと同程度(約1/6)となっている。

4. 凍結融解試験

4.1 実験概要

4.1.1 実験目的

実験は、つぎの項目について検討するために行った。

- (1) 締固め率の異なるコンクリートの耐久性
- (2) 空気を連行させたコンクリートの耐久性
- (3) 強度（曲げ強度、圧縮強度）と耐久性との関係

4.1.2 コンクリートの配合

(1) 使用材料

試験に使用した材料は、「3.コンシステンシーおよび強度試験」で使用したものと同様のもので、以下のとおりである。

① セメント

セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。

セメントの試験成績を表-3.1に示す。

② 細骨材

使用した細骨材は富士川産の川砂である。

細骨材の物理試験結果を表-3.2に示す。

③ 粗骨材

使用した粗骨材は笠間産の硬質砂岩である。

粗骨材の物理試験結果を表-3.2に示す。

④ 混和剤

・AE減水剤……………主成分（リグニンスルホン酸塩ポリオール複合体）

・AE助剤……………主成分（アルキルアリルスルホン酸塩）

(2) コンクリートの配合

コンクリートの配合は、表-3.5のH配合を基準に単位水量を一定とし、所定の空気量になるように混和剤量を試験練りにより定め、表-4.1のとおり配合を決めた。

4.2 試験方法

4.2.1 供試体の種類と作製方法

(1) 供試体の種類

今回の凍結融解試験では、コンクリートの空気量、供試体の締固め率、試験開始時のコンクリートの強度と耐久性指数との関係を求める。作製した供試体の種類、数量は表-4.2 に示すとおりである。

(2) 供試体の作製法

供試体の作製方法は、供試体締固め率を均一にするために、「3.2.3 供試体の種類と作製法」で示した作製方法のうち、2層充填締固め方法で行った。(供試体形状: $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$)

また、中心温度管理用供試体は、以下の手順に従って作製した。

- ① 1層めを締固めた後、真鍮のパイプの入る位置に溝をつけた。
- ② 真鍮のパイプを溝に沿っておき、ウェットスクリーンしたモルタルをかぶせた。
- ③ その上から2層めを打設して締固めた。

4.2.2 コンシステンシー試験

「3.2.1 コンシステンシー試験」で示した方法により、突固め試験、マーシャル締固め試験、VC試験の3種類について測定を行った。

4.2.3 空気量試験

「3.2.2 空気量試験」で示した方法により、連行空気量の測定を行なった。

4.2.4 供試体密度(硬化コンクリート)の測定

凍結融解試験用、強度試験用ともに試験前に供試体寸法および重量を測定し、供試体密度を算出した。

4.2.5 凍結融解試験

(1) 試験方法

コンクリート研究室所有の急速凍結融解試験装置を用いて、ASTM C 666規格のA法に準じて温度範囲 $4^{\circ}\text{C} \sim -18^{\circ}\text{C}$ 、繰返し速度6サイクル/日により凍結融解試験を行った。

(2) 供試体

- ① 供試体は、 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ とした。
- ② 供試体の個数は、1ケース当たり3個とした。
- ③ 供試体の養生は、コンクリート打設後24時間湿布養生し、脱型したあと 20°C の水槽で養生した。

④ 試験の開始材令は、7日とした。

(3) 測定項目および測定方法

① 測定項目

以下に示す項目について測定を行った。

- ・たわみ振動の一次共鳴振動数
- ・重量
- ・外観観察

② 測定時期

測定は、試験開始前および凍結融解サイクルで10、20、30、50、70、100、150、200、250、300程度で行った。

③ 測定方法

試験槽から取り出した供試体について、JIS A 1127「共鳴振動によるコンクリートの動弾性係数試験方法（たわみ振動の場合）」に準じて測定するとともに、供試体の重量変化測定や外観観察の写真記録を行った。

④ 試験の終了

試験の終了は、300サイクルとし、それまでに動弾性係数が測定不能となった供試体については終了した。

4.2.6 強度試験

表-4.2に示した供試体について、「3.2 試験方法」に示した方法により、曲げ強度試験、圧縮強度試験、割裂強度試験を行った。

表-4.1 コンクリートの配合 (凍結融解試験)

配合 記号	粗骨材 の最大 寸 法 (mm)	コンシス テンシー の範囲 (%またはsec)	空気量の 範囲 (%)	水セメ ント比 W/C (%)	粗骨材 率 s/a (%)	単 位 粗骨材 容 積	単位量 (kg/m³)						セメン ト重量 比 (%)	含水比 (%)	K _o	K _a	理 論 最 密 度 g/cm³	
							水	セメン ト	細骨材	粗骨材G		混和材料						
										20 mm 5 mm	13 mm 5 mm	混和剤 *1						混和材
							W	C	S									
H ₀	20	60 sec	0	38.0	42.0	0.793	100	263.2	899	567	693	0	—	10.97	5.21	1.14	1.66	2.522
H ₂	20	40	2.0+0.5	38.0	42.0	0.774	100	263.2	877	553	676	12A	—	11.22	5.30	1.17	1.74	2.469
H ₄	20	20	4.0+1.0	38.0	42.0	0.754	100	263.2	855	539	659	24A	—	11.48	5.40	1.20	1.83	2.416

摘要：コンシステンシーはVC試験 (VC値)

*1：混和剤は、主剤を標準量 (C×0.25%) 使用し、助剤で空気量を調整

助剤量は、セメント1kgに対して5%溶液で0.4ccを1Aとしている

表-4. 2 供試体の種類と数量

配 合	目 標 空気(イン パクト17) 量 (%)	供 試 体 締固め率 (%)	供 試 体 個 数			
			凍結融解 試験用 *2	強度試験用 *3		
				曲げ	圧縮	割裂
H ₀	0	98	3	3	3	1
		96	4	3	3	1
		94	4	3	3	1
		92	4	3	3	1
H ₂	2	96	4	6	6	1
		94	4	6	6	1
		92	4	6	6	1
H ₄	4	96	5	6	6	1
		94	4	6	6	1
		92	4	6	6	1

*1 : 添字は目標空気量 (%)
H₀ 配合は表-3. 5 の H 配合に同じ

*2 : 凍結融解試験に用いる供試体は3本とし、他の1本は硬化後の空気量測定用
H₀ 98%の凍結融解用は、2本
H₄ 96%の1本は、中心温度管理用

*3 : 曲げ、圧縮強度試験用は、H₀は7日の1材令、H₂、H₄は7、28日の2材令分
割裂試験用は、7日材令分のみ

4. 3 試験結果

締固め率および連行空気量を変化させた供試体のサイクルごとの相対動弾性係数を表- II. 4 8 に、また、重量減少比を表- II. 4 9 に示す。

4. 3. 1 供試体締固め率と耐久性との関係

連行空気量を3水準変化させたケースでの供試体締固め率と相対動弾性係数比との関係を図- 4. 1 ~ 4. 3 に、また、重量減少比との関係を図- 4. 4 ~ 4. 6 に示す。

エントレインドエアがほとんど入っていない状態では、供試体の締固め率と相対動弾性係数の変化との関係は明確ではないが、空気量（エントレインドエア）が増加するに従い、供試体の締固め率が高くなるほど相対動弾性係数比の減少率が小さくなる傾向が明確になってくる。

供試体重量減少比については、サイクル数の増加にともない減少比が増加する傾向は認められるものの、締固め率との明確な関係は見られず、どの締固め率でもほぼ同一の傾きを有しているといえる。

4. 3. 2 空気量と耐久性との関係

同程度の供試体締固め率（95 ~ 96%）での連行空気量と相対動弾性係数比との関係を図- 4. 7 に、また、重量減少比との関係を図- 4. 8 に示す。

同程度の締固め率（空隙率）の供試体では、連行空気量が多くなるほど供試体の相対動弾性係数比の減少率が小さくなる傾向が明かとなった。

供試体重量減少比については、サイクル数の増加にともない減少比が増加する傾向は認められるものの、連行空気量との関係は明確ではない。

4. 3. 3 強度と耐久性との関係

同一条件で作製した供試体の曲げ強度と耐久性指数との関係を図- 4. 9 に、また、圧縮強度と耐久性指数との関係を図- 4. 10 に示す。

連行空気量が0に近い場合は、曲げ強度が増加しても耐久性指数はほとんど増加しないが、空気量が増加するに従い耐久性指数も増し、その増加の割合は、空気量の増加に伴って増している。

圧縮強度との間にも同様の傾向が見られ、AEコンクリートという条件のもとで強度と耐久性との間に正の相関関係があるといえる。

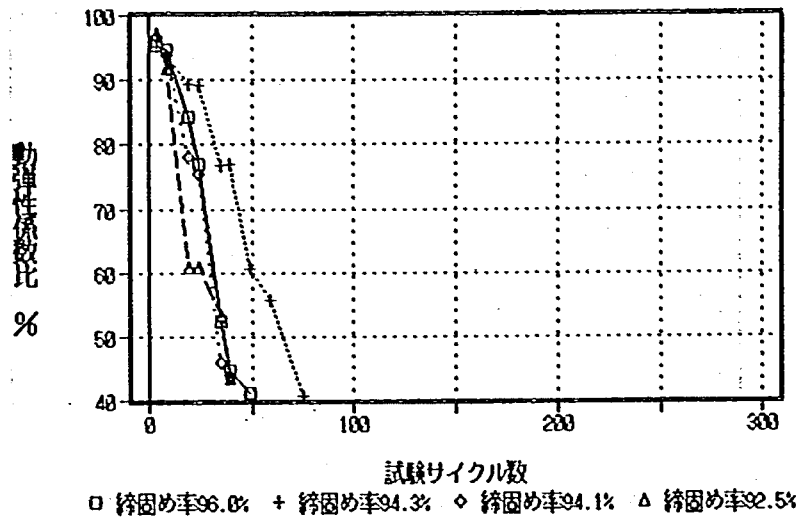


図-4.1 凍結融解の繰返しによる動弾性係数の変化 ($A=0\%$)

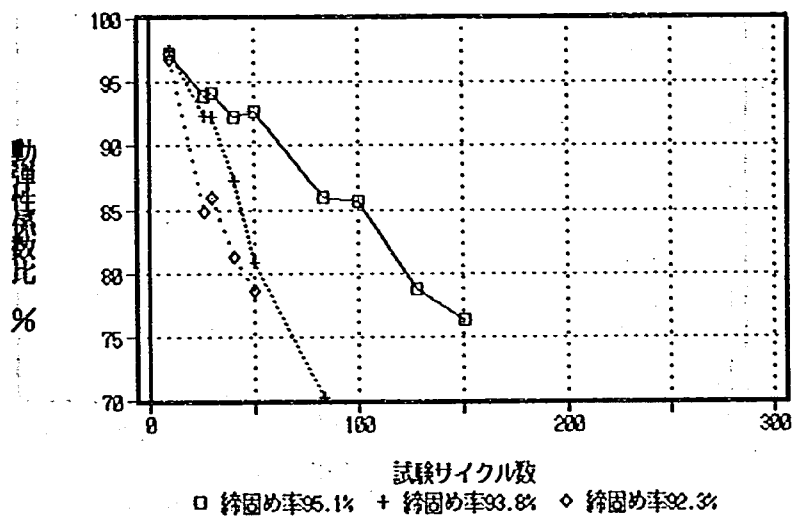


図-4.2 凍結融解の繰返しによる動弾性係数の変化 ($A=2\%$)

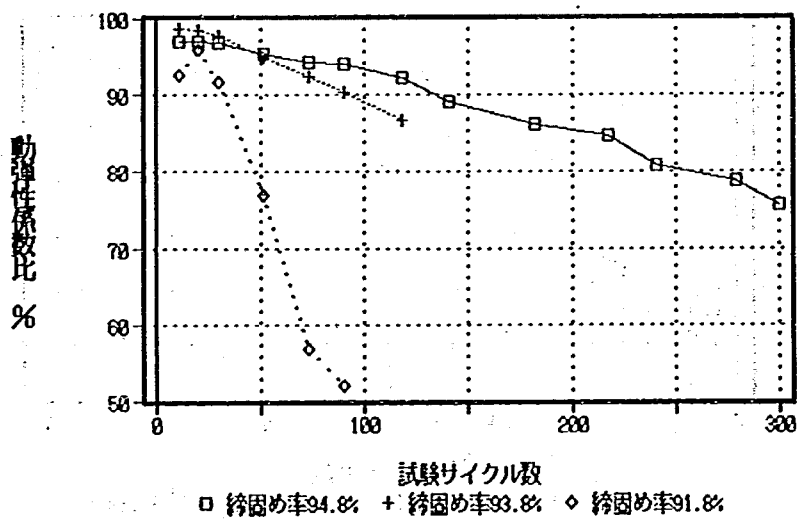


図-4.3 凍結融解の繰返しによる動弾性係数の変化 ($A=4\%$)

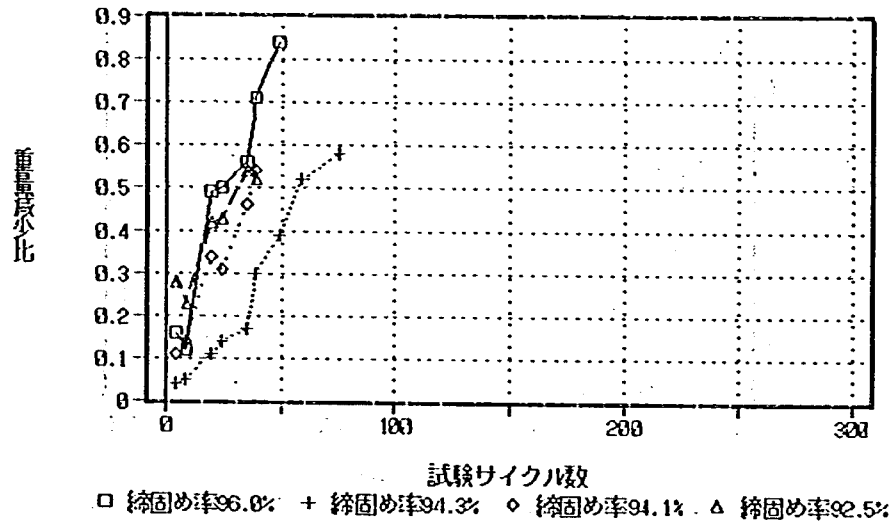


図-4.4 凍結融解の繰返しによる供試体重量減少比 (A=0%)

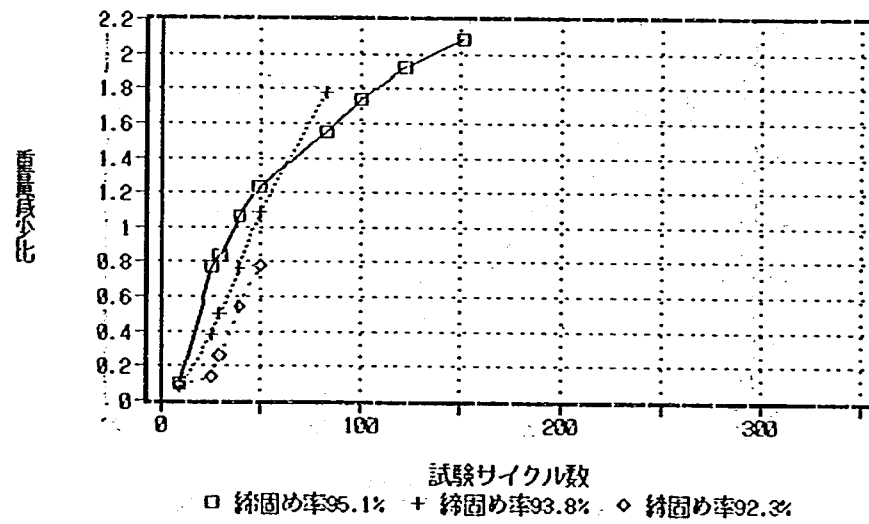


図-4.5 凍結融解の繰返しによる供試体重量減少比 (A=2%)

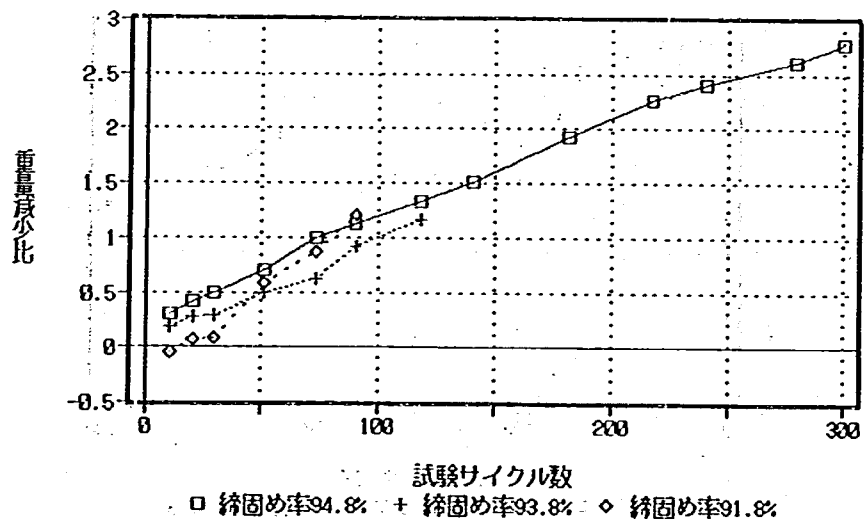


図-4.6 凍結融解の繰返しによる供試体重量減少比 (A=4%)

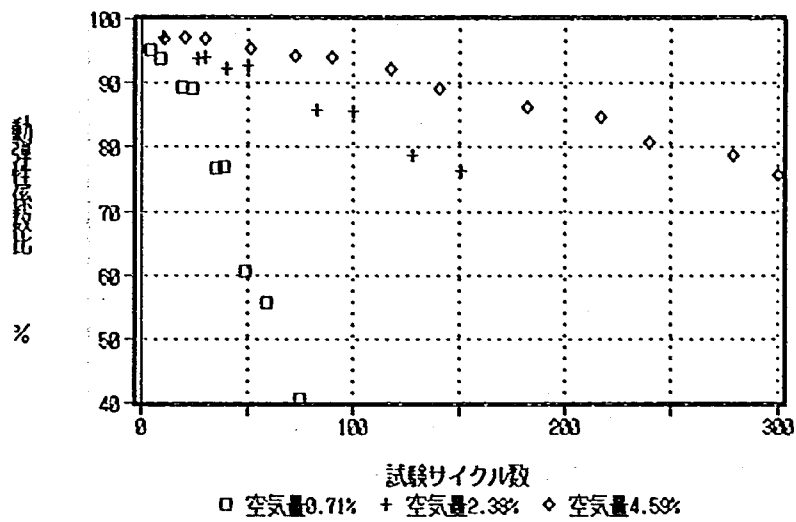


図-4.7 凍結融解の繰返しによる動弾性係数の変化 (目標締固め率 96%)

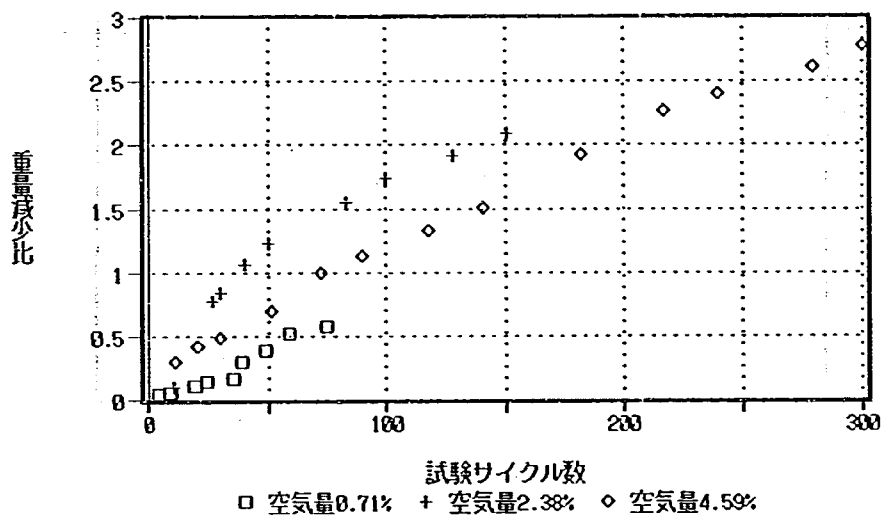


図-4.8 凍結融解の繰返しによる供試体重量減少比 (目標締固め率 96%)

耐久性指数

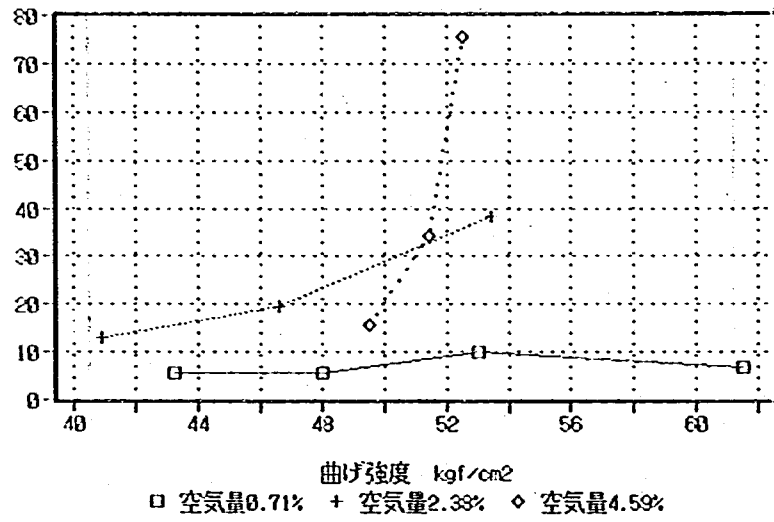


図-4.9 曲げ強度と耐久性指数との関係

耐久性指数

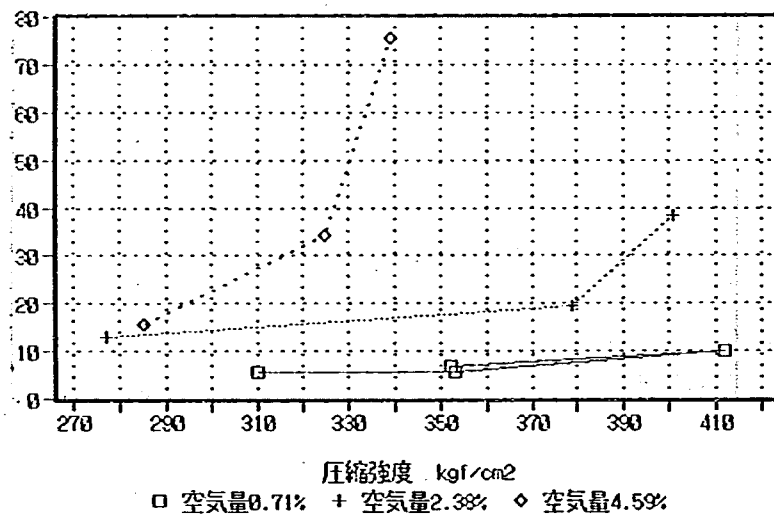


図-4.10 圧縮強度と耐久性指数との関係

4.4 ま と め

- ① 供試体締固め率分布をできるだけ均一にするため、2層締固めによる方法で作製したが、凍結融解試験を進めるうちにいくつかの供試体で、打設層境での剥離現象を起こし測定不能となった。今後、供試体作製方法として1層締固めによる方法も考慮し、比較してみる必要があると思われる。
- ② プレーンコンクリート（空気を連行しない）では、供試体締固め率と相対動弾性係数との間に明確な関係は見られないが、AEコンクリートにすると、それらの関係が明確になってくる。これは、微小な空気を連行することにより、同一の空隙率でも大きな空隙が小さな空隙におき替わり、大きい欠陥の生じる確率が小さくなるためと考えられ、供試体の品質が安定することを意味している。
- ③ 今回の実験では、凍結融解繰り返し回数300回のときの耐久性指数を60以上確保できる試験条件は、連行空気量4.59%（フレッシュな状態で）、供試体締固め率94.8%だけであった。
- ④ 以上の結果より、RCCの耐久性は、AEコンクリートとする、という条件のもとで締固め率と密接な関係があり、耐久性を有するためには、RCCをAEコンクリートとしたうえで、十分に締め固めることが望ましいといえる。

5. 結 論

本研究は、RCCの配合設計法および品質管理法を確立することを目的に、コンシステンシー、強度特性、耐久性（凍結融解）に関する実験を行った。実験の結果をもとに配合設計法、品質管理法および品質管理試験方法を提案した（資料Ⅰ）。

実験は、単位水量、水セメント比、細骨材率、空気量など配合条件の異なるコンクリートについてコンシステンシー試験、強度試験用供試体作製法の検討、強度試験、凍結融解試験を行った。コンシステンシー試験は、VC試験、突固め試験、マーシャル締固め試験の3方法について、それぞれの特性や空気量、コンシステンシーの経時変化などを調べた。強度試験用供試体の作製法の検討は、締固め層数と締固め率変化、強度の比較を行った。強度試験は曲げ、割裂、圧縮強度、弾性係数、ポアソン比の測定を行った。試験内容は、第一に締固め率と強度の関係、第二に、水セメント比、連行空気量と強度の関係を求めた。第三に、水中、気中、膜養生など養生条件と強度発現特性について実験を行った。凍結融解試験では、締固め率、空気量と凍結融解抵抗性の関係について実験した。

これらのことより、以下のことが明らかになり、配合設計法、品質管理方法、品質管理試験方法の提案に反映させた。

1. コンシステンシー試験

まず、コンシステンシー試験では、VC試験は単位水量によるコンシステンシーの変化を表しやすく、しかも細骨材率、水セメント比の変化も表すことができ、フィニッシュビリチーも判定できる。今回の検討により、以前提案⁹⁾したVC試験による最適な細骨材率を求めるための補正法の確認および最適細骨材率よりも大きくしたとき（モルタル分を多く（Km値を大きく）し、表面仕上げをよくする）の補正方法を提案した。突固め試験、マーシャル締固め試験は、単位水量と締固め率の関係を判定することはできるが、そのほかのRCCにとって必要な特性は見いだせなかった。これらのことは、コンシステンシーの判定には締固めエネルギーとの関係が強いことを表している。突固め、マーシャル締固め試験はエネルギー一定値で評価しているが、VC値は時間で、つまり締固まりやすさ（締固まりにくさ）に応じてエネルギーを変化させて評価していることによる。また、締固め方の違いにもよる。突固め、マーシャル締固め試験は名前のごとく押し込むように突固めているが、VC試験は振動によりモルタルを流動化させ締固めてコンシステンシーを評価する方法である。これら3方法はいずれも施工（転圧）方法からは違っており、それぞれの特性には一長一短あり、今後、他の方法も含め施工の実態にあった方法に改善する必要がある。

超硬練りコンクリートにAE減水剤を添加することにより、空気を連行することおよび減水効果を期待する場合、通常の数倍から数十倍の使用量が必要である。連行空気量は、混和剤使用量との間に高い正の相関関係があった。減水効果は、標準量の数倍までは大きな減水効果が期待できるが、それ以上になると減水効果は小さくなった。このことより、超硬練りコンクリートには、少なくとも標準量の数倍のAE減水剤を使用することにより、単位水量を減らしたりコンクリートの製造を容易にすることができるものと考えられる。

しかし、耐久性を改善するために空気を連行するにはさらに多くの混和剤の添加が必要であり、今後、超硬練りコンクリートに適した（空気を連行しやすく、減水効果の大きい）混和剤の開発が望まれる。

2. 強度試験用供試体作製法の検討

供試体の作製法に関する検討では、コンクリートの充填、締固め方法を変えた供試体を作製し、締固め率分布の測定、強度試験を行い、打込み層数が多くなるほど締固め率分布の変化は小さくなることがわかった。しかし、強度には大きな違いはないことから、供試体の作製は人力でできる範囲で締固め層数を少なくすることにし、曲げ供試体は2層充填、1層締固め、圧縮、割裂供試体は2層充填・締固めとした。また、締固め層数が少ない（締固め厚さが大きい）ほど締固め率の変化が大きく、そのことは、RCC版の厚さ方向の締固め率の変化も大きい可能性があることを意味しており、版の品質管理には厚さ方向の締固め率の管理も行う必要があることを示している。

3. 強度特性

つぎに、強度特性に関する実験から以下のことが明らかになった。

配合条件と強度の関係では、水セメント比と強度の関係は通常のコンクリートと同じくセメント水比と正の相関がある。しかし、空気を連行した場合の強度は通常の場合とは異なり、締固め率を一定（連行した空気量を含めた空隙を一定）にして作製しているため、強度に変化はない、または、むしろ空気を連行した方が強度は増加する傾向にある。また、強度の変動も少ない。これは、微小な空気を連行することにより、大小の空隙（欠陥）が微小な空隙（欠陥）におき替わり、大きい欠陥の生じる確率が小さくなるためと考えられる。

供試体締固め率と強度の関係は高い正の相関関係があり、品質の高いRCC版を得るには、締固め率の変動が小さくなるような施工を行う必要がある。そのためにも施工にあったコンシステンシーの評価方法が望まれる。コンクリートの配合設計では、締固め率を考慮した設計基準曲げ強度、配合強度の設定が必要である。品質管理においても締固め率の管理がきわめて重要である。締固め率と曲げ強度の関係は、曲げ、圧縮強度はもちろん、割裂強度とも高い正の相関関係にあり、割裂強度でも配合設計、品質管理できる可能性がある。

水中養生と気中養生したときの強度を比較すると、初期に水中養生（1～5日）した後、気中養生しても28日強度は、乾燥による見かけ上の強度増加に注意する必要があるが、大きな違いはなかった。膜養生剤の使用は、使用する材料、使用方法によってはRCCのように表面に普通のコンクリート以上に凹凸があっても、水中養生程度の強度を期待することができる。

強度発現は、材令1日でも28日の60%程度の強度発現があり、普通のコンクリートより大きい初期強度の発現が期待できる。これは、一般にいわれているように、骨材のかみあわせによるものと考えられ、早期供用できる可能性のあることを示している。

圧縮強度と弾性係数の関係は普通のコンクリートと同じ関係にあった。ポアソン比も普通のコンクリートと同じく、約1/6であり、設計にあたって弾性係数、ポアソン比は通常の数値を使ってもよいと考えられる。

4. 凍結融解試験

凍結融解試験は、締固め率と空気量を変化させて行った。空気を連行しない場合は締固め率95～96%程度でも耐久性は低い。凍結融解繰り返し回数 300回のときの耐久性指数を60以上確保できたのは、空気量を4%程度連行し、締固め率を95～96%程度にした供試体だけであった。RCCの耐久性を確保するためには、締固め率を高めるとともに、AEコンクリートにする必要があるものと考えられる。

5. 配合設計法、品質管理法、品質管理試験方法の提案（資料Ⅰ）

これらの実験結果より提案したRCCの配合設計法、品質管理法、品質管理試験方法は、主につぎのような点に特長がある。

（1）配合設計法（資料Ⅰ. 1.）

① コンシステンシーの評価

VC試験、突固め試験、マーシャル締固め試験について、それぞれの特徴を明らかにした。とくにVC試験については、最適細骨材率を求めるための補正值と、最適細骨材率より大きい細骨材率とするときの補正法を提案した。

② 締固め率

強度、耐久性に大きな影響を与える締固め率について、目標締固め率、基準締固め率、最小締固め率の3つの締固め率を定義し、配合強度の決め方、品質管理方法を提案した。

締固めの管理条件は、1個の供試体の締固め率は最小締固め率以上であること、3個の平均は基準締固め率（下限値）以上であることと規定し、配合設計はこの締固め率で行うことを提案した。また、最小締固め率は、強度、耐久性試験からの制限を設けた。目標締固め率は、これらの条件を満足するため、施工で目標とする締固め率である。

③ 配合強度の決め方

配合強度は、上述のように締固め率と強度の関係が高いため、締固め率を考慮した決め方を提案した。また、早期供用を考慮し基準材令を早めるときの配合強度の決め方も提案した。

締固め率を考慮した配合強度の決め方は、締固め率の下限値（基準締固め率）を下回る確率がきわめて小さくなり、しかも通常の配合強度の決め方が適用できるように、基準締固め率で配合強度を決定することを提案した。

早期供用を考慮し、基準材令を早めたときの配合強度の決め方は、供用にともなう荷重や気象作用などにもともなう耐久性などを満足するために確保しなければならない最低の配合強度と、材令ごとの配合強度から決めることを提案した。

最低の配合強度とは、どんなに基準材令を早めても供用時の荷重に対する抵抗性や耐久性を確保し、長期的にも悪い影響を与えない強度を確保するためのものである。

ある基準材令時の強度が最低の配合強度と設計基準曲げ強度を満足する28日材令の強度の間にあるとき、材令ごとの強度発現を考慮したのが、材令ごとの配合強度である。

（2）品質管理（資料Ⅰ. 2.）

品質管理では、実験結果に基づき管理値および管理限界を提案した。

(3) 品質管理試験方法(資料I. 3.)

品質管理試験方法は、コンシステンシー試験、超硬練りコンクリートの空気量測定方法、強度試験用供試体の作製方法、コア供試体によるRCC版の管理方法について提案した。

① コンシステンシー試験(資料I. 3. 1)

コンシステンシー試験は、VC試験、突固め試験、マーシャル締固め試験の3方法について提案した。そのうち、突固め試験、マーシャル締固め試験は、文献4)の方法を細かく規定したものである。

VC試験は、修正VC状態とVC状態の2つの状態について規定した。また、測定項目も、修正VC状態については修正VC値、締固め率、モルタルの浮上がり面積の3項目、VC状態についてはVC値、締固め率の2項目測定することを提案した。

② 超硬練りコンクリートの空気量測定方法(資料I. 3. 2)

超硬練りコンクリートの空気量の測定方法は、文献9)の方法を測定値のバラツキが小さくなるように細かく規定した。

③ 強度試験用供試体の作製方法(資料I. 3. 3)

供試体の作製方法は、曲げ供試体は2層充填、1層締固め、引張りおよび圧縮供試体は2層充填・締固めとした。

④ コア供試体による品質管理方法(資料I. 3. 4)

RCC版の管理のためのコア供試体については、厚さ方向の締固め率分布の測定、引張り強度試験の実施を提案した。

コア供試体は、締固め率の管理条件から3等分に分割し、それぞれ締固め率を測定し、個々の供試体は最小締固め率以上、3個の平均は基準締固め率以上であることを確認することになっている。締固め率を求めるためのコア供試体の体積測定は、形状寸法を測定することを提案した。

6. あとがき

現在まで、数多くのRCCP工法の試験施工が実施され、有益なデータと経験の蓄積がなされてきた。

しかしながら、その多くは統一された指針にもとづいて実施されてはいないので、それぞれのデータ等の比較が困難である、という問題点も存在している。

本報告では、RCCP工法における配合設計法、品質管理法、品質管理試験方法の提案を行った。これらの提案がこれからの施工に活かされ、この工法の普及の一助になれば幸いである。

今後は、セメントの発熱による温度ひび割れを低減するための混和材（スラグ、フライアッシュ等）の使用、初期材令の強度を高めるための速硬セメントの使用等の検討が望まれる。

参考文献

- 1) 根本信行、内田精一、井上武美；転圧コンクリートに関する一検討、道路建設No. 465、p 66
1986年
- 2) 中丸貢、辻井豪、阿部晋二；転圧コンクリートの薄層オーバーレイへの利用、第16回日本道路会議論文集、p 327、1986年
- 3) 小林茂敏、森濱和正、丹野弘、高橋弘人；超硬練りコンクリートの配合および性状に関する研究、土木研究所資料、p 10、第2773号 1989年
- 4) 転圧コンクリート舗装試験施工要領、道路協会・セメントコンクリート舗装小委員会、1989年
- 5) 井上武見、根本信行；転圧コンクリート舗装の施工について、舗装Vol 23 No. 4、p 15、
1988年
- 6) 建設省関東技術事務所、セメント協会；ローラ転圧コンクリート舗装・共同開発による試験施工
セメント・コンクリートNo. 497、p 50、1988年
- 7) 中原康、万木正弘、桜井和実；舗装用転圧コンクリートの配合に関する検討、セメント技術年報
42、p 539、1988年
- 8) 丹野弘、森濱和正；超硬練りコンクリートの配合条件と振動締固め特性に関する研究、土木学会第
44回年次学術講演会講演概要集、p 202、1989年
- 9) 服部建一；コンクリート新技術に関する講習会、札幌、1984年3月7日
- 10) 土岐、他；超早強ボルトランドセメントを用いたコンクリートの基本的性状に関する研究、セメン
トコンクリートNo. 306、p 2、1972年
- 11) 松本徳久、佐谷靖郎、志賀三智；RCDコンクリートの現場転圧試験、土木学会論文集第391号、
p 97、1988年

資料 I

配合設計法および品質管理方法の提案

1. 配合設計法 (案)

1. 概 説

転圧コンクリート (RCC) は、作業に適したコンシステンシーが得られ、硬化後に所要の品質を満足するように使用材料を選定し、配合を定めなければならない。

作業に適したコンシステンシーは、また材料分離に対する抵抗性、十分な締固めが行えるワーカビリティ、使用する舗設機械により所要の表面性状 (表面のキメ、平坦性など) が得られるフィニッシュビリティが要求される。

硬化後の品質には、所要の強度、耐久性 (すりへり抵抗性、疲労強度、凍結融解抵抗性など) を持ち、品質のばらつきの少ないことが要求される。

また、使用材料はローラーの転圧に対して十分な強度を有する骨材を選定するなど、RCCの配合にあたって通常のコンクリート舗装以上に考慮すべきことがある。

ここでは、配合設計だけにとどまらず、つぎの事項について記述する。そのほかのコンクリート舗装に共通することは、「セメントコンクリート舗装要綱」に準ずる。

- ① 配合条件 ② 使用材料 ③ 配合設計

2. 配合条件

2.1 概 要

RCCの配合設計は、目標の強度や耐久性を満足することのほかに、それらに大きく影響を与える締固め率の検討が必要である。

ここでは、コンクリート版の設計は「セメントコンクリート舗装要綱」に基づいて行うことを原則とし、主に上記のようなRCCにかかわる重要な事項について述べる。

2.2 配合条件

2.2.1 配合強度

RCCの目標とする配合強度 σ_{br} は、試験の材令 (基準材令) を28日とするとき、(I.1) 式によって求める。

$$\sigma_{br} = p \cdot \sigma_{bk} \quad \text{-----} \quad (I.1)$$

ここに、 σ_{br} ：配合強度 (kg/cm^2)

σ_{bk} ：設計基準曲げ強度 (kg/cm^2)

p ：割増し係数 (JIS A 5308(レターミストコンクリート)に準拠する)

ただし、RCCの強度は締固め率によって大きく影響を受けるため、材料、配合、施工などによって強度試験用供試体の締固め率(基準締固め率と呼ぶ)を決めなければならない。

2.2.2 基準材令を早めるときの配合強度

RCC舗装は、交通の早期開放(早期供用)をめざしている。現在「セメントコンクリート舗装要綱」では、基準材令28日で設計基準曲げ強度は $45\text{kg}/\text{cm}^2$ と決められている。それは、長期における強度、疲労強度、耐久性などの確保から決められているものであり、早期供用を行う時期と基準材令に大きな開きがある場合、早期供用にとまなう初期の強度、耐久性などの面で好ましくないことが生じることも考えられる。そのため、早期供用を考える場合、供用にとまなう初期の強度、耐久性や、そのことが長期的にも悪影響を与えないように基準材令とそのときの強度を合理的に決める必要がある。そのときの配合強度の決め方について検討する。

配合強度を決定するには、現在のコンクリート舗装の設計体系に基づいて行うことが出来るものとすれば、つぎの2つの方法が考えられる(図-I.1.1)。

(a) 材令が変わっても、設計基準曲げ強度は変えない($\sigma_{bk}=45\text{kg}/\text{cm}^2$)。

(b) 供用開始時期の強度は、有害でない範囲で設計基準曲げ強度以下を許す。

この2方法のうち、(a)はこれまでと変わらないので問題はない。(b)は、「有害でない」強度の設定が必要となる。そのときの配合強度を決めるにあたり、以下のことを考慮する必要がある。

(1) 供用時に作用する荷重や気象条件などに対する耐久性に十分耐えられる。

(2) 初期の作用荷重などが長期の荷重、耐久性などに悪影響を与えない。

(3) すべりなど、交通上の安全が確保できること。

(4) 基準材令の早い配合設計の検討は、これまでほとんど行われていないため、これまでの基準材令、配合強度をもとに、早期の基準材令においてもこれを満足できる配合強度を設定する。

(5) RCCの初期強度、耐久性などについてのデータは少ないため、とりあえず従来のコンクリート舗装の設計体系をもとにする。

従来のコンクリート舗装で交通開放するときの基準は、現場養生した供試体の曲げ強度が設計基準曲げ強度の75%($=35\text{kg}/\text{cm}^2$)以上としている。基準材令を早める場合、この強度を下回ることがあってはならないと考えられる。これらのことを満足する配合強度を決めるために、つぎの2条件を設定する(図-I.1.1、1.2)。

① 試験結果の平均値は、交通開放に必要な強度を得るに必要な材令だけ水中養生したときの強度 σ_{br} 以上でなければならない。

② 3個の試験結果は、交通開放に必要な強度 σ_{br} 。(現場養生で $35\text{kg}/\text{cm}^2$)以上でなければならない。この2条件より、早期供用に必要な最低の配合強度 $\sigma_{br,1}$ は、(I.2 ①、②)式で表される。

$$\textcircled{1} \sigma_{b,r,1} \geq \sigma_{b,s} = k \cdot \sigma_{b,0} \quad \text{-----} \quad (I.2)$$

$$\textcircled{2} \sigma_{b,r,1} \geq \sigma_{b,0} + \frac{3}{\sqrt{3}} \sigma \text{ または、 } \sigma_{b,r,1} \geq \frac{\sigma_{b,0}}{1 - \frac{3/\sqrt{3}V}{100}}$$

ここに、 $\sigma_{b,r,1}$: 基準材令を早めるときに必要な最低の配合強度

$\sigma_{b,0}$: 交通開放に必要な強度 (現場養生)

$\sigma_{b,s}$: $\sigma_{b,0}$ を得るに必要な材令まで水中養生したときの強度

k : 水中養生と現場養生の強度比 $= \sigma_{b,s} / \sigma_{b,0}$

σ : 標準偏差

V : 変動係数

つぎに基準材令にともなう配合強度 $\sigma_{b,r,d}$ は、設計基準曲げ強度を満足する28日材令の強度に対する基準材令時の強度比で表す (図-I.1.3)。

$$\sigma_{b,r,d} \geq \alpha \cdot \sigma_{b,28} + \beta \cdot \sigma \quad \text{-----} \quad (I.3)$$

ここに、 $\sigma_{b,r,d}$: 基準材令 d 日における配合強度

$\sigma_{b,28}$: 設計基準曲げ強度を満足する28日材令時の強度

α : 基準材令時の平均強度と $\sigma_{b,28}$ の比

β : 危険率を考慮した係数

σ : 標準偏差

配合強度の最低値および基準材令にともなう配合強度の関係を示すと図-I.1.4のようになる。

2.2.3 締固め条件

RCCは、締固め程度によってその強度、耐久性などは大きな影響を受ける。そのため、所定の締固め率を得ること、そして締固め率を考慮した配合強度の設定が必要である。

締固め率を考慮した配合強度を決めるために、はじめにRCC版の所定の締固め率を確保するための管理方法を検討する。締固め率の管理は、低い締固め率のRCC版の生じるおそれがきわめて小さくなるように、締固め率の基準値を限界値によって定める。そのとき、RCC版のコア試験において、つぎの2条件を満足するものとする (図-I.1.5)。

① コア1個の締固め率は、最小締固め率以上でなければならない。

② コア n 個の締固め率の平均は、基準締固め率以上でなければならない。

ここで、目標締固め率 $\delta_{c,1}$: 強度、耐久性などを満足するために、施工上目標とすべき締固め率

最小締固め率 $\delta_{c,1}$: 強度、耐久性などから下回ってはならない最低の締固め率

基準締固め率 $\delta_{c,1}$: 目標締固め率、最小締固め率を満足するための管理用の締固め率

この2条件を満足するための目標締固め率は、つぎの式で与えられる。

$$\textcircled{1} \delta_{c,1} \geq \delta_{c,1} + 3\sigma \text{ または、 } \delta_{c,1} \geq \frac{\delta_{c,1}}{1 - \frac{3V}{100}} \quad \text{-----} \quad (I.4)$$

$$\textcircled{2} \quad \delta_{cs} \geq \delta_{cs} + \frac{3}{\sqrt{n}} \sigma \text{ または、 } \delta_{cs} \geq \frac{\delta_{cs}}{1 - \frac{3/\sqrt{n} V}{100}}$$

ここに、 σ ：標準偏差

V ：変動係数 ($=\sigma/\delta_{cs}$)

n ：1回に行うコア試験個数

これらの諸数値は、試験によって決めなければならない。

目標締固め率は、試験施工あるいはこれまでの工事の管理・検査結果から求めることができる。また、その結果から標準偏差、変動係数も求められる。これらの結果から、(I.4①)式により最小締固め率が求められる。

一方、最小締固め率は、締固め率を変化させたときの強度試験や耐久性試験によって決まる値である。

(I.4①)式から求まる最小締固め率は、強度、耐久性試験などから求まる値を下回ってはならない。

また、基準締固め率を求めるためのコア試験個数は、基準締固め率を下回る確率を5%以下にするには(I.4②)式の $3/\sqrt{n} \leq 1.65$ でなければならない。この条件を満足するには、 $n \leq 3.3$ となり、 $n=3$ とする。そのときの基準締固め率を下回る確率は4.2%となる。

基準締固め率で配合強度を決めることにすれば、通常どおり(I.1)式で求められる。その関係を図に表せば、図-I.1.6(4)(a)のとおりである。

なお、配合強度を決める締固め率を目標締固め率あるいは任意の締固め率で行う場合、締固め率と強度の関係を正確に求めておくことが必要であり、下限強度(基準締固め率における設計基準曲げ強度 σ_{bk} に相当する強度)を新たに設定(図-I.1.6(4)(b)の $(1+q)\sigma_{bk}$)しなければならない。

2.2.4 コンシステンシー

RCC舗装の工程は、練りませ、排出、運搬、敷ならし、締固め(ローラー転圧)、表面仕上げなどからなる。所要の品質のRCC舗装を得るための施工上必要なコンクリートの性質は、一連の工程において材料分離を生じないワーカビリティ、十分な締固めが行えるコンシステンシー、表面のキメ、平坦性など所要の表面性状が得られるフィニッシュビリティをもつものでなければならない。そのうちのコンシステンシーは、施工上もっとも重要な品質である。

RCCのコンシステンシー評価試験方法には、①VC試験、②マーシャル締固め試験、③突固め試験の3方法が一般的である。それぞれの試験方法、評価方法、特徴などは表-I.1.1のとおりである。

RCCのコンシステンシー試験は、これらの特徴を把握し、試験方法を決め、施工条件などに合わせて目標値を決めなければならない。

2.2.5 耐久性

コンクリート舗装版で考慮すべき耐久性にはつぎのようなことがある。

① 耐食性

すりへり

② 疲労

③ 気象作用に対する耐久性

凍結融解、中性化、乾燥湿潤など

④ 化学作用に対する耐久性

塩化物、硫酸塩、酸、薬品、油類の作用

⑤ その他の耐久性

耐火性、耐熱性、水密性、電流に対する耐久性など

これらのうち、①～③は常時作用を受けており、それらを考慮したものでなければならない。

とくにRCCは、従来のコンクリート舗装に比べ粗骨材の最大寸法が小さく、空隙が大きいなど異なる点も多く、また早期供用なども考えられているためそれらに対する検討を十分行わなければならない。

3. 使用材料

3. 1 概 要

RCCに使用する材料は、通常のコンクリート舗装用材料とほぼ同一の品質のものである。しかし、材料分離を起こしにくいように粗骨材の最大寸法は一般には20mm以下のものが使用されている。RCCの特性ゆえ、今後特殊なセメントや混和材料の使用も考えられる。

また材料の品質の変動は、通常のコンクリート舗装以上にコンシステンシーなど施工や硬化後の品質に重大な影響をおよぼすため、品質一定の材料が安定的に供給できるように計画しなければならない。

3. 2 使用材料

3.2.1 セメント

RCCに使用するセメントは、JISに適合したもののほか、RCC舗装の特長をさらにいかすためにつぎのようなセメントの使用も考えられる。

① 早強性、速硬性セメント

RCC舗装の重要な特長のひとつである早期交通開放のために、これらのセメントの使用が考えられる。しかし、一般にこれらのセメントは水和発熱が大きいので温度収縮ひびわれの検討、硬化も早いので使用時間（凝結）の検討などが必要である。

② 低収縮セメント

RCC舗装は、通常のコンクリート舗装の合理化施工法でもある。より合理化するには、目地間隔

を大きくする、あるいは目地をなくす方向が考えられる。そのためにはコンクリートの収縮を低減、あるいは無収縮とする必要があり、このようなセメントの使用が考えられる。

3.2.2 細骨材

細骨材は、ワーカビリティやフィニッシュビリティに与える影響は大きい。細骨材の選定にあたっては、微粒分(0.3mm以下)を多く含む適度な粒度のものでなければならない。

3.2.3 粗骨材

粗骨材についても適度な粒度のものでなければならない。また、材料分離に対する抵抗性があり、締固めやすくするために最大寸法は小さいほうがよいが、すりへり抵抗性が小さくなるなど弊害も生じるため20mm程度がよいようである。

3.2.4 混和材料

施工性の改善、コンクリートの品質の改善などのため、つぎのような混和材料の使用が考えられる。

(1) 混和材

① フライアッシュ、高炉スラグ微粉末(スラグ)

コンシステンシーの改善、長期品質向上のため、使用することが考えられる。

② 膨張材

低収縮セメントと同じく、収縮の低減、無収縮、あるいはケミカルプレストレス導入のための使用が考えられる。

(2) 混和剤

① 減水剤

コンシステンシーの改善、単位水量を減らし乾燥収縮を低減するために使用する。

② AE剤、AE減水剤

コンシステンシーの改善、単位水量を減らすほか、エントレインドエアを混入し凍結融解抵抗性の改善をはかるために使用する。

③ 遅延剤

暑中や運搬時間が長くなりフレッシュコンクリートの品質変化が予測される場合、遅延剤または遅延形の減水剤、AE剤、AE減水剤を使用する。

④ その他

最近、超硬練りコンクリート用の混和剤なども開発されている。

特殊な混和剤や特殊な使い方(空気を連行するために混和剤の使用量が多い場合など)をする場合は、事前に十分な調査、試験を行いその特性を把握して使用する。

4. 配合設計

4. 1 配合設計の順序

RCCについては未解明な部分が多く、配合設計にあたっては試験練りによって決めなければならない。配合設計にあたっては、はじめに配合条件を設定し、それに基づき粗骨材の最大寸法、コンシステンシー、空気量、単位水量、単位セメント量（水セメント比）、骨材の細骨材率（合成粒度）などを仮定し、それらをもとに実際の使用材料を用いて試験練りを行い、所要のコンシステンシー、強度、空気量が得られることを確認し、室内試験における配合を求める。その後、実際のプラントでの練りませ試験、試験施工などを行い、室内試験で求めた配合を修正し、示方配合を定める。

配合設計の順序を図- I.1.7に示す。

4. 2 配合の決定

4.2.1 配合条件の設定

交通量の区分などから版厚や所要のコンクリートの品質、気象条件、施工方法、現場条件などを考慮し、配合条件を設定する。

4.2.2 使用材料の選定

用いようとする材料の試験データを入手し、RCCに適しているか検討する。

4.2.3 骨材粒度の選定

骨材粒度は、これまでの実績からよく使用されている単位水量、単位セメント量を一定に決め、細骨材率 s/a （骨材合成粒度）を変化させてコンシステンシー試験を行い、締固め率、材料分離抵抗性、フィニッシュビリチーなどのすぐれた細骨材率 s/a （合成粒度）を選定する。

適度な細骨材率を得るための補正値を表- I.1.2に示す。

その際、細骨材空隙に対するペーストの容積比率 K_p 、粗骨材空隙に対するモルタルの容積比率 K_m およびペースト空隙比 R_{pv} を求める。これらの値が適正な範囲に入っているか確認する。

4.2.4 単位水量の選定

細骨材率（4.2.3 で選定した s/a ）と単位セメント量を一定にし、単位水量を変化させてコンシステンシー試験を行い、必要なコンシステンシー（コンシステンシーの基準値）が得られる単位水量を選定する。

4.2.5 混和剤量の選定

減水効果、空気の連行、遅延効果など期待する目的に応じて、混和剤の種類を選定し、試験練りを行い、

コンシステンシー試験、空気量試験、経時変化などの測定を行い使用量を選定する。

4.2.6 コンシステンシー

施工に見合ったコンシステンシーは、施工方法はもちろん材料、配合などによっても異なるものと考えられる。よって、コンシステンシーの評価試験方法および基準値の選定は、必要なコンシステンシーのほかワーカビリティ、フィニッシュビリティが得られるように、これまでの実績などから決定する。

また、舗設時の目標コンシステンシーに対し、運搬時間などを考慮し、練りませ直後の目標コンシステンシーを決定する。

4.2.7 空気量

十分な耐久性（凍結融解抵抗性）が得られるように目標空気量を選定する。

注）通常、空気量はエントラップドエアとエントレインドエアの総計で表されている。しかし、RCCのように超硬練りのコンクリートは、JISなどに規定されている方法では測定できない。ここでは、普通よく使われているワシントン型エアメータを利用した簡易な超硬練りコンクリートの空気量の測定方法がすでに提案されており、その方法によって測定する。試験方法（案）を資料Ⅰ．3．2に示す。

4.2.8 単位セメント量

細骨材率、単位水量などをすでに選定した値に設定しておき、単位セメント量（水セメント比）を変化させ、基準締固め率における強度試験を行い、目標の配合強度になる単位セメント量を選定する。

また、混合セメントや混和材を用いるとき、使用目的に応じて種類や使用量を決め、強度特性などを十分把握しておかなければならない。

4.2.9 強度試験

強度試験は、目標強度を確認、単位セメント量、管理基準を選定するために実施する。

基準材令は、早期供用を考慮する場合はそれに基づいて決める。それ以外は28日とする。強度試験は、基準材令が28日以外の場合は基準材令および材令28日で行う。また、早期供用する場合は、養生方法なども考慮した短期（交通開放時期の前後）の強度試験も行う。

管理基準のための強度試験は、締固め率を考慮した曲げおよび引張試験を行い、引張強度と曲げ強度の関係を求めておく（資料Ⅰ．3．4「コア供試体による管理試験方法」参照）。

4.2.10 耐久性

疲労、すりへり、凍結融解など耐久性に対する検討も十分に行わなければならない。とくに、早期交通開放を行う場合には、その季節、交通量の区分などによってはたいへん重要な検討項目である。

場合によっては、試験により確認する必要がある。

4.2.11 室内試験における配合の選定

4.2.1~4.2.10の手順により室内で試験練りすることにより、配合が選定される。

4.2.12 プラントにおける試験練り

工事に使用する実際のプラント、材料を使用して所要のコンクリートが得られるか確認する。

修正が必要な場合は、原因を明らかにし、目標のコンクリートが得られるよう配合を修正する。

4.2.13 試験施工

必要に応じ、大型（または実物）供試体あるいは現場での試験施工を行い、目標の締固め率や厚さ方向の締固め率分布、表面の仕上がり性状、目標強度などの確認を行う。配合修正が必要な場合は、 K_m 値の見直しや締固め率と強度の関係などから目標の強度や締固め率が得られるように配合を修正し、示方配合を決定する。

4.3 配合の表し方

示方配合の表し方は、表-I.1.3による。

通常のコンクリート舗装と違う点は、スランプに変えてコンシステンシーの範囲としたことである。追加したものは、セメント重量比、含水比、締固めの目安となり将来的な配合設計の指標のために K_p （細骨材空隙に対するペーストの容積比率）、 K_m （粗骨材空隙に対するモルタルの容積比率）、 R_{pv} （ペースト空隙比）、締固め率算定のための理論最大密度である。

備考には、早期供用を考慮し基準材令、供試体の作製、施工を考慮し目標、基準、最小締固め率、コンシステンシーの評価方法を加えた。

表-1. 1. 1 コンシステンシー試験方法の比較

項 目		V C 試 験		突 固 め 試 験	マーシャル締固め試験	
試 験 方 法	締固め機構	振動		直接打撃	間接的打撃	
	試 験 装 置	VC試験機		(自動突固め試験機)	(自動締固め試験機)	
	締固め方法	3000rpm振幅1mm上載荷重20kg加振		65回／3層×3層突固め	50回突固め	
	主な使用器具	容器(φ24×20cm) 透明な円板、おもり20kg ノギス、定規、ストップウォッチ はかり(30kg程度)		モールド(φ10×20cm) ランマ(4.5kg) はかり(10kg程度)	モールド(φ10×20cm) ハンマ(4.5kg) はかり(5kg程度) ノギス	
	試 料 重 量	15.00 kg		約 4 kg	約 2 kg	
	測 定 時 間	10 分程度		12 分程度	5分程度	
	評価方法	測定項目	時間、沈下量 モルタル浮上がり面積		重量	重量、試料寸法
		評価項目	単位水量、細骨材率		単位水量	単位水量
		評価方法	修正VC状態	VC状態	締固め率	締固め率
			修正VC値 締固め率 モルタル浮上面積比	VC値 締固め率		
関 連 基 準		RCD VC試験法		JIS A 1210	7777舗装要綱	
特 徴	長 所	①材料、配合の違いによるコンシステンシーの評価ができる ②材料、配合の違いによる補正が簡単(補正值がある) ③フィニッシュリッチが評価できる		①経験豊富 ②評価のための測定が容易(重量のみ)	①試験方法が簡単 ②測定時間が短い	
	短 所	①修正VCまたはVC状態の判定が難しい(経験必要)		①単位水量以外の評価難しい ②測定時間長い	①単位水量以外の評価難しい ②試料が少ないので誤差大きい	

表-I. 1. 2 コンシステンシー調整のための補正值

(1) VC試験

a) 基準値

粗骨材：碎石、最大寸法 20 mm

細骨材：川砂、粗粒率 2.8

単位水量：100kg/m³

VC値：修正VC値 50秒、VC値 60秒

b) 最適細骨材率を求めるための補正值

区 分	細骨材率 s/a (%)	単位水量W (kg)
粗粒率 FM ± 0.1	± 1	—
修正VC値 ± 10 秒 またはVC値	—	± 4
水と骨材比 w/c ± 0.05	± 2.5	—
砕砂	+ 2 ~ 3	+ 12

c) 最適細骨材率より大きい細骨材率を設定する場合の補正值

細骨材率	修正VC値またはVC値	単位水量
± 5 %	± 5 秒	± 2 kg

(2) 突固め試験およびマーシャル締固め試験

締固め率	単位水量
± 1 %	± 5 kg

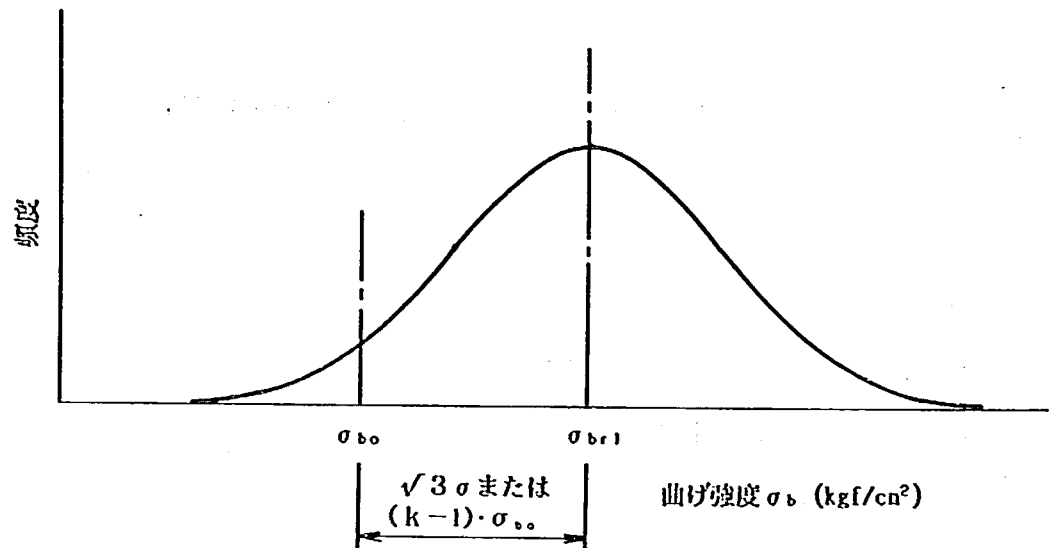


図-I. 1. 1 配合強度の最低値

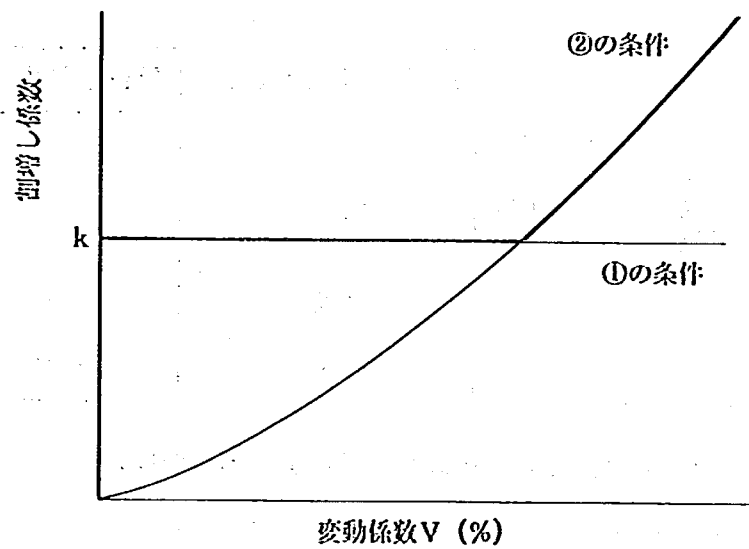


図-I. 1. 2 配合強度の最低値を求めるための割増し係数

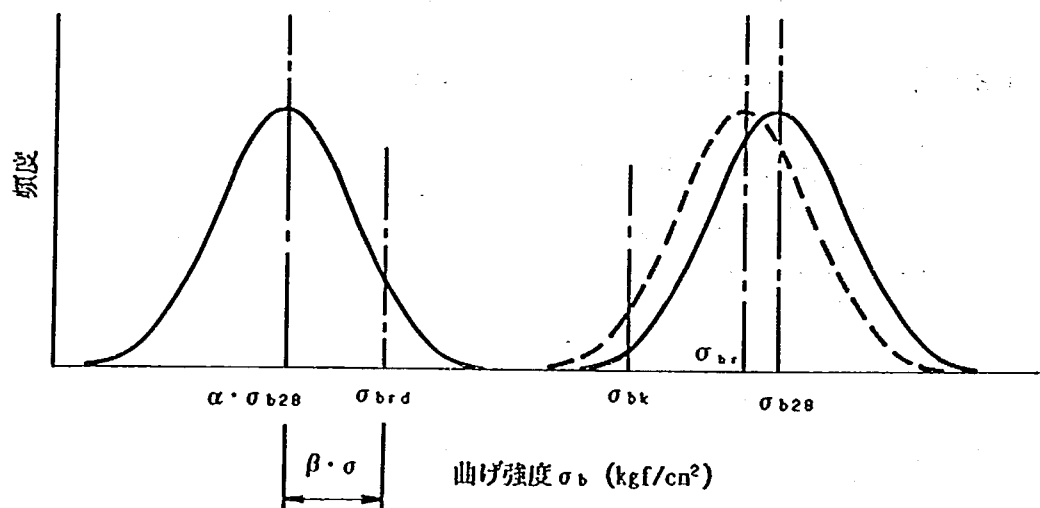


図-I. 1. 3 基準材令が変化するときの配合強度の考え方

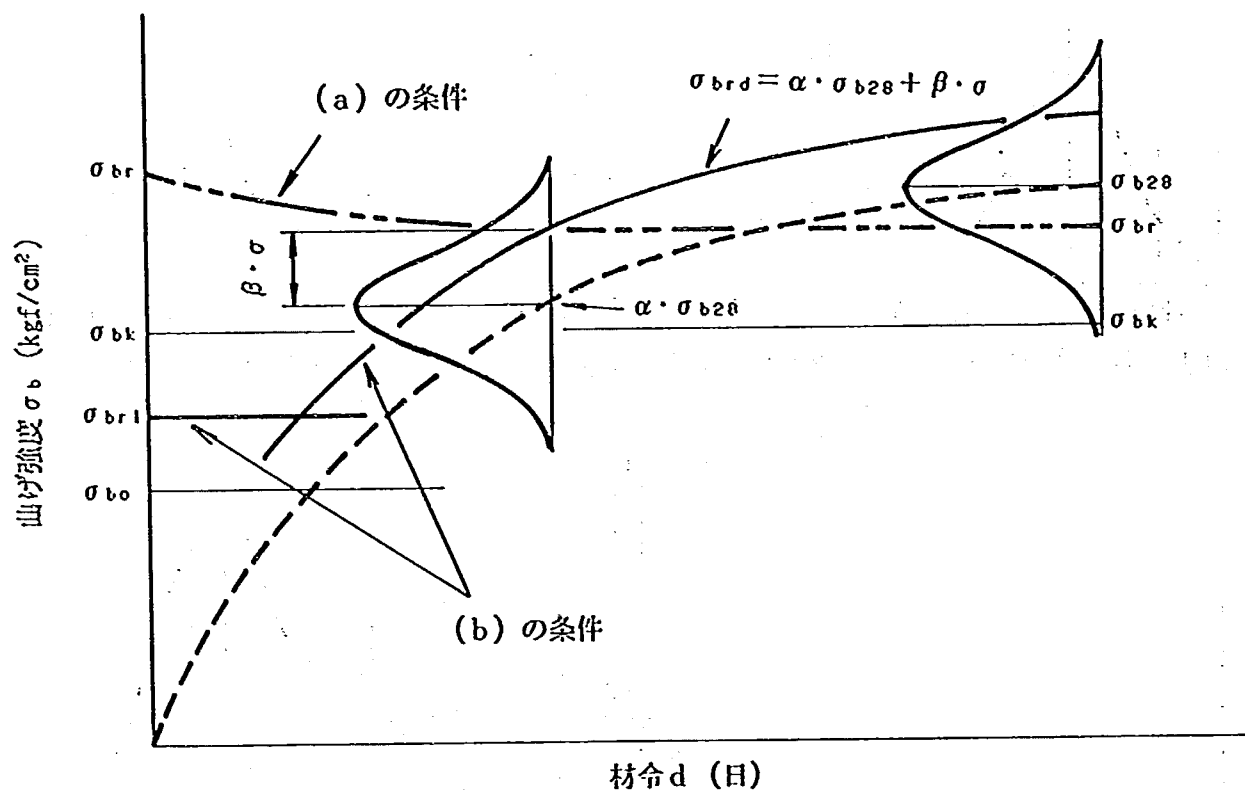


図-1.1.4 基準材令ごとの配合強度

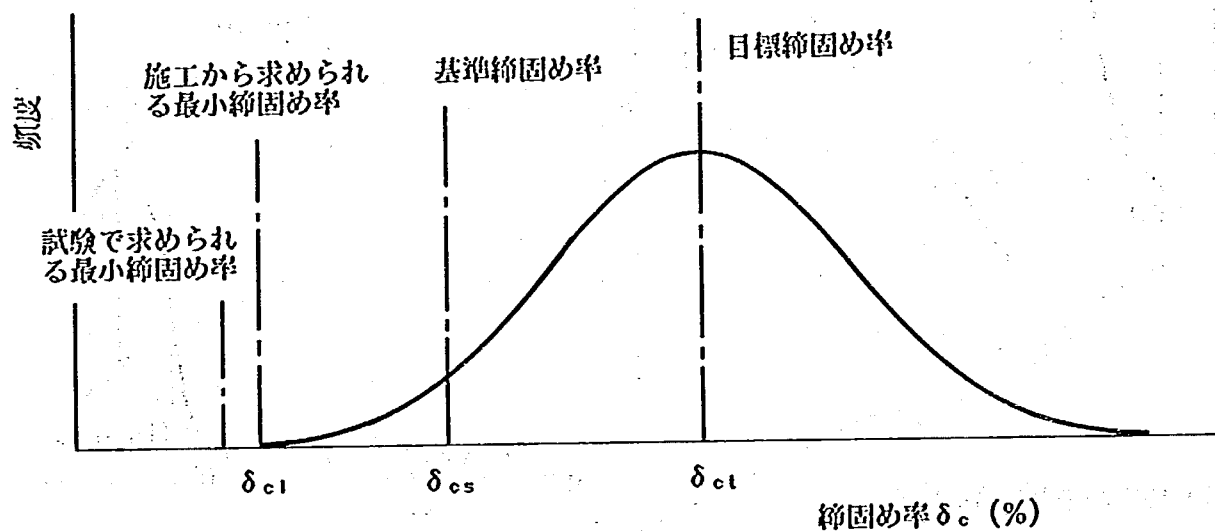


図-1.1.5 締固め率分布の定義

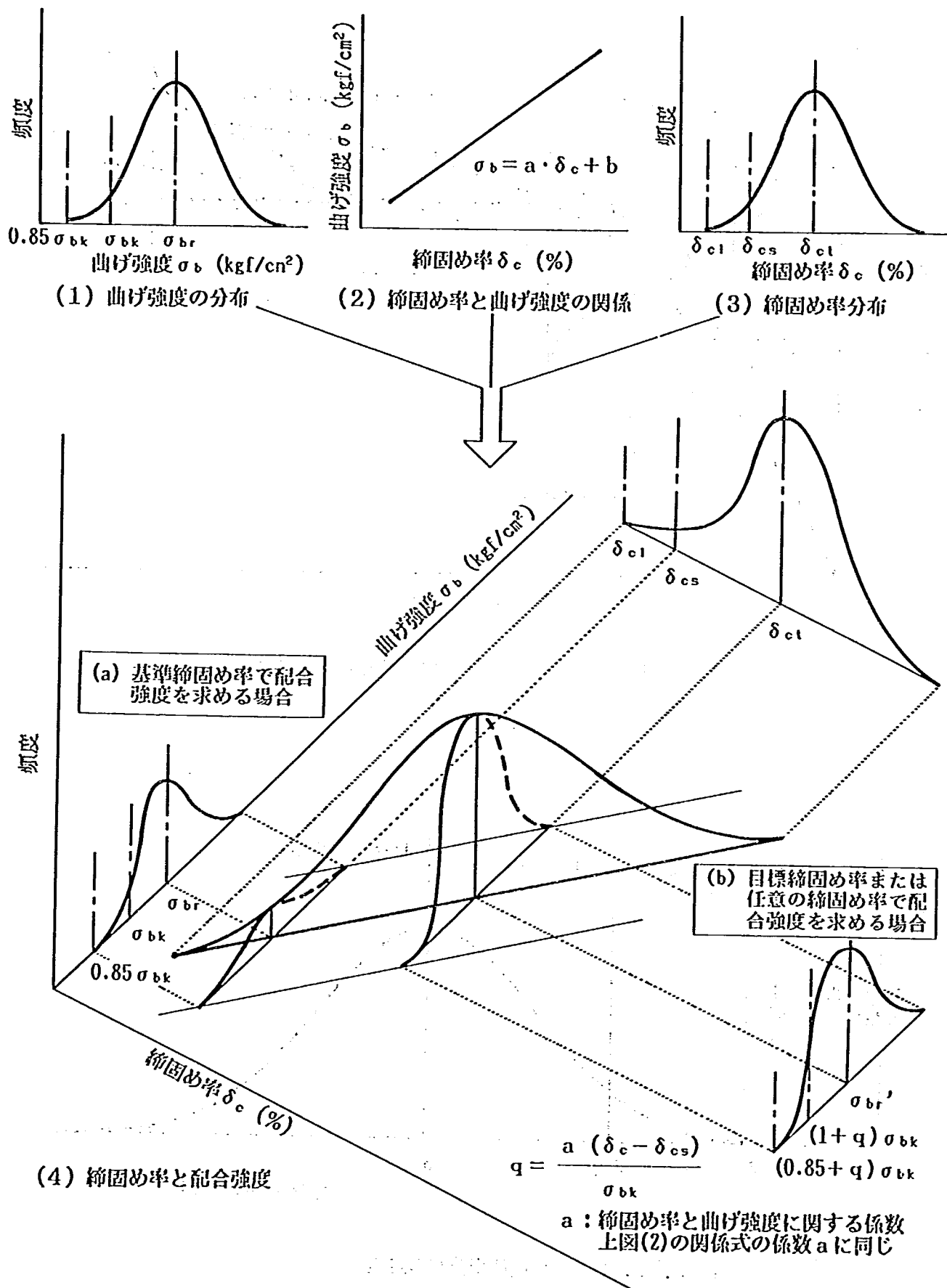


図-1.1.6 締固め率と配合強度の考え方

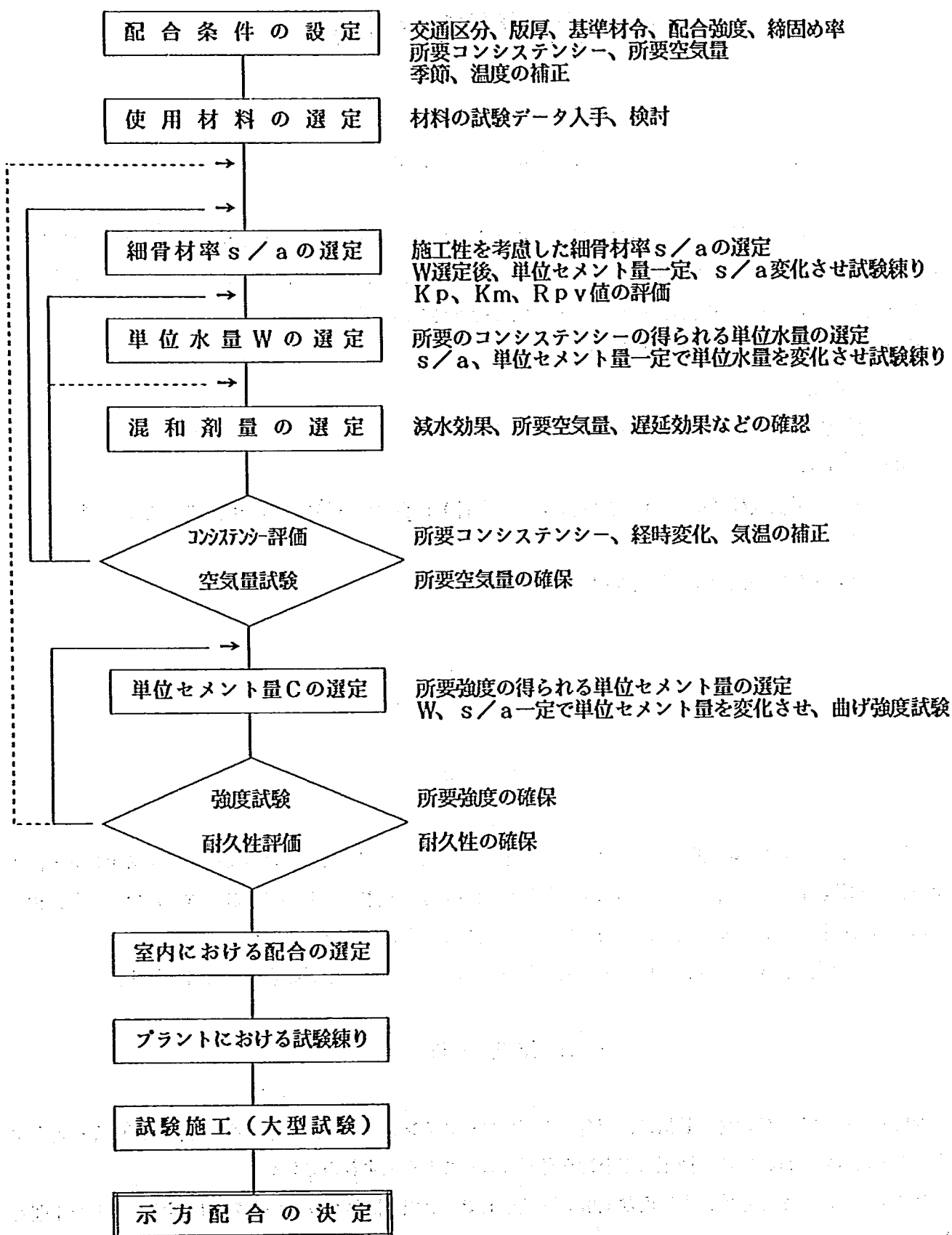


図-I. 1. 7 配合設計の手順

2. 品質管理（案）

1. 概 説

RCC舗装版の品質は、使用するRCCの品質（とくにコンシステンシー）と舗設時の施工方法の良否に大きく影響を受ける。したがって、RCCの品質管理、検査にあたっては、コンシステンシーおよび施工の良否判定のために版の締固め程度について重点的に行う必要がある。

品質管理、検査には、つぎの3段階の工程がある。

① 基準試験

品質管理や、検査のために必要な数値（基準値）を求めるために実施する試験

② 品質管理

所要の品質（仕様や設計図書に定められた条件）に合格する舗装を経済的に作るための管理

③ 検査

所要の品質を満足する舗装が得られているかどうかの確認

2. 基準試験

2.1 概 要

基準試験にあたっては、使用材料の品質（試験成績）、RCC製造時にあたってのコンシステンシー、空気量、含水比、強度や実際の施工機械による目標締固め率などを求めておかなければならない。また、管理にあたっての目標値に対する管理限界を合理的に設定しておかなければならない。

基準試験の項目、試験方法、一般的と考えられる基準値および管理限界を表-1.2.1に示す。

2.2 使用材料

骨材の比重および細骨材のFMは、配合およびコンシステンシーに影響を与えるため、管理限界を設定する。この管理限界は、配合の補正などを行う必要のあることを示すものである。

セメント、混和剤などは、大規模な工事や試験施工でない限り同じロットのものをを使用することを原則とし、品質の変動はないものとする。

2. 3 コンシステンシー

試験方法は、通常よく使われている3種類の方法を記載した。

基準値は、材料分離に対する抵抗性が大きく、締固めやすい（締固め率が大きく、フィニッシュビリチーがよい）値としなければならない。示した基準値は最低値であり、使用材料、配合などによりできるだけ締めかたまりやすく、施工しやすい値を試験によって決める。

管理限界は、単位水量の変化で $4\sim 5\text{kg}/\text{m}^3$ 以内に相当する値を設定した。

2. 4 空 気 量

空気量は、凍結融解に対して十分効果が期待できる量を設定しなければならない。

RCC版の締固め率（または空隙率）は、空気量を含めた空隙を一定値にすることを目標にしているため、空気量が多少多くなっても強度に影響を与えることはない。よって、管理限界は耐久性を確保できる下限値で設定すればよい。

2. 5 含 水 比

基準値は、単位水量と骨材の吸水率から求まる水量の合計値（理論値）とする。

管理限界は、単位水量の変化が $4\sim 5\text{kg}/\text{m}^3$ 以内になるように設定した。

2. 6 強 度

曲げ、割裂、圧縮強度の基準値、管理限界は、配合設計条件から定まる。

早期交通開放するときは、そのときの強度が交通荷重に対して十分であり、長期的にも目標強度を満足できなければならない。また、基準材令も早期交通開放に見合う材令を設定しなければならない。

2. 7 締 固 め 率

RCC版の締固め率は、版の品質にとってもっとも重要な基準値である。また、強度試験のための供試体作製時の基準締固め率の算定根拠にもなるものである。締固め率は使用材料や配合、施工方法によって異なる。したがって、目標締固め率とそのときの標準偏差（または変動係数）の設定にあたっては、試験施工やこれまでの実績を十分考慮して定めなければならない。

また、締固め率の分布の最低値は、最小締固め率以上であることを確認しておかなければならない。

3. 品質管理

3.1 概 要

品質管理には、RCC製造時の使用材料の管理とフレッシュコンクリートの管理と、舗設時の出来形管理（締固め率）がある。

品質管理の結果、所要の条件を満足しているかどうかを検討し、管理限界をはずれたりかたよりがある場合などは、必要に応じて対処する方法、体制をとっておかなければならない。

3.2 材料の品質管理

3.2.1 使用材料

使用材料の品質の試験項目、試験方法、不満足な場合の対処方法を表-I.2.2に示す。

3.2.2 RCC

RCCの練り上がり時の品質の試験項目、試験方法、不満足な場合の対処方法を表-I.2.3に示す。

3.3 版の品質管理

施工中および施工後の締固め率の試験項目、試験方法、不満足な場合の対処方法を表-I.2.4に示す。

表-I. 2. 1 基準試験

区分	試験項目	試験方法	基準値	管理限界
使用材料	粗粒率	JIS A 1102	試験値	0.1
	単位容積重量	JIS A 1104	試験値	----
	細骨材の比重	JIS A 1109	試験値	0.01
	粗骨材の比重	JIS A 1110	試験値	0.01
	細骨材の表面水率	JIS A 1111	----	----
RCC	コンシステンシー	VC試験	VC値 60秒、修正VC値 50秒 締固め率：試験値 (VC97%、修正VC96%以上)	±10秒 ±0.5%
	空気量	突固め試験	目外浮上がり：8以上（修正VC） 締固め率：試験値（96%以上）	±1%
		7-シール締固め試験	締固め率：試験値（96%以上）	±1%
		超硬練りコンクリートの 空気量試験方法	目標空気量	±1%
	コンクリート温度 含水比	乾燥炉	理論値	±0.2%
		乾燥炉（急速）	理論値	±0.2%
		水中重量法	理論値	±0.2%
	曲げ強度	JIS A 1106	基準材令：材令を考慮した配合強度 開放時期（現場養生）：35kg/cm ² 以上 28日材令（標準養生）：試験値	配合条件 配合条件
	割裂強度	JIS A 1113		
	圧縮強度	JIS A 1108		
試験施工	締固め率	R I、砂・水置換 コア供試体の試験	締固め率：目標、基準、最小締固め率 締固め率：目標、基準、最小締固め率 強度：配合強度	締固め条件 締固め条件 配合条件
出来形	締固め率	コア供試体の試験	締固め率：目標、基準、最小締固め率 強度：配合強度	締固め条件 配合条件

表－I. 2. 2 使用材料の品質管理

試験項目	試験方法	不満足な場合の対処方法
粗粒率	JIS A 1102	表－I.1.2に基づき配合を補正する
細骨材の比重	JIS A 1109	配合を補正する
粗骨材の比重	JIS A 1110	配合を補正する
細骨材の表面水率	JIS A 1111	単位水量を補正する
単位容積重量	JIS A 1104	

表-I. 2. 3 RCCの品質管理

試験項目	試験方法	不満足な場合の対処方法
コンシステンシー	VC試験 突固め試験 7-シム締固め試験	単位水量、細骨材の表面水率、混和剤の種類、量などのチェックを行う 異常がない場合、表-I.1.2に基づいて配合を補正する
空気量	超硬練りコンクリートの 空気量試験	混和剤の種類、量を確認する 異常のない場合、混和剤量を補正する
コンクリート温度		コンシステンシーに影響を及ぼしている場合、配合の補正 または使用材料の温度調整を行う
含水比	乾燥炉 乾燥炉（急速） 水中重量法	コンシステンシーに同じ
強度	曲げ(JIS A 1106)	試験方法の確認 ① 供試体の作り方（締固め率）は適当か ② 養生水槽の温度は適当か ③ 載荷方法は適当か ④ 試験機のキャリブレーションが行われているか コンクリート製造工程（計量など）のチェック 異常のない場合、配合の修正 舗装版に対する措置 ① 十分な強度を有しているか（取り壊してつくりかえるか、補修するか） ② 供用に対する措置 養生期間の検討 交通開放時期の検討など

表-I. 2. 4 版の品質管理

試験項目	試験方法	不満足な場合の対処方法
締固め率 (施工中)	R I、砂、水置換法	コンシステンシーのチェック 異常ない場合、配合の修正、転圧回数の検討
締固め率、強度 (施工後)	コア供試体の試験	表-I. 2. 3の強度の舗装版に対する措置に同じ

3. 品質管理試験方法（案）

1. コンシステンシー試験方法

1.1 V C 試験

1. 適用範囲

この試験方法は、舗装用ローラー転圧コンクリートのコンシステンシー試験について規定する。

注) RCD (Roller Compacted Concrete Dam) 用のコンシステンシー試験に準じた試験について規定する。

2. 試験装置および器具

2. 1 試験装置

- ① テーブル振動機（振動数3000rpm、振幅1.0mm）
- ② 容器（金属性のもので、内径24cm、高さ20cm）
- ③ すべり棒のついた透明な円板およびおもり（全重量20kg）

2. 2 沈下量測定器

- ① 定規
- ② ノギス（最小の読み0.05mm以下）

2. 3 はかり

ひょう量30kg程度、感量10g以下

2. 4 ストップウォッチ

2. 5 試料突固め用具（突き棒、ハンドスコップ、ねりさじなど）

3. 試料

試料は、JIS A 1115（まだ固まらないコンクリートの試料採取方法）の規定により採取するか、またはJIS A 1138（試験室におけるコンクリートの作り方）の規定により作る。

4. 容器の深さ、内径の計測

容器の平均深さは、容器の上縁に定規をあてがい、定規と容器の底面の間をノギスで20～30点程度計測し、その平均値とする。

容器の平均内径は、容器を水平にすえ、定規をあてがい、容器の中へ定規の下端に接するまで静かに水を満たし、満たした水の重量を計る。この水の重量から、容器の容積を算出する。容器の容積を平均深さで除

すことにより、平均内径を求める。

5. 試験方法

5. 1 試験順序

- ① 試料 15.00kgを採取し、それを容器内に2層に分けて詰める。各層は突き棒でならし、35回ずつ均等に突くものとする。各層を突く際の突き棒の突き入れ深さは、できる限り深くする。試料の突固めを終了した後は、上面を突き棒により軽くならす。
- ② 試料を詰めた容器をただちに振動台に取り付け、すべり棒の付いた透明な円板と20kgの上載荷重を載せ、振動機を運転する。
- ③ 振動を継続すると、コンクリートの表面にモルタルが浮かび上がって、円板下面にモルタルが接し、やがて容器と円板の間からモルタル分が一部見えはじまる（修正VC状態）。さらに振動を加えると円板全面にモルタルが浮上がる（VC状態）。修正VC状態またはVC状態のときまでに要した振動時間を測定し、ただちに振動機の運転を停止する。
- ④ そのときの沈下量を測定する。
- ⑤ 修正VC状態で振動機を停止した場合は、沈下量測定後、円板を上げたときモルタルの浮上がり面積を目測により、全面を10とし、10段階で測定する。

5. 2 沈下量の測定

沈下量は、容器上縁と試料上面の深さを測定し、その結果得られる残容積から試料体積を求める。

6. 試験の結果

6. 1 修正VC値またはVC値

コンシステンシーは、5. 1③の修正VC状態またはVC状態のときの振動時間を秒で測定し、これを修正VC値またはVC値とし、何秒と表示する。

6. 2 締固め密度

5. 1④で測定した沈下量から次の式により、修正VC状態またはVC状態のときの締固め密度を求める。

$$\text{締固め密度} = \frac{\text{試料重量}}{\text{試料体積}} \quad (\text{g/cm}^3)$$

6. 3 締固め率および空隙率

修正VCまたはVC状態のときの締固め率および空隙率は、次の式によって求める。

$$\text{締固め率} = \frac{\text{締固め密度}}{\text{理論最大密度}} \times 100 \quad (\%)$$

$$\text{空隙率} = 100 - \text{締固め率} \quad (\%)$$

6. 4 モルタル浮上がり面積比

修正VC状態でコンシステンシーの評価をするとき、5.1 ⑤で10段階で測定した面積をモルタル浮上がり面積比とする。

7. 報告

- (1) 修正VC値とモルタル浮き上がり面積比またはVC値、締固め密度、締固め率、空隙率
- (2) コンクリートの配合
- (3) コンクリート温度
- (4) その他

1.2 突固め試験

1. 適用範囲

この試験方法は、舗装用ローラー転圧コンクリートのコンシステンシー試験について規定する。

注) 突固めによる土の締固め試験方法 (JIS A 1210) に準じた試験について規定する。

2. 試験用器具

2. 1 突固め器具

- ① モールド (内径100mm、高さ200mmの鋼製円筒形のもので、カラーの装着および底板への緊結ができるもの)
- ② ランマー (直径50mmの円形の縁端面をもち、質量4.5kg、落下高450mmに調整できる適当な装置がついているもの。なお、機械力による自動突固め装置も、落下高と自由落下の条件が満足されれば使用してよい)

2. 2 試料押出し器

試料押出し器は、締固めたコンクリートをモールドから押出するためのジャッキまたはそれに類する装置とする。これらの装置によらずに、へら、こてなどでコンクリートをモールドから削りとってもよい。

2. 3 はかり

ひょう量10kg程度、感量5g以下

2. 4 含水比測定用具

含水比測定用具は、JIS A 1203 (土の含水量試験方法) に規定するもの

2. 5 ストレートエッジ

ストレートエッジは、長さ約300mmの鋼製の刃先の付いたもの

3. 試料

試料は、JIS A 1115 (まだ固まらないコンクリートの試料採取方法) の規定により採取するか、またはJIS A 1138 (試験室におけるコンクリートの作り方) の規定により作る。

4. 試験方法

- ① 採取した試料をモールドに3層に分けて突固める。
- ② 1層当りの試料は、各層の厚さが等しくなるように計量し、突固め後の全厚が約21cmになるようにする。
- ③ 試料をモールドに詰めした後、ねりさじでほぼたいらにならす。1層当りの突固め数は65回とする。
- ④ 突き終わった面は、各層の密着をよくするためにへらなどで縦横に線を刻むようにする。
- ⑤ 突固めが終わったら、モールド上部の余分の試料をストレートエッジで注意深く削り取る。粗骨材がとれ穴の開いたところは、小さい粗骨材とモルタルによって埋め、たいらに仕上げる。次に、モールドおよび底板の外部についた土をよくふきとり、全体の質量をはかる。
- ⑥ モールドから突固めたコンクリートを試料押出し器などで取り出し、JIS A 1203によって含水比を求める。

5. 試験の結果

5.1 締固め密度

④、⑤で得られた突固めたコンクリートとモールドおよび底板の質量からモールド、底板の質量を減じ、モールド容積で除してコンクリートの締固め密度とする。

5.2 締固め率および空隙率

締固め密度と理論最大密度との比を締固め率として次の式で求め、あわせて空隙率も算出する。

$$\text{締固め率} = \frac{\text{締固め密度}}{\text{理論最大密度}} \times 100 \quad (\%)$$

$$\text{空隙率} = 100 - \text{締固め率} \quad (\%)$$

5.3 含水比

試料の含水比は、次の式で求める。

$$\text{含水比} = \frac{(\text{試料重量} - \text{試料乾燥重量})}{\text{試料乾燥重量}} \quad (\%)$$

6. 報告

- (1) 締固め密度、締固め率、空隙率、含水比
- (2) コンクリートの配合
- (3) コンクリートの温度
- (4) その他

1.3 マーシャル締固め試験

1. 適用範囲

この試験方法は、舗装用ローラー転圧コンクリートのコンシステンシー試験について規定する。

注) アスファルト舗装要綱に規定されているマーシャル安定度試験方法の締固めに準じた試験を規定する。

2. 試験装置および器具

2. 1 締固め装置

- ① モールド（内径100mm、高さ200mmの鋼製円筒形のもので、カラーの装着および底板への緊結ができるもの）
- ② 締固め用ハンマー（45.7cmの高さから案内係に沿って自由落下する重量4.5kgの重錘）
- ③ 締固め台（30×30×2.3cmの鋼板を頂面に載せた20×20×46cmの木柱を4個の形鋼によりコンクリート版に固定したもの、またはこの台と同様な締固め効果を与える適当な台）

2. 2 試料押出し器

締固めた試料を押出するための適当な器具、または削り取るための適当な器具

2. 3 はかり

ひょう量5kg程度、感量1.0g以下

2. 4 ノギス

3. 試料

試料は、JIS A 1115（まだ固まらないコンクリートの試料採取方法）の規定により採取するか、またはJIS A 1138（試験室におけるコンクリートの作り方）の規定により作る。

4. 試験方法

4. 1 試験順序

- ① 試料は締固め後の高さが 10 ± 0.5 cm程度となる重量だけ計量し、モールドに一度に詰め練りさじなどで表面をならす。この場合、モールド底面に粗骨材が集まらないように注意する。
- ② ハンマにより片面50回締固める。
- ③ 締固めが終わったら、全体の質量および試料の体積をはかる。
- ④ モールドから締固めたコンクリートを試料押出し器などで取り出し、含水比を求める。

4. 2 試料体積の求め方

試料体積は、試料の寸法測定により求める。

試料寸法は、ノギスによってモールド両端面の下がりりと内径を測定することによって求める。

5. 試験の結果

5. 1 締固め密度

締固め密度は、4. 1③で得られた試料質量を体積で除して求める。

5. 2 締固め率および空隙率

締固め密度と理論最大密度との比を締固め率として求め、あわせて空隙率も次の式で算出する。

$$\text{締固め率} = \frac{\text{締固め密度}}{\text{理論最大密度}} \times 100 \quad (\%)$$

$$\text{空隙率} = 100 - \text{締固め率} \quad (\%)$$

5. 3 含水比

試料の含水比は、次の式で求める。

$$\text{含水比} = \frac{(\text{試料重量} - \text{試料乾燥重量})}{\text{試料乾燥重量}} \quad (\%)$$

6. 報告

- (1) 締固め密度、締固め率、空隙率、含水比
- (2) コンクリートの配合
- (3) コンクリートの温度
- (4) その他

2. 超硬練りコンクリートの 空気（エントレインドエア）量試験方法

1. 適用範囲

この試験方法は、舗装用ローラー転圧コンクリート（RCC）のフレッシュ状態におけるエントレインドエア量を圧力の減少によって求める試験について規定する。

注(1) この試験方法は、JIS A 1128（まだ固まらないコンクリートの空気量の圧力による試験方法（空気室圧力方法））に準じたものであり、試験用器具、試料、装置のキャリブレーション骨材修正係数の測定は、JIS A 1128によるほか、使用器具でははかりが必要となる。はかりは、ひょう量10kg程度、感量5g以下のもの。

注(2) ここで、エントレインドエア量としたのは、RCCが超硬練りであり、JIS A 1128の方法では空隙とエントラップドエア、エントレインドエアが分離できないため、耐久性に効果のあるエントレインドエアのみを測定する試験方法を規定することとした。

2. エントレインドエア量の測定

測定は、次の順序ですばやく行う。

- ① 容器に水を約2リットル入れる。
- ② 容器にコンクリート試料を10.00kg投入する。その際、試料を10等分して投入する。
- ③ 木槌で両横を10回たたく。
- ④ 静かに、泡があふれ出るほど水を容器一杯に入れる。
- ⑤ エッジで水面の泡を1回でとりのぞく。
- ⑥ ふたの表裏を通気できるようにして静かにふたを容器に取り付け、空気がもれないように締め付け、ふたの裏側と水面との間の空気が追い出されるまで注水する。
- ⑦ すべての弁を閉じ、空気ポンプで空気室の圧力を初圧力よりわずかに大きくする。約5秒後に調節弁を徐々に開いて、圧力計の指針を初圧力の目盛りに正しく一致させる。
- ⑧ 約5秒たった後、作動弁を十分開き、指針が安定してから圧力計の空気量の目盛りを読む。
その読みを、空気量A' とする。

3. 試験の結果

空気量A' から、エントレインドエア量を次の式で求める。

$$A = A1 - G$$

$$A1 = 0.7 \times A' \times W$$

ここに、A : エントレインドエア量 (%)

A1 : 見かけの空気量 (%)

G : 骨材修正係数 (%)

A' : 空気量測定結果 (%)

W : コンクリートの単位体積重量計算値 (kg/l)

4. 報告

報告には、次の事項のうち必要なものを記載する。

(1) エントレインドエア量

(2) コンクリートの配合

(3) コンシステンシー

(4) コンクリートの温度

(4) その他

3. 強度試験用供試体の作製方法

1. 適用範囲

この規格は、舗装用ローラー転圧コンクリート（RCC）の曲げ強度試験（JIS A 1106）、圧縮強度試験（JIS A 1108）および引張り強度試験（JIS A 1113）のための供試体の作り方について規定する。

2. 試料

2. 1 コンクリートの試料を試験室で作る場合には、JIS A 1138（試験室におけるコンクリートの作り方）の規定による。
2. 2 コンクリートの試料をミキサ、ホッパ、コンクリート運搬装置および打ち込んだ箇所などから採取する場合、その採取方法は、JIS A 1115（まだ固まらないコンクリートの試料採取方法）による。

3. 供試体の数

3. 1 基準試験の場合、同一条件の試験に対して必要な供試体の数は3個以上とする。この3個以上の供試体は、2バッチ以上のコンクリートから作る。
3. 2 品質管理のための供試体の数は、管理基準によって定める。

4. 曲げ強度試験のための供試体

4. 1 供試体の寸法

供試体の寸法は、JIS A 1132（コンクリートの強度試験用供試体の作り方）による。

注）RCCの粗骨材最大寸法は、通常20mm（または25mm）以下なので、供試体断面の一边の長さは10cmとしてよい。

4. 2 供試体の作製用器具

① 型枠

型枠の構造、精度は、JIS A 1132による。

注）型枠は、振動締固めでひろがったり変形しない十分な強度のあることが必要である。そのため、通常の型枠を使用する場合、型枠のひろがり、変形を抑えるための拘束棒をとりつけるとよい。できれば、RCC用に十分な強度をもち、振動締固め時に型枠がひろがろうとすると締まる構造の型枠を製作するとよい。

② はかり

ひょう量30kg程度、感量5g以下のもの

③ 締固め機械

バイブレーティングタンパ、電動ハンマ、あるいは振動テーブルおよびおもりなど

できれば、供試体密度が一定になるように、供試体高さの設定できる装置のついた作製機械を使用するとよい。

- ④ 押し板、カラー、突き棒、練りさじなど

4. 3 コンクリートの打ち込み

供試体は、品質管理基準の基準締固め率になるように作製する。

注) 基準締固め率については、資料 I. 1「配合設計法(案)」、2.2.3「締固め条件」参照

(1) 準備

- ① 型枠の重量、寸法を測定する。
- ② 型枠の容積から、規定の締固め率の供試体を作製するために必要な試料の重量を計算により求める。

(2) 作製順序

- ① 計算した試料重量の1/2を計量し、型枠に入れ、その上面を突き棒でならし、40回突き、また突き棒でならす。なお、試料を入れる際には、骨材が分離しないように注意する。
- ② 型枠にカラーを取り付け、残りの1/2の試料を計量し、①と同様に突きならす。
- ③ 試料面に押し板を置き、バイブレーティングタンパまたは電動ハンマにより所定の高さ(型枠上縁)まで締固める。

(3) 上面仕上げ

上面は、平面バイブレータなどにより振動を加えながらたいらに仕上げる。

振動テーブルを用いる場合には、型枠を振動テーブルにしっかり固定し、①、②と同様に試料をいれ、おもりを載せて振動を与えて締固める。

5. 圧縮強度試験のための供試体

5. 1 供試体の寸法

供試体の寸法は、JIS A 1132による。

5. 2 供試体の作製用器具

- ① 型枠
型枠の構造、精度は、JIS A 1132による。
- ② はかり
ひょう量10kg程度、感量1g以下のもの。
- ③ 締固め機械
曲げ強度試験用供試体に同じ。
- ④ その他
押し板、カラー、突き棒、練りさじなど

5. 3 コンクリートの打ち込み

供試体は、品質管理基準の基準締固め率になるように作製する。

(1) 準備

- ① 型枠の重量、寸法を測定する。
- ② 型枠の容積から、規定の締固め率の供試体を作製するために必要な試料の重量を計算する。

注) キャッピング厚さを2~3mm見込み、供試体の作製高さを19.7~19.8mmで計算する。

(2) 作製順序

① 計算した試料重量の1/2を計量し、型枠に入れその上面を突き棒でならし、12回突きならした後、押し板をあて電動ハンマなどで所定の高になるまで締固める。

② 締固め後に1層目の表面を練りさじなどでほぐし、1層目と2層目が不連続にならないようにする。

注) 打継ぎ面に凹凸の押し板を用いる場合、表面はほぐさなくてもよい。その際、作製高さが所定の高さになるように凹凸の断面欠損を計算しておかなければならない。

③ 型枠にカラーを取り付け、残りの1/2の試料を計量し型枠にいれ、①と同様に所定の高さになるまで締固める。

振動テーブルを用いる場合も①、②のように2層で締固める。

5. 4 供試体の上面仕上げ

供試体の上面は、JIS A 1132と同じ精度に仕上げる。

キャッピングは、供試体作製後その日のうちに表面をみだすことなく行う。

6. 引張り強度試験のための供試体

引張り強度試験のための供試体の作製は、供試体の上面仕上げを曲げ供試体と同様に行うことのほかは圧縮強度試験のための供試体の作製に同じ。

7. 型枠の取り外しおよび養生、供試体の運搬

型枠の取り外し時期および養生、供試体の運搬は、JIS A 1132による。

8. 供試体密度の測定

曲げ、圧縮、引張り供試体は、強度試験の24時間前には水中に入れる。強度試験直前に水中から取り出し、表面の水を拭き取り、供試体重量および供試体寸法を測定し、供試体密度、締固め率および空隙率を求める。

締固め率および空隙率は、次の式から求める。

$$\text{締固め率} = \frac{\text{供試体密度}}{\text{理論最大密度}} \times 100 (\%)$$

$$\text{空隙率} = 100 - \text{締固め率} (\%)$$

9. 報告

報告には、下記の事項のうち必要なものを記載する。

(1) 試験の目的

(2) 供試体の番号

(3) コンクリートの配合

(4) 供試体の作製日時、気温および湿度

(5) 試料の作り方および試料採取方法

(6) 供試体の形状寸法

(7) コンクリートの打ち込み方法

(8) 養生方法

(9) 供試体密度、締固め率および空隙率

(10) その他

4. コア供試体による管理試験方法

1. 適用範囲

この規格は、転圧コンクリート（RCC）版から切り取ったコア供試体の締固め率分布、引張強度試験および品質判定について規定する。

2. コア供試体の採取

2. 1 採取の時期

コア供試体の採取時期は、切取り作業によって害をうけない範囲で、強度試験材令が管理する規定材令になるようにする。

2. 2 採取位置

コア供試体の採取位置は、管理計画に基づいて決める。

2. 3 採取方法

コア供試体の採取方法は、JIS A 1107（コンクリートからのコア及びはりの切取り方法及び強度試験方法）に準ずるものとする。

2. 4 供試体の寸法

コア供試体の寸法は、コア供試体の直径が粗骨材の最大寸法の3倍以上とし、一般には直径10cmとしてよい。コアの高さは、RCC版全厚さにわたって切り取る。

3. 平均密度、厚さ試験

3. 1 使用器具

- ① はかり（ひょう量10kg程度、感量0.1g以下のもの）
- ② ノギス

3. 2 試験の準備

コア供試体は、採取後 20 ± 3 ℃の水中に一定重量となるまで（24時間以上）つけておく。

3. 3 供試体重量の測定

供試体表面の水を拭き取り、重量を測定する。

3. 4 供試体寸法の測定

（1）直径

コア供試体の上下端面の両端面付近および高さの中央で互いに直交する二方向の直径を0.05mmまで測り、その平均値を供試体の平均直径とする。

（2）高さ

コア供試体の中央で互いに直行する直径の両端の側面において、それぞれの高さを0.05mmまで測り、その平均値を供試体の平均高さとする。

3. 5 結果の整理

(1) RCC版の厚さ

3. 4 (2) の平均高さをRCC版の厚さとする。

(2) 平均密度

供試体の平均密度は、つぎの式によって求める。

$$D_a = \frac{W}{\pi \phi^2 / 4 \cdot h} \quad (\text{g/cm}^3)$$

ここに、 D_a : コア供試体の平均密度 (g/cm^3)

W : 供試体重量 (kg)

ϕ : コア供試体の平均直径 (cm)

h : コア供試体の平均高さ (cm)

(3) 平均締固め率および平均空隙率

つぎの式により、平均締固め率および平均空隙率を求める。

$$\delta_{ca} = \frac{D_a}{D_{MAX}} \quad (\%)$$

$$V_a = 1 - \delta_{ca} \quad (\%)$$

ここに、 δ_{ca} : 平均締固め率 (%)

V_a : 平均空隙率 (%)

D_{MAX} : 理論最大密度 (g/cm^3)

3. 6 判定

(1) RCC版の厚さ

測定したRCC版の厚さは、管理限界以内に入っているか確認する。

(2) 平均締固め率および平均空隙率

① 個々のコアの平均締固め率または平均空隙率は、基準締固め率または基準空隙率以上であることを確認する。

② コア全数の平均は、目標締固め率以上であることを確認する。

4. 締固め率分布試験

4. 1 締固め率分布

コア供試体をカッターで3等分に切断し、3分割された個々の供試体ごとに3. 3～3. 5の操作、計算を行い、個々の密度、締固め率、空隙率を求める。

4. 2 判定

つぎの2条件を満足していることを確認する。

① 1個の供試体の締固め率または空隙率は、最小締固め率または最小空隙率以上

② 同一のコアから切断した3個の締固め率または空隙率の平均は、基準締固め率または基準空隙率

以上

5. 引張強度試験

5. 1 使用機械

- ① 圧縮試験機（最大容量10～20tf程度）
- ② 研磨機
- ③ ノギス
- ④ 分布板（供試体直径の1/10以下の幅の木製の板）

5. 2 供試体の研磨および供試体高さの測定

供試体の圧縮が作用する部分（分布板を当てる部分）は、研磨機などによってカックドリルの凹凸がなく
なり、分布板の幅程度が平滑になるように研磨する。

研磨後、研磨面間の高さを測定する。

5. 3 引張強度試験

引張試験は、圧縮が作用する部分に分布板を当てるほかはJIS A 1113（コンクリートの引張強度試験方法）
に準じて行う。

5. 4 結果の整理

引張強度をつぎの式で計算し、有効数字3桁まで求める。

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi \phi h} \frac{c}{1 + mk}$$

ここに、 σ_t ：引張強度（kg/cm²）

P：最大荷重（kgf）

c：kに関する係数

k	0	0.05	0.0667	0.10	0.15
c	1.000	0.999	0.997	0.994	0.989

k：分布板の幅と供試体直径の比

m：実験的応力分布係数（=3.75）

5. 5 曲げ強度の換算

配合試験時に締固め率の異なる曲げ強度試験と引張強度試験を行い、その結果から曲げ強度と引張強度の
関係式を得ておく。

5. 4の結果から、曲げ強度を計算して求める。

5. 6 判定

曲げ強度がつぎの条件を満足しているか確認する。

- ① 1個の曲げ強度は、 $0.85\sigma_{bk}$ 以上
- ② 3個の曲げ強度の平均は、 σ_{bk} 以上

ここに、 σ_{bk} ：設計基準曲げ強度

σ_{br} : 配合強度

6. 報告

報告には、つぎの事項のうち必要なものを記載する。

(1) RCCに関する記録

- ① コンクリートの配合
- ② コンシステンシー
- ③ 空気量

(2) 施工に関する記録

- ① 運搬時間
- ② 施工方法 (転圧機械、転圧回数など)
- ③ 施工時の締固め率 (R I、砂置換法などの結果)
- ④ 養生方法

(3) 気象に関する記録

- ① 天候
- ② 気温
- ③ 湿度

(4) コア供試体の採取に関する記録

- ① 供試体番号
- ② 供試体の採取位置
- ③ 供試体の採取方法
- ④ 材令

(5) コア供試体に関する記録

- ① 供試体の外観
- ② 厚さ (平均高さ)
- ③ 平均直径
- ④ 平均密度
- ⑤ 平均締固め率および空隙率

(6) 分割した供試体に関する記録

- ① 個々の密度、締固め率、空隙率
- ② 3個の密度、締固め率、空隙率の平均

(7) 強度に関する記録

- ① 個々の引張強度および3個の平均
- ② 供試体の破壊状況
- ③ 個々の曲げ強度および3個の平均

(8) 判定結果

- ① R C C版の厚さの判定結果
- ② 平均締固め率または平均空隙率の判定結果
- ③ 個々の締固め率または空隙率および3個の平均の判定結果
- ④ 個々の曲げ強度および3個の平均の判定結果

(9) 全結果の整理

- ① 締固め率または空隙率のヒストグラム、全平均値、標準偏差、変動率
- ② 曲げ強度のヒストグラム、全平均値、標準偏差、変動率

(10) その他

資料 II

実験データ

1. 試験結果

1.1 コンシステンシー試験結果

表 - II . 1

種類	配合 W (kg/m3)	W/C (%)	S/a (%)	Air (%)	V C 試験										実測の試験マーシャル強度の試験	
					V C 値および締固め率				V C 値				締固め率の経時変化 (%)		締固め率 (%)	締固め率 (%)
					粗粒 V C 値 (%)	締固め率 (%)	修正 V C 値 (%)	締固め率 (%)	V C 値 (%)	締固め率 (%)	20 s	40 s	60 s	90 s		
A	120	38.0	40.0	0.00	10	97.31	15	97.57	20	97.84	97.04	98.01			100.24	100.00
B	110	38.0	40.0	0.00	13	95.23	30	97.05	32	97.15	96.57	97.53			98.88	98.60
C	100	38.0	40.0	0.00	20	94.25	05	97.30	08	95.09	94.25	95.54	98.43	97.38	95.30	96.07
D	120	38.0	42.0	0.00	0	98.04	18	98.34	23	98.49	98.40	99.00			99.10	100.12
E	120	38.0	42.0	0.00	9	98.30	10	98.42	22	98.59	98.44	98.69			99.56	100.00
F	110	42.0	42.0	0.00	15	95.02	20	97.18	35	98.28	97.18	98.04			99.29	99.29
F	110	38.0	42.0	0.00	10	97.15	20	97.50	31	97.09	97.50	98.20			99.40	99.70
F	110	30.0	42.0	0.00	12	96.20	20	97.46	35	97.01	95.70	94.16			98.61	98.83
F	110	30.0	42.0	0.00	14	97.52	20	97.72	23	97.02	97.72	98.40			98.18	98.18
F	110	38.0	42.0	0.00	13	97.23	27	97.00	25	97.71	97.40	98.23			99.25	100.03
F	110	38.0	42.0	0.00	14	95.29	27	97.44	28	97.59	97.29	98.29			99.10	97.61
F	110	38.0	42.0	0.00	10	96.97	25	97.35	27	97.45	97.08	98.14			98.53	97.28
F	110	38.0	42.0	0.35	14		50		55						97.81	97.77
F	110	38.0	42.0	0.07	7		20		20						98.25	102.75
F	110	38.0	42.0	2.11	0		19		20						97.43	98.68
F	110	38.0	42.0	2.02	5		12		14						97.77	98.13
G	110	33.0	42.0	0.00	15	97.23	20	97.70	21	97.88	97.43	98.25			98.78	98.78
H	100	38.0	42.0	0.00	20	95.30	75	98.05	78	97.24	95.30	96.20	96.70	97.60	95.40	98.20
H	100	38.0	42.0	0.00	20	94.17	55	97.34	05	95.00	94.17	95.23	98.05	97.51	97.30	98.35
H	100	38.0	42.0	0.00	20	94.44	60	97.61	05	95.97	93.03	95.37	96.07	97.84	97.46	97.38
H	100	38.0	42.0	1.90	8	95.07	32	95.74	43	95.36	95.07	96.19	96.73		97.81	98.81
H	100	38.0	42.0	4.59	8		13		20		94.20				97.54	98.48
H	100	38.0	42.0	1.90	8		20		25						97.82	98.33
H	100	38.0	42.0	2.65	13		20		32						98.29	98.73
H	100	38.0	42.0	3.09	6		18		28						97.20	97.54
H	100	38.0	42.0	4.59	8		12		31						98.75	
H	100	38.0	42.0	0.71	18		30	96.74							95.03	97.59
H	100	38.0	42.0	1.05	20		32	97.42							97.09	97.23
H	100	38.0	42.0	1.34	14		30	97.39							95.67	97.36
H	100	38.0	42.0	1.59	15		27	95.65							96.59	96.41
H	100	38.0	42.0	0.53	30		35	97.22							95.64	97.89
H	100	38.0	42.0	1.41	23		23	96.07							97.20	98.54
H	100	38.0	42.0	1.44	18		19	95.22							97.07	98.10
H	100	38.0	42.0	3.71	10		17	94.26							95.51	96.46
I	120	38.0	38.0	0.00	7		12		17		98.45				99.30	103.52
J	110	38.0	38.0	0.00	11	97.61	20	97.91	30	98.34	97.91	98.57			98.93	99.49
K	100	38.0	38.0	0.00	22	96.02	41	97.40	40	99.44	95.07	97.33	98.06	98.63	94.57	96.75

補注：種類の項目の数字は混和剤（A E 助剤）添加量を示す。

表 - II . 2

Case	A E 剤添加量	試験項目	経過時間			
			0min	30min	60min	90min
1	0 A	空気量 (%)	0.53	0.35	0.53	0.53
		修正 VC 値 (s)	35	50	80	143
		VC (締固め率) (%)	97.22	97.02	97.26	96.74
		マーシャル (締固め率) (%)	97.89	97.11	95.92	95.49
2	6 A	空気量 (%)	1.41	1.24	1.24	1.06
		修正 VC 値 (s)	23	27	58	69
		VC (締固め率) (%)	96.87	96.91	96.75	96.64
		マーシャル (締固め率) (%)	98.54	97.65	96.85	96.17
3	1 2 A	空気量 (%)	1.94	1.77	1.68	1.41
		修正 VC 値 (s)	18	59	41	79
		VC (締固め率) (%)	95.92	97.03	96.71	97.38
		マーシャル (締固め率) (%)	98.10	94.85	97.11	95.08
4	2 4 A	空気量 (%)	3.71	3.18	2.82	2.30
		修正 VC 値 (s)	16	22	33	102
		VC (締固め率) (%)	94.26	95.12	95.51	96.80
		マーシャル (締固め率) (%)	96.46	97.42	96.18	95.76

1.2 強度試験結果

表 - II . 3

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 (g)		直径φ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮減率 (%)		割裂強度試験	
			硬化式中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より	最大荷重 (t)	割裂強度 (kg/cm ²)
供試体の作製方法の検討	D W=120kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0%	AD7A	925	553	10.093	4.854	388.36	2.498	2.485	2.382	99.47	95.36	3.475	45.16
		AD7B	835	486	10.058	4.537	360.48	2.498	2.394	2.317	95.82	92.77	2.455	34.25
		AD7C	951	567	10.063	4.905	390.11	2.498	2.476	2.439	99.12	97.62	3.560	45.92
		AD7D	909	531	10.048	4.960	393.31	2.498	2.405	2.310	96.29	92.49	3.010	38.45
		AD14A	667	400	10.022	3.484	274.84	2.498	2.504	2.425	100.25	97.09	2.640	48.13
		AD14B	530	314	10.019	2.836	223.59	2.498	2.450	2.370	98.07	94.88	1.785	39.99
		AD14C	610	364	9.996	3.126	245.32	2.498	2.484	2.486	99.45	99.53	2.435	49.61
		AD14D	538	315	10.002	2.940	231.00	2.498	2.412	2.330	96.57	93.27	1.830	39.62
		AD14E	609	365	10.006	3.135	246.52	2.498	2.491	2.470	99.71	98.90	1.990	40.39
		AD14F	585	344	10.001	3.206	251.85	2.498	2.429	2.324	97.24	93.05	1.910	37.92
		AD21A	881	523	9.946	4.698	365.01	2.498	2.462	2.413	98.56	96.59	3.085	42.03
		AD21B	915	545	10.018	4.759	375.12	2.498	2.477	2.438	99.17	97.60	3.450	46.07
		AD21C	914	546	10.010	4.812	378.69	2.498	2.482	2.414	99.35	96.62	3.360	44.41
		AD21D	914	544	10.042	4.736	375.10	2.498	2.474	2.435	99.05	97.49	3.315	44.37
	F W=110kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0%	AF7A	901	542	9.982	4.603	360.22	2.510	2.507	2.502	99.87	99.67	3.370	46.69
		AF7B	846	497	9.988	4.533	355.17	2.510	2.422	2.382	96.50	94.91	2.375	33.39
		AF7C	905	541	10.025	4.680	369.41	2.510	2.484	2.450	98.97	97.60	3.300	44.78
		AF7D	962	564	10.009	5.225	411.11	2.510	2.418	2.340	96.34	93.22	3.010	36.64
		AF14A	568	337	10.026	3.063	241.82	2.510	2.455	2.349	97.81	93.60	1.455	30.16
		AF14B	524	306	10.010	2.812	221.30	2.510	2.406	2.386	95.87	94.27	1.020	23.07
		AF14C	563	337	10.003	2.921	229.55	2.510	2.486	2.453	99.03	97.71	1.940	42.27
		AF14D	608	362	9.999	3.173	249.16	2.510	2.465	2.441	98.20	97.27	2.185	43.84
		AF14E	558	335	10.020	2.854	225.05	2.510	2.495	2.481	99.41	98.85	1.840	40.96
		AF14F	696	411	10.014	3.670	289.05	2.510	2.442	2.408	97.28	95.92	1.875	32.48
		AF21A	845	500	10.022	4.452	351.20	2.510	2.452	2.405	97.70	95.81	2.870	40.95
		AF21B	947	565	10.030	4.917	388.50	2.510	2.484	2.436	98.95	97.06	3.425	44.21
		AF21C	874	524	10.029	4.499	355.40	2.510	2.497	2.459	99.48	97.96	3.255	45.93
		AF21D	975	582	10.024	5.076	400.58	2.510	2.480	2.435	98.80	97.00	3.570	44.67
	H W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0%	AH7A	911	543	10.063	4.709	374.52	2.522	2.476	2.431	98.17	96.41	2.835	38.09
		AH7B	874	509	10.075	4.656	371.19	2.522	2.396	2.354	95.01	93.35	2.605	27.21
		AH7C	910	541	10.068	4.565	363.43	2.522	2.470	2.503	97.94	99.25	3.415	47.30
		AH7D	958	564	10.073	5.025	400.45	2.522	2.430	2.393	96.35	94.90	2.955	37.17
		AH14A	627	376	10.475	2.979	256.73	2.522	2.501	2.443	99.18	96.86	2.010	41.01
		AH14B	595	352	10.007	3.125	245.78	2.522	2.447	2.420	97.04	95.94	2.010	40.92
		AH14C	524	311	10.007	2.716	213.61	2.522	2.462	2.454	97.63	97.30	1.800	42.16
		AH14D	576	341	9.992	3.060	239.95	2.522	2.447	2.401	97.02	95.18	1.700	35.40
		AH14E	553	331	10.004	2.888	227.00	2.522	2.489	2.437	98.69	96.65	2.120	46.71
		AH14F	693	412	10.018	3.580	282.19	2.522	2.468	2.456	97.86	97.38	2.290	40.65
		AH21A	893	534	10.005	4.670	367.15	2.522	2.483	2.433	98.44	96.47	3.100	42.24
		AH21B	922	551	10.001	4.805	377.46	2.522	2.482	2.443	98.40	96.87	3.180	42.13
		AH21C	883	525	10.005	4.676	367.62	2.522	2.467	2.401	97.83	95.22	2.725	37.08
		AH21D	949	562	10.019	5.045	397.74	2.522	2.450	2.385	97.15	94.58	3.055	38.48

表 - II - 4

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 (g)		直径φ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		経肉率 (%)		割裂強度試験	
			硬化空中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より	7日 最大荷重 (t)	割裂強度 (kg/cm ²)
供試体密度 の変化	D W=120kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0%	BD7A	844	494	9.999	4.726	371.10	2.498	2.411	2.275	96.52	91.06	2.575	34.69
		BD7B	808	466	10.004	4.643	364.95	2.498	2.365	2.213	94.66	88.58	1.315	18.02
		BD7C	848	506	10.027	4.452	351.55	2.498	2.481	2.411	99.31	96.53	2.955	42.14
		BD7D	983	582	10.007	5.271	414.56	2.498	2.449	2.372	98.03	94.94	3.210	38.74
		BD14A	876	524	9.992	4.558	357.41	2.498	2.486	2.451	99.51	98.12	3.080	43.05
		BD14B	787	458	10.033	4.314	341.06	2.498	2.396	2.307	95.91	92.35	1.710	25.15
		BD14C	977	585	10.012	5.057	398.13	2.498	2.490	2.454	99.69	98.26	3.395	42.69
		BD14D	893	526	10.006	4.874	383.26	2.498	2.432	2.329	97.37	93.24	2.700	35.25
		BD21A	961	573	10.015	4.993	393.33	2.498	2.476	2.444	99.12	97.85	3.150	40.10
		BD21B	837	485	10.007	4.610	362.58	2.498	2.376	2.308	95.12	92.40	1.760	24.29
		BD21C	919	553	10.013	4.692	369.47	2.498	2.510	2.488	100.46	99.52	3.545	48.04
		BD21D	879	525	10.007	4.583	360.45	2.498	2.485	2.438	99.48	97.59	3.090	42.89
		BD28A	928	558	10.006	4.644	365.18	2.498	2.505	2.541	100.29	101.72	3.745	51.31
		BD28B	905	540	10.008	4.685	368.55	2.498	2.480	2.456	99.28	98.32	3.620	49.15
		BD28C	917	552	10.015	4.677	368.43	2.498	2.511	2.488	100.52	99.58	4.300	58.44
		BD28D	916	545	10.018	4.616	379.61	2.498	2.470	2.412	98.89	96.57	3.070	40.51
	F W=110kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0%	BF7A	948	569	9.985	4.945	387.22	2.510	2.498	2.449	99.53	97.57	3.900	50.28
		BF7B	990	522	9.988	4.800	375.94	2.510	2.421	2.368	96.44	94.33	2.655	35.26
		BF7C	864	521	9.990	4.436	347.71	2.510	2.516	2.485	100.23	98.99	3.630	52.15
		BF7D	930	550	10.003	5.053	397.10	2.510	2.444	2.342	97.38	93.31	2.680	33.75
		BF14A	892	534	9.989	4.656	364.88	2.510	2.490	2.444	99.20	97.35	3.220	44.08
		BF14B	839	486	9.970	4.600	359.12	2.510	2.379	2.336	94.77	93.08	2.060	28.60
		BF14C	905	545	10.013	4.622	363.96	2.510	2.511	2.486	100.03	99.06	3.330	45.81
		BF14D	931	546	10.015	5.124	403.65	2.510	2.420	2.307	96.40	91.90	1.925	25.88
		BF21A	924	554	10.033	4.622	365.41	2.510	2.499	2.528	99.55	100.72	4.055	55.67
		BF21B	875	510	10.046	4.736	375.39	2.510	2.400	2.330	95.61	92.81	2.500	33.45
		BF21C	883	531	10.013	4.488	353.40	2.510	2.509	2.499	99.95	99.58	3.310	46.89
		BF21D	934	554	10.005	4.887	384.21	2.510	2.459	2.430	97.97	96.80	3.225	41.99
		BF28A	941	568	9.977	4.831	377.68	2.510	2.510	2.492	99.98	99.27	3.740	49.40
		BF28B	917	544	10.015	4.756	374.66	2.510	2.457	2.447	97.90	97.47	2.795	37.36
		BF28C	930	560	10.023	4.677	369.02	2.510	2.517	2.520	100.28	100.38	3.785	51.40
		BF28D	942	563	10.009	4.864	382.71	2.510	2.486	2.462	99.05	98.10	3.445	45.05
	H W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0%	BH7A	888	524	9.991	4.830	378.66	2.522	2.440	2.345	96.75	92.97	2.835	37.40
		BH7B	860	463	9.994	4.545	356.54	2.522	2.376	2.242	94.21	88.91	1.485	20.81
		BH7C	828	494	10.006	4.469	351.42	2.522	2.481	2.356	98.39	93.43	2.820	40.15
		BH7D	1,006	588	10.024	5.498	433.89	2.522	2.408	2.319	95.46	91.94	2.710	31.30
		BH14A	843	500	9.983	4.247	332.43	2.522	2.456	2.535	97.40	100.53	2.785	41.82
		BH14B	877	507	10.006	4.811	378.31	2.522	2.373	2.317	94.08	91.87	2.020	26.71
		BH14C	801	480	10.001	4.130	324.43	2.522	2.498	2.469	99.05	97.91	2.800	43.16
		BH14D	1,066	634	10.011	5.634	443.47	2.522	2.469	2.404	97.88	95.30	3.130	35.33
		BH21A	919	551	10.991	4.037	383.02	2.522	2.497	2.399	98.99	95.14	2.745	39.38
		BH21B	848	497	9.983	4.547	355.91	2.522	2.420	2.382	95.94	94.45	1.920	26.93
		BH21C	895	539	10.017	4.610	363.30	2.522	2.513	2.463	99.65	97.67	3.245	44.74
		BH21D	991	583	9.989	5.301	415.42	2.522	2.432	2.385	96.44	94.55	3.315	39.86
		BH28A	905	546	10.023	4.664	368.00	2.522	2.524	2.459	100.07	97.49	3.450	46.98
		BH28B	885	528	10.015	4.597	362.13	2.522	2.475	2.445	98.15	96.95	3.035	41.97
		BH28C	908	546	10.003	4.640	364.64	2.522	2.512	2.489	99.62	98.70	3.505	48.08
		BH28D	1,003	592	9.994	5.292	415.13	2.522	2.441	2.416	96.77	95.81	3.420	41.17

表 - II. 5

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 (g)		直径φ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮減率 (%)		割裂強度試験	
			硬化気中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より	7 日	
													最大荷重 (t)	割裂強度 (kg/cm ²)
水セメント比 の変化	E W=110kg/m ³ W/C=43.0% s/a=42.0%	CE7A	918	549	9.999	4.739	372.13	2.504	2.487	2.467	99.33	98.52	3.160	42.45
		CE7B	843	493	10.002	4.581	359.93	2.504	2.409	2.342	96.22	93.53	2.300	31.96
		CE7C	927	553	10.018	4.814	379.45	2.504	2.477	2.442	98.94	97.54	3.175	41.91
		CE7D	922	547	10.017	4.895	385.76	2.504	2.457	2.390	98.11	95.45	2.805	36.42
	F W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	CF7A	951	571	10.029	4.782	377.76	2.510	2.502	2.519	99.67	100.34	3.955	52.50
		CF7B	856	501	10.010	4.561	358.94	2.510	2.413	2.384	96.15	94.99	2.715	37.86
		CF7C	935	561	10.003	4.808	377.85	2.510	2.505	2.473	99.79	98.54	3.510	46.46
		CF7D	925	551	10.006	4.865	382.55	2.510	2.475	2.418	98.60	96.34	3.225	42.18
	G W=110kg/m ³ W/C=33.0% s/a=42.0%	CG7A	878	527	10.010	4.525	356.10	2.517	2.502	2.465	99.42	97.93	3.745	52.64
		CG7B	861	503	9.984	4.739	371.01	2.517	2.403	2.321	95.48	92.21	2.065	27.78
		CG7C	911	547	9.986	4.706	368.57	2.517	2.507	2.471	99.59	98.17	3.770	51.07
		CG7D	986	584	10.011	5.256	413.71	2.517	2.453	2.384	97.47	94.71	3.745	45.31
S/a, W の変化	A W=120kg/m ³ W/C=38.0% s/a=46.0%	DA7A	923	550	10.079	4.772	380.74	2.496	2.473	2.425	99.08	97.17	3.500	46.33
		DA7B	854	494	10.055	4.627	367.41	2.496	2.371	2.324	94.98	93.09	1.835	25.11
		DA7C	955	569	10.066	4.894	389.46	2.496	2.474	2.453	99.12	98.26	3.520	45.49
		DA7D	877	506	10.059	4.818	382.88	2.496	2.365	2.291	94.77	91.78	1.910	25.09
	B W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=46.0%	DB7A	969	583	10.030	5.006	395.53	2.509	2.507	2.450	99.92	97.66	3.565	45.20
		DB7B	860	507	10.015	4.546	358.11	2.509	2.437	2.401	97.14	95.70	2.845	39.78
		DB7C	881	526	10.003	4.567	358.91	2.509	2.481	2.454	98.89	97.79	3.180	44.04
		DB7D	908	525	9.980	5.047	394.81	2.509	2.371	2.299	94.52	91.64	2.000	25.28
	C W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=46.0%	DC7A	958	576	10.003	4.912	386.02	2.521	2.511	2.480	99.61	98.39	3.560	46.13
		DC7B	839	491	10.003	4.502	353.80	2.521	2.409	2.373	95.57	94.11	2.140	30.25
		DC7C	956	570	10.023	4.985	393.32	2.521	2.476	2.432	98.21	96.45	3.215	40.96
		DC7D	873	505	10.010	4.838	380.74	2.521	2.371	2.293	94.05	90.97	1.960	25.77
	I W=120kg/m ³ W/C=38.0% s/a=38.0%	DI7A	1,007	604	10.002	5.349	420.28	2.499	2.498	2.396	99.95	95.86	4.100	48.79
		DI7B	846	499	9.985	4.484	351.12	2.499	2.439	2.410	97.60	96.45	3.700	52.61
		DI7C	896	534	10.000	4.713	370.16	2.499	2.473	2.420	98.95	96.85	3.195	43.16
		DI7D	845	489	9.980	4.779	373.84	2.499	2.377	2.260	95.11	90.42	2.455	32.77
	J W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=38.0%	DJ7A	920	553	10.034	4.742	374.97	2.511	2.511	2.452	100.01	97.67	3.700	48.50
		DJ7B	887	526	10.021	4.675	368.72	2.511	2.460	2.405	97.98	95.77	3.345	45.46
		DJ7C	844	502	9.999	4.361	342.44	2.511	2.470	2.463	98.38	98.11	2.815	41.10
		DJ7D	958	558	10.003	5.376	422.48	2.511	2.396	2.267	95.41	90.27	3.240	38.36
	K W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=38.0%	DK7A	1,003	607	10.001	5.160	405.35	2.523	2.531	2.475	100.33	98.09	4.100	50.58
		DK7B	886	530	10.028	4.557	359.91	2.523	2.485	2.463	98.48	97.60	3.255	45.35
		DK7C	879	522	10.010	4.632	364.52	2.523	2.459	2.411	97.48	95.58	3.315	45.52
		DK7D	845	489	10.004	4.747	373.13	2.523	2.374	2.264	94.11	89.72	2.320	31.10

表 - II - e

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 (g)		直径φ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮固め率 (%)		割裂強度試験	
			硬化気中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より	7 日	
													最大荷重 (t)	割裂強度 (kg/cm ²)
凍結融解試験	A = 0% 縮固め率98%	PH0-1-4-A	906	547	9.989	4.628	362.68	2.522	2.525	2.498	100.11	99.04	2.785	38.35
		PH0-1-4-B	904	540	10.037	4.657	368.47	2.522	2.486	2.452	98.55	97.23	3.030	41.27
		PH0-1-4-C	914	544	9.985	4.786	375.52	2.522	2.469	2.435	97.90	96.54	2.660	35.40
		PH0-1-4-D	936	544	10.016	5.194	409.24	2.522	2.386	2.286	94.63	90.64	1.905	23.31
	A = 0% 縮固め率96%	PH0-2-4-A	921	555	9.997	4.660	365.78	2.522	2.515	2.517	99.72	99.78	3.635	49.67
		PH0-2-4-B	861	511	10.014	4.499	354.34	2.522	2.459	2.431	97.52	96.38	3.340	47.20
		PH0-2-4-C	893	533	10.013	4.612	363.17	2.522	2.481	2.459	98.36	97.50	3.405	46.94
		PH0-2-4-D	959	559	9.999	5.223	410.13	2.522	2.400	2.338	95.16	92.72	2.805	34.19
	A = 0% 縮固め率94%	PH0-3-4-A	894	537	10.003	4.638	364.49	2.522	2.500	2.454	99.13	97.29	3.365	46.17
		PH0-3-4-B	837	491	10.021	4.506	355.39	2.522	2.417	2.356	95.83	93.41	2.785	39.26
		PH0-3-4-C	910	545	10.036	4.710	372.59	2.522	2.491	2.442	98.76	96.83	3.620	48.75
		PH0-3-4-D	943	551	10.019	5.197	409.72	2.522	2.404	2.302	95.31	91.28	2.805	34.30
	A = 0% 縮固め率92%	PH0-4-4-A	877	526	10.035	4.519	357.41	2.522	2.499	2.452	99.07	97.24	2.765	38.82
		PH0-4-4-B	862	502	10.014	4.752	374.27	2.522	2.392	2.303	94.84	91.30	1.900	25.42
		PH0-4-4-C	852	508	10.068	4.354	348.49	2.522	2.475	2.458	98.13	97.45	3.050	44.30
		PH0-4-4-D	920	531	10.038	5.134	406.29	2.522	2.364	2.264	93.75	89.76	2.055	25.39
	A = 2% 縮固め率96%	PH2-1-7-A	923	554	10.007	4.703	369.89	2.522	2.502	2.494	99.21	98.89	3.640	49.24
		PH2-1-7-B	874	515	10.034	4.636	366.59	2.522	2.435	2.385	96.54	94.57	3.000	41.06
		PH2-1-7-C	897	538	10.035	4.599	363.74	2.522	2.497	2.465	98.03	97.74	3.400	46.90
		PH2-1-7-D	948	556	10.036	5.130	405.82	2.522	2.421	2.335	95.98	92.60	3.035	37.53
	A = 2% 縮固め率94%	PH2-2-7-A	909	545	9.971	4.685	365.83	2.522	2.498	2.485	99.06	98.53	3.720	50.70
		PH2-2-7-B	914	536	9.987	4.897	389.61	2.522	2.416	2.383	95.81	94.50	3.210	41.78
		PH2-2-7-C	916	543	10.012	4.752	374.12	2.522	2.457	2.448	97.40	97.06	3.420	45.76
		PH2-2-7-D	920	533	10.007	5.192	408.35	2.522	2.377	2.252	94.23	89.28	1.985	24.32
	A = 2% 縮固め率92%	PH2-3-7-A	880	528	10.011	4.449	350.19	2.522	2.499	2.511	99.07	99.58	3.230	46.17
		PH2-3-7-B	854	500	10.010	4.488	353.19	2.522	2.416	2.417	95.80	95.85	1.920	27.21
		PH2-3-7-C	905	532	10.006	4.842	380.75	2.522	2.427	2.377	96.24	94.26	2.810	36.92
		PH2-3-7-D	892	516	10.008	5.010	394.11	2.522	2.372	2.262	94.06	89.60	2.045	25.97
	A = 4% 縮固め率96%	PH4-1-7-A	927	556	10.043	4.732	374.85	2.522	2.498	2.473	99.04	98.05	3.770	50.50
		PH4-1-7-B	931	548	9.992	4.862	382.82	2.522	2.428	2.432	96.27	96.44	3.125	40.78
		PH4-1-7-C	877	520	10.049	4.533	359.52	2.522	2.454	2.440	97.30	96.76	3.190	44.58
		PH4-1-7-D	864	494	10.049	4.824	382.60	2.522	2.335	2.259	92.60	89.55	2.180	28.63
	A = 4% 縮固め率94%	PH4-2-7-A	885	527	10.032	4.525	357.67	2.522	2.473	2.474	98.05	98.11	2.865	40.18
		PH4-2-7-B	870	512	9.993	4.630	363.13	2.522	2.430	2.397	96.37	95.03	2.835	39.01
		PH4-2-7-C	919	545	10.020	4.794	378.03	2.522	2.453	2.432	97.27	96.44	3.215	42.61
		PH4-2-7-D	917	530	10.020	5.118	403.58	2.522	2.368	2.271	93.90	90.05	2.100	26.07
	A = 4% 縮固め率92%	PH4-3-7-A	909	538	10.008	4.728	371.93	2.522	2.454	2.443	97.30	96.88	3.115	41.91
		PH4-3-7-B	824	480	10.010	4.427	348.39	2.522	2.396	2.365	95.01	93.76	2.730	39.22
		PH4-3-7-C	875	518	10.015	4.554	358.74	2.522	2.448	2.439	97.06	96.72	2.680	37.41
		PH4-3-7-D	927	533	10.014	5.225	411.52	2.522	2.356	2.252	93.42	89.28	2.260	27.50

表 - 11.7

供試体種類	載荷方向	理論最大密度 (g/cm ³)	各部別密度(g/cm ³)					各部別縮率(%)					平均強度試驗 (kg/cm ²)
			上面部 計算値	上面部 実測値	全体 実測値	下面部 実測値	下面部 計算値	上面部 計算値	上面部 実測値	全体 実測値	下面部 実測値	下面部 計算値	
AD-1	側面(1層打設)	2.498	2.457	2.416	2.376	2.334	2.293	98.36	96.72	95.13	93.45	91.81	50.9
AD-2		2.498	2.469	2.423	2.366	2.331	2.286	98.84	97.00	94.70	93.33	91.49	53.1
AD-3		2.498	2.448	2.407	2.371	2.325	2.285	98.01	96.37	94.91	93.09	91.45	54.0
AD-4	打設面(1層打設)	2.498	2.470	2.423	2.376	2.329	2.283	98.88	97.00	95.10	93.25	91.37	50.8
AD-5		2.498	2.460	2.420	2.388	2.340	2.300	98.48	96.88	95.59	93.68	92.09	46.5
AD-6		2.498	2.460	2.411	2.375	2.314	2.265	98.48	96.53	95.07	92.62	90.66	51.5
AD-7	底面(1層打設)	2.498	2.443	2.409	2.365	2.341	2.307	97.81	96.45	94.68	93.72	92.36	59.0
AD-8		2.498	2.467	2.423	2.382	2.334	2.290	98.78	97.00	95.36	93.45	91.67	63.4
AD-9		2.498	2.469	2.424	2.361	2.333	2.288	98.60	97.04	94.54	93.41	91.59	62.3
AD-13	側面(2層打設)	2.498	2.425	2.404	2.370	2.363	2.342	97.08	96.25	94.86	94.59	93.76	56.2
AD-14		2.498	2.456	2.424	2.375	2.361	2.329	98.30	97.04	95.08	94.51	93.25	54.8
AD-15		2.498	2.429	2.415	2.400	2.387	2.372	97.26	96.68	96.09	95.54	94.97	57.2
AD-16	打設面(2層打設)	2.498	2.436	2.414	2.377	2.370	2.348	97.53	96.65	95.17	94.87	93.98	56.9
AD-17		2.498	2.449	2.417	2.373	2.353	2.321	98.05	96.76	94.98	94.20	92.91	45.9
AD-18	底面(2層打設)	2.498	2.406	2.403	2.392	2.396	2.396	96.31	96.21	95.74	96.01	95.91	59.3
AD-20		2.498	2.444	2.418	2.388	2.367	2.341	97.83	96.80	95.59	94.75	93.72	60.0
AD-21		2.498	2.458	2.428	2.381	2.369	2.339	98.38	97.20	95.33	94.83	93.64	67.9
AF-1	側面(1層打設)	2.510	2.447	2.428	2.391	2.390	2.370	97.97	97.20	95.71	95.66	94.89	69.3
AF-2		2.510	2.474	2.438	2.397	2.366	2.330	98.56	97.13	95.48	94.26	92.82	50.9
AF-3		2.510	2.469	2.438	2.390	2.336	2.286	99.15	97.13	95.21	93.08	91.06	52.1
AF-4	打設面(1層打設)	2.510	2.485	2.438	2.385	2.343	2.296	99.01	97.13	95.02	93.35	91.47	53.2
AF-5		2.510	2.481	2.437	2.393	2.349	2.305	98.84	97.09	95.33	93.59	91.84	44.4
AF-6		2.510	2.480	2.429	2.387	2.326	2.275	98.82	96.77	95.12	92.69	90.64	42.9
AF-7	底面(1層打設)	2.510	2.478	2.433	2.374	2.343	2.298	98.72	96.93	94.59	93.35	91.57	43.0
AF-8		2.510	2.464	2.420	2.373	2.333	2.280	98.15	96.42	94.54	92.96	91.23	54.6
AF-9		2.510	2.475	2.432	2.392	2.345	2.302	98.62	96.89	95.29	93.43	91.70	56.1
AF-13	側面(2層打設)	2.510	2.452	2.415	2.385	2.342	2.306	97.68	96.22	95.00	93.32	91.86	51.8
AF-14		2.510	2.419	2.417	2.413	2.414	2.413	96.36	96.30	96.13	96.18	96.12	62.2
AF-15		2.510	2.392	2.399	2.406	2.415	2.423	95.28	95.59	95.84	96.22	96.54	66.8
AF-16	打設面(2層打設)	2.510	2.405	2.408	2.406	2.414	2.417	95.83	95.95	95.84	96.18	96.30	52.2
AF-17		2.510	2.393	2.399	2.402	2.413	2.420	95.32	95.59	95.71	96.14	96.42	57.8
AF-18		2.510	2.405	2.403	2.411	2.400	2.399	95.81	95.75	96.04	95.63	95.57	62.0
AF-19	底面(2層打設)	2.510	2.406	2.413	2.428	2.427	2.434	95.87	96.14	96.74	96.69	96.97	65.7
AF-20		2.510	2.417	2.412	2.402	2.402	2.397	96.30	96.10	95.69	95.71	95.52	61.1
AF-21		2.510	2.445	2.421	2.396	2.374	2.350	97.40	96.46	95.46	94.57	93.63	56.1
AH-1	側面(1層打設)	2.522	2.451	2.423	2.395	2.368	2.340	97.64	96.54	95.42	94.34	93.24	63.4
AH-2		2.522	2.485	2.442	2.399	2.355	2.312	98.54	96.82	95.11	93.38	91.66	53.6
AH-3		2.522	2.491	2.439	2.388	2.334	2.282	98.78	96.70	94.74	92.56	90.49	57.5
AH-4	側面(1層打設)	2.522	2.472	2.432	2.386	2.352	2.312	98.01	96.43	94.60	93.26	91.68	58.3
AH-5		2.522	2.468	2.422	2.369	2.329	2.283	97.88	96.04	93.93	92.36	90.52	55.9
AH-6		2.522	2.441	2.407	2.377	2.340	2.307	96.78	95.45	94.26	92.79	91.46	47.5
AH-7	打設面(1層打設)	2.522	2.433	2.405	2.420	2.349	2.321	96.49	95.37	95.94	93.14	92.03	51.6
AH-8		2.522	2.460	2.412	2.390	2.317	2.269	97.54	95.65	94.78	91.85	89.96	47.4
AH-9		2.522	2.426	2.399	2.392	2.346	2.320	96.19	95.14	94.83	93.03	91.97	43.2
AH-13	側面(2層打設)	2.522	2.468	2.435	2.404	2.369	2.336	97.86	96.55	95.34	93.93	92.62	46.8
AH-14		2.522	2.382	2.386	2.404	2.393	2.396	94.45	94.59	95.30	94.87	95.00	59.4
AH-15		2.522	2.329	2.353	2.403	2.401	2.426	92.34	93.30	95.27	95.22	96.18	54.6
AH-16	打設面(2層打設)	2.522	2.389	2.392	2.434	2.396	2.399	94.73	94.83	96.50	95.02	95.12	66.6
AH-17		2.522	2.360	2.379	2.404	2.404	2.417	93.81	94.32	95.33	95.33	95.84	56.5
AH-18		2.522	2.353	2.378	2.384	2.427	2.452	93.30	94.28	94.52	96.23	97.21	61.6
AH-19	底面(2層打設)	2.522	2.404	2.397	2.421	2.384	2.377	95.33	95.06	96.00	94.51	94.24	56.8
AH-20		2.522	2.410	2.396	2.399	2.370	2.357	95.55	95.02	95.12	93.97	93.44	53.5
AH-21		2.522	2.368	2.375	2.393	2.389	2.395	93.89	94.16	94.89	94.71	94.98	42.2
			2.500	2.432	2.409	2.295	2.226	99.15	96.43	95.51	90.99	88.28	59.2

表 - II. 8

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	締固め率 (%)	圧縮強度試験 (kg/cm ²)					
				7 日			28 日		
				2層締固め	3層締固め	4層締固め	2層締固め	3層締固め	4層締固め
供試体の作製 方法の検討	D W=120kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	A D - 1	98.39	482.00					
		A D - 2	98.88	458.00					
		A D - 3	98.49	409.00					
		A D - 4	98.87				573.00		
		A D - 5	98.87				471.00		
		A D - 6	98.83				470.00		
		A D - 7	98.11						
		A D - 8	98.70		448.00				
		A D - 9	98.75		393.00				
		A D - 10	98.09		471.00				
		A D - 11	98.24					475.00	
		A D - 12	98.45					504.00	
		A D - 13	98.98					539.00	
		A D - 14	98.75						
		A D - 15	97.23			431.00			
		A D - 16	98.33			443.00			
		A D - 17	98.12			392.00			
		A D - 18	97.40						552.00
		A D - 19	97.83						485.00
		A D - 20	97.43						484.00
		A D - 21	98.21						
	F W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	A F - 1	98.00	348.00					
		A F - 2	94.30	382.00					
		A F - 3	98.20	279.00					
		A F - 4	98.54				411.00		
		A F - 5	97.43				490.00		
		A F - 6	98.50				375.00		
		A F - 7	97.63						
		A F - 8	97.17		448.00				
		A F - 9	98.00		377.00				
		A F - 10	97.01		430.00				
		A F - 11	98.14					529.00	
		A F - 12	97.43					541.00	
		A F - 13	97.84					572.00	
		A F - 14	98.81						
		A F - 15	97.51			453.00			
		A F - 16	97.10			446.00			
		A F - 17	94.58			352.00			
		A F - 18	98.15						510.00
		A F - 19	97.00						551.00
		A F - 20	97.48						586.00
		A F - 21	98.72						
	H W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	A H - 1	98.93	373.00					
		A H - 2	98.82	387.00					
		A H - 3	98.60	304.00					
		A H - 4	98.86				430.00		
		A H - 5	97.47				452.00		
		A H - 6	97.95				454.00		
		A H - 7	98.21						
		A H - 8	97.00		431.00				
		A H - 9	98.21		426.00				
		A H - 10	98.22		426.00				
		A H - 11	98.04					502.00	
		A H - 12	97.09					542.00	
		A H - 13	98.74					482.00	
		A H - 14	98.41						
		A H - 15	98.05			395.00			
		A H - 16	98.14			387.00			
		A H - 17	98.70			383.00			
		A H - 18	98.05						580.00
		A H - 19	98.70						591.00
		A H - 20	98.33						490.00
		A H - 21	98.04						

表 - II . 9

試験項目	コンクリート 配合	供試体種類	露出面 (%)	圧縮強度試験 (kg/cm ²)					
				7 日			28 日		
				2層露出面	3層露出面	4層露出面	2層露出面	3層露出面	4層露出面
供試体密度 の変化	D W=120kg/m ³ W/C=38.0% S/A=42.0%	BD-1	95.97	318.00					
		BD-2	93.89	178.00					
		BD-3	93.84	211.00					
		BD-4	94.85				224.00		
		BD-5	94.15				289.00		
		BD-6	95.58				330.00		
		BD-7	93.05						
		BD-8	95.74	326.00					
		BD-9	95.96	301.00					
		BD-10	94.78	257.00					
		BD-11	95.13				327.00		
		BD-12	94.82				328.00		
		BD-13	96.30				409.00		
		BD-14	94.29						
		BD-15	97.38	414.00					
		BD-16	96.08	307.00					
		BD-17	96.92	332.00					
		BD-18	98.92				389.00		
		BD-19	97.15				386.00		
		BD-20	97.86				377.00		
		BD-21	97.18						
		BD-22	98.06	462.00					
		BD-23	99.01	533.00					
		BD-24	98.10	511.00					
		BD-25	98.22				504.00		
		BD-26	97.06				527.00		
		BD-27	98.01				527.00		
		BD-28	98.02						
	F W=110kg/m ³ W/C=38.0% S/A=42.0%	BF-1	94.28	269.00					
		BF-2	93.53	243.00					
		BF-3	94.36	234.00					
		BF-4	93.19				209.00		
		BF-5	94.48				275.00		
		BF-6	93.82				220.00		
		BF-7	96.28						
		BF-8	94.96	309.00					
		BF-9	94.95	289.00					
		BF-10	95.47	320.00					
		BF-11	95.68				409.00		
		BF-12	95.09				426.00		
		BF-13	94.97				385.00		
		BF-14	95.76						
		BF-15	97.99	465.00					
		BF-16	97.11	440.00					
		BF-17	97.47	427.00					
		BF-18	97.47				474.00		
		BF-19	97.10				478.00		
		BF-20	98.98				432.00		
		BF-21	96.85						
		BF-22	98.44	436.00					
		BF-23	97.25	368.00					
		BF-24	98.91	491.00					
		BF-25	97.65				408.00		
		BF-26	97.80				480.00		
		BF-27	97.24				429.00		
		BF-28	99.22						

表 - II . 1 0

試験項目	コンクリート 配 合	供試体種類	締固め率 (%)	圧縮強度試験 (kg/cm ²)					
				7 日			28 日		
				2 層締固め	3 層締固め	4 層締固め	2 層締固め	3 層締固め	4 層締固め
	H W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/B=42.0%	BH-1	93.52	228.00					
		BH-2	92.15	170.00					
		BH-3	93.54	204.00					
		BH-4	93.87				296.00		
		BH-5	93.46				272.00		
		BH-6	94.79				358.00		
		BH-7	93.72						
		BH-8	95.51	311.00					
		BH-9	95.32	243.00					
		BH-10	95.31	263.00					
		BH-11	97.03				400.00		
		BH-12	95.27				323.00		
		BH-13	95.36				294.00		
		BH-14	95.77						
		BH-15	96.53	410.00					
		BH-16	95.68	382.00					
		BH-17	96.62	334.00					
		BH-18	96.72				408.00		
		BH-19	97.81				559.00		
		BH-20	97.30				407.00		
		BH-21	96.18						
		BH-22	97.63	409.00					
		BH-23	97.42	415.00					
		BH-24	97.12	409.00					
		BH-25	98.06				538.00		
		BH-26	98.14				558.00		
		BH-27	97.63				510.00		
		BH-28	96.86						

表 - II . 1 1

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	締固め率 (%)	圧縮強度試験 (kg/cm ²)					
				7 日			28 日		
				2層締固め	3層締固め	4層締固め	2層締固め	3層締固め	4層締固め
水セメント比の变化	E W=110kg/m ³ W/C=43.0% S/A=42.0%	C	92.15	335.00					
			92.83	329.00					
			97.37	382.00					
			90.05				332.00		
			90.89				400.00		
			97.31				400.00		
			90.20						
			90.39	301.00					
			96.47	403.00					
	F W=110kg/m ³ W/C=38.0% S/A=42.0%	C	95.04	321.00					
			90.10				400.00		
			90.29				381.00		
			90.37				395.00		
			90.10						
			90.24	420.00					
	G W=110kg/m ³ W/C=33.0% S/A=42.0%	C	90.84	405.00					
			90.40	449.00					
			90.90				400.00		
			90.38				400.00		
			97.34				500.00		
			95.05						
W/C比の变化	A W=120kg/m ³ W/C=38.0% S/A=40.0%	C	95.51	350.00					
			90.24	352.00					
			95.01	375.00					
			90.40				400.00		
			90.30				435.00		
			90.14				391.00		
			95.05						
			95.70	325.00					
			90.11	329.00					
	B W=110kg/m ³ W/C=39.0% S/A=40.0%	C	90.11	347.00					
			90.21				447.00		
			90.91				400.00		
			90.15				425.00		
			95.78						
			95.81	304.00					
	C W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/A=40.0%	C	90.78	400.00					
			95.51	369.00					
			90.10				397.00		
			90.07				357.00		
			90.17				373.00		
			94.86						
	I W=120kg/m ³ W/C=38.0% S/A=38.0%	C	94.30	410.00					
			95.59	385.00					
			95.22	450.00					
			94.09				531.00		
			94.84				543.00		
			94.29				490.00		
	J W=110kg/m ³ W/C=38.0% S/A=38.0%	C	95.73						
			93.33	413.00					
			94.71	445.00					
			93.71	403.00					
			94.12				483.00		
			94.36				494.00		
	K W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/A=38.0%	C	94.54				504.00		
			95.55						
			93.33	352.00					
			93.95	302.00					
			94.07	344.00					
			93.92				421.00		
		C	94.69				487.00		
			94.03				422.00		
			94.34						

表 - II . 1 2

試験項目	コンクリート 配合	供試体種類	締固め率 (%)	圧縮強度試験 (kg/cm ²)					
				7 日			28 日		
				2層締固め	3層締固め	4層締固め	2層締固め	3層締固め	4層締固め
凍結融解試験	H A = 0% 締固め率98%	TM0-1-1	94.59	350.00					
		TM0-1-2	94.76	351.00					
		TM0-1-3	94.83	355.00					
		TM0-1-4	95.56						
	H A = 0% 締固め率96%	TM0-2-1	94.27	432.00					
		TM0-2-2	93.57	398.00					
		TM0-2-3	93.90	405.00					
		TM0-2-4	95.48						
	H A = 0% 締固め率94%	TM0-3-1	91.95	323.00					
		TM0-3-2	92.25	402.00					
		TM0-3-3	92.19	319.00					
		TM0-3-4	94.27						
	H A = 0% 締固め率92%	TM0-4-1	90.40	315.00					
		TM0-4-2	90.99	324.00					
		TM0-4-3	91.80	292.00					
		TM0-4-4	93.28						
	H A = 2% 締固め率96%	TM2-1-1	93.52	413.00					
		TM2-1-2	94.27	405.00					
		TM2-1-3	93.45	379.00					
		TM2-1-4	93.00				348.00		
		TM2-1-5	93.00				440.00		
		TM2-1-6	92.53				435.00		
		TM2-1-7	95.72						
	H A = 2% 締固め率94%	TM2-2-1	92.81	389.00					
		TM2-2-2	95.02	404.00					
		TM2-2-3	92.10	344.00					
		TM2-2-4	92.72				311.00		
		TM2-2-5	92.45				307.00		
		TM2-2-6	92.70				300.00		
		TM2-2-7	94.87						
	H A = 2% 締固め率92%	TM2-3-1	90.49	297.00					
		TM2-3-2	90.89	271.00					
		TM2-3-3	91.93	293.00					
		TM2-3-4	91.22				303.00		
		TM2-3-5	91.84				317.00		
		TM2-3-6	90.89				320.00		
		TM2-3-7	93.20						
	H A = 4% 締固め率96%	TM4-1-1	94.18	375.00					
		TM4-1-2	95.02	295.00					
		TM4-1-3	93.74	344.00					
		TM4-1-4	93.88				430.00		
		TM4-1-5	93.89				410.00		
		TM4-1-6	94.44				400.00		
		TM4-1-7	95.80						
	H A = 4% 締固め率94%	TM4-2-1	93.29	315.00					
		TM4-2-2	92.82	310.00					
		TM4-2-3	93.30	348.00					
		TM4-2-4	93.30				370.00		
		TM4-2-5	92.85				397.00		
		TM4-2-6	93.22				375.00		
		TM4-2-7	94.85						
	H A = 4% 締固め率92%	TM4-3-1	90.71	270.00					
		TM4-3-2	91.23	274.00					
		TM4-3-3	91.37	310.00					
		TM4-3-4	90.78				307.00		
		TM4-3-5	91.28				397.00		
		TM4-3-6	91.40				375.00		
		TM4-3-7	93.19						

表 - II . 1 3

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	縮固め率 (%)	曲げ強度試験 (kg/cm ²)							
				7 日				28 日			
				側面載荷		打設面載荷		底面載荷		側面載荷	
				1 層縮固め	2 層縮固め	1 層縮固め	2 層縮固め	1 層縮固め	2 層縮固め	1 層縮固め	2 層縮固め
供試体の作製 方法の検討	D W=120kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	AD-1	95.13	50.9							
		AD-2	94.70	53.1							
		AD-3	94.91	54.0							
		AD-4	95.10			50.8					
		AD-5	95.59			46.5					
		AD-6	95.07			51.5					
		AD-7	94.68					59.0			
		AD-8	95.36					63.4			
		AD-9	94.54					62.3			
		AD-10	94.89							59.1	
		AD-11	95.46							57.3	
		AD-12	95.60							65.0	
		AD-13	94.86		56.2						
		AD-14	95.08		54.8						
		AD-15	96.09		57.2						
		AD-16	95.17				56.9				
		AD-17	94.98				45.9				
		AD-18	95.74				59.3				
		AD-19	95.59						60.0		
		AD-20	95.33						67.9		
		AD-21	95.71						69.3		
		AD-22	91.96								57.2
		AD-23	95.48								62.9
		AD-24	94.22								60.1

表 - II . 1 4

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	縮固め率 (%)	曲げ強度試験 (kg/cm ²)							
				7 日				28 日			
				側面載荷		打設面載荷		底面載荷		側面載荷	
				1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め
F	W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	AF-1	95.48	50.9							
		AF-2	95.21	52.1							
		AF-3	95.02	53.2							
		AF-4	95.33			44.4					
		AF-5	95.12			42.9					
		AF-6	94.59			43.0					
		AF-7	94.54					54.6			
		AF-8	95.29					56.1			
		AF-9	95.00					51.8			
		AF-10	94.68							59.8	
		AF-11	95.54							53.7	
		AF-12	95.95							59.7	
		AF-13	96.13		62.2						
		AF-14	95.84		66.8						
		AF-15	95.84		52.2						
		AF-16	95.71				57.8				
		AF-17	96.04				62.0				
		AF-18	96.74				65.7				
		AF-19	95.69						61.1		
		AF-20	95.46						56.1		
		AF-21	95.42						63.4		
		AF-22	95.50								57.8
		AF-23	96.19								67.9
		AF-24	95.64								64.5

表 - II . 1 5

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	縮固め率 (%)	曲げ強度試験 (kg/cm ²)							
				7 日				28 日			
				側面載荷		打設面載荷		底面載荷		側面載荷	
				1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め
	H W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0%	AH-1	95.11								
		AH-2	94.74					53.6			
		AH-3	94.60					57.5			
		AH-4	93.93	55.9				58.3			
		AH-5	94.26	47.5							
		AH-6	95.94	51.6							
		AH-7	94.78								
		AH-8	94.83			47.4					
		AH-9	95.34			43.2					
		AH-10	95.31			46.8					
		AH-11	96.18							54.8	
		AH-12	95.51							55.0	
		AH-13	95.30		59.4					56.9	
		AH-14	95.27		54.6						
		AH-15	96.50		66.6						
		AH-16	95.33								
		AH-17	94.52				58.5				
		AH-18	96.00				61.6				
		AH-19	95.12				56.8				
		AH-20	94.89						53.5		
		AH-21	95.51						42.2		
		AH-22	96.25						59.2		
		AH-23	95.50								58.5
		AH-24	96.11								61.8
											61.1

表 - II . 1 6

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	縮固め率 (%)	曲げ強度試験 (kg/cm ²)							
				側面載荷		7 日 打設面載荷		底面載荷		28 日 側面載荷	
				1 層縮固め	2 層縮固め	1 層縮固め	2 層縮固め	1 層縮固め	2 層縮固め	1 層縮固め	2 層縮固め
供試体密度 の変化	D W=120kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0%	BD-1	93.24	43.7							
		BD-2	92.70	45.8							
		BD-3	93.52	50.0							
		BD-4	94.52							47.8	
		BD-5	93.30							50.8	
		BD-6	94.12							51.5	
		BD-7	94.52	53.2							
		BD-8	94.45	56.2							
		BD-9	94.22	46.1							
		BD-10	94.19							52.3	
		BD-11	94.20							58.4	
		BD-12	94.27							56.4	
		BD-13	95.72	54.5							
		BD-14	95.62	49.9							
		BD-15	47.73	56.7							
		BD-16	95.38							64.7	
		BD-17	95.50							65.7	
		BD-18	95.46							60.6	
		BD-19	96.72	56.5							
		BD-20	96.49	61.6							
		BD-21	97.18	61.7							
		BD-22	96.22							62.4	
		BD-23	96.95							71.5	
		BD-24	97.16							74.1	

表 - II . 1 7

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	締固め率 (%)	曲げ強度試験 (kg/cm ²)							
				7 日				28 日			
				側面載荷		打設面載荷		底面載荷		側面載荷	
				1 層締固め	2 層締固め	1 層締固め	2 層締固め	1 層締固め	2 層締固め	1 層締固め	2 層締固め
F	W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	BF-1	93.77	44.5							
		BF-2	92.37	39.2							
		BF-3	91.92	44.3							
		BF-4	92.52							47.0	
		BF-5	93.06							46.0	
		BF-6	92.64							47.6	
		BF-7	94.51	49.8							
		BF-8	97.93	64.9							
		BF-9	94.39	44.1							
		BF-10	94.01							51.6	
		BF-11	94.47							57.0	
		BF-12	94.21							47.4	
		BF-13	96.03	53.0							
		BF-14	95.68	53.8							
		BF-15	95.60	56.0							
		BF-16	94.76							56.1	
		BF-17	95.13							58.8	
		BF-18	94.95							51.2	
		BF-19	96.96	62.7							
		BF-20	96.76	60.7							
		BF-21	95.95	51.8							
		BF-22	96.57							59.6	
		BF-23	95.70							61.8	
		BF-24	95.74							58.7	

表 - II . 1 8

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	縮固め率 (%)	曲げ強度試験 (kg/cm ²)							
				7 日				2 8 日			
				側面載荷		打設面載荷		底面載荷		側面載荷	
				1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め
	H W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	BH-1	92.64	42.4							
		BH-2	92.32	45.6							
		BH-3	91.97	40.7							
		BH-4	92.24							44.7	
		BH-5	92.70							51.2	
		BH-6	92.75							48.9	
		BH-7	92.79	42.2							
		BH-8	93.51	47.8							
		BH-9	93.31	45.9							
		BH-10	93.41							56.9	
		BH-11	93.85							51.1	
		BH-12	93.94							48.8	
		BH-13	94.13	49.2							
		BH-14	94.60	53.8							
		BH-15	94.33	51.5							
		BH-16	94.84							54.6	
		BH-17	94.85							53.6	
		BH-18	94.51							56.1	
		BH-19	95.89	48.9							
		BH-20	96.35	55.8							
		BH-21	96.11	55.8							
		BH-22	95.59							60.4	
		BH-23	95.38							56.8	
		BH-24	95.56							58.2	

表 - II . 1 9

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	縮固め率 (%)	面付強度試験 (kg/cm ²)							
				7 日				28 日			
				側面載荷		打設面載荷		底面載荷		側面載荷	
				1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め
水セメント比 の変化	E W=110kg/m ³ W/C=43.0% s/a=42.0%	CE-1	95.78	53.3							
		CE-2	95.16	45.0							
		CE-3	95.53	47.9							
		CE-4	95.50							56.1	
		CE-5	95.77							53.9	
		CE-6	95.74							55.2	
	F W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	CF-1	95.77	56.2							
		CF-2	95.35	54.9							
		CF-3	94.51	47.3							
		CF-4	95.95							60.4	
		CF-5	94.97							55.9	
		CF-6	96.21							62.4	
	G W=110kg/m ³ W/C=33.0% s/a=42.0%	CG-1	95.20	56.4							
		CG-2	95.78	56.7							
		CG-3	95.36	52.8							
		CG-4	95.95							64.5	
		CG-5	94.97							58.0	
		CG-6	95.72							64.8	
s/a, W の変化	A W=120kg/m ³ W/C=38.0% s/a=46.0%	DA-1	95.47	60.0							
		DA-2	95.20	53.3							
		DA-3	95.43	48.5							
		DA-4	95.68							56.9	
		DA-5	96.30							60.0	
		DA-6	95.75							63.2	
	B W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=46.0%	DB-1	94.85	53.5							
		DB-2	94.38	44.4							
		DB-3	94.58	50.1							
		DB-4	95.11							55.6	
		DB-5	95.56							55.8	
		DB-6	95.47							59.9	
	C W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=46.0%	DC-1	94.81	47.9							
		DC-2	94.63	46.5							
		DC-3	94.48	49.7							
		DC-4	95.90							53.7	
		DC-5	95.44							55.3	
		DC-6	95.54							50.7	
	I W=120kg/m ³ W/C=38.0% s/a=38.0%	DI-1	95.71	56.2							
		DI-2	95.70	57.1							
		DI-3	95.91	58.5							
		DI-4	95.22							60.6	
		DI-5	96.81							74.0	
		DI-6	94.92							54.7	
	J W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=38.0%	DJ-1	96.15	58.0							
		DJ-2	95.12	58.1							
		DJ-3	96.00	58.8							
		DJ-4	95.62							63.4	
		DJ-5	95.57							57.2	
		DJ-6	96.21							68.4	
	K W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=38.0%	DK-1	95.79	57.7							
		DK-2	94.90	58.9							
		DK-3	95.44	57.8							
		DK-4	95.59							63.3	
		DK-5	94.83							60.6	
		DK-6	94.89							60.9	

表 - II . 2 0

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	縮固め率 (%)	曲げ強度試験 (kg/cm ²)							
				7 日				28 日			
				側面引張		底面引張		打設面引張		側面引張	
				1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め
凍結融解試験	W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0% A = 0% 縮固め率 98%	TH0-1-1	96.41								
		1-2	95.63								
		1-3	96.52								
		1-4	96.97		61.9						
		1-5	96.64		59.7						
		1-6	96.34		62.8						
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0% A = 0% 縮固め率 96%	TH0-2-1	94.19								
		2-2	94.32								
		2-3	94.51								
		2-4	95.03								
		2-5	95.21								
		2-6	94.74		50.0						
		2-7	95.79		51.8						
		2-8	95.45		57.3						
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0% A = 0% 縮固め率 94%	TH0-3-1	93.95								
		3-2	93.94								
		3-3	94.29								
		3-4	93.30								
		3-5	93.62		37.5						
		3-6	94.45		52.4						
		3-7	94.55		54.2						
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0% A = 0% 縮固め率 92%	TH0-4-1	93.09								
		4-2	92.59								
		4-3	91.81								
		4-4	92.53								
		4-5	92.40		38.3						
		4-6	92.19		48.2						
		4-7	92.97		43.0						

表 - II . 2 1

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	縮固め率 (%)	曲げ強度試験 (kg/cm2)									
				7 日				28 日					
				側面引張		底面引張		打設面引張		側面引張			
				1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め	1層縮固め	2層縮固め		
	W=100kg/m3 W/C=38.0% S/a=42.0% A = 2% 縮固め率 96%	PH2-1-1	95.19										
		1-2	94.54										
		1-3	95.41										
		1-4	94.23										
		1-5	94.92										
		1-6	94.14		57.5								
		1-7	94.88		52.8								
		1-8	95.64		49.9								
		1-9	95.44										58.6
		1-10	95.38										63.3
	W=100kg/m3 W/C=38.0% S/a=42.0% A = 2% 縮固め率 94%	PH2-2-1	94.14										62.7
		2-2	94.29										
		2-3	93.07										
		2-4	94.62										
		2-5	93.41		45.5								
		2-6	93.15		46.0								
		2-7	93.82		48.2								
		2-8	93.70										
		2-9	92.80										49.8
		2-10	94.10										48.7
	W=100kg/m3 W/C=38.0% S/a=42.0% A = 2% 縮固め率 92%	PH2-3-1	93.03										61.9
		3-2	92.34										
		3-3	91.52										
		3-4	91.88										
		3-5	91.54		40.3								
		3-6	91.73		41.1								
		3-7	91.97		41.3								
		3-8	92.78										51.1
		3-9	93.29										51.1
		3-10	92.29										48.4

表 - II . 2 2

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	締固め率 (%)	曲げ強度試験 (kg/cm ²)							
				7 日				28 日			
				側面引張		底面引張		打設面引張		側面引張	
				1層締固め	2層締固め	1層締固め	2層締固め	1層締固め	2層締固め	1層締固め	2層締固め
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 4% 締固め率 96%	TH4-1-1	94.81								
		1-2	95.10								
		1-3	94.47								
		1-4	95.37								
		1-5	94.94		51.7						
		1-6	94.41		52.3						
		1-7	94.97		53.4						
		1-8	94.65								62.3
		1-9	95.12								61.6
		1-10	95.29								64.6
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 4% 締固め率 94%	TH4-2-1	93.92								
		2-2	93.14								
		2-3	94.29								
		2-4	94.14								
		2-5	94.07		51.8						
		2-6	93.91		53.1						
		2-7	94.29		49.3						
		2-8	94.54								57.0
		2-9	93.88								49.4
		2-10	93.90								57.4
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 4% 締固め率 92%	TH4-3-1	90.64								
		3-2	92.63								
		3-3	92.21								
		3-4	92.87								
		3-5	92.68		50.1						
		3-6	93.16		49.4						
		3-7	91.99		49.0						
		3-8	91.47								45.8
		3-9	92.08								49.0
		3-10	92.71								52.4

表 - II . 2 3

試験項目	供試体種類	養生条件 養生期間	材 質	質量 W (g)		長さ l (cm)	幅 b (cm)	高さ h (cm)	体積 V (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		締固率 (%)	曲げ強度試験 (kg/cm ²) 側面載荷 1層締固め
				型付脱型時	試験時						型付脱型時	試験時		
養生条件と 強度発現特性	E F P C S H M B A G K N O U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF BG BH BI BJ BK BL BM BN BO BP BQ BR BS BT BU BV BW BX BY BZ CA CB CC CD CE CF CG CH CI CJ CK CL CM CN CO CP CQ CR CS CT CU CV CW CX CY CZ DA DB DC DD DE DF DG DH DI DJ DK DL DM DN DO DP DQ DR DS DT DU DV DW DX DY DZ EA EB EC ED EE EF EG EH EI EJ EK EL EM EN EO EP EQ ER ES ET EU EV EW EX EY EZ FA FB FC FD FE FF FG FH FI FJ FK FL FM FN FO FP FQ FR FS FT FU FV FW FX FY FZ GA GB GC GD GE GF GG GH GI GJ GK GL GM GN GO GP GQ GR GS GT GU GV GW GX GY GZ HA HB HC HD HE HF HG HH HI HJ HK HL HM HN HO HP HQ HR HS HT HU HV HW HX HY HZ IA IB IC ID IE IF IG IH II IJ IK IL IM IN IO IP IQ IR IS IT IU IV IW IX IY IZ JA JB JC JD JE JF JG JH JI JJ JK JL JM JN JO JP JQ JR JS JT JU JV JW JX JY JZ KA KB KC KD KE KF KG KH KI KJ KL KM KN KO KP KQ KR KS KT KU KV KW KX KY KZ LA LB LC LD LE LF LG LH LI LJ LK LM LN LO LP LQ LR LS LT LU LV LW LX LY LZ MA MB MC MD ME MF MG MH MI MJ MK ML MN MO MP MQ MR MS MT MU MV MW MX MY MZ NA NB NC ND NE NF NG NH NI NJ NK NL NM NO NP NQ NR NS NT NU NV NW NX NY NZ OA OB OC OD OE OF OG OH OI OJ OK OL OM ON OO OP OQ OR OS OT OU OV OW OX OY OZ PA PB PC PD PE PF PG PH PI PJ PK PL PM PN PO PP PQ PR PS PT PU PV PW PX PY PZ QA QB QC QD QE QF QG QH QI QJ QK QL QM QN QO QP QQ QR QS QT QU QV QW QX QY QZ RA RB RC RD RE RF RG RH RI RJ RK RL RM RN RO RP RQ RR RS RT RU RV RW RX RY RZ SA SB SC SD SE SF SG SH SI SJ SK SL SM SN SO SP SQ SR SS ST SU SV SW SX SY SZ TA TB TC TD TE TF TG TH TI TJ TK TL TM TN TO TP TQ TR TS TT TU TV TW TX TY TZ UA UB UC UD UE UF UG UH UI UJ UK UL UM UN UO UP UQ UR US UT UU UV UW UX UY UZ VA VB VC VD VE VF VG VH VI VJ VK VL VM VN VO VP VQ VR VS VT VU VV VW VX VY VZ WA WB WC WD WE WF WG WH WI WJ WK WL WM WN WO WP WQ WR WS WT WU WV WW WX WY WZ XA XB XC XD XE XF XG XH XI XJ XK XL XM XN XO XP XQ XR XS XT XU XV XW XX XY XZ YA YB YC YD YE YF YG YH YI YJ YK YL YM YN YO YP YQ YR YS YT YU YV YW YX YY YZ ZA ZB ZC ZD ZE ZF ZG ZH ZI ZJ ZK ZL ZM ZN ZO ZP ZQ ZR ZS ZT ZU ZV ZW ZX ZY ZZ	1日	1日	2,503	2,503	40,100	10,007	10,054	4,042.52	2,510	2,371	2,371	94.45	38.8
				2,502	2,502	39,967	10,012	10,003	4,034.30	2,510	2,370	2,370	94.43	36.9
				2,505	2,505	39,473	10,020	10,000	3,996.84	2,510	2,367	2,367	94.48	32.9
				2,506	2,506	40,098	9,988	10,025	4,015.00	2,510	2,367	2,367	94.80	40.8
				2,502	2,502	40,013	10,000	10,026	4,020.90	2,510	2,375	2,371	94.45	45.4
				2,509	2,509	39,768	10,021	10,027	4,027.81	2,510	2,366	2,363	94.15	45.2
				2,500	2,500	40,233	10,001	10,002	4,007.10	2,510	2,354	2,349	93.60	43.5
				2,505	2,505	40,272	10,012	10,004	4,006.00	2,510	2,350	2,344	93.37	48.1
				2,500	2,500	40,460	10,014	10,044	4,069.40	2,510	2,347	2,339	93.20	39.0
				2,500	2,500	40,208	10,016	10,100	4,070.02	2,510	2,347	2,339	94.03	42.8
				2,501	2,501	40,055	10,002	10,045	4,024.27	2,510	2,309	2,301	94.05	54.5
				2,504	2,504	39,020	10,011	10,081	4,018.40	2,510	2,302	2,274	94.60	51.5
				2,505	2,505	39,266	10,017	10,077	4,014.12	2,510	2,300	2,298	93.64	48.0
				2,500	2,500	40,110	10,032	10,036	4,030.32	2,510	2,300	2,290	93.64	44.1
				2,500	2,500	39,818	10,014	10,000	4,026.45	2,510	2,272	2,260	94.03	50.5
				2,500	2,500	39,080	10,030	10,074	4,030.37	2,510	2,272	2,260	93.53	57.0
				2,504	2,504	40,185	10,010	10,054	4,047.47	2,510	2,255	2,238	93.16	63.0
				2,505	2,505	40,130	10,023	10,034	4,038.04	2,510	2,255	2,236	93.07	59.2
				2,500	2,500	40,090	10,025	10,053	4,030.32	2,510	2,267	2,267	92.48	41.0
				2,500	2,500	40,007	10,027	10,026	4,022.50	2,510	2,269	2,267	92.37	45.4
				2,500	2,500	40,073	9,998	10,047	4,025.90	2,510	2,269	2,260	92.12	47.8
				2,500	2,500	40,123	10,004	10,041	4,022.30	2,510	2,277	2,274	92.50	45.2
				2,500	2,500	40,067	10,000	10,025	4,021.73	2,510	2,282	2,277	94.71	41.0
				2,500	2,500	40,050	10,012	10,020	4,022.04	2,510	2,270	2,274	94.50	40.0
				2,500	2,500	40,137	10,022	10,065	4,048.00	2,510	2,264	2,260	94.33	40.0
				2,500	2,500	40,335	10,015	10,015	4,045.61	2,510	2,262	2,260	94.37	40.0
				2,500	2,500	40,355	10,024	10,049	4,059.00	2,510	2,264	2,264	93.77	47.3
				2,500	2,500	40,123	10,041	10,070	4,050.05	2,510	2,252	2,255	93.81	55.4
				2,500	2,500	40,085	10,015	10,110	4,061.00	2,510	2,268	2,267	93.89	50.1
				2,500	2,500	40,413	9,995	10,030	4,031.40	2,510	2,263	2,247	93.50	72.7
				2,500	2,500	40,063	10,025	10,052	4,040.43	2,510	2,321	2,312	92.10	62.8
				2,500	2,500	40,010	10,000	10,040	4,020.22	2,510	2,277	2,270	94.41	73.2
				2,500	2,500	40,225	10,030	10,103	4,076.12	2,510	2,253	2,275	94.64	45.5
				2,500	2,500	40,285	10,024	10,023	4,025.55	2,510	2,258	2,277	94.70	40.2
				2,500	2,500	40,110	10,015	10,020	4,020.20	2,510	2,261	2,260	95.05	44.3
				2,500	2,500	40,150	10,012	10,105	4,062.04	2,510	2,255	2,256	93.05	45.2
				2,500	2,500	40,250	10,042	10,045	4,051.10	2,510	2,250	2,260	94.01	39.7
				2,500	2,500	40,165	10,027	10,047	4,064.62	2,510	2,254	2,256	93.07	50.5
				2,500	2,500	40,100	10,026	10,046	4,032.72	2,510	2,271	2,268	94.33	44.4
				2,500	2,500	40,180	10,023	10,073	4,057.45	2,510	2,264	2,261	94.00	43.6
				2,500	2,500	40,013	10,045	10,072	4,048.24	2,510	2,267	2,265	94.21	42.0
				2,500	2,500	40,125	9,988	10,025	4,025.55	2,510	2,265	2,245	93.43	59.1
				2,500	2,500	39,935	10,002	10,001	4,030.63	2,510	2,272	2,259	93.99	63.4
				2,500	2,500	40,035	10,010	10,007	4,027.50	2,510	2,260	2,253	93.74	72.0
				2,500	2,500	40,155	9,998	10,060	4,039.03	2,510	2,274	2,274	94.52	34.4
				2,500	2,500	39,965	10,017	10,012	4,027.70	2,510	2,297	2,297	95.50	33.7
				2,500	2,500	39,935	10,021	10,015	4,015.51	2,510	2,297	2,297	95.12	29.7
				2,500	2,500	40,000	9,997	10,049	4,019.39	2,510	2,295	2,291	95.60	49.5
				2,500	2,500	39,705	10,013	10,040	3,996.59	2,510	2,297	2,297	95.15	51.2
				2,500	2,500	39,908	10,011	10,022	4,007.67	2,510	2,283	2,283	95.01	45.4
				2,500	2,500	39,910	10,023	10,042	4,010.90	2,510	2,287	2,284	95.79	45.5
				2,500	2,500	40,140	10,021	10,021	4,023.08	2,510	2,250	2,270	94.71	49.6
				2,500	2,500	40,120	10,019	10,031	4,023.08	2,510	2,276	2,297	95.48	30.0
				2,500	2,500	39,733	10,005	10,071	4,000.55	2,510	2,285	2,298	95.23	21.4
				2,500	2,500	40,040	10,040	10,045	4,028.11	2,510	2,278	2,287	94.21	48.0
				2,500	2,500	40,040	10,015	10,040	4,020.45	2,510	2,296	2,290	95.50	72.1
				2,500	2,500	40,070	10,010	10,007	4,011.91	2,510	2,267	2,269	93.90	53.0
				2,500	2,500	39,903	10,032	10,032	4,016.30	2,510	2,282	2,281	94.00	62.4
				2,500	2,500	40,023	10,020	10,042	4,025.17	2,510	2,276	2,271	94.45	64.0

表 - II . 2 4

試験項目	供試体種類	養生条件 機養養生 期 間	材 質	重量 W (g)	型枠脱型時 試験時	長さ l (cm)	幅 b (cm)	高さ h (cm)	体積 V (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)	型枠脱型時 試験時	容積率 (%)	曲げ強度試験 (kg/cm ²) 側面破面 1層破面
1	5.5	7日	1日	9,554	9,554	40,865	10,814	10,885	4,814.12	2,510	2,380	2,380	94.82	37.5
2	5.5			9,574	9,574	29,288	10,885	10,888	4,827.93	2,510	2,277	2,277	94.70	32.5
3	5.7			9,579	9,579	29,958	10,847	10,847	4,823.81	2,510	2,381	2,381	94.80	35.8
4	5.8		3日	9,693	9,664	29,923	10,822	10,818	4,808.20	2,510	2,393	2,411	96.80	49.4
5	5.9			9,682	9,671	29,925	10,833	10,816	4,812.88	2,510	2,394	2,418	96.83	46.5
6	5.9			9,580	9,572	40,343	10,825	10,825	4,858.54	2,510	2,392	2,393	94.85	44.8
7	6.1		5日	9,590	9,559	29,987	10,822	10,825	4,813.08	2,510	2,387	2,400	95.86	47.6
8	6.2			9,544	9,568	40,843	10,820	10,822	4,823.45	2,510	2,384	2,403	95.72	54.9
9	6.3			9,581	9,553	29,904	10,804	10,837	4,812.79	2,510	2,380	2,400	95.84	56.2
10	7.3		7日	9,618	9,712	40,165	10,823	10,845	4,843.85	2,510	2,378	2,482	95.68	43.8
11	7.4			9,639	9,722	40,192	10,825	10,842	4,828.31	2,510	2,380	2,488	95.83	45.8
12	7.5			9,557	9,658	40,160	10,841	10,820	4,844.16	2,510	2,383	2,380	95.87	50.9
13	7.6			9,682	9,677	40,288	10,811	10,840	4,841.32	2,510	2,376	2,395	95.48	49.3
14	7.7			9,585	9,552	40,150	10,821	10,840	4,841.54	2,510	2,366	2,388	95.14	52.3
15	7.8			9,689	9,700	40,288	10,818	10,831	4,849.77	2,510	2,373	2,395	95.42	48.2
16	7.9			9,558	9,547	40,188	10,882	10,827	4,831.27	2,510	2,259	2,393	95.34	52.5
17	8.0			9,584	9,681	40,132	10,838	10,846	4,846.28	2,510	2,399	2,393	95.32	55.3
18	8.1			9,650	9,735	40,185	10,824	10,855	4,851.31	2,510	2,382	2,483	95.74	55.8
19	8.2			9,594	9,666	40,183	10,824	10,823	4,827.31	2,510	2,376	2,394	95.39	53.8
20	8.4			9,908	9,970	40,318	10,846	10,155	4,112.31	2,510	2,484	2,424	96.56	58.0
21	8.5			9,614	9,689	40,153	10,835	10,838	4,844.67	2,510	2,377	2,395	95.41	55.9
22	8.5			9,688	9,578	40,053	10,842	10,830	4,824.19	2,510	2,382	2,389	95.58	53.2
23	8.7			9,595	9,574	40,388	10,817	10,826	4,848.15	2,510	2,378	2,390	95.21	53.8
24	8.7			9,617	9,693	40,253	10,812	10,826	4,830.81	2,510	2,380	2,399	95.67	50.1
25	7.0		14日	9,622	9,681	40,075	10,824	10,816	4,823.52	2,510	2,391	2,386	95.87	58.3
26	7.1			9,497	9,479	29,915	10,814	9,992	3,994.29	2,510	2,378	2,373	94.55	51.2
27	7.2			9,591	9,571	40,053	10,810	10,843	4,828.52	2,510	2,382	2,377	94.78	57.7
28	8.0	2日	2日	9,580	9,654	40,138	10,814	10,845	4,843.54	2,510	2,399	2,398	95.12	50.1
29	8.0			9,688	9,697	40,385	10,839	10,823	4,825.93	2,510	2,399	2,391	95.26	59.5
30	8.0			9,584	9,666	40,243	10,819	10,822	4,848.82	2,510	2,372	2,372	95.30	86.8
31	8.0			9,635	9,711	40,138	10,882	10,829	4,826.25	2,510	2,393	2,412	96.89	87.8
32	8.0			9,644	9,713	29,935	10,825	10,829	4,815.89	2,510	2,482	2,419	96.38	58.4
33	8.0			9,580	9,650	29,995	10,822	10,829	4,828.32	2,510	2,383	2,482	95.59	85.7
34	8.0			9,617	9,700	40,385	10,811	10,814	4,848.88	2,510	2,375	2,390	95.45	84.3
35	8.0			9,590	9,668	40,182	10,816	10,814	4,831.37	2,510	2,380	2,398	95.55	87.2
36	8.0			9,628	9,708	40,083	10,815	10,830	4,828.76	2,510	2,390	2,410	96.80	58.8
37	8.0			9,685	9,698	29,995	10,842	10,839	4,831.96	2,510	2,382	2,482	95.75	87.1
38	8.0			9,598	9,685	40,888	10,835	10,831	4,828.44	2,510	2,384	2,485	95.83	83.3
39	8.0			9,590	9,681	40,285	10,822	10,840	4,845.48	2,510	2,372	2,393	95.34	86.7
40	8.0			9,597	9,677	40,038	10,814	10,841	4,825.84	2,510	2,384	2,484	95.78	58.6
41	8.0			9,586	9,670	40,173	10,881	10,188	4,857.88	2,510	2,357	2,383	94.94	58.3
42	8.0			9,599	9,681	40,258	10,818	10,822	4,848.31	2,510	2,378	2,390	95.48	88.4

表 - II . 2 5

供試体 膜養生剤種類	材令	番号	供試体重量測定値(g)							締固め率 (%)	曲げ強度試験 (kg/cm ²)
			打設後	塗布後	揮発分控除	1日後	2日後	3日後	7日後		
アクリル	1日	1	9,622	9,640	9,631	9,569				94.70	36.8
		5	9,633	9,649	9,640	9,579				95.04	34.9
		7	9,621	9,635	9,626	9,563				93.97	34.5
エポキシ	1日	2	9,640	9,655	9,641	9,641				95.29	44.5
		4	9,611	9,628	9,614	9,608				95.15	40.9
		8	9,597	9,630	9,616	9,613				94.81	41.0
無塗布	1日	3	9,638			9,602				94.77	37.7
		6	9,633			9,596				94.47	39.9
		9	9,628			9,612				94.75	45.3
アクリル	2日	10	9,625	9,647	9,638	9,569	9,566			93.88	45.1
		11	9,628	9,645	9,636	9,569	9,564			94.80	44.7
		12	9,626	9,635	9,626	9,563	9,557			94.90	44.6
エポキシ	2日	13	9,638	9,655	9,641	9,628	9,623			95.10	50.5
		14	9,655	9,673	9,659	9,649	9,641			94.83	51.2
		15	9,645	9,658	9,644	9,630	9,621			94.54	49.1
無塗布	2日	16	9,632			9,618	9,660			94.93	48.8
		17	9,621			9,608	9,648			95.42	49.4
		18	9,624			9,616	9,648			95.34	52.8
アクリル	3日	19	9,653	9,666	9,657	9,591	9,584	9,583		94.68	40.2
		22	9,638	9,658	9,649	9,584	9,578	9,577		94.23	44.3
		25	9,614	9,630	9,621	9,562	9,557	9,554		94.63	49.5
エポキシ	3日	20	9,607	9,665	9,651	9,593	9,585	9,581		94.50	48.6
		23	9,600	9,614	9,600	9,584	9,576	9,574		94.52	58.1
		26	9,611	9,626	9,612	9,597	9,590	9,590		94.48	53.0
無塗布	3日	21	9,612			9,601		9,651		94.99	52.6
		24	9,627			9,613		9,669		95.36	52.9
		27	9,642			9,615		9,678		95.40	53.7
アクリル	7日	28	9,649	9,669	9,660	9,598	9,596	9,595	9,592	94.99	48.7
		31	9,636	9,656	9,647	9,582	9,579	9,577	9,576	93.95	50.6
		35	9,621	9,640	9,631	9,569	9,564	9,563	9,562	94.72	49.8
エポキシ	7日	29	9,612	9,633	9,619	9,609	9,604	9,603	9,601	95.27	62.6
		32	9,643	9,664	9,650	9,646	9,643	9,642	9,641	95.49	57.5
		34	9,553	9,613	9,599	9,593	9,588	9,587	9,586	94.98	64.0
無塗布	7日	30	9,626			9,605			9,667	95.55	62.7
		33	9,616			9,597			9,653	95.32	60.0
		36	9,622			9,614			9,664	95.97	59.5

1.3 静弾性係数、ポアソン比測定結果

表 - II . 2 6

供試体種類	弾固め率 (%)		静弾性係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比
	水中重量より	寸法より		
A D - 1	97.65	96.39	323,000	0.176
A D - 2	97.90	95.80	300,000	0.179
A D - 3	97.56	95.45	293,000	0.190
A D - 4	98.61	96.87	350,000	0.231
A D - 5	98.36	95.87	329,000	0.159
A D - 6	97.52	95.83	352,000	0.231
A F - 1	97.52	96.00	297,000	0.147
A F - 2	95.63	94.30	209,000	0.127
A F - 3	97.57	96.20	213,000	0.088
A F - 4	97.02	96.54	446,000	0.225
A F - 5	98.08	97.43	342,000	0.177
A F - 6	97.08	96.56	322,000	0.084
A H - 1	98.56	95.93	290,000	0.135
A H - 2	97.95	96.82	321,000	0.191
A H - 3	98.73	96.65	295,000	0.230
A H - 4	97.60	96.80	340,000	0.254
A H - 5	97.88	97.47	336,000	0.208
A H - 6	97.79	97.05	349,000	0.226
B D - 4	96.51	94.85	244,000	0.329
B D - 5	96.32	94.16	200,000	0.317
B D - 6	97.12	95.58	306,000	0.253
B D - 8	98.24	96.74	218,000	0.201
B D - 9	97.50	95.06	260,000	0.201
B D - 10	97.83	94.74	215,000	0.261
B D - 11	97.37	95.13	204,000	0.146
B D - 13	97.96	96.30	317,000	0.245
B D - 18	97.85	96.82	283,000	0.255
B D - 19	98.22	97.15	334,000	0.208
B D - 20	97.70	97.06	283,000	0.154
B D - 25	98.99	98.22	391,000	0.184
B D - 26	98.41	97.46	300,000	0.213
B D - 27	99.82	98.61	380,000	0.204
B H - 1	95.28	93.52	254,000	0.169
B H - 2	94.86	92.15	230,000	0.281
B H - 3	95.26	93.54	240,000	0.141
B H - 4	95.67	93.07	239,000	0.233
B H - 5	95.78	93.40	267,000	0.214
B H - 6	96.54	94.79	317,000	0.214
B H - 8	96.20	95.51	270,000	0.112
B H - 9	95.95	95.32	228,000	0.124
B H - 10	96.14	95.31	174,000	0.350
B H - 12	96.59	95.27	325,000	0.214
B H - 13	95.89	95.30	292,000	0.169
B H - 15	97.55	96.53	175,000	0.101
B H - 16	97.51	95.68	160,000	0.100
B H - 18	98.32	96.72	379,000	0.106
B H - 19	98.70	97.81	305,000	0.202
B H - 20	97.68	97.30	374,000	0.225
B H - 25	98.48	98.06	303,000	0.181
B H - 26	98.70	98.14	322,000	0.203
B H - 27	98.42	97.63	303,000	0.208

供試体種類	弾固め率 (%)		静弾性係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比
	水中重量より	寸法より		
C E - 1	97.82	96.15	295,000	0.198
C E - 2	97.90	96.83	250,000	0.196
C E - 3	98.12	97.37	300,000	0.161
C E - 4	97.06	96.82	297,000	0.270
C E - 5	97.92	98.09	330,000	0.203
C E - 6	98.67	97.31	351,000	0.202
C F - 1	97.77	98.58	290,000	0.211
C F - 2	97.58	90.47	301,000	0.203
C F - 3	97.19	95.04	279,000	0.231
C F - 4	97.65	96.10	319,000	0.226
C F - 5	97.52	98.29	327,000	0.230
C F - 6	97.83	96.33	216,000	0.231
C G - 1	97.42	96.24	311,000	0.152
C G - 2	97.85	96.84	336,000	0.201
C G - 3	97.46	96.40	323,000	0.201
C G - 4	98.17	96.90	291,000	0.140
C G - 5	97.53	96.38	350,000	0.224
C G - 6	96.32	97.34	357,000	0.214
D A - 1	97.16	95.51	310,000	0.183
D A - 2	97.21	96.24	280,000	0.200
D A - 3	97.48	95.91	306,000	0.185
D A - 4	97.25	95.49	340,000	0.180
D A - 5	97.45	96.30	344,000	0.192
D A - 6	97.19	96.14	310,000	0.184
D B - 1	97.38	95.70	330,000	0.159
D B - 2	97.16	96.11	320,000	0.176
D B - 3	97.08	96.11	315,000	0.173
D B - 4	96.96	96.21	355,000	0.189
D B - 5	97.13	96.91	302,000	0.130
D B - 6	97.18	96.16	336,000	0.180
D C - 1	96.87	95.01	216,000	0.076
D C - 2	97.61	96.78	317,000	0.190
D C - 3	97.17	95.51	287,000	0.140
D C - 4	97.46	96.19	102,000	0.075
D C - 5	97.00	96.07	253,000	0.116
D C - 6	97.12	96.17	340,000	0.241
D I - 4	98.23	94.80	300,000	0.140
D I - 5	98.39	94.84	272,000	0.192
D J - 6	96.86	94.29	359,000	0.205
D J - 4	97.52	94.12	301,000	0.176
D J - 5	97.99	94.30	370,000	0.207
D J - 6	97.35	94.54	305,000	0.143
D K - 4	97.56	93.92	397,000	0.156
D K - 5	96.69	94.69	372,000	0.194
D K - 6	97.15	94.83	260,000	0.145

供試体種類	弾固め率 (%)		静弾性係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比
	水中重量より	寸法より		
TH2-1-1	98.85	93.62	310,000	0.164
TH2-1-2	97.26	94.27	340,000	0.197
TH2-1-3	96.95	93.45	331,000	0.144
TH2-1-4	97.39	93.68	301,000	0.164
TH2-1-5	97.41	93.66	269,000	0.116
TH2-1-6	98.54	93.63	225,000	0.122
TH2-2-4	96.42	92.72	106,000	0.127
TH2-2-5	96.40	92.45	227,000	0.104
TH2-2-6	96.27	92.70	368,000	0.166
TH2-3-4	95.75	91.23	320,000	0.164
TH2-3-5	95.51	91.04	285,000	0.164
TH2-3-6	95.48	90.80	327,000	0.148
TH4-1-1	98.43	94.18	296,000	0.153
TH4-1-2	96.44	95.02	266,000	0.155
TH4-1-3	96.47	93.74	280,000	0.141
TH4-1-4	96.94	93.88	339,000	0.151
TH4-1-5	96.94	93.69	342,000	0.161
TH4-1-6	97.25	94.44	340,000	0.185
TH4-2-1	95.90	93.24	303,000	0.100
TH4-2-2	95.52	92.82	260,000	0.143
TH4-2-3	96.23	93.30	279,000	0.153
TH4-2-4	96.24	93.30	303,000	0.189
TH4-2-5	96.11	92.85	266,000	0.207
TH4-2-6	95.93	93.22	305,000	0.203
TH4-3-1	95.03	90.71	277,000	0.166
TH4-3-4	95.18	90.78	324,000	0.224
TH4-3-5	95.35	91.30	333,000	0.206
TH4-3-6	95.61	91.46	315,000	0.230

1.4 供試体締固め率測定結果

表 - II. 27

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 (g)			直径φ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮め率 (%)	
			打設時	硬化気中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より
供試体の作製 方法の検討	D w=120kg/m ³ w/c=38.0% s/a=42.0%	AD-1	3,719.2	3,798.0	2,241.0	10.003	20.072	1,577.40	2.498	2.439	2.408	97.65	96.39
		AD-2	3,784.6	3,793.4	2,242.2	10.010	20.126	1,583.86	2.498	2.445	2.395	97.90	95.88
		AD-3	3,716.6	3,794.3	2,237.4	10.038	20.107	1,591.22	2.498	2.437	2.385	97.56	95.46
		AD-4	3,716.5	3,821.4	2,270.0	10.019	20.030	1,579.14	2.498	2.463	2.420	98.61	96.87
		AD-5	3,717.0	3,795.5	2,250.8	10.029	20.063	1,584.90	2.498	2.457	2.395	98.36	95.87
		AD-6	3,712.9	3,789.7	2,234.0	10.007	20.128	1,583.06	2.498	2.436	2.394	97.52	95.83
		AD-7	3,719.6	3,747.3	2,203.1	10.066	19.820	1,577.27	2.498	2.427	2.376	97.15	95.11
		AD-8	3,728.9	3,810.3	2,251.6	9.996	20.088	1,576.45	2.498	2.445	2.417	97.86	96.76
		AD-9	3,743.1	3,832.5	2,267.8	10.033	20.267	1,602.29	2.498	2.449	2.392	98.05	95.75
		AD-10	3,723.7	3,840.3	2,280.1	10.022	20.094	1,585.13	2.498	2.461	2.423	98.54	96.99
		AD-11	3,720.1	3,810.7	2,254.0	10.001	20.178	1,585.09	2.498	2.448	2.404	98.00	96.24
		AD-12	3,718.1	3,806.8	2,251.6	10.000	20.117	1,579.99	2.498	2.448	2.409	97.90	96.45
		AD-13	3,727.1	3,830.2	2,260.9	10.027	20.042	1,582.61	2.498	2.441	2.420	97.71	96.88
		AD-14	3,726.6	3,747.1	2,218.0	10.007	19.918	1,566.53	2.498	2.451	2.392	98.10	95.75
		AD-15	3,719.6	3,821.0	2,266.8	10.001	20.027	1,573.23	2.498	2.458	2.429	98.42	97.23
		AD-16	3,759.9	3,862.6	2,296.5	9.996	21.112	1,656.81	2.498	2.466	2.331	98.73	93.33
		AD-17	3,730.0	3,830.4	2,265.5	10.050	20.111	1,595.35	2.498	2.448	2.401	97.99	96.12
		AD-18	3,752.0	3,852.8	2,276.7	10.002	20.154	1,583.52	2.498	2.445	2.433	97.86	97.40
		AD-19	3,725.3	3,854.3	2,286.7	9.985	20.142	1,577.21	2.498	2.459	2.444	98.43	97.83
		AD-20	3,723.8	3,835.8	2,275.5	10.000	20.066	1,575.98	2.498	2.458	2.434	98.41	97.43
		AD-21	3,730.3	3,746.1	2,223.2	10.054	19.634	1,558.75	2.498	2.460	2.403	98.47	96.21

表 - 11.28

試験項目	コンクリート 配合	供試体種類	重量 (g)			直径φ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮径率 (%)	
			打設時	硬化水中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より
F w=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%		AF-1	3,737.0	3,817.5	2,258.0	10.020	20.092	1,584.34	2.510	2.448	2.410	97.53	96.00
		AF-2	3,737.0	3,815.7	2,226.0	10.061	20.278	1,612.12	2.510	2.400	2.367	95.63	94.30
		AF-3	3,734.0	3,802.9	2,250.0	10.005	20.033	1,574.96	2.510	2.448	2.415	97.57	96.20
		AF-4	3,736.0	3,812.4	2,259.8	9.984	20.096	1,573.29	2.510	2.455	2.423	97.82	96.54
		AF-5	3,735.0	3,817.9	2,267.1	9.965	20.017	1,561.15	2.510	2.462	2.446	98.08	97.43
		AF-6	3,887.0	3,825.5	2,270.0	9.997	20.109	1,578.41	2.510	2.459	2.424	97.98	96.56
		AF-7	3,592.0	3,744.7	2,218.1	10.029	19.345	1,528.18	2.510	2.453	2.450	97.73	97.63
		AF-8	3,737.0	3,845.8	2,283.7	10.016	20.013	1,576.85	2.510	2.462	2.439	98.09	97.17
		AF-9	3,729.0	3,822.4	2,261.8	10.006	20.036	1,575.51	2.510	2.449	2.426	97.58	96.66
		AF-10	3,757.0	3,848.9	2,282.9	10.022	20.037	1,580.63	2.510	2.458	2.435	97.92	97.01
		AF-11	3,742.0	3,862.6	2,294.2	9.994	19.989	1,568.05	2.510	2.463	2.463	98.12	98.14
		AF-12	3,749.0	3,857.2	2,292.1	10.016	20.019	1,577.32	2.510	2.465	2.445	98.19	97.43
		AF-13	3,740.0	3,868.4	2,303.0	10.006	20.032	1,575.20	2.510	2.471	2.456	98.45	97.84
		AF-14	3,731.0	3,735.6	2,214.0	10.018	19.707	1,553.36	2.510	2.455	2.405	97.81	95.81
		AF-15	3,781.0	3,863.0	2,300.3	10.007	20.068	1,578.34	2.510	2.472	2.448	98.49	97.51
		AF-16	3,739.0	3,854.4	2,289.3	10.013	20.083	1,581.42	2.510	2.463	2.437	98.12	97.10
		AF-17	3,660.0	3,770.3	2,214.8	10.033	20.089	1,588.22	2.510	2.424	2.374	96.57	94.58
		AF-18	3,768.0	3,885.0	2,316.0	10.005	20.058	1,576.93	2.510	2.476	2.464	98.65	98.15
		AF-19	3,768.0	3,861.1	2,297.0	10.035	20.051	1,585.84	2.510	2.469	2.435	98.35	97.00
		AF-20	3,767.0	3,845.5	2,285.3	9.984	20.076	1,571.72	2.510	2.465	2.447	98.20	97.48
		AF-21	3,780.0	3,789.0	2,234.7	10.022	19.681	1,552.55	2.510	2.456	2.428	97.87	96.72

表 - II . 2 9

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重 量 (g)			直径φ (cm)	高さ h (cm)	体 積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮 小 率 (%)	
			打設時	硬化気中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より
H W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/A=42.0%		AH-1	3,765.0	3,828.5	2,288.3	10.014	20.093	1,582.52	2.522	2.486	2.419	98.56	95.93
		AH-2	3,756.0	3,852.8	2,293.1	10.018	20.017	1,577.80	2.522	2.470	2.442	97.95	96.82
		AH-3	3,769.0	3,837.8	2,296.5	10.013	19.993	1,574.33	2.522	2.490	2.438	98.73	96.66
		AH-4	3,764.0	3,848.6	2,286.0	10.018	19.987	1,575.43	2.522	2.463	2.443	97.66	96.86
		AH-5	3,759.0	3,845.3	2,287.6	9.979	20.000	1,564.21	2.522	2.469	2.458	97.88	97.47
		AH-6	3,758.0	3,833.2	2,278.9	9.981	20.017	1,566.16	2.522	2.466	2.448	97.79	97.05
		AH-7	3,771.0	3,786.2		10.056	19.648	1,560.48	2.522		2.426	0.00	96.21
		AH-8	3,776.0	3,855.2	2,293.4	10.007	20.038	1,575.98	2.522	2.468	2.446	97.88	97.00
		AH-9	3,778.0	3,847.5	2,284.0	10.020	20.109	1,585.68	2.522	2.461	2.426	97.57	96.21
		AH-10	3,771.0	3,825.8	2,272.4	10.017	20.006	1,576.61	2.522	2.483	2.427	97.65	96.22
		AH-11	3,769.0	3,835.4	2,277.3	9.987	20.047	1,570.40	2.522	2.462	2.442	97.60	96.84
		AH-12	3,772.0	3,853.1	2,290.7	9.999	20.040	1,573.62	2.522	2.466	2.449	97.79	97.09
		AH-13	3,783.0	3,845.4	2,280.0	10.016	20.213	1,592.61	2.522	2.456	2.415	97.40	95.74
		AH-14	3,768.0	3,782.6		10.011	19.765	1,555.76	2.522		2.431	0.00	96.41
		AH-15	3,775.0	3,826.2	2,271.9	10.020	20.031	1,579.53	2.522	2.462	2.422	97.61	96.05
		AH-16	3,775.0	3,826.1	2,274.3	10.020	20.011	1,577.95	2.522	2.466	2.425	97.76	96.14
		AH-17	3,775.0	3,833.0	2,263.1	10.043	20.036	1,587.19	2.522	2.442	2.415	96.81	95.78
		AH-18	3,770.0	3,822.1	2,265.1	10.016	20.026	1,577.88	2.522	2.455	2.422	97.33	96.05
		AH-19	3,765.0	3,822.2	2,266.6	9.990	19.994	1,567.19	2.522	2.457	2.439	97.42	96.70
		AH-20	3,770.0	3,833.4	2,273.4	10.017	20.022	1,577.88	2.522	2.457	2.429	97.43	96.33
		AH-21	3,760.0	3,772.1		10.027	19.929	1,573.68	2.522		2.397	0.00	95.04

表 - 11.30

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 (g)			直径φ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮小率 (%)	
			打設時	硬化気中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より
供試体密度の変化	D W=120kg/m ³ W/C=38.0% S/A=42.0%	BD-1	3,655.9	3,776.8	2,225.7	10.013	20.007	1,575.43	2.498	2.435	2.397	97.47	95.97
		BD-2	3,579.1	3,686.4	2,140.2	9.998	20.020	1,571.74	2.498	2.384	2.345	95.44	93.89
		BD-3	3,586.1	3,698.8	2,165.8	10.009	20.055	1,577.95	2.498	2.413	2.344	96.59	93.84
		BD-4	3,576.4	3,718.3	2,176.0	10.007	19.996	1,572.68	2.498	2.411	2.364	96.51	94.65
		BD-5	3,587.8	3,702.9	2,164.0	9.996	20.061	1,574.33	2.498	2.406	2.352	96.33	94.16
		BD-6	3,656.5	3,776.4	2,220.0	10.013	20.087	1,581.73	2.498	2.426	2.388	97.13	95.58
		BD-7	3,576.8	3,611.8	2,114.8	10.009	19.749	1,553.88	2.498	2.413	2.324	96.58	93.05
		BD-8	3,711.0	3,809.1	2,257.0	10.001	20.065	1,576.22	2.498	2.454	2.417	98.24	96.74
		BD-9	3,641.7	3,767.6	2,220.7	10.008	19.980	1,571.74	2.498	2.436	2.397	97.50	95.96
		BD-10	3,638.4	3,738.4	2,196.0	10.009	20.069	1,579.95	2.498	2.424	2.367	97.03	94.78
		BD-11	3,660.9	3,800.5	2,238.0	10.022	20.274	1,599.33	2.498	2.432	2.376	97.37	95.13
		BD-12	3,639.2	3,743.0	2,202.0	10.011	20.076	1,580.24	2.498	2.429	2.369	97.24	94.82
		BD-13	3,681.2	3,801.5	2,248.0	10.013	20.069	1,580.32	2.498	2.447	2.406	97.96	96.30
		BD-14	3,637.4	3,663.9	2,164.1	10.022	19.720	1,555.63	2.498	2.443	2.355	97.80	94.29
		BD-15	3,715.2	3,844.2	2,275.0	10.027	20.012	1,580.24	2.498	2.450	2.433	98.07	97.38
		BD-16	3,716.5	3,806.8	2,245.3	10.023	20.103	1,586.16	2.498	2.438	2.400	97.59	96.08
		BD-17	3,705.5	3,800.3	2,246.2	9.991	20.021	1,569.62	2.498	2.445	2.421	97.89	96.92
		BD-18	3,712.0	3,821.5	2,258.0	10.001	20.093	1,578.42	2.498	2.444	2.421	97.85	96.92
		BD-19	3,701.2	3,835.0	2,272.0	10.017	20.052	1,580.24	2.498	2.454	2.427	98.22	97.15
		BD-20	3,709.6	3,850.9	2,273.0	10.032	20.094	1,588.30	2.498	2.441	2.425	97.70	97.06
		BD-21	3,698.2	3,727.3	2,207.3	10.021	19.468	1,535.44	2.498	2.452	2.428	98.17	97.18
		BD-22	3,785.7	3,869.2	2,302.5	9.998	20.120	1,579.59	2.498	2.470	2.449	98.87	98.06
		BD-23	3,749.8	3,888.0	2,316.6	9.996	20.032	1,572.05	2.498	2.474	2.473	99.05	99.01
		BD-24	3,785.5	3,869.2	2,302.7	10.006	20.079	1,578.69	2.498	2.470	2.451	98.88	98.10
		BD-25	3,781.5	3,870.0	2,305.0	10.015	20.022	1,577.25	2.498	2.473	2.454	98.99	98.22
		BD-26	3,789.9	3,897.5	2,328.0	10.016	20.236	1,594.42	2.498	2.483	2.444	99.41	97.86
		BD-27	3,799.9	3,885.0	2,327.0	10.018	20.010	1,577.24	2.498	2.494	2.463	99.82	98.61
		BD-28	3,779.0	3,796.4	2,271.0	10.006	19.557	1,537.85	2.498	2.489	2.469	99.63	98.82

表 - II . 3 1

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 (g)			直径φ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮小率 (%)	
			打設時	硬化式中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より
F W=110kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0%		BF-1	3,586.6	3,711.1	2,773.3	9.991	20.003	1,568.21	2.510	2.413	2.366	96.15	94.28
		BF-2	3,592.8	3,699.6	2,168.6	9.989	20.110	1,575.96	2.510	2.416	2.348	96.27	93.53
		BF-3	3,585.1	3,729.1	2,180.0	9.989	20.092	1,574.55	2.510	2.407	2.368	95.91	94.36
		BF-4	3,588.8	3,712.0	2,173.0	10.026	20.102	1,587.03	2.510	2.412	2.339	96.09	93.19
		BF-5	3,595.3	3,720.0	2,164.0	9.986	20.028	1,568.59	2.510	2.391	2.372	95.25	94.48
		BF-6	3,588.0	3,715.0	2,176.0	10.000	20.086	1,577.55	2.510	2.414	2.355	96.17	93.82
		BF-7	3,738.2	3,758.9	2,232.7	9.996	19.820	1,535.41	2.510	2.463	2.417	98.12	96.28
		BF-8	3,660.6	3,763.5	2,217.8	9.987	20.156	1,578.94	2.510	2.435	2.384	97.00	94.96
		BF-9	3,657.5	3,790.2	2,228.0	10.037	20.101	1,590.43	2.510	2.426	2.383	96.66	94.95
		BF-10	3,660.1	3,788.5	2,231.4	9.991	20.166	1,580.98	2.510	2.433	2.396	96.93	95.47
		BF-11	3,665.0	3,784.0	2,235.0	10.000	20.062	1,575.67	2.510	2.443	2.402	97.33	95.68
		BF-12	3,648.9	3,779.0	2,233.0	10.008	20.001	1,573.39	2.510	2.444	2.402	97.39	95.69
		BF-13	3,661.3	3,772.0	2,222.0	10.014	20.091	1,582.36	2.510	2.434	2.384	96.95	94.97
		BF-14	3,664.5	3,696.6	2,185.5	9.976	19.677	1,538.02	2.510	2.446	2.403	97.46	95.76
		BF-15	3,769.9	3,875.5	2,307.9	9.992	20.095	1,575.73	2.510	2.472	2.459	98.50	97.99
		BF-16	3,732.4	3,837.2	2,278.5	10.004	20.028	1,574.25	2.510	2.462	2.437	98.08	97.11
		BF-17	3,747.3	3,847.1	2,286.4	9.992	20.053	1,572.44	2.510	2.465	2.447	98.21	97.47
		BF-18	3,748.7	3,860.0	2,295.0	9.993	20.117	1,577.77	2.510	2.466	2.446	98.27	97.47
		BF-19	3,734.4	3,830.0	2,274.0	10.004	19.981	1,570.56	2.510	2.461	2.439	98.07	97.16
		BF-20	3,753.1	3,868.0	2,297.0	10.055	20.011	1,589.00	2.510	2.462	2.434	98.09	96.98
		BF-21	3,717.0	3,744.2	2,223.7	10.023	19.520	1,540.16	2.510	2.462	2.431	98.11	96.85
		BF-22	3,783.7	3,869.6	2,307.4	9.991	19.976	1,566.09	2.510	2.477	2.471	98.69	98.44
		BF-23	3,772.4	3,850.2	2,285.3	10.012	20.034	1,577.25	2.510	2.460	2.441	98.02	97.25
		BF-24	3,819.0	3,900.1	2,332.5	9.996	20.018	1,570.95	2.510	2.488	2.483	99.12	98.91
		BF-25	3,814.0	3,919.0	2,327.0	10.027	20.249	1,598.95	2.510	2.462	2.451	98.08	97.65
		BF-26	3,783.4	3,869.0	2,308.0	10.022	19.964	1,574.86	2.510	2.479	2.457	98.75	97.88
		BF-27	3,786.2	3,863.0	2,296.0	10.017	20.084	1,582.76	2.510	2.465	2.441	98.22	97.24
		BF-28	3,843.1	3,860.5	2,311.2	10.022	19.837	1,564.86	2.510	2.492	2.467	99.27	98.29

表 - 口 . 3 2

試験項目	コンクリート 配合	供試体種類	重量 (g)			直径φ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮減率 (%)	
			打設時	硬化式中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より
FI W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%		BH-1	3,602.1	3,731.9	2,178.8	10.010	20.106	1,582.28	2.522	2.403	2.359	95.28	93.52
		BH-2	3,602.4	3,752.1	2,180.4	10.022	20.467	1,614.56	2.522	2.387	2.324	94.66	92.15
		BH-3	3,603.7	3,741.5	2,184.2	10.000	20.193	1,585.95	2.522	2.403	2.359	95.26	93.54
		BH-4	3,600.3	3,741.7	2,191.0	10.015	20.063	1,580.48	2.522	2.413	2.367	95.67	93.87
		BH-5	3,599.0	3,750.7	2,198.0	10.012	20.212	1,591.26	2.522	2.416	2.357	95.78	93.46
		BH-6	3,640.6	3,782.6	2,229.0	10.009	20.111	1,582.36	2.522	2.435	2.390	96.54	94.79
		BH-7	3,616.6	3,663.8	2,149.3	10.014	19.682	1,550.15	2.522	2.419	2.364	95.92	93.72
		BH-8	3,707.2	3,792.9	2,232.5	9.988	20.056	1,574.56	2.522	2.431	2.409	96.38	95.51
		BH-9	3,661.7	3,790.9	2,224.3	9.989	20.203	1,576.92	2.522	2.420	2.404	95.95	95.32
		BH-10	3,663.8	3,792.5	2,228.4	9.995	20.109	1,577.78	2.522	2.425	2.404	96.14	95.31
		BH-11	3,729.6	3,859.4	2,288.0	9.983	20.150	1,577.20	2.522	2.456	2.447	97.38	97.03
		BH-12	3,659.7	3,810.0	2,246.0	10.010	20.150	1,585.74	2.522	2.436	2.403	96.59	95.27
		BH-13	3,673.9	3,808.0	2,230.0	10.010	20.121	1,583.46	2.522	2.413	2.405	95.69	95.36
		BH-14	3,679.2	3,722.2	2,196.5	10.011	19.579	1,541.12	2.522	2.440	2.415	96.74	95.77
		BH-15	3,756.0	3,841.7	2,280.2	10.000	20.093	1,578.10	2.522	2.460	2.434	97.55	96.53
		BH-16	3,751.8	3,825.0	2,269.6	10.033	20.050	1,585.13	2.522	2.459	2.413	97.51	95.68
		BH-17	3,758.7	3,860.0	2,291.8	9.996	20.185	1,584.06	2.522	2.461	2.437	97.60	96.62
		BH-18	3,756.2	3,842.7	2,293.0	10.011	20.014	1,575.36	2.522	2.480	2.439	98.32	96.72
		BH-19	3,796.6	3,891.3	2,328.0	10.021	20.001	1,577.48	2.522	2.489	2.467	98.70	97.61
		BH-20	3,765.1	3,871.7	2,300.0	9.994	20.112	1,577.70	2.522	2.463	2.454	97.68	97.30
		BH-21	3,759.4	3,781.7	2,245.7	9.997	19.863	1,559.10	2.522	2.462	2.426	97.62	96.18
		BH-22	3,812.9	3,881.0	2,315.9	9.999	20.072	1,576.14	2.522	2.480	2.462	98.32	97.63
		BH-23	3,819.6	3,909.7	2,328.0	10.023	20.189	1,591.36	2.522	2.472	2.457	98.01	97.42
		BH-24	3,824.3	3,925.4	2,334.4	10.031	20.280	1,602.68	2.522	2.467	2.449	97.83	97.12
		BH-25	3,836.6	3,915.4	2,339.0	10.003	20.145	1,583.13	2.522	2.484	2.473	98.48	98.06
		BH-26	3,827.9	3,919.0	2,346.0	10.027	20.051	1,583.32	2.522	2.491	2.475	98.79	98.14
		BH-27	3,831.3	3,911.8	2,336.0	10.022	20.139	1,588.68	2.522	2.482	2.462	98.43	97.63
		BH-28	3,817.2	3,828.7	2,288.5	10.044	19.781	1,567.30	2.522	2.486	2.443	98.57	96.86

表 - II. 3 3

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 (g)			直径φ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮み率 (%)	
			打設時	硬化空中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より
水セメント比 の変化	E W=110kg/m ³ W/C=43.0% s/a=42.0%	CE-1	3,723.2	3,797.8	2,244.2	10.003	20.073	1,577.48	2.504	2.445	2.408	97.62	96.15
		CE-2	3,732.3	3,822.8	2,264.6	10.015	20.015	1,576.69	2.504	2.453	2.425	97.98	96.83
		CE-3	3,739.8	3,851.1	2,284.6	10.006	20.086	1,579.44	2.504	2.458	2.438	98.18	97.37
		CE-4	3,729.5	3,840.4	2,270.0	10.057	20.108	1,587.33	2.504	2.445	2.404	97.66	96.02
		CE-5	3,740.4	3,826.7	2,266.0	10.044	20.072	1,590.35	2.504	2.452	2.406	97.92	96.09
		CE-6	3,757.6	3,857.2	2,296.1	10.026	20.050	1,582.92	2.504	2.471	2.437	98.67	97.31
		CE-7	3,721.8	3,739.7	2,215.4	10.000	19.767	1,552.50	2.504	2.453	2.409	97.98	96.20
	F W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	CF-1	3,746.1	3,826.1	2,268.2	10.003	20.095	1,579.20	2.510	2.454	2.424	97.77	96.58
		CF-2	3,737.1	3,826.4	2,264.2	10.017	20.052	1,580.24	2.510	2.449	2.421	97.58	96.47
		CF-3	3,742.2	3,842.7	2,267.5	10.030	20.260	1,600.78	2.510	2.439	2.401	97.19	95.64
		CF-4	3,729.9	3,832.7	2,269.0	10.045	20.050	1,588.93	2.510	2.451	2.412	97.65	96.10
		CF-5	3,727.8	3,830.3	2,265.5	10.011	20.135	1,584.88	2.510	2.448	2.417	97.52	96.29
		CF-6	3,725.2	3,821.7	2,265.4	10.017	20.057	1,580.63	2.510	2.456	2.418	97.83	96.33
		CF-7	3,777.6	3,796.8	2,259.4	9.991	19.653	1,540.77	2.510	2.470	2.464	98.39	98.18
	G W=110kg/m ³ W/C=33.0% s/a=42.0%	CG-1	3,748.9	3,821.2	2,262.8	10.001	20.080	1,577.39	2.517	2.452	2.422	97.42	96.24
		CG-2	3,739.3	3,825.1	2,272.0	9.989	20.025	1,569.30	2.517	2.463	2.437	97.85	96.84
		CG-3	3,730.4	3,820.1	2,263.2	10.003	20.034	1,574.41	2.517	2.454	2.426	97.48	96.40
		CG-4	3,756.4	3,845.1	2,289.0	10.009	20.036	1,576.46	2.517	2.471	2.439	98.17	96.90
		CG-5	3,745.9	3,834.3	2,272.3	10.005	20.104	1,580.54	2.517	2.455	2.426	97.53	96.38
		CG-6	3,753.0	3,848.0	2,293.0	10.001	19.994	1,570.64	2.517	2.475	2.450	98.32	97.34
		CG-7	3,736.6	3,764.5	2,233.8	10.004	19.849	1,560.18	2.517	2.459	2.413	97.71	95.86

表 - II . 3 4

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 (g)			直径φ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮小率 (%)	
			打設時	硬化気中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より
s/a. W の変化	A W=120kg/m ³ W/C=38.0% s/a=46.0%	DA-1	3,706.5	3,775.0	2,218.3	10.011	20.118	1,583.54	2.496	2.425	2.384	97.16	95.51
		DA-2	3,709.8	3,781.8	2,223.2	9.991	20.082	1,574.40	2.496	2.426	2.402	97.21	96.24
		DA-3	3,707.4	3,767.5	2,219.0	10.020	19.959	1,573.85	2.496	2.433	2.394	97.48	95.91
		DA-4	3,696.4	3,791.8	2,229.7	9.992	20.078	1,574.40	2.496	2.427	2.408	97.25	96.49
		DA-5	3,704.2	3,802.2	2,239.1	10.010	20.083	1,580.47	2.496	2.432	2.406	97.45	96.38
		DA-6	3,700.8	3,803.8	2,235.7	9.984	20.248	1,585.19	2.496	2.428	2.400	97.19	96.14
		DA-7	3,706.1	3,735.0	2,191.5	10.063	19.794	1,574.27	2.496	2.420	2.373	96.95	95.05
	B W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=46.0%	DB-1	3,717.6	3,805.3	2,247.8	10.014	20.123	1,584.89	2.509	2.443	2.401	97.38	95.70
		DB-2	3,717.1	3,780.9	2,229.9	9.976	20.060	1,567.96	2.509	2.438	2.411	97.16	96.11
		DB-3	3,708.9	3,789.9	2,233.9	9.994	20.034	1,571.58	2.509	2.436	2.412	97.08	96.11
		DB-4	3,720.0	3,800.8	2,238.4	10.008	20.016	1,574.57	2.509	2.433	2.414	96.96	96.21
		DB-5	3,708.1	3,797.1	2,239.0	9.957	20.056	1,561.68	2.509	2.437	2.431	97.13	96.91
		DB-6	3,719.9	3,800.2	2,241.7	10.008	20.022	1,575.04	2.509	2.438	2.413	97.18	96.16
		DB-7	3,719.0	3,740.1	2,213.2	9.991	19.851	1,556.29	2.509	2.449	2.403	97.63	95.78
	C W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=46.0%	DC-1	3,722.7	3,795.6	2,242.9	10.006	19.984	1,571.42	2.521	2.445	2.415	96.97	95.81
		DC-2	3,752.8	3,825.6	2,271.0	10.003	19.953	1,568.05	2.521	2.461	2.440	97.61	96.78
		DC-3	3,714.2	3,798.0	2,247.6	10.014	20.028	1,577.40	2.521	2.454	2.425	97.36	96.19
		DC-4	3,735.0	3,811.7	2,258.7	10.007	19.985	1,571.82	2.521	2.445	2.422	97.00	96.07
		DC-5	3,733.6	3,815.9	2,255.5	9.995	20.080	1,575.50	2.521	2.445	2.422	97.12	96.17
		DC-6	3,741.3	3,825.1	2,262.8	10.016	20.024	1,577.72	2.521	2.448	2.424	96.92	94.88
		DC-7	3,725.3	3,748.0	2,214.0	9.999	19.955	1,566.95	2.521	2.443	2.392	96.99	94.30
	I W=120kg/m ³ W/C=38.0% s/a=38.0%	DI-1	3,722.9	3,790.2	2,226.5	9.943	20.347	1,579.88	2.499	2.424	2.356	96.99	95.59
		DI-2	3,748.2	3,789.2	2,247.6	9.993	20.006	1,569.07	2.499	2.449	2.389	97.98	95.22
		DI-3	3,721.0	3,780.7	2,234.1	9.984	19.975	1,563.82	2.499	2.445	2.379	97.82	94.08
		DI-4	3,714.0	3,807.3	2,256.3	10.031	19.987	1,579.52	2.499	2.455	2.351	98.39	94.84
		DI-5	3,729.2	3,806.0	2,258.0	9.994	20.058	1,573.46	2.499	2.459	2.370	98.06	94.29
		DI-6	3,715.2	3,775.6	2,234.8	10.028	19.963	1,576.68	2.499	2.450	2.356	97.60	95.73
		DI-7	3,713.0	3,733.2	2,202.6	9.994	19.786	1,552.12	2.499	2.439	2.382	97.62	93.33
	J W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=38.0%	DJ-1	3,723.2	3,795.5	2,247.1	10.053	20.016	1,588.76	2.511	2.451	2.343	97.62	93.33
		DJ-2	3,765.6	3,836.0	2,276.2	10.032	20.032	1,583.39	2.511	2.459	2.378	97.94	94.71
		DJ-3	3,729.7	3,798.2	2,243.4	10.053	19.969	1,585.03	2.511	2.443	2.353	97.29	93.71
		DJ-4	3,731.1	3,815.6	2,262.2	10.006	20.077	1,578.74	2.511	2.456	2.363	97.82	94.12
		DJ-5	3,727.5	3,804.0	2,258.0	9.999	20.035	1,573.23	2.511	2.461	2.369	97.99	94.36
		DJ-6	3,743.0	3,801.0	2,246.0	10.004	20.059	1,576.69	2.511	2.444	2.374	97.35	94.54
		DJ-7	3,728.6	3,747.2	2,219.7	9.983	19.855	1,554.11	2.511	2.453	2.399	97.70	95.55
	K W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=38.0%	DK-1	3,739.9	3,826.3	2,259.4	10.046	20.037	1,588.21	2.523	2.442	2.355	96.79	93.33
		DK-2	3,730.1	3,803.3	2,251.2	10.005	20.016	1,573.63	2.523	2.450	2.370	97.12	93.95
		DK-3	3,732.0	3,773.3	2,228.7	9.963	20.042	1,582.47	2.523	2.443	2.389	96.83	94.67
		DK-4	3,715.5	3,806.2	2,259.9	9.990	20.004	1,567.97	2.523	2.461	2.370	97.56	93.92
		DK-5	3,742.2	3,801.0	2,247.7	9.994	19.969	1,566.48	2.523	2.447	2.389	96.99	94.69
		DK-6	3,748.0	3,800.8	2,250.1	10.004	20.099	1,579.83	2.523	2.451	2.372	97.15	94.03
		DK-7	3,732.7	3,755.3	2,224.8	10.032	19.840	1,568.22	2.523	2.454	2.380	97.25	94.34

表 - II. 3 5

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 (g)			直径φ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮固め率 (%)	
			打設時	硬化気中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より
凍結融解試験	A = 0% 縮固め率98%	PH0-1-1	3,779.1	3,842.7	2,283.6	10.037	20.021	1,584.10	2.522	2.433	2.386	96.49	94.59
		PH0-1-2	3,752.9	3,817.3	2,269.6	10.007	19.966	1,570.32	2.522	2.466	2.390	97.80	94.76
		PH0-1-3	3,788.2	3,850.0	2,282.4	10.007	20.139	1,583.93	2.522	2.456	2.392	97.38	94.83
		PH0-1-4	3,766.7	3,785.9	2,252.0	10.015	19.841	1,562.99	2.522	2.468	2.410	97.86	95.56
	A = 0% 縮固め率96%	PH0-2-1	3,749.5	3,825.0	2,263.6	10.007	20.052	1,577.09	2.522	2.450	2.377	97.13	94.27
		PH0-2-2	3,753.8	3,827.4	2,266.8	10.004	20.238	1,590.76	2.522	2.453	2.380	97.24	93.57
		PH0-2-3	3,735.9	3,802.7	2,250.2	10.022	19.997	1,577.48	2.522	2.449	2.368	97.12	93.90
		PH0-2-4	3,749.6	3,783.1	2,235.0	10.007	19.799	1,557.19	2.522	2.463	2.408	97.64	95.48
	A = 0% 縮固め率94%	PH0-3-1	3,669.2	3,766.3	2,198.9	10.013	20.094	1,582.28	2.522	2.403	2.319	95.28	91.95
		PH0-3-2	3,687.4	3,796.1	2,247.0	10.008	20.061	1,578.11	2.522	2.451	2.337	97.17	92.65
		PH0-3-3	3,675.1	3,792.6	2,210.5	10.005	20.105	1,580.62	2.522	2.397	2.325	95.05	92.19
		PH0-3-4	3,692.6	3,712.9	2,186.4	10.009	19.740	1,553.17	2.522	2.432	2.377	96.44	94.27
	A = 0% 縮固め率92%	PH0-4-1	3,607.4	3,724.3	2,164.1	10.014	20.089	1,582.21	2.522	2.387	2.280	94.65	90.40
		PH0-4-2	3,608.8	3,714.7	2,188.9	9.992	20.055	1,572.60	2.522	2.435	2.295	96.53	90.99
		PH0-4-3	3,612.3	3,707.9	2,161.5	10.006	20.016	1,573.94	2.522	2.398	2.295	95.07	91.00
		PH0-4-4	3,599.8	3,628.9	2,131.6	10.032	19.358	1,530.12	2.522	2.424	2.353	96.10	93.28

表 - II . 3 e

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 (g)			直径 ϕ (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮固め率 (%)	
			打設時	硬化気中	硬化水中					水中重量より	寸法より	水中重量より	寸法より
A = 2% 縮固め率96%	H	H2-1-1	3,757.5	3,831.5	2,262.8	10.047	20.096	1,593.21	2.522	2.442	2.358	96.85	93.52
		H2-1-2	3,763.4	3,839.0	2,273.9	10.012	20.107	1,582.99	2.522	2.453	2.377	97.26	94.27
		H2-1-3	3,747.3	3,818.4	2,256.8	10.027	20.135	1,589.95	2.522	2.445	2.357	96.95	93.45
		H2-1-4	3,751.6	3,850.1	2,282.6	10.014	20.103	1,588.04	2.522	2.456	2.363	97.39	93.68
		H2-1-5	3,736.5	3,822.9	2,266.8	9.993	20.168	1,581.77	2.522	2.457	2.362	97.41	93.66
		H2-1-6	3,729.2	3,802.3	2,240.6	10.008	20.076	1,579.29	2.522	2.435	2.361	96.54	93.63
		H2-1-7	3,753.8	3,770.9	2,239.0	10.023	19.707	1,554.91	2.522	2.462	2.414	97.60	95.72
	H	H2-2-1	3,718.2	3,814.0	2,250.0	10.030	20.105	1,588.53	2.522	2.438	2.341	96.69	92.81
		H2-2-2	3,779.0	3,837.3	2,275.5	9.991	20.115	1,576.99	2.522	2.457	2.396	97.42	95.02
		H2-2-3	3,705.8	3,793.2	2,227.8	10.026	20.209	1,595.48	2.522	2.423	2.323	96.08	92.10
		H2-2-4	3,700.5	3,770.2	2,219.8	10.042	19.981	1,582.51	2.522	2.432	2.338	96.42	92.72
		H2-2-5	3,682.7	3,774.1	2,221.7	10.004	20.095	1,579.52	2.522	2.431	2.332	96.40	92.45
		H2-2-6	3,681.8	3,766.6	2,215.3	9.990	20.092	1,574.87	2.522	2.428	2.338	96.27	92.70
		H2-2-7	3,767.9	3,787.8	2,233.8	9.985	20.111	1,574.78	2.522	2.437	2.393	96.65	94.87
	H	H2-3-1	3,618.3	3,729.7	2,149.9	10.013	20.135	1,585.51	2.522	2.361	2.282	93.61	90.49
		H2-3-2	3,624.0	3,708.0	2,145.0	10.006	20.107	1,581.10	2.522	2.372	2.292	94.07	90.88
		H2-3-3	3,631.8	3,738.0	2,186.2	10.025	20.042	1,581.98	2.522	2.409	2.296	95.51	91.03
		H2-3-4	3,640.2	3,751.8	2,198.2	10.000	20.144	1,582.11	2.522	2.415	2.301	95.75	91.23
		H2-3-5	3,625.8	3,724.3	2,179.8	10.013	20.054	1,579.14	2.522	2.411	2.296	95.61	91.04
		H2-3-6	3,630.4	3,745.1	2,189.8	10.006	20.144	1,584.01	2.522	2.408	2.292	95.48	90.88
		H2-3-7	3,626.8	3,650.1	2,144.1	10.016	19.583	1,542.97	2.522	2.424	2.351	96.10	93.20
	H	H4-1-1	3,727.3	3,779.6	2,225.5	10.000	19.981	1,569.30	2.522	2.432	2.375	96.43	94.18
		H4-1-2	3,716.4	3,776.4	2,223.8	9.995	20.031	1,571.66	2.522	2.432	2.365	96.44	93.76
		H4-1-3	3,709.7	3,765.9	2,218.1	9.993	20.007	1,569.15	2.522	2.433	2.364	96.47	93.74
		H4-1-4	3,724.0	3,793.3	2,241.7	9.996	20.043	1,572.91	2.522	2.445	2.368	96.94	93.88
		H4-1-5	3,720.6	3,786.4	2,237.6	10.011	20.005	1,574.65	2.522	2.445	2.363	96.94	93.69
		H4-1-6	3,760.7	3,824.1	2,264.9	10.010	20.064	1,578.98	2.522	2.453	2.382	97.25	94.44
		H4-1-7	3,717.8	3,723.9	2,191.6	10.013	19.690	1,550.47	2.522	2.430	2.398	96.36	95.08
	H	H4-2-1	3,693.7	3,744.5	2,197.5	9.992	20.021	1,569.93	2.522	2.420	2.353	95.98	93.29
		H4-2-2	3,700.6	3,768.0	2,204.1	9.972	20.242	1,580.91	2.522	2.409	2.341	95.53	92.62
		H4-2-3	3,704.8	3,761.8	2,211.8	10.001	20.044	1,574.57	2.522	2.427	2.353	96.23	93.30
		H4-2-4	3,704.3	3,779.7	2,222.5	10.000	20.045	1,574.33	2.522	2.427	2.353	96.24	93.30
		H4-2-5	3,705.5	3,780.1	2,220.6	10.014	20.091	1,582.36	2.522	2.424	2.342	96.11	92.85
		H4-2-6	3,697.0	3,770.4	2,212.0	9.997	20.033	1,572.44	2.522	2.418	2.351	95.93	93.22
		H4-2-7	3,706.4	3,715.2	2,185.0	10.004	19.753	1,552.64	2.522	2.428	2.387	96.27	94.65
	H	H4-3-1	3,622.7	3,701.4	2,157.0	10.023	20.069	1,583.47	2.522	2.397	2.288	95.03	90.71
		H4-3-2	3,612.6	3,694.4	2,154.7	10.005	19.972	1,570.17	2.522	2.399	2.301	95.14	91.23
		H4-3-3	3,623.6	3,709.4	2,165.9	9.985	20.082	1,572.51	2.522	2.403	2.304	95.29	91.37
		H4-3-4	3,617.1	3,721.1	2,171.0	10.000	20.116	1,579.91	2.522	2.401	2.289	95.18	90.78
		H4-3-5	3,639.6	3,728.9	2,178.3	10.009	20.093	1,580.94	2.522	2.405	2.302	95.35	91.28
		H4-3-6	3,640.8	3,728.7	2,182.3	10.006	20.072	1,578.34	2.522	2.411	2.307	95.61	91.46
		H4-3-7	3,643.0	3,658.7	2,141.4	10.024	19.661	1,551.59	2.522	2.411	2.348	95.61	93.10

表 - II . 3 7

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 W (g)		長さ l (cm)	幅 b (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)
			打設時	硬化式中						打設時	硬化式中	
供試体の作製 方法の検討	D W=120kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	AD-1	9,542	9,608	40.089	10.081	10.024	4,043.03	2.498	2.360	2.376	95.13
		AD-2	9,578	9,593	39.908	10.029	10.132	4,055.20	2.498	2.362	2.366	94.70
		AD-3	9,525	9,577	39.968	10.005	10.102	4,039.59	2.498	2.358	2.371	94.91
		AD-4	9,553	9,606	40.048	10.005	10.092	4,043.66	2.498	2.362	2.376	95.10
		AD-5	9,554	9,615	40.210	10.009	10.005	4,026.63	2.498	2.373	2.388	95.59
		AD-6	9,546	9,599	40.136	10.044	10.026	4,041.74	2.498	2.362	2.375	95.07
		AD-7	9,562	9,571	40.058	10.021	10.081	4,046.73	2.498	2.363	2.365	94.68
		AD-8	9,569	9,590	39.969	10.026	10.047	4,026.13	2.498	2.377	2.382	95.36
		AD-9	9,568	9,608	40.130	10.042	10.096	4,068.54	2.498	2.352	2.361	94.54
		AD-10	9,571	9,615	40.233	10.024	10.058	4,056.35	2.498	2.360	2.370	94.89
		AD-11	9,569	9,625	39.918	10.035	10.076	4,036.22	2.498	2.371	2.385	95.46
		AD-12	9,557	9,639	40.020	10.030	10.056	4,036.48	2.498	2.368	2.388	95.60
		AD-13	9,613	9,582	40.113	10.034	10.047	4,043.86	2.498	2.377	2.370	94.86
		AD-14	9,553	9,591	40.018	10.025	10.066	4,038.28	2.498	2.366	2.375	95.08
		AD-15	9,565	9,593	39.995	9.996	9.996	3,996.30	2.498	2.393	2.400	96.09
		AD-16	9,550	9,590	40.065	10.005	10.063	4,033.76	2.498	2.368	2.377	95.17
		AD-17	9,567	9,592	40.038	10.045	10.052	4,042.73	2.498	2.366	2.373	94.98
		AD-18	9,558	9,647	40.069	10.021	10.046	4,033.78	2.498	2.369	2.392	95.74
		AD-19	9,602	9,642	40.205	10.033	10.011	4,038.20	2.498	2.378	2.388	95.59
		AD-20	9,547	9,580	40.009	10.006	10.049	4,022.92	2.498	2.373	2.381	95.33
		AD-21	9,533	9,584	39.935	10.013	10.025	4,008.69	2.498	2.378	2.391	95.71
		AD-22	9,038	9,128	39.938	10.013	9.936	3,973.40	2.498	2.275	2.297	91.96
		AD-23	9,565	9,595	39.975	9.981	10.083	4,023.02	2.498	2.378	2.385	95.48
		AD-24	9,338	9,392	40.020	10.001	9.970	3,990.39	2.498	2.340	2.354	94.22

表 - II . 3 8

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 W (g)		長さ l (cm)	幅 b (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮固め率 (%)
			打設時	硬化気中						打設時	硬化気中	
	F w=110kg/m ³ w/c=38.0% s/a=42.0%	AF-1	9,626	9,664	40.020	10.009	10.067	4,032.44	2.510	2.387	2.397	95.48
		AF-2	9,598	9,640	39.880	10.024	10.091	4,033.95	2.510	2.379	2.390	95.21
		AF-3	9,715	9,643	39.910	10.007	10.123	4,042.92	2.510	2.403	2.385	95.02
		AF-4	9,608	9,658	40.110	10.010	10.053	4,036.29	2.510	2.380	2.393	95.33
		AF-5	9,594	9,648	40.130	10.003	10.067	4,041.10	2.510	2.374	2.387	95.12
		AF-6	9,615	9,638	40.100	10.028	10.095	4,059.43	2.510	2.369	2.374	94.59
		AF-7	9,715	9,631	40.100	10.020	10.101	4,058.60	2.510	2.394	2.373	94.54
		AF-8	9,635	9,658	40.080	9.989	10.086	4,038.02	2.510	2.386	2.392	95.29
		AF-9	9,594	9,669	40.200	10.009	10.078	4,055.00	2.510	2.366	2.385	95.00
		AF-10	9,617	9,667	40.365	10.010	10.068	4,068.01	2.510	2.364	2.376	94.68
		AF-11	9,587	9,705	40.054	10.040	10.064	4,047.16	2.510	2.369	2.398	95.54
		AF-12	9,614	9,718	40.004	10.020	10.067	4,035.26	2.510	2.382	2.408	95.95
		AF-13	9,622	9,730	40.150	10.006	10.038	4,032.68	2.510	2.386	2.413	96.13
		AF-14	9,447	9,657	40.080	10.007	10.009	4,014.42	2.510	2.353	2.406	95.84
		AF-15	9,624	9,658	40.050	10.011	10.014	4,015.02	2.510	2.397	2.406	95.84
		AF-16	9,707	9,611	39.920	10.007	10.014	4,000.39	2.510	2.427	2.402	95.71
		AF-17	9,601	9,645	39.800	10.012	10.040	4,000.72	2.510	2.400	2.411	96.04
		AF-18	9,621	9,664	39.850	9.999	9.988	3,979.82	2.510	2.417	2.428	96.74
		AF-19	9,659	9,639	39.880	10.006	10.057	4,013.14	2.510	2.407	2.402	95.69
		AF-20	9,602	9,659	39.990	10.025	10.056	4,031.45	2.510	2.382	2.396	95.46
		AF-21	9,591	9,692	40.090	10.016	10.078	4,046.73	2.510	2.370	2.395	95.42
		AF-22	9,621	9,657	39.860	10.035	10.072	4,028.75	2.510	2.388	2.397	95.50
		AF-23	9,615	9,666	39.694	10.011	10.075	4,003.57	2.510	2.402	2.414	96.19
		AF-24	9,602	9,670	40.045	10.011	10.049	4,028.55	2.510	2.383	2.400	95.64

表 - II . 3 9

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 W (g)		長さ l (cm)	幅 b (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮固め率 (%)
			打設時	硬化式中						打設時	硬化式中	
	H W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	AH-1	9,547	9,604	39.950	10.009	10.014	4,004.19	2.522	2.384	2.399	95.11
		AH-2	9,638	9,697	40.270	10.010	10.068	4,058.44	2.522	2.375	2.389	94.74
		AH-3	9,660	9,710	40.080	10.027	10.127	4,069.86	2.522	2.374	2.386	94.60
		AH-4	9,611	9,649	40.460	10.014	10.053	4,073.14	2.522	2.360	2.369	93.93
		AH-5	9,570	9,638	40.110	10.013	10.095	4,054.37	2.522	2.360	2.377	94.26
		AH-6	9,732	9,779	39.940	10.007	10.112	4,041.56	2.522	2.408	2.420	95.94
		AH-7	9,629	9,668	40.160	10.020	10.051	4,044.55	2.522	2.381	2.390	94.78
		AH-8	9,610	9,668	40.180	10.003	10.058	4,042.52	2.522	2.377	2.392	94.83
		AH-9	9,651	9,688	40.050	10.021	10.040	4,029.46	2.522	2.395	2.404	95.34
		AH-10	9,678	9,752	40.193	10.004	10.090	4,057.10	2.522	2.385	2.404	95.31
		AH-11	9,756	9,825	40.140	10.009	10.081	4,050.16	2.522	2.409	2.426	96.18
		AH-12	9,629	9,713	40.163	9.999	10.041	4,032.36	2.522	2.388	2.409	95.51
		AH-13	9,647	9,689	40.280	10.008	10.000	4,031.22	2.522	2.393	2.404	95.30
		AH-14	9,653	9,684	40.040	10.036	10.030	4,030.47	2.522	2.395	2.403	95.27
		AH-15	9,663	9,694	39.610	10.011	10.045	3,983.20	2.522	2.426	2.434	96.50
		AH-16	9,648	9,686	40.040	10.015	10.047	4,028.85	2.522	2.395	2.404	95.33
		AH-17	9,663	9,704	40.320	10.008	10.088	4,070.74	2.522	2.374	2.384	94.52
		AH-18	9,683	9,718	39.960	10.015	10.029	4,013.60	2.522	2.413	2.421	96.00
		AH-19	9,647	9,695	39.860	10.021	10.117	4,041.10	2.522	2.387	2.399	95.12
		AH-20	9,666	9,723	40.220	10.025	10.076	4,062.70	2.522	2.379	2.393	94.89
		AH-21	9,658	9,713	39.930	9.984	10.115	4,032.46	2.522	2.395	2.409	95.51
		AH-22	9,646	9,709	39.890	9.993	10.034	3,999.76	2.522	2.412	2.427	96.25
		AH-23	9,661	9,739	39.997	10.026	10.083	4,043.38	2.522	2.389	2.409	95.50
		AH-24	9,655	9,731	39.975	10.017	10.026	4,014.71	2.522	2.405	2.424	96.11

表 - II . 4 0

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 W (g)		長さ l (cm)	幅 b (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮固め率 (%)
			打設時	硬化気中						打設時	硬化気中	
供試体密度 の変化	D w=120kg/m ³ w/c=38.0% s/a=42.0%	BD-1	9,270	9,330	40.155	10.039	9.937	4,005.76	2.498	2.314	2.329	93.24
		BD-2	9,175	9,245	39.904	10.022	9.983	3,992.38	2.498	2.298	2.316	92.70
		BD-3	9,275	9,334	40.156	10.023	9.927	3,995.45	2.498	2.321	2.336	93.52
		BD-4	9,150	9,265	40.195	10.023	10.019	4,033.04	2.498	2.269	2.361	94.52
		BD-5	9,185	9,319	40.023	10.018	9.973	3,996.68	2.498	2.297	2.331	93.30
		BD-6	9,250	9,386	39.988	10.017	9.967	3,992.38	2.498	2.317	2.351	94.12
		BD-7	9,490	9,522	40.038	10.003	10.070	4,033.04	2.498	2.353	2.361	94.52
		BD-8	9,380	9,423	40.143	10.022	9.927	3,993.76	2.498	2.349	2.359	94.45
		BD-9	9,370	9,423	40.105	10.009	9.973	4,003.27	2.498	2.341	2.354	94.22
		BD-10	9,375	9,462	40.220	10.024	9.975	4,021.57	2.498	2.331	2.353	94.19
		BD-11	9,375	9,467	40.218	10.025	9.978	4,022.98	2.498	2.330	2.353	94.20
		BD-12	9,395	9,500	40.113	10.023	10.034	4,034.20	2.498	2.329	2.355	94.27
		BD-13	9,550	9,580	40.031	9.984	10.025	4,006.69	2.498	2.384	2.391	95.72
		BD-14	9,585	9,612	40.090	10.036	10.002	4,024.24	2.498	2.382	2.389	95.62
		BD-15	9,165	9,610	40.191	10.032	10.011	4,036.40	2.498	2.271	2.381	95.31
		BD-16	9,560	9,651	40.140	10.042	10.049	4,050.61	2.498	2.360	2.383	95.38
		BD-17	9,575	9,628	40.135	10.018	10.038	4,036.00	2.498	2.372	2.386	95.50
		BD-18	9,955	9,615	40.035	10.002	10.069	4,031.93	2.498	2.469	2.385	95.46
		BD-19	9,730	9,745	40.280	10.011	10.002	4,033.24	2.498	2.412	2.416	96.72
		BD-20	9,735	9,772	40.294	10.014	10.047	4,054.01	2.498	2.401	2.410	96.49
		BD-21	9,755	9,781	40.060	10.016	10.042	4,029.26	2.498	2.421	2.427	97.18
		BD-22	9,730	9,797	40.388	10.033	10.059	4,076.04	2.498	2.387	2.404	96.22
		BD-23	9,710	9,764	39.970	10.040	10.046	4,031.45	2.498	2.409	2.422	96.95
		BD-24	9,770	9,806	39.905	10.012	10.113	4,040.44	2.498	2.418	2.427	97.16

表 - II . 4 1

試験項目	コンクリート 配合	供試体種類	質量 W (g)		長さ l (cm)	幅 b (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮固率 (%)
			打設時	硬化気中						打設時	硬化気中	
F w=110kg/m ³ w/c=38.0% s/a=42.0%		BF-1	9,295	9,340	39.960	9.944	9.987	3,988.46	2.510	2.342	2.354	93.77
		BF-2	9,195	9,283	40.168	9.997	9.970	4,003.55	2.510	2.297	2.319	92.37
		BF-3	9,195	9,278	40.045	9.990	10.052	4,021.30	2.510	2.287	2.307	91.92
		BF-4	9,200	9,316	40.043	10.023	10.017	4,020.33	2.510	2.288	2.322	92.52
		BF-5	9,220	9,365	39.825	10.036	10.031	4,009.23	2.510	2.300	2.336	93.06
		BF-6	9,230	9,385	40.145	10.030	10.024	4,036.21	2.510	2.287	2.325	92.64
		BF-7	9,415	9,489	40.160	9.991	9.989	3,999.95	2.510	2.354	2.372	94.51
		BF-8	9,850	9,886	39.970	9.990	10.072	4,021.75	2.510	2.449	2.458	97.93
		BF-9	9,410	9,513	40.115	9.980	10.030	4,015.49	2.510	2.343	2.369	94.39
		BF-10	9,425	9,552	40.080	10.018	10.082	4,048.14	2.510	2.328	2.360	94.01
		BF-11	9,415	9,552	40.030	10.017	10.046	4,028.25	2.510	2.337	2.371	94.47
		BF-12	9,405	9,523	40.058	10.008	10.045	4,027.05	2.510	2.335	2.365	94.21
		BF-13	9,590	9,673	40.095	9.953	10.056	4,013.00	2.510	2.390	2.410	96.03
		BF-14	9,620	9,669	40.033	9.992	10.065	4,026.10	2.510	2.389	2.402	95.68
		BF-15	9,610	9,655	39.833	9.989	10.113	4,023.88	2.510	2.388	2.399	95.60
		BF-16	9,600	9,721	40.298	10.024	10.118	4,087.14	2.510	2.349	2.378	94.76
		BF-17	9,615	9,688	40.158	10.029	10.074	4,057.25	2.510	2.370	2.388	95.13
		BF-18	9,590	9,709	40.003	10.057	10.126	4,073.79	2.510	2.354	2.383	94.95
		BF-19	9,770	9,820	40.200	9.971	10.066	4,034.80	2.510	2.421	2.434	96.96
		BF-20	9,770	9,813	40.233	9.972	10.071	4,040.52	2.510	2.418	2.429	96.76
		BF-21	9,775	9,832	40.408	10.008	10.095	4,082.45	2.510	2.394	2.408	95.95
		BF-22	9,760	9,848	40.195	10.032	10.076	4,063.01	2.510	2.402	2.424	96.57
		BF-23	9,770	9,851	40.115	10.048	10.174	4,100.89	2.510	2.382	2.402	95.70
		BF-24	9,760	9,845	40.173	10.053	10.144	4,096.75	2.510	2.382	2.403	95.74

表 - II . 4 2

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 W (g)		長さ l (cm)	幅 b (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮固め率 (%)
			打設時	硬化気中						打設時	硬化気中	
	H W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	BH-1	9,270	9,388	39.793	10.059	10.039	4,018.39	2.522	2.307	2.336	92.64
		BH-2	9,280	9,358	40.133	9.986	10.029	4,019.30	2.522	2.304	2.328	92.32
		BH-3	9,250	9,405	40.086	10.065	10.050	4,054.83	2.522	2.281	2.320	91.97
		BH-4	9,265	9,429	40.175	10.040	10.049	4,053.33	2.522	2.286	2.326	92.24
		BH-5	9,240	9,406	39.918	10.014	10.065	4,023.37	2.522	2.297	2.338	92.70
		BH-6	9,240	9,422	40.103	10.021	10.023	4,027.96	2.522	2.294	2.339	92.75
		BH-7	9,910	9,599	40.233	10.029	10.166	4,101.95	2.522	2.416	2.340	92.79
		BH-8	9,420	9,538	39.841	10.025	10.126	4,044.39	2.522	2.329	2.358	93.51
		BH-9	9,500	9,597	40.236	10.061	10.075	4,078.51	2.522	2.329	2.353	93.31
		BH-10	9,440	9,580	40.180	10.013	10.108	4,066.67	2.522	2.321	2.356	93.41
		BH-11	9,455	9,601	40.130	10.023	10.085	4,056.42	2.522	2.331	2.367	93.85
		BH-12	9,460	9,613	40.110	10.032	10.084	4,057.64	2.522	2.331	2.369	93.94
		BH-13	9,625	9,670	40.173	10.040	10.099	4,073.30	2.522	2.363	2.374	94.13
		BH-14	9,620	9,687	40.074	10.069	10.062	4,060.07	2.522	2.369	2.386	94.60
		BH-15	9,665	9,720	40.124	10.028	10.155	4,086.00	2.522	2.365	2.379	94.33
		BH-16	9,630	9,706	40.030	10.031	10.106	4,057.97	2.522	2.373	2.392	94.84
		BH-17	9,655	9,739	40.193	10.019	10.110	4,071.23	2.522	2.372	2.392	94.85
		BH-18	9,610	9,702	40.028	10.025	10.144	4,070.59	2.522	2.361	2.383	94.51
		BH-19	9,840	9,889	40.144	10.056	10.130	4,089.36	2.522	2.406	2.418	95.89
		BH-20	9,705	9,807	39.885	10.032	10.086	4,035.67	2.522	2.405	2.430	96.35
		BH-21	9,830	9,868	40.195	10.030	10.099	4,071.47	2.522	2.414	2.424	96.11
		BH-22	9,820	9,893	40.175	10.032	10.182	4,103.71	2.522	2.393	2.411	95.59
		BH-23	9,780	9,851	40.413	10.004	10.129	4,095.07	2.522	2.388	2.406	95.38
		BH-24	9,795	9,887	40.398	10.037	10.118	4,102.59	2.522	2.388	2.410	95.56

表 - II . 4 3

試験項目	コンクリート供試体種類 配合		重量 W (g)		長さ l (cm)	幅 b (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮減率 (%)
			打設時	硬化式中						打設時	硬化式中	
水セメント比 の変化	E W=110kg/m ³ W/C=43.0% s/a=42.0%	CE-1	9,546	9,607	39.936	10.018	10.012	4,005.59	2.504	2.383	2.398	95.78
		CE-2	9,558	9,612	40.008	10.018	10.065	4,034.05	2.504	2.369	2.383	95.16
		CE-3	9,631	9,674	40.076	10.007	10.084	4,044.09	2.504	2.381	2.392	95.53
		CE-4	9,585	9,669	40.070	10.020	10.071	4,043.52	2.504	2.370	2.391	95.50
		CE-5	9,589	9,677	40.015	10.021	10.063	4,035.17	2.504	2.376	2.398	95.77
		CE-6	9,605	9,678	40.195	10.011	10.033	4,037.20	2.504	2.379	2.397	95.74
	F W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=42.0%	CF-1	9,668	9,730	40.185	10.018	10.054	4,047.47	2.510	2.389	2.404	95.77
		CF-2	9,607	9,661	40.173	10.012	10.037	4,037.00	2.510	2.380	2.393	95.35
		CF-3	9,553	9,640	40.210	10.022	10.084	4,063.70	2.510	2.351	2.372	94.51
		CF-4	9,647	9,733	40.003	10.044	10.058	4,041.21	2.510	2.387	2.408	95.95
		CF-5	9,596	9,703	40.038	10.035	10.131	4,070.45	2.510	2.357	2.384	94.97
		CF-6	9,574	9,653	39.725	10.019	10.043	3,997.16	2.510	2.395	2.415	96.21
	G W=110kg/m ³ W/C=33.0% s/a=42.0%	CG-1	9,604	9,689	39.945	10.014	10.108	4,043.29	2.517	2.375	2.396	95.20
		CG-2	9,642	9,721	39.913	10.023	10.079	4,032.08	2.517	2.391	2.411	95.78
		CG-3	9,653	9,735	39.933	10.026	10.130	4,055.73	2.517	2.380	2.400	95.36
		CG-4	9,622	9,725	39.905	9.990	10.101	4,026.77	2.517	2.390	2.415	95.95
		CG-5	9,654	9,770	40.083	10.027	10.170	4,087.45	2.517	2.362	2.390	94.97
		CG-6	9,607	9,722	39.743	10.012	10.141	4,035.17	2.517	2.381	2.409	95.72
s/a, W の変化	A W=120kg/m ³ W/C=38.0% s/a=46.0%	DA-1	9,539	9,589	39.765	10.023	10.096	4,023.91	2.496	2.371	2.383	95.47
		DA-2	9,454	9,501	39.885	10.023	10.002	3,998.47	2.496	2.364	2.376	95.20
		DA-3	9,545	9,590	39.939	10.035	10.046	4,026.31	2.496	2.371	2.382	95.43
		DA-4	9,551	9,640	39.888	10.020	10.100	4,036.75	2.496	2.366	2.388	95.68
		DA-5	9,582	9,663	40.040	9.995	10.046	4,020.41	2.496	2.383	2.404	96.30
		DA-6	9,556	9,648	40.169	10.016	10.033	4,036.60	2.496	2.367	2.390	95.75
	B W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=46.0%	DB-1	9,592	9,651	39.845	10.030	10.148	4,055.60	2.509	2.365	2.380	94.85
		DB-2	9,586	9,652	40.158	10.059	10.090	4,075.85	2.509	2.352	2.368	94.38
		DB-3	9,578	9,648	40.126	10.021	10.111	4,065.66	2.509	2.356	2.373	94.58
		DB-4	9,575	9,680	40.053	10.010	10.118	4,056.62	2.509	2.360	2.386	95.11
		DB-5	9,587	9,692	40.078	10.018	10.068	4,042.32	2.509	2.372	2.398	95.56
		DB-6	9,570	9,680	40.195	9.999	10.054	4,040.80	2.509	2.368	2.395	95.47
	C W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=46.0%	DC-1	9,615	9,703	40.024	10.044	10.099	4,059.81	2.521	2.368	2.390	94.81
		DC-2	9,616	9,694	39.971	10.037	10.129	4,063.64	2.521	2.366	2.386	94.63
		DC-3	9,655	9,738	40.285	10.069	10.079	4,088.34	2.521	2.362	2.382	94.48
		DC-4	9,640	9,739	39.813	10.025	10.092	4,027.97	2.521	2.393	2.418	95.90
		DC-5	9,620	9,737	39.963	10.017	10.109	4,046.73	2.521	2.377	2.406	95.44
		DC-6	9,619	9,753	39.980	10.003	10.125	4,049.19	2.521	2.376	2.409	95.54
	I W=120kg/m ³ W/C=38.0% s/a=38.0%	DI-1	9,570	9,612	40.191	10.001	9.999	4,019.10	2.499	2.381	2.392	95.71
		DI-2	9,590	9,638	40.230	10.018	10.000	4,030.24	2.499	2.380	2.391	95.70
		DI-3	9,575	9,622	40.143	10.010	9.990	4,014.30	2.499	2.385	2.397	95.91
		DI-4	9,545	9,622	40.183	10.025	10.038	4,043.65	2.499	2.360	2.380	95.22
		DI-5	9,755	9,808	40.315	10.011	10.045	4,054.10	2.499	2.406	2.419	96.81
		DI-6	9,555	9,641	40.248	10.023	10.075	4,064.31	2.499	2.351	2.372	94.92
	J W=110kg/m ³ W/C=38.0% s/a=38.0%	DJ-1	9,615	9,676	39.959	9.995	10.035	4,007.88	2.511	2.399	2.414	96.15
		DJ-2	9,631	9,695	40.161	10.001	10.106	4,059.08	2.511	2.373	2.388	95.12
		DJ-3	9,710	9,760	40.076	10.033	10.070	4,048.97	2.511	2.398	2.411	96.00
		DJ-4	9,680	9,747	40.150	10.022	10.089	4,059.65	2.511	2.384	2.401	95.62
		DJ-5	9,640	9,705	40.110	10.034	10.049	4,044.36	2.511	2.384	2.400	95.57
		DJ-6	9,645	9,703	39.894	10.025	10.042	4,016.17	2.511	2.402	2.416	96.21
	K W=100kg/m ³ W/C=38.0% s/a=38.0%	DK-1	9,655	9,711	39.918	10.028	10.038	4,018.19	2.523	2.403	2.417	95.79
		DK-2	9,675	9,724	40.073	9.999	10.136	4,061.39	2.523	2.382	2.394	94.90
		DK-3	9,635	9,683	39.923	10.010	10.062	4,021.07	2.523	2.396	2.408	95.44
		DK-4	9,610	9,691	39.803	10.006	10.090	4,018.53	2.523	2.391	2.412	95.59
		DK-5	9,645	9,720	40.078	10.025	10.111	4,062.42	2.523	2.374	2.393	94.83
		DK-6	9,640	9,718	40.125	10.029	10.088	4,059.55	2.523	2.375	2.394	94.89

表 - II . 4 4

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 W (g)		長さ l (cm)	幅 b (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮固め率 (%)
			打設時	硬化空中						打設時	硬化空中	
凍結融解試験	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 0% 縮固め率 98%	HO-1-1	9,835	9,854	39.965	9.998	10.143	4,052.84	2.522	2.427	2.431	96.41
		1-2	9,810	9,864	40.440	10.015	10.098	4,089.76	2.522	2.399	2.412	95.63
		1-3	9,800	9,884	40.118	10.014	10.107	4,060.40	2.522	2.414	2.434	96.52
		1-4	9,805	9,849	39.980	9.993	10.080	4,027.16	2.522	2.435	2.446	96.97
		1-5	9,785	9,862	40.024	9.992	10.117	4,045.99	2.522	2.418	2.437	96.64
		1-6	9,825	9,884	40.105	10.034	10.109	4,068.00	2.522	2.415	2.430	96.34
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 0% 縮固め率 96%	HO-2-1	9,620	9,705	40.340	10.000	10.128	4,085.64	2.522	2.355	2.375	94.19
		2-2	9,595	9,687	40.425	10.019	10.055	4,072.46	2.522	2.356	2.379	94.32
		2-3	9,665	9,657	40.328	10.004	10.043	4,051.56	2.522	2.386	2.384	94.51
		2-4	9,630	9,717	40.148	9.996	10.103	4,054.53	2.522	2.375	2.397	95.03
		2-5	9,635	9,713	40.083	10.015	10.077	4,045.22	2.522	2.382	2.401	95.21
		2-6	9,645	9,686	40.165	10.007	10.086	4,053.88	2.522	2.379	2.389	94.74
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 0% 縮固め率 94%	2-7	9,620	9,695	40.095	9.988	10.041	4,013.06	2.522	2.397	2.416	95.79
		2-8	9,640	9,692	39.888	10.023	10.070	4,025.96	2.522	2.394	2.407	95.45
		HO-3-1	9,465	9,616	40.210	9.998	10.095	4,058.39	2.522	2.332	2.369	93.95
		3-2	9,455	9,554	40.143	10.018	10.028	4,032.79	2.522	2.345	2.369	93.94
		3-3	9,465	9,574	40.004	9.999	10.065	4,026.00	2.522	2.351	2.378	94.29
		3-4	9,420	9,518	40.203	9.998	10.063	4,044.82	2.522	2.329	2.353	93.30
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 0% 縮固め率 92%	3-5	9,492	9,536	39.976	10.021	10.082	4,038.84	2.522	2.350	2.361	93.62
		3-6	9,546	9,525	39.734	10.026	10.038	3,998.87	2.522	2.387	2.382	94.45
		3-7	9,440	9,515	40.015	9.985	9.986	3,989.90	2.522	2.366	2.385	94.55
		HO-4-1	9,263	9,388	39.900	9.998	10.024	3,998.78	2.522	2.316	2.348	93.09
		4-2	9,276	9,370	39.883	9.990	10.071	4,012.60	2.522	2.312	2.335	92.59
		4-3	9,290	9,375	40.226	10.007	10.058	4,048.76	2.522	2.295	2.316	91.81
		4-4	9,234	9,383	39.722	10.013	10.109	4,020.72	2.522	2.297	2.334	92.53
		4-5	9,299	9,366	40.160	9.983	10.025	4,019.20	2.522	2.314	2.330	92.40
		4-6	9,247	9,379	40.335	9.992	10.009	4,033.90	2.522	2.292	2.325	92.19
		4-7	9,270	9,326	39.838	9.981	10.004	3,977.82	2.522	2.330	2.345	92.97

表 - II . 4 5

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	質量 W (g)		長さ l (cm)	幅 b (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮固め率 (%)
			打設時	硬化気中						打設時	硬化気中	
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 2% 縮固め率 96%	PH2-1-1	9,650	9,713	40.000	10.011	10.104	4,046.05	2.522	2.385	2.401	95.19
		1-2	9,650	9,652	40.020	10.023	10.092	4,048.11	2.522	2.384	2.384	94.54
		1-3	9,650	9,699	40.000	10.044	10.033	4,030.86	2.522	2.394	2.406	95.41
		1-4	9,645	9,728	40.323	10.023	10.126	4,092.50	2.522	2.357	2.377	94.23
		1-5	9,640	9,715	40.065	10.012	10.118	4,058.64	2.522	2.375	2.394	94.92
		1-6	9,590	9,626	40.048	10.027	10.096	4,054.16	2.522	2.365	2.374	94.14
		1-7	9,585	9,645	40.035	9.998	10.070	4,030.72	2.522	2.378	2.393	94.88
		1-8	9,580	9,700	40.014	10.020	10.030	4,021.43	2.522	2.382	2.412	95.64
		1-9	9,615	9,756	39.990	10.002	10.133	4,053.00	2.522	2.372	2.407	95.44
		1-10	9,555	9,722	39.929	9.994	10.128	4,041.58	2.522	2.364	2.405	95.38
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 2% 縮固め率 94%	PH2-2-1	9,445	9,539	40.010	10.023	10.019	4,017.82	2.522	2.351	2.374	94.14
		2-2	9,495	9,558	40.093	9.998	10.027	4,019.32	2.522	2.362	2.378	94.29
		2-3	9,445	9,463	40.000	10.022	10.057	4,031.65	2.522	2.343	2.347	93.07
		2-4	9,475	9,669	40.177	10.013	10.072	4,051.89	2.522	2.338	2.386	94.62
		2-5	9,430	9,497	40.003	10.013	10.064	4,031.14	2.522	2.339	2.356	93.41
		2-6	9,370	9,479	40.140	10.000	10.052	4,034.87	2.522	2.322	2.349	93.15
		2-7	9,410	9,504	39.900	9.997	10.070	4,016.72	2.522	2.343	2.368	93.82
		2-8	9,440	9,552	40.281	9.999	10.036	4,042.20	2.522	2.335	2.363	93.70
		2-9	9,400	9,590	40.179	10.032	10.166	4,097.67	2.522	2.294	2.340	92.80
		2-10	9,600	9,539	39.980	10.025	10.028	4,019.22	2.522	2.389	2.373	94.10
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 2% 縮固め率 92%	PH2-3-1	9,405	9,467	40.100	10.004	10.058	4,034.87	2.522	2.331	2.346	93.03
		3-2	9,255	9,360	40.102	10.015	10.008	4,019.43	2.522	2.303	2.329	92.34
		3-3	9,330	9,361	40.168	10.007	10.090	4,055.79	2.522	2.300	2.308	91.52
		3-4	9,240	9,369	40.048	10.013	10.083	4,043.29	2.522	2.285	2.317	91.88
		3-5	9,255	9,348	40.110	10.030	10.065	4,049.18	2.522	2.286	2.309	91.54
		3-6	9,260	9,344	40.250	10.024	10.011	4,039.10	2.522	2.293	2.313	91.73
		3-7	9,370	9,359	40.173	9.997	10.047	4,034.97	2.522	2.322	2.319	91.97
		3-8	9,285	9,478	40.098	10.038	10.064	4,050.80	2.522	2.287	2.340	92.78
		3-9	9,255	9,528	40.119	10.026	10.068	4,049.68	2.522	2.285	2.353	93.29
		3-10	9,230	9,409	40.210	10.028	10.025	4,042.34	2.522	2.283	2.328	92.29

表 - II . 4 6

試験項目	コンクリート配合	供試体種類	重量 W (g)		長さ l (cm)	幅 b (cm)	高さ h (cm)	体積 (cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	測定密度 (g/cm ³)		縮固め率 (%)
			打設時	硬化式中						打設時	硬化式中	
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 4% 縮固め率 96%	PH4-1-1	9,621	9,665	39.990	9.998	10.110	4,042.18	2.522	2.380	2.391	94.81
		1-2	9,742	9,711	40.060	9.999	10.108	4,048.86	2.522	2.406	2.398	95.10
		1-3	9,611	9,680	40.191	9.997	10.112	4,062.89	2.522	2.366	2.383	94.47
		1-4	9,640	9,682	40.171	9.988	10.033	4,025.52	2.522	2.395	2.405	95.37
		1-5	9,618	9,680	40.055	10.032	10.061	4,042.83	2.522	2.379	2.394	94.94
		1-6	9,622	9,670	40.320	9.981	10.092	4,061.36	2.522	2.369	2.381	94.41
		1-7	9,603	9,649	40.000	10.021	10.050	4,028.44	2.522	2.384	2.395	94.97
		1-8	9,564	9,628	40.049	10.037	10.033	4,032.98	2.522	2.371	2.387	94.65
		1-9	9,613	9,675	40.053	10.013	10.056	4,032.97	2.522	2.384	2.399	95.12
		1-10	9,673	9,729	39.983	10.037	10.088	4,048.41	2.522	2.389	2.403	95.29
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 4% 縮固め率 94%	PH4-2-1	9,453	9,507	40.014	10.008	10.023	4,013.81	2.522	2.355	2.369	93.92
		2-2	9,416	9,477	40.165	9.992	10.053	4,034.56	2.522	2.334	2.349	93.14
		2-3	9,414	9,476	39.781	10.005	10.012	3,984.87	2.522	2.362	2.378	94.29
		2-4	9,518	9,579	40.163	10.000	10.046	4,034.77	2.522	2.359	2.374	94.14
		2-5	9,500	9,558	40.000	10.022	10.049	4,028.44	2.522	2.358	2.373	94.07
		2-6	9,440	9,497	40.123	9.995	9.999	4,009.89	2.522	2.354	2.368	93.91
		2-7	9,446	9,507	39.918	10.007	10.008	3,997.79	2.522	2.363	2.378	94.29
		2-8	9,475	9,555	39.815	10.019	10.046	4,007.41	2.522	2.364	2.384	94.54
		2-9	9,478	9,568	40.058	10.009	10.079	4,041.08	2.522	2.345	2.368	93.88
		2-10	9,473	9,561	40.141	10.016	10.042	4,037.41	2.522	2.346	2.368	93.90
	W=100kg/m ³ W/C=38.0% S/a=42.0% A = 4% 縮固め率 92%	PH4-3-1	9,218	9,329	40.178	9.992	10.165	4,080.83	2.522	2.259	2.286	90.64
		3-2	9,254	9,313	39.883	10.013	9.983	3,986.70	2.522	2.321	2.336	92.63
		3-3	9,234	9,305	39.815	9.992	10.058	4,001.39	2.522	2.308	2.325	92.21
		3-4	9,260	9,315	39.722	10.002	10.010	3,976.97	2.522	2.328	2.342	92.87
		3-5	9,203	9,337	40.010	10.024	9.960	3,994.56	2.522	2.304	2.337	92.68
		3-6	9,247	9,314	39.684	9.997	9.993	3,964.43	2.522	2.332	2.349	93.16
		3-7	9,225	9,304	40.010	9.996	10.027	4,010.20	2.522	2.300	2.320	91.99
		3-8	9,250	9,363	40.398	10.011	10.036	4,058.80	2.522	2.279	2.307	91.47
		3-9	9,204	9,321	40.056	10.019	10.001	4,013.61	2.522	2.293	2.322	92.08
		3-10	9,241	9,333	39.913	10.034	9.967	3,991.65	2.522	2.315	2.338	92.71

表 - II . 4 7

供試体			重量 (g)	長さ (cm)	幅 (cm)	高さ (cm)	体積 (cm ³)	密度 (g/cm ³)	理論最大密 (g/cm ³)	締固め率 (%)
膜発生剤種	材令	番号								
アクリル	1日	1	9,569	39.955	10.025	10.051	4,025.92	2.377	2.510	94.70
		5	9,579	39.933	10.015	10.041	4,015.69	2.385	2.510	95.04
		7	9,563	40.243	10.040	10.035	4,054.54	2.359	2.510	93.97
エポキシ	1日	2	9,641	39.973	10.040	10.044	4,030.95	2.392	2.510	95.29
		4	9,608	40.108	10.021	10.009	4,022.84	2.388	2.510	95.15
		8	9,613	40.108	10.028	10.044	4,039.73	2.380	2.510	94.81
無塗布	1日	3	9,602	40.083	10.026	10.044	4,036.40	2.379	2.510	94.77
		6	9,596	40.213	10.018	10.046	4,047.07	2.371	2.510	94.47
		9	9,612	40.218	10.017	10.032	4,041.53	2.378	2.510	94.75
アクリル	2日	10	9,566	40.455	10.016	10.019	4,059.67	2.356	2.510	93.88
		11	9,564	40.070	10.010	10.021	4,019.43	2.379	2.510	94.80
		12	9,557	39.915	10.030	10.022	4,012.28	2.382	2.510	94.90
エポキシ	2日	13	9,623	40.128	10.022	10.024	4,031.28	2.387	2.510	95.10
		14	9,641	40.205	10.037	10.037	4,050.31	2.380	2.510	94.83
		15	9,621	40.200	10.014	10.072	4,054.61	2.373	2.510	94.54
無塗布	2日	16	9,660	40.110	10.053	10.054	4,054.03	2.383	2.510	94.93
		17	9,648	40.190	10.011	10.012	4,028.25	2.395	2.510	95.42
		18	9,648	40.095	10.031	10.024	4,031.58	2.393	2.510	95.34
アクリル	3日	19	9,583	40.125	10.021	10.029	4,032.59	2.376	2.510	94.68
		22	9,579	40.049	10.030	10.082	4,049.85	2.365	2.510	94.23
		25	9,554	40.070	10.001	10.037	4,022.23	2.375	2.510	94.63
エポキシ	3日	20	9,581	40.095	10.024	10.050	4,039.22	2.372	2.510	94.50
		23	9,574	40.010	10.020	10.066	4,035.46	2.372	2.510	94.52
		26	9,590	40.180	10.021	10.044	4,044.15	2.371	2.510	94.48
無塗布	3日	21	9,651	40.160	10.023	10.056	4,047.78	2.384	2.510	94.99
		24	9,669	40.133	10.042	10.024	4,039.83	2.393	2.510	95.36
		27	9,678	40.118	10.038	10.036	4,041.54	2.395	2.510	95.40
アクリル	7日	28	9,592	40.050	10.018	10.027	4,023.04	2.384	2.510	94.99
		31	9,576	40.195	10.033	10.070	4,060.99	2.358	2.510	93.95
		35	9,562	40.005	10.017	10.037	4,022.13	2.377	2.510	94.72
エポキシ	7日	29	9,601	39.970	10.030	10.015	4,015.00	2.391	2.510	95.27
		32	9,641	39.958	10.019	10.048	4,022.61	2.397	2.510	95.49
		34	9,586	39.878	10.019	10.064	4,020.95	2.384	2.510	94.98
無塗布	7日	30	9,667	39.918	10.031	10.066	4,030.60	2.398	2.510	95.55
		33	9,653	40.054	10.032	10.041	4,034.69	2.392	2.510	95.32
		36	9,664	39.708	10.038	10.065	4,011.80	2.409	2.510	95.97

1.5 凍結融解試験結果

表 - II . 4 8

供試体種類	供試体 締固め率(%)	空気量 (%)	試験開始時の 動弾性係数	各サイクルにおける相対動弾性係数												耐久性 指数				
				4	9	19	24	35	39	49	59	75								
TH0-1-1	96.41	0.71	638-E3	94.9	92.7	82.4	76.2	53.7	43.4	38.6						6.7				
TH0-1-2	95.63	0.71	578-E3	95.9	96.6	86.0	77.6	50.9	45.9	43.3	42.7	27.1								
平均	96.02		608-E3	95.4	94.7	84.2	76.9	52.3	44.7	41.0										
TH0-2-1	94.19	0.71	586-E3	96.2	95.0	91.2	88.9	72.4	76.8	66.4	48.8	38.6				10.2				
TH0-2-2	94.32	0.71	617-E3	91.5	90.4	88.1	89.3	80.5	77.7	74.5	65.9	53.1								
TH0-2-3	94.51	0.71	576-E3	97.9	96.0	88.8	89.1	77.6	76.1	57.9	52.8	30.5								
平均	94.34		593-E3	95.2	93.8	89.4	89.1	76.8	76.9	60.6	55.8	40.7								
TH0-3-1	93.95	0.88	591-E3	94.7	94.2	86.8	83.1	37.7	46.3	45.2	43.6	31.1				5.7				
TH0-3-2	93.94	0.88	556-E3	97.6	93.3	66.8	62.1	41.8	29.9											
TH0-3-3	94.29	0.88	592-E3	97.9	94.2	81.0	81.3	58.1	55.1	41.6	27.9	18.0								
平均	94.06		580-E3	96.7	93.9	78.0	75.5	45.9	43.8											
TH0-4-1	93.89	0.88	554-E3	97.1	93.5	69.9	68.5	62.5	58.7	40.5	37.5					5.7				
TH0-4-2	92.59	0.88	555-E3	97.8	86.4	65.2	66.5	55.9	47.1	38.7	36.3	28.7								
TH0-4-3	91.81	0.88	520-E3	96.4	95.1	47.7	47.6	41.1	24.8											
平均	92.50		543-E3	97.1	91.7	60.9	60.9	53.2	43.5											
供試体種類	供試体 締固め率(%)	空気量 (%)	試験開始時の 動弾性係数	各サイクルにおける相対動弾性係数																耐久性 指数
TH2-1-1	95.19	2.38	630-E3	96.3	95.9	95.1	94.6	94.2	86.9	84.6	73.2	69.2	18.2				38.4			
TH2-1-2	94.54	2.38	612-E3	97.5	92.0	90.6	89.0	87.7	80.5	80.2	72.7	73.7	50.0	26.3	23.1					
TH2-1-3	95.41	2.38	620-E3	97.7	96.5	96.6	93.4	96.2	92.2	92.1	90.5	86.1	82.9	76.4	73.8	65.5				
平均	95.05		621-E3	97.2	93.9	94.1	92.3	92.7	85.9	85.6	78.8	76.3								
TH2-2-1	94.14	2.30	576-E3	100.6	93.5	93.5	88.1	86.9	81.0	73.9	67.6	62.7	34.2				19.4			
TH2-2-2	94.29	2.30	570-E3	96.4	96.7	96.6	95.1	93.6	90.9	89.7	89.3	87.2	82.0	75.1	63.1	40.4				
TH2-2-3	93.07	2.30	562-E3	95.3	87.8	86.9	78.6	62.0	38.6											
平均	93.83		569-E3	97.4	92.4	92.3	87.3	80.8	70.2											
TH2-3-1	93.03	2.47	533-E3	94.9	86.8	88.0	83.8	81.9	57.0	53.4							13.1			
TH2-3-2	92.34	2.47	507-E3	97.1	94.5	95.0	93.4	92.0	46.6	32.3										
TH2-3-3	91.52	2.47	488-E3	98.4	73.2	74.7	66.8	62.0												
平均	92.30		509-E3	96.8	84.8	85.9	81.3	78.6												
供試体種類	供試体 締固め率(%)	空気量 (%)	試験開始時の 動弾性係数	各サイクルにおける相対動弾性係数																耐久性 指数
TH4-1-1	94.81	4.59	622-E3	97.1	97.2	97.4	98.1	98.3	98.2	97.6	97.1	97.0	97.0	37.2	100.4	98.0	75.0			
TH4-1-2	95.10	4.59	611-E3	95.4	94.5	94.6	93.7	92.1	91.6	87.2	86.1	83.0	79.8	70.5	68.1	67.4				
TH4-1-3	94.47	4.59	567-E3	98.5	99.6	98.5	94.4	92.6	92.5	91.7	84.5	78.6	77.2	74.8	67.8	61.3				
平均	94.79		600-E3	97.0	97.1	96.8	95.4	94.3	94.1	92.2	89.2	86.2	84.7	80.8	78.8	75.6				
TH4-2-1	93.92	4.77	553-E3	98.5	98.1	97.7	92.2	91.4	90.9	89.0	88.4	81.2	73.3	67.2	32.2	28.8	34.1			
TH4-2-2	93.14	4.77	550-E3	99.8	99.9	99.3	98.0	93.0	87.8	80.1										
TH4-2-3	94.29	4.77	590-E3	98.0	97.6	96.0	94.9	93.1	92.6	91.2	89.4	84.4	78.9	60.3						
平均	93.78		564-E3	98.8	98.5	97.7	95.0	92.5	90.4	86.8										
TH4-3-1	90.64	4.06	527-E3	98.0	100.1	96.1	94.8	88.8	88.5	87.7	66.9						15.6			
TH4-3-2	92.63	4.06	549-E3	97.2	97.4	94.9	80.1	42.5	36.6											
TH4-3-3	92.21	4.06	539-E3	82.5	90.5	84.1	55.8	39.1	30.8	18.6										
平均	91.83		538-E3	92.6	96.0	91.7	76.9	56.8	52.0											

表 - II . 4 9

供試体種類	供試体 締固め率 (%)	空気量 (%)	試験開始時の 供試体重量 (g)	各サイクルにおける供試体重量減少比											
				4	9	19	24	35	39	49	59	75			
TH0-1-1	90.41	0.71	9,054	0.24	0.13	0.12	0.12	0.15	0.34	0.54	0.57	1.39			
TH0-1-2	95.02	0.71	9,084	0.08	0.06	0.05	0.07	0.07	1.08	1.13	1.11	1.18			
平均	92.62			0.16	0.12	0.09	0.50	0.56	0.71	0.84	0.84	1.29			
TH0-2-1	94.19	0.71	9,705	0.06	0.06	0.11	0.12	0.21	0.35	0.46	0.47	0.64			
TH0-2-2	94.32	0.71	9,687	0.02	0.06	0.07	0.08	0.07	0.29	0.28	0.44	0.44			
TH0-2-3	94.51	0.71	9,657	0.05	0.02	0.15	0.22	0.24	0.35	0.43	0.64	0.66			
平均	94.34			0.04	0.05	0.11	0.14	0.17	0.30	0.39	0.52	0.59			
TH0-3-1	93.06	0.88	9,617	0.12	0.15	0.21	0.24	0.80	0.93	1.21	1.22	1.48			
TH0-3-2	93.94	0.88	9,554	0.14	0.21	0.51	0.42	0.34	0.42	0.07	0.76	1.10			
TH0-3-3	94.29	0.88	9,575	0.08	0.05	0.29	0.20	0.24	0.26	0.40	0.65	0.75			
平均	94.06			0.11	0.14	0.34	0.31	0.40	0.54	0.78	0.88	1.11			
TH0-4-1	93.09	0.88	9,388	0.21	0.18	0.41	0.35	0.40	0.41	0.85	0.96	1.43			
TH0-4-2	92.59	0.88	9,370	0.25	0.21	0.21	0.32	0.38	0.29	0.75	0.84	0.89			
TH0-4-3	91.81	0.88	9,375	0.39	0.29	0.03	0.63	0.85	0.87	1.97	2.13	2.95			
平均	92.50			0.28	0.23	0.42	0.43	0.54	0.52	1.19	1.31	1.72			
供試体種類	供試体 締固め率 (%)	空気量 (%)	試験開始時の 供試体重量 (g)	各サイクルにおける供試体重量減少比											
				10	26	30	40	50	83	100	122	151	192	227	250
TH2-1-1	95.19	2.38	9,713	0.14	0.68	0.62	0.82	0.98	1.29	1.51	1.53	1.78	2.09	3.34	250
TH2-1-2	94.54	2.38	9,652	0.14	0.73	0.84	1.07	1.21	1.48	1.87	1.77	1.91	2.18	2.59	2.80
TH2-1-3	95.41	2.38	9,689	0.01	0.98	1.05	1.30	1.49	1.89	2.85	2.47	2.67	2.96	3.15	3.43
平均	95.05			0.10	0.77	0.84	1.06	1.23	1.55	1.74	1.92	2.09	2.41	3.03	
TH2-2-1	94.14	2.30	9,539	0.08	0.40	0.58	0.93	1.41	1.78	2.09	2.18	2.42	3.37	3.78	
TH2-2-2	94.29	2.30	9,550	0.10	0.45	0.52	0.69	0.90	1.94	2.10	2.24	2.49	2.93	3.28	3.52
TH2-2-3	93.07	2.30	9,493	0.02	0.28	0.41	0.67	0.97	1.61	2.69					
平均	93.83			0.08	0.38	0.50	0.76	1.09	1.79	2.29					
TH2-3-1	93.03	2.47	9,487	0.02	0.30	0.16	0.53	0.67	1.24	1.76					
TH2-3-2	92.34	2.47	9,360	0.11	0.30	0.42	0.70	0.92	1.15	1.75	1.83				
TH2-3-3	91.52	2.47	9,361	0.14	0.07	0.20	0.40	0.78	1.47	2.77					
平均	92.30			0.09	0.14	0.26	0.54	0.78	1.29	2.09					
供試体種類	供試体 締固め率 (%)	空気量 (%)	試験開始時の 供試体重量 (g)	各サイクルにおける供試体重量減少比											
				11	20	30	51	73	90	118	141	182	217	240	279
TH4-1-1	94.81	4.59	9,665	0.47	0.57	0.58	0.07	0.82	0.95	1.00	1.16	1.38	1.38	1.45	1.56
TH4-1-2	95.10	4.59	9,711	0.31	0.49	0.63	0.81	1.24	1.31	1.53	1.75	2.35	2.95	3.11	3.40
TH4-1-3	94.47	4.59	9,690	0.11	0.22	0.27	0.61	0.93	1.13	1.40	1.63	2.13	2.48	2.63	2.86
平均	94.79			0.30	0.42	0.49	0.70	1.00	1.13	1.33	1.51	1.93	2.27	2.40	2.61
TH4-2-1	93.02	4.77	9,507	0.04	0.11	0.09	0.50	0.50	1.08	1.20	1.34	1.77	2.11	2.57	3.16
TH4-2-2	93.14	4.77	9,477	0.46	0.58	0.80	0.76	0.88	1.10	1.41	2.32				
TH4-2-3	94.29	4.77	9,476	0.07	0.12	0.19	0.24	0.45	0.59	0.81	1.07	1.80	2.19	2.58	
平均	93.78			0.19	0.27	0.29	0.50	0.63	0.92	1.16	1.58				
TH4-3-1	90.64	4.06	9,329	0.06	0.13	0.15	0.55	0.80	1.01	1.35	1.90				
TH4-3-2	92.63	4.06	9,313	-0.14	-0.02	-0.03	-0.04	0.29	0.64	1.06					
TH4-3-3	92.21	4.06	9,305	-0.07	0.10	0.14	1.22	1.53	1.94	2.20					
平均	91.83			-0.05	0.07	0.08	0.58	0.87	1.20	1.54					

2. 参 考

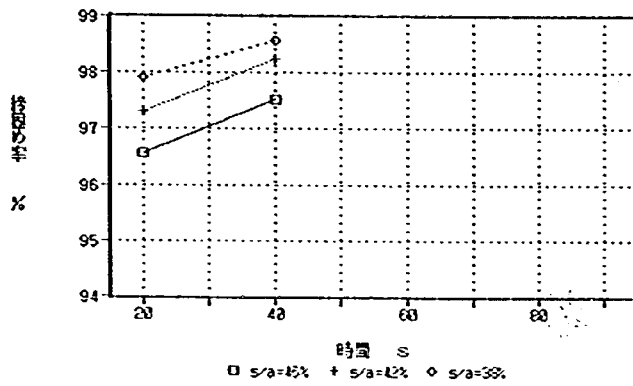


図- II. 2. 1 細骨材率と締固め率との関係
(VC試験 $W=110 \text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$)

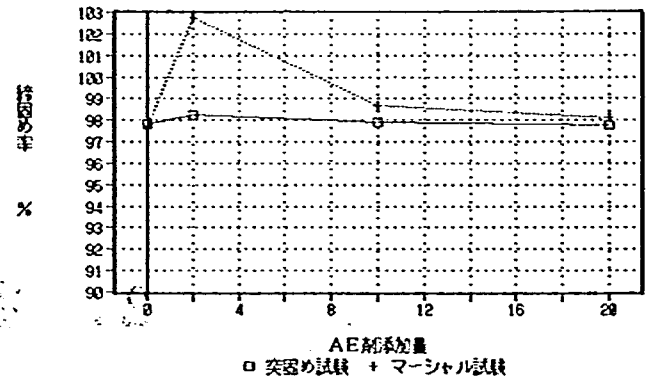


図- II. 2. 4 AE助剤添加量と締固め率との関係
($W=110 \text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$, $s/a=42\%$)

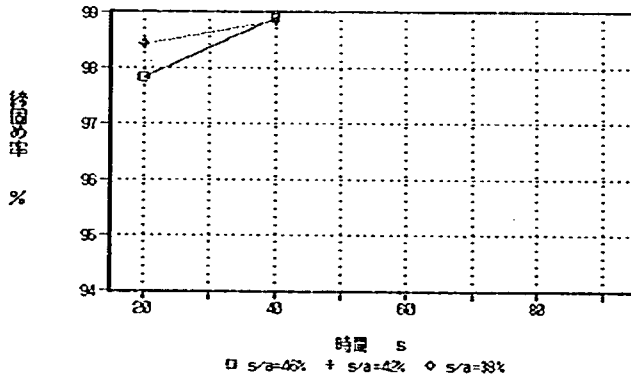


図- II. 2. 2 細骨材率と締固め率との関係
(VC試験 $W=120 \text{ kg/m}^3$, $W/C=38\%$)

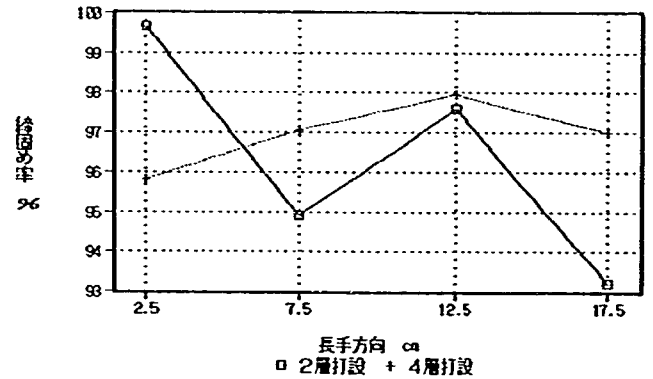


図- II. 2. 5 供試体長手方向の締固め率の分布
(F配合, 材令7日)

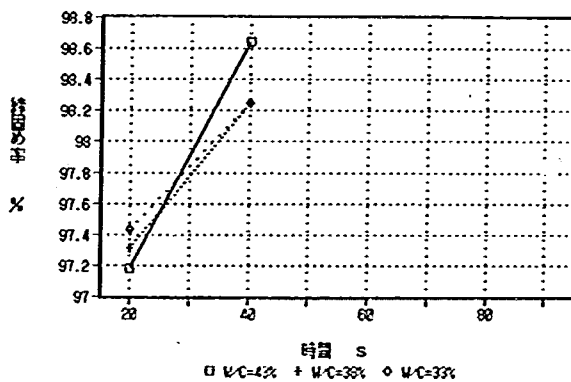


図- II. 2. 3 水セメント比と締固め率との関係
(VC試験 $W=110 \text{ kg/m}^3$, $s/a=42\%$)

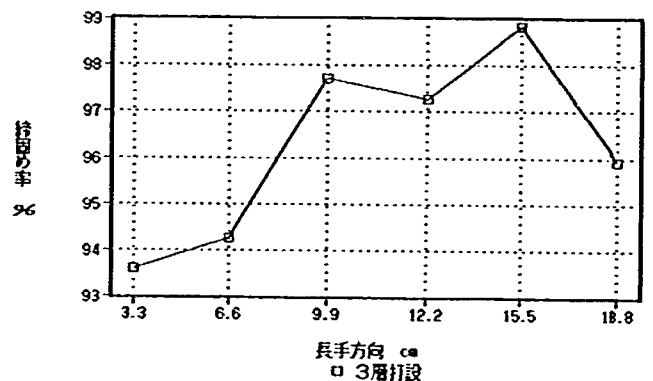


図- II. 2. 6 供試体長手方向の締固め率の分布
(F配合, 材令7日)

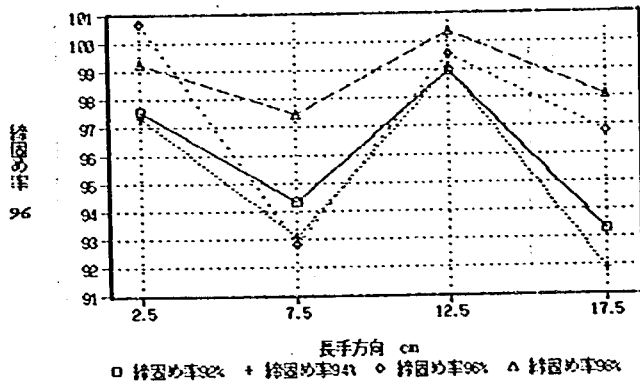


図-Ⅱ. 2.7 供試体長手方向の締固め率の分布
(F配合, 2層締固め, 材令7日)

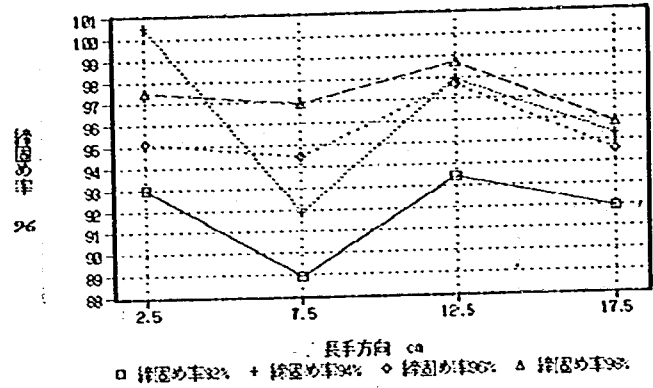


図-Ⅱ. 2.10 供試体長手方向の締固め率の分布
(H配合, 2層締固め, 材令7日)

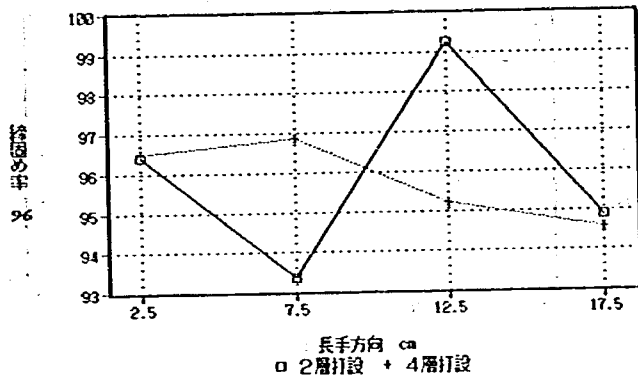


図-Ⅱ. 2.8 供試体長手方向の締固め率の分布
(H配合, 材令7日)

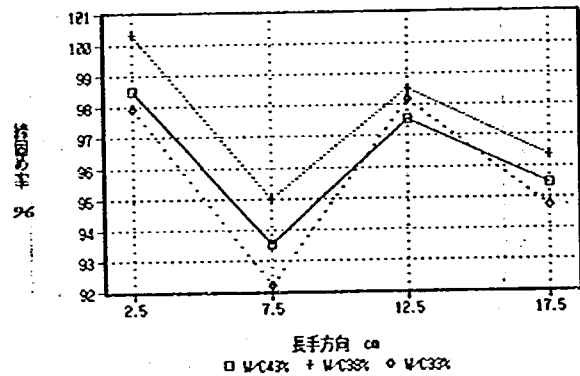


図-Ⅱ. 2.11 供試体長手方向の締固め率の分布
(E, F, G配合, 2層締固め, 材令7日)

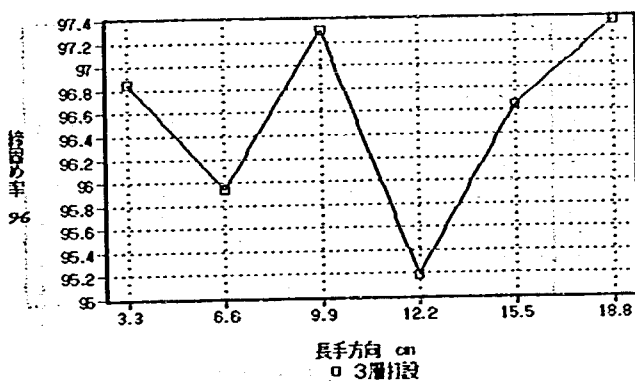


図-Ⅱ. 2.9 供試体長手方向の締固め率の分布
(H配合, 材令7日)

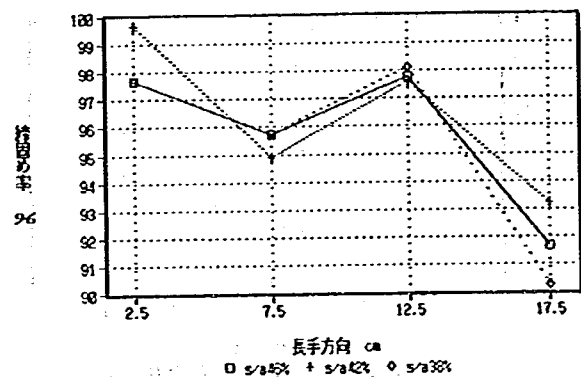


図-Ⅱ. 2.12 供試体長手方向の締固め率の分布
(B, F, J配合, 2層打設, 材令7日)

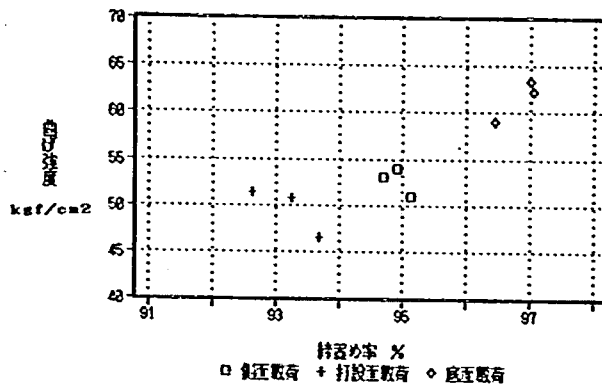


図-Ⅱ. 2.13 荷重方向と曲げ強度との関係
(D配合, 1層締固め, 材令7日)

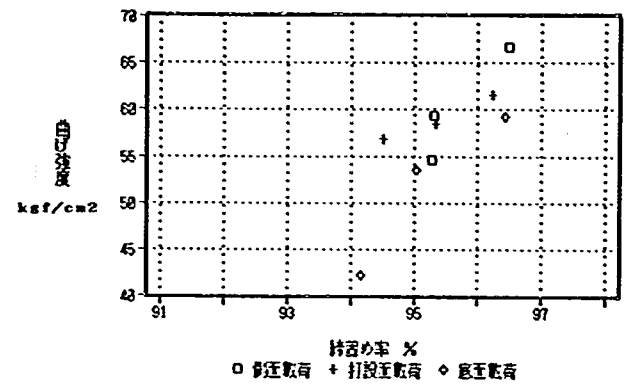


図-Ⅱ. 2.16 荷重方向と曲げ強度との関係
(H配合, 2層締固め, 材令7日)

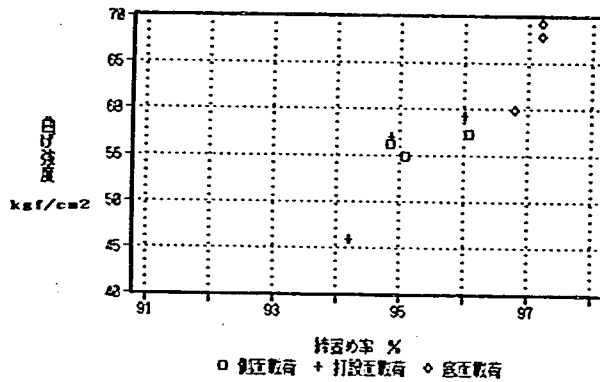


図-Ⅱ. 2.14 荷重方向と曲げ強度との関係
(D配合, 2層締固め, 材令7日)

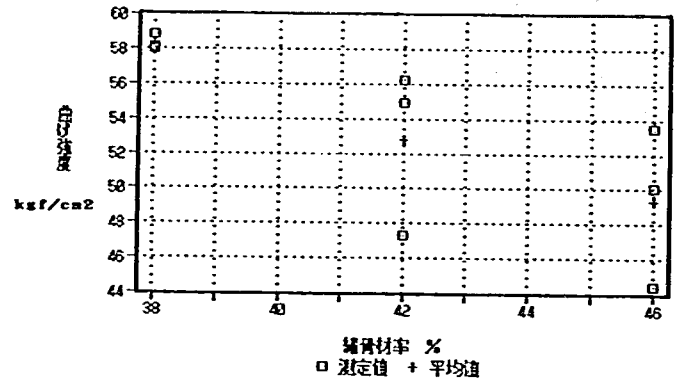


図-Ⅱ. 2.17 細骨材率と曲げ強度との関係
(締固め率96%, W/C=38%, 材令7日)

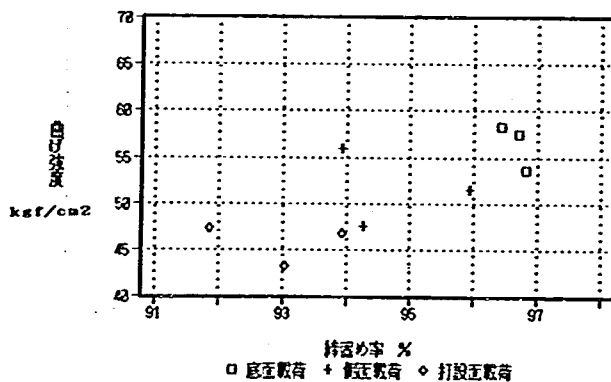


図-Ⅱ. 2.15 荷重方向と曲げ強度との関係
(H配合, 1層締固め, 材令7日)

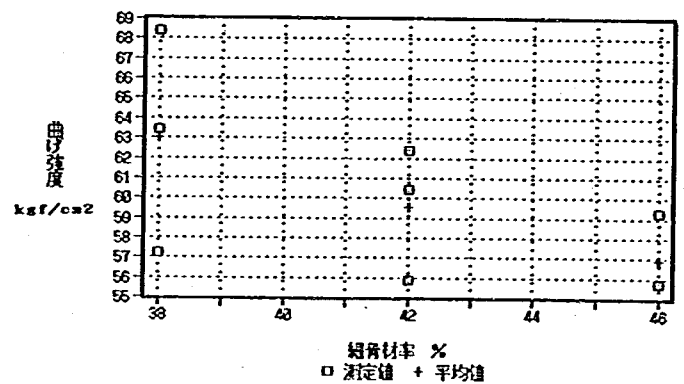


図-Ⅱ. 2.18 細骨材率と曲げ強度との関係
(締固め率96%, W/C=38%, 材令28日)

超硬練りコンクリートの配合設計
および品質管理に関する研究

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第2843号
平成2年1月(1990)

小林茂敏, 森濱和正, 高橋弘人, 西川正夫

要 旨

転圧コンクリート(RCC)舗装用の超硬練りコンクリートの配合設計法および品質管理方法を確立することを目的に, 配合条件の異なるコンクリートのコンシステンシー, 強度特性, 耐久性(凍結融解)などを実験的に検討したものである。

実験内容は, コンシステンシーについてはVC試験, マーシャル締固め試験, 突固め試験の3方法について比較検討した。強度特性については, 締固め率, 養生条件, 材令の異なる場合の曲げ, 割裂, 圧縮強度などを求めた。凍結融解試験は, 締固め率, 空気量を変えた場合について行った。

品質管理は, これらのデータを総合的に検討し, 配合設計時の補正方法などを検討した。また, 品質管理試験方法は, 強度試験用供試体の作製方法, 空気量の測定方法などの検討を行った。

本報告は, これらの結果から, 転圧コンクリート用超硬練りコンクリートの配合設計法, 品質管理方法および品質管理試験方法を提案した。

キーワード: 超硬練りコンクリート, 転圧コンクリート舗装(RCCP), 配合設計, 品質管理, コンシステンシー, VC試験, 突固め試験, マーシャル締固め試験, 供試体作製法, 締固め率, 曲げ強度, 圧縮強度, 割裂強度, 養生条件, 膜養生剤, 経時変化, AE減水剤, 空気量, 耐久性, 凍結融解

郵便はがき

四十一円切
手をはって
下さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

コンクリート研究所 御中

No. 001

No. 001

配布先氏名

配布先住所

○

土木研究所資料第 2843 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印