

土 木 研 究 所 資 料

超早強性材料を用いた転圧コンクリート の 諸 特 性

— R C C P の早期供用可能性の検討 —

1 9 9 2 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 © (1992) 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。」

超早強性材料を用いた転圧コンクリート の 諸 特 性

— R C C P の早期供用可能性の検討 —

コンクリート研究室 室 長 河 野 広 隆
研 究 員 森 濱 和 正
研 究 員 森 田 良 美
部外研究員 浅 野 文 男*

要 旨

RCCPのより早い交通開放の可能性をめざし、超早強性材料の利用について検討した。超早強性材料を使ったときのコンシステンシー、乾燥収縮および強度特性の実験を行った。また、初期強度発現結果をもとに構造解析を行い、交通開放時期の検討を行った。その結果、超早強性材料は普通あるいは早強ポルトランドセメントと比べて施工性に必要なコンシステンシーを確保するための単位水量は、同程度かかなり減ずることができること、強度発現は普通および早強セメントより硬化開始時間が早く、初期硬化速度も大きいこと、そのため構造解析の結果からも超早強性材料をRCCPに使えばこれまでよりかなり早い交通開放が可能と考えられる。

キーワード：転圧コンクリート、RCCP、施工性、強度特性、早期供用

まえがき

転圧コンクリート舗装 (Roller Compacted Concrete Pavement、以下RCCPと略す) は、汎用の施工機械を利用することで、合理的な施工が可能である。また、転圧コンクリート (以下RCCと略す) はローラで十分に転圧されることから、骨材の噛み合わせ効果により初期材令時の耐荷力に優れ、早期に交通開放ができるとも言われている。

1990年10月(社)日本道路協会から、『転圧コンクリート舗装技術指針(案)』¹⁾ (以下、技術指針(案)と略す) が刊行され、1992年2月末現在での施工累積が70万m² を越えるまでになってきており((社)セメント協会調べ)、現在、試験施工の段階から実用段階へと移行しつつある。

わが国の交通事情、特に重交通道路の交差点部、交通量が多い箇所について考えるならば、工事に伴う交通規制は容易ではなく、早期に交通開放をすることは必須となっており、その特徴を有するRCCPに、今後益々その期待が望まれるのは当然のことである。

しかしながら、その早期開放に関して、技術指針(案)では、「湿潤養生期間は、普通ポルトランドセメントを用いた場合には3日間、早強ポルトランドセメントを用いた場合には1日間を標準とする」としており、施工後、短時間で交通開放を行えないのが現状である。

早期に交通開放をするには、転圧コンクリート版が交通荷重による曲げ引張り応力に対して、十分な曲げ強度を有する必要があるとともに、表面の荒れを生じることのない強度を有しておく必要もある。これらのことを考慮するならば、早期交通開放の時間は強度の発現性が早く、交通荷重に対する必要な強度がいつごろ得られるのかによって決定されることになる。このため、既存のセメントより早い超早強性の材料を用いることにより、早期交通開放が可能となり得ることが予想される。

そこで、建設省土木研究所と民間セメント会社4社により共同開発された超早強性材料²⁾ を、RCCに適用することで、『早期交通開放』の解決に取り組んだ。

本研究は、その超早強性材料を使用したRCCの1日までの初期材令における各種強度特性を把握し、これらのデータをもとに多層弾性理論を用いて舗装構造解析上からみた、早期交通開放時期の検討を行うことを目的とし、その結果をここに報告する。

本報告は、次の章より構成されている。

第1章では、本研究の研究概要を述べる。

第2章では、本研究に使用する材料、特に超早強性材料の特性について述べる。

第3章では、セメントおよび混和材の違いによるワーカビリティを調査するため、単位水量を変化させコンシステンシーを測定する。また、単位水量が強度に与える影響を調べるために、材令7日における曲げ強度試験も行う。コンシステンシー試験、曲げ強度試験結果から第4章での配合を決定する。

第4章では、セメントおよび混和材の各強度特性について述べる。ここでは、曲げ強度試験、圧縮強度試験、引張強度試験を行い、各強度と材令との関係を求める。圧縮強度試験時にはひずみを測定し、静弾性係数も同時に求める。

第5章では、超早強性材料をR C Cに使用した場合の乾燥収縮について検討を行う。

第6章では、第4章で得られた実験データをもとに、多層弾性理論を適用することにより、舗装構造解析上での交通開放時期の検討を行う。

第7章では、本研究の結論を述べる。

目 次

まえがき

第1章 研究概要	1
第2章 使用材料	2
2.1 セメントおよび混和材	2
2.2 混和剤	2
2.3 細骨材	2
2.4 粗骨材	2
第3章 配合実験	5
3.1 実験目的	5
3.2 使用材料	5
3.3 実験配合	5
3.4 実験方法	5
3.5 実験結果	7
3.5.1 単位水量	7
3.5.2 曲げ強度試験	7
3.5.3 強度試験用配合の決定	8
第4章 強度試験	16
4.1 実験目的	16
4.2 使用材料	16
4.3 実験配合	16
4.4 実験方法	16
4.4.1 供試体の締固め率	16
4.4.2 曲げ強度試験	16
4.4.3 圧縮および引張強度試験	18
4.5 強度実験結果	18
4.6 曲げ強度	18
4.6.1 空隙率と曲げ強度の関係	18
4.6.2 材令と曲げ強度の関係	20

4.7	圧縮強度	26
4.8	引張強度	28
4.9	静弾性係数試験結果	30
4.9.1	圧縮強度と静弾性係数との関係	31
4.9.2	曲げ強度と静弾性係数との関係	32
4.10	曲げ強度、圧縮強度、引張強度の相互関係	32
4.11	標準養生と気中養生との関係	32
第5章	乾燥収縮試験	36
5.1	実験目的	36
5.2	使用材料	36
5.3	実験配合	36
5.4	実験方法	36
5.5	実験結果および考察	36
第6章	舗装構造解析	38
6.1	解析目的	38
6.2	解析方法	38
6.3	解析条件	38
6.4	解析結果および考察	40
6.4.1	輪荷重および路盤の弾性係数による影響	40
6.4.2	コンクリート版厚および路盤材料による影響	46
第7章	結論	51

参考文献

添付資料

第1章 研究概要

RCCPは、

- ①汎用の施工機械が使用できるため施工が簡単で、しかも経済性に富んでいる
- ②従来のセメントコンクリート舗装と比較して、施工速度が速い
- ③乾燥収縮量が小さいため、目地間隔を拡大することができる
- ④アスファルト舗装のようにわだち掘れといった損傷が少ないためメンテナンスフリーである
- ⑤骨材の噛み合わせ効果により、初期材令時の耐荷力に優れ、早期に交通開放が可能である

等、アスファルト舗装および従来のセメントコンクリート舗装と比較すると有利な特徴を有しているといえ、これまでの舗装が抱える課題に対する解決の可能性を持つ工法であることは、述べるまでもない。

また日常化した交通渋滞の中での工事に伴う交通規制が、容易ではない等の社会的要請も強まり、早期に交通開放ができ、かつ耐久性に富み、メンテナンスの面で有利であれば、これからの舗装を大きく変えることになると思われる。

このような背景から、上述した④または⑤の特徴を持つRCCPに、今後益々その特徴を活かして、技術開発が望まれるのは言うまでもないことである。

しかしながら、現在のところ、技術指針（案）では『湿潤養生期間は、普通ポルトランドセメントを用いた場合には3日間、早強ポルトランドセメントを用いた場合には1日間を標準とする』としており、施工後、短時間で交通開放を行えないという事実がある。

そこで、超早強性材料をRCCに適用することにより、『早期交通開放』の解決に取り組んだ。

本研究の目的は、以下に示す3点である。

1. 超早強性材料をRCCに適用した場合のコンシステンシー、強度特性、乾燥収縮等が既存のセメントを使用した場合とどの程度異なるのかを確認する
2. RCCPの早期交通開放を目指し、超早強性材料（セメントおよび混和材タイプ）を使用した場合における1日までの初期材令時の強度発現性を把握し、その有効性を確認する
3. 実験結果から得られたデータをもとに、多層弾性理論を適用することで、舗装構造解析上からの早期交通開放時期の検討を行い、それを明らかにする

第2章 使用材料

2.1 セメントおよび混和材

本研究に使用した超早強性材料は、土木研究所と民間セメント会社4社で共同開発した7種類の超早強性材料のうち、OD1とDD3（スラグ系）を除く5種類（LD、OD2、SD、DD1、DD2）を使用した。LD、OD2、SDはセメントタイプであり、DD1およびDD2は混和材タイプである。DD1（高強度系）は早強ポルトランドセメントに5%内割り、DD2（急硬系）は普通ポルトランドセメントに25%内割りする混和材である。

また、本研究目的の一つである1日までの初期材令時の強度発現性を調べることから、比較用として普通ポルトランドセメント（以下、OPと略す）および早強ポルトランドセメント（以下、HPと略す）も使用した。

各セメントおよび混和材に対する記号を表-2.1に、試験成績結果を表-2.2に示す。

表-2.1

種類	ポルトランドセメント		超早強性材料				
	普通	早強	セメントタイプ			混和材タイプ	
記号	OP	HP	LD	OD2	SD	DD1	DD2

2.2 混和剤

混和剤としては、リグニンスルホン酸塩ポリオール複合体を主成分とするAE減水剤を使用し、セメント重量に対して0.25%添加した。

2.3 細骨材

細骨材は富士川産の川砂を使用し、その物理試験結果を表-2.3に示す。また、粒度曲線を図-2.1に示す。

2.4 粗骨材

粗骨材は笠間産の硬質砂岩を使用し、道路用碎石5号、6号を1:1の割合で混合した。粗骨材の物理試験結果を表-2.3に示し、粒度曲線を図-2.1に示す。

表-2.2 セメントおよび混和材の試験成績結果

セメント および混和材 の種類	比 重	比表面積 (cm ² /g)	凝 結			安 定 性	水和熱		セメントの強さ試験										
			水量 (%)	始発 (h-m)	終結 (h-m)		(cal/g)		W/C (%)	S/C	70- (mm)	圧縮強さ (kgf/cm ²)				曲げ強さ (kgf/cm ²)			
							7 日	2 8 日				1d	3d	7d	28 d	1d	3d	7d	28 d
OP	3.16	3300	28.1	2-45	4-15	良	—	—	65	2.0		—	157	262	425				
HP	3.14	4460	30.0	2-19	3-24	良	—	—	65	2.0		145	278	381	471				
LD	3.11	5790	31.6	2-35	3-55	良	88.4	97.1	45	1.7	187	363	481	582	680	56.4	76.5	81.1	94.2
OD 2	3.07	4860	16.2	2-50	4-06	良	—	—											
SD	3.12	6570	30.6	1-27	2-49	良	87.3	96.6	45	1.6	190	376	483	548	656	53.5	77.5	81.2	84.2
DD 1	3.09	4200	28.0	4-45	5-28	良	—	—	45	1.6	190	402	598	715	825	83	100	113	118
DD 2	3.06	3910	24.0	2-45	3-40	不良	—	—	45	2.0	190	309	425	506	571	66	77	83	90

注) OD 2に関して、セメントの強さ試験は行っていない。

DD 1およびDD 2は、混和材タイプである。

DD 1は早強ポルトランドセメントに5%、DD 2は普通ポルトランドセメントに25%混合した時の値を示す。

表 - 2. 3 骨材試験結果

種 類		川 砂	5 号 砕 石	6 号 砕 石
産 地		富士川	笠 間	笠 間
表乾比重		2.60	2.66	2.66
吸水率 (%)		2.05	—	—
ふるい 分け 通過 重量 百分 率 (%)	40 mm	100	100	
	20 mm	100	98.2	
	15 mm	100	98.2	
	10 mm	100	34.4	
	5 mm	97.7	1.7	
	2.5 mm	76.3	0	
	1.2 mm	52.9		
	0.6 mm	28.9		
	0.3 mm	12.6		
	0.15 mm	4.6		
	0.074 mm	0		
	受皿			
	粗粒率	3.27	6.68	

注) 粗骨材の粗粒率は、5号砕石と6号砕石を1:1の割合で混合した値である。

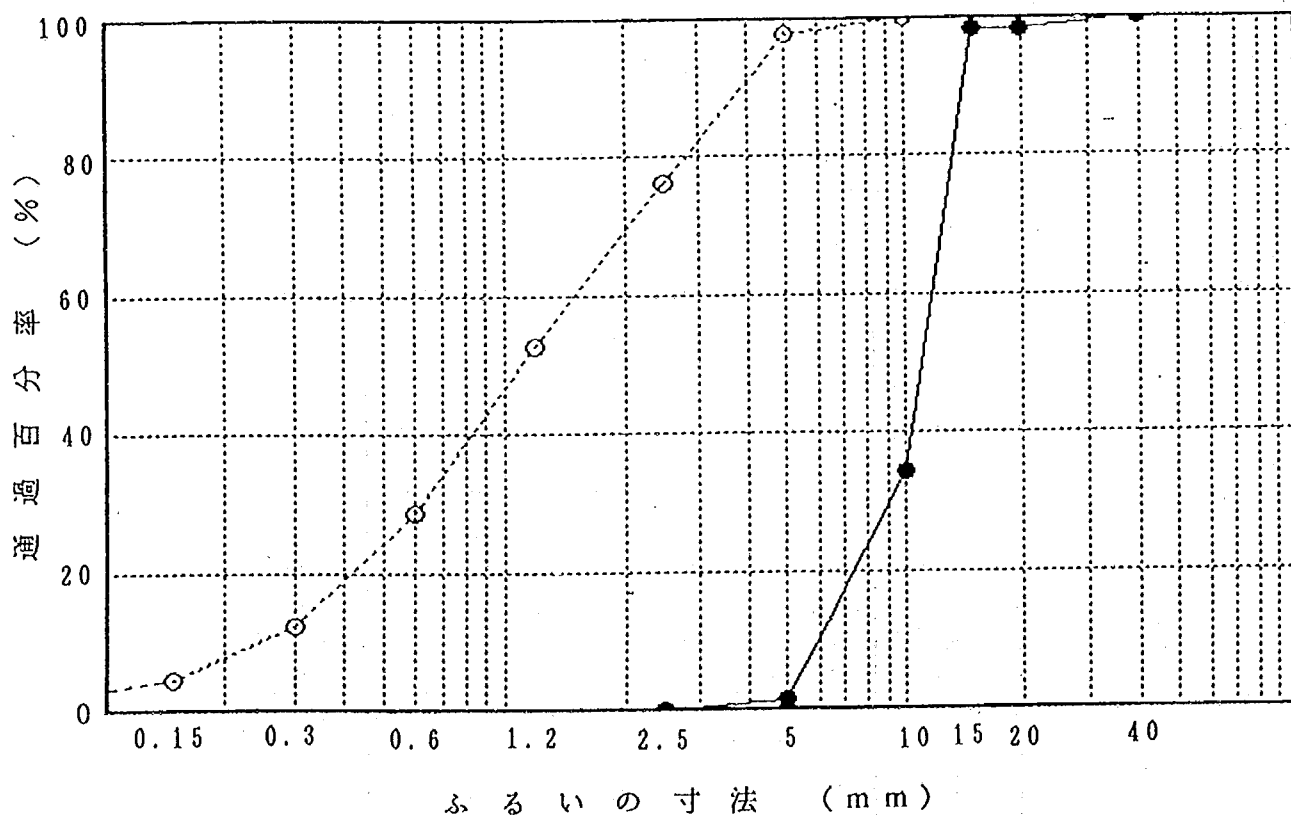


図 - 2. 1 骨材の粒度曲線

第3章 配合実験

3.1 実験目的

超早強性材料をRCCに使用した場合の施工性を確認するため、セメント量、細骨材率を一定とし、単位水量を変化させることでコンシステンシー試験（マーシャル突固め試験およびVC振動締固め試験）を行い、各セメントおよび混和材ごとの最適単位水量を求める。また、そのコンシステンシー試験と材令7日における曲げ強度試験から、本報告中の『第4章 強度実験』に使用する配合を決定する。

3.2 使用材料

本章で使用する材料を『第2章 使用材料』に示す。

3.3 実験配合

『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』³⁾のデータを参照し、単位セメント量 290 kg/m^3 、細骨材率42%一定とし、単位水量を90、100、 110 kg/m^3 の3水準に変化させて配合実験を行った。配合実験に使用した配合を表-3.1に示す。

3.4 実験方法

コンクリートの練混ぜ方法は、細骨材、粗骨材およびセメントを投入して30秒間空練りし、水（混和剤を含む）を投入して120秒間練混ぜを行い、排出した。

技術指針（案）に準じて、コンシステンシー試験としては、マーシャル突固め試験およびVC振動締固め試験を同時に行った。VC振動締固め試験では、修正VC値の他にVC値（ペーストがアクリル板全面に浮き上がったときの時間（秒））と、その時の締固め率（VC締固め率）も測定している。

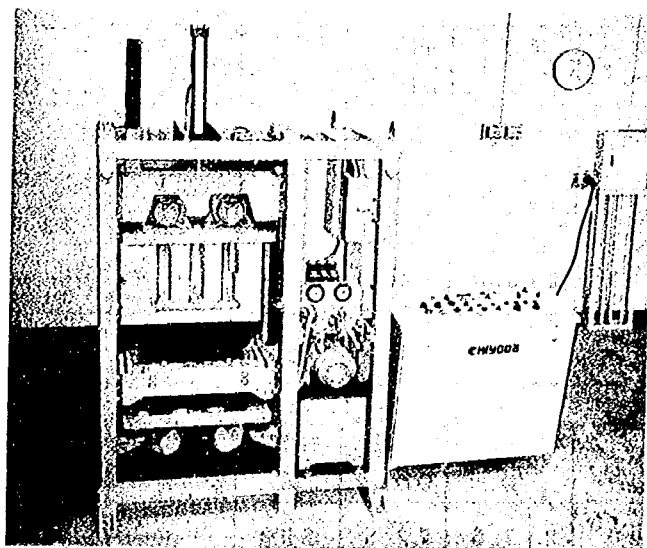


図-3.1 即時脱型式自動成形機
(セメント協会製)

表 3. 1 配合実験の配合表

セメント および 超早強性 材料	粗骨材 の最大 寸法 mm	細骨材 率 s/a (%)	水セメント 比 W/C (%)	単 位 量 (kg/m³)						混和剤	単位 容積 量 (kg/m³)
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G				
							20~13(mm)	13~5 (mm)			
O P	20	42	31.0	90	290	894	1262		0.725	2536	
							631	631			
	20	42	34.5	100	290	883	1247		0.725	2520	
							623.5	623.5			
	20	42	37.9	110	290	871	1232		0.725	2503	
							616	616			
H P	20	42	31.0	90	290	892	1261		0.725	2533	
							630.5	630.5			
	20	42	34.5	100	290	881	1245		0.725	2516	
							622.5	622.5			
	20	42	37.9	110	290	870	1230		0.725	2500	
							615	615			
L D	20	42	31.0	90	290	892	1260		0.725	2532	
							630	630			
	20	42	34.5	100	290	881	1245		0.725	2516	
							622.5	622.5			
	20	42	37.9	110	290	870	1229		0.725	2499	
							614.5	614.5			
O D 2	20	42	31.0	90	290	891	1258		0.725	2529	
							629	629			
	20	42	34.5	100	290	879	1243		0.725	2512	
							621.5	621.5			
	20	42	37.9	110	290	869	1227		0.725	2496	
							613.5	613.5			
S D	20	42	31.0	90	290	892	1261		0.725	2533	
							630.5	630.5			
	20	42	34.5	100	290	881	1245		0.725	2516	
							622.5	622.5			
	20	42	37.9	110	290	870	1230		0.725	2500	
							615	615			

DD1 配合実験の配合表

粗骨材 の 最大 寸法 mm	細骨材 率 s/a (%)	水結合材 比 W/(C+DD1) (%)	単 位 量 (kg/m³)							混和剤	単位 容積 量 (kg/m³)
			水 W	早 強 セメント C	混和材 DD-1	細骨材 S	粗骨材 G				
							20~13(mm)	13~5 (mm)			
20	42	31.0	90	275.5	14.5	893	1260		0.725	2533	
							630	630			
20	42	34.5	100	275.5	14.5	881	1245		0.725	2516	
							622.5	622.5			
20	42	37.9	110	275.5	14.5	870	1230		0.725	2500	
							615	615			

DD2 配合実験の配合表

粗骨材 の 最大 寸法 mm	細骨材 率 s/a (%)	水結合材 比 W/(C+DD2) (%)	単 位 量 (kg/m³)						混和剤	単位 容積 量 (kg/m³)
			水 W	普 通 セメント C	混和材 DD-2	細骨材 S	粗骨材 G			
							20~13(mm)	13~5 (mm)		
20	42	31.0	90	217.5	72.5	893	1261		0.725	2534
							630.5	630.5		
20	42	34.5	100	217.5	72.5	882	1246		0.725	2518
							623	623		
20	42	37.9	110	217.5	72.5	871	1230		0.725	2501
							615	615		

各配合について、図-3.1に示す即時脱型式自動成形機（セメント協会製）を使用し、目標締固め率96%で技術指針（案）に準拠して曲げ強度試験供試体を作製した。練混ぜ後、24時間までは湿布養生し、その後20℃の水中で標準養生を行い、材令7日で曲げ強度試験を行った。

3.5 実験結果

セメントおよび混和材のコンシステンシー試験結果を表-3.2および図-3.2～図-3.8に示す。また、曲げ強度試験の結果を資料-1に示す。

3.5.1 単位水量

『表-3.2 コンシステンシー試験結果』を以下に示す方法により回帰分析した結果を、表-3.3に示す。マーシャル締固め率の回帰方法は、通常行われている一次回帰式（3.1）により行い、修正VC値の回帰は、その対数による回帰式（3.2）により求めた。

$$\text{マーシャル締固め率} = a \cdot W + b \quad (3.1)$$

$$\log(\text{修正VC値}) = a \cdot W + b \quad (3.2)$$

ここに、 W ：単位水量 (kg/m^3)

a, b ：実験から求められる係数

また、その回帰結果より求められるマーシャル締固め率96、97、98%および修正VC値50、30、20秒を確保するのに、必要な単位水量を回帰式(3.1)、式(3.2)より求め、表-3.4に示す。中でも特に、技術指針（案）に示されるマーシャル締固め率96%および修正VC値50秒を確保するのに、必要な単位水量については、図-3.9に示した。この図からわかるように、セメントの種類によりそれぞれ特有の性質を持つことが分かるが、OD2以外の材料については、単位水量が95 kg/m^3 程度が適正な値であると考えられ、超早強性材料のコンシステンシーは、OPおよびHPとほぼ同等である。ただし、OD2は、他の材料よりも単位水量を大幅に減少させることができるため、乾燥収縮低減などが可能であると考えられる。

3.5.2 曲げ強度試験

『資料-1 曲げ強度試験結果』から、配合実験における曲げ強度とセメント空隙比（体積比）との関係（式（3.3））と、水セメント比（体積比）と空隙セメント比（体積比）とを組み合わせた体積比との関係（式（3.4））から求められる係数を表-3.5に示す。

$$\sigma_b = a \frac{C}{W+V} + b \quad (3.3)$$

$$\sigma_b = \frac{1}{a \frac{W}{C} + b \frac{V}{C} + c} \quad (3.4)$$

ここに、 W, V, C ：水、空隙およびセメントの体積

a, b, c ：実験値から得られる係数

式(3.3)および式(3.4)により回帰した結果を、LDについて、図-3.10、図-3.11に示すことにする。

3.5.3 強度試験用配合の決定

以上の結果から、『第4章 強度実験』に使用する配合を決定する。

『表-3.4 必要単位水量』から得られるマーシャル締固め率および修正VC値を得るのに、必要とする単位水量の結果、また曲げ強度に関して『表-3.5 式(3.3)および式(3.4)による回帰係数』から求めた表-3.6に示す単位水量および曲げ強度の回帰結果等を参考にする。

単位セメント量を 290 kg/m^3 一定とし、材令7日で曲げ強度 60 kgf/cm^2 を得ることができ、かつ経時変化がほとんどなく、マーシャル締固め率98%、修正VC値が20~30秒程度となるような条件を満たす単位水量は、セメントおよび混和材ごとに多少ばらつきはあるものの、ほぼ 110 kg/m^3 程度となる。

以上のことから、各セメントおよび混和材について、『第4章 強度実験』の配合を表-4.1~表4.3のように決定する。

表-3.2 コンシステンシー試験結果

セメント および 混和材	単位水量 (kgf/cm ²)	マーシャル試験	V C 振動締固め試験		
		締固め率(%)	修正VC値(秒)	VC値(秒)	VC締固め率(%)
OP	90	94.2	55	—	98.1
	100	98.0	41	48	98.1
	110	99.5	25	35	100.8
HP	90	95.7	70	—	97.8
	100	97.2	40	50	98.1
	110	98.0	27	38	99.5
LD	90	94.3	87	—	95.7
	100	96.2	40	47	98.9
	110	98.9	23	32	99.7
OD2	90	96.9	20	32	100.8
	100	98.0	13	25	102.6
	110	101.3	4	7	105.1
SD	90	95.8	91	—	96.7
	100	98.6	23	43	98.7
	110	98.8	18	32	100.5
DD1	90	94.1	83	—	96.3
	100	97.3	40	52	97.6
	110	98.8	25	37	99.2
DD2	90	96.0	61	—	98.2
	100	97.2	29	40	99.6
	110	100.0	11	18	102.4

表-3.3 コンシステンシー試験回帰分析結果

セメント および 混和材	マーシャル締固め率			修正VC値		
	a	b	r	a	b	r
OP	0.264	70.9	0.971	-0.017	3.30	0.989
HP	0.119	85.1	0.987	-0.021	3.70	0.995
LD	0.231	73.4	0.995	-0.029	4.52	0.995
OD2	0.218	76.9	0.961	-0.035	4.50	0.966
SD	0.150	82.7	0.890	-0.035	5.04	0.928
DD1	0.236	73.2	0.978	-0.026	4.25	0.992
DD2	0.202	77.5	0.978	-0.037	5.15	0.997

注) r : 相関係数

表-3.4 必要単位水量

(kg/m³)

セメント および 混和材	マッシュル締固め率 (%)			修正VC値 (秒)		
	96	97	98	50	30	20
OP	95.4	99.2	103.0	93.3	106.2	116.5
HP	92.0	100.4	108.8	96.5	107.2	115.7
LD	98.2	102.5	106.8	97.8	105.5	111.5
OD2	87.5	92.1	96.7	80.2	86.5	91.6
SD	88.5	95.2	101.8	95.1	101.4	106.4
DD1	96.8	101.1	105.3	97.7	106.2	113.0
DD2	91.4	96.4	101.3	92.8	98.7	103.5

表-3.5 式(3.3)および式(3.4)による回帰係数

セメント および 混和材	式(3.3)			式(3.4)			
	a	b	r	a	b	c	r
OP	101.6	-3.1	0.604	0.0093	0.0053	0.0038	0.562
HP	241.5	-85.3	0.826	0.0190	0.0126	-0.0121	0.872
LD	175.4	-47.0	0.781	0.0163	0.0053	-0.0047	0.838
OD2	60.5	28.8	0.273	0.0067	-0.0019	0.0081	0.731
SD	173.6	-35.8	0.758	0.0113	0.0014	0.0002	0.895
DD1	184.8	-46.7	0.781	0.0132	-0.0096	0.0051	0.834
DD2	-29.1	73.6	0.336	-0.0042	-0.0052	0.0253	0.336

注) r : 相関係数

表-3.6 回帰式(3.3)および式(3.4)から求めた
単位水量および曲げ強度

セメント および 混和材	単位水量 ^{*1} (kg/m ³)		曲げ強度 σ_b ^{*2} (kgf/cm ²)	
	式(3.3)	式(3.4)	式(3.3)	式(3.4)
OP	107.9	103.6	59.1	57.8
HP	114.6	114.2	64.4	63.2
LD	112.3	109.1	61.7	59.4
OD2	140.6	133.5	66.4	66.6
SD	128.5	130.4	71.8	70.5
DD1	121.0	110.8	67.8	60.4
DD2	158.9	139.8	55.6	55.5

*1) 空隙率4%、曲げ強度60 kgf/cm²の時の単位水量*2) 空隙率4%、単位水量110 kg/m³の時の曲げ強度

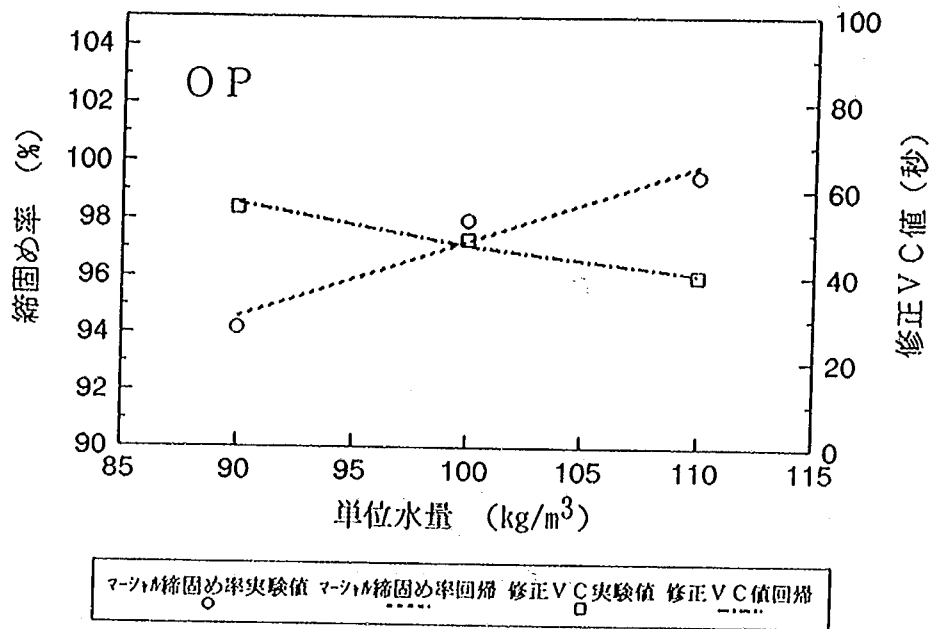


図-3.2 コンシステンシー試験結果 (OP)

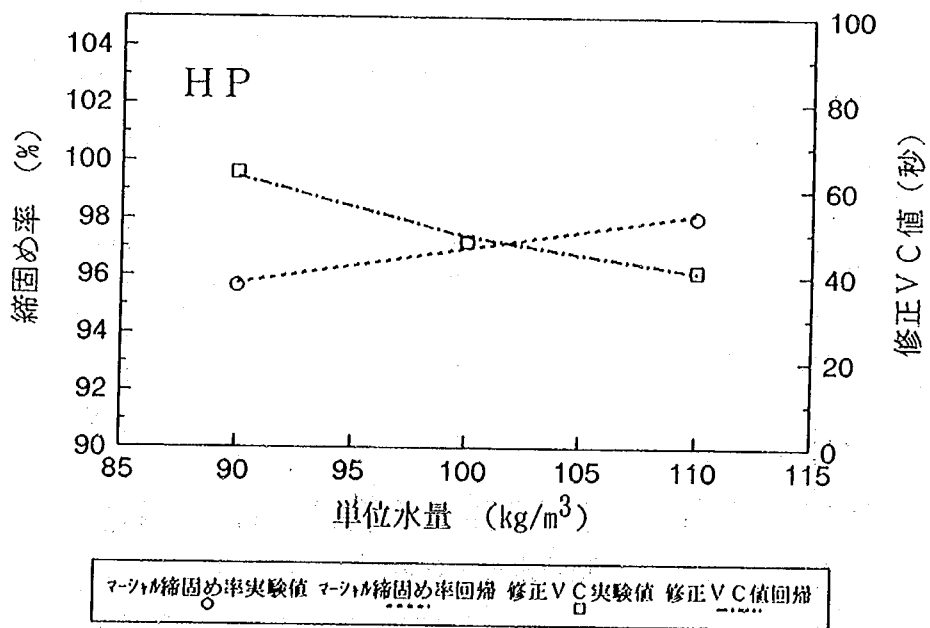


図-3.3 コンシステンシー試験結果 (HP)

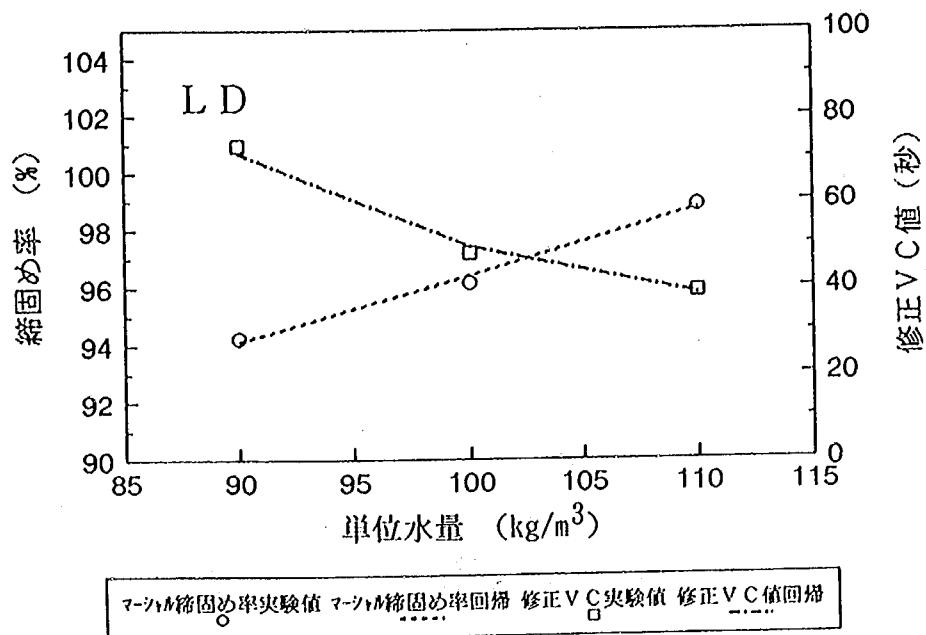


図-3.4 コンシステンシー試験結果 (LD)

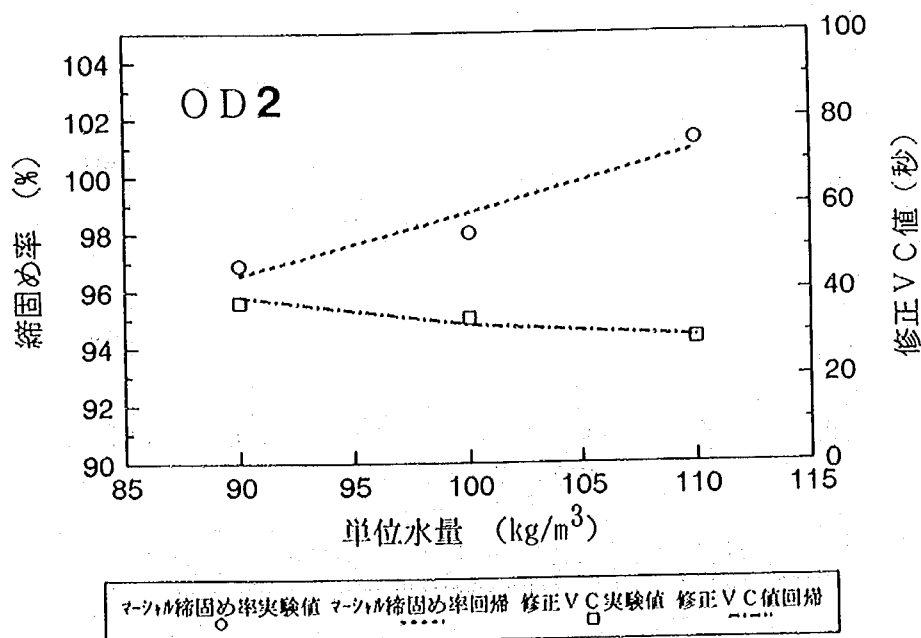


図-3.5 コンシステンシー試験結果 (OD2)

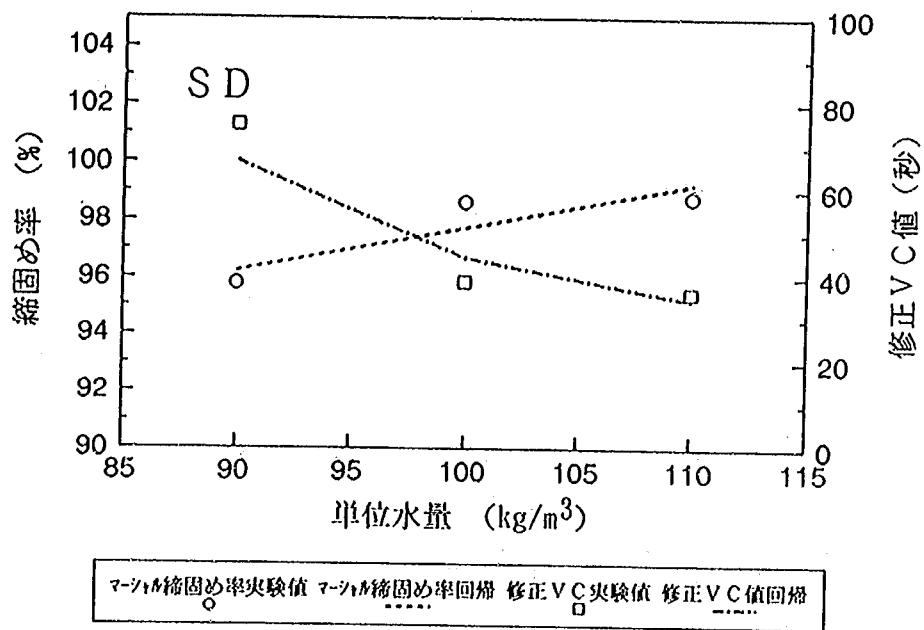


図-3.6 コンシステンシー試験結果 (SD)

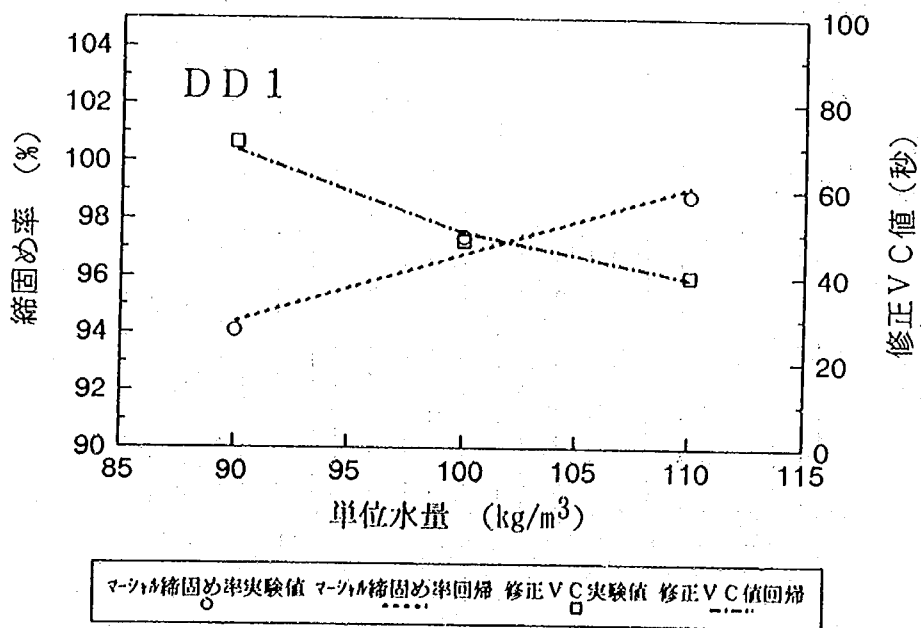


図-3.7 コンシステンシー試験結果 (DD1)

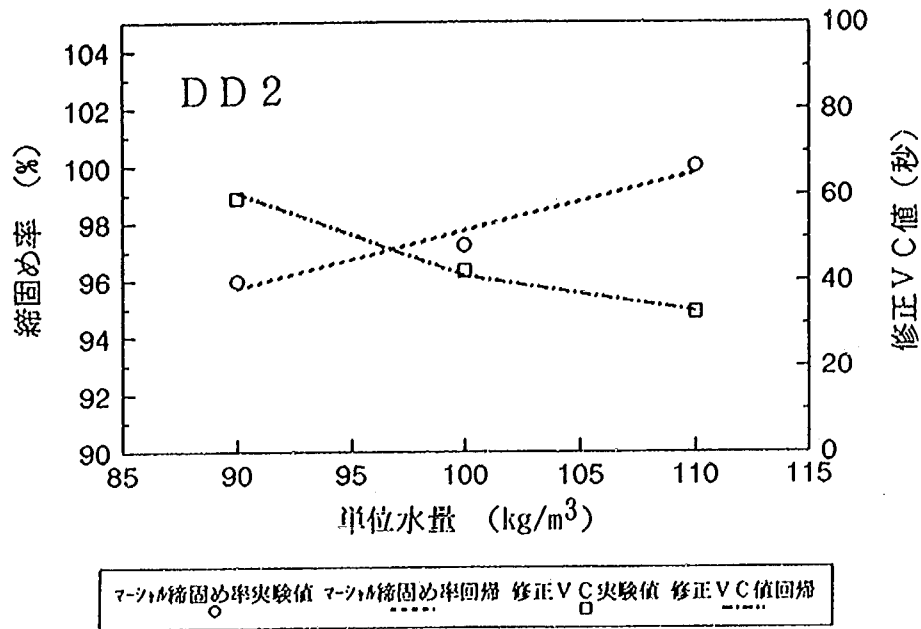


図-3.8 コンシステンシー試験結果 (DD2)

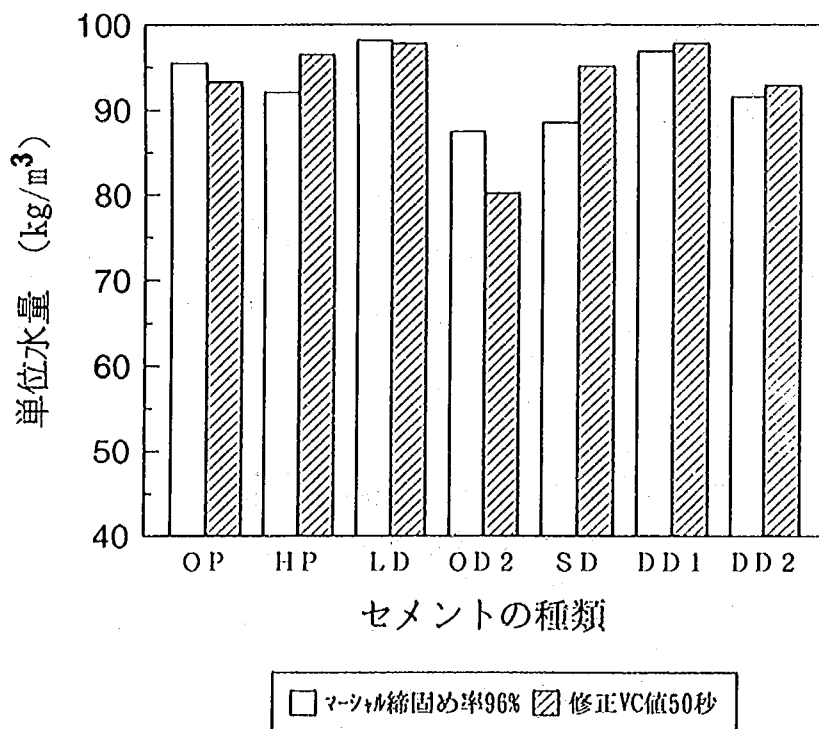


図-3.9 コンシステンシー確保に必要な単位水量

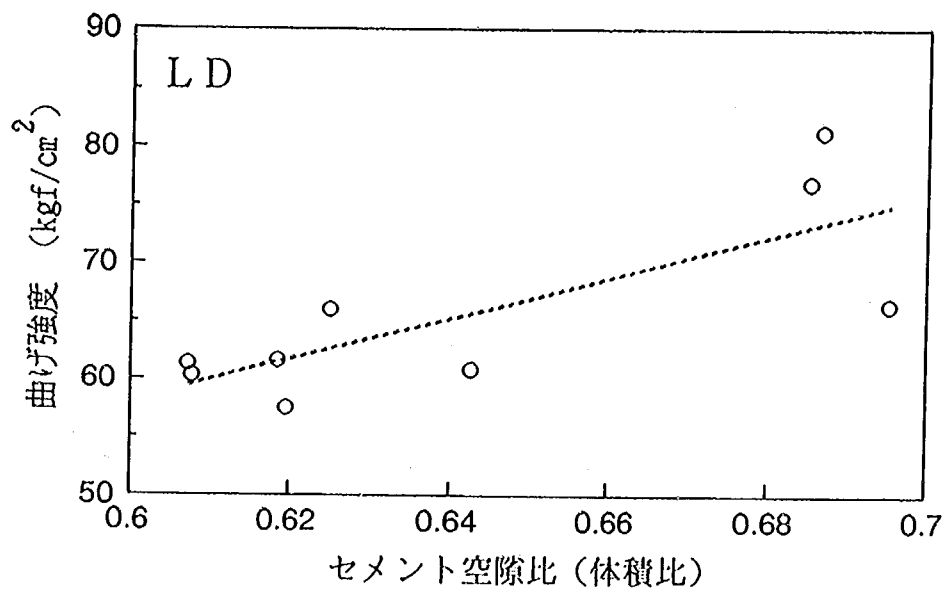


図-3. 10 セメント空隙比と曲げ強度との関係

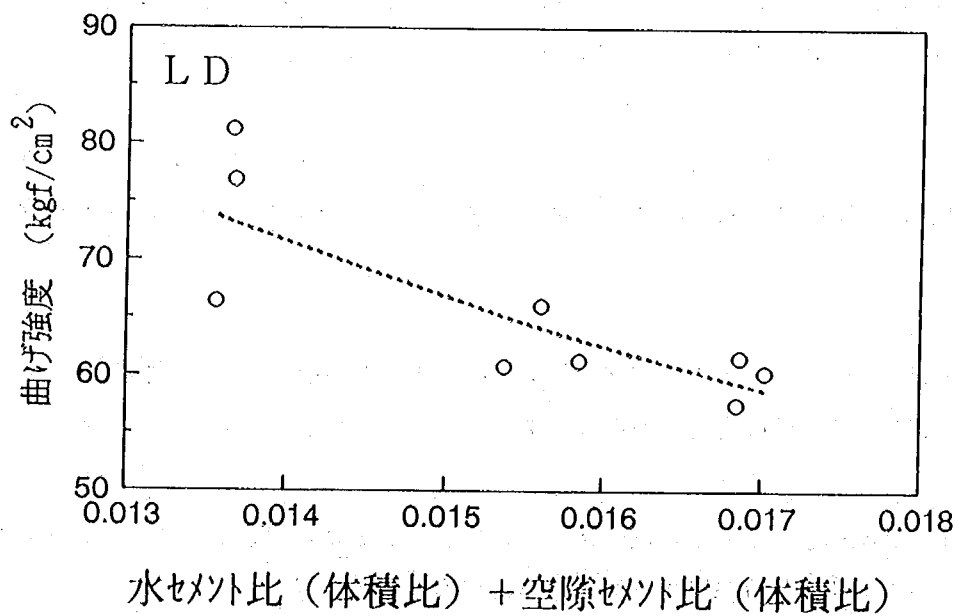


図-3. 11 水セメント比+空隙セメント比と曲げ強度との関係

第4章 強度実験

4.1 実験目的

『第3章 配合実験』で決定した配合をもとに、超早強性材料をRCCに適用した場合の各強度実験を行う。特に1日までの初期材令と強度発現性との関係を把握し、その有効性を確認する。

4.2 使用材料

本章で使用する材料を『第2章 使用材料』に示す。

4.3 実験配合

『第3章 配合実験』で得られた実験結果をもとに、決定した本実験の配合を表-4.1~4.3に示す。

4.4 実験方法

4.4.1 供試体の締固め率

以下の手順により、各供試体の締固め率を算出した。

(曲げ強度試験用供試体)

供試体作製後すぐに重量を測定した。強度試験を行う前に、長さ方向4点、幅は打設面および打設下面それぞれ3点ずつ、高さは両側面それぞれ3点ずつ測定を行い、それぞれの平均値より体積を求め、供試体密度を計算する。その密度を理論密度で除し、供試体作製における締固め率とする。

(圧縮および引張強度用供試体)

材令に関係なく、型枠脱型後すぐに重量を測定する。強度試験を行う前に、高さ方向2点、直径は供試体両端それぞれ2点計4点測定を行い、曲げ供試体と同様の方法により、供試体作製後の締固め率を算出した。

4.4.2 曲げ強度試験

曲げ供試体は第3章同様、図-3.1に示す即時脱型式自動成形機を使用し、技術指針(案)に準じて供試体を作製した。練混ぜ後、24時間までは湿布養生を行い、その後は、所定の材令になるまで20℃の水中で標準養生した。

目標締固め率96%で供試体を作製し、練混ぜ後、3、6、9、12時間、1、3、7、28、91日でJIS A 1106(コンクリートの曲げ強度試験方法)に準拠して強度試験を行った。

材令1、7、28日のとき目標締固め率を96、93、90%に変化させ、締固め率の違いによる強度試験も行っている。

超早強性材料をRCCPに適用した場合、舗設後6時間程度で交通開放が可能であるという報告から¹⁾、練混ぜ後6時間から、温度20℃、相対湿度60%の気中で養生を行い、材令7、28、91日において標

表-4.1 配合表-1

セメント の 種 類	粗骨材 の 最 大 寸 法 mm	細骨材 率 s/a (%)	水セメント 比 W/C (%)	単 位 量 (kg/m³)					混和剤	単 位 容 重 積 量 (kg/m³)
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G			
							20~13(mm)	13~5 (mm)		
OP	20	42	37.9	110	290	871	1232		0.725	2503
							616	616		
HP	20	42	37.9	110	290	870	1230		0.725	2500
							615	615		
LD	20	42	37.9	110	290	870	1229		0.725	2499
							614.5	614.5		
OD2	20	42	37.9	110	290	869	1227		0.725	2496
							613.5	613.5		
SD	20	42	37.9	110	290	870	1230		0.725	2500
							615	615		

表-4.2 配合表-2

混和材 の 種 類	粗骨材 の 最 寸 mm	細骨材 率 s/a (%)	水結合材 比 W/(C+DD1) (%)	単 位 量 (kg/m³)						単 位 容 重 積 量 (kg/m³)	
				水 W	早 強 セメント C	混和材 DD-1	細骨材 S	粗骨材 G			混和剤
								20~13(mm)	13~5 (mm)		
DD1	20	42	37.9	110	275.5	14.5	870	1230		0.725	2500
								615	615		

表-4.3 配合表-3

混和材 の 種 類	粗骨材 の 最 寸 mm	細骨材 率 s/a (%)	水結合材 比 W/(C+DD2) (%)	単 位 量 (kg/m³)						単位 容重 積量 (kg/m³)	
				水 W	普 通 セメント C	混和材 DD-2	細骨材 S	粗骨材 G			混和剤
								20~13(mm)	13~5 (mm)		
DD2	20	42	37.9	110	217.5	72.5	871	1230		0.725	2501
								615	615		

準養生との比較試験も行った。

4.4.3 圧縮および引張強度試験

圧縮および引張供試体は、小型タンパを使用して技術指針（案）に準じて、目標締固め率96%で供試体を作製した。曲げ供試体同様、練混ぜ後24時間までは湿布養生を行い、その後は、所定の材令まで20℃の水中で標準養生を行った。

練混ぜ後3、6、9、12時間、1、3、7、28、91日でJIS A 1108（コンクリートの圧縮強さ試験方法）、JIS A 1113（コンクリートの引張強度試験方法）に準拠して、各強度試験を行った。圧縮強度試験時には、コンプレッソメータを使用し、縦ひずみの測定を行い、静弾性係数係数も求めた。

また、曲げ供試体と同様、標準養生との比較をするために練混ぜ後6時間から、温度20℃、相対湿度60%の気中で養生を行い、材令7、28、91日の強度試験も行った。

4.5 強度実験結果

曲げ強度試験結果、圧縮強度試験結果、引張強度試験結果を資料-2～4に示す。

4.6 曲げ強度

4.6.1 空隙率と曲げ強度の関係

一例として、「普通ポルトランドセメント OP」の材令1、7、28日における空隙率と曲げ強度との関係を図-4.1に示す。

空隙率と曲げ強度との関係は、便宜上、一次回帰式（4.1）で近似することが多い。しかし、空隙率の増加に伴う曲げ強度低下率 k が一定である仮定すると、空隙率と曲げ強度の関係は式（4.2）で表される。これらの式より回帰した結果を表-4.4に示す。

$$\sigma_b = a - b \cdot V \quad (4.1)$$

$$\sigma_b = \sigma_0 \cdot \exp(-k \cdot V) \quad (4.2)$$

ここに、 a 、 σ_0 ：空隙率0%のときの曲げ強度

b ：曲げ強度の変化率

k ：空隙率の増加に伴う曲げ強度の低下率

V ：空隙率

表-4.4からも分かるように、両式とも相関係数はほぼ同等であるが、回帰式より求めた空隙率0%（締固め率100%）の曲げ強度は、両式を比較すると強度差が5～10 kgf/cm²程度あり、式（4.2）

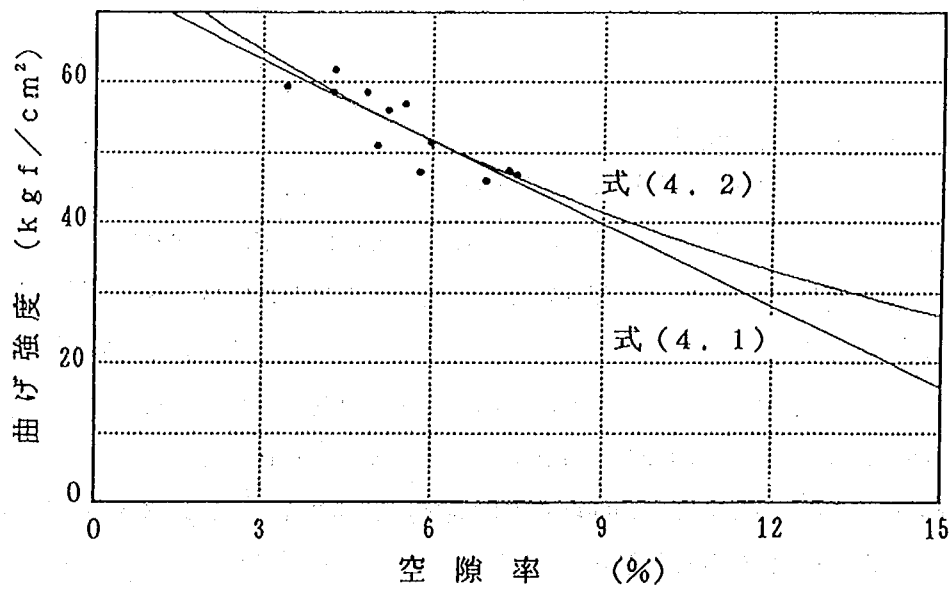
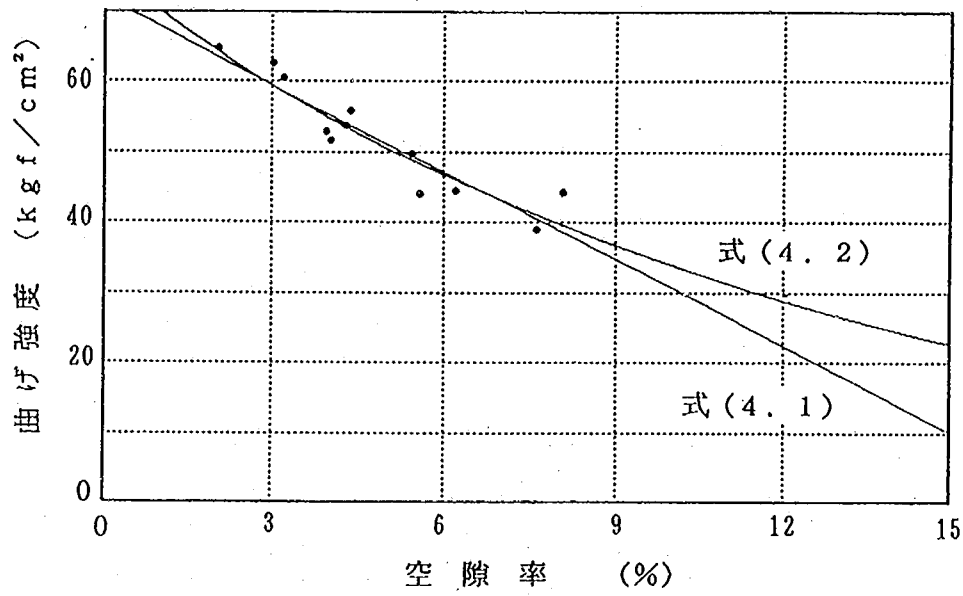
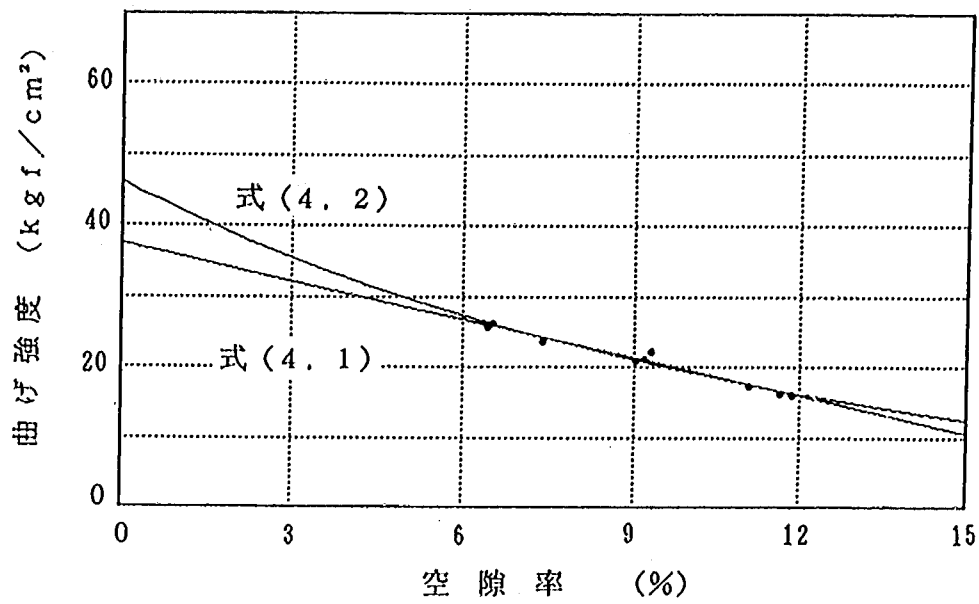


図-4.1 空隙率と曲げ強度との関係
(OP、上から材令1、7、28日)

で回帰した方が高い値を示すことが分かる。

表- 4. 4 空隙率と曲げ強度の回帰分析結果

セメント および 混和材の 種 類	材 令 (日)	回 帰 式					
		$\sigma_b = a - b \cdot V$			$\sigma_b = \sigma_0 \cdot \exp(-k \cdot V)$		
		a	b	r	σ_0	k	r
O P	1	37.7	1.81	0.99	46.4	0.087	0.99
	7	72.1	4.13	0.93	76.0	0.081	0.93
	28	75.2	3.91	0.87	80.0	0.074	0.87
H P	1	47.4	1.89	0.88	55.4	0.068	0.88
	7	72.5	3.00	0.94	87.7	0.074	0.94
	28	66.6	2.02	0.82	71.1	0.044	0.82
L D	1	57.5	2.33	0.90	66.6	0.068	0.90
	7	68.7	2.49	0.82	77.1	0.058	0.83
	28	74.4	2.60	0.95	81.2	0.053	0.94
O D 2	1	40.7	0.78	0.66	40.7	0.021	0.64
	7	70.8	2.56	0.89	73.8	0.048	0.89
	28	62.9	0.04	0.03	62.9	0.001	0.04
S D	1	54.9	1.91	0.86	60.1	0.053	0.86
	7	69.9	2.67	0.92	78.9	0.053	0.92
	28	76.6	2.71	0.95	81.3	0.050	0.94
D D 1	1	37.3	1.23	0.83	40.5	0.049	0.83
	7	49.2	0.88	0.45	50.9	0.024	0.45
	28	75.4	2.79	0.93	86.2	0.060	0.93
D D 2	1	29.4	1.28	0.96	32.7	0.068	0.97
	7	76.4	3.07	0.96	86.5	0.065	0.97
	28	80.7	2.69	0.77	85.3	0.046	0.78

注) r : 相関係数

4. 6. 2 材令と曲げ強度との関係

O P、H P、L Dの曲げ強度 σ_b と材令との関係を図- 4. 2 に示す。

ただし、この図にプロットした値は、各曲げ供試体ごとの締固め率にかなりのバラツキがあったため、以下に示す方法により締固め率96%（空隙率4%）一定のときの曲げ強度になるように補正を行った値をプロットしている。

- ① 式(4. 2)より求めた表- 4. 4の回帰結果のデータをもとに、材令1、7、28日におけるkの値と材令の対数値とを一次回帰し、各材令ごとのkの値を算出する。
- ② ①で求めたkの値と各材令ごとの曲げ強度の実験値を式(4. 2)に代入し、空隙率4%（締固め率96%）に相当する曲げ強度を算出する。

上述の方法により、補正を行ったセメントおよび混和材の各材令ごとの曲げ強度の結果を資料- 5 に示す。

また図中には、曲げ強度と材令との関係を定量的に述べるために、強度発現が大きい区間をS I区間、その後の強度増進の小さい区間をS II区間とし、各区間をそれぞれ式(4. 3)および式(4. 4)により回

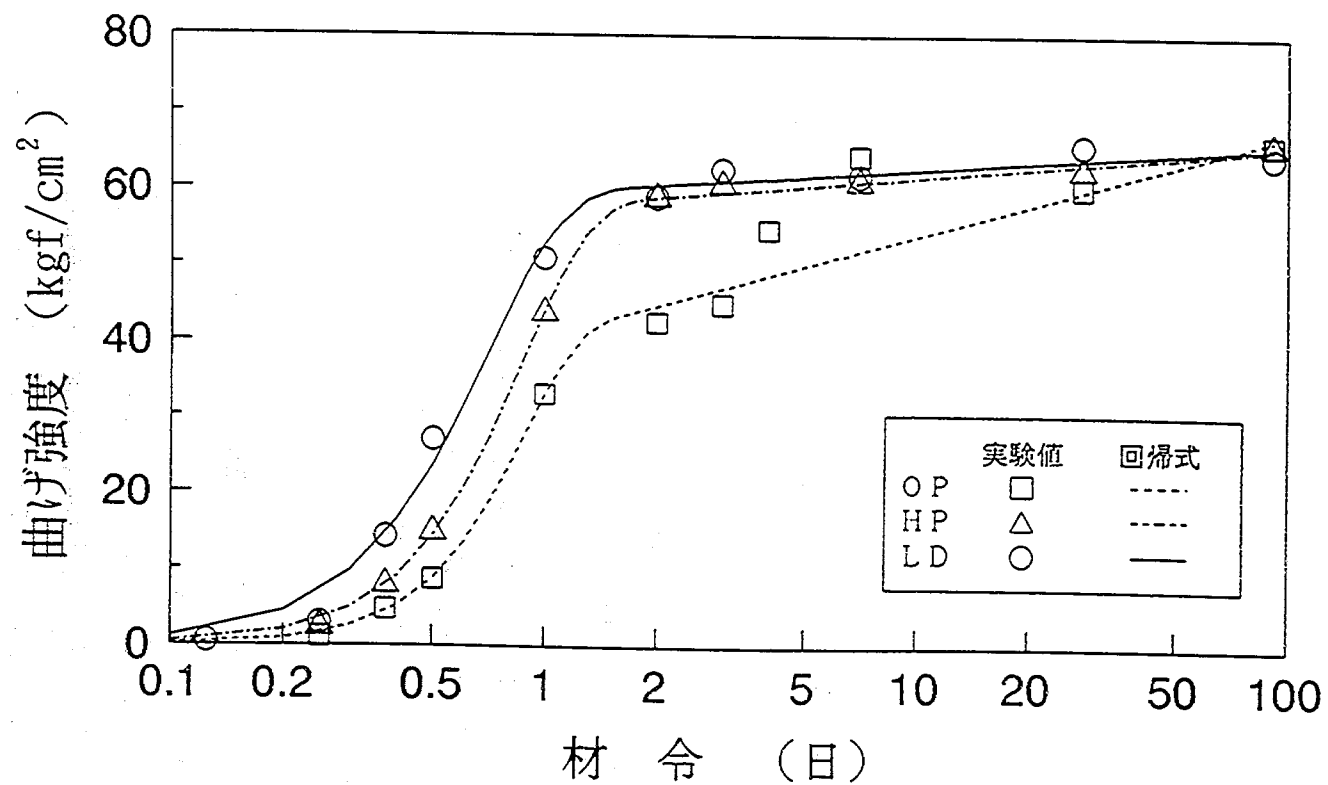


図-4. 2 曲げ強度と材令との関係

帰して求めた曲線を示す。

その回帰曲線の選定方法を、一例 (LD) を示すことにより説明する。

$$\text{S I 区間} \quad \sigma_b = \sigma_{inf} (1 - \exp(-\alpha t^\beta)) \quad (4.3)$$

$$\text{S II 区間} \quad \sigma_b = a \cdot \log t + b \quad (4.4)$$

ここに、 σ_{inf} 、 α 、 β 、 a 、 b ：実験値から得られる係数

σ_b ：曲げ強度 (kgf/cm²)

t ：材令 (日)

- ① 『表-4.5 材令と補正による曲げ強度の関係』から、各材令まで毎の式 (4.3) の係数 σ_{inf} 、 α 、 β を算出し、その係数を代入し曲線を描いてみる。その曲線群の中から、最適な曲線を2～3本選定する。
- ② 『表-4.6 S II 区間における回帰式の選定方法』に示すように、式 (4.3) と (4.4) とが連続となる材令を一定の間隔で変化させ、その材令の式 (4.3) により得られる回帰曲線上の曲げ強度を算出する。またその時、同時にその材令における接線の傾き $d\sigma_b/dt$ も式 (4.5) より求める。
- 次に、式 (4.3) と式 (4.4) が連続となることから、その傾きと式 (4.8) の値が等しくなることより、式 (4.4) の係数 a を決定し、回帰曲線上の曲げ強度の値とから係数 b を求め、式 (4.4) を決定する。
- ③ 式 (4.4) から算出される曲げ強度と、実験値から得られた曲げ強度の残差の2乗の合計を計算し、その合計のうち最小となる材令を選定する。
- ④ ②～③の操作を各曲線について行い、各曲線ごとで得られた残差の2乗を比較し、その材料における回帰式 (4.3) および式 (4.4) を決定する。

以下、本報告での用語の定義を図-4.3の強度発現性状の模式図に示す。

上述の方法により求められた回帰曲線の式 (4.3) を1階微分すると、S I 区間における材令ごとの傾きが得られ、本報告では、それを硬化速度と呼ぶことにする (式 (4.5))。さらに、式 (4.3) の2階微分を行い (式 (4.6))、その式がゼロとなるとき、曲線上の変曲点が求められ (式 (4.7))、その変曲点となる時間を t_1 、曲げ強度を σ_1 とする。式 (4.5) に t_1 を代入すれば、その曲線上の最大の硬化速度 (本報告では、最大硬化速度 v_{max} と呼ぶ) が得られる。

セメントおよび混和材によりそれぞれ異なるが、ある材令以上で強度と $\log t$ がほぼ線形関係を示す。すなわち、その式 (4.3) と式 (4.4) が連続となる材令を t_2 とし、そのときの曲げ強度を σ_2 、傾きを v_2 とした。

表-4.5 材令と補正による曲げ強度との関係

LD							
材 令	log t	k	締固め率 (%)	空隙率 (%)	曲げ強度 (kg/cm ²)	σ (4%) CAL	σ (4%) ave
3 h	-0.90	0.07742	92.92	7.08	0.4	0.5	0.5
6 h	-0.60	0.07416	93.05	6.95	2.3	2.8	2.9
			92.93	7.07	2.4	3.1	
9 h	-0.43	0.07226	93.06	6.94	10.6	13.1	14.1
			92.83	7.17	12.3	15.5	
			92.86	7.14	11.0	13.8	
12 h	-0.30	0.07091	92.80	7.20	21.8	27.3	27.0
			92.75	7.25	20.6	26.0	
			92.31	7.69	21.2	27.6	
24 h	0.00	0.06765	88.26	11.74	32.6	55.1	50.8
			86.98	13.02	27.8	51.1	
			87.54	12.46	26.0	46.1	
			89.86	10.14	38.0	57.6	
			89.85	10.15	31.5	47.7	
			89.81	10.19	31.5	47.8	
			92.79	7.21	43.3	53.9	
			92.82	7.18	41.1	51.0	
2 d	0.30	0.06439	93.18	6.82	38.9	47.1	58.9
			92.64	7.36	48.7	60.5	
			92.44	7.56	45.5	57.3	
3 d	0.48	0.06249	92.73	7.27	47.7	58.9	62.5
			93.04	6.96	47.7	57.4	
			92.31	7.69	52.0	65.5	
7 d	0.85	0.05851	92.62	7.38	52.3	64.6	61.7
			87.81	12.19	38.5	62.1	
			87.80	12.20	34.7	56.0	
			87.43	12.57	35.3	58.2	
			89.54	10.46	42.1	61.5	
			90.03	9.97	52.1	73.8	
			89.88	10.12	45.7	65.3	
			93.21	6.79	47.9	56.4	
28 d	1.45	0.05199	93.22	6.78	47.8	56.2	65.7
			93.00	7.00	55.3	65.9	
			88.12	11.88	45.1	67.9	
			88.37	11.63	41.1	61.1	
			87.20	12.80	40.3	63.6	
			89.81	10.19	45.9	63.4	
			90.14	9.86	51.2	69.5	
			90.38	9.62	52.1	69.7	
91 d	1.96	0.04645	90.09	9.91	49.5	67.2	64.3
			93.83	6.17	56.8	63.6	
			94.25	5.75	59.4	65.1	
			94.62	5.38	—	0.0	
			94.19	5.81	55.4	60.3	
			94.53	5.47	57.0	61.0	
			93.50	6.50	57.7	64.8	
			94.09	5.91	64.9	70.9	

表-4.6 S II区間における回帰式の選定方法

L D

材令: 3日までを解析

σ_{inf}
60.24 α 2.082 β 2.065

実験値の曲げ強度

2日 3日 7日 28日 91日
58.9 62.5 61.7 65.7 64.3

$Y = a \cdot \log t + b$ 解析結果による曲げ強度

材令	曲げ強度	$d\sigma/dt$	a	b	2日	3日	7日	28日	91日	残差の2乗
1.60	59.99	1.75	6.46	58.67	60.62	61.76	64.14	68.03	71.34	64.3
1.61	60.01	1.64	6.10	58.75	60.58	61.66	63.90	67.57	70.69	52.8
1.62	60.03	1.54	5.75	58.82	60.55	61.56	63.68	67.14	70.08	43.0
1.63	60.04	1.44	5.42	58.89	60.52	61.48	63.47	66.73	69.50	34.9
1.64	60.05	1.35	5.10	58.96	60.49	61.39	63.27	66.34	68.95	28.3
1.65	60.07	1.26	4.80	59.02	60.47	61.31	63.08	65.97	68.43	22.9
1.66	60.08	1.18	4.52	59.09	60.45	61.24	62.90	65.62	67.94	18.7
1.67	60.09	1.10	4.25	59.15	60.42	61.17	62.74	65.29	67.47	15.4
1.68	60.10	1.03	3.99	59.20	60.40	61.11	62.58	64.98	67.02	12.9
1.69	60.11	0.96	3.75	59.26	60.39	61.05	62.43	64.68	66.60	11.2
1.70	60.12	0.90	3.52	59.31	60.37	60.99	62.28	64.40	66.21	10.1
1.71	60.13	0.84	3.30	59.36	60.35	60.94	62.15	64.14	65.83	9.5
1.72	60.14	0.78	3.10	59.41	60.34	60.89	62.03	63.89	65.48	9.4
1.73	60.15	0.73	2.90	59.45	60.33	60.84	61.91	63.65	65.14	9.7
1.74	60.15	0.68	2.72	59.50	60.32	60.80	61.80	63.43	64.82	10.3
1.75	60.16	0.63	2.54	59.54	60.31	60.75	61.69	63.22	64.53	11.2
1.76	60.17	0.59	2.38	59.58	60.30	60.72	61.59	63.03	64.25	12.3
1.77	60.17	0.55	2.23	59.62	60.29	60.68	61.50	62.84	63.98	13.6
1.78	60.18	0.51	2.08	59.65	60.28	60.65	61.41	62.67	63.73	14.9
1.79	60.18	0.47	1.94	59.69	60.27	60.62	61.33	62.50	63.50	16.4
1.80	60.19	0.44	1.82	59.72	60.27	60.59	61.26	62.35	63.28	18.0

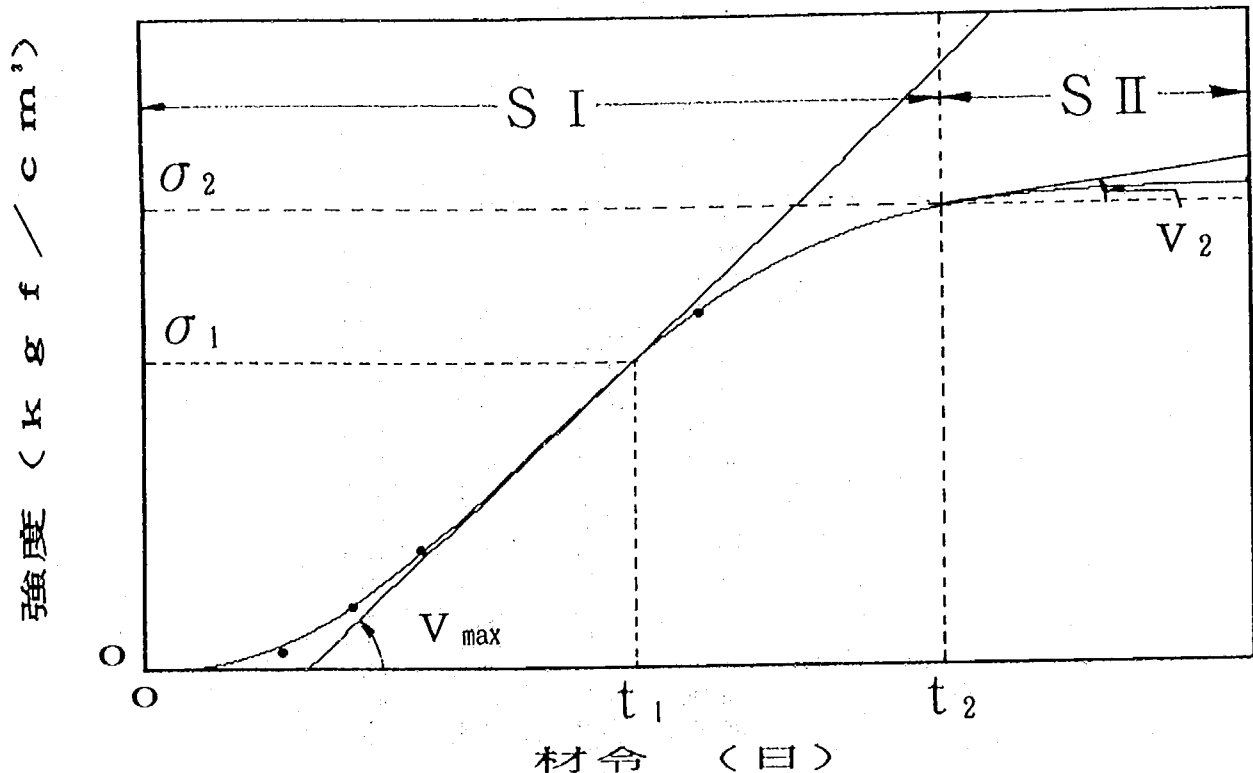


図-4.3 強度発現性状の模式図

各セメントおよび混和材の上述した各数値について、表-4.7に示す。

表-4.7 セメントおよび混和材の曲げ強度における
 t_1 、 t_2 、 v_{max} 、 v_2 、 σ_1 、 σ_2

セメント および 混和材の種類	t_1 (hr)	v_{max}	σ_1	t_2 (day)	v_2	σ_2
OP	17.7	52.3	20.5	1.6	3.69	43.2
HP	16.4	64.1	25.5	1.9	0.88	58.7
LD	12.2	75.3	24.3	1.7	0.78	60.1
OD2	15.3	66.8	23.0	1.4	4.85	49.9
SD	10.2	73.3	21.5	1.7	1.49	58.5
DD1	13.6	49.9	19.7	2.1	2.09	54.1
DD2	14.3	21.7	11.5	7.4	0.60	64.4

$$\frac{d\sigma_b}{dt} = \alpha \beta t^{(\beta-1)} \sigma_{inf} \exp(-\alpha t^\beta) \quad (4.5)$$

$$\frac{d^2\sigma_b}{dt^2} = \alpha \beta t^{(\beta-2)} \sigma_{inf} \exp(-\alpha t^\beta) (\beta-1-\alpha \beta t^\beta) \quad (4.6)$$

$$d^2\sigma_b/dt^2 = 0$$

α 、 β 、 t 、 $\sigma_{inf} > 0$ だから、 $(\beta-1-\alpha \beta t^\beta) = 0$ となり、

$$t = \{(\beta-1)/\alpha \beta\}^{1/\beta} \quad (4.7)$$

式(4.4)の1階微分

$$\frac{d\sigma_b}{dt} = \frac{2.303a}{t} \quad (4.8)$$

以上のことから、材令と曲げ強度との関係について考察を述べる。

表-4.8に、各セメントおよび混和材の式(4.3)、式(4.4)で回帰した係数を示す。

超早強性材料を使用した場合の特徴は、練混ぜ後3～5時間程度で凝結の終結時間を迎え、6～9時間程度から強度発現がみられる。そして t_1 の値からわかるように、10～13時間で強度発現速度が最も大きく、HPに比べると4時間程度早いことがわかる。その後材令2日まで活発な強度発現を示し、以降穏やかに強度が増進する。初期材令時の強度発現を数値的に表す v_{max} は、超早強性材料を使用した場合、OPの1.4倍となるが、今回の実験ではHPとほぼ同等の傾向を示した。またHP、超早強性材料を用いれば、

表-4.8 曲げ強度と材令との回帰係数

セメント および 混和材の種類	$\sigma_b = \sigma_{inf} (1 - \exp(-\alpha \cdot t))$			$\sigma_b = a \cdot \log t + b$	
	σ_{inf}	α	β	a	b
OP	43.7	1.39	2.65	13.2	40.7
HP	58.8	1.38	2.31	3.9	57.6
LD	60.2	2.08	2.07	3.1	59.4
OD2	50.5	1.92	2.55	15.5	47.7
SD	58.8	2.19	1.83	5.7	57.3
DD1	54.6	1.25	1.81	10.0	50.9
DD2	65.2	0.37	1.24	10.2	55.5

材令1日で45 kgf/cm²がほぼ確保でき、OPはその75%程度に過ぎない。

しかしながら例えば、35 kgf/cm²を得るのに必要な時間を求めると、OP、HP、LDそれぞれ38、20、16時間程度であり、超早強性材料を使用すれば、OPよりも22時間程度、HPよりも4時間程度早く必要な強度が得られ、早期開放の可能性を検討する上で、超早強性材料をRCCに適用することの有利さがうかがえる。超早強性材料は、主成分が普通ポルトランドセメントに準じているため、長期材令91日における曲げ強度をOP、HPと比較してもほぼ同等以上の値となった。

ただし、本実験においては単位水量、単位セメント量を一定で行ったことにより、OD2に関して適正な配合よりかなりはずれた配合で実験を行った。そのため、他の超早強性材料より強度発現が遅かった。

DD1の強度発現性は、HPと同程度となり、セメント、骨材および混和剤との相性を現在検討中である。

またDD2は、曲げ供試体表面が白色(CaCO₃)になり、凝結遅延を起こすなど、これまでの品質に見られない異なった挙動を示した。現在、各セメント会社とも超早強性材料に関しては小量生産の状況であり、混和材の品質が異なっていたことが、今回の原因の一つと考えられる。

以上のことより、OD2、DD2の2種類の超早強性材料については、直接の評価は下さない。

4.7 圧縮強度

OP、HPおよびLDの圧縮強度 σ_c との関係を図-4.4に示す。

図中には曲げ強度同様に、式(4.3)、式(4.4)の回帰による曲線も描いており、セメントおよび混和材についてその係数を表-4.9に示す。また t_1 、 t_2 、 V_{max} 、 V_2 、 σ_1 、 σ_2 の数値を表-4.10に示す。

材令1日においてHPと超早強性材料の強度にあまり違いはないが、9~12時間の強度を比較してみるとHPは、超早強性材料の約60%程度である。また図からわかるように、超早強性材料を使用した場合、材令1日までの強度発現の傾向は曲げ強度と同様である。しかし、直線的な強度増進を示す傾向がほぼ材令1日以降から開始するという点に関して、曲げ強度と異なるといえる。材令1日で得られるOPの圧縮強度

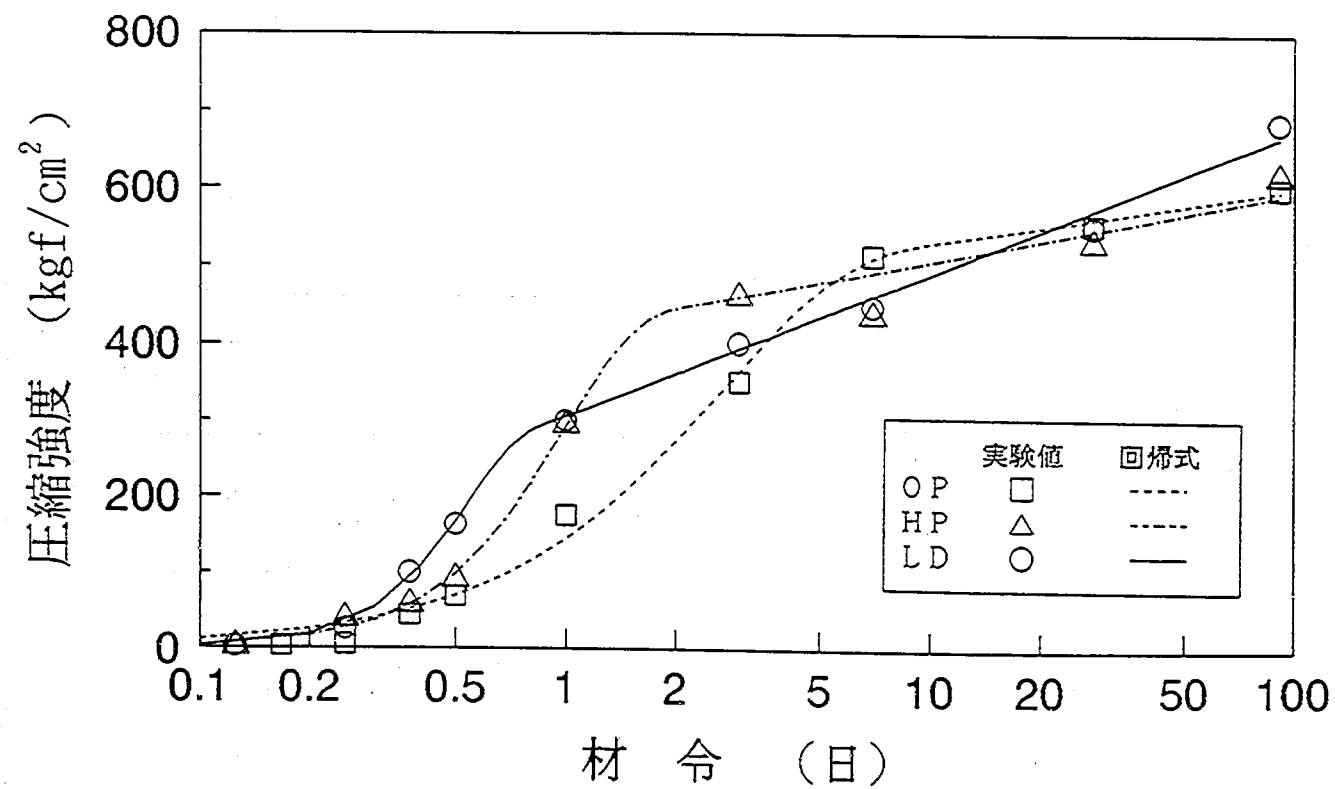


図-4. 4 圧縮強度と材令との関係

が180 kgf/cm²であるのに対し、HPおよび超早強性材料を使用すると、材令1日で300 kgf/cm²以上を確保できることが立証できた。またOP、HPの材令91日における強度が600 kgf/cm²程度であるのに対し、超早強性材料を使用すると700 kgf/cm²程度得られ、長期的にも大きな強度増進をすることがわかる。

表-4.9 圧縮強度と材令との回帰係数

セメント および 混和材の種類	$\sigma_b = \sigma_{inf} (1 - \exp(-\alpha \cdot t^\beta))$			$\sigma_b = a \cdot \log t + b$	
	σ_{inf}	α	β	a	b
OP	536	0.32	1.17	70	460
HP	449	1.05	2.10	90	417
LD	302	5.53	2.77	185	306
OD 2	254	7.39	3.77	321	274
SD	335	5.24	2.90	182	337
DD 1	405	1.32	1.96	162	358
DD 2	262	0.85	2.89	277	197

表-4.10 セメントおよび混和材の圧縮強度における

t_1 、 t_2 、 V_{max} 、 V_2 、 σ_1 、 σ_2

セメント および 混和材の種類	t_1 (hr)	V_{max}	σ_1	t_2 (day)	V_2	σ_2
OP	12.6	153	74	9.7	3.2	530
HP	17.2	408	183	2.1	19.0	445
LD	11.0	615	143	0.9	93.3	294
OD 2	13.0	622	132	0.8	177	242
SD	11.7	678	161	0.9	87.8	328
DD 1	14.4	395	156	1.7	41.5	395
DD 2	21.9	282	126	1.5	78.8	248

4.8 引張強度

OP、HPおよびLDの引張強度と材令との関係を図-4.5に示す。

図中には曲げ強度同様、式(4.3)、式(4.4)の回帰による曲線も描いており、セメントおよび混和材についてその係数を表-4.11に示す。また t_1 、 t_2 、 V_{max} 、 V_2 、 σ_1 、 σ_2 の数値を表-4.12に示す。

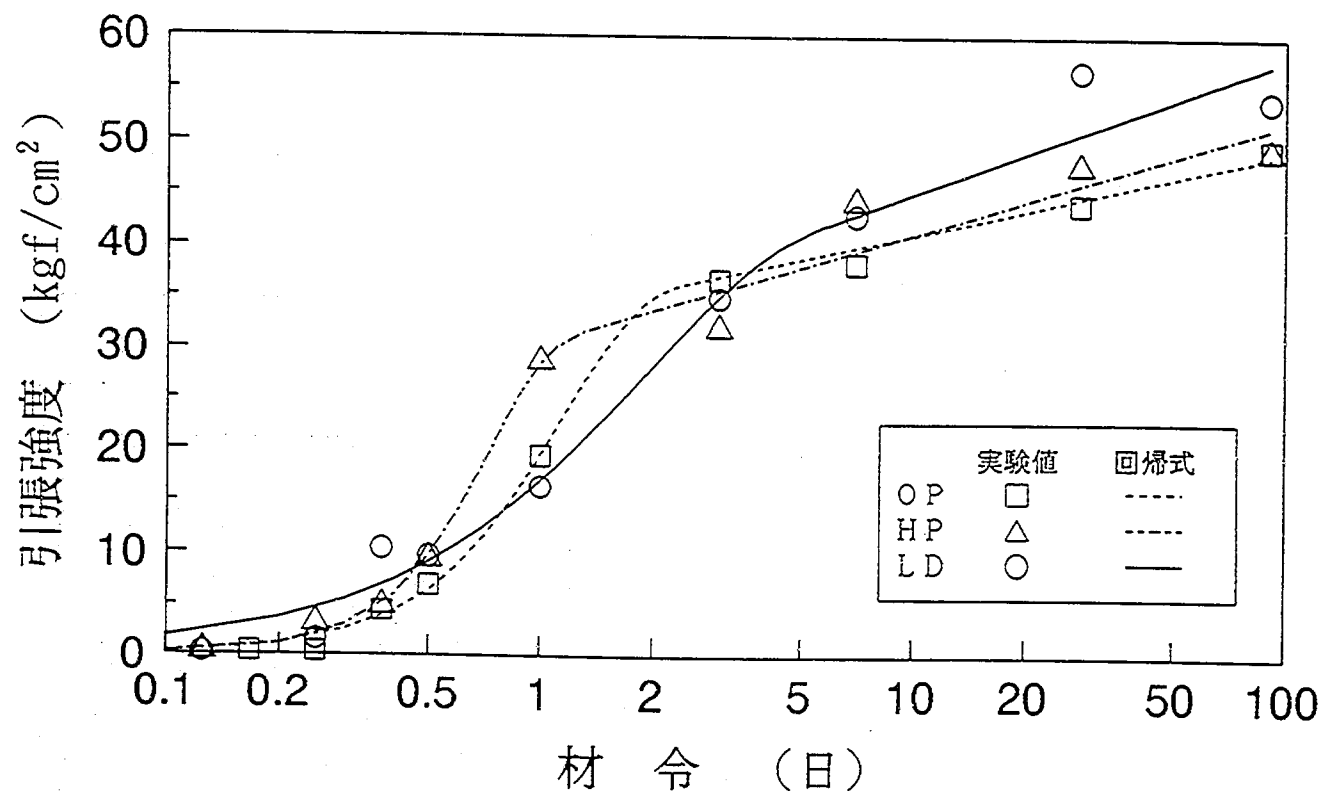


図-4. 5 引張強度と材令との関係

曲げ強度、圧縮強度の時とは異なり、材令1日後の引張強度をOP、HPと比較すると同程度もしくは若干下回る傾向となった。従って今回の実験では、初期材令の強度発現性は、HPの方が良いという結果となった。今後検討の必要があると思われる。

ただし、材令3日においては、OP、HP、超早強性材料の引張強度が同程度となり、その後、安定な強度発現がみられ、材令91日における長期的な強度は、OP、HPに比べ約1割程度高い値を示すという結果が得られた。

表-4. 1.1 引張強度と材令との回帰係数

セメント および 混和材の種類	$\sigma_b = \sigma_{inf} (1 - \exp(-\alpha \cdot t^\beta))$			$\sigma_b = a \cdot \log t + b$	
	σ_{inf}	α	β	a	b
OP	36.6	0.76	1.99	7.9	33.2
HP	32.0	2.20	2.60	10.7	30.4
LD	43.6	0.50	1.08	13.0	32.1
OD2	27.4	8.25	3.97	19.3	28.4
SD	44.7	0.58	1.21	8.7	37.9
DD1	35.1	2.17	2.09	9.7	33.2
DD2	31.5	0.84	2.72	14.0	27.4

表-4. 1.2 セメントおよび混和材の引張強度における

t_1 、 t_2 、 v_{max} 、 v_2 、 σ_1 、 σ_2

セメント および 混和材の種類	t_1 (hr)	v_{max}	σ_1	t_2 (day)	v_2	σ_2
OP	19.3	27.3	14.3	2.5	1.4	36.2
HP	14.7	45.2	14.7	1.3	3.6	31.6
LD	4.0	18.8	3.0	5.9	1.0	42.0
OD2	13.1	70.5	14.4	0.8	10.1	26.9
SD	8.7	21.5	7.0	5.0	0.8	43.9
DD1	12.1	44.9	14.2	1.4	3.0	34.6
DD2	21.6	32.0	14.8	1.8	3.4	31.0

4. 9 静弾性係数試験結果

セメントおよび混和材の各材令における静弾性係数の結果を、資料-6に示す。

圧縮強度試験時の静弾性係数 E_c は、最大応力 σ_{max} の2/3応力 $\sigma_{2/3}$ 程度までのひずみを二次回帰し、その

回帰した応力-ひずみ曲線から1/3 応力点のひずみ $\varepsilon_{1/3}$ と応力ゼロのときのひずみ ε_0 を算出し、1/3 応力 $\sigma_{1/3}$ を、そのひずみの差 ($\varepsilon_{1/3} - \varepsilon_0$) で割って求めた。

4. 9. 1 圧縮強度と静弾性係数との関係

各セメントおよび混和材の圧縮強度 σ_c と静弾性係数 E_c との関係を図-4. 6 に示す。

普通および軽量コンクリートの静弾性係数は、一般に密度と圧縮強度の関係として、式(4. 9) が与えられている(ACIでは、 $a=4270$)。

$$E_c = a \sqrt{\rho^3 \sigma_c} \quad (4. 9)$$

$$E_c = \alpha \sigma_c - \beta \sigma_c^2 \quad (4. 10)$$

ここに、 a 、 α 、 β : 実験値から得られる係数

ρ : コンクリートの密度

しかし本実験において、圧縮強度の低い範囲で、式(4. 9) では実験値との適合性が良くなかったため、この部分をより正確に表す式(4. 10)を誘導した。表-4. 1.3に回帰式(4. 9)、式(4. 10)により求まる係数の結果を示す。

表-4. 1.3 圧縮強度と静弾性係数との回帰結果

セメント および 混和材	$E_c = a \sqrt{\rho^3 \sigma_c}$		$E_c = \alpha \sigma_c - \beta \sigma_c^2$		
	a	相関係数	α	β	相関係数
OP	3800	0.97	1120	0.82	0.99
HP	3970	0.95	1150	0.83	0.99
LD	4060	0.96	1210	0.90	0.99
OD2	3810	0.98	1080	0.68	0.99
SD	3850	0.98	1120	0.79	0.99
DD1	3810	0.98	1100	0.76	0.99
DD2	3860	0.96	1230	0.95	0.95

舗装の早期供用性に関する構造解析を行う際には、低強度における静弾性係数は重要なファクターとなり、図-4. 6からもわかるように圧縮強度50~750 kgf/cm²程度の範囲で、適合性の良い式(4. 10)で回帰を行うことが有効であると考えられる。

また、表-4. 1.3より、式(4. 10)から求めた係数は各セメント、混和材についてほとんど同じ数値であることから、RCCの静弾性係数は骨材などが同じであれば、セメントおよび混和材の種類に関係な

く、圧縮強度との一義的な関係で決まる。これらのことより、図-4.6には、全体を回帰式(4.10)により回帰した曲線を示した。

4.9.2 曲げ強度と静弾性係数の関係

セメントおよび混和材の材令ごとの曲げ強度 σ_c と圧縮強度測定時の静弾性係数 E_c との関係を図-4.7に示す。

『第6章 舗装構造解析』において、RCCの静弾性係数を変化させることにより算出されるRCCP版下面に発生する載荷応力と曲げ強度とを比較をするために、図-4.7は静弾性係数を横軸、曲げ強度を縦軸としている。図中には、回帰式(4.11)による回帰曲線も示している。また後述で静弾性係数と材令との関係を求めるので、式(4.12)も誘導した。

$$\sigma_c = 1.45 \times 10^{-4} E_c + 6.90 \times 10^{-11} E_c^2 \quad (4.11)$$

$$E_c = 7340 \times \sigma_c - 24.5 \sigma_c^2 \quad (4.12)$$

4.10 曲げ強度、圧縮強度、引張強度の相互関係

圧縮強度と曲げ強度、圧縮強度と引張強度、引張強度と曲げ強度との関係をそれぞれ図-4.8～図-4.10に示す。

4.11 標準養生と気中養生との関係

各強度における標準養生と気中養生との関係を図-4.11～4.13に示す。

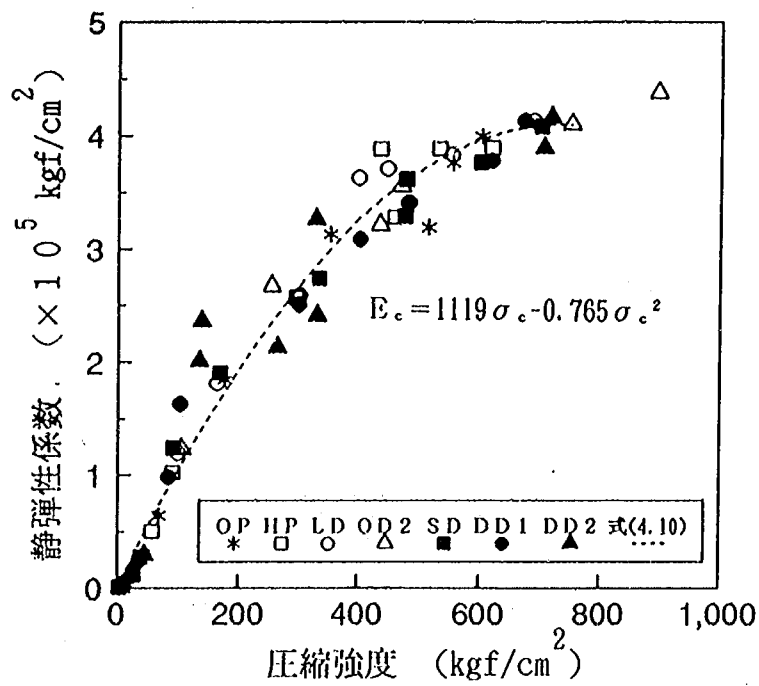


図-4.6 圧縮強度 σ_c と静弾性係数 E_c との関係

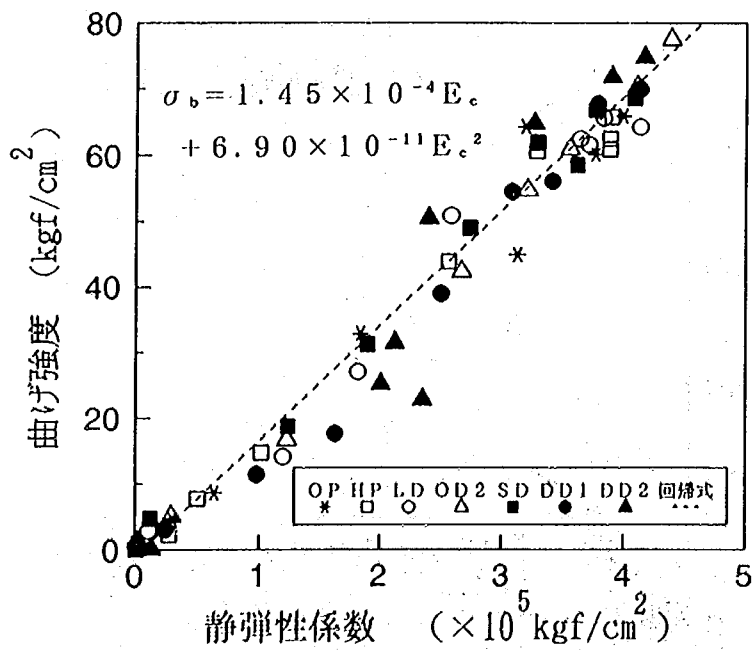


図-4.7 曲げ強度 σ_b と静弾性係数 E_c との関係

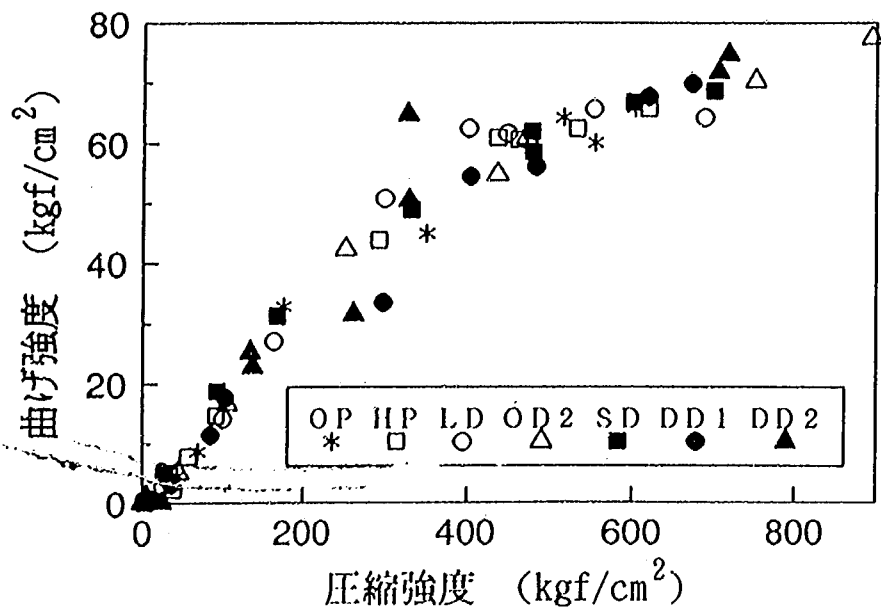


図-4.8 圧縮強度と曲げ強度との関係

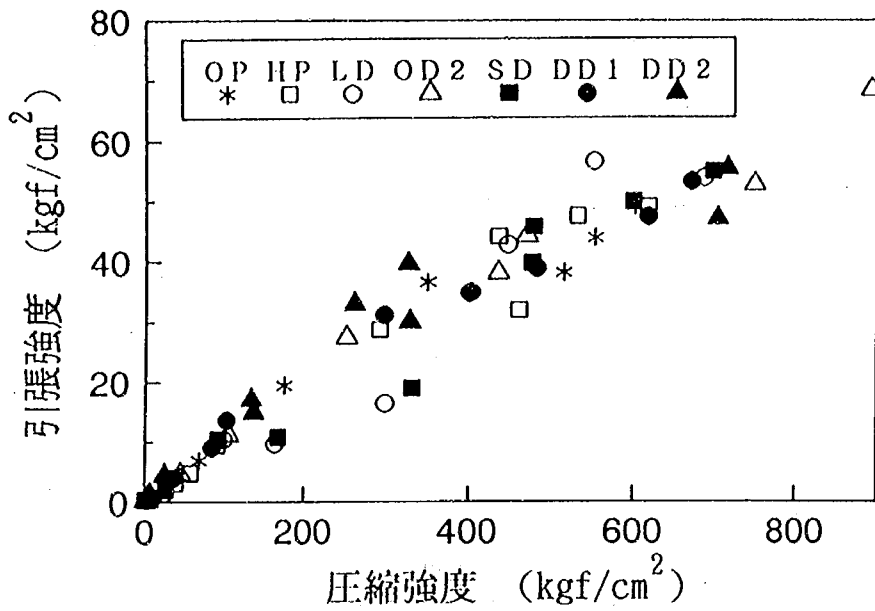


図-4.9 圧縮強度と引張強度との関係

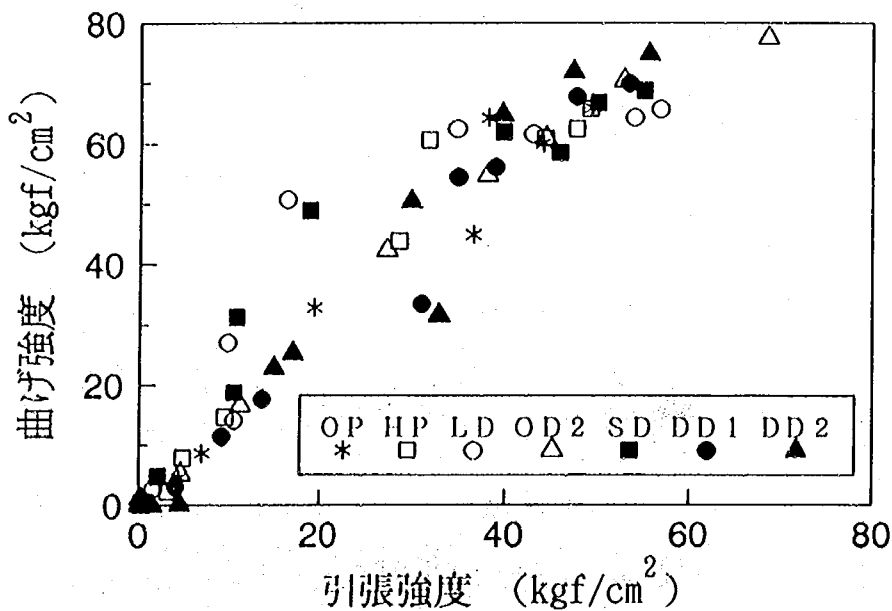


図-4.10 引張強度と曲げ強度との関係

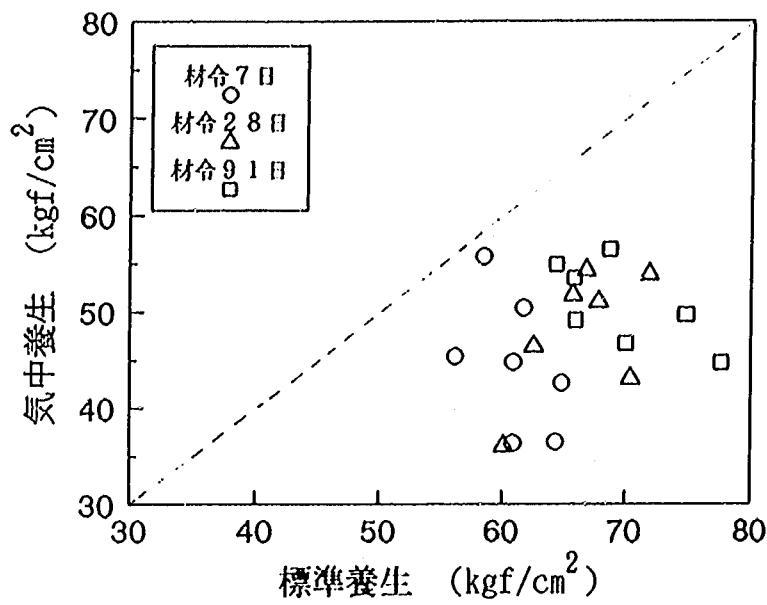


図-4.11 標準養生と気中養生との関係 (曲げ強度)

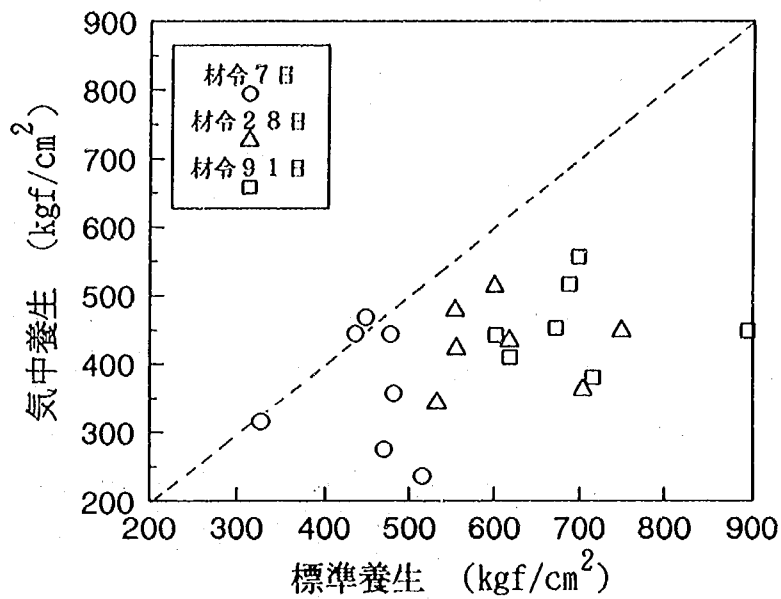


図-4.12 標準養生と気中養生との関係 (圧縮強度)

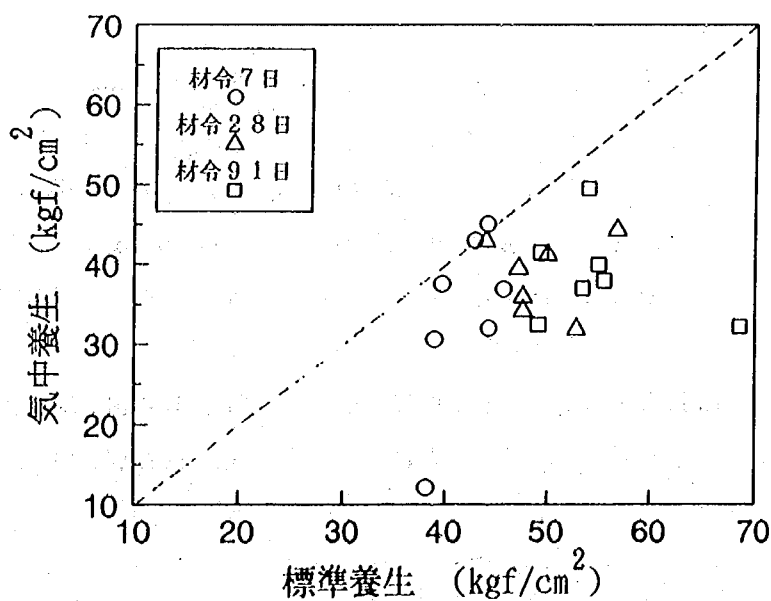


図-4.13 標準養生と気中養生との関係 (引張強度)

第5章 乾燥収縮試験

5.1 実験目的

従来のセメントコンクリート舗装と比較すると、RCCPは単位水量が少ないため乾燥収縮量が小さく、目地間隔を拡大することができるという特徴を有している。

そこで、RCCに超早強性材料を使用した場合、従来の普通および早強ポルトランドセメント使用に比べ、乾燥収縮量がどの程度であるかを確認する。

5.2 使用材料

本章で使用する材料を『第2章 使用材料』に示す。

5.3 実験配合

本実験の配合は、『第4章 強度試験』の表-4.1~4.3に示す。

5.4 実験方法

乾燥収縮試験用供試体は、技術指針（案）に準じて目標締固め率96%で供試体を作製した。超早強性材料を使用したRCCPの交通開放時期が、舗設後6時間程度であるという報告⁴⁾から、本実験では練混ぜ後、6時間までは湿布養生を行い、その後20℃、60%RHで気中養生を行い、練混ぜ後12時間で基長を行った。ただし、OPおよびDD2については12時間で基長が困難であったため1日で行った。

試験方法は、JIS A 1129（モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法）中の「2.3 コンタクトゲージ方法」に準拠した。

5.5 実験結果および考察

実験結果を資料-7に示し、材令との関係を図-5.1、図-5.2に示す。

コンクリートの乾燥収縮にもっとも影響するのは単位水量で、従来の舗装用コンクリートが140kg/m³程度であるのに対して、本実験では110kg/m³と約80%である。このため図からわかるように、DD2以外のセメントおよび混和材の材令13週での乾燥収縮量は $4.5 \sim 5.5 \times 10^{-4}$ であり、従来の舗装用コンクリートが 6×10^{-4} 程度であることを考慮すると10~25%小さくなり、超早強性材料を使用してもOP、HPと同等の結果となった。

ただし、DD2については材令1日で膨張し、強度試験時と同様、他の超早強性材料と異なった状態となった。これはエトリンジャイトが多量に生成したためであると考えられるが、現在原因不明であり今後検討の必要がある。

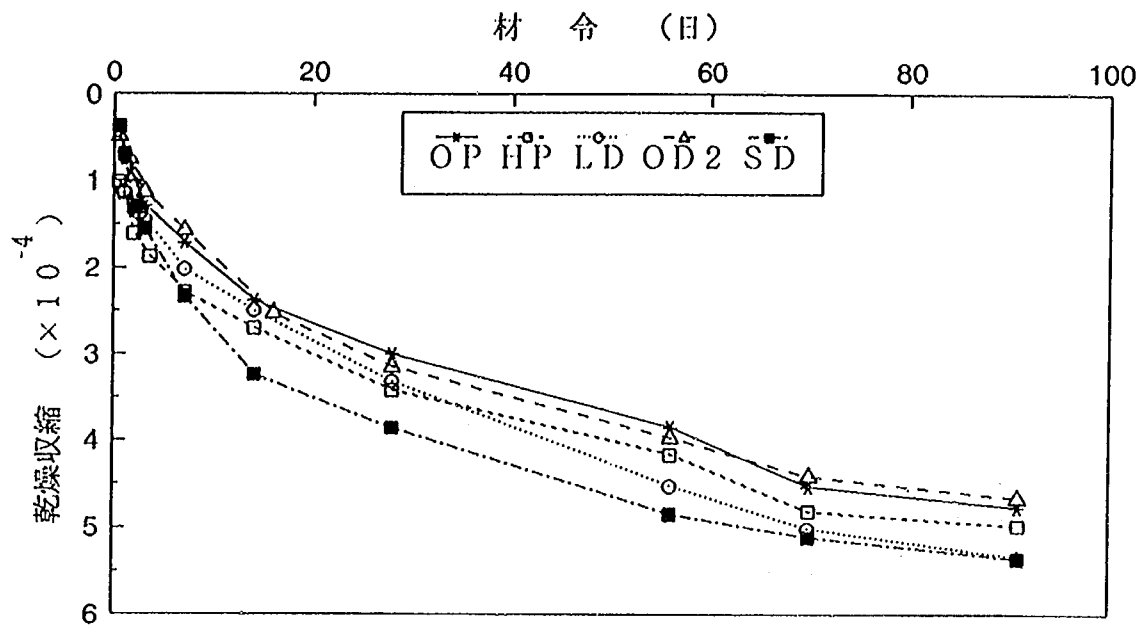


図-5.1 乾燥収縮試験結果 (その1)

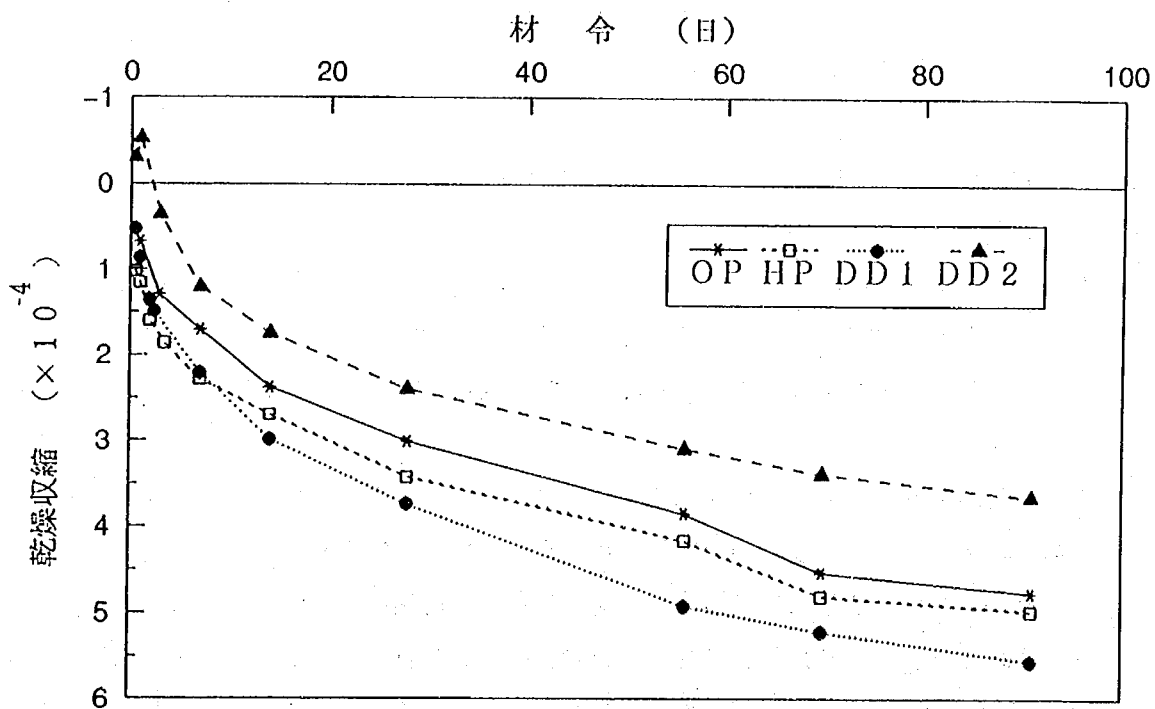


図-5.2 乾燥収縮試験結果 (その2)

第6章 舗装構造解析

6.1 解析目的

『第4章 強度試験』での曲げ強度と静弾性係数の実験結果から得られた関係をもとに、超早強性材料をRCCに適用した場合のRCCP断面について、構造解析（多層弾性理論）からみた早期交通開放の可能性を検討する。

6.2 解析方法

本章ではRCCの初期材令において、RCCPが弾性構造解析に適合すると仮定する。

RCCの静弾性係数を変化させることにより求められるRCCP版下面に発生する載荷応力と図-4.7に示した静弾性係数から算出される曲げ強度とを比較検討することにより、超早強性材料を使用した場合の舗装構造解析上からみた早期交通開放時期の検討を行う。

本研究の構造解析には、姫野ら⁵⁾が開発した多層弾性構造解析プログラム『ELSA』を使用した。

6.3 解析条件

本構造解析で対象とするRCCPの舗装構造モデルは、技術指針（案）を参考に図-6.1に示すA～Fの6断面について行い、RCCP版下面に発生する載荷応力を検討するために、路盤の種類、路盤の弾性係数およびコンクリート版厚を変化させた。A～C断面およびD、E断面は、それぞれセメント安定処理路盤、粒状材料+アスファルト中間層を路盤に適用した場合であり、コンクリート版厚を変化させている。またF断面は、粒調碎石路盤とした場合である。

以下に、本章における解析条件を示す。

RCCの設計基準曲げ強度 σ_{bk} （材令28日）：50 kgf/cm²

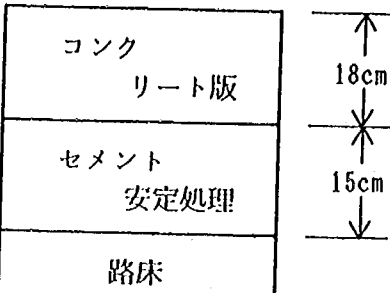
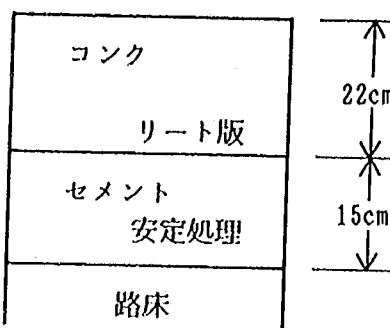
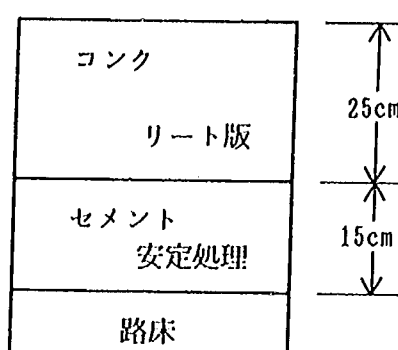
路床の設計CBR：6%

輪荷重：道路構造令に従い設計輪荷重を5t、またコンクリート版下面に発生する応力が過酷な荷重を考慮し、道路橋示方書・同解説（日本道路協会）のT-20荷重の輪荷重8tでも試算した。

路盤の種類：図-6.1に示したようにセメント安定処理・粒状材料+アスファルト中間層・粒調碎石路盤の3種類とした。

路盤および路床材料の弾性係数やポアソン比の決定法は一定しておらず、簡易に把握することが難しいのが現状である。セメント安定処理路盤については、基本的に骨材の種類やセメント量の違いにより、またアスファルト混合物については、環境条件（温度）と荷重条件（載荷速度、時間）により影響を受け、弾性係数が非常に大きく変化する。また路床材料の弾性係数E₁については、様々な式が提案されているが、本解析では、Heukelom, Forster, Jonesらが提案したCBR値からの換算式（6.1）により決定した。

$$E_1(\text{kgf/cm}^2) = 100 \text{ CBR} \quad (6.1)$$

断面	A 断面	B 断面	C 断面
舗装 構造	 コンク リート版 18cm セメント 安定処理 15cm 路床	 コンク リート版 22cm セメント 安定処理 15cm 路床	 コンク リート版 25cm セメント 安定処理 15cm 路床

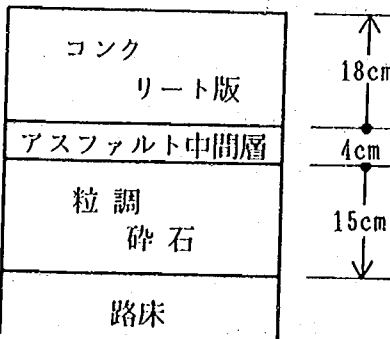
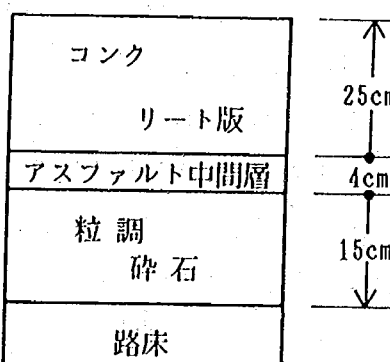
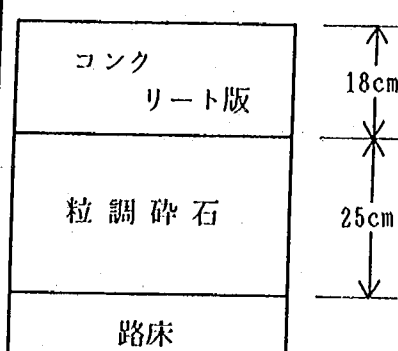
断面	D 断面	E 断面	F 断面
舗装 構造	 コンク リート版 18cm アスファルト中間層 4cm 粒調 碎石 15cm 路床	 コンク リート版 25cm アスファルト中間層 4cm 粒調 碎石 15cm 路床	 コンク リート版 18cm 粒調碎石 25cm 路床

図-6.1 舗装構造モデル

路盤および路床材料は粘弾性あるいは塑性的性質を持つ材料であり、完全な弾性体ではないが、それぞれ近似的な弾性定数として、本解析では表-6.1に示す値を使用した。路床と路盤、路盤とRCCP版との境界面にはすべりが生じないものとし、完全に付着している条件で解析を行った。

表-6.1 構造解析に使用した材料定数

舗装材料	静弾性係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比
RCCP	$E_c = 1000 \sim 500000$	0.25
セメント安定処理	$E_s = 10000, 30000$	0.30
アスファルト中間層	$E_s = 20000, 40000$	0.30
粒調碎石	$E_s = 1000, 3000$	0.30
路床	$E_s = 600(100 \times \text{CBR})$	0.35

6.4 解析結果および考察

『ELSA』による計算結果の出力例を図-6.2に示し、計算結果から得られたRCCP版下面に発生する載荷応力の結果の一覧表を表-6.2に示し、その載荷応力とRCCの静弾性係数 E_c との関係を示す。

6.4.1 輪荷重および路盤の弾性係数による影響

輪荷重および各路盤の弾性係数による影響を検討するために、コンクリート版厚が18cm一定となる条件のA、D、F断面について、RCCの静弾性係数 E_c とRCCP版下面に発生する載荷応力との関係を、図-6.3~6.5に示す。図中には、図-4.7から得られた静弾性係数と曲げ強度との関係を実験式として示した。また各セメントおよび混和材の静弾性係数と材令1日までの関係を図-6.6に示す。この図は、静弾性係数と曲げ強度との関係式(4.3)と材令と曲げ強度との関係式(4.12)から求めたものである。図-6.3~6.5には、計算から得られた解析式と実験式とが一致する交点が存在する。この点は載荷応力と曲げ強度とが等しくなる点であり、開放時期を検討するには本来、ここに安全率を考慮しなければならないが、ここでは便宜上、この点に達する時期を開放時期と述べることにする。その開放時期のRCCの静弾性係数 E_c 、材令をそれぞれ求め、表-6.3にまとめた。

路盤をセメント安定処理した場合のA断面について、図-6.3および表-6.3からわかるように解析から得られた載荷応力と実験式とが一致するのは、輪荷重8t、 E_{cs} が10000kgf/cm²とした時だけであり、他の解析式と実験式との間には交点が存在しない。つまり、版下面に発生する載荷応力は小さく、交通荷重は舗装全体で支持されるためであると考えることができる。このことより、交通開放時期はその載荷応力が版の曲げ強度を上回ることがないため、主に表面の荒れを考慮に入れば良いことになる。このような場合、表面の荒れに対する強度が早く得られる超早強性材料を使用することは有利であると考えられる。

以上のことから構造解析上、輪荷重が過酷な8tでも、セメント安定処理を行い、 E_{cs} が10000kgf/cm²以

..... ケース : 1
 発注 : 1

輪荷重 8000.00 kg f
 タイヤ接地圧 6.37 kg f/cm²
 タイヤ接地半径 20.00 cm

計算条件は以下のとおり:

第 1 層目 は 1 とおり
 第 2 層目 は 1 とおり
 第 3 層目 は 1 とおり
 第 4 層目 は 1 とおり
 の材料定数

第 1 層目の弾性係数 100000 kg f/cm² ポアソン比 0.250 層厚 18.0 cm
 第 2 層目の弾性係数 20000 kg f/cm² ポアソン比 0.300 層厚 4.0 cm
 第 3 層目の弾性係数 1000 kg f/cm² ポアソン比 0.300 層厚 15.0 cm
 第 4 層目の弾性係数 600 kg f/cm² ポアソン比 0.350 半無限の深さ

位 置 (cm)		応 力 (kg f/cm ²)					変 位 (cm)		ひ ず み (%)		
r	z	σ_z	σ_t	σ_r	τ_{rz}	bulk	u	z	ϵ_r	ϵ_t	γ_{rz}
0.0	0.0	-6.3690E+00	-2.2032E+01	-2.2032E+01	0.0000E+00	-5.0433E+01	7.09518E-02		-1.49317E+02	-1.49317E+02	0.00000E+00
0.0	9.0	-3.9494E+00	-1.7629E+00	-1.7629E+00	0.0000E+00	-7.4753E+00	7.09759E-02		-3.34849E+00	-3.34849E+00	0.00000E+00
0.0	-18.0	-7.7350E-01	1.7680E+01	1.7680E+01	0.0000E+00	3.4587E+01	7.04400E-02		1.34534E+02	1.34534E+02	0.00000E+00
0.0	18.0	-7.7350E-01	3.5123E+00	3.5123E+00	0.0000E+00	6.2511E+00	7.04400E-02		1.34534E+02	1.34534E+02	0.00000E+00
0.0	20.0	-5.9781E-01	4.3525E+00	4.3525E+00	0.0000E+00	8.1073E+00	7.01366E-02		1.61306E+02	1.61306E+02	0.00000E+00
0.0	-22.0	-5.1240E-01	5.2931E+00	5.2931E+00	0.0000E+00	1.0074E+01	6.97931E-02		1.92946E+02	1.92946E+02	0.00000E+00
0.0	22.0	-5.1240E-01	5.6037E-02	5.6037E-02	0.0000E+00	-4.0033E-01	6.97931E-02		1.92946E+02	1.92946E+02	0.00000E+00
0.0	29.5	-4.0737E-01	7.8130E-02	7.8130E-02	0.0000E+00	-2.5111E-01	6.60750E-02		1.76901E+02	1.76901E+02	0.00000E+00
0.0	-37.0	-3.3981E-01	1.1778E-01	1.1778E-01	0.0000E+00	-1.0424E-01	6.28608E-02		1.84393E+02	1.84393E+02	0.00000E+00
0.0	37.0	-3.3981E-01	-1.2767E-02	-1.2767E-02	0.0000E+00	-3.6534E-01	6.28608E-02		1.84393E+02	1.84393E+02	0.00000E+00

図-6.2 『ELSA』による計算結果の出力例

表-6.2 RCCP版下面に発生する載荷応力

軸荷重: 5 t

RCCP版下面に発生する載荷応力 (kgf/cm²)

静弾性係数	回轉による 曲げ強度	A交通				粒調砕石		B交通		C交通			
		セメント安定処理		アスファルト中間層		-1000	-3000	セメント安定処理		セメント安定処理		アスファルト中間層	
		-10000	-30000	-20000	-40000			-10000	-30000	-10000	-30000	-20000	-40000
1000	0.1	-1.6	-1.6	-1.3	-1.4	-0.1	-1.2	-1.3	-1.3	-1.0	-1.1	-0.9	-0.9
2000	0.3	-1.5	-1.7	-1.1	-1.3	1.1	-0.7	-1.1	-1.4	-0.9	-1.2	-0.6	-0.8
3000	0.4	-1.3	-1.7	-0.7	-1.1	2.1	-0.2	-1.0	-1.4	-0.8	-1.1	-0.3	-0.6
4000	0.6	-1.1	-1.7	-0.4	-0.9	3.0	0.3	-0.8	-1.3	-0.6	-1.1	0.0	-0.4
5000	0.7	-0.9	-1.6	-0.1	-0.7	3.7	0.8	-0.6	-1.3	-0.4	-1.1	0.2	-0.2
6000	0.9	-0.7	-1.6	0.2	-0.5	4.3	1.2	-0.3	-1.2	-0.2	-1.0	0.5	-0.1
7000	1.0	-0.4	-1.5	0.6	-0.3	4.8	1.6	-0.1	-1.2	0.0	-0.9	0.8	0.1
8000	1.2	-0.2	-1.5	0.9	-0.1	5.3	2.0	0.1	-1.1	0.2	-0.9	1.0	0.3
9000	1.3	0.0	-1.4	1.2	0.1	5.7	2.4	0.3	-1.0	0.4	-0.8	1.2	0.4
10000	1.5	0.2	-1.3	1.5	0.3	6.1	2.7	0.5	-0.9	0.5	-0.7	1.4	0.6
20000	2.9	2.2	-0.5	4.0	2.2	8.8	5.2	2.1	-0.1	2.0	0.1	3.2	2.0
30000	4.4	3.8	0.4	5.8	3.8	10.4	7.0	3.4	0.7	3.1	0.8	4.3	3.1
40000	5.9	5.1	1.2	7.3	5.1	11.5	8.2	4.5	1.4	4.0	1.4	5.2	3.9
50000	7.4	6.2	2.0	8.4	6.3	12.4	9.3	5.3	2.0	4.7	2.0	5.9	4.6
60000	9.0	7.1	2.7	9.4	7.2	13.1	10.1	6.0	2.6	5.3	2.5	6.4	5.2
70000	10.5	8.0	3.3	10.3	8.1	13.7	10.8	6.6	3.1	5.7	2.9	6.9	5.7
80000	12.0	8.7	3.9	11.0	8.9	14.2	11.4	7.1	3.6	6.2	3.3	7.3	6.1
90000	13.6	9.3	4.5	11.6	9.5	14.6	12.0	7.6	4.1	6.5	3.7	7.6	6.5
100000	15.2	9.9	5.0	12.2	10.1	15.0	12.5	8.0	4.5	6.8	4.1	7.9	6.8
150000	23.3	12.1	7.3	14.2	12.5	16.5	14.3	9.5	6.2	8.0	5.4	8.9	8.1
200000	31.8	13.7	9.0	15.6	14.1	17.5	15.6	10.6	7.4	8.8	6.5	9.6	8.8
250000	40.6	14.8	10.3	16.6	15.2	18.2	16.5	11.3	8.4	9.4	7.2	10.1	9.4
300000	49.7	15.7	11.5	17.3	16.1	18.8	17.2	11.9	9.2	9.8	7.9	10.4	9.9
350000	59.2	16.5	12.4	18.0	16.9	19.3	17.8	12.4	9.9	10.2	8.4	10.7	10.3
400000	69.1	17.1	13.2	18.5	17.5	19.6	18.3	12.8	10.4	10.5	8.8	11.0	10.6
450000	79.3	17.6	13.9	18.9	18.0	20.0	18.7	13.1	10.9	10.8	9.2	11.3	10.8
500000	89.8	18.1	14.6	19.3	18.4	20.3	19.1	13.4	11.3	11.0	9.6	11.5	11.1

軸荷重: 8 t

RCCP版下面に発生する載荷応力 (kgf/cm²)

静弾性係数	回轉による 曲げ強度	A交通				粒調砕石		B交通		C交通			
		セメント安定処理		アスファルト中間層		-1000	-3000	セメント安定処理		セメント安定処理		アスファルト中間層	
		-10000	-30000	-20000	-40000			-10000	-30000	-10000	-30000	-20000	-40000
1000	0.1	-2.1	-2.1	-1.7	-1.8	-0.3	-1.6	-1.7	-1.8	-1.5	-1.6	-1.0	-1.3
2000	0.3	-2.0	-2.2	-1.4	1.6	1.3	-1.0	-1.6	-1.9	-1.3	-1.6	-0.8	-1.0
3000	0.4	-1.8	-2.3	-0.9	-1.4	2.6	-0.4	-1.4	-1.9	-1.1	-1.6	-0.4	-0.8
4000	0.6	-1.6	-2.3	-0.5	-1.1	3.7	0.2	-1.1	-1.8	-0.8	-1.6	0.0	-0.5
5000	0.7	-1.3	-2.2	0.0	-0.9	4.7	0.8	-0.8	-1.8	-0.6	-1.5	0.4	-0.3
6000	0.9	-1.0	-2.2	0.4	-0.6	5.6	1.4	-0.5	-1.7	-0.3	-1.4	0.8	0.0
7000	1.0	-0.7	-2.1	0.9	-0.3	6.3	1.9	-0.2	-1.6	0.0	-1.3	1.1	0.2
8000	1.2	-0.4	-2.0	1.3	0.0	7.0	2.5	0.0	-1.5	0.2	-1.2	1.5	0.5
9000	1.3	-0.1	-2.0	1.7	0.3	7.6	2.9	0.3	-1.4	0.5	-1.1	1.8	0.7
10000	1.5	0.2	-1.9	2.1	0.6	8.2	3.4	0.6	-1.3	0.8	-1.0	2.1	1.0
20000	2.9	2.9	-0.8	5.7	3.3	12.1	7.0	3.0	-0.2	2.9	0.1	4.7	3.0
30000	4.4	5.2	0.4	8.3	5.5	14.5	9.5	4.9	0.9	4.5	1.1	6.4	4.6
40000	5.9	7.0	1.6	10.4	7.5	16.2	11.4	6.4	2.0	5.8	2.0	7.7	5.9
50000	7.4	8.6	2.7	12.1	9.1	17.5	12.9	7.6	2.9	6.9	2.9	8.8	7.0
60000	9.0	10.0	3.7	13.6	10.5	18.6	14.2	8.7	3.8	7.7	3.6	9.6	7.8
70000	10.5	11.2	4.6	14.8	11.8	19.5	15.3	9.6	4.5	8.5	4.3	10.3	8.6
80000	12.0	12.3	5.5	15.9	12.9	20.3	16.2	10.4	5.3	9.1	4.9	10.9	9.3
90000	13.6	13.3	6.3	16.8	13.9	21.0	17.1	11.1	5.9	9.7	5.5	11.4	9.8
100000	15.2	14.2	7.1	17.7	14.8	21.7	17.8	11.7	6.6	10.2	6.0	11.9	10.3
150000	23.3	17.6	10.4	20.9	18.4	24.0	20.7	14.1	9.1	12.0	8.1	13.5	12.2
200000	31.8	20.0	13.0	23.0	20.8	25.7	22.7	15.7	11.0	13.2	9.7	14.5	13.4
250000	40.6	21.8	15.1	24.6	22.6	26.9	24.2	16.9	12.5	14.1	10.8	15.3	14.3
300000	49.7	23.2	16.8	25.8	24.1	27.9	25.4	17.8	13.7	14.8	11.8	15.8	15.0
350000	59.2	24.4	18.2	26.8	25.2	28.7	26.4	18.6	14.7	15.4	12.6	16.3	15.6
400000	69.1	25.4	19.5	27.7	26.2	29.3	27.2	19.2	15.6	15.9	13.2	16.7	16.0
450000	79.3	26.2	20.6	28.4	27.0	29.9	27.9	19.7	16.3	16.3	13.8	17.1	16.4
500000	89.8	27.0	21.6	29.0	27.7	30.4	28.5	20.2	17.0	16.6	14.3	17.4	16.8

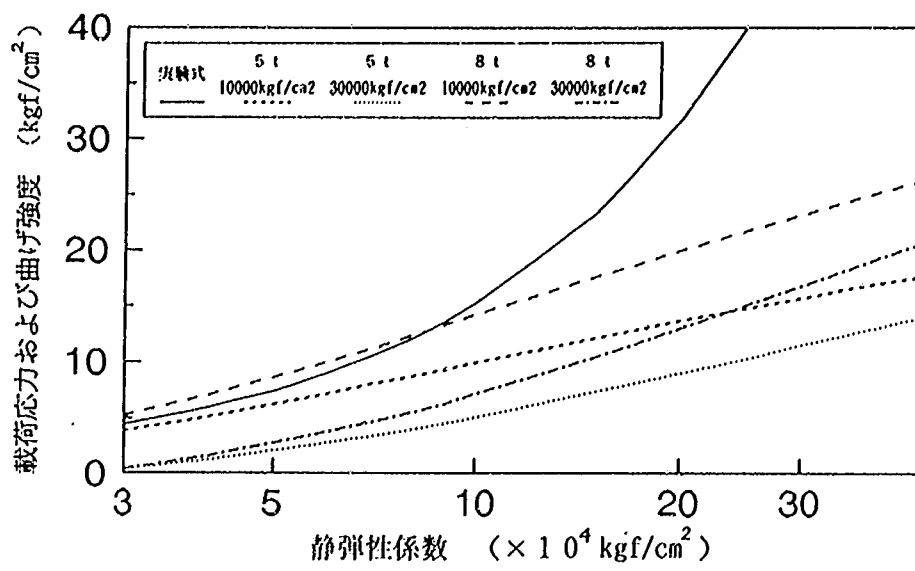


図-6.3 E_c と載荷応力および曲げ強度との関係 (A断面)

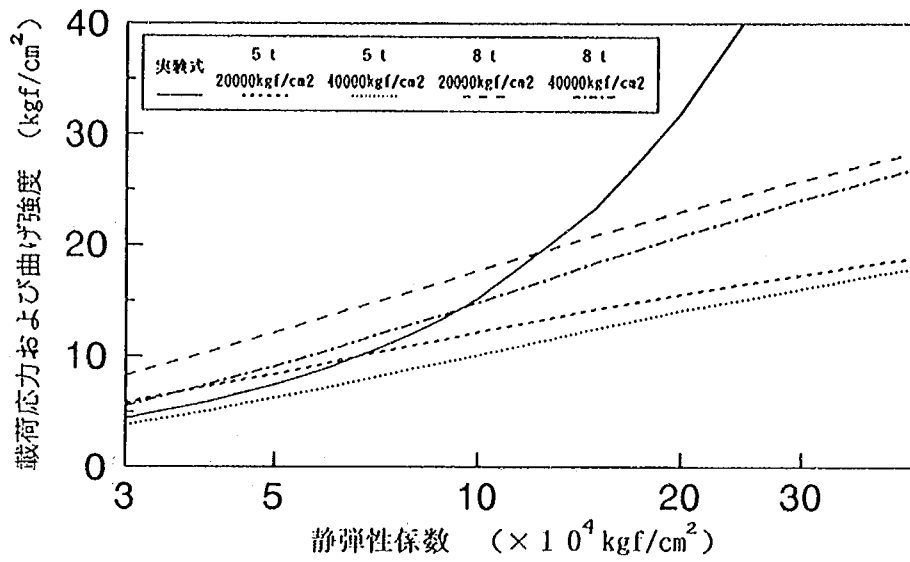


図-6.4 E_c と載荷応力および曲げ強度との関係 (D断面)

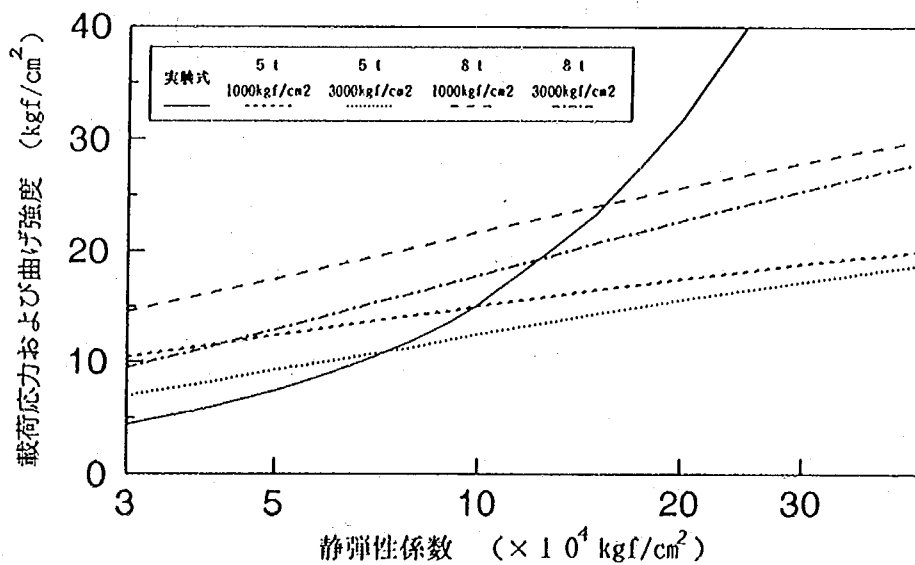


図-6.5 E_c と載荷応力および曲げ強度との関係 (F断面)

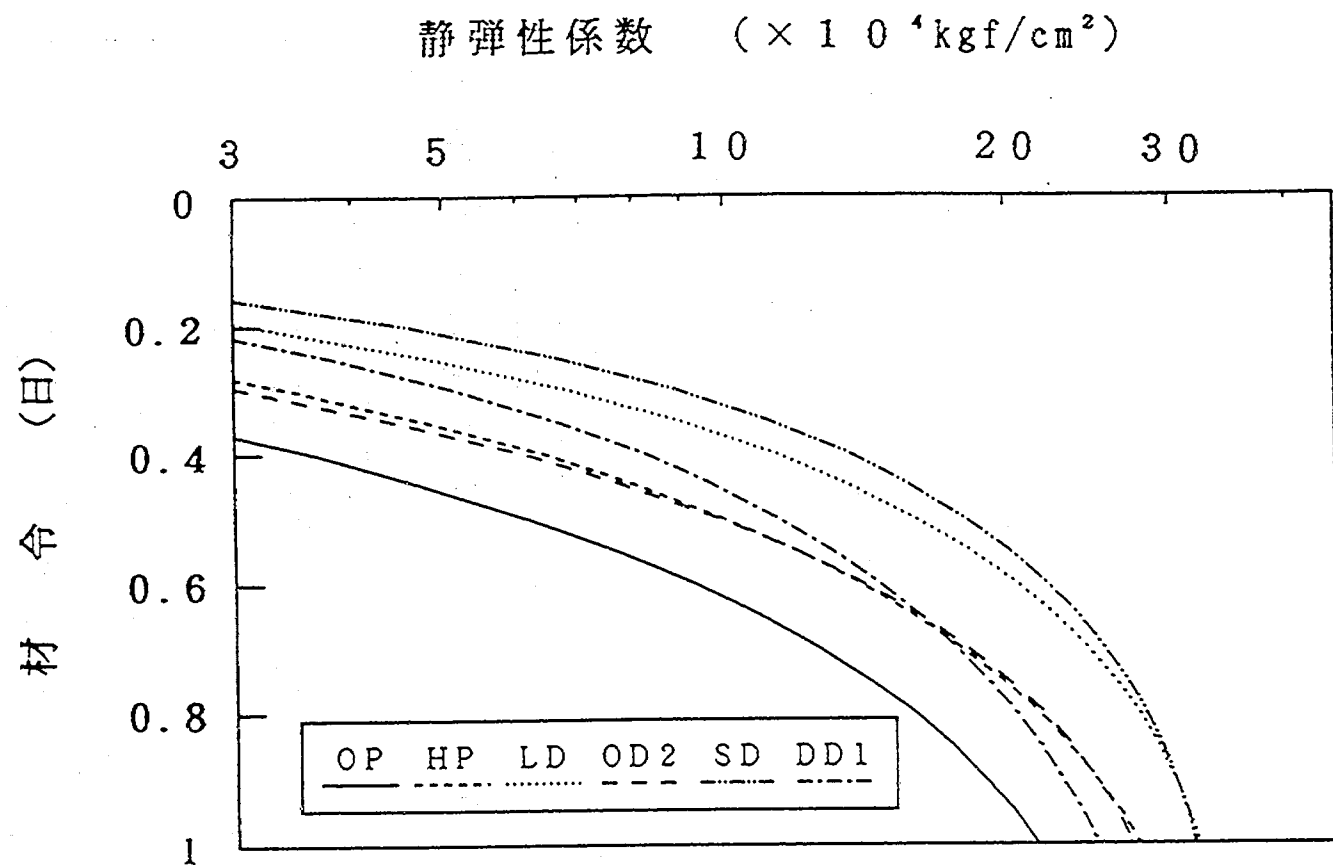


図-6. 6 1日までの材令と E_c との関係

表-6.3 輪荷重および路盤の弾性係数の影響 (コンクリート版厚: 18cm)

断面、路盤の種類	解析条件	E_c (kgf/cm ²)	載荷応力(kgf/cm ²)	材令 (hr)
A 断面 セメント安定処理	輪荷重: 5 t $E_c: 10000\text{kgf/cm}^2$	—	—	OP — HP — LD — SD —
	輪荷重: 5 t $E_c: 30000\text{kgf/cm}^2$	—	—	OP — HP — LD — SD —
	輪荷重: 8 t $E_c: 10000\text{kgf/cm}^2$	86000	12.9	OP 13.9 HP 11.1 LD 8.2 SD 7.0
	輪荷重: 8 t $E_c: 30000\text{kgf/cm}^2$	—	—	OP — HP — LD — SD —
D 断面 粒調碎石 + 7スフィート中間層	輪荷重: 5 t $E_s: 20000\text{kgf/cm}^2$	64000	9.6	OP 12.3 HP 9.6 LD 7.0 SD 6.0
	輪荷重: 5 t $E_s: 40000\text{kgf/cm}^2$	—	—	OP — HP — LD — SD —
	輪荷重: 8 t $E_s: 20000\text{kgf/cm}^2$	124000	19.1	OP 16.6 HP 13.2 LD 9.9 SD 8.9
	輪荷重: 8 t $E_s: 40000\text{kgf/cm}^2$	95000	14.4	OP 14.6 HP 11.9 LD 8.6 SD 7.5
F 断面 粒調碎石	輪荷重: 5 t $E_s: 1000\text{kgf/cm}^2$	98000	14.8	OP 14.9 HP 12.0 LD 8.7 SD 7.7
	輪荷重: 5 t $E_s: 3000\text{kgf/cm}^2$	71000	10.7	OP 12.8 HP 10.3 LD 7.4 SD 6.4
	輪荷重: 8 t $E_s: 1000\text{kgf/cm}^2$	155000	24.1	OP 19.0 HP 15.3 LD 11.6 SD 10.8
	輪荷重: 8 t $E_s: 3000\text{kgf/cm}^2$	125000	19.3	OP 16.6 HP 13.2 LD 9.9 SD 8.9

上となるようにすれば、超早強性材料を使用した場合、交通開放時期は7～8時間程度であり、OPよりも6時間、HPよりも3時間程度早く交通開放を行うことができると推測される。

次にD断面(粒調碎石+アスファルト中間層)の場合については、粒調碎石の弾性係数 E_s を 1000kgf/cm^2 として解析を行った。

アスファルト中間層の弾性係数 E_s を 20000kgf/cm^2 とした場合、輪荷重を5tから8tにしたときの影響は、交通開放に必要なRCCの静弾性係数 E_c および載荷応力がともに約2倍程度の値にもなり、交通開放時間の差としてはOP、HPとも約4時間程度、超早強性材料は約3時間程度となる。また輪荷重8tを一定とすれば、 E_s が 40000kgf/cm^2 に比べ、 20000kgf/cm^2 では E_c および載荷応力とも、約1.3倍程度の値になり、時間の差にするとOP、HP、超早強性材料とも1～2時間程度になることがわかる。以上のことからアスファルト中間層を設けた場合、弾性係数の影響よりも輪荷重の影響の方が大きく、構造解析上、 E_s

を 40000kgf/cm^2 とすれば、輪荷重8tでも超早強性材料を使用した場合、7～9時間程度で交通開放が可能と考えられる。

次に、路盤を粒調碎石路盤としたF断面の検討に移る。

輪荷重の影響として5tから8tにすると E_s が同一の場合、約1.6～1.7倍程度の E_c および載荷応力が交通開放時期には必要となる。また輪荷重を同一にすると、弾性係数 E_s が 3000kgf/cm^2 に比べ、 1000kgf/cm^2 は約1.2～1.4倍程度の E_c および載荷応力が必要となる。表-6.3からわかるように、弾性係数が他の路盤より小さい粒調碎石を用いた場合、RCCP版下面に発生する載荷応力は非常に大きくなる。これは主にRCCP版の版作用による交通荷重支持の役割が大きいものと考えられ、交通開放時期はRCCの強度発現性に依存するものと考えられる。このことから、RCCの強度発現性がより早い超早強性材料を使用することは有利であり、過酷な輪荷重8tでさえ、路盤の弾性係数を 3000kgf/cm^2 にすれば約9～10時間程度で交通開放可能となる。

6.4.2 コンクリート版厚および路盤材料による影響

6.4.1からもわかるように、当然のことながら輪荷重を8tとした場合の方が、RCCP版下面に発生する載荷応力への影響は大きい。このことから輪荷重を8t一定として、A～F断面についてRCCの静弾性係数 E_c と載荷応力との関係を、図-6.7～6.9に示し、コンクリート版厚による影響を検討する。上述と同様、計算による解析式と実験式とが一致する載荷応力、その時のRCCの静弾性係数 E_c および材令をそれぞれ求め表-6.4に示す。

まず路盤をセメント安定処理した場合のコンクリート版厚の影響を検討してみる。 E_s が 30000kgf/cm^2 の場合は上述したように実験式と解析式との間に交点が存在しないので、 E_s が 10000kgf/cm^2 についてだけ述べる。コンクリート版厚18cmをベースにして、版厚を22cmに変化させると、RCCの E_c およびRCCP版下面に発生する載荷応力はともに、約0.6倍程度になることがわかる。また版厚を25cmにすると約0.2倍程度になり、コンクリート版厚の変化による交通開放時期への影響は非常に大きい。コンクリート版厚を18cmから25cmにした場合、OP、HP、超早強性材料それぞれ約6、5、4時間程度交通開放を早めることができる。

またアスファルト中間層を設けた場合、コンクリート版厚を18 cmから25 cmに変化させると版下面に発生する載荷応力は、 E_c が20000、40000 kgf/cm²のときそれぞれ0.5および0.4倍程度になることがわかる。

これらのことから、交通の開放時期の載荷応力およびその材令は、輪荷重、路盤の種類、路盤の弾性係数およびコンクリート版厚により影響を受けることがわかった。

以上のことより本解析の結果で得られた範囲内で、輪荷重を8 t、コンクリート版厚を18 cmとする条件で、超早強性材料を使用して交通開放時期を舗設後7～9時間程度とする場合の各路盤材料の弾性係数を表-6.5に示す。そのときのOP、HPの交通開放時期はそれぞれ14～17時間、11～13時間である。表-6.5に示す条件でのRCCの E_c と載荷応力との関係を図-6.10に示す。

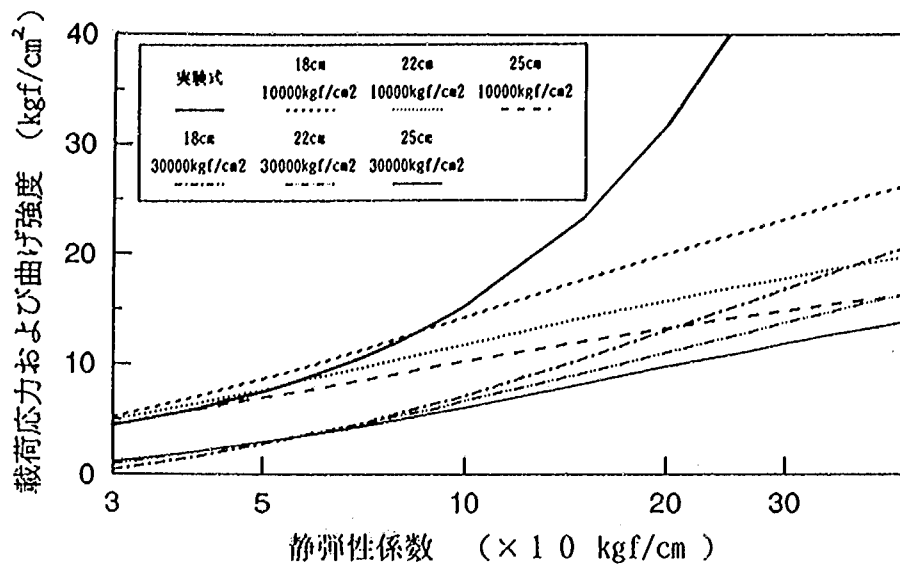


図-6. 7 E と載荷応力および曲げ強度との関係
(セメント安定処理路盤の場合)

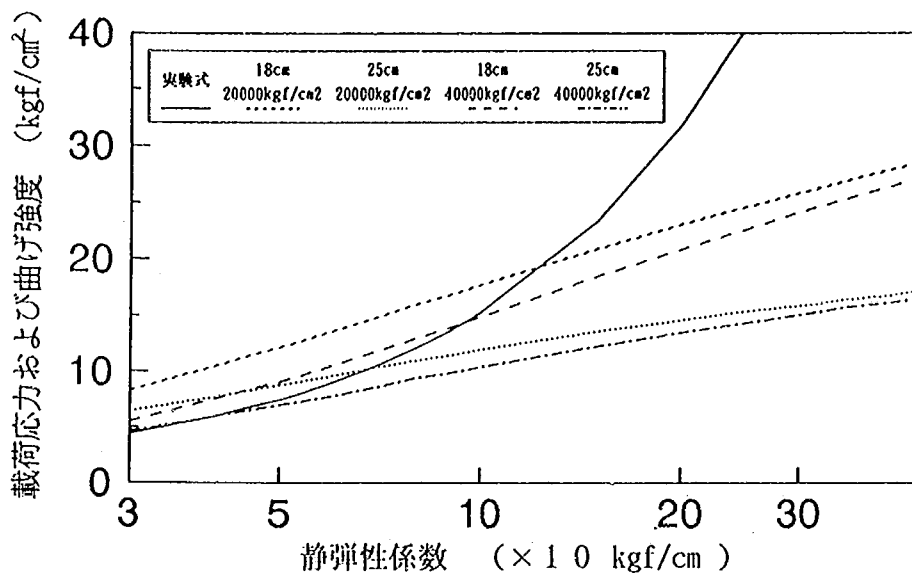


図-6. 8 E と載荷応力および曲げ強度との関係
(アスファルト中間層+粒調碎石の場合)

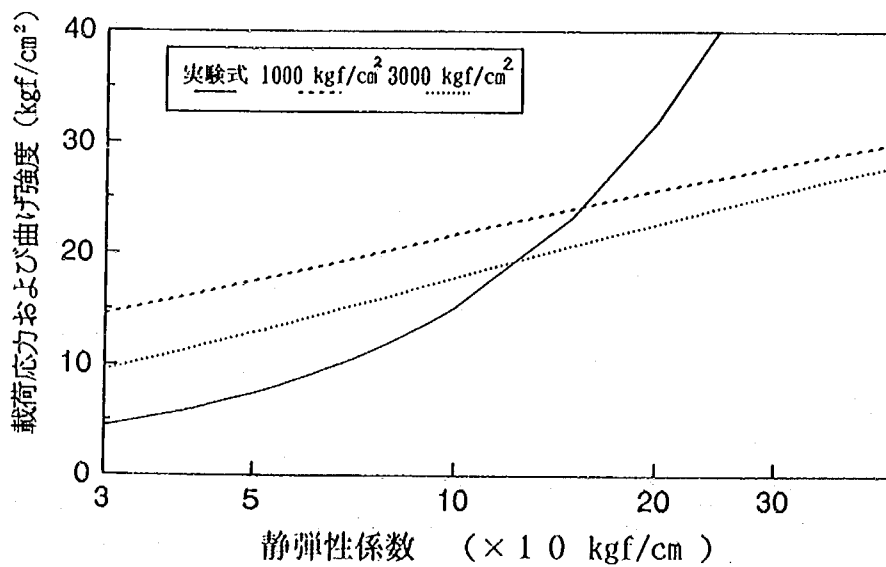


図-6. 9 E と載荷応力および曲げ強度との関係
(粒調碎石の場合)

表-6.4 コンクリート版厚および路盤の弾性係数の影響 (輪荷重: 8 t)

路 盤	断面、コンクリート版厚	解析条件	$E_c(\text{kgf/cm}^2)$	載荷応力(kgf/cm^2)	材令 (h r)
セメント 安定処理 路盤	A 断面 18 cm	$E_c: 10000\text{kgf/cm}^2$	86000	12.9	OP 13.9 HP 11.1 LD 8.2 SD 7.0
		$E_c: 30000\text{kgf/cm}^2$	—	—	OP — HP — LD — SD —
	B 断面 22 cm	$E_c: 10000\text{kgf/cm}^2$	54000	8.0	OP 11.3 HP 8.8 LD 6.4 SD 5.3
		$E_c: 30000\text{kgf/cm}^2$	—	—	OP — HP — LD — SD —
	C 断面 25 cm	$E_c: 10000\text{kgf/cm}^2$	20000	2.9	OP 7.6 HP 5.7 LD 3.8 SD 3.0
		$E_c: 30000\text{kgf/cm}^2$	—	—	OP — HP — LD — SD —
粒調碎石 + 7スファルト中間層	D 断面 18 cm	$E_s: 20000\text{kgf/cm}^2$	124000	19.1	OP 16.6 HP 13.2 LD 9.9 SD 8.9
		$E_s: 40000\text{kgf/cm}^2$	95000	14.4	OP 14.6 HP 11.9 LD 8.6 SD 7.5
	E 断面 25 cm	$E_s: 20000\text{kgf/cm}^2$	67000	10.0	OP 12.4 HP 9.9 LD 7.0 SD 6.0
		$E_s: 40000\text{kgf/cm}^2$	40000	5.9	OP 10.1 HP 8.0 LD 5.5 SD 4.5

表-6.5 各路盤材料の弾性係数 (コンクリート版厚: 18 cm)

輪 荷 重	解析条件	E_c (kgf/cm ²)	載荷応力 (kgf/cm ²)	材令 (h r)
8 t	A 断面 セメント安定処理 $E_s: 10000 \text{ kgf/cm}^2$	86000	12.9	OP 13.9
				HP 11.1
				LD 8.2
				SD 7.0
	D 断面 粒調砕石 + アスファルト中間層 $E_s: 40000 \text{ kgf/cm}^2$	95000	14.4	OP 14.6
				HP 11.9
				LD 8.6
				SD 7.5
	F 断面 粒調砕石 $E_s: 3000 \text{ kgf/cm}^2$	125000	19.3	OP 16.6
				HP 13.2
				LD 9.9
				SD 8.9

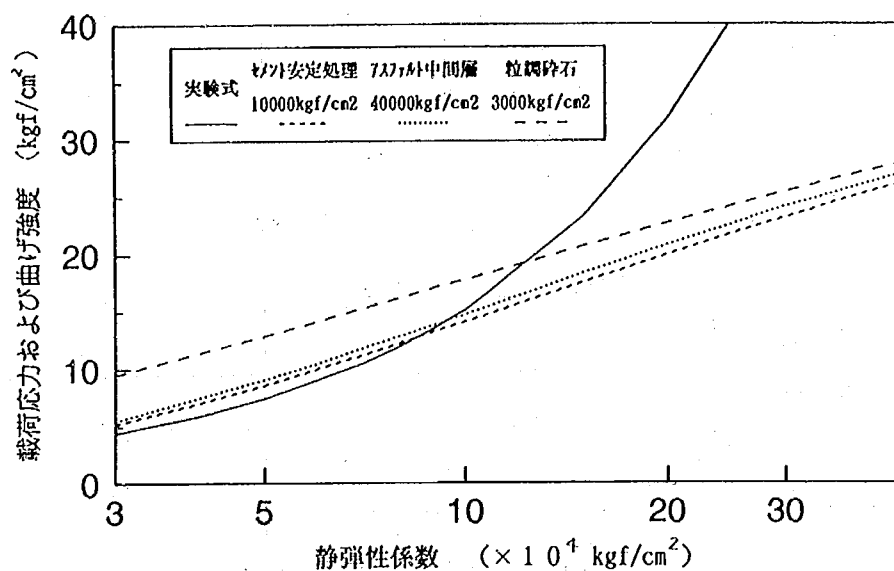


図-1.0 E_c と載荷応力および曲げ強度との関係
(路盤の種類による影響)

第7章 結 論

本研究は、RCCPの早期交通開放の可能性を検討するため、超早強性材料をRCCに使用した場合のコンシステンシーおよび極初期材令における各強度特性を把握することを試みた。また、それらのデータをもとに舗装構造解析上からみた早期交通開放時期の検討を行うことを目的とし、実験を行った。

その結果、以下に示すような結論を得た。

1. 超早強性材料を使用した場合のコンシステンシーは、種類により多少異なった性質を示すがほぼOP、HPとほぼ同等である。
2. 超早強性材料をRCCに適用した場合、曲げおよび圧縮強度とも、練混ぜ後3～5時間程度で凝結の終結時間を迎え、6～9時間程度から強度発現がみられる。そして10～13時間で強度発現速度が最も大きく、材令1日で曲げ強度45 kgf/cm²、圧縮強度300 kgf/cm²が確保でき、1日以降順調な強度増進を示す傾向がある。
3. 曲げおよび圧縮強度と材令との関係は、本報告中に示す式(4.3)および(4.4)で表すことができる。
4. RCCの静弾性係数は式(4.10)に示すように、セメントおよび混和材の種類に関係なく圧縮強度との一義的な関係で決定する。
5. 超早強性材料を使用しても乾燥収縮量は、450～550×10⁻⁶程度であり、従来のセメントコンクリート舗装に比べ10～25%小さくなる。
6. 路盤の種類および弾性係数により交通開放時期は異なるが、構造解析上、OPおよびHPよりも7、3時間程度早く交通開放が可能と考えられる。

超早強性材料をRCCPに適用した場合、次の項目の検討が残された課題である。

- ・路面性状に対する耐摩耗性
- ・早期交通開放をした場合の初期疲労による以降の版の物性への影響
- ・発熱特性
- ・凍結融解抵抗性

また構造解析において安全率の検討も必要であると考えられる。

以上のような検討項目は挙げられるが、早期開放の可能性とその有効性を確認できた。

【参考文献】

- 1) (社)日本道路協会：転圧コンクリート舗装技術指針(案)，1990.10
- 2) 小林茂敏：超早強コンクリートー現場打ちコンクリートで翌日供用可能な構造物をつくる，
第250回コンクリート講演会テキスト，セメント協会，1991.2
- 3) 小林茂敏ほか：超硬練りコンクリートの配合設計，土木研究所資料第2843号，1990.1
- 4) 中野錦一ほか：超早強コンクリートによるRCCPの試験施工，
セメント・コンクリート No.536，1991.10
- 5) 姫野賢治ほか：パソコン用多層弾性構造解析システム(E L S A)の開発，
第18回日本道路会議論文集，1989.10

添付資料

資料－1 配合試験時における曲げ強度試験結果

資料－2 曲げ強度試験結果

資料－3 圧縮強度試験結果

資料－4 引張強度試験結果

資料－5 補正による曲げ強度結果

資料－6 静弾性係数試験結果

資料－7 乾燥収縮および重量変化率試験結果

資材単価 1 山形セメント式コンクリート

セメント	単位水量 (kg/m ³)	理論密度 (g/cm ³)	供試体 No.	重量 (g)	長さ (cm)	幅 (cm)	高さ (cm)	密度 (g/cm ³)	締固め率 (%)	曲げ強度 (kgf/cm ²)
OP	90	2.536	1	9807.5	40.12	10.09	10.07	2.406	94.87	64.1
			2	9841.0	40.12	10.09	10.07	2.414	95.19	68.3
			3	9792.6	40.12	10.10	10.07	2.400	94.63	59.7
	100	2.520	1	9793.3	40.11	10.11	10.05	2.403	95.36	52.6
			2	9776.5	40.13	10.11	10.06	2.395	95.05	60.1
			3	9724.0	40.12	10.13	10.06	2.378	94.38	60.3
	110	2.503	1	9712.6	40.11	10.07	10.07	2.388	95.40	54.9
			2	9731.3	40.12	10.06	10.06	2.397	95.75	59.8
			3	9737.8	40.11	10.05	10.07	2.399	95.84	59.4
HP	90	2.533	1	9859.7	40.12	10.10	10.08	2.414	95.30	82.3
			2	9866.8	40.11	10.11	10.10	2.409	95.11	82.6
			3	9840.4	40.12	10.10	10.07	2.412	95.21	74.5
	100	2.516	1	9741.0	40.13	10.13	10.07	2.380	94.58	64.7
			2	9760.2	40.11	10.11	10.07	2.390	95.00	63.0
			3	9781.2	40.10	10.05	10.08	2.408	95.70	65.9
	110	2.500	1	9741.7	40.13	10.04	10.07	2.401	96.04	67.8
			2	9763.6	40.11	10.03	10.07	2.410	96.40	63.6
			3	9773.6	40.13	10.04	10.07	2.409	96.36	66.0
LD	90	2.532	1	9856.7	40.12	10.08	10.07	2.420	95.59	66.4
			2	9846.0	40.12	10.09	10.07	2.415	95.39	76.9
			3	9849.1	40.12	10.09	10.07	2.416	95.42	81.3
	100	2.516	1	9750.2	40.10	10.15	10.06	2.381	94.64	61.3
			2	9754.5	40.09	10.10	10.07	2.392	95.08	66.0
			3	9769.3	40.10	10.07	10.07	2.402	95.49	60.8
	110	2.499	1	9706.0	40.12	10.05	10.07	2.390	95.66	60.3
			2	9724.0	40.11	10.04	10.07	2.398	95.95	57.5
			3	9714.0	40.12	10.03	10.07	2.397	95.93	61.6
OD2	90	2.529	1	9834.7	40.14	10.07	10.08	2.414	95.44	68.0
			2	9825.8	40.12	10.05	10.08	2.418	95.59	79.8
			3	9845.0	40.13	10.06	10.08	2.419	95.66	75.6
	100	2.512	1	9727.9	40.12	9.98	10.07	2.413	96.05	68.7
			2	9743.1	40.13	10.02	10.07	2.406	95.79	70.0
			3	9723.6	40.13	10.07	10.07	2.389	95.12	70.9
	110	2.496	1	9787.6	40.12	10.02	10.07	2.418	96.87	67.3
			2	9819.2	40.13	10.00	10.07	2.430	97.35	61.9
			3	9832.1	40.13	10.03	10.07	2.426	97.19	68.5
SD	90	2.533	1	9856.3	40.13	10.09	10.07	2.417	95.43	81.7
			2	9861.5	40.12	10.09	10.07	2.419	95.51	83.9
			3	9862.4	40.13	10.09	10.08	2.416	95.40	88.3
	100	2.516	1	9784.7	40.12	10.05	10.06	2.412	95.88	73.2
			2	9754.8	40.12	10.05	10.07	2.402	95.49	81.1
			3	9755.7	40.14	10.08	10.08	2.392	95.07	76.4
	110	2.500	1	9725.1	40.12	10.04	10.07	2.398	95.90	71.7
			2	9799.5	40.11	10.02	10.07	2.421	96.85	73.1
			3	9726.1	40.13	10.03	10.07	2.400	95.98	67.5
DD1	90	2.533	1	9841.8	40.13	10.09	10.08	2.411	95.20	70.5
			2	9834.1	40.14	10.10	10.07	2.409	95.10	85.1
			3	9847.1	40.13	10.09	10.07	2.415	95.34	77.4
	100	2.516	1	9751.3	40.13	10.07	10.07	2.396	95.24	68.7
			2	9761.1	40.14	10.08	10.07	2.396	95.22	71.1
			3	9741.5	40.12	10.07	10.09	2.390	94.98	72.0
	110	2.500	1	9705.2	40.10	10.06	10.07	2.389	95.56	59.6
			2	9701.2	40.11	10.08	10.07	2.383	95.31	59.7
			3	9701.5	40.14	10.05	10.07	2.388	95.53	68.5
DD2	90	2.534	1	9867.3	40.17	10.09	10.08	2.415	95.31	54.9
			2	9877.8	40.17	10.09	10.09	2.415	95.32	52.6
			3	9882.0	40.18	10.11	10.09	2.411	95.15	55.1
	100	2.518	1	9743.3	40.19	10.02	10.09	2.398	95.23	51.8
			2	9733.1	40.15	10.06	10.06	2.395	95.13	58.4
			3	9738.3	40.17	10.04	10.09	2.393	95.04	56.0
	110	2.501	1	9720.4	40.15	9.97	10.08	2.409	96.32	53.4
			2	9724.0	40.16	9.99	10.06	2.409	96.33	55.2
			3	9709.4	40.17	9.96	10.08	2.408	96.26	56.9

供試体締固め率および曲げ強度

普通ポルトランドセメント OP
標準養生理論密度 2.503
(g/cm³)

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		長 さ (cm)	幅 (cm)	高 さ (cm)	密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
6 h	1	9648.8		40.16	10.16	10.07	2.348		93.82		0.9
9 h	1	9648.6		40.18	10.20	10.09	2.333		93.22		3.6
12 h	1	9630.7		40.19	10.17	10.07	2.340		93.48		7.5
	2	9657.8		40.21	10.18	10.07	2.343		93.61		7.8
	3	9639.1		40.18	10.23	10.06	2.331		93.13		5.1
24 h	90%-1	9048.3		40.26	10.09	10.10	2.205		88.11		16.2
	-2	9044.7		40.20	10.01	10.10	2.225		88.91		17.4
	-3	9047.5		40.19	10.08	10.10	2.211		88.34		16.4
	93%-1	9339.1		40.17	10.13	10.08	2.277		90.96		20.9
	-2	9357.8		40.17	10.13	10.13	2.270		90.70		22.2
	-3	9332.6		40.18	10.14	10.08	2.272		90.79		21.2
	96%-1	9653.0		40.17	10.18	10.08	2.342		93.56		25.9
	-2	9660.2		40.15	10.20	10.08	2.340		93.49		26.2
	-3	9666.7		40.17	10.28	10.10	2.318		92.60		23.8
2 d	1	9641.4	9663.2	40.12	10.17	10.07	2.347	2.352	93.75	93.96	34.5
	2	9643.3	9664.4	40.13	10.18	10.08	2.342	2.347	93.56	93.76	32.0
	3	9653.4	9673.7	40.14	10.25	10.07	2.330	2.335	93.09	93.28	36.2
3 d	1	9656.2	9681.6	40.16	10.14	10.08	2.352	2.359	93.98	94.23	36.4
	2	9645.6	9676.9	40.16	10.14	10.08	2.350	2.357	93.88	94.19	38.0
	3	9649.0	9680.3	40.14	10.16	10.07	2.350	2.357	93.87	94.17	38.9
4 d	1	9663.9	9697.4	40.17	10.17	10.08	2.347	2.355	93.76	94.08	43.4
	2	9656.1	9692.5	40.15	10.16	10.08	2.348	2.357	93.82	94.17	46.9
	3	9645.7	9682.2	40.16	10.21	10.08	2.334	2.343	93.24	93.59	44.6
7 d	90%-1	9037.1	9119.0	40.18	9.89	10.07	2.258	2.279	90.23	91.04	47.5
	-2	9048.8	9187.6	40.19	10.22	10.06	2.190	2.223	87.49	88.83	35.9
	-3	9047.3	9161.8	40.23	10.23	10.10	2.177	2.204	86.96	88.06	36.1
	93%-1	9339.2	9395.9	40.17	10.23	10.08	2.255	2.268	90.08	90.62	44.3
	-2	9338.5	9390.5	40.16	10.21	10.08	2.259	2.272	90.27	90.77	43.7
	-3	9349.0	9414.1	40.18	10.21	10.06	2.265	2.281	90.50	91.13	46.4
	96%-1	9648.4		40.12	10.12	10.06	2.362		94.37		42.5
	-2	9659.6		40.18	10.18	10.08	2.343		93.60		40.8
	-3	9653.3		40.17	10.20	10.07	2.340		93.47		40.0
28 d	90%-1	9001.9	9056.0	40.13	9.48	10.09	2.345	2.359	93.69	94.26	55.9
	-2	9009.9	9067.0	40.15	9.50	10.09	2.341	2.356	93.53	94.12	58.6
	-3	9002.8	9063.4	40.21	9.50	10.10	2.333	2.349	93.23	93.85	54.1
	93%-1	9305.2	9353.2	40.14	9.76	10.09	2.354	2.366	94.05	94.53	60.2
	-2	9293.3	9333.6	40.12	9.57	10.09	2.399	2.409	95.84	96.26	57.3
	-3	9303.2	9346.7	40.13	9.52	10.08	2.416	2.427	96.52	96.97	54.3
	96%-1	9610.5	9634.3	40.17	9.62	10.10	2.462	2.468	98.38	98.62	50.9
	-2	9623.9	9664.5	40.13	9.69	10.09	2.453	2.463	98.00	98.41	66.3
	-3	9655.0	9707.9	40.15	9.93	10.08	2.402	2.416	95.98	96.51	57.9
91 d	1	9659.5	9734.9	40.15	9.99	10.06	2.394	2.413	95.64	96.39	65.0
	2	9663.0	9743.0	40.14	10.00	10.06	2.393	2.413	95.60	96.40	63.4
	3	9651.9	9720.1	40.14	9.99	10.04	2.397	2.414	95.78	96.46	65.0

普通ポルトランドセメント OP
気中養生理論密度 2.503
(g/cm³)

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		長 さ (cm)	幅 (cm)	高 さ (cm)	密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
7 d	96%-1	9656.0		40.11	10.16	10.06	2.355		94.10		31.8
	-2	9657.8		40.13	10.16	10.05	2.357		94.16		33.2
	-3	9651.0		40.14	10.14	10.09	2.350		93.89		28.7
28 d	96%-1	9528.6	9276.4	40.10	9.63	10.08	2.448	2.383	97.80	95.21	40.9
	-2	9620.1	9368.8	40.08	9.67	10.07	2.465	2.400	98.48	95.90	43.5
91 d	1	9649.8	9403.7	40.10	9.96	10.02	2.411	2.350	96.34	93.88	50.5
	2	9662.4	9423.0	40.14	9.97	10.04	2.405	2.345	96.08	93.70	47.3
	3	9658.1	9421.0	40.11	9.99	10.02	2.406	2.346	96.10	93.75	51.4

供試体締固め率および曲げ強度

早強ボルトランドセメント HP
標準養生

理論密度 2.500
(g/cm³)

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		長 さ (cm)	幅 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
6 h	1	9618.8		40.17	10.30	10.09	2.304		92.16		1.7
9 h	1	9630.6		40.15	10.34	10.09	2.299		91.96		4.9
	2	9634.0		40.18	10.33	10.09	2.300		92.02		5.8
	3	9639.2		40.20	10.28	10.08	2.314		92.56		6.6
12 h	1	9632.9		40.16	10.28	10.07	2.317		92.68		11.7
	2	9637.9		40.17	10.22	10.07	2.331		93.25		11.0
	3	9623.8		40.16	10.28	10.06	2.317		92.69		11.8
24 h	90%-1	9018.4		40.23	10.23	10.10	2.170		86.78		21.8
	-2	9007.6		40.21	10.14	10.09	2.190		87.58		21.0
	-3	9011.7		40.21	10.17	10.09	2.184		87.36		26.8
	93%-1	9307.2		40.16	10.19	10.08	2.256		90.25		26.1
	-2	9307.1		40.18	10.29	10.08	2.233		89.33		29.5
	-3	9317.6		40.17	10.29	10.07	2.239		89.54		-
	96%-1	9629.2		40.16	10.31	10.08	2.307		92.29		30.8
	-2	9622.0		40.16	10.29	10.08	2.310		92.40		33.2
	-3	9632.6		40.15	10.27	10.08	2.318		92.70		35.9
2 d	1	9629.5	9658.0	40.15	10.34	10.08	2.301	2.308	92.04	92.32	48.4
	2	9630.6	9664.0	40.16	10.36	10.06	2.301	2.309	92.04	92.36	43.9
	3	9632.6	9671.0	40.15	10.34	10.09	2.300	2.309	91.98	92.35	41.7
3 d	1	9625.0	9667.7	40.15	10.23	10.06	2.329	2.340	93.18	93.59	52.5
	2	9628.1	9671.1	40.15	10.28	10.07	2.317	2.327	92.66	93.07	47.6
	3	9628.6	9682.4	40.15	10.33	10.08	2.303	2.316	92.12	92.64	45.8
7 d	90%-1	9009.7	9113.5	40.18	9.84	10.10	2.256	2.282	90.25	91.29	41.7
	-2	9011.8	9125.0	40.20	9.89	10.11	2.242	2.270	89.68	90.81	44.5
	-3	9023.1	9142.7	40.40	10.19	10.15	2.159	2.188	86.38	87.52	31.1
	93%-1	9311.5	9424.5	40.19	10.22	10.11	2.242	2.270	89.69	90.78	43.4
	-2	9305.8	9421.7	40.16	10.15	10.09	2.263	2.291	90.50	91.63	42.4
	-3	9303.1	9410.4	40.16	10.13	10.10	2.264	2.290	90.57	91.61	41.5
	96%-1	9635.2	9693.8	40.16	10.29	10.08	2.313	2.327	92.52	93.09	52.6
	-2	9617.0	9664.1	40.16	10.24	10.08	2.320	2.331	92.80	93.25	48.6
	-3	9631.8	9688.3	40.17	10.33	10.09	2.300	2.314	92.02	92.56	49.7
28 d	90%-1	9000.6	9146.1	40.23	10.08	10.11	2.195	2.231	87.82	89.23	41.9
	-2	9014.3	9152.3	40.22	10.11	10.10	2.195	2.229	87.80	89.14	43.4
	-3	8992.2	9135.1	40.19	10.21	10.11	2.168	2.202	86.70	88.08	35.0
	93%-1	9313.2	9421.8	40.19	10.19	10.10	2.252	2.278	90.06	91.11	50.7
	-2	9314.9	9426.4	40.17	10.19	10.10	2.253	2.280	90.12	91.20	46.3
	-3	9316.9	9428.0	40.18	10.20	10.10	2.251	2.278	90.03	91.11	50.3
	96%-1	9649.3	9727.3	40.15	10.14	10.04	2.361	2.380	94.43	95.19	58.4
	-2	9657.0	9738.8	40.15	10.21	10.05	2.344	2.364	93.76	94.56	54.9
	-3	9652.4	9731.9	40.14	10.21	10.05	2.344	2.363	93.74	94.51	46.1
91 d	1	9652.2	9753.6	40.17	10.25	10.04	2.335	2.359	93.40	94.38	60.1
	2	9657.8	9762.3	40.14	10.17	10.04	2.356	2.382	94.26	95.28	62.3
	3	9650.8	9749.4	40.14	10.21	10.04	2.345	2.369	93.82	94.78	58.6
	4	9657.3	9754.5	40.14	10.29	10.04	2.329	2.352	93.15	94.09	56.9

早強ボルトランドセメント HP
気中養生

理論密度 2.500
(g/cm³)

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		長 さ (cm)	幅 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
7 d	96%-1	9621.4	9470.2	40.14	10.26	10.08	2.318	2.281	92.71	91.25	36.6
	-2	9628.8	9475.5	40.16	10.26	10.07	2.321	2.284	92.82	91.35	34.6
	-3	9630.2	9493.0	40.15	10.26	10.08	2.319	2.286	92.77	91.45	39.3
28 d	96%-1	9652.8	9465.5	40.15	10.20	10.05	2.345	2.300	93.81	91.99	41.6
	-2	9654.8	9476.4	40.15	10.13	10.03	2.367	2.323	94.67	92.92	40.5
	-3	9650.6	9460.6	40.15	10.21	10.04	2.345	2.299	93.79	91.95	44.0
91 d	1	9654.3	9441.2	40.12	10.20	10.02	2.354	2.302	94.18	92.10	47.6
	2	9655.4	9443.5	40.10	10.12	10.03	2.372	2.320	94.89	92.80	49.6
	3	9659.1	9451.2	40.13	10.19	10.03	2.355	2.304	94.20	92.17	52.6

LD
標準養生理論密度
(g/cm³) 2.499

材令	供試体 No.	重量 (g)		長さ (cm)	幅 (cm)	高さ (cm)	密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
3 h	1	9635.2		40.12	10.26	10.08	2.322		92.92		0.4
	1	9648.3		40.12	10.26	10.08	2.325		93.05		2.3
6 h	2	9643.0		40.15	10.27	10.07	2.322		92.93		2.4
	1	9644.3		40.14	10.26	10.07	2.326		93.06		10.6
9 h	2	9637.2		40.13	10.27	10.08	2.320		92.83		12.3
	3	9647.0		40.12	10.28	10.08	2.320		92.86		11.0
12 h	1	9636.1		40.14	10.27	10.08	2.319		92.80		21.8
	2	9648.3		40.13	10.28	10.09	2.318		92.75		20.6
	3	9646.3		40.12	10.34	10.08	2.307		92.31		21.2
24 h	90%-1	9028.9		40.21	10.07	10.11	2.206		88.26		32.6
	-2	9050.3		40.18	10.25	10.11	2.174		86.98		27.8
	-3	9035.5		40.17	10.18	10.10	2.188		87.54		26.0
	93%-1	9334.2		40.15	10.26	10.09	2.246		89.86		38.0
	-2	9333.1		40.15	10.26	10.09	2.245		89.85		31.5
	-3	9328.3		40.19	10.25	10.09	2.244		89.81		31.5
	96%-1	9651.4		40.13	10.29	10.08	2.319		92.79		43.3
	-2	9638.5		40.14	10.27	10.08	2.320		92.82		41.1
	-3	9647.7		40.14	10.24	10.08	2.329		93.18		38.9
	1	9638.4	9683.2	40.14	10.29	10.08	2.315	2.326	92.64	93.07	48.7
2 d	2	9645.5	9685.4	40.14	10.32	10.08	2.310	2.320	92.44	92.82	45.5
	3	9636.3	9667.5	40.13	10.27	10.09	2.317	2.325	92.73	93.03	47.7
3 d	1	9645.1	9680.8	40.15	10.25	10.08	2.325	2.334	93.04	93.38	47.7
	2	9645.5	9692.0	40.16	10.35	10.06	2.307	2.318	92.31	92.75	52.0
	3	9645.5	9682.7	40.14	10.31	10.07	2.315	2.323	92.62	92.97	52.3
7 d	90%-1	9025.5	9150.0	40.16	10.17	10.07	2.194	2.225	87.81	89.02	38.5
	-2	9029.3	9180.9	40.22	10.13	10.10	2.194	2.231	87.80	89.28	34.7
	-3	9019.2	9148.8	40.15	10.17	10.11	2.185	2.216	87.43	88.68	35.3
	93%-1	9330.0	9430.6	40.16	10.29	10.09	2.238	2.262	89.54	90.51	42.1
	-2	9337.4	9431.7	40.17	10.25	10.08	2.250	2.272	90.03	90.94	52.1
	-3	9326.5	9421.8	40.15	10.24	10.10	2.246	2.269	89.88	90.79	45.7
	96%-1	9643.4	9702.6	40.11	10.24	10.08	2.329	2.344	93.21	93.78	47.9
	-2	9649.4	9709.2	40.13	10.26	10.06	2.330	2.344	93.22	93.80	47.8
	-3	9647.3	9704.4	40.14	10.27	10.07	2.324	2.338	93.00	93.55	55.3
	90%-1	9014.8	9148.2	40.17	10.10	10.09	2.202	2.235	88.12	89.42	45.1
28 d	-2	9016.0	9150.7	40.18	10.07	10.09	2.208	2.241	88.37	89.69	41.1
	-3	9011.4	9143.4	40.18	10.17	10.12	2.179	2.211	87.20	88.48	40.3
	93%-1	9315.3	9427.2	40.17	10.24	10.09	2.244	2.271	89.81	90.89	45.9
	-2	9312.4	9413.4	40.17	10.19	10.10	2.252	2.277	90.14	91.11	51.2
	-3	9315.1	9427.0	40.19	10.17	10.09	2.259	2.286	90.38	91.47	52.1
	-4	9316.7	9433.3	40.17	10.20	10.10	2.251	2.280	90.09	91.22	49.5
	96%-1	9648.0	9727.2	40.14	10.20	10.05	2.345	2.364	93.83	94.60	56.8
	-2	9651.3	9727.6	40.13	10.16	10.05	2.355	2.374	94.25	95.00	59.4
	-3	9655.7	9737.9	40.11	10.15	10.03	2.365	2.385	94.62	95.43	—
	1	9653.8	9761.4	40.13	10.19	10.03	2.354	2.380	94.19	95.24	55.4
91 d	2	9648.9	9755.5	40.12	10.15	10.03	2.362	2.388	94.53	95.58	57.0
	3	9658.4	9771.0	40.13	10.27	10.03	2.336	2.364	93.50	94.59	57.7
	4	9653.7	9757.8	40.13	10.20	10.03	2.351	2.377	94.09	95.11	64.9

LD
気中養生理論密度
(g/cm³) 2.499

材令	供試体 No.	重量 (g)		長さ (cm)	幅 (cm)	高さ (cm)	密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
7 d	96%-1	9647.5	9485.7	40.11	10.28	10.07	2.323	2.285	92.98	91.42	42.6
	-2	9647.7	9488.0	40.10	10.23	10.23	2.299	2.261	91.99	90.47	38.9
	-3	9650.4	9491.4	40.14	10.27	10.27	2.279	2.242	91.21	89.71	38.6
28 d	96%-1	9654.2	9470.5	40.13	10.21	10.04	2.347	2.302	93.91	92.13	48.6
	-2	9657.1	9471.3	40.13	10.13	10.04	2.366	2.321	94.68	92.86	47.1
	-3	9649.1	9470.0	40.12	10.25	10.03	2.339	2.296	93.61	91.88	44.7
91 d	1	9649.9	9436.1	40.12	10.18	10.06	2.349	2.297	93.98	91.90	52.8
	2	9646.9	9431.5	40.11	10.18	10.06	2.348	2.296	93.98	91.88	45.9
	3	9652.7	9442.4	40.14	10.21	10.05	2.344	2.293	93.78	91.74	50.9

OD 2
標準養生理論密度
(g/cm³) 2.496

材令	供試体 No.	重量 (g)		長さ (cm)	幅 (cm)	高さ (cm)	密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
3 h	1	9606.7		40.18	10.16	10.06	2.339		93.72		0.3
6 h	1	9614.5		40.14	10.01	10.06	2.379		95.30		1.0
	2	9571.1		40.11	10.06	9.92	2.391		95.80		1.3
9 h	1	9649.6		40.16	10.25	10.07	2.328		93.26		3.8
	2	9635.8		40.21	10.11	10.11	2.345		93.93		4.7
	3	9609.3		40.20	10.11	10.05	2.353		94.25		5.1
12 h	1	9633.6		40.18	10.16	10.06	2.346		93.98		14.9
	2	9630.6		40.20	10.14	10.08	2.344		93.90		14.6
	3	9641.8		40.17	10.31	10.07	2.312		92.62		13.3
24 h	90%-1	9023.7		40.14	9.50	10.07	2.350		94.15		32.6
	-2	9023.1		40.17	9.81	10.09	2.269		90.92		32.6
	-3	9022.1		40.24	9.79	10.10	2.267		90.84		33.4
	93%-1	9348.5		40.24	9.90	10.18	2.305		92.35		34.1
	-2	9312.2		40.22	10.10	10.16	2.256		90.40		34.5
	-3	9330.1		40.24	10.09	10.12	2.271		90.97		36.2
	-4	9320.6		40.17	9.96	10.05	2.318		92.87		36.5
	96%-1	9565.6		40.16	10.19	10.07	2.321		93.00		32.4
	-2	9636.9		40.16	9.68	10.11	2.452		98.24		40.7
	-3	9661.3		40.21	10.08	10.14	2.351		94.18		38.3
	1	9639.3	9665.8	40.16	10.23	10.07	2.330	2.336	93.35	93.60	42.9
	2	9645.8	9680.3	40.22	10.28	10.11	2.308	2.316	92.45	92.78	40.8
	3	9644.0	9671.5	40.20	10.31	10.10	2.304	2.310	92.30	92.56	43.8
3 d	1	9530.2	9647.3	40.18	10.13	10.09	2.321	2.349	92.97	94.11	52.9
	2	9658.3	9674.1	40.17	10.12	10.09	2.355	2.359	94.34	94.49	49.4
	3	9650.4	9670.5	40.19	10.10	10.10	2.354	2.359	94.31	94.50	47.2
7 d	90%-1	9002.1	9056.2	40.18	9.49	10.10	2.337	2.352	93.65	94.21	56.3
	-2	9025.2	9101.0	40.20	9.92	10.18	2.223	2.242	89.07	89.82	45.3
	-3	9015.6	9062.8	40.13	9.48	10.10	2.346	2.359	94.01	94.50	60.5
	93%-1	9309.7	9334.6	40.16	9.57	10.08	2.403	2.410	96.28	96.54	61.8
	-2	9310.4	9348.9	40.16	9.58	10.08	2.401	2.411	96.18	96.58	62.1
	-3	9318.8	9386.1	40.24	10.09	10.09	2.275	2.291	91.13	91.79	45.9
	96%-1	9649.9	9674.2	40.16	10.12	10.09	2.353	2.359	94.28	94.52	55.3
	-2	9652.4	9674.7	40.17	10.10	10.09	2.358	2.363	94.47	94.68	54.9
	-3	9625.9	9665.3	40.19	10.02	10.10	2.367	2.376	94.82	95.21	57.8
	-4	9640.3	9667.1	40.16	10.22	10.07	2.332	2.339	93.45	93.71	48.4
	90%-1	8962.4	9035.1	40.18	9.66	10.10	2.286	2.305	91.59	92.34	67.1
	-2	8988.1	9049.0	40.17	9.47	10.10	2.339	2.355	93.72	94.36	69.5
	-3	8995.0	9098.2	40.37	9.92	10.24	2.193	2.219	87.88	88.89	54.5
28 d	93%-1	9277.9	9335.9	40.26	9.85	10.14	2.307	2.322	92.44	93.02	64.4
	-2	9286.4	9350.3	40.32	9.78	10.22	2.304	2.320	92.32	92.95	68.8
	-3	9294.3	9356.6	40.27	9.80	10.26	2.295	2.311	91.96	92.58	58.9
	96%-1	9581.3	9615.2	40.17	9.82	10.06	2.414	2.423	96.73	97.07	57.4
	-2	9567.9	9612.7	40.28	9.88	10.10	2.380	2.392	95.37	95.81	64.6
	-3	9561.2	9586.3	40.16	9.62	10.08	2.455	2.462	98.36	98.62	58.7
	1	9495.3	9538.6	40.16	9.52	10.09	2.461	2.473	98.61	99.06	85.5
	2	9569.6	9638.6	40.32	9.94	10.20	2.341	2.358	93.79	94.46	67.9
91 d	3	9598.5	9647.7	40.17	9.81	10.09	2.414	2.426	96.72	97.21	85.0
	4	9570.7	9641.8	40.21	10.09	10.09	2.338	2.355	93.67	94.36	69.8

OD 2
気中養生理論密度
(g/cm³) 2.496

材令	供試体 No.	重量 (g)		長さ (cm)	幅 (cm)	高さ (cm)	密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
7 d	96%-1	9614.1	9424.7	40.17	9.64	10.14	2.448	2.400	98.10	96.16	39.1
	-2	9646.1	9471.0	40.19	10.19	10.07	2.339	2.297	93.71	92.01	35.4
	-3	9641.4	9460.8	40.16	10.16	10.07	2.347	2.303	94.01	92.25	31.2
28 d	96%-1	9580.5	9371.4	40.15	9.86	10.07	2.403	2.351	96.28	94.18	39.9
	-2	9606.5	9374.6	40.14	10.02	10.01	2.386	2.328	95.60	93.29	46.7
	-3	9831.2	9630.9	40.12	10.10	10.07	2.409	2.360	96.53	94.56	43.1
91 d	1	9573.6	9345.8	40.25	9.97	10.12	2.357	2.301	94.45	92.20	47.5
	2	9569.6	9339.9	40.17	9.99	10.07	2.368	2.311	94.88	92.60	39.4
	3	9578.4	9350.3	40.12	9.68	10.07	2.449	2.391	98.13	95.79	46.1

供試体締固め率および曲げ強度

SD
標準養生

理論密度
(g/cm³) 2.500

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		長 さ (cm)	幅 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
3 h	1	9641.0		40.14	10.23	10.07	2.332		93.26		0.1
6 h	1	9648.1		40.15	10.27	10.07	2.324		92.94		4.0
	2	9656.9		40.14	10.31	10.06	2.320		92.78		4.1
9 h	1	9634.6		40.14	10.37	10.08	2.296		91.85		14.5
	2	9636.8		40.16	10.32	10.08	2.307		92.27		14.5
	3	9636.4		40.15	10.28	10.08	2.316		92.65		16.8
12 h	1	9632.8		40.16	10.33	10.07	2.306		92.23		25.5
	2	9641.8		40.13	10.38	10.08	2.296		91.85		25.7
	3	9643.3		40.14	10.31	10.07	2.314		92.56		23.9
	4	9631.4		40.16	10.32	10.08	2.305		92.22		26.6
24 h	90%-1	9025.7		40.22	10.22	10.11	2.172		86.88		32.7
	-2	9010.3		40.17	10.20	10.10	2.177		87.09		32.5
	-3	9013.6		40.21	10.24	10.10	2.167		86.70		28.9
	93%-1	9320.7		40.17	10.29	10.09	2.235		89.39		33.7
	-2	9319.7		40.17	10.27	10.10	2.237		89.47		30.1
	-3	9315.9		40.22	10.33	10.08	2.224		88.98		31.9
	96%-1	9638.5		40.14	10.29	10.08	2.315		92.60		44.9
	-2	9635.8		40.14	10.33	10.07	2.308		92.31		39.6
	-3	9642.8		40.16	10.31	10.09	2.308		92.33		39.9
2 d	1	9629.4	9703.3	40.12	10.34	10.05	2.310	2.327	92.39	93.10	43.5
	2	9628.3	9697.2	40.14	10.32	10.07	2.308	2.325	92.33	92.99	51.5
	3	9662.7	9705.6	40.13	10.29	10.08	2.321	2.332	92.86	93.27	47.9
3 d	1	9625.6	9700.5	40.14	10.30	10.08	2.310	2.328	92.39	93.11	49.7
	2	9630.3	9706.4	40.15	10.35	10.06	2.304	2.322	92.15	92.87	53.2
	3	9636.6	9717.2	40.14	10.35	10.06	2.306	2.325	92.23	93.00	49.7
7 d	90%-1	9017.4	9190.7	40.21	10.17	10.07	2.190	2.232	87.59	89.27	37.1
	-2	9031.6	9232.8	40.20	10.16	10.08	2.194	2.243	87.75	89.70	34.5
	-3	9031.0	9221.4	40.21	10.23	10.08	2.178	2.224	87.12	88.96	36.5
	93%-1	9326.8	9478.3	40.18	10.29	10.05	2.245	2.281	89.78	91.24	44.1
	-2	9324.2	9472.0	40.17	10.26	10.07	2.247	2.282	89.87	91.29	45.6
	-3	9334.9	9497.8	40.16	10.21	10.08	2.259	2.298	90.34	91.92	41.5
	96%-1	9635.2	9727.0	40.14	10.26	10.06	2.326	2.348	93.02	93.91	53.6
	-2	9651.3	9731.9	40.15	10.29	10.06	2.322	2.342	92.89	93.66	45.9
	-3	9643.7	9728.8	40.17	10.28	10.05	2.324	2.344	92.95	93.77	53.3
28 d	90%-1	9030.9	9174.7	40.17	10.04	10.10	2.217	2.252	88.68	90.09	46.6
	-2	9066.7	9209.8	40.19	10.11	10.10	2.209	2.244	88.37	89.77	41.5
	-3	9327.6	9437.4	40.16	10.18	10.09	2.261	2.288	90.45	91.51	50.7
	93%-1	9330.8	9437.4	40.20	10.14	10.10	2.266	2.292	90.66	91.69	54.4
	-2	9069.3	9213.0	40.19	10.09	10.10	2.214	2.249	88.57	89.98	45.5
	-3	9334.1	9446.4	40.19	10.24	10.10	2.246	2.273	89.82	90.90	51.5
	96%-1	9637.0	9709.5	40.14	10.18	10.06	2.344	2.362	93.77	94.48	55.2
	-2	9912.8	9942.7	40.14	10.20	10.08	2.402	2.409	96.08	96.37	67.1
	-3	9668.4	9744.5	40.14	10.21	10.08	2.340	2.359	93.62	94.35	60.2
91 d	1	9585.8	9662.5	40.14	10.12	10.06	2.346	2.364	93.83	94.58	64.3
	2	9630.9	9712.7	40.15	10.22	10.06	2.333	2.353	93.32	94.12	59.3
	3	9632.2	9716.8	40.13	10.16	10.08	2.344	2.364	93.75	94.57	59.0
	4	9646.1	9721.3	40.15	10.21	10.08	2.334	2.353	93.38	94.10	60.6

SD
気中養生

理論密度
(g/cm³) 2.500

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		長 さ (cm)	幅 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
7 d	96%-1	9653.3	9520.7	40.14	10.28	10.03	2.332	2.300	93.30	92.01	46.4
	-2	9658.3	9529.1	40.15	10.26	10.06	2.331	2.299	93.22	91.98	53.6
	-3	9664.6	9532.9	40.14	10.35	10.03	2.319	2.288	92.77	91.51	44.0
28 d	96%-1	9643.1	9467.3	40.13	10.20	10.07	2.339	2.297	93.58	91.87	48.9
	-2	9644.5	9467.8	40.09	10.24	10.06	2.335	2.293	93.41	91.70	47.8
	-3	9669.1	9468.0	40.11	10.15	10.07	2.359	2.309	94.34	92.38	48.7
91 d	1	9632.2	9444.6	40.15	10.21	10.05	2.338	2.292	93.52	91.70	48.7
	2	9630.4	9444.0	40.12	10.17	10.05	2.349	2.303	93.94	92.12	48.6
	3	9643.7	9453.2	40.13	10.15	10.05	2.356	2.309	94.23	92.37	55.4

DD1
標準養生理論密度 2.500
(g/cm³)

材令	供試体 No.	重量 (g)		長さ (cm)	幅 (cm)	高さ (cm)	密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
3 h	1	9657.4		40.15	10.26	10.05	2.333		93.31		0.7
	1	9392.5		40.14	10.26	10.05	2.269		90.77		2.1
6 h	2	9647.7		40.13	10.42	10.05	2.296		91.83		2.9
	1	9642.9		40.13	10.33	10.09	2.305		92.22		9.9
9 h	2	9669.0		40.13	10.31	10.08	2.318		92.74		10.7
	3	9670.2		40.13	10.33	10.08	2.314		92.57		8.5
	1	9656.3		40.13	10.28	10.06	2.327		93.07		14.6
12 h	2	9657.8		40.16	10.30	10.04	2.325		93.02		15.2
	3	9660.5		40.14	10.26	10.05	2.334		93.36		16.6
	90%-1	9029.7		40.17	10.20	10.09	2.184		87.37		21.6
	-2	9033.7		40.17	10.22	10.08	2.183		87.32		22.1
	-3	9023.9		40.16	10.30	10.10	2.160		86.40		21.7
	93%-1	9331.8		40.15	10.23	10.08	2.254		90.16		22.8
	-2	9336.8		40.16	10.26	10.08	2.248		89.92		27.9
	-3	9342.2		40.16	10.32	10.08	2.236		89.45		21.3
	96%-1	9647.4		40.14	10.32	10.07	2.313		92.51		30.1
	-2	9649.5		40.13	10.31	10.07	2.316		92.64		28.3
	-3	9633.6		40.13	10.37	10.07	2.299		91.95		26.5
	1	9662.7	9726.6	40.14	10.28	10.05	2.330	2.345	93.20	93.82	44.2
2 d	2	9657.2	9722.0	40.14	10.26	10.04	2.336	2.351	93.42	94.05	50.7
	3	9646.8	9719.7	40.16	10.27	10.05	2.327	2.345	93.09	93.80	45.7
	1	9654.6	9720.0	40.15	10.30	10.08	2.316	2.332	92.64	93.27	44.5
3 d	2	9648.4	9712.6	40.14	10.26	10.07	2.326	2.342	93.06	93.68	45.1
	3	9666.4	9736.7	40.15	10.31	10.07	2.319	2.336	92.76	93.43	48.5
	90%-1	9042.3	9225.4	40.19	10.17	10.07	2.197	2.241	87.88	89.66	29.9
	-2	9026.0	9222.5	40.16	10.20	10.07	2.188	2.236	87.52	89.43	36.8
	-3	9018.8	9210.8	40.15	10.20	10.09	2.183	2.229	87.30	89.16	43.1
	93%-1	9342.9	9492.1	40.15	10.33	10.07	2.237	2.273	89.48	90.91	41.4
	-2	9336.4	9481.7	40.16	10.23	10.06	2.259	2.294	90.36	91.77	43.8
	-3	9335.3	9474.7	40.16	10.22	10.07	2.259	2.292	90.35	91.70	44.0
	96%-1	9661.8	9731.7	40.13	10.27	10.04	2.335	2.352	93.40	94.08	39.6
	-2	9620.1	9728.8	40.14	10.30	10.04	2.318	2.344	92.70	93.75	43.8
	-3	9645.2	9729.2	40.13	10.26	10.05	2.331	2.351	93.24	94.05	43.4
	90%-1	9015.9	9203.4	40.18	10.17	10.07	2.191	2.237	87.64	89.46	38.8
	-2	9011.9	9193.1	40.20	10.17	10.10	2.182	2.226	87.30	89.05	39.7
	-3	9000.2	9163.8	40.18	9.98	10.09	2.224	2.265	88.98	90.59	45.9
	93%-1	9321.4	9465.1	40.16	10.18	10.07	2.264	2.299	90.57	91.96	48.3
	-2	9312.4	9464.3	40.16	10.24	10.09	2.244	2.281	89.77	91.24	49.5
	-3	9308.1	9457.3	40.15	10.23	10.08	2.248	2.284	89.93	91.37	47.0
	96%-1	9629.2	9732.5	40.15	10.28	10.06	2.319	2.344	92.76	93.76	53.9
	-2	9628.0	9731.7	40.19	10.32	10.09	2.301	2.325	92.03	93.02	50.5
	-3	9634.1	9737.3	40.16	10.37	10.10	2.290	2.315	91.62	92.60	55.5
	1	9628.4	9740.3	40.15	10.26	10.09	2.316	2.343	92.66	93.74	59.0
9 d	2	9619.2	9736.9	40.17	10.20	10.08	2.329	2.358	93.16	94.30	57.3
	3	9630.0	9741.0	40.16	10.22	10.07	2.330	2.357	93.20	94.27	56.9

DD1
気中養生理論密度 2.500
(g/cm³)

材令	供試体 No.	重量 (g)		長さ (cm)	幅 (cm)	高さ (cm)	密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
	96%-1	9653.3	9498.1	40.13	10.29	10.02	2.333	2.296	93.32	91.82	39.5
7 d	-2	9666.7	9512.3	40.14	10.32	10.04	2.324	2.287	92.97	91.49	32.6
	-3	9654.2	9498.7	40.13	10.25	10.03	2.340	2.302	93.60	92.09	45.2
	96%-1	9634.0	9443.7	40.15	10.38	10.08	2.293	2.248	91.73	89.92	37.5
28 d	-2	9634.3	9444.5	40.13	10.31	10.08	2.310	2.265	92.40	90.58	41.5
	-3	9627.8	9441.1	40.10	10.33	10.07	2.308	2.263	92.32	90.53	42.5
	1	9631.2	9404.8	40.13	10.18	10.06	2.344	2.288	93.74	91.54	42.4
9 d	2	9628.2	9396.8	40.12	10.20	10.05	2.341	2.285	93.64	91.39	38.7
	3	9625.9	9390.9	40.14	10.24	10.06	2.328	2.271	93.12	90.84	38.2

DD2
標準養生理論密度
(g/cm³) 2.501

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		長 さ (cm)	幅 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
3 h	1	9636.6		40.15	10.20	10.10	2.330		93.15		—
6 h	1	9631.6		40.16	10.20	10.10	2.328		93.08		—
9 h	1	9633.2		40.18	10.20	10.10	2.327		93.05		—
12 h	1	9641.2		40.17	10.16	10.10	2.339		93.52		0.1
18 h	1	9648.1		40.16	10.28	10.09	2.316		92.61		16.9
	2	9654.7		40.14	10.20	10.09	2.337		93.45		18.0
	3	9664.5		40.14	10.26	10.10	2.323		92.90		20.0
21 h	1	9651.1		40.15	10.07	10.07	2.370		94.78		21.2
	2	9659.7		40.17	10.27	10.07	2.325		92.97		20.3
	3	9663.5		40.21	10.23	10.08	2.331		93.19		19.1
24 h	90%-1	9017.6		40.19	9.61	10.10	2.312		92.43		20.1
	-2	9017.6		40.15	9.51	10.07	2.345		93.77		21.0
	-3	9051.1		40.16	9.52	10.07	2.351		94.00		22.0
	93%-1	9327.8		40.23	10.19	10.10	2.253		90.08		16.6
	-2	9331.8		40.27	10.20	10.12	2.245		89.76		16.1
	-3	9326.1		40.23	10.16	10.09	2.261		90.42		17.4
	96%-1	9626.0		40.16	10.21	10.07	2.331		93.21		21.6
	-2	9636.6		40.20	10.24	10.10	2.318		92.68		18.9
	-3	9638.1		40.16	10.19	10.08	2.336		93.42		20.5
2 d	1	9647.6	9707.7	40.17	10.20	10.11	2.329	2.343	93.12	93.70	27.2
	2	9641.1	9703.2	40.19	10.17	10.13	2.329	2.344	93.10	93.70	23.4
	3	9644.5	9703.2	40.19	10.28	10.12	2.307	2.321	92.23	92.79	25.8
3 d	1	9652.8	9745.7	40.19	10.28	10.09	2.316	2.338	92.58	93.48	43.0
	2	9647.0	9742.5	40.27	10.23	10.10	2.319	2.341	92.70	93.62	39.7
	3	9653.5	9749.0	40.22	10.30	10.10	2.307	2.330	92.25	93.16	38.4
7 d	90%-1	9038.6	9239.1	40.40	10.05	10.15	2.193	2.242	87.69	89.64	38.7
	-2	9027.9	9177.1	40.23	9.85	10.11	2.253	2.291	90.10	91.59	43.3
	-3	9028.3	9208.0	40.27	9.96	10.13	2.222	2.266	88.85	90.62	42.5
	93%-1	9330.2	9444.1	40.17	9.96	10.11	2.307	2.335	92.23	93.35	50.0
	-2	9338.9	9449.1	40.27	10.11	10.11	2.269	2.296	90.72	91.79	50.3
	-3	9341.3	9490.9	40.28	10.24	10.12	2.238	2.274	89.48	90.91	44.7
	96%-1	9651.9	9737.7	40.21	10.26	10.09	2.319	2.339	92.71	93.53	55.3
	-2	9637.1	9736.4	40.22	10.17	10.09	2.335	2.359	93.36	94.33	55.4
	-3	9671.9	9761.1	40.23	10.20	10.12	2.329	2.351	93.13	93.98	56.6
28 d	90%-1	9016.6	9122.0	40.29	9.77	10.16	2.255	2.281	90.15	91.20	54.6
	-2	8992.6	9016.1	40.28	9.48	10.10	2.332	2.338	93.23	93.47	66.3
	-3	8988.0	9080.1	40.19	9.53	10.10	2.323	2.347	92.90	93.85	60.3
	93%-1	9312.5	9436.2	40.33	10.13	10.13	2.250	2.280	89.97	91.17	53.2
	-2	9312.1	9427.2	40.21	9.82	10.10	2.335	2.364	93.36	94.52	64.8
	-3	9311.6	9416.7	40.19	9.84	10.10	2.331	2.358	93.21	94.27	64.9
	96%-1	9612.5	9723.1	40.21	10.16	10.05	2.341	2.368	93.61	94.69	61.6
	-2	9626.5	9733.6	40.22	10.18	10.08	2.332	2.358	93.26	94.30	55.8
	-3	9629.8	9742.1	40.20	10.20	10.08	2.330	2.357	93.16	94.24	64.5
91 d	1	9614.0	9729.1	40.20	10.13	10.10	2.337	2.365	93.46	94.58	63.0
	2	9631.9	9737.2	40.21	10.19	10.10	2.327	2.353	93.06	94.08	66.9
	3	9633.8	9745.0	40.21	10.17	10.10	2.332	2.359	93.26	94.34	69.8

DD2
気中養生理論密度
(g/cm³) 2.501

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		長 さ (cm)	幅 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)
		打設時	養生後				打設時	養生後	打設時	養生後	
7 d	96%-1	9657.0	9432.4	40.16	10.25	10.06	2.332	2.278	93.24	91.07	36.0
	-2	9645.1	9417.5	40.14	10.10	10.08	2.360	2.304	94.37	92.14	38.1
	-3	9636.0	9406.8	40.16	10.15	10.07	2.348	2.292	93.86	91.63	38.5
28 d	96%-1	9629.0	9385.8	40.12	10.18	10.06	2.344	2.284	93.70	91.34	50.6
	-2	9632.7	9400.0	40.14	10.20	10.09	2.332	2.275	93.23	90.98	48.7
	-3	9624.3	9378.1	40.16	10.15	10.08	2.342	2.282	93.66	91.26	43.6
91 d	1	9630.6	9350.4	40.20	10.22	10.09	2.323	2.256	92.89	90.19	42.2
	2	9632.1	9357.2	40.17	10.16	10.08	2.341	2.275	93.62	90.94	48.3
	3	9616.3	9325.8	40.19	10.14	10.10	2.336	2.266	93.42	90.59	42.7

資料 3 圧縮強度試験結果

供試体締固め率および圧縮強度

普通ポルトランドセメント OP
標準養生

理論密度 (g/cm ³)	2.503
------------------------------	-------

材令	供試体 No.	重量 (g)		直径 (cm)	高さ (cm)	密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
4 h	1	3819.0		9.96	20.00	2.451		97.92		330	4.2	3.0
	2	3818.9		9.96	20.00	2.451		97.91		185	2.4	
	3	3828.1		9.96	20.00	2.457		98.15		175	2.2	
6 h	1	3856.7		9.96	20.00	2.475		98.88		300	3.9	4.7
	2	3828.5		9.96	20.00	2.457		98.16				
	3	3820.2		9.96	20.00	2.452		97.95		440	5.6	
9 h	1	3816.8		9.98	19.98	2.442		97.56		3340	42.7	43.7
	2	3810.3		10.00	19.93	2.434		97.25		3660	46.6	
	3	3834.8		9.98	19.97	2.455		98.07		3260	41.7	
12 h	1	3827.8		9.97	20.02	2.449		97.85		5080	65.1	68.5
	2	3844.8		9.97	20.03	2.459		98.23		5890	75.4	
	3	3833.2		9.97	20.00	2.455		98.08		5070	64.9	
24 h	1	3828.6		9.97	20.05	2.446		97.72		14160	181.4	175.9
	2	3817.3		9.98	20.01	2.439		97.43		14120	180.5	
	3	3803.2		9.96	20.08	2.431		97.12		12920	165.8	
3 d	1	3831.9	3848.5	9.96	19.96	2.464	2.475	98.44	98.87	28200	361.9	352.5
	2	3823.2	3838.7	9.96	19.96	2.458	2.468	98.22	98.62	28500	365.8	
	3	3809.8	3825.2	9.97	20.08	2.430	2.440	97.10	97.49	25750	329.8	
7 d	1	3840.8	3863.6	9.98	20.03	2.451	2.466	97.93	98.51	39000	498.6	514.7
	2	3828.8	3854.1	9.98	20.04	2.442	2.459	97.58	98.22	40000	511.3	
	3	3833.2	3858.6	9.97	20.07	2.446	2.463	97.74	98.39	41700	534.1	
28 d	1		3870.5	9.99	20.07		2.460		98.30	39000	497.6	554.0
	2		3887.2	9.97	20.09		2.478		99.02	45400	581.5	
	3		3883.1	9.99	20.06		2.470		98.67	45700	583.0	
91 d	1		3866.4	9.98	20.02		2.469		98.64	49500	632.8	602.0
	2		3865.5	9.98	20.03		2.467		98.56	51900	663.5	
	3		3837.4	9.97	20.06		2.450		97.90	39800	509.8	

普通ポルトランドセメント OP
気中養生

理論密度 (g/cm ³)	2.503
------------------------------	-------

材令	供試体 No.	重量 (g)		直径 φ (cm)	高さ h (cm)	密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3827.7	3731.8	9.98	20.01	2.445	2.384	97.70	95.25	18500	236.5	237.0
	2	3831.5	3738.1	9.96	20.00	2.459	2.399	98.24	95.84	18800	241.3	
	3	3810.2	3715.5	9.97	20.06	2.433	2.373	97.20	94.79	18200	233.1	
28 d	1	3851.5	3781.8	9.96	20.09	2.461	2.416	98.31	96.53	31850	408.8	422.6
	2	3811.4	3739.1	9.97	20.06	2.434	2.388	97.23	95.39	31500	403.5	
	3	3854.0	3780.2	9.96	20.07	2.465	2.417	98.47	96.58	35500	455.6	
91 d	1	3804.2	3719.2	9.97	20.04	2.432	2.377	97.15	94.98	31000	397.1	442.6
	2	3777.3	3693.1	9.97	20.02	2.417	2.363	96.56	94.40	35650	456.6	
	3	3847.3	3761.9	9.97	20.05	2.458	2.403	98.20	96.02	37000	473.9	

供試体締固め率および圧縮強度

早強ボルトランドセメント HP
標準養生

理論密度 2.500
(g/cm³)

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
3 h	1	3807.7		9.97	20.00	2.439		97.55		110	1.4	1.5
	2	3830.7		9.96	20.00	2.458		98.33		120	1.5	
	3	3840.8		9.96	20.00	2.465		98.59		130	1.7	
6 h	1	3813.1		9.95	20.00	2.452		98.08		2660	34.2	38.7
	2	3843.1		9.98	20.06	2.449		97.96		3680	47.0	
	3	3820.7		9.96	20.02	2.449		97.98		2710	34.8	
9 h	1	3804.2		9.96	20.03	2.438		97.51		5190	66.6	57.4
	2	3812.3		9.96	19.98	2.449		97.96		3920	50.3	
	3	3820.9		9.97	20.02	2.445		97.79		4320	55.3	
12 h	1	3817.8		9.96	20.04	2.445		97.81		7540	96.8	90.7
	2	3813.9		9.97	20.00	2.443		97.71		6900	88.4	
	3	3831.0		9.97	20.03	2.450		98.00		6790	87.0	
24 h	1	3827.5		9.97	20.02	2.449		97.96		21150	270.9	294.2
	2	3821.4		9.97	20.00	2.447		97.90		23700	303.6	
	3	3820.6		9.96	20.05	2.446		97.83		24000	308.0	
3 d	1	3815.5	3835.9	9.96	20.00	2.449	2.462	97.94	98.47	35940	461.3	461.4
	2	3812.1	3834.2	9.98	20.01	2.435	2.449	97.42	97.98	34830	445.2	
	3	3824.3	3843.7	9.98	20.03	2.441	2.453	97.63	98.12	37360	477.6	
7 d	1	3816.5	3840.6	9.96	20.06	2.442	2.457	97.68	98.29	30300	388.9	436.6
	2	3831.0	3855.8	9.97	20.06	2.446	2.462	97.85	98.48	35500	454.7	
	3	3807.0	3830.8	9.97	20.04	2.433	2.449	97.33	97.94	36400	466.3	
28 d	1	3778.3	3807.2	9.97	20.07	2.411	2.430	96.46	97.19	35800	458.6	531.4
	2	3790.8	3819.2	9.99	20.02	2.416	2.434	96.63	97.35	40900	521.8	
	3	3787.8	3817.2	9.97	20.01	2.427	2.444	97.07	97.74	40500	518.8	
	4	3802.0	3829.4	9.96	20.03	2.427	2.454	97.09	98.15	48800	626.3	
91 d	1	3779.4	3813.3	9.96	20.05	2.419	2.441	96.77	97.64	44400	569.9	618.2
	2	3777.0	3810.8	9.97	20.07	2.411	2.432	96.42	97.29	48700	623.8	
	3	3791.1	3822.9	9.97	20.00	2.428	2.448	97.12	97.94	51600	661.0	

早強ボルトランドセメント HP
気中養生

理論密度 2.500
(g/cm³)

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直径 φ (cm)	高さ h (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3805.6	3774.4	9.95	20.03	2.443	2.423	97.74	96.94	31700	407.7	445.2
	2	3811.9	3779.8	9.95	20.00	2.451	2.431	98.05	97.22	35800	460.4	
	3	3817.1	3784.6	9.97	20.07	2.436	2.415	97.45	96.62	36500	467.5	
28 d	1	3774.3	3709.4	9.96	20.02	2.420	2.378	96.79	95.12	27400	351.7	342.9
	2	3761.7	3697.0	9.97	20.03	2.406	2.364	96.22	94.57	25100	321.5	
	3	3761.2	3695.9	9.96	20.03	2.410	2.368	96.40	94.73	27700	355.5	
91 d	1	3775.4	3700.1	9.96	20.00	2.423	2.375	96.91	94.98	31600	405.6	410.1
	2	3776.5	3702.6	9.95	20.00	2.428	2.381	97.14	95.24	31500	405.1	
	3	3847.1	3767.5	9.96	20.04	2.464	2.413	98.56	96.52	32700	419.7	

供試体締固め率および圧縮強度

L D
標準養生

理論密度 (g/cm ³)	2.499
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
3 h	1	3833.6		9.98	20.06	2.443		97.76		210	2.7	2.8
	2	3831.9		9.96	20.05	2.453		98.16		240	3.1	
	3	3845.7		9.96	20.05	2.462		98.51		210	2.7	
6 h	1	3826.4		9.96	19.98	2.458		98.36		1790	23.0	26.5
	2	3819.5		9.97	20.00	2.446		97.89		2000	25.6	
	3	3827.1		9.95	19.97	2.465		98.63		2340	30.1	
9 h	1	3855.6		9.99	20.01	2.458		98.37		7520	95.9	100.0
	2	3859.5		10.00	20.04	2.452		98.12		7900	100.6	
	3	3853.4		9.97	20.04	2.463		98.56		7620	97.6	
	4	3837.5		9.99	20.05	2.442		97.71		8300	105.9	
1 2 h	1	3838.2		9.98	20.03	2.450		98.02		12600	161.1	163.9
	2	3847.8		9.98	20.05	2.453		98.17		12920	165.2	
	3	3832.1		9.99	20.05	2.438		97.57		12960	165.3	
2 4 h	1	3851.5		9.98	20.04	2.457		98.31		21250	271.6	301.0
	2	3840.4		9.98	20.04	2.450		98.03		24850	317.7	
	3	3837.8		9.97	20.05	2.452		98.11		24500	313.8	
3 d	1	3856.9	3871.3	9.97	20.02	2.468	2.477	98.75	99.12	29300	375.3	401.2
	2	3830.7	3847.6	9.98	20.07	2.440	2.451	97.64	98.07	31100	397.6	
	3	3857.5	3872.8	9.96	20.06	2.468	2.478	98.76	99.16	33550	430.6	
7 d	1	3837.8	3858.7	9.99	20.02	2.446	2.459	97.87	98.40	31700	404.4	448.5
	2	3834.1	3854.4	9.97	20.01	2.454	2.467	98.21	98.73	35500	454.7	
	3	3838.8	3860.1	9.98	20.02	2.451	2.465	98.09	98.63	38050	486.4	
2 8 d	1	3838.0	3865.6	9.98	20.06	2.446	2.463	97.87	98.58	50400	644.3	552.2
	2	3834.4	3863.0	9.98	20.06	2.444	2.462	97.78	98.51	45400	580.4	
	3	3836.7	3863.3	9.98	20.04	2.446	2.464	97.88	98.62	33800	432.1	
9 1 d	1	3819.8	3859.9	9.99	20.05	2.431	2.456	97.26	98.28	52900	674.9	687.4
	2	3831.6	3867.3	9.96	20.03	2.455	2.478	98.25	99.16	53700	689.2	
	3	3815.9	3853.5	9.98	20.03	2.435	2.459	97.45	98.41	54600	698.0	

L D
気中養生

理論密度 (g/cm ³)	2.499
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3819.1	3768.7	9.97	20.00	2.446	2.414	97.88	96.59	36500	467.5	468.8
	2	3834.7	3783.6	9.98	20.06	2.444	2.411	97.79	96.48	36500	466.6	
	3	3829.2	3776.5	9.96	20.03	2.454	2.420	98.19	96.84	36800	472.3	
2 8 d	1	3841.4	3772.8	9.96	20.01	2.464	2.420	98.60	96.84	38450	493.5	477.9
	2	3831.4	3764.3	9.97	20.06	2.447	2.404	97.90	96.18	35500	454.7	
	3	3826.2	3755.7	9.97	20.05	2.444	2.399	97.82	96.01	37900	485.5	
9 1 d	1	3836.5	3756.1	9.95	20.06	2.460	2.408	98.42	96.36	37200	478.4	516.2
	2	3831.2	3739.4	9.96	19.98	2.461	2.402	98.48	96.12	41600	533.9	
	3	3817.2	3753.3	9.95	20.04	2.450	2.409	98.03	96.39	41700	536.3	

供試体締固め率および圧縮強度

OD 2
標準養生

理論密度 (g/cm ³)	2.496
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
3 h	1	3824.6		9.97	20.00	2.449		98.14		85	1.1	1.0
	2	3821.0		9.99	20.00	2.437		97.65		80	1.0	
	3	3838.2		9.99	20.00	2.448		98.09		80	1.0	
6 h	1	3818.7		9.95	19.99	2.457		98.43		200	2.6	5.3
	2	3833.8		9.95	20.03	2.462		98.62		500	6.4	
	3	3844.7		9.97	20.03	2.459		98.50		620	7.9	
9 h	1	3823.4		9.97	20.04	2.444		97.91		3100	39.7	45.2
	2	3853.4		9.97	20.06	2.461		98.58		3770	48.3	
	3	3862.5		9.98	20.07	2.460		98.57		3720	47.6	
12 h	1	3852.9		9.96	20.06	2.465		98.77		8020	102.9	105.3
	2	3861.9		9.98	20.11	2.455		98.35		7710	98.6	
	3	3854.4		9.98	20.08	2.454		98.31		8940	114.3	
24 h	1	3832.9		9.97	20.06	2.447		98.06		17200	220.3	253.7
	2	3831.6		9.97	20.03	2.450		98.17		22450	287.6	
	3	3831.0		9.98	20.07	2.440		97.76		19800	253.1	
3 d	1	3821.3	3836.5	9.99	20.04	2.433	2.442	97.46	97.85	32100	409.5	436.6
	2	3824.8	3842.1	9.99	20.00	2.440	2.451	97.75	98.19	36000	459.3	
	3	3819.5	3837.3	9.98	20.03	2.438	2.449	97.66	98.12	34500	441.0	
7 d	1	3857.4	3873.6	9.99	20.06	2.453	2.464	98.29	98.70	30150	384.7	470.6
	2	3818.0	3835.7	9.97	20.06	2.438	2.449	97.67	98.13	38700	495.7	
	3	3845.0	3862.0	9.99	20.05	2.447	2.457	98.02	98.45	41650	531.4	
28 d	1	3837.1	3859.6	9.98	20.04	2.448	2.462	98.06	98.64	63400	810.5	749.8
	2	3834.7	3858.0	9.96	20.03	2.457	2.472	98.45	99.04	55800	716.2	
	3	3838.6	3862.0	9.96	20.04	2.456	2.473	98.40	99.10	56300	722.6	
91 d	1	3845.8	3874.7	9.97	20.02	2.461	2.479	98.58	99.32	71800	919.7	894.1
	2	3829.3	3858.4	9.98	20.03	2.444	2.462	97.91	98.66	69400	887.2	
	3	3852.9	3879.7	9.97	20.05	2.461	2.479	98.62	99.30	68350	875.5	

OD 2
気中養生

理論密度 (g/cm ³)	2.496
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直径 φ (cm)	高さ h (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3843.6	3774.2	9.98	20.07	2.448	2.404	98.08	96.31	18800	240.3	275.7
	2	3837.4	3767.7	9.98	20.02	2.450	2.406	98.17	96.39	21050	269.1	
	3	3846.8	3777.4	9.96	20.04	2.464	2.419	98.71	96.93	24750	317.7	
28 d	1	3853.8	3782.5	9.96	20.02	2.471	2.425	98.99	97.15	37000	474.9	447.7
	2	3845.3	3770.8	9.96	19.99	2.469	2.421	98.92	97.00	36200	464.6	
	3	3832.3	3755.7	9.97	20.03	2.451	2.402	98.19	96.22	31500	403.5	
91 d	1	3848.9	3766.9	9.96	19.97	2.474	2.421	99.11	97.00	36200	464.6	448.3
	2	3839.2	3751.7	9.97	20.03	2.455	2.399	98.36	96.12	37400	479.1	
	3	3810.2	3724.7	9.96	20.02	2.443	2.388	97.87	95.67	31250	401.1	

供試体締固め率および圧縮強度

SD
標準養生

理論密度 (g/cm ³)	2.500
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
3 h	1	3847.3		9.98	20.05	2.453		98.12		340	4.3	3.1
	2	3822.5		9.98	20.01	2.442		97.68		170	2.2	
	3	3817.0		9.96	20.01	2.448		97.93		210	2.7	
6 h	1	3834.2		9.96	20.06	2.453		98.13		1690	21.7	26.5
	2	3827.6		9.96	20.03	2.453		98.11		2200	28.2	
	3	3842.1		9.99	19.98	2.453		98.13		2450	31.3	
9 h	1	3840.9		9.97	20.04	2.455		98.20		6920	88.6	92.1
	2	3845.5		9.97	20.05	2.457		98.27		7260	93.0	
	3	3839.0		9.97	20.02	2.456		98.25		7400	94.8	
12 h	1	3832.6		9.97	20.01	2.453		98.14		10620	136.0	167.9
	2	3817.2		9.97	20.01	2.444		97.74		14150	181.2	
	3	3859.7		10.00	20.04	2.452		98.09		14650	186.5	
24 h	1	3811.9		9.99	20.00	2.432		97.26		24900	317.7	333.7
	2	3838.7		10.00	20.04	2.439		97.56		26650	339.3	
	3	3836.2		9.98	20.04	2.447		97.88		26930	344.3	
3 d	1	3831.9	3850.9	9.98	20.04	2.444	2.456	97.77	98.26	38600	493.4	476.5
	2	3828.4	3848.5	9.97	20.08	2.442	2.455	97.69	98.20	35100	449.6	
	3	3830.8	3851.1	10.00	20.01	2.438	2.450	97.50	98.02	38200	486.4	
7 d	1	3824.0	3847.0	9.97	20.02	2.447	2.461	97.87	98.46	29700	380.4	478.1
	2	3831.4	3855.0	9.96	20.03	2.455	2.470	98.20	98.81	42100	540.3	
	3	3835.3	3863.6	9.97	20.08	2.447	2.465	97.86	98.58	40100	513.6	
28 d	1	3833.1	3861.7	9.98	20.08	2.440	2.458	97.61	98.34	44800	572.7	600.0
	2	3813.3	3848.1	9.98	20.02	2.435	2.457	97.40	98.29	48700	622.6	
	3	3811.6	3845.0	10.00	20.00	2.428	2.448	97.10	97.91	47500	604.8	
91 d	1	3817.9	3855.0	9.98	20.03	2.437	2.460	97.47	98.41	55600	710.8	698.5
	2	3812.4	3853.3	9.97	20.05	2.436	2.462	97.42	98.47	54000	691.7	
	3	3804.3	3843.5	9.96	20.04	2.437	2.462	97.46	98.46	54000	693.1	

SD
気中養生

理論密度 (g/cm ³)	2.500
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直径 φ (cm)	高さ h (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3832.1	3775.3	9.96	20.03	2.456	2.419	98.22	96.77	34900	447.9	444.2
	2	3809.0	3751.9	9.97	20.04	2.435	2.398	97.39	95.93	33900	434.2	
	3	3822.6	3762.8	9.96	20.04	2.448	2.410	97.93	96.40	35100	450.5	
28 d	1	3837.1	3772.2	9.98	20.03	2.449	2.407	97.96	96.30	39650	506.9	513.4
	2	3823.3	3762.3	9.97	20.05	2.443	2.404	97.70	96.14	40050	513.0	
	3	3814.7	3753.6	9.96	20.03	2.444	2.405	97.78	96.21	40550	520.5	
91 d	1	3829.9	3761.4	9.96	20.01	2.457	2.413	98.26	96.51	46350	594.9	556.2
	2	3818.6	3751.6	9.96	20.01	2.449	2.406	97.97	96.25	43900	563.5	
	3	3808.4	3737.3	9.96	20.02	2.442	2.396	97.66	95.84	39750	510.2	

供試体締固め率および圧縮強度

DD 1
標準養生

理論密度 (g/cm ³)	2.500
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
3 h	1	3815.4		9.95	20.06	2.446		97.84		740	9.5	10.5
	2	3817.9		9.98	20.06	2.433		97.32		860	11.0	
	3	3817.0		9.96	20.02	2.447		97.88		850	10.9	
6 h	1	3808.6		9.96	20.01	2.443		97.72		2250	28.9	36.7
	2	3824.8		9.97	20.06	2.442		97.69		2800	35.9	
	3	3816.7		9.98	20.03	2.436		97.44		3490	44.6	
9 h	1	3818.2		9.99	20.04	2.431		97.23		5880	75.0	84.2
	2	3811.1		9.98	20.04	2.431		97.24		6950	88.8	
	3	3821.3		9.98	20.04	2.438		97.50		6950	88.8	
12 h	1	3822.4		9.96	20.08	2.443		97.73		8000	102.7	102.8
	2	3807.6		9.97	20.05	2.433		97.30		7100	90.9	
	3	3814.5		9.98	20.06	2.431		97.23		8990	114.9	
24 h	1	3811.9		9.97	20.06	2.434		97.36		22350	286.3	300.0
	2	3817.2		10.00	20.02	2.428		97.11		23200	295.4	
	3	3824.8		9.96	20.08	2.445		97.79		24800	318.3	
3 d	1	3813.6	3831.9	9.95	20.04	2.447	2.459	97.90	98.37	26700	343.4	403.8
	2	3817.4	3837.2	10.00	20.02	2.428	2.440	97.11	97.62	30900	393.4	
	3	3823.4	3840.7	9.97	20.00	2.449	2.460	97.95	98.39	37050	474.6	
7 d	1	3842.5	3864.6	9.98	20.07	2.447	2.462	97.90	98.46	36000	460.2	482.4
	2	3834.9	3856.1	9.96	20.02	2.459	2.472	98.34	98.89	36200	464.6	
	3	3825.8	3847.9	9.96	20.04	2.450	2.464	98.01	98.58	40700	522.4	
28 d	1	3812.5	3845.2	9.96	20.05	2.441	2.461	97.62	98.46	43300	555.8	618.2
	2	3831.1	3862.5	9.98	20.05	2.443	2.463	97.71	98.51	53800	687.8	
	3	3802.6	3832.9	9.98	20.04	2.444	2.445	97.75	97.80	47800	611.1	
91 d	1	3777.8	3818.8	9.98	20.07	2.406	2.432	96.25	97.29	48200	616.2	671.6
	2	3817.9	3857.4	9.98	20.01	2.439	2.464	97.56	98.57	54200	692.9	
	3	3805.6	3844.1	9.98	20.02	2.430	2.455	97.20	98.18	55200	705.6	

DD 1
気中養生

理論密度 (g/cm ³)	2.500
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 φ (cm)	高 さ h (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3836.9	3778.2	9.98	20.00	2.452	2.415	98.10	96.60	31500	402.7	357.6
	2	3850.8	3789.5	9.96	20.00	2.471	2.432	98.85	97.28	23200	297.8	
	3	3825.1	3763.7	9.96	20.00	2.455	2.415	98.19	96.61	29000	372.2	
28 d	1	3826.3	3758.6	9.98	19.98	2.448	2.405	97.92	96.19	36100	461.5	433.2
	2	3820.7	3754.8	9.98	20.06	2.435	2.393	97.39	95.71	35300	451.3	
	3	3801.7	3730.6	9.97	20.05	2.429	2.383	97.15	95.33	30200	386.8	
91 d	1	3824.2	3739.0	9.98	20.01	2.443	2.389	97.72	95.55	36300	464.0	452.5
	2	3802.9	3725.8	9.97	20.02	2.433	2.384	97.33	95.35	35750	457.9	
	3	3797.3	3721.4	9.97	20.04	2.427	2.379	97.09	95.15	34000	435.5	

供試体締固め率および圧縮強度

DD2
標準養生

理論密度 (g/cm ³)	2.501
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
3 h	1	3853.4		10.02	19.94	2.451		97.99		80	1.0	1.0
	2	3842.9		9.99	19.81	2.475		98.96		85	1.1	
6 h	1	3850.1		9.96	19.92	2.481		99.19		130	1.7	1.9
	2	3861.5		9.98	20.01	2.467		98.64		165	2.1	
10 h	1	3855.5		9.99	20.05	2.453		98.09		520	6.6	6.7
	2	3845.1		9.95	20.06	2.465		98.57		525	6.8	
12 h	1	3856.3		9.97	20.04	2.465		98.56		1530	19.6	24.5
	2	3873.8		9.97	20.03	2.477		99.05		2300	29.5	
18 h	1	3860.9		9.97	20.04	2.468		98.67		11040	141.4	137.3
	2	3843.8		9.97	20.04	2.457		98.24		10400	133.2	
24 h	1	3829.5		9.96	20.04	2.453		98.07		9020	115.8	133.9
	2	3834.3		9.97	20.02	2.453		98.09		11570	148.2	
	3	3842.2		9.97	20.05	2.455		98.15		10750	137.7	
2 d	1	3862.5	3880.4	9.98	20.11	2.455	2.467	98.17	98.63	19550	249.9	263.0
	2	3850.4	3870.3	9.97	20.06	2.459	2.471	98.31	98.81	21550	276.0	
3 d	1	3841.9	3867.0	10.00	20.09	2.435	2.451	97.36	97.99	21550	274.4	330.4
	2	3838.9	3864.6	10.00	20.07	2.435	2.452	97.38	98.03	27850	354.6	
	3	3837.5	3863.3	10.00	20.07	2.435	2.451	97.34	98.00	28450	362.2	
7 d	1	3813.9	3848.8	9.99	20.11	2.420	2.442	96.74	97.63	26700	340.6	328.1
	2	3822.8	3860.3	9.98	20.10	2.431	2.455	97.21	98.17	27100	346.4	
	3	3824.6	3862.3	9.99	20.11	2.426	2.450	97.02	97.97	23300	297.3	
28 d	1	3858.0	3894.7	9.97	20.03	2.467	2.491	98.65	99.59	54300	695.5	704.0
	2	3843.4	3882.5	9.98	20.06	2.449	2.474	97.93	98.93	55600	710.8	
	3	3835.6	3874.1	9.98	20.04	2.452	2.471	98.03	98.81	55200	705.6	
91 d	1	3843.3	3889.4	9.98	20.08	2.447	2.476	97.83	99.00	59000	754.2	715.8
	2	3840.6	3888.1	9.98	20.06	2.447	2.478	97.86	99.07	52100	666.0	
	3	3828.6	3873.1	10.00	20.06	2.430	2.458	97.16	98.29	57100	727.0	

DD2
気中養生

理論密度 (g/cm ³)	2.501
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直径 φ (cm)	高さ h (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3824.2	3776.1	9.95	20.10	2.447	2.416	97.84	96.60	22200	285.5	316.8
	2	3811.7	3758.9	9.96	20.03	2.442	2.409	97.66	96.31	30150	387.0	
	3	3823.8	3771.6	9.95	20.10	2.447	2.413	97.82	96.49	21600	277.8	
28 d	1	3862.3	3771.6	9.97	20.03	2.470	2.412	98.76	96.44	29700	380.4	362.7
	2	3837.8	3747.1	9.99	20.00	2.448	2.390	97.89	95.57	27300	348.3	
	3	3834.1	3745.7	9.96	20.00	2.461	2.404	98.38	96.11	28000	359.4	
91 d	1	3838.2	3740.8	9.98	20.03	2.450	2.387	97.95	95.46	29500	377.1	380.2
	2	3835.3	3737.6	9.97	20.04	2.451	2.389	98.02	95.52	30600	392.0	
	3	3821.0	3721.6	9.97	20.04	2.442	2.379	97.65	95.11	29000	371.5	

資料 4 引張強度試験結果

供試体締固め率および引張強度

普通ポルトランドセメント OP
標準養生

理論密度 2.503
(g/cm³)

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
4 h	1	3813.8		9.94	20.00	2.457		98.18		85	0.3	0.3
	2	3809.8		9.93	19.92	2.470		98.67		103	0.3	
	3	3800.6		9.94	20.00	2.449		97.84		101	0.3	
6 h	1	3815.4		9.94	19.97	2.462		98.36		113	0.4	0.3
	2	3820.0		9.94	20.02	2.459		98.24		105	0.3	
	3	3812.6		9.94	20.00	2.457		98.14		100	0.3	
9 h	1	3805.6		10.00	20.05	2.417		96.55		1195	3.8	4.4
	2	3809.8		10.03	20.00	2.411		96.32		1485	4.7	
	3	3825.9		9.99	20.08	2.431		97.12		1440	4.6	
12 h	1	3809.7		9.96	19.96	2.450		97.87		2000	6.4	6.9
	2	3812.6		9.96	19.96	2.452		97.95		2120	6.8	
	3	3796.5		9.97	19.88	2.446		97.73		2360	7.6	
24 h	1	3812.3		9.98	19.98	2.439		97.45		6150	19.6	19.4
	2	3812.4		9.97	19.97	2.445		97.70		6060	19.4	
	3	3810.0		9.97	20.00	2.440		97.49		6030	19.3	
3 d	1	3813.3	3829.3	9.97	20.07	2.434	2.444	97.23	97.64	12400	39.5	36.6
	2	3812.2	3828.4	9.96	20.08	2.437	2.447	97.35	97.77	11400	36.3	
	3	3804.4	3821.2	9.96	20.03	2.438	2.449	97.39	97.82	10700	34.1	
7 d	1	3809.5	3833.1	9.97	19.98	2.442	2.457	97.57	98.18	12300	39.3	38.2
	2	3810.8	3834.6	9.98	20.03	2.432	2.447	97.17	97.77	11460	36.5	
	3	3810.6	3833.6	9.97	19.95	2.447	2.461	97.75	98.34	12160	38.9	
28 d	1		3776.3	9.97	19.79		2.444		97.65	13200	42.6	44.0
	2		3782.0	9.98	19.60		2.467		98.55	13600	44.3	
	3		3777.5	9.97	19.82		2.441		97.53	14000	45.1	
91 d	1		3778.0	9.98	19.75		2.445		97.70	17030	55.0	49.3
	2		3763.8	9.98	19.38		2.483		99.19	16540	54.4	
	3		3785.3	9.98	19.48		2.484		99.24	11740	38.4	

普通ポルトランドセメント OP
気中養生

理論密度 2.503
(g/cm³)

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3813.8	3721.3	9.97	19.95	2.449	2.389	97.83	95.46	3440	11.0	12.2
	2	3818.6	3729.5	9.97	19.91	2.457	2.399	98.15	95.86	4450	14.3	
	3	3810.4	3717.1	9.97	19.96	2.445	2.385	97.69	95.30	3500	11.2	
28 d	1	3770.0	3702.4	9.97	19.96	2.419	2.376	96.66	94.93	13900	44.5	42.9
	2	3744.7	3676.6	9.96	19.43	2.474	2.429	98.83	97.03	14020	46.1	
	3	3733.1	3664.8	9.97	19.85	2.409	2.365	96.24	94.48	11880	38.2	
91 d	1	3750.1	3667.1	9.96	19.92	2.416	2.363	96.53	94.40	12070	38.7	41.5
	2	3759.2	3679.3	9.96	19.55	2.468	2.416	98.60	96.50	14060	46.0	
	3	3738.9	3657.4	9.97	19.80	2.419	2.366	96.64	94.53	12360	39.9	

供試体締固め率および引張強度

早強ポルトランドセメント HP
標準養生

理論密度 (g/cm ³)	2.500
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
3 h	1	3815.7		9.94	19.98	2.461		98.44		80	0.3	0.3
	2	3813.2		9.94	19.98	2.459		98.38		75	0.2	
	3	3813.2		9.95	19.98	2.454		98.18		80	0.3	
6 h	1	3811.8		9.98	19.96	2.441		97.65		970	3.1	3.1
	2	3812.9		9.96	19.99	2.448		97.93		920	2.9	
	3	3819.8		9.96	19.97	2.455		98.20		1010	3.2	
9 h	1	3805.9		9.96	20.00	2.442		97.70		1330	4.3	4.8
	2	3808.7		9.97	19.98	2.442		97.67		1570	5.0	
	3	3808.9		9.96	20.10	2.432		97.29		1580	5.0	
12 h	1	3812.4		9.98	20.00	2.437		97.47		3120	10.0	9.4
	2	3809.0		9.96	19.95	2.451		98.02		3180	10.2	
	3	3810.5		9.96	20.07	2.437		97.47		2540	8.1	
24 h	1	3799.3		9.98	20.04	2.424		96.94		8080	25.7	28.7
	2	3804.4		9.96	20.05	2.435		97.41		9280	29.6	
	3	3802.6		9.97	20.05	2.429		97.17		9650	30.7	
3 d	1	3802.9	3823.3	9.97	20.04	2.431	2.444	97.23	97.75	9870	31.4	31.9
	2	3796.0	3815.0	9.97	20.02	2.429	2.441	97.15	97.64	11350	36.2	
	3	3799.2	3816.3	9.97	20.01	2.432	2.443	97.28	97.72	8820	28.1	
7 d	1	3807.5	3831.6	9.96	19.96	2.448	2.464	97.93	98.55	15900	50.9	44.2
	2	3802.6	3828.1	9.97	20.03	2.432	2.448	97.27	97.92	12800	40.8	
	3	3809.2	3831.9	9.98	20.00	2.435	2.449	97.39	97.97	12850	41.0	
28 d	1	3796.9	3827.3	9.97	20.09	2.421	2.440	96.83	97.61	13900	44.2	47.6
	2	3788.5	3817.2	9.97	20.04	2.422	2.440	96.86	97.59	15760	50.2	
	3	3793.6	3825.3	9.96	20.08	2.422	2.445	96.86	97.80	15180	48.3	
91 d	1	3793.8	3834.8	9.96	20.09	2.424	2.450	96.95	98.00	16930	53.9	49.1
	2	3795.3	3832.9	9.97	20.09	2.420	2.444	96.79	97.75	15210	48.3	
	3	3794.0	3829.3	9.97	20.10	2.418	2.440	96.71	97.61	14200	45.1	

早強ポルトランドセメント HP
気中養生

理論密度 (g/cm ³)	2.500
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3801.0	3771.0	9.97	19.97	2.438	2.419	97.52	96.75	15640	50.0	45.1
	2	3779.3	3747.8	9.96	19.95	2.431	2.411	97.26	96.45	10740	34.4	
	3	3809.5	3778.8	9.96	20.04	2.440	2.420	97.59	96.81	15980	51.0	
28 d	1	3797.2	3727.7	9.96	20.00	2.437	2.392	97.47	95.69	10680	34.1	34.2
	2	3769.9	3698.0	9.96	20.03	2.416	2.370	96.63	94.78	10580	33.8	
	3	3791.3	3718.4	9.97	20.07	2.420	2.373	96.79	94.93	10880	34.6	
91 d	1	3783.7	3702.9	9.96	20.03	2.425	2.373	96.98	94.91	10630	33.9	32.5
	2	3768.5	3693.3	9.95	20.11	2.410	2.362	96.40	94.48	9660	30.7	
	3	3792.3	3710.3	9.96	20.08	2.424	2.372	96.96	94.86	10330	32.9	

供試体締固め率および引張強度

L D
標準養生

理論密度 (g/cm ³)	2.499
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
3 h	1	3812.2		9.98	20.01	2.435		97.46		90	0.3	0.3
	2	3808.7		9.96	20.00	2.444		97.81		80	0.3	
	3	3808.9		9.94	20.04	2.449		98.01		100	0.3	
6 h	1	3812.7		9.96	20.01	2.446		97.86		470	1.5	1.6
	2	3810.7		9.98	19.97	2.439		97.61		480	1.5	
	3	3819.0		9.97	19.96	2.451		98.07		530	1.7	
9 h	1	3818.6		9.97	20.02	2.443		97.77		3120	10.0	10.4
	2	3803.5		9.98	20.01	2.430		97.23		3470	11.1	
	3	3809.7		9.97	20.01	2.439		97.59		3180	10.1	
12 h	1	3803.5		9.96	20.03	2.437		97.53		2880	9.2	9.7
	2	3816.6		9.97	19.95	2.450		98.06		2820	9.0	
	3	3812.6		9.97	19.99	2.443		97.76		3420	10.9	
24 h	1	3835.7		9.97	19.95	2.463		98.55		5710	18.3	16.4
	2	3821.6		9.97	19.95	2.454		98.19		5140	16.5	
	3	3821.6		9.97	19.94	2.455		98.24		4510	14.4	
3 d	1	3809.5	3827.7	9.99	19.93	2.439	2.450	97.58	98.05	11520	36.8	34.8
	2	3822.7	3839.8	9.97	19.95	2.454	2.465	98.22	98.66	10840	34.7	
	3	3819.4	3837.3	9.98	19.96	2.446	2.458	97.89	98.34	10280	32.9	
7 d	1	3814.4	3835.8	9.97	19.99	2.444	2.458	97.81	98.36	13780	44.0	42.9
	2	3809.1	3830.6	9.98	19.99	2.436	2.450	97.47	98.03	14260	45.5	
	3	3805.1	3827.0	9.97	20.03	2.433	2.447	97.37	97.93	12300	39.2	
28 d	1	3817.9	3843.2	9.96	19.98	2.453	2.469	98.14	98.79	16600	53.1	56.8
	2	3800.8	3828.5	9.96	20.11	2.426	2.443	97.07	97.78	15700	49.9	
	3	3807.1	3833.5	9.97	20.03	2.431	2.452	97.26	98.10	21100	67.3	
91 d	1	3802.9	3835.3	9.97	20.01	2.434	2.455	97.41	98.24	16130	51.5	54.0
	2	3816.6	3846.4	9.96	19.96	2.454	2.473	98.21	98.97	17110	54.8	
	3	3796.3	3826.7	9.97	19.90	2.444	2.463	97.78	98.57	17330	55.6	

L D
気中養生

理論密度 (g/cm ³)	2.499
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3816.2	3763.1	9.96	19.99	2.450	2.416	98.05	96.68	14480	46.3	43.1
	2	3811.1	3758.1	9.97	20.01	2.440	2.406	97.62	96.27	12740	40.7	
	3	3816.8	3766.1	9.97	19.98	2.447	2.414	97.92	96.62	13260	42.4	
28 d	1	3810.4	3752.4	9.96	19.99	2.447	2.409	97.90	96.41	13940	44.6	44.3
	2	3801.0	3744.2	9.96	19.97	2.443	2.406	97.76	96.30	13840	44.3	
	3	3794.6	3731.6	9.96	19.97	2.439	2.398	97.59	95.97	13740	44.0	
91 d	1	3804.6	3730.7	9.93	19.98	2.459	2.411	98.39	96.48	16280	52.2	49.5
	2	3795.6	3724.8	9.94	19.96	2.451	2.405	98.06	96.23	15970	51.2	
	3	3793.3	3722.8	9.96	19.96	2.439	2.394	97.61	95.79	14080	45.1	

供試体締固め率および引張強度

OD 2
標準養生

理論密度 (g/cm ³)	2.496
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
3 h	1	3809.2		9.97	19.93	2.448		98.08		80	0.3	0.2
	2	3805.2		9.97	19.93	2.446		97.98		70	0.2	
	3	3807.2		9.98	19.93	2.442		97.84		65	0.2	
6 h	1	3814.4		9.94	19.94	2.465		98.76		70	0.2	0.2
	2	3812.3		9.95	19.87	2.467		98.86		70	0.2	
	3	3806.9		9.95	19.90	2.460		98.57		80	0.3	
9 h	1	3806.6		9.96	19.90	2.455		98.36		1510	4.9	4.6
	2	3806.1		9.96	19.95	2.449		98.10		1320	4.2	
	3	3805.9		9.97	19.87	2.453		98.30		1450	4.7	
12 h	1	3806.8		9.96	19.98	2.445		97.97		3680	11.8	11.1
	2	3815.2		9.96	19.89	2.462		98.63		3400	10.9	
	3	3816.6		9.96	19.92	2.459		98.52		3310	10.6	
24 h	1	3808.3		9.95	19.95	2.455		98.36		9120	29.2	27.4
	2	3811.4		9.97	19.98	2.443		97.90		8060	25.8	
	3	3809.3		9.96	19.97	2.448		98.09		8520	27.3	
3 d	1	3811.2	3825.1	9.97	19.91	2.452	2.461	98.23	98.59	12260	39.3	38.1
	2	3810.1	3826.3	9.98	19.95	2.441	2.452	97.81	98.23	11200	35.8	
	3	3807.7	3822.4	9.97	19.98	2.441	2.451	97.80	98.18	12300	39.3	
7 d	1	3831.7	3847.7	9.98	19.99	2.450	2.461	98.17	98.58	13620	43.5	44.3
	2	3842.9	3859.9	9.96	20.00	2.466	2.477	98.80	99.24	13440	43.0	
	3	3808.6	3825.8	9.96	19.99	2.445	2.456	97.97	98.41	14580	46.6	
28 d	1	3826.5	3846.5	9.96	19.91	2.467	2.480	98.83	99.34	17650	56.7	52.8
	2	3819.4	3838.5	9.97	20.02	2.444	2.456	97.91	98.40	15270	48.7	
	3	3848.8	3867.1	9.97	19.99	2.447	2.478	98.05	99.28	16600	53.0	
91 d	1	3810.8	3841.4	9.98	20.01	2.435	2.454	97.54	98.32	20970	66.8	68.5
	2	3844.6	3871.6	9.97	20.08	2.452	2.470	98.26	98.95	20940	66.6	
	3	3786.4	3811.3	9.96	19.78	2.457	2.473	98.43	99.08	22310	72.1	

OD 2
気中養生

理論密度 (g/cm ³)	2.496
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3857.8	3788.2	9.96	19.98	2.478	2.433	99.29	97.50	9380	30.0	32.0
	2	3825.9	3759.5	9.97	19.93	2.459	2.416	98.51	96.81	9140	29.3	
	3	3853.7	3786.0	9.97	19.99	2.469	2.426	98.93	97.19	11520	36.8	
28 d	1	3856.7	3776.0	9.96	20.02	2.473	2.421	99.06	96.99	11400	36.4	31.9
	2	3831.1	3752.2	9.97	19.95	2.460	2.409	98.55	96.52	9860	31.6	
	3	3822.2	3739.7	9.96	19.97	2.457	2.404	98.42	96.30	8700	27.8	
91 d	1	3832.2	3746.0	9.96	20.08	2.449	2.394	98.14	95.93	11210	35.7	32.2
	2	3822.7	3735.0	9.96	19.92	2.463	2.407	98.68	96.42	10380	33.3	
	3	3820.2	3727.4	9.97	19.97	2.450	2.391	98.17	95.79	8650	27.7	

供試体締固め率および引張強度

SD
標準養生

理論密度 (g/cm ³)	2.500
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
3 h	1	3797.6		9.96	19.99	2.438		97.53		85	0.3	0.3
	2	3812.0		9.96	19.96	2.451		98.05		90	0.3	
	3	3809.2		9.96	20.00	2.445		97.78		95	0.3	
6 h	1	3816.1		9.97	20.02	2.442		97.66		570	1.8	2.0
	2	3813.9		9.99	20.08	2.423		96.93		650	2.1	
	3	3817.3		9.95	20.06	2.447		97.89		690	2.2	
9 h	1	3815.4		9.98	19.95	2.445		97.79		3350	10.7	10.4
	2	3816.9		9.96	19.97	2.453		98.13		3070	9.8	
	3	3815.7		9.97	20.00	2.444		97.75		3320	10.6	
12 h	1	3822.1		9.96	20.02	2.450		98.01		3360	10.7	10.7
	2	3817.3		9.97	19.99	2.446		97.84		3410	10.9	
	3	3814.7		9.98	19.97	2.442		97.68		3240	10.3	
24 h	1	3806.4		9.99	19.98	2.431		97.22		6160	19.6	18.9
	2	3804.0		9.98	20.08	2.422		96.87		5810	18.5	
	3	3813.9		9.97	19.97	2.446		97.85		5770	18.4	
3 d	1	3814.0	3834.9	10.00	20.04	2.423	2.437	96.93	97.46	13300	42.3	39.8
	2	3807.4	3829.1	9.95	19.98	2.451	2.465	98.03	98.59	12080	38.7	
	3	3812.5	3831.7	10.00	20.00	2.427	2.439	97.08	97.57	12120	38.6	
7 d	1	3812.7	3836.2	9.99	19.99	2.433	2.448	97.33	97.93	14100	44.9	45.8
	2	3814.9	3838.4	9.98	20.05	2.432	2.447	97.29	97.89	13550	43.1	
	3	3809.4	3835.7	9.97	20.05	2.434	2.450	97.35	98.02	15500	49.4	
28 d	1	3851.4	3881.3	9.99	20.01	2.456	2.475	98.22	98.99	16700	53.2	50.0
	2	3829.6	3858.8	9.97	20.00	2.453	2.471	98.11	98.86	15550	49.6	
	3	3812.2	3839.4	9.99	19.97	2.447	2.453	97.86	98.11	14750	47.1	
91 d	1	3839.2	3873.1	9.99	19.99	2.450	2.472	98.01	98.87	16460	52.5	55.0
	2	3825.2	3860.6	9.98	19.98	2.447	2.470	97.90	98.80	17240	55.0	
	3	3812.0	3847.4	9.98	19.98	2.439	2.462	97.56	98.46	18020	57.5	

SD
気中養生

理論密度 (g/cm ³)	2.500
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3812.3	3751.5	9.98	19.99	2.438	2.399	97.52	95.96	11950	38.1	36.9
	2	3815.5	3754.9	9.97	20.03	2.440	2.401	97.60	96.05	12500	39.8	
	3	3812.8	3751.4	9.97	19.93	2.451	2.411	98.02	96.44	10250	32.8	
28 d	1	3851.6	3786.6	9.96	19.98	2.474	2.432	98.97	97.30	12600	40.3	41.2
	2	3833.6	3773.9	9.96	19.97	2.464	2.426	98.56	97.02	13900	44.5	
	3	3815.6	3752.1	9.99	19.96	2.439	2.398	97.55	95.93	12150	38.8	
91 d	1	3840.6	3770.6	9.96	20.03	2.461	2.416	98.44	96.65	12070	38.5	40.0
	2	3820.7	3752.2	9.97	19.97	2.451	2.407	98.03	96.27	13410	42.9	
	3	3795.1	3724.9	9.98	19.99	2.427	2.382	97.08	95.28	12140	38.7	

供試体締固め率および引張強度

DD1
標準養生

理論密度 (g/cm ³)	2.500
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
3 h	1	3835.6		10.00	20.03	2.438		97.53		180	0.6	0.7
	2	3812.4		9.97	20.02	2.439		97.57		220	0.7	
	3	3810.6		9.96	20.02	2.443		97.72		230	0.7	
6 h	1	3828.1		9.98	20.06	2.440		97.58		1250	4.0	4.0
	2	3817.9		9.96	20.01	2.449		97.96		1250	4.0	
	3	3830.5		10.00	20.07	2.430		97.20		1290	4.1	
9 h	1	3816.5		9.96	20.03	2.446		97.82		2540	8.1	9.1
	2	3809.1		9.99	20.03	2.426		97.05		2750	8.7	
	3	3815.5		9.96	19.99	2.450		97.99		3280	10.5	
12 h	1	3811.7		9.96	20.09	2.435		97.41		4430	14.1	13.6
	2	3815.4		9.94	20.01	2.457		98.29		4060	13.0	
	3	3815.9		9.97	20.08	2.434		97.37		4320	13.7	
24 h	1	3810.5		9.99	20.03	2.427		97.08		10460	33.3	31.2
	2	3811.3		9.98	20.04	2.431		97.25		9280	29.5	
	3	3816.9		9.96	20.05	2.443		97.73		9660	30.8	
3 d	1	3817.3	3833.2	9.96	19.99	2.451	2.461	98.04	98.45	12000	38.4	35.0
	2	3817.5	3842.7	9.96	20.00	2.450	2.466	97.99	98.64	10000	32.0	
	3	3833.3	3854.7	9.96	20.03	2.456	2.470	98.25	98.80	10880	34.7	
7 d	1	3823.5	3845.6	9.96	20.00	2.454	2.468	98.15	98.72	13040	41.7	39.0
	2	3804.1	3832.4	9.95	20.03	2.443	2.461	97.70	98.43	13180	42.1	
	3	3820.2	3845.4	9.96	20.01	2.450	2.467	98.01	98.66	10380	33.2	
28 d	1	3801.4	3833.7	9.98	20.06	2.422	2.443	96.90	97.72	15020	47.8	47.6
	2	3800.1	3833.6	9.98	20.08	2.419	2.441	96.77	97.62	15100	48.0	
	3	3799.8	3830.4	9.97	20.06	2.427	2.446	97.06	97.83	14740	46.9	
91 d	1	3805.6	3841.4	9.98	20.01	2.431	2.454	97.25	98.16	16480	52.5	53.4
	2	3806.4	3845.6	9.98	20.13	2.417	2.442	96.69	97.69	16120	51.1	
	3	3814.9	3851.6	9.99	20.06	2.426	2.450	97.05	97.98	17770	56.5	

DD1
気中養生

理論密度 (g/cm ³)	2.500
------------------------------	-------

材 令	供試体 No.	重 量 (g)		直 径 (cm)	高 さ (cm)	密 度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3816.7	3755.8	9.97	20.02	2.442	2.403	97.68	96.12	9520	30.4	30.7
	2	3817.0	3754.7	9.98	20.07	2.431	2.392	97.25	95.66	9680	30.8	
	3	3817.7	3753.7	9.96	20.00	2.450	2.409	98.00	96.36	9700	31.0	
28 d	1	3812.9	3740.9	9.96	20.04	2.442	2.396	97.68	95.84	11580	36.9	35.9
	2	3809.0	3734.0	9.97	19.99	2.441	2.393	97.63	95.71	11240	35.9	
	3	3797.8	3719.2	9.95	19.75	2.473	2.422	98.92	96.87	10780	34.9	
91 d	1	3812.4	3735.2	9.97	20.05	2.436	2.386	97.42	95.45	11620	37.0	37.0
	2	3808.7	3725.6	9.97	19.95	2.445	2.392	97.82	95.68	12120	38.8	
	3	3779.8	3694.5	9.96	20.01	2.424	2.370	96.98	94.79	10980	35.1	

供試体締固め率および引張強度

DD2
標準養生

理論密度 (g/cm ³)	2.501
------------------------------	-------

材令	供試体 No.	重量 (g)		直径 (cm)	高さ (cm)	密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
3 h	1	3799.5		10.00	19.57	2.472		98.84		50	0.2	0.2
	2	3796.0		10.02	19.76	2.436		97.41		55	0.2	
6 h	1	3807.9		9.97	19.69	2.477		99.05		90	0.3	0.3
	2	3809.6		9.97	19.91	2.451		98.00		80	0.3	
10 h	1	3816.5		9.95	19.97	2.458		98.27		340	1.1	1.4
	2	3817.9		9.98	19.96	2.445		97.77		540	1.7	
12 h	1	3816.6		9.96	19.89	2.463		98.47		1330	4.3	4.5
	2	3815.5		9.95	19.97	2.457		98.25		1450	4.6	
18 h	1	3814.8		9.97	19.90	2.455		98.18		4620	14.8	14.9
	2	3816.6		9.98	19.94	2.447		97.83		4690	15.0	
24 h	1	3815.3		9.97	19.94	2.451		98.00		5270	16.9	17.0
	2	3819.8		9.96	19.98	2.454		98.11		5700	18.2	
	3	3813.4		9.98	19.97	2.441		97.60		4980	15.9	
2 d	1	3826.5	3845.9	9.98	19.95	2.452	2.464	98.04	98.54	9420	30.1	33.0
	2	3821.9	3840.5	9.96	19.99	2.454	2.466	98.12	98.59	11200	35.8	
3 d	1	3815.1	3842.4	10.00	20.00	2.429	2.446	97.11	97.81	10000	31.8	30.0
	2	3817.1	3843.7	9.99	20.00	2.435	2.452	97.36	98.04	9450	30.1	
	3	3814.4	3842.1	9.99	19.96	2.438	2.456	97.48	98.19	8820	28.2	
7 d	1	3804.8	3839.1	9.98	19.93	2.440	2.462	97.58	98.46	10900	34.9	39.7
	2	3810.8	3844.9	9.96	19.94	2.453	2.475	98.08	98.96	13630	43.7	
	3	3805.8	3843.6	9.97	19.97	2.441	2.465	97.61	98.57	12660	40.5	
28 d	1	3869.5	3903.8	9.98	20.12	2.459	2.480	98.30	99.17	15900	50.4	47.2
	2	3818.4	3852.2	9.99	19.94	2.443	2.465	97.68	98.55	14640	46.8	
	3	3807.9	3843.8	9.99	19.93	2.444	2.461	97.73	98.38	13880	44.4	
91 d	1	3822.6	3858.4	9.99	20.08	2.429	2.451	97.11	98.02	17940	56.9	55.5
	2	3811.8	3851.3	9.98	19.96	2.441	2.467	97.61	98.62	18760	60.0	
	3	3807.6	3845.1	9.99	19.91	2.440	2.464	97.55	98.51	15530	49.7	

DD2
気中養生

理論密度 (g/cm ³)	2.501
------------------------------	-------

材令	供試体 No.	重量 (g)		直径 (cm)	高さ (cm)	密度 (g/cm ³)		締固め率 (%)		最大荷重 (kgf)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 平均
		打設時	養生後			打設時	養生後	打設時	養生後			
7 d	1	3809.7	3753.6	9.95	19.97	2.453	2.417	98.10	96.65	11050	35.4	37.6
	2	3807.4	3750.0	9.96	19.98	2.446	2.409	97.79	96.32	11500	36.8	
	3	3807.2	3750.0	9.96	19.95	2.449	2.413	97.94	96.46	12720	40.8	
28 d	1	3811.4	3719.0	9.98	19.91	2.447	2.388	97.85	95.48	13480	43.2	39.5
	2	3802.1	3708.6	9.94	19.94	2.457	2.397	98.25	95.83	12980	41.7	
	3	3800.9	3707.4	9.98	19.90	2.442	2.382	97.63	95.23	10480	33.6	
91 d	1	3806.5	3706.2	9.97	19.92	2.448	2.383	97.87	95.29	10710	34.3	38.0
	2	3803.9	3707.3	9.95	19.92	2.456	2.393	98.20	95.70	13000	41.8	

資料— 5 補正による曲げ強度結果

OP

材 令	log t	k	締固め率 (%)	空隙率 (%)	曲げ強度 (kg/cm ²)	σ (4%) CAL	σ (4%) ave
6 h	-0.60	0.09329	93.82	6.18	0.9	1.1	1.1
9 h	-0.43	0.09170	93.22	6.78	3.6	4.6	4.6
12 h	-0.30	0.09048	93.48	6.52	7.5	9.4	8.6
			93.61	6.39	7.8	9.7	
			93.13	6.87	5.1	6.6	
24 h	0.00	0.08767	88.11	11.89	16.2	32.4	32.8
			88.91	11.09	17.4	32.4	
			88.34	11.66	16.4	32.1	
			90.96	9.04	20.9	32.5	
			90.70	9.30	22.2	35.3	
			90.79	9.21	21.2	33.5	
			93.56	6.44	25.9	32.1	
			93.49	6.51	26.2	32.6	
			92.60	7.40	23.8	32.1	
2 d	0.30	0.08486	93.75	6.25	34.5	41.8	42.5
			93.56	6.44	32.0	39.4	
			93.09	6.91	36.2	46.4	
3 d	0.48	0.08317	93.98	6.02	36.4	43.0	44.9
			93.88	6.12	38.0	45.3	
			93.87	6.13	38.9	46.4	
4 d	0.60	0.08205	93.76	6.24	43.4	52.2	54.7
			93.82	6.18	46.9	56.1	
			93.24	6.76	44.6	55.9	
7 d	0.85	0.07971	90.23	9.77	47.5	75.3	64.3
			87.49	12.51	35.9	70.7	
			86.96	13.04	36.1	74.2	
			90.08	9.92	44.3	71.0	
			90.27	9.73	43.7	69.0	
			90.50	9.50	46.4	71.9	
			94.37	5.63	42.5	48.4	
			93.60	6.40	40.8	49.4	
			93.47	6.53	40.0	48.9	
28 d	1.45	0.07408	93.69	6.31	55.9	66.3	60.1
			93.53	6.47	58.6	70.4	
			93.23	6.77	54.1	66.4	
			94.05	5.95	60.2	69.6	
			95.84	4.16	57.3	58.0	
			96.52	3.48	54.3	52.3	
			98.38	1.62	50.9	42.7	
			98.00	2.00	66.3	57.2	
			95.98	4.02	57.9	58.0	
91 d	1.96	0.06931	95.64	4.36	65.0	66.6	65.9
			95.60	4.40	63.4	65.2	
			95.78	4.22	65.0	66.0	

HP

材令	log t	k	締固め率 (%)	空隙率 (%)	曲げ強度 (kg/cm ²)	σ (4%) CAL	σ (4%) ave
6 h	-0.60	0.08294	92.16	7.84	1.7	2.3	2.3
9 h	-0.43	0.08022	91.96	8.04	4.9	6.7	7.8
			92.02	7.98	5.8	8.0	
			92.56	7.44	6.6	8.7	
12 h	-0.30	0.07829	92.68	7.32	11.7	15.2	14.7
			93.25	6.75	11.0	13.7	
			92.69	7.31	11.8	15.2	
24 h	0.00	0.07364	86.78	13.22	21.8	43.0	43.8
			87.58	12.42	21.0	39.0	
			87.36	12.64	26.8	50.6	
			90.25	9.75	26.1	39.9	
			89.33	10.67	29.5	48.2	
			89.54	10.46	—	0.0	
			92.29	7.71	30.8	40.5	
			92.40	7.60	33.2	43.3	
			92.70	7.30	35.9	45.8	
2 d	0.30	0.06899	92.04	7.96	48.4	63.6	58.8
			92.04	7.96	43.9	57.7	
			91.98	8.02	41.7	55.0	
3 d	0.48	0.06627	93.18	6.82	52.5	63.3	60.6
			92.66	7.34	47.6	59.4	
			92.12	7.88	45.8	59.2	
7 d	0.85	0.06058	90.25	9.75	41.7	59.1	60.9
			89.68	10.32	44.5	65.3	
			86.38	13.62	31.1	55.7	
			89.69	10.31	43.4	63.6	
			90.50	9.50	42.4	59.2	
			90.57	9.43	41.5	57.7	
			92.52	7.48	52.6	64.9	
			92.80	7.20	48.6	59.0	
			92.02	7.98	49.7	63.2	
28 d	1.45	0.05128	87.82	12.18	41.9	63.8	62.5
			87.80	12.20	43.4	66.1	
			86.70	13.30	35.0	56.4	
			90.06	9.94	50.7	68.8	
			90.12	9.88	46.3	62.5	
			90.03	9.97	50.3	68.3	
			94.43	5.57	58.4	63.3	
			93.76	6.24	54.9	61.5	
			93.74	6.26	46.1	51.7	
91 d	1.96	0.04337	93.40	6.60	60.1	67.3	65.8
			94.26	5.74	62.3	67.2	
			93.82	6.18	58.6	64.4	
			93.15	6.85	56.9	64.4	

OD 2

材 令	log t	k	締固め率 (%)	空隙率 (%)	曲げ強度 (kg/cm ²)	σ (4%) CAL	σ (4%) ave
3 h	-0.90	0.06702	93.72	6.28	0.3	0.3	0.3
6 h	-0.60	0.06380	95.30	4.70	1.0	1.0	1.2
			95.80	4.20	1.3	1.3	
9 h	-0.43	0.06191	93.26	6.74	3.8	4.5	
			93.93	6.07	4.7	5.3	5.1
			94.25	5.75	5.1	5.6	
12 h	-0.30	0.06057	93.98	6.02	14.9	16.8	
			93.90	6.10	14.6	16.5	16.6
			92.62	7.38	13.3	16.4	
24 h	0.00	0.05735	94.15	5.85	32.6	36.2	
			90.92	9.08	32.6	43.6	
			90.84	9.16	33.4	44.8	
			92.35	7.65	34.1	42.0	
			90.40	9.60	34.5	47.5	42.3
			90.97	9.03	36.2	48.3	
			92.87	7.13	36.5	43.6	
			93.00	7.00	32.4	38.5	
			98.24	1.76	40.7	35.8	
			94.18	5.82	38.3	42.5	
2 d	0.30	0.05414	93.35	6.65	42.9	49.5	
			92.45	7.55	40.8	49.4	50.8
			92.30	7.70	43.8	53.5	
3 d	0.48	0.05221	93.95	6.05	52.9	58.8	
			94.34	5.66	49.4	53.9	54.7
			94.31	5.69	47.2	51.6	
7 d	0.85	0.04825	93.65	6.35	56.3	63.0	
			89.07	10.93	45.3	63.2	
			94.01	5.99	60.5	66.6	
			96.28	3.72	61.8	61.0	
			96.18	3.82	62.1	61.5	60.9
			91.13	8.87	45.9	58.1	
			94.28	5.72	55.3	60.1	
			94.47	5.53	54.9	59.1	
			94.82	5.18	57.8	61.2	
			93.45	6.55	48.4	54.7	
28 d	1.45	0.04182	91.59	8.41	67.1	80.7	
			93.72	6.28	69.5	76.5	
			87.88	12.12	54.5	76.5	
			92.44	7.56	64.4	74.8	
			92.32	7.68	68.8	80.2	70.4
			91.96	8.04	58.9	69.8	
			96.73	3.27	57.4	55.7	
			95.37	4.63	64.6	66.3	
			98.36	1.64	58.7	53.1	
91 d	1.96	0.03636	98.61	1.39	85.5	77.8	
			93.79	6.21	67.9	73.6	77.5
			96.72	3.28	85.0	82.8	
			93.67	6.33	69.8	76.0	

S D

材 令	log t	k	締固め率 (%)	空隙率 (%)	曲げ強度 (kg/cm ²)	σ (4%) CAL	σ (4%) ave
3 h	-0.90	0.05478	93.26	6.74	0.1	0.1	0.1
6 h	-0.60	0.05430	92.94	7.06	4.0	4.7	4.8
			92.78	7.22	4.1	4.9	
9 h	-0.43	0.05402	91.85	8.15	14.5	18.1	
			92.27	7.73	14.5	17.8	18.7
			92.65	7.35	16.8	20.1	
12 h	-0.30	0.05382	92.23	7.77	25.5	31.3	
			91.85	8.15	25.7	32.1	31.2
			92.56	7.44	23.9	28.8	
			92.22	7.78	26.6	32.6	
24 h	0.00	0.05334	86.88	13.12	32.7	53.3	
			87.09	12.91	32.5	52.2	
			86.70	13.30	28.9	47.5	
			89.39	10.61	33.7	47.9	
			89.47	10.53	30.1	42.6	48.9
			88.98	11.02	31.9	46.3	
			92.60	7.40	44.9	53.8	
			92.31	7.69	39.6	48.2	
			92.33	7.67	39.9	48.5	
2 d	0.30	0.05286	92.39	7.61	43.5	52.6	
			92.33	7.67	51.5	62.5	57.2
			92.86	7.14	47.9	56.5	
3 d	0.48	0.05258	92.39	7.61	49.7	60.1	
			92.15	7.85	53.2	65.2	61.9
			92.23	7.77	49.7	60.6	
7 d	0.85	0.05200	87.59	12.41	37.1	57.4	
			87.75	12.25	34.5	53.0	
			87.12	12.88	36.5	57.9	
			89.78	10.22	44.1	61.0	
			89.87	10.13	45.6	62.7	58.5
			90.34	9.66	41.5	55.7	
			93.02	6.98	53.6	62.5	
			92.89	7.11	45.9	54.0	
			92.95	7.05	53.3	62.4	
28 d	1.45	0.05104	88.68	11.32	46.6	67.7	
			88.37	11.63	41.5	61.2	
			90.45	9.55	50.7	67.2	
			90.66	9.34	54.4	71.4	
			88.57	11.43	45.5	66.4	66.8
			89.82	10.18	51.5	70.6	
			93.77	6.23	55.2	61.8	
			96.08	3.92	67.1	66.8	
			93.62	6.38	60.2	68.0	
91 d	1.96	0.05023	93.83	6.17	64.3	71.7	
			93.32	6.68	59.3	67.8	68.7
			93.75	6.25	59.0	66.1	
			93.38	6.62	60.6	69.1	

DD 1

材 令	log t	k	締固め率 (%)	空隙率 (%)	曲げ強度 (kg/cm ²)	σ (4%) CAL	σ (4%) ave
3 h	-0.90	0.04262	93.31	6.69	0.7	0.7	0.7
6 h	-0.60	0.04488	90.77	9.23	2.1	2.6	3.1
			91.83	8.17	2.9	3.5	
9 h	-0.43	0.04616	92.22	7.78	9.9	11.8	
			92.74	7.26	10.7	12.5	11.4
			92.57	7.43	8.5	10.0	
12 h	-0.30	0.04714	93.07	6.93	14.6	16.7	
			93.02	6.98	15.2	17.5	17.6
			93.36	6.64	16.6	18.8	
21 h	0.06	0.04984	87.37	12.63	21.6	33.2	
			87.32	12.68	22.1	34.0	
			86.40	13.60	21.7	35.0	
			90.16	9.84	22.8	30.6	
			89.92	10.08	27.9	37.8	33.5
			89.45	10.55	21.3	29.5	
			92.51	7.49	30.1	35.8	
			92.64	7.36	28.3	33.5	
			91.95	8.05	26.5	32.4	
2 d	0.30	0.05166	93.20	6.80	44.2	51.0	
			93.42	6.58	50.7	57.9	54.0
			93.09	6.91	45.7	53.1	
3 d	0.48	0.05301	92.64	7.36	44.5	53.2	
			93.06	6.94	45.1	52.7	54.5
			92.76	7.24	48.5	57.6	
7 d	0.85	0.05580	87.88	12.12	29.9	47.0	
			87.52	12.48	36.8	59.0	
			87.30	12.70	43.1	70.1	
			89.48	10.52	41.4	59.6	
			90.36	9.64	43.8	60.0	56.1
			90.35	9.65	44.0	60.4	
			93.40	6.60	39.6	45.8	
			92.70	7.30	43.8	52.7	
			93.24	6.76	43.4	50.7	
28 d	1.45	0.06032	87.64	12.36	38.8	64.2	
			87.30	12.70	39.7	67.1	
			88.98	11.02	45.9	70.1	
			90.57	9.43	48.3	67.1	
			89.77	10.23	49.5	72.1	67.8
			89.93	10.07	47.0	67.8	
			92.76	7.24	53.9	65.5	
			92.03	7.97	50.5	64.2	
			91.62	8.38	55.5	72.2	
91 d	1.96	0.06416	92.66	7.34	59.0	73.1	
			93.16	6.84	57.3	68.8	70.0
			93.20	6.80	56.9	68.1	

DD 2

材 令	log t	k	締固め率 (%)	空隙率 (%)	曲げ強度 (kg/cm ²)	σ (4%) CAL	σ (4%) ave
3 h	-0.90	0.08339	93.15	6.85	—	0.0	0.0
6 h	-0.60	0.07908	93.08	6.92	—	0.0	0.0
9 h	-0.43	0.07655	93.05	6.95	—	0.0	0.0
12 h	-0.30	0.07476	93.52	6.48	0.1	0.1	0.1
18 h	-0.12	0.07224	92.61	7.39	16.9	21.6	22.8
			93.45	6.55	18.0	21.7	
			92.90	7.10	20.0	25.0	
21 h	-0.06	0.07128	94.78	5.22	21.2	23.1	23.8
			92.97	7.03	20.3	25.1	
			93.19	6.81	19.1	23.3	
24 h	0.00	0.07045	92.43	7.57	20.1	25.9	25.2
			93.77	6.23	21.0	24.6	
			94.00	6.00	22.0	25.4	
			90.08	9.92	16.6	25.2	
			89.76	10.24	16.1	24.9	
			90.42	9.58	17.4	25.8	
			93.21	6.79	21.6	26.2	
			92.68	7.32	18.9	23.9	
			93.42	6.58	20.5	24.6	
2 d	0.30	0.06614	93.12	6.88	27.2	32.9	31.5
			93.10	6.90	23.4	28.4	
			92.23	7.77	25.8	33.1	
3 d	0.48	0.06361	92.58	7.42	43.0	53.4	50.4
			92.70	7.30	39.7	49.0	
			92.25	7.75	38.4	48.7	
7 d	0.85	0.05834	87.69	12.31	38.7	62.9	64.8
			90.10	9.90	43.3	61.0	
			88.85	11.15	42.5	64.5	
			92.23	7.77	50.0	62.3	
			90.72	9.28	50.3	68.4	
			89.48	10.52	44.7	65.3	
			92.71	7.29	55.3	67.0	
			93.36	6.64	55.4	64.6	
			93.13	6.87	56.6	66.9	
28 d	1.45	0.04971	90.15	9.85	54.6	73.1	71.9
			93.23	6.77	66.3	76.1	
			92.90	7.10	60.3	70.3	
			89.97	10.03	53.2	71.8	
			93.36	6.64	64.8	73.8	
			93.21	6.79	64.9	74.5	
			93.61	6.39	61.6	69.3	
			93.26	6.74	55.8	63.9	
			93.16	6.84	64.5	74.3	
91 d	1.96	0.04238	93.46	6.54	63.0	70.2	74.8
			93.06	6.94	66.9	75.8	
			93.26	6.74	69.8	78.4	

資料-6 静弾性係数試験結果

OP	4 h	6 h	9 h	12 h	1 D	3 D	7 D	28 D	91 D
	476	861	26290	55610	188800	312200	257800	367700	401200
			28190	72780	174300	306400	337900	395700	412600
			37210		188700	319300	361000	364200	382500
平均	4.76E+02	8.61E+02	3.06E+04	6.42E+04	1.84E+05	3.13E+05	3.19E+05	3.76E+05	3.99E+05

HP	3 h	6 h	9 h	12 h	1 D	3 D	7 D	28 D	91 D
		27440	55790	101700	233000	313000	389900	394200	390400
			44990		280600	308900	400600	365000	389200
						360900	372800	404100	386400
平均		2.74E+04	5.04E+04	1.02E+05	2.57E+05	3.28E+05	3.88E+05	3.88E+05	3.89E+05

LD	3 h	6 h	9 h	12 h	1 D	3 D	7 D	28 D	91 D
		7539	114200	185400	246000	376500	366100	397500	411200
		9657	94000	175800	265400	349600	396600	372800	414300
		16000	124400	185800	267000	362400	350800	377900	413600
平均		1.11E+04	1.20E+05	1.82E+05	2.59E+05	3.63E+05	3.71E+05	3.83E+05	4.13E+05

OD 2	3 h	6 h	9 h	12 h	1 D	3 D	7 D	28 D	91 D
		807.7	24450	113400	215700	332210	351600	395400	435700
		2194	23920	135500	332000	319800	356000	418800	430500
			40180	118600	252100	310000	356800	415900	446400
平均		1.50E+03	2.95E+04	1.23E+05	2.67E+05	3.21E+05	3.55E+05	4.10E+05	4.38E+05

SD	3 h	6 h	9 h	12 h	1 D	3 D	7 D	28 D	91 D
	900.9	12370	110000	192600	270100	312400	388400	367700	391400
		7582	108300	177500	279600	334000	361800	376200	413100
		15730	154900	200800	270900	341700	332200	385100	419300
平均	9.01E+02	1.19E+04	1.24E+05	1.90E+05	2.74E+05	3.29E+05	3.61E+05	3.76E+05	4.08E+05

DD 1	3 h	6 h	9 h	12 h	1 D	3 D	7 D	28 D	91 D
	2531	24910	97510	174300	225600	316200	362700	364200	403500
	2535	24260	106200	182800	261000	301400	319200	384500	422600
		25270	91600	132600	265200	310400	340800	386200	413300
平均	2.53E+03	2.48E+04	9.84E+04	1.63E+05	2.51E+05	3.09E+05	3.41E+05	3.78E+05	4.13E+05

DD 2	3 h	6 h	10 h	12 h	18 h	1 D	2 D	3 D	7 D	28 D	91 D
			1317	7102	247900	193200	206700	265200	318200	390400	415600
				19660	224500	213900	218300	227200	320200	396900	437600
						195400		230800	339400	380300	395700
平均			1.32E+03	1.34E+04	2.36E+05	2.01E+05	2.13E+05	2.41E+05	3.26E+05	3.89E+05	4.16E+05

資料-7 乾燥収縮および重量変化率試験結果

L D

(乾燥収縮)

(乾燥収縮)			材 令								
No.	測定項目	初 期 値	1 D	2. 5 D	3 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 0 W	1 3 W
1	長 さ	545.6	510.6	504.6	503.6	483.6	470.7	444.1	409.0	392.8	383.2
	変化率	—	116.7	136.7	140.0	206.7	249.7	338.3	455.3	509.3	541.3
2	長 さ	503.3	467.9	463.3	460.9	443.3	428.2	404.0	367.5	352.1	341.8
	変化率	—	118.0	133.3	141.3	200.0	250.3	331.0	452.7	504.0	538.3
3	長 さ	507.9	477.2	465.1	462.0	448.5	433.5	409.7	373.6	361.1	351.0
	変化率	—	102.3	142.7	153.0	198.0	248.0	327.3	447.7	489.3	523.0
平均値			112.3	137.6	144.8	201.6	249.3	332.2	451.9	500.9	534.2

(重量変化率)

(所風変化率)											
No.	測定項目	初期値	材 令								
			1 D	2. 5 D	3 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 0 W	1 3 W
1	重 量	9579.1	9525.8	9511.5	9509.7	9497.5	9491.3	9483.1	9464.5	9455.0	9444.4
	変化率	—	99.44	99.29	99.28	99.15	99.08	99.00	98.80	98.70	98.59
2	重 量	9597.8	9540.4	9525.8	9523.9	9511.7	9505.0	9496.9	9477.5	9468.3	9457.6
	変化率	—	99.40	99.25	99.23	99.10	99.03	98.95	98.75	98.65	98.54
3	重 量	9603.3	9551.5	9537.3	9535.4	9523.8	9517.3	9509.7	9490.0	9481.3	9470.6
	変化率	—	99.46	99.31	99.35	99.17	99.10	99.03	98.82	98.73	98.62
平均値			99.44	99.29	99.29	99.14	99.07	98.99	98.79	98.69	98.58

OD 2

(乾燥収縮)

乾燥収縮												
No.	測定項目	初期値	材 令									
			1 2 h	1. 5 D	2 D	3 D	7 D	1 6 D	4 W	8 W	1 0 W	1 3 W
1	長 さ	531.1	516.8	508.4	501.5	496.0	483.6	453.1	435.9	409.1	395.7	388.8
	変化率	—	47.7	75.7	98.7	117.0	158.3	260.0	317.3	406.7	451.3	474.3
2	長 さ	492.5	481.2	475.0	468.8	464.1	452.0	426.1	407.5	384.0	372.1	365.0
	変化率	—	37.7	58.3	79.0	94.7	135.0	221.3	283.3	361.7	401.3	425.0
3	長 さ	534.2	515.8	506.9	502.0	496.0	480.9	451.1	430.9	407.8	392.9	384.6
	変化率	—	51.3	91.0	107.3	127.3	177.7	277.0	344.3	421.3	471.0	498.7
平均値			48.9	75.0	95.0	113.0	157.0	252.8	315.0	396.6	441.2	466.0

(重量変化率)

材 令												
No.	測定項目	初 期 値	1 2 h	1. 5 D	2 D	3 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 0 W	1 3 W
1	重 量	9527.8	9479.8	9451.0	9447.5	9441.3	9429.1	9420.0	9416.3	9397.9	9390.6	9381.4
	変化率	—	99.50	99.19	99.16	99.09	98.96	98.87	98.83	98.64	98.56	98.46
2	重 量	9493.9	9444.1	9418.7	9415.1	9409.2	9397.4	9388.2	9384.0	9366.3	9358.9	9350.2
	変化率	—	99.48	99.21	99.17	99.11	98.98	98.89	98.84	98.66	98.58	98.49
3	重 量	9540.1	9489.8	9463.3	9459.4	9452.9	9440.6	9431.2	9426.9	9411.1	9400.7	9391.9
	変化率	—	99.47	99.19	99.15	99.09	98.96	98.86	98.81	98.62	98.54	98.45
平均値			99.48	99.20	99.16	99.10	98.97	98.87	98.83	98.70	98.56	98.47

早強ポルトランドセメント H P

(乾燥収縮)

No.	測定項目	初期値	材 令									
			1 2 h	1 D	2 D	3 . 5 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 0 W	1 3 W
1	長 さ	568.9	540.5	535.4	522.0	510.6	495.8	482.2	456.8	432.4	410.6	405.0
	変化率	—	94.7	111.7	156.3	194.3	243.7	289.0	373.7	455.0	527.7	546.3
2	長 さ	523.7	489.9	484.7	469.8	468.8	456.5	446.5	425.6	404.2	386.5	382.0
	変化率	—	112.7	130.0	179.7	183.0	224.0	257.3	327.0	398.3	457.3	472.3
3	長 さ	525.3	496.0	494.5	481.7	470.8	460.2	446.5	427.3	406.8	388.1	383.1
	変化率	—	97.7	102.7	145.3	181.7	217.0	262.7	326.7	395.0	457.3	474.0
平均値			101.7	114.8	160.4	186.3	228.2	269.7	342.4	416.1	480.8	497.6

(重量変化率)

No.	測定項目	初 期 値	材 令									
			1 2 h	1 D	2 D	3 . 5 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 0 W	1 3 W
1	重 量	9597.7	9542.0	9530.3	9518.6	9510.4	9502.4	9494.7	9489.3	9473.7	9462.3	9454.5
	変化率	—	99.42	99.30	99.18	99.09	99.01	98.93	98.87	98.71	98.59	98.51
2	重 量	9604.0	9550.3	9538.4	9526.3	9518.0	9509.8	9502.2	9497.0	9480.8	9469.4	9461.5
	変化率	—	99.44	99.32	99.19	99.10	99.02	98.94	98.89	98.72	98.60	98.52
3	重 量	9603.6	9548.1	9535.1	9523.7	9516.0	9507.7	9500.2	9494.9	9478.6	9467.2	9459.4
	変化率	—	99.42	99.29	99.17	99.08	99.00	98.92	98.87	98.70	98.58	98.50
平均値			99.43	99.30	99.18	99.09	99.01	98.93	98.87	98.71	98.59	98.51

普通ポルトランドセメント O P

(乾燥収縮)

No.	測定項目	初期値	材 令							
			1 D	3 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 0 W	1 3 W
1	長 さ	531.9	510.0	491.9	478.3	461.8	440.9	415.1	395.0	386.9
	変化($\times 10^{-6}$)	—	73.0	133.3	178.7	233.7	303.3	389.3	456.3	483.3
2	長 さ	457.8	439.6	421.6	408.5	384.7	359.9	344.9	323.0	316.0
	変化($\times 10^{-6}$)	—	60.7	120.7	164.3	243.7	293.0	376.3	449.3	472.7
3	長 さ	516.9	496.0	476.9	466.0	445.9	424.9	400.2	380.9	374.7
	変化($\times 10^{-6}$)	—	69.7	133.3	169.7	236.7	306.7	389.0	453.3	474.0
平均値			67.8	129.1	170.9	238.0	301.0	384.9	453.0	476.7

(重量変化率)

No.	測定項目	初期値	材 令							
			1 D	3 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 0 W	1 3 W
1	重 量	9578.4	9526.1	9509.4	9490.0	9479.8	9471.4	9452.5	9440.4	9432.2
	変化率	—	99.45	99.28	99.08	98.97	98.88	98.69	98.56	98.47
2	重 量	9605.0	9548.6	9530.9	9511.3	9500.7	9492.7	9474.1	9461.0	9453.8
	変化率	—	99.41	99.23	99.02	98.91	98.83	98.64	98.51	98.43
3	重 量	9590.5	9535.4	9519.7	9501.4	9491.3	9484.2	9466.8	9455.1	9447.2
	変化率	—	99.43	99.26	99.07	98.97	98.89	98.71	98.59	98.51
平均値			99.43	99.26	99.06	98.95	98.87	98.68	98.55	98.47

SD

(乾燥収縮)

No.	測定項目	初期値	材 令									
			1 2 h	1 D	2 D	3 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 O W	1 3 W
1	長 さ	494.1	484.6	475.0	455.1	448.9	424.7	399.2	381.3	352.9	346.8	339.5
	変化率	—	31.7	63.7	130.0	150.7	231.3	316.3	376.0	470.7	491.0	515.3
2	長 さ	513.0	501.2	490.9	473.2	466.5	442.6	414.3	396.3	366.1	356.1	348.9
	変化率	—	39.3	73.7	132.7	155.0	234.7	329.0	389.0	489.7	523.0	547.0
3	長 さ	512.9	500.7	491.1	474.3	465.0	442.9	415.0	395.0	365.2	357.0	349.5
	変化率	—	40.7	72.7	128.7	159.7	233.3	326.3	393.0	492.3	519.7	544.7
平均値			37.2	70.0	130.4	155.1	233.1	323.9	386.0	484.2	511.2	535.7

(重量変化率)

No.	測定項目	初期値	材 令									
			1 2 h	1 D	2 D	3 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 O W	1 3 W
1	重 量	9583.4	9540.3	9535.4	9529.0	9525.3	9518.0	9515.3	9513.2	9495.3	9487.6	9476.5
	変化率	—	99.55	99.50	99.43	99.39	99.32	99.29	99.27	99.08	99.00	98.88
2	重 量	9572.6	9530.7	9525.1	9518.4	9514.4	9506.9	9503.7	9501.5	9482.9	9474.9	9463.9
	変化率	—	99.56	99.50	99.43	99.39	99.31	99.28	99.26	99.06	98.98	98.86
3	重 量	9576.8	9535.1	9529.3	9522.5	9518.4	9511.5	9508.0	9506.3	9488.4	9480.8	9469.9
	変化率	—	99.56	99.50	99.43	99.39	99.32	99.28	99.26	99.08	99.00	98.88
平均値			99.56	99.50	99.43	99.39	99.32	99.28	99.26	99.07	98.99	98.88

DD1

(乾燥収縮)

No.	測定項目	初期値	材 令									
			1 2 h	1 D	2 D	2.5 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 O W	1 3 W
1	長 さ	508.5	494.4	484.4	471.8	466.8	446.3	421.5	399.8	364.5	355.1	344.9
	変化率	—	47.0	80.3	122.3	139.0	207.3	290.0	362.3	480.0	511.3	545.3
2	長 さ	542.1	524.9	515.1	499.1	496.4	473.7	451.3	429.1	392.2	382.9	372.3
	変化率	—	57.3	90.0	143.3	152.3	228.0	302.7	376.7	499.7	530.7	566.0
3	長 さ	517.6	501.0	490.7	474.7	470.4	449.2	426.5	402.7	368.3	360.2	350.1
	変化率	—	55.3	89.7	143.0	157.3	228.0	303.7	383.0	497.7	524.7	558.3
平均値			53.2	86.7	136.2	149.6	221.1	298.8	374.0	492.4	522.2	556.6

(重量変化率)

No.	測定項目	初期値	材 令									
			1 2 h	1 D	2 D	2.5 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 O W	1 3 W
1	重 量	9576.6	9520.9	9507.8	9497.0	9493.6	9482.7	9475.9	9469.4	9449.0	9440.0	9428.7
	変化率	—	99.42	99.28	99.17	99.13	99.02	98.95	98.88	98.67	98.57	98.46
2	重 量	9582.2	9530.5	9517.2	9507.0	9503.6	9492.9	9486.5	9480.3	9460.1	9451.0	9439.7
	変化率	—	99.46	99.32	99.22	99.18	99.07	99.00	98.94	98.73	98.63	98.51
3	重 量	9580.6	9524.4	9510.8	9501.2	9498.0	9487.8	9481.5	9475.8	9455.8	9446.8	9435.3
	変化率	—	99.41	99.27	99.17	99.14	99.03	98.97	98.91	98.70	98.60	98.48
平均値			99.43	99.29	99.19	99.15	99.04	98.97	98.91	98.70	98.60	98.48

DD2

(乾燥収縮)

No.	測定項目	初期値	材 令								
			1 2 h	1 D	3 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 O W	1 3 W
1	長 さ	527.0	535.9	542.9	514.1	491.5	474.1	455.0	437.3	428.8	422.7
	変化率	—	-29.7	-53.0	43.0	118.3	176.3	240.0	299.0	327.3	347.7
2	長 さ	517.0	526.5	532.9	508.6	480.4	464.9	444.9	420.9	411.9	402.4
	変化率	—	-31.7	-53.0	28.0	122.0	173.7	240.3	320.3	350.3	382.0
平均値			-30.7	-53.0	35.5	120.2	175.0	240.2	309.7	338.8	364.8

(重量変化率)

No.	測定項目	初期値	材 令								
			1 2 h	1 D	3 D	7 D	2 W	4 W	8 W	1 O W	1 3 W
1	重 量	9573.4	9499.6	9477.6	9464.8	9459.9	9454.9	9446.4	9430.8	9424.3	9417.5
	変化率	—	99.23	99.00	98.87	98.81	98.76	98.67	98.51	98.44	98.37
2	重 量	9591.7	9525.3	9505.3	9491.8	9486.4	9481.2	9472.5	9456.4	9449.7	9442.7
	変化率	—	99.31	99.10	98.96	98.90	98.85	98.76	98.59	98.52	98.45
平均値			99.27	99.05	98.91	98.86	98.81	98.72	98.55	98.48	98.41

超早強性材料を用いた転圧コン
クリートの諸特性

— RCCPの早期供用可能性の検討 —

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第3081号
平成4年1月(1992)
河野広隆・森濱和正・森田良美
浅野文男

要 旨

RCCPのより早い交通開放の可能性をめざし、超早強性材料の利用について検討した。

超早強性材料を使ったときのコンシステンシー、乾燥収縮および強度特性の実験を行った。また、初期強度発現結果をもとに構造解析を行い、交通開放時期の検討を行った。その結果、超早強性材料は普通あるいは早強ポルトランドセメントと比べて施工に必要なコンシステンシーを確保するための単位水量は、同程度かかなり減ずることができること、強度発現は普通および早強セメントより硬化開始時間が早く、初期硬化速度も大きいこと、そのため構造解析の結果からも超早強性材料をRCCPに使用はこれまでよりかなり早い交通開放が可能と考えられる。

キーワード：転圧コンクリート、RCCP、施工性、強度特性、早期供用

郵便はがき

305-□□

41円切手
をはって
下さい。

茨城県つくば市大字旭一番地
建設省土木研究所
コンクリート研究室 御中

No. 0000001

No. 0000001

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第 3081 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住 所)

氏 名

印