

土木研究所資料

超硬練りコンクリートの配合および性状に 関する研究

平成元年3月

建設省土木研究所
地質化学部コンクリート研究室

Copyright © (1989) by P.W.R.I.

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

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

超硬練りコンクリートの配合および性状に 関する研究

地質化学部コンクリート研究室 室長 小林 茂 敏

研究員 森 濱 和 正

研究員 丹 野 弘

高 橋 弘 人

要 旨

近年コンクリート舗装の舗設方法の一つとして、転圧コンクリート舗装(RCCP)が注目され、日本においても予定を含めれば、施工事例が30例を越すほどになってきている。本報告は、RCCPに用いる、超硬練りコンクリートの配合設計手法を確立するため、その配合上の特徴、コンシステンシーの評価方法等について実験的に研究した結果を取りまとめたものである。

キーワード：コンクリート舗装，転圧コンクリート，RCCP，配合，コンシステンシー，ローラ締固め，振動締固め，試験法

目 次

1. まえがき	1
2. 研究の概要	2
2.1 振動とコンクリートの締固め状態に関する研究	2
2.2 RCCP の国内試験施工事例における配合条件について	3
2.3 研究の目的	7
2.3.1 コンシステンシー評価時の振動特性と締固まり状況の関係	7
2.3.2 超硬練りコンクリートの配合とコンシステンシーの関係	8
3. 第1次試験	9
3.1 目 的	9
3.2 使用材料	9
3.3 既存コンシステンシー試験機に関する試験	10
3.3.1 試験方法	10
3.3.2 試験結果	13
3.4 配合とコンシステンシーの関係に関する試験	17
3.4.1 試験方法	17
3.4.2 試験結果	17
3.5 養生、配合条件と初期強度発現特性の関係に関する試験	28
3.5.1 試験方法	28
3.5.2 試験結果	28
3.6 考 察	33
4. 第2次試験	34
4.1 目 的	34
4.2 使用材料	34
4.3 試験方法	35
4.3.1 共通事項	35
4.3.2 振動特性と締固まり状況の関係	36
4.3.3 単位水量とコンシステンシーの関係	37
4.3.4 細骨材率とコンシステンシーの関係	38
4.3.5 細骨材種類とコンシステンシーの関係	39

4.3.6 混和剤とコンシステンシーおよび強度特性	40
4.4 試験結果	41
4.4.1 振動特性と締固まり状況の関係	41
4.4.2 単位水量とコンシステンシーの関係	49
4.4.3 細骨材率とコンシステンシーの関係	55
4.4.4 細骨材種類とコンシステンシーの関係	64
4.4.5 混和剤種類とコンシステンシーおよび強度特性	72
5. 結 論	81
6. あとがき	82
付属資料	
1 コンシステンシー試験法および参考試験結果	85
2 RCCP に関する文献リスト	95

1. ま え が き

近年各地で、舗装コンクリートの新しい施工法として転圧コンクリートによる施工が行われ、国内だけでも30例を越すほどになってきている。これらの結果から、施工機械の構成や、施工手順、あるいは施工できる舗装厚などの条件は、大枠明らかにされてきているといっても過言ではない。

これらの試験施工では、用いた材料の組合せの中で施工が可能な配合を個別に調査しており、確かにその配合により施工は行えているが、その配合の他の材料への適用性など、配合条件の一般化についてはあまり提案されていない。また配合を選定するために用いる試験法も、いくつか提案されており、ひとつにまとめられていない。

コンクリートの配合は、使用する材料特に、骨材の性状によりかなり変化する。したがって、わずかな種類の材料を用いた実験室的な検討だけで、一般的な配合設計法を確立するのは困難と考えられる。公表された試験施工の結果だけでは、それぞれの施工場所で使用した材料・配合の特徴も掴みきれない。また、個々の材料を用いた場合の配合手順についてはいくつか提案されているが、それらは経験的な判断を必要とするところが多いように思われる。

本調査では、次のような課題を設定し、実験的な検討を行った。

① 単位水量、水セメント比、粗骨材量、骨材種類、混和材料などの各種配合条件とコンクリートのコンシステンシーの関係について把握する。② コンシステンシーを評価する試験方法とその特徴について把握する。③ 各種のコンシステンシーの強度発現特性について把握する。

2. 研究の概要

2.1 振動とコンクリートの締固まり状況に関する研究

超硬練りコンクリートの性状および振動によるコンクリートの締固まり性状に関する過去の研究の結果明らかにされた事項を概説すると次のようになる。

a. 振動エネルギーと締固まり性状に関する事項

- ① 一般の舗装用コンクリートに関する岡田（文献№34）によると、それぞれの配合ごとに振動の最大加速度と締固めに必要な振動時間の積は常に一定になる。またその積 k が $k = 1085 - 13.5 (W/C)$ の関係にある。
- ② 同一加速度で締固めた場合、締固め直後の超若材令時圧縮強度と14日材令の強度は比例関係にある。加速度 5 G（VC 試験程度）と10Gを比例すると、10Gの方が高い強度を示す。ただし、振動数が 4500 vpm では 5 G で高い強度を示した。（大石、尾林、木下、文献№35）
- ③ 一般に振動数を高くした方が締固め効率が良い。ただし、碎石コンクリートでは 6000 vpm の時に砂利コンクリートでは 10800 vpm の時に最大効率を示す。（荒木、河野、林他文献№36, 37, 38）

b. コンシステンシー試験法に関する事項

- ④ 超硬練りコンクリートでは VeeBee 試験機によるコンシステンシー評価は難しい。締固め係数試験のほうが適している。（№36他）
- ⑤ VC 試験時のコンクリートの沈下度の経時変化は双曲線近似することができる。大型 VC 時の沈下率は最終到達沈下度の15%程度で一定である。また、VC 値と大型 VC 値までの締固めエネルギーの対数は比例する。
- ⑥ 空隙率は振動条件下で充填性を表すことからコンシステンシーの管理指標として用いることができる。

c. 硬練りコンクリートの配合について

- ⑦ 不連続な粒度（中間サイズの粗骨材を除く）粗骨材で、空隙率は最も小さくなる。（文献№38）
- ⑧ 一般の舗装用コンクリートにおいては、 $\log V$ （振動台式コンシステンシーメーター沈下度(sec)） = $A - 0.055 W$ （単位水量）の関係がある。（磯崎、養王田、文献№32）
- ⑨ RCD用超硬練りコンクリートにおいても減水剤や AE 剤によりワーカビリティを改善することができる。混和材のコンシステンシーに対する影響は把握できない。（中原、横田、平田、文献№30）
- ⑩ RCD用超硬練りコンクリートのコンシステンシーも温度に依存し練上り温度が低いほど VC 値は小さくなる。（中原、重松、平田、秋山、文献№28）
- ⑪ RCD用超硬練りコンクリートも AE 剤の使用により微細空気を連行することができる。ただし、AE 剤の使用量はかなり増加する。空気連行による減水効果は、空気量 1% 当り 5~7% の減水率である。また比較的少ない連行空気量で良好な耐久性を得ることができる。（中原、重松、平田、文献№27）

2.2 RCCP の国内試験施工事例における配合条件について

RCCP による舗装の施工は、国内だけでも30例近くになる。これらの施工事例で用いたコンクリートから RCCP におけるコンクリートの配合上の特質を把握する目的で資料の整理を行った。

すべての施工事例について整理の対象とするのが望ましかったが、使用した材料の性状等が明らかでないものは配合の特質を解析するのが難しいのでこれらの事例は除外した。検討の対象とした施工事例および配合特性値を表-2.1に示す。これらのデータから次のようなことが明らかとなった。以下、個々の事例は表中に記した地名の略称を用いる。

- ① 単位セメント量はつくば以外では、 $270 \sim 300$ (kg/m^3)であった。船橋13は粗骨材の最大寸法が13mmであり、単位セメント量が303 (kg/m^3)と最大である。(図-2.1)
- ② 水セメント比はつくばが44(%)と極端に大きな他、 $32 \sim 38$ (%)である。
- ③ 単位水量は総和が90 (kg/m^3)で最少、つくばが110 (kg/m^3)で最大である。やや水セメント比が小さな事例で単位水量も小さい傾向にある。(図-2.2)
- ④ 細骨材率は、 $36 \sim 51$ (%)の間にある。また、ややs/aの大きなもので単位水量が多い。(図-2.3)
- ⑤ 単位細骨材量は750 $\sim$ 975 (kg/m^3)、粗骨材量は1100 $\sim$ 1375 (kg/m^3)と分布にやや広がりがある。(図-2.4)
- ⑥ 含水比は単位水量の多いもので大きくなる傾向にあるが、バラツキもある。(図-2.5)
- ⑦ 細骨材粗粒率と単位水量の間にも明確な関係は見られない。(図-2.6)

表-2.1 RCCP 施工事例における配合例

施工主場所適用	単 位 量				単 位 容 積 重 量			比 重		F M			実 績 率		ペースト 容積比 Kp (α)	モルタル 容積比 Km (β)	粗骨材 容 積 CAV (%)
	水 量	セ ン メ ト	細 骨	粗 骨		W / C	s / a	細 骨	粗 骨	セ ン メ ト	細 骨	粗 骨	細骨材 (%)	粗骨材 (%)			
鹿島道調布橋内	105	300	845	1,220	2,470	0.35	0.40	2.61	2.58	3.16	2.83	6.95	0.655	0.599	1.172	1.654	0.789
関技セ松戸橋内	93	270	750	1,400	2,513	0.34	0.35	2.54	2.65	3.13	2.59	6.69	0.641	0.630	1.083	1.529	0.838
鹿島道総和二製	90	280	804	1,295	2,469	0.32	0.38	2.64	2.64	3.16	2.85	6.75	0.65	0.608	1.089	1.527	0.806
鹿島道栗橋橋内	98	280	826	1,303	2,507	0.35	0.39	2.59	2.72	3.16	2.39	6.99	0.659	0.612	1.132	1.614	0.782
道公世能生ICラ	109	284	975	1,159	2,527	0.38	0.46	2.64	2.68	3.16	3.26	6.56	0.655	0.588	1.023	1.863	0.733
大成道苦小木ヤ	105	300	956	1,272	2,633	0.35	0.44	2.7	2.83	3.16	2.5	6.67	0.65	0.604	1.048	1.880	0.744
大成道苦小型工	105	300	1,116	1,112	2,633	0.35	0.51	2.71	2.83	3.16	2.85	6.75	0.65	0.604	0.901	2.374	0.650
土研大つく橋内	110	250	791	1,373	2,524	0.44	0.37	2.6	2.71	3.16	2.69	6.63	0.68	0.596	1.320	1.436	0.850
関技セ船橋橋内	98	280	857	1,300	2,535	0.35	0.39	2.64	2.66	3.16	2.62	6.51	0.69	0.604	1.279	1.595	0.809
船橋橋内	98	280	856	1,300	2,534	0.35	0.39	2.64	2.66	3.14	2.62	6.51	0.69	0.604	1.284	1.596	0.809
船橋橋内	106	303	939	1,171	2,519	0.34	0.44	2.64	2.65	3.14	2.62	6.22	0.69	0.574	1.267	1.702	0.769
大林道久喜橋内	98	279	834	1,332	2,543	0.35	0.40	2.56	2.73	3.15	2.8	6.50	0.668	0.617	1.155	1.693	0.788
北技大小出園⑦	105	284	813	1,340	2,542	0.36	0.39	2.59	2.73	3.15	2.8	6.50	0.675	0.588	1.291	1.480	0.834

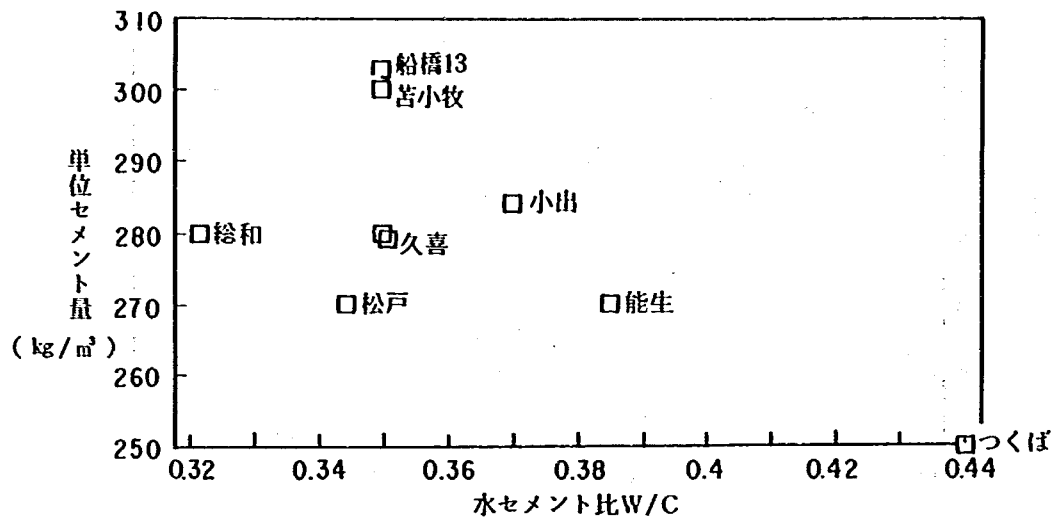


図-2.1 W/Cと単位セメント量の関係

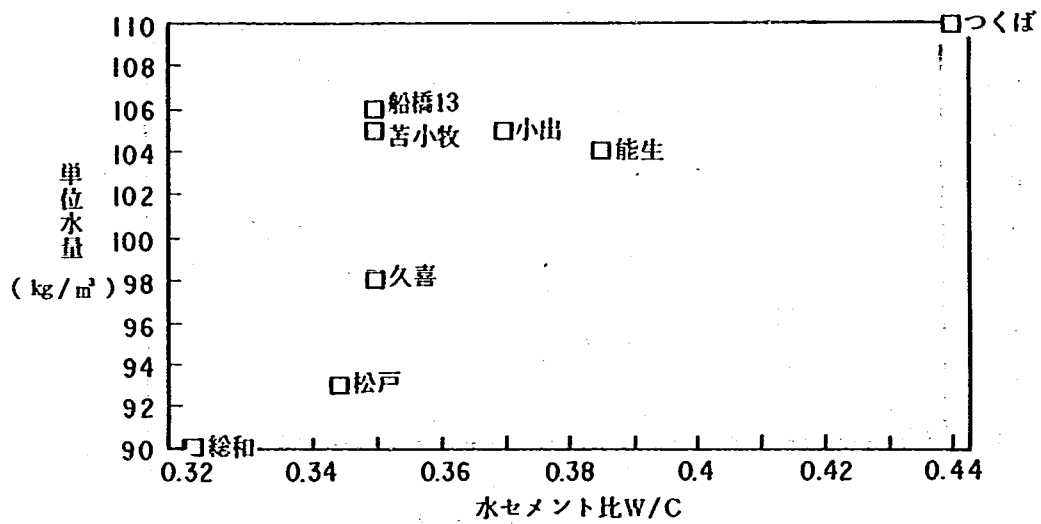


図-2.2 W/C と単位水量の関係

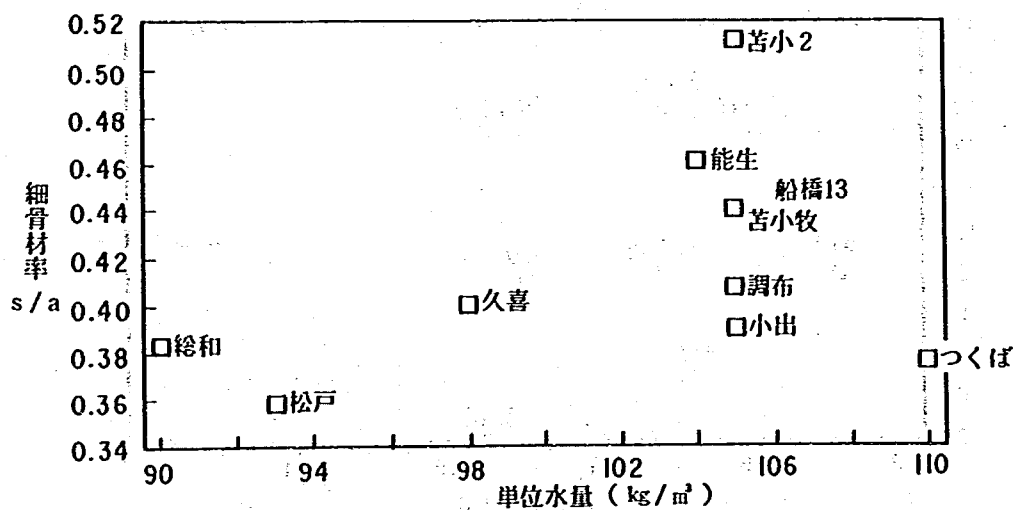


図-2.3 単位水量と s/a の関係

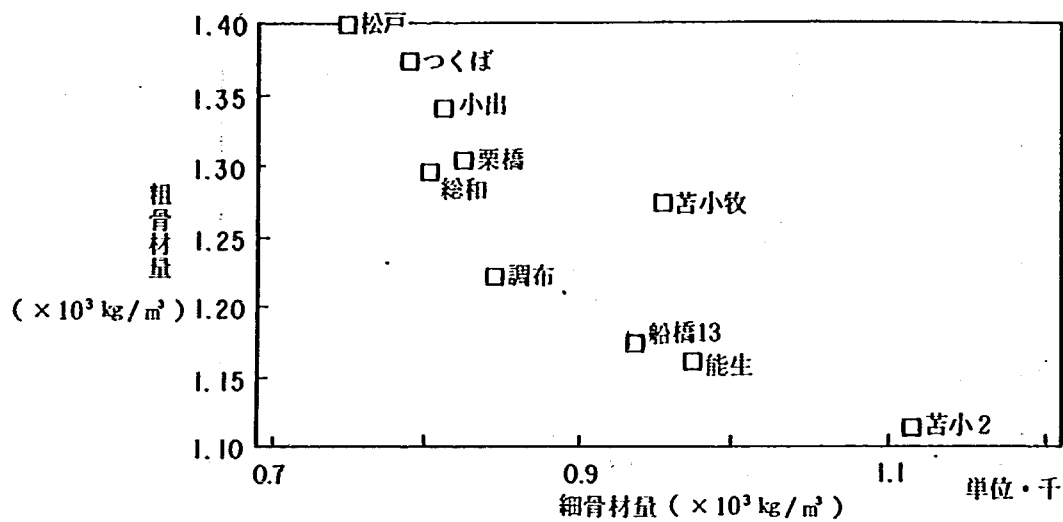


図-2.4 細骨材量と粗骨材量の関係

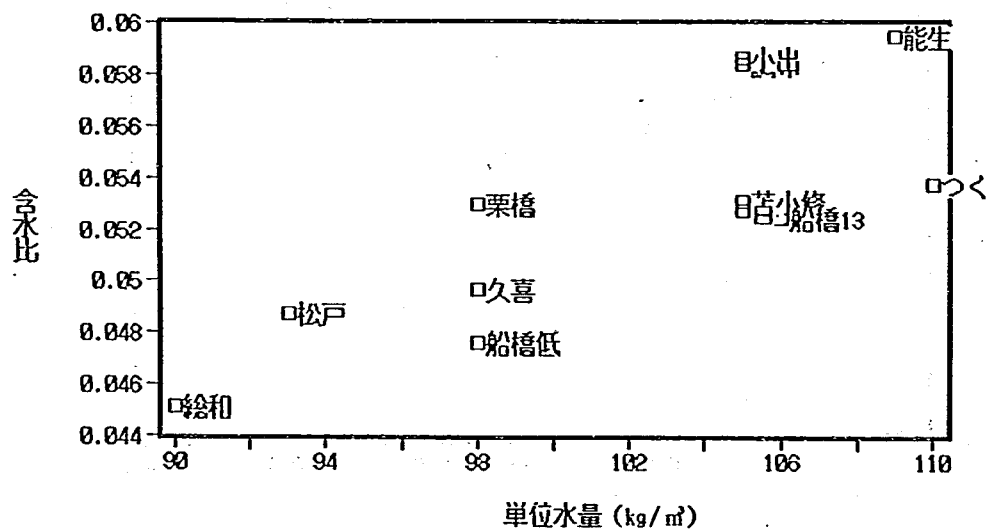


図-2.5 単位水量と含水比の関係

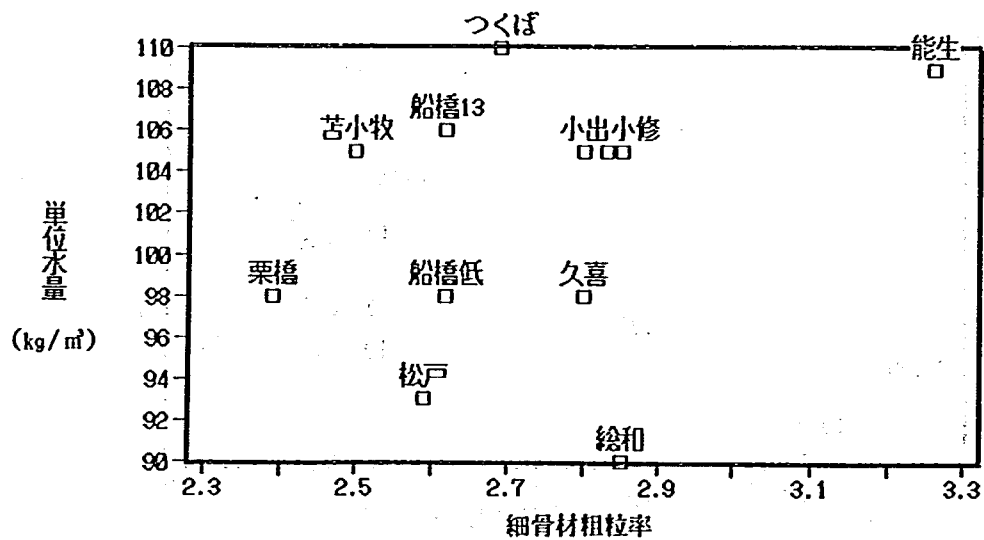


図-2.6 細骨材粗粒率と単位水量の関係

2.3 研究の目的

2.1, 2.2において転圧コンクリートの配合上の問題点について過去の調査事例および施工事例における配合条件から検討した結果、①超硬練りコンクリートの配合について、その一般的な配合量の範囲がほぼ明らかにできたこと、②コンシステンシーの評価には振動による評価が適当であること、③評価のための振動のエネルギーはかなり大きなものが必要となること、④強度と水セメント比が有スランブコンクリートとはほぼ同じに密接な関係にあるなどコンクリートの合理的な配合理論が適用できる可能性が高いこと、などの点がすでに明らかにされていることがわかった。

本研究では、超硬練りコンクリートの配合設計手法を確立するために検討する必要がある残された課題の中から、2.3.1および2.3.2に示す点に着目し、実験的な検討を行うこととした。

2.3.1 コンシステンシー評価時の振動特性と締固まり状況の関係

コンシステンシー評価時の振動特性と締固まり状況の関係については、次のような点に着目することとした。

① VC 試験における振動数、振幅およびエネルギーと VC 値の関係について

岡田京大名誉教授の文献によると、一般の舗装用コンクリート程度の軟らかさでは、振動締固めに必要な時間 T は、 $T \times G = (\text{const})$ (G は振動加速度) の関係にあることが報告されている。また、これ以外にも加速度の大きさが締固まり状態にも最も大きく影響を与えるとする文献(渡部, 小川, 山田: パルス振動による RCD 用コンクリートの締固め特性, 土木学会年次学術講演会, 第43回, 1988年10月)もある。この点について、超硬練りとなった場合にも適用することができるかどうか実験的に求める。

このため、同一の最大加速度を発生することができる、3水準の振幅および振動数で、実際に超硬練りコンクリートのコンシステンシーを測定し、ほぼ同じ VC 値または修正 VC 値(モルタルの一部が初めて透明アクリル版に到達した時間)およびそのときの容器内のコンクリートの単位容積重量により、評価する。

また、対立する仮説「同一の状態(VC 値状態)に達するまでに必要な振動エネルギーは、加速度が変化しても一定である」「振動数が同じならば振幅が異なっても、同一の状態を得るまでに必要な時間はほぼ同じである。」等あるいは、ある検討対象としている振動数 2000 ~ 6000 vpm 程度の振動数範囲内に、臨界加速度またはエネルギーが存在し、これ以下では一般的な法則は成り立たないのかどうか検討する。

さらにできれば、これらの現象が、どの範囲の軟らかさで成り立つのかまで、余裕があれば検討する。

② VC 値と修正 VC 値の関係について

RCD 用コンクリート程度の軟らかさでは、VC 試験時の VC 値(小型 VC 試験, あるいは大型 VC 試験)で、評価することができることが明らかになっている。また、RCCP 用の超硬練りコンクリートでは、VC 値では時間がかかり過ぎ、またばらつきも大きくなりがちであり、修正 VC 値を評価基準に行ってはどうかという意見がある。そこで、両者にコンシステンシーを把握するうえでどのような違いがあるのか、各種の配合(軟らかさ)のコンクリートを用いて、実験的に検討する。

2.3.2 超硬練りコンクリートの配合とコンシステンシーの関係

超硬練りコンクリートの配合とコンシステンシーの関係に関しては、次のような点に着目することとした。

① 水セメント比、細骨材率とコンシステンシーの関係

土木学会コンクリート標準示方書などの配合設計の標準に用いられている、細骨材率に関する補正のうち、「水セメント比が0.05 変わるとに s/a を1%変化させる」修正方法が、超硬練りコンクリートにおいて適用できるかどうか、または新たな関係があるかどうかについて検討する。

要因として水セメント比および s/a をそれぞれ4水準程度選定し、最適な s/a （VC 値最小あるいは同一条件の下での締固め後の密度最高）を検討する。

② 細骨材の粗粒率、細骨材率、砕砂使用とコンシステンシーの関係

これまでの各機関における研究では、細骨材の粒度特に微粒分の量については、締め固めやすさを考えて適度にあるのが望ましいとの考えや、多すぎると必要以上の単位水量の増加をもたらす効果よりも悪い影響が大きいとの考え方があり、統一されていない。そこでまず、どの程度の細骨材率および粗粒率が適当であるのか、標準示方書に示された「細骨材の粗粒率が0.1大きいごとに s/a を0.5%大きくする」修正方法が、超硬練りコンクリートにおいて適用できるかどうか、さらに出来上がりコンクリートの硬化後の状態について、実験的に検討し、望ましい配合条件を定めるための資料を得る。

また、細骨材として砕砂を用いた場合のコンシステンシーの変化および細骨材率の修正方法についても検討する。

③ 混和材料の効果と配合上の留意点について

RCD 用コンクリート程度の軟らかさのコンクリートの場合、AE 剤によるエントレインドエアの連行ができ耐久性の改善効果もあることが報告されている²⁶⁾。これより硬い転圧コンクリート用のコンクリートに対しては、コンシステンシーの改善効果があることは報告されているが、減水率、耐久性の改善程度等の点について定量的な把握がなされていない。そこで混和剤の効果について、代表的な AE 剤、AE 減水剤、および高性能 AE 減水剤、硬練り(RCD)用特殊混和剤の減水率、空気量の連行特性等の点にしばり検討する。

また、材令1日程度で交通開放できる早強型混和材を用いた場合のコンシステンシー特性および凝結硬化速度、VC 値の経時変化等について確認する。

3. 第1次試験

3.1 目 的

本試験ではこれまでの RCCP 試験施工調査において明らかにされていない事項の内、①配合設計手法を確立する上で必要となる配合条件とコンシステンシーの関係、②超硬練りコンクリートにおける初期強度発現特性に関する基礎的な性状を実験的に検討した。もって、配合設計法の整理・確立および早期交通開放へのコンクリート性状の問題点・限界の把握を図るために検討しなければならない項目の選定を行った。

以下本章ではまず 3.2 に使用材料について記した後、試験方法および試験結果を 3.3 既存コンシステンシー試験機に関する試験、3.4 配合とコンシステンシーの関係に関する予備試験、3.5 初期強度発現特性に関する試験の順に報告する。

それぞれの節は、①既存のコンクリートに関する試験機で RCCP 用コンクリートのコンシステンシーに関する性状を把握できるかどうか、②水セメント比、単位水量、単位粗骨材容積（あるいは細骨材率（以下、 s/a ））等の変化がコンクリートのコンシステンシーに及ぼす影響について把握すること、③ RCCP 用コンクリートの初期強度発現特性を把握することを目的としている。

3.2 使用材料

第1次試験ではコンクリートの材料として表-3.1 に示すものを用いた。なお混和剤は使用しなかった。使用した骨材の主な品質を表-3.2 に示す。

表-3.1 使用材料（第1次試験）

材 料 名	産地または製造者	備 考
粗骨材（砕石 2005）	奥 多 摩 産	5号砕石、6号砕石を合成
細骨材（川 砂）	鬼 怒 川 産	
普通ポルトランドセメント		比重 3.15

表-3.2 骨材の主な品質(第1次試験)

種 類		粗 骨 材			細骨材
		20~13 ϕ (5号碎石)	13~5 ϕ (6号碎石)	20~5 ϕ (合成粒度)	5~0 ϕ
試験項目					
表 乾 比 重		2.647	2.684	2.665	2.571
吸 水 率 (%)		0.50	0.67	—	3.12
単位容積重量 (kg/m ³)		—	—	1600	1600 (1770)
実 績 率 (%)		—	—	60.2	64.3 (71.0)
加 ぶ 積 る 通 い 過 分 重 け 量 試 百 験 分 率 (%)	25 ϕ	100		100	
	20	96.2		98.1	
	15	75.5	100	87.8	
	13	38.2	96.8	67.5	
	10	7.2	76.5	41.9	100
	5	1.0	16.0	8.5	99.6
	2.5	0	4.6	2.3	91.7
	1.2		2.7	1.4	76.9
	0.6		0	0	53.6
	0.3				23.7
	0.15				5.2
	0.074				1.1
	粗粒率			6.48	2.49

(注) 細骨材の単重および実績率: 上段 (JIS法)
: 下段 (振動法)

3.3 既存コンシステンシー試験機に関する試験

3.3.1 試験方法

(1) 検討した試験機

コンクリートのコンシステンシーを評価する試験機として、Ⅰ. 舗装用振動台式コンシステンシー試験機 (セメントコンクリート舗装要綱) (振動数 1500 vpm, 全振幅 (以下, 振幅) 0.8 mm), Ⅱ. 小型振動テーブル試験機 (振動数 3000 vpm, 振幅 0.6 mm), Ⅲ. 大型振動テーブル試験機 (振動数 1500 vpm, 振幅 2.0 mm) および Ⅳ. 土の突き固め試験機 (JIS A 1210) (4.5 kg ランマ 45cm 落下 65 回 / 層 3 層, ϕ 10cm モールド) を用いた。

(2) コンクリートの配合および練り混ぜ方法

試験には、表-3.3 に示す配合のコンクリートを用いた。

表-3.3 コンクリートの配合

配 合	W / C (%)	Kp	Km	s / a	C.A.V	単 位 量 (kg/m ³)				理 論 最 密 (g/cm ³)
						水	セ ン ト	細骨材	粗骨材	
3	40	0.9	1.5	39.6	0.84	95	237	845	1336	2.513
1		1.1		37.9		108	269	786	1336	2.499
2		1.2		37.1		113	283	757	1336	2.491
4		1.3		36.3		119	297	734	1336	2.486
5		1.5		34.7		121	321	689	1336	2.475

コンクリートの練りまぜには、容量 100 ℓ の強制練りパン型ミキサを用い、1 バッチの練り量は 50 ℓ とした。練りまぜ時間（全材料同時投入）は 60 秒とした。

コンクリートは排出後 1 往復切り返し整えた後、試験に供した。

(3) 振動テーブル試験条件

①舗装用振動台式コンシステンシー試験機および②小型振動テーブル試験機の試験条件は表-3.4 に示すとおりである。

表-3.4 VC 試験条件

条 件	I	II	III	IV
試 験 機	小 型 振 動 テ ー ブ ル			振動台式コンシステンシー
重りの重量 (载荷圧)	重り = 0 kg	重り = 10kg (0.024 kg/cm ²)	重り = 20kg (0.048 kg/cm ²)	重り = 20kg (0.048 kg/cm ²)

なお試験には、①、②試験機ともセメントコンクリート舗装要綱に示された、直径 24cm 深さ 20cm の円筒容器（以下、小型 VC 容器）およびそれに内接する内径下側 20cm 上側 15cm 高さ 22.7cm のコーンを用いた。

コンクリート試料は、VC 容器の中にコーンを設置し、その中に 2 層に分けて詰め込んだ。各層は、突き棒で軽くなしたら後、各層 35 回ずつ均等に突いた。詰めた試料をコーン上端に合わせて木ゴテで平らにならした後、コーンを静かに引き上げ、上端にアクリル板（透明）を載せ振動テーブルを運転した。

(4) 測定項目

各試験においては、VC 値（振動テーブル運転開始からアクリル板下面全面にモルタルが接するまでに要する時間（sec））および VC 試験後の容器内コンクリートの空隙量を測定した。

なお容器内コンクリートの空隙量は、コンクリートの単位容積重量を測定し、この値と配合から求めるコンクリートの理論最大密度から求めた。その手順は、まず詰め込んだ小型 VC 容器内のコンクリー

ト試料重量を測定する。次にコンクリートの容積をVC容器の直径と試験後のコンクリート試料の厚さから求めた。(式(3.1)～(3.4)参照)

$$V_c(\text{コンクリート容積}) = \{ \pi D^2 (H - h) \} / 4 \quad (3.1)$$

$$\text{ただし, } h = \sum_{i=1}^8 h_i / 8 \quad (3.2)$$

D: 容器直径

H: 容器高さ

$$\rho_c(\text{単位容積重量}) = W_c(\text{試料重量}) / V_c(\text{g/cm}^3) \quad (3.3)$$

$$V_{air}(\text{空気量}) = (1 - \rho_c / \rho_{co}(\text{理論最大密度})) \times 100(\%) \quad (3.4)$$

(5) 供試体作製方法

以後の試験で必要となるコンクリート供試体の作製方法について、試験により検討した。供試体作製方法として①小型および大型振動テーブルによる方法、②バイブレーティングタンバによる方法を比較した。なお①では圧縮供試体作製時には表-3.5の条件について、曲げ供試体作製時には表-3.6の条件について検討した。

表-3.5 圧縮供試体の締固め条件

条 件	I	II	III	IV
試 験 機	小 型 振 動 テ ー ブ ル			大型振動テーブル
振 動 数	3000 vpm			1500 vpm
重 り 重 量 (載荷圧力)	プラスチック板 の重量と同じ	1.7 kg (0.024 kg/cm ²)	3.4 kg (0.048 kg/cm ²)	3.4 kg (0.048 kg/cm ²)

表-3.6 曲げ供試体の締固め条件

条 件	I	II	III	IV
試 験 機	小 型 振 動 テ ー ブ ル			大型振動テーブル
振 動 数	3000 vpm			1500 vpm
重 り 重 量 (載荷圧力)	プラスチック板 の重量と同じ	18kg (0.024 kg/cm ²)	36kg (0.048 kg/cm ²)	36kg (0.048 kg/cm ²)

①の方法では、(4)の方法により求めた各コンシステンシー試験条件におけるコンクリートの単位容積重量(締固め密度)から供試体作製に必要な重量を計算で求め、その量のコンクリートをあらかじめ計量、とりわけておいてから型枠(15×15×53cm)または(φ10×20cm)内に2層に分けて詰めた。各層は、突き棒でならした後均等に80回突いた。その後重りを載せ、振動締固めを開始し、所定の大きさ(厚さ15cm)となるまで締固めた。なお、この時要した振動時間も参考のため計測することとした。

3.3.2 試験結果

試験結果を、(1)コンシステンシー評価方法としての各試験法の適否、(2)供試体作製方法に関する試験結果に分けて取りまとめると次のようになる。

(1) コンシステンシー評価方法としての各試験法の適否

① 舗装用振動台コンシステンシー試験機（セメントコンクリート舗装要綱）

配合1、2とも120秒以上経過しても一向にペースト分が浮き上がらないこと、残存する空気量が重りを30kg載せた場合でも20%以上あり、ほとんど締め固まっていなかったこと、等から、測定には適していないことが明らかとなった。（表-3.7）

② 大型振動台式試験機（ただし振動数 1500 vpm）

容器の直径24cmの通常の①などで用いられているものと、直径48cmの大型容器の双方について検討した。その結果は、振動数が1500 vpm（25Hz）と一般に使用されているものに比べて少なく、加速度も小さなことから、いずれの条件においてもペーストの浮き上がりを観測することができなかった。また、空気量も容器直径24cm上載荷重30kgの組合せで7.9%だったのが最少で、これ以外の組合せではもっと大きな量の空気が残存していた。（表-3.8）

③ 小型振動台試験機（ただし振幅0.6 mm）

試験機は、ダムなどで一般に用いられている振幅1 mm振動数3000 vpmではなく、振幅が0.6 mm（振動数3000 vpm）のものをを用いたため、ペースト分が浮き上がるまでに比較的多くの時間を要した。その結果を、表-3.9、図-3.1、3.2に示す。この図より、Kpが増加（単位水量が増加）するほどVC値（ペースト浮き上がりまでに要する時間）が減少する傾向が把握できた。また、空気量もKpが増加するほど、減少する傾向が確認できた。また、上載する荷重については、VC値、空気量の双方を総合的に検

表-3.7 VC値および空気量測定結果（舗装用振動台コンシステンシー試験機）

配 合 No	V C 試 験				土の突固め試験		粗骨材の 分 離 (g)
	重 り (kg)	VC値 (秒)	密 度 (g/cm ³)	空気量 (%)	密 度 (g/cm ³)	空気量 (%)	
1	30	120 以上	1.932	22.7	2.440	2.4	5,244.4
2	10	120 以上	1.764	29.2	2.453	1.5	5,494.3
	20	120 以上	1.848	25.8			5,798.7
	30	120 以上	1.871	24.9			5,740.8

表-3.8 VC値および空気量測定結果（大型振動台式試験機）

配 合 No	容器の 直 径 (cm)	V C 試 験				土の突固め試験	
		重 り (kg)	VC値 (秒)	密 度 (g/cm ³)	空気量 (%)	密 度 (g/cm ³)	空気量 (%)
2	24	30	120 以上	2.295	7.9	2.445	1.4
		40	120 以上	2.265	9.2		
	48	30	120 以上	2.077	16.6		

表 - 3.9 VC 値および空気量測定結果

配 合 No	Kp	単 水 位 量	V C 試 験			
			重 (kg) り	V C 値 (秒)	密 度 (g/cm ³)	空 気 量 (%)
3	0.9	95	10	53	2.111	16.0
			30	120 以上	2.212	12.0
1	1.1	108	0	120 以上	2.174	13.1
			20	120 以上	2.193	12.2
4	1.3	119	0	120 以上	2.414	2.9
			20	75	2.302	7.4
			20	120 以上	2.250	9.5
5	1.5	129	0	60	2.434	1.7
			10	32	2.345	5.3
			20	44	2.356	4.8

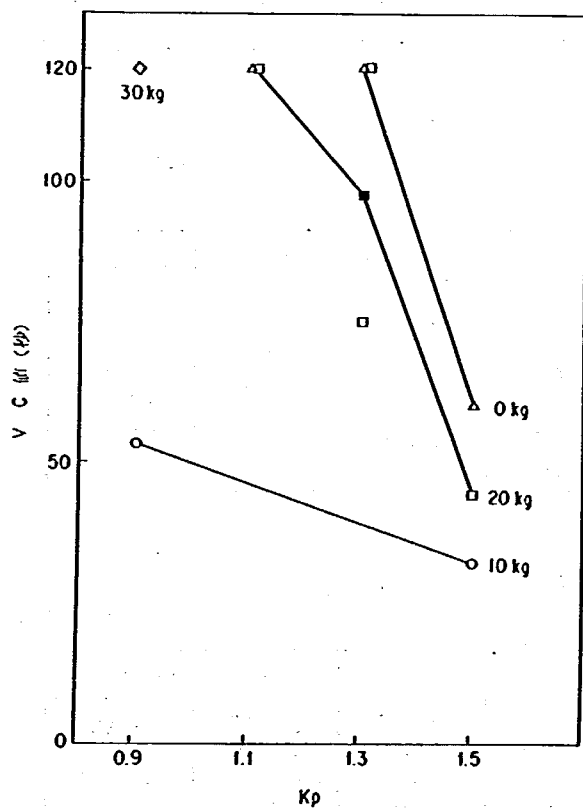


図 - 3.1 KpとVC値の関係

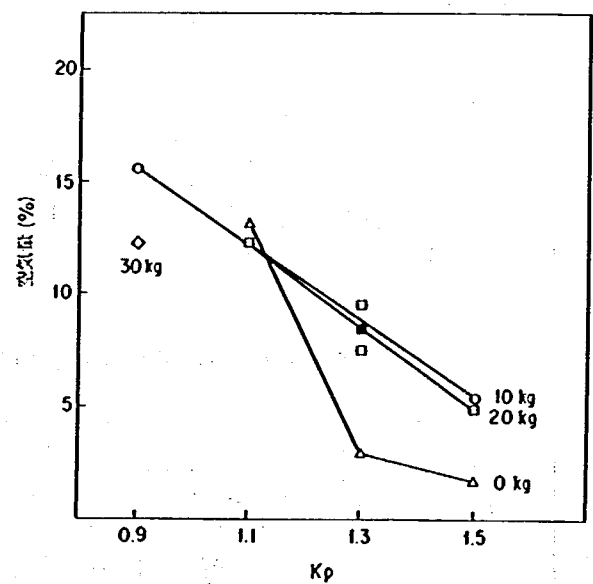


図 - 3.2 Kpと空気量の関係

討した結果、Kpの変化による変化量が適度にあること、空気量がKpの増加により反比例的に減少することから、20kgが適当であると考えられた。

④ 突き固め試験機

密度および空気量から、締固め易さについてはおおまかには把握できる状況にあるが、セメントが締固め後十分な水和反応をおこすことができるかどうか判定することは、難しいことが予想された。

(2) 供試体作製方法について

供試体は、大きく分けて二つの方法により作製した。それぞれの方法により作製した供試体の空気量および強度試験結果を、表-3.10、図-3.3、3.4に示す。また、それらの特徴は、以下の通りである。

① 大型振動台法（振動数 1500 vpm）

(1)の②で使用した大型振動台に型枠を治具で取り付け、型枠ごと振動により締め固める方法。この方法を用いた場合、曲げ試験用供試体では、1層、2層の締固め方法にかかわらず、空気量が約15%残存し、強度試験結果もかなり低い水準にあることがわかった。また、圧縮試験用供試体では、空気量は2層締固めでやや小さくなっていたがそれでも約7%あり、十分とは言えない状態であった。強度は、1層で小さく、2層でやや大きいなど締固め方法でやや異なった値を示しているものの、いずれも次に示す②の方法に比べると小さな値を示していた。

② バイブレーションタンパー法

型枠内に、所要量のコンクリートを置きバイブレーションタンパーにより1層または2層の各層ごとに締め固める方法。締固めに要した時間は、1層、2層とも30秒前後であった。この方法を用いることにより、必要とする3%程度以下の空気量の水準を確保することができた。また、曲げおよび圧縮強度試験結果も、それぞれ3日材令で、50および280（kgf/cm²）とほぼ妥当と思える値を得ることができた。1層と2層の締固め方法の違いは明確でなかった。

表-3.10 供試体の空気量および強度試験結果

配合 No	締 固 め 方 法		15×15×53cm 曲げ供試体				φ10×20cm 圧縮供試体			
			密 度 (g/cm ³)	空 気 量 (%)	材令 (h)	曲げ強度 (kgf/cm ²)	密 度 (kgf/cm ³)	空 気 量 (%)	材令 (h)	圧縮強度 (kgf/cm ²)
2	振 動 テ ー ブ ル (1500 vpm)	1 層	2.098	15.8	6	0.18	2.272	8.8	6	8.79
			2.105	15.5	24	7.31	2.201	11.6	24	79.7
			2.147	13.8	72	19.5	2.272	8.8	72	98.0
		2 層	2.113	15.2	6	0.30	2.331	6.4	6	14.6
			2.079	16.5	24	7.60	2.313	7.1	24	116.0
			2.130	14.5	72	17.4	2.284	8.3	72	189.0
	バ イ ブ レ ー テ ィ ン グ タ ン パ	1 層	2.415	3.1	6	1.99	2.417	3.0	6	22.7
			2.410	3.3	24	26.2	2.411	3.2	24	128.0
			2.399	3.7	72	55.9	2.411	3.2	72	293.0
		2 層	2.419	2.9	6	1.67	2.456	1.4	6	19.9
			2.413	3.1	24	29.4	2.443	1.9	24	136.0
			2.409	3.3	72	50.8	2.437	2.2	72	279.0

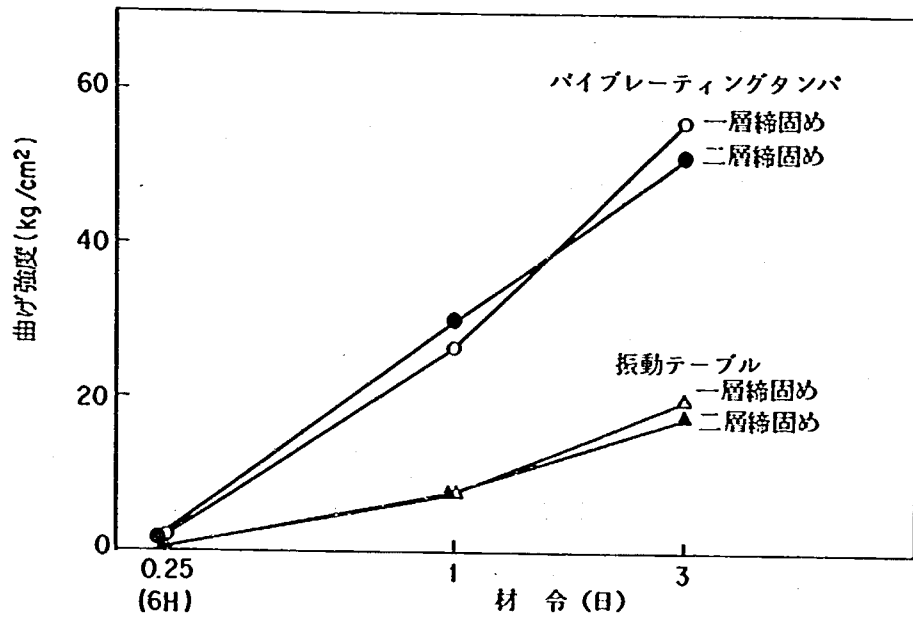


図-3.3 曲げ強度試験結果

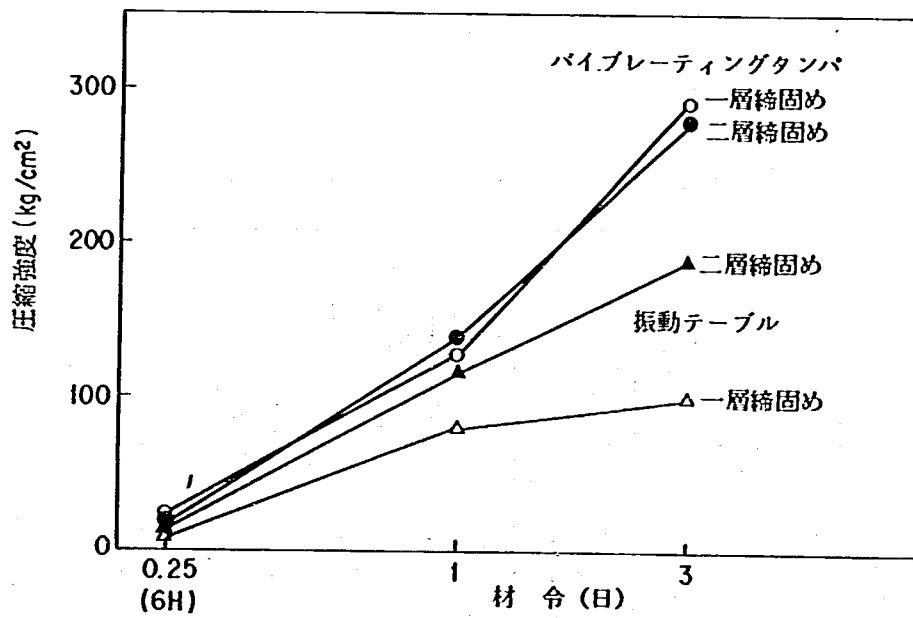


図-3.4 圧縮強度試験結果

3.4 配合とコンシステンシーの関係に関する試験

3.4.1 試験方法

表-3.11に示す9配合について検討した。

表-3.11 コンクリートの配合

配合 No	W/C (%)	Kp	Km	s/a (%)	C.A.V	単 位 量 (kg/m ³)				理論 最大 密度 (g/cm ³)
						水	セメント	粗骨材	細骨材	
1	40	1.3	1.6	37.8	0.81	123	307	758	1,293	2.481
2		1.2	1.8	41.5	0.76	123	307	832	1,215	2.477
3		1.5	1.4	33.4	0.86	123	307	670	1,382	2.482
4	35	1.5	1.6	36.5	0.81	123	353	718	1,293	2.487
5	45	1.2		38.6		123	273	784	1,293	2.473
6	40	1.1		39.4		111	278	811	1,293	2.493
7		1.5		36.3		133	332	711	1,293	2.469
8		1.3	1.3	33.2	0.89	111	277	685	1,426	2.499
9			1.9	41.9	0.74	133	332	821	1,179	2.465

- ・配合No 1, 2, 3 : W/C一定, 単位水量一定で, Kp, Kmを変化
- ・配合No 1, 4, 5 : 単位水量一定, Km一定で, W/C, Kpを変化
- ・配合No 1, 6, 7 : W/C一定, Km一定で, Kp, 単位水量を変化
- ・配合No 1, 8, 9 : W/C一定, Kp一定で, Km, 単位水量を変化

3.4.2 試験結果

VC値(2.3.1, (1), Ⅲによる), 密度, 空気量, 突き固め試験密度および空気量を表-3.12に示す。得られた結果を整理すると次のようになる。

(1) 単位水量が増加すると, VC値もほぼ直線的に減少する。この傾向は, Kp一定, Km一定のどちらの条件下でもほぼ変わらなかった(図-3.5)。またこれは有スランプコンクリートで単位水量がスランプ(軟らかさ)に最も良く対応することと一致していた。なお, その状態(VC値, つまりベーストが浮き上がった時点)のコンクリートの密度(空気量)は, 単位水量123, 133(kg/m³)では, ほぼ一致していた。

(2) 単位水量一定下で, 水セメント比(W/C)を35~45%の範囲で変化させた結果, VC値は60秒ではほぼ一致していた。その状態のコンクリートの密度はW/Cが小さいほど大きくなっていった。またこれは有スランプコンクリートにおいて単位水量一定ならば, 違うW/Cでもほぼ同一のスランプ値を確保できることと一致していた。(図-3.6)

表-3.12 VC試験および空気量試験結果

配合 No	理論最大 密度 (g/cm ³)	V C 値 (秒)		密 度 (g/cm ³)		空 気 量 (%)		JIS A 1210 締固め密度 (g/cm ³)	空 気 量 (%)
1	2.481	54	67	2.336	2.331	5.8	6.0	2.453 (98.9)	1.1
		76		2.349		5.3			
		72		2.309		6.9			
2	2.477	46	59	2.282	2.297	7.9	7.3	2.436 (98.3)	1.7
		64		2.327		6.1			
		68		2.281		7.9			
3	2.482	102	94	2.404	2.394	3.1	3.5	2.459 (99.1)	0.9
		92		2.389		3.7			
		87		2.390		3.7			
4	2.487	71	63	2.387	2.369	4.0	4.7	2.454 (98.7)	1.3
		59		2.343		5.8			
		60		2.376		4.5			
5	2.473	57	65	2.347	2.317	5.1	6.3	2.447 (98.9)	1.1
		56		2.317		6.3			
		73		2.286		7.6			
6	2.493	*156	143	2.283	2.256	8.4	9.5	2.450 (98.3)	1.7
		*166		2.249		9.5			
		*107		2.237		10.3			
7	2.469	22	22	2.328	2.315	5.7	6.2	2.459 (99.6)	0.4
		22		2.300		6.8			
		22		2.316		6.2			
8	2.499	*124	122	2.327	2.313	6.9	7.5	2.467 (98.7)	1.3
		*121		2.300		8.0			
		*120		2.311		7.5			
9	2.465	26	24	2.341	2.318	5.3	6.0	2.446 (99.2)	0.8
		21		2.301		6.6			
		26		2.313		6.2			

(注) *はモルタルがこれ以上広がらないと判断して途中で打ちきった時間

(3) 単位水量一定下で、単位粗骨材容積（あるいはK_m）を変化させ、K_pを1.2～1.5に変化させた場合、VC値の変化量はあまり大きくない。これに対し、単位粗骨材容積（あるいはK_m）一定下で、K_pが増加（当然単位水量が増加）するとVC値は急激に小さくなっていた。なお空気量は、この中では単位粗骨材容積が大きな（CAV = 0.86）№3配合では試験した配合中最小の3.5%になっていたの

に対し、単位水量の小さなNo 6 配合では9.5%のかなり大きな値を示していた。(図-3.7)

(4) 単位粗骨材容積(あるいは K_m)の変化が、 V_C 値の変化に及ぼす影響について検討した結果、 K_p 一定下では、単位粗骨材容積が小さくなる= K_m が大きくなる(単位水量も増加)につれて V_C 値が小さくなること、単位水量一定下では、その傾向が小さいことが予想された。なお空気量は、単位粗骨材容積の大きな配合のうち、No 8では大きく、No 3では小さかった。(図-3.8)

配合の良し悪しを確認するため、材令7日における曲げおよび圧縮強度を測定した。その結果から、次のようなことが明かとなった。(表-3.13)

(1) 水セメント比の影響

単位水量および単位粗骨材量一定下で、水セメント比を35, 40, 45(%)に変化させた結果、一般有スランブコンクリート同様セメント水比(C/W)と圧縮および曲げ強度はほぼ比例した。ただし、この条件が満たされない場合は、上記の関係は成り立たず、 W/C 40(%)一定下でも、曲げ強度41~59(kgf/cm^2)とかなり大きなバラツキが生じていた。

(2) セメント/水、空隙比の適合

(1)のように、セメント水比だけでは、強度のバラツキを説明できなかった。また、供試体作製時の締固め状態が異なり、および作製された供試体に残された空隙量(エントラップされた空気量)に、大きな差が生じており、強度に無視できない影響を与えていると予想された。このため、セメント/水、空隙比(セメント/(水+空隙量)比)と強度の関係について検討を行った。図-3.9は、曲げ強度との関係を示した図であるが、No 8, 9の極端に単位粗骨材容積あるいは K_m 値が異なる配合を除いて、ほぼ一直線上に載ることが明らかである。しかし、圧縮強度との関係は、図-3.10に示すように曲げ強度ほど明確な関係は把握できず、なんらかの別の要因が影響していると考えられた。

(3) K_p , K_m との関係

K_p と曲げ強度の間には、やや直線的な比例関係がうかがえたが、圧縮強度の間には、 K_p の増加につれ圧縮強度も増加する傾向にはあるが、明確な関係は見出だせなかった。(図-3.11, 12)

K_m と曲げおよび圧縮強度の間には、明確な関係は見出だせなかった。

表 - 3.13 曲げおよび圧縮強度試験結果

配合 No	W/C (%)	Kp	Km	s/a (%)	C.A.V	曲げ強度				圧縮強度試験				
						空気量(%)		曲げ強度(kgf/cm ²)		空気量(%)		曲げ強度(kgf/cm ²)		
						Xi	$\bar{X}$	Xi	$\bar{X}$	Xi	$\bar{X}$	Xi	$\bar{X}$	
1	40	1.3	1.6	37.8	0.81	6.1	6.0	53.6	51.9	6.0	5.9	350	323	
						5.9		52.7		6.0		283		
						6.0		49.5		5.6		336		
2		1.2	1.8	41.5	0.76	7.2	8.1	46.8	45.6	6.8	6.7	367	360	
						7.2		44.2		6.8		350		
						9.8		45.7		6.5		364		
3		1.5	1.4	33.4	0.86	4.4	3.9	58.4	58.8	3.1	3.0	413	422	
						3.0		58.4		2.5		457		
						4.4		59.7		3.5		396		
4	35	1.5	1.6	33.5	0.81	5.4	5.1	61.7	60.0	5.7	5.5	333	349	
						5.4		53.3		4.7		418		
						4.6		65.0		6.2		297		
5	45	1.2		38.6		39.4	7.9	7.3	41.7	44.0	6.8	6.8	288	282
							6.7		43.8		7.2		256	
							7.4		46.6		6.3		302	
6	40	1.1		39.4		39.4	9.5	9.7	41.4	40.9	7.4	7.5	222	252
							9.7		43.5		6.4		272	
							9.8		37.7		8.6		262	
7	40	1.5	1.6	36.3	0.81	7.8	6.8	45.8	50.0	6.2	6.0	320	306	
						5.9		53.3		6.0		297		
						6.7		50.8		5.8		301		
8		1.3	1.3	33.2	0.69	8.1	7.9	49.8	50.5	7.7	7.2	319	291	
						7.7		50.2		7.2		275		
						7.9		51.4		6.7		280		
9		1.9	1.9	41.9	0.74	6.9	6.7	50.4	47.7	4.7	5.8	249	286	
						6.1		45.2		5.7		275		
						7.0		47.4		6.9		335		

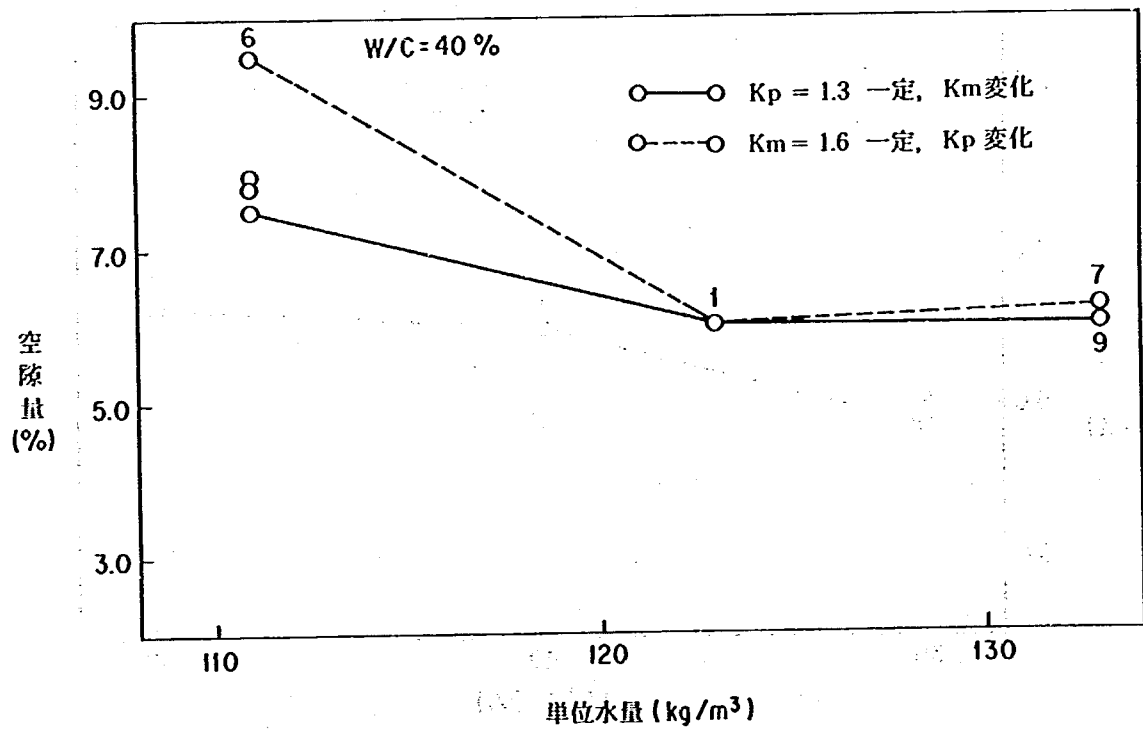
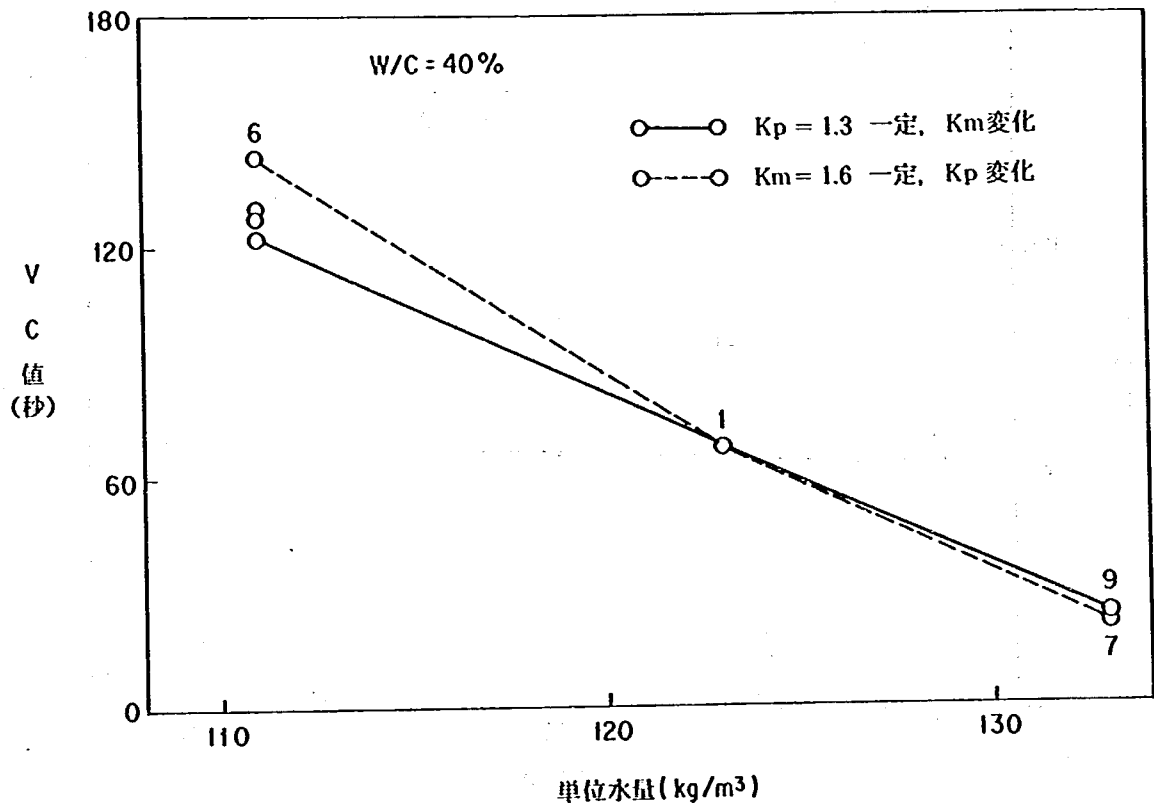


図-3.5 単位水量と V C 値および空気量の関係

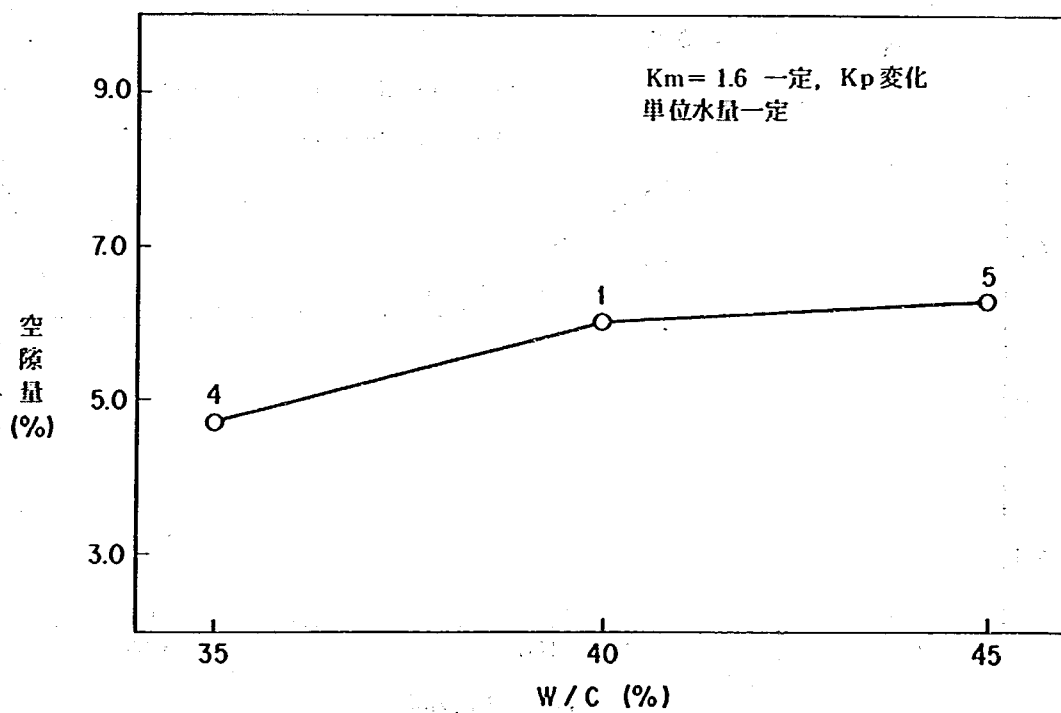
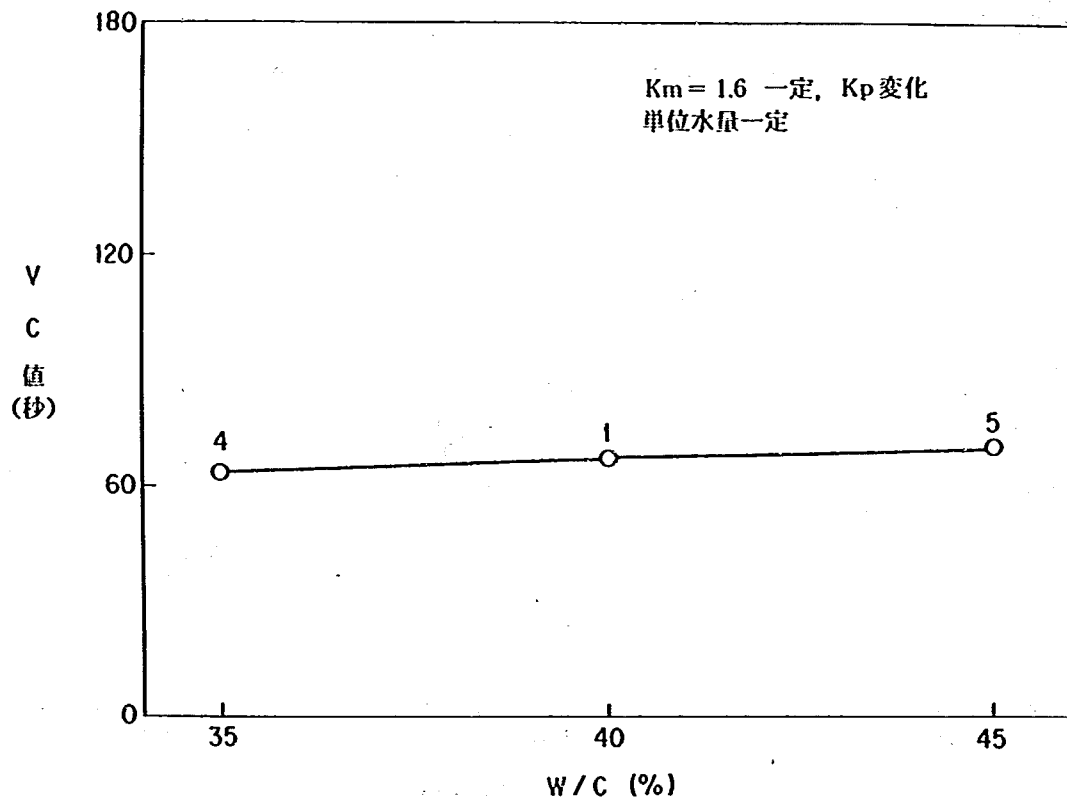


図-3.6 水セメント比とVC値および空気量の関係

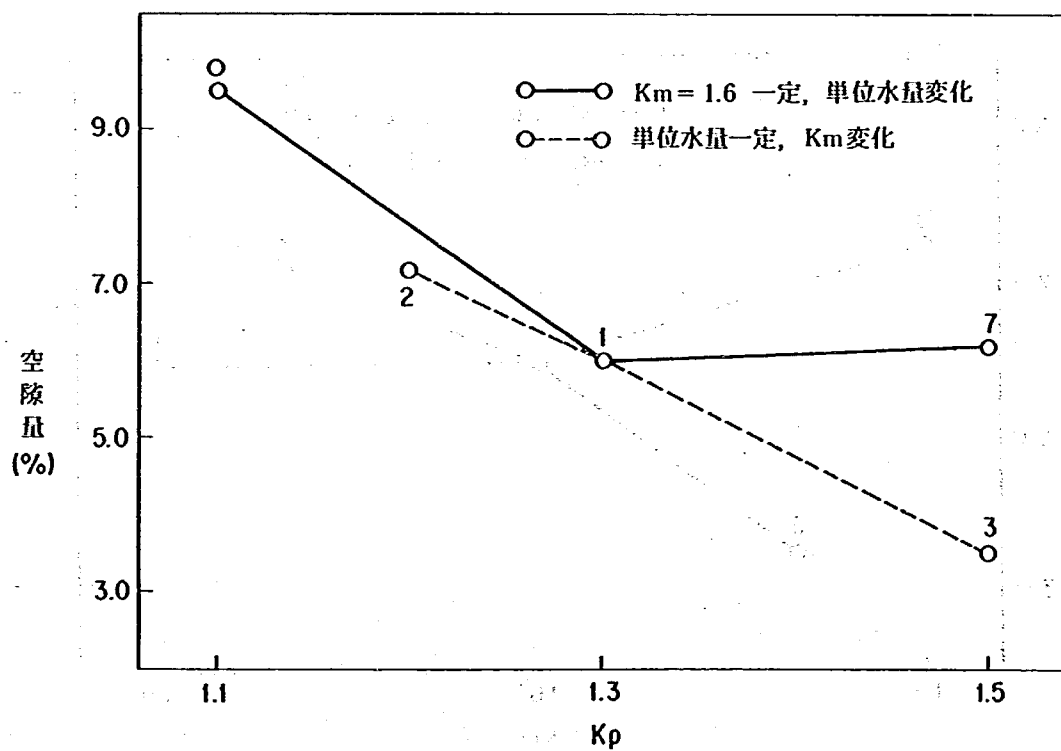
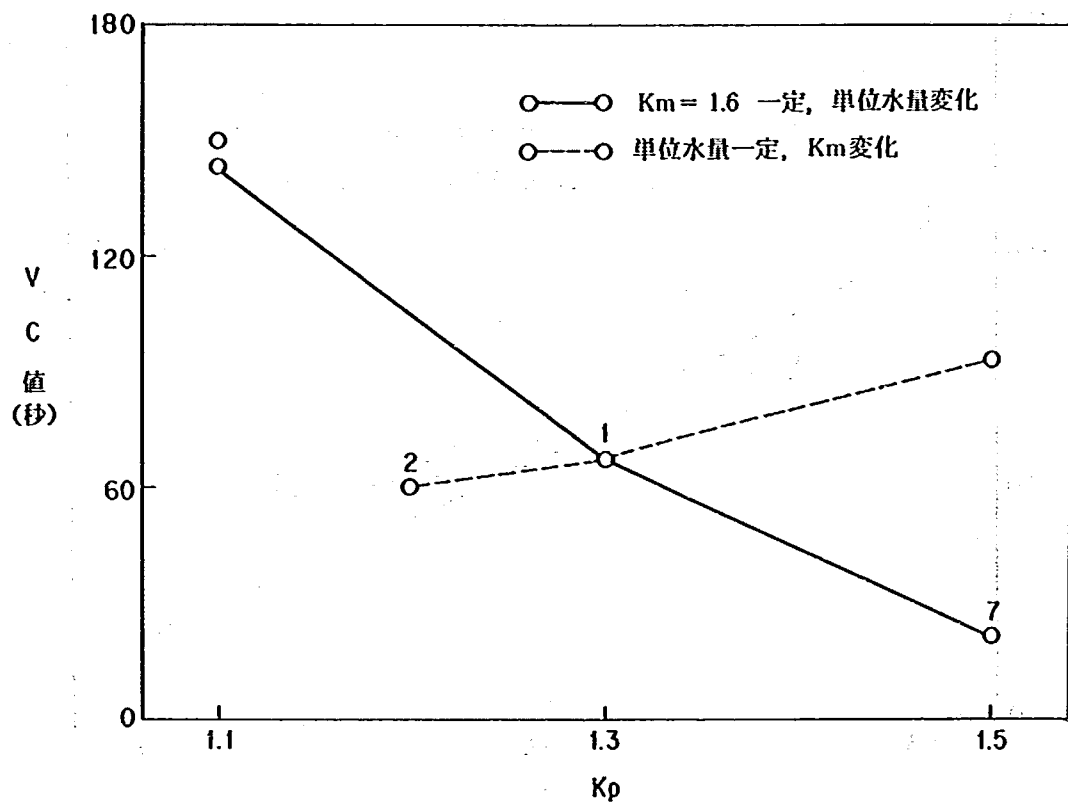


図-3.7 K_p と VC 値および空気量の関係

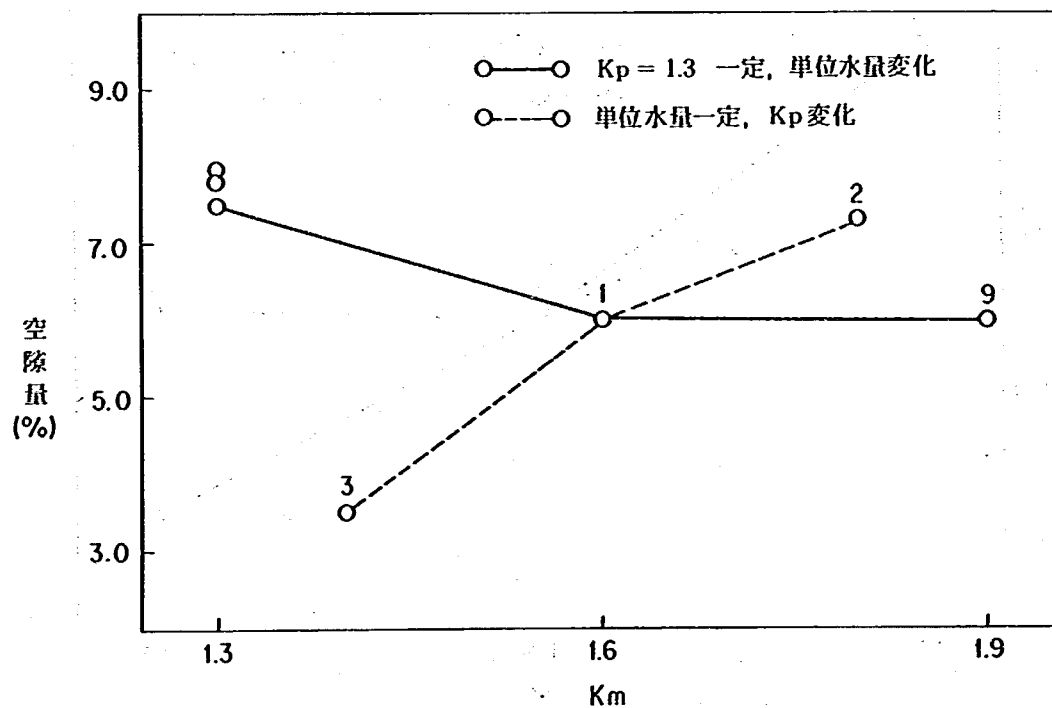
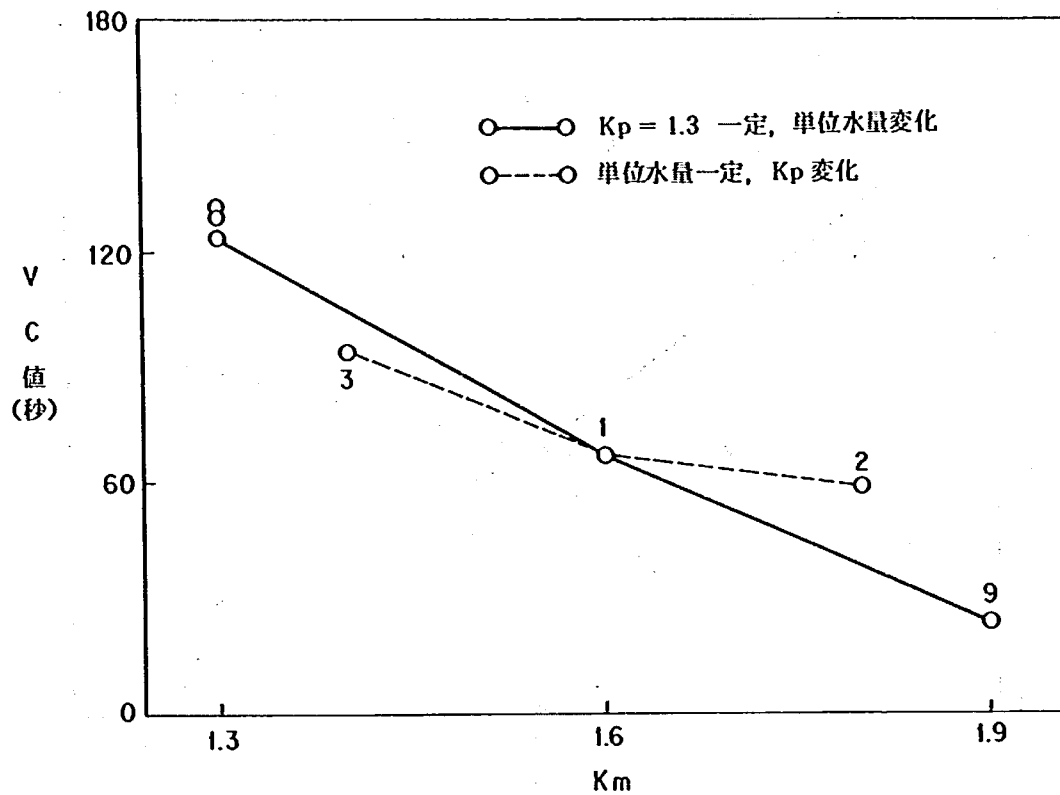


図- 3.8 KmとVC値および空気量の関係

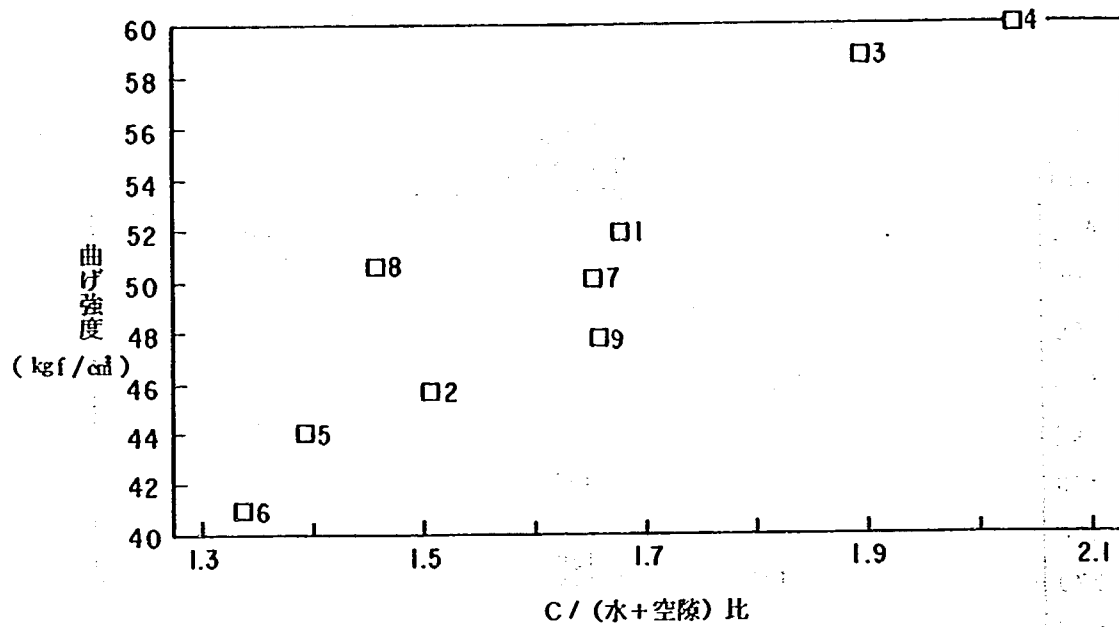


図-3.9 セメント / (水+空隙) 比と曲げ強度の関係

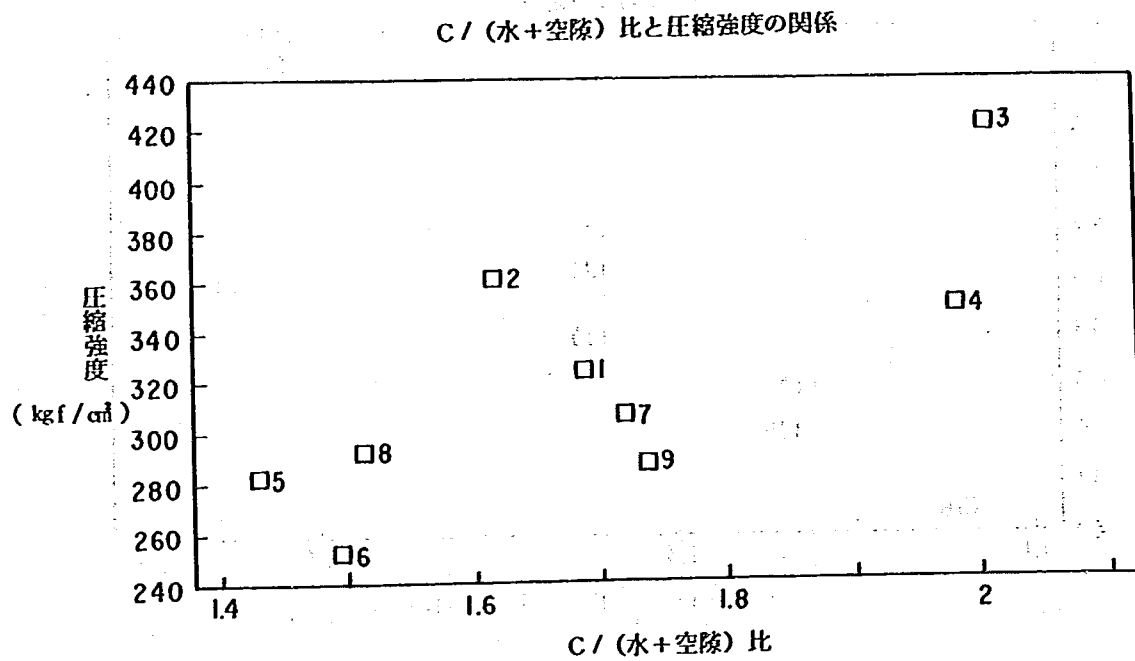


図-3.10 セメント / (水+空隙) 比と圧縮強度の関係

C / (水+空隙) 比と曲げ強度の関係

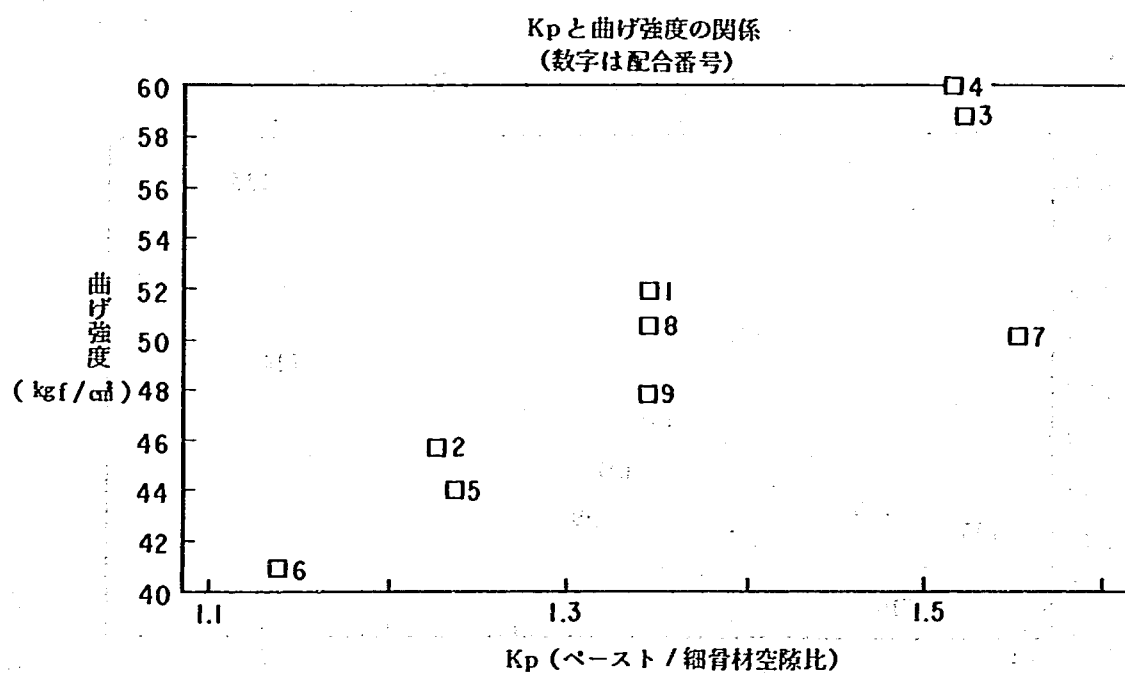
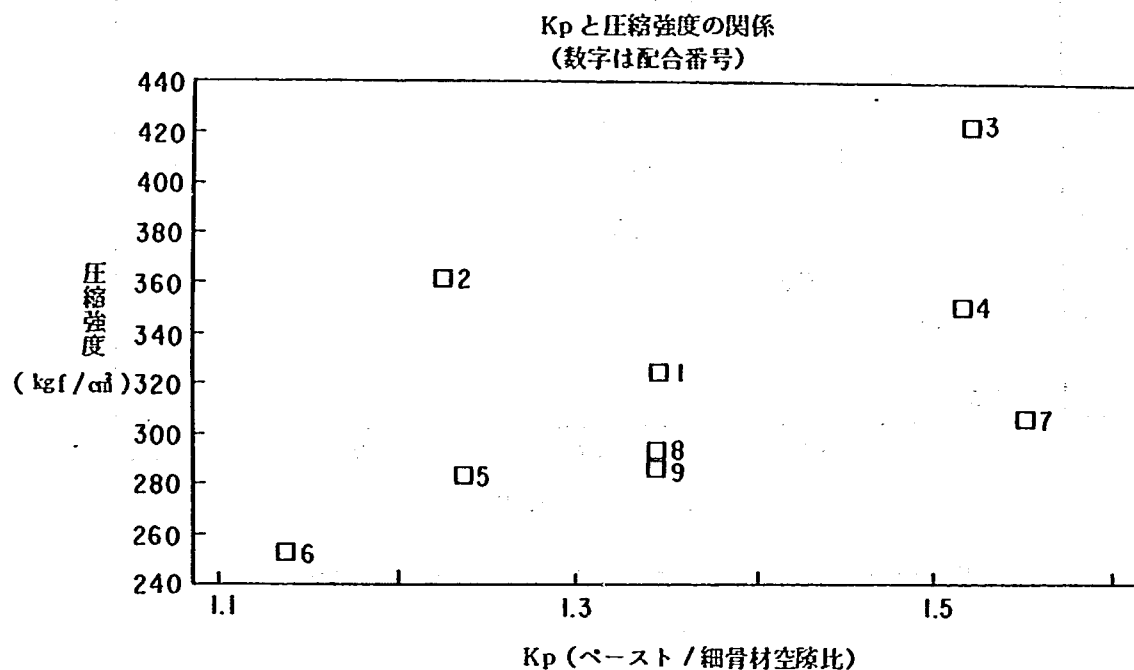


図-3.11 Kp と強度の関係

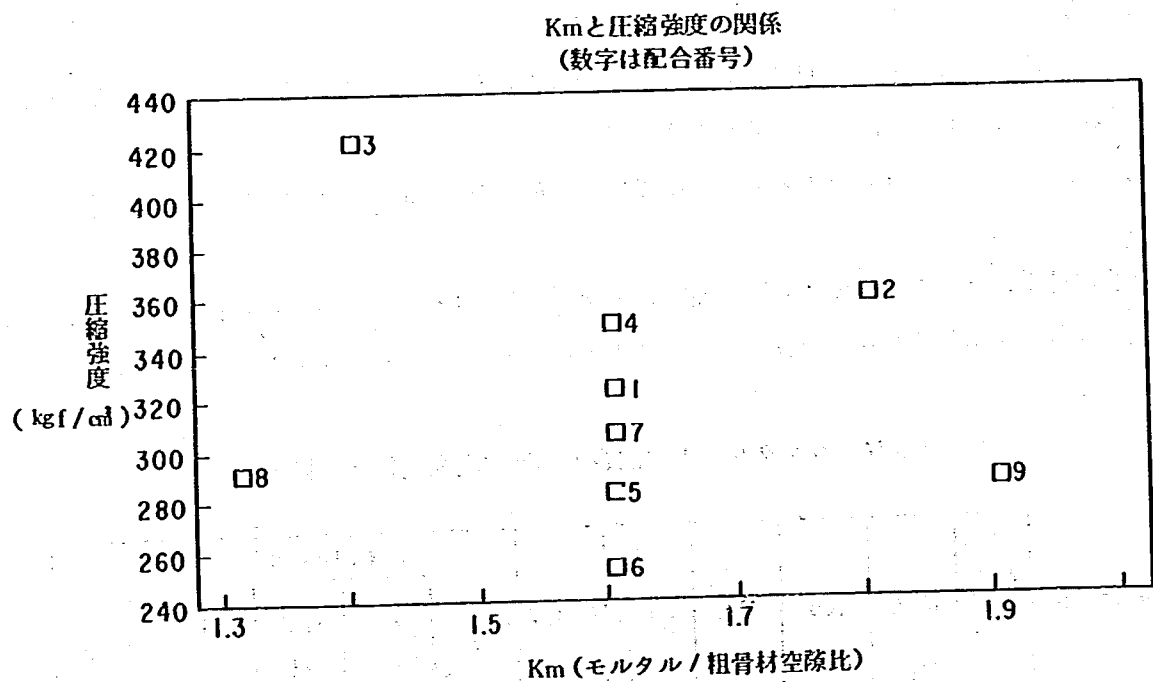
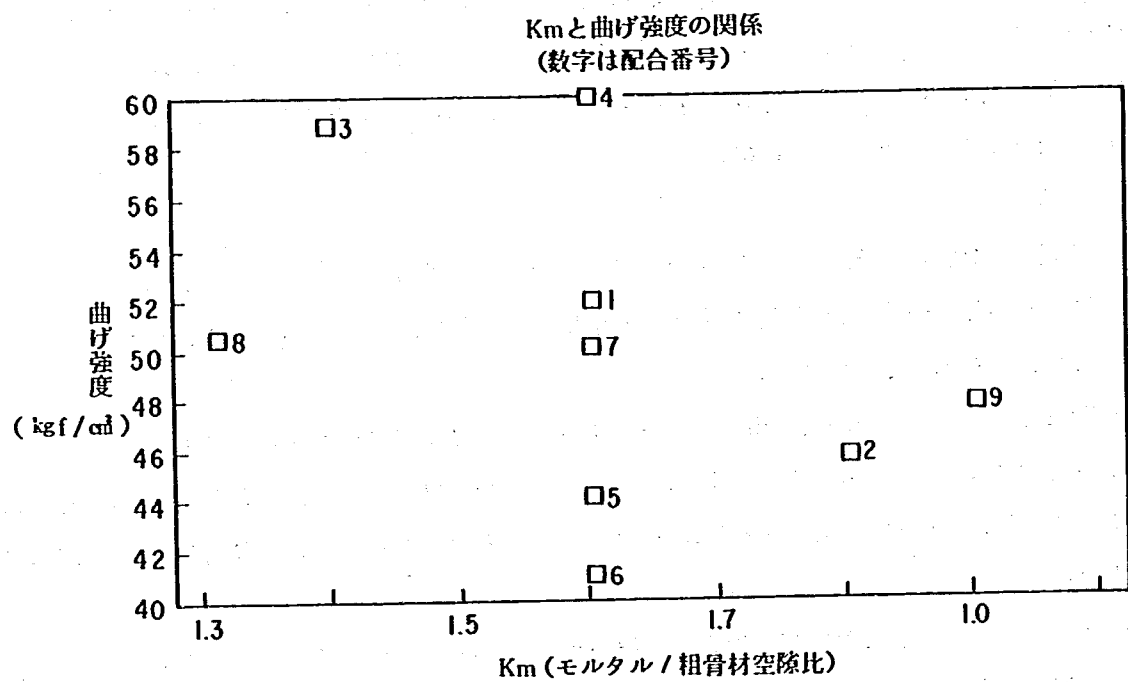


図-3.12 Kmと強度の関係

3.5 養生、配合条件と初期強度発現特性の関する試験

3.5.1 試験方法

配合条件が、初期曲げおよび圧縮強度の発現特性にどのような影響を与えるのか調査するために、表－3.11の配合No 2, 3, 6 およびセメントコンクリート舗装版として一般的に使用される程度の配合ということで表－3.14に示す配合No10について、材令6時間から28日までの曲げおよび圧縮強度を測定した。なお、この4配合の水セメント比は40%と一定にした。

3.5.2 試験結果

試験結果を表－3.15、図－3.13～3.14に示す。これらの図より以下のことが明らかとなった。

- (1) 曲げ強度は、配合No3（単位粗骨材容積0.86最大）の材令3日までの初期強度がやや高い。ただし材令28日では、差があるとはいえない。
- (2) 圧縮強度は、配合No10（一般舗装用コンクリート）の材令3,7日の強度が高いことが特徴的である。材令3,7日で次に高いのは、配合No3であった。ただし、材令28日の強度では、差があるとはいえない。
- (3) 以上から、特に単位水量を減少し超硬練りコンクリートとすることが、大きな初期強度の改善効果を有するとはいえない。

また、硬練りコンクリートにおいて養生方法の違いがどの程度の強度に影響を与えるか予備的に検討するため、No6配合を用いて、材令1日からの養生方法を気中（20℃、湿度60%）と水中（20℃）の2条件で、材令3,7日の強度特性について調査した。その結果を、図－3.15, 3.16に示す。この図から、次のようなことが明らかとなった。

- (1) 曲げ、圧縮強度とも、材令3日においては、気中養生の方が、大きな値を示していた。この理由としては、載荷時の供試体の乾燥状態の差が考えられる。
- (2) 材令7日では、曲げ、圧縮強度とも、水中養生の方が、やや上回っており、明らかに強度発現性に差があることを示している。
- (3) 円柱供試体と、曲げ折片供試体の圧縮強度を比較すると、すべての条件で曲げ折片を用いたものが1～2割大きな値を示しており、一般の有スランブコンクリートと同様な傾向を示していた。

表－3.14 コンクリートの配合（初期強度発現特性試験）

種 類	配合 No	W/C (%)	Kp	Km	s/a (%)	C.A.V	単位量 (kg / m ³)				理 論 最 大 密 度 (g / cm ³)
							水	セメ ント	細骨 材	粗骨 材	
R C C P 用 コンクリート	2	40	1.2	1.8	41.5	0.76	123	307	832	1,215	2.477
	3		1.5	1.4	33.4	0.86	123	307	670	1,382	2.482
	6		1.1	1.6	39.4	0.81	111	278	811	1,293	2.493
舗 装 コンクリート	10	40	2.4	1.7	32.0	0.76	165	413	559	1,216	2.426

表-3.15 曲げ強度試験結果

配合 No	曲 げ 強 度 (kg/cm ²)													
	6 h		12 h		24 h		2 日		3 日		7 日		28 日	
	x i	$\bar{X}$	x i	$\bar{X}$	x i	$\bar{X}$	x i	$\bar{X}$	x i	$\bar{X}$	x i	$\bar{X}$	x i	$\bar{X}$
2	1.0		11.8		22.3		42.1		51.9		58.2		69.7	
	1.4	1.2	10.5	11.1	23.3	23.5	43.6	43.8	54.0	52.0	57.2	57.9	63.5	65.8
	1.3		11.0		24.8		45.8		50.0		58.3		64.1	
3	1.7		15.4		30.7		47.3		55.1		57.9		67.4	
	2.1	1.9	13.5	14.6	28.9	30.6	48.8	47.4	54.1	54.6	63.9	60.8	67.0	67.7
	1.9		14.9		32.1		46.1		54.6		60.7		68.7	
6	1.5		10.0		25.1		45.0		44.9		57.3		66.7	
	1.4	1.4	10.8	10.3	24.3	24.3	42.7	44.6	47.4	46.1	48.1	54.1	64.5	66.6
	1.2		10.1		23.5		46.0		45.9		56.8		68.6	
10	1.4		12.7		21.7		39.4		50.3		60.9		69.8	
	1.4	1.4	12.5	12.5	23.7	23.5	43.1	41.6	51.3	50.5	60.1	60.6	68.6	69.6
	1.4		12.3		25.1		42.4		49.8		60.7		70.5	

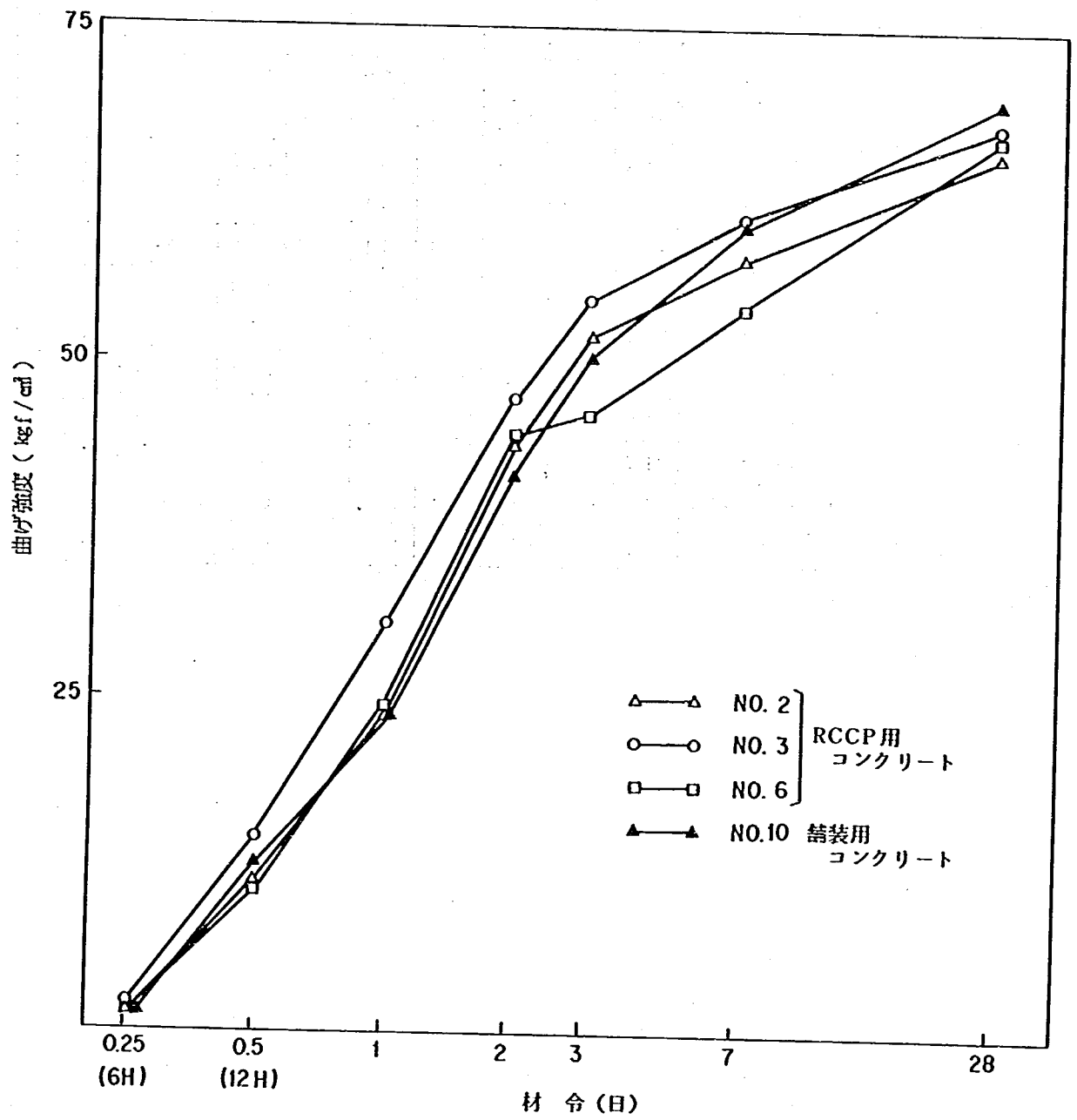


図- 3.13 配合と曲げ強度の関係

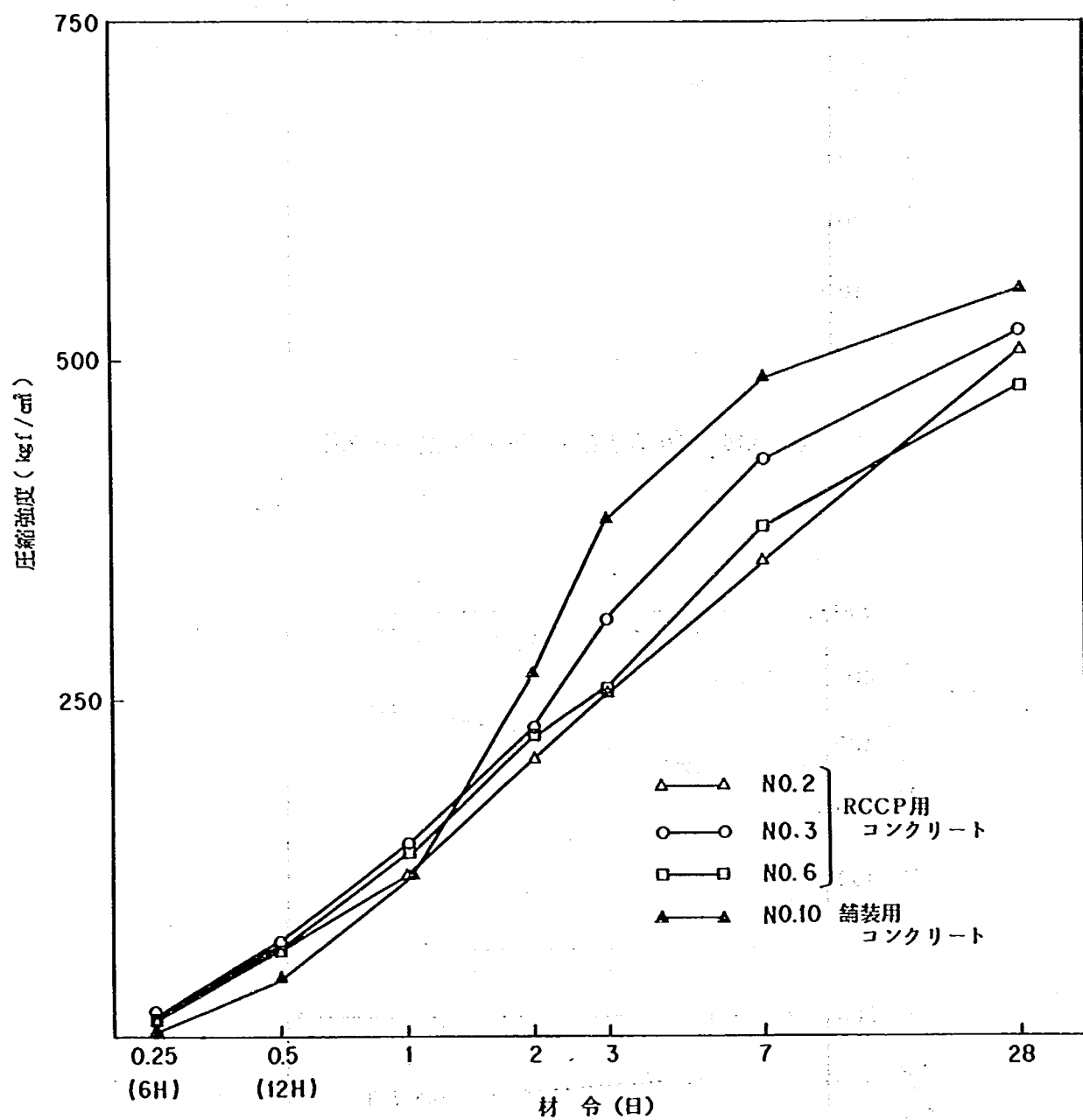


図-3.14 材令と圧縮強度の関係

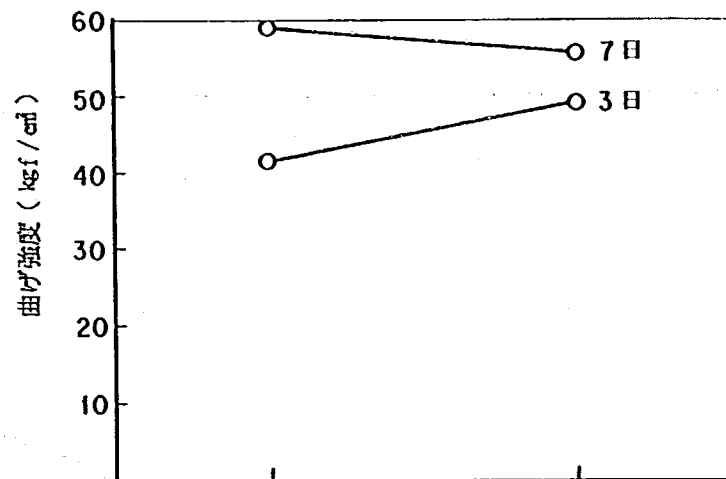


図- 3.15 養生方法と曲げ強度発現特性の関係

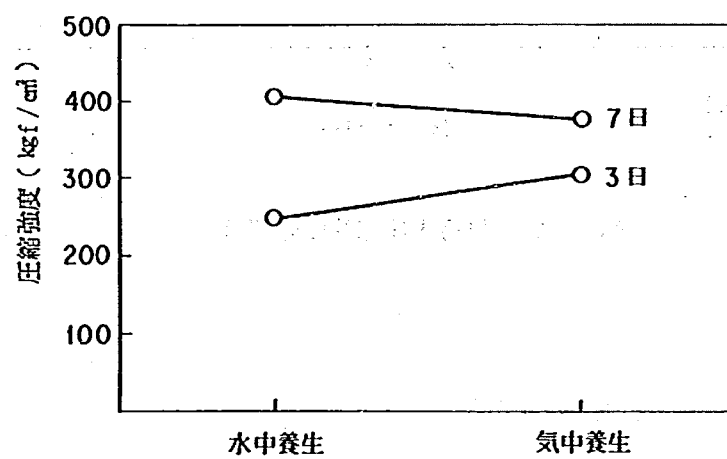
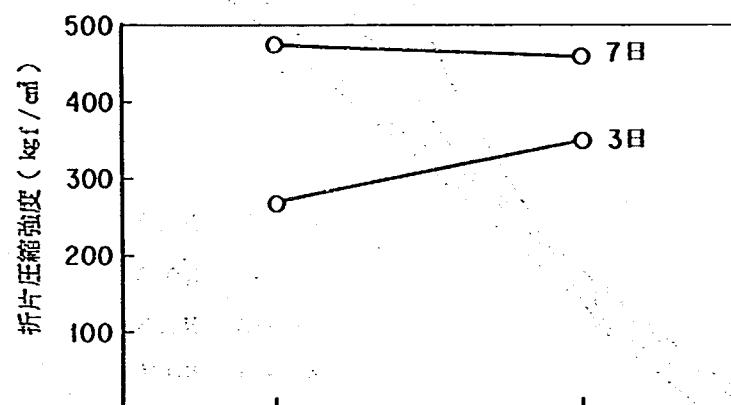


図- 3.16 養生方法と圧縮強度発現特性の関係

3.6 考 察

以上の試験結果を踏まえ、第二次試験以降の研究の中で次のような課題について検討することとした。

- (1) 配合条件と締固めやすさの関係をより明らかにするため、各種の配合条件下で、VC値などのコンシステンシーを評価する目安値の測定を行うと共に、現場規模のローラ締固め機を用いて実際に締固め程度の確認を行う。なおこの際、締固め機などの施工機械の種類（荷重、振動の大きさ等）も検討要因の一つとして組み込み、各配合条件とそれに適した施工機械の組合せの把握も行いたい。
- (2) 配合条件中で行われていない、減水効果を有する混和剤の効果、その他の混和材料の使用性について、検討を行いたい。
- (3) 現場における湿潤養生方法ならびに、交通開放時期についての検討を行いたい。

4. 第2次試験

4.1 目 的

第1次試験の結果

- ① コンシステンシの評価方法として振動台式コンシステンシー試験機を用いることが有用である。
- ② 振動台の中でも、強力な振動能力を有するものでなければこれまでの試験施工で用いられている硬練りコンクリートの性状を把握することは難しい。
- ③ 配合では、単位水量がVC値のように振動台振動によるコンクリートの軟らかさを表す指標との関係が最も強く、有スランプコンクリートにおいて単位水量とスランプが最も良く対応していることと一致している。
- ④ 他の配合条件（水セメント比、単位粗骨材容積）とコンシステンシーの関係もほぼ有スランプコンクリートにおけるそれと同様の傾向を示している。

等の結果が得られた。

そこで第2次試験では、次のような点に着目し、振動特性と締固まり状況の関係、配合条件とコンシステンシーの関係について把握することに努めた。

- ① 振動数、振幅、加速度、上載荷重圧力、振動エネルギー、等の各振動特性とコンクリートの締固まり状況の関係
- ② 単位水量および水セメント比と締固まり状況の関係
- ③ 細骨材率（あるいは単位粗骨材容積）と締固まり状況の関係
- ④ 細骨材粗粒率および種類（川砂、砕砂）と締固まり状況の関係
- ⑤ 混和剤種類と締固まり状況の関係

4.2 使用材料

第2次試験では、コンクリートの材料として表-4.1に示すものを用いた。使用した骨材の主な品質を表-4.2に示す。

表-4.1 使用材料（第2次試験）

材 料 名	岩 質 産 地	備 考
粗骨材（碎石 2005） 細骨材（川砂） 細骨材（砕砂） 普通ポルトランドセメント	笠間産硬質砂岩 富士川産 凝灰角礫岩	5号碎石，6号碎石合成 比重 3.15

表-4.2 骨材の主な品質(第2次試験)

骨材種類 試験項目		粗骨材	細骨材(川砂)			細骨材(砕砂)	
		20~5mm	1	2	3	4	5
表乾比重		2.67	2.62			2.62	
吸水率 (%)		0.69	1.64			2.78	
単位容積重量(kg/m ³)		1549 (1654)	1634 (1780)	1538 (1704)	1644 (1797)	1655 (1745)	1691 (1745)
実積率 (%)		58.0 (61.9)	63.6 (68.0)	58.7 (65.0)	64.1 (68.7)	63.2 (66.6)	64.5 (66.6)
加積通過重量百分率 (%)	25mm	100.0					
	20	99.0					
	15	79.5					
	10	29.1					
	5	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	2.5	0.0	90.7	88.1	80.6	87.2	89.5
	1.2		71.4	75.7	57.0	63.2	67.0
	0.6		43.1	55.9	33.9	37.3	40.3
	0.3		18.6	23.2	15.6	20.6	22.8
	0.15		4.7	4.4	4.8	8.2	10.4
粗粒率(F.M.)		6.93	2.72	2.53	3.03	2.83	2.70
すり減り減量		12.0	-				
洗い損失重量			-				

4.3 試験方法

4.3.1 共通事項

(1) コンクリートのコンシステンシー評価のため当所で購入した大型特殊振動テーブル試験機(以下、振動試験機)を用いた。本試験機は、無段変速モータにより振動数を約 2000 vpm から 6000 vpm の間で変更可能とし、偏心ウェイトの角度を変更することにより振幅も、0 から 1.2 mm 程度(振動数により異なる)まで変更可能としている。これにより、通常 RCD コンクリートで行っている小型 VC 試験、大型 VC 試験および他の振動数、振幅の試験を 1 台の試験で実施可能としている。

また、1 部の試験で実施した突固めによる試験には「JIS A 1210 土の突き固め試験」に準拠した。φ 10, 15 (cm) モールド、4.5, 2.5 (kg) ランマー兼用型突き固め試験機を用いた。

(2) コンクリートの練りませ

コンクリートの練りませには、容量 100 l の強制練りパン型ミキサを用い、1 バッチの練り量は、30~50 l とした。練りませ方法は、30 秒空練り後水を投入し本練り 90 秒とした。

(3) 試験条件および方法

振動試験機を用いたコンクリートのコンシステンシー(締固めし易さ)に関する試験は、付属資料-1 コンシステンシー試験法 1 VC 試験法の手順に従って実施した。なお試験で基本とした振動条件は表-4.3 のとおりであり、RCD コンクリートのコンシステンシー管理試験として一般的に用いられている小型 VC 試験と同じ条件とした。

表-4.3 基本振動条件

条件名	振動数	振幅	容 器	上載荷重
値	3000 vpm	1.0 mm	φ24×20VC 容器	20kg 0.048 (kg/cm ²)
条件名	最大加速度	起振力	1 振動エネルギー	単位時間エネルギー
値	5.0 g 49.3(m/s ²)	112 (kg)	0.076(kg・m/回)	3.79 (kg・m/s)

また一部の配合で実施したJIS A 1210 に準拠した突固め試験は付属資料-2 コンシステンシー試験法2 突固め試験法の手順に従って実施した。

なお、検討の対象とした各配合で、圧縮強度試験用供試体φ10×20(cm)を3本ずつ作製し、参考のため材令28日の比重、空隙量、圧縮強度を計測した。

4.3.2 振動特性と締固まり状況の関係

(1) コンクリートの配合は、用いた骨材等の材料の性質から締固めし易い配合として表-4.4 を選定し用いた。

表-4.4 コンクリートの配合(振動特性)

配合No	細骨材種類	W/C	s/a	単 位 量(kg/m ³)				
				W	C	S	G	混和剤
V-1-1	1	40	40	100	250	860	1314	なし

(2) 試験条件

表-4.5 に示す振動条件で締め固まり状況の比較を行った。

表-4.5 振動条件

振動 No	片振幅 (rpm)(cyc)	角振 動数	自重 (kg)	起振力 (kg)	上載 (kg)	振動E kg・m/回	1秒間 (kg・m)	1振E 比	時間E 比	加速度 (g)	1/時間E 1/加速度	VC修正 値VC (S)	備考			
1	3000	50	0.00050	314	16	80.48	20	0.0602	3.0121	1	5.03040	1	0.19879	60	35 基本	
2	3000	50	0.00040	314	16	64.38	20	0.0417	2.0877	0.6931	0.6931	4.02432	1.44272	0.24848	98	42 振動数一定
3	3000	50	0.00062	314	16	99.80	20	0.0866	4.3339	1.4388	1.4388	6.23770	0.69500	0.16031	44	29 振動数一定
4	3000	50	0.00068	314	16	109.4	20	0.1016	5.0816	1.6870	1.6870	6.84135	0.59273	0.14616	36	22 振動数一定
5	3000	50	0.00074	314	16	119.1	20	0.1177	5.8874	1.9545	1.9545	7.44500	0.51161	0.13431	39	26 振動数一定
6	3000	50	0.00050	314	16	80.48	20	0.0602	3.0121	1.0000	1.0000	5.03040	0.99997	0.19879	60	35 基本
7	3000	50	0.00050	314	16	80.48	20	0.0602	3.0121	1.0000	1.0000	5.03040	0.99997	0.19879	60	46 基本
8	2120	35	0.00066	221	16	53.05	20	0.0614	2.1700	1.0194	0.7204	3.31593	1.38803	0.30157	98	39 1振動E一定
9	2120	35	0.00070	221	16	56.27	20	0.0673	2.3810	1.1186	0.7905	3.51690	1.26500	0.28434	66	33
10	2320	39	0.00084	242	16	80.38	20	0.1005	3.8668	1.6685	1.2904	5.02404	0.77495	0.19904	46	26 起振力一定
11	2120	35	0.00083	221	16	66.31	20	0.0877	3.0991	1.4559	1.0289	4.14492	0.97189	0.24125	47	33 エネルギー一定
12	4240	71	0.00025	443	16	80.38	20	0.0300	2.1268	0.4995	0.7060	5.02414	1.41624	0.19903	103	81 起振力一定
13	4240	71	0.00035	443	16	112.5	20	0.0533	3.7728	0.8862	1.2525	7.03380	0.79836	0.14217	57	35
14	4240	71	0.00038	443	16	120.5	20	0.0602	4.2553	0.9995	1.4127	7.53622	0.70783	0.13269	52	35 1振動E一定
15	4240	71	0.00045	443	16	144.6	20	0.0831	5.8733	1.3796	1.9499	9.04346	0.51284	0.11057	35	24 E最大
16	6000	100	0.00018	628	16	115.9	20	0.0280	2.8062	0.4658	0.9316	7.24378	1.07336	0.13804	59	40 エネルギー一定
17	6000	100	0.00023	628	16	144.8	20	0.0415	4.1597	0.6904	1.3809	9.05473	0.72411	0.11043	50	45
18	3000	50	0.00050	314	16	80.48	0	0.0402	2.0121	0.6680	0.6680	5.03040	1.49694	0.19879	126	71 上載荷重変化
19	3000	50	0.00050	314	16	80.48	10	0.0502	2.5121	0.8340	0.8340	5.03040	1.19900	0.19879	93	64 上載荷重変化
20	3000	50	0.00050	314	16	80.48	20	0.0602	3.0121	1.0000	1.0000	5.03040	0.99997	0.19879	60	35 基本
21	3000	50	0.00050	314	16	80.48	30	0.0702	3.5121	1.1659	1.1660	5.03040	0.85761	0.19879	44	31 上載荷重変化
22	3000	50	0.00050	314	16	80.48	40	0.0802	4.0121	1.3319	1.3320	5.03040	0.75074	0.19879	41	28 上載荷重変化
23	3000	50	0.00060	314	16	96.58	0	0.0579	2.8975	0.9619	0.9619	6.03648	1.03954	0.16565	64	33 上載荷重変化
24	3000	50	0.00050	314	16	80.48	30	0.0702	3.5121	1.1659	1.1660	5.03040	0.85761	0.19879	67	53 上載荷重変化
25	3000	50	0.00050	314	16	80.48	40	0.0802	4.0121	1.3319	1.3320	5.03040	0.75074	0.19879	101	64 上載荷重変化

4.3.3 単位水量とコンシステンシーの関係

(1) コンクリートの配合

コンクリートの配合は、表-4.6に示すように細骨材率のみ(%)と一定とし、水セメント比35, 40, 45, 50の4水準でそれぞれ単位水量を100, 105, 110, 115 (kg / m³)に変化させた。

表-4.6 コンクリートの配合(単位水量)

No	種類	配合細骨材W/Cs/a		単位量 (kg/m ³)				単位容粗骨材K _p		K _m	β	バースト 容積	モルタル 容積
		W	C	S	G	積重量	容積	α	β				
1	1	35	40	100	286.0	848	1296	2530	0.783	1.25	1.72	190.8	514.5
2	1	35	40	105	300.0	838	1281	2524	0.774	1.32	1.76	200.2	520.1
3	1	35	40	110	314.3	828	1265	2518	0.765	1.40	1.80	209.8	525.9
4	1	35	40	115	328.6	818	1250	2512	0.756	1.49	1.84	219.3	531.6
5	1	40	40	100	250.0	860	1314	2525	0.794	1.16	1.67	179.4	507.6
6	1	40	40	105	262.5	851	1300	2518	0.786	1.23	1.71	188.3	513.0
7	1	40	40	110	275.0	841	1285	2512	0.777	1.30	1.75	197.3	518.4
8	1	40	40	115	287.5	832	1271	2506	0.768	1.37	1.78	206.3	523.8
9	1	45	40	100	222.2	869	1328	2520	0.803	1.09	1.64	170.5	502.3
10	1	45	40	105	233.3	860	1315	2514	0.795	1.15	1.67	179.1	507.4
11	1	45	40	110	244.4	851	1301	2507	0.786	1.22	1.70	187.6	512.6
12	1	45	40	115	255.6	842	1287	2501	0.778	1.29	1.74	196.1	517.7
13	1	50	40	100	200.0	877	1340	2517	0.810	1.03	1.61	163.5	498.1
14	1	50	40	105	210.0	868	1326	2510	0.802	1.09	1.64	171.7	503.0
15	1	50	40	110	220.0	860	1313	2503	0.794	1.16	1.67	179.8	507.9
16	1	50	40	115	230.0	851	1300	2497	0.786	1.22	1.71	188.0	512.8

4.3 4 細骨材率とコンシステンシーの関係

(1) コンクリートの配合

コンクリートの配合は、単位水量とコンクリートの関係の実験結果から単位水量 100 (kg/m³) 程度が転圧コンクリートとして適当であると考えられたことからこれを一定とし、水セメント比、0.35, 0.40, 0.45, 0.50の4水準についてそれぞれ締固まるまでに必要とする時間が最短となる細骨材率を見つけることを目標として、表-4.7に示す配合条件のコンクリートについて実施した。

表-4.7 コンクリートの配合(細骨材率)

配合 No	細骨材 種類	W/Cs/a		単位量 (kg/m ³)				単位容粗骨材		K _p α	K _m β	バースト 容積	モルタル 容積
		W	C	S	G	積重量	容積						
1	1	35	30	100	285.7	636	1512	2534	0.914	1.66	1.24	190.7	433.5
2	1	35	32	100	285.7	679	1469	2534	0.888	1.56	1.32	190.7	449.7
3	1	35	34	100	285.7	721	1426	2533	0.862	1.47	1.41	190.7	465.9
4	1	35	37	100	285.7	785	1361	2532	0.823	1.35	1.56	190.7	490.1
5	1	35	40	100	285.7	848	1296	2530	0.783	1.25	1.72	190.7	514.4
6	1	35	43	100	285.7	912	1231	2529	0.744	1.16	1.89	190.7	538.7
7	1	40	37	100	250.0	796	1380	2526	0.834	1.25	1.51	179.4	483.0
8	1	40	39	100	250.0	839	1336	2525	0.808	1.18	1.62	179.4	499.4
9	1	40	40	100	250.0	860	1314	2525	0.794	1.16	1.67	179.4	507.6
10	1	40	43	100	250.0	925	1248	2523	0.755	1.07	1.85	179.4	532.2
11	1	45	35	100	222.2	761	1439	2522	0.870	1.24	1.38	170.5	460.9
12	1	45	37	100	222.2	804	1395	2522	0.843	1.17	1.48	170.5	477.4
13	1	45	38	100	222.2	826	1373	2521	0.830	1.14	1.53	170.5	485.7
14	1	45	40	100	222.2	869	1328	2520	0.803	1.09	1.64	170.5	502.3
15	1	45	43	100	222.2	934	1262	2519	0.763	1.01	1.81	170.5	527.2
16	1	45	45	100	222.2	978	1218	2518	0.736	0.97	1.93	170.5	543.8
17	1	50	37	100	200.0	811	1407	2518	0.850	1.12	1.45	163.5	473.0
18	1	50	38	100	200.0	833	1384	2518	0.837	1.09	1.50	163.5	481.4
19	1	50	40	100	200.0	877	1340	2517	0.810	1.03	1.61	163.5	498.1
20	1	50	43	100	200.0	942	1273	2515	0.769	0.96	1.78	163.5	523.2
21	1	50	46	100	200.0	1008	1206	2514	0.729	0.90	1.97	163.5	548.3
22	1	50	48	100	200.0	1052	1161	2513	0.702	0.86	2.11	163.5	565.0

4.3.5 細骨材種類とコンシステンシーの関係

(1) コンクリートの配合

水セメント比を40(%)と一定とする表-4.8に示す配合について実施した。なお単位水量は、川砂で100(kg/m³) 砕砂で112(kg/m³)とした。この理由は基準となる細骨材率40%程度の配合ではほぼ同一のVC値(60秒程度)を得るのに必要な水量として実験結果に基づき単位水量を定めたためである。

表-4.8 コンクリートの配合(細骨材種類)

No	種類	配合細骨材 W/Cs/a				単位量 (kg/m ³)				単位容粗骨材				ペースト		備考	細骨材粗粒率
		W	C	S	G	重量	容積	Kp	Km	容積	容積	容積	容積				
1	1	40	37	100	250.0	796	1380	2526	0.834	1.25	1.51	179.4	483.0				2.72
2	1	40	39	100	250.0	839	1336	2525	0.808	1.18	1.62	179.4	499.4				2.72
3	1	40	40	100	250.0	860	1314	2525	0.794	1.16	1.67	179.4	507.6				2.72
4	1	40	43	100	250.0	925	1248	2523	0.755	1.07	1.85	179.4	532.2				2.72
5	2	40	37	100	250.0	796	1380	2526	0.834	1.09	1.51	179.4	483.0				2.53
6	2	40	40	100	250.0	860	1314	2525	0.794	1.01	1.67	179.4	507.6				2.53
7	2	40	41	100	250.0	882	1292	2524	0.781	0.99	1.73	179.4	515.8				2.53
8	2	40	43	100	250.0	925	1248	2523	0.755	0.94	1.85	179.4	532.2				2.53
9	3	40	33	100	250.0	710	1468	2528	0.887	1.45	1.33	179.4	450.2				3.03
10	3	40	35	100	250.0	753	1424	2527	0.861	1.36	1.42	179.4	466.6				3.03
11	3	40	37	100	250.0	796	1380	2526	0.834	1.29	1.51	179.4	483.0				3.03
12	3	40	40	100	250.0	860	1314	2525	0.794	1.19	1.67	179.4	507.6				3.03
13	3	40	43	100	250.0	925	1248	2523	0.755	1.11	1.85	179.4	532.2				3.03
14	4	40	37	112	280.0	775	1344	2511	0.812	1.38	1.60	200.9	496.6	砕砂			2.83
15	4	40	40	112	280.0	837	1280	2510	0.773	1.27	1.76	200.9	520.5	砕砂			2.83
16	4	40	41	112	280.0	858	1258	2509	0.761	1.24	1.82	200.9	528.5	砕砂			2.83
17	4	40	43	112	280.0	900	1216	2508	0.735	1.18	1.94	200.9	544.5	砕砂			2.83
18	5	40	37	112	280.0	775	1344	2511	0.812	1.38	1.60	200.9	496.6	砕砂+微粉			2.70
19	5	40	39	112	280.0	817	1301	2510	0.786	1.31	1.70	200.9	512.5	砕砂+微粉			2.70
20	5	40	41	112	280.0	858	1258	2509	0.761	1.24	1.82	200.9	528.5	砕砂+微粉			2.70
21	5	40	43	112	280.0	900	1216	2508	0.735	1.18	1.94	200.9	544.5	砕砂+微粉			2.70
22	4	40	40	100	250.0	860	1314	2525	0.794	1.16	1.67	179.4	507.6	単位水量			2.79
23	4	40	40	110	275.0	841	1285	2512	0.777	1.30	1.75	197.3	518.4	単位水量			2.79
24	4	40	40	113	282.5	836	1277	2508	0.772	1.34	1.77	202.7	521.6	単位水量			2.79
25	5	40	40	110	275.0	841	1285	2512	0.777	1.30	1.75	197.3	518.4	単位水量			2.79
26	5	40	40	115	287.5	832	1271	2506	0.768	1.37	1.78	206.3	523.8	単位水量			2.79

4.3.6 混和剤種類とコンシステンシーの関係

(1) コンクリートの配合

混和剤種類により所要のコンシステンシーを得るために必要な単位水量および細骨材率を把握するため表-4.9に示す配合のコンクリートについてコンシステンシーに関する試験を実施した。

表-4.9 コンクリートの配合(混和剤種類)

配合細骨材W/Cs/a			単位量 (kg/m ³)				単位容粗骨材				単位容積		混和剤種類	
No	種類		W	C	S	G	重量	容積	Kp	Km	容積	容積		混和剤
1	1	40 40	85	212.5	888	1357	2543	0.820	0.95	1.57	152.5	491.5	AE減水剤	C*0.25%
2	1	40 40	90	225.0	879	1343	2537	0.812	1.02	1.60	161.4	496.9	AE減水剤	C*0.25%
3	1	40 40	95	237.5	869	1329	2531	0.803	1.09	1.64	170.4	502.2	AE減水剤	C*0.25%
4	1	40 32	90	225.0	703	1522	2541	0.920	1.27	1.22	161.4	429.8	AE減水剤	C*0.25%
5	1	40 35	90	225.0	769	1455	2539	0.879	1.16	1.35	161.4	454.9	AE減水剤	C*0.25%
6	1	40 36	90	225.0	791	1432	2539	0.866	1.13	1.40	161.4	463.3	AE減水剤	C*0.25%
7	1	40 38	90	225.0	835	1388	2538	0.839	1.07	1.50	161.4	480.1	AE減水剤	C*0.25%
8	1	40 40	90	225.0	879	1343	2537	0.812	1.02	1.60	161.4	496.9	AE剤	C*0.10%
9	1	40 40	95	237.5	869	1329	2531	0.803	1.09	1.64	170.4	502.2	AE剤	C*0.10%
10	1	40 40	100	250.0	860	1314	2525	0.794	1.16	1.67	179.4	507.6	AE剤	C*0.10%
11	1	40 32	90	225.0	703	1522	2541	0.920	1.27	1.22	161.4	429.8	AE剤	C*0.10%
12	1	40 35	90	225.0	769	1455	2539	0.879	1.16	1.35	161.4	454.9	AE剤	C*0.10%
13	1	40 36	90	225.0	791	1432	2539	0.866	1.13	1.40	161.4	463.3	AE剤	C*0.10%
14	1	40 40	80	200.0	898	1372	2550	0.829	0.88	1.53	143.5	486.1	高AE減水剤	C*2.00%
15	1	40 40	85	212.5	888	1357	2543	0.820	0.95	1.57	152.5	491.5	高AE減水剤	C*2.00%
16	1	40 40	90	225.0	879	1343	2537	0.812	1.02	1.60	161.4	496.9	高AE減水剤	C*2.00%
17	1	40 37	85	212.5	822	1425	2545	0.861	1.03	1.41	152.5	466.1	高AE減水剤	C*2.00%
18	1	40 42	85	212.5	933	1312	2543	0.793	0.90	1.68	152.5	508.4	高AE減水剤	C*2.00%
19	1	40 43	85	212.5	955	1289	2542	0.779	0.88	1.73	152.5	516.9	高AE減水剤	C*2.00%
20	1	40 46	85	212.5	1021	1221	2541	0.738	0.83	1.92	152.5	542.3	高AE減水剤	C*2.00%
21	1	40 40	80	200.0	898	1372	2550	0.829	0.88	1.53	143.5	486.1	硬練り特殊	C*2.00%
22	1	40 40	85	212.5	888	1357	2543	0.820	0.95	1.57	152.5	491.5	硬練り特殊	C*2.00%
23	1	40 40	90	225.0	879	1343	2537	0.812	1.02	1.60	161.4	496.9	硬練り特殊	C*2.00%
24	1	40 40	80	200.0	898	1372	2550	0.829	0.88	1.53	143.5	486.1	硬練り特殊	C*2.00%
25	1	40 35	80	200.0	785	1486	2552	0.898	1.01	1.29	143.5	443.3	硬練り特殊	C*2.00%
26	1	40 37	80	200.0	830	1440	2551	0.871	0.96	1.38	143.5	460.4	硬練り特殊	C*2.00%
27	1	40 38	80	200.0	853	1417	2551	0.857	0.93	1.43	143.5	469.0	硬練り特殊	C*2.00%
28	1	40 41	80	200.0	920	1349	2549	0.815	0.86	1.59	143.5	494.7	硬練り特殊	C*2.00%
29	1	40 43	80	200.0	965	1303	2548	0.788	0.82	1.70	143.5	511.8	硬練り特殊	C*2.00%

4.4 試験結果

4.4.1 振動特性と締め固まり状況の関係

表-4.5に示した各振動条件下でVC試験を実施し、その結果得られた修正VC値、VC値を表-4.10に示す。また同一振動条件の下で得られた、容器内コンクリートの密度変化の測定結果を表-4.11に示す。これらの結果から、次のようなことが明かとなった。

- ① これまでの転圧コンクリートの施工で用いられてきた程度の配合に対しては、これまで行ってきたVC試験の振動条件(振動数3000rpm, 振幅1.0mm)で十分軟らかさおよび施工のし易さを評価することができる。
- ② コンクリートが振動により締め固められたかどうかを判定する指標として、VC値および修正VC値を用いた場合、今回の配合条件では、それぞれの締め固め状態に達するまでの振動エネルギーは、ほぼ一定となる。
- ③ 舗装要綱に示された振動台式コンシステンシー試験機では、振動エネルギーがVC試験時の約十分の一しかなく、超硬練りコンクリートのコンシステンシーの評価は難しい。
- ④ 振動数を一定として振幅を変化させたNo1~7, No8~11, No12~15の結果から、振幅が大きく単位時間当りのエネルギーの大きなものほど明確に修正VC値およびVC値が小さな値となっていた。
- ⑤ 上載荷重のみ変化させたNo1, 18~22の試験結果から上載荷重が大きなものほど修正VC値およびVC値が小さな値となっていた。これらのVC値は、ほぼ単位時間当りのエネルギーの逆数と比例関係にあった。

表-4.10 振動条件と修正VC値、VC値およびその時の密度の関係(W/C40, s/a40, W100)

No	振動条件			振動特性指標					締め固まり速度指標				
	振動数 $\omega/2\pi$ (cyc)	片振幅 r (mm)	上載荷重 W_u (kg)	自重 W_c (kg)	最大加速度 a_{max} (G)	単位時間当り のエネルギー F_{VT} (kg)	単位時間当り のエネルギー E_c (kg·m/s ²)	単位時間当り のエネルギー E_v (kg·m)	VC値 (s)	修正VC値 (s)	密度 (%)	修正VC値 (%)	単位時間当り のエネルギー 到達時間 (s)
1	50	0.00050	20	16	5.030	348.6	9.715	0.304	60	35	0.968	0.978	75
2	50	0.00040	20	16	4.024	239.2	5.584	0.156	98	42	0.949	0.971	180
3	50	0.00062	20	16	5.237	506.1	16.928	0.580	44	29	0.976	0.983	35
4	50	0.00068	20	16	5.841	595.5	21.607	0.765	36	22	0.977	0.983	36
5	50	0.00074	20	16	7.445	592.1	27.088	0.985	39	26	0.976	0.981	46
6	50	0.00050	20	16	5.030	348.6	9.715	0.304	60	35	0.968	0.974	80
7	50	0.00050	20	16	5.030	348.6	9.715	0.304	60	46	0.970	0.981	78
8	35	0.00066	20	16	3.315	174.1	4.992	0.174	98	39	0.950	0.968	
9	35	0.00070	20	16	3.516	191.6	5.727	0.208	66	33	0.956	0.973	112
10	39	0.00084	20	16	5.024	347.8	12.522	0.506	46	26	0.963	0.973	70
11	35	0.00083	20	16	4.144	251.3	8.490	0.340	47	33	0.975	0.983	55
12	71	0.00025	20	16	5.024	347.9	6.852	0.152	103	81	0.969	0.978	145
13	71	0.00035	20	16	7.033	525.5	16.461	0.416	57	35	0.970	0.980	52
14	71	0.00038	20	16	7.536	707.3	19.804	0.512	52	35	0.972	0.979	72
15	71	0.00045	20	16	9.043	882.4	32.511	0.884	35	24	0.975	0.981	42
16	100	0.00018	20	16	7.243	559.1	12.584	0.227	59	40	0.975	0.982	90
17	100	0.00023	20	16	9.054	884.6	23.053	0.443	50	45	0.975	0.987	55
18	50	0.00050	0	16	5.030	248.0	6.200	0.304	126	71	0.962	0.958	
19	50	0.00050	10	16	5.030	298.3	7.957	0.304	93	64	0.964	0.971	180
20	50	0.00050	20	16	5.030	348.6	9.715	0.304	60	35	0.968	0.973	75
21	50	0.00050	30	16	5.030	398.9	11.473	0.304	44	31	0.972	0.979	50
22	50	0.00050	40	16	5.030	449.2	13.230	0.304	41	28	0.983	0.986	40
23	50	0.00060	0	16	5.036	357.1	10.713	0.525	64	33	0.966	0.953	
24	50	0.00050	30	16	5.030	398.9	11.473	0.304	67	53	0.973	0.982	87
25	50	0.00050	40	16	5.030	449.2	13.230	0.304	101	64	0.978	0.988	71

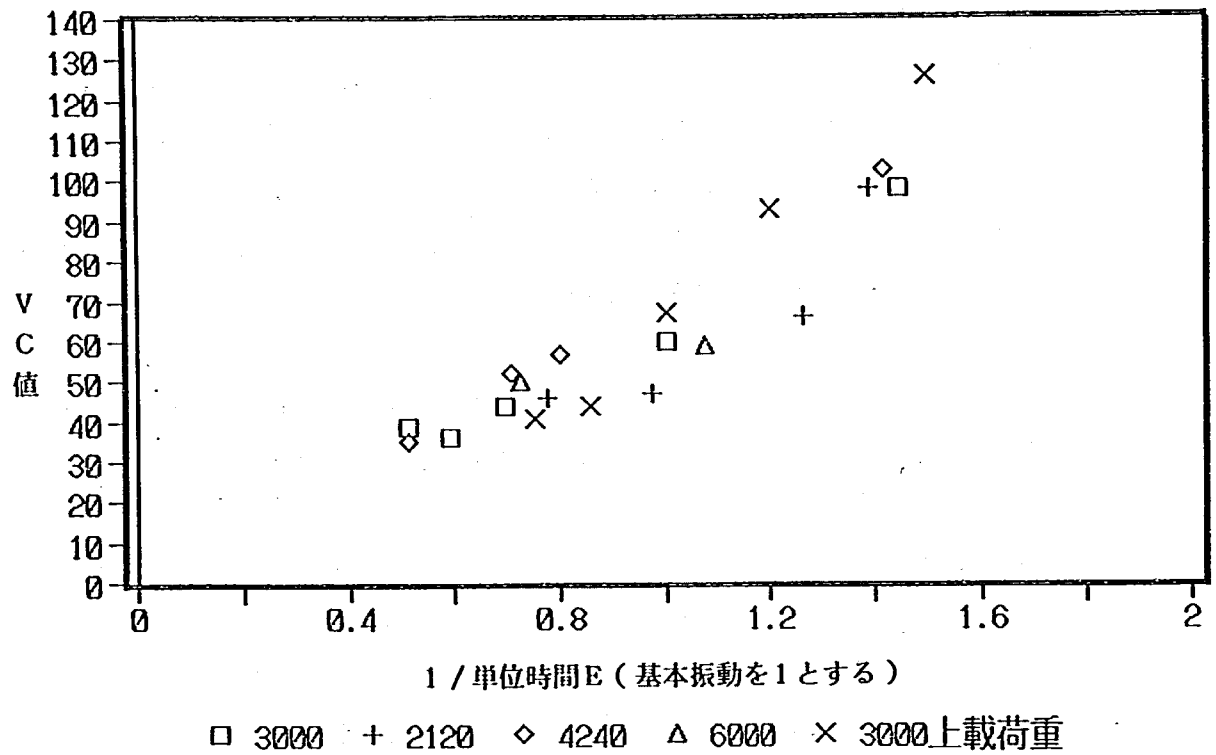


図- 4.1.1 単位時間締固めエネルギーとVC値の関係

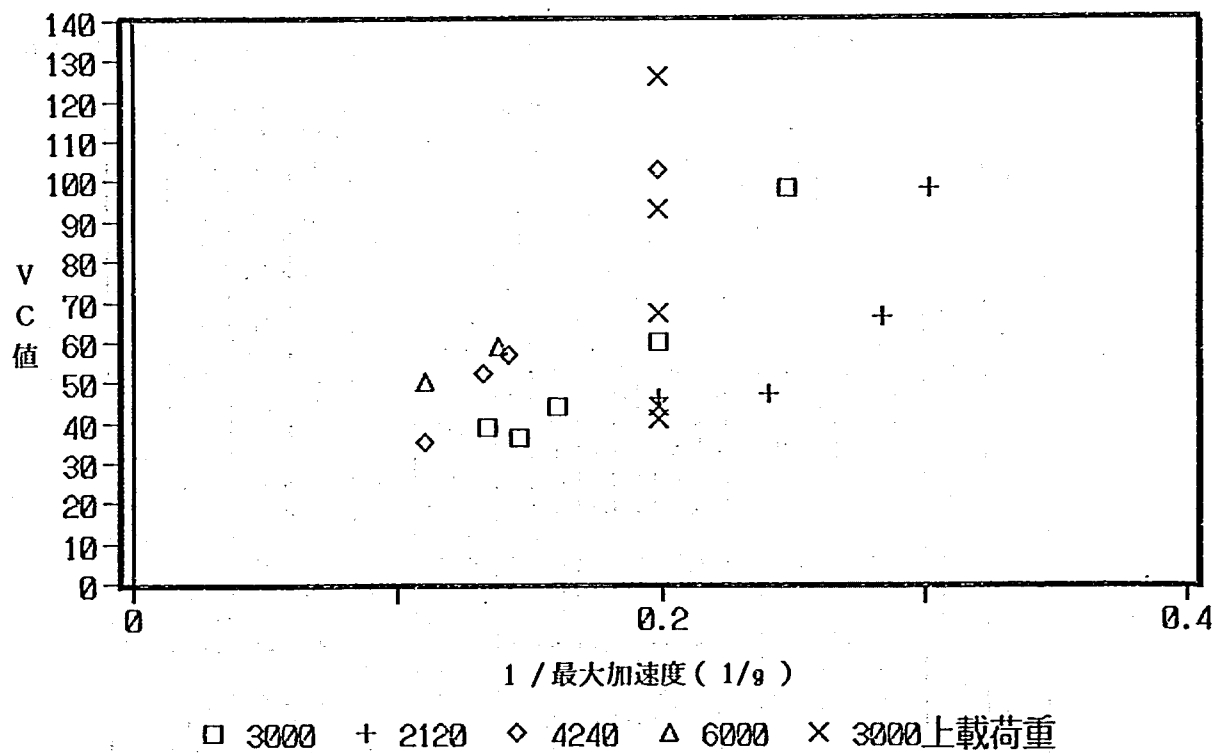


図- 4.1.2 振動最大加速度とVC値の関係

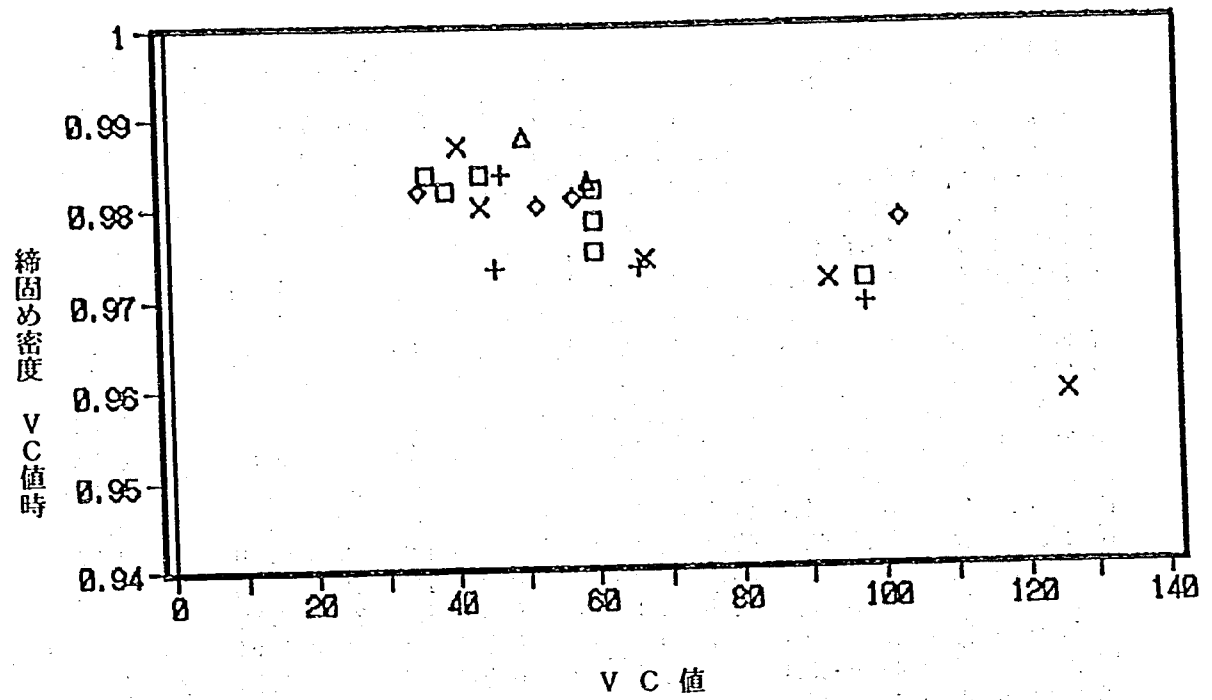


図- 4.1.3 V C 値とその時の締固め密度

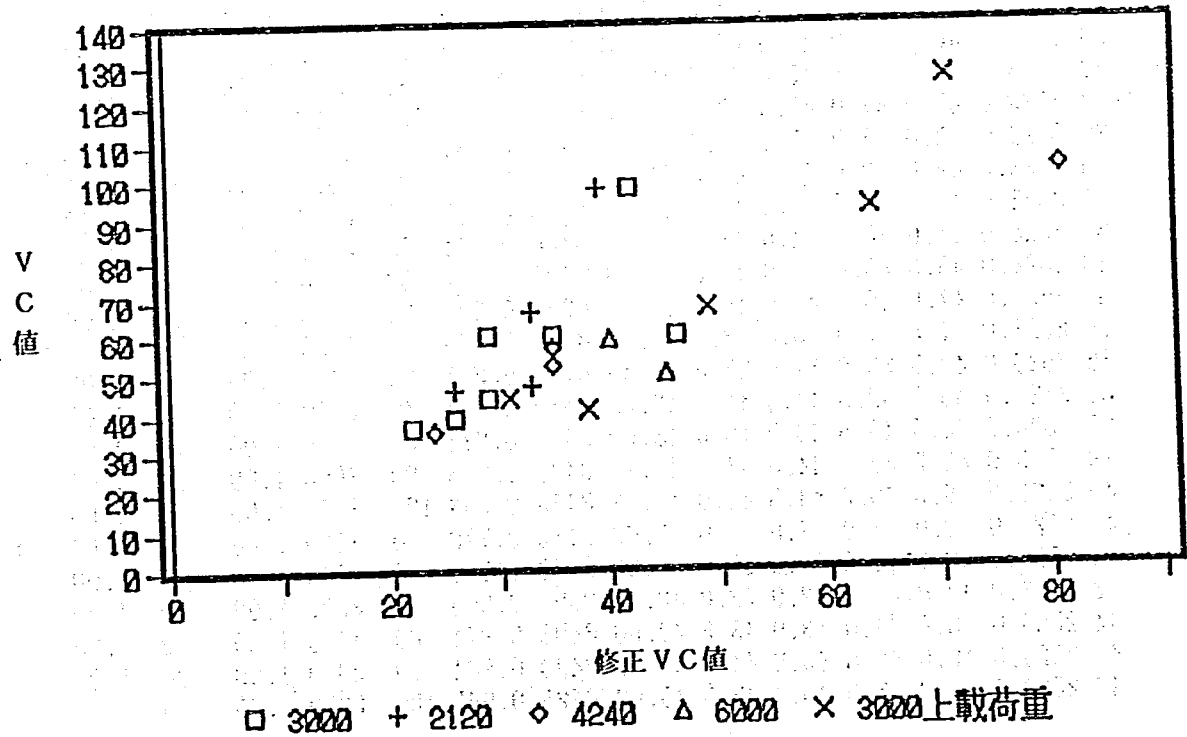


図- 4.1.4 修正 V C 値と V C 値の関係

表-4.11.1 締め固め密度の経時変化 振動条件(3000 rpm, 振幅変化)

No	U.Weight (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	測定振動数振幅			上載 荷重 (kg)	試験日
		1	2	3	4				時間 (s)	(rpm)	(mm)		
1	2528.0	8.0	8.0	7.5	7.5	7.75	8109	0.780	0	3000	1.00	20	1.00 2/20
2	2528.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.00	6696	0.945	20	3000	1.00	20	1.00
3	2528.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.00	6560	0.964	40	3000	1.00	20	1.00
4	2528.0	43.5	43.5	43.5	44.0	43.63	6487	0.975	60	3000	1.00	20	1.00
5	2528.0	45.0	45.0	44.5	45.0	44.88	6430	0.984	90	3000	1.00	20	1.00
6	2528.0	46.0	46.0	45.5	45.5	45.75	6391	0.990	120	3000	1.00	20	1.00
7	2528.0	46.5	46.0	45.5	46.0	46.00	6379	0.992	150	3000	1.00	20	1.00
8	2528.0	8.0	8.0	7.0	7.5	7.63	8115	0.779	0	3000	0.80	20	0.64 2/20
9	2528.0	35.5	35.0	34.0	35.0	34.88	6883	0.919	20	3000	0.80	20	0.64
10	2528.0	38.5	38.5	38.0	38.0	38.25	6730	0.940	40	3000	0.80	20	0.64
11	2528.0	40.5	40.0	39.5	40.0	40.00	6651	0.951	60	3000	0.80	20	0.64
12	2528.0	42.0	42.0	41.0	41.5	41.63	6577	0.962	90	3000	0.80	20	0.64
13	2528.0	43.0	43.5	42.5	42.5	42.88	6521	0.970	120	3000	0.80	20	0.64
14	2528.0	44.0	44.0	43.5	43.5	43.75	6481	0.976	150	3000	0.80	20	0.64
15	2528.0	45.0	45.0	43.5	44.0	44.38	6453	0.980	180	3000	0.80	20	0.64
16	2528.0	10.0	10.0	9.0	9.5	9.63	8024	0.788	0	3000	1.24	20	1.46 2/20
17	2528.0	44.0	43.0	42.0	43.0	43.00	6515	0.971	20	3000	1.24	20	1.46
18	2528.0	46.0	44.5	43.5	45.0	44.75	6436	0.983	40	3000	1.24	20	1.46
19	2528.0	46.5	45.0	44.0	45.0	45.13	6419	0.985	60	3000	1.24	20	1.46
20	2528.0	47.5	46.5	45.0	46.0	46.25	6368	0.993	90	3000	1.24	20	1.46
21	2528.0	48.0	46.5	45.5	47.0	46.75	6346	0.997	120	3000	1.24	20	1.46
22	2528.0	48.5	47.0	46.0	47.5	47.25	6323	1.000	150	3000	1.24	20	1.46
23	2528.0	11.0	10.0	9.5	10.0	10.13	8002	0.790	0	3000	1.36	20	1.72 2/20
24	2528.0	44.5	43.0	42.0	43.0	43.13	6509	0.972	20	3000	1.36	20	1.72
25	2528.0	46.0	45.0	43.5	44.0	44.63	6442	0.982	40	3000	1.36	20	1.72
26	2528.0	46.5	46.0	44.0	45.0	45.38	6408	0.987	60	3000	1.36	20	1.72
27	2528.0	47.5	46.5	45.0	46.5	46.38	6363	0.994	90	3000	1.36	20	1.72
28	2528.0	47.5	47.0	45.5	46.5	46.63	6351	0.996	120	3000	1.36	20	1.72
29	2528.0	8.0	8.0	7.5	8.0	7.88	8103	0.781	0	3000	1.41	20	2.00 2/20
30	2528.0	42.0	42.0	40.5	40.5	41.25	6594	0.959	20	3000	1.41	20	2.00
31	2528.0	44.5	44.5	43.5	43.5	44.00	6470	0.978	40	3000	1.41	20	2.00
32	2528.0	45.0	45.5	44.5	44.5	44.88	6430	0.984	60	3000	1.41	20	2.00
33	2528.0	45.5	46.0	45.0	45.0	45.38	6408	0.987	90	3000	1.41	20	2.00
34	2528.0	47.0	46.5	46.0	45.5	46.25	6368	0.993	120	3000	1.41	20	2.00
35	2528.0	7.5	7.0	6.0	6.5	6.75	8154	0.776	0	3000	1.00	20	1.00 2/17
36	2528.0	40.0	39.0	37.0	38.0	38.50	6719	0.941	20	3000	1.00	20	1.00
37	2528.0	43.5	42.5	41.5	41.5	42.25	6549	0.966	40	3000	1.00	20	1.00
38	2528.0	44.5	43.5	43.0	43.0	43.50	6493	0.974	60	3000	1.00	20	1.00
39	2528.0	45.5	45.0	44.5	44.0	44.75	6436	0.983	90	3000	1.00	20	1.00
40	2528.0	45.5	45.3	44.5	44.0	44.83	6433	0.983	120	3000	1.00	20	1.00
41	2528.0	8.0	8.0	7.5	7.0	7.63	8115	0.779	0	3000	1.00	20	1.00 2/18
42	2528.0	40.0	40.0	39.0	39.0	39.50	6673	0.948	20	3000	1.00	20	1.00
43	2528.0	42.0	42.5	42.0	42.0	42.13	6555	0.965	40	3000	1.00	20	1.00
44	2528.0	43.5	44.0	43.0	43.5	43.50	6493	0.974	60	3000	1.00	20	1.00
45	2528.0	45.0	45.0	45.0	44.5	44.88	6430	0.984	90	3000	1.00	20	1.00
46	2528.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.00	6425	0.985	120	3000	1.00	20	1.00

表- 4.11.2 締め固め密度の経時変化 振動条件 (2120 vpm, 振幅変化)

No	U.Weight (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	測定振動数振幅			上載 荷重 (kg)	試験日
		1	2	3	4				時間 (s)	(rpm)	(mm)		
1	2528.0	7.5	7.5	7.5	8.0	7.63	8115	0.779	0	2120	1.32	20	0.70 2/18
2	2528.0	36.5	36.5	36.0	36.5	36.38	6815	0.928	20	2120	1.32	20	0.70
3	2528.0	40.0	39.5	39.0	39.5	39.50	6673	0.948	40	2120	1.32	20	0.70
4	2528.0	41.5	40.5	40.0	41.5	40.88	6611	0.957	60	2120	1.32	20	0.70
5	2528.0	43.0	42.5	41.0	42.5	42.25	6549	0.966	90	2120	1.32	20	0.70
6	2528.0	43.5	43.0	42.5	43.0	43.00	6515	0.971	120	2120	1.32	20	0.70
7	2528.0	44.0	43.5	43.0	44.0	43.63	6487	0.975	150	2120	1.32	20	0.70
8	2528.0	44.5	44.0	43.5	44.0	44.00	6470	0.978	180	2120	1.32	20	0.70
9	2528.0	8.0	8.0	7.0	7.0	7.50	8120	0.779	0	2120	1.40	20	0.77 2/18
10	2528.0	39.0	38.5	37.0	38.0	38.13	6736	0.939	20	2120	1.40	20	0.77
11	2528.0	42.0	41.5	4.5	41.0	32.25	7001	0.903	40	2120	1.40	20	0.77
12	2528.0	43.5	43.0	42.0	42.5	42.75	6526	0.969	60	2120	1.40	20	0.77
13	2528.0	44.5	44.0	43.0	44.0	43.88	6476	0.977	90	2120	1.40	20	0.77
14	2528.0	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.981	120	2120	1.40	20	0.77
15	2528.0	45.5	45.0	44.5	45.0	45.00	6425	0.985	150	2120	1.40	20	0.77
16	2528.0	7.5	7.0	7.0	8.0	7.38	8126	0.778	0	2320	1.67	20	1.29 2/18
17	2528.0	40.0	40.0	39.5	40.0	39.88	6656	0.950	20	2320	1.67	20	1.29
18	2528.0	43.0	42.5	42.5	43.5	42.88	6521	0.970	40	2320	1.67	20	1.29
19	2528.0	44.0	43.5	43.5	43.5	43.63	6487	0.975	60	2320	1.67	20	1.29
20	2528.0	42.0	41.0	41.0	42.0	41.50	6583	0.961	90	2320	1.67	20	1.29
21	2528.0	44.5	44.0	43.5	44.5	44.13	6464	0.979	120	2320	1.67	20	1.29
22	2528.0	44.5	43.5	43.0	44.0	43.75	6481	0.976	150	2320	1.67	20	1.29
23	2528.0	45.5	45.0	44.5	45.0	45.00	6425	0.985	180	2320	1.67	20	1.29
24	2528.0	10.5	10.5	10.0	11.0	10.50	7985	0.792	0	2120	1.75	20	1.02 2/20
25	2528.0	40.0	40.0	40.0	40.5	40.13	6645	0.952	20	2120	1.75	20	1.02
26	2528.0	43.5	43.5	43.0	43.5	43.38	6498	0.973	40	2120	1.75	20	1.02
27	2528.0	45.0	44.5	44.0	45.0	44.63	6442	0.982	60	2120	1.75	20	1.02
28	2528.0	45.5	45.5	45.0	45.0	45.25	6413	0.986	90	2120	1.75	20	1.02
29	2528.0	46.0	46.0	45.5	46.0	45.88	6385	0.991	120	2120	1.75	20	1.02
30	2528.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.00	6379	0.992	150	2120	1.75	20	1.02

表-4.11.3 締め固め密度の経時変化 振動条件 (4240 vpm, 振幅変化)

No	U.Weight (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	測定振動数振幅			上載 荷重 (kg)	試験日
		1	2	3	4				時間 (s)	(rpm)	(mm)		
1	2528.0	7.0	7.0	7.0	6.5	6.88	8149	0.776	0	4240	0.50	20	2/18
2	2528.0	37.0	36.5	36.0	37.0	36.63	6803	0.930	20	4240	0.50	20	
3	2528.0	39.0	38.0	38.0	38.5	38.38	6724	0.941	40	4240	0.50	20	
4	2528.0	40.5	40.0	39.5	40.5	40.13	6645	0.952	60	4240	0.50	20	
5	2528.0	42.5	42.0	41.5	42.5	42.13	6555	0.965	90	4240	0.50	20	
6	2528.0	44.0	43.0	43.0	44.0	43.50	6493	0.974	120	4240	0.50	20	
7	2528.0	45.0	44.5	43.5	45.0	44.50	6447	0.981	150	4240	0.50	20	
8	2528.0	46.0	45.0	44.0	45.0	45.00	6425	0.985	180	4240	0.50	20	
9	2528.0	8.5	8.5	7.5	7.5	8.00	8098	0.781	0	4240	0.70	20	2/18
10	2528.0	41.0	40.5	39.5	40.0	40.25	6639	0.953	20	4240	0.70	20	
11	2528.0	44.0	44.0	43.0	43.5	43.63	6487	0.975	40	4240	0.70	20	
12	2528.0	45.5	45.0	44.0	44.5	44.75	6436	0.983	60	4240	0.70	20	
13	2528.0	46.0	46.0	45.5	45.0	45.63	6396	0.989	90	4240	0.70	20	
14	2528.0	47.0	47.0	46.5	46.0	46.63	6351	0.996	120	4240	0.70	20	
15	2528.0	9.0	9.0	8.0	8.0	8.50	8075	0.783	0	4240	0.75	20	2/18
16	2528.0	40.5	40.5	39.5	40.0	40.13	6645	0.952	20	4240	0.75	20	
17	2528.0	43.5	43.0	42.0	42.5	42.75	6526	0.969	40	4240	0.75	20	
18	2528.0	44.5	44.0	43.0	43.5	43.75	6481	0.976	60	4240	0.75	20	
19	2528.0	46.0	46.0	44.0	45.0	45.25	6413	0.986	90	4240	0.75	20	
20	2528.0	47.0	46.5	45.0	45.0	45.88	6385	0.991	120	4240	0.75	20	
21	2528.0	10.5	10.0	10.0	10.0	10.13	8002	0.790	0	4000	0.89	20	2/20
22	2528.0	43.5	43.5	43.0	43.0	43.25	6504	0.973	20	4000	0.89	20	
23	2528.0	44.5	44.5	44.0	44.0	44.25	6459	0.979	40	4000	0.89	20	
24	2528.0	45.5	45.5	45.5	45.5	45.50	6402	0.988	60	4000	0.89	20	
25	2528.0	46.5	46.5	46.0	46.0	46.25	6368	0.993	90	4000	0.89	20	
26	2528.0	47.0	47.0	46.5	46.5	46.75	6346	0.997	120	4000	0.89	20	

表-4.11.4 締め固め密度の経時変化 振動条件(6000 vpm, 振幅変化)

No	U.Weight (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	測定振動数振幅			上載 荷重 (kg)	I材料 比	試験日
		1	2	3	4				時間 (s)	(rpm)	(mm)			
1	2528.0	10.0	9.0	8.0	9.5	9.13	8047	0.786	0	6000	0.37	20	0.95	2/20
2	2528.0	39.0	38.0	37.5	38.0	38.13	6736	0.939	20	6000	0.37	20	0.95	
3	2528.0	42.0	41.0	40.0	40.5	40.88	6611	0.957	40	6000	0.37	20	0.95	
4	2528.0	44.0	43.0	42.0	43.0	43.00	6515	0.971	60	6000	0.37	20	0.95	
5	2528.0	45.5	45.0	43.0	44.0	44.38	6453	0.980	90	6000	0.37	20	0.95	
6	2528.0	46.5	45.5	45.0	45.0	45.50	6402	0.988	120	6000	0.37	20	0.95	
7	2528.0	47.0	47.0	45.0	45.5	46.13	6374	0.992	150	6000	0.37	20	0.95	
8	2528.0	9.0	9.0	8.5	8.5	8.75	8064	0.784	0	6000	0.45	20	1.43	2/20
9	2528.0	41.0	41.0	39.5	40.0	40.38	6634	0.953	20	6000	0.45	20	1.43	
10	2528.0	43.0	42.5	41.0	42.0	42.13	6555	0.965	40	6000	0.45	20	1.43	
11	2528.0	46.0	45.0	44.0	45.0	45.00	6425	0.985	60	6000	0.45	20	1.43	
12	2528.0	47.0	46.0	45.0	46.5	46.13	6374	0.992	90	6000	0.45	20	1.43	
13	2528.0	47.5	47.0	46.0	46.5	46.75	6346	0.997	120	6000	0.45	20	1.43	

表- 4.11.5 締め固め密度の経時変化 振動条件 (3000 rpm, 上載荷重変化)

No	U.Weight (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	測定振動数振幅			上載 荷重 (kg)	材料 比
		1	2	3	4				時間 (s)	(rpm)	(mm)		
1	2528.0	3.0	2.5	2.0	2.5	2.50	8346	0.758	0	3000	1.00	0	0.74
2	2528.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.00	6877	0.920	20	3000	1.00	0	0.74
3	2528.0	39.5	39.5	39.0	39.0	39.25	6685	0.946	40	3000	1.00	0	0.74
4	2528.0	41.5	41.5	41.0	41.0	41.25	6594	0.959	60	3000	1.00	0	0.74
5	2528.0	42.5	42.0	42.0	42.0	42.13	6555	0.965	90	3000	1.00	0	0.74
6	2528.0	42.5	42.0	42.0	42.0	42.13	6555	0.965	120	3000	1.00	0	0.74
7	2528.0	42.0	41.5	41.0	42.0	41.63	6577	0.962	150	3000	1.00	0	0.74
8	2528.0	40.5	40.0	40.0	40.0	40.13	6645	0.952	180	3000	1.00	0	0.74
9	2528.0	3.0	3.0	2.5	2.0	2.63	8341	0.758	0	3000	1.00	10	0.87
10	2528.0	35.5	35.5	34.5	34.5	35.00	6877	0.920	20	3000	1.00	10	0.87
11	2528.0	39.0	39.0	38.0	38.0	38.50	6719	0.941	40	3000	1.00	10	0.87
12	2528.0	41.0	40.5	40.0	40.0	40.38	6634	0.953	60	3000	1.00	10	0.87
13	2528.0	43.0	42.0	41.0	42.0	42.00	6560	0.964	90	3000	1.00	10	0.87
14	2528.0	43.5	43.5	42.5	42.5	43.00	6515	0.971	120	3000	1.00	10	0.87
15	2528.0	44.0	44.0	43.5	43.0	43.63	6487	0.975	150	3000	1.00	10	0.87
16	2528.0	44.5	45.0	44.0	44.0	44.38	6453	0.980	180	3000	1.00	10	0.87
17	2528.0	6.0	4.0	3.5	4.0	4.38	8262	0.766	0	3000	1.00	20	1.00
18	2528.0	38.0	36.5	36.0	37.0	36.88	6792	0.931	20	3000	1.00	20	1.00
19	2528.0	41.0	40.0	39.5	40.5	40.25	6639	0.953	40	3000	1.00	20	1.00
20	2528.0	42.5	42.0	41.0	42.0	41.88	6566	0.963	60	3000	1.00	20	1.00
21	2528.0	44.0	43.0	42.0	42.5	42.88	6521	0.970	90	3000	1.00	20	1.00
22	2528.0	44.5	43.5	43.0	43.0	43.50	6493	0.974	120	3000	1.00	20	1.00
23	2528.0	44.0	44.0	42.0	42.5	43.13	6509	0.972	150	3000	1.00	20	1.00
24	2528.0	44.0	44.0	42.5	42.5	43.25	6504	0.973	180	3000	1.00	20	1.00
25	2528.0	10.5	9.5	9.5	9.5	9.75	8019	0.789	0	3000	1.00	30	1.13
26	2528.0	41.0	40.5	40.5	40.0	40.50	6628	0.954	20	3000	1.00	30	1.13
27	2528.0	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.974	40	3000	1.00	30	1.13
28	2528.0	45.5	45.5	44.5	44.5	45.00	6425	0.985	60	3000	1.00	30	1.13
29	2528.0	46.0	45.5	45.0	45.0	45.38	6408	0.987	90	3000	1.00	30	1.13
30	2528.0	46.5	46.5	46.0	46.0	46.25	6368	0.993	120	3000	1.00	30	1.13
31	2528.0	10.2	10.2	11.0	11.5	10.73	7974	0.793	0	3000	1.00	40	1.26
32	2528.0	41.5	41.5	41.5	41.5	41.50	6583	0.961	20	3000	1.00	40	1.26
33	2528.0	45.0	45.0	44.0	43.5	44.38	6453	0.980	40	3000	1.00	40	1.26
34	2528.0	45.0	45.5	45.5	45.5	45.38	6408	0.987	60	3000	1.00	40	1.26
35	2528.0	46.0	46.0	45.5	46.0	45.88	6385	0.991	90	3000	1.00	40	1.26
36	2528.0	47.0	47.0	46.5	46.0	46.63	6351	0.996	120	3000	1.00	40	1.26
37	2528.0	12.5	12.0	11.5	12.0	12.00	7917	0.799	0	3000	1.20	0	1.00
38	2528.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.00	6696	0.945	20	3000	1.20	0	1.00
39	2528.0	41.0	41.0	41.0	41.5	41.13	6600	0.958	40	3000	1.20	0	1.00
40	2528.0	41.5	41.5	41.5	41.5	41.50	6583	0.961	60	3000	1.20	0	1.00
41	2528.0	41.5	41.5	41.0	41.5	41.38	6589	0.960	90	3000	1.20	0	1.00
42	2528.0	41.0	41.0	40.0	41.0	40.75	6617	0.956	120	3000	1.20	0	1.00
43	2528.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.88	8239	0.768	0	3000	1.00	30	1.13
44	2528.0	39.0	39.0	38.0	38.0	38.50	6719	0.941	20	3000	1.00	30	1.13
45	2528.0	42.0	42.0	41.0	41.0	41.50	6583	0.961	40	3000	1.00	30	1.13
46	2528.0	43.5	43.5	42.5	42.5	43.00	6515	0.971	60	3000	1.00	30	1.13
47	2528.0	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.981	90	3000	1.00	30	1.13
48	2528.0	45.5	45.5	45.0	44.5	45.13	6419	0.985	120	3000	1.00	30	1.13
49	2528.0	46.0	46.0	45.5	45.0	45.63	6396	0.989	150	3000	1.00	30	1.13
50	2528.0	8.0	7.5	7.0	7.0	7.38	8126	0.778	0	3000	1.00	40	1.27
51	2528.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.00	6696	0.945	20	3000	1.00	40	1.27
52	2528.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.00	6560	0.964	40	3000	1.00	40	1.27
53	2528.0	43.5	44.0	44.0	44.0	43.88	6476	0.977	60	3000	1.00	40	1.27
54	2528.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.00	6425	0.985	90	3000	1.00	40	1.27
55	2528.0	46.0	46.0	46.0	45.5	45.88	6385	0.991	120	3000	1.00	40	1.27
56	2528.0	46.0	46.5	46.0	46.0	46.13	6374	0.992	150	3000	1.00	40	1.27

4.4.2 単位水量とコンシステンシーの関係

表-4.6に示した配合条件のコンクリートについてVC試験を実施し、その結果得られた修正VC値、VC値を表-4.12に示す。また同一条件の下で得られた、容器内コンクリートの密度変化の測定結果を表-4.13に示す。これらの結果から、次のようなことが明かとなった。

- ① 水セメント比が変化しても、同一のVC値あるいは修正VC値を得るのに必要な単位水量はほぼ一定である。これは、コンクリートの軟らかさあるいは施工のし易さが単位水量と密接な関係にあることを示し、有スランブコンクリートと同じ性状を示すことがわかった。(図-4.2)
- ② 測定したVC値と修正VC値を比較した結果、図-4.3に示すようにVC値と修正VC値が比例関係にあることがわかった。またその比例定数も配合によらずほぼ一定値を示すことがわかった。今回の試験の範囲では両者の比例定数はVC値：修正VC値が1.5～3.0：1の間に存在した。
- ③ 今回の使用材料で修正VC値を30～40(sec)とするには、水セメント比0.35～0.50ともほぼ100(kg/m³)の単位水量とする必要があることがわかった。単位水量が105(kg/m³)を割るものから、修正VC値およびVC値が急激に大きくなり始めた。

表-4.12 単位水量とVC値, 修正VC値の関係

No	U.Wei (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ³)	密度 (%)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ³)	密度 (%)	修正VCW/C s/a			単位粗骨材K p Km				
		1	2	3	4				1	2	3	4				VC 値	水量	容積率 α	β				
1	2511.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.00	6515	0.977	44.0	44.0	44.0	44.0	44.00	6470	0.984	46	62	35	40	100	0.783	1.25	1.72
2	2525.0	43.0	43.5	43.0	42.5	43.00	6515	0.972	44.0	44.5	44.0	43.5	44.00	6470	0.979	33	46	35	40	105	0.774	1.32	1.76
3	2520.0	44.5	44.5	43.5	43.5	44.00	6470	0.981	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.984	25	31	35	40	110	0.765	1.40	1.80
4	2513.0	44.5	44.0	43.0	43.5	43.75	6481	0.982	45.0	44.0	43.0	43.5	43.88	6476	0.983	17	20	35	40	115	0.756	1.49	1.84
5	2525.0	42.0	42.0	41.0	42.0	41.75	6572	0.964	43.0	43.5	42.0	43.0	42.88	6521	0.971	27	59	40	40	100	0.794	1.16	1.67
6	2519.5	42.5	43.0	42.5	43.0	42.75	6526	0.972	44.5	44.0	43.0	44.0	43.88	6476	0.980	24	48	40	40	105	0.786	1.23	1.71
7	2513.0	42.0	41.5	41.0	41.0	41.38	6589	0.966	43.5	43.0	42.5	42.5	42.88	6521	0.976	20	39	40	40	110	0.777	1.30	1.75
8	2506.5	43.5	44.0	43.0	43.0	43.38	6498	0.982	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.983	15	16	40	40	115	0.768	1.37	1.78
9	2521.0	37.5	37.0	37.0	37.5	37.25	6775	0.936	41.0	40.0	40.0	40.5	40.38	6634	0.956	31	59	45	40	100	0.803	1.09	1.64
10	2515.0	38.0	37.5	37.5	37.5	37.63	6758	0.941	42.0	42.0	41.0	42.0	41.75	6572	0.967	17	40	45	40	105	0.795	1.15	1.67
11	2508.0	40.5	40.0	39.0	39.5	39.75	6662	0.957	43.0	43.0	42.0	42.5	42.63	6532	0.976	15	30	45	40	110	0.786	1.22	1.70
12	2501.6	44.0	43.5	42.5	42.5	43.13	6509	0.982	44.5	44.5	43.0	43.5	43.88	6476	0.987	14	16	45	40	115	0.778	1.29	1.74
13	2517.0	37.5	37.0	37.0	37.0	37.13	6781	0.937	40.0	40.0	39.5	39.5	39.75	6662	0.954	37	59	50	40	100	0.810	1.03	1.61
14	2512.0	39.0	38.5	38.0	38.0	38.38	6724	0.947	42.0	42.0	41.5	41.0	41.63	6577	0.968	24	48	50	40	105	0.802	1.09	1.64
15	2503.0	39.0	38.5	37.5	38.0	38.25	6730	0.949	43.0	42.5	42.0	42.5	42.50	6538	0.977	15	36	50	40	110	0.794	1.16	1.67
16	2497.0	38.0	38.0	37.5	37.5	37.75	6753	0.948	42.5	42.0	42.0	42.0	42.13	6555	0.977	11	29	50	40	115	0.786	1.22	1.71

表- 4.13.1 締め固め密度の経時変化 (W/C 35, S/A 40)

U. Wei (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ³)	密度 (%)	測定 W/C s/a			単位 水量
	1	2	3	4							
1 2531.0	5.5	5.0	4.0	4.5	4.75	8245	0.766	0	35	40	100
2 2531.0	40.5	40.0	39.5	40.0	40.00	6651	0.950	20	35	40	
3 2531.0	43.0	42.5	41.5	42.5	42.38	6543	0.966	40	35	40	
4 2531.0	44.5	44.0	43.0	44.0	43.88	6476	0.976	60	35	40	
5 2531.0	46.0	45.0	45.0	44.0	45.00	6425	0.983	90	35	40	
6 2526.0	11.5	11.0	10.5	11.0	11.00	7962	0.795	0	35	40	105
7 2526.0	43.0	42.5	42.0	42.0	42.38	6543	0.967	20	35	40	
8 2526.0	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.975	40	35	40	
9 2526.0	45.0	44.5	44.0	44.0	44.38	6453	0.981	60	35	40	
10 2519.0	7.5	7.0	6.5	6.5	6.88	8149	0.779	0	35	40	110
11 2519.0	42.5	42.5	41.5	41.5	42.00	6560	0.968	20	35	40	
12 2519.0	44.0	44.0	43.0	43.5	43.63	6487	0.979	40	35	40	
13 2519.0	45.0	45.0	44.0	43.5	44.38	6453	0.984	60	35	40	
14 2513.0	13.0	13.0	12.5	13.0	12.88	7877	0.808	0	35	40	115
15 2513.0	45.0	45.0	44.0	45.0	44.75	6436	0.989	20	35	40	

表-4.13.2 締め固め密度の経時変化 (W/C40, S/A40)

No	U.Weight (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	測定			単位 水量 kg/m ³	細骨材 FM
		1	2	3	4				時間	W/C	s/a		
1	2525.0	4.5	4.5	3.5	3.5	4.00	8279	0.765	0	40	40	100	2.79 2/6再試験
2	2525.0	40.5	40.0	39.0	40.0	39.88	6656	0.951	20	40	40	100	2.79 2/6再試験
3	2525.0	43.0	42.5	42.0	42.5	42.50	6538	0.969	40	40	40	100	2.79 2/6再試験
4	2525.0	43.5	43.5	43.5	43.5	43.50	6493	0.975	60	40	40	100	2.79 2/6再試験
5	2525.0	45.0	45.0	44.0	44.5	44.63	6442	0.983	90	40	40	100	2.79 2/6再試験
6	2525.0	46.0	46.0	45.0	45.0	45.50	6402	0.989	120	40	40	100	2.79 2/6再試験
7	2519.5	10.5	10.5	10.0	10.0	10.25	7996	0.794	0	40	40	105	2.79 2/6再試験
8	2519.5	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.971	20	40	40	105	2.79 2/6再試験
9	2519.5	44.5	44.5	44.0	44.0	44.25	6459	0.983	40	40	40	105	2.79 2/6再試験
10	2519.5	45.0	45.0	44.0	44.5	44.63	6442	0.985	60	40	40	105	2.79 2/6再試験
11	2519.5	45.5	45.5	45.0	45.0	45.25	6413	0.990	90	40	40	105	2.79 2/6再試験
12	2512.5	10.0	10.0	9.0	9.0	9.50	8030	0.793	0	40	40	110	2.79 2/6再試験
13	2512.5	44.5	44.5	43.5	44.0	44.13	6464	0.985	20	40	40	110	2.79 2/6再試験
14	2512.5	45.0	44.5	44.0	44.5	44.50	6447	0.987	40	40	40	110	2.79 2/6再試験
15	2512.5	45.5	45.5	45.0	45.0	45.25	6413	0.992	60	40	40	110	2.79 2/6再試験
16	2512.5	46.0	46.0	45.5	45.5	45.75	6391	0.996	90	40	40	110	2.79 2/6再試験
17	2506.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.00	8279	0.771	0	40	40	115	2.79 3/2再試験
18	2506.5	44.0	44.0	42.5	42.5	43.25	6504	0.981	20	40	40	115	2.79 3/2再試験
19	2506.5	44.5	44.5	43.5	43.5	44.00	6470	0.986	40	40	40	115	2.79 3/2再試験
20	2506.5	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.990	60	40	40	115	2.79 3/2再試験
21	2506.5	46.0	46.0	44.5	45.0	45.38	6408	0.996	90	40	40	115	2.79 3/2再試験
22	2506.5	46.5	46.5	45.0	45.5	45.88	6385	0.999	120	40	40	115	2.79 3/2再試験

表- 4. 13. 3 締め固め密度の経時変化 (W/C 45, S/A 40)

	U. Wei (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ³)	密度 (%)	測定	W/C	s/a	単位 水量
		1	2	3	4							
1	2517.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.50	8256	0.769	0	50	40	100
2	2517.0	34.0	33.0	33.5	33.5	33.50	6945	0.915	60	50	40	100
3	2517.0	36.5	36.0	36.0	36.0	36.13	6826	0.931	40	50	40	100
4	2517.0	38.5	38.0	37.5	37.5	37.88	6747	0.942	60	50	40	100
5	2517.0	41.0	40.0	40.0	40.0	40.25	6639	0.957	90	50	40	100
6	2517.0	43.0	42.0	42.0	42.0	42.25	6549	0.970	120	50	40	100
7	2517.0	44.0	43.0	43.0	43.0	43.25	6504	0.977	150	50	40	100
8	2512.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.75	8290	0.768	0	50	40	105
9	2512.0	36.5	36.5	36.0	36.0	36.25	6820	0.933	20	50	40	105
10	2512.0	40.5	40.5	40.0	40.0	40.25	6639	0.959	40	50	40	105
11	2512.0	42.5	42.0	42.0	42.0	42.13	6555	0.971	60	50	40	105
12	2512.0	44.0	43.5	43.0	43.0	43.38	6498	0.980	90	50	40	105
13	2512.0	45.0	44.5	44.0	44.0	44.38	6453	0.986	120	50	40	105
14	2503.0	5.5	4.5	4.5	5.5	5.00	8233	0.776	0	50	40	110
15	2503.0	40.0	39.5	38.5	39.0	39.25	6685	0.956	20	50	40	110
16	2503.0	43.0	43.0	42.5	43.0	42.88	6521	0.980	40	50	40	110
17	2503.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.00	6470	0.987	60	50	40	110
18	2503.0	45.5	45.0	44.5	45.0	45.00	6425	0.994	90	50	40	110
19	2497.0	11.0	9.5	9.5	9.5	9.88	8013	0.799	0	50	40	115
20	2497.0	42.0	42.0	41.0	42.0	41.75	6572	0.974	20	50	40	115
21	2497.0	43.0	43.0	43.0	42.5	42.88	6521	0.982	40	50	40	115
22	2497.0	44.0	44.0	43.5	43.5	43.75	6481	0.988	60	50	40	115
23	2497.0	45.5	45.0	44.5	44.5	44.88	6430	0.996	90	50	40	115

表- 4. 13. 4 締め固め密度の経時変化 (W/C 50, S/A 40)

	U. Wei (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ³)	密度 (%)	測定	W/C	s/a	単位 水量
		1	2	3	4							
1	2521.0	6.5	6.0	6.0	6.0	6.13	8182	0.775	0	45	40	100
2	2521.0	37.5	37.5	37.5	37.5	37.50	6764	0.938	20	45	40	
3	2521.0	40.0	40.0	39.0	39.0	39.50	6673	0.950	40	45	40	
4	2521.0	42.5	42.0	41.0	41.5	41.75	6572	0.965	60	45	40	
5	2521.0	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.970	90	45	40	
6	2521.0	44.0	43.0	43.0	43.0	43.25	6504	0.975	120	45	40	
7	2521.0	44.5	44.5	44.0	44.5	44.38	6453	0.983	150	45	40	
8	2515.0	10.5	10.0	9.0	10.0	9.88	8013	0.793	0	45	40	105
9	2515.0	38.0	38.0	38.0	37.5	37.88	6747	0.942	20	45	40	
10	2515.0	41.5	41.0	41.0	41.0	41.13	6600	0.963	40	45	40	
11	2515.0	43.0	42.5	42.0	42.0	42.38	6543	0.972	60	45	40	110
12	2515.0	44.0	44.0	42.0	43.0	43.25	6504	0.978	90	45	40	
13	2508.0	8.0	7.5	7.0	7.5	7.50	8120	0.785	0	45	40	
14	2508.0	40.0	40.0	39.0	39.5	39.63	6668	0.956	20	45	40	
15	2508.0	43.0	42.5	42.0	42.0	42.38	6543	0.974	40	45	40	
16	2508.0	44.0	44.0	43.5	44.0	43.88	6476	0.985	60	45	40	

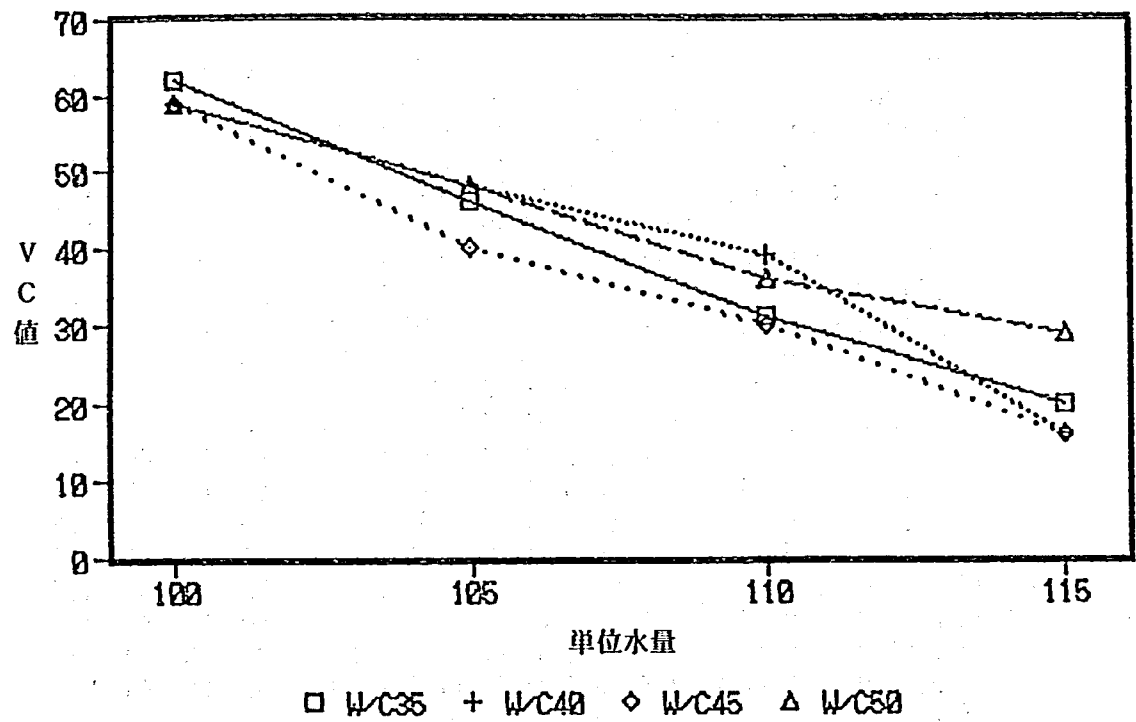


図-4.2 単位水量とVC値の関係

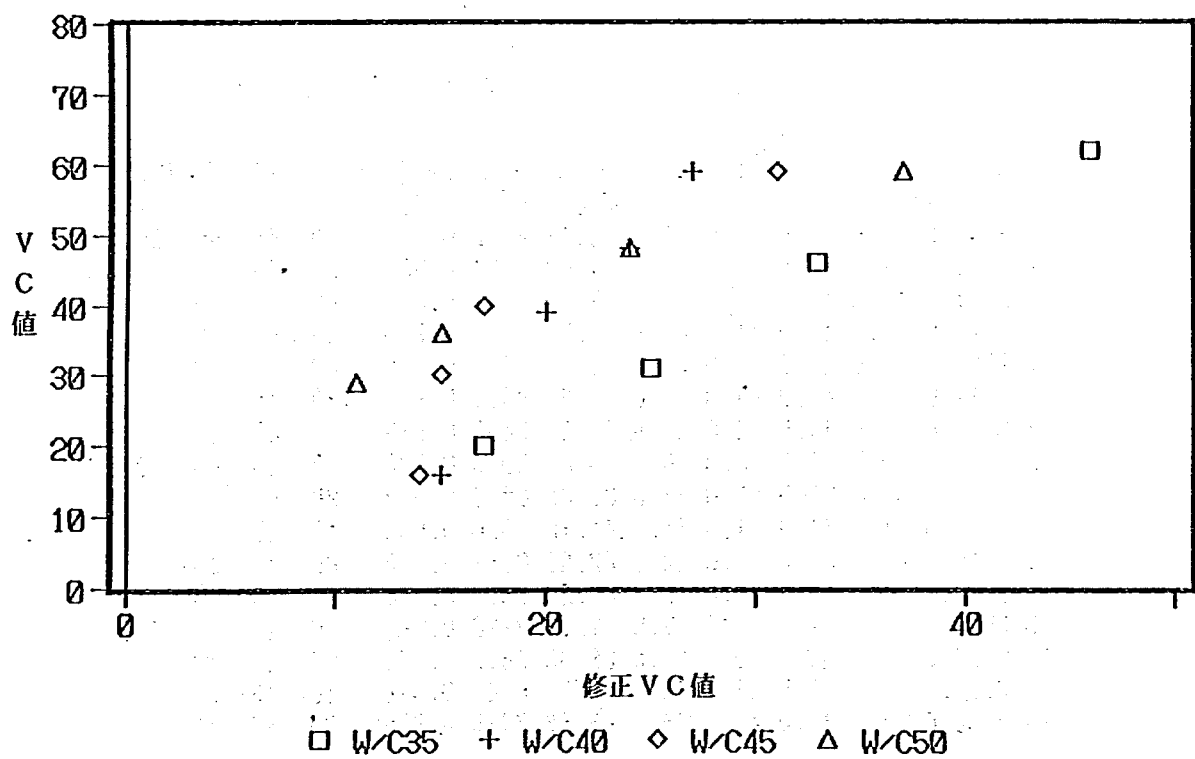


図-4.3 修正VC値とVC値の関係 (W100, s/a 40)

4.4.3 細骨材率とコンシステンシーの関係

表-4.7に示した配合条件のコンクリートについてVC試験を実施し、その結果得られた修正VC値、VC値を表-4.14に示す。また同一条件の下で得られた、容器内コンクリートの密度変化の測定結果を表-4.15に示す。これらの結果から、次のようなことが明かとなった。

- ① 従来から言われているように、単位水量および水セメント比を一定とし細骨材率を変化させた場合、VC値および修正VC値が最小となる s/a が存在する。(図-4.4)
- ② 谷底となる s/a の値は、水セメント比により変化し(単位水量一定下)、 W/C 0.35で33(%)、0.40で35(%)、0.45で38(%)、0.50で40(%)で、 W/C が大きくなるほど最適な s/a が大きくなる傾向は、有スランブコンクリートと同じであったが、変化量は有スランブコンクリートでは W/C 0.05の変化に対し、 s/a が1程度であるのに対し、やや大きかった。(図-4.5)

表-4.14 細骨材率と修正VC値, VC値の関係(W100)

No	U.Wei (kg/m3)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm3)	密度 (%)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm3)	密度 (%)	修正VC		W/C s/a	単位粗骨材		K ρ β	K m β	備考	
		1	2	3	4				1	2	3	4				VC 値	VC 値		水量	容積率 α				
1	2534.0	42.5	42.5	41.5	41.0	41.88	6566	0.961	45.0	45.5	44.0	43.5	44.50	6447	0.979	30	56	35	30	100	0.914	1.66	1.24	
2	2534.0	43.0	42.5	42.0	42.0	42.38	6543	0.964	45.0	44.5	44.0	44.5	44.50	6447	0.979	26	50	35	32	100	0.888	1.56	1.32	
3	2523.0	42.0	41.5	40.0	40.5	41.00	6606	0.959	45.0	44.0	43.0	43.5	43.88	6476	0.979	28	59	35	34	100	0.862	1.47	1.41	
4	2532.0	41.0	40.0	40.0	40.0	40.25	6639	0.951	46.0	45.0	44.0	44.0	44.75	6436	0.981	20	70	35	37	100	0.823	1.35	1.56	
5	2530.0	42.5	42.5	41.5	41.5	42.00	6560	0.963	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.980	40	90	35	40	100	0.783	1.25	1.72	
6	2529.0	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.967	44.5	44.5	43.5	43.5	44.00	6470	0.977	65	150	35	43	100	0.744	1.16	1.89	
7	2528.5	44.0	44.0	43.5	44.0	43.88	6476	0.977	45.0	45.0	45.0	45.0	45.00	6425	0.984	48	80	40	33	100	0.887	1.40	1.33	再試験
8	2528.0	44.0	44.0	43.0	43.5	43.63	6487	0.975	45.0	45.0	44.0	44.5	44.63	6442	0.982	33	48	40	34	100	0.874	1.36	1.37	再試験
9	2528.0	44.0	44.0	43.0	44.0	43.75	6481	0.976	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.981	30	42	40	35	100	0.861	1.32	1.42	再試験
10	2527.0	43.5	43.0	42.5	43.0	43.00	6515	0.971	45.5	45.0	44.5	45.0	45.00	6425	0.985	31	67	40	37	100	0.834	1.25	1.51	再試験
11	2525.0	43.5	43.5	42.5	42.5	43.00	6515	0.972	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.982	30	60	40	40	100	0.794	1.16	1.67	再試験
12	2524.0	41.0	41.5	41.0	41.0	41.13	6600	0.960	44.0	43.5	43.0	43.0	43.38	6498	0.975	56	94	40	43	100	0.755	1.07	1.85	再試験
13	2522.0	42.0	41.5	41.5	41.5	41.63	6577	0.964	43.0	43.0	43.0	43.0	43.00	6515	0.973	34	55	45	35	100	0.870	1.24	1.38	
14	2522.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.00	8233	0.770	5.0	5.0	5.0	5.0	5.00	8233	0.770	23	61	45	37	100	0.843	1.17	1.48	
15	2521.0	40.0	39.5	40.0	40.0	39.88	6656	0.953	42.5	42.5	42.5	42.0	42.38	6543	0.969	23	61	45	38	100	0.830	1.14	1.53	
16	2520.0	40.5	40.5	40.0	39.5	40.13	6645	0.955	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.971	33	61	45	40	100	0.803	1.09	1.64	
17	2519.0	41.0	41.0	41.5	40.5	41.00	6606	0.961	42.5	42.5	41.5	42.5	42.25	6549	0.969	38	82	45	43	100	0.763	1.01	1.81	
18	2518.0	41.0	41.0	41.5	40.5	41.00	6606	0.961	42.5	42.5	41.5	42.5	42.25	6549	0.970	42	110	45	45	100	0.736	0.97	1.93	
19	2518.0	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.971	44.5	44.5	43.5	42.0	43.63	6487	0.979	29	49	50	37	100	0.850	1.12	1.45	
20	2517.0	41.5	41.5	41.0	42.0	41.50	6583	0.965	44.0	44.0	43.0	43.5	43.63	6487	0.979	26	47	50	40	100	0.810	1.03	1.61	
21	2515.0	41.0	41.0	40.0	40.0	40.50	6628	0.959	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.973	26	50	50	43	100	0.769	0.96	1.78	
22	2514.0	41.0	41.0	40.0	40.5	40.63	6623	0.960	43.0	43.0	42.5	42.0	42.63	6532	0.974	34	61	50	46	100	0.729	0.90	1.97	
23	2513.0	41.0	40.5	40.0	39.5	40.25	6639	0.958	42.5	42.5	41.5	41.5	42.00	6560	0.970	38	70	50	48	100	0.702	0.86	2.11	
1	2526.0	42.5	42.3	41.5	41.3	41.90	6565	0.964	44.5	44.0	44.0	44.5	44.25	6459	0.980	32	73	40	37	100	0.834	1.25	1.51	予備試験
2	2525.0	40.8	40.4	40.0	40.0	40.30	6637	0.954	43.3	43.3	42.8	43.0	43.10	6511	0.973	27	28	40	39	100	0.808	1.18	1.62	予備試験
3	2525.0	41.0	40.0	39.5	39.5	40.00	6651	0.952	43.0	43.0	42.5	42.5	42.75	6526	0.970	24	63	40	40	100	0.794	1.16	1.67	予備試験
4	2523.0	41.0	41.5	41.0	41.0	41.13	6600	0.960	44.0	43.5	43.0	43.0	43.38	6498	0.975	56	94	40	43	100	0.755	1.07	1.85	予備試験

表-4.15.1 締め固め密度の経時変化 (W/C 35, W100)

U.Weil (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ³)	密度 (%)	測定	W/C	s/a	単位 水量	
	1	2	3	4								
1	2535.0	2.5	2.0	2.0	1.5	2.00	8369	0.754	0	35	30	100
2	2535.0	40.5	40.0	39.0	39.0	39.63	6668	0.946	20	35	30	100
3	2535.0	43.0	42.6	41.0	42.0	42.15	6554	0.963	40	35	30	100
4	2535.0	45.0	43.5	43.0	43.5	43.75	6481	0.973	60	35	30	100
5	2535.0	46.0	45.5	44.0	44.0	44.88	6430	0.981	90	35	30	100
6	2535.0	46.5	46.0	45.0	45.0	45.63	6396	0.986	120	35	30	100
7	2535.0	4.0	3.5	3.0	3.0	3.38	8307	0.759	0	35	32	100
8	2535.0	40.0	39.0	38.5	39.0	39.13	6690	0.943	20	35	32	100
9	2535.0	42.5	42.5	41.5	41.5	42.00	6560	0.962	40	35	32	100
10	2535.0	44.0	44.0	42.5	42.5	43.25	6504	0.970	60	35	32	100
11	2535.0	45.5	45.5	43.5	43.5	44.50	6447	0.978	90	35	32	100
12	2535.0	46.5	46.0	44.5	44.0	45.25	6413	0.984	120	35	32	100
13	2534.0	3.5	3.5	3.0	3.0	3.25	8312	0.759	0	35	34	100
14	2534.0	39.5	39.0	38.0	38.5	38.75	6707	0.941	20	35	34	100
15	2534.0	42.5	42.5	41.0	41.0	41.75	6572	0.960	40	35	34	100
16	2534.0	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.972	60	35	34	100
17	2534.0	45.0	45.0	43.5	44.0	44.38	6453	0.978	90	35	34	100
18	2534.0	46.0	45.5	45.0	45.0	45.38	6408	0.985	120	35	34	100
19	2533.0	2.0	2.0	1.5	2.0	1.88	8375	0.754	0	35	37	100
20	2533.0	39.0	38.5	38.0	38.0	38.38	6724	0.939	20	35	37	100
21	2533.0	41.5	41.0	40.5	40.5	40.88	6611	0.955	40	35	37	100
22	2533.0	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.966	60	35	37	100
23	2533.0	44.5	44.5	43.5	43.5	44.00	6470	0.976	90	35	37	100
24	2533.0	45.5	45.0	45.0	44.0	44.88	6430	0.982	120	35	37	100
25	2533.0	46.0	45.5	44.5	44.5	45.13	6419	0.983	150	35	37	100
26	2531.0	6.0	6.0	5.5	5.5	5.75	8199	0.770	0	35	40	100
27	2531.0	39.0	39.0	37.5	38.0	38.38	6724	0.940	20	35	40	100
28	2531.0	42.5	42.0	40.5	40.5	41.38	6589	0.959	40	35	40	100
29	2531.0	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.966	60	35	40	100
30	2531.0	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.973	90	35	40	100
31	2531.0	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.980	120	35	40	100
32	2531.0	45.5	45.0	44.5	44.5	44.88	6430	0.983	150	35	40	100

表- 4. 15. 2 締め固め密度の経時変化 (W/C 40, W100)

No	U.Wei (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ³)	密度 (%)	測定	W/C	s/a	単位 水量
		1	2	3	4							
1	2527.0	6.0	5.5	5.0	4.5	5.25	8222	0.770	0	40	37	100
2	2527.0	40.5	40.0	39.5	40.0	40.00	6651	0.951	20	40	37	100
3	2527.0	43.5	43.0	43.0	43.0	43.13	6509	0.972	40	40	37	100
4	2527.0	45.0	44.5	43.5	43.5	44.13	6464	0.979	60	40	37	100
5	2527.0	45.5	45.5	44.5	44.0	44.88	6430	0.984	90	40	37	100
6	2526.0	5.0	5.0	4.5	4.5	4.75	8245	0.768	0	40	39	100
7	2526.0	40.5	40.0	40.0	40.0	40.13	6645	0.953	20	40	39	100
8	2526.0	43.5	43.0	42.5	42.5	42.88	6521	0.971	40	40	39	100
9	2526.0	44.8	44.0	44.0	44.0	44.20	6461	0.980	60	40	39	100
10	2526.0	45.0	44.8	44.5	44.5	44.70	6438	0.983	90	40	39	100
11	2525.0	5.0	4.5	4.5	4.5	4.63	8250	0.768	0	40	40	100
12	2525.0	39.5	39.0	39.0	39.0	39.13	6690	0.947	20	40	40	100
13	2525.0	42.0	42.0	41.5	41.8	41.83	6568	0.964	40	40	40	100
14	2525.0	43.5	43.0	43.0	43.0	43.13	6509	0.973	60	40	40	100
15	2525.0	45.0	44.3	44.0	43.0	44.08	6467	0.979	90	40	40	100
16	2524.0	7.0	6.5	6.0	6.0	6.38	8171	0.775	0	40	43	100
17	2524.0	38.0	37.8	37.5	37.5	37.70	6755	0.938	20	40	43	100
18	2524.0	40.5	40.5	40.0	40.0	40.25	6639	0.954	40	40	43	100
19	2524.0	42.0	42.0	41.0	41.0	41.50	6583	0.962	60	40	43	100
20	2524.0	43.0	43.0	42.5	42.5	42.75	6526	0.971	90	40	43	100
21	2524.0	44.0	44.0	43.5	43.5	43.75	6481	0.978	120	40	43	100

表- 4. 15. 3 締め固め密度の経時変化 (W/C 45, W100)

No	U.Wei (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ³)	密度 (%)	測定	W/C	s/a	単位 水量
		1	2	3	4							
1	2523.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.00	8233	0.770	0	45	35	100
2	2523.0	40.0	40.0	39.5	39.5	39.75	6662	0.951	20	45	35	100
3	2523.0	42.0	42.0	41.5	41.0	41.63	6577	0.964	40	45	35	100
4	2523.0	42.0	43.0	42.5	41.5	42.25	6549	0.968	60	45	35	100
5	2523.0	43.0	43.0	43.0	42.5	42.88	6521	0.972	90	45	35	100
6	2523.0	44.5	44.5	44.0	44.0	44.25	6459	0.981	120	45	35	100
7	2522.0	5.0	5.0	5.5	5.0	5.13	8228	0.771	0	45	38	100
8	2522.0	39.0	38.5	38.0	38.5	38.50	6719	0.944	20	45	38	100
9	2522.0	42.0	41.0	41.0	41.5	41.38	6589	0.962	40	45	38	100
10	2522.0	43.0	43.0	42.5	42.5	42.75	6526	0.971	60	45	38	100
11	2522.0	44.0	44.0	44.0	43.5	43.88	6476	0.979	90	45	38	100
12	2522.0	44.5	44.5	44.0	44.0	44.25	6459	0.982	120	45	38	100
13	2520.0	7.0	6.5	5.7	6.2	6.35	8172	0.776	0	45	40	100
14	2520.0	39.5	39.0	37.5	38.0	38.50	6719	0.944	20	45	40	100
15	2520.0	42.5	41.5	39.5	40.0	40.88	6611	0.960	40	45	40	100
16	2520.0	42.5	42.0	40.5	41.0	41.50	6583	0.964	60	45	40	100
17	2520.0	42.5	42.8	42.7	42.6	42.65	6531	0.972	90	45	40	100
18	2518.0	8.0	8.0	7.7	7.7	7.85	8104	0.783	0	45	45	100
19	2518.0	37.5	37.0	36.0	36.5	36.75	6798	0.934	20	45	45	100
20	2518.0	40.5	39.5	38.5	39.5	39.50	6673	0.952	40	45	45	100
21	2518.0	41.5	40.5	40.0	40.5	40.63	6623	0.959	60	45	45	100
22	2518.0	42.5	42.5	41.5	42.0	42.13	6555	0.969	90	45	45	100
23	2518.0	43.5	43.5	42.5	42.5	43.00	6515	0.975	120	45	45	100
24	2518.0	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.978	150	45	45	100

表-4.15.4 締め固め密度の経時変化 (W/C 50, W100)

No	U.Wei (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ³)	密度 (%)	測定	W/C	s/a	単位 水量
		1	2	3	4							
1	2518.0	9.0	8.0	7.5	8.0	8.13	8092	0.785	0	50	37	100
2	2518.0	38.0	37.5	36.0	37.0	37.13	6781	0.937	20	50	37	100
3	2518.0	41.0	40.0	39.0	40.5	40.13	6645	0.956	40	50	37	100
4	2518.0	42.5	41.5	41.0	41.5	41.63	6577	0.966	60	50	37	100
5	2518.0	43.0	43.5	42.5	43.5	43.13	6509	0.976	90	50	37	100
6	2518.0	44.0	45.0	43.5	45.0	44.38	6453	0.984	120	50	37	100
7	2518.0	45.0	45.5	44.5	44.5	44.88	6430	0.988	150	50	37	100
8	2518.0	10.5	11.0	10.0	9.5	10.25	7996	0.794	0	50	38	100
9	2518.0	38.0	37.5	37.0	37.5	37.50	6764	0.939	20	50	38	100
10	2518.0	40.5	40.0	40.0	40.0	40.13	6645	0.956	40	50	38	100
11	2518.0	42.0	41.5	41.0	41.0	41.38	6589	0.964	60	50	38	100
12	2518.0	42.5	42.5	42.5	42.0	42.38	6543	0.971	90	50	38	100
13	2518.0	43.5	44.0	43.5	43.5	43.63	6487	0.979	120	50	38	100
14	2518.0	44.0	44.0	44.0	43.5	43.88	6476	0.981	150	50	38	100
15	2517.0	9.0	8.0	8.0	8.0	8.25	8086	0.786	0	50	40	100
16	2517.0	38.0	38.0	37.5	37.5	37.75	6753	0.941	20	50	40	100
17	2517.0	40.5	40.0	40.0	40.0	40.13	6645	0.956	40	50	40	100
18	2517.0	42.0	41.5	41.0	41.0	41.38	6589	0.964	60	50	40	100
19	2517.0	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.972	90	50	40	100
20	2517.0	43.5	43.0	43.0	43.0	43.13	6509	0.976	120	50	40	100
21	2517.0	44.0	44.0	43.0	43.5	43.63	6487	0.979	150	50	40	100
22	2516.0	9.5	9.5	9.5	9.5	9.50	8030	0.791	0	50	43	100
23	2516.0	37.5	37.0	36.0	36.5	36.75	6798	0.935	20	50	43	100
24	2516.0	39.8	39.5	38.5	39.0	39.20	6687	0.950	40	50	43	100
25	2516.0	40.5	40.5	40.0	40.0	40.25	6639	0.957	60	50	43	100
26	2516.0	42.0	42.0	42.0	41.5	41.88	6566	0.968	90	50	43	100
27	2516.0	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.972	120	50	43	100
28	2516.0	43.5	43.0	42.0	43.0	42.88	6521	0.975	150	50	43	100

表-4.15.4' 締め固め密度の経時変化 (W/C 50, W100)

	U.Wei (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ³)	密度 (%)	測定	W/C	s/a	単位 水量
		1	2	3	4							
1	2518.0	10.0	10.0	10.0	9.5	9.88	8013	0.792	0	50	37	100
2	2518.0	40.0	39.0	38.5	38.5	39.00	6696	0.948	20	50	37	100
3	2518.0	42.0	42.5	41.0	41.0	41.63	6577	0.966	40	50	37	100
4	2518.0	43.5	43.5	42.0	42.0	42.75	6526	0.973	60	50	37	100
5	2518.0	45.0	45.0	43.5	43.5	44.25	6459	0.983	90	50	37	100
6	2518.0	45.5	45.5	44.0	44.5	44.88	6430	0.988	120	50	37	100
7	2517.0	9.0	9.5	8.5	8.5	8.88	8058	0.788	0	50	40	100
8	2517.0	40.0	40.0	39.0	39.5	39.63	6668	0.953	20	50	40	100
9	2517.0	43.0	42.5	42.0	42.0	42.38	6543	0.971	40	50	40	100
10	2517.0	44.0	44.0	43.0	43.5	43.63	6487	0.979	60	50	40	100
11	2517.0	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.985	90	50	40	100
12	2517.0	45.5	45.5	44.5	44.5	45.00	6425	0.989	120	50	40	100
13	2516.0	8.5	8.0	7.5	7.5	7.88	8103	0.784	0	50	43	100
14	2516.0	40.0	40.0	39.0	39.0	39.50	6673	0.952	20	50	43	100
15	2516.0	42.5	42.0	41.0	41.5	41.75	6572	0.967	40	50	43	100
16	2516.0	43.5	43.0	42.0	42.5	42.75	6526	0.974	60	50	43	100
17	2516.0	44.5	44.0	43.5	43.0	43.75	6481	0.981	90	50	43	100
18	2516.0	45.0	44.5	44.0	44.0	44.38	6453	0.985	120	50	43	100
19	2514.0	7.5	7.0	6.5	6.5	6.88	8149	0.780	0	50	46	100
20	2514.0	40.0	39.5	38.5	38.0	39.00	6696	0.950	20	50	46	100
21	2514.0	42.0	41.5	40.0	40.5	41.00	6606	0.963	40	50	46	100
22	2514.0	43.0	42.5	41.5	41.5	42.13	6555	0.970	60	50	46	100
23	2514.0	44.0	44.0	42.5	42.5	43.25	6504	0.978	90	50	46	100
24	2514.0	44.5	44.5	43.0	43.0	43.75	6481	0.981	120	50	46	100
25	2514.0	7.0	7.0	6.5	6.5	6.75	8154	0.780	0	50	48	100
26	2514.0	38.0	37.5	36.5	36.5	37.13	6781	0.938	20	50	48	100
27	2514.0	40.5	40.5	39.0	39.0	39.75	6662	0.955	40	50	48	100
28	2514.0	41.5	41.5	40.5	40.0	40.88	6611	0.962	60	50	48	100
29	2514.0	42.5	42.5	41.5	41.5	42.00	6560	0.970	90	50	48	100
30	2514.0	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.973	120	50	48	100
31	2514.0	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.980	150	50	48	100

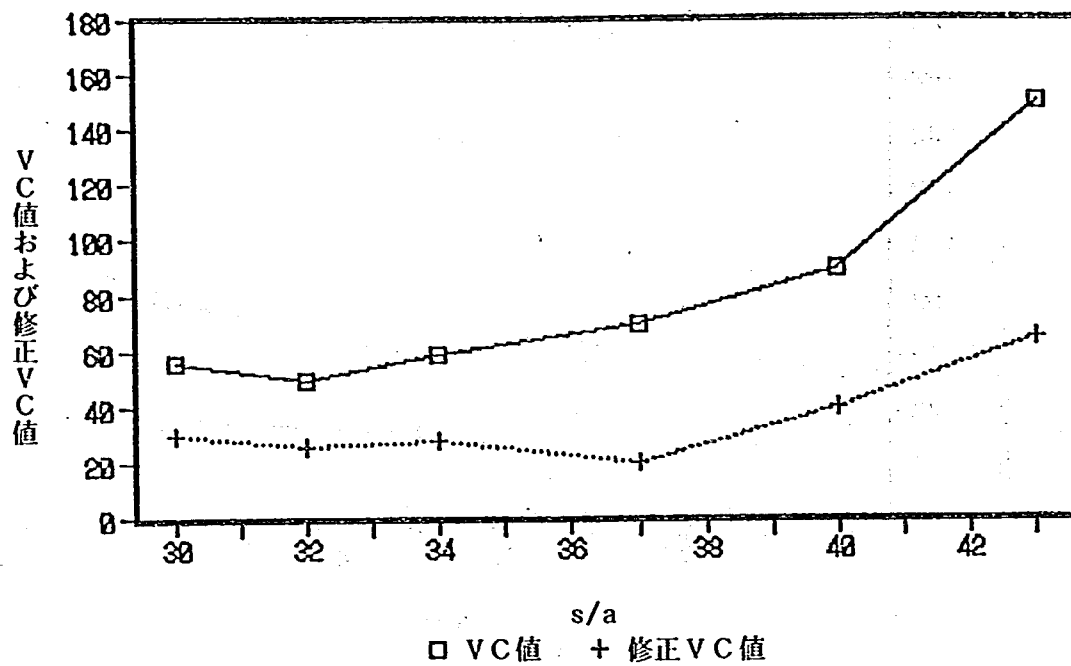


図-4.4.1 s/aとVC値の関係 (W/C 35)

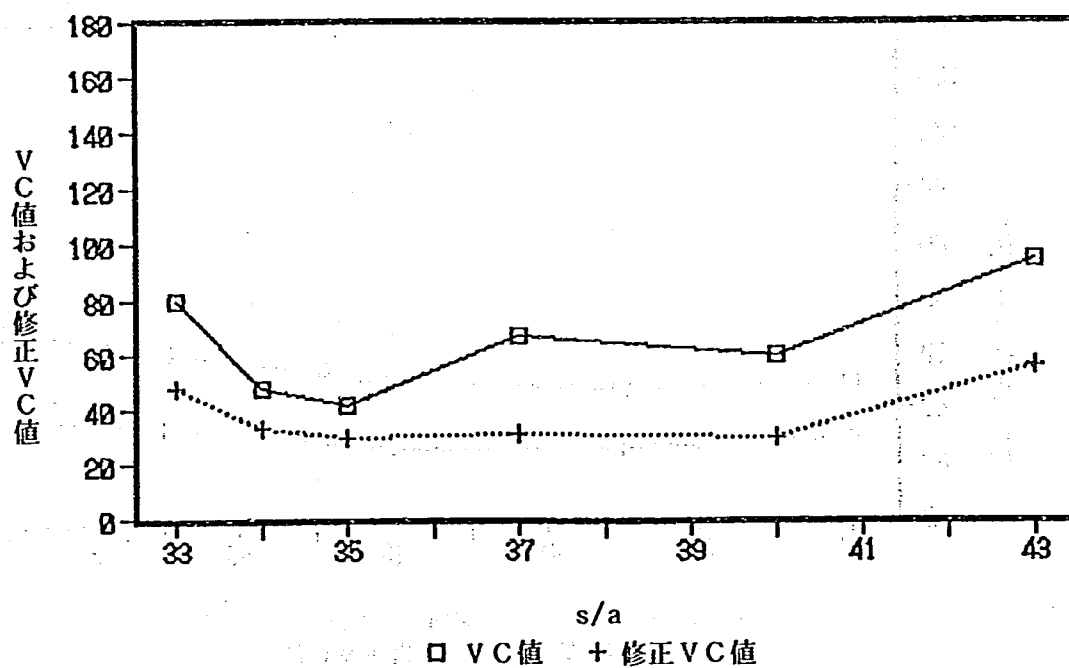


図-4.4.2 s/aとVC値の関係 (W/C 40)

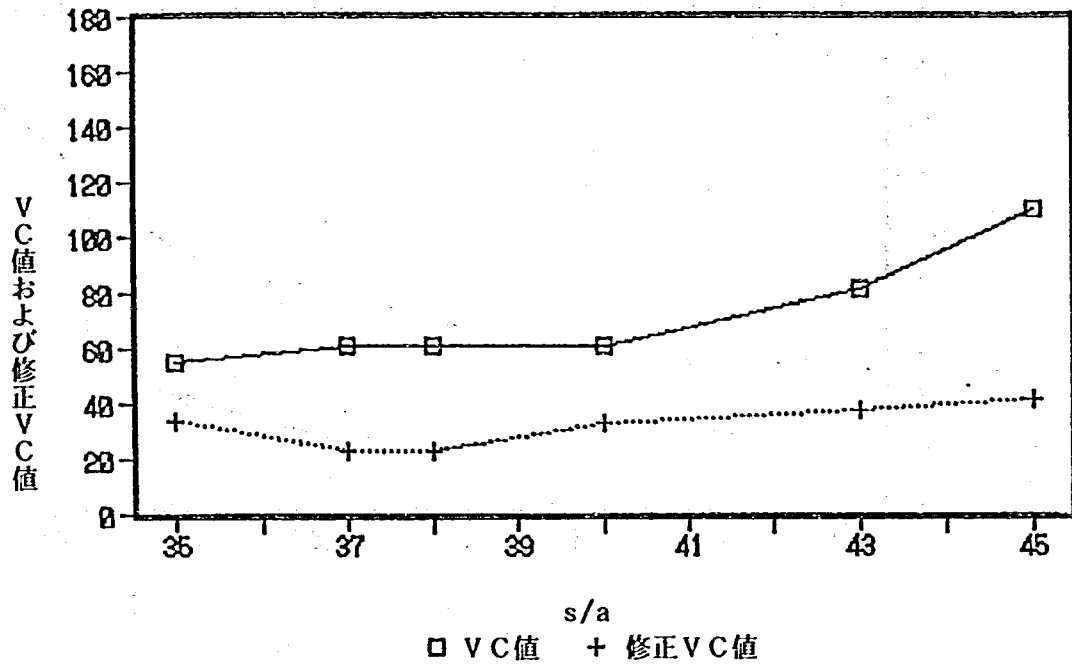


図-4.4.3 s/aとVC値の関係 (W/C 45)

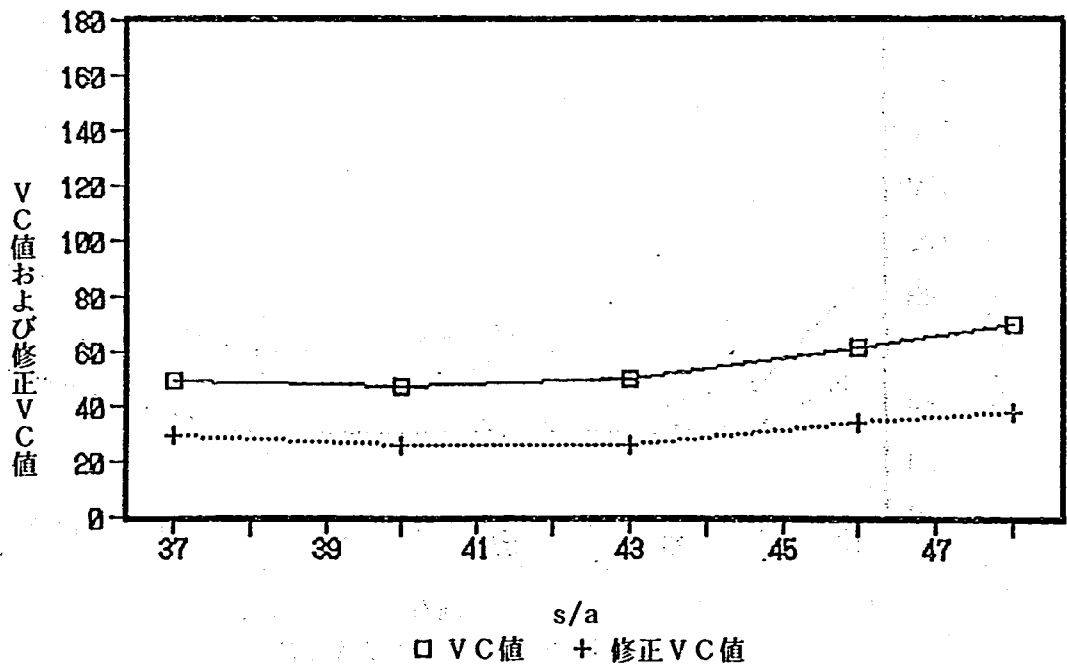


図-4.4.4 s/aとVC値の関係 (W/C 50)

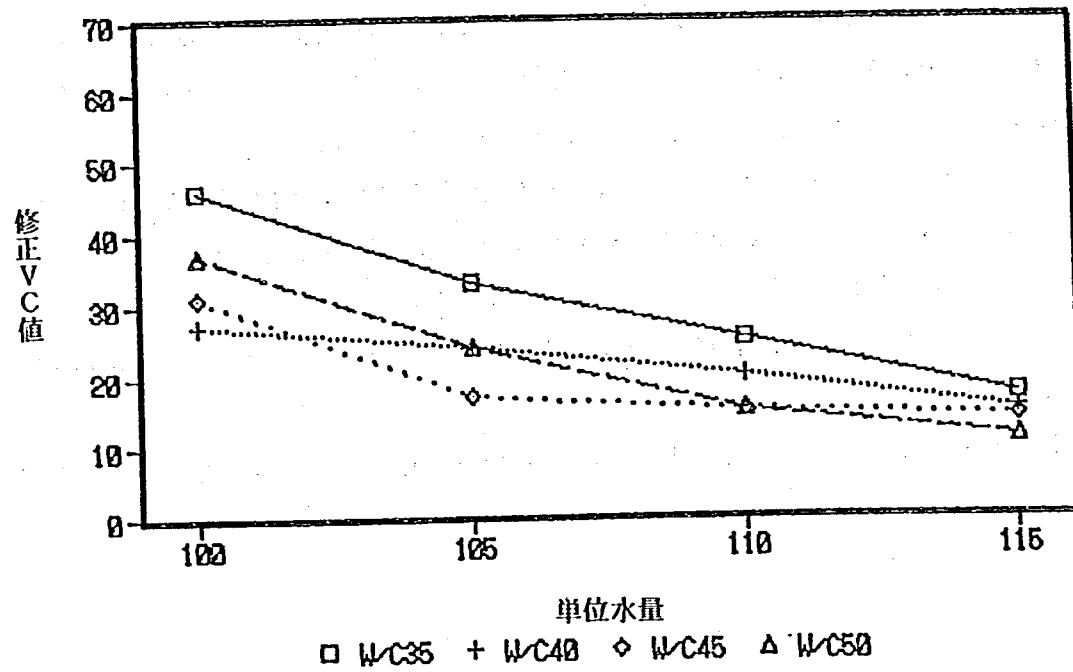


図-4.5 水セメント比と最適 s/a

4.4.4 細骨材種類とコンシステンシーの関係

表-4.8に示した配合条件のコンクリートについてVC試験を実施し、その結果得られた修正VC値、VC値を表-4.16に示す。また同一条件の下で得られた、容器内コンクリートの密度変化の測定結果を表-4.17に示す。これらの結果から、次のようなことが明かとなった。

- ① 細骨材粗粒率（以下、FM）が小さくなる（微粒分が多くなる）ほど、VC値が最小となる最適 s/a が大きくなる。その割合は、FM 0.50の変化で s/a 5%程度あり、有スランブコンクリートにおける変化の度合より大きなものとなっていた。（図-4.6, 7）
- ② またその時のVC値の絶対値は、単位水量、水セメント比一定条件下で、FMが小さくなるに従い小さくなっていた。
- ③ 砕砂を用いた試験結果からは、FMが減少するに従い、最適 s/a が大きくなる傾向が伺えた。

表-4.16 細骨材種類と修正VC値, VC値の関係(W/C40, W100, 122)

No.	U.Weight	修正VC時の下がり						VC値測定時の下がり						修正VC			単位	細骨材粗骨材Kp Km				備考		
	1	2	3	4	平均	容積	密度	1	2	3	4	平均	容積	密度	VC 値	W/Cs/a水量		FM容積率	α	β				
	(kg/m3)				(mm)	(cm2)	(%)					(mm)	(cm2)	(%)	値 (s)	(%)	(%)	kg/m3						
1	2526.0	42.5	42.3	41.5	41.3	41.90	0.964	44.5	44.0	44.0	44.5	44.25	6459	0.980	32	73	40	37	100	2.79	0.834	1.25	1.51	
2	2525.0	40.8	40.4	40.0	40.0	40.30	0.954	43.3	43.3	42.8	43.0	43.10	6511	0.973	27	59	40	39	100	2.79	0.808	1.18	1.62	
3	2525.0	41.0	40.0	39.5	39.5	40.00	0.952	43.0	43.0	42.5	42.5	42.75	6526	0.970	24	63	40	40	100	2.79	0.794	1.16	1.67	
4	2523.0	41.0	41.5	41.0	41.0	41.13	0.960	44.0	43.5	43.0	43.0	43.38	6498	0.975	56	94	40	43	100	2.79	0.755	1.07	1.85	
5	2526.0	44.0	44.0	43.5	43.5	43.75	0.977	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.982	33	45	40	37	100	3.03	0.834	1.09	1.51	
6	2525.0	44.0	43.5	43.0	43.0	43.38	0.975	44.5	44.5	44.0	44.0	44.25	6459	0.981	26	38	40	40	100	3.03	0.794	1.01	1.67	
7	2524.0	43.5	43.0	42.5	42.5	42.88	0.972	45.0	45.0	43.5	44.5	44.50	6447	0.983	27	41	40	41	100	3.03	0.781	0.99	1.73	
8	2523.0	44.0	43.0	42.0	42.5	42.88	0.972	45.0	44.5	43.5	44.5	44.38	6453	0.982	27	49	40	43	100	3.03	0.755	0.94	1.85	
9	2528.0	42.0	41.5	40.5	41.0	41.25	0.959	44.5	43.5	42.5	43.0	43.38	6498	0.973	47	88	40	33	100	2.53	0.887	1.45	1.33	
10	2527.0	42.5	42.5	42.0	42.0	42.25	0.966	44.5	44.0	43.0	43.5	43.75	6481	0.976	42	65	40	35	100	2.53	0.861	1.36	1.42	
11	2526.0	40.5	40.0	39.5	39.5	39.88	0.951	43.0	43.0	42.5	43.0	42.88	6521	0.971	34	73	40	37	100	2.53	0.834	1.29	1.51	
12	2525.0	42.0	41.5	41.0	41.5	41.50	0.962	44.0	43.5	43.0	43.0	43.38	6498	0.975	69	121	40	40	100	2.53	0.794	1.19	1.67	
13	2523.0	39.0	39.0	38.5	38.5	38.75	0.945	43.5	43.0	42.5	43.3	43.06	6512	0.973	81	198	40	43	100	2.53	0.755	1.11	1.85	
14	2511.0	40.0	40.5	40.0	39.5	40.00	0.958	43.5	43.0	42.0	42.5	42.75	6526	0.976	61	124	40	37	112	2.83	0.812	0.46	1.60	砕砂
15	2510.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.00	0.958	42.5	42.5	41.5	41.5	42.00	6560	0.971	42	73	40	40	112	2.83	0.773	0.42	1.76	砕砂
16	2509.0	41.0	41.0	40.0	40.5	40.63	0.962	42.0	42.5	41.5	41.5	41.88	6566	0.971	46	69	40	41	112	2.83	0.761	0.41	1.82	砕砂
17	2508.0	38.5	38.0	36.5	37.0	37.50	0.943	40.5	40.5	39.0	39.5	39.88	6656	0.958	43	76	40	43	112	2.83	0.735	0.39	1.94	砕砂
18	2506.0	38.0	38.5	37.5	37.5	37.88	0.946	41.5	41.0	40.0	40.5	40.75	6617	0.964	76	121	40	46	112	2.83	0.696	0.37	2.14	砕砂
19	2511.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.00	0.958	42.5	42.5	42.0	42.0	42.25	6549	0.972	33	66	40	37	112	2.7	0.812	0.46	1.60	砕砂+微粉
20	2510.0	41.0	40.5	40.0	40.5	40.50	0.961	43.0	42.5	41.5	42.0	42.25	6549	0.973	40	53	40	39	112	2.7	0.786	0.43	1.70	砕砂+微粉
21	2509.0	40.5	41.0	40.5	40.5	40.63	0.962	42.5	42.5	42.5	42.0	42.38	6543	0.974	29	64	40	41	112	2.7	0.761	0.41	1.82	砕砂+微粉
22	2508.0	40.0	40.0	39.0	40.0	39.75	0.957	42.0	41.5	41.0	41.5	41.50	6583	0.969	37	75	40	43	112	2.7	0.735	0.39	1.94	砕砂+微粉

表- 4. 17. 1 締め固め密度の経時変化 (W / C 40, W100) FM2.79

No	U.Weight		下がり				平均	容積	密度	測定		単位	細骨材	備考
	(kg/m ³)	1	2	3	4	(mm)	(cm ²)	(%)	(s)	W/C	s/a	水量	FM	
1	2527.0	6.0	5.5	5.0	4.5	5.25	8222	0.770	0	40	37	100	2.79	
2	2527.0	40.5	40.0	39.5	40.0	40.00	6651	0.951	20	40	37	100	2.79	
3	2527.0	43.5	43.0	43.0	43.0	43.13	6509	0.972	40	40	37	100	2.79	
4	2527.0	45.0	44.5	43.5	43.5	44.13	6464	0.979	60	40	37	100	2.79	
5	2527.0	45.5	45.5	44.5	44.0	44.88	6430	0.984	90	40	37	100	2.79	
6	2526.0	5.0	5.0	4.5	4.5	4.75	8245	0.768	0	40	39	100	2.79	
7	2526.0	40.5	40.0	40.0	40.0	40.13	6645	0.953	20	40	39	100	2.79	
8	2526.0	43.5	43.0	42.5	42.5	42.88	6521	0.971	40	40	39	100	2.79	
9	2526.0	44.8	44.0	44.0	44.0	44.20	6461	0.980	60	40	39	100	2.79	
10	2526.0	45.0	44.8	44.5	44.5	44.70	6438	0.983	90	40	39	100	2.79	
11	2525.0	5.0	4.5	4.5	4.5	4.63	8250	0.768	0	40	40	100	2.79	
12	2525.0	39.5	39.0	39.0	39.0	39.13	6690	0.947	20	40	40	100	2.79	
13	2525.0	42.0	42.0	41.5	41.8	41.83	6568	0.964	40	40	40	100	2.79	
14	2525.0	43.5	43.0	43.0	43.0	43.13	6509	0.973	60	40	40	100	2.79	
15	2525.0	45.0	44.3	44.0	43.0	44.08	6467	0.979	90	40	40	100	2.79	
16	2524.0	7.0	6.5	6.0	6.0	6.38	8171	0.775	0	40	43	100	2.79	
17	2524.0	38.0	37.8	37.5	37.5	37.70	6755	0.938	20	40	43	100	2.79	
18	2524.0	40.5	40.5	40.0	40.0	40.25	6639	0.954	40	40	43	100	2.79	
19	2524.0	42.0	42.0	41.0	41.0	41.50	6583	0.962	60	40	43	100	2.79	
20	2524.0	43.0	43.0	42.5	42.5	42.75	6526	0.971	90	40	43	100	2.79	
21	2524.0	44.0	44.0	43.5	43.5	43.75	6481	0.978	120	40	43	100	2.79	

表- 4. 17. 2 締め固め密度の経時変化 (W / C 40, W100) FM3.03

No	U.Weight		下がり				平均	容積	密度	測定		単位	細骨材	備考
	(kg/m ³)	1	2	3	4	(mm)	(cm ²)	(%)	(s)	W/C	s/a	水量	FM	
1	2526.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.50	8392	0.754	0	40	37	100	3.03	
2	2526.0	41.0	41.0	40.0	39.5	40.38	6634	0.954	20	40	37	100	3.03	
3	2526.0	43.0	43.5	42.5	42.5	42.88	6521	0.971	40	40	37	100	3.03	
4	2526.0	44.5	45.0	44.0	43.5	44.25	6459	0.980	60	40	37	100	3.03	
5	2526.0	46.0	46.0	45.0	45.0	45.50	6402	0.989	90	40	37	100	3.03	
6	2526.0	46.0	46.0	45.0	45.5	45.63	6396	0.990	120	40	37	100	3.03	
7	2525.0	6.5	6.5	6.0	6.5	6.38	8171	0.775	0	40	40	100	3.03	
8	2525.0	41.0	41.0	40.5	40.5	40.75	6617	0.957	20	40	40	100	3.03	
9	2525.0	44.0	44.0	43.5	43.5	43.75	6481	0.977	40	40	40	100	3.03	
10	2525.0	45.0	45.0	44.0	44.5	44.63	6442	0.983	60	40	40	100	3.03	
11	2525.0	46.0	46.0	44.5	45.0	45.38	6408	0.988	90	40	40	100	3.03	
12	2525.0	46.5	46.0	45.0	46.0	45.88	6385	0.992	120	40	40	100	3.03	
13	2525.0	4.5	4.5	4.0	4.0	4.25	8267	0.766	0	40	41	100	3.03	
14	2525.0	41.5	41.5	41.0	41.0	41.25	6594	0.960	20	40	41	100	3.03	
15	2525.0	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.975	40	40	41	100	3.03	
16	2525.0	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.982	60	40	41	100	3.03	
17	2525.0	46.0	45.0	45.0	44.5	45.13	6419	0.987	90	40	41	100	3.03	
18	2525.0	46.0	45.0	45.5	45.5	45.50	6402	0.989	120	40	41	100	3.03	
19	2524.0	8.0	7.5	7.0	7.5	7.50	8120	0.780	0	40	43	100	3.03	
20	2524.0	41.0	40.5	40.0	41.0	40.63	6623	0.957	20	40	43	100	3.03	
21	2524.0	43.0	43.0	42.5	43.0	42.88	6521	0.972	40	40	43	100	3.03	
22	2524.0	44.5	44.5	44.0	44.0	44.25	6459	0.981	60	40	43	100	3.03	
23	2524.0	45.0	45.0	44.0	45.0	44.75	6436	0.984	90	40	43	100	3.03	
24	2524.0	45.5	45.5	45.0	45.5	45.38	6408	0.989	120	40	43	100	3.03	

表- 4. 17. 3 締め固め密度の経時変化 (W / C 40, W100) FM2.53

No	U.Weight (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	測定			単位 水量 kg/m ³	細骨材 FM	備考
		1	2	3	4				時間	W/C	s/a			
1	2531.0	1.5	1.0	-1.0	0.0	0.38	8442	0.748	0	40	33	100	2.53	
2	2531.0	36.0	36.0	35.0	35.5	35.63	6849	0.922	20	40	33	100	2.53	
3	2531.0	40.0	39.5	39.0	39.0	39.38	6679	0.946	40	40	33	100	2.53	
4	2531.0	41.0	40.5	40.0	40.5	40.50	6628	0.953	60	40	33	100	2.53	
5	2531.0	43.0	42.0	41.5	42.0	42.13	6555	0.964	90	40	33	100	2.53	
6	2531.0	44.0	43.0	42.5	43.0	43.13	6509	0.971	120	40	33	100	2.53	
7	2531.0	45.0	43.5	43.0	43.5	43.75	6481	0.975	150	40	33	100	2.53	
8	2531.0	45.0	44.5	44.0	44.0	44.38	6453	0.979	180	40	33	100	2.53	
9	2531.0	8.0	7.5	6.5	6.5	7.13	8137	0.776	0	40	35	100	2.53	
10	2531.0	38.0	37.5	36.0	36.5	37.00	6786	0.931	20	40	35	100	2.53	
11	2531.0	41.0	40.0	39.0	39.5	39.88	6656	0.949	40	40	35	100	2.53	
12	2531.0	42.5	42.0	40.5	41.0	41.50	6583	0.960	60	40	35	100	2.53	
13	2531.0	44.0	43.0	42.5	43.0	43.13	6509	0.971	90	40	35	100	2.53	
14	2531.0	44.5	44.0	43.0	43.5	43.75	6481	0.975	120	40	35	100	2.53	
15	2531.0	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.980	150	40	35	100	2.53	
16	2530.0	4.5	4.5	3.5	2.5	3.75	8290	0.762	0	40	37	100	2.53	
17	2530.0	36.0	35.5	35.0	35.0	35.38	6860	0.921	20	40	37	100	2.53	
18	2530.0	39.0	38.5	37.5	37.5	38.13	6736	0.938	40	40	37	100	2.53	
19	2530.0	40.0	40.0	39.0	39.0	39.50	6673	0.947	60	40	37	100	2.53	
20	2530.0	42.0	42.0	40.5	40.5	41.25	6594	0.958	90	40	37	100	2.53	
21	2530.0	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.967	120	40	37	100	2.53	
22	2530.0	44.0	44.0	43.0	42.5	43.38	6498	0.973	150	40	37	100	2.53	
23	2530.0	44.0	44.0	43.5	43.0	43.63	6487	0.974	180	40	37	100	2.53	
24	2529.0	5.5	5.0	5.0	5.0	5.13	8228	0.768	0	40	40	100	2.53	
25	2529.0	36.0	35.5	35.0	35.0	35.38	6860	0.922	20	40	40	100	2.53	
26	2529.0	39.0	38.5	37.0	37.5	38.00	6741	0.938	40	40	40	100	2.53	
27	2529.0	40.0	39.5	38.0	39.0	39.13	6690	0.945	60	40	40	100	2.53	
28	2529.0	41.5	41.0	40.0	40.0	40.63	6623	0.955	90	40	40	100	2.53	
29	2529.0	42.5	42.0	41.0	41.0	41.63	6577	0.961	120	40	40	100	2.53	
30	2529.0	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.967	150	40	40	100	2.53	
31	2529.0	43.5	43.5	42.5	42.5	43.00	6515	0.970	180	40	40	100	2.53	
32	2527.0	7.0	6.5	6.0	6.0	6.38	8171	0.774	0	40	43	100	2.53	
33	2527.0	33.5	33.0	32.5	33.0	33.00	6967	0.908	20	40	43	100	2.53	
34	2527.0	36.0	35.5	34.5	35.0	35.25	6866	0.922	40	40	43	100	2.53	
35	2527.0	37.0	37.0	36.0	36.0	36.50	6809	0.929	60	40	43	100	2.53	
36	2527.0	38.0	38.0	37.5	37.5	37.75	6753	0.937	90	40	43	100	2.53	
37	2527.0	39.0	39.0	38.0	38.0	38.50	6719	0.942	120	40	43	100	2.53	
38	2527.0	40.0	40.0	39.0	39.0	39.50	6673	0.948	150	40	43	100	2.53	
39	2527.0	40.5	40.5	39.5	39.0	39.88	6656	0.951	180	40	43	100	2.53	
40	2527.0	41.0	42.0	40.0	40.0	40.75	6617	0.956	210	40	43	100	2.53	
41	2527.0	42.5	42.5	42.0	41.5	42.13	6555	0.965	300	40	43	100	2.53	

表- 4.17.4 締め固め密度の経時変化 (W/C 40, W100) FM2.83 砕砂

No	U.Weight	下がり				平均	容積	密度	測定			単位	細骨材	備考
	(kg/m ³)	1	2	3	4				時間	W/C	s/a	水量	FM	
						(mm)	(cm ³)	(%)	(s)	(%)	(%)	kg/m ³		
1	2512.0	3.0	3.0	2.5	3.0	2.88	8329	0.764	0	40	37	112	2.83	砕砂
2	2512.0	37.0	36.5	36.0	36.0	36.38	6815	0.934	20	40	37	112	2.83	砕砂
3	2512.0	40.0	40.5	39.0	39.5	39.75	6662	0.956	40	40	37	112	2.83	砕砂
4	2512.0	41.0	41.0	40.5	40.5	40.75	6617	0.962	60	40	37	112	2.83	砕砂
5	2512.0	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.974	90	40	37	112	2.83	砕砂
6	2512.0	44.0	44.0	42.5	42.5	43.25	6504	0.979	120	40	37	112	2.83	砕砂
7	2512.0	44.5	44.5	43.0	43.0	43.75	6481	0.982	150	40	37	112	2.83	砕砂
8	2511.0	1.5	1.0	-1.0	0.0	0.38	8442	0.754	0	40	40	112	2.83	砕砂
9	2511.0	36.0	35.0	34.0	35.0	35.00	6877	0.926	20	40	40	112	2.83	砕砂
10	2511.0	39.5	38.5	38.0	39.0	38.75	6707	0.949	40	40	40	112	2.83	砕砂
11	2511.0	41.0	40.5	40.0	40.0	40.38	6634	0.960	60	40	40	112	2.83	砕砂
12	2511.0	42.0	42.0	41.5	41.5	41.75	6572	0.969	90	40	40	112	2.83	砕砂
13	2511.0	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.974	120	40	40	112	2.83	砕砂
14	2511.0	44.0	43.0	42.0	42.5	42.88	6521	0.977	150	40	40	112	2.83	砕砂
15	2511.0	44.0	43.0	43.0	43.5	43.38	6498	0.980	180	40	40	112	2.83	砕砂
16	2510.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.13	8409	0.758	0	40	41	112	2.83	砕砂
17	2510.0	35.5	35.5	35.0	35.0	35.25	6866	0.928	20	40	41	112	2.83	砕砂
18	2510.0	40.0	38.5	38.0	38.0	38.63	6713	0.949	40	40	41	112	2.83	砕砂
19	2510.0	41.0	40.5	39.5	39.5	40.13	6645	0.959	60	40	41	112	2.83	砕砂
20	2510.0	42.5	42.0	41.0	41.5	41.75	6572	0.969	90	40	41	112	2.83	砕砂
21	2510.0	43.0	43.0	41.5	42.0	42.38	6543	0.974	120	40	41	112	2.83	砕砂
22	2510.0	44.0	43.5	42.5	42.5	43.13	6509	0.979	150	40	41	112	2.83	砕砂
23	2510.0	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.981	180	40	41	112	2.83	砕砂
24	2510.0	-1.5	-1.5	-3.0	-3.0	-2.25	8561	0.744	0	40	43	112	2.83	砕砂
25	2510.0	35.0	35.0	34.0	34.5	34.63	6894	0.924	20	40	43	112	2.83	砕砂
26	2510.0	39.0	38.5	37.5	38.0	38.25	6730	0.947	40	40	43	112	2.83	砕砂
27	2510.0	40.5	40.0	39.0	39.5	39.75	6662	0.956	60	40	43	112	2.83	砕砂
28	2510.0	42.0	41.5	40.0	40.5	41.00	6606	0.964	90	40	43	112	2.83	砕砂
29	2510.0	42.0	42.0	41.0	41.0	41.50	6583	0.968	120	40	43	112	2.83	砕砂
30	2508.0	-4.0	-4.5	-4.0	-4.5	-4.25	8652	0.737	0	40	46	112	2.83	砕砂
31	2508.0	32.5	32.0	31.0	31.0	31.63	7029	0.907	20	40	46	112	2.83	砕砂
32	2508.0	37.0	36.5	35.0	35.5	36.00	6832	0.933	40	40	46	112	2.83	砕砂
33	2508.0	38.5	38.0	37.5	37.5	37.88	6747	0.945	60	40	46	112	2.83	砕砂
34	2508.0	40.0	40.0	39.0	39.0	39.50	6673	0.955	90	40	46	112	2.83	砕砂
35	2508.0	41.0	41.0	39.5	39.5	40.25	6639	0.960	120	40	46	112	2.83	砕砂
36	2508.0	41.5	41.5	40.0	40.5	40.88	6611	0.964	150	40	46	112	2.83	砕砂
37	2508.0	42.0	42.0	40.0	41.0	41.25	6594	0.967	180	40	46	112	2.83	砕砂

表-4.17.5 締め固め密度の経時変化 (W/C 40, W100) FM2.70 砕砂+微粉末

No	U.Weight		下がり				平均	容積	密度	測定		単位	細骨材	備考
	1	(kg/m ³)	2	3	4	(mm)				時間	W/C	s/a	水量	
								(cm ²)	(%)	(s)	(%)	(%)	kg/m ³	FM
1	2512.0	-1.0	0.0	-1.0	-1.0	-0.75	8493	0.749	0	40	37	112	2.7	砕砂+微粉末
2	2512.0	37.0	36.5	36.0	36.0	36.38	6815	0.934	20	40	37	112	2.7	砕砂+微粉末
3	2512.0	40.0	39.5	38.5	39.5	39.38	6679	0.953	40	40	37	112	2.7	砕砂+微粉末
4	2512.0	42.0	41.0	40.0	40.5	40.88	6611	0.963	60	40	37	112	2.7	砕砂+微粉末
5	2512.0	43.0	43.0	41.5	42.0	42.38	6543	0.973	90	40	37	112	2.7	砕砂+微粉末
6	2512.0	43.5	43.5	42.5	42.0	42.88	6521	0.976	120	40	37	112	2.7	砕砂+微粉末
7	2512.0	43.5	43.5	42.5	42.0	42.88	6521	0.976	150	40	37	112	2.7	砕砂+微粉末
8	2511.0	0.0	-0.5	-2.0	-1.0	-0.88	8499	0.749	0	40	39	112	2.7	砕砂+微粉末
9	2511.0	37.0	37.0	35.0	35.0	36.00	6832	0.932	20	40	39	112	2.7	砕砂+微粉末
10	2511.0	40.5	40.0	39.0	39.0	39.63	6668	0.955	40	40	39	112	2.7	砕砂+微粉末
11	2511.0	42.0	41.0	40.0	40.5	40.88	6611	0.963	60	40	39	112	2.7	砕砂+微粉末
12	2511.0	43.0	43.0	41.5	41.5	42.25	6549	0.972	90	40	39	112	2.7	砕砂+微粉末
13	2511.0	43.5	43.5	42.5	42.5	43.00	6515	0.977	120	40	39	112	2.7	砕砂+微粉末
14	2510.0	-3.0	-3.0	-2.0	-3.0	-2.75	8584	0.742	0	40	41	112	2.7	砕砂+微粉末
15	2510.0	37.0	37.5	37.5	37.5	37.38	6769	0.941	20	40	41	112	2.7	砕砂+微粉末
16	2510.0	40.5	40.5	40.5	40.5	40.50	6628	0.961	40	40	41	112	2.7	砕砂+微粉末
17	2510.0	41.5	41.5	41.5	41.5	41.50	6583	0.968	60	40	41	112	2.7	砕砂+微粉末
18	2510.0	42.5	43.0	42.5	42.0	42.50	6538	0.974	90	40	41	112	2.7	砕砂+微粉末
19	2510.0	43.5	43.5	43.0	42.5	43.13	6509	0.979	120	40	41	112	2.7	砕砂+微粉末
20	2510.0	2.0	2.5	1.0	1.5	1.75	8380	0.760	0	40	43	112	2.7	砕砂+微粉末
21	2510.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.00	6832	0.933	20	40	43	112	2.7	砕砂+微粉末
22	2510.0	38.5	38.0	37.5	37.5	37.88	6747	0.944	40	40	43	112	2.7	砕砂+微粉末
23	2510.0	40.0	39.5	38.5	39.0	39.25	6685	0.953	60	40	43	112	2.7	砕砂+微粉末
24	2510.0	41.0	41.0	40.0	40.5	40.63	6623	0.962	90	40	43	112	2.7	砕砂+微粉末
25	2510.0	41.5	41.5	40.0	41.0	41.00	6606	0.964	120	40	43	112	2.7	砕砂+微粉末
26	2510.0	42.0	42.0	41.0	41.5	41.63	6577	0.969	150	40	43	112	2.7	砕砂+微粉末
27	2510.0	42.5	42.0	41.5	42.0	42.00	6560	0.971	180	40	43	112	2.7	砕砂+微粉末

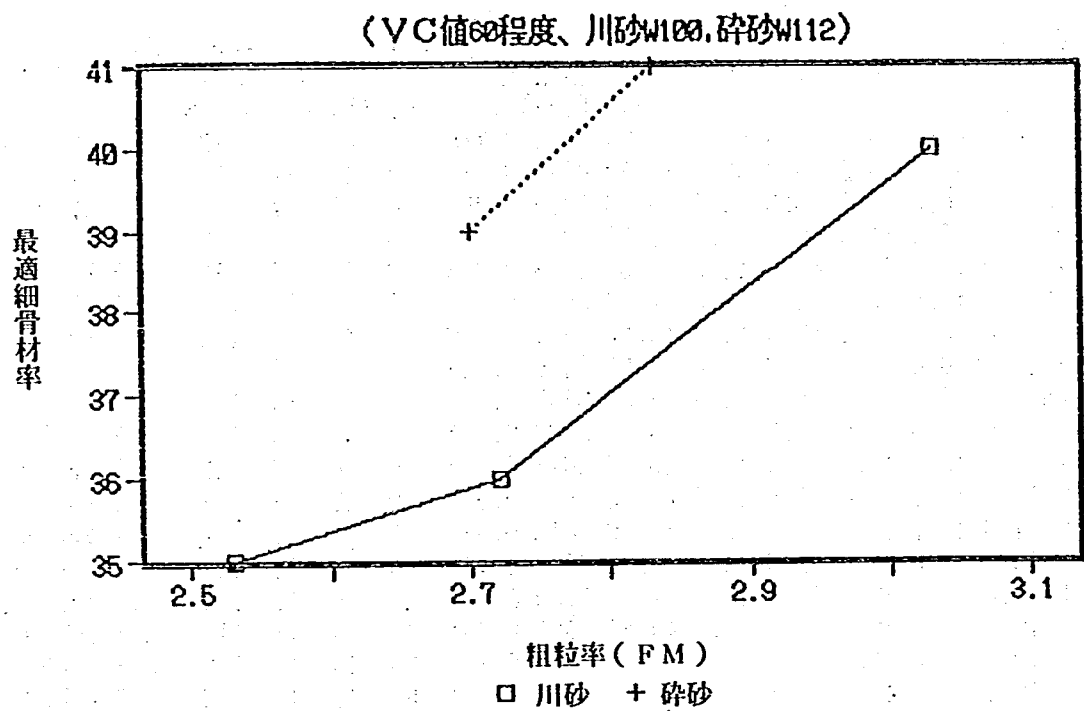


図-4.6 細骨材粗粒率と最適細骨材率の関係

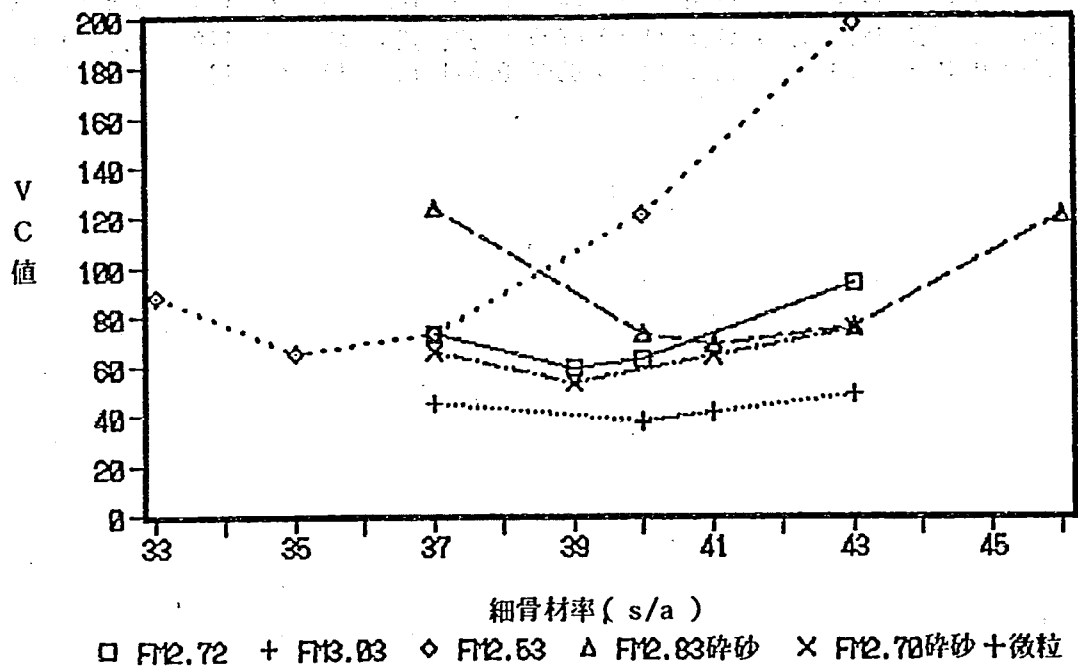


図-4.7 細骨材率とVC値の関係

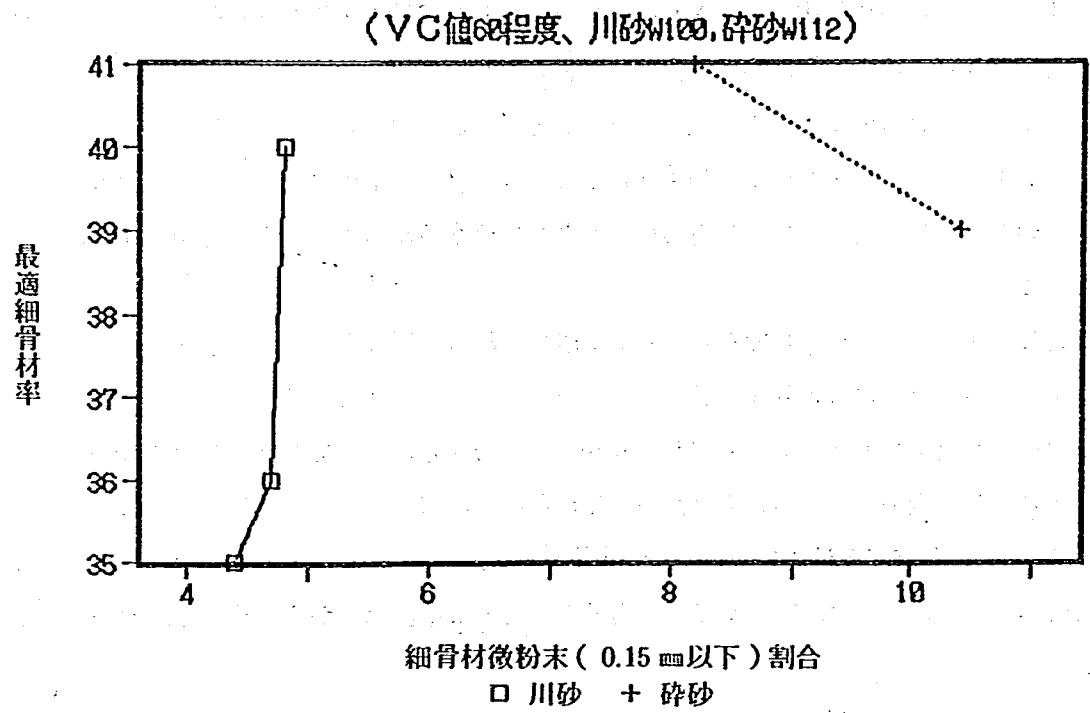


図-4.8 細骨材微粒粉末混入割合と最適細骨材率の関係

4.4.5 混和剤種類とコンシステンシーの関係

表-4.9に示した配合条件のコンクリートについてVC試験を実施し、その結果得られた修正VC値、VC値を表-4.18に示す。また同一条件の下で得られた、容器内コンクリートの密度変化の測定結果を表-4.19に示す。これらの結果から、次のようなことが明かとなった。

① AE剤（ここでは天然樹脂酸塩系）により、コンクリートのワーカビリティの改善を図ることができる。その減水率は、同一VC値を得るのに必要な単位水量から求めると、約10%程度になっていた。

（図-4.9）

② 超硬練りコンクリートでAE剤による連行される空気量を計測する手法は確立されておらず、空気量でワーカビリティの改善効果を管理することは難しいと考えられる。

③ 今回の配合ではセメント量に対し、0.10（%）のAE剤を添加した。なおこの値は、超硬練りコンクリートにおける過去の実験結果より、標準使用量の2倍以上添加しなければならないことがわかった。

④ AE減水剤（ここではリグニンスルホン酸塩系）により、コンクリートのワーカビリティを改善することができる。その減水率は、同一VC値を得るのに必要な単位水量から求めると、約10%程度になっていた。

⑤ 硬練り用特殊混和剤を用いた結果からは、他の混和剤と比べて最も大きな減水効果を有することが確認できた。（約20%の減水率）

⑥ 高性能AE減水剤（ここでは、変性リグニンアルキルアリルスルホン酸および特殊有機酸無水物の複合物）を用いた結果からは、約15%の減水率があることが確認できた。

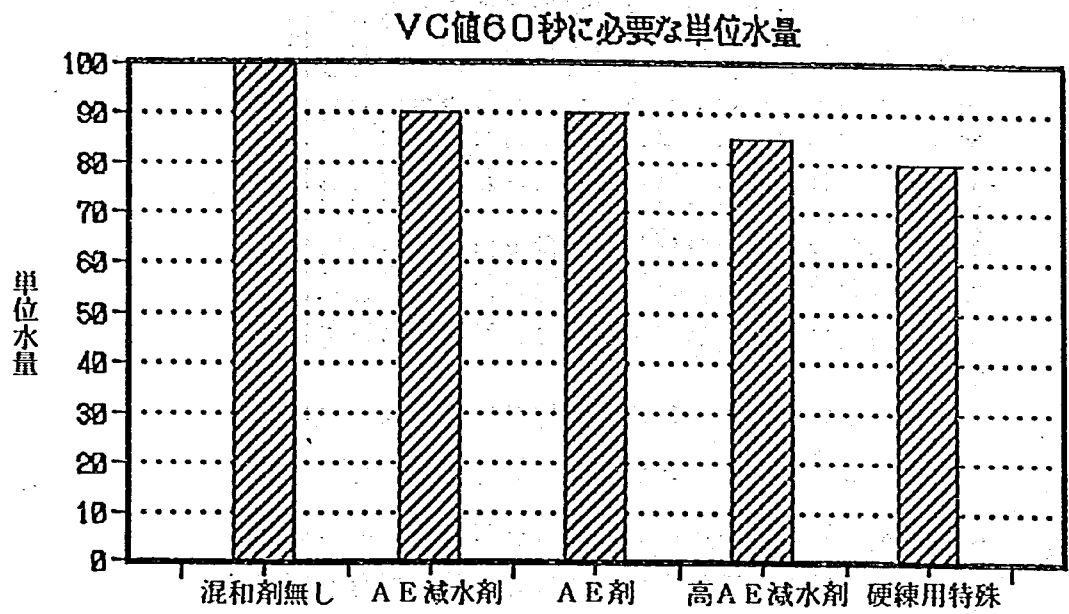


図-4.9 混和剤種類とVC値60±5(s)になる単位水量の関係

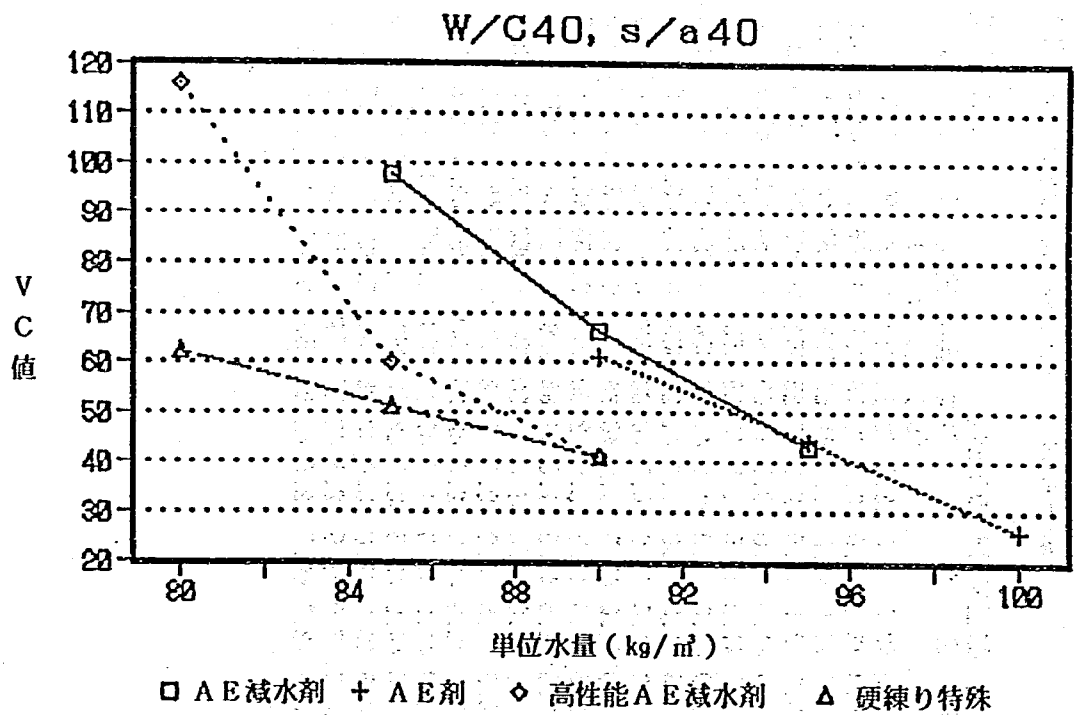


図-4.10 単位水量とVC値の関係

表-4.18.1 混和材種類, 単位水量と修正VC値, VC値およびその時の密度の関係

No	U.Weight (kg/m ³)	修正VC時の下がり							VC値測定時の下がり							修正VC			単位 水量 kg/m ³	粗骨材K _p		K _m	混和剤 種類
		1	2	3	4	平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	1	2	3	4	平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	VC 値 (s)	W/C (%)	s/a (%)		容積率 α CAV	β		
1	2541.0	44.0	43.0	42.5	43.0	43.13	6509	0.967	45.0	44.5	44.0	44.5	44.50	6447	0.976	60	83	40	90	0.920	1.27	1.22	ボ70.25%
2	2540.0	44.0	43.0	41.0	43.0	42.75	6526	0.965	44.5	44.5	43.0	43.5	43.88	6476	0.972	39	52	40	90	0.879	1.16	1.35	ボ70.25%
3	2539.0	42.0	42.0	41.0	41.0	41.50	6583	0.957	43.0	43.0	42.0	42.0	42.50	6538	0.963	29	49	40	90	0.866	1.13	1.40	ボ70.25%
4	2538.5	43.0	42.5	41.5	42.0	42.25	6549	0.962	44.0	43.5	42.5	43.5	43.38	6498	0.969	38	58	40	90	0.839	1.07	1.50	ボ70.25%
5	2538.0	41.0	41.5	41.0	40.5	41.00	6606	0.954	42.5	43.0	42.0	42.0	42.38	6543	0.963	39	66	40	90	0.812	1.02	1.60	ボ70.25%
6	2541.0	42.0	41.0	40.5	41.5	41.25	6594	0.954	43.0	42.5	42.5	42.5	42.63	6532	0.963	45	68	40	90	0.920	1.27	1.22	ビソ0.1%
7	2540.0	42.0	42.0	41.0	41.0	41.50	6583	0.956	42.5	42.5	41.5	41.5	42.00	6560	0.960	39	54	40	90	0.879	1.16	1.35	ビソ0.1%
8	2539.0	41.5	41.5	41.0	41.0	41.25	6594	0.955	43.0	42.5	41.5	42.5	42.38	6543	0.962	40	54	40	90	0.866	1.13	1.40	ビソ0.1%
9	2538.0	41.0	41.0	40.0	40.5	40.63	6623	0.951	42.0	42.0	41.0	41.5	41.63	6577	0.958	40	61	40	90	0.812	1.02	1.60	ビソ0.1%
10	2545.5	41.0	41.0	40.5	41.0	40.88	6611	0.950	43.0	43.0	42.0	43.0	42.75	6526	0.963	38	74	40	85	0.861	1.03	1.41	ボSP9N2%
11	2544.0	42.5	42.0	41.5	42.0	42.00	6560	0.958	43.0	42.5	42.0	43.0	42.63	6532	0.962	47	60	40	85	0.820	0.95	1.57	ボSP9N2%
12	2543.5	42.0	42.5	41.5	41.5	41.88	6566	0.957	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.968	41	60	40	85	0.793	0.90	1.68	ボSP9N2%
13	2542.5	41.0	41.0	41.0	41.0	41.00	6606	0.952	42.0	42.0	42.0	42.0	42.00	6560	0.959	40	57	40	85	0.779	0.88	1.73	ボSP9N2%
14	2541.5	40.5	40.5	40.0	40.5	40.38	6634	0.948	42.0	42.0	41.0	42.0	41.75	6572	0.957	61	92	40	85	0.738	0.83	1.92	ボSP9N2%
15	2553.0	42.5	42.0	42.0	42.5	42.25	6549	0.956	42.5	42.5	42.0	42.5	42.38	6543	0.957	43	90	40	80	0.898	1.01	1.29	RD100=2%
16	2551.0	42.0	41.0	40.0	41.5	41.13	6600	0.950	44.0	43.0	42.5	44.0	43.38	6498	0.965	61	120	40	80	0.871	0.96	1.38	RD100=2%
17	2551.0	43.5	44.0	43.5	43.5	43.63	6487	0.966	45.0	45.0	44.5	44.5	44.75	6436	0.974	61	96	40	80	0.857	0.93	1.43	RD100=2%
18	2550.0	44.5	43.5	42.0	43.0	43.25	6504	0.964	44.5	44.5	43.0	43.5	43.88	6476	0.968	42	62	40	80	0.829	0.88	1.53	RD100=2%
19	2550.0	43.0	42.0	41.5	42.5	42.25	6549	0.958	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.966	59	80	40	80	0.815	0.86	1.59	RD100=2%
20	2549.0	43.0	42.0	40.5	42.5	42.00	6560	0.956	44.0	43.0	42.0	43.0	43.00	6515	0.963	58	94	40	80	0.788	0.82	1.70	RD100=2%

表-4.18.2 混和材種類、細骨材率と修正VC値、VC値およびその時の密度の関係

No	U.Weight (kg/m3)	修正VC時の下がり							VC値測定時の下がり							修正VC			単位 水量 kg/m3	粗骨材Kp 容積率α CAV	Km β	混和剤 種類		
		1	2	3	4	平均 (mm)	容積 (cm2)	密度 (%)	1	2	3	4	平均 (mm)	容積 (cm2)	密度 (%)	VC 値 (s)	W/C (%)	s/a (%)						
1	2544.0	40.0	40.0	39.5	39.5	39.75	6662	0.943	42.0	42.0	41.0	41.0	41.50	6583	0.955	53	98	40	40	85	0.820	0.95	1.57	ボ70.25%
2	2538.0	41.0	41.5	41.0	40.5	41.00	6606	0.954	42.5	43.0	42.0	42.0	42.38	6543	0.963	39	66	40	40	90	0.812	1.02	1.60	ボ70.25%
3	2531.5	43.0	42.5	41.5	42.0	42.25	6549	0.965	44.0	43.5	43.0	43.5	43.50	6493	0.973	31	43	40	40	95	0.803	1.09	1.64	ボ70.25%
4	2538.0	41.0	41.0	40.0	40.5	40.63	6623	0.951	42.0	42.0	41.0	41.5	41.63	6577	0.958	40	61	40	40	90	0.812	1.02	1.60	ビソ0.1%
5	2531.5	40.5	40.5	40.0	40.0	40.25	6639	0.951	42.0	41.5	40.5	41.0	41.25	6594	0.958	21	44	40	40	95	0.803	1.09	1.64	ビソ0.1%
6	2525.0	40.0	40.0	39.0	39.5	39.63	6668	0.950	41.5	41.5	40.5	40.5	41.00	6606	0.959	19	26	40	40	100	0.794	1.16	1.67	ビソ0.1%
7	2550.0	41.0	41.0	40.0	40.0	40.50	6628	0.946	43.0	43.0	43.0	43.0	43.00	6515	0.962	59	116	40	40	80	0.829	0.88	1.53	ボSP9N2%
8	2544.0	42.5	42.0	41.5	42.0	42.00	6560	0.958	43.0	42.5	42.0	43.0	42.63	6532	0.962	47	60	40	40	85	0.820	0.95	1.57	ボSP9N2%
9	2538.0	42.0	42.0	41.0	41.0	41.50	6583	0.957	43.5	43.5	42.5	42.5	43.00	6515	0.967	19	41	40	40	90	0.812	1.02	1.60	ボSP9N2%
10	2550.0	44.5	43.5	42.0	43.0	43.25	6504	0.964	44.5	44.5	43.0	43.5	43.88	6476	0.968	42	62	40	40	80	0.829	0.88	1.53	RD100=2%
11	2544.0	44.0	43.0	42.5	43.5	43.25	6504	0.966	45.0	44.5	44.0	44.5	44.50	6447	0.975	39	51	40	40	85	0.820	0.95	1.57	RD100=2%
12	2538.0	43.5	44.0	43.5	43.0	43.50	6493	0.970	44.5	44.0	44.0	43.5	44.00	6470	0.974	22	41	40	40	90	0.812	1.02	1.60	RD100=2%
13	2550.0	39.0	38.0	37.5	38.5	38.25	6730	0.932	40.5	39.5	39.0	40.5	39.88	6656	0.942	65	105	40	40	80	0.829	0.88	1.53	ボSP9N1%
14	2544.0	41.5	42.0	41.0	40.5	41.25	6594	0.953	43.5	43.0	42.0	43.0	42.88	6521	0.964	76	126	40	40	85	0.820	0.95	1.57	ボSP9N1%
15	2538.0	43.5	42.0	40.5	41.5	41.88	6566	0.960	44.0	43.0	42.0	43.0	43.00	6515	0.967	46	78	40	40	90	0.812	1.02	1.60	ボSP9N1%

表- 4. 19. 1 密度の経時変化 混和剤種類 (ヴァンソル)

No	U.Weight (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	測定			単位 水量 kg/m ³	細骨材 F M
		1	2	3	4				時間 (s)	W/C (%)	s/a (%)		
301	2541.0	8.5	8.0	7.5	8.0	8.00	8098	0.777	0	40	32	90	2.79
302	2541.0	37.0	37.0	36.5	37.0	36.88	6792	0.927	20	40	32	90	2.79
303	2541.0	39.5	39.0	39.0	40.0	39.38	6679	0.942	40	40	32	90	2.79
304	2541.0	40.0	39.0	39.0	40.0	39.50	6673	0.943	60	40	32	90	2.79
305	2541.0	40.0	39.0	39.0	40.0	39.50	6673	0.943	90	40	32	90	2.79
306	2541.0	41.0	41.0	40.0	41.0	40.75	6617	0.951	120	40	32	90	2.79
307	2540.0	8.5	8.5	8.0	8.0	8.25	8086	0.778	0	40	35	90	2.79
308	2540.0	39.0	39.1	37.5	38.0	38.40	6723	0.936	20	40	35	90	2.79
309	2540.0	41.5	41.0	40.0	40.5	40.75	6617	0.951	40	40	35	90	2.79
310	2540.0	43.0	43.0	41.5	42.0	42.38	6543	0.962	60	40	35	90	2.79
311	2540.0	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.970	90	40	35	90	2.79
312	2540.0	44.0	44.0	43.5	43.5	43.75	6481	0.971	120	40	35	90	2.79
313	2539.0	8.0	7.5	7.0	7.5	7.50	8120	0.775	0	40	36	90	2.79
314	2539.0	39.0	38.5	38.0	38.5	38.50	6719	0.937	20	40	36	90	2.79
315	2539.0	40.5	40.0	39.8	40.0	40.08	6647	0.947	40	40	36	90	2.79
316	2539.0	42.0	41.0	41.0	41.5	41.38	6589	0.956	60	40	36	90	2.79
317	2539.0	43.5	42.0	41.5	42.0	42.25	6549	0.962	90	40	36	90	2.79
318	2539.0	44.0	43.5	42.5	43.0	43.25	6504	0.968	120	40	36	90	2.79
319	2538.0	10.0	10.0	9.0	9.0	9.50	8030	0.785	0	40	40	90	2.79
320	2538.0	38.0	38.0	37.0	37.0	37.50	6764	0.931	20	40	40	90	2.79
321	2538.0	40.0	40.0	39.0	39.0	39.50	6673	0.944	40	40	40	90	2.79
401	2538.0	41.0	41.0	40.0	40.0	40.50	6628	0.951	60	40	40	90	2.79
402	2538.0	42.0	42.0	41.0	41.0	41.50	6583	0.957	90	40	40	90	2.79
403	2538.0	43.5	43.0	42.0	42.0	42.63	6532	0.965	120	40	40	90	2.79
404	2538.0	44.0	44.0	42.5	42.5	43.25	6504	0.969	150	40	40	90	2.79
405	2531.5	9.0	8.5	8.0	8.0	8.38	8081	0.782	0	40	40	95	2.79
406	2531.5	39.0	39.0	38.5	38.5	38.75	6707	0.942	20	40	40	95	2.79
407	2531.5	41.0	40.5	40.5	41.0	40.75	6617	0.955	40	40	40	95	2.79
408	2531.5	42.0	42.0	41.0	41.5	41.63	6577	0.960	60	40	40	95	2.79
409	2531.5	43.0	42.5	41.5	42.0	42.25	6549	0.965	90	40	40	95	2.79
410	2531.5	43.5	43.0	42.0	43.0	42.88	6521	0.969	120	40	40	95	2.79
411	2525.0	10.0	10.0	9.5	9.5	9.75	8019	0.790	0	40	40	100	2.79
412	2525.0	41.0	41.0	40.5	41.0	40.88	6611	0.958	20	40	40	100	2.79
413	2525.0	42.0	42.0	41.5	41.5	41.75	6572	0.964	40	40	40	100	2.79
414	2525.0	43.0	43.0	42.0	42.5	42.63	6532	0.970	60	40	40	100	2.79
415	2525.0	44.0	44.5	44.0	44.0	44.13	6464	0.980	90	40	40	100	2.79
416	2525.0	45.5	45.5	45.0	45.0	45.25	6413	0.987	120	40	40	100	2.79

表-4.19.2 密度の経時変化 混和剤種類(ボゾリス70)

No	U.Weight (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	測定			単位 水量 kg/m ³	細骨材 FM
		1	2	3	4				時間 (s)	W/C (%)	s/a (%)		
301	2541.0	5.5	5.0	5.0	5.5	5.25	8222	0.765	0	40	32	90	2.79
302	2541.0	39.0	38.0	37.5	38.0	38.13	6736	0.934	20	40	32	90	2.79
303	2541.0	42.0	41.5	40.0	40.5	41.00	6606	0.953	40	40	32	90	2.79
304	2541.0	43.5	43.0	41.0	41.5	42.25	6549	0.961	60	40	32	90	2.79
305	2541.0	44.0	44.0	42.5	43.0	43.38	6498	0.968	90	40	32	90	2.79
306	2541.0	45.0	44.0	42.5	43.5	43.75	6481	0.971	120	40	32	90	2.79
307	2541.0	45.5	45.0	44.0	44.0	44.63	6442	0.977	150	40	32	90	2.79
308	2540.0	9.5	9.0	8.5	9.0	9.00	8052	0.782	0	40	35	90	2.79
309	2540.0	40.0	39.0	38.5	38.0	38.88	6702	0.939	20	40	35	90	2.79
310	2540.0	42.0	41.5	41.0	42.0	41.63	6577	0.957	40	40	35	90	2.79
311	2540.0	43.5	43.5	42.0	43.0	43.00	6515	0.966	60	40	35	90	2.79
312	2540.0	45.0	44.0	43.5	44.0	44.13	6464	0.974	90	40	35	90	2.79
313	2540.0	46.0	45.0	44.0	45.0	45.00	6425	0.980	120	40	35	90	2.79
314	2539.0	11.0	11.0	9.0	9.0	10.00	8007	0.786	0	40	36	90	2.79
315	2539.0	39.0	38.0	37.5	38.0	38.13	6736	0.935	20	40	36	90	2.79
316	2539.0	42.0	41.0	40.0	40.5	40.88	6611	0.953	40	40	36	90	2.79
317	2539.0	43.0	42.5	41.5	42.0	42.25	6549	0.962	60	40	36	90	2.79
318	2539.0	44.5	43.5	42.5	43.0	43.38	6498	0.969	90	40	36	90	2.79
319	2539.0	44.5	44.5	44.0	44.0	44.25	6459	0.975	120	40	36	90	2.79
320	2539.0	45.0	45.0	44.5	45.0	44.88	6430	0.979	150	40	36	90	2.79
321	2538.5	10.5	10.0	9.5	10.0	10.00	8007	0.787	0	40	38	90	2.79
401	2538.5	38.5	38.0	37.0	38.0	37.88	6747	0.934	20	40	38	90	2.79
402	2538.5	41.0	41.0	39.5	40.0	40.38	6634	0.950	40	40	38	90	2.79
403	2538.5	42.5	42.0	41.0	41.5	41.75	6572	0.959	60	40	38	90	2.79
404	2538.5	43.5	43.0	42.5	43.0	43.00	6515	0.967	90	40	38	90	2.79
405	2538.5	44.5	44.5	43.5	44.0	44.13	6464	0.974	120	40	38	90	2.79
406	2538.5	45.0	45.0	44.0	44.5	44.63	6442	0.978	150	40	38	90	2.79
407	2544.0	9.0	9.5	8.5	9.0	9.00	8052	0.780	0	40	40	85	2.79
408	2544.0	36.0	36.0	34.5	35.0	35.38	6860	0.916	20	40	40	85	2.79
409	2544.0	38.5	38.5	37.0	37.5	37.88	6747	0.932	40	40	40	85	2.79
410	2544.0	40.0	40.0	39.0	39.0	39.50	6673	0.942	60	40	40	85	2.79
411	2544.0	41.5	42.0	40.5	40.5	41.13	6600	0.952	90	40	40	85	2.79
412	2544.0	42.5	42.5	41.5	41.5	42.00	6560	0.958	120	40	40	85	2.79
413	2544.0	43.0	43.0	42.5	42.5	42.75	6526	0.963	150	40	40	85	2.79
414	2544.0	43.5	43.5	43.0	43.0	43.25	6504	0.966	180	40	40	85	2.79
415	2538.0	10.5	10.0	9.0	10.0	9.88	8013	0.786	0	40	40	90	2.79
416	2538.0	39.0	38.0	37.0	38.5	38.13	6736	0.935	20	40	40	90	2.79
417	2538.0	41.0	40.0	40.0	41.0	40.50	6628	0.951	40	40	40	90	2.79
418	2538.0	42.0	41.0	41.5	42.5	41.75	6572	0.959	60	40	40	90	2.79
419	2538.0	43.5	43.0	43.0	43.5	43.25	6504	0.969	90	40	40	90	2.79
420	2538.0	44.5	44.0	44.0	44.0	44.13	6464	0.975	120	40	40	90	2.79
421	2538.0	45.0	45.0	44.5	45.0	44.88	6430	0.980	150	40	40	90	2.79
422	2538.0	45.5	45.5	44.5	45.0	45.13	6419	0.982	180	40	40	90	2.79
423	2531.5	11.5	11.5	10.0	10.0	10.75	7973	0.792	0	40	40	95	2.79
424	2531.5	40.5	40.5	40.0	40.5	40.38	6634	0.952	20	40	40	95	2.79
425	2531.5	43.0	43.0	42.5	42.5	42.75	6526	0.968	40	40	40	95	2.79
426	2531.5	44.0	44.0	43.0	43.0	43.50	6493	0.973	60	40	40	95	2.79
427	2531.5	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.980	90	40	40	95	2.79
428	2531.5	45.5	45.0	44.5	45.0	45.00	6425	0.983	120	40	40	95	2.79

表- 4. 19. 3 密度の経時変化 混和剤種類 (ボゾリス SP9N)

No	U. Weight (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	測定			単位 水量 kg/m ³	細骨材 FM
		1	2	3	4				時間 (s)	W/C (%)	s/a (%)		
301	2545.5	6.0	5.0	4.5	5.0	5.13	8228	0.763	0	40	37	85	2.79
302	2545.5	38.5	38.5	38.0	38.5	38.38	6724	0.934	20	40	37	85	2.79
303	2545.5	42.0	41.0	41.0	42.0	41.50	6583	0.954	40	40	37	85	2.79
304	2545.5	43.0	42.5	42.0	43.0	42.63	6532	0.962	60	40	37	85	2.79
305	2545.5	43.0	43.0	42.5	42.5	42.75	6526	0.963	90	40	37	85	2.79
306	2545.5	43.0	43.0	43.0	43.0	43.00	6515	0.964	120	40	37	85	2.79
307	2544.0	6.0	5.5	5.0	5.0	5.38	8216	0.765	0	40	40	85	2.79
308	2544.0	39.0	38.5	37.0	37.5	38.00	6741	0.932	20	40	40	85	2.79
309	2544.0	42.0	41.0	40.0	40.5	40.88	6611	0.951	40	40	40	85	2.79
310	2544.0	43.0	42.0	41.0	42.0	42.00	6560	0.958	60	40	40	85	2.79
311	2544.0	43.0	42.0	41.5	42.5	42.25	6549	0.960	90	40	40	85	2.79
312	2544.0	44.0	43.5	42.5	43.5	43.38	6498	0.967	120	40	40	85	2.79
313	2544.0	46.0	45.0	44.0	44.5	44.88	6430	0.977	150	40	40	85	2.79
314	2544.0	46.5	46.0	45.0	45.5	45.75	6391	0.984	180	40	40	85	2.79
315	2543.5	6.0	6.0	6.0	5.5	5.88	8194	0.767	0	40	42	85	2.79
316	2543.5	37.5	37.5	36.0	36.5	36.88	6792	0.926	20	40	42	85	2.79
317	2543.5	40.0	40.0	39.0	39.5	39.63	6668	0.943	40	40	42	85	2.79
318	2543.5	41.5	41.5	40.0	40.5	40.88	6611	0.951	60	40	42	85	2.79
319	2543.5	43.0	42.0	41.0	42.5	42.13	6555	0.959	90	40	42	85	2.79
320	2543.5	43.0	42.0	41.5	43.0	42.38	6543	0.961	120	40	42	85	2.79
321	2543.5	43.0	42.5	42.5	43.0	42.75	6526	0.963	150	40	42	85	2.79
401	2542.5	5.0	4.5	4.5	4.5	4.63	8250	0.762	0	40	43	85	2.79
402	2542.5	39.0	39.0	38.5	39.0	38.88	6702	0.938	20	40	43	85	2.79
403	2542.5	40.0	40.0	40.0	40.0	40.00	6651	0.946	40	40	43	85	2.79
404	2542.5	42.0	41.5	41.0	42.0	41.63	6577	0.956	60	40	43	85	2.79
405	2542.5	42.5	42.5	42.0	42.0	42.25	6549	0.960	90	40	43	85	2.79
406	2542.5	44.0	43.0	43.0	43.5	43.38	6498	0.968	120	40	43	85	2.79
407	2541.5	6.5	6.0	6.0	6.5	6.25	8177	0.769	0	40	46	85	2.79
408	2541.5	36.5	36.0	36.0	36.5	36.25	6820	0.922	20	40	46	85	2.79
409	2541.5	39.5	39.0	38.0	39.0	38.88	6702	0.939	40	40	46	85	2.79
410	2541.5	40.5	40.0	39.5	40.0	40.00	6651	0.946	60	40	46	85	2.79
411	2541.5	42.0	41.5	40.0	41.5	41.25	6594	0.954	90	40	46	85	2.79
412	2541.5	43.0	43.0	42.0	42.5	42.63	6532	0.963	120	40	46	85	2.79
413	2541.5	43.5	43.0	42.0	43.0	42.88	6521	0.965	150	40	46	85	2.79
414	2541.5	44.5	43.5	43.0	43.0	43.50	6493	0.969	180	40	46	85	2.79
415	2550.0	7.0	6.5	6.0	6.5	6.50	8166	0.768	0	40	40	80	2.79
416	2550.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.00	6832	0.918	20	40	40	80	2.79
417	2550.0	38.5	38.5	38.0	38.5	38.38	6724	0.933	40	40	40	80	2.79
418	2550.0	40.0	40.0	39.5	39.5	39.75	6662	0.941	60	40	40	80	2.79
419	2550.0	42.0	42.0	40.5	41.5	41.50	6583	0.953	90	40	40	80	2.79
420	2550.0	43.0	43.0	41.5	42.0	42.38	6543	0.958	120	40	40	80	2.79
421	2550.0	43.5	43.5	42.0	43.0	43.00	6515	0.962	150	40	40	80	2.79
422	2538.0	8.0	8.0	7.0	7.0	7.50	8120	0.776	0	40	40	90	2.79
423	2538.0	41.0	41.5	41.0	41.0	41.13	6600	0.955	20	40	40	90	2.79
424	2538.0	43.5	44.0	43.5	43.0	43.50	6493	0.970	40	40	40	90	2.79
425	2538.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.00	6470	0.974	60	40	40	90	2.79
426	2538.0	45.0	45.0	45.0	44.5	44.88	6430	0.980	90	40	40	90	2.79
427	2538.0	45.5	46.0	45.0	45.0	45.38	6408	0.983	120	40	40	90	2.79

表-4.19.4 密度の経時変化 混和剤種類(ボゾリスRD100)

No	U.Weight (kg/m ³)	1	下がり 2	3	4	平均 (m)	容積 (cm ²)	密度 (%)	測定 時間W/C	s/a	単位 水量	細骨材 F M
									(s)	(%)	(%)	kg/m ³
301	2553.0	13.0	13.0	12.0	12.0	12.50	7894	0.793	0	40	35	80
302	2553.0	40.0	39.0	38.5	39.0	39.13	6690	0.936	20	40	35	80
303	2553.0	42.0	42.0	41.5	42.0	41.88	6566	0.954	40	40	35	80
304	2553.0	44.0	43.0	43.0	44.0	43.50	6493	0.965	60	40	35	80
305	2553.0	45.0	44.0	44.0	45.0	44.50	6447	0.971	90	40	35	80
306	2553.0	45.0	44.0	44.0	45.0	44.50	6447	0.971	120	40	35	80
307	2551.0	9.5	9.5	9.5	10.5	9.75	8019	0.782	0	40	37	80
308	2551.0	38.5	37.5	37.0	38.0	37.75	6753	0.928	20	40	37	80
309	2551.0	41.5	40.0	39.0	40.5	40.25	6639	0.944	40	40	37	80
310	2551.0	42.5	42.0	40.5	42.0	41.75	6572	0.954	60	40	37	80
311	2551.0	44.0	43.0	42.0	43.0	43.00	6515	0.962	90	40	37	80
312	2551.0	44.5	43.5	43.0	44.0	43.75	6481	0.967	120	40	37	80
313	2551.0	45.0	44.0	43.0	44.5	44.13	6464	0.970	150	40	37	80
314	2551.0	11.0	11.5	10.5	10.5	10.88	7968	0.787	0	40	38	80
315	2551.0	39.0	38.0	37.0	38.5	38.13	6736	0.931	20	40	38	80
316	2551.0	41.5	40.5	40.0	41.5	40.88	6611	0.948	40	40	38	80
317	2551.0	42.5	42.0	42.0	43.0	42.38	6543	0.958	60	40	38	80
318	2551.0	43.5	43.5	43.0	43.5	43.38	6498	0.965	90	40	38	80
319	2551.0	44.5	45.0	44.5	44.0	44.50	6447	0.972	120	40	38	80
320	2551.0	45.5	46.0	45.0	45.0	45.38	6408	0.978	150	40	38	80
321	2551.0	46.0	46.5	45.0	45.0	45.63	6396	0.980	180	40	38	80
401	2550.0	10.5	11.0	10.0	10.0	10.38	7990	0.785	0	40	40	80
402	2550.0	40.0	39.5	39.0	39.5	39.50	6673	0.940	20	40	40	80
403	2550.0	41.0	40.5	39.5	40.0	40.25	6639	0.944	40	40	40	80
404	2550.0	42.5	42.0	40.0	41.5	41.50	6583	0.953	60	40	40	80
405	2550.0	43.5	43.5	42.5	43.0	43.13	6509	0.963	90	40	40	80
406	2550.0	44.0	44.0	43.5	44.0	43.88	6476	0.968	120	40	40	80
407	2550.0	45.0	45.0	44.5	45.0	44.88	6430	0.975	150	40	40	80
408	2550.0	45.5	45.0	44.5	45.5	45.13	6419	0.977	180	40	40	80
409	2550.0	10.5	10.0	9.5	10.5	10.13	8002	0.784	0	40	40	80
410	2550.0	40.0	40.0	39.0	39.5	39.63	6668	0.940	20	40	40	80
411	2550.0	42.5	42.0	42.0	42.0	42.13	6555	0.957	40	40	40	80
412	2550.0	44.0	44.0	43.0	43.5	43.63	6487	0.967	60	40	40	80
413	2550.0	45.0	45.0	44.0	44.0	44.50	6447	0.973	90	40	40	80
414	2550.0	45.0	45.5	44.5	44.5	44.88	6430	0.975	120	40	40	80
415	2550.0	45.5	46.0	45.0	45.0	45.38	6408	0.979	150	40	40	80
416	2550.0	7.0	7.0	6.5	6.5	6.75	8154	0.769	0	40	41	80
417	2550.0	37.0	37.0	36.0	37.0	36.75	6798	0.922	20	40	41	80
418	2550.0	40.0	39.5	39.0	39.5	39.50	6673	0.940	40	40	41	80
419	2550.0	41.5	41.0	40.0	41.0	40.88	6611	0.948	60	40	41	80
420	2550.0	43.0	42.5	42.0	43.0	42.63	6532	0.960	90	40	41	80
421	2550.0	44.0	43.5	43.0	43.5	43.50	6493	0.966	120	40	41	80
422	2550.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.00	6470	0.969	150	40	41	80
423	2549.0	12.0	11.5	11.5	11.5	11.63	7934	0.791	0	40	43	80
424	2549.0	38.0	38.0	36.5	37.0	37.38	6769	0.927	20	40	43	80
425	2549.0	41.0	40.5	38.5	39.5	39.88	6656	0.942	40	40	43	80
426	2549.0	42.0	41.5	41.0	41.0	41.38	6589	0.952	60	40	43	80
427	2549.0	43.5	42.5	41.5	42.5	42.50	6538	0.960	90	40	43	80
428	2549.0	44.0	43.0	42.5	43.0	43.13	6509	0.964	120	40	43	80
429	2549.0	44.5	44.0	43.0	43.5	43.75	6481	0.968	150	40	43	80
430	2549.0	45.0	45.0	43.5	44.0	44.38	6453	0.972	180	40	43	80

表-4.19.5 密度の経時変化 混和剤種類(ボゾリスRD100)

No	U.Weight (kg/m ³)	下がり				平均 (mm)	容積 (cm ²)	密度 (%)	測定			単位 水量 kg/m ³	細骨材 F M
		1	2	3	4				時間 (s)	W/C (%)	s/a (%)		
431	2544.0	12.5	12.0	10.5	11.0	11.50	7939	0.792	0	40	40	85	2.79
432	2544.0	42.5	41.5	40.5	41.5	41.50	8583	0.955	20	40	40	85	2.79
433	2544.0	44.5	44.0	43.0	44.0	43.88	8476	0.971	40	40	40	85	2.79
434	2544.0	45.5	45.0	44.0	44.5	44.75	8436	0.977	60	40	40	85	2.79
435	2544.0	46.0	45.5	44.5	45.0	45.25	8413	0.980	90	40	40	85	2.79
436	2544.0	46.0	46.0	45.0	46.0	45.75	8391	0.984	120	40	40	85	2.79
437	2538.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.50	7894	0.798	0	40	40	90	2.79
438	2538.0	43.0	43.0	42.5	42.5	42.75	8526	0.965	20	40	40	90	2.79
439	2538.0	44.5	45.0	44.0	44.0	44.38	8453	0.976	40	40	40	90	2.79
440	2538.0	44.5	45.0	44.5	44.5	44.63	8442	0.978	60	40	40	90	2.79
441	2538.0	45.0	45.5	45.0	45.0	45.13	8419	0.982	90	40	40	90	2.79
442	2538.0	46.0	47.0	46.0	45.5	46.13	8374	0.988	120	40	40	90	2.79

5. 結 論

試験の結果から、転圧コンクリート舗装用超硬練りコンクリートの配合条件とコンシステンシーの間には、次のような関係があることが予想された。

① 単位水量、水セメント比、単位粗骨材容積（細骨材率）、細骨材粗粒率等の配合を表す指標と得られたコンクリートのコンシステンシーの間には、有スランプ時における関係とほぼ同じ関係が成立する。

② ただし関係を表す変化率などの係数は、一般の有スランプコンクリートと比べて、単位粗骨材容積が大きいことなどの配合そのものの違いにより、別途求める必要があると考える。

コンシステンシー評価試験に関しては、次のようなことが言える。

① VC試験により、コンクリートの軟らかさの他、単位粗骨材容積（あるいは細骨材率）のような材料分離に対する抵抗性のある程度評価することができる。

② 現在提案されている各種の配合決定用および現場管理用のコンシステンシー評価試験のうち、代表的なVC試験、JIS A 1210突き固め試験に準拠する試験などについて実験的に検討した結果、これらの試験では作業にある程度の習熟が必要とされることが、判定に際しても個人差が出る可能性があることがわかった。

6. あ と が き

本試験結果によって、超硬練りコンクリートのコンシステンシー評価および配合設計を行うに際して、振動エネルギーを利用したVC試験が、他にない特徴を有し有用であることがわかった。

今後は、材料に関する事例を数多く収集し、配合の修正方法の一般形を求めることが必要と考えられる。また、現場における施工環境にあわせたコンクリートの軟らかさを、VC試験においてどのように判定するのか、あるいはこれまでの施工事例では、表面の仕上がりの良さから、やや細骨材量を多くしているが、これらの最適値をどのように判定するのか、といった現場との整合を図っていく必要もあると考える。

付属資料1．コンシステンシー試験法

および参考試験結果抜粋

1. コンシステンシー試験法 1 VC試験

1. 使用する機械

- | | | |
|-------------|--|---------|
| (1) 小型VC試験機 | 振動台 回転数 3000 vpm (vpm) (試験によっては変更) | |
| | 振 幅 1.0 mm | (同 上) |
| (2) 容 器 | φ24×20cm (あらかじめ容積を正確に計っておく。) | |
| (3) 上載荷重 | 20kg | (同 上) |

2. 容器内の試料の詰め方

まず、試料16.00kg (大型VC試験では、128.00 kg) 採取した試料の全量を容器内に2層に分けて詰める。この各層は突き棒でならした後、35回 (大型VC試験では100回) 均等に突くものとする。各層を突く際の突き棒の突入れ深さは、できる限り深いものとする。試料の突き固めを終了した後、上面を突き棒により軽くなす。

また、試験に先立ち示方配合から求まる理論最大密度および測定した空気量から求まる理論密度を計算する。

3. 試 験

- (1) コンクリート試料の容積を注1に示す方法により測定し、かさ密度および、空隙率を求める。すべり棒の付いた透明な円板ならびに20kgの上載荷重を載せ、ただちにテーブル振動機を運転する。
- (2) 振動をかけ締固めを進行させ、コンクリートの表面にモルタルが浮かび上がって、円板下面に最初に、モルタルが接するまでに要した振動時間を測定する。そこでただちに振動を停止し、その時点におけるコンクリート試料の容積を注1に示す方法により測定し、かさ密度および、空隙率を求める。
- (3) その後引き続き振動をかけ、コンクリートの表面にモルタルが浮かび上がって、円板下面全面にモルタルが接するまでに要した振動時間 (合計時間) を測定する。そこでまたただちに振動を停止し、その時点におけるコンクリート試料の容積を注1に示す方法により測定し、かさ密度および、空隙率を求める。
- (4) なお(2)、(3)とは別に、20、40、60、90、120秒の一定時間ごとに、振動を停止し、その時点におけるコンクリート試料の容積を注1に示す方法により測定し、かさ密度および、空隙率を求める。

注1. 容器の内径と、内側の高さから容器の容積を求め、この値と締固め後の試料上面の線からの深さを、直角方向各1点 (計4点) について測定し、その結果得られる残容積から容積を求める。また、その時の重量を測定し、容器重量を差し引くことにより、試料の重量を求める。容積と重量より、かさ密度を求める。

2. コンシステンシー試験法 2 JIS A 1210 に準拠した突き固め試験

A法 (φ10, 100回1層)

1. 使用する機械等

- (1) 容器 (モールド) 15cmモールド
- (2) ランマー 4.5 kgランマー (質量 4.5 kg, 落下高 450 mm)
- (3) その他 JIS A 1210 に準拠した試験器具 (カラー, ストレートエッジ, へら, はかり等)

2. 試験方法

採取した試料約 2 kg をモールドに 3 層に分けて, 各層突き棒により, 突き固めながら詰め込む。そこで重量を計り, モールド重量を用いて詰めた試料の重量を求める。

突き固めは, 20 回ごとに停止し, その時の試料の容積を求める。これを突き数の合計が 100 回になるまで続ける。

突き数 20 回ごとの試料の密度 (締固め率) を求める。

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

$$\bullet \text{ 空気量 (\%)} = 100 - \text{締固め率}$$

B法 (φ10, 65回3層)

1. 使用する機械等

- (1) 容器 (モールド) 10cmモールド (内径 100 mm, 高さ 200 mm)
- (2) ランマー 4.5 kgランマー (質量 4.5 kg, 落下高 450 mm)
- (3) その他 JIS A 1210 に準拠した試験器具 (カラー, ストレートエッジ, へら, はかり等)

2. 試験方法

採取した試料をモールドに 3 層に分けて突き固める。1 層あたりの突き固め数は 65 回とする。突き固め後の各層の厚さはだいたい等しくなるようにし, 各層の密着を良くするために突き終わった面にはへらなどで縦横に線を刻むようにする。

突き固めが終わったら, モールド上部の余分の試料をストレートエッジで注意深く削り取り, 重量を計る。

モールド内に突き固めた試料重量とモールドの体積から, 締固め密度 (湿潤密度) を算出する。閉め固め密度と理論最大密度との比を締固め率として求め, 併せて空気量も算出する。

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

$$\bullet \text{ 空 気 量 (\%)} = 100 - \text{締固め率}$$

3. そ の 他

突き固め試験と併せて試料の含水比を測定する。

3. 参考試験結果抜粋

JIS A 1210 に準拠した突き固め試験

JIS 突き固めA法 (1層100回), B法(φ10, 65回3層)										
容器No	58									
容器重量	8111									
容器深さ	19.04									
試料+容器	11111									
試料重量	3000									平均 密度
	0	9.87	1619.	1.852	0.7358	9.79	1639.	1.830	0.7271	0.731
W/C40	20	11.16	1390.	2.157	0.8570	11.23	1384.	2.166	0.8607	0.858
s/a33	40	11.34	1359.	2.206	0.8767	11.67	1307.	2.295	0.9119	0.894
W100	60	11.74	1289.	2.326	0.9244	11.82	1280.	2.342	0.9307	0.927
FM2.79	80	11.75	1287.	2.329	0.9256	11.87	1270.	2.361	0.9381	0.931
碎石川砂	100	11.9	1261.	2.378	0.9451	12.08	1233.	2.432	0.9663	0.955
	65回3層									0.974
	0	10.07	1583.	1.894	0.7528	9.706	1648.	1.819	0.7230	0.737
W/C40	20	11.41	1346.	2.228	0.8851	11.23	1378.	2.176	0.8647	0.874
s/a35	40	11.30	1366.	2.195	0.8722	11.60	1318.	2.275	0.9041	0.888
W100	60	11.41	1346.	2.228	0.8851	11.92	1261.	2.377	0.9446	0.914
FM2.79	80	11.76	1285.	2.333	0.9269	11.92	1262.	2.375	0.9437	0.935
碎石川砂	100	11.96	1250.	2.399	0.9531	12.06	1238.	2.422	0.9626	0.957
	65回3層									0.956
	0	9.396	1703.	1.761	0.6997	9.64	1665.	1.801	0.7156	0.707
W/C40	20	11.23	1378.	2.176	0.8647	11.11	1405.	2.133	0.8477	0.856
s/a37	40	11.42	1345.	2.229	0.8859	11.62	1314.	2.281	0.9066	0.896
W100	60	11.69	1297.	2.311	0.9185	11.65	1310.	2.289	0.9094	0.913
FM2.79	80	11.69	1298.	2.310	0.9181	11.82	1279.	2.344	0.9316	0.924
碎石川砂	100	11.83	1272.	2.357	0.9368	11.88	1269.	2.362	0.9385	0.937
	65回3層									0.939
	0	9.95	1605.	1.868	0.7423	10.02	1598.	1.876	0.7456	0.744
W/C40	20	11.19	1385.	2.164	0.8600	11.27	1377.	2.178	0.8655	0.862
s/a40	40	11.57	1318.	2.275	0.9041	11.58	1322.	2.268	0.9013	0.902
W100	60	11.61	1312.	2.286	0.9082	11.90	1265.	2.370	0.9416	0.924
FM2.79	80	11.69	1298.	2.310	0.9181	11.95	1256.	2.387	0.9486	0.933
碎石川砂	100	12.03	1237.	2.424	0.9631	12.05	1239.	2.420	0.9617	0.962
	65回3層									0.966
	0	9.946	1606.	1.867	0.7421	9.946	1611.	1.861	0.7396	0.740
W/C40	20	11.27	1371.	2.187	0.8692	11.41	1352.	2.218	0.8813	0.875
s/a40	40	11.46	1337.	2.242	0.8910	11.62	1314.	2.281	0.9066	0.898
W105	60	11.65	1304.	2.299	0.9135	11.78	1286.	2.332	0.9265	0.920
FM2.79	80	11.87	1265.	2.371	0.9420	11.93	1251.	2.397	0.9526	0.947
碎石川砂	100	11.95	1252.	2.395	0.9517	12.12	1226.	2.446	0.9718	0.961
	65回3層									0.966
	0	9.979	1600.	1.874	0.7448	10.20	1565.	1.916	0.7613	0.753
W/C40	20	11.21	1382.	2.169	0.8618	11.47	1341.	2.236	0.8886	0.875
s/a40	40	12.04	1236.	2.426	0.9640	11.76	1289.	2.325	0.9239	0.944
W100	60	11.95	1252.	2.395	0.9517	12.03	1242.	2.414	0.9594	0.955
FM2.79	80	12.04	1236.	2.426	0.9640	12.12	1227.	2.443	0.9709	0.967
碎石川砂	100	12.13	1220.	2.458	0.9765	12.17	1217.	2.463	0.9789	0.977
	65回3層									0.989

JIS 突固めA法 (1層100回), B法(φ10, 65回3層)

容器No	58	48								平均	
容器重量	8111	8180								密度	
容器深さ	19.04	19.07									
試料+容器	11111	11180									
試料重量	3000	3000									
	0	10.00	1596.	1.879	0.7467	9.816	1634.	1.835	0.7292	0.738	
W/C40	20	11.05	1411.	2.125	0.8445	11.19	1390.	2.157	0.8570	0.850	
s/a33	40	11.39	1351.	2.220	0.8821	11.43	1348.	2.224	0.8836	0.882	
W100	60	11.60	1313.	2.283	0.9074	11.62	1314.	2.281	0.9066	0.907	
FM2.53	80	11.63	1307.	2.294	0.9115	11.70	1300.	2.306	0.9164	0.913	
碎石川砂	100	11.78	1281.	2.341	0.9303	11.87	1270.	2.361	0.9381	0.934	
65回3層										0.948	
	0	10.07	1584.	1.893	0.7523	9.966	1607.	1.865	0.7412	0.746	
W/C40	20	11.32	1362.	2.201	0.8744	11.12	1404.	2.136	0.8488	0.861	
s/a35	40	11.69	1297.	2.313	0.9189	11.53	1330.	2.254	0.8957	0.907	
W100	60	11.56	1320.	2.271	0.9025	11.55	1327.	2.260	0.8981	0.900	
FM2.53	80	11.53	1325.	2.262	0.8989	11.81	1281.	2.341	0.9303	0.914	
碎石川砂	100	11.78	1282.	2.339	0.9294	11.91	1264.	2.372	0.9424	0.935	
65回3層										0.958	
	0	10.14	1570.	1.909	0.7587	10.16	1573.	1.906	0.7573	0.758	
W/C40	20	11.18	1388.	2.160	0.8585	11.50	1336.	2.244	0.8918	0.875	
s/a37	40	11.46	1337.	2.242	0.8910	11.87	1271.	2.360	0.9376	0.914	
W100	60	11.7	1296.	2.314	0.9193	11.99	1249.	2.401	0.9540	0.936	
FM2.53	80	11.77	1284.	2.336	0.9282	12.09	1231.	2.435	0.9677	0.947	
碎石川砂	100	11.95	1251.	2.396	0.9522	12.18	1216.	2.465	0.9794	0.965	
65回3層										0.962	
	0	10.07	1583.	1.894	0.7525	9.996	1602.	1.871	0.7437	0.748	
W/C40	20	11.22	1381.	2.172	0.8629	11.37	1358.	2.207	0.8771	0.870	
s/a40	40	11.51	1329.	2.256	0.8965	11.64	1311.	2.287	0.9086	0.902	
W100	60	11.64	1305.	2.297	0.9127	11.78	1287.	2.330	0.9260	0.919	
FM2.53	80	11.86	1268.	2.365	0.9398	11.81	1282.	2.339	0.9294	0.934	
碎石川砂	100	11.87	1265.	2.370	0.9416	11.91	1264.	2.372	0.9424	0.942	
65回3層										0.967	
	0	9.766	1637.	1.831	0.7276	9.883	1622.	1.848	0.7345	0.731	
W/C40	20	11.21	1382.	2.169	0.8618	11.02	1421.	2.110	0.8386	0.850	
s/a43	40	11.46	1338.	2.240	0.8902	11.42	1351.	2.220	0.8821	0.886	
W100	60	11.59	1314.	2.281	0.9066	11.49	1337.	2.242	0.8910	0.898	
FM2.53	80	11.76	1284.	2.335	0.9277	11.62	1315.	2.280	0.9061	0.916	
碎石川砂	100	11.94	1253.	2.393	0.9508	11.74	1294.	2.318	0.9210	0.935	
65回3層										0.958	

JIS 突固めB法(65回3層) № EA
 重量 無し 4056
 カラー 有り 5290
 深さ 無し 14.25
 カラー 有り 20.82

W/C 理論密 (kg/l) 2.517 重量 2.466
 s/a 40 深さ 12.65
 W100 容積 993.6575
 FM2.79 比重 2.4817404
 碎石川砂 密度 0.9859914

W/C 理論密 (kg/l) 2.514 重量 2.492 2.35 2.639
 s/a 46 深さ 12.65 11.6 12.772
 W100 容積 993.6575 915. 1003.2
 FM2.79 比重 2.5079063 2.56 2.6303
 碎石川砂 密度 0.9963871 1.02 1.0450

Na 7 2 19.0 8097
 9.8766 1622 1.8495 0.7348
 W/C 理論密 (kg/l) 2.518 重量 2.551 2.43 2.491 11.193 1389 2.1591 0.8578
 s/a 37 深さ 13.286666 12.8 12.772 11.566 1323 2.2666 0.9005
 W100 容積 1043.6676 1006 1003.2 11.783 1285 2.3341 0.9273
 FM2.79 比重 2.4442646 2.41 2.4828 11.95 1255 2.3889 0.9491
 碎石川砂 密度 0.9711023 0.96 0.9864 11.94 1257 2.3855 0.9477

非整形 整形
 W/C 理論密 (kg/l) 2.516 重量 2.505 2.48
 s/a 43 深さ 12.896666 12.8
 W100 容積 1013.0331 1005
 FM2.79 比重 2.4727719 2.46
 碎石川砂 密度 0.9824282 0.98

非整形 整形 整形測定
 W/C4理論密 (kg/l) 2.526 重量 2.585 2.50 2.508
 s/a 37 深さ 13.17 12.7 12.875
 W100 容積 1034.5035 1003 1011.3
 FM3.03 比重 2.4987832 2.49 2.4798
 碎石川砂 密度 0.9927625 0.99 0.9852

W/C4理論密 (kg/l) 2.525 重量 2.49 2.48
 s/a 40 深さ 12.76 12.7
 W100 容積 1002.298 1003
 FM3.03 比重 2.4842910 2.48
 碎石川砂 密度 0.9870048 0.98

W/C4理論密 (kg/l) 2.525 重量 2.361 2.44 2.442
 s/a 41 深さ 12.7625 12.7 12.762
 W100 容積 1002.4943 1003 1002.4
 FM3.03 比重 2.3551254 2.43 2.4359
 碎石川砂 密度 0.9356874 0.96 0.9677

W/C4理論密 (kg/l) 2.524 重量 2.441 2.48
 s/a 43 深さ 12.43 12.7
 W100 容積 976.3765 1003
 FM3.03 比重 2.5000601 2.47
 碎石川砂 密度 0.9932698 0.98

突固めB法(65回3層)	Na	EA
重量	無し	4056
カラー	有り	5290
深さ	無し	14.25
カラー	有り	20.82

W/C4理論密 (kg/l)	2.531	重量	2.442	2.39	2.442
s/a33		深さ	13.0175	12.7	12.772
W100		容積	1022.5246	1003	1003.2
FM2.53		比重	2.3882065	2.38	2.4341
碎石川砂		密度	0.9488305	0.94	0.9670

W/C4理論密 (kg/l)	2.531	重量	2.445	2.42	2.445
s/a35		深さ	12.8975	12.8	12.772
W100		容積	1013.0986	1005	1003.2
FM2.53		比重	2.4133879	2.40	2.4371
碎石川砂		密度	0.9588350	0.95	0.9682

W/C4理論密 (kg/l)	2.53	重量	2.542	2.43	2.542
s/a37		深さ	13.3625	12.8	12.772
W100		容積	1049.6243	1008	1003.2
FM2.53		比重	2.4218187	2.41	2.5337
碎石川砂		密度	0.9621846	0.95	1.0066

W/C4理論密 (kg/l)	2.529	重量	2.471	2.43	2.47
s/a40		深さ	12.9175	12.7	12.772
W100		容積	1014.6696	1004	1003.2
FM2.53		比重	2.4352754	2.42	2.4620
碎石川砂		密度	0.9675309	0.96	0.9781

W/C4理論密 (kg/l)	2.527	重量	2.462	2.43	2.461
s/a43		深さ	12.9925	12.8	12.772
W100		容積	1020.5608	1011	1003.2
FM2.53		比重	2.4123989	2.40	2.4530
碎石川砂		密度	0.9584421	0.95	0.9745

JIS 突固めB法(65回3層)	Na	EA
重量	無し	4056
カラー	有り	5290
深さ	無し	14.25
カラー	有り	20.82

W/C4理論密 (kg/l) 2.5285	重量	2.394	2.44	2.393
s/a33	深さ	12.425	12.7	12.772
W100	容積	975.98375	1004	1003.2
FM2.79	比重	2.4529096	2.43	2.3852
碎石川砂	密度	0.9745370	0.96	0.9476

W/C4理論密 (kg/l) 2.528	重量	2.535	2.38	2.534
s/a35	深さ	13.41	12.6	12.772
W100	容積	1053.3555	991	1003.2
FM2.79	比重	2.4065949	2.40	2.5258
碎石川砂	密度	0.9561362	0.95	1.0035

W/C4理論密 (kg/l) 2.528	重量	2.408	2.39	2.407
s/a37	深さ	12.9575	12.8	12.772
W100	容積	1017.8116	1010	1003.2
FM2.79	比重	2.3658601	2.37	2.3992
碎石川砂	密度	0.9399523	0.94	0.9532

W/C4理論密 (kg/l) 2.5125	重量	2.456	2.44	2.456
s/a40	深さ	12.85	12.7	12.772
W100	容積	1009.3675	1005	1003.2
FM2.79	比重	2.4332069	2.43	2.4480
碎石川砂	密度	0.9667091	0.96	0.9726

W/C4理論密 (kg/l) 2.52	重量	2.452	2.44	2.456
s/a40	深さ	12.8375	12.8	12.772
W105	容積	1008.3856	1008	1003.2
FM2.79	比重	2.4316094	2.42	2.4480
碎石川砂	密度	0.9660744	0.96	0.9726

W/C4理論密 (kg/l) 2.5125	重量	2.533	2.48	2.532
s/a40	深さ	12.945	12.7	12.772
W100	容積	1016.8297	1003	1003.2
FM2.79	比重	2.4910758	2.47	2.5238
碎石川砂	密度	0.9897003	0.98	1.0027

付属資料 2 . RCCPに関する文献リスト

- 文献 1
- | | | |
|------------|---|--|
| 1 標題 | | 1 転圧コンクリートの薄層オーバーレイへの利用 |
| 2 著者 | | 1 中丸貢、辻井豪、阿部晋二(大成道路) |
| 3 Key Word | | 1 RCCP、薄層オーバーレイ、すりへり、付着、締固め |
| 4 誌紙名 | | 1 日本道路会議論文集 |
| 5 Vol.No. | | 1 16回 |
| 6 ページ | | 1 327~328 |
| 7 発行年 | | 1 1985 |
| 8 要旨 | 1 | 1 目標締固め率95%(空隙率5%)で細骨材率および単位水量。すりへり
1 深さやや小さい。引張付着、一面せん断付着強度やや増加。 |
| 9 要旨 | 2 | 1 |
| 10 要旨 | 3 | 1 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |
- 文献 2
- | | | |
|------------|---|--|
| 1 標題 | | 1 転圧コンクリートの配合特性 |
| 2 著者 | | 1 根本信行、内田精一(日本舗道) |
| 3 Key Word | | 1 RCCP、配合、含水比、乾燥密度、強度、引張強度 |
| 4 誌紙名 | | 1 日本道路会議論文集 |
| 5 Vol.No. | | 1 16回 |
| 6 ページ | | 1 329~330 |
| 7 発行年 | | 1 1985 |
| 8 要旨 | 1 | 1 乾燥密度はほぼ含水比5~6%で最大となる。圧縮、引張強度は含水
1 比6%で最大。同じ含水比では乾燥密度が高いほど圧縮強度は大きい
1。 |
| 9 要旨 | 2 | 1 |
| 10 要旨 | 3 | 1 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |
- 文献 3
- | | | |
|------------|---|--|
| 1 標題 | | 1 転圧コンクリートの配合設計手法に関する一考察 |
| 2 著者 | | 1 小林良太、長谷川隆司、山本富榮(前田道路) |
| 3 Key Word | | 1 RCCP、配合、配合設計、締固め |
| 4 誌紙名 | | 1 日本道路会議論文集 |
| 5 Vol.No. | | 1 17回 |
| 6 ページ | | 1 362~363 |
| 7 発行年 | | 1 1987 |
| 8 要旨 | 1 | 1 粗粒材の25mm以下への置き換えの乾燥密度、曲げ強度への影響はほ
1 とんどない。RCCP曲げ強度とモルタル曲げ強度(5mm以上粗骨材Cut)
1 の間により相関。平面バイブレーターによる締固めは、均一な締固
1 めを |
| 9 要旨 | 2 | 1 |
| 10 要旨 | 3 | 1 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |
- 文献 4
- | | | |
|------------|---|--|
| 1 標題 | | 1 舗装用転圧コンクリートの配合設計方法 |
| 2 著者 | | 1 國分修一、有賀真、(大林道路) |
| 3 Key Word | | 1 RCCP、(砂利率)、単位粗骨材率、表面水率、空隙率、水セメント比
1、S/C、(砂率) |
| 4 誌紙名 | | 1 日本道路会議論文集 |
| 5 Vol.No. | | 1 17回 |
| 6 ページ | | 1 376~377 |
| 7 発行年 | | 1 1987 |
| 8 要旨 | 1 | 1 空隙率は単位粗骨材率69%で最小となった。単位粗骨材率S/C一定下
1 ではW/C24では締固め不良、54%では水量過多。砂率(V_s/V_c+V_s)60%
1 程度で曲げ強度最大。 |
| 9 要旨 | 2 | 1 |
| 10 要旨 | 3 | 1 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |

- 文献 5
- | | | |
|------------|---|--|
| 1 標題 | 1 | 1 転圧コンクリートの配合と施工例 |
| 2 著者 | | 1 野々田 充(日本道路) |
| 3 Key Word | | 1 RCCP、突き固め、湿潤密度、収縮歪み、締固め方法、施工例 |
| 4 誌紙名 | | 1 日本道路会議論文集 |
| 5 Vol.No. | | 1 17回 |
| 6 ページ | | 1 398~399 |
| 7 発行年 | | 1 1987 |
| 8 要旨 | 1 | 1 RCCPは収縮量が一般に小さい。その傾向は粗骨材最大粒径が大きい
1 ものほど収縮量小さい。ベースペーパー敷均しにより94%の密度得ら
1 れローラ転圧の必要性少ない。 |
| 9 要旨 | 2 | 1 |
| 10 要旨 | 3 | 1 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |
- 文献 6
- | | | |
|------------|---|--|
| 1 標題 | 1 | 1 転圧コンクリート舗装(RCCP)の施工例 |
| 2 著者 | | 1 富田 錫昭、根本 信行(日本舗道)、小林 茂広(大阪セメント) |
| 3 Key Word | | 1 RCCP、施工例、締固め度 |
| 4 誌紙名 | | 1 日本道路会議論文集 |
| 5 Vol.No. | | 1 17回 |
| 6 ページ | | 1 400~401 |
| 7 発行年 | | 1 1987 |
| 8 要旨 | 1 | 1 厚さ25、20cm一層で締固め度が敷均し後85%、転圧終了後98%得られ
1 た。曲げ、圧縮強度は室内作製標準養生供試体の約7割以上、曲げ/
1 圧縮比は1/4~1/6と良好。RCCPの構造設計には現場土圧計の応 |
| 9 要旨 | 2 | 1 |
| 10 要旨 | 3 | 1 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |
- 文献 7
- | | | |
|------------|---|--|
| 1 標題 | 1 | 1 繊維補強薄層転圧コンクリートの一検討 |
| 2 著者 | | 1 西村 拓治、根本 信行、田中 智彦(日本舗道) |
| 3 Key Word | | 1 RCCP、繊維補強、プラスチックファイバ、突固め、最適含水比、力
1 学特性 |
| 4 誌紙名 | | 1 日本道路会議論文集 |
| 5 Vol.No. | | 1 17回 |
| 6 ページ | | 1 402~403 |
| 7 発行年 | | 1 1987 |
| 8 要旨 | 1 | 1 ミキサ混合時の負荷は大だが、ファイバーボールがみられず混合性
1 は良好であった。突固め試験による最適含水比は7~8%でありこの
1 付近で圧縮強度の最大値が得られた。プラスチックファイバ(PF)の
1 混入量が2Vo |
| 9 要旨 | 2 | 1 |
| 10 要旨 | 3 | 1 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |
- 文献 8
- | | | |
|------------|---|--|
| 1 標題 | 1 | 1 転圧コンクリートのひび割れの評価 |
| 2 著者 | | 1 尾本 志展、井上 武美(日本舗道)、松井 邦人(東京電気大学) |
| 3 Key Word | | 1 RCCP、ひびわれ、たわみ、荷重伝達率、路盤支持力、K値 |
| 4 誌紙名 | | 1 日本道路会議論文集 |
| 5 Vol.No. | | 1 17回 |
| 6 ページ | | 1 404~405 |
| 7 発行年 | | 1 1987 |
| 8 要旨 | 1 | 1 版の弾性係数の評価を路盤の支持力係数で評価。Winkler地盤とし
1 てFEM解析。ひびわれ幅が大きく載荷重が小さい程荷重伝達率は小
1 さく、たわみ大きい。版厚が25cm程度に大きくなれば、たわみ増加
1 わずか。 |
| 9 要旨 | 2 | 1 |
| 10 要旨 | 3 | 1 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |

- 文献9
- | | |
|------------|---|
| 1 標題 | 1 転圧コンクリート舗装の品質管理について |
| 2 著者 | 1 中丸貢(大成道路) |
| 3 Key Word | 1 RCCP、品質管理、締固め、突固め、締固め率、RI密度計 |
| 4 誌紙名 | 1 日本道路会議論文集 |
| 5 Vol, No. | 1 17回 |
| 6 ページ | 1 408~409 |
| 7 発行年 | 1 1987 |
| 8 要旨 | 1 1 固定式自動締固め装置と可搬式とを比較した結果、同じ単位水量と
1 締固め率の直接関係が得られた。コア供試体密度とRI密度はほぼ1:
1 1 直線関係にあることから、現場締固め密度試験への適用は可能と
1 考えられる。 |
| 9 要旨 | 2 1 |
| 10 要旨 | 3 1 |
| 11 要旨 | 4 1 |
- 文献10
- | | |
|------------|---|
| 1 標題 | 1 舗装用転圧コンクリートの配合設計方法 |
| 2 著者 | 1 有賀真、國分修一、鍵市信雄(大林道路) |
| 3 Key Word | 1 RCCP、配合設計、間隙比、砂率、表面水比 |
| 4 誌紙名 | 1 土木学会年次学術講演会論文集5 |
| 5 Vol, No. | 1 42回 |
| 6 ページ | 1 50~51 |
| 7 発行年 | 1 1987 |
| 8 要旨 | 1 1 砂率($n=V_s/(V_c+V_s)$)82%、表面水比($S_w=V_w/(V_s+V_c)$)19%が最も低収
1 縮で強度満足。 |
| 9 要旨 | 2 1 |
| 10 要旨 | 3 1 |
| 11 要旨 | 4 1 |
- 文献11
- | | |
|------------|--|
| 1 標題 | 1 転圧コンクリートの鉛直不連続面の界面特性に関する検討 |
| 2 著者 | 1 西村拓治、尾本志展、根本信行(日本舗道) |
| 3 Key Word | 1 RCCP、コンポジット舗装、ひびわれ |
| 4 誌紙名 | 1 土木学会年次学術講演会論文集5 |
| 5 Vol, No. | 1 42回 |
| 6 ページ | 1 52~53 |
| 7 発行年 | 1 1987 |
| 8 要旨 | 1 1 セメント量10%程度の転圧コンクリートを下層として適用すること
1 により、収縮目地を省略できる。このとき生じるひびわれはごくわ
1 ずかであり、その部分の荷重伝達率は十分大きい。 |
| 9 要旨 | 2 1 |
| 10 要旨 | 3 1 |
| 11 要旨 | 4 1 |
- 文献12
- | | |
|------------|--|
| 1 標題 | 1 超硬練りコンクリートの振動締固め解析に関する一考察 |
| 2 著者 | 1 木村定雄、弘中義昭、児玉敏雄(佐藤工業) |
| 3 Key Word | 1 RCD、超硬練りコンクリート、振動締固め、粘弾性体、粘弾性解析 |
| 4 誌紙名 | 1 土木学会年次学術講演会論文集5 |
| 5 Vol, No. | 1 42回 |
| 6 ページ | 1 594~595 |
| 7 発行年 | 1 1987 |
| 8 要旨 | 1 1 超硬練りコンクリートの締固め挙動とダッシュポット粘性 η Mの値と
1 の間には強い相関がある。 |
| 9 要旨 | 2 1 |
| 10 要旨 | 3 1 |
| 11 要旨 | 4 1 |

- 文献13
- | | | |
|------------|---|-----------------------------------|
| 1 標題 | 1 | 1 転圧過程におけるRCC内部の振動性状 |
| 2 著者 | | 1 栗田守朗、金森洋史(清水建設)、青柳征夫、遠藤孝夫(電力中研) |
| 3 Key Word | | 1 RCC、振動性状、加速度、圧力 |
| 4 誌紙名 | | 1 土木学会年次学術講演会論文集5 |
| 5 Vol.No. | | 1 42回 |
| 6 ページ | | 1 596~597 |
| 7 発行年 | | 1 1987 |
| 8 要旨 | 1 | 1 RCC内部では鉛直方向ばかりでなく振動ローラーの進行方向にも大 |
| | | 1 きな加速度が生じる。締固めが進むとRCCには永久変形の増加は生 |
| | | 1 じなくなり弾性的な挙動を示す。 |
| 9 要旨 | 2 | 1 |
| 10 要旨 | 3 | 1 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |
- 文献14
- | | | |
|------------|---|-----------------------------------|
| 1 標題 | 1 | 1 現場実験に基づくRCC中の圧力伝播性状に関する一考察 |
| 2 著者 | | 1 遠藤孝夫、青柳征夫(電力中研)、栗田守朗、金森洋史(清水建設) |
| 3 Key Word | | 1 RCC、圧力伝播 |
| 4 誌紙名 | | 1 土木学会年次学術講演会論文集5 |
| 5 Vol.No. | | 1 42回 |
| 6 ページ | | 1 598~599 |
| 7 発行年 | | 1 1987 |
| 8 要旨 | 1 | 1 半無限弾性体としての解析、有限要素法による解析結果では、現場 |
| | | 1 実測値と比べてかなり小さな圧力しか得られず、RCCの上層部は連 |
| | | 1 続体よりはWinkler支承と仮定した挙動に近いと考えられる。 |
| 9 要旨 | 2 | 1 |
| 10 要旨 | 3 | 1 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |
- 文献15
- | | | |
|------------|---|--------------------------------------|
| 1 標題 | 1 | 1 ダブルミキシングしたRCDコンクリートの振動締固めの屋外実験 |
| 2 著者 | | 1 鈴木明人、平岡實、堀米昇士郎(大成建設) |
| 3 Key Word | | 1 RCD、ダブルミキシング、振動締固め、SEC |
| 4 誌紙名 | | 1 土木学会年次学術講演会論文集5 |
| 5 Vol.No. | | 1 41回 |
| 6 ページ | | 1 515~516 |
| 7 発行年 | | 1 1986 |
| 8 要旨 | 1 | 1 ダブルミキシング(DM)の方が、シングルミキシング(SM)に比べてコ |
| | | 1 ア外観が良く、上下層の強度差小さい。また、VC値の変動もDMの方 |
| | | 1 が小さい(サンドコントローラー使用のため)。 |
| 9 要旨 | 2 | 1 |
| 10 要旨 | 3 | 1 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |
- 文献16
- | | | |
|------------|---|----------------------------------|
| 1 標題 | 1 | 1 RCDコンクリートにおける産業副産物の利用に関する実験的研究 |
| 2 著者 | | 1 栗田守朗、金森洋史(清水建設)、青柳征夫(電力中研) |
| 3 Key Word | | 1 RCD、フライアッシュ、高炉スラグ |
| 4 誌紙名 | | 1 土木学会年次学術講演会論文集5 |
| 5 Vol.No. | | 1 41回 |
| 6 ページ | | 1 105~106 |
| 7 発行年 | | 1 1986 |
| 8 要旨 | 1 | 1 フライアッシュ混入率の増加、結合材量が減少するにつれて圧縮強 |
| | | 1 度が減少する。フライアッシュの種類の違いが圧縮強度におよぼす |
| | | 1 影響はほとんど見られなかった。フライアッシュを混入したものは |
| | | 1 材令1年で強度逆転上 |
| 9 要旨 | 2 | 1 |
| 10 要旨 | 3 | 1 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |

- 文献17
- | | | |
|------------|---|------------------------------------|
| 1 標題 | 1 | 美利河ダムRCD試験施工のうち現場配合試験について |
| 2 著者 | | 久保田信弥、池内憲造(清水建設)、新保章(北海道開発局) |
| 3 Key Word | | RCD, 細骨材率、圧縮強度 |
| 4 誌紙名 | | 土木学会年次講演会概要集 |
| 5 Vol.No. | | 41 |
| 6 ページ | | 109-110 |
| 7 発行年 | | 1986 |
| 8 要旨 | 1 | C+F120の場合、W85,90ともs/a30でVC値最小 |
| 9 要旨 | 2 | C+F100の場合、W85s/a30, W90s/a32でVC値最小 |
| 10 要旨 | 3 | 平均圧縮強度C+F120で120, C+F100で80程度 |
| 11 要旨 | 4 | 圧縮強度は、s/aが高くなると、低くなる。 |

- 文献18
- | | | |
|------------|---|-----------------------------|
| 1 標題 | | ローラーコンパ'グレット'コンクリートの締固め解析 |
| 2 著者 | | 遠藤孝夫(電力中研) |
| 3 Key Word | | RCC, 締固め、粘弾性解析、有限要素法 |
| 4 誌紙名 | | 土木学会年次講演会概要集 |
| 5 Vol.No. | | 41 |
| 6 ページ | | 479~480 |
| 7 発行年 | | 1986 |
| 8 要旨 | 1 | 粘弾性解析には、正確なコンクリートの粘弾性定数が必要。 |
| 9 要旨 | 2 | |
| 10 要旨 | 3 | |
| 11 要旨 | 4 | |

- 文献19
- | | | |
|------------|---|--------------------------------|
| 1 標題 | | RCCの締固め性状に及ぼすコンシステンシーの影響 |
| 2 著者 | | 栗田守郎(清水建設)、青柳征夫、加藤治(電力中研) |
| 3 Key Word | | RCC, 締固め、コンシステンシー、VC値 |
| 4 誌紙名 | | 土木学会年次講演会概要集 |
| 5 Vol.No. | | 41 |
| 6 ページ | | 481~482 |
| 7 発行年 | | 1986 |
| 8 要旨 | 1 | 振動テーブル試験沈下度経時変化は双曲線近似可(VCによらず) |
| 9 要旨 | 2 | VC値大ほど一定時間の沈下度が小さく締固めが難しい。 |
| 10 要旨 | 3 | 大型VC値時の沈下率、最終到達沈下率(1/A)15%程度一定 |
| 11 要旨 | 4 | VC値と大型VC値(時)までの締固めエネルギーの対数は比例 |

- 文献20
- | | | |
|------------|---|-----------------------------------|
| 1 標題 | | RCCの物性に及ぼす微粒分材料の影響 |
| 2 著者 | | 金森洋史、松田重好(清水建設)、笠原清(電力中研) |
| 3 Key Word | | RCC, 微粒分、フライアッシュ、VC値、高炉スラグ粉末、石粉 |
| 4 誌紙名 | | 土木学会年次講演会概要集 |
| 5 Vol.No. | | 41 |
| 6 ページ | | 483~484 |
| 7 発行年 | | 1986 |
| 8 要旨 | 1 | F混入量多置換率大ほどVC値減少(ワーカビリティ向上) |
| 9 要旨 | 2 | C一定ではFにかかわらず材令91日までの圧縮強度一定 |
| 10 要旨 | 3 | F混入では、石粉置換による微粒分増により強度増加(28-183日) |
| 11 要旨 | 4 | S混入では石粉の効果不明。Sの細骨材との置換えでは強度増加 |

- 文献21
- | | | |
|------------|---|---|
| 1 標題 | 1 | セメントおよび混和材料の種類がRCDコンクリートに及ぼす影響 |
| 2 著者 | | 長尾文彦、近田孝夫(新日鉄化学)、岡田清(京大)、鈴木徳行(名城大) |
| 3 Key Word | | RCD, セメント、混和材、スラグ、フライアッシュ |
| 4 誌紙名 | | 土木学会年次講演会概要集 |
| 5 Vol.No. | | 41 |
| 6 ページ | | 485~486 |
| 7 発行年 | | 1986 |
| 8 要旨 | 1 | 低発熱メント、高炉スラグ、フライアッシュ混和では初期強度小さく、長期強度大 |
| 9 要旨 | 2 | 高炉水砕SはFに比べて材令7-91日の強度増進が著しい |
| 10 要旨 | 3 | RCDコンクリートも引張、煎断強度は圧縮強度の1/8-1/10, 1/4-1/6と同じ |
| 11 要旨 | 4 | RCDコンクリートの乾燥収縮は、通常のダムコンの約1/2 |

- 文献22
- | | | |
|------------|---|--------------------------------------|
| 1 標題 | 1 | 超遅延剤を用いたRCDコンクリートの締固め性状について |
| 2 著者 | | 神山行男、吉岡保彦、小島平三(竹中技研) |
| 3 Key Word | | RCD, 締固め、混和剤、遅延剤、締固め密度、圧縮強度 |
| 4 誌紙名 | | 土木学会年次講演会概要集 |
| 5 Vol.No. | | 41 |
| 6 ページ | | 487~488 |
| 7 発行年 | | 1986 |
| 8 要旨 | 1 | 本超遅延剤により単位水量やや減少(高炉スラグ、フライアッシュ混和とも) |
| 9 要旨 | 2 | 添加量0.75-1.2%ではVC値の増加緩やか、5時間後でも十分締固め可 |
| 10 要旨 | 3 | 締固め密度(沈下度より計算)も、高水準で一定化していた |
| 11 要旨 | 4 | 材令1,2日圧縮強度は80%に低下、7日以降はほぼ同等 |

- 文献23
- | | | |
|------------|---|--|
| 1 標題 | 1 | 製品用超硬練りコンクリートの充填性に関する2,3の検討 |
| 2 著者 | | 堀井克章(阿南工専)、河野清(徳島大) |
| 3 Key Word | | 硬練り、締固め、充填率、 s/a , W/C |
| 4 誌紙名 | | 土木学会年次講演会概要集 |
| 5 Vol.No. | | 41 |
| 6 ページ | | 489~490 |
| 7 発行年 | | 1986 |
| 8 要旨 | 1 | 充填率と加圧振動締固め時間との間には対数関係がある |
| 9 要旨 | 2 | 充填率の改善には加圧と高い振動数の締固め有効 |
| 10 要旨 | 3 | 充填率最高となる最適 s/a (骨材粒度により値変化)と W/C がある |
| 11 要旨 | 4 | |

- 文献24
- | | | |
|------------|---|---|
| 1 標題 | 1 | 粗骨材最大寸法および打設層厚をパラメータにしたRCD工法施工実験 |
| 2 著者 | | 牧野英久、山田一字、渡部正(前田建設) |
| 3 Key Word | | RCD, 最大寸法、締固め、圧縮強度、施工性 |
| 4 誌紙名 | | 土木学会年次講演会概要集 |
| 5 Vol.No. | | 41 |
| 6 ページ | | 491~492 |
| 7 発行年 | | 1986 |
| 8 要旨 | 1 | G_{max150} では撒き出し時に材料分離傾向 |
| 9 要旨 | 2 | G_{max150} では層厚75, 100のほうがモルタル浮上量多く良好 |
| 10 要旨 | 3 | 仕上げ転圧1時間後のタクトローによる再転圧で微細ひびわれ消去 |
| 11 要旨 | 4 | 表面密度は転圧8回以降一定。RI密度管理有効 |

- 文献25
- | | | |
|------------|---|---|
| 1 標題 | 1 | 1超硬練りコンクリートの品質管理試験方法 |
| 2 著者 | | 1村田次郎、川崎道夫（都立大）、伊藤義や（日大） |
| 3 Key Word | | 12次製品、超硬練り、充填度、空隙率、振動締固め |
| 4 誌紙名 | | 1セメント技術年報 |
| 5 Vol.No. | | 137 |
| 6 ページ | | 1521~524 |
| 7 発行年 | | 11983 |
| 8 要旨 | 1 | 1充填度が同じ供試体の強度はコア強度とほぼ同等。 |
| 9 要旨 | 2 | 1空隙率は振動条件下で充填性を表すことからコンシステンシーの管理指標に用いることができる。 |
| 10 要旨 | 3 | 1促進養生強度は強度管理の指標に用いることができる。 |
| 11 要旨 | 4 | 1 |
- 文献26
- | | | |
|------------|---|--|
| 1 標題 | | 1超硬練りコンクリートの空気連行特性に関する基礎実験 |
| 2 著者 | | 1中原康、重松和男、平田重信（鹿島建設） |
| 3 Key Word | | 1超硬練り、空気連行、RCD、VC試験、AE剤 |
| 4 誌紙名 | | 1セメント技術年報 |
| 5 Vol.No. | | 135 |
| 6 ページ | | 1349~352 |
| 7 発行年 | | 11981 |
| 8 要旨 | 1 | 1超硬練りコンクリートもAE剤の使用により微細空気を連行すること
1ができる。 |
| 9 要旨 | 2 | 1AE剤の使用量はかなり多くなる。 |
| 10 要旨 | 3 | 1空気連行による減水効果は、空気量1%当り減水率5-7%程度。 |
| 11 要旨 | 4 | 1超硬練りコンクリートでは比較的少ない連行空気量で良好な耐久性
1を得ることができる。 |
- 文献27
- | | | |
|------------|---|--|
| 1 標題 | | 1超硬練りコンクリートのコンシステンシーに及ぼす温度の影響につ
1いて |
| 2 著者 | | 1中原康、重松和男、平田重信、秋山完幸（鹿島建設） |
| 3 Key Word | | 1超硬練り、コンシステンシー、RCD、VC試験、経時変化、練上り温
1度 |
| 4 誌紙名 | | 1セメント技術年報 |
| 5 Vol.No. | | 134 |
| 6 ページ | | 1389~392 |
| 7 発行年 | | 11980 |
| 8 要旨 | 1 | 1超硬練りコンクリートのコンシステンシーも温度に依存し、練上り
1温度が低ければVC値も減少する。 |
| 9 要旨 | 2 | 1同一量のAE剤の使用で、冬季の空気量は増加する。 |
| 10 要旨 | 3 | 1コンシステンシーの経時変化速度（VC値）は、温度に最も依存する。 |
| 11 要旨 | 4 | 1練り混ぜ後2.5時間まではVC試験終了後の単位重量にほぼ変化なし
1。 |
- 文献28
- | | | |
|------------|---|--|
| 1 標題 | | 1細骨材の微粒分量が超硬練りコンクリートのコンシステンシーに及
1ぼす影響について |
| 2 著者 | | 1中原康、平田重信（鹿島建設） |
| 3 Key Word | | 1超硬練り、コンシステンシー、RCD、VC試験、細骨材、微粒分量 |
| 4 誌紙名 | | 1セメント技術年報 |
| 5 Vol.No. | | 133 |
| 6 ページ | | 1204~207 |
| 7 発行年 | | 11979 |
| 8 要旨 | 1 | 1微粒分量の増加に伴いVC値が顕著に増加する。 |
| 9 要旨 | 2 | 1上記のVC値の減少傾向はKp値の実質的な増加として評価することが
1できる。 |
| 10 要旨 | 3 | 1微粒分量8%以上ではKp値が1.6以上となり超硬練りではなくなる。 |
| 11 要旨 | 4 | 1細骨材微粒分の作用はセメントの一部として取り扱うことにより説
1明できる。 |

- 文献29
- 1 標題 1 超硬練りコンクリートの配合の考え方とコンシステンシーについて
 - 2 著者 1 中原康、横田慎一、平田重信(鹿島建設)
 - 3 Key Word 1 RCD、超硬練り、コンシステンシー、配合
 - 4 誌紙名 1 セメント技術年報
 - 5 Vol.No. 1 32
 - 6 ページ 1 197~201
 - 7 発行年 1 1978
 - 8 要旨 1 1 Kpl.1-1.4の変化でVC値は13-72secに変化し、100sec以上はBW200で1は締固められない。
 - 9 要旨 2 1 水セメント体積比1.89-2.84(W/C0.6-0.9)の変化でVC値が13-48sec1変化した。
 - 10 要旨 3 1 超硬練りでも減水剤やAE剤がワーカビリティ改善効果を有する。混1和材の種類および使用量のコンシステンシーに対する影響は無視で1きる程度であった。
 - 11 要旨 4 1 K_u値1.6-2.6の変化でVC値が15-50sec変化した。
- 文献30
- 1 標題 1 舗装用フレッシュコンクリートの細骨材の粗粒率とレオロジー定数1との関係
 - 2 著者 1 戸川一夫、中本純次(和歌山高専)
 - 3 Key Word 1 舗装、細骨材、粗粒率、レオロジー
 - 4 誌紙名 1 セメント技術年報
 - 5 Vol.No. 1 30
 - 6 ページ 1 266~270
 - 7 発行年 1 1976
 - 8 要旨 1 1 粗粒率が極端に大きい、小さい場合表面仕上げしにくくブリージン1グしやすい。ただし減水剤の使用により改善できる。
 - 9 要旨 2 1 単位粗骨材容積法は細骨材率法による配合設計に比べて同一スラン1ブを得るのに少ない水量で済む。
 - 10 要旨 3 1 降伏値および塑性粘度と単位水量とは直線関係にある。同一スラン1ブの単位水量の違い評価できる。
 - 11 要旨 4 1 スランプ2.5cmでは塑性粘度と降伏値は比例関係にある。
- 文献31
- 1 標題 1 舗装用コンクリートの最適細骨材率に関する研究
 - 2 著者 1 磯崎正晴、養王田栄一(建土研)
 - 3 Key Word 1 舗装、細骨材率、粗骨材容積、VC値、粗粒率
 - 4 誌紙名 1 セメント技術年報
 - 5 Vol.No. 1 19
 - 6 ページ 1 413~417
 - 7 発行年 1 1965
 - 8 要旨 1 1 $\log(\text{VC値})=A-0.055W$ (単位水量)の関係がある。Aは定数でコンクリ1ートの品質により定まる。
 - 9 要旨 2 1 $G_{\max}40, C=400\text{kg}$ の配合では最適単位粗骨材容積は0.78付近になる。1最大寸法が変わらなければ、粗骨材粒度の変化で単位水量は変化し1ない。
 - 10 要旨 3 1 細骨材が粗くなるにしたがい、最適単位粗骨材容積も小さくなる。
 - 11 要旨 4 1 碎石混入率が大きくなるにしたがい、最適単位粗骨材容積も小さく1なる。その容積の差は0.03-0.04程度であった。
- 文献32
- 1 標題 1 道路用貧配合転圧コンクリートに関する研究
 - 2 著者 1 板倉忠三、菅原照雄、加来照俊(北海道大)
 - 3 Key Word 1 舗装、貧配合、転圧コンクリート、密度
 - 4 誌紙名 1 セメント技術年報
 - 5 Vol.No. 1 10
 - 6 ページ 1 279~284
 - 7 発行年 1 1956
 - 8 要旨 1 1 最大密度は、不連続粒度組成で得られた。最大密度を得られる粗細1骨材比は砂利3.5、碎石2.5。
 - 9 要旨 2 1 密度が最大となる粗細骨材比で強度も最大となる。強度は単位水量1一定下でセメント量に大体正比例する。
 - 10 要旨 3 1 転圧締固めを行ったコンクリートの密度は普通コンクリートの1.051-1.10倍。
 - 11 要旨 4 1 転圧施工後歴青系統の材料で表面封かんをする必要がある。

- 文献33
- | | |
|------------|--|
| 1 標題 | 1 振動コンクリートにおける振動時間について |
| 2 著者 | 1 岡田清(京都大) |
| 3 Key Word | 1 振動締固め、強度、加速度、電気抵抗、 |
| 4 誌紙名 | 1 セメント技術年報 |
| 5 Vol.No. | 1 3 |
| 6 ページ | 1 228~239 |
| 7 発行年 | 1 1944 |
| 8 要旨 1 | 1 振動の加速度と締固めに必要な振動時間の積は同一配合では一定に
1 なる。 |
| 9 要旨 2 | 1 加速度と振動時間の積kの値は1:2:4配合ではk=1085-13.5(W/C)であ
1 った。 |
| 10 要旨 3 | 1 |
| 11 要旨 4 | 1 |
- 文献34
- | | |
|------------|--|
| 1 標題 | 1 コンクリートの振動締固めに関する実験 |
| 2 著者 | 1 大石建一、尾林清一、木下幸一(小野田セ) |
| 3 Key Word | 1 振動締固め、振動数、強度、振幅、加速度 |
| 4 誌紙名 | 1 セメント技術年報 |
| 5 Vol.No. | 1 2 3 |
| 6 ページ | 1 375~379 |
| 7 発行年 | 1 1969 |
| 8 要旨 1 | 1 同一加速度で締固めた直後の圧縮強度と14日材令の強度は比例関係
1 にある。 |
| 9 要旨 2 | 1 振幅0.88mmでは締固め直後も硬化後も低い圧縮強度であった。振幅
1 10.32で最高、0.09ではまたやや小さな圧縮強度であった。 |
| 10 要旨 3 | 1 加速度5gと10gを比較すると10gの高い方が高い強度を示していた。 |
| 11 要旨 4 | 1 振動数4500vpの場合5gが7500, 10000vpでは10gが高い強度を示し
1 ていた。 |
- 文献35
- | | |
|------------|--|
| 1 標題 | 1 超硬練りコンクリートの配合と締固め条件に関する基礎研究 |
| 2 著者 | 1 荒木謙一、河野清、林 生(徳島大) |
| 3 Key Word | 1 締固め、超硬練り、コンシステンシー、締固め係数試験、振動数、
1 強度、加圧 |
| 4 誌紙名 | 1 セメント技術年報 |
| 5 Vol.No. | 1 2 3 |
| 6 ページ | 1 362~369 |
| 7 発行年 | 1 1969 |
| 8 要旨 1 | 1 超硬練りコンクリートはVeeBee試験ではコンシステンシーの評価は
1 難しい。締固め係数試験を用いて検討した。 |
| 9 要旨 2 | 1 水セメント比と締固め係数は直線関係にある。単位水量と締固め係
1 数は明確な関係ない。 |
| 10 要旨 3 | 1 同一種振動台では振動数を高くした方が締固め効率がよい。ただし
1 砕石コンクリートでは6000vpで砂利コンクリートでは10800vpの
1 とき最大効率をしめた。 |
| 11 要旨 4 | 1 15kg/cm ³ で3分間加圧することにより20-30%の強度増加があった。
1 超硬練りコンクリートでも十分な振動締固めを行えばセメント水比
1 1の適用可能である。 |
- 文献36
- | | |
|------------|---|
| 1 標題 | 1 硬練り砕石コンクリートの配合とコンシステンシー、強度について |
| 2 著者 | 1 荒木謙一、河野清、水口裕之(徳島大) |
| 3 Key Word | 1 硬練り、砕石、コンシステンシー、強度、締固め係数 |
| 4 誌紙名 | 1 セメント技術年報 |
| 5 Vol.No. | 1 2 3 |
| 6 ページ | 1 357~361 |
| 7 発行年 | 1 1969 |
| 8 要旨 1 | 1 同一コンシステンシーを得るのに必要な単位水量は砂利に比べ砕石
1 1では10-18kg多くなるが硬練りではその差は小さい。 |
| 9 要旨 2 | 1 スランプ3cm以下の硬練りコンクリートのコンシステンシーの測定
1 1にはVB試験、締固め係数試験が適当である。 |
| 10 要旨 3 | 1 同一セメント量、貧配合では砂利と砕石の強度に大差はない。同一
1 水セメント比では砕石の方が圧縮、引張強度とも高い値を示す。 |
| 11 要旨 4 | 1 動弾性係数は圧縮強度の指数式で表すことができる。ただし、その
1 1時の係数は骨材の種類により異なる。 |

- 文献37
- 1 標題 超硬練りコンクリートについて、主として不連続粒度骨材を用いた場合
 - 2 著者 荒木謙一(徳島大)
 - 3 Key Word 超硬練り、不連続粒度、空隙率、ワーカビリティ、振動締固め
 - 4 誌紙名 プレストレストコンクリート
 - 5 Vol.,No. Vol. 2, No. 6
 - 6 ページ 116~21
 - 7 発行年 1960
 - 8 要旨 1 空隙率37%程度の砂利を大(32-20)中(20-10)小(10-5)に分け混合すると、大8:小4のものが31.5%程度で最も小さな空隙率になり、中砂利が加わるほど空隙が大きくなった。
 - 9 要旨 2 超硬練りのワーカビリティの評価には締固め係数が最適であり、V8値は終点が偏みにくく、貫入試験は貫入部付近の状況に影響される危険があり適していない。
 - 10 要旨 3 超硬練りでは振動締固めが、初期沈下、気泡の除去、緊密化の3段階からなる締固め機構を有している。
 - 11 要旨 4 超硬練りになるほど振動機付近は強く、伝播範囲狭く振動が伝わる。砂利が小さく、砕石より砂利の方が、振動の伝播はよい、締固めとともに伝率が向上する割合は超硬練りほど高い。
- 文献38
- 1 標題 超硬練りコンクリートの円柱体圧縮強度とヤング係数について
 - 2 著者 木村恵雄、坊所勝弥(三菱セメント)
 - 3 Key Word 超硬練り、強度、ヤング係数、セメント、養生、供試体形状
 - 4 誌紙名 セメント技術年報
 - 5 Vol.,No. 20
 - 6 ページ 318~322
 - 7 発行年 1966
 - 8 要旨 1 水セメント比24-28%の超硬練りコンクリートも十分な振動締固めを行えば材令28日の圧縮強度800kg/cm²以上の超高強度が得られる。
 - 9 要旨 2 セメント種類により材令7日までの圧縮強度は大きく異なる。
 - 10 要旨 3 円柱体に比べ10*10*40角柱切片の圧縮強度はばらつきが大きく強度の増進も不整である。
 - 11 要旨 4 超硬練りで高い強度が発現されたコンクリートの弾性係数は、一般の強度水準で得られた関係式から求めた値に比し小さな値になっている。
- 文献39
- 1 標題 超硬練りコンクリートのヤング係数について
 - 2 著者 木村恵雄、坊所勝弥(三菱セメント)
 - 3 Key Word 超硬練り、強度、ヤング係数、セメント、二次製品
 - 4 誌紙名 セメント技術年報
 - 5 Vol.,No. 18
 - 6 ページ 377~381
 - 7 発行年 1964
 - 8 要旨 1 曲げ強度と弾性係数の間には $E=3.74f_{bk}^{0.564}$ の関係が、圧縮強度との間には $E=1.95f_{ck}^{0.458}$ の関係がある。
 - 9 要旨 2 土木学会や日本材料学会の示す基準値と比較するとかなり小さな弾性係数を示す。
 - 10 要旨 3
 - 11 要旨 4
- 文献40
- 1 標題 超硬練りコンクリートの強度について
 - 2 著者 木村恵雄、坊所勝弥(三菱セメント)
 - 3 Key Word 超硬練り、強度、ヤング係数、セメント、二次製品
 - 4 誌紙名 セメント技術年報
 - 5 Vol.,No. 17
 - 6 ページ 352~358
 - 7 発行年 1963
 - 8 要旨 1 ワーカビリティ測定方法として締固め係数(Compaction Factor)試験を実施し、61-69程度の硬さのコンクリートについて検討した。
 - 9 要旨 2 同一ワーカビリティを得るのにフライアッシュセメントでは2-3%水セメント比を低くすることができる。また、長期の曲げ、引張強度も得る。
 - 10 要旨 3 $f_{bk}=0.090f_{ck}+4.6$ (水中養生)が得られた。
 - 11 要旨 4

超硬練りコンクリートの配
合および性状に関する研究

I S S N 0386-5878
土木研究所資料 第2773号
平成元年3月(1989年)

小林茂敏・森濱和正・丹野 弘・高橋弘人

要 旨

近年コンクリート舗装の舗設方法の一つとして、転圧コンクリート舗装(RCCP)が注目され、日本においても予定を含めれば、施工事例が30例を越すほどになってきている。本報告は、RCCPに用いる、超硬練りコンクリートの配合設計手法を確立するため、その配合上の特徴、コンシステンシーの評価方法等について実験的に研究した結果を取りまとめたものである。

キーワード：コンクリート舗装，転圧コンクリート，RCCP，配合，コンシステンシー，ローラ締固め，振動締固め，試験法

郵便はがき

305-□□

下は切手
さつてを

建設省土木研究所
地質化学部コンクリート
研究室

茨城県つくば市大字旭一番地

御
中

No. 008

No. 008

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2773号 部

上記のとおり受領しました。

所 属(住所)

氏 名

印

土木研究所資料第2773号

