

マイクロフィルム用資料

土木研究所資料

フレッシュコンクリートの単位水量 迅速推定法に関する実験的研究

平成11年7月

建設省土木研究所
材料施工部コンクリート研究室

Copyright©(1999)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。

フレッシュコンクリートの単位水量 迅速推定法に関する実験的研究

コンクリート研究室 室 長 河野 広隆
研 究 員 片平 博

要 旨

フレッシュコンクリートの単位水量を迅速に推定する方法としては、これまで多くの方法が提案されてきた。しかし、測定時間や測定精度、操作性に問題があり、これらの試験法が受け入れ検査に用いられるには至っていないのが現状である。

今回の検討では、これまで提案されてきた各試験方法の中から、原理が比較的単純で誤差要因が少なく、現場への適応性が高いと考えられる方法として、加熱乾燥法と単位容積質量法に着目し、室内実験から測定精度とその特性を整理したものである。

キーワード：フレッシュコンクリート、単位水量、迅速判定法、品質管理、品質試験、加熱乾燥法、単位体積質量法、乾燥炉、エアメータ

はじめに

コンクリートの強度管理は一般に材齢28日の圧縮強度で行われている。また、コンクリートの耐久性は水セメント比で規定されるが、現状では水セメント比との関連が深い28日強度で耐久性が評価されることもある。このため28日強度の把握が重要となるが、強度が判明した時点ではすでに構造物の建造が進捗しており、極端な強度、耐久性不足が判明した場合には構造物の補修、撤去等に莫大な費用と時間が費やされることになる。このため強度、耐久性双方の観点から、フレッシュコンクリートの水セメント比を打設直前に迅速に推定できる試験方法が求められている。

コンクリートの強度は主にセメント水比によって決定される。このうち単位セメント量は生コンプラントの計量装置の精度が向上したことや、自動計量記録器が普及したことで簡単に確認できる。一方、単位水量は計量投入される水量に骨材の表面水を加えたものであるが、骨材の表面水は変動しやすく、また、粒度分布等の微妙な変化がコンクリートのフレッシュ性状に与える影響を補正する目的から、骨材の表面水率を人為的に操作することもあるため、練混ぜに用いられた真の水量は明確ではない¹⁾。

このフレッシュコンクリートの単位水量を迅速に推定する方法としては、これまで多くの方法が提案されてきた^{2~5)}。しかし、測定時間や測定精度、操作性に問題があり、これらの試験法が受け入れ検査に用いられるには至っていないのが現状である。

今回の検討では、これまで提案されてきた各試験方法の中から、原理が比較的単純で誤差要因が少なく、現場への適応性が高いと考えられる方法として、加熱乾燥法と単位容積質量法に着目し、室内実験から測定精度とその特性を整理したものである。

目 次

はじめに	
1. 目的と実験概要	1
2. 実験方法	2
2.1 材料物性とセメントの比重を求めるための留意点	2
2.2 コンクリートの配合	2
2.3 実験手順	2
2.4 加熱乾燥法による単位水量推定法	5
2.4.1 加熱乾燥法の原理	5
2.4.2 加熱乾燥法の実験内容	5
2.4.3 加熱乾燥法による単位水量推定式の提案	9
2.5 単位体積質量法による単位水量推定法	10
2.5.1 単位体積質量法の原理	10
2.5.2 単位体積質量法の実験内容	10
2.5.3 単位体積質量法による単位水量推定式の提案	13
3. 実験結果	16
3.1 コンクリートのスランプと空気量	16
3.2 コンクリートの圧縮強度	16
3.3 加熱乾燥法の実験結果	16
3.3.1 概説	16
3.3.2 コンクリートを600°Cで加熱乾燥した結果	23
3.3.3 ウェットスクリーンモルタルを600°Cで加熱乾燥した結果	25
3.3.4 ウェットスクリーンモルタルを450°Cで加熱乾燥した結果	25
3.3.5 ウェットスクリーンモルタルをガスコンロで加熱乾燥した結果	25
3.3.6 ウェットスクリーニングの影響について	28
3.3.7 加熱乾燥中の試料温度および蒸発水量の経時変化について	29
3.4 単位体積質量法の試験結果	29
3.4.1 概説	29
3.4.2 ローリンメータによる結果	33
3.4.3 ワシントン型エアメータによる結果	35
3.5 試料量と粗骨材のサンプリング誤差の関係について	38
4. まとめと今後の課題	39
資料集	41

1. 目的と実験概要

フレッシュコンクリートの単位水量を迅速に推定する方法については、これまで多くの方法が提案されてきている。今回の実験では、これらの各試験方法の中から①原理が比較的単純であること、② 20 分程度以下で迅速に測定できること、③複雑な操作や熟練を必要としないこと、④現場での作業性に優れていること等から、以下の加熱乾燥法(4手法)と単位容積質量法(2手法)を選定し、室内実験から各試験法の精度、得失を把握し、現場適応への可能性について提言することを目的とする。

(1) 加熱乾燥法

- ①コンクリートを 600℃の乾燥炉で乾燥させる方法 (C600)
- ②ウェットスクリーンモルタルを 600℃の乾燥炉で加熱乾燥させる方法 (M600)
- ③ウェットスクリーンモルタルを 450℃の乾燥炉で加熱乾燥させる方法 (M450)
- ④ウェットスクリーンモルタルをガスコンロで加熱乾燥させる方法 (ガスコンロ)

(2) 単位体積質量法

- ⑤ローリンメータを用いる方法(ローリンメータ)
- ⑥ワシントン型エアメータを用いる方法(エアメータ)

実験はコンクリートの配合を 20 ケース設定し、それぞれの配合に対して練上り直後、1 時間経過後、2 時間経過後に上記の各試験法により単位水量を推定したものである。

2. 実験方法

2.1 材料物性とセメントの比重を求めるための留意点

試験に使用したコンクリートの材料物性を表-1に示す。なお、セメントの比重の測定には鉱油を用いるのが一般的(JIS R 5201)であるが、表には鉱油の代わりに水を使用した場合の値を示している。これは実際の練り混ぜによって水と混合されたときのセメントの比重は JIS R 5201 で得られる値とは異なるため、特に、単位体積質量法で単位水量を推定する場合の大きな誤差要因となる。

なお表-1では実験精度を補償する目的で材料の密度、吸水率を少数点以下3ケタまで表示しているが、実用上は JIS で定める少数点以下2ケタの値で対応が可能と考える。

表-1 コンクリート材料の物性

セメント	普通ポルトランドセメント	密度: 3.217g/cm ³ 比表面積: 3,320cm ² /g
	ハイフローセメント	密度: 3.214g/cm ³ 比表面積: 4,070cm ² /g
水	水道水	密度: 1.00g/cm ³
細骨材	大井川産河床砂	密度: 2.612g/cm ³ 吸水率: 1.06 %
粗骨材	笠間産 粒径 5-13mm	密度: 2.667g/cm ³ 吸水率: 0.724 %
	硬質砂岩 粒径 13-20mm	密度: 2.668g/cm ³ 吸水率: 0.484 %
混和剤	A E 減水剤 (No.70)	リグニンスルホン酸化合物、ポリオール複合体
	A E 助剤 (MA.202)	変性リン酸化合物系陰イオン界面活性剤
	高性能 A E 減水剤 (SP8HS)	ポリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマーの複合体

2.2 コンクリートの配合

今回の実験の目的は、単位水量の変動を的確に推定できるかどうかを検証するものであり、従ってコンクリート配合の設定にあたっては、意識的に単位水量が適切でない配合を設定した。

最大粗骨材寸法は 20mm とし、単位水量 153 ~ 173kg/m³、セメント水比 1.5 ~ 4.0 の範囲で、まず基本となる配合を 6 配合設定した。次にこの基本配合に対して、セメント水比が+0.125,+0.25(-0.125)だけ変化するように、水量だけを意識的に添加(または削減)した配合を設定した。配合表を表-2に示す。ただしこの表-2に示す配合は、前述のように水量を操作しているために、その分だけ 1 m³の配合とはなっていない。これを 1 m³あたりの示方配合に換算すると表-3のようになる。

以下の検討では、便宜的に表-2の基本水量に添加水量を加えた値を単位水量と呼ぶこととした。

2.3 実験手順

コンクリートの練り混ぜには 100 リットルの二軸強制練りミキサーを使用し、骨材とセメントを投入し 30 秒の空練りを行った後、水を加えて 90 秒練り混ぜ、排出した(高強度コンクリートについては 5 分間の練り置きを行った後に排出した)。

練り上がったコンクリートに対して、練り上がり直後、1 時間経過後、2 時間経過後に切り返しを行い、スランプ試験と各単位水量推定試験(詳細は以下に述べる)を行った。また、練り上がり直後に圧縮強度試験用供試体を 3 本作成した(一部の試験ケースでは 1 時間後、2 時間後にも圧縮強度試験用供試体を作成した)。

放置中のコンクリートはビニールシートで覆い、水分の蒸発を抑えた。コンクリートの練り上がり温度および室温は 20℃とした。

表-2 実験を行ったコンクリートの配合

番号	記号	目標 スランプ (cm)	基本となる 単位水量 (kg/m ³)	追加水量 (kg)	骨材最大寸法 (mm)	セメント水比 C/W (%)	細骨材率 s/a (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤使用量 (セメント量に対する%)		コンクリートの単 位体積質量 (kg/m ³)	1m ³ 中のモルタル量		骨材含水量	
									セメント	細骨材	粗骨材 G5-13	粗骨材 G13-20	No.70	No.202		空気を除く 容積(%)	重量 (kg)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)
1-1	173-2.0	18	173.7	0	20	2	43.9	5.5	347.4	760	496.6	496.8	0.265	0.0030	2274.5	572.6	1281.1	8.06	5.96
1-2	173-2.0+α		173.7	11.6	20	1.875	43.9	5.5	347.4	760	496.6	496.8	0.265	0.0030	2274.5	572.6	1281.1	8.06	5.96
1-3	173-2.0+2α		173.7	24.8	20	1.75	43.9	5.5	347.4	760	496.6	496.8	0.265	0.0030	2274.5	572.6	1281.1	8.06	5.96
2-1	163-2.0	12	163.8	0	20	2	43.9	5.5	327.6	778.4	508.3	508.3	0.265	0.0035	2286.4	563.6	1269.8	8.25	6.10
2-2	163-2.0+α		163.8	10.9	20	1.875	43.9	5.5	327.6	778.4	508.3	508.3	0.265	0.0035	2286.4	563.6	1269.8	8.25	6.10
2-3	163-2.0+2α		163.8	23.4	20	1.75	43.9	5.5	327.6	778.4	508.3	508.3	0.265	0.0035	2286.4	563.6	1269.8	8.25	6.10
2-4	163-2.0-α		163.8	-9.6	20	2.125	43.9	5.5	327.6	778.4	508.3	508.3	0.265	0.0035	2286.4	563.6	1269.8	8.25	6.10
3-1	153-1.5	6	153.5	0	20	1.5	47.8	4.5	230.7	912	507.6	507.8	0.265	0.0035	2311.6	574.3	1296.2	9.67	6.09
3-2	153-1.5+α		153.5	14.3	20	1.375	47.8	4.5	230.7	912	507.6	507.8	0.265	0.0035	2311.6	574.3	1296.2	9.67	6.09
3-3	153-1.5+2α		153.5	31.1	20	1.25	47.8	4.5	230.7	912	507.6	507.8	0.265	0.0035	2311.6	574.3	1296.2	9.67	6.09
4-1	153-2.0	6	153.6	0	20	2	43.9	5.5	307.1	797.3	521.2	521.4	0.265	0.0040	2300.6	554.3	1258.0	8.45	6.26
4-2	153-2.0+α		153.6	10.2	20	1.875	43.9	5.5	307.1	797.3	521.2	521.4	0.265	0.0040	2300.6	554.3	1258.0	8.45	6.26
4-3	153-2.0+2α		153.6	21.9	20	1.75	43.9	5.5	307.1	797.3	521.2	521.4	0.265	0.0040	2300.6	554.3	1258.0	8.45	6.26
5-1	153-2.5	6	153.6	0	20	2.5	41.9	5.5	384	734.7	521	521.2	0.265	0.0040	2314.5	554.2	1272.3	7.79	6.25
5-2	153-2.5+α		153.6	8.1	20	2.375	41.9	5.5	384	734.7	521	521.2	0.265	0.0040	2314.5	554.2	1272.3	7.79	6.25
5-3	153-2.5+2α		153.6	17.1	20	2.25	41.9	5.5	384	734.7	521	521.2	0.265	0.0040	2314.5	554.2	1272.3	7.79	6.25
6	高強度	26	160.4	0	20	4	42.8	2	641.7	692.8	473.1	473.3	8HS 2%	0.0000	2441.3	625.3	1494.9	7.34	5.68
2'-1	163-2.0	12	163.6	0	20	2	43.9	4.5	327.2	790.1	516.4	516.6	0.265	0.0020	2313.9	567.8	1280.9	8.38	6.20
2'-2	163-2.0+α		163.6	10.9	20	1.875	43.9	5.5	327.2	778.8	508.9	509.1	0.265	0.0035	2287.6	563.4	1269.6	8.26	6.11
2'-3	163-2.0+2α		163.6	23.4	20	1.75	43.9	5.5	327.2	778.8	508.9	509.1	0.265	0.0035	2287.6	563.4	1269.6	8.26	6.11

表-3 1m³当りに換算した配合

番号	記号	単位水量 (kg/m ³)	骨材最 大寸法 (mm)	セメント水比 C/W (%)	細骨材率 s/a (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤使用量 (セメント量に対する%)		コンクリート密度		1m ³ 中のモルタル量		モルタル密度		骨材含水量	
							セメント	細骨材	粗骨材	粗骨材			含Air	除Air	含Air	除Air	含Air	除Air	細骨材	粗骨材
									G5-13	G13-20	No.70	No.202	(t/m ³)	(t/m ³)	容積(%)	重量 (kg)	(t/m ³)	(t/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)
1-1	173-2.0	173.7	20	2	43.9	5.50	347.4	760.0	496.6	496.8	0.0106	0.003	2.2745	2.4069	572.6	1281.1	2.0412	2.2373	8.06	5.96
1-2	173-2.0+ α	183.2	20	1.875	43.9	5.44	343.4	751.3	490.9	491.1	0.0106	0.003	2.2599	2.3898	577.5	1277.9	2.0223	2.2127	7.96	5.89
1-3	173-2.0+2 α	193.7	20	1.75	43.9	5.37	339.0	741.6	484.6	484.8	0.0106	0.003	2.2437	2.3709	583.0	1274.3	2.0016	2.1859	7.86	5.82
2-1	163-2.0	163.8	20	2	43.9	5.50	327.6	778.4	508.3	508.3	0.0106	0.0035	2.2864	2.4195	563.6	1269.8	2.0527	2.2530	8.25	6.10
2-2	163-2.0+ α	172.8	20	1.875	43.9	5.44	324.1	770.0	502.8	502.8	0.0106	0.0035	2.2725	2.4033	568.3	1266.9	2.0344	2.2292	8.16	6.03
2-3	163-2.0+2 α	182.9	20	1.75	43.9	5.37	320.1	760.6	496.7	496.7	0.0106	0.0035	2.2570	2.3852	573.6	1263.6	2.0143	2.2030	8.06	5.96
2-4	163-2.0- α	155.7	20	2.125	43.9	5.55	330.8	785.9	513.2	513.2	0.0106	0.0035	2.2989	2.4340	559.4	1272.4	2.0693	2.2747	8.33	6.16
3-1	153-1.5	153.5	20	1.5	47.8	4.50	230.7	912.0	507.6	507.8	0.0106	0.0035	2.3116	2.4205	574.3	1296.2	2.0928	2.2568	9.67	6.09
3-2	153-1.5+ α	165.4	20	1.375	47.8	4.44	227.4	899.1	500.4	500.6	0.0106	0.0035	2.2931	2.3996	580.3	1292.0	2.0682	2.2263	9.53	6.01
3-3	153-1.5+2 α	179.0	20	1.25	47.8	4.36	223.7	884.5	492.3	492.5	0.0106	0.0035	2.2720	2.3757	587.2	1287.3	2.0406	2.1923	9.38	5.91
4-1	153-2.0	153.6	20	2	43.9	5.50	307.1	797.3	521.2	521.4	0.0106	0.004	2.3006	2.4345	554.3	1258.0	2.0647	2.2696	8.45	6.26
4-2	153-2.0+ α	162.1	20	1.875	43.9	5.44	304.0	789.2	515.9	516.1	0.0106	0.004	2.2875	2.4192	558.8	1255.4	2.0472	2.2467	8.37	6.19
4-3	153-2.0+2 α	171.7	20	1.75	43.9	5.38	300.5	780.2	510.0	510.2	0.0106	0.004	2.2727	2.4020	563.8	1252.5	2.0278	2.2214	8.27	6.12
5-1	153-2.5	153.6	20	2.5	41.9	5.50	384.0	734.7	521.0	521.2	0.0106	0.004	2.3145	2.4492	554.2	1272.3	2.0885	2.2957	7.79	6.25
5-2	153-2.5+ α	160.4	20	2.375	41.9	5.46	380.9	728.8	516.8	517.0	0.0106	0.004	2.3039	2.4369	557.8	1270.1	2.0742	2.2770	7.73	6.20
5-3	153-2.5+2 α	167.8	20	2.25	41.9	5.41	377.5	722.3	512.2	512.4	0.0106	0.004	2.2924	2.4234	561.7	1267.7	2.0587	2.2569	7.66	6.15
6	高強度	160.4	20	4	42.8	2.00	640.0	692.8	473.1	473.3	8HS 2%	0	2.4396	2.4894	624.5	1493.2	2.3168	2.3910	7.34	5.68
2'-1	163-2.0	163.6	20	2	43.9	4.50	327.2	790.1	516.4	516.6	0.0106	0.002	2.3139	2.4229	567.8	1280.9	2.0904	2.2560	8.38	6.20
2'-2	163-2.0+ α	172.6	20	1.875	43.9	5.44	323.7	770.4	503.4	503.6	0.0106	0.0035	2.2737	2.4045	568.1	1266.7	2.0347	2.2295	8.17	6.04
2'-3	163-2.0+2 α	182.7	20	1.75	43.9	5.37	319.7	761.0	497.3	497.5	0.0106	0.0035	2.2582	2.3864	573.4	1263.4	2.0145	2.2033	8.07	5.97

2.4 加熱乾燥法による単位水量推定法

2.4.1 加熱乾燥法の原理

加熱乾燥法は、フレッシュコンクリート中の水分を加熱乾燥によって完全に蒸発させ、乾燥前後の質量差から単位水量を推定する方法である。ただし、フレッシュコンクリート中の水分には単位水量と骨材中に含まれる水量があるため、乾燥によって減少した質量から骨材の含水量を差し引いた残りが単位水量となる。

2.4.2 加熱乾燥法の実験内容

加熱乾燥の方法には乾燥炉による方法、マイクロ波による方法、ガスバーナー等の炎による方法等、様々な方法が提案されている。今回の実験では原理の単純なものとして乾燥炉を用いる方法(600℃と450℃の2通り)と、ガスコンロでフライパン上の試料を加熱する方法を設定した。

試料についてもコンクリートをそのまま用いる方法とウェットスクリーニングによって抽出したモルタルを用いる方法について検討した。

試料量については、少量のほうが乾燥時間を短縮できるが、サンプリングや秤の感度等による測定誤差が大きくなる。今回の実験ではコンクリート試料で1,000cc、モルタルで600cc(コンクリート1,000ccから粗骨材量を除いた量)を標準とし、その1/2の量についても検討した。

試料質量の測定には感度0.1gの電子秤を使用した。

実験ケースの概要を表-4に、またその特徴を以下に整理する。

表-4 加熱乾燥法の実験ケース

記号	加熱乾燥装置	試料の種類	試料量	乾燥時間
① C600	乾燥炉(600℃) 電源:200V,2kw	コンクリート	約1,000cc (500×2皿)	10～15分
② M600	乾燥炉(600℃) 電源:200V,2kw	ウェットスクリーンモルタル	約600cc (300×2皿)	10～15分
③ M450	乾燥炉(450℃) 電源:200V,2kw	ウェットスクリーンモルタル	約600cc (1皿)	20～25分
④ ガスコンロ	ガスコンロとフライパン (2600kcal)	ウェットスクリーンモルタル	約300cc (1皿)	10～15分

①コンクリートを600℃の乾燥炉で乾燥させる方法(C600)

乾燥時間を短縮する目的から炉内温度を600℃と高温にしたケースである。乾燥炉は発熱板(ヒートブロック)を耐熱煉瓦で覆った単純なもので、コンクリートを採取したトレイ2枚を発熱板上に置き加熱乾燥させる。トレイの形状は30×22cmの角皿状で、トレイ1枚当たりに約1,150g(トレイ2枚の合計で2,300g≒1,000cc)の試料を採取する。装置の形状、外観を図-1および写真-1に示す。

実際の実験手順は以下のようなものである。

1)余熱

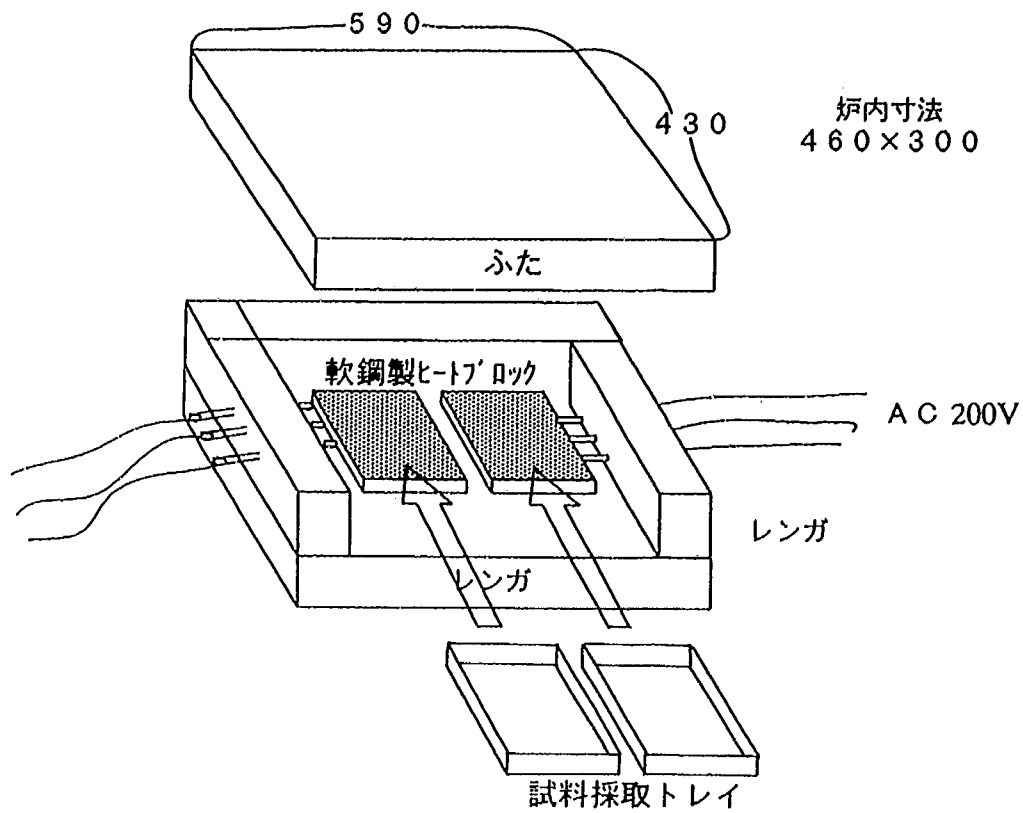
実験前に、炉内温度が600℃に達するまで加熱する。これに要する時間は約3時間である。

2)試料採取

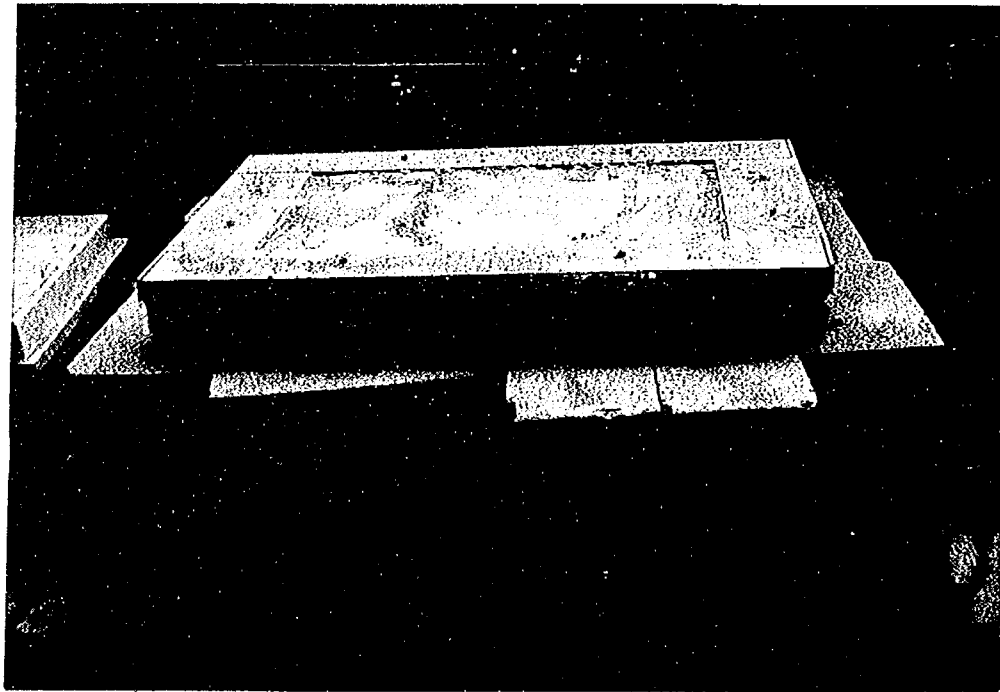
2枚のトレイに試料を採取し、試料質量を正確に計量する。トレイ上のコンクリートの厚さは乾燥効率を高める目的から1cm程度の薄い状態とする。

3)加熱乾燥

試料を乾燥炉内に入れ、加熱乾燥させる。乾燥時間は10分を基本とする。ただし、水量の多い配



図－1 600℃乾燥炉の概要図



写真－1 600℃乾燥炉の外観

合では若干不足する可能性があり、15 分後、20 分後の質量も測定する。なお、乾燥の状態は乾燥炉の隙間から出る熱気に磨りガラスを当て、ガラス表面への水滴（湯気）の付着の有無で判断することもできる。

4) 乾燥後の質量測定

乾燥終了後の質量を測定する。

5) 粗骨材量の測定

試料にコンクリートを用いる場合では、粗骨材のサンプリング誤差の影響が無視できないため、加熱乾燥後の試料を 5 mm フルイ上で洗い出すことで粗骨材を抽出し、粗骨材量の補正を行う。粗骨材量の測定には気中で重量を測定する方法と、水中で重量を測定する方法があるが、気中重量は骨材を表乾状態にしてから測定する必要があるため、今回の実験では水中重量の測定とする。

② ウェットスクリーンモルタルを 600℃の乾燥炉で加熱乾燥させる方法（M600）

加熱乾燥の方法は①と同様である。

①は粗骨材量の測定・補正作業を要するために迅速性に欠ける面がある。このため②では、事前にウェットスクリーニングによってモルタル分を抽出し、これを加熱乾燥する方法とした。乾燥に供するモルタル量はトレイ 1 枚あたりに 650g (トレイ 2 枚の合計で 1,300g $\approx$ 600cc) とした。この量は①のコンクリート試料中のモルタル分量に相当する。

なおウェットスクリーニングの方法としては、フルイ目間隔 5 mm、 ϕ 20cm の丸フルイにコンクリートを採取し、これに棒状パイブレータ (直径 28mm, 長さ 475mm, 振動数 12,000rpm, 振幅 1.8mm) による振動を与えることで行った。この方法を採用した理由は、現場で手軽に行える方法で、かつできるだけ多くのモルタルが落下する方法を試行錯誤的に比較した結果である。

③ ウェットスクリーンモルタルを 450℃の乾燥炉で加熱乾燥させる方法（M450）

試料温度が 500℃を越えると、セメント中の結晶水まで飛散してしまう可能性がある。この点を考慮し、炉内温度を 450℃に設定した乾燥炉を使用する。この装置は、乾燥中の試料温度、質量変化を連続的に計測することが可能である。装置の構成図を図-2 に、また乾燥炉の外観を写真-2 に示す。この乾燥炉に使用する試料採取用トレイは 26 × 16 × 5cm の角型で、ウェットスクリーンモルタル 1,300g (約 600g) を試料とした。

試料の乾燥に要する時間は 20 ～ 25 分であった。

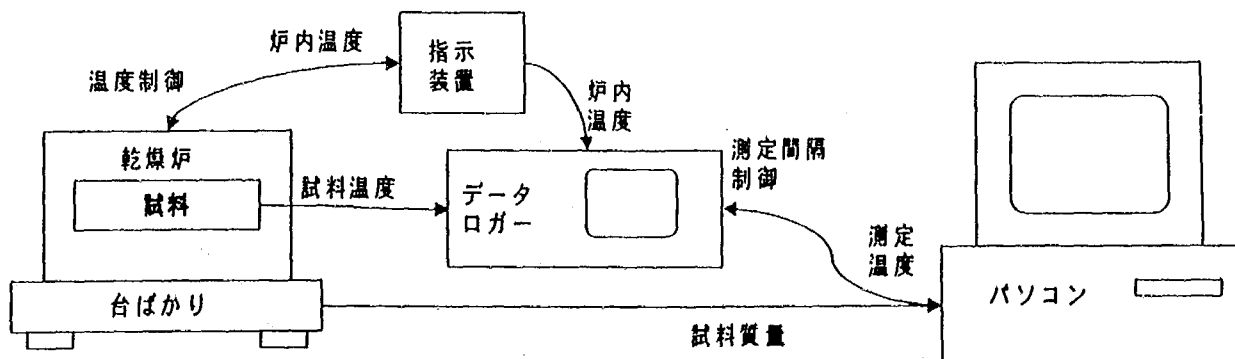
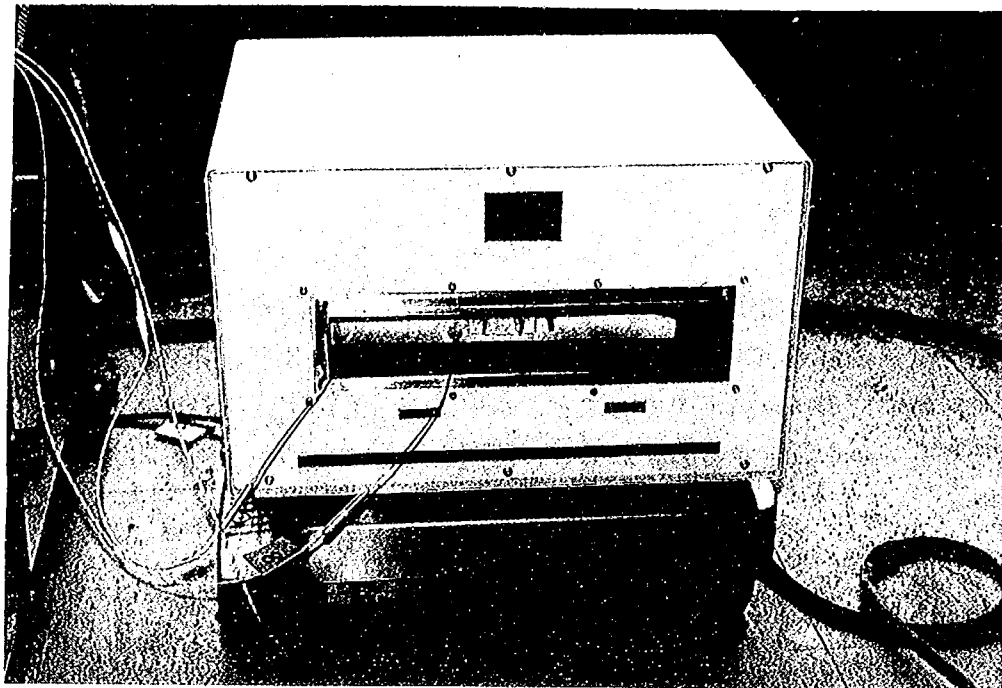


図-2 450℃乾燥炉の実験装置の構成



写真－２ 450℃乾燥炉の外観

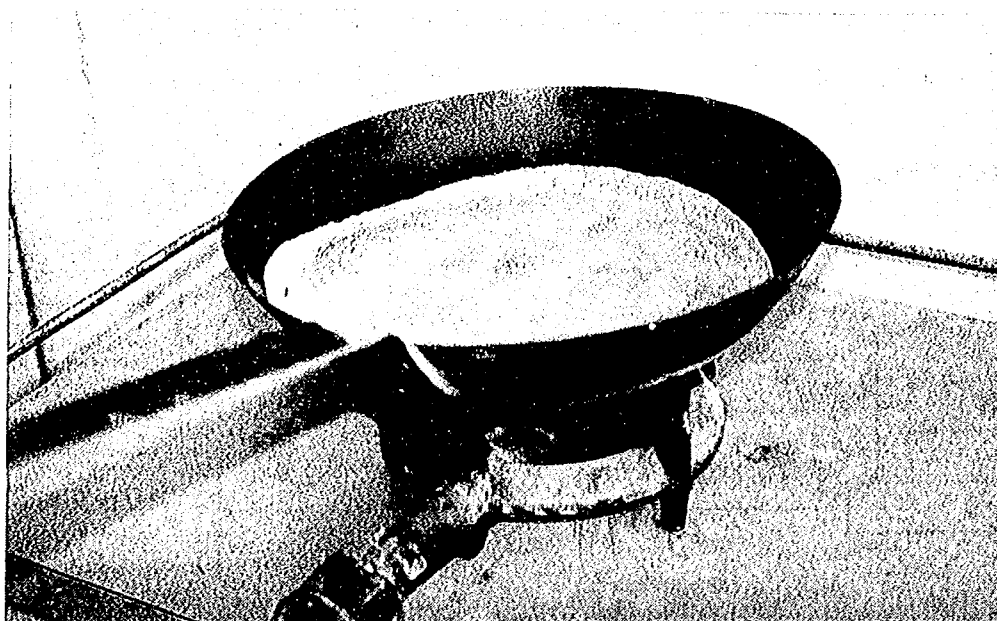
④ウェットスクリーンモルタルをガスコンロで加熱乾燥させる方法（ガスコンロ）

最も手軽に加熱乾燥できる装置としてガスコンロとフライパンの組み合わせを設定した。

ガスコンロは一般には家庭用調理器具として製造されているため、試料温度がかなり高温となる実験には適応できないものがあるので注意を要する。特に、カートリッジボンベを使用するカセットコンロはボンベ自体が高温になり、誘爆の危険性があるので厳禁である。これらを考慮し、今回の実験では鋳物製のガスコンロ（2,600kcal、写真－３参照）を使用した。

フライパンは熱伝導の優れた鉄製とし、底面の直径が20cmのものを使用した。

ウェットスクリーンモルタル 650g（約 300cc）をフライパンに採取し、ガスコンロ上で加熱乾燥した。乾燥に要する時間は10～15分で、能力としては②のトレイ1枚分とほぼ同等であった。



写真－３ ガスコンロ法

2.4.3 加熱乾燥法による単位水量推定式の提案

加熱乾燥法は試料中の水分を完全に蒸発させることで、水分量を正確に計測することができる。しかし、この値からコンクリート 1 m³当たりの単位水量を正確に推定するのは容易ではない。なぜなら、採取した試料の容積が正確に分からないからだ。一般には、採取した試料質量を単位体積質量で除して容積を求める方法をとるが、単位水量が正規の値と違っていれば当然のことながら単位体積質量も示方配合のものとは違って来る。このため正確な容積を求めるのは困難で、ある程度の仮定を含んだ推定式とならざるを得ない。

今回の場合は、単位水量は未知であるが、その他の材料は示方配合通りに配合されていると仮定し、以下の推定式を提案した。

(1) コンクリート試料を加熱乾燥する試験(C600)で粗骨材量を補正しない場合の推定式

$$W = W_1 \times \frac{M_c - W_c - W_s - W_g}{M_2} - W_s - W_g \quad (1)$$

ここに、W：推定単位水量(kg/m³)

W₁：実験から得られる蒸発水量 $W_1 = (M_1 - M_2)$

M₁：加熱乾燥前の試料質量

M₂：加熱乾燥後の試料質量

M_c：コンクリート配合上の単位体積質量

W_c：コンクリート配合上の単位水量

W_s：コンクリート配合上の細骨材の吸水量

W_g：コンクリート配合上の粗骨材の吸水量

(2) コンクリート試料を加熱乾燥する試験(C600)で粗骨材量を補正する場合の推定式

$$W = (W_1 - G_1 \times Q_g) \times \frac{M_c - W_c - W_s - M_g}{M_{m2}} - W_s \quad (2)$$

ここに、M_{m2}：加熱乾燥後のモルタル質量 $M_{m2} = M_2 - G_1 \times (1 - Q_g)$

G₁：試料中の粗骨材質量 $G_1 = M_3 \times \gamma_g / (\gamma_g - 1)$

M₃：洗い出した粗骨材の水中重量

γ_g：粗骨材の密度

Q_g：粗骨材の吸水率

M_g：コンクリート配合上の粗骨材量

(3) ウェットスクリーンモルタルを加熱乾燥する試験(M600,M450,ガスコンロ)の推定式

$$W = W_1 \times \frac{M_c - W_c - W_s - M_g}{M_2} - W_s \quad (3)$$

2.5 単位体積質量法による単位水量推定法

2.5.1 単位体積質量法の原理

コンクリートの配合が変化すればその単位体積質量も変化する。この原理を利用して、単位体積質量から単位水量を推定しようとするものである。

表-3には今回の実験に用いたコンクリートの単位体積質量を示している。この中で、例えば目標スランプが同一でセメント水比が異なる3-1と5-1の配合を比較すると、単位体積質量は2.312と2.315でほとんど変わらない。これはスランプを変えずにセメント水比を変えようとする、セメント量の変化分を細骨材量で調整することになり、この場合、セメントと砂の比重はそれほど大きく違わないので、結果的にコンクリートの単位体積質量は同程度になるのである。これに対して単位水量が異なる配合どうし（例えば1-1、2-1、3-1の配合、または、それぞれの基本配合に水を添加した $+ \alpha$ 、 $+ 2 \alpha$ の配合）を比較すると、単位水量が10kg変化すると、単位体積質量は0.013程度変化している。これは水の比重が他のコンクリート材料の比重と大きく異なるためである。このように単位水量の変化はコンクリートの単位体積質量に反映される。

実際の推定作業では、試料の単位体積質量を正確に測定し、単位水量を未知数とし、その他のコンクリート材料は配合表通りに配合されていると仮定して方程式を立て、単位水量を求めればよい。

ただし、この方法で高い測定精度を得るには、各コンクリート材料の比重を事前に正確に把握しておくとともに、コンクリート中の空気量を正確に測定するかまたは空気を完全に除去する手段が必要である。コンクリートの単位体積質量に対しては、空気量の変動の影響が最も大きいためである。

2.5.2 単位体積質量法の実験内容

単位体積質量法では、試料の質量と容積、それに試料中の空気量を精度良く求める手法を選定しなければならない。

今回の実験では、まず、試料の容積と空気量を正確に測定できる方法としてローリンメータを利用する方法を選定した。次に、ローリンメータよりも測定が容易な方法としてワシントン型エアメータを利用する方法を選定した。

試料質量の測定には感度1gの電子秤を使用した。

以下にそれぞれの実験方法を述べる。

(1) ローリンメータによる方法

この方法はJIS A 1118に規定される「まだ固まらないコンクリートの空気量の容積による試験方法」に準拠してコンクリートの容積と空気量を測定するものである。試験装置を図-3に示す。この方法は測定原理が単純で誤差要因が少なく、高い測定精度が期待できる。しかしながら測定作業が大変であるため、この方法による空気量の測定は、現在ではほとんど行われていないのが現状である。

今回の実験に用いたローリンメータは全体容積が約14リットルのもので、そこに入れられるコンクリート量は約6リットルである。

作業手順はJIS A 1118の準拠し、以下の手順で実施した。

1) 容器の測定

実験前に容器の質量と容積を正確に測定する。質量の測定は容器単体の質量と、容器にパッキン、蓋、締め具を装着した質量を測定する。容積の測定は容器内に水を充填したときの水の質量を測定することによって行う。

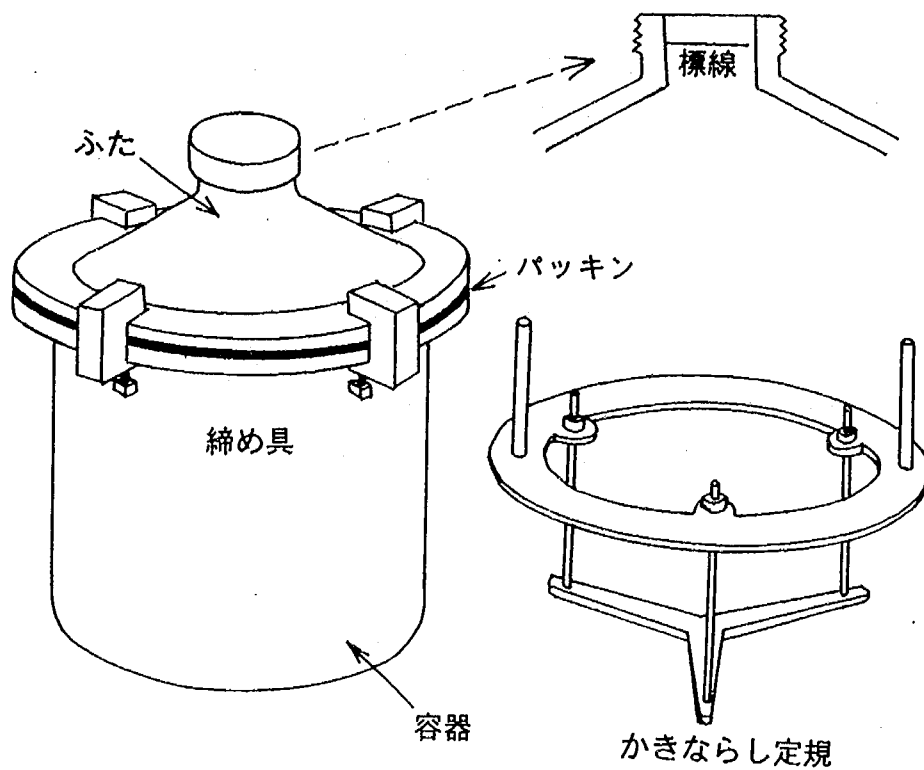


図-3 ローリンメータ

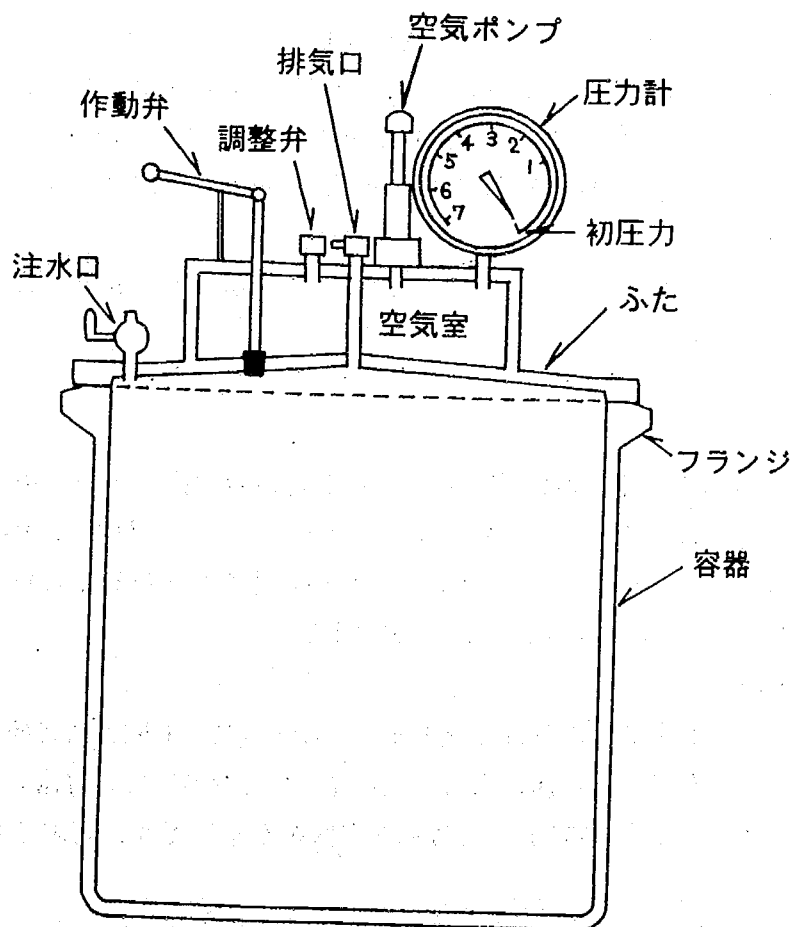


図-4 ワシントン型エアメータ

2) コンクリートの充填

容器内にコンクリートを3層に分けて充填する。各層毎に25回、突き棒で均等に突いた後、突き穴が無くなり、コンクリート表面に大きな泡が見えなくなるまで、容器の側面を10～15回木づちでたたく。3層めの充填が終了した時点で容器を水平に据え、かきならし定規でならして余分のコンクリートを除く。

3) コンクリート質量の測定

2)の作業が終了した時点でコンクリートの質量を測定する。

4) 注水量1と質量測定

コンクリートの表面を乱さぬように静かに水を入れ、途中でパッキン、蓋、締め具を装着し、蓋の標線まで水を入れる。この状態で注入した水の質量を測定する。

5) 攪拌

キャップを締め、激しく容器を転がし、コンクリート中の空気を完全に追い出す。

6) 注水量2と質量測定

キャップを外し、新たに水を加え、水面を標線に一致させる。このとき、新たに加えた水の質量を測定する。

7) 粗骨材量の測定

容器内のコンクリート試料を5 mm フルイ上で洗い出すことで粗骨材を抽出し、水中重量法により粗骨材量を求める。

(2) ワシントン型エアメータによる方法

ワシントン型エアメータを用いた空気量の測定法はJIS A 1128に規定され、ローリンメータに比較して作業が容易なことからコンクリート受け入れ時の空気量測定法として定着している。また、試験に供されるコンクリート試料の容積は容器上縁すり切り一杯で管理されるため、常に一定(約7リットル)である。従って、これに加えて試料の質量を測定れば、単位水量を簡便に推定することができる。試験装置を図-4に示す。

今回の実験ではJIS A 1128に準拠し、かつ、できるだけ測定精度を高めるために、以下の手順に沿って試験を実施した。

1) 容器の測定

実験前に容器の容積を正確に測定する。容積の測定は容器内に水を充填したときの水の質量を測定することによって行うこととし、容器上縁端すれすれまで入れた水の質量(コンクリートが充填される部分の容積)と、蓋をしてから更に注水口から注水し排気口から排水されるまで注水したときの水の質量(エアメータ容器の全容積)を測定する。

2) コンクリートの充填

容器内にコンクリートを3層に分けて充填する。各層毎に25回、突き棒で均等に突いた後、突き穴が無くなり、コンクリート表面に大きな泡が見えなくなるまで、容器の側面を10～15回木づちでたたく。3層めの充填が終了した時点で容器を水平に据え、定規でならして余分のコンクリートを除く。

3) コンクリート質量の測定

容器のフランジの上面のコンクリートを完全に拭った状態でコンクリートの質量を測定する。

4) 注水量の測定

容器に蓋をして、蓋を締めた後に注水口から水を注水し、排気口から水が排出された状態で排気口を閉め、注水した水の質量を測定する。

5) 空気量の測定

すべての弁を閉じ、空気ポンプで空気室の圧力を初圧力よりわずかに大きくする。約5秒後に調節弁を除々に開いて、圧力計の指針を初圧力の目盛に一致させる。約5秒後に作動弁を開く。コンクリートの各部に圧力をゆきわたらせるために、容器の側面を木づちでたたく。再び、作動弁を開き、空気量の目盛りを読みとる。

6) 粗骨材量の測定

容器内のコンクリート試料を5 mm フルイ上で洗い出すことで粗骨材を抽出し、水中重量法により粗骨材量を求める。

2.5.3 単位体積質量法による単位水量推定式の提案

この方法はコンクリートの単位体積質量の違いから単位水量を推定するものであり、材料の比重および配合が既知でなければならない。なお、試料中の空気量は変動するので空気量を除いた試料の単位体積質量を対象に推定式を検討した。

(1) 粗骨材量を補正しない場合の推定式

いま、空気量を除いた試料の単位体積質量を γ_0 として、この配合の水量は本来の単位水量より W' だけ多かったとする。このときの γ_0 は次式で表される。

$$\gamma_0 = \frac{\gamma_c + W'}{1,000 - \text{Air} + W'}$$

ここに、 γ_0 ：実験から得られる空気を含まない試料の単位体積質量(kg/m³)

γ_c ：コンクリート配合上の1m³当たりの質量(kg/m³)

Air：コンクリート配合上の空気量(リットル)

W' ：余剰水量(kg)

上記の式から、余剰水量を求める式を導くと次式となる。

$$W' = \frac{\gamma_0 \cdot (1,000 - \text{Air}) - \gamma_c}{1 - \gamma_0} \quad (4)$$

したがって式(4)の値に配合上の単位水量を加えた値が推定単位水量となる。

なお、式(4)中の γ_0 の算出方法は以下のとおりである。

ローリンメータの場合

$$\gamma_0 = \frac{M_1}{V_a - W_1 - W_2} \quad (5)$$

ここに、 M_1 ：コンクリート試料の質量

V_a ：容器の全容積

W_1 ：注水1の水量

W₂ : 注水 2 の水量

ワシントン型エアメータの場合

$$\gamma_0 = \frac{M_1}{V_1(1 - Air_1 \times 0.01)} \quad (6)$$

または、

$$\gamma_0 = \frac{M_1}{(V_a - W_1)(1 - Air_1 \times 0.01)} \quad (7)$$

ここに、M₁ : コンクリート試料の質量

V₁ : 試料を充填した容器の容積

V_a : 蓋をかぶせた状態での容器の全容積

W₁ : 注水量

Air₁ : 測定空気量 (%)

(2) 粗骨材量を補正する場合の推定式

今回の実験では、試料中の粗骨材量を洗い出しにより測定しているため、粗骨材量を補正する場合の単位水量の推定式は (4) 式に代わり、次式のとおりとなる。

$$W' = \frac{\gamma_m \cdot V_m - M_m}{1 - \gamma_m} \quad (8)$$

ここに、 γ_m : 実験から得られる空気を含まないモルタル試料の単位体積質量 (kg/m³)

V_m : 配合上のコンクリート 1 m³ 中に含まれる空気を除くモルタルの容積 (ℓ)

M_m : 配合上のコンクリート 1 m³ 中に含まれるモルタルの質量 (kg)

ここで、式 (8) 中の γ_m の算出方法は以下のとおりである。

ローリンメータの場合

$$\gamma_m = \frac{M_1 - M_0}{V_a - W_1 - W_2 - V_0} \quad (9)$$

M₁ : コンクリート試料の質量

M₀ : 粗骨材の質量

V_a : 容器の全容積

W₁ : 注水 1 の水量

W₂ : 注水 2 の水量

V₀ : 粗骨材の容積

ワシントン型エアメータの場合

$$\gamma_m = \frac{M_1 - M_0}{V_1 - V_0 - V_1 \times Air_1 \times 0.01} \quad (10)$$

または、

$$\gamma_m = \frac{M_1 - M_0}{V_1 - V_0 - (V_a - W_1) \times Air_1 \times 0.01} \quad (11)$$

ここに、 M_i : コンクリート試料の質量

M_G : 粗骨材の質量

V_i : 試料を充填した容器の容積

V_G : 粗骨材の容積

V_a : 蓋をかぶせた状態での容器の全容積

W_i : 注水量

A_{ir} : 測定空気量 (%)

3. 実験結果

3.1 コンクリートのスランプと空気量

各配合ごとのスランプの経時変化を図-5に示す。これらの図から、基本配合に対して単位水量を増やした配合(+ α , +2 α)では、スランプは当然のことながら大きくなっている。しかしながら、スランプは時間とともに低下するため、+ α (セメント水比が 0.125 低下する水量を添加した配合)の1時間後、+2 α (セメント水比が 0.250 低下する水量を添加した配合)の2時間後の値は基本配合の練り上がり直後の値に近いものとなった。このことは、たとえセメント水比が 0.25 異なるだけの水量が添加されたとしても、時間が経過してしまうと、その差をスランプでは見極められないことを意味する。

空気量の経時変化については図-6に示すとおりであり+ α , +2 α と水量を変化させても、これによる空気量の変動は小さいのもであった。また、高強度を除いてどのケースも時間とともに徐々に空気量は低下する傾向を示した。この低下の傾向はセメント水比の高い配合で大きくなる傾向を示した。なお、高強度コンクリートの空気量が時間と共に低下しないのは、初期の空気量が 1.4 %と小さく、エントレインドエアが少ないためと考えられる。

3.2 コンクリートの圧縮強度

各配合ごとに、練り上がり直後に標準供試体を3本ずつ作製した。また表-2中のケース2-3, 5-1, 5-2, 5-3については練り上がり直後、1時間経過後、2時間経過後にそれぞれ標準供試体を3本ずつ作製した。作製した供試体は水中養生し、28日後に圧縮試験を実施した。

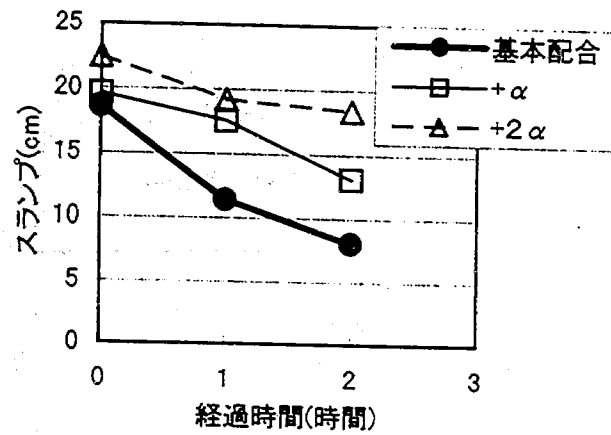
練り上がり直後に作製した供試体の圧縮強度について、セメント水比との関係を図-7に示す。圧縮強度はセメント水比と良い対応を示しており、セメント水比が 0.5 大きくなることによる圧縮強度の低下量は概ね 12N/mm² 程度であった。

次に、練り上がり直後、1時間経過後、2時間経過後にそれぞれ供試体を作製したケースについて、セメント水比と圧縮強度の関係を図-8に示す。図中の●が練り上がり直後(0時間)の値であり、△が1時間経過後、◇が2時間経過後の値である。これによると放置時間の経過とともに圧縮強度が増加しているのが分かる。一方、後の単位水量推定の結果から、放置時間中にコンクリート中の水分が1時間当たり 2 %程度の割合で蒸発していることが予想された。このため、この蒸発水量分だけセメント水比を補正した結果が図中の▲(1時間後)と◆(2時間後)である。この結果から、放置後の圧縮強度については蒸発水分相当か、もしくはそれ以上の強度増加を示しているようである。

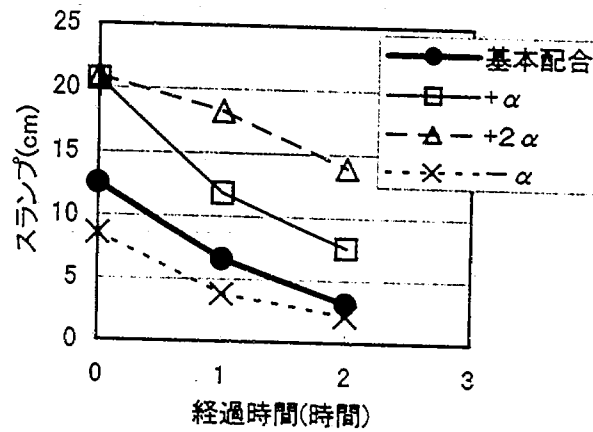
3.3 加熱乾燥法の実験結果

3.3.1 概説

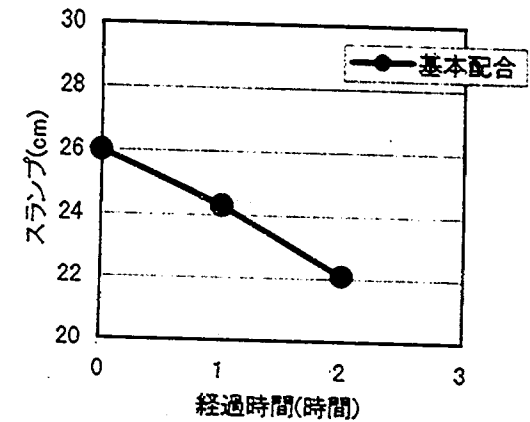
各配合ごとに、各加熱乾燥法によって得られる単位水量推定結果を図-9に示す。この図から加熱乾燥法のなかでは C600 (コンクリートを加熱乾燥したケース)の推定精度が高く、ウェットスクリーンモルタルを試料とした実験の推定精度は低いことが分かる。今回の実験ではコンクリートの単位水量を意識的に α , 2 α と変化させたが、推定値はその変化を良く捉えているようである。そこで、推定単位水量を真の水量に対する百分率で示し、経過時間との関係で整理した結果を図-10に示す。この図から高強度コンクリートの C600 の試験結果を除いて、推定単位水量は時間とともに徐々に減少する傾向を示した。これは放置中の水分の蒸発の影響と考えられる。



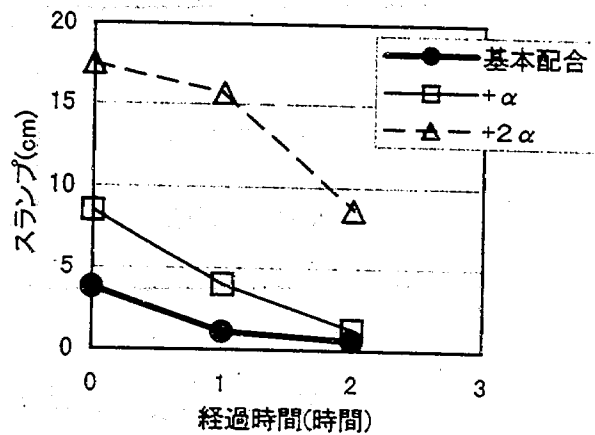
(1) 173-2.0



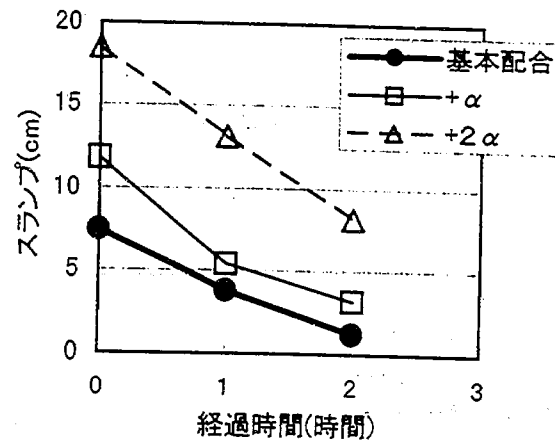
(2) 163-2.0



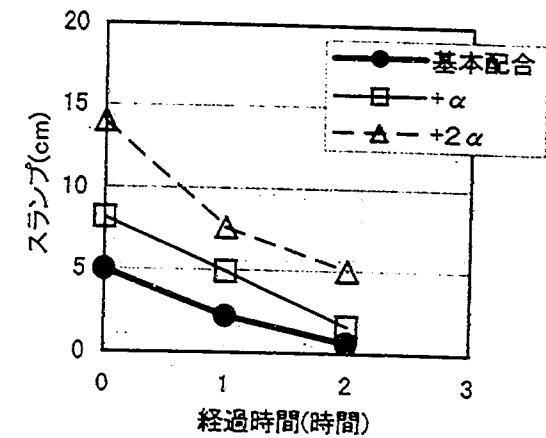
(3) 高強度



(4) 153-1.5

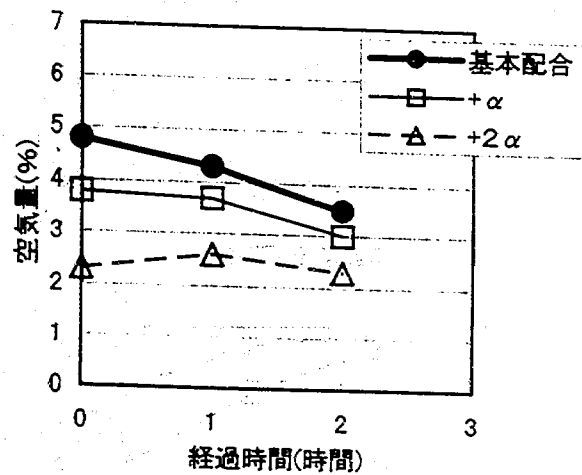


(5) 153-2.0

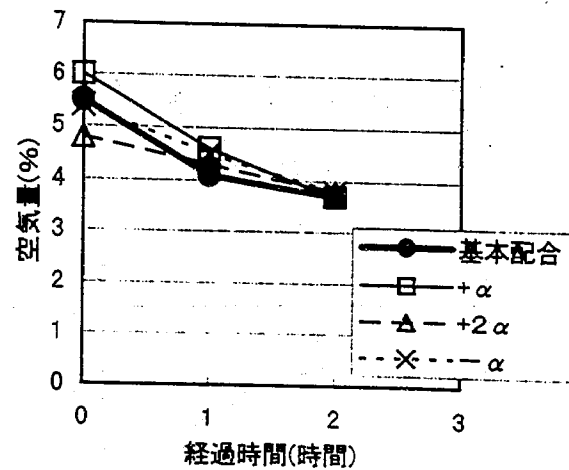


(6) 153-2.5

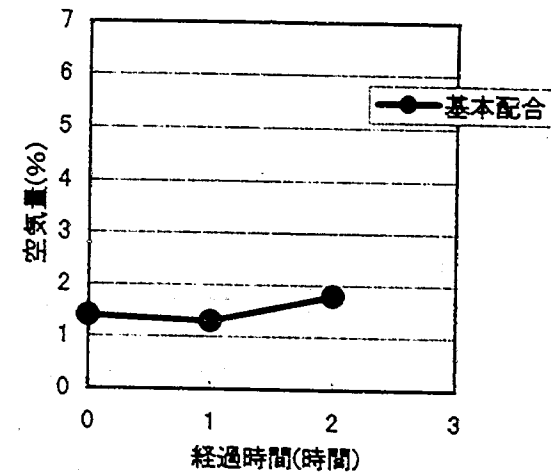
図-5 スランプの経時変化



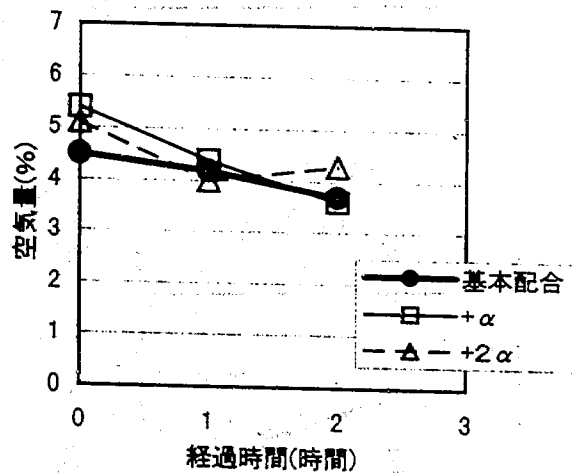
(1) 173-2.0



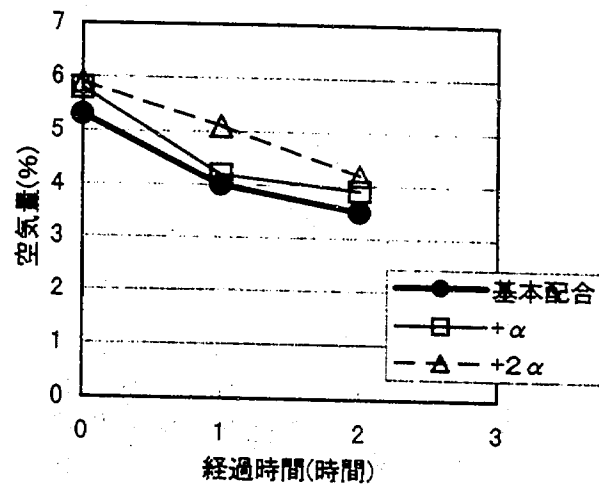
(2) 163-2.0



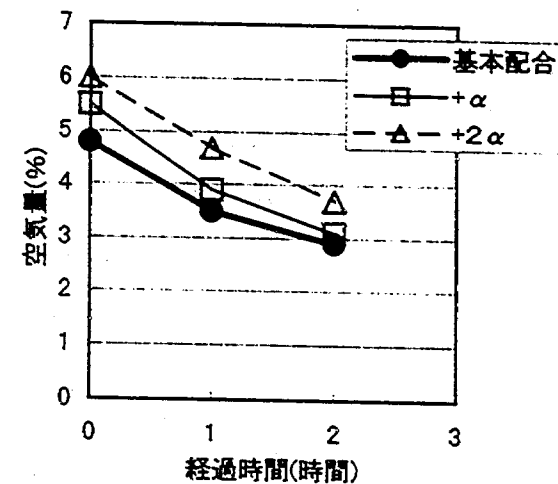
(3) 高強度



(4) 153-1.5



(5) 153-2.0



(6) 153-2.5

図-6 空気量の経時変化

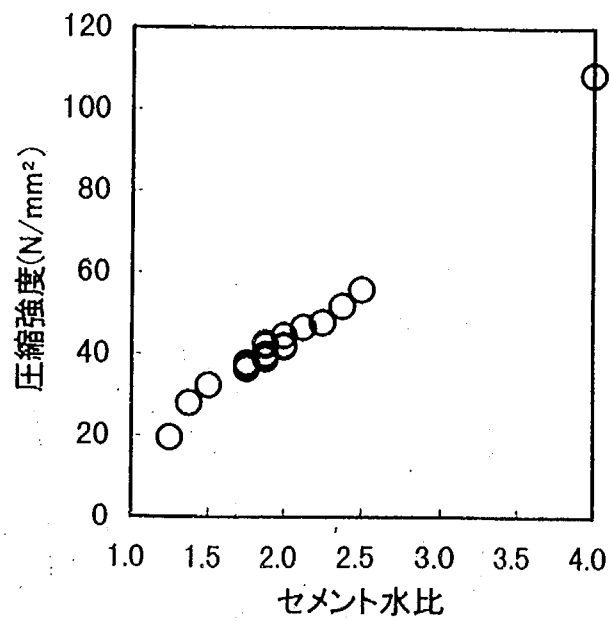


図-7 練り上がり直後に作製した供試体の圧縮強度とセメント水比との関係

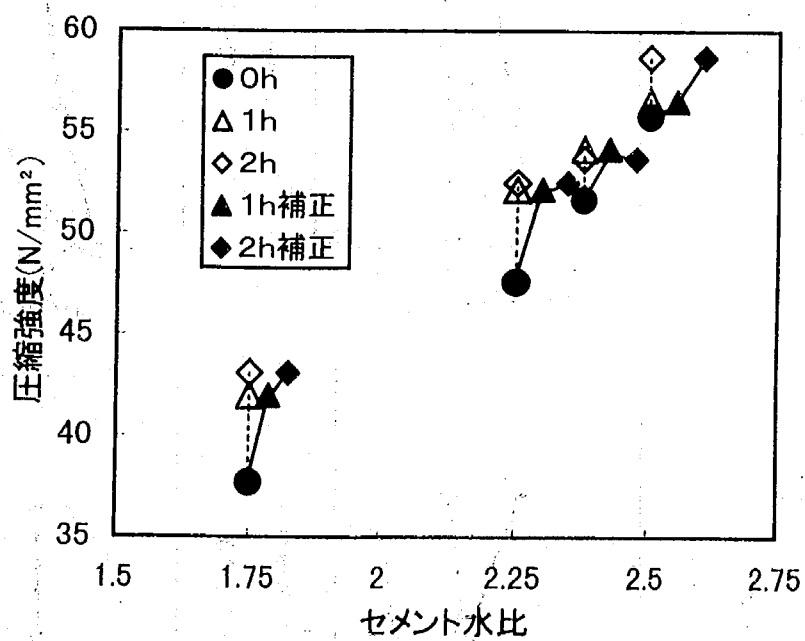


図-8 放置時間が圧縮強度に与える影響

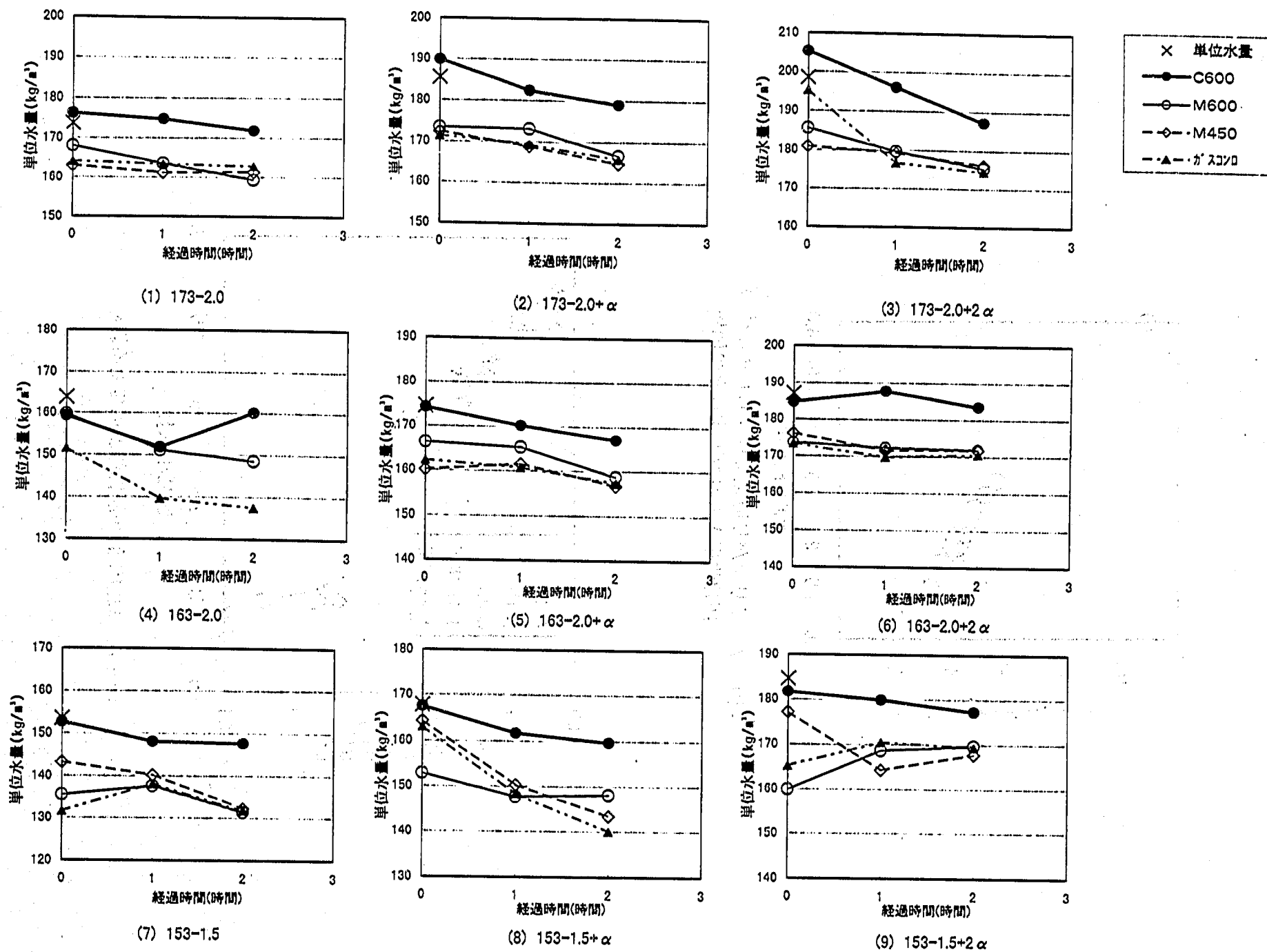


図-9 各加熱乾燥法による単位水量推定結果 (各配合ごとの結果)

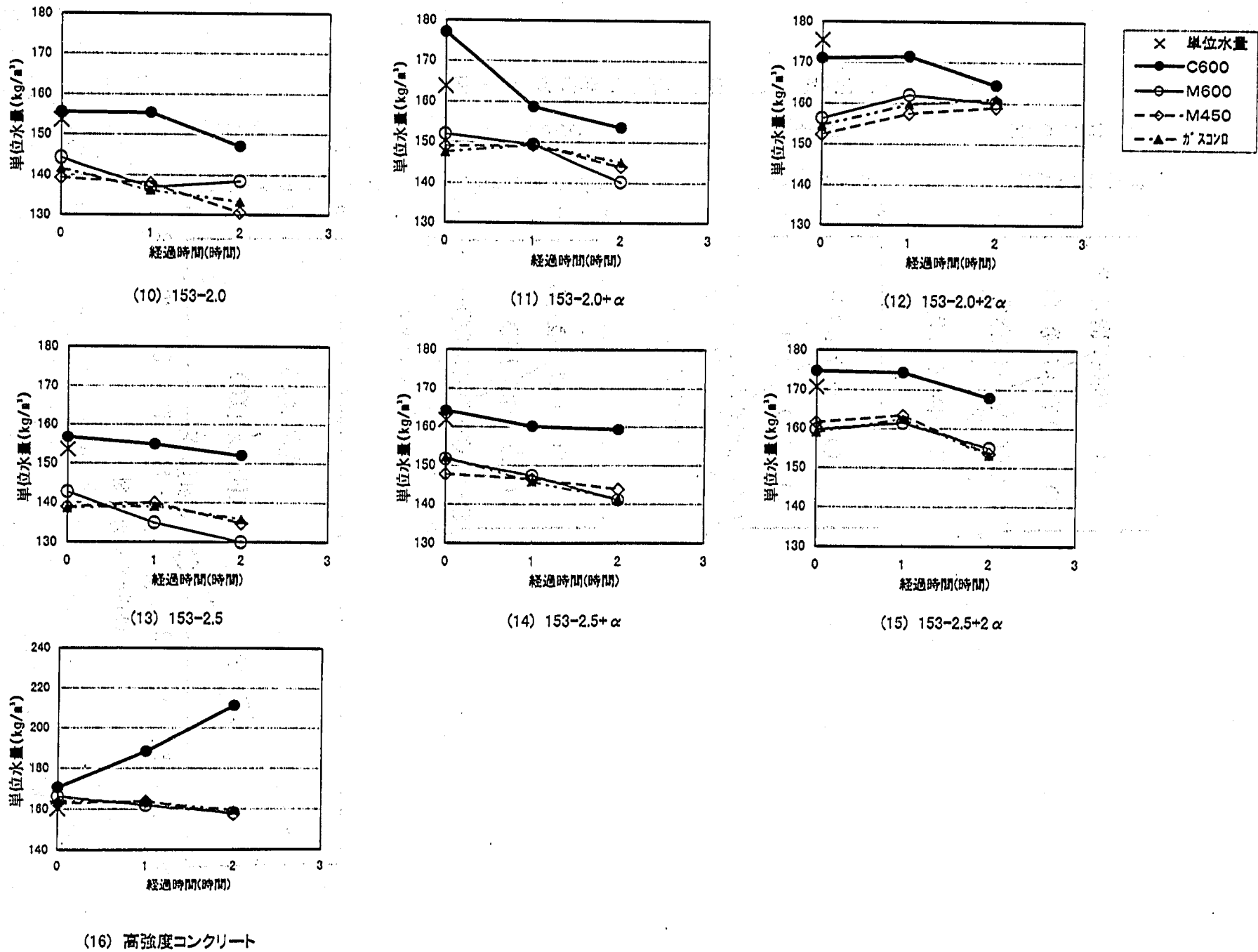
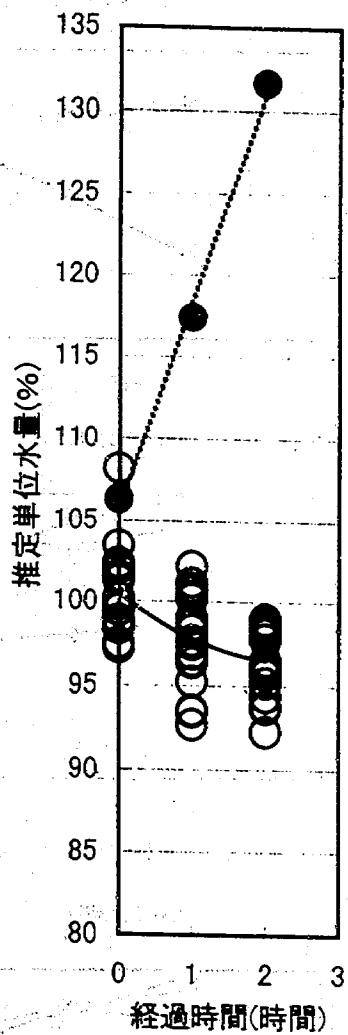
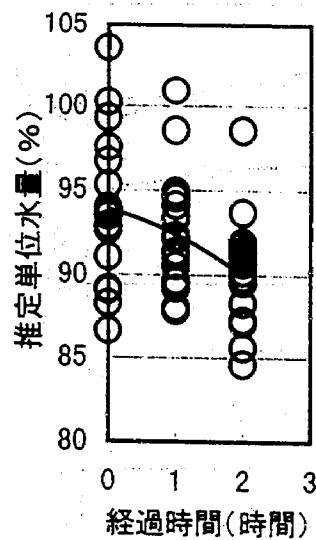


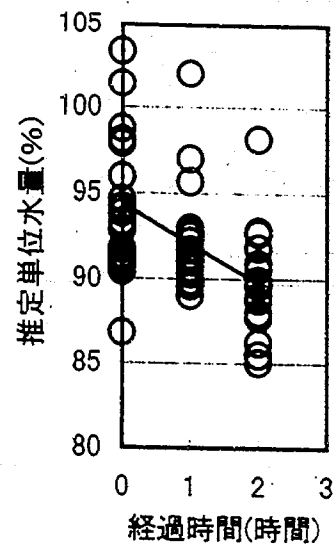
図-9 各加熱乾燥法による単位水量推定結果 (各配合ごとの結果)



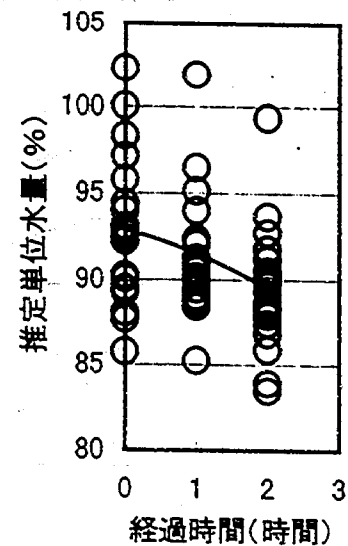
(1) C600



(2) M600



(3) M450



(4) ガスコンロ

図-10 各加熱乾燥法による単位水量推定結果

実験結果から得られる各試験法の推定精度を表－5に示す。

表－5 加熱乾燥法の推定精度（高強度コンクリートを除く）

測定法	試料量 (cc)	粗骨材量 の補正	練り上がり直後の 推定値の平均値 (%)	各経過時間の平均値に対する標準偏差 (%)			
				練り上がり 直後	1時間 経過後	2時間 経過後	平 均
C600	1,000	有り	100.4	2.62	2.76	2.03	2.47
	500	有り	99.8	1.98	2.62	2.88	2.49
	1,000	無し	98.1	3.46	3.32	3.10	3.29
	500	無し	97.5	3.78	3.83	4.34	3.98
M600	600	－	93.9	4.16	3.38	3.18	3.57
	300	－	94.0	5.35	3.49	3.02	3.95
M450	600	－	92.9	4.25	3.47	3.56	3.76
ガスコン	300	－	94.3	4.25	3.20	3.06	3.50

以下に各試験法の試験結果と特性を述べる。

3.3.2 コンクリートを600℃で加熱乾燥した結果(C600)

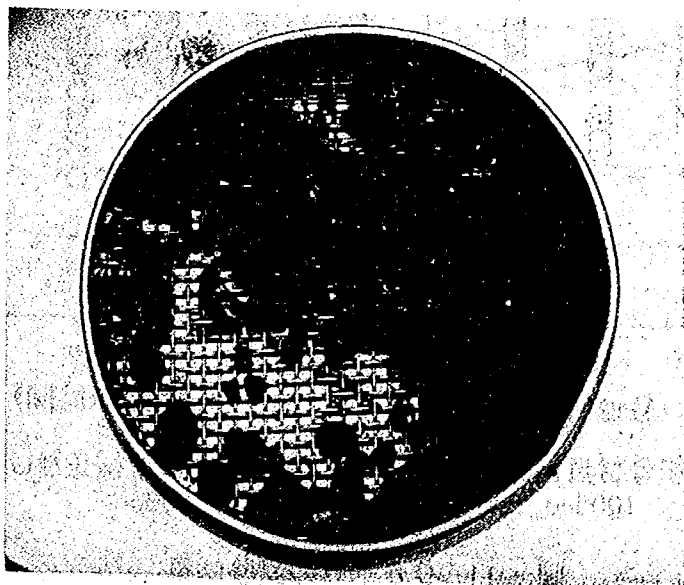
(1)一般のコンクリート配合に対する試験結果

図－9, 10に示したC600の結果は、試料量1000ccで粗骨材量の補正を行った結果である。乾燥時間は10～15分であった。

練り上がり直後の推定値は真値に対して平均で100.4%、大半のデータは100±4%の範囲に収まっており、加熱乾燥法のなかで最も高い精度を示した。時間の経過に伴って推定値が徐々に低下していく傾向を示しているが、これは水分の蒸発の影響と考えられ、各経過時間ごとの推定値の平均値に対する標準偏差の平均は2.5%であった。

(2)高強度コンクリートに対する試験結果

高強度コンクリート(ケース6)については時間の経過に伴って推定値が急増し、推定精度はかなり低い結果となった。この原因は、時間が経過した高強度コンクリートを加熱すると、ペーストの粗骨材への付着強度が増大し、粗骨材を洗い出す際に、付着ペーストを完全に分離できなくなるためである(写真－4参照)。



写真－4 骨材にペーストが付着した状態
(高強度コンクリート)

(3) 粗骨材量の補正が推定精度に与える影響

図-9, 10 の値は 1,000cc の試料を乾燥させ、乾燥後の試料を洗い出すことで粗骨材量を求め、補正した値である。これに対して粗骨材量を補正しない場合の推定結果を図-11(3)に示す。これを補正している(1)と比較すると明らかにデータのバラツキの範囲は大きくなっており、 $\pm 6\%$ 程度の範囲となっている。また、試料量を 500cc とし、粗骨材量を補正しない結果を図-11(4)に示すが、データのバラツキの範囲は更に拡大し $\pm 7\%$ 程度となった。表-5 より、データのバラツキの標準偏差は 1,000cc で 3.3 %, 500cc では 4.0 % である。

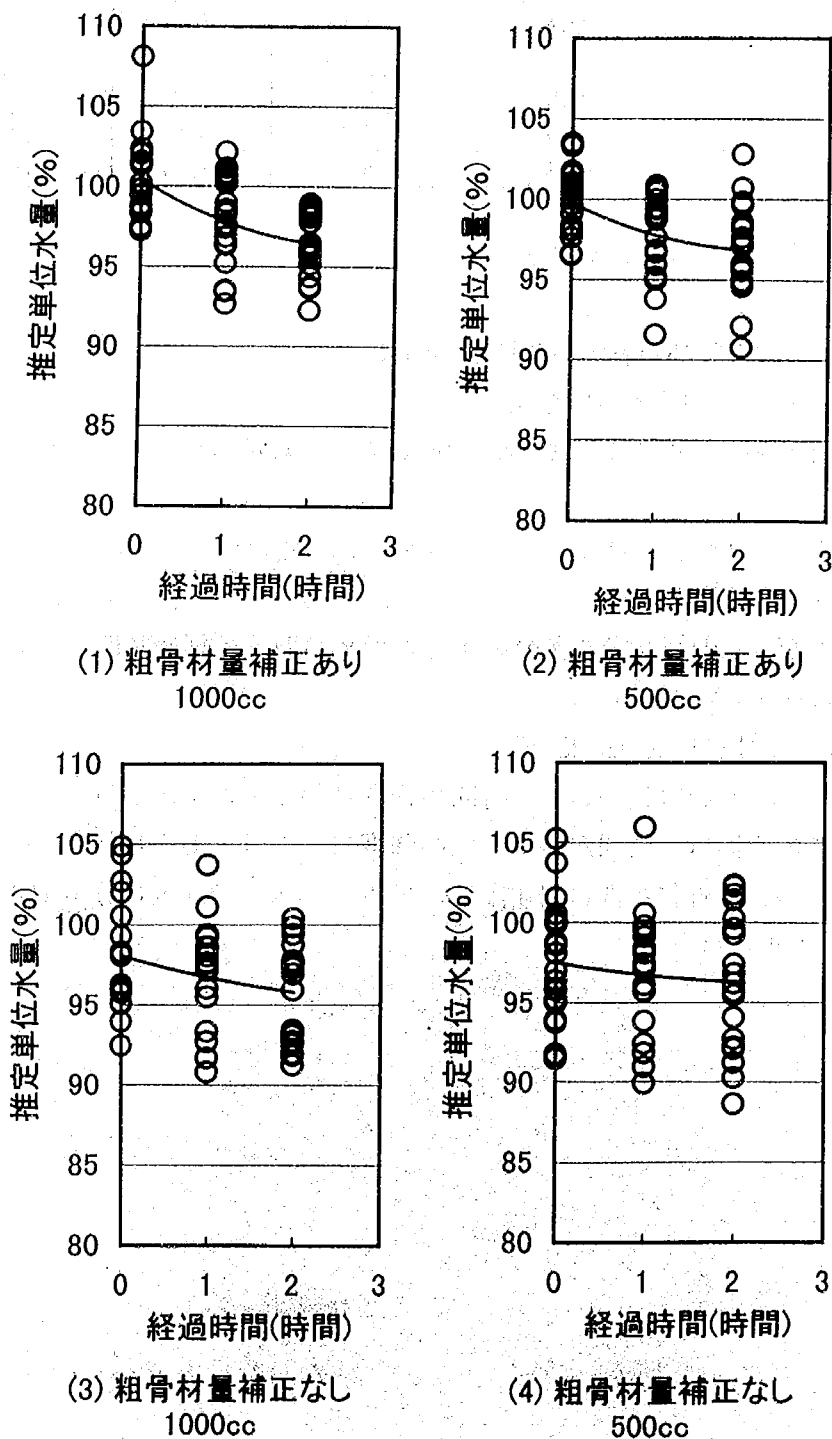


図-11 C600の試験結果

ちなみに粗骨材のサンプリング誤差が単位水量推定精度に与える影響を理論的に求めてみると、配合によって多少異なるが、5%のサンプリング誤差は概ね3.5%の単位水量推定誤差となって現れる。今回の実験における粗骨材のサンプリング誤差は図-12のとおりであり、バラツキの標準偏差は1,000ccで3.4%、500ccで4.7%であった。したがって、これによって生じる単位水量の推定誤差の標準偏差は1,000ccで2.5%、500ccで3.5%程度と考えられる。なお図-12において、粗骨材のサンプリング量の平均値は1.0を僅かに上回っているが、この原因としては粗骨材表面に付着するペーストの影響が考えられる。

(4) コンクリート試料量が推定精度に与える影響

今回の実験では500ccずつ2枚の容器にコンクリートを採取しており、試料量が500ccの場合の試験結果を図-11(2)、(4)および表-5に示す。この500ccの結果を1,000ccの結果と比較する。標準偏差の値は、粗骨材の補正を行った場合では1,000ccでも500ccでも約2.5%と遜色ないが、粗骨材の補正を行わない場合では1,000ccで3.3%に対し、500ccでは4.0%となり、試料量が推定精度に影響を与える結果となった。これは(3)で述べたように粗骨材のサンプリング誤差が1,000ccの場合よりも500ccの場合のほうが大きくなるためである。

3.3.3 ウェットスクリーンモルタルを600℃で加熱乾燥した結果(M600)

(1) 一般のコンクリート配合に対する試験結果

図-9, 10に示したM600の結果は、試料量600ccの結果である。乾燥時間は10～15分であった。

C600の実験結果に比較して、ほとんどのケースで10kg/m³程度低い推定値を示している。また、データのバラツキの範囲も標準偏差で3.6%程度と大きく、推定精度は低い結果となった。この原因としてはウェットスクリーニングによる影響が考えられる(3.3.6項参照)。時間の経過に伴って推定値が徐々に低下していく傾向はC600と同様であった。

(2) 高強度コンクリートに対する試験結果

高強度コンクリート(ケース6)に対しては高い推定精度を示した(図-9(16))。この理由としては、高性能AE減水剤の効果によってセメント粒子の分散性が高まることでペースト中の密度が均質化し、かつ、流動性が向上することで粗骨材とモルタルの分離が容易に行えたことが考えられる。

(3) モルタル試料量の比較

今回の実験では約300ccずつ2枚の容器にモルタルを採取しており、試料量が300ccの場合の試験結果を図-13(2)および表-5に示す。この300ccの結果を600ccの結果と比較すると標準偏差は3.6%から4.0%となっているもののその差は小さく、モルタルを対象とした試験では試料量が推定精度に与える影響は少ないようである。

3.3.4 ウェットスクリーンモルタルを450℃で加熱乾燥した結果(M450)

図-9, 10および表-5からわかるようにM450の結果はM600の結果に酷似している。双方の試験結果の相関をみた結果を図-14に示す。これらの図から450～600℃の範囲であれば炉内温度は推定精度に影響を与えないと考えられる。乾燥に要する時間は多少長くなり、20～25分となった。

3.3.5 ウェットスクリーンモルタルをガスコンロで加熱乾燥した結果(ガスコンロ)

図-9, 10および表-5からわかるようにガスコンロの結果はM600やM450の結果に酷似している。M600の試験結果との相関をみた結果を図-15に示す。これらの図から、今回の試験では加熱方

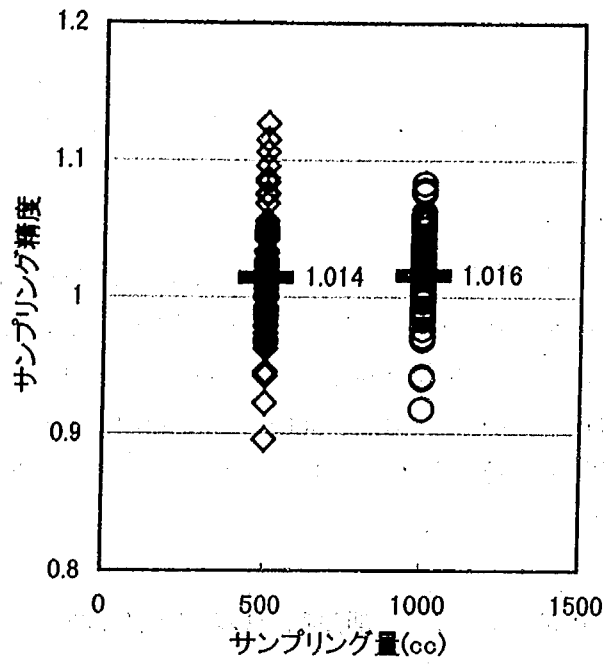
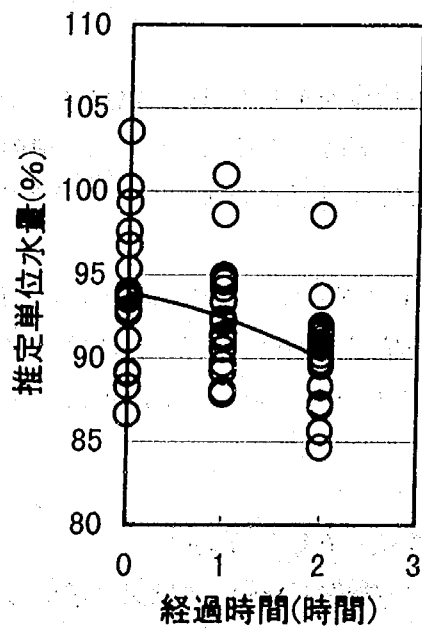
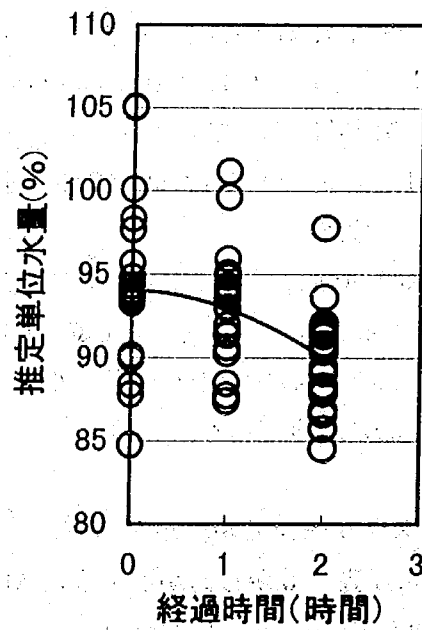


図-12 粗骨材のサンプリング誤差



(1) 600cc



(2) 300cc

図-13 M600の試験結果

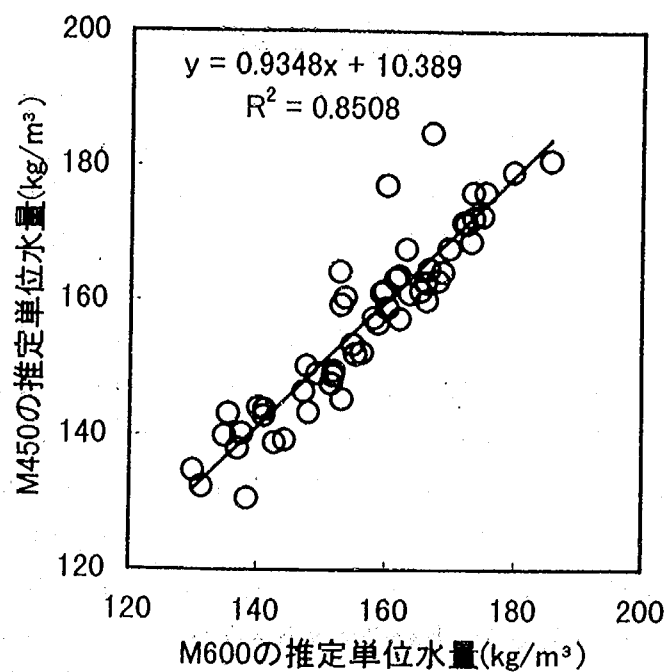


図-14 M450とM600の比較

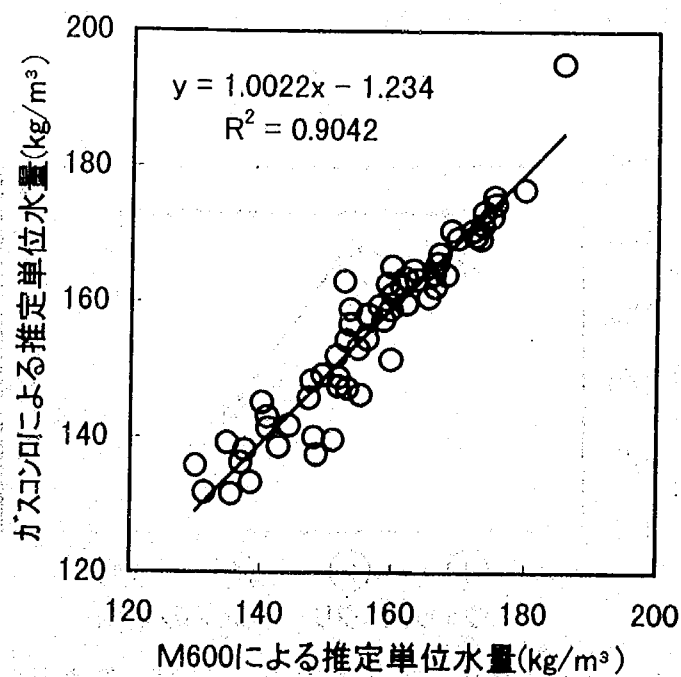


図-15 ガスコンロとM600の比較

法の違いによる差は認められなかった(この点については 3.3.7 項で考察する)。ちなみに乾燥に要した時間は 10 ～ 15 分であり、M600 と同等の性能であった。

3.3.6 ウェットスクリーニングの影響について

上記のようにウェットスクリーンモルタルを用いた実験では高強度コンクリートの配合を除いて、いずれの実験ケースとも推定値が真値よりも 10kg/m^3 程度小さく、推定精度が低い結果となった。そこで、ウェットスクリーニングの程度が推定精度に与える影響について以下の方法で検討した。

表-2 に示す 2-1 配合の練り混ぜを行い、練り上がったコンクリートをフルイ目 5mm, ϕ 20cm のフルイに採取し、次の 3 段階のウェットスクリーニングを実施した。ウェットスクリーニングのエネルギーの大きさは①<②<③の順である。

- ① 手作業でウェットスクリーニングを行いモルタル分を抽出する。
- ② ①でフルイに残った試料に対して外面パイプレータ(振動板 $10 \times 7\text{cm}$, 消費電力 125W)によりウェットスクリーニングを行いモルタル分を抽出する。
- ③ ②でフルイに残った試料に対して棒状パイプレータ(振動部 ϕ $2.7 \times 54\text{cm}$, 振動数 1,100vpm, 振幅 1.8mm, 消費電力 180W)によりウェットスクリーニングを行いモルタル分を抽出する。

上記の方法で採取したそれぞれのモルタルを 600°C の乾燥炉で 10 分間加熱乾燥し、単位水量を推定した。また、比較用として④コンクリートをウェットスクリーニングせずにそのまま加熱乾燥した。これらの結果を図-16 に示す。この図から、ウェットスクリーニングの程度によって抽出されるモルタルの性状に違いがあることがわかる。すなわち、①、②の比較的振動エネルギーの小さい方法で骨材から分離されるモルタル中の水分量は真の単位水量に比較的近いが、③の強い振動で分離されるモルタル中の水分量はかなり少ない。一方、最終的に残った粗骨材の表面にはペーストが付着しており、水を粗骨材表面から完全に分離することは難しい。このことは①②③のいずれの結果とも真の単位水量より少なくでていることから明らかである。

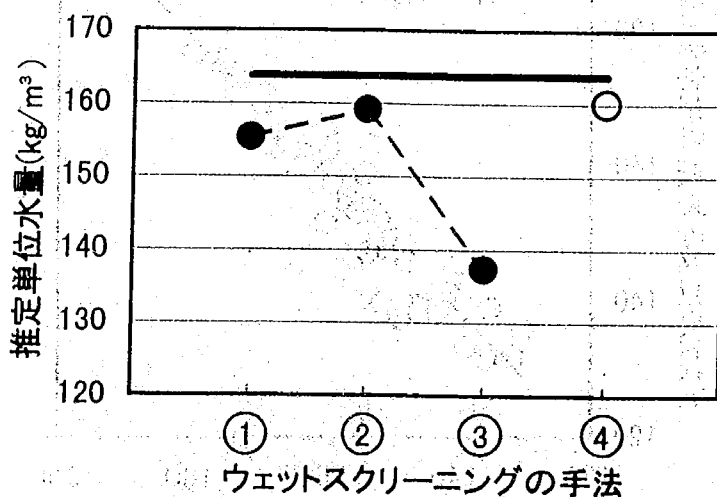


図-16 ウェットスクリーニングの程度と推定単位水量の関係

3.3.7 加熱乾燥中の試料温度および蒸発水量の経時変化について

今回の実験結果では、加熱温度および加熱方法の違いによる差は認められなかった。ここでは、各実験における試料中の温度変化と蒸発水量の経時変化について測定した結果を述べる。

M450の実験では、実験中の試料中の温度変化および重量変化(蒸発水量)をリアルタイムに測定している。最も単位水量が多い配合であったケース 1-3(実質の単位水量は 193.7kg/m^3 ; 表-3 参照)の加熱乾燥中の試料の温度変化(2箇所)と蒸発水量の変化を図-17に示す。試料温度は加熱開始後2分程度で 100°C に達し、10分程度まで 100°C を維持する。その後は再び上昇し約15分後に 300°C 、25分後に 400°C に達している。重量変化(図ではコンクリート 1m^3 に相当する蒸発水量で示した)は加熱開始から10分後程度までは大きく、20分以降はほとんど変化していない。試料重量が安定するときの試料温度は $300 \sim 400^\circ\text{C}$ 程度であった。

次に、本実験とは別に、単位水量が 200kg/m^3 程度となるコンクリートの配合を設定し、そのモルタル分のみを配合混合して、この試料をガスコンロで加熱乾燥したときの試料温度と重量変化(蒸発水量)を測定した結果を図-18に示す。この図を M450 の図-17と比較すると時間軸が約 $2/3$ に短縮されている点を除くと、試料の温度変化、重量変化の傾向は良く一致しており、試料重量が安定するときの試料温度はやはり $300 \sim 400^\circ\text{C}$ 程度であった。2カ所で測定した試料温度の履歴が多少ずれているが、これは試料の不均一性に起因するものと考えられ、この程度の差異は M450 の試験結果でも度々認められた。

M600についても同様のモルタル試料を用いて試験を実施した。ただし乾燥炉の構造上、試料温度の測定は困難であったため、重量変化(蒸発水量)のみを5分ごとに測定した。この結果をガスコンロの結果と比較したものを図-19に示す。この図より、M600とガスコンロの重量変化の傾向は比較的良く一致しており、乾燥能力としては概ね同程度であると考えられる。

乾燥炉の温度が 500°C を越えたり、ガスコンロのような高熱で乾燥させた場合に、セメントの結晶水まで飛散することが懸念されたが、今回の実験結果では乾燥炉の温度設定や乾燥方式を変えても、温度変化や重量変化の特性に差異は認められなかった。これは図-18を見ると分かるように、ガスコンロのような高熱で加熱しても、コンクリート(またはモルタル)試料自体の温度がすぐさま高温に達するわけではなく、試料温度は徐々に上昇していくためである。したがって、加熱の方法自体が実験精度に与える影響は少なく、いずれの方法でも試料温度が $300 \sim 400^\circ\text{C}$ に達するまで乾燥を行えば同等の試験結果が得られるものと考えられる。

3.4 単位体積質量法の試験結果

3.4.1 概説

各配合ごとの単位体積質量法によって得られる単位水量の推定結果を図-20に示す。図には加熱乾燥法の中で最も高い精度を示した M600 の結果を併せて示した。今回の実験ではコンクリートの単位水量を意識的に α 、 2α と変化させたが、それぞれの推定値はその変化を良く捉えているようである。そこで、推定単位水量を真の水量に対する百分率で示し、経過時間との関係で整理した結果を図-21に示す。この図から推定単位水量は時間とともに徐々に減少する傾向を示しているが、これは放置中の水分の蒸発の影響と考えられる。

実験結果から得られる各試験法の推定精度を表-6に示す。

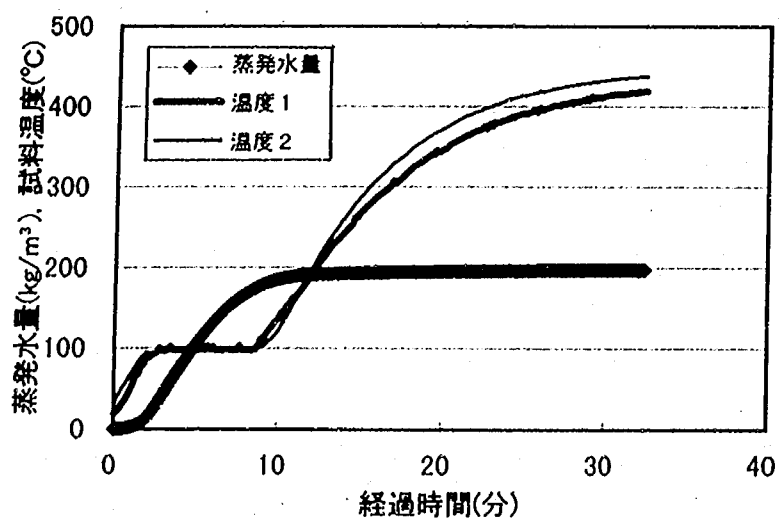


図-17 M450の加熱乾燥中の試料温度と蒸発水量の経時変化

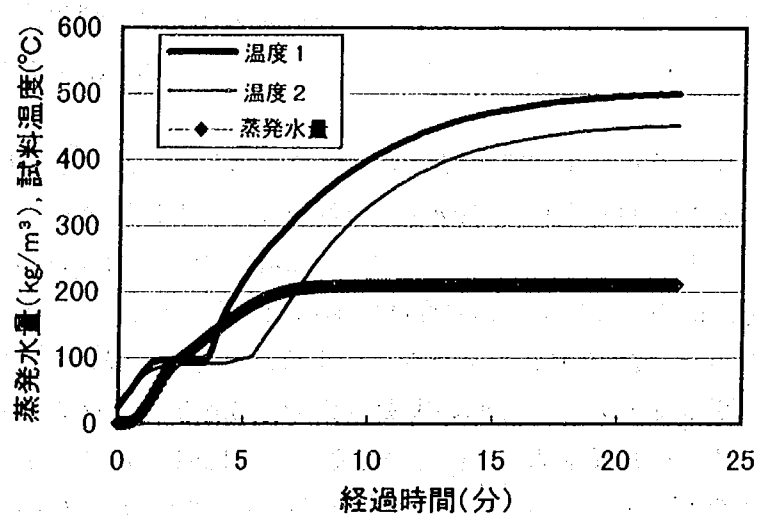


図-18 ガスコンロの加熱乾燥中の試料温度と蒸発水量の経時変化

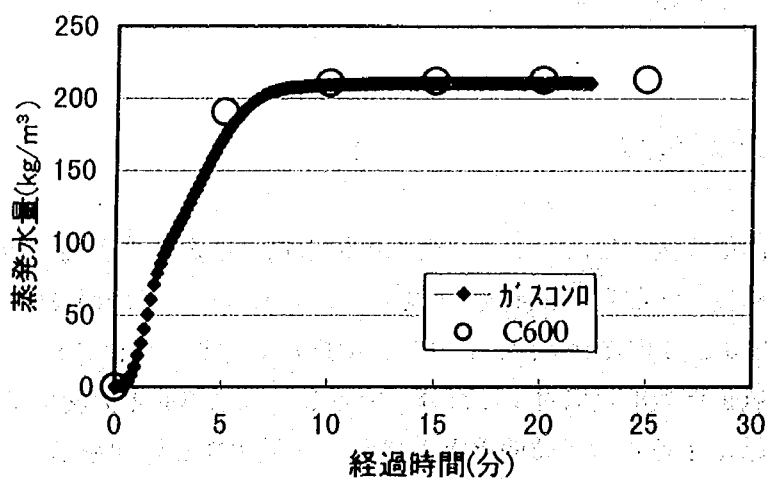


図-19 M600とガスコンロの加熱乾燥中の蒸発水量の比較

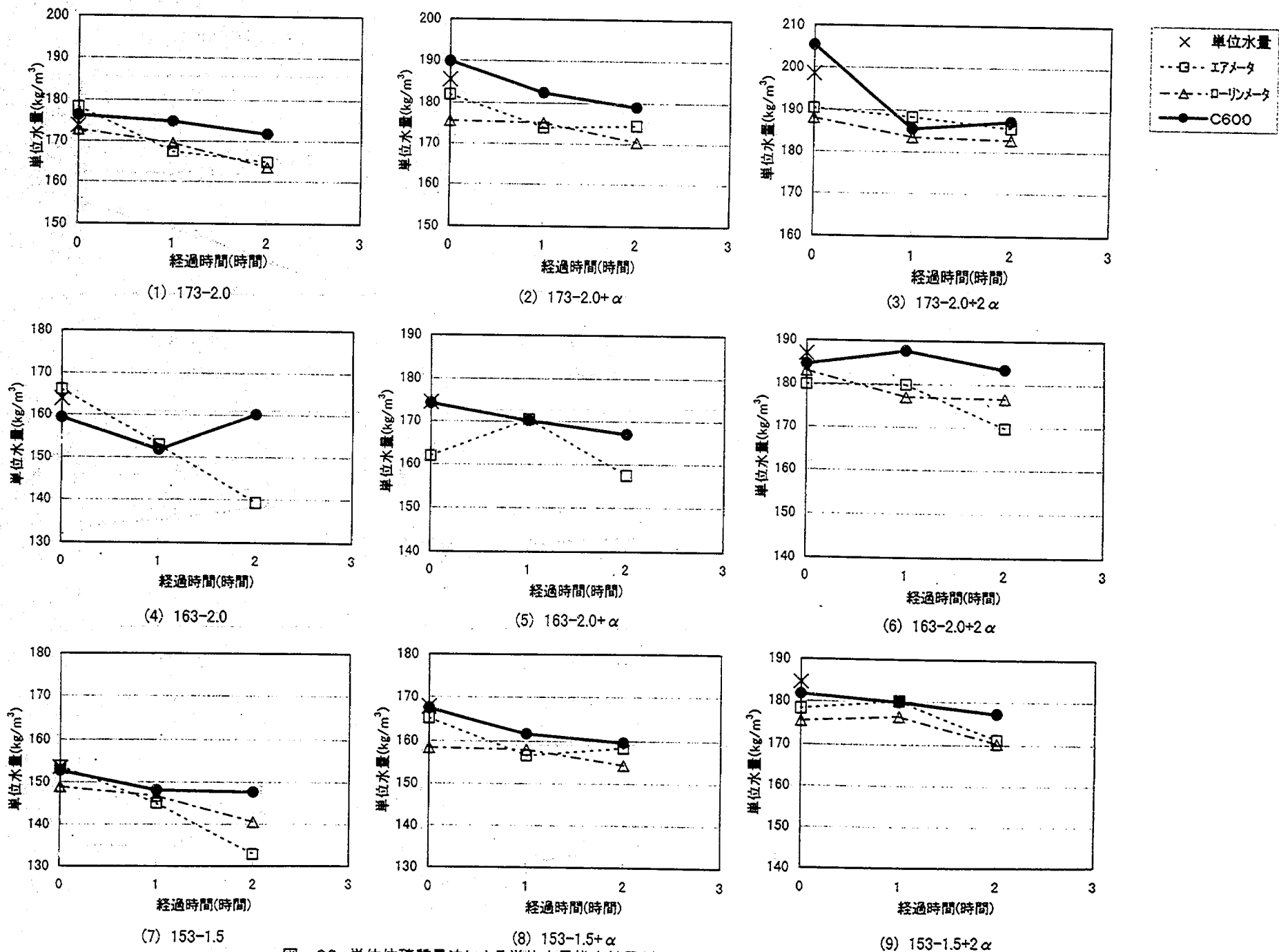
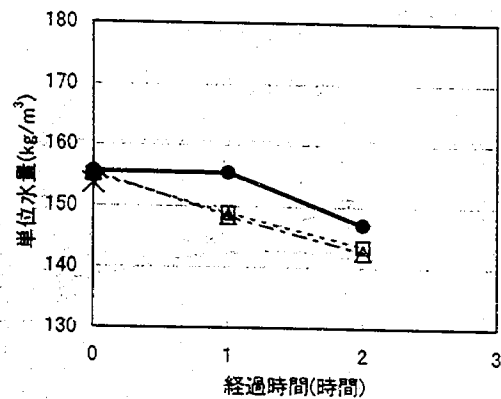
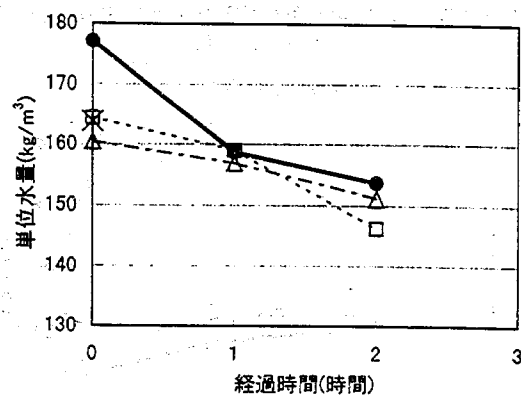


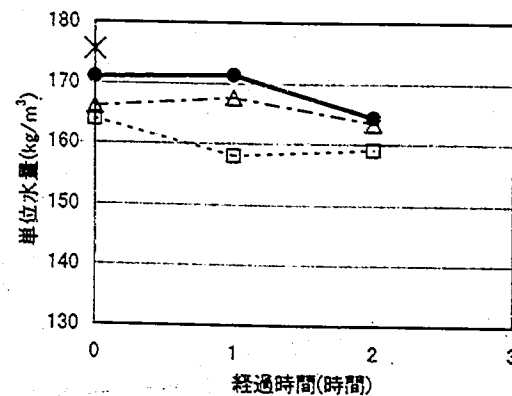
図-20 単位体積質量法による単位水量推定結果(各配合ごとの結果)



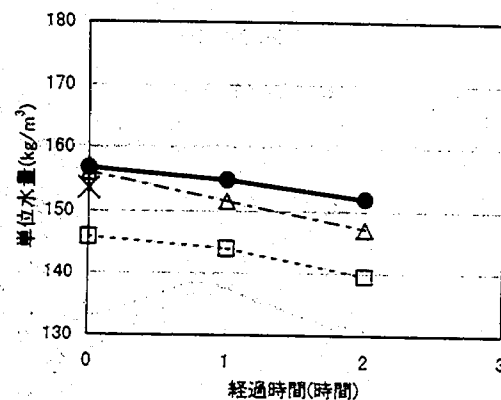
(10) 153-2.0



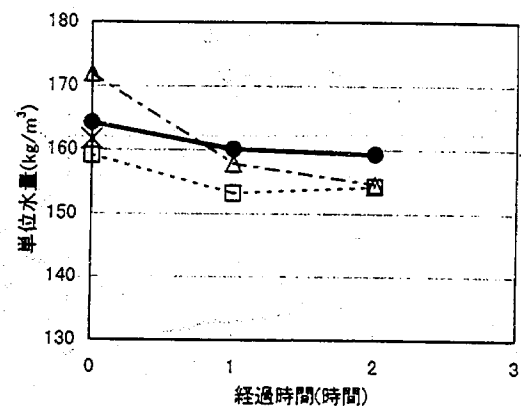
(11) 153-2.0+α



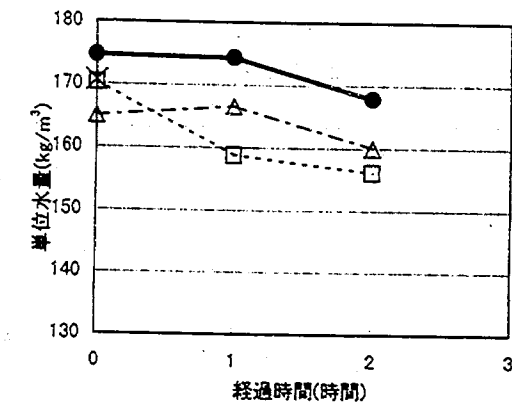
(12) 153-2.0+2α



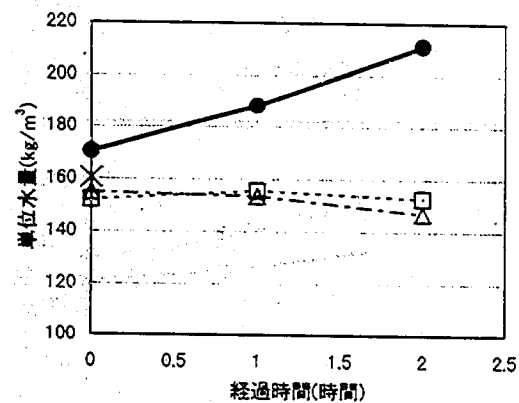
(13) 153-2.5



(14) 153-2.5+α



(15) 153-2.5+2α



(16) 高強度コンクリート

図-20 単位体積質量法による単位水量推定結果(各配合ごとの結果)

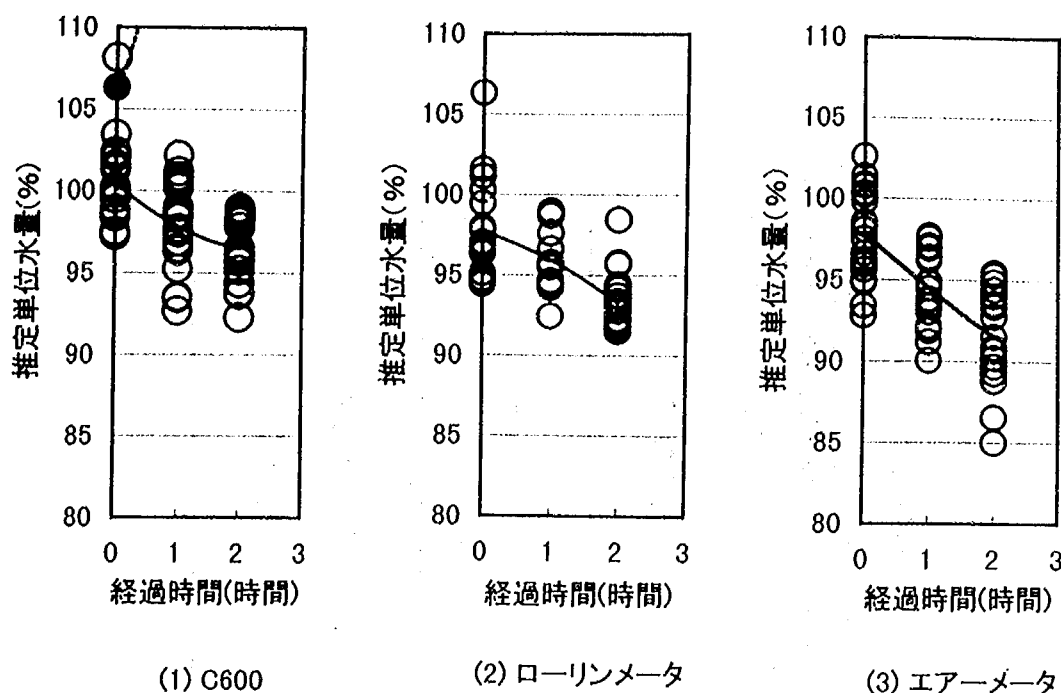


図-21 単位体積質量法による単位水量推定結果

表-6 単位体積質量法の推定精度

測定法	注水量 の補正	粗骨材量 の補正	練り上がり直後の 推定値の平均値 (%)	各経過時間の平均値の対する標準偏差 (%)			
				練り上がり 直後	1時間 経過後	2時間 経過後	平均
ローリンメータ	—	有り	97.6	3.10	1.67	1.85	2.21
	—	無し	98.4	3.51	2.72	2.24	2.82
エアーメータ	有り	有り	97.8	2.83	2.28	2.98	2.70
	無し	有り	97.0	3.57	3.25	4.03	3.62
	有り	無し	99.4	2.75	2.21	2.91	2.62
	無し	無し	98.6	3.46	2.90	4.15	3.50

以下に各試験法の試験結果と特性を述べる。

3.4.2 ローリンメータによる結果

(1) 粗骨材量を補正した推定水量結果についての考察

図-20, 21 に示したローリンメータの結果は、粗骨材量の補正を行った結果である。

練り上がり直後の推定値は真値に対して $98 \pm 5\%$ の範囲にあり、またデータのバラツキの標準偏差は 2.2% であった。推定精度を加熱乾燥法のなかで最も高い精度を示した C600 と比較すると、絶対値はやや低めではあるが、データのバラツキの幅は小さく、良好な結果であった。高強度コンクリートの配合に対しても一般のコンクリートと遜色ない結果を示した。時間の経過に伴って水量が徐々に低下していく傾向も加熱乾燥法と同様であり、放置中の水分の蒸発の影響と考えられる。

(2) 粗骨材量の補正が推定精度に与える影響

図-20, 21 の値は空気量測定後に試料を洗い出すことで粗骨材量を求め、補正した値である。これに対して粗骨材量を補正しない場合の推定結果を図-22(2) および表-6 に示す。これを補正している図-22(1) と比較すると、データのバラツキの範囲はやや大きくなっており、バラツキの標準偏差

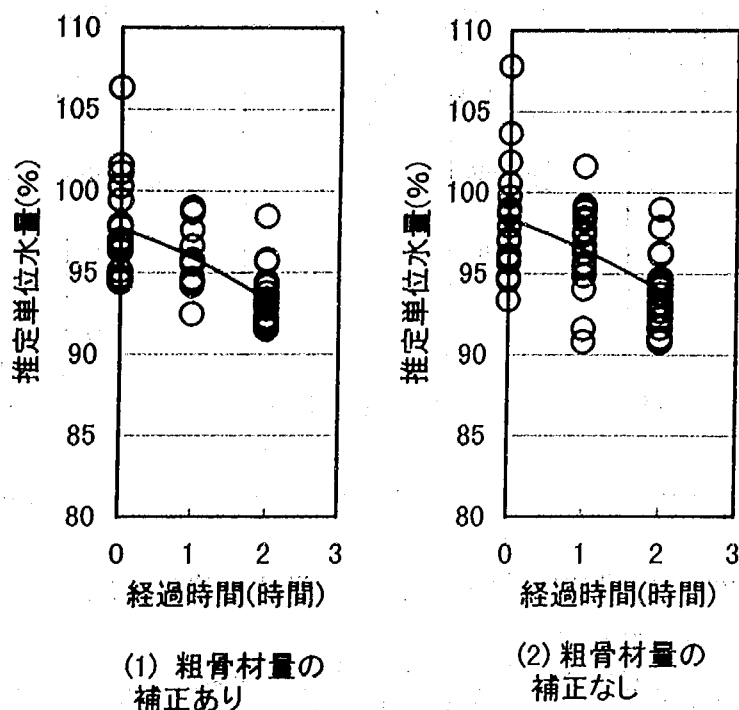


図-22 ローリンメータによる試験結果

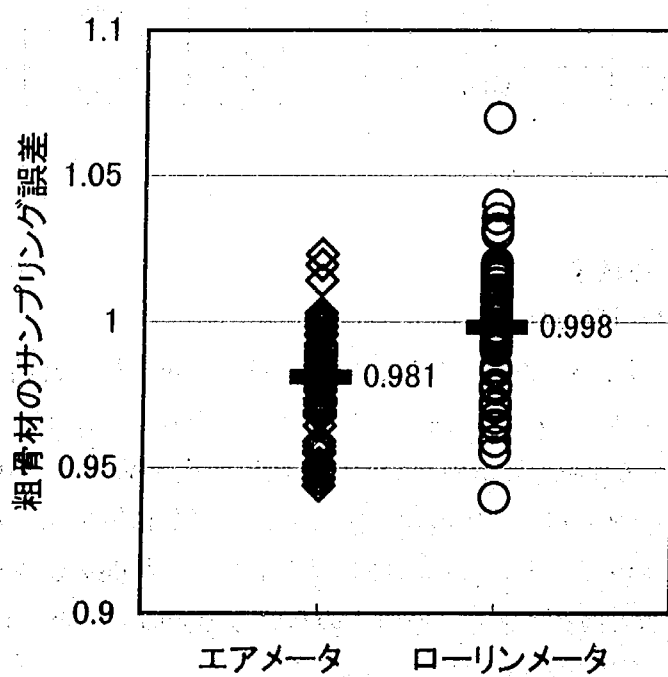


図-23 粗骨材のサンプリング誤差

は2.2 %から2.8 %となった。

ちなみに粗骨材のサンプリング誤差が単位水量推定精度に与える影響を配合表から計算で求めてみると、配合によって多少異なるが、5 %のサンプリング誤差は概ね -4.5kg/m^3 (-3.5 %)の単位水量推定誤差となって現れる。今回の実験における粗骨材のサンプリング誤差は図-23のとおりであり、バラツキの標準偏差は2.4 %であった。したがって、これによる単位水量の推定誤差の標準偏差は -2.2kg/m^3 (1.7 %)程度と考えられる。

3.4.3 ワシントン型エアメータによる結果(エアメータ)

(1) 補正を行った推定水量結果についての考察

図-20, 21 に示したエアメータの結果は、注水量による容積補正と粗骨材量の補正を行った結果である。

練り上がり直後の推定値は真値に対して $97.5 \pm 5 \%$ の範囲にあり、データのバラツキの標準偏差は2.7 %である。これをローリンメータの結果と比較すると推定精度は同程度かやや落ちる結果となった。

(2) 注水量による容積補正が精度に与える影響

図-20, 21 の値は注水量による容積補正を行った値である。これに対して注水量による容積補正を行わない場合の推定結果を図-24(2) および表-6 に示す。これを補正した結果と比較すると、データのバラツキ範囲は拡大し、標準偏差は2.7 %から3.6 %となった。

ちなみに容積誤差が単位水量推定精度に与える影響を理論的に求めると、配合によって多少異なるが、容積が10cc 異なると単位水量推定値は約 2.2kg/m^3 程度変化する。今回の実験における注水量の変動 (=容積の変動) は図-25 のとおりであり、平均注水量は105cc, バラツキの標準偏差は13.4cc であった。したがって、これによる単位水量の推定誤差の標準偏差は 3 kg/m^3 (2 %弱) 程度と考えられる。

(3) 粗骨材量の補正が推定精度に与える影響

図-20, 21 の値は空気量測定後に試料を洗い出すことで粗骨材量を求め、補正した値である。これに対して粗骨材量を補正しない場合の推定結果を図-24(3) および表-6 に示す。これを補正している結果と比較すると、データのバラツキの標準偏差は2.7 %と2.6 %でほとんど同一であった。

ちなみに粗骨材のサンプリング誤差が単位水量推定精度に与える影響を理論的に求めてみると、配合によって多少異なるが、5 %のサンプリング誤差は概ね -4.5kg/m^3 (-3.5 %)の単位水量推定誤差となって現れる。今回の実験における粗骨材のサンプリング誤差は図-23のとおりであり、バラツキの標準偏差は1.8 %であった。したがって、これによる単位水量の推定誤差の標準偏差は -1.6kg/m^3 (1.3 %)程度と考えられ、その影響は小さい。

なお、図-23 に示した粗骨材のサンプリング誤差の分布は正規の値の対してやや少なめな値を示した。この理由については、容器の上縁一杯にコンクリートを詰める際に、上縁付近にある粗骨材が削ぎ落とされている可能性がある。サンプリング量のずれは2パーセント程度であるから、これによる推定単位水量のずれは 1.8kg/m^3 (1.4 %)程度である。

(4) 空気量測定値に起因する単位水量推定誤差について

エアメータによる単位水量推定精度は、ローリンメータに比較して若干ではあるが劣る結果となった。この理由としては空気量の測定精度の違いが考えられる。ローリンメータはコンクリート中の空気を完全に追いだし、この容積を測定するため、追いだし作業が完全であれば測定値に誤差が生じる可能性は低い。これに対してエアメータは空気量をブルドン管圧力計によって間接的に測定するため、

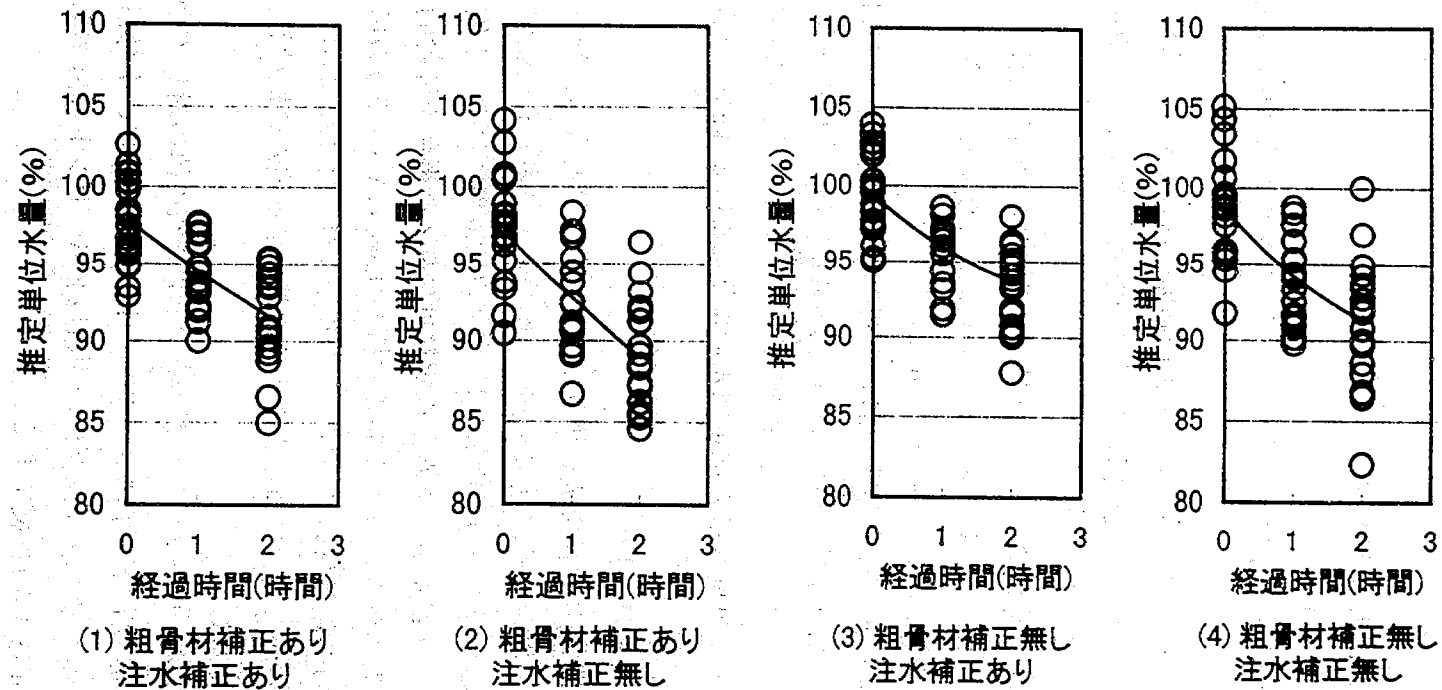


図-24 エアメータの試験結果

ブルドン管自体の精度に加えて、材料の品質やコンシステンシーの違いによって測定値にズレを生じる可能性がある。

そこで、ローリンメータとエアメータの測定空気量の差を横軸に、ローリンメータとエアメータの推定単位水量の差を縦軸にして描いたグラフを図-26に示す。この図から測定空気量の差と推定単位水量との間には負の相関関係があり、空気量測定誤差が推定単位水量に影響を与えていることがわかる。図中の破線は空気量の測定誤差が推定単位水量に与える影響を理論的に求めた結果であるが、グラフの勾配は良く一致した。ちなみに空気量の測定値が1%ずれることによって生じる推定単位水量の誤差は17kg/m³程度となる。

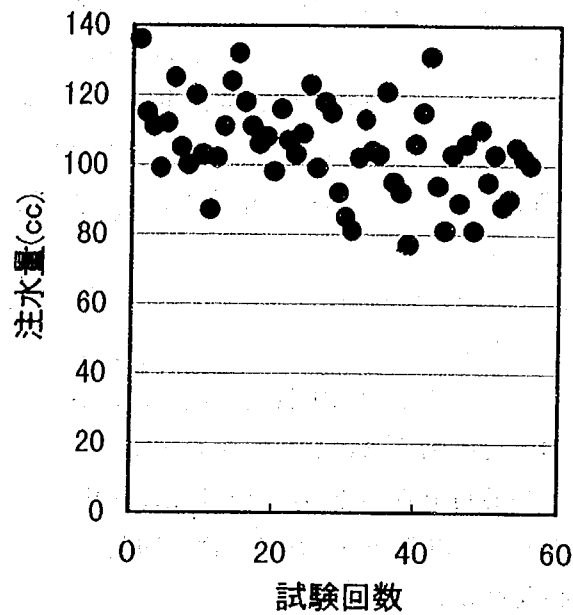


図-25 エアメータの注水量の変動

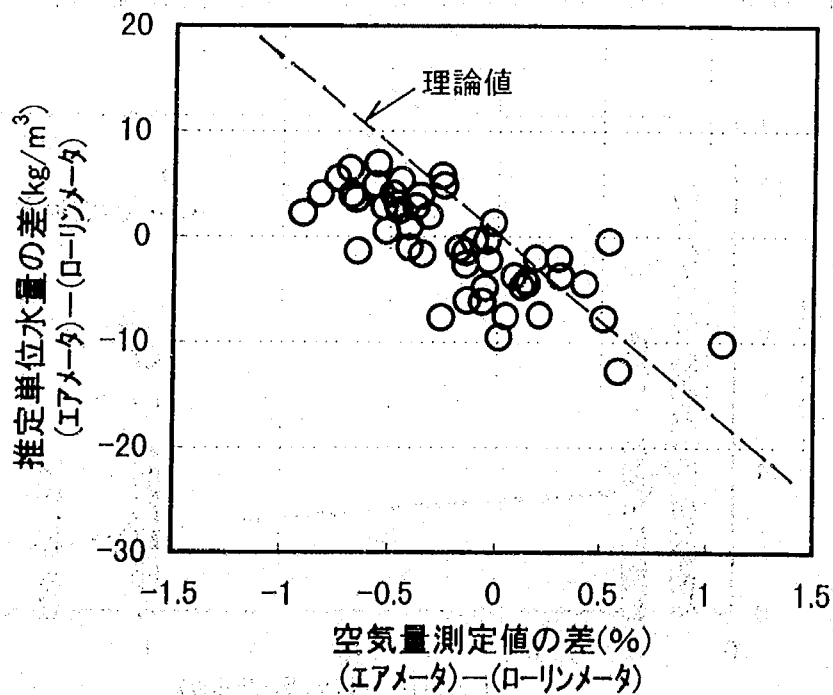


図-26 ローリンメータとエアメータの測定空気量の差と推定単位水量の差の関係

3.5 試料量と粗骨材のサンプリング誤差の関係について

今回の実験結果で比較的推定精度が高かったのは C600、ローリンメータ、エアメータの実験結果であり、いずれもコンクリートを試料とした実験であった。ただし、コンクリートを試料とする場合には粗骨材のサンプリング誤差の影響が問題となるため、推定精度を高めるためには洗い出しによって粗骨材量を測定し、補正しなければならない。逆にいえば、そこそこの推定精度で良ければサンプリング誤差を無視することも可能となる。

サンプリング誤差は試料量を多くするほど小さくなる。このため、試料量とサンプリング誤差との関係について調査した。図-27は① M600(500cc)、② M600(1,000cc)、③ローリンメータ(6,000cc)、④エアメータ(7,000cc)のそれぞれの粗骨材量のサンプリング誤差を示したものである。誤差の標準偏差はそれぞれ 4.7, 3.4, 2.4, 1.8 %であり、試料量が多いほど小さくなる傾向を示した。なお、サンプリング誤差が推定単位水量の値に与える影響を理論的に求めると、配合によっても異なるが、5 %のサンプリング誤差に対して 4.5kg/m^3 (-3.5 %) 程度である。サンプリング誤差のバラツキの生じる範囲を 2σ とすると、これらの条件から求められる推定単位水量の変動幅は試料量 1,000cc で約 6kg/m^3 (約 5 %)、7,000cc で約 3kg/m^3 (約 2.5 %) となる。

なお、粗骨材のサンプリング誤差の分布を示した図-12と23を比較すると、加熱乾燥法でのサンプリング量は規定値よりもやや多めであり、ローリンメータ、エアメータでは逆にやや少な目の傾向を示した。この原因としては加熱乾燥法では粗骨材周辺に付着したペーストの影響、エアメータでは試料を容器一杯に詰める際の骨材の削ぎ落としの影響を指摘したが、このほかに、コンクリート練り混ぜ時に粗骨材が粉砕されている可能性もある。さらには、今回の実験では事前にふるい分けを行った骨材を使用したために補正の必要はなかったが、実際の粗骨材中には 5 mm 以下の粒子が数%混入しており、この分の補正も必要となる。

このように、正確な粗骨材混入量を算出するためには、仮定に基づく様々な補正を実施する必要がある。これらのことを総合的に勘案すると、ローリンメータやエアメータのように大きな容積を対象とした試験では、粗骨材量の補正を実施しないほうが、かえって良好な推定結果が得られる可能性がある。

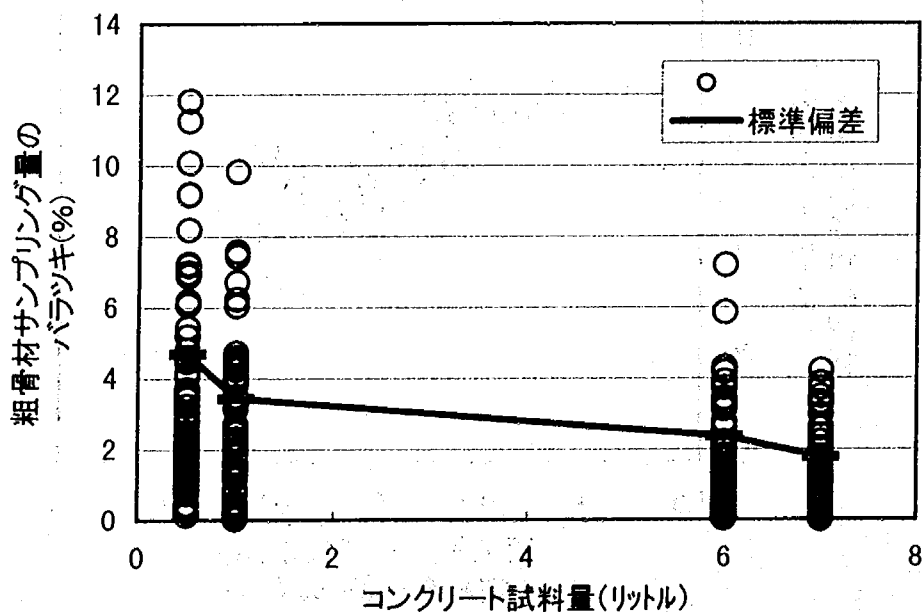


図-27 コンクリート試料量と粗骨材のサンプリング誤差の関係

4. まとめと今後の課題

実験結果を以下に整理する。

- (1) 今回の実験ではコンクリートの基本配合を設定し、この基本配合に対して、セメント水比が $+0.125, +0.25$ だけ変化するように、水量だけを意識的に添加した配合を設定した。このため、各実験ごとの単位水量推定式についても単位水量の不慮の変動を反映できる式を提案した。
- (2) 実験に用いたコンクリートのスランプについては、基本配合の練り上がり直後と、セメント水比を $+0.125$ とした1時間経過後、セメント水比を $+0.25$ とした2時間経過後の値がほぼ同一であり、単位水量の違いをスランプで見極めるのは困難であることを確認した。
- (3) 加熱乾燥法による単位水量推定法について、一般の中強度コンクリートの配合に対しては、コンクリートを加熱乾燥させる方法が最も高い推定精度を示した。一方、ウェットスクリーンモルタルを加熱乾燥させる方法では、推定単位水量が 10kg/m^3 程度低めとなり、データのバラツキの幅も大きくなった。
- (4) 加熱乾燥法による単位水量推定法について、高強度コンクリートの配合に対しては、ウェットスクリーンモルタルによる推定精度が高く、コンクリートを試料とする方法では加熱乾燥後の洗い出しによる粗骨材の分離が困難であった。
- (5) 加熱温度が最終蒸発量に与える影響について、炉内温度が 600°C と 450°C のケースを比較したが優位な差は認められなかった。
- (6) 加熱乾燥の方法について、乾燥炉(600°C と 450°C の2種類)を用いる方法とガスコンロを用いる方法を比較したが、コンクリート内の温度上昇の傾向と最終蒸発量の値は遜色ない結果となった。
- (7) 単位体積質量法による単位水量推定法のうち、ローリンメータを用いる方法はコンクリートを加熱乾燥させる方法と同程度の推定精度を得た。
- (8) エアメータを用いる方法についても、空気量の測定を注水法によって行い、そのときの注水量を測定することで比較的高い推定精度を得た。
- (9) ローリンメータやエアメータを用いた方法では試料容積が $6\sim 7$ リットルと大きいため、粗骨材のサンプリング誤差が推定水量に与える影響は小さい。

以上のように、今回の実験では加熱乾燥法と単位体積質量法についてそれぞれ検討したが、推定精度の高かったものは、①コンクリートを加熱乾燥する方法（高強度コンクリートの対してはウェットスクリーンモルタルを加熱乾燥する方法）、②ローリンメータによる方法、③エアメータによる方法であった。それぞれの得失を整理すると表-7のようになる。

このような得失を理解したうえで、単位水量測定の目的に見合った試験法を選定することが重要と考える。今後は、この点を踏まえた合理的な品質管理法を検討する。また、各試験法のさらなる改善が必要であろう。

表-7 各単位水量推定法の特徴と適用(案)および改善点

	コンクリート加熱乾燥法	ローリンメータ法	エアメータ法
推定精度	◎	◎	○
作業時間	乾燥 10 分 + 骨材洗出 10 分	20 分	10 分 (空気量測定を含む)
長所	・ 水分量を直接測定できる	・ 測定原理が単純 ・ 粗骨材量のサブリック誤差の影響が小さい	・ 操作性に優れる ・ 粗骨材量のサブリック誤差の影響が小さい
短所	・ 粗骨材の洗い出しが必要 ・ 粗骨材中の粒径-5mm 以下の割合の把握が必要 ・ 余熱時間を必要とする ・ 電源が必要 ・ 高強度コンクリートでは洗い出しが困難	・ 質量が重く、作業が大変 ・ 材料比重測定誤差の影響大 ・ エアメータに比較すると使用される機会は少ない	・ 空気量測定精度の影響 ・ 同左
適用(案)	抜き打ち試験	抜き打ち試験	日々の施工管理
改善点	・ 余熱時間の短縮 (ガスコンロの使用が可能であれば余熱は不要)	・ 試験装置の軽量化、操作性の改善	

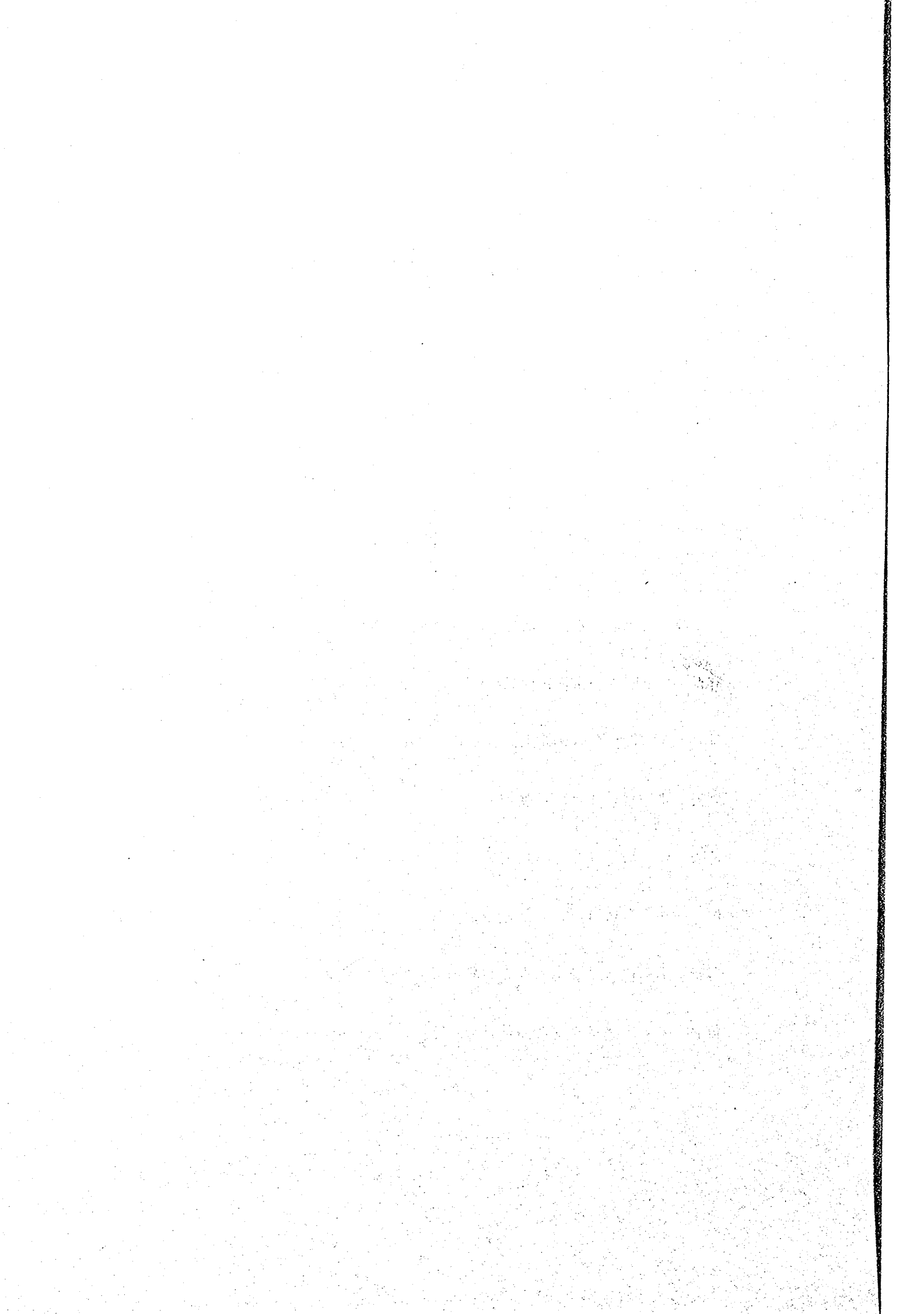
参考文献

- 1) 吉兼亨：フレッシュコンクリート中の単位水量値測定の現状と課題,コンクリート工学,Vol.27,No.10,pp5-14,1989.10
- 2) (社)日本コンクリート工学協会：コンクリート品質の早期判定指針,1985.3.20
- 3) (社)日本建築学会：コンクリートの早期迅速試験方法集,1985.5.25
- 4) 小林茂敏・森濱和正・高橋弘人・田村久：コンクリートの品質管理に関する調査試験報告書(1)－フレッシュコンクリート品質の早期判定に関する試験－,土木研究所資料第 2736 号,1989.2
- 5) 河野広隆・森濱和正・高橋弘人：コンクリートの品質管理に関する調査試験報告書(2)－コンクリート品質の早期判定マニュアル(案)－,土木研究所資料第 2979 号,1991.3

資 料 集

目 次

付表－1	スランプ、空気量、圧縮強度試験結果	43
付表－2	単位水量推定試験結果一覧	44
付表－3	C 6 0 0 の試験結果一覧	45
付表－4	M 6 0 0 の試験結果一覧	49
付表－5	M 4 5 0 の試験結果一覧	52
付表－6	ガスコンロの試験結果一覧	54
付表－7	ローリンメータの試験結果一覧	57
付表－8	エアメータの試験結果一覧	61



付表-1 スランプ、空気量、圧縮強度試験結果

番号	記号	セメント水比 (%)	スランプ (cm)			空気量(エアータ) (%)			圧縮強度 σ_{28} (N/mm ²)					
			0h	1h	2h	0h	1h	2h	0h		1h		2h	
1-1	173-2.0	2	18.6	11.4	8.1	4.8	4.3	3.5	41.5 41.4 42	41.7				
1-2	173-2.0+ α	1.875	19.6	17.6	13.1	3.8	3.7	3	42.8 42.9 41.8	42.5				
1-3	173-2.0+2 α	1.75	22.5	19.2	18.4	2.3	2.6	2.3	37.1 37.7 37.4	37.4				
2-1	163-2.0	2	12.5	6.6	3.1	5.5	4.1	3.7	41.6 42.1 42.4	42.0				
2-2	163-2.0+ α	1.875	20.7	11.8	7.6	6	4.6	3.7	39.8 39.6 40	39.8				
2-3	163-2.0+2 α	1.75	20.9	18.3	13.9	4.8	4.3	3.8	37.3 37.9 37.8	37.7	43.2 40.9 41.7	42.0	42.6 42.9 43.7	43.1
2-4	163-2.0- α	2.125	8.6	3.8	2.1	5.4	4.5	3.8	44.3 46.3 48.9	46.5				
3-1	153-1.5	1.5	3.8	1.1	0.6	4.5	4.2	3.7	32.5 31.8 32.5	32.2				
3-2	153-1.5+ α	1.375	8.5	4	1.3	5.4	4.4	3.6	28.7 27.3 27.7	27.9				
3-3	153-1.5+2 α	1.25	17.5	15.7	8.6	5.1	4	4.3	19.6 18.7 20	19.4				
4-1	153-2.0	2	7.5	3.8	1.2	5.3	4	3.5	40.3 41.3 43.9	41.9				
4-2	153-2.0+ α	1.875	11.8	5.4	3.2	5.8	4.2	3.9	36.9 39.8 39.4	38.7				
4-3	153-2.0+2 α	1.75	18.5	13.1	8.2	5.9	5.1	4.2	37.3 36.1 35.5	36.3				
5-1	153-2.5	2.5	5	2.2	0.6	4.8	3.5	2.9	56.4 57.1 53.8	55.8	55.2 56.2 58.2	56.5	59.4 62.4 54.3	58.7
5-2	153-2.5+ α	2.375	8.2	4.9	1.6	5.5	3.9	3.1	51.7 51.3 51.9	51.6	53.5 54.8 54.2	54.1	53.4 53.0 54.6	53.7
5-3	153-2.5+2 α	2.25	14	7.6	5	6	4.7	3.7	45.8 47.9 48.9	47.6	51.1 52.5 52.9	52.1	53.9 52.1 51.4	52.5
6	高強度	4	26	24.3	22.1	1.4	1.3	1.8	109.9 107.5 108.5	108.6				
2'-1	163-2.0	2	12.4	6	2	4.8	3.9	3.4	43.8 44.1 45.5	44.5				
2'-2	163-2.0+ α	1.875	15.8	12.4	8.4	5.9	4.6	4.1	40.6 41.9 43.8	42.1				
2'-3	163-2.0+2 α	1.75	20	16.5	12.9	3.7	3.4	3.6	37.4 35.3 37.3	36.7				

付表-2 単位水量推定試験結果一覧

番号	記号	単位水量 (kg/m ³)	経過 時間	C600 2300g		M600 1300g	M450 1300g	カスコンロ 650g	ローリンメータ		エアメータ			
				(洗出しによる粗骨材量の補正)→		有	無		有	無	注水量補正 有	注水量補正 無	有	無
1-1	173-2.0	173.7	0	176.2	172.5	168	163	164	172.7	171.9	178.2	179.4	178.4	179.6
		173.7	1	174.8	165.9	163.5	161.1	163.3	169.5	168	167.4	168.6	164.1	165.4
		173.7	2	171.8	169.6	159.3	161.2	162.7	163.5	164.2	164.8	167	158.4	160.9
1-2	173-2.0-α	185.5	0	189.8	176.5	173.4	172.3	171.4	175.5	175.4	181.9	185.1	179.6	182.9
		185.5	1	182.4	181.9	173.1	168.8	169.3	175.1	168.4	173.9	177.2	168	171.4
		185.5	2	179	169.3	166.6	164.7	165.7	170.4	170	174.4	177.2	170.3	173.2
1-3	173-2.0-2α	198.5	0	205.3	194.7	185.6	180.9	195.2	188	189.9	190.4	189	188.9	187.6
		198.5	1	185.5	185.3	179.7	179.2	176.6	183.5	181.8	188.3	190.6	189.2	191.6
		198.5	2	187.3	184.1	175.3	176.1	174.4	182.9	180.2	185.7	191.3	182.8	188.4
2-1	163-2.0	163.8	0	159.3	156.9	159.8		151.5			166	168.3	170.6	172.2
		163.8	1	151.8	159.9	151.1		139.6			152.9	158.8	148.5	154.4
		163.8	2	160.2	159.9	148.5		137.4			139.2	143.7	130.4	134.8
2-2	163-2.0+α	174.7	0	170.3	168.1	175.1		153.1			176	178.2	175.5	177.7
		174.7	1	163.4	160.2	153.7		158.9			159.3	160.3	159.1	160
		174.7	2	161.2	160.7	156.4		158.1			155.1	157.3	152.5	154.7
2-3	163-2.0+2α	187.2	0	184.2	175.9	166.9	184.9	167.1	183	188.2	182.5	184	181	182.6
		187.2	1	178.3	170	174.8	172.6	172.6	177	179	172.5	171.1	170	168.8
		187.2	2	184.6	174.3	163	167.7	164.7	176.7	180.1				
2-4	163-2.0-α	154.2	0	154.5	148.5	153.1	159.4	154.3	154.6	152.2				
		154.2	1	154.5	152	152	149.6	148.8	152.6	152.6				
		154.2	2	148.1	150.1	141	142.9	143	151.8	152.6				
3-1	153-1.5	153.5	0	152.7	161	135.5	143.2	131.6	148.9	149.1	153.8	157.1	149.5	152.9
		153.5	1	148.1	159.2	137.6	140.2	138.1	146.7	151.1	145	151.4	141.8	148.2
		153.5	2	147.7	151.6	131.4	132.3	131.8	140.5	144.7	132.8	138.6	132.3	138.1
3-2	153-1.5+α	167.8	0	167.5	172.3	152.8	164.3	163	158.4	159	165.3	167.7	164	166.5
		167.8	1	161.7	163.2	147.7	150.3	148.3	158.1	160	156.7	158.4	154.8	156.5
		167.8	2	159.7	164.1	148.1	143.4	140	154.4	156.3	158.4	164.5	161.8	167.8
3-3	153-1.5+2α	184.6	0	181.7	185.6	159.9	177.1	165.2	175.5	184.1	178.3	180.3	180.3	182.2
		184.6	1	179.9	179.4	168.7	164.3	170.5	176.6	173.6	180.1	178.8	181.6	180.2
		184.6	2	177.3	177.1	169.7	167.8	169.4	170.3	174.8	171.2	174.9	165.5	169.4
4-1	153-2.0	153.6	0	155.6	150.9	144.3	139.3	141.7	155.3	159.2	154.9	156.6	150.9	152.7
		153.6	1	155.4	155.3	137	138	136.2	148.4	150	148.9	151.5	149.1	151.7
		153.6	2	147.1	141.1	138.5	130.6	133.3	142.5	143	143.4	144.6	140.1	141.4
4-2	153-2.0+α	163.8	0	177.1	171	151.9	148.9	147.5	160.4	161.6	164.3	170.2	165	170.9
		163.8	1	158.7	159.2	149.4	149.2	149.2	156.8	161.9	159	161.6	158.5	161.1
		163.8	2	153.6	151.6	140.2	144.1	145.1	151.1	151.1	146.2	148.5	139.7	142.1
4-3	153-2.0+2α	175.5	0	171	162.3	156.3	152.3	154.5	166	163.8	163.9	170.5	160.6	167.2
		175.5	1	171.4	162.7	162	157.4	159.7	167.6	170.9	158	163.4	152.1	157.6
		175.5	2	164.4	164	160.1	159	161.1	163.4	165.5	159.1	167	156.5	164.4
5-1	153-2.5	153.6	0	156.7	156.7	142.7	138.9	138.6	156	156.5	145.8	147.5	138.9	140.8
		153.6	1	154.9	152.4	134.9	139.9	139.1	151.6	156.1	144.1	146.7	136.8	139.5
		153.6	2	152	153.4	130	134.7	135.7	147.1	150.3	139.5	143	131.4	135
5-2	153-2.5+α	161.7	0	164.2	159	151.6	147.7	152	171.9	174.3	159.1	162.2	155.5	158.7
		161.7	1	160.1	157.9	147.3	146.5	145.8	157.8	158.9	153.3	156	145	147.8
		161.7	2	159.3	159.7	141.1	143.8	141.3	154.7	155.7	154.3	158.5	152.6	156.8
5-3	153-2.5+2α	170.7	0	174.7	162.3	159.7	161.5	158.9	165	167.1	170.3	170.1	168.8	168.7
		170.7	1	174.4	168.4	161.4	163.3	162.4	166.6	169.3	158.8	164.6	155.3	161.1
		170.7	2	167.9	169.7	154.9	153.5	153.1	160	160.6	156.2	160	151.1	154.9
6	高強度	160.4	0	170.5	161.4	166.1	162.7	164.1	154.8	155.5	152.1	156.2	149.6	153.6
		160.4	1	188.3	159.3	161.9	163.7	163.5	153.6	153.2	155.5	155.9	150.3	150.8
		160.4	2	211.2	154.4	158.1	157.5	159.4	147.1	146	152.8	154.6	149.3	151.2
2'-1	163-2.0	163.6	0	161.7	160.6	153.7	160.5	156.7	157.9	157.2	156.4	159.2	153.3	156.4
		163.6	1	161.3	162.6	155.3	152.1	146.3	156.4	155.2	150.3	153	146	148.8
		163.6	2	161.5	158.6	153.3	145.4	147.2	150.5	151.6	146.7	149.6	138.4	141.4
2'-2	163-2.0+α	174.5	0	174.2	168	166.3	160.1	162.2	168.1	169.2	161.9	165.8	163.6	167.4
		174.5	1	170.2	167.6	165.3	161.5	160.7	166.7	168	170.5	171.2	169.5	170.3
		174.5	2	167	162.6	158.7	156.7	157.3	159.7	160.9	157.4	160.1	154.1	156.9
2'-3	163-2.0+2α	187	0	184.6	179.6	173.3	176.1	173.3	181	181.6	179.9	184.7	183.5	188.2
		187	1	187.7	173.4	172.3	171.5	169.7	176.9	177.4	179.9	181.3	176.6	178.3
		187	2	183.5	187.7	171.9	171.7	170.5	174.6	175.3	169.8	174.6	162.9	167.8

付表-3 C600の試験結果一覧 (1/4)

経過時間	0h			1h			2h		
1-1 173-2.0									
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1149.5	1150.9	2300.4	1149.5	1150.7	2300.2	1149.7	1150.1	2299.8
10分経過後	1060.0	1054.2	2114.2	1061.2	1060.2	2121.4	1059.9	1057.9	2117.8
15分経過後	1058.5	1053.2	2111.7	1060.2	1058.6	2118.8	1058.0	1056.7	2114.7
20分経過後				1059.6	1058.0	2117.6	1056.9	1056.9	2113.8
最終質量	1058.5	1053.2	2111.7	1059.6	1058.0	2117.6	1056.9	1056.9	2113.8
蒸発水量	91.0	97.7	188.7	89.9	92.7	182.6	92.8	93.2	186.0
C推定単位水量	165.4	179.6	172.5	163.0	168.8	165.9	169.2	170.0	169.6
粗骨材測定重量*	707.1	677.2	1384.3	709.8	697.1	1406.9	693.0	686.2	1379.2
粗骨材質量	538.3	490.5	1028.8	542.6	522.3	1064.9	515.7	504.9	1020.6
モルタル乾燥質量	523.4	565.7	1089.1	520.2	538.8	1059.1	544.3	555.1	1099.3
モルタル中の蒸発水量	87.8	94.8	182.5	86.6	89.6	176.2	89.7	90.2	179.9
推定単位水量	176.3	176.1	176.2	175.0	174.7	174.9	173.1	170.5	171.8
1-2 173-2.0+α									
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1150.3	1149.8	2300.1	1149.8	1150.0	2299.8	1150.4	1150.5	2300.9
10分経過後	1058.8	1052.2	2111.0	1053.3	1052.1	2105.4	1061.5	1057.5	2119.0
15分経過後	1057.9	1051.0	2108.9	1052.1	1051.1	2103.2	1060.1	1055.9	2116.0
20分経過後	1057.2	1050.5	2107.7	1051.9	1050.5	2102.4	1059.8	1055.3	2115.1
最終質量	1057.2	1050.5	2107.7	1051.9	1050.5	2102.4	1059.8	1055.3	2115.1
蒸発水量	93.1	99.3	192.4	97.9	99.5	197.4	90.6	95.2	185.8
C推定単位水量	169.7	183.2	176.5	180.2	183.6	181.9	164.4	174.2	169.3
粗骨材測定重量*	725.0	692.4	1417.4	689.4	679.6	1369.0	712.4	696.0	1408.4
粗骨材質量	566.9	514.8	1081.7	510.0	494.3	1004.3	546.8	520.5	1067.3
モルタル乾燥質量	493.7	538.8	1032.5	545.0	559.2	1104.1	516.3	537.9	1054.2
モルタル中の蒸発水量	89.7	96.2	185.9	94.8	96.5	191.4	87.3	92.1	179.4
推定単位水量	191.7	188.2	189.9	183.3	181.7	182.5	177.9	180.1	179.0
1-3 173-2.0+2α									
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1149.8	1149.9	2299.7	1150.4	1149.5	2299.9	1149.8	1150.1	2299.9
10分経過後	1050.6	1043.3	2093.9	1054.2	1049.2	2103.4	1051.2	1051.6	2102.8
15分経過後	1049.6	1041.8	2091.4	1052.8	1047.8	2100.6	1050.7	1050.4	2101.1
20分経過後	1049.2	1041.4	2090.6	1051.5	1047.9	2099.4	1050.7	1049.8	2100.5
最終質量	1049.2	1041.4	2090.6	1051.5	1047.9	2099.4	1050.7	1049.8	2100.5
蒸発水量	100.6	108.5	209.1	98.9	101.6	200.5	99.1	100.3	199.4
C推定単位水量	186.1	203.4	194.7	182.3	188.3	185.3	182.8	185.4	184.1
粗骨材測定重量*	715.9	683.7	1399.6	713.5	689.2	1402.7	693.3	685.2	1378.5
粗骨材質量	552.4	500.9	1053.2	548.5	509.7	1058.2	516.2	503.3	1019.5
モルタル乾燥質量	500.1	543.5	1043.7	506.3	541.3	1047.5	537.6	549.6	1087.1
モルタル中の蒸発水量	97.3	105.5	202.8	95.6	98.5	194.2	96.0	97.3	193.3
推定単位水量	205.8	205.3	205.5	199.6	192.1	195.7	188.3	186.5	187.4
2-1 163-2.0									
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1149.4	1149.1	2298.5	1150.6	1149.3	2299.9	1150.8	1149.2	2300.0
10分経過後	1061.3	1064.5	2125.8	1062.4	1061.9	2124.3	1059.4	1065.0	2124.4
15分経過後									
20分経過後									
最終質量	1061.3	1064.5	2125.8	1062.4	1061.9	2124.3	1059.4	1065.0	2124.4
蒸発水量	88.1	84.6	172.7	88.2	87.4	175.6	91.4	84.2	175.6
C推定単位水量	160.7	153.2	156.9	160.7	159.2	159.9	167.5	152.3	159.9
粗骨材測定重量*	685.3	706.7	1392.0	666.0	678.1	1344.1	691.7	691.1	1382.8
粗骨材質量	503.4	537.7	1041.1	472.6	491.9	964.5	513.7	512.7	1026.4
モルタル乾燥質量	560.9	530.1	1091.0	592.7	572.9	1165.6	548.8	555.4	1104.2
モルタル中の蒸発水量	85.1	81.4	166.5	85.4	84.4	169.8	88.3	81.1	169.4
推定単位水量	158.3	160.3	159.2	149.9	153.6	151.7	168.4	152.1	160.2
2-2 163-2.0+α									
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1150.8	1149.3	2300.1	1150.7	1150.8	2301.5	1149.4	1150.6	2300.0
10分経過後	1060.1	1056.8	2116.9	1062.1	1063.4	2125.5	1062.7	1061.0	2123.7
15分経過後									
20分経過後									
最終質量	1060.1	1056.8	2116.9	1062.1	1063.4	2125.5	1062.7	1061.0	2123.7
蒸発水量	90.7	92.5	183.2	88.6	87.4	176.0	86.7	89.6	176.3
C推定単位水量	166.0	170.2	168.1	161.5	158.9	160.2	157.7	163.7	160.7
粗骨材測定重量*	700.9	687.6	1388.5	695.7	699.4	1395.1	697.8	685.6	1383.4
粗骨材質量	528.4	507.1	1035.5	520.1	526.0	1046.0	523.4	503.9	1027.3
モルタル乾燥質量	534.9	552.7	1087.6	545.2	540.6	1085.7	542.4	560.1	1102.5
モルタル中の蒸発水量	87.5	89.5	177.0	85.5	84.2	169.7	83.6	86.6	170.1
推定単位水量	171.4	169.4	170.4	163.9	162.8	163.4	160.9	161.4	161.1

付表-3 C600の試験結果一覧 (2/4)

経過時間	0h			1h			2h		
2-3	163-2.0+2 α								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1149.7	1150.6	2300.3	1149.9	1149.3	2299.2	1150.2	1149.7	2299.9
10分経過後	1056.4	1053.5	2109.9	1057.3	1057.0	2114.3	1054.9	1056.1	2111.0
15分経過後									
20分経過後									
最終質量	1056.4	1053.5	2109.9	1057.3	1057.0	2114.3	1054.9	1056.1	2111.0
蒸発水量	93.3	97.1	190.4	92.6	92.3	184.9	95.3	93.6	188.9
C推定単位水量	171.8	180.0	175.9	170.3	169.7	170.0	176.1	172.5	174.3
粗骨材測定重量*	716.5	692.2	1408.7	704.7	706.2	1410.9	703.3	713.1	1416.4
粗骨材質量	553.3	514.5	1067.8	534.5	536.9	1071.3	532.2	547.9	1080.1
モルタル乾燥質量	506.4	542.1	1048.5	526.0	523.4	1049.4	525.9	511.5	1037.4
モルタル中の蒸発水量	90.0	94.0	184.0	89.4	89.1	178.5	92.1	90.3	182.4
推定単位水量	186.8	182.1	184.4	178.3	178.6	178.4	184.0	185.6	184.8
2-4	163-2.0- α								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1150.0	1150.2	2300.2	1149.9	1150.4	2300.3	1149.7	1150.5	2300.2
10分経過後	1067.9	1067.4	2135.3	1067.1	1067.3	2134.4	1067.7	1068.0	2135.7
15分経過後				1065.9	1066.2	2132.1	1066.9	1066.9	2133.8
20分経過後									
最終質量	1067.9	1067.4	2135.3	1065.9	1066.2	2132.1	1066.9	1066.9	2133.8
蒸発水量	82.1	82.8	164.9	84.0	84.2	168.2	82.8	83.6	166.4
C推定単位水量	147.7	149.2	148.5	151.8	152.1	152.0	149.3	150.8	150.1
粗骨材測定重量*	706.8	704.7	1411.5	695.6	699.2	1394.8	685.2	689.3	1374.5
粗骨材質量	537.8	534.5	1072.3	519.9	525.7	1045.6	503.3	509.8	1013.1
モルタル乾燥質量	533.3	536.1	1069.5	549.1	543.7	1092.8	566.7	560.1	1126.8
モルタル中の蒸発水量	78.9	79.6	158.5	80.9	81.0	161.9	79.8	80.5	160.3
推定単位水量	154.1	154.7	154.4	153.4	155.4	154.4	146.3	149.6	147.9
3-1	153-1.5								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1151.0	1149.0	2300.0	1150.9	1151.6	2302.5	1151.5	1150.5	2302.0
10分経過後	1063.5	1062.4	2125.9	1063.3	1067.1	2130.4	1069.0	1068.3	2137.3
15分経過後	1063.0	1061.7	2124.7	1062.4	1066.3	2128.7	1067.7	1067.5	2135.2
20分経過後									
最終質量	1063.0	1061.7	2124.7	1062.4	1066.3	2128.7	1067.7	1067.5	2135.2
蒸発水量	88.0	87.3	175.3	88.5	85.3	173.8	83.8	83.0	166.8
C推定単位水量	161.6	160.4	161.0	162.7	155.6	159.2	152.4	150.8	151.6
粗骨材測定重量*	667.4	665.7	1333.1	652.6	667.4	1320.0	675.0	680.4	1355.4
粗骨材質量	474.8	472.1	946.9	451.1	474.8	925.9	486.9	495.6	982.5
モルタル乾燥質量	591.1	592.5	1183.5	614.0	594.4	1208.3	583.7	574.9	1158.6
モルタル中の蒸発水量	85.2	84.5	169.6	85.8	82.5	168.2	80.9	80.0	160.9
推定単位水量	153.6	151.9	152.7	148.7	147.5	148.1	147.3	148.1	147.7
3-2	153-1.5+ α								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1154.0	1127.1	2281.1	1150.3	1150.6	2300.9	1150.4	1150.6	2301.0
10分経過後	1063.9	1035.0	2098.9	1063.2	1061.7	2124.9	1064.3	1061.8	2126.1
15分経過後	1062.8	1034.2	2097.0	1062.5	1061.0	2123.5	1062.9	1059.9	2122.8
20分経過後									
最終質量	1062.8	1034.2	2097.0	1062.5	1061.0	2123.5	1062.9	1059.9	2122.8
蒸発水量	91.2	92.9	184.1	87.8	89.6	177.4	87.5	90.7	178.2
C推定単位水量	168.1	176.7	172.3	161.3	165.2	163.2	160.6	167.6	164.1
粗骨材測定重量*	685.6	657.5	1343.1	684.9	679.3	1364.2	681.4	670.0	1351.4
粗骨材質量	503.9	459.0	962.9	502.8	493.8	996.6	497.2	479.0	976.1
モルタル乾燥質量	561.9	578.0	1139.9	562.7	570.1	1132.9	568.7	583.8	1152.5
モルタル中の蒸発水量	88.2	90.1	178.3	84.8	86.6	171.4	84.5	87.8	172.3
推定単位水量	168.1	167.0	167.6	161.0	162.5	161.8	158.7	160.8	159.8
3-3	153-1.5+2 α								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1150.0	1150.5	2300.5	1150.4	1150.2	2300.6	1150.5	1150.4	2300.9
10分経過後	1052.3	1053.5	2105.8	1054.4	1056.0	2110.4	1053.3	1060.0	2113.3
15分経過後	1051.2	1052.5	2103.7	1053.5	1055.0	2108.5	1051.9	1059.0	2110.9
20分経過後									
最終質量	1051.2	1052.5	2103.7	1053.5	1055.0	2108.5	1051.9	1059.0	2110.9
蒸発水量	98.8	98.0	196.8	96.9	95.2	192.1	98.6	91.4	190.0
C推定単位水量	185.6	183.7	184.7	181.3	177.6	179.4	185.1	169.1	177.1
粗骨材測定重量*	673.8	680.3	1354.1	678.3	690.3	1368.6	671.7	696.7	1368.4
粗骨材質量	485.0	495.4	980.5	492.2	511.4	1003.7	481.7	521.7	1003.3
モルタル乾燥質量	569.1	560.0	1129.1	564.2	546.6	1110.9	573.1	540.5	1113.6
モルタル中の蒸発水量	95.9	95.0	190.9	93.9	92.1	186.1	95.7	88.3	184.0
推定単位水量	181.2	182.6	181.9	179.0	181.3	180.1	179.5	175.4	177.5

付表-3 C600の試験結果一覧 (3/4)

経過時間	0h			1h			2h		
4-1	153-2.0								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1149.5	1150.1	2299.6	1149.9	1149.8	2299.7	1149.5	1149.9	2299.4
10分経過後	1064.7	1070.0	2134.7	1067.5	1064.4	2131.9	1071.9	1073.3	2145.2
15分経過後	1064.3	1069.6	2133.9	1066.4	1063.5	2129.9	1070.6	1072.2	2142.8
20分経過後									
最終質量	1064.3	1069.6	2133.9	1066.4	1063.5	2129.9	1070.6	1072.2	2142.8
蒸発水量	85.2	80.5	165.7	83.5	86.3	169.8	78.9	77.7	156.6
C推定単位水量	156.0	145.8	150.9	152.3	158.3	155.3	142.4	139.8	141.1
粗骨材測定重量*	692.5	721.8	1414.3	696.2	696.4	1392.6	722.3	701.5	1423.8
粗骨材質量	514.9	561.8	1076.8	520.9	521.2	1042.0	562.6	529.3	1092.0
モルタル乾燥質量	552.4	511.2	1063.6	548.7	545.4	1094.1	511.4	546.0	1057.4
モルタル中の蒸発水量	82.1	77.1	159.2	80.4	83.2	163.5	75.5	74.5	150.0
推定単位水量	154.4	156.9	155.6	152.1	158.7	155.4	153.4	141.1	147.1
4-2	153-2.0+α								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1150.0	1149.9	2299.9	1150.4	1149.9	2300.3	1149.7	1150.6	2300.3
10分経過後	1065.9	1053.2	2119.1	1066.0	1062.9	2128.9	1065.6	1070.4	2136.0
15分経過後	1064.3	1051.3	2115.6	1064.7	1062.1	2126.8	1064.3	1069.6	2133.9
20分経過後									
最終質量	1064.3	1051.3	2115.6	1064.7	1062.1	2126.8	1064.3	1069.6	2133.9
蒸発水量	85.7	98.6	184.3	85.7	87.8	173.5	85.4	81.0	166.4
C推定単位水量	157.0	185.3	171.0	156.9	161.6	159.2	156.4	146.8	151.6
粗骨材測定重量*	704.8	706.9	1411.7	693.2	695.8	1389.0	701.7	700.8	1402.5
粗骨材質量	534.6	538.0	1072.6	516.1	520.2	1036.3	529.7	528.2	1057.9
モルタル乾燥質量	532.9	516.5	1049.4	551.7	545.0	1096.7	537.8	544.5	1082.4
モルタル中の蒸発水量	82.5	95.4	177.9	82.6	84.7	167.3	82.2	77.8	160.1
推定単位水量	161.2	193.9	177.3	155.6	161.8	158.7	159.1	148.2	153.6
4-3	153-2.0+2α								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1150.0	1149.8	2299.8	1149.8	1150.1	2299.9	1149.7	1149.7	2299.4
10分経過後	1059.8	1065.6	2125.4	1058.7	1065.7	2124.4	1062.6	1060.5	2123.1
15分経過後	1058.7	1064.8	2123.5	1057.9	1065.3	2123.2	1061.8	1059.8	2121.6
20分経過後									
最終質量	1058.7	1064.8	2123.5	1057.9	1065.3	2123.2	1061.8	1059.8	2121.6
蒸発水量	91.3	85.0	176.3	91.9	84.8	176.7	87.9	89.9	177.8
C推定単位水量	169.2	155.5	162.3	170.5	155.0	162.7	161.8	166.2	164.0
粗骨材測定重量*	694.8	730.6	1425.4	696.0	729.1	1425.1	689.9	701.9	1391.8
粗骨材質量	518.6	575.9	1094.5	520.5	573.5	1094.0	510.8	530.0	1040.8
モルタル乾燥質量	543.2	492.4	1035.6	540.5	495.2	1035.7	554.1	533.0	1087.1
モルタル中の蒸発水量	88.2	81.5	169.7	88.8	81.4	170.1	84.8	86.7	171.6
推定単位水量	169.5	173.1	171.2	171.6	171.6	171.6	159.3	169.9	164.5
5-1	153-2.5								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1150.3	1149.3	2299.6	1149.6	1150.0	2299.6	1149.7	1150.7	2300.4
10分経過後	1065.4	1067.3	2132.7	1067.1	1069.4	2136.5	1067.3	1071.0	2138.3
15分経過後	1064.3	1065.9	2130.2	1065.9	1068.2	2134.1	1065.2	1068.8	2134.0
20分経過後									
最終質量	1064.3	1065.9	2130.2	1065.9	1068.2	2134.1	1065.2	1068.8	2134.0
蒸発水量	86.0	83.4	169.4	83.7	81.8	165.5	84.5	81.9	166.4
C推定単位水量	159.4	153.9	156.7	154.5	150.4	152.4	156.3	150.5	153.4
粗骨材測定重量*	683.3	704.3	1387.6	691.9	708.0	1399.9	690.4	692.1	1382.5
粗骨材質量	500.2	533.8	1034.0	514.0	539.7	1053.7	511.6	514.3	1025.9
モルタル乾燥質量	567.1	535.3	1102.4	555.0	531.7	1086.7	556.7	557.6	1114.3
モルタル中の蒸発水量	83.0	80.2	163.2	80.6	78.6	159.2	81.4	78.8	160.2
推定単位水量	154.8	158.7	156.7	153.6	156.4	154.9	154.7	149.2	152.0
5-2	153-2.5+α								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1149.6	1150.1	2299.7	1150.4	1150.7	2301.1	1150.5	1149.9	2300.4
10分経過後	1064.6	1066.0	2130.6	1064.6	1067.9	2132.5	1062.6	1067.1	2129.7
15分経過後	1063.5	1064.7	2128.2	1063.7	1066.8	2130.5	1062.4	1065.8	2128.2
20分経過後									
最終質量	1063.5	1064.7	2128.2	1063.7	1066.8	2130.5	1062.4	1065.8	2128.2
蒸発水量	86.1	85.4	171.5	86.7	83.9	170.6	88.1	84.1	172.2
C推定単位水量	159.8	158.2	159.0	160.9	154.8	157.9	164.0	155.4	159.7
粗骨材測定重量*	701.1	708.1	1409.2	683.5	714.0	1397.5	683.1	702.4	1385.5
粗骨材質量	528.7	539.9	1068.6	500.5	549.3	1049.9	499.9	530.8	1030.7
モルタル乾燥質量	538.0	528.0	1066.0	566.2	520.8	1086.9	565.5	538.2	1103.7
モルタル中の蒸発水量	82.9	82.2	165.1	83.7	80.6	164.3	85.1	80.9	166.0
推定単位水量	163.5	165.1	164.3	156.4	164.2	160.1	159.4	159.2	159.3

付表-3 C600の試験結果一覧 (4/4)

経過時間	0h			1h			2h		
5-3	153-2.5+2 α								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1150.2	1149.6	2299.8	1150.1	1150.3	2300.4	1150.7	1150.2	2300.9
10分経過後	1062.5	1065.4	2127.9	1063.5	1061.5	2125.0	1059.5	1062.7	2122.2
15分経過後	1061.4	1063.8	2125.2	1062.3	1057.9	2120.2	1057.7	1061.8	2119.5
20分経過後									
最終質量	1061.4	1063.8	2125.2	1062.3	1057.9	2120.2	1057.7	1061.8	2119.5
蒸発水量	88.8	85.8	174.6	87.8	92.4	180.2	93.0	88.4	181.4
C推定単位水量	165.6	159.1	162.3	163.4	173.5	168.4	174.7	164.7	169.7
粗骨材測定重量*	709.1	726.2	1435.3	710.8	698.0	1408.8	674.0	703.3	1377.3
粗骨材質量	541.5	568.9	1110.4	544.2	523.7	1068.0	485.3	532.2	1017.6
モルタル乾燥質量	523.2	498.4	1021.5	521.3	537.3	1058.6	575.3	532.8	1108.0
モルタル中の蒸発水量	85.6	82.4	167.9	84.5	89.3	173.8	90.1	85.2	175.3
推定単位水量	173.9	175.9	174.8	172.3	176.8	174.6	166.2	169.9	168.0
6	高強度								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1150.1	1149.5	2299.6	1150.9	1149.3	2300.2	1149.1	1149.7	2298.8
10分経過後	1071.6	1068.5	2140.1	1069.9	1070.8	2140.7	1075.0	1071.5	2146.5
15分経過後	1069.8	1066.4	2136.2	1068.7	1070.0	2138.7	1072.2	1069.6	2141.8
20分経過後	1069.6	1065.8	2135.4	1068.5	1069.3	2137.8	1071.6	1069.2	2140.8
最終質量	1069.6	1065.8	2135.4	1068.5	1069.3	2137.8	1071.6	1069.2	2140.8
蒸発水量	80.5	83.7	164.2	82.4	80.0	162.4	77.5	80.5	158.0
C推定単位水量	157.7	165.1	161.4	161.9	156.7	159.3	151.0	157.7	154.4
粗骨材測定重量*	672.5	668.1	1340.6	699.9	721.3	1421.2	774.6	738.7	1513.3
粗骨材質量	482.9	475.9	958.9	526.8	561.0	1087.8	646.3	588.8	1235.1
モルタル乾燥質量	589.5	592.7	1182.3	544.9	511.7	1056.5	429.2	483.9	913.1
モルタル中の蒸発水量	77.6	80.8	158.4	79.2	76.6	155.9	73.6	77.0	150.6
推定単位水量	167.4	173.7	170.5	185.7	191.4	188.5	220.3	203.8	211.5
2'-1	163-2.0								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1150.2	1150.2	2300.4	1150.9	1150.7	2301.6	1150.0	1150.0	2300.0
10分経過後	1062.8	1065.8	2128.6	1063.5	1063.7	2127.2	1065.5	1064.5	2130.0
15分経過後	1061.7	1064.3	2126.0	1062.4	1062.9	2125.3	1064.3	1063.2	2127.5
20分経過後									
最終質量	1061.7	1064.3	2126.0	1062.4	1062.9	2125.3	1064.3	1063.2	2127.5
蒸発水量	88.5	85.9	174.4	88.5	87.8	176.3	85.7	86.8	172.5
C推定単位水量	163.5	157.8	160.6	163.3	161.9	162.6	157.4	159.8	158.6
粗骨材測定重量*	688.7	700.0	1388.7	689.2	689.0	1378.2	695.5	701.3	1396.8
粗骨材質量	508.9	526.9	1035.8	509.7	509.3	1019.0	519.7	529.0	1048.8
モルタル乾燥質量	555.9	540.5	1096.4	555.8	556.6	1112.4	547.7	537.4	1085.0
モルタル中の蒸発水量	85.4	82.7	168.2	85.4	84.7	170.2	82.6	83.6	166.2
推定単位水量	162.1	161.4	161.7	162.1	160.5	161.3	158.8	164.2	161.5
2'-2	163-2.0+ α								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1150.1	1149.6	2299.7	1150.5	1150.9	2301.4	1150.9	1150.8	2301.7
10分経過後	1058.1	1062.2	2120.3	1058.8	1061.5	2120.3	1064.5	1061.1	2125.6
15分経過後	1056.7	1060.0	2116.7	1058.0	1060.7	2118.7	1063.4	1060.2	2123.6
20分経過後									
最終質量	1056.7	1060.0	2116.7	1058.0	1060.7	2118.7	1063.4	1060.2	2123.6
蒸発水量	93.4	89.6	183.0	92.5	90.2	182.7	87.5	90.6	178.1
C推定単位水量	172.1	164.0	168.0	170.1	165.0	167.6	159.2	165.9	162.6
粗骨材測定重量*	691.2	713.3	1404.5	696.7	694.5	1391.2	707.0	693.3	1400.3
粗骨材質量	512.9	548.2	1061.1	521.7	518.1	1039.8	538.1	516.2	1054.4
モルタル乾燥質量	546.9	515.1	1062.0	539.5	545.7	1085.1	528.5	547.1	1075.6
モルタル中の蒸発水量	90.3	86.3	176.6	89.4	87.1	176.5	84.3	87.5	171.8
推定単位水量	173.0	175.7	174.3	173.6	167.0	170.3	166.8	167.3	167.1
2'-3	163-2.0+2 α								
	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計	C600-1	C600-2	合計
乾燥前質量	1150.1	1150.8	2300.9	1150.0	1150.7	2300.7	1150.3	1150.5	2300.8
10分経過後	1055.8	1052.9	2108.7	1059.5	1055.4	2114.9	1051.8	1050.5	2102.3
15分経過後	1055.1	1052.1	2107.2	1058.2	1054.7	2112.9	1050.8	1049.7	2100.5
20分経過後				1058.4	1054.3	2112.7	1050.4	1049.3	2099.7
最終質量	1055.1	1052.1	2107.2	1058.4	1054.3	2112.7	1050.4	1049.3	2099.7
蒸発水量	95.0	98.7	193.7	91.6	96.4	188.0	99.9	101.2	201.1
C推定単位水量	175.6	183.6	179.6	168.2	178.5	173.4	186.3	189.1	187.7
粗骨材測定重量*	702.2	693.9	1396.1	726.5	704.8	1431.3	680.9	678.7	1359.6
粗骨材質量	530.5	517.2	1047.6	569.3	534.6	1104.0	496.4	492.9	989.3
モルタル乾燥質量	527.8	538.0	1065.8	492.5	522.9	1015.4	557.0	559.4	1116.4
モルタル中の蒸発水量	91.8	95.6	187.4	88.2	93.2	181.4	96.9	98.2	195.2
推定単位水量	182.7	186.8	184.8	188.3	187.4	187.8	182.8	184.5	183.7

*粗骨材測定重量:粗骨材の水中測定重量でカゴ重量370.6gを含んだ値

付表-4 M600の試験結果一覧 (1/3)

経過時間	0h			1h			2h		
1-1	173-2.0								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	649.9	649.7	1299.6	650.7	650.1	1300.8	650.1	650.5	1300.6
10分経過後	560	561.4	1121.4	563.9	563.6	1127.5	564.4	565.1	1129.5
15分経過後	559.5	560.7	1120.2	562.9	562.7	1125.6	564.2	564.7	1128.9
20分経過後				562.8	562.5	1125.3			
最終質量	559.5	560.7	1120.2	562.8	562.5	1125.3	564.2	564.7	1128.9
蒸発水量	90.4	89.0	179.4	87.9	87.6	175.5	85.9	85.8	171.7
推定単位水量	169.6	166.4	168.0	163.6	163.1	163.4	159.3	159.0	159.1
1-2	173-2.0+α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650.1	650.3	1300.4	650.4	650.4	1300.8	650.2	650.5	1300.7
10分経過後	558.4	559.1	1117.5	557.8	560.4	1118.2	562.4	561.2	1123.6
15分経過後	557.8	558.4	1116.2	557	559.8	1116.8	561.7	560.7	1122.4
20分経過後									
最終質量	557.8	558.4	1116.2	557	559.8	1116.8	561.7	560.7	1122.4
蒸発水量	92.3	91.9	184.2	93.4	90.6	184.0	88.5	89.8	178.3
推定単位水量	173.9	172.9	173.4	176.3	169.9	173.1	165.2	168.0	166.6
1-3	173-2.0+2α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	649.6	650.6	1300.2	650.4	650	1300.4	649.9	650.3	1300.2
10分経過後	557.4	548.9	1106.3	555.5	557.4	1112.9	557.7	558.2	1115.9
15分経過後	557.2	548.2	1105.4	555	556.1	1111.1	557.1	557.2	1114.3
20分経過後				554.8	555.9	1110.7			
最終質量	557.2	548.2	1105.4	554.8	555.9	1110.7	557.1	557.2	1114.3
蒸発水量	92.4	102.4	194.8	95.6	94.1	189.7	92.8	93.1	185.9
推定単位水量	174.2	197.3	185.7	181.4	178.0	179.7	175.1	175.6	175.3
2-1	163-2.0								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650.6	653	1303.6	651.5	650.4	1301.9	649.3	650.6	1299.9
10分経過後	563.7	566.9	1130.6	568.4	568.6	1137	567.6	570	1137.6
15分経過後									
20分経過後									
最終質量	563.7	566.9	1130.6	568.4	568.6	1137	567.6	570	1137.6
蒸発水量	86.9	86.1	173.0	83.1	81.8	164.9	81.7	80.6	162.3
推定単位水量	161.0	158.5	159.7	152.2	149.7	151.0	149.8	147.0	148.4
2-2	163-2.0+α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650.5	651.3	1301.8	650.1	649.5	1299.6	648.6	650.5	1299.1
10分経過後	553.7	561.7	1115.4	566.8	565.8	1132.6	564.1	565.6	1129.7
15分経過後									
20分経過後									
最終質量	553.7	561.7	1115.4	566.8	565.8	1132.6	564.1	565.6	1129.7
蒸発水量	96.8	89.6	186.4	83.3	83.7	167.0	84.5	84.9	169.4
推定単位水量	183.7	166.9	175.2	153.1	154.1	153.6	156.2	156.5	156.4
2-3	163-2.0+2α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650	649.9	1299.9	650.3	650.8	1301.1	649.8	650.2	1300
10分経過後	561.7	559.3	1121	556.8	558.3	1115.1	561.1	563.5	1124.6
15分経過後									
20分経過後									
最終質量	561.7	559.3	1121	556.8	558.3	1115.1	561.1	563.5	1124.6
蒸発水量	88.3	90.6	178.9	93.5	92.5	186.0	88.7	86.7	175.4
推定単位水量	164.3	169.6	166.9	176.1	173.6	174.9	165.3	160.6	163.0
2-4	163-2.0-α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650	650.8	1300.8	650	650.6	1300.6	649.7	649.8	1299.5
10分経過後	566.2	568	1134.2	567.1	569.2	1136.3	572.5	572.8	1145.3
15分経過後				566.5	568.5	1135	571.9	572.2	1144.1
20分経過後									
最終質量	566.2	568	1134.2	566.5	568.5	1135	571.9	572.2	1144.1
蒸発水量	83.8	82.8	166.6	83.5	82.1	165.6	77.8	77.6	155.4
推定単位水量	154.2	151.8	153.0	153.6	150.3	151.9	141.1	140.6	140.9

付表-4 M600の試験結果一覧 (2/3)

経過時間	0h			1h			2h		
3-1	153-1.5								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650.1	650.1	1300.2	651	650.5	1301.5	650.5	650	1300.5
10分経過後	576.7	576.6	1153.3	575.3	577.9	1153.2	578.5	579.5	1158
15分経過後	576.3	576.4	1152.7	574.6	577.3	1151.9	577.7	579	1156.7
20分経過後									
最終質量	576.3	576.4	1152.7	574.6	577.3	1151.9	577.7	579	1156.7
蒸発水量	73.8	73.7	147.5	76.4	73.2	149.6	72.8	71.0	143.8
推定単位水量	135.4	135.2	135.3	141.0	134.0	137.5	133.1	129.3	131.2
3-2	153-1.5+α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650.7	650.2	1300.9	650.3	649.8	1300.1	650	651	1301
10分経過後	570	568.4	1138.4	571.1	571.4	1142.5	571.5	571.5	1143
15分経過後	569.8	568	1137.8	570.7	570.9	1141.6	570.9	571.1	1142
20分経過後									
最終質量	569.8	568	1137.8	570.7	570.9	1141.6	570.9	571.1	1142
蒸発水量	80.9	82.2	163.1	79.6	78.9	158.5	79.1	79.9	159.0
推定単位水量	151.2	154.3	152.7	148.4	146.9	147.6	147.3	148.9	148.1
3-3	153-1.5+2α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650.1	650.3	1300.4	649.9	650.1	1300	650	650.6	1300.6
10分経過後	567.4	564.8	1132.2	562.2	561.6	1123.8	561.8	562.3	1124.1
15分経過後	567	564.1	1131.1	562.1	561	1123.1	561	561.7	1122.7
20分経過後									
最終質量	567	564.1	1131.1	562.1	561	1123.1	561	561.7	1122.7
蒸発水量	83.1	86.2	169.3	87.8	89.1	176.9	89.0	88.9	177.9
推定単位水量	156.4	163.5	159.9	167.3	170.3	168.8	170.1	169.7	169.9
4-1	153-2.0								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650.6	650	1300.6	650.4	649.4	1299.8	649.6	650.9	1300.5
10分経過後	571.7	571.5	1143.2	574	574.8	1148.8	572.6	575.1	1147.7
15分経過後	570.8	570.8	1141.6	573.5	574.1	1147.6	572.4	574.4	1146.8
20分経過後									
最終質量	570.8	570.8	1141.6	573.5	574.1	1147.6	572.4	574.4	1146.8
蒸発水量	79.8	79.2	159.0	76.9	75.3	152.2	77.2	76.5	153.7
推定単位水量	144.8	143.6	144.2	138.5	135.3	136.9	139.4	137.5	138.4
4-2	153-2.0+α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	651	651	1302	650.3	650.2	1300.5	650.1	650.3	1300.4
10分経過後	567.7	569.3	1137	569.1	568.9	1138	572.8	572.8	1145.6
15分経過後	567	568.8	1135.8	568.3	568.5	1136.8	572.4	572.8	1145.2
20分経過後									
最終質量	567	568.8	1135.8	568.3	568.5	1136.8	572.4	572.8	1145.2
蒸発水量	84.0	82.2	166.2	82.0	81.7	163.7	77.7	77.5	155.2
推定単位水量	153.9	149.9	151.9	149.7	149.0	149.4	140.3	139.8	140.1
4-3	153-2.0+2α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650.5	649.8	1300.3	650.9	650.8	1301.7	650.6	650.1	1300.7
10分経過後	565.8	566.4	1132.2	563.3	564.7	1128	564.5	564	1128.5
15分経過後	564.8	565.6	1130.4	562.3	564.1	1126.4	563.8	563.5	1127.3
20分経過後									
最終質量	564.8	565.6	1130.4	562.3	564.1	1126.4	563.8	563.5	1127.3
蒸発水量	85.7	84.2	169.9	88.6	86.7	175.3	86.8	86.6	173.4
推定単位水量	157.8	154.7	156.3	164.2	160.0	162.1	160.3	160.0	160.1
5-1	153-2.5								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650.7	649.4	1300.1	649.9	650.8	1300.7	649.7	650.4	1300.1
10分経過後	573	573	1146	576.8	576.7	1153.5	578.8	579.6	1158.4
15分経過後	572.7	572.4	1145.1	576.3	576.5	1152.8	578.2	578.6	1156.8
20分経過後									
最終質量	572.7	572.4	1145.1	576.3	576.5	1152.8	578.2	578.6	1156.8
蒸発水量	78.0	77.0	155.0	73.6	74.3	147.9	71.5	71.8	143.3
推定単位水量	143.5	141.7	142.6	134.1	135.4	134.7	129.6	130.1	129.8

付表-4 M600の試験結果一覧 (3/3)

経過時間	0h			1h			2h		
5-2	153-2.5+ α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	649.8	650.3	1300.1	650.6	649.4	1300	650.2	649.2	1299.4
10分経過後	568.5	570.2	1138.7	571.3	571.1	1142.4	574.7	572.5	1147.2
15分経過後	567.5	569.5	1137	570.7	570.1	1140.8	573.9	572	1145.9
20分経過後									
最終質量	567.5	569.5	1137	570.7	570.1	1140.8	573.9	572	1145.9
蒸発水量	82.3	80.8	163.1	79.9	79.3	159.2	76.3	77.2	153.5
推定単位水量	153.3	149.8	151.6	147.7	146.7	147.2	139.9	142.1	141.0
5-3	153-2.5+2 α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	649.7	650.5	1300.2	649.9	649.8	1299.7	650.6	649.7	1300.3
10分経過後	564.9	565.8	1130.7	565	564.2	1129.2	569	566.5	1135.5
15分経過後	564.8	565	1129.8	564.6	563.3	1127.9	567.8	566.4	1134.2
20分経過後									
最終質量	564.8	565	1129.8	564.6	563.3	1127.9	567.8	566.4	1134.2
蒸発水量	84.9	85.5	170.4	85.3	86.5	171.8	82.8	83.3	166.1
推定単位水量	159.2	160.3	159.8	160.0	162.8	161.4	154.2	155.6	154.9
6	高強度								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	649.8	650.5	1300.3	650.7	651.3	1302	650.7	651	1301.7
10分経過後	573.9	576.7	1150.6	577.3	578.2	1155.5	580.1	579.4	1159.5
15分経過後	573.8	576.2	1150	577	577.7	1154.7	579.1	578.5	1157.6
20分経過後							579.1	578.3	1157.4
最終質量	573.8	576.2	1150	577	577.7	1154.7	579.1	578.3	1157.4
蒸発水量	76.0	74.3	150.3	73.7	73.6	147.3	71.6	72.7	144.3
推定単位水量	168.4	163.8	166.1	162.2	161.7	162.0	156.7	159.5	158.1
2'-1	163-2.0								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650.2	650.5	1300.7	650	650	1300	650.1	650.1	1300.2
10分経過後	568.1	568.1	1136.2	567	566.9	1133.9	568.3	567.9	1136.2
15分経過後	567.5	567.4	1134.9	566.5	566.4	1132.9	567.5	567.3	1134.8
20分経過後									
最終質量	567.5	567.4	1134.9	566.5	566.4	1132.9	567.5	567.3	1134.8
蒸発水量	82.7	83.1	165.8	83.5	83.6	167.1	82.6	82.8	165.4
推定単位水量	153.2	154.0	153.6	155.1	155.3	155.2	153.0	153.5	153.3
2'-2	163-2.0+ α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	650.3	649.8	1300.1	650.6	649.8	1300.4	650.4	649.7	1300.1
10分経過後	561.2	561.9	1123.1	561.8	562.8	1124.6	565.1	564.4	1129.5
15分経過後	560.8	560.9	1121.7	560.9	562	1122.9	564.9	563.6	1128.5
20分経過後									
最終質量	560.8	560.9	1121.7	560.9	562	1122.9	564.9	563.6	1128.5
蒸発水量	89.5	88.9	178.4	89.7	87.8	177.5	85.5	86.1	171.6
推定単位水量	166.9	165.7	166.3	167.3	163.2	165.3	157.9	159.4	158.7
2'-3	163-2.0+2 α								
	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計	M600-1	M600-2	合計
乾燥前質量	649.5	650.1	1299.6	649.9	650.7	1300.6	649.8	650.3	1300.1
10分経過後	557.8	558.9	1116.7	557.9	560.2	1118.1	558.6	559.2	1117.8
15分経過後	556.8	558	1114.8	557.4	559.4	1116.8	558.2	558.6	1116.8
20分経過後	557.1								
最終質量	557.1	558	1115.1	557.4	559.4	1116.8	558.2	558.6	1116.8
蒸発水量	92.4	92.1	184.5	92.5	91.3	183.8	91.6	91.7	183.3
推定単位水量	173.8	172.9	173.4	173.9	170.9	172.4	171.9	172.0	171.9

付表-5 M450の試験結果一覧 (1/2)

経過時間	0h		1h		2h	
	手動計測	自動計測	手動計測	自動計測	手動計測	自動計測
1-1 173-2.0						
乾燥前質量	1300.1	1300.1	1300.7	1300.7	1300.7	1300.7
最終質量	1125.1		1127.3	1126.2	1127.2	1126.1
蒸発水量	175		173.4	174.5	173.5	174.6
推定単位水量	162.9		161.0	162.3	161.2	162.4
1-2 173-2.0+ α						
乾燥前質量	1300.4	1300.4	1300.6	1300.6	1300.1	1300.1
最終質量	1117.1	1109.5	1120.4	1117.1	1123.6	1120.1
蒸発水量	183.3	190.9	180.2	183.5	176.5	180
推定単位水量	172.3	181.1	168.8	172.5	164.6	168.6
1-3 173-2.0+2 α						
乾燥前質量	1300	1300	1300.6	1300.6	1300.2	1300.2
最終質量	1109.3	1103.1	1111.3	1111.2	1113.6	1111.3
蒸発水量	190.7	196.9	189.3	189.4	186.6	188.9
推定単位水量	180.9	188.2	179.2	179.3	176.2	178.8
2-1 163-2.0						
乾燥前質量	1300.8	1300.8	1302.7	1302.7	1300.3	1300.3
最終質量				1134		1131.9
蒸発水量				168.7		168.4
推定単位水量				155.1		155.1
2-2 163-2.0+ α						
乾燥前質量	1300	1300	1299.6	1299.6	1301.2	1301.2
最終質量				1119.6		1119.1
蒸発水量				180		182.1
推定単位水量				168.2		170.4
2-3 163-2.0+2 α						
乾燥前質量	1299.7	1299.7	1301.2	1301.2	1300.9	1300.9
最終質量	1105.1	1095.4	1117.1		1121.2	1114.4
蒸発水量	194.6	204.3	184.1		179.7	186.5
推定単位水量	185.1	196.5	172.7		167.7	175.5
2-4 163-2.0- α						
乾燥前質量	1300.4	1300.4	1301.1	1301.1	1299.5	1299.5
最終質量	1128.1		1137.6	1131.3	1142.4	1135.9
蒸発水量	172.3		163.5	169.8	157.1	163.6
推定単位水量	159.4		149.5	156.5	142.7	149.9
3-1 153-1.5						
乾燥前質量	1300.4	1300.4	1300.4	1300.4	1300.2	1300.2
最終質量	1145.9	1135.6	1148.6	1145.8	1155.6	1150.8
蒸発水量	154.5	164.8	151.8	154.6	144.6	149.4
推定単位水量	143.1	154.8	140.1	143.2	132.1	137.4
3-2 153-1.5+ α						
乾燥前質量	1301.1	1301.1	1300.1	1300.1	1300.3	1300.3
最終質量	1127.8	1125.3	1139.3	1132.8	1145.6	1135.5
蒸発水量	173.3	175.8	160.8	167.3	154.7	164.8
推定単位水量	164.4	167.3	150.2	157.7	143.3	154.8
3-3 153-1.5+2 α						
乾燥前質量	1300	1300	1300.5	1300.5	1300.9	1300.9
最終質量	1115.9	1108.2	1127.3	1119.5	1124.6	1119.3
蒸発水量	184.1	191.8	173.2	181	176.3	181.6
推定単位水量	177.3	186.4	164.4	173.5	168.0	174.2

付表-5 M450の試験結果一覧 (2/2)

経過時間	0h		1h		2h	
	手動計測	自動計測	手動計測	自動計測	手動計測	自動計測
4-1	153-2.0					
乾燥前質量	1299.7	1299.7	1299.7	1299.7	1300.5	1300.5
最終質量	1145.4	1137.3	1146.6	1146.1	1154.2	1147.4
蒸発水量	154.3	162.4	153.1	153.6	146.3	153.1
推定単位水量	139.2	148.0	137.9	138.4	130.5	137.8
4-2	153-2.0+ α					
乾燥前質量	1300.9	1300.9	1299.2	1299.2	1299.9	1299.9
最終質量	1137.6	1139.9	1135.8	1126.5	1141.1	1139.8
蒸発水量	163.3	161	163.4	172.7	158.8	160.1
推定単位水量	148.9	146.3	149.2	159.6	144.1	145.5
4-3	153-2.0+2 α					
乾燥前質量	1300.1	1300.1	1300.6	1300.6	1300.3	1300.3
最終質量	1133.8	1130.5	1129.6	1127.9	1127.9	1128.1
蒸発水量	166.3	169.6	171	172.7	172.4	172.2
推定単位水量	152.3	156.0	157.5	159.4	159.1	158.8
5-1	153-2.5					
乾燥前質量	1300.4	1300.4	1300.1	1300.1	1299.7	1299.7
最終質量	1148.8	1145.9	1147.6	1148.1	1152.1	1149.6
蒸発水量	151.6	154.5	152.5	152	147.6	150.1
推定単位水量	138.8	142.0	139.8	139.3	134.5	137.3
5-2	153-2.5+ α					
乾燥前質量	1300.1	1300.1	1299.9	1299.9	1299.7	1299.7
最終質量	1140.5	1139.1	1141.4	1138.7	1143.7	1142.6
蒸発水量	159.6	161	158.5	161.2	156	157.1
推定単位水量	147.7	149.2	146.5	149.5	143.7	145.0
5-3	153-2.5+2 α					
乾燥前質量	1300.8	1300.8	1300.2	1300.2	1300.9	1300.9
最終質量	1128.7	1120.8	1126.6	1125.5	1136	1133.9
蒸発水量	172.1	180	173.6	174.7	164.9	167
推定単位水量	161.6	170.6	163.4	164.6	153.5	155.8
6	高強度					
乾燥前質量	1300.7	1300.7	1301.7	1301.7	1300.4	1300.4
最終質量	1153	1149.7	1153.1	1152.3	1156.7	1155.2
蒸発水量	147.7	151	148.6	149.4	143.7	145.2
推定単位水量	162.7	167.0	163.7	164.7	157.5	159.5
2'-1	163-2.0					
乾燥前質量	1300	1300	1300.2	1300.2	1300	1300
最終質量	1128.2	1122.7	1135.9	1129.7	1141.8	1136.1
蒸発水量	171.8	177.3	164.3	170.5	158.2	163.9
推定単位水量	160.5	166.7	152.0	159.0	145.3	151.6
2'-2	163-2.0+ α					
乾燥前質量	1300.7	1300.7	1299.8	1299.8	1300.1	1300.1
最終質量	1127.8	1127.9	1125.7	1125.3	1130.3	1128.1
蒸発水量	172.9	172.8	174.1	174.5	169.8	172
推定単位水量	160.0	159.9	161.5	162.0	156.7	159.1
2'-3	163-2.0+2 α					
乾燥前質量	1300	1300	1300.9	1300.9	1300.6	1300.6
最終質量	1113	1105.3	1117.8	1116.7	1117.4	1119
蒸発水量	187	194.7	183.1	184.2	183.2	181.6
推定単位水量	176.2	185.1	171.6	172.8	171.7	169.9

付表-6 ガスコンロの試験結果一覧 (1/3)

経過時間	0h	1h	2h
1-1 173-2.0			
乾燥前質量	649.9	649.9	650.4
10分経過後	563.1	564	564.7
15分経過後	562	563	563.5
20分経過後		562.3	563
最終質量	562	562.3	563
蒸発水量	87.9	87.6	87.4
推定単位水量	163.9	163.2	162.6
1-2 173-2.0+ α			
乾燥前質量	650.6	650.1	650.7
10分経過後	559.8	560.9	563.5
15分経過後	559.3	559.8	562.2
20分経過後			561.9
最終質量	559.3	559.8	561.9
蒸発水量	91.3	90.3	88.8
推定単位水量	171.4	169.3	165.7
1-3 173-2.0+2 α			
乾燥前質量	650.8	650.1	650.4
10分経過後	549.8	557.6	558.7
15分経過後	549.2	556.6	557.8
20分経過後		556.6	
最終質量	549.2	556.6	557.8
蒸発水量	101.6	93.5	92.6
推定単位水量	195.3	176.6	174.4
2-1 163-2.0			
乾燥前質量	652	651	651.3
10分経過後	569.2	573.8	575.1
15分経過後			
20分経過後			
最終質量	569.2	573.8	575.1
蒸発水量	82.8	77.2	76.2
推定単位水量	151.4	139.4	137.2
2-2 163-2.0+ α			
乾燥前質量	649.6	651	650.6
10分経過後	566.4	565	565
15分経過後			
20分経過後			
最終質量	566.4	565	565
蒸発水量	83.2	86	85.6
推定単位水量	153.0	158.8	158.1
2-3 163-2.0+2 α			
乾燥前質量	649.8	650.9	650.1
10分経過後	560.3	558.8	561.6
15分経過後			
20分経過後			
最終質量	560.3	558.8	561.6
蒸発水量	89.5	92.1	88.5
推定単位水量	167.1	172.7	164.7
2-4 163-2.0- α			
乾燥前質量	649.9	650.7	650.4
10分経過後	566.1	570.8	572.9
15分経過後		569.3	571.7
20分経過後			
最終質量	566.1	569.3	571.7
蒸発水量	83.8	81.4	78.7
推定単位水量	154.2	148.7	142.9

付表-6 ガスコンロの試験結果一覧 (2/3)

経過時間	0h	1h	2h
3-1 153-1.5			
乾燥前質量	650.1	650.6	650.5
10分経過後	579.2	576	579.6
15分経過後	578.1	575.6	578.4
20分経過後			
最終質量	578.1	575.6	578.4
蒸発水量	72	75	72.1
推定単位水量	131.4	138.0	131.6
3-2 153-1.5+ α			
乾燥前質量	650.1	650	650
10分経過後	564.5	571	574.5
15分経過後	564.1	570.5	574.2
20分経過後			
最終質量	564.1	570.5	574.2
蒸発水量	86	79.5	75.8
推定単位水量	163.1	148.2	139.9
3-3 153-1.5+2 α			
乾燥前質量	1300.9	650.5	650.3
10分経過後	1127.8	562.1	561.9
15分経過後	1126.9	561.2	561.5
20分経過後			
最終質量	1126.9	561.2	561.5
蒸発水量	174	89.3	88.8
推定単位水量	165.3	170.6	169.5
4-1 153-2.0			
乾燥前質量	1299.6	1300	1299.7
10分経過後	1145.5	1150.1	1153
15分経過後	1143.1	1148.5	1151
20分経過後			
最終質量	1143.1	1148.5	1151
蒸発水量	156.5	151.5	148.7
推定単位水量	141.6	136.1	133.1
4-2 153-2.0+ α			
乾燥前質量	1300	1300.3	1300.5
10分経過後	1140.1	1138.5	1142
15分経過後	1138.1	1136.8	1140.7
20分経過後			
最終質量	1138.1	1136.8	1140.7
蒸発水量	161.9	163.5	159.8
推定単位水量	147.5	149.2	145.1
4-3 153-2.0+2 α			
乾燥前質量	650.3	650	650.6
10分経過後	566.5	564.6	564.4
15分経過後	566.1	563.5	563.4
20分経過後			
最終質量	566.1	563.5	563.4
蒸発水量	84.2	86.5	87.2
推定単位水量	154.6	159.8	161.2
5-1 153-2.5			
乾燥前質量	650.4	650.5	650.9
10分経過後	575.5	575.6	577.3
15分経過後	574.7	574.6	576.5
20分経過後			
最終質量	574.7	574.6	576.5
蒸発水量	75.7	75.9	74.4
推定単位水量	138.5	139.0	135.6

付表-6 ガスコンロの試験結果一覧 (3/3)

経過時間	0h	1h	2h
5-2	153-2.5+ α		
乾燥前質量	649.7	649.8	649.5
10分経過後	569.8	572.7	574
15分経過後	568	570.9	572.7
20分経過後			
最終質量	568	570.9	572.7
蒸発水量	81.7	78.9	76.8
推定単位水量	152.0	145.7	141.2
5-3	153-2.5+2 α		
乾燥前質量	650.6	650.2	650.5
10分経過後	566.6	565.7	569.5
15分経過後	565.7	563.8	568.2
20分経過後			
最終質量	565.7	563.8	568.2
蒸発水量	84.9	86.4	82.3
推定単位水量	158.9	162.5	153.1
6	高強度		
乾燥前質量	650.2	650.4	649.5
10分経過後	579.7	577.3	580.6
15分経過後	576.2	576.4	577.5
20分経過後	575.8	576.2	577
最終質量	575.8	576.2	577
蒸発水量	74.4	74.2	72.5
推定単位水量	164.1	163.6	159.4
2'-1	163-2.0		
乾燥前質量	650	649.8	650
10分経過後	566.5	570.7	570.7
15分経過後	565.8	570.3	570.1
20分経過後			
最終質量	565.8	570.3	570.1
蒸発水量	84.2	79.5	79.9
推定単位水量	156.7	146.2	147.0
2'-2	163-2.0+ α		
乾燥前質量	650.3	650.7	650.2
10分経過後	563.7	564.4	566.2
15分経過後	562.9	563.9	565
20分経過後			
最終質量	562.9	563.9	565
蒸発水量	87.4	86.8	85.2
推定単位水量	162.2	160.7	157.3
2'-3	163-2.0+2 α		
乾燥前質量	650.1	650.9	649.8
10分経過後	558.6	561.1	560.1
15分経過後	557.8	560.1	558.9
20分経過後			558.8
最終質量	557.8	560.1	558.8
蒸発水量	92.3	90.8	91
推定単位水量	173.4	169.7	170.5

付表-7 ローリンメータの試験結果一覧 (1/4)

ローリンメータの諸元

下容器質量 15463g
 全容器質量 22813g
 全容器質量(蓋なし) 22387g
 全容積 13800cc

粗骨材量の補正無し				粗骨材量の補正あり				備考
経過時間	0h	1h	2h	経過時間	0h	1h	2h	
1-1	173-2.0							蓋なし
コン+下容器	29407	29764	29973	粗骨材測定重量*	4205.6	4331	4326.8	
注水後質量	44005	44320	44485	骨材質量	6134.8	6335.5	6328.7	
最終質量	44344	44567	44704					
コンクリート質量	13944	14301	14510					
注入水量1	7673	7632	7588	モルタル質量	7809.5	7965.7	8181.3	
注入水量2	340	247	219	モルタル容積	3487.1	3545.8	3620.3	
空気量(%)	5.55	4.00	3.52					
γ_c (空気なし)	2.4096	2.4154	2.4212	γ_m (空気なし)	2.2395	2.2465	2.2598	
推定余剰水量	-1.8	-5.7	-9.5	推定余剰水量	-1.0	-4.2	-10.2	
推定単位水量	171.9	168.0	164.2	推定単位水量	172.7	169.5	163.5	
1-2	173-2.0+ α							蓋なし
コン+下容器	29470	29642	30082	粗骨材測定重量*	4194.1	4449	4383.2	
注水後質量	44095	44257	44527	骨材質量	6116.5	6524.2	6419.0	
最終質量	44368	44494	44746					
コンクリート質量	14007	14179	14619					
注入水量1	7700	7691	7521	モルタル質量	7890.9	7655.0	8200.0	
注入水量2	274	237	219	モルタル容積	3533.0	3426.1	3653.4	
空気量(%)	4.49	3.88	3.49					
γ_c (空気なし)	2.4043	2.4147	2.4124	γ_m (空気なし)	2.2335	2.2343	2.2445	
推定余剰水量	1.7	-5.3	-3.7	推定余剰水量	1.8	1.4	-3.3	
推定単位水量	175.4	168.4	170.0	推定単位水量	175.5	175.1	170.4	
1-3	173-2.0+2 α							蓋なし
コン+下容器	30174	30141	30369	粗骨材測定重量*	4305.3	4413.5	4510.8	
注水後質量	44550	44556	44704	骨材質量	6294.3	6467.4	6623.1	
最終質量	44725	44736	44875					
コンクリート質量	14711	14678	14906					
注入水量1	7452	7491	7411	モルタル質量	8416.5	8210.5	8282.7	
注入水量2	175	180	171	モルタル容積	3813.1	3704.2	3734.8	
空気量(%)	2.76	2.85	2.68					
γ_c (空気なし)	2.3832	2.3949	2.3973	γ_m (空気なし)	2.2073	2.2165	2.2177	
推定余剰水量	16.2	8.1	6.5	推定余剰水量	14.3	9.8	9.2	
推定単位水量	189.9	181.8	180.2	推定単位水量	188.0	183.5	182.9	
2-1	163-2.0							実験なし
コン+下容器				粗骨材測定重量*				
注水後質量				骨材質量				
最終質量								
コンクリート質量								
注入水量1				モルタル質量				
注入水量2				モルタル容積				
空気量(%)								
γ_c (空気なし)				γ_m (空気なし)				
推定余剰水量				推定余剰水量				
推定単位水量				推定単位水量				
2-2	163-2.0+ α							実験なし
コン+下容器				粗骨材測定重量*				
注水後質量				骨材質量				
最終質量								
コンクリート質量								
注入水量1				モルタル質量				
注入水量2				モルタル容積				
空気量(%)								
γ_c (空気なし)				γ_m (空気なし)				
推定余剰水量				推定余剰水量				
推定単位水量				推定単位水量				

付表-7 ローリンメータの試験結果一覧 (2/4)

2-3 163-2.0+2 α								蓋あり
コン+下容器	29191	29426	29522	粗骨材測定重量*	3995.5	4167.6	4139.2	
注水後質量	44326	44516	44608	骨材質量	5798.8	6058.1	6028.6	
最終質量	44582	44751	44803					
コンクリート質量	13728	13963	14059					
注入水量1	7784	7740	7736	モルタル質量	7929.7	7905.3	8030.6	
注入水量2	257	235	195	モルタル容積	3585.4	3554.1	3609.1	
空気量(%)	4.27	3.88	3.21					
γ_c (空気なし)	2.3837	2.3971	2.3954	γ_m (空気なし)	2.2117	2.2242	2.2251	
推定余剰水量	24.4	15.2	16.3	推定余剰水量	19.2	13.2	12.9	
推定単位水量	188.2	179.0	180.1	推定単位水量	183.0	177.0	176.7	
2-4 163-2.0- α								蓋あり
コン+下容器	29328	29568	29808	粗骨材測定重量*	4305.7	4291.4	4400.3	
注水後質量	44481	44687	45040	骨材質量	6295.0	6272.1	6446.3	
最終質量	44789	44929	45218					
コンクリート質量	13865	14105	14595					
注入水量1	7803	7769	7632	モルタル質量	7570.4	7833.1	8148.6	
注入水量2	308	242	178	モルタル容積	3329.4	3437.9	3573.5	
空気量(%)	5.13	4.01	2.88					
γ_c (空気なし)	2.4371	2.4365	2.4365	γ_m (空気なし)	2.2738	2.2785	2.2803	
推定余剰水量	-11.6	-11.2	-11.2	推定余剰水量	-9.2	-11.2	-12.0	
推定単位水量	152.2	152.6	152.6	推定単位水量	154.6	152.6	151.8	
3-1 153-1.5								蓋なし
コン+下容器	29457	29636	30016	粗骨材測定重量*	4210.4	4117.5	4228.5	
注水後質量	44108	44234	44513	骨材質量	6142.5	5993.9	6171.5	
最終質量	44415	44513	44760					
コンクリート質量	13994	14173	14553					
注入水量1	7726	7674	7573	モルタル質量	7851.8	8179.3	8381.5	
注入水量2	308	279	247	モルタル容積	3463.3	3599.9	3666.3	
空気量(%)	5.07	4.55	3.96					
γ_c (空気なし)	2.4270	2.4240	2.4337	γ_m (空気なし)	2.2672	2.2721	2.2861	
推定余剰水量	-4.4	-2.4	-8.8	推定余剰水量	-4.6	-6.8	-13.0	
推定単位水量	149.1	151.1	144.7	推定単位水量	148.9	146.7	140.5	
3-2 153-1.5+ α								蓋なし
コン+下容器	29196	29369	29618	粗骨材測定重量*	4110.7	4121.6	4191.9	
注水後質量	43867	44019	44212	骨材質量	5983.0	6000.5	6112.9	
最終質量	44227	44325	44484					
コンクリート質量	13733	13906	14155					
注入水量1	7746	7725	7670	モルタル質量	7750.4	7905.9	8042.3	
注入水量2	361	307	272	モルタル容積	3450.1	3518.5	3566.3	
空気量(%)	5.96	5.05	4.43					
γ_c (空気なし)	2.4123	2.4110	2.4164	γ_m (空気なし)	2.2464	2.2469	2.2551	
推定余剰水量	5.5	6.5	2.8	推定余剰水量	4.9	4.6	0.9	
推定単位水量	159.0	160.0	156.3	推定単位水量	158.4	158.1	154.4	
3-3 153-1.5+2 α								蓋なし
コン+下容器	29066	29578	29334	粗骨材測定重量*	3833.2	4290.3	4020.5	
注水後質量	43724	44111	43967	骨材質量	5539.1	6270.3	5838.7	
最終質量	44066	44399	44253					
コンクリート質量	13603	14115	13871					
注入水量1	7734	7608	7708	モルタル質量	8063.4	7844.9	8032.6	
注入水量2	342	289	287	モルタル容積	3647.5	3552.3	3616.1	
空気量(%)	5.63	4.66	4.71					
γ_c (空気なし)	2.3764	2.3912	2.3896	γ_m (空気なし)	2.2107	2.2084	2.2213	
推定余剰水量	30.6	20.1	21.3	推定余剰水量	22.0	23.1	16.8	
推定単位水量	184.1	173.6	174.8	推定単位水量	175.5	176.6	170.3	

付表-7 ローリンメータの試験結果一覧 (3/4)

4-1	153-2.0							蓋なし
コン+下容器	29781	29793	29420	粗骨材測定重量*	4297.5	4393.6	4334.5	
注水後質量	44265	44366	44217	骨材質量	6281.9	6435.6	6341.1	
最終質量	44603	44644	44449					
コンクリート質量	14318	14330	13957					
注入水量1	7560	7649	7873	モルタル質量	8036.3	7894.5	7616.3	
注入水量2	338	278	232	モルタル容積	3546.9	3460.3	3317.9	
空気量(%)	5.41	4.52	3.91					
γ_c (空気なし)	2.4260	2.4400	2.4508	γ_m (空気なし)	2.2657	2.2814	2.2955	
推定余剰水量	5.6	-3.6	-10.6	推定余剰水量	1.7	-5.2	-11.1	
推定単位水量	159.2	150.0	143.0	推定単位水量	155.3	148.4	142.5	
4-2	153-2.0+ α							蓋なし
コン+下容器	29544	29399	29817	粗骨材測定重量*	4316.7	4154.8	4452.4	
注水後質量	44053	44060	44411	骨材質量	6312.6	6053.6	6529.7	
最終質量	44455	44369	44654					
コンクリート質量	14081	13936	14354					
注入水量1	7584	7736	7670	モルタル質量	7768.7	7882.8	7824.4	
注入水量2	403	310	243	モルタル容積	3446.5	3484.6	3439.1	
空気量(%)	6.48	5.11	3.96					
γ_c (空気なし)	2.4224	2.4220	2.4383	γ_m (空気なし)	2.2541	2.2622	2.2752	
推定余剰水量	8.0	8.3	-2.5	推定余剰水量	6.8	3.2	-2.5	
推定単位水量	161.6	161.9	151.1	推定単位水量	160.4	156.8	151.1	
4-3	153-2.0+2 α							蓋なし
コン+下容器	29327	29419	29501	粗骨材測定重量*	4353.5	4208.9	4273.1	
注水後質量	43974	44039	44170	骨材質量	6371.4	6140.1	6242.8	
最終質量	44320	44349	44416					
コンクリート質量	13864	13956	14038					
注入水量1	7722	7695	7745	モルタル質量	7492.9	7816.2	7795.5	
注入水量2	347	311	246	モルタル容積	3342.5	3492.1	3468.6	
空気量(%)	5.71	5.09	4.06					
γ_c (空気なし)	2.4192	2.4088	2.4167	γ_m (空気なし)	2.2417	2.2382	2.2474	
推定余剰水量	10.2	17.3	11.9	推定余剰水量	12.4	14.0	9.8	
推定単位水量	163.8	170.9	165.5	推定単位水量	166.0	167.6	163.4	
5-1	153-2.5							蓋なし
コン+下容器	29782	29773	29860	粗骨材測定重量*	4374.8	4224.6	4302.5	
注水後質量	44422	44446	44545	骨材質量	6405.5	6165.2	6289.9	
最終質量	44649	44645	44718					
コンクリート質量	14319	14310	14397					
注入水量1	7716	7749	7761	モルタル質量	7913.6	8144.9	8107.2	
注入水量2	227	199	173	モルタル容積	3455.6	3540.7	3508.0	
空気量(%)	3.73	3.29	2.86					
γ_c (空気なし)	2.4448	2.4454	2.4544	γ_m (空気なし)	2.2901	2.3004	2.3111	
推定余剰水量	2.9	2.5	-3.3	推定余剰水量	2.4	-2.0	-6.5	
推定単位水量	156.5	156.1	150.3	推定単位水量	156.0	151.6	147.1	
5-2	153-2.5+ α							蓋なし
コン+下容器	30090	29936	30026	粗骨材測定重量*	4369.1	4389.6	4422.6	
注水後質量	44452	44500	44602	骨材質量	6396.4	6429.2	6482.0	
最終質量	44765	44731	44796					
コンクリート質量	14627	14473	14563					
注入水量1	7438	7640	7652	モルタル質量	8230.5	8043.8	8081.0	
注入水量2	313	231	194	モルタル容積	3650.9	3518.7	3523.9	
空気量(%)	4.92	3.75	3.15					
γ_c (空気なし)	2.4182	2.4411	2.4460	γ_m (空気なし)	2.2544	2.2860	2.2932	
推定余剰水量	20.7	5.3	2.1	推定余剰水量	18.3	4.2	1.1	
推定単位水量	174.3	158.9	155.7	推定単位水量	171.9	157.8	154.7	

付表-7 ローリンメータの試験結果一覧 (4/4)

5-3	153-2.5+2 α							蓋なし
コン+下容器	29168	29538	29823	粗骨材測定重量*	4132.6	4213.7	4372.3	
注水後質量	43861	44205	44451	骨材質量	6018.1	6147.8	6401.5	
最終質量	44249	44459	44658					
コンクリート質量	13705	14075	14360					
注入水量1	7768	7743	7704	モルタル質量	7687.4	7927.5	7958.6	
注入水量2	389	254	207	モルタル容積	3387.0	3498.3	3489.1	
空気量(%)	6.45	4.19	3.39					
γ_c (空気なし)	2.4287	2.4255	2.4385	γ_m (空気なし)	2.2697	2.2661	2.2810	
推定余剰水量	13.5	15.7	7.0	推定余剰水量	11.4	13.0	6.4	
推定単位水量	167.1	169.3	160.6	推定単位水量	165.0	166.6	160.0	
6	高強度							蓋なし
コン+下容器	30647	30608	30495	粗骨材測定重量*	4028.8	4079.8	4108.7	
注水後質量	45198	45179	45112	骨材質量	5852.0	5933.6	5979.8	
最終質量	45294	45279	45238					
コンクリート質量	15184	15145	15032					
注入水量1	7627	7647	7693	モルタル質量	9331.6	9211.0	9051.9	
注入水量2	96	100	126	モルタル容積	3883.0	3828.4	3739.1	
空気量(%)	1.55	1.62	2.06					
γ_c (空気なし)	2.4986	2.5021	2.5133	γ_m (空気なし)	2.4032	2.4060	2.4209	
推定余剰水量	-4.9	-7.2	-14.4	推定余剰水量	-5.6	-6.8	-13.3	
推定単位水量	155.5	153.2	146.0	推定単位水量	154.8	153.6	147.1	
2'-1	163-2.0							蓋なし
コン+下容器	29515	29640	29606	粗骨材測定重量*	4328.6	4383.1	4302.7	
注水後質量	44161	44298	44337	骨材質量	6331.6	6418.8	6290.2	
最終質量	44462	44543	44536					
コンクリート質量	14052	14177	14143					
注入水量1	7722	7734	7807	モルタル質量	7720.7	7758.4	7853.0	
注入水量2	301	245	199	モルタル容積	3403.4	3414.7	3435.9	
空気量(%)	4.95	4.04	3.32					
γ_c (空気なし)	2.4325	2.4355	2.4410	γ_m (空気なし)	2.2685	2.2721	2.2856	
推定余剰水量	-6.4	-8.4	-12.0	推定余剰水量	-5.7	-7.2	-13.1	
推定単位水量	157.2	155.2	151.6	推定単位水量	157.9	156.4	150.5	
2'-2	163-2.0+ α							蓋なし
コン+下容器	29505	29928	29553	粗骨材測定重量*	4237.4	4347.9	4257.8	
注水後質量	44039	44347	44215	骨材質量	6185.7	6362.5	6218.4	
最終質量	44408	44660	44466					
コンクリート質量	14042	14465	14090					
注入水量1	7609	7495	7738	モルタル質量	7856.6	8102.5	7871.9	
注入水量2	370	313	251	モルタル容積	3502.0	3606.7	3479.8	
空気量(%)	5.97	4.96	4.14					
γ_c (空気なし)	2.4124	2.4141	2.4248	γ_m (空気なし)	2.2434	2.2466	2.2622	
推定余剰水量	5.6	4.4	-2.7	推定余剰水量	4.5	3.1	-3.9	
推定単位水量	169.2	168.0	160.9	推定単位水量	168.1	166.7	159.7	
2'-3	163-2.0+ α							蓋なし
コン+下容器	29701	29879	29592	粗骨材測定重量*	4284.9	4344.7	4264.2	
注水後質量	44223	44355	44225	骨材質量	6261.7	6357.4	6228.6	
最終質量	44478	44597	44437					
コンクリート質量	14238	14416	14129					
注入水量1	7598	7552	7709	モルタル質量	7976.5	8058.7	7900.6	
注入水量2	255	242	212	モルタル容積	3599.5	3622.6	3543.9	
空気量(%)	4.11	3.87	3.48					
γ_c (空気なし)	2.3942	2.4003	2.4034	γ_m (空気なし)	2.2160	2.2246	2.2294	
推定余剰水量	18.0	13.8	11.7	推定余剰水量	17.4	13.3	11.0	
推定単位水量	181.6	177.4	175.3	推定単位水量	181.0	176.9	174.6	

*粗骨材測定重量:粗骨材の水中測定重量でカゴ重量370.6gを含んだ値

付表-8 エアメータの試験結果一覧 (1/3)

エアメータの諸元
 容器質量 2137g
 容器容積 6993cc
 注水容積 117cc

粗骨材量の補正無し				粗骨材量の補正あり			
	0h	1h	2h		0h	1h	2h
1-1 173-2.0							
測定質量	18102	18328	18510	粗骨材測定重量*	4679.3	4759	4771.3
注入水量	118	103	90	粗骨材質量	6892.6	7020.1	7039.8
測定空気量%	4.8	4.3	3.5	モルタル質量	9072.5	9170.9	9333.1
コンクリート質量	15965	16191	16373	モルタル容積	4408.1	4375.3	4381.0
γ_c (空気なし)	2.39844	2.41449	2.41689	γ_m (空気なし)	2.2277	2.2511	2.2570
推定余剰水量	5.7	-5.1	-6.7	推定余剰水量	4.5	-6.3	-8.9
推定単位水量	179.4	168.6	167.0	推定単位水量	178.2	167.4	164.8
1-2 173-2.0+ α							
測定質量	18237	18369	18468	粗骨材測定重量*	4641.9	4685.9	4726.8
注入水量	108	92	100	粗骨材質量	6832.8	6903.2	6968.6
測定空気量%	3.8	3.7	3	モルタル質量	9267.3	9328.8	9362.3
コンクリート質量	16100	16232	16331	モルタル容積	4440.6	4430.2	4397.6
γ_c (空気なし)	2.39015	2.40175	2.40169	γ_m (空気なし)	2.2200	2.2369	2.2359
推定余剰水量	11.4	3.5	3.5	推定余剰水量	8.2	0.2	0.7
推定単位水量	185.1	177.2	177.2	推定単位水量	181.9	173.9	174.4
1-3 173-2.0+2 α							
測定質量	18442	18353	18434	粗骨材測定重量*	4834.8	4692.6	4612
注入水量	111	121	105	粗骨材質量	7141.4	6913.9	6785.0
測定空気量%	2.3	2.6	2.3	モルタル質量	9163.5	9302.1	9512.0
コンクリート質量	16305	16216	16297	モルタル容積	4321.9	4397.2	4461.5
γ_c (空気なし)	2.38443	2.38213	2.38122	γ_m (空気なし)	2.2023	2.2067	2.2119
推定余剰水量	15.3	16.9	17.6	推定余剰水量	16.7	14.6	12.0
推定単位水量	189.0	190.6	191.3	推定単位水量	190.4	188.3	185.7
2-1 163-2.0							
測定質量	18038	18458	18733	粗骨材測定重量*	4685.7	4665.5	4800.1
注入水量	136	98	77	粗骨材質量	6902.9	6870.6	7085.9
測定空気量%	5.5	4.1	3.7	モルタル質量	8998.3	9450.4	9509.9
コンクリート質量	15901	16321	16596	モルタル容積	4386.3	4436.4	4376.7
γ_c (空気なし)	2.41274	2.42706	2.45034	γ_m (空気なし)	2.2480	2.2778	2.3102
推定余剰水量	4.5	-5.0	-20.1	推定余剰水量	2.2	-10.9	-24.6
推定単位水量	168.3	158.8	143.7	推定単位水量	166.0	152.9	139.2
2-2 163-2.0+ α							
測定質量	17906	18316	18523	粗骨材測定重量*	4641	4819.2	4833.2
注入水量	115	116	106	粗骨材質量	6831.4	7116.4	7138.8
測定空気量%	6	4.6	3.7	モルタル質量	8937.9	9062.6	9247.1
コンクリート質量	15769	16179	16386	モルタル容積	4434.1	4326.2	4327.8
γ_c (空気なし)	2.39823	2.42479	2.42937	γ_m (空気なし)	2.2265	2.2631	2.2727
推定余剰水量	14.4	-3.5	-6.5	推定余剰水量	12.2	-4.5	-8.7
推定単位水量	178.2	160.3	157.3	推定単位水量	176.0	159.3	155.1
2-3 163-2.0+2 α							
測定質量	18060	18279		粗骨材測定重量*	4693.5	4870.2	
注入水量	111	107		粗骨材質量	6915.3	7198.0	
測定空気量%	4.8	4.3		モルタル質量	9007.8	8944.0	
コンクリート質量	15923	16142		モルタル容積	4406.6	4304.7	
γ_c (空気なし)	2.38975	2.40856		γ_m (空気なし)	2.2129	2.2340	
推定余剰水量	20.2	7.3		推定余剰水量	18.7	8.7	
推定単位水量	184.0	171.1		推定単位水量	182.5	172.5	

付表-8 エアメータの試験結果一覧 (2/3)

2-4 163-2.0- α							
測定質量				粗骨材測定重量*			
注入水量				粗骨材質量			
測定空気量%				モルタル質量			
コンクリート質量				モルタル容積			
γ_c (空気なし)				γ_m (空気なし)			
推定余剰水量				推定余剰水量			
推定単位水量				推定単位水量			
3-1 153-1.5							
測定質量	18308	18406	18594	粗骨材測定重量*	4685.1	4592.7	4664.7
注入水量	99	103	115	粗骨材質量	6901.9	6754.1	6869.3
測定空気量%	4.5	4.2	3.7	モルタル質量	9269.1	9514.9	9587.6
コンクリート質量	16171	16269	16457	モルタル容積	4423.7	4475.1	4419.9
γ_c (空気なし)	2.41518	2.42358	2.44303	γ_m (空気なし)	2.2563	2.2759	2.3041
推定余剰水量	3.6	-2.1	-14.9	推定余剰水量	0.3	-8.5	-20.7
推定単位水量	157.1	151.4	138.6	推定単位水量	153.8	145.0	132.8
3-2 153-1.5+ α							
測定質量	18023	18289	18313	粗骨材測定重量*	4623.6	4734.9	4579.8
注入水量	112	109	131	粗骨材質量	6803.5	6981.6	6733.5
測定空気量%	5.4	4.4	3.6	モルタル質量	9082.7	9170.4	9442.5
コンクリート質量	15886	16152	16176	モルタル容積	4447.5	4383.8	4454.8
γ_c (空気なし)	2.39966	2.41326	2.40434	γ_m (空気なし)	2.2318	2.2500	2.2463
推定余剰水量	14.2	4.9	11.0	推定余剰水量	11.8	3.2	4.9
推定単位水量	167.7	158.4	164.5	推定単位水量	165.3	156.7	158.4
3-3 153-1.5+2 α							
測定質量	17925	18127	18180	粗骨材測定重量*	4594.6	4749.1	4616.3
注入水量	125	123	94	粗骨材質量	6757.1	7004.3	6791.8
測定空気量%	5.1	4	4.3	モルタル質量	9031.1	8985.8	9251.2
コンクリート質量	15788	15990	16043	モルタル容積	4451.9	4361.3	4469.9
γ_c (空気なし)	2.38175	2.38388	2.38937	γ_m (空気なし)	2.2050	2.2014	2.2195
推定余剰水量	26.8	25.3	21.4	推定余剰水量	24.8	26.6	17.7
推定単位水量	180.3	178.8	174.9	推定単位水量	178.3	180.1	171.2
4-1 153-2.0							
測定質量	18268	18500	18692	粗骨材測定重量*	4882.1	4919	5039.2
注入水量	100	118	103	粗骨材質量	7217.0	7276.1	7468.4
測定空気量%	5.3	4	3.5	モルタル質量	8914.0	9086.8	9086.4
コンクリート質量	16131	16363	16555	モルタル容積	4304.5	4264.4	4207.3
γ_c (空気なし)	2.42991	2.43772	2.44827	γ_m (空気なし)	2.2665	2.2804	2.2934
推定余剰水量	3.0	-2.1	-9.0	推定余剰水量	1.3	-4.7	-10.2
推定単位水量	156.6	151.5	144.6	推定単位水量	154.9	148.9	143.4
4-2 153-2.0+ α							
測定質量	18004	18371	18616	粗骨材測定重量*	4644.9	4873.1	4967.3
注入水量	120	115	89	粗骨材質量	6837.6	7202.6	7353.3
測定空気量%	5.8	4.2	3.9	モルタル質量	9029.6	9031.3	9125.5
コンクリート質量	15867	16234	16479	モルタル容積	4426.8	4294.9	4264.4
γ_c (空気なし)	2.40973	2.42252	2.44231	γ_m (空気なし)	2.2454	2.2572	2.2867
推定余剰水量	16.6	8.0	-5.1	推定余剰水量	10.7	5.4	-7.4
推定単位水量	170.2	161.6	148.5	推定単位水量	164.3	159.0	146.2
4-3 153-2.0+2 α							
測定質量	18023	18253	18338	粗骨材測定重量*	4625.5	4732.4	4661.1
注入水量	103	92	106	粗骨材質量	6806.6	6977.6	6863.5
測定空気量%	5.9	5.1	4.2	モルタル質量	9079.6	9138.5	9337.5
コンクリート質量	15886	16116	16201	モルタル容積	4455.4	4402.3	4431.1
γ_c (空気なし)	2.40932	2.41978	2.41449	γ_m (空気なし)	2.2463	2.2596	2.2571
推定余剰水量	16.9	9.8	13.4	推定余剰水量	10.3	4.4	5.5
推定単位水量	170.5	163.4	167.0	推定単位水量	163.9	158.0	159.1

付表-8 エアメータの試験結果一覧 (3/3)

5-1 153-2.5							
測定質量	18575	18813	18966	粗骨材測定重量*	4925.4	4953.9	4951.6
注入水量	87	85	81	粗骨材質量	7286.3	7331.9	7328.2
測定空気量%	4.8	3.5	2.9	モルタル質量	9151.5	9343.8	9500.4
コンクリート質量	16438	16676	16829	モルタル容積	4291.5	4276.4	4281.8
γ_c (空気なし)	2.45857	2.45984	2.46566	γ_m (空気なし)	2.3142	2.3182	2.3297
推定余剰水量	-6.1	-6.9	-10.6	推定余剰水量	-7.8	-9.5	-14.1
推定単位水量	147.5	146.7	143.0	推定単位水量	145.8	144.1	139.5
5-2 153-2.5+ α							
測定質量	18271	18657	18700	粗骨材測定重量*	4769.7	4899	4842.2
注入水量	102	81	110	粗骨材質量	7037.2	7244.1	7153.2
測定空気量%	5.5	3.9	3.1	モルタル質量	9096.8	9275.7	9409.6
コンクリート質量	16134	16520	16563	モルタル容積	4369.9	4313.4	4318.4
γ_c (空気なし)	2.4362	2.4456	2.44178	γ_m (空気なし)	2.2831	2.2964	2.2942
推定余剰水量	8.6	2.4	4.9	推定余剰水量	5.5	-0.3	0.7
推定単位水量	162.2	156.0	158.5	推定単位水量	159.1	153.3	154.3
5-3 153-2.5+2 α							
測定質量	18087	18383	18617	粗骨材測定重量*	4829.6	4689.2	4836.1
注入水量	111	102	95	粗骨材質量	7133.1	6908.5	7143.5
測定空気量%	6	4.7	3.7	モルタル質量	8817.1	9337.5	9336.4
コンクリート質量	15950	16246	16480	モルタル容積	4325.0	4418.2	4337.1
γ_c (空気なし)	2.42436	2.43251	2.43947	γ_m (空気なし)	2.2579	2.2837	2.2897
推定余剰水量	16.5	11.0	6.4	推定余剰水量	16.7	5.2	2.6
推定単位水量	170.1	164.6	160.0	推定単位水量	170.3	158.8	156.2
6 高強度							
測定質量	19385	19432	19341	粗骨材測定重量*	4306.2	4553.3	4441
注入水量	106	95	102	粗骨材質量	6295.8	6691.1	6511.4
測定空気量%	1.4	1.3	1.8	モルタル質量	10952.6	10604.3	10693.0
コンクリート質量	17248	17295	17204	モルタル容積	4643.9	4506.7	4567.0
γ_c (空気なし)	2.49759	2.49793	2.49994	γ_m (空気なし)	2.4094	2.4016	2.4078
推定余剰水量	-4.2	-4.5	-5.8	推定余剰水量	-8.3	-4.9	-7.6
推定単位水量	156.2	155.9	154.6	推定単位水量	152.1	155.5	152.8
2'-1 163-2.0							
測定質量	18339	18570	18733	粗骨材測定重量*	4799	4873	4915.3
注入水量	105	99	81	粗骨材質量	7084.1	7202.5	7270.2
測定空気量%	4.8	3.9	3.4	モルタル質量	9117.9	9230.4	9325.6
コンクリート質量	16202	16433	16596	モルタル容積	4349.4	4311.0	4303.6
γ_c (空気なし)	2.42951	2.43897	2.44412	γ_m (空気なし)	2.2720	2.2861	2.2943
推定余剰水量	-4.4	-10.6	-14.0	推定余剰水量	-7.2	-13.3	-16.9
推定単位水量	159.2	153.0	149.6	推定単位水量	156.4	150.3	146.7
2'-2 163-2.0+ α							
測定質量	18029	18220	18439	粗骨材測定重量*	4652.2	4805.8	4809.7
注入水量	124	113	103	粗骨材質量	6849.3	7095.0	7101.2
測定空気量%	5.9	4.6	4.1	モルタル質量	9042.9	8988.1	9200.7
コンクリート質量	15892	16083	16302	モルタル容積	4418.4	4337.3	4344.9
γ_c (空気なし)	2.41747	2.40937	2.42596	γ_m (空気なし)	2.2572	2.2384	2.2675
推定余剰水量	2.2	7.6	-3.5	推定余剰水量	-1.7	6.9	-6.2
推定単位水量	165.8	171.2	160.1	推定単位水量	161.9	170.5	157.4
2'-3 163-2.0+2 α							
測定質量	18196	18343	18413	粗骨材測定重量*	4648.5	4799.3	4715
注入水量	132	104	88	粗骨材質量	6843.4	7084.6	6949.7
測定空気量%	3.7	3.4	3.6	モルタル質量	9215.7	9121.4	9326.2
コンクリート質量	16059	16206	16276	モルタル容積	4412.6	4350.2	4416.7
γ_c (空気なし)	2.38978	2.39455	2.40439	γ_m (空気なし)	2.2183	2.2183	2.2398
推定余剰水量	21.1	17.7	11.0	推定余剰水量	16.3	16.3	6.2
推定単位水量	184.7	181.3	174.6	推定単位水量	179.9	179.9	169.8

*粗骨材測定重量:粗骨材の水中測定重量でカゴ重量370.6gを含んだ値