

硬化コンクリートの密度試験に関する基礎的検討

足利工業大学工学部 正会員 ○松村 仁夫

足利工業大学工学部 正会員 黒井 登起雄

1. はじめに

コンクリート密度試験は、ISO 規格¹⁾に3種類の体積計算によって求める方法が規定されている。わが国では、JIS 規格などもなく、現行のコンクリート構造物の設計方法においても「コンクリートの密度（あるいは単位体積質量）」の数値を詳細に規定していない。しかし、1990年代以降にフェロニッケルスラグ、銅スラグ、電気炉酸化スラグなどの細、粗骨材など各種の産業副産物が、資源の有効利用の観点からコンクリート用骨材としてJIS化されている。これらの骨材は、通常の川砂、碎石などに比べ、密度が大きいのが特徴である（2.9～4.0g/cm³）。そこで、本研究では、硬化コンクリートの質量および体積測定における乾燥、浸漬期間の影響、密度に及ぼす体積、体積の測定誤差の影響などを実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

実験に使用したセメント、細骨材および粗骨材の物理的性質は、表-1に示す。混和剤は、AE減水剤（ヴィンソル 80）、AE剤（ヴィンソル）、高性能AE減水剤（SP8HE）および消泡剤（マイクロエア 404）を使用した。

表-1 使用材料および物理的性質

使用材料	種 類	密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)
セメント	普通ポルトランドセメント	3.16	-----
細 骨 材	鬼怒川産川砂	2.62	2.16
粗 骨 材	葛生産碎石 (硬質砂岩)	G _{max} =13mm	2.63
		G _{max} =20mm	2.62
			1.13
			0.94

2.2 実験計画および要因

実験は、硬化コンクリートの密度測定に影響する質量と体積の測定方法、体積と密度の関係などを以下に記述する3シリーズに分けて行った。また、表-2に配合条件および実験水準を示す。

表-2 配合および実験水準

種 類／実験シリーズ	W/C(%)	実 験 水 準 な ど
(1) コンクリートの質量、体積測定方法	40, 50, 60	-----
(2) コア供試体の高さ（体積）と密度	20, 30	d=100mm, 75mm h/d=1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 1.9, 2.0, 2.1
(3) 供試体の高さ（体積）と密度	30, 40, 60	d=100mm(h/d=1.0, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0

(1) コンクリートの質量、体積測定方法の検討

コンクリートの質量および体積測定における湿潤供試体の乾燥と乾燥供試体の浸漬を実験的に検討した。水置換法と実測寸法からの体積測定方法についても検討した。配合は、W/C=40～60%の3水準とし（スランプ=10±1cm, 空気量=5±1%）、供試体の寸法は、φ100×200mm円柱形および一辺100mmの立方形の2種類とした。また、供試体の乾燥は、105℃炉乾燥と20℃、60%RH乾燥の2種類とした。

(2) コア供試体による高さとの関係

h/dの異なるコア供試体(d=75mm, 100mm)の体積測定方法（水置換法と実測寸法）とコンクリートの密度の実験的に検討した。コンクリートの配合は、W/C=20%, 30%の2水準とし（スランプ=10±1cm〈または、フロー=55±5cm〉）、空気量=5±1%、h/d(高さとの直径の比)は1.0～2.0の8水準とした(コア供試体)。

(3) 供試体高さ(体積)とコンクリートの密度

h/Dの異なる供試体(φ100mm, h/d=1.0～2.0の5水準)によるコンクリートの密度に及ぼす体積の影響を実験的に検討した。配合は、W/C=30～60%の3水準とした(G_{max}=13mm, スランプ=10±1cm, 空気量=5±1%)。h/d(高さとの直径の比)は1.0～2.0の5水準とした(円柱形供試体)。

キーワード コンクリートの密度、寸法、質量、体積、水置換方法

連絡先 〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 TEL 0284-62-0605 FAX : 0284-64-1061

3. 実験結果および考察

3.1 コンクリートの乾燥，浸漬による質量変化

図-1の28日水中養生した(湿潤状態の)コンクリート($\phi 100 \times 200\text{mm}$ 円柱)の空气中乾燥状態における質量変化より，気乾状態における質量は，一定の値になるまでに20日以上(20日程度)の時間が必要で，1～2%低下する。時間

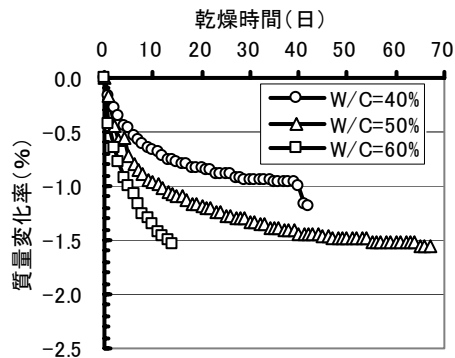


図-1 コンクリートの乾燥(20日程度)による質量変化

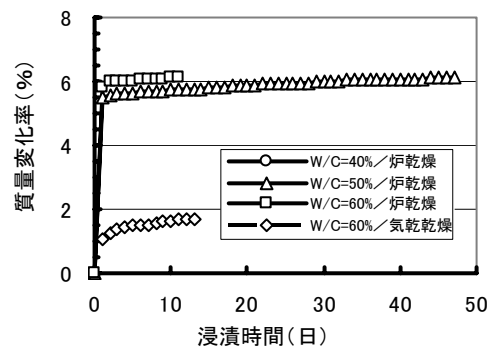


図-2 コンクリートの浸漬による質量変化(100mm 立方体)

間は，W/C が小さくなるほど長くなる。また，炉乾燥の場合，質量は約6%低下し，約7日で一定になる。図-2の空气中乾燥および炉乾燥したコンクリートの水中における質量変化は，炉乾燥の場合，約6%，気乾状態の場合，約2%質量が増加する。質量は，約7日ではほぼ一定となる。乾燥過程および浸漬過程におけるコンクリートの密度は，7日程度で一定の値となり，体積の測定方法(水置換法，実測寸法法)，W/C などによって変化する。

3.2 水置換法によるコンクリートの体積測定

図-3は，炉乾燥(105℃)および空气中乾燥(20℃，60%RH)したコンクリートの水置換法による体積の10分間の経時時間(水中質量の測定時間)との関係を示す。図より，水置換法による体積は，実測寸法による体積よりも3～5%小さくなる傾向がある。また，体積減少は，乾燥の度合いが高いほど大きくなる。

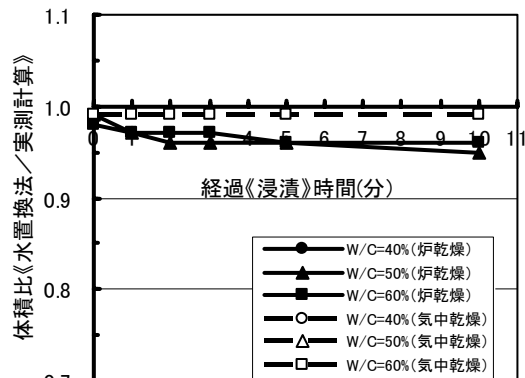


図-3 水置換法によるコンクリート体積の経時変化($\phi 100 \times 200\text{mm}$ 円柱)

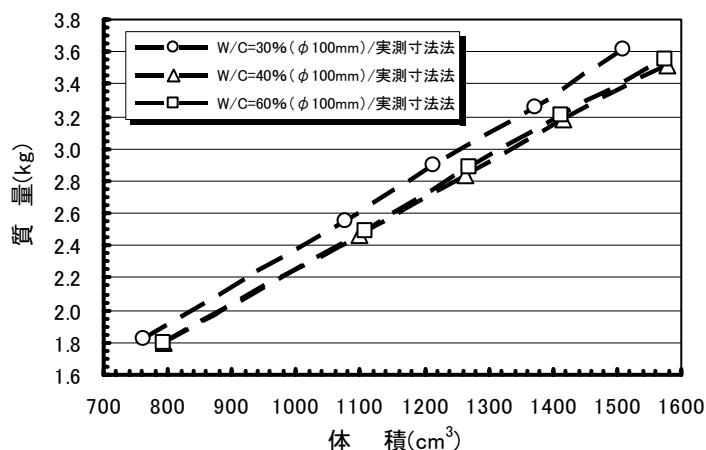


図-4 コンクリートの質量と体積との関係

3.3 コンクリートの密度と試料体積の関係

図-4は， $\phi 100\text{mm}$ 円柱供試体の体積($h/d=1.0 \sim 2.0$)と質量

測定との関係を示す。また，図-5は，コンクリートの密度と体積の測定誤差との関係を示す。図より，試料体積が800～1500 cm^3 のとき，密度は殆ど変化しない(密度の変化量が0.02～0.03 kg/l)。また，体積測定の誤差 $\pm 1\%$ に対して，コンクリートの密度は，約 $\pm 0.03\text{kg/l}$ 変化する。

4. まとめ

硬化コンクリートの密度に影響する乾燥，湿潤，供試体体積，体積測定法などを明らかにすることができた。

参考文献 1) ISO 6275-1985 ; Concrete, hardened – Determination of density(硬化コンクリートの密度測定方法)

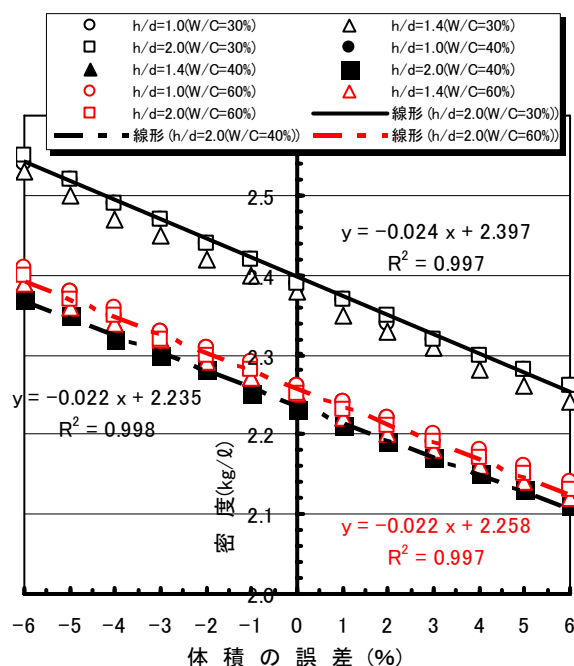


図-5 コンクリートの密度と体積の測定誤差との関係