

硬化コンクリートの密度試験における体積測定に関する検討

足利工業大学工学部 学生員 大矢 剛士
 同 上 正会員 黒井登起雄
 同 上 正会員 松村 仁夫
 同 上 学 生 岩崎 雄

1. はじめに

硬化コンクリート密度試験は、ISO 規格(ISO/FDIS 1920-5)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コンクリート用骨材として JIS 化され、これらを用いたコンクリートは、通常の川砂、砕石を用いた場合に比べ、密度の大きくなる傾向がある。そこで、本研究では、体積の測定方法と硬化コンクリートの密度の測定精度、乾燥した硬化コンクリートにおける水置換法による体積 密度の測定精度および水置換法における体積測定の誤差(吸水)などの密度試験方法の問題点を検証する。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。細骨材は、表-1 に示す川砂(RS)、フェロニッケルスラグ(FNS)、銅スラグ(CUS)および電気炉酸化スラグ(EFS)の 4 種類を、また、粗骨材は最大寸法：20mm の砕石(硬質砂岩、CG)と電気炉酸化スラグ砕石(EFG)の 2 種類を用いた。混和剤は、AE 減水剤を使用した。コンクリートの配合は、普通コンクリートの場合 W/C=40%、50%、60% (スランプ=10±1cm、空気量=5±1%)とした。また、スラグ細骨材を使用したコンクリートの場合は、W/C=50% で、スラグ混合率=50%(容積)をとした(表-2)。

2.2 実験方法

(1) 供試体の作製と圧縮強度試験；供試体は、100×200mm の円

柱形とし、円筒形型枠を用いて、水準毎に密度試験用 3 個(一部、乾燥用 3 個)と圧縮強度試験用 3 個の合計 6 個(一部 9 個)作製した。コンクリートの練混ぜは、100ℓ の強制練りミキサを用いて行った。各供試体は、材齢 1 日で脱型し、20±3 の水中で材齢 28 日まで養生した。質量、体積の測定は、表乾状態(材齢 28 日水中養生後)および乾燥状態(材齢 28 日後に所定期間 105±5 で炉乾燥)で行った。コンクリートの圧縮強度は、材齢 28 日に JIS A 1108 に従って試験した。

表-1 使用骨材とその物理的性質

種 類	測定方法	密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率	単位容積質量 (kg/m ³)	
細骨材	川砂(鬼怒川産)	JIS 法	2.62	2.16	2.72	1745
	銅スラグ	JIS 法	3.53	0.48	3.73	2345
		電気抵抗法	3.42	0.56		
	電気炉酸化スラグ	JIS 法	3.36	1.26	3.17	2455
		電気抵抗法	3.32	1.73		
	フェロニッケルスラグ	JIS 法	2.87	0.83	1.86	1800
		電気抵抗法	2.81	0.68		
	粗骨材	葛生町産砕石	JIS 法	2.63	0.94	6.77
電気炉酸化スラグ		JIS 法	3.37	3.30	6.53	2235

表-2 コンクリートの配合とフレッシュコンクリートの性質

種 類	Slug の混合率	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)							フレッシュコンクリートの性質	
				W	C	S		G		Ad	SL (cm)	Air (%)
						RS	SG	CG	SG			
普通コンクリート (RS+CG)	-----	40	43.5	168	420	740	-----	965	-----	1.260	9.0	6.0
	-----	50	44.6	158	316	809	-----	1008	-----	0.948	9.0	6.0
	-----	60	46.3	152	253	871	-----	1014	-----	0.759	9.0	4.4
FNS+CG	50	50	43.2	169	338	385	410	1007	-----	1.014	11.0	5.5
CUS+CG	50	50	48	155	310	438	571	953	-----	0.930	10.0	5.0
EFS+CG	50	50	47.1	152	304	432	548	976	-----	0.912	10.5	4.9
RS+EFG	-----	50	46.4	175	350	807	-----	-----	1200	1.050	10.0	4.5

キーワード：普通コンクリート，スラグ骨材コンクリート，密度，水置換法，寸法測定

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

(2) コンクリートの体積および密度の測定：コンクリート供試体の体積は、水置換法による測定と実寸法の測定および公称寸法(100×200mm)の3種類で測定、計算した。水置換法による体積(V)は、供試体の空气中(m_a)および水中(m_w)における質量を測定し、 $V=(m_a - m_w) / \rho_w$ の計算式によって求めた(ρ_w ; 測定水温から求めた水の密度)。コンクリートの密度(D)は、上記の測定で得られた供試体の体積(V)と空中における質量測定(m_a)の結果から $D=m_a / V$ の計算式によって求めた。

3. 実験結果及び考察

図-1は、各種コンクリートの圧縮強度試験結果の一例を示す。図より、各種細骨材(RS, FNS, CUS, EFS)とCGを用いたコンクリートの圧縮強度(W/C=50%)は、41.9~48.3N/mm³の範囲である。RSとEFGを用いたコンクリートの場合、CGを用いた場合よりも強度が約40%大きくなった。

図-2は、材齢28日水中養生後の水置換法による各種コンクリートの体積と実寸法法によって求めた体積(公称寸法による体積との比率で表示)との相関を示す。図より、表乾状態のコンクリートの水置換法による体積、公称寸法、実寸法から計算した体積の差異は、非常に小さく、±4%程度である。図-3は、乾燥期間28日のコンクリートの水置換法における吸水時間(水中における質量測定時間)と体積比(水置換法/公称寸法)との関係を示す。図より、乾燥

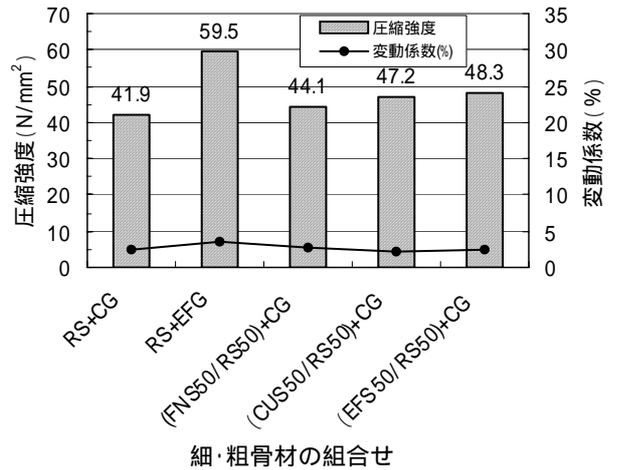


図-1 各種コンクリート(W/C=50%)の圧縮強度

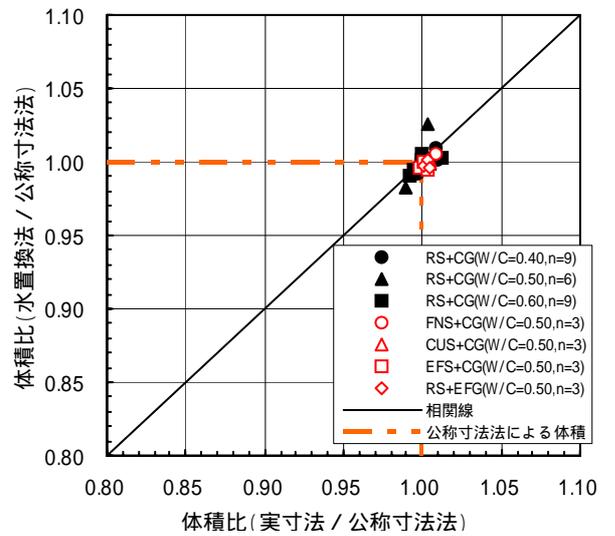


図-2 測定方法による体積の相関(表乾状態)

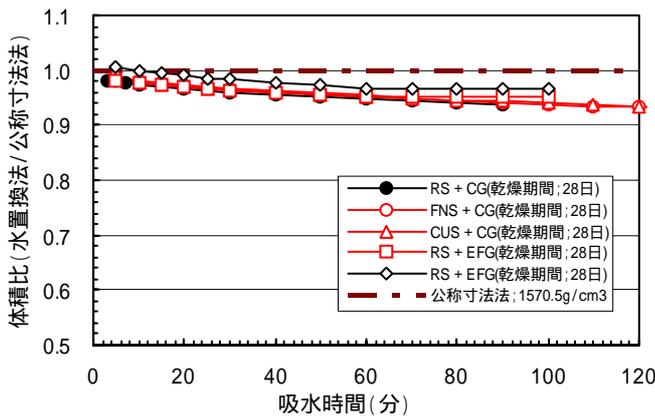


図-3 吸水による乾燥コンクリートの体積減少(W/C=0.50)

コンクリートの吸水による体積減少は、60分間で公称寸法による体積の約5%で、5分程度の吸水で約2%である。このときの乾燥コンクリートの密度は、吸水時間が長くなると大きくなる(図-4参照)。5分以内の吸水時間であれば、乾燥コンクリートの密度増加は2%以下にすることができる。

4. まとめ

以上より、コンクリートの密度試験における3種類の体積測定方法の精度を実験によって明らかにできた。

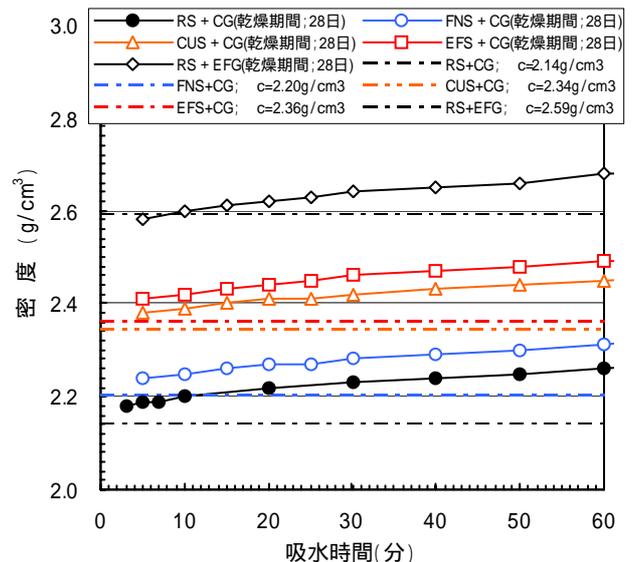


図-4 吸水による乾燥コンクリートの密度増加(W/C=0.50)