

銅スラグ細骨材混入コンクリートの乾燥収縮特性 に関する基礎的研究

1. はじめに

2009年に改訂された JASS5 では、3節「コンクリートの種類および品質」において、乾燥収縮率は、特記がない場合、計画供用期間の級が超長期および長期では、 800×10^{-6} 以下とされた。この指針の刊行によって、コンクリートの収縮問題がクローズアップされてきた。

四国地区の骨材事情はあまり良くない。良質な川砂利川砂が採取できなく、碎石砕砂コンクリートが一般的である。そのため、 800×10^{-6} という乾燥収縮問題は、ほかの地域と比較して、注目されている。

一般に、碎石砕砂の一部に吸水率の小さい石灰石骨材を置換することによって、碎石砕砂コンクリートの乾燥収縮ひずみを 800×10^{-6} 以下に抑制できる。吸水率が小さい骨材として四国では、銅スラグ細骨材が産業副産物として産出されている。本研究では、銅スラグ細骨材の有効利用として、骨材径 2.5mm, 5.0mm の銅スラグ細骨材および 10mm の銅スラグ粗骨材の乾燥収縮ひずみ抑制効果について実験的検討を行った。

2. 実験概要

使用材料を表1にコンクリートの配合を表2に示す。比較対象とするコンクリートは、碎石・砕砂コンクリートとし、同一産地のものを使った。コンクリートの配合の単位水量 175kg/m^3 、水セメント比 50%を同一とし、コンクリート中に占めるセメントペーストの体積を一定とし、セメントペーストの乾燥収縮がコンクリートの乾燥収縮に与える影響は同一条件に設定した。粗骨材の最大寸法は 20mm, 空気量 $5 \pm 1.5\%$ 、 $s/a=50\%$ で一定とし、目標スランプは 8~18cm としてブリーディング発生しない程度で角柱供試体の締固めが可能なコンシステンシーとした。3種類銅スラグ骨材は、すべて砕砂の一部置換として容積置換率を 20, 40, 60, 80%とした。

表 1 使用材料

使用材料	種類	岩種または最大粒径	産地	表乾密度* (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率	実積率 (%)
セメント	普通ポルトランドセメント			3.16			
細骨材S①	砕砂	砂岩	徳島県阿波市	2.57	1.77	2.63	
細骨材S②	銅スラグ細骨材	2.5mm	愛媛県新居浜市	3.44	0.26	3.80	
細骨材S③		5.0mm		3.52	0.33	4.41	
粗骨材G①	碎石	20mm, 安山岩	徳島県鳴門市	2.56	2.16	7.03	59.84
粗骨材G②	銅スラグ粗骨材	10mm	愛媛県新居浜市	3.36	0.37	6.89	
混和剤	AE減水剤	リグニンスルホン酸系化合物およびポリオール複合体					
	SP剤	ポリカルボン酸エーテル系化合物					
	AE剤	アルキルエーテル系					

表乾密度*: セメントは単に密度を意味する。

3. 乾燥収縮ひずみの測定

長さ変化試験の計測方法は、JIS A 1129-2「モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法：コンタクトゲージ法」に準じて行った。ただし、供試体の乾燥状態は、JIS法とは異なり、低温炉乾燥室を用いた迅速法を用いた。すなわち、温度 40℃、湿度 40% で低温炉乾燥させ 56 日あるいは収束するまで測定を実施した。

40℃ 炉乾燥から供試体を取り出し、24 時間 20℃ の試験室に放置した後に、長さ変化を計測した。ひずみの変化が 5% 以下になった時点で収束と判定した。

4. 実験結果および考察

図 1 に実験結果の一例を示す。置換率が増加するに従い、同一乾燥期間におけるひずみの値が小さく、促進材齢 42 日における収縮ひずみも小さくなった。

図 2 に容積置換率と抑制ひずみ（無混和コンクリートの最終ひずみと銅スラグ骨材置換コンクリートの最終ひずみの差）の関係を示す。CUS5.0 と CUS10 は、置換率 20% はほぼ無混和と同じであるが、置換率 40% 以上では置換率が大きいほど抑制ひずみが大きくなった。しかしながら、同一置換率に対して CUS2.5 の抑制ひずみの方が大きい。

4. 結論

銅スラグ細骨材 CUS2.5 と同様に、骨材径が 2.5mm より大きい CUS5.0 と CUS210 を砕砂や砕石の一部置換することによって、砕石砕砂コンクリートの乾燥収縮ひずみを抑制する効果がある。

表 1 実験に供したコンクリートの配合

配合番号	容積置換率* (%)	単位量(kg/m ³)									
		W	C	S①	S②	S③	G①	G②	AE減水剤**	SP剤***	AE剤****
無混和①	0			854	0	0			1.19		0.012
CUS2.5-20	20			683	246				1.12		0.011
CUS2.5-40	40			512	491				1.05		0.010
CUS2.5-60	60			341	737				0.95		0.009
CUS2.5-80	80			171	983				0.00		0.007
無混和②	0			854	0	0			1.75		0.012
CUS5-20	20	175	350	683		234			1.23		0.007
CUS5-40	40			512		468			0.88		0.005
CUS5-60	60			341		701			0.70		0.006
CUS5-80	80			171		935			0.70		0.005
CUL10-20	20						680	223		2.98	0.007
CUL10-40	40						510	446		3.33	0.002
CUL10-60	60						340	670		3.50	0.006
CUL10-80	80						170	893		3.33	0.002

AE減水剤**, SP剤***およびAE剤****: 単位量は、 l/m^3 または kg/m^3 を意味し、原液の量である。

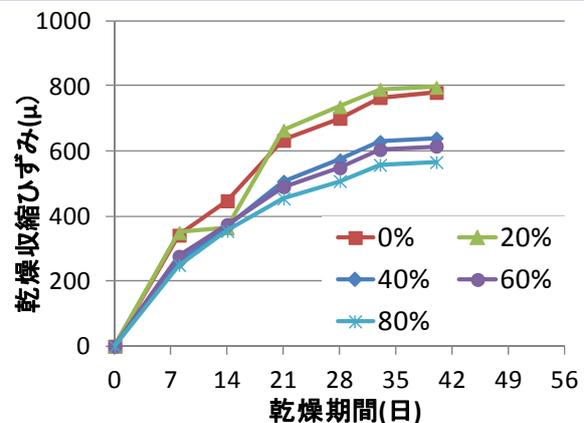


図 1 乾燥期間と収縮ひずみの関係

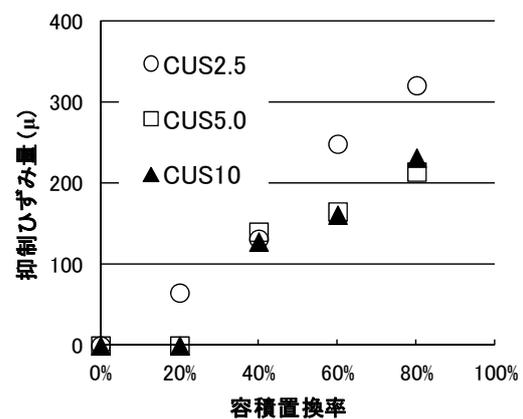


図 2 銅スラグ骨材の骨材径が抑制ひずみに与える影響