

第V部門

転炉スラグ骨材を使用したモルタルおよびコンクリートの長さ変化について

舞鶴工業高等専門学校 正会員 ○三岩 敬孝
 和歌山工業高等専門学校 正会員 中本 純次
 高知工業高等専門学校 正会員 横井 克則
 阿南工業高等専門学校 正会員 天羽 和夫

1. はじめに

鉄鋼業において副産物として生成される鉄鋼スラグは、高炉スラグおよび製鋼スラグに分類され、高炉スラグは、セメント材料およびコンクリート用骨材として利用されているものの、製鋼スラグは製鋼工程で添加される石灰石が遊離石灰として残留し、水との接触によりコンクリートを膨張させる特徴を有していることから、アスファルト用骨材および路盤材として利用されているのが現状である。しかし、近年、骨材の品質低下によりコンクリートの品質が低下し、乾燥収縮が問題となる構造物の劣化が確認されてきている。

そこで本研究では、転炉スラグ骨材を使用したモルタルおよびコンクリートの長さ変化を測定することによって、膨張材としての乾燥収縮抑制効果について検討した。

2. 実験概要

使用材料として、セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm^3 ）およびスラグ石膏セメント（高炉スラグ微粉末 90%，普通ポルトランドセメント 10%）を使用した。骨材は、膨張性を発揮させるためにエージング処理を行っていない転炉スラグ細骨材（表乾密度 2.97g/cm^3 ，吸水率 5.48%）および粗骨材（5~13mm：表乾密度 3.33g/cm^3 ，吸水率 3.14%，13~20mm：表乾密度 3.49g/cm^3 ，吸水率 1.13%），また比較用に川砂（表乾密度 2.59g/cm^3 ，吸水率 2.31%）および砕石（表乾密度 2.60g/cm^3 ，吸水率 1.03%，最大寸法 20mm）を使用した。

実験は、細骨材容積に対して、0，10，20，30，50 および 100%の製鋼スラグ細骨材を使用したモルタル、結合材にスラグ石膏セメントを使用したモルタル、細骨材および粗骨材に転炉スラグ骨材を使用したコンクリートで行った。本実験で使用したモルタルおよびコンクリートの配合を表-1 および表-2 にそれぞれ示す。

表-1 モルタルの配合

種類	細骨材容積に対する転炉スラグ代替率(%)	水結合材比 (%)	単位量(kg/m ³)							
			水	セメント	高炉スラグ微粉末	川砂	転炉スラグ細骨材			
C-S0	0	50	253	506	0	1518	0			
C-S10	10					1366	174			
C-S20	20					1214	348			
C-S30	30					1062	522			
C-S50	50					759	870			
C-S100	100					0	1740			
S-S100	100	32	384	0	1199	0	594			
SA-S100	100					400	136	1126	0	620
C-S100	100					401	1253	0	0	594
C-N	0					401	1253	0	518	0

表-2 コンクリートの配合

種類	水セメント比(%)	細骨材率(%)	単位量(kg/m ³)							
			水	セメント	細骨材		粗骨材			SP
					川砂	転炉	砕石	転炉(小)	転炉(大)	
N-N	50	47	175	350	803	0	910	0	0	3.5
N-S					803	0	0	582	610	3.5
S-S					0	921	0	582	610	3.5

3. 結果および考察

図-1に、細骨材容積に対して0,10,20,30,50 および100%の転炉スラグ細骨材を代替使用したモルタルの長さ変化を示す。一般に転炉スラグ骨材を使用したコンクリートは、遊離石灰が水と接触して膨張することが報告されているが、本実験では、水中養生から気中養生へと移行後、急激に収縮に向かっている。これは、長さ変化試験における養生条件を気中養生としたことから、水中養生時には、水が供給され膨潤した、いずれの供試体も、気中養生へと移行することで、供試体内部への水の供給がなくなり、むしろ乾燥による収縮が生じたものと考えられる。しかし、細骨材に対して転炉スラグ骨材を使用することで若干収縮量が低減されている。

図-2に結合材にスラグ石膏セメントを使用したモルタルと普通ポルトランドセメントを使用したモルタルの長さ変化を示す。普通ポルトランドセメントを使用したモルタルに比較して、スラグ石膏セメントを使用したモルタルの収縮量が小さい傾向が見られる。アルカリ刺激材を含まないスラグ石膏セメント (S-S100) を使用したモルタルでは、骨材に含まれる遊離石灰が、スラグ石膏セメントの反応に寄与したと考えられることから、収縮量が小さくなる原因については今後検討する必要があるものと思われる。

図-3にコンクリートにおける長さ変化について示す。この図より細骨材および粗骨材に天然の材料を使用したコンクリートに比較して、粗骨材に転炉スラグ骨材を使用したコンクリートの収縮量は小さくなっている。特に、細骨材と粗骨材の両方に転炉スラグ骨材を使用した場合、収縮量が非常に小さくなった。このことから、転炉スラグ骨材による膨張によりコンクリートとしての収縮量が低減されているものと思われる。

図-4に転炉スラグ骨材を使用したコンクリートの圧縮強度試験結果を示す。この図より、材齢28日までにおいては、初期強度も含め、天然の骨材に比較してほぼ同等といえる。

4. まとめ

本実験結果をまとめると以下のようになる。

細骨材および粗骨材として、転炉スラグ骨材を一部使用することによって、気中養生下におけるモルタルおよびコンクリートの乾燥収縮が低減できることが分かった。

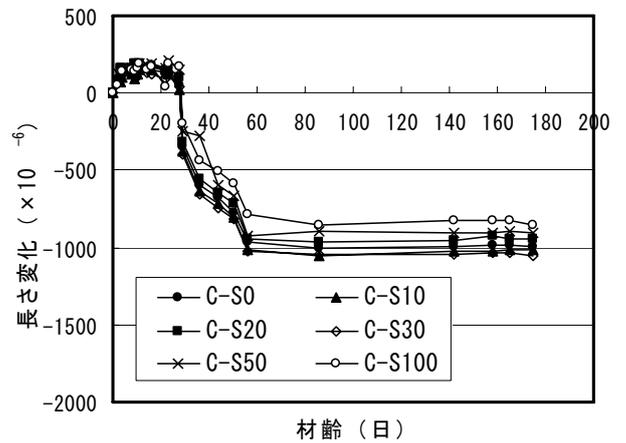


図-1 モルタルの長さ変化(代替率の影響)

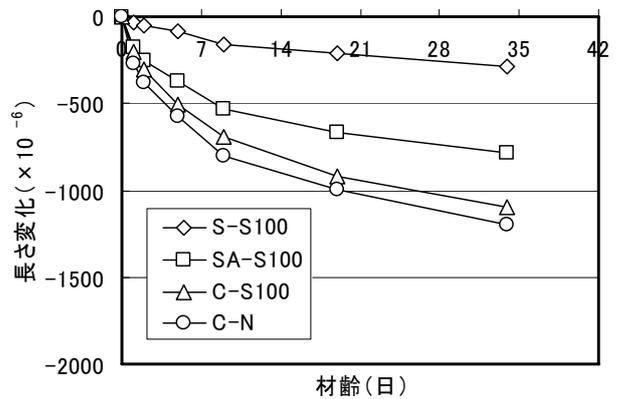


図-2 モルタルの長さ変化(結合材の影響)

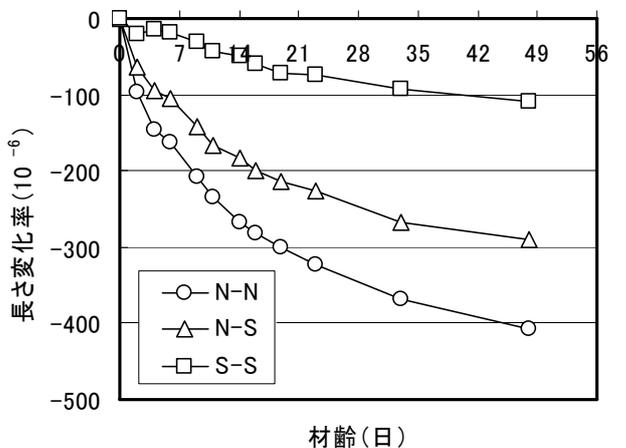


図-3 コンクリートの長さ変化

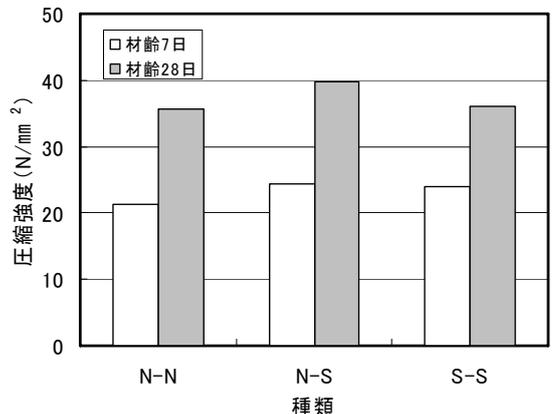


図-4 コンクリートの圧縮強度