

鹿島建設技術研究所 正員 小谷 一三
 鹿島建設技術研究所 正員 O 植原 健
 鹿島建設技術研究所 平田 重信

I. まえがき

製鉄業の副産物である高炉スラグは、主に保冷スラグにして埋立材、路盤材などに利用されていたが、公害問題や埋立地の減少によりその利用が減少している。このような情勢から、保冷スラグとしては、コンクリート用骨材などへの利用が推進される一方保冷スラグから水滓への切換えが行なわれており、水滓の有効利用が大きな問題となっている。本報文は、水滓をコンクリート材料として利用する一つの方法として、在来の高炉セメントよりも水滓を多量に混合したセメントをとりあげ、このようなセメント（スラグセメントと記す）を用いたコンクリート（スラグコンクリートと記す）の性質について実験検討した結果を報告するものである。

II. 実験概要

本実験では、スラグ混入率0%（普通ポルトランドセメント）、70%（高炉セメントC種に相当する・スラグセメントAと記す）、90%（高炉セメントC種よりさらにスラグ混入率の高いセメント・スラグセメントBと記す）の3種類のセメントコンクリートのきざ固まらないコンクリートの性質、初期硬化性状、発熱性状、硬化したコンクリートの性質について温度条件を変化させて試験を行ない、スラグ混入率の高いセメントの実用化を進める上での資料を得ること

セメントの種類	ポルトランドセメント (%)	スラグ (%)	削減剤 (%)	表-2 配合条件		表-3 温度条件	
				項 目	条 件	Case	目標値 （℃）
スラグセメントA （スラグ混入率70%）	30	68.5	1.5	単位セメント量	320 kg/m ³	I	10
スラグセメントB （スラグ混入率90%）	10	88.5	1.5	粗骨材の最大寸法	25 mm	II	20
普通ポルトランドセメント	100	0	0	スラング	7±1 cm	III	35
				混和剤使用	ボゾリス NO.5L		36

おる。

表-4 使用材料

スラグ	新日本製鉄化学工業(株)製、比重2.90、粉末度(ブレン値) 3860 mg/g
セメント	日本セメント(株)製 普通ポルトランドセメント
削減剤	日産化学(株)製 一級試薬 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (添加量は、 CaCl_2 に換算)
混和剤	ボゾリス NO.5L
粗骨材	青森産硬質砂岩砕石、比重2.64、吸水率0.7%、F.M. 7.05
細骨材	富士川産川砂、比重2.63、吸水率1.6%、F.M. 3.07

III. 実験結果とその検討

(1) きざ固まらないコンクリートの性質

表-2の配合条件により

練りまぜ試験を行なつて得

られた配合および練りまぜ

の結果を表-5に、またブ

リージング試験の結果を図

ー1に示す。

所要のコンシステンシー

を得るためには必要な単位水

量は、スラグ混入率の増加

に伴い、2減少するが、ブ

リージング量は、逆に増加し

スラグセメントAでは、普

表-5 コンクリートの配合および練りまぜ結果

セメントの種類	目標値 （℃）	粗骨材 最大寸法 （mm）	スラグ 範囲 （mm）	水セメント 比 （%）	細骨材 率 （%）	単 位 量 (kg/m ³)					練りまぜ結果		
						水	セメント	粗骨材	細骨材	混和剤 Pre. 5L	温度 （℃）	スラング （cm）	空気量 （%）
スラグセメントA	35	25	7±1	52.0	43	160	320	807	1074	0.8	33.0	8.0	2.1
普通セメント				52.0		160		812	1081		22.5	7.5	2.6
スラグセメントA	20	25	7±1	48.8	43	156	320	810	1078	0.8	23.0	8.0	2.3
スラグセメントB				47.5		152		812	1081		23.0	7.2	1.6
普通セメント				46.2		148		770	1082		10.5	8.0	4.4
スラグセメントA	10	25	7±1	45.6	42.3	146	320	778	1092	0.8	11.0	7.2	3.4
スラグセメントB				44.7		143		800	1095		13.0	6.0	2.0

通セメントの約2倍であるが、スラグセメントBでは約4倍となっている。このような傾向は、高炉セメントA種、B種と同程度のスラグ混入率では見られない。温度の影響については、温度が低くなると、所要の単位水量は減少するが、ブリージング量は増加し、ブリージングの継続時間も長くなる。空気量は、スラグ混入率の増加および練り上がり温度の上昇に伴って減少し、所要の空気量を降るに必要なAE剤の使用量は、スラグ混入率の多いセメントほど多量に必要となる。

(2) 初期硬化性状

初期硬化性状に関するプロフター貫入試験の結果を図-2に示す。これによると、スラグセメントAのコンクリートは、普通コンクリートと大差なく、施工において普通コンクリートと同様の取扱いが可能であると思われるが、スラグセメントBは、温度5°Cの場合に、終結に約3日を要しており、低温下での使用に問題がある。

(3) 発熱性状

コンクリートの断熱温度上昇は、図-3に示すように、打込み温度が同程度の場合には、スラグ混入率の高いスラグコンクリートほど少なくなっている。コンクリートの温度上昇が普通ポルトランドセメントとスラグの発熱により生ずるものと仮定して求めたスラグの発熱量は、スラグ混入率が高くなるに伴って小さくなる傾向を示した。スラグセメントBは、打込み温度12°Cの場合にコンクリート温度20°C付近から急激な温度上昇を示しており、20°C付近で水和反応が活発化したものと考えられる。

(4) 硬化したコンクリートの性質

養生温度20°Cおよび5°Cにおけるコンクリートの圧縮強度と枚令との関係を図-4に示す。スラグコンクリートの圧縮強度は、セメントのスラグ混入率の増加に伴って低くなっている。養生温度の低い場合、初期枚令の圧縮強度は小さいが、枚令の経過に伴って強度は順調に増進している。

耐凍結融解性については、スラグコンクリートと普通コンクリートの相対動弾性係数は大差なかった。また、水密性についても、スラグコンクリートと普通コンクリートはほとんど差がなかった。

IV. あとがき

スラグを多量に混合したセメントコンクリートについてその基本的性質および実用化にあたっての問題点を把握することができたが、スラグ混入率が高くなると、コンクリート表面の中性化、劣化が問題になると考えられるため、現在、長期の曝露試験を実施している。

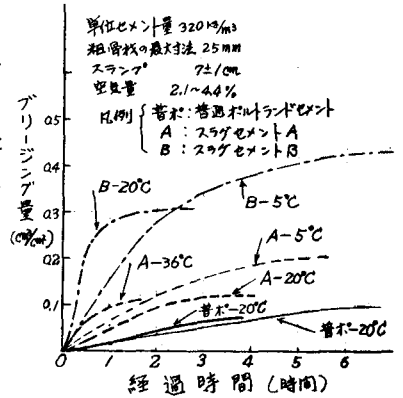


図-1 ブリージング試験結果

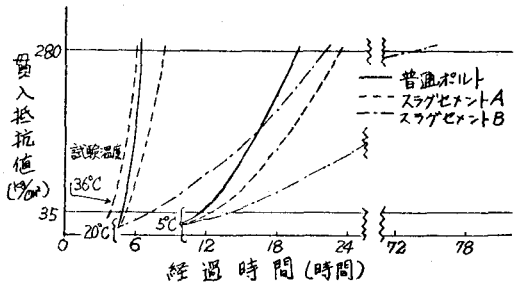


図-2 凝結試験結果

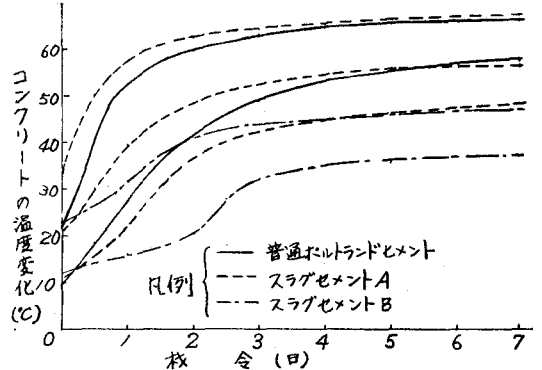


図-3 コンクリートの温度変化

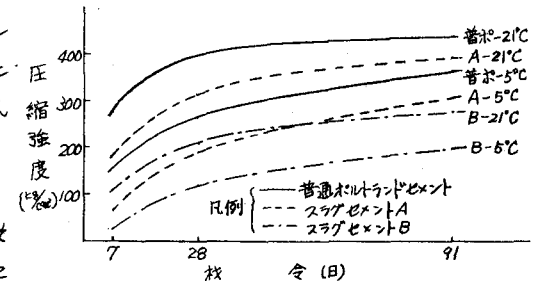


図-4 圧縮強度と枚令との関係