

九州工業大学 正会員 渡辺 明
 同 上 学生員 〇下田 努
 同 上 学生員 松田 浩

1. まえがき

高炉水さい粉末と脱硫石膏からなるスラグセメントコンクリートは、材料管理を行なって打設すれば、普通ポルトランドセメントコンクリートとほぼ同程度の強度が得られるようである。しかしながら、今後さらにセメントとして利用されるには、表面劣化の防止、空気量、養生条件と強度発現など究明すべき事柄が多く残されている。また、転炉スラグを有効に利用する試みは各方面でなされているが、遊離石灰によって風化崩解するために土木・建築用として骨材・路盤材料などには使用されていないようである。そこで筆者らは、転炉スラグ、高炉水さい、石膏および刺激剤としての塩化カルシウムからなる転炉スラグセメントを試作してみた。

2. 使用材料

高炉スラグセメントには、高炉水さい(比重2.90, 粉末度3700~3800^{cm}%)と脱硫石膏(比重2.2~2.3, 粉末度1400^{cm}%, pH6.7~7.2)を混合したものをを用いた。また、刺激剤として水酸化カルシウム0.5%を一部混入した。骨材には、細骨材に海砂(比重2.50, 粗粒率2.94), および粗骨材に碎石(粗粒砂岩, 比重2.73, 粗粒率6.76)を使用した。減水剤・AE剤の種類と成分を表-1に示す。転炉スラグセメントとは、転炉さい(比重3.46, 粉末度約700^{cm}%, 乾燥後ボールミルで3時間以上粉碎した場合の粉末度2040^{cm}%), 高炉水さい, 2水石膏(比重2.3)および硬化促進剤として塩化カルシウムを混合したものとした。

3. 結果考察

3-1 スラグセメントペースト構成物質の材令的变化 図-1は、スラグセメントペースト(水比=40%)を各材令でX線回折を行なった結果である。材令0.9日では未反応石膏が多いが、材令経過に伴ないそのピークは下がり、逆に生成物であるエtringiteのピークが増加して結晶の成長がみられる。

3-2 スラグコンクリートと

AE剤 5種類の混和剤による空気量とAE剤添加量の関係を図-2に示す。普通・スラグの両コンクリート共に混和量が多くなるほど空気量が大きくなり、同様な傾向を示している。AE剤C, S, Dは空気連行性が小さいが, P, Vは大きい。スラグコンクリートにおいて、AE剤規定量3倍で、

表-1 混和剤の種類と主成分

記号	主成分	混和剤種類*	規定量(CX%)
P	リグニンスルホン酸塩	No5L No114	0.25 0.0025
C	有機酸系誘導体	EX AE200	0.1 0.001
P	オキシカルボン酸塩陰イオン系界面活性剤	S	0.2 0.002
S	陰イオン系界面活性剤	S	0.25
	リグニンスルホン酸誘導体	AE1	0.003
D	リグニンスルホン酸カルシウム	WRDA AE110	0.4 0.004
V	アニオン系界面活性剤	70S	0.0424

*---上段は減水剤, 下段はAE剤

表-2 示方配合とまだ固まらないコンクリートの諸性質

配合	WCS/a (%)(%)	単位量 (kg/m ³)							コンクリートの諸性質						
		W	C		S	G	減水剤 P _o	AE剤 —	スランパ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度(°C)	グリーク 率(%)			
			イソメント	屑ミ											
スラグ	50	39	176	317	35	626	1082	3.52	0.009	11.8	4.4	13.9	12.8		
高炉A	50	46	181	362	740	960	3.62	—	9.9	3.6	17.0	15.37			

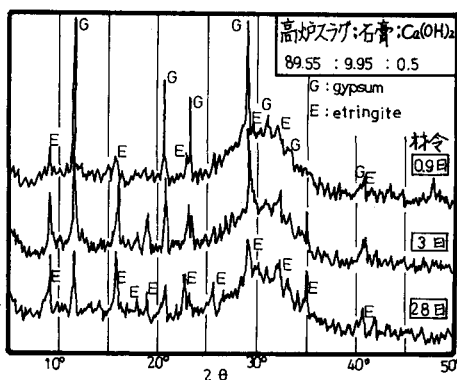


図-1 高硫酸塩スラグセメントのX線回折図形

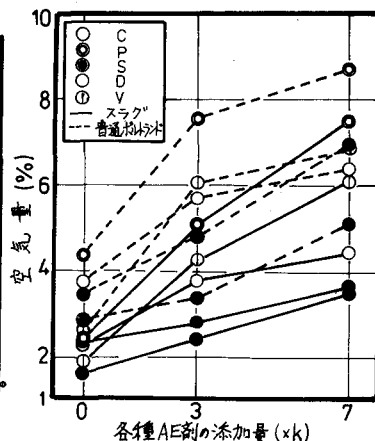


図-2 各種AE剤の添加量と空気量の関係

P,Vは空気量が4%以上となり、使用した5種のA E剤の中で空気混入量の点からは適した混和剤と考えられる。

3-3 圧縮強度と養生温度 養生温度の違いによる圧縮強度の推移を図-3に示す。5℃養生のコンクリートは、20℃、30℃養生に比べて初期圧縮強度がかなり劣るが、長期にわたって順調な強度発現をしている。それに比べ30℃養生を行なったスラグコンクリートは、13週以降強度の伸びがみられない。次に5℃水中養生後4週および、13週から標準養生を行なったものは著しい強度発現を示し、初期から20℃水中養生を行なったコンクリートと同等あるいは、それ以上の圧縮強度を示している。

3-4 圧縮強度と弾性係数 図-4には材令7日から約1年までの圧縮強度と弾性係数の関係を示す。普通ポルトランド・高炉A種・スラグセメントの3者ともほぼ同様な傾向を示している。同図からスラグコンクリートの弾性係数は、同一の強度であれば普通コンクリートと同程度であることがわかる。

3-5 転炉さいの粒度曲線 転炉スラグにはセメント分、および細骨材分が混合して含まれている。図-5は転炉スラグ、水さい、および石膏からなる混合物を、ふるい分けした結果である。図中の標準粒度曲線は、砂の標準粒度にセメントを加えたものである。同図より転炉スラグを母材としたセメントと細骨材は標準粒度を補正(細骨材+セメント)した範囲に入っていることがわかる。

3-6 塩化カルシウム混入量 図-6はモルタル強度と塩化カルシウム混入量を示したものである。同図から刺激剤としての塩化カルシウム量は2~4%ぐらいが適当であると考えられる。塩化カルシウム量が少ないと、モルタルにひびわれが入り、強度が小さいようである。塩化カルシウム混入量内割2, 3, 6%について凝結試験を行なった。転炉スラグセメントの凝結発現時間は、普通ポルトランドセメントに比べて、ほとんど変わらなかったが、終結時間は若干遅いようである。安定性試験結果では、塩化カルシウム混入量2, 3%とも膨張性ひびわれ、そりがみられた。2%の供試体は周辺部がそりより、亀甲状にひびわれが入ったのに対し、3%では極くわずかであった。また、6%混入供試体では、ひびわれ、そりは認められなかった。

終りに、本研究に対して御助力賜った新日本製鉄化学セメント研究所所長 赤津健氏、ならびに実施に当たって多大の協力を戴いた旭化成工業株式会社 高木実氏 東亜建設工業株式会社 本田明氏に深謝の意を表す。

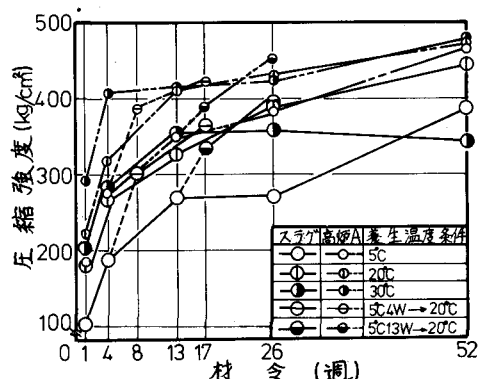


図-3 長期材令圧縮強度

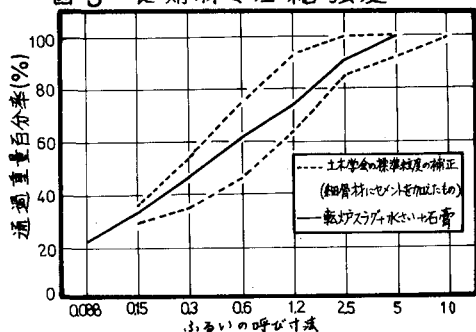


図-5 ふるい分け試験結果

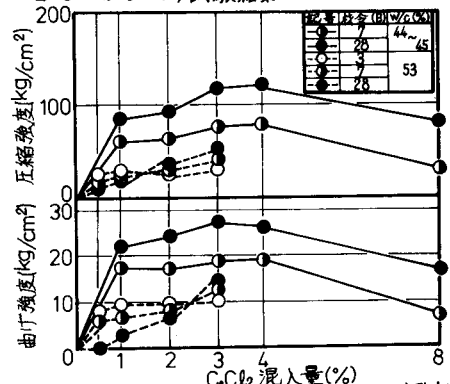


図-6 強さ試験結果(CaCl₂-曲げ、圧縮強度)

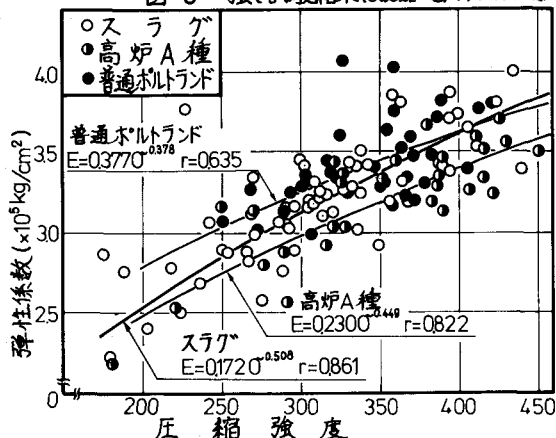


図-4 圧縮強度と弾性係数との関係