

V-225

高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの断熱温度上昇と強度

（社）セメント協会研究所 正会員 國府 勝郎

（社）セメント協会研究所 正会員 村田 芳樹

1. まえがき

高炉スラグ微粉末は、高炉セメント用として利用されているとともに、マスコンクリートの温度上昇対策としての混和材に用いられた実績がある。しかし、高炉スラグ微粉末が温度上昇に与える影響は、必ずしも明らかにされていない。本研究は、高炉スラグ微粉末を普通ポルトランドセメントの一部に置き換えて用いたコンクリートの単位結合材量および高炉スラグ微粉末の置換率を変化させて断熱温度上昇を検討したもので、あわせて圧縮強度、引張強度および静弾性係数試験を行なった結果を報告するものである。なお、本研究は、土木学会 高炉スラグ混和材研究小委員会の委員会活動の一環として実施したものである。

2. 試験内容

試験に用いたセメントは普通ポルトランドセメントで粉末度 $3440\text{cm}^2/\text{g}$ 、比重3.16であり、高炉スラグ微粉末は粉末度 $4400\text{cm}^2/\text{g}$ 、比重2.89、石膏添加量2%のものを用いた。細骨材は大井川産川砂で比重2.62、粗骨材は瑞穂碎石で比重2.65のものを用いた。

コンクリートの種類は、単位結合材量(C+Sg)を270, 320および370 kg/m^3 の3種類とし、高炉スラグ微粉末の置換率($\text{Sg}/(\text{C}+\text{Sg})$)を0, 35および55%の3種類とを組合せた9種類とした。試験に用いた配合(スランプ: $8 \pm 1\text{cm}$, 空気量: $4 \pm 0.5\%$ 一定)および練り上り性状を表-1に示す。

強度試験用供試体は、材令2日で脱型し、 20°C 水中養生とした。

断熱温度上昇測定用供試体は、 20°C で練りませ、測定期間は、温度上昇が一定とみなせる約14日間までとした。

3. 試験結果および考察

(1) 強度および静弾性係数

セメント水比と圧縮強度との関係を図-1に示す。セメント水比と圧縮強度との関係は、いずれの材令でもスラグ置換率に関係なくほぼ比例関係があった。スラグ置換率の大きいほど材令7日の圧縮強度は、スラグ置換率0%のコンクリートより小さくなるが、材令28日および91日の圧縮強度には大差がなかった。

圧縮強度と引張強度との関係を図-2に示す。(圧縮強度)/(引張強度)は、スラグ置換率に関係なくほぼ一定で、圧縮強度の大きさによって10~14の範囲に

表-1 コンクリートの配合

	Sg/			単位重量 (1m³当り)								実測値	
C+Sg	C+Sg	W/C	s/a	W	C	S g	S	G	N70	303	Sl.	Air	
(kg/m³)	(%)	(%)	(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(cc)	(cc)	(cm)	(%)	
270	0	641	450	173	270	—	827	1023	675	4	7.5	3.9	
	35	633	445	171	176	94	817	1031	675	12	7.5	4.0	
	55	622	440	168	122	148	809	1042	675	19	8.0	4.5	
320	0	544	440	174	320	—	789	1016	800	5	9.0	4.5	
	35	534	435	171	208	112	780	1025	800	5	8.5	4.0	
	55	528	430	169	144	176	771	1034	800	22	8.5	4.1	
370	0	473	420	175	370	—	735	1027	925	9	8.5	3.9	
	35	465	415	172	241	129	725	1034	925	15	9.0	4.3	
	55	459	410	170	167	203	716	1043	925	21	8.0	4.5	

注) 混和剤; N70:ボゾリスNo.70 303:ボゾリスNo.303(AE助剤)

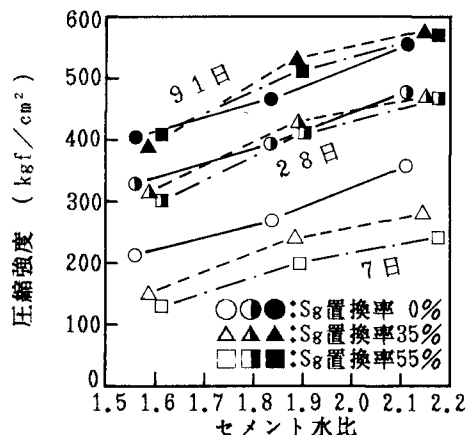


図-1 セメント水比と圧縮強度との関係

あった。

圧縮強度と静弾性係数との関係を図-3に示す。両者の関係はACI式 $E_c = 4310W^{3/2}\sigma_c^{1/2}$ によって良好な近似を示した。

(2) 断熱温度上昇

断熱温度上昇と材令との関係を図-4に示す。単位結合材量およびスラグ置換率の相違による最終温度上昇量(K)と α 値を表-2に示す。 α 値は、断熱温度上昇の近似式として一般的に用いられている $T = K(1 - e^{-\alpha t})$ を用いて最小二乗法により求めた。

図-4に示すように材令3日程度までの初期では、スラグ置換率が高いほど温度上昇が小さい。これは図-5(スラグ置換率と α との関係)に示すように、スラグ置換率が高いほど α 値すなわち発熱速度が小さいことを意味している。材令3日程度以降における上昇温度は、スラグ微粉末を用いたコンクリートが用いないコンクリートより大きくなった。またスラグ微粉末の置換率を55%までとした本実験の範囲では、図-6(スラグ置換率と最終温度上昇量との関係)に示すようにスラグ置換率が高いほど、最終温度上昇量は大きい傾向を示した。そして、単位結合材量が大きく上昇温度が高いほどこの傾向が顕著であった。

これらの結果から、高炉スラグ微粉末の水和反応は、温度が高いほど活性化することが推察され、温度上昇対策に対する高炉スラグ微粉末の適用は、慎重な検討が必要と考えられる。

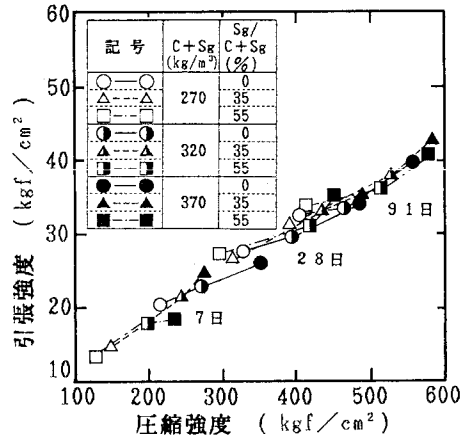


図-2 圧縮強度と引張強度との関係

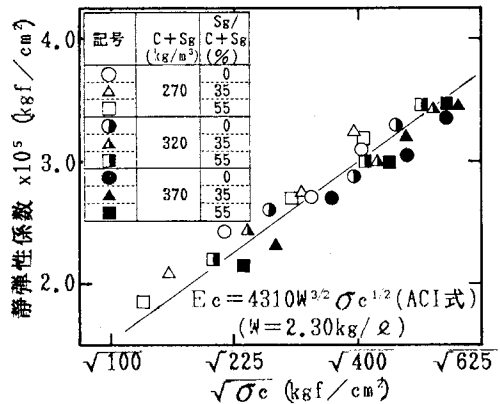


図-3 圧縮強度と静弾性係数との関係

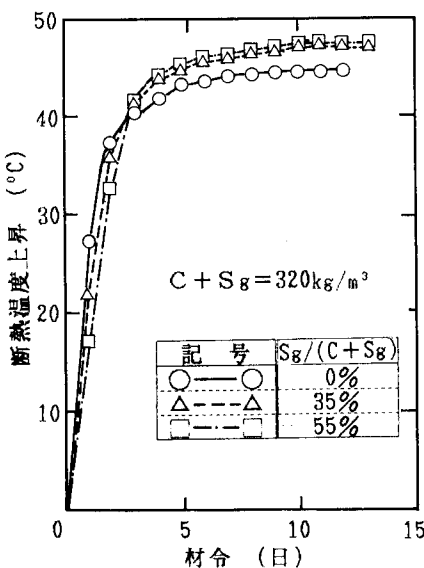


図-4 断熱温度上昇と材令との関係

表-2 最終温度
上昇量(K)と α

C + Sg (kg/m³)	Sg / (C + Sg) (%)	K (°C)	α
270	0	38.3	.794
	35	41.4	.562
	55	41.6	.535
320	0	44.5	.848
	35	47.0	.674
	55	47.1	.588
370	0	47.8	.972
	35	52.6	.696
	55	57.3	.523

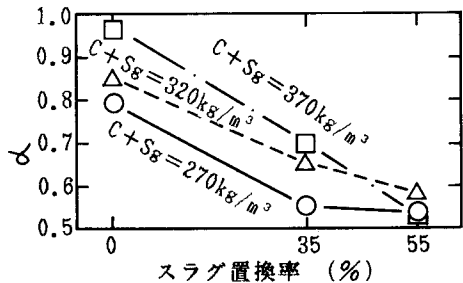


図-5 スラグ置換率と α との関係

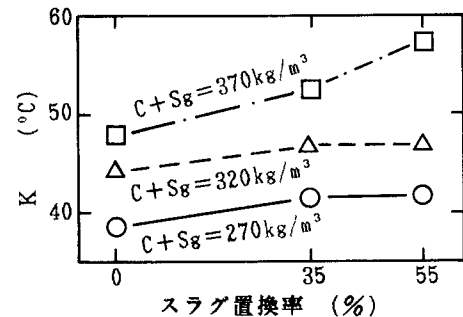


図-6 スラグ置換率とKとの関係