

微粉スラグを用いたコンクリートの 蒸気養生特性について

新日鐵化学㈱高炉セメント技術センター 正会員○堀 健治

同上 正会員 近田孝夫

同上 正会員 檀 康弘

同上 永浜一孝

1. まえがき

近年、我が国ではアルカリ骨材反応や塩害等によるコンクリートの早期劣化が問題視され、その解決策の一つとして、高炉スラグ微粉末（スラグ粉末）を利用してコンクリートの耐久性を向上する方法がとられている。一方、コンクリート二次製品では、材令初期に比較的高強度が要求されるため、スラグ粉末の利用範囲は限られていた。ここでは、高粉末度スラグを用いたコンクリートの強度発現性に及ぼす蒸気養生の影響について検討した。

2. 試験方法

材料は、結合材として普通ポルトランドセメント（比重3.15）と、粉末度が4000および6000 cm^2/g と異なる2種類のスラグ粉末（比重2.90）を用いた。表-1に結合材の化学成分を示す。細骨材は比重2.55、粗粒率2.68の藍ノ浦産海砂を用い、粗骨材は比重2.70、粗粒率6.62の門司産碎石を用いた。コンクリートの配合は、単位セメント量を494 kg/m^3 としスラグ置換率はセメント重量の内割で0, 30, 50%とした。表-2にコンクリートの配合を示す。蒸気養生条件は、最高温度を50, 65, 80 $^{\circ}\text{C}$ とし、最高温度継続時間を一定としたシリーズIと、最高温度を50, 65, 80 $^{\circ}\text{C}$ とし、蒸気養生時の積算温度を一定としたシリーズIIの2方法とした。表-3に蒸気養生条件を示す。圧縮強度試験の材令は、1日（24時間）、14日、28日とした。蒸気養生終了後は、試験材令まで20 $^{\circ}\text{C}$ 、R.H. 80%の気中養生とした。

表-1 結合材の化学成分

種別	lg. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
普通ポルトランドセメント	0.7	22.0	5.5	2.8	64.2	1.5	2.2
スラグ粉末	0.0	31.4	13.5	0.3	42.8	6.0	2.2

表-2 コンクリートの配合

スラグ置換率 (%)	G _{max} (mm)	W/C (%)	s/a (%)	目標スランプ (cm)	目標空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)				
						W	C	スラグ	S	G
0	20	35	42.0	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	173	494	—	696	1018
30	20	35	42.0	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	173	346	148	692	1012
50	20	35	42.0	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	173	247	247	689	1008

表-3 蒸気養生条件

NO	前置時間 (hr)	昇温速度 (°C/hr)	最高温度 (°C)	最高温度継続時間 (hr)	降温速度 (°C/hr)	蒸気養生による温度上昇部分の積算温度 (°C·hr)
1	3	20	50	4	10	180
2	3	20	65	4	10	332
3	3	20	80	4	10	510
4	3	20	50	8.8	10	332
5	3	20	80	1.0	10	332

凡例

記号	スラグ置換率 %	スラグ粉末度 cm ³ /g
●—●	0	—
▲—▲	30	4000
■—■	50	4000
△—△	30	6000
□—□	50	6000

3. 結果

図-1 にシリーズ I のスラグ粉末度およびスラグ置換率の異なるコンクリートの各材令における圧縮強度を示し、図-2 にシリーズ II の蒸気養生の最高温度と圧縮強度の関係を示す。図-1 より、蒸気養生の最高温度が高いほど、材令1日の圧縮強度は高いが、材令28日では蒸気養生の最高温度が低いほど、圧縮強度は高い結果であった。スラグ置換率の影響は、スラグ粉末度4000cm³/gを用いた場合、普通ポルトに対してスラグ置換率30、50%とも材令1日強度は低い、材令14日圧縮強度は、スラグ置換率30%と普通ポルトは同等であった。スラグ粉末度6000cm³/gを用いた場合、普通ポルトに対して、スラグ置換率30%で材令1日強度は同等であった。スラグ粉末度の影響は、スラグ粉末度を4000cm³/gから6000cm³/gに大きくすることによって、材令1日強度は確実に増加し増加率はスラグ置換率30%で約7%、スラグ置換率50%で約24%増加となった。しかし材令28日では圧縮強度におよぼすスラグ粉末度の影響は顕著でない。一方、図-2 より、材令1日の圧縮強度は、スラグ置換率にかかわらず、最高温度が高くなるほど増加する傾向であったが、材令14日および材令28日の圧縮強度では、最高温度の影響は見られなかった。一般にコンクリートの圧縮強度は、積算温度が一定の場合は同程度と言われるが、同一積算温度にあては、最高温度が高くなるほど材令1日強度は大きくなることが確認された。

4. 結論

以上の試験結果から以下のことが明らかになった。

- (1) スラグ粉末度を大きくすることによって、初期強度を改善することができ、特にスラグ置換率の大きいコンクリートでその影響は顕著であった。
- (2) 同一積算温度にあては、最高温度が高くなるほど材令1日強度は大きくなる。
- (3) 粉末度6000cm³/gのスラグ粉末を用いた場合、スラグ置換率30%では、普通ポルトと同等の材令1日圧縮強度が得られることが確認された。

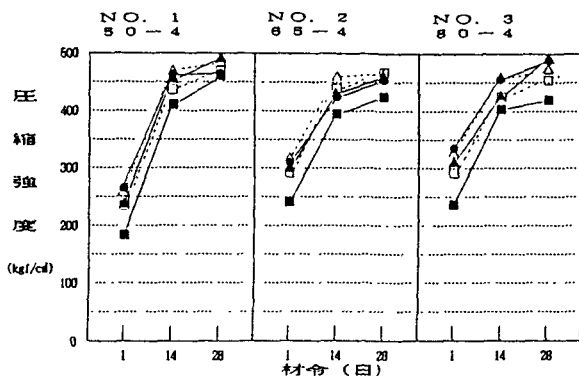


図-1 各蒸気養生条件における材令と圧縮強度の関係 (シリーズ I)

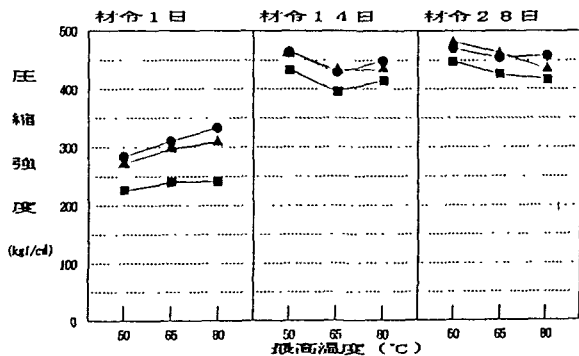


図-2 各材令における蒸気養生最高温度と圧縮強度の関係 (シリーズ II)