

V-23 溶融スラグの含有量が即時脱型コンクリートの特性に及ぼす影響

日本興業 正会員 ○亀山剛史

高松高専 正会員 竹下治之

扶桑建設工業 小川雅史

1. まえがき

近年、産業廃棄物の処理方法として溶融処理の導入が増加している。溶融処理により排出される溶融スラグは、このような廃棄物を高熱焼却した後、水で急速冷却することにより作られたガラス質の粒状物質である。このような溶融スラグは年々増加傾向にあり、この廃棄物の有効な処理方法あるいは利用方法の開拓が強く求められている。

本研究は、溶融スラグの有効利用法として、即時脱型コンクリートの細骨材として用いた場合の特性について、実験的に検討したものである。

2. 実験概要

実験要因を表-1 に、使用材料を表-2 に示す。実験では、細骨材として表に示す粗砂と細砂を質量比で 4 : 1 に混合して使用するのを基本とし、この混合砂の一部をスラグで置換する方法（置換 A）、およびスラグ置換後の粒度分布が元の混合砂のそれとほぼ同じになるように、粗砂と細砂の混合比を調整し置換する方法（置換 B）の 2 種類について実験を行い、スラグの置換率がコンクリートに及ぼす影響について検討した。なお、置換率は混合砂の容積に対する割合を示し、その値を 0% から 25% ごとに 100% まで変化させた。実験で用いたスラグの置換率 0% の基本的配合を表-3 に示す。

コンクリートの練混ぜには、ホバート型強制練りミキサーを用い、骨材とセメントを投入し 1 分間空練りした後、水を加え 2 分間練混ぜた。供試体は $\phi 5 \times 10$ cm の円柱供試体とし、コンクリートを所要の質量分計量し、型枠に 3 層に分けて投入し各層を突棒でごく軽く 15 回突き固めた。この際、側面の拘束を低減させ脱型を容易にするため、型枠の内側に 0.3 mm 厚のテフロンシートを巻いた。

供試体の振動締固めは、振動台に 4 本の供試体を高力ボルトで固定し、一定の振動条件（上載荷重 0.05N/mm²、振動数 2800rpm、振幅 0.50 mm）で行った。

供試体 4 本のうち、3 本は硬化後の圧縮試験用、1 本は脱型時の変形抵抗性を評価する脱型時強度試験用および空隙率の試験用として利用した。なお、空隙率は次式より求めた。

$$\text{空隙率} = \frac{V + V_w - 500}{V} \times 100 \quad (\%)$$

ここに、 V : 供試体の体積 (cm³)

V_w : 500 cc になるまでに添加した水量 (cm³)

脱型後 3 本の圧縮試験用の供試体は 1 日養生室で気中養生した後、20±3℃ の水槽で 13 日間養生を行い両端面の研磨した後、材齢 14 日で圧縮強度試験を行った。

表-1 実験要因

要因	内容
置換方法	置換 A、置換 B
置換率 (%)	0、25、50、75、100

表-2 使用材料

セメント C	普通ポルトランドセメント	密度 3.16 g/cm ³
細骨材 S1 (粗砂)	FM3.00	表乾密度 2.56 g/cm ³ 吸水率 1.21%
細骨材 S2 (細砂)	FM1.10	表乾密度 2.50 g/cm ³ 吸水率 2.49%
スラグ	FM3.14	表乾密度 2.68 g/cm ³ 吸水率 0.60%
粗骨材 G	FM5.67	表乾密度 2.62 g/cm ³ 吸水率 1.54%

表-3 配合

Gmax (mm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
				W	C	S1:粗砂	S2:細砂	G
10	15	30	60	120	400	738	185	632

表-4 供試体の出来形

置換方法	置換率 (%)	成形性	表面仕上がり性	変形抵抗性
置換 A	0	○	○	○
	25	○	○	○
	50	○	△	△
	75	△	×	△
	100	×	×	×
置換 B	25	○	○	○
	50	○	○	○
	75	○	△	△
	100	△	△	×

○良好 △普通 ×悪い

3. 実験結果および考察

表-4 に、スラグの置換率と成形性、表面仕上がり性および変形抵抗性の関係を示す。置換Aの場合、置換率が50 %より大きくなるにつれて成形性、表面仕上がり性および変形抵抗性ともに悪化していく傾向にあるが、置換Bの場合は、置換Aに比べ悪化しにくい傾向にあり、置換率50 %でもほぼ良好な結果となった。

図-1 に、スラグ置換率と脱型時強度および空隙率の関係を示す。置換AおよびBともに、置換率が増加すると脱型時強度が急速に低下する傾向にある。一方、空隙率は、置換AおよびBともに置換率50 %を頂点として多少増加する傾向にあるが、その変化は小さくほぼ同等の値となった。

図-2 に、スラグの置換率と硬化後の圧縮強度の関係を示す。置換Aについては、置換率が増加するにもなって圧縮強度が減少するという結果になったが、置換Bでは、逆に置換率の増加とともに圧縮強度が幾分増加するという結果になった。このことから、置換方法を工夫すれば、スラグの利用も十分可能だと考えられる。

図-3 に空隙率と圧縮強度の関係を示す。一般的に、即時脱型コンクリートにおいては、空隙率の増加とともに圧縮強度は減少するという傾向にあるが、本実験の置換Aにおいては幾分このような傾向が認められるが、置換Bにおいてはこのような相関性は見られなかった。

4. まとめ

本研究により、以下のような結果が得られた。

- (1)スラグの置換率が増加するとコンクリートがぱさつき、成形性、表面仕上がり性および変形抵抗性ともに悪化したが、置換Bのように細骨材としての粒度を標準粒度に近づけた場合、ある程度スラグが多くなっても比較的良好なものとなる。
- (2)スラグの置換率の増加とともに、脱型時強度は減少する傾向にある。
- (3)空隙率はスラグの置換率が増加すると、置換率50 %を頂点とする山状に変化するが、その変化量は小さい。
- (4)圧縮強度は、置換Aではスラグの置換率の増加とともに減少するが、置換Bでは幾分増加する傾向にある。

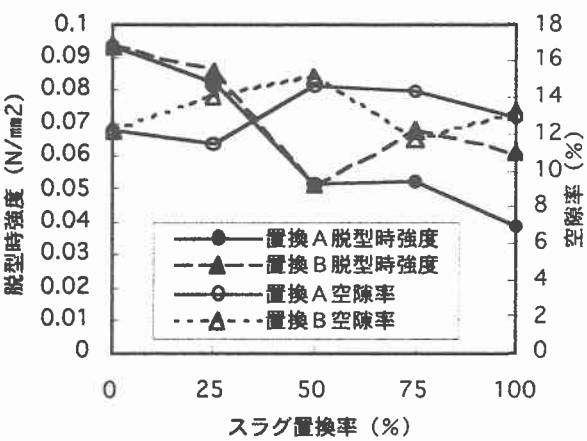


図-1 スラグ置換率と脱型時強度、空隙率の関係

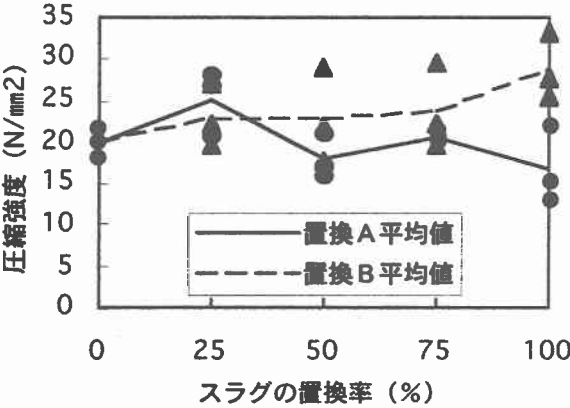


図-2 スラグの置換率と圧縮強度の関係

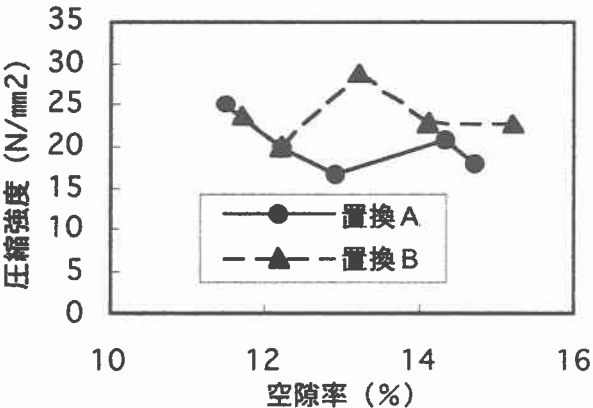


図-3 空隙率と圧縮強度の関係

- (5)本実験の場合、圧縮強度と空隙率の間には、一般的に認められているような明確な直線関係は見られなかった。
- (6)細骨材の一部をスラグで置換した即時脱型コンクリートは、脱型時強度が低い、ぱさつき易いなどの改良点はあるが、今後これらを改善することにより、スラグは細骨材として十分利用できると考えられる。