

緻密高炉スラグ粗骨材のコンクリートへの適用性評価

JFE スチール株式会社 正会員 ○王 蓓
 JFE スチール株式会社 正会員 中西 克佳
 JFE スチール株式会社 正会員 田 恵太
 JFE スチール株式会社 正会員 林 正宏

1. はじめに

鉄鋼スラグを原料にして製造されるコンクリート用骨材として JIS A 5011 (コンクリート用スラグ骨材) で制定されているものには、高炉スラグ骨材と電気炉酸化スラグ骨材があり、それぞれに粗骨材と細骨材がある。粗骨材は、高炉または電気炉から取り出された熔融スラグを徐冷し、粒度調整した骨材である。従来の高炉スラグ粗骨材は多孔質であるため吸水率が高く、水分管理が困難であった。そこで、低吸水率の緻密高炉スラグ粗骨材を製造し、コンクリートへの適用性を評価した。

2. 緻密高炉スラグ粗骨材の製造

図 1 には、高炉スラグ連続凝固プロセスの概要を示す¹⁾。緻密高炉スラグ粗骨材の製造手順は、図 1 に示すように、高炉熔融スラグ鍋台車を所定の位置にセットした後、一定速度で鍋を傾転させ、高炉熔融スラグを一定の速度で回転するモールドに樋を介して注ぎこむ。モールド上で中心部まで凝固させ、モールドを反転させて凝固スラグをスラグピットに落下させる。設備全体の外径は約 16m、長さ 2,700mm×外側幅 1,000mm/内側幅 600 mm×深さ 100mm の台形状のモールドが 50 枚円周上に配列されている。以上の設備で製造した板状に凝固した高炉スラグをインパクトクラッシャーにより 20mm 以下の粒径に破碎して緻密高炉スラグ粗骨材とした。本粗骨材を写真 1 に示す。

緻密高炉スラグ粗骨材の骨材試験結果を表 1 に示す。表 1 より、本粗骨材の吸水率は硬質砂岩砕石 0.75% と同等であり、JIS A 5011-1 (コンクリート用スラグ骨材) の 4.0% 以下および JIS A 5005 (コンクリート用砕石および砕砂) の 3.0% 以下の規定値を大幅に満足した。また、圧縮力に対する本粗骨材の抵抗性を調べるため、英国の基準 BS812part110²⁾ に従って破砕値試験を実施した。破砕値試験の結果、本粗骨材の破砕値は硬質砂岩砕石 (青梅産) の約 11.7% に対し 2.1% 大きい 13.8% であった。

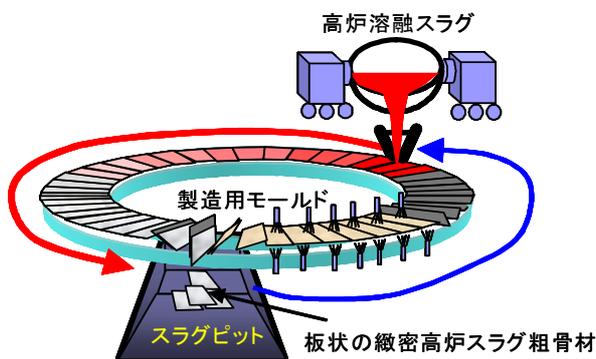


図 1 高炉スラグ連続凝固プロセスの概要

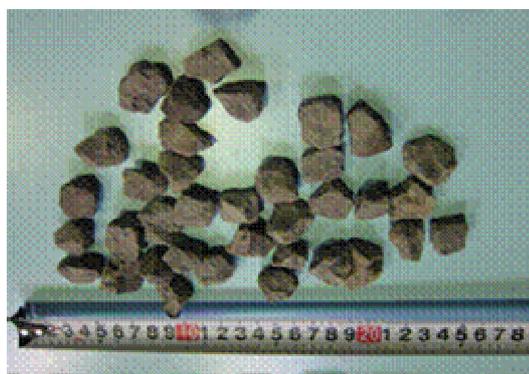


写真 1 緻密高炉スラグ粗骨材

3. コンクリート配合試験

コンクリートの配合条件は、3種類の粗骨材に対し、単位水量 170kg/m³、目標スランプ 18±1.5cm、目標空気量

キーワード 緻密高炉スラグ、コンクリート用粗骨材、圧縮強度、破砕値

連絡先 〒210-0855 川崎市川崎区南渡田1番1号 JFE スチール株式会社 スチール研究所 TEL(044)322-6103

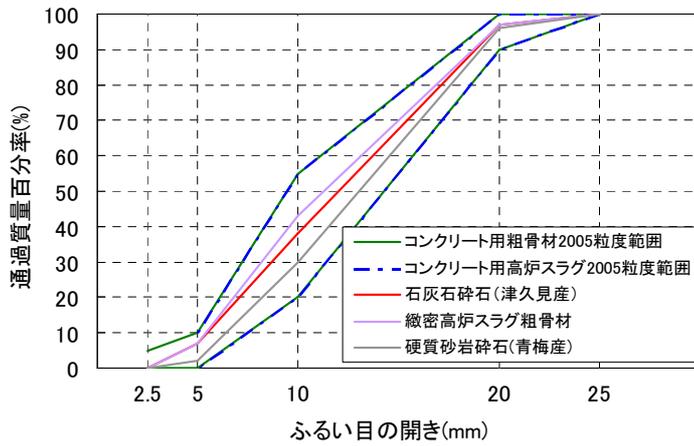


図2 配合試験に使用した粗骨材の粒度分布

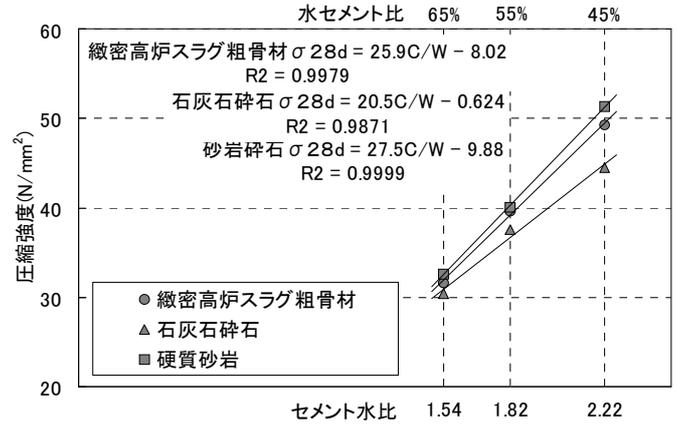


図3 セメント水比と圧縮強度の関係

4.5±0.5%, 水セメント比を3水準(45%, 55%, 65%)とした。コンクリート配合表を表2に、配合試験に使用した粗骨材の粒度分布を図2に示す。図2に示すように、JIS A 5011-1 (コンクリート用スラグ骨材) および JIS A 5005 (コンクリート用砕石および砕砂) の標準粒度範囲に粒度を調整し、粒度分布の違いによる結果への影響要因を除いた。

表1 緻密高炉スラグ粗骨材の骨材試験結果

絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粒形判定実積率 (%)	破砕値 (%)
2.8	0.62	62	13.8

(1)フレッシュコンクリート性状

表2に示すように、緻密高炉スラグ粗骨材、硬質砂岩砕石(青梅産)、石灰石砕石(津久見産)とも水セメント比45%~65%の範囲では、同量の混和剤(リグニンスルホン酸とポリカルボン酸を主成分とするAE減水剤およびアルキルエーテル系AE空気量調整剤)の使用で、所要のスランプおよび空気量が得られ、良好な施工性を確認できた。

(2)硬化コンクリート性状

図3には、セメント水比と硬化コンクリートの圧縮強度の関係を示す。図3より、3種類の粗骨材を用いたコンクリートのセメント水比と圧縮強度との間には高い相関関係が認められる。また、緻密高炉スラグ粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度は、硬質砂岩砕石(青梅産)を用いた場合よりやや下回る程度であった。また、緻密高炉スラグ粗骨材コンクリートの圧縮強度は、石灰石砕石(津久見産)コンクリートに対し優位であることが分かる。

表2 コンクリート配合表

No.	粗骨材種別	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 (%)	粗骨材かさ容積 (m ³ /m ³)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)					スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 (°C)																						
							水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤																									
											AE減水剤 (C×%)				AE剤 (C×%)																					
1	緻密高炉スラグ	18 ± 1.5	4.5 ± 0.5	45.0	0.585	45.4	170	379	782	1031	0.8	0.004	18.0	4.5	22																					
2				55.0	0.585	47.2					0.75	0.0035				17.0	4.4	22																		
3				65.0	0.575	49.1					1.15	0.0035							17.0	4.8	22															
4	石灰石砕石			45.0	0.60	45.4					0.65	0.006										18.0	4.4	22												
5				55.0	0.60	47.2					0.75	0.005													19.0	4.1	22									
6				65.0	0.59	49.1					1.0	0.005																18.5	4.5	22						
7	硬質砂岩砕石			45.0	0.579	45.4					0.8	0.004																			17.0	4.6	22			
8				55.0	0.579	47.2					0.75	0.0035																						17.0	4.3	22
9				65.0	0.569	49.1					1.15	0.0035																								

4. まとめ

吸水率1%以下、粒形判定実積率60%以上の緻密高炉スラグ粗骨材を製造した。本粗骨材を用いたコンクリートの性能を確認したところ、施工性は石灰石砕石および硬質砂岩砕石を用いた場合と同等、コンクリートの圧縮強度は、硬質砂岩砕石コンクリートと同等、石灰石砕石コンクリートに対して優位であった。

鉄鋼副産物の本粗骨材は、天然粗骨材の代替物として用いることにより、自然環境の保護に貢献すると考える。

参考文献 1) 當房博幸：鉄鋼スラグ製品の開発と製造，生産と技術，66(1)，50-53，2014

2) BS812 Part110, British Standards Institution, pp.1-8, 1990