

新高炉スラグ粗骨材を用いたコンクリートの基礎的研究

東海大学 学生会員 ○高野 厚志

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 松永 久宏

東海大学 正会員 伊達 重之

1. はじめに

コンクリート用高炉スラグ粗骨材には、数 mm 程度の気泡が多数存在しており、吸水率が高い。そのため、コンクリートへ配合する際の骨材の水分管理が困難であり、粗骨材としての JIS 規格があるものの、あまり普及していない。

しかし、近年、新しい冷却・凝固プロセスにより、気孔を大幅に低減させた新高炉スラグ粗骨材が開発された¹⁾⁻²⁾。新高炉スラグ粗骨材は吸水率が低く、普通コンクリートの配合試験で天然石等同等以上の品質であることが確認された³⁾。現在、コンクリート用粗骨材の約 20%に石灰石粗骨材が使用されており、コンクリート材料として重要な位置を占めるようになってきている。吸水率が石灰石粗骨材並みの新高炉スラグ粗骨材は、近年不足気味の石灰石の代替になることが期待される。

本研究では、新高炉スラグ粗骨材のコンクリートへの活用を目的とし、蒸気養生を施したコンクリートの耐火性能を確認し、プレキャスト製品への活用の可能性について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合条件

表-1 に使用材料、表-2 に配合条件を示す。

2.2 養生条件

前置き 0.5 時間とし、最初の 24 時間を、図-1 の条件で蒸気養生を行った。その後、室温 20℃、湿度 60%の環境下にて、気中養生を行い、材齢 21 日以降の 7 日間を 50℃の乾燥炉にて養生を行った。。

2.3 試験項目

(1) フレッシュ性状試験

スランプ試験および空気量試験を JIS A 1101 および JIS A 1150 に準拠して行った。

(2) 圧縮強度試験

圧縮強度試験を JIS A 1108 に準拠して行った。

(3) 静弾性係数試験

静弾性係数試験を JIS A 1149 に準拠して行った。

表-1 使用材料

材料		種類	密度 (g/cm³)	吸水率 (%)
セメント	C	普通ポルトランドセメント	3.16	-
	Sg	高炉スラグ微粉末 (4000 ブレーン)	2.89	-
細骨材	S	神奈川県山北産川砂	2.69	1.46
粗骨材	G	新高炉スラグ粗骨材	2.81	0.5
		山口県産石灰石	2.69	0.3
混和剤	Ad	高性能 AE 減水剤	-	-

表-2 配合条件

粗骨材	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³)					Ad (C×%)
			W	C	Sg	S	G	
新高炉スラグ粗骨材	34	50	168	250	250	871	928	0.7
砂岩							875	
石灰石							888	

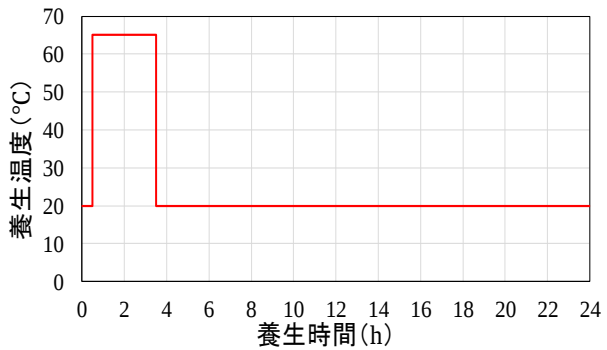


図-1 蒸気養生

表-3 フレッシュ性状

粗骨材	W/C (%)	s/a (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)
新高炉スラグ粗骨材	34.0	50.0	20.0	5.0
石灰石			20.8	4.6

(4) 爆裂試験

爆裂の定義をコンクリート表面が欠ける等とし、内部まで完全に崩壊しないものとする。電気炉内部温度を 1000℃まで加熱し、その後 $\Phi 100 \times 200 \text{mm}$ の供試体を入れた。加熱時間は石灰石を基準とし新高炉スラグ粗骨材も同様の時間加熱し、その後自然徐冷したものを各実験に用いた。

(5) X 線 CT

爆裂試験前後の供試体の粗骨材を含む一部を用いて、X 線 CTにて粗骨材内部、粗骨材とモルタルとの界面の形状の変化について着目し行った。

3. 実験結果・考察

各粗骨材配合コンクリートの爆裂試験による圧縮強度の変化を図-3 に示す。材齢 28 日の爆裂試験前では、石灰石の方が高い圧縮強度を示した。爆裂試験後は、新高炉スラグ粗骨材がより高い圧縮強度を示した。

各粗骨材配合コンクリートの爆裂試験による静弾性係数の変化を図-4 に示す。圧縮強度同様に材齢 28 日の爆裂試験前は石灰石が大きい弾性係数であったが、爆裂試験後は、新高炉スラグ粗骨材がより大きい弾性係数を示した。また圧縮強度より弾性係数が熱による影響を受けやすいことが知られているが、新高炉スラグ粗骨材は弾性係数はほとんど下がらなかったことから熱による影響を受けにくいことが確認できた。

X 線 CT による粗骨材内部、粗骨材とモルタル部との界面の形状的な変化を写真-1, 写真-2 に示す。石灰石は爆裂試験後に内部の大きな空隙が確認された。またモルタル部との界面にもわずかな隙間が確認された。これらの変化は熱分解によるものと考えられ、特に界面の隙間が弾性係数等に大きな影響を与えたものと考えられる。新高炉スラグ粗骨材は、爆裂試験による内部形状の変化やモルタル部との界面に大きな変化は確認出来なかった。このことから新高炉スラグ粗骨材は高い耐熱、耐爆裂性能を保持していることが確認できた。

4. まとめ

(1) 爆裂試験後は圧縮強度、弾性係数共に、新高炉スラグ粗骨材が大きな値であると確認された。

(2) 石灰石が熱によって内部形状や界面に劣化があったのに対し、新高炉スラグ粗骨材は変化が無いため、高い耐熱性能が確認された。

参考文献

- 1) 當房ら：粗骨材用高炉徐冷スラグの気孔率低減のための凝固条件，鉄と鋼，Vol. 99 (2013)，No. 8，pp. 532-541.
- 2) 田ら：低吸水率高炉スラグ粗骨材製造プロセスの開発，JFE 技報，No. 40，pp. 57-61.
- 3) 中西ら：低吸水率の緻密高炉スラグ粗骨材のコンクリート適正評価，JFE 技報，No. 40，pp. 62-68.

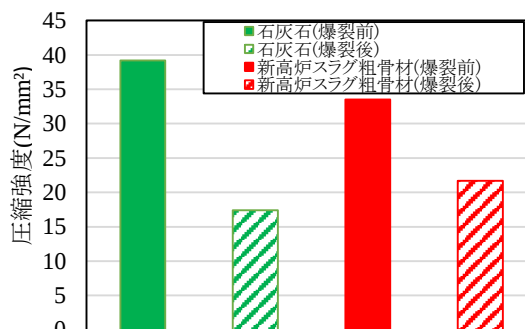


図-2 各粗骨材配合コンクリートの爆裂試験による圧縮強度の変化

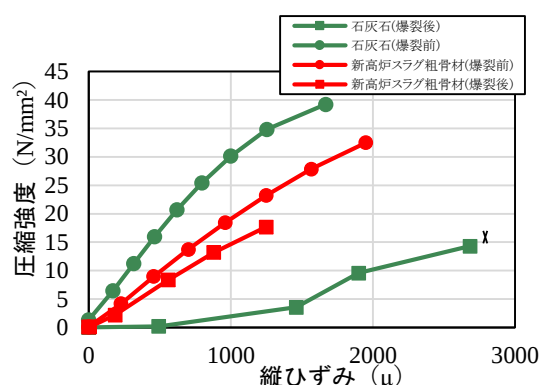


図-3 各粗骨材配合コンクリートの爆裂試験による静弾性係数の変化

写真-1 石灰石の爆裂試験による変化

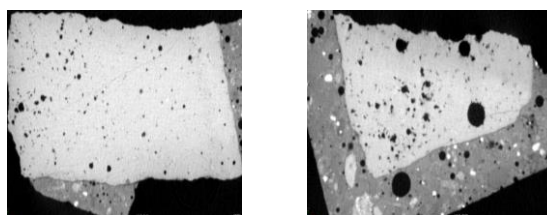


写真-2 新高炉スラグ粗骨材の爆裂試験による変化

