

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

東海大学大学院
JFE スチール株式会社
JFE スチール株式会社
東海大学

学生会員
正会員
正会員
正会員

○須藤 洋幸
田 恵太
松永 久宏
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硬化後の物性を確認し、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。

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	-
	BFS	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
		相模原産砂岩	2.65	2.0
		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	BFS	S	G	
新高炉スラグ粗骨材	34.0	50.0	168	250	250	871	928	0.7
砂岩							875	
石灰石							888	
新高炉スラグ粗骨材	55.0	54.0	168	153	153	1005	919	0.5
砂岩							866	
石灰石							879	

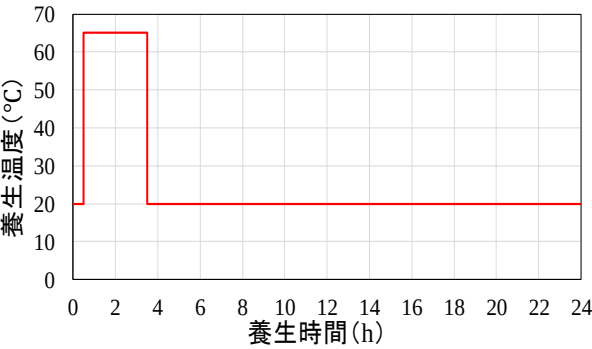


図-1 蒸気養生

(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) 乾燥収縮試験

乾燥収縮試験を JIS A 1129-3 に準拠して行った。

(4) 爆裂試験

電気炉内に $\Phi 100 \times 200 \text{ mm}$ の供試体を入れ、 3°C/min で温度を上昇させた。供試体温度が、 700°C および 1000°C で加熱終了とした。加熱終了後、炉内で冷却し、圧縮強度を測定した。

3. 実験結果・考察

フレッシュ性状を表-3 に示す。新高炉スラグ粗骨材を用いた場合、スランプ値が石灰石、砂岩の 2 種類とほぼ同等の値であることが確認された。

各粗骨材配合コンクリートの圧縮強度を図-3 に示す。材齢 28 日では、石灰石が最も圧縮強度が高くなったが、新高炉スラグ粗骨材は、砂岩とほぼ同等の圧縮強度であった。

材齢別の長さ変化を図 4 に示す。砂岩を用いたコンクリートに比較して、石灰石および新高炉スラグ粗骨材を用いたコンクリートは収縮量が小さいことが確認された。粗骨材のみの乾燥収縮量は砂岩、石灰石、新高炉スラグの順に、 300 、 50 、 100μ (乾燥期間半年) であったことから、コンクリートの収縮量の差は粗骨材の乾燥収縮量の差に起因すると推測される。

加熱温度と圧縮強度残存率の関係を図-5 に示す。 700°C では、新高炉スラグ粗骨材、砂岩、石灰石の順序で残存率が高いことが確認された。また 1000°C では石灰石と砂岩の順序が逆転したが、耐爆裂性の高いといわれる砂岩より新高炉スラグ粗骨材が高い耐爆裂性を有していることが確認された。新高炉スラグ粗骨材は高炉スラグの一種で、製造時に高温環境下に晒されたことによって、高い耐爆裂性能を保持していたと考える。

4. まとめ

(1) 新高炉スラグ粗骨材を用いた場合においても、天然骨材と同性能の圧縮強度が確認された。

(2) 石灰石に比べ新高炉スラグ粗骨材の方が乾燥収縮量は小さいことが確認された。

(3) 新高炉スラグ粗骨材が耐爆裂性は高いことが確認された。

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.

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
砂岩			20.7	4.0
石灰石			20.8	4.6

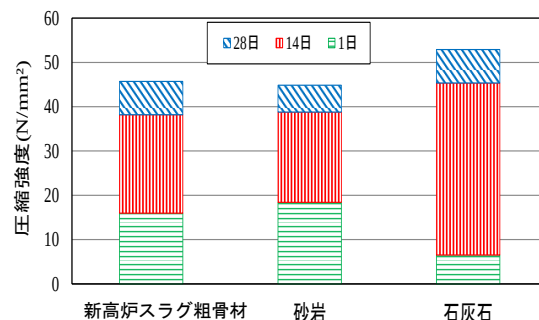


図-3 各粗骨材配合コンクリートの圧縮強度

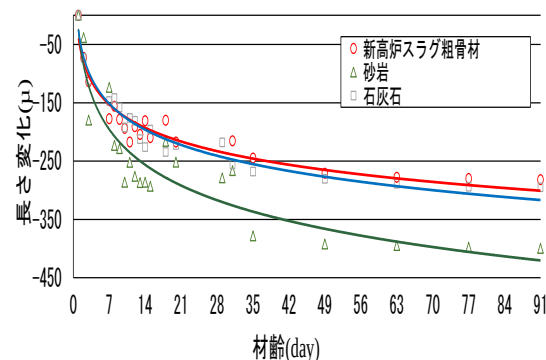


図-4 長さ変化測定結果

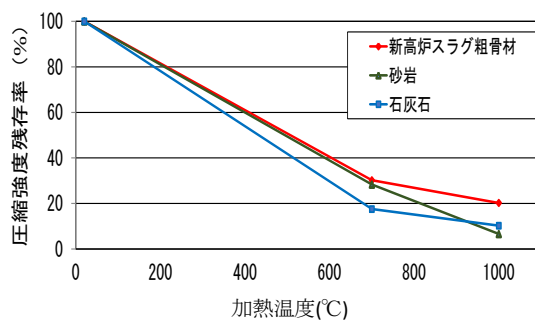


図-5 加熱温度と圧縮強度の関係