

砕石粉を用いた超速硬セメントコンクリートの高流動・高強度コンクリートに関する研究

豊田工業高等専門学校 正会員 ○河野伊知郎
 豊田工業高等専門学校 正会員 中嶋 清実
 小野田ケミコ株式会社 正会員 岡田 光芳
 中央砕石株式会社 非会員 山本 和成

1. まえがき

近年、天然資源である川砂や川砂利の枯渇から、コンクリート用骨材として砕石や砕砂が用いられることが多くなってきている。砕石や砕砂は岩石を砕くことにより製造されるが、その際、副産物として砕石粉が発生する。砕石粉はコンクリート材料では微粒分に分類され、微粒分は $75\mu\text{m}$ のフルイを通過するものと定義されている。これまで微粒分が細骨材の質量の5%以上混入すると、コンクリートにとって有害とされ規制されてきたが、筆者らの最近の研究により、限度を超えて混入されても岩種によってはコンクリートの性状を改善できることが明らかになってきた。

そこで本研究では、岩石を砕く際に発生する砕石粉を、超速硬セメントを用いた高流動・高強度コンクリートに利用することを目的として行った。

2. 使用材料およびコンクリートの配合

使用材料は、セメント：T社製アウイン系超速硬セメント、骨材：砕石（最大寸法 25mm，粗粒率 6.66，表乾密度 $2.66\text{g}/\text{cm}^3$ ，吸水率 0.74%），砕砂（粗粒率 2.79，表乾密度 $2.62\text{g}/\text{cm}^3$ ，吸水率 1.71%），砕石粉（表乾密度 $2.62\text{g}/\text{cm}^3$ ），混和剤：F社製高性能 AE 減水剤，である。ここで、砕石粉は粒径によりマイクロストーン（平均粒径： $36.6\mu\text{m}$ ）とマイクロパウダー（平均粒径： $3.9\mu\text{m}$ ）に分類し、これらを質量比 6：4 で混合して用いた。

また、本研究では比較実験として砕石粉の代わりにフライアッシュを混入したコンクリートについても実験を行う。

表-1 に砕石粉を混入した超速硬セメントコンクリート（JCP）およびフライアッシュを混入したコンクリート（JCF）の配合を示す。配合条件および目標強度はスランプフロー値 $55.0\pm 5.0\text{cm}$ ，材齢 3 時間強度 $30\text{N}/\text{mm}^2$ 以上である。

3. 実験概要

実験項目は、スランプフロー試験（JIS A 1150），圧縮強度試験（JIS A 1108），乾燥収縮試験（JIS A 1129），凍結融解試験（JIS A 1148），促進中性化試験（JIS A 1153），である。

圧縮強度試験は $\phi 100\times 200\text{mm}$ の円柱供試体を用い、材齢は 3 時間，1 日，3 日，7 日，28 日，91 日である。乾燥収縮試験，凍結融解試験および促進中性化試験は、 $100\times 100\times 400\text{mm}$ の供試体を用い、それぞれの JIS 規格に準じて行う。

4. 実験結果および考察

スランプフロー試験の実験結果については、JCP と JCF は共にスランプフローが 52.5cm であり、配合条件を満たしていた。また、どちらも材料分離を起こしていなかった。

図-1 にそれぞれのコンクリートの圧縮強度と材齢との関係を示す。この図より JCP と JCF は、材齢 3 時間で圧縮強度 $30\text{N}/\text{mm}^2$ 以上であり、配合条件を

表-1 コンクリートの配合

コンクリートの種類	目標フロー (cm)	水結合材比 W/(C+F) (%)	細骨材率 s/a (%)	単体量(kg/m ³)						混和剤(g/m ³)
				水	セメント	粗骨材	細骨材	砕石粉	フライアッシュ	高性能 AE 減水剤
JCP	55.0±5.0	38.9	48	175	450	776	847	100	—	1800
JCF		31.8						—	100	

砕石粉，超速硬セメントコンクリート，高流動，高強度

〒471-8525 愛知県豊田市栄生町 2-1 TEL 0565-36-5882 FAX 0565-36-5927

満たしている。材齢 28 日では、JCP と JCF は共に 70N/mm^2 以上の強度を発現している。また、その後も高い強度増進が認められる。このように、JCP は JCF よりも水結合材比が大きいにもかかわらず、JCF と同等の強度を示している。このことから、超速硬セメントコンクリートに砕石粉を混入させることは、高流動・高強度コンクリートに有益であると考えられる。

図-2 は乾燥収縮試験結果を示したものである。JCP と JCF は、全ての材齢において同様の値を示している。このことから、JCP は JCF と同程度の乾燥収縮への抵抗性を有していることが明らかになった。一方、質量減少率は JCP の方が JCF よりも 0.2% 程度大きな値を示した。

図-3 は凍結融解試験結果を示したものである。JCP と JCF は、試験開始から凍結融解回数 300 サイクルまでの全てのサイクルにおいて、ほぼ 100% の値を示しており、相対動弾性係数はほとんど減少していない。このことから、いずれのコンクリートも凍結融解作用に対して優れた抵抗性を有しているといえる。

図-4 は促進中性化試験結果を示したものである。この図より、JCP は材齢が進むにつれて中性化深さが増加し、材齢 13 週においては約 9.5mm となっている。JCF の中性化深さについても、全ての材齢において同様の値を示している。

5. まとめ

本研究で明らかになったことを以下に示す。

- (1) 砕石粉はフライアッシュと同様にコンクリートの粘性を増し、材料分離に対する抵抗性を向上させる効果があることが明らかになった。
- (2) 本研究に用いた配合では、砕石粉を混入したコンクリートの水セメント比は、フライアッシュを混入したコンクリートと比較して、水結合材比が大きいにもかかわらず、ほぼ等しい圧縮強度が得られることが確認された。
- (3) 乾燥収縮、凍結融解、中性化に関しては、砕石粉、フライアッシュのいずれを混入したコンクリートでも、ほぼ同等の値を示すことが明らかになった。

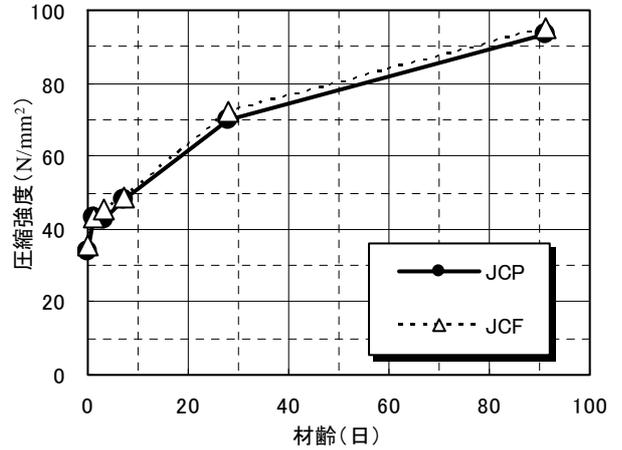


図-1 圧縮強度と材齢

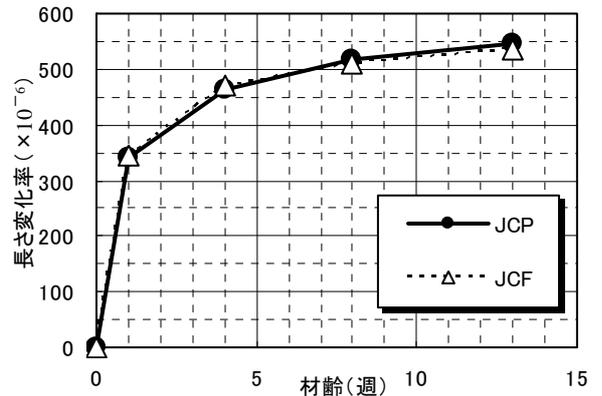


図-2 長さ変化率と材齢

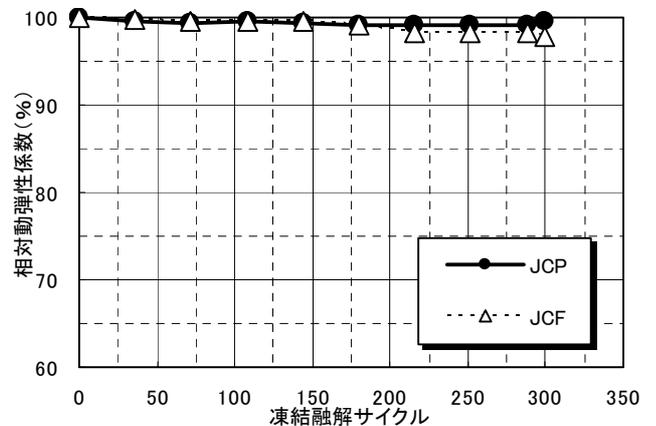


図-3 相対動弾性係数と凍結融解サイクル

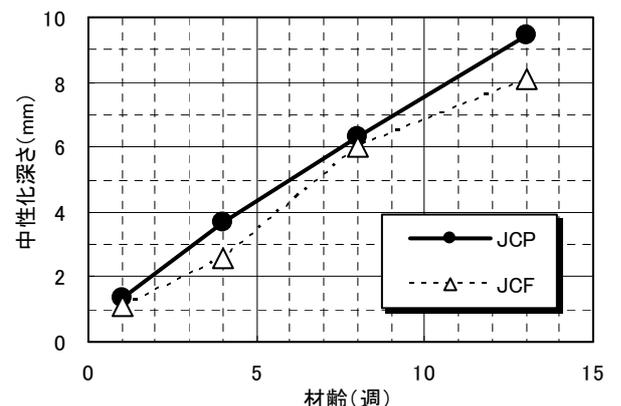


図-4 中性化深さと材齢