

石灰碎石粉を細骨材置換したフライアッシュコンクリートの諸性状

大和生コンクリート工業（株） 正会員 ○原田隆敏、曾我部敏郎、田中光浩
 高知工業高等専門学校 正会員 横井克則
 和歌山工業高等専門学校 正会員 三岩敬孝
 四国電力（株） 齋藤彬郎

1. はじめに

2009年3月にJIS A 5041「コンクリート用碎石粉」が制定されたことを受け、石灰碎石粉を細骨材の代替とすることができるようになった。これにより細骨材の品質確保が期待できるとともに、微粉末効果による初期強度の向上、施工性、流動性、材料分離抵抗性の改善が図れる可能性がある¹⁾。本研究では、フライアッシュコンクリートを対象として、品質の異なる2種類の石灰碎石粉を海砂の代替として混入した計5配合について、圧縮強度、凍結融解、中性化及び乾燥収縮を調査し、強度、耐久性などの諸性状及び碎石粉が海砂の代替としての適用性について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

土木用配合を想定して高炉セメント（密度：3.02g/cm³、比表面積：3,800cm²/g）、細骨材の海砂（密度2.61g/cm³）は須崎市ツヅラ崎沖、砕砂（密度2.66g/cm³）、粗骨材の碎石1505（密度2.60～2.69g/cm³）、碎石2015（密度2.60～2.69g/cm³）は高知市春野町で採取されたものを使用した。混和材はフライアッシュⅡ種を用いた。碎石粉は粉末度と湿分が異なる2種類を用いた。表1に碎石粉の品質をそれぞれ示す。混和剤はポリカルボン酸系AE減水剤とAE調整剤を使用した。コンクリートの配合表を表2に示す。目標スランプを8±2.5cm、目標空気量を4.5±1.5%と設定し、すべての配合で範囲内となった。しかし、碎石粉を混入した4配合については、碎石粉無混入の配合(FA10)に比べ混和剤の使用量が多くなる。

表1 碎石粉の品質

試験項目	春野町荒倉産碎石粉(A)	南国市白木谷産碎石粉(S)
密度	2.73g/cm ³	2.73g/cm ³
粉末度	1870cm ² /g	2220cm ² /g
湿分	2.37%	2.13%

表2 配合表とスランプ及び空気量の試験結果

配合名	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)										試験結果			
			W	C	FA	碎石粉	S1		G1		G2		AD	AE	スランプ(cm)	空気量(%)
							(砕砂)	(海砂)	1505	2015						
FA10	55	46.3	148	242	27	-	614	263	465	568	2.69	2.69	10.5	4.7		
FA10A10		43.6		242	27	90	793	-	465	568	3.59	3.59	10.5	5.4		
FA10S10		43.4		215	54	90	785	-	465	568	3.59	3.59	10.5	5.1		
FA20A10		43.4		215	54	90	785	-	465	568	3.59	3.59	10	5.1		
FA20S10		43.4		215	54	90	785	-	465	568	3.59	3.59	10	4.7		

2.2 試験方法

供試体の作製は、JIS A 1132 に従って行った。圧縮強度試験に用いた円柱供試体の寸法はφ100×200mmとし、凍結融解試験、中性化促進試験、乾燥収縮試験用供試体には100×100×400mmの角柱供試体を用いた。圧縮強度試験はJIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」、促進中性化試験はJIS A 1153「コンクリートの促進中性化試験方法」、長さ変化試験はJIS A 1129-2「モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法-第2部：コンタクトゲージ方法」、凍結融解試験はJIS A 1148「コンクリートの凍結融解試験方法 A法」に従って、それぞれ所定の材齢において測定を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度試験

圧縮強度の結果を図1に示す。フライアッシュの混入率が同じであれば、材齢91日までは強度に大差はなく、粉末度や湿分の異なる碎石粉の使用による圧縮強度への影響は小さいと考えられる。FA20A10とFA20S10

は初期強度が低下しているが、他の配合に比べフライアッシュの混入量が多いことでポズラン反応がより活発になり、長期的には強度が改善されたと考えられる。

3.2 中性化試験

促進中性化試験結果を図2に示し、参考に屋外暴露した材齢18週における試験体の中性化深さ測定結果を表3に示す。促進試験によると、フライアッシュの混入率の違いが中性化深さに与える影響は確認できたが、砕石粉の品質の違いによる影響は材齢ごとに

ばらついており、確認が困難であった。しかし、暴露試験の方では、砕石粉を混入することで無混入に比べて中性化が進行している結果となっており、また、白

木谷産の砕石粉が、荒倉産の砕石粉より中性化深さが大きいことから、粉末度が大きいほど中性化深さが大きくなる傾向が見られた。

3.3 長さ変化試験

材齢26週までの長さ変化試験結果を図3に示す。FA10に比べて砕石粉を混入した4配合の長さ変化率はすべて小さくなっており、砕石粉を混入することで長さ変化率を低減できることが確認できた。長さ変化率の許容値は土木学会で 1000×10^{-6} であり、今回の測定結果はすべて許容値内であると同時に、その値がとても小さいことが分かる。

3.4 凍結融解試験

凍結融解の結果を図4に示す。一般に、相対動弾性係数の目標値は300サイクルで60%以上であるが、測定結果はいずれも90%以上を保っている。しかし、フライアッシュのみの配合(FA10)はサイクル数が増加すると動弾性係数は少しずつ低下傾向がみられるが、砕石粉を混入した配合はすべて100%付近を維持できていることから、凍結融解作用による耐凍害性が大きいことが確認できた。また、砕石粉の品質の違いによる凍結融解抵抗性の影響も小さいと考えられる。

4. まとめ

- (1) 砕石粉を混入したフライアッシュコンクリートの圧縮強度は、砕石粉の粉末度や湿分の影響は小さかった。
- (2) 砕石粉を混入することで、中性化はやや大きくなる傾向にあったが、長さ変化率や凍結融解抵抗性については砕石粉の品質の影響も特に見られず、海砂の代替として使用できる可能性を確認できた。

参考文献

1) 日本材料学会編：コンクリート混和材料ハンドブック，pp. 389-409，1994

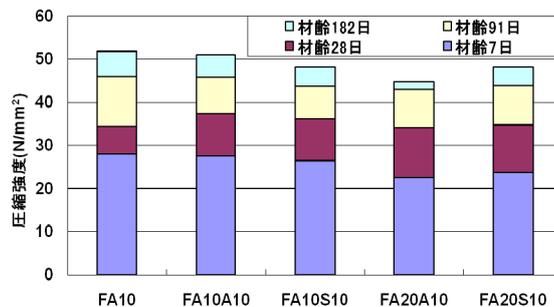


図1 圧縮強度試験結果

表3 屋外暴露後の中性化試験結果

配合名	最大値	最小値	平均値
FA10	2.60mm	1.70mm	1.92mm
FA10A10	3.00mm	1.95mm	2.31mm
FA10S10	3.20mm	1.80mm	2.61mm
FA20A10	4.00mm	1.95mm	3.12mm
FA20S10	4.90mm	2.70mm	3.76mm

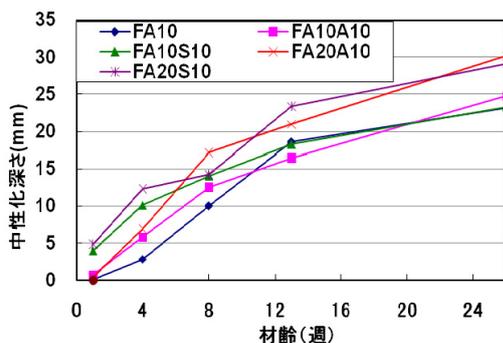


図2 促進中性化試験結果

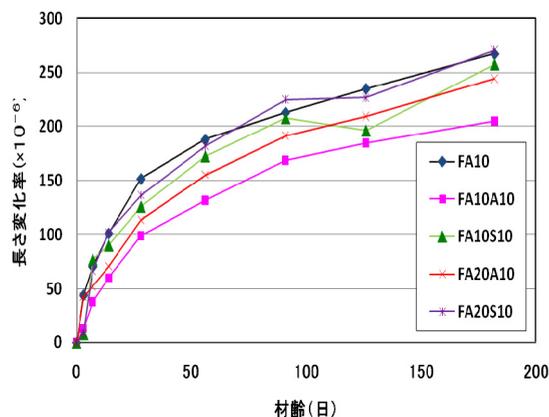


図3 長さ変化試験結果

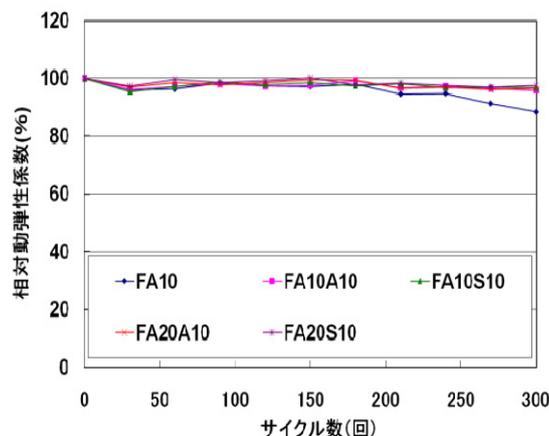


図4 凍結融解試験結果