

フライアッシュⅡ種・Ⅳ種を細骨材補充材として用いたコンクリートの耐久性

高知工業高等専門学校専攻科 学生会員○芝 沙矢香
高知工業高等専門学校 正会員 横井 克則
高知工業高等専門学校 正会員 三木 まや
和歌山工業高等専門学校 正会員 三岩 敬孝

1. はじめに

現在、石炭火力発電所では副産物であるフライアッシュが増加傾向にある。また、環境保全の意識の高まりにより埋め立て処理用地の確保も困難になっており、フライアッシュの有効利用の拡大が課題となっている¹⁾。一方、コンクリートに使用される細骨材を取り巻く環境は、資源の枯渇化、環境保全による採取規制区域の拡大という深刻な状態にあり、海砂等の天然骨材に代わる新たな材料の確保が課題となっている。本研究では、フライアッシュを細骨材補充材として用いるためのデータの蓄積を目的に、使用骨材をこれまでの石灰岩²⁾から一般的に広い地域で用いられている硬質砂岩に替えて、フライアッシュⅡ種およびⅣ種を10%細骨材補充材として使用したコンクリートの強度特性および耐久性について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 使用材料

セメントには普通セメント(密度 3.16g/cm³, 比表面積 3340cm²/g)と、高炉セメント B 種(密度 3.04g/cm³, 比表面積 3750cm²/g)の2種類を用いた。骨材には、高知市春野町産を用い、細骨材は硬質砂岩砕砂(密度 2.59g/cm³, 吸水率 1.70%)、粗骨材には硬質砂岩碎石(密度 2.63g/cm³, 吸水率 0.92%)を用いた。フライアッシュは JIS 規格品のⅡ種(密度 2.26g/cm³, 比表面積 3420cm²/g)およびⅣ種(密度 2.20g/cm³, 比表面積 1780cm²/g)を容積で 10%細骨材補充材として使用し、混和剤にはリグニンスルホン酸系の AE 減水剤(AD)及び AE 調整剤(AE)を用いた。コンクリートの配合表とフレッシュコンクリート試験の結果を表 1 に示す。W/C は 60%, s/a は 48%に固定し、目標空気量を 5±1.5%, 目標スランプ値を 8±2.5cm とした。目標空気量とするために、フライアッシュ

表 1 配合表

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤(cc/m ³)		フレッシュ性状	
			W	C	細骨材	FA	粗骨材	AD	AE	空気量 (%)	スランプ値 (cm)
N60	60	48	172	287	854	0	940	1003	573	5.5	6
N60FAⅡ					769	75		1147	1433	5	9
N60FAⅣ						73				1003	4.5
BB60			167	278	860	0	946	696	835	5.1	5.5
BB60FAⅡ					774	75		835	1392	3.5	7
BB60FAⅣ						73				3.5	10

を細骨材補充材として用いた配合は AE 調整剤の使用量を多くすることで調整した。

2.2 試験方法

練混ぜはコンクリート強制二軸練りミキサを用いて、粗骨材、セメント、細骨材、フライアッシュの順にミキサに入れドライミキシングした後、水および混和剤を投入し、2 分間行った。コンクリート打設後、実験室内に 24 時間静置し、脱型を行い、養生室で水温 20±2℃で所定材齢まで養生を行った。硬化コンクリート試験は、圧縮強度試験(JIS A 1108)、凍結融解試験 A 法(JIS A 1148)、長さ変化試験(JIS A 1129)、促進中性化試験(JIS A 1153)を行った。

3. 試験結果と考察

3.1 圧縮強度

図 1 に圧縮強度試験の結果を示す。フライアッシュを 10%細骨材補充材として使用した配合では、無混合の配合に比べて強度は大きくなり、特に、フライアッシュⅡ種の強度が大きかった。これは、Ⅱ種はⅣ種より

キーワード フライアッシュⅡ種, フライアッシュⅣ種, 細骨材補充材, 強度特性, 耐久性

連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知高専横井克則研究室 TEL 088-864-5582

比表面積が大きく、ポズラン反応がより活性化したためであると考えられる。また、セメントの違いによる影響として、7日強度では高炉セメントの配合は普通セメントに比べて強度は小さいが、それ以降は強度増進が大きくなり、182日強度では普通セメントに近い強度が得られた。

3.2 凍結融解抵抗性

図2に凍結融解試験の結果を示す。凍結融解抵抗性に関しては、空気量による影響が大きいとされており、本研究では一般的な目標空気量 $5 \pm 1.5\%$ の範囲としたため、全ての配合で300サイクル終了時に相対動弾性係数が60%以上となり、凍結融解抵抗性を有していた。しかし、フライアッシュⅡ種を10%細骨材補充材として使用した配合はフライアッシュ無混合のものに比べて相対動弾性係数が低下する傾向が見られた。これは、フライアッシュを混合することでコンクリートが緻密になり、硬化後のコンクリートの気泡が減少していると推測するが、今後、気泡間隔係数を測定するなどして確認する必要がある。また、フライアッシュⅡ種とⅣ種では、Ⅳ種を用いた配合の方が相対動弾性係数は大きい傾向が見られた。

3.3 長さ変化

図3に長さ変化試験の結果を示す。フライアッシュを10%細骨材補充材として使用したものとフライアッシュ無混合のものでは、長さ変化率はほぼ同等の値が得られ、セメントの違いによる影響もほとんど見られなかった。

3.4 促進中性化

図4に促進中性化試験の13週までの結果を示す。フライアッシュを10%細骨材補充材として使用することで、中性化深さが小さく中性化を抑制していた。これは、フライアッシュを細骨材補充材として用いたためセメント量を確保できていることと、フライアッシュのポズラン反応の作用で内部が緻密化し、外部からの二酸化炭素の侵入を低減したためであると考えられる。セメントの比較では混合セメントである高炉セメントの方が中性化深さは大きかった。

4. まとめ

(1) FAⅡ種を10%細骨材補充材として使用した配合は無混入に比べ平均して1.4倍程度大きくなり、Ⅳ種でも1.3倍程度圧縮強度が大きくなった。

(2) 耐久性については、凍結融解抵抗性はFAⅡ種を混合したもので凍結融解抵抗性が若干低下した。また、長さ変化はFA混入による影響は見られず、促進中性化はFAによる抑制効果が確認できた。

参考文献

- 1) JCI 四国支部:フライアッシュコンクリートの耐久性評価研究委員会, pp.89-91, 2013
- 2) 芝沙矢香, 横井克則, 福富隼人, 原田隆敏, 曾我部敏郎: FAⅡ種とⅣ種を細骨材補充材に使用したコンクリートの諸性状, 第21回技術研究発表会講演概要集, 公益社団法人土木学会四国支部, pp.269-270, 2015

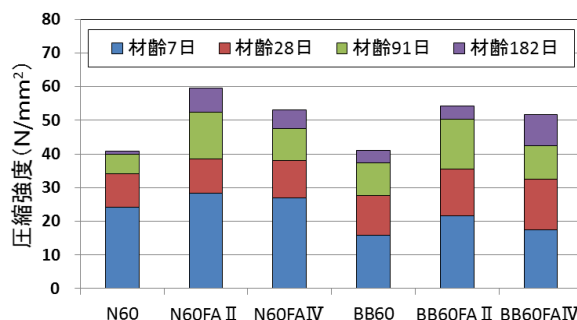


図1 圧縮強度

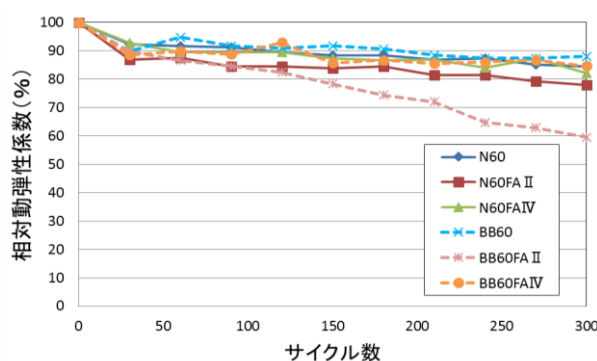


図2 凍結融解抵抗性

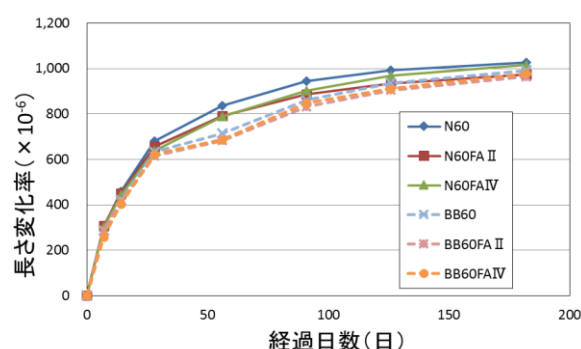


図3 長さ変化率

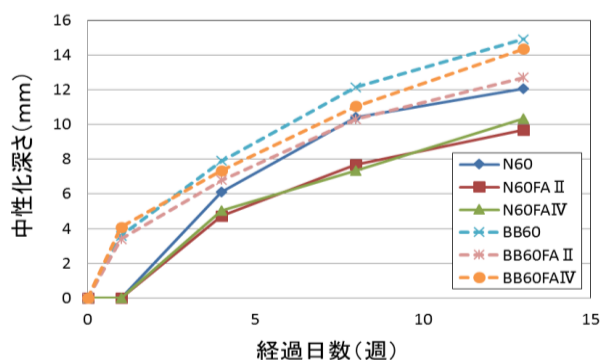


図4 中性化深さ