

フライアッシュⅡ種を細骨材の一部に置換したコンクリートの基礎的研究

高知工業高等専門学校専攻科 学生員 ○三浦健太
高知工業高等専門学校 正会員 横井克則
大和生コンクリート工業 正会員 原田隆敏
和歌山工業高等専門学校 正会員 三岩敬孝

1. はじめに

近年、我が国では海砂を代表とした天然骨材の採取規制が厳密化され、特にコンクリート用細骨材の安定確保が急務となっている¹⁾。そこで、本研究は石炭火力発電所から大量発生している石炭灰の一部であるフライアッシュ(以下、FA と記す)Ⅱ種を細骨材の一部代替材として、置換率 0%、10%及び 20%と変化させたときのコンクリートの強度特性及び耐久性の検討を行った。さらに、粗骨材が石灰石碎石と砂岩碎石で異なるときの比較検討も実施した。

2. 実験方法

2.1 使用材料と配合

セメントは、高炉セメント(密度 3.02g/cm³)を使用した。細骨材は、高知県内の石灰石砕砂(密度 2.66g/cm³)及び高知県沖の海砂(密度 2.61g/cm³)の 2 種類を使用した。粗骨材は、高知県内の硬質石灰石碎石 1505 及び 2015(共に密度 2.69g/cm³)と硬質砂岩碎石 1505(密度 2.60g/cm³)及び 2015(密度 2.61g/cm³)を使用した。細骨材の置換材として FA Ⅱ種(密度 2.29g/cm³)を用いた。混和剤は、ポリカルボン酸系 AE 減水剤及びレジン系 AE 調整剤を用いた。目標スランプは 8±2.5cm、目標空気量を 4.5±1.5%と設定した。ここで、コンクリートの配合表を表-1 に示す。水セメント比は 60%、単位セメント量も一定とした。石灰石碎石を用いた配合をⅠ、砂岩碎石を用いた配合をⅡとして、FA の細骨材置換率を質量で 0、10、20%と変化させた計 6 配合とした。

2.2 試験方法

練混ぜは粗骨材、セメント、細骨材及び FA をドライミキシングした後、水と混和剤を投入し、2 分間行った。フレッシュコンクリートの性質としては、JIS A 1101 に従ってスランプ試験と JIS A 1128 に従って空気量試験を行った。養生は、20±2℃の水槽中で所定材齢まで行った。硬化コンクリートの性質としては、JIS A 1108 に従って圧縮強度を測定した。凍結融解試験は JIS A 1148(A 法)に従い、試験サイクルを 300 回で終了するように設定し、30 回毎に動弾性係数を測定した。促進中性化試験は JIS A 1153 に従い、条件として温度 20±2℃、湿度 60±5%、二酸化炭素濃度 5±0.2%の試験槽内にて、1、4、8、13、26 週の中性化深さを測定した。また比較用に各配合において、円柱供試体で暴露試験を行った。長さ変化試験は JIS A 1129-2 に従い、所定日数に応じて長さ変化を測定した。

3. 実験結果

3.1 フレッシュコンクリートの性状

表-1 にスランプ試験及び空気量試験の結果を示す。全ての配合で目標範囲内となっている。しかし、空気量に関しては同表で示すように、Ⅰ及びⅡ配合のどちらも FA の置換率が大きくなると、多量の AE 調整剤を使用することで目標値を確保できた。

表-1 コンクリートの配合及びフレッシュ性状

配合名	水セメント比	細骨材率	単位量 (kg/m ³)									フレッシュ性状	
			水	セメント	フライアッシュ	S1	S2	G1	G2	AE減水剤 AD	AE調整剤 AE	スランプ (cm)	空気量 (%)
						砕砂	海砂	1505	2015				
Ⅰ-0	60	48.4	145	242	-	655	281	456	558	2.42	0.5A	7.5	4
Ⅰ-10		45.8			81	846	-			1.94	3.5A	10	3.1
Ⅰ-20		42.8			164	750	-			2.90	25.0A	8.5	3.2
Ⅱ-0	60	47.4	145	242	-	642	275	451	551	1.94	1.0A	8	3.9
Ⅱ-10		44.7			81	827	-			1.45	4.5A	10	3.5
Ⅱ-20		41.9			159	737	-			2.42	26.0A	10	3.6

キーワード フライアッシュ、細骨材置換、圧縮強度、中性化、耐凍害性

連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知工業高等専門学校 TEL&FAX 088-864-5582

3.1 圧縮強度及び静弾性係数

図-1 に圧縮強度及び 28 日養生後の静弾性係数を示す。I 及び II 配合ともに FA の置換率が大きいほど強度は大きくなった。さらに、FA を混入することで無混入の配合と比較して 28 日から 91 日の長期強度の伸びが大きくなっており、ポズラン反応の効果が確認できた。また、材齢 7 日の短期強度においては、FA を細骨材置換することで、FA 混入の有無に関わらず同程度の強度が確保されていることから、一般的に FA をセメント置換したときに見られる短期強度の低下が改善されている。一方で、静弾性係数は II 配合よりも I 配合の値が大きくなった。これは、石灰石砕石が砂岩砕石より密度が大きく、一般的には弾性係数も大きい²⁾ためと考えられる。しかし、I 及び II 配合のすべてにおいて圧縮強度が増加しても静弾性係数はほぼ変化しなかった。

3.2 中性化

図-2 に促進中性化試験と一年間屋外で暴露させた円柱供試体の中性化試験結果を示す。促進中性化試験結果に関しては全ての配合で同等の値となっている。このことから、FA を混入したコンクリートの短所であった中性化の増加の改善に効果があると考えられる。また、暴露試験結果をみると FA を混入することで I 配合は中性化が増加したが、II 配合は中性化が低減するといった異なる結果となった。これについては、今後の検討課題とする。

3.3 耐凍害性

図-3 に相対動弾性係数を示す。I 及び II 配合ともに FA を混入した配合は、無混入の配合と比較して耐凍害性が大きくなった。しかし、どの配合も相対動弾性係数は 80% 以上となっているため、耐凍害性を十分に有している。

3.4 長さ変化率

図-4 に長さ変化率を示す。FA を混入することで無混入の場合と比べて、長さ変化率が若干ではあるが小さくなる傾向がみられた。既往の研究においても、FA を混入すると、長さ変化率が小さくなると報告されている¹⁾。また、粗骨材の種類の違いによる影響で比較すると、石灰石砕石の方が砂岩砕石より 40～45% 程度収縮が小さくなった。

4. まとめ

(1)FA を細骨材の一部に置換して使用することで、初期強度の低下が改善された。さらに、FA 混入によるポズラン反応による長期強度の増進も確認できた。

(2)中性化深さは FA 混入と無混入の配合を比較するとほぼ同等の値となっており、FA の置換率による影響は確認できなかった。また、耐凍害性は十分備わっており、FA を混入した配合の耐凍害性は若干大きくなった。

(3)粗骨材の種類の違いによる影響は、石灰石砕石を使用した配合は砂岩砕石を使用した配合と比較して静弾性係数は大きく、長さ変化率は抑制できた。

参考文献 1)加地貴:フライアッシュを細骨材の一部に置換使用したコンクリートの実用化に関する研究, 徳島大学学位論文, 2007 2)建築業協会:コンクリートのひびわれ防止対策, p.33

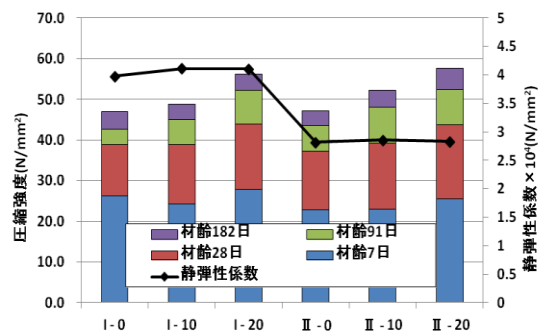


図-1 圧縮強度及び静弾性係数

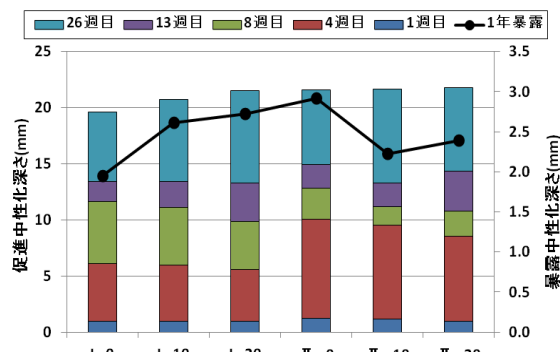


図-2 中性化深さ

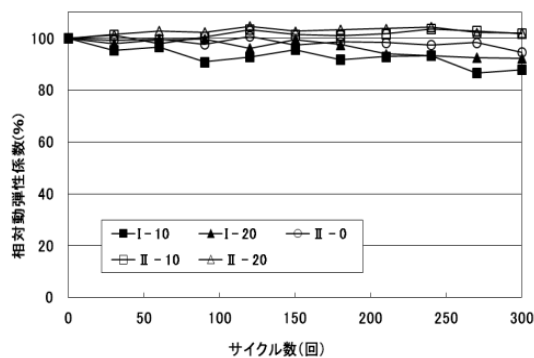


図-3 相対動弾性係数

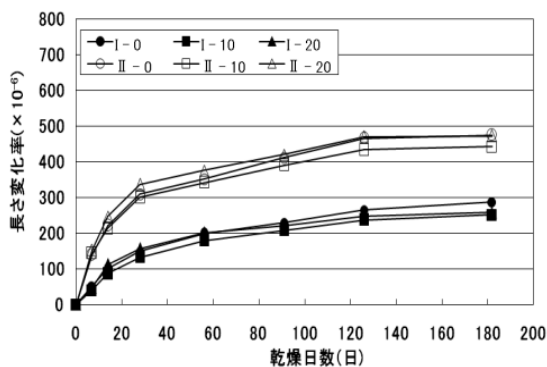


図-4 長さ変化率