

フライアッシュの混入率を変化させたコンクリートの諸性質

高知工業高等専門学校専攻科 学生会員○川村里沙

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(株) 原田隆敏

大和生コンクリート工業(株) 田中光浩

1. はじめに

エネルギーの需要が増大し、石炭火力発電所から発生する石炭灰は平成 19 年度末には約 1,000 万トンにまで達すると予測されている¹⁾。その石炭灰の一種がフライアッシュであり、コンクリートに混入することで長期強度や乾燥収縮の減少などが改善できる²⁾。本研究では、一般的な建設工事における土木配合及び建築配合にセメントの置換としてフライアッシュの混入率を 0%、10%、20%と変化させ、生コン工場の実機練りでコンクリートを作製し、圧縮強度、耐凍害性、中性化及び乾燥収縮を調査した。

2. 実験方法

2.1 使用材料及びコンクリートの配合

セメントは、土木配合に高炉セメント(密度 3.02g/cm³)、建築配合に普通セメント(密度 3.16g/cm³)を使用した。細骨材及び粗骨材は高知県内の硬質砂岩砕砂(密度 2.66g/cm³)、海砂(密度 2.61g/cm³)、硬質砂岩砕石 1505(密度 2.69g/cm³)及び砕石 2015(密度 2.69g/cm³)を使用した。また、混和材は、フライアッシュⅡ種(密度 2.31g/cm³)を用いた。混和剤は、ポリカルボン酸系 AE 減水剤を用いた。土木配合では目標スランプを 8 ± 2.5cm、目標空気量を 4.5 ± 1.5%と設定し、建築配合では目標スランプを 18 ± 2.5cm、目標空気量を 4.5 ± 1.5%と設定した。コンクリートの配合表を表-1 に示す。

表-1 配合表

配合名		W/C(%)	s/a(%)	単 位 量 (kg/m ³)								
				W	C	FA	S1 (砕 砂)	S2 (海 砂)	G1 1505	G2 2015	AD	AE
土木	FA0%	53.4	45.8	152	285	—	603	258	465	568	3.14	2.28 (C×0.8)
	FA10%			150	253	28					3.09	2.81 (C×1.0)
	FA20%		46	147	220	55	607	260			3.03	4.13 (C×1.3)
建築	FA0%	52.8	48.6	174	330	—	610	261	421	515	2.97	1.98 (C×0.6)
	FA10%		48.5	172	293	33	608				2.93	2.61 (C×0.8)
	FA20%		48.6	169	256	64	611				262	2.88

2.2 試験方法

本研究では、県内生コン工場の強制 2 軸 2m³練りミキサにより、配合毎に 1m³練混ぜた。養生方法は、20 ± 2℃の水槽中で所定材齢まで養生を行った。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、条件として水中凍結温度は -18 ± 2℃、水中融解温度は 5 ± 2℃とし、凍結融解 1 サイクルに要する時間は 3 時間以上 4 時間以内、試験サイクルは 300 回で終了となるように設定し、相対動弾性係数を算出した。促進中性化試験は JIS A 1153 に従い、条件として温度 20 ± 2℃、相対湿度 60 ± 5%、二酸化炭素濃度 5 ± 0.2%の試験槽内にて、1、4、8、13、26 週の材齢毎に中性化深さを測定した。また、長さ変化試験は JIS A 1129-2 に従い、条件として温度 20 ± 2℃、湿度 60 ± 10%の恒温室に設置し、コンタクト型マイクロストレインゲージで長さ変化を測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 圧縮強度

圧縮強度試験の結果を図-1 に示す。土木配合は、フライアッシュの混入率を高くした FA20%の初期強度が最も小さく、FA0%が最も大きい値となった。長期強度は、FA20%が FA0%及び FA10%の強度を上回ることはなかったが強度の増加率においては、わずかではあるが大きくなった。建築配合は、土木配合と同様にフラ

イアッシュの混入率が高いほど初期強度は小さかったが、材齢 182 日の強度では FA20%が FA0%及び FA10%を上回り長期強度が発揮されたことが明らかとなった。両配合の長期強度が増加したことについては、フライアッシュのポゾラン反応によるものと考えられる²⁾。また、土木配合の初期強度が建築配合に対して小さかった理由として、高炉セメントを用いているためと考えられる。

3.2 凍結融解試験

相対動弾性係数の結果を図-2 に示す。土木配合及び建築配合ともに、凍結融解作用に対して相対動弾性係数の値に大きな変動をもたらすことなく安定しており、300 サイクル終了まで 90%以上を確保することができ、耐凍害性が大きいことが確認できた。

3.3 促進中性化試験

中性化深さの結果を図-3 に示す。土木配合及び建築配合ともに、フライアッシュの混入率を高くするほど中性化深さが大きいことが確認できた。その原因として、フライアッシュ混入率 0%の供試体に比べてセメント量が少なく、コンクリートが本来持つアルカリ性成分が低減しているためと考えられる。また、建築配合に比べ土木配合の中性化深さが大きくなった理由として、高炉セメントを用いているためと考えられる。

3.4 長さ変化試験

長さ変化試験の結果を図-4 に示す。既往の研究では、フライアッシュの混入率を高くしたコンクリートは、フライアッシュ混入率 0%のコンクリートに比べて、長さ変化が小さいとされている²⁾。しかし、土木配合及び建築配合ともに、各 3 配合の長さ変化率の差は 50×10^{-6} 以内で小さかった。この理由については、今後の研究課題とする。なお、建築学会では長さ変化率の推奨値は 800×10^{-6} 以下であり、今回の建築配合の長さ変化率は許容値内である。

4. まとめ

- (1) 土木及び建築配合ともに、フライアッシュの混入率を高くしたコンクリートの長期強度が大きくなった。
- (2) 両配合ともに、フライアッシュを混入したコンクリートはフライアッシュを混入していないコンクリートと同様に耐凍害性が大きく、厳しい環境での使用も期待できる。
- (3) 両配合ともに、フライアッシュの混入率を高くするほど中性化深さが大きくなった。
- (4) 両配合ともに、フライアッシュ混入率 0%のコンクリートとフライアッシュの混入率を高くしたコンクリートの長さ変化率は、差が見られなかった。

5. 参考文献

- 1) (財)石炭エネルギーセンター「石炭灰全国実態調査報告書」: <http://www.jcoal.or.jp/>, 2005
- 2) 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, 徳島大学博士論, 2007

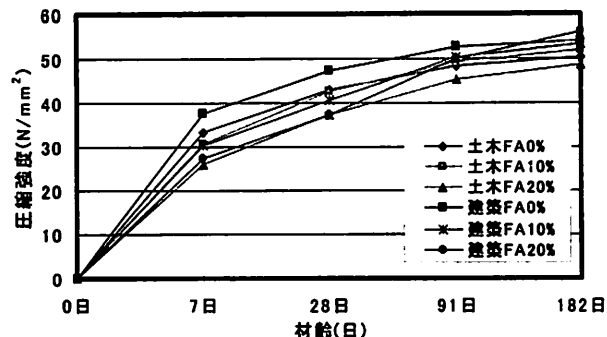


図-1 圧縮強度結果

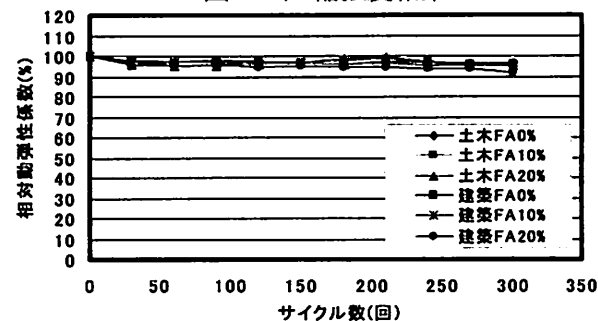


図-2 相対動弾性係数

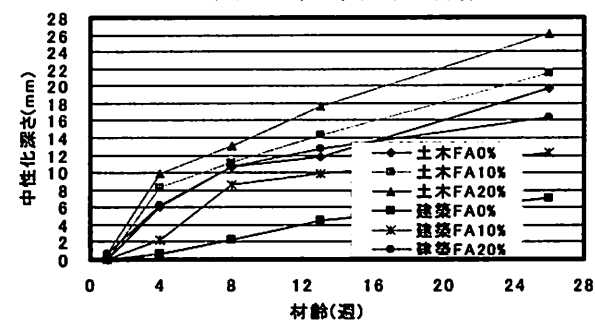


図-3 中性化深さ結果

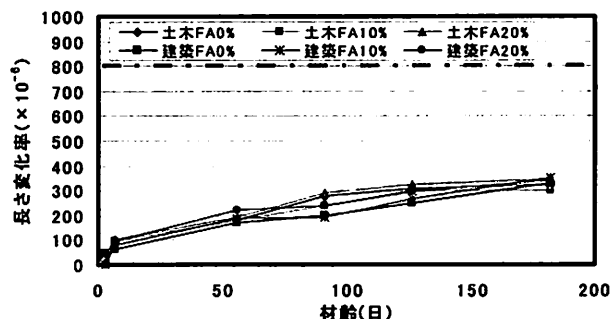


図-4 長さ変化率結果