

長期保管がフライアッシュを事前混合した細骨材を用いたコンクリートに及ぼす影響

石川工業高等専門学校 学生会員○三竹秀和

石川工業高等専門学校 正会員 福留和人

石川工業高等専門学校 学生会員 宮本 翼, 中出将太, 前 瞭弘

1. はじめに

近年、河川砂・山陸砂等の枯渇化、海砂の採取禁止の拡大から、砕砂、スラグ細骨材の使用割合が増加しつつある。これらの細骨材は、河川砂等に比較して粒形、粒度分布等が悪いことから、単位水量の増大、ワーカビリティ、ポンプ圧送性の低下が問題となる場合がある。この対策としフライアッシュを細骨材の一部に置換することが有効とされているが、フライアッシュ専用の貯蔵および計量設備などの設置が必要となる。著者らは、設備を増設することなくフライアッシュコンクリートの製造を可能とするため、フライアッシュを事前に細骨材に混合して（以下、FA 混合砂）、細骨材と同様にプラントに供給する方法を提案した¹⁾。本研究では、FA 混合砂の実用化を推進するために、FA 混合砂の長期保管がFA 混合砂を用いたコンクリートの品質に及ぼす影響を評価した。

2. 実験概要

セメントは、普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm^3 ）を、細骨材は、能登産砕砂（密度 2.57g/cm^3 、吸水率 2.65%、微粉分 1.82%）を、粗骨材は、能登産の安山岩碎石（密度 2.61g/cm^3 、実積率 57.8%）を、フライアッシュは、北陸電力七尾大田および敦賀発電所産の JIS II 種フライアッシュ（以下、それぞれ N-FA, T-FA）を使用した。フライアッシュの品質を表-1 に示す。

混和剤にはポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤を使用した。FA 混合砂の製造には、コンクリート用試験練りミキサー（パン型強制練り容量 50 リットル）を用い、混合時間は、3 分間とした。FA 混合砂のフライアッシュ混合率は、細骨材の表面乾燥状態の質量に対して内割で 10%とした。FA 混合砂製造時の細骨材の表面水率は、3%程度、混合後の保管期間は、7 日（短期保管）、28 日（中期保管）、91 日（長期保管）とした。FA 混合砂は、通常の細骨材と同様、密封できる容器で保管し、取扱いも通常の細骨材と同様とした。FA 混合砂の表面水率は、JIS A 1125「骨材の含水率試験方法および含水率に基づく表面水率の試験方法」に準じて測定した。なお、FA 混合砂の吸水率は、

混合前の細骨材の吸水率およびフライアッシュ混合率から理論的に算定した。

表-2 にコンクリートの配合を示す。

水セメント比は、60、50 および 40% の 3 水準とし、単位水量は、水セメント比およびフライアッシュの産地にかかわらず一定とした。また、フライアッシュ同時添加において、目標スランプ $8\pm 2.5\text{cm}$ 、空気量 $4.5\pm 1.5\%$ が得

表-1 フライアッシュの品質

項目			試験値	
			N-FA	T-FA
強熱減量(%)			2.0	3.3
湿 分(%)			0.2	<0.1
SiO ₂			59.8	67.2
物理特性	密度(g/cm ³)		2.32	2.26
	比表面積(cm ² /g)		4,460	4,740
	45μm ふるい残分(%)		1.0	1.7
	フロー値比(%)		109	100
	活性度指数(%)	28 日	100	84
		91 日	111	99

表-2 コンクリートの配合

W/C (%)	FA 添加方法	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
			水 W	セメント C	フライ アッシュ FA	細骨材 S	粗骨材 G
60	同時添加	53.4	175	292	93	841	836
	事前混合				934 (FA 混合砂)		
50	同時添加	51.4		350	88	787	848
	事前混合				875 (FA 混合砂)		
40	同時添加	49.4		438	87	725	848
	事前混合				806 (FA 混合砂)		

キーワード：フライアッシュ、砕砂、事前混合、長期保管、スランプ、空気量、圧縮強度

連絡先：石川工業高等専門学校、〒929-0392 石川県津幡町北中条 tel: 076-288-8162, fax: 076-288-8171

られるように、高性能 AE 減水剤の添加量を調整し、FA 混合砂を使用する場合も、同一添加量とした。コンクリートの練混ぜには、容量 50 リットルのパン型強制練りミキサを用い、全材料一括投入後 120 秒間練り混ぜた。フレッシュコンクリートでスランプ試験および空気量試験を、硬化コンクリートで材齢 7, 28 および 91 日において圧縮強度試験を実施した。供試体の養生は、標準水中養生とした。

3. 実験結果および考察

図-1 および図-2 にそれぞれフライアッシュ同時添加の場合と FA 混合砂を用いた場合のスランプおよび空気量の比較を示す。

スランプは、同時添加の場合と FA 混合砂を用いた場合で差がやや大きいケースもあるが、両者は、おおよそ一致している。また、フライアッシュの産地、FA 混合砂の保管期間による差もほとんど見られない。これらのことから、3 か月と長期保管を行っても FA 混合砂の性状変化はなく、また、表面水率の測定および補正も適切に行われているものと推察される。

空気量は、一点を除いて、FA 混合砂を用いた場合、同時添加と同等かやや大きくなっている。また、その傾向は、N-FA を用いた場合の方がやや大きい。なお、保管期間による明確な傾向は見られない。空気量が大きくなる理由の一つとして、フライアッシュを細骨材と事前混合することによってフライアッシュの未燃炭素が細骨材に先に吸着し、AE 剤の吸着作用がやや小さくなることが考えられるが、詳細は不明である。

図-3 にフライアッシュ同時添加の場合と FA 混合砂を用いた場合の圧縮強度の比較を示す。既往の研究¹⁾から、FA 混合砂を用いることで圧縮強度が改善されることが示されているが、フライアッシュの産地、FA 混合砂の保管期間が変わっても、同様の傾向があることが示された。なお、圧縮強度の大小(材齢および水セメント比)および FA サンドの保管期間による明確な傾向は見られない。フライアッシュの産地では、T-FA の方が圧縮強度の増加割合が大きくなっている。既報において、細骨材と事前混合することで細骨材表面にフライアッシュが付着し界面が改善されること、フライアッシュが微粉化されることがその一因であることが推察されているが、原因は不明であり、今後検討していく。

参考文献：1) 福留他：フライアッシュを事前混合した砕砂の実用化に関する研究，コンクリート工学，Vol.46, No.10, 2008.10

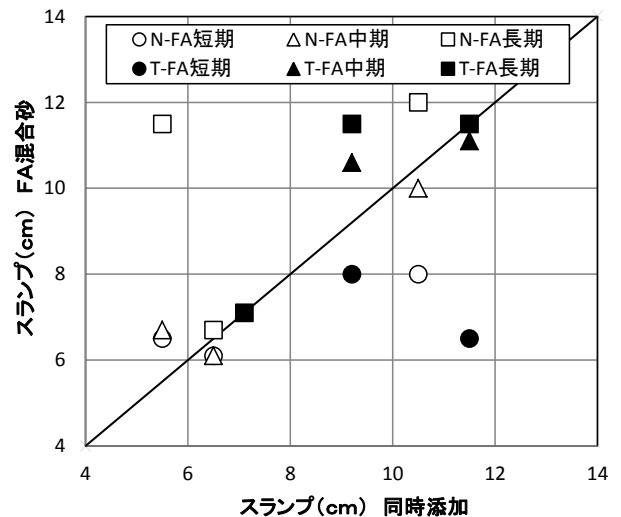


図-1 FA混合砂と同時添加の空気量の比較

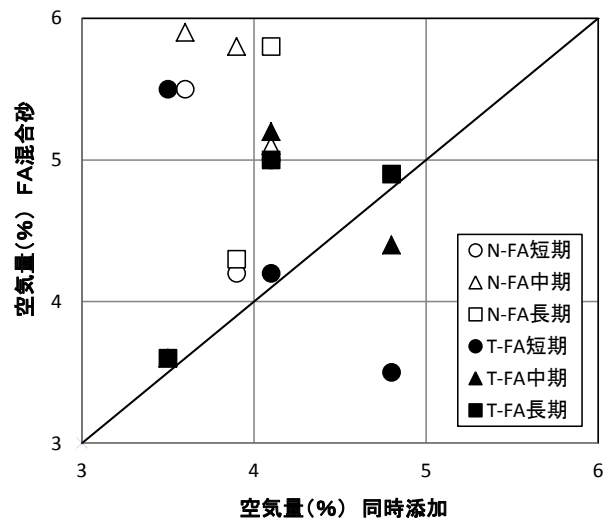


図-2 FA混合砂と同時添加の空気量の比較

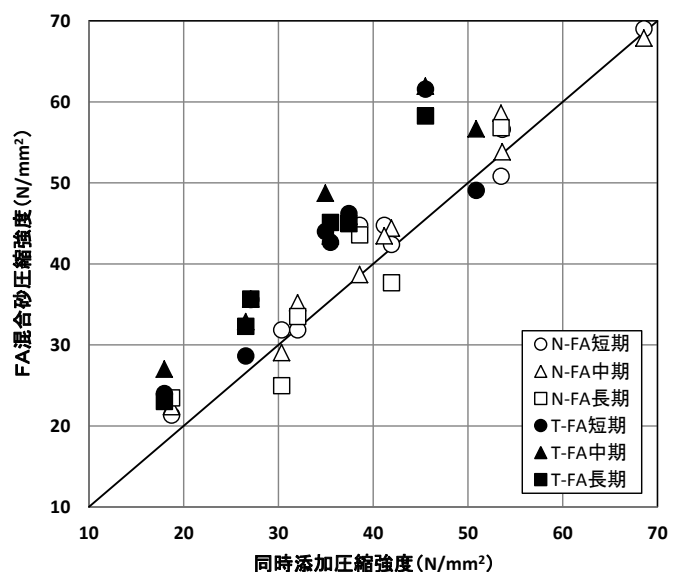


図-3 FA混合砂と同時添加の圧縮強度の比較