

フライアッシュを事前混合した細骨材の品質に及ぼす長期保管の影響

石川工業高等専門学校 学生会員○宮本 翼

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 三竹秀和, 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増設が必要となる。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、長期保存がFA 混合砂の品質に及ぼす影響を評価した。

2. 実験概要

細骨材は、能登産砕砂（密度 2.57 g/cm³、吸水率 2.65%、微粉分 1.82%）を、フライアッシュは、北陸電力七尾大田火力および敦賀発電所産フライアッシュ（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。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 混合砂の試験として、表面水率試験（JIS A 1111「細骨材の表面水率試験方法」および 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」）、ふるい分け試験（JIS A 1102）およびフライアッシュの混合率試験を実施した。表面水率試験では、FA 混合砂の密度および吸水率それぞれ混合砂の密度および吸水率が必要である。いずれも、実測が困難なことから、FA 混合砂の密度および吸水率は、混合前の細骨材の密度および吸水率の測定値およびフライアッシュ混合率から理論的に算定した。フライアッシュと細骨材を事前に混合し、さらに長期間保管することによってフライアッシュが固結することなく、粉体としての性質が保持されている必要がある。ここではふるい分け試験を行って、FA 混合砂の粒度分布と細骨材とフライアッシュの粒度分布を計算上合成した粒度分布（以下、合成粒度分布）を比較することによって、固結等の有無を評価した。FA 混合砂の品質管理において、フライアッシュが所定の混合率で混合されていることを評価する必要がある。ここでは、JIS A 1103 により FA 混合砂の微粉分量を測定し、細骨材の微粉分を差し引くことによって、フライアッシュの混合率を測定した。なお、ふるい分け試験から得られる 0.15mm を通過する量の FA 混合砂と細骨材の差からもフライアッシュ混合率を算定し、洗い試験による測定値との比較を行った。

3. 実験結果および考察

図-1 に FA 混合砂の表面水率の測定結果を示す。ここで、

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
		91 日	111
			99

キーワード：フライアッシュ、砕砂、事前混合、品質管理、表面水率、粒度分布

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

JIS A 1111 および JIS A 1125 による測定値をそれぞれ、容積法および絶乾法と表示した。図に示すように、フライアッシュの産地および FA 混合砂の保管期間にかかわらず、表面水率の試験方法による差は、0.2%程度以下である。また、短期保管の表面水率測定値は、FA 混合砂の製造時の表面水率設定値 3%とほぼ一致している。これらのことから、いずれの測定方法でもほぼ正確に表面水率の測定が行われていると考えられる。なお、密封した容器に保管すれば、3 か月と長期に保管しても表面水率の低下は、0.5%程度以下に抑制できるようである。

図-2および図-3に FA 混合砂の粒度分布とフライアッシュと細骨材の合成粒度分布の比較を示す。FA 混合砂の 0.15mm のふるいを通過する量が合成粒度分布より若干低くなっているが、その差は小さい。また、保管期間の影響も明確な傾向は見られない。これらのことから、FA 混合砂の 0.15mm ふるいの通過率がやや低いのは、細骨材粒子表面に付着したフライアッシュ粒子がふるい分け試験では分離できないことによると考えられる。一方、1.2mm あるいは 2.5mm ふるいを通過する量に FA 混合砂と合成粒度で若干差が見られるが、フライアッシュ粒子の固結によるとは考えにくく、試料採取あるいは測定誤差によるばらつきと考えられる。

図-4 に FA 混合砂のフライアッシュ混合率測定結果を示す。洗い試験による測定値は、いずれも $10 \pm 0.5\%$ であり、FA 混合率の設定値とほぼ一致している。また、保管期間の影響もほとんどないものと考えられる。以上から、洗い試験による方法は、フライアッシュ混合率の測定方法として妥当であると言える。また、長期間保管してもフライアッシュの固結等はなく、粉体としての性質は、保持されるものと考えられる。一方、ふるい分け試験で得られる 0.15mm のふるいを通過する量から求めた FA 混合率は、設定値あるいは洗い試験による測定値より 0.5%程度低く、また、ばらつきもやや大きくなっている。前述のとおり、細骨材粒子表面に付着したフライアッシュがふるい分け試験では分離できないことによると考えられるが、ふるい分け試験によって大まかなフライアッシュ混合率を把握することは可能と考えられる。

参考文献： 福留和人，小門勝彦，守口安保，大前延夫：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,pp.19-26，2008.10

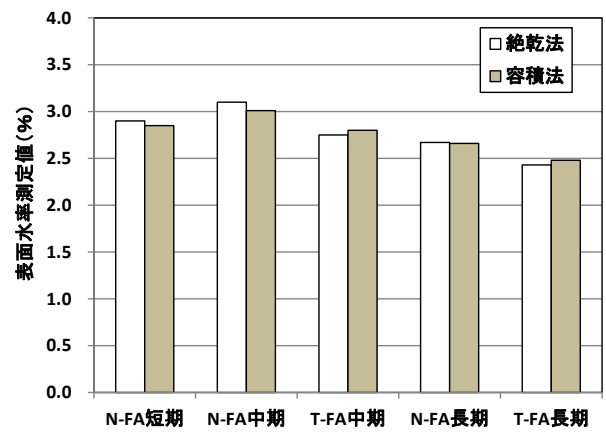


図-1 表面水率測定結果

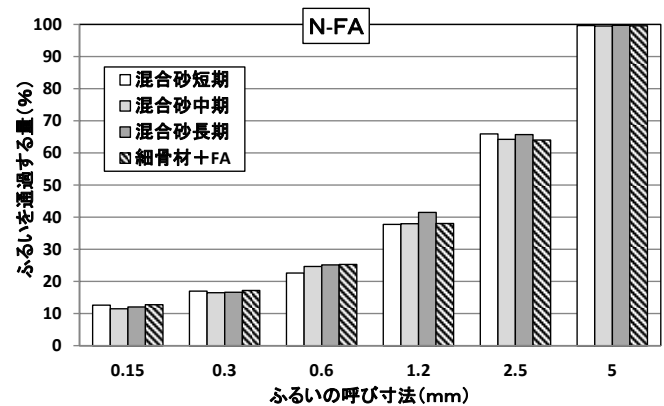


図-2 粒度分布 (N-FA)

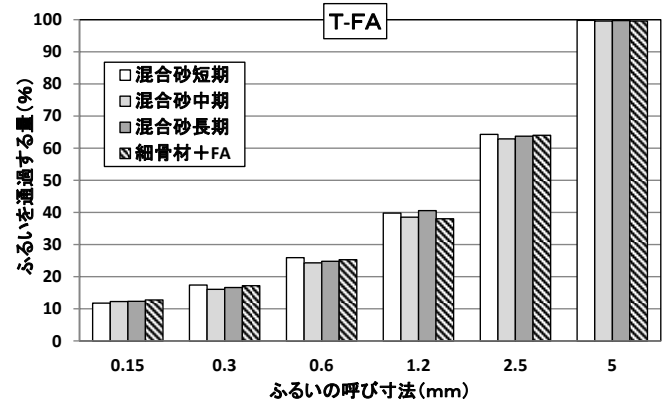


図-3 粒度分布 (T-FA)

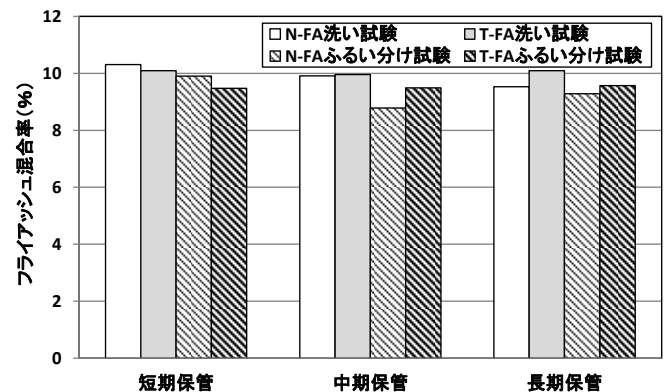


図-4 フライアッシュ混合率測定結果