

フライアッシュ造粒砂の表乾状態の判定に関する検討

愛媛大学工学部 正会員 ○川口 隆 愛媛大学大学院理工学研究科 正会員 氏家 勲
愛媛大学工学部 細見理恵 愛媛大学工学部 木下雄司

1. まえがき

コンクリートの細骨材として使用されてきた海砂、川砂は採取禁止、採取規制となり、現在ではその代替骨材として主に砕砂が使用されているが、砕砂は川砂、海砂に比べ形状が角張っているため同一スランプを得るために単位水量が増加するという問題がある。一方、我が国では、平成 12 年に資源の有効な利用の促進に関する法律が制定され、副産物をリサイクルすることが法的に規制された。現在、火力発電所から副産物として年間約 1000 万 t の石炭灰が発生している。

そこで本研究では、石炭灰の大部分を占めるフライアッシュを造粒した砂にしたもの（以下フライアッシュ造粒砂または FA 砂と呼ぶ）をコンクリート用の細骨材として使用した。このフライアッシュ造粒砂は形状が丸く、砕砂に比べ流動性が改善されると考えられるが、高吸水率・低密度で表乾判定が困難であるという問題点もある。本研究では正確に密度および吸水率を求めるため、表乾判定法の検討を行い、フライアッシュ造粒砂を用いたコンクリートおよびモルタルの流動性を確認した。

2. 実験概要

フライアッシュ造粒砂は高吸水率なため、通常のフローコーンを使用した判定法では正確に判定できない。そこで、表面水の状態を含水率に伴う電気抵抗値を測定することで、吸水率を求めた¹⁾。まずビニール袋に絶対乾燥状態の細骨材、水、NaCl（添加率：含水率を調整した試料に対して 1.5%）を入れ 1 分間振とう攪拌し、3 分静置した後、容器に試料を 3 層に分けて、各層をモルタル供試体成形用突き棒で 15 回突き固めて充填した。そして、LCR メーターを用いて、電気抵抗値がほぼ安定したときの値を測定値とした。吸水率を決定するために、電気抵抗値を常用対数値で表示し、データをグラフより高含水率域と低含水率域の 2 組に分け、それぞれを最小 2 乗法で直線近似し、2 直線の交点を表乾状態とし、そのときの含水率を吸水率とした。高含水率であれば電気抵抗値は低く、低含水率であれば高くなる、この境界が表乾である。この値を、通常のフローコーンを使用した通常を表乾判定と構造用軽量骨材の表乾判定を行い求めた吸水率と比較した。

実験で使用したコンクリートの示方配合を表-1 に、モルタルの示方配合を表-2 に示す。コンクリートではスランプ値を $10 \pm 2 \text{cm}$ 、モルタルではフロー値を $200 \pm 10 (\text{mm})$ の範囲内になるよう配合を行った。コンクリートの

スランプロスの実験では、練混ぜ水を入れた時間を 0 分として、30、60、90 分経過したときのスランプ値を測定した。なお、測定時以外コンクリートは約 20℃の実験室で静置して湿布で被った。モルタルのフローロスの実験は、全ての材料の投入直後を 0 分とした。その他はコンクリートと同様である。

表-1 コンクリートの示方配合

w/c (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)					AE減 水剤 (%)	AE 剤 (%)	スラ ンプ (cm)
		水	セメ ント	砕 砂	FA砂	砕石			
50	47	158	316	297	365	967	0.3	0.7	11
		187	374	791	0	902	0.3	0	9

表-2 モルタルの示方配合

w/c (%)	水 (kg)	セメント (kg)	FA砂 (kg)	砕砂 (kg)	川砂 (kg)	フロー 値 (mm)
50	270	540	932	0	0	194
	345	690	0	1119	0	203
	320	640	0	0	1219	202

4. 実験結果および考察

フライアッシュ造粒砂の含水率に伴う電気抵抗値の変化及び近似直線による吸水率判定のグラフをそれぞれ図-1、図-2 に示す。図-2 よりグラフから読み取るとフライアッシュ造粒砂の吸水率は約 42% である。

フローコーンを使用した通常の表乾判定で求めた吸水率は40.3%、構造用軽量骨材の方法による表乾判定で求めた吸水率42.6%で、構造用軽量骨材の表乾判定で求めた吸水率のほうが電気抵抗値による方法に近い値となった。また、目視によってFA砂の状態を判断しても通常の表乾判定では少し乾いているように思われた。従って、簡易的に表乾状態を判定するには、軽量骨材用表乾判定法を使用の方が妥当であると考えられる。

コンクリートの時間経過に伴うスランプ値の変化を図-3に示す。フライアッシュ造粒砂を混合したコンクリートは経過時間60分になる前に測定不能となった。この原因として、軽量骨材用表乾判定法で表乾状態であると判定したはずのフライアッシュ造粒砂がさらに吸水した、あるいは、砕砂に比べFA砂を用いたコンクリートでは単位水量が著しく少ないことが原因として考えられる。

モルタルの時間経過に伴うフロー値の変化を図-4に示す。コンクリートのスランプロスで原因と考えられた表乾と判定したフライアッシュ造粒砂がさらに吸水したということを検討するため、FA₁(表乾のFA砂)とFA₁(pre wetting: 練混ぜ水を入れ密閉し、24時間吸水させたFA砂)を細骨材として使用し、砕砂および川砂と比較した。試験開始時のFA₁に比べFA₁(pre wetting)のフロー値は低下している。よって表乾と判定したFA砂がさらに吸水したことが分かる。しかし、FA₁、FA₁(pre wetting)のどちらのフロー値も砕砂および川砂と比べ大幅に低下しているため、表乾状態のFA砂の吸水が大幅なスランプロスの原因ではないと思われる。

5. まとめ

フライアッシュ造粒砂は構造用軽量骨材の表乾判定により表乾状態を判定するのがよい。そして、砕砂に比べ大幅に単位水量が減少できるが、スランプロスを起こす。このスランプロスの原因については今後さらに検討し、フライアッシュ造粒砂の利用を促進するために、この対策を考える必要がある。

参考文献: 1) 上野敦、国府勝郎、大賀宏行: 電気抵抗値による細骨材の吸水率決定方法に関する基礎的研究、土木学会論文集 No.613/V-42、pp.137-146、1999.2

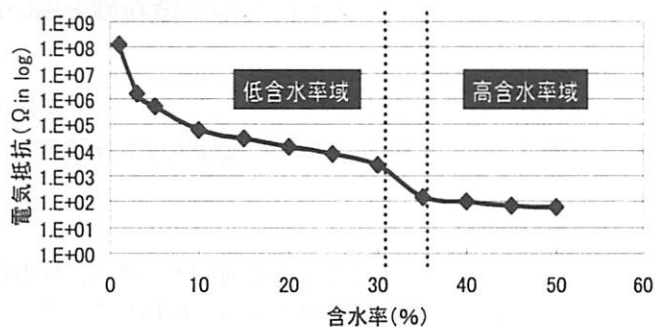


図-1 FA砂の含水率に伴う電気抵抗値の変化

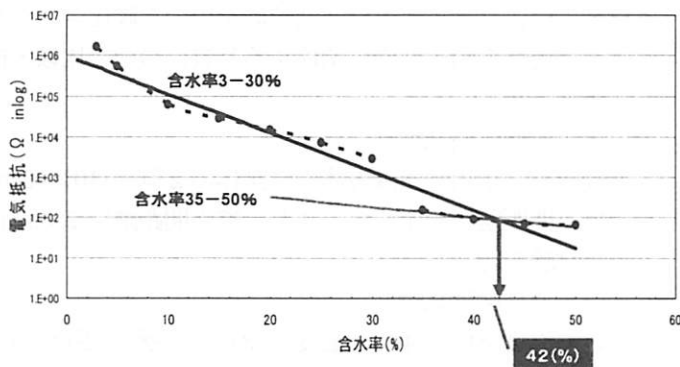


図-2 電気抵抗値を用いた表乾判定

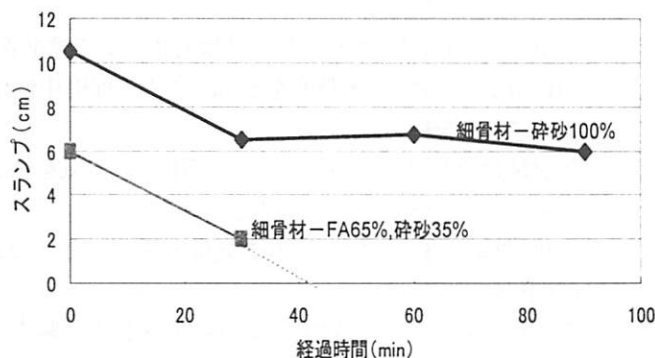


図-3 スランプ値の経時変化

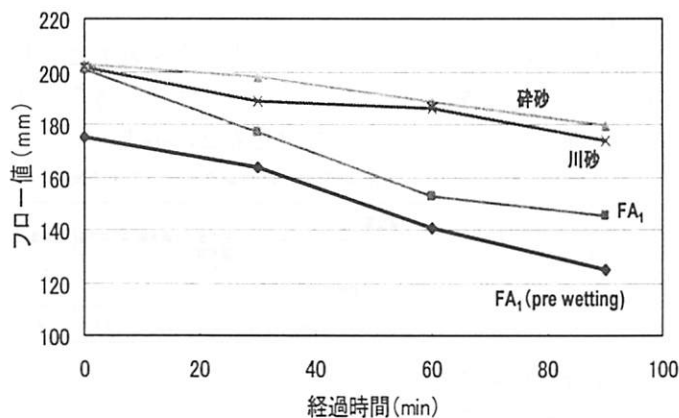


図-4 フロー値の経時変化