

フライアッシュを事前混合した混合砂の実用性に関する研究

間 組 正会員 ○坂本 守 福留 和人
 関電パワーテック 正会員 小門 勝彦 守口 安保 大前 延夫

1. 目的

近年、河川砂・山陸砂等の良質な天然骨材の枯渇化、海砂の採取禁止の拡大などの影響から、砕砂の使用割合が増加しつつあり、将来的にも増大することが予想されが、砕砂は河川砂等と比較して、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。フライアッシュを細骨材の一部に置換することはその改善策として有効であるが、フライアッシュ専用の貯蔵・計量設備などの新たな設備投資が必要となり、フライアッシュの有効利用が進まないことの大きな理由になっている。

筆者らは、通常のコンクリートとほぼ同様の要領でフライアッシュを混和材として使用するため、事前にフライアッシュを細骨材に混合し（以下、混合砂と呼ぶ.）、細骨材としてプラントに供給してコンクリートを製造することを提案した^{1),2)}。本研究は、混合砂の実用化に際し、混合砂に含まれるフライアッシュ混合率の品質管理方法の妥当性、および混合率の変動がコンクリート品質に及ぼす影響について評価したものである。

2. 実験方法

使用材料は、JIS表示認定工場のレディーミクストコンクリート工場で使用されている表-1に示すものとした。ここで細骨材は2種類の細骨材を質量比1:1で混合使用した。

混合砂のフライアッシュ混合率は、細骨材に対する質量で10%（内割）を基準とした。また、混合砂のフライアッシュ混合率の測定方法、およびフライアッシュ混合率の変動の影響を把握するため、フライアッシュ混合率を設定値±0, ±1, ±2, ±3%と変化させた混合砂を製造した。この混合砂の製造は、コンクリートミキサ（容量50 lのパン型強制練り）を用いて、細骨材、フライアッシュを一括投入後、3分間練混ぜを行った。混合時の細骨材の表面水率は、3%程度、混合後の保管期間は、1~3日とした。製造後の混合砂は、無混合の細骨材と同様、密封できる容器で保管し、取扱いも同様とした。

コンクリートの配合は、表-2に示すようにコンクリート二次製品およびレディーミクストコンクリートへの適用を考慮した配合（以下、製品配合および生コン配合と呼ぶ）の2種類とした。それぞれ、従来どおり練混ぜ時にフライアッシュを他の材料とともに同時添加する方法と混合砂を用いる場合の2ケースで比較した。コンクリートの練混ぜは20±2℃の恒温室で、容量50 lのパン型強制練りを使用し、練混ぜ時間は、材料一括投入後3分間とした。

3. 実験結果および考察

図-1に混合砂のフライアッシュ混合率の設定値と混合率の実測値の比較結果を示す。フライ

表-1 使用材料

材 料	仕 様
セメント	普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm ³ ）
フライアッシュ	JIS II 種（2.30 g/cm ³ , ブレーン値 3,800cm ² /g）
細骨材 1	砕砂（密度 2.55 g/cm ³ , 吸水率 2.25%）
細骨材 2	高炉スラグ細骨材（密度 2.69g/cm ³ , 吸水率:1.58%）
粗骨材	砕石（Gmax20mm, 密度 2.63g/cm ³ ）
混和剤	ポリカルボキシル酸系高性能 AE 減水剤

表-2 示方配合

配合種類		スラブ ^o (cm)	空気 量 (%)	水セメント 比 (%)	細骨材 率 (%)	単位量 (kg/m ³)					高性能 AE 減水 剤 wt. %
						水 W	セメント C	フライアッシュ F	細骨材 S	粗骨材 G	
製品 配合	同時添加	15.0	2.0	45.0	45.0	175	389	82	736	986	1.0
	混合砂		818 (混合砂)								
生コン 配合	同時添加	±2.5	4.5	55.0	47.0	175	318	85	766	947	1.0
	混合砂		851 (混合砂)								

キーワード：フライアッシュ、事前混合、混合率、表面水率、圧縮強度

連絡先：〒105-8479 東京都港区虎ノ門 2-2-5 (株)間組 技術・環境本部環境部 TEL03-3588-5792 FAX03-3588-5755

アッシュ混合率は、混合砂の微粒分量を JIS A 1103 に準じた骨材の微粒分量測定方法により微粒分量を測定し、この測定値から砕砂および高炉スラグ細骨材の微粒分量を差し引くことで求めた。図に示すように、混合砂の混合率の測定値と設定値の差は、最大で 0.5% 程度であり、JIS A 1103 「骨材の微粒分量測定方法」によって、フライアッシュ混合率をほぼ正確に測定することが可能であると言える。また、この結果は、混合砂の取扱い中、フライアッシュと細骨材の分離は見られず、均一な状態が保たれることも示しているものと推察される。

図-2 はフライアッシュ混合率の変動が、混合後の表面水率の測定値に及ぼす影響を示したものである。表面水率の測定は、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」に基づき表面水率の試験方法に準じ、混合前の細骨材の密度および吸水率の測定値および設定値どおりの 10% と仮定したフライアッシュ混合率から理論的に算定した。

いずれの方法でもほぼ正確に表面水率の測定が行われているものと推定されるが、取扱い中にフライアッシュ混合率が大きく変動した場合には測定方法による差が若干大きくなる場合があった。しかし、既往の試験により実際のフライアッシュ混合率の変動が $\pm 1\%$ であること²⁾を考慮すれば、実用上は問題ないものと推察される。

図-3 はフライアッシュ混合率を変動させた場合のコンクリートの圧縮強度試験結果である。製品配合は比較的高強度の配合であるため、混合率の増減による圧縮強度への影響はほとんど認められなかった。生コン配合はフライアッシュ混合率の上昇により粉体量が増加し、結合材量が増加する効果が現れるため、若干の強度増加が認められた。いずれの配合でも、フライアッシュを同時添加する場合との差もほとんどないことから、混合砂の使用がコンクリートの品質に及ぼす影響は小さいと言える。

4. まとめ

本研究により、以下のことが明らかとなった。

- (1) 混合砂のフライアッシュ混合率は、JIS A 1103 による微粒分量の測定値から細骨材の微粒分量を差し引くことによって $\pm 0.5\%$ 程度の精度で測定可能である。
- (2) 混合砂の表面水率は、JIS A 1111 および JIS A 1125 により実用上問題のない精度で測定可能である。
- (3) フライアッシュ混合率が $\pm 3\%$ 程度変動しても、圧縮強度への影響はほとんど見られない。

参考文献

- 1) 福留和人, 小門勝彦, 守口安保, 田原博史, 大前延夫: フライアッシュを事前混合した砕砂を用いたコンクリートの基本特性, 土木学会第 63 回年次学術講演会講演概要集, V-229, 2008.9
- 2) 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, 2008

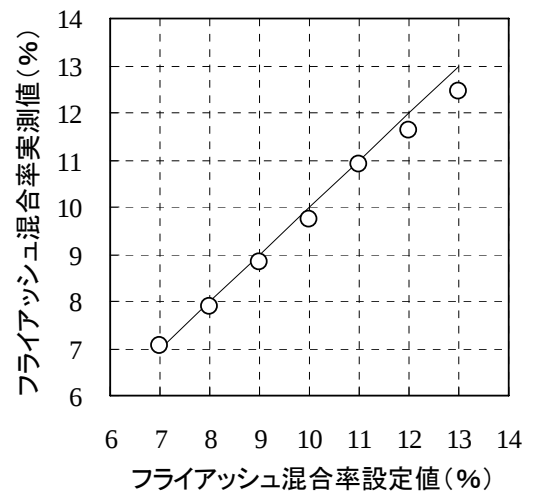


図-1 フライアッシュ混合率の設定値と実測値

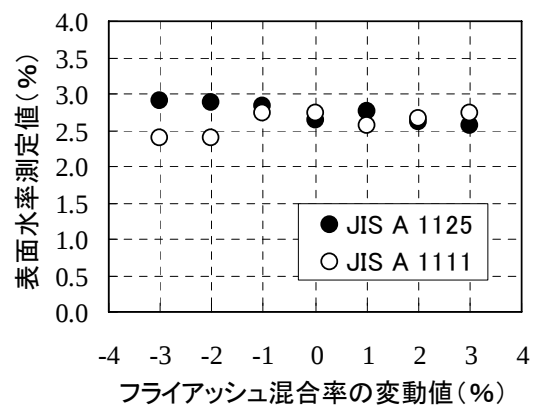


図-2 フライアッシュ混合率の変動による表面水率実測値への影響

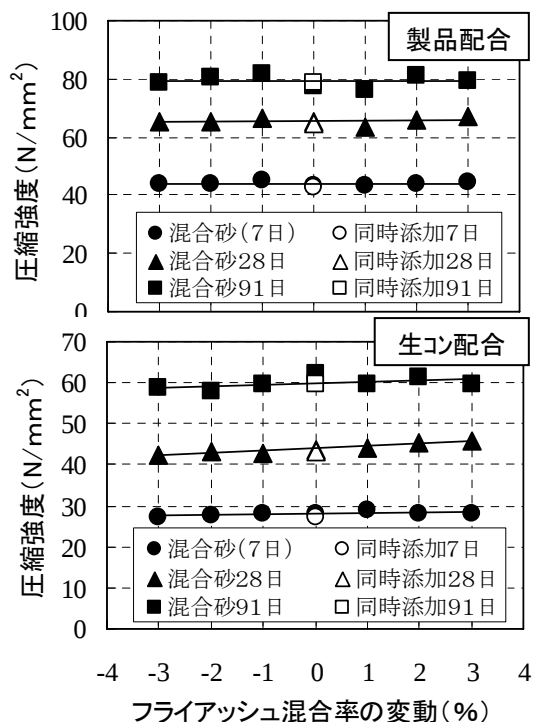


図-3 フライアッシュ混合率の変動による圧縮強度への影響