

フライアッシュ混合砂を使用したコンクリートの実規模実験

ハザマ 正会員 ○福留和人

関電パワーテック 小門勝彦, 守口安保, 田原博史

ハザマ 正会員 大前延夫, 斉藤栄一, 坂本 守

1. はじめに

フライアッシュを事前に細骨材に混合（以下、混合砂）してプラントに供給する方法を提案した¹⁾。この方法によれば、コンクリートプラントにフライアッシュ専用の貯蔵、計量設備等を設ける必要がなく、混和材無混和のコンクリートと同様の要領でフライアッシュを細骨材補充混和材として用いたコンクリートを製造することが可能となる。また、フライアッシュを細骨材補充混和材として用いることでワーカビリティ等が改善されることから、混合砂とすることで低品質骨材の品質改善にも繋がることになる。

既報において、混合砂を用いたコンクリートの室内試験による評価試験および実機試験により、実用化の可能性を評価した。本報では、実機試験による品質評価試験結果について報告する。

2. 使用材料および混合砕砂製造方法

表-1 に使用材料の一覧を、表-2 にフライアッシュの品質を示す。フライアッシュは、未分級品でJIS IV種という位置付けであるが、品質的にはII種の規格を満足している。フライアッシュは、砕砂のS1に混合し、混合割合は、内割で20%とした。フライアッシュと砕砂は、コンクリート製造プラントの容量2.25m³のパン型強制練りミキサで混合した。1 バッチあたりの混合砂の製造は、2 トンとし、計 3 バッチで6 トンの混合砂を製造した。混合時間は、同ミキサでのコンクリートの練混ぜ時間（45 秒）を参考に最大 60 秒間とした。混合砂の表面水率は、室内試験の結果から5%とし、表面水率の実測値から5%となるように加水により調整した。混合砂の製造は、コンクリート製造の前日に行った。

表-1 使用材料

使用材料	種 類	仕 様
セメント C	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 F	FA2（未分級品）	密度 2.34g/cm ³
細骨材 S1:S2 70:30 混合	S1 砕砂 兵庫県家島産	密度 2.58g/cm ³ FM.3.00
	S2 高炉スラグ JFEミネル製	密度 2.78g/cm ³ FM.2.51
粗骨材 G	砕石 兵庫県家島産	Gmax20mm 密度 2.63g/cm ³
混和剤 SP	高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸系

表-2 フライアッシュの品質

Ig.loss (%)	SiO ₂ (%)	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)	フロー値比 (%)
0.50	51.4	2.34	4,130	111

3. 混合砂のフライアッシュ混合率の評価

フライアッシュの混合率のばらつきを評価するために、ミキサ内部（混合時間 30、45 および 60 秒、ミキサ内側および外側）、ダンプ積込み後の荷台（荷台の前中後部の3箇所）および運搬用に梱包したフレコン2袋から試料を採取し、ふるい分け試験（JIA A 1102）および洗い試験（JIS A 1103）を実施した。ここで、フライアッシュと砕砂に含まれる微粒分の区別は困難のため、微粒分を含めて測定されることになる。ここで、細骨材 S1 の微粒分量は、6.6%、0.15mm ふるい通過率は、9.1%である。

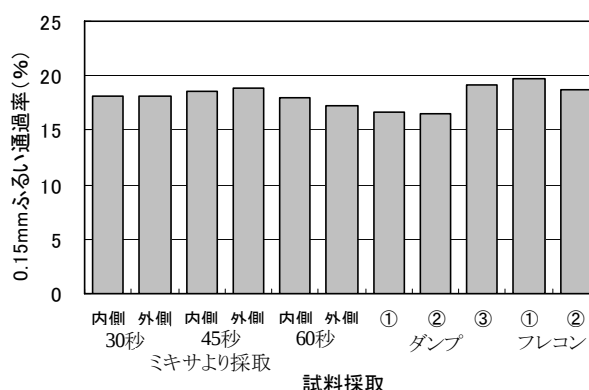


図-1 ふるい分け試験結果

図-1 に 0.15mm ふるい通過率測定結果を、図-2 に微粒分量測定結果を示す。ふるい分け試験における 0.150mm ふるい通過率は、16～20%程度であり、フライアッシュの混合率および細骨材の 0.15mm ふるい通過

キーワード：フライアッシュ、砕砂、フライアッシュ混合砂、実機試験

連絡先：ハザマ技術研究所, 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 tel: 029-858-8813, fax:029-858-8819

率の合計より大幅に小さく、適切に評価できていない。
これは、細骨材表面にフライアッシュが付着し、ふるい分け試験では、フライアッシュの分離が困難となるためであると考えられる。一方、洗い試験の測定値は、フライアッシュ混合率と細骨材の微粒分量の合計とほぼ同等の値となっており、混合したフライアッシュをほぼ適切に評価しているものと考えられる。混合途中でミキサから採取した試料では、ややばらつきが見られるが、混合時間 60 秒としたものは、微粒分量の差は、±1.0%程度以下であり、ほぼ均一に混合されていると考えられる。

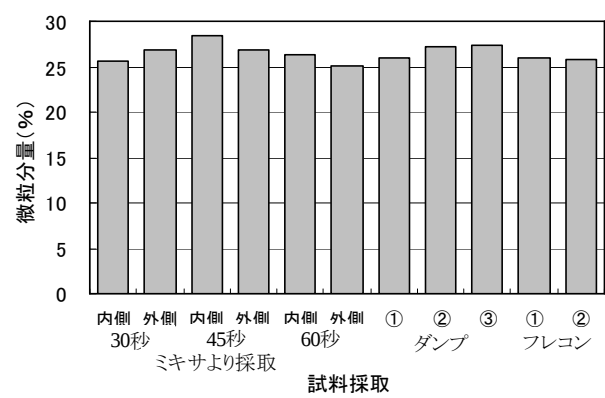


図-2 微粒分量測定結果

4. コンクリートの製造および打設実験

混合砂の適用性を評価するために、混合砂を製造した同一のミキサで混合砂を用いたコンクリートを製造した。比較のために、フライアッシュ無混和、フライアッシュ同時混和のコンクリートも製造した。表-3 にコンクリートの配合を示す。配合は、2 次製品への適用を考慮して、W/C:45%、スランプ 15±2cm、空気量 2 ±1%とした。材料は、一括投入し、全材料投入終了後 45 秒間練り混ぜた。1 バッチあたりの練混ぜ量を 0.75 m³とし、各配合 2 バッチ 1.5m³のコンクリートを製造した。コンクリートは、アジテータトラックに積み込み、通常の方法で試料をサンプリングしてフレッシュコンクリートの性状（スランプおよび空気量）および圧縮強度の確認を行った。また、フライアッシュ無混和および混合砂使用コンクリートは、模擬型枠 1.5×0.7×高さ 0.9m) への打込みを行い、施工性の確認とコア供試体による圧縮強度試験を行った。

表-4 に試験結果を示す。混合砂を用いたコンクリートは、施工性、品質管理試験結果、コア供試体圧縮強度試験結果いずれも良好である。

表-3 コンクリートの配合

フライアッシュ 混和方法	水セメント比 W／C (%)	細骨材率 s／a (%)	単位量 (kg/m ³)						高性能 AE 減水 剤 SP* <i>C</i> %
			水 W	セメント C	フライアッシュ F	細骨材 S 1	細骨材 S 2	粗骨材 G	
無混和	45	45.2	175	389	—	556	257	984	1.8
同時混和					108	433			1.2
事前混合					541 (混合砂)				

表-4 試験結果

5. まとめ

①混合時間 60 秒で、フライアッシュの混合誤差±1%程度で混合することができる。ただし、コンクリート中のフライアッシュ量には、混合砂の計量誤差も含まれるため、フライアッシュ混合率の許容誤差は、今後検討が必要である。

②実機プラントで製造した混合砂を用いたコンクリートは、良好の品質を有しており、混合砂の実用化の可能性は、十分高いことが確認された。

本研究の実施にあたり京都大学河野教授にご指導頂き、また、プロジェクト FS メンバーの協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】1) 福留，小門，守口，大前：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

フライアッシュ 混和方法	品質管理試験					コア供試体	
	温度 (℃)	スラ ンプ (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)		圧縮強度 28 日 (N/mm ²)	
				7 日	28 日	中央	端部
無混和	26.5	15.0	2.5	41.4	56.1	47.9	55.7
同時混和	26.0	13.0	2.6	43.0	60.0	—	—
事前混合	27.0	17.0	2.8	43.2	58.4	50.9	50.1