

フライアッシュを事前混合した砕砂を使用したコンクリートの基本特性

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

近年、川砂の枯渇化、海砂の採取禁止の拡大に伴い、砕砂、スラグ等の低品質の細骨材の使用割合を増大させることが急務となっている。低品質細骨材は、単位水量の増大やワーカビリティの低下が問題となることから、フライアッシュを細骨材の一部に置換する方法が提案されているが¹⁾、フライアッシュ専用の貯蔵設備および計量設備等の新たな設備投資が必要となる。本研究での取組みは、事前にフライアッシュを細骨材に混合し（以下、混合砕砂）、細骨材としてプラントに供給してコンクリートを製造しようとするものである。この方法によれば、フライアッシュ専用の設備を設ける必要がなく、従来と同様の要領でフライアッシュを細骨材の一部に置換したコンクリートを製造することが可能となる。本報では混合砕砂を用いたコンクリートの基本特性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、分級品と未分級品の2種類、骨材は、産地の異なる3種類とした。フライアッシュの混合割合は、質量で10%とし、均一な混合を行うためにコンクリートミキサ（容量50Lのパン型強制練り）で混合し、混合時間も3分間と十分と考えられる時間とした。細骨材の表面水率および保管期間を実験要因とした試験以外では、細骨材の表面水率は、1~2%、保管期間は、1~3日とした。混合砕砂は、無混合の細骨材と同様、密封できる容器で保管し、練混ぜ時の取扱いも同様とした。

3. 混合砕砂の適用性評価試験

混合砕砂の適用性を評価するために、フライアッシュ無添加、フライアッシュ同時添加、混合砕砂の3ケースで、スランプおよび圧縮強度の比較を行った。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:40%、スランプ12±2cm、空気量2±1%（non-AE）とした。配合は、フライアッシュ無添加の条件で選定し、フライアッシュを添加した配合では、粉体量が

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	3社混合
フライアッシュ F	FA1（分級品）	密度 2.30g/cm ³
	FA2（未分級品）	密度 2.28g/cm ³
細骨材 S	① 砕砂 滋賀県伊吹産	密度 2.65g/cm ³
	② 砕砂 兵庫県家島産	密度 2.58g/cm ³
	③ 砕砂 兵庫県家島産	密度 2.57g/cm ³
	1:1 混合 スラグ JFE ミネラル製	密度 2.74g/cm ³
粗骨材 G	① 碎石 滋賀県伊吹産	Gmax:20mm 密度 2.70g/cm ³
	②③ 碎石 兵庫県家島産	Gmax:20mm 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

フライアッシュ	湿分 (%)	Ig.loss (%)	SiO ₂ (%)	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)	フロー値 比 (%)	活性度指数 (%)	
							28日	91日
FA1	0.07	1.6	60.1	2.30	3,800	112	86	103
FA2	0.00	0.9	56.6	2.28	3,570	107	85	100

表-3 コンクリートの配合

骨材 種類	フライアッシュ 混合	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					SP (*C%)
				水	セメント	フライアッシュ	細骨材	粗骨材	
①	無添加	40	38	155	388	—	707	1176	1.0
	同時添加		66			590	1213		
	混合砕砂		656						
②	無添加		40	170	424	—	697	1066	1.5
	同時添加		38			65	586	1101	
	混合砕砂					651			
③	無添加		40	170	425	—	717	1066	1.8
	同時添加		38			67	600	1101	
	混合砕砂					667			

キーワード：フライアッシュ、砕砂、事前混合、スランプ、圧縮強度

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

増加することを考慮し、細骨材率のみ2%低減した。図-1にスランプ試験結果を、図-2に圧縮強度試験結果を示す。使用する細骨材およびフライアッシュの種類により若干傾向は異なるが、高性能AE減水剤添加量により調整可能と考えられる。一方、圧縮強度は、骨材およびフライアッシュの種類にかかわらず、混合砕砂を用いた方が同時添加に比べて3~8%程度高くなる結果となり、フライアッシュと細骨材を事前混合することは、強度改善上有効であることが明らかとなった。

4. 混合砕砂の製造条件に関する検討

混合砕砂の製造管理上の留意点を抽出すること、混合砕砂による強度改善効果に及ぼす製造条件の影響を評価するために、混合砕砂の保管期間(1日~1ヶ月)および混合砕砂の表面水率(1~7%)を変化させ、圧縮強度に及ぼす影響を調査した。フライアッシュはFA1、使用骨材は細骨材③および粗骨材③とし、コンクリートの配合は、3.と同様とした。

図-3に製造後の保管時間が圧縮強度に及ぼす影響を示す。ここで、直前混合とは、練混ぜ手順のみ変更し、フライアッシュと細骨材を練混ぜて混合砕砂を製造した後にその他の材料を投入する練混ぜ方法である。材齢7日では、保管期間の影響は明確ではないが、材齢28日では、保管期間1日以上であれば保管期間による圧縮強度の差は、ほとんど見られない。一方、直前混合では、圧縮強度の改善効果は、小さく、混合砕砂製造後、時間を置くことで効果が見られるようになるものと考えられる。すなわち、ダブルミキシング効果のように練混ぜ順序を変えたことによるものではなく、混合後時間を置くことが何らかの影響を与えていると予想される。

図-4に表面水率が圧縮強度に及ぼす影響を示す。ややばらつきは見られるが、全体的には、表面水率に関係なく、同時添加より高い圧縮強度が得られており、通常の表面水率と考えられる1~7%の範囲では、混合砕砂による強度改善効果に差はないものと推察される。

5. まとめ

- ①事前に混合砕砂を製造することで、同時添加に対して圧縮強度が3~8%程度改善される。
- ②混合砕砂の表面水率、混合後の保管時間は、通常の範囲であれば、コンクリートの品質に及ぼす影響は小さい。

混合砕砂は、通常の細骨材と同様の取り扱いが可能であり、運搬・保管時にフライアッシュの飛散、流出を防止すれば十分実用化可能と考えられる。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) 加地他：細骨材の一部をフライアッシュで補充したコンクリートの配合に関する研究，平成14年度土木学会四国支部，第8回技術研究発表会

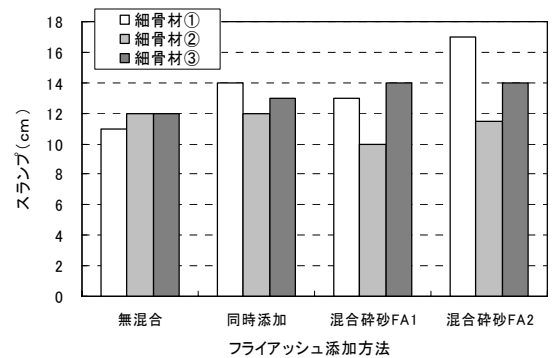


図-1 添加方法のスランプへの影響

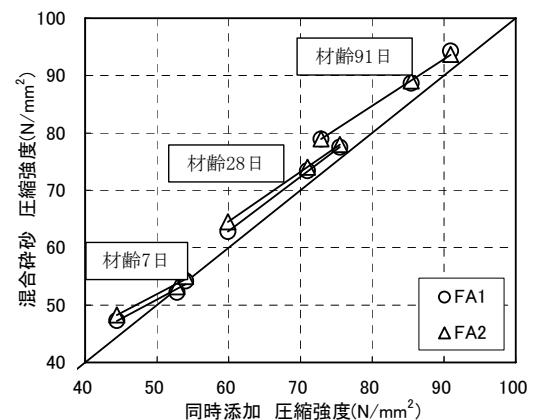


図-2 同時添加と混合砕砂の圧縮強度の比較

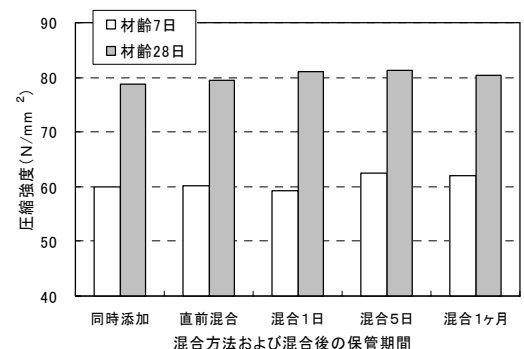


図-3 混合砕砂保管期間が圧縮強度に及ぼす影響

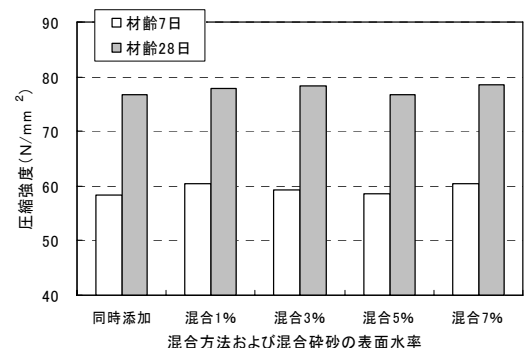


図-4 表面水率が圧縮強度に及ぼす影響