

フライアッシュ造粒砂を用いたコンクリートの諸性質について

愛媛大学 学生会員 土屋崇、愛媛大学 正会員 氏家勲
みどり建設 瓜守 彰吾、相原組 相原達志

1. はじめに

フライアッシュのコンクリートにおける利用については、フライアッシュセメント、コンクリート混和材などの方法で利用され、球形微細粒子のため流動性の改善などが確認されているが、フライアッシュの造粒を行い砂にし、川砂や海砂の代替細骨材として利用することについての検討、研究については不十分である。本研究では、フライアッシュの造粒を行い、フライアッシュ造粒砂とされたものについて、コンクリート用細骨材の増量材としての利用価値の有無を、コンシステンシー、強度、透気性の面から検討した。

2. 実験方法

実験1では、表1の配合でフライアッシュ造粒砂の細骨材としてのコンシステンシーと圧縮強度を確認した。比較検討のため、砕砂及び川砂を同じ体積で置換した細骨材を用いたモルタルについても同様の実験を行った。

実験2では、砕砂とフライアッシュ造粒砂を混ぜ合わせたもののコンシステンシー及び強度を調べるため、W/C=50%で砕砂にフライアッシュ造粒砂を25%、50%、75%の割合で体積置換させたものについてフロー試験及び圧縮強度試験を行った。

実験3では、川砂のコンシステンシーを目標に表2のように砕砂、川砂、砕砂にフライアッシュ造粒砂を65%の割合で置換したもの（以下この割合で混ぜ合わせたものを混合砂と呼ぶ）の3種類について、細骨材以外がスランプ、空気量に影響を与えないよう配合を変えず、砂のみを置き換えて、AE助剤により空気量を調整し、スランプが同じとなる単位水量を求める実験を行った。また、混合砂を細骨材として使用場合のコンクリートのセメント水比と圧縮強度の関係も調べた。

実験4では、混合砂を使用したコンクリートの密実性を調べるため、混合砂及び砕砂を使用したコンクリートで空隙率3%~8%に乾燥させ透気量を測定し、透気係数を算出し両者を比較した。混合砂を用いた透気試験用のコンクリートは水セメント比40%で強度は33.49N/mm²を使用した。砕砂を用いたコンクリートも水セメント比40%で材齢を短くして試験を行い、強度は32.20 N/mm²である。

3. 実験結果及び考察

実験1のフロー試験の結果を図1に示す。全ての水セメント比において、フライアッシュ造粒砂のフロー値が、コンシステンシーの大変よいと言われている川砂、現在一般に使用されている砕砂に比べ、格段に高いという結果となった。この理由は、砕砂、川砂に比べて、フライアッシュ造粒砂の粒形が球形に近く、流動性がよいからである。図2は材齢28日の圧縮強度を示した図である。フライアッシュ造粒砂の強度は、他の2種類の砂に比べ50%以下の圧縮強度しか得られていない。これは、フライアッシュ造粒砂自体の強度が指先で摘むと潰れるほ

表1 配合表 (3種の砂のモルタルコンクリート)

水セメント比 (%)	水 (kg)	セメント (kg)	砕砂 (kg)	川砂 (kg)	フライアッシュ造粒砂 (kg)
40	300	750	1233	0	0
			0	1186	0
			0	0	667
50	300	600	1359	0	0
			0	1307	0
			0	0	735
65	300	461.5	1475	0	0
			0	1419	0
			0	0	798

表2 コンクリートの示方配合

細骨材	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				AE減水剤 (%)	AE助剤 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)
			水	セメント	細骨材	砕砂				
砕砂	50	47	176	355	806	931	0.25	0.3	6±2	4±0.5
川砂	50	47	164	329	832	906	0.25	0	6±2	4±0.5
混合砂	50	47	165	329	砕砂 291 フライアッシュ 304	906	0.25	0.8	6±2	4±0.5

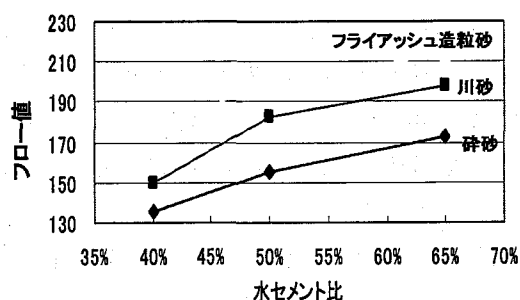


図1 3種類の砂のモルタルフロー値

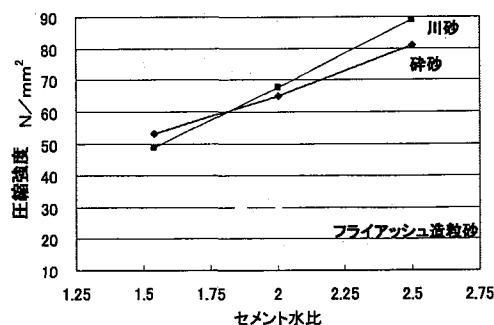


図2 3種類の砂のモルタル28日圧縮強度

ど強度が低いからである。

実験2については、図3は混合割合とモルタルフロー値の関係、図4は混合割合と圧縮強度の関係を示したグラフである。両方共に

直線関係にあるという結果になった。

実験3の単位水量試験の結果は表2に示している。川砂、砕砂を細骨材として使用した場合の単位水量はそれぞれ、164.5kg、176kgとなった。これに対して、混合砂の単位水量は164.5kgとなった。よって、川砂と同じスランプに統一すると、混合砂は砕砂に対して、11.5kg単位水量が減少できることがわかる。この実験で川砂と単位水量が等しくするための混合砂のフライアッシュ造粒砂の混合割合は、図2の結果に基づき川砂と同じフロー値を得るための混合割合の65%をとした。

また、図5より、混合砂を細骨材として使用場合も、一般のコンクリートと同様、セメント水比と圧縮強度は直線関係にあることと、砕砂に65%の割合でフライアッシュ造粒砂を混ぜ合わせたものは、この実験では水セメント比が50%以下であれば、通常の鉄筋コンクリート構造物の建設に必要とされる強度(30N/mm²)を満たすことが分かった。

図6は、混合砂と砕砂について空隙率と透気係数の関係のグラフである。混合砂を使用したコンクリートは、砕砂を使用したコンクリートに比べ、空隙率3~8%いずれにおいても、透気係数が高くなっている。すなわち、混合砂を使用すると、砕砂に比べ密実性が低下している。これは、フライアッシュ造粒砂の吸水率が10数%と高く、多くの空隙を有しており、コンクリートに使用し乾燥させるに従い、その空隙を満たしていた水が蒸発し、再びフライアッシュ造粒砂自体が空气の通路となるためである。

まとめ

細骨材としてフライアッシュ造粒砂を砕砂と混合して使用すると、川砂と同じコンシステンシーを得ることができる。砕砂のみ使用したコンクリートより強度は低下するが、一般的な鉄筋コンクリート構造物に必要な強度(30N/mm²)は得られる。従って、砕砂などの細骨材の増量材として使用することが可能であると考えられる。ただし、混合砂を用いた場合には砕砂のみに比べ透気係数が高くなるため、耐久性の観点からの評価を今後行う必要がある。

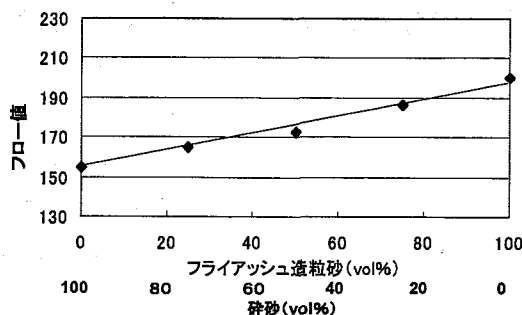


図3 混合割合とモルタルフロー値

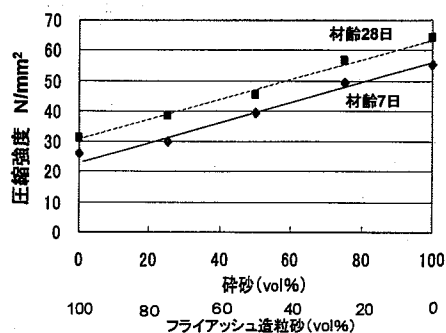


図4 混合割合とモルタルの圧縮強度

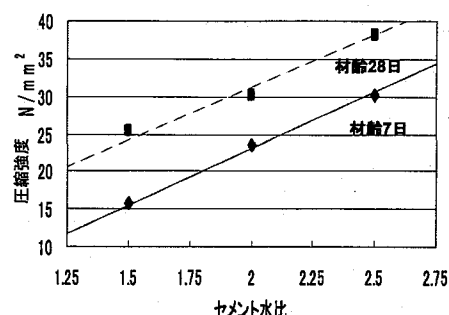


図5 混合砂のコンクリートのセメント水比と圧縮強度

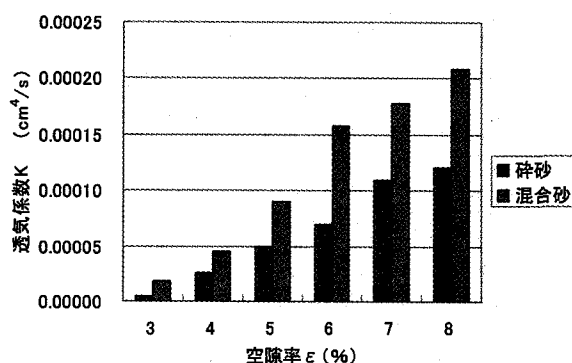


図6 各空隙率での透気係数