

低品質骨材利用 FA 混合高炉セメントコンクリートに関する研究

国立大学法人熊本大学 学生会員 本田直也
学生会員 石松宏一
正会員 友田祐一
正会員 重石光弘

1. はじめに

現在、東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故をうけて日本各地の原子力発電所が停止していることにより、火力発電所の需要が高まっている。そのため、石炭灰の一種であるフライアッシュ(FA)が大量に発生しており、セメントの代替材としての利用が考えられている。また、製鉄所で発生した高炉スラグを再利用してセメントに混合した高炉セメントが普及している。さらに、コンクリートの性能を高めるために FA を併用することが考えられている。

一方で、天然砂を含めた良質なコンクリート用骨材資源は、枯渇化ならび採取規制により、安定的な確保が困難となっている。そこで、廃コンクリートから回収された低品質な再生細骨材（パルス再生細骨材）をコンクリート用骨材として利用することを考えた。

本研究では、フライアッシュ、高炉セメント、低品質な再生細骨材がコンクリートの性状に及ぼす影響について調べるため、モルタル供試体の圧縮強度試験、ブリーディング試験、ならびに単位水量の比較を行った。

2. 実験概要

2.1 配合

使用材料として、高炉セメント B 種(密度 3.02g/cm^3)、フライアッシュ（密度 2.33g/cm^3 ）、川砂（絶乾密度 2.51g/cm^3 、吸水率 3.00%）、パルス再生細骨材（絶乾密度 2.12g/cm^3 、吸水率 10.40%）を用いた。

ここで、パルス再生細骨材については粒度調整を行った後、川砂に質量比で 5%混合した。なお、再生細骨材の混合率による密度、吸水率の比較を表-1 に示す。モルタルの配合を表-2 に示す。本研究では、フロー試験を行い、体積一定のもとでフロー値が一定となる配合を求めた。配合を 6 つのパターンに分け、水セメント比を 55%とした。配合名 S_r については、フロー値を合わせるために水の量を減らしたことで水セメント比 54%となった。また、基準となる配合には川砂を使用し、その他の配合には混合細骨材を用いた。また、FA の置換率を内割で 5%,10%,15%,20%としたものを用意した。

2.2 ブリーディング試験

JIS A 1123「コンクリートのブリーディング試験方法」を基に、モルタルの練り混ぜ後 30 分ごとにブリーディング量の計測を行った。

2.3 圧縮強度試験

JIS R 5201「セメントの物理試験方法」に従ってモルタル供試体を作製し、材齢 7 日、28 日、56 日の圧縮強度試験を行った。

表-1 再生細骨材の混合率による比較

混合率	5%	10%	20%
密度(表乾)	2.58	2.55	2.53
密度(絶乾)	2.51	2.47	2.45
吸水率	2.72	3.36	3.22

表-2 配合表

配合名	FA置換率 (%)	水セメント比(%) W/B(B=C+FA)	素材量(g)				フロー値
			高炉セメント	フライアッシュ	水	細骨材	
S_n	0	55	520	0	284	川砂 1001	251
S_r	0	54	520	0	281	混合 1001	253
S_r+FA_5	5	55	493	20	282	混合 1011	248
S_r+FA_{10}	10	55	468	40	279	混合 1019	250
S_r+FA_{15}	15	55	442	60	276	混合 1027	248
S_r+FA_{20}	20	55	416	80	273	混合 1035	250

3. 実験結果・考察

3.1 単位水量

表-2 の配合表をもとに単位水量を計算した結果を図-1 に示す。一定のフロー値が得られる配合において、FA の割合が多くなるにつれて単位水量が減少していることが分かる。これは、FA が球形をしていることによるベアリング効果によりモルタルの流動性を高め、単位水量の削減に寄与したものと思われる。また、Sn と Sr の単位水量に大きく差があるのは細骨材の表面水率（川砂 0.99, 混合 2.28）の違いによるものと思われる。

3.2 ブリーディング量

ブリーディング量の計測結果を図-2 に示す。FA を混合しているものは、そうでないものに比べてブリーディング量が抑えられていることが分かる。これより、FA には材料分離抵抗性があることが分かる。また、FA を混合したことにより単位水量が減少していることもブリーディング量を抑える要因と考えられる。

3.3 圧縮強度試験

圧縮強度試験の計測結果を図-3、図-4 に示す。図-3 より、FA を混合したものは FA 未混合のものに比べて初期強度が小さいことが分かる。また、Sn と Sr の圧縮強度に差がないことから、再生細骨材の有無は初期強度に影響を及ぼさないことが分かる。図-4 より、材齢 28 日においても FA を混合したものは FA 未混合のものに比べて圧縮強度が小さいことが分かる。さらに、材齢 7 日のときに比べて圧縮強度の差が大きくなっていることが分かる。これは、FA のポズラン反応による硬化遅延がおきているためと考えられる。また、FA 置換率が大きくなるにつれて圧縮強度が小さくなるはずだが、FA 置換率 10%の供試体は FA 置換率 5%の供試体より圧縮強度が大きくなっていることが分かる。これより、強度発現に最適な FA 置換率が存在すると考えられる。今後の予定として、材齢 56 日の圧縮強度試験を行い長期強度の増加を確認したい。また、強度発現に最適な FA の置換率を見極めたい。

参考文献

- 1) JIS A 1123「コンクリートのブリーディング試験方法」
- 2) JIS R 5201「セメントの物理試験方法」
- 3) JIS A 5023 「再生骨材 L を用いたコンクリート」
- 4) 土木材料実験指導書[2013 年改訂版]

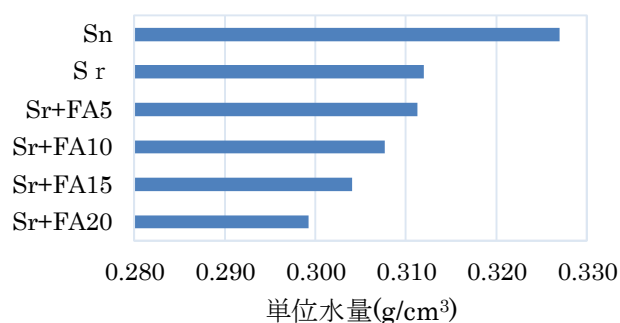


図-1 配合別単位水量の比較

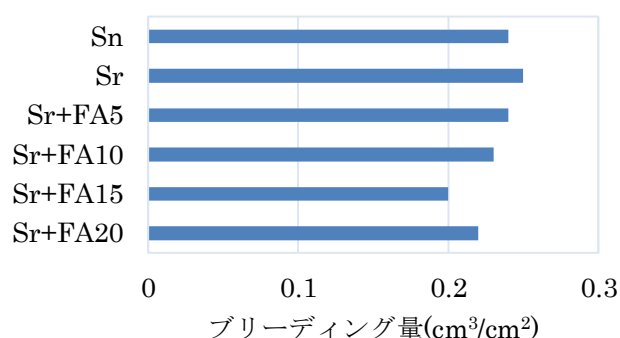


図-2 配合別ブリーディング量の比較

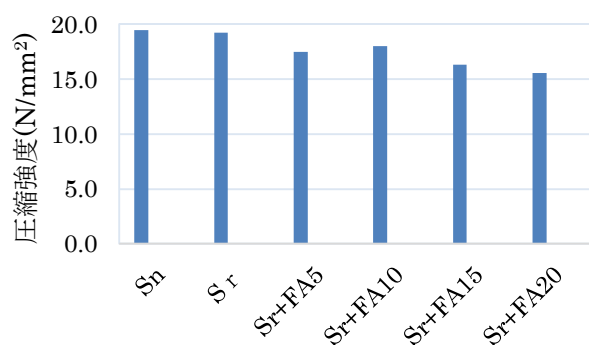


図-3 圧縮強度（材齢 7 日）

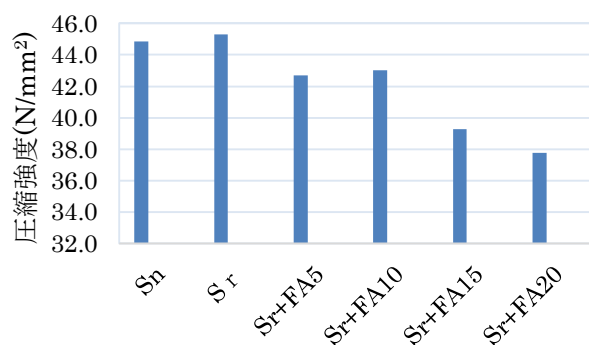


図-4 圧縮強度（材齢 28 日）