

微粉末の添加による処理再生細骨材のキャラクターの改善とコンクリートの特性

呉工業高等専門学校 正 員 竹村 和夫
 呉工業高等専門学校 正 員 市坪 誠
 山口大学大学院 学生員 ○藤村 彰
 呉工業高等専門学校専攻科 学生員 西村 文宏

1. まえがき

再生骨材は、未処理のまま用いると強度、耐久性などコンクリートの特性が低下するので本研究では、再生細骨材を将来的に構造用コンクリートへの使用が可能な細骨材へと品質改善を行うことを目的とし、付着モルタルをできるだけ除去するために、立形回転式遠心エネルギー破碎方式の処理機を用いた。そして除去された再生細骨材の微粒部分を高炉スラグ粉末、フライアッシュといった微粉末で置換え、モルタルのフロー、コンクリートのスランプ、強度、乾燥収縮などについて、無処理の再生細骨材や天然骨材の場合と比較しながら、実験的に検討を行った。

2. 実験の概要

セメントは、普通ポルトランドセメントを使用した。処理再生骨材の付着モルタルの除去処理は、立形回転式遠心エネルギー破碎方式の処理機で3回処理を行った。さらに密度約 2.0g/cm^3 以下の粒子を除去した粒径 5mm 以下のものを以後処理再生細骨材 R3 とする。無処理の再生細骨材は、コンクリート塊を破碎している工場から入手した再生骨材から粒径 5mm 以下の粒子を用いた。以後 R という。比較のために天然砂として広島県産の混合砂（以下 N とする）を用いた。微粉末はフライアッシュ（密度 2.18g/cm^3 、ブレン値 $4000\text{cm}^2/\text{g}$ ）および高炉スラグ粉末（密度 2.91g/cm^3 、ブレン値が $1600\text{cm}^2/\text{g}$ ）を用いた。粗骨材は呉市産の碎石（密度 2.63g/cm^3 、吸水率 1.35% ）を使用した。使用した細骨材の品質を表1に示す。

コンクリートの配合は、圧縮強度試験を行うものは、水セメント比を40、50および65%の3種類とした。粗骨材の最大寸法は 20mm と定めた。乾燥収縮を測定するものは、粗骨材の最大寸法を 20mm とし、水セメント比50%と定め、目標スランプを $10 \pm 1\text{cm}$ と定めた。圧縮強度は材齢7日と28日で試験を行った。乾燥収縮試験はコンパレータ法によった。

3. 結果と考察

図1に示す処理再生細骨材の微粉末置換率によるコンクリートのスランプの変化は前回行ったモルタルのフロー試験で得られた値と比較して整合性がとれていた。R3sでは4～8%置換えることによってスランプ値が上昇する。またR3fでは、3～10%置換えることによってスランプ値の上昇がみられる。しかし、水セメント比の低いコンクリートでは、スラグ粉末やフライアッシュを用いるとスランプは低下し、ワーカビリティの改善効果は期待できない結果となっている。

図2は細骨材にN、R3およびR3に高炉スラグ粉末を4、8、12%置換えたコンクリートのセメント水比と28日圧縮強度との関係を示している。Nに比べてR3、つまり微粉末での置換えなしの場合はセメント水比が低くなると強度の低下率が大きいことがわかる。また

表1 各骨材の密度、吸水率

	表乾密度 (g/cm^3)	絶乾密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)
N	2.55	2.52	1.35
Na	2.64	2.59	1.85
Ni	2.64	2.60	1.30
R	2.08	1.73	19.66
R3	2.33	2.16	8.15

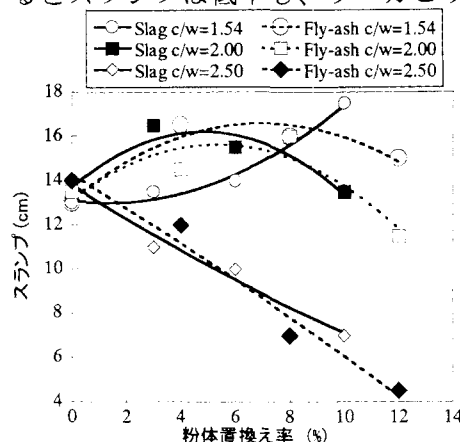


図1 コンクリートのスランプ

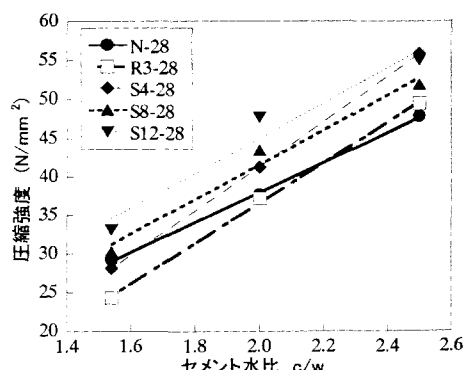


図2 セメント水比と圧縮強度の関係

R3に比べて、置換率を増加させるとともに強度の増加が見られる。また、全ての置換率の場合においてNよりも強度が高くなっている。

図3は水セメント比別の、R3に対するフライアッシュ置換率とコンクリートの28日強度の関係を示す。置換率0の場合、水セメント比が高い場合はNよりも強度が低い。しかし置換率を増やすことによってN以上の強度となる。水セメント比が40%の場合は高炉スラグ粉末は置換率が4%でコンクリートの強度がピークに達しているが、フライアッシュは置換率が大きいほど強度改善が大となっている。

図4に圧縮強度と1/3割線弾性係数との関係の一例を示す。R3は、同一応力に対してひずみが大きくなるため、コンクリートの弾性係数はNより小さくなるが、s4、s8はNと大差が見られない。

以上の結果から、水セメント比50%の場合には、処理再生細骨材に対する最適な置換率は高炉スラグ粉末で8%、フライアッシュで5%と判断し、コンクリートの乾燥収縮をNおよびR3のみの場合と比較した。結果を示した図5によると、乾燥材齢112日ではR3はNに比べて約19%大きな収縮を示している。一方、R3をスラグで8%置換えたものとフライアッシュで5%置換えたものはNと大差が無くなり、改善効果がみられる。

図6はコンクリートの質量減少率と乾燥収縮ひずみとの関係を示している。測定期間が112日間であるため、水分の逸散以外の質量変化を無視できると考えれば、逸散水率の変化と考えることができる。図のように、R3、R3s8およびR3f5のいずれにおいても、Nよりも同一逸散水率での乾燥収縮ひずみは大きい。R3は曲線が緩勾配のとき、つまり質量減少率が約1%になるまでは、拘束の程度が小さい自由水が蒸発し、質量減少率が約1%を超え、曲線が急勾配になると、毛細管空隙中の吸着水が蒸発し始め、乾燥収縮が進行し始めていることが分かる。しかしR3s8とR3f5は曲線の勾配はNと同じく、あまり変化のないものとなっている。

4. あとがき

処理再生細骨材に高炉スラグ粉末、フライアッシュを置換えたコンクリートのスランプの傾向は、モルタルのフロー値の傾向とほぼ一致し、コンクリートのワーカビリティの改善に効果的であったが、水セメント比の低いコンクリートでは微粉末によるスランプの改善効果は得られなかった。

コンクリートの強度は、処理再生細骨材のままでは天然骨材より多少低下するが、高炉スラグ粉末、フライアッシュとの一部置換えにより、20～25%程度の増加が得られ、天然骨材のコンクリート以上の結果となった。また高炉スラグ粉末は水セメント比65～50%程度のコンクリートに、フライアッシュは水セメント比50～40%程度のコンクリートに用いるのが有利であることがわかった。

コンクリートの乾燥収縮は処理再生細骨材のままでは天然骨材の場合より19%大となったが、高炉スラグ粉末、フライアッシュを適量置換えることによって、天然骨材を用いたコンクリートとほぼ同等の値が得られた。

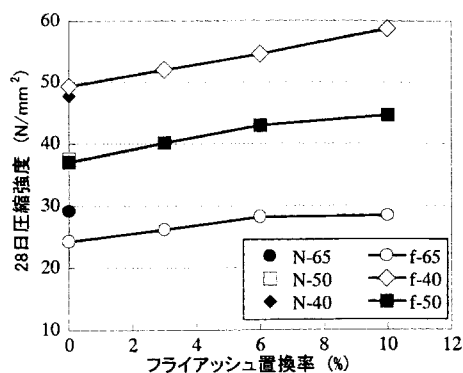


図3 フライアッシュ置換率と28日強度

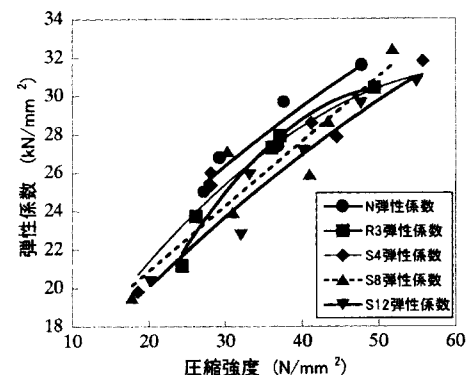


図4 圧縮強度と弾性係数の関係

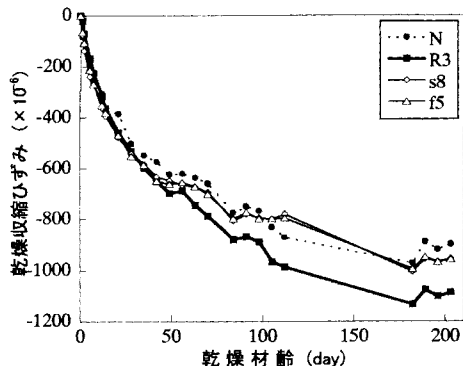


図5 乾燥収縮ひずみ

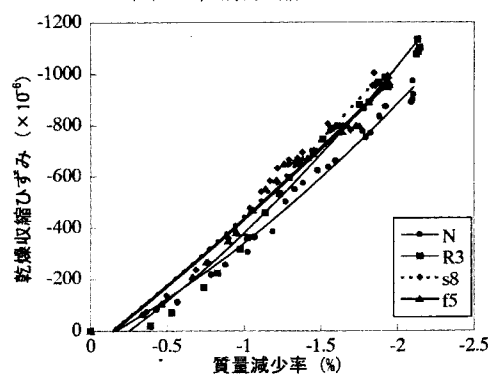


図6 質量減少率と乾燥収縮ひずみの関係