

微粉末による処理再生細骨材のキャラクターの改善

呉工業高等専門学校 正会員 竹村 和夫

正会員 市坪 誠 学生会員 ○藤村 彰

学生会員 梶川 奈津紀 学生会員 西村 文宏

1.はじめに

再生細骨材はコンクリート塊粉碎後の骨材中の微粒分が原因で、非常に低品質であることがわかっている。そこで本研究では、再生細骨材の構造用コンクリートへの利用を目的として品質改善について検討を行った。再生粗骨材の処理工程で発生する5mm以下の粒子をエアセパレータで脆弱粒子を除去すると比較的品質のよいものが得られる(R3)が、粒径0.15mm以下の粒子が不足するので、産業副産物である高炉スラグ粉末、フライアッシュを添加することで微粒部分を補うこととした。モルタルのフロー試験によって求めた後述の細骨材のキャラクターを用いて、微粉末の最適な置換え率を判断することとした。

2.実験の概要

普通ポルトランドセメントを使用した。比較のために混合砂(N)を用いた。また高知県仁淀川産(Ni)、徳島県那賀川産の川砂(Na)、広島県呉市産砕砂(C)、広島県太田川産川砂(No)を使用した。一部に無処理再生細骨材(R)を用いた。微粉末としてフライアッシュと高炉スラグを用いた。

表1 骨材の物理性質

骨材の記号	表乾比重	吸水率	F.M
N	2.55	1.35	2.88
Na	2.64	1.85	3.07
Ni	2.64	1.30	3.10
No	2.51	2.09	2.84
C	2.56	2.67	2.91
R	2.08	19.66	2.87
R3	2.33	8.15	2.78

モルタルの練混ぜおよびフロー試験はJISの規定に準じて行った。

3.試験結果と考察

図1、2は容積で示したセメント水比(c/w)とフロー値の常用対数値との関係を示したものの一例である。セメントペーストおよび細骨材としてN、R、R3を用いて、砂セメント質量比(S/C)を2.0に定め、置換えなかった場合と置換え率5%刻みで細骨材の一部をフライアッシュで置換えたモルタルの結果を示している。セメントペーストおよびモルタルではセメント水比の容積比と常用対数で示したフロー値の間には直線関係が成立している。セメントペーストのセメント水比が0、すなわち水だけの場合のフロー値は787mmであったので縦軸の切片は787mmとした。

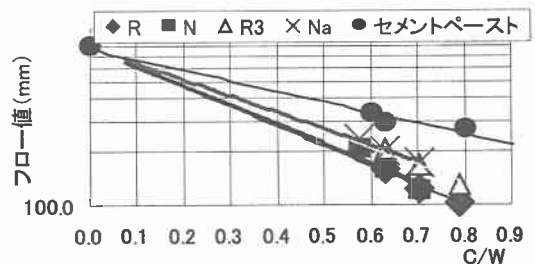


図1 セメント水比とフロー値の関係

図1で示したように、通常セメント水比とフロー値の常用対数は直線関係を示す。しかし細骨材をある割合で微粉末に置換えると、直線関係にならない場合が存在する。これは微粉末を骨材と置換えたことによる影響であると考えられる。言い換えれば、ある置換え率でフローが上昇するため、直線関係が成立しないと考えられるのである。さらに詳しく検討を行うため、加賀谷らによって提案された次式で示される細骨材のパラメータαという指標を用いることとする。

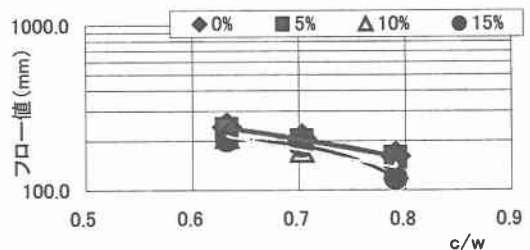


図2 セメント水比とフロー値の関係 (R3f)

$$\alpha = (c/w)_p / (c/w)_m$$

ここで(c/w)<sub>m</sub>はフロー値Fのモルタルのc/w、(c/w)<sub>p</sub>はフロー値Fのセメントペーストのc/wである。あるフロー値Fのセメントペーストに細骨材を所定量添加するとモルタルのフローは低下する。逆にいうと、セメントペーストとモルタルのフローを同一値にするためにはセメント水容積比を低下させる。すなわち水量を増す必要がある。モルタルの水量は使用細骨材の種類や粒度によって異なるので、細骨材の特性値を示す指標として用いた。

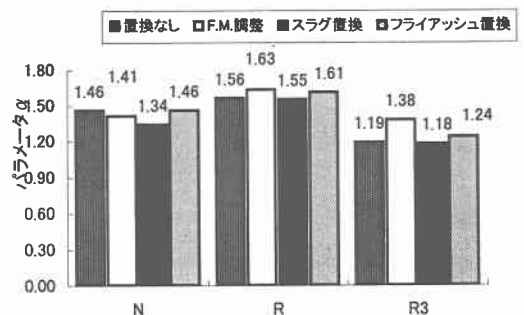


図3 パラメータα

図3に本実験でのパラメータαを示す。Rs、Rfや置換えた場

合の  $N$  は  $\alpha$  が大きくなっていることがわかる。逆に川砂や  $R3$ 、 $R3f$  は  $\alpha$  の値が小さいことがわかる。 $\alpha$  が小さいということは式からもわかるように、単位水量が少なくできる。

$R$  の  $\alpha$  が大きいのは他の骨材に比べて微粒分が多く、比表面積が著しく大きいためと考えられる。したがって、無処理の再生骨材  $R$  は単位水量を多く必要とすることが分かる。

$R3$  は、処理によって微粒分が取り除かれ比表面積が小さいため、 $\alpha$  は  $Na$  よりも小さくなっている。さらにスラグやフライアッシュを添加すると、 $F.M.$  が低下するため  $\alpha$  は  $Na$  の  $\alpha$  と近づく。

**3.1 高炉スラグの効果** 図4に細骨材の一部を高炉スラグで置換えた場合の置換率とパラメータ  $\alpha$  の関係を示す。

ここでは  $Na$  のパラメータ  $\alpha$  に一番近い置換率の範囲を最適な置換率の範囲とする。明確な最適な置換率は提示できないが、 $N$  は 0~5%、 $R$  は 5~10%、 $R3$  は 0~10% が適当であることがわかる。

**4.2.2 フライアッシュの効果** スラグの場合とほぼ同様に  $N$  は 0~5%、 $R$  は 15% 前後、 $R3$  は 0~10% が適当である結果が得られている。

**4.3 材料別微粉末置換率とフロー値の関係** 図5、6にスラグ置換率とフロー値の関係、フライアッシュ置換率とフロー値の関係を示す。いずれの図においても上に凸の曲線となる。これはある置換率になるとフロー値が上がっていることを示している。すなわち最適な置換量が存在することが分かる。

$R$  や  $R3$  では、ある置換率になるとフローが上昇する置換率が顕著に見られる。また、置換率が  $N$  で 10%、 $R$  で 20%、 $R3$  で 15% を超えるようになると、微粒分自体の吸水性により、改善効果はあまり見られない。 $Ns$  で 0~5%、 $Nf$  が 0~10%、 $Rs$  は 0~10%、 $Rf$  は 15% 前後、 $R3s$  は 0~10%、 $R3f$  で 0~5% の範囲が適度な置換率となる。

また、フライアッシュを添加した場合とスラグを添加した場合を比較すると、全体的にフライアッシュを添加したほうがフロー値の上昇幅は大きい。つまりフライアッシュを添加したほうがモルタルのフロー値を大きくすることができることになる。これは微粉末の形状が一因であると考えられる。

## 5. あとがき

処理した再生骨材では、フローの対数値とセメント水容積比の間には曲線関係が見られたので、パラメータ  $\alpha$  で比較することとした。

$\alpha$  の意味は同じフロー値  $F$  を得るためにセメントペーストが必要な単位水量とモルタルの必要とする単位水量との比である。それによると、再生骨材に微粒分を 5~15% 添加するとパラメータ  $\alpha$  は低下した。言い換えれば、必要とされる単位水量が低下し、パラメータ  $\alpha$  の改善効果が得られた。

また、微粉末の置換率とフロー値との関係は、いずれの骨材も 5~15% でフローが最大になる置換率が存在した。置換率が  $N$  で 10%、 $R$  で 20%、 $R3$  で 15% を超えるようになると、フロー値の改善効果はなくなる。

$\alpha$  と置換率、フロー値と置換率の関係を総合すると、 $Ns$  で 0~5%、 $Nf$  で 0~10%、 $Rs$  で 0~10%、 $Rf$  で 15% 前後、 $R3s$  で 0~10%、 $R3f$  で 0~10% が適当な置換率であることがわかった。

今後、以上の結果をコンクリートに適用し、コンクリートの特性を把握する必要がある。

本研究の一部は社団法人中国建設弘済会の研究補助金によって実施した。

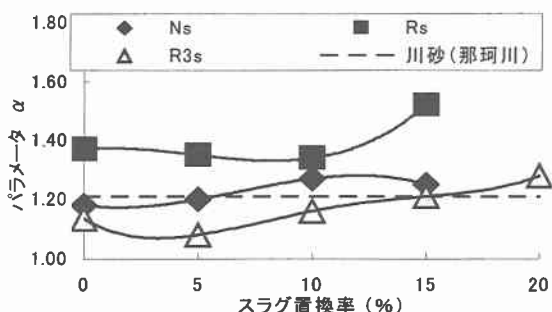


図4 高炉スラグ置換率とパラメータ  $\alpha$  の関係

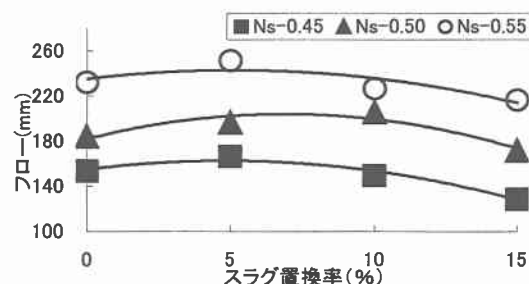


図5 スラグ置換率とフロー値の関係 ( $Ns$ )

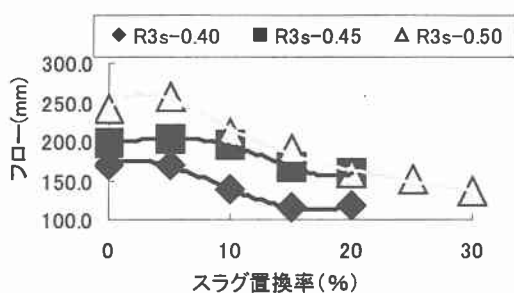


図6 スラグ置換率とフロー値の関係 ( $R3s$ )