

再生骨材微粉末の物性とこれを混入したモルタルの諸特性

北里大学 正会員 ○細川吉晴

(株)オーテック

長濱 剛

1. はじめに

廃棄コンクリート塊からの再生骨材をコンクリート材料として有効利用するための研究を進めている。現在、再生骨材は路盤敷込み材料に利用されているが、近年の自然骨材の枯渇状況からみて再生骨材をコンクリート材料に使用する段階も近いと思われる。廃棄コンクリート塊から再生骨材が製造される過程で、微粉末が3～6%、鉄筋その他が0.2～1.5%生じるが、この微粉末の量は決して無視できない。最近、石灰石粉など微粉末と高性能減水剤を混入した超流動コンクリートの研究が散見される。そこで、まずこの再生骨材製造時に生じる微粉末の物理・化学性を明らかにし、この微粉末を超流動コンクリートの混和材として利用する方法を検討するために、細骨材やセメントに置換する割合を変えたモルタルの諸特性を検討した。

2. 方法 (1). 微粉末の種類：微粉末は2次破碎と3次破碎の時点で発生するものがある。ここでは3次破碎時点の微粉末で、廃棄コンクリート塊がコンクリート製品（1992年製造）で7セバーク処理後ふるい分け0.15mm以下のもの、および建物（1983年打設床コンクリート）も同様のものとした。

(2). 微粉末の物理・化学性試験：①粒度分布：エアジェット式ふるい装置によるセメントの粉末度試験方法、②真比重：セメントの物理試験方法、③湿分、強熱減量(ig. loss), 不溶残量(insol.), CaO：硬化コンクリートの配合推定方法、④ Na_2O 、 K_2O ：調合原料及びダストの化学分析方法、⑤C ℓ ：硬化コンクリート中に含まれる全塩分の簡易分析方法、⑥X線回折：リント1200（理学電機製）によって測定した。

(3). モルタル試験：W/C=65%、普通ポルトランドセメント：陸砂（比重2.54、吸水率2.98%）＝質量比1:2、微粉末の細骨材およびセメントの置換率を0（微粉末なし）、5、10、15、20、25%とし、セメントの強さ試験に準じて、①フロー、②材令3.7、28日の曲げ圧縮強度、③アルカリ反応性（モルタル法）を試験した。

3. 結果および考察

(1). 微粉末の物理・化学性：①平均粒径は製品微粉末が約50 μm 、建物微粉末が約150 μm で、製品微粉末ほど細かった。②真比重は製品微粉末が2.59、建物微粉末が2.33で、製品微粉末の吸水率が高いものと思われた。③表1から湿分は製品微粉末ほど小さく、吸水率が小さいことを示唆した。強熱減量は、コンクリートを600℃で強熱したときの減量は主としてセメント水和物の結合水と骨材鉱物の結晶水、1000℃では炭酸塩鉱物の分解によるものであるが、いずれも600℃と1000℃の差が大きく炭酸塩鉱物が多いと判断できた。製品微粉末では石灰石の使用が多いこと、建物微粉末では建築配合のスランプが大であることと打設後の中性化が進行したことが原因と考えられる。また、不溶残量は塩酸で試料を溶解（セメント鉱物）し不溶解物質量から骨材量を推定するものであるが、建物微粉末ほど多く、配合中の骨材量の割合が多いことを示唆し、CaOは製品微粉末ほど多く配合中のセメント量の多いことを示唆した。しかし硬化コンクリートの配合推定では骨材・セメント量とも両試料間で大差なかった。④アルカリの差異は Na_2O 、 K_2O とも建物微粉末ほど多く、その骨材に長石含有量が多かったためである。⑤C ℓ も建物微粉末に多いが、建設省通達の規格0.015%以下であった。⑥X線回折では、両試料とも未水和セメント鉱物は認められなかった。

(2). モルタルの諸特性：①フロー：フローと置換率との関係を図1に示した。細骨材の置換率の増加に伴いフローが減少したが、20%を越すと練り混ぜ作業は著しく悪化した。建物微粉末は製品微粉末よりも吸水率が大きいためかフローは小さい傾向にある。一方、セメント置換の場合は15%までその増加に伴うフローの増大が見られたが、微粉末にはセメントのような水硬性が含まれていないので、逆に強度低下が予想された。②曲げ圧縮強度：置換率0%の強度は曲げが $f_3=32$ 、 $f_7=44$ 、 $f_{28}=63\text{kgf/cm}^2$ 、圧縮が $f_3=125$ 、 $f_7=198$ 、 $f_{28}=399\text{kgf/cm}^2$ であった。これを100とした各々の強度比を図2に示した。曲げ強度比は、細骨材置換の場

合、 f_3 の製品微粉末の置換率20%と建物微粉末の置換率15、25%が最大で119%であったが、セメント置換の場合、置換率の増加に伴い強度低下は顕著であった。また、圧縮強度比は、細骨材置換の場合、 f_3 と f_7 が置換率の増加に伴い強度は顕著に増加したが、 f_{28} はいずれの配合も110%以下に止まった。セメント置換では、置換率の増加に伴い強度低下は曲げのそれよりも顕著であり、置換率5%で50%まで強度低下があった。製品微粉末の強度は置換率の増加に伴い徐々に低下したが、建物微粉末では置換率5%で極端に低下しその後緩やかに低下する傾向があった。いずれにしても、微粉末はそのままの状態ではセメントの代用にはならないことが判った。③アルカリ反応性：両試料とも3か月材令までの膨張率が0.050%未満であるが、建物微粉末がこれに近いものがあったので6か月まで試験した。図3に示すように、6か月でいずれも0.100%未満であり無害といえる。また、製品微粉末のいずれの置換率も0.030%以下で、置換によって膨張率が抑制された。一方、建物微粉末は置換率15、20%のものは微粉末無しの0.050%に近い膨張率であったが、これを越えない範囲に止まった。これは建物微粉末のアルカリ量が製品微粉末の約1.5倍であることと関係があるものと思われた。

〔謝辞〕 本試験は青森前田コンクリート工業㈱、前田建材㈱、川崎重工業㈱破砕部のご協力を得て実施した。また実験は1993年3月当学卒業生（現㈱竹中土木）加藤卓哉君らの協力によるところが大きい。ここに記して謝意を表します。

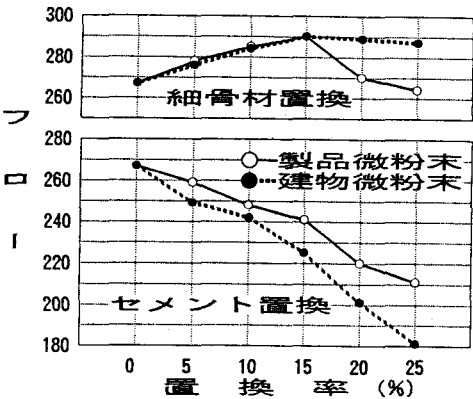


図 1. 微粉末置換率とフロー

種類	湿分 (%)	強熱減量(%) 600℃ 1000℃	不溶残分 (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	R ₂ O * (%)	Cl (%)	
製品微粉末	1.2	7.2	18.8	42.4	27.8	0.80	0.66	1.23	0.003
建物微粉末	2.6	8.8	15.9	46.4	22.4	1.26	0.99	1.91	0.014

*全アルカリ(R₂O) = Na₂O + 0.658 x K₂O

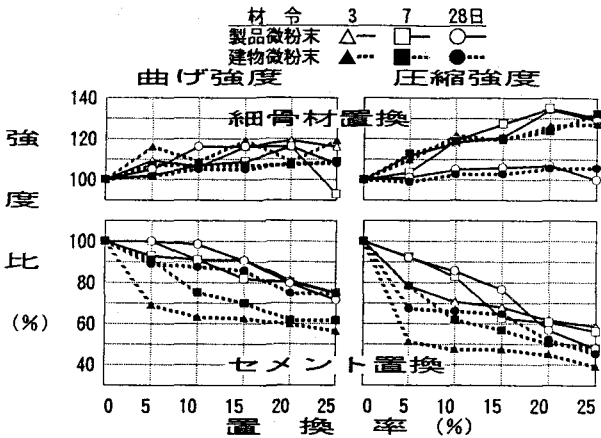


図 2. 微粉末置換率と曲げ圧縮強度比

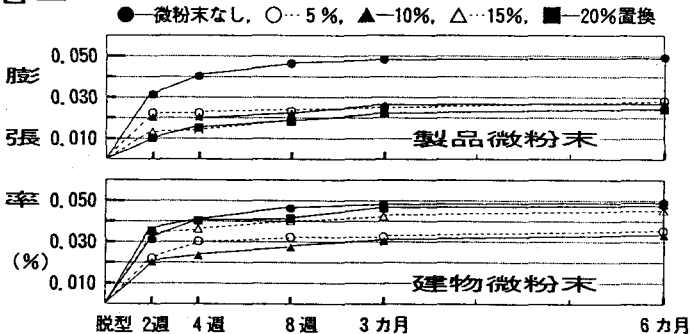


図 3. 微粉末を細骨材に置換した場合の膨張率の変化