建設外装廃材の細骨材への再利用に関する基礎的研究

立命館大学理工学部　学生員　○湯浅　千聖
立命館大学理工学部　正会員　井上　真澄
立命館大学理工学部　正会員　岡本　享久
立命館大学理工学部　正会員　児島　孝之

1. はじめに

近年天然骨材の枯渇化により、骨材需要環境は年々変化を遂げている。建設系再生骨材としてコンクリート、瓦、衛生陶器、レンガなどの研究報告はあるものの、外装廃材の再利用に関する研究[1)]は極めて少ない。

本研究では、建設外装廃材のコンクリート用骨材への再利用を目的として、各種外装廃材を粉砕して細骨材置換したセメントモルタルの基礎物性について実験的検討を行った。

2. 実験概要

表-1 に実験要因を示す。本実験では、外装廃材として ALC の廃材を 2 種類、陶器質の廃材を 2 種類、さらに陶器質の廃植木鉢も 1 種類使用した。各種廃材は 5mm 以下に粉砕処理した。モルタルは、水セメント比を一定として、廃材の置換率を 0～30%と変化させたモルタル供試体を作製し、材齢 7 日と 28 日において圧縮強さおよび曲げ強さ試験を実施した。

表-2 に使用材料を示す。セメントには普通ポルトランドセメントを使用した。モルタルの配合は、目標フローと目標空気量に調整可能な配合を試験練りにより選定した。その結果、モルタルの水セメント比は 50%で一定とし、細骨材セメント比は ALC 廃材を用いた場合には 2、それ以外については 3 と決定した。目標フローは 180±20mm、目標空気量は 4±1%とした。

表-1　実験要因

要　因		仕　様
廃材[P]の種類		ALC タイル 2 種類 陶器質タイル 2 種類 植木鉢 1 種類
モルタル	水セメント比 [W/C](%)	50
	細骨材セメント比 [(S+T)/C]	ALC：2 陶器：3
	廃材置換率 [T/(S+T)] (%)	ALC：0、10、20 陶器：0、10、20、30
試験項目		フロー、空気量 圧縮強さ、曲げ強さ

注) T：外装廃材

表-2　使用材料

使用材料	略記	主な性質
セメント	C	普通ポルトランドセメント (密度：3.16g/cm³、比表面積：3260cm²/g)
細骨材	S	野洲川産川砂(表乾密度：2.61g/cm³、 FM：2.68、吸水率：1.25%)
外装廃材	TA	ALC 廃材(密度：1.82g/cm³*、FM：3.83)
	TB	ALC 廃材(密度：1.78g/cm³*、FM：3.93)
	TC	陶器質廃材(密度：2.39g/cm³、 FM：3.00、吸水率：1.18%)
	TD	陶器質廃材(密度：2.39g/cm³、 FM：2.78、吸水率：1.18%)
	TE	植木鉢(密度：2.21g/cm³、FM：3.77、 吸水率：12.4%)
混和剤	Ad_1	高性能 AE 減水剤(主成分:ポリカルボン酸系特殊高分子界面活性剤)
	Ad_2	増粘剤
	Ad_3	消泡剤(主成分：非イオン界面活性剤)

注) *：絶乾密度

3. 各種廃材の物性試験結果

図-1 に各種廃材の粒度曲線を示す。陶器質廃材の TC、TD においては、標準粒度の範囲内に概ね位置することが確認できた。一方、ALC 廃材の TA、TB および廃植木鉢 TE では標準粒度からは、大きくはずれており、一般的な細骨材と比べるとかなり粗い粒子が多く含む骨材であることがわかる。粗粒率(FM)についても ALC 廃材および廃植木鉢 TE では、約 3.8～3.9 とかなり大きい。一方、陶器質の TC と TD はそれぞれ 3.00 および 2.78 であり、一般的な細骨材に近い値を示した。

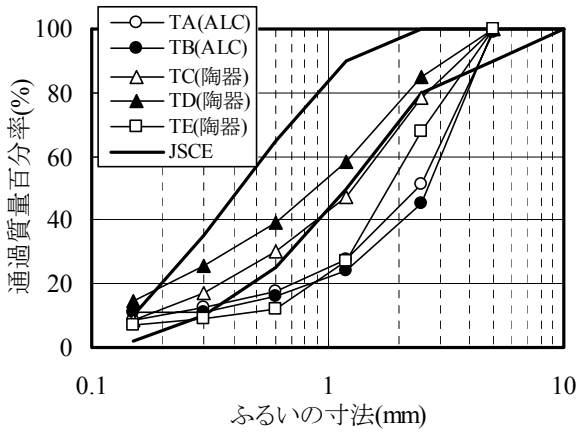

図-1　廃材の粒度曲線

キーワード　再生骨材、建設外装廃材、モルタル強さ、リサイクル、資源循環
連絡先　〒525-8577　滋賀県草津市野路東 1-1-1　立命館大学理工学部　Tel077-561-2666　内線 6873

ALC 廃材の密度は、表乾状態を管理することが困難であったため絶乾密度を測定した。その絶乾密度は約 1.80g/cm³ であり、一般的な細骨材と比べるとかなり軽量な骨材である。また、骨材としてはかなり脆弱なものであり、手のひらで簡単に潰れるような状態であった。陶器質廃材の TC と TD は、表乾密度が 2.39g/cm³ とこれも一般の細骨材より軽量ではあるが、吸水率は 1.18%と比較的小さい。一方、廃植木鉢 TE は密度については TC や TD に近い値を示しているが、吸水率が 12.4%と非常に大きい値を示した。

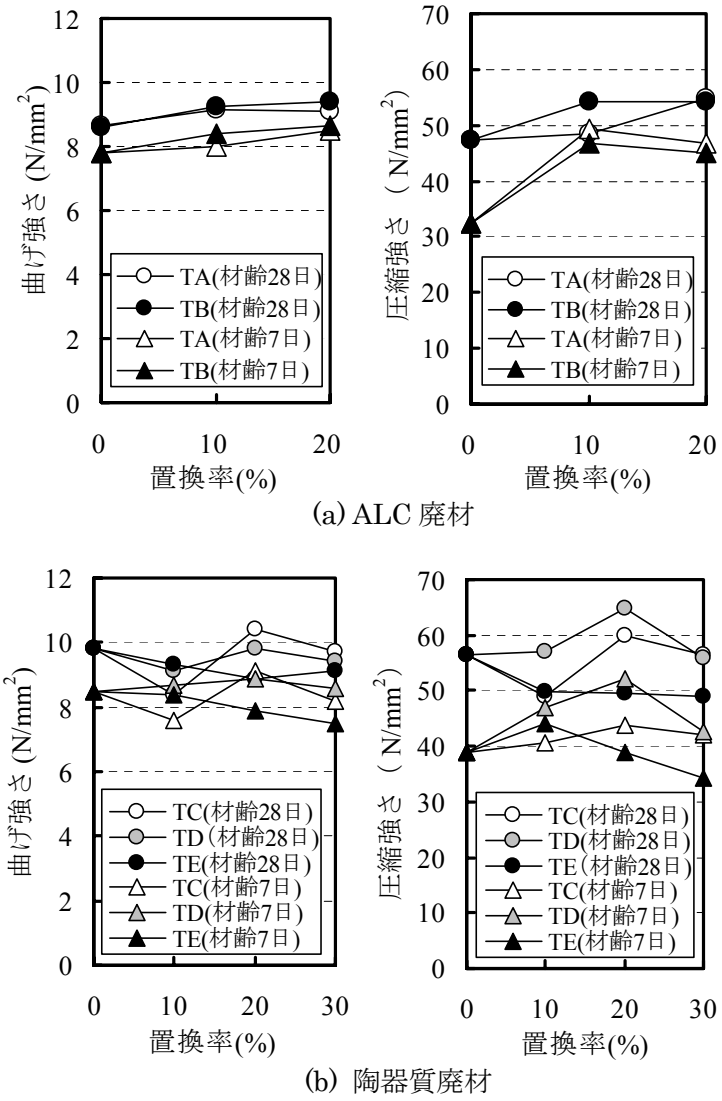

図-2 各種強さと置換率の関係

4. モルタル強さ試験結果および考察

図-2 に材齢 7 日と 28 日における各種モルタル強さと廃材置換率の関係を示す。

ALC 廃材の場合、廃材置換率の増加に伴い、曲げ強さおよび圧縮強さとも増加する傾向にある。ALC は、表乾状態を確保することが実験上困難であったため、絶乾状態のまま練り混ぜを行った。その結果、モルタル練り混ぜ時に ALC 廃材が練り混ぜ水を吸水し、見かけの水セメント比が低下したため、強度増加を示す結果になったものと推察される。強さ試験の結果からは、廃材置換による強度面での悪影響はないと判断される。しかし、骨材として含水状態を管理することが困難なため、同一配合でも練り混ぜ時のフレッシュ性状に大きなばらつきが生じると予想される。また、ALC 廃材から骨材への破砕性状なども考慮すると、コンクリート用骨材への再利用は困難であると判断される。

一方、陶器質廃材の場合は、表乾状態の骨材でモルタルを作製した。その結果、モルタル強さは、廃材の種類によって幾分変動はあるものの、廃材置換率の増加に伴う明確な傾向は観察されない。しかし、陶器質 TC および TD は、置換率 30%においても材齢に関わらず無置換供試体と同程度の値を示した。陶器質の TC および TD は、一般的な細骨材に近い骨材物性を示すとともに、細骨材の一部に置換しても強度への影響がほとんどないことから、細骨材としての適用の可能性があると推察される。

5. まとめ

(1) ALC 廃材をモルタルに細骨材置換した場合、ベースモルタル(無置換)よりも強度増加を示した。しかし、骨材への破砕、フレッシュ性状の調節が非常に困難であるため、骨材としての使用は困難と判断される。

(2) 陶器質廃材は、その物性とモルタルに細骨材置換した場合の強度の点から、細骨材として適用の可能性を有すると考えられる。今後、コンクリートに置換した場合の物性や耐久性に関する検討を行い、コンクリート用細骨材としての適用の可能性を明らかにしていくことが必須である。

参考文献

1) 杉山 雅：タイル破砕物を混入したコンクリートの強度・耐凍害性に関する一実験、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、pp.1081-1082、2000.9