

廃瓦を細骨材に用いたコンクリートの配合と物性

鳥取大学大学院 学生会員 ○井上 貴智 鳥取大学 正会員 井上 正一
 鳥取大学 正会員 黒田 保 鳥取大学 正会員 林 昭富

1. はじめに

現在、我が国では新しい最終処分場の建設が望めず、加えて最終処分場の残容量が年々減少しているという深刻な事態が生じている。また、環境保全の観点からは海砂の全面採取禁止が施行され、コンクリート用骨材の確保が重大事になってきている。このような中で、廃瓦は現在、大半が埋立て処分されているが、その有効利用方法が模索されている材料の1つである。そこで、本研究は、廃瓦破砕物のコンクリート用細骨材への適用の可能性を検討するために計画した。すなわち、ここでは、廃瓦破砕物を細骨材として用いたコンクリートの配合設計と、そのフレッシュや硬化後の強度および耐凍結融解性を検討した。

2. 実験概要

実験計画を表1に示す。細骨材には廃瓦（鳥取県産の瓦（以下、瓦Tと表記）と淡路島産の瓦（瓦A））ないしは普通砂を用い、全細骨材への廃瓦の置換率を100%とした場合を瓦T100、瓦A100、50%とした場合を瓦T50、瓦A50と表記する。コンクリートの配合条件はスランプ $8\pm 1\text{cm}$ 、空気量 $6\pm 1\%$ と一定とし、 s/a には最適細骨材率を用いた。単位水量は上限値を 175kg/m^3 に制限し、瓦T50、瓦A50および普通砂ではAE減水剤系を、瓦T100、瓦A100においては 175kg/m^3 ではスランプ $8\pm 1\text{cm}$ となるコンクリートが製造できないため、高性能AE減水剤（遅延形）系を用いた。なお、粗骨材には碎石、セメントには高炉セメントB種を用いた。

3. 実験結果と考察

3.1 物理的性質

廃瓦細骨材のふるいわけ試験の結果を図1に示す。瓦Tは 0.15mm 以下の微粒分量が多いが、全体的には土木学会の粒度範囲内に収まっている。一方、瓦AはF.M.が大きいいためふるい分けにより 2.5mm 以上を廃棄したものと元の廃瓦細骨材を質量比6:4で混合調整したものを用いた。これら廃瓦細骨材の特徴として、フレッシュ性状に影響を及ぼす $0.6\sim 0.15\text{mm}$ の粒径のものが少ないことである。

細骨材の物理的性質を表2に示す。瓦Tと瓦Aに共通する物性として、JISの砕砂の基準値に比べ絶対密度が小さく、吸水率、微粒分量が多い。また、表乾密度、単位容積質量は普通砂に比べ小さいことである。

3.2 単位水量と最適細骨材率

$W/C=55\%$ 、単位水量を一定とし、 s/a のみを変化させて最適 s/a を求めた。最適 s/a と廃瓦置換率との関係、およびスランプ $8\pm 1\text{cm}$ 、空気量 $6\pm 1\%$ を得るための単位水量と廃瓦置換率の関係を図2に表す。廃瓦細

表1 実験計画

骨材の種類	瓦T, 瓦A, 普通砂
水セメント比 (%)	45, 55, 65
細骨材への廃瓦の置換率 (%)	0, 50, 100

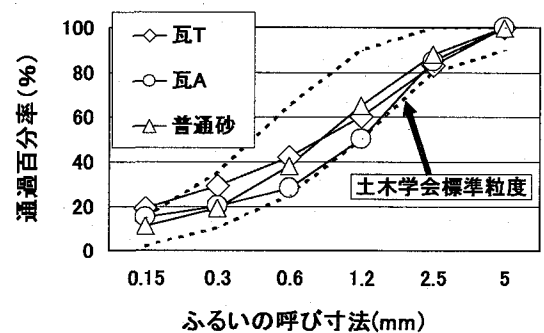


図1 ふるいわけ試験

表2 骨材の物理的性質

細骨材	表乾密度 (g/cm^3)	絶対密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)	単質 (kg/l)	実積率 (%)	F.M.	微粒分量 (%)
瓦T	2.36	2.27	3.86	1.45	63.9	2.67	12.3
瓦A	2.32	2.08	11.1	1.30	62.5	3.02	9.2
普通砂	2.64	2.59	1.84	1.72	66.6	2.78	5.6
JIS基準値		>2.5	<3.0		>53		<7.0

単質: 単位容積質量

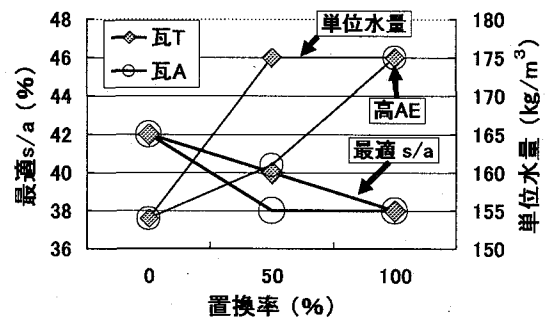


図2 置換率と最適 s/a ないしは単位水量との関係
 (高AE: 高性能AE減水剤)

骨材を用いたコンクリートは、廃瓦置換率が高くなるに伴い最適 s/a が小さくなり、一方、単位水量は、置換率が増加するに伴って増加する傾向がある。また、同じ置換率の場合、単位水量は瓦Tの方が瓦Aよりも多くなる（高性能 AE 減水剤の添加量も瓦Tで0.7%、瓦Aで0.4%となり瓦Tの方が多い）。

3.3 硬化コンクリートの性質 (図3)

C/W が同一の場合、瓦T100のコンクリートの圧縮強度は普通砂を用いたコンクリートのそれよりも大きい値を示し、瓦A100、瓦A50、瓦T50を用いたコンクリートにおいても普通砂を用いたものと同程度の圧縮強度を示すことがわかる。

静弾性係数と圧縮強度の関係を図4に示す。廃瓦細骨材を用いたコンクリートの静弾性係数は、圧縮強度が大きくなるに伴って増加するが、同一圧縮強度における静弾性係数は普通砂を用いたコンクリートよりも小さい。また、瓦Tと瓦Aを比較すると、同圧縮強度での静弾性係数は瓦Tの方が大きいことがわかる。

凍結融解試験において、 $W/C=65\%$ 、55%における相対動弾性係数と凍結融解サイクル数との関係を図5、図6に示す。図5より、同一廃瓦細骨材では、置換率を小さくすることで相対動弾性係数の減少が抑えられ、また、同じ置換率の場合において、瓦Tを用いたコンクリートの方が瓦Aよりも相対動弾性係数が大きくなる。300サイクル以内で相対動弾性係数が60%以下に低下した瓦T100と瓦A100において W/C を65%から55%に小さくして耐久性を検討した結果を図6に示す。瓦Tでは、耐凍結融解性の改善がみられた。一方、瓦Aでは、 W/C を65%から55%にしてもほとんど改善がみられなかった。

図7に $W/C=55\%$ のコンクリート供試体における乾燥収縮試験の結果を示す。試験には $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の角柱供試体を用い、温度 20°C 、湿度 $50 \pm 10\%$ の恒温室内において、材齢2日目から測定を行った。水セメント比が同一の場合、瓦T100、瓦A100および普通砂を用いたコンクリートの乾燥収縮の値に大差がなく、廃瓦細骨材の使用が乾燥収縮に及ぼす影響はないといえる。

4. まとめ

廃瓦細骨材は低品質な骨材であるが、これを用いたコンクリートの圧縮強度においては、普通砂を用いたコンクリートと同等もしくはそれ以上の強度が得られる。また、乾燥収縮も普通砂と同一の値を示し、廃瓦細骨材の影響はないといえる。しかし、廃瓦細骨材の吸水率が高いことなどもあって、耐凍結融解性の観点からは、普通砂を置換する、 W/C を小さくする等の対策が必要となる。

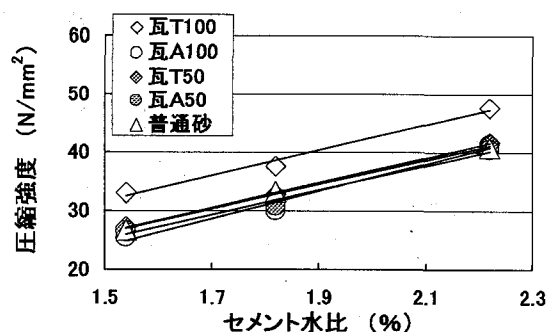


図3 圧縮強度とセメント水比

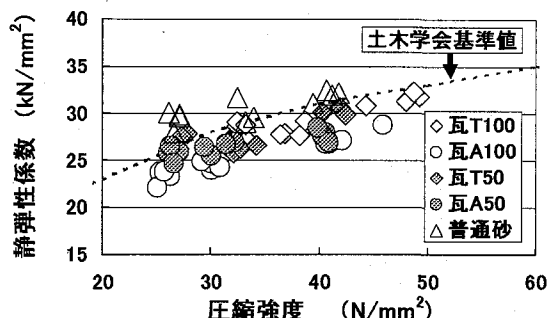


図4 圧縮強度と静弾性係数

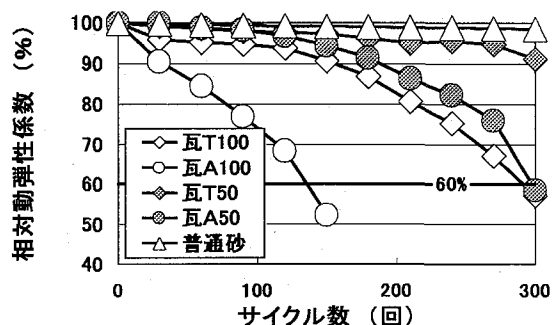


図5 相対動弾性係数 ($W/C=65\%$)

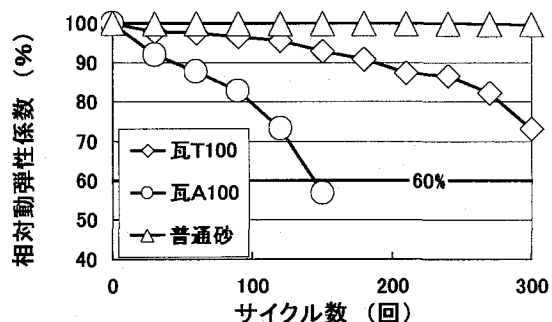


図6 相対動弾性係数 ($W/C=55\%$)

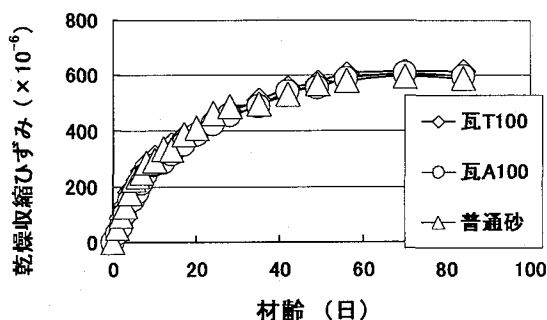


図7 乾燥収縮 ($W/C=55\%$)