

使用済み瓦の物性およびコンクリート用骨材への適用

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○欧陽 笛雲
名古屋工業大学大学院 正会員 上原 匠
名古屋工業大学大学院 非会員 加藤 潤一郎
一般社団法人 瓦チップ研究会 非会員 亀井 則幸

1. 目的

家屋の建て替えなどに伴い、使用済みとなった瓦が大量に発生しており、今後もその廃棄量は増加すると予測されている。平成12年に循環型社会形成推進基本法や建設リサイクル法が制定され、リサイクルに関する取り組みが活発化した。路盤材、新規瓦の原料として利用し、骨材としてリサイクルする研究が進められているものの、技術的には解決すべき課題が残されている。既往の研究¹⁾によると、瓦は多孔質構造であり、高い吸水性を有しているため、骨材として表乾状態で使用するには煩雑な作製作業を要し、施工性の向上にも課題がある。しかし、内部養生効果があるため、再資源性のある材料と言える。

本研究では、家屋解体時に発生する使用済み瓦を破碎・整粒処理した瓦骨材(以下、瓦チップと称す)の安息角に着目し、その物性がコンクリート強度に及ぼす影響を明らかにすることで、コンクリートの粗骨材への有効利用を検討した。

2. 実験概要

表1に使用材料を示す。まず、粒径の異なる3種類の瓦チップに加えて参考としての破碎瓦、碎石、砕砂、豊浦標準砂について安息角を測定した。安息角は注入法と排出法の2種類で測定した。また、粒径の異なる3種類の瓦チップを対象として、吸水率の継時変化試験を行った。

次に、表1に示す使用材料を用い、表2に示す配合でコンクリートを製造した。粗骨材には、全量瓦チップ(15-5mm)を用いた。配合では、W/Cは60%とし、目標スランプは10±2.5cm、目標空気量は4.5±1.5%に設定した。瓦骨材は絶乾状態と表乾状態で用意し、瓦チップコンクリート供試体A,Bとした。なお、絶乾状態では練り混ぜ際に吸水率に相当する水を加えて使用した。作製した供試体を、20±2.5℃・60±20%の環境下で28日、91日間、それぞれ気中と水中で養生した後、圧縮強度試験および静弾性係数試験を行った。

表 1 使用材料

名称		記号	物性値・諸元
安息角測定用試料			
瓦チップ	5-0mm	0500	表乾密度:2.21 g/cm ³ , 絶乾密度:1.99g/cm ³ ,実績率:77.9%
	10-5mm	1005	表乾密度:2.25 g/cm ³ , 絶乾密度:2.02g/cm ³ ,実績率:60.5 %
	15-5mm	1505	表乾密度:2.25 g/cm ³ , 絶乾密度:2.01g/cm ³ ,実績率:60.9 %
砕砂		S	表乾密度:2.68 g/cm ³ , 絶乾密度:2.64g/cm ³ ,実績率:58.8 %
豊浦標準砂		ST	表乾密度:2.64 g/cm ³
破碎瓦(2005)		CB	表乾密度:2.24 g/cm ³ , 絶乾密度:2.07g/cm ³ ,実績率:59.6%
碎石(2005)		CS	表乾密度:2.65 g/cm ³ , 絶乾密度:2.63g/cm ³ ,実績率:59.9 %
コンクリート用材料			
普通ポルトランドセメント		C	密度:3.16g/cm ³
細骨材	砕砂	S	表乾密度:2.68g/cm ³ , 吸水率:1.22 %,F.M.:2.75
粗骨材	瓦骨材 (瓦チップ1505)	B	表乾密度:2.25 g/cm ³ , 絶乾密度:2.01g/cm ³ , 粒度分布:5-15 mm, 実績率:60.9 %,吸水率:11.8 %
高性能AE減水剤		SP	ポリカルボン酸系

表 2 配合表

供試体	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				SP (C×%)	AE (C×%)
			W	C	S	B		
A	60	50.6	175	292	921	691	0.5	0.003
B		50				774		

3. 実験結果及び考察

1)安息角試験

図1に安息角試験の結果を示す。図1のように、注入法と比べて排出法で測定した安息角のほうが大きな
キーワード 使用済み瓦,リサイクル,安息角

連絡先 〒464-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学大学院社会工学専攻 T E L 052-735-5502

った。試料の実質的な落下高さの違いによるもので注入法は停止安息角に、排出法は限界安息角に近い値であると考えられる。次に、粒径によって比べると、粒径が大きいほど安息角の測定値が大きくなるという結果となった。なお、碎石と比べて、僅かではあるが瓦チップの安息角が大きいことから、瓦チップは表面摩擦係数が大きいと考えられる。

2) 吸水率継時変化試験

図2に吸水率継時変化試験結果を示す。粒径の違う3種類の瓦チップとも1分間で7%以上を吸水するが、飽和状態に近づくまでに3日間以上かかることが明らかにした。なお、粒径が大きいほど、飽和状態に至るまで時間がかかることがわかる。

3) 瓦コンクリートの圧縮強度試験及び静弾性係数試験

図3に試験結果を示す。比較のために碎石を用いた気中養生の圧縮強度試験結果を併記する。絶乾状態の瓦を粗骨材としたシリーズAと比べて、表乾状態の瓦を粗骨材としたシリーズBの方が圧縮強度の平均値が高い結果が得られた。また、静弾性係数においても同様の傾向が得られた。瓦チップの強度は碎石と比べてかなり低い²⁾が、瓦チップコンクリートは標準コンクリートよりも高い圧縮強度が得られた。ただし、弾性係数は低い結果となった。養生条件に着目すると、水中養生を行った供試体は気中養生を行った供試体より圧縮強度が低くなったが、静弾性係数の低下は見られなかった。次に、全条件におけるシリーズAと比べて、同条件のシリーズBの圧縮強度の方が高くなったことが、瓦チップの内部養生効果で水和反応の促進によるものと考えられる。なお、91日養生の場合、28日養生に比べ、強度と静弾性係数の増進が確認できた。すなわち、表乾状態のものを使用すると高い強度が得られることが明らかとなった。

4. まとめ

以上より、標準骨材である碎石と比べて瓦チップは表面摩擦係数が大きい結果が得られた。したがって、内部養生効果に加えて瓦コンクリートの強度増進には安息角の影響も大きいと言える。瓦コンクリートは標準コンクリートに比べて圧縮強度は高いが弾性係数は低くなる傾向がある。

参考文献

- 1)天野ら：三州瓦廃材を用いたコンクリートの耐凍害性及び施工性の改善に関する研究，土木学会第63回年次学術講演会，第V部門 pp.827～828，2008
- 2)川上英男：碎石及び超軽量骨材がコンクリートの強度・弾性係数に及ぼす影響，福井工業大学研究紀要，第33号，2003

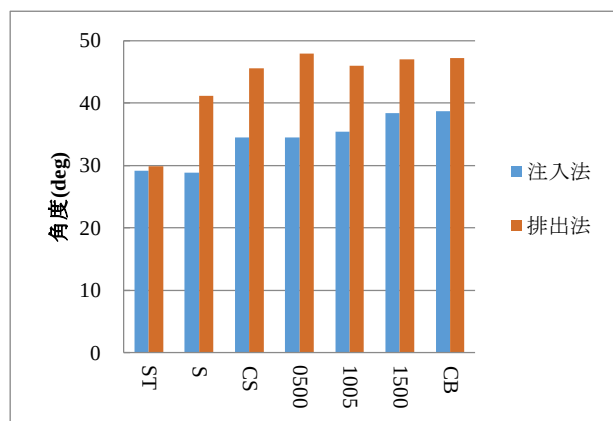


図1 安息角結果

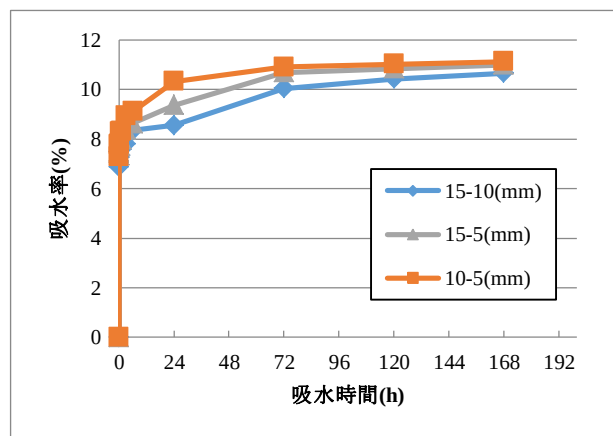


図2 吸水率継時変化試験結果

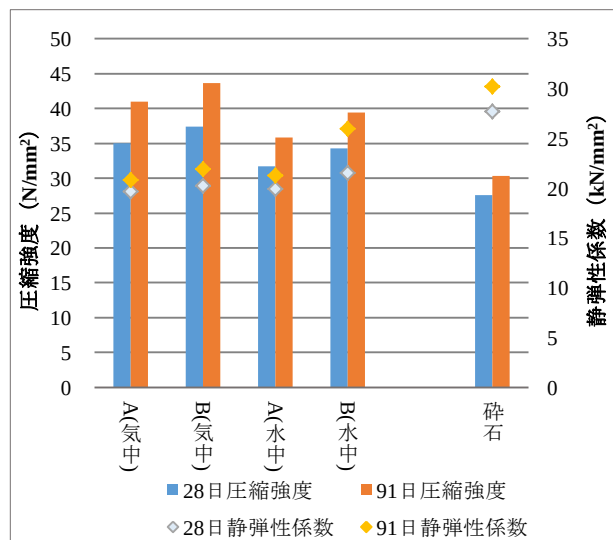


図3 瓦コンクリートの静弾性係数試験結果