

粘土瓦のリサイクル：コンクリート粗骨材への適用

名古屋工業大学大学院 学生会員 時田 知典
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 学生会員 加藤 潤一郎
瓦チップ研究会 非会員 亀井 則幸

1. はじめに

日本では多くの家屋に屋根瓦が用いられ、家屋解体時や災害時には、大量の使用済み瓦が排出される。しかしその大半は埋め立て処分されており、資源化が課題となっている。本研究室では使用済み瓦の有効利用が必要とされている現状を踏まえ、破碎・整粒処理された使用済み瓦を瓦チップとし、コンクリートの粗骨材として再利用する研究を行っている。これまでいぶし瓦の瓦チップ（以下、いぶし瓦チップ）や、釉薬瓦の瓦チップ（以下、釉薬瓦チップ）を粗骨材としたコンクリート（以下、いぶし瓦コンクリート、釉薬瓦コンクリート）の基本性状について研究し、瓦チップを使ったコンクリートは、瓦チップの持つ高い吸水率による内部養生効果によって強度が増進し、気中養生下では通常のコンクリートよりも高い強度であることが明らかとなっている。

しかし、大規模自然災害発生時、多くの家屋の被災によって、膨大な量の使用済み瓦が発生した場合、緊急時のため、現場の混乱や人手不足などにより、いぶし瓦と釉薬瓦が分別されずに収集される可能性がある。このような状況を想定し、本研究ではいぶし瓦チップと釉薬瓦チップを混合させた混合瓦チップを粗骨材とした混合瓦コンクリートについて、強度特性の把握を試みた。さらに、実用に向け、混合瓦コンクリートを用いた RC 梁部材についても実験を行った。

2. 混合瓦コンクリート

2. 1 実験概要

混合瓦コンクリートの基本性状を明らかにすることを目的に、混合瓦コンクリートの円柱供試体を作製し、圧縮強度試験および静弾性係数試験を行い、既往の研究で得られているコンクリートの性状と比較した。

表-1 に、混合瓦コンクリートの使用材料を示す。

なお、既往の研究では細骨材については表乾密度が 2.68g/cm³、粗粒率が 2.75 の砕砂を用いている。表-2 に配合を示す。

2. 2 試験結果及び考察

図-1 に圧縮強度試験の結果を示す。混合瓦コンクリートの圧縮強度に関しては材齢や養生条件に関わらず、いぶし瓦コンクリートの圧縮強度と近い値を示し、釉薬瓦コンクリートの圧縮強度よりも低い値を示した。

表-1 使用材料

材料	名称・規格	記号	物性値・諸元
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度：3.16(g/cm ³)
細骨材	砕砂	S	表乾密度：2.68(g/cm ³), 粗粒率：2.81
粗骨材	いぶし瓦チップ (粒径：13-05mm)	Gs	表乾密度：2.15(g/cm ³), 絶乾密度:1.86(g/cm ³), 吸水率：15.9(%), 粗粒率：5.78
	釉薬瓦チップ (粒径：15-05mm)	Gg	表乾密度：2.25(g/cm ³), 絶乾密度:2.01(g/cm ³), 吸水率：11.8(%), 粗粒率：6.22
	砕石 (粒径：20-5mm)	G	表乾密度：2.65(g/cm ³), 粗粒率：6.7
混和剤	AE減水剤	AW	有機酸系空気導入剤
	AE剤	AE	樹脂酸塩系陰イオン界面活性剤
	減水剤	SP	ポリカルボン酸系ポリマー

表-2 配合

	粗骨材	粒径 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						混和剤		
							W	C	S	Gs	Gg	G	AW (C×%)	AE (C×%)	
混合瓦 コンクリート	Gs,Gg	13-05	15	4.5	60	50	175	292	912	378	378	-	0.5	0.006	-
いぶし瓦 コンクリート	Gs	13-05	15						921	739	-	-	0.5	0.006	-
釉薬瓦 コンクリート	Gg	15-05	10						921	-	774	-	-	0.003	0.5
普通 コンクリート	G	20-05	10						642	-	-	1127	-	0.003	0.7

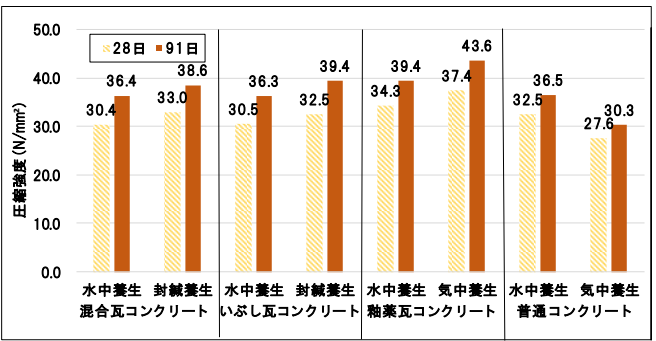


図-1 圧縮強度試験結果

キーワード 使用済み瓦，瓦チップ，リサイクル，RC 梁部材

連絡先 〒464-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL052-735-5502

これは、いぶし瓦チップの骨材の方が釉薬瓦チップよりも骨材自体の強度が弱く、いぶし瓦チップの骨材から先に破壊が始まり、それが全体の破壊を引き起こしたためであると考えられる。この結果から、混合瓦チップをコンクリートの粗骨材として使用する際は、設計段階において、より圧縮強度の低いいぶし瓦コンクリートの値を参考とすべきであると推察できる。また、材齢による強度増進に関して、既往の研究では、瓦チップを用いたコンクリートは内部養生効果によって普通コンクリートよりも強度増進が大きいことが明らかになっていたが、混合瓦コンクリートについても同様の傾向が見られた。

次に、図-2 に静弾性係数試験の結果を示す。

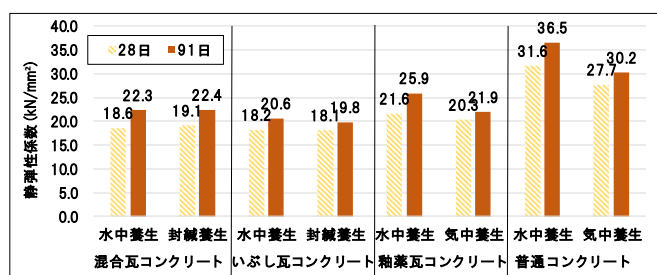


図-2 静弾性係数試験結果

混合瓦チップを用いたコンクリートの静弾性係数は普通コンクリートと比べて、小さい値を示した。これは、瓦チップが多孔質構造であり、骨材自体の静弾性係数が小さいことが原因であると考えられる。

3. 混合瓦 RC 梁部材

3. 1 実験概要

混合瓦コンクリートを実用的に用いる検討として、混合瓦コンクリートを用いた RC 梁部材を作製し、曲げ破壊試験を行い、既往の研究で得られているその他のコンクリートを用いた梁部材と、力学的挙動および破壊形態を比較した。コンクリートはそれぞれ表-1の使用材料、表-2の配合で作製したものを使用した。主鉄筋および折曲鉄筋には D19(SD345)を使用し、スタラップには D10(SD295)の異形棒鋼を使用した。図-3 に作製した RC 梁部材の配筋図を示す。

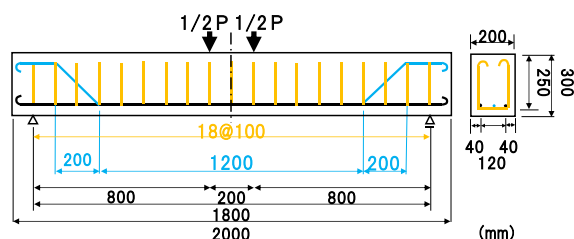


図-3 RC 梁部材の配筋図

3. 2 試験結果および考察

図-4 に試験で得られた荷重-たわみ曲線を示す。

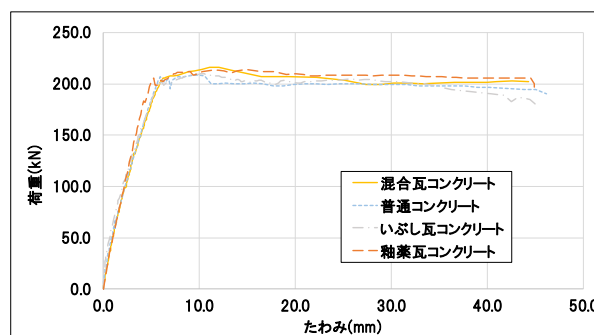


図-4 荷重-たわみ曲線

試験結果より、混合瓦 RC 梁部材の最大荷重は216kNであった。既往の研究と比較すると、普通 RC 梁部材の最大荷重よりも大きく、いぶし瓦 RC 梁部材の最大荷重と近い値になった。これは前述の円柱供試体の圧縮強度と同様の傾向である。また、弾性域においては、瓦チップを用いた RC 梁部材と一般 RC 梁部材の荷重-たわみ曲線の傾きはほぼ同様であった。

混合瓦 RC 梁部材の破壊形態に関しては、ひび割れ発生後に主鉄筋が降伏し、最終的に破壊荷重付近で圧縮縁のコンクリートが圧壊したため、曲げ引張破壊が生じたと言える。この破壊挙動は一般 RC 梁部材と同様であることから、混合瓦コンクリートは梁部材への適用が可能であると言える。

4. まとめ

- (1)混合瓦コンクリートの圧縮強度は材齢 7 日で 30N/mm^2 程度になり、利用可能な強度であった。
- (2)混合瓦コンクリートの圧縮強度はいぶし瓦コンクリートと同様の値を示した。
- (3)混合瓦コンクリートを用いた RC 梁部材の最大荷重は 216kN であった。普通コンクリートを用いた RC 梁部材の最大荷重よりも大きく、また、破壊挙動は一般 RC 梁部材と同様であり、混合瓦コンクリートは梁部材への適用が可能であると言える。

<参考文献>

- (1)欧陽笛雲ほか 使用済み瓦の物性およびコンクリート用骨材への適用 第 72 回土木学会年次学術講演会講演概要集, 2017
- (2)湯川圭悟ほか 使用済み瓦コンクリートの養生条件が強度特性に与える影響とはりへの適用 土木学会中部支部研究発表会, 2015