第Ⅴ部門　　瓦廃材を使用したコンクリートのフレッシュおよび圧縮強度特性

近畿大学理工学部　学生員　○岡田　裕平
近畿大学理工学部　正会員　麓　隆行
近畿大学大学院総合理工学研究科　学生員　溝口　達也
松村産業　非会員　藤原　光晃

１．はじめに

建築物の建替え時に発生する瓦廃材のコンクリートへの再利用が考えられている。しかし，瓦廃材は，破砕時の形状が扁平であり，吸水率も高い。瓦廃材を普通骨材と同様にコンクリートに使用しても異なる性状となる可能性がある。そこで，瓦廃材使用がコンクリートのフレッシュ性状や硬化後の圧縮性状に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

表１　使用材料の物性

使用材料	表乾密度 (g/cm³)	吸水率 (%)	粗粒率	実積率 (%)	すりへり減量(%)
粗砂	2.56	2.19	2.87	66.6	―
細砂	2.56	1.87	1.90	60.8	―
砕石 2010	2.79	0.64	7.06	57.0	11.3
砕石 1505	2.79	0.91	6.18	56.7	15.1
瓦材 2005	2.16	14.6	6.67	66.0	43.4

２．瓦材の特徴

骨材の種類と物性を**表 1** に，瓦材を**写真１**に示す。骨材試験は JIS に準じて行った。また，絶乾状態の赤色と黒色の瓦材および砕石の細孔径分布を水銀圧入ポロシメーターで測定した。

砕石に比べて，瓦材の表乾密度は小さく，吸水率は高い。砕石に比べて扁平だが，実積率が高い。そして，瓦材のすりへり減量が大きく，摩耗の多い箇所への適用は難しいことがわかる。また，**図１**にように，ほとんど空隙のない砕石に比べ，瓦材では種類に関わらずコンクリートでの遷移帯と同等の粗雑な細孔(0.05～2μm)が多く，コンクリート中の物質移動に影響を及ぼす可能性がある。

写真１　使用した瓦材

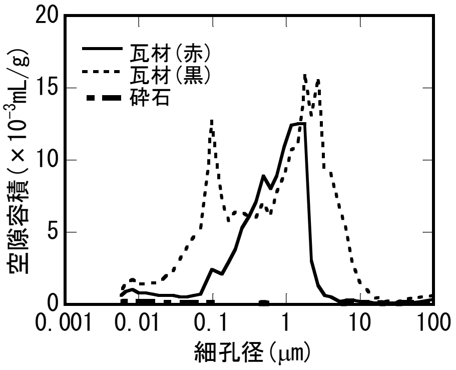

図１　水銀圧入試験結果

３．実験概要

配合を**表 2** に示す。普通セメント（密度 3.16g/cm^3），水道水，AE 減水剤，および AE 剤を使用した。また，粗砂と細砂を質量比 7：3 で混合した細骨材を，砕石 2010 と砕石 1505 を質量比 65：35 で混合した粗骨材(砕石)を用いた。配合条件は，単位水量 184kg/m^3，W/C を 45～65%，目標空気量 4.5±1.0%とした。瓦材を用いて，スランプ 18cm となる**表２**の配合を決定し，砕石は瓦材と同体積に

表２　実験で用いた配合

使用粗骨材	含水状態	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³) 水 W	セメント C	細骨材 S 粗砂	細砂	粗骨材 G 瓦材 2005	砕石 2010	砕石 1505	混和剤(C×%) AE 減水剤	AE 剤
砕石	表乾	45	4.5	42.7	184	409	491	210	0	667	359	1	0.15
砕石	表乾	55	4.5	44.5	184	335	530	227	0	669	360	1	0.2
砕石	表乾	65	4.5	46.2	184	283	564	242	0	665	358	1	0.15
瓦材	表乾	45	4.5	42.7	184	409	491	210	794	0	0	1	0.05
瓦材	表乾	55	4.5	44.5	184	335	530	227	797	0	0	1	0.05
瓦材	表乾	65	4.5	46.2	184	283	564	242	792	0	0	1	0.05

Takayuki FUMOTO, Yuhei OKADA, Tatsuya MIZOGUCHI and Mitsuaki FUJIWARA
fumoto@civileng.kindai.ac.jp

置換して作製した。空気量は AE 剤の添加量で調整した。練混ぜに強制二軸練りミキサを使用し，セメント，細骨材を 10 秒攪拌後，水と混和剤を投入し 30 秒攪拌，そして粗骨材と 60 秒攪拌した。フレッシュ性状ではスランプおよび空気量を計測した。空気量には瓦材の骨材修正係数を考慮した。硬化後の性状では径 100×200mm の試験体 4 体を材齢 28 日まで 20℃で水中養生し，JIS A 1108 に準じて圧縮強度と応力-ひずみ関係を調べた。

４．実験結果および考察

フレッシュ性状を図 2 に示す。砕石を用いた場合のスランプは 10-12cm と瓦材を用いた場合に比べて小さくなった。瓦材を用いた場合，骨材の実積率が大きいことが要因の一つと考えられる。

圧縮試験の結果を図 3 に示す。砕石や瓦材に関係なく，C/W の増加とともに圧縮強度が直線的に増加した。瓦材を用いた場合の圧縮強度は，砕石を用いた場合に比べ，W/C = 45，55%では約 3.6N/mm^2 減少し，W/C = 65%では約 7.3 N/mm^2 減少した。一定強度での頭打ちがみられず，粒子強度の影響は小さく，他の要因が考えられる。

次に骨材の吸水量の影響をみるため，筆者[1)]が用いた，単位水量に細・粗骨材の吸水量を加えたコンクリート中の全水量，単位総水量 TW で考察した。その結果を図 4 に示す。C/TW の増加とともに圧縮強度は直線的に増加したが，砕石を用いた場合と瓦材を用いた場合の傾向は異なった。吸水量以外の影響が考えられる。

そこで，骨材の変形の影響を考察するため，強度試験での応力-ひずみ関係を検証した。圧縮試験から得られた圧縮応力とひずみの関係の例を図 5 に示す。載荷初期からの傾きだけでなく，ひずみの伸び方に違いが表れ，瓦材を用いた場合の最大応力を向かえた時のひずみは，砕石に比べて大きくなった。すなわち，骨材の変形が大きいため破壊モードが異なると推察される。

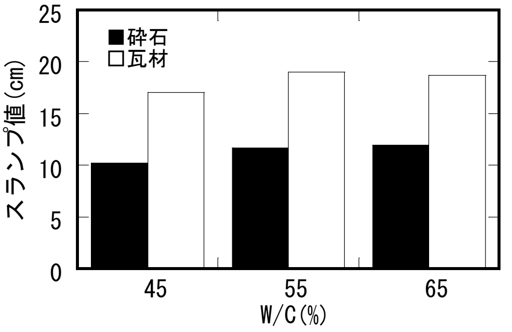

図 2　スランプ試験結果

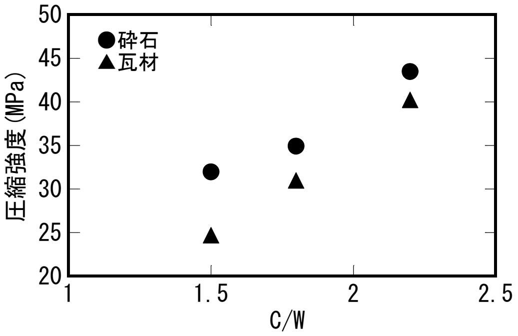

図 3　圧縮強度と C/W の関係

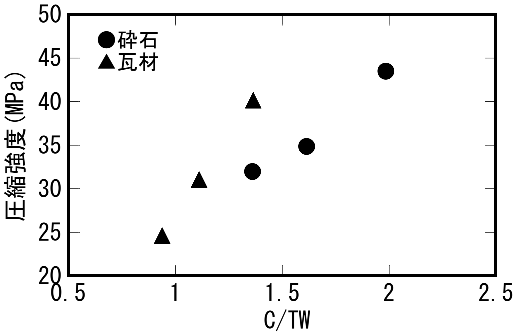

図 4　圧縮強度と C/TW の関係

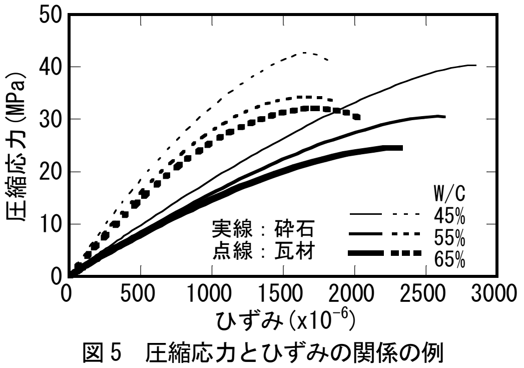

図 5　圧縮応力とひずみの関係の例

５．まとめ

1) 瓦廃材は，表乾密度が低く，吸水率が高いが，粒子形状は良好である。ただし，すりへり減量が大きく，0.01～10μm の細孔が多いことから，摩耗や物質移動などの耐久性に注意が必要である。
2) 瓦材を用いた場合のスランプ値は，同配合の砕石を用いた場合に比べて大きくなる。骨材の粒子形状の影響が要因の一つと考えられる。
3) 瓦材を用いた場合の圧縮強度は，同配合の砕石を用いた場合に比べて 10～20%ほど低下する。これは，瓦材の変形が大きく，破壊モードが異なるためと考えられる。

参考文献

1) 麓隆行他：再生細骨材の使用がコンクリートの性状に及ぼす影響とその原因について，土木学会論文集，No. 767/V-64，pp. 61-73，2004.8