

瓦材を使用したコンクリートの圧縮強度および割裂引張強度について

近畿大学大学院総合理工学研究科
近畿大学理工学部
松村産業

学生員　○岡田　裕平
正会員　　麓　　隆行
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、瓦材は、破碎時の形状が扁平であり、吸水率も高い。一般の瓦材を普通骨材と同様にコンクリートに使用しても強度や弾性挙動で異なる性状となる可能性がある。そこで、瓦材を使用したコンクリートの圧縮強度および割裂引張強度の特性把握を目的とした。

2. 瓦材の特徴

骨材の種類と物性を表1に示す。砕石に比べて、瓦材の表乾密度は小さく、吸水率は高い。さらに、扁平だが実積率が高く、すりへり減量は大きい。また、図1のように、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結果、ほぼ空隙のない砕石に比べ、0.05～2μmの粗雑な細孔が多く、強度だけでなく耐久性についても考察が必要であることがわかる。

3. 実験概要

普通セメント(密度 3.16g/cm³)、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/m³、W/C を 45～65%、目標空気量 4.5±1.0%とした。空気量は AE 剤の添加量で調整した。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置換して作製した。また、瓦材の含水状態を表乾から 2%または 4%減らした場合も作製した。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、径 100×100mm の試験体 3 体を材齢 28 日まで

表 1 使用材料の物性

使用材料	表乾密度 (g/cm ³)	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

注) 骨材試験は JIS に準じて行った。

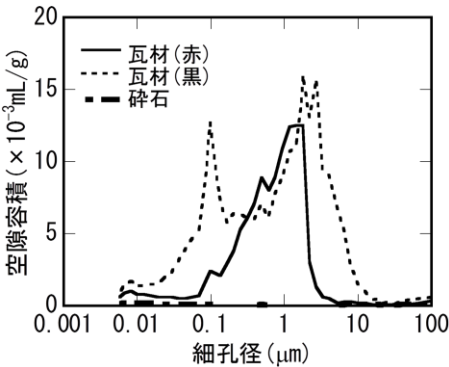


図 1 水銀圧入試験結果

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		粗骨材 G			混和剤(C×%)	
							粗砂	細砂	瓦材 2005	砕石 2010	砕石 1505	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
瓦材	表乾-2%	55	4.5	44.5	184	335	530	227	779	0	0	1	0.025
瓦材	表乾-4%	55	4.5	44.5	184	335	530	227	764	0	0	1	0.025

注) AE 減水剤にリグニンスルホン酸化合物を、また AE 剤に変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤を用いた。

キーワード 瓦, コンクリート, 圧縮, 引張, リサイクル

連絡先 〒577-8502 大阪府東大阪市小若江 3-4-1 近畿大学 理工学部 TEL 06-6721-2332

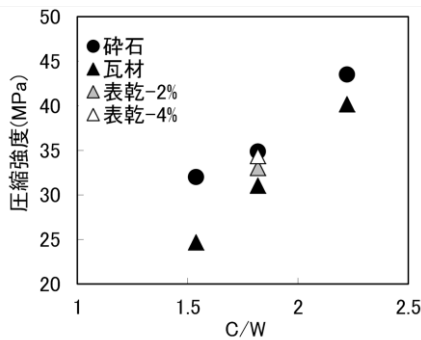


図3 圧縮強度と C/W の関係

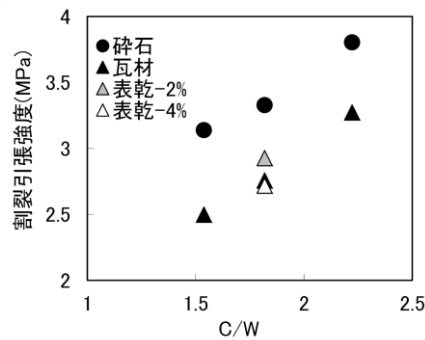


図4 割裂引張強度と C/W の関係

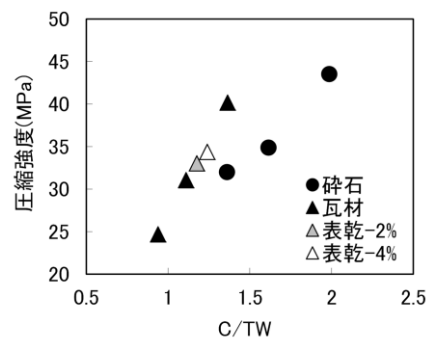


図5 圧縮強度と C/TW の関係

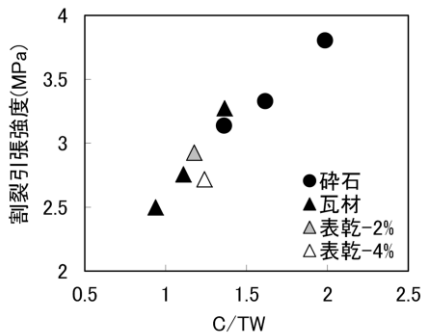


図6 割裂引張強度と C/TW の関係

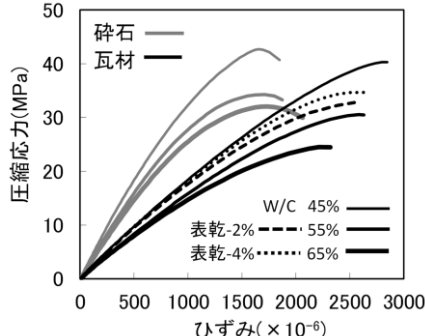


図7 圧縮応力とひずみの関係の例

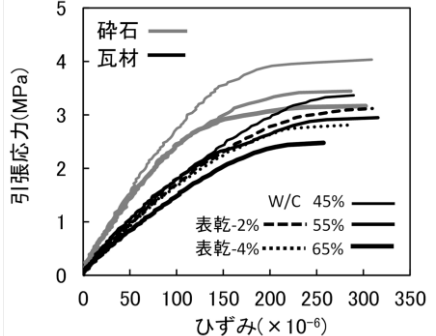


図8 引張応力とひずみの関係の例

20℃で水中養生し、JIS A 1108, JIS A 1113 に準じて圧縮強度、割裂引張強度および応力-ひずみ関係を調べた。

4. 実験結果および考察

圧縮試験結果を図3に、割裂引張試験結果を図4に示す。瓦材を用いても、C/Wの増加により圧縮強度が直線的に増加し、頭打ちはみられない。また瓦材の含水率が低いと同配合でも強度が増加した。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、3.6～7.3 N/mm²減少した。また、瓦材を用いた場合の割裂引張強度は、砕石を用いた場合に比べ、約0.6 N/mm²減少した。

次に筆者の既往の研究¹⁾にもとづき、単位水量に骨材の全吸水量を加えたコンクリート中の単位総水量TWと単位セメント量との比(C/TW)を用いて、骨材中の水の影響を考察した。図5および図6のように、含水状態にかかわらずC/TWの増加とともに各強度は直線的に増加したが、骨材の種類によって傾向は異なった。特に圧縮強度においては、その傾向が顕著に現れた。その要因は、吸水量以外の影響と考えられる。

そこで、各試験での応力-ひずみ関係を検証した。図7および図8のように、圧縮試験では瓦材を用いた場合、砕石を用いた場合に比べて载荷初期からの傾きが小さいが、破壊時のひずみは大きくなった。割裂引張試験では、瓦材を用いた場合、砕石を用いた場合に比べて、载荷初期の傾きは小さいものの同程度のひずみで破壊した。すなわち、圧縮試験では破壊まで骨材が応力を負担することから、柔らかい骨材を使用すると、圧縮破壊に至るまでのペーストの応力分担が砕石を用いた場合と異なり、破壊ひずみが大きくなると考えられる。

5. まとめ

- 1) 瓦材は、粒子形状は良好だが、表乾密度が低く、吸水率が高い。また、すりへり減量が大きく、0.01～10μmの細孔も多いことから、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圧縮強度、割裂引張強度は、同配合の砕石を用いた場合に比べて10～20%ほど減少する。これは、瓦材の吸水量と柔らかさが原因と考えられる。
- 3) 圧縮試験では破壊まで骨材が応力を負担することから、瓦材のように柔らかい骨材を使用すると、砕石を用いた場合と圧縮破壊に至るまでのペーストの応力分担が異なり、破壊ひずみが大きくなる。

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