

廃瓦再生細骨材のリサイクル活用に関する基礎的研究

(株)ホクコン 技術統括部 研究開発室
 (株)ホクコン 技術統括部 研究開発室
 金沢大学自然科学研究科

正会員 ○友竹 博一
 青山 俊春
 正会員 鳥居 和之

1．はじめに

陶器屋根瓦の製造工場や家屋解体工事中から発生する瓦廃材は、埋立てなどの廃棄処分が困難になってきており、全国的なリサイクルシステムの確立が求められている。本研究では、陶器瓦の一大産地である愛知県の三州瓦廃材を、コンクリート用の廃瓦再生細骨材としてリサイクル活用することを目的として、アルカリシリカ反応性を確認するとともに、細骨材として使用したリサイクルコンクリートの圧縮強度を水中および蒸気養生の条件で、現在リサイクル活用されている福井県産の越前瓦を加工した廃瓦再生細骨材と比較検討した。

2．実験概要

2．1 使用材料および配合

使用材料を表 - 1 に、各細骨材の粒度を表 - 2 に、リサイクルコンクリートの配合を表 - 3 に示す。廃瓦再生細骨材は、三州瓦および越前瓦の廃材を粉砕処理して、5～0mm の粒度に加工し、細骨材の内割りとして0、40、80％（容積％）粗砂に置換えた。本リサイクルコンクリートの目標規格値は、設計基準強度を40N/mm²、スランプを15cm、空気量を2％とした。

2．2 試験項目および試験方法

廃瓦再生細骨材(三州瓦廃材)のアルカリシリカ反応性は、化学法（JIS A 1145）および3条件のモルタルバー法〔JIS A 1146（温度 40 、相対湿度 100％）デンマーク法（温度 50 の飽和 NaCl 溶液浸漬）

および ASTM C 1260（温度 80 度の 1N・NaOH 溶液浸漬）〕にて確認した。また、粉末 X 線回折（XRD）により、結晶相の鉱

物およびガラス相を同定した。圧縮強度用の試験体は、φ10×20cm の円柱試験体とし、養生は、標準養生（20 水中）と蒸気養生（最高温度 65 、2 時間保持）とした。

3．実験結果および考察

3．1 廃瓦再生細骨材(三州瓦廃材)のアルカリシリカ反応性および物理・化学的性質

三州瓦廃材の化学法および3条件のモルタルバー法（JIS A 1146、デンマーク法および ASTM C 1260）の試験キーワード：瓦廃材、廃瓦再生細骨材、アルカリシリカ反応性、圧縮強度、蒸気養生、水中養生

連絡先 ：〒915-0802 福井県武生市北府1丁目2番38号 株ホクコン 技術統括部 研究開発室 TEL 0778-22-9118

表 - 1 使用材料

種別	名称	仕様
セメント	普通ポルトランドセメント	密度 3.16
細骨材	廃瓦再生細骨材(三州瓦)	密度 2.32、吸水率 5.73%
	廃瓦再生細骨材(越前瓦)	密度 2.37、吸水率 3.61%
	細砂(砕砂)	密度 2.60、吸水率 1.34%
	粗砂(砕砂)	密度 2.58、吸水率 2.05%
粗骨材	15mm 砕石 (FM6.11)	密度 2.62、吸水率 0.93%
	20mm 砕石 (FM7.03)	密度 2.62、吸水率 0.69%
混和剤	高性能減水剤	ポリカルボキ酸系

表 - 2 各細骨材の粒度

種別	通過重量百分率 (%)						F M	微粒分量 (%)
	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15		
三州廃瓦	98	86	63	36	23	16	2.77	11.6
越前廃瓦	99	84	59	40	23	13	2.80	10.0
細砂	100	99	81	63	34	14	1.97	5.6
粗砂	100	91	58	30	14	5	3.01	1.3

表 - 3 リサイクルコンクリートの配合

配合 記号	廃瓦再生細骨材		水セ メント 比 (%)	細骨 材率 (%)	単位量 (kg/m ³)								
	種別	内割り 置換率 (%)			水 W	セメント C	細骨材 S			粗骨材 G		混和剤	
							廃瓦	細砂	粗砂	15 mm	20 mm	C × %	単位 量
0 - P		0	41	45	175	427	-	157	627	531	434	0.65	2.77
40 - S	三州 瓦	40		45			277	156	310	536	438		
80 - S		80		44			547	154	-	541	442		
40 - E	越前 瓦	40		45			283	156	311	535	438		
80 - E		80		44			561	155	-	539	441		

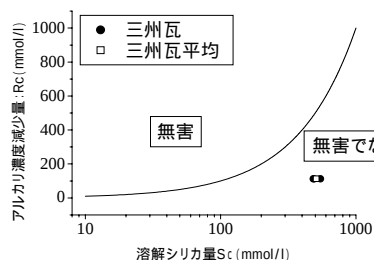


図 - 1 化学法の試験結果

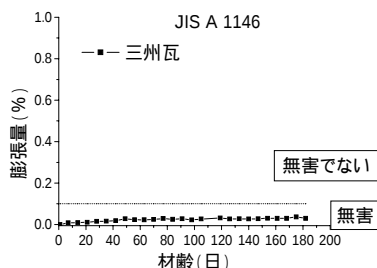


図 - 2 モルタルバー法の試験結果 (JIS A 1146)

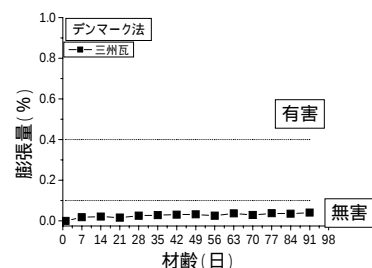


図 - 3 モルタルバー法の試験結果 (デンマーク法)

試験結果を図 - 1、図 - 2、図 - 3 および図 - 4 に示す。化学法では、廃瓦に含まれる焼成カオリン粘土鉱物の溶出により溶解シリカ量が大きくなり「無害でない」と判定されたが、3 条件のモルタルバー法では、すべて「無害」と判定され、コンクリート用細骨材としての適用性が確認された。また、越前瓦廃材についても適用性は確認されている¹⁾。三州瓦廃材

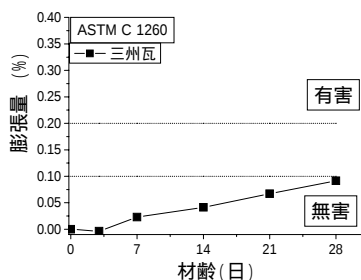


図 - 4 モルタルバー法の試験結果 (ASTM C 1260)

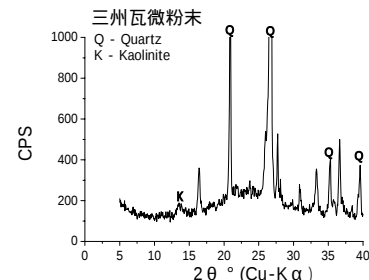


図 - 5 粉末 X 線回折 (XRD) の結果

の微粉末には、図 - 5 に示す粉末 X 線回折 (XRD) の結果から、ポゾラン反応性がある非晶質のガラス相および焼成カオリン粘土鉱物も確認できた¹⁾。

3.2 リサイクルコンクリートの圧縮強度

水中および蒸気養生におけるリサイクルコンクリートの圧縮強度を図 - 6 および図 - 7 に示す。水中および蒸気養生ともに、三州瓦廃材も越前瓦廃材も廃瓦再生細骨材の置換率の増加に比例して圧縮強度が大きくなった。また、圧縮強度の増加率は、廃瓦再生細骨材に 10～12%含まれる廃瓦の微粉末のポゾラン反応により長期材齢になるにしたがい大きくなった¹⁾²⁾。

4. まとめ

(1)三州瓦廃材は、アルカリシリカ反応性が化学法では「無害でない」と判定されたが、3 条件のモルタルバー法では、すべて「無害」と判定され、コンクリート用細骨材としての適用性が確認された。また、ポゾラン反応性がある非晶質のガラス相および焼成カオリン粘土鉱物も確認できた。

(2)三州瓦廃材も越前瓦廃材も廃瓦再生細骨材としてコンクリートに使用すると微粉末のポゾラン反応により圧縮強度が大きくなった。

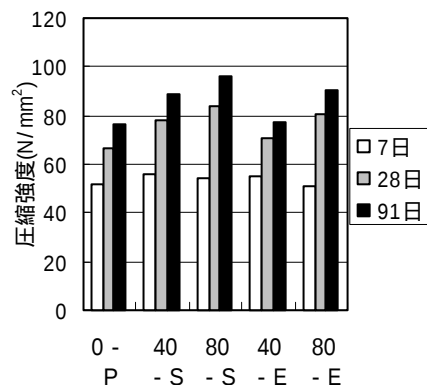


図 - 6 圧縮強度(標準養生)

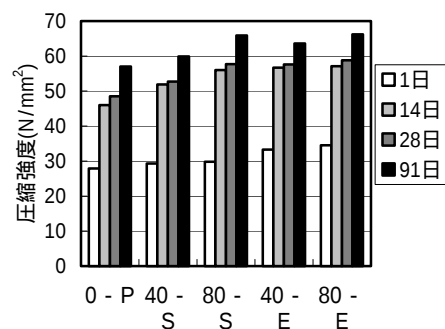


図 - 7 圧縮強度(蒸気養生)

参考文献

- 1) 友竹博一，山戸博晃，坂本一樹，鳥居和之：建設廃材微粉末のコンクリート混和材としての有効利用，セメント・コンクリート論文集，pp.705-712，No.56，2002。
- 2) 友竹博一，清水利康，坂本一樹，鳥居和之：廃瓦再生骨材を使用したコンクリート製品の諸性質，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.1，pp.1355-1360，2003。