

## リサイクル石膏を混入したモルタルの基礎物性

名古屋工業大学大学院 正会員 ○菱田 大樹      名古屋工業大学大学院 正会員 上原 匠  
 名古屋工業大学技術部 正会員 平原 英樹      名古屋工業大学大学院 正会員 梶原 教裕  
 名古屋市職員 非会員 小西 理恵

### 1. はじめに

廃石膏ボードの排出量は建築物解体の増加に伴い年々増加しており、処分条件によっては硫化水素が発生することから管理型処分が義務づけられているが、処分場の不足や処分コストの高騰が課題となっている。<sup>1)</sup>

既往の研究結果<sup>2)</sup>から、廃石膏ボード粉を加熱処理した二水石膏より、さらに加熱処理した無水石膏(以下、リサイクル石膏と称す)の方がコンクリート用材料に適していること、また無水石膏は収縮低減材としての性能を持つことが明らかとなった。そこで、本研究では、リサイクル石膏の有効利用を目的に、混和材として使用した際の収縮特性を含む基礎的な物性を定量的に明らかにすることとした。実験では、リサイクル石膏の比較材料として、市販の工業製品の無水石膏(以下、純正石膏と称す)を使用し、材料及びモルタルでの物性の比較を行った。

表1 使用材料一覧表

項目	記号	物性値
普通ポルトランドセメント	C	密度:3.16g/cm <sup>3</sup> 比表面積:3290cm <sup>2</sup> /g(U社製)
細骨材(砕砂)	Sa	表乾密度:2.67g/cm <sup>3</sup> 吸水率:1.17%
リサイクル石膏	-	密度:2.96g/cm <sup>3</sup> 比表面積:3946cm <sup>2</sup> /g
		主要検出元素:Ca,S,Al
		定量分析:Al 0.139% Fe 0.069% Si 0.302%
純正石膏	-	密度:2.60g/cm <sup>3</sup> 比表面積:4755cm <sup>2</sup> /g
		主要検出元素:Ca,S
		定量分析:Al 0% Fe 0.004% Si 0.034%
化学混和剤	Ad	AE減水剤

### 2. 使用材料

表1に使用材料を示す。写真1にSEMを示す。写真1より、リサイクル石膏は球状に近い形状で、純正石膏は針状に近い形状をしていることがわかる。

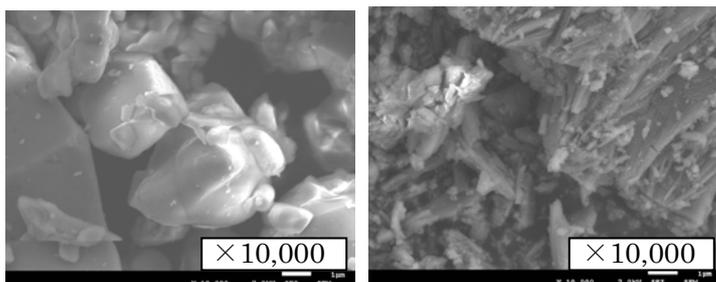


写真1 SEM(左:リサイクル石膏 右:純正石膏)

### 3. 実験概要

リサイクル石膏が強度及び乾燥収縮に与える影響を定量的に把握することを目的に、供試体作製可能な施工性能(フロー値比70%まで)の範囲内で、無水リサイクル石膏とセメントおよび細骨材との混合比を複数設定し、各種モルタル試験を行った。なお、リサイクル石膏の特徴や性能を明らかにし、物性値の比較をするために、純正石膏を比較試料として同水準での試験を実施した。表2に配合表を示す。1バッチ1.5リットルを2バッチ打設しφ50×100mm圧縮強度用コア及び40×40×160mm乾燥収縮試験用供試体を作製した。

表2 配合表及びフロー試験結果

配合	置換率	W/C	W(g)	C(g)	石膏(g)	Sa(g)	Ad添加量(C×%)	フロー値(mm)	フロー値比(%)	
基準モルタル(以下、Baseと称する)	—	50	384	768	0	2331	—	154	100	
リサイクル石膏	外割①(細骨材と置換)	10%	50	384	768	77	2262	—	148	96
		20%				154	2192	—	137	89
		30%				230	2123	—	130	84
	外割②(細骨材一定、W/C一定)	10%	50	368	736	77	2331	—	126	82
		20%		352	704	154		0.5	119	77
		30%		336	673	230		—	111	72
	内割(セメントと置換)	10%	56	384	686	77	2331	1.5	140	91
		20%	64		604	154		—	143	93
		30%	74		522	230		—	151	98
純正石膏	外割①(細骨材と置換)	10%	50	384	768	77	2252	—	110	71
		20%				154	2173	4.0	135	88
		30%				230	2094	8.0	138	90
	外割②(細骨材一定、W/C一定)	10%	50	366	732	77	2331	3.0	135	88
		20%		348	696	154		4.0	113	73
		30%		330	659	230		8.0	110	71
	内割(セメントと置換)	10%	57	384	675	77	2331	—	111	72
		20%	66		581	154		4.0	148	96
		30%	77		488	230		8.0	147	96

### 4. 実験結果および考察

#### 4.1 フロー試験結果

フロー試験結果を表2に示す。フロー試験結果より、リサイクル石膏と純正石膏で流動性に差異が見られた。この要因としては、リサイクル石膏及び純正石膏の粒形が異なることが考えられる。

キーワード 廃石膏ボード粉, 無水石膏, 乾燥収縮, 圧縮強度, 収縮低減材

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL052-735-5502

### 4. 2 圧縮強度試験結果

圧縮強度試験結果を表3に示す。圧縮強度試験結果より、各配合において、材齢の経過とともに強度が増進することが分かったが、Baseと比較すると強度が低下する結果となった。さらにセメントと置換した配合では、リサイクル石膏、純正石膏ともに、アルカリ雰囲気内での化学的な活性度は期待できないことが明らかとなった。また、強度が増加する置換量の存在が確認された。

リサイクル石膏に含まれる Al(アルミニウム)がセメントと反応し、水素ガスが発生したことで強度が低下したものと考えられる。しかし、ガスの発生が少量であれば、それに伴うモルタルの膨張が型枠の存在によって抑制されることで骨材とセメントペーストとの付着が改善され強度が増加するとも考えられる。今回の試験結果からはリサイクル石膏及び純正石膏が圧縮強度低下に与える要因を解明することはできなかった。

### 4. 3 乾燥収縮試験結果

乾燥収縮試験結果を図1～図3に示す。乾燥収縮試験結果より、混和材料としてリサイクル石膏及び純正石膏を練混ぜることで収縮低減効果があることがわかる。純正石膏、リサイクル石膏とも Base に比べて収縮が小さくなり、リサイクル石膏では約 100 $\mu$ 、純正石膏では約 50 $\mu$  小さくなることが明らかとなった。また、石膏の単位量が同じ場合の収縮は、純正石膏に比べてリサイクル石膏が小さいことが明らかとなった。リサイクル石膏、純正石膏ともに置換量が増えるほど収縮低減効果が確認できた。

差異が生じた要因として、リサイクル石膏に含まれる Al がセメントと反応し水素ガスが発生したことでモルタルが膨張し収縮を抑制したことが考えられる。

### 5. まとめ

- (1) リサイクル石膏及び純正石膏をモルタルに混入することで収縮低減効果があることがわかった。
- (2) 石膏の単位量が同じ場合の収縮は、純正石膏に比べてリサイクル石膏の方が小さいことが明らかとなった。

### 参考文献

- 1) 「廃石膏ボードの対応策について」 社団法人 石膏ボード工業会 2010年5月
- 2) 「廃石膏ボード粉を混入したコンクリートの基礎物性」 土木学会第67回年次学術講演会 平成24年9月 V-549

表3 圧縮強度試験結果

配合	置換率	圧縮強度(モルタル3本の平均値) [N/mm <sup>2</sup> ] 《活性度指数[%]》			
		材齢7日	材齢28日	材齢91日	
		Base	—	36.7 《-》	53.3 《-》
リサイクル石膏	外割① (細骨材と置換)	10%	26.2 《71》	44.4 《83》	60.2 《89》
		20%	23.6 《64》	31.0 《58》	36.8 《54》
		30%	25.2 《69》	34.0 《64》	40.6 《60》
	外割② (細骨材一定、 W/C一定)	10%	27.3 《74》	41.2 《77》	61.8 《91》
		20%	26.9 《73》	33.5 《63》	42.3 《63》
		30%	30.6 《83》	41.1 《77》	47.2 《70》
	内割 (セメントと置換)	10%	18.3 《50》	29.6 《56》	51.3 《76》
		20%	16.5 《45》	22.6 《42》	27.8 《41》
		30%	15.4 《42》	22.0 《41》	28.1 《42》
純正石膏	外割① (細骨材と置換)	10%	22.2 《60》	34.7 《65》	59.4 《88》
		20%	28.6 《78》	38.8 《73》	50.5 《75》
		30%	23.6 《64》	32.6 《61》	41.7 《62》
	外割② (細骨材一定、 W/C一定)	10%	30.8 《84》	48.5 《91》	66.2 《92》
		20%	28.3 《77》	34.5 《65》	45.2 《67》
		30%	25.4 《69》	37.5 《70》	42.5 《63》
	内割 (セメントと置換)	10%	16.9 《46》	25.6 《48》	45.8 《68》
		20%	16.9 《46》	24.9 《47》	32.5 《48》
		30%	14.2 《39》	20.1 《38》	25.5 《38》

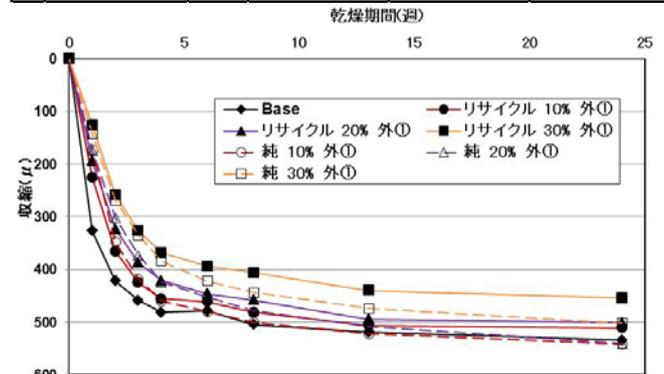


図1 乾燥収縮試験結果(外割①)

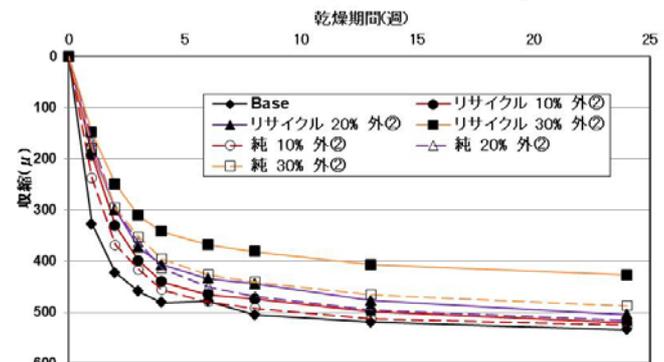


図2 乾燥収縮試験結果(外割②)

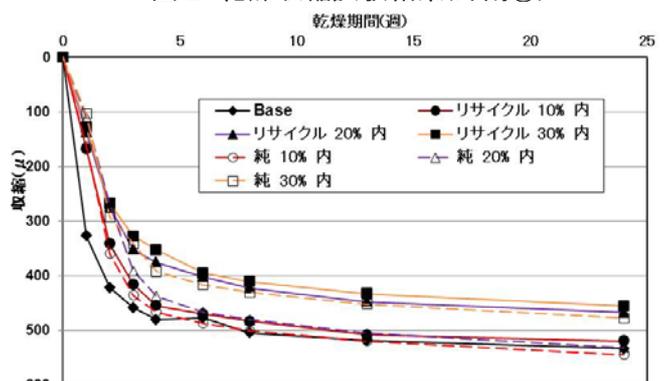


図3 乾燥収縮試験結果(内割)