

リサイクル石膏を混入したモルタルの強度改善および乾燥収縮

名古屋工業大学大学院 学生員 ○加納 侑岳
奥村組 正会員 菱田 大樹

名古屋工業大学大学院 正会員 上原 匠
名古屋工業大学大学院 正会員 梶原 教裕

1. はじめに

廃石膏ボードの排出量は、建築物の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、処分コストの高騰が課題である.¹⁾

ところで本研究室では、廃石膏ボード粉をコンクリート用混和材料として、有効利用することを目的とした研究を行っている．H23 年度の研究結果から、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混和材料に適していることが明らかとなった．また、リサイクル石膏を混和材として使用することで収縮低減材としての性能を持つが、一方で強度が低下することが明らかとなった．²⁾ しかし、強度低下の要因や強度改善方法については十分に解明できていない．

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時のモルタルの強度改善を試みるとともに長さ変化試験を行い、強度と乾燥収縮の関係についても検討した．

表 1 使用材料

材 料 名	記号		物 性 値
普通ポルトランドセメント	C	N	密度:3.16g/cm ³ , 比表面積:3290cm ² /g
高炉セメントB種	C	BB	密度:3.04g/cm ³ , 比表面積:3770cm ² /g
細骨材	S		表乾密度:2.68g/cm ³ , 吸水率:1.31% , 粗粒率:2.74
リサイクル石膏	RG		密度:2.96g/cm ³ , 比表面積:3946cm ² /g
フライアッシュ	FA		密度:2.27g/cm ³ , 比表面積:3470cm ² /g

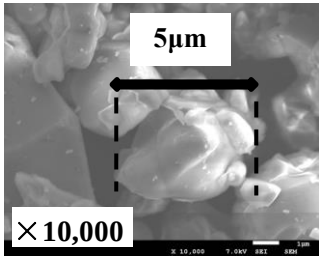


写真 1 SEM 写真
リサイクル石膏

2. 使用材料

表 1 に使用材料を示す．また、リサイクル石膏の SEM 写真を写真 1 に示す．リサイクル石膏には、様々な粒径、形が存在する．

3. 実験概要

リサイクル石膏を用いたモルタルの強度改善を図るため、混和材料にフライアッシュ、結合材に高炉セメントを用いることで中・長期的な材齢での強度改善を試みることにした．表 2 に配合表を示す．リサイクル石膏、フライアッシュの置換率、高炉セメントの使用が強度、乾燥収縮に与える影響を検討する．

4. 実験結果および考察

4.1 圧縮強度

圧縮強度試験結果を表 3 に示す．普通ポルトランドセメントを用いた配合では、材齢 28 日において、リサイクル石膏を混和したモルタルとリサイクル石膏に加えてフライアッシュを混和したモルタルとを比較すると、フライアッシュが混和されることで強度が増加することがわかる．これは、エトリンガイトの生成によって生じた空隙を埋めるようにフライアッシュがポゾラン反応で水和物を生成し、モルタルの組織を緻密にしたことが挙げられるが Base-N より強度が劣る結果となった．しかし、材齢 91 日ではリサイクル石膏 10%置換において、Base-N を上回り強度改善効果が確認できた．

結合材に高炉セメントを用いて、リサイクル石膏を混和した配合は材齢 7 日、28 日では、強度が普通ポル

表 2 配合表 1 バッチ 3.50

配合名		W/C (%)	W (g)	N (g)	BB (g)	RG (g)	FA (g)	S (g)
1	Base-N	50	903	1806	—	—	—	5418
2	N-RG10-FA00	50	903	1806	—	181	—	5254
3	N-RG10-FA10	50	903	1806	—	181	181	5041
4	N-RG10-FA20	50	903	1806	—	181	361	4828
5	N-RG10-FA30	50	903	1806	—	181	542	4615
6	N-RG30-FA00	50	903	1806	—	542	—	4927
7	N-RG30-FA10	50	903	1806	—	542	181	4714
8	N-RG30-FA20	50	903	1806	—	542	361	4501
9	N-RG30-FA30	50	903	1806	—	542	542	4288
10	Base-BB	50	903	—	1806	—	—	5418
11	BB-RG10-FA00	50	903	—	1806	181	—	5254
12	BB-RG30-FA00	50	903	—	1806	542	—	4927
13	BB-RG10-FA10	50	903	—	1806	181	181	5041

配合名：セメント種類-RG 置換率-FA 置換率

トランドセメントを用いた場合より低下する。これは、高炉セメントのセメント成分の割合が普通ポルトランドセメントより少ないこと、高炉スラグの反応が進んでいないことが挙げられる。また、材齢91日において、リサイクル石膏10%置換のモルタルの強度は大きく増進した。これは、高炉セメントの特徴と一致し、さらに普通ポルトランドセメントを使用した場合よりも大きくなった。しかし、リサイクル石膏30%置換のモルタルでは強度は伸びず、強度改善効果は見られなかった。

4.2 乾燥収縮性状

長さ変化試験結果を図1に示す。長さ変化試験結果より、リサイクル石膏を混和したモルタルとBase-Nではリサイクル石膏を混和したモルタルの方が乾燥収縮は小さい。これはリサイクル石膏の混和に起因する水和初期のエトリンガイト生成によるものと考えられる。また、リサイクル石膏の置換量が多いほど乾燥収縮も小さくなる。これは、置換量の増加につれ、エトリンガイトの生成量が増加していることが考えられる。

リサイクル石膏を混和したモルタルとリサイクル石膏ならびにフライアッシュを混和したモルタルとを比較すると、フライアッシュを混和したモルタルの方が乾燥収縮は大きくなる傾向にあるが、いずれもフライアッシュの置換率による差は小さく同程度である。フライアッシュを混和したモルタルの乾燥収縮が大きくなった要因としては、配合においてフライアッシュを細骨材と置換したことによる細骨材の減少が影響していると考えられる。

結合材に高炉セメントB種を用いて、リサイクル石膏を混和したモルタルは全配合の中で乾燥収縮が最も小さくなる。これは、エトリンガイトが多量に生成されていることによると考えられる。

5. まとめ

- (1) リサイクル石膏を混和したモルタルにフライアッシュを加えることで強度が改善できる。材齢28日ではBase-Nと同等の強度には改善できないが、材齢91日では強度は改善され、高炉セメントを用いたモルタルにおいても同様に強度改善効果が確認できた。
- (2) フライアッシュを加えたモルタルは、リサイクル石膏のみを混和したモルタルより乾燥収縮は大きくなる。
- (3) 今回の実験から、強度が改善されると収縮低減効果が低くなる傾向が明らかとなった。強度および収縮低減効果双方の性能が均衡する置換率および改善方法を考える必要がある。

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 2012年9月

表3 圧縮強度試験結果

配合名		平均圧縮強度(モルタル3本の平均値) [N/mm ²] 《配合1に対する活性度指数[%]》		
		材齢7日	材齢28日	材齢91日
1	Base-N	37.0 <-->	53.5 <-->	60.5<-->
2	N-RG10-FA00	22.1 <60>	32.0 <60>	43.9<73>
3	N-RG10-FA10	24.9 <67>	37.0 <69>	62.7<104>
4	N-RG10-FA20	23.9 <65>	37.6 <70>	70.0<116>
5	N-RG10-FA30	26.5 <72>	42.8 <80>	82.1<136>
6	N-RG30-FA00	24.3 <66>	35.7 <67>	39.0<64>
7	N-RG30-FA10	29.2 <79>	39.1 <73>	49.9<82>
8	N-RG30-FA20	29.4 <79>	42.6 <80>	54.0<89>
9	N-RG30-FA30	30.0 <81>	44.1 <82>	52.6<87>
10	Base-BB	26.6 <72>	49.8 <93>	68.3<113>
11	BB-RG10-FA00	13.2 <50>	22.4 <45>	71.0<117>
12	BB-RG30-FA00	18.3 <69>	28.3 <57>	41.1<68>
13	BB-RG10-FA10	15.8 <59>	30.0 <60>	66.4<110>

配合名：セメント種類-RG 置換率-FA 置換率

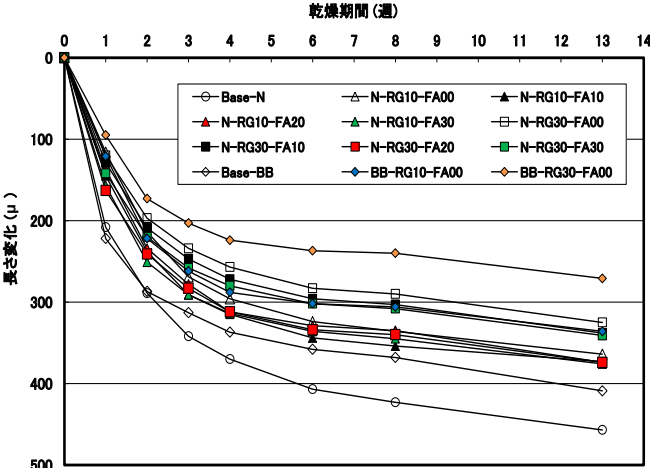


図1 長さ変化試験結果