

断熱材廃棄物のセメント系材料としての有効活用に関する基礎研究

東京理科大学 学生員 ○三上 諒
 東京理科大学大学院 学生員 松本泰季
 東京理科大学 正会員 三田勝也
 東京理科大学 正会員 加藤佳孝

1. はじめに

近年、省エネ・快適性に関連して断熱材の需要が増加している。世界の断熱材需要は2014年まで年間5%の伸び率で成長し、230億平米に近い規模に達すると予測されている¹⁾。断熱材を製造する際に、写真-1に示すような粉体状の廃棄物(以下、断熱材廃棄物)が生じる。現在の断熱材廃棄物の処分方法としては、主に粒状に圧縮し、焼却処分を行っている。断熱材廃棄物をセメント系材料として有効活用できれば、経済的、環境的観点からメリットは大きい。断熱材廃棄物を混和したモルタルを試作したところ、無混和のものと比較して、流動性は向上したが、強度の低下が確認された。このような基本性状を考慮し、基準となる圧縮強度が材齢7日で8.00N/mm²、JIS R 5201におけるフローコーンを引き抜いた直後のフロー値(引き抜きフロー値)が250~320mmと、圧縮強度が比較的小さく、流動性が必要とされる下水道の更生管路に用いる裏込め注入材への利用が有望と考えた。

本研究では、断熱材廃棄物混和モルタルを裏込め注入材として有効利用することを目的とし、断熱材廃棄物混和モルタルの基礎的な試験を行った。

3. 実験概要

3.1 使用材料および配合

セメントは、普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm³)を用いた。断熱材廃棄物(密度:1.37g/cm³)の吸水率は、絶乾状態の断熱材廃棄物に水を漸増させ、表乾状態にすることにより決定した。必要な水の量(以下、

表-1 示方配合

略号	W/C (%)	FM/C (%)	単位量(kg/m ³)				
			W	C	FM	W'	Ad
50-0	50	0	608	1216	—	—	
50-1		1	555	1110	11	78	
50-3		3	473	946	28	199	
50-5		5	412	825	41	289	
50-10		10	312	624	62	437	
40-0	40	0	554	1386	—	—	C × 0.10%
40-1		1	500	1251	13	88	
40-3		3	419	1047	31	220	
40-5		5	360	900	45	315	
40-10		10	266	666	67	466	
30-0	30	0	483	1612	—	—	C × 0.15%
30-1		1	429	1432	14	100	
30-3		3	351	1170	35	246	
30-5		5	297	990	49	346	
30-10		10	214	714	71	500	

補正水)は断熱材廃棄物の質量の約7倍であった。よって、本実験では断熱材廃棄物の吸水率を700%とし、練混ぜには、絶乾状態の断熱材廃棄物を用いて補正水を加えた。また断熱材廃棄物は、断熱材製造時の状態では混入物が存在したため、1.25mmのふるいをうけ混入物を取り除いた。混和剤は、ポリカルボン酸エーテル系高性能減水剤(I種)を用いた。表-1に示方配合を示す。FMは断熱材廃棄物の単位量、W'は補正水の単位量を表している。水セメント比は30、40、50%の3水準とした。断熱材廃棄物の混和量については、断熱材廃棄物セメント比(FM/C)を0、1、3、5、10%の5水準とした。以下、各配合をW/C-FM/Cで表す。高性能減水剤の添加量は各水セメント比で統一とし、水セメント比50、40%ではFM/Cの1~5%、水セメント比30%ではFM/Cの1~3%の範囲で、表-2に示す下水道構成工法用裏込め材2号と4号(以



写真-1 断熱材廃棄物

表-2 裏込め注入材の物性基準

	密度	引き抜きフロー値	圧縮強度	
			材齢7日	材齢28日
下水道構成工法用裏込め材2号	1.20以上	250~320mm	8.00N/mm ² 以上	12.0N/mm ² 以上
下水道構成工法用裏込め材4号	2.00以上	280~370mm	30.0N/mm ² 以上	55.0N/mm ² 以上

キーワード: 断熱材廃棄物, 再利用, 裏込め材, モルタル

連絡先: 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 TEL: 04-7124-1501(内線 4054)

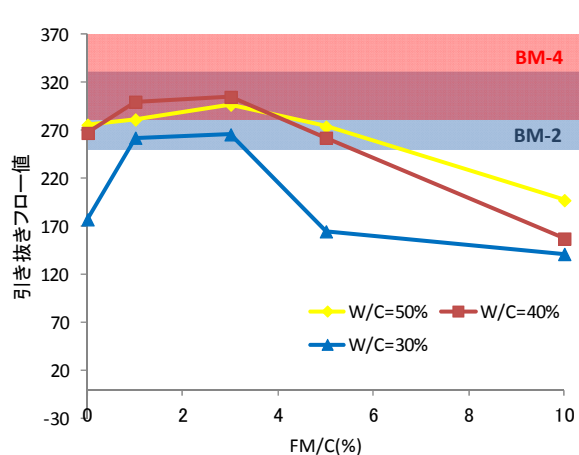


図-1 引き抜きフロー値と FM/C の関係

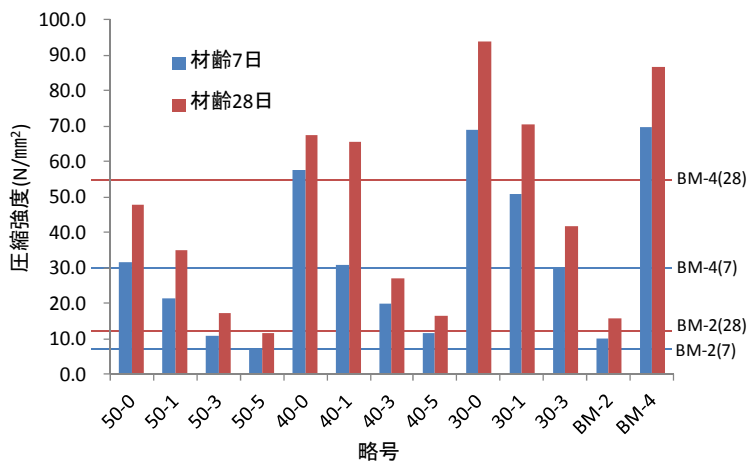


図-2 圧縮強度試験結果



写真-2 引き抜きフロー試験時の様子 (40-10)

下、BM-2 と BM-4)の引き抜きフロー値の範囲を満たすように調整した。範囲外の配合は、高性能減水剤の添加量を変化させても引き抜きフロー値を満足しなかったため考慮しなかった。

3.2 供試体作製方法

練混ぜにはオムニミキサを用いた。練混ぜ方法は、水とセメントを投入し中速で 30 秒間、断熱材廃棄物を投入し中速で 30 秒間、さらに高速で 30 秒間練り混ぜた。その後、かき落とし・静置を 90 秒間で行い、補正水を投入し高速で 60 秒間練り混ぜた。供試体は、圧縮強度試験用に $\phi 10 \times 20\text{cm}$ を用いた。養生は湿空養生(相対湿度 80%, 気温 20℃)とした。

3.3 試験項目

実施した試験項目は次の通りである。引き抜きフロー試験は JIS R 5201 を準用した。圧縮強度試験は JSCE G 521 に準拠し、裏込め注入材の基準となる引き抜きフロー値 (250~370mm) を満たしたものを対象に行った。

4. 実験結果および考察

4.1 引き抜きフロー試験

引き抜きフロー試験結果を図-1 に示す。実験結果から、引き抜きフロー値は、FM/C が 3%までは増加し、3%を境に減少する傾向があった。FM/C が 3%までは補正水量の増加によって引き抜きフロー値が増大したと考えられる。

FM/C が 5%以上では引き抜きフロー値が FM/C が 0%の時よりも小さいことから、断熱材廃棄物が流動性を低下させていると考えられる。また、W/C が小さいほど減少量が多い傾向がみられた。写真-2 は 40-10 の引き抜きフロー試験時の様子であり、材料分離が顕著に確認できる。これは、FM/C が大きすぎると全水量が大きくなり、材料分離が生じたためと考えられる。

4.2 圧縮強度

圧縮強度試験結果を図-2 に示す。ここで、横線は下水道構成工法用裏込め材の基準値、()内の数値は材齢を表している。図-2 より、50-5 以外は BM-2 の圧縮強度を満たしていることがわかる。一方、BM-4 の圧縮強度を満たす配合は 40-1 と 30-1 だけであった。また、どの水セメント比の配合においても FM/C の増加にともない圧縮強度は低下する傾向がみられた。

5. まとめ

以上の実験結果より、以下のことがいえる。

- (1) 各水セメント比において FM/C が 3%までは、FM/C の増加に伴い、引き抜きフロー値が増加したが、3%を境に減少する傾向が見られた。
- (2) FM/C の増加に伴い、圧縮強度は低下した。
- (3) 50-5 の配合以外は BM-2 の基準を満たしたが、BM-4 の基準を満たす配合は、40-1 と 30-1 であった。

断熱材廃棄物混和モルタルを裏込め材として実用化させるためには、材料分離抵抗性を向上させることや、十分な充填性が得られるか検討することなどが今後の課題である。

参考文献

- 1) The Freedonia Group : WORLD INSULATION (Industry forecasts for 2014 & 2019)