

第V部門

下水汚泥焼却灰の品質変動がモルタルの凝結及び強度に及ぼす影響

関西大学工学部 学生員 ○堤 智紀

関西大学工学部 正会員 鶴田 浩章

関西大学工学部 学生員 東野 弘幸

1. はじめに

近年、都市ごみや下水の処理には施設投資や処理費がかかり、さらに処理により排出される残渣等の産業廃棄物の最終処分が大きな問題となっている。また、将来的に廃棄物の最終処分場を確保する事が困難になることが予想され、環境保全の意味からも埋め立てに代わる有効利用が望まれている。そこで、下水汚泥焼却灰（以下、焼却灰と略す）に着目し、海砂の採取規制に関連して焼却灰を細骨材として使うことを考え、本研究では、焼却灰の月ごとの品質変動の程度を把握し、焼却灰を使用したモルタルの凝結及び強度に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

(1)使用材料

表－1 に使用材料を示す。焼却灰は、平成 17 年度に採取したもの 1 種類、平成 18 年度 9 月～12 月に採取したもの 4 種類を試料とし、いずれも含水率 40%程度の湿灰を採取し乾燥機で絶乾状態にした上で使用した。

表－2 に示方配合を示す。配合は、JSCE-F 505 1999「試験室におけるモルタルの作り方」に基づいて決定し、水セメント比は 0.50、フロー値は 190±5 を目標とした。焼却灰は細骨材の体積に対し内割置換で混入した。なお、割り増し水とは目標フローを満足するために必要となった水量のことを示す。

(2)試験項目

焼却灰の物性を把握するために物性試験を、化学成分を調べるために蛍光 X 線分析を行った。次に、

表－1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント 密度3.15(g/cm ³)		
水	上水道水		
下水汚泥 焼却灰	17年度産	A処理場産、高分子系、密度2.53(g/cm ³)	
	18年度産	B水みらいセンター産、高分子系、密度2.55(g/cm ³)	
川砂	表乾密度2.57(g/cm ³) 吸水率 1.78(%) 粗粒率 2.53		

表－2 示方配合

置換率 (%)	S/C	W/C	見掛けの W/C	単位量(kg/m ³)				
				W	C	川砂	焼却灰	割り増し水
0	2.4	0.5	0.5	286	571	1370	0	0
5	2.4	0.5	0.5	286	571	1302	68	0
10	2.4	0.5	0.6	276	551	1191	131	34
30	2.4	0.5	0.8	250	500	839	357	125
50	2.4	0.5	0.9	227	454	545	541	204

表－3 焼却灰の物性試験結果

	含水率 (%)	粗粒率 (潰さない時)	粗粒率 (潰した時)	総乾密度 (g/cm ³)	単位容積質量 (kg/m ³)	実積率 (%)	粉末度 (%)	比表面積 (cm ² /g)
9月	39.0	0.62	0.14	2.55	0.81	31.6	28.1	3602
10月	39.5	0.72	0.19	2.54	0.78	30.9	26.6	3405
11月	39.4	0.55	0.23	2.55	0.79	30.9	31.2	3995
12月	39.9	0.50	0.25	2.55	0.81	31.7	29.8	3822
平成17年度	40.0	1.08	0.81	2.53	0.87	34.4	27.8	3560
焼却灰の平均	39.5	0.60	0.20	2.55	0.80	31.3	28.9	3706
標準偏差	0.32	0.08	0.04	0.00	0.01	0.38	1.74	223
変動係数	0.01	0.14	0.21	0.00	0.01	0.01	0.06	0.06

表－4 焼却灰の化学成分

	17年度	18年度			
		9月	10月	11月	12月
P ₂ O ₅ (%)	29.17	16.89	21.18	21.77	23.11

焼却灰混入モルタルの強度を調べるために圧縮強度試験を行い、焼却灰中の P₂O₅ による凝結遅延の程度について調べるために凝結試験を行った。

3. 実験結果および考察

(1)焼却灰の物性試験

物性試験の結果を表－3 に示す。川砂と比べると粗粒率はかなり小さく、密度は同等であり、単位容積質量・実積率は半分程度であった。なお、表中の平均、標準偏差、変動係数は 9 月から 12 月の焼却灰に対する値であり、4 種類の試料における物性のばらつきは大きくなかった。さらに、既往の文献¹⁾と³⁾と比較しても密度については同程度であった。

(2)化学成分分析

化学成分分析の結果(P₂O₅のみ)を表－4 に示す。17 年度産の焼却灰の P₂O₅ 含有量が 18 年度産の焼却灰と比較して 1.3～1.7 倍の量であった。

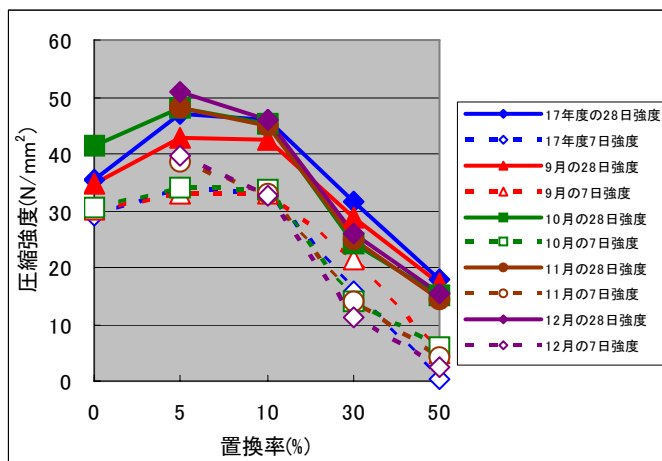


図-1 圧縮強度試験結果

(3)圧縮強度試験結果

材齢 7 日と 28 日における 5 種類の焼却灰を使用したモルタルの圧縮強度試験結果を図-1 に示す。モルタルの圧縮強度は、いずれの試料を用いた場合も、焼却灰無混入のモルタルに対し置換率 5%と 10%で増加し、置換率 30%を超えると極端に減少する傾向であった。特に各月の試料による強度の大小のばらつきは大きくなく、置換率ごとの強度のばらつきも、あまり見られなかった。

(4)凝結試験

図-2 に凝結試験の結果を示す。9 月から 12 月の焼却灰を混入したモルタルの凝結性状に対して、置換率 5%の場合の影響はほとんど無く、置換率 10%を超えると凝結に影響を及ぼし、置換率が増加するにつれ影響は大きくなった。特に、 P_2O_5 量の多い平成 17 年度の焼却灰を使用した場合は凝結が遅れる結果となり、置換率 50%においてはその影響が

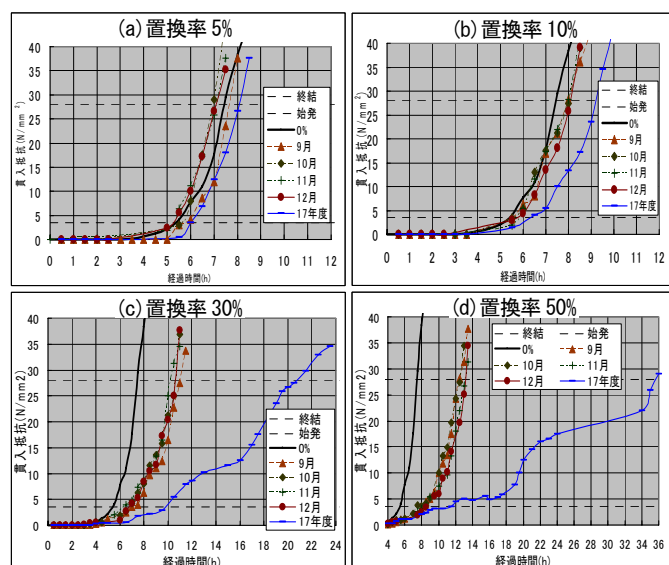


図-2 焼却灰混入モルタルの凝結試験結果

顕著であった。凝結時間の遅れの影響は置換率 30%以上で顕著であり、図-1 の圧縮強度試験結果にも表れている。

4. まとめ

下水汚泥焼却灰を混入したモルタルの圧縮強度は、無混入のモルタルに対し、置換率 5%、10%では増加し、置換率 30%を超えると極端に減少した。圧縮強度の月間変動は見られず、極端な強度の大小もなく置換率を増加させても、強度のばらつきはあまり見られなかった。

P_2O_5 の凝結に与える影響については、9 月から 12 月の下水汚泥焼却灰では、置換率 5%の場合、ほとんど影響が見られず、置換率 10%を超えると影響が増加し、置換率が増加するにつれて、さらに大きくなった。9 月から 12 月のうち P_2O_5 含有量が一番少ない 9 月と一番多い 12 月の凝結の始発時間、終結時間を比較すると差は 1 時間も無く、凝結への影響の月間変動は小さかった。17 年度の焼却灰を混入したモルタルは、9 月から 12 月の焼却灰を混入したモルタルに比べて凝結の遅延が大きかった。これは、焼却灰の P_2O_5 含有量がある量を超えると、凝結への影響が卓越する可能性があることを意味していると考えられる。

謝辞

本研究の一部は、平成 18 年度関西大学学術研究助成基金（奨励研究）において、研究課題「下水汚泥焼却灰の品質変動がコンクリートの諸性質に及ぼす影響に関する調査研究」として研究費を受けたものの成果として公表するものである。

参考文献

- 1) 野尻拓男、小柳洽、野崎眞司、徳田信一郎：下水道汚泥焼却灰のコンクリートへの有効利用について、コンクリート工学年次論文集、Vol.22、No.2、pp.43-48、2000
- 2) 田野崎隆雄：下水汚泥溶融球形粉体のモルタル・コンクリート用混和材料としての適用、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.19、No.1、pp.283-288、1997
- 3) 日本材料学会：コンクリート混和材料ハンドブック、第 3 章第 5 節、p.426、2004