

III-510 石炭灰・スラッジ・消石灰混合材料の特性におよぼすスラッジの影響

三井建設㈱ 正会員 桑原 武
 三井建設㈱ 正会員 山本 三千昭
 三井建設㈱ 正会員 松村 宏隆

1. まえがき

石炭火力発電所から石炭の燃焼により二つの廃棄物が発生する。一つは石炭の燃えがらである石炭灰（フライアッシュ）であり、他の一つは排煙脱硫過程から発生する排煙脱硫スラッジ（以下スラッジと呼ぶ）である。石炭灰はシリカ、アルミナを主成分とし、周知のようにポゾラン活性を持っている。スラッジは硫酸カルシウム及び亜硫酸カルシウムを主成分とする材料である。この二つの材料にポゾラン反応を促進する目的で消石灰を添加し混合すると固化する性質をもっており、路盤材、盛土材等の土工材料として有効利用できる。日本の石炭火力発電所から排出される石炭灰とスラッジの乾燥重量比は石炭の成分により大きく変化し、石炭灰：スラッジ（FA：S）＝2：1～20：1程度となる。石炭火力発電所から発生する石炭灰とスラッジを全量安定化し有効利用を計ることを考えると、このFA：Sの変化によりこの混合物にどのような影響があるかを知っておく必要がある。ここではこの比を変化させて混合物の強度及び体積変化に与える影響について試験を行った。

2. 混合材料の基本的性質と試験配合

表-1 に使用した石炭灰とスラッジの性質を示す。石炭灰の成分の内、CaO は9.1%と比較的大きめの値であり、ポゾラン活性はよい方である。試験配合は表-2 に示すように配合比を四種類変化させた。このうち一種類についてはスラッジを添加しない配合とした。

消石灰は3%（乾燥重量比）とした。

3. 試験方法

混合はホバート型ミキサーで、消石灰と石炭灰を2分間混合し、その後スラッジと水を加えさらに3分間混合した。スラッジは脱水しても水分を持っているが混合物の最適含水比には水分が不足するので、最適含水比になるように水を補給した。

試験は乾燥密度、一軸圧縮強さ、体積変化率について行った。供試体は混合後すぐに5cmX10cmのモールドを使用し、ランマで突き固め作製し、脱型後乾燥密度を測定した。養生は20℃で気中養生した。所定の材令の時、供試体の寸法を測定することにより体積変化率を求め、その後一軸圧縮強さを測定した。

4. 試験結果

図-1 に乾燥密度試験の結果を示す。スラッジの配合率が低い程乾燥密度が高くなる傾向にある。これはスラッジの粒径が石炭灰の粒径よりも小さいためであると考えられる。

表-1 混合材の特性

		石炭灰	スラッジ
比 重		2.30	2.63
粒 度	砂分(%)	11.6	3.1
	シルト分(%)	85.5	84.0
	粘土分(%)	2.9	12.9
化 学 成 分 %	SiO ₂	52.2	-
	Al ₂ O ₃	21.8	-
	Fe ₂ O ₃	7.7	-
	CaO	9.1	-
	CaSO ₄	-	16.6
	CaSO ₃	-	63.1
強熱減量(%)		1.1	9.2

表-2 試験配合

配 合	A	B	C	D
FA：S	3:1	4:1	9:1	スラッジ 無添加
スラッジ配合率(%)	25	20	10	0
最適含水比(%)	25	25	25	21
消石灰添加率(%)	3	3	3	3

注1) スラッジ配合率=S/(FA+S)×100 注2) 配合量は全て乾燥重量で計算

図-2には一軸圧縮強さの試験結果を示す。各配合とも材令と共に強度増加があることが分かる。材令7日及び28日では配合の違いによる強度の違いはほとんどない。しかし、材令42日では配合率が10%の強度がもっとも高い結果となった。この理由ははっきりしないが、各混合物の化学反応による生成物の量が異なることもその理由の一つと思われる。反応生成物はカルシウムシリケート水和物、カルシウムアルミネート水和物及びエトリンガイトと考えられ、初期強度に与える影響はエトリンガイトが大きいと言われている。したがって、反応生成物の確認による特性の裏付けが今後の課題であろう。写真-1には配合率10%の場合の混合物の電子顕微鏡写真を示す。針状のエトリンガイトが生成されているのが分かる。

図-3に体積変化率の結果を示す。体積変化はいずれも膨張傾向にあり、配合率が小さいほど体積変化率が大きくなる傾向にある。

5. まとめ

以上より、この混合物はボゾラン反応により固化し安定化がなされるが、スラッジが含まれていることにより、石炭灰単味（D配合）の場合とは異なった特性を示すことが分かった。石炭灰単味のほうが乾燥密度が高いにもかかわらず、強度では配合率10%の場合がもっとも高く、体積変化は配合率が高い程、低いことが分かった。従来、石炭灰とスラッジを同時に安定処理する上でのスラッジの影響がはっきりしなかったがこの結果より、石炭灰単味の場合よりも強度上有利な配合があり、体積変化上からはスラッジを含んだ方が有利となり、スラッジの効果があることが分かった。

【参考文献】

- 1) 山田・佐野・黒島・太田：石炭灰・スラッジ・消石灰混合材料の道路路盤材への有効利用に関する基礎的研究，土木学会第45回年次学術講演会講演概要集Ⅲ-211，1990
- 2) 黒島・須長・関根・桑原：締固めた石炭灰の室内強度特性，土木学会第45回年次学術講演会講演概要集，Ⅲ-375，1990

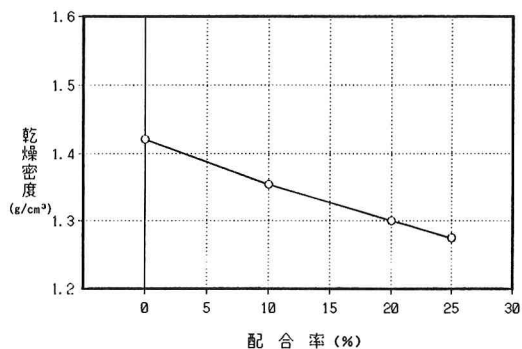


図-1 配合率と乾燥密度

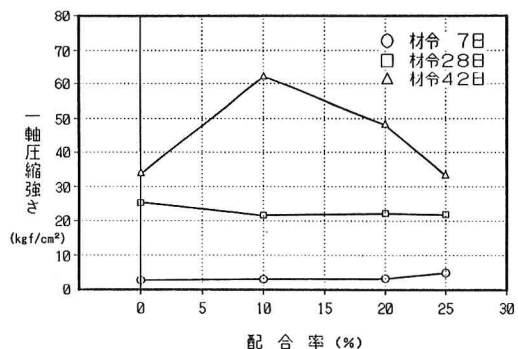


図-2 配合率と一軸圧縮強さ

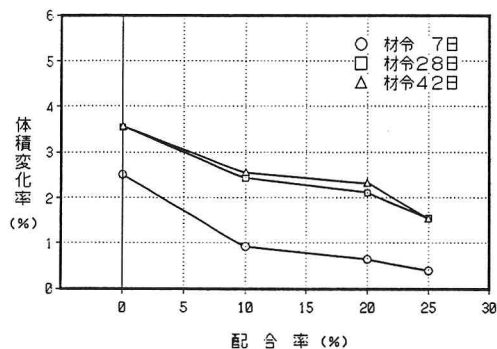


図-3 配合率と体積変化率



写真-1 反応生成物