

VII-255

突き固めおよびスラリー状微粉炭石炭灰の環境特性

正会員 細田信道

新潟大学

フェロー 長瀧重義

(財)石炭利用総合センター

小笹和夫

1. はじめに

今後、石炭は日本の主要なエネルギー源となることから、石炭灰の発生量は年々増大し2000年には1000万トンを超えることが予測されている。石炭灰の大量利用としては土工材への使用が期待されている。土工材として石炭灰利用を考える時、地盤環境特性が重要となる。本文は(財)石炭利用総合センター石炭灰利用委員会(委員長:長瀧新潟大学教授)調査研究部会が平成7年から通産省の補助事業で行ってきた各種の石炭灰に関する試験研究の中から、微粉炭燃焼灰(以下微粉炭灰と称す)に溶出抑制剤としてセメント系硬化剤を添加した場合の環境特性について述べるものである。

2. 試験材料の微量化学成分

2.1 微粉炭灰の微量化学成分と溶出量

使用した微粉炭灰6灰種の主な微量化学成分含有量を表1に、主な微量化学成分溶出量を表2に示す。なお、含有量分析は、O-P(有機リン)はガスクロマトグラフ法、SeはICP法、その他は環水管 127号に依り、溶出量分析は平成7年環告19号に依っている。なお、微粉炭灰の溶出分析結果では6-Cr、As及びSeの溶出は土壤環境基準値を超える場合が見られ、Cd、Pbは一部の石炭灰で極微量の溶出が見られる。その他の微量化学成分(Hg、O-P、CN、PCB)では全んど溶出は見られない。

2.2 硬化剤の微量化学成分と溶出量

使用した硬化剤は普通ポルトランドセメント(OPC)、高炉セメントB種(SCB)、石膏(Gyp)及び高炉スラグB種(Slug)である。

それらの主な微量化学成分含有量の分布を表3に、主な微量化学成分溶出量の分布を表4に示す。なお、含有量分析、溶出量分析は2.1と同様である。

3. 硬化体作成法と硬化体の微量化学成分溶出量

3.1 硬化体作成法と溶出量分析

硬化体作成はセメント系硬化剤を無添加あるいは添加した微粉炭灰を、突き固め法(JIS A 1210第一方法)とスラリー法(70-値240を示す加水量)によって供試体を作成し、密封状態で20℃定温養生後、溶出量分析は材齢3、7、28、91日で2.1と同様である。

硬化体の溶出分析結果のうちから、No. 3、No. 5灰の6-Cr、No. 1灰のAs、No. 2灰のSeの材齢3、7、28、91日の溶出量について突き固め及びスラリー硬化体別に図1に示す。なお、図には原灰の溶出量を左端に示してある。

3.2 硬化体作成法による溶出量

各微粉炭灰の6-Cr、As、Seの突き固め及びスラリー硬化体の材齢経過に伴う溶出量の変化の傾向及び土壤環境微粉炭燃焼灰、突き固め、スラリー、土壤環境基準、溶出抑制、六価クロム、砒素、セレン

千葉県柏市布施新町1-7-5 TEL0471-32-0356

表1 微粉炭灰の微量化学成分含有量(ppm)

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
Cd	0.32	0	0.48	0	0	0
Pb	34	15	48	24	50	19
Cr	83	36	120	140	67	52
As	82	0.55	30	6.5	14	3.8
O-P	0	0	0	0	0	0
Se	3.9	4.5	4.6	0.20	3.8	4.9

表2 微粉炭灰の微量化学成分溶出量(ppm)

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
Cd	0	0	0	0	0	0
Pb	0.012	0	0	0	0	0
6-Cr	0.088	0.034	0.11	0.058	0.18	0.079
As	0.033	0.006	0.023	0	0.008	0.01
O-P	0	0	0	0	0	0
Se	0.068	0.14	0.085	0	0.08	0.10

表3 硬化剤の微量化学成分含有量(ppm)

	OPC	SCB	Gypsum	Slug
Cd	1.1	0.58	0	0
Pb	400	132	2.3	0
Cr	76	46	8.3	25
As	43	22	1	0
O-P	0	0	0	0
Se	0.54	1.6	9.9	3.0

表4 硬化剤の微量化学成分溶出量(ppm)

	OPC	SC	Gypsum	Slug
Cd	0	0	0	0
Pb	0.071	0.053	0	0
6-Cr	0.63	0.47	0	0.037
As	0	0	0	0
O-P	0	0	0	0
Se	0.009	0.004	0.002	0

境基準値(6-Cr:0.05ppm、As:0.01ppm、Se:0.01ppm)の満足の程度をまとめたものが表5である。また、試験を行ったうちから原灰での溶出量が土壤環境基準値を超えているものの代表的な例を図1に示す。

表5及び図1にあるように突き固めよりもスラリーでの溶出量が概ね低下し、その比率は6-CrのOPCで約1/1.6、SCBで約1/4.5、AsのOPCで約1/1.2、SCBで約1/3.2、SeのOPCで約1/0.7、SCBで約1/4.5である。

4 まとめ

微粉炭灰を突き固め或いはスラリーで土工材として使用する場合、微量化学成分、特に6-Cr、As、Se等の重金属の溶出が問題となることが言われてきたが、溶出抑制材として高炉セメント及び高炉スラグ微粉末を少量添加し、かつ、スラリー化することで、土壤環境基準を満足できることが確認された。

参考文献 1)細田：微粉炭灰燃焼灰の基礎特性の分類とその評価、石炭灰有効利用シンポジウム、平成10年5月

2)細田他：石炭灰の環境特性、第34回地盤工学研究発表会、1999.6、

表5 六価クロム、砒素、セレンの材齢経過に伴う溶出傾向と土壤環境基準満足度

灰種	硬化剤の種類及び添加率	六価クロム				砒素				セレン			
		突き固め		スラリー		突き固め		スラリー		突き固め		スラリー	
		傾向	満足度	傾向	満足度	傾向	満足度	傾向	満足度	傾向	満足度	傾向	満足度
No1	無添加	+	×	-	×	-	×	±	×	+	×	-	×
	OPC2%	+	×	±	○	+	△	±	○	+	△	+	△
	OPC6%	+	△	+	△	+	○	+	○	+	○	+	○
No2	無添加	+	○	±	○	-	○	-	○	-	×	±	×
	OPC2%	+	×	±	○	-	○	+	○	+	×	+	×
	OPC6%	+	×	+	△	-	○	+	○	+	△	+	△
No3	無添加	+	×	±	×	-	△	-	△	-	×	+	×
	SCB2%	+	×	±	○	-	△	-	△	+	×	+	×
	SCB6%	+	×	±	○	±	○	±	○	+	△	+	△
No4	無添加	±	○	±	○	-	○	-	○	±	○	±	○
	SCB2%	+	○	±	○	-	○	-	○	±	○	±	○
	SCB6%	+	○	±	○	-	○	-	○	±	○	±	○
No5	無添加	+	×	±	×	+	○	+	△	+	△	±	○
	SCB6%	+	×	±	○	+	○	+	○	+	○	+	○
	SCB6%+Slug	+	×	±	○	+	○	+	○	+	○	±	○
No6	無添加	±	×	-	×	-	○	+	○	-	○	-	△
	SCB6%	+	×	±	○	+	○	±	○	+	○	+	○
	SCB6%+Slug	+	○	±	○	-	○	-	○	±	○	±	○

注：傾向での+は溶出量が材齢経過で増加、±は材齢経過で増減小、-は材齢経過で減少を示す。

満足度での○は環境基準値を全材齢で満足、△は一部材齢で不満足、×は概全材齢で不満足を示す。

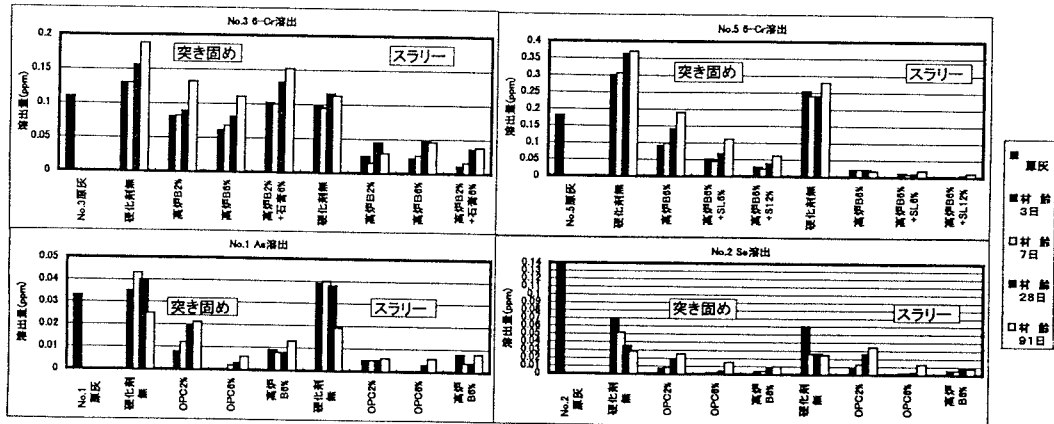


図1 微粉炭灰硬化体の六価クロム、砒素、セレンの溶出量