

フライアッシュのセメント固化による溶出特性

北海道電力(株) 正会員 水口 洋
 北海道電力(株) 上田 哲也
 北電興業(株) 正会員 斉藤由紀代

1. はじめに

北海道電力における石炭灰の発生量は、平成12年度で約64万t、有効利用率は約87%を占めているが、有効利用の中でも特に土木材料としての利用拡大に努めている。一方、国土交通省では平成13年3月石炭灰等各種副産物のリサイクル推進を図るための方針として、「港湾・空港等整備におけるリサイクルガイドライン」¹⁾を制定し、産業副産物の利用にあたっては、有害物質の溶出やpHなどの環境影響を必ず事前に調査し、問題のないことを確認することとしている。

当社では石炭灰や石炭灰を混合した材料の溶出特性について体系的に研究を進めてきており、今回は、フライアッシュのセメント固化による溶出特性を試験した結果について報告する。

2. 試験概要

検討の対象とする微量物質は、六価クロム、砒素、セレンと、最近になって環境基準が設けられたフッ素、ホウ素の5物質とした。石炭灰を利用する際の環境安全評価について適切な基準が規定されていないため、近年よく援用され最も厳しい試験方法である土壤環境基準（環境庁告示第46号）により溶出試験を実施した。フライアッシュは当社苫東厚真発電所2号機から発生したもののうち、微量物質の溶出が特に高いものを計4種選定し、固化材は普通ポルトランドセメント2種、高炉セメントB種1種の計3種を使用した。材料単体ではフライアッシュは六価クロムを除く項目で基準値を上回るものがあり、セメントは全て六価クロムが基準値を超えている。表1に使用した材料単体の溶出試験結果を示す。

表1 材料単体の溶出試験結果

試験項目	FA1	FA2	FA3	FA4	NN1	NN2	BB	基準値
六価クロム(mg/l)	0.03	0.017	0.025	0.019	0.21	0.34	0.24	<0.05
砒素(mg/l)	0.044	0.057	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01
セレン(mg/l)	0.020	0.037	0.080	0.033	0.003	0.016	0.009	<0.01
フッ素(mg/l)	0.94	0.43	0.13	2.1	2.2	0.14	0.09	<0.8
ホウ素(mg/l)	1.1	0.8	<0.1	2.7	<0.1	0.8	0.7	<1.0

注) FA:フライアッシュ、NN:普通ポルトランドセメント、BB:高炉セメントB種、傍線部は基準値以上を示す。

固化体の溶出試験は、(1)普通ポルトランドセメント固化による溶出特性、(2)セメント種別による溶出特性、(3)固化体の成形方法による溶出特性の観点より実施した。表2に試験ケースを示す。

表2 試験ケース

試験ケース	(1)普通ポルトランドセメント	(2)セメント種別	(3)成形方法の違い
使用材料	FA1,FA2,FA3,NN1	FA4,NN2,BB	FA4,BB
成形方法	最適含水比による締固め	同左	最適含水比×1.3の水量でスラリー化
セメントの添加率(%)	0, 5, 10, 15	5, 10, 15	同左
材齢(日)	7, 28, 91	同左	同左

キーワード:フライアッシュ, 土壤環境基準, 六価クロム, 普通ポルトランドセメント, 高炉セメントB種

【連絡先】〒067-0033 北海道江別市対雁2-1 北海道電力(株)総合研究所, Tel 011-343-8008, Fax 011-385-7553

3. 試験結果

(1) 普通ポルトランドセメント固化による溶出特性

セメント添加による溶出抑制効果は顕著であり、全ケースで土壤環境基準を十分に満足する結果となった。六価クロムの試験結果を図 1 に示す。セメント添加量の増加に伴い、若干溶出量が増加する傾向が認められ、添加率 15%では単体よりもやや溶出量が増加するフライアッシュもあるが、全般にセメント添加によってフライアッシュ単体と比べて溶出量が低減している。六価クロム以外の 4 項目も溶出抑制効果はあるが、特に溶出抑制効果の大きかったセレンの溶出試験結果を図 2 に示す。

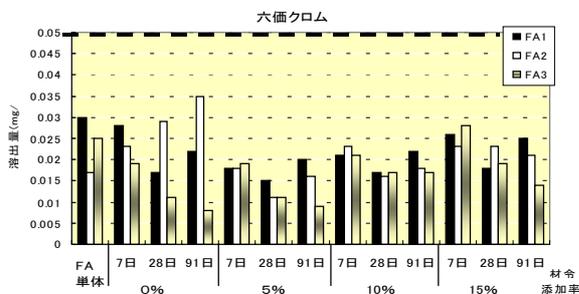


図 1 普通ポルトランドセメントの溶出試験結果

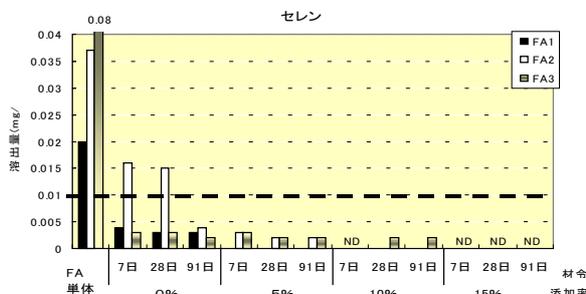


図 2 普通ポルトランドセメントの溶出試験結果

(2) セメント種別による溶出特性

六価クロムを含め全項目で土壤環境基準を十分に満足したが、全般にセメント種別による溶出特性に大きな差は認められなかった。ただし、図 3 に示すとおり、六価クロムの試験結果では、長期材齢時の溶出量は、高炉セメント B 種の方が普通ポルトランドセメントより顕著に低減している。

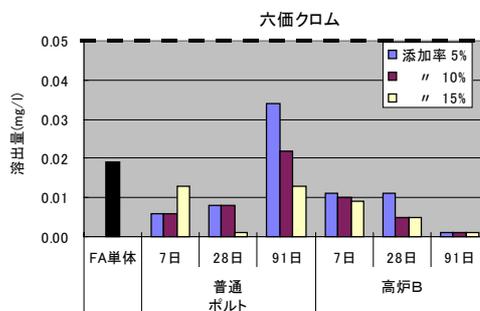


図 3 セメント種別による溶出試験結果

(3) 成形方法による溶出特性

FA4 と高炉セメント B 種を用いて、最適含水比による締固め成形（粉体状）した場合と「安定処理土の締固めをしない供試体作成方法(JGS0812-2000)」に基づき、最適含水比の 1.3 倍の水量で混合成形（スラリー状）した場合の溶出特性を比較した。全項目で土壤環境基準を満足したが、成形方法による溶出特性の相違は六価クロム以外ではほとんど認められなかった。一方、六価クロムについては図 4 に示すとおり、スラリー状の溶出抑制効果が高い結果となった。これは、水和反応等による溶出抑制が、固化物の水分量に影響されているためと推察される。

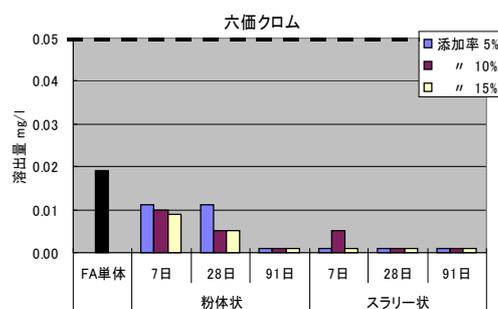


図 4 成形方法による溶出試験結果

4. おわりに

フライアッシュ単体で土壤環境基準を上回るものがあるが、少量のセメント固化により微量物質の溶出抑制が図られ、さらには高炉セメント B 種でスラリー状に固化することで、六価クロムの溶出抑制効果が向上することがわかった。今後は、多灰種でのデータの蓄積を図るとともに、土壌と混合した場合の溶出特性についても検討していく計画である。

【参考文献】

1)港湾・空港リサイクル推進協議会：港湾・空港等整備におけるリサイクルガイドライン,2000.