

第Ⅲ部門 セメント系へどろ固化処理土の重金属の溶出特性に関する研究

明石工業高等専門学校 正会員 澤 孝平 友久 誠司
明石工業高等専門学校 専攻科 学生員○楠本 奈津子
明石工業高等専門学校 専攻科 学生員 伊東 和人 丸山 聡

1. まえがき

近年、各種の建設現場から膨大な量のへどろが発生している。これらは一般に軟弱・高含水比で流動性を示すことから、このままでは取り扱いが困難である。また、石炭灰など各種の焼却灰も有効利用が望まれている産業廃棄物である。しかし、これらのへどろや焼却灰には環境に影響を及ぼす有害成分を含んでいる可能性があり、固化処理土の周辺環境への影響を評価する必要がある。

本研究は固化助材として用いる焼却灰、およびそれらを混合したへどろ固化処理土の重金属の溶出特性を検討し、周辺環境への影響を調べる。

2. 実験方法

実験に用いたへどろは兵庫県稲美町の溜池から採取した淡水性へどろである。表-1にへどろの性質を示す。固化助材として用いた焼却灰は流動床灰、微粉炭灰および製紙焼却灰である。表-2に示すように、微粉炭灰は SiO_2 や Al_2O_3 の成分が、また、流動床灰は CaO や SO_3 の成分が多く、製紙焼却灰は SiO_2 が微粉炭灰と流動床灰の中間の値で、 CaO が流動床灰に近いという特徴がある。

実験は以下に示す3段階で行った。

実験Ⅰ－濃縮方法の検討

へどろ固化処理土からの重金属の溶出試験は蛍光X線分析装置で行う。今回用いる蛍光X線分析装置は土壤環境基準付近の重金属濃度を直接測定しても検出限界以下となり、定量が不可能なため、検液の濃縮が必要となる。そこで、300mlの標準液を1.5、1.0、0.5、0.3mlの4段階に濃縮するために4つの方法(50℃または110℃での炉乾燥、デシケータ内に静置、デシケータ内に静置して真空ポンプにより吸引)を行った。この場合、6種類の標準試薬(Cr、Cd、As、Hg、Se、Pb)とそれらを6種混合したものを含めた7種類の標準液を濃度0.01ppm、0.05ppm、0.10ppmに調整し、合計21個の分析を行った。

一方、イオン交換ろ紙(カチオン用)により濃縮する方法も行い、この場合の標準液は濃度を0.01ppmとし、ろ過量を1L、2L、5L、10Lの4段階に変えてろ過したもので分析を行った。

実験Ⅱ－検量線の作成

Cr標準液は濃度が0.01ppm、0.05ppm、0.10ppmに、また、Cd、As、Se、Pbはそれぞれ0.005ppm、0.010ppm、0.015ppmの3段階となるように調整する。これらの濃度は環境庁告示46号に基づき選定した。ろ過後は、イオン交換ろ紙を蛍光X線分析装置を用いて分析し、検量線を作製した。

実験Ⅲ－へどろ処理土の溶出試験

焼却灰とへどろ処理土の重金属の溶出試験は、環境庁告示46号法に準じて行った。固化処理土の配合は、流動床灰と製紙焼却灰を混合したものは固化材添加率9%、固化助材混合率10%で、微粉炭灰を

表-1 へどろの性質

試験項目		測定値
土粒子の密度	g/cm ³	2.57
自然含水比	%	184
液性限界	%	145
塑性指数		105
強熱減量	%	12.7
フミン酸含有量	%	1.1
粒度分布		
砂分(75μm～2mm)	%	13.8
シルト分(5～75μm)	%	32.8
粘土分(5μm以下)	%	53.4

表-2 焼却灰の化学成分(%)

化学成分	微粉炭灰	流動床灰	製紙焼却灰
SiO_2	53.2	22.2	38.1
Al_2O_3	23.6	12.2	28.9
Fe_2O_3	4.94	2.3	1.2
CaO	4.35	16.8	15.0
MgO	2.7	0.6	3.5
Na_2O	2.19	0.35	0.63
K_2O	1.58	0.49	0.49
SO_3	1.34	5.2	0.68
Ig. Loss	3.87	35.5	—

混合したものは固化材添加率 9%、固化助材混合率 20% である。

3. 実験結果

3. 1 濃縮方法の検討結果(実験Ⅰ)

表－3 は炉乾燥法による各標準液の濃度と X 線回折強度を直線回帰したものの寄与率を、表－4 はイオン交換ろ紙法による寄与率を示している。デシケーターおよび真空ポンプによる方法では重金属濃度と X 線回折強度に相関性は全く見られなかった。表－3 によると、炉乾燥による濃縮方法において寄与率が 0.8 以上あるのは Se だけであった。表－4 によると、イオン交換ろ紙法では、Cd、As、Se、Pb と 6 種混合の寄与率が高い。また、標準液を 2L ろ過したときに X 線回折強度のピークが明確であった。なお、検液を濃縮させるための所要時間はイオン交換ろ紙法で約 5 時間であるのに比べ、300ml から 0.3ml に濃縮する為に 110℃ の炉乾燥法および真空ポンプによる吸引法で約 1～3 日、50℃ の炉乾燥法およびデシケーター内に放置する方法では約 1～5 ヶ月を要するため、実用的ではない。

3. 2 検量線の作成(実験Ⅱ)

0.01ppm、0.05ppm、0.10ppm の Cr 標準液を 2L ろ過したときの Cr 濃度と X 線回折強度の関係を図－1 に示した。また、6 種類の元素の濃度と X 線回折強度の寄与率を表－5 に示した。Cd と As は実験Ⅰと同様、寄与率は低い。また、Se は実験Ⅰでは相関が見られたが実験Ⅱでは見られなかった。そして、Cr と Pb は寄与率が 0.8 以上となり、定量が可能な検量線を得ることができた。なお、Hg は環境基準値が 0.0005ppm と極微量なため、濃度を変えた実験は行わなかった。

3. 3 へどろ処理土の溶出試験結果(実験Ⅲ)

焼却灰とへどろ固化処理土の重金属の溶出試験を行った結果、Cd、As、Se、Pb は検出されず、Cr のみが検出された。その結果が表－6 である。これらの X 線回折強度を実験Ⅱで求めた図－1 を用いて Cr 含有量を求めると、焼却灰とへどろ処理土のいずれも 0.01ppm を下まわっていることがわかる。

4. あとがき

本研究は、蛍光 X 線回折装置による検液からの微量の重金属の定量の可能性を検討した。また、その結果を用いて 3 種類の焼却灰及びそれらを固化助材として混合したセメント系へどろ固化処理土からの重金属の溶出特性を検討した。その結果、次のことが明らかになった。

- (1) 重金属を微量含有した検液の濃縮方法は、イオン交換ろ紙法が有効である。
- (2) 蛍光 X 線分析装置による重金属の濃度 0.01ppm 程度の検出は、検液 2L 以上をろ過すると可能である。
- (3) 今回用いた焼却灰およびへどろ処理土の重金属の溶出試験では、Cd、As、Se、Pb は測定できなかった。Cr の溶出が確認されたが微量で土壌の環境基準内であることがわかった。

表－3 炉乾燥法による結果の寄与率

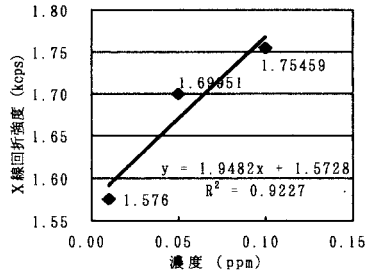
溶出元素	乾燥温度50℃		乾燥温度110℃	
	単独	6種混合	単独	6種混合
Cr	○ 0.97	○ 0.97	0.72	0.49
As	0.58	0.30	0.25	0.64
Se	○ 0.92	○ 0.99	○ 0.88	○ 0.98
Cd	0.02	0.47	○ 0.92	0.08
Hg	○ 0.94	0.18	0.66	0.68
Pb	0.05	0.44	0.15	0.70

注) ○印は寄与率 0.8 以上を示す

表－4 イオン交換ろ紙法の寄与率

溶出元素	単独	6種混合
Cr	○ 0.94	○ 0.98
As	0.17	○ 0.98
Se	○ 0.99	○ 0.98
Cd	0.69	0.19
Hg	○ 0.82	○ 0.98
Pb	○ 0.99	○ 0.99

注) ○印は寄与率 0.8 以上を示す



図－1 Cr 標準液の濃度と X 線回折強度

表－5 元素濃度と X 線回折強度の寄与率

溶出元素	検量線
Cr	○ 0.92
As	0.46
Se	0.21
Cd	0.01
Hg	—
Pb	○ 0.86

表－6 Cr の X 線回折強度(kcps)

検体	焼却灰	へどろ処理土
微粉炭灰	0.451	0.647
流動床灰	0.524	0.821
製紙焼却灰	0.561	0.660