

ファンネルガラスにおける鉛溶出抑制に関する基礎実験

西日本ガラスリサイクルセンター 河村 豊
北九州市立大学 ○正会員 山田百合子
北九州市立大学 フェロー 伊藤 洋
北九州市立大学 片山慎介
日鉄住金環境 大石 徹

1. はじめに

現在、ブラウン管に使用されるファンネルガラス(図 1)はその需要減少により、水平リサイクルは困難な状況になりつつあるものの¹⁾、これには鉛を約 20%含有していることから、金属資源の保管目的と併せ放射性物質の放射線遮蔽材としての利用も考え得る²⁾。ただし、含有している鉛は有害元素であることから、暴露環境(降雨あるいは地下水浸透)ではこれが長期的に浸出・拡散する懸念がある¹⁾。

本研究では、ファンネルガラスからの鉛溶出特性に関する基礎実験を行い、鉛溶出抑制方法として不溶化处理と鉛レジンを用いた溶出抑制実験を試みた。その結果、有用な結果が得られたのでここに報告する。

2.1 実験試料

本研究で使用した試料を表 1 に示す。実験には粒径の異なる無処理(プレーン)のファンネルガラス3種類(A, B, C)、とファンネルガラスに不溶化处理(有機系薬剤)を施した不溶化ガラス(D, E)とレジン材(F)の計6ケースのファンネルガラスを実験に用いた。



ファンネルガラス D: 不溶化粒状ガラス
図 1 実験材料

表 1 実験試料

区 分	名 称	粒 径
無処理	A: 粗破碎ガラス	粒径3-5cm
	B: 粒状ガラス	粒径1cm前後
	C: 粉体ガラス	破碎時に発生する粉体状のガラス
不溶化处理	D: 粒状ガラス	粒径1cm前後
	E: 粉体ガラス	破碎時に発生する粉体状のガラス
	F: 鉛レジン	破碎されたファンネルガラスを骨材としたプラスチックコンクリート

2.2 溶出試験

ファンネルガラスからの有害元素(鉛 Pb、砒素 As)の析出挙動を確認するために溶出試験を行った。溶出試験は環境庁告示第 46 号に準じて行った。試料と溶媒を重量体積比 10%の割合で混合し、振とう機(あらかじめ振とう回数を毎分約 200 回に、振とう幅を 4cm 以上 5cm 以下に調整したもの)を用いて、6 時間連続して振とうした。得られた試料液を 10 分から 30 分程度静置後、毎分約 3,000 回転で 20 分間遠心分離し、上澄み液を孔径 0.45 μm のメンブランフィルターでろ過してろ液を取り、定量に必要な量を正確に計り取って、これを検液とした。溶媒には超純水と酸性雨を想定した水(超純水に塩酸を加え pH を 4.4~4.7 に調整したもの)の 2 種類を用いた。なお、粗破碎ガラス A および鉛レジン F は、試料が大きき溶出試験が困難であるため溶出試験は実施していない。

2.3 有姿攪拌試験

ファンネルガラスを静地埋立てしたような場合を想定して発生する浸出水への影響という観点から、有姿攪拌試験を JIS0058-1 に準じておこなった。溶媒は上述の 2.2 と同様の 2 種類を用いた。なお、粉体ガラスである C 及び E は粒径が小さく有姿攪拌試験が困難であるため実施していない。

2.4 鉛分析方法

2.2 および 2.3 で得られた検液は JIS K0102 に準じて前処理を行い、ICP-MS を用いて濃度を測定した。

3. 実験結果

表 3 は、実験により得られた結果を整理したものである。いずれの試験においても砒素(As)の溶出濃度は環境

基準値（＜0.01mg/L）を下回ったが、鉛（Pb）の溶出濃度は無処理の B, C で環境基準値（＜0.01mg/L）を数十倍程度上回っていることがわかる。

図 2 は、溶出試験の結果を示したものである。これを見ると、粉体ガラス、粒状体ガラスの Pb 濃度は、環境基準値の数十倍となっているが、不溶化処理を行ったものはいずれもそれ以下の値となっている。また、溶出濃度と pH の依存性は明確ではない。

つぎに、図 3 は有姿攪拌試験の結果を示したものである。まず、無処理の粒状体ガラスに着目すると Pb 濃度は、基準値の 50 倍前後となっており、溶出試験結果の半分程度の値となっている。一方、粗破碎ガラスでは、基準値以下の値となっている。これは、この状態では Pb 成分はガラスにコーティングされ、表面に露出していないことによると考えられる。一方、同様に一見コーティングされていると思われる鉛レジンで Pb 濃度が基準値を超えている。特に、降雨条件下で顕著である。この要因として、顕微鏡観察をした結果、切断面で鉛（粒状）が露出していること、切断面以外でも鉛の周辺に微小細孔が発生して微量ではあるが露出していることが確認された。不溶化粒状体においては、pH が 12.1 と高くなり、Pb 濃度は基準値を大きく下回っている。

以上のことから、無処理のファンネルガラスは、長期的な暴露環境下では Pb の析出・溶出・拡散のリスクが高いことが確認された。また、鉛レジンでは、微小細孔や切断面の影響により Pb 濃度は、環境基準値を上回る可能性が示唆された。一方、不溶化処理を行った粒状体ガラスでは、いずれの試験においても pH 環境によらず環境基準値を下回る結果となったものの、溶出試験では基準値を若干下回るレベルであり、長期的な環境変化等を考慮するともう少し安全裕度があった方が望ましいと考えられる結果となった。そこで、本研究では、Pb、As などの溶出抑制対策として土砂および重金属吸着剤³⁾を混合して充填する手法を提案し、現在実験を継続している。

表 3 溶出試験及び有姿攪拌試験結果

		溶出試験						有姿攪拌試験					
		超純水			降雨条件 (pH=4.4~4.7)			超純水			降雨条件 (pH=4.4~4.7)		
		pH	As (mg/L)	Pb (mg/L)	pH	As (mg/L)	Pb (mg/L)	pH	As (mg/L)	Pb (mg/L)	pH	As (mg/L)	Pb (mg/L)
無処理	A	—	—	—	—	—	—	7.2	ND	0.0058	6.4	ND	0.008
	B	7.4	ND	0.63	6.5	ND	0.75	6.6	ND	0.46	6.5	ND	0.50
	C	10.3	ND	1.08	10.1	ND	0.89	—	—	—	—	—	—
不溶化処理	D	12.1	ND	0.008	12.1	ND	0.01	11.7	ND	0.00041	11.8	ND	0.0012
	E	12.1	ND	0.006	12.1	ND	0.01	—	—	—	—	—	—
	F	—	—	—	—	—	—	6.5	ND	0.12	4.9	ND	0.44

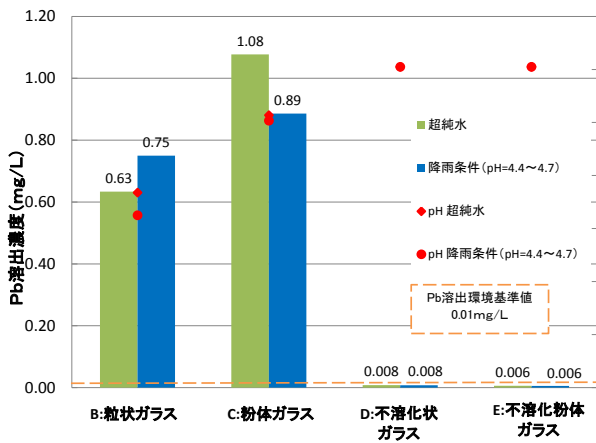


図 2 溶出試験結果

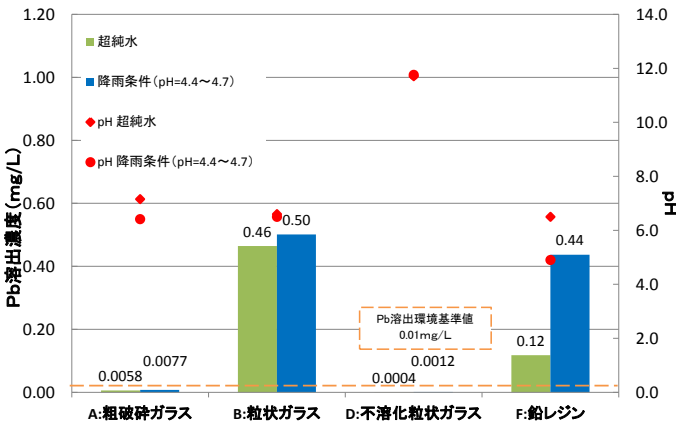


図 3 有姿攪拌試験結果

参考文献

1) 井本由香里・杉田 創・今泉博之：ブラウン管ガラスの溶解にともなう鉛析出挙動、第 18 回地下水土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, pp. 198~201., 2012.

2) 大石徹・伊藤洋ほか：多機能盛土構造による放射性物質汚染廃棄物の処理に関する基礎実験、第 23 回環境資源工学シンポジウム「震災廃棄物のリサイクルのための分離精製技術」, pp. 11~18., 2011.

3) 大石徹・伊藤洋ほか：降雨浸透過程におけるロックウール系吸着剤の重金属移行抑制効果、第 17 回地下水土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, pp. 506~509., 2011.