

ブラウン管ガラス溶出試験について

1. 試料採取・分析試料

(1) 試料採取日時：2009 年 12 月 16 日（訪問日時で後日採取したものもある）

(2) 試料採取場所：

- A グループ：パナソニックエコテクノロジー関東株式会社
- B グループ：東京エコリサイクル株式会社

(3) 採取試料（分析試料）

- ① ファンネルガラスカレット（洗浄済み）
- ② ファンネルガラスカレット（未洗浄）
- ③ パネルガラス（未洗浄）
- ④ フリットリッチのファンネルガラス（未洗浄）

洗浄とは乾式洗浄で、ファンネル（カレットの両面洗浄）はドラムシェーカー 2 時間、パネル（片面洗浄）も同様に 1 時間処理したもの。

ブラウン管ガラス溶出試験案(環境省案)に基づく実験計画

試料の状態	カレット		コンクリート固化物(0.5-5mm のモルタル) モールド 50mmφ x100mmH	
	破砕物 (0.5-5mm)	未破砕物 (50-100mm)	破砕物 (0.5-5mm)	未破砕物 50mmφ x100mmH
試料調整	①ファンネルガラス(洗浄済) ②ファンネルガラス(未洗浄) ③パネルガラス(未洗浄) ④フリットリッチのファンネルガラス(未洗浄)		①ファンネルガラス(洗浄済) ②ファンネルガラス(未洗浄) ③標準砂	
サンプル数	N=3 (攪拌試験は N=1)			
溶媒	① pH5.8～6.3 (イオン交換水そのまま) ② pH11.9～12.1 (0.01M NaOH 溶液) ③ pH12 固定試験 (pH-stat 試験装置) (pH 固定試験は破砕物のみ、n=1)		① pH5.8～6.3	
液固比 [L(ml)/S(g)]	10 (pH12 固定試験は 50(800mL/16g))			
溶出時間 (h)	6			
振とう方法	① 平行振とう ② 攪拌	① 攪拌 ② 平行振とう	① 平行振とう ② 攪拌	①攪拌
固液分離	① 1μ m GFP ② 0.45μ m MF			
分析項目	Pb,As,Si,Ba,Sb			
溶出回数	1	1	1	3
溶出試験数	・振とう溶出 4 種x(3 回x溶媒 2 種)=24 ・攪拌溶出 4 種x溶媒 2 種=8 ・pH 固定溶出 4 種 x1 回=4	・振とう溶出 4 種x(3 回x溶媒 2 種)=24 ・攪拌溶出 4 種x溶媒 2 種=8	・振とう溶出 4 種x(3 回x溶媒 1 種)=12 ・攪拌溶出 4 種x溶媒 1 種=4	攪拌溶出 2 種x(3 回x溶媒 1 種 x溶出回数 3) =18
総溶出試験数	36	32	16	18
測定試料数	試験数x2(ろ過 2 種) =72	試験数x2(ろ過 2 種) =64	試験数x2(ろ過 2 種) =32	試験数x2(ろ過 2 種) =36
容器(溶出用)	1L 36 本	1L 又は 2L 32 本	1L 16 本	10L 18 本
容器(送付用)	250mL 72 本	250mL 64 本	250mL 32 本	250mL 36 本
容器(保存用)	100mL 72 本	100mL 64 本	100mL 32 本	100mL 36 本
その他	pH スタット用容器			攪拌用プロペラ

1 試料の粉碎・粒度調整・混合

(粉碎)

- ① ファンネルガラス（洗浄済み、未洗浄）試料の粉碎は A グループ、B グループそれぞれに行った。
- ② 10kg 強の未粉碎ガラスを粉碎機にて粉碎し、0.5mm～5mm の粒度とした（5mm 以上、0.5mm 以下の試料は数%以下）

(混合)

- ③ A, B グループの粉碎・粒度調整試料（0.5～5mm）のそれぞれについて一部を保存し、約 5kg を同量混合し、10kg の混合試料を作成した。モルタル作成用試料として、8kg 強を用い、残りをガラスレット破碎物の溶出試験試料とした。

2 ガラスカレット粉砕物（0.5～5mm）のモルタル作成方法及び粉砕・粒度調整

2-1 モルタルの材料、配合割合、モルタル作成

(1) モルタル材料

- ①ガラス：2種 ファンネルガラス（洗浄済み）、ファンネルガラス（未洗浄）
- ②標準砂（ガラス骨材の対照）：セメント強さ試験用標準砂（セメント協会資料（資料2））
- ③セメント：普通ポルトランドセメント（セメント試験成績表添付（資料1））
- ④水：水道水

なお、モルタル作成にあたり、1回にガラス骨材を1350g用いて4本のモールドを作成する。20本のモールドを作成するのに5回に分けて行う。ガラス粉砕物は細かい粒子が下部に存在することから、5回のモールド作成に粒度のムラができないよう、粒度組成を調べ（表1）、それぞれの割合に応じて1回分（1350g）を混合した。洗浄済み、未洗浄ガラスカレットは、50%粒径は2.5mmであった。

図1 試料の粒径加積曲線

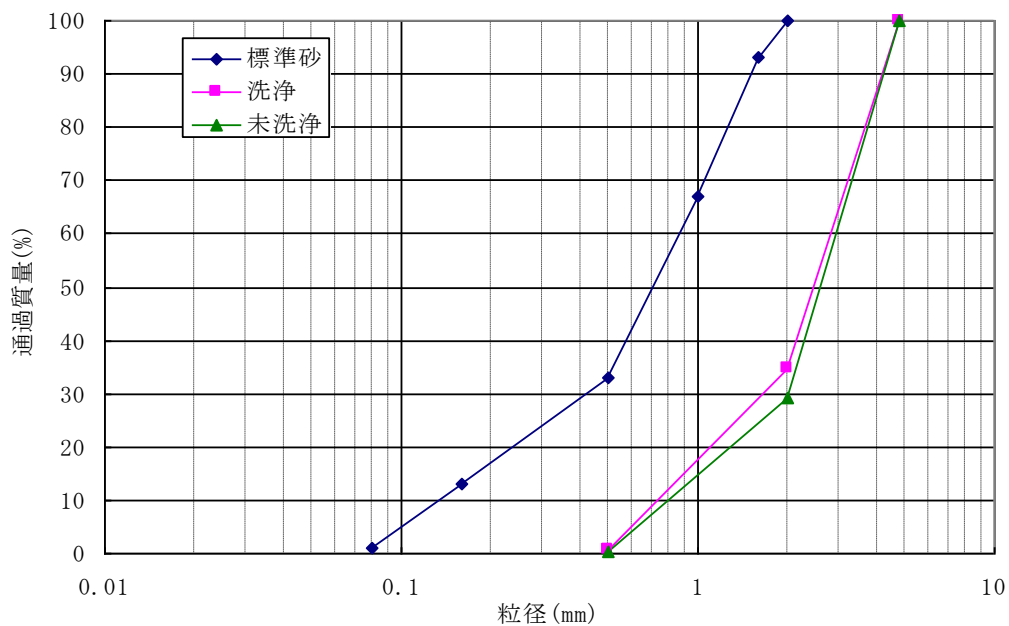


表1 試験試料の粒度および配合重量

粒径	通過質量(%)			配合重量(g)	
	標準砂	ファンネル 洗浄	ファンネル 未洗浄	ファンネル 洗浄	ファンネル 未洗浄
4.75		100	100	882.9	955.8
2	100	34.6	29.2		
1.6	93				
1	67			460.4	391.5
0.5	33	0.5	0.2		
0.16	13			6.8	2.7
0.08	1				
合計 (g)		8147.6	8488.3	1350	1350

(2) 配合（重量比）比

セメント 1 : 水 0.5 : 砂（ガラス） 3 （水セメント比 0.5）

で重量は以下のとおり。

表-3.1 配合重量

名称	配合 (g)
水	225
セメント	450
ガラス・砂	1350

(3) 練り混ぜ方法および打設・養生方法

セメントの物理試験方法（JIS R 5201）強さ試験の為のモルタル
供試体作成方法を参考に以下の様に実施した。

- ① 「水(225g)+セメント(450g)」機械練り；0～30 秒
- ② ①の試料に「ガラスまたは砂（1350g）」を入れる。
- ③ その後、へらを用いて 3 分間手混ぜする。
(機械練りでは、ガラスカレットを破砕する可能性が高い為、手混ぜとした。)
- ④ $\phi 5\text{cm} \times \text{H}10\text{cm}$ のプラスチックモールド（下部は鉄製）に打設する。
- ⑤ 打設は 3 回に分けて打設し、1 回毎に、約 20 回の上下振動を与え空気を抜く。
- ⑥ 1 回の打設で 4 供試体の作成し、これを 5 回繰り返し替えし、20 本／試料作成した。
- ⑦ ビニール袋に密封し、恒温室 20℃養生した。
- ⑧ 脱型は、14 日後とした。

(4) 破砕・粒度調整の方法

(破砕)

- ① 脱型した供試体の上下、約 2～3mm を高速カッターで削り取った。
(上部は、セメント多く、下部は、プラスチックモールドの油分（または剥離剤）が染みこんでいる為)
- ② ハンマーで叩き 5 mm 以下程度の碎片にする。

(粒度調整)

- ① 破片が生じる毎に、目開き 0.5mm と 4.75mm のふるいを用いて、粒度調整を行う。
- ② 0.5mm から 4.75mm 間の試料が 1kg 得られるまで、破砕・粒度調整を行った。

2.2 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験は地盤工学会基準（JGS 2521-2009:岩石の一軸圧縮試験方法）に準じて実施した。3 試料とも、打設から 3 週目に試験を実施した。

表 3 に示すとおり、ガラスカレットモルタルの圧縮強度は、標準砂の 1/2～1/3 の強度であった。

表-3.3 一軸圧縮試験結果

試料名	湿潤密度 (g/cm ³)	圧縮強度 (MN/m ²)	平均強度 (MN/m ²)
ファンネル 洗浄	2.499	19.6	20.7
	2.494	21.8	
ファンネル 未洗浄	2.469	16.7	16.8
	2.465	16.9	
砂	2.276	49.2	47.2
	2.249	45.1	

3 溶出試験操作手順

3-1 カレットのバッチ溶出試験(平行振とう、攪拌)

- (1) 試料 50g を 1 L (広口ポリ容器) に入れる。溶媒①及び②を 500mL 加え、6 時間、振とう又は攪拌溶出を行う。カレット未破砕物 (N=3 の平行試験) は、50-60mm ϕ の片を選び個数を同じにして 100g とする。(50mm ϕ 1 片は約 20~30g であり、A,B それぞれ 2~3 片ずつを選んだ。また重量は正確に 100.0g とはできないので、正確に測定し、10 倍量の溶媒を入れた。) 100g を 2 L ポリ容器に入れ、10 倍量の溶媒を入れ溶出試験を行った。
- (2) 懸濁液の固液分離は、最初に孔径 1 μ m の GFP(GA-100)で、次にそのろ液を 0.45 μ m の MF でろ過した。ろ過操作は最初吸引ろ過を行わない。ろ過速度が遅くなった場合は吸引ろ過とすることとした。実際には、純水溶媒の溶出液のろ過は、ガラス繊維ろ紙では自然流下で行った。MF は吸引ろ過でほぼ速度を一定にした。またアルカリ溶媒、モルタル粉砕物、モルタル固化体については混合液がアルカリで自然流下ではろ過できないため、吸引ろ過とし、吸引速度は純水溶媒の溶出混合液のろ過操作と同様のろ過速度とした。

3-2 カレットの pH 固定試験

- (1) 試料 16g を容器にとり、800mL のイオン交換水を入れ、0.1M あるいは 0.01M の NaOH 溶液により、pH12 に固定し、6 時間溶出 (プロペラ攪拌) を行う。
- (2) 懸濁液の固液分離は、最初に孔径 1 μ m の GFP(GA-100)で、次にそのろ液を 0.45 μ m の MF でろ過する。

3-3 カレットのモルタル固化物粉砕物(0.5~5mm)のバッチ溶出試験

- (1) 試料 50g を 1 L (広口ポリ容器) に入れる。溶媒①及び②を 500mL 加え、6 時間、振とう又は攪拌溶出を行う。
- (2) 懸濁液の固液分離は、最初に孔径 1 μ m の GFP(GA-100)で、次にそのろ液を 0.45 μ m の MF でろ過する。

3-4 カレットのモルタル固化物有姿の攪拌溶出試験

- (1) 固化体試料 (50mm ϕ x 100mmH、約 480g) を 1 個、10L 容器に入れる。溶媒①及び②を約 4.8L (重量を測定し、重量容積比で固化体の 10 倍の容量) 加え、プロペラ攪拌により 6 時間溶出を行う。
- (2) 固化体を取り出し、別の 10L 容器に移し、(1)で加えたと同量の溶媒を加え、プロペラ攪拌を 6 時間行う。この操作を 2 度繰り返す。1 回の溶出試験が終了し、ろ過を行った後、ガラス残渣は乾燥しないように水を追加し、できるだけ早く 2 度目の溶出操作を行う。

- (3) 攪拌で得られた懸濁液の固液分離は、最初に孔径 1 μ m の GFP(GA-100)で、次にそのろ液を 0.45 μ m の MF でろ過する。

3-5 その他

- (1) ろ紙ブランクをとる。MilliQ 水と 0.01M NaOH 溶液を 500m L 通水したろ過水。
- (2) 溶出液は、pH、EC を測定する。
- (3) 保存用 220mL。1%硝酸溶液として保存。
- (4) 溶出試験の順
- ①ファンネルガラスの振とう溶出試験
 - ②ファンネルガラスの攪拌溶出試験
 - ③ファンネルガラスのコンクリート固化物粉碎物の振とう溶出試験
 - ④ファンネルガラスのコンクリート固化物粉碎物及び固化体の攪拌溶出試験
 - ⑤パネルガラス、フリットリッチのファンネルガラスの振とう溶出試験
- ⑤については、①～④の分析結果を考慮して検討

<実験日程>

- 12/18 ガラスの粉砕、0.5-5mm の粒度調整、A 及び B グループのガラスの等量混合
- 12/19 ガラス骨材のモルタル成型体作成に、東京ソイルへ
- 12/21 モルタル作成予備試験（水セメント比等、粒度調整（0.5～2.5、2.5～5 に分類、割合に応じて混合）1 回は 1350g 骨材
- 12/21 ファンネルガラス洗浄済みのモルタル作成
- 12/22 ファンネルガラス未洗浄のモルタル作成
- 12/24 標準砂モルタル作成（20 本）
- ～1/5 モルタルの養生（2 週間）
- 1/5 ファンネルガラス洗浄済みのモルタル成型体粉砕（3 から 4 本粉砕し、1kg を確保、また 2 本の試料について圧縮強度を測定することを依頼）
- 1/6 ファンネルガラス未洗浄のモルタル成型体粉砕
- 1/8 標準砂モルタル成型体粉砕
- 同日 NIES に搬入
- 1/8～1/15 ガラスカレット（破砕物、未破砕物）、モルタル粉砕物の振とう溶出試験
- 1/18～1 月末 ガラスカレット（破砕物、未破砕物）の攪拌試験
- 2 月～12 モルタル固化体の攪拌試験、その他

<溶出液の ICP 発光分光分析及び ICPMS 分析>

分析項目と分析方法

pH、電気伝導率	
Pb、As、Sb	濃度に応じて ICP-AES 及び ICPMS 併用
Ba、Si	ICP-AES

4 ファンネルガラスの溶出試験結果

表 4-1 にファンネルガラスカレット単体の溶出試験結果（12 ページ参照）を、表 4-2 にカレットを骨材として作成したモルタル固化体の溶出試験結果（13 ページ参照）を示す。以下結果のまとめと考察を述べる。

4-1 ファンネルガラスカレットの環告 13 号試験結果及びろ紙孔径について(Pb)

ろ紙孔径に関する結果をまとめて表 4.3 に示す。

環告 13 号試験の溶出濃度（ろ紙孔径 $1.0\mu\text{m}$ ）及びろ紙孔径 $0.45\mu\text{m}$ は、洗浄済みカレットについて 1.9mg/L ($n=3$)、 0.19mg/L 、未洗浄カレットについて 2.7mg/L ($n=3$)、 0.26mg/L と、いずれも後者が 1 桁低い。また、未破碎粒度（5-6mm）の洗浄済み・未洗浄済みカレットについても、それぞれ 1.6mg/L : 0.20mg/L 、 3.3mg/L : 0.18mg/L と、 $0.45\mu\text{m}$ のろ紙による溶出濃度が 1 桁低い結果であった。このことは、

表 4.3 ろ紙孔径に関する Pb の溶出濃度のまとめ

ガラス試料の種類		試料粒径	溶媒	溶出方法	ろ紙	Pb mg/L	pH
ガラスカレット	洗浄済み	0.5-5mm	純水	振とう	MF0.45	0.19	7.3
					GFF1.0	1.9	7.5
	未洗浄	0.5-5mm	純水	振とう	MF0.45	0.26	8.9
					GFF1.0	2.7	9.2
	洗浄済み	50-60mm	純水	振とう	MF0.45	0.20	8.4
					GFF1.0	1.6	8.7
	未洗浄	50-60mm	純水	振とう	MF0.45	0.18	9.1
					GFF1.0	3.3	9.2
カレットモルタル粉砕物	洗浄済み	0.5-5mm	純水	振とう	MF0.45	9.1	12.5
					GFF1.0	9.2	12.5
	未洗浄	0.5-5mm	純水	振とう	MF0.45	7.4	12.5
					GFF1.0	7.5	12.5
ガラスカレット	洗浄済み	0.5-5mm	pH12	振とう	MF0.45	22.7	11.9
					GFF1.0	24.1	12.0
	未洗浄	0.5-5mm	pH13	振とう	MF0.45	20.0	11.9
					GFF1.0	22.5	11.9

振とう溶出試験において、微粒子が存在し、孔径の小さいろ紙によってそれらが除去されたことを示唆している。

カレットを骨材としてモルタルの粉砕物（0.5～5mm）では、洗浄済みでろ紙孔径に関係なく約 9mg/L 、未洗浄でもろ紙孔径に関係なく約 7.5mg/L であった。この理由は、ガラスカレット単体のアルカリ溶媒（pH12）によって説明できる。pH12 の溶媒による振とう試験の結果は、純水の溶媒による Pb 溶出濃度に比べて 1 桁高く、洗浄済み・未洗浄ガラスカレット共に、ろ紙孔径に関係なく 20mg/L を超えていた。すなわち、ブラウン管ガラスの表面に存在する Si-Pb 結合等の溶解が起こり、微粒子が存在したとしてもそれらも溶解状態にあるため、ろ紙孔径によらず Pb が高濃度に存在しているものと考えられる。モルタル粉砕物の pH はモルタル中の遊離 CaO が溶解するため 12.5 である。モルタル粉砕物の Pb 溶出濃度（ $7.4\sim 9.2\text{mg/L}$ ）に対し、アルカリ溶媒による溶出濃度（ $20\sim 24\text{mg/L}$ ）は低い。モルタル粉砕物中の骨材のガラスカレットは 67.5%（ $=1350\text{g}/2000\text{g}$ ）であり、カレット単体よりは少ない。溶出濃度は骨材中のカレット割合よりも低いことから、固化処理による溶出抑制効果（表面積の低減も含めて）があった可能性はある。

まとめとしては、純水の溶出試験では Pb 濃度にろ紙孔径の影響がみられるが、pH12 のアルカリ溶媒ではろ紙孔径の影響はなく、溶出液中で Pb が溶解しているといえる。

4-2 ファンネルガラスカレットの振とう

試験と攪拌試験の結果比較(Pb)

振とう試験（環告 13 号）と攪拌試験の違いによる Pb 濃度の比較の一部を表 4.4 に示した。（ろ紙孔径 $1.0\mu\text{m}$ によるもの）

洗浄済み・未洗浄のカレット（ $0.5\sim 5\text{mm}$ ）の水溶媒による攪拌試験の結果（ $0.87, 0.59\text{mg/L}$ ）は、溶出試験の結果（ $1.9, 2.7\text{mg/L}$ ）に比べて、 $1/4\sim 1/2$ 低い濃度であった。

未破砕物（ $50\sim 60\text{mm}$ ）の水溶媒の攪拌試験の結果（ $0.022, 0.006\text{mg/L}$ ）は振とう試験結果（ $1.6, 3.3\text{mg/L}$ ）に比べて $1/100$ 以下に低くなった。未破砕物の表面積からの溶出量の減少が顕著に現れたものと考えられる。

pH12 の溶媒による結果は、 $0.5\sim 5\text{mm}$ 粒径の攪拌試験の結果は、振とう試験に比べて大きな違い（桁の変化）は見られなかったが、未破砕物では 1 桁程度低い結果が得られた。これは未破砕物の振とう溶出試験の結果のばらつきが大きいことによると思われる。（未破砕物の試験において、 $50\sim 60\text{mm}$ のカレット（1 個 $25\sim 30\text{g}$ ）を 4 個（約 100g ）使って溶出試験を行っている。未破砕物には Pb 濃度の高いフリット部分を含むもののがかなりあり、フリットガラスが試料にどれだけ混入したかによって、溶出濃度の結果が大きく違った。一例はアルカリ溶媒での振とう溶出試験結果で、3 回の平行試験で 2 回は 30mg/L 程度、1 回は 3mg/L とであった（表 4.1）。）

モルタル粉砕物（ $0.5\sim 5\text{mm}$ ）では、攪拌試験の Pb 溶出濃度は振とう試験に比べて 6 割程度低かった。

表 4.4 振とう試験と攪拌試験による Pb 溶出濃度の比較

ガラス試料の種類		試料粒径	溶媒	溶出方法	ろ紙	Pb mg/L	pH
ガラスカレット	洗浄済み	$0.5\sim 5\text{mm}$	純水	振とう	GFF1.0	1.9	7.5
				攪拌	GFF1.0	0.87	7.0
	未洗浄	$0.5\sim 5\text{mm}$	純水	振とう	GFF1.0	2.7	9.2
				攪拌	GFF1.0	0.59	7.6
	洗浄済み	$50\sim 60\text{mm}$	純水	振とう	GFF1.0	1.6	8.7
				攪拌	GFF1.0	0.022	6.9
	未洗浄	$50\sim 60\text{mm}$	純水	振とう	GFF1.0	3.3	9.2
				攪拌	GFF1.0	0.006	8.7
	洗浄済み	$0.5\sim 5\text{mm}$	pH12	振とう	GFF1.0	24.1	12.0
				攪拌	GFF1.0	17.4	11.9
	未洗浄	$0.5\sim 5\text{mm}$	pH12	振とう	GFF1.0	22.5	11.9
				攪拌	GFF1.0	12.4	11.9
カレットモルタル粉砕物	洗浄済み	$0.5\sim 5\text{mm}$	純水	振とう	GFF1.0	19.9	11.9
				攪拌	GFF1.0	3.7	11.9
	未洗浄	$50\sim 60\text{mm}$	pH12	振とう	GFF1.0	14.4	11.9
				攪拌	GFF1.0	0.37	11.9
	洗浄済み	$0.5\sim 5\text{mm}$	純水	振とう	GFF1.0	9.2	12.5
				攪拌	GFF1.0	5.2	12.4
	未洗浄	$0.5\sim 5\text{mm}$	純水	振とう	GFF1.0	7.5	12.5
				攪拌	GFF1.0	4.4	12.4

4-3 ファンネルガラスカレットの前処理(未洗浄及び洗浄済み)の違いについて(Pb)

洗浄済みと未洗浄のカレットの溶出濃度については有意な差はみられなかった。

表 4.5 振とう試験と攪拌試験による Pb 溶出濃度の比較

ガラス試料の種類		試料粒径	溶媒	溶出方法	ろ紙	Pb mg/L	pH	ガラス種類	Pb mg/L	pH
ガラスカレット	洗浄済み	$0.5\sim 5\text{mm}$	純水	振とう	MF0.45	0.19	7.3	未洗浄	0.26	8.9
					GFF1.0	1.9	7.5		2.7	9.2
	洗浄済み	$50\sim 60\text{mm}$	純水	振とう	MF0.45	0.20	8.4	未洗浄	0.18	9.1
					GFF1.0	1.6	8.7		3.3	9.2
ガラスカレット	洗浄済み	$0.5\sim 5\text{mm}$	pH12	振とう	MF0.45	22.7	11.9	未洗浄	20.0	11.9
					GFF1.0	24.1	12.0		22.5	11.9
カレットモルタル	洗浄済み	$0.5\sim 5\text{mm}$	純水	振とう	MF0.45	9.1	12.5	未洗浄	7.4	12.5
					GFF1.0	9.2	12.5		7.5	12.5

4-4 ファンネルガラスカレットを骨材としたモルタル固化物の攪拌試験結果について(Pb)

表 4.6 にモルタル粉砕物とモルタル固化体の攪拌試験の結果を示す。モルタル粉砕物の攪拌試験は 1 回であるが、モルタル固化体の攪拌試験は、3 回繰り返して行い、その結果を 1 回目と 3 回繰り返しの合計の濃度として表した。3 回の繰り返し攪拌溶出試験は、実際には 6 時間攪拌した後、混合液をすべて取り替えた。液固比 10 であるから、30 倍の溶媒と接触した溶出量であるが、それを液固比 10 として表した

濃度である。モルタル粉砕物の攪拌試験による Pb の溶出濃度は 5.2 及び 4.4mg/L で、振とう試験の溶出量より 6 割程度低い。一方で、モルタル固化体の攪拌試験（1 回）は 0.057 及び 0.040mg/L であり、

表 4.6 モルタル固化物の振とう溶出試験と攪拌溶出試験

ガラス試料の種類		試料粒径	溶媒	溶出方法	ろ紙	Pb mg/L
カレットモルタル粉砕物	洗浄済み	0.5-5mm	純水	振とう	GFF1.0	9.2
				攪拌	GFF1.0	5.2
	未洗浄	0.5-5mm	純水	振とう	GFF1.0	7.5
				攪拌	GFF1.0	4.4
カレットモルタル固化体	洗浄済み	50mmφ 100mmH	純水	繰り返し攪拌1回	GFF1.0	0.057
				繰り返し攪拌3回	GFF1.0	0.085
	未洗浄	50mmφ 100mmH	純水	繰り返し攪拌1回	GFF1.0	0.040
				繰り返し攪拌3回	GFF1.0	0.066

粉砕物に比べて 1/100 程度低かった。モルタル粉砕物はガラスカレットが目視で確認でき、セメント水和物との親和性がよくないといえる。そのため、モルタル粉砕物ではカレット単体の攪拌試験と同様、アルカリ性の溶出液の中で、カレット表面の Pb の溶解が起こり、ppm オーダーの溶出濃度となったと思われる。モルタル固化体では、カレットが固化体内部に閉じこめられており、表面付近のカレットからの Pb の溶解によっているので、低濃度になっている。固化体の 3 回繰り返しのによって、1 回目の溶出濃度の 1.5 倍の Pb（濃度は 0.1mg/L 程度）が溶出することがわかる。

モルタル固化体が物理的に崩壊しなければ、水との接触による Pb の溶解は、カレット単独よりかなり（1/100 程度）少なくなることが期待されるが、遊離アルカリによって内部崩壊が起こることも想定され、長期にわたる固化体の強度は保証されない。また固化体の亀裂によって、水が浸透し、Pb の溶出が促進されること等もあり得る。最終処分場内で想定される環境暴露として、今回の実験では、モルタル固化体の攪拌溶出試験であり、溶出濃度は 0.1mg/L 程度である。上記述べたようにモルタルの内部崩壊・カレット表面の露出がないことを期待するのは難しく、その場合、基準値 0.3mg/L を満たさない可能性が高いのではないかと。

表 4-1 ファンネルガラスの溶出試験結果 (カレット)

						N	EC	pH	Pb(av)	Pb	As	Sb	Ba	Si
							mS/m		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ファンネルガラス	洗浄済みガラスカレット	0.5-5mm	純水	振とう	MF0.45	1	0.83	7.3	0.19	0.18	<0.0001	0.0042	0.050	0.6
						2	0.79	7.1		0.20	<0.0001	0.0038	0.058	0.6
						3	0.81	7.2		0.17	<0.0001	0.0033	0.066	0.5
				GFF1.0	1	端	0.84	7.5	1.9	2.3	0.0002	0.0134	0.16	2.8
						中	0.79	7.2		1.9	0.0002	0.0109	0.13	2.2
						3	0.82	7.3		1.5	0.0002	0.0091	0.12	1.7
			純水	攪拌	MF0.45	1	0.84	7.0	0.035	0.035	<0.0001	0.0031	0.091	0.4
					GFF1.0	1	0.84	7.0	0.87	0.87	0.0001	0.0070	0.14	1.5
			pH12	振とう	MF0.45	1	219	11.9	22.7	30.4	0.0001	0.0030	0.48	0.7
						2	219	12.0		19.1	0.0001	0.0037	0.34	0.7
						3	220	12.0		20.1	0.0001	0.0038	0.34	0.7
				GFF1.0	1	端	220	12.0	24.1	32.2	0.0002	0.0081	0.57	1.9
						中	220	11.9		20.4	0.0002	0.0092	0.40	2.0
						3	220	12.0		21.4	0.0002	0.0092	0.41	2.6
			pH12	攪拌	MF0.45	1	219	11.9	16.8	16.8	0.0001	0.0034	0.18	0.6
					GFF1.0	1	220	11.9	17.4	17.4	0.0002	0.0052	0.21	1.3
	未洗浄ガラスカレット	0.5-5mm	純水	振とう	MF0.45	1	1.68	8.9	0.26	0.27	0.0001	0.0050	0.35	1.9
						2	1.87	9.0		0.25	0.0001	0.0047	0.49	2.0
						3	1.82	9.1		0.26	0.0002	0.0044	0.39	1.9
				GFF1.0	1	端	1.77	9.2	2.7	2.7	0.0003	0.0165	0.51	4.7
						中	1.93	9.1		2.6	0.0002	0.0147	0.64	4.6
						3	1.86	9.2		2.7	0.0002	0.0140	0.53	4.4
			純水	攪拌	MF0.45	1	1.59	7.6	0.031	0.031	0.0001	0.0022	0.42	1.6
					GFF1.0	1	1.60	7.6	0.59	0.59	0.0001	0.0052	0.48	2.2
			pH12	振とう	MF0.45	1	221	11.9	20.0	19.5	0.0002	0.0042	0.61	1.4
						2	221	11.9		20.4	0.0002	0.0039	0.78	1.3
						3	220	11.9		20.1	0.0002	0.0039	0.76	1.6
				GFF1.0	1	端	222	11.9	22.5	22.2	0.0002	0.0139	0.79	3.0
						中	222	11.9		22.9	0.0002	0.0133	0.98	2.9
						3	221	12.0		22.5	0.0002	0.0120	0.96	3.1
			pH12	攪拌	MF0.45	1	222	11.9	11.7	11.7	0.0001	0.0033	0.58	1.4
					GFF1.0	1	222	11.9	12.4	12.4	0.0002	0.0058	0.63	1.7
	洗浄済みガラスカレット	未粉砕物 (50-60mm)	純水	振とう	MF0.45	1	1.00	8.4	0.20	0.31	<0.0001	0.0044	0.062	0.6
						2	1.12	8.3		0.19	0.0003	0.0091	0.018	0.8
						3	0.93	8.4		0.15	<0.0001	0.0050	0.041	0.4
				GFF1.0	1	端	1.07	8.7	1.6	1.8	0.0001	0.0086	0.11	2.0
						中	1.17	8.6		4.5	0.0008	0.0261	0.22	5.6
						3	0.98	8.8		0.48	<0.0001	0.0067	0.052	0.7
			純水	攪拌	MF0.45	1	0.56	6.9	0.003	0.003	<0.0001	0.0009	0.004	0.1
					GFF1.0	1	0.56	6.9	0.022	0.022	<0.0001	0.0011	0.006	0.2
			pH12	振とう	MF0.45	1	225	11.9	17.4	9.5	0.0002	0.0050	0.16	0.8
						2	223	11.9		26.5	0.0002	0.0034	0.58	0.6
						3	224	11.9		20.9	<0.0001	0.0031	0.45	0.6
				GFF1.0	1	端	226	11.9	19.9	12.0	0.0004	0.0144	0.27	3.0
						中	223	11.9		28.3	0.0003	0.0091	0.69	1.7
						3	225	11.9		23.3	0.0001	0.0087	0.59	2.3
			pH12	攪拌	MF0.45	1	222	11.9	3.5	3.5	<0.0001	0.0012	0.029	0.3
					GFF1.0	1	223	11.9	3.7	3.7	<0.0001	0.0014	0.032	0.3
	未洗浄ガラスカレット	未粉砕物 (50-60mm)	純水	振とう	MF0.45	1	2.09	9.1	0.18	0.13	0.0003	0.0037	0.096	2.8
						2	4.62	9.7		0.12	0.0003	0.0054	1.9	4.9
						3	3.04	9.6		0.41	<0.0001	0.0018	0.11	1.1
				GFF1.0	1	端	2.21	9.2	3.3	3.7	0.0004	0.0100	0.18	7.0
						中	4.72	9.7		2.5	0.0005	0.0113	2.2	8.0
						3	3.11	9.7		4.1	0.0002	0.0050	0.25	2.9
			純水	攪拌	MF0.45	1	2.32	8.7	0.004	0.004	0.0001	0.0003	<0.001	2.4
					GFF1.0	1	2.38	8.7	0.006	0.006	0.0002	0.0003	<0.001	2.4
			pH12	振とう	MF0.45	1	223	11.9	8.6	27.2	0.0002	0.0022	1.1	1.5
						2	226	11.9		0.79	0.0003	0.0092	0.13	3.3
						3	224	11.9		29.5	0.0002	0.0018	2.5	2.5
				GFF1.0	1	端	224	11.9	14.4	29.5	0.0003	0.0066	1.3	2.6
						中	227	11.9		3.2	0.0004	0.0186	0.28	6.6
						3	224	11.9		32.0	0.0004	0.0044	2.7	3.1
			pH12	攪拌	MF0.45	1	223	11.9	0.34	0.34	0.0001	0.0006	0.039	4.1
					GFF1.0	1	224	11.9	0.37	0.37	0.0001	0.0006	0.042	4.1

表 4-2 ファンネルガラスの溶出試験結果（カレットを骨材としたモルタル固化物）

						N		EC mS/m	pH	Pb(av) mg/L	Pb mg/L	As mg/L	Sb mg/L	Ba mg/L	Si mg/L
ファンネル ガラス	洗浄済み ガラスカ レットを骨 材としてモ ルタル固 化物	粉砕後 0.5-5mm	純水	振とう	MF0.45	1		705	12.5	9.1	8.9	<0.0001	0.0003	2.4	0.4
						2	704	12.5	9.7		<0.0001	0.0003	2.5	0.4	
						3	690	12.5	8.6		<0.0001	0.0004	2.3	0.4	
			純水	振とう	GFF1.0	1	707	12.5	9.2	9.0	<0.0001	0.0003	2.5	0.4	
						2	706	12.5		9.8	<0.0001	0.0003	2.5	0.4	
						3	692	12.5		8.7	<0.0001	0.0004	2.3	0.4	
		純水	攪拌	MF0.45	1	651	12.4	5.1	5.1	<0.0001	0.0006	1.5	0.3		
				GFF1.0	1	653	12.4	5.2	5.2	<0.0001	0.0006	1.5	0.3		
		未洗浄ガ ラスカレ ットを骨 材としてモ ルタル固 化物	粉砕後 0.5-5mm	純水	振とう	MF0.45	1		689	12.5	7.4	8.1	<0.0001	0.0004	2.4
	2						667	12.4	9.1	<0.0001		0.0004	2.3	0.4	
	3						648	12.4	5.5	<0.0001		0.0005	1.8	0.4	
	純水			振とう	GFF1.0	1	691	12.5	7.5	8.1	<0.0001	0.0004	2.3	0.4	
						2	668	12.5		9.2	<0.0001	0.0004	2.4	0.4	
						3	650	12.4		5.6	<0.0001	0.0005	1.9	0.5	
	純水		攪拌	MF0.45	1	645	12.4	4.4	4.4	<0.0001	0.0009	1.5	0.3		
				GFF1.0	1	689	12.4	4.4	4.4	<0.0001	0.0009	1.5	0.3		
	標準砂を 骨材とし たモルタル 固化物		粉砕後 0.5-5mm	純水	振とう	MF0.45	1		686	12.5	0.002	0.002	<0.0001	0.0002	0.62
		2					690	12.5	0.002	<0.0001		0.0002	0.62	0.4	
		3					689	12.5	0.002	<0.0001		0.0002	0.62	0.4	
		純水		振とう	GFF1.0	1	689	12.5	0.002	0.002	<0.0001	0.0002	0.62	0.4	
						2	691	12.5		0.002	<0.0001	0.0002	0.62	0.4	
						3	691	12.5		0.002	<0.0001	0.0002	0.63	0.4	
		純水	攪拌	MF0.45	1	683	12.4	0.002	0.002	<0.0001	0.0002	0.65	0.3		
				GFF1.0	1	685	12.4	0.002	0.002	<0.0001	0.0002	0.65	0.3		
洗浄済み ガラスカ レットを骨 材としてモ ルタル固 化物		モルタル 固化体 50mmφ 100mmH	純水	繰り返し攪拌 *	MF0.45	1		70.3	11.5	0.085	0.057	0.0001	0.0007	0.081	2.1
	2					55.5	11.4	0.022	<0.0001		0.0005	0.076	2.1		
	3					40.5	11.2	0.006	0.0001		0.0005	0.053	2.3		
	GFF1.0				1	70.9	11.5	0.093	0.064	0.0001	0.0007	0.080	2.1		
					2	56.2	11.4		0.024	<0.0001	0.0005	0.076	2.1		
					3	41.0	11.2		0.006	<0.0001	0.0005	0.053	2.2		
	未洗浄ガ ラスカレ ットを骨 材としてモ ルタル固 化物	モルタル 固化体 50mmφ 100mmH	純水	繰り返し攪拌 *	MF0.45	1		75.3	11.5	0.066	0.040	<0.0001	0.0008	0.078	2.0
						2	62.1	11.4	0.023		0.0001	0.0006	0.076	2.1	
						3	40.6	11.2	0.003		0.0001	0.0005	0.049	2.2	
GFF1.0					1	76.0	11.5	0.069	0.042	0.0001	0.0008	0.078	2.0		
					2	62.3	11.4		0.024	<0.0001	0.0006	0.076	2.1		
					3	41.0	11.2		0.003	0.0001	0.0005	0.048	2.2		
標準砂を 骨材とし たモルタル 固化物	モルタル 固化体 50mmφ 100mmH	純水	繰り返し攪拌 *	MF0.45	1		68.1	11.4	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.048	2.4	
					2	44.9	11.3	<0.0001		<0.0001	0.0002	0.038	2.6		
					3	29.8	11.1	<0.0001		0.0001	0.0002	0.026	2.7		
				GFF1.0	1	68.9	11.5	<0.0001	<0.0001	0.0001	0.0002	0.048	2.4		
					2	45.6	11.3		<0.0001	<0.0001	0.0002	0.038	2.6		
					3	30.2	11.1		<0.0001	0.0001	0.0002	0.026	2.7		
	ブランク			純水	MF0.45		0.43	6.9	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.001	0.0	
					GFF1.0		0.43	6.9	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.001	0.0	
				pH12	MF0.45		224	12.0	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.001	0.0	
GFF1.0						226	12.0	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.001	0.0		

1)溶出試験はすべて液固比10;

2)溶出溶媒が純水、振とう試験、ろ紙GFF1.0(ガラス繊維ろ紙で孔径1.0μ m)が環告13号試験;

3)MF0.45(メンブランフィルターで孔径0.45μ m)は、環告13号試験と同じ操作で、ろ紙材質及び孔径が違うもの;

4)繰り返し攪拌*では、Pb(av)の欄の溶出濃度は3回繰り返しの合計した濃度