

利用有姿試験によるがれき焼却灰造粒固化体の微量成分溶出量の基礎的評価

東北大学 正会員 ○皆川 浩 正会員 久田 真
鹿島建設株式会社 正会員 川端 淳一 正会員 青山 和史 正会員 小川 浩司
宮城県 正会員 佐々木 源 非会員 佐々 真也

1. はじめに

2011 年 3 月に発災した東日本大震災に伴い、主として津波被害により太平洋沿岸部に膨大な災害廃棄物（以下、がれき）が発生した。被災地の中で最もがれき発生量が多いとされる宮城県石巻市のがれき処理サイトでは、がれきの再資源化の一環としてがれき焼却灰の造粒固化体（以下、造粒固化体）を製造している。本研究では、この造粒固化体中の微量成分の溶出特性ならびに環境作用が溶出特性に及ぼす影響を実験的に把握することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合

本研究では、がれき焼却灰として、石巻市内のがれき処理サイトにおけるストーカ炉から発生する主灰を用いた。この主灰に高炉セメント B 種（以下、BB）および主成分が酸化マグネシウムである重金属不溶化剤（以下、IA）を所定量混合することで造粒固化体を製造した。これらの材料の配合は表 - 1 に示す通りである。なお、試験に用いた造粒固化体は 20 mm ふるいを通過した利用有姿試料である。

2.2 造粒固化体の作製方法および養生

造粒固化体は、主灰、BB、IA を所定量ミキサーで 30 秒間混練して作製した。また、造粒固化体は、石巻のがれき処理サイトにて約 900 m³に積み重ね、養生および保管した。

2.3 実験方法

(1) 実験の流れと測定項目

所定期間の促進試験にて各種溶媒を作用させた利用有姿試料に対して溶出試験を実施することで、造粒固化体中の微量成分の溶出特性を評価した。分析対象は、ホウ素、鉛、

六価クロム、ヒ素の 4 種類とし、ICP 発光分析装置を用いて定量した。なお、定量に際しては、1 つの検液に対して 3 回の分析を行い、その平均値を検液のイオン濃度とした。

(2) 利用有姿試料の溶出試験

利用有姿試料の溶出試験は JIS K 0058-1 に準拠し、所定期間（0, 1, 7, 14, 28, 56, 91, 182, 350 日）の促進試験後に実施した。溶出試験開始前に軽く純水にて洗浄したものを試料として用いた。試験溶媒は純水、試験温度は 20℃である。固液比は造粒固化体 500 g に対し溶媒 5 L である。

(3) 促進試験

促進試験は完全浸せき試験と乾湿繰返し試験の 2 種類である。完全浸せき試験では、利用有姿試料を所定期間（最長 350 日間）・所定溶媒に浸せきするものである。一方、乾湿繰返し試験は、6 時間浸せき（20℃）—18 時間乾燥（40℃恒温槽）を 1 サイクルとして所定サイクル数（最大 7 サイクル）で利用有姿試料に作用させるものである。

表-1 実験水準

記号	配合		促進試験で作用させた溶媒の種類						
	BB 率(%)	IA 率(%)	完全浸せき			乾湿繰返し			
			純水	NaCl-3%	人工海水	純水	NaCl-3%	人工海水	模擬酸性雨
SF-15-0	15	0	○	○	○	○	○	○	○
SF-15-3		3	○	○	○	○	○	○	○
SF-30-0	30	0	○			○			
SF-30-3		3	○			○			

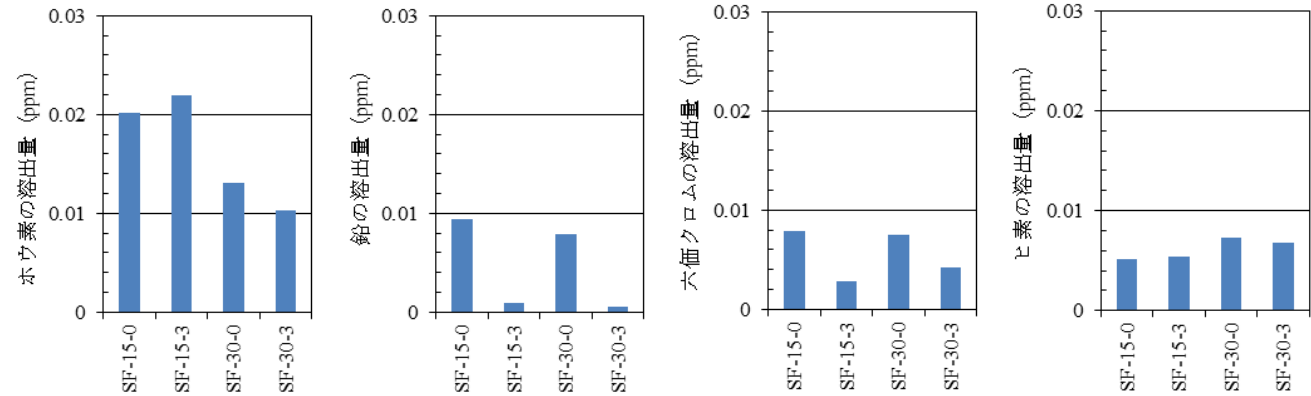


図-1 利用有姿溶出試験の試験結果（促進試験開始前の利用有姿試料による）

キーワード がれき焼却灰、造粒固化体、微量成分、溶出、有姿試料

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院土木工学専攻 TEL : 022-795-7427

【図-2 および図-3 の凡例】

促進試験の溶媒 ■：純水、■：NaCl-3%、■：人工海水、■：模擬酸性雨

配合 太実線：SF-15-0、細実線：SF-15-3、太点線：SF-30-0、細点線：SF-30-3

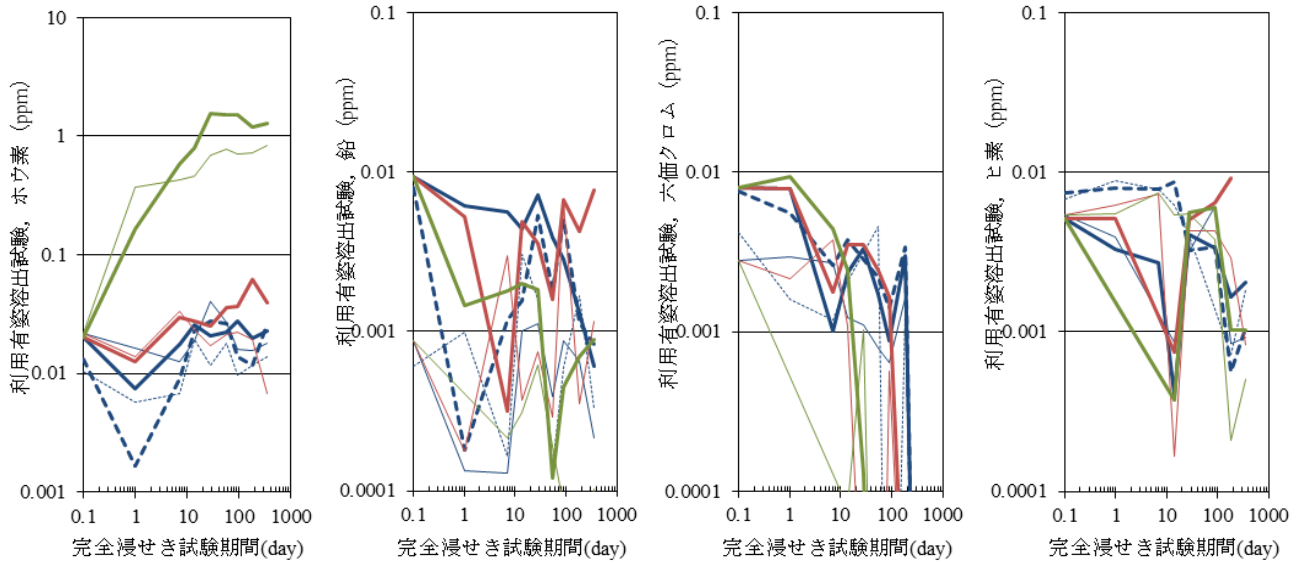


図-2 完全浸せき試験後に実施した利用有姿溶出試験結果

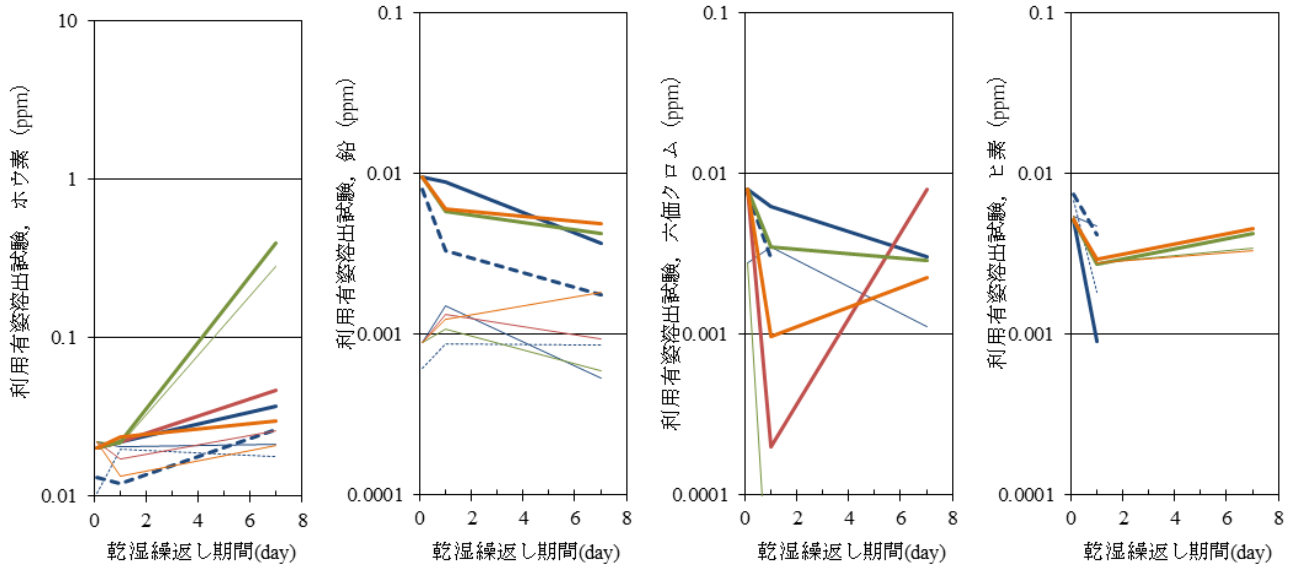


図-3 乾湿繰返し試験後に実施した利用有姿溶出試験結果

これらの試験の溶媒は純水、NaCl-3 %水溶液、人工海水（ASTM D1141, Substitute Ocean Water）および模擬酸性雨（硫酸：硝酸=2:1mass%換算，pH4.5）である．固液比は両試験ともに造粒固化体 500 g に対し溶媒 5 L である．また，溶媒作用時には 1 日に 30 分間，攪拌機を用いて 200 rpm で溶媒を攪拌した．

3. 実験結果と考察

図-1 は試料を促進試験に供する前に実施した利用有姿材料の溶出試験の結果である．図-1 より溶出成分ごとの特徴を見ると，ホウ素は BB の添加率，鉛と六価クロムは IA の添加率に影響を受ける傾向が認められる．ヒ素については明確な傾向は把握できなかった．これらの結果から，微量成分ごとに溶出量を抑制する要因は異なり，主灰に含まれる微量成分に応じて BB や IA の添加率を調整することが，適切な溶出量抑制の観点から重要であると言える．

図-2 および図-3 に促進試験後に実施した利用有姿溶出試験の結果を示す．本研究の範囲では，促進試験により組織が崩壊して溶出量が極端に大きくなる傾向は認められない．また，測定値の変動は大きいものの，概して溶出量の配合依存性は初期の状態からほぼ変化しないものと考えられる．測定値の変動の原因は，試験自体の測定誤差の他にも，微量成分の小塊が試験期間中に露出・溶出したことにもよると考えられる．なお，初期の溶出量が六価クロムについては明らかに経時的に溶出量が減少する傾向が確認された．また，促進試験の溶媒を人工海水としたときのホウ素の溶出量は増加傾向を示しているが，これは人工海水中のホウ素が造粒固化体に促進試験期間中に吸着し，それが溶出試験時に検出されたものであり，主灰に由来するのはごく微量であると考えられる．