

溶融スラグの化学的安全性試験について(第2報)

竹野 大志・赤澤 貴光・香月 幸一郎

Analysis of Molten Slag(Report No.2)

Taiji TAKENO, Takamitsu AKAZAWA and Koichiro KATSUKI

Key Words: 溶融スラグ, 重金属類, 暴露試験

キーワード: molten slag, heavy metal, exposure test

はじめに

最終処分物の減容化, ダイオキシン類の発生抑制, 再資源化等を目的として, 一般廃棄物焼却施設の再編と溶融施設の整備が全国的に行われている。

当県においても, 一般廃棄物処理の広域化に伴い, 焼却施設が新設され, 溶融スラグの発生量が増加しつつある。これを機に溶融スラグは, 土木建築資材としての利用やコンクリート二次製品の骨材としての活用等の取り組みがなされている。

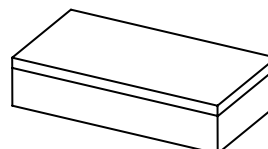
前報告では, 溶融スラグそのものの様々な溶出試験を行い, その安全性を確認したが, 今回はその追試験として, 溶融スラグと県内企業で開発された溶融スラグが配合されたインターロッキングブロック(以下ブロックと記す)を1年間環境中に暴露して, その雨水浸透水を分析することにより安全性についての調査を行ったので報告する。

試験検体

スラグの試験サンプルは, 前報と同じく一般廃棄物焼却施設の諫早市環境センターと南高南部衛生福祉組合, 下水道汚泥焼却施設である佐世保市下水処理場の3カ所で製造されたスラグを用いた。スラグは各事業所のストックヤードからサンプリングした。以下, 諫早スラグ, 南高スラグ, 佐世保スラグと記す。

インターロッキングブロックとは, ブロックの側面に隣接するブロックと噛み合う凸凹があり, 相互の強い噛み合いによって, 路面にかかる交通荷重を分散して路盤に伝達する構造的機能を有する舗装材である。製品は, 図1のように基層と表層の二層で構成されており, 厚さは通常60mmのものが製造されている。

今回試験に供したインターロッキングブロックの骨材組成について表1に示す。県内の企業で開発されているリサイクルブロックは, 砂の代替として溶融スラグを用いているものや廃陶器片を配合し, 廃棄物を有効利用したものがあ



表層部で層厚約1cmの耐摩耗性に優れたモルタル

基層部で細粒の粗骨材を用いたコンクリートであり表層と一体となっている

図1 インターロッキングブロックの構造

ブロックAは, 溶融スラグや廃陶器片のリサイクル材を用いていない製品である。試験の対照区として設定した。

ブロックBは, 表層にスラグと廃陶器片を配合した製品で, 骨材全体に占めるスラグの割合は8%である。

ブロックCは, 表層の骨材配合割合は, ブロックBと同じであるが, 基層の40%に廃陶器片を用いている。ブロックBとCのスラグは, 共に佐世保スラグを用いている。

ブロックDとEは, 基層骨材の20%にスラグを用いている製品である。ブロックDには諫早スラグを用い, ブロックEは南高スラグを用いて製造されたものである。

ブロックFは, 基層骨材を全てリサイクル材に置き換えて試作したものであり佐世保スラグと廃ガラス片を用いたものである。

試験方法

試験は, $62\text{cm}^{\text{W}} \times 41\text{cm}^{\text{L}} \times 22\text{cm}^{\text{D}}$ のポリエチレンラックにスラグをそれぞれ30kgとブロックを12個敷き詰めて行った。スラグの対照として海砂を敷き詰めた区を設け, フィールドブランクとして何も敷き詰めない区も設けた。ブロックの大きさは, それぞれ $20\text{cm}^{\text{W}} \times 10\text{cm}^{\text{L}} \times 6\text{cm}^{\text{D}}$ であり, 図2の様に隙間無く敷き詰めた。

試験期間は2002年8月から2003年7月までの1年間で, 当研究所屋上において, スラグやブロックを通過した雨水を1ヶ月毎に採取した。

表1 インターロッキングブロックの骨材組成

	基層骨材(配合体積割合%)						表層骨材(配合体積割合%)				骨材全体に対する体積割合(%)			
	粗骨材		細骨材	リサイクル材			珪砂		リサイクル材		リサイクル材			使用スラグ
	6号	7号	海砂	スラグ	廃陶器片	廃ガラス	3mm	細砂	スラグ	廃陶器片	スラグ	廃陶器片	廃ガラス	
ブロックA	33	22	45				95	5			0	0	0	なし
ブロックB	33	22	45				18		45	37	8	6	0	佐世保
ブロックC	35	25			40		18		45	37	8	40	0	佐世保
ブロックD	32	48		20			95	5			17	0	0	諫早
ブロックE	32	48		20			95	5			17	0	0	南高
ブロックF				50		50	95	5			42	0	42	佐世保

*使用骨材に対する体積割合

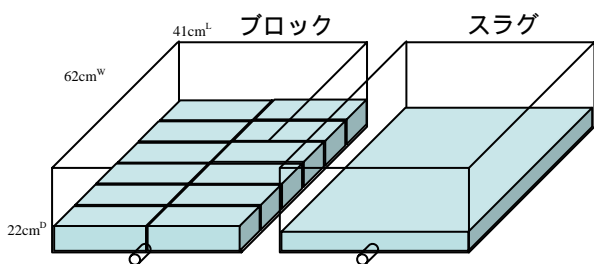


図2 試験区の概略図

試料はる過後に pH,電気伝導度(EC),イオン成分,カドミウム,鉛,六価クロム,砒素,総水銀,セレンの6項目の重金属について分析を行った。pH,ECはガラス電極法,イオン成分はイオンクロマトグラフ,重金属類については,ICP/MSを用いて測定を行った。

ただし,ブロックFの2から4月の試料と海砂,ブロックA,ブロックBの3月と4月の試料は,ラックの転倒等でサンプリングできなかった。

調査結果

(1) pH

図3に調査期間におけるフィールドブランク,海砂,諫早スラグ,南高スラグ,佐世保スラグの浸透水のpHと参考として雨水の平均pH値を示した。

諫早スラグ,南高スラグ,佐世保スラグの試料は,弱アルカリ性~アルカリ性の範囲で推移した。

ブロックA~Fの浸透水のpHの測定結果を図4に示した。ブロック試験区での浸透水のpHは,7.9~11.0のアルカリ性から強アルカリ性の範囲で推移した。いずれの試験区においても,雨水の平均pH値を上回っていた。

(2) EC

溶融スラグからの浸透水のEC測定結果を図5示す。いずれの試験区も,試験開始時が高い値となっており,概ね時間の経過とともに低下した。イオン分析を併せて行ったところ,塩素イオン濃度が高かったことから,海砂においては海水塩分の影響であると推測された。また,

スラグについては,3種のスラグは水砕方式で冷却されていることから冷却水にある塩素イオンが溶出したものと考えられた。最も高かったのは,開始時の8月の諫早スラグの410 μ s/cmであった。

図6にはブロック浸透水のEC測定結果を示す。スラグの場合と同じように試験開始後から時間の経過と共に低下している。最も高かった値は,8月のブロックAで550 μ s/cmであった。この高いEC値の原因は,イオン分析の結果から,カルシウムイオンが突出して高い濃度であったことからセメントに含まれるカルシウムが溶出したものと考えられた。

(3) 重金属類

重金属類は,旧厚生省から通知されている有効利用に関する指針値にあるカドミウム,鉛,六価クロム,砒素,総水銀,セレンの6項目について,浸透水の分析を毎月に行ったが,定量下限値以上検出されたのは,8月から11月まで,海砂の試験区において砒素が最大0.004ppm検出されたのみで,他は全て定量下限値以下であった。

まとめ

一般環境中へのスラグからの溶出を想定した今回の試験では,スラグとインターロッキングブロック共に無機塩類の溶出のため,暴露後数ヶ月の浸透水は高いpHとECで推移することが判った。

しかしながら,重金属類の値は1年間に渡る酸性雨の暴露があったのにも関わらず指針値を下回っていたことから,一般環境中においてもスラグは安全であることが確認できた。また,ブロックに含有されるスラグの配合割合による差も見られなかった。

長崎県においては,平成15年12月に「長崎県溶融スラグ有効利用指針」が定められたことから,今後,溶融スラグの土木建築資材としての利活用が進むことに期待したい。

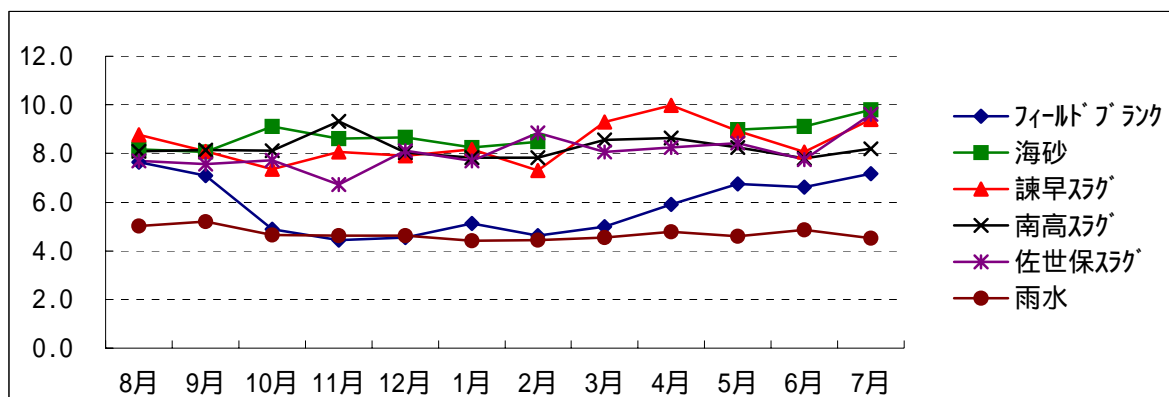


図3 溶融スラグからの浸透水のpH測定結果

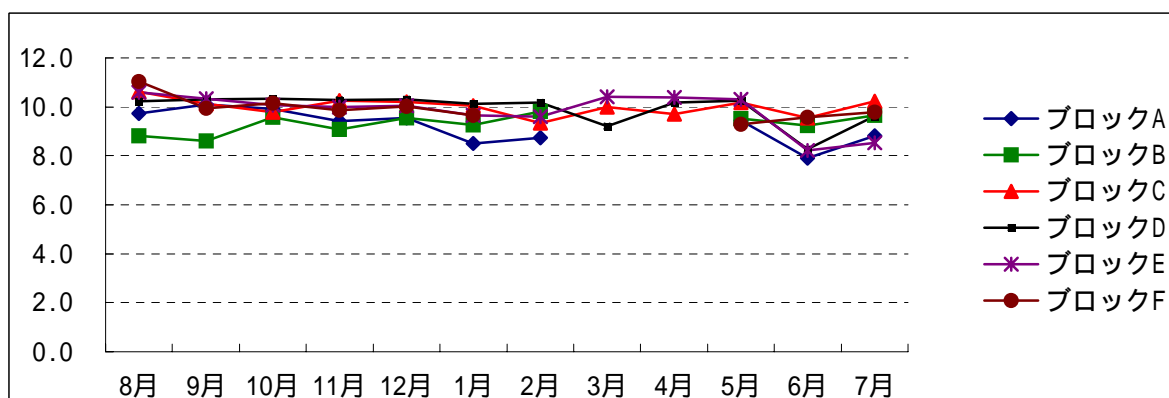


図4 インターロッキングブロックからの浸透水のpH測定結果

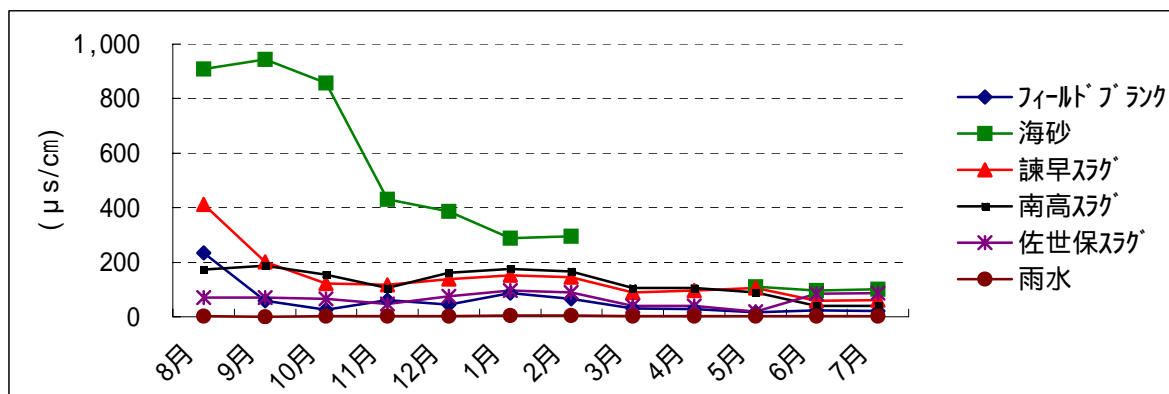


図5 溶融スラグからの浸透水のEC測定結果

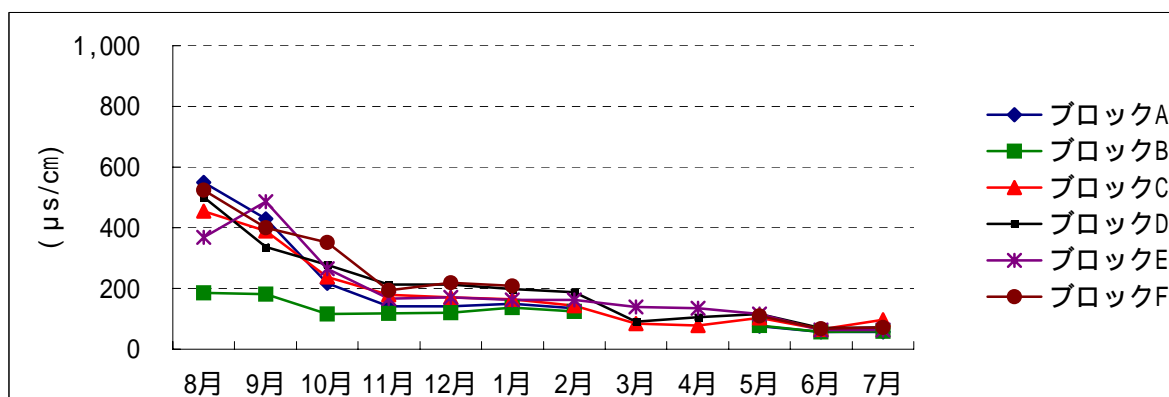


図6 インターロッキングブロックからの浸透水のEC測定結果