

スラグ路盤材の金属イオン等の溶出性

大阪市立大学工学部 学生員○樋口みち代
正 員 貫上 佳則
正 員 山田 優

1. 目的

本研究は、最近、路盤材としての利用が望まれている鉄鋼スラグならびに下水汚泥の高温熔融スラグの金属イオン等の溶出性について検討したものである。これまでもスラグに対する溶出試験は行われ、重金属類に対する安全性は確認されてきたが、環境庁告示による方法で溶出試験を行うと、溶媒のpHが大きくアルカリ側に傾いてしまい、最初に設定したpHを維持できず、溶出傾向を正確につかめないのではないかという疑問がある。本研究ではこの点を考慮して、溶出試験に用いる溶媒のpHを振とう中一定に保つ工夫を行った。さらに、鉄鋼スラグや下水汚泥スラグを路盤材として利用した場合に考えられる長時間水浸後の溶出性の変化についても検討した。なお、溶出試験に当たっては、重金属などの環境に対する安全性のみならず、スラグの水硬性に関連する元素にも注目した。

2. 実験方法

表1に示すスラグまたは焼却灰について、溶媒濃度の管理方法が異なる以下の3通りの方法で実験を行った。

①環境庁告示の方法（RUN-1）

溶媒の初期pHを塩酸あるいは、水酸化ナトリウム溶液を用いて調整した。

②振とう中、pHが一定となるように緩衝溶液を用いて溶媒の管理を行い、その他は環境庁告示に準じた方法（RUN-2）

③振とう中、pHが一定となるように緩衝溶液を用いて溶媒の管理を行い、さらに、途中で溶媒の入れ替えを行う方法（RUN-3）

以上②、③については、表2に示す緩衝溶液を用いた。

ただし、pH12では水酸化ナトリウム溶液を用いて調整した。

スラグまたは焼却灰は、粒径5mm以下のものは有姿のまま採取し、その他のものについては粉碎した後ふるいにかけ、粒径0.5mm以上5mm以下となるように調整した。これらの調整を行った後、そのまま、あるいは、80℃で1週間および4週間水浸して溶出試験の試料とした。試料を溶媒中で振とうした後、得られた上澄水の各元素の溶出量を、ICP発光分光分析装置により分析した。分析した元素は以下のとおりである。

- a) 水硬性に関与すると思われるもの：Ca, Si, Al, Mg, Fe
- b) 環境基準等に定められるもの：Mn, Zn, Cu, Pb, As, Cd, Cr
- c) 黄濁水・温泉臭が問題となるもの：S

3. 実験結果と考察

図1～4に試料A、C-1、E-1、E-2のRUN-2の実験結果を、表4にRUN-1、RUN-2、およびRUN-3の溶出量比較を示す。

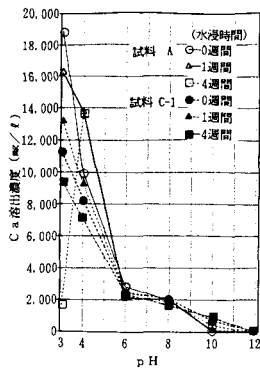
Michiyo HIGUCHI, Yoshinori KANJO, Masaru YAMADA

表1 試料としたスラグの種類とその記号

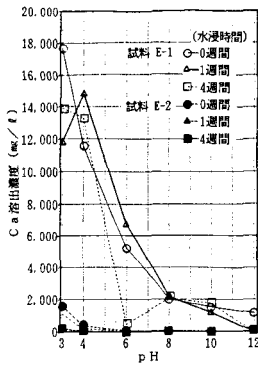
製鋼会社	スラグの種類	記号
A 社	電気炉スラグ路盤材	A
B 社	電気炉スラグ路盤材	B
C 社	高炉スラグ路盤材 HMS-25	C-1
	複合スラグ路盤材 HMS-25	C-2
D 社	電気炉スラグ路盤材 HMS-25	D-1
	CS-40	D-2
E 社	下水汚泥焼却灰 E-1の高温熔融スラグ	E-1
		E-2
F 社	下水汚泥焼却灰 F-1の高温熔融スラグ	F-1
		F-2

表2 実験に用いる緩衝溶液

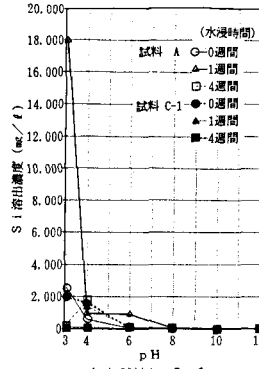
設定pH	塩とモル濃度	酸またはアルカリとモル濃度
3.0		
4.0	酢酸ナトリウム 2mol/l	酢酸 2mol/l
6.0		
8.0	塩化アンモニウム 1mol/l	アンモニア 1mol/l
10.0		



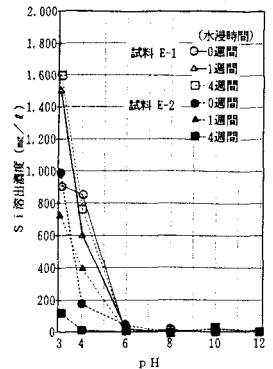
(a) 試料 A. C-1



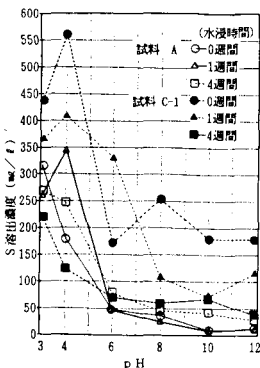
(b) 試料 E-1, E-2



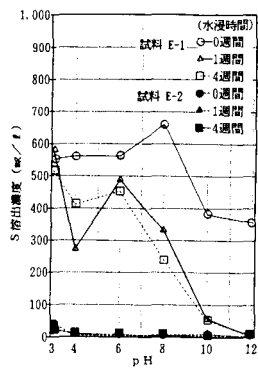
(a) 試料 A. C-1



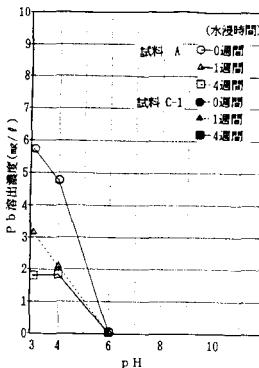
(b) 試料 E-1, E-2



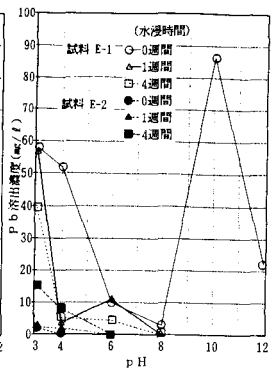
(a) 試料 A. C-1



(b) 試料 E-1, E-2



(a) 試料 A. C-1



(b) 試料 E-1, E-2

図3 S溶出濃度

図4 Pb溶出濃度

① pHの影響について

図1～4から、すべての元素でpHが低いと溶出量が多く、pHが上がるにつれて溶出量は減少していくが、Siでは、アルカリ側でわずかに増加する傾向もみられた。

② 水浸の影響について

図1～4から、試料によって水浸時間が長くなるほど溶出量が増加するものと、逆に減少するものがあり、Ca、Si、Alなどは、その溶出性と水硬性の発現との関連を示すと思われる結果が得られた。

③ 緩衝溶液を用いて溶媒濃度を一定に保つことの効果

図1～4から、環境庁告示の試験方法は、緩衝溶液を用いた実験に比べて溶出量が少ない。本実験に用いた溶媒のように高濃度の酢酸やアンモニアが、自然界に存在するとは考えにくい。現行の試験方法で溶出していない元素が、緩衝溶液を用いた実験では溶出していることから、現行の試験方法の見直しが必要といえる。

④ 溶媒の入れ替えを行うことの効果

表3から、RUN-2と比較して同一試料でも元素により溶出量の多いものと、少ないものがあり、正確な溶出傾向をつかむためにはさらに実験回数を増やす必要があると思われる。

⑤ 下水汚泥焼却灰のslag化による溶出性の変化

図1～4(b)から、下水汚泥焼却灰をslag化することにより、金属イオン等の溶出が減少することが確認された。

表3 実験方法の違いによる溶出量の比較

(単位: mg/kg)

試料	pH	Ca	Si	S	Pb
RUN-1	A	40.1	2.51	5.38	ND
	C-1	69.1	19.4	263	ND
	4	90.1	2.90	181	ND
	C-2	60.1	2.76	42.0	ND
	4	152	0.96	43.2	ND
	E-2	26.7	4.34	2.06	ND
RUN-2	4	13.2	0.94	2.46	ND
	A	4.78×10^3	288	86.4	2.28
	C-1	5.42×10^3	936	210	ND
	4	3.98×10^3	778	269	ND
	C-2	7.24×10^3	634	143	ND
	4	5.23×10^3	337	118	ND
RUN-3	E-2	782	474	19.2	0.96
	4	180	82.6	2.77	ND
	A	1.54×10^4	298	11.6	0.25
	C-1	932	296	37.8	ND
	4	479	135	30.4	ND
	C-2	1.01×10^3	282	32.4	ND
	4	1.56×10^3	269	15.8	ND
	E-2	147	108	4.84	0.02
	4	90.5	53.2	3.89	0.05