

重金属類のセメントの硬化性に対する影響について

愛知工業大学 正員 森野金二
(有) キラックス ○ 松本倫寿

(1) まえがき

筆者らは、珪砂洗淨廃泥(キラ)をシリカ源としたオートクレーブ硬化体中に重金属類が固着されないだろうかと、試案を用いて検討してきた。溶出・強度共に、かなりの種類の重金属に有効であった。特に鉄化合物にはオートクレーブ養生の有効性が顕著であった。

重金属類にはセメントの硬化性に悪影響を及ぼすものがあり、まず最初にこの点が問題となる。これには極微量で影響するものもあり、産業廃棄物のように種々雑多な金属類が混入する場合に特に注意が必要となる。今回は主にPbとZnの化合物数点について、セメントの凝結に対する影響及び各種配合における強度に対する影響を詳細に検討した。

(2) 実験方法

材料：セメント(C)：普通ポルトランドセメントを使用した。

珪砂洗淨廃泥(M)：瀬戸市の珪砂工場のもので、 SiO_2 含有90±3%、ブレン値 $1000 \pm 200 \text{ cm}^2/\text{g}$ 。

重金属試薬(M)：市販試薬一級品を使用した。(PbO, PbO₂, PbO₄, PbCO₃, PbSO₄, ZnO, ZnS, Zn₂SiO₄, H₂BO₃)

産業廃棄物(M)：クロムメッキスラッジと陶磁器上陰乾スラッジ(上陰乾廃液を蒸発乾固したもの)で、その化学成分を表-1、表-2に各々示した。

配合：各図表に示す。

養生条件：成形後1~5日間室内放置(打込み面をビニールで覆った)して脱型したが、脱型強度のないものは、オートクレーブ養生では型枠の上面に鉄板を載せ型枠付きのまま、常温養生では上面にグリスを塗り脱型強度発現後、脱型・水中浸漬して養生した。オートクレーブ養生条件は上掲の時間、180℃維持5時間、下降は自然放熱で約15時間である。

強度試験：供試体寸法は4×4×16cmとした。

溶出試験：環境庁告示13号(542)、同64号(549)及びJIS K 0102に準拠した。

凝結試験：JIS R 5201 セメントの物理試験方法に準拠した。

偽凝結の試験：プレバッドコンクリートの流下試験装置(プロート)を使用。試料は1300ccをポート内に入れ、3分間静置後流下させた。

(3) 実験結果及び考察

① 重金属含有産業廃棄物添加の強度・溶出試験結果を表-3に示す。

上陰乾スラッジ添加では脱型強度を得るのに、%0.1, 0.2で8日、同0.3, 0.4で11日、同0.5では12日を要した。スラッジ中のPbとBの影響と思われる。クロムメッキスラッジの低強度は%0.1のため、これはスラッジの含水量が400%と大きいことに起因する。溶出量は双方とも埋立て基準値以下である。

② %0.1配合の試案添加による強度試験結果を表-4に示す。

表-1 クロムメッキスラッジの成分(%)

Cr	Fe	Pb	Na	K	F
235	21.5	146	704	346	121

表-2 上陰乾スラッジの成分(%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	PbO	ZnO	B ₂ O ₃
28	3	7	2	0.2	50	0.5	8

表-3 産業廃棄物添加強度溶出試験結果

スラッジ配合	強度 MPa	溶出 Pb	溶出 B
5C/M/C	19	95	0.00
10C/M/C	19	95	0.00
15C/M/C	19	95	0.00
20C/M/C	19	95	0.00
25C/M/C	19	95	0.00
30C/M/C	19	95	0.00
35C/M/C	19	95	0.00
40C/M/C	19	95	0.00
45C/M/C	19	95	0.00
50C/M/C	19	95	0.00

表-4 強度試驗結果 $M/C = 0.1$

S.C.W = 3.3 : 1.33										S.C.W = 1 : 0.55										S.C.W = 0.3 : 0.35										S.C.W = 0 : 0.35									
溶和物	①	②		③		①	②		③		①	②		③		①	②		③		①	②		③															
		不 ₂	常 ₂	不 ₂	常 ₂		不 ₂	常 ₂	不 ₂	常 ₂		不 ₂	常 ₂	不 ₂	常 ₂		不 ₂	常 ₂	不 ₂	常 ₂		不 ₂	常 ₂	不 ₂	常 ₂	不 ₂	常 ₂												
PbO	3	X	X ₂₇	439	165	1.10	1.45	1	X	—	677	—	1.07	—	1	X	X ₄	498	942	0.68	1.12	5	0	0	446	793	0.78	1.05											
PbO ₂	3	0	0	382	116	1.07	1.13	1	0	—	741	—	1.01	—	1	0	0	829	731	1.13	1.08	5	0	0	574	675	1.00	0.96											
Pb ₃ O ₄	3	0	0	389	114	1.09	1.11	1	X	—	774	—	1.18	—	1	X	X ₄	453	780	0.99	1.04	5	0	0	550	774	0.96	1.10											
PbCO ₃	3	0	0	427	116	1.20	1.13	1	X	—	727	—	1.11	—	1	0	0	818	778	1.11	1.15	5	0	0	585	694	1.02	0.98											
PbSO ₄	1	X	—	298	—	0.90	—	1	X	—	539	—	0.92	—	1	X	X ₂₇	615	710	0.82	0.95	5	X	—	283	—	0.90	—											
ZnO	3	X	X ₂₇	0	0	0	0	1	X	—	380	—	0.58	—	1	X	X ₂₇	538	535	0.60	0.71	5	0	0	280	11	0.49	0.02											
ZnS	3	0	0	384	110	1.08	1.07	1	0	—	779	—	1.06	—	1	0	0	856	856	1.17	1.26	5	0	0	600	729	1.04	1.03											
Zn ₃ O ₄	1	X	—	0	—	0	—	1	X	—	260	—	0.40	—	1	X	0	346	4	0.47	0.01	5	0	0	6	0	0.01	—											

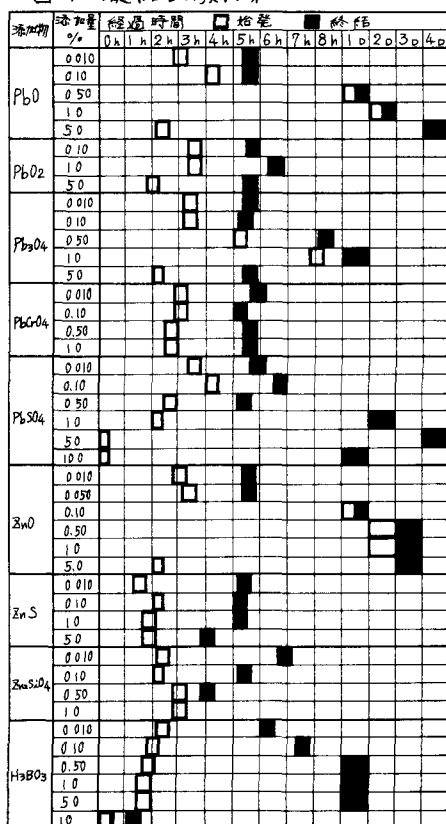
① 成形から脱皮までの
日数
② 養生中の形態
　　オートフーア?養生
　　× 脱皮して養生
　　× 型枠付で養生
　　常温養生
　　× 脱皮して直に水中
　　× 脱皮後残骨がぶつ
　　て型枠中で養生し、後
　　に水中で養生。数字は
　　型枠中での日数
③ 無添加強度に対す
る強度比。強度と強度
比は無添加の場合が
最もよいに例している。

表-5 ZnO添加による
1週、4週強度

W/C	M/C %	54度熟料		50度熟料	
		1W	4W	1W	4W
0.3	0	552	749		
	0.010	641	836	0.98	1.07
	0.030	711	853	1.09	1.07
	0.10	654	848	1.00	1.12
	0.50	586	746	0.90	1.00
	1.0	488	714	0.75	0.89
	2.0	444	715	0.58	0.89

配合	求平均	添加量 %	添加时间 min	0.141 3
W/C+M 0.4	P/L	0	10	0
		0.10	10	0
		1.0	12	0
		5.0	37	1/3
	P/S-0.6	10	0	全量
		0.10	10	0
		1.0	10	0
		5.0	38	1/3
	P/S-0.4	10	0	全量
		0.1	10	0
		1.0	11	0
		5.0	60	2/3

圖-1 凝結試驗結果



④ 偽凝結の試験結果を表-6に示す。

今回検討した Pb が Zn の化合物中、 PbO_2 と Zn^{2+} はセメントの硬化性を何ら阻害しない。