

新潟大学 正会員 ○ 米 山 絃 一
日立金属(株) 藤 井 恒 彌

1. ま え が き

現在「有害な産業廃棄物に係る判定基準」(総理府令)に適合しないものでコンクリート固型化が義務付けられているものについては「有害な廃棄物の固型化に関する基準」(環境庁告示昭和52年3月15日から適用)に従うことが義務付けられている。しかしながら多量の有害物を含有する廃棄物の場合や、セメント使用量、固型化強度、等が単に基準を満足しているだけで固型化処理が不適切な場合には、時の経過に伴って漸次固型化物から有害物質が溶出する危険性がある。一方鈴木静夫博士によれば重クロム酸と塩化バリウムとが反応すると不溶性の沈殿物である重クロム酸バリウムが生成するという。そこで本研究はまず煤塵をセメントで固型化する場合の強度と配合要因との関係を把握し、次に六価クロムを含む煤塵をセメントで固型化する場合の塩化バリウム添加によるクロム固定効果について実験的に検討したものである。

2. 実験方法

2・1 固型化強度試験 : 普通鋼を造る際に生じた煤塵に所定量の普通ポルトランドセメントと水を混合し、その混合物を $\phi 5\text{cm} \times 10\text{cm}$ の型枠に打設して供試体を作製した。材令4日でキャッピングを行いその翌日脱型して標準養生を行い、材令28日にて一軸圧縮強度試験(JIS A 1108)を実施した。

2・2 クロム溶出試験 : 特殊鋼を造る際に生じた六価クロム含有煤塵に所定量の普通ポルトランドセメント、水、および添加材として塩化バリウム($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 純正一級試薬含量98.5%)を混合し、この混合物を $\phi 5\text{cm} \times 10\text{cm}$ の型枠に打設して供試体を作製した。所定養生後、材令35日にて一軸圧縮強度試験を実施したのち供試体を粉碎し、 $0.6\text{mm} \sim 1.2\text{mm}$ の粒径分を溶出試験用試料とした。溶出試験は「産業廃棄物に含まれる有害物質の検定方法」(環境庁告示)に準じて行った。ただし試料液作製時の溶媒には上水道水のイオン交換水を用い、原子吸光度法で全クロムの溶出検定を行った。なお水中養生を行った供試体については、養生期間中に養生水へ溶出した全クロムの溶出量も測定した。

3. 結果と考察

3・1 固型化強度と配合要因の関係 : 固型化材としてセメント用膨張材を用いて高含水汚泥を固型化する場合、その固型化強度(σ)は、汚泥の含水比(P)をパラメータとして含水比が定まれば、固型化材汚泥比(R)と(1)式のような関係にあることは既に報告した。

$$\sigma = a R^b \quad \text{----- (1)} \quad (a, b \text{ は実験定数})$$

固型化強度を固型化材汚泥比のみならず含水比をも組み入れた形で捕えることを検討した結果、これら三者の間にはおおよそ(2)式のような関係の存在することが判明した。(2)式はまた(3)、(4)のように表わし得る。

$$\sigma = a ((1/P + 1)R^2 + (1/P)(1/P + 1)R)^b \quad \text{----- (2)} \quad (a, b \text{ は実験定数})$$

$$\sigma = a ((M/W)^2(1 + D/M))^b \quad \text{----- (3)}$$

$$\sigma = a ((M/W)((M + D)/W))^b \quad \text{----- (4)}$$

(3)式は固型化強度が固型化材水比と固形物固型化材比によって決まることを、(4)式は固型化材水比と混合物の濃度によって決まることを意味している。図1は煤塵をセメントで固型化した場合の試験結果の一例であるが、圧縮強度5~130 Kg/cm^2 程度の場合、(3)式はかなり適用性のあることを示している。

固型化材による固型化機構が「脱水固型化」であろうと「直接固型化」であろうと、また載荷方法がひずみ制御であろうと応力制御であろうと、(4)式に代表される上記の考え方は妥当なものと思われる。

3・2 塩化バリウム添加によるクロム固定 : 六価クロムを含む排水等を安定処理する場合、一般には薬

前沈澱法による三価還元方法が用いられるが、沈澱した無害な三価クロムが場合によっては六価クロムに酸化する恐れがある。還元した三価クロムをセメントで封じ込めることはより安全な処理方法であろうが経済的負担が二重になる。六価クロムを含む汚泥や煤塵をセメントで固化する場合、塩化バリウムを添加して安定な不溶性の強い沈澱物である重クロム酸バリウムとし、クロムを六価のままですべてコンクリート内に封じ込める方法も考えられる。(5)式はこの考え方の根拠となる反応式である。



図2は六価クロムを含む煤塵をセメントで固型化した供試体の溶出率に及ぼす塩化バリウム添加量の影響を示した一例であるが、この図から次のことが言える。(i)水中養生、密封養生いずれにおいても塩化バリウムの添加量の増大に伴って溶出率は減少する。(ii)水中養生の場合の溶出率は養生期間中に養生水へ溶出した分を加え合せてもなおかつ密封養生の場合よりも小さい。(iii)塩化バリウム無添加の場合の溶出率の1/2以下の溶出率を得るためには、(5)式から化学的に必要とされる量以上の塩化バリウムを用いなければならぬ。(iv)(5)式の反応を効果的にするため、前処理として煤塵、塩化バリウム、および水を予め混合し、数日後この混合物にセメントを混合しても、明瞭な溶出率低減効果は認められない。(v)セメント中のSO₃成分とBaCl₂とが反応して不溶性の硫酸バリウム等が生じ、(5)式の反応を阻害するような現象は明瞭でない。

塩化バリウムを添加すると(5)式の反応に見られる如く重クロム酸バリウムと共に塩酸も生成するため、これによるコンクリート固化強度への悪影響が心配される。このため塩化バリウムの添加量が圧縮強度に及ぼす影響を調べたところ、次のような結果を得た。(i)添加量がセメント重量の3%程度以下では無添加の場合よりも幾分強度が大きくなる。

(ii)5%程度添加しても著しい強度低下は認められない。

4. あとがき

汚泥や煤塵を固化材で効果的に固型化する場合に有用となる固化強度と配合要因との関係を把握できた。また六価クロムを含む煤塵をセメントで固型化する際に、塩化バリウムを添加することは六価クロムの溶出を低減させる上で極めて有効であることが実証できた。この塩化バリウム添加による固型化処理方法は合法的かつ経済的と考えられるので、今後は配合、材令、等の相違が六価クロム固定に及ぼす影響について検討を行う。

参考文献

- 1) 土木学会第31回年次学術講演会講演概要集 V-185 昭和51年
- 2) 内川 浩 セメントによる廃棄物、汚泥中の有害物質の固定 セラミックス 12(1977) No.2

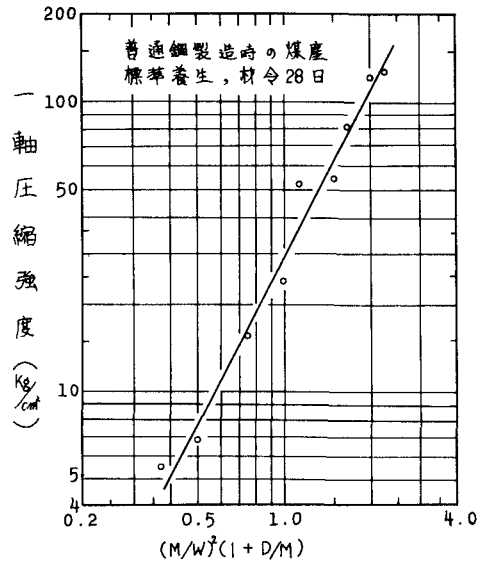


図1

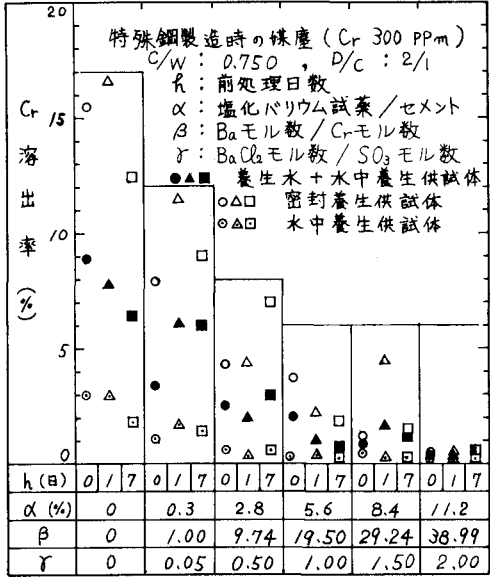


図2