

## やさしい灰溶融入門

### 第 4 話 含有試験と当面の対策(その 1)

今月 12 日に安倍首相が突然辞任を表明した。ここ数日の言動には、覇気が全く感じられず、あの所信表明演説にしても、その後の答弁等の涙目にしても、燃えつき症候群※1 (burnout-syndrome: 職務に没頭していた人が、大きなストレスに継続的に曝されると意欲を無くして、ある日「ぷつつん」してしまう症状であり、外因性のうつ病の一種と説明される。)ではないかと思われる。もしも、そうだとすれば「それは神経じゃないか。」ということで神経内科を受診することが好ましい。

國分康孝氏※2は、燃えつきないために、「〇〇にならねばならぬ。」(マスト must) から、「〇〇したい。」(ウォント want) へ、あるいは、「どうしても necessary。」に考え方を変えること。さらに、出来れば「〇〇であるにこしたことはない (preferable)」へと思いの焦点をシフトし強迫的な思考パターンを捨てることで、ねばならぬ主義から自分を解放するためのコーピングスキル(coping skill 平たく言えばハウツー)を説いている。※3

テロ対策特別措置法ではないが、周囲の人達から給油が必要だったのは、インド洋での米艦船よりも安倍首相ではないかと思われる。50 歳を過ぎてからは、普通にやっても出来ないことは出来ない、頑張らない主義を実践(ただ怠け癖がついているだけか?)しているこの頃である。

中防灰溶融施設の課題について、休日を利用してこの入門シリーズを書いているのは、今までの経験+趣味+αの範囲である。もし、当事者だったら燃えつき症候群で、「ぷつつん」しているかも知れない。

※1 「持続的な職務上ストレスに起因する衰弱状態により、意欲喪失と情緒荒廃、疾病に対する抵抗力の低下、対人関係の親密さ減弱、人生に対する慢性的不満と悲観、職務上能率低下と職務怠慢をもたらす症候群。」ハーバート・フロイデンバーガー(Herbert J. Freudenberger)の定義による。

※2 昭和 5 年 鹿児島県生まれ。東京教育大学卒業 哲学博士 著書「カウセンリングの理論」、「エンカウンター」、「教師の自信」、「<自己発見>の心理学」等がある。

※3 人間関係がラクになる心理学 PHP 文庫

## 1. JIS K 0058-2 : 2005 スラグ類の化学物質試験方法—第2部：含有量試験方法から簡単に解説する。

この試験方法で、含有量は「試料中に含まれている成分のうち、1 mol / l 塩酸で抽出可能な量。」と定義されている。まず、1 mol / l 塩酸の意味が理解できない方も多いかと思うので、簡単に言うと、濃度が1モル（この塩酸溶液は1リットル中に36.454 gの塩化水素を含む。w/v%では約3.6%となる。）の塩酸溶液の意味である。この塩酸に溶け出した量から含有量を計算することになっている。

次に試験方法の概要をそのまま掲載する。

### 『 4. 試験方法の概要

利用有姿の状態で採取した試料(1)を粗砕し、溶媒に対する試料の質量体積比が3%となるように1 mol / l 塩酸などの溶媒を加えて、毎分約200回で2時間振とうして検液を調製する。この検液中の化学物質の濃度を測定し、試料中の含有量を求める。

注(1) 成型体の場合、コンクリートなど混合して成型した製品、又は日常の品質管理、強度試験などに使用する供試体を用いる。』

「利用有姿」とは、水砕スラグをコンクリート骨材として、使用するときの状態のことである。「粗砕」とは、2 mmの目開きのふるいをすべて通過する程度に砕くことである。水砕スラグの場合、大部分は、このふるいを通過するはずである。

試験をするサンプル量やその後の試験方法について、清掃一組の水砕スラグを念頭に6価クロムとシアン以外の試験方法を具体的かつ平たく書くと次のとおりである。

- ① 湿ったままの水砕スラグ30 gを1.5リットル以上の容器に入れる。
- ② 3.6w/v%の濃度の塩酸1リットルを容器に入れる。（これで、スラグと塩酸溶液の質量体積比が3%となる。）
- ③ 容器をシェーカー（振とう機）にかけ、振とう幅4～5 cmで、2時間振り続ける。
- ④ （必要に応じて、毎分300回転で20分間遠心分離して・・・しっかりスラグになっていれば、たぶんこれは不要）上澄みを有効径0.45 μ mのメンブレンフィルターで濾過する。
- ⑤ こうしてできた液体（これを検液という）をJIS K0102 工場排水試験法によって分析する。

○付き文字①～⑥はWORDの自動連番機能によっている。しかし、便利は不便、不便は便利である。うっとうしい(鬱陶しい:ものがかぶさるようで重苦しい。じゃまになって、うるさい。)ので、この連番機能を今OFFにしたところである。

続いて、結果の表記方法をそのまま掲載すると次のとおりである。

#### 『 9. 結果の報告

結果は、別途測定した水分量から求めた乾燥質量1 kg に含まれる量 (mg/kg) として表示し、用いた分析方法を明記する。水分の測定は、JIS K 0068 7. (乾燥減量法) に準じた方法で行う。』

これでは分かりにくいので、仮に水砕スラグの水分が 10%、前ページの⑤の結果、検液の鉛の濃度を 3 mg/ℓとして、この JIS で定義される含有量を計算する。

$$\frac{3 \text{ [mg/ℓ]} \times 1 \text{ [ℓ]}}{\{(30 \text{ [g]} \times (100-10) / 100) / 1000\} \text{ [kg/g]}} = 111 \text{ [mg/kg]}$$

約 110mg/kg であり、鉛の含有量基準の 150 mg/kg 以下で、この場合基準をクリアしている。しかし、もともと灰溶融は重金属の封じ込めを大きな目標の 1 つとして始まったことを考慮すると、仮の数値であるが大き過ぎる数値である。プラントが適切に管理運営されていれば、この測定値は 1 桁でも良いと思われる。

ちなみに、清掃一組のホームページから、I、T、A、S 清掃工場のスラグの含有量試験結果の鉛の含有量の平均値は 22mg/kg である。(平成 19 年 9 月 15 日現在、10mg/kg 未満は 10mg/kg として計算、<http://tokyo23.seisou.or.jp/suragu/suragu02.htm> )

これまで、「JIS K 0058-2 : 2005 スラグ類の化学物質試験方法—第 2 部 : 含有量試験方法」の解説をしてきたが、ここで規定されている含有量とは、スラグに含まれる各成分をパーセンテージで表現したものではなく、この JIS で規定した条件のもと 1 mol / ℓ の塩酸溶液に溶け出す量を測定し mg/kg という単位で示す方法であることが分かる。

含有試験方法と名称であるが、むしろオランダの公定溶出試験法 アベイラビリティ試験 (NEN 7341)※4 に近い方法と言うことができる。

※4 「溶出試験の現状とアベイラビリティ試験」 篠崎かおり ほか 平成 8 年度東京都清掃研究所研究報告第 26 号 を簡単に紹介する。詳しくは報告書を参照願いたい。

試料粒径 125 μ m 以下に調製、溶媒 脱イオン水及び硝酸、pH 4 及び 7 に固定、試料 16g、液固比 100、抽出容器 ビーカー、抽出方法 スターラー、抽出時間 3 時間、固液分離法 0.45 μ m メンブランフィルターろ過。

この方法は、廃棄物が過酷な状況にさらされた時に溶出する可能性のある量を測定する方法であり、自然環境条件のもとでの全溶出量の推定ができるとされている。

## 2. 当面の対策（その1）・・・最も簡単な方法 エージング

焼却灰等に含まれる重金属類を最も簡便に固定化できる方法といえば、エージングを挙げることができる。これについて、篠崎かおり ほか「エージングによる焼却灰の改質について」平成9年度東京都清掃研究所研究報告 第27号 pp97-100 の要旨を紹介しておきたい。

『簡易な処理により、焼却灰から重金属類の溶出を抑制する方法の一つとして、焼却灰に適度に水分を与え静置（エージング）し、時間の経過に伴って重金属類の溶出を減少させることを試みた。その結果、鉛、銅、鉄、亜鉛については、時間の経過とともに溶出濃度が減少し、アルミニウムについては増加した。特に鉛の溶出濃度と静置時間の間に相関関係があり、静置時間と鉛の溶出濃度の逆数では、直線的な関係が得られた。これにより、鉛のエージング反応は二分子反応と考えられる。また、 $\text{CO}_3^{2-}$ との錯形成反応平衡定数が大きい金属ほど $\text{CO}_3^{2-}$ との反応が短期間で安定化するため、短い静置期間で溶出濃度が一定になることが分かった。』

ただ、置いておくだけで、重金属類が安定化してくれれば大変簡便である。オランダでもこのエージングによる焼却灰の安定化が採用されている。しかし、時々溶出基準をクリアできないことが報告されている。同じ空気中の0.04%の $\text{CO}_2$ を利用するにもかかわらず清掃研究所の実験では焼却灰が安定化し、オランダの実施設では安定化できないのはなぜか。理由は簡単で、清掃研究所の実験は、10リットル程度のバットに数cmの高さに焼却灰を入れ、かつ週に一回攪拌（空気との接触を図るための天地返し）を実施していたためである。

報告では、オランダは数mの高さに焼却灰を積み上げて、エージングをしている。それだけでは空気との積極的な接触が少なく、積み置きした山全体を安定化するには長時間を要することになり、実用性に欠けるところがある。また、塩酸で溶かす方式の含有試験では、炭酸塩が塩酸によって、すぐに分解するため効果はあまり期待できない。



清掃研究所の実験結果を見て、オランダでこの方法を採用した訳ではないのは当然であるが、ここでは、技術屋の間でよく言われるフレーズを紹介したい。

『1メートル角の冷(や)奴はできない。』

自重で崩れるからである。相似則が成り立たないほどに、大きく又は小さくスケールを変えるには、その質や技術を変える必要がある。T衛生組合の灰溶融炉は処理能力 25t/日・炉のD特殊鋼のアーク方式であるが、傾動装置もあり、コンパクトで良くできている。一方、O清掃工場は、同じくD特殊鋼の処理能力 144t/日・炉(環境局届出値)の灰溶融炉であるが、性能的には今一つである。灰溶融炉の適正な規模はこの中間にありそうである。

以上

次回の予定 当面の対策(その2)