

## 鋳型製造工場においてRCS焼成時に発生する臭気原因物質の濃度測定

1



公益財団法人島根県環境保健公社  
環境調査課 中田 武

## まえがき

・作業環境測定の現場においては、対象となる「粉じん」、「有機溶剤」、「特定化学物質」、「騒音」の他にも、「現場の頭上を通過するホイスト」、「鋳物の研磨作業時に発生する火粉」などのあらゆる危険物がある。

2

・その危険物については、事前に情報のあるもの、現場で目視できるものもあれば、**副生成物のように事後に情報の入ってくるものもある。**

## 測定の背景－1

・鋳型製造工場での作業環境測定(粉じん)の測定中、作業場内及びその周辺にて臭気が認められた。

3

・工場の衛生担当者や現場作業者の方々だけでなく、私たち測定者も、臭気を気にしていた。

## 測定の背景－2

・鋳型製造に用いる骨材にRCSが使用されており、RCSの焼成に伴い臭気物質が副生成物として発生していることが示唆された。

4

## RCS(Resin Coated Sand) とは

鑄造型法の1つである「シェルモールド法」に用いる樹脂被覆砂粒骨材(砂粒)に**フェノール樹脂**と**ヘキサメチレンテトラミン(ヘキサミン)**を被覆させたもの

※シェルモールド法

粘結剤を添加した鑄物砂を加熱した金型にかけ、熱硬化させた鑄型を用いる鑄造法。自動車部品などの大量生産品の鑄型を製作する場合に適している反面、粘結剤が加熱され臭気を発する欠点を持つ。

※フェノール樹脂

フェノールとホルムアルデヒドを原料とした熱硬化性樹脂の一つ。

※ヘキサメチレンテトラミン

4個の窒素原子がメチレンによってつながれた構造を持つ複素環化合物である。ヘキサミンとも呼ばれる。

## 臭気発生のプロセス

金型の加熱

RCSの投入・焼成

金型から鑄型の取り出し

鑄型に使われた樹脂に残存する**フェノール**の発生

「シェルモールド造型に係る技術・技能」より引用

RCSの投入・焼成の様子



熱分解による**フェノール・ホルムアルデヒド・アンモニア**の発生

金型から鑄型の取り出しの様子



## RCSの成分

| 製品名 | ケイ砂        | その他成分(酸化鉄等) | フェノール樹脂  | ヘキサメチレンテトラミン |
|-----|------------|-------------|----------|--------------|
| A   | 92.1~94.1% | 3~5%        | 1.8~2.8% | 0.4%未満       |
| B   | 92.8~94.8% | 2~4%        | 2.2~3.2% | 0.6%未満       |



RCS (イメージ)



RCS使用の様子

## RCSの有害性情報 (SDSより抜粋)

健康に対する有害性

- 眼に対する重篤な損傷/眼刺激性 **区分1**
- 発ガン性 **区分1**
- 特定標的臓器毒性(単回ばく露) **区分1(呼吸器系)**
- 特定標的臓器毒性(反復ばく露) **区分1(呼吸器系、腎臓、肺)**
- その他の項目(急性毒性など) → 「分類できない」もしくは「分類対象外」と記載

※「区分1」「分類できない」「分類対象外」とは…

その製品の内容物に則した危険有害性について、国連で採択された「GHS分類」に基づく表示であり…

- ・数字が小さい方が危険・有害性が高い。→ 区分1(危険)⇔区分4(比較的安全)
- ・「分類できない」→ 分類に有効なデータが無く、有害なのか安全なのか分からない。
- ・「分類対象外」→ この項目には無関係な製品。

## 臭気物質の有害性情報

○健康に対する有害性

|                    | フェノール                               | ホルムアルデヒド           | アンモニア              |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|
| 急性毒性(吸入：ガス)        | 分類対象外                               | 区分2                | 区分4                |
| 急性毒性(経口)           | 区分4                                 | 区分4                | 記載無し               |
| 急性毒性(経皮)           | 区分3                                 | 区分3                | 記載無し               |
| 皮膚腐食性・刺激性          | 区分1A-1C                             | 区分2                | 区分1                |
| 眼に対する重篤な損傷・眼刺激性    | 区分1                                 | 区分2A               | 区分1                |
| 呼吸器感受性             | 分類できない                              | 区分1                | 区分1                |
| 皮膚感受性              | 区分外                                 | 区分1                | 分類できない             |
| 発がん性               | 区分外                                 | 区分1A               | 記載無し               |
| 特定標的臓器・全身毒性(単回ばく露) | 区分1<br>(呼吸器、心血管系、腎臓、神経系)            | 区分1<br>(呼吸器、神経系)   | 区分1<br>(呼吸器、中枢神経系) |
| 特定標的臓器・全身毒性(反復ばく露) | 区分1<br>(呼吸器、肝臓、消化管、血液系、腎臓、膵臓、中枢神経系) | 区分1<br>(呼吸器、中枢神経系) | 区分1<br>(呼吸器)       |

※安全衛生情報センター「職場の安全サイト」等より引用

9

## 各臭気物質の基準

10

| 物質名      | 日本産業衛生学会<br>・許容濃度 | 労働安全衛生法<br>・管理濃度 |
|----------|-------------------|------------------|
| フェノール    | 5ppm              | 無し               |
| ホルムアルデヒド | 0.1ppm            | 0.1ppm           |
| アンモニア    | 25ppm             | 無し               |

## 各臭気物質の測定について

○測定…検知管法によるスクリーニングを実施

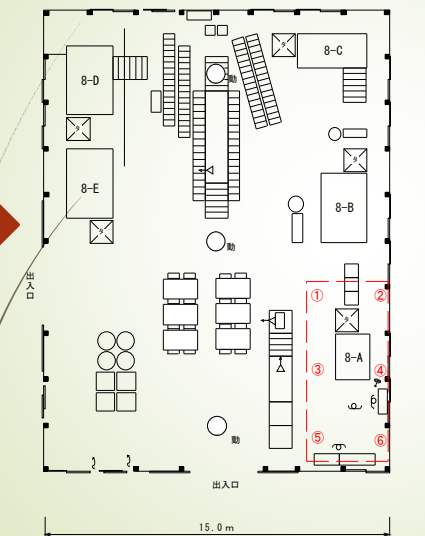
| 物質名      | 使用検知管<br>(ガステック検知管) | 測定範囲(ppm)           |
|----------|---------------------|---------------------|
| フェノール    | No.60               | 0.4~1 (※4回吸引)       |
|          |                     | 1~25 (※2回吸引)…基準回数   |
| ホルムアルデヒド | No.91               | 2~20 (※2回吸引)…基準回数   |
|          |                     | 20~50 (※1回吸引)       |
| アンモニア    | No.3L               | 0.5~1 (※2回吸引×1/2)   |
|          |                     | 1~30 (※1回吸引)…基準回数   |
|          |                     | 30~78 (※1/2回吸引×2.6) |

「ガステックHandbook Vol.7」より引用

11

## 測定場所-A (製品名Aを使用した鋳型製造機周辺)

12



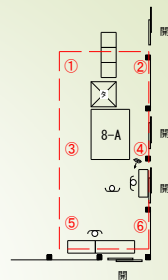
測定の様子





測定場所－Aの測定結果 (n=3)

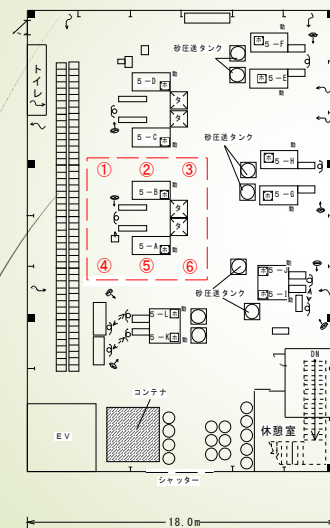
製品名:シェル鑄型－1(棒状)  
 1回あたりの使用量…製品A:1.3kg  
 加工条件…290℃、90秒  
 測定時の状況  
 マシン周辺の温度…30.7～39.1(℃)  
 マシン周辺の気流…0.1～2.6(m/s)  
 出入口・窓の開閉…ほぼ開放



13

| 測定点 | フェノール濃度 (ppm) | ホルムアルデヒド濃度 (ppm) | アンモニア濃度 (ppm) |
|-----|---------------|------------------|---------------|
| ①   | 0.4未満         | 2.0未満            | 1.0～5.0       |
| ②   | 0.4未満         | 2.0未満            | 1.0～3.5       |
| ③   | 0.4未満         | 2.0未満～2.5        | 2.0～5.0       |
| ④   | 0.4未満         | 2.0              | 2.0～2.5       |
| ⑤   | 0.4未満         | 2.0未満～2.0        | 3.0～4.0       |
| ⑥   | 0.4未満         | 2.0未満～4.0        | 3.0～5.0       |

測定場所－B (製品名Bを使用した鑄型製造機周辺)



27.0m

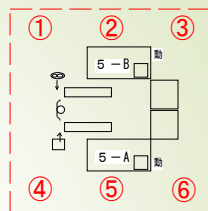
14



測定の様子

測定場所－Bの測定結果 (n=3)

製品名:シェル鑄型－2(円盤状)  
 1回あたりの使用量…製品B:1.3kg  
 加工条件…320℃±10℃、45秒  
 測定時の状況  
 マシン周辺の温度…32.2～36.9(℃)  
 マシン周辺の気流…0.0～1.1(m/s)  
 出入口・窓の開閉…ほぼ開放



15

| 測定点 | フェノール濃度 (ppm) | ホルムアルデヒド濃度 (ppm) | アンモニア濃度 (ppm) |
|-----|---------------|------------------|---------------|
| ①   | 0.4未満         | 2.0未満            | 2.5～3.5       |
| ②   | 0.4未満         | 2.0未満            | 2.0～3.5       |
| ③   | 0.4未満         | 2.0未満            | 2.0～5.0       |
| ④   | 0.4未満         | 2.0未満            | 2.0～2.5       |
| ⑤   | 0.4未満         | 2.0未満～2.0        | 3.0～4.0       |
| ⑥   | 0.4未満         | 2.0未満            | 3.0～5.0       |

まとめ

16

- 検知管を使ったスクリーニング測定の結果、RCS使用時にアンモニア、ホルムアルデヒドが検出された。
- アンモニア濃度は許容濃度を下回っていたが、ホルムアルデヒド濃度は許容濃度を上回っていた。

## 今後の課題

- 許容濃度を上回ったホルムアルデヒドについては、さらに詳しく濃度測定を行うことや、対策(改善)の検討が必要。
- 17 ○局所排気装置・全体換気装置等を設置するには、製品(鋳型)に影響のないようにするための諸条件を含めた検討が必要。
- 当面の対策として…  
防じんマスクから防じん機能付きの防毒マスクへの変更を提案。

## 謝辞

18 本測定調査にご協力いただいた、  
鋳型製造工場の方々、検知管測定  
にてアドバイスをいただいた、ガス  
テック社の方々にお礼申し上げます。

19

ご静聴ありがとうございました。