

この工場のBOD負荷を計算すると、生沢庵  
6 5.4 kg 干し大根漬7 4.9 kg 楽京漬3 3.8 kg  
福神漬2.8 kg 計1 7 6.4 kgとなる。  
総排水量が1 6 8 *ml*であるので、平均BODは  
1 0 5 0 ppmということになる。

### 3 おわりに

漬物製造工場の排水処理装置設置のための予備  
調査として、製品別工程別の排水量および水質に  
ついての調査結果を一つの例として述べた。

県内では、大部分の工場が干し大根漬を製造し  
ている。大根洗浄の水量は、本例では少ないがか  
なりの水を使用する工場も多い。

この工場の例にみるように、調味液のBOD負  
荷が全体の約8 6 %と大部分を占めている。

したがって、日常の作業の中で調味液を必要最少  
限調整すること、出来るだけ利用して排出させな  
いことなど考慮する必要がある。

本調査結果はあくまでも一つの例であり、さき  
に述べたようにそれぞれの漬物工場で、工程、水  
使用量、主原料、副原料などの使用量が異なるた  
め、水質は様でないので、処理装置を計画する  
ときに十分各工程の水量、水質を調べる必要があ  
る。

尚この工場では、これらの調査結果をもとに、  
活性汚泥法による排水処理施設を計画中である。

## 2. 2 厚形スレート瓦製造工場の廃水処理

間世田春作 伊藤博雅 菱輪迪夫

### 1 緒言

鹿児島県下には約1 4 0の厚形スレート瓦製造  
工場がある。これらの工場から排出される廃水は  
高アルカリ性で、油分、SS分、および六価クロ  
ムを含んでいるために、公共用水域への排出が規  
制されている。

現在廃水はSS分、油分を自然沈降および浮上  
によって分離除去し、混練水や養生水として循環  
再利用しているが、工場によっては、廃水と循環  
再利用水の水量バランスがとれなくなり、その処  
理に困っている。しかも、県下の工場は小規模の  
ものがほとんどで、通常の廃水処理を行うには、  
コスト面で無理がある。

そこで著者等は、水量のバランスをとるために  
廃水を水洗いなどの一次洗浄水としても循環再利  
用できるよう、中和処理実験を行った。中和剤と  
して、安全性、維持管理、装置面で有効と考えら  
れる液化炭酸ガスを用い、中和反応は塩ビパイプ  
中での気液混合法を採用した。その結果、この方  
法は、中小の厚形スレート瓦製造工場循環再利用

水の中和処理に適用できることがわかった。

また、廃水を工場外へ排出する際に必要となる  
廃水中の低濃度六価クロムの処理について、亜硫  
酸水素ナトリウム、硫酸アルミニウムを使い、そ  
の処理条件をも検討したのでその結果について報  
告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 中和処理実験

図1に中和処理装置を示した。塩ビパイプは実  
際の厚形スレート瓦製造工場で適用できるように  
流量などからして、内径2 5 *mm*のパイプを使用し  
スタティックミキサー部は3 0 *mm*のパイプを使用  
した。

中和剤には市販の液化炭酸ガスを使用し、酸消  
費量 ( pH 8.0 ) の測定は、JIS K 0102 に  
準じて行った。

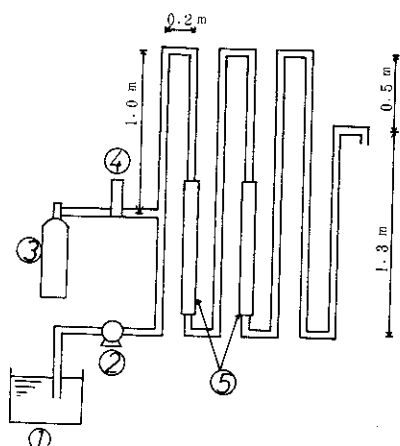


図1 中和処理装置

- ① 原水槽 ② ポンプ ③ 炭酸ガスボンベ  
④ 流量計 ⑤ スタティックミキサー

## 2-2 六価クロムの処理実験

六価クロムの処理は、廃水に亜硫酸水素ナトリウムを加え攪拌し、pH調整を行って30分間放置した後、さらに硫酸アルミニウムを加え、攪拌し、pH調整を行って、1時間静置した。なお、除去率は、処理後の上澄水の中の総クロムの分析値より求めた。

pH調整は、それぞれ $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaOH}$ の2%溶液を使用した。

総クロムは原子吸光光度法によって分析し、六価クロムは、JIS K 0102 のジフェニルカルバジドによる吸光光度法によって分析した。その他の試薬は、すべて市販の特級品を用いた。

## 3 結果および考察

### 3-1 中和処理

厚形スレート瓦製造工場廃水は、すべての工場で $\text{pH} > 12$ と高いアルカリ性を示し、酸消費量( $\text{pH} 8.0$ )は、 $30 \text{ meq/l}$ 前後である。しかし、これらの廃水は空气中に放置すると、図2に示したように、酸消費量の低下が認められる。これは、空气中の炭酸ガスによる中和以外に、炭酸カルシウム、セメントなどのアルカリ性を示す

微細なSS分の沈降分離によるものと考えられる。したがって、中和処理を行う場合、三日間以上貯留槽に滞留させた後、行うことが望ましい。

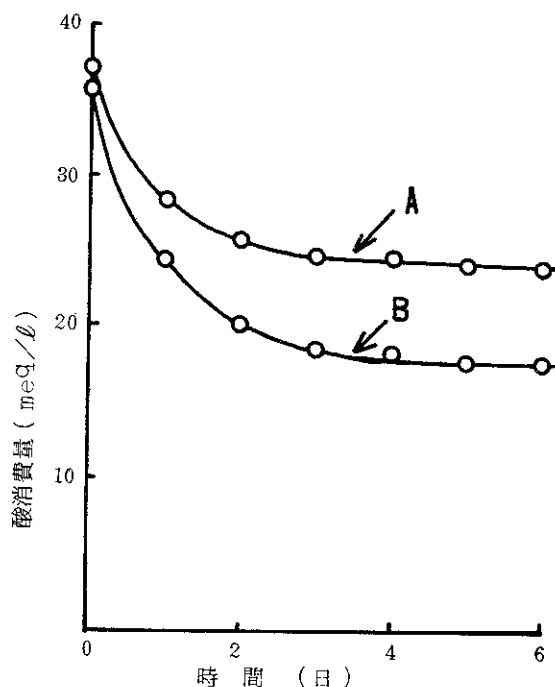


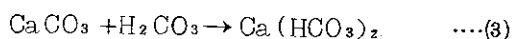
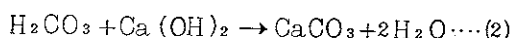
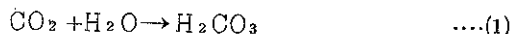
図2 酸消費量の経時変化

A: 沈殿槽水, B: 養生水

今回の実験は、中小の厚形スレート瓦製造工場を対象としたもので、廃水を中和処理後、おもに床洗いなどの一次洗浄水として循環再利用することを目的としたものである。

したがって、危険性、腐蝕性、スケールなどの問題を持つ硫酸、塩酸などの強酸をさけて、炭酸ガスによる中和処理実験を行った。炭酸ガスによる中和反応は(2)式により水に不溶性の炭酸カルシウムを生成し、さらに炭酸ガスを加えると、(3)式に示した水可溶性の炭酸水素カルシウムとなって溶解する。

しかも、反応生成物は中性塩であり、さらに過剰の炭酸ガスを加えすぎても、pHは下がりすぎることなく、 $6.0 \sim 6.3$ 程度にとどまる。



予備実験として塩ビパイプだけをエルボで接続した反応装置で実験を行ったが、効率が悪く、実際には、パイプ中にスタティックミキサーを組み込んだ図1のような装置を使って、厚形スレート瓦製造工場廃水の中和処理を行った。

その結果を表1に示す。

表1 炭酸ガスによる中和

| 原廃水の<br>酸消費量<br>(meq/ℓ) | 処理水<br>pH | 炭酸ガス<br>使用量<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 処理能力<br>(m <sup>3</sup> /hr) |
|-------------------------|-----------|-------------------------------------|------------------------------|
| 1                       | 29.6      | 7.5                                 | 1.5                          |
| 2                       | 20.0      | 7.6                                 | 0.82                         |
|                         |           |                                     | 1.6                          |

№1：プレス絞り水

№2：プレス絞り水を二昼夜放置したもの。

一般に炭酸ガスの理論消費量は、廃水のアルカリ成分、あるいは、微細なSS分などによる影響が大きいが、酸消費量より推定される必要量と比較すると、約90%程度の効率が期待できると考えられる。また、炭酸ガスによる中和は、pHの上限だけをチェックするだけで調整できるうえに安全性、あるいは、図1に示したような装置を使うことにより、設置面積を小さくできるなどの利点がある。

いずれにせよ、厚形スレート瓦製造工場廃水のようにアルカリ性のSS分を含む廃水の中和処理は、炭酸ガスの余分な消費をおさえるためにも、あるいは、pHのもどり現象をなるべくおさえるためにも、廃水中のSS分を極力取り除く必要がある。

### 3-2 六価クロムの処理

厚形スレート瓦製造工場の廃水は、高アルカリ性のほかに、六価クロムを含んでいる。したがって、廃水を工場外へ排出する場合、あるいは、長期間使用した循環水を廃棄処分する場合など、中和以外に六価クロムの処理が問題となる。これらの廃水中には、六価クロムが1～数ppmとかなり低濃度で含まれ、さらにはセメント、砂あるいは混和剤などの微細なSS分も含まれている。

そこで、通常行われる還元、凝集沈殿法を採用し、還元剤として亜硫酸水素ナトリウム、凝集剤として硫酸アルミニウムを使用し、総クロム2.9ppm(六価クロム：2.8ppm)の厚形スレート瓦製造工場廃水について、六価クロムの処理を行い、図3～図6に示したような結果を得た。

なお、廃水中のクロム濃度が低く、生成する水酸化クロムの量も少ないため、凝集剤を使って、水酸化クロムの完全な除去を行わせるようにした。

図3に還元剤の量と除去率の関係を示した。

図3に示したように300ppm以上の還元剤が必要である。重クロム酸カリウムの模擬廃水を使用した予備実験において、200ppm前後の六価クロムを、30分の還元反応時間で処理した場合、クロム量の約8倍以上の還元剤量で充分であったが、実際の低濃度厚形スレート瓦製造工場廃水の場合、約100倍以上の還元剤を必要とした。

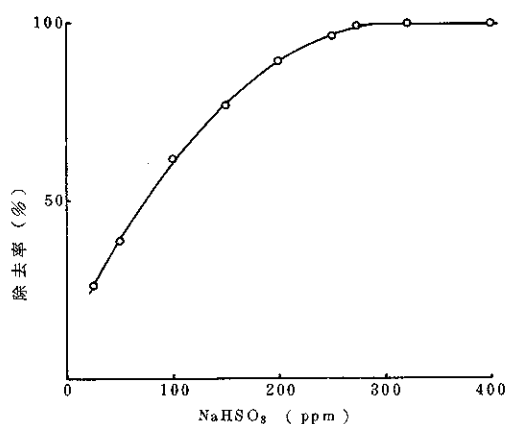


図3 還元剤 (NaHSO<sub>3</sub>) 量

還元pH 2.5, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 130ppm

凝集沈殿 pH 7.0

図4に還元反応のpH域を示した。図4に示したように、pH3以下で反応を行わないと充分な除去率は得られなかった。

図5、6に凝集沈殿剤の量と凝集沈殿のpH域を示した。図5に示したように、凝集剤は100ppm以上の添加が必要であり、また、図6に示したように、凝集剤のpH域は6.0～8.0の間で、充分な除去率が得られ、凝集沈殿処理水は、工場

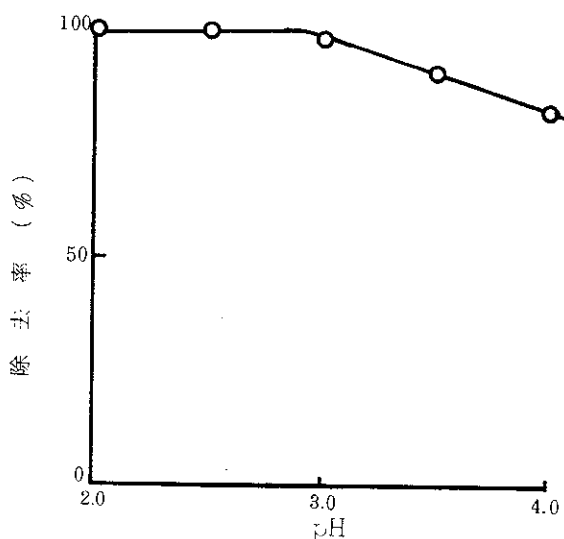


図4 還元 pH

NaHSO<sub>3</sub> 300ppm, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 130ppm  
凝集沈殿 pH 7.0

排水排出基準の pH 範囲内に充分おさまリ、クロム除去後の再 pH 調整は不必要なことがわかった。なお除去率 98% 以上の処理水の総クロムは 0.05 ppm 以下であった。

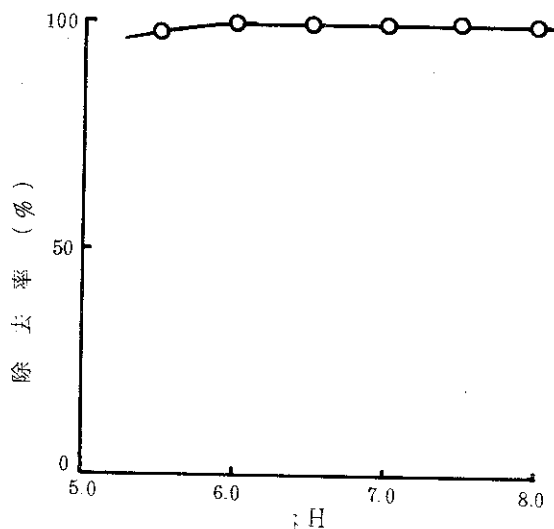


図6 凝集沈殿 pH

NaHSO<sub>3</sub> 300ppm, 還元 pH 2.5

以上述べたように、実際の厚形スレート瓦製造工場の低濃度クロム含有廃水処理について、良好な結果が得られた。

#### 4. 結 語

厚形スレート瓦製造工場では、一般に廃水を混練水として循環再利用しているが、工場によっては、水量のバランスから混練水以外に床洗いなどの一次洗浄水としても使用しなければならない。その際、炭酸ガスによる中和は、安全性、維持管理あるいは、塩ビパイプを使うことによる装置の設置面積が小さく、壁の側面を利用できるなど、中小の厚形スレート瓦製造工場には有効な方法と思われる。また、これらの方法は、ボイラーなどの排ガスを利用することも可能である。

さらに、廃水を工場外へ排出する際の、廃水中に含まれる低濃度の六価クロムの処理についても、亜硫酸水素ナトリウム、硫酸アルミニウムを使った、還元、凝集沈殿法による条件を求め、良い結果が得られた。

最後に、中和処理実験について、(株)鹿児島理想瓦工業所の吉嶺精二氏にご協力いただいたことについて感謝します。

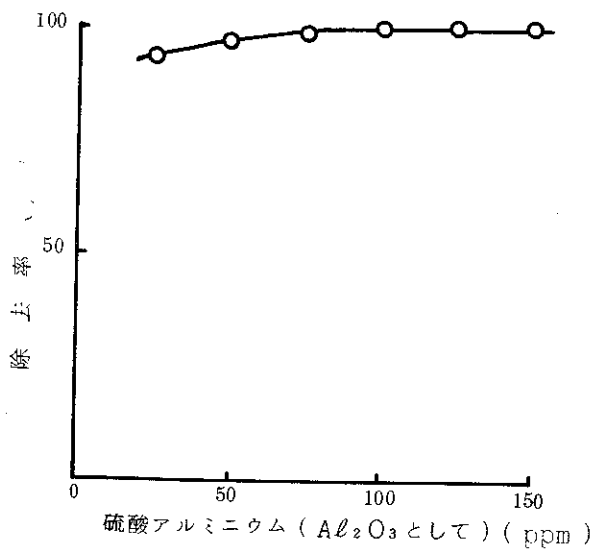


図5 硫酸アルミニウム量

NaHSO<sub>3</sub> 300ppm, 還元 pH 2.5  
凝集沈殿 pH 7.0