

硫酸技術に取り組んで40余年。この間の社会の変化と、その硫酸技術への影響をまとめた。

1. 円高

- 1) 日本人の給与が世界最高に
- 2) 高付加価値製品へのシフト
 - ① 肥料生産減少 → 希硫酸の需要減 → 硝酸式設備の消滅
 - ② IT産業興隆 → 半導体用高純度硫酸の生産開始
 - ③ 硫酸設備の建設減→
 - A) 不可避硫酸（非鉄金属精錬副産物など）比率の増加
 - B) 取り組むエンジニア、エンジニアリング会社の減少
 - C) 日本の触媒メーカーの消滅

2. 環境重視

- 1) 石炭から石油へ + 石油中S分規制 → 高純度単体硫黄の生産増加
 - ① 硫黄燃焼式硫酸の生産開始（1971年）
 - ② パイライトから硫黄への原料転換（国内ではパイライトは消滅）
- 2) 脱硫関連原料増加
 - ① WL法、活性コークス法排煙脱硫 → 高濃度SO₂
 - ② COG脱H₂S → サワーガス、硫黄スラリー
- 3) 硫酸設備の排ガスSO_x規制強化
 - ① DC/DS法+排ガス処理装置 → 一般的に
 - ② WSA法（トプソー社）
 - ③ 高転化率触媒（セシウム添加、高バナジウム）
- 4) その他
 - ① 排水規制 → 処理技術改良、設備強化
 - ② 設備全体で漏酸、漏ガス対策 → 耐食材料仕様、監視体制整備
 - ③ 粉塵、騒音、悪臭対策も

3. 省エネ重視

- 1) 大型設備、発電、コージェネ・・・地域のエネルギーセンター化（特に国外）
- 2) 熱回収量増加
 - ① O₂ 富化焙焼（銅精錬ガス） = 高SO₂濃度
→ 回収熱量増加と設備コンパクト化
硫黄燃焼炉出口SO₂濃度も増加傾向
 - ② SO₂ 酸化熱回収（転化器回り） → 排熱ボイラ、エコノマイザー
 - ③ SO₃ 吸収熱回収 → 給水予熱器、HRS
- 3) 通風抵抗削減
 - ① 触媒 → タブレットからリングに
 - ② 塔充填物改良 → RR から SIS に

4. 高級材質の汎用化

- 1) 転化器・ガス熱交： 炭素鋼 →SUS に
- 2) 希硫酸用： 鉛、PVC →FRP、PE、不浸透黒鉛、テフロン。 一部高級合金。
- 3) 濃硫酸用： 鋳鉄、炭素鋼、耐酸煉瓦 →高ニッケル合金(ハステロイなど)、テフロン、ZeCor。
貯槽、容器用には PE も

5. グローバル化の進展（他分野に比べて、硫酸関連は遅い？）

- 1) 機材の輸入
触媒、カーボン製品、酸クーラー・・・外国品の独占又は増加
- 2) 海外エンジ会社の活用
MECS、Outotec など。 国内では建設計画そのものが少ない。
- 3) 中国のキャッチアップ
建設実績多数、海外技術の積極採用、目に見える環境改善。

以下に、機器ごとの実例と筆者の体験を挙げて、増強・改造時の参考に供する。

1 1. ガス精製

DynaWave： 小サイズ、高効率の湿式集塵用スクラバーだが、通風抵抗大。
後段にはミストコットレルを設けるべき。

1 2. SO₂ ブロワー

- 1) 設備大型化 →高圧、大風量に
- 2) インペラー： より耐食性材料に。
- 3) ケーシング： 鋳鉄製作困難。 SUS 増加。
- 4) 軸シール： ラビリンスから、より低漏洩シールに。

1 3. 転化器

- 1) 大型化 →第1層を最下段に。
- 2) SS、鋳鉄から SUS に。
- 3) 空塔速度 →触媒の改良により増加傾向。

1 4. ガス熱交換器

高温用は SUS 製増加 =高温酸化による損傷回避

国内某社の高温熱交換器の例： 8年でチューブに穴 →SUS304に

乾燥塔からの酸ミストによるトラブル対策でも SUS チューブは効果あり

*既設品を SUSに変更する場合は、熱応力に注意のこと。 エキスパンションジョイント要検討。

1 5. 触媒

- 1) 高効率、通風抵抗減少： タブレット → リング、デージータイプへ
既設に入れた場合、ガス分散が偏流？ →転化率減少する恐れもあり。
- 2) 低温活性触媒： セシウム添加→低温活性→省エネ。
- 3) 高活性触媒： 5 価のバナジウム濃度を増す→高 SO₃%のガス中で高い転化率達成可能。（ト
プソー VK-701）
- 4) 日本製触媒生産無し。 現在、トプソー、モンサント、ズード、BASF など。

1 6. 乾燥塔、吸収塔

- 1) 高性能・低通風抵抗充填物： RR → PR → IS → SIS

空塔速度 = 従来の上 →塔径小さく

- 2) 分酸装置： 鋳鉄製トレー →多孔管 (SUS など) →ZeCor 製トラフ (MECS 社 Uniflo)
=酸の滴下ポイント数を増やし、各ポイントの流量をそろえる=高吸収率？
→充填物選択と組み合わせ、充填高低く
- 3) 本体胴部材質： 炭素鋼+耐酸煉瓦・・・徐々に硫酸鉄により腐食・板の膨れを起こす。
→炭素鋼+テフロンライニング+耐酸煉瓦。 MECS は ZeCor 製推奨。

*従来の炭素鋼+耐酸煉瓦でも 20 年以上持つが・・・

17. 濃硫酸循環ポンプ

- 1) Cr 鋳鉄製横型 →高ニッケル合金製 (Lewet, Pilomet など)
- 2) グランドレスポンプ →堅型浸漬式ポンプ
大型用、漏酸ゼロ、高価、部品の定期交換必要
- 3) →又は、ステンレス製キャンドポンプ or テフロンライニング横型ノンシールマグネットポンプに
漏酸ゼロ、安価、メンテナンス少ない、ただし大容量のものはこれから
- 4) 金属製ポンプの場合、液条件の微妙な差が耐食性に大きく影響するので注意
マレーシアの事故例： 硫酸がきれいすぎて不導体膜ができず、腐食。
硫酸による腐食は、「他社での実績」は必ずしも当てはまらない。

18. 濃硫酸クーラー

- 1) イリゲーションクーラー： 鋳鉄製。 突然漏酸。 広い場所必要。 水蒸気問題。
- 2) ハステロイ-C 製プレートクーラー： 高伝熱係数、安価、コンパクト。 点検整備時の交換ガスケット高価。 →ガスケットの少ない溶接構造も。
- 3) テフロンタンクコイルクーラー： 専用のタンク (炭素鋼+耐酸煉瓦ライニング) が必要。 →将来腐食トラブルを起こす、場所を取る。
- 4) テフロンシェル・チューブクーラー： 硫酸汚染が最も少ない。 設置場所の制約が少ない。
- 5) 金属製シェル・チューブクーラー： SUS+陽極防食。 沈殿物による局部電池・腐食例あり。

19. 海外品の使用

- 1) 納期に注意。 日本に在庫を持たないものは十分余裕を持つこと。
→フランス製スクラバーの例： ノズル1個の交換に5ヶ月。
- 2) 品質管理に注意。
メーカーにより差大。
- 3) アフターケア体制の有無に注意。
例えばプレートクーラー。

最後に、新規技術の導入に当たっては、

1. 過去の知識に囚われてはいけない。 →JIS 規格、途上国。
2. 「実績」を鵜呑みにしてはいけない。 特に、耐食性。
3. 冒険に値する利益があるか？ 冷静に判断を。

筆者のウェブサイトにて質問を受け付けていますので、ご利用ください。

「硫酸技術」 <http://sulfuric-acid.biz/>