

## 第 52 回福島問題研究会議事録(ダイジェスト版)

1. 開催日時 2020/11/9 14:00-17:00
2. 出席者(敬称略) 戸井田、横堀、伊達、小林、中尾、橋本、牛尾、山下、松井、松田
3. 議題：
  - (1) 第 51 回研究会議事録の承認
  - (2) 入手情報紹介・情報交換
  - (3) 研究発表
    - 1) 高空隙顆粒造粒技術の放射性核種吸着剤への応用(牛尾:2020原子力学会発表)
    - 2) 球形吸着材充填のカラム破過曲線と球形粒子内の吸着量の半径方向分布の計算(橋本)
  - (4) 討議事項
    - 1) 化学工学会福島復興研究会への対応
    - 2) 当研究会の今後の進め方

---

### (1) 第 51 回題議事録確認 承認

### (2) 入手情報紹介・情報交換:特筆情報なし

### (3) 研究発表

#### 1) 高空隙顆粒造粒技術の放射性核種吸着剤への応用(牛尾)

<研究背景>

- ・ 1F 汚染水処理用を始めとして放射性核種吸着剤の技術開発は今後も必要とされる
- ・ これまでに吸着剤の開発は種々行われており、日進月歩、新規な高性能吸着剤が開発
- ・ 吸着剤はカラム通水して使用するために造粒物にする必要があるが、造粒方法の違いによる吸着剤の性能依存性について議論したい

<研究目的>

\*放射性核種吸着剤のモデル物質としてゼオライトを用いて、一般的な造粒法と弊社の新規高空隙顆粒造粒法による造粒物を調製し、セシウム吸着容量、粒度分布、顆粒強度、嵩比重を評価することにより、造粒方法の違いによる吸着剤としての性能への影響を明らかにすることを目的とする

<検討した造粒法の比較>

\*噴霧凝集法、噴霧乾燥法、転動造粒法、押出造粒法

<まとめ>

- ・ 同じ吸着剤でも造粒方法の違いによって吸着剤の破過容量は変化する
- ・ 異なる吸着剤でも同じ造粒方法であれば吸着サイト使用効率は同じ

- ・ 高空隙を有する造粒物（噴霧乾燥法、噴霧凝集法）は通水時の高い含水率により高い吸着サイト使用効率を示す
- ・ 噴霧凝集法は高吸着効率と高生産性、高粒子強度を両立出来る
- ・ 噴霧凝集法は低嵩比重であることが課題。但し、ある種のアルカリ剤を用いて圧縮することで減容化が可能
- ・ 造粒方法の特長を理解し、使用目的に応じて造粒方法を選択することが肝要

### 結果のまとめ

造粒方法	噴霧凝集法	噴霧乾燥法	転動造粒法	押出造粒法
吸着効率/使用効率	◎ 85%	◎ 85%	○ 77%	△ 55%
粒度分布/標準偏差	○ 400	◎ 218	△ 633	○ —
粒子強度/gf/mm <sup>2</sup>	○ 547	× 131	◎ 1145	○ 398
嵩比重	△* 0.501	○ 0.630	◎ 0.725	△ 0.498

\*圧縮により減容化可能

## 2) 球形吸着材充填のカラム破過曲線と球形粒子内の吸着量の半径方向分布の計算（橋本）

\* 牛尾氏の発表内容について理論的にサポートする目的で数値解析を試みた

### <課題設定>

吸着カラムにおける充填吸着材内の半径方向の吸着量分布を知るには次の二つの式が必要。

- ① 充填層内流れ方向における物質収支式
- ② 充填層のある流れ方向位置における充填球状吸着材内半径方向物質収支式

### <解析手法概要>

- \* 上記①、②を表現する偏微分方程式から、充填層カラムでの破過曲線を求めることが可能。
- \* 牛尾氏の破過曲線と照合することで、物質移動係数 $k_f$ と吸着平衡定数 $K$ を求めることが可能。
- \* 下記Langmuir型吸着平衡式を前提にした時、牛尾氏発表の噴霧凝集法、噴霧乾燥法、転動造粒法による3種吸着剤の平衡関係データから吸着定数  $a, b$  が求められる

$$q = a \cdot C / (1 + b \cdot C) = b/a \cdot C + 1/a$$

噴霧乾燥法:  $a = 1.039, b = 0.003543$

噴霧凝集法:  $a = 1.039, b = 0.0038973$

転動造粒法:  $a = 1.039, b = 0.00414531$

- \* 上記の、物質移動係数 $k_f$ とLangmuir型吸着平衡式を用いて②で表される偏微分方程式を解くことで、充填球状吸着材内半径方向の吸着物質濃度分布が求め得る。

### <数学モデルの活用>

- \* 造粒された粒子のポア構造の基礎データを取得することで、実際のカラム吸着でどのような細孔構造が適しているかどうか等の特性を数値計算により予測できる可能性がある。
- \* 球状吸着材の粒子内の半径方向への有効吸着剤成分の分布と吸着性能の相関を数値的に検討し、コストの安い造粒方法の開発に寄与できる可能性がある。

#### (4) 討議

##### 1) 化学工学会福島復興研究会への対応方針(横堀)

- ・年内に研究会を開催したい (後日、12月14日午後3:00～オンライン開催が決定)
- ・今回の研究会の議題は以下(事務局の重光氏より昨日送信されたものを転記)

1) 活動経過報告

2) 会員の近況報告

牛尾氏(花王)、橋本氏(SCE・Net)から話題提供の内諾をいただいております

3) 研究会の今後のあり方についての意見交換

4) 2020年3月年会におけるシンポジウムの件

5) その他

- 研究会の有り方について、SCE・Net以外の会員からの報告や意見がないのが現状であり、変わる見込が少ない。そんなことなら、やめた方が良いとの厳しい意見があった。
- 現状は確かにそうだが、他のグループの活動状況を確認しながら、もう一度化学工学会として実行プランがないのか、皆さんと議論してみることが得策ではないかの結論になった。
- 牛尾氏、橋本氏の資料は準備が殆どできており、3月の年会シンポジウムでの発表にも耐えられる内容である。(橋本氏はポイントを絞って簡略化する予定)
- 今後の有り方について、我々のベースは;
  - ・これまでにSCE・Netの提言を踏まえた実行プランはないか?
  - ・東電発表の“廃炉のための技術戦略プラン”を踏まえた実行プランはないのか?  
東京電力ホールディングス(株) 福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2020のポイント (2020.10.10)

##### 2) 当研究会の今後の進め方

- \* 実現可能なテーマを見つけることが重要だと認識には立っているが、具体的なテーマ発掘には至っていないので、例えば、昨年度までの「長谷部委員会」の提言の中に盛り込まれている、廃炉技術に関する化学工学分野の複数の課題について、当研究会が再度レビューしてみることはどうか? 次回以降、議論を深めることで一致。

\* 橋本氏より、原子力学会で取り上げられている以下のテーマが参考になるのではないかと  
の提案があった。(原子力学会の 2020 秋の大会)

- ・放射性廃棄物保管容器内に設置した粒状触媒による水素濃度の低減
- ・ジオポリマー固化の実用化に向けたスケールアップ技術の開発
- ・乾式ジオポリマー固化方法の開発
- ・使用済みセシウム吸着フェロシアン化銅のジオポリマーによる最終廃棄体化
- ・アパタイトセラミックスによる ALPS 沈殿廃棄物の安定固化技術の開発
- ・ストロンチウム吸着用結晶性シリコチタネートの合成と評価
- ・にチタン酸カリウム水和物からなるストロンチウムイオン吸着材の吸着特性

以上