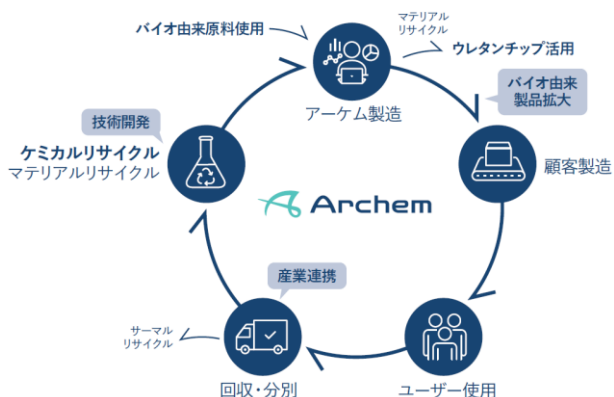


株式会社アーケムは長崎大学と共同で第72回高分子討論会(2023年9月26~28日)にて「ケミカルリサイクルを目的とするポリウレタンフォームの炭酸水による加水分解」というタイトルの研究発表をいたしました。この発表において、炭酸水を用いてポリウレタンフォームを分解しそれを原料として新たにポリウレタンフォームを再生する技術の紹介とデモサンプルの提示を行っております。

今回の発表は当社が掲げている ESG 取組目標の「サーキュラーエコノミーの構築」達成の重要な取り組みになります。



参考ニュースリリース

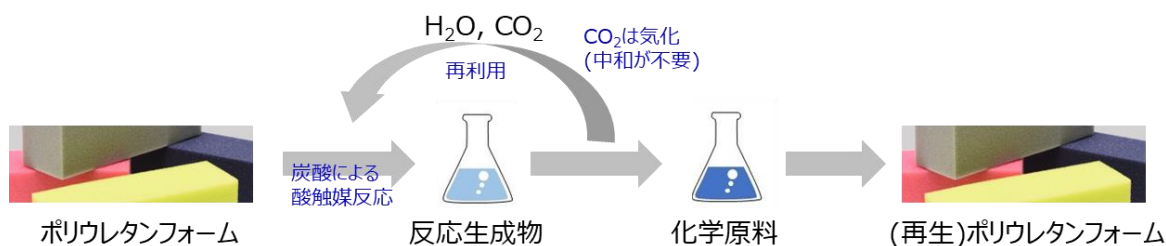
・「アーケムの ESG 取組方針についてのお知らせ」

<https://www.archem.co.jp/news/stories/881/>

<サーキュラーエコノミー構想>

【研究の背景】

当社はポリウレタンフォーム資源循環の実現を目指すため、最も難易度の高いケミカルリサイクルについて炭酸水を活用した革新的分解手法¹⁻⁹を見出した長崎大学大学院工学研究科・本九町卓助教と2016年から技術交流を続けてきました。2023年度からは共同研究ステージに移行し、実行化を見据えた共同研究開発を開始しています。



<炭酸を用いたポリウレタンフォームの加水分解と再生>

【発表の概要】

1. 今までの課題

近年の循環型社会構築の機運は、ますます高まり廃棄高分子から化学原料を得るケミカルリサイクルに注目が集まっています。このような中で幅広い分野に応用されているポリウレタンは、これまでにほとんどリサイクル法が開拓されてきませんでした。特にポリウレタンフォームは、シートやマットレスなどに大量に用いられていますが、架橋構造を有し不溶不融のため、マテリアルリサイクルは困難でケミカルリサイクルにも適していません。またフォーム（発泡体）

であるために、密度が低く重量当たりの運搬コストが高く、反応容器への充填量が少ないというデメリットもあります。このように、ポリウレタンフォームは不溶不融で密度が低いという特長のためにリサイクルが困難です。さらに既報の化学分解法では、充填量に制限があるばかりか触媒の添加・除去や副生成物の除去、更には過剰量の溶媒を用いる必要があるという問題がありました。

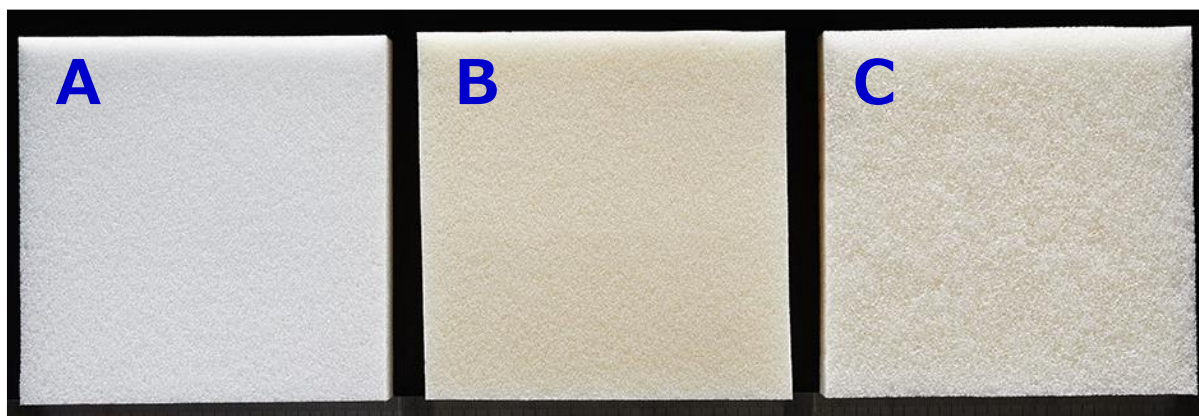
2. 検討内容

前記の問題を解決するために、我々は炭酸水を用いた分解手法の研究を進めてまいりました。そして、密度の問題を解決するために炭酸水分解においてポリウレタンフォームの粉碎処理工程の導入検討を行ないました。更にその工程から得られた回収ポリオールを用いてポリウレタンフォームの作成（再生）を試みています。

3. 結果

今回の粉碎処理導入によって、分解対象物であるポリウレタンフォームの仕込み量を従来対比 80 倍に増やすことができ、更には分解に要する水量は 4 %未満となりました（分解効率ほぼ 100%を達成）。なお、反応条件は温度 160～250°C、圧力 5～12MPa のレンジで検討しております。このように、加水分解反応器への試料の処理量を飛躍的に増大させるとともに用いる水量を減少させ、処理効率を大きく向上させられることが示されました。このことは分解工程において際立った改善といえます。

上記のように処理効率の飛躍的向上により、分解物を多く得られるようになりその分解物を用いた検討、即ち「ポリウレタンフォームからポリウレタンフォームを再生する」検討が開始できるまでに至りました。本炭酸水分解処理によって得られた再生ポリオールを用いて合成したポリウレタンフォームの写真を下に示します。A が分解前のポリウレタンフォーム、B が 30%再生ポリオールを使用したもの(70%は従来のポリオール)、C が 100%再生ポリオールを使用したものです。写真のように色味の違いはあるものの、再生ポリオールを 100%投入した場合でも、ポリウレタンフォームを合成することができました。また、30%再生ポリオール置換品(B)においてはもとのフォーム(A)と同等の良好なセル構造と物性を保持することが確認されました。



<再生ポリオールを用いたポリウレタンフォーム A:置換なし、B:30%置換、C:100%置換>

以上のようにポリウレタンフォームの炭酸水を用いた加水分解により得られた再生ポリオールは、ポリウレタンフォームの原料となりうることを示されました。また、この再生ポリオールを用いてポリウレタンフォームが良好な物理特性を有することから、上で示したウレタンフォームにおけるサーキュラーエコノミー構想の実現可能性が示されました。

【今後の展開】

当社の ESG(環境)取組中長期課題・目標である「ケミカルリサイクルの研究開発推進による資源再生最大化」に向け、実行化を見据えた本テーマの研究開発を引き続き行ってまいります。

<参考文献>

- 1) S. Motokucho et al. *J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.*, **55**, 2004 (2017)
- 2) S. Motokucho et al. *Polym. Bull.*, **74**, 615 (2017)
- 3) S. Motokucho et al. *J. Appl. Polym. Sci.*, **135**, 45897 (2018)
- 4) プラスチック資源循環に向けたグリーンケミストリーの要素技術, 監修: 澤口 孝志, (株)シーエムシー出版 (2019)
- 5) 本九町卓ら 第72回高分子討論会 札幌, 北海道 3U12 (2022)
- 6) S. Motokucho et al. *International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials (Online)* (29-30 Nov. 2021)
- 7) 本九町卓ら 第10回高分子学会グリーンケミストリー研究会シンポジウム 第24回プラスチックリサイクル化学研究会研究討論会 合同研究発表会 神奈川 (9 - 10, Aug., 2023)
- 8) プラスチックのケミカルリサイクル技術 監修: 吉岡 敏明, (株)シーエムシー出版 (2021)
- 9) 機能性ポリウレタンの開発と応用 監修: 和田浩志, (株)シーエムシー出版 (2023)