

プロパン脱水素技術の開発動向

1. 背景

脱炭素に関する技術開発が旺盛であるが、素材としての炭素材料の重要度は高く、ナフサやエチレン、プロピレンの需要は今後も増加することが予想されている¹⁾。

本稿では、プロパンの脱水素反応によるプロピレン製造技術について、いくつか紹介したい。

2. 酸化脱水素型プロパン脱水素システム

金属酸化物を酸素供給剤として脱水素触媒と共存させることで、脱水素反応時に同時に酸素を供給すること無く、酸化脱水素型プロパン脱水素システムを構成できる。このシステムでは、生成する水素を金属酸化物の酸素により燃焼除去することで脱水素平衡をプロピレン生成側にずらすと共に、水素燃焼による反応熱を脱水素反応に供給する効果が得られる。金属酸化物から消失した酸素は、空気を用いた触媒再生時に補給される。

本技術に関し、クラリアント社は Heat Generating Material (HGM) を利用した、より低温で選択性の高い脱水素プロセスを提案している。脱水素触媒には $K_2O-Cr_2O_3/Al_2O_3$ 、HGM には CuO (と MnO_2) を使用している²⁾。

SABIC も同様に脱水素触媒と酸素貯蔵剤を混ぜた触媒系によるアルカンの脱水素触媒を提案しており、脱水素触媒には $Pt/Sn/Al_2O_3$ を、酸素貯蔵剤に CeO_2-ZrO_2 を使用している³⁾。

3. CO_2 を利用したプロパン脱水素技術

同様の考えで、脱水素反応で生成する水素、あるいは、触媒上に生成した炭素の除去に際して、 CO_2 を利用したプロパン脱水素技術が大学を中心に研究されている。

北海道大学の古川らは、本系に有効な触媒として $Pt-Co-In/CeO_2$ 触媒を開発している。担体の CeO_2 が触媒に析出したコークの燃焼を容易にしておき、Pt に In と Co を合金化することで、それぞれ C_3H_6 選択性と CO_2 還元能が著しく向上することを報告している⁴⁾。

他の大学でも同様に CO_2 を利用するプロパン脱水素の研究は行われており、現状では CO_2 の活性化に課題があるため基礎研究の領域を出ていないが、脱炭素にも関連する技術であり今後も経過を注視していきたい。なお、本技術の紹介記事があるので興味がある方はそちらを参照願いたい⁵⁾。

文責 千代田化工建設 今川 健一

- 1) 2020 年度 JPEC フォーラム資料,
<https://www.pecj.or.jp/wp-content/uploads/2020/06/jf004.pdf>
- 2) US9725380B2, Dehydrogenation process with heat generating material
- 3) WO2018025117A1, Selective catalyst system for oxidative dehydrogenation of alkanes
- 4) CO_2 を利用したプロパン酸化脱水素に有効な触媒を開発,
https://www.hokudai.ac.jp/news/pdf/220128_pr.pdf
- 5) Direct and oxidative dehydrogenation of propane: from catalyst design to industrial application,
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/gc/d1gc03700e>