

# 液化 DME 利用型・超高効率常温脱水プロセスの開発

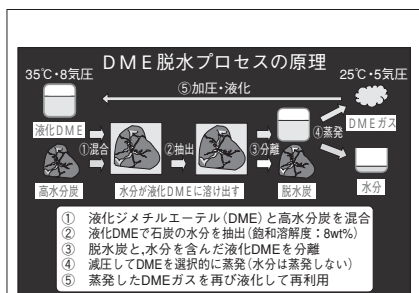


図1 DME脱水プロセスの原理  
(石炭脱水を例に)

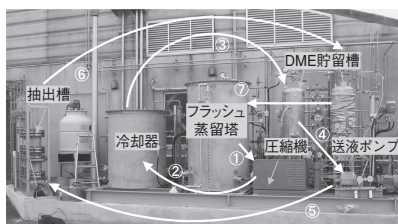


図2 DME脱水プロセスの試作機  
(矢印と番号はDMEの循環ルート)



図3 脱水後の下水汚泥  
(臭い成分の除去により、灰色に脱色されている)

## 1. はじめに

石炭は世界中に分布し、可採埋蔵量が豊富であるので、エネルギーセキュリティ上、重要である。石炭に関しては、近年の価格高騰や枯渇の懸念から、現在用いている瀝青炭だけでなく、水分が多い亜瀝青炭や褐炭も利用する気運が高まってきている。しかし、産炭地で脱水しないと、わが国への輸送費用がかかったり、発電効率が落ちたりするなど、問題がある。既存の脱水技術では、石炭を100℃以上に加熱して、水分を蒸発もしくは反応させて脱水する。これには、数1000円/tのコストがかかることなどから、輸送ま

で含めた商業化に成功した例はない。また技術面でも、伝熱や熱回収の改善に30年近く費やしており、決定的な打開策がない。

本稿では、上記の問題を解決するため、筆者が考案した、液化DME（ジメチルエーテル）利用型・超高効率常温脱水プロセス（以下、DME脱水法）の原理と下水汚泥への応用例を紹介する。

## 2. DME脱水法の原理

DME脱水法は、石炭に限らず、他の高含水の物質にも適用可能な技術である。まず、図1のように、石炭を液化DMEと混合する。DMEの飽和蒸気圧は常温で5～8気圧程度である。液化DMEは酸素を分子構造内に有するので、液化DMEで石炭の水分を抽出できる。抽出の後、脱水石炭から液化DMEを固液分離する。分離した液化DMEをわずかに減圧して常温で蒸発させると、抽出した水分が分離される。いっぽう、蒸発したDMEガスは、圧縮・液化され再利用される。

DME脱水法の特徴である、常温でのDMEの蒸発と凝縮の繰返しには、圧縮機の動力が必要である。DMEガスの比熱比は温度にもよるが、1.1～1.2程度で圧縮が容易であるので、脱水に要するエネルギーは熱量換算で、既存の脱水技術（≒水の蒸発潜熱）の半分程度であり、大幅な高効率化が可能であるとの試算を得た。

DMEにはほかにも、粘性が低くて固体への浸透性が高いうえに、環境負荷や毒性の問題が少なく、埋蔵量が多い石炭から合成可能であるなどの利点がある。さらに、DME自体がもと燃料であり、現実には、中華人民共和国ではLPG未満の価格で急速に普及中である。

## 3. 下水汚泥脱水への適用

石炭を対象に実用化するには、年間数100万tの処理能力が求められるので、幾つかの段階を経てスケールアップする必要がある。そこで、小規模でコスト制約が緩い下水汚泥に着目し

た。まず、試作機（図2・10L/バッチ）を開発し、水分78%だった下水汚泥を、水分30%まで脱水できた（この水分は、水分重量÷（水分重量+固形分重量）で表される）。これは、装置の最適化などを行わず、単純に液化DMEと下水汚泥を接触させただけで、下水汚泥の保有水分重量の約90%を脱水したものである。さらに、試験管レベルでは、ほぼ完全な脱水に成功している。

また、下水汚泥の臭い成分が汚泥から分離され、排水側に移行することが判明した。このため、脱水後の汚泥は灰色に脱色されてほとんど臭わない（図3）。これにより、脱水汚泥を下水処理場から外部に搬出して燃料として利用可能になり、下水処理場では下水汚泥を焼却処分する必要がなくなる。

さらに、臭い成分が移行した排水の処理においても、液化DMEと水を分離するためDMEを蒸発させる工程で、液化DME中の水分が過飽和になり、液化DME相と水相に分かれる。臭い成分は水より液化DMEに溶けやすいので、臭い成分が濃縮された液化DME相を抜出すことで、排水から臭い成分を除去できる。

## 4. 廃熱回収による超高効率運転

DME脱水法は、常温でDMEの液化と蒸発を繰返すので、この工程の省エネルギー化が重要である。ここで、下水は季節にかかわらずほぼ一定の温度であるので、季節や時間帯によっては、大気と下水の温度差を利用したDMEの液化と蒸発が可能になる。つまり、低レベル廃熱を回収することで、外部からのエネルギーの投入が不要な、究極の省エネルギーを実現できる。

## 5. 今後の取り組み

DME脱水法はさまざまな物質を常温で高効率で脱水でき、低レベル廃熱を利用すると一層高効率化できる。今後は、プロセスの構成要素を改良し、スケールアップを進めて、早期の実用化を目指したい。

（原稿受付 2007年8月10日）

〔神田英輝（財）電力中央研究所〕