

液化DMEを用いる石炭常温脱水技術

背景

石炭の一層の安定供給のためには、現在あまり利用されていない、亜瀝青炭や褐炭の利用拡大が重要である。このため、所要エネルギー（コスト）が少ない脱水技術の開発が望まれている。当所は、DME（ジメチルエーテル）*1を脱水剤として用いる、新たな脱水プロセスを考案した。本プロセスは、常温、0.5～0.7MPa程度で凝縮・蒸発するDMEを用い、加圧した液化DMEに石炭の水分を吸収させた後に、減圧してDMEだけを蒸発させる方法である。既に、プロセスの性能を試算し、理論上、既往の高温加熱型の技術より少ないエネルギーで脱水可能であるとの結果を得ている。本技術を実用化するには、試作機を開発して、多様な石炭に対する適用性を評価すると共に、石炭の脱水特性や排水特性、ならびに、現実の運転条件と所要エネルギーを解明する必要がある。

目的

試験管レベルの装置を用いて、DMEで様々な石炭を脱水し、多様な石炭への適用性を評価すると共に、脱水後の石炭の自然発火性を明らかにする。また、DMEを再利用可能な脱水プロセスの試作機を開発して、DMEを循環利用可能であることや、温度、圧力などの運転条件と所要エネルギー、排水特性を解明する。

主な成果

1. 試験管レベルの簡易装置を用いた、DME脱水技術の石炭脱水性能
 - (1) 長さ150mm、内径11mmのカラムに、様々な性状の7種類の石炭（大きさ1mm）を充填し、液化DMEを10g/分の速度で12分間流す脱水試験を行った。DMEを流す時間が長いほど、石炭の水分が除去され、最終的には全ての石炭で水分が10wt%まで脱水できた。既存技術は完全に脱水するので、脱水炭が自然発火する危険があった。これに対し本技術では、瀝青炭と同程度の水分を残すことが可能であるので、この危険を低減できる。
 - (2) 石炭の内、水分が多い亜瀝青炭は、DMEで脱水した後は、脱水する前より、自然発火性が低減されることが明らかになった（図1）。また、脱水と同時に石炭の一部がDMEで抽出され、抽出量が多いほど自然発火性が低減されることも判明した。
2. DME脱水プロセス試作機による、石炭の脱水特性と排水特性の解明
 - (1) 石炭処理量10L/バッチの、DME脱水プロセスの試作機（図2）を開発した。試験管レベルの検討において最も脱水効果が高かったワラ炭を、試作機を用いて脱水し、水分を41%から1%に低減することに成功した。また、試作機で脱水したワラ炭も、自然発火性が低減されていることが明らかになった。
 - (2) ワラ炭の工業分析、元素分析値は脱水前後で変化しなかった。更に、脱水後のワラ炭は、2週間、湿度100%の環境に放置しても、水分が15%までしか戻らず、再湿潤製が低減されていることが判明した。
 - (3) 分離された水分はpH3～4で、浮遊物質、BOD、油濃度が下水道法の基準値*2と同等かやや高いものの、処理が困難な金属類やハロゲン化合物等は検出下限以下であり、既存の排水処理技術で対応可能であることが明らかになった。
3. DME脱水プロセス試作機の運転条件と所要エネルギーの解明
試作機により、常温、数気圧の条件で（図3）、DMEの再利用運転が可能であることを確認した。また、試作機は小型で、詳細構造や運転条件を最適化していないにも拘わらず、2069kJ/kg-水（圧縮機の仕事量）で脱水可能であり、既存技術の所要エネルギー（実機規模の試算値）以下に低減できることが判明した。

今後の展開

実用化に向けたスケールアップのため、脱水装置への石炭の連続投入・抜き出し方法などを検討する。

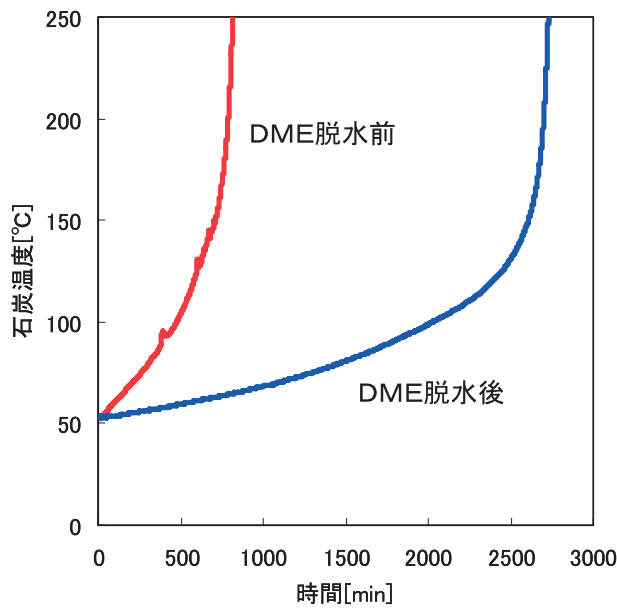
主担当者 エネルギー技術研究所 燃料高度利用領域 主任研究員 神田 英輝・野田 直希

関連報告書 「DME利用型脱水プロセスの試作機による石炭脱水特性の解明」研究報告書：M08020、
「液化DMEによる石炭の脱水特性および自然発火性低減効果の検討」研究調査資料：M08902

*1：標準沸点は-25℃、5気圧では沸点20℃。様々な物質の中から水分を溶かし出す能力がある。DME100に対して水8の重量割合で溶ける。中華人民共和国では、輸入LPGより安価な代替燃料として普及しつつある合成燃料でもある。

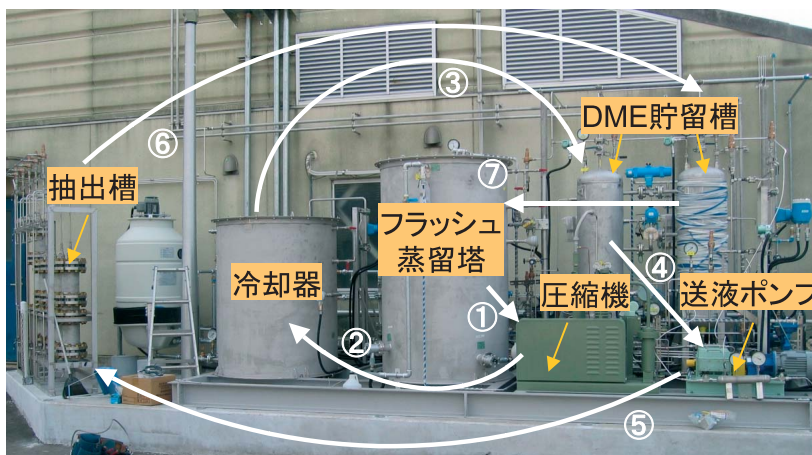
*2：下水道法の基準値との比較は、本技術で生じる排水を下水に流すことを前提とするのではなく、既存の排水処理技術で十分に対応可能か検討するために用いたものである。

（昨年度年報後の受賞：京都大学環境衛生工学研究会 優秀プロジェクト賞、日本粉体工業技術協会 研究奨励賞）



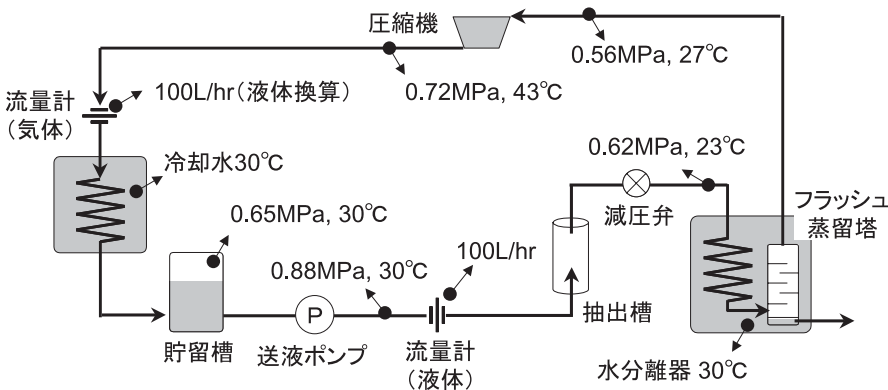
50℃の乾燥空気を、DMEで脱水する前のワラ炭と、脱水した後のワラ炭に、各々接触させ、空気の酸素によって発熱する「自然発火性」を測定した。ワラ炭の温度の上昇が早いほど、自然発火性が高い。DME脱水後のワラ炭は温度上昇に時間がかかり、自然発火性が低減される。

図1 DME脱水前後での自然発火性の違い



「DME脱水プロセスの試作機」は、脱水に使用したDMEを常温で蒸発させた後、回収・液化して循環再利用することが可能である。本試作機の目的は、石炭の脱水特性や排水特性、現実の運転条件と所要エネルギーを、世界で初めて解明することであり、装置の詳細構造や運転条件の最適化は行っていない。

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）



試作機において、最も温度が高い箇所は43℃、最も圧力が高い箇所は0.88MPaであり、常温・数気圧の穏和な条件で運転可能であることが確認できた。この運転条件における、脱水エネルギーは2069kJ/kg-水であり、既存技術の所要エネルギー以下にできることが判明した。

図3 DME脱水プロセスの試作機の運転条件