

熱交換器チューブ表面の汚れ形成に関する検討

(コスモ石油) ○飯塚 喜啓・深津 直矢・小森 一幸
 いいつか よしひろ ふかつ なおや こもり かずゆき

1. 緒言

貴重な石油資源を有効に活用し、かつ高い競争力を得るためには石油精製装置における効率的な熱エネルギーの使用が重要である。石油精製プロセスをはじめとした化学プラントを構成する機器の中でも、廃熱を回収・利用することのできる熱交換器は必要不可欠な機器であり、プロセスに必要となる熱エネルギーの多くを担っている。一方で、熱交換器はプロセスの連続運転に伴って伝熱効率低下や圧力損失増加といった課題を生じることもあり、装置によっては連続運転のボトルネックとなることさえある。一般に上記のような課題は熱交換器内部の汚れによって引き起こされることが多く、汚れ発生原因の一つとして流体中に溶解した酸素の影響が指摘¹⁾されている。そして溶存酸素をはじめとした汚れの原因検討、対策検討を行うためには、メカニズム解明はもちろんのこと、実際の熱交換器に即した形での検証も極めて重要である。

本研究ではプロセス流体が熱交換器伝熱面に形成する汚れの影響について、ラボスケールのプロセス模擬装置を用い、特に原料油組成や溶存酸素に着目した検討を行った。また、本報では既報よりも重質な原料油に関する汚れの形成を評価した。

2. 実験

熱交換器における汚れの形成と伝熱変化を評価するため、溶存酸素量の異なる原料油（内部流体）についてラボスケールの高温流体プロセス模擬装置（Hot Liquid Process Simulator）を用いて検討を行った。

図1に装置の概要を示す。模擬装置は、主に原料油タンク、ヒーターチューブ、ポンプで構成され、ヒーターチューブを加熱することで流通する原料油を昇温する構造である。ヒーターチューブ自体の温度はチューブ内部の熱電対で制御するため常に一定の温度に保たれるが、原料油が受け取る熱量はヒーターチューブー原料油間の熱伝導率に依存する。このため、連続的に原料油を通液すると、時間経過とともにヒーターチューブ管壁に汚れが付着し、汚れ成分の熱抵抗により原料油が受け取る熱量が減少するため出口温度（出口油温）が低下する。本検討では時間経過と出口油温の推移を汚れの指標として用いた。

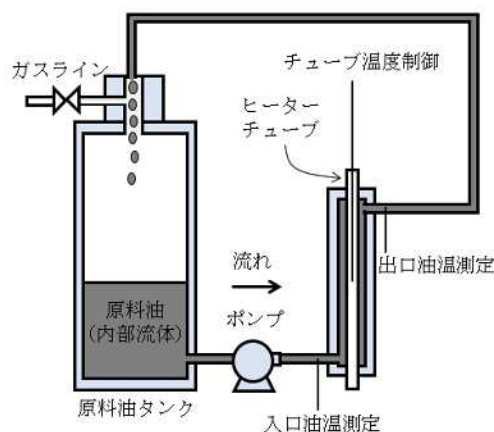


図1 高温流体プロセス模擬装置概要

3. 結果および考察

図2に模擬装置を用いて汚れ評価を実施した結果を示す。時間経過とともに汚れが堆積していき、原料油へ伝わる熱量が減少するため、運転開始時と運転終了時の油温の差が大きいほど汚れの堆積量が多く、小さいほど汚れが少ないと判断できる。

実験の結果、原料油から酸素を極力除去した条件では一定時間連続通液した後も、ほとんど出口油温の低下を生じなかった。一方で原料油に酸素を導入し、溶存酸素量を増加させた条件では著しい温度低下を生じた。また、実験終了後にヒーターチューブおよび出口配管の開放点検を行ったところ、明らかに汚れ物質が付着・堆積していることを目視にて確認した。これらの実験結果から、原料油に酸素が含まれることで熱交換器において汚れ形成が助長されることが、および模擬装置を用いることで伝熱に与える影響を評価可能であることを確認した。

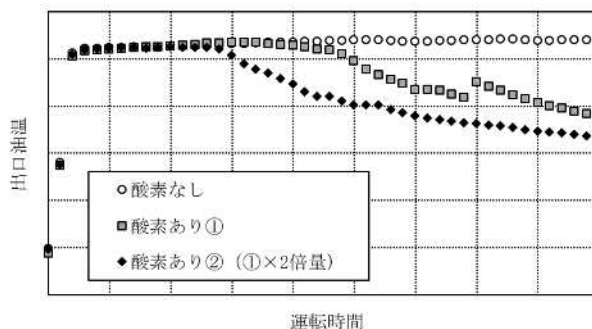


図2 出口油温の推移

1) Braun, R., *Corrosion* 77, 106(1977).