

# 石油化学プラントの心臓 直径 6 m, 細管 2 万本の反応器

## 多管式反応器の内部流動予測技術と パッケージ化技術

赤ちゃんの肌にやさしい紙おむつ。その肝は高吸水性樹脂と呼ばれるハイテク化学素材だ。これを日々産み出しているのが IHI 製の巨大反応器。最新の装置に込められた最新の技術とは？



多管式反応器パッケージの模式図



多管式反応器内部を模擬した試験装置

### 石油化学プラントの中核「反応器」とは

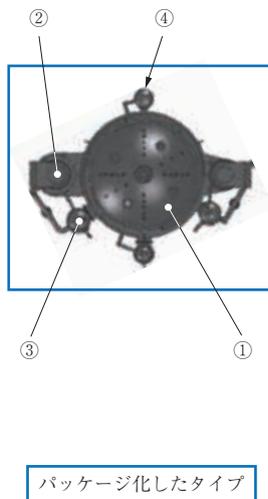
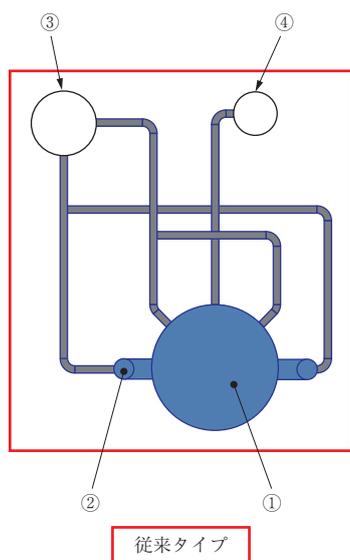
プラスチックをはじめとするさまざまな合成樹脂は石油を原料としており、石油化学プラントで生成される。それらプラントには反応を行うためのさまざまな装置が設置される。今回紹介する多管式反応器は、そのような石油化学プラントの中核となる巨大な装置である。

多管式反応器は直径 6 m を超える巨大な円筒の中に、内径 2～3 cm の細管が 2 万本以上取り付けられている。全ての細管の内部には触媒が充填されており、この触媒の中を製品の原料であるガスが流れる。そのとき、原料ガスが化学変化し、別の物質になって出てゆく。この化学反応では大量の熱を発生するので、細管の外側に液体の熱媒を大量に流し、冷却しなければならない。実際には、細管内部で発生した熱を除去しながら化学反応に適したある一定の温度に保つ

必要がある。そのため、熱媒を循環させるための大型ポンプ、除熱のための熱媒クーラー、除熱量を調整するための調整弁などの周辺機器を反応器本体と組み合わせた構成となっている。

反応器の運転温度は 300℃ を超え、熱媒は熔融塩といわれる特殊な液体を使用している。この熔融塩は 400℃ でも液体で安定しているという利点があるが、140℃ 近辺で凝固するため、それを考慮して設計する必要がある。

このような特徴をもった多管式反応器を使用して生成されるものとして、アクリル酸、メタクリル酸、メチオニン酸、塩酸などの基礎的な化学製品がある。IHI 横浜工場では、これらのなかでもアクリル酸用の多管式反応器を化学会社向けに設計・製造しており、2011 年以降、新しいタイプの 3 基の多管式反応器を設計・製造し、納入した。どのような点が新しいのかを紹介する。



- (注) ①: 反応器  
 ②: 循環ポンプ  
 ③: 熱媒クーラー  
 ④: 電気ヒーター  
 (運転スタート用)

多管式反応器パッケージ新旧比較

## 巨大反応器を支える繊細技術

### (1) 多管式反応器の内部流動の予測技術

運転中の多管式反応器の細管内部では化学反応が継続しており、大量の熱が発生しているため、それをできるだけ均一に冷却することをお客さまから要求されている。一方で、反応器内部の細管の数や発熱の状況はお客さまによってさまざまである。従って、それぞれの要求に応じながら、可能な限り温度が均一になるように熱媒の流れをオーダーメイド的に調整しなくてはならない。調整といっても、実機が完成してから試運転で調整することはできないので、設計段階で温度分布を正確に予測する技術が不可欠となる。

このため今回、社内で多管式反応器内部を模擬した試験装置を作成し、流れの特性を把握するための実験を行った。そして、その実験結果と CFD (数値流体力学) を組み合わせることで、反応器内部の温度分布を正確に予測する技術を開発した。

### (2) 多管式反応器と周辺機器のパッケージ化

従来は、多管式反応器から適度に離れたところに熱媒クーラー、調整弁などの周辺機器を配置し、それらを配管で結ぶ方式であった。

今回、反応器を中心にして、周辺機器をほぼ直接接続し、その非常に狭い範囲で熱媒を循環させるという「パッケージ化」を実現した。パッケージ化するためには、前述の温度分布の予測だけでなく、反応器内部に熱媒を流すために必要な動力を精度良

く予測し、その結果を基に熱媒クーラーへ流れる量も適切になるように設計する必要がある。そして、このような流れの設計をしながら、巨大な多管式反応器と周辺機器の配置設計や強度設計を同時並行的に行い、最適となるように設計しなくてはならない。それがパッケージ化の難しさである。IHI では大型反応器の強度設計・製造に関する技術と数多くの実績をもっている。それらと内部流動の予測という新しい技術を組み合わせることによって、初めて実現できたものである。

パッケージ化は、機器や配管物量の削減、専有面積の縮小、現地工事の削減、運転やメンテナンスがしやすいなど、従来タイプよりも多くの点で非常に優れている。そのためお客さまにとってのメリットが多く、今後の需要も高まっていくと考えられる。今後もお客さまのさまざまな要求に応えながら進歩し続け、より高性能、高品質のパッケージ化した多管式反応器を提供していきたい。

問い合わせ先

株式会社 IHI

原子力セクター 機器設計部

電話 (045) 759-2639

原子力セクター 海外プロジェクト部

電話 (045) 759-2293

URL : [www.ihicorp.jp/](http://www.ihicorp.jp/)