

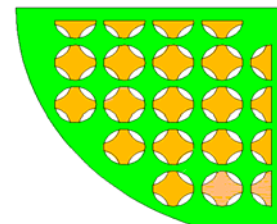
高性能自律制御型気液接触棚 「リフトトレイ」

1. 概要

一般的な蒸留はもちろん、処理量に大きな変動のある蒸留でも安定して操作できる自社開発のトレイです。また、ボイラーや焼却炉からの煤塵、灰などの固形物を含んだ排ガスでも詰まりも無く効率良くガス洗浄でき、スクラバーとしても優れています。本トレイは、充填式蒸留塔と違い、内部の点検、洗浄が容易で、操作範囲が安定かつ広いため長期にわたって人気の高い商品です。充填塔と比較して液切れが良く（濡れ面積が少なく）、スラリーが入っていても蒸留できる点、モノマーの蒸留で重合が起きても洗浄して再利用できる点など、多くの特長があります。可動板による流体自身の（自律）制御効果で操作範囲が広く、液ホールドアップが小さくて応答が速く、蒸気流量変動にも簡単に対応でき、運転しやすいと評価されています。開発当初は可動板が磨耗しないかと心配されていましたが、現在までそのような問題は全然起きていません。最近、充填層とリフトトレイを組み合わせた充填リフトトレイと外部から開口比を調節できるチェンジトレイを開発し、より理想に近い運転条件の確立に挑戦しています。ウォールウェッターと組み合わせて、回分蒸留でありながら省エネ効果大で、熱回収ができるWW蒸留プラスも好評販売中です。



写真 リフトトレイ



● 可動板
● 固定板

図1 固定板と可動板の孔構造

2. 構造

基本構造は固定多孔板（下側）と可動多孔板（上側）を1トレイセットとするもので、ダウンカマーはありません。可動多孔板の孔が固定多孔板の孔と一部重なって共通部分を有するように配列されており、この可動板は上下動のみ可能で回転、横移動しないようにピンで支持されています。孔の形状、大きさと配列により液量の操作範囲を広くカバーでき、ダウンカマーの無い向流接触で気液二相流自身による自律制御型のトレイです。基本的には丸孔と丸孔との組合せにしますが、液量が増加してくるとこの構造では液フラッシングが起こるので、角孔と角孔との組合せも用意しています。孔の組合せで、最小開口比と最大開口比を調節することが可能です。

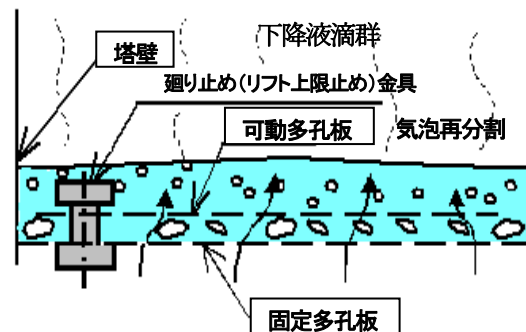


図2 リフトトレイの断面図

3. 特徴

一般に1段のトレイ通過による全圧力損失は次式のように孔通過圧損、泡沫層通過圧損と孔での表面張力による圧損（非常に小さい）の和であります。（ α , β : 開孔比が大きくなると小さくなる係数）

$$\Delta P_T = \alpha \Delta P_d + \beta (\rho_L g h_{CL}) + \gamma (4\sigma / d)$$

リフトトレイは蒸気流量が大きくなると、可動板が浮き、実質的な孔の面積が大きくなることにより、

α , β が小さくなり、全圧力損失が増加しないように自律的に圧力損失を制御しています。すなわちリフトトレイは二相流自身の圧力バランスで作動するので低圧力損失であり、バランスする間はほとんど圧力損失が変化しない特徴があります (図3)。フラッディングまでの操作範囲が大きく、液量に依存しますが、液量が少ないところではFファクターが $2.5 \text{ m/s}(\text{kg/m}^3)^{1/2}$ までフラッディングしません。塔内蒸気流速Fファクターが塔高さ方向に大きく変化します内部熱交換型蒸留塔のトレイとして大きな期待が寄せられています。段効率従来は従来のトレイとほぼ同じですが、図4のように、ガス速度に変化があっても効率は大きく変化しないことが特長であり、一段当りの圧力損失は大きなものでも 40 mm 水柱程度です。従来のトレイと比較して圧力損失が小さいので、単位圧力損失で見ると非常に効率の良いトレイと言えます。

4 適用分野

4. 1 蒸留塔：精留等への応用では最大 $\phi 4000\text{mm}$ までスケールアップに成功しています。その特長は圧力損失がほぼ一定で、液ホールドアップが少ないので応答性が良いことであり、少々荒い運転でも安定でなかなかフラッディングしません。トレイ全面でバブリングするので、スラリーになる固形物が少々入っていても安定に運転でき、ダウンカマーがないので堆積や詰まりなどの心配もありません。

図4は2種類のアルコール水溶液を使った塔径 200 mm 段間隔 400 mm 5段の実験塔での結果です。

4. 2 スクラバー：固形物が少々入っていても問題が少ないので、焼却炉やボイラーの煤塵の除去に適しています。全面バブリングするので藻などが付着しにくく発酵排ガスの脱臭処理にも適しており、空気輸送による粉体原料を反応缶に供給する際に、粉体が外部に出ていくのを液体原料でキャッチするシステムにも応用されている実績があります。

4. 3 リフトトレイ塔 (反応蒸留)：

脱溶媒や脱水を必要とする回分操作のエステル反応などで、フラスコ実験では普通充填塔が使用されていますが、リフトトレイを充填塔の替りに使用すれば以下のメリットが出ます：リフトトレイは蒸気速度が変化しても圧力損失がほとんど一定なので反応に影響を与えないこと、液ホールドアップが少なく、表面積が小さいので運転終了時の液切れが非常に良く、次の操作に早く入れること。このシステムにウォールウェッターを取り付けたWW蒸留プラスは非常に使いやすいシステムで、ユニット化して特許 (日本 第4058410号) が成立しました。

4. 4 HiDiC トレイ：NEDO で開発されつつある省エネ型 HiDiC 蒸留塔は内部熱交換により塔高さ方向に蒸気流量が大きく変化するが、このリフトトレイは安定な F-factor 範囲が広いので最適なトレイです。

5. 結 び

リフトトレイは充填層では運転が困難な条件でも現在も広く需要があり、600基以上の実績があります。テスト蒸留塔も用意しておりますので、いろいろな溶液に対して試験できます。溶媒回収、精製、反応、脱溶媒の分野で多数の実績がありますので、気軽にお声をかけてください。

特 許 日本 No.1102052 (註：有効期限満期) 英国 No.1383218 西独 No.2227280

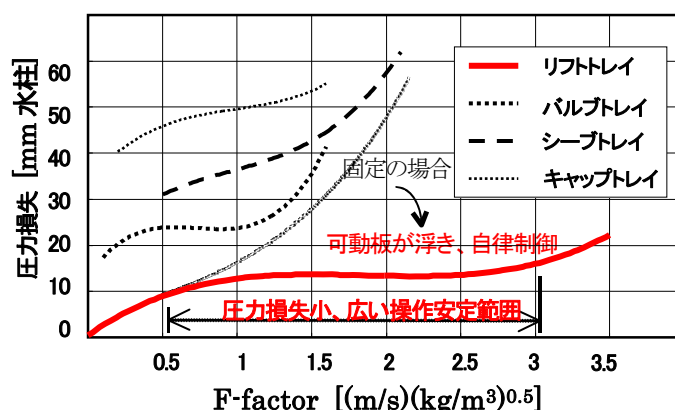


図3 各種トレイの圧力損失の比較

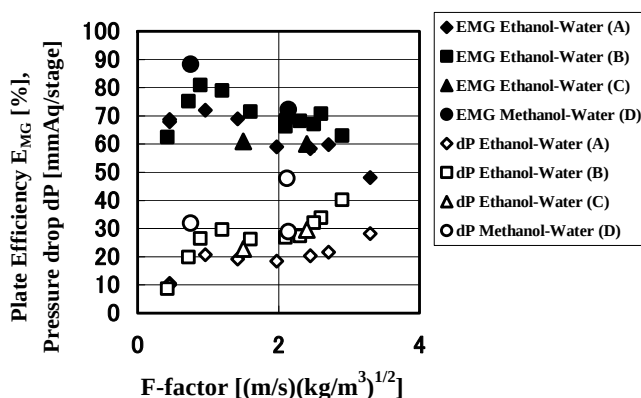


図4 リフトトレイの段効率と圧力損失
(塔径：200mm, 段間隔：400mm, 5段)