

最近의 蒸溜裝置의 發展에 關하여

Linde 塔 最近 蒸溜塔에 valve tray 와 sieve tray 를 많이 쓰게 됨에 따라 bubble cap 은 점차 그 자취를 감추어 가고 있다. Union Carbide 社의 Linde Division 에서는 當社獨占으로 새로운 蒸溜塔의 製作과 그 販賣에 나서고 있다. Linde 社에서 設計한 이 塔은 sieve tray 을 改良한 것으로서 같은 크기의 在來式 蒸溜塔보다 40~120 % 더 큰 容量을 갖게 되었고 壓力降下도 $\frac{1}{3}$ 로 줄었으며 tray 效率도 在來式보다 무려 40 % 나 上昇되었다고 한다.

이 塔은 처음에는 空氣液化分離工場에 使用하기 위하여 發展된 것이었으나 現在는 一般化學工程分野를 目標로 하고 있다. 이때까지 壓力降下가 相當히 커서 perforated tray 를 쓸 수 없었던 眞空蒸溜分野를 包含한 모든 蒸溜裝置의 約 95 % 程度까지 이 塔을 使用할 수 있다고 Linde 社에서는 말하고 있다. 이 새로운 tray 는 이미 約 80 個가 現在 運用되고 있거나 또는 建設中에 있다.

化學工場에 대한 Linde 의 蒸溜裝置販賣에 있어서는 裝置以外에 技術的인 問題까지도 包含된다. 즉 會社와 顧客間의 相互秘密協約에 의하여 塔의 크기를 定하며 또 必要한 모든 内部施設을 決定한다. 모든 塔에 대한 設計容量과 效率는 會社에 의하여 保證된다. 이러한 協約은 既存施設을 Linde tray 로 代置하는 경우에도 適用된다. Linde 塔의 價格은 普通 같은 크기의 在來式塔의 價格보다 약 $\frac{1}{4}$ 적게 든다고 한다.

Slot 의 配置 및 多量의 液體를 處理하는 tray 에 있어서의 小型 多重 下降裝置(multiple downcomer) 등이 이 塔의 特色이다. 이 設計에 의하면 tray 上의 液體의 水力學的 勾配가 거의 없으며 따라서 slot 를 통해서 上昇하는 蒸氣의 噴出作用에 의하여 液體가 잘 混合되게끔 slot 가 配置되어 있는 것 같다. Tray 間의 거리도 在來式 보다 더 接近시킬 수 있으며 이 裝置에 대하여는 現在 特許를 申請中이다.

Linde tray 는 지난 10 年間 bubble cap 蒸溜塔을 다른 좀 더 效率的이고 값이 싼 蒸溜塔으로 代置해간 裝置의 發展過程에 있어서 가장 最近의 것이다. 1950 年까

지도 모든 새로 建設되는 塔은 bubble cap tray 를 使用했다. 큰 充填塔은 channeling 으로 인한 낮은 效率과 給送率에 對한 制限등으로 널리 使用되지 않았다. 또 最大 直徑 $\frac{1}{4}$ in 의 구멍을 가졌던 當時의 Sieve tray 도 運用範圍에 制限이 많았다.

그러나 bubble cap tray 도 역시 여러가지 缺點을 가지고 있다. Riser 를 통하여 上昇하는 蒸氣는 cap 內에서 한번 180° 의 廻轉을 하며 slot 를 통하여 나올 때에 다시 急激히 轉向한다. 이로 말미암아 壓力降下가 크게 되어 結果적으로 loading rate 에 制限을 가져온다. 또 bubble cap 과 그것을 支持하기 위한 볼트와 spider 등에 의한 材料와 組立費用이 追加된다.

Slot 와 Valve 구멍이 큰 sieve tray 에 대한 研究結果로 液體 및 蒸氣의 적당한 流速範圍內에서 높은 效率를 가질 수 있게 되어 約 12 年前부터 sieve tray 에 대한 人氣가 上昇하기 始作하였다. 現在에는 直徑 $\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}$ in 의 구멍을 가진 sieve plate 가 普通이며 구멍의 面積도 plate 面積의 10 % 까지 이르고 있다. 또한 運用範圍도 相當히 커져서 設計容量의 30 % 까지에서도 充分히 그 機能을 發揮하는 tray 도 있다고 한다.

Bubble cap 을 perforated tray 로 代置시키는데 있어서의 다음 問題는 어떻게 downcomer 를 없애느냐 하는 데 있었다. 普通의 sieve tray 에 있어서 液體는 bubble cap tray 에서와 같이 윗 tray 의 downcomer 를 통하여 내려온 후 구멍이 뚫린 tray 위를 지나서 아래 tray 로 通하는 downcomer 로 빠진다. 그러나 furbogrid 나 그 외의 이와 비슷한 tray 에 있어서는 같은 slot 를 통하여 蒸氣가 올라오고 液體가 떨어지게 되어 있다.

脈動하는 液體에 의하여 tray 上의 구멍은 막히지며 이 脈動하는 液體의 渦 部分을 통하여 蒸氣가 뚫고 올라오며 등성이(凸) 部分의 slot 를 통하여 液體가 밑으로 떨어진다. Downcomer 가 없으므로 液體流量에 대한 制限을 피할 수 있고 tray 全體를 통하여 液體-蒸氣間의 混合이 이루어 지므로 結果적으로 塔의 容量은 커진다. 그러나 이러한 tray 는 어떤 特정한 運用範圍 밖에서는 매우 安定하지 못하다. 液體가 不規則하

게 한꺼번에 아래로 쏟아져 내려와 混合效率을 低下시키므로서 特定分層을 除外하고는 쓸 수 없는 實情이다.

Sieve tray가 脚光을 받기 始作한 1951년에 Nutter 會社에 依하여 valve tray가 發明되었다. 揮發油工場에 처음 使用된 이 tray는 덮개板이 '달린 폭 $1\frac{1}{4}$ in, 길이 5 in의 矩形 蒸氣孔들로 되어있다. 덮개板에는 몇 개의 guide를 붙여서 구멍에 꼭 맞게 하였으며 이 板의 上下運動으로 蒸氣孔이 열리고 닫히므로서 蒸氣의 流量이 調節된다. 蒸氣의 流量이 減少하면 一部 valve는 닫히고 壓力差는 正常流量에 있어서와 거의 같은 값으로 維持된다. 이러한 作用으로 말미암아 valve tray는 一般的으로 汪溢點의 20~90%에 이르는 넓은 運用範圍를 가지게 되어 伸縮性이 매우 크다.

또한 valve tray는 그 構造가 간단하므로 같은 直徑의 bubble cap tray보다 30~50% 정도 값이 싸며 約 20% 정도 큰 蒸氣容量을 가진다. 이것은 bubble cap tray에서는 蒸氣가 上昇할 때 포물꼬불한 徑路를 거치는데 反하여 valve tray에서는 두번의 90° 廻轉만 하게 되므로 壓力降下가 必然적으로 적어지는데 起因한다.

Nutter社 以外에도 valve tray를 製作하는 會社가 두 개 있다. Glitsch社의 Ballast tray는 直徑 $1\frac{17}{32}$ in의 圓形 蒸氣孔을 가진 valve를 使用한다. Koch社의 Flexitray도 이와 크기가 비슷하며, sieve tray와 valve tray를 합친 Flexiperf라는 것도 만들고 있다.

Valve의 덮개板이 tray面과 密着하게 設計된 것도 있으나 다른 것들은 덮개가 完全히 닫히는 것을 防止하기 爲하여 valve에 홈(dimple)을 파거나 tab을 달게끔 되어있다. 이러한 것은 一部 valve가 넓게 열리고 나머지는 完全히 닫혔을 경우에 생길 수 있는 channeling을 防止하기 爲한 것이다.

Sieve tray와 valve tray는 現在 蒸溜塔에 있어서 가장 많이 使用되고 있으며 一年賣上高는 千萬弗에 이르고 있다. Bubble cap tray는 現在 새로 建設되는 塔의 5% 정도에 不過하다.

最適運用範圍에서의 sieve tray와 valve tray의 性能은 서로 비슷하며 따라서 大部分의 경우 어느 裝置를 택하느냐 하는 것은 經濟的인 면에서 決定될 問題이다. 그러나 經濟的인 면에서 볼 때에도 이 두 裝置는 서로 競合된다. sieve tray는 構造上 必然적으로 製作費用이 더 싸게 된다. 그러나 두 裝置에 있어서 design cost가 비슷하며 또 valve tray design이 보다 보편화 되었으므로 valve tray가 더 싼 경우도 많다. 段數가 많은 큰 塔에 있어서는 sieve tray쪽이 制限을 받게 된다. 現在 valve tray가 더 많이 使用되고 있는 것 같기도 하나 뚜렷한 趨勢는 보이지 않으며, 새로 建設되는 塔에 경우 먼저 sieve tray부터 고려하므로 sieve

tray 쪽으로 기우러 진다고 하는 측도 있다.

眞空蒸溜 高分子重合體를 包含한 熱에 敏感한 物質의 生産量이 增加함에 따라 眞空蒸溜에 있어서 좀 더 效率的인 tray를 必要로 하게 되었다. Tray에 있어서 壓力降下가 적으면 塔上部의 眞空度가 작아도 되며 또 reboiler의 溫度가 낮아도 된다. 이것은 또한 一定한 容量에 대하여 蒸氣의 流量이 적어도 된다는 것을 意味하며 따라서 塔의 크기를 적게 할 수 있다.

1960년에 Glitsch社는 그의 Glitsch-Grid를 세상에 내놓았다. 이것은 plate tray보다 50~100% 더 큰 容量을 가지며 한 개의 理論段에 대한 壓力降下도 在來式 tray나 充填層의 $\frac{1}{10}$ 밖에 되지 않는 0.35 mm Hg에 不過하다. Grid는 높이 2 in, 폭 15~24 in와 10 ft의 길이를 가진 板(panel)으로 되어 있다. 各 板은 여러 줄의 天幕모양으로 된 金屬板으로 되어 있으며, 이 金屬板들은 開放된 面積을 크게하기 위하여 구멍을 뚫었다. Grid tray는 實質적으로 보면 바닥의 80%가 열려 있는 셈이다. 塔內에 Grid를 層層이 쌓으므로서 tray를 形成한다. 이 Grid tray에는 downcomer가 없는데 이것은 實際運用上 아무런 問題가 되지 않고 있다. 이것은 아마도 Grid tray에 있어서는 tray가 液膜으로 完全히 덮히는 일이 없기 때문일 것이다.

Grid tray는 原油의 眞空蒸溜에 처음 使用하였으며 아직도 그 方面에 가장 많이 쓰이고 있다. 最近 一般化學工業에 있어서도 Grid tray가 約 10% 정도 쓰이고 있다. Glitsch-Grid의 價格은 bubble cap tray의 2배나 되므로 一般的으로 壓力降下가 問題되는 경우에 使用된다. 實驗室用 scrubber로서 直徑 $1\frac{1}{3}$ ft의 Grid塔이 使用되고 있으며 精油工場에서는 直徑 40 ft의 것도 使用되고 있다. 化學工業에 쓰이는 것은 50 ft의 Grid層을 가진 直徑 6 ft의 것이 最大이나 앞으로 이 方面에 더욱 集中될 趨勢를 보이고 있다.

tray上的 slot가 液膜으로 덮임으로서 蒸氣가 그곳을 通하여 나올 때에 생기는 壓力降下를 피하는 다른 또 한가지 方法으로서 rotary tray가 使用되고 있다. 이 rotary tray 蒸溜塔은 廻轉하는 中央軸으로부터 塔의 內壁을 向하여 液體를 噴射하게 되어있다. 軸周圍로 上昇하는 蒸氣는 液體와 效果적으로 接觸하게 되며 tray當 壓力降下는 1~2 mm Hg 정도이다. 또 水平式 rotary tray도 있는데 이것은 中央軸에 여러개의 廻轉子(rotor)가 달려 있고 이 廻轉子들에는 塔의 아래쪽으로 통이 달려 있어 軸이 廻轉함에 따라 위의 蒸氣流에 다 液體를 끼얹게 되어 있다.

充填塔(Packed Column) 10年前만 해도 3 ft以上の 直徑을 가진 充填塔은 보기 힘들었다. 直徑이 큰 充填塔에 있어서 가장 큰 難點은 液體를 어떻게 均等

하게 分布시키느냐 하는데 있었다. 그래서 充填物의 形態, distributor 및 蒸氣-液體間의 接觸을 促進시키는 充填支持物(packing support) 등에 대하여 研究를 集中하여 왔다.

最近에는 直徑 10~12 ft의 充填塔도 나오고 있다. 또한 이들 充填塔은 depropanizer, debutanizer와 lean oil fractionator 등 石油工業에도 使用되기 始作하였다. Pall ring이나 달안장모양의 充填物이 蒸溜塔에 가장 많이 使用되며 Raschig ring도 여러가지 分離操作에서

아직도 많이 쓰이고 있다.

그러나 大形의 充填塔에 있어서는 精巧한 充填物의 必要와 側流(side stream)의 除去 등 여러가지 設計上 難點이 많기 때문에 小型의 것이나 또는 腐蝕性이 커서 tray를 쓸 수 없는 경우 以外에는 쓰이지 않고 있다.

(Chemical & Engineering News, Nov. 25, 1963에서 轉載. 朴友善 譯)

報文 投稿規定

1. 報文은 本誌에 投稿하기 전에 다른 雜誌에 原報로서 발표되지 아니한 것이어야 한다. 단 최근 2년 이내에 外國雜誌에 발표한 論文도 本誌에 投稿할 수 있으며 이 경우에는 반드시 國文으로 고치고 또 原報가 발표되어 있는 雜誌名, 號數 및 共著者의 이름을 明記하여야 한다.
2. 報文의 投稿는 會員에 限한다. 단 共同研究者는 會員이 아니더라도 부방하다.
3. 原稿의 採擇은 編輯委員會에서 정한다.
4. 編輯委員會는 原稿 中の 文句를 加減, 修正하는 경우가 있다.
5. 報文은 本學會에 도착된 날을 受理日로 한다.
6. 報文은 200字 原稿紙에 橫書로 써서 投稿하되 40面 이내이어야 한다. (表, 그림 등을 포함)
7. 報文을 外國語 (英, 獨, 佛)로 발표하려는 경우에는 약 21×26cm 用紙에 한 줄 건너서 打字한 것 15面 이내이어야 한다. (表, 그림 포함)
8. 報文의 概要는 英, 獨 또는 佛語로 記述하여 本文

앞에 넣어야 한다. 外國文으로 投稿하는 報文은 國文으로 된 概要(800字 이내)를 붙여야 한다.

9. 도는 表, 그림, 線圖의 說明은 英語나 獨語 또는 佛語로 하여야 한다.
10. 그림, 線圖의 原本은 白紙에 깨끗이 먹으로 그려야 하며 모든 說明은 寫本에 적어 넣어 原本과 함께 提出하여야 한다.
11. 引用文獻은 다음과 같이 著者名, 雜誌名, 卷, 페이지, 年의 順序로 써서 全部를 本文 끝에 모아야 한다.
A. B. Smith; *Ind. Eng. Chem.*, **55**, 133 (1963)
12. 引用文獻의 略號는 Chemical Abstracts의 그것을 따러야 한다.
13. 數量의 單位는 되도록 Meter法을 사용하고 原語로서 記入하여야 한다. 數字는 반드시 아라비아 數字를 使用한다.
14. 固有名詞는 반드시 原語로 써야 한다.
15. 다음의 경우에는 實費를 증수 한다.
a). 寫眞版에 아아트紙를 사용하는 경우
b). 불결한 圖面을 訂正 또는 淸書하는 경우