

## 多孔板(Perforated Tray)에 關하여

崔

雄\*

### 1. 序 言

蒸溜 吸收 Stripping 등의 氣體—液體 接觸操作에 있어서는 從來 主로 泡帽板(Bubble-cap Tray)을 使用하여 왔다.

이것은 操作範圍 즉 Turndown ratio [操作 가능한 範圍內에서의 最大容量과 最少容量과의 比]가 큰 것이 特色이었고 股效率(Stage efficiency)도 比較的 좋아서 널리 使用되어 왔다. 이에 對한 資料는 比較的 많아서 그의 設計法은 거의 確立된 段階에 있다. 그러나 그 構造가 복잡하여 製作費, 補修費 등이 크게 드는 것이 短點으로 되어 있었으며 그 보다 더 간단하고 값싼 蒸溜板을 求하기 始作 하였는데, 近來 多孔板(Perforated Tray)이 登場하여 關心을 끌게 되었으며, 그에 關한 研究문헌도 近來 대단히 많이 눈이 뜨이게 되었다. 또 小容量 蒸溜塔에 잘 쓰이는 充填分野에 있어서도 從來 많이 使用하던 充填物인 Rashig ring 代身에 더 性能이 좋은 Spraypak, Poll ring, 其他 Plastic 製品등이 出現하였다.

여기에서는 多孔板에 對하여 그 種類, 性能등을 간단히 紹介하여 새로운 蒸溜塔 設計에 있어서 多孔板에 關한 인식을 높여주기 바라는 바이다.

### 2. 多孔板의 種類

多孔板에도 여러가지 形態가 存在할 수 있으나 지금까지 흔히 使用되고 있는 다음의 5가지에 對하여 간단히 說明하려고 한다.

(i) 簾板(Sieve tray) 가장 代表的인 多孔板이다. 泡帽板과 마찬가지로 보통 液體降下部(downcomer)와 堰(weir)를 가지고 있다. 孔은 圓形이며 그 直徑은 보통  $\frac{1}{8}$ " 부터  $\frac{1}{2}$ " 程度이다.

그러나 空氣分離塔과 같이 塔의 높이를 낮게 하여야 하는 경우에 있어서는 直徑 1mm 程度의 작은 孔을 쓴다. 最近에는 直徑  $1/2$ " 내지 1"의 大型孔도 股效率 및 融通性(Flexibility)을 크게 한다고 報告되어 있다. 自由斷面積(Free Cross Sectional Area)은 보통 10%程

度이다. 蒸氣速度가 어느 限度보다 작아지면 液體가 孔을 통하여 아래로 흐르게 된다.

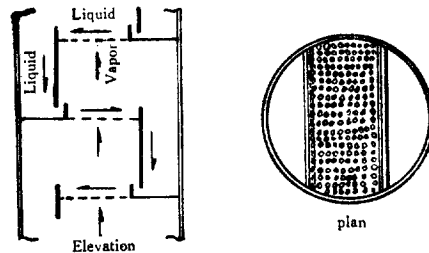


그림 1. 簾板

이것을 Weeping 이라고 하는데 Weeping 이 많아 지면 股效率은 急속히 떨어지게 된다. 또 反面에 蒸氣速度가 클수록 泡沫高(Froth height)가 커지고 飛沫(Entrainment)도 많아지고 Flooding 도 이어나기 쉽다. 좋은 股效率을 維持할 수 있는 Turndown ratio는 2 程度이며 泡帽板보다 훨씬 작다.

(ii) Kittel Tray 그림 2에서 보는 바와 같이 板에 경사진 구멍을 만들고 蒸氣의 運動 에너지에 의하여 液體에 上昇 運動을 이트킨다. 보통 2板이 1組가 되어 있어서 하나는 遠心板(Centrifugal Tray) 이어서 液體가 壁쪽으로 흐르게 되고 또 하나는 求心板(Centripetal

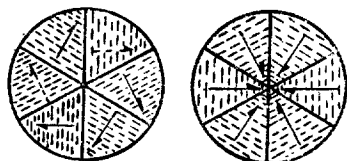
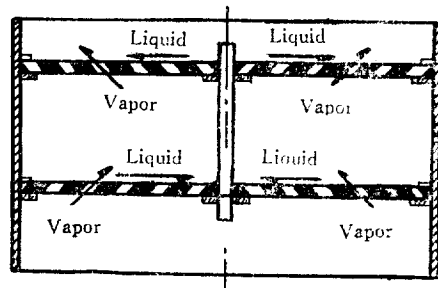


그림 2. Kittel 판

\* 서울대학교 공과 대학 교수

Tray)이어서 液體가 板의 中心 쪽으로 向하게 하여 體-液體의 接觸을 고르게 한다. 自由斷面積은 板보다 커서 20% 정도이고 壓力降下도 약간 적다. 또 다른 長點으로는 Tray의 leveling에 그다지 銳敏하지 않다는 것이다.

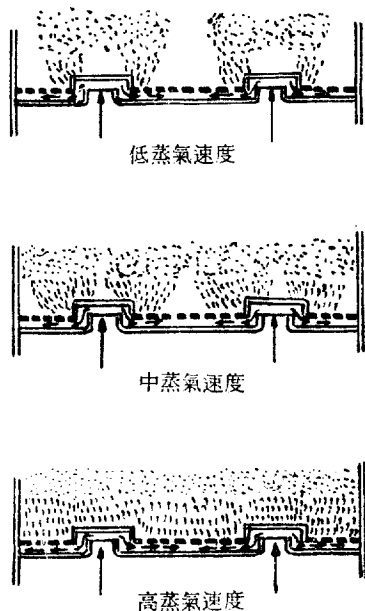


그림 3. APV-West 판

(iii) APV-West 板 이것은 多孔板과 泡帽板을 합한 것이니 蒸氣速度가 작을 때는 泡帽板이 되고 蒸氣速度가 클 때는 板의 역할을 한다. 이 板에 있어서는 壓力降下는 Kittel 板과 板의 中間 程度이고 넓은 操作範圍에서 安定한 運轉을 할 수 있다는 것이 特色이다.

(iv) Valve Tray 이것은 板의 短點인 좁은 操作範圍를 改善할 수 있는 것으로 구멍위에 cap나 valve를 놓아서 蒸氣通過量에 따라서 움직이게 하고 증기가 通하는 open area를 變하게 하는 것이다. 蒸氣量이 적어도 板 보다는 weeping이 덜 일어나고 또 蒸氣量이 커져도 valve가 뜨는 範圍內에서는 壓力降下도 거의

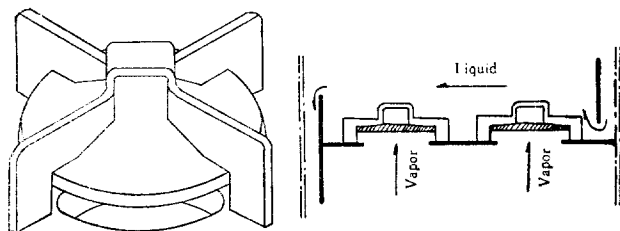


그림 4. Flexitray

변하지 않으며 매우 安定하게 操作할 수 있다. 또 上昇 蒸氣는 方向을 바꿔 水平方向으로 噴出하는 고로 板에서 보는 바와같은 coning 現象이 없고 股效率도 매우

좋다. Turndown ratio는 9 정도까지도 올릴 수 있다. 現在 Koch. Engineering Co의 Flexitray와 Glitsch Co의 Ballast Tray, Nutter Lift Valve Tray 등의 3種이 있다. 이 Valve Tray는 石油化學工業에서 많이 使用되고 있으며 蔚山에 있는 精油工場에서도 Ballast Tray를 많이 쓰고 있다.

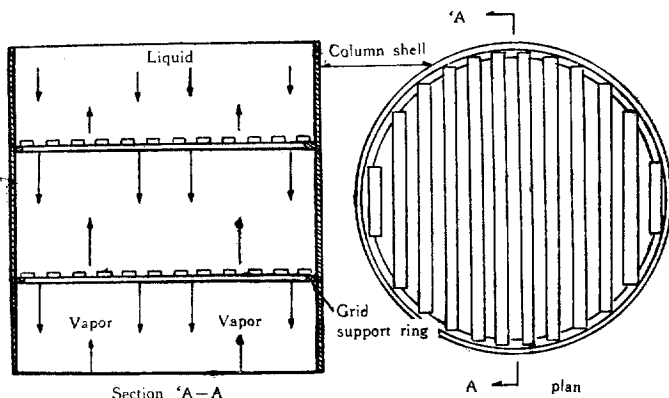


그림 5. Turbogrid

(v) Turbogrid Shell Development Co.에서 開發된 것으로서 지금까지 말한 多孔板 중에서 가장 構造가 간단한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 1/4"~1/2"의 grid 간격을 가지고 있고 自由斷面積은 20% 정도이다. 보통 downcomer는 없다. channeling이 이리나기 쉬운 것이 短點이다. 壓力降下는 다른 多孔板보다 매우 작아서 眞空蒸溜에 使用하면 좋을 것이다.

### 3. 多孔板의 性能

一般의 蒸溜板의 股效率에 影響을 주는 因子는 氣體·液體 各 境膜에서의 物質傳達係數, 有効接觸面積, 液體·氣體의 混合度 및 飛沫同伴量당 등이라고 생각되나 이들은 또 그 系(System)의 物性定數, 板의 여러 dimension 및 操作條件등에도 關係되며 매우 복잡성을 띠고 있다. 따라서 一律의 多孔板과 泡帽板과의 股效率를 比較하려고 함은 어려운 일이나 같은 系를 使用하고 良好한 操作條件에서의 股效率를 比較하여보면 一般의 多孔板이 從來의 泡帽板보다 20%가량 效率이 더 큰 것으로 報告되어 있다. 그리고 處理量

도 多孔板이 泡帽板보다 20%가량 크고 壓力損失도 그보다 적다. 그러나 Turn-down ratio가 적다는 것이 한 가지 短點이 될 것이다. 그것은 操作條件을 잘 맞추어

주든가 Valve Tray 를 使用하면 될 것이고 多孔板의 製作費가 泡帽板보다는 약 50%나 싸다는 것을 생각할 때 그 短點을 補償하고도 남음이 있을 것이다.

#### 4. 結 言

以上에서 定性的으로 多孔板의 性能이 泡帽板보다 優位에 있다함을 말하였으나 아직 多孔板에 대한 資料가 不足하여 詳細히 比較하는 것은 忼 힘이 들고 板의 設計 諸元 및 運轉條件에 依하여도 股効率が 달라진다는 事實에 注意하여야 한다. 또 높은 股効率만을 가진다는 것이 반드시 언제나 좋은 것은 아니며 工程(Process)의 要求에 의하여 가령, 液體의 停滯量(hold up)등이 問題될 때도 있을 것이며, 處理能力, 融通性(Flexibility), 價格, 補修等 諸般問題를 綜合적으로 考慮하여서 板의

型式 選定, 設計등을 하여야 할 것이다. 그러나 從來의 泡帽板보다는 간단한 構造를 가진 것이 清掃, 補修等 面에서 좋을 것은 틀림 없다.

結論적으로 要約하면 좁은 操作範圍가 要求 되는 경우에는 液體降下部를 가진 板이 좋을 것이고 넓은 操作範圍가 必要 할 때에는 새로 나온 Valve 板이 좋고 眞空蒸溜에는 Turbogrid 나 Kittel 板이 좋다고 思料된다. 板의 設計法에 대하여는 Smith의 책 "Stage Equilibrium Calculation"에 잘 要約되어 있고 Ballast tray, Flaxitray 등은 아직 特許로 되어 있으나 우리들은 實驗을 通하여 그 性能을 調査하여 技術資料를 만들어야 할 것이다. 또 요지음 우리 國內에서도 板을 實地로 設計, 製作하는 段階에 있다는 것도 附言한다.