Distillation Characteristics of a New Valve Tray Without Downcomer

> 増 田 貞 夫* 久 富 重 信* 正源司 博* Sadao Masuda Shigenobu Hisatomi Hiroshi Shogenji

要 旨

化学工業の蒸留,吸収,抽出操作に用いられる段塔のうち,溢(いつ)流管のない形式および開口比可変形式 のいわゆるバルブトレイの最近の動向について概説した。次に最近、日立製作所で開発した溢流管のない多孔 板に新形のバルブキャップを着装したトレイ(無せきバルブトレイ)の流動特性, 蒸留性能について検討した。 その結果、新形トレイの蒸留効率については既存のトレイと同等の性能を有し、操作範囲は開口比可変形式で 拡大されることを明らかにした。

1. 緒 言

化学工業における蒸留, 吸収, 抽出などの分離操作に用いられる 段塔のたな段に関する研究,開発,設計資料に関する報文は,最近 においても多数報告されている。

最近の数年間について,日立製作所が製作,納入した蒸留,吸収 塔をみると,塔径が5~6m以上で,10mφに近い,いわゆる,大形 塔の増加が目だっている。また,チタン,モネルなど高級耐食性材料 の使用が多くなったことも、もう一つの注目される傾向である。こ れらの傾向から塔内部構造を簡単にして製作工数を最小にし,また, 板厚の減少など材料費の低減を図ることが、メーカーに対して強く 要求されるようになってきた。一方,使用されるたな段形式も,過 去,数十年間支配的であった泡鐘(ほうしょう)板が,その構造の複 雑さから,多孔板またはバルブトレイに変化してきている。これも 経済的要求が大きな要因となっている。

形あるいはバルブ本体の構造、トレイ開口部の構造を変えた幾つか のバルブトレイが発表されてきている。表1は、国内外で現在使用 されているものおよび特許, 文献などに紹介されているバルブトレ イの開発会社,開発年,特許番号(国内),文献を,図1は,それら の概略図を示したものである。図1のNo.は表1のNo.と共通で ある。

表1からわかることは,

日立製作所は、これらの要求に応ずるため、トレイのうちでもっ とも簡単な構造である無せき多孔板の開発のを行ない、多くの納入 実績⁽²⁾をあげており, さらに F. R. I. (Fractionation Research Incorporation) にも国内でいち早く加入し、豊富な実験データと実装 置の解析結果に基づく設計資料を得て, ユーザーの経済的要求を満 たすよう努めてきている。

溢流管を持たない向流形式のトレイは構造が簡単なため, もっと も安価である。その欠点は操作範囲が狭いことにあった。しかし最 近では開口比可変形式を採用することにより、これを解決する試み がなされている(3)ことが、向流形およびバルブ形式のトレイの調査 からわかった。本報告は、これらの調査結果および最近、日立製作 所で開発した新形の無せきバルブトレイの流動特性, 蒸留性能につ いて述べる。

2. 最近のバルブ形および向流形トレイの動向

2.1 バルブ形トレイ

トレイフロアの開口部に開口部より大きい部材を載せ、ガス流量 の変化に伴って部材が上下し,開口比が変化するいわゆるバルブ形 式をたな段に利用するという着想は古く, Ballast trayの前身の Revet tray⁽⁴⁾は1922年に使用されている。 工業的に実用化されたのは 1944 年 I. E. Nutter により考案され た Float valve tray⁽⁵⁾ が最初で, 1951 年に実機に採用されてい る。続いて Koch 社の Flexi tray⁽⁶⁾, Glitsch & Sons 社の Ballast tray(7)が1953年前後から実用化された。国内に導入されたのは、 開発後10年を経た1962年前後である。その後、これら3種の改良 日立製作所笠戸工場

- (1) 文献の多い No. 1~No. 3 のトレイは多数実用化されて いる。
- (2) 最初に実用された No. 1~No. 3 のトレイは、特許にみられ るように最近でも改良提案がなされている。
- (3) 最近の2,3年に多くの種類のバルブトレイが開発,提案 されている。
- (4) 従来の開口部にバルブを備える形式と他形式との組合せト レイが開発されつつある。

特に注目されるのは、バルブ個数を低減させるために多孔板と組 み合わせたトレイ(8),および溢流管のない向流形トレイにバルブを 着装し,開口比を変化させ,flexibilityの増大を図ったもの(3)があ り、いずれも経済的に合理化を指向していることである。

2.2 向流形トレイ

気液向流形のトレイでは Turbo grid tray⁽⁹⁾ が1940年代には実 用化され、その後1960年前後に次々と種々の形が発表されている。 しかし、現在に至る10年間には新形と呼ばれるものは提案されて いない。

表2は向流形トレイの一覧表を概略図とともに示したもので ある。

Turbo grid tray および無せき多孔板の研究報告は非常に多く, Ripple tray⁽¹⁰⁾を含めた3種のトレイは設計資料も確立され、多方 面,特に低い圧力損失の特性を利用した減圧蒸留(11)に実用化され ている。

Kittel⁽¹²⁾, Max-Leva⁽¹³⁾ tray に関しては文献も少なく実用化の 有無は不明である。

一般に向流形は経済的には優位にあるが、操作範囲に難点がある とされてきた(14)が、最近では設計データの充実とともに問題も解 決されつつある(15)。また,図1の No. 9, 18, 21 で示したように flexibility を備えるために valve を向流形にも導入しつつある。 以上, バルブ形および向流形トレイの特許, 文献調査の結果, バ ルブ形ではバルブ個数の低減,向流形ではバルブの導入によるトレ イの改良が行なわれようとしていることがわかった。いずれも文献 はほとんどなく,今後の研究を待たなければならない。

52

番号	名称	開発会社	開発年	関連特許 (国内)	関連文献	番号	名 称	開発会社	開発年	関連特許 (国内)	関連文献
1	Float valve	I. Earl Nutter (アメリカ)	1944	38-12512 43-13122 43-19841	(5) (18) (19) (20)	14	G.H.H Valve	Gutte hoffnungs hütte (西ドイツ)	1967	ts l	(31)
2	Ballast	Fritz W. Glitsch (アメリカ)	1951	35-18722 38-25964 39- 2216	(4) (7) (21) (22) (23)	15	G	Shell (オランダ)	1967	39-23381 39-23382 40- 6841 41-11966	
3	Flexi	Koch Eng. Co. (アメリカ)	1953	te l	$\begin{array}{c} (6) (24) (25) \\ (26) (27) (28) \\ (29) (30) \end{array}$			Chepos	1067	42- 523	
4	Ball valve	呉造船株式会社	1963	38- 2954	(32) (33)	16	H	(f x 7)	1907	42-13000	
4		(日本)				17	I	石川島重工株式会社	1968	43- 282	
5	A	日本蒸留株式会社 (日本)	1963	38- 2973		10	Eleri Crid	Chepos	1968	43- 297	(3)(31)
6	B	日本蒸留株式会社	1963	38- 2974		18	Flexi Grid	(f x 2)			
0		(日本)	_			19	Hi-Contact Valve	Hydronyl (イギリス)	1968	ts l	
7	С	Shell (オランダ)	1963	38-14271			T	具造船株式会社	1968	実43-20136	(34)
8	D	Kittel	1964	39- 2227			J				
		(オーストリア)				21	K	三菱重工業株式会社(日本)	1968	43-17648	
9	E	九番石油株式会在 (日本)	1966	41-15409				三菱重工業株式会社	1968	宝43-28053	
10	F	ソシエテ プール レキプマン	1967	42- 8119		22	L.	(日本)	1500	20000	
	I .	(フランス)				23	Blade Valve	Krupp (西ドイツ)	1968	ts l	(35)
11	M.A.N. Cone Valve	M.A.N (西ドイツ)	1967	ts l	(31)		M	三菱重工業株式会社	1968	実44-2704 実44-2705	(36)
12	Vario Flex	Stahl (西ドイツ)	1967	ts L	(31)		141	(日本)		実44-2706	
13	Speichim	Speichim (フランス)	1967	ts L	(31)	-					

表1 バルブ形式トレイー覧表

۲





なし

39-2227

なし

38-2954

38-2973



No. 5



No. 1



38-14271

No. 7

No. 3

No. 4









No. 10





No. 8



No. 9











No. 19



No. 11





ts L





11







No. 14









実 43-20136





V/2112 1E 21E IV 73

No. 17

43-17648









446 日 立 評 論

VOL. 52 NO. 5 1970

表2 向流形トレイー覧表

番号	名称	開発会社	国内技提先	特許と概略図	関連文献
1	TURBO GRID	Shell Develop- ment Co. (アメリカ) (1951)	たし	た し	(9) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48)
2	RIPPLE	Stone & Webster Eng. Co. (アメリカ) (1956)	三井造船 (1966)	35-3769	(10) (49) (50)
3	DUAL FLOW (無せき 多孔板)	日立製作所 (1960) F.R.I (1960)	日立製作所 F.R.I に加入 (1965)	0 0 0 0 0 38-2971 38-2972	$\begin{array}{c}(1)\ (2)\ (11)\\(51)\ (52)\ (53)\\(54)\ (55)\ (56)\\(57)\ (58)\ (59)\\(60)\ (61)\ (62)\\(63)\ (64)\ (65)\end{array}$
4	KITTEL	W. Kittel (オーストリヤ) (1958)	不明	36-72 39-2227	(12) (56) (57)
5	MAX- LEVA	Max Leva (アメリカ) (1958)	千代田化工 (1964)		(13)

表3 塔 主 要 寸 法



図2 バルブ構造図





図3 多孔部とバルブの配置図



系(実験目的)	塔 _(mm) 径	段間隔 (mm)	段 数 (一)
空 気——水 (流 動)	1,000	300	3
エチルベンゼン—— スチレン(蒸留)	200	500	5

表4 実験に用いたトレイ

	トレイ名	キャップ			多孔部				
トレイ番号		個数	板厚	ピッチ	孔径	ピッチ	用 口 戊	実	験
_		(個)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)	H	的
1	無せきバルブ	59	1.6	△ 85	12.7	24	16.4~25.7	流	動
2	無せきバルブ	44	1.6	□100×125	12.7	20	12.1~20.0	流	動
3	無せきバルブ	44	2.3	□100×125	12.7	20	12.1~19.7	流	動
4	無せき多孔板				12.7	27	15.2	流	動
5	無せき多孔板	-			12.7	22	24.0	流	動
6	無せきバルブ	2	1.6	△ 106	12.7	24	13.3~22.6	苏	翊
7	無せき多孔板				12.7	27	12.5	苏	函
8	無せき多孔板	-	-		12.7	20	22.9	蒸	留

3. 日立無せきバルブトレイ

筆者らは従来の無せき多孔板にバルブを着装させる場合,経済的 に従来のバルブユニットより安価であり,しかも低ガス速度でバル ブが作動しない場合にもトレイ全面で均一な気液接触を行なわしめ るバルブユニットを考案し,それを多孔板と組み合せたトレイ"日 立無せきバルブトレイ"の流動,蒸留特性についてすでに発表⁽¹⁶⁾ したが,さらに詳しく検討したので以下に述べる。

3.1 バルブ構造およびトレイ構造

54

バルブユニットのキャップ構造は図2に示すとおりで、従来のバ





(1)	塔本体	(6) 流 量 計	(1) 塔本体	(6)	直空ポンプ
(2)	ブロワ	(7) マノメータ	(2) リボイラ	(7)	マノメータ
(3)	水ポンプ	(8) 液 面 計	(3) コンデンサ	(8)	温度計
(4)	水タンク	(9) 液散布器	(4) 流 量 計	(9)	サンプラー
(5)	バルブ	(10) ガス分散板	(5) 硫黄ポット	(10)	圧 力 計

図4 実験装置フローシート

キャップと多孔部との組合せは寸法,形状ともに多くの種類が考 えられるが,今回の実験には図3に示す2種の形状のものが用いら れている。開口比はバルブの上下により変化するが,キャップがト レイフロアに接した最小開口比 fmin,キャップリフトが最大になっ たときの最大開口比 fmax を次式で定義した。

ここで d₁, d₂: 多孔部およびキャップ部の直径 (mm) n₁, n₂: 多孔部およびキャップ部の穴数 (-) h_{min}, h_{max}: キャップの最小および最大リフト (mm) A: キャップ上面の開口面積(1個あたり)(mm²)

ルブと異なりキャップ自身に開口部をもつものである。そのため, ガス速度の小さいときは,キャップがトレイフロアに密着している が,このときでもキャップの開口部からガスが流出する。また,キ ャップの左右,上下方向の移動を制限する脚部をキャップの内部で 構成しているため,キャップの材料費が低減している。なおキャッ プ材質としては一般的には SUS 38 あるいは SUS 51 を用いている。

D:塔径(mm)

3.2 実験装置および実験方法

図4(a)(b)に流動実験および蒸留実験装置のフローシートを示 した。装置の主要寸法は表3に示すとおりである。表4は実験に用 いたトレイ寸法を示したものであるが,比較のために用いた無せき 多孔板も示してある。



バルブの挙動説明図 図 5

流動実験はタンクの水をポンプで揚水し,塔頂の液散布器から最 上段に供給する。水は各たな段上で空気と接触し、泡沫(ほうまつ) 層を形成しながら塔底から水タンクに還り循環する。空気はブロワ から供給される。ガスの分散のために開口比50%の多孔板が最下 段に設けられている。

系が定常になったのち塔の各段間4個所の圧力を取り出してマノ メータで差圧を測定して圧力損失を求めた。液ホールドアップは液 面計方式により測定された。測定個所は中間段でトレイ上10個所 で、これらの平均値をとった。泡沫層高さは塔壁に記入された目盛 りで直読された。

実験は液量10,000, 15,000, 20,000 kg/m²h で行なわれ, 空気流 量は塔内速度で0.2~2.3 m/sの範囲である。



孔通過ガス速度による乾き圧力損失の整理 図 6



次に蒸留実験であるが,実験に用いた系は Ethylbenzen-Styrene 系であり、50mm Hg absの減圧蒸留で全環流の条件で実験された。

実験は真空ポンプにて系内を所定圧力まで減圧する。次にリボイ ラーに仕込んだ混合液をスチームによる間接加熱を行なう。蒸発し た混合蒸気は各段で濃縮されながらコンデンサに行く。コンデンサ で冷却され液体となり,重合防止のために硫黄を入れてある重合防 止管を通り, 塔頂にはいり還流される。上昇蒸気量は加熱スチーム 量を加減して調整された。

系が定常になったことを塔内の液温度で確認したのち、圧力損失 をオイルマノメータで、液ホールドアップを液面計により、泡沫層 高さを中間段の,のぞき窓にはり付けたスケールにより測定した。

還流液量をローターメータにより,各段の温度をクロメルーアル メル熱電対で測定し、各段のサンプルをサンプリングして一回の実 験を終了する。試料の分析は日立 K-53 形ガスクロマトグラフによ って行なわれた。

験結果 4. 実

4.1 流 動 特 性

4.1.1 キャップの挙動

溢流管を持つ形式のバルブトレイのキャップのガス流量の変化 による挙動は液を流さないいわゆる, 乾きの状態でも, 液を流し た濡(ぬ)れの状態でも同一である。溢流管のない向流形では両者 の間にかなりの挙動の差がみられる。図5は空塔速度 V_tと乾き 圧力損失 ΔP_d , および V_t と一段当たりの圧力損失 ΔP との関係を 示したものである。図のA点は観察によりキャップが動き始めた 点であり, 乾きの場合 V_t≒1.8 m/s 濡れの場合 V_t≒0.8 m/s で大 きな差がある。さらにA点より大きいガス速度の範囲では乾きの

図 6 は 乾き 圧力損失 ΔP_a と 孔通過ガス 速度 V_h との 関係を 無せき 多孔板のデータとともに示したものである。無せきバルブトレイ の場合には最小開口比を基準にとった Vh である。図中の*はバ ルブが動きはじめる点で、キャップ重量によって異なる。キャッ プが動きはじめる点までは $\Delta P_d - V_h$ 関係はこう 配2の直線で整 理でき,この範囲の流量係数は無せき多孔板も無せきバルブトレ イもほぼ同じ値であることがわかる。

キャップの浮上が始まるときの APaの値はキャップ径基準で 計算した単位面積当たりの重量にほぼ等しい。すなわち,

$\Delta P_d = W / \frac{\pi}{4} d^2$

ここで、W: キャップ重量 (kg)

d: キャップ直径 (m)

トレイ No. 2の $\Delta P_d = 11.7 \text{ kg/m}^2$ No. 3の $\Delta P_d = 18.4 \text{ kg/m}^2$ であ り、図6の*とよく一致している。Vnが増加するとキャップの 動く数が増加するが、今回の実験では全部のキャップが浮上する 範囲までは実験できなかった。

一方, 濡れの場合浮上し始めたキャップはある瞬間ではトレイ 上にあり、別の瞬間にはトレイより浮き、脚のストッパーが働い てキャップリフトが最大になるときもあり, または最大リフトに ならず泡沫層中に浮いている場合もある。この後者の状態は持続 されずに再びキャップはトレイ上にかえる。浮上したキャップが 再びトレイ上にかえるとき液の落下を伴うことが観察された。以

で示

との

55

場合,キャップがガス速度の増加とともに浮上し,その個数が増	上、キャップの挙動について、乾きと濡れの場合を比較しながら
加する。濡れの場合もガス速度の増加とともにキャップが浮上す	述べたが、溢流管のないバルブトレイは溢流管のある場合のそれ
る個数が増加することは同様であるが、一定のキャップが前者で	に比べて特長のある挙動を示すことがわかった。
は未浮上のキャップが浮上して個数が増加するのに対して、後者	4.1.2 圧力損失
ではいったん浮上したキャップは次のある瞬間にはトレイ上に落	流動特性を表わすにはトレイー段当たりの圧力損失 AP で示
下し,全体として浮上するキャップが増加するという挙動をとる。	すのがもっとも良い。 図7はT-Type のトレイの $\Delta P \ge V_t$ との

448 日 立 評



論

 $V_t \ge \Delta P \ge 0$ 関係 図 8





に対する影響

をつけたために開口比が変化することにより、 APが Vtの増加と ともに増加しない範囲があり,操作範囲は拡大されうることが明 らかになった。

図9 $V_t \ge \Delta P \ge 0$ 関係

関係で示したもので,図には無せき多孔板と比較のために最小, 最大開口比にほぼ近い開口比をもつ無せき多孔板のデータも示さ れている。

無せきバルブトレイは V_t≒0.8~1.8 m/sの間で *ΔP*の値いか んにかかわらず V_tが増加してもほとんど変化しない区間が存在 すること、キャップが浮上するまでの *ΔP-V*t 関係は無せき多孔 板と無せきバルブトレイはほとんど同じ特性をもっていること、 また、B点付近においても、ほぼ f_{max} をもつ無せき多孔板の ΔP - V_t関係が成立するが、V_tがそれ以上では、両者の間に多少差 が生ずる傾向がある。液量を約2倍変化させたが、流動特性には あまり影響しなかった。

図8から図11まではS-Typeでキャップ重量(または板厚)を 変えた場合の実験データである。図8,図9は $\Delta P - V_t$ 関係,図 10,図11は液ホールドアップHとVtとの関係である。

キャップ重量を大きくすると AP は乾き圧力損失 APa が増加す るので当然増加する。キャップが作動する範囲について、

の関係になっている。添字2,3はトレイ番号を示している。

すなわち,キャップ重量の増加による乾き圧力損失の増加分以 上に圧力損失の増加があり、(3)式の左辺と右辺の差は実測した 液ホールドアップの増加量にほぼ等しいことが、図10、図11か らわかる。

キャップ重量の増加は液ホールドアップの増加をもたらすもの であることが明らかになった。そして、fmin、fmaxの異なるト レイでもキャップ重量が等しければ、ΔP-V,関係において、キ

4.2 蒸留性能

50 mm Hg abs の減圧条件でエチルベンゼンースチレン系の全環 流蒸留実験により, 無せきバルブトレイの最小, 最大開口比をもつ 無せき多孔板の段効率を比較し,蒸留特性について検討した。

エチルベンゼンースチレン系の気液平衡については Pramote 氏ら⁽¹⁷⁾によって、50,100,200 mm Hg abs の場合のデータがある。

トレイによる圧力損失のため、トレイ空間の蒸気圧は異なり、そ の圧力下における平衡関係のもとに段効率の計算をする必要があり 今回は次の方法により,段効率の整理を行なった。

ある段の圧力 π, 液組成 x, 蒸気組成 y, 活量係数 γ 純粋成分の 蒸気 EP_i とすれば

$$\log P_i = A_i + \frac{B_i}{C_i + t}$$
(6)

ここで、 A_i, B_i, C_i はAntonie 式の定数、添字は成分1,2を示す。 濃縮段,回収段の操作条件で決まる定数 a, b とすれば操作線は

段効率を Murphree 段効率と同じ形で次のように定義する。

今, 塔底と塔頂の間(今回の場合5段)で計算する場合について考 える。段効率は各段で一定とし、ある段効率 Eを仮定し、塔底から 出発し、(4)~(8)式を用いて、次の段のガス濃度を計算し、この 計算を実段数回繰り返して,塔頂で実測した組成になるまで, Eを 修正しながら計算する。この計算はいわゆる、階段作図法に類似し ているが,平衡関係の圧力により修正し,段効率を直接に求める方 法で,実機運転データのように塔頂,フィード段,塔底くらいしかデ ータがない場合で段数が多い場合には階段作図法より便利である。 平衡関係の計算に必要な蒸気圧を求めるには Antonie 式を使用 し、その定数には Pramote 氏ら(17)の実測値を整理した値を用いた。 なお(4)式の γ₁, γ₂ は今回の実験範囲, 圧力 50 mm Hg abs, 液濃

ャップが浮上し始めてから100%浮上するまでの間の圧力損失は 等しくなっている。

以上, 圧力損失と塔内ガス速度との関係をみると, 溢流管のな い多孔板にバルブを着装したことにより、流動特性はかなり変わ ったが、キャップの動かない範囲、キャップが100%作動する範 囲では大体,無せき多孔板と同じ流動特性を持っている。 バルブ

56

図 12 段効率とF factor との関係

度範囲 30~70 mol% では $\gamma_1 \Rightarrow \gamma_2 \Rightarrow 1$ であることが知られている。

図 12 は F 因子 ($\rho_v \overset{1}{\times} \times V_t$, ここで ρ_v : 蒸気密度 (kg/m³), V_t : 塔内蒸気速度 (m/s) と段効率 E との関係を示したものである。た だしEの値はF因子≒1のときの無せきバルブトレイの段効率を1 とした比較値である。同図の*は今回の実験装置での操作上限を各 トレイについて示したものである。

F factor ≒1~2の範囲では三つのトレイとも段効率の優劣はな く,ほぼ等しい値を示している。しかし F factor の小さい範囲で 開口比22%の無せき多孔板の効率は液ホールドアップがほとんど ない条件であるので段効率は低下している。また開口比12%の無 せき多孔板は操作の上限が F factor ≒2 であり、ほかのトレイに比 べて小さくなっている。

- M. H. Hutchinson et al: Chem. Eng. Prog 52, 503 (1956) (10)
- 久富, 増田: ケミカルエンジニヤリング 14, 281 (1969) (11)
- Pollard, B: Trans. Instn. Chem. Engrs 35, 69 (1957) (12)
- Max Leva: Trans. Instn. Chem. Engrs 40, 104 (1962) (13)
- Fair J.R.: Chem. Eng 72, 107 (1965) (14)
- 橋本: 日立評論 48, 966 (1966) (15)
- 增田, 久富, 正源司: 化学工学協会 第3回秋季大会前刷集 (16)(1969)
- Pramote C. et al: Journal of Chemical Engineering date (17)4, 53 (1959)
- 秋山: ケミカルエンジニヤリング 12,9 (1967) (18)
- 今井: 石油と石油化学 7, 13 (1963) (19)
- 早乙女: 化学工学 32, 145 (1968) (20)
- 千代田化工: ケミカルエンジニヤリング 9, 39 (1964) (21)
- 野口: ケミカルエンジニヤリング 12, 21 (1967) (22)
- 福井: 石油と石油化学 8, 57 (1964) (23)
- 鈴木: ケミカルエンジニヤリング 9,34 (1964) (24)
- 鈴木: ケミカルエンジニヤリング 12, 16 (1967) (25)
- 杉浦: 化学装置 5, 39 (1963) (26)
- 岩村: 石油と石油化学 6, 51 (1962) (27)
- 三箇, 寺尾: 化学工学 27, 508 (1963) (28)
- W. S. Norman: Trans. Instn. Chem. Engrs 39, 305 (29)(1961)
- R. M. Wood: ibid 39, 313 (1961) (30)
- 平田: ケミカルエンジニヤリング 12, 913 (1967) (31)
- 頼実: 化学工学 27, 510 (1963) (32)
- 頼実: 化学工学協会 第8回化学機械談話前刷集 (1965)(33)
- 頼実, 舛岡, 橘高: 化学工学 九州大会前刷集 (1968)(34)
- Kriegel E.: Brit. Chem. Eng. 13, 909 (1968) (35)

449

無せきバルブトレイは開口比が変化することで、fmin, fmaxの開 口比をもつ無せき多孔板の操作範囲を全部カバーしており、無せき 多孔板にバルブを着装することで flexibility が増加することが蒸留 実験においても確認された。

言 5. 結

最近の蒸留, 吸収塔のたな段構造は大形化に伴う合理化のため, 従来の泡鐘板から多孔板, バルブトレイ, あるいは向流形トレイの ような簡単な構造のトレイ形式に移行している。たな段構造として はもっとも簡単な向流形トレイに新形のバルブユニットを着装した 無せきバルブトレイの流動特性, 蒸留性能を確認するために, 塔径 1,000 φ による流動実験, 塔径 200 φ による蒸留実験を行なった。

その結果,無せきバルブトレイの段効率は多くの実績をもつ無せ き多孔板と同等であり,安定操作範囲は開口比が変化することで拡 大され、工業的にじゅうぶん実用される見通しを得た。

今後は新形バルブユニットを溢流管のある形式に用いた場合の蒸 留性能について検討する予定である。

献 文 考 参

- 平塚, 増田, 橋本: 化学工学 30, 38 (1966) (1)
- 久富, 増田: ケミカルエンジニヤリング 12, 448 (1967) (2)
- Clepos Research Institute: Brit, Chem., Eng 12, 481 (3)(1967)
- (4) 松山,細田: 化学工学 27,530 (1963)
- (5) I.E. Nutter: Chem., Eng. 61, 176 (1954)
- J.C. Thrift: Chem., Eng. 61, 177 (1954) (6)
- B. J. Robin: Brit. Chem. Eng. 4, 351 (1959) (7)
- R. Billet: Chemi. Ing. Techn. 40, 377 (1968) (8)
- (9) Majewsky: Brit. Chem. Eng. 4, 336 (1959)

- 小原, 徳田: 化学工学 32, 359 (1968) (36)
- 塩村, 渡辺: 化学工学 21, 736 (1957) (37)
- E.W. Grohse: Chem. Eng. Prog 59, 72 (1963) (38)
- Janusz Majeweski: Brit. Chem. Eng. 4, 336 (1959) (39)
- Foldes etal: ibid 5, 498 (1960) (40)
- ibid: ibid 11, 1519 (1966) (41)
- ibid: ibid 13, 832 (1968) (42)
- ibid: ibid 13, 1291 (1968) (43)
- Zelinskii Yu G.: J. Applied Chem. (U.S.S.R.) 35, 1989 (44)(1962)
- A.I. Radionov: ibid 36, 1737 (1963) (45)
- V.V. Kafarov et al: ibid 36, 2210 (1963) (46)
- Garner F. H. et al: Trans. Instn. Chem. Engrs 32, 161 (47)(1954)
- ibid: ibid 35, 61 (1957) (48)
- 三井造船: ケミカルエンジニヤリング 9, 25 (1964) (49)
- Dytnerskii Yu. I. et al: Khim. Prom. 1, 70 (1964) (50)
- Kraft W.: I.E.C. 40, 807 (1948) (51)
- Myere H.S. et al: ibid 50, 1671 (1958) (52)
- V.V. Dilman : J. Applied Chem. (U.S.S.R) 29, 28 (53)(1956)
- A. I. Rodionov: ibid 33, 1101 (1960) (54)
- ibid: ibid 33, 2029 (1960) (55)
- ibid: ibid 35, 357 (1962) (56)
- ibid: ibid 37, 1756 (1964) (57)
- L. Steiner et al: Collection Czechoslov. Chem. Commun (58)32, 89 (1967)
- ibid: ibid 32, 101 (1967) (59)
- V. N. Schrodt et al: Chem. Eng. Sci. 22, 759 (1967) (60)
- M. M. Sharma: Trans. Instn. Chem. Engrs 45, 169(1967) (61)
- 斎藤, 前田: 化学工学 26, 1093 (1962) (62)
- 三箇: 化学工学 27, 162 (1963) (63)
- 内山, 平尾: 化学工学 第2回秋季大会前刷集E203 (1968) (64)
- 橋本: ケミカルエンジニヤリング 12, 24 (1967) (65)

