化学工業用の鑄鐵製表面凝縮器の設計 (續)

J. Nixon Bewsher

受器付きの標準型凝縮器

第1圖(前號)の凝縮器では液は底部のエンド・ボックス出口から導管を経て貯蔵タンクその他適當の容器へ流れ去るものとしたが、次には受器(2室式の)と凝縮器を一體に結合した形式のものを述べる。この形式は各種の製造化学工業で好んで用ゐるもので、凝縮液は真空をさして阻害しないで流れ去るやうになつてゐる——これはデリケートな物質を處理してゐる場合には相當大切な點である。その鑄鐵製の代表的な型の組立圖を第7圖に示す。

圖の凝縮器は、上部に本來の凝縮器があり、續く中央室はバッフル・ボックスとなり、最下部が受器になつてゐる。バッフル・ボックスには真空ポンプへの連結口があり、受器は仕切板で上下2室に區劃してある。この上下2室は歸りコックで連絡してゐて、

第7圖 鑄鐵製標準型のレシーヴァ附凝縮器
A, B 等の文字にて示せる寸法は第1表を、1, 2 等の數字にて示せる寸法は第2表を見よ。

凝縮液は上部室から歸りコックを経て下部室に流入するものとし、液の取出しは歸りコックを締めて行ふから、凝縮器及びこれに連るプラントの真空を保ちつゝ下部室より液を取出し得る。

第2表

凝縮管本数	1	2	3	4	5	6	7	8
7	9	1/2	1	1/2	9	3/4	3/4	1/2
19	13 1/2	1/2	1 1/2	4 1/2	13 1/2	3/4	3/4	1/2
37	18	1/2	2	6	18	3/4	3/4	3/4
61	24	3/8	2 1/2	8	24	3/8	1	3/4
91	27	3/8	2 1/2	9	27	3/8	1	1
127	32	3/8	2 1/2	11	32	3/8	1	1
153	36	3/4	3	12	36	1	1 1/4	1 1/2
217 及 253	42	3/4	4	14	42	1	1 1/2	1 1/2
271 及 313	48	3/4	5	16	48	1	1 1/2	1 1/2

単位は吋。

フランジの孔は BST "D" に従ふべし。

底のフランジに於けるボルトのピッチは約 1.5 in とせよ。

覗きガラスの方法は受器の大小に従ひ、大なるものには 3 in の、小なるものには 3 in のものを用ゐる。

すべてに空気孔と真空破断用コックを附し、各歸りコックのハンドルと連結せしめ、その孔の寸法は表の "8" の 0.5 倍とせよ。

圖の上端室はこの型の凝縮器に普通に最もよく用ゐる型のもので、カーブした部分は管板の上面から蒸氣導管の上端までの高さを半徑とした連續曲線で作つてある。これは第1圖のエンド・ボックスと形をやや異にするが、ただ外觀が氣が利いてゐるといふ他別にとりたてて優るといふ點はない。殊にこの凝縮器が真空乾燥室に連結してゐる場合などには、取り外しの出来る蓋を備へた第1圖の型の方が遙かに好都合である——即ちこの時には乾燥室から相當の塵埃の飛んで來ることが多く、管の端部に容易に手の届くやうな構造が仕事の上で好都合だからである。

第7圖のものは蒸氣は常に管の内側を通るのであるから、冷却水の出入口の寸法は單に必要量の水を通し得る大きさとし蒸氣出入口と同じ大きさに作らなくてもよいが、これを大きく作つておけば前述の如く水の出口の面を高くし得て腐蝕性ガスの溜るのを防ぎ得るし、なほ凝縮器の掃除の場合には驚くべき多量の水を要するものだが、大きな寸法の水の出入口を設けたものではこの掃除を樂樂と行ひ得る利點がある。大小何れにするかは時に臨み事情に應じて選ぶべきである。

バッフル・ボックス バッフル・ボックスはちよつと風變りなデ

デザインであるが真空を阻害せず飛沫のはねるのを防ぐ目的のもので、室の両側から異つた角度で2つのバフ(邪魔板)が相對して出て、真空ポンプへの連結口のすぐ前にあるバフは 45° の角度をなし、もう1つのバフはやや小さい角度をなしてその大きさもやや小さく、かくして背壓を生ずることなしにすべての管をカバーしてゐる。バフは何れにも立ち上りの縁を設けてあり、バフの面を流れる液はすべてここに集まり、バフの端にボスにねちを切つて入れた流下管を流れ落ちる。このやうな組立ならば、液はバフの面を靜かに流れて受器に去り、飛沫をはねたりボックスの端面を滴り落ちたりなどしない。

飛沫の現象は多くの形式の凝縮器に起り勝ちであるが、これは真空システムに種々のトラブルを惹起し易い。液が真空システムへ逃げるのは液損失の問題ならば無視し得るものであるが、液の真空システムに及ぼす影響は甚だ好ましくないものがあり、特に揮發性の液の場合など真空ポンプの破壊を速めるから、液が真空システムの方へ行かぬやう常に注意を必要とする。ここに示したバフ・ボックスはこの種の性質の困難を効果的に克服してゐる。

真空ポンプの連結口はただ不凝縮性ガスのみを通せばよいだけであるからその径は真空ポンプのサクシオン・ポンプの径と同等でよろしく、又バフ・ボックスと受器との接合は植ゑボルトでよろしい。但し植ゑボルトを好まぬ人もあるから、受器にフランジのついた短い立ち上りを鑄て、ここをボルトでバフ・ボックスと締め著けるか、乃至は受器の頂部の厚みを大きくとりT字形の頭の孔を作り短冊孔から普通のボルトを入れるやうにすればよい。

受器 受器の周壁の厚さは普通の式で計算すればよろしい、しかしてこれは上に凝縮器を載すのだからその重量に十分耐へ得る強度に見積つて鑄造すべきである。取扱ふ液體が臭氣のある物質ならば漏洩は甚だ不快なものとなるから底部の構造その他に十分の注意を要し、全部よいかどうか据附に先だつて水壓試験を行はねばならぬ。受器は約 30 ポンドの水壓試験に耐へるやうに設計し、その中央の仕切は皿形に作り外周と一體に鑄造し、底部は圖の如き構造とする。植ゑボルトの構造のところでは内側のフランジに植ゑボルトの孔を完全につきぬいて掘らぬやう特に注意せねばならぬ。でないと液が滲み出る危険が常にあり、このやうな場合實際漏洩してゐる場所を検出することは甚だ困難で、その修理には相當な時間と努力とが要るからである。底部のフランジの植ゑボルトのピッチは通例よりもやや小にしておけば、土臺が不適當であつてもフランジが反らぬやうに保ち得よう。

受器は時として底部を一體に鑄造して中央の仕切を別に作つ

てとりつける形式のものもあるが、この式の構造は前述のものに比して底の強度の點では甚だ優れてゐる代り、鑄造の困難が著しく増して來て、ともすれば受器の片方の側が薄くなる危険が起り勝ちであり、この場合よし片方の側は薄く鑄造されてゐても外徑と内徑とは正しく出來上つてゐるためその検出は甚だ困難で、不都合な事態が勃發するまでこの不備は發見されぬものである。

覗きガラス 受器の上部室から下部室への液の流入に、個では歸りコックを用ゐてあるが、或は普通のコック又は弁を附けた歸りベンドを用ゐてもよい。この流入の様子がよく見えるやうに液の通る内部管の端(液出口)のところに覗きガラスを備へておく。ガラスは大なるを可とし、特に小さい凝縮器の外は5"のものを用ゐるのが定法である。液が受器に殆ど一杯になるまで役立つやうに、ガラスは出来るだけ上の方につけるがよい。時として製作費の關係から覗きガラスをやめて代りにゲイジ・グラスをつけることがあるが、これはとんでもない重大な失策といふべきであり、如何なる場合にも覗きガラスは備へねばならぬ。これがなければ操業は何度も見當をつけてはやりなほす所謂ピット・アンド・ミス式のものとなるし、又仕事がうまく運んでゐるかどうかを知るのに新式の種々の計器が揃つてゐてなほその上に目に見える判る試験法のあるのに越したことはないからだ。

真空コック 下部室から液を取出すため下部室には真空を破るためコックが必要で(液取出しの際は上下兩室を連絡してゐる歸りコックは締めておく)、このコックは多くの場合 1/4" 又は 3/8" のベツト・コックで十分である。歸りコックが完全に締めぬうちにベツト・コックが早く開くのを防ぐために、歸りコックと相關的に連結したコックとすべきである。もし真空ポンプが十分のサイズをもつてゐるならば、ベツト・コックによる真空の破壊は長時間を要するから、歸りコックの開ける先に小時間コックが開いたところで判らない。高度の真空を常に保持せねばならぬ仕事では非常な注意が必要で、この場合歸りコックと真空コックとは是非とも相關的に連結する必要があることを強調する。設計が悪かつたり或は偶發事のために真空コックが開き放しになつて甚だ危険な程度にまで真空が破れる事が常にあるものと思はねばならぬ。但し大した危険に陥らぬうちに真空コックの發する音でそれと知られる場合が多いが、しかし真空コックの使用に十分の注意が行き届いてゐなかつたため甚だ金のかかる結果を招來した例は筆者のあまりにも多く見聞したところであるから前以て十分の注意を拂つて念には念を入れておくやうに勧める次第である。

底のフランジ 底部のフランジは何時 何處にでも、例へば漆喰なしに鐵桁の上とか固い土臺の上とかにでも、立派に置け

るやうに仕上げておくべきで、往々製作費切下げのためこの工作を省くがこれは大変な誤りといふべく、この工作の有無によつて一は如何なところにも用ゐ得るのに他は限られた場所にしか用ゐ得ないこととなる。少し以前にはこの工作を省略するのが普通であつたが、今日の工場にとつてはこの工作費は知れたものであるから、これは全く愚かな儉約といはねばならぬ。

受器の大きさと据附 第2表に各部の寸法を與へておいたが時と場合に従つて適宜の変更を加へてよい。受器の寸法は普通の實施例よりやや大きくとつてある。多くの場合殊に蒸溜の場合に於て著しいのであるが、受器のサイズは随分小さくとつてあつて、普通1回の蒸溜毎に數回受器を空にするやうである。もしそこに常に人が配置してあるならば受器の液を數回取出すことは何でもない事であるが、用意の人のゐない場合には液が受器に満ちて真空ポンプの方へ吸込まれる不始末が起り易いから、やはり蒸溜の場合にも受器は常に十分に大きく作るがよい。

真空乾燥器用としてはこの式の受器は十分満足に働きそのキャパシティは最小にしてよい。乾燥操作に於ては真空が最も重要な問題であり、凝縮器は冷凝液を作り出さねばならず、真空に對するバフ効果を備へない。このタイプの受器では液の取出しは困難事の一である。世間の實際の大部分は凝縮管を直接床の上に置き流出コックを殆ど床と同じ高さに設け、傍に穴を掘つてバケツその他の容器を持つて行くのであるが、これよりは寧ろ凝縮器全體を高く上げて適當な構造のプラットフォームに載つけた方が、どんな容器でも樂樂と流出口の下へ持つて來られて遙かに好都合である。その据附の場合には流出コックと覗きガラスとは平面圖で直角の位置にとりつけるべきで、かうするとプラットフォームの一方に覗き窓への階段を作り得るし、階段の上下の際にコックに触れることがない。又どうしても受器を床に据附けねばならぬ時には壓縮空氣裝置と連結しておいて、容器をもつと都合のよい場所におき、壓縮空氣で受器の液を吹送ればよい。このやうな据附のちよつとした工夫で操業は非常に容易になり、ほんの僅かの出費で全體の能率が増進する。

やや大型の凝縮器

次にはややラフな蒸溜——例へばタール副産物工業に於ける粗製タールの分溜の如き場合、これに於て蒸溜罐は直火加熱による——に廣く用ゐてゐるやや大型の凝縮器を取扱ふ。この場合同様な凝縮器2個を直列に結び前なるを分縮器に用ゐる後なるを全縮器に用ゐることが多い。この種類の典型的なものを第8圖に掲げる。そのデザインは主として第1圖(従つて第1表)と同様の標準に従ひただ管徑をやや大にとつた點のみが主なる相異點である。管徑は大體1½" から2" 附近を常とし、圖では

外径2", 肉厚13 S.W.G., 長さ5'0¾" の軟鋼管73本を軟鋼管板にエクスパンドしてとりつけてある。従つて速度が小さいから管表面の單位面積あたりの能率はあまり優秀でなく普通であるが、壽命が長く破壊の虞殆どなく、仕事が悠長な代り各種のトラブルが少いなどの長所があるので、大工業方面で愛用してゐる型である。管の厚さはいかなる破壊作用にも十分耐へ得る厚さにとる。軟鋼管板には既に第1圖に就て述べたと同様の方法、同様の構造でカラー・ボルトを用ゐ、管板の厚さは中央部で¾" とし、胴と端蓋のフランジとの間に挟まれる周邊部は½" の厚さに削る。

第8圖 タール蒸溜の凝縮器

圖の設計ではエンド・ボックスに蓋を一體にして鑄造してある。この型はある種の工業方面で極めて普通な構造で、第1圖の如き取外し得る蓋をつけた型のものより製作費は少少廉いが、管を屢検査せねばならぬ場合にはあまり好都合の構造ではない。

鑄鐵の管及び管板——第8圖の型のものには、管と管板とは多くの場合軟鋼とする、凝縮器がひどく腐蝕された場合管の取替の仕事が比較的簡易だからだ。しかし軟鋼製管板を用ゐず鑄鐵製管板とする場合もなかなか多く、この種の管板は壽命が長く、タール蒸溜乃至類似の仕事の場合の大抵の種類の腐蝕によく耐へるが、その厚さは軟鋼の場合よりも相當厚くするものとし、小さな凝縮器でも少くも軟鋼の場合の2.5倍位の厚さにし、大きな凝縮器では更に補強の桁をつけておくがよい。これら大きな管板にあつては仕事の性質に應じて特別に設計すべきであつて、ここに述べた標準に従はぬがよい。鑄鐵製管板には管も鑄鐵を用ゐる場合が屢あるが、これは腐蝕が、特に烈しい場合に好都合で、地肌のまま用ゐると抵抗の點よりも經濟の點で得である、但し金屬は筋計に用ゐることとなる。

鑄鐵管には必ず口輪を用ゐねばならぬ。管板の一方だけに

口輪をつけて他方をフランジ風にとりつける例も多いが、これは管の長さその他の各條件に關係するところ甚だ多くこの種の構造に對する標準型を示すことは殆ど不可能である。しかしここに示した標準のラインに沿つて能率よき凝縮器を設計することは決して難事ではなく、筆者は全部鋳鐵製の大きな凝縮器を數多く設計製作したが、これは姑く當面の問題外とする。

水が管内の場合 第 8 圖の型の凝縮器の例を見るに、水が管外のものと管内のものとはほぼ同數である。水が管内を通る型は分溜塔に接續して分縮器として働いてゐる場合に最も多く、大部分は單なるシングル・パスで、蒸氣は頂上から入り下方の反對側から出で、水はこれと逆方向に流れる。凝縮液の出口は別に作るものとし、従つて蒸氣出口は蒸氣のみを出すやうにしてある。水が管内のものを全縮用とする時は、多くの場合 1 乃至數個のバフを設けて蒸氣が管群に接觸せずに直接出口へ逃げるのを防ぐのが常である。この式では管群と胴内壁との間には相當の自由空間があるため蒸氣通路を曲りくねらせないと、蒸氣が全然凝縮しないで逃げ去る機會が甚だ多い。

水が管外の場合 水は管外を流れ蒸氣は管内を流れる形式は殆ど常にシングル・パスで、この型の凝縮器の能率は全く蒸氣と水との量關係に左右される。この量關係が適當な範囲にあるならば、この型の凝縮器は常に能率よき有能なものである。高度の能率と容量とを欲する場合には管の長さを 10 呎とすれば非常に効果的なものが出來、驚くべく多量の蒸氣を處理し得る。この型の凝縮器は一般として真空操作には用ゐない。以上の記述ならびにプロポーションは凝縮器が常壓乃至その附近で操作するものとの前提の下にある。

高沸點液體を取扱ふ場合 多成分の混合蒸氣に對する凝縮器として用ゐるものには、蒸氣が管内を通るとすれば、等しい差(高さ)で數種の高さに多數の冷却水出口を設けておくのが好都合なことが多い。大氣溫度で凝縮するやうな高沸點成分がある時には、冷却水の溫度は沸點近く(場合によつては沸點に)まで上げるのが望ましい場合があるが、この場合かゝる異つた高さの多數の冷却水出口が設けてあれば、冷却水出口の高さを下げて最も効果的な高さになし得る(最も効果的な高さは實驗的に求め得る)。この際凝縮器内の冷却水の上層は沸騰水で、水のレベルの上の空間は水蒸氣で充滿してゐるか或は空氣層で、凝縮は先づ一部分こゝで行はれ次で管下部の水に接觸せる短かき小部分で完了する。この設計は甚だ有能で如何なる凝縮器に於ても常に適用し得る。この水の出口孔は使用中以外は盲フランジを植ゑボルトで當てゝおき、必要な孔にフランジを除いて導管を連結すればよい。

支へは操作條件に都合のよいものを作るべきで、概して肋骨

材つきの腕木を直径の兩側につけたのが最も善いやうである。必要な場合に端に支柱が著けられるやう腕木は十分な大きさとするがよい。第 9 圖にこの型の凝縮器の各部のプロポーションを示す。第 3 表で胴直径(A)の適當な大きさを選べば、第 9 圖に従ひ各部の寸法を容易に算出し得る。この型は一般にあまり小型のものには用ゐず、大體第 3 表の範圍が代表的な大きさで

第 3 表

凝縮管数 ¹⁾	胴直径 ²⁾	冷却面積概算値 ³⁾
61	2呎3吋	160平方呎
91	2 9	237
127	3 3	328
153	3 9	398
217	4 0	564
253	4 3	658
271	4 6	700
313	4 9	814

1) 管は外径 2 吋のものを 60° システムにて配列し
 ピッチ(管の中心距離)は 3 吋とす。
 2) 第 9 圖の A の寸法を示す。
 3) 兩管板間の管長を 5 呎とす。

ある。こゝに與へた蒸氣口は常壓用の大きさであるから、真空操作のためには適當に大きくされたい。高度の真空の場合には蒸氣口が十分の大きさを有するや否やよく検討すべきである。往々にして一見十分大きいと思はれるが實は然らざる場合がある。筆者の關係したステアリン酸の最新式の真空蒸溜罐の凝縮器では蒸氣管は約 72 吋の直径が必要であつた。一方同じ容量

の常圧蒸溜罐が前からあつて十分満足に働いてゐたが、その蒸気管の径は僅々 10 吋であつた。

こゝに注意すべきは、こゝに述べた形式の凝縮器は容量小なる時の外は、高度真空作用には眞に適するとは言ひ難い事實である。最高度の真空用としては處理する蒸気の容積が甚だしく大きいから、蒸気の自由通路を十分に與へるために蒸気は常に管の外側を通す必要がある。即ち水平型の凝縮器を用ゐるをよしとし、管間隔その他の條件を異にし、當面の論議の範圍外に逸脱する。

試 験

漏洩する凝縮器なるものは何時の日にも實に厄介者で、それが高價な物質をでも取扱つてゐる日には恐ろしい心配と苦勞との種であるから、如何なる型の凝縮器といへど据附に先だつて十分良心的な試験を行はねばならぬ。こゝに述べたやうな低圧操作のものには破壊の時にさして危険な事態を惹起せぬた

め、ともすれば試験が輕視され勝ちであるが、例へば濕氣に遭へばすつかり駄目になつて了ふ化學藥品などを取り扱ふこともある故に、高壓ボイラーの試験の時と同様な良心的慎重さで、すべてが完全なりや否やを確めねばならぬ——これは甚だ重要な點である。試験壓は過分の高壓を要しないが、十分長時間試験して鑄物には全然窠がなくいさゝかの漏洩もなきことを確めねばならぬ。僅かの窠でも後にはそこからだんだん悪くなることが多い。試験壓は 30 ポンド/平方吋 かより少々高め程度で十分であるが、果してこれに耐へるや否や長時間に亘つて試験せよ。いさゝかの疑だにあらば確かなものが出来るまで仕事はやり直すべきだ。こゝに述べた設計では完全に堅牢なものが作れないことは殆どないのであるが、例へば管の一端のエキスパンドを忘れたといふやうな不注意な失策の類を試験は發見するのである。(Ind. Chemist, 1939, 15, 58-63, 226-230.)

(以上 手塚 潔)

Ⅲ スプレー・ボンド Ⅲ

(入選工場寫眞)

防府市 平山謙三郎氏作