

サニタリーラインの 新しい自動切替えシステム

島 一巳*・奥田 修**

昨年秋に晴海で行われた INCHEM TOKYO 93 (化学プラントショー) にて当社では『XY ルータ』を展示紹介し、幸いにして多くの方々の関心を得ることができた (写真 1)。

XY ルータは自動切替えシステムであり、バルブブロックのジャストインタイムを実現しようとするものである。必要なバルブを必要な時に必要な所で接続することにより、切替え動作を実現するものである。フレキシブルな回分生産システム MILOX の開発のなかから得たものであり、言わば、バルブ MILOX ともいえるものである。

ここでは、特にサニタリーラインに適するよう構成された本システムの詳しい説明をする。

1. 切替えシステムの考え方

さて、いわゆるパイプレス、移動槽方式による回分生産方式 (当社での名前はタンク MILOX) でも、先に提案している「配管 MILOX」 (本誌 1993 年 10 月号を参照) でも、要は切替えを行うシステムである。

切替えをうまく行って、コンタミや製品残存の問題を解決しようとするものである。前記のタンク MILOX でも配管 MILOX でも、AGV などの搬送システムを必要とする。これは、タンクなり、配管カートリッジを必要な時に必要な場所に運んで、必要な動作をさせるためである。この搬送システムのコストは結構高いものであり、台数が多いとコストも相当なものとなる。搬送システムを使わずに済ませたい場合や、もしくは搬送システムを使うまでもない場合も分野により多々ある。

このような場合に、配管とバルブの組合せによる固定式切替えシステムの持つ問題を解決し、手軽にパイプレスや配管 MILOX の持つメリットを達成できな

いかという要望は強い。

次のような場合を考えよう。すなわち、タンクへの供給、払い出しがヘッダーラインを通して行われる。タンク上部には、タンクを洗浄するための洗浄装置 (タンク CIP) が設けられ、この洗浄排水を処理するための洗浄ラインをいれて、都合 3 本のラインがヘッダーとしてタンク群に併設されている。従来のシングルシートの ON-OFF 弁にてこれらの切替えをさせようとすると、図 1 のような配置のバルブブロックになる。さらに、異種流体が交じり合う可能性を少なくする方式として、ダブルブロック+ブリーダーバルブ方式を採用すると、図 2 のようになる。さらに、食品業界などで用いられているダブルシートバルブを用いると図 3 のようになる。

ここで、切替えバルブを用いずに複数のラインと複数のラインを切替える方式として、ホースによるつなぎ替え方式 (図 4) に着目しよう。この作業は、切替えを行おうとするその都度、つまり必要な時に、必要な

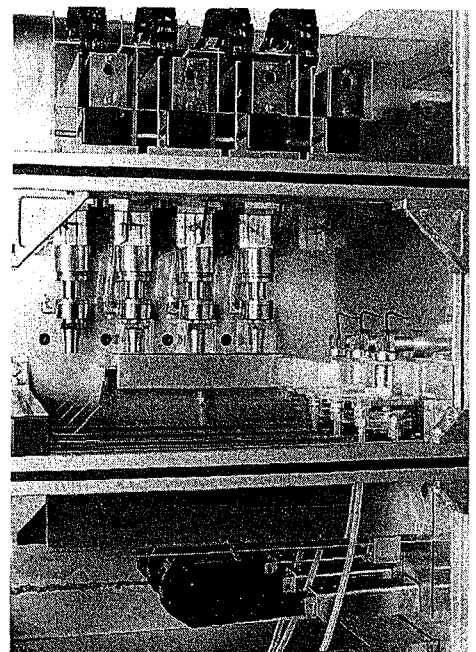


写真 1 XY
ルータデモ
ユニット

* Kazumi SHIMA ; 東洋エンジニアリング(株)メカトロ研究部

** Osamu OKUDA ; 同上

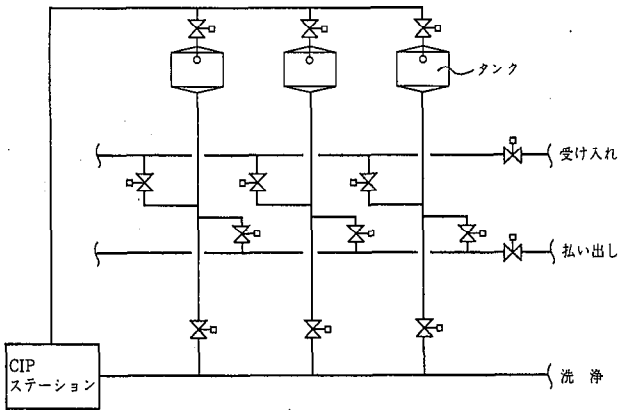


図1 シングルシートバルブ方式による切替え

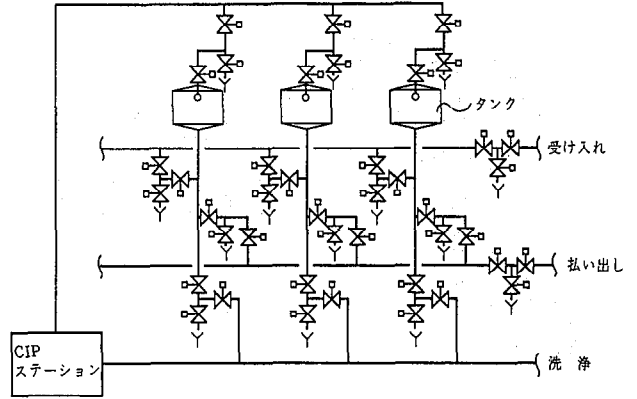


図2 ダブルブロック+ブリーダバルブ方式による切替え

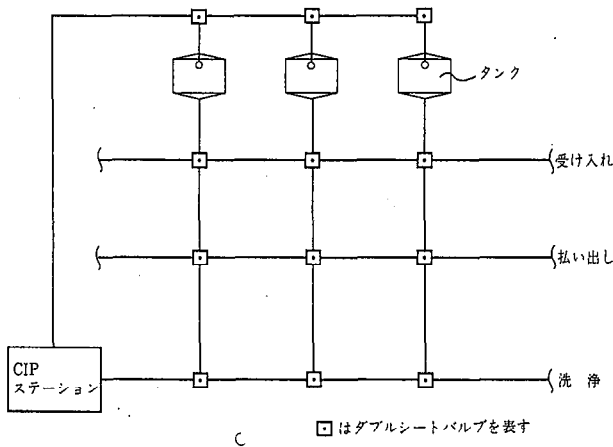


図3 ダブルシートバルブによる切替え

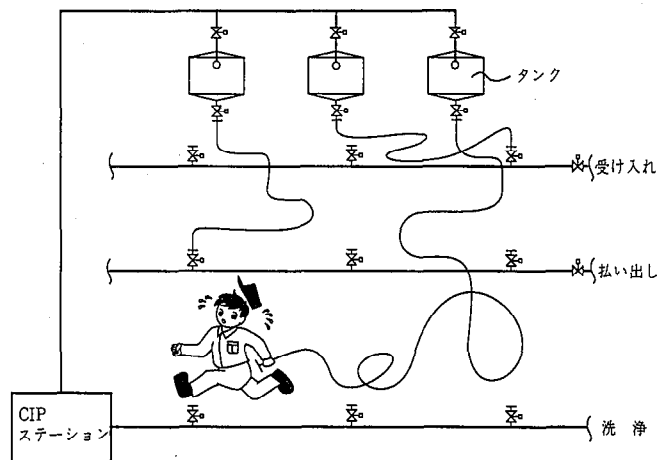


図4 ホースつなぎ替えによるライン切替え

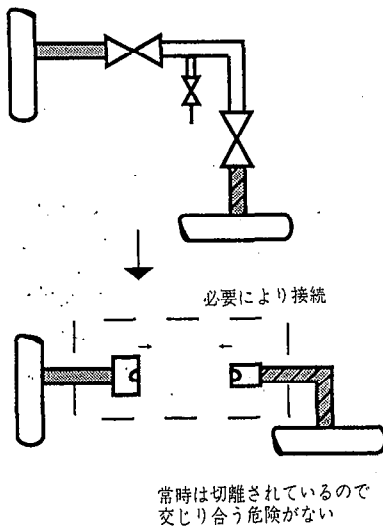


図5 クロスコンタミを防止するための方策

箇所との接続を行っていることがわかる。さらに、繋がっていない時には、ラインのなかのものが交じり合うということはない。切替えバルブを使う場合、バルブシートなどに不具合が生じると異種の液体（例えば、製品と洗浄液）が交じり合うという、いわゆるクロスコンタミネーションの可能性が生じる。しかし、ホー

スを使えば、必要でないときには切り離されているので、混じりようがないのである。このため、クロスコンタミは必然的にありえない（図5）。

また、洗浄しようとするときには、洗浄専用ラインにつなぎ込めばよい。

接続の口が汚れば、人の手で洗浄殺菌、滅菌をすればよいこととなる。

このようなホースによる切替えシステムは、サンタリーの分野では結構採用されている。固定配管バルブブロックによる方式は、ホースによるつなぎ替え方式の持つメリットの大きな一つ（クロスコンタミ防止）を失うものともいえる。

しかし、現場でのホースによるつなぎ替え方式は、本数が少なく、ラインサイズが小さい間は人手でできるが、ラインが太くなると1人ではできないくらいの重労働になること、つなぎ間違いがあることなどの問題を生じていた。また、つなぎ替えの頻度が多くなると大変である。

さらに、複数のホースがあると、ホースの上にホースが置かれて絡むという現場的な問題も生じてしまう。

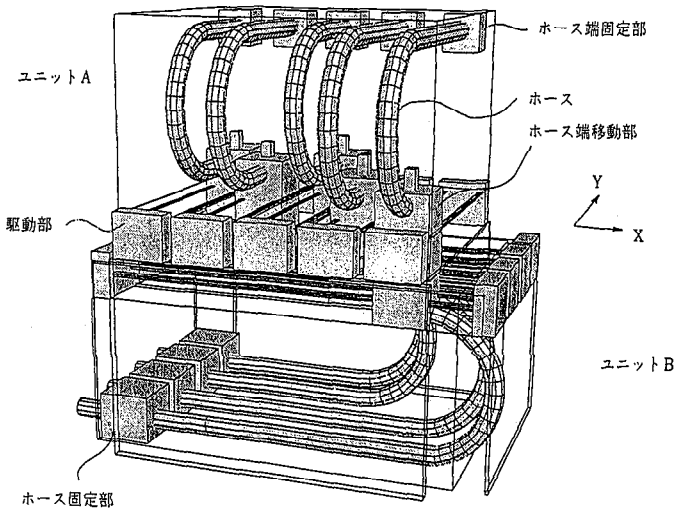


図6 XYルータ鳥瞰図

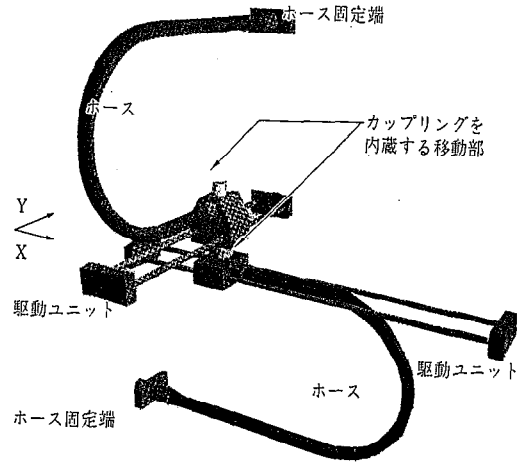


図7 サブユニット鳥瞰図

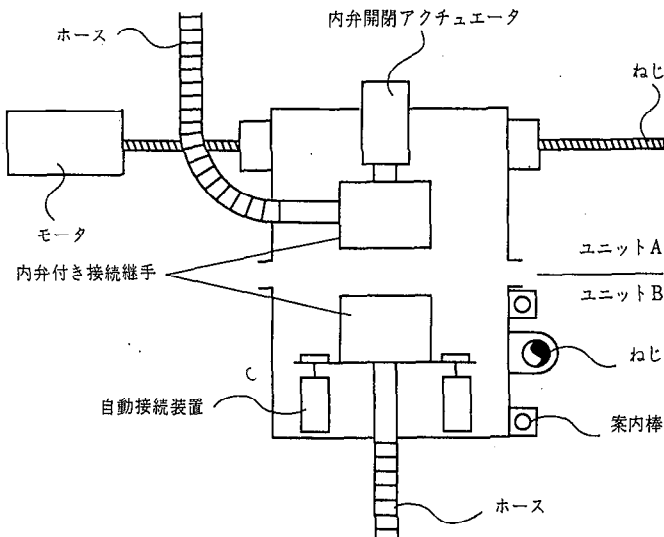


図8 移動体内部の接続装置

また、ホース内にたまった残りの液などの処理にも手間取ることが多い。よくある洗浄専用の浸け置き槽に持っていくなどの作業も大変な作業である。

2. 自動切替えシステム『XYルータ』の概要

このような状況に対して、ホースによるつなぎ替え方式の持つメリットを活かして実現されたのが自動切替えシステム『XYルータ』である。後述するサニタリーカプラーとの組合せにより、サニタリー分野に最適なシステムとなる。

まず構成を説明する。一方の側をユニットAとし他方をユニットBとすると、Y軸方向にのみ動くホースを持つユニットA (Aは例えば5本のサブユニットからなる)、およびユニットAとは直角にX軸方向にのみ動くホースを持つユニットB (Bは例えば4本のサブユニットからなる)を図6のように構成する。スペースなどを考えてユニットA、Bを上下に置いている

が、設置環境によっては左右に(水平に)ユニットを置いてよい。ホースはユニットの内で、ちょうどケーブルベアーのようにU字状にされている。ユニットAのホースの先端は、移動体によってY軸方向へ直線移動装置の駆動により、所定の位置決めされた場所まで動く。ユニットBのホースの先端は、ユニットAのホースとは直角のX軸方向に駆動され、ユニットAと同様に位置決めされた場所まで動く。これらの格子点(X, Y)に位置合せする。両ユニットのホースの先端は移動体内にある内弁付き接続継手とつながっている。この位置で、これらの接続継手がカップリングされて、流路が形成される。また、それぞれのホースが絡み合ないように、A, B両ユニットのホースの他端はホース固定部に設置する。

このようにユニットA側、B側のホースは、それぞれY軸方向、X軸方向へのみ動く。その交点(X, Y)で接続される。図6の例では、20通りの切替えの組合せが可能になるわけである。ホース移動の自由度を減らしたことで、絡み合いをなくし、自動化が困難と考えられていたホースの接続自動化が実現する。

図7は、一つの流体通路を形成したサブユニットの接続している様子を現す図である。

直線移動装置にはいろいろなものがあるが、例えばボールねじとガイドバーを使う。頻度が多い場合を考えてサブユニット毎に駆動用モータを付けているが、頻度が少ない場合には簡単にすることもできる。

図8は、移動体の内部を説明する例図である。移動体のどちらかに配備される接続装置により、内弁付き接続継手は結合される。操作は次のように行う。

どのラインとどのラインをつなぐかの組合せ指令により、制御コンピュータは位置決めのための信号を出す。それに応じてA, Bユニット内の、該当するサブユ

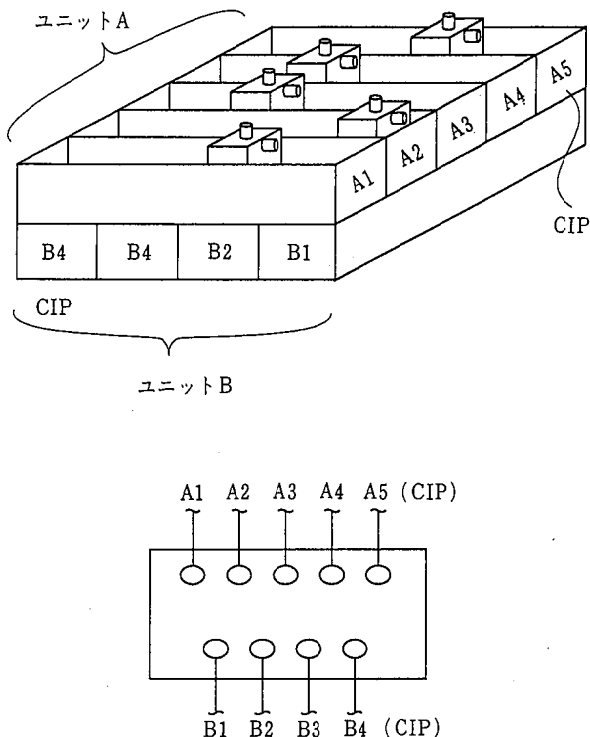


図9 洗浄システムの構築例

ユニットの移動体が所定の位置まで移動する。移動体が(X, Y)の交点の位置に移動して相対した後、両ユニットの移動体に内蔵されている内弁付き接続継手を自動接続装置(図8ではユニットB側に自動接続装置を内蔵している)にて、接続を行い流路を形成する。切替えるシーケンスをプログラムしておけば、自動的にラインの切替えがなされていく。

洗浄方法としては、洗浄ラインをそれぞれのユニット側に設けておくことで、洗浄が必要な場合に応じて個別に作業できる。例えばA5をCIPラインとすれば、B1~B4をA5のところへ移動し、接続して洗浄水を流せばよいことになる。また、A側を洗浄したい場合には、B4をCIPラインとすれば、都度A1~A5をB4の位置へ持って行き接続して洗浄水を流せばよいことになる(図9)。また、各ユニット内のラインのすべてを同時に洗浄するためには、ヘッダーを設けることで解決できる。

カップリング面の洗浄には、カップリング面洗浄ユニットを設けて、洗浄が必要になった時、移動体を洗浄ユニットに移動し洗浄をすればよい。これにも、オープンシステムとクローズドシステムが考えられる。面洗浄に際して、洗浄液がとびちらないようにして、カップリング面やシール部分の洗浄を行うことができる(クローズドシステム)。後述のサニタリーカプラを使う場合はこの例である。また、面の洗浄に単純にス

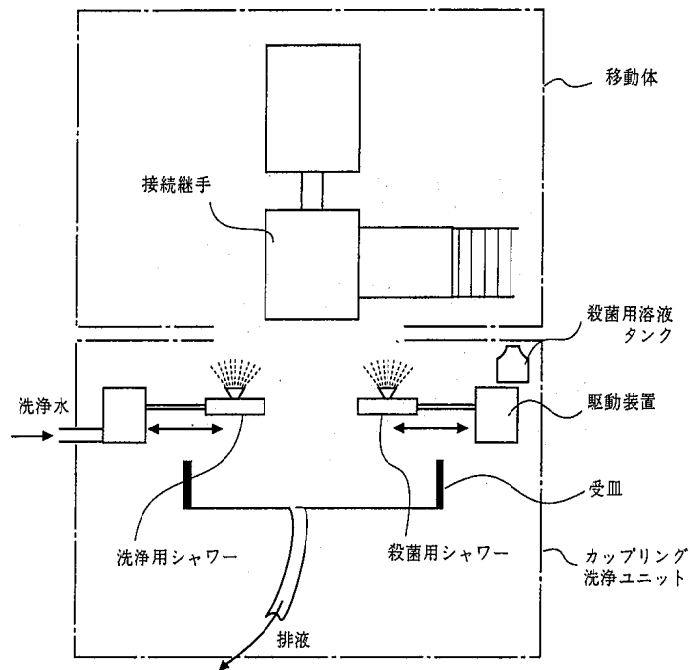


図10 洗浄ステーションの例

プレーシャワーノズルを用いるオープンシステムとすることもできる(図10)。洗浄システムは用途に応じていろいろと考えられよう。

さて、このシステムの特徴の一つは、いろいろな構成要素を組合せてユニットを構築できる点であり、最適な組合せによりカスタマイズできる点である(組替えの自在性)。

すなわち、移動体の駆動系としては、

- ・サーボモータ
- ・パルスモータ
- ・ボールねじ駆動
- ・ベルト駆動
- ・ラック/ピニオン駆動

などの組合せが考えられる。

また、カップリングにも、

- ・通常の内弁付き迅速継手
- ・洗浄性の高いサニタリーカプラ
- ・粉用のカプラ

などが使用できる(通常の内弁付きも可能である)。

さらに、ホース部分には、

- ・通常のフレキシブルホース
- ・サニタリー性能の高いホース
- ・金属蛇腹構造の高圧ホース

などの各種フレキシブルホースを使用できる。

仕様によりこれらの3つの主要部分の構成要素を組合せることにより、いろいろな用途に幅広く適用でき

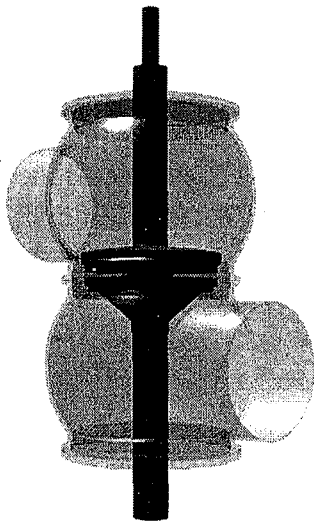


図11 ダブルシートバルブ
外観図

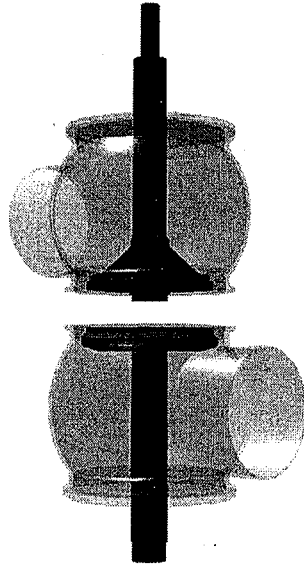


図12 サニタリーカプラ外観図

ると考える。このシステムはユニット化されているので、現場での工事も少なく、さらに、あらかじめ設定した枠の範囲のなかでラインの追加が容易にできるので、将来の拡張性にもすぐれている。

さて、このような組合せの内で、カップリングとして当社で開発したサニタリーカプラを用いる場合を説明しよう。

3. サニタリーカプラについて

内弁付きの迅速継手として、市販されているものは多い。しかしながら、多くの場合、内弁をバネで戻す構造になっており、バネを含む機械構造部品が内蔵される。このため、洗浄が重要視される所には使用されていない。

例えば、食品業界などでは、取扱う製品に発酵菌を含むものがあり、隙間にそのまま残ると腐敗して発酵するという場合がある。これを避けるために、分解して内部のすみずみまで洗浄殺菌する必要がある（もちろん、業界、製品によりその程度はいろいろであろうが）。食品などに使える継手が望まれる所以である。さらに、食品レベルのものだけではなく、より厳しい仕様が必要とされる製菓、バイオなどに適する継手も必要になる。ここでは、このような状況に対応して洗浄性能の高いカプラについて説明する。

食品業界では、汚染防止という点からミックスプルーのダブルシートバルブが、従来より用いられている。このバルブは、例えば図11にあるような形式のバルブであり、広く実際に使用されている。

当社で開発したサニタリーカプラはこのバルブを

もとに開発したものである。その基本的考えは、ダブルシートバルブの中央部で上下をつないでいる部分を真中で割り、上と下の2分割にして継手として使用するものである。図12はこの様子を表している。全体が球形胴になっていることは、従来のサニタリーダブルシートバルブとかわらない。

2分割した後に上部の球形胴のヘルール部分に1次シールとしてOリングを設けている。図の形式は、弁を上から下に押し下げて流体通路を形成するトップダウンの方式を採用しており、内弁開閉用の駆動は、上側の継手上部に付くアクチュエータで行っている。下側の継手の内弁は、胴の外部に設けているバネにより押し付けられており、自動復帰することができる。

上側の内弁の中央部には、CIP (Cleaning in Place) のための洗浄機構が付いているのも在来と同じである。さらに、下側の内弁の中央部に、ドレーンホールが設けられているのも同様である。

前述のように主たる改造部分は、Oリングの部分であり、この部分のシール性能、洗浄性能を確認すればよい。当社では、すでに試作機によりこれらの確認を終えている。

次に、このサニタリーカプラを用いた場合の操作の手順を順番に説明しよう (図13)。

- ① アプローチ(上側のカプラがアプローチする)
- ② 結合してOリングに適当な面圧を与えたのちに機械ロックを行う(機械ロックは、半割りクランプを締込むことにより行う)
- ③ 開動作(上部継手の上にある内弁用アクチュエータにより開とする)
- ④ 閉動作
- ⑤ 面間CIP(上部の内弁中央部にあるCIP機構による洗浄を行う)

ここまでの操作手順は在来のバルブとまったく同一である。

- ⑥ 切り離し
- ⑦ 1次シール面洗浄

1次シール面であるOリング部分の洗浄が残されている。Oリングおよびその接触面の洗浄である。このために、洗浄ステーションで別途設けられる洗浄ユニットを用いて洗浄されることになる(後述)。

4. XYルータへの適用

上述のようなサニタリーカプラを使ってXYルータを構築すると、サニタリー性の高い切替えシステムができる。この場合、ホースにもサニタリー性の高

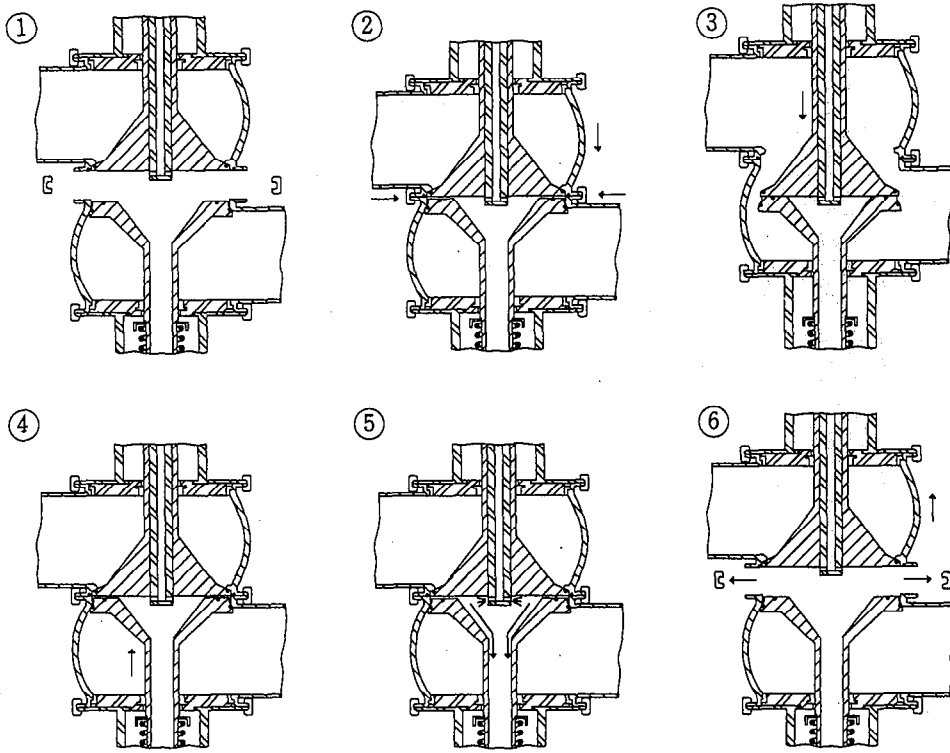


図13 サニタリーカプラ操作手順

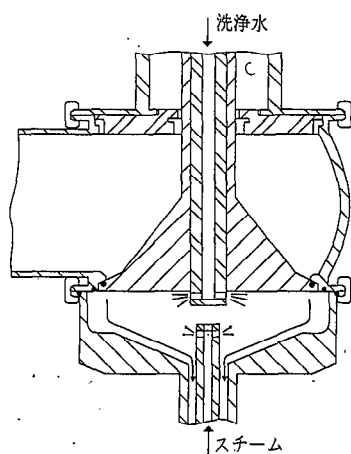


図14 上部カプラの下部接続面の洗浄方法

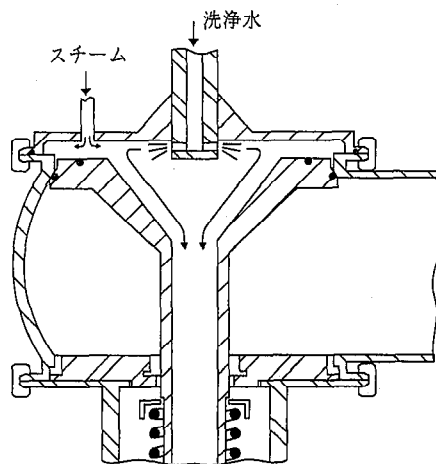


図15 下部カプラの上部接続面の洗浄方法

いもの（最近市販されている）を使用すれば性能はさらに高まる。そして、XY ルータでの洗浄ステーションで、上部および下部のカプラの面は、次のようにして洗浄される。つまり、上側の継手の接続面を洗浄するには、洗浄ステーションで下側より洗浄キャップを接続させる。このキャップには、ドレンラインがついている。洗浄水は、上側継手の内弁内の CIP 機構より噴出される（図14）。また、下側の継手の接続面には、CIP 機構としてのシャワーノズルがついた洗浄キャッ

プを接続すればよい。洗浄キャップにスチームラインを接続しておけば、さらにスチームによる殺菌も可能である（図15）。さらに保管待機状態の時に雑菌が侵入しては困る場合には、この洗浄キャップを接続させておいて、少量のスチームを流通させておけばよい。このような方式は、バイオなどの分野ではよく行われている手法であり、SIP (Sterilization in Place) が実現できる。

サニタリーカプラをXY ルータに組込んで、上述したような方式を用いれば、まず切り離しの前に接続面の1次洗浄ができる。次に、切り離し後ごく短い時間の内に、洗浄ステーションに行き1次シール部の洗浄およびスチーム殺菌が可能となる。また、別の方法としては、ユニットを密閉空間に設置し、スチームを送ることによっても可能となる。

カプラのみならず移動空間を、サニタリー環境にしておくことも必要な場合がある。この場合、このシステムがユニット化されていて密閉空間を作りやすい利点を活かすことができる。例えばこの空間に、フィルタ

タを通った雑菌のない空気を流通させることもできよう。このようにすれば、食品のみならず製薬、バイオなどにも幅広く使える。

5. 経済的メリットの検討

経済的な側面を検討してみよう。

ここでは、従来方式の中でコンタミを防ぐ代表的な方法としてのダブルシートバルブによる場合と、XY ルータ方式による場合とを比較してみよう。例えば、

12本と12本のライン切替えの場合で考える。

① 従来のダブルシートバルブの場合

- ・バルブの数 $12 \times 12 = 144$ 個
- ・個別に CIP ライン 144 本
- ・個別に制御ライン 144 本
- ・個別に空気ライン 144 本
- ・制御ロジック

② XY ルータによる場合

・改造サンタリーカプラーとして上側12個、下側12個で計24個である(元々、ダブルシートバルブを2分割したものであるため、ダブルシートバルブとして数えると12個。もちろん、改造した分のコストは上積みされるが)。

- ・上部継手側に CIP ライン 12 本
- ・上部継手側に制御ライン 12 本
- ・上部継手側に空気ライン 12 本
- ・制御ロジック
- ・以上に駆動機構のコストが追加される

このような試算をやってみると、ライン本数が多いほどコスト的メリットがあるようである。ライン m 本、ライン n 本の場合を従来のバルブブロックで組むと、バルブは $m \times n$ の積の数が必要なのに比べて、XY ルータでは $m+n$ の和で済むからである。

6. 適用例

ホースを X 軸、Y 軸方向へ移動させ接続することにより、ラインの切替えが可能になった。これにより、次のような利点が考えられる。① 切替えのためのバルブ数が減る。このため、メンテナンスも楽になる。② ラインが物理的に遮断されているので、異品種の混入がまったくない(クロスコンタミネーションがない)。

③ ホースが絡まない。④ 洗浄システムが簡単に構成できる。⑤ ユニット化がしやすく組合せが容易で拡張性がある。⑥ 半省スペースにて可能なシステムである。⑦ ラインが接続されているかどうかが目で容易に確認できる。⑧ さらに、洗浄性の高いサンタリーカプラーを用いれば、CIP、SIP が実現でき、より高いレベルのサンタリー性が得られる。

このように本システムは、安全性(サンタリー性の実現、クロスコンタミ防止)、快適性(ホース接続に伴う3K追放)、生産性(コストパフォーマンス、メンテナンス)の面でいろいろな特徴を有している。

上記のようなサンタリーカプラーを用いた自動切替えシステムは、次のような用途が考えられる。

- ・ファインケミカル分野
- ・食品分野
- ・医薬、バイオ関係分野
- ・各種調合システム

各用途におけるサンタリー性のレベルに応じて、洗浄システムなどの組合せが選択できる。

なお、サンタリー仕様でなくてもよいサービスには、在来の内弁付き継手が使えらる。この場合も、組立調整を楽に行なうためにも、芯ずれ許容値の大きいものが望まれる。さらに、粉を扱う場合には粉用のカプラーを用いればよいことは前述の通りである。なお、当社ではこの他にも各種の継手が考案されており、用途に応じて組合せできる。

サンタリーラインに適する新しい切替えシステムの例として「XY ルータ」を紹介した。参考になれば幸いである。なお本稿をまとめるにあたって、深沢由樹、菊次聖佐、加藤三重子、平野明美の各氏の手をわずらわした。ここに記して感謝したい。

油、化学薬品吸収/処理剤

キャンリーブ

〈資料請求番号：5025〉

本製品はオイルなどの飛散、流出が起きた際の吸収剤として先端産業で選ばれている。

100%天然素材で、環境にも人間にも、野性動物にも無害である。また、水面で油漏れが起きたとき、水を嫌う特性を有しているため、油は吸収するが、水は吸収しない。

特長として、処理後12ヶ月で生化学反応により分解還元される、取扱い・保

管が簡便、圧倒的な吸収力、などがあげられる。

(株)ホンダトレーディング

〒104 東京都中央区八重洲2-6-20

電話 03(3271)1245



展示会開催のお知らせ

第4回 韓国国際セラミック産業展

—CERAKOR'94—

第12回 韓国国際プラスチック・

ゴム展

—Koplas'94—

日時 1994年6月11日(土)～15日(水)

会場 韓国総合展示場(ソウル)

問合せ (株)若菜企画 海外事業部

Tel. 03(3436)2241

Fax. 03(3435)7404