

油圧制御弁等の切削加工部品の高機能洗浄法の試作開発

森合精機 装置事業部 開発課 課長 松村 繁廣

油圧機器で制御弁は、方向切り替え・圧力・流量の制御として油機システムでは重要な要素機器であり、近年油圧機器の高圧化あるいは精密化へのニーズに伴い、より高いレベルの清浄度での製造と品質管理を行うことが一層重要になっている。油圧制御弁の製造・組み立て時に発生する切削切粉屑など初期汚染物を極限まで減らすことが重要であり、そのために油圧制御弁の主に鋳鉄素材の切削加工部品について、高い洗浄精度が実現できる高機能な洗浄法を開発した。本稿ではこの新たな洗浄法について技術紹介を行う。

油圧機器とコンタミ

(1) 油圧機器

油圧機器は、建設機械・フォークリフト運搬機・射出成型機・工作機械・自動車・船舶荷役・航空機翼方向舵など高出力な駆動を必要とする広範なフィールドの産業機械の分野で、必要不可欠な技術と機能部品として永く活躍している。これら機器は図1に示す油圧回路を構成し、油圧制御弁はシリンダーや油圧ポンプと同様に油圧機器の中で重要な要素部品として位置付けられている。油圧制御弁は方向切り替え・圧力・流量など制御機能別に分類されるが、いずれもが作動油が通る作動回路孔

図1 代表的な油圧回路

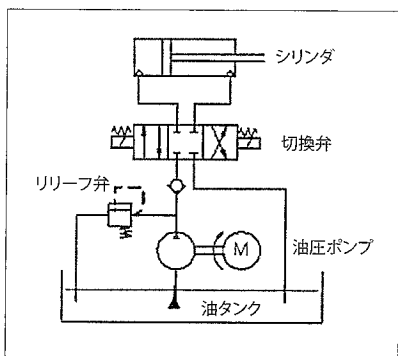
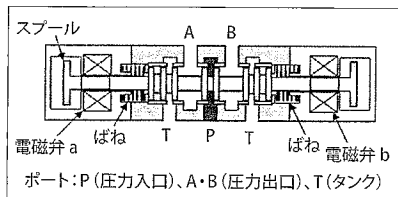


図2 方向制御弁の内部構造



を多く有するのが特長である。

(2) コンタミ

油圧機器の作動油中に混入のごみなどの異物をコンタミと呼び、このコンタミがあると油圧機器の作動不良とトラブルを引き起こす要因になる。図2に示すように、一般的に油圧制御弁は主に鋳鉄素材で回路孔を有する切削加工部品であり、製造・組み立ての工程で発生する切削加工の切粉屑・鋳物砂など固形粒子のコンタミが多く、初期段階での清浄度管理でコンタミの汚染レベルが高いと、製品の稼働中にスプールと数 μ ~数十 μ の嵌め合いの回路孔の摺動でこれらコンタミに起因する二次摩擦の大きな原因となり、油機システム全体の寿命を縮めたり、故障および性能不安定を起こす可能性が高い。そのため、これら鋳鉄素材の切削加工部品のコンタミをなくする清浄度管理が重要であるとのことで、油機業界では早くから様々な洗浄機が活躍している。

(3) 被洗浄対象物の特長

主な洗浄対象は、写真1のように油圧制御弁の鋳鉄素材で様々な形状の切削加工部品で、作動油が流れる多くの回路孔を構成しており、この回路孔がスプールと摺合摺動を行い、作動油の流れを制御する機能構造を有している。また、カットワー



写真1 代表的な制御弁と内部孔回路

クで分かるように内部は非常に複雑な孔形状の回路を構成していることから、油圧制御弁の鋳鉄素材の切削加工部品は切粉屑・鋳物砂などコンタミ除去の洗浄として難易度の高い洗浄精度を要求される。

高機能な洗浄法の紹介

(1) 開発のニーズと目標

近年、油機システム全体の高圧化あるいは精密化のニーズに伴い、制御弁についても高い清浄度レベルが必要とされ、切削加工部品のコンタミを0.5mmあるいはそれ以下と在来よりも高い洗浄精度が実現できる洗浄が望まれていた。

一方、油圧機器は機種が非常に多い反面、1ロット・1機種単位の生産量が少ない「少量・多品種」の生産が多く、これは同じ洗浄機ユーザーである自動車部品の業界での機種を限定した多量生産を行うのと大きく違う点である。そのために、切削加工部品の1機種対応の専用洗浄機構成ではなく、1台の洗浄機であっても多機種にも容易に洗浄可能な汎用性を有することと短時間で洗浄ワーク

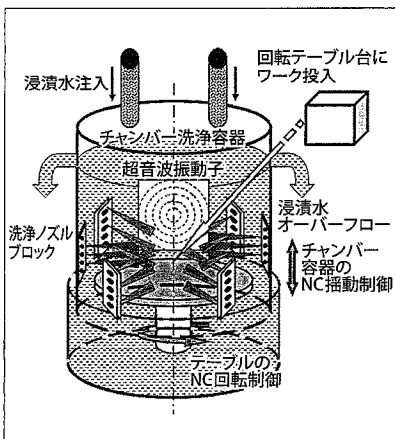
機種ごとの切り替えが行えることは油圧機器の洗浄機ユーザーにとっては、運用上非常に重要である。このように、高い洗浄精度と共に、多機種に対応できる汎用性ある洗浄システムであることを目標として、洗浄難易度の高い鋳鉄素材の切削加工部品の高い機能の洗浄装置の試作開発を行った。

(2) チャンバー容器内での洗浄

部品洗浄にはワークの外観洗浄を主目的とした気中洗浄とワークを浸漬状態での水中洗浄に分類されるが、今回の油圧制御弁の鋳鉄切削加工部品のような回路孔を有する洗浄は、後者の水中洗浄が優位でありこの洗浄法を基本とした。

主要な洗浄構成は、被洗浄対象部品を治具にて回転テーブル上に位置決め取り付けを行い、一方洗浄ノズルブロックが複数本取り付けられた上下揺動駆動のチャンバー円筒容器が下降して被洗浄対象部品が乗る回転テーブルを覆う。チャンバー円筒容器の天井上部から注水して容器内を浸漬水で充満させ、容器に取り付けられた洗浄ノズルにて被洗浄対象部品を上下揺動とテーブル回転の複合動作にて洗浄を行う図3に示す画期的な浸漬の水中洗浄法を考案した。

図3 チャンバー容器内の浸漬洗浄法



洗浄中は容器に連続して注水を行いチャンバー容器内の水の置換頻度を高め、洗浄で除去された液中に浮遊するコンタミを早く洗浄容器外に排出することで、常に浸漬洗浄容器内を高い清浄度環境に維持することが可能となり、水中洗浄の短所のひとつである液中のコンタミがワークへの再付着を極限まで低下させることができた。

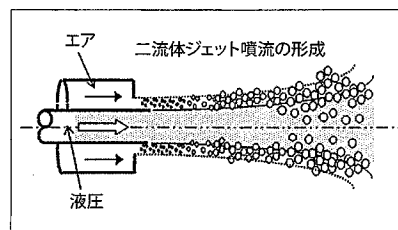
(3) 二流体洗浄ノズル

通常、水中ではノズルからの液噴射は水の抵抗で気中噴射と比較して液噴射圧力は大きく減衰する。しかし、液圧噴射と共に外周部からエア(=気体)を同時に噴射する図4に示す二流体噴射ノズルでは、噴射の液圧力の減衰は大きく改善され、非常にパワフルな水中洗浄力の発揮する二流体ジェット噴流が形成される。新たな開発洗浄機では回路孔を積極的に狙い洗浄する高圧10MPaとワーク全体の外観洗浄する低圧1.4MPaの2種類の二流体ノズルを採用することで、油圧制御弁の鋳鉄素材の切削加工部品の洗浄で大きく洗浄精度向上の実現に寄与した。

(4) 洗浄制御・工程と汎用性

被洗浄対象物の切削加工部品の重要な回路孔を洗浄ノズルで正確に狙うために、チャンバー容器の外面上に取り付けられた高圧の二流体ノズルと被洗浄対象物の回路孔部位との関係を正確に位置決めする必要がある。回転テーブル上の被洗浄対象物の回路孔などの重要な洗浄部位と狙

図4 液中での二流体噴射モデル



う洗浄ノズルとの位置関係を洗浄のノズルが取り付けられているチャンバー容器の上下揺動位置と回転テーブルの回転角度位置を2軸NCで数値制御を行い、部品ワーク情報に基づいて作成される数値制御のNCプログラムを設定変更するだけで、洗浄部品の機種段取り替えが容易に行える被洗浄対象物に対して汎用的に対応できるプログラミング可能なNCによる洗浄制御法と工程を採用した。

(5) 洗浄装置の洗浄性能

前述の(2)項のチャンバー洗浄容器内には、被洗浄対象物を90°チルト回転する姿勢制御の機構も取り入れられ、チルト回転させることにより6面を有する被洗浄対象物の側面4面と上下2面との洗浄精度のパラツキを排除し同一条件での洗浄運転を可能にした。

これらの新しい洗浄機能を組み込んだ写真2の高機能な洗浄装置を試作開発した。初期に被

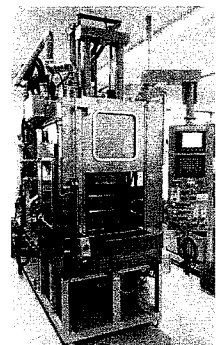


写真2 試作開発の洗浄装置

洗浄対象目標とした油圧制御弁の鋳鉄切削加工部品の洗浄運転を行い、洗浄後の対象部品のコンタミ精度を異物測定器(洗浄後の部品に残留する異物をフィルターに採取し、このフィルターをカメラで画像撮像と画像処理による自動の残留異物を評価)で測定を行い、当初目標としたコンタミ精度0.3mm以下を安定して得ることができた。

◇ ◇ ◇

今後、より高い洗浄性能の実証テストを継続し、洗浄機ユーザー様に情報の提供を行っていきたい。