

中間洗浄 地球に優しい小型遠心分離装置の開発

Development of a Compact Centrifugal Oil Separator for Environmental Conservation

戸田伊知郎 Ichiro Toda

●MC製造統括部 浜北工場製造技術課

1 はじめに

歯車の歯切り加工は、粘度の高い切削油を使用するため、製品には多量の油と切粉やゴミなどが付着する。一般的には洗浄を行って後工程へ渡している。その洗浄も洗浄液を使い油と切粉の除去および乾燥と防錆処理という、処理時間がかかり大型装置も必要な工程であるため、ライン外に洗浄装置を置いて、洗浄処理をしている。

ヤマハ発動機(株)の工場においても、歯切り加工後に製品を運搬して大型洗浄機で処理している。環境面からみると、製品とともに切削油は多量に持ち出され、洗浄後は洗浄液とともに産業廃棄物となり、地球環境を悪化させる。また運搬中に油が落下し床が滑りやすくなり工場環境も悪化させている。

今回、洗浄機能を見直すことにより産廃処理の廃止および工場の床への油ダレゼロの地球環境に優しい小型装置への置き換えができたので、その経過について述べる。

2 現状分析・機能見直し

2.1 現状分析

品質面においては、現状次の品質を満足している。

- ①歯車表面に油分・切粉がない。
- ②製品表面に最低2日の防錆効果がある。
(連休時は防錆油をかけ、10日間防錆)

ところが、地球環境および工場環境は、表1に示すような状態である。

表1 現状の問題点

項目	問題点	備考
油剤の消費量	2.2トン/月	—
洗浄後の廃液処理量	16トン/月	—
床面	運搬中に油が滴下	滑りやすく危険な状態
洗浄装置の騒音	90～100 dB	工場の騒音規格80 dB

現状の洗浄機の大きさは、横6m・高さ4.5m・奥行き5mと大型である。図1にその概要図を示す。

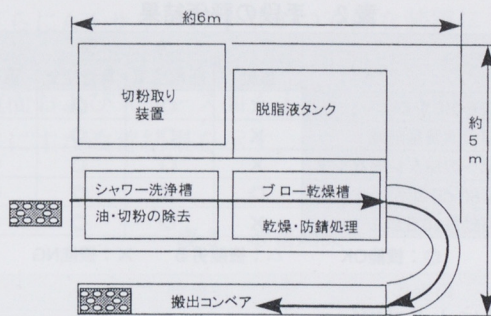


図1 洗浄機の概要

2.2 機能の見直し

(1)品質面の見直し

連休時の防錆は、防錆油をかけ10日間防錆をしている。この点を見直すと歯車表面に切粉などがなく、防錆が可能な最小限の油が付着していてもよいことになる。いいかえれば、最小限の切削油を残し、防錆効果があれば洗浄後に防錆油をかける作業をなくせる。

(2)見直し後の品質目標

- ①歯車表面に切粉などが無い。
- ②製品表面に最低10日の防錆効果がある。
(防錆効果がある最小限の切削油を付着)

以上の可能性を確認するため、基本的な品質と機能を再設定して確認実験を進めた。

3 目標と達成手段の検討

3.1 目標設定

環境面の改善目標は、次の4項目である。

- ①切削油剤の消費量を削減する。
- ②廃液処理を廃止する。
- ③運搬中の歯車よりの油ダレをなくす。
- ④騒音は80 dB以下にする。

品質面の目標としては、次の2項目である。

- ①防錆効果を10日以上もたせる。
- ②加工基準面・歯切り面に付着する切粉を除去する。

3.2 達成手段の検討

考えられる方案として次の4項目を設定したが、以下にその内容を述べる。また、その評価結果を表2に示す。

表2 手段の評価結果

評価項目		方 案			
		振動	圧縮空気	真空空気	遠心力
評価項目	廃液を0にする	×	○	○	○
	油剤の消費量削減	×	○	○	○
	工場への油ダレをなくす	×	○	○	○
	騒音80 dB以下	○	×	○	○
	防錆効果10日以上	×	○	○	○

○：機能OK △：機能劣る ×：機能NG

①振動による方案

この方案は、脱脂液中に歯車を入れ高周波振動させ付着物を落とす方法である。この方案でテストを行った所、付着する切粉の除去はできた。しかし、脱脂剤を使用するため防錆効果は現状のままなので、後で防錆油が必要になる。また、脱脂剤を使用する化学的な処理では、洗浄機能は満足しても洗浄後の液は劣化するので廃棄する。そのため、地球環境改善は望めないことから、物理的な方法の検討を行った。

②圧縮空気による方案

この方案は、圧縮空気を歯車にあて付着物を吹き飛ばす方法である。実験を行った所、特に歯底部に付着する切粉・油がうまく取れないが、防錆効果は10日以上であることが分かった。また、圧縮空気の吹き出しにより、95dBもの騒音が発生することも分かった。

③真空吸入による方案

この方案は、真空吸入器を使い付着物を吸い取る方法である。実験を行った所、付着している細かい切粉は除去できるが、大きい切粉と歯底部の油・切粉が取りにくい。しかし、防錆効果は10日以上であることが分かり、また騒音は80dB以下を満足できる。

④遠心力による方案

この方案は、歯車を高速で回転し付着物の切削油・切粉を振り飛ばす方法である。簡単な装置を製作し実験してみると、後工程また油分で問題に

なる切粉は毎分2000回転で除去されることが分かった。また、残った油分で10日間の防錆ができることも分かった。

以上により、遠心力による方案は品質面および環境面ともに最適であることから、この方案で開発を進めた。

4 開発内容

4.1 開発仕様の目標

(1) 装置の仕様

- ①大きさは、インマシン化でA4サイズ
- ②処理時間は、加工マシン化で8秒以下

(2) 品質評価

- ①製品に付着する油や切粉の重量評価
(例、外径φ35、重量85gのもので、加工後の付着量1300 mg→処理後80 mg以下)
- ②防錆効果10日以上

以上の仕様を満足する市販機がないため、自社開発を行った。

4.2 装置の概要

装置は、回転主軸とモータの単純組み合わせ構造で十分なため、職場において“手作り”で製作を行った。遠心力洗浄は、製品に付着した油や切粉などの付着力Fが反力[遠心力 $f (=m\alpha)$]に負け分離する。この力は製品の全表面に働く。回転継ぎ手よりエアを入れて製品を三方チャックでクランプし、小型ACサーボよりベルトを経て主軸を回転して油や切粉を除去する。8秒後に停止し、アンクランプする。図2に構造図を示す。大きさもA4サイズ以下の横240mm・縦100mm・高さ260mmと小型で、現有の歯切盤の中に設置することができた(図3、図4)。

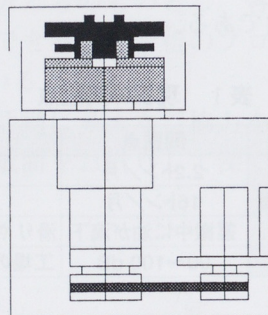


図2 構造図

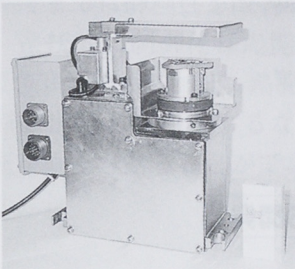


図3 小型遠心分離装置

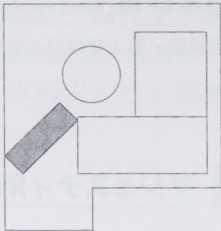


図4 歯切盤内に設置

4.4 結果

品質面では、油や切粉の付着物を除去し、かつ目標を大幅に上回る5ヶ月以上の防錆効果がある油および切粉の分離装置ができた。

環境面では、廃液処理は従来16トン／月をゼロとすることができ、切削油剤の消費量は、従来の1／15に削減できた。また、工場通路への油ダレがなくなり、滑る箇所もなくすることができた。騒音は、以前の90～100dBを70dBと改善を計ることができた。

さらにA4サイズの小型かつ安価な装置にできたことで、各々の歯切り盤の中に組み込むことができ、物流面およびスペース面も大幅に改善された。

表3に主な改善結果を示す。

表3 改善結果

	改善前	改善後
防錆効果	2日	5ヶ月以上
廃液処理	16トン／月	0トン／月
切削油剤消費量	2.2トン／月	0.15トン／月
床面	油の滴下あり	油の滴下なし
騒音	90～100dB	70dB
大きさ	6m×4.5m×5m	327mm×116mm×311mm

5 おわりに

従来の洗浄という概念から基本の機能を見直すことで、産業廃棄物ゼロという地球環境改善に貢献し、工場環境も大幅に改善ができた。

4.3 条件決め

下記のテスト結果（図5、図6）とモータおよび主軸の耐久性を考慮し、品質安定性もある毎分2000回転を生産条件として設定し、現在まで約1年間品質異常および故障もなく安定して生産が継続されている。防錆テストを行った所、防錆効果は5ヶ月もあり、品質面での目標を十分満たしていることが分かった。

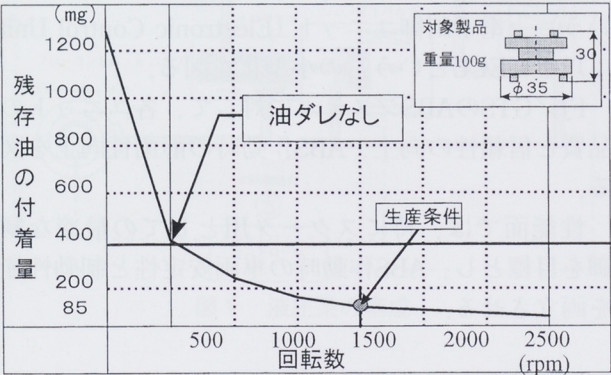


図5 回転時間8秒における回転数と残存油付着量の関係

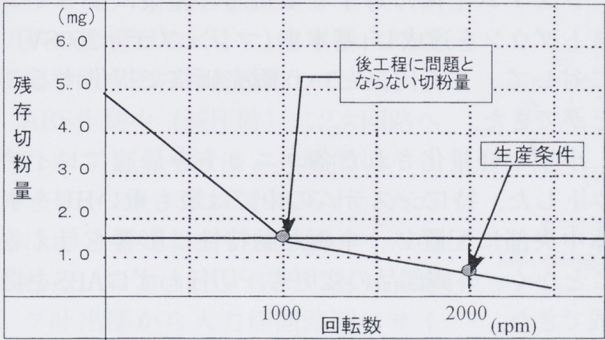


図6 回転時間8秒における回転数と残存切粉量の関係