

C-2 燃料ポンプの開発における

軸流式インペラの新規製作プロセスの確立

多摩川精機株式会社 熊谷 隆志
川尻 秀寛
池上 幸紀

1. はじめに



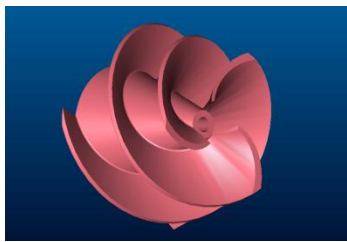
C-2 機体写真出展：防衛省ホームページ

多摩川精機は平成 14 年 4 月に三菱電機名古屋製作所の防衛部門の移管を受け、燃料ポンプ/バルブ事業を引き継ぎました。この部門では昭和 33 年の T-33A 用燃料ポンプを最初に、その後多くの防衛省の固定翼機、回転翼機用の燃料ポンプの開発に携わってきており、現在燃料ポンプは弊社防衛事業の一つの重要な製品分野となっています。

今回開発した燃料ポンプは上記写真に示す 3 種 (Booster Pump、Transfer Pump、Dump Pump) となります。1 機当たり、11 台の燃料ポンプが装備されています。

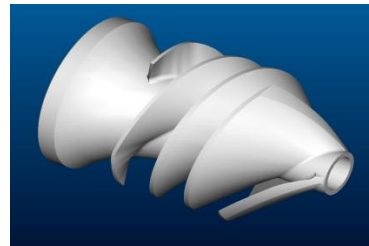
2. 軸流式インペラの新規製作プロセスの確立

C-2 の燃料ポンプでは要求仕様から斜流式インペラを **Transfer Pump** へ、軸流式インペラを **Booster Pump** と **Dump Pump** へ使用する設計となりました。斜流式インペラは従来から機械加工にて製作していましたが、軸流式インペラは形状が複雑なためロストワックス鋳造にてインペラ外形形状を製作し回転軸への取り付け回りを機械加工していました。今回の開発品の内、**Dump Pump** は要求吐出流量が大きく、インペラ径が従来品の 1.1 倍となることから、強度アップが必要なこと、加工品とすることでインペラ表面の面粗度アップにより高温高空でのキャビテーション（泡）の発生の抑制に効果が期待できることから丸棒材からの削り出しでの製作としました。強度が増加したことで従来必要であったステイ（支え）も不要となりました。



【斜流式インペラ】

- ・ 中流量/中圧吐出
- ・ **Transfer Pump** 適用

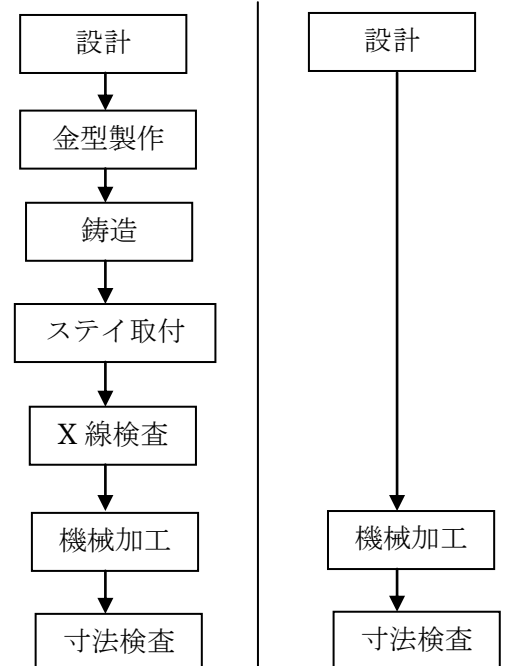


【軸流式インペラ】

- ・ 大流量/低圧吐出
- ・ **Booster Pump/Dump Pump** へ適用



従来の軸流式インペラ（鋳物）



従来の製作プロセス

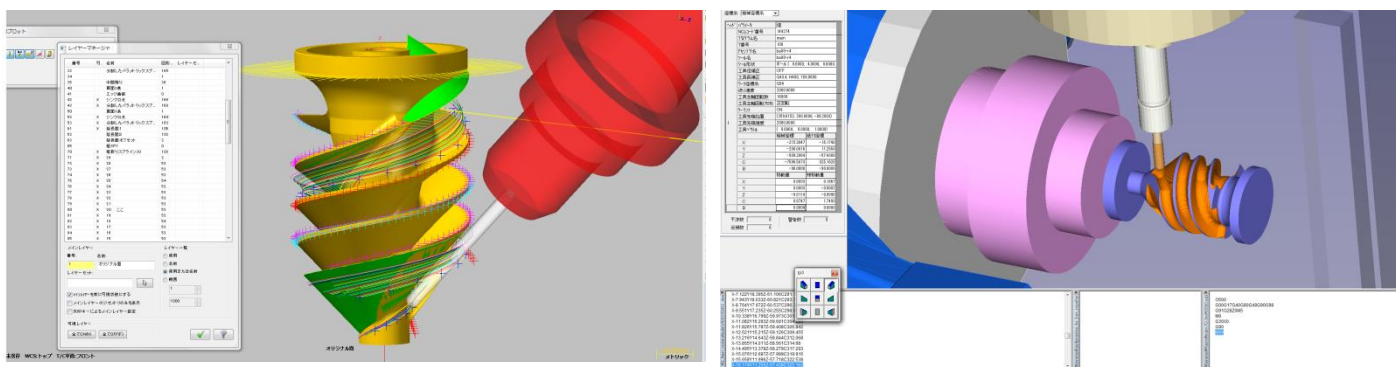
新製作プロセス

製作プロセスの比較

1) 加工プロセスの確立

開発当時普及し始めた5軸加工機を使用し、インペラの外形形状をボールエンドミルにてプロファイリング加工することにした。機械加工プログラムはインペラの3次元CADデータを自動プログラミング装置でNCプログラムへ変換、加工シミュレーションでの干渉チェックを行い、実際に加工して出来ばえ確認することを繰り返し実施し、設計要求を満足するインペラを製作することができました。

自動プログラミング装置及び加工シミュレーションソフトは、軸流式インペラ加工を目的に導入しました。当初は思うような加工とならず、NCプログラムを何度も作り直しては加工を繰り返すことでプログラミング手法、加工条件等を確立し完成することができました。

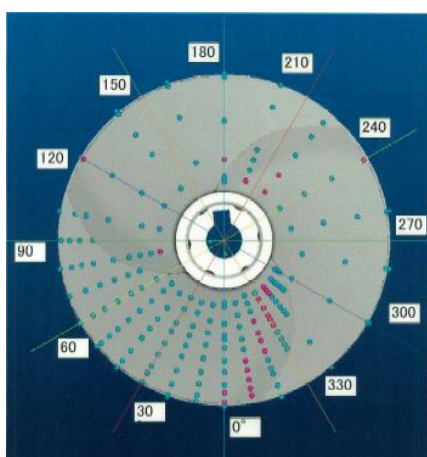


自動プログラミングによるNCプログラムの作成

作成したNCプログラムのシミュレーション

2) インペラの精度測定結果

3次元測定器とサーキュラテーブルを組み合わせ、インペラ外形の形状精度を測定し、設計要求を満足する精度に仕上がっていることが確認できました。



上面の測定結果



側面0°の測定結果

C-2 Booster Pump インペラの加工精度測定結果

3. まとめ

今回の開発では、C-2 Dump Pump の要求仕様が従来ポンプに比べ吐出流量 1.5 倍と大きいため、インペラの大型化が設計的に必要となりました。しかし、インペラが従来の鋳物製では羽根部分の肉厚増加やステイの強化等が必要となり、軽量で性能の良いインペラの製造は難しい状況でした。このため、アルミ合金丸棒からの削り出し製作とすることでインペラを強度アップすることにしました。この実現のため、弊社加工部門にて新たに自動プログラミング装置及びシミュレーションソフトを導入、最初の自動プログラミングとして軸流式インペラは難関でしたが、設計要求を満足する軸流式インペラを製作することができました。

また、金型が不要になったことで試作工程/期間の短縮となり、開発を進める上で大きなメリットになりました。量産移行後は製造工程の短縮、夜間自動加工、工数の削減、製造リードタイムの短縮等に繋がりました。

【謝辞】

この度は防衛基板整備協会賞を授与いただき光栄に存じます。応募にあたりご指導ご支援いただきました皆様に深く感謝申し上げます。

今後も防衛事業に貢献すべく積極的に取り組ませていただく所存であり、ご指導のほど宜しくお願い致します。

以上