

## 鍛鋼クランクローの高効率外周・内股加工専用機の開発

(株)日鋼機械センター 和田侯衛 志賀俊彦 渋谷浩一 佐藤功一 ○青野文朗

### 要 旨

本研究は、船用ディーゼルエンジンの組立クランク軸に用いる鍛鋼クランクローの外周、内股部を対象とした機械加工を高効率、高精度に行うための専用工作機械および工具の開発と、それを用いた加工方法の確立を目的としている。

### 1. 緒 言

本機で加工されるクランクローは、高出力の船用ディーゼルエンジンに用いられる組立クランク軸の部品として使用される。現在、船用ディーゼルエンジンは低燃費化の傾向にあり、それに伴いクランクローも薄型かつ長ストローク型に設計変更が進み、従来に比し加工の難易度が高くなってきている。このような加工製品を汎用工作機械で加工する場合、複数の工作機械および治具を必要とし、またそれによる段取り作業などの非切削時間が増すため、作業への負担も大きく、さらに作業には熟練した多くの技術が要求される。

本研究は、これらの問題点を専用工作機械および工具を開発、実用化することによって解決し、さらに、高効率、高精度な機械加工を実現したものである。

### 2. 工作機械構造

本専用工作機械は、テーブルタイプNC横中削り盤の構造を有し、主にベット、コラム、主軸頭、回転テーブル、およびそれらの駆動、制御装置から構成されている。図1に工作機械形状を示す。

全長9mのベット上には、ボールねじにより移動可能（以下、X軸移動）な、高剛性な内部リブ構造型コラムが設置されている。

コラム側面につり下げられた主軸頭は、ボールねじに

より垂直方向への移動が可能（以下、Y軸移動）であり、また剛性を高めることを目的として二重構造を採用した。さらに主軸頭内部に設置した60kwの主軸モータの駆動を伝える、最大突き出し量1200mm（以下、Z軸移動）のラムに組み込まれたフライス軸は、 $\phi 380$ mmと大径を採用しており、伝達機構自体の曲げ剛性、ねじり剛性を高めることで重切削を可能にした。また主軸頭の重力荷重軽減装置は、コスト・機械重量低減、荷重調整の容易さから、コラム上部に突き出したバランスシリンダーにより油圧で行っている。

工作機械中央には、最大積載荷重30t、回転（以下、B軸回転）と移動が可能（以下、W軸移動）な、大型回転テーブルを配置しており、回転スケールフィードバック機能を使用したフルクローズド制御により、高精度な割り出しが可能である。

工作機械一端には、専用アタッチメントステーションを設置し、主軸頭を近づけることで、大型のアタッチメントを容易に主軸へ取り付けることが可能である。

機械操作は、コラム側面のステップ上に設置した、操作盤で行う。高い機械精度と5軸制御（同時4軸）NC装置により、機械加工の大半を人の手を介すことなく行うことが可能である。この他に、NC停止警報装置（警告灯）、切り屑排出用のコンベアー等、自動化レベル向上を目的とした設計となっている。

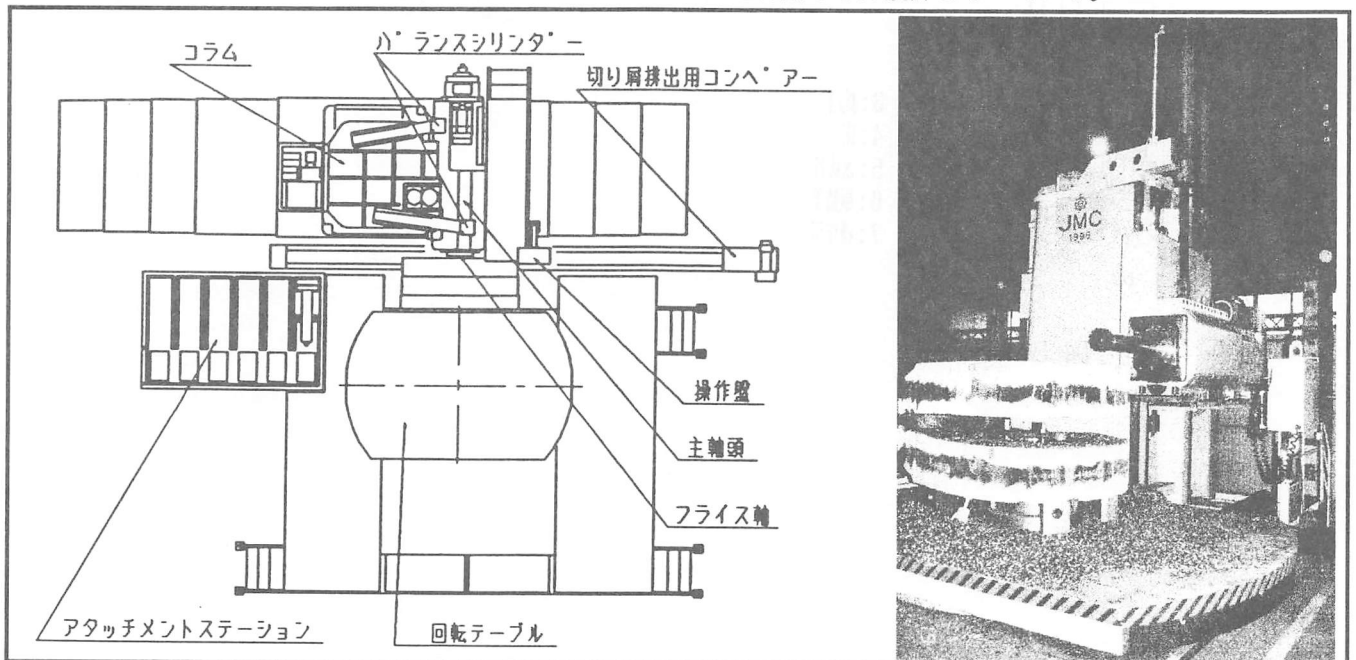


図1. 専用工作機械形状

### 3. 加工方法

図2に製品形状及び取り付け状態を示す。本専用工作機械は、内股部の荒切削、外周部の荒、中切削及び仕上げ切削を行う。

#### (1) 取り付け芯出しの簡略化

クランクローは、その穴部をテーブル回転芯と同芯に取り付けた専用センタリング治具にはめ込み固定することにより製品芯出し時間を大幅に削減している。

#### (2) 工具の専用化

工具は様々な大きさの製品を加工することを目的とし、加工、製品に応じて、専用の高剛性アタッチメント及びカッターを使用する。使用する工具は、事前に工具長を正確に測定し、これをNCプログラムに組み込むことにより、オペレータによる補正値入力を不要とした。

#### (3) 加工の高精度・高能率化

図3、4に各部の加工方法を示す。内股部の荒切削は、主軸頭に内股加工用アタッチメントを取り付け、その先端に内股幅から加工残し量をひいた寸法と同径の前送りカッターを取り付ける。従って、内股上下面の余肉を一度の切削で除去し、正確な加工寸法を高能率に得ることができる。このような単純繰り返し加工は、作業者の状態により能率が左右されることが多いため、NC加工することにより、安定した能率と高い加工精度を得ることができる。加工は図3のように、切削送りにはZ軸移動を使用し、内股開口部側よりクランクローの中心線まで切削する。片側の加工が終了した後、B軸を回転させ反対側も同様に加工する。外周の荒、中切削は内股加工時と同様に専用アタッチメントを取り付け、工具は切削抵抗を低減し、切り込み量を大きくすることを目的とした2段切れ刃型のφ250mmフェイスミルを採用している。加工は図4に示すように傾斜面をX軸移動により、円部接点まで切削後、テーブル(B軸)回転により円部を切削し、円接点からはX軸移動により傾斜部を切削する。この動作を繰り返して中切削及び仕上げ切削を行う。X軸移動とテーブル回転をNC制御することにより加工を自動化し、機械操作及び寸法測定作業を大幅に削減した。

### 4. 結 言

鍛造クランクロー外周・内股加工専用機・専用工具及びこれらを用いたNC加工方式を開発し、以下の結論が得られた。

- (1) 専用工作機械の導入により、汎用工作機械では、複数の機械で多くの治具を必要とする加工を大きさの区別無く1台の工作機械で行えるようになり、生産性が大きく向上した。
- (2) 知識や経験が豊富な熟練したオペレータでなくとも、高精度な加工が迅速且つ安定して行える。
- (3) 高い機械精度、制御技術、各種補助設備によってオペレータへの作業負担の低減と自動化レベルの向上が実現された。

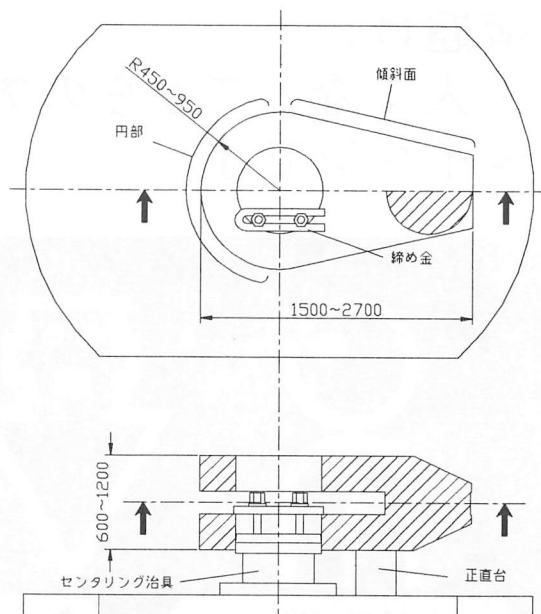


図2. 製品形状及びテーブル取り付け状態

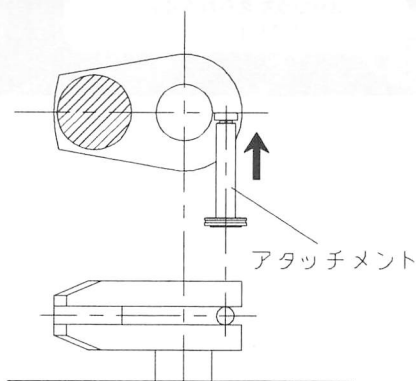


図3. 内股加工方法

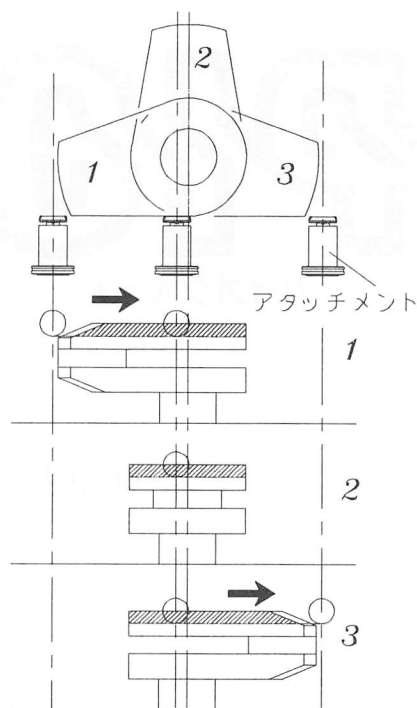


図4. 外周加工方法