

超大型プレス部材の効率的な加工方法の確立

(株)日本製鋼所室蘭製作所 青野文朗 高佐成樹 佐藤将一 川池宏幸 宿村孝博 今村祐輔 ○大宮拓也

要旨

弊社で受注した超大型プレス用部材の大きさは約7000mm×7000mm×3000mm、重量約350tと非常に大型である。また、これには多数の幾何公差指示やキー溝加工等があり、大型品でありながら要求精度が非常に厳しい製品である。本報では弊社が最近導入した超大型ターンミラーをメインとして、要求精度の達成や作業効率の向上を目的として実施した、超大型プレス用部材の加工方法検討内容について報告する。

1. 目的・緒言

弊社で受注した超大型プレス用部材は約7000mm×7000mm×3000mm、重量約350tと非常に大型であるため、加工を実施可能な機械が限定されていた。また、要求精度も非常に厳しく、加工が困難であることが予想された。そこで、超大型ターンミラー機をメインとし、加工を実施することを決定した。本機は従来から弊社が得意としていた低速・高送り・高切り込み量の加工だけでなく、高速・高送りの加工にも対応できる特性を持っており、本機の性能を最大限に発揮しつつ、効率的な加工方法を検討することが求められた。

2. 超大型プレス用部材における問題点とターンミラー

超大型プレス用部材を加工する上での問題点として、まずは大きさが上げられる。本製品は約7000mm×7000mm×3000mmと非常に大型であり、重量も約350tと重い。その上、本製品はプレス機において金型を取り付け、上下動作を行う部品であり、多くのキー溝や広範囲における平面度の幾何公差指示など、加工精度が非常に厳しい製品である。そこで、弊社の保有する加工機械のうち、最新の超大型ターンミラー機をメインとし、加工方法を検討した。

本機は立旋盤とマシニングセンタの複合機であり、旋削(ターニング)と転削(ミーリング)、両方の加工を実施できる機械である。また、最大加工径:φ9000mm、最大加工高さ:5200mm、最大積載重量:400tと非常に大型の加工機械である。一方、機械が大型であるため、工場内の温度変化により発生する機械変形の影響が加工精度に現れやすいという特徴もある。

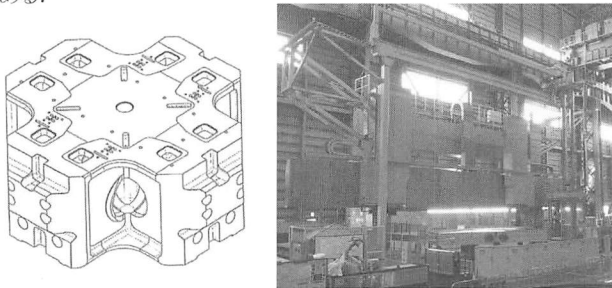


図1 大型プレス用部材(左)と超大型ターンミラー(右)

3. 上下面の加工方法検討と結果

超大型プレス用部材において、上下面は加工範囲が約6000mm×6000mmと非常に広大であり、且つ、この箇所は他部材との結合面でもあるため、平面度は1000mm当たり0.03mm、面粗度はRa6.3と要求精度が非常に厳しかった。また、下面は多くの加工部位に指示されている幾何公差の基準箇所であり、超大型プレス用部材の加工で最も重要視される箇所であった。このことから上下面の加工について最優先で検討を実施した。

この箇所を転削により加工する場合、機械の可動範囲より、全ての範囲を一度の段取りで加工を実施することが出来ず、途中で段取り作業をし直す必要があった。この場合、部材の重量が重いことと、本機の回転テーブルは静圧により浮く機構であったことから、段取り終了時に部材の偏荷重により傾きの発生が懸念された。また、加工範囲の広さから、1パス当たりの加工にかかる時間が長く、連続パスで加工を実施した場合、工具摩耗等により繋ぎ目での段差発生が懸念された。このように、転削による加工は様々な問題点を抱えていたため、新たに旋削による加工方法を検討した。

旋削による加工では製品形状の問題より、断続加工となる箇所が存在するため、使用する工具は高い耐欠損性が求められた。更に温度変化による機械変形の影響を避けるため、なるべく加工時間を短縮する必要があった。そこで、高い耐欠損性・切削条件を発揮しつつ要求精度を満たせる工具として曲線R付27三角ネガチップを開発した。これにより、要求精度を満たし、耐欠損性も向上させつつ、送り5mm/revと高い切削条件による加工が可能となった。



図2 超大型プレス用部材の上面(左)、下面(右)と平面加工範囲



図3 平面加工用チップ(左)と加工状態(右)

4. キー溝の加工方法検討と結果

超大型プレス用部材は他部材との結合部に多くのキーを用いており、ひとつの接合部に対して2~4本のキーを使用している。そのため、キー溝そのものの加工精度はもとより、キー溝同士の位置精度も非常に厳しい要求があった。更に、キー溝のサイズは最大で590mm×150mm×70mmと大型であり、且つ本数も多い。弊社の工場は内部の気温を常に一定としている恒温工場ではないため、昼夜の気温差により機械の変形が生じる。その上、本加工に使用するターンミラーは非常に大型であるため、温度変化による機械変形量も大きく、加工精度・位置精度が厳しいキー溝加工を行うことが困難だった。特に使用するターンミラーは門型の工作機械であるため、両側の支柱やレールによって支えられるX軸は温度変化による変形の影響を特に受けやすく、加工に使用する軸方向も検討する必要があった。これらのことを踏まえて、本機でのキー溝加工は加工時間を極力短くしつつ、機械の変形による加工精度の悪化を防止する方法が求められた。

そこで、キー溝加工は温度変化による機械変形の影響を少なくするため、テーブル回転による位置出しとミーリング加工を併用することで、常に同じ可動域で加工を実施した。これにより、機械変形の傾向を考慮しやすくし、加工精度のバラツキを防止した。また、加工を行う方向については、キー溝の長手方向を常に変形の少ないY軸に向けて実施することで加工精度の向上を図った。加工時間の短縮は底・側1残しまでの粗加工で検討した。加工方法は汎用丸駒カッターによる図5のようなヘリカル加工とプランジ加工の組み合わせによる場合とキー全周ヘリカル加工の場合の2パターンでテストを行った。結果として、ヘリカル加工とプランジ加工の組み合わせはキー全周ヘリカル加工の場合と比べて2.5倍以上の効率で加工を行えたため、実加工では前者を適用した。

この時、1残し加工から仕上げ加工までの各工程は加工開始前に基準面にて芯調整を行うことで機械の精度ズレを補正した。これにより、温度変化による機械変形が激しい大型のターンミラーにおいても、位置公差とキー溝の寸法公差を満たす高精度な加工を実施できた。

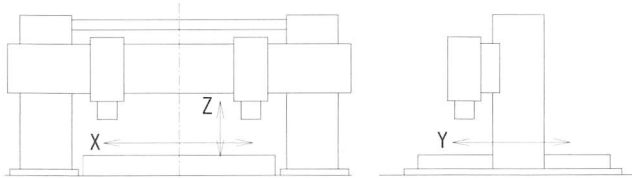


図4 大型ターンミラーの移動軸

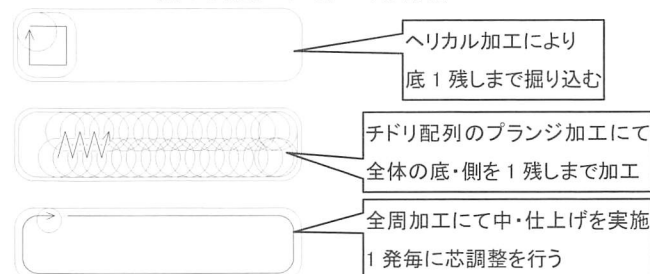


図5 キー溝加工方法概略

5. ねじの下穴加工方法検討と結果

超大型プレス用部材にはM80, M56, M52等のねじ穴が数十箇所あり、下穴加工に多くの時間がかかると予想された。これは、弊社では大型機械が多く、その機械特性から最大主軸回転数が少ないことや、切削油の回収装置を持たない機械が多いことから、大径穴の加工にはハイスドリルの使用が一般的なためである。ハイスドリルは材料特性上、高速回転による加工を行えないため、能率が上がりにくい、という特徴がある。

そこで、本加工に使用するターンミラーは内部給油機構や切削油の回収機構を搭載している点と、主軸の高速回転が可能である点を踏まえて、超硬スロウアウェイ式ドリルの使用を検討した。しかし、本製品で実施する下穴加工では穴径が大きいことから、通常の超硬スロウアウェイ式ドリルでは穴振れを誘発しやすく、加工精度の悪化が懸念された。この対策として、本加工では突起部を先行刃とする特殊なチップ形状の工具を採用し、加工精度の向上を図った。

本工具のテストを実施したところ、切削条件は従来のハイスドリルに比べて4倍以上も向上し、加工肌もハイスドリルと比べて良好であった。更に特殊なチップ形状により、大径穴の加工でも良好な加工精度が得られ、加工開始時のみつけや下穴加工も必要なく一発加工を行えた。超硬チップの耐摩耗性も十分であったことから、加工能率の向上につながった。しかし、本加工を実施したターンミラーは完全なオープン型であるため、内部給油を使用する加工を実施すると、切削油や切りくずが工具の回転により周囲へ飛散してしまうという問題が発生した。これは加工部位の周囲を取り囲む移動式の木枠と機械の切削油回収機構を併用することで解決した。

表1 穴明け加工試験結果

使用工具	ハイスドリル	超硬スロウアウェイ式ドリル
加工穴径[mm]	φ63	
加工穴深さ[mm]	100	
切削速度[m/min]	12	160
切削送り[mm/min]	30	130
加工時間[sec]	200	45
切削油	不水溶性	水溶性(ソルブル)
給油方法	先端へのはけ塗り	内部給油

6. 結言

本報では超大型プレス用部材の加工に対応するため、治工具、及び加工方法の検討を行い、以下の成果を得た。

- (1) 広範囲の平面加工を短時間で、且つ高精度で加工する方法を実現した。
- (2) 温度変化の影響が激しい大型機械においても加工精度・位置精度共に高いキー溝加工を実施できた。
- (3) 超硬スロウアウェイ式ドリルの採用により、加工能率・加工精度共にハイスドリルに比べて大幅な向上が見られた。