

タービン・ブレード用耐熱合金の 切削加工時に生じる変形の低減

〔最終回〕

加工変形への対処策

ソノヤラボ(株)

代表、山梨大学名誉教授 園家啓嗣 (そのや けいじ)

〒253-0084 神奈川県茅ヶ崎市円蔵1-9-24 TEL 080-2066-7873

連載の前回までで、タービン・ブレードの切削加工時の変形の実態、起因すると思われる要因についての影響度などを説明した。最終回である今回は、切削加工時の変形への対処策について考察する。たとえば、スウェーデンの大手刃物メーカーである SANDVIC 社が公開する URL においても、ブレード工作物 (blade workpiece) は一連の加工を通じて変形や曲りが発生すると述べており、図 1¹⁾の中に曲りの量を求める経験式を示している。

経験的に圧延あるいは焼きなました素材の 80% を切削加工して残留応力が発生した時点では、400~600 mm 長さの大形翼で 2 mm 程度の曲りが生じるとしている。蒸気タービンの先進国であるアメリカでも、タービン・ブレードの加工変形で悩まされているようである。一方、筆者らが採用しているプレスやベンダによる矯正法に触れていない。この理由は、スプリングバックを懸念しているか、熟練した作業員不足のためではないかと推定される。

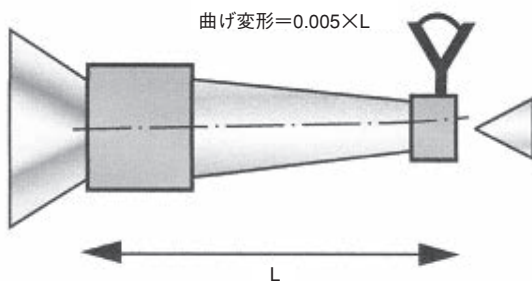


図1 機械加工で生じる曲げ変形 (SANDVIC) 1)

ところで、SANDVIC 社ではこの対策に、それまでの加工作業で使用していた取付け治具を付け直し (reworking)、マシニングセンタ内の工作物の位置を、それまでに発生した曲り変形を考慮して、これを打ち消す (counteract) ように修正する方法を採用している。ただし、この方法は、加工変形の主因と考えられる加工表面の非常に浅い層に比較的大きなひずみによる残留応力が発生することとの関係は不明である。そして、5軸加工機においては次のような工程を踏むことを推奨している。

- ①ブレード頂部の固定具系を外してブレードを根部だけで保持し、無拘束位置に戻る (move back) ことができるようにする。
- ②深ザグリや回転ミリングにより工作物に新たな加工中心を構成する。
- ③新たな固定用治具を用いてブレードを固定する。
- ④代替的な方法として (説明だけでは詳細が不明)、固定治具になんら修正を施すことなく機械で固定されるアダプタを修正する場合は、アダプタそのものを修正して工作物の位置が適切に調整されるようにする、としている。

ここでは、タービン・ブレードの加工においてはどのような加工法が一番適切であるか、上に記された方法を含め (これを「SANDVIC 法」と呼称し、その 1 として検討する)、これ以外に、その 2 として「加工プログラム修正法」、その 3 として「反転仕上げ切削法」を取上げ、これらの実用化の可否を検討した。