

耐熱合金の切削加工時に生じる加工変質層に及ぼす切削条件の影響

ソノヤラボ(株) 園家啓嗣*

近年、タービンは航空機エンジンや火力発電所などで広く用いられており、さらなる高性能化が求められている。それに応えるために、主部品であるタービンブレードは複雑な形状に成形されるようになり、また、高精度な寸法管理が求められるようになった。特にガスタービンでは効率向上のため出口温度の高温化が求められており、そのため、タービンブレードに難削材ではあるが高融点合金の耐熱鋼が多用されつつある。一方、蒸気タービンでも高効率化が求められ、大型タービン翼の使用や薄翼化が進んでいる。これらの加工作業においては、いずれも高精度化が要求されている。

ブレードの加工法には変化が見られ、当初の単独ブレードの倣い加工から、今やすべてがNC加工によるブレード複数枚の同時加工と言える状況である。また、ブレードの素材も、形鋼から鍛造材への変遷が見られ、日本におけるブレードの鍛造材の適用は、鍛造装置の能力向上に合わせて、1980年代になって盛んに行われるようになり、自由鍛造から次第に型鍛造へ、また精密鍛造へと移行しつつある¹⁾。このような現状において、加工精度上で大きな課題となっているのは、機械加工時における鍛造素材の変形である。

切削加工を行うと被削材の表面層には材質的に変化した加工変質層が生じる^{2),3)}。その原因としては切削時の切削力による機械的エネルギー、温度上昇による熱エネルギー、この両者が複合した

ものなどが考えられる。機械的エネルギーによるものでは塑性変形による表面の格子欠陥の乱れや増加、結晶粒の変形、微細化、あるいは表面流動などを起こす。また熱エネルギーによるものでは相変態、組織変化、熱き裂の発生などが生じる。

このような加工変質層では残留ひずみを起こしているために、残留応力が発生しポテンシャルエネルギーの形でエネルギーが蓄えられ、変形が生じる⁴⁾。また、加工変質層部分は生地に比べてエネルギーレベルが高く、化学変化が起きやすいため耐食性も劣ることになる。

加工変質層は被削材の材質と切削加工条件によって変化することが予測され、非鉄材料や軟鋼については切削条件と加工変質層の関係についての研究例⁵⁾があるが、12Cr鋼のような耐熱材料についてはほとんど研究されていない。

したがって本研究では、タービンブレード用耐熱材料である12Cr鋼のフライス盤による切削加工において、切削抵抗に着目し、工具の刃数、切込み量、切削速度などの切削加工条件が切削抵抗及び変形量に及ぼす影響を調査し、さらに切削抵抗と加工変質層の相関性を考察したので紹介する。

実験方法

1. 供試材

供試材には、実際にタービンブレードに使用されている圧延鋼材の12%Crフェライト鋼を用いた。クリープ破断強度向上のためNb、V、Mo、Wが添加されている。化学組成を表1に示す。試験板形状は、圧延方向を長さ方向とし、長さ×幅

* (そのや けいじ) : 代表、山梨大学 名誉教授
〒253-0084 神奈川県茅ヶ崎市田蔵1-9-24
TEL 080-2066-7873