

論 文 要 旨

2022 年 1 月 13 日

※報告番号	乙第 96 号	氏 名	木村 智範
主論文題名			
蒸気用タービンブレード材の高速ミーリング特性に関する研究			
内容の要旨			
<p>現在、地球温暖化対策への関心が世界各地で高まっており、日本は温室効果ガス削減目標として 2030 年に 2013 年度比で 46%削減し、2050 年にカーボンニュートラル達成を発表した。このような状況の中で火力発電に対する発電効率向上への要求は、かつてないほど強く、成熟したエネルギー変換機としての蒸気タービンに対しても、さらなる発電効率向上が求められている。</p> <p>蒸気タービンでは各部品の開発時に高い技術を必要としているが、その中でも低圧タービンの最終段には非常に高い技術が必要とされている。最終段のブレードはプラント出力の約 10%を受け持ち、排気損失は全損失の 10~30%になることがあげられる。ブレード材に求められている要素としては引張強度、延性・靱性、疲労強度、耐食性などがあげられる。これらの性質を兼ね備えているのがステンレス鋼やチタン合金であり、これらは熱伝導率が低いいため、難削材に位置付けられ、製造時に切削油材を大量に消費しながら長時間かけて加工する必要がある。そのため生産性は低く、資源の大量消費に繋がり、温室効果ガス削減に対する蒸気タービンの高効率化への取り組みとは逆行しており、製造時においても環境を配慮した取り組みが必要である。</p> <p>本研究では蒸気用タービンブレード製造の高効率化と地球環境の保全に関わる温室効果ガス削減のため、切削油材を使用しない乾式切削加工の適用を目的とし、高速ミーリングと小径ラジラスエンドミルを用いた蒸気用タービンブレード材の加工特性について検討した。</p> <p>第 2 章では蒸気用タービンブレード材の高効率加工を目的に、材料として使用されているステンレス鋼 (13Cr) とチタン合金 (Ti-6Al-4V) に高速ミーリングを適用した場合の加工特性を実験的に評価した。実験条件としては切削速度をパラメータとし、エンドミルの外周刃逃げ面摩耗幅、エネルギー分散型 X 線分析 (以下 EDX と略記) を使用した外周刃逃げ面の観察、加工面の表面硬さを評価基準とした。その結果、両材料とも切削速度を高くすると工具逃げ面摩耗幅が大きくなり、ステンレス鋼では切削速度を高くすると加工面の表面硬さが硬くなることがわかった。これはエンドミルのコーティングが剥離し、凝着物が発生することによって切削点の摩擦係数が大きくなり、工作物表面のひずみが増加することによる加工硬化が主因と推測される。</p> <p>(2 枚目につづく)</p>			

※印欄記入不要

論 文 要 旨

2022 年 1 月 13 日

※ 報告番号	乙第 96 号	氏 名	木村 智範
<p>チタン合金では耐熱温度の異なる 2 種類のコーティングエンドミルを使用した結果、一定の切削速度を変曲点として急激にエンドミルの外周刃逃げ面摩耗幅が大きくなる現象が発生した。EDX を用いてエンドミルの外周刃逃げ面確認したところ、急激な外周刃逃げ面摩耗幅はコーティングの剥離、消失が要因であることがわかった。シミュレーションを用いて切削点温度を推定した結果、コーティングの剥離、消失は切削点温度がコーティングの耐熱温度より高くなったことが主因であると結論付けた。これらの結果から、高能率加工を目的として高速ミーリングを行う場合、ステンレス鋼では加工面表面硬さの向上（加工硬化）、チタン合金では切削点温度がコーティングの耐熱温度より高くないことに留意する必要があることを明らかにした。</p> <p>第 3 章では、蒸気用タービンプレード材として使用されている代表的なステンレス鋼であるステンレス 12Cr 鋼、15Cr 鋼、9Cr 鋼 3 種の熱処理前後の加工特性を評価した。結果、熱処理前は切削速度の上昇とともに逃げ面摩耗幅は増加したが、熱処理後は切削速度 400m/min 以上で逃げ面摩耗幅が急増する変曲点が存在することが判明した。また、切削速度が 100m/min など低い領域でも逃げ面摩耗幅が増加することが判明した。低い切削速度では凝着・引っかきによる物理的摩耗、高い領域では熱などによる化学的摩耗が主要因となり、両摩耗の最小となる切削速度で加工することが重要である。また、材料の組成としては P, S などを含むと被削性は改善され、TiC など高硬度物質を含むと摩耗が進行しやすいことが判明した。</p> <p>第 4 章では、更なる高能率化を目的としてパラメータとして 2, 4, 6 枚刃のねじれ角を統一したエンドミルを製作し、3 種の加工方法（ダウンカット、アップカット、ダウンカット・アップカット混合パス）を用いてステンレス鋼（12Cr 鋼）およびチタン合金（Ti-6Al-4V）に高速ミーリングを適用した時の加工特性について評価した。3 種の加工方法については既知であるダウンカットが最も高能率に加工する結果であった。</p> <p>以上、本研究により、蒸気用タービンプレード材の高速ミーリングによる乾式加工において、高能率加工を実現するための加工方法を提案した。本研究の成果が蒸気用タービンプレード製作の高能率化と地球環境の保全に関わる温室効果ガスの削減に寄与するものとする。</p>			

※印欄記入不要