

# 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

〔第2回〕

## 試験片による材料試験と 切削試験

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

タービン・ブレードは、発電プラントの大容量化や高効率化に伴って大型化が進み、高精度の寸法管理が要求されるようになった。12Cr鋼の鍛造製の素材は、加工完了後の製品形状にもよるが、大方のタービン・ブレードの鍛造素材は、前回でも触れたようにその表・裏に4mm程度の削り代を残して、片側を2回の加工で仕上げることができる程度に鍛造された状態で、タービンメーカーから鍛造業者を経由して切削加工業者に納入される。これらの素材を加工した場合、本稿で問題とする変形は生ずるが、1ロットごとに見るとほぼ同じ傾向にあるので、鍛造素材の製作方法としては同一手順で製作されており、品質管理面でも適切に管理されていると言える。

以上のような状況から、切削加工時の変形原因の多くは機械加工の際に生ずるものと考えられ、12Cr鋼の材料特性について調査することが必要であると判断された。しかし、加工時の変形を扱った資料の検索をしたが資料の存在は0件であった。それらしいものがあっても、加工後の変形を修正する方法を記した公開特許公報<sup>1)</sup>であり、変形を発生させない切断加工法の文献はなかった。そのような経緯もあったので、引張・圧縮・衝撃値などの機械的特性を調べ、また、実験室的に試験片を用いた切削加工における抵抗値および変形量を取得して、その傾向を調べた。その際、できるだけ実物を模擬させるために熱処理の影響も見込めるよう配慮した。

また、切削に関連した研究論文は多数あり、切りくずに重要な情報が含まれているとされ、これ

だけを単独に主題としている論文<sup>2)</sup>も少ないながらもあつた。そこで、12Cr鋼の特性について切りくずからも検討を加えてみた。研究対象とするフライス加工での切りくずは3次元的な振れが多くて調査が困難なので、2次元切削である旋盤による切りくずについて、顕微鏡による観察や硬度測定による調査を行った。

### 材料試験とその結果

#### 1. 引張応力の測定

12Cr鋼鍛造素材の引張応力を測定した。試験方法はJIS Z 2241に準拠し、試験片には14A号を用いた。引張試験速度として、応力増加速度を3MPa/sに設定して試験を開始し、耐力測定後に、引張速度がひずみ速度で0.005/s超過時点で、ひずみ速度を0.005/sに自動切り替えて続けた。試験機器は(株)島津製作所の材料強度試験機(型式:AG-300 kNXplus)を用いた。試験結果は以下のとおりであり、チャートを図1に、得られた数値の詳細を表1に示す。

図1から12Cr鋼は軟鉄材に見られるような明瞭な降伏点を呈することなく非鉄金属のような様相を呈した線図となり、表1の数値からもじん性と耐力の高い材料であることがわかる。また、試験片3個の間の値のばらつきは小さく、最大引張応力として1006MPaを得た。さらに0.2%ひずみの点から最大荷重になる時点までの応力 $\sigma_T$ と真のひずみ $\varepsilon$ との間に近似的に、 $\sigma_T = 882\varepsilon^{0.0773}$ の関係を得た。