

航空エンジン用 Ni 基合金大型鍛造部材

Large Ni-based Alloy Forged Products for Aircraft Engines

航空エンジン用 Ni 基合金大型鍛造部材は、主にエンジンの比較的高温で使われる。直径が約 1,300 mm と非常に大きく、複雑形状で加工が難しい部材である (図 1)。回転体部材であるため、結晶粒度 ASTM (America Society for Testing and Materials) #10 以上 (結晶粒径が約 10 μm よりも微細) で均一な細粒組織を持ち、高強度で、疲労特性とクリープ特性との両立が必要とされる (図 2)。したがって、厳しい品質要求を安定して実現する製造技術が不可欠であり、製品を成形する熱間鍛造工程で、その品質をつくり込むことになる。

日立金属では、上述のような製品認証に関わる厳しい審査をクリアして、

航空エンジン用のタービン部材として日本初の国産化を達成した。

熱間鍛造工程において、油圧式では世界最大級となる日本エアロフォージ (株) (以下、Jフォージと記す)* の 5 万トン油圧鍛造プレスを活用した。Jフォージの 5 万トン油圧鍛造プレスは、革新的な鍛造速度切替コントロールシステムを有し、鍛造速度を高速から極低速まで自由に変えられる高効率鍛造が可能である。そこで、被鍛造材の温度低下を抑えながら、ヒートビルドアップにも配慮した鍛造を行い、部材の信頼性を確保した。

鍛造方案設計では、日立金属の冶金研究所での基礎研究により構築されたデータベースを活用した。また、

ASTM#10 以上の微細な結晶粒度を得るために、鍛造時のひずみ量とひずみ速度と、熱処理後の結晶粒度との関係を冶金学的に解明した (図 3)。このようなプロセスを経て、組織・特性制御のための設計基準を明確化した。

これをもとにして、CAE (Computer Aided Engineering) を駆使し、熱間鍛造時の内部温度、ひずみ、ひずみ速度の分布およびこれらの推移を適切に調節した。さらに、5 万トンという大きな鍛造荷重にも耐える金型と潤滑に関する基盤技術を開発、熱間鍛造後に適切な熱処理条件と組み合わせることで、厳しい品質要求を満たす製造技術を確立した。

*日立金属、神戸製鋼所他 4 社出資により 2011 年に設立

(金属材料事業本部)

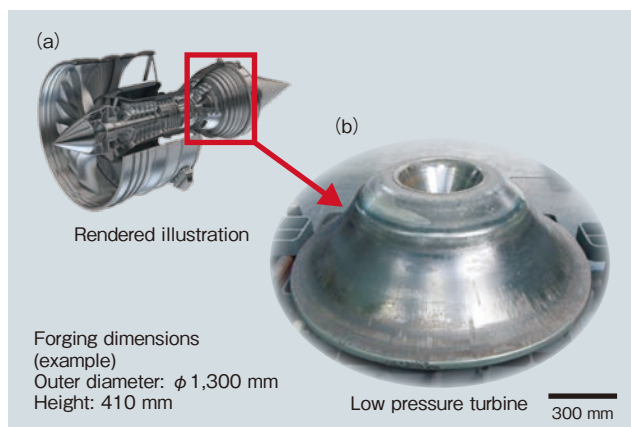


図 1 航空エンジン用 Ni 基合金大型鍛造部材 (a) 使用箇所のイメージ図 (b) 鍛造品例

Fig. 1 Location of large Ni-based alloy forged product for aircraft engines: (a) location, (b) example of forged product

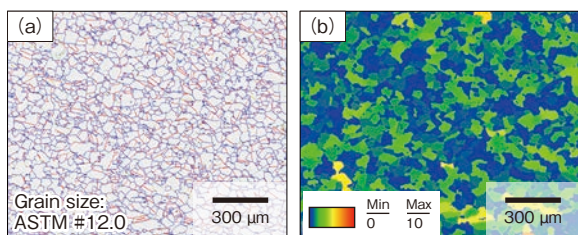


図 2 微細なミクロ組織 (a) 結晶粒界像, (b) GOS* 像

Fig. 2 Fine microstructure: (a) grain boundary image, (b) GOS* image
* GOS; Grain Orientation Spread

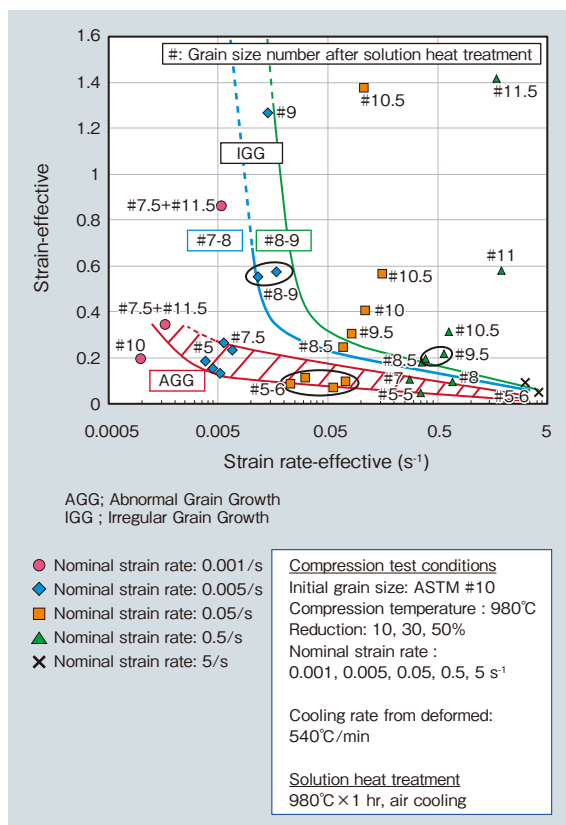


図 3 種々のひずみとひずみ速度に対する結晶粒度マップ
Fig. 3 Grain size map for various strain and strain rates