



東北大学

平成24年5月9日

報道機関各位

国立大学法人東北大学

石炭火力発電プラント用 800°C級鍛造材料を開発 —大幅な省エネと CO₂削減に期待—

国立大学法人東北大学(総長:里見 進/以下、東北大)は、このたび、株式会社日立製作所(執行役社長:中西 宏明/以下、日立)とともに、石炭火力発電プラント用材料として、800°C級の蒸気温度に耐える Ni 基材料及び Co 基材料を開発し、大型鍛造品と実機模擬部品の試作に成功しました。開発した材料は、金属化合物(Ni₃Al、Co₃(Al,W))を最適に分散させ高温強度特性を向上したもので、合金成分を検討することで大型部品の鑄造欠陥抑制が可能となりました。開発した Ni 基材料を適用した大型鑄造品(径 800mm、重量 6トン)、大型鍛造品を用いたボイラ用チューブ、タービン動翼試作材は、マクロ偏析がなく均質であり、通常の製造ラインで問題無く製造できることを確認しました。また、開発した Co 基材料を適用した大型鍛造品(径 200mm、重量1トン)を試作しました。その結果、製造性と高温強度を両立できる見通しを得ました。Ni 基材料は大型部材への適用、Co 基材料は中型でより高強度な部材としての適用が期待できます。

発電効率は蒸気温度が高くなるほど向上するため、現在、耐用温度 700°C級の Ni 基材料を用いた高効率火力発電プラントの開発が進められていますが、800°C級の本開発材を適用すれば、蒸気温度の向上が可能となり、さらなる効率向上が期待できます。これにより、大幅な省エネと CO₂削減が期待できます。また、高温強度に優れた本開発材を 700°C級の高効率火力発電プラントに適用すれば、配管などを薄肉化することで、Ni 基材料の使用量を削減でき、素材コストの大幅な低減が可能となります。これにより、CO₂排出量の少ない高効率火力発電プラントの普及に寄与します。

本技術は、東北大と日立が共同で受託した新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の挑戦研究「耐用温度 800°C級蒸気タービン鍛造材料の開発」で実施したもので、2020年以降の適用をめざしています。

従来の石炭火力発電プラントの高温部品には鉄鋼材料が用いられていますが、650°C以上の温度での使用は困難とされています。近年、高温強度に優れた Ni 基合金を用いることで、蒸気温度を 700°C 超級に高め効率を大幅に向上させる A-USC (Advanced Ultra Super Critical) 蒸気タービンプラントの研究開発が世界各国で行われています。Ni 基合金は高温強度に優れるため、航空機エンジンやガスタービンの小型部品に用いられていますが、製造性に課題があり、蒸気タービンプラントの配管、ロータシャフトなどの大型部品への適用には限界がありました。日立製作所では、これまでに 700~750°C の製造性に優れた Ni 基合金を開発し、実プラントへの適用をめざして実機モデル部品の試作等を進めていますが、さらなる高効率発電と低コスト化を実現するためには、800°C 級の高温強度に優れた材料を開発する必要があります。

このような背景から、日立製作所及び東北大学では、材料設計技術により高温強度と製造性の両立を可能とする Ni 基合金、Co 基合金を開発しました。今回、開発した技術の特長は以下の通りです。

1. 高温強度と製造性を両立する技術

熱力学シミュレーションに基づき、Ni₃Al や東北大学が 2006 年に発見した新しい金属間化合物 Co₃(Al,W) の安定性の温度依存性に着目した成分設計を行い、使用温度での化合物の量を従来材よりも大幅に増加させる一方、鍛造や溶接時の温度では Ni₃Al や Co₃(Al,W) の化合物が析出しない Ni 基合金、Co 基合金の成分を見出しました。これにより、700~750°C の Ni 基合金と同等の製造性を維持しながら耐用温度を 800°C まで向上させることが可能となりました。

2. 大型品鑄造の鑄造欠陥を抑制する技術

Ni₃Al、Co₃(Al,W) を安定化させるためには、Nb, Ti, Al を添加する必要があります。しかし、これらの元素の比重は Ni や Co と異なるため、これらの元素を多く添加した高強度合金では重力による成分のばらつき(偏析)が発生しやすくなります。そこで重力偏析のメカニズムに着目し、偏析欠陥を抑制する成分設計を行いました。この技術を適用することで、Al などの添加材の添加量を改善し凝固時に液体内で発生する密度変化を最小化することで偏析欠陥の発生を抑制することが可能となりました。

今回、開発した技術を用いて、800mm 径の Ni 基大型鑄塊の製造に成功し、ボイラチューブ、タービン動翼、タービンボルト素材の製造に見通しを得ました。また、ボイラチューブについては、チューブ製造メーカーの商用ラインにおいて、模擬部品の試作に成功しています。シミュレーションの予測では、1000mm 以上の大型鑄塊の製造が可能であり、さらに大型のボイラ大径管、タービンロータへの適用をめざして開発を進める計画です。また、530mm 径の Co 基大型鑄塊を製造し、1 トン鍛造材の製造に見通しを得ることに成功しました。今後は、これらの部品の長時間信頼性の検証を進めていく計画です。



■照会先

東北大学大学院工学研究科 マテリアル・開発系

金属フロンティア工学専攻

〒980 - 8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6 - 6 - 02

〔担当〕 大森 俊洋 : 電話 022-795-7323 (直通)

e-mail : omori@material.tohoku.ac.jp

石田 清仁 : 電話 022-795-3984 (直通)

e-mail : ishida@material.tohoku.ac.jp

以上