

テーマ「新規耐熱合金の開発と応用展開」報告書 (作成者-日本クエーカー 林)

【講演者】大阪公立大学 工学研究科 マテリアル工学分野 教授 金野泰幸 様

【講演内容】新規耐熱合金の開発と応用展開

最密充填構造のNi₃X型金属間化合物を基盤相とする新たに 開発した新規耐熱合金の仕組みと特性を概説するとともに、産学連携による新合金の応用展開例を紹介された。

耐熱材料の用途と課題を説明され、現用耐熱材料の問題点として更なる耐熱性の向上がありそれを達成するため金属間化合物を進化させた新規の耐熱金属材料の開発についての講演であった。

・ 金属間化合物とは？

金属の状態図を用いて説明、構成元素の少なくとも1つが金属元素からなる化合物、一つの状態図 (合金系) の中だけでも、組成の異なった複数の金属間化合物が存在し、2元系だけでも多数の金属間化合物が存在。さらに、多元系まで入れると膨大な数の金属間化合物が存在することとなり、膨大な数の化合物を有する材料群となり、今後も様々な金属間化合物が開発されていくと思われる。

問題点としては延性、靱性が乏しく、脆い点がありこれらの克服が望まれる。

・ Ni基超々合金 (Ni基二重複相金属間化合物合金) 新規耐熱合金の仕組み特性の概説。

複相化による著しい強度上昇、既存合金より2-3倍高い高温強度、低温—高温で延性能発現する。

高温ではNi超合金展伸材を上回る高温引張強度、全温度域でNi超合金を上回る高温硬さ、1100°CでIncone1713Cの約2倍の高温圧縮強度、Ni基超々合金は温度上昇に伴う硬さ低下が小さい、高温 (900°C) では、超硬合金、工具鋼、Ni基耐熱合金より高い硬さを示す、Ni超合金とほぼ同等、鉄系合金の約半分の熱伝導特性、Ni超合金と比べると、熱膨張はやや小さい等々の性能がある。

・ 実用化に向けた取り組みの紹介

摩擦攪拌接合 (FSW: Friction Stir Welding) ツール

回転したツールを被接合材に接触させ、発生した摩擦熱によって被接合材を高温 状態にして可塑化し、固相状態で接合する新しい高品質接合技術。

固相接合なので接合部の強度低下が小さい (強度向上の場合もあり)。アーク溶接に比べ接合部の歪みや変形が少ない。接合部の耐食性が良い。気孔、割れなどが生じにくい。熟練技術や溶接免許が不要である。

異種金属の接合が可能。

摩擦攪拌接合の問題点: 剛性のある治具が必要、すみ肉継手など複雑形状の部材の接合が困難、接合終端部に穴が残る、裏面にキッシングボンド (接合不良) が生成しやすい、低融点金属に限られる。

摩擦攪拌接合の適用例: アルミニウムについては実用化されている、ステンレスを含む鉄鋼材料、チタンおよびチタン合金等については、工具鋼製のツールが使用できない。

耐熱ボールベアリング

Ni基金属間化合物合金の応用で、非モルテンプール型レーザクラディングによる超耐熱玉軸受 (ボールベアリング) の開発。ボールの接触面にだけNi基金属間化合物合金を形成させる。

600°C回転負荷試験による寿命: 現行軸受で233h、開発軸受では2000h以上の低摩耗、高寿命化を達成

熱間鍛造用金型

金型温度を900°Cに保つことで、被加工材の変形抵抗を下げることができ、1パスでの変形量を大幅に増加させることができる。

以上