

(259) 高強度、高靱性Fe-13Ni-Mo合金の低温特性

(フェライト系極低温構造材料開発の基礎的研究 第1報)

金属材料技術研究所

○石川 圭 介

津 谷 和 男

緒 言

超電導技術の実用化、水素エネルギーの利用が問題化したことにより極低温において使用する目的の新しい構造材料の開発がさけられている。極低温構造材料の一つの選択基準である高強度、高靱性という要求を満たすべくフェライト系合金ととりあげ、その可能性について予備的な実験を行った。

実 験

フェライト系合金は極低温においてへき開破壊に至るぜい性-延性遷移現象が生じ不安定低応力破壊の危険性がある。他方フェライト系合金はオーステナイト系合金に比べて降伏応力が高い。したがってフェライト系合金において遷移温度を低下させることにより高強度、高靱性の極低温構造材料開発の可能性について基礎的な実験を行った。使用した材料はFe-13%Ni-3%Mo合金を基本組成とした。Niは遷移温度を低下させる代表的元素であり、添加量によって遷移温度の限界が決められると考えられる。本実験において極低温として定めた温度は4Kとしたため13%Niが選ばれた。Moはフェライトを極端にぜい化させることなく強度を上昇させる添加元素として選ばれた。さらに結晶粒の微細化、有害非金属元素の除去が遷移温度の上昇を防ぎ、靱性を向上させることから、Al, Cr, Nb, Si, Ti, V等を添加しその影響を調べた。今後、4Kにおける特性を調べるための選別という意味から77Kにおける強度、靱性の試験を行った。

結 果

900℃からの水冷状態においても結晶粒は比較的細かく10μm前後である。添加元素の影響としてTiが顕著でMo, Al, Cr, Nb, Si, Vの順であった。したがって焼入れ状態においても高強度、高靱性が期待される。図1に77Kにおけるシャルピー衝撃値と300Kにおける0.2%耐力を表示した。耐力は添加元素による差はあまり表れなく約75kg/mm²である。変靱は結晶粒径の差によるものといえる。しかし、衝撃値においては添加元素の影響が認められた。Moの増量、Tiの過剰添加は衝撃値を著しく低下させる。その他の元素では焼入れ状態においては、互いに遜色ないが、Al, Nb, が多少衝撃値を改善するといえる。77Kにおける衝撃破面の走査電顕観察においてへき開の様相は低衝撃値のものにも認められず、全面デンプルであった。しかし巨視的な破面は、衝撃値の差を明瞭に示しており、高衝撃値のものは著しい塑性変形を伴ったことを示す起伏のはげしい破面を示した。さらに77Kにおける引張試験においても低温における十分な延性を示した。不安定亀裂の発生についても破れ予備亀裂材の77Kにおける曲げ試験によると、高衝撃値を有するものは、不安定亀裂の発生は認められず、Slow Growth によってのみ亀裂の進展をみた。本実験によって77K以下の極低温においても十分な靱性の得られると予測される組成についてさらに結晶粒の微細化等により改善向上を計り、今後4Kにおける実験を実施する計画である。

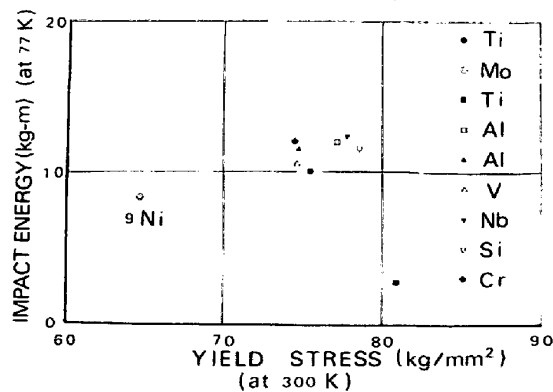


図 1