

Mn・Ni 添加モデル合金の中性子照射による引張特性の変化

Changes in Tensile Properties of Mn・Ni Addition Model Alloys by Neutron Irradiation

*入江拓也¹, 田中智成¹, 渡辺英雄²¹九州大学 総合理工学府, ²九州大学 応用力学研究所

原子炉圧力容器鋼の脆化のメカニズム解明の為、モデル合金材に中性子照射し、Ni, Mnによる脆化効果ならびに熱処理による回復挙動から、溶質原子クラスターの熱安定性について評価した。

キーワード: 圧力容器モデル合金, 中性子照射, 引張試験

1. 緒言

原子炉圧力容器鋼は、運転中に中性子照射を受けることにより、照射欠陥が形成され、高経年化に伴い脆化する。この照射脆化の主要因として、照射によって導入された点欠陥集合体と考えられるマトリックス欠陥の形成や鋼材中の不純物である Cu や他の添加元素の集合体から成る照射欠陥クラスターの形成などが挙げられる。しかし、高照射領域での Ni, Mn などによる照射脆化のメカニズムについては未だ解明されてない。本研究では圧力容器鋼モデル合金に中性子照射を行い、硬度試験、引張試験及び内部組織観察により溶質原子クラスターによる脆化挙動を考察した。また、熱処理によって各種欠陥の熱安定性及び硬化寄与分を推定した。

2. 実験方法

試料にはベルギー・モル研究所に設置されている原子炉(BR2)で中性子照射した Ni, Mn の含有量が異なるモデル合金を用いた。また照射条件(CALLISTO)は、照射温度:290°C, 照射量: 8.28×10^{23} [n/m²](約 0.16dpa), 照射条件(BAMI)は、照射温度:100°C以下, 照射量: 1.25×10^{24} [n/m²](約 0.24dpa)である。

中性子照射済み試料の脆化回復実験では、中性子照射した試料を東北大学の量子エネルギー材料科学国際研究センターにて、試料温度を 350°Cから 550°Cまで 100°C刻みで 30 分間、真空中で熱処理し、それぞれの熱処理を行った後に、ビッカース硬度試験及び引張試験、内部組織観察を行った。

3. 結果と考察

図1は、モデル合金 Fe-1.4Mn-0.4Ni と Fe-1.4Mn-1.4Ni の CALLISTO 照射の引張試験結果を示している。これらの結果を比較すると、Ni の含有量の増加につれて 0.2%耐力が大きく上昇している。脆化の影響として、Mn-Ni の複合効果による影響が大きいと考えられる。

図2は、モデル合金 Fe-1.4Mn-0.4Ni と Fe-1.4Mn-1.4Ni の BAMI 照射の引張試験結果を示している。これらの結果から、両試料共に 550°Cで脆化が完全回復している事が分かる。また、350°Cでの回復量を比較すると Ni 含有量が多い試料の方が回復量は少ない。したがって、Ni 含有量の増加につれて熱的安定性が上昇する事が確認された。

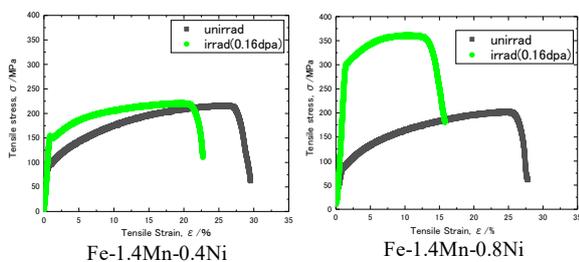


図1 CALLISTO 照射による引張強度変化

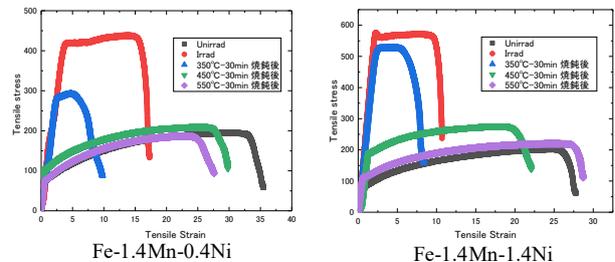


図2 BANI 照射による引張強度変化

*Takuya Irie¹, Tomonari Tanaka¹, Hideo Watanabe²¹Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu Univ.²Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu Univ.