

I 緒言

Zackay らによって開発されたTRIP鋼は超強靱鋼開発の新しい方向を示すものとして注目されている。このTRIP鋼は、オースフォームにより強化を計り、多量に残存させたオーステナイトによる変態誘起塑性現象 (TRIP現象) により延性を増大せしめたものである。しかし、強化の方法はオースフォームだけでなく、金属間化合物などの析出によるオースエージも有効なものと考えられるが、未だオースエージを利用してTRIP鋼への応用を試みた報告はみあたらない。一般にオーステナイトの時効強化にはNi₃Ti, Ni₃Alなどのγ'相の析出が重要なものである。本研究はFe-Ni-Ti-C合金を用い、オースエージをTRIP鋼へ応用する場合の基礎的知見を得ようとするものである。

II 実験方法

試料は真空溶解により作製したもので、組成 (wt%) はFe-30.77% Ni-3.80%Ti-0.18%Cである。熱間鍛造により約5mm厚の板にし、その後1175℃で20hr真空中にて均一化処理をおこなった。その後、冷間圧延により所定の厚さにした。最終熱処理として1175℃で3hr真空中にて加熱し、食塩水中に急冷し、その後、500~850℃の温度で各1hr時効した。時効後、硬さ測定、Ms点測定、+80~-160℃での引張試験、光学および透過電子顕微鏡による組織観察をおこなった。

III 実験結果

本合金は急冷状態ではMs点が一47℃であり、室温ではオーステナイト相である。これを各温度で1hr時効した後の硬さ変化を図1上段に示す。750℃時効で最高硬さを示し、この場合平均約90Åの球状の、地と非常に整合性のよいγ'Ni₃Ti (ordered f.c.c.) がオーステナイト地に均一に析出している。また、安定析出相であるβ相 (Ni₃Ti) が800℃より高温での時効で、層状に粒界析出する。

時効に伴う母相オーステナイトのMs点の変化を同じく図1下段に示す。500~600℃時効によりMs点は著しく低下し、液体窒素温度でも変態がおこらない。さらに時効温度が高くなるとMs点は急激に上昇するが、850℃の過時効状態では再び低下するという複雑な変化を示す。

図2は各温度で時効したオーステナイトを種々な温度で引張試験した結果の数値を示す。急冷状態のままでは-80℃で伸びが最高になり、明瞭なTRIP現象を示している。600℃時効により伸び強度ともに上昇した。750℃、800℃時効では強度が著しく上昇するが、伸びは低下する。しかし、Ms点上昇と対応して比較的高温で伸びのpeakが認められた。850℃の過時効状態ではほとんど急冷状態の場合と同じ挙動を示した。その他、時効前の加工の影響についても検討した。

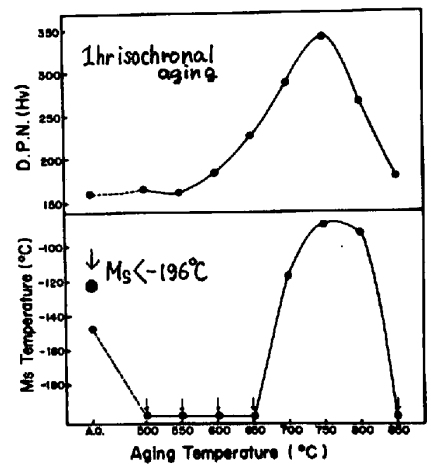


図1 時効にともなう硬さおよびMs点の変化

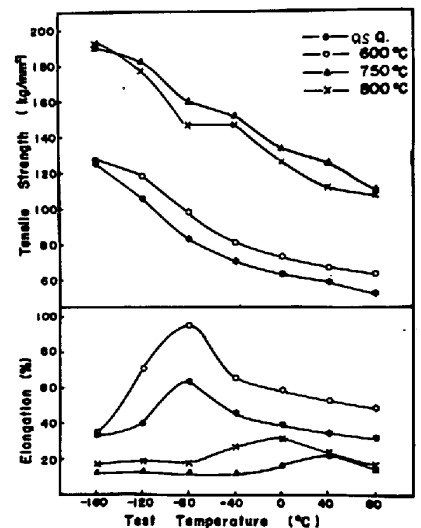


図2 種々な温度での引張性質に及ぼす時効の影響