

(144) 極低炭素 Ni-Cr および Ni-Mn 鋼の研究

新日本製鉄 八幡技研 木村 勲 矢田 浩  
 ○中沢崇徳

1. 緒言 極低炭素 Fe-Ni マルテンサイト (マッシブ・マルテンサイト) はマルエージング鋼で代表されるように、すぐれた特性を有することはよく知られている。本研究では、変態に対し Ni と同様の働きを考えると考えられる Cr, Mn との三元系 (極低炭素 Fe-Ni-Cr 系および Fe-Ni-Mn 系) について組織と強度・靱性の関係を基本的に検討した。

2. 実験方法 検討した成分範囲は Fe-Ni-Cr 系では Ni: 0~10%, Cr: 0~12%, Fe-Ni-Mn 系では Ni: 0~8%, Mn: 0~6% で、試料は 20kg 真空溶解炉で溶製後、板厚 13mm に熱間圧延した。1000°C 1hr の溶体化処理後、種々の冷却速度で冷却し、引張・衝撃試験および組織 (光学, 電子顕微鏡), 衝撃破面の観察を行なった。

3. 実験結果 合金量にともなう組織変化を検討した結果、図 1, 2 に示す結果が得られた。Fe-Ni-Cr, Fe-Ni-Mn 系いずれも合金量の増加とともに、マッシブ・フェライト組織 [F] よりマッシブ・フェライト+マッシブ・マルテンサイト混合組織 [F+M] を経て、マッシブ・マルテンサイト組織 [M] となる。写真 1 に Fe-Ni-Cr 系の組織を示したが、[F+M] 混合領域でかなり組織が微細化しており、このような傾向は Fe-Ni-Mn 系でも全く同様である。なおこれらの組織状態は冷却速度: 0.025~80 °C/sec の範囲で大きな変化は見られず、冷却速度依存性は小さい。

機械的性質は Fe-Ni-Cr 系では Ni, Cr 量とともに強度は上昇するが、[M] 領域で Ni+Cr が 10% 程度になると飽和する。この系は全般に低温靱性はすぐれているが、特に [F+M] 領域で顕著で衝撃破面遷移温度 (vTrs) が -160°C 程度になり、また [M] 領域ではほぼ Ni 量とともに靱性は向上している。図 3 は 0°C のシャルピー吸収エネルギー (vEo) を 0.2% 耐力に対しプロットしたもので、各組織領域で特性ははつきり分離できる。[F+M] 領域では中央に最大値をもつ変化をしているが、vTrs に関しても同様な変化を示し vEo の最高になる点で vTrs が最低になる。このような挙動は [F+M] 領域で組織が微細化することによるものと考えられる。

一方 Fe-Ni-Mn 系は強度については Fe-Ni-Cr 系と同様の挙動を示すが、Mn の寄与が大きい。靱性は Fe-Ni-Cr 系に比べ著しく劣り、ほぼ Mn 量とともに劣化しており、[F+M] 領域でも靱性の向上は認められない。

脆性域における衝撃破面観察によると、Fe-Ni-Cr 系は劈開破壊であるが、Fe-Ni-Mn 系は粒界破壊がほとんどである。

以上の結果から極低炭素 Ni-Cr 鋼は強靱性鋼のマトリクスとして有望と考えられる。極低炭素 Ni-Mn 鋼の靱性が劣る原因ははつきりしないので今後さらに検討が必要である。

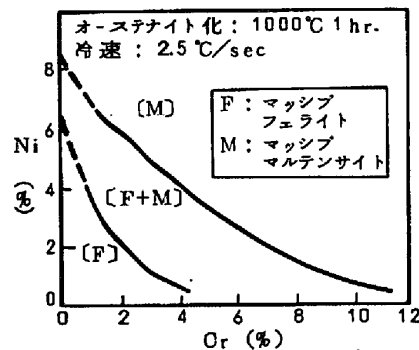


図 1 Fe-Ni-Cr 系の組織状態図

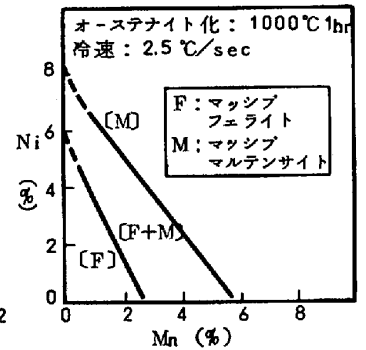


図 2 Fe-Ni-Mn 系の組織状態図



写真 1 Fe-Ni-Cr 系の光学顕微鏡組織 (1000°C 1hr. A.C.)

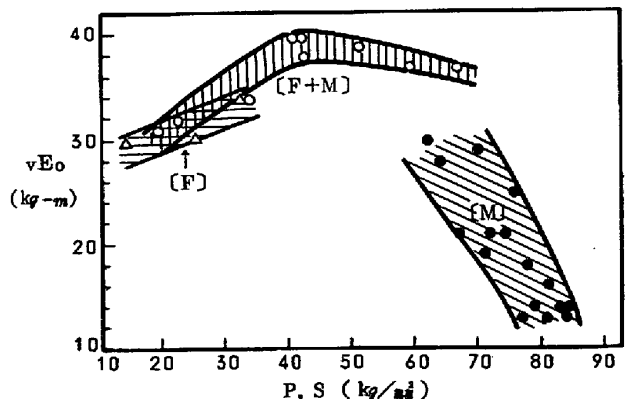


図 3 <0.02C-Ni-Cr 系の vEo と P.S. の関係 (1000°C 1hr. A.C.)