

(332) Fe-13Ni-Mo合金の強度と低温靱性

(フェライト系極低温構造材料開発の基礎的研究 第2報)

金属材料技術研究所 ○石川 圭介・津谷 和男

I. 緒言

焼入れ状態におけるFe-13%Ni-Mo合金は室温強度で735 MPa ( $75 \text{ kg/mm}^2$ )、77Kにおける衝撃値で約100 J ( $10 \text{ kg-m}$ )という優れた特性を有している。さらに77Kにおいても急速伝播ともなう不安定亀裂の発生が認められなかった。しかも本合金は結晶粒径を微細にするにつれて強度、衝撃値とも増加する。したがって本報告においては、強度、衝撃値に及ぼす熱処理の影響について述べ、さらに本合金の終局目標である液体ヘリウム温度(4.2K)における特性を検討するため4.2Kにおける引張試験の結果についても併せ報告する。

II. 実験

使用した合金は前報(鉄と鋼、第61巻、第12号、260頁)の一つで表1に示される化学組成のものである。溶体化後、900℃、2時間保持後水冷したものを焼入れ状態とし、出発材とした。熱処理は一定昇温速度( $83.5 \text{ }^\circ\text{C/min}$ )で所定の温度を保持後水冷した。さらに結晶粒径の微細化のためくり返し処理を施した。本合金のMs点は275℃、As点は昇温速度で多少異なるが660℃である。試験は丸棒引張試験および標準シャルピー衝撃試験を行った。試験温度は前者の場合、300、77、4.2Kで後者は300、77Kとした。

(第1表)

CHEMICAL COMPOSITION (wt%)								
Ni	Mo	Ti	Al	C	P	S	N	Fe
13.19	3.08	0.47	0.063	0.004	0.004	0.003	0.0016	BAL

さらに結晶粒径の微細化のためくり返し処理を施した。本合金のMs点は275℃、As点は昇温速度で多少異なるが660℃である。試験は丸棒引張試験および標準シャルピー衝撃試験を行った。試験温度は前者の場合、300、77、4.2Kで後者は300、77Kとした。

III. 結果

焼入れ状態における本合金の平均結晶粒径は比較的細く約 $7 \mu\text{m}$ であった。この合金の荷重-変位曲線の形状は第1図に示されるように試験温度に著しく依存する。強度は温度の低下とともに増加するが温度依存性は純鉄ほどではなく小さい。しかし伸びは低温になる程増加し、ある温度で最大を示す。4.2Kにおける変形は時異なるもので大きな荷重低下を示す間に塑性変形がほぼ試験片全体に広がるAdiabatic flowによるものと考えられる。伸びは

4.2Kで相当減少するが絞りの減少は少なく低温靱性の良好なことが期待される。絞りと衝撃値との相関から4.2Kにおける値を推定すると50 J程度になる。熱処理の影響については低温焼戻しにおいて硬さの低下に伴い低温衝撃値は上昇した。さらにくり返し熱処理によって平均結晶粒径は約 $2 \mu\text{m}$ に細くなり、硬さは焼入れ状態より低下するが低温焼戻し程ではない。低温衝撃値は微細化による上昇するが、比較的大きな結晶粒径からの外挿より低目の値を与えた。結晶粒の微細化の効果は昇圧物の存在により限界があると考えられる。

