

(505) 超電導コイル構造材料用ステンレス鋼の開発

新日本製鐵(株) 第二技術研究所 ○坂本 徹, 中川恭弘, 本社 山内 勇
 日本原子力研究所 核融合研究部 中嶋秀夫, 島本 進

1. 緒言 超電導トロイダルコイルに使用される構造材料として, 4 Kにおいて高い強度と優れた靱性を有し, しかも耐錆性の良い鋼材が要求されている。このため, 4 Kでの0.2%耐力が1200 MPa以上で, シャルピー衝撃エネルギー値が100J以上の特性を有するオーステナイト系ステンレス鋼の開発を試みた。オーステナイト系ステンレス鋼で低温の耐力を増加させるには, 窒素の固溶硬化を利用する事が最も効果的であり, 窒素を0.3%以上添加すれば, 4 Kで1200 MPaの目標値は達成可能である¹⁾。

ただし, 窒素添加鋼は, 一般に低靱性であると言われておるので, 固溶窒素の存在が, 本質的に靱性劣化を導いているのか, それとも, 他の要因が靱性劣化の主因となっているかについて検討を行なった。

2. 実験方法 窒素量, 非金属介在物量の異なる12種類の窒素添加オーステナイト系ステンレス鋼について, 273K, 77K, 4Kでのシャルピー衝撃エネルギー値と窒素量との関係を調べ, 幾つかの試料については, 衝撃試験片の破面観察, 介在物の同定および個数と分布の測定などを行なった。

3. 実験結果

(1) 窒素量とシャルピー衝撃エネルギー値との関係を図1に示すが, 各温度共, 大きな相関は認められない。したがって, 固溶窒素は靱性劣化の主因であるとは考えられない。

(2) 衝撃試験片破面の観察の結果, 低温でも, すべて延性破壊であるが, ディンプルの径が低温になる程小さくなり, 衝撃値の低いものでは, ディンプルの中に小粒子が見られ, それらは, CaO, CaS, Al₂O₃などの非金属介在物あるいは, Nb(C,N)などの析出物と同定された。

(3) 0.5 μm以上の径を持つ小粒子の数nを測定し, それらの平均距離にあたる1/√nと, 衝撃値をプロットした結果が図2であり, ほぼ直線関係が得られた。したがって, 靱性劣化の主因は, これら小粒子であることが明らかになった。

(4) 以上の結果を利用して, 25Cr-13Ni-0.35Nの成分で, 非金属介在物をコントロールした材料を50トン電気炉で出鋼し, 板厚20mmの鋼板を製作, 4 Kでの特性を調べたところ, 耐力1465 MPa, シャルピー衝撃エネルギー値174Jの値が得られ, 充分, 目標が達成された。

文献 1) 坂本徹, 中川恭弘, 山内勇, 財前孝: 鉄と鋼, 89(1983) S. 685

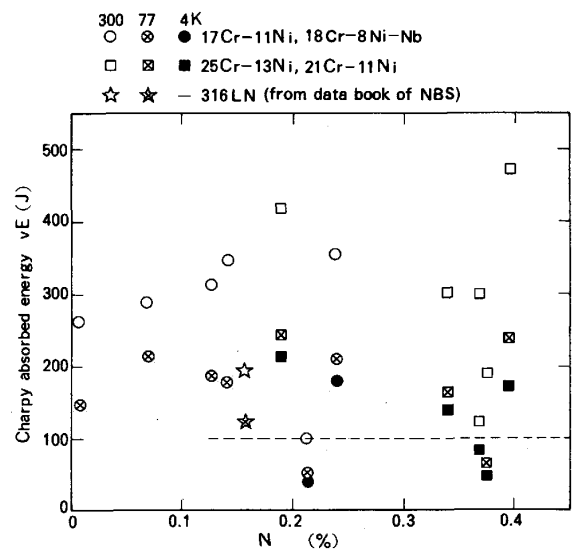


Fig.1 Relation between impact toughness and N content

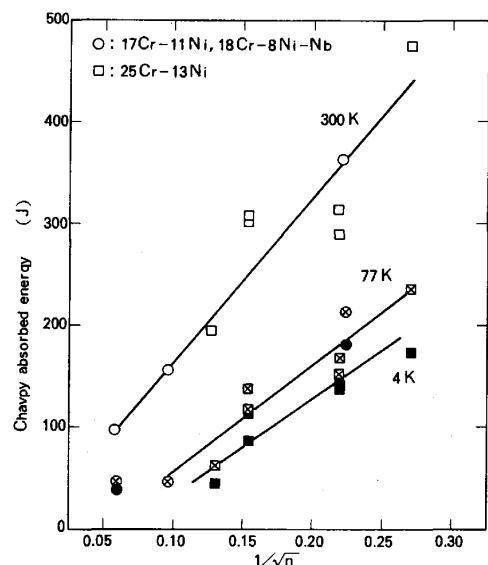


Fig.2 Effect of Small Particles on Charpy absorbed energy
 n: number of particles ($\geq 0.5 \mu\text{m}$ in dia.) per 0.1mm^2 area