

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において優れた靱性だけでなく高い強度も有し、さらにその表面が結露によっても発銹しないような耐銹性の優れた鋼材が要求されている。このため、4 Kでの降伏強さが1200MPa以上でシャルピー衝撃吸収エネルギーが100J以上、さらに優れた耐銹性を備えた鋼材の開発を試みた。本報では、すでに極低温用鋼として優れた強度と靱性を有することを報告した低C-25Mn-5Cr-1Ni鋼¹⁾を基本鋼として、その高強度化と耐銹性向上を鋼成分の面から実験室的に検討した結果を報告する。

2. 実験方法 C, Mn, Ni, Cr, Cu, Nなどの成分の異なる鋼を20, 150および300kg真空溶解炉によって溶製し、1150℃に加熱して厚さ16mmの板に圧延した後、1000~1100℃に加熱して溶体化処理を行った。これらの鋼板について、室温、77Kおよび4Kで引張およびシャルピー衝撃試験、ならびに腐食試験を行った。

3. 実験結果 耐銹性の向上には、Crの添加量が最も有効でその量が約13%以上で満足な耐銹性を示すようになる。また、この特性に対して、C量は0.05%に下げることが好ましく、Ni量もできるだけ少くし3%を越えない方がよいが、N量はむしろ多い方がよい。

Fig.1に、0.05C-25Mn-15Crをベースとし、それにNi, Cu, N, Nbなどを添加した場合の常温、77K, 4Kでの降伏強さを示しているが、4Kでの降伏強さの増加にはNの添加が非常に有効で、単位N添加量あたりの降伏強さの増加は約250MPa/0.1%Nに相当し、N含有量が約0.21%で1200MPaに達することがわかる。Cr-Ni系のオーステナイト系ステンレス鋼の場合に比較すると、本鋼種はNによる強化には有利な鋼種といえる。これは、単位N添加量あたりの強化量の違いによるものではなく、ベース成分の状態では本鋼種の方がCr-Ni系より強度が高いためである。4Kにおいて安定した靱性を有するにはMn量を25%程度にすることが望ましく、Cuの添加も有効である。また、良好なシャルピー吸収エネルギーを得るにはアルミナや硫化物のような介在物をできるだけ少なくすることが必要である。Fig.2に、Fig.1で述べた鋼の降伏強さと靱性の関係を示している。N含有量が増すと降伏強さは増加するが、その反面、靱性は低下している。N量を0.30%以上にするのは靱性劣化の点から好ましくない。好ましい成分系としては0.05C-25Mn-15Cr-1Ni-0.21N-Cu-Nbであり、4Kで降伏強さ1275MPa、シャルピー吸収エネルギーが70Jで、その破面は延性破面であった。

4. 結言 4Kにおける降伏強さが1200MPa以上、シャルピー衝撃吸収エネルギーが100J以上で、しかも優れた耐銹性を有する鋼の開発を目的に、極低温用低C-25Mn-5Cr-1Ni鋼の改善をはかった結果、0.05C-25Mn-15Cr-1Ni-0.21N-Cu-Nbが有望であることがわかった。

5. 参考文献 1)吉村博文, 清水高治, 北島一徳: 鉄と鋼 第67年(1981)第11号 P. 2010~2018

ベース成分: 0.05C-0.3Si-25Mn-15Cr

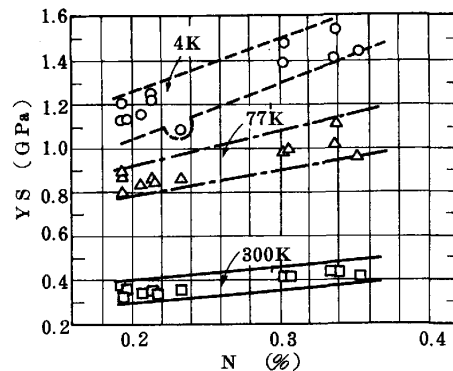


Fig. 1 Effects of nitrogen content and temperature on yield strength

ベース成分: 0.05C-0.3Si-25Mn-15Cr

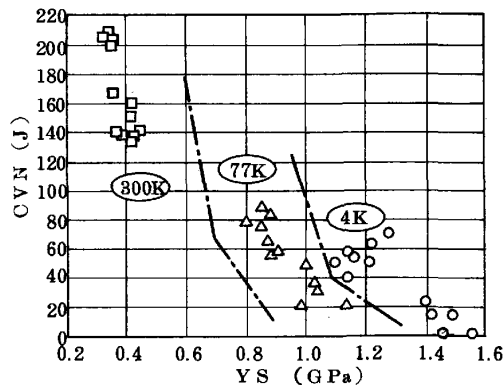


Fig. 2 Relationship between toughness and yield strength