

(598) 12Cr-12Niオーステナイト鋼の低温機械的性質におよぼすMo、Mn およびNの影響(核融合炉超電導マグネット用構造材料の開発-I)

㈱日本製鋼所 室蘭製作所 研究部 ○三浦 立・曾川 恒彦  
日本原子力研究所 核融合研究センター 吉田 清・中嶋 秀夫

1. 緒言：核融合実験炉の超電導マグネット構造材料には、4 Kにおいて0.2%Y.S.  $\geq 1200\text{MPa}$ ,  $K_{Ic} \geq 200\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ の性能が要求される。本研究はこの要求性能を満足する材料の開発を目的としている。筆者らは、先にLCTコイルの構造材料の合金設計のために、SUS 304および316鋼の4 Kにおける機械的性質におよぼすCとNの影響を調べた<sup>1)</sup>。その結果、4 Kにおいて0.2%Y.S. は同一(C+N)量で比較するとSUS 316の方が約150MPa 高く、シャルピー衝撃値も同一の0.2%Y.S. で比較するとSUS 316の方が高い値を示した。この結果は、Moの添加は靱性を害することなくオーステナイトを効果的に強化することを示唆している。そこで、12Cr-12Niを基本成分として、その低温機械的性質におよぼすMoの影響を調査し、その結果に基づいてさらにMn およびNの影響を調べた。

2. 実験方法：右表に供試材の化学成分を示す。

VIMで溶製した5.0 kg鋼塊を熱間鍛造および熱間圧延により2.5 mm t鋼板とした後、1040℃あるいは1100℃×2hWQ.の溶体化熱処理を施した。この鋼板よりT方向に試験片を採取し、室温～4 Kの温度で引張試験およびシャルピー

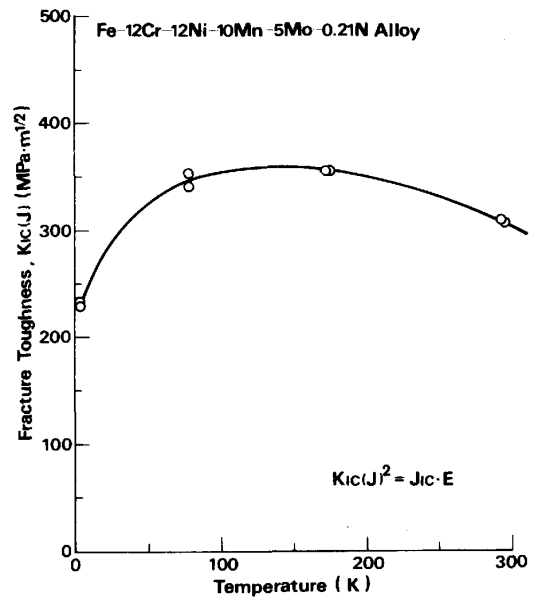
Chemical Composition of the Alloys Investigated

Series	Number of Ingot	Chemical Composition (wt.%)								
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N
Mo	5	0.025	0.60	1.20	0.020	0.008	12.0	12.0	0-10	0.10
Mn	4	-	-	5-20	-	-	-	-	5.0	0.13
N	6	-	-	10	-	-	-	-	-	0.20
										0.09
										0.21

試験を実施し、化学成分ならびに溶体化熱処理温度の影響を調べた。また、4 Kで0.2%Y.S.  $\geq 1200\text{MPa}$ を満足した1鋼種を選び、T-L方向に1TCT試験片を採取し、室温～4 Kで除荷コンプライアンス法により破壊靱性試験を実施した。

3. 実験結果：

- (1) Moは約5%までは0.2%Y.S.を効果的に上昇させ、衝撃値に対してはほとんど影響をおよぼさない。しかし、Moが7%を越えると、金属間化合物が析出し、靱性が急激に低下する。
- (2) Mnは、10%までの添加は機械的性質にほとんど影響をおよぼさない。Mnが15%を越えると、金属間化合物が析出し、靱性が低下する。Mnの添加は、強化元素であるNの溶解度を高めるので有効である。
- (3) Nは非常に有効に0.2%Y.S.を高め、0.1%増加当りの4 Kにおける0.2%Y.S.の上昇は305MPaである。12Cr-12Ni-10Mn-5Mo鋼で4 Kで1200MPa以上の0.2%Y.S.を得るには0.2%以上のN添加が必要である。また、本合金系ではNの添加は低温衝撃値に悪影響をおよぼさない。
- (4) 4 Kにおいて1241MPaの0.2%Y.S.を示した12Cr-12Ni-10Mn-5Mo-0.21N鋼の破壊靱性試験結果を上図に示す。4 Kにおける $K_{Ic}$ 値は $230\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ であり、上記の要求値を満足した。



Fracture Toughness of Fe-12Cr-12Ni-10Mn-5Mo-0.21N Alloy as a Function of Temperature

4. 結言：実験室規模ではあるが要求値を満足する材料が見出された。今後、工業規模での実証および溶接性の研究が必要である。

参考文献 1) 三浦, 吉田他：鉄と鋼, 67 (1981), S1381