'78－S 332
669.15'24'26'74-194.56: 539.411.42: 539.55

(303) 高マンガン・オーステナイト鉄合金の強度と低温靭性

(オーステナイト系極低温用構造材料開発の基礎的研究－第1報)

金属材料技術研究所 ○石川 圭介・津谷 和男

I. はじめに：

極低温技術は超電導現象を応用するものが中心であるため、構造材料は高磁場中におかれることが多い。したがってフェライト系の強磁性材料は使用される見込みは少ない。一方非鉄金属材料であるAlおよびTi合金は強度靭性・加工性に難点がある。そこで新しい非磁性構造材料を開発する必要がある。しかしオーステナイト系鉄合金はステンレス鋼に代表されるように強度(ここでは室温の耐力)が低い。さらに低温ぜい性が起らないため良好な靭性を有しているといわれているが、ある種のものではマルテンサイト変態を起し必ずしも低温靭性はすぐれているとはいいがたい。鉄合金においてオーステナイト相を安定させる主な元素は、MnとNiが考えられる。本実験においては主にMnの多量添加によるFe－Mn－Cr－Niオーステナイト合金の低温における強度と靭性について検討を加えてみた。

II. 実験方法：

合金組成の選択はFig. 1のシェフラーの状態図に示されるように、Crを一定としてNi等量を変化させたものである。その化学組成はTable 1に示されている。高周波真空溶解後1100 ℃で均質化・鍛造・圧延し16 mmの角材とした後、同温度で再び加熱した試料について引張およびシャルピー衝撃試験を行った。試験温度は前者は300, 77Kおよび4Kで後者は300と77Kである。

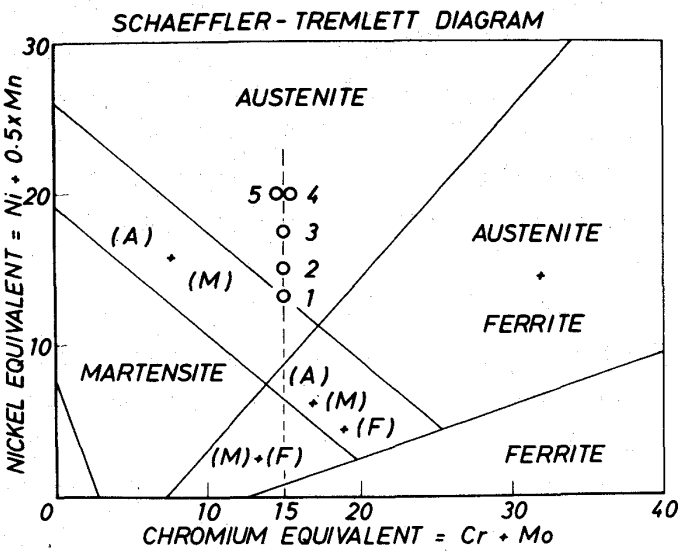

Fig. 1 シェフラーの組織図

Table 1. Chemical composition of materials used

	Mn	Ni	Cr	C	P	S	N	Fe
#1	13.26	5.22	15.30	60	30	100	49	Bal.
#2	17.79	5.24	15.54	50	30	100	38	Bal.
#3	23.41	5.29	15.10	80	30	110	46	Bal.
#4	28.61	5.26	15.12	80	40	100	44	Bal.
#5	19.97	9.96	15.02	30	30	100	48	Bal.
		(wt %)			(ppm)			

III. 実験結果：

これらの合金の変態点(Md, Ms)をそれぞれ, $Md = 2520 - 106(Ni + 0.46Cr + 0.69Mn)$, $Ms = 2700 - 106(Ni + 0.80Cr + 0.92Mn)$*により計算したものと実験から求めたものとを比較するとほぼ一致しNo.4, 5は両変態点とも4K以上にはない。従ってオーステナイト相を4Kまで安定化するには、Creq.=15でNieq.=20以上が必要となる。同一処理においては強度は各温度においてMn量にほとんど関係なく一定である。衝撃値はMnが増加すると直線的に減少していく従ってMnの増量だけでは、オーステナイト鉄合金の強靭性を改善することは難かしい。1100℃における熱処理は結晶粒の粗大化と未溶解析出物の溶解に起因する機械的性質に変化を与える。短時間の加熱においては、析出物の変化よりも結晶粒の粗大化が先行して強度の低下が起こる。長時間になると析出物の固溶による強化が起り強度の改善がみられる。衝撃値は析出物の減少に依存し加熱時間を長くすることにより一層向上して、一見結晶粒の影響は強度と逆の傾向を示している。

* Hull, F.C., Weld. J., Vol.52 (1973), p.193-S.