

(347) 高マンガン極低温用オーステナイト鉄合金におけるMoの強靱性に及ぼす影響
 (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2報)

金属材料技術研究所 ○石川 圭介・平賀 啓二郎

I. 目的: 極低温において安定なオーステナイト鉄合金は超電導を利用する大型機器用の構造材料としての有望な候補材料である。その際に残された問題点としては強度の低さが指摘されている。オーステナイト相の安定化は、要求される非磁性という条件から不可欠ではあるが、強度の改善はそれによつては通常望めない。したがつてマンガンの添加によつてオーステナイト相の安定化、強靱化を試みてきた⁽¹⁾。さらに基地のオーステナイト相を固溶強化するために、モリブデンの添加を試みた。本研究においては、オーステナイトNi-Cr-Mn鉄合金にMoを添加した場合の強化機構ならびに極低温における強靱化の様相に対して組成の観点から検討した。

II. 実験方法:

本実験に使用した合金の化学成分はTable 1に示されるようなFe-Ni-Cr-Mn系である。本実験においては、炭素の影響⁽¹⁾をのぞくために0.2%程度のTiを添加し脱酸と同時に炭素を固定化した。真空溶融後、1100℃で均質化し同時に圧延を行つた13口の棒材を得、さらに1100℃での熱処理によつて結晶粒径を主とした組織を変化させた。丸棒試験により強度を含む引張特性、シャルピー試験により衝撃特性を、300K, 77Kおよび4Kにおいて求めた。

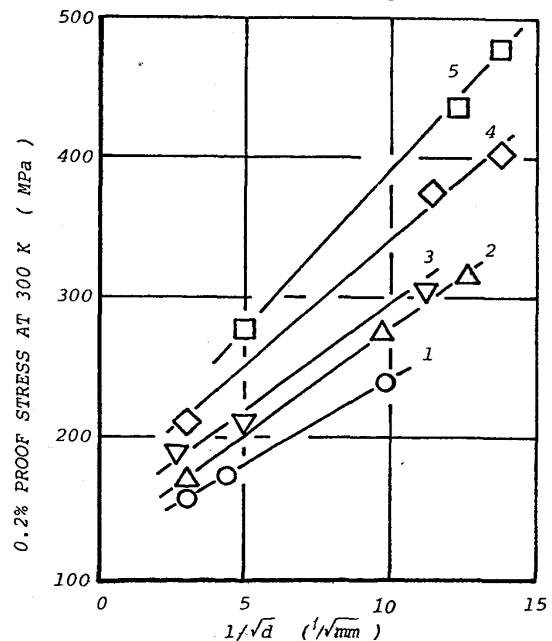
Table 1 Chemical composition of materials used

	Ni	Cr	Mn	Mo	Ti	C	N	P	S	Fe
#1	10.07	15.01	20.25	---	0.12	.009	.006	.002	.013	Bal
#2	10.52	14.59	20.34	3.05	0.16	.005	.006	.002	.012	Bal
#3	14.95	15.16	10.07	5.18	0.16	.019	.006	.003	.011	Bal
#4	15.48	10.18	9.85	9.19	0.16	.009	.003	.002	.009	Bal
#5	15.38	14.77	20.00	5.00	0.16	.007	.008	.003	.010	Bal

III. 実験結果:

引張試験における0.2%ひずみの耐力、引張応力はそれぞれ $\sigma = \sigma_0 + k_y d^{1/2}$ に従う結晶粒度依存性を示した。Fig. 1は300Kにおける各合金の耐力の結晶粒度依存性を示したものである。おなわち $\sigma_{0.2} = \sigma_0 + k_y d^{1/2}$ である。この関係においてMoの影響は σ_0 および k_y の両者に表れる。おなわち $\sigma_0 = \alpha + \beta (Mo\%)^m$, $m > 1$ である。 α , β は定数。結晶粒界によらない基地の強化はMoの添加により上昇する。結晶粒界による強化は k_y に表れ、これもまた $k_y = \gamma + \delta (Mo\%)$ と書き表わされる。 γ , δ は定数。したがつてオーステナイト合金へのMoの添加による強化は基地そのものの固溶強化と粒界の強度を向上させることの両者によつてまかなわれている。しかし一方、Moの添加は、衝撃値を改善することではなく、Moの増加とともに衝撃値は単調に低下していく傾向にあった。また衝撃値の結晶粒度依存性は強度と逆に結晶粒径の増大にともない上昇するオーステナイト鉄合金特有の傾向を示した⁽¹⁾。以上の結果から本合金系として、非磁性極低温用構造材料としてよいとせられるのはFe-15%Cr-15%Ni-10%Mn-5%Moであった。

Fig. 1 Proof stress at 300 K vs grain size



参考文献: (1)石川他: 鉄と鋼, 65巻(1979), No. 2.