

(301)

極低温用Fe-13%Ni-3%Mo合金の強度と靱性値

(フェライト系極低温用構造材料開発の基礎的研究-第6報)

金属材料技術研究所 石川 圭介・津谷 和男

I. はじめに: 強度にすぐれたBCC系極低温用構造材料として著者らはすでにFe-13%Ni-3%Mo合金を提案した。今までは主に77Kにおける靱性(シャルピー衝撃値)について検討を加えてきたが、本合金の本来の使用温度(4K)における靱性値を測定し合金設計の基本思想を確認する必要がある。本報告においては4Kにおける破壊靱性を中心にして、Fe-13%Ni-3%Mo合金の低温特性を考察した。

II. 実験: 使用した合金の化学組成はTable 1に示す。溶解・加工・熱処理は既報と同じであり、真空高周波溶解後・1200℃で均質化後同温度で鍛造・圧延し13mmおよび6mmの板とした。熱処理は900℃・2時間のオーステナイト化後600℃・2時間再加熱後水冷した。強度および靱性の試験は室温(300K)、77Kおよび4Kで行った。

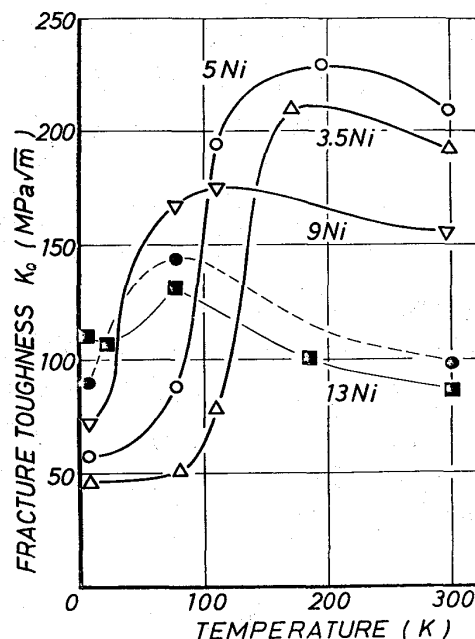
Table 1. Chemical composition of material used

Ni	Mo	Ti	C	P	S	N	Fe
13.4	3.17	0.21	30	40	50	16	Bal.
(wt%)			(ppm)				

III. 結果: 丸棒引張の結果については簡単にのべると次のように要約される。耐力および引張強さは300Kから4Kにいたるまで単調に増加していき4Kにおいても十分な伸びと絞り保証されている。ただし4Kにおける塑性挙動は低温変形の特徵として現れる大きなセレーションが認められる。この不連続変形は双晶変形等のぜい性破壊を誘起するものでないため直接不安定破壊の発生には直接つながらない。破壊靱性試験は、疲れき裂を含む試験片による三点曲げと鋭い($\rho=0.1R$)尖端の切欠付平板試験片を用いて K_{Ic} 値を各温度で測定した。各温度における K_{Ic} 値はFig. 1に示される。同時に各Ni濃度の鉄合金の K_{Ic} 値を示している。Ni量とともにせん移温度は低下していき、およそ13%Niにおいて消滅している。また K_{Ic} 値そのものにもNiの効果は明瞭に現れている。高温においてはNiの増加は必ずしも K_{Ic} の増加にはならない。しかし低温における、とくにせん移温度の低下と低温における K_{Ic} 値そのものを上昇させることにより鉄の低温ぜい性を改善していると現象論的に理解される。したがってFe-13%Ni-3%Moは、 K_{Ic} 値に明りょうなせん移現象が認められないのみならず疲れ破面直後の破面において走査電顕観察によって不安定破壊を起こすと考えられるべき開破壊を認めることはできなかった。結論として極低温用高強度、高靱性のFe-13%Ni-3%Mo合金は4Kにおいても十分な靱性を有し、合金設計の基本思想を裏支えるものではなかった。

IV. 参考文献:

- 1) 石川・津谷: 鉄と鋼, Vol. 61 (1975), S. 610.
- 2) 同上: Proc. 19th Japan Congress Materials Research, vol. 19 (1976), p. 57
- 3) 同上: Cryogenics, vol. 17 (1977), p. 295.
- 4) 同上: proc. Int'l. Conference on Fracture - 4, vol. 3 (1977), p. 849.
- 5) 同上: 鉄と鋼, 投稿中.

Fig. 1 Fe-Ni合金の K_{Ic} の温度依存性