

(494) 含Niフェライト系低温用鋼の低温延性

東京大学工学部

○長井寿 柴田浩司 藤田利夫
学生(現新日鉄室蘭) 代家義太郎

I.緒言:従来含Ni b.c.c.系低温用鋼などで、低温ほど伸びがでる現象が観察されている。これらの鋼種では、残留オーステナイト(γ_R)が含まれる場合、 γ_R のTRIP効果がこの現象に寄与する可能性も考えられる。しかし、著者らは、以前11%Ni系鋼においてその効果が、低温での伸びの増加の主因とは考えられないことを指摘した。¹⁾今回は、さらに準安定 γ の塑性変形に対する安定性を示すパラメータを導入して、5.5%Ni, 9%Ni鋼についても同様の検討を加えた。また、これらの鋼の極低温における塑性変形機構について検討するために、いくつかの熱活性化パラメータの温度変化を調べた。

II.実験方法: γ_R の塑性変形に対する安定性を求める方法については、前報¹⁾を参照されたい。熱活性化パラメータは、Table 1に示したN1において、900°Cからの水冷材とそれに630°C, 1hの再加熱を施したものについて、+100°C ~ -196°Cの範囲で、応力緩和試験を行って求めた。測定した熱活性化パラメータは、 $m^* (= \frac{\partial \ln \dot{\epsilon}}{\partial \ln \sigma^*})$, σ^* は応力の thermal 成分, $\frac{1}{\beta} (= \frac{\partial \sigma}{\partial \ln \dot{\epsilon}})$ である。

III.結果および考察:(1) 準安定 γ の塑性変形に対する安定性を示すパラメータとして、 $S = -\frac{\partial \ln V_R}{\partial \epsilon}$ を用いて検討した。その一例をFig. 1に示す。Fig. 2は、従来報告されている準安定 γ 鋼のデータを整理して、 s 値とMd点との関係を示したもので、すべてのデータがひとつのバンド内に入る。これらの鋼において、伸びが最大となる温度における S 値は、すべて2以下であるが、5.5%, 9%, 11%Ni鋼の-196°Cにおける S 値は、30~85と大きい値を示し、室温でも4~8となるものがある。よって、極低温において γ_R が変形にともなって徐々に変態し、伸びの増加に寄与するという効果は、望めないと考えられる。

(2) 11%Ni鋼における m^* , $\frac{1}{\beta}$ の温度変化は、純鉄や数%のNiを含む鋼と比較すると著しく小さい。Fig. 3に $\frac{1}{\beta}$ の結果を示すが、純鉄などで現われる $\frac{1}{\beta}$ のピークが、11%Ni鋼では-196°C以下までに低下させられていることがわかる。 $\frac{1}{\beta}$ のピークはすべり系の変化などに対応していると考えられており²⁾、これらの結果は、11%Ni鋼においては、室温付近の塑性変形機構が極低温まで保持されることを示している。熱処理によって伸びは変化するが、 m^* , $\frac{1}{\beta}$ には、熱処理による差は認められない。

1)長井, 柴田, 藤田; 鉄と鋼, 64(1978), p.749

2) U. HILDEBRANDT et al.; Act. Met., 19(1971), p.49

Table. 1 Chemical compositions of steels in wt%

	C	Si	Mn	Ni	Co	Cr	Mo	Ti	Fe
N1	0.016	*	11.10	0.01	*	0.03	*	bal.	
N11	0.006	*	0.51	10.56	5.16	1.05	*	0.66	bal.
N23	0.007	*	0.51	10.72	0.19	1.02	1.01	*	bal.
9%Ni steel	0.05	0.17	0.50	9.07	*	*	*	*	bal.
5.5%Ni steel	0.06	0.28	1.20	5.84	*	0.65	0.21	*	bal.

* not alloyed and analyzed

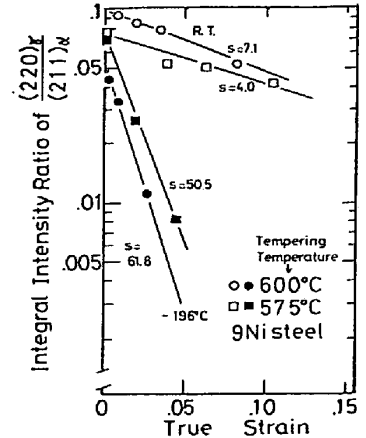


Fig. 1 Change of the amount of retained austenite with true strain in the 9%Ni steel, $s = -\frac{d \ln V_R}{d \epsilon}$.

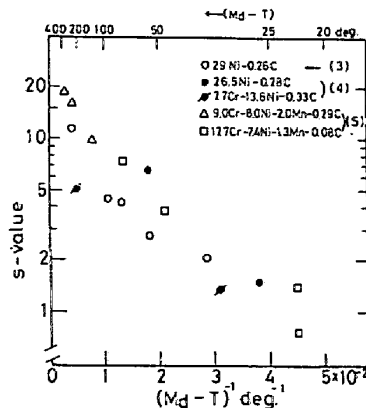


Fig. 2 The relation between s -value and $(M_d - T)^{-1}$ in some metastable austenitic steels. (after Tamura et al(3), Seo et al(4) and Rosen et al(5))

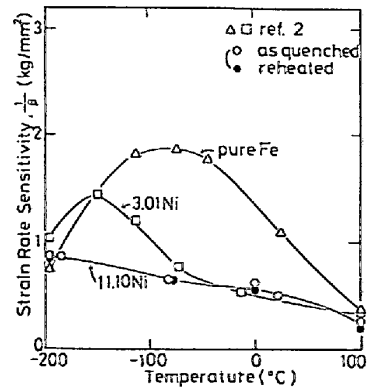


Fig. 3 Temperature dependence of the strain rate sensitivity, $\frac{1}{\beta} = \frac{\partial \sigma}{\partial \ln \dot{\epsilon}}$ in a pure iron²⁾, a 3%Ni steel²⁾ and the 11%Ni steel.