

共析鋼の延靱性に及ぼす制御圧延の影響及びSi、Nbの効果 (高炭素鋼の延靱性改善 第3報)

日本鋼管(株) 福山研究所 ○和田典巳 福田耕三 (工博)北田豊文

1 緒言 前報¹⁾で、Nb添加パーライト鋼では制御圧延(CR)を施しても強度の低下なく延性改善が図られることを報告した。本報では、引き続き、Nb添加鋼の靱性について報告する。同時に、耐摩耗性向上のためにレール鋼にしばしば添加されるSiに対して、その延靱性に及ぼす影響についても報告する。

2 実験方法 供試材は、0.8wt% C-1.0wt% Mn系をBaseにし、Table 1のように0.02Nb, 1.0Si, Si+Nbを添加した実験室真空溶解材である。これらに、Table 2に示す6水準の制御圧延を施した。靱性評価試験としてシャルピー衝撃試験, K_{Jc} 試験(ASTM-E399, 板厚15mm曲げ試験片)を実施した。

3 結果

(1) 1.0Si鋼では、Base鋼と同様、低温圧延(強CR)をするに従い強度が低下する。Si+Nb鋼は、0.02Nb鋼と同様、強CRするに従い強度が上昇する。これは、Nbによる析出強化が、CRによる焼入性低下(γ 粒細粒化もしくは伸長粒化)に起因する強度低下を上回ったためと考えられる。(Fig. 1)

(2) 絞り値は、強CRをするに従い向上する。添加元素による絞り値の変化は、1.0Si鋼では、Base鋼より1~5%低い絞り値となる。0.02Nb鋼では、Base鋼より5%程度向上している。Si+Nb鋼では、Siによる劣化とNbの細粒化による向上が重なって現れている。(Fig. 1)

(3) 全鋼種とも、強CRするに従い vTs は低下する。(たとえば、Base鋼;152℃(S1圧延)→112℃(S6圧延)) それでもレールの使用温度では、全鋼種、全圧延水準とも100%へき開破面を呈する。しかし、その吸収エネルギー(vE_0)はSiを添加することにより向上する。更にSi添加鋼では、強CRをすることにより vE_0 が0.2kg・m程度上昇する。一方、Base鋼, 0.02Nb鋼では、 vE_0 に及ぼすCRの影響は認められない。(Fig. 2)

(4) K_{Jc} 試験では、CRの効果が顕著に現れ、強CRをするに従い K_{Jc} 値は上昇する。(Base鋼のS1, S3, S4: $K_{Jc} = K_{Jc}$, その他のデータ: 板厚不足。) K_{Jc} 値に及ぼす合金元素の影響を見ると、Base鋼に比較して0.02Nb鋼で15kg/mm^{3/2}, 1.0Si鋼で35kg/mm^{3/2}, Si+Nb鋼で50kg/mm^{3/2}程度上昇している。(Fig. 2)

Table 1 Chemical Composition (wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Nb
Base	0.78	tr	1.00	0.005	0.005	tr
0.02Nb	0.81	tr	1.00	0.005	0.004	0.018
1.0Si	0.80	0.98	1.03	0.002	0.003	tr
Si+Nb	0.79	1.00	1.05	0.002	0.003	0.021

Table 2 Pass Schedule

Pass	RF	9	10	14
t (mm)	140	50	15	15
S1 (°C)	1280	1060	1040	960
S2 (°C)	1280	1060	990	910
S3 (°C)	1280	1060	940	860
S4 (°C)	1280	1060	890	810
S5 (°C)	1280	1060	840	760
S6 (°C)	1280	1060	790	710

* R.F.: Reheating Furnace

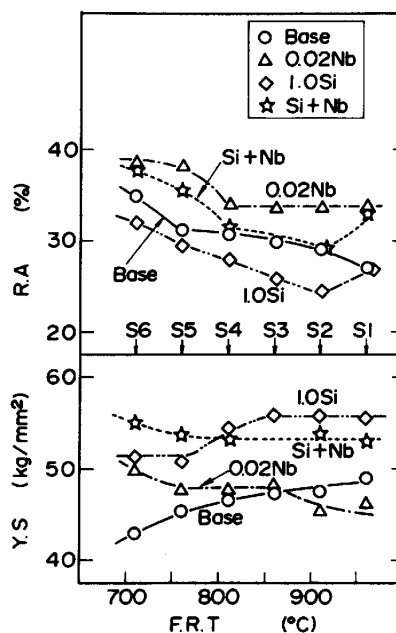
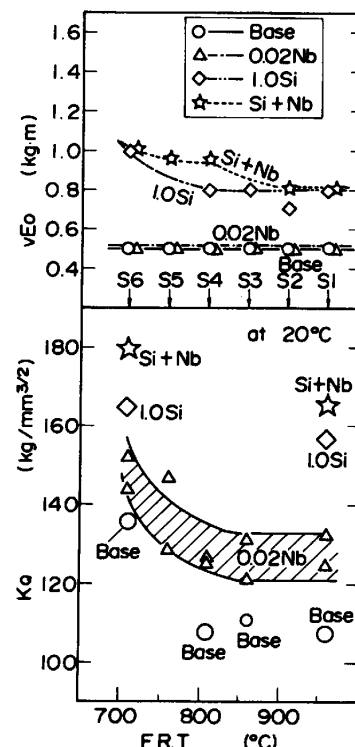


Fig. 1 Effect of Finishing rolling temperature (FRT) on yield stress and reduction of area

Fig. 2 Effect of Finishing rolling temperature on vE_0 and K_{Jc}

4 結言 パーライト鋼においても、CRを施すことにより延靱性は改善される。更に、Nbを添加することにより細粒化が進み、延性が改善される。一方、Siを添加することにより、強度上昇効果以外に顕著な靱性改善効果が認められた。

1) 和田, 福田, 平; 鉄と鋼, Vol. 70, No. 5, S511