

1. 緒言

HT80とともにペンストックの補剛材に極厚のSM58級鋼が使用されているが、極厚材においてもこの鋼の利点である低炭素当量(Ceq.)を確保するために強度対策として1%以上と多量のNiを添加しているのが現状である。そこで低Ni化とともに低Ceq.化を図るため成分検討を行った結果、微量のNbとBの添加が有効な対策であることがわかった。そしてとくに極厚材を製造するため必要となる大型鋼塊において、有効Nb量の減少や延性、靱性の低下を生じさせる巨大なNb共晶物<sup>1)</sup>の晶出可能性についても調査したので報告する。

2. 実験方法

高周波真空溶解炉で表1に示す成分の100kg鋼塊を溶製した。これらを熱間で鍛造後、母材特性およびNb共晶物の晶出可能性の調査に用いた。母材特性を調査するために、930°C F Cの焼ならし後、900°Cに再加熱し模擬焼入れ-630°C×5h焼もどしを行い、引張、衝撃試験を行った。模擬焼入れ時の冷却速度(CR)は800~400°Cの平均で13°C/mmとし、一部30°C/mmも加えた。これらはそれぞれ350, 200mm厚材に相当する。一方、Nb共晶物の晶出可能性を調査するために、一方向凝固装置を用いて、鍛造のままの試料を1600°Cに加熱、溶解後、1440°Cまで、11°C/hの速度(50ton鋼塊の逆V部に相当)で凝固させ、光学顕微鏡で観察した。

表1 供試材の化学成分

Steel	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Alsol	N	B	Nb	Ceq.
S-1	0.15	0.26	0.66	0.006	0.003	1.29	0.44	0.34	0.048	0.024	0.0095	—	—	0.479
S-2	0.10	0.26	1.00	0.005	0.003	0.99	0.35	0.29	0.049	0.020	0.0100	—	—	0.450
B	0.11	0.25	1.00	0.006	0.003	0.50	0.35	0.29	0.050	0.054	0.0100	0.0018	—	0.447
B-N	0.10	0.25	0.99	0.003	0.002	0.50	—	—	0.049	0.052	0.0101	0.0008	0.009	0.442
	0.12	0.26	1.01	0.005	0.004	0.51	0.35	0.31	0.050	0.054	0.0102	0.0015	0.073	0.464

Ceq. = C+Si/24+Mn/6+N1/40+Cr/5+Mo/4+V/14

3. 実験結果

(1) Bの強化作用はCeq.約0.03%以上の効果に相当するが、靱性が著しく劣化する(図1)。B添加による靱性劣化はオーステナイト(γ)粒の粗大化と上部ベイナイト量の増加による有効粒径の増大に起因する。

(2) B添加材の靱性改善にはγ粒の微細化が有効であり、約0.03%以上のNb添加でこれが可能である。この場合γ粒の微細化によりCRが小さくなるとフェライト量が若干増加し強度低下が生じるが、350mm厚相当材でもSM58級の母材強度と靱性が得られる(図2)。

(3) 巨大なNb共晶物は0.055%Nb鋼では晶出しませんが、0.073%Nb鋼には晶出した。

以上のことから微量のNbとB添加により極厚SM58級鋼の低Ni-低Ceq.化が可能である。

参考文献

1) V.K.Heikkinen et al. : Scand. J. Metallurgy, 6(1977), 170

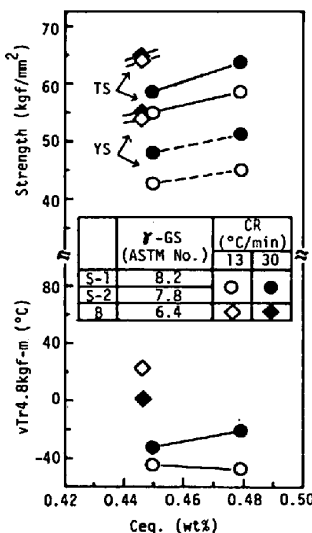


図1 Bによる強化と靱性劣化

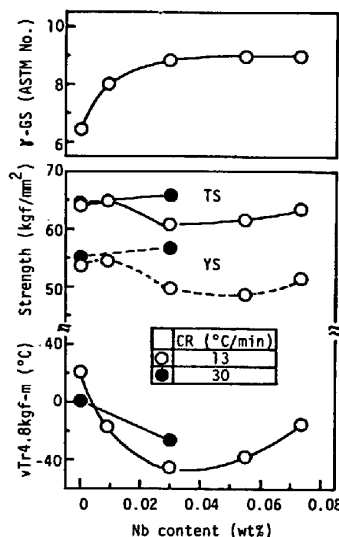


図2 Nbによる細粒化と靱性向上(B添加材)