

緒言 高Mn鋼を強化しようとしてNを添加しすぎると低温靱性が低下する¹⁾。本研究ではこの低温脆性を詳細に観察するとともに、低温靱性を改善する熱処理法を追求した。

実験方法 供試鋼は、高純度原料を用い高周波真空誘導炉にて溶製した。化学組成をTable 1に示す。1473Kに加熱した鋼塊を鍛造・圧延して得た棒材を熱処理し、シャルピー試験片及び引張試験片に加工した。溶体化処理温度は1313K~1543Kの間で変化させた。溶体化処理後673K~1173Kの間で再加熱したものについても試験した。引張試験は室温~4Kにて行い、シャルピー試験は室温~77Kにて行った。試験後、電子顕微鏡、光学顕微鏡を用い、破面及び組織を観察した。破面観察においては一部、定電位電解により破面上に生じさせた方位性ピットの利用、レプリカ法の併用も行った。

実験結果 ①溶体化処理材は、室温において十分な延性、靱性を示すが、77Kまでの温度でシャルピーエネルギー(vE)の著しい低下を示す。伸び、絞りも77Kまでわずかに低下するだけで、4Kでは大きく減少する(Fig. 1)。②溶体化処理温度を低くしても、77KにおけるvE(77K)はごくわずかに増加するだけで、vE(77K)に及ぼす溶体化処理温度の影響は小さい。一方、4Kにおける伸び、絞りに及ぼす溶体化処理温度の影響は比較的大きく、例えば1313K×2h加熱材が14.5%の伸びを示すのに対し、1423K×1h加熱材の伸びは2.5%である。③シャルピー試験片の脆性破面は、粒内破面と考えられるものと粒界破面とから成っている。Photo. 1に前者の例を示す。この場合、もう片方の破断試験片の対応する破面上に生じさせたピットも観察することによって、この破面は{111}面に沿った劈開破面であると考察された。④溶体化処理材を773K付近で再加熱すると低温靱性が大きく改善される。透過電子顕微鏡で組織を観察しても、粒内、粒界いずれにおいても特別な組織変化は認められなかった。硬さはむしろわずかに増加した。⑤773Kより高い温度で再加熱すると低温靱性は改善されない。この時粒界析出、Pの粒界偏析が認められ粒界破壊が主体となる。

Table 1. Chemical composition(wt %).

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	N
0.03	0.57	31.8	0.004	0.012	0.58	7.51	0.320

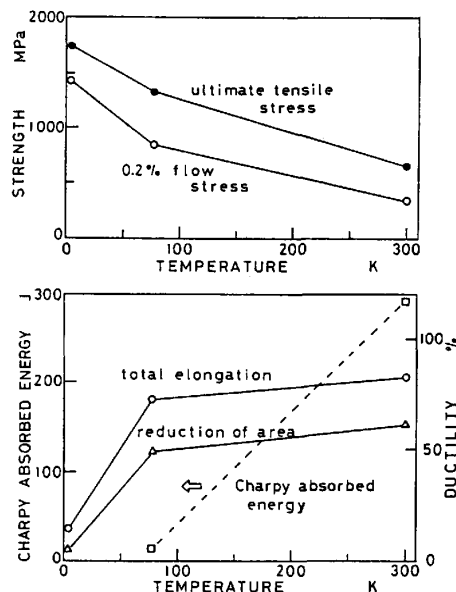


Fig. 1. Variation of mechanical properties with testing temperature. Low temperature brittleness is observed at higher temperature in impact test than in tensile test.

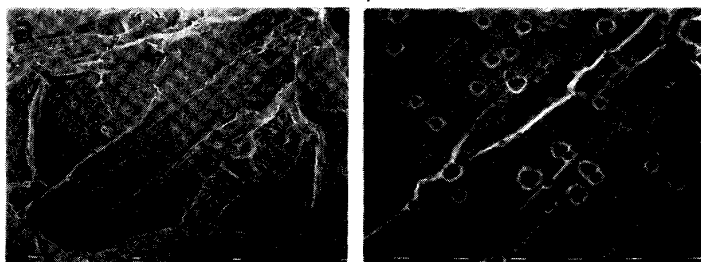


Photo. 1. Scanning electron micrographs of brittle fracture surface for as-solution treated Charpy specimen. (b) is an enlargement of the enclosed region in (a). It is considered that the potentiostatically etched pits show the surface to be produced by {111} cleavage fracture. Intergranular fracture was also observed.

1) K. Shibata et al.: Advances in Cryogenic Engineering Materials, 30(1984), p.153.