

1. 緒言 極低温用オーステナイト系鋼の強度を高める方法として、侵入型原子であるC、Nによる固溶強化が一般的に用いられる。しかしながら、C、Nを添加しすぎると溶接性の劣化、疲労軟化の増大¹⁾、低温靱性の劣化²⁾などの問題が生じる。筆者らは前報²⁾で、窒素を0.3%添加した32%Mn鋼の低温脆性について調べ、溶体化処理後の冷却条件の制御及び溶体化処理水冷後500℃付近の再加熱により低温靱性が大きく改善されることを報告した。今回はFe-Mn2元系鋼、それに0.3%Cを添加し強化したMn鋼、及びNを0.4%まで添加した32%Mn鋼を用い、溶体化処理後の冷却条件、溶体化処理水冷後の再加熱が低温靱性に及ぼす影響をより詳細にしらべ、靱化の機構を検討した。

2. 実験方法 供試鋼は高純度原料を用い高周波真空溶解炉で溶製した後、熱間鍛造、圧延で板材とした。化学成分をTable 1に示す。1200℃×1hの溶体化処理の後、種々の冷却パターンで冷却したもの、炉冷中種々の温度(1000～200℃)で水冷したもの、溶体化処理水冷の後、再加熱(300～700℃、12～96h)したものをシャルピー試験片(2mmVノッチJIS4号)に加工し、-196℃から室温でシャルピー試験を行った。また、溶体化処理水冷材と再加熱材は丸棒引張試験片(平行部長20mm、直径4mm)に加工し、引張試験も行った。各熱処理条件の試料に対しX線回折で相の同定、SEMによる破面観察、光顕、TEMによる組織観察、AESによる破面の元素分析を行った。

3. 結果及び考察 C、N添加鋼と58%Mn鋼の溶体化処理水冷材は-196℃で粒界割れによる脆化を示すが、溶体化処理後500℃までの温度領域を比較的速く冷却し、そ

れ以下の温度域を徐冷することにより靱化する。また、溶体化処理後炉冷中に靱化する温度領域は44%Mn鋼と58%Mn鋼ではFig. 1に示すように約600℃以下である。すべての鋼種において450～500℃の再加熱で靱化がみられ、それ以上の温度では脆化する。その際強度の変化はほとんどない。M6鋼の結果をFig. 2に示す。高温域での脆化はC、N添加鋼では炭化物、窒化物の影響が大きいと考えられるが、C、N無添加の32%Mn鋼、44%Mn鋼でも高温域で脆化することから、50℃以上では靱化の機構ははたらかないものと思われる。

このように450℃～500℃で靱化が起きるが、等温保持の経時変化では48h付近に衝撃値のピークを示すため、何らかの平衡偏析が靱化に寄与するとは現在までのところ考えにくい。また、熱処理条件による上に述べたような靱性の変化は多量にNを添加したYUS170(25Cr-13Ni-0.4N)オーステナイト系ステンレス鋼では認められないことから、この現象は高Mn鋼特有のものと思察される。

参考文献 1) 柴田浩司ら: 鉄と鋼, 73(1987), 1178.

2) 柴田浩司ら: 鉄と鋼, 71(1985), S1463.

Table 1. Chemical compositions(wt.%).

steels	C	Si	Mn	Al	P	S	N
M 1	0.004	0.014	33.1	0.019	0.003	0.009	0.004
M 2	0.27	0.014	33.9	0.019	0.003	0.009	0.004
M 3	0.004	0.017	44.4	0.005	0.002	0.019	0.002
M 4	0.27	0.017	44.6	0.005	0.002	0.019	0.002
M 5	0.005	0.010	57.8	0.032	0.003	0.01	0.001
M 6*	0.004	0.023	32.2	0.032	0.003	—	0.42

* Ni: 0.30 Cr: 7.46

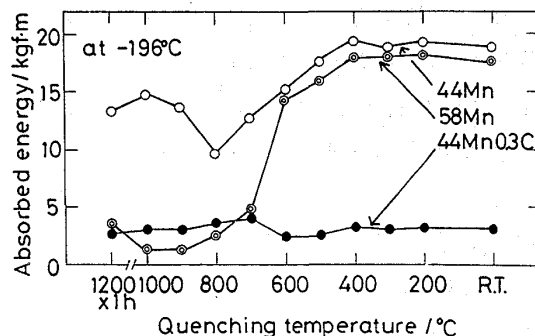


Fig. 1. Charpy absorbed energy at -196°C of specimens water quenched during cooling from 1200°C.

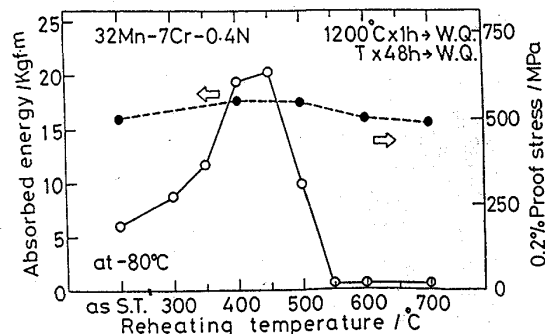


Fig. 2. Charpy absorbed energy and 0.2% proof stress at -80°C of specimens reheated for 48h after solution treatment.