

(468) 压力容器用Ni-Cr-Mo系強靱鋼の機械的性質

(株)日本製鋼所室蘭製作所研究部 野村 徹 村上 賀国
室 正彦

1. 緒言 ASME SA 508-c1, 4 鋼は溶接及び後熱処理の可能な最高強度レベルを有する 3.5 Ni-Cr-Mo 系高靱性鍛鋼材である。その焼入性も極めて大であるため極厚圧力容器用材料として重要な役割を有する。しかし一方では主として高 Ni 含有により焼戻脆化感受性が高められており、高靱性の特徴を安定して維持する上で問題があった。そこで焼戻脆化感受性低減のための化学成分上のコントロールの方法を検討すると共に、極厚圧力容器材料としての性能と溶接部の機械的性質を確認し本鋼種が優れた特性を有することを明らかにした。

2. 供試材及び実験方法 まず表 1 の組成を有する 3.5 トン真空処理鋼塊を溶製し、肉厚 205 mm に鍛造後、855℃×7 hr のオーステナイト化処理を施し、これに引続いてプログラム冷却を実施した。この時の冷却速度は、3~20℃/min に変化させた後、600℃×15 hr の焼戻しを施した。また溶接後熱処理温度からの冷却速度が、20℃/hr の場合について焼戻条件及び焼戻し条件と機械的性質の関係を調査した。次に低 Si 鋼 (Si: .01~.02%) について不純物元素量を、 $\bar{X} = (10P + 5Sb + 4Sn + As) / 100 = 8 \sim 23$ (ppm) に変化させた 6 heats の 50 kg 真空鋼塊を溶製し、同様熱処理を実施して母材及び再現溶接熱影響部の衝撃試験に供した。また表 1 の供試鋼を用い肉厚 100 mm の突き合せ溶接を行ない、600℃×12hr, 600℃×36hr の後熱処理後の溶接部の引張及び衝撃試験を実施した。

3. 実験結果

- (1) 低 Si 化及び不純物元素のコントロールにより溶接後熱処理温度からの冷却速度が 20℃/hr と極めて遅い場合でも良好な靱性が得られることが明らかとなった。すなわち、Si < 0.10% $\bar{X} < 15$ とすることにより、破面遷移温度 $vTrs$ は母材で -70℃, 再現熱影響部 (粗粒域) で -20℃ 以下の高靱性を示した。
- (2) オーステナイト化温度からの冷却速度が 3℃/min (約 700 mm の肉厚中心部に相当) の場合でも充分な強さと切欠靱性が得られ、極厚材として適した性能を有している事が確認された。
- (3) 規格材力値を確保する為には焼戻し条件を 630℃×10hr 相当以下にコントロールする必要がある。
- (4) タンデム溶接部では溶接熱影響部も含めて母材規格を越える切欠靱性が得られた。また溶接金属の強さも母材要求値を満たした。

表 1 3.5 トン鋼塊の化学成分 (wt.%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Al	\bar{X}
.22	.08	.36	.009	.013	3.37	1.67	.41	.027	14.1

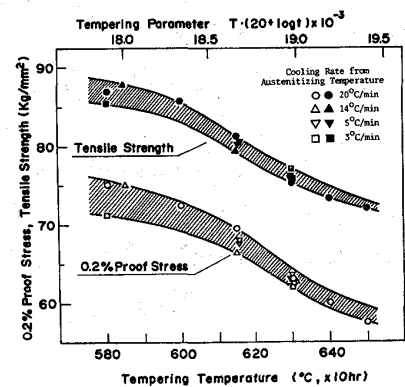


図 1 プログラム冷却材の焼戻し温度と強度の関係

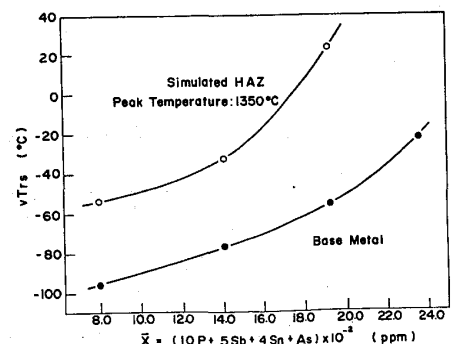


図 2 不純物量のパラメータ \bar{X} と母材及び再現 HAZ の靱性との関係 (630℃×10hr, F.C)