

日本鋼管(株) 中央研究所 ○長江守康 安部仲継

1. 緒言

最近になって高温強度および耐水素侵食性に優れた圧力容器用鋼材の開発が進められている。本研究は3Cr-1Mo鋼の高温強度向上を目的として、V、Nbを複合添加しかつ炭化物の微細な析出を得るためにC含有量を低減した鋼について、高温強度に及ぼすNb添加量およびオーステナイト( $r$ )化温度の影響を調べたものである。

2. 実験方法

供試材は $\sim 0.1\%C$ 、 $0.3\%V$ 、 $tr.\sim 0.06\%Nb$ を含有し、焼入性を高めるためにNiおよび微量のTi、Bを添加した3Cr-1Mo鋼で

Table 1 Chemical composition range of steels used (wt%)

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Nb	Ti	B
0.09 $\sim 0.10$	0.08 $\sim 0.17$	0.56 $\sim 0.57$	0.26 $\sim 0.45$	3.13 $\sim 3.16$	1.02 $\sim 1.03$	0.30	$tr.$ $\sim 0.06$	0.008 $\sim 0.009$	0.0005 $\sim 0.0008$

(Table 1), 真空炉で溶製後2.5mm厚に圧延した。900 $^{\circ}C$ ~1200 $^{\circ}C$ で $r$ 化後、800 $^{\circ}C$ ~500 $^{\circ}C$ を25 $^{\circ}C/min$ で冷却し、695 $^{\circ}C$  $\times$ 18.75hのPWH Tを施した。常温・高温引張試験およびクリーブ破断試験により高温強度特性を調べるとともに、靱性、耐水素侵食性、溶接性を調査した。

3. 実験結果

- (1) Nb添加系では常温・高温引張強度が最大となる $r$ 化温度が存在し、Nb添加量によってその値が異なる(Fig.1)。その $r$ 化温度はCとNbの溶解度積から全てのNbが固溶すると計算される温度とほぼ一致する。
- (2) Nbの添加はクリーブ破断強度を高め、適切な $r$ 化温度とすることによりその効果は増大する(Fig.2)。
- (3) 0.09C-0.3V-0.03Nb系を1050 $^{\circ}C$ で $r$ 化した場合高いクリーブ破断強度を示し、482 $^{\circ}C$ (900 $^{\circ}F$ )ではASME Sec. VIII Div.2に基づく許容設計応力は高温引張強さで決まる(Fig.3)。

- (4) シャルピー衝撃値は高温強度の上昇とともに低下するものの、いずれの鋼種も $vT_{40}$ が $-40^{\circ}C$ 以下であった。
- (5) 耐水素侵食性、低温割れ感受性および再熱割れ感受性はいずれも良好であった。

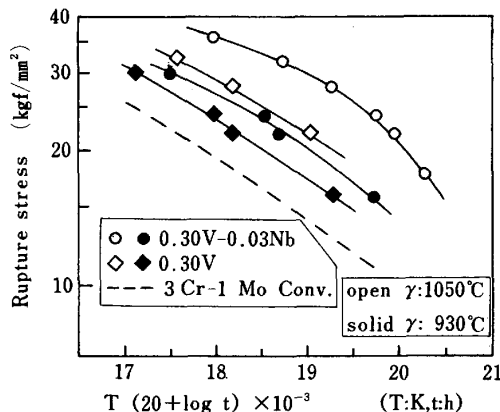


Fig.2 Effects of austenitizing temperature and Nb addition on the rupture stress

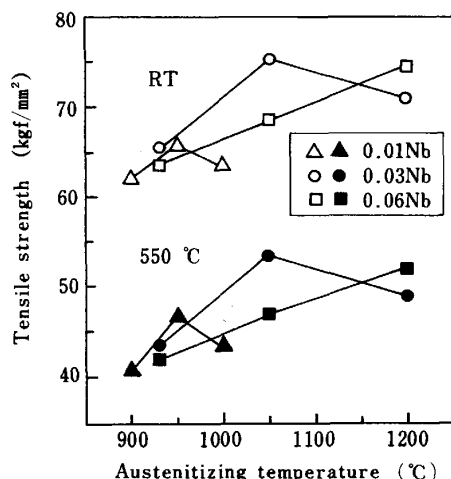


Fig.1 Effects of austenitizing temperature and Nb content on the tensile strength

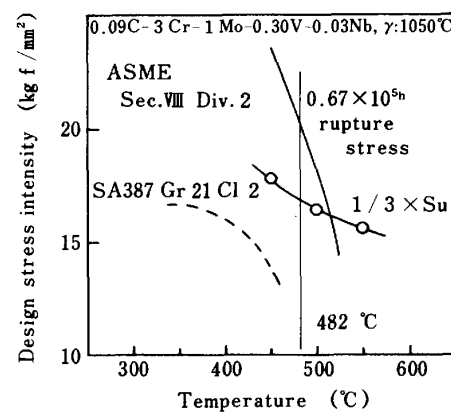


Fig.3 Design stress intensity value of 0.09C-3Cr-1Mo-0.30V-0.03Nb( $\gamma$ :1050 $^{\circ}C$ )