

(株)日本製鋼所室蘭研究部

○新田 幸夫、野村 徹
福田 隆

1. 緒言

3Cr-1Mo鋼は、水素侵食に対する抵抗性が2¼Cr-1Mo鋼よりも高いものの、427℃以上の設計強度は逆に低く、圧力容器として製作する場合、肉厚、重量ともに増大する。その為、製作上、運搬上の問題となることがある。そこで設計強度が2¼Cr-1Mo鋼と同等の値を採用することの出来る、3Cr-1Mo鋼への要求が高まってきている。本報では、この要求に応える鋼として開発した微量のNb, Vを添加した3Cr-1Mo鋼の概要を以下に報告する。

2. 供試鋼

供試鋼の化学成分をTable1に示す。Nb, Vの添加量は、0.10%までの範囲で調整した7鋼種を準備した。供試鋼は鍛錬・熱処理の後、960℃±20℃でオーステナイト化の後、均一なベイナイト組織が得られる条件にて焼入れた。焼戻しは、690℃で行い、材料特性値の検討を行った。

Table 1 Chemical Composition of 3Cr-1Mo Steel (Wt%)

| Steels | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Cu | Mo | Al | V | Nb |
|-------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|------|-------|------|------|
| A | .15 | .01 | .57 | .010 | .007 | .15 | 3.00 | .10 | 1.02 | <.005 | .10 | .005 |
| B | .14 | .01 | .57 | .009 | .005 | .14 | 3.00 | .10 | .99 | <.005 | .05 | .005 |
| Test C | .15 | .01 | .58 | .009 | .007 | .15 | 3.02 | .11 | 1.02 | <.005 | .10 | .023 |
| Heat D | .16 | .01 | .57 | .010 | .007 | .14 | 3.01 | .10 | 1.03 | <.005 | .05 | .023 |
| E | .15 | .01 | .58 | .009 | .007 | .14 | 3.00 | .10 | 1.02 | .022 | .022 | .021 |
| F | .15 | .02 | .57 | .005 | .005 | .14 | 3.06 | .10 | 1.01 | <.005 | .023 | .016 |
| Commercial Heat G | .15 | .01 | .51 | .005 | .006 | .18 | 3.00 | .08 | .99 | <.005 | .028 | .017 |

3. 試験結果

Fig. 1にSR割れ感受性に及ぼすNb, V添加量の影響を示す、V量が0.05%を超える添加では割れ感受性が高くなるが、V, Nbの添加量が0.03%以下では割れは発生しない。また高温強度、低温靱性等の検討を行った結果最適成分系としてF鋼が優れていることが判明した。したがってこの結果に基づいて製造したF

Table 2 Mechanical Properties of G Steel

| Tensile Properties | 0.2Y.S ₂ | T.S. | E1 | R.A. |
|--------------------|------------------------|------------------------|------|------|
| | (Kgf/mm ²) | (Kgf/mm ²) | (%) | (%) |
| R.T. | 54.2 | 64.5 | 26.0 | 77.3 |
| 454°C | 43.8 | 50.1 | 17.2 | 75.0 |

| Impact Properties | Before Step Cooling | | After Step Cooling | |
|-------------------|---------------------|------------|--------------------|------------|
| | FATT (°C) | vTr40 (°C) | FATT (°C) | vTr40 (°C) |
| ** | -60 | -70 | -53 | -67 |

鋼と同一成分の大型鋼塊G鋼の機械的性質の例をTable2に示す。454℃における引張強さは、50 kgf/mm²を有しており、低温靱性値も、vTr40<-60℃と良好な値を示している。また溶接熱影響部の最高硬さもHv235以下となっており、HAZの硬化も少い。Fig. 2には、ASMEの設計強度¹⁾と比較して、開発鋼の高温強度を示した。454℃では、3Cr-1Mo鋼の3×Sm値は、40 kg/mm²であるのに対して、本鋼種では、2¼Cr-1Mo鋼の値、46.0 kg/mm²を満足している。

4. 結言

微量のNb, Vを複合添加した3Cr-1Mo鋼は、454℃において2¼Cr-1Mo鋼を上回る強度を有しており、優れた低温靱性と溶接性を兼ね備えていることが確認された。

参考文献 1) ASME Section 8 Div. II, 1983

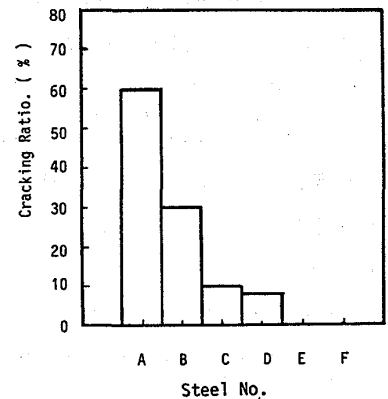


Fig 1 Stress Relief Cracking Susceptibility

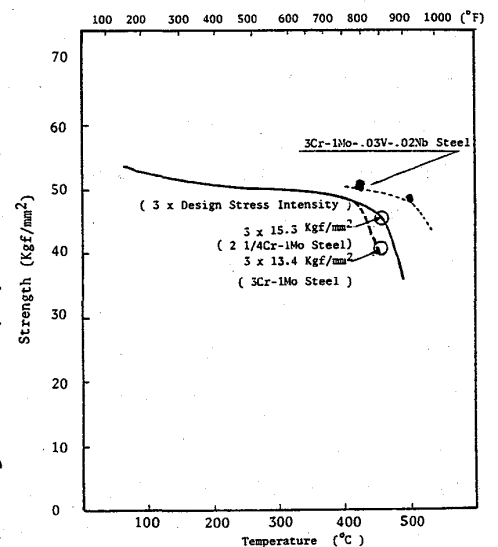


Fig 2 Elevated Tensile Strength of 3Cr-1Mo-.03V-.02Nb Steel in Comparison with 3 times Design Stress Intensity (Sm)