

(570) 9Cr-1Mo-V-Nb鋼の熱処理特性

日本鋼管(株)中央研究所

○橋浩史・加根善和宏  
服部圭助・亀村桂樹

1. 緒言

ボイラ用鋼管材料として近年Super 9Cr鋼管(A213-T91)が注目されている。本鋼はV, Nbの炭化物の析出効果により高い高温強度を得ているため、熱処理条件の差がかなりの影響を与える可能性がある。種々の熱処理を行った後の諸特性の調査を行なった。

2. 供試鋼、実験方法

Table. 1に示す150kg鋼塊を熱間圧延により50mm厚板とした。Table. 2に焼ならし、焼もどし熱処理条件を示す。板厚の差(50mmより切出し)、及び冷却条件の差(炉冷、空冷)により種々の冷却速度を得た。

Table 1 Chemical Composition (wt. %)

| C    | Si   | Mn   | P     | S     | Cr   | Mo   | V     | Nb   | N    |
|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|------|------|
| 0.10 | 0.40 | 0.35 | 0.008 | 0.001 | 8.63 | 1.05 | 0.211 | 0.08 | 0.04 |

3. 実験結果

1). オーステナイト結晶粒度は焼ならし温度とともに大きくなり、1000℃で粒度番号10、1050℃で粒度番号9、1100℃で粒度番号7、1150℃で粒度番号6であった。クリープ破断強度は焼ならし温度が高いほど高強度になり、1050℃以上の焼ならしで600℃、1000hrのクリープ破断強度はSUS304と同等になる。延性は逆に低下する。焼ならし温度が高いほど短時間引張強度は高く、靱性は低い。しかし1100℃以下の焼ならしでは $vTrs$ は-10℃以下である。

2). 冷却速度が0.04℃/secと非常に遅い場合でもマルテンサイト相組織(1050℃焼ならし)となる。しかし、短時間引張特性、クリープ破断特性はともに冷却速度に敏感であり、遅い場合は低強度、高延性を示す。この場合、熱処理状態でのV, Nb炭化物は粗大化しており、低密度である。

3). 焼もどし温度を低下させる事により、短時間引張強度は増加し、延性は低下する。クリープ破断特性は低温短時間側では高強度、低延性を示すが、高温長時間側では影響は認められなくなる。衝撃特性は焼もどし温度を低くすると低下するが、720℃焼もどしでも $vTrs$ は-10℃で問題はない。

4. まとめ

本鋼の優れた特性は十分に高温で焼ならしを行い、冷却速度を大きくすることにより確保できる。焼もどし温度を下げた場合の効果は高温長時間側では減少する。

Table 2 Heat Treatment Condition

|       | Normalizing Temp. (°C) | Cooling Rate (°C/sec) | Tempering Temp. (°C) |
|-------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| N1    | 950                    | -                     | 760                  |
| N2    | 1000                   | -                     | "                    |
| N3    | 1050                   | 2.8                   | "                    |
| N4    | 1100                   | "                     | "                    |
| N5    | 1150                   | "                     | "                    |
| C1    | 1050                   | 0.08                  | 760                  |
| C2    | "                      | 1.3                   | "                    |
| C3    | "                      | 4.0                   | "                    |
| C4,T5 | "                      | 0.45                  | "                    |
| T1    | 1050                   | 0.45                  | 720                  |
| T2    | "                      | "                     | 740                  |
| T3    | "                      | "                     | 750                  |
| T4    | "                      | 4.0                   | 740                  |

(1050℃~850℃)

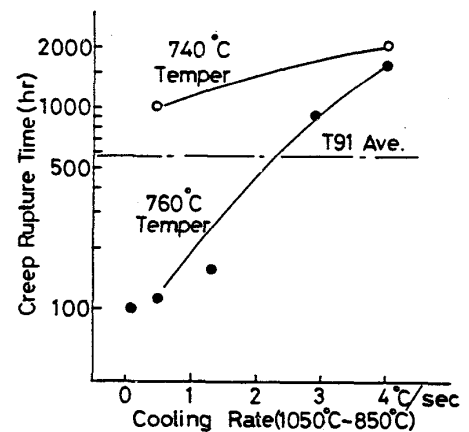


Fig1 Effect of Cooling Rate on Creep Rupture Strength (600°C, 17kg/mm<sup>2</sup>)