

(488) 高強度ラインパイプ用鋼管の機械的性質と耐水素誘起割れ特性  
 (新厚板製造法によるTi-B系UOE鋼管の開発-第3報)

川崎製鉄㈱千葉製鉄所 ○中川一郎、白石昌司、上田依孝  
 技術研究所 戸塚信夫、木村光男

1. 緒言

近年のラインパイプ材には、その厳しい使用環境に応じて厚肉・高強度・高靱性化だけでなく耐HIC（水素誘起割れ）特性向上・現地溶接性向上が要求される。今回、新制御冷却法（MACS）の低C-Ti-B系鋼への適用により、従来の制御圧延法（CR）適用のNb-V系鋼に比較して機械的性質および耐HIC特性にすぐれた高強度ラインパイプ用鋼管を開発したので報告する。

2. 実験方法

C：0.04～0.05%，Mn：1.40～1.60%，Nb：0.03～0.04%の成分系で、その他合金成分としてTi，B，Alを適宜添加した鋼を150 ton転炉で溶製し、MACS適用鋼板とCR適用鋼板の機械的性質および耐HIC特性を調査した。また比較として、従来のNb-V系鋼のMACS適用鋼板とCR適用鋼板の機械的性質および耐HIC特性についても調査した。なお、HIC試験はNACE溶液96時間浸漬条件で標準試験片を用いて実施した。

3. 実験結果

- MACS適用による強度上昇効果は、Nb-V系鋼の方が低C-Ti-B系鋼に比較して著しく、強度・靱性の制御冷却条件依存性はNb-V系鋼の方が顕著である。低C-Ti-B系鋼のMACS適用鋼板は均質で微細なベイナイト組織を有する鋼板となる。MACS適用鋼板はCR適用鋼板に比較してセパレーション発生が減少するため、DWT T特性の85% S A T Tはやや高温側へ移る。
- 低C-Ti-B系鋼のMACS適用鋼板は、低C化と制御圧延条件の緩和によって、従来のNb-V系鋼のCR適用鋼板に比較して、われ伝播に寄与する異常組織の減少、中心偏析部硬度低下を可能とし、耐HIC特性にすぐれた鋼板となる。
- MACS適用鋼板のパイプ寸法形状は従来のCR適用鋼板と同等レベルであり良好であった。

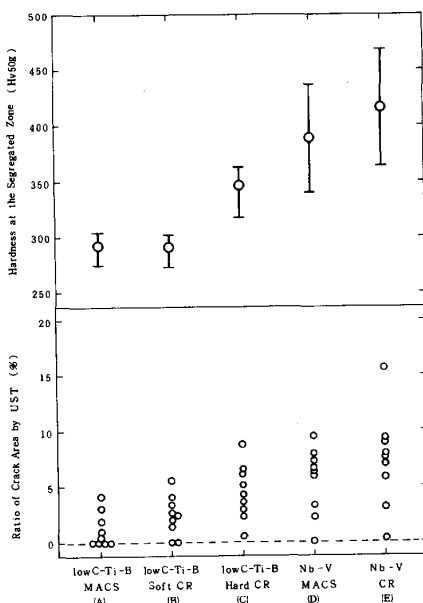


Fig 1 Results of HIC Test

Table 1. Chemical Composition of Steels Investigated

| Steel   | C    | Si   | Mn   | P     | S      | Nb    | V     | Al    | Ti    | B      | N      | Others     | Ceg  | PcM  |
|---------|------|------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------------|------|------|
| A, B, C | 0.04 | 0.25 | 1.58 | 0.011 | 0.0009 | 0.038 | -     | 0.050 | 0.017 | 0.0008 | 0.0042 | Ca         | 0.31 | 0.13 |
| D       | 0.08 | 0.27 | 1.53 | 0.013 | 0.0008 | 0.031 | 0.047 | 0.034 | -     | -      | 0.0044 | Ca         | 0.35 | 0.17 |
| E       | 0.08 | 0.28 | 1.54 | 0.008 | 0.0010 | 0.037 | 0.063 | 0.030 | 0.009 | -      | 0.0045 | Cu, Ni, Ca | 0.37 | 0.18 |

Table 2. Mechanical Properties of Steels Investigated (Plate)

| Steel | Process | Finish-Rolling Temp (°C) | YS (MPa) | TS (MPa) | El (%) | YR (%) | Charpy Test |               |
|-------|---------|--------------------------|----------|----------|--------|--------|-------------|---------------|
|       |         |                          |          |          |        |        | vE-20°C (J) | 50% FATT (°C) |
| A     | MACS*   | 765                      | 481      | 580      | 52     | 83     | 338         | -104          |
| B     | Soft CR | 680                      | 487      | 552      | 52     | 88     | 323         | -100          |
| C     | Hard CR | 670                      | 535      | 595      | 50     | 90     | 366         | -85           |
| D     | MACS*   | 780                      | 491      | 632      | 41     | 78     | 308         | -91           |
| E     | CR      | 690                      | 531      | 582      | 48     | 91     | 347         | -105          |

(Plate Thickness 25.4 mm, \* Cooling Rate 10°C/S)