

# (661) 極低 P<sub>CM</sub> 強靱性 API 5 L X-X 60 鋼板の製造

川崎製鉄㈱ 水島製鉄所 ○吉村茂彦 西崎 宏 上村尚志  
小川隆生  
鉄鋼研究所 齊藤良行 天野慶一

1. 緒言 北極海など極地の海底石油掘削において、石油輸送に用いられるラインパイプは、その施工環境条件の厳しさから、優れた溶接施工性が要求される。また、使用条件が苛酷な点から、耐 H I C や、耐 S S C 特性も要求される。これらの厳しい要求特性を満足するパイプ用 API 5 L X-X 60 鋼板を開発し、工程生産を行なった。本報告は、この開発した鋼板の特性について述べる。

## 2. 鋼板の製造

Table 1 に、開発目標とした鋼板の要求仕様を示す。この要求を満足させる成分系として、低 C-Cu-Ni-Nb-V 鋼を選び、制御圧延-制御冷却プロセス (M A C S) により、製造を行なった。

Table 1 Specification (Plate Thick. 22.24mm)

| Tensile Properties *           |                                |            | vE-30<br>(kgf·m)     | D.W.T.T.<br>S.A.-10<br>(%) | Hardness                 | H I C         | P C M<br>(%) |
|--------------------------------|--------------------------------|------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|---------------|--------------|
| Y.S.<br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | T.S.<br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | EL.<br>(%) |                      |                            |                          |               |              |
| 42.2~52.7                      | 52.8~66.0                      | ≥29        | Ave ≥4.3<br>Any ≥3.1 | ≥75                        | Hv ≤248<br>Weld<br>Joint | B P<br>CSR=0% | ≤0.150       |

(\*L, C direction)

製造にあたって、スラブ加熱温度は高温加熱とし、圧延終了温度は A<sub>r3</sub> 点近傍とし、その後、制御冷却を行なった。

## 3. 製造結果

今回製造した鋼板の化学成分の目標を Table 2 に、P<sub>CM</sub> の実績を Fig. 1 に示す。溶接部の硬さを Hv ≤248 とするため、P<sub>CM</sub> の上限を 0.150 とし、また、L 方向の強度でも X 60 (52.8 kgf/mm<sup>2</sup>以上) の要求値を満足するため、P<sub>CM</sub> の下限を 0.138 とした。Fig. 2 は、強度と靱性の実績を示したものであり、安定した強度および靱性が確保されていることがわかる。Photo. 1 にマイクロ組織を示すが、均一なフェライト-ベーナイト組織となっている。また、P, S を低レベルに管理したことにより、優れた耐 H I C 特性を示し、H I C 試験においては、き裂の発生はみられなかった。その他、C O D 試験, S S C 試験も行なったが、十分要求を満足するレベルであった。

Table 2 Chemical Composition (Aiming) (wt%)

| C     | Si   | Mn   | P      | S       | Nb    | Others        |
|-------|------|------|--------|---------|-------|---------------|
| 0.063 | 0.25 | 1.18 | ≤0.008 | ≤0.0014 | 0.037 | V, Cu, Ni, Ca |

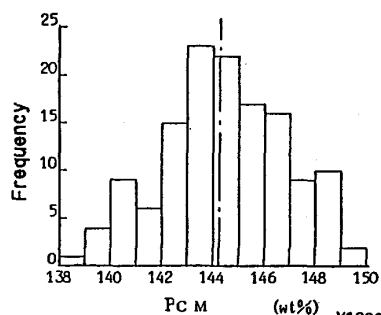


Fig. 1 Distribution of P<sub>CM</sub>

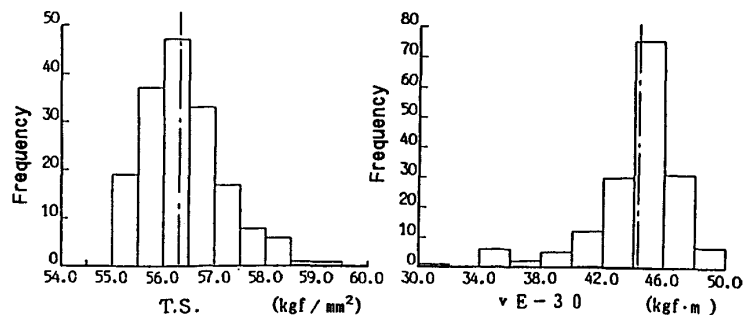
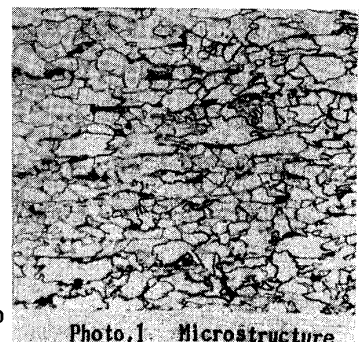


Fig. 2 Mechanical Properties

## 4. まとめ

板厚 22 および 24 mm の X 60 鋼板を M A C S プロセスを適用することにより、P<sub>CM</sub> ≤ 0.150 でも十分安定して製造できることが確認された。また、これらの鋼板の造管結果においても十分要求仕様を満足していることが確認された。なお、38 mm 厚についても、M A C S プロセスにより、P<sub>CM</sub> ≤ 0.180 で同一材質の鋼板の製造を行なった。