

(474) 大径ラインパイプ用高靱性低炭素当量 X80 厚鋼板の開発

(株)神戸製鋼所 加古川製鉄所 (工博)笠松 裕 梶 晴男
秋山憲昭 ○山内 学

1. 緒 言

寒冷地向ガスラインパイプ用鋼板としては現在 X70 級までのものが大量に使用されているが、ガス輸送効率の面から、今後、より一層の高強度のものが要求される傾向にある。この要求に応える X80 鋼板¹⁾として従来から公表されているいくつかの鋼板は、炭素当量 (Ceq) が高く、いずれも約 0.46 以上である。当社では $Ceq \leq 0.45$ を目標に、適切な化学組成と圧延条件を選択し、溶接性と低温靱性の優れた低 Ceq の Mo-Nb-V 系 X80 鋼板を開発した。本報ではその開発鋼の概要について報告する。

2. 製造方法

試作鋼の化学組成を Table 1 に示す。Mn を 1.3% 以下としてアシキュラリティーの増加による降伏点の低下を抑えるとともに、Nb を 0.05%、V を 0.07% 添加して析出強化能を高め、さらに C、S を低く抑えて高靱性を確保した。通常に分塊工程を経た後、Nb による析出強化を最大限利用するため、スラブ加熱時に添加した Nb が完全固溶するように加熱温度を設定し、Table 2 に示す条件で一回温調制御圧延を行ない板厚 19 mm に仕上げた。

Table 1. Chemical composition (wt %)

| C | Mn | P | S | Cu | Ni | Cr | Mo | Nb | V | Ceq ²⁾ |
|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------------------|
| 0.07 | 1.27 | 0.014 | 0.002 | 0.25 | 0.25 | 0.24 | 0.19 | 0.051 | 0.072 | 0.42 |

2) $Ceq = C + 1/6Mn + 1/5(Cr + Mo + V) + 1/15(Cu + Ni)$

Table 2. Condition of controlled rolling

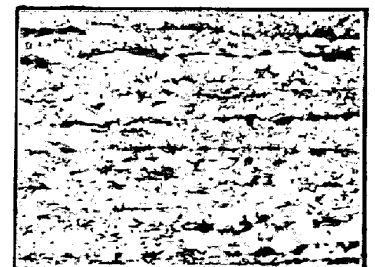
| Slab thickness (mm) | Slab reheating temperature (°C) | Reduction above 950°C (%) | Reduction below 780°C (%) |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 238 | 1170 | 67 | 76 |

3. 材料特性 (Table 3)

圧延後の組織は Photo. 1 に示すごとく、ASTM 粒度 No. 10 以上の微細なフェライトとペーナイトからなり、Ceq が 0.42 と低いにもかかわらず API 5LU-U 80 の強度スペックを満足し、伸び値も良好である。-20°C でのシャルピー吸収エネルギーは 15 kgf・m 以上であり、DWT T の 85% SATT は -48°C 以下を示し、優れた低温靱性を有している。また最高硬さは $Hv 10 \leq 280$ であり、溶接性もきわめて良好である。なお本鋼板に制御圧延後の制御冷却を適用すれば、組織は微細なペーナイトとなり、靱性を劣化させることなく約 6 kgf/mm² 以上の強度上昇を図ることが可能である。この結果についてもあわせて報告する予定である。

Table 3. Mechanical properties (T-direction)

| Plate thickness (mm) | Tensile test | | | Charpy impact test | | Drop weight tear test | |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|--------|--------------------|-----------|-----------------------|---------------|
| | YS (kgf/mm ²) | TS (kgf/mm ²) | El (%) | vE-20 (kgf-m) | vTrs (°C) | S.A.-20 (%) | 85% SATT (°C) |
| 19 | 57.6 | 71.1 | 22.8 | 15.2 | -103 | 100 | -48 |



25μ

Photo.1 Microstructure

4. 結 言

適切な化学組成と制御圧延条件を選択することにより、極寒冷地向ラインパイプ用素材に適した低温靱性を有し、X80 級の高強度を満足する低 Ceq Mo-Nb-V 系厚鋼板を製造することができた。また本鋼板に制御冷却を適用することにより、靱性を劣化させることなく強度上昇を図ることが可能であることを確認した。

参考文献

1) たとえば Kasamatsu et.al: Proc. Int. Conf. Steel Roll (1980) vol. 2 P. 1016