

(323)

## S R 脆化の要因と靱性改善

(大電流 MIG 溶接法による制御圧延鋼溶接金属の靱性)

日本鋼管(株)技術研究所

渡辺 之

○小嶋敏文

## 1. 緒 言

制御圧延鋼の大電流 MIG 溶接金属の応力除去焼鈍処理 (S R 処理) にともなう靱性劣化は、① S R 処理後の冷却過程で生じる焼戻脆性に起因する脆化、および② Nb 等の析出硬化型元素の析出硬化にともなう脆化によるものである。本報告ではこれら 2 つの脆化要因について詳細に調べ、母材中の Nb 量を低減させることなく S R 処理後 (炉冷) の溶接金属の靱性改善を図ることの可否について検討した結果を報告する。

## 2. 焼戻脆性に起因する脆化

図 1 に大電流 MIG 溶接金属の衝撃特性におよぼす Mn 量および S R 処理後の冷却速度の影響を示す。なお供試鋼は X 6 5 級低温用制御圧延鋼 (板厚 2.5 mm) であり、また溶接材料は Mn 量の異なる 15 種の試作ワイヤ (径 4 mm φ) である。図は S R 処理にともなう脆化が焼戻脆性に起因することを明瞭に示しており、さらに焼戻脆性特有の靱性の可逆的変化を示す試験結果が得られたこと、ならびに破面観察の結果脆化材における脆性破壊が粒界破壊様式であることが確認されたことから焼戻脆化傾向が立証され併せて Mn 量の抑制によって溶接金属の靱性改善が可能であることが明らかになった。

## 3. 析出硬化に起因する脆化

S R 処理過程における析出硬化にともなう脆化に関して Nb および Nb との共存下における V、Mo、Cr、Cu、Ti および B の溶接金属中での析出挙動ならびにそれらが靱性におよぼす影響について調査した。図 2 は一例として Nb の析出にともなう溶接金属の硬さ変化を示している。析出硬化にともなう溶接金属の硬さ上昇および靱性の劣化に Nb が支配的であり、一般に析出硬化傾向が大きいとされる V についても Nb との共存下では析出が抑制されることが明らかになった。また Nb についても溶接金属中で 0.03% (母材中で 0.05%) 程度であれば脆化の程度は小さい ( $\Delta vTs \leq 30^\circ C$ ) ことが判明した。

## 4. 靱性改善効果の一例

関連報告で述べた As Welded での靱性改善および上述の S R 処理後の靱性改善に関する諸結果に基づき Mn-Ni-Mo-Nb 系 X 6 5 級制御圧延鋼 (母材  $vTs = -170^\circ C$ ) 板厚 2.5 および 3.2 mm 材をそれぞれ適正な化学組成を有する溶接材料を用いてタンデム式大電流 MIG 溶接を行い、さらに  $600^\circ C$  で S R 処理 (炉冷) を行って溶接金属の衝撃特性を調査した。

結果を表 1 に示す。溶接金属はいずれも均質でかつ低温で良好な特性を有することが示されている。なお硬さはいずれの場合にも Hv (10 kg) 255 以下であった。

表 1 溶接金属の衝撃特性

| 板厚   | 切欠位置  | As Welded |           | SR (600°C → 炉冷) |           |
|------|-------|-----------|-----------|-----------------|-----------|
|      |       | vTs       | vE-60°C   | vTs             | vE-60°C   |
| 25mm | 表の表層側 | -85°C     | 19.2 kg m | -65°C           | 12.9 kg m |
|      | 板厚中央  | -76       | 17.9      | -72             | 15.8      |
|      | 裏の表層側 | -78       | 17.0      | -63             | 10.4      |
| 32mm | 表の表層側 | -102      | 19.1      | -66             | 8.8       |
|      | 板厚中央  | -77       | 14.8      | -66             | 11.1      |
|      | 裏の表層側 | -86       | 19.4      | -68             | 11.6      |

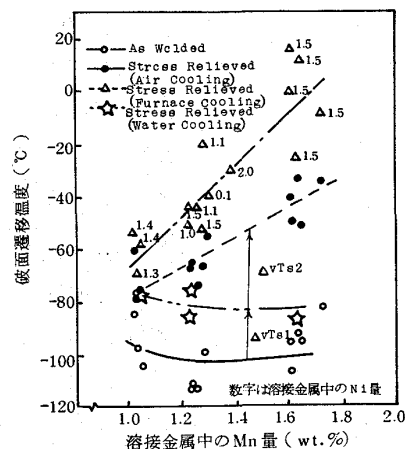


図 1 衝撃特性におよぼす Mn 量の影響

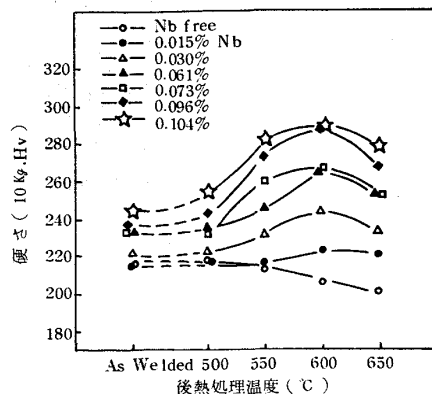


図 2 後熱処理温度と硬さの関係