

(161) Zr を添加した熱延鋼板の硫化物組成・形状と機械的性質の関係

新日本製鐵(株)基礎研究所

○ 山口重裕, 村松輝久

南雲道彦, 速水哲博

1. まえがき

圧延方向に長く伸びたA系の硫化物系介在物をC系化すると熱延鋼板のC方向延靱性が改善されること、その手段としてZr添加処理が有効であることはよく知られている¹⁾。しかしそのときに生成するZr硫化物の組成、形状については必ずしも研究者のあいだで一致した結論が得られておらず、場合によっては延靱性に有害なZr化合物が生成することも報告されている²⁾。そこで炭素鋼熱延鋼板にZrを添加したときに生成するZr硫化物の組成、形状と機械的性質との関係を調査する目的で実験を行なった。この結果特異な現象が得られたので報告する。

2. 実験方法; 結果

0.15% C, 0.5% Si, 1.5% Mn, 0.05% S, 0~0.5% Zrの高周波真空溶解鋼を熱延したのち、L・C方向の機械的性質測定、硫化物系介在物のEPMA分析、X線回折分析を行なった。

機械的性質変化の一例として図1にZr添加量と曲げ加工性の関係を示す。Zr/S=1~2で一たんL・C方向の加工性の差が消失するが、Zr/S=4~5になると加工性が両方向とも劣化し、さらにZr添加量が増すとふたたび加工性が回復する。この現象は凝固状態における硫化物形状の顕微鏡観察結果とよく対応していた。すなわちZr/S~2までは硫化物は暗灰色塊状であるが、Zr/S=4~5になると暗橙色の硫化物が板状に大きく析出し、(写真1)これが熱延によって細かく砕かれた状態で分布する。さらに増えてZr/S~10では硫化物は微細な共晶状に析出する。つまりZr/S=4~5で加工性が劣化するのは大型の硫化物が板状に析出してこるためと考えられる。

硫化物のEPMA分析、X線回折分析結果からZr/S=1~2ではMnSとは物理的性質を異にする(ZrMn)S、Zr/S>4ではZr₄C₂S₂が生成していることが認められた。(写真1, 図2)またZr/S=4~5のZr₄C₂S₂からの回折線強度に異常がみられるが、これは六方晶Zr₄C₂S₂の(001)面からの回折線であることから、この硫化物は(001)面の方向に板状に成長していると考えられる。

3. まとめ

Zr添加鋼に生成する熱間非塑性の硫化物組成はZr/S~2までは(ZrMn)S、Zr/S>4ではZr₄C₂S₂である。塊状の(ZrMn)Sが析出するときは熱延材のC方向加工性は改善されるが、板状のZr₄C₂S₂が析出すると加工性はかえって劣化する。

1) 例えば泉他: 鉄と鋼 57(1971)S188

2) L.Luycky et al: Met.Trans. 1 (1970)3341

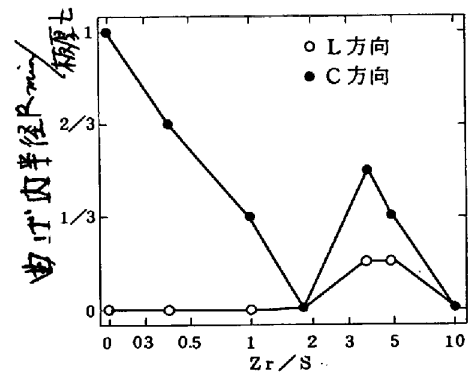


図1 Zr添加量と曲げ加工性の関係

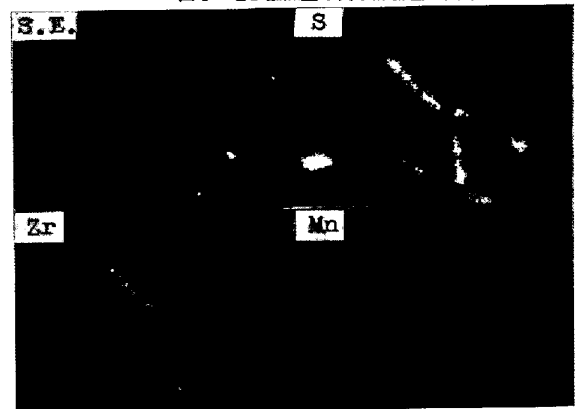


写真1. 板状に析出したZr₄C₂S₂のEPMA像

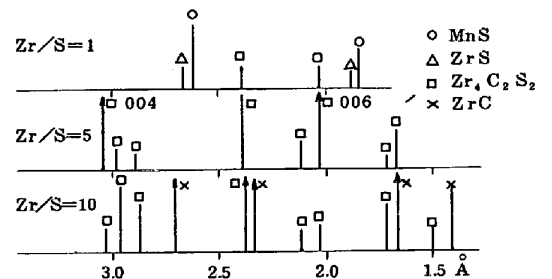


図2 電解抽出残渣のX線回折パターン