

川崎製鉄(株)、技術研究所 ○上田修三 榎並禎一
工博 坪井潤一郎

1. 緒言 T.S. 50~60 kgf/mm² 級鋼の大入熱溶接部における細粒フェライトの形成に REM, B, Ti などの微細析出物が有用であることは、既に報告^{1),2)}されている。しかし、特に Ti 析出物については、熱履歴と溶解-析出に関する研究が少なく、その効果は十分説明されていない。これらを明らかにすることにより、さらに有効な活用が期待できる。そこで本実験では、Ti 析出物の微細粒子、粗大粒子別の析出量と熱履歴並びに Ti, N 量の関係、Ti 存在下での AlN の析出状況などを調べ、微細析出物の得られる条件等について考察した。

2. 実験方法 0.14% C-0.30% Si-1.40% Mn-0.02% Al を基本組成とし、Ti を 0.01~0.1%, N を 40~100 ppm の範囲で変化させた 50 kg 真空溶解鋼を溶製し、1180℃ で 15 min 間加熱後板厚 17 mm に圧延した。これらの鋼板に、1400℃ 加熱後、直接 800~1300℃、1 h の恒温処理、並びに一旦水冷後同条件の再加熱処理を付与した。Ti 析出物については、7% HCl + 3% FeCl₃ のエチレングリコール溶液を用いて電解残渣を抽出し、それらを硫酸 (H₂SO₄ 1:H₂O 9) で 76℃、20 min 処理することによって、硫酸可溶 Ti (微細析出物と仮定) と硫酸不溶 Ti (粗大析出物と仮定) に分離定量した。

3. 実験結果 (1) 0.012% Ti-0.0040% N 鋼における 1400℃、3h 処理による Ti の固溶、析出状況、恒温処理、再加熱処理による微細及び粗大 Ti 析出物の量の変化、AlN の析出状況は図 1 に示すとおりである。総 N 量、AlN 析出量を考慮すると、1000℃ では全 Ti 析出量の約 1/4 量は TiC であると推察される。

(2) 0.015%-0.0077% N 鋼、0.021% Ti-0.0082% N 鋼については、いずれの熱処理条件の場合も 0.012% Ti-0.0040% N 鋼に比べて、粗大 Ti 析出物は著しく増加するが、微細 Ti 析出物はほとんど変化しない。

(3) 0.1% Ti-0.01% N 鋼については、1400℃、3h 処理で Ti の総量の約 3/5 量は固溶し、約 2/5 量が粗大析出物として存在する。再加熱処理では、800~1000℃ 加熱で粗大、微細析出物とも析出のピークを示す。なお、微細析出物のピーク量は上記 3 鋼種の低 Ti 鋼の場合と同程度にすぎない。

(4) XMA 法によると、Ti 析出物は Ti, N のほか Al, S, O, Mn 等の EBS 像を示す。

4. 考察 (a) 再加熱処理材の Ti 析出物及び AlN の析出量は高温域において恒温処理材より多いこと、1150℃ 以上の再加熱及び恒温処理材において、AlN が Ti の存在にも拘らず多量析出していること、及び上記(4)に示す現象は、Ti 析出物、AlN の析出が既存析出物により大きく促進されることを示唆している。(b) 上記(a)及び REM 粒子による BN の析出促進作用¹⁾を考え合わせると、微細 Ti 析出物量の増加には、REM が有用であることが推察される。

1) 船越督已ら：鉄と鋼，63(1977)，P. 303
2) 金沢正午ら：鉄と鋼，61(1975)，p. 2589

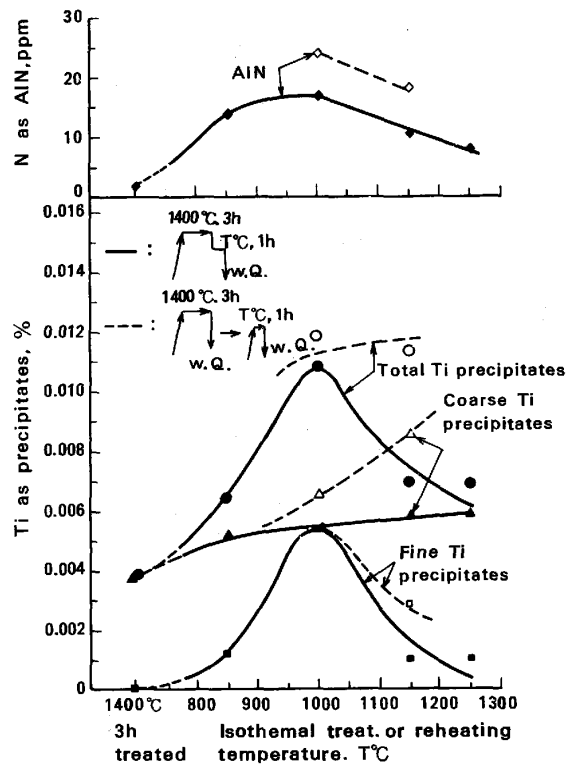


Fig.1 Precipitation behavior of Ti and Al by isothermal heating and reheating treatments in 0.012%Ti-0.018%Al-0.0040%N steel.