

## 1. 緒 言

低合金高張力鋼製造過程における表面疵抑制は極めて重要な問題であり、特にNb, V等の析出型元素を微量添加した際の熱間延性低下は良く知られている。これら微量元素のうちNbについては既に報告<sup>(1)</sup>した通り、特に $r$ 低温域に於てNb量の増大に伴いその熱間延性が著しく低下することが明らかとなっている。筆者等はAl, Nb, V, Ti等の元素の微量添加に伴う熱間延性低下の機構は基本的に同一であるとの観点から、熱間変形挙動とこれら炭窒化物析出挙動とに基づく延性低下機構の検討を実施した。

## 2. 実験方法

基本成分にsol.Al, Nb, V, Ti量を最大0.1%まで添加した鋼及びN量を変化させた鋼を用い前報と同様の熱履歴の下で熱間延性に及ぼす各種成分の影響を調べた。又Si-Mn-Nb鋼を用い熱間変形機構の1つである粒界すべりと延性との関連を調べる実験を行なった。あらかじめ試料表面にダイヤモンド針で条痕を入れ、歪速度、試験温度を広範に変化させ一定の歪を加えた後、その条痕の粒界での喰い違いから直接粒界すべり量を求めた。このすべり量から粒界すべりにより生ずる公称歪( $E_{gb}$ )を近似し、試料全体の歪( $E_t$ )との比と絞り値(RA)との関係を求めた。又引張試験後試料を直ちにガス急冷し、その変形部及び破断部近傍の組織観察を行なった。

## 3. 結 果

Nb, V, Ti, sol.Alいずれの元素を添加した鋼に於ても $r$ 低温域での熱間延性はその量の増大に伴い低下する。特にNb, sol.Alの熱間延性への影響は大きい(図1)。 $r$ 高温均熱後一たん $r$ 低温域に保持し再び昇温する過程に於ては、これらの鋼の熱間延性は $r$ 低中温域で著しく劣化する。これらの結果は熱間延性の低下は $r$ 低温域での $r$ 粒界上への炭窒化物の析出によるものであり、さらにその析出物粗大化(昇温過程)に伴い延性はより劣化することを示唆している。いずれの鋼種に於ても析出型元素と反応し析出する元素たるNの量を低減するとその $r$ 低温域での熱間延性が向上することはこの説を裏付ける(図2)。前報にて歪速度が遅くなると $r$ 低温領域での延性が低下することが報告され、又今回の実験から(図3)歪速度の低下に伴い粒界すべりが増大することが明らかである。即ち熱間延性低下は低歪速度下での粒界すべりと $r$ 低温域で生ずる粒界析出物に基づいて、クラック発生が促進され粒界破壊が生じるためと考えられる。 $r$ 低中温域では温度によらず粒界すべりは一定量起ることが確認され、温度上昇に伴う延性の回復は粒界上の析出物が再固溶するため破壊が生じにくくなった結果と考えられる。又荷重-伸び曲線の検討から従来提唱されてきた動的再結晶の議論は結果論であり、低歪速度下での高温延性を支配する基本的因子とは考えられないことが確かめられた。文献1) 松本, 大内ら; 鉄と鋼, 63(1977), S722

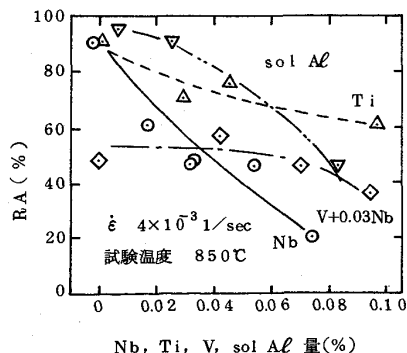


図1. 各化学成分の熱間延性への影響 (降温過程)

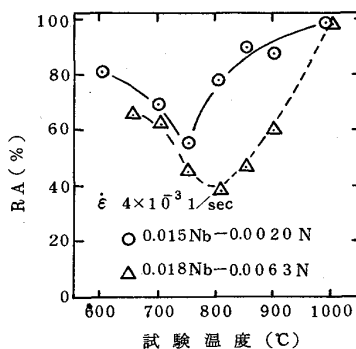


図2. 熱間延性に及ぼすLow N化の効果 (降温過程)

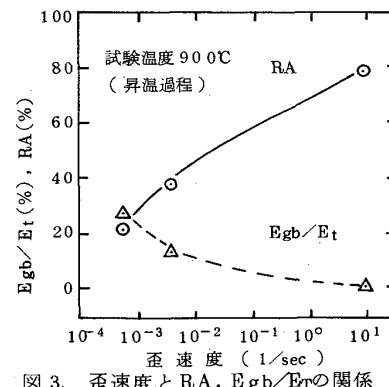


図3. 歪速度とRA,  $E_{gb}/E_t$ の関係