

新日本製鐵 基礎研究所 ○杉野和男 宮本勝良
南雲道彦

1. 緒 言

高力ボルトは強度の増加により遅れ破壊感受性が著しくなるが、鋼成分によってその限界応力に差があることが認められている。一方遅れ破壊によって生じた破面は粒界並に粒内ともに存在するが、このような破面形態の変化が何によって生ずるかは、未だ明確にはされていない。又最近焼戻し脆化により水素脆化感受性が著しく増すことが見出されたが、このことは鋼中微量元素により遅れ破壊挙動が大きく影響されることを示すものと考えられ、その一つとして遅れ破壊に及ぼすNの効果を検討した。

2. 供試材及び試験方法

用いた試料はいずれも真空溶解したもので、主成分の0.2C-1.3Cr-0.5Mo鋼にNのみを20~50ppm変化させたもの、及びAl, Ti, Bを微量添加して、Nを固定したものをを用いた。熱処理は900℃(40分)水冷後、主として300℃に1時間焼戻した。遅れ破壊試験は10mm中×160mmで0.1RVノッチを付した試験片を片持曲げにより、0.1規定塩酸溶液(23±1℃)中で、又破面観察のためには3%食塩水中での電解チャージ法によって行った。

3. 実験の結果

0.1規定塩酸溶液中での遅れ破壊試験の限界応力は、N量によって大きく変化する。図は20ppm以上のN添加量のもの、及びAl等の添加により固定化されていないN量をさらに減少させたものについて示したもので、後者についてはAl, B添加の場合の溶解度積より見かけの固溶N量を計算したものである。この結果から固定されないN量が増すことにより急激な限界応力の低下が生ずることが分る。

このような限界応力の低下したものには、その遅れ破壊破面に粒界破面が混在してくることが認められる。この鋼種の常温での機械試験による破面は延性或は劈開で、粒界破面を示さないことから、Nが水素の粒界脆化作用に大きく寄与していると考えられる。それら粒内並に粒界破面の典型例を写真に示す。粒界破壊は低温焼戻し脆性の生ずる焼戻し温度範囲では多少増す傾向にあるが、通常焼戻し脆性の生じない200℃焼戻しでも同様に成り立つことが認められた。又このような破壊形態の相違は微量元素のほかに試験応力条件によっても変わり、遅れ破壊が進行し、応力が高くなってくると粒界破断が粒内破断となる傾向をもつ。

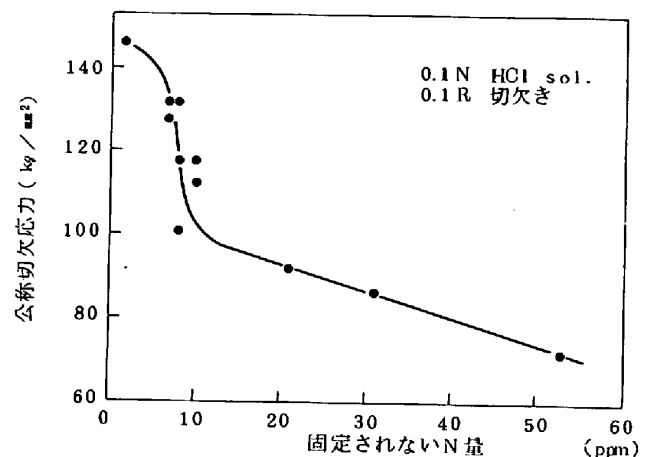
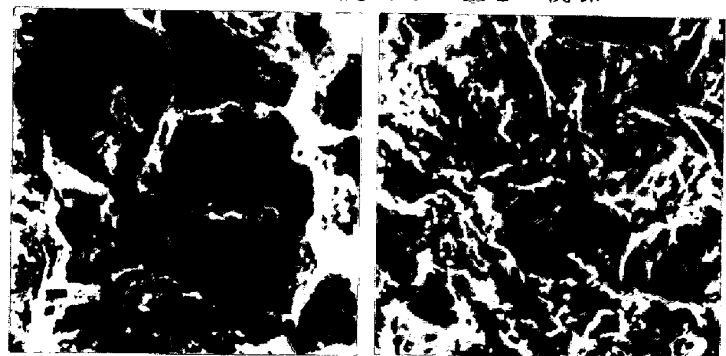


図 遅れ破壊限界応力とN量との関係



(a) N添加量 10μ (b) B-N系 10μ

写真 電解チャージ法による遅れ破壊破面