

(412) 共析炭素鋼線の伸線限界及び延靱性支配要因

新日本製鐵(株) 基礎研究所 ○高橋稔彦 浅野巖之
理博 南雲道彦

1 結 言

鋼線の伸線限界は、伸線中に線材が線長方向に裂けるように割れる縦割れの発生と、カッピー型の断線の発生で決るが、断線の発生を支配する要因については、材質特性との関係あるいは断線発生過程等を含めてほとんど明らかにされていない。また伸線後の鋼線の延靱性を支配する材質因子についても、固溶窒素の効果が報告されている程度である。

本報は、伸線限界及び鋼線の延靱性を支配する材質特性、組織因子に関するものである。

2 実験方法

供試鋼は、0.8% C-1.5% Mn, 1% Mn-1% Cr, 0.5% Mn-2% Cr 鋼で、N は 20 ppm 以下とし、Nb を微量添加して粒度を調整した。パテンティングは、オーステナイト粒度を 0 番から 8.5 番、抗張力を 110 Kg/mm^2 から 180 Kg/mm^2 の範囲で変える条件で行った。伸線は、10.5 mm ϕ から 2.5 mm ϕ まで総減面率 94.3 % (各段平均 18 %) で行った。伸線速度は 30 cm/min である。

3 結 果

(1) 伸線限界支配因子：図 1 は鋼線の抗張力と絞り値の関係を示したもので、斜線を施した部分は縦割れが発生したことを示している。縦割れは、抗張力が 250 Kg/mm^2 を超え、絞り値が 30% 以下になったところで顕著に発生頻度が高くなっており、明らかに抗張力、絞り値との間に相関がある。

写真 1 は、85.5% 伸線で抗張力 220 Kg/mm^2 、絞り値は 36% と延性の劣っている鋼線の中心部縦断面の組織であるが、メタルフローが異常な部分に微細割れが発生し、フローに沿って成長しかけている。

一方鋼線では、伸線量の増加と共に、中心層では圧縮残留応力、表面層では引張残留応力が著しく高まることが知られている。従って延性の劣っている材料で、伸線中に線材の中心層に微細割れが発生すると、ダイスを出た直後、ダイス内での圧縮応力が解放され、線径方向への膨張が起ることも手伝ってこの割れは線長方向へ成長して残留応力を解放しようとする。これが縦割れ発生過程である。破壊核の発生し易さ、残留応力の大きさを介して絞り値、抗張力との相関が現われる。極細鋼線では、表面と中心での変形量差が少なく残留応力が十分に発達しないため、伸線限界が大きくなると考えられる。

(2) 鋼線の延靱性支配因子：図 1 に見られるように、同一伸線量では鋼種を問わず、抗張力と絞り値は一本の曲線で整理でき、ある強度で極値を示す。ところが伸線量が異なる材料で、強度一定の条件で比較すると、低強度側では伸線量が少ない場合(ラメラ間隔微細)、高強度側では逆に伸線量が多い場合(メタルフロー良好)ほど、

延性がすぐれている。これは低強度側ではラメラ間隔の粗大化が、高強度側では異常なメタルフローの出現が延性劣化要因として作用することを示している。

写真 1 鋼線内部に見られる微細割れ

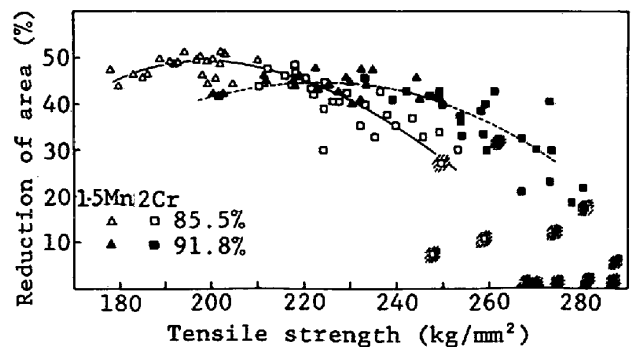


図 1 鋼線の抗張力と絞り値の関係