

(153) 低温における鋼の切欠底部組織に関する電顕観察

(株)小松製作所 技術研究所 ○森 栄義 小形 勝  
荒木 昭太郎

1. 緒言 一般に鋼の破壊現象は、鋼の先欠陥から亀裂が成長するとき、破壊に先立、欠陥周辺に塑性変形領域が形成される<sup>1)</sup>。この現象は低温における鋼の破壊でも同様であるが、この塑性変形領域が亀裂の発生伝播に如何なる役割を果たしているかについては明確でない。そこで我々は、COD曲が試験片の切欠底の組織を観察することによって塑性変形領域での亀裂発生伝播挙動を調べた結果、塑性変形領域にサブグレインが形成され、これが亀裂の発生伝播に重要な役割を果たしていることを認めたので報告する。

2. 実験方法 供試材は市販鋼SM41B (C:0.21%, Si:0.03%, Mn:0.86%, P:0.013%, S:0.019%)を用いた。この供試材から図1のCOD試験片を機械加工で作成し、毎分10<sup>2</sup>オートグラフに取り付け冷却槽(冷却剤は液体窒素、ドライアイスとメタノール)中に浸漬して、試験温度-30℃、-60℃、-90℃、クロスヘッド速度0.5,

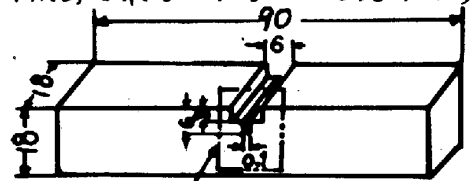


図1. COD試験片

2.5, 20mm/min で三点支持曲げ試験を行い、切欠の開口量をリングゲージで測定した。そして種々の開口量をもった試験片を図1に示すように注意深く切断、研磨した後、ナイフで腐食して、光学顕微鏡および二段レプリカ法による電顕観察を行った。また切欠底の薄膜電顕観察も併せて行った。

3. 試験結果 荷重が増加するにつれて、写真1に示すように切欠底の開口量が大きくなり、破断直前になると切欠底に停留亀裂(破面は延性状態の以下延性的亀裂と呼ぶ)を形成するが、さらに開口量が増すと、この延性的亀裂は脆性亀裂に転化する。従って脆性破壊は、この延性的亀裂が脆性亀裂に転化して起ると考えられる。切欠底の組織には、写真2に示すように発達したサブグレインが認められ、このサブグレインを伝播した亀裂がパーライト部を伝播している。また溶接継手の溶着金属における破壊においても、亀裂終端部にサブグレインが形成され、亀裂はサブグレイン壁を伝播していた。これらの事実から、延性的亀裂はマイクロ亀裂がサブグレイン壁を伝播することによってできるものと考えられる。そしてこのサブグレインは、切欠底が全面降伏した時点で形成され、早い系速度では認められず、セメントタイト析出のあるフェライト粒界に沿って亀裂は伝播していた。以上のように脆性亀裂に先立って現われる延性的亀裂は、サブグレイン壁を伝播してできた亀裂であると考えられる。同時にサブグレイン壁に発達したマイクロ亀裂も認められることから、サブグレインは亀裂の伝播のみならず、亀裂の発生にも関与しているのではなからうかと推察される。

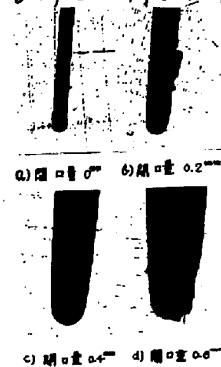


写真1. 切欠底の開口量の変化



写真2. 切欠底の下部組織 (開口量0.06mm, 二段レプリカ)

4. 結言 (i)切欠をもった軟鋼の低温における破壊は、切欠底にまず延性的亀裂を形成し、それが脆性亀裂に転化して起る。(ii)脆性破壊に先立って延性的亀裂の発生伝播に対して、サブグレインは大きな役割を果たすと思われる。(iii)系速度が大きい場合、サブグレインの形成は認められず、セメントタイトの析出したフェライト粒界に沿って亀裂は伝播している。

文献 1) A.A. Wells : Brit. Weld. J., 10 (1963), 563