

(232) 鋼の遅れ割れ発生・伝播モデルについて

大阪大学工学部

菊田米男 ○ 荒木孝雄
秀倉直一郎 中西保正

1. 緒言

本研究は鋼中の水素の動きを考慮した遅れ割れの発生および伝播のモデルについて実験を進め、検討したものである。

2. 実験方法

実験には市販のS45C鋼を用いた。水素添加は高圧法に亘った。水素添加後は試片にCd-マークを付し、水素の拡散を極力抑えた。試片形状は長さ1mm、先端半径0.2mmRの45°円筒切欠を有する丸棒試片とした。(切欠底径4mmφ)。実験はインストロン型引張試験機を用い、種々のC.H.S.にて引張試験および遅れ破壊試験を実施した。

3. 結果

まず、本実験の試片内の水素条件は高圧法に(水素添加を行った)時点で均一に分布した状態である。しかし、常圧では経時的に再分布する。筆者らは円筒切欠の先端加工を測定することにより、水素のほとんどは軟化領域にポテンシャルエネルギーにより拘束され、軟化領域に析出し、その後試片外へ逸散することを示した。図1はその再分布にともなう切欠引張強さ(N.T.S.)の変化を示す。横軸は水素添加後0°Cにて試片を放置し、引張試験を行うまでの時間(時効時間)を示す。C.H.S. 1~100 mm/minの場合、時効時間が長いほど(時効時間100分以内)、軟化の水素量が増し、N.T.S.は低下する。また、同一時効時間でC.H.S. (歪速度)が大なるほどN.T.S.は上昇する。これは負荷時の歪速度、すなわち軟化の移動速度に連関しているものと考へられ、脆化の度合は軟化の水素輸送現象または離脱現象によるものと解釈される。

さて、図2は時効時間10分にて、三種のC.H.S.で定荷重を負荷した場合の遅れ割れ試験結果を示す。(試験温度20°C)遅れ割れ曲線はC.H.S.により異なっていた。比較的短い時効時間では軟化にあまり析出してはいないため、軟化の水素輸送があまりともなわなかったものと考えられる。したがって、ほぼ均一な水素分布からの塑性域の軟化へ水素拡散により、割れが起し、割れ発生モデルと思われる。割れの伝播については、例えば、負荷応力が低い場合、潜伏時間は長く、伝播過程の二次潜伏時間も長い。したがって、水素が軟化に析出した領域に割れが進展し、塑性域がより先端に形成されるものと思われる。図3は時効時間70分の場合の結果を示し、その時効時間で図1に示すごとく、N.T.S.は低く、ほとんどの水素が軟化に析出してはいる状態として考えられる。この場合、負荷時の歪速度が大なるほど、遅れ割れが短時間で生じ、軟化の水素輸送現象にもとづくもので、割れ先端の塑性域の形状が速い場合の伝播モデルと考へられる。歪速度が大なる結果は塑性域形成が早い伝播の場合で、発生モデルに類似するものと考えられる。

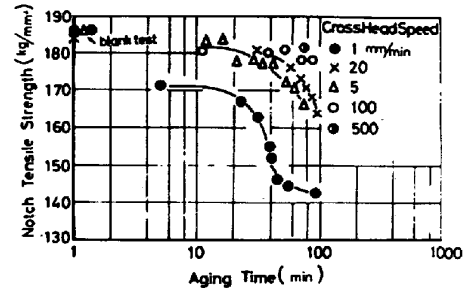


図1 切欠引張強さに及ぼす時効時間と歪速度の影響

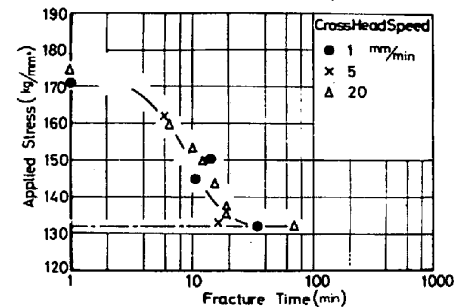


図2 遅れ割れ曲線に及ぼす歪速度の影響(時効時間10分)

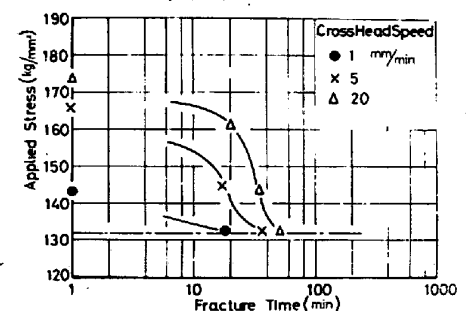


図3 遅れ割れ曲線に及ぼす歪速度の影響(時効時間70分)