

(620) 5%Ni-Cr-Mo鋼の歪支配型及び応力支配型水素誘起割れ

三菱重工業(株)長崎研究所  
ペンシルバニア大学

・竹田 頼正  
C. J. McMahon, Jr

I. 緒言 近年鋼の水素誘起割れの形態についての研究がさかんである。すなわちひとつはすべり面(110)又は(112)に沿って起こる割れで転位と水素の相互作用又は塑性変形との関連性で論じられている<sup>(1)</sup>。一方一般的に高強度鋼の水素誘起割れは粒界割れになる傾向にあり、特に粒界割れと不純物偏析との関係についての研究に大きな進歩が見られる<sup>(2)</sup>。本研究では5%Ni-Cr-Mo鋼でこの2種類の破面形態特に破面がどのような要因で決定されるかについていくつかの知見を得たので報告する。

II. 試験方法 供試材は5%Ni-Cr-Mo鋼焼入焼戻し材(硬さRc~34.5)である。供試材は2種類ありA材はMn及びSi量が0.02%及び0.03%であり、480°C時効(焼戻し焼戻し処理)で脆化は全く示さず、F材はMn及びSi量は0.9%及び0.4%で480°C時効で顕著な脆化を示す<sup>(2)</sup>。なお水素ガス中での破壊を評価するため、0.21MPaの水素ガス(室温)中でセルフロード型WOL試験及び切欠付四点曲げ試験(クロスヘッド速度:  $2 \times 10^{-4}$  mm/sec)を行なった。

III. 試験結果 1, A材は480°C時効で脆化は全く示さず、F焼戻しまま材も含め-196°Cでの衝撃試験でも粒界破面は全く示さない。F材は480°C時効で脆化し、表1より明らかのように時効時間とともに粒界破面率が増してくる。

2, A材及びF焼戻しまま材の水素ガス中での $K_{ISCC}$ は約 $120 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ 以上で大きな値を示すが、亀裂は疲れ亀裂先端の最大せん断応力方向(塑性変形域)に分歧する。このためこの $K_{ISCC}$ は見掛け上のもので実際の値はさらに低い値である。この破面は擬へき開破面である。一方F材は時効とともに $K_{ISCC}$ が大幅に低下し、粒界割れが支配的となる。

3, 水素中での切欠付四点曲げ試験では、写真1に示すようにA材の亀裂発生はマクロ的なすべり線方向に起こり、F1000Hr時効材の亀裂発生は切欠底表面と最大応力の位置との間で起こっている。この場合もA材は擬へき開破面、F材は粒界破面を呈する。

IV. 結言 不純物偏析(焼戻し脆化)及び水素により粒界の破壊応力が低くなると応力支配型の粒界割れが支配的になる。一方不純物偏析が少なく水素による脆化が起こっても、粒界の破壊応力が相対的に高い場合は、塑性歪支配型の擬へき開割れが支配的になる。

表1. F材の480°C時効にともなう  
衝撃試験片の粒界破面率の変化

時効時間 試験温度 (°C)	0	50	200	1000
23	0	0	1	72
-26	0	0.1	12	90



写真1. A材の水素中における切欠底からの塑性歪支配型割れの発生

(1)例えばF.NAKASATO et al : MET TRA NS A, 1980. VOL 9A. P1317.

(2)例えばH.MABUCHI and C. J. McMAHON. Jr.: PROC. JIMIS-2, HYDROGEN IN METALS, 1980, VOL 21. P441.