

(255) 高張力鋼の遅れ破壊に及ぼす非金属介在物(TiN)の役割

新日本製鉄基礎研究所 ○佐藤栄次 村田明美

岡田秀弥

1. 緒言 ; 鋼中の非金属介在物が疲労破壊や脆性破壊の起点となりうることは明らかにされているが、遅れ破壊において、どのような役割を果たしているか明確にされてはいない。今回は、130キロ級高張力鋼を2種類用いて、そこに含まれる介在物(TiN, MnS系介在物等)のうち、特に、TiNに注目して、水素と外部応力が存在する状態で、遅れ割れとの関連性を調べた。

2. 試料と実験方法 ; 実験に用いたA, Bの2種類の高張力鋼の成分と熱処理条件を下表に示す。

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ti	B	熱 処 理	
A 鋼	0.20	0.60	0.70	0.006	0.006	1.32	0.52	0.054	0.0019	910℃×40分OQ	300℃×60分OQ
B 鋼	0.22	0.25	0.71	0.007	0.005	1.36	0.59	0.060	0.0020	910℃×40分OQ	430℃×60分OQ

所定の熱処理を終えた試料(30×10×0.5mm)に、1N-Na₂SO₄溶液(25℃)中で10mA/cm²、30分水素チャージし、45°曲げ試験を行ない、表面及び断面において、TiNの割れ感受性を光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡で観察した。

3. 実験結果 ; A, B鋼の差は、表に示したように、Si量と熱処理にある。しかし、塑変形を受けたA, B鋼中のTiNと割れ発生の関係を調べると、水素なしの場合、強度の塑性域では、MnS系介在物も、TiNも割れの起点となり得るが、少量の塑性変形では、15μ以下のTiNは割れにくい。次に、水素をチャージした場合には、A, B鋼ともに、少量の塑性を含む領域でも、10μ前後のTiNが劈開割れし、マトリックスの割れを引き起こしているのが観察された。(図-1(a)(b), 写真-1)

TiNの割れには、劈開割れが多いが、TiNとマトリックスの界面が割れにつながっているものもある。上記いずれの場合もマトリックス中の弾塑性境界に沿って割れていることがわかった。このような微細割れが、遅れ破壊を誘引していると思われる。A, B鋼中の抽出TiNのサイズ分布をみると、A鋼中のTiNは、B鋼中のそれより小さく、10μ以下のものが多く。これをX線回析で調べると、A鋼のTiNは、B鋼のそれよりも格子常数が大きい。これは、TiN中へのCの固容量に依存し、この固割割合は、鋼中Si量に影響されると思われる。C量、Si量を変化させた材料についても同様な結果が得られた。実際の遅れ破壊試験において、A鋼は、B鋼より耐遅れ破壊性が優れていた。

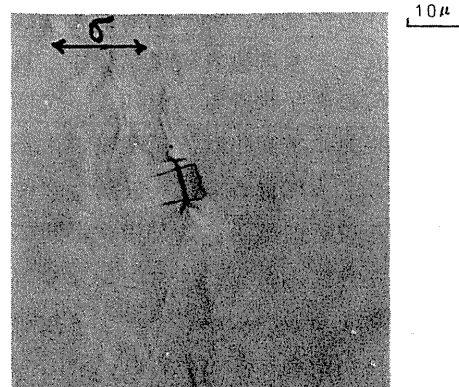


写真-1 少量の塑性変形を伴う領域でのTiNと割れ発生(矢印は、張力の方向)

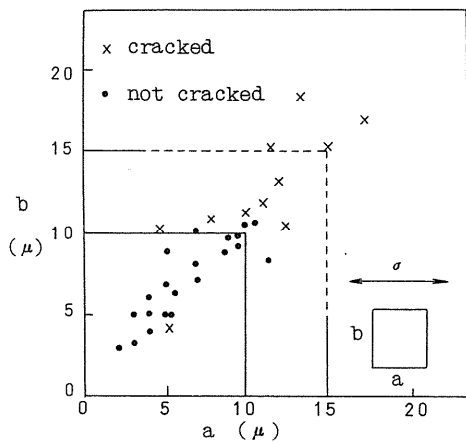


図-1 (a)

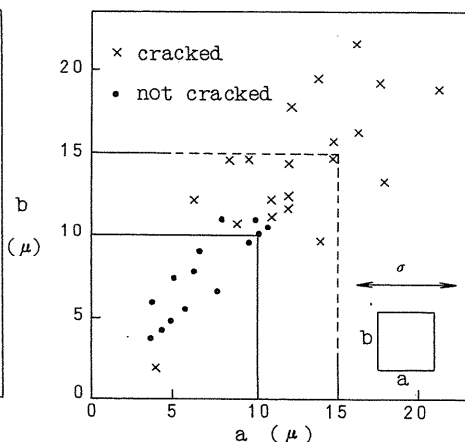


図-1 (b)

-257-

図-1(a) A鋼中のTiNの割れとサイズの関係

(測定面積; 1 cm²)

図-1(b) B鋼中のTiNの割れとサイズの関係

条件; 10mA/cm²30分水素添加後、45°曲げ(強塑性域除く)