

1. 序

比較的強度の低いラインパイプ材においても水素が原因で割れることが最近になってわかってきた。このラインパイプ材の水素誘起割れは、高張力鋼の水素割れとは様相を異にし、介在物を起点とした板面に平行な割れあるいはそれがステップ状につながった形の割れである。このステップ状の連絡が板厚方向に充分発達すれば、輸送物の漏洩やバーストにつながる。

最近、エネルギー源としての天然ガスや原油のパイプライン輸送が増えており、その際脱硫が原則として行われているが、ギャザリング(gathering)等では H_2S を含むものの輸送も行われる。この H_2S が原因でパイプラインのバースト事故が起ったという報告も現にあり、この水素誘起割れにたいする対策の必要性が言われている。

2. 問題点の整理

- (1) ステップ状の割れ(以降、ステップ割れと略記)は圧延で扁平に伸ばされたMnS介在物と地のすき間に侵入した水素の分子圧によりある程度成長したクラックが、塑性変形あるいはクラック間の新たな細かい水素割れの助けをかりてつながることによってできると理解されている。
- (2) このようなステップ割れを起さなくするために、S含有量を低くおさえただけでは決定的な効果がないことがわかっており、ステップ割れのない鋼の製造のためには何に着眼したらよいのか、それが工業的に可能かが問題である。
- (3) そのうえ、実際のラインパイプ中のステップ割れ形成の条件のポイントを再現した試験方法が確立していないのでその確立が急がれる。

3. 本報告の要点

上の(2)と(3)の問題に対する具体的な回答は次の機会に述べることとし、この報告では(2)と(3)の基盤すなわちステップ割れ形成に及ぼす応力の影響を解析し、上述(2)と(3)の問題の考え方の方向について述べる。

解析のたてまえ ステップ割れのもとになる面内割れの成長は現実の鋼では避けられないものとするれば、ステップ割れの形成は (a) 2つの段ちがい割れの間のステップ形成(素過程) (b) 素過程がいくつかつながることによる有効板厚貫通割れの完成(これが起るか否かは伸長MnSの並び方によって決まる)に分けられる。(b)は(a)より危険側の条件を与えることになるがこの種の議論は別の機会にまわし(MnSが板厚中央等に局在する場合には(b)を考える必要が生じてくる)、この報告では(a)の条件に絞る。(a)は最も安全側の条件を与える。

解析結果の例 例えば1図に示した2つの段ちがい割れの間の剪断応力の平均値は、孤立亀裂の与える

応力の重ね合わせの平均値で近似すれば⁽¹⁾

$$\langle \tau_m \rangle = K_{IC} (\pi h)^{-\frac{1}{2}} f(\theta | r) \quad (1)$$

ここに K_{IC} は材料の板厚方向の破壊靱性、 $f(\theta | r) = (r^2 - 2r \sin^{\frac{3}{2}} \theta \cdot \sin \frac{3\theta}{2} + \sin^3 \theta)^{\frac{1}{2}}$ 、 $r = \frac{\sigma(\pi h)^{\frac{1}{2}}}{2K_{IC}}$

したがって図1の2つの割れが塑性変形でつながる条件は、材料の剪断降伏応力を τ_0 とすれば

$$\tau_0 (\pi h)^{\frac{1}{2}} \leq K_{IC} \cdot f_{\max}(\theta | r) \quad (2)$$

実際のステップ割れの形成には塑性変形だけでなく水素脆化も

寄与している(上述2の(1))ので段違い割れの間の静水圧成分についても考える必要がある。総合的な解析の結果、(a)応力が増えると塑性ステップは起りにくくなるが、(b)割れの間の静水圧(負圧)は増大する。その結果水素脆化成分が増えることが期待される。2, 3の実験結果への解析の適用例等をスライドにそくして述べる。(1) 未発表)

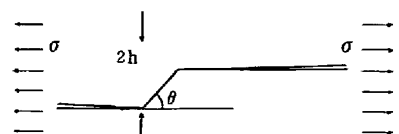


図1 2つの段ちがい割れ(板面に平行)