

(263) 水素誘起割れを含む鋼管の水圧破壊試験

川崎製鉄 技術研究所

○倉橋 速生 中井 揚一

1 緒言

湿潤 H_2 S 環境下におけるパイプラインの破壊事故が発生して以来、パイプ材の水素誘起割れ（以下 HIC と呼ぶ）感受性に対する要求が厳しくなり、材質面での対策が種々とられてきた。ここでは、 HIC を含む鋼板の引張特性やパイプの破壊特性がどの程度劣化するかを、 HIC 自身の応力集中効果と鋼の水素による脆化の観点から調査したので結果を報告する。

2 実験方法

$Y.S. 30 \sim 60 \text{ kg/mm}^2$ の鋼板を、酸洗後、 H_2 S 飽和人工海水に 96 h 浸漬し、浸漬のままのものおよび $100^\circ\text{C} \times 1$ 週間の脱水素処理を施したものについて引張試験を行なった。つぎに、鋼塊 TOP および Bottom 相当位置のパイプに、 H_2 S 飽和海水 + 0.5% 酢酸溶液を満たし、約 3 ヶ月放置後水圧破壊試験を行なった。一部のものについては、脱水素の目的で、 $630^\circ\text{C} \times 7$ h の SR 処理を施して試験に供した。なお HIC はすべて超音波探傷で確認した。

3 結果

- (1) 降伏応力、引張強さは HIC の影響をまったく受けない。
- (2) 伸びは図 1 の如く、原板に比し約 3 割低下するが、L 方向より C 方向が、また強度の高いほど低下量は大きい。また破面には HIC の周囲に誘鋼品に見られるような白点が認められた。しかし脱水素処理によって伸びは完全に回復し、白点も消滅した。
- (3) HIC の多発した鋼塊 TOP 相当パイプの水圧テストでは、破壊は必ず HIC 密集部で起り、降伏圧力は影響を受けないが、最高圧力は約 1 割、破壊時の体積膨脹率は約 8 割も低下し（図 2）、破面には白点がみられた。
- (4) HIC のきわめて少ない鋼塊 Bottom 相当位置のパイプでも同様の現象がみられるが、体積膨脹率の低下はやや少ない。
- (5) SR を施したパイプでも、この体積膨脹率の低下はまったく回復せず、破壊部周辺のパイプ内面には多数のクラックがみられた。この断面を観察すると、いずれも HIC より発生し、パイプ内面に貫通したものであることが判明した。

以上のように、 HIC は、水圧テストにおいて、パイプ全体の塑性変形が起ったのち、その応力集中効果により、早期に破壊に到らしめるが、単軸引張りでは、この効果はまったくみられず、水素脆化による伸びの低下のみが認められた。

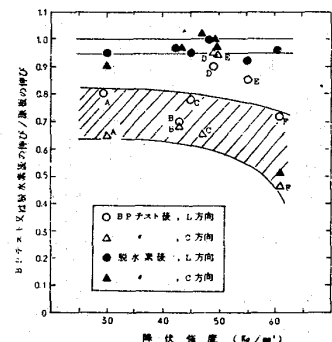


図1 BTテストおよび脱水素後の伸びに与える降伏強度の影響

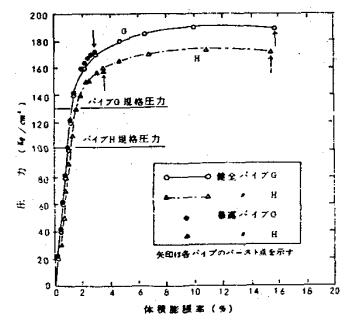


図2 バースト試験における圧力と体積膨脹率の関係