

(262)

ラインパイプ材の水素誘起割れと腐食環境との関係

川崎製鉄(株) 技術研究所 ○ 中井揚一

1. 緒言 鋼材の水素誘起割れ(HIC)を調査するのに、B・Pテストと呼ばれている促進試験が広く用いられている。この試験環境が実際のサワーガス環境とどのような対応があるか明らかでない。そこで試験液中の H_2S 濃度およびpHを変化させた場合の侵入水素量を測定すると同時に、HIC発生に必要な腐食条件を調査し、試験環境と実際のサワーガスパイプライン内の腐食環境との対応をガス中の H_2S 濃度を基準に検討した。

2. 実験方法 2種類の現場パイプ材(Cu無添加材, Cu添加材)を実験に供した。人工海水中の H_2S 濃度およびpHを変化させた種々の試験環境における水素透過量を電気化学的手法によって測定すると同時に、走査型U S T法によって透過試片内のHICの発生の状況を調査した。透過試片は素材厚板の両面を約0.2mm研削した約10mm厚さのもので、水素透過面積は約30 cm^2 である。

3. 結果 (1) H_2S 濃度を変化させた場合の水素透過量の変化を図1に示す。図中左上部に透過曲線の経時変化の一例を示す。Cu添加材は最大透過量 J_{max} と定常透過量 J_{∞} の差が大きい。これは耐食性の良い緻密な皮膜が形成されるためであろう。(2) J_{max} , J_{∞} ともに H_2S 濃度の増加とともに増加する。Cu添加材は $H_2S \leq 2000$ ppmでは J_{∞} は非常に小さい値を示すが、この濃度以上では急に増加し、 $H_2S \approx 3000$ ppmのB・Pテスト条件では、Cu無添加材の約 $\frac{1}{2}$ の値を示し、 J_{max} と J_{∞} の差も小さくなる。(3) H_2S 濃度を飽和状態に維持したまま酢酸でpHを変化させた場合、2鋼種ともpHの低下とともに J_{∞} は増加しNACEテスト条件*ではほぼ一致する(図2)また J_{max} と J_{∞} の差もほとんどなくなる。これはCu添加材の安定な腐食皮膜による水素侵入防止効果が、環境が厳しくなるにつれて消失することを示している。(4)鋼板のHIC感受性の高い部分から採取した試片では、図中に記した斜線以上の水素透過量($J_{\infty} \approx 5 \sim 6 \mu A/cm^2$)でHICの発生がU S T調査で認められた。HIC発生に必要な H_2S 濃度はCu無添加材ではほぼ1000ppm, Cu添加材では2500ppm以上である。両鋼種共にこれらの割れ発生限界濃度以下の腐食環境では長時間腐食環境にさらしても割れは発生しない。(5)この割れ発生条件を実際のサワーガスの腐食環境と対応して検討したところ、操業圧力が50気圧と仮定すれば、ガス中の H_2S 濃度が、Cu無添加材およびCu添加材で、各々0.5 vol%および1.0 vol%以上であればHICが発生する可能性があることが推定された。

* NACEで定められた硫化物応力腐食割れ試験条件。

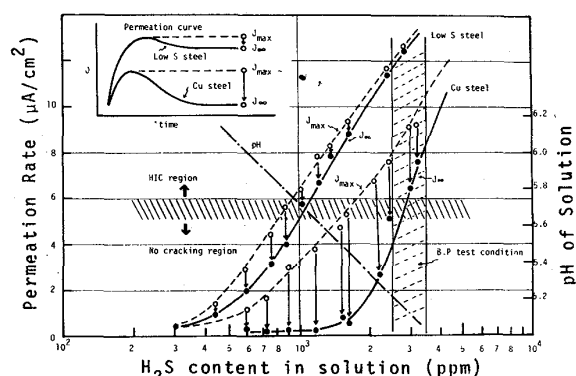


図1 水素透過量と腐食溶液中の H_2S 濃度との関係

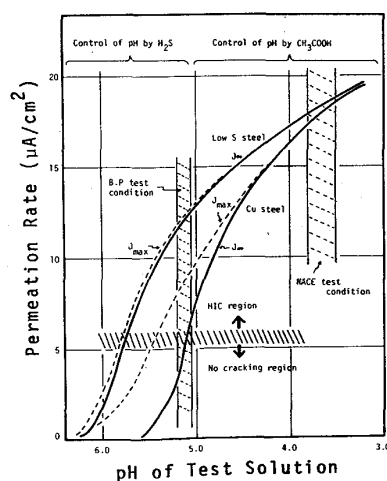


図2 水素透過量と溶液のpHとの関係