

S-14 フッ酸中水素誘起割れ (V1)
フッ酸中 SOHIC

S-14-1 損傷の種類

水素応力割れは高強度低合金鋼や炭素鋼の溶接部・熱影響部の高硬度領域の表面が湿潤フッ化水素酸環境に露出してしまうことで発生する環境割れである。

S-14-2 影響を受ける材料
炭素鋼、低合金鋼

S-14-3 主な要因

- (a) 鉄鋼の硬さ、強度、応力が主な要因である。
- (b) 硬さの上昇により感受性も高くなる。ロックウェル硬さ HRC22 (237BHN)以上で割れ感受性が高い。硬さ上昇につれ破損寿命が短くなる(高強度材)。
- (c) 冷間加工や溶接による残留・負荷引張応力下で脆化すると感受的な鋼で割れが発生する。
- (d) フッ化水素環境に露出後、数分以内ですぐに割れが発生する可能性もあり、割れ発生までにかなりの時間がかかる場合もある。
- (e) 溶接により硬い結晶構造を形成し、特に溶接熱影響部の低入熱、低合金鋼や不十分に熱処理を受けた部位で顕著である。

S-14-4 影響を受ける装置・備品

- (a) HF 環境に暴露した推奨下限界以上の硬さをもつ配管や機器で水素応力腐食割れの標的となる。
- (b) ASTM A193-B7 ボルトや圧縮器装置などの高強度低合金鋼は感受性がある。
- (c) 過大締め付けがなされれば、ASTM A193B7M ボルトも感受性がある。

S-14-5 現象・損傷形態

- (a) この割れ形態は金属組織試験によってのみ検証される。割れは粒界型である。
- (b) 一般的に表面開口の割れは、通常、溶接部に起因している。

S-14-6 防食・緩和

- (a) PWHT によって残留応力・硬さを緩和することが効果的である。
- (b) 精製処理で使われる低強度炭素鋼は溶接硬さを NACE RP0472 規格の 200HB 以下に制御すべきである。そのような鉄鋼は局部硬さ 237HB 以上の領域が存在しない限り SSC 感受性はない。
- (c) 炭素等量 (CE) が 0.43 以下のものを使用すべきである。
$$CE = \%C + \%Mn / 6 + \% (Cr + Mo + V) / 5 + \% (Cu + Ni) / 15$$
- (d) ASTM A193 grade B7M ボルトは B7 ボルトより軟らかく、低強度であり、割れ抵抗が高い。
- (e) 被覆や非金属塗装により、表面への水素進入を防ぎ、割れを妨げることができる。
- (f) 400 合金はこの損傷に不感であるが、応力除去のされてない場合では粒界型応力腐食割れを示す。

S-14-7 点検・モニタリング

- (a) 湿式蛍光磁粉探傷検査によって表面の割れを探知できる。
- (b) 材料の感受性を測定するには硬さ試験が最適である。
- (c) 溶接肉盛り部と取り付け品の溶接部のプロセス環境側には高硬度の部分が存在す

る場合がある。そこは多重パスによる焼き戻しでの南下が起こっていない場合がある。

S-14-8 関連事項

HF 酸が水素を発生させる場合を除いて、湿性 H₂S 環境の硫化物応力腐食割れと同様の形態である。ブリストー、HIC、SOHIC 損傷も湿性 H₂S 環境中で見られるものと同様である。