

S-10 カーボネート割れ (V1)
炭酸割れ

S-10-1 損傷の種類

炭酸塩応力腐食割れは炭酸塩環境における引張応力と腐食作用の混在する溶接部に面する亀裂や表面割れである。アルカリ応力腐食割れ (ASCC) 形態である。

S-10-2 影響を受ける材料

炭素鋼、低合金鋼

S-10-3 主な要因

- (a) 応力や化学性質が主な要因である。
- (b) 炭酸塩応力腐食割れは比較的低い残留応力で発生するが、通常は応力解放をしていない溶接部や冷間加工をした領域で生じる。
- (c) pHと炭酸塩 (CO_3^{2-}) 濃度の上昇につれ割れ感受性は高くなる。割れは下記の条件によって発生する。
 - i) 応力解放していない炭素鋼、
 - ii) $\text{pH} > 9.0$ かつ $\text{CO}_3^{2-} > 100\text{ppm}$ もしくは、
 - iii) $8 < \text{pH} < 9.0$ かつ $\text{CO}_3^{2-} > 400\text{ppm}$ 。
- (d) $\text{pH} 7.6$ 以上、 H_2S 濃度が 50wppm 以上の液相が存在する配管や装置で感受性を示す。
- (e) シアン化物も感受性を高める要因となる。
- (f) ガス不純物除去装置において、 93°C 以上で CO_2 濃度が 2% 以上のときに割れ発生する。

S-10-4 影響を受ける装置・備品

- (a) 炭酸塩 SCC は流動接触分解装置の主精留塔の塔頂コンデンサー、還流システム、下流のガスコンプレッサーでの湿った部分、サワー水処理配管容器などで発生する。
- (b) 炭酸塩割れは炭酸カリウム、カタカーブ装置、 CO_2 除去装置における配管や機器でも発生する。

S-10-5 現象・損傷形態

- (a) 炭酸塩 SCC は溶接部に隣接する母材で溶接線に平行に進展するが、溶接付着部、熱影響部でも発生する。
- (b) 鉄鋼表面の割れは微細なクモの巣状の割れと言われることがあり、局部応力発生要因となる溶接欠陥によって発生する。
- (c) 鉄鋼表面の割れ損傷は SSC や SOHIC と間違われることがあるが、通常、炭酸塩割れは溶接止端部から発生し、多くの平行亀裂を有する。
- (d) 炭酸塩割れは主に、粒界割れにて表面開口割れであり、基本的に炭素鋼溶接部で起こる酸化物の充満した細かい網状の割れである。

S-10-6 防食・緩和

- (a) 約 621°C で応力解放熱処理をすることで炭酸塩割れを妨げられる。外部・内部取り付け溶接と同様に補修溶接の場合にもこの熱処理が適用される。
- (b) 被覆や 300 シリーズステンレス、400 合金、その他の耐食材料の使用により割れを緩和できる。
- (c) 局部溶接後熱処理を行っていない配管・装置では炭酸塩装置で熱処理、蒸気パージをする前に水洗いをする。

- (d) 水素製造装置における二酸化炭素除去装置の高温炭酸塩装置でバナジウム処理によって割れを抑制する。防食剤の適切な添加量と酸化によって維持できる。

S-10-7 検査・モニタリング

- (a) プロセス中のわずかな変化に応じて、割れは散在し成長するため、体系的なモニタリングが行われていない。しかし、FCC サワー溶液中の pH や CO_3^{2-} の濃度を周期的にモニタリングすることで割れ感受性を決定すべきである。
- (b) 割れは目視で確認できるが、湿式磁粉探傷検査や交流電位差法 (ACFM) 技術で探知するのが最適である。湿式磁粉探傷検査にはグリットブラストや高圧水ブラストによる表面処理が必要である。浸透探傷検査では狭くスケールの詰まった割れを検出できないので通常は利用されない。
- (c) 割れが枝分かれているため外部よりの横波超音波探傷のような適切な UT によって割れ深さを計測すべきである。割れは一般的に磁化された酸化鉄を含むため、電気抵抗法では亀裂深さを計測できない。
- (d) 割れは研磨によって拡張することはない。割れを削り取ることで割れ深さの測定が可能である。
- (e) AET で割れ成長のモニタリングや進展しつつある割れの位置評定が可能である。

S-10-8 関連事項

炭酸塩割れはアルカリ応力腐食 (ASCC) 形態である炭酸塩応力腐食割れの一種である。アミン割れや苛性アルカリ応力腐食割れも ASCC 形態と似ている。

ASME 資料の概説

カーボネート SCC は炭素鋼溶接部がカーボネート含有システム中で引張応力と腐食の組み合わせで起こす表面割れや亀裂を言う。