

S-17 アンモニア SCC (V1)

S-17-1 損傷の種類

- (a) アンモニアを含む蒸気の湿性環境で銅合金に見られる応力腐食割れ。
- (b) 無水アンモニア中の炭素鋼は SCC 感受性がある。

S-17-2 影響を受ける材料

- (a) アンモニア水・アンモニア化合物環境における銅合金。
- (b) 無水アンモニア中の炭素鋼

S-17-3 主な要因

- (a) 銅合金
 - i) 残留応力と化学性物質との複合で、感受性の高い合金は割れが発生する。
 - ii) 伸銅、アルミ黄銅などの銅-亜鉛合金（黄銅）は感受性が高い。
 - iii) 黄銅中の亜鉛組成が感度に影響し、特に 15%以上で高くなる。
 - iv) アンモニアやアンモニア化合物をもつ液相が現れる。
 - v) 酸素は必要だが、アンモニアは微量で十分であること。
 - vi) pH8.5 以上。
 - vii) 発生温度は様々である。
 - viii) 製造・圧延による残留応力で十分割れを助長する。
- (b) 鉄鋼
 - i) 0.2%以下の無水アンモニア水は炭素鋼の割れ原因となる。
 - ii) 溶接後熱処理は多くの鉄鋼で割れ感受性を除去する（70ksi 引張応力以下）。
 - iii) 空気または酸素とのコンタミ（混合汚染）は割れ傾向を高める。

S-17-4 影響を受ける装置・備品

- (a) 熱交換器の銅-亜鉛合金チューブ
- (b) アンモニアはいくつかの装置のプロセス汚染物質として存在し、酸中和剤として意図的に加えられることもある。
- (c) 炭素鋼は潤滑油精製プロセスと同様にアンモニア貯蔵タンク、配管、アンモニア冷凍装置で使用される。

S-17-5 現象・損傷形態

- (a) 銅合金
 - i) 表面亀裂は青さびとして現れる。
 - ii) 熱交換器チューブでは表面に単純な割れもしくは枝分かれし割れとして現れる。
 - iii) 環境、応力レベルに応じて、粒内（図 1）、粒界（図 2）に進展する。
- (b) 鉄鋼
 - i) 亀裂は非溶接後熱処理の溶接部か、溶接熱影響部（HAZ）で発生する。

S-17-6 防食・緩和

- (a) 銅合金
 - i) 銅-亜鉛合金は亜鉛含有量を 15%以下にすることにより抵抗性を改善できる。
 - ii) 90-10CuNi や 70-30CuNi はほとんど損傷しない。
 - iii) 蒸気サービスにおける SCC は空気の混入防止により妨げられることがある。
 - iv) 300 シリーズステンレスやニッケル基合金は損傷しない。
- (b) 鉄鋼
 - i) 鉄鋼の SCC は PWHT やアンモニアに少量の水（0.2%）を加えることにより妨

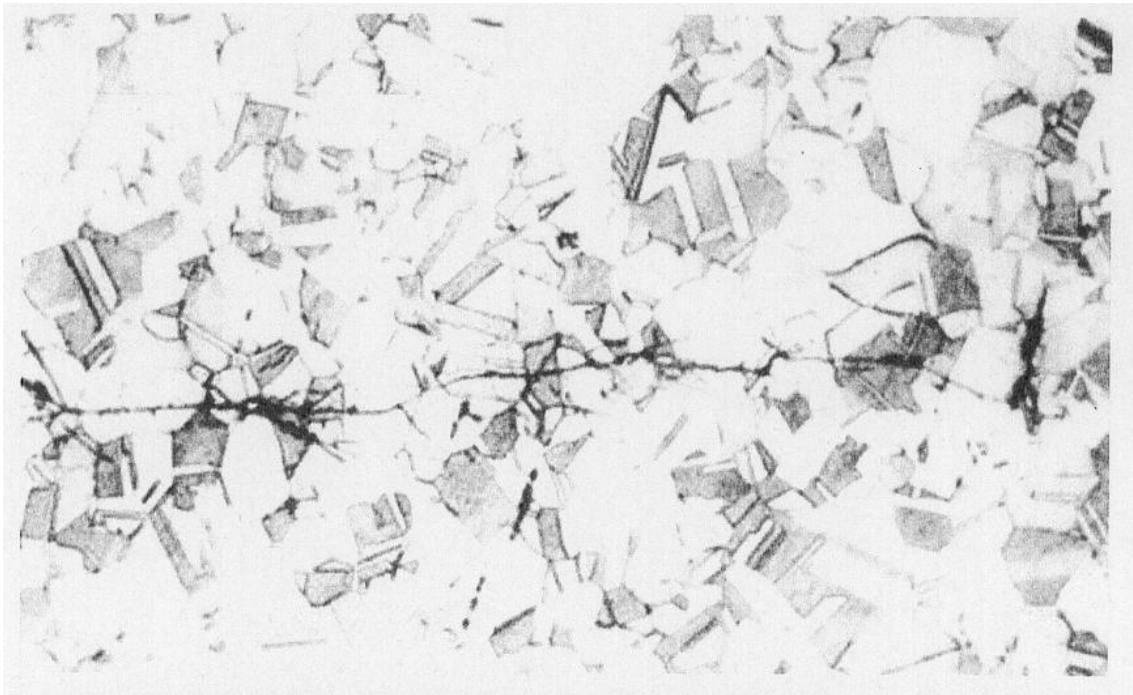


図1 黄銅熱交換器管に生じたアンモニア SCC 割れの断面顕微鏡観察（貫粒割れ）

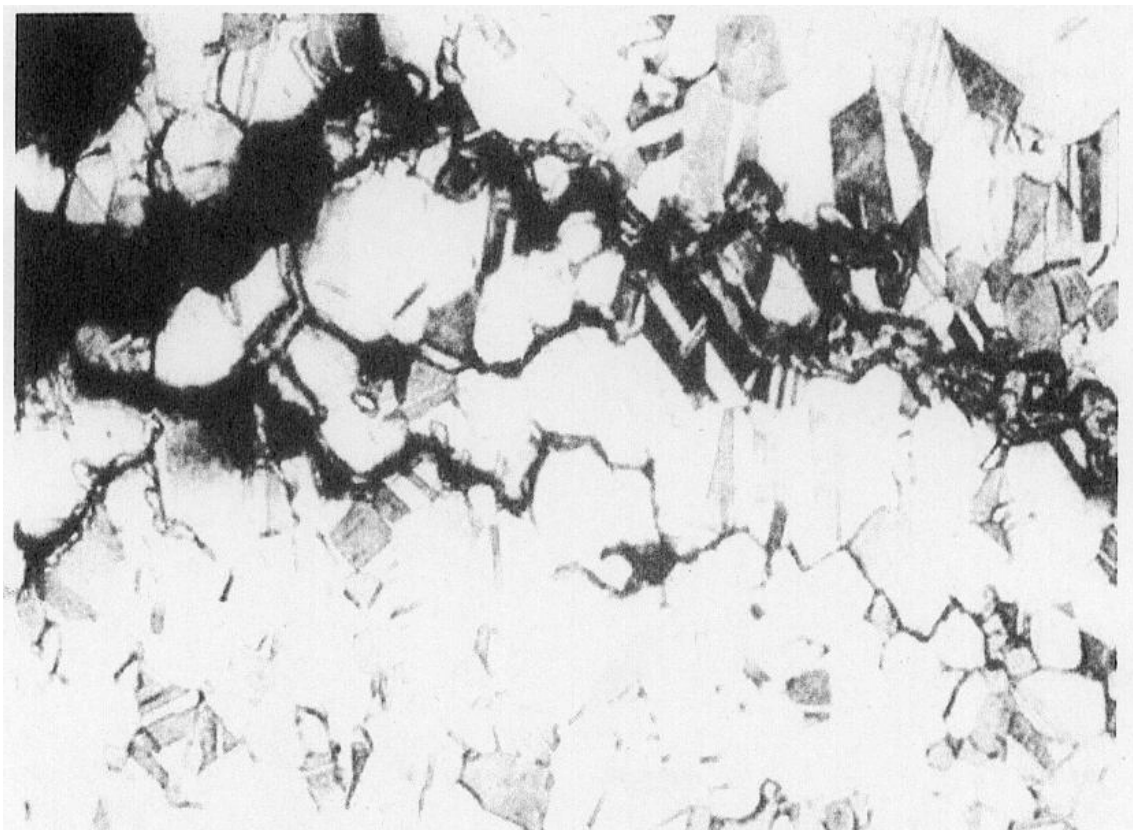


図2 黄銅熱交換器管に生じたアンモニア SCC 割れの断面顕微鏡観察（粒界割れ）

げられる。液相のアンモニアの分配により、気相部には、0.2%以下の水が存在することを考慮しなくてはならない。

- ii) 溶接硬さは 225BHN 以下にすべき。
- iii) 貯蔵施設への酸素混入を妨げる。S-17-7 検査・モニタリング
 - (a) 銅合金
 - i) 水中の pH・アンモニア濃度をモニタリングし、銅合金の感受性を評価する。
 - ii) 目視もしくは渦流探傷検査によって熱交換器チューブの割れを検査する。圧延領域は感受性が高い。
 - (b) 無水アンモニア環境における鉄鋼の貯蔵タンク・配管
 - i) タンク内側の溶接部への湿式蛍光磁粉探傷試験
 - ii) 外面からの横波超音波探傷検査。
 - iii) AET。

S-17-8 関連事項
なし。

ASME 資料の概説

銅合金や鋼が応力とアンモニアに同時にさらされる場合に割れが発生して進展する。