

D-17 475°C (885F) 脆化 (V1)

D-17-1 損傷の説明

475°C脆化とは、316°Cから 540°Cの温度範囲において暴露されることにより、フェライト相を含む合金に生じる冶金的变化によって靱性が低下することである。

D-17-2 影響を受ける材料

- a) 400 系 SS(例えば 405,409,410,410S,430 および 446)
- b) Alloy 2205、2304 および 2507 のような 2 相ステンレス鋼
- c) フェライトを含む鍛造および鋳造 300 系 SS、特に溶接および溶接肉盛

D-17-3 重要な因子

- a) 合金成分、特にクロム含有量、フェライト相の量および操作温度は重要な因子である。
- b) フェライト相の量が増加するにつれ、高温で操作中の損傷感受性が大になる。延性 - 脆性遷移温度の劇的な上昇が起こる。
- c) 主として考慮されるものは臨界温度領域にある温度における操作時間である。損傷は累積的であり、約 475°Cにおいて直ちに生じる脆性的金属間化合物相に起因する。475°C以上または以下の温度における最大脆化に到達するのにさらに時間を要する。例えば 316°Cでは脆化を引き起こすのに数千時間が必要である。
- d) 475°C脆化はかなり短い期間に生じるので、371°Cから 538°Cの温度範囲で暴露される感受性のある材料は影響を受ける。
- e) 靱性に及ぼす影響は、操作温度においては知られていないが、プラントのシャットダウン、スタートアップまたは操作異常による低い温度状態においては重大である。
- f) 脆化は、より高い温度における焼もどし、またはその中で保持、変態領域を通して冷却することによって生じる。

D-17-4 影響を受ける設備または装置

- a) 475°C脆化は、感受性のある合金が脆化温度領域に暴露される設備には、いずれも見いだされる。
- b) ほとんどの石油精製企業は、この損傷のメカニズムの故に、非 - 圧力バウンダリーへの適用にはフェライト系ステンレス鋼の使用を制限している。
- c) 一般的な例は FCC に用いられる高温容器の分別蒸留トレイおよびインタ

ーナル、真空およびコーカ設備を含む。破壊の代表例は、溶接またはタイプ 409 および 410 材料のタワートレイのアップセット、曲がり直すときで、割れを含む。(この材料の真空タワートレイには、しばしば発生する)

- d) 他の例は、長い期間に 316°C以上の温度に暴露された二相ステンレス鋼熱交換器・配管と他の構成部品を含む。

D-17-5 損傷の様相または形態

- a) 475°C脆化は金属組織学的方法によって直ちには明らかにされない冶金学的変化であるが、曲げまたは衝撃試験によって確認できる。
- b) 475°C脆化の程度は、影響を受けた部分の硬さ増加によって確認できる。使用中の設備から採取したサンプルの曲げ試験または衝撃試験による結果は、475°C脆化の最も明確なインディケータである。

D-17-6 防止／軽減化

- a) 475°C脆化を防ぐ最善の方法は、低フェライトまたは無フェライトの合金を使用するか、または感受性のある材料を脆化温度領域に暴露することを避けることである。
- b) 合金の化学成分を改善することにより脆化の影響を最小化することは可能であるが、その種の材料を市販品として直ちに使用することはできない。
- c) 475°C脆化は析出物を溶解し、その後急冷する熱処理を通じて、可逆的である。脱 - 脆化熱処理温度は通常 593°Cかそれ以上であり、多くの設備に対しては实际的でない。もし脱 - 脆化構成部品が同じ使用条件に暴露されるならば、最初よりも早く再 - 脆化する。

D-17-7 検査およびモニタリング

- a) 使用から回収したサンプルによる衝撃または曲げ試験は、問題に対する最も明確なインディケータである。
- b) 脆化のほとんどの場合は、材料が 93°C以下で、回転中またはスタートアップまたはシャットダウン中に割れの形態として見いだされ、脆化の影響は最も有害である。
- c) 別の方法として、硬さの増加により 475°C脆化を評価できる。

D-17-8 関連するメカニズム

ない。

Z

1. " High Temperature Characteristics of Stainless Steels," A Designers

Handbook Series, American Iron and Steel Institute,
2.G.E. Moller,“ Experiences With 885F(475C) Embrittlement in Ferritic
Stainless Steels,” Materials Protection, NACE International, May, 1966.