

## C-07 短時間過熱 - 応力破壊 (V1)

### Short-Term Overheating - Stress Rupture

#### C-07-1 損傷の説明

局部過熱の結果、比較的低い応力レベルで永久変形が生じる。これは通常、膨れおよび最終的には応力破壊による損傷を生じる。

#### C-07-2 影響を受ける材料

すべての加熱炉管材料および通常の構造材料

#### C-07-3 重要な因子

- a) 温度、時間および応力が重要な因子である。
- b) 通常、炎衝撃または局所的な過熱による。
- c) 破壊の時間は内圧または荷重の減少によって増加する。しかし膨れおよび歪みは温度が増加するにつれて低応力において著しい。
- d) 設計応力以上の局所的過熱。
- e) 腐食による減肉は応力を増大し、破壊時間を短くするであろう。

#### C-07-4 影響を受ける設備または装置

- a) すべてのボイラーおよび加熱炉管は感受性がある。
- b) 原油、真空油、重油水素化およびコーカ装置のようなコーキング傾向を持つ炉はしばしば加熱炉の出口温度を保持するためにさらに加熱され、局所的過熱がより生じやすい。
- c) 水素化プロセス反応炉は不十分な水素クエンチまたは不均衡配分な流れのため、反応床において局所的過熱を生じやすい。
- d) FCC、サルファープラントおよびその他の装置において、耐火物ライニングを行っている装置は、耐火物の損傷および/または過剰な燃焼により、局所的過熱を生じる可能性がある。

#### C-07-5 損傷の様相または形態

- a) 損傷の特徴として、局所的変形または3%から5%の膨れを生じ、それは合金、温度および応力レベルに依存する。(図1)
- b) 破壊は“魚の口”のような開口破壊の特徴を示し、通常、破壊表面において減肉を伴う。(図2)



図1 過熱により破壊した 700psig 蒸気使用 1Cr0.5Mo ボイラー過熱管



図2 破壊先端のマイクロ組織は、破壊の延性を証明する、著しく伸張したフェライト結晶粒を示す。この端部の厚みは約 0.01in (0.254mm) であり、元の管厚の 95%以上の減少を示す。

#### C-07-6 防止／軽減化

- a) 局部的温度の逸脱を最小化する
- b) 加熱炉はホットスポットおよび局部的過熱を最小化するために、適正なバーナ管理および付着物/堆積物管理が必要である。
- c) より拡散炎パターンを生じるバーナを用いること。
- d) 水素化プロセス装置において、反応炉内の炉床熱電対を設置・保持し、適正な設計と運転を通してホットスポットの傾向性を最小化する。

- e) 耐火物ライニング装置の使用条件における耐火物を保持する。

#### C-07-7 検査とモニタリング

- a) 加熱炉において管の外観観察、IR モニタリングおよび管表面の熱電対を温度モニタリングに用いる。
- b) 耐火物ライニング装置は温度指示ペイントおよび定期的な IR スキャンを用いてモニタリングできる。シャットダウン中に耐火物の損傷を検査する。
- c) 反応炉の表面熱電対と同様、反応炉床の熱電対の保守とモニタリング。

#### C-07-8 関連するメカニズム

クリープ/応力破壊 (C-00 参照)

#### C-07-9 参考文献

1. API RP 579, Furnaces For-Service, American Petroleum Institute, Washington, D.C.
2. API Standard 530, Calculation of Heater Tube Thickness in Petroleum Refinery Service, American Petroleum Institute, Washington, D.C.