

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2004-255	事故名称 改質反応炉加熱管の亀裂による漏洩・火災		
事故発生日時 2004-7-17 9時55分頃	事故発生場所 北海道		
施設名称 天然ガス実験施設	機器名 改質反応炉	主な材料 加熱管 KHR35CT (25Cr-35Ni-Nb-Ti)	概略の寸法 D.O.139.8 × t14.1 D.O.100 × t10
高圧ガス名 メタン、水素、一酸化炭素、炭酸ガス	高圧ガス処理能力 13,900 Nm ³ /D	設計圧力 2.4MPa	設計温度 925 (加熱管出口)
被害状況 改質反応炉加熱管の亀裂からメタン、水素、一酸化炭素等の漏洩・火災 (人的被害なし)			
事故概要 平成16年7月15日、停止していた装置を稼働し、安定運転に向け作業実施 7月17日 8時30分、温度が目標値より低かったため、保温材を強化(多層化) 9時55分 改質反応炉の下部において、保温材の強化作業中の作業員が、保温材の隙間から炎を確認 9時57分 直ちに計器室に連絡すると共に、消火器により消火 10時00分 手動による緊急停止、窒素注入 反応炉炉床出口部で加熱管に亀裂が発生し、高圧ガスが漏洩、高温のため自然発火したもの 亀裂箇所は、加熱管とレジャーの溶接部から約260mm下流のボトム管で、炉外で保温施工された部分である。ボトム管(t10)の円周方向に、長さ約30mmの割れが発生し、開口部は0.1～0.2mmに減肉していた。			
事故原因 改質炉加熱管は、設計時から侵炭を防ぐ目的で、ガス温度を非侵炭領域となる865以上に管理していた。加熱直後の高温となっている炉床貫通部及びシールプレート部の保温材は1層で施工され、その後の部分は、温度低下を防止するため保温材は3層で施工されていた。 保温材の強化作業は、下流側の温度が低下しているため、保温材を巻重ねていたもの。通常、触媒の交換時の作業において保温材が損傷するので、都度手直ししていた。 今回も触媒交換後、保温材を一度補強した後、まだ温度が低いということで再度作業中であった。 加熱管の内面観察の結果、黒色のスケールが全面に付着しており、開口部から上流側260mm、下流側60mmの範囲で全周に亘って減肉が発生していた。内表面には大きな窪みが多数存在し、ミクロ観察の結果、減肉の見られなかった部分は、高温酸化による脱炭化物層が観察された。さらに、減肉部分は、侵炭が認められた。発災した加熱管の侵炭深さは、表面から0.2mm程度であった。硬度測定の結果、減肉部分は他の部分と比べて硬度が10～15Hv高かった。 内面に付着していた黒色スケールは、成分分析の結果、Cr、Ni、Feが%オーダーで検出し、内面の減肉は侵炭によって生じたものと判断した。 事故の原因として、設計時の温度想定と実際の温度分布の差異が見つかった。 合成ガス反応の流れは、加熱管(炉内) レジャー(炉床部) 出口エルボ配管(炉外) 接続管となっている。 設計条件をもとに想定される温度分布では、炉床以降では、外部からの入熱が無く、金属管内表面の温度は低下するが、保温材により断熱されていると想定していた。ところが、熱伸びや停止時の開放作業により炉床の貫通部において、スライディングプレートに保温材が圧着されて縮まり、金属部を伝わって放熱したため、温度が低下していた。さらに、反対側の保温層では、保温層と配管の間に隙間が発生していた状況であった。この			

ため、予想以上の放熱が起こり、金属管の内表面温度が部分的に低下して、侵炭が発生する反応条件となった。

侵炭の結果、徐々に減肉が進行し、亀裂が発生したため、高温の混合ガス(水素、一酸化炭素、メタン)が漏洩して、自然発火したものである。

再発防止対策

加熱管の炉床部分について、保温材を現状の約5倍の厚さに強化し、管内表面の温度低下を防止

減肉が発生した部分について、管外表面に複数点の温度計を設置し、温度を常時モニタリング

管内表面温度が侵炭条件とならないような運転管理を実施

運転管理温度が維持できない状態となった場合は、速やかに運転を停止

教訓

予期しなかった場所で生じた侵炭(設計上温度が高く、侵炭は生じていないと判断していた箇所)が原因で高温の合成ガスがリークしたために起こった火災事故である。想定外を想定するためには、リスク評価が有効。

適正な検査方法で測定(亀裂発生はエルボ付近であり、直接目視は困難のため、定修時あるいは運転停止時にファイバースコープで観察していた。カーボン付着のため内表面は一様の状態に見えていたため、侵炭による減肉状況が見過ごされていた。)

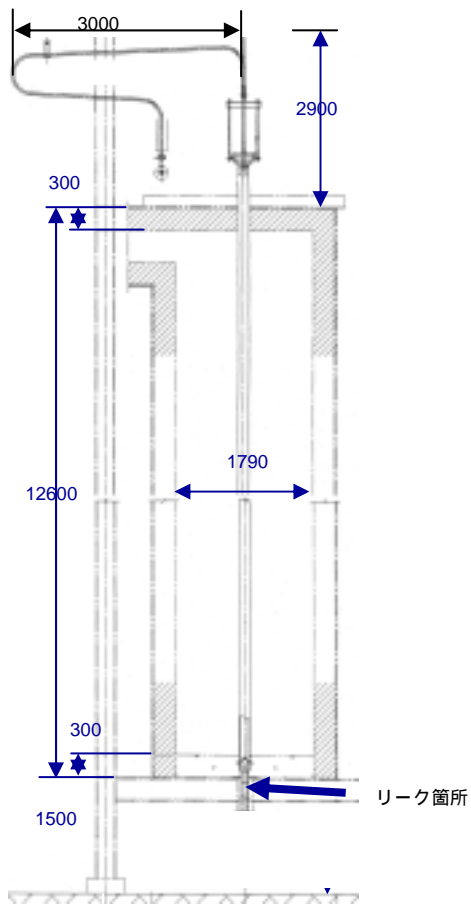
この加熱管では、主にクリープ損傷を念頭に設計・製作されていたが、加熱管は侵炭が原因で損傷を受けるケースも多い。侵炭状況の適正な確認が重要である。

備考

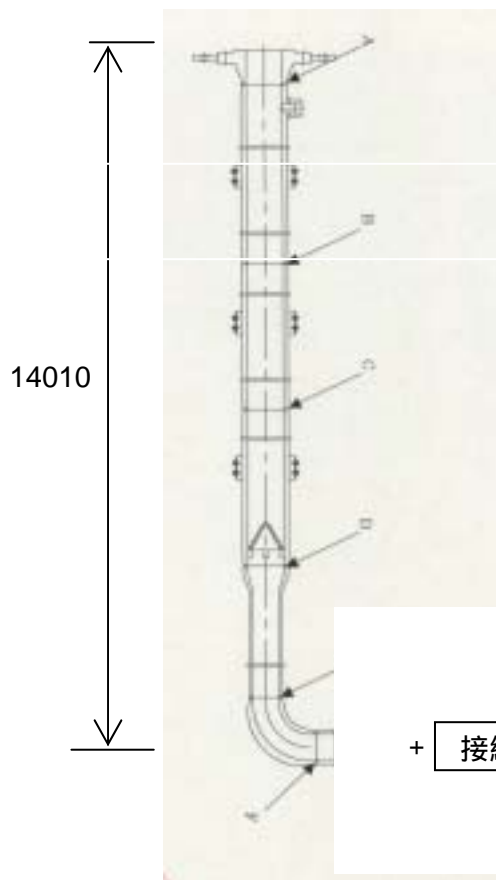
事故調査委員会

なし

関係図面



改質反応炉概略



改質反応炉加熱管の概略

←
D. O.139.8 × t14.1

←
D. O.100 × t10

+ 接続管 + 急冷器



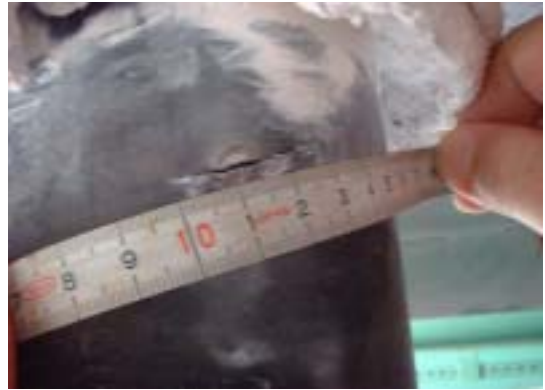
保温材強化前



発災時



スライディングプレート



割れ部位



割れ発生箇所



割れ発生箇所

