高圧ガス事故概要報告

整理番号 2006-329	事故名称 オレフィン製造施設におけるアルカリ応力腐食割れによる炭化水素漏えい		
事故発生日時 2006-8-5　17時40分頃	事故発生場所 岡山県倉敷市		
施設名称 オレフィン製造設備	機器名 フィード予熱器	主な材料 シェル側：STPG370 チューブ側：SUS316L	概略の寸法 内径：12B 長さ：約6,800mm
高圧ガス名 エチレン、ブテン等	高圧ガス製造能力 5,579,829m^3/日	常用圧力 0.88MPa	常用温度 145℃（胴側）

被害状況

オレフィン製造施設の脱ブテン塔フィード予熱器（熱交換器）3器のうちの1器から、炭化水素の混合物が漏えいした。（人的被害なし）

事故概要

オレフィン製造施設の脱ブテン塔フィード予熱器（熱交換器）3器のうちの1器において、胴フランジと胴の溶接部より炭化水素混合物が漏えいした（漏えい量：120cc程度）。後日、発災した熱交換器の内部を目視したところ、デポジットアタックが発見された。肉厚を測定したところ、10.3mmの設計肉厚（設計最小肉厚：4.7mm（3mmの腐れ代含む））が必要な胴部において、最小で3.8mmの残存肉厚しかない部分が発見された。胴入口及び胴出口ノズルについても、若干の減肉が確認された。また、溶接部においては、主として溶接線方向に対し直角方向の線状き裂が発見された。

事故原因

主因

溶接部の欠陥部分を切断して切断面を観察したところ、き裂が溶接部の溶着金属内の局部減肉部分を起点として、内面側から外面側へ粒界に沿って放射状または半円状に進行していることが確認された。また、き裂部分について元素分析を実施したところ、き裂部分からNaが検出され、アルカリ（水酸化ナトリウム）の存在が判明した。

アルカリが混入した理由は、脱ブテン塔において、通常使用していた反応液抜き出しノズルが閉塞したため予備ノズルに変更したためである。この予備ノズルの抜き出し部分が、油分とアルカリ洗浄水の界面に近かったことにより、熱交換器へアルカリが混入した（1.25wt%）とみられる。さらに、3器ある熱交換器のうち1器の昇温域が、反応液中に流入したアルカリ溶液の蒸発領域に重なっていたこと、及びエチレン由来のポリマー、水酸化アルミニウム等の堆積物が存在したことにより、アルカリ溶液が胴内部で濃縮した。その結果、アルカリによる応力腐食割れが発生したことが、漏えいに至った主因とみられる。

その他の原因

・予備ノズルは、本来界面の汚れ除去用であり液抜き出しに用いるべきではなかったが、過去の使用実績により現場の判断で使用された。変更管理方法は運転マニュアル等に記載がなく、管理上の不備とみられる。
・通常の液抜き出しノズルは以前から閉塞ぎみであり、定修時には高圧水で洗浄して除去していた。しかし、この部分がフランジ接合でないこともあり、除去の度合いは確認しておらず、正確な閉塞状況を把握していなかった。
・フランジと胴板の溶接は、以前はフランジ内面側で隅肉溶接するスリップオン式であったが、隅肉溶接部分で腐食減肉が発生したため、強度面も考慮してウェルドネック式へ変更した。しかし、当該溶接部において溶接（溶着）金属と母材の電位差がわずかに発生し、そこにポリマー等が付着して腐食環境が形成されてしまった。また、残留

応力が発生していた可能性がある。
・以前より、内部の腐食については認識されており、樹脂コーティングで対応していた。また、これまでの腐食状況から、腐食速度は 0.5mm/年と評価され、残存肉厚及び必要最低肉厚から、開放周期が 2 年から 4 年へ変更された（平成15年の次→平成19年）。しかし、腐食速度及び樹脂コーティングの有効性については、2 年の運用実績のみで判断された。また、事故後の実験で、高温環境では樹脂コーティングが十分に機能しないことが判明した。4 年へ延長する際に、十分な検討がなされなかった。

再発防止対策

設備面

① 胴部材質（3 基全て）を STPG370→SUS316L へ更新
② アルカリの混入を防ぐため、反応液抜き出しノズルを通常のノズルに戻し、洗浄による閉塞を防止し、さらに予備ノズルは使用不可とした

※上記の対策を徹底するにより、アルカリ応力腐食割れを防止

運転・管理面

① 設備評価委員会を設置し、過去 10 年における腐食対応における補修等について調査
② 事業所内への水平展開を実施し、知識の共有化

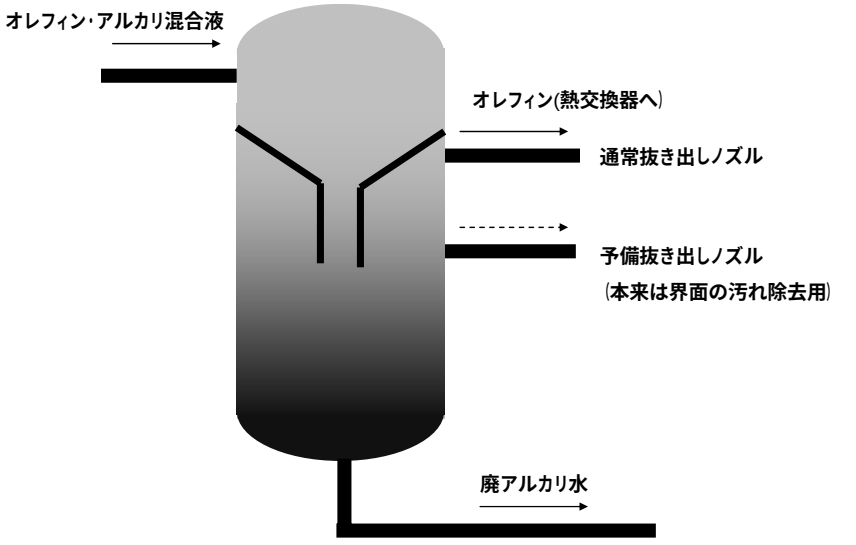
教訓

① 設備の変更・転用を実施する場合、設備の使用方法及び変更・転用後の影響について詳細に調査する等、変更管理が必要である。
② 配管が閉塞する場合には、何らかの洗浄システムで除去する等、適切な設備管理が必要である。
③ 腐食環境における、使用するフランジの型式及び溶接の方法または開放検査周期の延長については、過去の運転実績のみで判断せず、残留応力、腐食速度、腐食防止のためのコーティングの有効性等について十分に検討することが必要である。

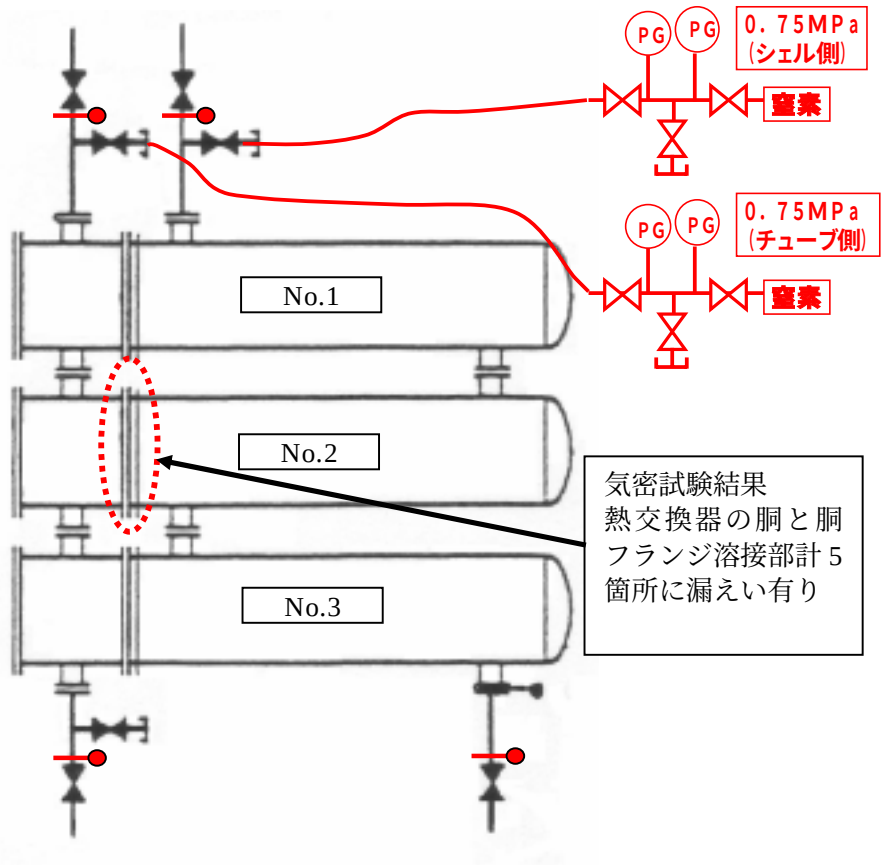
備考

事故調査委員会

関係図面

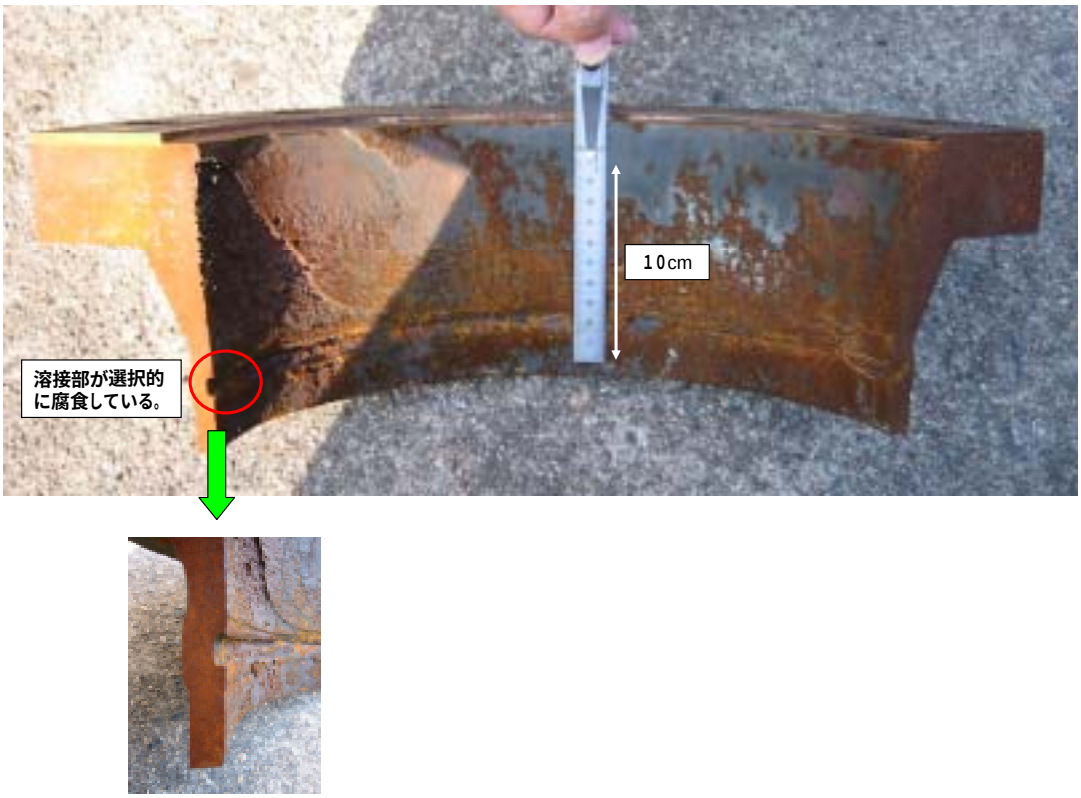


脱ブテン塔におけるノズル位置

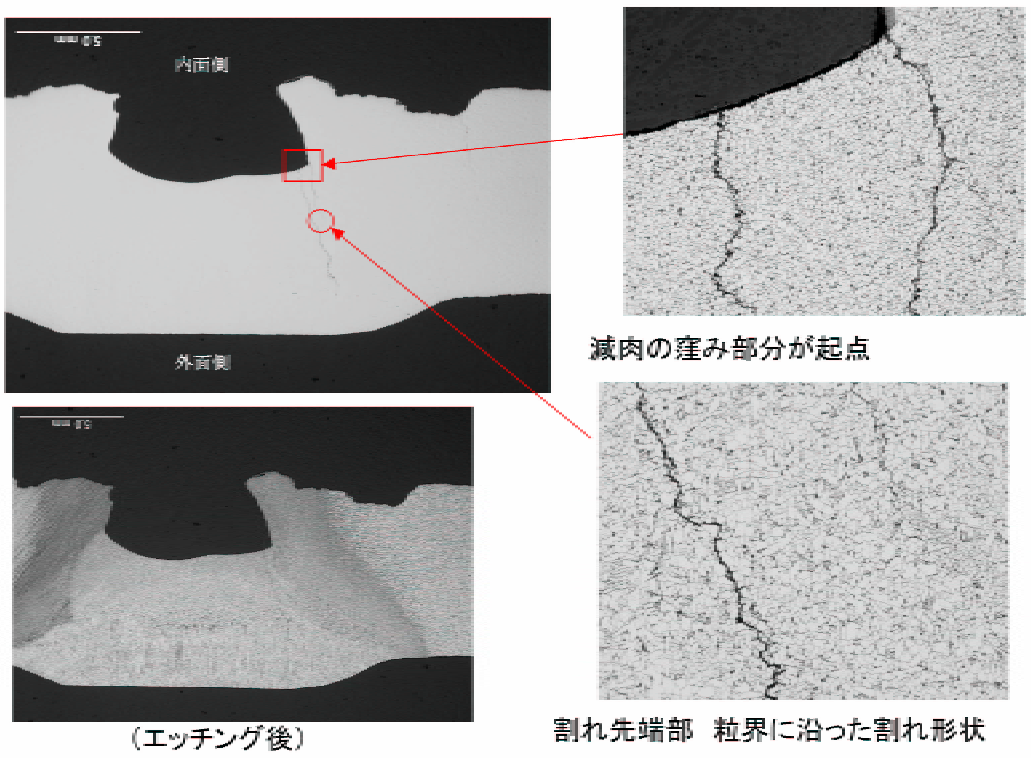

PG
PG
0．75MPa
（シェル側）
窒素
PG
PG
0．75MPa
（チューブ側）
窒素
No.1
No.2
No.3
気密試験結果
熱交換器の胴と胴フランジ溶接部計５箇所に漏えい有り

上
東
西
下
洩れ箇所
①胴と胴フランジ溶接部漏えい　５箇所
No.2
漏れ箇所
胴フランジ
ウェルド
溶接ビード
胴

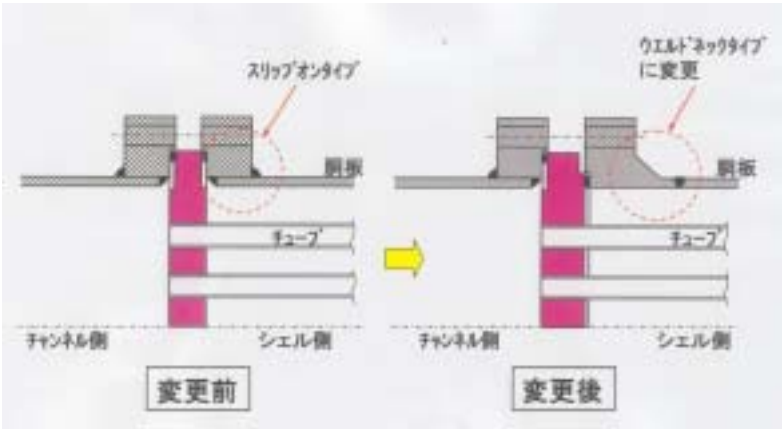
漏えい箇所の拡大写真



熱交換器内部の腐食状況



胴フランジ部欠陥のミクロ写真


スリップオンタイプ
ウエルドネックタイプ
に変更
胴板
胴板
チューブ
チューブ
チャンネル側
シェル側
チャンネル側
シェル側
変更前
変更後

溶接方法の変更