

高圧ガス事故概要報告

| | | | | |
|---|--|---|---|--|
| 整理番号 2024-611 | 事故の呼称 気密試験における水素化反応装置からの窒素漏えい | | | |
| 事故発生日時 2024年11月7日(木) 15時27分 | 事故発生場所 大阪府 堺市 | 事故発生事象 1次)漏えい② 2次) | 事故発生原因 主)設計不良 副)締結管理不良 | |
| 施設名称 水素化反応装置 | 機器 反応器 (V004) | 材質 フランジ (本体、ノズル): SFVAF11B+SUS316L (肉盛) | 概略の寸法 フランジ外径:1,360mm レイズドフェイス 座面高: 7mm 座面幅:80mm | |
| ガスの種類および名称 不活性ガス(窒素) | 高圧ガス製造能力 (事業所) 164,371,707 m ³ /日 | 常用圧力 6.34MPa | 常用温度 430°C | |
| 被害状況(人的被害、物的被害) 人的被害:なし 物的被害:なし | | | | |
| <p>事故の概要</p> <p>完成検査に向けた気密試験のため、窒素ローリーから水素化反応装置に窒素ガスを張り込み、段階的に昇圧を行っていた。</p> <p>系内圧力が約 7MPa で異常音がしたため、プラント製造会社現場担当者は昇圧を停止し、装置の確認を行った。反応器本体フランジからの窒素ガスの漏えいを確認したため、直ちに周囲の作業員へ退避を指示した。</p> <p>なお、この装置はプラント製造会社から事業所に引き渡し前であったため、プラント製造会社の管理のもと気密試験が実施されていた。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>11月7日(木)</p> <p>07時15分 気密試験のため窒素ローリーにて装置の昇圧を開始した。</p> <p>09時05分 4.0MPa に到達し、各所の漏えい確認を実施した。</p> <p>09時36分 異常のないことを確認し、昇圧を再開した。</p> <p>14時05分 6.72MPa に到達し、安全弁付近の漏えい確認を実施した。</p> <p>14時20分 反応器 V003/005/006 本体フランジでカニ泡程度の微小漏えいが確認されたため増し締め作業を開始した。反応器 V004 では漏えいは確認されなかった。</p> <p>15時10分 反応器 V003/005/006 本体フランジの増し締め作業が完了し、昇圧を再開した。</p> <p>15時27分 反応器 V004 本体フランジから窒素の漏えいが発生した。漏えい発生時の圧力は約 7MPa だった。異常音がしたため、プラント製造会社現場担当者がローリーによる昇圧を停止、接続弁を閉とした。</p> <p>15時32分 プラント製造会社現場担当者よりプラント製造会社の所長へガasketの破断について電話連絡した。現場作業員および各協力会社責任者へ退避を指示した。</p> <p>15時40分 酸素濃度計で漏えい発生場所付近の安全を確認した。</p> | | | | |

| | |
|--|---|
| <p>15 時 50 分</p> <p>16 時 40 分</p> | <p>現場周辺の安全(酸素濃度に問題がないこと)を確認した。 張り込み口から脱圧を開始した。</p> <p>全系統の脱圧が完了したことを張り込み口の圧力計で確認した。</p> |
| <p>事故発生原因の詳細</p> <p>1. 締め付け管理不足</p> <p>反応器 V004(以下「反応器」という。)の本体フランジは、ボルトの締め付けを軸力管理にて実施するフランジであったが、完成検査の気密試験では、軸力管理がされていない状態でボルトを締め付け、昇圧が行われた。このため、全数もしくは一部のボルトで軸力が不足する状態となり、ガスケットの必要締め付け圧力が不足したことで漏えいが発生したものと推定される。</p> <p>気密試験を管理していたプラント製造会社は、反応器のフランジが軸力管理の対象であることを認識していたが、完成検査終了後に反応器を開放し触媒を充填することから、常温で行う完成検査の気密試験において軸力管理は不要と判断した。また、他の反応器の本体フランジに微小漏えいが確認されたときに、この反応器について増し締めなどの対応を行わずに昇圧したことも漏えいに至った要因と考えられる。</p> <p>2. ガスケットの寸法</p> <p>降圧後のフランジ観察では、ガスケットのフィラー材がフランジのレイズドフェイス面より外側にはみ出していることが確認された。ガスケットは、締め付け時に半径方向に変形するため、ガスケットの外径は、レイズドフェイス面の外径に対して逃げ代を考慮して設定する必要がある。このフランジでは、ガスケットメーカーの推奨値に対して十分な逃げ代が設けられていなかったため、ガスケットのフィラー材がレイズドフェイス面より外側に位置し、シールに寄与するガスケット幅が減少した(図 1 参照)。その状態で内圧が負荷されたため、約 7MPa に昇圧したときに、フィラー材がはみ出した箇所が内圧に耐えることができず、外輪が外れ、外側に飛び出して破損し、漏えいが生じたと推測する(図 2 参照)。</p> <p>また、使用されていた大口径のうず巻形ガスケットは、強いテンションでフィラーを巻くと内輪から外れてしまうため、弱いテンションで巻かれており、小口径のものよりも潰れやすい。締め付け力が適切ではなく、ガスケットが座面からはみ出した箇所が圧力を保持できなくなったことでフィラーとフープの層が崩れたと推定される(図 2 参照)。</p> | |
| <p>事業所側で講じた対策(再発防止対策)</p> <p>1. 反応器本体フランジにおけるトルク管理方法の変更</p> <p>フランジの締め付け方法は、気密試験のときも含め、トルク管理による締め付けを徹底する。</p> <p>2. 締め付け方法の判断に関する対策</p> <p>プラント製造会社は、この事例を社内共有し、締め付け方法は、機器設計者が定める方法によることを社内標準に取り込み、社内教育を行う。</p> <p>3. 機器引き渡し(装置完成)後の対策</p> <p>事業所は、プラント製造会社から設備の引き渡しを受けた後は、機器設計者が定める方法で締め付け管理を行う。さらに、事業所が作成する工事要求仕様書に締付管理方法を明記することを改めて関係部門に共有する。また、当該事例をプロジェクト管理マニュアルに記載し、関係者に周知、教育を実施する。</p> | |

4. 水平展開

トルクまたは軸力による締め付け管理要求対象機器のうち、現場で開放および取付けを行った機器の対象部は、トルク管理の実施を確認した。その他、現場で開放を行う予定のない機器(主に熱交換器類)は、製作事業者からの出荷時にトルク管理がなされていることを確認した。

5. ガasketサイズの見直し

ガスケット設置時の施工性改善やガスケットのシール性をより確実なものとするため、発災個所と同形状かつ逃げ代が十分確保されていないガスケットは、ガスケットメーカーの基準に基づきサイズを見直す。

教訓(事故調査解析委員会作成)

- ① 締結管理は、締め付け力が不足または過剰とにならないよう十分注意する必要がある。締め付け力不足の場合、内圧によってガスケットが破断し、締め付け力が過剰な場合、ガスケットが破損し、漏えいに繋がる。特に大口径のガスケットにおいては、ガスケットに対応するメカ推奨寸法のフランジを使用し、逃げ代を考慮した座面となっていることを設計時に確認した上、施工管理をすることが重要である。
- ② 気密試験時であっても高圧ガスを扱う以上、漏えいに至る可能性は十分にあるため、常に全員が作業工程、手順書など運転時と同じルールを遵守して作業に当たることが原則である。

事業所の事故調査委員会

—

備考

—

キーワード

プラント製造会社、完成検査、気密試験、反応器、フランジ、レイズドフェイス、うず巻形ガスケット、窒素、漏えい、軸力管理

関係図面(特記事項以外は事業所提供)



