

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2019-603	事故の呼称 圧力調整器の発火事故		
事故発生日時 2019年9月19日(木) 8時50分	事故発生場所 兵庫県 尼崎市	事故発生事象 1次)火災 2次)	事故発生原因 主)誤操作 副)
施設名称 高圧ガス充てん工場内 分析室	機器 圧力調整器	材質 SUS316	概略の寸法 圧力調整器本体 入口及び出口:R1/4
ガスの種類および名称 混合ガス (酸素 99.5%、窒素 0.5%)	高圧ガス製造能力 事業所 118,455 m ³ /日	常用圧力 11.8 MPa	常用温度 5°C~35°C
被害状況(人的被害、物的被害) 人的被害:重傷(全治1ヶ月)1名 物的被害:37.5千円			
<p>事故の概要</p> <p>分析室にて混合ガス(酸素 99.5%、窒素 0.5%)製品の混合比分析を実施するため、充てん容器に圧力調整器を取付けた(1次側:11.8MPa、2次側:0.1~0.15MPa)。次に、混合ガス製品を圧力調整器及び分析ラインに流し、パージ洗浄※を繰り返した。図1にパージ洗浄実施時の写真を示す。</p> <p>6回目のパージ洗浄が終わり、減圧中に圧力調整器が突然発火し、焼損した。この事故により作業員1名が左てのひらに火傷(2度)を負った。</p> <p>※パージ洗浄では、圧力調整器の出口バルブを微開で固定し、容器元バルブと圧力調整器の調整ハンドルを開閉することで、配管内のパージを行う。分析作業では、混合ガス製品の充てん容器を交換するごとに、このパージ洗浄を10回程度繰り返す。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>9月19日(木)</p> <p>8時48分 濃度測定をする混合ガス製品の充てん容器に圧力調整器を取付けた。</p> <p>8時49分頃 混合ガスで圧力調整器及び分析ラインのパージ洗浄を繰り返した。</p> <p>8時50分 6回目のパージ洗浄が終わり、減圧中に圧力調整器が突然発火し、焼損して作業員が左てのひらに火傷(2度)を負った。</p>			
<p>事故発生原因の詳細</p> <p>【パージ洗浄作業手順】</p> <p>混合ガス製品の混合比分析前に実施するパージ洗浄の作業手順を下記に示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 容器に圧力調整器を取り付け、圧力調整器の設定圧力を0.01MPaに設定する。 2. 圧力調整器の2次側出口バルブは、微開で固定する。 3. 容器元バルブを微開にし、1次側圧力計の指示が容器内圧までゆっくり上昇して止まったところで、容器元バルブを閉にする。 4. 圧力調整器の圧力調整ハンドルをゆっくり右に回し、2次側圧力計の指示値が0.1MPaになるまで昇圧する。 			

5. 1 次側圧力計の指示値が下降し、ゼロ付近となったところで、容器元バルブを再度微開にする。(圧力調整器の設定圧力は 0.1MPa のまま)
6. 圧力調整器の 1 次側圧力計の指示値がゆっくり上昇し、指示が止まったところで、容器元バルブを閉にする。
7. 1 次側圧力計の指示値が下降し、ゼロ付近となったところで、容器元バルブを微開にする。
8. 上記 6. 及び 7. の工程を繰り返し、10 回程度実施する。(発火事故はこの操作中に発生した。)
9. 圧力調整器の圧力調整ハンドルをゆっくり左に回し、降圧する。
10. 分析作業を実施する。

【事故の状況】

事故後の各部品の焼損状況を、下記の表に示す。また、事故直後の写真を図 2 に、焼損した圧力調整器の状況を図 3～図 5 に示す。

名称	材質	焼損状況
調整器 1 次側継手	SUS316	燃焼した痕跡は見られなかった。
焼結金属フィルター	SUS316	焼損のため消失していた。
フィルターガイド	PCTFE (ポリクロトリフルオロエチレン)	残存していた。(焼損しているかどうか不明)
調整器 1 次側圧力計	SUS316	圧力計ねじ締結部の下部端面に熱の影響が見られるが、ねじの焼損は見られなかった。
ダイヤフラム保護板	PTFE (ポリテトラフルオロエチレン)	大部分が焼損し、一部が残存していた。
ダイヤフラム	SUS316	ダイヤフラム中央部の大部分は焼損し、リング状になっていた。
圧力調整器本体	SUS316	内部は焼損の跡が見られる。出口ポートは入口ポートに比べて焼損が激しかった。
調整器 2 次側圧力計	SUS316	圧力計ねじ締結部の下部端面に熱の影響が見られるが、ねじの焼損は見られなかった。
出口バルブ	SUS316L 相当材	調整器本体と出口バルブのねじ込み継手が焼損していた。

【圧力調整器の使用履歴】

この設備に使用されていた圧力調整器は、2010 年に製造され、事故が発生した 2019 年 9 月まで約 6 年間使用されていた。また、この設備における圧力調整器と容器の脱着回数は 3 千回程度に達しており、圧力調整器入口のフィルターには金属粉、塵埃が存在していたと考えられる。

圧力調整器メーカーは 200 回の取付け、取外し後にオーバーホールするよう注意喚起していたが、ユーザーは圧力調整器のオーバーホールを実施していなかった。

<p>【事故発生原因の推定】</p> <p>以下のいずれかまたは複合的な要因により、発火事故が発生したと推定される。</p> <p>① パージ洗浄操作による容器元バルブの開操作によって、酸素ガスの断熱圧縮により焼結金属フィルター部分が温度上昇したため、フィルターガイド(焼結金属フィルターを取り付けるためのガイド)、焼結金属フィルターに付着していた金属粉または塵埃が発火した。火炎は焼結金属フィルター自体を燃焼させ、酸素ガスの流れに沿って圧力調整器本体内部に流れ込み、本体内部が燃焼した。</p> <p>② 容器への圧力調整器の取り付け、取り外し時に発生した金属粉が酸素ガスとともに流れ、焼結金属フィルターに衝突した摩擦熱により、焼結金属フィルターに付着していた塵埃が発火した。火炎は焼結金属フィルター自体を燃焼させ、酸素ガスの流れに沿って圧力調整器本体内部に流れ込み、本体内部が燃焼した。</p>
<p>事業所側で講じた対策(再発防止対策)</p> <p>事業所は再発防止対策として、次の対策を講じた。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. バルブの開操作をするときは、操作の初めに 1/8 回転程度ゆっくりと開操作することを手順書に規定した。 2. 金属粉、塵埃の発生を最小限に止めるために、圧力調整器メーカーの脱着回数の推奨値を参考に、メンテナンス周期及び交換期限の管理をすることとした。 3. 酸素ガスの配管系で使用する圧力調整器の部品の材料をオーステナイト系ステンレス鋼から真鍮に変更した。 4. 圧力調整器の取り扱い及び分析作業に係わる安全教育を実施することとした。 5. 作業員保護のため、バルブ操作時は防火手袋の着用を義務化した。
<p>教訓(事故調査解析委員会作成)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 容器のバルブを急激に開くと、断熱圧縮(気体が圧縮されて高温になる現象)または摩擦(流体摩擦、固体間の摩擦)により、温度上昇するため、発火の危険性が高くなることを認識する必要がある。 ② 長期間使用した設備内には、金属粉、塵埃が存在している。酸素などの支燃性ガスが断熱圧縮する危険性がある箇所に、金属粉、塵埃が存在すると、容易に発火することを認識する必要がある。 ③ フィルターは金属粉、塵埃の異物を捕捉して集塵する役割を持つが、酸素などの支燃性ガスの設備では、フィルター自体が発火する危険性があることを認識し、定期的にフィルターを清掃又は交換することが必要である。
<p>事業所の事故調査委員会</p> <p>—</p>
<p>備考</p> <p>—</p>
<p>キーワード</p> <p>酸素、分析、発火、火災、容器元バルブ、バルブ操作、圧力調整器、パージ、断熱圧縮、流体摩擦、金属粉、塵埃</p>

関係図面(特記事項以外は事業所提供)



図1 パージ洗浄実施時の作業再現(事故後に撮影)

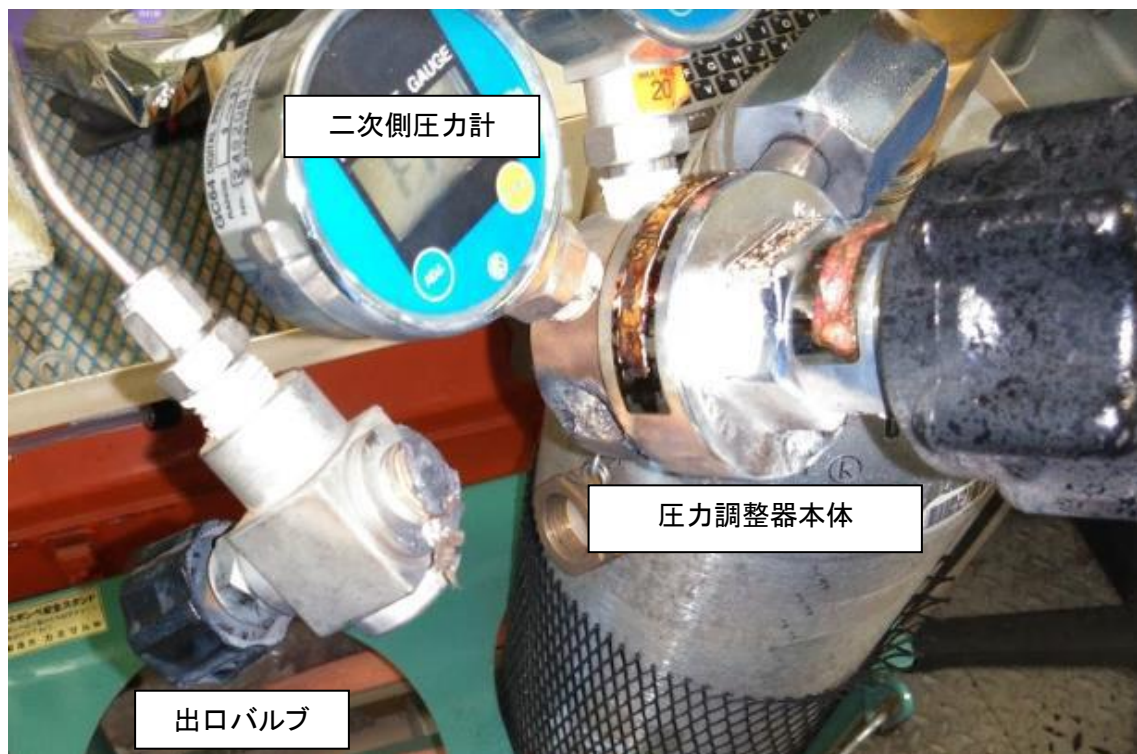


図2 事故直後の圧力調整器の焼損状況



図 3 焼損した圧力調整器の分解写真



図 4 焼損した圧力調整器の入口ポート(容器バルブ側)



図 5 焼損した圧力調整器の出口ポート(出口バルブ側)