

高圧ガス事故概要報告

整理番号 —	事故の呼称 LPG 回収装置の配管閉塞による設計圧力の超過事案 (非高圧ガス事故)			
事故発生日時 2022年12月23日(木) 5時43分	事故発生場所 愛媛県 今治市	事故発生事象 1次)その他 (危険な状態) 2次)	事故発生原因 (主)設計不良 (副)	
施設名称 LPG 回収 装置	機器 配管	材質 STPG 370-S	概略の寸法 呼び径 1/2B Sch80、3/4B Sch80、1 1/2B Sch80、 2B Sch80、3B Sch40	
ガスの種類および名称 可燃性ガス (液化石油ガス)	高圧ガス製造能力 290,973,284 m <sup>3</sup> /日(事業所) 945,740 m <sup>3</sup> /日(施設)	常用圧力 1.83 MPa	常用温度 34℃	
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>LPG 回収装置において、定常運転中、配管系の圧力が上昇し、設計圧力を超過した。配管系が危険な状態になったと判断し、原料供給を停止して、LPG 回収装置の運転を停止する措置(応急の措置)を講じた。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>05時30分 計器室の運転員は、次の2つに気が付き、配管閉塞が疑われるため、閉塞箇所の調査を開始した。</p> <p>① 水素化分解装置とLPG回収装置を結ぶ配管系の流量が、低下傾向にある(図1参照)。</p> <p>② ナフサ水素化処理装置とLPG回収装置を結ぶ配管系の圧力が、上昇傾向にある(図1参照)。</p> <p>05時43分 計器室の運転員は、ナフサ水素化処理装置とLPG回収装置を結ぶ配管系の圧力がさらに上昇(2.59MPaまで)し、設計圧力(1.88MPa)を超過していることに気が付いた(図1参照)。</p> <p>05時45分 計器室の運転員は、ナフサ水素化処理装置からLPG回収装置への液化石油ガスの送液を停止し、LPG回収装置の運転を停止する操作を開始した。</p> <p>05時46分 配管各所の圧力調査によって閉塞箇所が特定されたため、現場の運転員は、配管の閉塞を解消する運転操作(バルブの開閉、配管系のブロー、スチームによる配管系の加温など)を実施した。</p> <p>06時02分 計器室の運転員は、自衛消防、事業所内の関係部署に連絡した。</p> <p>06時06分 係長は、119番通報した。</p> <p>06時08分 自衛消防は、現場に到着した。</p> <p>06時30分 計器室の運転員は、LPG回収装置の運転停止を確認した。</p> <p>自衛消防は、撤収した。</p>				

## 事故発生原因の詳細

### (1) LPG 回収装置の概要

LPG 回収装置は、水素化分解装置とナフサ水素化処理装置から留出される液化石油ガスを原料とし、アミン洗浄・再生装置で硫化水素を除去して、アミン洗浄された液化石油ガスからプロパンとブタンを回収する装置である(図 2 参照)。

### (2) 配管系の圧力上昇の範囲

配管系の圧力が上昇し、設計圧力を超過した配管系は、ナフサ水素化処理装置と LPG 回収装置を結ぶ、石油学会規格(JPI)クラス 300 を適用した仕様の配管系のうち、LPG 回収装置の入口バルブからポンプ、流量調整弁までの範囲(長さ 15m 程度)であった(図 3 参照)。

なお、設計圧力を超過した範囲には、法定の安全装置が設けられていなかった。また、この配管系では、本事故(非高圧ガス事故)の後に 2 度(2023 年 1 月 25 日、2 月 16 日)の圧力上昇が発生した。

### (3) 配管系の圧力上昇の解消

配管系の圧力上昇は、現場の運転員が、配管の閉塞を解消する運転操作(バルブの開閉、配管系のブロー、スチームによる配管系の加温など)を行った結果、解消した。

### (4) 配管系の閉塞の要因検討

上記(1)から(3)までの内容から、配管系が閉塞し、圧力が上昇したと考え、配管系が閉塞する要因を検討した。その結果を、次に示す。

① 配管系の圧力上昇が発生したときの温度、圧力を、次に示す(図 4 参照)。

- ・水素化分解装置の脱ブタン塔(デブタナイザー)の塔頂は、温度 80°C程度、圧力 1.5MPa 程度。
- ・水素化分解装置の脱ブタン塔(デブタナイザー)塔頂受槽の出口から送液される LPG は、温度 18~21°C程度、圧力 1.9MPa 程度。
- ・アミン洗浄・再生装置の入口まで送液される LPG は、温度 12~18°C程度、圧力 1.1~1.6MPa 程度。

② 水素化分解装置の脱ブタン塔(デブタナイザー)塔頂では塩化アンモニウム塩の析出が想定されるが、塔頂凝縮器において発生した凝縮水に溶解し、排水として排出されるため、塩化アンモニウム塩による閉塞の可能性は低い。

③ 建設時 PFD(Process Flow Diagram)ベースの LPG 組成の場合、温度が 10°Cより低下するとハイドレート(包接水和物)が発生する(図 5 参照)。

④ 実際の運転時の分析結果ベースの LPG 組成の場合、温度が 17°Cより低下するとハイドレート(包接水和物)が発生する(図 5 参照)。

⑤ 水素化分解装置の脱ブタン塔(デブタナイザー)塔頂受槽の出口とアミン洗浄・再生装置の入り口を結ぶ配管系で、外気により LPG が冷却され、ハイドレート(包接水和物)が発生し、配管系が閉塞した。

## 事業所側で講じた対策(再発防止対策)

### (1) 配管系の温度管理(温度上昇)

水素化分解装置の脱ブタン塔(デブタナイザー)と脱ブタン塔(デブタナイザー)塔頂受槽の間に設置された熱交換器の冷却能力を低下させるため、伝熱管(チューブ)の一部にプラグ打ちを施した。また、熱交換器の出口温度の下限値を、規程類に定めた。

### (2) LPG の組成管理

ハイドレート(包接水和物)の発生に影響する LPG 中の硫化水素濃度の上限値を、規程類に定めた。

教訓(事故調査解析委員会作成)

- ① 高圧ガス設備の圧力が上昇し、設計圧力を超過した場合は、爆発、漏えいなどの高圧ガス事故に至る状況になったと考える必要がある。それを事故と認識すれば、再発防止と未然防止を図ることができる。また、その事故届は、事故の再発性、重要度などを解析し、法令改正、技術開発などにより事故の再発防止を図るための貴重な資料となる。
- ② 高圧ガス設備には、圧力が上昇し、許容圧力(一般に、設計圧力を上限に設定)を超えた場合に、直ちにその圧力を許容圧力以下に戻すことができる安全装置を設けるが、その設置箇所が適切であることを適宜確認することが重要である。また、確実に作動するように維持管理することも重要である。
- ③ 高圧ガス設備は、その能力(例えば、熱交換器の交換熱量)が適切な設備を選定し、使用することが重要である。過剰性能の設備の使用は、思わぬ事故、トラブルにつながる場合がある。

事業所の事故調査委員会

環境安全技術委員会を延べ 5 回(2023 年 4 月 25 日(1 回)、7 月 25 日(1 回)、8 月 29 日(3 回))開催し、トラブルの原因、対策などを審議した。

備考

—

キーワード

LPG 回収装置、液化石油ガス、危険な状態、配管系の閉塞、ハイドレート(包接水和物)、安全装置

関係図面(特記事項以外は事業所提供)

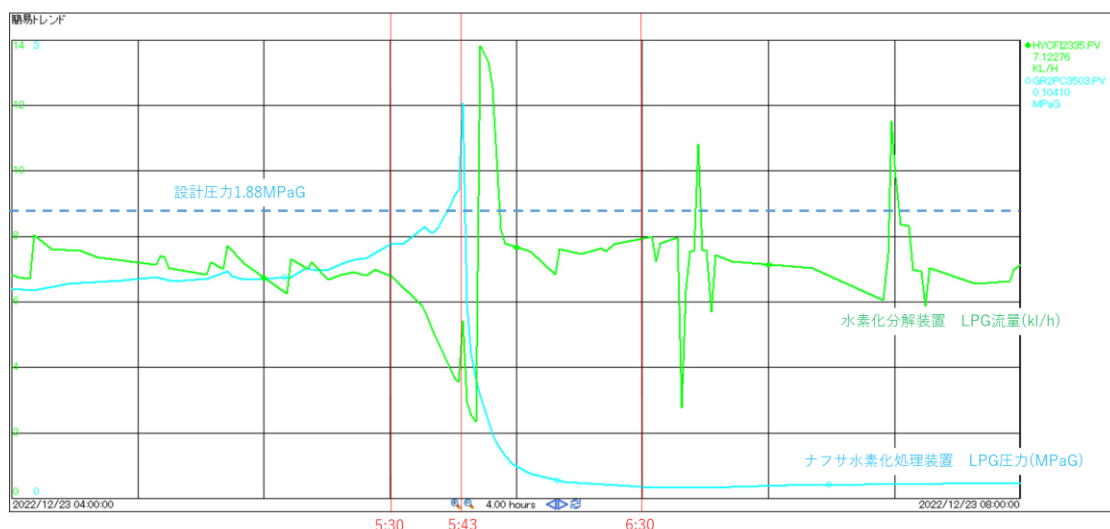


図 1 LPG 回収装置の配管系の流量と圧力



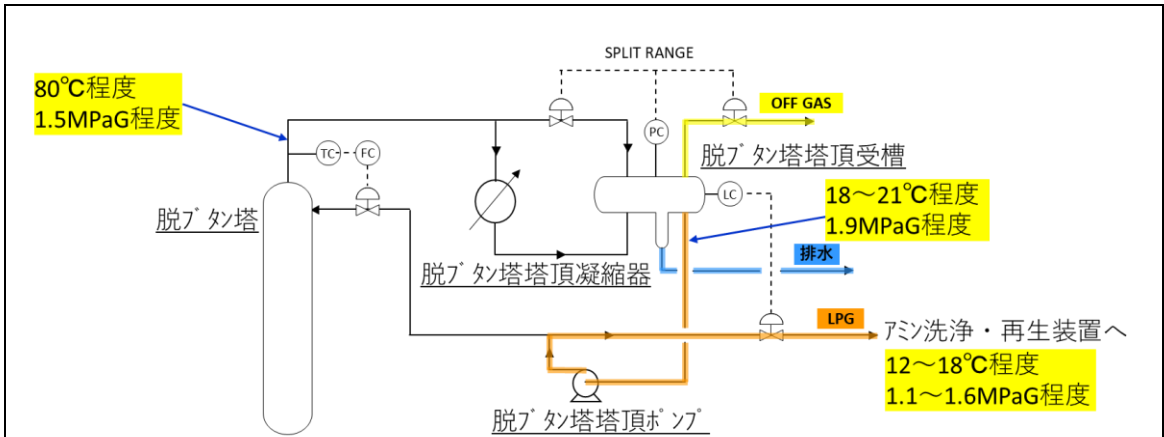


図4 配管系の閉塞の要因検討の検討範囲

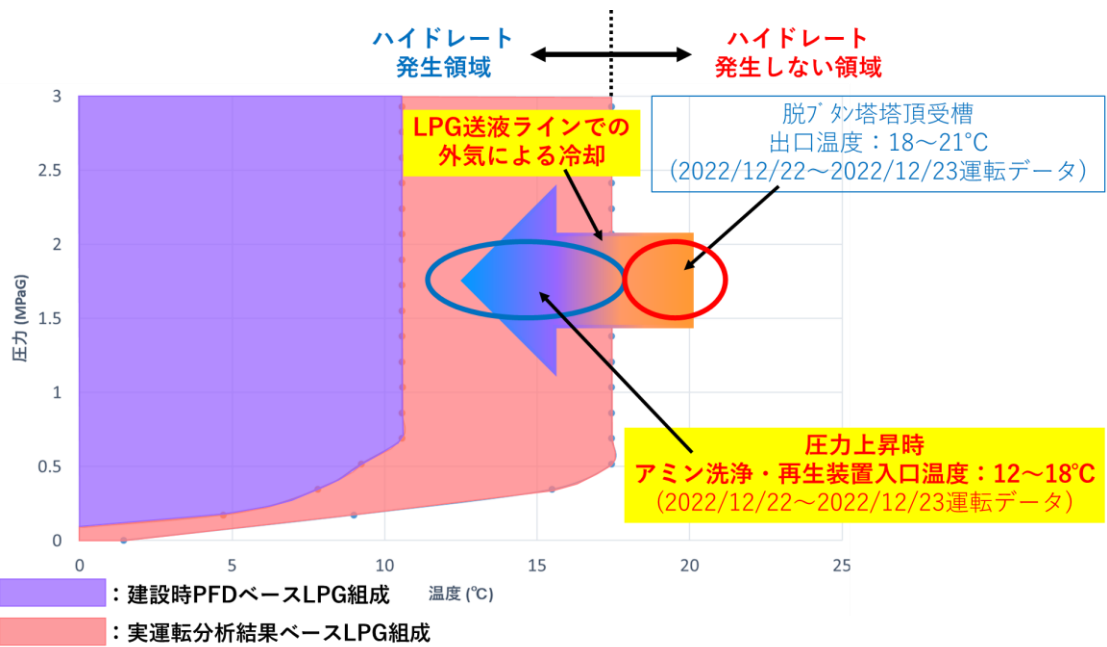


図5 ハイドレート発生領域の検討結果