

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2022-300	事故の呼称 液体アンモニア配管サポート部からの漏えい		
事故発生日時 2022年7月13日(水) 11時00分	事故発生場所 新潟県 新潟市	事故発生事象 1次)漏えい① 2次)	事故発生原因 主)腐食管理不良 副)
施設名称 アンモニア誘導体製造施設	機器 配管	材質 STPG370S	概略の寸法 呼び径:2 1/2B、Sch40
ガスの種類および名称 可燃性毒性ガス (アンモニア)	高圧ガス製造能力 62,434,351 m <sup>3</sup> /日(事業所) 9,297,708 m <sup>3</sup> /日(施設)	常用圧力 1.45MPa	常用温度 -4℃
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>アンモニア誘導体製造施設において、定常運転中に、配管(保温材施工有)から可燃性毒性ガス(液化アンモニア)が漏えいした。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>7月13日(水)</p> <p>11時00分 定期修理の準備作業で、足場を設置していた協力会社の作業員は、アンモニアの臭気を感じ、作業を中止した。</p> <p>11時05分 協力会社の作業員は、管制室に連絡した。</p> <p>11時07分 管制室で連絡を受けた班長は、製造課員に対し、配管の保温材を解体し、漏えいの有無を確認するように指示した。</p> <p>11時10分 製造課員は、アンモニア用防毒マスクを準備し、配管の保温材解体を開始した。</p> <p>11時30分 製造課員は、アルカリ検知指示薬を用い、配管サポート部からのアンモニア漏えいを確認し、管制室に連絡した。</p> <p>11時45分 管制室で連絡を受けた課長(保安主任者)は、製造施設の運転停止操作を指示した。</p> <p>11時55分 環境安全 G は、公設消防へ一般電話通報した。</p> <p>13時40分 公設消防は、入場した。</p> <p>14時30分 公設消防は、退場した。</p> <p>17時30分 製造課は、製造施設の運転停止操作を完了し、落圧操作を開始した。</p> <p>19時23分 製造課は、落圧操作を完了し、置換のために窒素連続通気を開始した。</p> <p>7月14日(木)</p> <p>07時00分 製造課は、置換を完了し、製造装置を大気開放した。</p>			
<p>事故発生原因の詳細</p> <p>(1) 漏えい箇所</p> <p>漏えい箇所は、配管とパイプシューの溶接継手近傍の配管(母材)であった(図 1 参照)。</p>			

(2) 漏えい箇所の外観検査

漏えい箇所を目視した結果、配管外面に割れを確認した。配管内面を観察した結果、漏えい箇所はパイプシューの溶接継手近傍の貫通き裂であること、他にも未貫通のき裂が 2 箇所あることを確認した(図 2 参照)。漏えい箇所(貫通き裂)の切断面(図 3 参照)を詳細観察した結果、配管内面から外面に貫通する粒界割れを確認した(図 4 参照)。

(3) 漏えい箇所の硬度測定

漏えい箇所を硬度測定した結果、パイプシューの溶接継手近傍において、き裂発生箇所と溶接箇所の母材の硬さが同じであることを確認した(図 5 参照)。

(4) 漏えい箇所の溶接後熱処理

漏えい箇所を含む配管系を建設した当時(1992 年)、液化アンモニアの配管に炭素鋼を使用する場合の溶接後熱処理(以下、「PWHT」という)の実施を定めた規程類はなかった。このため、配管とパイプシューの溶接継手は、PWHT を実施していなかった。

(5) 事故発生原因

配管(母材)に、アンモニア応力腐食割れ(以下、「SCC」という)が発生したと推定した。

アンモニア SCC の要因は、次の 3 つが重畳したと考えられる。

- ① 配管の材質は、炭素鋼であった。
- ② 配管の内部流体は、低水分含有の液化アンモニアで、溶存酸素の存在が疑われるが濃度は不明。
- ③ 配管とパイプシューの溶接継手近傍には、引張残留応力があつた。

事業所側で講じた対策(再発防止対策)

(1) 配管の材質変更

配管の材質を炭素鋼からステンレス鋼に変更した。

(2) 配管サポートの構造変更

アンモニア SCC の要因の 1 つである残留応力をなくすため、配管サポートの構造を、パイプシュー(溶接有)からウレタンブロック(溶接無)に変更した(図 6 参照)。

(3) 水平展開

類似箇所について、非破壊検査を実施し、その結果から配管の材質変更が必要と判断した箇所は、炭素鋼からステンレス鋼に変更する。

教訓(事故調査解析委員会作成)

- ① 一般的にアンモニア応力腐食割れは高張力鋼で発生するが、炭素鋼(特に薄肉で溶接入熱も低い配管)でも、溶接方法により残留応力が高いと発生することがある。
- ② アンモニア中の水分、溶存酸素が応力腐食割れに影響を与える。
- ③ アンモニア応力腐食割れの腐食管理の項目は、既知の学識である。しかし、この学識は有無、程度という不確かさがあるが故に、ハザードとなる。
- ④ カーボンニュートラル社会の実現に向け、アンモニアへの期待は高まっている。その中で、既存の LPG 設備を、アンモニア設備に転用する検討が行われているが、アンモニア応力腐食割れへの対策を、確実に行う必要がある。

事業所の事故調査委員会

事故調査委員会を3回開催し、再発防止対策を決定した。

備考

- ① 2016年に設置した炭素鋼機器(アンモニア中間槽(板厚16mm))について、2018年に開放検査を実施したところ、機器内側から溶接継手において割れ(未貫通)を確認した。2016年当時、高張力鋼機器はアンモニアSCC対策としてPWHTが基準化されていた。一方、炭素鋼機器ではアンモニアSCC対策としてPWHTが基準化されていなかった。炭素鋼機器においてアンモニアSCCが確認されたため、炭素鋼機器の損傷劣化評価および材料選定基準を改訂し、炭素鋼機器についてもPWHTを基準化した。
- ② 損傷劣化評価および材料選定基準の改訂前から、炭素鋼配管の溶接継手は非破壊検査の対象となっていたが、パイプシュー等の付属品との溶接継手については検査の対象となっていなかった。また、配管は機器と比較して板厚が薄いため、溶接による材料の硬度上昇の影響が少ないと考え、PWHTを基準化していなかった。
- ③ 2021年11月には、2022年7月の事故(2022-300)と同じく炭素鋼配管とパイプシューの溶接継手でアンモニアSCCによる漏えい事故(2021-498)が発生していた。2022年7月の事故(2022-300)が発生した配管は、2021年11月に発生した事故(2021-498)の再発防止対策、水平展開として、2022年9月の停止工事で配管材質をステンレス鋼、パイプシューをウレタンブロック付きサポートに変更する計画であった。

キーワード

漏えい、応力腐食割れ(SCC)、可燃性毒性ガス、アンモニア、配管、炭素鋼、溶接継手、残留応力

関係図面(特記事項以外は事業所提供)



図1 漏えい箇所(赤丸)

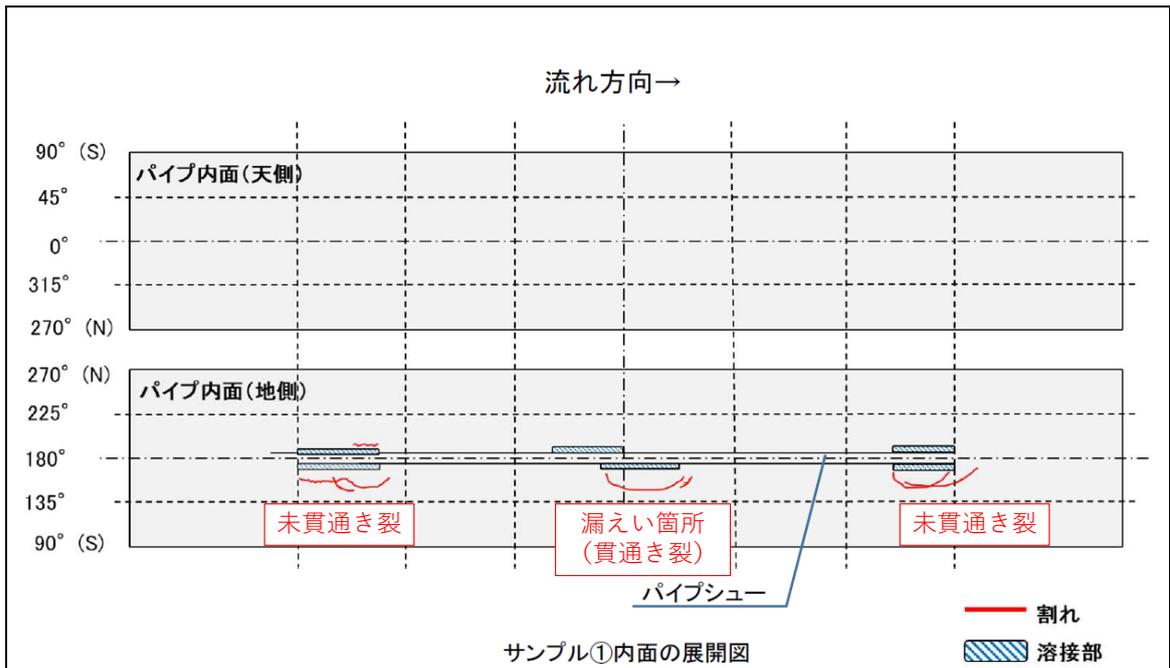


図 2 配管内面における漏えい箇所

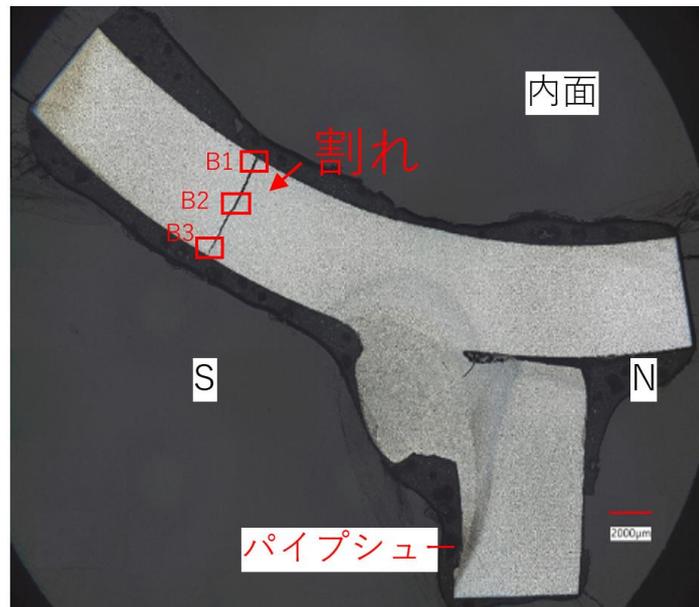


図 3 漏えい箇所の切断面

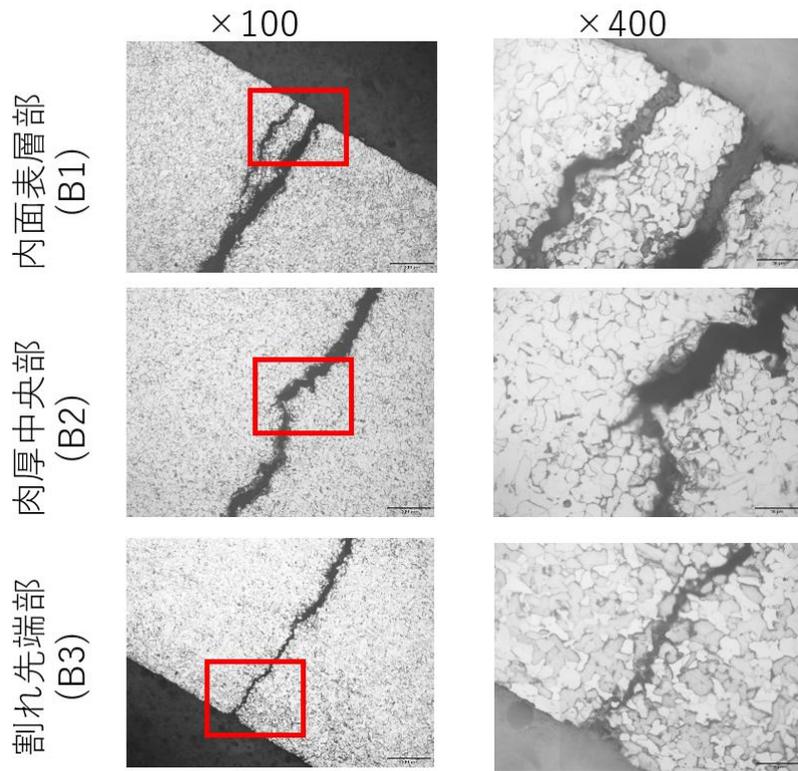


図4 漏えい箇所の観察結果(光学顕微鏡)

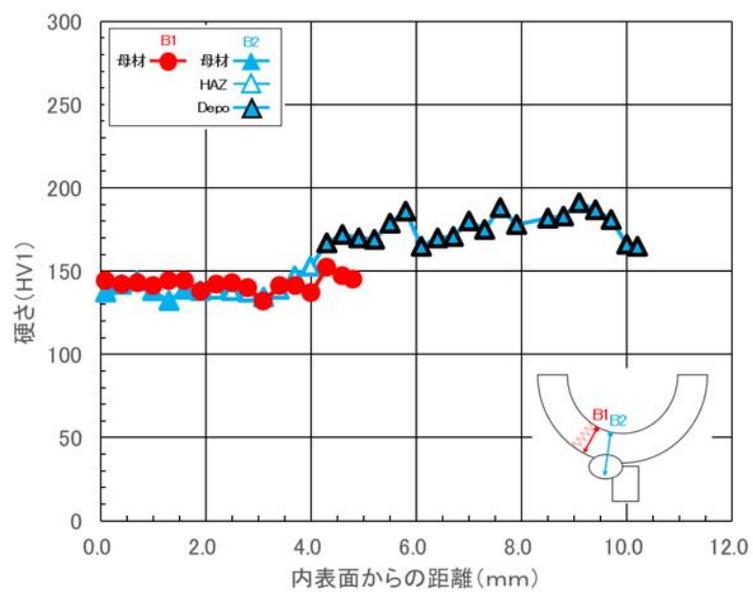
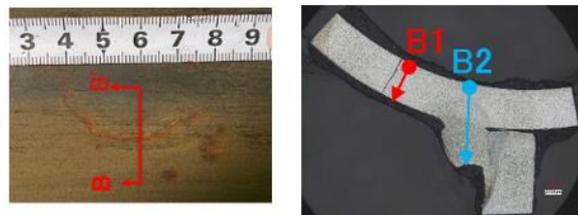


図5 漏えい箇所の硬度測定の結果(赤:き裂発生箇所、青:溶接箇所)

サポートシュー



ウレタンブロック



図 6 配管サポートの構造変更(類似箇所)