

北里大学 御中



炭酸ガス容器破裂事故調査報告書

炭酸ガス容器破裂事故に関して、以下に調査したことを御報告いたします。

I. 事故の概要

1. 発生場所

神奈川県相模原市南区北里1-15-1
北里大学 相模原キャンパス 医学部 1号館 4階 生化学研究エリア

2. 発生日時

2017年9月12日 (火) 午後6時20分頃

3. 発生後の経過

9月12日

- 18:20頃 研究室内で破裂音が発生、消防ならびに警察へ通報
- 20:00頃 消防、警察による現場検証
炭酸ガス容器(40L) 底部に穴が確認され、事件性はなく容器の破裂によるものと判断

9月13日

- 8:35頃 北里大学事務室より [redacted] へ連絡
- 10:45頃 神奈川県県央地域県政総合センター環境部環境保全課、相模原市消防局による現場検証
- 15:00頃 破裂容器を [redacted] へ運搬

4. 被災の状況

- (1) 人的被害
 - ・人的被害無し
- (2) 物的被害
 - ・研究室壁, パーテーション, 床の破損、窓ガラス散乱
 - ・インキュベータ装置等周辺機器の破損

5. 破裂容器情報

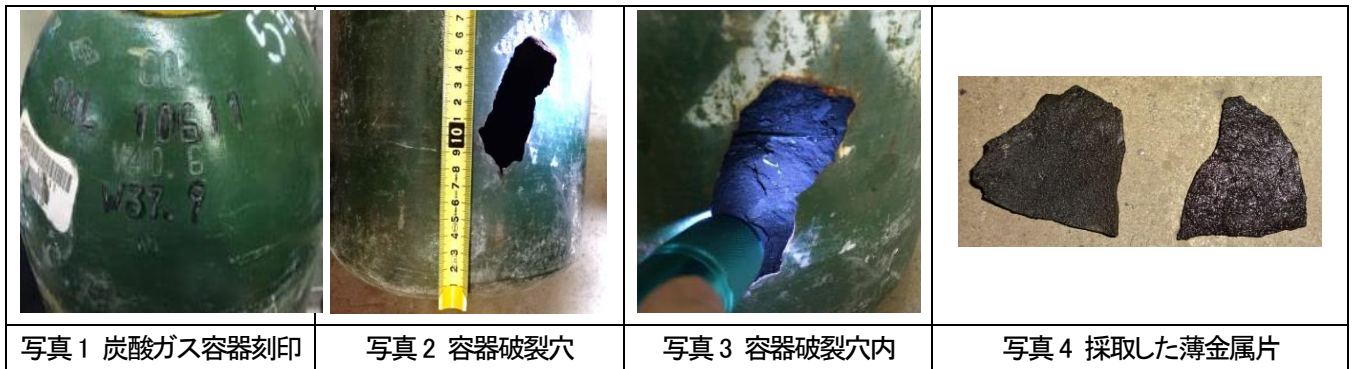
- (1) 製造年月日:平成20年(2008年)7月29日
- (2) 容器番号:SML 10611
- (3) 容器器種:E式(エルハルト方式)クロムモリブデン鋼製40. 2 $\frac{1}{2}$ 型高压ガス容器
- (4) 充填ガス名:液化炭酸ガス(CO₂)
- (5) 充填工場:ガス充填会社B社(充填日:平成28年10月4日)
- (6) 再検査履歴:平成25年10月17日

II. 破裂容器調査

破裂容器の状態を把握するため、1. 外面観察、2. 質量計測、3. 内面観察、4. 引張試験、5. 各種金属分析を実施した。また、付属する容器弁の機能試験を実施した。

1. 外面観察

容器外面は、破裂損傷部以外に目立ったキズはなく、破裂した部位は、容器底部より約8 cm～16 cmにかけて約3 cmの幅で斜めに穴が開き、開口面積はおおよそ20 cm²であった。穴の縁は、肉厚が薄く破裂の際に裂けてめくれるような塑性変形は見られず、容器材料に伸びがほとんどない状態であった。内部は底部全体に激しい腐食があり、採取した薄い金属片には湿り気が見られた。



2. 質量計測（容器弁を除く）

製造時の記録と比較した結果、0.95 kg増加していた。（製造時：37.9 kg ⇒ 今回：38.85 kg）

3. 内面観察

容器肩部を除く胴部を3等分に切断し、更に容器下部は破裂部を傷つけないよう縦割りに2分割し内面を観察した。容器下部は、底から約20 cmの位置まで黒色に変色し健全な金属表面は維持しておらず、虫食い状の激しい腐食が見られた。底面には、腐食した内壁から剥離したと思われるスケールが堆積固着しており、薄片状の金属片やスポンジ状の堆積物が底を覆っていた。胴部の肉厚は、母材最小基準値4.1 mmに対して約1 mmまで薄くなっている箇所があったのに対し、底面はさほど腐食の影響を受けていない。（資料1参照）

4. 引張試験

破裂容器のほぼ中央部から試験片を採取して引張試験を行い製造時供試容器の成績記録と比較した結果、異常は見られなかった。

表Ⅱ-1 引張試験結果

容器番号	規格値	試験片断面積 (mm ²)	降伏強さ(N/mm ²) 740以上	引張強さ(N/mm ²) 875～950	伸び率(%) 15以上
破裂容器 SML 10611	試験値	114.5 (25×4.58)	荷重94,800N 827	荷重103,500N 903	伸び量8.9mm 17.8
製造時供試 容器の成績	試験値	122.0(25×4.88)	荷重102,500N 840	荷重114,500N 938	17

試験片規格:JIS Z2201(1980) 12B号試験片

5. 腐食部金属分析

破裂容器腐食部の詳細調査のため、検査実施会社B社で当容器から各種サンプルを抽出し、母材成分分析、スケール分析、断面SEMマッピング、断面組織観察を行った。その結果、容器堆積物は炭酸鉄である可能性が高く、容器内に一定量の水が溜まっていた場合、二酸化炭素が水分内に溶け込み炭酸イオンとなって母材と結合して炭酸鉄を形成し、炭酸腐食を生じた可能性を示唆された。

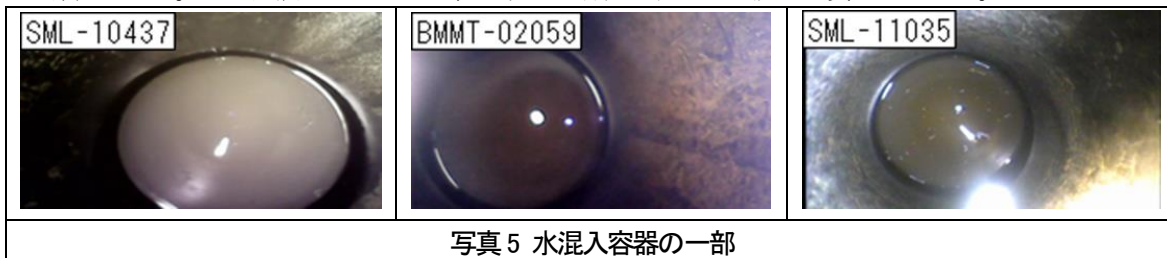
6. 容器弁調査

破裂容器に付属していた容器弁を製造元にて高圧ガス保安法に基づく検査を行ったところ、全て合格範囲に納まり異常は認められなかった。

Ⅲ. 容器破裂要因調査

容器が破裂に至った要因は、腐食部金属分析結果より、容器内に混入した水に炭酸ガスが溶け弱酸を生成したことで炭酸腐食が生じたこと、また、高圧下という容器内の環境が予想外の激しい腐食をもたらしたと推測した。そこで、破裂した容器の再検査を行った平成25年10月以降、どの段階で水が混入した可能性があるか調査を行った。

破裂した容器の移動履歴を元に、当容器が取扱われた複数のお客様内において同時期に消費されていた他の炭酸容器を優先的に回収して内部の目視確認を行ったところ、内表面に腐食が目立つものや容器底にリング状に水が溜まっているものが確認された。更に同調査を進めると、こうした容器が特定の施設で消費されていた。



Ⅳ. 事故の原因

炭酸ガス充填工場、容器再検査場の現場立会い調査では、多量の水が容器内に入る（残留する）可能性は極めて低かった。容器回収内部調査を行った結果、他の容器でも水の混入が検出され、その全てが特定の施設で消費されていたことから、その施設に何かしらの不具合が生じ容器へ水が浸入したことが確認された。

炭酸ガス容器が内部腐食によって破裂に至った原因は、水が浸入した容器に炭酸ガス充填が行われ、弱酸の炭酸水が長期間、高圧下で容器内壁に接触していたことが原因である。

Ⅳ. 再発防止対策

炭酸ガス容器内部への水浸入防止を最優先とし、以下の再発防止対策を行います。

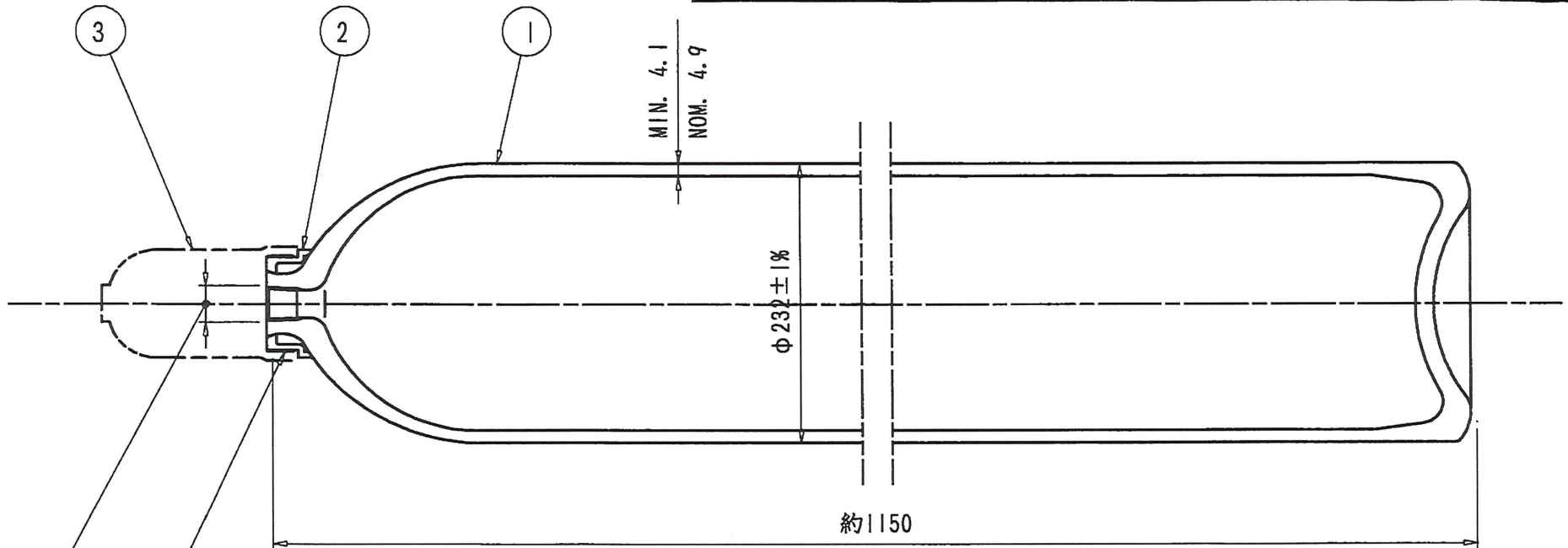
1. 容器弁（ハード面）

当社で所有する炭酸ガス容器の容器弁を順次、残圧保持・逆流防止機能付き容器弁に取り替えていきます。これにより、容器弁全開の状態でも容器内の圧力は大気圧力まで低下せず残圧0.1～0.3MPaを保持し、更に容器内圧より高い逆圧が容器弁に掛かった際にも逆流防止機能により容器内への不純物（水分）の浸入を防止します。

以上

参考資料

内容積	VOLUMETRIC (WATER) CAPACITY	40.2 $\begin{smallmatrix} +3 \\ -0 \end{smallmatrix}$ %L (———)
耐圧試験圧力	HYDRAULIC TEST PRESSURE	24.5 MPa (250kgf/cm ²)
設計圧力	DESIGN PRESSURE	14.7 MPa (150kgf/cm ²)
容器重量	TARE WEIGHT	約 38 kgs (———)



W80山11
W(メン)28山14 テーパ3/26









3	キャップ	炭素鋼	—	
2	ネックリング	炭素鋼	—	マダハ 鋳鉄
1	本体	Cr-Mo 鋼	—	

機 械 的 性 質		
降伏強サ N/mm ²	引張り強サ N/mm ²	伸び % (G. L. 50mm)
740 以上	875 ~ 950	15 以上

No.	品名 (NAME)	材質 (MATL.)	個数 (PCS.)	備 考 (REMARKS.)
承認 APP' D.	審査 CHK' D.	設計 DESIGN.	日付 DATE.	尺度 SCALE.
			02.10.22	<input checked="" type="checkbox"/>

仕様 SPEC.	高圧ガス保安法 容器保安規則	改訂 CHANGE RECORD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	名 称	NAME ポンベ 38 継目なし高圧ガス容器	図 番	DRG. NO.

資料 1. 破裂容器内面観察写真

	
<p>容器4分割 ①②③④</p>	<p>①容器肩部内面</p>
	
<p>②容器上部内面</p>	<p>③容器中部内面</p>
	
<p>④容器底部内面</p>	<p>④容器底部内面 2分割)</p>
	
<p>④容器底部内面 2分割破裂側</p>	<p>④容器底部 堆積物</p>