

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2009-184	事故名称 三フッ化窒素充てん工場の火災、爆発		
事故発生日時 2009-11-4(水) 13:20	事故発生場所 山口県下関市		
施設名称 三フッ化窒素製造設備 (F3系、F4系)	機器名 充てん設備、容器、容器弁	主な材料 容器 合金鋼 容器弁 SUS316L	概略の寸法 17本組 T/T(710リットル×17本組) 40フィート ISO T/T(2400リットル×8本組)
高圧ガス名 三フッ化窒素(NF ₃)	処理量(標準状態) 約 1,050m ³ /D	常用圧力 15MPa	常用温度 30℃
被害状況 <p>三フッ化窒素製造設備の充てん場において、17本組チューブトレーラー(T/T)へ三フッ化窒素(NF₃)を充てん後、ガス分析作業を実施しようとしたところ、火災が発生した。その後2回の爆発が発生し、充てん工場(F3系、F4系)が全壊した。この爆発により付近住民、従業員および協力会社社員の11名が負傷(軽傷)し、飛散物により、工場の建物、設備、周辺民家の窓ガラス、屋根などが多数損壊(家屋損壊101軒、車両損傷36台)した。</p>			
事故概要 <ol style="list-style-type: none"> ① 17本組 T/T は容量が大きいため、一日に容器2本、または容器3本をまとめて、ガスを充てんする手順で充てん作業を実施していた。 ② 11月3日までに、三フッ化窒素充てん設備(F3系)において、#1～#15容器への充てんが完了していた。 ③ 11月4日、11:24 #16、#17の充てん作業が終了した。 ④ 11:57 #16、#17の製品ガスの組成分析を実施していた。 ⑤ F3系充てん場には、充てんが完了していた40フィート ISO T/T(8.4MPa)を出荷までの間、保管していた。さらに、F4系充てん場には、20フィート ISO T/T(2.8MPa)が充てん作業のため置かれており、40フィート ISO T/Tが空の状態、真空ラインにつながって真空引きした状態で置かれていた。 ⑥ 13:20頃 全ての容器への充てんが終了した17本組 T/T の出荷分析を行うため、全ての容器弁を開く操作を実施したところ、作業者が熱風を感じ被災した。 ⑦ 13:23 総合計器室において、ガス検知器に続いて火災報知器が発報し、事故を確認し関係部署に連絡 ⑧ 13:24 F3系、F4系電灯盤の警報発報 ⑨ 13:27 充てんコンプレッサーを緊急停止 ⑩ 13:30 現場班長より製造1係長へ火災発生連絡 ⑪ 13:31 救急車呼び出し。自衛消防隊出動。対策本部設置 ⑫ 13:34 関係諸官庁に連絡開始。救急車、消防車など入構 ⑬ 13:45 充てん場にて1回目の爆発が発生し、工場構外まで爆風及び飛散物(金具(240m 飛散)、断熱材(1160m～2050m 飛散)、容器の一部(300m 飛散))による多大な被害をもたらした。この爆発は、17本組 T/T が爆発したのではなく、同一充てん場に充てん後一時保管されていた40フィート ISO T/T の容器が爆発したものである。 ⑭ この40フィート ISO T/T の容器の一部が構外へ飛散して、周辺民家の建物、屋根などに甚大な被害を発生させた。 ⑮ 13:50 F3系充てん場にて、17本組 T/T の#3容器弁付近が破裂したことに 			

より、2回目の爆発が発生

⑯ 16:10 鎮火宣言

事故原因

- ① 火災発生原因は、17本組 T/T に充てん終了後、NF₃ ガス分析のため、全ての容器弁を一斉開放した際、各容器間の圧力の違いにより高密度、高流速の NF₃ が #16、#17 容器弁内で移動し、流動時の摩擦現象(流体摩擦)により容器弁の温度が上昇、流路を燃焼させたものと想定
- ② このため、#16、#17 容器弁の溶栓が潰破
- ③ 溶栓から高温で溶融した金属と共に加熱された NF₃ ガスが噴出、溶融状態の金属が着火源となり、周囲の塩ビ製カーテン(難燃性)などに着火、火災を発生させたものと推定
- ④ 周囲の容器、#15 容器弁、マニホールド配管などが延焼
- ⑤ 延焼が拡大し、容器弁の空気作動部(アルミダイキャスト製)を焼損、溶融したため、容器弁は開放状態となった。
- ⑥ 発災時、#16、#17 容器の温度は、#1～#15 容器の温度より 3℃ 高く(計算値)、充てん内圧は 9.5MPa (DCS 表示)であり、最小圧力(計算値)の容器と比較して、0.4MPa 程度高い状態であったと推定
- ⑦ 容器爆発、飛散の原因は、17本組 T/T において発生した火災が、同一充てん場内に一時的に保管されていた 40 フィート ISOT/T の右後方タイヤに延焼、タイヤ直上の #1 容器を加熱したものと推定
- ⑧ これにより、#1 容器内部で温度が上昇したため、容器内部圧力が急激に増加するとともに、加熱により容器材料の強度が低下した結果、容器が爆発したものと推定
- ⑨ #1 容器は、4 つの部位に破壊し、部位 1(トレーラーフロント側の一部)は、直前にある排水タンクを貫通し、民家 2 軒の屋根を損壊させ、約 300m 飛散して畑で発見された。部位 2(リア側の胴部の一部)は、螺旋状に破断しており、近くの排水タンク前に飛散した(約 20m)。部位 3、部位 4(リア側鏡を含む胴部の残部)は、隣接する倉庫へ飛散した(約 10m)。
- ⑩ また、同時に加熱されていた #2 容器は、フロント側の溶栓が外れ、NF₃ が噴出し、充てん場から約 50m 飛散して跳ね、最終的にはドラム缶置場で発見された。付近の草木等が燃焼していた。
- ⑪ なお、この 17本組 T/T は、2 回目の充てん作業において本事故が発生している。第 1 回目の充てんは、今回の充てん量の約 1/2 の充てん(圧力約 6MPa)であった。第 2 回目は、9.5MPa で充てんした。

再発防止対策

1. 火災発生防止

- ① 17本組 T/T の充てん方法の変更(容器間の差圧発生を回避するため、個別容器の充てん手順から 17 本同時に充てんする手順に変更)
- ② 異常発生時の緊急遮断システム強化
- ③ 異常の早期発見のための監視システム強化

2. 火災延焼防止

- ④ 充てん場内の区分けと可燃物の除去
- ⑤ チューブトレーラー充てん設備に散水設備設置
- ⑥ これらの具体的な対策実施については地域住民に十分にご説明し理解得る。
- ⑦ 再発防止対策を反映した作業要領書の改定、事故原因及び再発防止対策

の教育などを行い、更なる安全意識の向上に取り組む。

教訓

- ① この事故は、容器間の差圧に起因して、容器弁の開放時のガス流動による流体摩擦から容器弁内部で異常高温となったことが火災原因と推定している。今後、発災事業者などが行っている検証実験の結果に基づいて、さらなる知見が得られた場合、この事故概要報告も追加修正する予定である。
- ② 酸素以外の支燃性ガスも酸素と同じような危険性があることを認識しなければならない。三フッ化窒素(NF₃)の取り扱いに関しては、「NF₃ 安全な取扱指針」(日本産業・医療ガス協会 平成16年4月)に基づき、火災、爆発事故の未然防止、災害の拡大防止を図るとともに、作業者の安全確保を図る必要がある。
- ③ NF₃ 容器内部の清浄度(油脂、ゴミ、ほこり、ガスによる汚染)を常に確保するとともに、遊離すると異物となり得る加工バリ、切削片とともに、シール材のささくれ、毛羽立ち、損傷にも十分な注意が必要である。
- ④ NF₃ を取り扱う事業所は、火災の拡大防止、容器の爆発防止のため、可燃物の除去、および防消火設備の充実を図る必要がある。

備考

○チューブトレーラー(T/T)の概要

17本組 T/T 710L 容器 17本搭載、トレーラー全長 10,890mm

40フィート ISO T/T 2,400L 容器(40フィート)8本搭載、トレーラー全長 12,540mm

20フィート ISO T/T 1,200L 容器(20フィート)8本搭載、トレーラー全長 8,660mm

○三フッ化窒素(NF₃)の物理的性質

分子量 71.002、融点 -206.79℃、沸点 -129.06℃、ガス比重 2.45(空気=1)

酸化能力指数 1.6(酸素=1)、常温常圧では、比較的不活性。高温下では、化学的安定性を失う。

毒性ガス

用途 半導体製造装置内部の洗浄用など

事故調査委員会

合同事故調査委員会を設置

(平成22年12月現在、検証実験を実施中。終了は平成23年春の見込み)

写真・図面

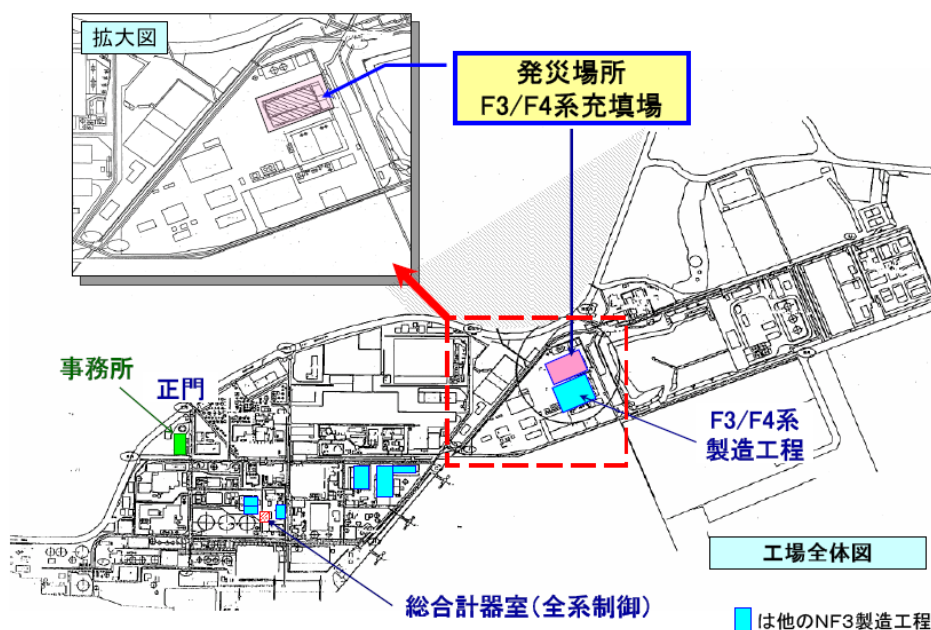


図1 発災事業所の位置図

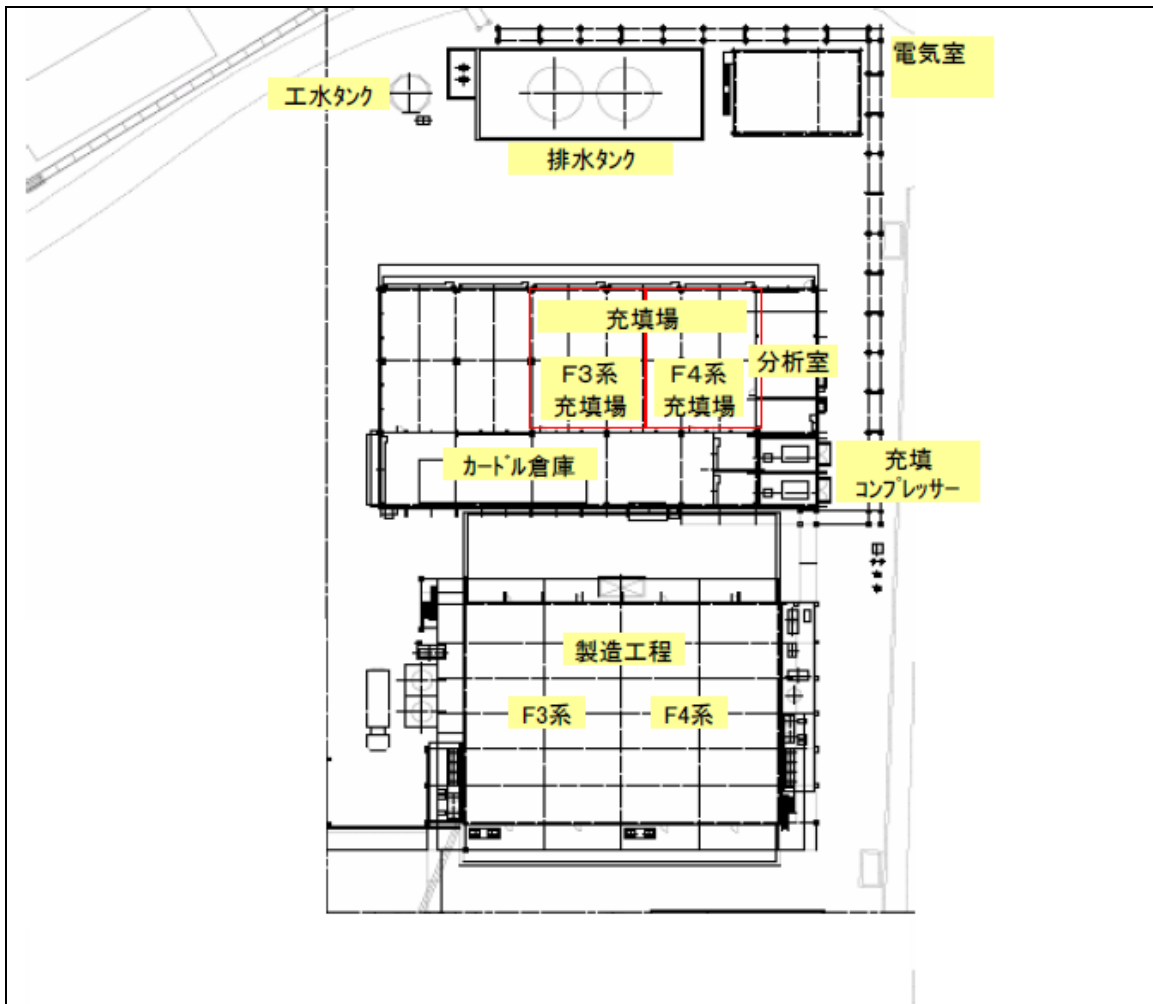


図 2 充てん場の配置図

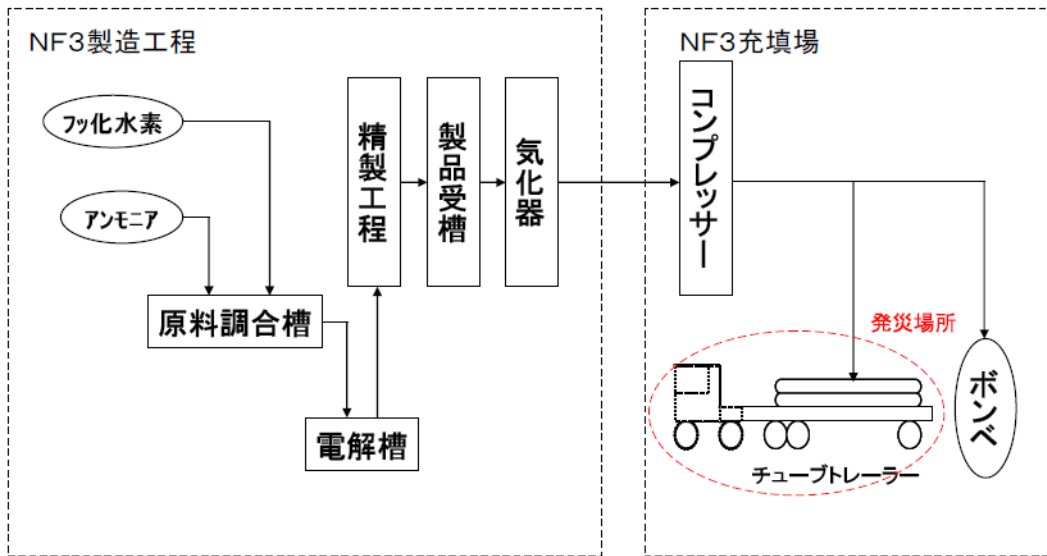


図 3 充てんフローの概要

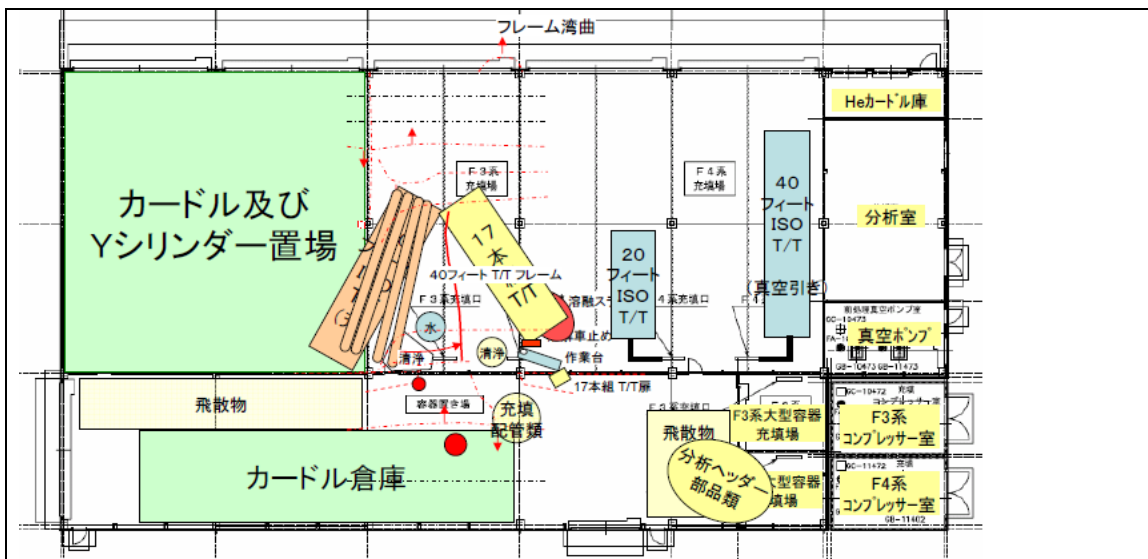
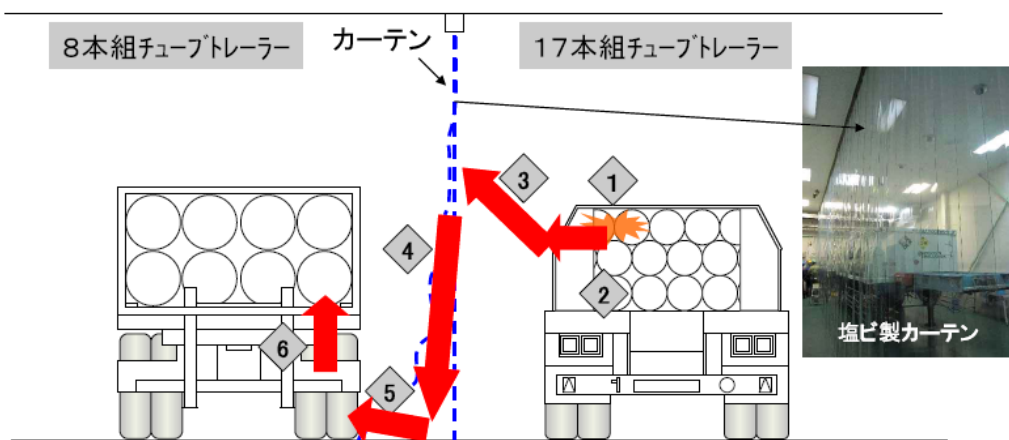


図 4 発災後の充てん場内の状況



- ① #16、17元弁の安全栓から噴出した溶融金属が火種となった。
- ② そこへNF3が供給され燃焼。
- ③ 火種が塩ビ製カーテンへ着火。
- ④ 塩ビ製カーテンが燃焼し、燃え落ちる。
- ⑤ 燃え落ちた塩ビ製カーテンが、タイヤに着火。
- ⑥ タイヤが燃焼し、直上のボンベを加熱し始めた。

図 5 火災発生時の状況

13:45 1回目の爆発



13:50 2回目の爆発



写真 1 爆発時の状況

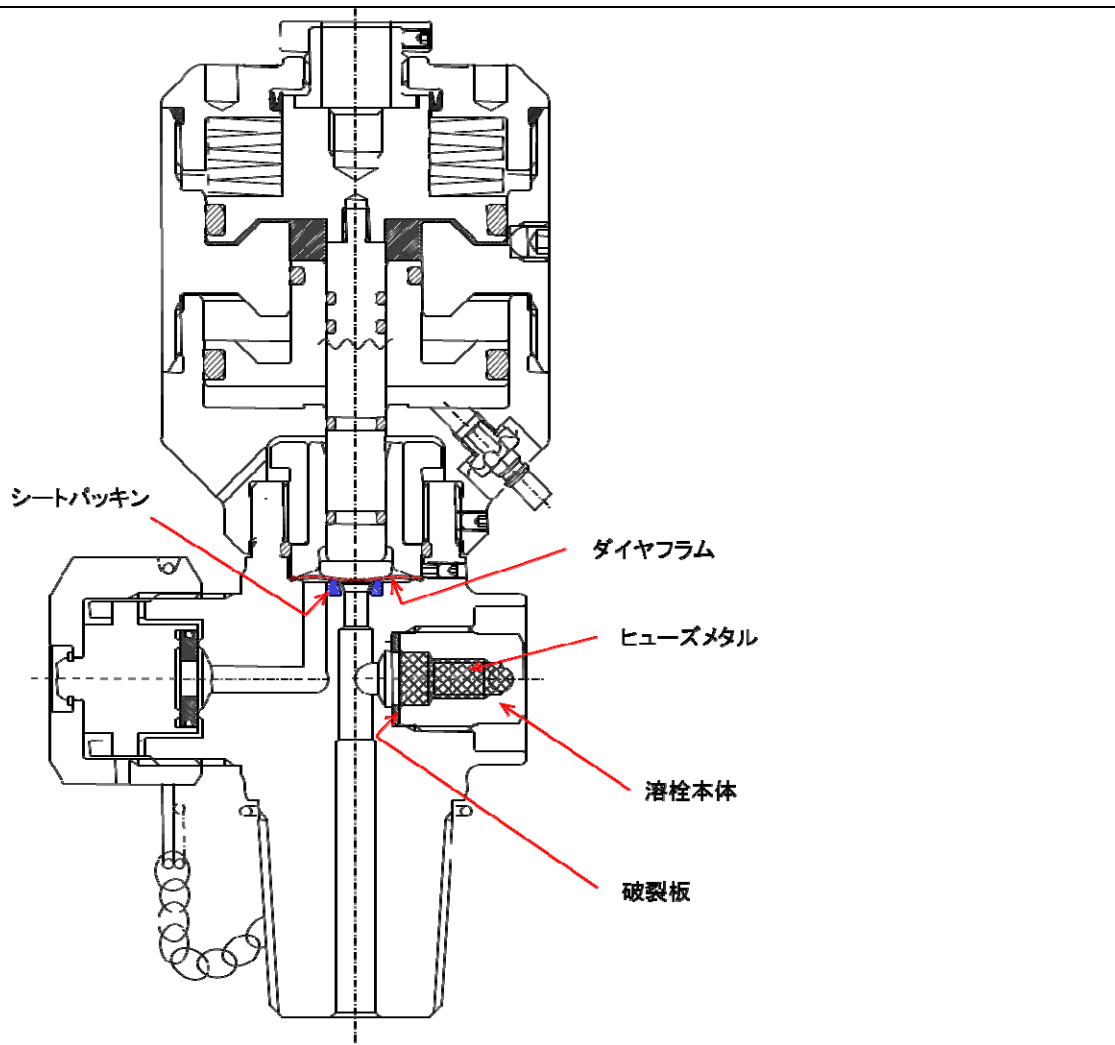


図 6 17 本組 T/T 容器弁の概要

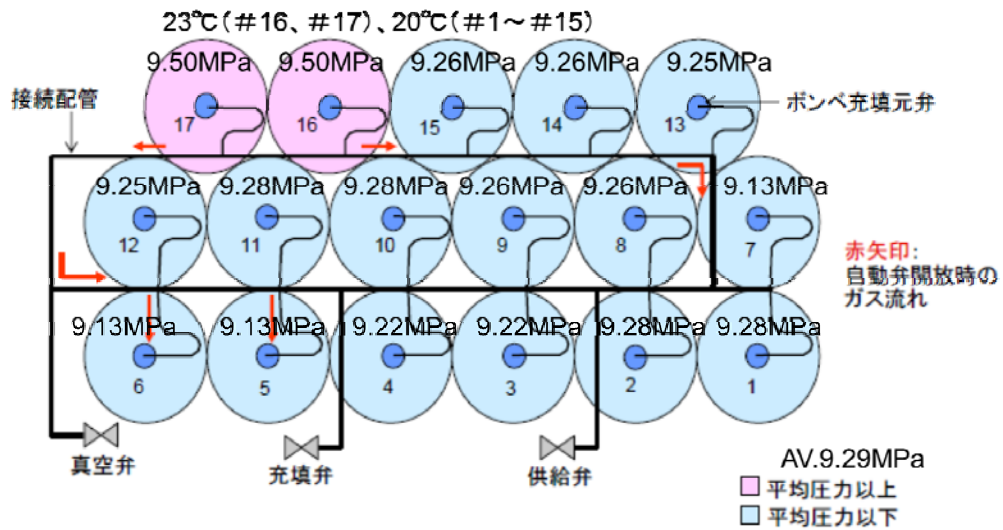


図 7 事故直前の各容器の圧力



写真 2 17 本組 T/T の発災後の状況

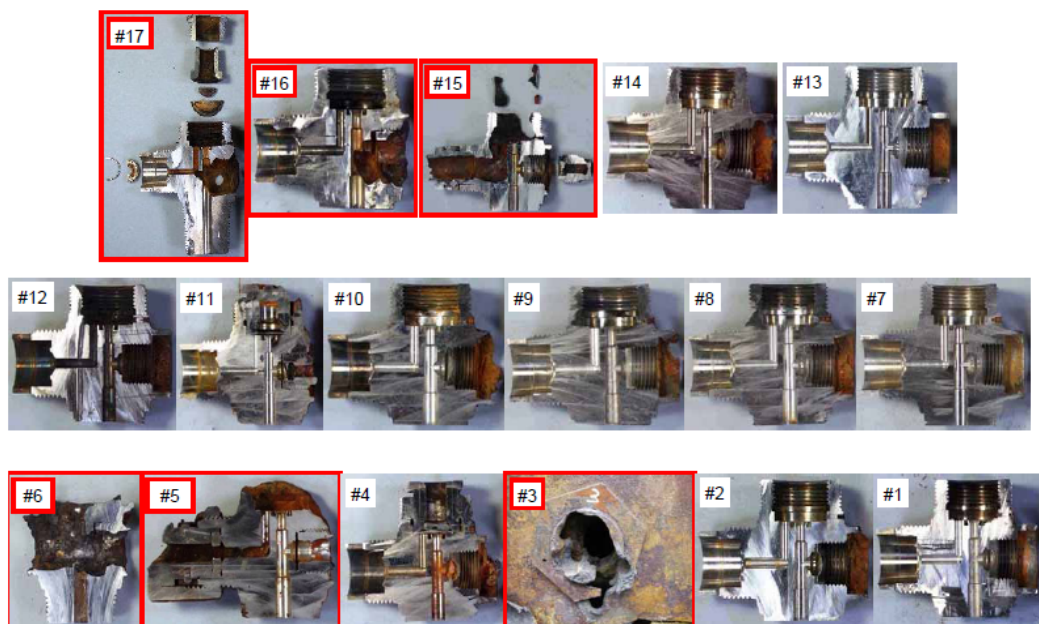


写真 3 17 本組容器の容器弁の損傷状況

(#17、16: 溶栓本体および破裂板が溶損。#11: 溶栓本体が一部溶損、破裂板は現存。#6、5: 溶栓本体および破裂板が溶損。#3: 消失。その他: 溶栓本体および破裂板は現存。ヒューズメタルは、全ての容器弁で溶損。ダイヤフラムは、#17: 一部溶損、#15: 溶損、#6、5: 溶損、その他: 現存)