

膨張は高温でも低温でも起こり得る！

2025年8月

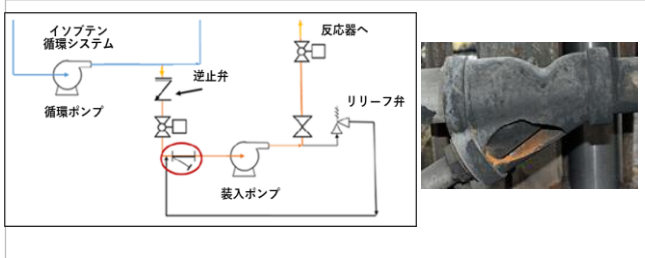


図1. 左、2019年事故の概略図 (CSB Report No. 2019-02-I-TX).

右、破損したストレーナ (CSB), 概略図中の赤丸部

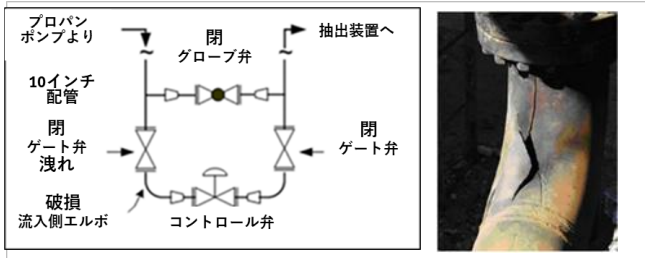


図2. 左、2007年事故の概略図、CSB Report (No. 2007-05-I-TX) に拠る

右、破損した流入側エルボ (CSB)

2019年4月、特殊化学品を製造する施設で、液体イソブテンで満液となっていた配管部分が密閉された。温度が徐々に上昇したため、鋳鉄製のストレーナが破裂し、手のひら大の穴が開いた。液放出後に起こった爆発および火災により、31人が負傷、うち1人は死亡し、甚大な被害をもたらした。Beacon2024年5月号および7月号参照。

2007年2月、ある製油所で配管の一部が破損し、加圧されたプロパンが放出された。その部分は15年間も使用されていなかったが、使用中の配管に未だに接続されたままだった。その結果、起こった火災で4人が負傷し、多大な物損を被った。あるブロックバルブが漏れていたため、一見遮断されているように見えた部分の低部に、プロパンに含まれる少量の水が溜まってしまっていた。気温が低かったため、水が凍結し、パイプが裂けた。氷が溶けた際、プロパンが漏れた。(Beacon2008年10月号参照)。

知っていますか

- 物質は通常、温度が上昇すると膨張する。これは分子や原子がより激しく動いて、より広い空間を占めるようになるからである。
- どんな物質でも気体状態では、固体や液体の状態よりはるかに大きな体積を持つ。気体は、広い空間を占有するものである。気体は簡単に圧縮することができ、それによって占有空間が減少する。
- 空気のような気体の場合、0°C (32 °F) から273°C (523 °F) に温度上昇すると、体積は2倍になる。配管や容器では他に容積が増えない場合、圧力が2倍になる。
- 液体や固体は分子や原子が密に充填されており、非常に高い圧力をかけても殆ど圧縮できない。加熱されると膨張し、液体は固体よりはるかに膨張する。高温で使用される配管には膨張を補償する伸縮ループがあるが、気相空間がなく放出装置もない状態で液体が封入されると、図1のように、機器が破裂する可能性がある。
- 水は固体になる(凍る)と9%膨張する。このため氷は水に浮き、水ボトルを冷凍庫に入れると破裂する。このように、図2のプロパン配管のエルボも破裂した。

あなたにできること

- 機器の一部がしっかり固定されていないことに気づいても、それは熱膨張を補償するためかもしれない。勝手に修正しようとせず、上司にそのことを指摘すること。
- 満液のホースやパイプが日光や熱にさらされている場合は、安全装置がない限り、密閉しないこと。これは、トラブルシューティング作業中は見過ごしやすい。縁切りや圧抜き作業は決められた手順通りに行うこと。
- 環境温度が 0°C (32°F) 以下になり得る場合、配管に水が入る可能性がある場所は凍結防止の確認をすること。凝固点の異なる他の物質の場合は、異なる温度での凍結防止が必要になる。

高温も低温も機器のひどい「破損」につながるかも