

液化水素の長期間繰返し投入による貯留ピットの貯液性確認試験

(株)大林組 正会員 ○森下 輝 正会員 稲葉 淳

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 非会員 小林 弘明

積水ソフランウイズ(株) 非会員 井田 知宏 非会員 渡邊 二夫

1. はじめに

水素社会の到来に向け液化水素の大量貯蔵技術の確立が急務となっている。大容量液化水素貯蔵タンクには、万が一の漏液時に周囲への漏洩を防ぐ鉄筋コンクリート造防液堤が必要とされる。防液堤の内面には液化水素(-253℃)の冷熱衝撃を緩和する冷熱抵抗緩和材として硬質ウレタンフォーム(PUF)を設置するが、液化水素に対する PUF の冷熱抵抗性、防液堤の液密性が明らかになっていない。そこで、PUF で製作した小規模容器に液化水素を直接投入、さらに、PUF を内面に設置した鉄筋コンクリート造貯留ピットに長期間に渡り液化水素を繰返し直接投入できる宇宙航空研究開発機構(JAXA)能代ロケット実験場にて PUF の冷熱抵抗性、防液堤を模擬した鉄筋コンクリート造貯留ピットの液密性を確認することとした。

2. 試験概要

2.1 PUF の冷熱衝撃試験

大容量液化水素貯蔵タンクの周囲に設置される鉄筋コンクリート造防液堤の内面に液化水素(-253℃)の冷熱衝撃を緩和することを目的とした冷熱抵抗緩和材として PUF を用いることを想定し、液化水素に対する PUF の冷熱衝撃性能を確認する。PUF 試験体は内空 0.77m × 1.16m × 0.15m(高さ)の寸法で作成した。底版には注入発泡の PUF を厚さ 50mm で設置し、側壁と蓋にはウレタンボードを使用した。また PUF 表面にはガラスクロスを設置した。試験体の構造を図 1 に示す。底版の PUF の裏面(外側下面)温度の測定のため、容器最下面の鋼製ライナと裏面防熱の間の 25 か所に熱電対を設置する。

冷熱衝撃試験の試験手順は以下の通りとした。

- ①注入孔から液化水素を PUF 容器に注入する。
- ②PUF 容器内の液化水素レベルを 30mm 以上に保つ。
- ③熱電対の計測データから PUF の熱的短絡が明らかになった場合はその時点で試験を打ち切ることとする。

る。熱的短絡が確認されなかった場合は裏面(外側下面)温度が一定になった時点(冷却開始から約 2 時間と推定)で試験を終了する。

④常温水素ガスを注入して液化水素を排出する。

⑤試験体を解体し、PUF 表面の外観観察および染色探傷剤による観察を行う。

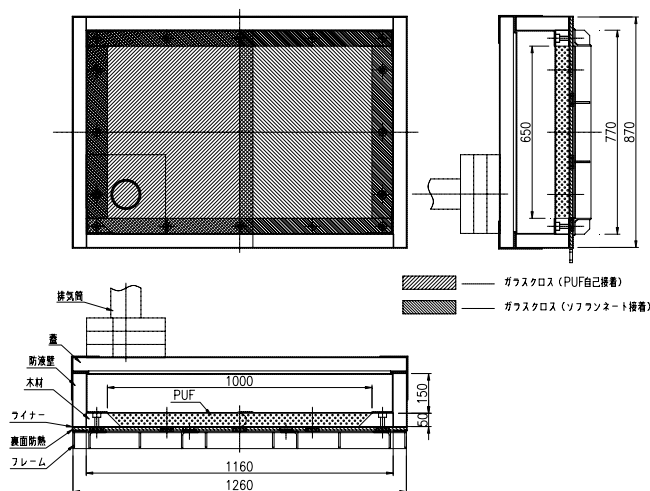


図 1 試験体構造図

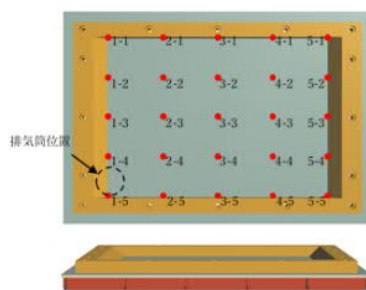


図 2 熱電対配置図

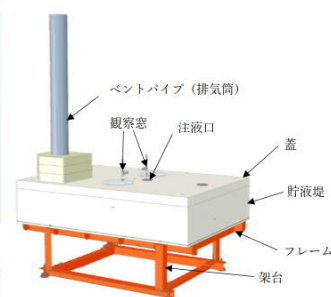


図 3 試験体模式図

2.2 鉄筋コンクリート造貯留ピットの貯液試験

防液堤を模擬した PUF を内面に設置した鉄筋コンクリート造貯留ピットに対して液化水素を長期間に渡り繰返し投入することにより、内面に設置した PUF の冷熱抵抗性能、貯留ピット全体の貯液性能を確認する。図 4 に貯留ピットの構造図を示す。貯留ピット内空寸法は 3m × 3m × 3.35m(高さ)とし、貯留ピット内面に厚さ 50~70mm の PUF(表面メッシュライニング補強)を設置する。貯留ピットは鉄筋コンク

キーワード 液化水素、冷熱抵抗緩和材、防液堤、PUF

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 生産技術本部設計第三部 設計第一課 TEL03-5769-1314

リート造とし壁厚 200mm, 底版厚 300mm である。頂部の構造は分割した鋼製蓋とし、内面に PUF を設置した。液化水素投入配管は $\phi 318.5\text{mm}$ の配管を S 側壁に貫通させ、排気配管は投入配管の対面 N 側壁から $\phi 318.5\text{mm}$ で貫通させベントスタックへと接続した。貯留ピットに 1 日あたり最大 22m^3 程度の液化水素(-253°C)を約 2 ヶ月の長期間に渡り繰り返し投入し、貯留ピット内に設置した 4 点の熱電対で計測された温度で貯留ピット内に液化水素が貯留できていることを確認する。試験終了後、貯留ピット内面の PUF の健全性を目視により確認する。液化水素の日別送液量を図 5 に示す。

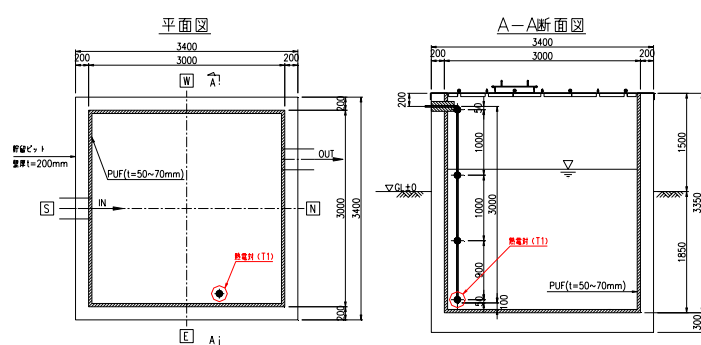


図4 貯留ピット構造図

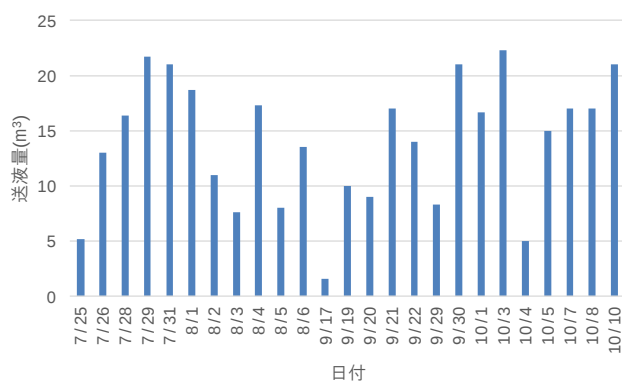


図5 液化水素送液量

3. 計測結果

3.1 PUF の冷熱衝撃試験

底版の PUF の裏面(外側下面)に該当するライナ面温度を熱電対 25 点の計測データに基づく試験開始から 200 分後の温度分布を図 6 に示す。計測結果よりライナー裏面温度は最低 -10°C 程度でほぼ収束しており、PUF が液化水素の冷熱衝撃に対して健全であることを確認できた。染色探傷剤塗布後、表面のガラスクロスが剥がした PUF の状態を写真 1 に示す。染色探傷剤による欠陥が見られず、表面のガラスクロスを含む PUF に損傷は無かったと判断する。

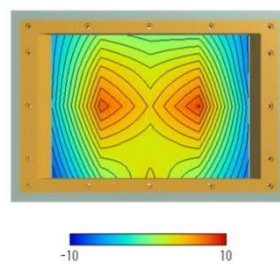


図6 底版温度分布図



写真1 試験後 PUF 状態

3.2 鉄筋コンクリート造貯留ピットの貯液試験

液化水素の投入状況を写真 2, 投入試験終了後の貯留ピット内面の PUF の状況を写真 3 に示す。熱電対により計測した貯留ピット内部の温度計測結果を図 7 に示す。貯留ピット内の温度計測結果より、下端の熱電対における温度が一定の期間、液化水素温度付近(-253°C)まで下がり続けていることから貯留ピット内に液化水素を貯留できたと判断した。併せて、貯留ピット躯体に設置した熱電対により PUF 背面に液化水素が回り込んでいないことが確認できた。液化水素投入試験終了後に貯留ピット内で PUF 表面の目視観察を実施し、PUF 表面に損傷が無いことを確認した。



写真2 実験②状況



写真3 ピット内状況

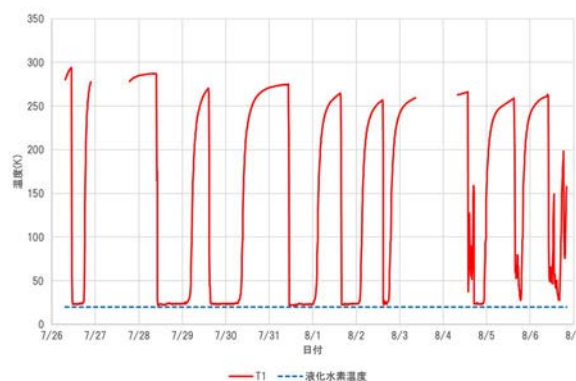


図7 ピット内温度計測結果(T1)(7/26~8/7)

4. おわりに

液化水素の直接投入により冷熱抵抗緩和材として PUF が有効であることが確認できた。液化水素の繰り返し投入試験を継続し、液化水素に対する防液堤に使用する材料の特性に関するデータを蓄積する。