

PCLNG タンク側部冷熱抵抗緩和材の厳冬期における施工管理

北海道ガス(株) 石狩 LNG 基地 設備グループ

寺岡 匡伸

東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株) 正会員 北郷 徳久

大成建設(株)

正会員 ○本谷 幸康, 西宮 暁

1. はじめに

北海道ガス(株)では、道内での天然ガス需要の増大に対応し、将来にわたり安定的に供給できる体制をより確実なものとするため、北海道石狩市にある石狩 LNG 基地に、2 基目となる地上式 PCLNG 貯槽 (20 万 kL) の建設を行い、2016 年 9 月よりすでに運用を開始している。

本稿では、2016 年 2～3 月に実施した本貯槽の PC 防液堤内面に設置される側部冷熱抵抗緩和材の冬期施工および温度管理について報告する。

2. PCLNG 貯槽および側部冷熱抵抗緩和材の構造概要

地上式 PCLNG 貯槽は、直径 87.4m の基礎版、高さ 43.1m の PC 防液堤、金属製の内槽および保冷材などからなる構造である。構造概要図を図-1に示す。

本稿で対象とするのは、ガラスクロスで補強されたポリウレタンフォーム製の側部冷熱抵抗緩和材 (以下、PUF と称する。図-2参照) であり、PC 防液堤の内面に設置され、万が一、LNG が内槽タンクから漏液した際に、PC 防液堤に作用する冷熱衝撃荷重を緩和する役割を果たす。

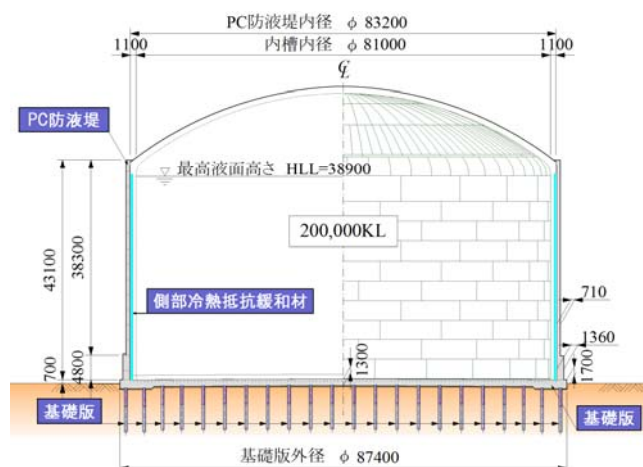


図-1 PCLNG 貯槽構造概要図 (単位: mm)

3. PUF の冬期施工における課題

PUF は、貯槽外部に配置した発泡コンテナ内の高圧発泡機 (写真-1および写真-2参照) よりウレタン原液 (2 液) を注入ホースで貯槽内部に圧送し、ホース先端に取り付けられた注入ガンの中で混合してから、型枠内部に打ち込み、発泡・成型する。

当該貯槽は PUF を冬期 (2 月～3 月) に昼夜 2 方体制で施工するため、日中はもとより夜間も相当な冷え込みが予想された (実測で最低-13℃)。PUF 原液は低温のままでは発泡不良を引き起こし、所定の性能 (熱伝導率・圧縮強度) が得られないため、注入前に安定した発泡が可能な温度 (30℃以上) まで PUF 原液を加温させる必要がある。

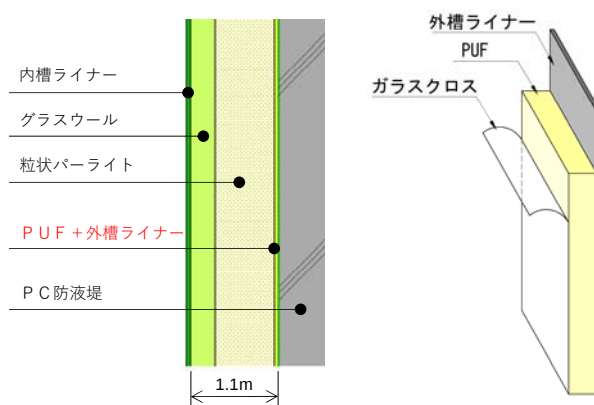


図-2 保冷材構造 (左: 保冷材構成, 右: PUF 構造概要)



写真-1 発泡コンテナ内



写真-2 高圧発泡機

キーワード 地上式 PCLNG 貯槽, 側部冷熱抵抗緩和材, PUF, 冬期施工

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株)土木設計部特殊構造設計室 TEL: 03-5381-5293

また、PUF 原液の注入方法について、従来の方法では鋼製屋根に設けられた開口（高さ 45m 程度）から注入ホースの取込みを行っていた。この場合、注入ホースが外気に曝される区間が長くなり、本貯槽のように寒冷地における施工では、圧送中における温度低下が問題となる。

そこで、注入ガン先端で PUF 原液温度が目標温度（30℃）以上となるよう段階的に加温する方法を考案し、注入ホースを最短で貯槽内部にへ取り込めるようルートを変更することで、PUF 原液の温度低下防止を図った。次項以降に、これらの対策の概要と適用効果を示す。

4. PUF 原液の加温方法

PUF 原液の加温方法と各段階での目標原液温度を図-3に示す。

事前準備として PCLNG 貯槽内には熱風発生機および送風機を配置し、貯槽内の雰囲気温度を上げておく。これにより、夜間は外気温が-13℃に達することもあったが、貯槽内温度は3℃を下回ることにはなかった。

PUF 原液はドラム缶の状態で搬入し、まず屋外に保管される。PUF 原液の温度は外気温付近まで下がった状態となるため、熱風発生機を入れたアルミコンテナ車内に一時保管、加温してから PUF 原液を発泡コンテナに移す。また、発泡コンテナ内ではドラム缶用のバンドヒーターでさらに加温する。実測では、バンドヒーターで加温した段階で PUF 原液の温度は 30℃程度（コンテナ室内 11℃）となっており、この段階での目標温度 5℃を上回っていた。次に、ドラムヒーターで加温した PUF 原液を、ポンプでヒーター機能のある高圧発泡機に圧送し、設定温度（40℃程度）までさらに加温して貯槽内に圧送する。なお、高圧発泡機の設定温度は、注入作業開始前に実施する日々の試験発泡により PUF の発泡速度などを確認した上で決定する。

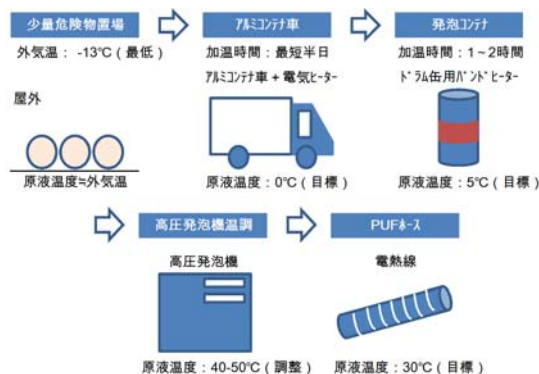


図-3 PUF 原液加温方法と目標原液温度

最終的な注入ホース先端での液温は 40℃程度となっており、目標温度の 30℃以上を安定的に確保することができた。

5. 基礎版排水孔を利用した注入ホースの取込み

本施工での貯槽内部への注入ホースの取込みルートを従来方法のルートと併せて図-4に示す。

従来の方法では外気に曝される区間が 45m 程度あったのに対し、基礎版に設けられる仮設排水孔を利用して貯槽内に PUF 原液の注入ホースを取込むことで（写真-3参照）、外気に曝される区間を 3m 程度に短縮することができる。仮設排水孔については、PUF の注入ホースがスムーズに挿入できる形状、内径のものを選定し、発泡コンテナ設置箇所近傍に予め設置しておいた。

その結果、PUF 原液の圧送中の温度低下を抑えることができ、前項に示すように、注入ホース先端の液温は高圧発泡機の設定温度から大きく低下することはなかった。

また、屋根から注入ホースを取込むような高所作業がなくなるため安全性が向上した。貯槽内部においては、PUF を施工する際に有効となる注入ホース長が大きくなることから、広範囲の施工が可能となり、発泡コンテナの水平移動回数が低減して、工期短縮にも効果があつた。

5. まとめ

北海道石狩地区における厳寒期での施工であったが、徹底した施工管理の結果、温度不足等による発泡不良は発生しなかった。所定の要求性能を全て満足した高品質の PUF を短工期で施工することができた。

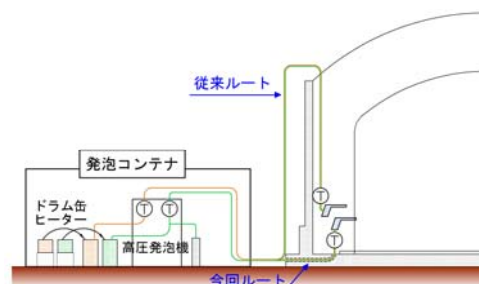


図-4 注入ホースの取込み経路



写真-3 基礎版排水孔からの注入ホースの取込み状況