

世界最大容量LNG地下タンクの底版構造の合理化

清水建設株式会社	正会員	○柏木 幹雄
東京ガス株式会社	正会員	岩崎 淳
清水建設株式会社	正会員	若林 雅樹
清水建設株式会社	正会員	伊藤 健二

1. はじめに

東京ガス（株）扇島工場には世界最大級の貯蔵容量 20 万キロリットル ($\text{kl}=\text{m}^3$) を持つ LNG 地下式貯槽（以下、LNG 地下タンクと称す）が 3 基稼働している。近年の旺盛な需要増に対応するため、既設タンクを大きく上回る世界最大 25 万 kl の LNG 地下タンクの建設が決定された。

本稿は、現在建設中である世界最大の LNG 地下タンクの底版構造に関する合理化について報告するものである。

2. LNG 地下タンクの構造

図-1 に LNG 地下タンクの構造概要図を示す。LNG 地下タンクは、メンブレン（ステンレス製薄膜）、保冷材、鉄筋コンクリート製躯体（側壁、底版、屋根）等により構成されている。LNG 地下タンク内に LNG を貯蔵するため耐低温性能に優れた厚さ 2mm のステンレス製メンブレンを張り巡らせ、その外側には外部からの入熱を遮断して LNG の蒸発を抑制する保冷材があり、さらにその外側には土水圧や地震荷重等の外力に対して貯槽空間を保持する鉄筋コンクリート製躯体がある。メンブレンは強度部材ではないため、作用する液圧やガス圧は保冷材を介して躯体に伝達される。地下水対策としては、 -162°C である LNG の冷熱を利用して躯体内部を 0°C 以下に制御することにより、貯槽内部への地下水の浸入を防止する凍結止水システムが採用されている。

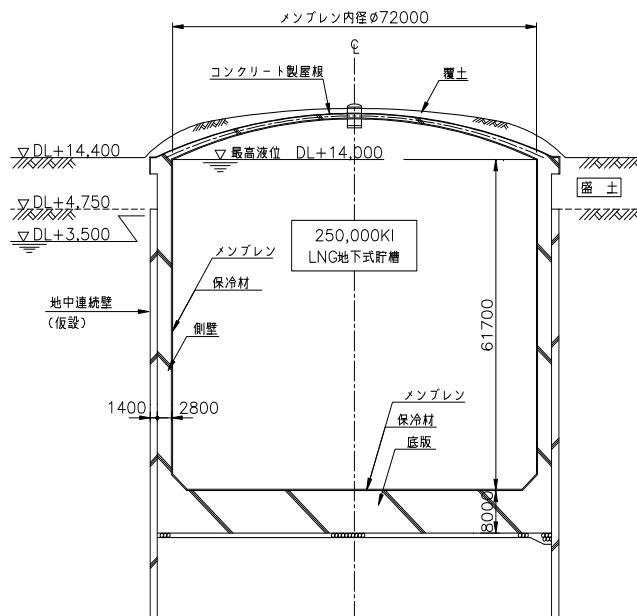


図-1 LNG 地下タンク一般構造図

3. MBH システム の採用

本 LNG 地下タンクでは、底版構造を合理化するため MBH システムを採用した。MBH システムとは、底部ヒータを底版中央に配置し、底版に作用する温度応力を低減させるとともに、底版側面へ水圧を作用させるシステムである。

既設 LNG 地下タンク（扇島工場 1 基目）の

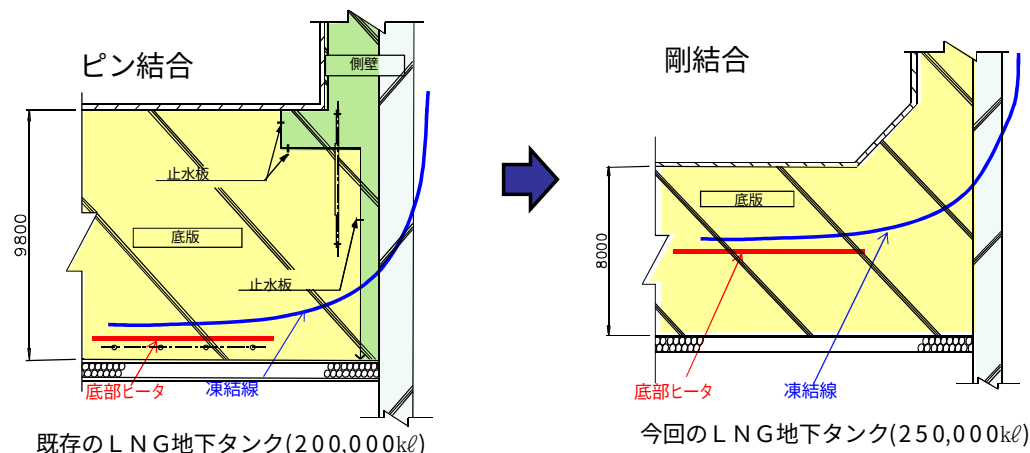


図-2 側壁と底版の結合

キーワード LNG 地下タンク、MBH システム、底部ヒータ中央配置、底版側面水圧作用

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 清水建設(株)土木技術本部設計第 2 部 TEL 03-5441-0595

側壁と底版の結合はピン結合であり、図－2左に示す通り底版と側壁の間には目地がある。目地から躯体内部への地下水の浸入を防止するために目地に数種類の止水板を設置しているが、底部ヒータの位置を低くしているため止水板を0℃以下の状況に置くことにより十分な止水機能を発揮することができる。しかし、これは底版上下面の温度差を大きくすることになり、発生温度応力が大きくなって、底版厚さや配置鉄筋量が大きくなるという面があった。

本LNG地下タンクの側壁と底版の結合は剛結合である。図－2右に示すとおり目地部がないことから止水板が不要である。そこで底部ヒータ設置位置を底版中央に変更して凍結領域を小さくすることができる。これにより底版上下面の温度差が小さくなり温度応力が減少すること、底版側面が凍結領域外であることから水圧を作用させられることが考えられる。本LNG地下タンクではこれをMBHシステム（Middle Bottom Heater system）と称して底版構造を合理化するために採用することとした。以下にその効果の詳細を示す。

(1)底版温度応力低減による効果

底版に発生する断面力は、側壁に対して底版の平均温度が高いと軸引張力が小さくなり、上面と下面の温度差が小さくなると曲げモーメントが小さくなる。底部ヒータの設置レベルを高くしたことにより、図－3に示すとおり、上面と下面の温度差が小さくなり、底版の平均温度を高くすることができた。そのため軸引張力、曲げモーメントとも小さくなり、MBHシステムを採用しなかった場合と比較し、底版の厚さを18%、底版上筋の鉄筋量を33%低減することが可能となった。

(2)底版側面水圧作用による効果

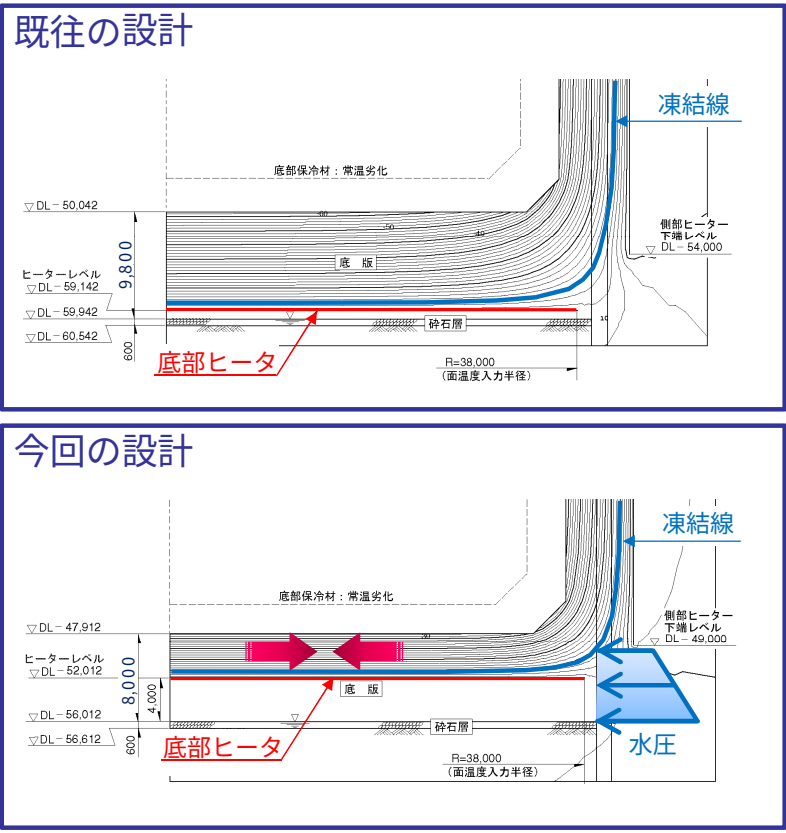
底部ヒータを中央に配置することにより、図－3に示すとおり、底版側面の未凍結領域が拡大する。温度が0℃以上となる範囲の側部水圧を考慮することで、底版に軸圧縮力が導入され、MBHシステムを採用しなかった場合と比較し底版上筋の鉄筋量を17%低減することが可能となった。

4. まとめ

本LNG地下タンクに採用したMBHシステムの特徴および効果は表－1に示すとおりであり、従来設計と比較して、底版上筋の鉄筋量は50%、底版厚さは18%低減することができた。また、底版厚さを低減させることにより、底版コンクリートの一括打設が可能になり、工期短縮にも効果があった。現在、MBHシステムを採用した本LNG地下タンクは2013年の竣工を目指して順調に建設中である。

表－1 MBHシステムの効果

特 徴	効 果	
	底版上筋鉄筋量	底版厚さ
(1)底部ヒータ中央配置	・ 不採用の場合と比較し 33%低減	・ 従来設計と比較し 18%低減 (厚さ 9.8m⇒厚さ 8m)
(2)底版側面水圧考慮	・ 不採用の場合と比較し 17%低減	
合計	・ 不採用の場合と比較し 50%低減	・ 従来設計と比較し 18%低版



図－3 既往と今回の設計の相違