

メンブレン式 LNG地下タンクと歩んだ40年

世界初のメンブレン式LNG地下タンク

低温液化ガス貯蔵タンクのパイオニアであるIHIが

日本初の地上式LNG貯蔵タンクを建設したのは1969年。

そして翌1970年、さらなる偉業を達成した。

世界で初めて2mmの薄板ステンレスを使用して、LNG貯蔵タンクを地下に建設したのだ。

約40年の時をさかのぼり、メンブレン式LNG地下タンクの歴史を追った。

世界で初めて実用化!! LNG貯蔵タンクを地下へ

世界がクリーンエネルギーに目を向け始めた1960年代、日本でもLNG（液化天然ガス）の積極的活用が推進され、輸送船や受け入れ基地の建設が進められていた。海外から運ばれてきたLNGを貯蔵するタンクとしては当時国内では地上式しか建設されていなかった。凍結土を利用した地下式タンクがイギリスやアルジェリアで建設されたことはあったが、いずれも失敗に終わっていた。マイナス162℃のLNGを地中に貯えておくためには、極めて高度な技術が必要だったのだ。

地下式タンクは土で囲まれているため、万一破損しても周囲に及ぼす影響が少ない。地上式よりもタンク同士の間隔を狭めることができるので、土地の有効利用につながる。さらに景観を妨げないという



環境・プラントセクター
仲地 唯渉

メリットがある。その反面、高度な技術に加えて地面を掘削する時間とコストがかかる。多くの国で現在も地上式が主流なのはそのためだ。だが、地震大国日本にとっては、本質的に安全性が高い地下式のメリットは大きい。IHIは東京ガスと共同でメンブレン（薄い膜）式LNG地下タンクの開発に乗り出した。

1968年、実験用に建設した容量20klのタンクが成功を収め、ついに世界初となる実用規模の地下式タンクを東京ガス根岸工場に建設することになった。東京ガスと協議し、これまでのタンクと比較して実証機としては最大、商業機としては最小の容量1万klと決まった。この容量1万kl、直径30mのタンクが、輝かしい歴史の第一歩となるのだ。

手探りで成功させた屋根の吊り上げ

「LNGタンクは成長株でしたから、今後のために若い者にやらせよう、というわけで入社2年目の私も開発に参加できることになったのです」

こう当時を思い出すのは、仲地唯渉。入社後すぐに根岸のLNG地下式タンクを担当することになった仲地は、世界でも前例のない設備を設計するとあって、とまどいながらも文献をかき集め、必死に勉強したという。

下から上へ組み上げる地上式とは逆に、地下式タンクは地面を掘削しながら下へ下へと壁をつくる。壁を構成するのは、セグメントという2 m × 4 m大

のコンクリートブロックだ。底部にコンクリートを打設し土木工事が終了したら、ドーム形の屋根を壁のコンクリートの上に取り付ける。

根岸のタンクでは、この屋根の取り付けが難関だった。別に組み立てた屋根をクレーンで吊り上げ、円筒形のタンクに取り付けるのだが、問題はどこを吊り上げるかだ。直径30mもある構造物を吊り上げるためには、吊り上げる力を多くの点に絶妙のバランスで分散する必要がある。吊り上げるポイントが少しでもずれると、巨大な屋根がたわみ、バラバラに崩壊するのだ。参考文献はアメリカからの図面が1枚のみ。時間をかけて自己流の計算方法を考え出すほかなかった。

「当時はコンピュータなんてありませんから、全部

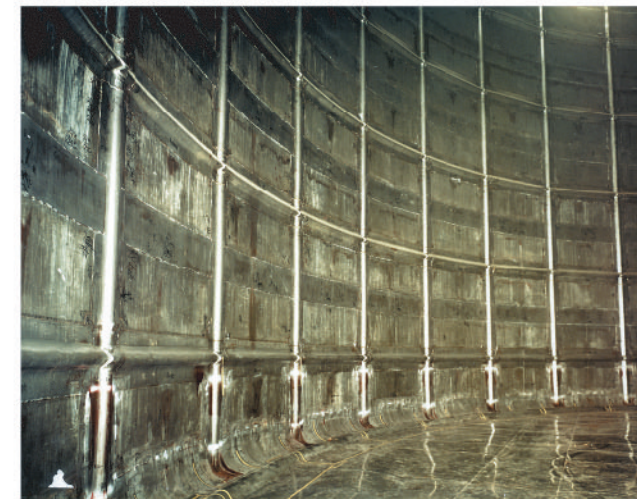
手計算です。本当に計算どおりいくかどうか、ドキドキでしたよ」

仲地が息を詰めて見守るなか、巨大な屋根は無事吊り上げられ、タンクに収まった。このときの感動を、仲地は「技術者冥利につきる瞬間だった」と振り返る。

十字型コルゲーションと格闘する日々

メンブレン式地下タンクの建設は、そこからが本番だ。屋根を取り付けた後は、ポリウレタンフォームの断熱材と薄いステンレス鋼板のメンブレンを壁と底に貼りつける。このメンブレンこそ、世界初となるメンブレン式地下タンクの要だった。

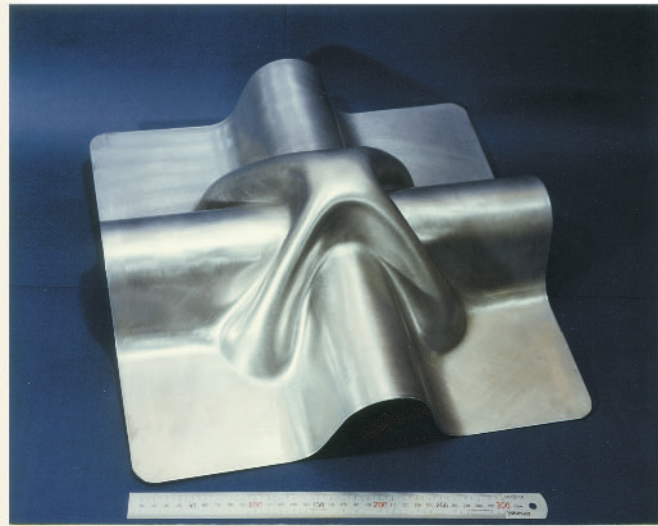
地上式タンクが厚さ数十mmの鋼板を内壁とする



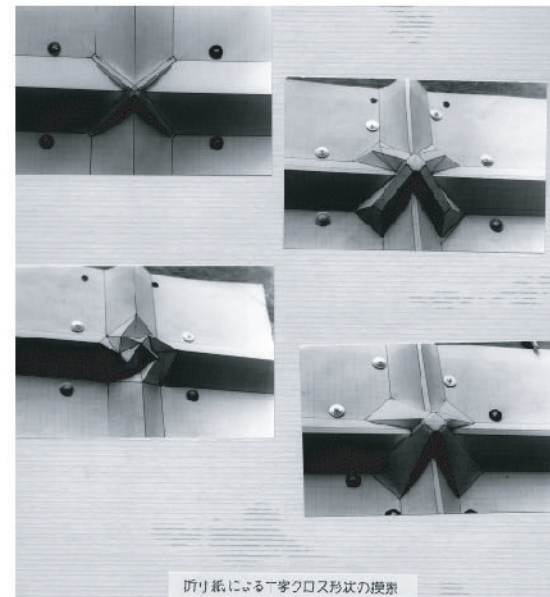
東京ガス根岸工場1万kl地下タンク内部



東京ガス根岸工場1万kl地下タンク屋根移設状況

409/30th 型メンブレン十字クロス

十字型コルゲーション



折り紙での十字コルゲーションの試作

のに対し、地下式の内壁は数mm程度まで薄くできる。実際、仲地はメンブレンの厚みを2mmと決定し、材料費を大幅に削減した。だが、ステンレス製のメンブレンはLNGの出し入れによる温度変化によって膨張・収縮を繰り返す。超低温のLNGを安全に貯蔵するためには、この膨張・収縮による鋼板の応力を軽減する目的で薄いメンブレンにある間隔でコルゲーション(ひだ)を付けなければならない。縦方向と横方向にコルゲーションを付けると、その交点に十字型のコルゲーションが必要になる。仲地はこの十字型コルゲーション作りに苦心した。

メンブレンを製作していたのは埼玉県越谷市蒲生の町工場だ。仲地は、毎日夕方になると日比谷線で蒲生に足を運び、工場の隅を借りて十字型コルゲーションの試作と試験を行った。どの金型で作れば強度を保てるか、何度も十字型コルゲーションを作っては延伸や加圧試験を繰り返して調べた。

膨大な試験を経て、世界初となる实用メンブレン式地下タンクが完成したのは1970年。2日間かけて

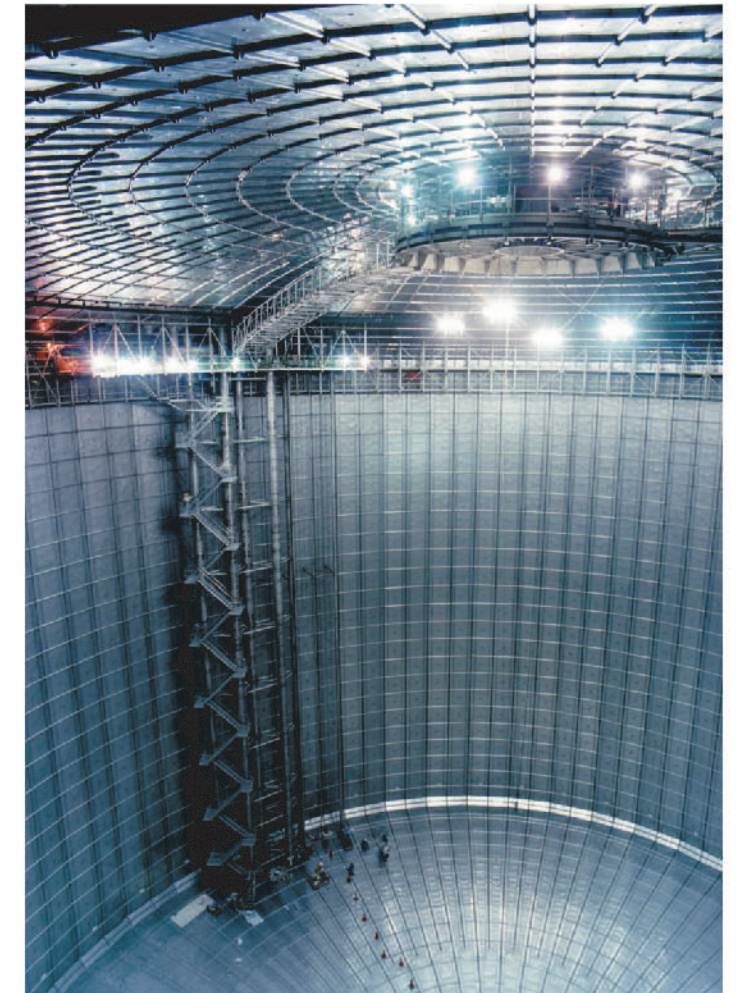
少しずつLNGが満たされていくのを、仲地は祈るような思いで見守った。第1号タンクの成功により東京ガス根岸工場に、さらには同社袖ヶ浦工場に次々と地下式タンクが建設された。

地下式タンク建設ラッシュと大型化の波

1970年代後半から、LNGのメンブレン式地下タンクの建設数は右肩上がりの成長を遂げ、それと並行して大型化も進んだ。1977年にはIHI横浜事業所内にメンブレン専用の工場を設け、3m×8mの大型メンブレンを自社製作し始めた。自動溶接機の開発により、大型タンクの建設効率は飛躍的に向上した。地下式、地上式ともに国内トップの地位にあったIHIは、地下式タンクの大きさでも時代をリードしてきた。1万klからスタートしたIHIの地下式タンクは、1970年代には6万kl、1980年代には14万klと大容量化し続け、1990年代には20万kl、直径72mという世界最大のタンクを建設するに至った。さらに



メンブレン大型冷却試験テストベース



20万kl地下タンク内部

現在、それを超える25万klのタンクを扇島に建設する予定である。

1万klの第1号タンクで学んだノウハウは、後に続く地下式タンクに大いに生かされたが、タンクが大型化するたびに設計や材料を一つ一つ見直して、より高度な安全性を確立する作業も必要であった。仲地はこの作業をすべて取り仕切ってきた。

根岸の第1号タンクは、2003年にその役割を終えて解体された。仲地は当時の関係者たちと解体現場に足を運び、33年ぶりに開けられたタンクの底に降り立った。そこには、検査済みを示すためにフェルトペンで記された客先やIHIの検査員らの名がそのまま残っていた。

「それは感慨深いものでしたよ。懐かしい顔ぶれが集まって『俺の名前がある!』なんてはしゃぎあったりして……」

まるで同窓会のような感じだ、と語る仲地の目は、何かをやり遂げた者にしかない充実感であふれていた。

この話には後日談がある。仲地は解体現場から材料を持ち帰って経年劣化を調べ、研究結果をまとめた。2007年、バルセロナのLNG国際会議でその研究成果を発表した。

「おかげでスペインに行けました(笑)」

それは、メンブレン式LNG地下タンクの繁栄を支え続けたエンジニアへの、40年分のご褒美なのかもしれない。