

大型LNG地下式貯槽における地中連続壁の内部掘削時挙動

○株式会社大林組	正会員	仙名 宏 ^{*1}
東京ガス株式会社	正会員	中野 正文 ^{*2}
株式会社大林組	正会員	竹村 哲 ^{*1}

1. はじめに

東京ガス㈱扇島工場において容量 20 万 kl の側壁・底版剛結合型 LNG 地下式貯槽(図-1)の建設が進められている。本貯槽の建設は、円筒土留めとして地中連続壁(以下、連壁と称す)を構築し、内部掘削完了後、順巻き工法で躯体を構築する。本稿では、この円筒土留めの連壁について、壁厚の薄型化を図ったことに対する妥当性を掘削時の計測結果から検討した。また、円筒土留めでは議論されることが少ない鉛直方向鉄筋応力の計測結果に対する考察も行った。

2. 施工概要

本連壁は、内径約 77m、深さ 71.3m、壁厚 1.5m であり、床付地盤への根入れ深さは 11.1m である。連壁形状は、3 ガット掘削の先行 26 パネル、1 ガット掘削の後行 26 パネルより構成されるため、104 角形である。パネル間は、コンクリートの充填性の向上と円形に近づけるため、テーパークuttingジョイントを採用した。コンクリート設計基準強度は連壁上部 25.8m では 30N/mm²、土水圧の大きい下部 45.5m では 51N/mm²とした。床付面から見上げた連壁面状況を写真-1 に示す。深さ約 60m の内部掘削は、連壁の変形量、発生応力、作用側圧及びそれらの経時変化を計測し、安全性を確認しながら行い、約 4.5 ヶ月で無事終了した。

3. 連壁厚の薄型化の妥当性

今回の連壁では、設計土圧について、従来、同種の構造物に用いてきた静止土圧係数 $K_0=0.5$ について見直し、過去の円筒土留めにおける施工事例の計測結果を基に低減した。その結果、本連壁の壁厚を従来の土圧を用いて設計した場合より 10%低減した¹⁾。円周方向圧縮応力度が最大になると予測した DL-42m レベルにおける応力度の経時変化を図-2 に示す。計測値は、設計荷重作用時(常時の土水圧作用時)の逐次掘削解析結果である一次管理値と良い相関を示し、床付付近においてはほぼ同等の応力度となっている。これより、作用荷重を見直し、連壁厚の薄型化を図ったことの妥当性を確認することができた。

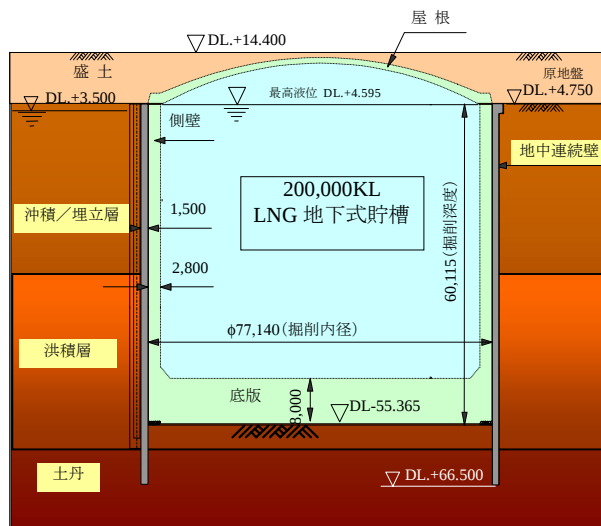


図-1 側壁・底版剛結合型 LNG 地下式貯槽



写真-1 連壁面の状況

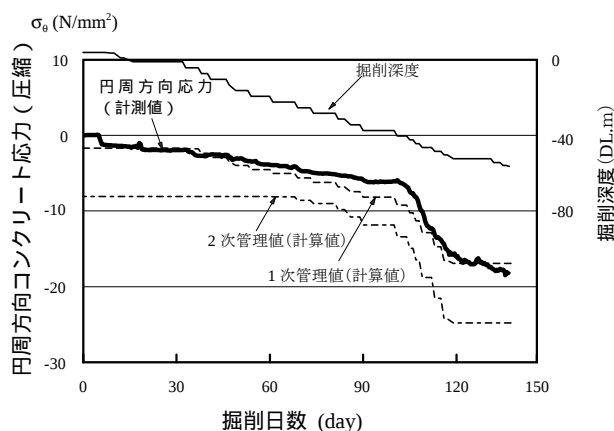


図-2 円周方向コンクリート応力度経時変化

キーワード：地下式貯槽，円筒土留め，地中連続壁，計測

*1：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インタ-シティB棟

*2：〒230-0055 神奈川県横浜市鶴見区扇島 4-1

TEL.03-5769-1308 FAX.03-5769-1972

TEL.044-392-7182 FAX.044-287-2180

4. 計測結果に対する一考察

床付レベル以深の DL-57.5m における鉛直方向鉄筋応力度の経時変化を図-3に示す。鉛直方向には、曲げモーメントのみが発生するため、予測値は、内側引張、外側圧縮となる。しかし、計測値は約 DL-40m 掘削まで、全断面引張となっている。この傾向は、過去の連壁を用いた円筒土留めの計測においても報告されている。この引張応力度を発生させる要因として次の2項目が考えられる。

① ポアソン比によって発生した鉛直方向ひずみ

連壁コンクリートに円周方向圧縮ひずみが生じると、ポアソン比により鉛直方向引張ひずみが生じ、これを鉄筋計が引張応力として計測する。

② リバウンドによる上向きの摩擦

掘削の進行に伴い、円周方向圧縮軸力は増加する。一方、連壁内部の地盤は、掘削による土被りの減少によって有効応力が減少し、リバウンドする。その結果、連壁には上向きの摩擦力が作用し、鉛直方向に引張力が発生する。

上記要因は全て鉛直方向軸力と円周方向軸力の間で相関がある(図-4)。図中には鉛直方向鉄筋応力度からポアソン比 $\nu=0.2$ とした場合の影響分を差し引いたものも表示した。全体的な傾向は掘削の進行に伴い円周方向圧縮応力度が増加するにつれて、鉛直方向引張応力度が増加している。この相関は②リバウンドによる上向き摩擦によるものと推定できる。

また、掘削初期段階において円周方向・鉛直方向共に圧縮応力度が増加する相関が見られる。この相関は、以下の現象によるものと考えられる。

- ・ドライワークを目的として、連壁内部にディープウェル(DW)を設置し、地下水位を低下させた。このため、見かけ上連壁に作用する外圧が増加し、円周方向圧縮軸力が増加した。
- ・連壁内部の地盤は、間隙水圧の減少に伴い、有効応力が増加し、沈下が生じ、その影響で連壁には下向きの摩擦力が作用し、鉛直方向に圧縮力が発生した。

この現象は、図-5に示す DW 孔内水位の変動時期と対応

しており、その影響が顕著に現れていることが認められる。以上から、根切り面以深の微小な応力計測値の変化についても、掘削、地下水位等の状況を詳細に分析することで説明可能となる。

5. まとめ

本計測結果から、作用荷重を見直し、連壁の薄型化を図ったことの妥当性を確認でき、今後の設計に有効な情報を得ることができた。また、比較的議論されることが少なかった円筒土留めの根切り面以深に発生する鉛直方向軸引張力について考察し、報告した。

[参考文献]

- 1) 岩崎ら: 大型LNG地下式貯槽における地中連続壁の合理化設計, 土木学会第 54 回年次講演概要集 1999.9

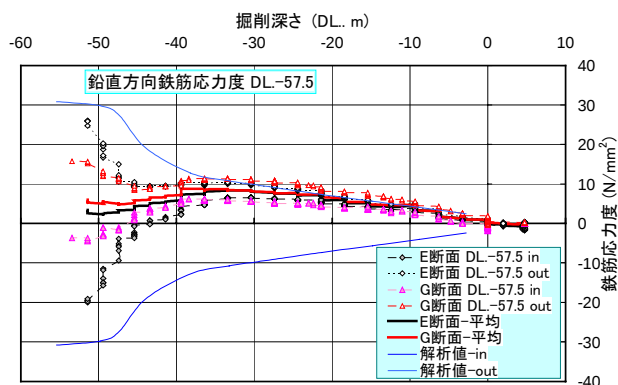


図-3 鉛直方向鉄筋応力度 (DL-57.5m)

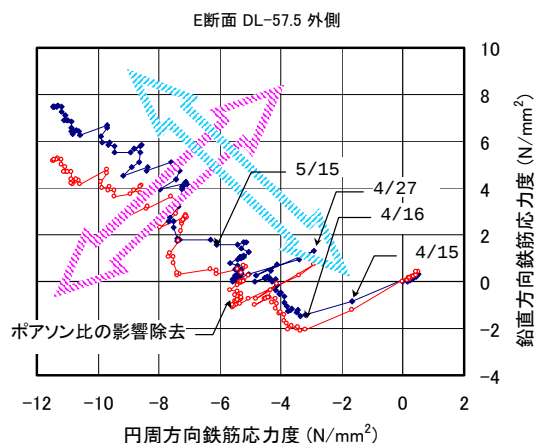


図-4 鉄筋応力度相関図 (DL-57.5m)

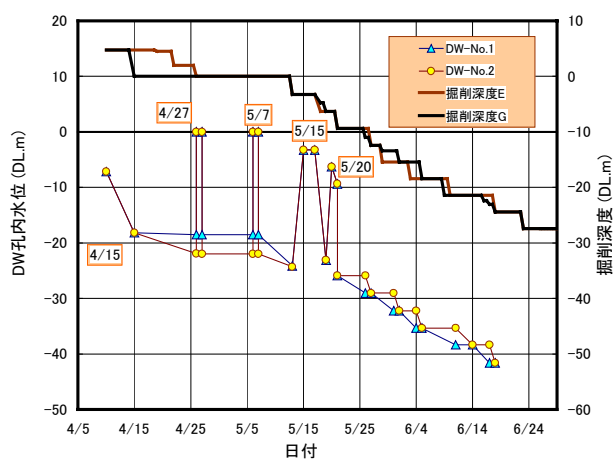


図-5 連壁内部の地下水位変動