

Ⅲ-515

大深度円形立坑の設計及び計測管理

鹿島建設㈱土木設計本部 正会員 小野塚 大輔
 鹿島建設㈱東京支店 正会員 早川 康之
 東京ガス㈱生産技術部 正会員 小松原 徹
 鹿島建設㈱東京支店 小土井 満治

1. はじめに

当該立坑はLNGタンク基地と海上受入バースとを結ぶLNG配管用シールドトンネルの中間立坑（シールド発進・到達兼用立坑）である。立坑の建設地点は埋立地であり、埋立後約20年経過しているものの層厚33.0mの沖積粘土層は未圧密であり、今後更に約50cmの圧密沈下が予測された。従って、シールドトンネルはLNG配管およびトンネル本体の健全性確保の観点から、過圧密である洪積土層を通過させる必要があると判断された。この結果、立坑の掘削深度は74.7mと大深度シールドトンネル立坑となった。ここでは、本立坑の設計概要および立坑掘削時計測結果に関して報告する。

2. 設計概要

(1) 立坑形状寸法および土質概要

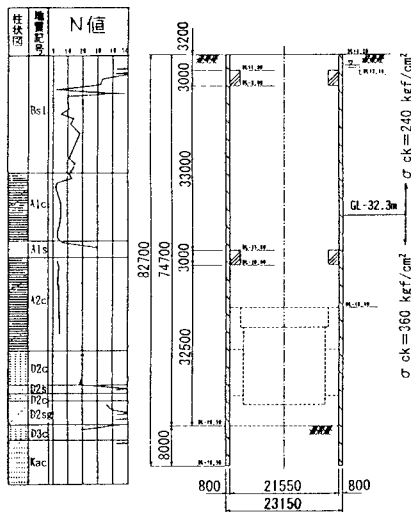


図-1 立坑形状寸法および土質概要

(2) 根入れ長の設定

連壁の根入れ部の地盤は、自立性の高い硬質な土丹層 ($q_u=200\text{tf/m}^2$) であるため内部土掘削による連壁の変形により連壁背面には空隙が生じ上部帯水層の地下水は連壁下端まで浸入することが予想された。この地下水の掘削面への湧水防止の観点から土丹層への根入れ

長5.0mを確保することにした。（塑性域1.0m、健全部水圧抵抗長2.0m、土丹の不陸2.0m）これに、土丹層上部洪積粘土層厚3.0mを加え、8.0mの根入れを設定した。

なお、高水圧下における施工を考慮して、万一の湧水に対し、以下の事前対策を構じた。

①予め、連壁内部に、下端部グラウト注入用パイプを設置した。

②連壁下端近傍内外面に間隙水圧計を設置した。

(3) 連壁壁厚と使用コンクリート強度について

大深度下での泥水中コンクリートの施工実績を考慮し、その設計強度の最大値を 360kgf/cm^2 と設定した。連壁応力解析の結果、この設計強度より得られる許容応力度を満足する壁厚の最小値は80cmであった。また、この80cmの壁厚はコンクリート打設時のトレミー管挿入が円滑に行える最小値でもあり、連壁厚は設計上及び施工上の両面から求まる共通の最小値である80cmとした。

さらに、連壁上部は作用土圧も小さく、発生応力も小さくなるため、連壁上部と下部で強度の異なるコンクリートを使用することにした。（図-2）

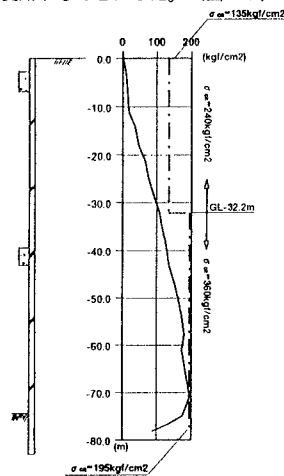


図-2 連壁設計応力度（円周方向）分布

(4) 円筒座屈に対する安全対策

当立坑のように、細長比が大きくかつ部材厚の薄い構造は、座屈（円筒座屈）に対して脆弱な構造となる。

（4）円筒座屈に対する安全対策

当立坑のように、細長比が大きくかつ部材厚の薄い構造は、座屈（円筒座屈）に対して脆弱な構造となる。このため、細長比の低減効果と変形抑止の目的で連壁上・中段に内巻コンクリートリング（高さ3.0m、幅2.0m）を設置し、座屈に対する安全性の向上を計った。

3. 立坑掘削時計測管理

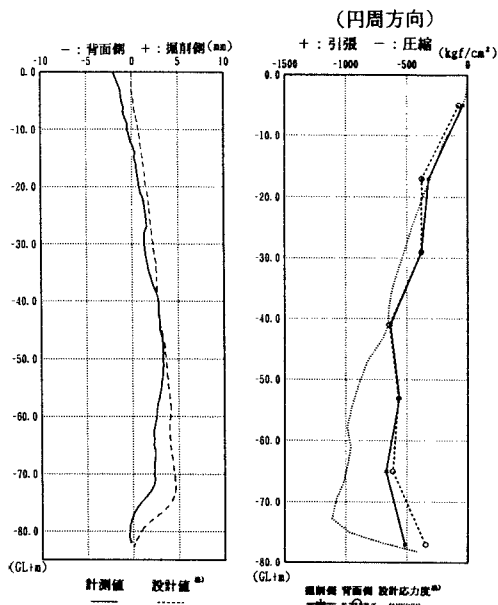
連壁に鉄筋応力計、傾斜計、間隙水圧計を設置し、立坑掘削時の計測管理を行った。

図－3、4に計測結果を示す。これより、連壁に発生した応力は設計値を下回っていることが分かる。これは、設計で定めた有効土圧（土圧係数0.3～0.5）より実際に作用した土圧が小さかったこと、かつ、掘削に伴う連壁の変形により粘性土層部の連壁背面には、負の間隙水圧が発生し（図－4）、作用水圧も設計値である静水圧を下回ったことによるものと考えられる。

4. おわりに

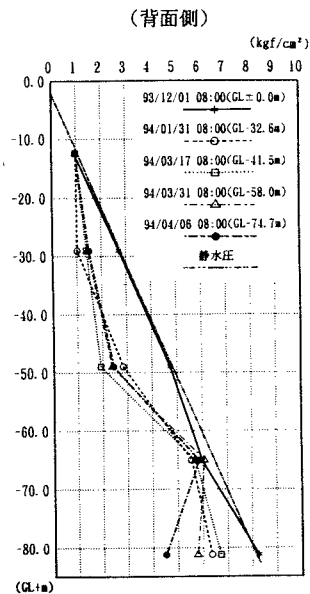
大深度、高水圧（約 7kgf/cm^2 ）作用下での立坑掘削に際し、施工時の湧水防止が最重要課題であった。このため、地中連壁の施工にあたっては、真円精度、鉛直精度の向上に努め、安定液管理、コンクリート打設速度管理等の十分な品質管理を行い、無事床付掘削を完了することができた。

本稿が今後の大深度立坑の設計、施工の一助となれば幸いである。



注）設計値、設計応力度は常時等圧解析の結果によるものとする。

図－3 変形量、鉄筋応力計測結果
（床付け完了時）



図－4 間隙水圧の経時変化