

III-588

LNG配管用大深度シールドトンネルの
発進立坑の設計・施工

清水建設（株）土木本部	正	前 孝一
東京ガス（株）生産技術部	正	小松原 徹
東京ガス（株）生産技術部		青木 浩之
大成建設（株）土木設計本部	正	名田 実

1. はじめに

当該立坑はシールド施工期間にはシールド発進用立坑として機能し、最終的にはシールド発進後に建設される配管設備の構内立坑となる。本立坑は図-1に示すように内径20m、掘削深さ40.3mの円形であり、特徴は円筒形に地中連続壁を打設し、順巻工法で立坑躯体を構築した。ここでは、軸対称円筒形シェル逐次掘削解析、開口を考慮した3次元シェル解析について報告する。

2. 地中連続壁工法

(1) 工法の選定

建設地点の地盤は図-1に示すように、地表面から盛土(B)、埋立層(Bs1, Bs2)、沖積層(A1-c)、洪積層(DLm, Dls, D3-s, D3-c)、泥岩(Ka-c)で構成されている。このような地盤に立坑を構築する工法として①仮設地中連続壁案②地中連続壁本体利用案③ケーソン案について比較検討した。その結果は①案が工事費面、工期面で優れていた。

(2) 地中連続壁の設計

順巻工法を用いて、深さ40.3mまで掘削した時の挙動解析として軸対称円筒形シェル逐次掘削解析を行った。その結果、円周方向地中連続壁の壁厚さは80cmとなり、また、地震時の荷重により頭部に曲げ引張力が生じたので、頭部に0.8m×1.5mの頭つなぎ梁を設けることにした。地中連続壁の水平方向の接続は水平方向鉄筋の重ね継手（重ね長さ継手長 $l_r=35d$ ：dは鉄筋径）を用いた。

地中連続壁の根入れは洪積層の難透水層(D3-c)の不陸や連壁下端部のヒーピング等の検討を行い確実に根入れした。

(3) 地中連続壁および内部掘削の施工

掘削機は水平多軸掘削機を用い、12エレメントに分割して、地中連続壁を構築した。なお、コンクリート打設時の側圧対策として、FBタイロッドと仕切板に取り付けたばぞ用アングル材で抵抗させ、コンクリート打設用反力材を省略することにした。

内部掘削は頭つなぎ梁施工後、床付けまでリング梁なしで掘削し、大幅な工期短縮が可能になった。

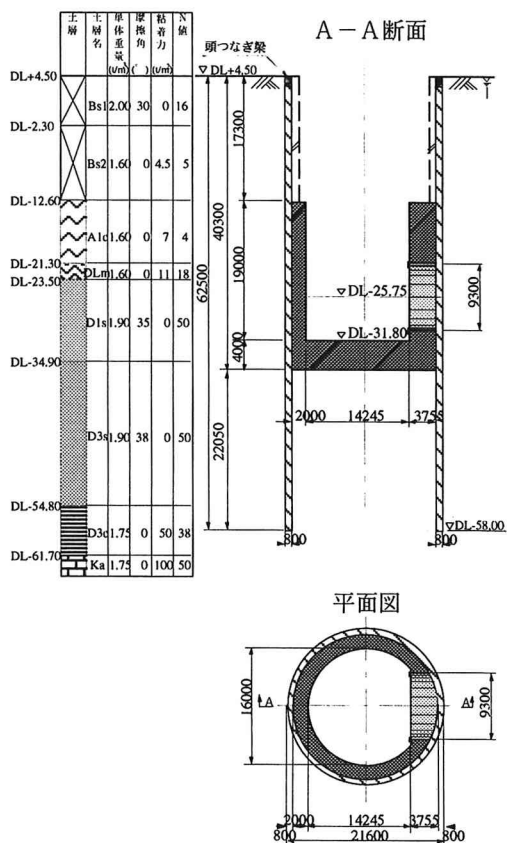


図-1 地盤構成および立坑構造図

3. 立坑躯体

本立坑はシールド外径8.9mの発進用立坑で、直径9.3mの開口部を設けるので補強が必要となる。従来は開口部上部に水平梁を設ける2次元的な補強が多かったが、図-2に示すような開口を考慮した3次元シェルモデルの解析を行い、水平梁を省くことにした。なお本立坑は、シールド発進用に必要な立坑下部を対象に検討を行った。

検討ケースと荷重組合わせは下記とした。

- ①完成後常時（自重、土水圧、掘土圧、盛土掘土圧）
- ②完成後地震時（自重、土水圧、盛土掘土圧、躯体慣性力、地震時土圧増分）
- ③施工中鏡割時（自重、土水圧、掘土圧、鏡背面側圧、凍結土圧）
- ④施工中発進時（自重、土水圧、掘土圧、切羽反力）

上記検討ケースの内、完成後常時の断面力が支配的となった。このケースの主応力を下記に示す。応力は、開口部が応力解放になるため、開口部下端および上端の180°方向に流れ、開口部下端および上端で圧縮応力が増大し、開口部センターレベルでは引張応力が増大していた。水平方向の軸力はほぼ均一な値を示したが、開口部センターレベルでは開口部に向かって開口の影響を受け減少していた。底版付近では底版の影響を受けて小さな値となるが、開口部からの軸力の廻込みにより開口部上下(180°)で大きな値となった。水平方向の曲げモーメントも、開口部上下で、外側引張りの大きな値となった。鉛直方向の曲げモーメントは、開口部脇の135°、225°付近の開口部中心レベルで内側引張りが大きな値となり、開口部の180°方向の下端で、外側引張りが大きな値となった。以上より、開口部の補強は、開口上下部に対してはエントランス上下部の空間をコンクリートで打増して側壁を厚くし、開口部センターレベルの左右の側壁に対しては鉄筋補強を行った。

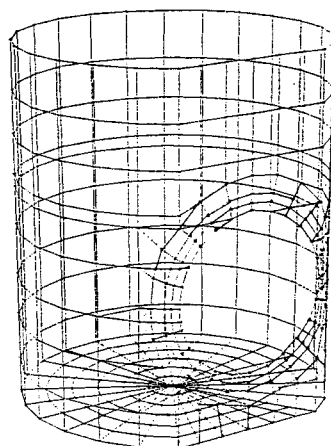


図-2 3次元シェルモデル

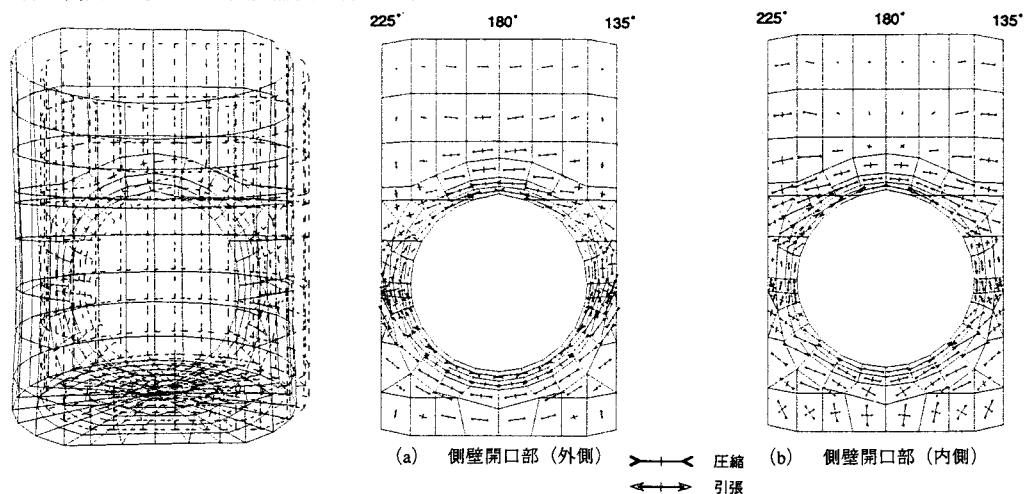


図-3 変位図

図-4 主応力図

4. おわりに

シールド用立坑に対し、3次元シェル解析を適用して設計を行い、開口部周辺の応力状況を把握し、開口部水平補強部材を省略した工法を用いることが出来た。また、山留め用地中連続壁に水平方向の重ね継手を用いることにより、床付けまでの掘削がリング梁を用いないで可能になり工期短縮が図られた。