

大口径アーバンリング工法による軟弱粘性土及び砂礫地盤の大深度掘削

帝都高速度交通営団 入江 健二
三ヶ月 守
荻野 竹敏
○大塚 努
清水建設 原 忠

1. はじめに

当営団においては、現在施工している地下鉄11号線管内において、地下鉄構内の雑排水を外部に放流するために築造する中間ポンプ室の施工に際し、民地部に隣接した狭隘な作業用地の中で、アーバンリング工法（外径φ6408mm、桁高200mm、スチールセグメント幅1m、掘削深さ49m）を採用した。当該地盤は、本工法で実績のある粘性土層のみならず、従来施工困難とされていた砂礫地盤（最大礫径φ300）においても補助工法を併用しながら掘削しており、周辺への影響もほとんどないまま施工を完了したので、その概要を報告する。（図-1参照）

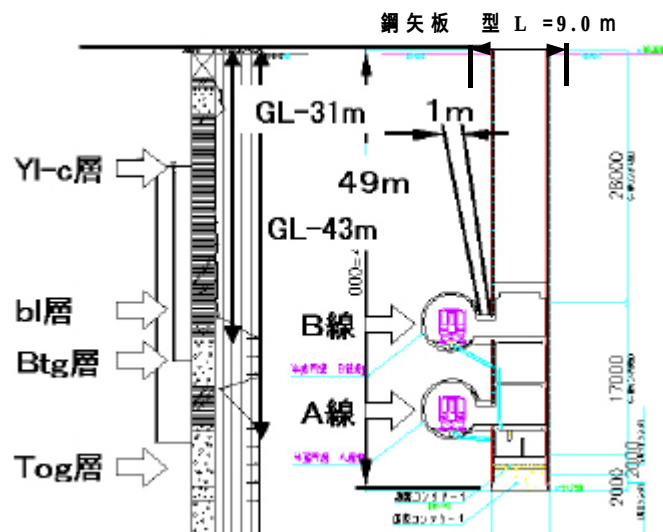


図-1：中間ポンプ室断面図

2. 本アーバンリング工法の施工概要

本工法の施工手順を表-1に示す。当該地盤は、GL-29m付近までが下部有楽町層粘性土層(N値0~6)、約2mの埋没段丘層粘土(N値3~12)を挟んで、GL-31~37m付近に埋没段丘礫層(N値50以上、最大礫径300mm)、GL-37~43m付近に東京層砂質土層(N値50以上、礫径20mm程度)、そしてGL-43m以深に東京層礫層(N値50以上)が位置しており、非常に複雑な地層である。

また、今回用いたセグメントについては、掘削深度が49mと深いため、上部リング(GL-0~28m)と下部リング(GL-28~49m)において2本主桁と3本主桁構造を使い分け、土水圧等の荷重により発生する断面力及び円管座屈応力について照査しており、経済性にも配慮した構造となっている。

アーバンリング圧入に先立ち、圧入時の周辺地盤の供擦れによる周辺への影響を軽減するため、リング周辺に鋼矢板（型、L=9m、80枚）を打設した。また、近隣への騒音防止のため、防音ハウスを設営して諸設備を整備した後、その後圧入力となるグラウンドアンカー(300kN*4本)を施工している。

なお、周面摩擦低減のため、1リング目（刃口リング）にはフリクションカット（25mm）を有するセグメントを用いるとともに、掘削完了後アーバンリングと地山との空隙を充填するためのコンタクトグラウト（地山

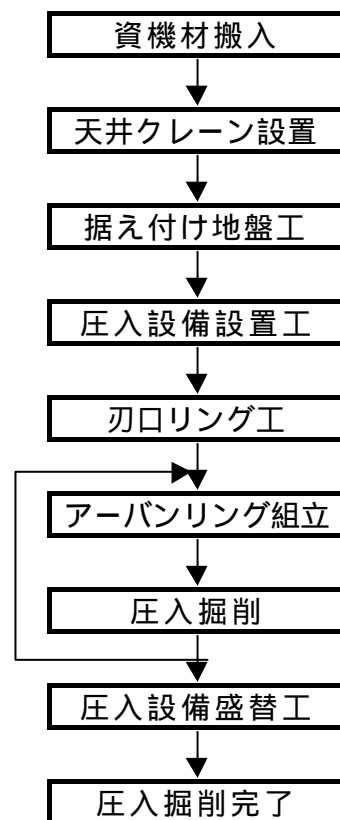


表-1：施工手順

連絡先：東京都墨田区江東橋4-1-3 (03) 3634-2650 FAX (03) 3634-2767

同等の強度、セメント系グラウト材）の配管からベントナイト注入を行っている。また、漏水防止対策としてリング間にシール材を 2 段配置(全リグ)して施工した。GL-5m 以深については水中掘削となったが、周辺地盤の沈下や漏水のないまま施工を完了した。

3．圧入力管理および施工結果

アーバンリング沈設に伴う必要圧入力は下記式により算出する。

$$P = F * (1 - S) + Q_d$$

ここに、P：アーバンリングの必要圧入力(kN)

F：アーバンリングの周面摩擦力(kN)

S：摩擦低減工による係数

Q_d：アーバンリングの先端抵抗力(kN)

必要圧入力からアーバンリングの総自重を差し引いたものを沈設のための必要最大圧入力としており、今回は 10,501(kN)となった。これに安全率を見込んでグラウンドアンカー耐力を算定している。

各層毎の必要圧入力設計値及び実必要圧入力（実測値）を図 - 2 に示す。

このグラフから、以下の点が読み取れる。

表層の砂層においては初期沈設状態であり、アーバンリングの傾斜変動が大きくなる事が懸念されたため、施工精度の向上を意図し、リング上面の水平精度を確保しながら刃口リングを圧入先行しながら掘削したことにより、圧入力が高い。

軟弱粘性土層においては、フリクションカット、滑材注入の効果により圧入力が低い。

埋没段丘礫層においては、設計値よりも大きな圧入力が必要となった。これは、巨礫を含んだ固い砂礫層に対し刃口リングの圧入が困難となったため、実際の施工ではウォータージェットを用いて砂礫層を乱し、先掘しないように徐々に掘削を進めていった。

東京層礫層は巨礫のない地盤であったため、必要圧入力以下での掘削が可能であった。

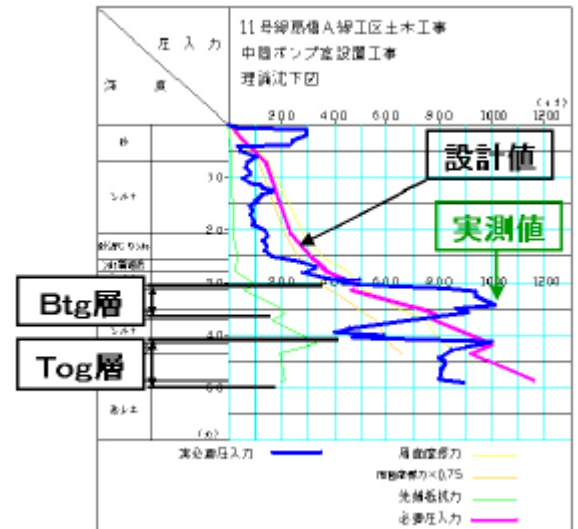


図 - 2 圧入力設計値及び実測値

4．おわりに

本立坑の施工に要した期間は、約 5 ヶ月（昼間作業のみ）で、稼働日あたり 0.5m の速度で掘削を完了する事ができた。完成したアーバンリングの鉛直精度は、X 方向で 1 / 600、Y 方向で 1 / 1150 であり、許容値の 1 / 200 を十分満足するものであった。偏心量についても許容の 100 mm に対し、31.6 mm であった。また、周辺地盤の沈下も全測点で 5 mm 以下と非常に良い精度の施工ができたものと考えている。

この高い施工精度が確保できた理由として、

初期沈設時期に綿密な施工管理を行った事

砂礫地盤掘削の際に先掘を防止しながら慎重な掘削を行った事

が考えられる。関係者の尽力に敬意を表するものである。

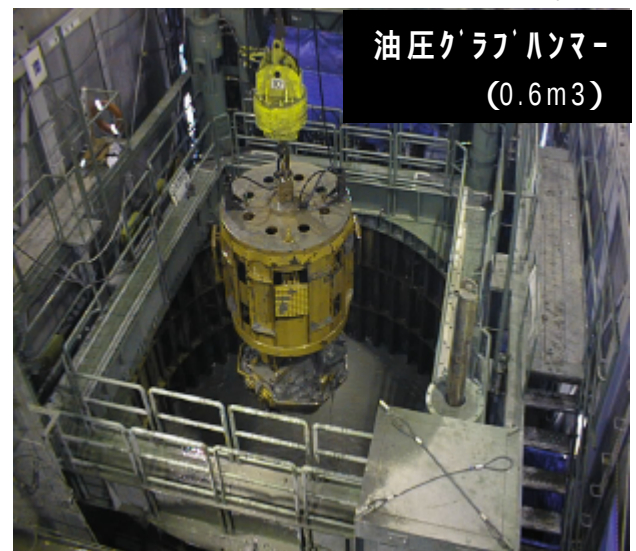


写真 - 1 油圧グラブによる掘削状況