

常時計測による長距離立坑間のタイロッドケーブル挿入用削孔工について

大成建設(株) 正会員 ○陶山 正治
大成建設(株) 正会員 桑原 芳文

1. はじめに

北九州市は、北部の沿岸地に製鉄工場、化学工場が立地し、南部の内陸側は、ビルが立ち並ぶ商業地である。当施工箇所は、小倉駅から東へ約 500m の位置にあり、交通量が非常に多く、付近の踏切は慢性的に渋滞が生じている(図-1)。そのため、地下トンネルで JR 線 6 線をアンダーパスする都市計画道路(延長 62m)の早期貫通が求められている(図-2)。地下トンネルは、URT 推進工法により行い、発進立坑と到達立坑間は、タイロッドにより土留を行う。立坑間の距離が 62m と長距離であり、芯材間隔が僅か 50 cm であるため、非常に正確な削孔が求められた。

2. 工事概要

削孔管理は、高精度な三次元曲線削孔を行うために常にビット位置を管理し、目標到達点に誘導する必要があった。そのため、ジャイロセンサーを使用し、リアルタイムでビットの向き、傾斜、方向及び計画削孔ラインからのズレを、ナビモニター(図-3)を通じて確認し、方向修正を行いつつながら目標到達地点まで削孔した。削孔ツールは先端よりテーパビット、位置検知装置、内管ロッドと樹脂製の外管(図-4)にて構築され、内管によって外管を連行して削孔する二重管連行方式とした。

3. 削孔精度に対する課題

本施工はタイロッドケーブル挿入用の削孔工であるため、62m 先の到達側で土留壁芯材間 500 mm の中に到達する必要があった。そのため、偏芯量が規格値 ± 200 mm、つまり 1/300 の精度が要求された。これまでの実績では、水平ボーリング削孔工の精度誤差は、測量誤差、ジャイロ計測時の誤差などを踏まえて、1/100~1/80 程度であった。そのため、通常これほどの長距離削孔が必要な場合は、小口径の推進機にて削孔を行うことが多かったが、推進機で行う場合、工期、施工費とも 2 倍以上となる。そのため、ボーリングマシンの削孔精度を向上し、到達させることが望まれた。

4. 削孔精度の確認方法

1/300 の削孔精度が確立されていなかったため、まず試験施工を行った。精度確保の対策は、同一削孔穴において、計測を繰り返し行い、計測誤差の確認を行った。具体的な実施事項は、



図-1 現場位置図

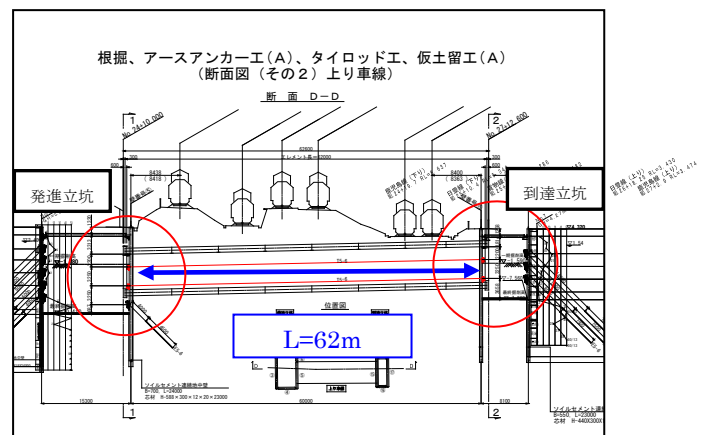


図-2 断面図



図-3 ナビモニター

- ① 削孔距離 40mまで計測しながら削孔し、その地点の位置を計測する。
- ② 一度すべてロッドを引き抜き、再度、ビットを挿入し再計測を行う。
- ③ 各計測データを比較する。

5. 削孔精度の確認結果

上記の方法を数回繰り返し確認したところ、削孔距離 40m地点において水平方向へ 600~700 mmの偏芯（データ上でのズレ）が確認された。

6. 考察

計測の手順は、ジャイロを制止させた状態で起動（回転）させ、安定後に

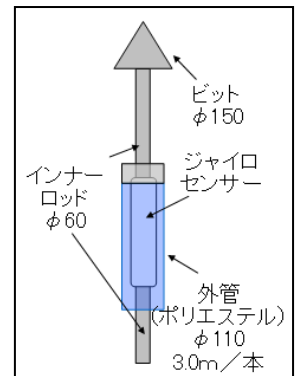


図-4 ツール詳細図

ジャイロを動かし、加速度を与えて起点から任意の点の鉛直、水平角度を算出する。ジャイロからの角度と深度計からの距離を演算することで、3次元での位置計測が可能となる。計測の手順を（図-5）に示す。計測はロッド1本毎に行うため、計測のデータは3.0m毎に断片されたデータを継ぎ合わせたものである。初期削孔時と再削孔時の計測値の異なる点は、前者は、削孔、計測を繰り返してデータを継ぎ合わせるのに対し、後者は、一度削孔した穴を連続してデータを取ることができる。したがって、再削孔時の方が、データの継ぎ目に誤差が生じにくい。

その計測誤差は、ビット径がφ150であるのに対し、外管がφ110であるため、外管の外周にクリアランスが生じ

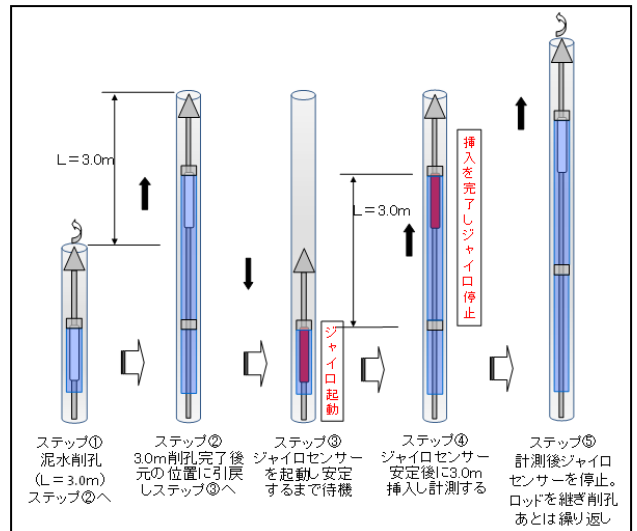


図-5 計測手順

て外管の位置が安定せず、不安定であったために生じた。外周のクリアランスは、削孔方式が泥水外返しのためには必要である。そこで、外周のクリアランスのために外管の位置が不安定になるのを防ぐため、外管の周りにスペーサーを取付け、削孔穴の中心に外管が安定するように改良を行った。その改善方法を（図-6）に示す。ビットと外管にスペーサーを取り付けることでビットとスペーサーの2点が孔壁と接するため、外管が安定し、ジャイロの方向と削孔穴の方向が一致するようになった。

これにより、初期削孔時と再削孔時の計測データの比較したところ、削孔距離 40m地点における水平方向の計測誤差は、100 mmであった。これにより、水平方向の削孔誤差は、1/400 となり、当初目標であった 1/300 を満足することが出来た（図-7）。

6. 結論

今回の土質は、砂質土および粘性土においてスペーサーを取り付けることで、ボーリングマシンによる高精度な削孔（1/300）を行うことができた。ライト工業㈱の藤田俊幸氏他、関係者の方々には、何度も繰り返し施工し続けていただいたことに、謝意を表したい。

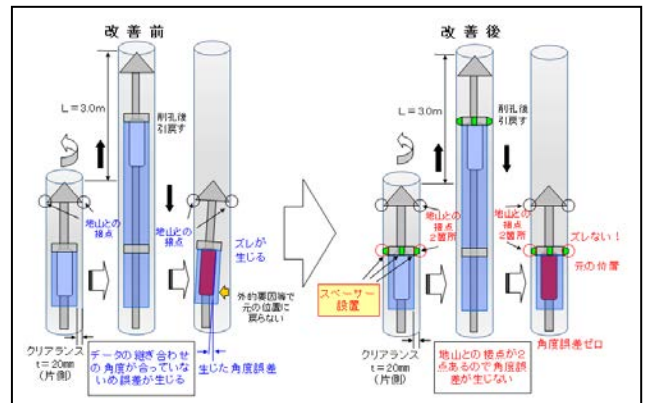


図-6 計測改善方法



図-7 到達状況