

解説

大土被り推進工事の測量

いなば とみお
稲葉 富男
(株)ソーキ
特別顧問

1 はじめに

大都市における地下空間利用は輻輳し大土被り施工が必要となります。大土被り推進工事は、施工条件が厳しく様々な対応が必要となります。それらは推進管の性能、ジョイント構造、掘進工法の選定、深い立坑への対応等が考えられます。推進工事測量も大土被り特有の難しさがあり、ここでは推進工事測量を機能別に分類し、それぞれの概要を述べるとともに大土被り施工の影響およびその対応を述べたいと思います。また小口径での大土被りは考えにくいので、大中口径管を対象にします。

2 機能的分類と測量技術

推進工事測量は大きく次の5段階で成り立っています。それらは次のとおりでそれぞれに重要な役割を持っています。

(1) 地上検証測量

- (2) 立坑内への基準点設置測量
- (3) 先端の位置および方向測量
- (4) 掘進中の挙動測量
- (5) 定期的な確認測量

(1) 地上検証測量

発進立坑から到達までの線形を地上で再現し、線形要素の妥当性を確認するとともに周辺施設との位置関係を明らかにします（図-1）。この測量は推進工事だけに限ったものでなく通常の路線構造物（道路、鉄道、河川等）では基本的な測量です。

(2) 立坑内への基準点設置測量

立坑から路線構造物を構築する場合、地上の基準点を立坑内に設置する必要があります。特に推進工事は管体を推し進める工法のため、管体内に基準点が設置できないので常に立坑からの測量が必要となります。しかも立坑の長さに比べて推進延長は数十倍から数百倍の長さとなり、立坑基準点の誤差が測量精度に大きく影響します。推進工事測量の中では非常に重要な測量です。

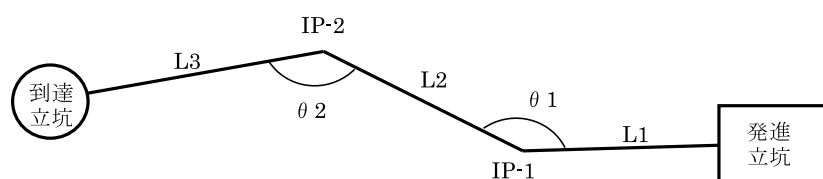


図-1 発進から到達までのトラバース測量

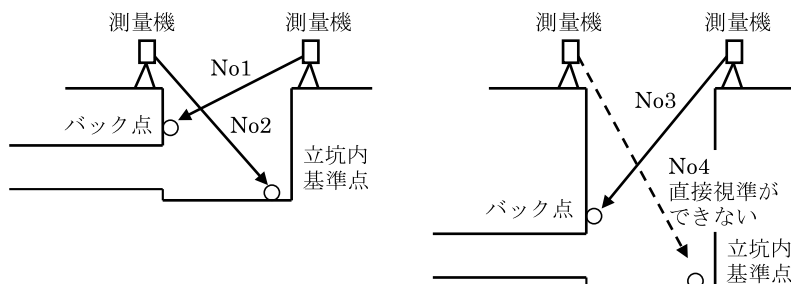


図-2 トータルステーションによる基準点測量（図内のNo1～4は測量の手順を示す）



写真-1 トータルステーション

(3) 先端の位置および方向測量

掘進機の先頭部の位置および方向を測る測量です。発進立坑にある基準点から管内へ開放トラバース測量を行います。この推進管内での開放トラバース測量を人力で行う場合は非常な労力と時間がかかり、苦渋作業となっています。この先端の位置測量に自動測量システムが開発されています。

(4) 掘進中の挙動測量

掘進中の管体の位置や方向をリアルタイムで測量するものです。通常はジャイロコンパスを使ったシステムが使われます。近年はメカニクジャイロに変わり光ファイバジャイロが登場し操作性・メンテナンス性が向上しています。これらジャイロコンパスは横ずれへの対応は難しく、方向角が変化しない状態で横ずれした場合の移動量は検出できません。この誤差を取り除くための基準点の確認測量が必要です。

(5) 定期的な確認測量

推進工事で使用する立坑は、掘進時の反力、外部からの力、土圧等いろんな条件で動きます。そのため定期的に動いていない地上基準点との整合性を確認する測量が必要です。この作業は通常の測量で行う場合が多いですが、重要なものについては地上からのチェックボーリングを行うこともあります。

により以下のような測量方法があります。

①トータルステーションによる設置

通常地上基準点を立坑内に設置するには、地上に設置したトータルステーションを使用します（写真-1）。最近のトータルステーションには、測量機の鉛直軸の傾きを自動的に感知し、鉛直性を確保するチルト補正機能が備わっています。この機能があることで立坑の基準点設置の精度が向上します。ところがトータルステーションの下向きの視準角度は構造上60度程度が限界です。つまり立坑の長さの1.7倍以上深い場合は図-2のNo4のように視準できません。

②鉛直機による設置

トータルステーションが使用できない場合、鉛直機を使用します（写真-2）。立坑上部で掘進方向に水糸を張り、立坑底部に設置した鉛直機で水糸を視準して立坑内の基準点を設置します。次に立坑内の基準点にトータルステーションを設置し、水糸を視準してバック点を設置します（図-3）。



写真-2 鉛直機

3 大土被りの影響と対策

(1) 地上検証測量

地上検証測量は大土被りの影響はありません。

(2) 立坑内への基準点設置測量

大土被りの影響を最も受ける測量です。立坑の深さ