

NATM トンネルの一次支保パターンに準拠した発進用立坑の施工

鉄道建設・運輸施設整備支援機構 東京支社 正会員 ○本堂 亮
 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 東京支社 高橋 悠一郎

1. はじめに

仙台市高速鉄道東西線（以下、仙台東西線）は、市の南西部から JR 仙台駅を中心とする都心を経て、市の東部を結ぶ延長約 14.4km の路線であり、現在施工が行われている青葉山トンネルは、竜の口溪谷と青葉山駅間に位置する延長 1,077m の NATM トンネルである（図 - 1 及び図 - 2）。青葉山トンネルの掘削発進方式は、特別環境保全区域を外すことや、橋梁工事との競合を避けるために、立坑方式を採用することとし、断面形状は、施工性・経済性を考慮



図 - 1 仙台東西線線路平面図

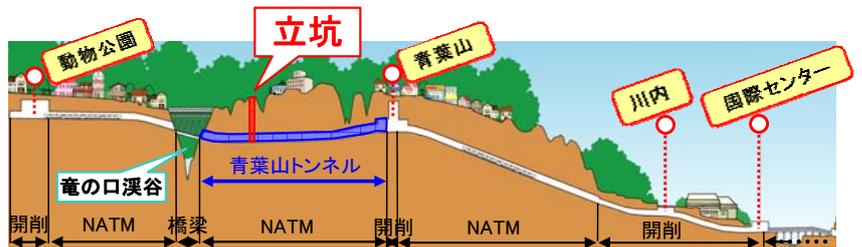


図 - 2 青葉山トンネル縦断図

して、円形方式を採用した。現地の地質状況等を勘察して、立坑の上部は柱列式連続壁とリング支保工、下部はトンネル本体の一次支保パターンに準拠した NATM 工法により施工することとした。本稿では、青葉山トンネル掘削発進用立坑の NATM 工法区間における、施工実績と計測結果について報告する。

2. 仙台東西線 NATM トンネル一次支保の検討と発進用立坑への適用

仙台東西線の標準内空断面は、鉄輪リニア断面のため、約 40m² と比較的小さい。一方、在来線複線の内空断面積が約 53 m²、在来線単線の内空断面積は約 24 m² であることから、これらの一次支保パターンを参考にするとともに、本トンネルの地山特性に応じた独自の一次支保パターンを設定した（表 - 1）。

表 - 1 仙台東西線 複線トンネル標準一次支保パターン(約 40m²)

地山等級	支保パターン	掘削1間	吹付けコンクリート		鋼製支保工		ロックボルト	
			上・下半部	インパート	上・下半部	インパート	長さ	本数
Ⅱ _N	Ⅱ _{NP}	1.5m	100mm	-	-	-	アーチ 3m	8本
Ⅰ _{N-2}	Ⅰ _{N-2P}	1.2m	125mm	-	上半のみ 125H	-	3m	8本
Ⅰ _{N-1}	Ⅰ _{N-1P}	1.0m	125mm	-	125H	-	3m	10本
Ⅰ _L	Ⅰ _{LP}	1.0m	150mm	-	125H	-	3m	8本

表 - 2 立坑 NATM 区間 一次支保パターン(約 177m²)

地山等級	支保パターン	掘削1間	吹付けコンクリート		鋼製リング支保工		ロックボルト	
			全周	全周	長さ	本数		
Ⅱ _N	Ⅱ _{NP}	1.5m	100mm	-	-	3m	32 @1.5m	
Ⅰ _{N-2}	Ⅰ _{N-2P}	1.2m	125mm	125H	125H	3m	40 @1.2m	

立坑 NATM 区間に、仙台東西線 NATM トンネルの一次支保パターンを適用するにあたり、掘削断面積がトンネル標準断面よりも大きいことや、鉛直方向に掘削することから、本トンネルの標準一次支保パターンをそのまま適用することは適当ではないと判断した。そのため、立坑 NATM 区間の一次支保パターンの見直しを行って適用することとし、その結果を表 - 2 に示す。

キーワード：NATM トンネル，円形立坑，一次支保

連絡先：〒105-0011 東京都港区芝公園二丁目 11-1(住友不動産芝公園タワー)

TEL：03-5403-8745 FAX：03-5403-8773

3. 発進用立坑の地質概要及び設計

立坑の地質は、上位から青葉山層、向山層、竜の口層から構成されている。青葉山層は、第四紀更新世の砂礫及び火山灰からなる地層であり、N値10程度である。向山層は、新第三紀の凝灰岩からなる地層であり、N値50以上を示す軟岩部で固結度は高いが、層境や沢部付近では、風化に伴い固結度及びN値は低い。竜の口層は、向山層と同様に新第三紀の砂質シルト岩及びシルト質岩からなる地層で、N値50以上を示す軟岩であり、固結度も高い地層である。また、地下水に関しては、青葉山層及び、向山層の上部の層境付近に帯水層を確認した。

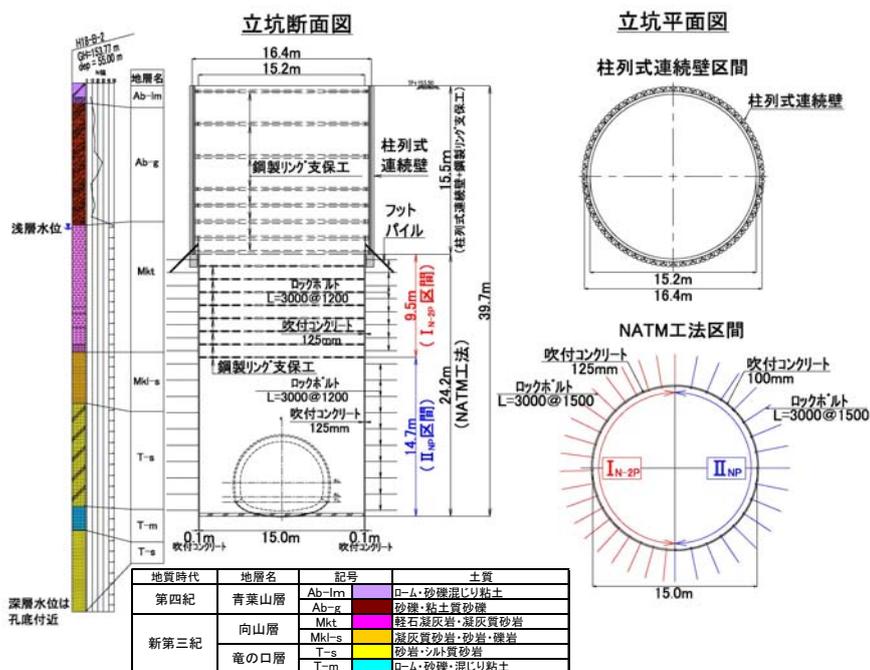


図 - 3 発進用立坑概要図

立坑構造は、帯水区間があるために、GL-15.5mまでを柱列式連続壁工法により施工を行い、それ以深をNATM工法により施工を行うこととした。NATM工法区間のうち、GL-15.5~25.0(m)の区間及び、GL-25.0~39.7(m)の区間は、地山強度比と弾性波速度から、それぞれI_{N-2P}、II_{NP}と判定して設計を行った(図-3)。

4. 計測概要と結果

立坑における計測項目は、①坑内観察、②地下連続壁変位測定、③内空変位測定を実施しており、柱列式連続壁区間 (GL-6.5m) 及び I_{N-2P} 区間 (GL-22.6m) の内空変位測定結果を図-4 及び図-5 に示す。GL-6.5mにおける結果を見ると、変位量は0~3.5(mm)の範囲で変位しており、掘削初期に多少変位するものの、それ以降は変位が収束する傾向にある。また、GL-22.6mにおける変位量は、0~3.2(mm)の範囲で変位しており、柱列式連続壁区間と同程度の変位量であるとともに、掘削初期の変位以降の傾向についても類似している。これらのことから、I_{N-2P} 区間については、今回設定した一次支保パターンの妥当性を確認でき、当該地質のような条件においては、NATM工法の採用は得策であると判断される。

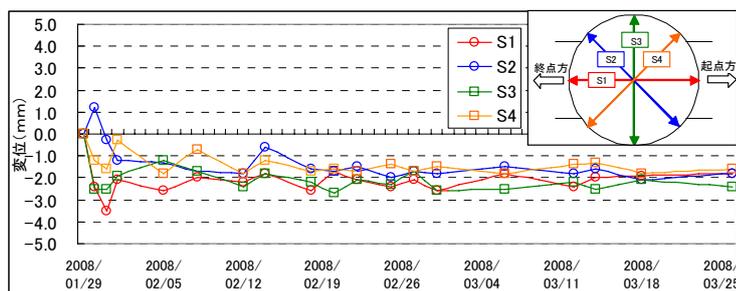


図 - 4 柱列式連続壁区間 (GL-6.5m)内空変位測定結果

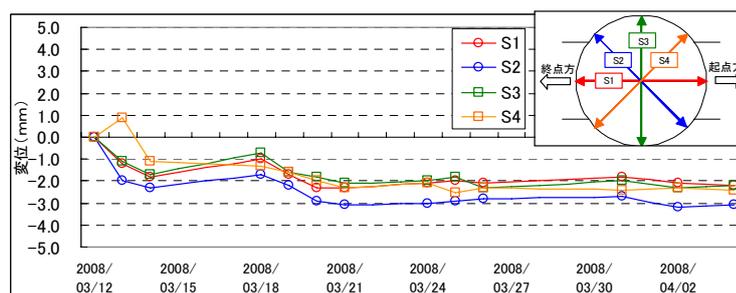


図 - 5 I_{N-2P} 区間 (GL-22.6m)内空変位測定結果

5. おわりに

現在、立坑最深部のII_{NP}区間を掘削しているところであり、引き続き内空変位等の計測を継続し、その計測結果を本坑掘削計画に反映し、施工を安全に進めていきたいと考えている。

参考文献

- ・土木学会：トンネル標準示方書[山岳工法編]・同解説，2006.7.
- ・鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 都市部山岳工法トンネル，2002.5.
- ・日本鉄道建設公団：NATM設計施工指針，1996.2.