

近接トンネル掘削時における周辺地山挙動に関する報告

東日本高速道路株式会社 いわき工事事務所 正会員 ○横田 光一郎
 // 正会員 佐藤 直輝
 東日本高速道路株式会社 東北支社 正会員 長尾 和之, 林崎 信男
 株式会社フジタ東北支店 小笠原 和久

1. はじめに

上下線2本のトンネルを建設する場合、掘削時の影響を考慮してトンネル中心間隔が2~3D程度(D:トンネル掘削幅)となるように計画することが一般的である。しかし、トンネル地上部の立地条件等によっては、相互離隔を数m程度しか確保できず近接トンネルとして設計・施工せざるを得ない場合がある。

常磐自動車道4車線化事業により着手した好間トンネル(Ⅱ期線)は、供用中のトンネル(Ⅰ期線)との最小離隔が6m程度であり近接トンネルに該当する。また、地上部には工業団地が位置しているとともに低土被りのトンネルであることから、掘削による地上・埋設構造物及び近接トンネルへの影響が懸念される。本論文は、周辺地山の挙動が一般的な近接トンネル施工時の傾向と相違した結果が確認されたことからその要因について考察するものである。

2. 地山条件

好間トンネルは福島県いわき市に位置する延長1,241mのトンネルであり、地上部には好間工業団地が位置し、切盛造成された土地に工場が立ち並ぶ。また、土被りは坑口部を除き1.5D~4D程度であるとともに、トンネル断面の一部が埋土層を掘削する区間もあるなど低土被り区間が連続している(図-1)。地質的には、両坑口付近および南側のトンネル掘削断面は細粒砂岩が主体であるが、低土被りである北側は固結度が低く脆弱な礫岩が主体である。以降、天端部に埋土層が出現するSTA.257+00断面について記述する。

3. 掘削工法および補助工法検討

供用中路線への影響及び比較的フラットな地表面に存在する建物等への影響を評価することを目的とすることから、2次元非線形弾性解析を用い検討を実施した。解析モデルを図-2に示す。FEM解析の結果、Ⅰ期線覆工コンクリートへの影響が大きいことから、補助ベンチ付き全断面掘削工法+早期閉合による掘削とし、補助工法として注入式長尺鋼管先受け工(天端部120°+供用路線側60°範囲)を採用した(図-3)。

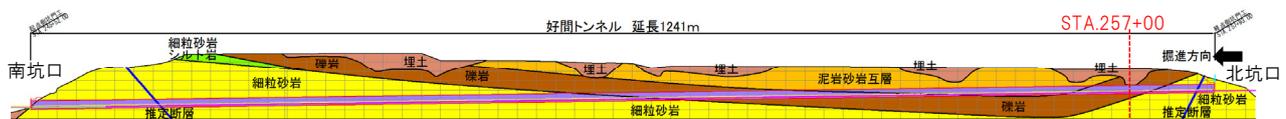


図-1 トンネル地質縦断面図

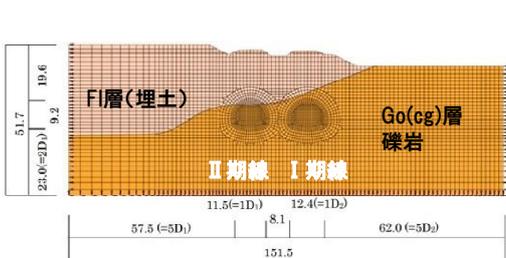


図-2 FEM解析モデル(STA. 257+00)

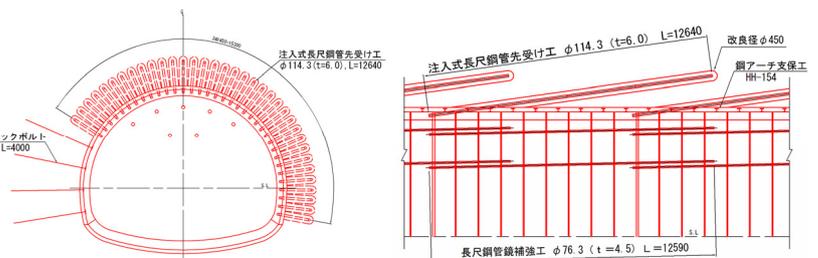


図-3 支保パターン図(左:横断面図、右:縦断面図)

キーワード 近接トンネル, 低土被り, FEM解析, 長尺鋼管先受け工, 地中傾斜計

連絡先 〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院2-1-65 (株)ネスコ・エンジニアリング 東北 道路技術部 TEL 022-713-7290

4. FEM 解析結果と掘削時の挙動

図-4に STA.257+00 断面におけるⅡ期線トンネル施工後における変位発生状況、表-1 に用いた地山物性値を示す。この図より、新設するⅡ期線トンネルの周辺部は左右に広がる方向に変位が発生し、Ⅰ期線トンネルを押す方向に変位が発生している。図-5にⅠ期線とⅡ期線トンネルの中間地山に設置した地中傾斜計による実測変位と解析値の比較を示す。実測値は地層境界付近でズレが生じているものの解析値と傾向は一致していることが確認できる。一般的には、既設トンネルの側部に新設トンネルが建設される場合、既設トンネル周辺のグランドアーチが損なわれ、既設トンネルは新設トンネル側に引っ張られるように変位する¹⁾。今回の事象は、一般的な挙動と異なる傾向を示したことからその要因について支保条件と地山物性値を変化させて検証を行った。

5. 検証結果と考察

図-6は新設トンネルを素掘りした状態での水平変位発生状況を示したものである。この状態では、Ⅰ期線トンネルがⅡ期線側に引っ張られる変位となっており、一般的な挙動が確認できる。したがって、支保工建込みや補助工法施工後に変位が変化したものと推察される。また、好間トンネル直上部は埋土層となっており、表-1 に示すとおり地山強度が小さいことから、地質条件も要因の一つと考えられる。図-7は埋土層と礫岩層の二層構造となる地山物性値を全て細粒砂岩相当に変化させた場合のトンネル施工後の変位を示したものである。この図より、水平変位の方向は変わらないものの1mm未達の水平変位となっていることが確認できる。同様に地山物性値を一律で礫岩相当に変化させた場合についても同じ方向に3mm程度の水平変位となる。いずれも地山強度を高めているため変位量が小さくなるが、変位の傾向としては変わらない結果が得られた。

6. まとめ

地山強度の小さい好間トンネル(STA.257+00 付近)では、補助工法として注入式長尺鋼管先受け工により地山強度を高めて掘削した。その結果、トンネル周方向に形成された改良体と支保工に全土被り荷重が作用したことでⅡ期線トンネルを縦方向に押しつぶし、横方向に広げる挙動を示したものと考えられる。

参考文献

1) 東日本高速道路株式会社：設計要領第三集トンネル建設編,平成28年8月

表-1 地山物性値

地層名	変形係数 (kN/m ²)	ポアソン比	粘着力 kN/m ²	内部摩擦角
埋土	3,200	0.40	28	30
礫岩	95,000	0.35	320	23
細粒砂岩	1,693,000	0.30	2800	10

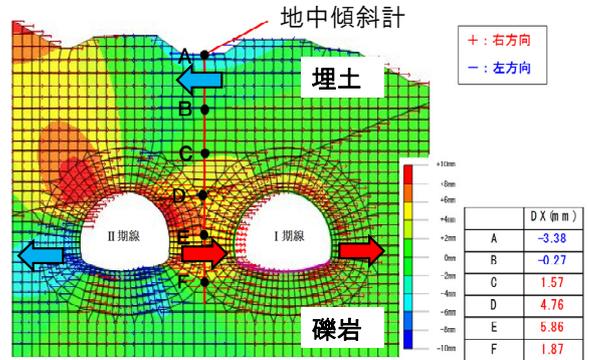


図-4 Ⅱ期線トンネル施工後における変位

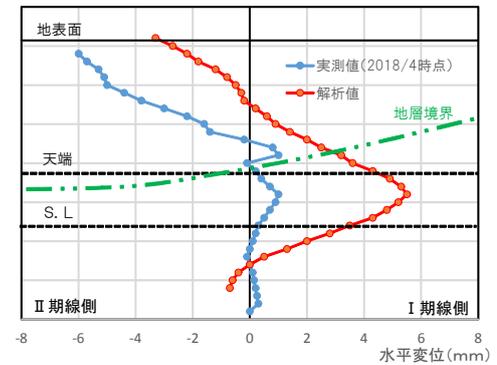


図-5 地中傾斜計変位と解析値の比較

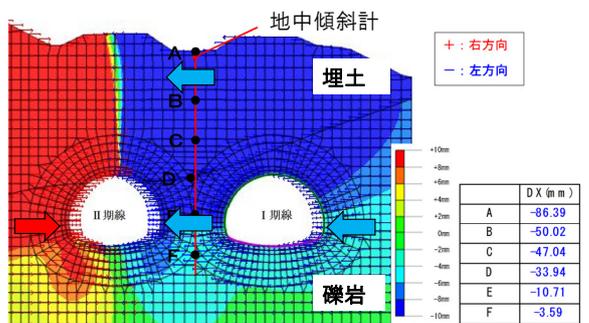


図-6 Ⅱ期線トンネル施工 (素掘り状態) における変位

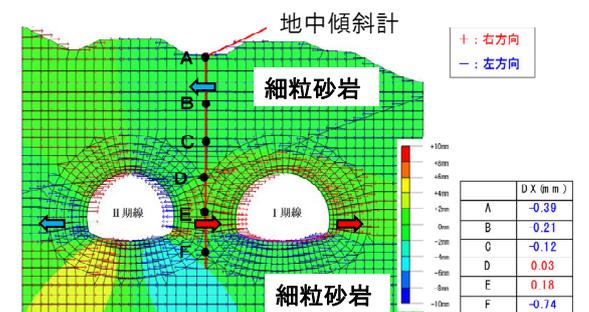


図-7 Ⅱ期線トンネル施工後における変位 (地山物性値を細粒砂岩相当に変更)