

斜面斜交型のトンネルにおける坑口対策の検討

東日本高速道路株式会社 正会員 ○佐々木 大也
 東日本高速道路株式会社 早川 正城
 東日本高速道路株式会社 沖原 穂高
 東日本高速道路株式会社 正会員 宮沢 一雄

1. はじめに

トンネル坑口部において、トンネル軸線が地山の斜面に対し斜めに進入する「斜面斜交型」のトンネルの場合、トンネル本体断面に偏土圧が作用するため押え盛土等の対策が必要となることが多い。¹⁾しかしながら、トンネル貫通前に掘削終点側坑口部へのアプローチが困難な場合や、トンネル坑口部に軟弱な地層があり沈下が懸念される場合には特別な対策が必要となる。本稿では、このような場合におけるトンネル坑口部の対策工法として、東日本高速道路株式会社東北支社山形工事事務所にて建設を進めている東北中央自動車道相馬尾花沢線（南陽高畠～山形上山間、延長 24.4km）において施工中の中山トンネルの事例及び検討内容を報告するものである。

2. 当初設計及び設計条件の変更

中山トンネルの掘削終点側坑口部については、斜面斜交型かつ低土被りとなっており、当初設計時には改良土による押え盛土を行うことで偏土圧対策を行う計画であった。（図 1）

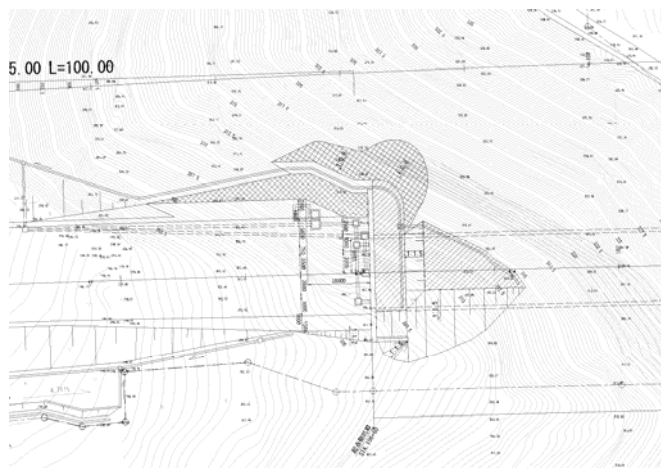


図 1 平面図（当初設計時）

施工の際には坑口部への工事用機械等のアプローチとして隣接する他工事の土工区間をパイロット道路として利用することを想定していたが、入札不調
 キーワード トンネル、坑口、沈下、FEM 解析

等による隣接工区の施工の遅れにより、坑口部へのアプローチが困難な状況となった。

よって、押え盛土に代わる偏土圧対策を改めて検討するため追加のボーリング調査を実施した。

ボーリング調査の結果、当初設計時の想定よりも土砂層が薄いこと、またトンネル右側部には比較的厚い約 7m の崖錐堆積物及び河川堆積物（N 値＝9～20 程度）が存在していることが確認された。（図 2）

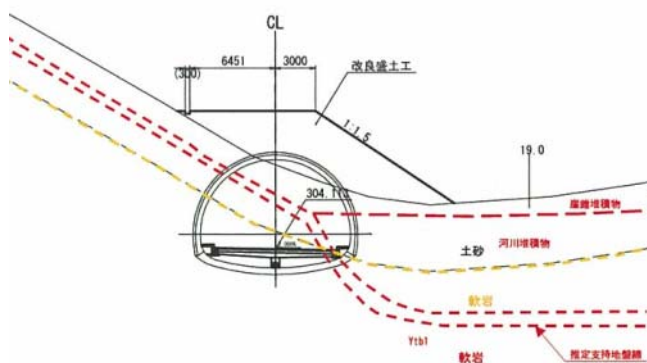


図 2 横断面図

3. 二次元弾性 FEM 解析による検討

追加のボーリング調査結果によって修正された横断面図をもとに二次元弾性 FEM 解析を実施し、偏土圧対策の必要性について検討を行った。表面の土砂層が薄くなったため、押え盛土を施工せずにトンネルを貫通させた場合でも沈下量は右下半で 1.3mm，内空変位が 6.3mm であり、押え盛土を行わずに施工することは十分に可能であるという計算結果が得られた。

しかしながら、トンネル右側に確認された河川堆積物の影響により、地層の境界部においてトンネルのインバートに引張応力が発生することが確認された。この引張応力はトンネル上部にかかる荷重の大きさにより変化するが、トンネル本体を保護するために最低限必要と考えられる 1m の盛土を軽量盛土

とした場合でも 5.1N/mm^2 の引張応力が発生し、インバートに使用するコンクリートの引張応力 1.8N/mm^2 を超過することが確認された。

また、同条件において右上半脚部が 4.9mm 沈下する結果となり、新たに沈下に対する対策が必要となる可能性が出てきた。

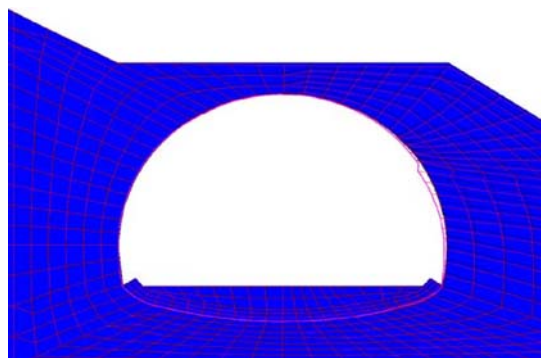


図 3 FEM 解析結果 (1m の軽量盛土施工)

4. 対策工法の検討

上述の解析結果より、トンネル貫通前にあたっては押え盛土の施工は行わず、インバートに発生する引張応力及び河川堆積物による沈下の対策について検討することとした。

対策工法としては、図 4 に示す三種類の工法が考えられた。このうち、「ウイングリブ支保工+鋼管によるレッグパイル」については、トンネル掘削と同時に施工を進めていくものであるため、河川堆積物の分布範囲が正確に把握できていない状況において

は、有効性が懸念される。次に、「斜め支保工による置換えコンクリート」についても、置換えが必要となる範囲が不明確であり、想定より深い場合には工程の遅れ及び工費の増大が懸念される。また、インバートに発生する引張応力への対策としては「インバートの RC 構造化」が考えられ、最も経済的な対策となるが、恒久的な沈下の対策とはなっていない。よって、実際に掘削を行い河川堆積物の地耐力を確認してから沈下に対する対策の必要性を判断することとし、沈下対策が必要な場合には、対策範囲の変化に柔軟に対応することが可能な「鋼管杭（マイクロパイル）による底盤補強」を第一候補として検討することとした。

5. おわりに

中山トンネルにおいては、二次元弾性三解析の結果をもとに、押え盛土による施工を行わずに掘削を進めることとした。中山トンネルは現在掘削中であり、河川堆積物の分布状況が確認されていないことから、掘削後に分布状況を確認して施工性、経済性等を総合的に判断した上で対策工法を決定することとした。最終的な対策工法については、講演会の際に報告する予定である。

参考文献

- 1) 東・中・西日本高速道路(株)：設計要領 第三集 トンネル本体工建設編 平成 27 年 7 月

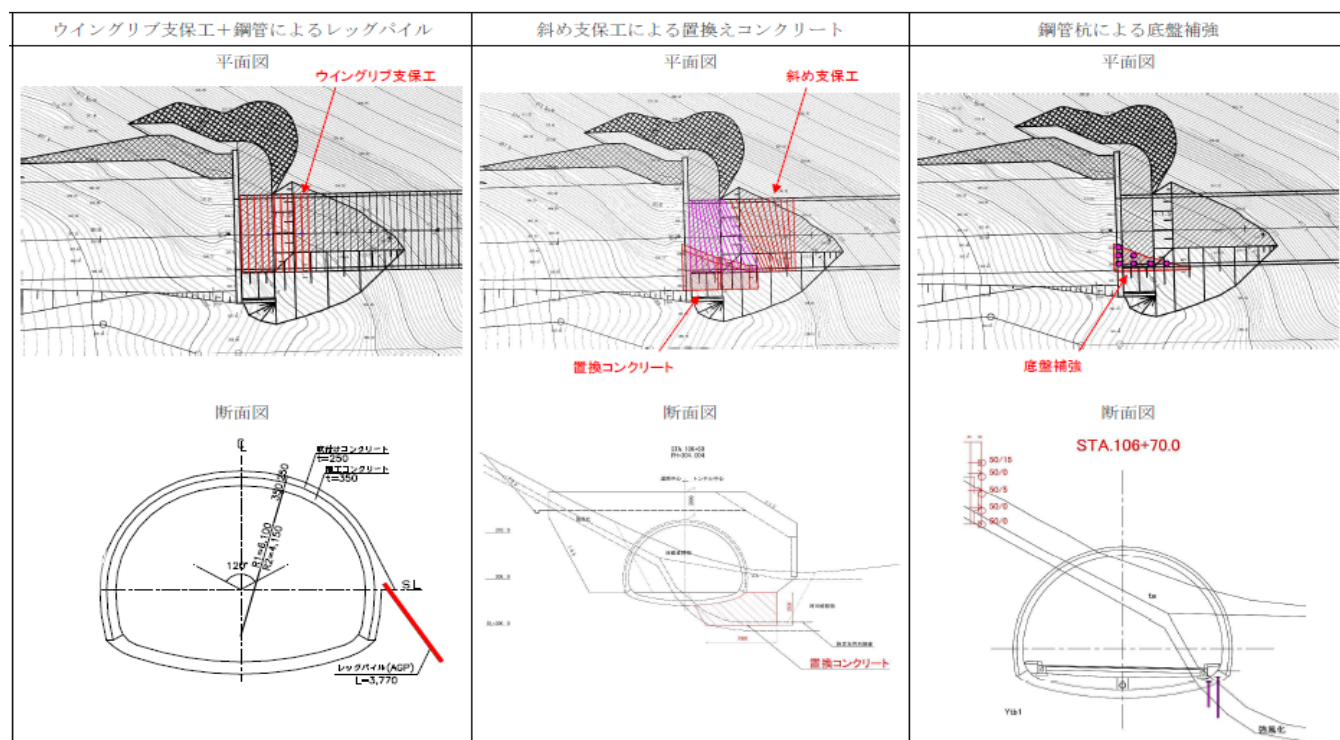


図 4 対策工法