

猪瀬トンネル下り線 坑内変状対策の施工について

西松建設(株) 西日本支社 正会員 ○岩間 史明 佐伯 好治 岡 竜
西日本高速道路(株) 新名神兵庫事務所 猪名川宝塚工事区 南上 真一

1. はじめに

新名神高速道路 猪名川中工事 猪瀬トンネル下り線東側(貫通側)坑口において、貫通したトンネルに変状が発生し、再掘削(縫い返し)が必要な状況となった(図-1～図-2)。そこで、坑内変状の発生原因を推定し、再掘削時の施工方法を検討した。そのとき、トンネル上部に位置する造成住宅地に対して再掘削の影響を与えないことを重要課題とした。

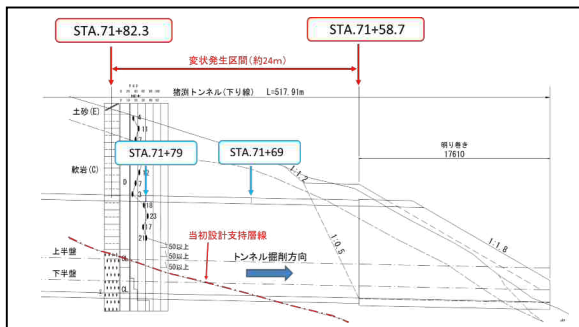


図-1 変状箇所縦断面図

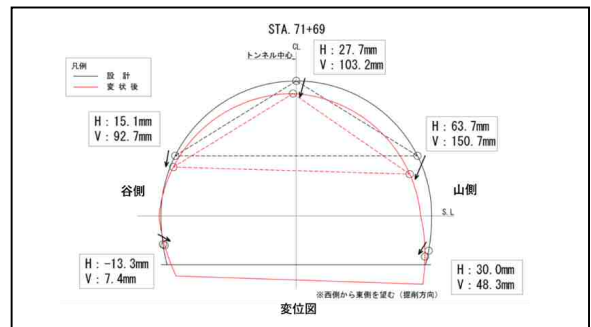


図-2 STA. 71+69 変位図

2. 変状発生原因の推定

(1) 偏土圧・斜面崩壊

STA. 71+69の変位計測データを時系列に整理すると、トンネル貫通直前に大雨が発生(37mm/h)し、貫通後の坑口近傍での法面表層崩壊(写真-1)後に大きな沈下が発生したことがわかった。このことから、法面表層崩壊に起因してゆるみが拡大し、偏土圧の作用により、トンネルの沈下が増加したと考えられる。



写真-1 のり面表層崩壊状況



写真-2 坑内クラック発生状況

(2) 支持力不足

STA. 71+79, STA. 71+69のいずれの計測点においても、沈下が卓越する変位が生じた。また、追加ボーリングの結果からトンネルの支持層(未風化泥岩)が深いことが確認された(図-4)。

そこで、表層崩壊によるゆるみの拡大により荷重が増加して、支持力が不足し、大きな沈下が生じたと判断した。

以上より、トンネル再掘削時は、適切な支持力対策が必要であると判断した。

3. 対策工の施工検討

トンネル再掘削における施工方針を以下の4項目とした。

- ① 法面の長期安定性の確保. 上部住宅地に影響を与えないこと。
- ② ゆるんだ土塊の排除もしくは、土塊を安定させること。
- ③ トンネル再掘削時の安全を確保すること。
- ④ トンネルの長期安定性を確保すること。

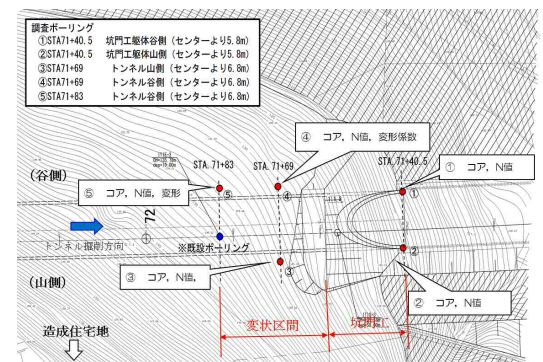


図-3 調査ボーリング位置図

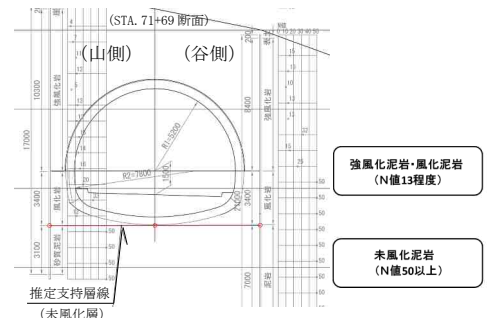


図-4 追加ボーリングに基づく支持層線

キーワード 斜面安定対策、天端安定対策、トンネル沈下対策、側壁導坑、縫い返し工

連絡先 〒461-8558 愛知県名古屋市中区泉 2-27-14 西松建設(株)西日本支社中部支店土木課 TEL052-931-8476

(1) 斜面安定対策

坑口斜面の安定を確保するために、斜面最急勾配となる断面を検討断面(図-5, 図-6)として、3 ケース (表-3) について検討を行った。

表-3 斜面安定検討結果

		最小安全率	工事前とした際の 最小安全率の変化
Case1	工事前の安定性	2.232	1.00
Case2	トンネル掘削後の斜面の安定性	2.019	0.904
Case3	ソイルセメント盛土後の斜面の安定性	2.296	1.03

その結果、トンネル掘削により、斜面の安定性は低下するものの、ソイルセメントで押え盛土(写真-4)を行うことにより、工事前の斜面安全率に回復することを確認した。また、押え盛土の施工前には、坑内に覆工板と支柱(H-200@1.0m)で既設支保工を支えることにより、盛土・再掘削による沈下防止対策を実施した(写真-3)。

(2) 天端安定対策

再掘削時の安全を確保するために、天端部のゆるんだ土塊を安定させる天端対策工を検討した結果、超長尺大口徑鋼管先受け工(LL-Fp 工法：弊社特許工法)がAGF工法に比べて工費・工程で有利と判断し、貫通側から坑内側へ先受け工を実施した(図-7, 写真-5)。

(3) トンネル沈下対策(側壁導坑、側壁コンクリート工)

既に掘削による応力解放が完了し、トンネル周辺の地山が緩んでいる状況を考慮して対策案を比較した結果、沈下防止対策に対して最も有効である側壁導坑と側壁コンクリートを採用した(写真-6, 写真-7)。

(4) 再掘削工(縫い返し工)

貫通側から坑内側へ側壁コンクリートの施工が完了した時点で、坑内側から貫通側に向かって本坑トンネル縫い返し工の施工を行った(写真-8, 写真-9)。

(5) 覆工構造の変更

変状区間には、ゆるんだ土塊が残ってしまうこと、坑口斜面の上方に住宅地が存在することを考慮して、トンネルの長期的な安定確保のために、上載荷重を覆工コンクリートのみで負担できる構造とした(コンクリート強度の増加、無筋構造から鉄筋構造への変更、覆工厚さの増加)(図-8, 写真-10)。

4. まとめ

- 今回の変状は、支持層線が当初設計より低かったことによるトンネル支持層盤の支持力不足、法面の表層崩壊によるゆるみ拡大、偏土圧の作用が要因となり、変状区間全体でトンネルが沈下したと推定した。
- 当該箇所の制約条件(上方住宅地)を考慮し、再掘削時(縫い返し時)のトンネル本坑の沈下を9mm(管理レベルⅠ)以下に抑制することを管理目標とした。結果は、最大沈下を4mmに抑えることができ、トンネル上方の住宅地に影響を与えることなく、安全に施工を完了することができた。
- 今回の事象において、貫通地点の事前の地質確認、施工時の切羽観察における支持盤の評価、全体的に沈下が卓越する坑口付近での計測結果に対する評価のそれぞれが非常に重要であることを再認識した。

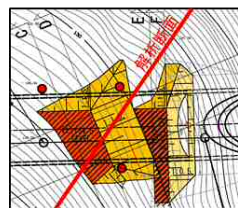


図-5 盛土形状図

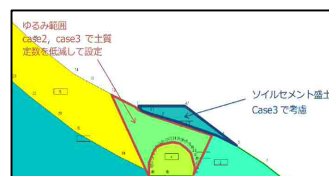


図-6 検討モデル



写真-3 坑内支柱設置



写真-4 押え盛土

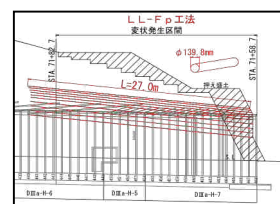


図-7 LL-Fp 概略図



写真-5 LL-Fp 削孔状況



写真-6 側壁導坑掘削完了



写真-7 側壁コンクリート完了



写真-8 坑内支柱撤去状況



写真-9 再掘削状況

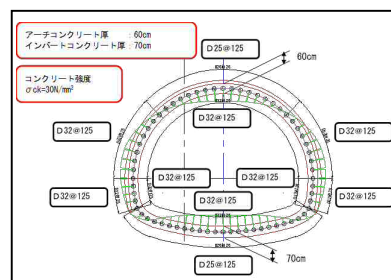


図-8 覆工補強構造図



写真-10 鉄筋組立完了