

しらす地山でのトンネル掘削における周辺地山挙動に関する一考察

ハザマ九州支店 正会員 ○多寶 徹
 ハザマ土木事業本部 フェロー 鈴木 雅行
 ハザマ土木事業本部 正会員 河邊 信之
 鹿児島大学大学院 正会員 北村 良介

1. はじめに

九州南部に広く分布する地山しらす(一次しらす)は、後期更新世に始良火山から流出した入戸火砕流堆積物の非溶結部もしくは弱溶結部分と定義され、土としては材料固有の溶結効果によりかなりの強度を有するものである。地表面付近の一次しらすや二次しらす(一次しらすが崩壊し再堆積したもの)の斜面防災等の観点からの研究は進んでいるが、山岳工法によるトンネル地盤としての地山深部の比較的硬質な一次しらすに関する研究は少ない。「新武岡トンネル新設工事」では、小土被りのしらす地盤にて地表面沈下を抑制しながらトンネル掘削を行った。

本報文では、トンネルの施工概要について述べるとともに、トンネル掘削に伴う周辺しらす地盤の変位について考察を加える。

2. 工事概要

新武岡トンネルは、比高30~100m程度のしらす台地を貫くものであり、起点側坑口から約130m間は、土被り約17mの住宅地直下でトンネル掘削を行った(図-1~図-3参照)。今回、トンネル掘削を行った一次しらすは、N値が30~50程度、指標硬度26~28程度のものである。

3. 既設トンネル施工の施工実績

新武岡トンネルの横には平行して既設の武岡トンネルが施工されている(図-3 参照)。既設トンネルの施工には、地表面沈下の抑制を主な目的として中壁式3段ベンチNATMが採用されている(図-4, 図-5 参照)¹⁾。この工法は、大規模な補助工法が開発されていなかった当時

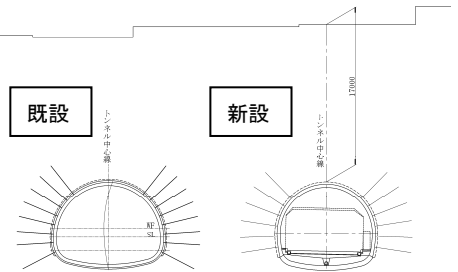


図-1 起点側坑口横断面図

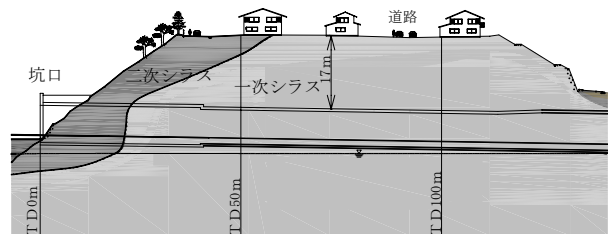


図-2 住宅直下区間縦断面図

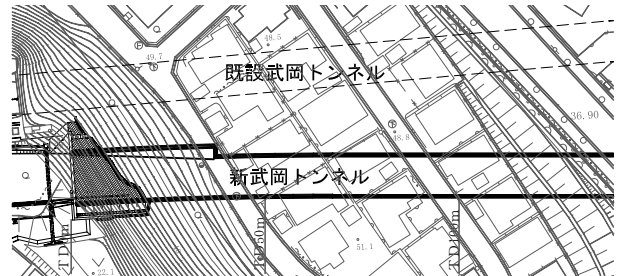


図-3 住宅直下区間平面図

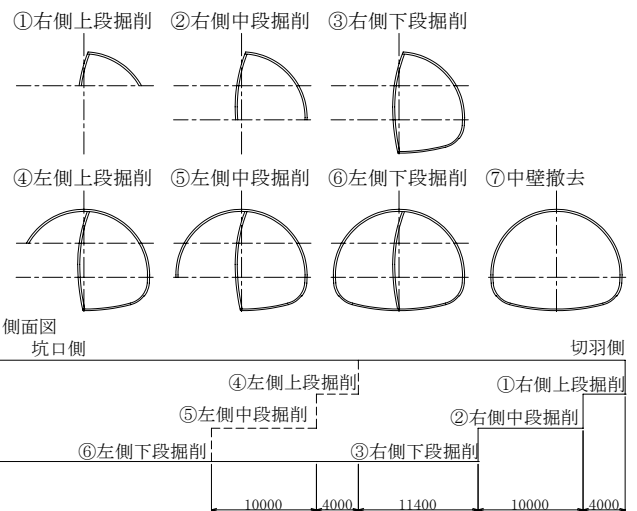


図-5 既設武岡トンネル施工次第図

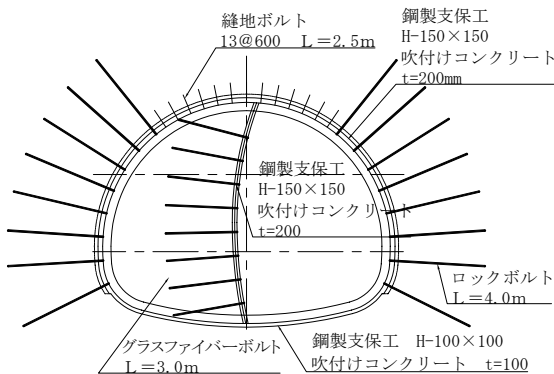


図-4 既設武岡トンネル支保パターン図

キーワード トンネル, しらす, インバート早期閉合, 地表面沈下, 小土被り

連絡先 〒890-0034 鹿児島県鹿児島市田上7丁目1143 間・銭高JV TEL099-283-6670

において、加背割を小さくすることで小規模な先受け工法で切羽天端の安定を可能にするとともに、一次インバート早期閉合も可能としている。このようなことから、地表面沈下の抑制に効果があり、施工実績も地表面沈下量を約 10mm に抑えることができたと報告されている。しかし、一方で、本工法は大型機械が使えないために施工性に劣ることや、中壁撤去時に大きな振動・騒音が発生しトンネル上部の住民に多大な影響を与えたことなどの前例があることから、新武岡トンネルの施工においては別の工法を選定することとした。

4. 地表面沈下対策工

当該区間の地表には家屋が密集しており、地中には都市ガスや上下水道等のライフラインが埋設されている。このことから、地表面沈下の管理基準値は既設武岡トンネルの実績と同様に 10mm という厳しい値を設定して施工を行った。

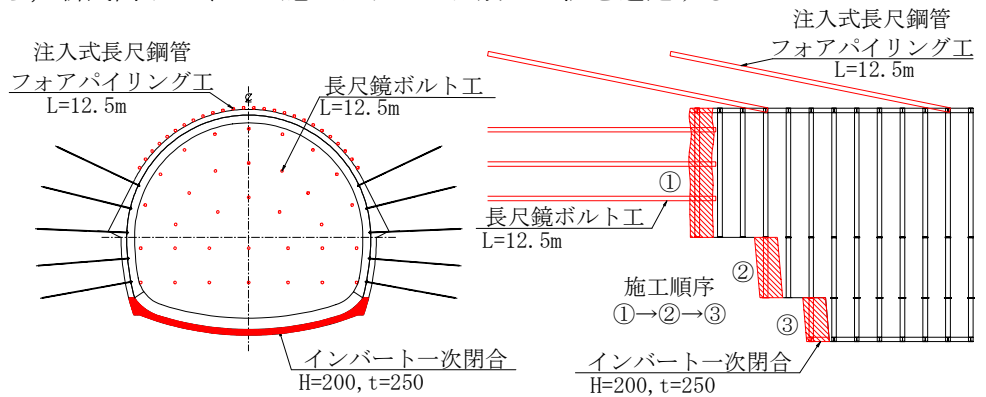


図-6 新武岡トンネル沈下対策工概要図

新旧トンネルは、ほぼ同じ地形・地質条件、周辺環境条件で施工されている。図-6 に新武岡トンネルの沈下対策工の概要図を示すとともに、表-1 に新旧トンネルの期待した効果に対応した対策工をまとめる。

表-1 新旧トンネルの対策工比較

| 期待する効果 | 対策工 | |
|---------|---------------------|---------------------|
| | 既設武岡トンネル | 新武岡トンネル |
| 先行変位の抑止 | 縫地ボルト | 注入式長尺鋼管フォアパイリング |
| 切羽天端の安定 | 加背割の分割 | 長尺鏡ボルト |
| 切羽面の安定 | 加背割の分割 | インバート早期閉合 |
| 脚部沈下防止 | インバート早期閉合 加背割の分割 | インバート早期閉合 ウィングリブ |

図-7、図-8 に新旧トンネルの沈下量の経時変化図を示す。図-7、図-8 より最終の地表面沈下量は既設トンネルで 10mm 程度、新設トンネルで 6mm 程度となっている。既設トンネルの地表面およびトンネル 2m 上方の地点の沈下は、トンネル右側の上半到達の 10m 程度手前から発生し、トンネルの進行とともに徐々に増加している。収束は、左側のインバート閉合後 2D 程度進行した時点となっている。新設トンネルの地表面沈下はトンネル上半到達の 2D 程度手前から発生し、地表面沈下およびトンネル天端沈下はインバート一次閉合をした時点でその沈下速度が大幅に減少し、上半切羽通過後 2D 程度でほぼ収束している。

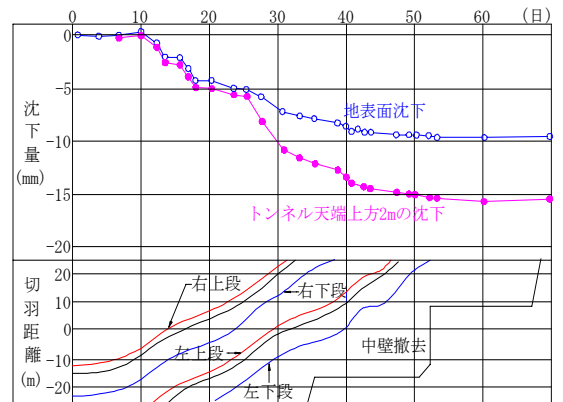


図-7 沈下量の経時変化(既設トンネル)

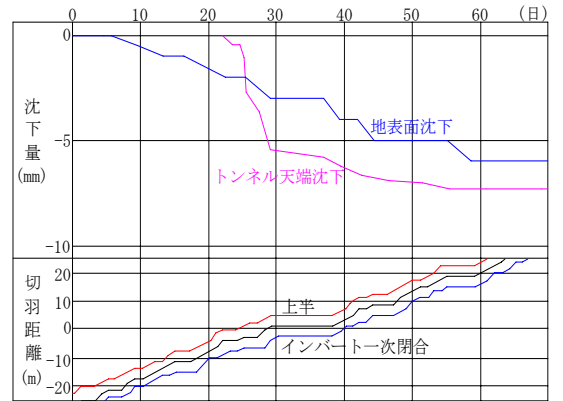


図-8 沈下量の経時変化(新設トンネル)

5. まとめ

以下に得られた知見をまとめる。

- ・補助工法とインバート一次閉合の組合せにより、中壁式3段ベンチ NATM と同等程度の沈下抑制効果が得られた。
- ・一次インバート早期閉合によりトンネル天端沈下、地表面沈下の変位速度が大幅に低減する。
- ・切羽位置と周辺地山(一次しらす)挙動の関係は、掘削直前から直後(±1D)にかけて地山挙動が大きく(概ね±2D程度の区間で変位を確認)、通常地山の変位発生と大きな差異はない。

参考文献

1) 瀬戸口忠臣 高木 勇臣 永倉 彰夫: 土被りの浅いシラス地帯を中壁式 NATM で挑む, 一般国道 3 号 鹿児島バイパス武岡トンネル トンネルと地下, Vol. 18 No. 12, pp. 55-62, 1987 年 12 月