

急峻地形におけるトンネル坑口部の設計と施工

日本道路公団 正 向井盛夫 正 大内浩之
 (株) 鴻池組 正 山田浩幸 ○正 若林宏彰

1. はじめに

トンネルの坑門は地表斜面からの崩落土砂、落石、雪崩等の自然気象災害より坑口部を保護すると共に、地山条件、気象条件、車輛の走行に与える影響や維持管理上の便宜を考慮し、トンネルのシンボルとして周囲の景観と調和し、美観的にも優れたものでなければならない。

今回対象とする栗東トンネル上り線東側坑口部は、急峻な山麓に位置し、斜面には転石が多数散在していること、また、栗東橋に隣接することから、落石対策、坑口部施工法含めて景観性に配慮したトンネル坑口部の設計施工を行う必要があった。

本報文は急峻地形における景観性に配慮したトンネル坑口部の設計と施工結果について述べるものである。



写真-1 坑口部施工完了状況

2. トンネル工事の概要

栗東トンネルは、第二名神高速道路の信楽 IC～大津 JCT 間に位置する延長約 3.8km の三車線断面の山岳トンネルである。トンネル周辺の地質は中生代白亜紀の田上花崗岩とよばれるもので、新鮮で硬質な粗粒黒雲母花崗岩（弾性波速度 5.0km/s、一軸圧縮強度 150N/mm²程度）で構成されている。

本トンネル上り線東側坑口部は、斜面勾配が 45～60° 程度と極めて急峻な山麓に位置し、斜面斜交型の地形を呈している。また、事前の転石調査により斜面に選択的に取り残した状態で転石が散在していることが確認された。

3. 坑口部における設計施工上の問題点

地表踏査、転石調査及び先進導坑からの切羽観察結果を踏まえ、上り線東側坑口部における本坑施工時の設計施工上の問題点を以下に列挙する（図-1）。

- ①坑口部右上方の自然斜面は尾根地形となっているが非常に不安定なコアストーン・転石が数多く分布しているため、落石対策が必要である。
- ②川側土被りのない地形が坑口部より 30m 以上続くため、土被りを確保した天端安定対策が必要である。
- ③地表部は風化帯が薄く分布することから、本坑施工時における川側脚部沈下対策が必要である。
- ④栗東橋と隣接するため、景観性に配慮した坑口部の設計が必要である。

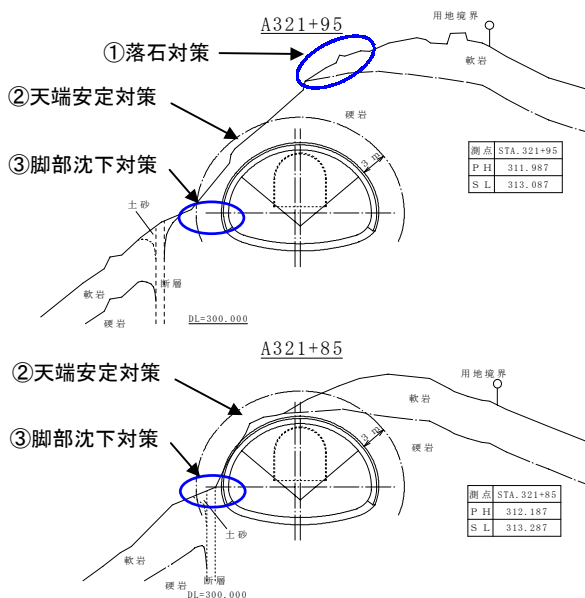


図-1 坑口部横断面図

キーワード：山岳トンネル、坑門工、景観性、坑口対策

連絡先：大阪市中央区北久宝寺町3-6-1 (株) 鴻池組大阪本店土木設計部 TEL (06)-6244-3684 FAX (06)-6244-3676

4. 対策工の検討と施工

4. 1 落石対策工の検討

落石対策の検討にあたっては、落石方向の推定と落石エネルギーの算出に基づき、本坑施工時の一次対策及びトンネル供用時の恒久対策を選定した。その結果、一次対策として、ワイヤーロープ掛工、転石連結工、覆式落石防護網工、恒久対策として、ワイヤーロープネット工、転石の撤去、本線上へ落下しないように平場及び堰堤を構築するものとした（図-2）。なお、平場及び堰堤形状は落石実験結果の90%の包絡線を加味して跳躍量(h)を4.0mと設定し、落下幅 $l = h \times \sec \theta$ 、必要平場長 $L = \text{落下幅 } l + \text{堰堤幅 } \alpha$ として $L=7.1\text{m}$ に決定した（図-3）。

4. 2 低土被り部の天端安定対策と脚部沈下対策の検討

本坑施工時の土被りを確保すると共に天端での地山応力集中を防止し、トンネル支保部材へスムーズな応力伝達を行う目的で必要土被り厚 3m を確保した天端安定対策を行った。また、事前に確実な脚部沈下対策を行うことが出来るため重力式擁壁を行った（図-4）。なお、長期的安定性を考慮して、坑内よりロックボルト ($L=2\text{m}$) を打設するとともに発泡モルタル上部及び下部 2m の範囲に、50cm 間隔で補強金網を実施した。

4. 3 景観性を配慮した坑門工の設計

第二東名・名神高速道路は設計速度 (140km/h) が高いこと、栗東橋を含めた周辺環境の調和といった観点から、ドライバーに視覚的な違和感を感じさせずより自然な竹割式坑門を採用した。坑門前面法面勾配は山地部の斜面勾配にあわせ、切土永久法面が発生しないような位置を検討した結果、前面勾配 1:1.0、坑門延長 14m とした。

落石対策及び坑口部施工法を含めて坑門型式と坑門位置を決定した後、完成イメージ図を作成して、最終的な坑門型式及び位置を選定した（図-5）。

5. おわりに

急峻な山麓において景観性に配慮したトンネル坑口部の設計検討を行った結果、無事施工を完了した。

坑口部は一般に土被りが小さく、適当なグランドアーチが形成され難いため、適切な対策が必要となる。また、近年トンネルの大断面化に伴い、坑口部の施工は更に困難になると共に、周辺の景観との調和、車輛の走行に与える影響、維持管理上の便宜を考慮した人と自然に優しいトンネル坑口部の設計施工が求められる。今回の設計・施工事例が今後の同種工事の参考になれば幸いである。

最後に、今回の設計施工法の検討と採用にあたり、栗東トンネル施工検討委員会をはじめ関係各位の方々のご協力をいただいた事に深く感謝の意を示します。

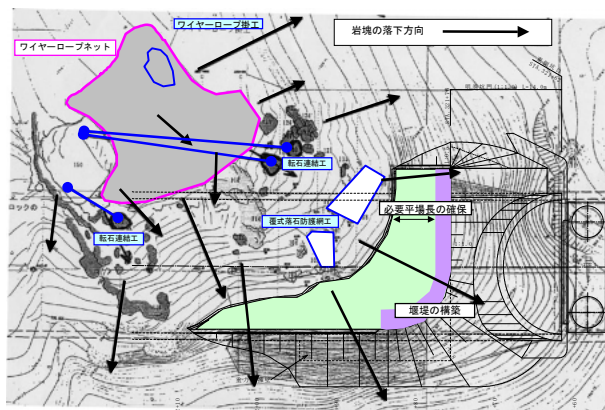


図-2 落石対策工概要図

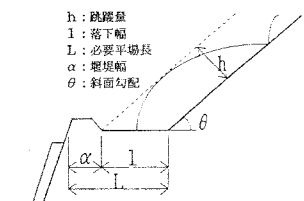


図-3 平場及び堰堤形状の考え方

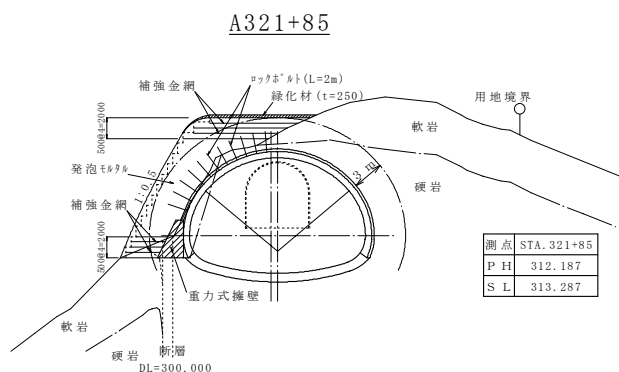


図-4 坑口部施工法概要図



図-5 坑門完成イメージ図