

VII- 7 トンネル掘進中に発現した鍾乳洞の保存計画

高知県土木部伊野土木事務所 黒岩 章
同 上 西原 滋
(株)第一コンサルタンツ 正会員 ○明坂宣行

1. はじめに

道路トンネルの掘削工事中、計画路面下に突然小さい穴が開き、鍾乳洞が発見された。その幻想的な光景は「天然記念物級」として報道され、工事中断を余儀なくされた。極めて珍しい事例となるトンネルの施工に関して、トンネルの構造・施工方法、鍾乳洞の保護・管理方法について検討した。本稿ではその経緯と結果を報告する。

2. トンネル計画・地質の概要

鍾乳洞が出現した天崎トンネル(仮称)は、県道土佐伊野線のうち高知県土佐市に位置し、約 1.2 km のバイパス区間で、一級河川仁淀川の右岸沿いにある。トンネル延長は約 110m で、鍾乳洞は北坑口から約 40m の地点である。トンネル部の平面線形は緩やかな曲線($R=1000m$)、縦断勾配は約 2% の拌み勾配である。車線数 2、片側歩道で幅員は約 10m である。

基盤地質は、秩父帯南縁の三宝山層に属し、岩種は石灰岩で構成されている。地質調査結果では、概ね新鮮な岩盤であるが、不規則な亀裂の存在が確認されている。設計断面区分は CⅡ、掘削工法は機械掘削による上半先進ショートベンチカット工法、最大土被りは 33m である。

3. 鍾乳洞の概要

洞穴は上下に分かれた形状から、形成時代が 2 段階であると推定されている。その上部の洞穴の大きさは東西方向に約 15m、南北方向に約 5m が確認でき、下部の洞穴は水面下にあり潜水調査の結果、上部の洞穴から西側に約 15m 伸びている。

上部の洞穴には、天井から最長 1.5m 程度の鍾乳石が無数に垂れ下がり、石筍、石柱が複雑に入り組んでいる。下部の洞穴にも鍾乳石、石筍が確認されている。

地質は「龍河洞」と同じ約二億七千万年前の石灰岩であり、鍾乳石の大きさから「数十万年から数百万年前に形成された鍾乳洞ではないか」と推定されて

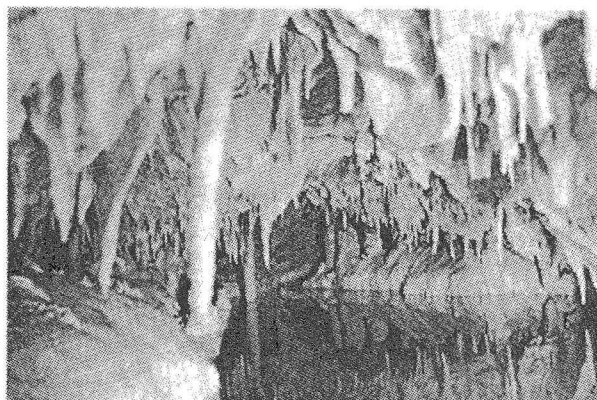


写真1 鍾乳洞の状況(上部)

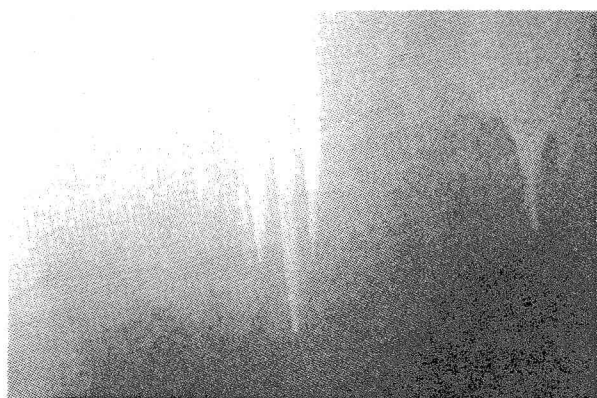


写真2 鍾乳洞の状況(下部；水中)

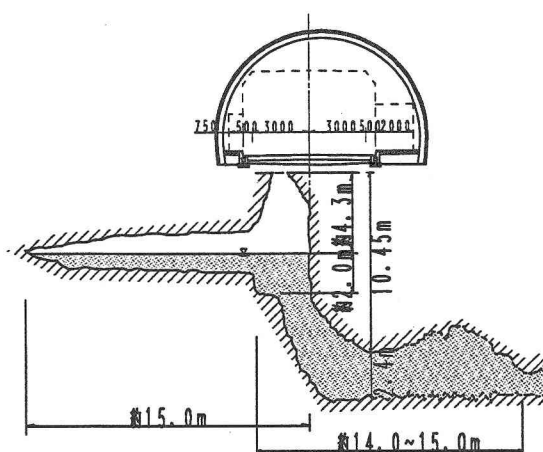


図1 洞穴の形状

いる。出現時に地下レーダー探査やボーリング調査を実施したが、その他の洞穴は確認できなかった。

4. 調査検討委員会の開催

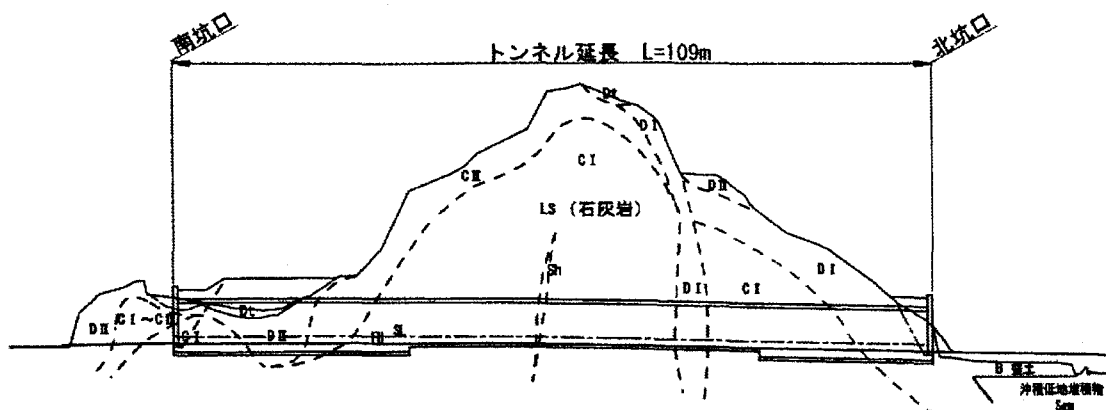


図2 トンネル地質

貴重な天然資源を適切に保存しつつ、安全なトンネルを構築することを目的として鍾乳洞調査検討委員会(会長：鈴木堯士高知大学名誉教授)を発足し、トンネルの構造・施工方法などについて専門的立場から、また文化財保護の立場や住民などから、意見・要望を聴いた。特に、地元関係者からは観光資源としての活用について要望が出された。その結果、検討委員会から①トンネル対策工法として車両通行により鍾乳洞を破損しない、地震などで洞穴に異常があっても道路には影響を与えない構造として橋梁形式が望ましい②トンネルの安全を点検するための管理用通路を設置し一般公開にも利用する、との提言を得た。

5. トンネル計画について

構造の検討は、地震や経年変化等を考慮したうえで一般利用者が安全に通行できる対策を行った。

(1) トンネル本体の安全性確保

仮に洞穴自体に大きな変状が現れて、トンネル上部の岩の抜け落ちによりトンネル本体への影響を避けるため、上部のゆるみ領域荷重をトンネル断面で受け持つ構造とし、FEM解析の結果覆工厚を当初計画の30cmから90cm(30.5m区間)に変更した。

(2) 交通荷重に対する安全性確保

洞穴が崩壊しても道路の安全を確保するため、鍾乳石石灰岩層(石灰岩の中でも鍾乳洞が形成されや

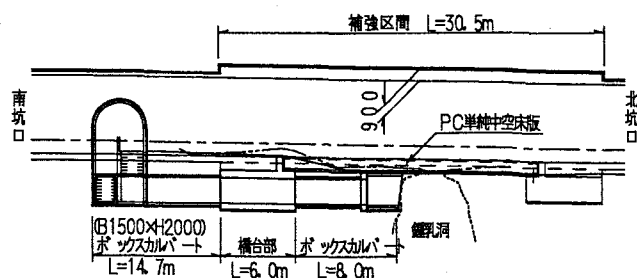


図3 トンネル対策工

すい岩層)の約20m区間は橋梁構造とした。形式はプレテンション方式単純中空床板橋、橋長は20.3m、主桁の桁高は80cmとした。下部工はインバートと橋台

の一体化形式で、直接基礎とした。架設工法は架設桁架設とした。

6. 保存計画について

対策を施してもトンネルにとって洞穴は弱点となる恐れがある。従って維持管理上、鍾乳洞の経年変化を継続して観察するため管理用通路を設置することとした。通路は地質的に弱い鍾乳石石灰岩層を避けた位置を出入口とし、橋台中央部を通過し鍾乳洞へ通じる経路とした。通路から鍾乳洞への出口には水密性の高い門扉を設置し、今後も鍾乳石が発達できるように洞内の湿度低下を防止することとした。さらにこの通路を利用して、鍾乳洞の一般公開が可能な構造とし、高齢者等も安全に入れるよう施設を設けることとした。

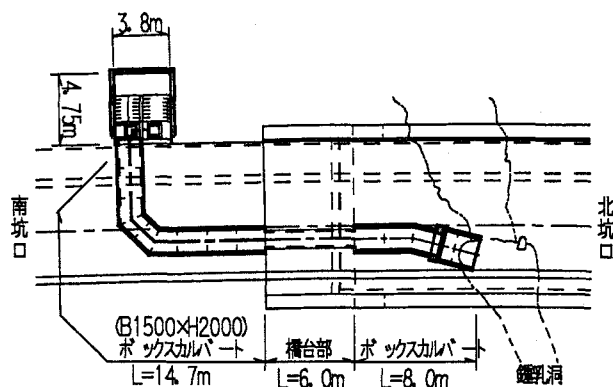


図4 管理用通路

7. おわりに

結果としてトンネル内部に橋梁が架かる極めて珍しい構造となった。また、貴重な天然資源として一般公開が可能となった。現在、鍾乳洞発現により遅れた工程を取り戻すべく鋭意工事が進められている。その状況は、記録として撮影し一般公開の資料とする予定である。なお供用開始後、鍾乳石等に対する道路交通の振動による影響については、軽減策を検討中である。