

【45】

トンネル坑口部の岩塊崩落調査対策事例

(株) 藤井基礎設計事務所 ○齊尾 顕治

藤井 俊逸

油谷 圭

1. はじめに

本現場はトンネル坑口付近に亀裂により分離された巨大岩塊が想定され、トンネル掘削により足元を取り除くことになっていた。トンネル施工時及び完成後に岩盤崩落の可能性が懸念されるため調査を行い、対策工を検討した。本論文は調査対策工の事例を報告したものである。

2. 地表踏査結果

調査地露岩はハンマー打撃により金属音を聞くことができ、硬質である。亀裂の開口が一部でみられることから岩級区分はC_{II}と判断した。

写真-1の(A)-(C)-(D)及び(A)-(B)を結ぶ亀裂が坑口で見られる。亀裂面付近は数本の平行した亀裂がみられ、その間の小さな岩片が抜け落ちる形で開口している。露頭では20~30cm程度開口している様に見えるが、岩盤内では見た目ほどには開いていないと思われる。

地表踏査にて割れ目及び節理を測定し、シュミットネットに投影したものを図-1に示す。図中①、②、③の亀裂が顕著で、露頭で見られる亀裂方向に対応している。露頭開口亀裂(A)-(B)、(C)-(D)はシュミットネット亀裂①、②に相当する。また露頭開口亀裂(A)-(C)はシュミットネット亀裂③に相当する。

3. ボーリング及びボアホールスタンプ結果

写真-1の亀裂(C)-(D)が深部に連続しているかどうかを確認するために、写真中のBP. NO. 1で水平ボーリングを行った。

孔内の亀裂方向を確認する目的でボアホールスタンプを行った。ボアホールスタンプとは、孔内の亀裂を手軽に調査するために当社で開発した方法である。

図-2はボーリング孔内の亀裂調査結果をシュミットネットに投影したものである。

亀裂は数本の亀裂が複合する形となっており、地表で見られた状態とよく対応する。孔口より5~6m区間の亀裂の位置と見かけ傾斜、亀裂(C)-(D)の位置関係から、亀裂(C)-(D)はこの区間の亀裂に連続するものと考えられる。(図-3)

亀裂の開口幅をボアホールスタンプで確認したところ、5mm程度であった。亀裂面には粘土を挟んだ形跡はないため、亀裂が現状より開口しなければ、岩塊落下時の摩擦抵抗は期待できると考えられる。地表部でみられる幅20~30cmの開口は2. 地表踏査結果で『岩盤内では見た目ほどには開いていないと思われる。』と予想したことと一致する。

地表踏査結果により確認した亀裂のうち、③に相当する部分がみられなかった。これは亀裂の走向がボーリング掘進方

向と平行であったことにより、ボアホールスタンプに記録されなかったものである。その他の亀裂については地表踏査結果に類似した結果であった。

前述のとおり調査地の岩盤は、鉛直に近い亀裂が多く、傾斜方向は坑口に対して流れ盤~直交である。水平に近い亀裂も若干の頻度だが確認されており、坑口及び道路への抜け落ちが予想される。

5. 岩盤岩塊形状とトンネルとの位置関係

岩塊形状は調査結果よりモデルを作成し、決定した。

断面図上では図-4のようになる。

- (A)-(B) … 地表面で確認
- (C)-(D) … 地表面及びボーリング結果
- (E) … 地表面で確認

トンネル掘削により岩塊の足元を除去することで図-4の斜線部(4m×4m×6m程度)が崩落する可能性があり対策工が必要と考えられた。

6. 対策工法

対策工として、不安定岩塊を取り除く方法と、アンカー等により固定する方法が考えられたが、前者では、鉛直方向の亀裂が多いことから、岩塊除去により岩塊背後が不安定になるため不適と考え、後者を選択した。

設計では、岩塊の鉛直荷重がトンネル覆工に影響がしないように、アンカーの締付け力によりせん断抵抗を確保し(図-4)、補助的にせん断ボルトを設置した。実際には、トンネル背後に気泡モルタルで抑え盛土を行うため、さらに安定となる。設計時には景観を損ねないこと、トンネルのフォアパイリングと交差しない事などの配慮を行った。

7. まとめ

本現場の場合、硬質な岩盤が見られ一般的には問題点が少ない地質的条件にあるが、亀裂の組み合わせやトンネルの位置により危険な状態にあることがわかった。このように各現場での問題点を正確に把握し、現場にあった調査・対策を行っていくべきである。

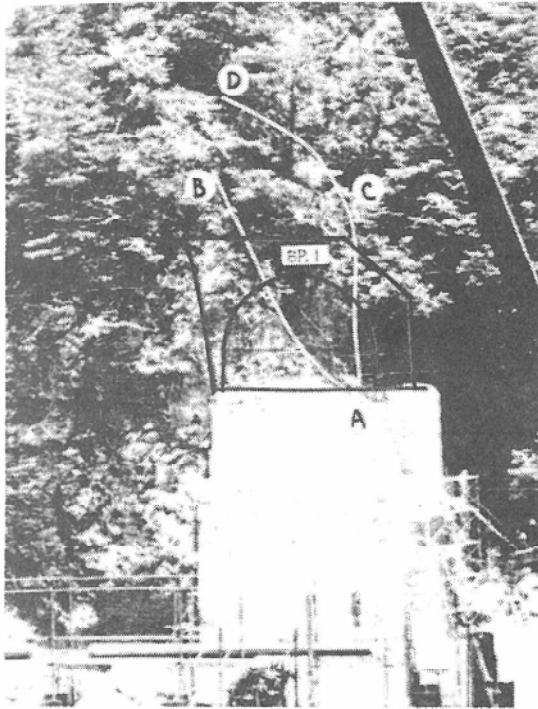


写真-1 全景写真

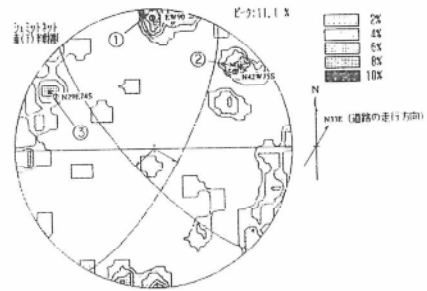


図-1 地表踏査結果に基づく亀裂分布図

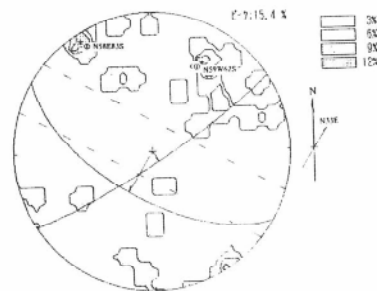


図-2 ボーリング結果に基づく亀裂分布図

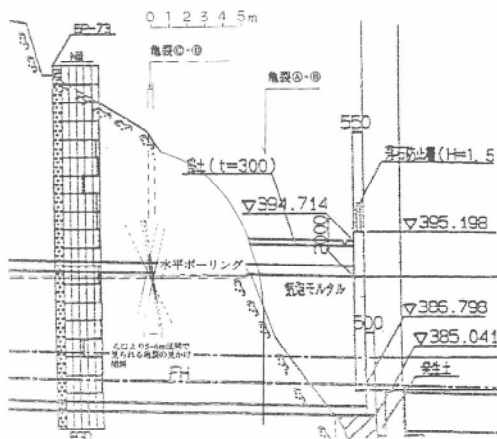


図-3 地表部の開口亀裂①-⑩と水平ボーリング 5-6m区間亀裂との位置関係

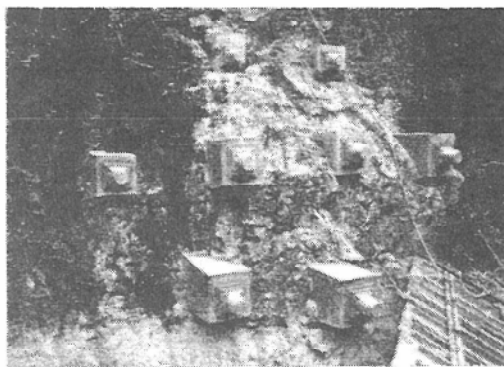


写真-2 完成写真

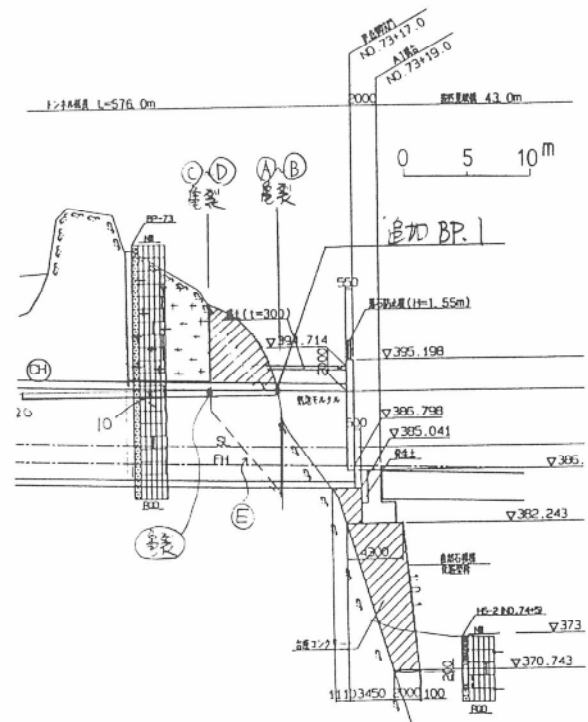


図-4 不安定岩塊の状況