

放電衝撃破碎技術を用いた高速道路車道用連絡坑の拡幅

日本道路公団北陸支社新潟工事事務所 水端八朗

ハザマ袴腰・城端トンネル（作） ○正員 山田義教

ハザマ本店トンネル統括部*正員 笠 博義、清水 学

日立造船（株）技術研究所要素技術研究センター** 荒井造成

1. はじめに

昨今、高速道路トンネルでは二期線の掘削や供用線下の拡幅などのように、既存の構造物やトンネルに対する近接施工が増加している。こうした工事では、既設トンネル等の構造物に悪影響を及ぼすことなく、しかも短時間での施工が求められる場合が多いことから、周辺の覆工や岩盤に影響を与えない掘削工法が必要となる。このような条件下では、機械掘削工法が採用されることが一般的であるが、対象が硬岩の場合やトンネル断面等の関係で大型の機械の使用が制限される場合は、機械掘削のみでは効率が大きく低下することが考えられる。このため、従来は静的破碎剤等を用いる工法が適用されてきたが、確実性や安全性の面で課題が残されているのも事実である。

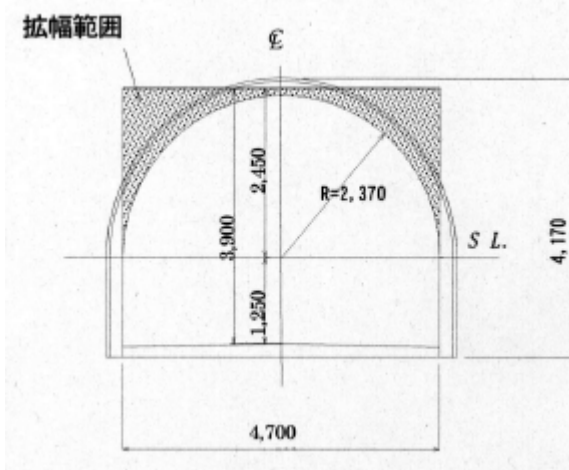
本報告は、こうした掘削工法として放電衝撃破碎技術を高速道路車道用連絡坑の部分拡幅に適用した事例を紹介するものであり、実際の施工を通じて得られた本技術の有効性を評価すると同時に、さらなる展開に向けた課題点について述べるものである。

2. 工事概要と適用方法の選定

本工事は、東海北陸自動車道袴腰・城端トンネルにおいて本坑と避難坑を結ぶ車道用連絡坑の部分拡幅を行ったものである。この連絡坑はトンネル火災などの非常事態に備えて本坑から避難坑への避難ルートを確保するものであり、人間専用のものと緊急車両が通過できる寸法のものがある。このうち、今回の工事は車道用避難坑にステンレス製扉を設置するために、図－1に示すように、扉の角部分に相当する部分の既設の覆工および岩盤を拡幅するものである。この工事では、①施工区間以外の覆工や本坑に影響を及ぼさないようにする、②連絡坑断面は狭小であるため大型の機械類を利用することはできない、などの制約条件があった。こうした条件をもとに、表－1に示したように、火薬、静的破碎剤、放電衝撃破碎による方法を比較したところ、周辺への影響や確実性の面から、放電衝撃破碎技術が他の方法に比較して有効であると判断した。

3. 放電衝撃破碎技術の概要

放電衝撃破碎技術は、金属細線に高電圧、高電流の電気エネルギーを瞬時に供給することで、金属細線が瞬間的に熔融気化する際に発生する気化膨張力によって岩盤等を破壊する技術である¹⁾。この技術を用いた放電衝撃破碎システムは、金属細線を充填材を封入し



図－1 連絡坑概要と拡幅範囲

表－1 破壊方法の比較

	火薬	静的破碎剤	放電衝撃破碎
周辺への影響	×	○	○
安全性	△	△	○
施工速度	○	×	△
確実性	○	×	○
経済性	○	△	△
総合評価	×	×	○

キーワード：トンネル、拡幅、放電衝撃破碎、連絡坑

連絡先* 〒107-8658 東京都港区北青山 2-5-8 TEL03-3423-1801、FAX03-3405-1854

** 〒551-0022 大阪市大正区船町 2-2-11 TEL06-6551-9435、FAX06-6551-9849

たカートリッジに挿入し、このカートリッジにコンデンサで蓄えた電気エネルギーを放電供給して破壊を行うもので、供給する電圧や充填剤の容量を調整することによって、所定の衝撃エネルギーを得ることができる。また、今回用いたシステムは一度に4個のカートリッジへの電力供給が可能であり、ケーブルの先端部でシステムを分岐することにより、さらに多数のカートリッジを用いた破壊が同時にできるものである。図-2にシステムの構成を示した。

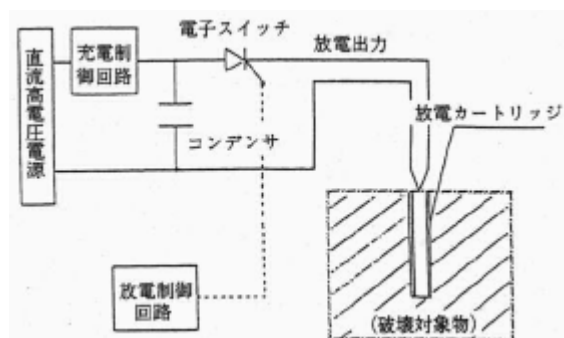


図-2 放電衝撃破砕システムの構成

4. 破壊方法

放電衝撃破砕による施工手順を図-3に示す。この図に示したように、今回は拡幅領域以外への影響を抑制するために最初に縁切り削孔を行った後、カートリッジの装填孔を削孔し、一度に4～8孔づつ側壁部より破壊を実施した。こうして覆工を30～50cm四方の小ブロックに順次破壊し、残存部を小型ブレーカで除去・整形した。覆工の破壊が終了した後、覆工背面の吹付けおよび岩盤の破壊を同様な手順で行った。

今回の拡幅は本坑と避難坑を結ぶ車道用連絡坑内で実施されたことから、放電衝撃破砕システム本体は本坑内に停車したトラックの荷台上に搭載し、ここで操作を行うこととした。また、連絡坑の本坑側入口には防爆シートを設置し、飛石等による本坑への影響を防止することとした。

5. 放電衝撃破砕による効果と今後の課題

今回の拡幅工事では、当初、カートリッジ充填材の容量や削孔間隔などについての検討が必要であったが、何度かの試験的な破壊によってこれらを決定した。その結果、図-4に示しように、周辺部に悪影響を与えることなく、覆工および背面の岩盤を破壊し、連絡坑の部分拡幅を無事行うことができた。本工法の効果は以下のようにまとめられる。

- ① 本工法により限定した範囲の破壊が可能であり、拡幅部周辺にはほとんど影響を与えることなく覆工および岩盤の破壊ができた。
- ② 破壊時の騒音抑制効果はあまり見られなかったが、振動はほとんど問題とならなかった。
- ③ カートリッジは電圧がかからない限り爆発の心配は全くなく、安全な作業が可能であった。
- ④ 静的破砕剤と異なり、破壊結果がその場で確認できるため、必要に応じて補助的な破壊作業を実施できることから、確実な拡幅作業が可能であった。

以上のように、放電衝撃破砕による拡幅工事を行った結果、この方法が制約の多い条件下で有効に活用できることが確認された。一方、この技術には経済性や施工手順の面で解決すべき課題点も残されており、今後は、実施工での適用事例を蓄積すると同時に標準的な装填孔配置などについて検討を続ける必要があるものと考えられる。

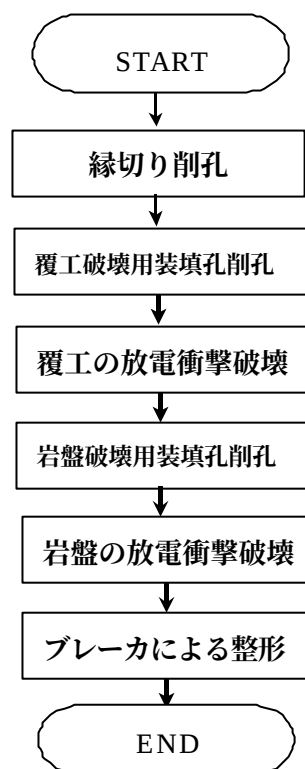


図-3 放電衝撃破砕による作業手順



図-4 放電衝撃破砕による覆工破壊状況

【参考文献】1)荒井 他：放電衝撃破砕技術の開発－放電衝撃破砕システムと破砕性能－、日立造船技報第58巻第3号、1997