

掘削断面 10m²の小断面避難連絡坑を割岩工法で掘削

フジタ 正会員 ○石田 敬 野間達也
JH 関西支社福岡管理事務所 青野 宏 山本正司

1. はじめに

中国自動車道金近トンネル避難連絡坑は、昭和 50 年 10 月に建設された金近トンネル（長さ 1,063m）の上下線間を、緊急時避難用に結ぶ連絡坑（長さ 52.5m）である。本連絡坑は上下線の高低差があり、人道用の連絡坑として設計されたため掘削断面積が 10.2m²と小断面となり、以下のような条件下における掘削となった。

- ①本線を片側一車線通行の営業線下における施工となるため、硬岩が予想されるものの発破工法は採用不可能。
- ②小断面であり、かつ坑口が本線に対してほぼ直角の線形となるため、使用機械が極めて限定される。
- ③工期が限定されるため、確実に施工可能な工法を選択する必要がある。

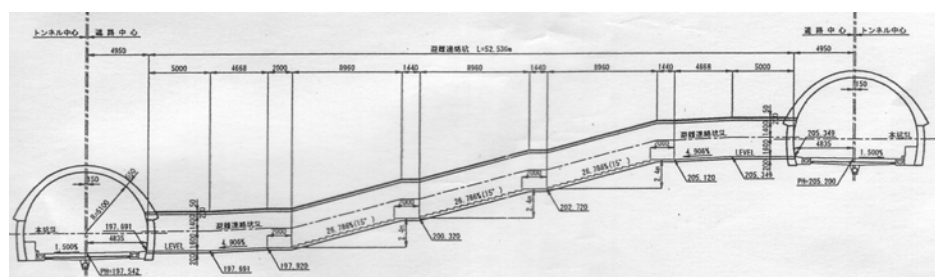
このような条件下における施工では、掘削方式としては機械掘削となるが、小断面に対して自由断面掘削機やブレーカのような単一機械掘削では掘削が困難となることが予想されたため、割岩工法を採用した。

本報では、小断面トンネルにおける割岩工法の施工について示す。

2. 地質・工事概要

当連絡坑の地質は、本坑掘削時のボーリング調査より当初は圧縮強度 100MPa 程度の粘板岩と砂岩の互層と想定されたが、実際に掘削したところ、部分的に粘板岩は認められたものの大部分が圧縮強度 140～230MPa の硬質砂岩であった。

図－1 に本避難坑の縦断図を示す。図に示されるように、本トンネルの上下間の高低差は約 8mあるため、避難坑の大部分が斜坑となる。ここで、割岩工法では穿孔数が多数となり、多量の穿孔水を使用することが予想された。これより、登り勾配の方が自然排水となり施工に有利と判断し、坑口を上り線側とした。



図－1 連絡坑縦断図

事前補強としては、本線は在来工法で施工されたことを考慮して、裏込注入を実施するとともに、長さ 4m の補強ロックボルトを 88 本打設し、剥離対策として炭素繊維補強を実施した。また、坑口安定対策として、坑口上半より 30cm 上部外周に 3m のフォアポーリングを打設した。

3. 割岩工法および使用した機材

割岩工法によるトンネル掘削とは、まずトンネル切羽に人工的な自由面を形成し、次に割岩孔を穿孔後、割岩孔に割岩機等を挿入し、自由面を利用して岩盤に引張応力を作用することにより大きなき裂を発生させ、最終的にブレーカ等で完全に岩盤を掘削する工法である。

このような小断面においても、坑口部を拡幅すれば一次破碎（割岩）には 0.4m³程度の油圧ショベルに搭載する大型油圧クサビ（穿孔径 100mm）を使用することが可能であったため、自由面形成工法としては汎用削岩機の使用による単一孔連続穿孔工法（以下 FON ドリル工法）を採用した。

FON ドリル工法による自由面形成とは、汎用削岩機の先端にガイドとなる二重管構造となったロッド（以下 SAB ロッド）を装着するのみの構造である¹⁾。FON ドリル工法の特長は、①汎用の削岩機を使用するため、

キーワード 割岩工法、小断面トンネル、自由面
連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 TEL:046-250-7095 FAX:046-250-7139

同一機械で割岩孔穿孔など他の穿孔作業が可能であり、経済性が高い、② ビットがSABロッドを打撃しながら連続孔を穿孔するため、形成される自由面の連続性に優れている、などである。本連絡坑では断面形状より、削岩機としてはドリフター重量が140kg級の油圧式1ブームクローラー式ドリルジャンボ（HCD-401）、二次破碎用のブレイカとしては400kg級、ずり処理は0.8m³級のトラクタショベルを使用した。

4. 施工結果

坑口における覆工コンクリート破碎、及び坑口より8m進行するまでは、140kg級の削岩機を坑内に搬入不可能である。このため、ドリフター重量45kg級の油圧式1ブームクローラー式ドリルジャンボ（HCD-101）で割岩孔（φ45mm）を穿孔し、手持ち式油圧クサビによる割岩掘削を採用した。ただし、手持ち式油圧クサビによる割岩掘削では、安全面・施工面に問題があり、坑口より8m進行した段階で坑口を拡幅し、FONドリル工法による自由面形成と大型油圧クサビによる割岩掘削に変更した。

穿孔パターンを図-2に示す。当初の計画では、外周全てに自由面を形成する予定であったが、当該岩盤が予想以上に硬質なために穿孔時間を要したことなどの理由により、試行錯誤の結果、図-2とした。形成する自由面は、基本的にはSL下の水平方向のみとし、岩盤が著しく硬質な場合には天端付近に約2mの自由面を追加することにより、割岩効率には問題なく掘削可能であった。なお、形成する自由面深さは1.3～1.4mであり、形成した自由面まで割岩可能であった。写真-1に自由面形成状況を示す。

図-3にサイクルタイムの一例を示す。図に示されているように、自由面形成を含めた穿孔時間に半分以上が費やされている。これは、小断面であったためドリフター重量が140kg級と制限されたが、掘削対象岩盤は部分的には230MPaという非常に硬質なものが含まれていたため、特に割岩孔穿孔時において鑿下がり劣った結果と考えられる。しかしながら、例えば手持ち式の油圧クサビを使用することにより穿孔径を小さくすることは、穿孔時間は削減できるものの割岩効率や安全面で大きく損失を与えるため、今回の施工は妥当であったものと考えられる。

5. おわりに

10m²という極めて限定された断面、さらに営業線下のために硬岩を無発破で掘削するという条件下において、単一孔連続穿孔工法による自由面形成と油圧クサビによる割岩工法により掘削を終了することができた。

（参考文献）1)野間達也、土屋敏郎：技術最前線 溝を掘り、岩を割り、硬いトンネルを静かに掘削、土木学会誌、第83巻第9号、pp.13～15、1998。

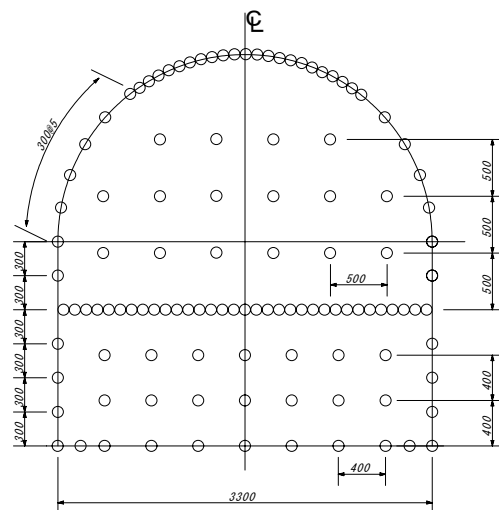


図-2 穿孔パターン



写真-1 自由面形成状況

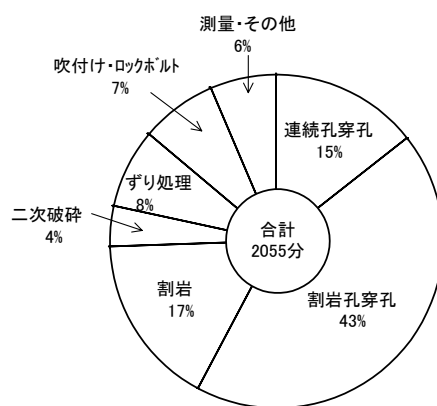


図-3 サイクルタイムの一例