

VI-137 ロードヘッドと静的破碎工法を組み合わせた硬岩トンネル掘削について

㈱フジタ大阪支店 正員 ○上土井毅 渡辺 正 福池 隆
 ㈱フジタ技術研究所 正員 野間達也 村山秀幸 門田俊一

1. はじめに

最近の都市部拡大に伴い、住居地近傍における岩盤掘削工事が増加する傾向にあり、大きな振動・騒音を伴う発破作業を制限される場合が多い。本報で報告するトンネル工事においても、切羽の進行と共に住居に接近するため、普通発破から制御発破、さらに機械掘削と工法を変更せざるを得ない状況となった。

一般に、硬岩部の機械掘削工法としては、現在のところ自由断面掘削機(以下ロードヘッド)を用いるのが主流である。しかし、ロードヘッドによる掘削でも、地山を構成する岩石の一軸圧縮強度が $800 \sim 1,000 \text{ kgf/cm}^2$ を超過すると掘削が困難となる場合が多い。

本報では、地山の岩石の一軸圧縮強度が $1,000 \text{ kgf/cm}^2$ を越えるような硬岩トンネルの機械掘削事例として、トンネル上半部におけるロードヘッド掘削および現在開発中の静的破碎工法によるトンネル下半部における機械掘削について述べる。

2. 地質概要

対象としたトンネルは、兵庫県北西部に位置する浜坂町における2車線道路トンネルである。地質縦断面図を図-1に示すが、当該地質は、北但層群・八鹿累層に属する新第三期系安山岩である。事前調査における弾性波速度は、坑口を除き約 3.6 km/sec であり中硬岩～硬岩と予想された。

実際の切羽観察では、この安山岩は中程度の熱水変質作用を受けており、

沸石脈によるものと考えられる不連続面がかなり発達していることが認められた。また、地山試料による一軸圧縮試験結果は、 $800 \sim 2,000 \text{ kgf/cm}^2$ 、平均的には $1,200 \sim 1,500 \text{ kgf/cm}^2$ であり、硬岩に属することが判明した。この一軸圧縮強度は、地山弾性波速度と比較して大きなものであり、岩盤を構成している岩石の強度は高いものの、地山にはき裂がかなり発達していることが推定できる。

3. ロードヘッド掘削による上半掘削

用いたロードヘッドは、(株)三井三池製作所製のS-200である。

ここで前述したように、当該岩盤を構成する岩石の一軸圧縮強度は平均的に $1,200 \sim 1,500 \text{ kgf/cm}^2$ であり、さらに部分的に塊状となった $2,000 \text{ kgf/cm}^2$ を越す部分もあり、一般的なロードヘッドの掘削能力を超過している。ただし、この非常に堅硬な塊状部を除いては地山にはき裂が卓越していた。

実際の掘削においては、ロードヘッドのみでも掘削可能ではあったものの、上半断面(47 m^2)における平均的な日進は 1.0 m 程度であった。また硬岩を対象としたために機械の損耗が大きく、全体の作業の内約25%をビットの交換などの機械整備に消費され、ブーム部のビットの消費率は平均して 160 個/m 程度であった。

しかしながら、このような硬岩部でも掘進が可能であるのは、岩盤に含まれているき裂がかなり卓越していたためであり、岩盤を「切削」というよりもむしろ岩盤のき裂に沿って「そぎ落とす」状態で掘削を進めた。塊状となった硬岩部は、き裂もあまり含まれていないために、作業能率はさらに低下する傾向にあ

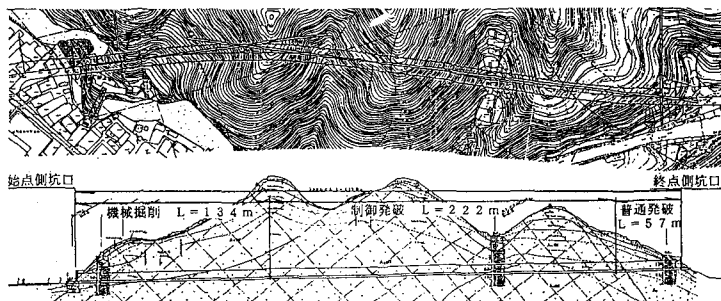


図-1 地質縦断面図

った。なお、ロードヘッダによる掘削状況を写真－1に示す。

4. 静的破碎工法による下半掘削

今回用いた液圧による静的破碎工法は、ゴムチューブ式割岩機、油圧ユニット、制御マイコンにより構成されている。この静的破碎工法の詳細については既報に示してあるが¹⁾、割岩機は軽量でありながら破碎能力が大きく、複数の割岩機を同時に使用することにより効率的に破碎可能であり、さらにゴムチューブを用いているにもかかわらず転用载荷が可能なために経済的であることに特長がある。

今回のようなロードヘッダによる上半掘削を行った場合、電源を含むロードヘッダの装置自体が長大なものとなり、またズリ出しに伴うダンプトラックの回転箇所を保持する必要があることなどによりショートベンチによる下半掘削は採用しにくい。すなわち、上半と下半はある程度の距離を保つ必要がある。ここで、前述したように上半の掘進は1m/日程度のため、下半の掘進速度も平行して掘進させれば十分である。掘削能力上はロードヘッダのほうが高いものの、下半断面は上半に比べて小さく（20m²）、2自由面が確保されているために静的破碎工法を採用した方が経済性が高いものと考えられる。

実際の掘削は、下半を左右に分割し、一方を斜路とし、反対側を掘削して20m掘削した後に斜路側の作業に取り込む方法とした。施工手順は、削孔（φ55mm）・割岩機による一次破碎・ブレーカによる二次破碎・ズリ出しを1サイクルとした。削孔パターンは、ほぼ50cm間隔の格子状とした。

割岩機による一次破碎では、圧力が200～500kgf/cm²程度で岩盤にき裂が発生した。このき裂により、硬岩でもブレーカにより容易に二次破碎を行うことが可能であった。掘削の出来高は、日進2.0～2.4m程度であり、上半と平行に掘進するという目標はほぼ達成された。

なお、一連の作業のサイクルタイムを図－2に、割岩状況を写真－2に示す。

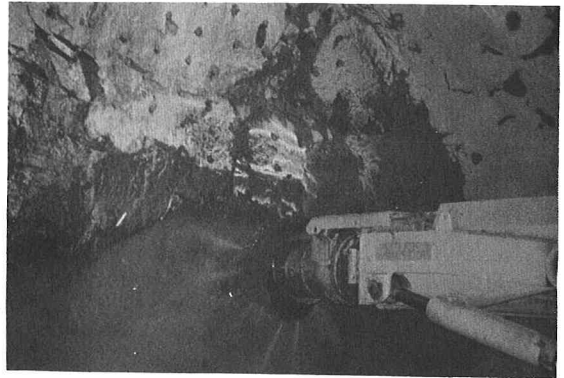
5. おわりに

ロードヘッダと静的破碎工法を併用して圧縮強度1,000kgf/cm²を超過するような硬岩トンネル掘削に適用したところ、良好な結果が得られ、経済性も高いことが分かった。

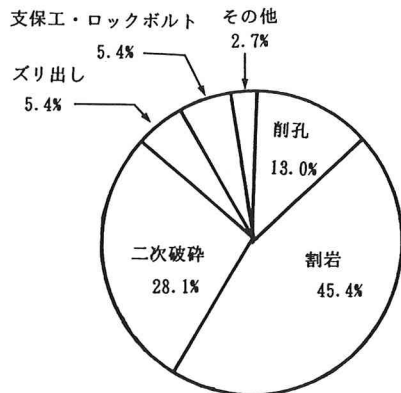
今後、静的破碎工法の上半断面への適用などを試みる予定である。

（参考文献）

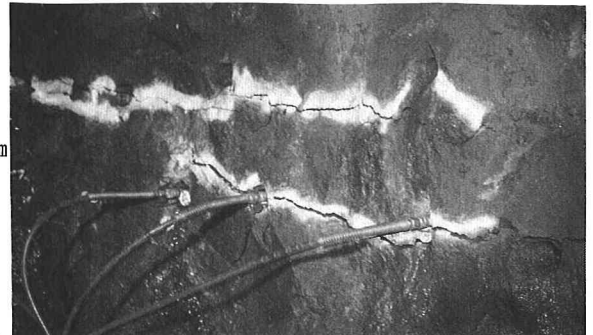
1)野間達也、村山秀幸、門田俊一、上田滋夫：「液圧を用いた岩盤・コンクリートの静的破碎工法の開発」、土木学会論文集、第427号/VI-14、pp.203～211、1991



写真－1 ロードヘッダによる掘削状況



図－2 割岩サイクルタイム



写真－2 割岩状況