

穿孔探査システムでのフィード圧補正

戸田建設(株) 原 敏昭(正)、熊谷 成之(正)、石垣 和明
西松建設(株) 木村 哲(正)、平野 享(正)、山下雅之(正)

1. まえがき

山岳トンネルの切羽前方の地山性状を精度良く把握する有効な探査法の1つとして穿孔探査が挙げられる。穿孔探査とは油圧削岩機でトンネル切羽前方を削孔し、その際に得られる穿孔データを利用して穿孔区間の地山性状を定量的に評価するものである。本手法は切羽前方の地山性状を直接的に確認できるという利点があるものの、定量的な地山評価を実施するためには穿孔時に若干の条件設定が必要となる。その代表的な例として、フィード圧（削岩機を穿孔地山に押付ける油圧）を一定に保つことが挙げられる。しかし、地山性状（例えば、著しく不均質な地山や厚い粘土層等）によってはこの油圧を一定に保つのが困難な場合があり、このような地山条件では“定量的な地山評価”という穿孔探査の利点を十分に活かさない場合がある。本論文は、フィード圧が一定に保てないような不均質な礫岩層において穿孔探査を連続適用し、そこでフィード圧の補正という手法を用いて定量的な地山評価を試みた事例をまとめたものである。

2. 穿孔探査実施時のフィード圧に関する問題点

今回穿孔探査を適用したトンネルでは、掘削当初から洪積世の角礫を含む砂礫層からなる不均質な軟弱堆積層が広く分布していた。このような地山に穿孔探査を連続適用したが、当初設定していた標準フィード圧（40MPa）では穿孔時に回転圧の異常上昇（いわゆるジャーミング）を引き起こしてしまい、約30mという長区間穿孔が困難となる場合が多かった。そのため、このような区間ではジャーミングの発生を抑えるためにフィード圧を20～30MPa程度にまで低下させて探査を実施せざるを得なかった。

穿孔探査による地山評価法の1つとして、式で算出される穿孔エネルギー（J/cm³）を用いた手法がある。

$$\text{穿孔エネルギー}Ed(J/cm^3) = \frac{\text{打撃エネルギー}Ep(J) \times \text{打撃数}Cp(bpm) \times \text{損失係数}K}{\text{穿孔速度}Vd(cm/min) \times \text{孔断面積}S(cm^2)} \dots \text{式}$$

フィード圧の設定値を変化させた場合、同等の地山性状であっても穿孔速度が変化することが知られている。式から明らかなように穿孔速度は穿孔エネルギーの算出パラメータの1つであるため、フィード圧の変化が穿孔エネルギーの値にも大きな影響を与える。このような理由から、穿孔探査実施時にはフィード圧を一定にすることが定量的な地山評価を行なう上で非常に重要である。したがって、今回のようにフィード圧を一定に保つことが困難な場合には、何らかの方法でフィード圧の変化が穿孔エネルギーに与える影響を取り除く必要が生じた。

3. フィード圧補正試験

(1) 試験方法

フィード圧の変化による穿孔エネルギーの影響を取り除くため、一定のフィード圧条件で長区間穿孔が困難とされた角礫岩地山に対して、フィード圧が異なる条件で試験穿孔し、穿孔エネルギーとフィード圧の関係を求めることとした。フィード圧補正試験を行ったトンネルの地質は、中生代の粘板岩、緑色岩を主体と

Key Word: 切羽前方探査、穿孔探査、穿孔エネルギー、フィード圧補正

戸田建設(株)土木工事技術部: 東京都中央区京橋 1-7-1 新八重洲ビル TEL.03-3535-1614 E-mail toshiaki.hara@toda.co.jp

西松建設(株)技術研究所: 神奈川県大和市下鶴間 2570-4 TEL.046-275-0055 E-mail hirat@ri.nishimatsu.co.jp

する地層を基盤とし、その上位に生成された洪積世の角礫を含む砂礫層と溶岩からなる。この砂礫層に対し、フィード圧を10、20、30、40、50MPaとして3m穿孔し、穿孔時のそれぞれのエネルギー値を測定することにより、フィード圧の補正係数を求めた。

(2) 試験結果

図-1に試験穿孔で得られたフィード圧と穿孔エネルギーの関係を示す。この結果に基づいて求めたフィード圧の補正係数を図-2に示す。

図-2に示したフィード圧補正係数を用いて、この現場で標準とした40MPaに補正した穿孔エネルギー値と、補正前の穿孔エネルギーの比較を図-3に示す。フィード圧補正前のデータは、特に穿孔距離18～24m区間で15～25MPaのフィード圧で探査を実施したことによりエネルギー値が約70～220J/cm²と大きな値を示していたが、補正することにより約50～150J/cm²となった。実際の掘削時の地山状況は、巨礫がやや多く出た以外は補正後の穿孔エネルギーが示すとおり脆弱であり、フィード圧を一定条件として地山評価に穿孔エネルギーを用いることができた。

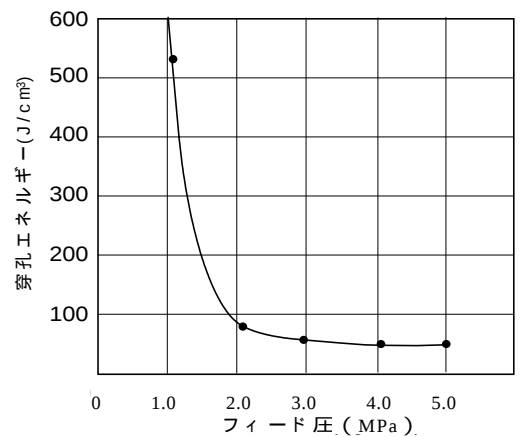


図-1 フィード圧と穿孔エネルギーの相関関係

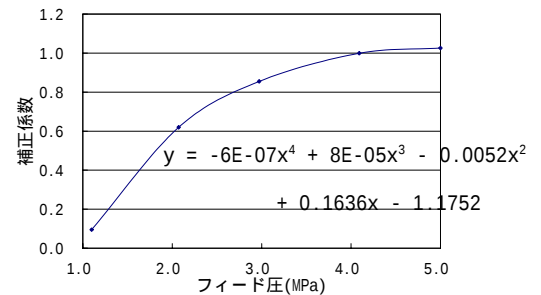


図-2 フィード圧補正係数

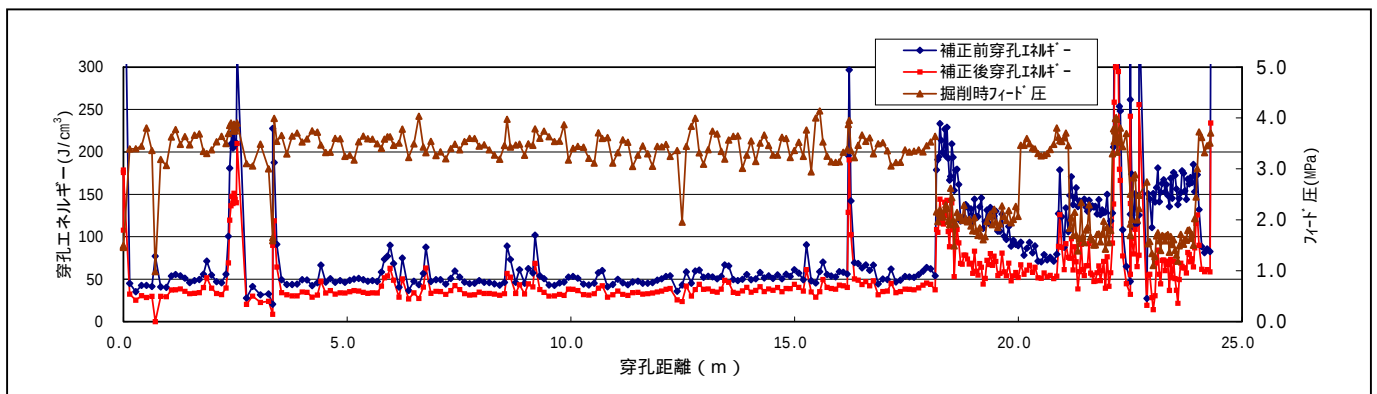


図-3 フィード圧補正前後の穿孔エネルギー

4. まとめ

脆弱な地山や、不均質な硬軟岩が入り乱れるように出現する場合、ジャミングを防ぐためにフィード圧を下げて、解析時にデータを補正することができるようになり、その補正したデータを用いて脆弱な地山に対して実際の地山状況に近い定量的地山評価が可能となった。

今後は、穿孔探査を用いた地山評価事例を積み重ねて、探査データの収集・分析を継続して行い、安全かつ効率的、経済的な施工に寄与していくとともに、より高精度な探査システムの構築を目指していきたい。

【参考文献】

- 1) 原敏昭、岡村光政、木村哲、石山宏二、平野享：高精度切羽前方探査システムの提案，第56回土木学会年次学術講演会講演概要集，2001.10
- 2) 石山宏二、木村哲、平野享、山下雅之、熊谷成之、原敏昭：高精度切羽前方探査システムの適用，第57回土木学会年次学術講演会講演概要集，2002.9