長尺穿孔データを用いた切羽前方予測結果とその適用性について

㈱熊谷組　正会員　橋本　浩一＊
㈱熊谷組　　　　　片山　政弘＊

１．はじめに

岩盤内にトンネル等を掘削する場合、事前に切羽前方の地質状況を把握しておくことは、施工性・経済性・安全性を確保するうえで非常に重要な要素である。近年、比較的簡便な切羽前方予測方法として、ドリルジャンボのロッドを継ぎ足しながら数十m前方までノンコアで穿孔し切羽前方の地山状況を把握する方法が開発されている。本報告では、地質の複雑な中古生層を対象として長距離にわたり繰り返し実施した穿孔データと地山評価の比較検討を行い、本システムを利用した切羽前方予測結果とその適用性について述べる。

２．工事・地質概要

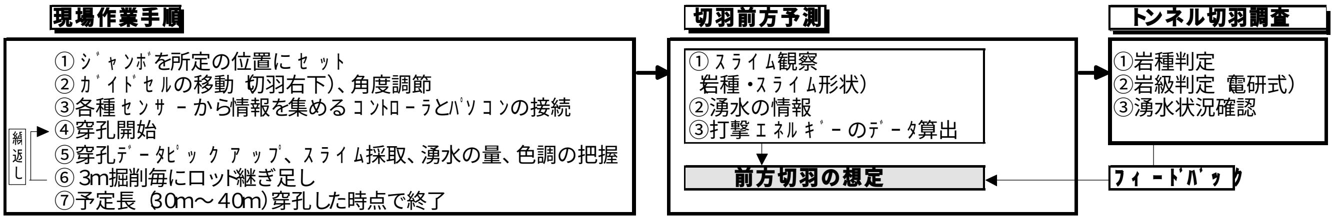
調査対象工事は断面積約８０ｍ^2、延長約２４５０ｍのトンネルをＮＡＴＭにて施工するものである。工事区域の地質は秩父中古生層に属する混在岩であり、中粒砂岩、玄武岩、石灰岩、チャート等の硬質な礫とこれらを取り巻く軟質な泥岩等の基質で構成される。

３．長尺穿孔システムと切羽前方予測評価の概要

本システムの作業手順、評価法ならびにトンネル掘削時の調査法のフローを図－１に示す。また、一連の調査結果を総括した地山評価表の一例を表－１に示す。尚、打撃エネルギー（Ｅ）とはドリフターの特性や穿孔時の負荷を考慮した定数であり、式１で示される。

$$E = \frac{I \times k}{A \times V} \qquad （式１）$$

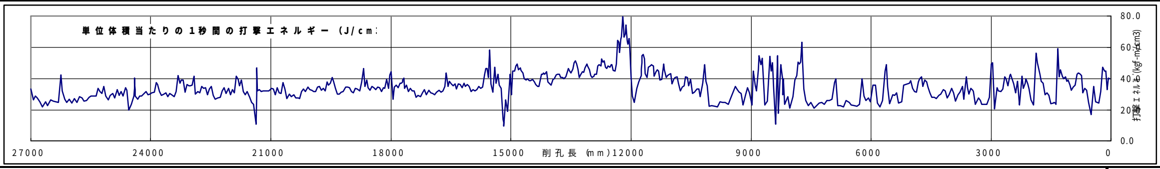
Ａ：穿孔面積（ｃｍ²）
Ｉ：１打撃エネルギー（Ｊ）
Ｖ：穿孔速度（ｃｍ／ｓｅｃ ）
ｋ：打撃数（ｂｐｓ）



図－１　作業・評価フロー

表－１　地山評価表の一例

1279	1282	1285	1288	1291	1294	1297	ＴＤ(ｍ)
暗灰	暗灰	暗灰	淡灰	淡灰	淡灰	淡灰	湧水の色
細粒砂岩	細粒砂岩	細粒砂岩	凝灰岩…多	凝灰岩	ﾁｬｰﾄ…多	ﾁｬｰﾄ…多	岩種
暗灰	暗灰	暗灰	緑	緑	灰白	灰白	ｽﾗｲﾑ色調



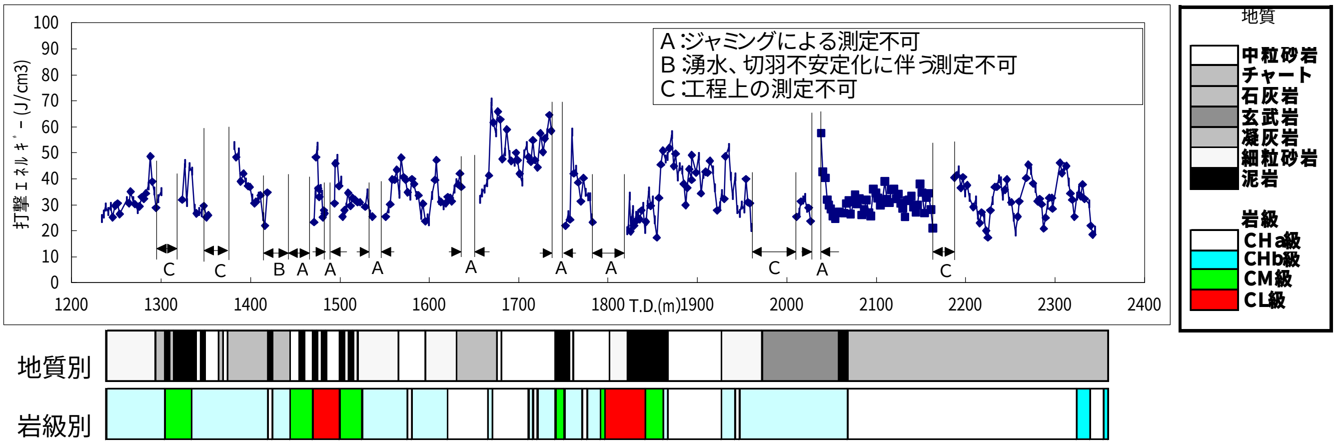
ｽﾗｲﾑより分布する地質は、泥岩・細粒砂岩を主体とし、中粒砂岩をﾚﾝｽﾞ状に含有する混在岩と推定される。岩級は概ねＣＭと推定される。	ｽﾗｲﾑより分布する地質は、ﾁｬｰﾄ、凝灰岩を主体とし、泥岩・細粒砂岩を挟在すると想定される。ﾁｬｰﾄは硬質で岩級は概ねＣＨb判断され、基質の泥岩・細粒砂岩は概ねＣＭと推定される。								想定地山状況
0.82	0.61	0.73	0.75	0.72	0.79	0.60	0.42	0.45	実績装薬量
なし									実績湧水状況
B						C			実績支保ﾊﾟﾀｰﾝ
切羽右側には凝灰岩が、左側には細粒砂岩が分布する。いずれも塊状無層理で、ﾊﾝﾏｰ打撃で金属音を発し割れる程度の硬さで、岩級はＣＨbと判断される。	切羽右側に分布するＣＭ～ＣＬ級岩盤の泥岩を主体とする混在岩は左側壁へ移動する。次第に凝灰岩多くなる。					切羽右側には、ＣＭ～ＣＬ級岩盤の泥岩を主体とする混在岩が分布する。左側にはチャートが見られる。			実績地山状況

キーワード：トンネル、穿孔データ、切羽前方予測

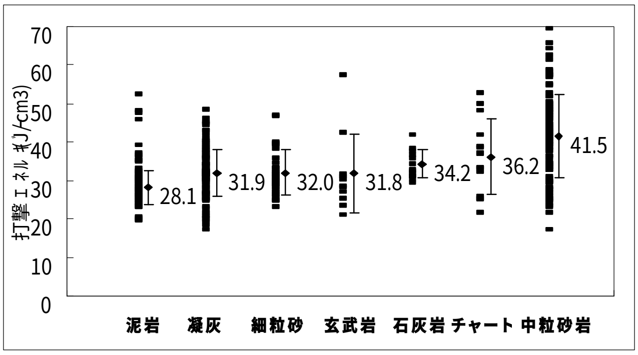
＊　〒162-8557　東京都新宿区津久戸町2-1　（株）熊谷組　•TEL 03-3235-8646　• FAX 03-3266-8525

５．各岩種・岩級と打撃エネルギー

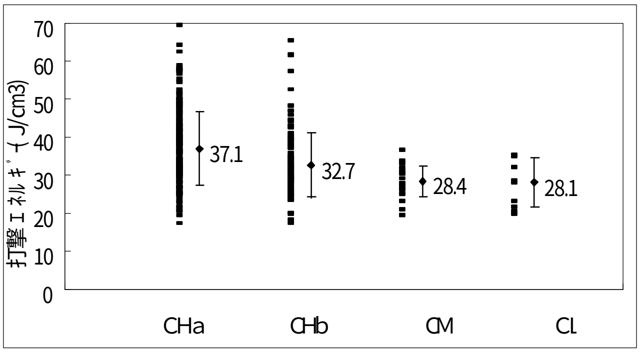
図－２、３に示すように、比較的高い打撃エネルギーを示す岩種は、砂岩やチャート、石灰岩などの硬質な礫に該当する。一方、低い打撃エネルギーを示したり、ロッドがジャミングすることで穿孔不可となる箇所は、泥岩や細粒砂岩等の基質に多く見られる。また、図－２、４に示すように、打撃エネルギーは岩級状態が良好なほど高い値を示し、脆弱な岩盤ほど低い値を示す傾向が見られる。



図－２　打撃エネルギーとトンネル縦断地質状況との比較



図－３　各岩種と打撃エネルギー



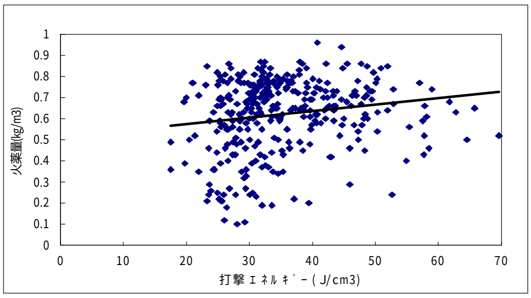
図－４　各岩級と打撃エネルギー

６．切羽前方予測への適用性

比較的良好な地山状況が期待できる礫部の位置は、スライム判定で予測可能であるが、打撃エネルギーも良い指標となることが判明した。また、打撃エネルギーは施工上問題となるＣＬ級以下の岩盤位置予測に有用な情報となることが判明した。

７．火薬量と打撃エネルギー（図－５）

トンネルを掘削する際に使用される火薬の量は地山の状況（硬軟）を反映していると言われる。今回は、打撃エネルギーと火薬量の関係について検討した。打撃エネルギー値の増加に伴い、火薬量増加の傾向が見られるが明確ではない。これは、本トンネルでの発破掘削効率が岩塊の硬さの他に、泥岩などの基質の分布率や性状が関与しているためと考える。



図－５　火薬量と打撃エネルギー

８．まとめと今後の課題

１）岩種別の打撃エネルギーは、礫で相対的に高く、基質で低い傾向が見られる。
２）岩級別の打撃エネルギーは、岩級の上昇に伴い高くなる傾向が見られる。
３）打撃エネルギーは、切羽前方を予測するうえで有用な情報となる。
４）火薬量と打撃エネルギーとの間には明確な比例関係は得られなかった。
５）今後、判断精度を高めるために、更なるデータの蓄積が必要である。