

先進する調査坑の掘削データを活用した本坑の地質の定量的予測評価

鹿島建設(株) 正会員 ○松下智昭 宮嶋 亨 橋本 基 栗山和之 河本貴史 横井克典 寺村文伸

1. はじめに

日本有数の活断層である阿寺断層を貫く当トンネルでは、大量高圧湧水や塑性地圧による変状などの地質リスクがあるため、本坑掘削に先立ち、地質・地下水状況を把握することを目的に、調査坑を施工することになった(図-1)。従来、こうした調査坑(先進坑)を掘削する際は、詳細な切羽観察記録をもとに地質平面図を作成し、本坑の地質予測を行うことが多い。しかしながら、地質平面図は定性的な評価であり、複雑な地質構造のために、本坑の地質が予測と実際に大きく異なることがある。そこで、当現場では、調査坑におけるコンピュータジャンボでの発破孔やロックボルト孔などの穿孔作業時の掘削データから得られる破壊エネルギー係数により、約35m離れた本坑の地質を定量的に予測評価することにした。

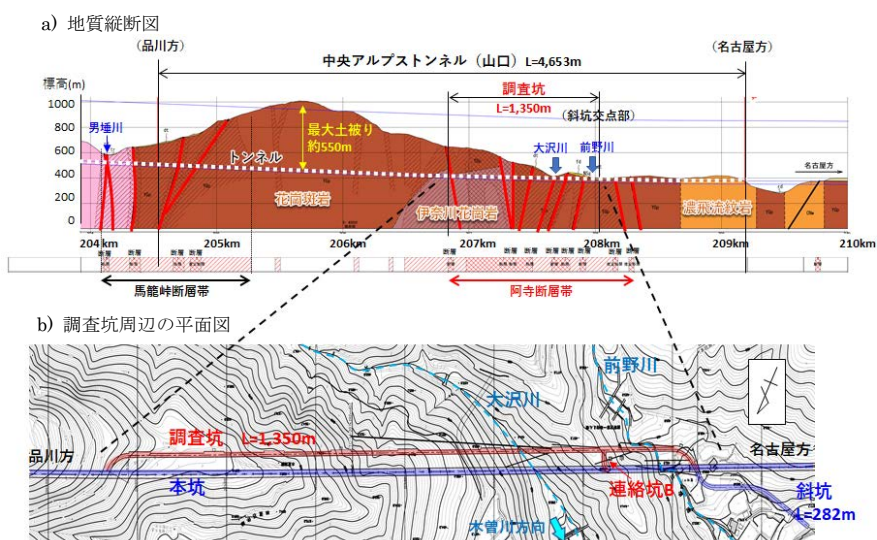


図-1 調査坑の概要

2. 予測評価方法

コンピュータジャンボによる穿孔作業時の掘削データをクリギングによる地球統計学処理することで、3次元的な破壊エネルギー係数の分布が得られる¹⁾。しかしながら、調査坑施工時の掘削データは、調査坑周辺に集中するため、クリギングで出力される本坑周辺の破壊エネルギー係数の精度が低い可能性がある。そこで、調査坑から本坑へ向けた削孔検層を実施し、精度の向上を図った。

本坑向け削孔検層は、図-2aに示すように、切羽の自立性が懸念される天端付近の地質を調べるために、調査坑の側壁から上向き約20°で実施した。削孔検層の実施間隔は、狭いほど精度向上が期待できるが、一方で、調査坑の掘削サイクルへの負担をできるだけ小さくするため、前方探査用に実施している削孔検層の間隔(25m)に合わせて行うことにした(図-2b)。

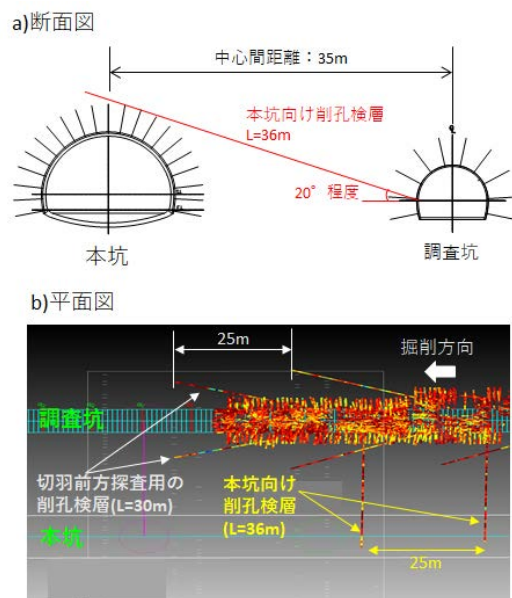


図-2 本坑向け削孔検層のレイアウト

3. 岩盤性状と破壊エネルギー係数の対比結果

破壊エネルギー係数によるトンネル周辺の地質状況の定量的な評価のため、破壊エネルギー係数と岩盤性状の比較を行った。当トンネルの岩種は花崗斑岩の1種類であるが、岩盤性状は新鮮硬質なものから、断層活動・風化作用の影響で砂状・粘土状を呈するものまで様々である。そこで、風化程度によって新鮮、弱風化、中風

キーワード 山岳トンネル, 調査坑, コンピュータジャンボ, 破壊エネルギー係数, 本坑の地質予測

連絡先 〒460-0004 愛知県名古屋市中区新栄町2-14 鹿島建設(株)中部支店土木部 TEL 052-961-8290

化、強風化・断層の4つに区分した。実際にジャンボで穿孔した位置の岩盤性状をこれらの地質区分で評価することで、破壊エネルギー係数と地質区分の対比を行った(図-3)。その結果、特に切羽の自立性が懸念される強風化部・断層部を $135\text{J}/\text{cm}^3$ 以下と判断した(図-4)。

4. 本坑の地質予測結果

本坑の地質予測結果を図-5に示す。本坑向け削孔検層の有効性を確認するため、調査坑の掘削データ(発破孔、ロックボルト孔、削孔検層、補助工法施工時の機械データ)のみで解析した場合(図-5 予測-1)と、本坑向け削孔検層($L=36\text{m}\times 4$ 本、30m間隔)を追加して解析した場合(図-5 予測-2)の2つの結果を示している。図-5 予測-1で示される本坑の地質は、暖色系と寒色系が交互に分布しており、硬軟が繰り返す地山と予測できる。一方、予測-2では、白色の四角で示した領域が全体的に赤くなっており、地山不良部が50m以上続くと予測できる。以上の予測結果を踏まえて、実績(本坑の掘削データを追加して解析)をみると、予測-2で示した強風化部は、実際に断層破碎部で地質が悪く(図-6)、補助工法を63mの区間(AGF-2)で施工しながら掘削した。このように、本坑向け削孔検層を一定間隔で実施することで、連続する地山不良部を予測できることがわかった。なお、AGF-1の区間は、予測-1、予測-2ともに評価できていなかったが、これは局所的な地山不良部であったためと考えている。

5. まとめ

本坑向け削孔検層を実施することで、連続する地山不良部を定量的に予測評価でき、本手法の有効性を確認した。引き続き、本坑の地質状況を予測評価し、事前に合理的な支保パターンを検討しながら、安全に掘削作業を進めていく予定である。

参考文献

1)白鷺ら：トンネルの施工穿孔データを利用したオンライン切羽評価と前方予測，トンネル工学報告集，Vol. 27，I-19，2017

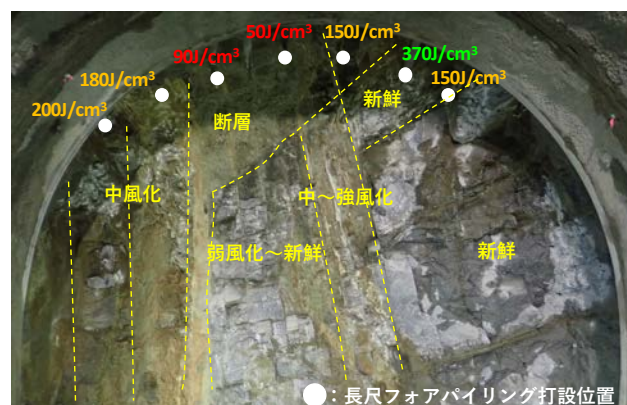


図-3 破壊エネルギー係数と地質の対比

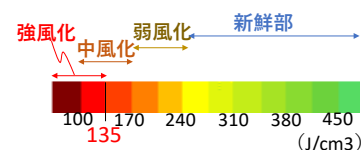


図-4 破壊エネルギー係数凡例

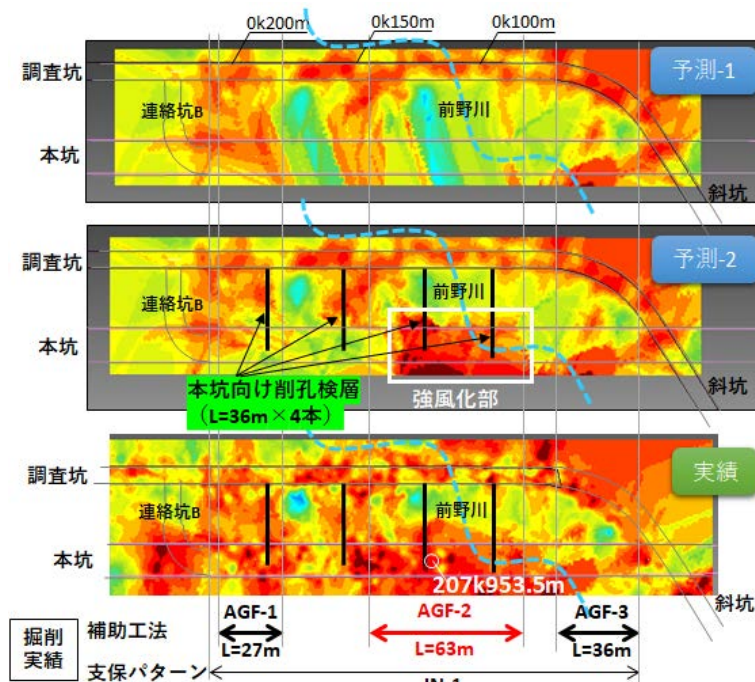


図-5 本坑の地質予測結果と実績

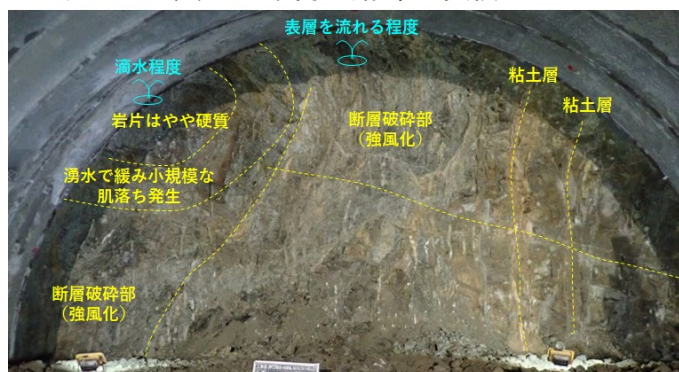


図-6 切羽状況(本坑 207k953.5m)