

TBM 導坑地山観察結果の本坑地山状況予測への活用

山口大学大学院 学生会員 ○宇根史雄 坂本寿夫

日本道路公団試験研究所 正会員 中田雅博

山口大学工学部 正会員 進士正人

山口大学工学部 フェロー会員 中川浩二

1. はじめに

近年では3車線を有する大断面トンネルを施工する際、本坑掘削前にTBM（Tunnel Boring Machine）を用いて導坑を先進させる事例がみられる。この工法の利点として、本坑施工に対する先行地質調査が挙げられる。この調査結果の本坑への活用に関しては、導坑の地山観察結果を整理して拡幅時の支保工の安定性を評価する事例¹⁾などが見られるが、確立した手法が存在しないのが現状である。

本研究では、まず導坑と本坑の同一地点における地山観察結果を比較し評価を行う。その結果を踏まえ、導坑の地山観察結果の本坑地山状況予測への有効的な活用について検討を行う。

2. データ概要

本研究では、本坑が発破掘削であるTBM先進拡幅掘削工法で施工されたAトンネル（上り線）とBトンネルの地山観察データシートを用いて検討を行った。なお、Bトンネルでは独自のデータシートが用いられていたため、2トンネルのデータを用いる場合にはデータシートの統一を行っている。図-1にTBM先進拡幅掘削工法の掘削断面と地山観察位置を示す。導坑の地山観察はTBM通過直後のトンネル壁面、本坑では切羽面について行われている。

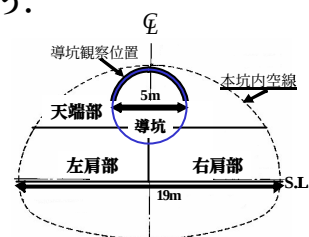
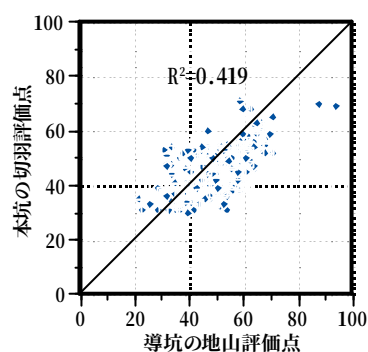


図-1 掘削断面と観察位置

図-2 同一地点における地山評価点の比較
(Aトンネル)

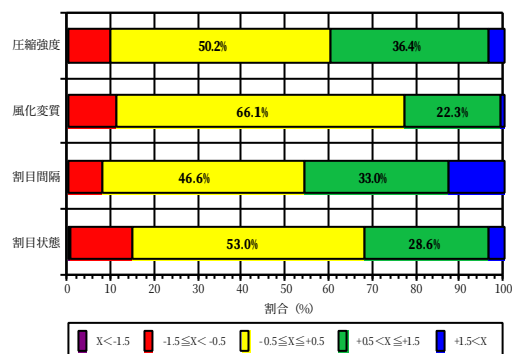
3. 導坑と本坑の同一地点における予測

(1) 地山評価点

図-2にAトンネルにおける同一地点での導坑と本坑の地山評価点を比較した結果を示す。同一地点の地山評価にもかかわらず、結果は多少ばらついている。また、導坑の地山状況の方が若干良好と評価される傾向にあることがわかる。

(2) 地山観察項目

トンネル延長上の同一地点に存在する導坑と本坑の各観察項目の評価区分値を比較した。観察項目ごとに導坑と本坑の評価区分値の差を算出し、それぞれの全データ数に対する割合を求めたものを図-3に示す。ここで、得られた値(x)が正の場合は本坑の方が不良に、負の場合は本坑の方が良好に評価されたことを表す。また、(x)が $-0.5 \sim +0.5$ 以内では両者の地山状況が同等であると考えた。図-3より、いずれの項目とも導坑と本坑の評価は全体のほぼ半数程度しか一致しない結果となった。また、地山評価点と同様に本坑の方が若干不良に評価される傾向にあることがわかる。これらの要因として考えられることは、①導坑と本坑の掘削方法の違い、②観察方向の違い、③



Aトンネル:168組 Bトンネル:360組 計:528組
X=本坑の評価区分値-導坑の評価区分値

図-3 同一地点における観察項目の比較

キーワード：TBM 先進導坑、拡幅掘削、地山観察、区間平均

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 TEL,FAX：0836-85-9332

観察者の定性的判断による誤差の他に、④導坑が本坑天端部付近に位置していることから、導坑と本坑で観察される岩盤が異なるなどの地質的要因が挙げられる。4項目のなかで特に一致率の低い割目間隔については、①と②が大きく影響していることが予想される。

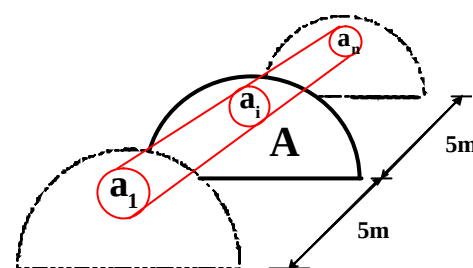
4. 導坑評価の平均による本坑一断面の予測

先に述べたような要因が影響し、同一地点では予測精度に限界があると考えられる。そこで、図-4に示すように予測したい本坑一断面に対してその前後一定区間に存在する導坑の評価区分値を平均化する手法を用いた。ここで区間距離は5mとした。図-5は(a)実際の評価と、(b)この手法を適用した結果の距離程における推移を示したものであり、(b)では(a)よりも導坑が本坑と同等とみなせる範囲からはずれる場合が減少している。これは導坑で地山観察できる面積が本坑と比べて小さいことや、前述の④による影響を緩和できたことが大きく寄与していると考えられる。その結果、図-6に示すように両者の地山状況が同等とみなせる割合は、同一地点による予測と比べるといずれの項目も約10%増しとなった。

5. まとめ

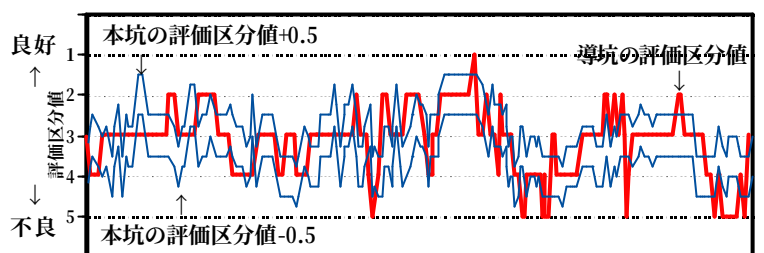
本研究では、同一地点において導坑と本坑の地山状況を比較し、導坑の地山観察結果を本坑の予測へ有効的に活用する手法について検討を行った。同一地点における観察項目の比較により、その予測できる割合は半数程度であることがわかった。その要因として地質的な影響などが挙げられ、同一地点では予測精度に限界があると考えた。

そこで、本坑一断面の予測に対して、その前後一定区間内の導坑評価の平均を用いることとした。これにより本坑地山状況の予測精度向上が図れることがわかった。今後は導坑の評価について、平均化の際の幅の長さや重み付けなどを検討していく予定である。

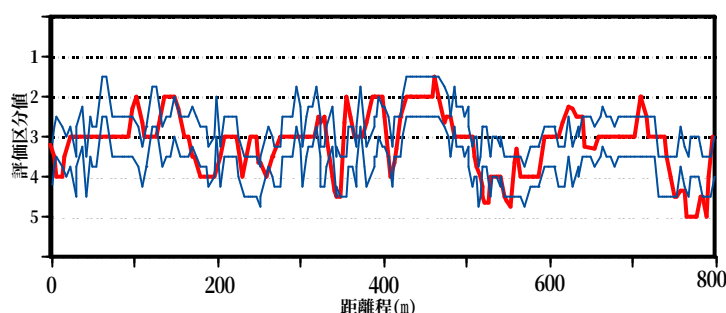


$$\begin{aligned} \text{導坑の評価区分値} &= \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \\ \text{本坑の評価区分値} &= A \\ \text{本坑と導坑の評価の差 } x &= A - \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \end{aligned}$$

図-4 導坑評価の平均化手法



(a)実際の評価



(b)導坑の評価を平均化した場合

図-5 割目状態の評価の推移

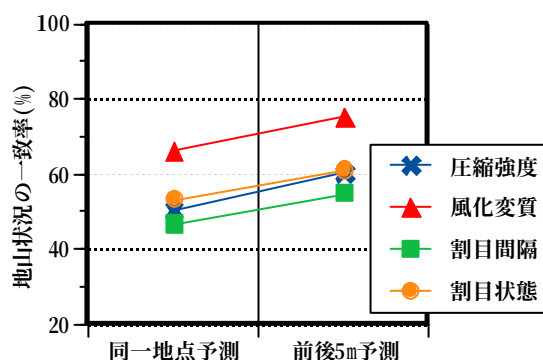


図-6 予測精度の比較

【参考文献】

- 1) 南浩輔, 三宅克哉, 久慈雅栄, 野村義孝: TBM先進導坑壁面情報を用いた不連続面評価とキープロック連続解析システムの開発, 土木学会第59回年次学術講演会概要集, VI-231, pp.462-463, 2001.10.