

Ⅲ - A322

穿孔探査法の長区間地質探査への適用

西松建設（株） 技術研究所 正会員 山下雅之、石山宏二、稲葉 力
ドリルマシン（株） 技術部 塚田純一、森田 誠

1. まえがき

トンネル施工において、簡易かつ精度の高い切羽前方地質の予測を行うことを目的に、ドリルジャンボに搭載されている油圧式削岩機の穿孔圧を利用した切羽前方探査法（穿孔探査法）の開発を進めている。これまでの研究では、主に施工時の穿孔データを用いて数m程度前方の地質予測を繰り返し行い、常に次々切羽の地質性状を把握するという比較的短区間の地質探査への適用方法について検討してきた。

本研究では穿孔探査法の汎用性をさらに拡大するため、本探査法を用いて切羽前方約30mまでのより長区間の地質探査を試験的にを行い、その適用性についての基礎的な検討を行った。

2. 探査システムの概要

図-1に示すように、穿孔探査システムは穿孔データを計測・収集する計測システムおよび、収集されたデータの処理・解析を行う解析システムからなる。

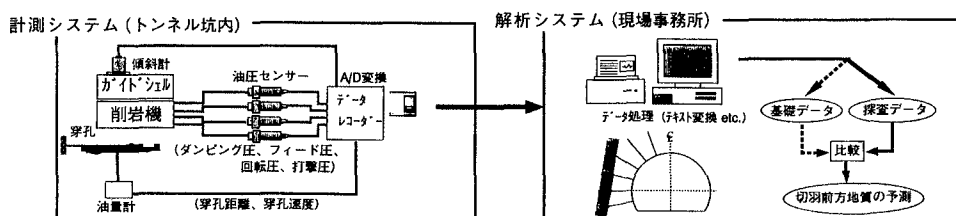


図-1 穿孔探査システム

3. 探査・解析方法

作業は、まず先端に50φのボタンビットを装着したロッド（L=305cm、32φ）で穿孔し、そのロッドと削岩機との間に新たなロッドを順次継ぎ足しながら掘削を進めた。最終的にはロッドを10本継ぎ足し、約30m区間の穿孔油圧データの収集を図-1に示した計測システムを用いて行った。穿孔に要した時間は約20分程度であり、ロッドの継ぎ足し・引き抜き等の作業を含めても約90分程度で作業は終了した。

収集された穿孔データは、図-1に示した解析システムによって処理される。穿孔データからの地質性状の予測方法については、給進力を示すフィード圧と穿孔時の岩盤からの打撃・給進反力を吸収するダンピング圧との関係が岩盤性状と高い相関を示すことがこれまでの検討により明らかになっており、その関係を今回の地質予測にも適用した。図-2には、探査に先立ち収集した探査トンネルにおける岩盤性状とフィード／ダンピング圧の関係を基礎データとして示しており、探査によって得られたフィード圧、ダンピング圧データをこの基礎データと比較して地質性状の予測を行った。

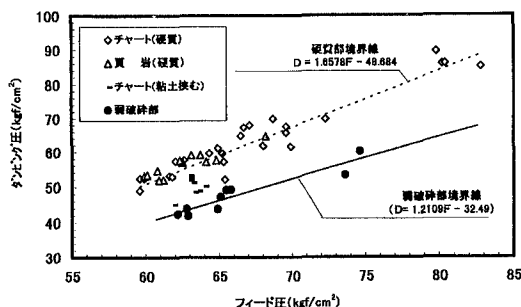


図-2 岩盤性状とダンピング／フィード圧の関係

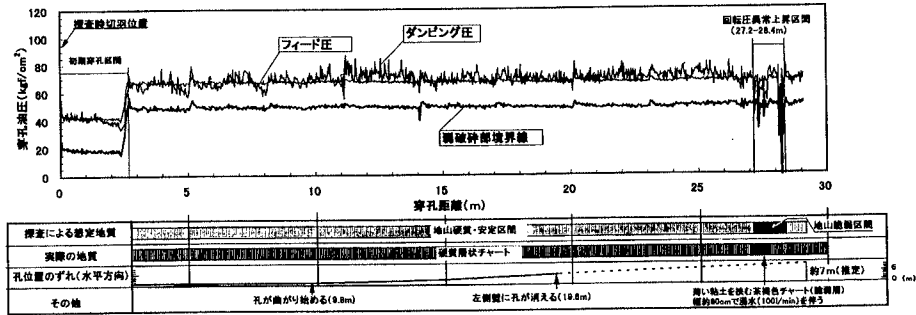
キーワード：切羽前方探査、穿孔探査法、ダンピング圧

〒223 神奈川県大和市下鶴間 2570-4 TEL 0462-75-1135 FAX 0462-75-6796

〒116 荒川区西日暮里 2-23-11 TEL 03-3806-3377 FAX 03-3806-8461

4. 探査結果と実際の地質との対比

図—3に探査結果および実際の地質との対比結果を示す。ここで、図に示された弱破碎部の境界線は、図—1の弱破碎部の境界線の回帰式 ($D=1.2109F-32.49$) および探査時の設定フィード圧 (約 65 kgf/cm^2) より算出されており、ダンピング圧データがこの境界線以下になる区間を地山脆弱部として予測することができる。また、初期穿孔区間 (0~2.8m) の穿孔は、孔曲がりやを極力抑えるために穿孔時のフィード圧を低く設定 (約 40 kgf/cm^2 ; それ以降の区間は約 65 kgf/cm^2) して行ったため、地質予測範囲からは除外した。



図—3 探査結果と実際の地質との対比

図—3のように、探査によって得られたダンピング圧の値は全区間にわたって境界線よりも $15 \sim 20 \text{ kgf/cm}^2$ 程度高い値 ($65 \sim 70 \text{ kgf/cm}^2$) で安定しており、探査区間がおおむね硬質で安定した地山であると予想された。しかし、穿孔距離 27.2~28.4m の 1.2m 区間では回転圧が異常に上昇し、削岩機のアンチジャミング装置が働いて設定フィード圧が極端に低下する現象が認められた。このような回転圧の上昇は、地質脆弱部などの地山性状の影響もしくは長孔穿孔による孔曲がりによって生じるロッド・継ぎ手と孔壁との摩擦等による機械的な影響が考えられる。図—3に示したように穿孔距離約 9.8m 付近より孔曲がりが増加していることから後者の機械的な影響が懸念されたが、回転圧異常上昇区間内には異常上昇が認められずに設定フィード圧条件下でダンピング圧が低下する区間も一部認められたため、この区間を地質脆弱部として予測した。また、穿孔部の地質状況の確認は探査孔周辺部の地質観察によって行ったが、穿孔距離 19.6m 付近において探査孔が孔曲がりによって左側壁に消えたため、それ以降の地質状況の確認は切羽の地質情報を想定された孔位置に投影して行った。

探査結果と実際の地質状況を比較してみると、探査により予測された地質硬質区間における実際の地質分布状況は層厚 5~10cm 程度の硬質な層状チャートが分布しており、両者の結果は一致する。一方、地質脆弱部の出現が予測された区間付近には弱い破碎・変質作用を受けて弱層化した赤褐色チャートが幅約 80cm の区間 (穿孔距離 27.0~27.8m) で認められた。以上の結果より、探査による回転圧の異常上昇およびダンピング圧の低下は上述のような地質性状を捉えていたものと思われる。

5. まとめ

本研究で検討した穿孔探査法の長区間地質探査への適用についてまとめると以下になる。

- ① 切羽前方約 30m 区間の探査を準備、計測および後片づけを合わせても 90 分程度で行うことができた。
- ② 地質予測の指標として、従来の短区間探査と同様にフィード圧とダンピング圧の関係を用了。また、回転圧が異常に上昇した区間については地質脆弱部として予測した。
- ③ ②で用いた方法で地質予測を行った結果、地質硬質部および脆弱部の分布状況を比較的精度良く予測することができた。

今回の長区間探査への適用において、約 30m の探査範囲に対する探査孔の曲がり量は約 7m (水平左方向) という結果になった。孔曲がりについては地質想定位置の誤差原因になるばかりでなく、回転圧の異常上昇の原因やダンピング圧への影響等、探査精度に大きく関わる問題であり、今後更に検討を要する事項である。