

III-A 410

油圧式ハイdraulicジャンボの穿孔圧を利用した切羽前方探査法の開発

西松建設 正会員 山下雅之、石山宏二、稲葉 力
ドリルマシン 早坂 茂、塚田純一

1. はじめに

トンネル掘削において、施工サイクルに影響を及ぼすことなく切羽前方の地質情報を事前に精度よく把握する事を目的に、施工に使用されている油圧式ハイdraulicジャンボ（アトラス社製ロケットブーマー H195）を利用した切羽前方探査法の開発を行った。探査は、穿孔作業時の各油圧（フィード、ダンピング、回転、打撃圧）を計測し、それを地山性状に対応させて行われる。今回は、この探査の基本的な探査システムを構築するとともに実際に試験的な切羽前方探査を行い、この探査法の有用性についての予察的な検討を行った。

2. 探査トンネルの地質状況

探査を行ったトンネル周辺には、四万十帯に属する白亜紀～古第三紀の堆積岩が広く分布しており、主として泥岩優勢の砂岩・泥岩互層（走向・傾斜：N80-90W70-80N）からなる。この岩盤は硬質で、インタクト部の一軸圧縮強度は泥質部でも100MPaを越える。また、この岩盤には層理面に平行な節理が発達しており、出現する断層破碎帯もその規模に関わらず、同様の走向・傾斜を示すことが多い。

3. 穿孔探査システムの概要

探査システムは図1に示すように、トンネル坑内でジャンボから油圧データを収集・保存する『計測システム』および、現場事務所内で坑内で得られたデータを処理、解析する『解析システム』からなる。

【計測システム】 このシステムにより、ジャンボのドリフター（削岩機）からの各油圧データが油圧センサーを介して電圧信号に変換され、ジャンボに設置されたデータレコーダーに取り込まれる。取り込まれたデータは、傾斜計からの電圧データとともにA/D変換されてフロッピーに保存される。フロッピーには約6～10サイクル分の切羽穿孔・ロックボルト打設用穿孔データを保存する事ができる。

【解析システム】 坑内で得られた油圧データから事務所のパソコン上で市販の表計算ソフトを用いてデータシートが作成される。そして予め計測されている基礎データと比較し、岩盤の性状を予測する。この基礎データについては、次にその詳細を述べる。

4. 基礎データの収集・評価

施工で得られた油圧データから地質予測を行う際、岩盤の性状との対応が明らかな油圧データ（基礎データ）が必要となる。この基礎データは、切羽の岩盤調査によって岩盤性状が正確に把握されている地点において、掘削作業の休止時に切羽（もしくは側壁）において計測した。また、この基礎データについても施工データと同様に、図1に示した探査システムによって得られる。

今回の探査では、切羽前方探査に先立ち、CH、CMおよびCL級岩盤についての基礎データを収集した。ここでCL級岩盤とした岩盤は弱破碎作用を受けた断層部を示し、CM級とした岩盤は薄い弱破碎部が挟在するような岩盤や破碎は受けてないが節理間隔が密な岩盤など、CL級岩盤に近いものからCH級岩盤に近いものまで幅広い性状を示す。図2(a)は今回得られた基礎データのダンピング圧とフィード圧の関係を表した図(D/F図)で、各岩盤データは正の高い相関を示している。ここで、フィード圧とは削岩機をロード・ビットを介して岩盤に押しつける油圧を示し、ダンピング圧とは打撃による岩盤からの打撃反力を受け止め吸収

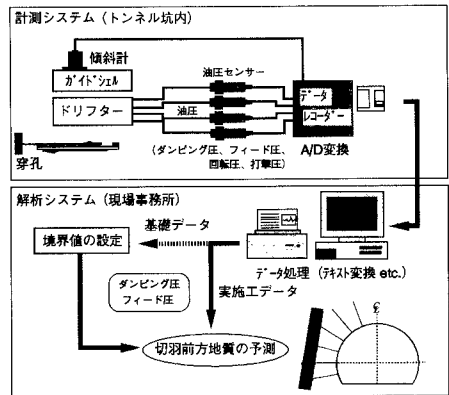


図1 穿孔探査システム

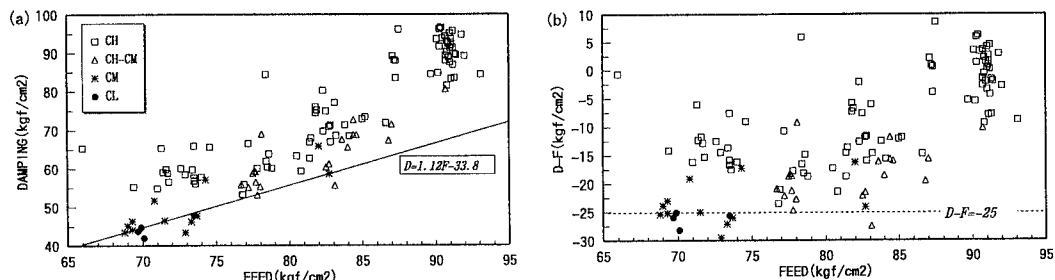


図2 ダンピング圧/フィード圧と岩盤性状の関係(a)およびD-F値/フィード圧と岩盤性状の関係(b)
 (a)に示した直線は破砕帯を含む岩盤（CM級岩盤の一部およびCL級岩盤）データの回帰直線

する油圧を示す。したがって、同一フィード圧での打撃反力は硬質な岩盤ほど大きく、それを受けるダンピング圧も同様に大きくなる事が予想される。図2(a)において、とくにフィード圧が70~75kgf/cm²付近の岩盤データを見てみると、同一フィード圧におけるダンピング圧がCL・CM級岩盤よりCH級岩盤の方がより高い領域に分布しており、先に予想したダンピング圧と岩盤の関係と合致している。しかし、このダンピング圧を岩盤性状の判別を利用する場合、穿孔時のフィード圧の違いを考慮に入れる必要がある。そこで、D/F図における岩盤データの回帰直線の切片を示すダンピング圧(今回はダンピング圧とフィード圧の差の値を使用:D-F値)を利用して岩盤性状の判別を試みた。その結果、図2(b)に示すようにCL級岩盤(弱破砕帯)データがフィード圧に関わらずD-F値 ≤ -25 の領域に分布する事が明らかになった。今回、この領域上限のD-F値から穿孔時のフィード圧を加えた値を弱破砕部を示す境界値として識別し、以下に述べる切羽前方探査に利用した。

5. 切羽前方探査および結果

今回対象としたトンネルでは、出現する破砕帯がトンネル軸と低角に斜交する方向性を持ち、さらに左側壁から出現すると予想されたので、探査はとくに左側壁のロックボルト打設時の穿孔データを利用して行った。破砕帯の位置予測は、探査によって得られたダンピング圧データに先に述べた弱破砕帯の境界値を照らし合わせ、各

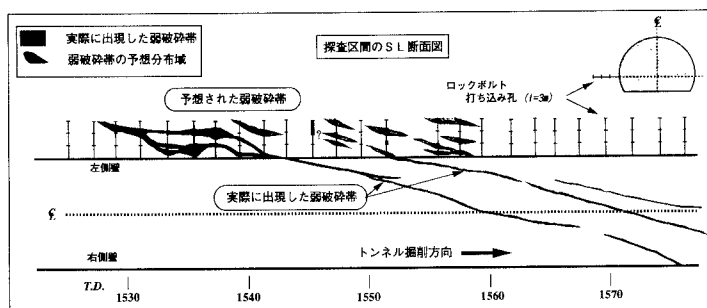


図3 探査結果と地質との対比

穿孔においてダンピング圧が境界値以下になる区間を弱破砕部とみなした。さらに、この作業を掘削に伴う各ロックボルト打設用穿孔時に行い、弱破砕帯の3次元的な分布を予測した。図3は予測された弱破砕帯をSL断面図上にプロットし、実際に出現した地質と比較した図である。探査区間において幅約20cm程度の連続性の乏しい弱破砕帯が3層出現したが、図からわかるよう探査によっていずれの破砕帯についてもその出現位置を比較的精度よく予測することができた。

6. まとめ

今回の検討結果は以下のようにまとめられる。

- ① 穿孔探査において、フィード圧とダンピング圧の関係は岩盤の性状と高い相関を示す。
- ② CL帯（弱破砕帯）を示すD-F値に穿孔時のフィード圧を加えた値を、弱破砕帯と比較的良好な岩盤を区分する境界値とし、境界値以下のダンピング圧を示す穿孔区間を弱破砕帯として区分した。
- ③ 識別された弱破砕帯の境界値を利用して、施工データに基づく切羽前方（側方）探査を行った。その結果、幅20cm程度の弱破砕帯においてもその出現位置を予測することができた。