

“ “ 小林 義美
“ “ 北角 哲

トンネル掘削中にその切羽前方の断尺や破砕帯を精度よく予知できれば、施工上大変有利である。今回、山陽新幹線Kトンネルで、切羽の掘削爆破を利用していりゆる直接波法、弾性波探査を行い、断尺の位置、規模の調査を試みた。

11. 主要測定計器

主な測定計器（弾性波探査器、データレコーダなど）およびそれらの接続ブロックダイヤグラムは、図-1に示す通りである。

2). 測定方法

測定の概要は、トンネル中心上の地表面に測線を設け(図-4参照)切羽の掘削爆破により生じた液動を記録するのであるが、その方法は次のように行なった。

すなわち、図-1に示したように、坑内の切羽において絞発発破（R5電管7絞使用）が行われ、観測点に1段目の発破による振動が到達すると、まずスターターがこれを捕え、ビデグラフを始動させ、この結果2段目以降の振動が記録紙上に記録される。

走時の解析にはこの2級目以降の爆破記録の初動が用いられるが、振動源から観測点に到達する波動の到達時間の絶対値の算出は、坑内および地表観測点で同一のラジオ放送を受信し、これを坑内では磁気テープ

地表では爆破記録紙と同時に記録させる。さらに坑内においては、このラジオ 信号記録と同じテープに、ショットマーフおよびモニター地震計の出力を記録させ、これを再生して図-2に示すよう対比させ総対値を求めた。

3) 解析

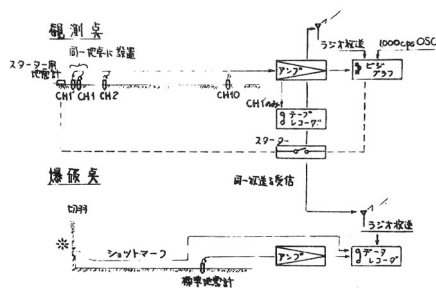


図-1 測定計器のブロックダイアグラム

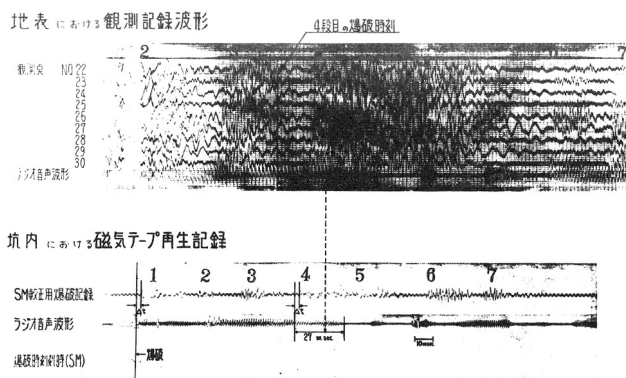


図-2 地表記録と坑内記録の対比

地表では爆破記録紙と同時に記録させる。さらに坑内においては、このラジオ 信号記録と同じテープに、ショットマーフおよびモニター地震計の出力を記録させ、これを再生して図-2に示すよう対比させ総対値を求めた。

測定記録の再生についての詳細は省略するが、その解析モデルを図-3に示す。厚さ d の断片があると、その断片を通過する振動の到達時間は、均一な地層を通過する時間と比べて ΔT だけ遅れることになり、この ΔT の変化の様子を調べて断片の規模、傾斜および位置を解析した。

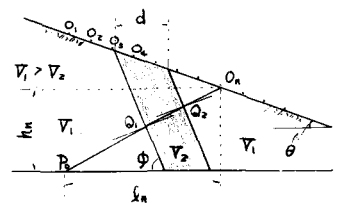


図-3 多点観測法の解析モデル図

3. 測定結果およびまとめ

1) 測定結果

測定を行ったKトンネルは、主に花崗肉緑岩よりなり、地表面からの弾性波探査結果によれば、弾性波速度(V_p)は、表土 0.5 km/s 、風化岩盤 $2.5 \sim 2.6 \text{ km/s}$ 、基岩盤 $4.0 \sim 4.5 \text{ km/s}$ であり、今回の測定点④の附近に断片が予想されていた。解析の結果図-4に示した測定点④～⑦の間で $18 \sim 30 \text{ ms}$ の ΔT が認められ $V_p = 2.0 \text{ km/s}$ 、厚さ 15 m 程度の断片の存在が推定され、トンネルを掘削した結果、推定したその位置に断片粘土を含む断片および破砕帯を確認した。

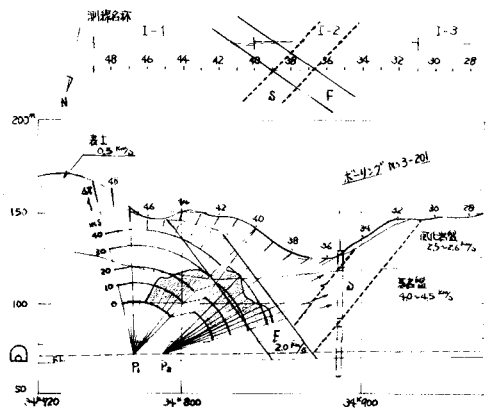


図-4 Kトンネルの探査結果図

2) まとめ

今回用いた方法の特徴はスプーラーおよびラジオ放送を用いることにより、爆破時刻連絡用ケーブルを不要にし、さらに坑内作業を中断することなく探査を可能とした点であるが、以下にこの方法のまとめと問題点を列挙する。

ア、測定限界距離；今回使用した装置および振動源のエネルギーの大きさから判断して、測定可能な距離は、切羽より前方 200 m 程度と考えられる。

イ、測定可能な断片の規模および地質条件；測定精度を考慮すれば、断片の中 10 m 以下、土張り 200 m 以上の場合および地山と断片の弾性波速度比 1.5 以下の地質条件では調査精度についてなお検討を要する。

ウ、表土の影響による誤差；表土層の影響は、測定値を用いて補正しつつ解析を行っているのど、一様かつ浅い場合には問題がないが、不均一で厚い場合は誤差を生じる。

4. あとがき

以上のように、トンネルの切羽前方の断片を、坑内作業を中断することなく予知する方法について実験的に研究した。この方法は長大トンネルの切羽管理の一方法として有効に利用できよう。

【参考文献】 ・佐藤忠五郎他、「種々な地震探査法を適用したトンネルの断片予知について」、才今同岩盤シンポジウム

・池田和彦他、「掘削中のトンネルの断片予知法」、鉄道技術研究所 NO 561, 1966