

VI-336

硬岩地山における T S P 連続探査

西松建設 正会員 稲葉 力、堀場 夏峰

正会員 山下 雅之、石崎 正剛

1. はじめに

近年、弾性波探査の一つである T S P 探査は、探査・解析作業の簡便性、迅速性から数多くのトンネルにおいて適用されている。今回、合計 8 回の探査を連続して行った。そこで、全探査結果と実際の地質（破碎帯の出現位置）の比較を行い、破碎帯出現位置に対する予想位置の誤差について検討する。

2. トンネルの概要と地質状況

探査を行ったトンネルの掘進方法は上半先進の NATM 工法で掘削径は約 9.4m、トンネル周辺の地質は泥岩・砂岩を主体とした白亜紀後期～古第三紀層である。合計 8 回行った T S P 探査の各測線の地質は、いずれも同様の地質状況で泥岩を主体とする地層（走向・傾斜 N80-90W70-80N）である。この地層は節理の発達した節理性岩盤であるが、岩盤のインタクト部は非常に硬質で一軸圧縮強度は 100MPa を越える。また、各測線区間に顕著な湧水は認められない。

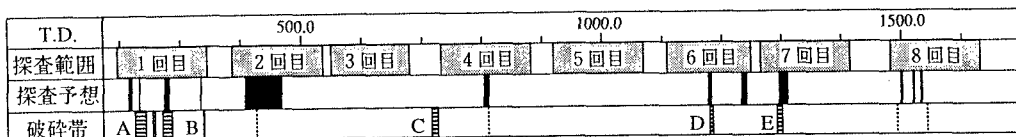
3. T S P 探査

T S P 法の詳細は既存の論文に譲る¹⁾。探査範囲は計約 1,400m で、一回の探査につき切羽から約 150m 前方までとした。今回の探査では次の点に注目して解析を行った。T S P 法による解析は通常「硬→軟、軟→硬」の反射面で挟まれた区間を弱層部として予想するが、一方「硬→軟、軟→硬」の反射面の密集部を「反射面群」と識別して予想すると精度があがることが経験的にわかってきた。本解析では反射面群の識別方法を採用し、その反射面群を破碎帯出現予想位置とする。

4. 探査結果と地質の比較

図 1 に各探査の探査範囲、T S P 法による探査結果およびトンネルに出現した破碎帯を示す。破碎帯のうち支保パターンの変更等施工上に影響をもたらしたものに A～E の番号を添える。また、表 1 に各破碎帯の出現位置に対する探査結果の誤差を示す。誤差は各破碎帯の出現位置と予想位置の差で、出現位置に対して前方に予想した場合を正とする。

1 回目の探査範囲では破碎帯 A, B が出現した。特に破碎帯 A は断続的にはあるが約 61.5m の幅を有した。探査結果ではこの破碎帯の出始めを +10m の誤差で予想した。破碎帯 B は反射面群としては識別されなかったが、単独反射面として +4.5m の誤差で予想された。2 回目の探査では広域に反射面群を識別しながらも幅の薄い弱破碎帯が出現するのみであった。ただし、この解析では事前の周辺トンネルの地質情報で T.D.440～450m 付近に破碎帯が予想されたため、探査結果を安全側に評価したことも影響してる。3 回目の探査では破碎帯 C に相当すると思われる反射面群を識別したが、探査範囲外ということで割愛した。6 回目、7 回目の探査区間で出現した破碎帯 D, E は、それぞれ +3m, -3.5m の誤差をもって予想された。8 回目の探査区間では予想した数本の反射面群に対していくつかのシーム層が出現するのみであった。



※破碎帯出現位置の | は施工に影響のなかった破碎帯を示す

図 1 破碎帯位出現位置と T S P 予想結果

5. 考察

4節に示したように施工に影響を与えた破砕帯を±10m以内で予想することができた。しかし、探査結果には予想した反射面群に対して数層のシームが出現するのみの区間も認められた。このような探査結果の違いは各探査区間の岩相、湧水、土被り等の地質状況が同様であることから破砕帯の性状が要因の一つに考えられる。以下にそれぞれの場合についての破砕帯の性状および解析画面上の特徴について記述する。

<探査区間中に強破砕帯が存在した場合>

出現した各破砕帯は、切羽観察結果によると硬質岩盤との境界は明瞭で平面的な形状を有していた。このような性状が反射面の抽出に非常に有利に働いたと考えられる。図2に破砕帯を抽出した場合の典型的なDS法の結果画面を示す。図の反射面群1は実際の破砕帯位置と対応しているのがわかる。反射面群2は対応する破砕部が存在していないが、7回目探査に出現した破砕帯を安全に見積もって前方に抽出したためであると考えられる。

<探査区間中に強破砕帯が存在しない場合>

8回目の探査では予想の規模に相当する破砕帯は出現せず、硬質岩盤中に連続性の乏しい幅20cm程度のシーム層が数枚出現するのみであった。それに反してDS法の結果画面では図3に示すように、反射点が画面全体に広がっていることがわかる。これは探査区間中に明瞭な境界を有する破砕帯が存在しないと、数層の弱破砕帯を相対的に強調してしまうことが考えられる。しかし、このような予想も施工上より安全側の評価といえる。

6. まとめ

- (1) 本探査区間では施工に影響を与えた破砕帯を±10m以内で予測することができた。
- (2) 探査区間中明瞭な境界を有する破砕帯が存在しない場合、探査結果は実際と比較して強調されて予想される可能性がある。

表1 破砕帯に対するTSP予測の誤差

破砕帯	破砕帯出現区間 (T.D.)	TSP予想 (T.D.)	誤差 (m)
A	250.0-243.2	215-220	+10
	254.0-258.2	-	-
	271.0-286.5	274-282	-3
B	338.5-339.5	334	+4.5
C	716.5-718.5	-	-
D	1180.0-1185.5	1177-1183	+3.0
E	1292.5-1301.5	1296-1311	-3.5

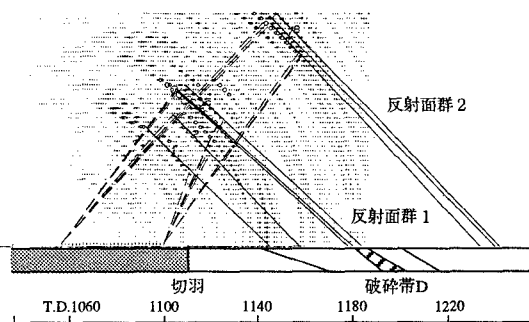


図2 探査区間中に強破砕帯が存在した場合のDS画面（6回目探査）

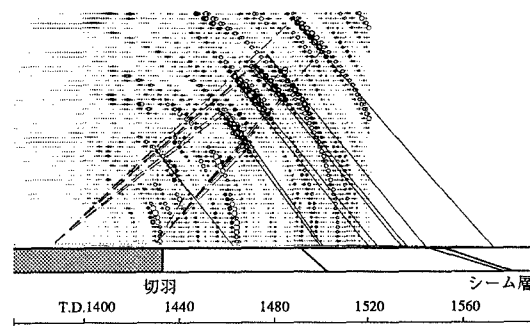


図3 探査区間中に強破砕帯が存在しない場合のDS画面（8回目探査）

参考文献

- 1) 平野 享, 明石 健, 戸松 征夫, 中村 康夫, 芦田 譲. 1995. 弾性波を用いた既設水路トンネルの位置推定. 岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, vol.26, pp.500-504