

新しい反射法切羽前方探査システムの検証を目的とした現地試験

西松建設（株） 正会員 平野 享，木村 哲，石山宏二，堀場夏峰
戸田建設（株） 正会員 多田幸司，熊谷成之，石垣和明，原 敏昭

1．まえがき

TSP（反射法切羽前方探査）は、山岳トンネルの坑内から切羽前方の破碎帯等をさぐる技術である。約 10 年前に TSP202 が発表され、これまでに多くの現場適用が行われた。これら現場適用の整理から、TSP202 の適用を制約する地形・地質条件が明らかにされてきた¹⁾。しかし、TSP202 の制約は、例えば、破碎帯の走向傾斜を探査対象としながらもその解析は二次元モデルであったり、地山の低速度層を探査対象としながらも解析上の弾性波速度は一定であるなど、設計上の矛盾にも原因がある。新しく登場した TSP203 は、TSP202 発表後の技術の進歩を取り込み、TSP202 で残されたこれら設計上の矛盾を解消したとされている。すなわち、三成分地震計を用いた三次元探査となり三次元モデルで解析し、探査領域内での弾性波速度の変化に対応した解析を行う。そこで TSP203 の改良点が、旧式の TSP202 と比較してどのような効果をもたらしたか、今回、現地試験を行って検証した。

2．現地試験の概要

2つの山岳トンネルにおいて、TSP202 および TSP203 を同時に同一測線にて実施し、各々の探査結果を掘削実績と比較した。表 1 に現地試験を行った 2つの山岳トンネルの諸元を示す。

表 1 現地試験を行ったトンネル

トンネル名	A トンネル、補助ベンチ付全断面	B トンネル、補助ベンチ付全断面
地質	濃飛流紋岩類、花崗斑岩	ハツ場安山岩類、ひん岩
探査目的	断層破碎帯(F5)の終端抽出	岩相境界付近の破碎帯抽出
測線	片側壁 1 本、切羽後方 68m、ワレット 20m	片側壁 1 本、切羽後方 61m、ワレット 18m
火薬	含水爆薬 2 号櫃 30 発、探査用雷管	含水爆薬 2 号櫃 30 発、探査用雷管

3．現地試験における比較項目

TSP202 および TSP203 の探査結果について、表 2 に示す内容を比較検討した

表 2 比較検討の内容

題目	具体的内容
地山変化の予測	反射面密集ゾーンの抽出位置と地質解釈および支保や切羽観察との対応
地山定数の予測	推定された地山弾性波速度（ V_p 、 V_s ）と支保や切羽観察との対応

4．現地試験の結果

図 1、2 に、各トンネルにおける、探査結果と施工実績を示す。破碎帯や変質帯は、境界に漸移帯を持ち、複数の硬軟層から構成されることが多い。そこで、我々は、TSP では境界に前後して集中した複数の反射面が抽出されると考える。これにしたがい、探査結果は反射面密集ゾーンとして表現した。

キーワード TSP 切羽前方探査 山岳トンネル

〒242-8520 大和市下鶴間2570-4 TEL 046 - 275 - 0055 FAX 046 - 275 - 6796

つぎに、反射面抽出に必須のパラメータである V_p 、 V_s は、TSP202 では初動を用いて測線部の平均値を得ているが、これと異なり、TSP203 では解析的に切羽前方を含めた全体の V_p 、 V_s 分布を推定する。この解析的に得た V_p 、 V_s は初動から導いた値より全体に大きく、理由について今後検討が必要である。

図1、2では横軸に切羽前方の約100mまでを示しているが、これは今回の探査における探査距離の上限と考えている。その根拠は、過去のTSP202探査成績である。

5. 考察

Aトンネルの探査は破砕帯終端の抽出をねらった。しかし、TSP202、203とも、結果は部分的な反射面密集ゾーン抽出のみで、終端を特定する

までは至らなかった。TSP203では切羽前方の弾性波速度が評価できるので、これを合わせて解釈すると、反射面密集ゾーン内の変化がなく、地山変化は少ないことが推測される。まとめとして、AトンネルはTSP203において破砕帯の終端はないと判断できた事例と言える。

Bトンネルの探査は岩相境界にある破砕帯の抽出をねらった。TSP202では、反射波の位相を根拠に、2つの反射面密集ゾーンを破砕帯の始点と終端と解釈した。TSP203では、位相と V_p 、 V_s の変化を用いて、切羽寄りのを破砕帯、残りを脆弱層と解釈した。は、境界における反射波の位相だけでなく V_p/V_s 比の10%以上の大きな変化があるが、にはそれがなく、よってだけを破砕帯と考えた。しかし、 V_p の絶対値は、の両方で増加しており、脆弱部は V_p が低下する一般的な事実と逆である。この点は重要な問題として検討を続けている。まとめとして、Bトンネルは、TSP203において反射波の位相と V_p/V_s 比を合わせた解釈から破砕帯を誤差10m以内で特定できた事例と言える。

6. おわりに

少ない2例ではあるが、TSP202、203の同時実施によって、各々の探査性能を比較した。その結果、反射面と V_p 、 V_s の総合解釈が可能なTSP203は、従来のTSP202よりも精度良く探査できることが確認された。ただし V_p の絶対値評価に問題を残しており、さらなる検討が必要と考える。

参考文献

- 1) 明石健、稲葉力：切羽前方弾性波探査による地質推定の可能性、トンネル工学研究論文・報告集第8巻、pp.133-138、1998.

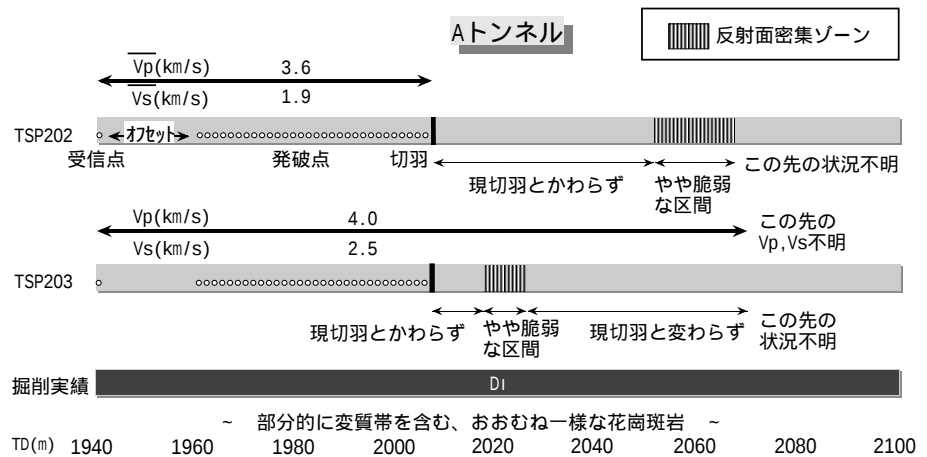


図1 Aトンネルの探査結果と掘削実績

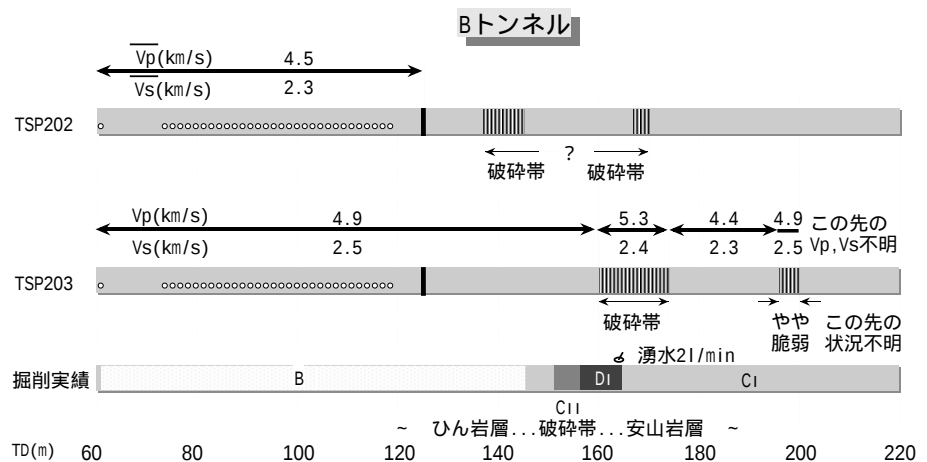


図2 Bトンネルの探査結果と掘削実績