

# 超弾性合金を用いた弾性波検層システムの現場への適用

西松建設株式会社 正会員 堀場夏峰\*、諸岡敬太\*、木村 哲\*、稲葉 力\*  
熊本工業大学 正会員 平田 篤夫\*\*

## 1. はじめに

トンネル周辺のゆるみ領域を簡便かつ迅速に計測することが可能な弾性波検層システムを開発し、原位置岩盤において弾性波検層を行った。弾性波検層システムの概要および原位置での測定結果について報告する。

## 2. 本システムの特徴

本システムは、従来の方式と異なり受振器の固定方法にその特徴がある<sup>1)</sup>。すなわち、超弾性合金を受振器の挿入部分(以後VSPプローブ)に超弾性合金バネを採用し、波動を観測するセンサを孔壁へ一定の押し付け圧力で固定を行う。超弾性合金とは、チタンニッケル合金を熱処理された合金である。超弾性とは、塑性変形をさせても除荷後には残留ひずみが残らない性質のことを示す。

図1はVSPプローブを測定孔に設置する様子を示す概念図である。全長30cmの超弾性合金パイプの中央部4箇所縦方向20cmのスリットを入れ、それぞれの中央部が膨らむように両端を固定する。4つの分割部の内、2箇所に加速度計を貼付する。図1のように超弾性合金パイプを膨らませた状態で測定孔に挿入する。すると孔壁の径に合わせるように超弾性合金パイプが収縮するとともに孔壁に対して反力が生じる。この反力により、合金パイプは一定の力で孔壁を押し付けるため、合金パイプの裏側に固定したセンサを良好な観測状態で孔壁に設置することができる。また、測定孔が孔荒れ、孔曲がりを起こしていても、孔壁に十分な押しつけ圧力を作用させることができる。このようにVSPプローブは、簡便に受振器を設置させることが可能である。

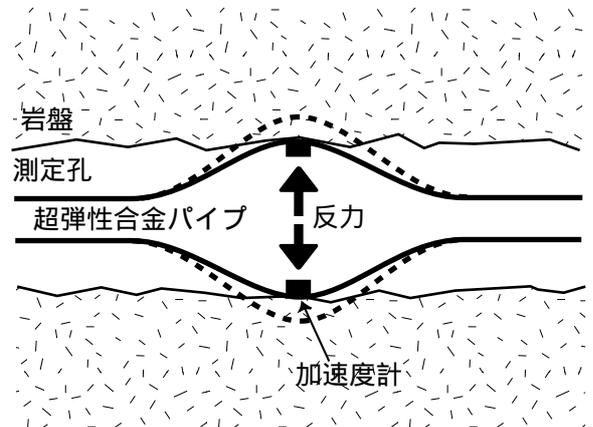


図1 VSPプローブの設置概念図

## 3. 測定方法

図2に弾性波検層システムの測定概念図を示す。振源はハンマーを用いた岩盤表面の打撃を採用する。ハンマーには予め圧電素子を取り付け、打撃時の圧電素子からの信号をTTL信号に変換し、これをデジタルオシロスコープ(岩通DS-8706)の外部トリガーに入力する。VSPプローブからの波形信号は100Hzから3kHzの範囲で振幅が平坦な特性を示すようにバンドパスフィルターを通した後で、最大で60dBの増幅を行ってデジタルオシロスコープに記録する。

測定孔において、VSPプローブを設置した後、ハンマーの打撃によって起振された弾性波を受振する。デジタルオシロスコープでハンマーの打撃によるトリガー時から測定を開始し、一定時間記録の後にデータを保存する。一回の起振によ

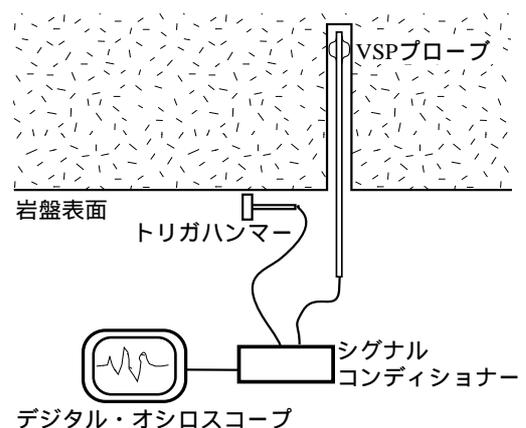


図2 弾性波検層システム

弾性波検層、超弾性、ゆるみ領域

\* 〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間2570-4、Tel 046-275-0055、Fax 046-275-6796、西松建設株式会社

\*\* 〒860-0082 熊本市池田4-22-1、Tel 096-326-3111、Fax 096-326-3000、熊本工業大学

る記録では伝播時間を読み取るためのS/N比が良好でない場合は、繰り返し起振による波形の記録を行い、複数の記録波形からスタッキング処理を行い記録波形のS/N比を向上させる。波形を記録した後、任意の位置にVSPプローブを移動させ、上記の作業をくり返すことにより検層を行う。これらのシステムはすべてバッテリー駆動で耐電気ノイズ性は良好である。

#### 4. 測定結果

砂岩・泥岩の混在岩が基盤であるトンネルにおいて行われた測定孔3mの弾性波検層結果の一例を図3に示す。初動の到達時刻が測定孔の深度に従って遅れていくのが分かる。なお、本計測では初動の抽出のためアンプの増幅度をあげているので波形のピークは飽和してしまっている。図4は走時曲線である。この測定では発振点において直接岩盤に振動が与えられるように吹付けコンクリート部分を剥ぎ取り、50mm、長さ470mmのボアホールを穿孔した。このボアホールに鉄筋棒を岩盤に接着させるようモルタルで埋設した。そのため、岩盤表面から200mm程度奥部に発振点が設置されることとなった。走時曲線は岩盤表面から約1.3mの地点で傾きに変化が見られ、その前後の地山弾性波速度は3,240m/s、5,080m/sと評価された。

図4は砂岩・頁岩の互層からなるトンネルにおいて行われた測定孔3mの弾性波検層結果である。この測定では吹付けコンクリート部分を剥ぎ取り、鉄筋棒を直接岩盤に接着させハンマー打撃による振動を与えた。発振点が固定されないため、走時曲線にばらつきが見られた。そこで、それぞれの測点の値を平均化した走時曲線を黒丸で示す。走時曲線は岩盤表面から約1.4mの地点で傾きに変化が見られ、その前後の地山弾性波速度は2,000m/s、2,670m/sと評価された。

#### 5. まとめ

本システムは、弾性波検層を迅速に行うことができる利点がある。また、測定孔はジャンボ等の穿孔機で掘削されたボアホールでも計測が可能のため、測定のための準備・費用も大幅に短縮することが可能である。

#### 参考文献

- 1) 平田他: 超弾性合金を用いた弾性波検層システム、第10回岩の力学国内シンポジウム講演論文集(1998)

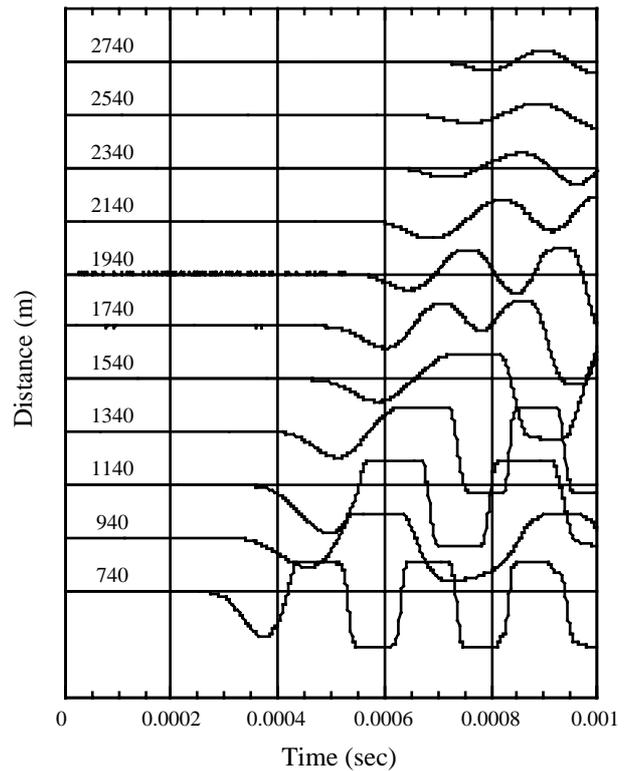


図3 測定波形の一例

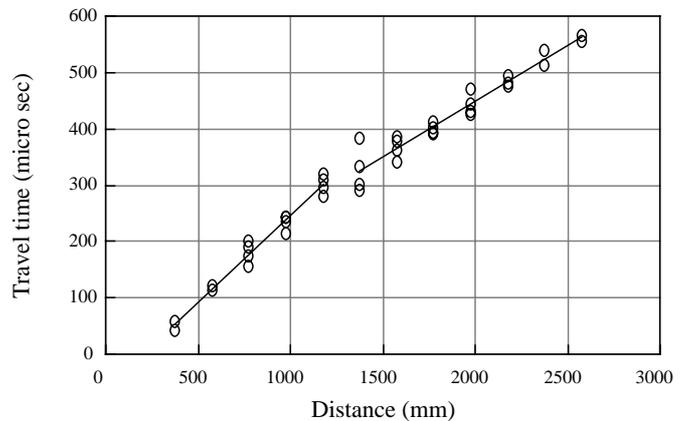


図4 走時曲線その1

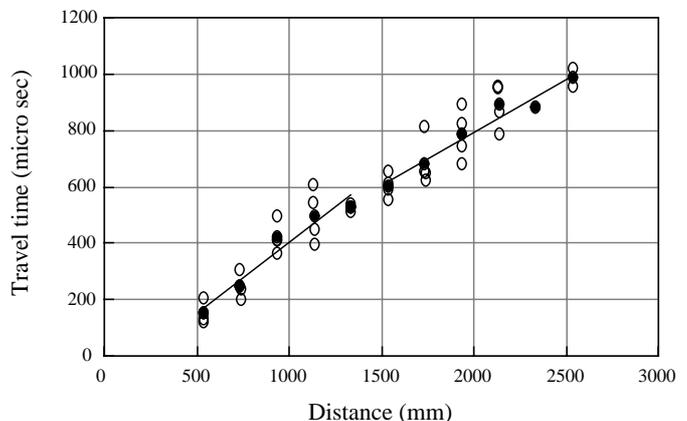


図5 走時曲線その2