

VI-135

レーリー波探査法による山岳トンネル前方探査法の検討—その2—

ハザマ 正会員 石川博久, 正会員 大沼和弘, 正会員 笠 博義
高月 修, ビック(株) 向 浩司

1. はじめに

山岳トンネルにおける前方探査はトンネル施工の合理化、安全性において極めて重要である。これまで筆者らは、レーリー波探査法を用いた前方探査法の山岳トンネルへの適用について現場実験などを通じて検討を行ってきた¹⁾。これまでの検討からレーリー波探査法が切羽前方の探査において有効であることが確認されたが、探査性能は岩盤条件に大きく左右することも判明した。こうした状況においてレーリー波探査法の基本的な探査性能を把握するためには、理想的な地質条件下における探査実験が必要であるものと考えられる。本研究は以上のような背景を受けて、均一な岩盤におけるレーリー波探査法の基本的な特性について把握することを目的とし、特にトンネル施工の障害となる断層破砕帯のような脆弱部が存在する場合の探査能力を検証するための基礎的な実験を行ったものである。

2. 研究目的

本研究の目的は山岳トンネル前方探査法としてのレーリー波探査法の適用性を評価することである。具体的には図-1に示すように同一砂層を対象にして3方向から探査を行い、脆弱部の検出能力について検討を行うと共に、各々の探査結果をベースに総合的評価を加えるものである。以下に設定した探査方向を示す。

ケース1: 切羽斜め上方探査 トンネル切羽面から斜め上方向に探査を行う。

ケース2: 鉛直上方探査 トンネル天端より垂直上方に探査を行う。

ケース3: 鉛直下方探査 ケース2で行った探査地点の直上の地表面より探査を行う。

3. 実験概要

実験を行ったトンネルの土被りは約37mであり、地質は地表面から約6mの盛土層を除くと、ほぼ均一なシルト岩である。ここで探査対象とした未固結の砂層は、約1mの層厚で地表から約31mの深度にほぼ水平に分布している。以下に各実験項目について説明する。

・ケース1: 図-2のように切羽面を加工し、斜め上方向（仰角 56° ）に探査を実施した。起振機はボルトと急結セメントを用い切羽面に固定し、検出器は小型アンカーと急結セメントにより固定した。

・ケース2: トンネル坑内の仮覆工された天端に、起振機をエアダンパーを介して、鉛直上方に押付けて探査を実施した。

・ケース3: ケース2の鉛直上の地表面より探査を行った。この時ケース1, 2に比較して砂層までの探査距離が大きくなるため、大型の起振機を使用した。

4. 実験結果

各実験ケースごとの探査結果を以下にまとめる。

ケース1: 探査可能距離は約20m、探査対象である砂層の位置をほぼ正確に探査できた。この時、レーリー波区間速度(V_r)が岩盤の状態から予想される値に比較してかなり大きな値を示しており、この条件における V_r から岩盤物性値の推定には問題があるものと判断される。また、図-2に示す測線①-1では、データの取得

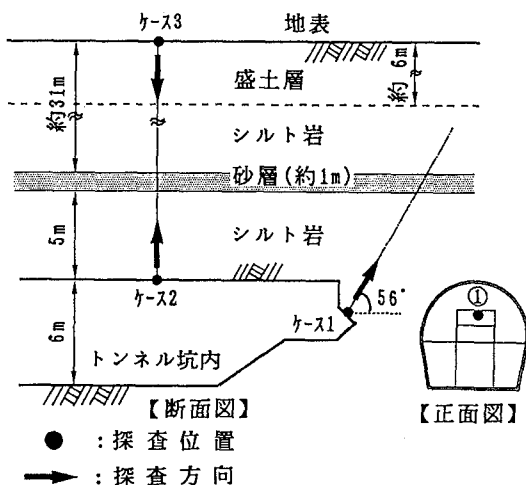
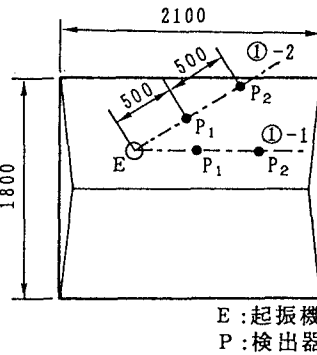


図-1 実験概要

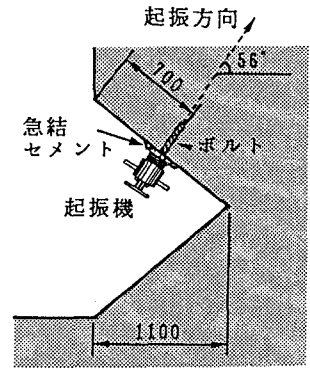
ができなかったが、これは掘削側面による反射波の影響によるものと推定される。

ケース2：探査可能距離は約10mであり、砂層の位置についてはほぼ正確に把握された。探査可能距離が小さかった原因としては、仮覆工によって岩盤との間に間隙が生じ、起振力が確実に伝播しなかったなどが考えられる。

ケース3：探査可能距離は約35mと大型起振機を用いたため、各ケース中最も大きかったが、砂層の検出された位置は3m程度浅く検出された。



【正面図】



【断面図】

図-2 ケース1：切羽面の状況（単位mm）

5. 実験結果の考察

上述の探査結果をベースに、①探査対象とした砂層の検出性能、②岩盤物性の評価性能の2つに注目して実験結果を次のようにまとめた。

①各ケースの実験結果を V_r についてまとめたものが図-3である。この図から分かるように探査対象である砂層の位置は探査距離の大きなケース3では3m程度の誤差が生じているが、ケース1、2においてはほぼ正確に検出されている。このことは、探査距離に応じて探査精度が変化することを示しており、その目安としては、これまで経験的に得られているように、探査距離の約10%程度と考えることが妥当である。この誤差に関しては実施工においては、本探査を施工サイクルに組込むことによって複数の探査結果を取得し、それらを総合的に判断することによってある程度取除けるものと考えられる。

②レーリー波速度はポアソン比が0.5に近づくにしたがってS波速度とほぼ同等になる。そこでこのことを利用してレーリー波速度をS波速度へ変換することによって様々な岩盤物性を評価することが可能である。今回の探査結果では、ケース2およびケース3はトンネル上部のレーリー波速度として500～600m/sの値を示しており、岩盤の状況とも比較的適合した値であると判断される。ただし、ケース1は明らかに他の2ケースより大きな V_r を示しているが、これは本探査を実施下場所がトンネル切羽という特殊条件であったことに加えて、斜め上方を探査するために複雑な形状としたことの影響が現れたものと考えられる。

6. まとめと今後の展望

本実験から、レーリー波探査法を前方探査として山岳トンネルの施工に適用していく上で、施工の障害となるような脆弱部の位置の確認が概ね可能であることが確認された。ただし、切羽前方の岩盤の物性値の推定については、地表面からの探査で実績が多いもののトンネル切羽という特殊条件下では、他の地盤情報と総合的な評価を行うなどの十分な検討が必要であることから、今後多数の現場におけるデータの蓄積を通じて検討していく必要があるものと考えられる。

【参考文献】*) 笠, 他: レーリー波探査法による山岳トンネル前方探査法の検討, 土木学会第46回年次学術講演会論文集VI, PP.194-195, 1991

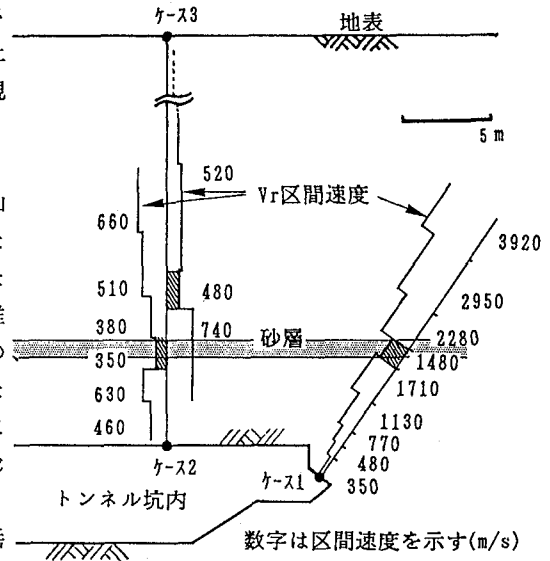


図-3 探査結果