

弾性波トモグラフィによる鉄道盛土の調査（調査手法の提案）

東海旅客鉄道（株）○正会員 堤 要二

地質計測（株） 正会員 岡本 栄

東海旅客鉄道（株） 正会員 神田 仁 正会員 吉岡 修

ジェイアール東海コンサルタンツ（株） 正会員 青柳幸穂

1. はじめに

筆者らは、鉄道等の盛土における探査の一手法としてののり面を打撃して対面側で弾性波を計測する、簡便かつ精度の高い弾性波測定法およびトモグラフィ解析法を提案し、新幹線の複線盛土を対象とした調査を行って手法の有効性の確認および盛土内部構造に関する考察を試みた¹⁾。

本編では本調査法を更に一般化するため、測点数が解析結果に及ぼす精度の比較に関して試算を行うとともに、調査法の改良に向けた現地試験を行い、調査法の標準化を図った結果を述べる。なお次編では、本調査法を東海道新幹線の複数箇所に適用して結果を並列し、比較考察を行った結果を述べる。

2. 測点の精度による解析結果の比較

一般に、弾性波トモグラフィにおいて走時データが多いほど精度は良くなるが、測定にかかる手間等を考えると、最適な測点数で効率的な調査を行うことが望ましい。このため、起振点受振点を密に配した測定データから測定点数を徐々に減らしていくことにより、最終結果に及ぼす精度の比較を試みた。

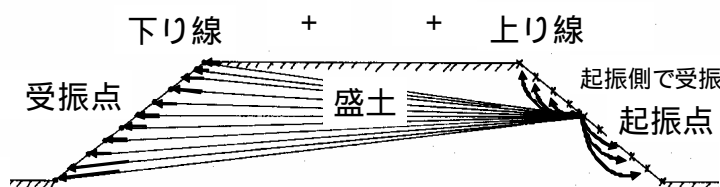


図1 本調査法のイメージ

本分析には、東海道新幹線の盛土におけるデータ¹⁾を用いた。ここでは図1に示すように、のり面（のり長約5m）を0.5mピッチで10点、鉛直または板叩き法により打撃してP波S波を発生させ、これを反対側の表面に0.5mピッチでセットした11点の地震計で起振側の6点の地震計で受振した。

図2に結果を示す。起振点受振点を10点×11点とした場合を(a)、この中から解析に用いるデータを各7点、5点、3点と減じた場合の盛土内速度分布を(b), (c), (d)にそれぞれ示す。(a)と(b)を比較すると、測点数が減少しても目立った変化は少ない。(c)では、盛土天端部の高速度層の存在がややぼんやりとするなどの違いが見られる。(d)では盛土中央部の速度分布に明確な違いが見られる。これらのことから、適切な測点間隔はこの場合、起振点受振点各7点以上（測点間隔では、0.5m～1mピッチ程度以内）であることが分かる。

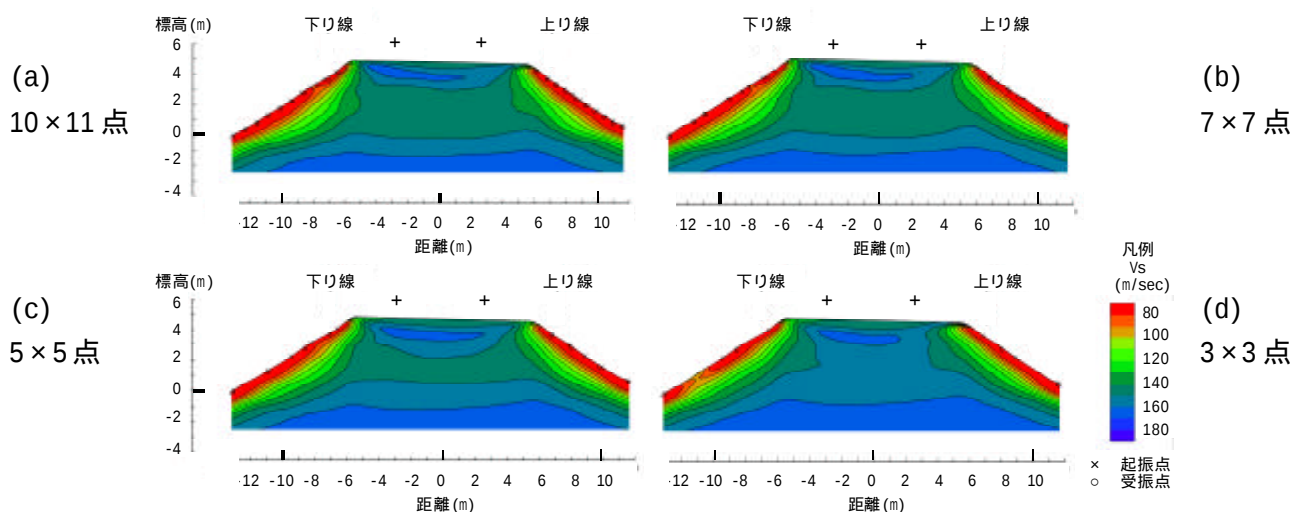


図2 トモグラフィに用いたデータ数の違いによる結果比較

キーワード：弾性波探査、トモグラフィ、盛土、Vs

連絡先：愛知県小牧市大山 1545-33 電話 0568-47-5370 FAX 0568-47-5364

3. のり面工設置箇所における調査方法

鉄道盛土などで調査を行う場合、雨対策として張りブロック工等が施工されている場合が多い。文献1)の調査ではそれを一時的に撤去したが、測定の簡便性からはそうした測定障害物を撤去せずに調査を行えることが望ましい。このため、(a)張りブロック工の上から打撃と受振をした場合、(b)張りブロック工にあけた穴を利用して打撃と受振をした場合のそれぞれを試行し、走時読み取りの可否を調査した。

その結果、(a)の張りブロック工の上から打撃受振をしたケースでは、P波は読み取れるものの、S波の読み取りが困難であった。これは張りブロックが一体的に移動するため、起振・受振位置の特定が困難であったことが主原因と考えられる。一方、(b)の張りブロックを削孔したケースでは、コアカッター（直径150mm）で削孔した穴から地山を打撃して弾性波を発生させ、同様の穴に地震計をセットして地山表面で受振することにより、P波S波ともに読み取りが可能であった。なお、S波の打撃では隣接して2穴を削孔し、それに棒状のものを差し込んで両者を一体的に打撃する方法（図3にイメージ図を示す）がより確実であった。

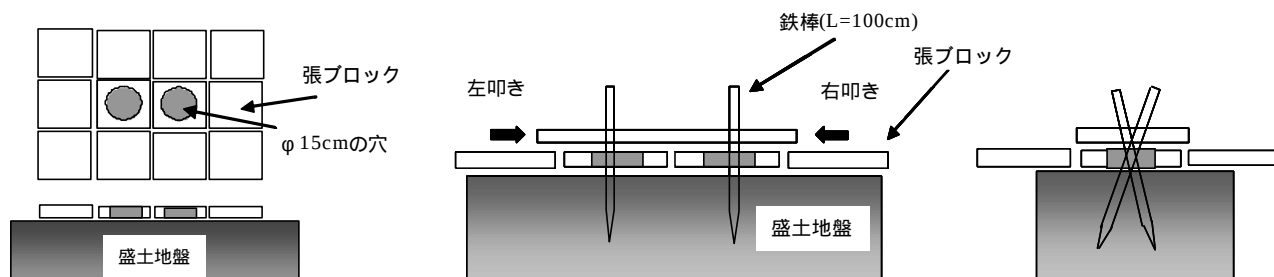


図3 のり面工箇所におけるS波打撃方法

4. 起振点受振点の盛土外側への拡張

盛土の内部構造、特に深部の情報を得ることを目的として、波線がより深くまで潜り込むように、盛土外側の地表面にも起振点受振点を設けて弾性波の測定が可能かどうか試行を行った。

その結果、盛土のり尻には一般的に土留擁壁が存在しているため、その基礎が障害となり外側では読み取りが困難であった。これを排除するためには、測点を擁壁から2m程度以上離すことが必要である上に、得られたデータが擁壁の影響を受けていないかの判別に配慮が必要である。また、大きな盛土では最遠点間の間隔が広まり、概ね30m程度以上の離れとなるとS/N比が小さく読み取りが困難であることも分かった。

これらのことから、盛土外側の記録を含めることにより深部の構造を詳細に把握できる可能性があるものの、鉄道盛土においては実際に適用が可能な箇所は比較的限定されるものと判断された。

5. 調査方法の標準化

以上の知見に基づき、鉄道等の盛土において弾性波探査を行い、内部および現地盤表層の構造を調査する場合の標準的な方法を図4に整理した。ポイントを列挙すると、測点間隔は概ね1m以下とし、のり表面を均等もしくは着目点近傍を密に分割する。打撃方法は掛け矢等による鉛直打撃(P)と板叩き法(S)による。

交通等暗振動が特に顕著でない限り、昼間測定が可能である。起振側受振側を入れ換えて往

復測定を行い、記録の信頼性を確認する。最遠の起振受振点間の距離は概ね30m以内とする。のり面に張りブロック等の障害物がある場合は、局所的に地山を露出させ起振受振を行う。のり尻に擁壁等の障害物がない場合には、盛土外側に測点を設けることも有効である。

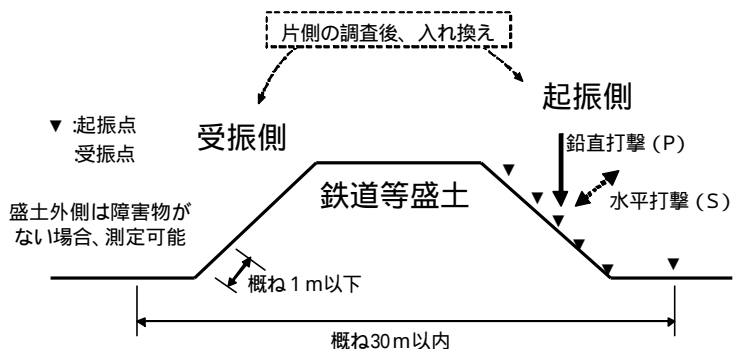


図4 鉄道等盛土の弾性波調査法

参考文献：1)神田ほか：東海道新幹線盛土における弾性波トモグラフィの試行、土木学会第58回学術講演会論文集、2002。