

高速道路土工区間における S 波速度分布の経年変化

中日本高速道路株式会社

正会員 中島 康介

中日本ハイウェイ・エンジニアリング株式会社

非会員 関口 将司

岐阜大学

フェロー会員 八嶋 厚, 正会員 村田 芳信, 荻谷 敬三

1. 目的

盛土は全国の高速道路において約 3,000km の延長を占める構造物であるが、その健全度を客観的に評価することはとても難しい。著しく個性的な盛土に対して、その健全性を客観的に評価し、それ以降の健全性変化を予測するためには、盛土構築直後から継続的モニタリングを行う必要があると考えられる。このため、物理探査を用いた道路盛土の健全度評価の試みが行われており、経年変化を確認するための初期値取得も行われている²⁾。本稿では、2008 年に初期値を取得した高速道路土工区間において、2次元表面波探査を行い、盛土内部の S 波速度の経年変化の可視化を試みた計測事例について報告する。

2. 計測の方法

2008 年と同じランドストリーマー方式の 2次元表面波探査を実施した。これは受信機（固有周期 4.5Hz の速度型地震計）を 1m 間隔で 24 基連結し、かけや（約 10 kg）で路面上の硬質ウレタンマットを人力打撃した際に発生する表面波を計測するものである。計測後に起震源と受信機を移動し、再度計測を行い、移動と計測を繰り返して実施する方法である。今回の計測では、起震源と受信機を 4m ずつ移動して計測した。探査速度は約 200m/h となった。

2008 年と同じ方法の計測を行うとともに、FWD 試験車を起震源とした 2次元表面波探査を実施した。これは、供用中道路の計測を効率的に行うために開発された手法³⁾である。FWD 震源の計測では、地震計を取り付けた台車を 2m ピッチで 24ch 連結し、FWD 試験の重錘落下の衝撃（重さ約 200 kg 程度の重錘を落下させた 49kN の衝撃荷重）を起震源として計測した。その後 20m 移動して再度、起震・計測を行い、移動と計測を繰り返して実施した。FWD 震源の 2次元表面波探査の計測は距離程 0～650m 間にて実施した。探査速度は約 500m/h となった。

3. 計測結果

図 1 に、FWD 震源とかけや震源による S 波速度の違いを示す。上の図（FWD 震源）では、10m 間隔で観測波形を相互相関処理（CMP 解析）して S 波速度分布を求めている。下の図（かけや震源）では、起震点間隔と同様の 4m 間隔で同じく CMP 解析を実施した。これらより、以下のことがわかる。①FWD 震源は、盛土部の深さ 20m 程度まで速度構造を把握できている。一方、かけや震源では、深さ 15m 程度までの可視化が限界であった。②切土部の高速度部では、いずれも岩盤深くまでの速度構造の把握は難しい。③FWD 震源は盛土部の局所的な低速度域を把握することが難しく、速度をやや過大評価する傾向にある。

図 2 に、ランドストリーマー方式（かけや震源）での 2次元表面波探査結果を示す。2008 年と 2020 年の S 波速度断面を並べている。図中には、測線位置での原地盤高さを黒い実線で示している。また、2008 年から 2020 年への S 波速度の変化率を算出し、図 2 の下段に示す。これらの図より、以下のことがわかる。

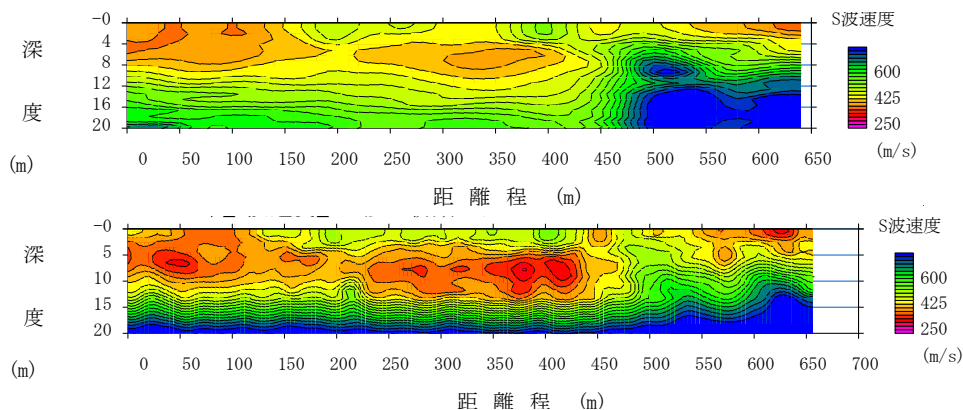


図 1 起震源の異なる 2次元表面波探査の結果（上：FWD 震源，下：かけや震源）

キーワード 高速道路, 盛土, 表面波探査, S 波速度, 経年変化, 健全性

連絡先 〒460-0003 名古屋市中区錦 2 丁目 1 8 番 1 9 号三井住友銀行ビル 9 階 環境・技術企画部 TEL 052-222-3623

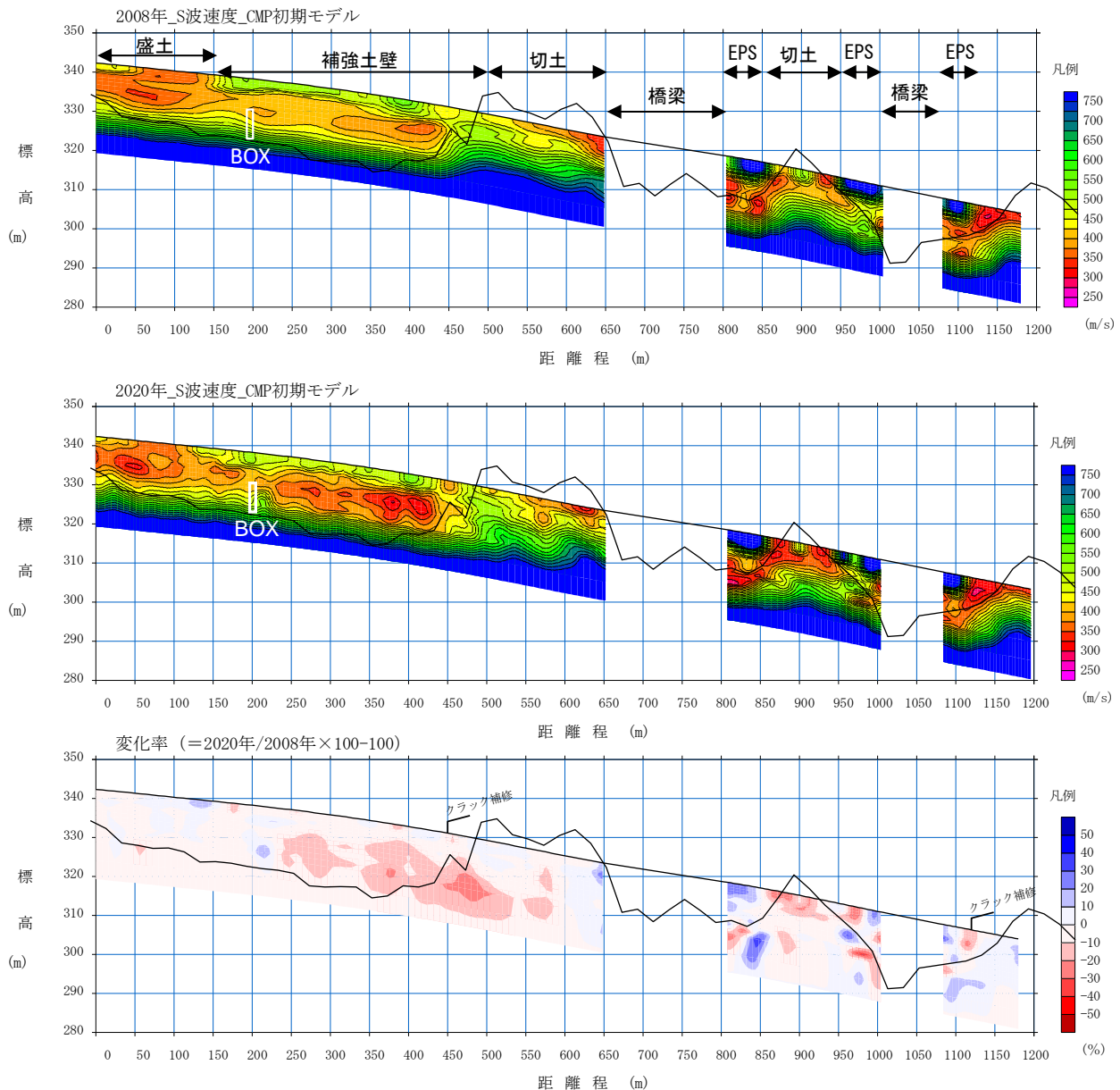


図2 2次元表面波探査（ランドストリーマー）の結果（上：2008年，中：2020年，下：2つの時期の変化率）

①切盛境付近で、盛土側と地山側との両方に最大20%程度のS波速度の減少がみられる。②路面に発生したクラックの補修跡と速度の低下域が一致する。S波速度の減少領域のうち、地山側に設置されている補強土壁には変状が見られなかったため、このクラックは切盛境の盛土側が沈下して発生したものと推察される。また、地山自体のS波速度が500m/s以上の高速度であり、これまでの計測実績からも高速度領域においては計測精度が低下することが分かっている。これらのことから地山側における速度変化は、解析上の誤差と考えられる。

4. まとめ

今回の探査結果から、同一箇所において時期の異なる表面波探査を実施することで、当該箇所の経年変化を確認することができた。また、2次元表面波探査の2つの手法（かけや震源、FWD震源）の結果を比較することで、それぞれの分解能、探査深度などについても確認することができた。今後より多くの健全な盛土における計測や、変状の進行が見られる盛土での計測を行うことで、探査結果と健全度との結びつきを確認することができる。

また、表面波探査の計測手法や機器の特性をよく理解し、現地状況の把握に努め、点検結果や、施工時の情報（平面図や構造図）と合わせて総合的に探査結果を評価・判断することで、より正確な健全度の把握ができるようになる。

参考文献

- 1) 村田芳信ら：地すべり地形に構築された道路盛土の健全性評価の試み，第74回土木学会年次学術講演会，2019。
- 2) 笹本直之ら：予防保全を目的とする高速道路大規模盛土の2次元表面波探査による初期値取得，第72回土木学会年次学術講演会，2017。
- 3) 荻谷敬三ら：交通規制下におけるFWD試験を震源とした2次元表面波探査の効率化への試み，土木学会第73回年次学術講演会，2018。