

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

岐阜大学 正会員 ○荻谷敬三 正会員 村田芳信

岐阜大学 フェロー会員 八嶋 厚 非会員 Quan Nguyen

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 中村洋丈 正会員 風戸崇之

1. はじめに

社会基盤の維持管理が重要視されている中、平成 28 年度に「舗装点検要領」が策定され、昨年度には「道路土工構造物点検要領」が策定された。そこでは、盛土高さ概ね 10m 以上の高盛土を対象とした 5 年に 1 回を目安の近接目視による点検が推奨されている。筆者らは道路盛土ならびに舗装の健全性評価を目的とした 2 次元表面波探査ならびに牽引式電気探査の自動化技術を開発し、FWD 試験と同時にその動的荷重を震源とする表面波探査を実施することにより舗装と盛土を一体的に評価する手法を開発した。本研究は高速道路の車線交通規制下において本手法を検証する機会が得られ、FWD 試験を震源とした 2 次元表面波探査を実施し、起振源間隔を変化させることにより得られる S 波速度分布の違いを検討した。

2. 計測の概要

中日本高速道路(株)中央自動車道の松本保全・サービスセンター管内の伊北 IC～岡谷 JCT 間において大規模更新・改修工事が実施され、その規制区間において計測を実施した。工事区間は 187.3kp から 191.2kp 間の上り線およそ 3.9km であり、下り線を対面通行とすることにより上り線を通行止めにして実施された。計測はこの区間のうち辰野トンネルとその前後、ならびに始点、終点付近を除く延長約 2.5km (盛土区間 1.6km, 切土区間 0.9km) において実施した。FWD 試験を震源とした 2 次元表面波探査は、4.5Hz 速度型地震計を 2m ピッチで 24ch 連結した台車を FWD 試験車両で牽引し、10m 毎に移動しながら衝撃载荷し、FWD 試験により励起される波動を計測した。FWD 試験は、動的载荷を 4 回繰り返すもので、その中の 1 打撃による波動を観測した。計測状況を写真-1 に示す。計測時間は FWD 試験により左右されるが、1 時間当たりおよそ 400m 計測することができた。¹⁾ 今回さらなる作業効率の向上と探査結果の精度確保を両立させることを目的として、10m 毎に計測された観測データを、20m 毎、30m 毎に間隔を広げて、解析結果に及ぼす影響を検討した。



写真-1 計測状況

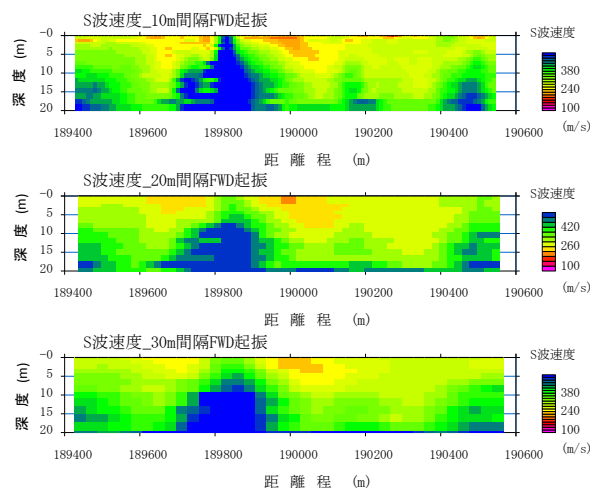


図-1 自動解析による S 波速度分布図

3. 解析結果

図-1 に自動解析から得られた S 波速度分布図を示す。これは 1 打撃の起振で捉えた波形から平均位相速度を求める手法であり、上から起振間隔を 10m, 20m, 30m とした。起振間隔を広げることで速度境界が不明瞭となり、特に浅い表層部の速度コントラストが見られなくなる。また速度は全体的に高めとなる。これは地山部の速度を平均化するためと考えられる。表層部の低速度部分の速度コントラストは、30m 間隔ではほとんど見られな

キーワード 表面波探査, FWD, 重交通

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部 TEL 058-293-2499

くなっている。図-2 に CMP 解析から得られた S 波速度分布図を示す。これは 2 つの受振点の midpoint で同じ地点の記録を集めて相互相関処理を行った波形 (CMP 解析) から位相速度を求める手法であり, CMP 間隔をいずれの場合も 10m とした。CMP により起振点間隔が広がったことによる影響は補間されることがわかる。地山 (高速部) や速い盛土部では, 位相速度を高く評価する傾向が見られるが, 盛土部ではいずれの間隔の計測においても, ほぼ同様な速度を評価している。ただし, 表層部の速度をやや平均化する傾向が確認できる。

図-3 にインバージョン解析による S 波速度分布図を示す。これは CMP 解析によって得られた 10m 毎の 1 次元速度構造を最小二乗法により近似させる方法である。インバージョン解析をすることにより, それぞれの起振間隔による速度分布は, ほぼ同様な値に補正できることがわかる。最下の図は起振間隔を 30m と 10m とした場合に解析から得られる速度の差を表したものである。この図より 30m 間隔では, 地山の高速部分やコントラストの大きな境界部での補正に難があることがわかる。

10m 毎の測定データを 20m 毎に分けた場合, 奇数番と偶数番の 2 グループの測定データが得られる。図-4 の上図は偶数番のデータから解析した分布図であり, 奇数番のデータから解析した分布図 (図-3 の 2 段目) との速度差を下図に示す。速度の相対的に低い盛土部分では, ほぼ同様な速度構造が得られるが, 地山部分などの速度の速い部分では速度差が顕在化することが確認できる。

4. まとめ

これまでに FWD 試験と 2 次元表面波探査を同時に実施することにより, 交通規制下でも S 波速度構造を評価できることを実証してきた, 今回の解析により, 深さ 20m ほどの盛土地盤の評価において, 起振間隔を 20m 程にして効率化を図ることが可能であり, 速度構造評価には CMP 解析による初期モデル作成, ならびにインバージョン解析が有効であることが確認できた。また, これより計測の高速化を図る可能性が得られた。本研究の計測にあたり, 中日本高速道路株式会社, 松本保全・サービスセンター様に多大の御協力を頂きました。ここに記して深謝いたします。

参考文献: 1) 荻谷敬三, 村田芳信, 八嶋 厚, QuanNguyen, 中村洋丈, 風戸崇之: 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, 第 53 回地盤工学研究発表会, 2018

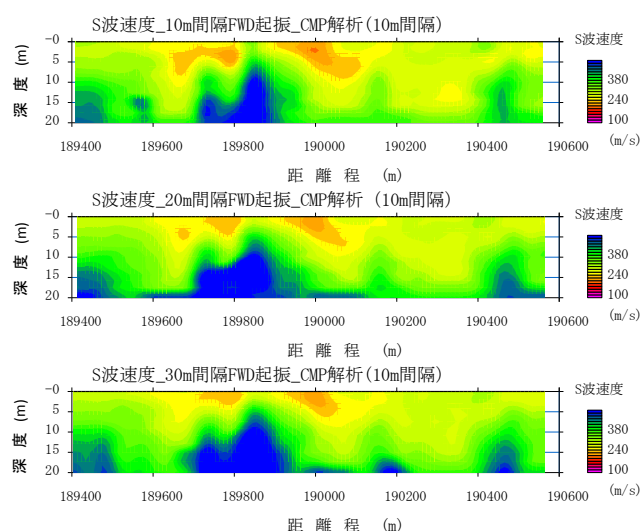


図-2 CMP 解析による S 波速度分布図

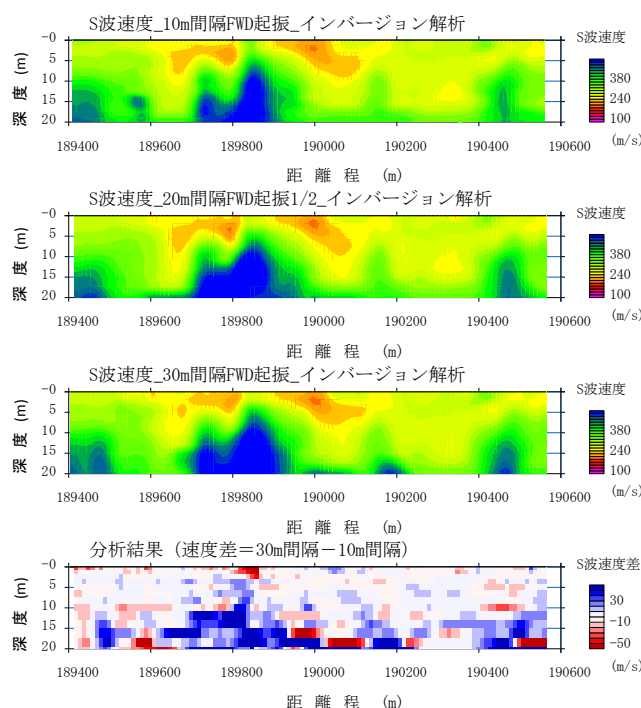


図-3 インバージョン解析による S 波速度分布図

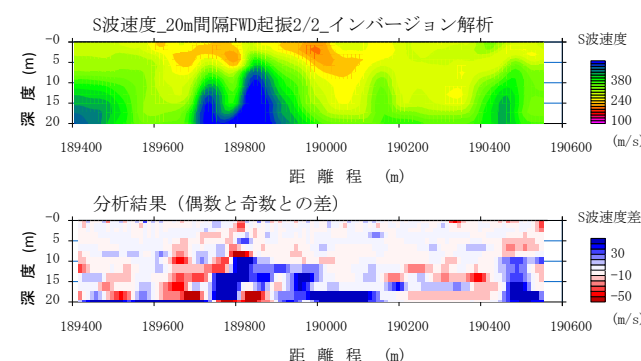


図-4 起振間隔 20m 時の S 波速度差