

## 舗装と盛土構造の点検診断に用いる探査技術の高速化

岐阜大学 学生会員 ○武田 和祥 フェロー会員 八嶋 厚 正会員 沢田 和秀 村田 芳信  
岐阜大学 荻谷 敬三 (公財) 岐阜県建設研究センター 加藤 一郎

### 1. 研究背景および目的

豪雨や地震によって道路盛土が崩壊すると、交通網が遮断し、救命活動や災害復旧に影響し、大きな損害をもたらす(写真1)。この原因は路体や地山にあることが多い。日本では路面の状態を評価するMCIや衝撃荷重により舗装のたわみを計測し舗装各層の強度や健全度を判定するFWD試験が広く用いられているが、路床以深の路体や地山の調査をすることはほとんどない。

本研究ではMCIやFWD試験では把握しきれなかった路床以深の層にも着目し、舗装の根本的な劣化原因を含めた健全性と盛土の安定性を、同時に舗装表面から効率的に点検、評価するために表面波を用いた自動化点検診断技術を開発する。その診断結果と道路の補修履歴等の管理情報に基き、本質的な予防保全による道路の長寿命化とライフサイクルコストの軽減を最終目的とする。

2次元表面波探査とは、地表面を起振することで表面波を発生させ、周波数(波長)による伝播速度の違いを測定・解析することにより地盤のS波速度構造を推定できる物理探査の一種である<sup>1)</sup>。地表面から非破壊で探査することができ、得られたS波速度構造から地盤内部の状態を把握することができる。地盤内部の状態の把握にはボーリング調査等も用いられるが、道路盛土や河川堤防など長い延長の評価を行う際には多くの個所でボーリング調査が必要となり費用と時間がかかる。しかし2次元表面波探査を用いることで、長い延長の側線も比較的簡易に調査できる。この2次元表面波探査自体は新しい技術ではないが、計測時間と費用を削減するために自動化技術を開発する。



写真1 豪雨により崩壊した道路盛土

### 2. 自動化技術の開発

既往の探査技術の探査速度と操作性を向上させるために、たくさんの加速度計を水平なバーに20cmもしくは1m間隔で吊るした装置を開発した(写真2)<sup>2)</sup>。以下に特徴を示す。

- (1)一定の速度でけん引する場合、加速度計は進行方向に進んでは止まるを繰り返す。
- (2)装置が動いている間、加速度計は地表面から離れて持ち上がる。
- (3)装置の停止に伴い加速度計が接地した後、起振機によって起振する。

この装置を用いていくつかの現地計測を実施した結果、カーブのある道路では装置がうまく付いてこなかったり、装置が停止した際に完全には接地しない加速度計もあるといった問題点が顕在化した。これらの問題点を解決するために新たに2種類の異なったタイプの装置を開発した(写真3)。



写真2 初期モデルの計測装置



写真3 2種類の改良モデルの計測装置

### 3. 新東名高速道路での計測

開通前の新東名高速道路55km区間中、土工区間となる本線路肩において上下線合計29.28kmと小段合計9.85kmの合計39.13kmの区間で、2種類の改良モデルの計測装置を用いて2次元表面波探査を実施した<sup>3)</sup>。写真4に新東名高速道路土工部と2次元表面波探査の様子を示す。初期モデルでの現地計測では1時間で200m程度の計測速度であったが、改良モデルでは1時間で500m程度に計測速度が上昇した。この速度は、当初目標としていた計測速度を満足するものである。

また、今回の計測で、高速道路の盛土の初期剛性が連続的に得られた。図1に探査結果の代表例を示す。結果として、同じ密度管理の施工基準で造られたにも関わらず、異なる盛土材料の区間でS波速度に大きな違いが見られた。堆積岩ズリで施工された盛土区間のVsの最小値は300 m/sec以上であるのに対して、マサ土で施工された盛土区間のVsの最小値は200m/sec程度という結果になり、剛性に大きな違いがあるという結果が得られた。いずれにしろ、初期状態としては健全な盛土であることがわかった。このような初期データを蓄積することによって、将来の計測時に比較対象となる状態を知ることができた。

従来では盛土の安定性は安全率Fsによって照査されている。安全率は盛土構成材料の密度( $\rho$ )内部摩擦角( $\phi$ )、粘着力( $c$ )、地下水位で決まる。したがって、2次元表面波探査からN値および内部摩擦角等の相関が得られれば、盛土延長全体の安全率照査が可能となると考えた。



写真4 新東名高速道路と探査の様子

### 4. 今後の予定

開通前の高速道路は交通がなく静的な計測環境で行われたが、開通後の高速道路や一般道での計測では全面通行止めにはすることは不可能であり、動的交通下の環境で計測が求められる。そのような環境でも計測を可能にするために、今後はFWD試験と2次元表面波探査を同時に実施するハイブリッド計測を行う。これにより、FWD試験の得意とする表層近くの結果と2次元表面波探査の得意とする深い層での結果を総合的に表現することができる。その結果、従来から蓄積されてきたFWDのノウハウと2次元表面波探査のノウハウを融合することができる。また、舗装表面の補修が行われた道路で計測を行い、補修前後での計測結果の違いを確認することによって、今まで行われてきた舗装表面の補修の有効性や舗装の根本的な劣化原因に基づいた補修案を提案していきたい。

#### 参考文献

- 1) 西垣直毅：表面波探査と数値解析を用いた盛土の安定性評価, 平成23年度岐阜大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻学位論文
- 2) 村田芳信、八嶋厚、沢田和秀：表面波探査装置及び表面波探査装置による地震波の測定方法, 特開2012-220355
- 3) Yashima, A., Sawada, K., Murata, Y., Kariya, K, Takeda, K., Kato, I. and, Endo, T. (2016) : Development of automation for check and diagnosis of pavement and earthfill structure, 中部国際シンポジウム, 2016

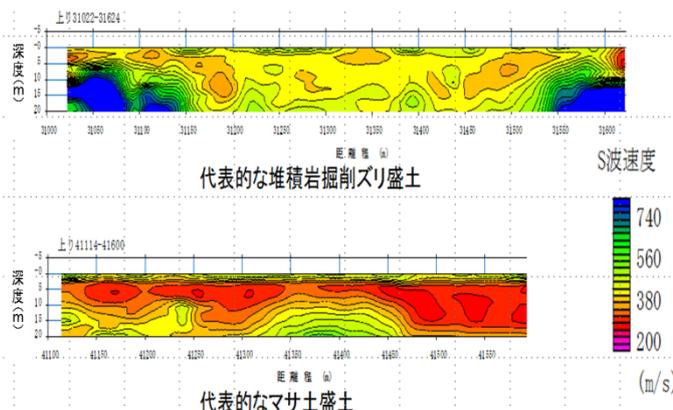


図1 探査結果の代表例