2023年度関西土木工学交流発表会

第Ⅲ部門

表面波探査を用いた土のう路盤の振動特性の分析

京都大学大学院工学研究科学生会員 〇西村 奈都 大林道路株式会社 正会員 丸尾 繁 京都大学大学院工学研究科 正会員 木戸 隆之祐 大林道路株式会社 正会員 光谷 修平 ボンドエンジニアリング(株) フェロー会員 木村 亮

1. はじめに

災害復旧時等の仮設用道路建設における低コストかつ環境負荷の少ない工法の1つとして,優れた支持力特性¹⁾ や交通振動低減効果²⁾等を示す土のうを用いた路盤構築が挙げられる.土のう路盤の載荷特性は,個々の土のう の締固め度やそれに起因する強度特性に依存すると考えられる.しかしながら,地中に埋設した土のう路盤の性能 を直接計測することは困難である.地中の土質特性や強度特性を推定する非破壊検査法の一つに表面波探査が挙 げられるが,過去に土のう路盤に表面波探査を適用した事例はない.そこで本研究では,表面波探査を土のう路盤 構造に適用し,その振動特性を把握した.具体的には,試験対象となる地盤の一部を土のうに置き換え,土のうの 有無によりレイリー波の伝わり方がどのように異なるかを調べた.

2. 表面波探査の概要

表面波探査は、写真1に示す通り一定の間隔で受振器を設置し、地表をハンマー等で地表面を起振した際、地表 付近を伝わるレイリー波やラブ波を測定する試験である³⁾. 試験対象は、図1に示す通り全長16m,幅4mで、 路盤・舗装の異なる5種類の区間である. 設計CBR20の現地盤の上層に、3種類の路盤と3種類の舗装を施した 区間に対し、受振器を設置し試験を行った. 路盤は2段の土のう路盤、3段の土のう路盤、砕石路盤の3種類、舗 装は樹脂の固化剤で固めた土系舗装、自然由来の固化剤で固めた土系舗装、アスファルト舗装の3種類である. な お、土のうの中詰め材およびレベリング層には真砂土を使用した. 試験手順は、測定対象区間の中央を測線とし、 1mあるいは2m間隔で受振器を8個、1個目の受振器から3m離れたところに測定器を、起振点に金属板をそれ ぞれ設置し、その上をハンマーで叩き起振する. これを各ケース10回ずつ繰り返し、測定データをストックする.





写真1 表面波探査の装置

3. 試験結果

3.1. 路盤材とレイリー波速度の関係

図2に砕石路盤のレイリー波の波形を、図3に土のう路盤のレイリー波の波形を示す.縦軸は起振点に最も近 い受振器からの距離を,横軸は時間を,それぞれ表している.すなわちグラフの上側ほど起振点に近い受振器での, 下側ほど起振点からの距離が遠い受振器での波形を表す.また,各受振器で測定された波の振幅は,様々な周波数 の波が蓄積され生じるエネルギーの大きさを意味する.工区C・Dの砕石路盤の波形(図2)では,0.0m地点の 受振器で30msec前後に観測された振幅の大きな波が7.0m以降の受振器まで一定の速度で伝播している傾向があ る.また,各受振点で最大振幅の波が測定された後,100msec以降は,どの受振器でも波形の振幅,すなわち波の エネルギーが非常に小さくなっている.その一方,工区Aの土のう路盤の波形(図3)では,工区C・Dで見られ たような波形が一定の速度で伝播する様子が見られない.特に2m,7m位置において同じく100msec以降も波の エネルギーが大きい箇所が確認される.すなわち波が振動していることがわかる.この結果から,比較的密実な砕 石路盤は波が一定の速度で伝播する均質な地盤であるのに対し,空隙が多い土のう路盤では波が乱されて伝わる

Natsu NISHIMURA, Ryunosuke KIDO, Makoto KIMURA, Shigeru MARUO, Syuuhei MITSUTANI nishimura.natsu.22c@st.kyoto-u.ac.jp 口頭Ⅲ- 6

不均質な地盤であると考えられる.また,個々の土のうの締固め具合を含む状態が均質でないことも,レイリー波 が乱された原因であると考えられる.

3.2 土のう路盤の解析

表面波探査により得られたデータは、「SeisImager」(応用地質(株)製)を用い解析を行い、レイリー波から得 られた分散曲線をもとにS波速度構造を出力した.図4に工区Aの波形データをもとに解析した一次元速度構造 分布を示す.図4において、濃いグレーの部分は信頼度の高いデータを、薄いグレーの部分は信頼度の低いデータ を意味する.すなわち、土のうが存在する地表から0.20mの深度領域では、路盤の硬軟を評価することができてい ない.本試験における受振器間隔は、最低1.0mと波長に対し長かったことから、土のう路盤部分は信頼性に欠け る結果となった.この結果になった原因は、受振器間隔が広すぎたこと、周波数が低かったことなどが考えられる. 今後の課題として、受振器間隔を狭めることや軽量なハンマーを使用することなどが挙げられる.

4. 結論

土のう路盤の力学特性について,非破壊でその地下構造を可視化するため表面波探査を実施した.その結果,砕 石路盤よりも空隙が多い土のう路盤では,レイリー波が乱されることが明らかになった.

謝辞

本研究を行うにあたり,京都大学防災研究所 後藤浩之教授には,表面波探査の機材の貸与,試験結果の解釈な ど多大なご支援をいただいた.ここに謝意を示す.

参考文献

- 1) 福林良典,木村 亮:開発途上国農村部における貧困削減に向けた未舗装道路改修方,土木学会論文集 C, Vol.63, pp.783-796, 2007.
- 2) 松岡 元:土のう (Soilbag) による地盤環境振動対策工法,地盤環境振動低減対策工法講習会,地盤工学会, pp.45-59,2010.
- 林 宏一,齋藤正徳:表層が高速度の地盤における P-SV 波動場の分散曲線とその解析,物理探査学会第110回学術講演会 講演論文集,pp.39-42,2004.





図4 2段土のう路盤の速度構造分布