常時微動測定に基づく軟弱地盤上の道路盛土の地震動増幅モデルの開発

パシフィックコンサルタンツ(元・愛媛大学大学院)正会員 〇佐伯 嘉隆 愛媛大学大学院 フェロー 森 伸一郎 西日本高速道路 特別会員 冨田 雄一

1. はじめに

性能設計体系の下では道路盛土の耐震安全性や残留変形を評価するには,FEM等による詳細評価法の他に簡易評価法が望まれる.現在,簡易法として Newmark のすべり土塊法が利用されているが,この入力には地表面において期待される地震動が用いられている.したがって,盛土の増幅特性は陽な形では考慮されていない.本研究では,盛土の増幅特性を考慮した地震動の簡易評価のため常時微動測定に基づく道路盛土の地震動増幅モデルを開発した.

2. 対象区間と実施内容

高知自動車道の伊野 IC から須崎東 IC 間内の約 10 km の軟弱地盤地帯上盛土 44 地点を対象とした.表面波探査の収録装置は McSEIS-SXW(応用地質製)を用い,解析ソフトは(SeisImager/SW)を用いた.これにより地盤や盛土の Vs を適切に評価した¹⁾²⁾.常時微動測定には振動測定器 GEODAS-12-USB-24ch と,周波数が 0.5~20 Hz の 3 成分の感心器が内蔵された速度計 CR4.5-2S を使用した.これを用いて測定結果を整理した³⁾.また,表面波探査による Vs をパラメータとして二次元 FEM 解析を実施した⁴⁾.これらの結果を踏まえて比較検討する.

3. 常時微動と数値解析

常時微動測定と二次元 FEM 解析の結果を比較する.図-1 に KP 140.450 地点の自由地盤地表面に対する盛土法肩の(a)常時微動による水平動スペクトル比と(b)線形の FEM による伝達関数を示す.FEM では 2 Hz 付近で 1 次ピーク,5 Hz で 1 次ディップが現れる.これより高振動数領域でもピークとディップが現れるが,明瞭な形状を示さな

い. 常時微動においても1次ピークが2~3 Hzで現れ,5Hzではディップが現れる.こ れより高振動数領域では増幅倍率が1~1.5 の間で揺らいでいる.全体的に見てスペク トル比と伝達関数の形状は似ており,この FEM 解析結果により常時微動測定による増 幅特性評価の妥当性が示された.

4. 道路盛土の地震動増幅モデル

図-2 に全地点における自由地盤地表面に 対する盛土法肩の水平動スペクト ル比を示す.この図から1Hzより高 振動数に1次の卓越振動数が認めら 1 れるため、1次卓越振動数で正規化 する. 図-3 に正規化した水平動スペ クトル比を示す. 図中にある直線が Н 開発した地震動増幅モデルの概略 1 \mathcal{V} 図である.これはピーク~ディップ ~プラトーの形状を示している.ピ ークがディップよりも低振動数側 に現れるのは, 盛土-直下地盤系の



キーワード 盛土,増幅,常時微動,地震動,道路 連絡先 790-8577 愛媛県松山市文京町3 愛媛大学大学院理工学研究科

究科 mori@dpc.ehime-u.ac.jp

1次卓越振動数が自由地盤の1次卓 越振動数よりも低い場合のみで,そ のような条件が必要である.ピーク, ディップ,プラトーは各地点で異な るため,これらのパラメータを検討 する.

図-4 に水平動スペクトル比のピ ーク,ディップ,プラトーとせん断 波速度比を示す.せん断波速度比と は自由地盤に対する盛土-直下地 盤系の平均 Vs の比である.自由地

盤のデータ数は少ないので、盛土法尻に対する盛土法肩のデー タも併せて検討する.図-5に水平動スペクトル比のピークとせ ん断波速度比の関係(盛土法肩/盛土法尻)を示す.2つの図 を併せて検討すると、ピークには反比例の相関があり、ディッ プ、プラトーについても同様のことが言える.また、図中に示 した曲線は推定式である.次に、開発した地震動増幅モデルを 用いて実際に自由地盤地表面の時刻歴から盛土法肩において 期待される時刻歴を算出する.図-6に KP 140.700地点の地震 動増幅モデルを用いて計算した結果を示す.自由地盤地表面で は最大 460 cm/s²であるのに対し、盛土法肩では最大 550 cm/s² となり、1.2 倍程度増加していることがわかる.

5. 結 論

本研究により得られた知見は以下の通りである.

- (1) 常時微動による水平動のスペクトル比と二次元 FEM 解析
 による伝達関数を比較すると、全体的に見て形状が等しく、
 理論的根拠になることが示された。
- (2) 自由地盤に対する盛土-直下地盤系のせん断波速度比を パラメータとしたピーク、ディップ、プラトーの形状をした、道路盛土の地震動増幅モデルを開発した.

謝辞:本研究は,地盤工学会四国支部内に設けられた「NEXCO 西日本四国支社 耐震性評価手法検討委員会」(委員長 愛媛大 学矢田部龍一教授)の研究の一環として実施したものです.盛 土 WG 主査の岡村未対先生,西日本高速道路四国支社の関係者 の皆様には大変お世話になりました.記して謝意を表します.

参考文献

 森 伸一郎, 佐伯 嘉隆: 異なる拘束圧下にある土層のせん断波速度, 第42回地盤工学研究発表会講演集, pp.337-338, 2007.7.2)田窪 裕一, 神野 邦彦, 佐伯 嘉隆, 森 伸一郎, 河野 幸一: 表面波探査による高 速道路盛土提体のせん断波速度, 第42回地盤工学研究発表会講演集,





pp.37-38, 2007.7.3) 佐伯 嘉隆,森 伸一郎,河野 幸一,神野 邦彦:常時微動による高速道路盛土の地震動増幅特性,第42回 地盤工学研究発表会講演集, pp.1785-1786, 2007.7.4) 神野 邦彦,西本 健一,森 伸一郎,佐伯 嘉隆:2次元 FEM 解析による 水平成層地盤上の高速道路盛土の地震動増幅特性,第42回地盤工学研究発表会講演集, pp.1711-1722, 2007.7.