H/V スペクトル比から推定される表層S波速度の不整形地盤における適用性

法政大学大学院 学生会員 〇大塚 経志郎 正会員 酒井 久和 株式会社日建設計シビル 正会員 西山 誠治 正会員 本田 道識

1. はじめに

シナリオ地震における地表の地震波や観測記録からの推定基盤波は、地盤を1 次元の成層地盤として計算 されるのが一般的である.その際、PS 検層結果や標準貫入試験より得られるN値からS波速度構造を推定す ることが少なくないが、近年ではより簡便な調査法として常時微動を用いた方法が提案されている.常時微動 より観測される水平動と上下動のスペクトル比(以下、H/Vスペクトル)から推定される卓越周波数は、表層 と基盤のコントラストが明瞭な地点において、実地盤の固有周波数とほぼ一致することが報告されておりり、 地盤のS波速度構造を精度よく把握できると考えられている.一方、1次元でモデル化できない不整形地盤に おいては、地表のH/Vスペクトルが地盤の不整形性によって影響を受けることが示されている²⁾.ただし、基 盤が傾斜部から水平基盤部に移行した地点においては、基盤の傾斜が地表の周波数特性へ与える影響に関し て十分な検討がされておらず、より詳細な検討が必要であると考えられる.本研究では、中央部が水平で左右 両側に傾斜部を有する水平地盤に対して、2次元 FEM により H/V スペクトルに相当する地表の H/V 伝達関数 比を算出し、1次元成層地盤との比較により不整形地盤でも表層のS波速度が精度よく推定できる範囲につい て検討した.

2. 研究方法

(1)地盤モデル

2 次元 FEM により図-1 に示す両側基盤傾斜地盤をモデル化した.地盤は堆積層と基盤層からなる2層構造 で線形弾性体とし、それぞれの物性値を表-1 に示す.モデルのサイズは縦が30m、横幅は地盤の半無限性を考 慮するため実際は1800m 確保しており、図-1 はその一部を示している.メッシュサイズは、精度保証周波数 を10Hz 確保するため、堆積層は1m×1m、基盤層は最大で高さ4m×幅8mとした.減衰は、堆積層と基盤層で 一律3%の材料減衰比とした.

(2)解析条件

解析は周波数応答法より,周波数領域 0.1~15.0Hz,周波数間隔 0.1Hz で水平と鉛直の 2 方向同時加振を行い,水平鉛直の伝達関数から H/V 伝達関数比を算定した.

(3)境界条件

境界はモデル底面を粘性境界要素(せん断波速度 Vs=400m/s,密度 ρ=2.0t/m³),モデル側方は中心から 900m のモデル端部と広域の自由地盤を、ダッシュポットを介して接続した粘性境界とすることで地震動の逸散現象を再現した.



キーワード 不整形地盤, H/V スペクトル比, 周波数特性 微動観測 連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市ヶ谷田町 2-33 法政大学 TEL 03-5228-1429

-115-

3. 解析結果

解析ケースを表-2 に示す.各ケースの地盤モデルに対し て,図-1 に示すように傾斜終了地点を x =0m として,地盤 モデルの中央部 (x=B/2m) まで 10m 間隔で地表の H/V 伝達 関数比を算出した.CASE1-1~1-3 の伝達関数比コンターと, CASE1 の地層厚を持つ 1 次元成層地盤の伝達関数比コンタ ー(1D)を図-2 に示す.なお,本検討では 1 次元成層地盤を比 較対象としているが,別途実施した固有値解析や水平動のみ

表2 解析ケース

	地盤幅	堆積層層厚	傾斜角度
	<i>B</i> (m)	<i>H</i> (m)	α°
CASE1-1	400	10	45
CASE1-2			18.4
CASE1-3			9.5
CASE1-4			5.7
CASE2-1		20	45
CASE2-2			18.4
CASE2-3			9.5
CASE2-4			5.7

の周波数応答解析において1次元成層地盤と仮定した場合とほぼ同じ周波数が卓越することを確認している. 図-2においては、1次元成層地盤では3.5Hzで1次卓越周波数を示しているが、CASE1-1~1-3では評価点に よってばらつきが見られる. 傾斜部付近において、CASE1-1、1-2では1次卓越周波数が明確でないが、CASE3 では1次元成層地盤の1次卓越周波数と同程度の周波数が卓越しており、基盤傾斜が緩くなると地盤の不整 形性による影響が小さくなると考えられる. 次に、各ケースの評価点ごとの地盤卓越周波数を図-3 に示す. CASE1-1~1-3 では x = 0~20m で卓越周波数が1次元成層地盤より1.2 倍以上高い. 特に CASE1-1, 1-2 では、 傾斜終了地点 (x=0m) において高周波成分が顕著に卓越し、1次元成層地盤とは3倍以上の差異が見られる. さらに、評価点 x=110~120m では全てのケースで卓越周波数が1.3倍ほど高周波側に評価されている. 一方、 CASE2 では評価点ごとの卓越周波数のばらつきが小さく、卓越周波数が0.9~1.1倍程度の差異に収まっており、堆積層層厚が大きいケースの方が地盤の不整形性による周波数特性への影響が小さいことが分かった.

4. 結論

本研究では、両側基盤が傾斜した不整形地盤における基盤が傾斜部から水平部へ移動した地点を対象として、2次元 FEM より H/V スペクトルを算出し、1次元成層地盤の卓越周波数と比較することで表層 S 波速度の推定精度について検討した.その結果、H/V スペクトルを用いて不整形地盤の固有周波数を推定する場合は、基盤傾斜部の影響により表層 S 波速度の推定精度が悪くなる領域があることが示唆された.今後は、更に多くのケースに対して解析を実施し、不整形地盤でも S 波速度構造を精度よく推定できる領域について検討していきたい.

参考文献

- 遠藤他: H/V スペクトルの卓越振動数とS波検層結果およびN値から換算したS波速度構造から算出した固有振動数の比較,第39回地盤工学研究発表会,pp.2021-2022,2004.
- 2) 中川, 中井: 斜面地盤が短周期微動の H/V スペクトルと分散曲線に与える影響, 日本建築学会構造系論文集, Vol.75, No.656, pp.1827-1833, 2010.

