谷埋め盛土における地震動増幅パターンについて

基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 ○大橋 正 栃尾 健 岐阜大学流域圏科学研究センター 杉戸 正会員 真太

1.はじめに

近年発生した地震における宅地造成地や道路盛土などの谷埋め盛土地 盤(傾斜のある谷筋の造成盛土地盤)での被害は,周辺の切土部分と比較 して地震時の加速度の増幅が著しく大きくなることから,被害程度も大き くなると云われている^{1),2)}.これら谷埋め造成地盤では図-1に示すように地 震時応答特性のうち盆状の傾斜基盤による影響があると考えられる、本研 究ではこれら谷埋め盛土における地震動の増幅特性のうち谷直角方向の谷 の規模による地震動増幅パターンについて検討したので報告する.

2. 傾斜した基盤を有する盛土における地震動の増幅

図 - 2 に示すように傾斜した基盤を有する谷埋め盛土での地震動の増幅 は,谷形状(W/D),谷直角方向断面の両端傾斜角,基盤と谷埋め盛土地盤 とのインピーダンスコントラストや周波数特性に大きく影響されることが 示されている^{3),4)}.谷埋め盛土の地震時応答は,谷直角方向の中央部に向か って応答が卓越する傾向が報告されている³⁾.本検討では,谷直角方向断 面の形状(谷底幅W1,谷深さD)が地震動増幅パターンに着目した.

3. 傾斜基盤盛土の地震動増幅メカニズムの1つの解釈

谷埋め盛土の応答の変化をみるため,図-3に示すように,片側基盤傾斜 モデルを考えてみる。解析は2次元有限要素解析(Advanced FLUSH)⁵による谷埋め盛土造成地のモデルとし,境界条件 として側方にはエネルギー伝達境界を設定し,底面に粘性 境界を設定した、地盤物性としてはインピーダンス比を 0.2 程度とし,盛土地盤と基盤のせん断弾性波速度を Vs₁=100m/s ,Vs₂=300m/s ,密度を ρ_1 =17.6kN/m³ , ρ_2 =21.6kN/m³ としている.波動の幾何学的影響を見るため,今回は盛土 地盤の非線形性は考慮していない .入力地震動は鉛直 SV 波 と SH 波を考え 2Hz 正弦波半波長の入射振幅を 100gal(E)と している.図-4はSH波,SV波の水平加速度,及びSV波 の鉛直加速度について、



700

500 400

300 宦 200

> -15 Am 267

319 0 Am

150

X

159

481 -545

165

A m a x (g a l) 600

速加 100 答 0

10

の数値と加速度応答値 の数値を表している. 例えば,SH 波に着目す

キーワード 谷埋め盛土,地震動,不整形地盤

連絡先 〒135-0016 東京都江東区東陽 3-22-6 基礎地盤コンサルタンツ(株)

TEL 03-5632-6800

谷埋め盛土 基盤 図-1 谷埋め盛土造成地のイメージ 400 ffg=0.6 IP=0.16 0-応答水平加速度(gal) ffg=1.2 IP=0.166 350 40 100 120 140 第 層 30m 第 層 150m 🍸 SV 波 震動方向

図-2 谷直角方向地震応答の例

X₃

Vsb=300m/s

X

167

Amax(SH)

- Amax(SV-H) Amax(SV-V

421

165

ると、モデル右のフリーフィールドでは、ピークポイントは、Vs2=300m/sの基盤層を底面から Vs1=100m/sの盛土層境 界まで進行し、Vs1=100m/sの盛土層をGL-15m(t0=0.0秒)から地表面までt1=0.15秒で到達する.地表面最大加速度は Amax=430gal 程度となっている.モデル左の基盤地表面では、同様にモデル底面からの波動の最大値の発生ピークポイ ントはGL-15mから0.05secで到達している。図中のX(m)の表示は、モデル左端からの距離であるが、X=36m付近の片 側傾斜から水平成層に移行する範囲では、GL-15mから地表面への加速度波形のピークが到達する時間は、フリーフィ ールドと同じくt1=0.15秒付近であるが、最大加速度は水平成層と比べて10%程度増幅のAmax=478galとなっている. これは、水平成層地盤(フリーフィールド)と同じ鉛直直達波と片側傾斜層からの屈折波との重ね合わせによるものと

考えられる.さらに,X=48m 付近では最大加速度は水平成 層地盤の最大値と比較して 35%程度大きい増幅を示し, Amax=585gal となっている.そして,最大加速度の到達時 間は最初にGL-15mに最大値が到達してから0.46秒後とな っている.これは,下方からの直達波が0.15sec で地表面 反射し(同位相),反射波は0.3sec でGL-15mの境界での 反射(位相逆転)の後,約0.45sec で元と逆位相の第2波 として,片側傾斜からの屈折波と重なり大きな増幅となっ たものと想定される.さらにX=65m 付近で第3波が到達 しているが,鉛直直達波と側方からの屈折波は減衰し水平 成層での最大値とほぼ同じレベルとなっている.但し,水 平成層地盤と比べて最大値の到達時間は大きく異なって

いる.以上の検討により,傾斜した基盤を有す る盛土での地震動の増幅は 鉛直直達波と片側 傾斜基盤からの屈折波との重ね合わせ効果に よるところが大きいことが分かった.

4.谷埋め盛土での地震動増幅パターン

図-5 は谷底面幅 W1 と谷深さ D の比を 1,3,6 とした場合の基盤からの増幅率の違いを示し ている.図-5のW1/D=1(W1=2X1)は図-4の第 1 波目で応答が大きくなる位置付近を中央と



図-6 盛土形状による加速度増幅の分布パターン

した谷埋め盛土形状である.W1/D=3(W1=2X₂)は同じく2波目の位置であり,W1/D=6(W1=2X₃)は3波目の位置である. 図-5によると,谷底面幅の違いにより応答の発生パターンに違いがみられ,図-6に示すように,3パターンに分類して みた.図-6の谷幅が狭い場合(図左)には直達波と傾斜基盤からの波動の重ね合わせで谷中央部に応答値のピークがみ られる.また,谷幅が広い場合(図右)では,波動の重ね合わせによるピークは谷端の部分に限られ,谷中央部では傾 斜基盤からの屈折波は減衰し,大きな重ね合わせは少ない.鉛直からの直達波と傾斜基盤からの屈折波がともに増幅し, さらに重ね合わせが生じる谷形状(中央図)が想定された.

5 結論

谷直角断面の形状の違いによる地震時の応答値の違いのパターンについて評価した.その結果,谷形状により,鉛直下方からの直達波と傾斜基盤からの波動の重ね合わせに大きな応答の違いがみられた.本検討では,谷直角方向断面の 規模(谷底幅 W1,谷深さ D)により地震動増幅を3パターンに大きく分類した.これにより,谷形状により顕著に地 震時の応答が大きくなる位置(被害が出る位置)が特定できる可能性を示しているものと考えられる.

参考文献 1)国土交通省(2008):大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドラインの解説 2)大橋正,森本巌他(1984):傾斜基盤上造成地における地盤の振動 特性,第 19 回土質工学研究発表会 3)大橋正,杉戸真太他(2009):谷埋め盛土の谷直角方向地震動増幅特性が斜面安定に及ぼす影響,土木学会地震工学論文 集 第 30 巻 4)古本吉倫,杉戸真太,八嶋厚(2003):周波数依存型等価線形化法による不整形地盤の震動特性について(2003),土木学会地震工学論文集.5) 地盤ソフト工房(2004):ADVANSF/Win プログラム解説書