佐賀平野の軟弱地盤を対象とした地震応答解析

佐賀大学大学院 学 神薗 繁宏 佐賀大学理工学部 正 坂井 晃

1.はじめに

地震時の軟弱な粘性土地盤では,飽和砂の液状化現象に見られるような有効応力の低下による地盤破壊は 生じにくい.しかし,構造物による地盤内応力と繰返しせん断応力の作用に起因する繰返しせん断破壊を生 じることがあるために,地震による振動特性を明らかにしておくことが重要である.本研究は,六角川堤防 の地震波記録を用いて,軟弱地盤が堆積する佐賀平野の数ヶ所における振動伝播特性を明らかにした. 2.解析対象地盤と解析条件

図-1 に示す強震加速度計が設置されている佐賀平野の 六角川堤防は,層厚約17mの軟弱な有明粘土層を有して おり,深さ方向に(GL.0m,GL-4m,GL.-15m,GL-53m)地 震波が記録されている.この六角川堤防のGL.-53mにお ける地震波記録を用いて,嘉瀬,久保田,芦刈,福富,佐賀の 5 地点に入力し,重複反射理論により軟弱な地盤地域の 振動伝播特性の解析を行った.

図-2 は,1997 年 6 月 25 日に六角川堤防で得られた深 さ 53m(EW方向)地点の加速度波形である¹⁾。現在六角川 堤防では,5 つの地震波形が得られているが,どの波形 も最大加速度が非常に小さいことから,本研究では, 各解析対象地点の深さ 50m の位置の入力加速度として 図-2 の波形を用いることとした.嘉瀬,久保田,芦刈,福富 の地域は,PS 検層が深さ 50m まで計測されており,そ のデータを解析に用いた²⁾.ただし,佐賀は深さ 20mま でしか PS 検層がされておらず,それ以深はボーリング 柱状図の N 値等が久保田地点とほぼ同一であることから, この地点のVs値を用いた.

表-1 は, 六角川堤防における層分割と解析定数である. 文献 3)の地質構成, V_p, V_s, tを用いて, 対象地盤を 23 層に区分し, それに対応するV_sの値として設定した. 他の5地点もV_s値を用いて同様に設定を行った.

また,等価線形解析のときに必要なせん断弾性係数と 減衰定数のひずみ依存性は,文献3)に示されている関係 を用いた.

3. 重複反射理論による地震応答解析

図-3 に示す深さ方向における最大加速度とV_s分布は, 上記のように六角川堤防のGL.-53mの実測地震波を各対 象地点に入力し,線形解析により得られた加速度波形の最 大値をプロットしたものである.佐賀,嘉瀬,久保田,芦刈, 福富は深さ0m~14m付近,六角川堤防は深さ6m~24m



Del

Dg2

Del

Dgl

600 2160

20

21

22

42.9~45.5 16.7

45.5~49.0

49.0~50.8 16.7 150 1.0 SC3

23 50.8~53.0 20.6

150

400 1.0 SS5

600 1.0 SS6

19.4

SC3

1.0

付近に軟弱な粘土層が堆積している.また,六角川堤防およ び佐賀地点においては,表層部のVs値が他の地点よりも大き いことから,地表面の加速度はあまり増幅していない.嘉瀬. 久保田, 芦刈, 福富の4地点は表層のVs値が60~80m/secと非 常に小さく,大きな増幅傾向が認められる.

次に,深さ方向の伝播特性を調べるために,六角川堤防は 🔒 深さ 53m, 芦刈は深さ 50m を基準にした各深さの伝達関数 n を求めた.図-4を見ると,最大加速度分布でも増幅が大きい^{既30} 芦刈の増幅率が大きい.固有振動数は,両地点とも1Hzに 見られるが, 芦刈では1.9Hz, 六角川堤防では2.1Hz に卓越 が見られる.

図-5 に示す a)最大加速度分布は上記した入力加速度の最大 値を 150gal として,等価線形解析により得られた最大加速度 分布である.10m 以浅の粘土層部分での増幅傾向は 25 大きく,深さ20m以深での増幅がさほど見られない.20 図-3 に示した線形解析結果とは異なり, ひずみ依存 数 15 性の影響によって入力加速度が大きくなると,地域 <u>期</u>10 による相違がさほど見られない。

また, b)は芦刈の地点において,等価線形解析に 0 よる入力加速度の最大値を実測値,50gal,100gal,150 galの4パターンで解析し,最大加速度と地表面の最大 加速度の比をプロットしたものである.これを見ると, 入力加速度が大きくなるにつれて, 増幅傾向が減少して いる.特に,深さ5m~10mの区間における増幅傾向に 大きな違いが見られる.図-6の伝達関数を見ると,ひず み依存性の影響によって,卓越周波数は0.6Hz付近と小 さくなっていることが認められる.

4.まとめ

本研究では,軟弱な地盤地域(佐賀平野)を対象に六角 川堤防の地震波記録を用いて解析を行った.線形解析で は,地表面付近のVs値によって最大応答加速度に差異が 見られる.一方,応答加速度に及ぼすせん断弾性係数と 減衰定数のひずみ依存性の影響は,入力加速度の大きさ に依存し,特に深さ5m~10mの軟弱地盤層のVs値が大 きく影響しているが,入力加速度が大きくなるほど各 地点間の応答値に大きな差異は見られない.

参考文献

1) 国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所:平成9年度6月25日 📆 ١Ń 管内六角川堤防観測所の強震記録

2) 佐賀県: 国道 444 号道路改良委託報告書, 平成 16 年 2 月, 7 月 3)六角川堤防振動的解析検討業務報告書,平成8年3月,平成10年3月



周波数(Hz) 図-6 各深度における伝達関数

X

1