

六角川堤防において観測された地震波とその振動特性

佐賀大学大学院 学 ○神 菌 繁宏
 佐賀大学理工学部 正 坂 井 晃
 佐賀大学理工学部 学 柳 原 佐和子

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、軟弱地盤が堆積する佐賀県六角川堤防において観測された地震波記録を用いて深さ方向の振動伝播特性を明らかにした。

2. 地震波記録

表・1 地震波における最大加速度値

Depth (m)	Max Acceleration (gal)														
	1997.4.3			1997.5.13			1997.6.25			2000.10.6			2001.3.24		
	NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD
GL.0m	6.6	7.2	1.8	11.9	14.0	2.4	12.7	16.9	2.8	7.3	14.8	1.6	11.6	18.9	3.5
GL.-4m	6.3	6.9	1.5	11.4	13.1	2.5	12.4	15.9	2.6	7.4	14.4	1.7	11.4	17.1	3.6
GL.-15m	3.9	3.7	1.2	7.2	9.1	2.4	9.2	9.2	2.4	5.6	8.2	1.6	5.1	7.7	3.4
GL.-53m	1.4	1.2	0.8	2.9	2.7	1.3	2.6	3.9	2.0	2.9	2.9	1.5	3.2	6.2	2.4

強振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いる¹⁾。深さ 4~15m の位置には改良体が打設されており、加速度計は地表面だけではなく、改良体上下面 (2ヶ所) と深さ 53m の計 4ヶ所に設置されている。

表-1 は、この六角川堤防で記録された地震波の日付とそのときの各深さにおける最大加速度値を示している。深さ 53m における最大加速度 1~6gal の地震波に対して、地表面 (GL.0m) では 4~5 倍の加速度増幅が見られる。地表面でも最大加速度は 7~19gal 程度と小さな地震波であったが、振動方向別に見ると、堤防の横断方向に相当する EW 方向が縦断方向の NS 方向よりも大きな値を示している。鉛直方向の最大加速度は水平方向に比べて小さい。図-1 は、加速度時系列の一例として 2001 年 3 月 24 日 EW 方向の加速度波形を示している。各深さにおける加速度波形の比較から、GL.-53m の波形振幅に比べて、有明粘土層中の GL.-15m および GL.-4m において大きな増幅が生じており、軟弱粘土地盤による加速度の増幅傾向が見られる。

3. 地震波の周波数特性

図-2 は、各深さのフーリエスペクトルである。観測された地震波について、フーリエスペクトルを求めた。

その結果の 2001.3.24EW 方向を図-2 に示す。地表面に近くなるほど 1Hz 近傍におけるフーリエスペクトルも大きな値を示している。ただし、堤防盛土に相当する GL.-4m から地表面までの区間における増幅は見られない。また、有明粘土層中に設置されている GL.-15m 以浅の卓越振動数は他のすべての地震波よりも 0.9~

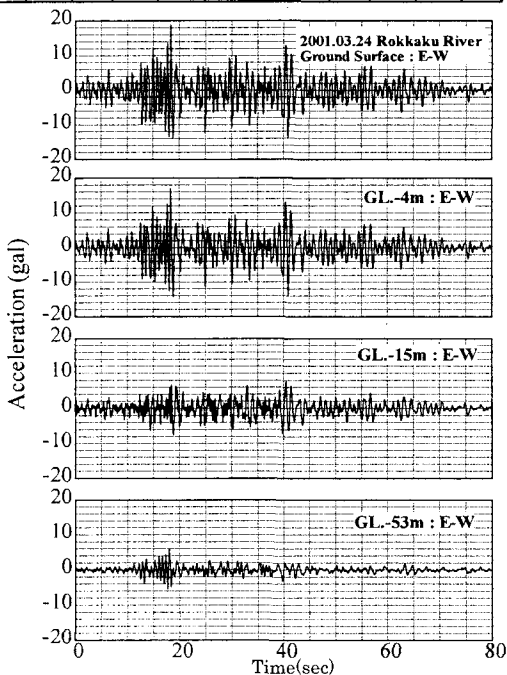


図-1 加速度波形 (2001.3.24EW 方向)

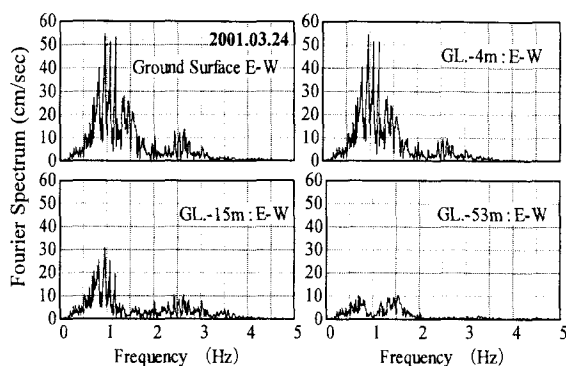


図-2 フーリエスペクトル (2001.3.24EW 方向)

1.1Hz であることが認められ、軟弱な有明粘土層の影響を強く受けているのが分かる。

次に、深さ方向の伝播特性を調べるために、GL-53m を基準にした各深さの増幅スペクトルを求めた。ここに、スペクトルの比を求める際にバンド幅 0.2Hz で平滑化を行った。図-3(a)~(c)に示した各地震波の増幅率から、1Hz、2.5Hz~2.7Hz、3.5Hz~3.7Hz 付近に固有振動数が見られる。地表面までの増幅率は、固有振動数 1~1.1Hz において最も大きな値（卓越振動数）を示しているが、有明粘土層下の深さ 15m まで増幅率は、2.5Hz 付近にも大きなピークが見られ、1Hz と同等もしくはそれよりも大きな値を示す特徴がある。また各計測区間の増幅率を示した図-3(d)から分かるように、(GL4m~GL15m) 区間の増幅率は、周波数 1.5Hz のときだけに増幅傾向が見られる。これらの傾向は、他の地震波についても同様の傾向が認められた。

図-4 は、地表面 (GL.0m) に記録された地震動加速度を用いたときのトリパートイト応答スペクトルである。減衰定数 h が小さくなるほど応答値は大きくなるが、周期 0.4 sec 付近に僅かなピークが見られるものの、周期 1sec に最も大きな応答が見られる。

4. あとがき

六角川堤防において観測された深さ方向の地震波形記録を用いることによって、基本的な地盤の振動特性を明らかにすることができた。貴重なデータを提供いただいた関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 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 (2001.3.24EW 方向)
- 2) 平成 13 年 3 月 24 日に発生した芸予地震で観測された国土交通省九州地方整備局武雄工事事務所（現 武雄河川事務所）管内六角川堤防観測所の強震記録

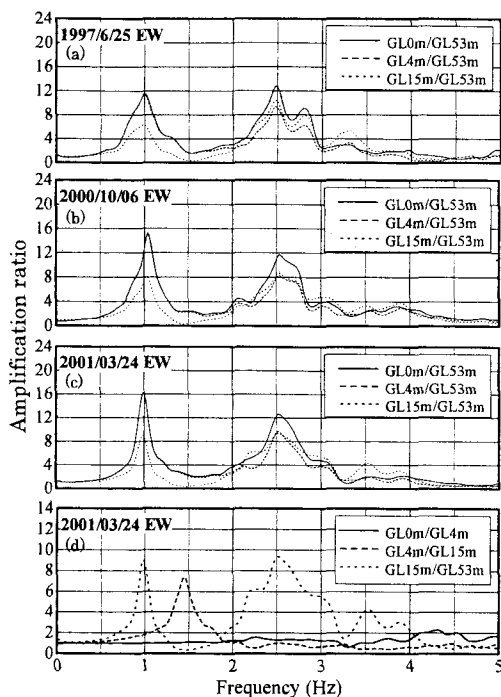


図-3 増幅スペクトル

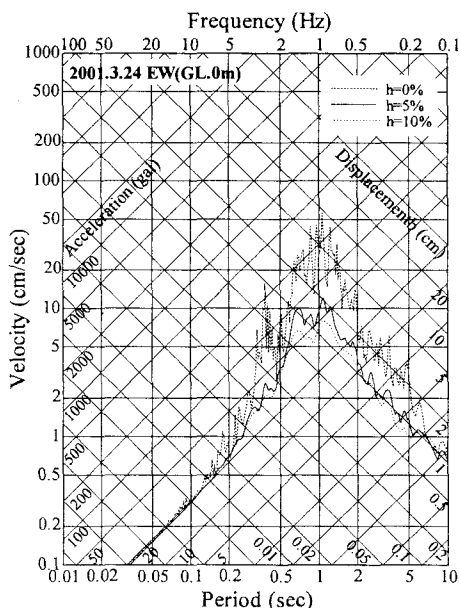


図-4 トリパートイト応答スペクトル