前橋工科大学	学生会員	三村	八一
前橋工科大学	フェロー会員	那須	誠

1.はじめに

近年,我が国では大地震が多発し地盤災害などの様々な災害が 発生している.1995年の兵庫県南部地震でポートアイランドでは 液状化などの被害が生じたが,そのポートアイランドにおいて地 表付近で地震動の鉛直動成分が増幅し,水平動成分が減衰すると いう大変興味深い地震動が観測された.今回,基礎免震工法建物 で観測された地震動伝播挙動を参考にして,地震応答解析によっ てこの地震動の発生原因の推定を行ったので,以下に報告する. 2.ポートアイランドで観測された地震動

図 - 1<sup>1)</sup>はポートアイランドで観測された地震動の記録である.地表面付近で鉛直動成分が約3倍に増幅し,水平動成分が約0.6倍と減衰している.このような地震動の伝播挙動は深さ 16m~17m付近に軟弱な粘性土層が存在しているため発生したことが考えられる<sup>2)</sup>.なぜかというと,基礎免震工法建物で観測される地震動の伝播挙動によく似ているからである<sup>2)3)</sup>.

3. 地震応答解析

今回の地震応答解析は micro FLUSH<sup>4</sup>)を用いて行った.図-2のような左右同一の解析モデルを作成して,解析に用いた入 力地震波は神戸海洋気象台で観測された NS 成分の波形(図-3)<sup>5)</sup>であり,最大値を100cm/s<sup>2</sup>および300 cm/s<sup>2</sup>としてモデル底 面から入力した.解析モデルの地盤物性は表-1と図-4に示す<sup>6)7)</sup>. 4.解析結果

図 - 5 は 100 cm/s<sup>2</sup>入力時の解析結果である.X 成分(水平動成分,水 平方向加振時)とY 成分(鉛直動成分,鉛直方向加振時)の加速度の最 大応答値と,解析モデルの底面の加速度を1.0 としたときの倍率とせ ん断ひずみである.ここで,X 成分加速度はGL-16m 付近から上方に



図 - 1 ポートアイランドの最大加速度分布と倍率<sup>1)</sup>





図 - 3 入力波形(神戸海洋気象台 NS 成分)5)

向かって大きく減衰 (地表面で約 0.8 倍), Y 成分加速度は G.L.-20m 付近までは ほぼ同じような大き さであるが,G.L.-16m 付近より上方では増 幅(地表面で約 2.7 倍) している.また,せん 表 - 1 解析定数<sup>67</sup>(No.は図 - 2の土層番号)

· .								
	No.	土層	ポアソン比	単位体積重量	初期せん断弾性係数	初期減衰定数	材料特性曲線	厚さ
<i>'</i>	1	埋立土層-1(砂礫)	0.319	$2.0(t/m^3)$	57820(kPa)	5.0(%)	SAND100kPa	13m
•	2	埋立土層-2(礫混じり砂)	0.490	2.0	88200	5.0	SAND200kPa	3m
:	3	埋立土層-3(粘性土層)	0.490	1.6	3077	5.0	CLAY200kPa	1m
	4	埋立土層-4(礫混じり砂)	0.490	2.0	88200	5.0	SAND200kPa	1m
	5	沖積粘土層(沖積粘土)	0.488	1.4	45374	5.0	CLAY20kPa	10m
l	6	洪積粘性土・砂質土層(砂・シルト)	0.482	1.8	107800	5.0	S-C100kPa	10m
	7	第一洪積砂礫層(礫混じり砂・砂)	0.477	2.0	215600	5.0	SAND300kPa	25m
	8	洪積粘土層(洪積粘土)	0.482	1.8	165620	5.0	CLAY400kPa	20m
	9	第二洪積砂礫層(礫混じり砂)	0.487	2.0	204820	5.0	SAND650kPa	4m

キーワード ポートアイランド,地震動,増幅・減衰現象,地震応答解析,軟弱粘性土層 連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1,Tel.027-265-0111,E-mail:nasu@maebashi-it.ac.jp

断ひずみはG.L.-16m付近で大きい値が出てい る.図-6は300 cm/s<sup>2</sup>入力時の解析結果であ る.X成分加速度分布はGL.-16m付近から上 方に向かって大きく減衰(地表面で約 0.5 倍) し,Y成分加速度分布はG.L.-15m付近までは ほぼ同じような大きさであるが,それより上 方では増幅(地表面で約2.7倍)しているまた, せん断ひずみもGL.-16m付近で大きい値が出 ている.

3.0

X成分

-Y成分,

-0 ×:地震計位置

最大加速度

最大加速度  $(m/s^2)$ 

0.0

20

(m) でまた。

60

80

(a)

G.L.± 0



(c) X(水平)方向加振時

(d) Y(鉛直)方向加振時

80

図 - 5 100cm/s<sup>2</sup>入力時の最大加速度と倍率とせん断ひずみ(深さG.L. ± 0mはポートアイランドの地表面)

80

X成分

-Y成分

倍率

倍率

1.0

(b)

0.0

G.L.± 0

(m

ŧŪ ſξ 20

40

60

80



図 - 6 300cm/s<sup>2</sup>入力時の最大加速度と倍率とせん断ひずみ(深さG.L.±0mはポートアイランドの地表面)

6.おわりに

ポートアイランドの地震動伝播挙動の解析を行った結果,軟弱粘性土層を境界にして,鉛直動成分が増幅し水平 動成分が減衰することが分った、従って、兵庫県南部地震の際に軟弱粘性土層に免震工法建物の免震基礎と類似の 作用が現れたことが推定される.また,入力動の大きさを変化させると,特に水平動成分に顕著に非線形性が表れ ることも分った.なお,以上の解析を行うに当たってお世話になった地震工学研究所に厚く御礼を申し上げます.

## 参考文献

1)塚本登士,中島俊,山本正人,村田芳信:兵庫県南部地震における埋立地の液状化現象とS波速度を用いた液 愛の評価例,応用地質技術年報,兵庫県南部地震特集号,pp215-235,1997.10.2)那須誠:地震被害への地盤の影響機構の推定(その2,地震動と盛土),前橋工科大学研究紀要,第3号,pp.9-16,2000.3.3)那須誠,三村八一:基礎 初の地震動伝播状況-水平成分の減衰と上下成分の増幅-,J-RAIL2003,pp.445-448,2003.12.4)(株)地震工学 Semicro Flush マニュアル,1997.9.5)(財)日本気象協会編:平成7年兵庫県南部地震の記録,1995.1.17.6) 新鮮: 鉄道線路沿いの土の動的性質-動的変形定数と液状化強度-、鉄道総研報告,pp.45-51,1988.1.7)鳥井原 Marking た地災した埋立地の地盤特性と液状化,大林組技術研究所報、特別号,阪神・淡路大震災 6]那 F原 藤浩二:兵庫県南部地震 C 10ッ 分析/対応技術,pp.25-34,1996.