

埋立地盤での鉛直アレー観測記録に基づく地震動増幅特性の解析

岐阜大学 学生会員 〇齊藤 真也 岐阜大学 正会員 杉戸 真太
 岐阜大学 正会員 八嶋 厚 京都大学 正会員 岡 二三生
 神戸市港湾整備局 正会員 山田耕一郎 岐阜大学院 学生会員 古本 吉倫

- はじめに：1995 年 1 月 17 日、明石海峡を震源とした兵庫県南部地震が発生した。この地震により、神戸ポートアイランドでは鉛直アレー観測システムから、貴重な強震記録を得ることができた。また、神戸ポートアイランドとその東 9 km に位置する六甲アイランドの 2 つの埋立地盤において、本震前後で多くの地震記録が得られている。両島は人工地盤であるが、これから得た鉛直アレー観測記録の詳細な検討は大変重要である。これまでは、工学的に重要な大きな鉛直アレー観測記録は極めて少なく、強大な入力地震動に対する表層地盤の非線形増幅特性が観測された例はほとんどなかった。

本研究では兵庫県南部地震前 1 年と地震後 1 年まで約 2 年間、これらの鉛直アレー観測システムにより得られた 39 の地震によるデータ (表-1) をもとに液状化による極端な非線形性、軟化の度合い等の経時的な変化、2 つの地盤条件がどのように伝達関数の経時変化に影響しているかという観点などからスペクトル増幅率に着目して、埋立地盤での地震動増幅特性の解析をおこなうものである。

- 方法：図-1 に示すように両人工島で地表および地中の 3 点の合計 4 点の観測計が設置されている。各時刻歴波形から加速度応答スペクトル (減衰 5%) を計算し、最深部のスペクトルで正規化して各深度での増幅率を算出した。そして、本震以降の増幅率の経時的な変化を検討した。

尚、ポートアイランド観測点については、GL-83m の強震計の観測方位が水平面で時計回りに 22° ずれていることが指摘されており¹⁾、方向補正することで最大加速度が 60% 程度変化することもある。このことから、全ての記録について補正を施した。

- 伝達関数の経時変化についての考察 (図-2)

ポートアイランド：-83m (最下層) を基準として 0m (地表面) への伝達倍率と、-32m への伝達倍率の経時変化 (図-2 左) が、中振動数領域 (1.54Hz) に関してみると、増幅倍率の経時変化は見られない。また、本震前の伝達関数の平均値と比べると、ほぼ同じ値となっている。一方、高振動数領域 (7.14Hz) でみると、GL0/GL-83m のグラフで本震直後で極端に小さくなっている。その後、一週間前後経過すると本震前の平均値に収束しているように見える。これは、本震後に 0m~32m 間の地層で液状化が発生し、時間が経つにつれて徐々に地盤中の間隙水圧が減少し液状化の影響がなくなったものと推測できる。

六甲アイランド：-155m (最下層) を基準として 0m (地表面) への伝達倍率と、-98m への伝達倍率の経時変化 (図-2 右) を 80 時間以降でみると高周波数・低周波数領域ともに本震前の平均値とほぼ同じ様な値を示している。これは図-1 の速度構造からわかるように、当該地点での埋立層直下の沖積粘土層の圧密期間が相対的に短いことから軟弱であり、埋立層への地震動入力の低減効果があった可能性を示している。

参考文献

- 1) M.sugito, K.Sekiguchi, A.Yashima, F.Oka, Y.Taguchi, Y.Kato, : Correction of Orientation Error of Borehole Strong Motion Array Records obtained during the South Hyogo Earthquake of Jan. 17,1995, 土木学会論文集, No.531/I-34, pp.51-63, 1996.
- 2) 岡二三夫、杉戸真太、八嶋 厚、山田耕一郎、天野洋和：埋立地盤での鉛直アレー観測記録に基づく地震非線形増幅特性の検討、土木学会, 第 24 回地震工学研究発表会 講演論文集, pp.49-52, 1996

表一 兵庫県南部地震前後の有感地震 ('94 6/28~'95 10/24)

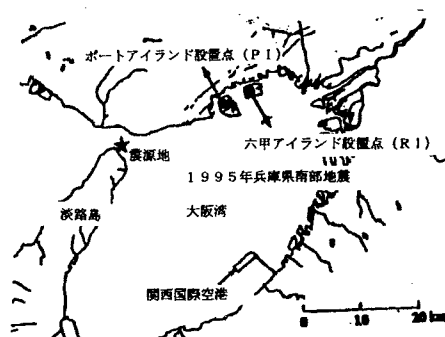
地震区分	dateNo.	発震日	M	depth(m)	震源地	Long.	Lat.
本震以前	46281309	6/28 13:09	4.6	13	京都府中部	35.08	135.39
	47281002	7/28 10:02	4.1	9	大阪府南部	34.19	135.19
	4a241151	10/24 11:51	4.3	15	京都府中部	35.00	135.31
	4b092027	11/9 20:27	4	14	兵庫県東部	34.55	135.23
	4b100038	11/10 00:38	3.9	14	兵庫県東部	34.55	135.23
本震	51170546	1/17 5:46	7.2	13	淡路島	34.84	135.17
	51170552	1/17 5:52	4.9	8	兵庫県南東部	34.40	135.09
	51170858	1/17 8:58	4.7	19	淡路島	34.35	135.06
	51180525	1/18 6:25	4.6	15	兵庫県南東部	34.41	135.10
	51181334	1/18 13:34	4	15	兵庫県南東部	34.41	135.10
本震以後1	51190100	2/19 1:00	4	14	瀬田南東部	34.47	135.19
	51190157	2/19 1:57	3	10	大野	34.39	135.07
	51190222	2/19 2:22	3	14	兵庫県南東部	34.41	135.07
	51190510	2/19 5:10	3.2	18	兵庫県南東部	34.39	135.09
	51260101	1/26 1:01	3.5	13	兵庫県南東部	34.46	135.16
本震以後2	51262308	1/26 23:08	3.5	15	兵庫県南東部	34.47	135.16
	51290808	1/29 8:08	3.7	17	兵庫県南東部	34.41	135.10
	51290941	1/29 9:41	3.3	14	兵庫県南東部	34.39	135.08
	51291602	1/29 16:02	3.6	13	兵庫県南東部	34.41	135.10
	52021619	2/2 16:19	4.2	18	兵庫県東部沿岸	34.41	135.09
本震以後3	52030436	2/3 4:36	3.7	15	兵庫県東部沿岸	34.41	135.12
	52032037	2/3 20:37	3.4	12	兵庫県東部沿岸	34.43	135.16
	52061300	2/6 13:00	3.5	12	兵庫県東部	34.47	135.19
	52182137	2/18 21:37	4.9	13	淡路島	34.26	134.48
	52240802	2/24 8:02	3.3	15	兵庫県東部沿岸	34.42	135.12
本震以後4	53051004	3/5 10:04	3.2	15	兵庫県東部沿岸	34.43	135.14
	54061050	4/6 10:50	4	12	兵庫県南東部	34.47	135.19
	55040553	5/4 5:53	3.6	15	兵庫県南東部	34.41	135.11
	55041742	5/4 17:42	4.1	18	大阪湾	34.32	134.54
	55080236	5/8 2:36	3.3	14	兵庫県南東部	34.42	135.12
本震以後5	55150733	5/15 7:33	3.4	13	大阪湾	34.38	135.07
	55192036	5/19 20:36	4.4	19	大阪湾	34.36	135.02
	59120630	9/12 6:30	3.6	16	兵庫県南東部	34.41	135.11
	5a140204	10/14 2:04	4.8	17	大阪湾	34.37	135.06

本震前の地震数=38 インポートアイランド観測点=35 六甲アイランド観測点=27

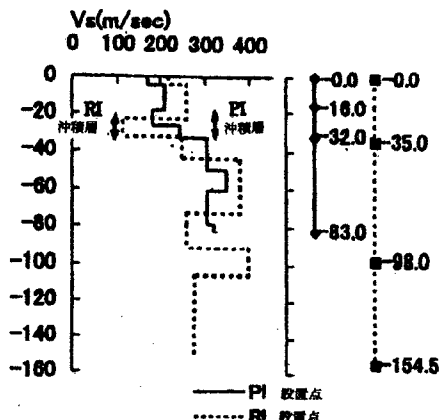
注1 六甲アイランドにおいてdataが得られていない。

注2 インポートアイランドにおいてdataが得られていない。

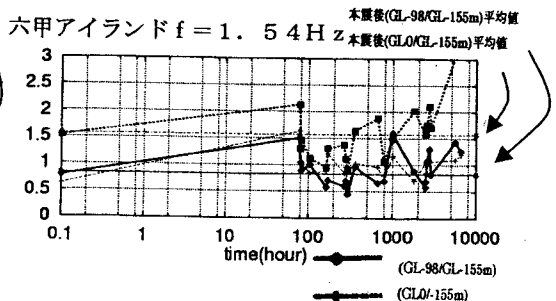
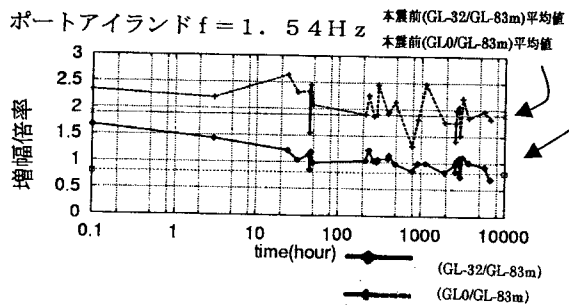
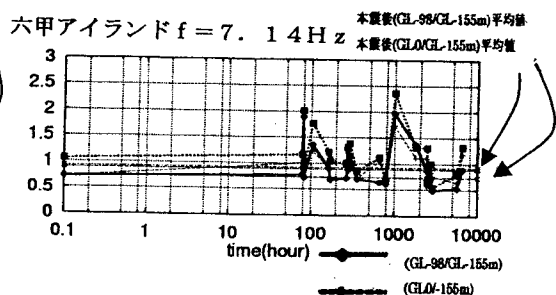
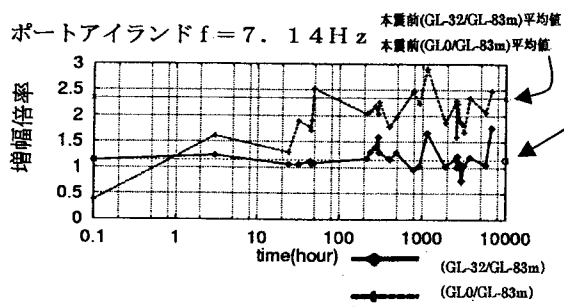
dateNo.読み方は例えば46281309は'94 6/28 13:09発震の地震ということである
4a241151や4b092027のaやbは10月、11月を表している。



アレー観測点位置



図一 速度構造と地震計設置状況



図二 阪神大震災後N S成分加速度応答スペクトル伝達関数の経時変化