

I-612

地中と地表のスペクトル比にみる地盤の非線形性の経時変化について

—神戸ポートアイランドにおける観測記録から—

財団法人大阪土質試験所 正会員 鶴来雅人

〃 〃 香川敬生

1 はじめに

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震により大阪湾岸の埋立地では大規模な液状化が発生した。神戸市ポートアイランドでは地表面および地中に加速度計が設置されており、液状化した地盤の良好な地震記録が観測された。そこで、得られた記録から地表と地中のスペクトル比を求めることにより、地盤の非線形性の経時変化について検討を行う。

2 解析概要

○観測記録…地震観測は図1に示す位置で地表面およびG.L.-83m、-32m、-16m地点で観測されている。地表面およびG.L.-83mで得られた記録（東西方向成分）を図2に示す。記録は6分間にわたっており、約40秒間の本震の後に5つの余震が記録されている。なお、データのサンプリングは0.01秒間隔である。

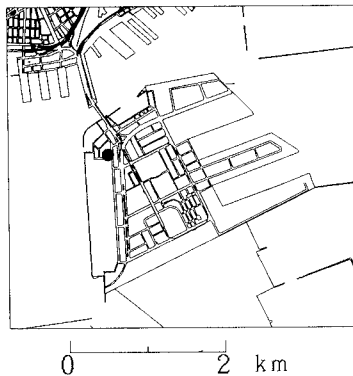


図1 観測位置（●印）

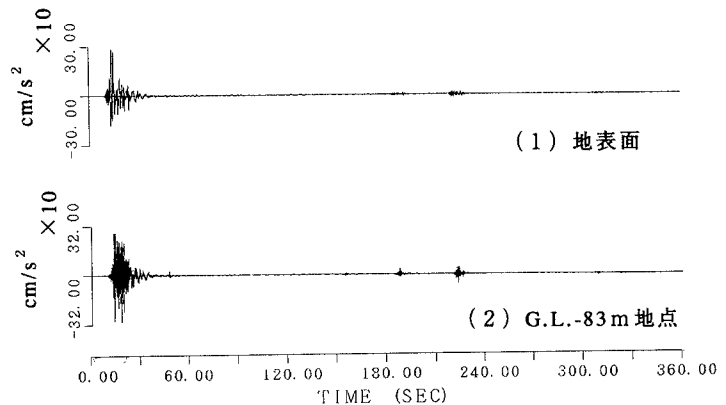


図2 観測記録（東西方向成分）

○解析手法…地表面での観測記録とG.L.-83m地点での観測記録のフーリエスペクトルを算出し、その比を求める。これを本震および5つの余震について行うことにより地盤の非線形性の経時変化を検討するものである。なお、水平方向のスペクトルは東西、南北両方向のスペクトルのベクトル和をとっている。また、本震発生前の小地震観測記録を入手していないため、公表された地盤構造による1次元地震応答解析（線形計算）により伝達関数を求め、これを線形領域でのスペクトル比と仮定する。

○解析範囲…解析に用いた観測記録の領域は表1に示す通りであり、いずれもフーリエ変換に用いるデータ個数を4,096になるようにした。なお今後、本震をEvent0、余震をEvent1～Event5と呼ぶ。

3 解析結果

○水平方向スペクトル比…図3に水平方向の各Eventのスペクトル比を示す。図には比較のため地盤の1次元地震応答解析（線形計算）による伝達関数も併記する。本震（Event0）では0.8～10Hzの周波数領域で線形状態のスペクトル比より落ち込んでおり、非線形状態にあることがわかる。この状態はEvent3まで続いているが、記録開始後299.5秒後から始まるEvent4ではスペクトル比は回復傾向となり、320秒後から始まるEvent5になるとスペクトル比は1次元地震応答解析（線形計算）による伝達関数とほぼ同

表1 各Eventのデータの最初と継続時間

(1) 水平動

	Dataの最初	継続時間
Event0	0秒目	40.0秒間
Event1	153.0秒目	22.0秒間
Event2	185.0秒目	30.0秒間
Event3	219.0秒目	30.0秒間
Event4	299.5秒目	20.5秒間
Event5	320.0秒目	30.0秒間

(2) 上下動

	Dataの最初	継続時間
Event0	0秒目	40.0秒間
Event1	151.5秒目	20.5秒間
Event2	183.0秒目	30.0秒間
Event3	217.0秒目	30.0秒間
Event4	297.5秒目	20.5秒間
Event5	318.0秒目	30.0秒間

程度にまで大きくなっている。これは、本震により一旦地盤が非線形化（液化化）し、その後約5分経過して地盤が線形状態に戻りつつあるものと考えられる。厳密な意味での線形状態の把握のため、本震前の小地震記録を用いた解析が望まれる。

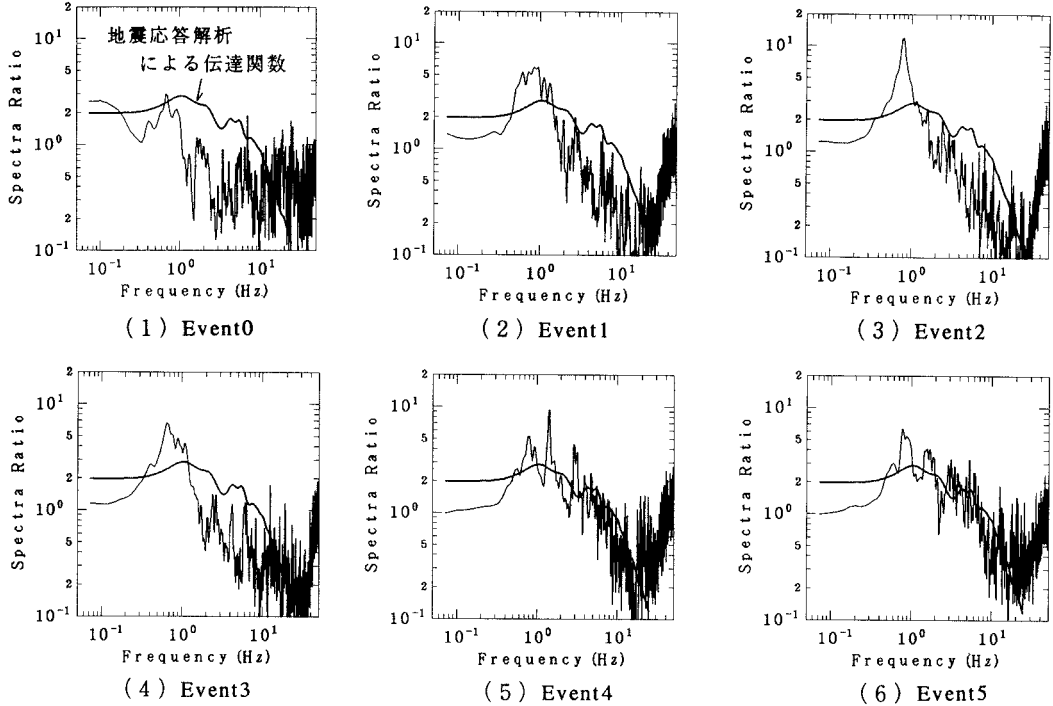


図3 各Eventのスペクトル比（水平方向）

○鉛直方向スペクトル比…図4に鉛直方向のEvent0, Event3, Event5のスペクトル比を示す。スペクトル比はいずれもほぼ同じと言え、上下動成分については非線形性は生じなかったものと考えられる。

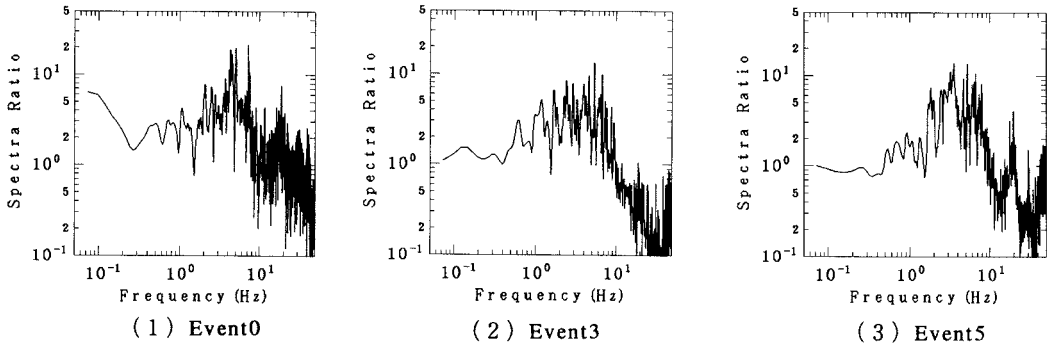


図4 各Eventのスペクトル比（鉛直方向）

4 おわりに

本研究では、兵庫県南部地震でのポートアイランドにおける観測記録を用い、地表面とG.L.-83mでのスペクトル比を求めることにより、地盤の非線形性の経時変化を検討した。その結果、次の結論を得た。

- ①水平方向成分の記録に見られる非線形性は約5分後には線形状態に戻りつつあると考えられる。
- ②鉛直方向成分については非線形性は生じなかったものと考えられる。

<謝辞>検討に用いたポートアイランドの観測記録は神戸市開発局から関西地震観測研究協議会（座長：土岐憲三京都大学教授）を通じて公開されたものです。記して感謝いたします。