

平成 13 年芸予地震による各地の非定常地震動特性

広島工業大学 正会員 ○中山 隆弘

梶谷エンジニア中国支店 正会員 藤原 豪紀

1. はじめに 明治 38 年(1905 年)芸予地震(マグニチュード 7.25)から 96 年を得た平成 13 年(2001 年)3 月 24 日, 安芸灘のやや深発のプレート内に発生した地震(6.4)は広島県と愛媛県にそれぞれ 1 名の死者をもたらすとともに多数の家屋に被害を与えた。また, 島嶼部ではライフラインの損傷によって長時間にわたる断水状態が続き, さらに広島市内でも高精度に構築された製造業の一時的な操業停止が企業に少なからぬ経済的損害をもたらした。本報告では, Priestley の evolutionary spectrum 理論¹⁾に複素変調法を適用して開発した非定常スペクトル解析法²⁾に基づいて, 現時点までに解析を終えた複数地点における地震動の非定常スペクトルを示すと共に, 地震被害との関係で若干の考察を加える。なお, 紙面の都合上, 各地震動の時間位相についてはここでは省略する。

2. 解析地点 解析に用いた地震動記録は K-NET からの加速度情報をダウンロードしたもので, 現時点では, 呉市, 三原市, 因島市における観測記録の解析を終えている。表 1 に, 各市に設置されている地震計の位置(緯度・経度)と得られた最大加速度を示しておく。

3. 解析結果 紙面の都合で, 図 1 および図 2 にそれぞれ呉市と因島市の地震加速度記録の一部を示す。また, 図 3 および図 4 に, それぞれ呉市と因島市における地盤加速度の N-S 成分, E-W 成分および U-D 成分の, いずれもパワーが最大となる周波数(呉市の場合は N-S 成分が 3.75Hz, E-W 成分が 3.80Hz, U-D 成分が 8.70Hz, 因島市の場合は, それぞれ, 3.20Hz, 3.35Hz, 7.20Hz)の前後のみに注目した周波数に対する非定常スペクトルを示す。これらの図より, 着目周波数に対するエネルギー成分の時間的变化が理解できる。また, 呉市の場合は E-W 成分が卓越し, 3 成分とも 10sec 前後でスペクトルのピークが現れていることが分かる。逆に因島市の場合には N-S 成分が卓越し, スペクトルのピークが 15 秒付近に現れている。さらに, U-D 成分のパワーは, N-S 成分や E-W 成分に比べて, 一桁の差がある。

4. 因島市における地震被害 今回の地震で比較的被害の大きかった公共施設のひとつに, 1970 年 11 月に竣工した因島市市営の鉄骨 3 階建て駐車場がある。図 5 に地震計が設置されている因島市役所と同駐車場との位置関係を, また写真 1, 2 に, それぞれ損傷の大きかった一階基部の修復状況写真と座屈した一階部分のブレースの被害写真を掲げる。

ブレース付鉄骨建物の場合, その固有周期 $T(\text{sec})$ はほぼ $0.02 \sim 0.03 \times (h = \text{高さ}(\text{m}))$ で与えられる。ただし, 係数の 0.02 は RC 構造, 0.03 はブレースのない鉄骨構造に対応する。このことを考えれば, 本駐車場の高さを $h=12(\text{m})$ とし, 築後, かなりの年数が経過していることを考慮して仮に同係数を 0.02 よりやや大きい $0.022 \sim 0.024$ とすれば, 固有周期は $T=0.264 \sim 0.288(\text{sec})$ となる。固有振動数 $f(\text{Hz})$ に換算すれば, $f=3.47 \sim 3.78(\text{Hz})$ である。上述のように, 今回の同地点における地震動の卓越振動数は E-W 成分も N-S 成分も 3.3Hz 前後であり, このことが本駐車場の損傷を大きくしたのではないかと現時点では考えている。

5. まとめ 今回は 3 市の地震動記録に対する非定常スペクトルの解析結果のみの報告に止まり, それらの連関を含めて詳しい分析および考察には至っていない。他の市や町における観測記録の解析と共にそれらを今後の課題とする。なお, 因島市役所総務課庶務係 中根範之氏には被害調査で, また本学大学院生 山野内啓二君には解析とデータ処理に尽力していただいた。本紙面を借りて謝意を表したい。

[参考文献] 1) Priestley, M.B.: Evolutionary spectra and non-stationary processes, Jour. of Royal Statistical Society, Vol.27, pp.204~237, 1965.

2) 小松・藤原・中山: コンプレックス・デモジュレーション法による地震動の非定常スペクトル解析, 土木学会論文集, 第 368 号, pp.311~318, 1986.4.

表 1 地震計設置地点および最大加速度

	緯度	経度	最大加速度(gal)		
			N-S	E-W	U-D
呉	34.2452	132.5672	312	425	203
三原	34.4008	133.0858	652	397	177
因島	34.2994	133.1719	390	304	228

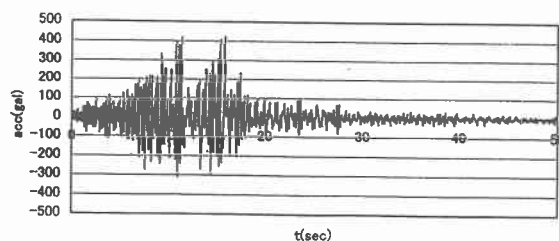


図1 地震加速度(呉市:EW成分)

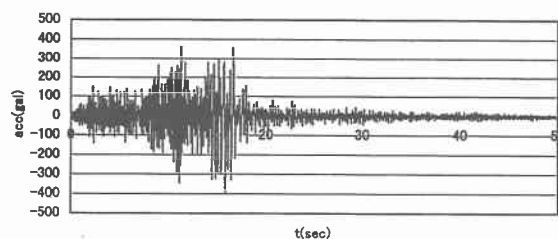
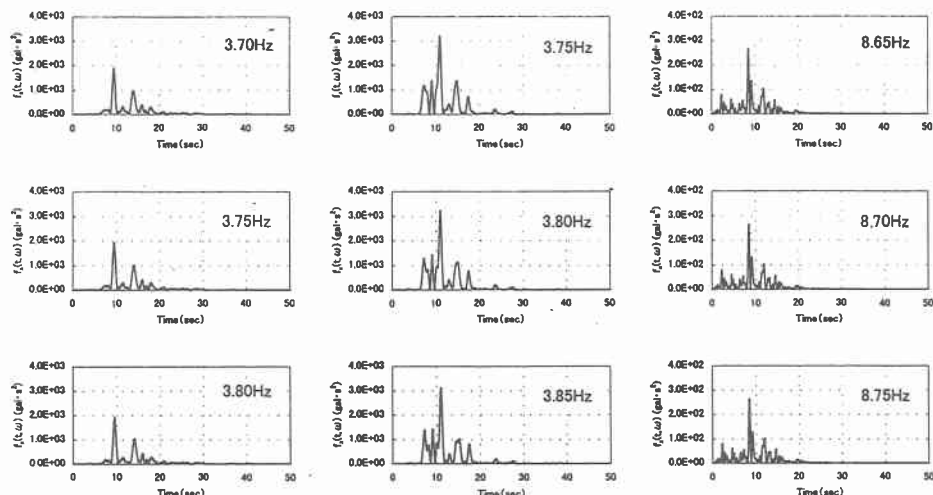


図2 地震加速度(因島市:NS成分)

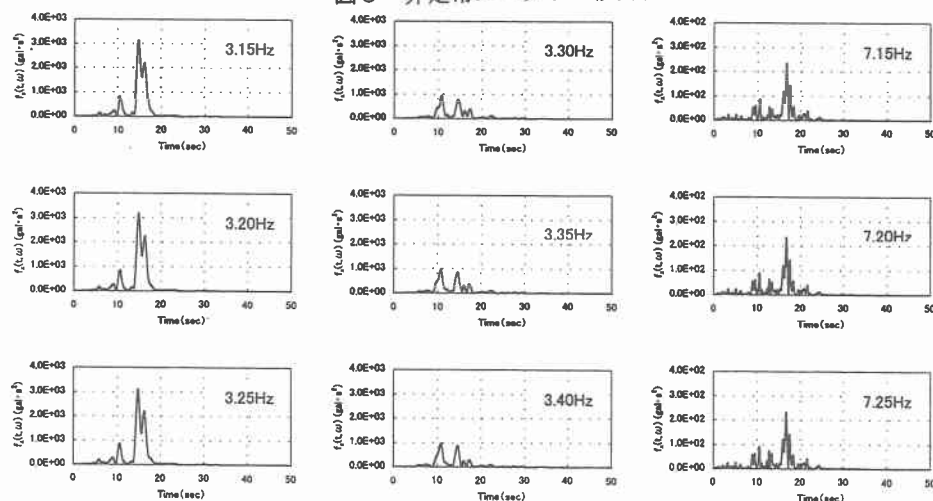


N-S波

E-W波

U-D波

図3 非定常スペクトル(呉市)



N-S波

E-W波

U-D波

図4 非定常スペクトル(因島市)



図5 地震計設置地点と駐車場との位置関係

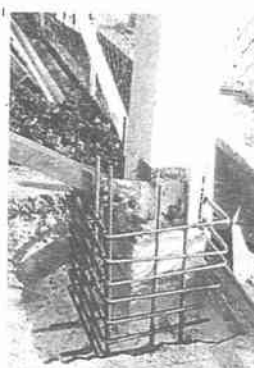


写真1 柱基部の修復状況



写真2 ブレースの座屈