

Ⅲ-A120

福井平野の堆積層表面波に関する検討

福井大学 工学部 正会員 小嶋 啓介
 村中建設(株) 小川 かおり
 福井大学 名誉教授 鳥海 勲

1. まえがき

福井平野は北西方向を除いて周囲を山地に囲まれ、基盤岩上に厚い洪積層と20m前後の沖積層がボール状に堆積した地形を有しており、地震によっては堆積層表面波、いわゆるあとゆれが観測される。鳥海らの研究から、あとゆれは主要動の到達後10sec程度遅れて現れ、主要動が収束しても残存し、0.7~1.5sec前後の周期の優勢な表面波であるといわれている。ここでは、福井大学地震観測システムの観測データに対して、非定常パワースペクトルに代表されるいくつかの波形分析法を適用し、地震の規模、震源の位置と堆積層表面波の相関についての検討結果を報告する。

2. 福井平野の地盤特性と地震観測システム

図-1は福井市周辺の地下地盤構造の南北方向の断面図である。基盤岩は概ね100~250m程度の深さに分布し、基盤岩上に洪積層および沖積層がボール状に堆積した典型的な沖積平野の地質構成を有していることが判る。地震観測システムは、図中の▽印で示す福井大学グラウンドに設置されている。ピックアップは地表面の3成分と基盤岩上のGL-175mの水平2成分である。表-1は1994年から1996年までに観測された10個の地震の概要であり、図-2は震源を地図上に示したものである。観測地震のマグニチュードは3.4から兵庫県南部地震の7.2まで、また震央距離は19kmから151kmの範囲に分布している。

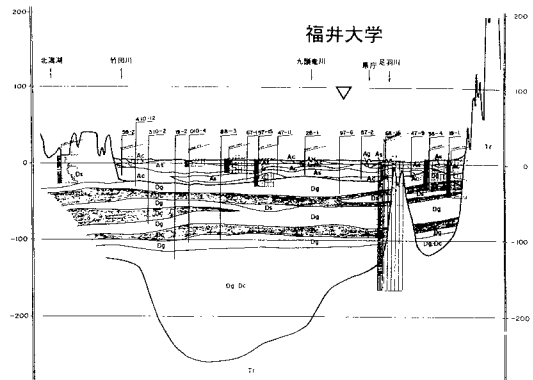


図-1 福井平野の地盤断面図

表-1 観測地震の概要

観測日	M	震源	震度	震央距離
94/5/22	4.9	福井県沖	2	56km
94/5/28	5.2	滋賀県中部	2	108km
94/6/28	4.6	京都府中部	1	117km
94/10/14	3.5	福井県沖	2	19km
95/1/17	7.2	明石海峡	4	151km
95/1/17	4.9	明石海峡	2	151km
95/4/13	3.9	石川県南部	1	44km
95/8/15	4.0	滋賀県	1	88km
96/7/30	4.1	滋賀県	0	77km
96/10/22	3.4	福井県嶺北	1	31km

3. 観測波形と非定常パワースペクトル
 図-3と4の最上段は、観測地震のうち加速度レベルの類似した2個の地震、すなわち94年5月28日の地震B、同年10月14日の地震Dの加速度時刻歴である。同図の左は地表面、右側は基盤の東西方向成分を示している。地震Dはマグニチュードが3.5と小さく、震央距離も短い、短周期成分の卓越した衝撃型の波形を提示している。一方、マグニチュードが5.2である地震Bの地表面の時刻歴をみると、主働動の減衰が始まる12秒付近から、やや周期が長く、振幅が主要動の50%程度のあと揺れと思われる振動が確認できる。

図-3と4の加速度時刻歴の下図は、亀田の方法に従い、減衰定数を0.1として求めた非定常パワースペクトルである。この非定常パワースペクトルは、線形1自由度系の応答の全エネルギーを狭帯域フィルターとして用いるものであり、地震動に含まれる周波数成分ごとの非定常性を簡潔に精度良く求めることができる。10月14日の地震Dは、1Hz以下の成分がほとんど存在せず、2Hz以上の成分の継続時間も短くなっている。これに対し、地震Bでは、0.8Hz~2.0Hzの成分が主要動以降に、多少の増減を伴いながらあまり減衰せずに来襲していることが確認できる。特に1.5Hzと2.0Hzの成分に着目し、基盤と地表面の記録を比較すると、主要動付近では基盤に対する地表面の増幅率が2倍以下であるのに対し、主要動の減衰した10秒以降では数十倍の増幅率となっている。これらの地震では、地盤特性の非線形性が考え難いことから、伝達特性の経時変化は小さいと思われること、重複反射の影響はもっと短時間の内に現れることが予想されることなどから、以上のような結果が得られる要因の第一は堆積層表面によると考えられる。図-5は、地震のマグニチュード、震源距離と期待値の関係を示したものである。あと揺れの存在の期待値は、

キーワード：地震観測、あと揺れ、非定常パワースペクトル

連絡先：〒910 福井市文京3-9-1 福井大学工学部 Tel. 0776-27-8592 Fax. 0776-27-8746

加速度時刻歴, ランニングスペクトルおよびその伝達関数, 軌跡の経時変化, 非定常パワースペクトル各々から判断し, 点数化し合計したものである. 地震の規模が大きくなるとあと揺れが現れ易い傾向は認められるものの, 単純な対応は見受けられない. 図-2の震源位置から伸びた矢印は, あと揺れの存在の期待値を長さで示したものである. 観測地から見て, 震源が平野の海側方向にあり, 間に山地を挟んでいない地震Dのみが, あと揺れが全くないと判断されたが, その他の地震については, 震源の位置とあと揺れの生じ易さに関する明確な傾向を提案するだけの情報は得られなかった.

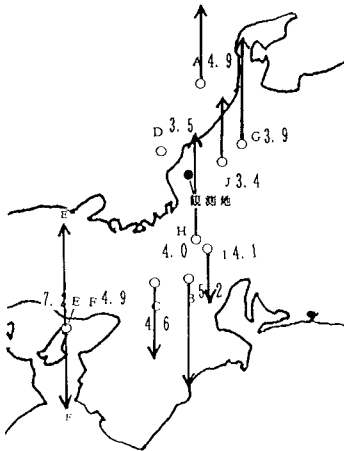


図-2 観測地震の震源およびあと揺れに期待値

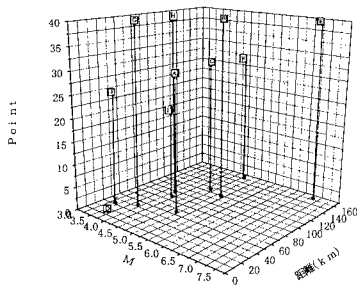


図-5 マグニチュードおよび震央距離とあと揺れの期待値

4. あとがき

福井大学の地震観測記録から, 非定常パワースペクトルなどを用いてあと揺れの存在の確認した. その結果, 福井市周辺のような地形条件を有する地点では, 地震に際してほぼあと揺れが出現すると考えた方が, 防災上の見地からも妥当であることが確認できた. 今後, さらに多くの観測データを蓄積し, 地震のメカニズムとあと揺れの程度を定量的に評価する作業を進めていく予定である. 参考文献 亀田弘行: 強震地震動の非定常パワースペクトルの算出方に関する一考察, 土木学会論文報告集, 第235号, pp. 55-62, 1975.

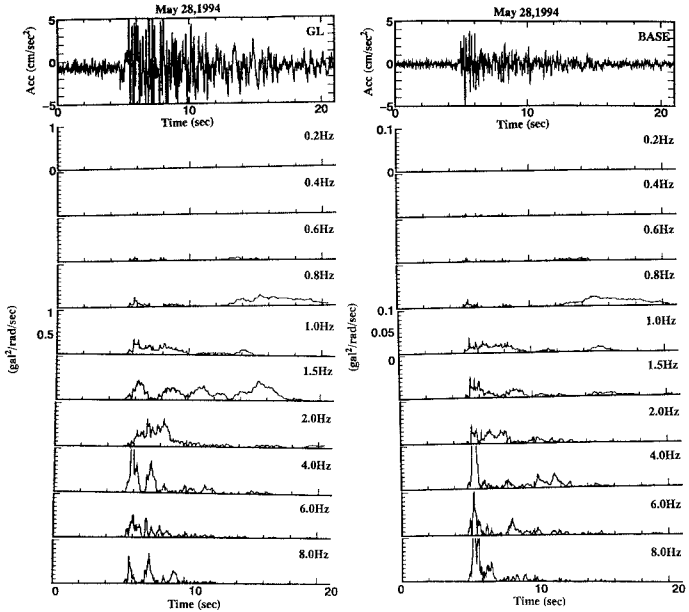


図-3 地震Bの加速度時刻歴と非定常パワースペクトル

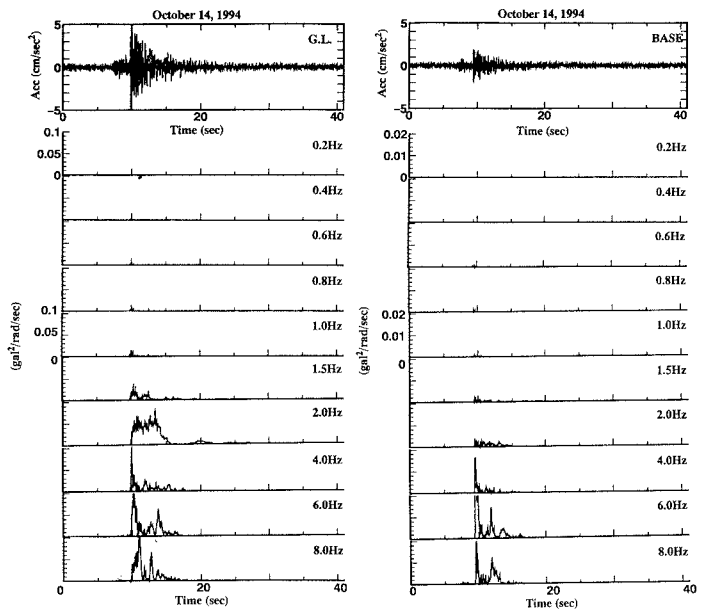


図-4 地震Dの加速度時刻歴と非定常パワースペクトル