

一般協力者との連携による強震観測体制「P ネット」の観測状況と活用方策

正会員○今枝賢志朗*1 同 飛田 潤*2
同 福和 伸夫*3地震計 強震観測 RC 造校舎
構造モニタリング 変位 防災教育

1. はじめに

将来の広域巨大地震災害に備えて、現状で十分とはいえない一般建物の強震観測体制を改善するために、非専門家との協働を誘導する新たな強震観測体制「P ネット」を提案した。「P」は、People、Person、Partner などの意味を込めたもので、要点は以下の2点である。

①安価な地震計で簡略な観測体制をとり、機器メンテナンスや強震記録の回収などの作業を現地の非専門家に依頼する。②上記作業に協力するインセンティブとして、各自の立場で強震観測のメリットを享受できるソフトウェアやウェブ環境、教育プログラム等を提供する。

これにより最小限のコストで多数の観測点を確保するとともに、建物耐震化や地震防災の普及啓発に資することが期待される。本報告では、高校校舎で1年以上にわたり観測を行った例を通して、今後の展開を検討する。

2. 現地の協力者との連携による強震観測

P ネットの概要を図1に示す¹⁾。地震計をスタンドアロンで設置し、現地協力者に運用を依頼する。地震発生時は協力者がPCを接続してデータを回収し、電子メールに添付してサーバに送る。サーバはヘッダ等によりデータを整理し、ウェブGISにより利用できるようにする²⁾。

地震計はネットワーク接続、時刻同期、記憶容量などに制約があってもよく、旧式あるいは安価な強震計の活用に適する。メンテナンス、データ回収と確認、メール送付を一括して行うソフトウェアを開発し、地震計とともに提供しているので、現地協力者は専門家である必要はないが、興味をもって継続するための環境の提供が重要である。図2はその例で、データの特性をビジュアルに表示できるソフト³⁾や、転送したデータをウェブGIS上で確認できる環境を提供し、教育に活用する。

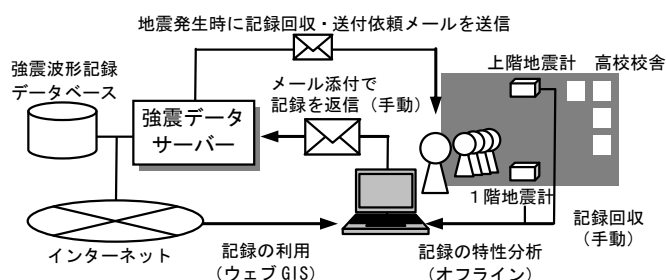


図1 現地協力者との連携による強震観測

3. 高校における観測の運用例

提案する観測体制により、愛知県内の高校の理科の先生にご協力頂き、学校建物の観測を続けている。図3に、鉄筋コンクリート造4階建の校舎の1階と4階に地震計を設置した状況、図4に観測記録の例を示す。この建物は岡崎市にあり、2009年度に6地震の記録が得られた。最大は2009年8月11日駿河湾の地震で、地盤の震度3、建物は約50galの応答となっている。

機器更新により不要となった地震計を用いているが、本観測では故障等の不具合はなかった。メモリ容量の制約(8MB=120秒×70波)は、現地協力者(先生)が頻繁に確認することでカバーされる。2台の地震計は連動しておらず、1階ではGPSも受信していないが、上下動成分の0.5~3Hzの範囲で相互相関関数により十分な精度で時刻合わせが可能である。図4(d)(e)のように4階/1階の伝達関数が安定して求められており、これより同定した固有振動数を図5に示す。張間・桁間両方向ともに数gal~50gal程度の範囲で振幅依存性が見られる。

最も近いK-NET(AIC014)との比較を図6に示す。振動台実験における地震計性能テスト⁴⁾から、0.1Hz程度のローカットフィルタを用いることで、加速度の積分による変位が安定して得られることを確認している。本記録では建物の変形は非常に小さいが、大振幅応答の際は層間変形を求めることができ、損傷評価の可能性もある⁴⁾。図6(a)では、変位波形の長周期成分の特徴は約10km離れたK-NET地点とよく一致している。

このように本観測体制は、制約の多い機器を有効活用し、オンライン接続をやめて観測コストを抑え、既存の地盤観測網の間を埋め、あるいは都市部の一般建物の観測を多数実現するために有効であることがわかる。



図2 学習用ソフト(左)とウェブGIS環境(右)の例

4. 今後の展開

P ネットにより非専門家が連携して強震観測に関与することで、運用負荷やコストを低減するとともに、データ流通を促し、強震観測の底辺を拡げることが期待できる。現状で全国の自治体計測震度計が更新中であり、古い観測機材の利活用が重要性を増している。

また、P ネットには、多くの人の関心を建物耐震化や防災に向ける教育・啓発効果もある。指導要領の改訂により小中高等学校で防災教育が取り入れられた。また、協力いただいている高校の先生からは、防災や物理（振動）だけでなく、地学（地震）や地理（社会や災害）の教育に、生徒の関心を集める実地的な教材の希望が多い。防災を軸とした教科教育の活性化も考えられる。



図3 高校校舎の強震計設置状況例（左：4階、右：1階）

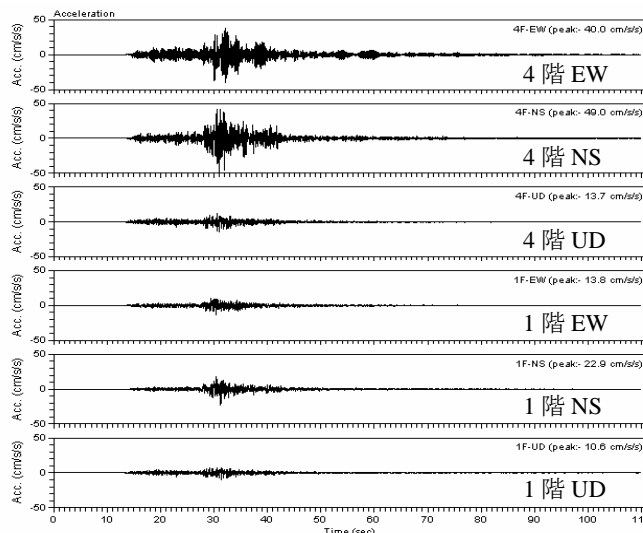


図4 高校校舎で観測された加速度記録の例とスペクトル・伝達関数（2009.8.11 駿河湾の地震）

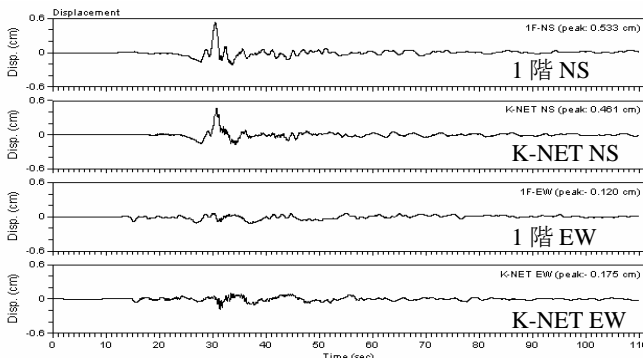


図6 高校校舎の1階で観測された記録と最も近い K-NET（AIC014）の比較（2009.8.11 駿河湾の地震）

謝辞

高校校舎の計測にあたり、理科教員の方々に継続的にご協力いただいている。また記録の検証の際に防災科学技術研究所 K-NET の記録を使用した。以上、記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 飛田潤・福和伸夫：旧型強震計の活用と一般観測協力者との連携による強震観測体制「P ネット」の展開、日本地震工学会大会、46-47、2008.11.
- 2) 飛田潤、福和伸夫、倉田和己：ウェブ GIS とデータ相互運用技術による強震観測記録の統合利用環境、日本地震工学会論文集、第9巻第2号、51-60、2009.2
- 3) 廣野衣美、牧原慎一郎、福和伸夫ほか：多点多成分振動観測記録の効果的な分析を支援する動画アプリケーションの開発、日本建築学会技術報告集、第28号、423-428、2008.10
- 4) 飛田潤、福和伸夫、平田悠貴、長江拓也：普及型強震計による高層建物の応答特性と損傷のモニタリング、構造工学論文集、Vol.56B、229-236、2010.3.

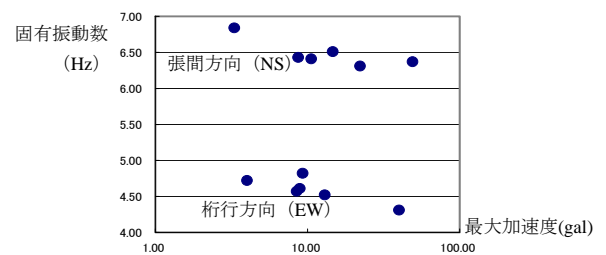
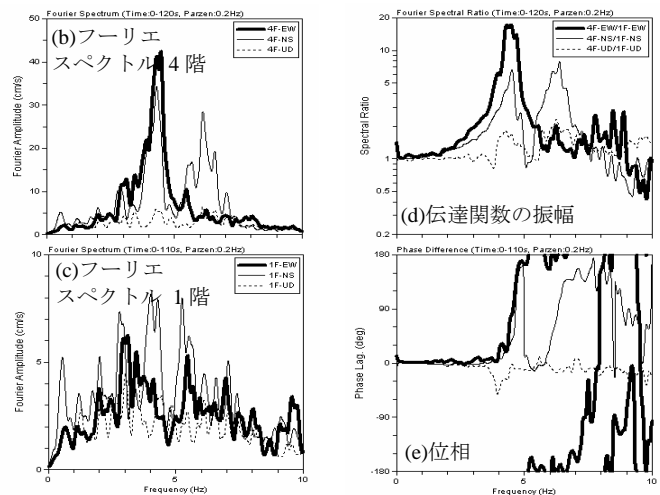
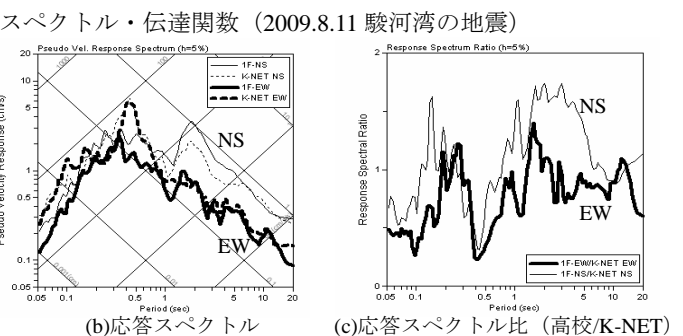


図5 推定された固有振動数の振幅依存性



(a) 加速度波形（4階と1階で時刻同期済）



(b) 応答スペクトル (c) 応答スペクトル比（高校/K-NET）

(a) 変位波形（加速度の2階積分、0.1Hz ローカットフィルタ適用）

*1 名古屋大学大学院環境学研究科 大学院生
*2 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授・工博
*3 名古屋大学大学院環境学研究科 教授・工博

*1 Graduate Student, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ.
*2 Assoc. Prof., Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.
*3 Prof., Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.