

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

○飛田 潤¹⁾・福和伸夫²⁾

1) 正会員, 名古屋大学大学院環境学研究科, 名古屋市千種区不老町, tobita@sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp

2) 正会員, 名古屋大学大学院環境学研究科, 名古屋市千種区不老町, fukuwa@sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

近い将来に発生する可能性のある南海トラフ等の大地震では, 広域の構造物や社会に甚大な被害が予測されている. このような災害に備え, 耐震化対策を行い, あるいは地震のゆれの直前から地震後の対応まで, 地震観測の果たす役割はきわめて大きい.

兵庫県南部地震以降, 主に国や中央機関による全国的な観測システムとその利用は著しく進んだ. K-NET や KiK-net など高品質の観測網が全国を均等にカバーし, 気象庁や自治体の計測震度網が高密度で整備されている. 観測・処理網のリアルタイム性を最大限に活用した緊急地震速報も実用化された.

一方で, これらの観測網では詳細な検討には密度が十分ではなく, また防災利用でリアルタイム情報を第一とした場合は波形情報が必ずしも収集・整理されない. さらに建物に関する観測については, 広域で継続的に行われている例はごく少数である. 観測を担当する技術者は少なく, 予算も厳しい. しかし, 大規模な地震災害時に, より多数の建物・地盤における強震波形記録を確保することが, その後の長期的な復旧対応や, 将来の耐震工学のために必須と考えられる¹⁾.

このために本報告では, 従来のトップダウン的な観測網とは異なるアプローチとして, 非専門家の協力者との連携に基づいた新たな強震観測体制「Pネット」の試みと, それに基づく広域強震観測の普及, さらには防災教育への展開について述べる. 同時に, 機器更新などにより使用されなくなった震度計や地震計など, 極力廉価な強震観測機材の活用を検討している.

2. 提案する観測の概要

2.1 協力者との連携による強震観測体制

旧式あるいは廉価な強震計の使用を前提とし, 強震観測で維持費・維持労力のかなりの割合を占めるオンライン化をやめて, オフラインのスタンドアロン観測を前提とする. そして観測記録の回収とサーバーへの転送, 平常時の機材メンテナンスなどを行う観測協力者を依頼する. 協力者は, たとえば学校の教員や技術者などのほか, 観測・防災に興味のある一般の市民を想定しており, 広域に均等に分布する学校や住宅等を主な対象とする. 人のネットワークを基盤とすることから「Pネット」と名付けた.

観測記録の回収と利用に関する概要を図1に示す. 強震計の設置は大学が行い, 同時に観測協力者に強震計や記録の扱いを説明する. 協力者は, 定期的に

強震計を確認し, 観測記録があればノートPCで吸い上げ, 手動でメールに添付して大学のサーバーへ送る. また地震発生時には, 当該地域の震度情報などに基づいてサーバーから協力者に観測記録の回収・送付依頼のメールを発信する. サーバー側では協力者のメールアドレスやヘッダ情報などにより自動的に強震観測データベースへの格納を行う. 得られた観測記録は, 他の協力者や観測機関のデータとともに, ウェブGISで確認・利用することができる.

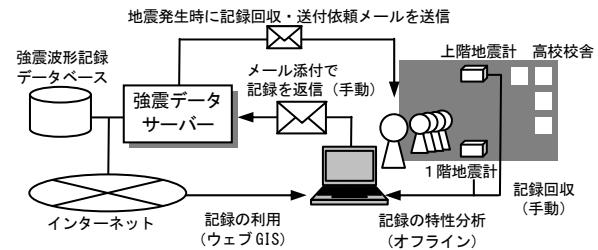


図1 協力者との連携による強震観測の概要

このような維持管理作業を依頼するにあたり, 観測協力者の労力を極力減じるとともに, 観測を継続するインセンティブとして知的興味をひき, あるいは防災や教育に活用できるソフトウェアや教材, それらを利用する環境, さらに大学との情報交換や連携などを提供することが重要になる.

2.2 強震観測機器

Pネットの観測機器として, 新型への更新により廃棄となり, 譲渡を受けた K-NET95 強震計を主に用いている. 内蔵バッテリーを廃止して小型の外付けUPSを用い, そのほかは本体とGPSアンテナのみからなる. 今後, 自治体の計測震度計の更新に伴い, 同様の旧型観測機器の利用機会の増加が見込まれる. このような機材は, インターフェイスが低速で内蔵メモリも少ないため, コストをかけずに維持管理・記録回収を行うにはPネットの体制がきわめて有効である.

機器の特性確認として, Eディフェンスにおける振動実験で, 普及型強震計や小型廉価型強震計と比較して特性試験を行う機会を得た(写真1). 結果としてK-NET95強震計は, 経年劣化と思われる不具合はある程度あるものの, 今回の目的には十分な性能を持つことを確認した. また, 小型・廉価な半導体センサー強震計は, 小地震の分解能の問題はあるものの, ある程度以上の振幅では良好な特性を示し, Pネットで有効に活用できることを確認した.

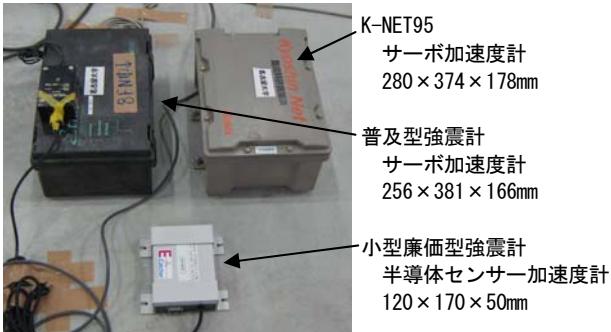


写真1 振動台実験における特性確認の状況

2.3 電子メール自動送信によるデータ転送

2.1で述べた観測記録をメール添付でサーバーに転送する方法は、強震計をADSLやケーブルTVなどのネットワークに接続する場合にも活用できる。図2に、ネットワークディスクのLinux OSを利用して開発した地震計データのメール転送システムの構成を示す。

一般家庭ではグローバルアドレスが使えないことが多い、行政機関においては府内から外部へのデータ転送はセキュリティ上の制約が極めて厳しい。このような場合に本手法が活用できる。一方、外部から直接アクセスはできないので、地震計の点検や維持管理のための協力者は必要である。2.1節の体制は、手間をかけた作業をあえて行うことにより、協力者が観測への理解や防災・耐震への関心を持ち、周辺の人の教育・啓発に進むことを意図しており、メールを自動化する長所と短所を理解する必要がある。

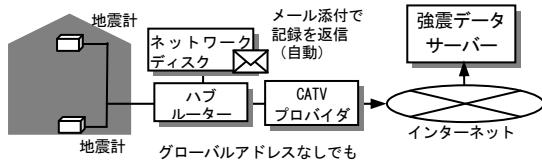


図2 協力者との連携による強震観測の概要

3. 高等学校教員と連携した強震観測の試み

3.1 高等学校校舎の観測

前章で述べた観測体制の例として、愛知県内の高校の理科教員と連携し、校舎への強震計の設置とデータ回収を進めている。まず愛知県の高校理科教員の会議で理科教育・防災教育用教材として強震計を無償で貸し出すことを説明した。設置の効果として、物理の振動・波動の教材として活用可能、GISと連携して他の強震観測記録と比較することで、震源距離や地盤特性の影響など地震現象の理解が可能、体感との対比で防災安全の意識啓発に活用可能、などを説明している。

19年8月から順次設置を進め、現在は愛知県内の6校で協力を得ており、一般的なRC造3階あるいは4階建校舎の1階と最上階の2箇所に設置している。強震計を両面テープで床に固定し、電源の配線とGPSアンテナを窓際に設置するだけで1カ所30分～1時間、担当教員へのハード・ソフトの説明で30分程度である。

3.2 関連ソフトウェア・教材・環境の提供

強震計を用いた物理・環境・防災教育のために、関連ソフトウェアや観測記録の活用ウェブページの提供を行う。図3左は、利用者に提供しているツールの画面であり、強震計から回収した観測記録の最大値・波形・1自由度系の応答・応答スペクトルなどをPC上で表示できる。サーバーに転送された観測記録は、図3右のようなウェブGIS環境で地学・地理の学習に活用でき、防災学習のシステム²⁾とも連携できる。



図3 学習用ツールの例

4. まとめと将来展望

現状で観測記録と教育活用の両面で成果が上がりつつある。多数の人に依存した観測体制により、各観測点に関しては記録確保の不確実性が増しても、甚大な災害時のネットワーク障害などに全面的に影響されることなく、観測記録を確保できる可能性がある。

学校を対象とした広域地震観測の前例はあるが、Pネットは一歩進んで、教員・生徒が地震計を維持管理することによるシステムの簡略化・ローコスト化と教育・啓発効果の両立が特徴である。最近、ネットワーク接続の振動観測機器を一般家庭に多数提供して、全国のリアルタイム揺れ情報をウェブで公開するプロジェクト³⁾が始まっている。協力者による広域観測情報をウェブで統合利用する点は同様であるが、本論の試みは、リアルタイムであることよりも、良質な波形情報の確保とデータベース化を重視している。

さらにPネットによる学校建物観測の展開として、広域の被災状況を効率的に把握するための戦略的な観測建物配置を、ウェブGISも用いて検討している。

謝辞

独立行政法人防災科学技術研究所には、K-NET95 強震計に関してご協力をいただいた。愛知県内の高等学校の理科担当の先生方には、強震観測に継続的にご協力いただいている。また本研究は、平成19年度前田研究助成金、平成19～20年度科学研究費補助金（萌芽研究19656136）により行われた。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 飛田潤、福和伸夫ほか：オンライン強震波形データ収集システムの構築と既存強震計・震度計のネットワーク化、日本建築学会技術報告集、第13号、pp.49-52、2001.
- 2) 福和伸夫ほか：耐震化を促進するための地域防災力向上シミュレータ、日本地震工学会論文集、第7巻、第4号、pp.5-22、2007.7
- 3) ウェザーニュース：Yureプロジェクト、
<http://weathernews.jp/yure/> (2008.9.1アクセス)