

首都圏地震観測網 (MeSO-net) の観測システムの開発 - 保守性能の高い地震観測システム

Development of Metropolitan Seismic Observation network (MeSO-net) system

森田 裕一 [1]; 笠原 敬司 [2]; 酒井 慎一 [3]; 平田 直 [1]; 中川 茂樹 [4]; 佐々木 俊二 [5]; 佐藤 峰司 [6]

Yuichi Morita[1]; Keiji Kasahara[2]; Shin'ichi Sakai[3]; Naoshi Hirata[1]; Shigeki Nakagawa[4]; Shunji Sasaki[5]; Minemori Sato[6]

[1] 東大・地震研; [2] 震研; [3] 東大地震研; [4] 東大地震研; [5] 東大・地震研; [6] 白山工業株式会社

[1] ERI, Univ. Tokyo; [2] ERI; [3] E.R.I., Univ. of Tokyo; [4] ERI, the Univ. of Tokyo; [5] ERI, Univ. of Tokyo; [6] Hakusan Corporation

1. はじめに

首都圏地震観測網は、これまでの地震観測網とは異なる条件下で建設する観測網である。例えば、高い経済活動に伴う大きな雑微動や、高圧電送線等による電氣的ノイズが大きい。人口の密集で観測点用地の確保が容易ではない。人的資源の余裕がない大学が中心となって運営し、プロジェクト期間内の短期間での稠密地震観測網の展開が必要であるため、設置や保守の容易さが重要。このような条件下でできる限り高精度な観測データを効率的に取得するため、いくつかの新たな電子技術、通信技術、機器管理技術を導入して、観測システムを開発した。本講演ではこの観測網のために新規に開発し、また次世代の他の地震観測にも利用できる観測システムや技術について紹介する。このうち、保守を効率的に行うための機器管理技術については、ネットワークを介した保守システムツール(中川・他(2007))を利用している。

2. フィールドバスによる観測システムの汎用化

このシステムのハードウェア上の新機軸は地下20~30mの観測井に埋設するセンサー部と地上に設置する制御・通信部をISO11898規格のシリアル・バス(通称CAN-BUS)を用いて、完全に分離したことである。この利点は以下の通りである。1)都市部で大きい高圧電力線等の輻射ノイズの影響を軽減できる。2)センサー及び地上部の分離により、いずれかの部分のバージョンアップに独立に対応でき、プロジェクト終了後の観測装置の転用の用途を広げられる。3)地震観測以外の観測項目を容易に増やすことが可能で、地球物理の他分野にも技術移転が期待できる。

この部分で技術的に最も困難な点は、地上で受信したGPS信号の時刻同期信号を、シリアル・バスを介してAD変換のタイミングを同期させることである。最終的にはAD変換のタイミングは常に絶対時刻との誤差が50μ秒以下であり、地震観測に求められる精度を満足している。また、地下部に制御装置があることで、地震計のテスト、地下部の時計の状態等の監視が遠隔からでき、地上装置、地下装置の故障部位を容易に判定できる。

更に、ISO規格のバスを利用しているため、この規格を用いたセンサーを容易に増設することができる。この観測システムには、CAN-BUSで接続された気温・気圧計が設置され、気温・気圧データも取得されている。これは装置の環境把握のためと、設置場所が学校の校庭の場合が多いので、場所の提供のお礼に気象データを学校の理科の教材に利用してもらうためである。現在、地球物理観測でCAN-BUSを利用できる装置は今のところ多くないが、他分野では計測器にCAN-BUSを利用する例も近年増えており、今後はこの技術を応用して多項目観測を容易に実現できる可能性もある。

3. 自律協調式通信プロトコル

これまで日本の地震観測では主としてwin方式の通信プロトコルが採用され、地震波形データが伝送されてきた。この方式は開発当時では先進的で優れてのものであったが、インターネット通信技術の進歩とともに、いくつかの問題も見えてきた。例えば、データセンターの一時的な異常によりデータ欠落が起こった場合、その回復の自動化が容易ではない。落雷などの原因で一部の観測点との通信が途絶えた場合、回線復旧後にデータを完全に揃えるまでの手間が煩雑である。また、帯域保証のないインターネット網を用いて多点のデータを集めると、パケットの欠落の頻度が増え、データ管理の点からは保守コストの増加が避けられない。特に、首都圏で大きな地震が発生した場合、通信網の輻輳が起こることが予想され、この観測網で最も必要な観測データが届かない場合が想定される。

これらの問題を解決するため、このシステムではデータセンターから返信される情報を元に、観測点側装置が着信未了のデータを確実に伝送するプロトコルを開発した。特に、ネットワーク網の輻輳やデータセンター側システムの過負荷によりデータの到達率が落ちると、観測点側で送出率を自律的に低下させ、観測網全体として安定して運用できる通信プロトコルを採用した。これを自律協調式通信プロトコル(ACTプロトコル)と呼んでいる。

このプロトコルの採用により、一時的な回線の途絶によってもデータの回復が自動的にはかられ、またデータの欠落も一切起こらなくなり、観測網の保守性が格段に高まった。

4. まとめ

首都圏地震観測網の特殊性を考慮し、それに適した新たな観測システムを開発した。ここで開発した技術は汎用性の高いものであり、地球物理観測に広く利用できるものである。このシステムの開発により、首都圏地震観測網の効率的な運用に役立つだけでなく、他の地球物理研究の多項目観測へ応用されることも期待したい。