

三浦半島断層群を対象とした活断層強震観測網によるリアルタイム観測

中村洋光・功刀卓・青井真・藤原広行・堀内茂木

独立行政法人防災科学技術研究所

1. はじめに

2008年6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震は、2007年10月に緊急地震速報の一般向け提供が開始されてから、初めて発生した被害地震である。この地震では、緊急地震速報（予報）がP波検知の3.5秒後に提供され、その1秒後に緊急地震速報（警報）が発表されており、現在の緊急地震速報としては、ほぼ想定通りの性能¹⁾を発揮したと考えられる。一方、今回の場合震央から概ね半径30km程度以内が警報の「間に合わない」領域となり、その領域内でも大きな被害が発生していることも事実である。この地震の震源極近傍に位置していたKiK-net一関西観測点で得られた強震記録と緊急地震速報の提供タイミングを比較すると、この観測点ではP波が到達してからわずか1.3秒後に震度5弱に相当する強い揺れに、そして緊急地震速報が提供される段階（P波到達から約7.5秒後）では、震度6強に相当する強烈的な揺れにすでに見舞われてしまっている。この結果は現行の緊急地震速報の限界を示す一方で、震源極近傍における強震観測で得たリアルタイム地震情報を利活用することによって、情報提供の間に合わない領域を飛躍的に縮小できる可能性があることも示している。

ここでは、地震本部が定める主要活断層の中でも相対的に発生確率が高いとされる三浦半島断層帯を対象に整備した活断層強震観測網によるリアルタイム観測や、これらのデータを用いることで間に合わない領域を縮小することを目指した地震瞬時速報システムの開発について紹介する。

2. 三浦半島断層群を対象とした活断層強震観測網の構築

2.1 強震観測装置

岩手・宮城内陸地震では、KiK-net一関西観測点において3成分合成4022galという大きな加速度を観測している。大地震の震源極近傍では、これと同等、あるいは上回る揺れになる可能性もあることから、それらを振り切れることなく観測するために、8000galまで記録できる加速度計を搭載した強震計を開発した。また、観測の信頼性を高めるためには同一地点において、地上と地中の2箇所²⁾で観測を行い、相互に比較することが有効である。新しい強震観測装置では、地上の他に地中50m程度の深さにも強震計を設置し、鉛直アレーを構成する。

データ収録は400Hz連続サンプリングで行う。これは、自然地震と人工的なノイズでは高周波数におけるスペクトルの性質に差異があるとの報告（例えば、Horiuchi *et al.*²⁾）があり、高速サンプリングでのデータ収録がノイズ識別に有効であるためである。また、地震瞬時速報では、情報発信までの時間を短縮する必要があることから、強震観測装置自体がデータの即時処理機能を持つ必要がある。このため、専用の解析処理装置を開発した。この解析処理装置では、演算負荷の限界内であれば、データセンタと同等の解析処理を行うことができる。また、0.1秒³⁾パケットでの波形データの伝送を実現した。

2.2 強震観測施設

都市域の活断層を対象とした観測を行うには、観測施設は住宅地域に建設できるよう、小規模なものでなければならない。このため、地中強震計としては功刀・他³⁾による小口径ボアホール強震計を採用し

た。この地中強震計では、引き上げ再設置が容易かつ強震動に十分耐えうる固着機構を実装している。このような小口径ボアホール強震計（内径66mmのケーシングに設置可能）の採用により、観測井設置のための掘削工事が、一般的な土質調査（掘削径116mm以内）に使用される資機材で実施できるため、観測施設および建設工事の小規模化が可能となる。観測施設は観測上屋、地上強震計ピット、観測井、引き込み柱等を含め4m×4mの敷地に収まり、観測上屋の外観は、都市域に多数存在する小型受電設備と同様で、安定した強震観測に必要な空間を確保しつつ、住宅地域への設置にも配慮したものとしている。各強震観測施設は、現場でデータ処理を行い完結した機能を持つことを基本とするが、データセンタと結ばれ、連続的にデータ伝送を行い、複数の観測施設で得たデータを統合した処理にも対応する。

具体的な観測網の整備については、首都圏近辺に存在し地震発生確率が相対的に高いとされる三浦半島断層群を対象とし、4箇所からなる活断層強震観測網を構築した。

3. 地震瞬時速報システムの開発に向けた現地解析処理

地震瞬時速報は、特定活断層での大地震の発生の可能性を知らせ、情報の間に合わない領域を可能な限り小さくすることを目的とした情報である。従って、その情報の利用方法としては、相互補完的に全国で発生する地震を対象とした緊急地震速報と併用することが考えられる。このように地震瞬時速報を「緊急地震速報+ α 」の情報として利用するにあたり、最終的に緊急地震速報と矛盾しない情報であることが利用者の立場からも望ましいと言える。一方、緊急地震速報はその発表の基本となる強震指標として予測震度を用いていることから、地震瞬時速報では、他の強震指標を介さずに、本来の計測震度の算出法を直接リアルタイム化した手法で得られる功刀・他⁴⁾によるリアルタイム震度を地震検知の基準指標とし、観測装置内で演算を行う。その他に一定時間区間内の最大加速度、速度、変位や卓越周期、B- Δ 法（Odaka *et al.*⁵⁾）による即時処理も100Hz及び400Hzサンプリングで得られるデータに対して観測装置内で適用される。そして、その結果は主に光回線を通じてデータセンタにリアルタイム伝送される。

4. おわりに

リアルタイム処理機能を大きく向上させ、単独観測点による処理データの信頼性の向上を目指した強震計を開発し、三浦半島断層群を対象とした活断層強震観測網を構築した。今後は、観測網で得られるデータを利用し、高サンプリングデータや地中・地表の同時観測データの利用等による単独観測点であってもノイズに強い高精度な情報の開発、複数観測点のデータ利用、緊急地震速報との併合処理等の検討が必要である。

参考文献

- 1) Nakamura, H., S. Horiuchi, C. Wu, S. Yamamoto, and P. A. Rydelek : Evaluation of the real-time earthquake information system in Japan, *Geophys. Res. Lett.*, Vol.36, L00B01, doi:10.1029/2008GL036470, 2009.
- 2) Horiuchi, S., Y. Horiuchi, S. Yamamoto, H. Nakamura, C. Wu, P. A. Rydelek, and M. Kachi : Home seismometer for earthquake early warning, *Geophys. Res. Lett.*, Vol.36, L00B04, doi:10.1029/2008GL036572, 2009.
- 3) 功刀卓、青井真、中村洋光、藤原広行、安達繁樹、森川信之：小口径ボアホール強震計の開発、日本地球惑星科学連合大会予稿集、2007年、S145-008.
- 4) 功刀卓、青井真、中村洋光、藤原広行、森川信之：震度のリアルタイム演算法、地震第2輯、第60巻、第4号、2008年、pp.243-252.
- 5) Odaka, T., K. Ashiya, S. Tsukada, S. Sato, K. Ohtake, and D. Nozaka : A new method of quickly estimating epicentral distance and magnitude from a single seismic record, *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol.93, No.1, 2003, pp.526-532.