

STT055-P01

会場: コンベンションホール

時間: 5月27日 10:30-13:00

ボアホールタイプ広帯域地震計 CMG-3TB のノイズレベル (2)

An investigation of seismic noise level of borehole-type broadband seismometer CMG-3TB (2)

小山 卓三^{1*}, 三上 直也¹, 高山 博之¹, 古舘 友通¹

Takumi Koyama^{1*}, Naoya Mikami¹, Hiroyuki Takayama¹, Tomomichi Furudate¹

¹ 気象庁精密地震観測室

¹ Matsushiro Seismological Observatory, JMA

気象庁精密地震観測室では、深度およそ 700m のボアホールに広帯域地震計 (Guralp Systems 社, CMG-3TB) を設置し観測を行っている。広帯域地震計をこのような深度に設置した観測は日本ではあまり例を見ない。露木ほか (2009) は、この CMG-3TB と観測坑道内に設置している STS-1 のノイズレベルを比較し、周期数秒以下の短周期側では、ボアホール設置の CMG-3TB のノイズレベルが低いことを示した。一方、長周期側では、CMG-3TB の特に水平動成分に周期数分から数十分の大きなふらつきがみられ、この周期帯では STS-1 に比べ非常に大きなノイズレベルであることがわかった。このふらつきはセンサーの設置方法により改善される可能性があることを指摘している。そのため、今回センサーの設置方法を見直し、センサー筐体を覆っていたゴム製の保護シートを取り除き、坑底付近に設置することにより、これまで見られていた長周期ノイズはほぼ解消し、安定した良好なデータが得られるようになった。そこで今回、改めて CMG-3TB のノイズレベルについて精密地震観測室の観測坑道内に設置している STS-1 など他の広帯域地震計とノイズレベルの比較調査を行った。

調査は CMG-3TB と当室の他の広帯域地震計 (STS-1、STS-2) で地震のない期間について、それぞれのパワースペクトルを比較した。その結果、周期 2 ~ 3 秒以下では STS-1 と STS-2 に対して CMG-3TB が小さくなっており、ボアホールに埋設することで地表付近の短周期ノイズが低減されていることが改めて確認できた。特に周期 0.5 秒付近で CMG-3TB の小ささが顕著である。一方、周期 2 ~ 100 秒では CMG-3TB と STS-1 とほとんど違いは見られなかった。100 秒から 1000 秒の周期では若干 CMG-3TB のノイズレベルが高いようにもみえるが、成分によって傾向が異なっており、センサー自身の安定性の問題も考えられる。さらに長周期側については、潮汐変化を比較すると STS-1 と CMG-3TB で同様の振幅で記録されており、CMG-3TB は STS-1 と同程度の周波数帯を概ねカバーできていることが確認できた。

キーワード: ボアホールタイプ広帯域地震計, ノイズレベル

Keywords: Borehole-type broadband seismometer, noise level

STT055-P02

会場: コンベンションホール

時間: 5月27日 10:30-13:00

長谷ダムにおける3成分地震計アレイ観測 Seismic array observation at Nagatani dam site

中元 真美^{1*}, 松本 聡², 池端 慶², 千蔵 ひろみ¹, 宮崎 真大¹, 武田 智之¹, 清水 洋², 糸谷 夏実¹, 山下 裕亮¹, 松島 健²

Manami Nakamoto^{1*}, Satoshi Matsumoto², Kei Ikehata², Hiromi Chikura¹, Masahiro Miyazaki¹, Tomoyuki Takeda¹, Hiroshi Shimizu², Natsumi Itoya¹, Yusuke Yamashita¹, Takeshi Matsushima²

¹ 九大・理, ² 九大・地震火山センター

¹ Grad. Sci. Sci., Kyushu Univ., ² SEVO, Kyushu Univ.

福岡県福岡市東区の長谷ダム(三日月湖)で3成分地震計アレイ観測を行った。この地域は2005年福岡県西方沖地震の震源域から約15km東に位置する。地震断層の南東部および南東延長部には散乱体の分布が推定されているが(Matsumoto et al., 2006; 中元・他, 2010 連合大会), 分解能が低いため詳細な分布が分かっていない。地震断層の南東延長部にあたる警固断層と不均質構造との関係を理解するためには質の良いデータを得る必要があるが, 警固断層は都市圏に位置するため人工ノイズが多く地震観測が困難である。従って比較的人工ノイズが少ないと思われる長谷ダムにおいて, 周辺の地殻構造を把握することを目的としてアレイ観測を行った。

地震計アレイ観測は三日月湖の西側で東西に620m, 南北に650mの範囲で行った。地震計には2Hz3成分の地震計を用い, 観測点間隔は約20mで5つの測線に沿って67点設置した。地形の制約から各側線はそれぞれ4, 11, 6, 24, 22点の観測点で構成された。観測期間は2010年8月30日から11月25日でデータは250Hzサンプリングで連続して収録した。この観測期間で福岡県周辺で発生した60個以上(M=1.0)のイベントが収録された。得られたデータは昨年玄界島で行ったアレイ観測よりもノイズが少なく良質なデータであった。これらのデータを解析することで震源断層の南東延長部の地殻構造の解明が期待される。

キーワード: アレイ観測

Keywords: seismic array

STT055-P03

会場: コンベンションホール

時間: 5月27日 10:30-13:00

地震多発時における効率的な自動震源決定処理 Automatic Hypocenter Determination in Swarms and Aftershocks

溜瀧 功史^{1*}, 山田 安之¹, 中村 雅基¹, 清本 真司¹

Koji Tamaribuchi^{1*}, Yasuyuki Yamada¹, Masaki Nakamura¹, Kiyomoto Masashi¹

¹ 気象庁地震火山部

¹JMA

震源データを用いて大規模地震の余震活動の推移や余震域の広がり、あるいは群発地震活動の推移等を早期に把握することは、地震災害対策を講じるにあたり極めて有効で、その社会的要請も大きい。気象庁では人によって決定、精査した震源カタログを作成しているが、地震が多発した際にリアルタイム的に地震活動の状況を把握するためには、自動処理による震源が必要不可欠である。

気象庁では自動処理によって決定した震源をホームページ等で公開する予定であり、人によって決定された震源カタログと比較すると、内陸の浅い地震ではM2.0以上でほぼ90%以上の決定率となっている。一方で、地震多発時には見かけ上のノイズレベルの上昇によってトリガ検知しにくくなったり、前後の地震の相を誤って検出したりするなど、地震の活動状況にもよるが20~30%程度まで決定率が下がる。そこで、酒井(1998)の手法を基に、地震多発時における効率的な自動震源決定処理を行った。

酒井(1998)の手法は、多発する地震がほぼ同じ走時であることを利用して、すでに求められたいくつかの手動震源(リファレンス震源)の検出値を基に、P相の観測走時だけ波形をずらして足し合わせてスタッキングを行う手法である。スタッキングを行うことで、地震が多発した際にもP相部分でトリガ検知をしやすくなるのが利点である。今回は、リファレンス震源の近傍でS/N比がよい3~4点の観測点をスタッキングしてトリガ検知に利用した。また、検出に使用する観測点は震源近傍の20点程度を利用した。多発時においてS相の同定は困難であることから、P相のみを検出することとし、マスターイベント法によって震源決定した。

2009年12月に発生した伊豆半島東方沖の地震活動や、2010年9月末から10月にかけて発生した福島県中通りの地震活動など、近年発生した群発地震活動や、2008年岩手・宮城内陸地震の余震活動など、いくつかの本震-余震系列についても適用した。

2009年12月の伊豆半島東方沖の地震では、震源のばらつきは大きいものの、深さが次第に浅くなっていったり、地震回数の増減が見られたりするなど、活動の推移を確認することができた。一方、2008年岩手・宮城内陸地震の余震活動のような、余震域が広くリファレンス震源から離れることがあるような場合には、リファレンス震源の観測走時に近いP以外の相や異なった地震の相を同一地震のP相と誤認してしまい、結果としてリファレンス震源付近に震源が集まる結果となった。このような問題点を解消するために、リファレンス震源を複数置いてそれぞれ震源計算をさせ、その結果をマージする方法が考えられる。しかし、地震活動がリアルタイムで推移していく中で複数のリファレンス震源をどのようにして指定していくかが問題となる。また、事例ごとにパラメータ設定を調整する必要があるなど、課題が残されている。

参考文献

酒井, 1998, 日本地震学会 1998年秋季大会予稿集, 140.

STT055-P04

会場: コンベンションホール

時間: 5月27日 10:30-13:00

余震・群発地震の自動震源決定処理の開発 Automated hypocenter determination of aftershocks and earthquake swarms

勝間田 明男^{1*}, 青木 重樹¹, 吉田 康宏¹, 木村 一洋¹
Akio Katsumata^{1*}, Shigeki Aoki¹, Yasuhiro Yoshida¹, Kazuhiro Kimura¹

¹ 気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

自動震源決定処理は、デジタル地震波形の自動処理が始まって以来、様々な試みがなされてきている。しかし、未だ人間による波形処理を必要としないシステムは実現していない。更に、群発地震や余震などの連発時には、人間による処理に遅れが目立つ状況が発生する。群発地震に対しても自動処理化の試みはなされている。群発地震処理の場合には、震源位置をある程度仮定した自動処理等が行われている(例えば、堀内・他, 1999)。しかし、仮に東南海地震・南海地震同時発生を想定した場合には、非常に広範囲に地震が同時発生し、震源位置を仮定することは意味をなさなくなる。そこで、広域で地震活動が活発化した場合にも処理可能なシステムの実現を目指して開発を行っている。

余震時のように地震が連発する場合には、一つのイベントの地震波が減衰しないうちに次の地震波が到着する場合が数多く発生する。そこで、地震波検出中(トリガオン時)にも振幅が大きくなる部分を検出するようにしている。

自動処理の場合に、地震動以外のノイズや、誤った相の読み取りが数多く混じった状態の中から、地震の想定した相の正確な読み取り値を如何にして見つけ出すかが重要と考えられる。ここでは震源位置についてはグリッドサーチに基づく方法を試みている。仮定した震源位置と観測された相の到着時間から時間軸上の震源時の確率が求められる。複数の相到着時に対してはその相乗効果として確率が得られる。特定のグリッドポイントに対して、最大確率を持つ震源時がそれぞれ求められる。全てのグリッドポイントの中で最大確率を示すものが最も信頼性が高いとみなせる。該当の地震のデータを除いた後に、同様の処理を行うことにより複数の地震の処理ができる。

しかしながら、沖合いの地震のように片側にしか観測点が分布していない場合には、P波の到着時刻のデータだけでは、震源時と震央距離との間にトレードオフが発生してしまい、震源時の推定が十分な精度をもってできない場合が認められた。そこで、最大振幅時刻も含めて震源時推定に用いる方法を取り入れた。現在、処理事例を増やしながら問題の抽出と解決をはかっているところである。

本調査には、独立行政法人防災科学技術研究所、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、気象庁、独立行政法人産業技術総合研究所、国土地理院、青森県、東京都、静岡県、神奈川県温泉地学研究所、横浜市及び独立行政法人海洋開発研究機構のデータを利用している。

キーワード: 自動震源決定, 余震群発地震観測

Keywords: automated hypocenter determination, observation of aftershocks and earthquake swarms

STT055-P05

会場: コンベンションホール

時間: 5月27日 10:30-13:00

チャンネル情報管理システムの改良 Improvement of Channel Information Management System

中川 茂樹^{1*}, 鶴岡 弘¹, 鷹野 澄¹, 酒井 慎一¹

Shigeki Nakagawa^{1*}, Hiroshi Tsuruoka¹, Kiyoshi Takano¹, Shin'ichi Sakai¹

¹ 東京大学地震研究所

¹ ERI, the Univ. of Tokyo

日本における地震波形データ流通では、WIN フォーマット (ト部, 1994) が事実上の標準として用いられている。このフォーマットの特徴として、波形データとチャンネル表が分離していることがあげられる。チャンネル表には、チャンネルID とそれに対応する観測点やデータの種別、緯度経度などの地理情報や観測機器に関するパラメタ (チャンネル情報) が書かれている。我々はこのチャンネル情報及びその変更履歴を管理するための分散型データベースシステム「チャンネル情報管理システム (CIMS)」を開発し [中川・他, 2007], 2007 年から運用を開始した。このシステムは WEB を用いたインタフェースを採用し、チャンネル情報の入出力及び管理が簡便となった。また、地震観測を行っている大学や防災科研等の各機関に設置した CIMS サーバ間で自動的にチャンネル情報を交換する機能を有している。つまり、CIMS は複数のサーバを用いた分散型データベースであると同時に、全サーバが同一の情報を保持しているミラーデータベースともなっている。

CIMS の最大の特徴は、チャンネル情報の変更を過去に遡って正しく反映させることである。その変更履歴を保存し、各機関に設置した CIMS サーバのデータの整合性を確保するために、データベースに登録されたデータの削除を行うコマンドを CIMS には実装しなかった。しかし、運用を開始したところデータの誤入力が多く、CIMS が用いるデータベースミドルウェアに直接アクセスして誤入力されたデータを修正する必要があった。CIMS を使わずにデータベースを書き換える操作は、データベースの整合性を保つ観点から好ましくない。

そこで、CIMS にデータの削除を行うコマンドを実装し、改良することとした。データの削除にあたっては、正しいデータを誤って消去することのないように注意する必要がある。そのため、データに無効フラグを設定するコマンドと無効フラグのついたデータをデータベースから消去するコマンドの 2 段階で削除操作を行うこととした。改良は 2011 年 1 月に完了し、各機関に設置された CIMS サーバで運用を行っている。今後もさらにシステムの信頼性・安定性を高めていきたい。

キーワード: データベース, チャンネル情報, WIN フォーマット

Keywords: database, channel information, WIN format