

市販 IC レコーダーを用いた地震波形データ収録実験

An experiment of seismic waveform recording by using ready-made IC recorders

勝俣 啓^{1*}, 岡山宗夫¹

KATSUMATA, Kei^{1*}, Muneo Okayama¹

¹ 北大・地震火山センター

¹Hokkaido University

限られた予算の中で地震観測点密度を大幅に高めるためには、できるだけ低価格の地震観測装置を開発する必要がある。本研究ではP波初動の押し引きによる震源メカニズム解の決定やコーダ波解析を想定し、機能および性能を最小限に抑えたシステムを提案する。地震計本体は上下動1成分として、地震探査用の安価な地震計を用いる。データロガーは市販されているICレコーダーを利用し、GPS時計等による時刻校正は行わない。市販のICレコーダーは音声録音専用なので実際に地震波形を記録できるのか周波数特性や消費電力を調査するための試験観測を行った。オリンパス社製Voice-Trek V-75とSONY社製ICD-UX512の2種類のICレコーダーを比較した。上下動地震計(CDJ-Z10)は、固有周波数10Hz、感度2.8V/cm/s、1台約1万円の中国製品で、ICレコーダーのマイク端子に簡単なローパスフィルターを通してから接続した。ICD-UX512は、電源電圧1.5V、長時間記録モードでのサンプリング周波数8000Hz、内部メモリ2GBに約536時間の連続録音が可能である。音声波形はMP3形式で保存されるので、フリーソフトmpg123を用いてWAV形式に変換および400Hzでリサンプリングした後、フリーソフトsoxを用いて数値テキストデータを得た。ICD-UX512の仕様書には、記録可能周波数は60~3400Hzと記載されているが、10Hz程度の近地地震の波形も十分記録可能であることを確認した。

キーワード: ICレコーダー, 地震観測, 地震計, データロガー

Keywords: IC recorder, seismic observation, seismometer, datalogger

小型高感度傾斜計の開発2 Compact and highly sensitive tiltmeter 2

高森 昭光^{1*}, Alessandro Bertolini², Riccardo DeSalvo³, 金沢 敏彦¹, 篠原 雅尚¹, 新谷 昌人¹
TAKAMORI, Akiteru^{1*}, BERTOLINI, Alessandro², DESALVO, Riccardo³, KANAZAWA, Toshihiko¹, SHINOHARA, Masanao¹,
ARAYA, Akito¹

¹ 東京大学地震研究所, ²NIKHEF, ³University of Sannio

¹ERI, University of Tokyo, ²NIKHEF, ³University of Sannio

開発中の小型高感度傾斜計について、装置の概要とボアホールでの試験観測結果を報告する。

キーワード: 傾斜計, 折りたたみ振子, 光検出, 海底, ボアホール

Keywords: tiltmeter, folded pendulum, optical transducer, ocean bottom, borehole

気象庁における自動 Wphase 解析の導入および自動 CMT 解析の高度化 Beginning of automatic Wphase analysis and Improvements of automatic CMT analysis in JMA

碓井 勇二^{1*}, 山内 崇彦¹
USUI, Yuji^{1*}, YAMAUCHI Takahiko¹

¹ 気象庁地震火山部

¹ Seismological and Volcanological Department, Japan Meteorological Agency

1. 早期 Mw 推定の課題

気象庁では 2007 年 7 月から自動 CMT 解析の結果を利用し、津波警報・注意報の更新に利用している。自動 CMT 解析では、緊急作業により決定された震源位置を初期値として地震発生時から 10 分間のデータを用いて解析を行い、地震発生から約 15 分後に解析結果（メカニズム解とモーメントマグニチュード）を出力する。解析には全国に整備した広帯域地震計（STS-2 地震計）および（独）防災科学技術研究所の F-net のデータを用いている。解析結果のうち精度の良いものは、気象庁 HP で一般にも公開している。

アドレス：<http://www.seisvol.kishou.go.jp/auto/mech/top.html>

一方、東北地方太平洋沖地震では国内のほぼ全ての広帯域地震計が振り切れてしまったため、自動による CMT 解析ができず海外のデータを用いた CMT 解析を行うことになった。巨大な地震でも安定して迅速に CMT 解析を行うこと、また、解析に要する時間のさらなる短縮が技術的な課題のひとつとなった。

2. 対応

これらの課題について次の対応を施した。

- ・ Wphase 解析の自動化
- ・ 速度型強震計を用いた CMT 解析の導入

kanamori et al. (2008) による Wphase 解析は、より長周期（例えば 200~1000 秒）のデータを用いることで、CMT 解析と同等の結果を短時間で求める手法である。気象庁ではこの Wphase 解析を自動で処理する手法を導入した。自動 Wphase 解析では地震発生から 5 分間までの広帯域地震計のデータを用いて解析することにより、地震発生から約 6 分後には精度の良い Mw の推定を行うことができる。この時、震源は緊急作業による震源に固定している。震源の最適位置を求めるためにはグリッドサーチを行う必要があり、さらに約 1 分間の計算時間が必要となる。

（独）防災科学技術研究所の F-net には、通常の広帯域地震計に加え速度型強震計も併設している。この地震計のデータを用いて東北地方太平洋沖地震の本震、および M7 を超える大きな余震について CMT 解析を行った。計算条件としては、バンドパスフィルターは 83~333 秒、震央距離 500~1200km の観測点を用いた。その結果、自動でも精度の良い解析ができることを確認した。

3. 自動 CMT 解析および自動 Wphase 解析の高度化と今後の課題

これまでの自動 CMT 解析では、解析の初期値としている震源（破壊開始点）とセントロイドが大きく離れていると（例えば 100km 以上）、精度の良い解析はできないことが明らかとなった。このようなことは、南海トラフで発生する大地震では十分に想定できることである。これに対応するため、初期値をグリッドサーチで決定した後に CMT 解析を行う手法の開発を進めている。初期値の課題は自動 Wphase 解析でも同様であり、今後は Wphase 解析でも何らかの対応が必要である。

CMT 解析でも Wphase 解析でも地震の規模が大きくなるほど解析が難しくなる。一方、防災の観点からは規模の大きな地震ほど確実に解析ができなくてはならない。今後は規模の大きな地震について様々なパターンのシミュレーション波形を作成し、自動処理の確実な動作を確認していくことが重要と考える。

謝辞

自動 CMT 解析、自動 Wphase 解析では、（独）防災科学技術研究所のデータも利用した。

Wphase 解析のプログラムは金森博士らに提供して頂いた。

ここに記して感謝する。

キーワード: Wphase 解析, CMT 解析, メカニズム解析, モーメントマグニチュード, 自動処理

Keywords: Wphase analysis, CMT analysis, mechanism analysis, moment magnitude, automatic processing

全国ひずみ傾斜データの流通一元化と公開 Crustal deformation data is available via WWW server in real-time

高橋 浩晃^{1*}, 山口照寛¹, 中尾 茂², 松島 健³, 加納 靖之⁴, 山崎 健一⁴, 寺石 眞弘⁴, 伊藤 武男⁵, 鷺谷 威⁵, 大久保 慎人⁶, 浅井 康広⁶, 原田 昌武⁷, 本多 亮⁷, 加藤 照之⁸, 三浦 哲⁸, 横田 崇⁹, 勝間田 明男⁹, 小林 昭夫⁹, 吉田 康宏⁹, 木村 一洋⁹, 太田 雄策¹⁰, 田村 良明¹², 柴田 智郎¹¹

TAKAHASHI, Hiroaki^{1*}, Teruhiro Yamaguchi¹, NAKAO, Shigeru², MATSUSHIMA, Takeshi³, KANO, Yasuyuki⁴, YAMAZAKI, Ken'ichi⁴, TERAISHI, Masahiro⁴, ITO, Takeo⁵, SAGIYA, Takeshi⁵, OKUBO, Makoto⁶, ASAI, Yasuhiro⁶, HARADA, Masatake⁷, HONDA, Ryou⁷, KATO, Teruyuki⁸, MIURA, Satoshi⁸, Takashi Yokota⁹, KATSUMATA, Akio⁹, KOBAYASHI, Akio⁹, YOSHIDA, Yasuhiro⁹, KIMURA, Kazuhiro⁹, OHTA, Yusaku¹⁰, TAMURA, Yoshiaki¹², SHIBATA, Tomo¹¹

¹ 北海道大学大学院理学研究院, ² 鹿児島大学大学院工学研究科, ³ 九州大学大学院理学研究院, ⁴ 京都大学防災研究所, ⁵ 名古屋大学大学院環境学研究科, ⁶ 財団法人地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所, ⁷ 神奈川県温泉地学研究所, ⁸ 東京大学地震研究所, ⁹ 気象庁気象研究所, ¹⁰ 東北大学大学院理学研究科, ¹¹ 大学共同利用機関法人自然科学研究機構国立天文台水沢 VLBI 観測所, ¹² 地方独立行政法人北海道総合研究機構地質研究所

¹Fac. Sci., Hokkaido Univ., ²Grad. Sch. Sci.&Tec., Kagoshima Univ., ³Fac. Sci., Kyushu Univ., ⁴DPRI, Kyoto Univ., ⁵Grad. Sch. Env., Nagoya Univ., ⁶Tono Res. Inst. Earthq., ⁷Hot Spring Res., Kanagawa Pref., ⁸ERI. U. Tokyo, ⁹Met. Res. Inst. JMA, ¹⁰Fac. Sci., Tohoku Univ., ¹¹Mizusawa VLBI Observ., NAO, ¹²HRO, Geological Survey of Hokkaido

全国の各機関により運用されているひずみ計や傾斜計をはじめとした地殻変動連続観測関係データのリアルタイム全国流通一元化がなされ、研究者へのデータ公開がこの3月より開始されたので報告する。以下のホームページでデータの閲覧やダウンロードが可能となっておりアクセスして頂きたい。なお、利用にはユーザー登録が必要であるが、これも以下のページより申し込みが可能である。多くの方々に積極的に利用をして頂くとともに、より良いシステムにするためのご意見を頂きたい。

<http://crust-db.sci.hokudai.ac.jp/db/login.php>

ひずみ計は数 Hz から DC 帯域までフラットな応答特性のため地震計のように計器特性の補正を行う必要なく、長期にわたる地殻変動から地震動の帯域までを同じセンサーで観測可能である。観測値は物理値そのものであるため、データを前処理なしにそのまま利用可能でありリアルタイム性に優れている。降水や気圧の変化による地殻応答までも記録する高感度のセンサーであるとともに、機械的振り切れがなく、地震の場合には強震動帯域から津波地震のようなゆっくりとした変動も同じセンサーで観測可能である。このように、ひずみ計は地震動や地殻変動の観測において優れた計器特性を持っているにも関わらず、地震学をはじめとする地球科学分野や、地震津波防災分野において、そのデータを用いた研究や監視が充分に行われてきたとは言い難い。その理由として、データが統一的に流通されておらず、一般ユーザーがそれを利用することが困難だったことが挙げられる。

我々は、全国の地殻変動連続観測を実施している機関に呼びかけ「地震および火山噴火予知のための観測研究計画」の予算によりデータのリアルタイム流通と一元化を行うスキームを実現した。観測点で取得されたデータは各機関のデータセンターへ伝送された後、リアルタイム全国地震観測波形データ交換システム (JDXnet) (鷹野ほか, 2005) を通じて全国の関係機関へ win パケット (ト部, 1992) の形で流通している。この JDXnet へ接続している機関では、チャンネルテーブル情報により全国のデータパケットをリアルタイムで受信することが可能である。

流通しているデータを一元的に収集するとともに、利用者に対してデータの提供や簡易解析などの便宜をはかるために、地殻変動データベースソフトウェアを独自に開発した (山口ほか, 2010)。このソフトウェアは、Web ベースでサーバーにアクセスする方式のため、ネット環境さえあれば世界中どこからでも利用可能である。このデータベースには、利用者がデータを閲覧しつつ簡易解析やデータダウンロードまでを行えるような機能が実装されている。基本となる描画機能であるが、地殻変動連続観測データは地震波形と違い、非常に長期の変動を俯瞰する必要がある。このため、データ収録時に元サンプリングデータのほかに 1 分や 1 時間といった長時間平均データをリサンプリングにより作成しておき、数分のウィンドウには 100Hz データを、数年のような長期のデータには 1 時間サンプリングデータを利用するなどして最適化を図っている。また、地殻変動連続観測データによく見られる「とび」やドリフトを補正する機能や、任意のパラメータでフィルタリングできる機能、潮汐解析 (Tamura et al., 1991)、スペクトル、主ひずみ解析、動的ひずみ解析 (大久保, 2005) などの機能も実装されている。

このシステムは win フォーマットのデータになっていればあらゆる時系列データの収録が可能である。現在は水位・気圧・重力などのデータも同じプラットフォーム上で収録されている。また、地震波形のデータも収録可能であり、地震波形の振幅の積算値や絶対値を表示する機能も付加されていて火山性微動の消長をモニターすることに活用されている。

データの利用の条件は大学の地震波形データ利用の規約とほぼ同じであり、個人的にデータの閲覧をしたり、ダウンロードして試験解析を行うには許可は必要としない。しかし、学会や論文発表などを行う場合には、事前に観測を行っている機関への申請と協議が必要である。

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT59-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月21日 15:30-17:00

キーワード: 地殻変動連続観測データ, ひずみ, 傾斜, データ流通, 一元化, データ公開

Keywords: Crustal deformation data, Strain meter, Tilt meter, Real-time data exchange, Data open for researchers

GreenLand Ice Sheet monitoring Network (GLISN) による氷床での広帯域地震観測 Broadband seismic observation on the Greenland ice sheet

坪井 誠司^{1*}, 金尾政紀², 東野陽子¹, 姫野哲人³, 豊国 源知⁴

TSUBOI, Seiji^{1*}, Kanao, Masaki², Tono, Yoko¹, Himeno, Tetsuto³, TOYOKUNI, Genti⁴

¹ 海洋研究開発機構, ² 極地研究所, ³ 情報システム研究機構, ⁴ 東北大学

¹JAMSTEC, ²NIPR, ³ROIS, ⁴Tohoku University

「グリーンランド氷床の地震モニタリング観測計画 GLISN (The GreenLand Ice Sheet monitoring Network)」は、グリーンランド氷河地震を継続的に観測する目的で、多国間の国際共同により組織されたプロジェクトである。グリーンランド氷床およびその縁辺部では、氷河の流出に伴うと考えられる氷河地震が観測されている。最近の報告では(たとえば Ekstrom, 2006)、21 世紀に入り氷河地震の発生頻度が増大したことが示唆されている。GLISN 計画では、その地理的位置から観測が困難であるグリーンランドに国際協力により地震観測点を設置し、既存の地震観測網のデータを FDSN を通じて共有することにより、氷河地震の活動度と発生メカニズムを明らかにすることを目指している。我が国からは、国立極地研究所と独立行政法人海洋研究開発機構の研究者が GLISN 計画へ参画している。2011 年にはグリーンランド氷床上の ICE-S 観測点を IRIS PASCAL 計画と協力して設置した。広帯域地震計は極域仕様の CMG-3T、データロガーは Quanterra Q380 である。地震計は氷床に掘削した深さ 1m の穴の中にケーシングに入れて設置した。電源は太陽電池を用い、データは衛星電話によりリアルタイムで IRIS DMC に伝送されている。今後、年 1 回程度設置状況の確認とデータ回収のために現地への訪問を予定している。

キーワード: 氷河地震, 広帯域地震観測, GLISN

Keywords: icequake, broadband seismic observation, GLISN