

DONET データのリアルタイム表示システムの開発 New-development of real-time seismic waveform viewing system feeding from DONET

高江洲 盛史^{1*}; 堀川 博紀¹; 末木 健太郎¹; 高橋 成実¹; 園田 朗¹; 三浦 誠一¹; 坪井 誠司¹
TAKAESU, Morifumi^{1*}; HORIKAWA, Hiroki¹; SUEKI, Kentaro¹; TAKAHASHI, Narumi¹; SONODA, Akira¹; MIURA,
Seiichi¹; TSUBOI, Seiji¹

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構

¹ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

独立行政法人海洋研究開発機構では、東南海地震の想定震源域である熊野灘周辺に、地震計・水圧計等を備えた大規模かつ稠密海底観測網を整備し、地震・地殻変動・津波といった物理的諸現象をリアルタイムで観測・監視するシステム(DONET)を構築した。それらを用いた地震学的な成果としての研究情報と防災減災に寄与する情報を積極的に発信するためには、DONET データに加えて、既存地下構造データや地震津波シミュレーション結果などを取り込んだ統合データベースの構築が必要不可欠である。そのため、地震津波・防災研究プロジェクト(地震研究)、地球内部ダイナミクス領域(地下構造研究)、地球情報研究センター(情報発信)からなるデータベース構築チームを立ち上げた。

データベースの利用者は、地震研究者のみならず、地方自治体等の防災担当者を大きなユーザーターゲットとし、それぞれに向けたより利用しやすいデータベースの構築を検討してきた。そのうち、防災担当者向けのコンテンツ提供サービスとして、DONET から送られてくる強震計・水圧計の波形データをリアルタイムにウェブブラウザ(Google Chrome)上で表示するシステムを開発した。

2011年東北地方太平洋沖地震以降、特に南海・東南海巨大地震発生帯に隣接する地方自治体は、国が示す広域的な防災対策を念頭に置きつつ、それぞれの地域に応じた独自の防災対策を構築していくことが求められている。最新の研究で得られた成果や地震減災に関する情報についての地道な広報活動だけでなく、海溝型巨大地震発生帯の直上・直近において稠密展開した観測装置が検知した生の観測波形データを、リアルタイムに防災担当者が確認できることで、より迅速な防災減災対応の判断に資することができる。

現在、平成26年4月の本格稼働を目指し、一部地方自治体に向けて試験運用を行っており、本発表では本システムの概要について紹介する。

キーワード: DONET, データベース, リアルタイム表示, 地方自治体への情報展開

Keywords: DONET, database, real-time trace view, outreach for local government

海底地震計の相対的地盤増幅特性の評価とその実時間補正の検討：防災科研の相模湾 OBS を例として Examination of the relative site amplification factor of OBS and their real-time correction: examples of Sagami Bay OBS

林元 直樹^{1*}; 干場 充之¹
HAYASHIMOTO, Naoki^{1*}; HOSHIBA, Mitsuyuki¹

¹ 気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

Hoshiba (2013, JGR) は、次世代の緊急地震速報として、震源やマグニチュードの決定を介さずに、波動場の実時間把握により地震動を予測する手法を提案している。観測点におけるサイト増幅特性の補正はこの手法の重要な要素の 1 つであり、これまでに KiK-net の深井戸観測点 (岩切・干場, 2011, JpGU) や気象庁の震度観測点 (青木・干場, 2013, 地震学会) において、周波数依存する相対的なサイト増幅特性の調査が進められてきた。海域で発生した地震の地震動の早期把握には、海底地震計の活用が重要である。林元・干場 (2013, 地震学会) では、東南海海域に設置されている気象庁の東南海 OBS と JAMSTEC の DONET において、陸上の観測点とのサイト特性の比較を行った。本発表では、OBS 近傍に陸上観測点が多く存在する防災科学技術研究所の相模湾 OBS (Eguchi *et al.*, 1998, MGR) のデータを用いて、OBS の周波数依存する相対的なサイト増幅特性について調査し、サイト増幅特性のリアルタイム補正について検討した結果を報告する。

相模湾 OBS とその周辺の K-NET・KiK-net 観測点について、震央距離が 100km 以上離れた地震の S 波部分のスペクトルを算出し、近接観測点間におけるスペクトル比を相対的なサイト増幅率として推定した。OBS 近傍の基盤相当の観測点 (KNGH23, KiK-net 地中) に対するサイト増幅率をみると、相模湾 OBS では水平動の増幅が上下動に比べ増幅する傾向があり、特に 1~10Hz で水平動の増幅が大きい。また、OBS によっては 1Hz より長周期側でも増幅が大きい観測点が見られる。これらの増幅の特徴は、OBS 直下の堆積層や地震基盤までの深さなどの構造の違いによるサイト増幅特性を反映していると考えられる。

得られた相対的なサイト増幅率を用いて、比較元の観測点での波形を比較先の観測点相当のサイト特性に置き換えることで比較先の震度を予測し、サイト補正に周波数依存性を考慮する効果を検証した。サイト増幅率の補正には、Hoshiba (2013, BSSA) による漸化式フィルタを上下動・水平動それぞれに設計して用いた。また、震度の計算には功刀・他 (2008, 地震 2) のフィルタを用いた。これらはいずれも実時間処理が可能なフィルタである。2 地点間の平均震度差で補正した、周波数依存性を考慮しない予測との比較を行った結果、OBS の記録から陸上の震度を予測する場合においても、陸上同士での予測と同様に周波数依存性を考慮することで予測震度の実震度との残差の RMS が改善することが確認できた。これらの結果は、OBS においても陸域同様にサイト特性を実時間補正することで、波動場の早期把握に活用できる可能性を示している。

謝辞：本報告には防災科学技術研究所の K-NET, KiK-net のデータを利用しました。

キーワード: 緊急地震速報, 海底地震計, 地震動予測, 地盤増幅特性

Keywords: Earthquake Early Warning, Ocean Bottom Seismograph, Real-time prediction of ground motion, Site amplification factor

地震波伝播の外挿を用いた緊急地震速報の改善:みかけ速度と伝播方向の活用 Improvement of earthquake early warning system using the extrapolation of wavefield with apparent velocity and direction

佐藤 明日花^{1*}; 蓬田 清¹

SATO, Asuka^{1*}; YOMOGIDA, Kiyoshi¹

¹ 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻グローバル地震学研究室

¹ Global Seismology, Natural History Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University

現在の日本の緊急地震速報は、震源に近い観測点でのP波の到着時間によって推定された震源の情報を利用している。しかし (a) 複数の地震がほぼ同時に起こった場合、(b) 地表でのみかけ速度が非常に速くなるような、震源の深い地震の場合、(c) 震源域が無視できないような規模の地震 ($M > 8$) の場合などにおいて効率的でない。これらはすべて非円形波面が拡大しているためであり、このような場合に対処するために、我々は震源地を決定せずに観測された初期の波動場を単に外挿する新たなアプローチを提案する。従来のマイグレーションの方法は与えられた波面に沿った波動場を利用していたが、緊急地震速報のシステムでは表面上での波動場の拡大の方向とその速度を得る事が出来る。グリーン関数の標準的な表現定理に基づいて、我々は観測波形だけでなくその空間微分を用いて波動場を推定する。このことによって従来の波形のアプローチと比較して、外挿した波動場の分解能と信頼性を向上させる事が出来るだろう。

正確かつ安定した波動場の外挿のために、信頼性の高いグリーン関数が必要である。しかし、P波とS波の伝播は複雑な形で3次元の速度構造に敏感であるため、これを忠実に予測しようとする事は現実的ではない。緊急地震速報のためには、地表面を伝播する波面の到達位置と振幅だけがわかれば良いので、2次元的な波動伝播のみを現象論的に表現する事を試みる。すなわち、P波のみかけ速度による地表の伝播である。このみかけ速度は震源の深さと、地域によって変化する。例えば北海道での震源の浅い地震では見かけ速度は7.1km/sであるが、長野県の浅い地震では5.5km/sである。また、同じ北海道でも震源が浅い場合は7.1km/sであるが、震源が100kmの場合8.9km/sであった。また速度は特に震源が深い場合、震央距離の関数として変化もする。地震が発生した際に波面の外挿に使う適切なグリーン関数(みかけ速度)を求める事が出来るように、我々は異なる深さや地域、震源の見かけ速度の表を作成し、これらを順次改良していく。

さらに、我々は初期の観測波形からみかけ速度や進行方向をリアルタイムにどのようにして推定するかについても考察した。緊急地震速報に波動場の外挿を適用するために重要な事は、初期の入力データとして観測される地震波形の間での良好な相関が必要である。しかしHi-netのデータのような高周波の地震波形は一般的に相関が悪い。隣接する観測点間での相関関係を向上するために、我々は各観測点でのサイト応答を修正する。浅い地震と深い地震の両方を使用して北海道のHi-net観測点で周波数の関数としてサイト補正を推定した。

最後に、ウラジオストクや韓国の下での震深地震では、日本の太平洋側だけが振幅が大きくなる'異常震域'と呼ばれる領域が見られる。2010年2月18日のウラジオストクの下での深さ590kmの震深地震に対して、我々は日本でのP波の伝播方向とみかけ速度を推定し、その異方性を測定した。例えば、北海道北部の宗谷、留萌地方では見かけ速度が約7.5km/sであるのに対し、南部の日高、十勝地方では約13km/sであった。このようなみかけ速度の違いを用いることで、いわゆる異常震域のような一定方向のみに増幅する現象も、本研究の波動場の外挿によって再現、予測することができる。

キーワード: 緊急地震速報, 地震波伝播の外挿, マイグレーション, みかけ速度, サイト補正, 異常震域

Keywords: earthquake early warning system, extrapolation of seismic wave field, migration, apparent velocity, site effect, abnormal seismic intensity

大地震直後のエネルギー輻射関数を用いた早期余震予測の試み Early forecasting of aftershocks from seismic energy release rate immediately after the mainshock

澤崎 郁^{1*}; Enescu Bogdan²
SAWAZAKI, Kaoru^{1*}; ENESCU, Bogdan²

¹ 防災科学技術研究所, ² 筑波大学
¹ NIED, ² University of Tsukuba

大地震直後には短時間に大量の余震が発生するため、その一つ一つを地震記録上で区別することは極めて困難となり、地震の検出率は低下する。そのため現行の気象庁の余震予測発表は、地震が十分に検出されるようになる本震発生翌日以降から行われる。最近、Sawazaki and Enescu (査読中) は、Hi-net の連続波形記録を用いて大地震直後からのエネルギー輻射率の時間変化 (エネルギー輻射関数) を見積もることに成功した。この手法では、個々の余震を離散的に決めるのではなく、震源時間関数と似た連続的な時系列として全ての地震からのエネルギーの総和の時間変化を推定する。そのため、本震発生直後における余震の取りこぼしは理論上存在しない。推定したエネルギー輻射関数は、本震発生後 40 秒後以降には改良大森則と似た経過時間のべき乗で減衰し、エネルギー輻射関数をその回帰曲線で割った値は Gutenberg-Richter 則と似たべき乗型の分布を示す。余震予測はこの二つの統計則を用いて行われるため、本震直後の比較的短時間のエネルギー輻射関数を用いることにより、より早期の余震発生予測が可能となると考えられる。

国内で発生した 3 個の内陸地震について、本震発生後 1、3、6 時間後までに得られた 8-16Hz 帯域におけるエネルギー輻射関数を用いて、 10^8 J/s 以上のエネルギー放出率 (約 $M_w 4/s$ に相当) の 24 時間後までの発生回数を予測した。その結果、2008 年岩手・宮城内陸地震では、1、3、6 時間後時点での予測回数 (分子) と 24 時間後までに実際に観測された回数 (分母) の比が 24/35、12/20、20/10 であった。同様に、2004 年新潟県中越地震では 1524/223、231/99、113/50、2007 年新潟県中越沖地震では 17/59、8/59、30/21 となった。中越地震では 1 時間後時点で 7 倍の過大評価、中越沖地震では 3 時間後時点で 1/7 の過小評価をしている。前者では 1 時間以内に $M_J 5.9$ 、 $M_J 5.8$ 、 $M_J 6.3$ の大規模余震が生じたが、1 時間後以降 24 時間後以内に生じた余震は最大でも $M_J 5.5$ であった。後者では 3 時間後までには 1 度も $M_J 5$ 以上の余震が起こらなかったが、5.4 時間後に $M_J 5.7$ の最大余震が起こった。これら大規模な余震の発生前後における地震活動パターンの変化が、極端な過大評価および過小評価の原因と考えられる。

キーワード: 余震, 早期予測, エネルギー輻射関数, 改良大森公式, Gutenberg-Richter 式
Keywords: aftershocks, early forecasting, energy release rate, modified Omori law, Gutenberg-Richter law

自動 CMT 解決定精度向上のためのパルス状異常波形の除去方法の検討 A method to remove non-seismic long-period pulses for improved estimations of automatic centroid moment tensor solutions

酒井 孝英^{1*}; 熊谷 博之¹; 中野 優²; 前田 裕太¹; 山品 匡史³; プリード ネルソン⁴; 井上 公⁴; Melosantos Arnold⁵; Figueroa Melquiades⁵; Punongbayan Jane⁵; Narag Ishma⁵
SAKAI, Takahide^{1*}; KUMAGAI, Hiroyuki¹; NAKANO, Masaru²; MAEDA, Yuta¹; YAMASHINA, Tadashi³; PULIDO, Nelson⁴; INOUE, Hiroshi⁴; MELOSANTOS, Arnold⁵; FIGUEROA, Melquiades⁵; PUNONGBAYAN, Jane⁵; NARAG, Ishma⁵

¹ 名古屋大学環境学研究科, ² 海洋研究開発機構, ³ 高知大学理学部, ⁴ 防災科学技術研究所, ⁵ フィリピン火山地震研究所
¹Nagoya University, ²JAMSTEC, ³Kochi University, ⁴NIED, ⁵PHIVOLCS

はじめに：広帯域地震計では非地震性の長周期のパルス状波形が、P 波もしくは S 波が到達したとき発生するという現象が知られている (例えば、Delorey et al., Bull. Seism. Soc. Am., 2008)。このような異常波形は波形インバージョンによるメカニズム解の推定に影響を及ぼすが、その波形を適切に補正あるいは取り除く手法は確立されていない。フィリピン・インドネシア地域に、地震・津波監視のために整備された広帯域地震計ネットワークにおいても、このようなパルス状波形がしばしば記録されている。これらの広帯域地震計ネットワークのデータは、Nakano et al. (Geophys. J. Int., 2008) によって開発された SWIFT 震源解析システムによる自動メカニズム解の決定に用いられている。このシステムは長周期 (50 - 100 s) の波形データから波形インバージョン法を用いて CMT 解とモーメント時間関数を推定しているが、パルス状波形によりメカニズム解が適切に決定できない場合がある。津波監視のためには、適切なメカニズム解を早く決定する必要があるため、このような不適切な解の存在が問題となっている。そこで、本研究では簡便にパルス状波形を取り除く手法について検討した。

手法：各観測点の長周期波形の最大振幅について、表面波を仮定して震源までの距離と非弾性による減衰を補正したものを震源振幅と定義する。フィリピン・インドネシア地域で 2012 年に発生した地震のうち、SWIFT を用いて手動でメカニズム解を決定したイベントについて、各観測点の最大振幅から震源振幅を推定した。地震波の放射パターンにより震源振幅にはばらつきが生じるが、ここでは各イベントの最大の震源振幅を用いた。その最大震源振幅とモーメントマグニチュード (M_w) を比較すると、両者には比例する関係が見られた。この関係は最大震源振幅の常用対数と M_w について 2 次の関数でフィッティングすることができた。この関数からイベントの M_w を用いて最大震源振幅を推定し、観測点までの距離と非弾性による減衰を考慮したものを観測点での波形の最大振幅と考えた。SWIFT はドイツ地球科学研究所 (GFZ) の GEOFON プロジェクトで開発された SeisComP から震源位置とマグニチュード (M) の情報を受け取ると、自動でメカニズム解の推定を始める。最大震源振幅と M_w の比較に用いたイベントについて、 M と M_w を比較すると、 M_w が 4.5 - 8.7 の間で M は M_w とほぼ一致していた。そこで M_w の代わりに M を用いて観測点での最大振幅を推定することとした。

結果：フィリピン地域で 2013 年 6 月から 2014 年 1 月の間に SWIFT が自動でメカニズム解を決定したイベントについて、 M から上記の関係をj用いて各観測点の最大振幅を手動で推定した結果、14 のイベントで最大振幅より大きい振幅を持つ波形が見られた。これらはパルス状の異常波形に対応しており、その波形を取り除いた結果、11 のイベントについて、自動解の推定に必要な波形の数が満たされなかったか、あるいは適切なメカニズムの推定が可能となった。この結果は、この手法がパルス状波形を取り除き、適切な波形の選択を行う上での有効性を示している。しかしながら、SeisComP が実際の地震より小さい M を推定する場合もあり得るため、実際のオペレーションにおいては、この手法とこの手法を使わない従来のやり方を同時に用いて、最終的にオペレーターがより適切なメカニズム解を採用する方法での運用が必要であると考えられる。今回検討した手法は SWIFT の自動解決定の精度向上に貢献すると考えられ、さらに SWIFT 以外の広帯域地震計を用いた自動 CMT 解決定システムにも広く適用できる可能性を持っていると考えられる。

気象庁が発表する長周期地震動に関する情報 Japan Meteorological Agency information on long-period ground motion

相澤 幸治^{1*}; 小上 慶恵¹; 浦谷 純平¹; 崎原 裕和¹; 中村 雅基¹
AIZAWA, Koji^{1*}; OGAMI, Yoshie¹; URATANI, Junpei¹; SAKIHARA, Hirokazu¹; NAKAMURA, Masaki¹

¹ 気象庁地震火山部地震津波監視課

¹ Japan Meteorological Agency

1. はじめに

長周期地震動による高層ビル内の揺れの大きさは震度では認識することが出来ない。過去の地震で、震源域から離れた震度が3や4以下の地域において高層ビル内で大きな揺れが生じた事例があった。このため、気象庁では概ね軒高45m以上の高層ビル内の人の体感や行動の状況や室内の状況について4つに区分した長周期地震動階級を新たに設け、地震計の加速度波形から長周期地震動階級を計算し、気象庁HPでの掲載を試行している。

ここでは、気象庁による長周期地震動に関する観測情報の内容について報告する。

2. 長周期地震動階級

気象庁では、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震等における高層ビル内での揺れの状況に関するアンケート調査や聞き取り調査(肥田・永野(2012)、久保ほか(2012)、相澤ほか(2012)、金子ほか(2012)等)等による人の体感・行動や室内の状況の結果や、周期1~2秒程度以上の人の体感・行動が床応答速度の大きさと関係していると考えられる(肥田・永野(2012)、相澤ほか(2012))ことを踏まえて、長周期地震動階級を新たに設けた。長周期地震動階級とは、固有周期が1~2秒から7~8秒程度の揺れが生じる高層ビル内における地震時の人の行動の困難さの程度や、家具や什器の移動・転倒などの被害の程度から4つの段階に区分した揺れの大きさの指標である。

気象庁では、地震発生直後地上に設置している地震計の観測データから求めた絶対速度応答スペクトル S_{va} (減衰定数5%)の周期1.6秒から周期7.8秒までの間における最大値の階級をその地点の「長周期地震動階級」としている。

3. 長周期地震動に関する観測情報

気象庁では、平成25年3月28日より、長周期地震動に関する観測情報(試行)として、長周期地震動階級や強震解析結果等について、気象庁HPでの掲載を開始した。

気象庁の震度計において震度1以上を観測した場合、その震度を観測した60秒間の加速度波形データが長周期地震動分析システムに送信される。長周期地震動分析システムでは、この波形データについて品質管理と、地震かノイズかの判定を行った上で、地震の場合は、負荷分散を図るため並列処理を用いて、周期1.6秒から7.8秒の間で周期0.2秒幅で4つの減衰定数(0.5%, 2%, 5%, 20%)の絶対速度応答スペクトルおよび絶対加速度応答スペクトル、地動速度時刻歴や地動変位時刻歴について計算し、長周期地震動階級の分布図や、波形/スペクトルグラフ、データのcsvファイルを作成し、HPに掲載する。地震発生から気象庁HPでの公開までは、概ね10~20分程度となっている。

キーワード: 長周期地震動, 強震動

Keywords: long-period ground motion, strong motion

Prediction of long-period ground motion intensity for earthquake early warning Prediction of long-period ground motion intensity for earthquake early warning

DHAKAL, Yadab prasad^{1*}; KUNUGI, Takashi¹; SUZUKI, Wataru¹; AOI, Shin¹
DHAKAL, Yadab prasad^{1*}; KUNUGI, Takashi¹; SUZUKI, Wataru¹; AOI, Shin¹

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

The 2011 Mw 9.1 Tohoku-oki earthquake caused strong shakings of high rise buildings constructed on deep sedimentary basins in Japan. During the earthquake, many people got into difficulty with their movements inside the high rise buildings even on the Osaka basin located at distances as far as about 750 km from the epicentral area. Japan Meteorological Agency (JMA) has started to provide people with information on intensity of long-period ground motions based on the absolute velocity response spectra (1.6 to 7.8 s) of the observed records on the grounds (Aizawa et al., 2013). The intensity scale of long-period ground motions is classified into four: 1, 2, 3, and 4 having spectral values of 5 to 15 cm/s, 15 to 50 cm/s, 50 to 100 cm/s, and more than 100 cm/s, respectively. The spectra were computed at natural periods of 1.6 to 7.8 s using 5% of critical damping. The maximum value of the computed spectra among 1.6 to 7.8 s defines the class of intensity. We have recently constructed empirical prediction equations of absolute velocity response spectra in the period range of 1 to 10s aiming for earthquake early warning application (e.g., Dhakal et al., 2013). The equations use JMA displacement magnitude and hypocentral distance as basic parameters. Earthquakes having JMA magnitude 6.3 or larger and focal depths shallower than 50 km were used. One of the difficulties in empirical prediction of long-period ground motions is to effectively include the effects of local geological structure such as 3-D basin effects in the prediction equations. To simplify this problem, we obtained site correction factors at K-NET and KiK-net strong motion sites as the mean value of the logarithmic residuals. To make predictions possible at sites other than the strong motion observation sites, we derived correction coefficients based on the relationships between the average residuals and depths of deep sedimentary layers, which are available for whole Japan at Japan Seismic Hazard Information Station (J-SHIS). We found that the standard deviations are minimized by corrections using the depth of layer having Vs value of 1.4 km/s.

To define intensity at a site, we obtained the maximum value of the predicted spectra among $T=1.6$ to 7.8 s using the empirical prediction equations explained above. However, we found that the maximum predicted values were somewhat biased against the observed maximum values. Therefore, we applied an additional correction factor to the maximum predicted values to finally obtain the intensities. When a prediction equation was constructed using the maximum value of the observed spectra as the independent parameter, the additional correction factor was eliminated as the resulting residuals were normally distributed; also, the predicted intensities were almost identical to those obtained based on the regression analysis results for each natural period. In this study, we illustrate and discuss the application of empirical prediction equations for the prediction of JMA intensity of long-period ground motions for earthquake early warning application.

References

Aizawa K, Kawazoe Y, Uratani J, Sakihara H, Nakamura M (2013), Japan Meteorological Agency information on long-period ground motions, Abstract S41A-2410 presented at 2013 Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 9-13 Dec.

Dhakal Y P, Kunugi T, Suzuki W, Aoi S (2013), Attenuation relation of absolute velocity response spectra (1-10s) in Japan - a preliminary analysis. Proceedings: 2nd Intl Symp. on Earthq. Engg, Japan Assoc. of Earthq. Engg., Tokyo, Nov 11-12, vol 2, pp 39-48.

キーワード: Long-period ground motion intensity, Earthquake early warning, Absolute velocity response spectra, Attenuation relations

Keywords: Long-period ground motion intensity, Earthquake early warning, Absolute velocity response spectra, Attenuation relations

Regional Earthquake Early Warning Applications in Marmara Region Based on KOERI Seismic Network

Regional Earthquake Early Warning Applications in Marmara Region Based on KOERI Seismic Network

PINAR, Ali^{1*} ; COMOGLU, Mustafa¹ ; ZULFIKAR, Can¹ ; TUNC, Suleyman¹ ; ERDIK, Mustafa¹
PINAR, Ali^{1*} ; COMOGLU, Mustafa¹ ; ZULFIKAR, Can¹ ; TUNC, Suleyman¹ ; ERDIK, Mustafa¹

¹Bogazici University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Istanbul, Turkey

¹Bogazici University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Istanbul, Turkey

KOERI (Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute) operates a seismic network in Marmara Sea region (NW Turkey) consisting of 40 broadband and 30 strong motion inland and OBS stations which has a good topology for regional EEW studies. Data transmission between the remote stations and the base station at KOERI is provided both with satellite and fiber optic cable systems. The continuous on-line data from these stations is used to provide real time warning for emerging potentially disastrous earthquakes.

The Virtual Seismologist in SeisComp3 and the PRESTo regional EEW (earthquake early warning) softwares are the two regional EEW algorithms that have been recently setup at KOERI data center to generate the EEW signal. Onsite EEW application are underway for more than a decade.

The early warning signal is communicated to the appropriate servo shut-down systems of the receipt facilities, that automatically decide proper action based on the alarm level. Istanbul Gas Distribution Corporation (IGDAS) is one of the end users of the EEW signal. IGDAS, the primary natural gas provider in Istanbul, operates an extensive system 9,867 km of gas lines with 550 district regulators and 474,000 service boxes. State-of-the-art protection systems automatically cut natural gas flow when breaks in the pipelines are detected. IGDAS uses a sophisticated SCADA (supervisory control and data acquisition) system to monitor the state-of-health of its pipeline network. This system provides real-time information about quantities related to pipeline monitoring, including input-output pressure, drawing information, positions of station and RTU (remote terminal unit) gates, slum shut mechanism status at 581 district regulator sites. The SCADA system of IGDAS receives the EEW signal from KOERI and decide the proper actions according to the previously specified ground acceleration levels. Presently, KOERI sends EEW signal to the SCADA system of IGDAS Natural Gas Network of Istanbul.

The EEW signal of KOERI is also transmitted to the serve shut down system of the Marmaray Rail Tube Tunnel and Commuter Rail Mass Transit System in Istanbul. The Marmaray system includes an undersea railway tunnel under the Bosphorus Strait. Several strong motion instruments are installed within the tunnel for taking measures against strong ground shaking and early warning purposes. This system is integrated with the KOERI EEW System. KOERI sends the EEW signal to the command center of Marmaray. Having received the signal, the command center put into action the previously defined measures. For example, the trains within the tunnel will be stopped at the nearest station, no access to the tunnel will be allowed to the trains approaching the tunnel, water protective caps will be closed to protect flood closing the connection between the onshore and offshore tunnels.

キーワード: EEW signal, Virtual Seismologist, PRESTo, end users, IGDAS, Marmaray

Keywords: EEW signal, Virtual Seismologist, PRESTo, end users, IGDAS, Marmaray