

HDS030-01

会場:101

時間:5月26日 16:30-16:45

緊急地震速報の現状と課題

Performance of Earthquake Early Warning of JMA ? present status and improvement

下山 利浩^{1*}, 平野 和幸¹, 山田 安之¹, 干場 充之², 大竹 和生², 岩切 一宏²

Toshihiro Shimoyama^{1*}, Kazuyuki Hirano¹, Yasuyuki Yamada¹, Mitsuyuki Hoshiba², Kazuo Ohtake², Kazuhiro Iwakiri²

¹ 気象庁地震火山部, ² 気象庁気象研究所

¹Japan Meteorological Agency, ²Meteorological Research Institute

気象庁が緊急地震速報の高度利用者向け提供を2006年8月に開始し、2011年8月には5年となる。その間、2007年10月より、テレビ・ラジオ等を通じた一般向け緊急地震速報の提供を開始し、さらに、2007年12月には、気象業務法の改正により、緊急地震速報を地震動の「予報」及び「警報」として位置づけた。このうち、「警報」は震度5弱を予測した時に発表している。

これまで、一般向け提供開始後、17の地震に対して警報を発表した(平成22年12月31日現在)(ちなみに、予報を発表した地震は、警報を発表したものを合わせて1756回)。また、震度5弱以上を観測したが、警報が発表出来なかった地震は7である。2010年に警報を発表した事例は、2月27日の沖縄本島近海の地震(M7.2、最大震度5弱)、3月14日の福島県沖の地震(M6.7、最大震度5弱)、9月29日の福島県中通りの地震(M5.7、最大震度4)、10月3日の新潟県上越地方の地震(M4.7、最大震度5弱)及び12月2日の石狩地方中部の地震(M4.6、最大震度3)の5例である。このうち、福島県中通りの地震では、警報を発表した時点(地震波を検知してから7.4秒後)では、震源の深さを実際より深く推定した(実際8km 警報発表時点120km)。このため、地震の規模も大きく推定し(実際M5.7 警報発表時点M6.6)、強い揺れとなる地域を過大に見積もり、広い地域への警報発表となった。

気象庁では、緊急地震速報の迅速化・精度向上を目指し、処理に用いる観測点の増強や処理手法の改良を進めている。例えば、以下のような施策を進めている。

現在、地盤増幅は微地形区分から推定したものをを用いているが、震度観測の実測データから求めたものに置き換えることで震度予測精度の向上が期待できる。2011年3月頃までに適用開始すべく準備を進めている。

緊急地震速報の迅速化、精度向上には、観測網の充実が大きな要素である。そこで、現在、比較的観測網が疎な地域(南西諸島、東京都新島、大分県別府)に、新たに計10箇所観測点を整備し、緊急地震速報への活用を行う。

さらに、地下深いところに地震計があると、地上よりも早く地震波を補足できる。そこで、首都直下地震に対する緊急地震速報の迅速化、精度向上を目指し、防災科学技術研究所の深井戸で観測した強震データ(1000m以深)の活用について、防災科学技術研究所と協力し、実証実験を進めている。

本発表では、緊急地震速報の発表状況を整理し、評価を行なう。また、気象庁が行ってきた技術改良と課題、今後の計画について報告する。

キーワード: 緊急地震速報, 警報事例

Keywords: Earthquake Early Warning, Warning event

HDS030-02

会場:101

時間:5月26日 16:45-17:00

ボーリング地震計データによるオンサイト地震警報システムの検討 緊急地震速報の弱点を補い直下型地震に備えるには Examination of the On-site Earthquake Warning System by Boring Seismograph Data

鷹野 澄^{1*}, 粟田 祐介²

Kiyoshi Takano^{1*}, Yusuke Awata²

¹ 東京大学 情報学環 / 地震研究所, ² 東京大学大学院新領域創成科学研究科

¹ III and ERI, the University of Tokyo, ² Graduate School of Frontier Sciences, The

緊急地震速報の弱点は、震源に近い場所では、情報が間に合わないという点にある。これに対して、オンサイト地震警報システムは、震源に近い場所では、地震を検知してから強い揺れを迅速に予測することができるが、震源から離れると地震を検知しても強い揺れを予測するまでに時間がかかるという性質がある(鳥海 2009)。そこで、我が国のようにどこで地震が発生してもおかしくない状況では、離れた巨大地震向けの緊急地震速報と近くの大地震向けのオンサイト地震警報を組み合わせる使用が理想的である。しかし、オンサイト地震警報システムは、気象庁など公的機関からの情報提供には利用されておらず、民間企業などが、独自開発で構築されているものにとどまり、そのシステムは共通化されておらず、従ってその導入コストも高いという問題がある。

わが国には、多数の公的な地震観測施設が整備されている。これら多数の地震計のデータを用いて、地震観測施設の近隣の地域に向けたオンサイト地震警報システムを構築することにより、公的地震観測施設だけでも、直下型にも対応できる理想的な即時地震警報システムが構築できるものと考えている。公的地震観測施設の中には、地中に設置されたボーリング地震計を併設している観測施設も多数存在する。ボーリング地震計は地上の地震計に比べて誤報の原因となる雑音が少なく、また、なかでも1000mクラスの深井戸による地震計は、地震検知時間も若干早く検出できるというメリットがある。一方で表層地盤の影響から、地中の観測データから地上の強い揺れを予測するという事は簡単ではないと予想される。

そこで本研究では、ボーリング地震計データのP波初動部分から、後続の主要動による地上の強い揺れを予測する手法について検討した。本研究では、リアルタイムで計算できる簡易震度を予測指標として採用している。東電柏崎の強震記録と防災科研のKiK-netの地上と地中の地震計のデータを用いて、地中の地震計のP波初動から地上の強い揺れを予測する予測式を求め、実際の記録を用いてその有効性を検討した。同様の予測式をそれぞれのボアホール地震計と地上の地震計のデータを用いて作成することで、ボアホール地震計の置かれている近隣の地域に対するオンサイト地震警報の提供が可能になると考えられる。

謝辞：東京電力株式会社が提供され、財団法人震災予防協会が頒布された、東京電力柏崎刈羽原子力発電所の強震記録と、防災科学技術研究所の基盤強震観測網 KiK-net の強震記録を使用させていただきました。

参考文献

粟田祐介, 2011 修士論文, ボーリング地震計データのオンサイト警報への適用の検討, 平成 23 年 2 月

鳥海哲史, 2009 修士論文, 複数のオンサイト指標による統合的な早期地震警報, 平成 21 年 2 月

キーワード: ボーリング地震計, オンサイト地震警報, 緊急地震速報

Keywords: Boring Seismograph, On-site Earthquake Warning, Earthquake Early Warning

HDS030-03

会場:101

時間:5月26日 17:00-17:15

震源近傍域における早期地震警報判断手法の検討 Development of the new EEW method available for the area near hypocenter

他谷 周一^{1*}, 児玉 聡¹, 中嶋 繁¹, 下野 五月², 大庭 健太郎³, 中村 浩⁴
Shuichi Taya^{1*}, Satoshi Kodama¹, Shigeru Nakajima¹, Satsuki Shimono², Kentaroh Ohba³, Hiroshi Nakamura⁴

¹ JR東海, ²ANET, ³三菱スペースソフトウェア, ⁴リオン

¹Central Japan Railway Co.,Ltd., ²ANET Co.,Ltd., ³MSS Co.,Ltd., ⁴RION Co.,Ltd.

1. はじめに

鉄道の早期地震警報システムや気象庁の緊急地震速報のような、地震発生直後に地震規模等を推定し主要動到達前に速報するシステムは、地震災害の軽減を図る最先端の技術として大いに期待されている。一方、それらシステムで使われている地震諸元推定及び警報判断手法には「震源近傍域では情報伝達が主要動到達前に間に合わない」という技術的課題があるとも指摘されている。上記課題に対して、最近、入倉(2010)や是永(2010)などが上下動の加速度に着目した手法を提案しているが、筆者らも他谷ほか(2007)にて上下動の加速度をもとに逐次最終的な震度の予測値(警報用予測震度: Iap)を計算し、予測値が一定の閾値を超えた場合に警報を出す手法を提案している。本稿は、Iapによる早期地震警報判断の実用化を目指し、警報出力判断の閾値等を検討した結果と、地震波到達からごく短時間でできる新しい地震ノイズ判定手法の検討結果を報告するものである。

2. 警報用計測震度の最適閾値の検討

計測震度4.5以上、震央距離30km以内の震源近傍域で記録されたK-NET地震波形84波形を用いて解析を行った。閾値を複数(3.0~3.5で0.1刻み)設定し、Iapによる警報タイミングを求めた結果と、従来から鉄道で使用されている加速度(閾値40gal)による警報タイミングと比較した。その結果、Iap閾値を3.4に設定すれば、従来の加速度警報よりも警報タイミングが遅くなることなく、かつ地震波到達から1秒以内で6割、2秒以内で8割程度のケースに対し警報を出せることが分かった。また、Iap閾値3.2以上に設定すれば、警報を早めつつ、空振り警報も同等以下にできることも分かった。

3. 新しい地震ノイズ判定手法の検討

従来の地震ノイズ判定手法では、地震波到達から数秒分程度のデータを用いるが、Iapのように警報判断までの時間がごく短時間の場合には、今までより少ないデータで地震ノイズ判定ができる手法が求められる。また、ノイズには様々な種類があり、それぞれに対応した複数の地震ノイズ判定が必要とされる。ここでは一例として、主に電気的なノイズを対象とした地震ノイズ判定手法の検討結果を報告する。電気的なノイズによる異常な観測値の中には、トリガがかかった瞬間に数千galを超えるといった、自然地震では考えられない急激な立ち上がりを伴うものがある。このことに着目し、自然地震の初動のごく短時間での振幅の最大値を求め、それを十分に超える場合、ノイズと判定する方法を検討した。

4. 新しい早期警報用地震計の開発

ここまでの検討成果等をもとに、観測データの毎サンプル処理からトリガ判定処理、地震ノイズ判定処理、警報判断処理までの処理手順をひとまとめにした仕様書を作成した。また、鉄道の沿線地震計として実績のあるリオン製SM-27をベースとして、上記仕様書のとおり処理を実行する試験機を開発した。現在、工場内での確認試験が完了した段階であり、今後、試験機を実際に鉄道沿線に設置し、稼働試験を行う予定である。

キーワード: 早期地震警報, 地震計, 警報用予測震度, 地震ノイズ判定

Keywords: Earthquake Early Warning, seismograph, Iap, Earthquake-Noise Judgment

HDS030-04

会場:101

時間:5月26日 17:15-17:30

単独観測点におけるP波極初動部データを利用した新しい震央距離推定手法の提案 A new method for estimating epicentral distance using very initial phase of single station data

山本 俊六^{1*}, 野田 俊太¹, 是永 将宏¹, 佐藤 新二¹, 岩田 直泰¹
Shunroku Yamamoto^{1*}, Shunta Noda¹, Masahiro Korenaga¹, Shinji Sato¹, Naoyasu Iwata¹

¹ 鉄道総合技術研究所

¹ Railway Technical Research Institute

1. はじめに

単独観測点データによる震央距離推定は、新幹線の早期地震警報や緊急地震速報のシステムにおいて重要な役割を担っており、精度と即時性をさらに向上させることが期待されている。現在、単独観測点データを利用した震央距離推定には、Odaka et al. (2003) による B - 法が使用されているが、この手法は P 波検知後の数秒間の振幅包絡線の性状が震央距離とマグニチュードに依存することを利用した手法である。

一方、山本他 (2010) は、マグニチュードが 5 ~ 7 クラスの観測記録に対してリアルタイム震度の時間変化を調べ、P 波極初動部 (0 ~ 0.5 秒程度) では、振幅包絡線のマグニチュード依存性が極めて低くなることを示した。ここではこの性質に着目して、P 波極初動部を利用した新しい震央距離推定手法を提案し、その効果を検証する。

2. 新しい震央距離推定手法

はじめに、振幅包絡線に対する B - 法のフィッティング関数を以下に示す。

$$y(t) = B t \exp(-A t) \quad (1)$$

(1) 式中、 $y(t)$ は包絡線、 t は P 波検知後の時間、 A 、 B はそれぞれマグニチュード、震央距離に関する係数である。B - 法は、2 秒間のデータに対して (1) 式をフィッティングして係数 A 、 B を求め、そのうち係数 B を利用して、事前に求めた係数 B と震央距離の関係式から震央距離を推定する。

これに対して、本手法は、P 波極初動部において振幅包絡線が震央距離のみに依存すると仮定し、以下の単純なフィッティング関数を使用する。

$$y(t) = C t \quad (2)$$

(2) 式中、 C は震央距離に関する係数である。本手法は、0.5 秒間のデータに対して (2) 式をフィッティングして係数 C を求め、事前に求めた係数 C と震央距離の関係式から震央距離を推定する。また、計算に際しては、地盤増幅や震源特性の影響を極力排除するため、B - 法と同様、10 ~ 20Hz の帯域に対する振幅包絡線を利用する。

3. 解析結果と考察

本手法を検証するため、K-NET で記録された 23 地震 (4.3 ~ 8.0 M), 2237 波形を対象に解析を行い、震央距離の推定誤差を求めた。その結果、0.5 秒データを扱った場合の本手法の推定誤差 (対数値の差の RMS) は対数値で 0.303、2.0 秒データの場合は 0.316 となった。また、同一のデータセットに対する B - 法の推定誤差は 0.5 秒データの場合は 0.421、2.0 秒データの場合は 0.316 となった。

以上より 0.5 秒データを利用した本手法の推定誤差は、2.0 秒データを利用した従来の手法に比べて 4% ほど低減することが示された。データ長が 1/4 に短縮し、かつ推定精度が向上することから、本手法は即時的な震央距離推定手法として極めて有効と考える。

4. まとめ

P 波極初動部の性質に着目した新しい震央距離推定手法を提案し、その有効性を確認した。今後、他のデータセットによる検証、データ長およびフィルタの最適化などを実施する予定である。

参考文献

1) Odaka K., K. Ashiya, S. Tsukada, S. Sato, K. Otake, D. Nozaka, BSSA, 2003

2) 山本、佐藤、是永、野田、木谷、日本地球惑星科学連合大会、2010

キーワード: 緊急地震速報, 単独観測点, 震央距離

Keywords: earthquake early warning, single station, epicentral distance

粘性減衰を考慮した単独観測点処理における震央距離推定方法 Estimation of epicentral distance taking account of the effect of viscous attenuation for single station method of EEW

野田 俊太^{1*}, 山本 俊六¹, 岩田 直泰¹, 是永 将宏¹, 佐藤 新二¹
Shunta Noda^{1*}, Shunroku Yamamoto¹, Naoyasu Iwata¹, Masahiro Korenaga¹, Shinji Sato¹

¹ 鉄道総合技術研究所

¹ Railway Technical Research Institute

1. はじめに

気象庁の緊急地震速報システムや新幹線の早期地震防災システムには、地震を検知した観測点が単独で震央位置やマグニチュードを推定する単独観測点処理が用いられている。単独観測点処理は、複数の観測点のデータを用いた場合と比べて即時応答性に優れているものの、震央位置の推定精度が劣るという問題がある。

上述のシステムでは単独観測点処理として、B-法 [Odaka et al.(2003)] を用いて震央距離を推定している。この方法は、P波初動部分の上下動成分のエンベロープ波形に関数 $y=Bt \cdot \exp(-At)$ をフィッティングさせて得られる係数 B と震央距離の相関が良いという性質を利用して推定するものである。係数 B は、P波初動部分の振幅成長の傾きに対応した値である。また、山本・他 (2010) は、P波極初動部を対象に B-法で用いるフィッティング関数を見直し、P波初動部分の傾きをより直接的に表す関数 $y=Ct$ をフィッティングさせる手法を提案している (C-法)。

一方、これまでの B-法では、B と C の関係は単純な線形の式 $\log B = a \cdot \log C + b$ (a, b: 定数) で表わされてきた。BあるいはCで表わされる傾きが振幅と高い相関を持つことを考慮すれば、その B もしくは C の関係は、より一般的な距離減衰式で表現することが適切と考えられる。つまり、関係式は $\log B = c \cdot \log C + d \cdot \log A + e$ (c, d, e: 定数, B は C に置き換えることができる) となる。右辺第一項は幾何減衰、第二項が粘性減衰の影響を表わす。一般に、粘性減衰の影響は特に震央距離がある程度以上離れたところで大きくなることが知られている。本研究では、B もしくは C と A の関係において、粘性減衰の影響の項を考慮した式と考慮しない式を適用し比較を行なうことにより、その推定誤差の変化を検証した。

2. 解析方法と結果

ここでは、はじめに以下の方法で B および C の計算を行なった。

記録された加速度波形に中心周波数 10Hz のフィルターを掛けてバンドパス波形を求め、その波形の上下動成分からエンベロープ波形を計算する。

エンベロープ波形に関数 $Bt \cdot \exp(-At)$ あるいは Ct を最小二乗法によりフィッティングさせ、B および C を求める。

なお、B の計算には P 波の到達時刻から 2 秒間のデータを使用し、C の計算には同様に 0.5 秒間のデータを用いた。解析には、K-NET の各観測点において 1996 年から 2009 年の間に記録された M5.0 以上の波形データを用いた。

次に、B もしくは C と A の関係における粘性減衰の影響を検証するため、粘性減衰の影響による項を考慮した式と考慮しない式の各定数をそれぞれ回帰分析によって求めた。なお、その際 S/N 比の大小によって起こりうるトリガー漏れの影響を取り除くため、Fukushima and Tanaka(1990) に従いデータの選別を行なった。

さらに、上記の回帰式を用いて震央距離を推定し、真の震央距離に対する差の RMS を計算した。この際、粘性減衰項を入れた式は A について解くことができないため、求められた回帰式において 1km 毎の A の B および C を計算し、波形データから計算された B もしくは C との差が最も小さくなるときの A を推定震央距離とした。

解析の結果、B と C 共に、全データあるいは震央距離 100km 未満のデータに対しては粘性減衰の影響による項を考慮した場合、考慮しない場合で RMS はほぼ等しいが、震央距離 100km 以上のデータに対しては粘性減衰の影響による項を考慮した場合、RMS が約 25% 減少した。

この結果、震央距離と P 波初動の傾きの関係においては、粘性減衰を考慮した式を用いた方がより適切であると言える。特に、粘性減衰を考慮しない式を用いる場合、震央から離れた観測点のデータは精度が悪く、震央を実際よりも速めに推定する傾向を持つことになる。また、粘性減衰の影響を考慮することは、震央から最も近い観測点までの距離が長い海溝型の大地震などで特に効果的と考えられる。

3. 謝辞

本研究では、防災科学技術研究所の K-NET の波形記録を使用させていただきました。記して感謝いたします。

キーワード: 緊急地震速報, 早期地震検知, 単独観測点処理, B- 法

Keywords: Earthquake Early Warning, single station method, on site method, B-Delta method

HDS030-06

会場:101

時間:5月26日 17:45-18:00

震源域の広がりを考慮した緊急地震速報の高度化 Estimation of extended source area from vertical PGA saturation during a great earthquake for upgrading the EEW system

倉橋 奨^{1*}, 正木和明¹, 入倉孝次郎¹
Susumu Kurahashi^{1*}, Masaki Kazuaki¹, Irikura Kojiro¹

¹ 愛知工業大学

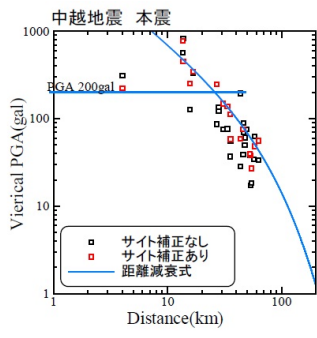
¹ Aichi Institute of Technology

1. Introduction

The Earthquake Early Warning (EEW) system by JMA in Japan provides the coordinate of the starting point, the origin time and the magnitude of target earthquakes based on a point source assumption. The seismic intensity at each site is calculated by using an attenuation distance relation and site amplification from the magnitude and hypocentral distance provided from the EEW. However, during large earthquakes, the calculated seismic intensity might be underestimated in comparison with the observed one. Because a large earthquake has not a point but an extended source, the distances from the earthquake rupture area to observed sites are different from the hypocentral distances assuming a point source. In the Tokai area, the calculated seismic intensity might be about one or two scales smaller than the observed one as long as the Tonankai earthquake would occur off Shionomisaki. It is effective to estimate the rupture extension of the large earthquake from real-time observed records close to the rupture area to prevent underestimation of the seismic intensity in the Tokai area. We have examined to estimate the rupture extension of large earthquake from attenuation distance relation peak ground acceleration (PGA) of P-waves. As a result, we can provide the information about the rupture extension before the arrival of the S-waves (Kurahashi et al., 2009). However, the PGA so far used did not exclude the site effect. In this study, we try to obtain site effects of vertical component for estimate absolute saturation levels of PGA near rupture areas. The site effects were defined as the ratio of the observed PGA and the calculated PGA from the attenuation distance relation.

2 Attenuation distance relations of vertical motions

First, we estimated the attenuation distance relations of vertical motions. We used the observed records of the mainshocks and aftershocks in the 2004 Chuetsu earthquake and 2008 Iwate Miyagi nairiku earthquake. The observed records were used within 120 km in hypocentral distance to exclude the influence of the reflected waves from the moho on the motions. Regression equation for attenuation distance relations of vertical motions is expressed as (1). This equation corresponds to a simple point source with geometrical spreading and constant Q. Therefore this equation is appropriate for small earthquakes. The coefficients of regressions were estimated by two step method (Joyner and Boore, 1981). Next, the site effects were calculated the ratio of observed PGA and calculated PGA. As a result, there is no great distinction between the site effects of horizontal PGA and those of vertical PGA. The absolute saturation levels of PGA are obtained from the attenuation distance relations of vertical motions by removing the site effects. Figure1 shows the attenuation distance relations of PGA during the 2004 Chuetsu earthquake correcting the site effects of vertical motions. The absolute saturation levels of PGA during the 2004 Chuetsu earthquake were estimated about 200gal. However, a detailed examination is necessary for determining the absolute saturation levels because the number of data is not many.



HDS030-07

会場:101

時間:5月26日 18:00-18:15

経路上や近傍の観測点の実時間データを用いた震度予測 実況の利用と補正の検討 Expectation of ground motion using real time data of neighbor and front stations

干場 充之^{1*}

Mitsuyuki Hoshiba^{1*}

¹ 気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

1. はじめに

現在、気象庁の緊急地震速報における震度予測は、迅速に震源位置とマグニチュードを決定し、それらに、地震動の距離減衰、地盤の増幅の情報を加えて行っている。このような方法では、地震動の多くの特徴を、一旦、震源位置とマグニチュードという限られた数のパラメータにおとして表現するものである。少ない数のパラメータで震度予測ができ、また、比較的遠距離の地域では猶予時間が稼ぐことができる。その反面、震源情報の誤差が震度予測の誤差に直結し、また、破壊のデレクティビティや震源域の広がりなどで地震動の強さに偏りがある場合には比較的精度が悪くなり、さらに（震源決定に時間がかかると）震源近傍では間に合わない場合もある。一方、震源情報にあまり頼らずに、向かって来る地震波を伝播の途中で捉えてその地震動の情報から震度予測を行おうという考え（Kuyuk and Motosaka, 2009 など）や、震度予測を行う場所の周辺の観測点の情報を用いるという考え（神定・他, 2010）など、近傍で観測した地震動の情報を積極的に利用する考えもある。実時間での観測データが必要となり、比較的遠距離の地域でもあまり猶予時間が稼ぐことはできないが、地震動の強さに偏りがある場合でも比較的精度が良くなる可能性がある。

そこで、南関東地方の防災科研 KiK-net のポアホール内のデータや、2003 年の十勝沖地震（M8.0）、1994 年三陸はるか沖地震（M7.6）を例に、近傍観測点や経路上の実時間データを用いて震度予測を行う手法の考察を行った。

2. データ

南関東地方の KiK-net には、最大で 3500 m の深さのポアホールで観測しているものがある。たとえば、SITH01(岩槻, 3510m) では、ポアホール内の観測点は地表よりも、P 波で約 1.2 秒、S 波で 3 秒早く着信する（岩切・他, 2010）。この 3 秒差を利用して、ポアホール内の地震動の情報から地表での震度を予測することを考察する。また、十勝沖地震の解析では、防災科研 K-NET, KiK-net, 気象庁震度計の加速度波形データを利用した。極近傍から相互に 30km 程度まで離れた観測点の記録を用いて震度予測を考える。30km 離れた観測点では、S 波で最大 7 秒早く着信する。また、三陸はるか沖地震では、八戸の実時間データを用いて震度予測に用いる断層最短距離の補正を行うことを考察する。

3. 解析

震源距離に比べて 2 地点が十分に近接している場合には、伝播特性はほぼ同じと見なすことができるので、震度予測には 2 地点での増幅特性の比のみを考察すればよい。震源距離に比べて 2 地点がやや離れている場合には（おおよその震源位置の情報があれば）震源距離に応じて最大振幅とその遅れを加味した伝播特性を考慮することもできる。この方法では、猶予時間は震源距離ではなく、震度予測を行う場所と観測点までの距離（と見かけ速度）に依存することになる。なお、震度を予測しようとする場合、観測地点の地震動の情報として、一般的に PGA, PGV, スペクトル, 計測震度等の情報を用いて、予測地点での震度を推定するが、今回は一例として、実時間の震度相当の情報から推定した場合について示す。

また、現在の気象庁の震度予測の方法では、観測点までの断層最短距離として、震源距離から断層長の半分を引いて求めている（断層長は、M との経験式から求める）。今回は、この M から断層長を推定する代わりに、実際に観測した記録から断層最短距離を求めることを考える。三陸はるか沖地震の八戸の記録から断層最短距離の補正を行い、青森や盛岡で震度予測に反映させる。

4. 結果

KiK-net の SITH01(岩槻) は、3510m のポアホール内と地表で観測を行っている。ポアホール内と地表の震度の差を、過去の地震 41 波形から求めると、1.3（標準偏差 0.3）である。ポアホール内と地表の記録では、震源からの伝播経路特性はほぼ同じとみなせるので、ポアホール内の記録から実時間で求めた震度相当の値に、1.3 を加えることにより、地表の震度を予測する。震度の成長の時系列は、ほぼ相似形をしており、おおよそ 3 秒前に地表での震度を予測している。十勝沖地震でも、30 km 震源に近い観測点の記録（たとえば、HKD108(震央距離 136 km) に対して、HDKH07(104km)）を用いることにより、おおよそ、7 秒前に震度を予測している。

一方、三陸はるか沖地震の八戸（震源距離 188 km）の震度から、M7.6 を仮定して断層最短距離を求めるとおおよそ 40 km と求まる。これをもとに青森や盛岡の震度予測を行うことで予測精度の向上が期待できる。

謝辞： 防災科研 K - N ET, KiK-net, 気象庁震度計の波形データを使用しました。

キーワード: 緊急地震速報, 震度予測, 大深度地下, 実時間観測, 震源域

Keywords: Earthquake Early Warning, Expectation of seismic intensity, Deep borehole, real time manner, source region

HDS030-08

会場:101

時間:5月26日 18:15-18:30

超高層ビルにおける緊急地震速報とオンサイト情報の利活用について Utilization of Earthquake Early Warning and On-Site Strong Motion to disaster mitigation for High-Rise Building

久保 智弘^{1*}, 久田 嘉章¹, 村上 正浩¹
Tomohiro Kubo^{1*}, Yoshiaki Hisada¹, Masahiro Murakami¹

¹ 工学院大学

¹ Kogakuin University

2009年6月1日より改正消防法が施行され、大規模建築物において、防火対策に加えて、震災などを想定した防災対策や防災訓練を行うことになったが、これまでの対応計画やシステムの多くでは火災を対象としたものがほとんどであり、地震災害を対象としたシステムが導入されている超高層ビルは多くない。

地震災害直後、超高層ビルなどでエレベータが停止するため閉じ込めへの対応や、さらに防災センターには、非常電話による情報や在館者からの問い合わせや駆け込み情報など多くの対応が必要と考えられる。しかし、超高層ビルの防災センターの職員は通常10名未満であるため、緊急地震速報やオンサイト情報を活用して、迅速な初動対応を行い、在館者に情報提供を提供することができる地震災害を対象としたシステムが必要となっている。

そこで本研究では、超高層ビルを対象として、迅速な初動対応が行えるように、緊急地震速報とオンサイト地震観測システムを利用した初動対応支援システムの構築を行った。また、構築したシステムを超高層ビルである工学院大学新宿キャンパスを対象に適用し、実際の防災訓練を通じて、その問題点や改善を行った。

防災訓練での検証した結果から、防災センター等から提供される情報を見聞きした際に危険回避行動などが十分にとれていなかったという問題が確認された。そのため、危険回避行動について、周知活動を継続的に行い、その効果と必要性について、確認を行った。

キーワード: 緊急地震速報, オンサイト情報, 地震防災訓練, 初動対応計画

Keywords: Earthquake Early Warning System, On-Site Strong Motion, Earthquake Disaster drill, Initial Response Plan