

MIS036-P67

会場: コンベンションホール

時間: 5月26日 14:15-16:15

経験則からのずれ はじめの数秒と強震動: c , Pd, スペクトル, 簡易震源域推定方法

Deviation from empirical relations - Initial several seconds and strong ground motion: τ_c , Pd, and spectrum -

干場 充之^{1*}, 岩切 一宏¹

Mitsuyuki Hoshihara^{1*}, Kazuhiro Iwakiri¹

¹ 気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

はじめに: 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) は、東北から関東地方に強震動をもたらした。しかし、この地震波形の最初の数秒間は振幅がとても小さいという特徴がある。また、スペクトルを見ると、高周波 (10Hz 以上) がかなり大きく、このような高周波の波が励起されたのも特徴である。Earthquake Early Warning の分野では、地震波の最初の数秒の振幅や周期情報から、最終的な M や PGV を予測するための経験則が提案されてきているが、今回の地震では、それらのいくつかの経験則から外れる傾向がある。

最初の数秒の振幅: 本震と前震 (Mw:7.3, 6.0, 5.9 の 3 つ) について、震源に近い観測点 4 点 (震央距離 121-164km) で得られた上下動の加速度 (Pa), 速度 (Pv), 変位 (Pd) の P 波着信以降の最大振幅について調べた (3, 4, 5, 10, 20, および 30 秒間の 6 つを対象)。本震の最初の 3, 4, 5 秒間は Pa, Pv, Pd ともに、M7.3 の地震ばかりでなく M6 クラスの前震の場合よりも小さい。最初の数秒からは、巨大地震になることは示唆されないようである。なお、本震の振幅が、M 7.3 の前震よりも大きくなるのは、Pa でおおよそ 20 秒後、Pd で 30 秒後である。

Pd - PGV 関係: Wu and Kanamori (2008) によると、最初の 3 秒の Pd と PGV (最終的な地動最大速度) とは相関があり、Earthquake Early Warning で利用することを提案している。しかし、前述のように、今回の本震の最初の数秒間の Pd は極めて小さく、よって、それらから最終的な PGV を予測することはできなかったと思われる。

c-M 関係: 地震動の周期特性を利用し M を早期に推定しようという研究がなされている。変位振幅の自乗和と速度振幅の自乗和の比から、変位スペクトルの重みを加味した平均周期 (c) を求める研究が行われており、そこでは、大きな地震になるほど地震動の卓越周期が長くなること、を利用している。Earthquake Early Warning の分野では、P 波の着信後の最初の数秒間の c から最終的な M を求めることができる、との説がある一方、その反論もある。今回の地震で c を求めてみると、最初の 10 秒までは、M7.3 の前震ばかりでなく M6 クラスの前震とも大きな違いがない。よって、最初の数秒の c から巨大地震になることを予測することは、難しかったと言えよう。なお、20, 30 秒では、M6 クラスの前震よりも大きくなるが、M7.3 の前震よりも小さい。前述のように、Pa や Pd からは、M 7.3 よりも大きな地震であることが、20~30 秒後に分かるが、 c では分からない。今回の本震では、 c から M を求めると、かなり過小評価している。

地震動のスペクトル: 今回の本震のスペクトルを震源に近い観測点で見ると、10Hz 上の高周波がかなり大きく、アンチエイリアジングフィルターの周波数までフラットであり、明瞭な f_{max} が見られない。本震の M7.3 の前震に対するスペクトル比を見てみると、10Hz 以上で右肩上がり (低周波の比よりも高周波数の比の方が大きい) の傾向を示す。M 9.0 の本震のほうが M7.3 の前震よりも高周波が卓越している。この高周波は最初の 10 秒では見られないので、10 秒以降に強く励起されたものである。この高周波の強い励起が「大きな地震になるほど地震動の卓越周期が長くなる」ということに反し、 c からの M の推定を過小評価に結び付けたものと思われる。なお、この強い高周波の波形は、震源に近い観測点ばかりでなく、東北地方南部から関東地方北部の太平洋側で広く見られる。

簡易震源域推定方法: 入倉・他 (2010) によると「上下動で 150cm/s/s 以上のところが震源域におおよそ対応」、また、山田 (2010) によると「 $f=4.36\log Pa+5.69\log Hv-19.97$, $f>0$ で震源域近傍 10 km 以内 (Pa は cm/s/s, Hv は水平動の最大速度, cm/s)」を提案した。今回の本震に、これらの指標をあてはめてみると、東北地方や関東地方のかなり内陸にまで該当している。

さいごに: 今回の地震では、最初の数秒から巨大地震であることを予測することは難しかったと思われる。よって、Earthquake Early Warning では、時間経過とともに更新していくことが必須であろう。また、経験則からはずれた場合にも、対応できるようにしておく robustness が大切であろう。

謝辞: 解析には、防災科研 K-NET, KiK-net の波形, 気象庁の波形, 一元化震源を用いました。

キーワード: 東北地方太平洋沖地震, 緊急地震速報, 経験則, τ_c , Pd-PGV, 最初の数秒

Keywords: The 2011 off the Pacific coast Tohoku Earthquake, Earthquake Early Warning, empirical relations, τ_c , Pd-PGV, Initial several seconds