

長野県北部地震（2014年）と山形県沖地震（2019年）を対象とした距離減衰特性の分析

長岡技術科学大学 西島有貴
 清水建設技術研究所 津田健一
 長岡技術科学大学 池田隆明

1 はじめに

地震の規模を表すマグニチュードや対象地点の震源からの距離などのパラメータを距離減衰式に入力することで観測地点での揺れの程度を求めることができる。しかし、実際には、マグニチュードと震源からの距離だけではなく、震源深さや、震源の特性、揺れを知りたい地点での地盤の柔らかさによっても、地震の揺れは大きく変わる。そのため、距離減衰式から推定された最大速度・最大加速度と実際に観測されたデータとの比較を行い、それらのずれの要因は何かを調べる必要がある。

本研究では、2014年11月22日長野県北部地震 (M_w 6.31) と 2019年6月18日山形県沖地震 (M_w 6.31) を始めとするマグニチュード6以上の比較的大きな地震を対象に、地表面相当での最大加速度・最大速度など地震動の特性を評価する際に使用される距離減衰式の特徴を分析した。

2 距離減衰式

距離減衰とは、震源から遠くなればなるほど、地震の揺れが小さくなる現象である。そして、この特性に基づいて地震動を予測するために使用されているのが距離減衰式である。距離減衰式は、過去の多くの地震データを統計的に処理して作成されている経験的手法であり、高精度な地震動の評価はできないが、震源からの距離やマグニチュードなどが分かれば最大加速度・速度を推定できるため、比較的簡便で広く利用されている。本研究では、日本で標準的に使用されている司・翠川(1999)を使用する。基本式については以下に示す。(式：(1), (2), (3))

$$\log A = b - \log(X + c) - kX \quad (1)$$

式(1) A：地震動強さ, X：断層面最短距離 (km)

※今回は、Xに震源距離を使用した。

k：伝播経路での粘性減衰を表す項

c：近距離で地震動の振幅値を飽和させる項

$$b = aM_w + hD + d + e + \varepsilon \quad (2)$$

$$c = c_1 10^{c_2 M_w} \quad (3)$$

式(2) M_w ：モーメントマグニチュード,

D：震源深さ (km), d：断層タイプ,

e：定数項, ε ：標準偏差, a,h,d：回帰係数

式(3) c_1, c_2 ：回帰係数

3 対象地震

本研究では、防災科学研究所強震観測網 KNET を使用し、以下の6つの地震から得られたデータを使用する。表-1には、距離減衰式に入力するパラメータを示す。また、図-1には、対象地震の震源位置と本研究での対象地点である NIG0101 (KNET 新潟) 地点を示す。

表-1 対象地震の観測データ

	地震発生日	震央北緯	震央東経	震源深さ (km)	M_w
No. 1	新潟県中越地震	2004/10/23	37.291 138.867	13	6.384
No. 2	新潟県中越沖地震	2007/7/16	37.557 138.608	17	6.384
No. 3	長野県・新潟県県境付近の地震	2011/3/12	36.985 138.597	8	6.306
No. 4	栃木県北部地震	2013/2/25	36.873 139.412	3	5.994
No. 5	長野県北部地震	2014/11/22	36.692 137.89	5	6.306
No. 6	山形県沖地震	2019/6/18	38.607 139.478	14	6.306

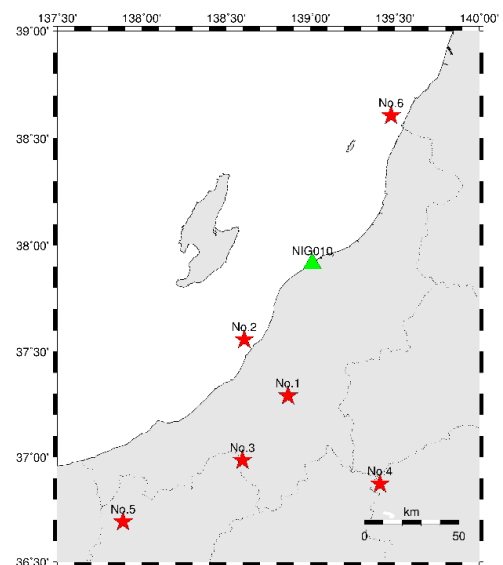


図-1 対象地震の震源

4 結果と考察

防災科学研究所から得られたデータを司・翠川式の基本式に入力し、最大加速度を算出した。その後、最大加速度の距離減衰曲線を作成し、観測点との比較を行った。最大加速度の距離減衰曲線を以下に示す

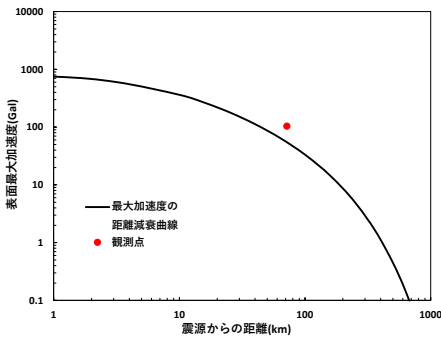


図-2 新潟県中越地震

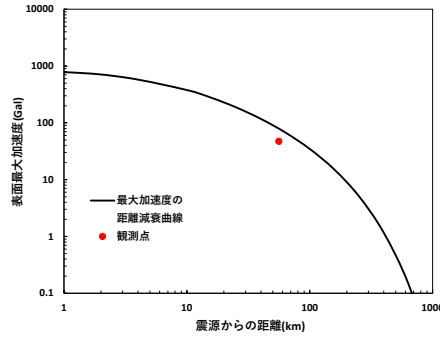


図-3 新潟県中越沖地震

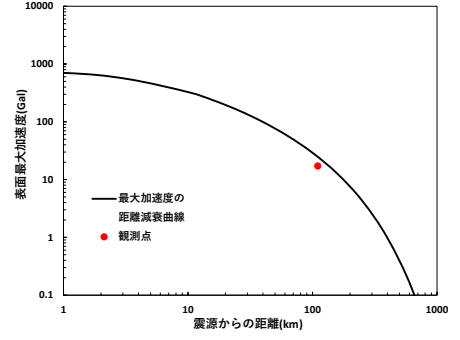


図-4 長野県・新潟県県境付近の地震

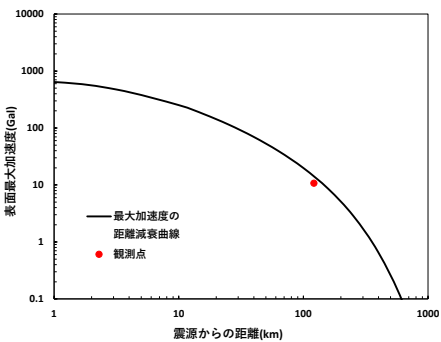


図-5 栃木県北部地震

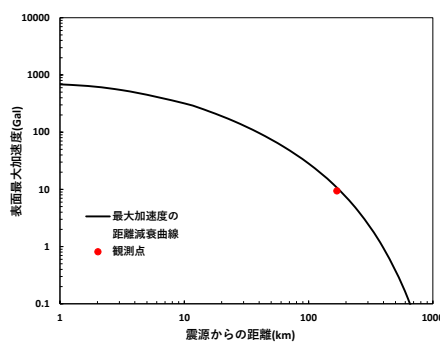


図-6 長野県北部地震

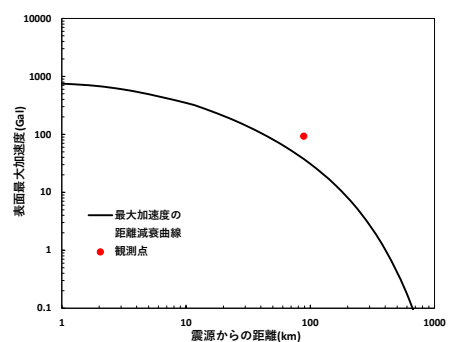


図-7 山形県沖地震

上記のグラフから、6つの図の中で距離減衰式よりも観測記録が大きかったものは、新潟県中越地震と山形県沖地震の二つであった。また、観測記録よりも小さかったものは、それ以外の4つの地震であった。

各地震で得られた距離減衰式と観測点のデータの差を地震内のばらつきとして考え、そのばらつきについて着目する。6つの図の中でばらつきが最も小さいものは長野県北部地震であった。また、ばらつきが最も大きかったものは山形県沖の地震であった。そのため以下この二つの地震を対象に、それらの違いを生じた要因について考察する。

まず、長野県北部地震については、ほぼ距離減衰式曲線通りになっているため、今後同じタイプの地震が発生した場合には、この距離減衰式で求めた最大加速度通りになることが考えられる。また、長野県北部地震を含む、新潟県中越地震の震源から下で発生している地震については、距離減衰式よりも小さい値をとっている。一方、山形県沖地震については、長野県北部地震と地震波の通ってくる経路や震源深さ

が異なるため、距離減衰式曲線よりも観測記録が大きくなっていることが考えられる。

5 まとめと今後の課題

- ・司・翠川(1999)を用いて、最大加速度の距離減衰曲線を作成し、観測点との比較を行った。
- ・今回解析を行った地震について、最大速度についても距離減衰式曲線を作成し、今回と同様の検討、比較を行う。

参考文献

- 1) 防災科学技術研究所強震観測網(K-net)
<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>
- 1) 司 宏俊, 翠川 三郎: 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集 第523号, p63-70, 1999
- 2) 翠川三郎, 大竹雄, 地震動強さも距離減衰式にみられるバラツキに関する基礎的分析, 日本地震工学会論文集, 第3巻, 第1号, 2003