

## 青森県東南部の台地上における地震動増幅倍率に関する検討

○弘前大学 正会員 片岡俊一  
元弘前大学大学院理工学研究科 稲葉令子

## 1. はじめに

青森県の沖合で起きた地震 (M:5~6) による最大加速度と震度の分析から、その増幅割合は青森県南部の台地上で大きいことが指摘されている<sup>1)</sup>。しかしながら、この検討での振幅はそれほど大きくないことから、被害が生じるような地震での増幅割合は不明である。そこで、数値実験的検討が行われている<sup>2)</sup>。その結果、加速度の増幅倍率は入力振幅が大きくなるにつれて小さくなる一方で、速度の増幅倍率は入力によらず、ほぼ一定となった。つまり、青森県南部の台地上で見られる大きな加速度増幅は振幅が小さい場合に限られる。

地震本部が行う地震動予測では、地震動指標を最大速度とし、その表層での増幅倍率を地盤の平均 S 波速度で推定している。そこで、この数値実験で行った速度の増幅倍率が平均 S 波速度で説明可能か確認した。

## 2. 増幅倍率の検討概要

青森県東南地域の台地上に位置し、S 波速度構造が公表されている地点である、K-NET 三沢(AOM011)、八戸工業大学(HITECH)<sup>3)</sup>、階上町役場 (HASK)<sup>4)</sup>、南八戸変電所 (MHAC SB)<sup>5)</sup>、上北変電所 (KMKT SB)<sup>5)</sup>、八戸市湊町観測点 (旧、八戸測候所、JMAH)<sup>6)</sup>の6地点の速度構造を利用した。これらの地点の位置を図1に示す。これらの地点の S 波速度分布を図2に示すが、いずれも数 m~20m 程度の表層の下に S 波速度が 400m/s 以上の層(以下、工学的基盤)が存在する。解析にあたっては、工学的基盤以浅をモデル化した。

この地盤構造に対して、表1に示す6つの地震動を振幅を変化させて入力し、等価線形解析法により地表の地震動をもとめ、その加速度最大値、速度最大値の増幅倍率を検討した。表1の備考に道路橋とあるのは道路橋の耐震設計における動的解析用のもの<sup>7)</sup>であり、スペクトル振幅が調整されている。エルセントロ波は日本建築センターの HP<sup>8)</sup>、その他は防災科研の強震観測網の HP<sup>9)</sup>より入手した。解析の際の入力レベルは、最大速度で規準化した。以下では、等価線形化法の適用限界を考え、表層地盤のせん断ひずみが 0.1%以下である最大値 8cm/s までを考察対象とする。

## 3. 速度応答倍率

K-NET 三沢における計算結果を横軸を入力最大速度 (PGV<sub>m</sub>)、縦軸を地表と工学的基盤の最大速度との比 (増幅倍率) として図3に示す。図を見ると、多くの地震動では増幅倍率はさほど変化しないが、PGV<sub>m</sub>が大きくなるとばらつきが小さくなること分かる。

増幅倍率の状況を他地点と比較するために、計算結果を(1)式の形式で表した。その結果は fit として図中に示してある。

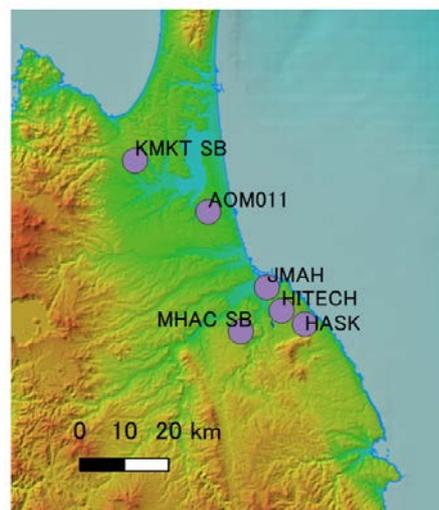


図1 モデル化した地盤の位置

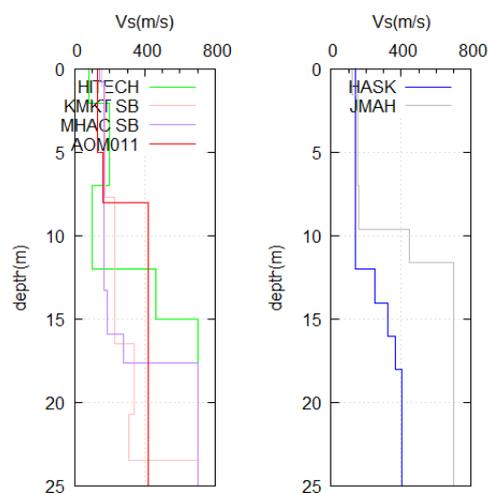


図2 各観測点の S 波速度分布

キーワード 等価線形解析法, 振幅依存性, 火山砕屑物, 最大地動速度

連絡先 〒036-8561 弘前市文京町3 弘前大学大学院理工学研究科 Tel: 0172-39-3616

$$y = \frac{a}{x+b} + c \quad (1)$$

各地点毎に増幅倍率を式(1)で近似し、その結果をまとめて図4に示す。八戸工業大学とK-NET三沢では、入力が大きくなるにつれて倍率がやや低下するものの、全体的には入力の大きさによらず2~3程度であることが分かる。

4. 倍率と表層の平均S波速度との関係

対象地点の表層20m, 30mの平均S波速度(aVs20, aVs30)とPGV<sub>in</sub>が8cm/sの際の平均的な増幅倍率との関係を図5に示す。なお、aVsは最下層の速度が続くものとして、求めている。図からは各地点の増幅倍率はaVsが大きくなるにつれて小さくなる傾向が見て取れる。図には、aVsと増幅倍率との経験式<sup>10</sup>も示してある。2つのケースとも、経験式は観測値を±σの範囲内で説明しているが、経験式と観測値との残差二乗和はaVs30の方が小さい。

5. まとめ

青森県東南部の台地上の地震動増幅を数値計算で確認した。その結果、最大速度の増幅倍率は入力振幅によらず、表層30mの平均S波速度で説明可能であることが分かった。

参考文献 1) 片岡・山本：地震動記録に基づく青森県内の強震観測点のサイト増幅度，日本地震工学会論文集，7，No.2，110-129，2007 2) 片岡・稲葉：青森県東南部の台地上における地震動増幅に関する数値検討，土木学会全国大会第75回年次学術講演会，CS10-46，2020 3) <https://www.road.or.jp/dl/tech.html> (2021年3月31日確認) 4) <https://www.bcj.or.jp/download/wave/> (2021年3月31日確認) 5) <https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/> (2021年3月31日確認) 6) 滝田・他：八戸工業大学地盤の地震応答特性，構造工学論文集，42B，541-552，1996. 7) 片岡：2008年7月24日に発生した岩手県沿岸北部の地震の際に震度6弱を観測した青森県内の観測点の震動特性，平成20年度北東北国立3大学連携推進研究プロジェクト 岩手・宮城内陸地震被害調査研究報告書，106-111，2009. 8) 藤野・大上：三陸はるか沖地震波による2変電所の地盤増幅率について，三陸はるか沖地震シンポジウム論文集，八戸工業大学，9-13，1998. 9) 片岡：気象庁八戸市湊町観測点の地下構造推定，土木学会東北支部令和元年度技術研究発表会梗概集，CS12-17，2020. 10) 藤本・翠川，近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均S波速度の関係，日本地震工学会論文集，6，No.2，11-22，2006.

表1 用いた地震動

No.	地震名	観測点名	備考
1	1978宮城県沖地震	開北橋	道路橋レベル1
2	1995兵庫県南部地震	神戸海洋気象台	道路橋レベル2タイプI
3	2003十勝沖地震	清水道路維持出張所	道路橋レベル2タイプII
4	2011東北地方太平洋沖地震	K-NET牡鹿	観測波
5	2003十勝沖地震	K-NET襟裳岬	観測波
6	1940 Imperial 地震	エルセントロ	観測波

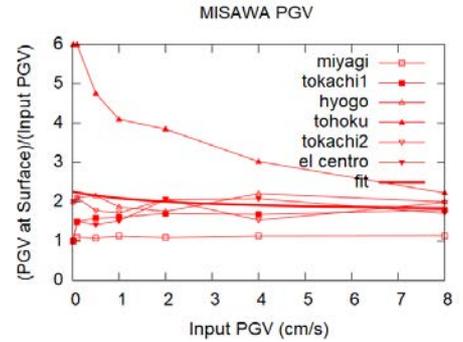


図3 AOM011での速度増幅倍率

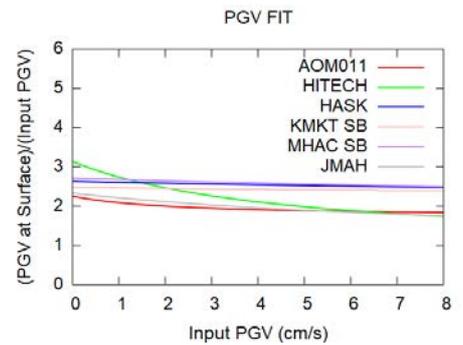


図4 全対象地点の速度増幅倍率

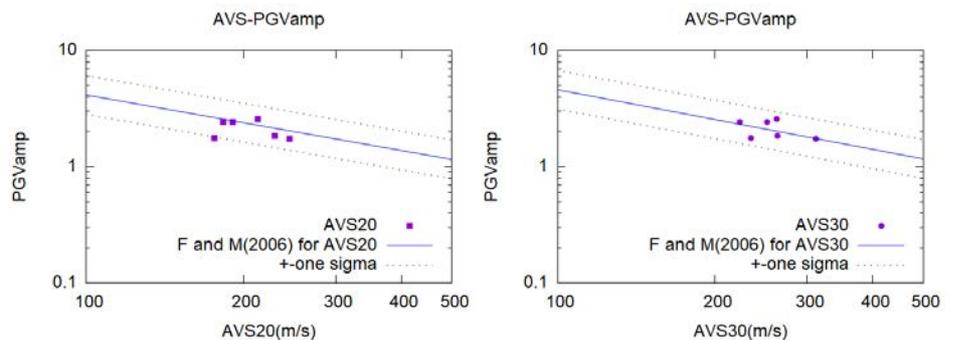


図5 地盤の平均S波速度と速度増幅倍率との関係