

2011年東北地方太平洋沖地震の際の塩竈周辺の地震動の方位特性

弘前大学 正会員 片岡俊一

弘前大学工学部地球環境学科

加賀谷 直紀

1. はじめに

文献1)によると、2011年東北地方太平洋沖地震の際に松島湾周辺で生じた斜面変動の方向は、斜面方位の分布を補正しても、西向きと北東向きが卓越していた。この特徴は地震動の影響と考えられるが、文献1)では十分な説明がなされていない。本報告では、松島湾に最も近いK-NET観測点である塩竈(MYG012)とやや離れたSmall-Titanの記録²⁾を基に、地震動の方位特性を検討する。

2. K-NET 塩釜観測点における地震動特性

K-NET 塩釜における加速度記録を図1に示す。水平2成分のうちの最大値はEW成分で発生し、 2000cm/s^2 程度である。波形ではよく知られているように、大きな振幅の部分(以下、主要動)が2箇所にある。

2回の主要動部分、つまり図1の45秒付近と89秒付近の3秒間の粒子軌跡を描いてみた。結果を図2に示す。本来、粒子軌跡は変位で描くものであるが、ここでは衝撃的な地震動により斜面変動が生じたと思われることから、加速度成分で描いている。図からは、最初の主要動では南東向き、2回目の主要動では東向きの成分が卓越していることが分かる。

3. 摩擦を考慮した1自由度系の応答計算

衝撃的な加速度を受けた斜面の応答をモデル化するために、図3に示すように、支持されている平面との間に摩擦を有する質点を考え、その応答変位を求めた。このようなモデル化はNewmarkが提案しているが³⁾、Newmarkの場合は剛体を摩擦がある平面に設置しているだけである。バネと質点で構成される1自由度系の固有振動数は 0.2Hz とし、減衰定数は 0.01 とした。摩擦係数は静摩擦、動摩擦ともに 0.4 である。

水平面上に置かれた物体には2方向から同時に加速度が作用するが、本モデルでは一方向のみしか計算できない。そこで、EW方向とNS方向の加速度を基に、水平面内の様々な方向の加速度波形を作成し、それを入力とした。具体的には、東方向を正とし、 15 度づ

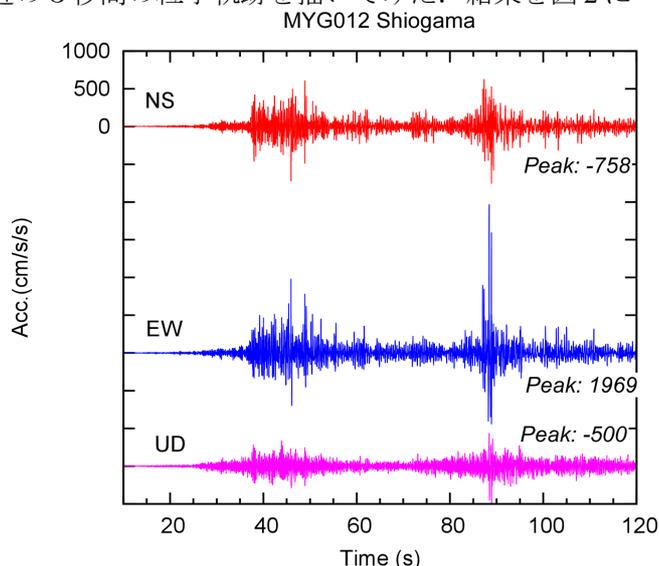


図1 K-NET 塩釜 (MYG012) で観測された地震動

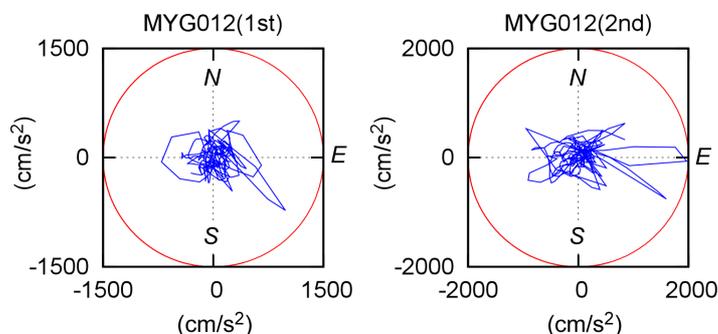


図2 MYG012における水平面内の加速度軌跡。左が45秒前後、右が89秒前後の3秒間で作成

加速度記録, 水平動, 粒子軌跡, クーロン摩擦

連絡先: 036-8561 弘前市文京町3, E-mail: kataoka@cc.hirosaki-u.ac.jp

つ反時計回りに回転した入力加速度を作成した。K-NET 塩竈の場合は、2回の主要動ともに滑りを生じた。各方向の最大変位量を図4にまとめる。変位が最大となる方向は、図2で見た加速度の最大値の方向の逆方向となっていることが分かる。この最大変位の方向は文献1)で示された斜面変動の卓越方向のうち、西方向とは対応するが、北東方向とは対応しない。また、2回目の主要動の変位量の方が1回目よりも4倍程度大きい。

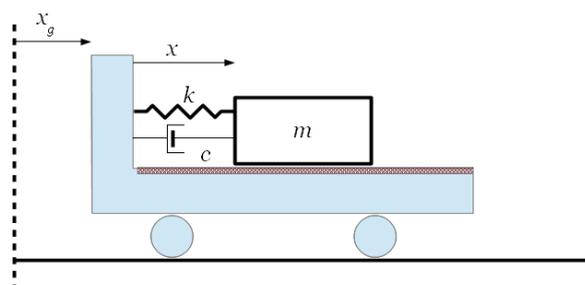


図4 摩擦を考慮した1自由度系モデル

4. 滑り応答変位の空間分布

文献1)が対象とした地点は松島湾の東側であり、地震動の方位特性がK-NET 塩竈と同一である保証がない。そこで、空間的な安定性を確認するために対象地点とは逆方向になるが、K-NET 塩竈の西側の状況を同様に調べた。用いた強震記録は東北工業大学が展開している Small-Titan で得られたものである。同様の検討を行い、卓越方向を整理したものを図5に示すが、K-NET 塩竈から約10km 離れると、K-NET 塩竈とは異なり、南北方向が空間的に安定して卓越している。

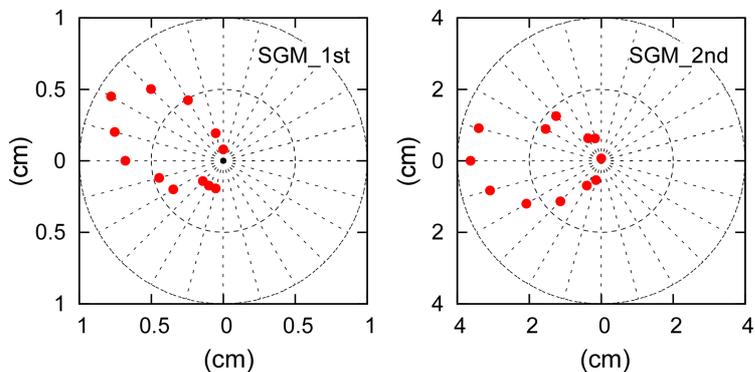


図3 K-NET 塩竈観測点の加速度記録から算出した摩擦を考慮した1自由度系の応答変位

5. まとめ

K-NET 塩竈の記録を用いて滑り応答を計算したところ、松島湾周辺の斜面変動の方向と対応した結果が得られた。しかしながら、K-NET から離れると地震動の方位特性は異なることから、方位特性の空間分布はそれほど安定していないとも考えられる。また、今回の検討で用いた摩擦係数は1例だけであり、他の場合にどのような傾向になるのかを検討する必要があると思われる。

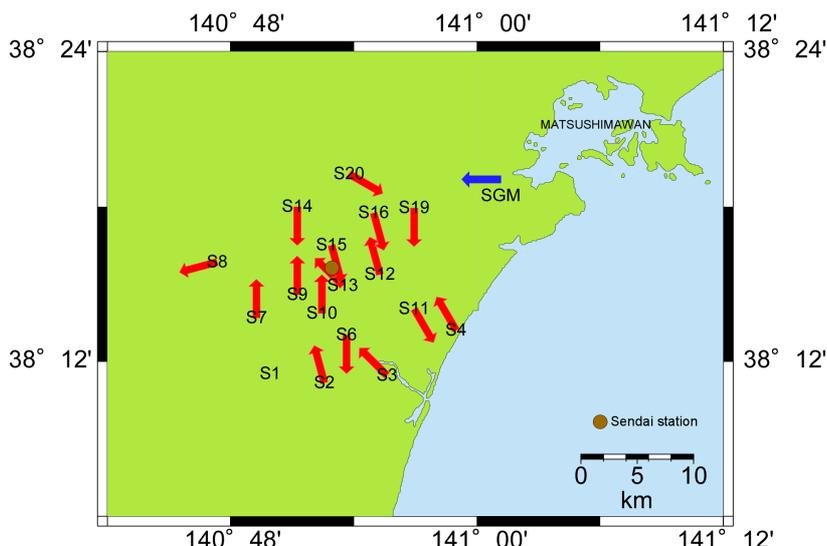


図5 仙台周辺の強震記録から算出した滑りの卓越方向

謝辞 防災科学技術研究所のK-NETおよび東北工業大学のSmall-Titanの強震記録を利用した。弘前大学農学生命科学部の檜垣大介教授には、文献1)の解説をして頂いた。記して謝意を示す。

参考文献 1) (社)日本地すべり学会：国土交通省国土技術政策総合研究所23年度受託研究「地震による斜面変動の実態把握と特徴の類型化」報告書，5.1 松島湾周辺地域の崩壊を主とした斜面変動，2012。
2) Kamiyama, M., et al, Strong ground motions observed by SMALL-TITAN during the 2011 Great east Japan earthquake, Joint conference proceedings, 9th International Conference on Urban Earthquake Engineering/ 4th Asia Conference on Earthquake Engineering, March 6-8, 2012, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan. 3) Newmark, N. M.: Effect of earthquakes on dams and embankments, Geotechnique, 15(2), 139-159, 1965.