

I — 1

アレー強震記録を利用した地震動分布のアニメーション

東北工業大学大学院 土木工学専攻 学生会員 ○谷井 恵

東北工業大学 土木工学科 正会員 神山 眞

東北工業大学 土木工学科 正会員 松川忠司

1. はじめに

東北地方の地方都市を対象にして、東北工業大学が仙台市圏にリアルタイム・オンライン・アレー観測システム Small Titan を構築・展開してから今年で4年余りになる。これまでに Small Titan から得られた貴重な強震動記録を用いて、最大加速度、最大速度、気象庁計測震度、スペクトル強度などのサイスマックゾーニングマップを作成しており、成果を得ている。しかし、いずれも静的なマップであるので、時間変化の把握には至らない。本研究では、Small-Titan の記録を用いた地震動分布の動的アニメーションの作成を試みた。時間変化をサイスマックゾーニングマップに取り入れることで、リアルタイムに地震動を視覚的にかつ面的に把握できることが期待できる。また、アニメーションからどのような解釈が得られるかも研究のテーマとした。

2. アニメーションの作成

Small Titan の全 20 観測点は、防災システムへの併用を考え仙台市圏を出来るだけ均等に網羅している。そして、地震動に対するローカルサイトの影響を的確に把握すべく種々の地盤に配置され、ローカルサイトの影響のうち不整形地盤の応答把握にも資する配置としている。また、懸念される潜在地震の震源効果を的確に把握できる配置としている。Small Titan からは、全 20 観測ステーションの E-W、N-S、U-D 成分の加速度記録が 0.01 秒単位で得られる。加えて Small Titan が有する 20 観測点の各センサーの絶対時刻は GPS システムにより 1 時間ごとに補正され、これらの絶対時刻によるトリガータイムが加速度データとともに送信されることにより各ステーションの記録の同期がとられている。つまり、地震動の動的アニメーションを作成するために記録を直接用いることができる。ただし、試験観測を開始した 1998 年 6 月からしばらくの間は、機器の安定動作が不確定で絶対時刻が正確ではない恐れがあるため、ここでは機器の安定した以降の記録を対象とした。

まず、これまでの地震記録の中から、動的アニメーションに用いる地震動を選定する。選定には 20 観測点全てにおいて記録が得られている規模の大きい地震動が望ましい。これは、後の過程で地震記録を面的情報として拡張するため行う内挿計算を行う際に、情報量の多い高精度のマップを作成する必要があるため、全観測点から得られた記録を用いることが必須となるためである。今回は、2000 年 6 月 4 日宮城県沖 ($M_j5.2$)、2001 年 10 月 2 日福島県沖 ($M_j5.6$)、2001 年 12 月 2 日岩手県内陸 ($M_j6.3$) の 3 つの地震を対象とした。

以上のように有限の数で、不規則に設定されている観測点データを面的情報として敷衍するためには地震動の振幅の内挿等を時間ごとに実施することが必要である。ここでは、内挿法としては神山¹⁾によって例示されている幾何学的条件によるものを採用している。さらに、内挿の対象となる振幅としては、E-W、N-S、U-D 成分の加速度記録 3 成分をベクトル合成した絶対加速度を用いた。これにより震動強度の時間変動が明確となり、正負で交番する振幅の大きさを画一的に扱える。

得られた 20 観測点全ての絶対加速度から、0.01 秒毎に内挿計算を行う。そして、計算結果をマッピングソフトによりマッピングすることで時刻毎のフレームが完成する。ただし、内挿計算は非常に時間がかかるため、地震記録の主要動部分の数秒間のみの計算とした。実際、主要動部分以外の微小な波形はアニメーション化してもほとんど変化が見られないことが予想できたため、作業の効率化を図るうえで省くことにした。

最後に、マッピングしたすべてのフレームを Web アニメーション作成ソフトにてタイムライン上に並べ、それを Web で多用されるファイル形式に書き出してアニメーションの完成に至る。このような形式のアニメーションは、ほとんどの Web ブラウザにて再生できるため、Web サイトを通じて広く一般に公開することが可能となる。

3. 考察

Small Titan の加速度記録を用いた地震動分析のアニメーションの完成により、実際の地震動がいかに関動的な変動をしているのか、これまでの静的ゾーニングからは知り得なかった情報が得られた。アニメーションの中には、震源、伝播経路、ローカルサイトの効果が時間を追って生じることが観察された。

図-1 は Small-Titan 観測点配置図、図-2 は図-1 の A-A' の地盤構造断面である。長町利府断層の東部で盆状に柔らかい地盤が存在する。図-3、図-4 はそれぞれの地震での代表的な時刻暦でのゾーニングである。各地震ともに断層東部にて震動の増幅が顕著にみられる。実際のアニメーションでは盆地効果とみられる震動の水平伝播が断層東部でみられた。これらのことから、アニメーションは地盤構造を反映しているといえる。また、さらに深い地盤構造を探れるのではないかと期待もあることから、今後により多くの地震についてアニメーション化し、それらを比較検討することが必要である。今後の課題としては作業過程の自動化と高速化を確立し高度なシステムとして発展させることも必要である。

参考文献 1) 神山眞, 莊司雄一, 松川忠司, 浅田秋江, 中居尚彦: オンラインアレー地震観測システムの構築とその記録の若干の考察, 土木学会論文集 No. 688, p283-298, 2001.

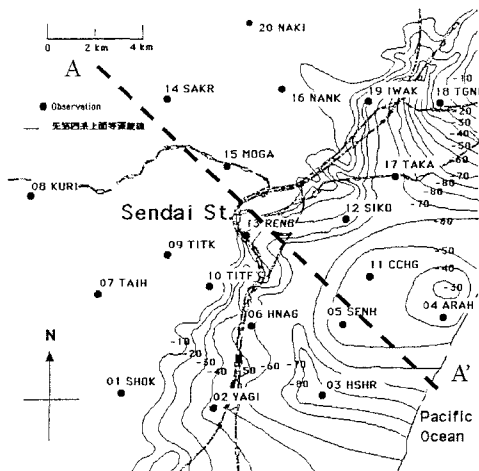


図-1 Small-Titan 観測点配置図

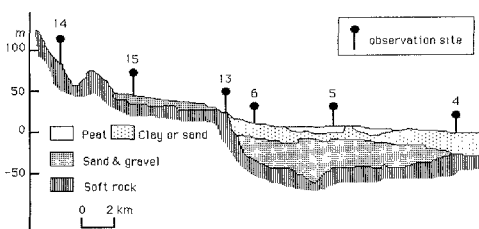


図-2 図-1 の A-A' 地盤構造断面

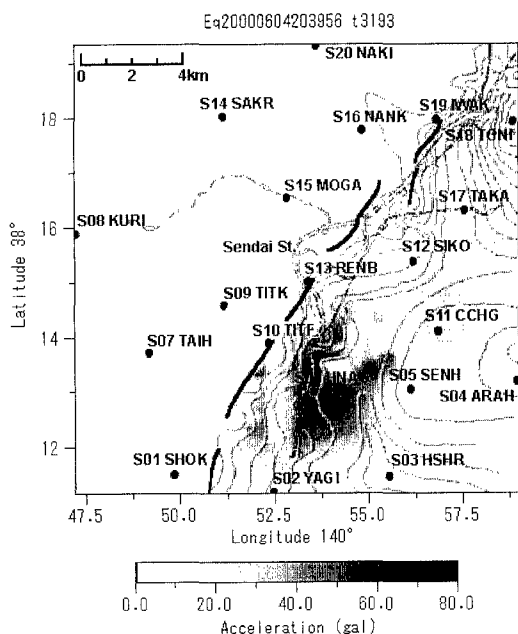


図-3 2000 年 6 月 4 日宮城県沖地震 ($M_j5.2$)
における代表的なゾーニング (31.93 秒)

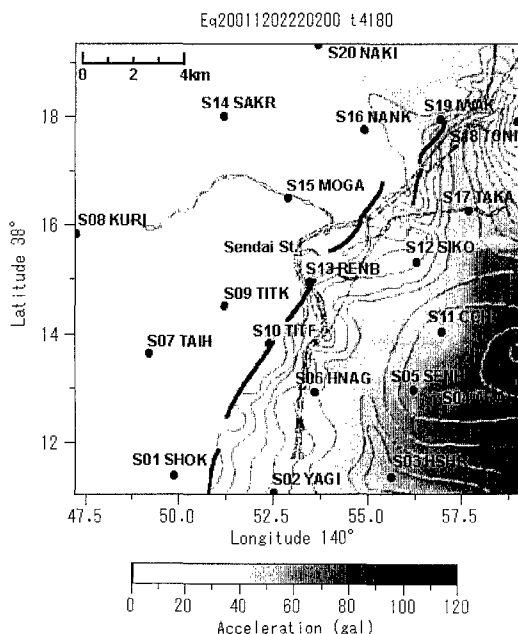


図-4 2001 年 12 月 2 日岩手県内陸地震 ($M_j6.3$)
における代表的なゾーニング (41.80 秒)