

強震動の周期-時間変動解析—2004 年新潟県中越地震の鉛直速度記録の特徴—

東北工業大学	正会員	○神山 眞
々	学生会員	藤原崇喜
々	正会員	松川忠司

1. はじめに

著者らはランダム振動論とコンプレックスエンベロープを用いた簡易的な強震動の周期-時間変動解析法を開発した¹⁾。この方法は加速度、速度、変位記録のそれぞれの中心周期の時間変動を時間領域での処理のみから簡単に算定できるものであり、多くの応用を有している。本論ではこの方法を 2004 年新潟県中越地震の震源付近の強震記録に適用して得た特徴的な鉛直速度記録の周期-時間変動について述べる。

2. 時間領域の周期-時間変動解析とその応用

著者らの開発した強震記録の周期-時間変動解析法は数式として次のようにまとめられる。

$$\bar{T}_a(t) = 2\pi \frac{Env(v(t))^2}{\sqrt{Env(a(t))^3 Env(d(t))}} \quad \bar{T}_v(t) = 2\pi \sqrt{\frac{Env(d(t))}{Env(a(t))}} \quad \bar{T}_d(t) = 2\pi \frac{\sqrt{Env(a(t)) Env(d(t))^3}}{Env(v(t))^2}$$

ここに、 $\bar{T}_a$, $\bar{T}_v$, $\bar{T}_d$: 加速度, 速度, 変位スペクトルの各々の中心周期, Env : コンプレックスエンベロープの絶対値, $a(t), v(t), d(t)$: 加速度記録, 速度記録, 変位記録, t : 時間。

この方法による具体的な算定法は文献 1) にやや詳細に説明されている。この方法は上式にみられるように周波数領域での処理は一切用いずに、加速度、速度、変位記録の同時処理のみから時間軸上での中心周期の変動を求めるものである。この方法の妥当性については実際の地震動のようにパルス的で周期性を有する理論的波形の代表である Gabor ウェーブレット²⁾への適用により確認されている。また、応用の一例として、この方法により表面波の分散性のような特性周期の時間変動が効果的に解析できることも文献 1) で例示されている。本論では 2004 年新潟県中越地震の震源付近で得られた一連の強震記録群へ適用した結果を述べる。

図-1 は 2004 年新潟県中越地震の震源付近の震度分布と強震記録取得地点を示したものである。同地震では K-NET, Kik-net, 気象庁, 新潟県震度情報ネットワーク (NIGSINW と略称), JR, JH などにより貴重な強震記録が得られている。このうち、NIGSINW によるデジタル加速度記録は気象庁により最近公表された³⁾。これらの強震記録は震源、伝播経路、ローカルサイト効果などの強

震動に影響を与える要因の分析に極めて有力な情報といえるが、水平動記録に観測点依存性が高いのに対して、鉛直動記録には共通の特徴が認められる。特に、鉛直動の速度記録に特徴的な周期—時間変動がみられる。鉛直動の速度記録は従来、詳しい分析が行われることは少ないが、この特徴は震源やローカルサイトの応答の本質を示唆している可能性もあるので、ここではこの特徴に焦点をしばって報告する。図-2 は一連の強震記録群を代表して K-NET 小千谷での本震加速度記録⁴⁾とそれから数値的に得た速度、変位記録およびそれらのコンプレックスエンベロープ包絡線を示したものである。これらの図の振幅包絡線から各成分の加速度、速度、

キーワード 強震動, 中心スペクトル, 周期-時間変動, コンプレックスエンベロープ

連絡先 〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学工学部環境情報工学科 TEL 022-229-1151

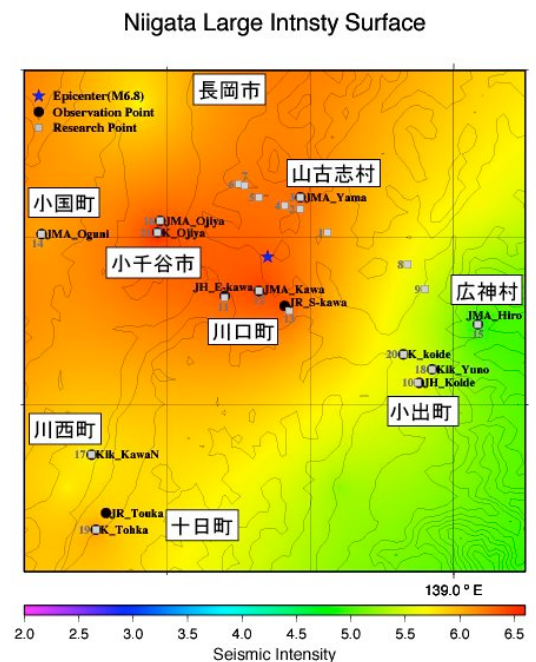


図-1 震源領域における震度分布と
主な強震記録観測点

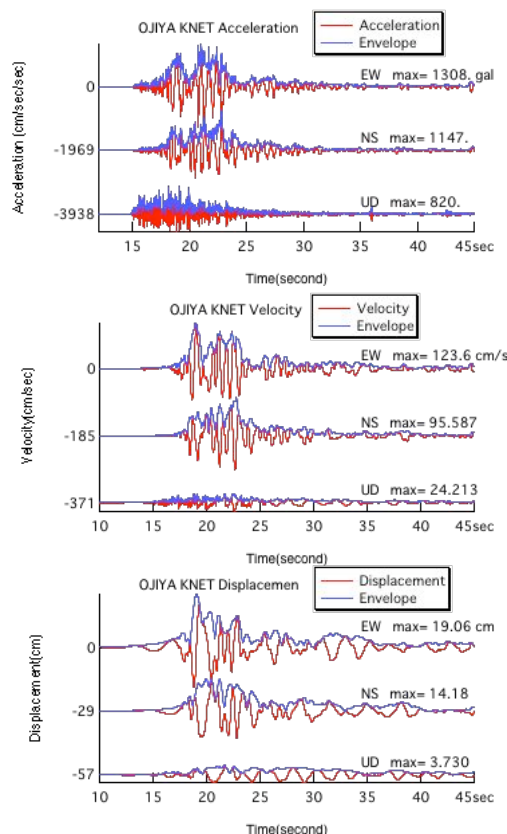


図-2 K-NET 小千谷の記録

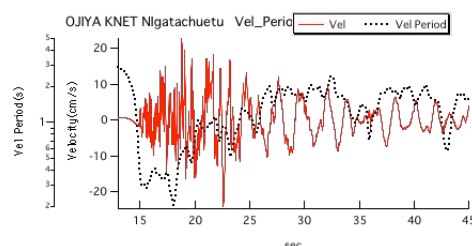


図-3 K-NET 小千谷の鉛直速度記録の周期変動

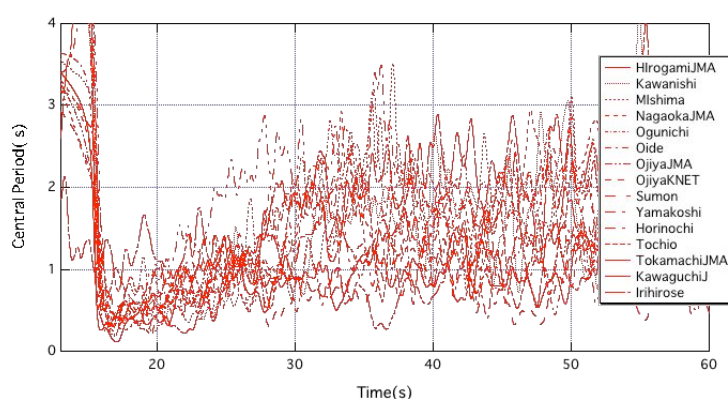


図-5 震源近傍 15 観測点の鉛直速度記録の周期変動

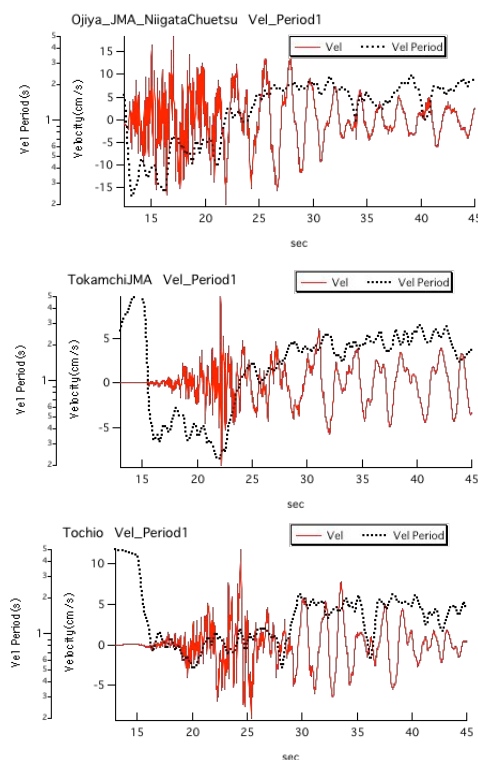


図-4 JMA 小千谷, 十日町, 栃尾の鉛直速度記録の周期変動

ではなく他の観測点にも多かれ少なかれ認められる。図-4 はその代表として JMA 小千谷, NIGSINW 十日町, NIGSINW 栃尾について鉛直動速度記録の周期-時間変動解析結果を示したものである。さらに、図-5 は震源近傍の 15 観測点の鉛直動速度記録の中心周期の時間変動をまとめたものである。図-5 では各記録の初動開始時間を同期させて各記録の中心周期変動をプロットしてある。図-5 から多少の差があるが、各観測点に共通した特徴であることがわかる。このような特徴が何故生じているかは本論では紙数の関係から言及できないが、震源の破壊過程、ローカルサイトの両者の影響が考えられる。ローカルサイトの影響では波動特性、特に表面波の存在とともに、地盤物性の非線形化が想定されるが、ここでは今後の課題としておきたい。

3. むすび

著者らの開発した周期-時間変動解析法が 2004 年新潟県中越地震の震源近傍の強震記録に適用された結果、とくに鉛直動速度記録に特徴的な変動が発見された。この変動の原因およびその工学的な意味について今後とも追究していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 神山, 藤原, 松川: 第 29 回土木学会地震工学研究発表会, 投稿中, p.1-8, 2007.
- 2) Marvroidis G. P and Paapageorgiou A. S.: Bull. Seism. Soc. Am., Vol.93, No.3, pp.1099-1131, 2003.
- 3) 気象庁ホームページ: http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/kyoshin/jishin/041023_niigata/1756/nigata_main.htm, 4)
- (独) 防災科学技術研究所: 強震ネットワーク K-NET, <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/k-net/>