

同一地点で観測された複数の地震波のフーリエ位相に関する類似性と地震発生位置の関係

(独) 港湾空港技術研究所 正会員 ○若井 淳

(独) 港湾空港技術研究所 正会員 野津 厚

1. はじめに

従来から広く認識されているように、将来の地震による地震動を予測する上で、地震記録を得ることは極めて重要である。特に地震動の構成要素の一つであるフーリエ位相特性に関しても、過去の地震記録を用いた検討を行うことは、地震動を予測する上で有用であると考えられる。既往の研究では、2003 年十勝沖地震の震源モデル推定の際に必要な余震記録の選択方法として、本震記録と余震記録のフーリエ位相の比較を行い、各観測点について、本震時に主要な影響を受けているアスペリティ近傍の余震を選べば、本震と余震のフーリエ位相が概ね類似することを示している¹⁾。また、過去の地震記録のフーリエ位相を将来の地震による地震動の予測に活用するとの観点で、2003 年十勝沖地震とその震源域周辺で発生した特定の地震記録のフーリエ位相の類似性と地震発生位置に関する検討を行っている例もある²⁾。

本研究では、過去に発生した大地震とその震源域周辺で発生した複数の中小地震記録のフーリエ位相の類似性と地震発生位置の関係を体系的に評価し、将来の地震による地震動の予測に活用するという試みの一例として、K-NET HKD098 (大樹) で得られた 2003 年十勝沖地震 (M8.0) と複数の中小地震記録のフーリエ位相の類似性を定量的に評価し、フーリエ位相の類似性と地震発生位置の関係を検討する。

2. フーリエ位相に関する類似性の検討方法

本研究では、マグニチュード 4.5 以上、震源深さ 60km 以下、震央距離 150km 未満の条件を満たす、HKD098 における 33 の中小地震記録を採用する。

検討方法は既往の研究^{1),2)}と同様である。すなわち、中小地震の速度波形をフーリエ変換し、中小地震のフーリエ振幅に 2003 年十勝沖地震と中小地震のフーリエ振幅比を乗じ、その結果を逆フーリエ変換して新たな速度波形を合成する。得られた波形は、2003 年の地震のフーリエ振幅はそのまま、フーリエ位相のみを中小地震のものに置き換えた波形となっている。したがって、この置換え波形と 2003 年の地震波形を比較し、類似性を判定することにより、双方の地震のフーリエ位相の類似性が評価できる。なお、検討に用いる速度波形の周波数帯域は、工学的に重要であると考えられる 0.2~1Hz とする。

さらに、フーリエ位相の類似性を定量的に評価するため、フーリエ位相の類似度の指標として、式(1)で得られる値を用いる。ここに、 $S(t)$ は置換え波形を、 $O(t)$ は 2003 年十勝沖地震波形を示し、積分区間は直達 S 波を含む 30 秒間とする。

$$ERR = \frac{\int_0^{t_2} (S(t) - O(t))^2 dt}{\int_0^{t_2} (O(t))^2 dt} \quad (1)$$

そして、この類似度及び地震発生位置との関係を視覚的に捉えることができるようにするため、地震発生位置に類似度に対応して色分けされたマーキングを行う。

3. フーリエ位相に関する類似性の評価

検討結果の一例として、2003 年十勝沖地震の速度波形と、そのフーリエ位相のみを 2005 年 1 月 31 日 18:39 (M5.4) の地震のものに置換えした速度波形を比較したものを図 1 に示す。この図から、二つの波形は NS 成分および EW 成分ともに、概ね良好に類似していることがわかる。この地震は、2003 年の地震の震源域近傍の沖寄りで発生しており、伝播経路特性およびサイト特性が 2003 年の地震と概ね共通であることが影響していると考えられる。次に、2003 年十勝沖地震と複数の中小地震のフーリエ位相の類似度を地震発生位置ごとに表したものを 2003 年十勝沖地震の

キーワード 地震動, フーリエ位相

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 (独) 港湾空港技術研究所 地盤・構造部 地震防災研究領域

地震動研究チーム TEL 046-844-5058

震源モデル¹⁾と共に図2に示す。図では、赤色に近いほど類似度が高く、青色に近いほど類似度が低いことを示している。HDK098は、2003年十勝沖地震のアスペリティ1からの影響が大きい地点であり¹⁾、地震波の入射方向がアスペリティ1と類似しており、かつ、アスペリティ1付近やその周辺で発生した地震のフーリエ位相との類似度が比較的高いことがわかる。この結果は、将来発生すると想定される大地震の震源域近傍で発生した中小地震記録のフーリエ位相が、大地震の地震動を予測する上で有用である可能性を示唆している。

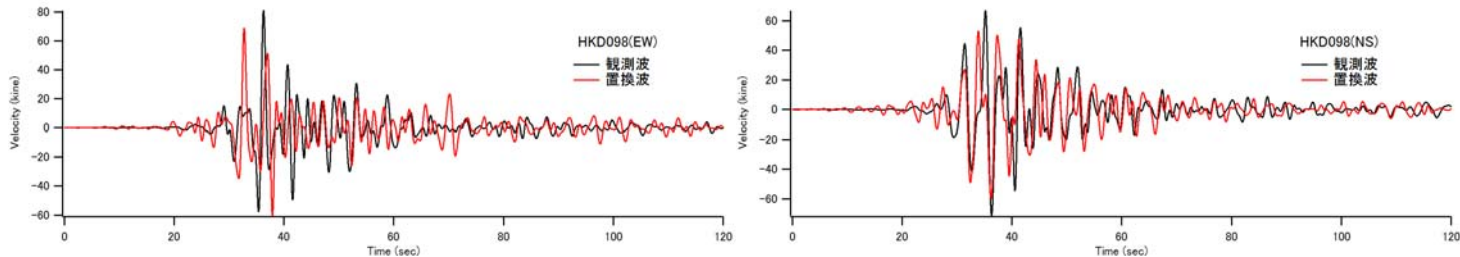


図1 2003年十勝沖地震の速度波形(黒)とそのフーリエ位相を2005年1月31日18:39の地震のものに置換えた速度波形(赤)の比較

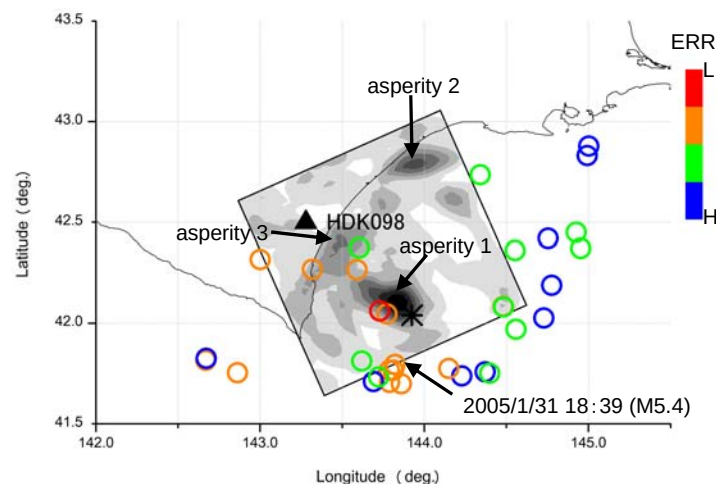


図2 2003年十勝沖地震及び複数中小地震のフーリエ位相の類似度と地震発生位置の関係

4. まとめ

本研究では、2003年十勝沖地震が観測されたHDK098で得られた中小地震記録を用いて、同一地点で観測された大地震と複数の中小地震記録のフーリエ位相の類似性と地震発生位置との関係を検討し、中小地震記録のフーリエ位相が地震動の予測に有用であることの一例を示した。今後は、十勝沖地震の影響を受けると考えられる他の地点でも同様な検討を行い、当該地域における地震記録のフーリエ位相と地震発生位置との関係を総合的に評価する予定である。

謝辞

本研究では、(独)防災科学技術研究所のK-NET及びKiK-netの強震記録を使用させて頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) A. Nozu and K. Irikura : Strong-Motion Generation Areas of a Great Subduction-Zone Earthquake – Waveform Inversion with Empirical Green's Functions for the 2003 Tokachi-oki Earthquake, BSSA, Vol.98, No.1, pp.180-197, 2008
- 2) 野津 厚 : 2008年9月11日十勝沖の地震 (M7.1) による地震動のフーリエ位相特性, 地盤工学研究発表会, 2009