

斜面における地震観測から推定する斜面内部構造

土井一生・王功輝・末峯章（京大防災研）

1. はじめに

地震による地すべりが近年多発している（例えば、2004年新潟県中越地震や2008年岩手・宮城内陸地震）。地震時の斜面の振る舞いを把握するためには、地すべり地の震動に対する応答だけではなく、地下水の状態を把握することが重要である。しかしながら、斜面における地震観測が非常に少ないため、これらの基礎的な振る舞いでさえわかっていない。

我々は徳島県那賀郡那賀町に位置する阿津江（あづえ）の斜面において、高感度速度計を設置し2010年4月より連続観測をおこなっている。当地では、2004年7月31日から8月1日にかけての台風10号通過時における豪雨によって幅100 m、長さ800 mにわたる大規模な崩壊が発生した。この崩壊域のすぐ上方には、崩壊せずに留まった土塊が幅450 m、長さ350 mにわたって存在しており、現在でも降雨時にわずかではあるものの変位が認められることが我々の観測からわかっている。本研究では、地震時の斜面の応答を知るための基礎となる斜面内部の構造推定や降雨による内部構造の時間変化抽出の可能性について、連続地震波形記録を用いて検証する。

2. データ

地震計は3成分高感度速度計KVS300を用いた。固有周波数は2 Hzである。サンプリング間隔は4 ms、分解能は24 bitで集録されている。本研究では2010年6月1日から7月31日までの61日間の連続地震波形記録を用いた。

3. 手法

四国地方における微小地震の発生頻度は高くない。そのため、地震が発生しなくとも構造推定が可能となる地震波干渉法（例えば、Campillo and Paul, 2003）を適用した。

まず、1時間連続波形記録をフーリエ変換し周波数領域でバンドパスフィルター（本研究では0.5-3.0 Hz, 3.0-20.0 Hzの2通り）を施した。続いて、白色化处理をおこなう場合は、通過周波数帯内の振幅スペクトルを1とした。その後、逆フーリエ変換し、地震や突発的なノイズによる影響を軽減するため1ビット化处理をおこなった。

本研究では単一観測点で集録された地震波形記録を用いた。上下、南北、東西各成分の連続地震波形記録すべての組み合わせに対して、自己相関関数、または、相互相関関数の計算をおこなった（例えば、Hobiger et al., 2012）。

最後に、得られた相関関数をスタックした。地すべり対策工事などの影響によりノイズが大きな日中時間帯を避け、夜間時間帯（20:00-07:00）のみの相関関数を用いた。なお、1日分スタックすることでグリーン関数をおおよそ安定的に推定することが可能となった。

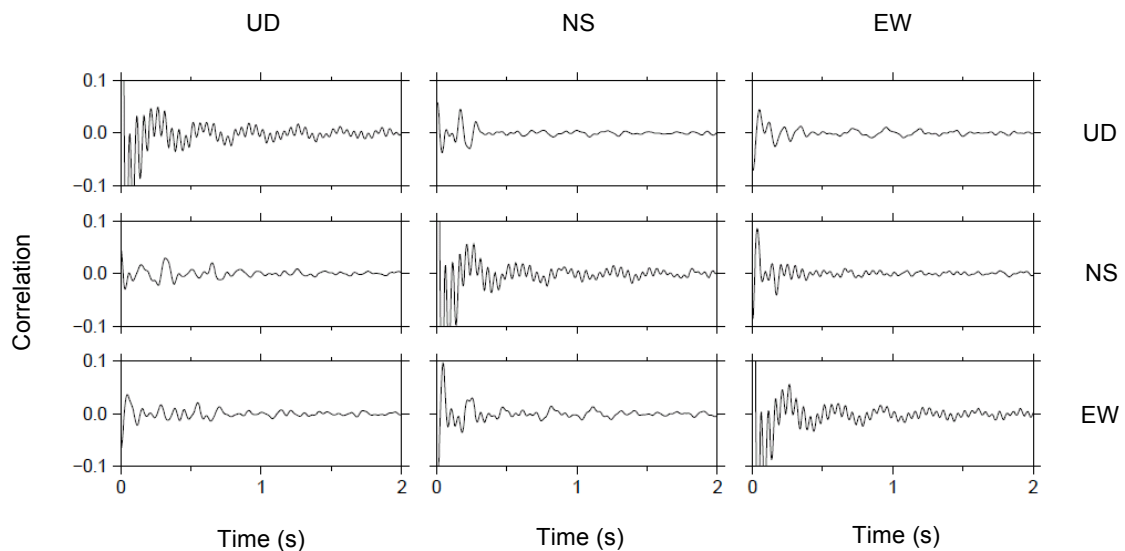
4. 結果

同一成分間で自己相関関数によるスタック波形においては、時間差 0 における大振幅の影響を受け、時間差が 2 秒以内のフェイズを見つけることが困難であった。一方、異なる成分間で相互相関関数をスタックした時系列においては、3.0 - 20.0 Hz のバンドパスフィルターを用いた解析においては時間差 2 秒以内に、0.5 - 3.0 Hz のバンドパスフィルターを用いた解析においては時間差 5 秒以内にいくつかのフェイズを下図のように検出した。これらのフェイズはおおよそ安定的に解析期間において検出されているが、降水が寡少な期間（例えば、6 月 1 日から 6 月 11 日、7 月 3 日から 7 月 10 日）においては、特にスタック波形が安定していることがわかった。

5. 議論・今後の課題

各成分間での相互相関関数のスタック波形においてフェイズが検出されたものの、互いに関連性が低いと思われる結果となった。斜面内部の複雑な 3 次元構造やノイズ源の偏りが影響していると考えられる。反射 P 波、S 波、表面波などを同定するためには更なる解析が必要であると考えられる。

今後、さまざまな周波数帯域や回転方向に対してグリーン関数を推定することにより、フェイズの同定を進めていく。これによって、地震波干渉法でどの程度斜面内部の構造が明らかにできるか検証していく。



図：3-20 Hz のバンドパスフィルターを用いて白色化処理をおこなった際の、各成分間における相関関数をスタックした波形（6 月 5 日のデータを使用）。列方向の成分が発震側、行方向の成分が受震側となるようにした。