

断層近傍における地震動の粒子軌跡特性

京都大学防災研究所 正会員 ○澤田 純男

京都大学大学院 学生員 仲村万紀子

港湾空港技術研究所 正会員 野津 厚

1. はじめに

地震動の水平2方向成分の位相ずれは、粒子軌跡によって表現される。本研究では震源断層近傍の粒子軌跡がどのような特性を持つかを、全無限地盤解析および水平成層地盤解析によって調べた。澤田ら 1)は、振動台実験と3次元DEM解析から、墓石の回転方向と粒子軌跡の回転方向は逆向きであることを示している。この結果を踏まえて、1987年千葉県東方沖地震における墓石の回転の観測結果 2)と、成層地盤によるシミュレーションから得られた粒子軌跡とを比較した。

2. 粒子軌跡の回転要因

深さ2kmに最浅部を持つ8km×8kmの垂直な右横ずれ断層に対して、地盤を全無限と仮定した場合の断層近傍での地震動を計算した。解析条件は、P波速度5400m/s、S波速度3200m/s、ライズタイム1.2s、平均すべり量1.92mである。図-1(b)は破壊伝播速度2800m/sで破壊した場合の粒子軌跡である。なお、破壊開始点は

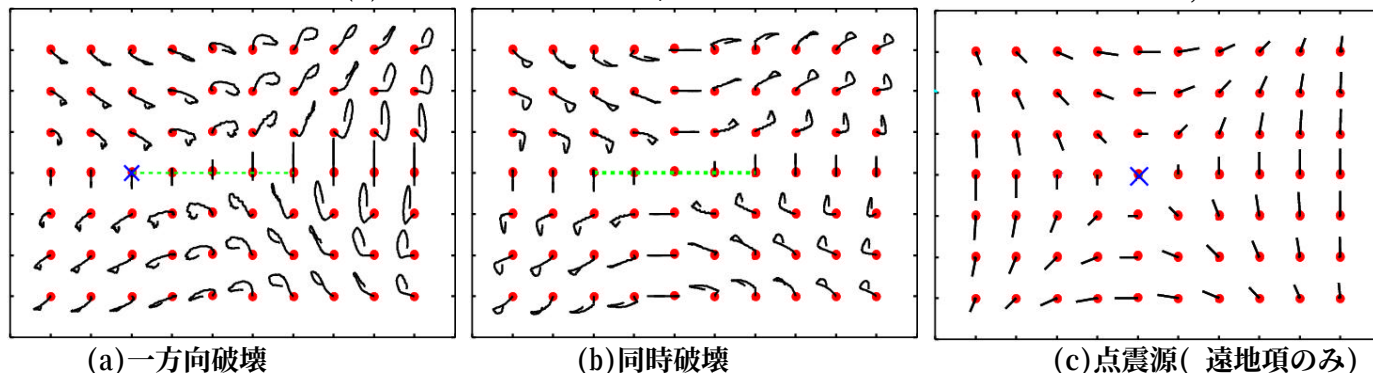


図-1 横ずれ断層での粒子軌跡

最深部におき、震央を×印で、各粒子軌跡の始点を●で示している。破壊伝播の方向に粒子軌跡の回転が顕著に見られる。次に、破壊伝播の影響を除去するために断層全体を同時に破壊させた場合の粒子軌跡を図-1(b)に示す。この同時破壊のケースでは、ディレクティビティ効果がなくなるため、地震動の振幅が小さくなり、粒子軌跡の回転半径も小さくな

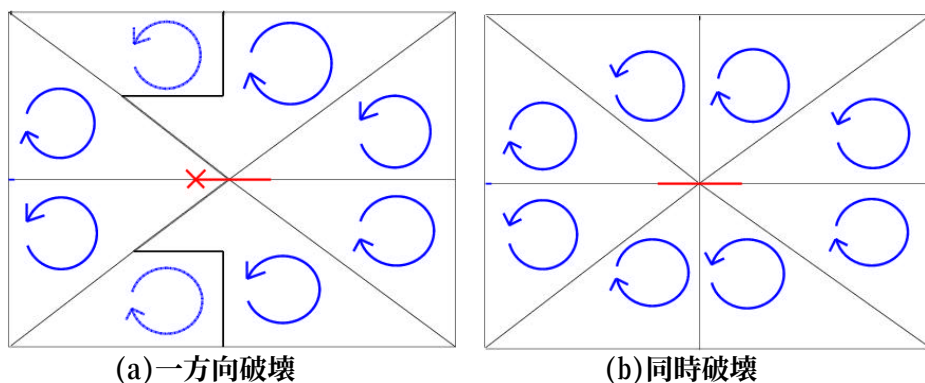


図-2 横ずれ断層での回転方向の分布

っている。図-1(a)の回転方向の概略を図-2(a)に、図-1(b)の概略を図-2(b)に示す。図-1(c)は、点震源の場合で、グリーン関数の近地項と中間項を除いた場合の粒子軌跡である。このケースでは、粒子軌跡の回転は全く見られない。以上の解析により、震源近傍の粒子軌跡が、グリーン関数の近地項と中間項の影響と、断

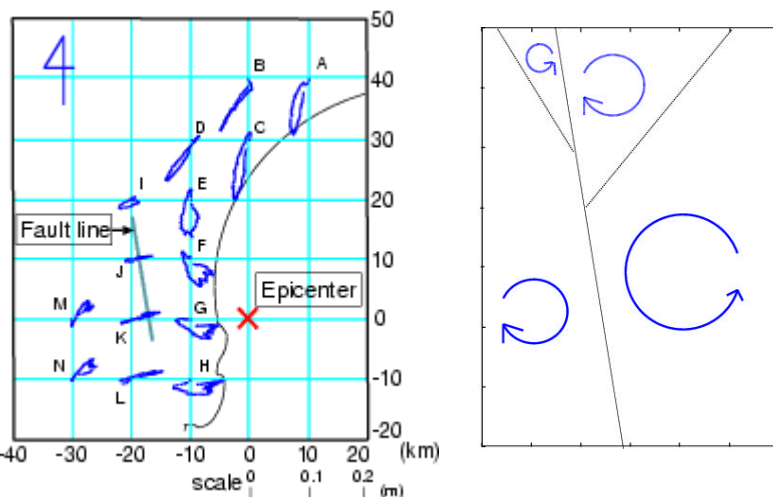
キーワード：地震動、粒子軌跡、墓石の回転

連絡先：京都大学防災研究所（〒611-0011 宇治市五ヶ庄 Tel. 0774-38-4066, Fax: 0774-38-4070）

層破壊が進展する影響の両方を受けていることがわかった。

3. 千葉県東方沖地震の解析

1987年千葉県東方沖地震を対象として、全無限地盤と水平成層地盤を仮定した解析を行なった。震源には、波形インバージョンによって求められた福山ら³⁾による断層パラメータを用いた。水平成層地盤は、7層+半無限媒質³⁾を仮定している。ただし、全無限地盤でのP波速度は6500m/s、S波速度は3700m/sとした。全無限地盤での解析結果を図-3(a)に、回転方向の概略を図-3(b)に示す。図-3(a)中の×は震源を、斜線は断層線を示している。解析対象



(a) 粒子軌跡 (b) 回転方向の分布
図-3 千葉県東方沖地震の解析結果（全無限地盤）

とした領域では、回転方向は断層線を境に反転しているのみであり、後述する観測結果とは合致しない。次に、水平成層地盤での粒子軌跡と墓石の回転方向の観測結果²⁾の比較を図-4に示す。図中の矢印は、顕著な回転を示した粒子軌跡の回転方向を示している。墓石の回転方向の観測結果²⁾で、時計周りを示したところを○、反時計周りを示したところを●で表した。水平成層地盤での粒子軌跡は非常に複雑な挙動を呈した。明確な回転が見られたC点、H点、N点では、墓石の回転方向と粒子軌跡の回転方向は逆向きとなった。C点、F点、N点では、全無限地盤での回転方向と水平成層地盤での回転方向が異なっている。これは、多層地盤によって励起される後続波群が、粒子軌跡の回転挙動に大きな影響を与えているためと考えられる。

4. まとめ

全無限地盤と単純化した断層モデルを用いた解析により、粒子軌跡の回転は、破壊伝播の影響、グリーン関数の近地項と中間項、そして地盤構造の影響によって生じていることを示した。また、1987年千葉県東方沖地震を対象とした解析により、実際に観測された墓石の回転方向の分布を地震動の粒子軌跡の分布からある程度説明することができた。粒子軌跡の特性は、構造物の設計地震動において水平2方向の地震動成分のずれに関する有益な情報を与えられられる。

参考文献

1) 澤田純男・土岐憲三・飛田哲男：墓石の回転挙動から推定される地震動特性，土木学会論文集，No.598 1998。

2) H.Nirei, S.Kondou, K.Suzuki, H.Oguri, T.Tsukamoto, Y.Kawaguchi, K.Kamura, T.Kusuda, K.Satoh, Y.Hara and K.Furuno: Local Characteristics of Land Quake Under Earthquake, 地質学会論集, 第35号, 千葉県東方沖地震, 1990。

3) 福山英一・木下繁夫：千葉県東方沖地震の破壊過程の推定—経験的グリーン関数を用いた解析—, 地震第2輯, 第42巻, 1989。

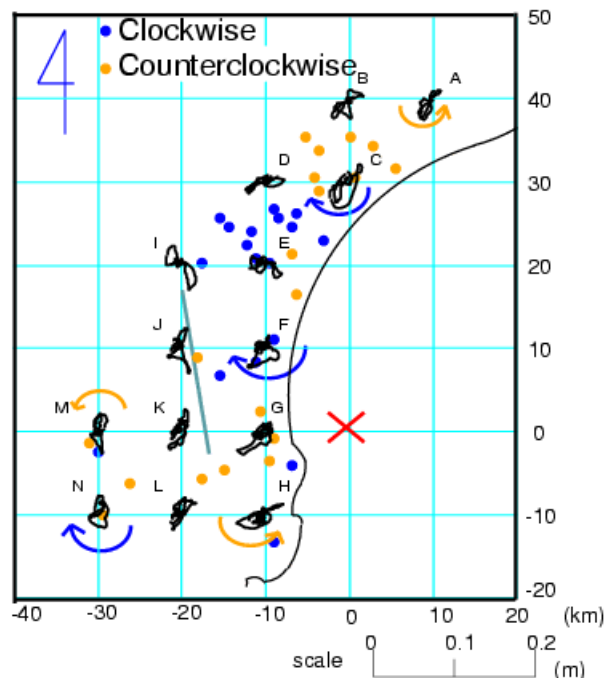


図-4 千葉県東方沖地震での観測結果と水平成層地盤による解析結果