

1. はじめに

地震動の短周期成分は、断層面上のアスペリティ、伝播経路中の不均一地殻構造、観測サイトの地形や地層などが原因となって生ずる。特に、震源における各種のランダム性は短周期地震動の絶対値などの特性を与える主要因であると考えられる。実際に、破壊フロントの広がり方のランダム性(小山 1983、Mikumo & Miyatake 1978 など)や震源時間関数の時間・空間的ランダム性(Aki 1967、Izutani 1981 など)から、短周期地震動の特性を説明しようとした試みが幾つかおこなわれている。ところが、くい違いベクトルの方向のランダム性が短周期成分に与える影響はあまり調べられていないようである。そこで、簡単なモデルを使って、くい違いベクトルの方向のランダム性が加速度波形にどのような影響を、どの程度与えるか調べてみた。

2. モデルの設定

最近では、大地震が起こったときには例外なく余震観測がおこなわれている。余震は本震とほとんど同じメカニズムで起こると考えられるが、本震のP波によるメカニズム解と余震のそれとがかならずしも一致していない。これには観測誤差や解の読み取り違いなども多少は含まれてはいるが、本震の断層面上でもローカルなくい違いの方向が、グローバルなくい違いの方向に対してずれていることは充分考えられる。たとえば、Fig.1のように断層面(長さ $L \times$ 幅 W)を大きさ d kmのメッシュに切り、各メッシュでの平均くい違いベクトルを D_i とすると、 D_i はグローバルなくい違いベクトル $\bar{D} (= \sum D_i / N)$ とある程度の誤差 $E_i (= D_i - \bar{D})$ を持っているものと思われる。現実にはどの程度の誤差があるか不明であるが、次のような条件を付けて E_i を決めた。

①ローカルなひずみ量をグローバルなひずみ量と等しくする。 $(|E_i| / d = |\bar{D}| / W)$

②ベクトル E_i の方向は一様ランダムに与える。

③ローカルなくい違い速度はグローバルなくい違い速度と等しくする。 $(|\dot{E}_i| = |\dot{\bar{D}}|)$

④ E_i の破壊開始時間はグローバルな破壊の立ち上がり時間 τ 内でランダムとする。

以上の仮定により、くい違いベクトル D_i はFig.2のようにベクトルの終点が同心円上に分布し、震源時間関数は、たとえばFig.3のようになる。また、計算では平均量 $\bar{D}$ を完全に無視して誤差量 E_i だけを考え、他のパラメータは決定論的な震源モデルと一致させてその影響がでないようにし、理論地震動を求めた。

3. 観測記録との比較

この方法を日本海中部地震(南北2つの断層 $V_R = 2.0, 1.56$ km/s)による秋田での地震動に適用してみた。 d の大きさは6 kmと3 kmした。この地震は $W \approx 35$ kmであるので、 $|E_i|$ は平均くい違い量の約17%と8%を与えることになる。それぞれの方位平均のコーナー周期は9.4sec, 4.7sec(南側断層)、12.1sec, 6.0sec(北側断層)となる。地震波は無限弾性体のP波およびS波についての表現式を遠方近似に改良した式を用い、1/4sec 間隔で計算した。Fig.4に観測波形と、一様破壊(決定論的な震源モデル)による地震動の計算波形および2つのランダムモデルの計算波形のE-W成分を示す。各計算波形はrayの屈折や表層の増幅を考慮していないので、厳密

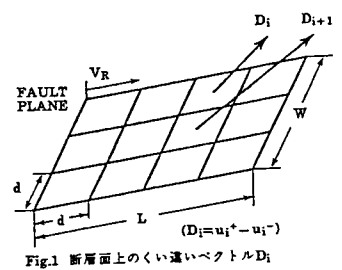
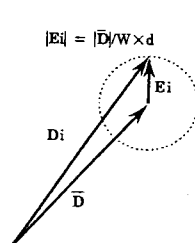
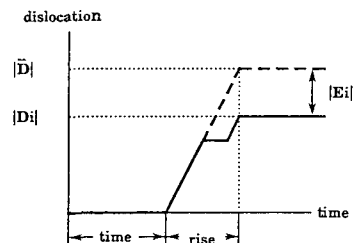
Fig.1 断層面上のくい違いベクトル D_i 

Fig.2 グローバルなくい違いベクトルとローカルなくい違いベクトルの関係

Fig.3 E_i の方向が $\bar{D}$ の方向と正反対のときの震源時間関数

にはこのような対比はできないが、計算波形のレベルがかなり小さいことを除いて2つのランダム・モデルの波形のenvelopeは観測波形に似ている。観測波形の前半40 secが南側断層からの、後半40 secが北側断層からの実体形だと大雑把に仮定し、それぞれのフーリエ・スペクトルを求めた(Fig.5)。この図では、計算波形は全周期に渡って観測波形の1/100 から1/1000 のレベルにある。観測波形に目立った地盤の卓越周期が見られないことから、仮定した形でのランダム性は加速度波形にはほとんど影響を与えないと考えられる。

4. まとめ

短周期成分を発生させるために、 $|E_i|$ に $|D|$ の2~3割の量を与えて、メッシュを細かく(d を小さく)すれば、計算上はいくらでも大きな加速度を作ることとは可能である。しかし、グローバルなひずみ量 $|D|/W$ が 10^{-4} 程度であるのに、ローカルなひずみ量 $|E_i|/d$ をその数10倍も大きくするのは不自然である。そこで、最低ラインとして④の仮定を与えたのであるが、仮にこの値を数倍程度にしても短周期成分を説明することはできない。無論この解析結果からすぐに、くい違いベクトルの方向のランダム性を否定することはできない。しかし、実記録の短周期には、方向のランダム性や従来からの研究のような破壊フロントの進行や震源時間関数のランダム性などの要因が、何らかの規則性のあるコヒーレントな形で関連し合って、影響を与えているものと考えられる。

謝辞：運輸省港湾技研・井合進、倉田栄一、福原哲次、野田節男の各氏および有意義な助言を戴いた茨城大学工学部・井上涼介氏に感謝します。

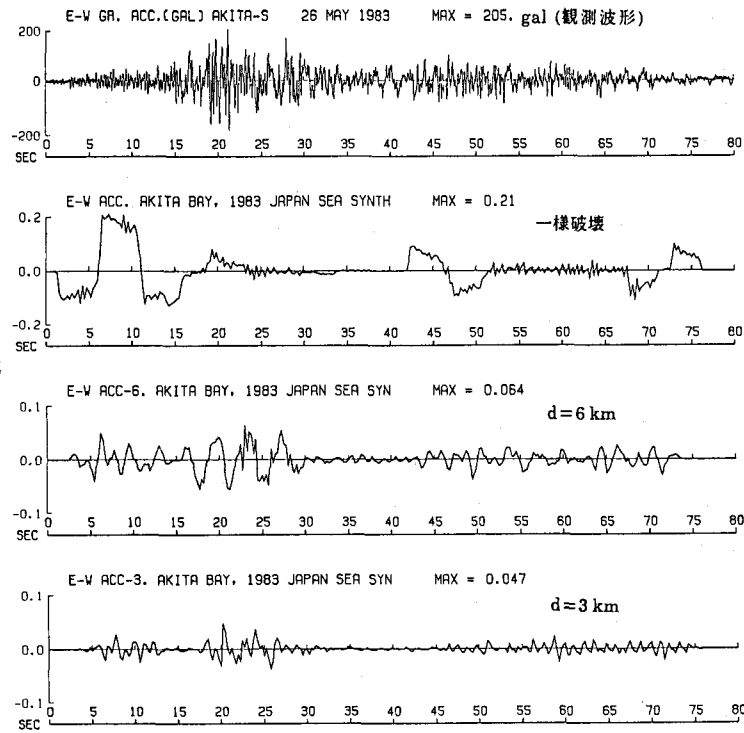


Fig.4 観測波形(実際のE-W)と計算波形(無限媒体中のE-W)

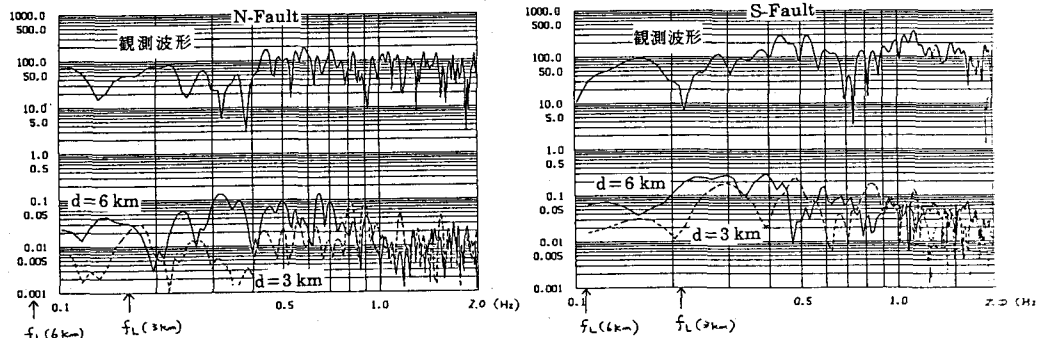


Fig.5 観測波形のフーリエ・スペクトルと計算波形フーリエ・スペクトル