

## 中規模断層を想定した断層近傍域での地震動波形合成

神戸大学工学部 フェロー 高田 至郎  
中央復建コンサルタンツ(株) 正会員 ○尾崎 竜三

### 1. はじめに

著者らは、すでに地震のマグニチュードおよび断層距離と瞬間計測震度のあるレベルへの立ち上がり時間、当該レベルの継続時間の関係より、震源・断層特性を考慮し、地震動を合成する手法について提案した<sup>1)</sup>。しかし、適用するマグニチュードや震央距離に対応した観測記録が得られていない場合、瞬間計測震度を決定することができないこと、地震動レベルによって瞬間計測震度の最大値が異なるため、震度5を用いる現手法では、低いレベルの記録に用いられないこと、2つの指標で瞬間計測震度の形状を設定することが難しいことなどが改良すべき課題として挙げられる。本稿ではこれらの課題を改良し、断層近傍域での地震動を合成した。

### 2. 瞬間計測震度の決定

本手法では、地震動推定の際に瞬間計測震度を設定する必要がある。断層近傍域での地震動推定を目的とするため、過去の地震において、震源深さが10~15km以浅で、震源断層距離（中小規模地震では震央距離）が10km以下の地点での観測記録を用いて、瞬間計測震度の決定手法について検討した。本研究では過去の地震記録より上記の条件を満たす約70個の観測記録を用いている。

#### 2.1 瞬間計測震度に関する指標

上述した3つの課題に対応するために、瞬間計測震度をその最大値で除し、基準化して考える（図-1）。基準化した瞬間計測震度の0.5, 0.6, 0.8, 1.0への立ち上がり時間, 0.5, 0.6, 0.8の継続時間, さらに最大瞬間計測震度を指標として、マグニチュード・震央距離との関係を考慮した。

#### 2.2 各指標とマグニチュード・震央距離の相関

収集した観測記録を用いて検討した結果、マグニチュード・震央距離との相関が最も良くなるのは震央距離5kmでデータを分類し、マグニチュードとの相関を検討した場合であった。各指標との相関図の1例として最大瞬間計測震度, 基準化計測震度0.8の継続・立ち上がり時間について図-2から図-4に示す。

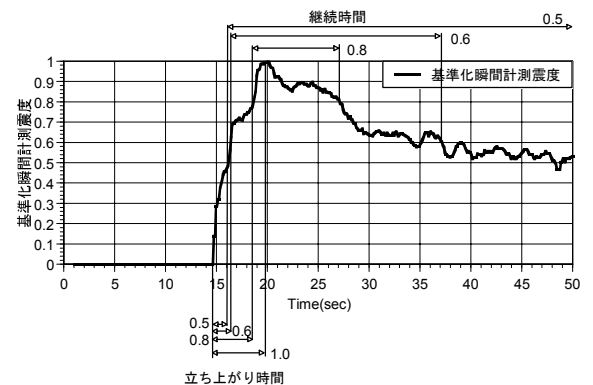


図-1 基準化瞬間計測震度

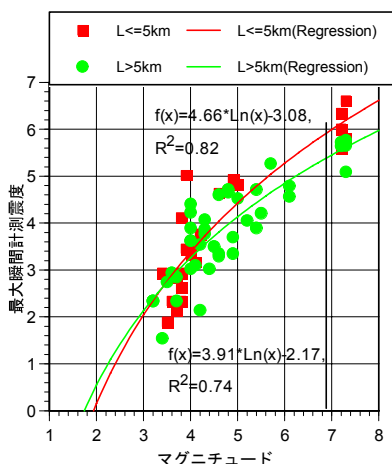


図-2 最大瞬間計測震度との関係

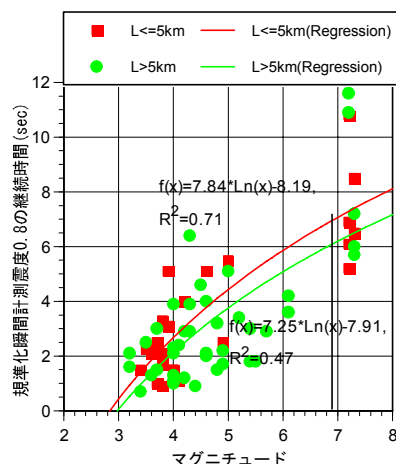


図-3 基準化瞬間計測震度0.8の継続時間との関係

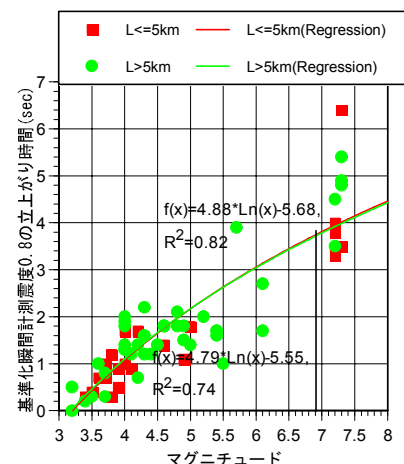


図-4 基準化瞬間計測震度0.8の立ち上がり時間との関係

キーワード 瞬間計測震度, 地震動波形合成, 断層, 立ち上がり時間, 継続時間

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学工学部建設学科 TEL: 078-803-6047

### 2.3 瞬間計測震度の決定

図-2 から図-4 に示した各指標とマグニチュード・震央距離の相関図には今回検討するマグニチュード（6.9）を併せて示した。各相関図より算定した値をまとめて表-1 に示す。瞬間計測震度の立ち上がり開始時刻を15秒とし、基準化計測震度0.5の継続時間以降は81.92秒で計測震度0.94をとると仮定し、表-1をもとに瞬間計測震度を決定した（図-5）。

### 3. 推定地点における H/V スペクトル比と統計的に処理したフーリエ振幅スペクトル

本手法による地震動推定には推定地点における H/V スペクトル比および統計的に処理したフーリエ振幅スペクトルが必要となる。対象断層近傍では、K-NET により地震観測（観測点：HYG022）が行われている。過去の記録より H/V スペクトル比および統計的に処理したフーリエ振幅スペクトルを算定した。

図-6、図-7 に統計的に処理したフーリエ振幅スペクトル（水平2成分の平均値）と H/V スペクトル比をそれぞれ示す。それぞれ0.4HzのParzen Windowで平滑化している。フーリエスペクトルは0.3秒程度の周期で卓越している。また H/V スペクトル比は1.0秒以上の周期では2から3の範囲である程度フラットな特性を示す。一方それ以下では振動し、0.1秒以下の短周期では鉛直成分の振幅が大きくなる傾向が見られる。

表-1 相関関係より得た各指標値

マグニチュード	6.9	
モーメント・マグニチュード	6.2	
震央距離・震源断層距離(地表面)	5km未満	5km以上
最大瞬間計測震度	5.92	5.38
基準化瞬間計測震度0.5の継続時間	28.00	25.82
基準化瞬間計測震度0.6の継続時間	18.18	15.13
基準化瞬間計測震度0.8の継続時間	6.95	6.09
基準化瞬間計測震度0.5の立ち上がり時間	1.17	1.01
基準化瞬間計測震度0.6の立ち上がり時間	1.99	1.64
基準化瞬間計測震度0.8の立ち上がり時間	3.75	3.70
基準化瞬間計測震度1.0の立ち上がり時間	5.73	5.22
基準化瞬間計測震度0.5に対応した瞬間計測震度	2.96	2.69
基準化瞬間計測震度0.6に対応した瞬間計測震度	3.55	3.23
基準化瞬間計測震度0.8に対応した瞬間計測震度	4.74	4.31
基準化瞬間計測震度1.0に対応した瞬間計測震度	5.92	5.38

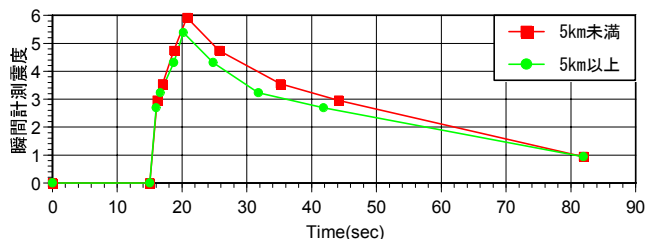


図-5 設定した瞬間計測震度

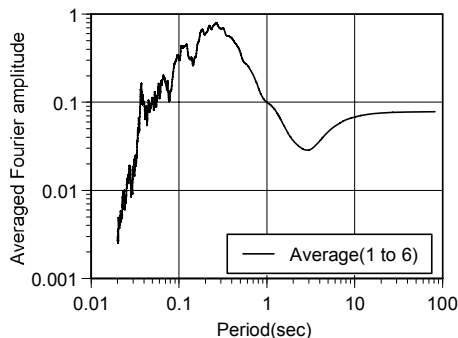


図-6 統計的に処理したフーリエスペクトル

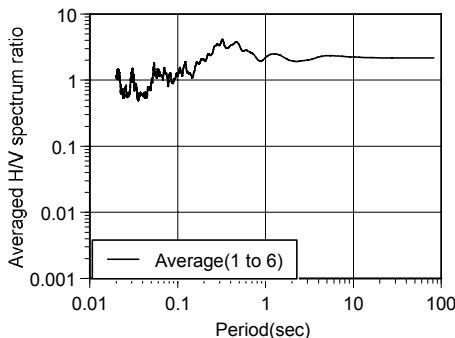


図-7 H/V スペクトル比

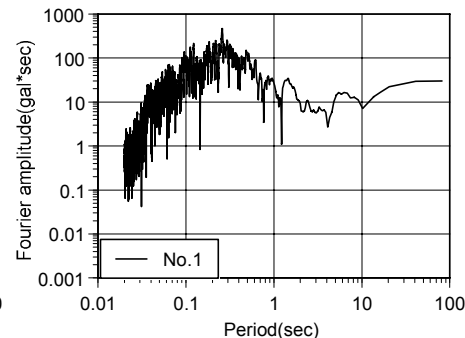


図-9 合成波形のフーリエスペクトル

### 4. 推定結果

ここまでに述べた手法を用いて地震動推定を行った。位相特性をランダムに与えることでいくつもの波形が得られる。合成した地震動（水平成分）の1例を図-8に、そのフーリエ振幅スペクトルを図-9に示す。これらの図より図-6のフーリエ振幅スペクトルの卓越周期と概ね一致する波形が得られていることが知られる。

### 5. まとめ

本稿では、瞬間計測震度の決定に関して必要な指標を提案し、過去の地震記録を用いて検討することで、マグニチュード、震源断層（震央）距離に対応した瞬間計測震度の決定手法を構築することができた。さらに決定された瞬間計測震度を用いることにより、中規模断層を想定した地震動波形合成が可能となった。

### 参考文献

1)尾崎竜三・高田至郎：瞬間計測震度対応の強震動波形合成，構造工学論文集，Vol.48A，2002.3.

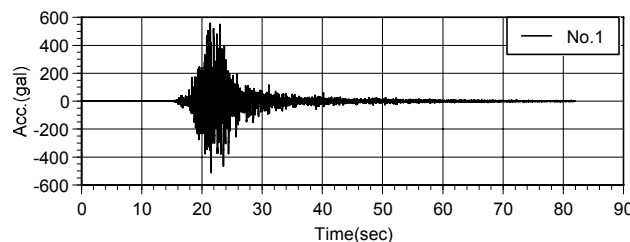


図-8 合成された地震動