

断層パラメータを考慮した入力地震動の作成について

九州工業大学大学院 学生員 ○高田泰行

九州工業大学工学部 正会員 永瀬英生 清水恵助

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 濱本朋久

1.はじめに

1995年兵庫県南部地震以降、内陸直下型地震で、土木構造物の供用期間中に発生する確率は低いながらも極めて強い地震、すなわちレベル2地震の対策により高い関心が寄せられてきた。そこで大地震時における震源近傍での地震波形を予測することは、構造物の耐震設計を行う上で非常に重要な課題であるが、これまでの設計用入力地震動は、全国一律の基準値に地域による差である地域別補正係数を乗じる方法で設定されてきた。しかし今後は設計地点近傍の活断層およびその地域特有の地盤特性の影響を考慮し、適切な断層モデルに基づく評価が必要であると考えられる。

そこで本研究では、北九州市の小倉東断層を例にとり、小地震の観測記録を重ね合わせる半経験的手法を用いてレベル2地震を想定した入力基盤波を作成した。また、サイトの増幅特性を考慮した地表面波を算出した。

2.解析に必要なパラメータの決定

2-1 断層パラメータについて：入力地震動の作成は、観測記録から得られた情報をうまく利用し、半経験的に地震動を予測する方法で行った¹⁾。半経験的手法とは、実際に対象とする震源付近で発生し観測された小地震の記録を経験的グリーン関数として、大地震の地震動を推定することができるもので、震源特性および伝播経路特性などの複雑な影響を考慮したレベル2の地震動を推定できる極めて有効な方法である。なお、解析プログラムには「D-WAVE」を用いた。

断層モデルとしては、北九州市の小倉東断層と呼ばれる活断層を選んだ²⁾。図1に小倉東断層の位置を、実際に観測された小地震波の震源位置、観測位置と併せて示す。

表-1 断層パラメータ

長さ (km)	幅 (km)	走向方向 (°)	傾斜角度 (°)	ライズタイム (s)	地震モーメント (dyne·cm)	せん断波速度 (km/s)	破壊伝播速度 (km/s)
17.0	8.0	20	90	0.5	1.65E+25	3.5	2.5

また断層パラメータを表-1に示す。それぞれの値は過去の観測記録や実績のある経験式から算出した。

2-2 小地震波について：半経験的手法における小地震を選定する場合、想定断層と同じか、またその近傍の断層から発生した小地震を選ばなければならない。以上から、防災科学技術研究所より発表されている強震観測網(K-net)データの中で、推定地点近傍の観測所で1996年12月10日に観測されたものを小地震記録として使用した。震源位置は北緯33.73°、東経130.80°であり、マグニチュードは3.6、震源深さは11(km)である。地震モーメントは実績のある式を用い、 7.62×10^{21} (dyne·cm)とした。この小地震波は地表面で観測されたものであるが、半経験的手法において大地震を作成するのであれば基盤波を用いなければならない。そこで本研究では、地震応答解析(プログラム名「D-PROP」)を行い、観測地点での地盤条件を考慮して基盤波を作成した。作成した小地震の加速度時刻歴のNS成分を図2、



図1 小倉東断層の位置

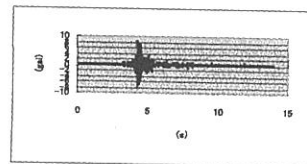


図2 小地震の加速度時刻歴図

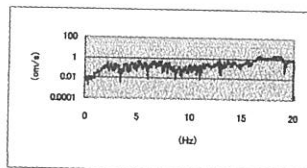


図3 小地震の加速度フーリエスペクトル図

フーリエスペクトルのNS成分を図3にそれぞれ示す。

2.3 アスペリティについて：アスペリティとは断層破壊面上の領域で、平均すべり量に比べて大きなすべりを伴った領域である。本研究では、破壊断層をモデル化する場合に断層全体を破壊させるのではなく、断層面上に2つのアスペリティを設定し、このアスペリティ部分から集中的に地震を発生させる方法で行った。つまり断層面内の主要なアスペリティは大小2つで、はじめに小さいアスペリティを破壊し、次に大きなアス

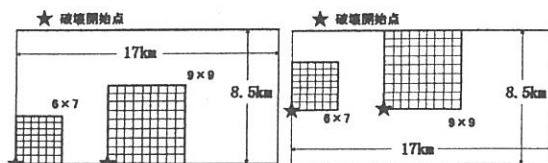


図4 アスペリティ分布 (1) 図5 アスペリティ分布 (2)

表-2 アスペリティデータ

	面積 (k m ²)	地震モーメント (dyne・cm)	分割数
第1イベント	8.8	2.01E+24	6×7
第2イベント	23.6	5.39E+24	9×9

ペリティを破壊させ、さらにアスペリティの分布については、比較のため深さ方向に最大のものと最小のもの（アスペリティ分布 (1)、(2)）の二通りを仮定した。それぞれのアスペリティの領域の広がり、およびそこからのモーメント解放量等は Somerville (1999) に従って表-2、図4、5のように設定した。

3. 解析結果

以上のパラメータを用いて想定地震の解析を行った。得られた想定地震の加速度時刻歴、応答スペクトルのNS成分を図6～9に示す。これらの図にはアスペリティの分布の違いによる2つのパターンを示している。これよりアスペリティの位置を地表面近くにおいた場合の方が大きな地震波を得ることができた。また、解析では基盤波を試算したため、サイトの増幅特性を考慮した地表面波も地震応答解析により算出した。得られた地表面波（アスペリティ分布 (2)）の加速度時刻歴図を図10に示す。これより、アスペリティの位置を最も危険側で地震動が大きくなるように推定しても、スペクトルはそれ程大きくはならなかった。本研究の試算結果は、北九州市近傍の設計用入力地震動が現行のものよりも小さくなる可能性を示しており、安全性を確保しつつ、より経済的な設計が実現できる可能性を示している。

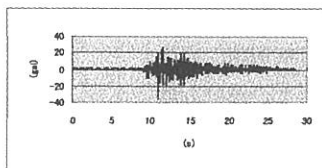


図6 想定地震の加速度時刻歴図
アスペリティ分布 (1)

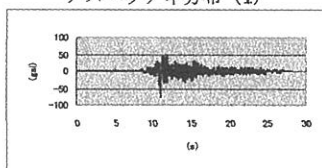


図7 想定地震の加速度時刻歴図
アスペリティ分布 (2)

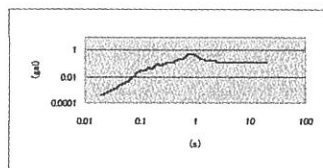


図8 加速度応答スペクトル図
アスペリティ分布 (1)

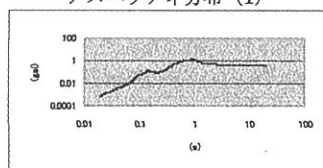


図9 加速度応答スペクトル図
アスペリティ分布 (2)

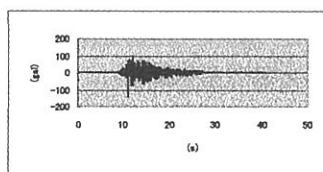


図10 地表面波の加速度時刻歴図

4. まとめ

半経験的手法により、北九州市の小倉東断層を考慮した入力地震動を想定した結果、構造物の耐震設計においては対象地域特有の入力地震動を想定することが必要であることが明らかになった。なお、解析を行うにあたってCRCソリューションズ(株)の井上哲也氏のご協力を頂いた。末筆ながら感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 釜江克宏、入倉孝次郎、福知保長：特定サイトにおける強震動予測、日本建築学会論文報告集、1990
- 2) 北九州市活断層調査報告書、北九州市、1998