

北九州市における活断層を考慮した入力地震動について

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 年兵庫県南部地震において構造物が多大な被害を受けたことは記憶に新しい。それに伴いレベル 2 地震、つまり内陸直下型地震で、土木構造物の供用期間中に発生する確率は低いが極めて強い地震の対策にはより高い関心が寄せられてきた。その結果、想定地震動については活断層に起因する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従来のやり方ではなく、今後は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、北九州市を対象に半経験的手法を用いて入力地震動を設定してみた。

2.解析方法

入力地震動の作成は、経験式を用いて必要な情報を得る方法、モデルの仮定に基づいて理論的計算を行う方法などがあるが、今回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得ら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、震源での予測し難いパラメータ(震源特性)および伝播経路特性、敷地近傍の地盤構造(サイト特性)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⁾。これは市内の人口密集地域を通過しており、確実度は I、活動度は B 級、地震規模は M=7 クラスとされている。小倉東断層の位置を図

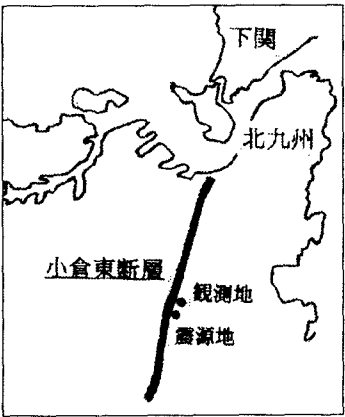


図-1 小倉東断層の位置

表-1 小倉東断層の断層パラメータ

-1 に示す。また断層パラメータを表-1 に示す。各々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。

長さ (km)	幅 (km)	走向 (°)	傾斜角 (°)	地震モーメント (dyne・cm)	立ち上がり時間 (sec)
17.0	8.5	20.0	90.0	1.65×10^{26}	0.4

小地震のパラメータには、防災科学技術研究所より発表されている、小倉東断層の近傍、(北緯 33.83°、東経 130.90°) で 1996 年 12 月 10 日に観測されたものを使用した。マグニチュードは 3.6 であり、その観測された小地震の加速度波形の NS 成分を図-2 に示す。また、観測地点と震源地点は図-1 に併せて載せている。図-2 に示しているように、加速度の最大値は 16.37 (gal) であった。小地震の地震モーメントは経験式を用いて、 7.62×10^{21} (dyne・cm) とした。その他解析に必要なパラメータとして、地震波伝播速度は 3.5 (km/sec)、破壊伝播速度は 2.5 (km/sec) と設定した。また応力降下量は

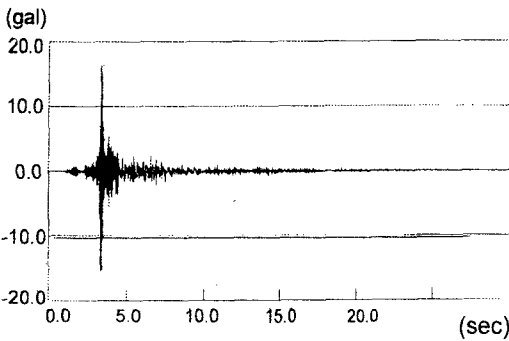


図-2 小地震の加速度時刻歴

考慮せず、応力降下量比は 1.0 とした。

3. 解析結果

今回、断層破壊、つまりアスぺリティとして Somerville の式を用いて、大きいアスぺリティと小さいアスぺリティの 2 つを設定し、小さいアスぺリティ領域の破壊が生じた後、2.42 秒遅れて大きいアスぺリティ領域が破壊するようにした。アスぺリティおよび立ち上がり時間の分割数は、大地震と小地震の地震モーメント比より、大きいアスぺリティ領域では $9 \times 9 \times 9$ 、小さいアスぺリティ領域では $6 \times 7 \times 6$ とした。応力降下量の補正、Q 値の補正は行わなかった。また、小断層のサイズと破壊速度の関係で出現する可能性のあるゴースト周期を取り除くために、分割された小断層内での破壊開始点を各小断層の中心点とはせず、断層毎にランダムに与え、断層面内での破壊伝播に不規則性をもたせた。得られた地震波の加速度に関する時刻歴とフーリエスペクトルを図-3、4 に示す。また、兵庫県南部地震時に第一種地盤で得られた標準地震波（NS 成分、神戸観測所）の加速度フーリエスペクトルを図-5 に示す。ただし一般に設計では、入力地震動として標準地震波の加速度波形に地域別補正係数を乗じたものが用いられている。これらの図より、今回得られた想定地震においては、最大加速度が 43.63 (gal) となり、またフーリエスペクトルが標準波のそれと比較して、ピークの周波数などが大きく異なっていることが分かる。

4. まとめ

本論文では、半経験的手法により、北九州市の小倉東断層を考慮したレベル 2 地震での入力地震動を想定してみた。その結果、構造物の耐震設計においてはそれぞれの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。ただし、今回は研究の第一段階として、解析の簡略化のためいくつかの補正は省略している。また、多くのパラメータを決定する際に、一般的な経験式を使用している。今後はより厳密にパラメータの値を決定していきたい。さらに、今回得られた入力地震動を用いて、対象地域の既往の土質特性に基づいた、二次元 FEM 解析による非線形地震応答解析を行って、地中および地表における地震動の数値的評価を行う予定である。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、1998

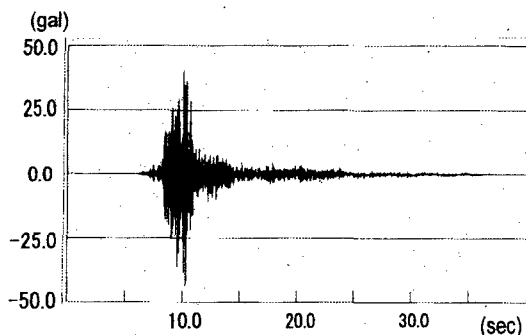


図-3 想定地震の加速度時刻歴

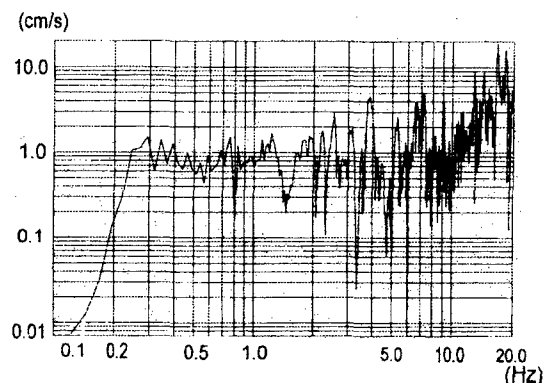


図-4 想定地震の加速度フーリエスペクトル

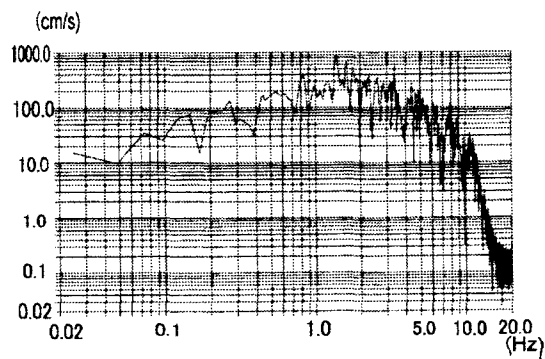


図-5 標準地震波の加速度フーリエスペクトル