

神戸大学工学部 フェロー会員 高田 至郎  
 神戸大学大学院 正会員 李 騰雁  
 神戸大学工学部 学生員 ○ 森 健

## 1. はじめに

本研究では兵庫県南部地震で記録された地震観測波形データを用いて、被害と直接関係する波動特性の評価を試みている。

## 2. 地震動の特性

最大加速度を用いて、アテニュエーション式の作成を試みた。本地震では断層近傍で得られたデータを取り扱うので、従来から日本で多く観測される点震源の海洋型地震記録との比較がそのままでは行えない。そこで余震分布、既存の断層などから、まず断層線を仮定し、最大加速度と断層面までの最短距離との関係式を求める。得られた結果と従来のアテニュエーション式を図-1に示す。従来の経験式と大きく異なるとはいえないことから本地震がマグニチュードの割に特別大きな地震動を引き起こしたものではないことがわかる。次に、周期特性を含め、地震動のエネルギーが強震記録とどのように関わっているかを検討する。

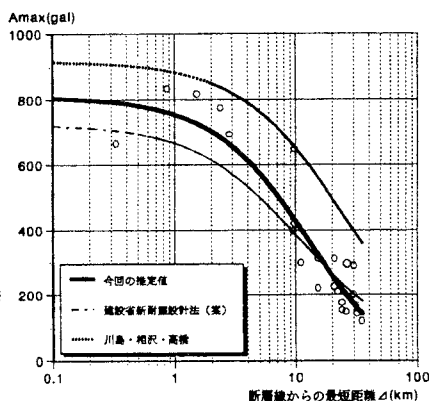


図-1 距離減衰特性と経験式との比較

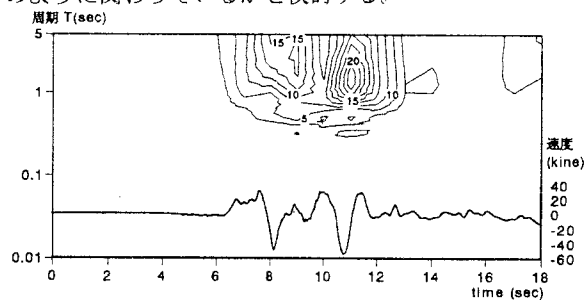


図-2 神戸大学における速度時刻歴と速度ランニングスペクトル

波形1秒ごとの周波数成分を時間軸上にならべたものを図-2に示す。これにより時間とともに、周波数特性が変化していく様子を知ることができる。

図-2、表-1の結果から以下の考察がされる。

- i) 地震波が到達してから4秒間ほど、周期1秒以上の長周期成分をもつ非常に強い波が卓越している。
- ii) 速度またはエネルギーのピークが二度きている。とくに長周期成分で卓越がみられるが、これと表-1の断層の破壊時間を比べると対応がとれている。まず地震波が到達してから4秒間ほど長周期の波があり、次いで4秒後に周期が1～2秒の2番目の波が到着している様子が分かる。
- iii) 地震波が到達してから10秒も経過しないうちに主要動は終了している。

表-1 菊池モデル(1995)による震源諸元

|   | 継続時間<br>(sec) | 断層面積<br>(km <sup>2</sup> ) | ずれ(水平、垂直)<br>(cm) |
|---|---------------|----------------------------|-------------------|
| ① | 0～6           | 2.4×1.2                    | 2.1 (2.1, 0.3)    |
| ② | 4～9           | 9×5                        | 2.5 (1.8, 1.7)    |
| ③ | 6～11          | 1.2×6                      | 2.7 (2.6, -0.8)   |

### 3. SI値と被害分析

地震動の破壊力を示す1つの指標として1自由度質点系の応答に注目したSI値を用いる。まず最大加速度とSI値との関係を図-3に示す。300gal付近の分布をみるとSI値は約20kine～80kineと幅広く分布している。最大加速度が大きくなると十分なデータがなく傾向は明瞭ではないが、最大加速度が大きくなるほどSI値の幅は広くなり、SI値と最大加速度は良い相関をもつとはいえない。一方、最大速度とSI値の関係を図-4に示す。これによりSI値が計算できない場合でも最大速度がわかる地点については最大速度から簡易的にSI値を推定することができる。

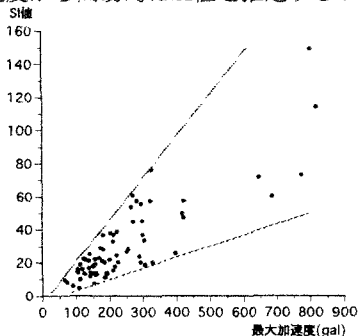


図-3  $A_{max}$ とSI値の関係

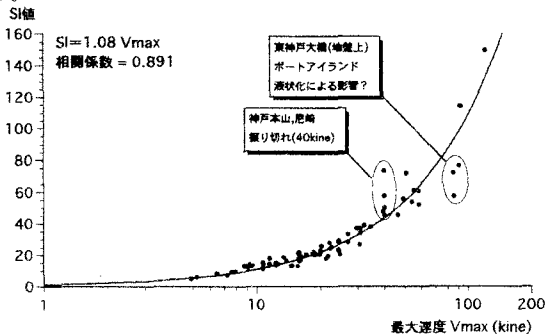


図-4  $V_{max}$ とSI値の関係

図中の実線で囲った部分の左側は、神戸本山、尼崎など40kineで振り切れている記録に対応するものである。右側のデータは、ポートアイランド、東神戸大橋の地盤上で液状化を起こした地点で観測されたものである。兵庫県南部地震では海側の埋立地の非常に広範囲において、液状化の現象がみられたが比較的建物などの被害は少なかったといわれている。グラフでみるように速度値の割にはSI値が小さくおさえられている。2観測点の4成分であるので一概にいえないが、震動のエネルギーは液状化によって低く押さえられていたとも考えられる。

次に、SI値と被害率の関係を示す。被害対象として本研究室で調査されたGIS家屋被害データベースを用いて評価を行った。一部不明な地域は国土地理院発行の災害現況図②を用いた。定量化には家屋被害率として全家屋棟数に対する一部損壊以上で被害の大きかった棟数の割合を用いている。被害地域は距離300mを上限として、ほぼ等質な表層地質地域を対象とし、そこに存在する家屋から被害率を求めた。

#### 4. まとめ

兵庫県南部地震の際に得られた観測地震動記録から距離減衰、スペクトルなどの特性を求めた。またSI値を算出し、家屋被害との関係を検討した。特徴として以下の事項が挙げられる。

- 1) 時間的周波数特性をみることにより、到達した地震波が明らかに二波あることが示された。その時間的特性は、断層の破壊時間とほぼ一致している。
- 2) 最大加速度、最大速度とSI値との関係を求め、最大速度の方が0.891と高い相関係数で結びついてることを明らかにした。
- 3) 液状化している地域は、最大速度の割にSI値が低く押さえられていることが知られた。
- 4) 家屋被害率とSI値の間には高い相関があることが知られた。

参考文献 1) 土木学会：地震動・動的解析，動的解析と耐震設計第1巻，技報堂出版株式会社

2) 国土地理院：平成7年兵庫県南部地震災害現況図（第II版）1:10,000、全21面、1995.4

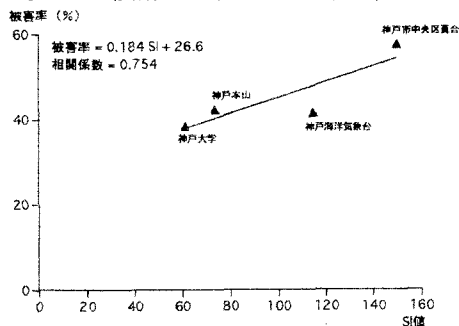


図-5 SI値と被害率の関係