

繰り返し回数を考慮した応答スペクトルと木造建物被害との関係

金沢大学大学院 ○張 福道
金沢大学工学部 正会員 北浦 勝
金沢大学工学部 杉木 啓伸

1.はじめに

1995年1月17日黎明5時46分に発生した兵庫県南部地震から一年半経った。この間各方面において復旧作業が進んできた。神戸という街の面影が大部分戻ってきたようだ。しかし、この震災で、6,000人以上の人命が奪われ、約20万棟の建物が倒壊した。被害額が10兆円近くにも及んだ。日本という国に与えたダメージは小さくないようだ。その大きな傷跡がいまだに国民の心の中に残っているはずだ。今後の復興対策や研究が注目されるだろう。

2.本研究の目的

一般に、地震動の最大加速度が大きければ大きいほど、その振動による構造物の被害も大きくなる。しかし、それだけではなく、最大応答加速度付近での地震波の繰り返しが木造建物被害に影響があると考えられる。そこで本研究では、木造建物被害と関係付ける指標として、固有周期、加速度応答スペクトル、応答加速度レベルごとの繰り返し回数を用いる。

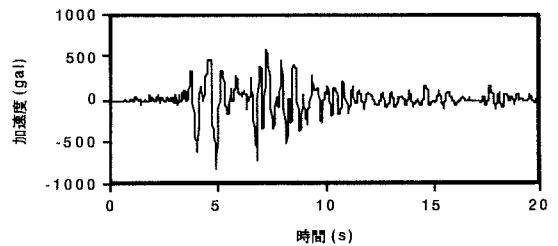


図-1 入力加速度波形（1995年兵庫県南部地震における神戸海洋気象台、NS方向の記録）

3.解析手法

各観測地点から得られた強震記録から、1質点系で減衰定数を $h=0.05$ とした固有周期 $0.05\sim 3.0$ (s)の範囲における加速度応答スペクトル、固有周期ごとの応答加速度を求める。求める際の強震記録の一例を図-1に示す。今回の解析では図-1の兵庫県南部地震における強震記録の他に4地震における強震記録を用いる。繰り返し回数のカウントについては、各固有周期における応答加速度の最大値を100%とし、各レベルでの繰り返し回数をカウントする。ある応答レベルでの繰り返し回数の算定に当たっては、図-2のような場合には、 A_1 なる応答レベルで1回、 A_2 なる応答レベルで1回応答が繰返されたものとカウントする。また、図-3のような場合には次のように考える。まず、このうちの最大応答 A_3 で1回とカウントする。次に、 A_5 で1回とせずに、 $A_5 - \frac{A_4 + A_6}{2}$ で1回とカウントする。同様に $A_7 - \frac{A_6 + 0}{2}$ で1回とカウントする。これは、2、3、番目のピークの麓が完全にゼロではないので、ピークと麓との差を応答の振幅とみなしたことに相当する。以上より加速度応答スペク

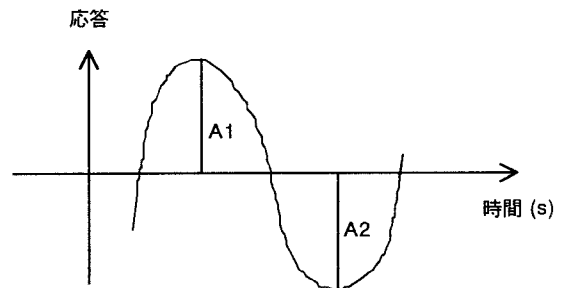


図-2 繰り返し回数算定のための概念図（その1）

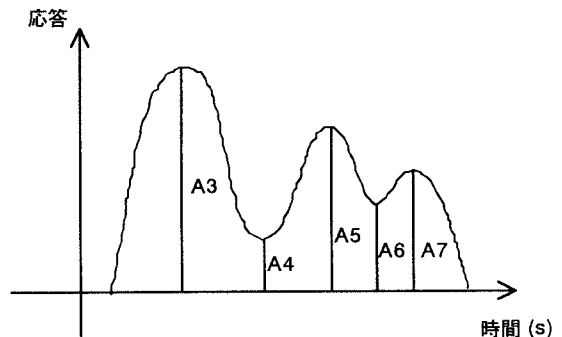


図-3 繰り返し回数算定のための概念図（その2）

トルをX軸に、構造物の固有周期をY軸に、各応答レベルでの繰り返し回数をZ軸にとって、3次元のグラフにする。解析に用いた3次元グラフの概念図を図-4に示す。図-4の縦軸を両横軸で積分した体積、すなわち、繰り返し回数を考慮した応答スペクトルの積分値をFSI値と呼ぶ。ただし、応答スペクトルが最大値の70%以下における繰り返し回数はカウントしないため、積分値には入っていない。

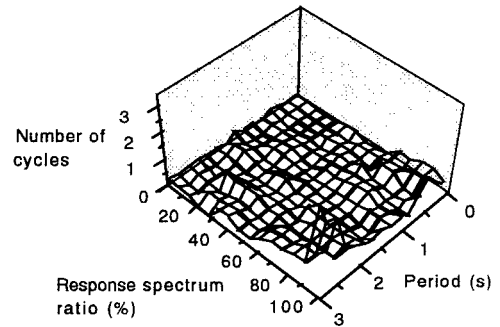


図-4 解析に用いた3次元グラフの概念図

4. 解析の結果

各強震記録より得られた解析結果を表-1に、FSI値と木造建物全壊率との関係を図-5に示す。また、最大加速度、SI値と木造建物全壊率との関係を図-6、図-7に示す。今回の解析の結果よりFSI値と木造建物全壊率との関係が最も良いとは言いがたい。しかし、1993年釧路沖地震で強震記録の得られた釧路気象台の地盤は周辺地盤よりも揺れやすいという指摘がある。そこで仮に、このデータを除いて解析を行うと、FSI値は木造建物全壊率のよい指標になると考えられる。

表-1 各観測地点における要因と木造建物全壊率との関係

番号	観測地点	最大加速度 (gal)	SI値 (cm/s)	FSI値 (cm/s)	木造建物被害率 (%)
1	神戸市	818	67.2	2755	11.70
2	尼崎市	327	18.1	1161	1.01
3	西明石市	481	55.8	3323	6.37
4	宝塚市	601	53.5	2940	4.25
5	八戸市	602	17.7	766.3	0.17
6	根室市	369	16.6	1857	1.35
7	輪島市	131	13.7	405.3	0.05
8	釧路市	711	32.5	3018	0.27

1~4: 1995年兵庫県南部地震 5: 1994年三陸はるか沖地震
6: 1994年北海道東方沖地震 7: 1993年能登半島沖地震
8: 1993年釧路沖地震

5. 今後の課題

今回の解析対象地点が8箇所とデータとしてはまだ少ないので、今後の課題としては解析データをもっと増やす必要がある。また、木造建物の全壊率の地域をもっと細かく区切ること、あるいは地盤特性や建物の建築年代などを考慮に入れることや、他の構造物被害率との関係も調べる必要がある。最後に本研究の一部が文部省科学研究費（基盤研究（C））、No. 07650539、代表 北浦 勝）の補助を受けていることを記して深謝いたします。

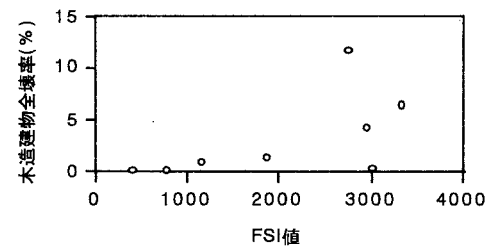


図-5 繰り返し回数を考慮した応答スペクトル (FSI値) と木造建物全壊率との関係

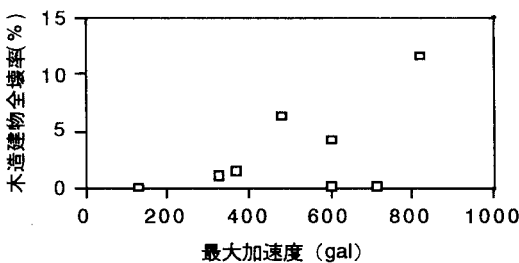


図-6 最大加速度と木造建物全壊率との関係

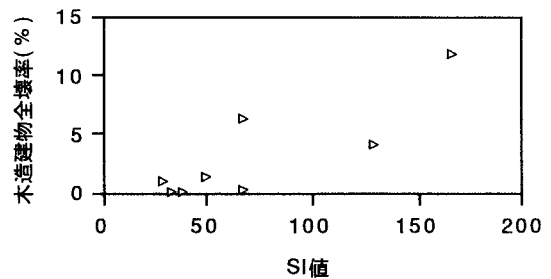


図-7 SI値と木造建物全壊率との関係

参考文献

- 1) 日本建築学会近畿支部：1995年兵庫県南部地震－木造建物の被害－、p.177、1995.9.
- 2) 建設コンサルタント協会：阪神・淡路大震災被害調査報告書、1995.5.
- 3) 福和伸夫ら：平成7年兵庫県南部地震震害調査資料集、名古屋大学工学部建築学科、1995.3.