

加速度応答スペクトルに基づいた建物の地震被害に関する一考察

長谷川 研究室
01612153 村田 僚一

1. はじめに

建物の地震被害の様相は様々である。また、その被害要因も多種多様で画一的とは言えない。本報では、建物への入力となる地震動の加速度応答スペクトルの卓越周期に着目し、建物の固有周期との関係から建物の被害要因について考察を進めた。

2. 加速度応答スペクトルの算定

加速度応答スペクトルの算定模式図を図 1 に示す。同図を参照すると、加速度応答スペクトルとは、①ある特定の地震動を、②固有周期 T_k と減衰定数 h_k の一質点系群 ($k=1,2,\dots$) に入力し、③それぞれ一質点系の時刻歴応答計算を行って、その最大応答値 S_A を固有周期 T との関係でプロットしたものとと言える。すなわち、④横軸に建物の固有周期を、縦軸に建物の最大応答値をプロットしたグラフが応答スペクトルである。したがって、加速度応答スペクトルを計算することによって、地震動の卓越周期がどのような建物の固有周期と共振するかを考察することができる。

本報では、兵庫県南部地震（阪神大震災）から神戸波・鷹取波・ポートアイランド波の 3 地震動について、東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）から築館波・日立波の 2 地震動について、さらに熊本地震の益城町波について、それぞれ NS・EW 成分の計 12 地震波の加速度応答スペクトルを計算した。その一例として、図 2 に(a)神戸波 EW 成分、(b)築館波 EW 成分、(c)益城町波 EW 成分の加速度応答スペクトルを示した。これより、神戸波と益城町波の地震動は周期特性がよく似ていること、また東日本大震災では阪神大震災の地震動に比べて、短周期域での卓越が目立つことが分かる。

3. 応答スペクトルの卓越周期と建物の固有周期

3 地震・6 地震動・12 地震波の加速度応答スペクトル（以後、 S_A と略）の卓越周期を読み取り、建物

の固有周期との関係を図 3 に整理した。ここで、 S_A の主要な卓越周期は“●”でマークした。図の下端には、建物の 1 次固有周期の目安を、RC 造・S 造・木造について示した。RC 造と S 造については、新耐震設計法の 1 次固有周期 T の略算式（RC 造： $T=0.02H$ 、S 造： $T=0.03H$ ）から、階高を 3.5m に仮定し、階数 N ($=H/3.5$) との関係に変換して（RC 造： $T=0.07N$ 、S 造： $T=0.1N$ ）、それぞれ 5F と 10F の固有周期を“△”で記した。木造家屋については、文献 1) の調査結果を参考に、1 次固有周期として最も頻度の高い周期を掲載した。

兵庫県南部地震では、中高層 RC 造建物に被害が集中した（図 3 中の写真参照）。これを S_A の観点から考察すると、5~10F の建物周期は地震動（神戸波）の卓越周期に対応している。これが建物の共振の要因となって、甚大な被害が生じたものと推測される。一方、東日本大震災では、最大応答加速度は大きいものの、卓越周期帯域が 0.3 秒以下にあるため、建物との共振が避けられたものと考えられる。ところで、阪神大震災や熊本地震では、木造家屋の被害も目立った（図 3 中の写真参照）。しかしながら、RC 造や S 造のように、卓越周期と固有周期には対応関係が見られない。これは、強い地震動を受けている間に接合部や仕口などが緩み、木造家屋の固有周期が長周期化し、これが地震動の卓越周期と合致して共振被害に至ったものと推測される。

4. まとめ

未曾有の地震被害をもたらした阪神大震災、東日本大震災、熊本地震について、加速度応答スペクトルから被害要因の考察を試みた。その結果、地震動の卓越周期と建物の固有周期との関係から、被害要因の一端を分析できることが分かった。

【参考文献】

1) 大崎順彦：地震と建築，岩波新書，91-116，1983.

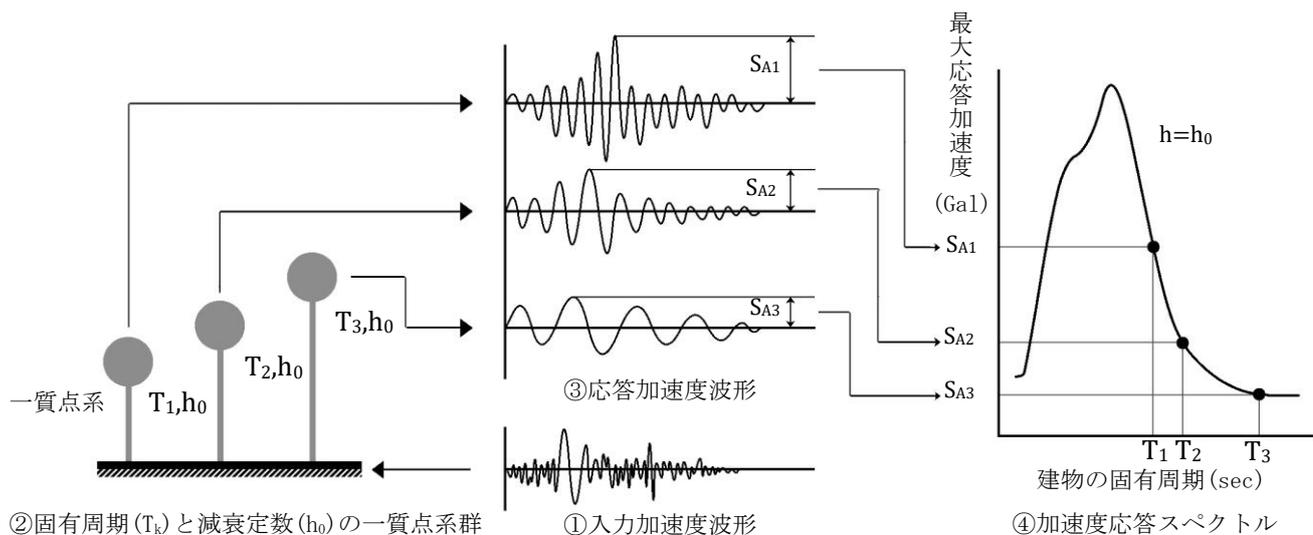


図1：加速度応答スペクトルの算定模式図

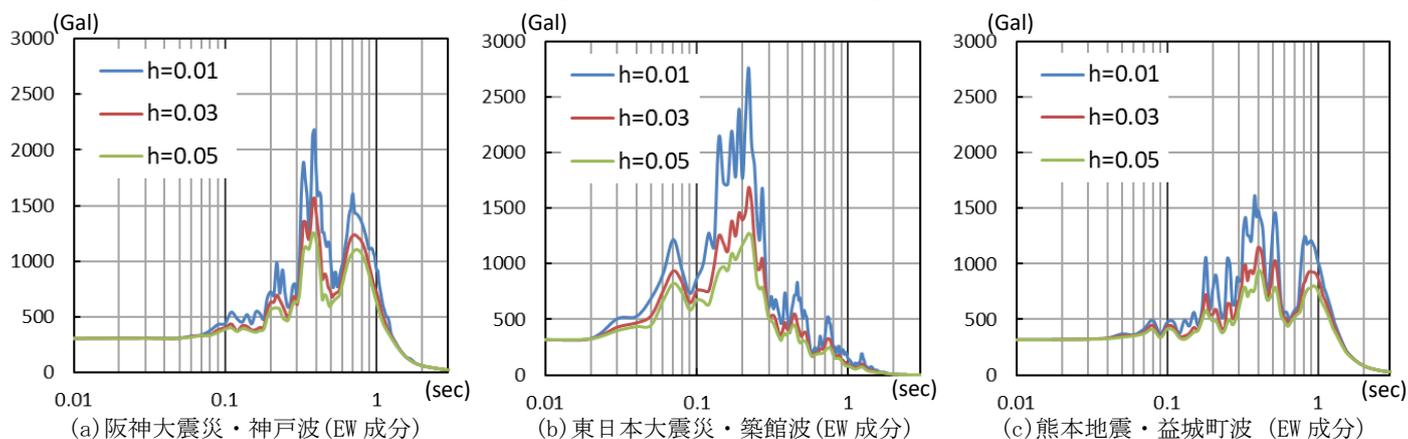


図2：加速度応答スペクトルの計算例

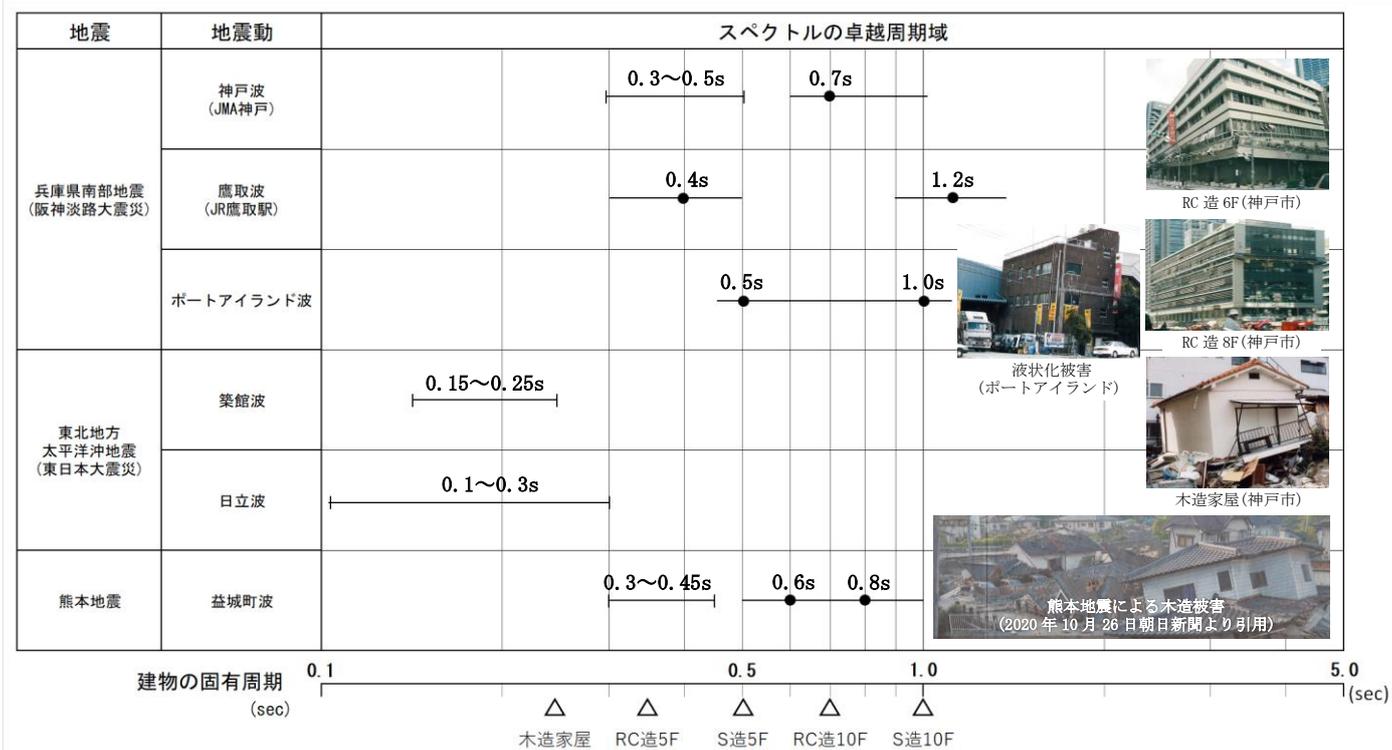


図3：加速度応答スペクトルの卓越周期と建物固有周期の関係