

## 東北地方太平洋沖地震における高層ビル内の揺れと人間の行動の困難さなどの実態調査結果

### The survey of human perception and reaction in high-rise buildings in 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

相澤 幸治<sup>1\*</sup>

AIZAWA, Koji<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 気象庁地震火山部地震津波監視課

<sup>1</sup> Earthquake and Tsunami Observation Division, JMA

平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震では、東京都内の一次固有周期 3 秒のビルで最大加速度 200~300gal、最大速度 50~70kine (久保ほか、2011)、大阪市内の周期 6 秒程度のビルで最大加速度約 100gal、最大速度約 100kine (建築研究所、2011) などが観測され、揺れの継続時間が 10 分を超える場所もあった (久田、2011) など、高層ビル内で大きな揺れが観測され、什器等の転倒や内装材の被害が発生した (久保ほか、2011)。長周期地震動による、高層ビル内における揺れの大きさと長さが、人間の行動や什器の転倒・移動の状況にどのように影響したのかについて調査を行ったのでここに報告する。

東北地方太平洋沖地震における高層ビル内での揺れの状況を把握するため、東京都内 40 棟および大阪市内の高層ビル 3 棟において聞き取り調査を行うと共に、東京都内の 4 棟のビルでアンケート調査を行った。高層ビル内では、上層階になるにつれ、行動の難しさ、什器等の転倒が概ね増加している。上層階では、「ものに掴まらないと立っていらなかった」、「歩けなかった」、という証言が多く、一部のビルでは「這いつくばった」という証言を得た。これらの証言と固定していなかった什器の転倒を比較すると、行動の難しさが上がるにつれて、転倒数が多かった。また、揺れの継続時間については、低層階、上層階とも、「いつもは直ぐ収まるのに、いつまで経っても止まらない。とにかく、長かった。」「いつ終わるとも知れなかった」など揺れの継続時間の長さを示す証言が多く、長い揺れの中で、背の高い什器がロッキングを起こした後転倒、キャスター付きの什器が室内を移動するなどの実態が明らかとなった。さらに、揺れの雰囲気について、上層階では「船に乗っているような感じ」、「最初円をかくようになって、次第に大きく回る感じ」、「ぐらぐら、緩い揺れが長く続いた」などの証言が多く、揺れによって船酔いのように気分を悪くする人が 4 割程度に上ったビルもあった。大阪市内の周期 4 秒程度の高層ビル内で過去観測された揺れと被害の発生状況とを比較すると、東北地方太平洋沖地震において 30~40gal、20kine 程度の揺れが継続した時間では「ものに掴まりたくなかった」、「よるめきながら歩くことは出来た」、平成 16 年 9 月 5 日の東海道沖の地震における 100gal、80kine 程度の揺れが継続した時間では「柱にしがみついていないと立っていることは難しかった」との証言を得た。

ビル内での観測波形および証言や映像から得た観測階での人の行動の困難さを比較した。東京都内の高層ビル内で観測された最大加速度は概ね 14 時 49 分 00 秒~20 秒の間で観測されているのに対し、人の行動は 14 時 49 分台後半から 14 時 50 分台が最も困難となっている。高層ビル内で観測された加速度波形を積分して得られた速度や変位は最大加速度の出現時刻より数秒~数十秒遅れて大きくなっていることから、高層ビル内における人の行動の困難さは、加速度だけではなく速度や変位の増大も関連していると考えられる。さらに、ビル内の最上階での観測波形のフーリエスペクトルをみると、14 時 49 分台前半は一次モードおよび二次モードに対応する周期成分が同程度のパワーであるのに対し、14 時 49 分台後半からは一次モードのパワーが大きくなっている。周期数秒のパワーが大きく継続時間が長い地震動となった東北地方太平洋沖地震においては、高層ビルへ、その一次固有周期と共振する波が繰り返し入力することによって一次モードが成長し、加速度のみならず速度、変位も増大し、行動の困難さが増したと考えられる。その他詳細な内容は当日報告する。

キーワード: 東北地方太平洋沖地震, 高層ビル, 応答, 人間の行動と反応

Keywords: the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, high-rise buildings, response, human perception and reaction