

1995年兵庫県南部地震における地盤震動特性と構造物被害との関係

金沢大学工学部 正会員 北浦 勝
 金沢大学大学院 正会員 宮島昌克
 金沢大学大学院 学生会員 畠 恩地
 金沢大学工学部 ○張 福道

1.はじめに

今回の兵庫県南部地震は典型的な都市直下型地震であり、建物やライフラインなどあらゆる都市施設に甚大な被害をもたらした。震災によって19万棟以上の建物が倒壊した。5500人に達した犠牲者の9割が家屋倒壊などによる圧死だった。また、建物の被害額が5兆8000億円とも言われている。そこで、本研究では、地震における地盤特性と構造物被害との関係について検討した。

2.建物被害の特徴

建物被害が顕著だったいわゆる震災の帯は、断層方向と一致する、ほぼ東西方向に延びていた。また、建物の倒壊方向については、住吉川の東岸から西にかけては東西方向の倒壊が多かった。しかし、天上川の西岸から東にかけては南への倒壊が多い。軟らかい地盤が東西方向に大きく揺れたことと地盤全体が南へずれ落ちたことが原因として考えられている。また、一階部分が壊れている建物が多く、数階～10数階の中層ビルの崩壊も多発した。また、築後30年以上経ている建物や重たい瓦葺きの木造家屋などが多く倒壊した。

3.建物と最大加速度との関係

阪神大震災地図(日地出版)¹⁾を用いて、建物の全壊、半壊の被害状況と最大加速度との関係を調べた。対象観測地点は、JR鷹取駅、神戸海洋气象台、JR新神戸駅、神戸大学(実験トンネル)、東灘区本山、西宮市今津出在家町、JR宝塚の7ヶ所である。

まず、各観測地点を中心に一定範囲以内で生じた全壊建物を1.0とし、半壊建物を0.5とし、それらの合計した数字を建物の被害数とする。図1は、各観測地点から半径500m以内の地域における建物の被害数と観測された最大加速度との関係を示している。また、図2は、それら観測地点から半径1km以内の建物の被害数と最大加速度を示している。

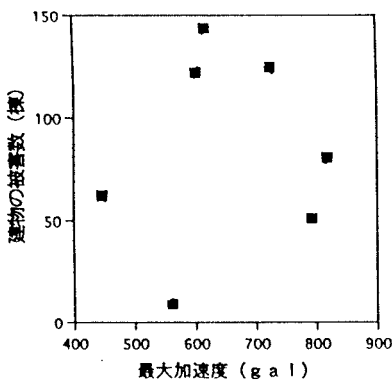


図1 各観測地点の建物の被害数と最大加速度との関係 (半径500m以内)

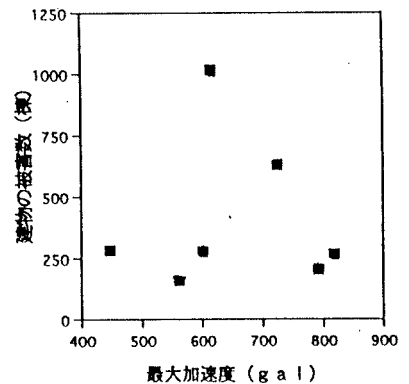


図2 各観測地点の建物の被害数と最大加速度との関係 (半径1km以内)

図1より、最大加速度が 561 g a l のJR新神戸駅では他の観測地点と比べ、建物の被害数が少なく、最大加速度 818 g a l の神戸海洋気象台、 792 g a l の西宮市今津出在家町も建物の被害数が減少している。同図より建物の被害数と最大加速度とは比例の関係にないことが明らかである。また、図2でも同じような結果が得られる。したがって、地震による最大加速度が大きくても、建造物の被害が大きくなる場合があることがわかる。

4. 建物被害と地盤との関係

埋立地は軟弱な地盤なので、本来、地震の揺れによって建造物が大きな被害を受けるものと考えられるが、阪神大震災地図¹⁾から見ると、埋立地よりも粘土多質地帯と玉石地帯の方の建物の被害が大きかったように見られた。最大加速度 561 g a l のJR新神戸駅では、半径 500 m 以内の全地域では建物の被害が意外と少なかったことを先に述べたが、阪神大震災地図から見ると、全壊した建物がなくて、十数棟の建物が半壊しただけの被害状況であった。これは、観測地点から半径 500 m の地盤が花崗岩であって良い地盤であったからであろう。また、最大加速度 818 g a l の神戸海洋気象台の周辺の粘土多質地盤においては、最大加速度が一番大きいにも関わらず、建物被害はほとんどが半壊であった。一方、最大加速度 616 g a l のJR鷹取駅と 775 g a l の東灘区本山の地盤では、同じく粘土多質地帯であり、最大加速度が神戸海洋気象台よりも小さかったのに、建物の被害は全壊が多かった。このことから、同じ地盤条件でも、建物の被害が同じ程度であるとは言えない。

また、JR鷹取駅周辺の建物の被害が半径 1 km 以内の全地域に広がっているが、これはJR鷹取駅周辺の地盤が砂層、粘土、埋立地によって構成されているからである。そして、神戸海洋気象台周辺の建物の被害は北部以外に広がっている。これは神戸海洋気象台の北部の地質が花崗岩であるからである。さらに、JR新神戸駅、神戸大学(実験トンネル)、東灘区本山での被害はほとんど南部に集中している。すなわち、JR新神戸駅の北部の地盤は花崗岩で、南部は砂層などの軟らかい地盤である。同様に、神戸大学の北部も花崗岩の地盤で、被害の多かった南部の地盤は砂層である。また、東灘区本山北部の地盤は花崗岩で、南部の地盤は軟らかい粘土、砂層である。したがって、南部に建物の被害が集中したものと考えられる。全体的に各観測地点の北部には、花崗岩などといったような堅い地盤がほとんどで、東西方向の周辺にも花崗岩のような堅い地盤が多く見られる。一方、南部の地盤は、埋立地、砂、粘土層などが多いので建物の被害に方向性が見られたものと思われる。以上みてきたように、建物被害と地盤とは密接に関係しているようであるが、地盤条件だけから建物被害を十分に説明することはできない。したがって、建物被害を説明する新たな地盤振動特性を表す指標の開発が望まれるところである。

5. おわりに

本研究用いた阪神大震災地図の建物の全壊・半壊は外見によるものであり、技術的な診断ではないことや建物の密集率がよくわからないので、定量的な検討を十分に行うことができなかった。

今後は、地盤条件と被害の関係を定量的に検討するつもりである。建造物の最大応答付近での繰り返し回数による疲労破壊が建造物の被害を大きくする原因ではないかとも考えられるので、この点についてもさらに研究を進めていきたい。

参考文献

- 1) 阪神大震災地図、日地出版、1995。