

神戸市の常時微動測定に基づく地盤振動特性

広島工業大学 正会員 浅野 照雄

1. まえがき

兵庫県南部地震の建物被害の原因として構造物の耐震性・地震動の大きさ・共振などが挙げられる。本文は、神戸市の地盤の振動特性としての卓越周期を常時微動測定と増幅スペクトルより求め、兵庫県南部地震における建物被害と地盤振動特性との関係を明らかにしようとするものである。

2. 神戸市の地盤概要^{1) 2)}と常時微動測定方法

本文では、図-1に示す被害の大きかった長田区から東灘区間の区域を対象とした。図には、湿地・砂州・旧河川を記入している。中央区以東は山地が海岸に近接した、阪急電鉄神戸線以南約2km程の幅の帯状の地域に沖積層が最大30m程堆積しており、海岸部は埋め立て地となっている。内陸部では東灘区東部および中央区西部に湿地帯があり、阪神高速3号線沿線には砂州が点在している。また、長田・兵庫区では、山地と海岸部の間の平坦地はやや広がっているが、JRの北側に湿地帯があり、JR沿い又はその南側沿いは砂州地帯でN値50以上の砂礫層が浅い所にある。さらに、文献2)によれば東灘区東部深江ではN値30の等値線0mの位置が内陸部奥に入っている。

常時微動測定の位置は、図-1に示す海岸埋立地を除く16地点で、被害の大きい地点が主である。東京測振製の換振器（固有周期2秒、水平成分2台・上下成分1台）を用い、深夜に変位・速度記録を各々5分程データレコーダに収録し、定常的な部分約20秒をAD変換してスペクトル解析を行った。

3. 解析結果

ボーリング柱状図¹⁾を基にN値50の地盤を基盤と仮定して得られた増幅スペクトルの1次ピークの周期と常時微動の卓越周期を表-1に示す。常時微動では1秒以上の周期も現れていたが、増幅スペクトルではその周期は現れない。基盤の位置の仮定に起因していると思われる。長周期を除けば比較的測定結果と理論値と良い対応をしている。これらより、建物被害の大きい①②⑦⑩地点では卓越周期が0.2秒前後、橋梁被害のあった深江⑮⑯では0.27, 0.40秒となっている。そこで、約500m間隔で、ボーリング柱状図に基づいた増幅スペクトルより卓越周期を求めたものを、木造全壊大破被害（中央区以東のみ）分布とRC・鉄骨造全壊大破被害分布と重ねて図-2, 3に示す。増幅スペクトルより求めた卓越周期分布はJR線以北では湿地帯を除いたところで0.2秒以下がほとんどであるが、JRと国道2号線の間では0.2秒～0.3秒台、それより以南では、0.4秒以上の周期も現れている。

4. 卓越周期と建物被害³⁾との関係

図-2の中央区以東の木造倒壊・大破被害と卓越周期とを較べると、被害の激しい所では主に0.2秒～0.3秒台の卓越周期の地盤である。また、図-3のRC・鉄骨造全壊・大破被害と卓越周期を較べると、木造被害地域とかなり一致するが、主に国道2号、JR線沿線の0.2秒台の地盤に限られている。

強震時間が10数秒であり、これら建物の被害が比較的短時間の振動で生じていると思われ、被害がどの程度共振して生じたかは明らかでないが、建物の固有周期に近い卓越周期の地盤で被害が生じているという指摘⁴⁾と同様な結果となっている。

5. あとがき

今回は、限られた地域での測定であるが、地盤の増幅スペクトルからの結果との対応は比較的良かった。今後、データの蓄積の上で構造物被害との対応を十分検討することが必要である。なお、地盤資料については、神戸大学工学部建設工学科 福住忠裕助教授および元神戸市都市整備公社 岩見義男氏に、測定については広島工業大学土木工学科4年生にお世話になりましたので、ここで謝意を表します。

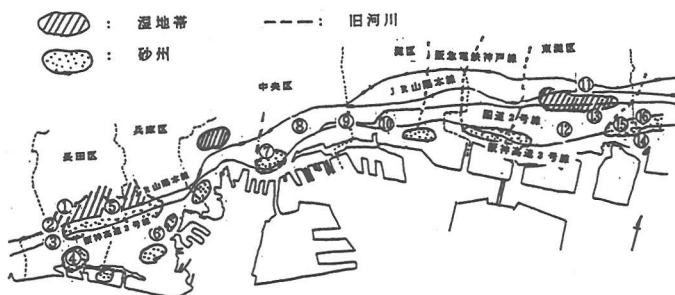


図-1 常時微動測定地点

表-1 地盤の卓越周期

測点	(卓越周期(秒))			増幅率(%)
	東西方向	南北方向	増幅率(%)	
1	0.52, 0.42, 0.16	0.67, 0.28, 0.20	0.24	
2	0.77, 0.20, 0.17	0.77, 0.45, 0.14	0.17	
3	0.83, 0.31, 0.17	0.71, 0.20, 0.11	0.20	
4	1.0, 0.15	0.77, 0.15	0.07	
5	1.25, 0.32, 0.25	1.25, 0.30, 0.21	0.45	
6	0.19	1.25, 0.26	0.19	
7	1.4, 0.23, 0.16	1.0, 0.23, 0.18	0.22	
8	1.25, 0.24	1.42, 0.71, 0.24	0.14	
9	1.25, 0.26, 0.19	0.5, 0.20	0.13	
10	1.25, 0.19	1.25, 0.19	0.20	
11	1.25, 0.77, 0.14	0.77, 0.45, 0.14	0.14	
12	0.24, 0.14	0.40, 0.24, 0.14	0.15	
13	0.67, 0.40, 0.20	0.47, 0.20, 0.17	0.16	
14	1.25	1.00, 0.23, 0.14	0.13	
15	1.00, 0.22, 0.19	0.77, 0.25, 0.20	0.27	
16	0.42, 0.23, 0.16	0.42, 0.23, 0.17	0.40	

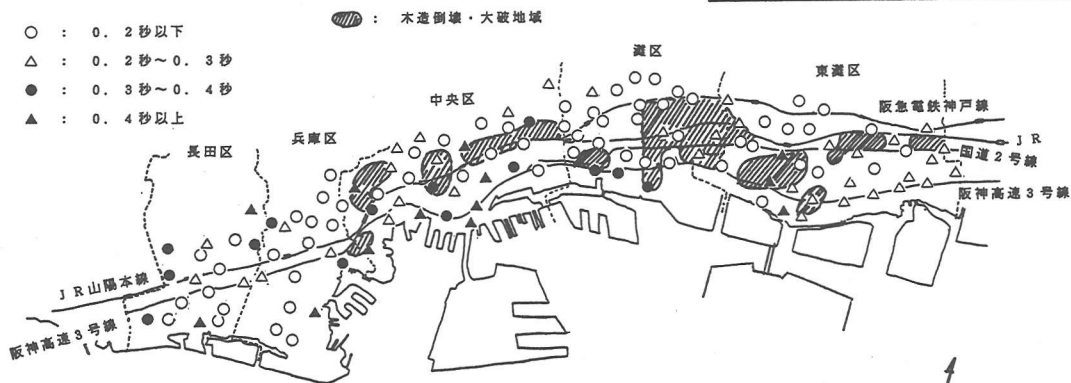


図-2 中央区以東の木造全壊・大破発生地域と地盤卓越周期

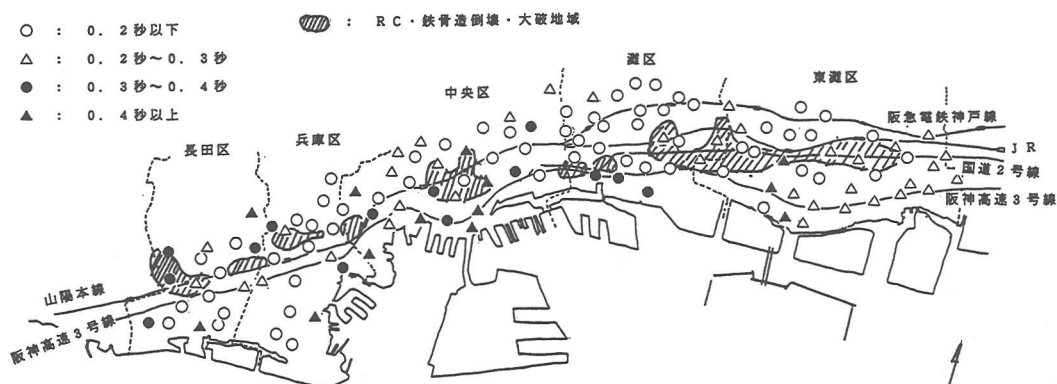


図-3 RC・鉄骨造全壊・大破発生地域と地盤卓越周期

参考文献

1. 神戸市：神戸の地盤、昭和55年
2. 岩見義男：神戸の地盤と地誌、平成6年
3. 日本建築学会：1995年兵庫県南部地震災害調査速報、日本建築学会、1995年3月
4. 早川 清・仲野貴裕：神戸市内の常時微動特性と地震被害との関係、阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、p.1~p.8、1996年1月