

免震建屋における地震時の体感アンケート調査結果

森下 真行・斉藤 芳人・吉田 隆治・龍神 弘明

Questionnaire Survey concerning habitability on Base Isolated Buildings

Tadayuki MORISHITA, Yoshihito SAITO, Takaharu YOSHIDA, Hiroaki RYUJIN

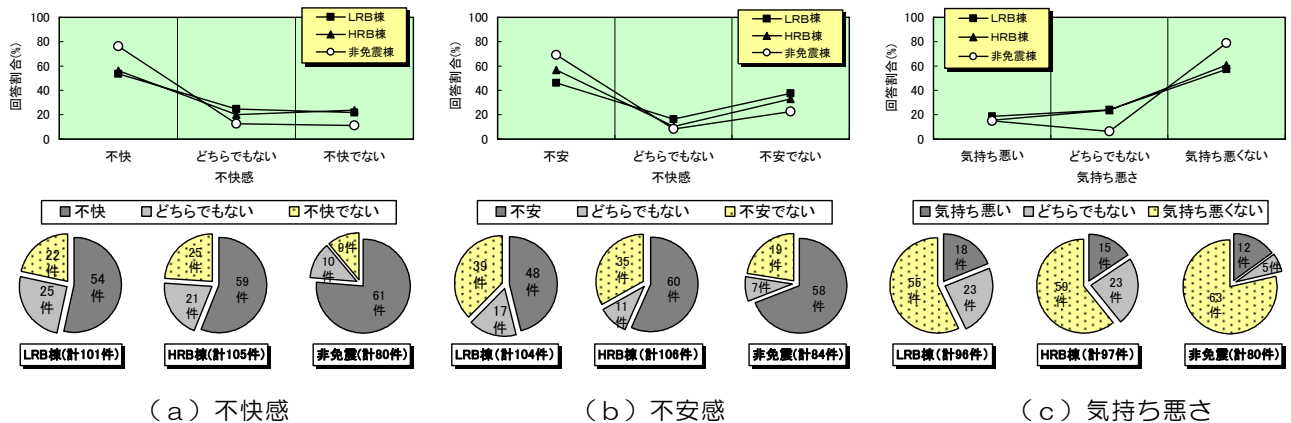


図1 水平方向の人体感覚に関するアンケート結果

研究の目的

当社西船橋社宅において、地震時の免震効果を把握し、今後の免震建物設計の参考とすることを目的に、同一形状、同一寸法で免震装置の異なる免震棟2棟（鉛入り積層ゴム免震棟：LRB棟、高減衰積層ゴム免震棟：HRB棟）および非免震棟1棟の計3棟において、地震観測および居住者への地震時の体感に関するアンケートを実施している。

著者らは、既に当該建物で得られた地震観測記録を基に中小地震時の免震効果について検討を実施しており、免震棟は非免震棟に比較して水平方向の揺れが小さいことを確認している。

本報では、免震棟の居住者が地震時にどのように揺れを感じているのか、また免震棟の地震時の室内の状況はどうなのかを非免震棟との比較を通じて検討した結果を報告する。

技術の説明

著者らが実施している地震時の体感アンケートは「建物の揺れ性状（揺れの早さや時間）」、「人体感覚（不快感・不安感・気持ち悪さ）」および「家具等の揺れ方」について調査する形式としている。免震棟および非免震棟の居住者に対するアンケート結果を分析し、地震時の免震効果を把握する。

主な結論

- 1) 建物の揺れに関するアンケート結果から、水平方向の揺れに対して免震棟の居住者は非免震棟に比較してゆっくりとした揺れを長く感じているが、上下方向の揺れに対しては免震棟と非免震棟とで同等に感じていることがわかった。
- 2) 人体感覚に関するアンケート結果から、免震構造は水平方向の揺れに対する不快感および不安感を和らげることができる反面、船酔いに似た感覚を覚え、気持ち悪さの点で居住者に少なからず影響を与えている可能性があることがわかった。
- 3) 免震棟と非免震棟における地震時の家具等の揺れ方の違いから、地震時の免震効果を確認することができた。

免震建屋における地震時の体感アンケート調査結果

森 下 真 行 齊 藤 芳 人
吉 田 隆 治 龍 神 弘 明

要 旨

当社西船橋社宅では免震装置の異なる免震棟2棟（鉛入り積層ゴム、高減衰積層ゴム）とこれらと同一形状、同一寸法の非免震棟において、地震観測および地震時の体感アンケート調査を実施している。本報では、回収されたアンケートをもとに、免震棟の免震効果を非免震棟と比較しながら検討した。以下に得られた結果を示す。

- (1) 建物の揺れに関するアンケート結果から、水平方向の揺れに対して免震棟の居住者は非免震棟に比較してゆっくりとした揺れを長く感じているが、上下方向の揺れに対しては免震棟と非免震棟とで同等に感じていることがわかった。
- (2) 人体感覚に関するアンケート結果から、免震構造は水平方向の揺れに対する不快感および不安感を和らげることができる反面、船酔いに似た感覚を覚え、気持ち悪さの点で居住者に少なからず影響を与えている可能性のあることがわかった。
- (3) 免震棟と非免震棟における地震時の家具等の揺れ方の違いから、地震時の免震効果を確認することができた。

キーワード 免震建物／アンケート調査／地震観測／振動知覚

目 次

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. はじめに | 5. 人体感覚に関するアンケート結果 |
| 2. 建物概要 | 6. 家具等の揺れ方に関するアンケート結果 |
| 3. アンケート調査の概要 | 7. まとめ |
| 4. 建物の揺れに関するアンケート結果 | 8. おわりに |

QUESTIONNAIRE SURVEY CONCERNING HABITABILITY ON BASE ISOLATED BUILDINGS

Tadayuki MORISHITA Yoshihito SAITO
Takaharu YOSHIDA Hiroaki RYUJIN

Synopsis:

Earthquake observation has been carried on at two types of base isolated buildings, which are installed lead multi-rubber bearings and multi-rubber bearings with high damping respectively, and conventional one with same shape and structure. At the same time, questionnaire survey concerning habitability had been conducted on three buildings. This paper presents the questionnaire survey of these structures.

From these studies, the following results were obtained.

- (1) The residents in base isolated buildings feel the horizontal motion slow and long compared with conventional one. The feeling about the vertical motion is equal in these structures.
- (2) Base isolated structure works advantageously to feeling distastefulness and suspense for the horizontal motion, disadvantageously to feeling fear.
- (3) The base isolated effect was remarkable making comparisons the shake of furniture.

1. はじめに

近年、免震構造の普及に伴い免震建物での地震記録が多く得られ、その分析より地震時の免震効果を確認した事例が数多く報告されている。また、免震建屋の居住者を対象としたアンケート調査¹⁾も行われており、免震建物だからとりあえず安心との意見がある反面、地震時にどの程度の免震効果があるのかがよく分からないとする意見が多い。また居住者はどのように揺れを感じるのかについて報告されているものの、地震時の免震建物の揺れに関する居住者の振動知覚や室内の状況を非免震建物との比較を通じて検討した事例は少なく、それらのデータの蓄積が望まれている。

当社西船橋社宅では同一形状、同一寸法の免震装置の異なる免震棟2棟（鉛入り積層ゴム免震棟、高減衰積層ゴム免震棟）および非免震棟1棟の計3棟において、地震時の免震効果を把握し、今後の免震建物設計の参考とすることを目的に、地震観測²⁾³⁾⁴⁾および居住者への地震時の体感に関するアンケート⁵⁾⁶⁾を実施している。

著者ら⁴⁾は当該建物で得られた地震観測記録から中小地震時の免震効果を確認している。そこで、本報では、回収されたアンケート結果をもとに、免震棟の居住者が地震時にどのように揺れを感じているのか、また免震棟の地震時の室内の状況はどうなのかを非免震棟との比較を通じて検討した結果を報告する。以下に対象建物、アンケート調査の方法、対象とした地震ならびにアンケート調査結果を地震観測結果も交えながら示す。

2. 建物概要

地震時の体感アンケートおよび地震観測を実施している免震建屋の構造概要を図-1に示す。基礎スラブで一体化された杭基礎上に異なる免震装置を有する同一形状、同一寸法の2棟の免震建屋が設置され、それぞれ免震装置に鉛入り積層ゴム（LRB）および高減衰積層ゴム（HRB）を採用している（以下、鉛入り積層ゴムを用いた免震棟をLRB棟、高減衰積層ゴムを用いた免震棟をHRB棟と呼ぶ）。LRB棟は鉛入り積層ゴム（高さ42.5cm、ゴム径50および55cmの2種類）を総数10基、HRB棟は高減衰積層ゴム（高さ22.2、22.4および22.5cm、ゴム径60、65および79cmの3種類）を総数10基使用しており、各建屋は地上4階、軒高11.65m、短辺12.0m、長辺12.4mの整形な鉄筋コンクリート造の建物である。これとは別に免震効果を直接求められるように、約40m離れた同一敷地内に免震建物と同一形状、同一寸法の非免震建物が建設されている。地震観測結果⁴⁾より、中小地震時の各建屋の1次固有振動数（周期）はLRB棟1.9Hz（0.5秒）、HRB棟1.6Hz（0.6秒）、非免震棟5.0Hz（0.2秒）と判明している。

3. アンケート調査の概要

3.1 アンケート調査の方法

地震時の体感アンケートは最寄りの気象庁震度観測点において震度階級（速報）3以上が観測された地震に対して実施した。表-1にアンケート調査項目を示す。アンケートの回答は各住戸内で地震を体感した人（1住戸あたり1人）にお願いした。対象住戸は全24戸（各棟8住戸（2住戸/階））である。アンケート調査は地震発生直後にアンケート用紙を郵送し、記入後返送してもらう方式を採用した。

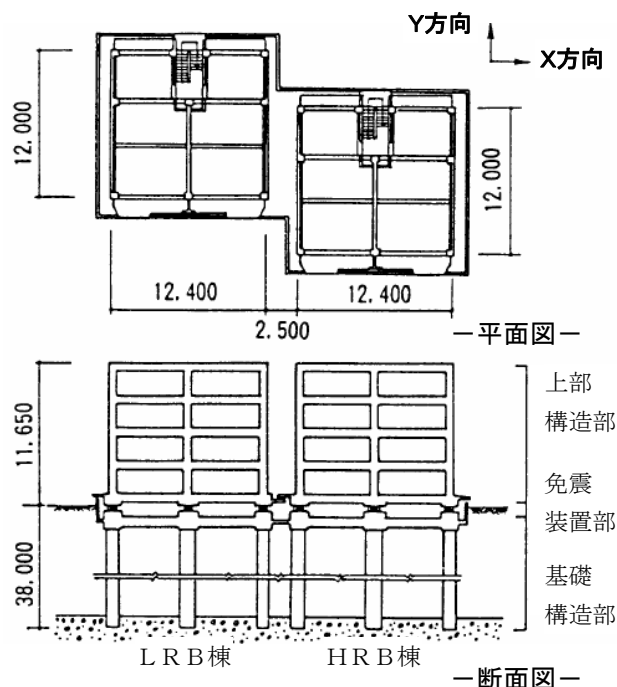


図-1 免震建屋構造概要

表-1 アンケート調査項目

	大項目	小項目
1	性別、年齢	—
2	姿勢、作業内容	—
3	揺れに気付いたきっかけ	身体の揺れ 家具等の揺れ 発生音等
4	建物の揺れ性状（水平・上下）	揺れの早さ：5段階 （ゆっくり～小刻みに早く） 時間：7段階 （瞬時～1分以上） 揺れの方向
5	人体感覚（水平・上下）	不快感 不安感 気持ち悪さ （各3段階）
6	建物から発する音	音の有無、発生箇所
7	室内の物品の揺れ	揺れの有無、発生箇所
8	その他気付いた点	落下、転倒物、意見等

表-2 アンケートの対象とした地震諸元、地震観測結果およびアンケート有効回答数

地震番号	地震発生		震央位置	規模(M)	震源深さ(km)	震源距離(km)	気象庁震度階級*1	基礎部での水平方向最大加速度 (cm/s ²)		計測震度*2		アンケート有効回答数 (件)			
	年月日 (曜日)	時間						免震棟	非免震棟	免震棟	非免震棟	総数	LRB棟	MRB棟	非免震棟
1	1993/5/21 (金)	11:36	茨城県南部	5.4	61	71	3	14.9	19.4	2.6	2.9	7	2	3	2
2	1993/10/12 (火)	0:54	北海道南方沖	6.9	391	588	3	15.5	13.6	2.4	2.5	20	8	7	5
3	1994/6/29 (水)	11:01	千葉県南部	5.2	60	104	3	19.0	27.5	2.6	2.9	10	4	4	2
4	1994/10/4 (火)	22:22	北海道東方沖	8.2	28	1078	3	10.6	15.3	2.6	2.8	20	8	6	6
5	1995/7/3 (月)	8:53	相模湾	5.2	122	141	3	18.6	23.7	2.7	2.8	10	3	5	2
6	1996/9/11 (水)	11:37	千葉県東方沖	6.4	52	125	4	15.2	14.8	2.9	2.9	8	2	4	2
7	1997/7/9 (水)	18:36	千葉県北西部	4.8	77	80	3	26.0	27.1	2.8	2.9	10	5	4	1
8	1998/6/14 (日)	22:17	千葉県東方沖	5.7	46	89	3	5.0	6.5	1.9	2.0	17	7	6	4
9	1998/8/29 (土)	8:46	東京湾	5.3	65	66	3	60.4	63.5	3.4	3.5	18	7	5	6
10	1998/11/8 (日)	21:40	東京湾	4.7	80	81	2	26.2	28.9	2.6	2.9	12	5	2	5
11	1999/9/13 (月)	7:56	千葉県北西部	5.1	76	79	3	18.4	24.1	2.7	2.9	12	3	5	4
12	2000/4/10 (月)	6:30	茨城県南部	4.8	55	77	2	12.6	14.8	2.2	2.5	17	5	5	7
13	2000/6/3 (土)	17:54	千葉県東方沖	6.1	48	86	3	12.4	17.8	2.6	2.8	10	3	4	3
14	2003/5/12 (月)	0:57	千葉県北西部	5.3	47	51	3	18.1	26.5	2.8	3.0	20	8	7	5
15	2003/5/26 (月)	18:24	宮城県沖	7.1	72	383	3	13.0	16.9	2.8	2.9	11	3	5	3
16	2003/9/20 (土)	12:54	千葉県南部	5.8	70	94	3	13.0	20.2	2.6	2.9	9	3	4	2
17	2003/10/15 (水)	16:30	東京湾	5.1	74	75	3	63.4	67.3	3.5	3.7	12	6	3	3
18	2004/10/6 (水)	23:40	茨城県南部	5.7	66	74	3	27.9	46.2	3.3	3.5	17	6	7	4
19	2004/10/23 (土)	17:56	新潟県中越地方	6.8	13	201	3	16.8	22.5	2.8	3.0	9	4	3	2
20	2005/2/16 (水)	4:46	茨城県南部	5.3	46	59	3	29.4	33.9	3.0	3.3	19	7	7	5
21	2005/4/11 (月)	7:22	千葉県北東部	6.1	52	79	3	16.3	16.1	3.0	3.0	16	6	5	5
22	2005/7/23 (土)	16:34	千葉県北西部	6	73	76	5弱	96.2	96.6	4.5	4.6	4	1	2	1
23	2005/10/16 (日)	16:05	茨城県南部	5.1	47	59	3	23.2	35.2	2.7	3.2	9	2	4	3
24	2005/10/19 (水)	20:44	茨城県沖	6.3	48	131	3	17.8	22.7	2.8	3.0	14	5	5	4
合計												311	113	112	86

*1最寄りの気象庁震度観測点での値、*2基礎部での地震観測記録より算出

3.2 調査対象地震と有効回答数

表-2 にアンケートの対象とした地震の諸元、地震観測結果およびアンケート有効回答数を示す。アンケート対象とした地震は1993年5月から2005年10月までの期間に最寄りの気象庁震度観測点にて速報値として震度3以上を観測した24地震である。建屋基礎部の観測記録より求めた計測震度は1.9(震度2)～4.6(同5弱)に分布している。気象庁震度階級と建屋基礎部での震度階級とは最大1階級の差が生じているが、これは気象庁震度観測点と当該敷地との場所の違いに起因するものである。

震源距離は51～1078kmに分布しており、平成6年(1994年)北海道東方沖地震(地震番号4)や平成16年(2004年)新潟県中越地震(地震番号19)を含んでいる。

建屋基礎部での水平方向最大加速度は免震棟では5.0～96.2 cm/s²、非免震棟では6.5～96.6 cm/s²で、最大加速度が50cm/s²を超える地震が3地震含まれている。このうち最も大きな加速度を記録した地震は2005年7月23日の千葉県北西部の地震である。

図-2 に地震発生時刻とアンケート回答数との関係を示す。1地震(全24戸)におけるアンケートの全回答数は13件(54%)から21件(88%)に分布しており、17地震で17件

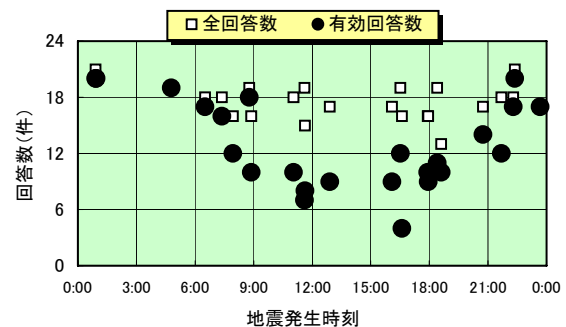


図-2 地震発生時刻とアンケート回答数との関係

(約70%)を超える回答を得た。ただし、そこから不在回答(地震発生時、住戸内に不在との回答)を除いた有効回答数は4件(17%)から20件(83%)に分布しており、地震によりばらつきのある結果となった。この要因の一つとして、地震発生時刻が挙げられる。特に地震発生時刻が昼間(概ね8時～19時)の場合は不在回答が多く、その結果有効回答数が少なくなる。全24地震に対するアンケートの有効回答数はLRB棟113件、MRB棟112件、非免震棟86件の合計311件である。

4. 建物の揺れに関するアンケート結果

4.1 水平方向の揺れ

図-3 に水平方向の揺れの早さ、すなわち揺れの周期に関するアンケート結果を示す。ここでは揺れの早さを「ゆっくり」から「小刻みに早く」までを5段階で表し、選択する方式とした。免震棟の水平方向の揺れの早さは「中間」と「ゆっくり」の間と回答した人が最も多いのに対して、非免震棟では「中間」と回答した人が最も多い。中小地震時の観測結果から得られた各建屋の1次固有振動数(周期)はLRB棟 1.9Hz (0.5 秒)、HRB棟 1.6Hz (0.6 秒)、非免震棟 5.0Hz (0.2 秒)で、体感アンケート調査でも観測結果と整合する結果が得られた。

図-4 に水平方向の揺れの時間、すなわち地震動の継続時間に関するアンケート結果を示す。揺れの時間に関するアンケートは「瞬時」から「1分以上」までを7段階で表し、選択する方式とした。ここでは震源距離の違いによる傾向を把握するため、震源距離 200km 未満と 200km 以上で区別して図示した。震源距離 200km 未満の場合に「1分以上」と回答したのはLRB棟 15 件(17%)、HRB棟 15 件(18%)、非免震棟 1 件(2%)で、非免震では少ない。一方、震源距離 200km 以上の場合に「1分以上」と回答したのはLRB棟 9 件(45%)、HRB棟 5 件(28%)、非免震棟 4 件(27%)で、震源距離 200km 未満の場合に比べて非免震棟での「1分以上」との回答が免震棟の回答件数と同等にまで増加している。このことは震源距離の長い地震では長周期成分が卓越する傾向にある観測事実と整合する結果と言えよう。

4.2 上下方向の揺れ

図-5 に上下方向の揺れの早さ、すなわち揺れの周期に関するアンケート結果を示す。揺れの早さに関するアンケートは水平方向と同様に「ゆっくり」から「小刻みに早く」までを5段階で表し、選択する方式とした。免震棟の上下方向の揺れの早さは「中間」から「小刻みに早く」と回答した人が、非免震棟では「中間」付近と回答した人が多い。免震棟では水平方向の揺れに比べてより小刻みの揺れとして感じる傾向が見られる。

図-6 に上下方向の揺れの時間(地震動の継続時間)に関するアンケート結果を示す。揺れの時間に関するアンケートは水平方向と同様に「瞬時」から「1分以上」までを7段階で表し、選択する方式とした。上下方向の揺れの時間は免震棟では「瞬時」との回答が、非免震棟では「2秒」との回答が最も多い。「瞬時」との回答はLRB棟 20 件(38%)、HRB棟 15 件(43%)、非免震棟 6 件(24%)であり、「2秒」との回答はLRB棟 9 件(17%)、HRB棟 7 件(20%)、非免震棟 7 件(28%)である。いずれにしても水平方向の揺れの様に免震棟では長く揺れるという傾向はなく、上下方向の揺れに関しては非免震棟と同等と考えるべきであろう。

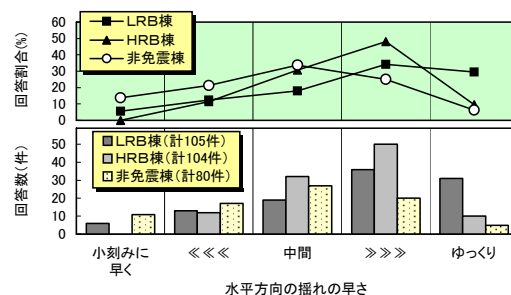
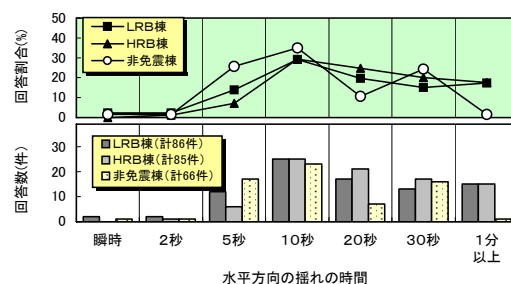
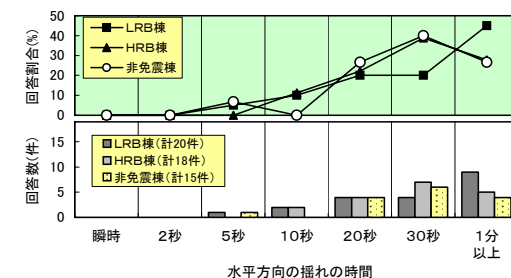


図-3 水平方向の揺れの早さに関するアンケート結果



(a) 震源距離 200km 未満



(b) 震源距離 200km 以上

図-4 水平方向の揺れの時間に関するアンケート結果

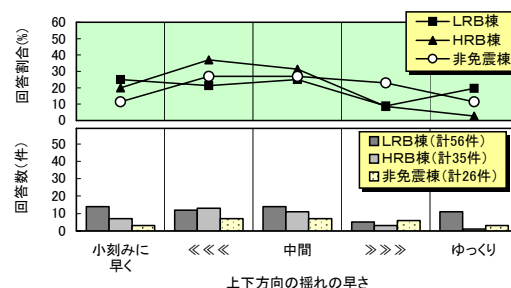


図-5 上下方向の揺れの早さに関するアンケート結果

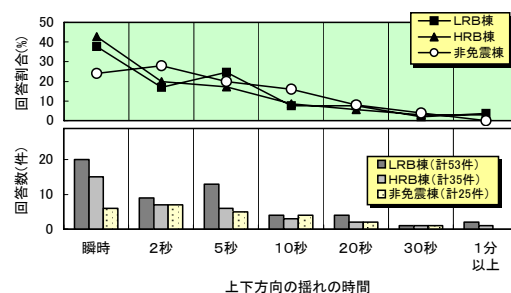


図-6 上下方向の揺れの時間に関するアンケート結果

5. 人体感覚に関するアンケート結果

5.1 不快感

図-7 に水平方向および上下方向の揺れに対する不快感に関するアンケート結果を示す。水平方向の揺れ（同図（a））に関しては免震、非免震棟とも「不快」との回答が「不快でない」との回答を上回っている。「不快」との回答はL R B棟 54 件(53%)、H R B棟 59 件(56%)、非免震棟 61 件(76%)であり、非免震棟は免震棟に比較して回答割合で 20 ポイント程度上回っている。水平方向の不快感に関しては免震建物とすることにより一定の効果が期待できるものと考えられる。

上下方向の揺れ（同図（b））に関しては免震棟では「不快でない」との回答が「不快」との回答を上回っているが、非免震棟では逆に「不快」との回答が「不快でない」との回答を上回っている。「不快」との回答はL R B棟 20 件(25%)、H R B棟 15 件(22%)、非免震棟 20 件(45%)であり、非免震棟は免震棟に比較して回答割合で 20 ポイント程度上回っている。上下方向の不快感に関しては免震建物とすることにより一定の効果が期待できるものと考えられる。また、水平方向と上下方向の揺れに対する不快感を比較すると、免震、非免震棟ともに水平方向の「不快」との回答割合が上下方向に比較してL R B棟で 28 ポイント、H R B棟 34 ポイント、非免震棟で 31 ポイント高く、不快感に関しては水平方向の揺れが支配的であると言えよう。これは、一般に上下方向の揺れは水平方向の揺れの 1/2 以下となる観測事実と整合する結果である。

5.2 不安感

図-8 に水平方向および上下方向の揺れに対する不安感に関するアンケート結果を示す。水平方向の揺れ（同図（a））に関しては免震、非免震棟とも「不安」との回答が「不安でない」との回答を上回っている。「不安」との回答はL R B棟 48 件(46%)、H R B棟 60 件(57%)、非免震棟 58 件(69%)であり、非免震棟は免震棟に比較して回答割合でそれぞれ 23 ポイント、12 ポイント上回っている。水平方向の揺れに対する不安感に関しては免震建物とすることにより一定の効果が期待できるものと考えられる。

上下方向の揺れ（同図（b））に関しては免震棟では「不安でない」との回答が「不安」との回答を上回っているが、非免震棟では反対に「不安」との回答が「不安でない」との回答を上回っている。「不安」との回答はL R B棟 24 件(28%)、H R B棟 21 件(31%)、非免震棟 20 件(45%)であり、非免震棟は免震棟に比較して回答割合で 15 ポイント程度上回っている。上下方向の揺れに対する不安感に関しては前項の不快感と同様に免震建物とすることにより一定の効果が期待できるものと考えられる。また、水平方向と上下方向の揺れに対する不安感を比較

すると、免震、非免震棟ともに水平方向の揺れに対する「不安」との回答割合が上下方向に比較してL R B棟で 18 ポイント、H R B棟で 26 ポイント、非免震棟で 24 ポイント高く、不安感に関しても不快感同様水平方向の揺れが支配的であると考えられる。

5.3 気持ち悪さ

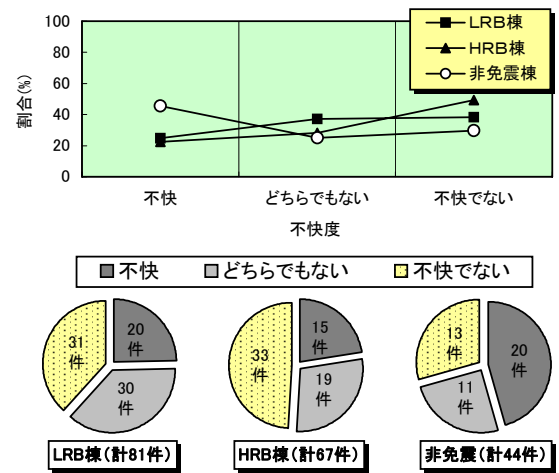
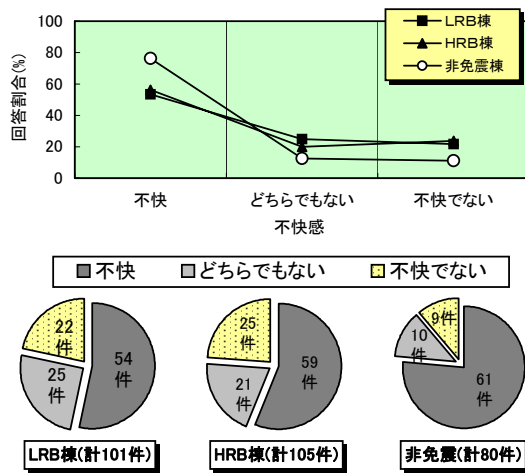
図-9 に水平方向および上下方向の揺れに対する気持ち悪さに関するアンケート結果を示す。水平方向の揺れ（同図（a））に関しては免震、非免震とも「気持ち悪くない」との回答が「気持ち悪い」との回答を上回っている。「気持ち悪くない」との回答はL R B棟 55 件(57%)、H R B棟 59 件(61%)、非免震棟 63 件(79%)で、免震棟は非免震棟に比較して回答割合で 20 ポイント程度下回っている。これは、非免震棟に比較して固有周期の長い免震棟の居住者が地震時の揺れにより船酔いに似た感覚を覚え、これが気持ち悪さの点で居住者に少なからず影響を与えたと推察できる。

上下方向の揺れ（同図（b））に関しても免震、非免震とも「気持ち悪くない」との回答が「気持ち悪い」との回答を上回っている。ただし、非免震棟での「気持ち悪い」および「気持ち悪くない」の回答割合は免震棟でのそれぞれの回答割合を上回っており、免震棟と非免震棟とで明確な違いがあるとは言い難い。

水平方向と上下方向の揺れに対する気持ち悪さを比較すると、免震棟では水平方向の揺れでの「気持ち悪い」との回答割合が上下方向に比較してL R B棟で 16 ポイント、H R B棟で 10 ポイント、非免震棟で 3 ポイント高く、気持ち悪さに関しても水平方向の揺れが支配的であると言えよう。

6. 家具等の揺れ方に関するアンケート結果

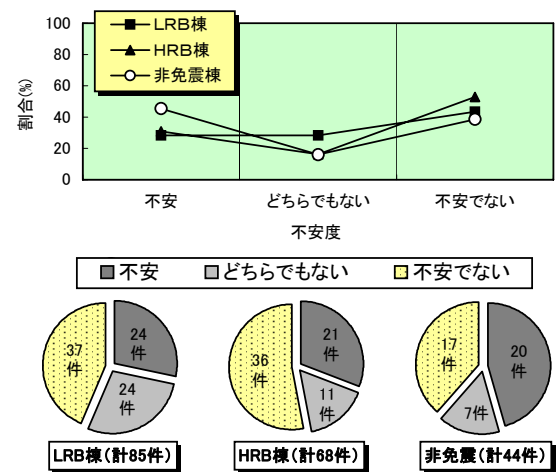
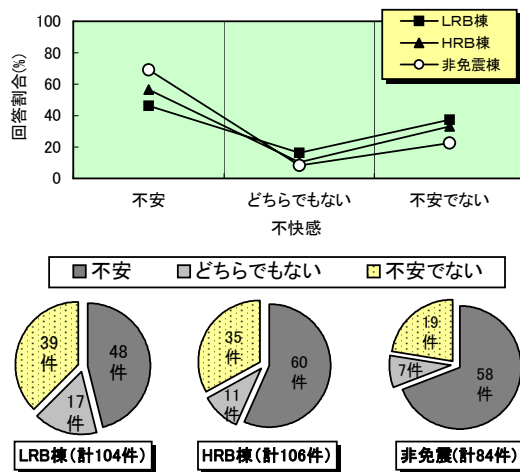
地震時の家具等の状況を基礎部および屋上階の水平方向最大加速度値とともに表-3 に示す。No.9 の地震では、非免震棟（屋上階での水平方向最大加速度値：245cm/s²）の居住者から「皿の倒れ」、「グラスや食器のぶつかる音」に関する回答が寄せられたのに対して、免震棟（L R B棟：同 25cm/s²、H R B棟：同 52cm/s²）ではこのような回答はなかった。No.22 の地震では、非免震棟（同 177cm/s²）の居住者から「ビン等の落下」の回答が寄せられたのに対して、L R B棟（同 103cm/s²）の居住者からは「物品が倒れることもなかった」、H R B棟（同 135cm/s²）の居住者からは「写真立てなどが幾つか倒れていた」との回答が寄せられた。これらは地震観測記録とも整合しており、免震棟および非免震棟での地震時の家具等の揺れ方からも地震時の免震効果を確認することができた。



(a) 水平方向の揺れ

(b) 上下方向の揺れ

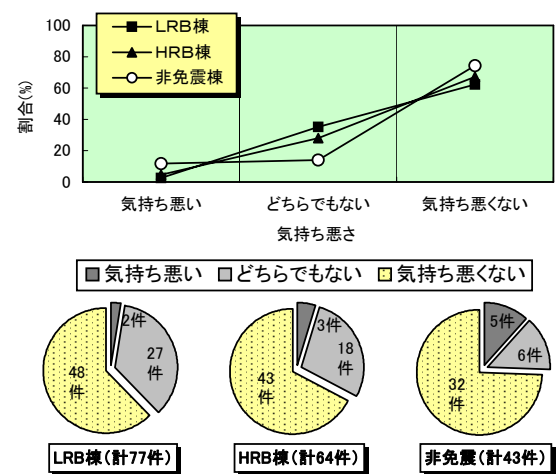
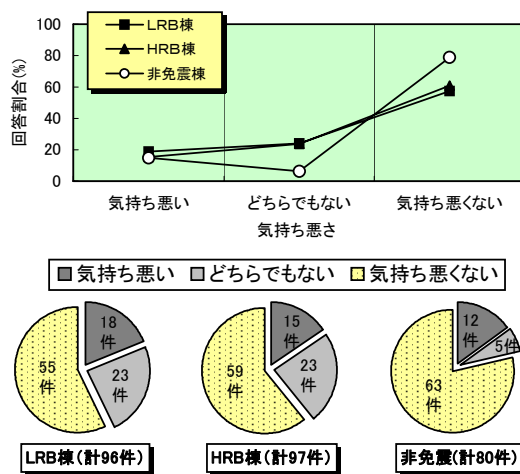
図-7 不快感に関するアンケート結果



(a) 水平方向の揺れ

(b) 上下方向の揺れ

図-8 不安感に関するアンケート結果



(a) 水平方向の揺れ

(b) 上下方向の揺れ

図-9 気持ち悪さに関するアンケート結果

表-3 家具等の揺れ方に関するコメント

地震 番号	項目	L R B棟	H R B棟	非免震棟
9	家具等の状況	(なし)	(なし)	(4階)食器棚に立てかけてあった皿が倒れてしまった (3階)食器棚のグラスがぶつかり合う音が聞こえた (2階)テーブル上の食器のぶつかる音が聞こえた
	屋上／基礎の 水平方向最大加速度 (cm/s^2)	25／60	52／60	245／64
22	家具等の状況	(4階)大きな揺れでしたが、物品 が倒れることもなく、写真立て や飾り物など全く大丈夫でした	(1階)家に帰ってみると写真立て などが幾つか倒れていた	(4階)家に帰ってみると、家具の上の物（ビン等）が落 下していた
	屋上／基礎の 水平方向最大加速度 (cm/s^2)	103／96	135／96	177／97

7. まとめ

免震建物における地震時の体感アンケート結果を基に地震時の免震効果について報告した。得られた結果を以下に示す。

- (1) 建物の揺れに関するアンケート結果から、水平方向の揺れに対して免震棟の居住者は非免震棟に比較してゆっくりとした揺れを長く感じているが、上下方向の揺れに対しては免震棟と非免震棟とで同等に感じていることがわかった。
- (2) 人体感覚に関するアンケート結果から、免震構造は水平方向の不快感および不安感を和らげることができる反面、船酔いに似た感覚を覚え、気持ち悪さの点で居住者に少なからず影響を与えている可能性のあることがわかった。
- (3) 免震棟と非免震棟における地震時の家具等の揺れ方に明らかに違いが見られ、地震時の免震効果を確認することができた。

8. おわりに

今回の検討結果より、昼間の地震は不在回答が多く、体感に関するアンケートの改善の必要性が感じられた。今後は不在者でも回答可能な家具等の揺れ方（落下物等）に関する調査項目の充実を図る予定である。

謝辞：アンケート調査にご協力頂いた関係者に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 例えば、広報委員会：特別寄稿「免震構造マンション入居者アンケート結果」、MENSIN, NO. 22, p. 39, 1998年11月。
- 2) 藤波健剛，上代悟史，嶋田三朗：免震建物の静加力試験と地震観測，前田建設技術研究所報，VOL. 34, pp. 205-210, 1993年10月。
- 3) 森下真行，斉藤芳人，藤波健剛，龍神弘明：免震建屋における地震観測結果とその解析的検討（その1，その2），建築学会大会学術講演梗概集，B-2, pp. 601-604, 1999年9月。
- 4) 森下真行，斉藤芳人，藤波健剛，龍神弘明：免震建屋における地震観測結果とその解析的検討，前田建設技術研究所報，VOL. 40, pp. 37-44, 1999年9月。
- 5) 斉藤芳人：特別寄稿「免震建築の地震観測速報」前田建設工業西船橋社宅，MENSIN, NO. 22, pp. 30-31, 1998年11月。
- 6) 森下真行，斉藤芳人，吉田隆治，龍神弘明：免震建物における地震観測結果と地震時の体感アンケート調査（その1，その2），建築学会大会学術講演梗概集，2007年（投稿中）。