

令和5年 3月31日

令和4年度 学生自主研究成果報告書

教 育 本 部 長 様

学生自主研究グループ名	コムレンジャー	
研究課題名	大地震に耐える建築をつくろう ～実家の家屋を対象とした耐震診断と模型実験～	
研究代表者（学生）	学籍番号	B24C017
	氏 名	小 室 蓮
指導教員	学 科	建築環境システム学科
	氏 名	菅 野 秀 人

学生自主研究の報告書を別紙のとおり提出します。

大地震に耐える建築をつくろう
～実家の家屋を対象とした耐震診断と模型実験～

システム科学技術学部 建築環境システム学科

1年 小室 蓮

1年 松田 瑞希

1年 齋藤 祥希

1年 足利 涼

1年 門脇 武琉

1年 佐藤 猛徳

指導教員 システム科学技術学部 建築環境システム学科

教授 菅野 秀人

助教 大塚 亜希子

1. 研究目的

今後起こるとされている南海トラフ地震などの大地震に対応する強い住宅を作るために、最も身近な実家の家屋を題材に、その強度を算定し、耐震強度を上げるための現在の技術を調べて、安価で効率のよい対策方法を検討する。

2. 研究方法

実家屋の設計図書の調査や実地調査を行い、それに基づいて耐震診断を実施し現段階の耐震性を調べる。次に縮小模型を作成して、地震で揺らす耐震実験を実施して、その性能を確認する。以上の知見を踏まえて、現在よりもさらに耐震性能を上げるための考察をする。

3. 実家屋の調査結果

まず、各人の実家について設計図書の有無などを調査した。調査した結果を表1に示す。ほとんどの家で設計図書は確認できた。また築年数は10～40年と違いがみられた。YS邸では図面の他に設計時の模型や地盤調査資料等も残っていた。

表1 実家屋の調査結果

	図面	地盤調査	筋違の明記	築年数	場所	その他
RA邸	○	×	○	22	秋田県秋田市	
TK邸	×	×	×	40	秋田県湯沢市	増築あり
RK邸	○	×	○	20	秋田県横手市	設計変更あり/増築あり
YS邸	○	○	○	12	静岡県沼津市	模型あり
TS邸	○	×	○	20	山形県鶴岡市	
MM邸	○	×	×	12	新潟県新潟市	

4. 実家屋の耐震診断結果

図面調査をもとに、耐震診断を実施した。耐震診断とは平面図を元に、筋違などの耐震要素を洗い出し、略算的に耐震性能を算出する。上部構造評点とは、建物に求められる強度に対する保有する強度の比で、例えばRA邸の場合、いずれの階、方向とも耐震性を満たしていることとなる。

表2 実家屋の耐震診断結果 (RA邸)

階	方向	強さ (kN)	耐震要素の配置 等による係数	劣化による 低減係数	保有する耐力 (kN)	必要耐力 (kN)	上部構造評点
1	X	180.97	1.0	1.0	180.97	163.48	1.11
	Y	176.06	1.0	1.0	176.06	163.48	1.08
2	X	67.10	1.0	1.0	67.10	41.68	1.61
	Y	76.12	1.0	1.0	76.12	41.68	1.83

TK邸では、自分の家は特に1階のy方向が弱かった。数値を見て考えると襖が多いため数値が1番低くなったと考える。昔の建築は和室などがあり自分の家にもあり和室があると耐震性が劣ることが分かった。築年数も耐震性に影響があることを数値で感じる事ができた。

表3 実家屋の耐震診断結果 (TK邸)

階	方向	強さ (kN)	耐震要素の配置 等による係数	劣化による 低減係数	保有する耐力 (kN)	必要耐力 (kN)	上部構造評点
1	X	128.35	1.0	0.58	74.4	123	0.60
	Y	107.45	1.0	0.58	62.3	123	0.51
2	X	227.71	1.0	0.58	132.1	258	0.51
	Y	193.2	0.8	0.58	89.6	258	0.35

RK邸では、全体的に数値が高く安定している、建物の中央が柱や筋交いが多く耐震性が高いといえる。また、2階の方が耐力が大きいことは分かった。

表4 実家屋の耐震診断結果 (RK邸)

階	方向	強さ (kN)	耐震要素の配置 等による係数	劣化による 低減係数	保有する耐力 (kN)	必要耐力 (kN)	上部構造評点
1	X	132.341	1.0	1.0	132.341	57.6	3.882
	Y	167.916	1.0	1.0	167.916	57.6	2.915
2	X	123.393	1.0	1.0	123.393	31.79	3.882
	Y	131.209	1.0	1.0	131.209	31.79	4.127

YS邸では、階ごとにx方向y方向を比べると多少の差があるものの、建物全体を通すとx方向y方向に差がなく強さが均一であることが分かった、また、2階は吹抜けになっているため1階と比べると耐力が小さいと分かった。地震の影響を加味しているため、筋交いの数が他者よりも多く、それに伴って上部構造評点もすべて1を超えており、倒壊の危険性がないことが分かった。

表5 実家屋の耐震診断結果 (YS邸)

階	方向	強さ (kN)	耐震要素の配置 等による係数	劣化による 低減係数	保有する耐力 (kN)	必要耐力 (kN)	上部構造評点
1	X	113.94	1.0	1.0	113.94	84.58	1.34
	Y	122.66	1.0	1.0	122.66	84.58	1.45
2	X	83.08	1.0	1.0	83.08	31.67	2.62
	Y	52.41	1.0	1.0	52.41	31.67	1.65
3	X	9.42	1.0	1.0	9.42	4.4	2.14
	Y	9.42	1.0	1.0	9.42	4.4	2.14

TS邸では、まずx方向とy方向で強さが変わり、自分の家はy方向が弱いということが分かった。また2階に比べ、1階は壁が少ないため強度が低いと考えられる。特に広い空間は耐震性が弱かった。

表6 実家屋の耐震診断結果 (TS邸)

階	方向	強さ (kN)	耐震要素の配置 等による係数	劣化による 低減係数	保有する耐力 (kN)	必要耐力 (kN)	上部構造評点
1	X	110.115	1.0	0.96	105.7	160.84	0.66
	Y	87.455	0.8	0.96	67.17	160.84	0.42
2	X	61.49	1.0	0.96	59.03	69.55	0.85
	Y	42.03	1.0	0.96	40.35	69.55	0.58

MM邸では、まずx方向とy方向を比べた結果、1階、2階どちらもx方向が弱いということが分かった。また、壁が少なく空間が広がっている一階は耐震性能が低くなっていることが分かった。この実験で、私の家は筋交いなしで診断を行ったため、規定を満たしていないようだった。しかし後ほど筋交いセンサーで調べてみたところ、筋交いが数か所見つかった。そのため、もう少し耐震性能は高いのかもしれない。

表7 実家屋の耐震診断結果 (MM邸)

階	方向	強さ (kN)	耐震要素の配置 等による係数	劣化による 低減係数	保有する耐力 (kN)	必要耐力 (kN)	上部構造評点
1	X	56.81	0.75	1	42.61	81.06	0.526
	Y	64.64	1.0	1	64.64	81.06	0.797
2	X	48.25	1.0	1	48.25	46.85	1.03
	Y	58.69	1.0	1	58.69	46.85	1.25

5. 縮小模型の耐震実験結果

耐震診断を実施した結果、もっとも上部構造評点が低かったTS邸を例に構造模型を製作し、1999年兵庫県南部地震（阪神大震災）と2011年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）の2つ地震波で加振した。



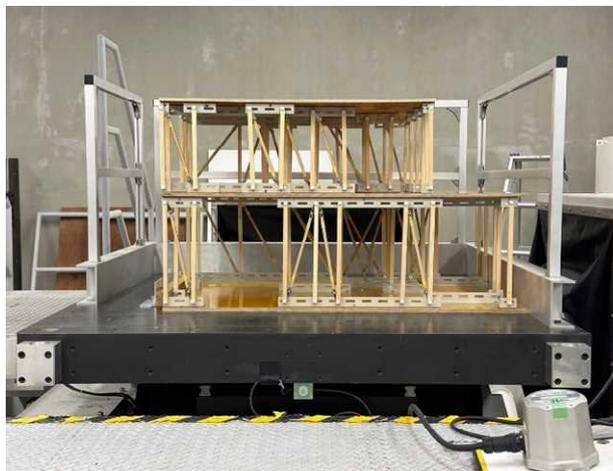
作業写真



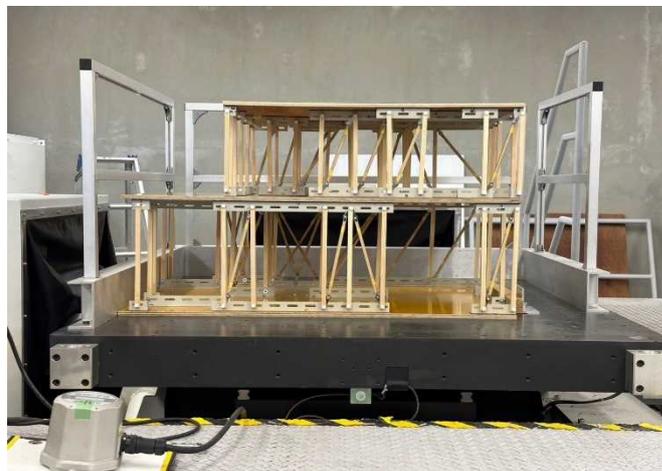
完成図

1回目 2011年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）

加振前

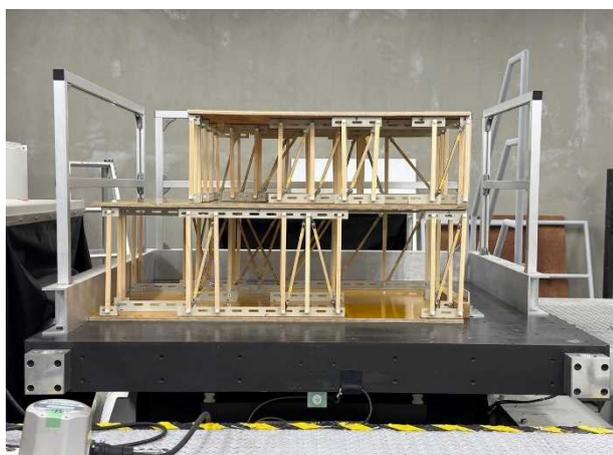


加振後

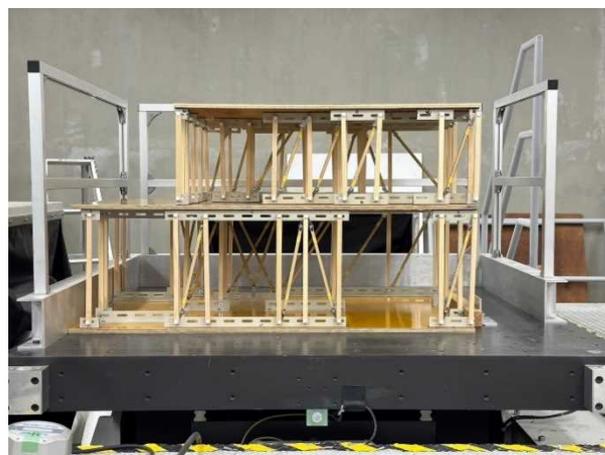


2回目 1999年兵庫県南部地震（阪神大震災）

加振前



加振後



今回の実験から大地震の際、耐震性能が規定に満たさない家屋であっても倒壊はしないことが分かった。しかし実際の建物においては、屋根荷重や積雪荷重なども加わるため、おもりを加えた実験も必要であると考えた。

6. まとめ

耐震診断からは各々の実家屋の耐震性能を調査することができた。

模型実験では実際に起きた大地震に対する家屋がどう変化するのかを目で見て観察することができた。

今後はほかの建物の模型の作成や、荷重をかけた耐震実験も行っていきたいと考えた。