

鹿児島県北西部地震による住宅関係の被害

徳 廣 育 夫*・徳 富 久 二*・花 園 祐 二**

Damage of Houses due to the 1997 Kagoshimaken-Hokuseibu Earthquake

Ikuo TOKUHIRO, Hisashi TOKUTOMI and Yuuji HANAZONO

The 1997 Kagoshimaken-hokuseibu earthquake, which struck the northwest area of Kagoshima prefecture at 17:31 on March 26, 1997, has done much damage to houses and other buildings. Surveys on the damage to the houses were carried out in the area, and the causes for the damage were investigated together with the damage of external structures around the houses.

The causes of damage to the houses which was severe enough to lead to complete destruction were the displacement and the settlement of the ground in areas close to slopes. The roofing tiles were damaged in many houses. Judging from the viewpoint of disaster prevention, it is necessary to pay special attention to the structural design and construction work of walls made of concrete blocks.

§ 1. はじめに

平成9年3月26日17時31分、鹿児島県薩摩地方（北緯32.0度、東経130.3度）を震源として、マグニチュード6.3の地震が発生した。震度の最も大きかった地域は、鶴田町、宮之城町、阿久根市などを中心とする地域であり、震度5強から6強であった。この地震による人的被害は重傷2、軽傷34人の計36人であり、死者のなかったことは、地震規模から考えると不幸中の幸いであった。その他に住家、非住家、ブロック塀などの各種施設に、多くの被害が発生した。

本報告は、地震発生直後、阿久根市、宮之城町、鶴田町の1市2町において住宅に関して調査された資料をもとに被害の程度の大きいものについて損傷を生じた箇所とその原因について、現地において詳しく調査した結果を報告するものである。

また、さらに5月13日(火)14時38分には、震源を若干南西に移すといわれるマグニチュード6.2の地震が発生した。この地震による調査は現在進行中であり、地震被害には速報性が要求されることから、本報告はこれまでの結果についてまとめたものである。

§ 2. 地震とそれによる被害の概要

表-1は、震源地、地震の規模および揺れの強さを示す震度を各市町村別に示したものである。震源は発表された緯度、経度からは阿久根市東方の紫尾山麓とされる。気象台と県の地震計（震度情報ネットワーク）の設置場所および地震計の特性も異なることにもよるとされるが、揺れの大きいところで震度Ⅵ強が観測された。3月26日の地震から後に震源を等しくした比較的に大きな余震も発生し、本震で被害の程度が小さかった住宅にも、余震によって拡大した例があるなど、厳密には本震と余震の被害を特定して分離することができなく、本報告における住宅の被害はこれら余震による被害も含めたものとして扱われる。

人的被害は表-2のように重傷2人、軽傷34人の計36人であった。この付近の地震災害には昭和43年のえびの地震によるものがあるが、それと比較してこれだけの規模の地震において死者のなかったことおよび建物の全壊の少なかったことは注目される。

表-3、表-4は住家と牛舎、作業所など非住家の被害の戸数である。

§ 3. 調査の目的と方法

調査の目的は、地震による住宅被害の実態を把握して、住宅の構法的問題に関する原因を検討するとともに、今後の対策について考察することである。

調査の方法は、地震発生直後に上記1市2町より調査

平成9年5月31日受理

*建築学科

**博士前期課程建築学専攻

表-1 地震状況 鹿児島県住宅課資料より

発生日時	3月26日 17:31	4月3日 04:33	4月5日 13:24	4月9日 23:20
震源地	薩摩地方 北緯 32.0度 東経 130.3度	同 左	薩摩地方 北緯 32.0度 東経 130.4度	同 左
深さ	8 km	10 km	10 km	10 km
マグニチュード	6.3	5.5	4.9	4.9
VI 気	——	——	——	——
強 県	鶴田	——	——	——
VI 気	——	——	——	——
弱 県	東郷 阿久根	東郷	——	——
V 気	川内 阿久根 宮之城	川内	——	——
強 県	祁答院 薩摩 阿久根	川内 高尾野	鶴田	鶴田
V 気	——	阿久根 宮之城	川内 宮之城	——
弱 県	牧園 高尾野 金峰木	野田 大来 祁答院	薩摩 樋脇	樋脇 宮之城

注1) 気:気象台、県:震度情報ネットワークシステムによる震度
 注2) 同一市町村で気、県で震度が異なるのは、震度計の設置場所が異なることによる

表-2 人的被害 鹿児島県住宅課資料より

	3/26	4/ 3	4/ 5	4/ 9	計
重 傷	1人	1人			2人
軽 傷	30人	4人			34人
計	31人	5人			36人

表-3 住家の被害 鹿児島県住宅課資料より(単位:棟)

日	3/26	4/ 3	4/ 5	4/ 9	計
全壊	4	—	—		4
半壊	24	9			33
一部破損	2068	108	20	29	2225
計	2096	117	20	29	2262

表-4 非住家の被害 鹿児島県住宅課資料より

日	3/26	4/ 3	4/ 5	4/ 9	計
全壊	3	3	1		7
半壊	—	1	—		1
一部破損	238	10	1	6	255
計	241	14	2	6	263

された資料より被害ランクの大きい(被害の大きい)住宅を抽出し、これらの1軒1軒について現地に行って聞き取り調査をすると同時に現地の建物の現状について調査した。上記市町で調査された結果も主として聞き取り調査と現地調査であるが、地震直後の被害状況の速報的調査であることと、対象物件が多数にわたるため調査者が多く、その調査の程度にばらつきが感じられた。調査資料中の被害ランクの種別にも部分的損傷の程度と総合的損傷の程度のランクに記入のあるものとないものなど様々であるなど、これによって原因を考察することができない。一方、我々の行う調査は人的関係から、全ての住宅を取り上げることができないので、上記総合ランクにおいてAランク(住宅の被害程度が80%以上)と、個別ランクにおいてAランクが2項目以上存在する住宅を調査対象とした。

調査表を作成しこれらの項目について、聞き取り調査を行うとともに、実態を把握することに努めるものである。調査表は新築年、構造種別、などの一般的調査項目と性能保証住宅、住宅金融公庫融資を受けた住宅か、住宅の新築に際して、構造的配慮がはられたかどうかについて調査する。また、住宅宅地の周辺状況に関して、住宅に与える影響を考慮した設問および現地での実態調査を主眼とするものである。

具体的項目は、住宅の構造、基礎の形式、壁の仕上げ材、下地と筋違の有無、屋根の種類と瓦などの止め方、建物が配置される方向および敷地の平面とブロック塀などの配置など一般的建物の状況に関する項目である。

地震被害に関する項目は、宅地周辺を含む盛土、切土などの敷地の状況と地震による土地の異常に関する項目であり、地盤沈下の有無、地割れの有無、崖崩れの有無、地滑りの有無である。ブロック塀のあるとき、異常の有無、そのブロック塀に鉄筋が入っているかないかなどの項目、基礎部分にあっては犬走りの被害、布基礎の被害など基礎部分の異常の種類に関する項目である。屋根については、瓦屋根のずれ、割れなどの屋根の異常に関する項目である。柱に関しては、柱の倒れなどの項目である。壁については、ひびの程度とモルタル壁とそれ以外の壁について異常の項目を設ける。その他床や天井に関する項目である。

これらの事項に加えて、被害実態を見聞し調査表に記入する。調査表には現地で考えられる被害の原因についてできるだけコメントを付記することに心がける。

また、一市二町による被害調査は、調査員(各地区に在住する建築士、大工など建築に係る者)が手分けして、早急に調査した、いわゆる被災状況を緊急に把握する目的で行われたものである。調査項目の中にランクが付され、その損傷箇所が記入されている。

表－5 地震被害全体調査表と結果の例

N0.	05	〇〇	〇〇	富之城 町 泊野	1000	総合 B
損 傷 度	屋根 B	外壁 -		基礎 - 傾き -	おしレ -	宅地 B
構 造	構 造	木造		階 数 1階建て	屋 根	瓦
損 傷	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <input checked="" type="checkbox"/> 宅盤に亀裂 <input type="checkbox"/> 落石による損傷 <input type="checkbox"/> 犬走りの亀裂 <input type="checkbox"/> 外壁の亀裂 <input type="checkbox"/> 天井の損傷 <input type="checkbox"/> ブロック欄転倒 <input type="checkbox"/> </div> <div style="width: 50%;"> <input type="checkbox"/> 宅地近接法肩崩壊 <input type="checkbox"/> 附属物転倒3M損傷 <input type="checkbox"/> 布基礎の亀裂 <input type="checkbox"/> 外壁仕上げ材落下 <input type="checkbox"/> 屋根瓦のずれ <input type="checkbox"/> ブロック欄傾斜 <input type="checkbox"/> </div> <div style="width: 50%;"> <input type="checkbox"/> 宅地近接法尻崩壊 <input type="checkbox"/> 自然物転倒3M損傷 <input type="checkbox"/> 東と東石のずれ <input type="checkbox"/> 柱の傾斜、建付 <input type="checkbox"/> 屋根瓦の落下 <input type="checkbox"/> 煙突等突出物損傷 <input type="checkbox"/> </div> </div>					

表－5は、その調査された結果を表にまとめたものである。総合は損傷度の総合評価ランクであり、また各部位毎にランクが付されている。ランクの目安は、ランクAが損傷度80%以上、ランクBが損傷度60%以上と以下、ランクCは40、Dが20%以上である。また、表を作成するにあたり不明の部分（－）はランクEを含むものであろうが、そのままに取り扱った。損傷箇所は該当する場合に■とする。その他の損傷部分があるときには最後行に記入して■とする。

解析はこれらの結果表から、総合評価の各ランクの度数、および部位別ランクの度数を集計すること、また損傷箇所について集計することである。

本報告では、上記の一市二町で行われた調査結果をまとめることと聞き取りおよび現地調査をもとに、地震による住宅に関連する被害の実態について報告すること、およびその原因について考察するものである。

§ 4. 調査結果

4.1 全般的調査結果

図－1は調査された1200棟の調査表の中から、損壊箇所の明示されていない棟を除いた、869棟について損壊箇所を集計した。一棟について複数の損壊箇所もあって、これらを含めて集計したものである。これから最も多い損壊は屋根瓦のズレであったことが判る。

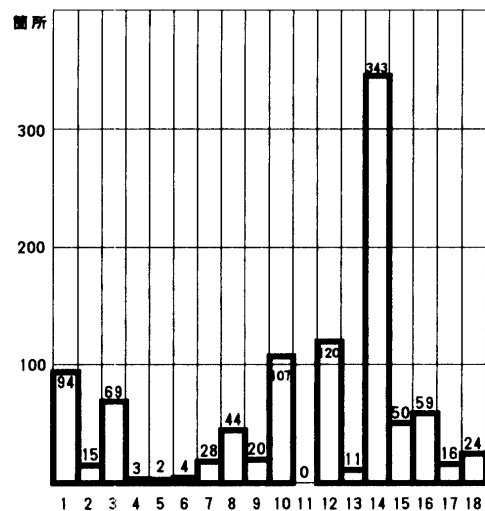
多いものから、順に挙げると

1. 屋根瓦のズレ
2. 柱の傾斜と建て付け
3. 外壁に亀裂
4. 宅盤の亀裂
5. 法尻の崩壊

である。屋根瓦のズレが圧倒的に多く、つづいて、柱の傾斜、外壁の亀裂および宅盤の亀裂であるが、一般に宅盤の亀裂は法肩の崩壊と連動するので、これらをあわせると、上の2、3、4は同レベルの損壊状態であることが予想される。

各評価のランクについて集計すると、表－6となる。

これらの中で総合評価がAおよびBランクの損壊を蒙ったものについて、損傷箇所がどの部分であるかを集計し

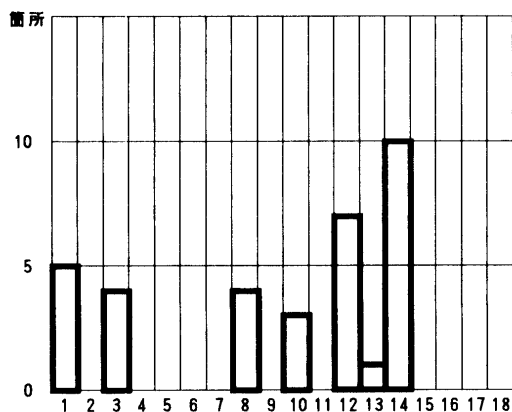


1. 宅盤に亀裂
2. 法肩の崩壊
3. 法尻の崩壊
4. 落石による
5. 付帯物転倒
6. 自然物転倒
7. 犬走り亀裂
8. 布基礎亀裂
9. 東石と束スレ
10. 外壁に亀裂
11. 外壁仕上落
12. 柱傾斜建付
13. 天井に損傷
14. 屋根瓦ずれ
15. 屋根瓦落下
16. ブロック欄転倒
17. ブロック欄傾斜
18. 突出物損壊

図－1 損傷箇所

表－6 総合評価と部位別評価

	A	B	C	D	－
総合評価	7	21	151	68	622
外 壁	8	9	24	53	775
基 礎	6	14	5	62	782
傾 斜	3	10	7	39	810
捻 じ れ	5	5	11	41	807
宅 地	6	14	11	51	787



図－2 総合評価がAまたはBランクの損傷箇所

たものが、図-2である。これらの大きいものから挙げると、

1. 瓦のズレ 2. 柱の傾斜 建て付け
3. 宅盤亀裂 4. 法尻崩壊
5. 布基礎の亀裂

であり、この結果からは大きい被害を蒙った住宅の原因は、振動の強さと宅地に関する要因であることが判る。現地調査によってもこれらの原因が相互に作用して被害を大きくしたものであることが考えられる。

4.2 住宅の部位別障害

今回の地震の住宅に関する部位別被害で最も多かったものが、瓦の損壊であった。瓦の損壊が多く、さらに夕方からの降雨が雨漏りとなって住宅内部に侵入し、屋根裏の汚物とともに流下して、建具、寝具などを濡らし、これらの損害も計り知れなく、振動による損害とともに、この二次的損害も大きい。

写真-1は全般的に見られる、棟およびけらば付近の損壊である。この地方の屋根は日本瓦かセメント瓦で葺かれ、特に棟にはのし瓦を幾重にもしっくいで重ねて重厚さを演出する形式が多い。このため振動には弱点となって損壊したものである。また、けらば付近の損壊は、この付近が自由度が大きいことによるものである。

写真-2と写真-3は損壊の程度の大きいもので、写真-2は屋根瓦全体が瞬時に粉碎された様相を呈する。



写真-1 一般的瓦屋根の損壊



写真-2 屋根瓦の損壊

この住宅は2所帯住宅で左部は老夫婦、右部は若夫婦用で、右部は後に隣接して設けられたものであり、左部は旧来の住宅、右部は布基礎を有する現代の住宅である。左部の屋根瓦の損壊の程度が右部より大きい。後に述べる被害の大きい箇所は紫尾山の南山麓から宮之城温泉街をとおり湯田、鶴田町に引かれる直線上であり、この写真の住宅は、写真-2が宮之城湯田、写真-3が宮之城温泉街であり、その直線上に位置する。写真-3は棟部から、棟瓦がはずれ、移動している。

聞き取り調査の過程において、地震の発端は「下からドンと突き上げるようであった」といった表現が普通に聞かれ、また「居間のこの辺りに井戸のような穴が開き、そこから火柱が噴き上がるような」といった表現を聞いた。このような形容で表現される縦方向の大きな揺れ（衝撃）であり、これらの瓦の損壊は、この縦衝撃によるものであるとも考えられる。

写真-4、写真-5は住宅が変形し、建具類の建て付けが悪くなった例である。このような例は枚挙に暇がなく、調査した住宅の多くがこのような変形を示す。地震の揺れによって柱、梁、桁などが傾斜していることを示す。これらの例で判るように、上部あるいは下部の開きは、およそ3cmであり、これを変形角で表すと、 $3/180 = 1.7 \times 10^{-2}$ ラジアンである。調査した地域の住宅は、現代の住宅のように、布基礎にアンカーボルトによって土台を緊結し、また柱と梁および桁を金物によって緊結するものでないため、その変形は大きくなる。写真-6は、現代住宅の工法より以前からこの地区というより、在来の構法といってもよい工法である東石とその上の束によって床下の全てが構成され、損傷を受けた例である。東石と束のずれ、東石の回転、沈下が生じている。これら旧来の住宅では写真-4、5に示すような柱の変形が見られる。



写真-3 屋根瓦(棟)の移動

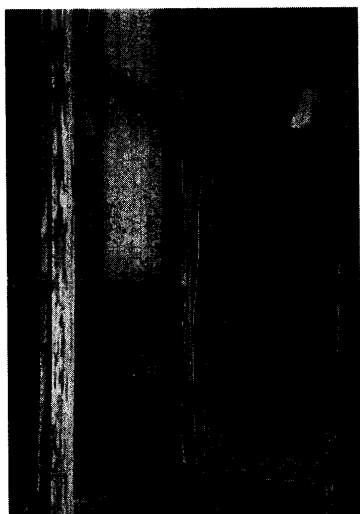


写真-4 柱の傾斜と出入口の建て付け

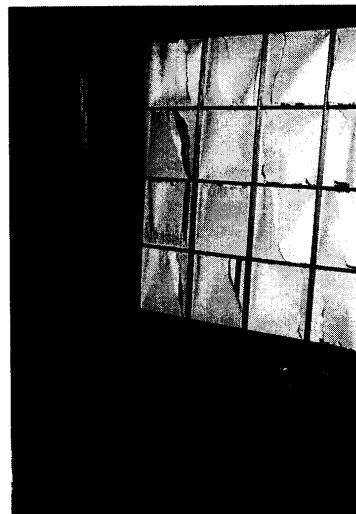


写真-7 柱の傾斜と障子の建て付け

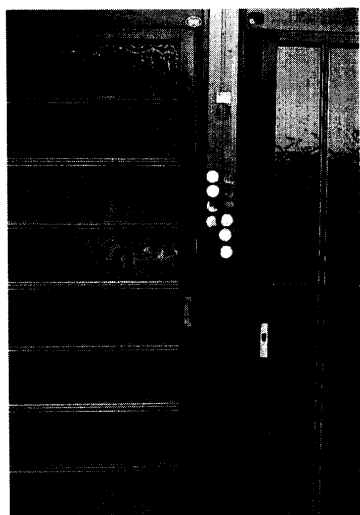


写真-5 柱の傾斜と出入口(アルミサッシ)の建て付け



写真-8 押入仕上げ材の剥がれ



写真-6 床下の構法(束と束石のずれ)

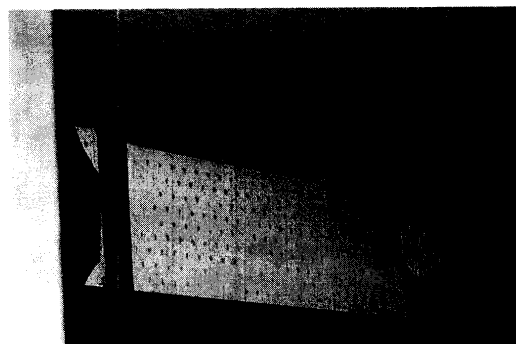


写真-9 長押上部の小壁の剥落

写真-7は上述の建て付けが悪くなったものより、さらに損傷の程度が大きい柱の変形とそれによって障子が変形したものである。この例では、柱が構面外方向にも変形し、障子は鴨居から外れることなく変形して、障子の棧が湾曲している。現在障子には相当の力が加わっていることが予想される。柱、梁桁などの構造部材が変形

して、このように障子が破れた例が多い。同様に、写真-8は押入仕上げ材(ベニア板)の剥離、写真-9は長押上部の小壁の剥離、写真-10は浴室のタイルの亀裂である。このような損傷は、上記構造部材の変形に内部仕上げ部材の変形が追随できないことによるもので、調査した住宅のタイルの大部分にこのような損傷が見られた。

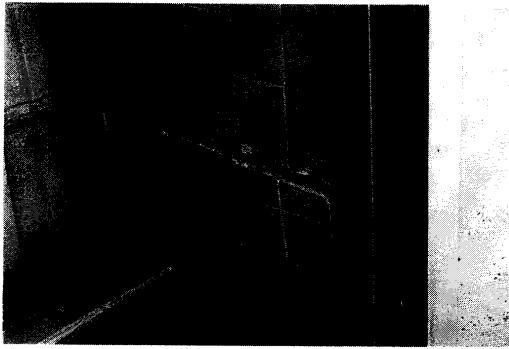


写真-10 浴室タイルの剥離と亀裂



写真-13 モルタル外壁の亀裂と剥離

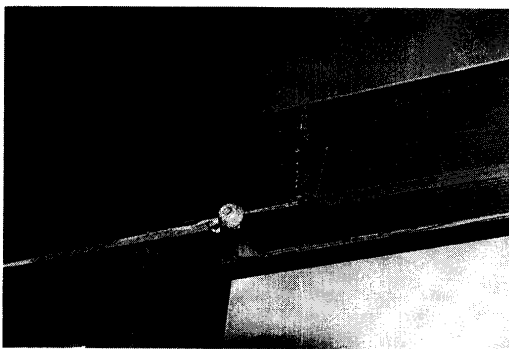


写真-11 長押の圧縮曲げ



写真-14 突出した玄関の損傷



写真-12 鉄骨梁の柱への食い込み

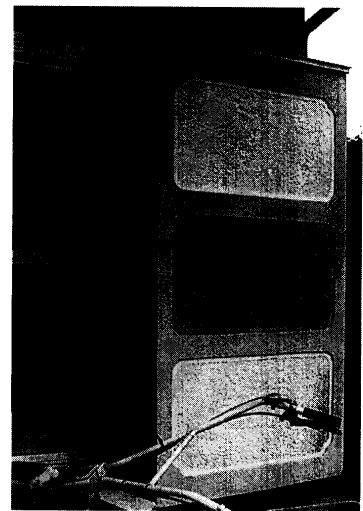


写真-15 戸袋の脱落

構造部材の変形の程度を表すものとして、写真-11と写真-12を示す。写真-11は、鴨居の変形によって長押に圧縮、曲げが作用して、長押表面が構面外に挫屈したものである。写真-12は変形の量の目安を示すもので、住宅に作業場が併設され、作業場の鉄骨横架材が地震の揺れによって住宅の柱材に食い込んだ痕跡であり、6 cm程度の食い込みである。これは鉄骨部は最小この程度の変形を生じたことを示すもので、住宅部の柱の変形量ではないものの、写真-11の長押を挫屈させるに十分な水平力と変形が作用したことを想像する。同様に、写真-13はモルタル外壁の亀裂と剥離である。剥離までは伴わないまでも、このような亀裂は、調査した地域（先述の直線帯の地域）において、現在の構法（在来構法）で建てられたモルタル外壁には多く見られた。

写真-14は、突出した玄関あるいは玄関ポーチ部分に見られる損傷である。玄関部分が南面し、この部分が平面的に突出しているか、または玄関ポーチ部分が突出して、棟を別とする瓦屋根が設けられる例が多い。これらの突出した部分の損傷が見られる。頭の重い屋根と壁の少ない柱のみの構造の揺れによる変形を考慮するとこのような損傷を蒙ることが理解できる。これと同様な損傷として、写真-15の戸袋の脱落がある。これらの例では戸袋全体の脱落で表面には損傷は見られないが、戸袋全体の接合部から脱落している。その他にアルミサッシの

戸袋では表面の仕上げ材が、先の押入ベニア板のように脱落したものがある。接合方法にいつそうの考慮が払われる必要がある。

4.3 宅盤による障害

調査した住宅で、重大な被害を蒙った住宅は宅盤の障害によるものである。住宅そのものの問題ではないものの、住宅に関連する問題として特に重要であると思われるので、宅盤を構成する土質も含めて、取り上げる。

写真-16は法肩部分の崩壊による宅盤の移動、沈下である。高さが4 m～5 mの法の存在によって、振動の方向にもよるが、宅盤の移動とその沈下が見られた。現象として、宅盤の亀裂、沈下である。この例を宅盤とする住宅の損傷も大きく、住民は避難生活である。

写真-17は法肩部分の移動、沈下によって住宅土間部分の柱脚が移動、沈下し、柱が傾斜したものである。このように法肩部の崩壊、移動は住宅に致命的な損傷を与え、修復は極めて困難である。また、その下部の住宅に与える影響も大きい。

一方、法尻部の崩壊による住宅の損傷もある。この場合は、崩土の大きさにもよるが、一般に住宅の部分的損傷が多い。また、その他として落石などによる損傷もある。

ここで、調査地域に関する崩壊した地盤の土質的特徴について触れる。

調査した、宮之城町泊野地区は紫尾山麓で、泊野川に沿った地域であるが、崩壊した地盤および崖は、風化花崗岩であることが特徴的である。風化花崗岩はいわゆるマサ土と呼ばれ、特殊土の一種である。その特徴を表現する場所が「きららの里」であろう。きららの里は町、地区民の憩いの施設を有するレクリエーション地である。この「きらら」は風化花崗岩に含まれる雲母を云い、マサ土の特徴を冠せた命名である。

崖の崩壊から見ると、このマサ土はあまり好ましくない。写真-18のマサ土の近影に見るように、花崗岩が風化したために弱く結合した粒状体の集合であり、少しの外力によってぼろぼろに碎ける。このようなものが崖を形成して地震などの外力を受けるとき、写真-19のように、すべるように崩壊する。すべるように崩壊したと

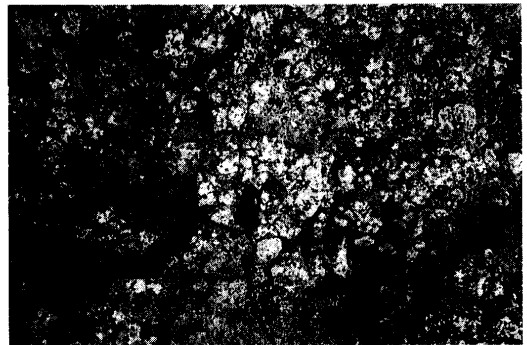


写真-18 マサ土の近影



写真-16 宅地法肩部の崩壊と沈下



写真-19 風化花崗岩（マサ土）崖の崩壊



写真-17 宅地法肩部の崩壊による住宅の傾斜



写真-20 シラスの崩壊

き、その裾は広く、土砂は遠くまで到達する。その下に住宅があるとき、住宅は崩土によって損傷を受ける危険性が高い。

鹿児島の特徴として、「シラス」の存在がある。シラスもこの地区に存在し、地震の被害を受けて崩落した。写真-20はこの地区のシラス崖の崩壊である。シラス崖崩壊の特徴は、滑落する崩壊でなく剥落するといった表現が匹敵する崩壊である。従って、崩壊の規模は崖の高さによって異なることはどのような土質によっても異なるが、その高さの影響は、他の土質の崖に比べて小さいことが考えられる。つまり、シラス自然崖は垂直に近く存在するものである（およそ80度）。力学的安定からいえば緩い勾配が安定するに決まっている。シラス土質の特性として地表面流水に弱く、ガリ浸食がよく発達する理由から、シラス形成段階では緩勾配であったものが時間の経過とともに崩壊を繰り返して垂直近くの勾配で存在するようになる。そのような崖の崩壊は滑り崩壊でなく剥落であり、写真はするように崩壊することを示す。このような崩壊はその下に堆積物のない限り遠方まで崩土が到達するものではない。一方、マサ土などの粒状体の崩壊は、すべりに代表される崩壊であり、その角度は緩く、崩土は遠方まで到達する。崖を含めた、建築物の基礎地盤として、シラスは、マサ土と比較して取り扱いやすく、優良な土質であると云うことができる。

宮之城温泉街は、昭和47年に水害に見舞われ温泉街の大部分が被害を受けた。復旧にあたり7~10mの盛土造成が行われ、その地盤上に現在の温泉街がある。これら土質と地震の揺れの関係は今後の課題である。

4.4 古い、新しい住宅による障害について

現地に行き、住民の人々との話を聞いていると、今回の地震で、「被害の程度が大きい住宅は、古い旧来の住宅より、新しい現代の住宅のほうである」との意見をよく耳にする。古い旧来の住宅とは、新しい現代の住宅の概念に対する意味である。つまり、現代に建設される住宅は、構造的に見ると地盤から布基礎とそれをアンカーボルトによって接続された土台へ、さらに柱から桁、梁から小屋束、母屋、垂木、野地板、瓦と構成される在来構法の住宅であって、壁には筋違が入っているものと解釈される。これに対して古い旧来の住宅は、基礎としての束石の上に束、柱から梁と小屋組と構成されるもので、平面的には近世西日本一帯に存在する農家住宅である田の字型プランである。壁は板貼りであるところが現代の在来構法の住宅と異なるところである。

「旧来の住宅が、現代の住宅より強い」といった風聞は、全壊または半壊するような住宅のことではなく、目で見たとき住宅に亀裂や損傷が明白であるという意味か



写真-21 筋違の不良

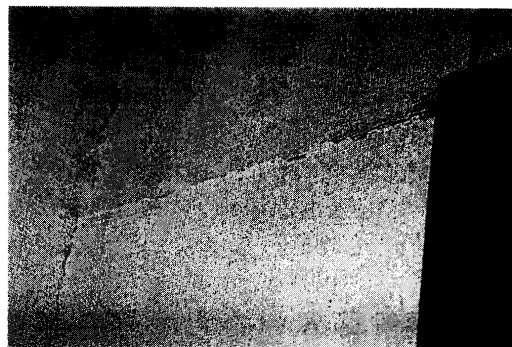


写真-22 下地材の移動によるクロス仕上げ材の損傷

らである。このことは、現代の住宅は揺れによって変形したとき、モルタル壁のように仕上げ材が下地材に追従できずに壁の亀裂や基礎の亀裂となって顕在化することと考えられる。旧来の田の字プランの住宅には、平面的凹凸がないのに対して、現代の住宅は比較的凹凸が存在することにも関係する。また当然、固有周期の異なることにも関係する。また一方では、写真-21のように壁の筋違が形式的に入り、土台と柱に結合されていないなど施工の不良によって、モルタル壁の剥落を招いたものも存在する。

住宅の質を向上させることを目的に「性能保証住宅登録機構」として、登録業者を認定し、その登録業者が施工する住宅で「性能保証付き住宅」として申請すると、短期の2年間については業者が、残りの8年間は「性能保証住宅登録機構」が、10年間について瑕疵を保証する制度である。これらに登録されている住宅の被害状況について述べる。

揺れが大きいと感じられた宮之城湯田温泉街と湯田地区に建つ、当該住宅について調査したが、他の住宅と比べて問題となるようなことはない。もちろん、地震による損傷が皆無であることはなく、基礎部分に小さい亀裂

が発生する、外壁タイルが1～2枚剥落するなどの損傷は見受けられる。

写真-22は性能保証住宅のなかで損傷の大きいと感じられる住宅の仕上げ材の亀裂である。これは、下地材のボード上に貼ったクロス仕上げ材が、下地材の移動、ずれによって亀裂が入ったものである。

完全無傷な住宅の設計はこれだけの地震には無理な相談である。ある程度の損傷は避けられない。ただ住民の心情からすると、新築引き渡し後一週間でかくの如くの被害を蒙ることは、やりきれない思いであろう。

4.5 住家に関連するブロックおよび擁壁の障害

住宅の塀として、広く普及しているブロック塀の地震による損傷に関して検討することは、住宅の防災安全性の見地から大切なことである。住宅の損傷と同時にブロック塀の損傷についても調査した。

写真-23のように完全に転倒し、学童・幼児の遊ぶ時間帯に地震の発生がなかったことを幸いに思うばかりである。このように完全に倒壊したブロック塀、本来倒壊してもおかしくないブロック塀が樹木を支えによって辛うじて立っている例など、ブロック塀の転倒は多く見られた。

転倒、傾斜したブロック塀を観察すると、

1. 鉄筋が入っていないブロック塀は転倒する可能性が大いにあり、極めて危険である。
2. 鉄筋は入っていても、基礎の根入れのないことによって基礎ごと倒壊したもの。
3. 鉄筋は入っていても申し訳程度に入っていてその機能を果たさないもの。ブロック塀における鉄筋の抵抗機構が理解されていない。

といえる。鉄筋の入ってないブロック塀は2～3段ならともかく、これを越えると倒壊するとみてよく、今から工事が行われるのかと思われるくらい崩壊したブロックがきれいに積み重ねられているなどの例があり、危険極まりない。基礎の転倒に関する検討についても問題がある。また、横筋の量は多く、縦筋の量が少なく、基礎に

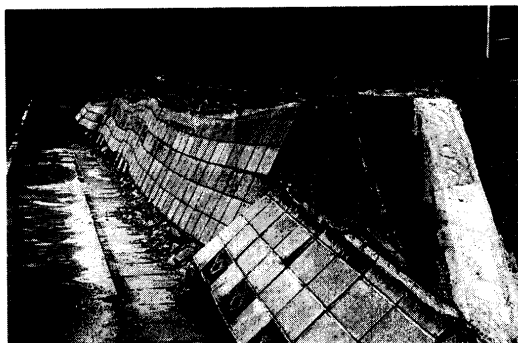


写真-23 鉄筋があるも形式的配置のブロック塀

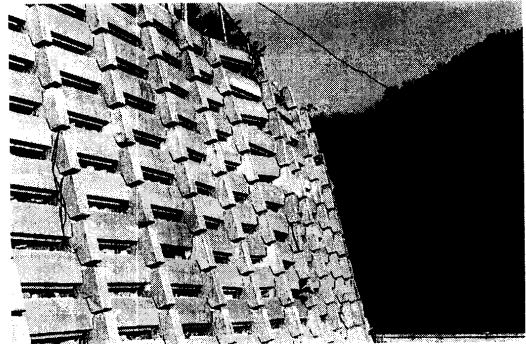


写真-24 特殊擁壁の崩壊とはらみ出し

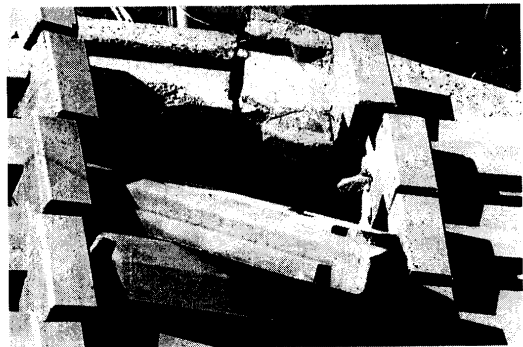


写真-25 特殊擁壁の崩壊部の詳細

定着されてないことによって、全体倒壊したブロック塀など抵抗機構の無理解による例が見られる。

ブロック塀は、個人的に工事が可能であり、多くはそれによって造られることにも問題があると感じる。

擁壁の被害として、石積みの擁壁が崩壊する例が散見される。数日後、崩壊した擁壁に同様の構法で元のようには修復する現場に遭遇するとき、従来からある構法上の意識を変化させることの困難を感じた。

写真-24は擁壁の崩壊の規模の大きいもので、構法上特殊なものであるので掲載する。この擁壁は、写真-25の詳細に示すように、プレキャストコンクリート製品によって、内側に裏込め石を配して組み合わせるものである。この擁壁は表面部材もまた組み合わせ式になっており、掛かり代が少なく、地震による変動によって脱落した。途中の表面材が脱落するとそれより上部の表面材も脱落し、辛うじて安定していたが、5月13日の地震で崩壊した。この擁壁は本来は低い自然崖であったが、下の道路との接続の関係から道路を切り下げ、擁壁を高く設けたと聞く。

§ 5. 住宅の障害と地震の振動の強さについて

他の建築物と異なり、住宅は分布域が大きい。同一レベルで住宅の地震による被害調査を行ったとき、地震の強さ、揺れの程度を見ることができる。一市二町による住宅被害の調査は全く同一レベルといえないまでも地震

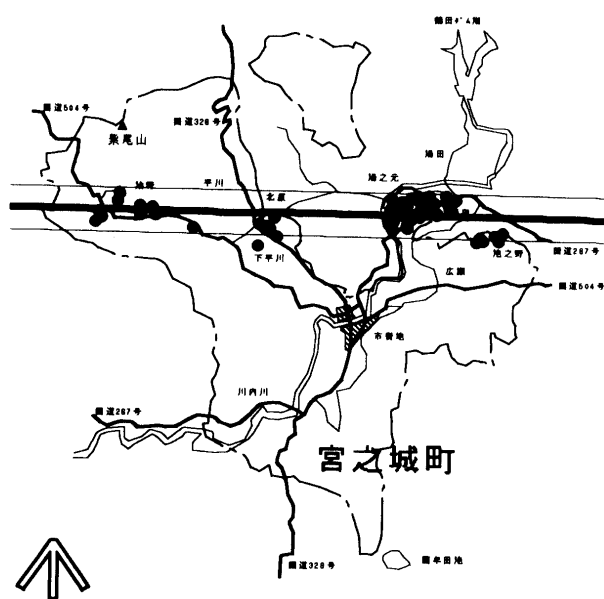


図-3 住宅損傷の大きい箇所

の揺れの大きかったところを推定することができる。

図-3は1市2町が調査した住宅被害箇所において損傷の大きい箇所、具体的には総合評価がAランクおよび個別評価のAランクが2個以上存在する住宅について、調査表の住所から住宅地図上で確認し、これを地図上にプロットしたものである。およそ、紫尾山南山麓から宮

之城温泉街と鶴田市街地を結ぶ、幅がおよそ2kmの直線帯に分布していることが判る。これは、大分大学千田先生より「墓石の回転方向から推定される断層位置」として鹿児島県北西部地震調査委員会にて公表された結果とほぼ一致しているもので、地震による振動の強さと関連して興味がある。

§ 6. おわりに

本調査は、鹿児島県北西部地震によって被害を受けた住宅と住宅関連付属施設について、現地にて行われたものであり、住宅に損傷を与えた原因について考察したものである。

調査において、地震による住宅に重大な損傷を与える要因は、その住宅が建っている宅地の条件によるもの大きい。

また、住宅付帯施設である、ブロック塀の倒壊が多く、これらのブロック塀には、鉄筋が有効に挿入されるものではないなどの問題が多いことが判るとともに、都市部の防災安全上の問題を提起するものであった。

謝辞

本調査は、鹿児島県土木部住宅課および鹿児島県住宅・建築総合センターの協力を得て行われた。ここに記して謝意を表する。