

9. 建築物の被害状況

9. 1 建築物の被害の全体概要

宮城県災害復旧対策本部の10月17日13時現在の報告によると、住家被害の全壊又は半壊の被害が生じたのは、松島町、松山町、鹿島台町、涌谷町、南郷町、石巻市、矢本町、河南町、桃生町、鳴瀬町の1市9町であり、このうち、特に被害の大きい鹿島台町、南郷町、矢本町、河南町、鳴瀬町については、町からの要請に基づき、宮城県を支援本部として応急危険度判定が実施された。

宮城県災害復旧対策本部による上記1市9町の住家被害（これらは主として木造と推定される）及び非住家被害、及び宮城県の被災建築物応急危険度判定支援本部最終結果に基づく5町での応急危険度判定結果を、それぞれ表9.1、表9.2に示す。なお、鹿島台町では町独自でも応急危険度判定を実施しているが、表9.2にはその情報は含まれていない。

表9.1 市町村別の住家等被害¹⁾

市町村名	住家被害（棟）			非住家被害	
	全壊	半壊	一部破損	公共	その他
松島町	18	58	220	1	4
松山町	1	21	59		3
鹿島台町	52	280	2,557	0	0
涌谷町	3	16	240		4
南郷町	145	448	1,339		902
石巻市		4	137		
矢本町	427	1,262	2,788	14	485
河南町	197	390	957	4	366
桃生町		1	40		
鳴瀬町	430	1,213	3,107		3,635

表9.2 被災建築物応急危険度判定結果²⁾

町名	木造（判定数）				鉄骨造（判定数）			
	危険	要注意	調査済	合計	危険	要注意	調査済	合計
矢本町	353	464	910	1,727	7	8	102	117
河南町	472	830	1,386	2,688	10	22	57	89
鳴瀬町	146	367	508	1,021	9	4	13	26
鹿島台町	29	108	46	183	0	4	3	7
南郷町	174	348	648	1,170	11	8	60	79
合計	1,174	2,117	3,498	6,789	37	46	235	318

町名	鉄筋コンクリート造・組石造（判定数）				合計			
	危険	要注意	調査済	合計	危険	要注意	調査済	合計
矢本町	11	7	13	31	371	479	1,025	1,875
河南町	15	3	17	35	497	855	1,460	2,812
鳴瀬町	10	2	4	16	165	373	525	1,063
鹿島台町	4	5	1	10	33	117	50	200
南郷町	9	1	36	46	194	357	744	1,295
合計	49	18	71	138	1,260	2,181	3,804	7,245

建築物の被害の全体概要は以下の通りである³⁾。図 9.1 に建築物被害の概要を地図上の分布として示す。

■木造建築物等の被害

- ・倒壊や大破に至った木造住宅は、開放的な構造の農家型住宅や、道路に面して開口の大きい店舗併用住宅が多い。農家型住宅の被害は、南郷町上二郷、中二郷、下二郷、小島、河南町広淵など、店舗併用住宅の被害は、河南町広淵、前谷地、矢本町矢本、大塩などに多く見られる。
- ・構造的に不連続な増築や、1階軽量鉄骨造＋2階在来軸組構法の住宅など、構造的に無理のある建物にも層崩壊等の被害が発生している。
- ・河南町北村や南郷町小島などでは、傾斜地や盛り土、軟弱地盤における地盤変状に伴う基礎や上部構造の被害が見られた。比較的新しい住宅でも、被害が発生している。
- ・構造的な被害が軽微な場合でも、瓦のずれや落下（特に棟瓦の落下）が多く見られた。屋根の古い構法としては、下地を杉皮としてセメント瓦葺きとしたものが多い。
- ・被災地域には水害対策として、壁の下部を石積み、上部を土塗壁とした倉庫（納屋）が多く、その倒壊が多い。石積み部分は横の石相互をかすがいでとめる程度である。
- ・学校や病院、庁舎など、木造の公共建築物の被害は比較的軽微であった。
- ・社寺建築の中には、大破又は一部倒壊など、大きな被害を受けたものがある。
- ・被災地域の多くでは、2回目の朝の地震で主たる被害を受けているが、河南町前谷地の木造住宅では、3回目の夕方の地震で大きな被害を生じたケースも多いようである。

■鉄筋コンクリート造建築物の被害

- ・河南町の深谷病院及び鹿島台町の鹿島台病院（国保病院）で病棟各1棟が大破、河南町の北村小学校校舎が大破、鹿島台町役場が中破するなどの被害を受けた。
- ・中破以上の被害を受けた建築物は、いずれも建築基準法に新耐震設計法が導入される1981年より前に建てられた建築物である。
- ・耐震補強を実施済みの建築物（矢本東小、矢本第二中の校舎各1棟）には被害が無かった。また、1978年宮城県沖地震で被災し補修・補強が行われた鳴瀬町野蒜小学校校舎は被害軽微であった。
- ・ガラス、棚、天井、換気設備等の非構造部材や設備の被害により、建築物の機能を損ねた例が多く見られた。落下による人的被害につながる恐れもある。

■鉄骨造等の被害

- ・鉄骨造の学校体育館では河南町の北村小学校体育館が大破、河南町の須江小学校体育館が小破であった。大破した体育館では、桁ブレース接合部の溶接部の破断が生じた。
- ・また、1階鉄筋コンクリート造、2階及び屋根が鉄骨造の体育館では、鹿島台町の鹿島台中学校体育館、鳴瀬町の浜市小学校体育館及び野蒜小学校体育館が小破であった。

■その他の被害

- ・ブロック塀の倒壊が多数見られた。倒壊したものは鉄筋の挿入が不十分なもの、あるいは施工不良と思われるものであった。
- ・塀に倉庫と同様の石積みが用いられており、こうした岩塀の倒壊が多い。

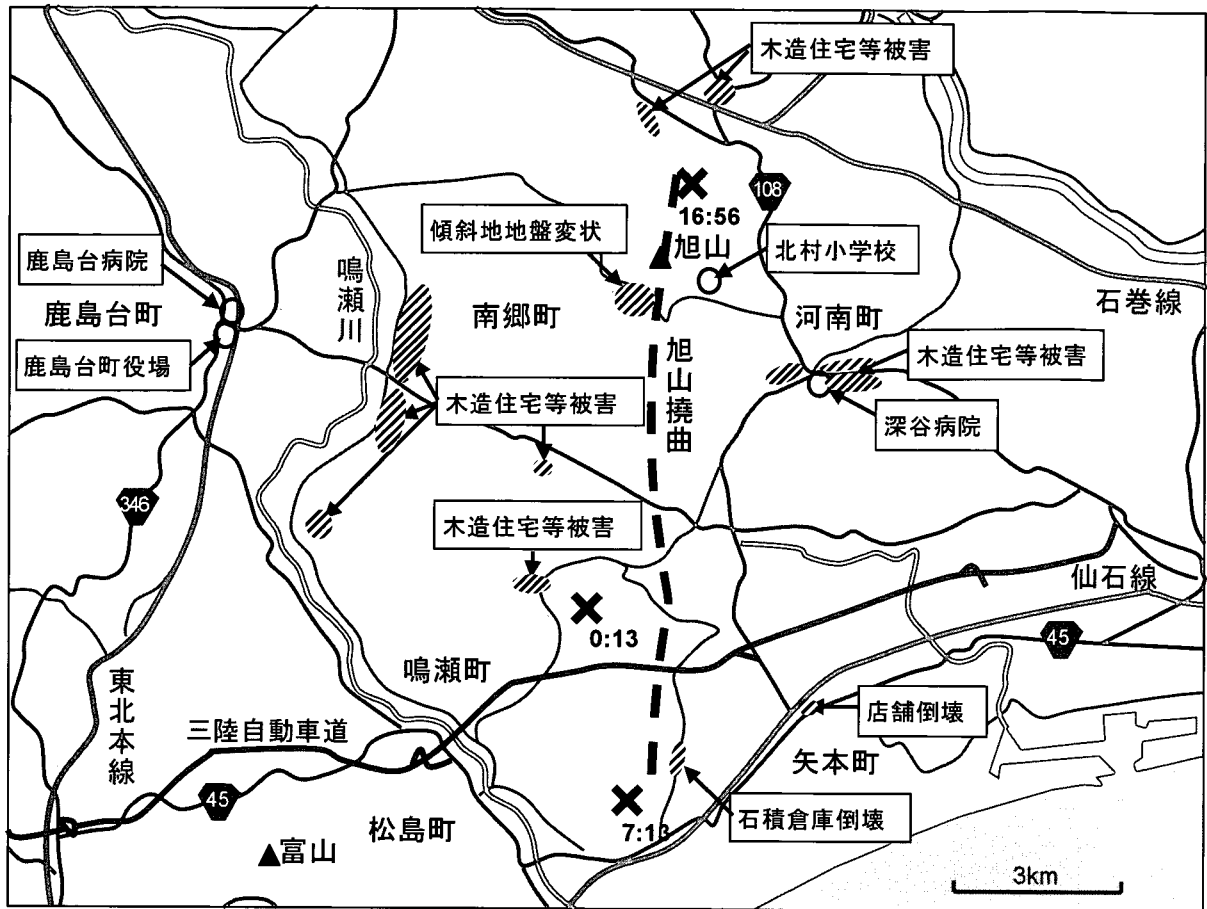


図 9.1 建築物被害の分布

9. 2 調査の概要

国総研及び建築研究所による建築物の被害調査は、以下の3チームにより行われた。

- (a) 7月26日～27日 主として鉄筋コンクリート造建築物の被害調査

調査者：

勅使川原正臣 独立行政法人建築研究所・構造研究グループ・上席研究員

楠 浩一 独立行政法人建築研究所・構造研究グループ・主任研究員

- (b) 7月27日～29日 主として木造建築物の被害調査

調査者：

河合 直人 国土交通省国土技術政策総合研究所・建築研究部・構造基準研究室長

喜々津 仁密 独立行政法人建築研究所・構造研究グループ・研究員

- (c) 7月30日～31日 主として木造建築物の被害調査

調査者：

植本 敬大 独立行政法人建築研究所・材料研究グループ・主任研究員

原 康之 独立行政法人建築研究所・構造研究グループ・交流研究員

9. 3 調査結果

9. 3. 1 木造住宅等の被害

(1) 農家型住宅の被害

農家型住宅は、古くは築 100 年以上と伝えるものもあり、昭和 30 年代まで類似の平面を有する開放的な構造である。玄関右手の台所の周囲を除くと、座敷側には全面壁が極めて少なく、鴨居から上の垂れ壁と柱の曲げによって、水平力に抵抗する構造である。柱の折損が多く見られた。

■被害例 1 (南郷町上二郷・伝統的構法・木造 2 階建て・昭和 3 年建築)

被害例 2 と同一の大工によるとのことであり、1 階部分は開放的な構造であったと推定される。小屋裏 2 階部分を残して、1 階が完全に崩壊した。



写真 9.1 被害例 1・小屋裏 2 階部分



写真 9.2 被害例 1・南西側

■被害例 2 (南郷町小島・伝統的構法・木造平屋一部小屋裏 2 階建て・昭和 5 年建築)

前面が 8 畳と 10 畳 2 室、背面が 6 畳 3 室の続き間で、全面壁が極めて少ない。南東方向 (前面側) に最大 1/20 程度の残留変形があり、柱が折損している。周囲に液状化跡が見られた。



写真 9.3 被害例 2・南東側 (前面)

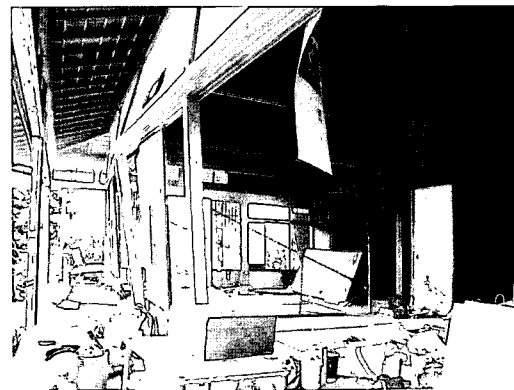


写真 9.4 被害例 2・柱の折損

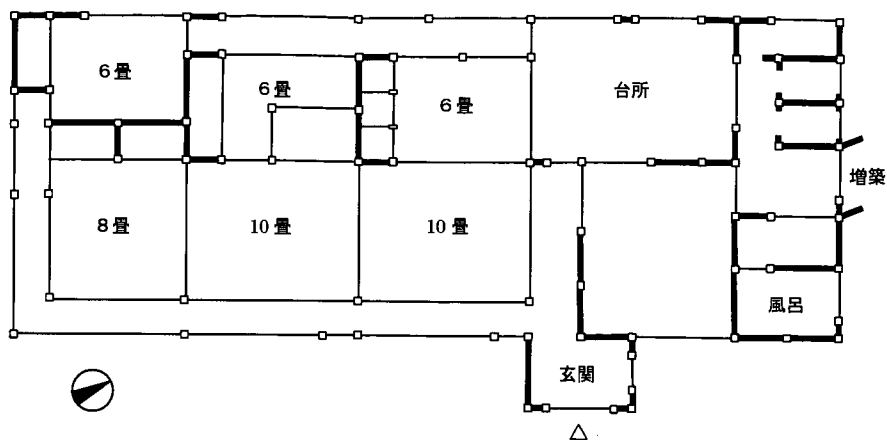


図 9.2 被害例 2 ・ 平面略図

(2) 併用構造の被害

1階を車庫とするために軽量鉄骨造とした住宅で、1階の層崩壊が生じた例があった。

■被害例 3 (南郷町上二郷・1階軽量鉄骨造+2階在来軸組構法・昭和 52 年建築)

1階軽量鉄骨造部分の層崩壊。1階柱は溝型鋼同士を溶接しており、柱脚にはメカニカルアンカーボルト(軸径約 13mm)を使用していると思われる。



写真 9.5 被害例 3 ・ 1 階の層崩壊



写真 9.6 被害例 3 ・ 1 階柱及び柱脚

(3) 店舗併用住宅の被害

1階店舗の道路に面した側の開口が大きい店舗併用住宅が、倒壊又は大破の被害を受けている例が、河南町広淵、前谷地、矢本町矢本、大塩などの地域で見られた。

■被害例 4 (河南町広淵・在来軸組構法 2 階建て店舗併用住宅・昭和 25 年建築)

道路に面して開口の大きい店舗であったと推定される。道路に近い側がねじれるように倒壊している。

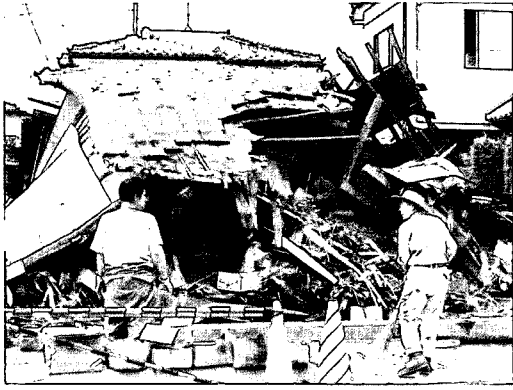


写真 9.7 被害例 4 ・道路からの全景



写真 9.8 被害例 4 ・東側ブロック塀の倒壊

■被害例 5 (矢本町矢本・在来軸組構法 2 階建て店舗併用住宅・築年数不明)

南側道路に面して開口の大きい店舗であったと推定される。住居部分の柱が南に傾斜しており、店舗部分は調査時点(7月28日)で撤去済み。

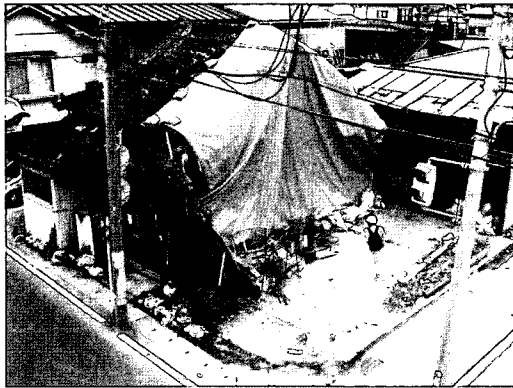


写真 9.9 被害例 5 ・店舗部分撤去後

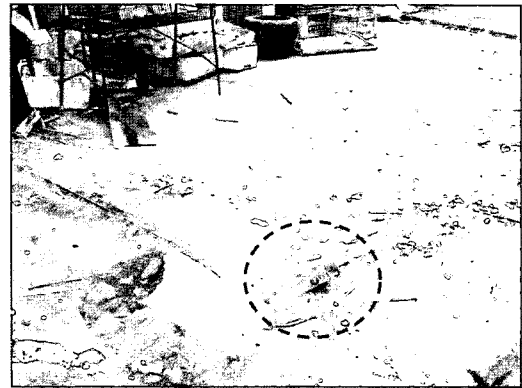


写真 9.10 被害例 5 ・店舗隅の柱脚金物

(4) 地盤変状に伴う被害

河南町北村では、傾斜地や盛り土による地盤変状に伴い、基礎の損傷や上部構造の破壊を生じる被害があった。また、傾斜地ではなくても、南郷町小島では、軟弱地盤の地盤変状に伴う鉄筋コンクリート布基礎の損傷やそれに伴う上部構造の被害が見られた。

■被害例 6 (河南町北村・在来軸組構法 2 階建て住宅・平成 10 年頃建築)

盛り土に擁壁を用いた地盤が移動し、基礎のクラックを生じた。窓ガラスが破損、瓦が落下。

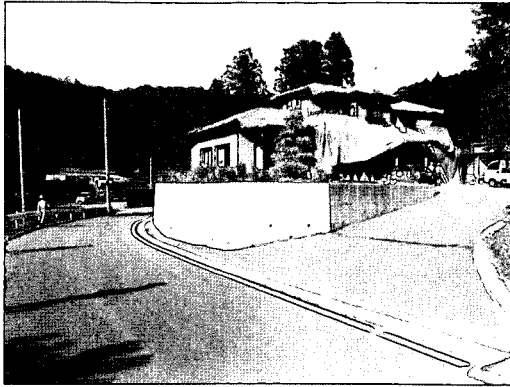


写真 9.11 被害例 6 ・南西から全景

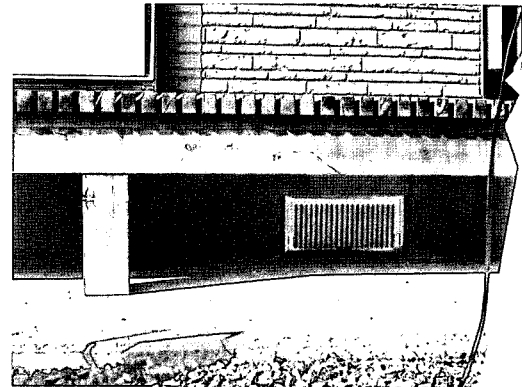


写真 9.12 被害例 6 ・布基礎のクラック

(5) 倉庫の被害

水害対策から、下部を野蒜（のびる）石積み、上部を土塗壁として瓦屋根を掛けた納屋の倒壊等の被害が多く見られた。隣り合う石相互をかすがいでとめる程度であり、脆弱な構造である。

■被害例 7（河南町砂押・倉庫）、被害例 8（矢本町上沢目・倉庫）



写真 9.13 被害例 7 ・右端に石積が残る



写真 9.14 被害例 8 ・石積が崩壊

9. 3. 2 木造の公共建築物の被害

(1) 公共建築物の被害の概要

被災地域には、学校、病院、庁舎などの木造の公共建築物が少なからずあり、中には昭和 30 年代の学校建築物など、比較的古いものもあったが、一般的に被害は比較的軽微であった。ここでは、ある程度の被害を生じ、調査を行った 2 棟の公共建築について述べる。

(2) 河南町歴史民俗資料館「立教堂」

北村小学校の敷地内にある木造平屋の建物で、昭和 4 年竣工。玄関部分が本体と分離し、東に向かって倒壊した。玄関部分と本体との接合部は、桁端部が短ほぞで、かすがいによりとめてある程度であった。本体の土台、柱脚に腐朽が見られた。

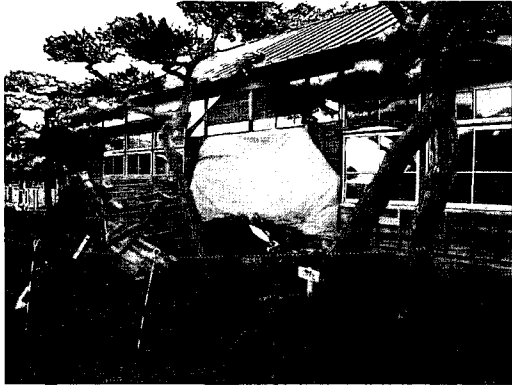


写真 9.15 立教堂・玄関部分の倒壊

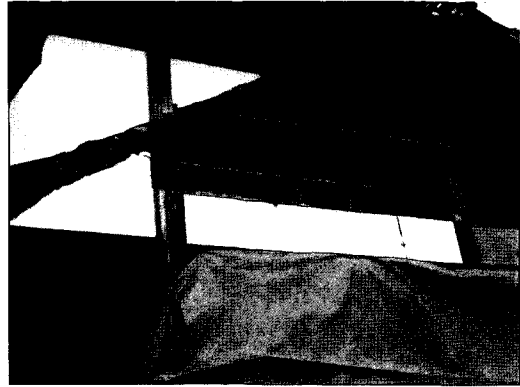


写真 9.16 立教堂・玄関の横架材接合部

(3) 鹿島台病院（国保病院）・木造棟

昭和 34 年以前竣工の木造棟。屋根瓦が落下し、雨漏りのため使用禁止となっていた。構造的被害は軽微である模様。



写真 9.17 木造棟・南からの外観



写真 9.18 木造棟・屋根瓦の落下状況

9. 3. 3 社寺建築の被害

社寺建築では、南郷町二郷付近の低地での建物被害が多く、山間部での被害は小さかった。住宅系本堂では柱の折損が見られたが、社殿では横架材（長押）の折損が見られた。

■塩釜神社（築年数不明）

西（前面）に向かって 1/10 を超えて傾斜している。柱の折損はなく、横架材が接合部で折れている。

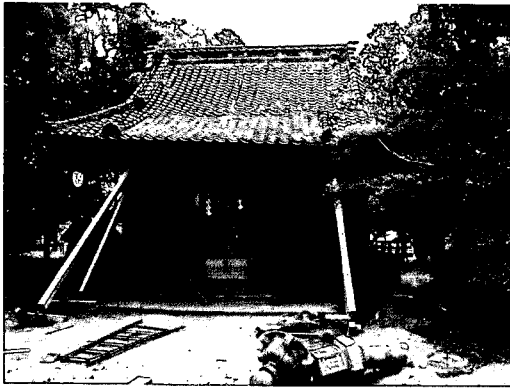


写真 9.19 塩釜神社・西側（前面）



写真 9.20 塩釜神社・南側（側面）

■東光寺（本堂：昭和 54 年竣工）

本堂の柱に鴨居位置及び床レベルでひび割れが発生し、地盤が南側に崩れ、東柱が外れている。隣接する庫裏も全壊。隣接する墓地では液状化現象が見られた。



写真 9.21 東光寺本堂・南側（正面）

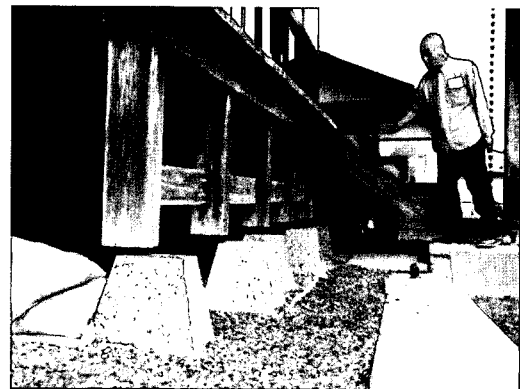


写真 9.22 東光寺本堂・東柱

9. 3. 4 鉄筋コンクリート造建築物の被害

鉄筋コンクリート造建築物の調査対象建築物を表 9.3 に示す。

表 9.3 鉄筋コンクリート造の調査建築物

調査番号	建築物	構造被害
1.	石巻女子高 校舎 体育館	軽微 軽微
2.	大街道小学校	無被害
3.	矢本高校	柱のせん断ひび割れ
4.	矢本町役場	柱のせん断ひび割れ
5.	鳴瀬町役場	軽微
6.	鹿島台病院	大破（3階）
7.	南郷中学校	無被害

8.	南郷小学校	軽微
9.	鹿島台町役場	中破
10.	深谷病院	中破（西館）
11.	北村小学校	大破

（１）石巻女子高

校舎建物はほぼ無被害であり、一部の柱で腰壁端から曲げひび割れが発生しているのが確認された程度であった。一方、同校体育館では、1階耐力壁に縦方向のひび割れ) や、2階梁上端に沿ったひび割れが確認されたが、その被害は軽微であった。

（２）大街道小学校

校舎の概観調査のみを実施したが、ガラスの破損が少し確認された程度で、構造的には無被害であった。

（３）矢本高校

校舎全景を写真 9.23 に示す。校舎北側の柱の内、1階、2階で各2本ずつ計4本でせん断ひびわれが確認された(写真 9.24)。また、校舎周辺の地盤では地盤変状も確認された。役場の情報では、矢本町は新しい町で、もともと田圃のところに住宅を建てているとの事であった。また、校舎内では地震の揺れにより、設備備品等が転倒していた。

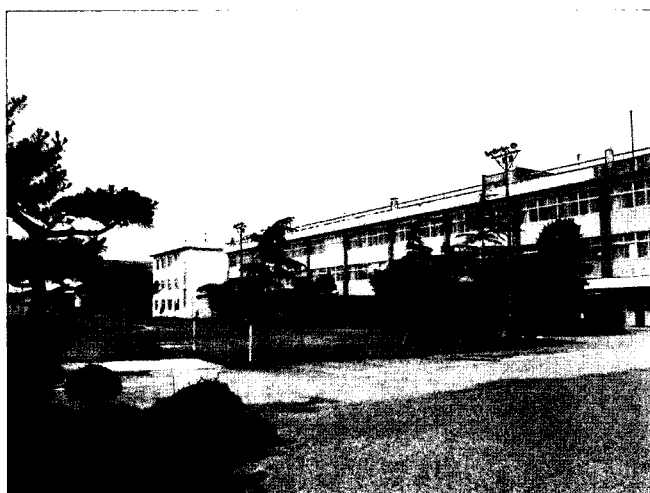


写真 9.23 校舎全景 (矢本高校)



写真 9.24 1階柱 (非構造部材か) のせん断ひび割れ (矢本高校)

（４）矢本町役場

1973年築の3階建てである。全景を写真 9.25 に示す。玄関脇の非構造柱でコンクリートの剥落が確認された(写真 9.26)。また、1階の一部の柱では、せん断ひび割れが確認された。1階裏口では、天井ボードが一部剥落していた。本役場では、地震時に東西方向に 849.5gal の加速度が計測されている。

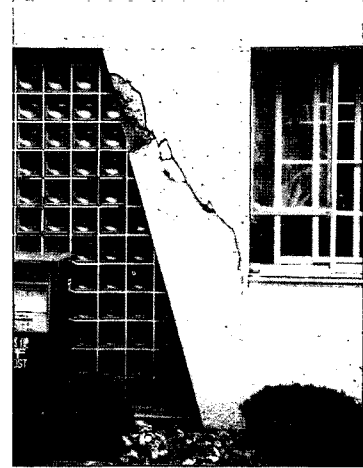
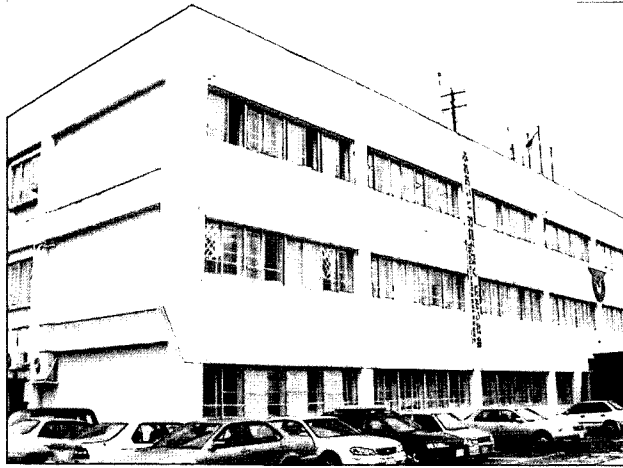


写真 9.25 建築物近景 (矢本町役場)³⁾ 写真 9.26 飾り柱の被害 (矢本町役場)

(5) 鳴瀬町役場

一部の柱でせん断ひび割れが確認され、周辺地盤の変状も見受けられたが、構造的にはその被害は軽微と考えられる。

(6) 鹿島台国民健康保険病院

病院は、鉄筋コンクリート造の3階建南棟(1972年築)と3階建北棟(1966年築)および北西部にある2階建木造棟(築年不明)より構成されている(図9.3)。大きな被害は、1966年築の鉄筋コンクリート造北棟の3階部分で確認された。建物全景を写真9.27に示す。大きな被害を受けたのは、同写真の左側渡廊下でつながった写真9.28の北棟である。本館(南棟)の正面2階の非構造壁で、写真9.29に示すようなせん断破壊が生じた。

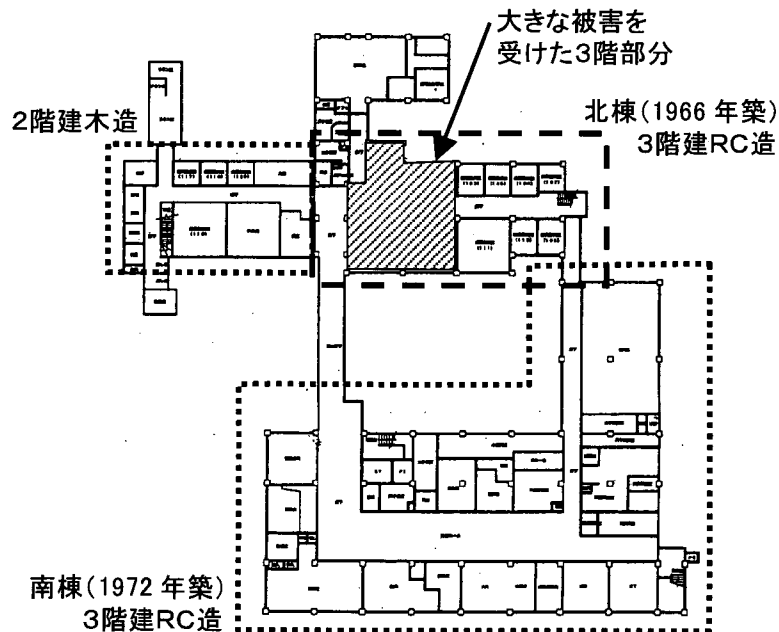


図 9.3 鹿島台国保病院の平面 (病棟の構造と建築年)

北棟3階では、写真9.30～写真9.31に示すように、9本中6本の柱がせん断破壊を生じており、病院関係者に立ち入り禁止を勧告した。柱主筋は丸鋼で、フープ間隔は20cm程度であった。また、渡り廊下のエキスパンションジョイント部で、振動中の衝突による被害が確認された。

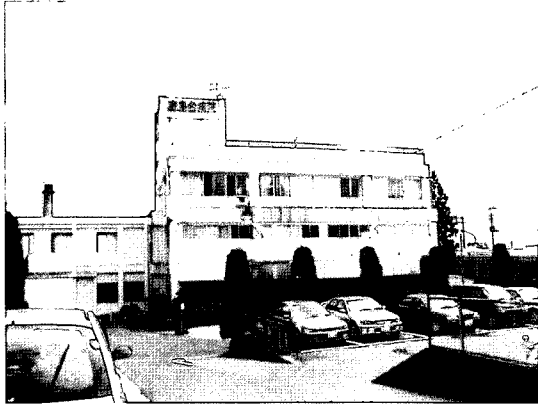


写真9.27 建物全景（鹿島台病院・南棟）



写真9.28 建物全景（鹿島台病院・北棟）



写真9.29 非構造部材の被害
（鹿島台病院・南棟）

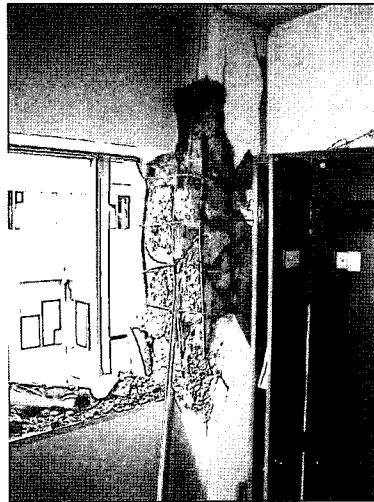


写真9.30 柱のせん断破壊
（鹿島台病院・北棟）

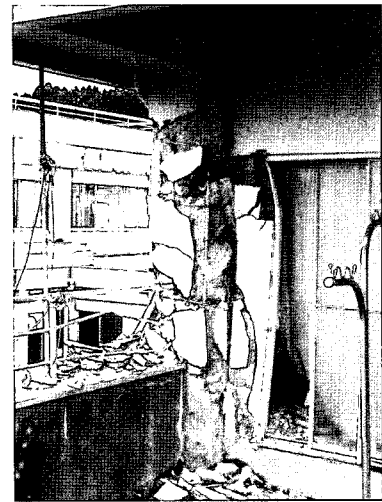


写真9.31 隅柱のせん断破壊
（鹿島台病院・北棟）

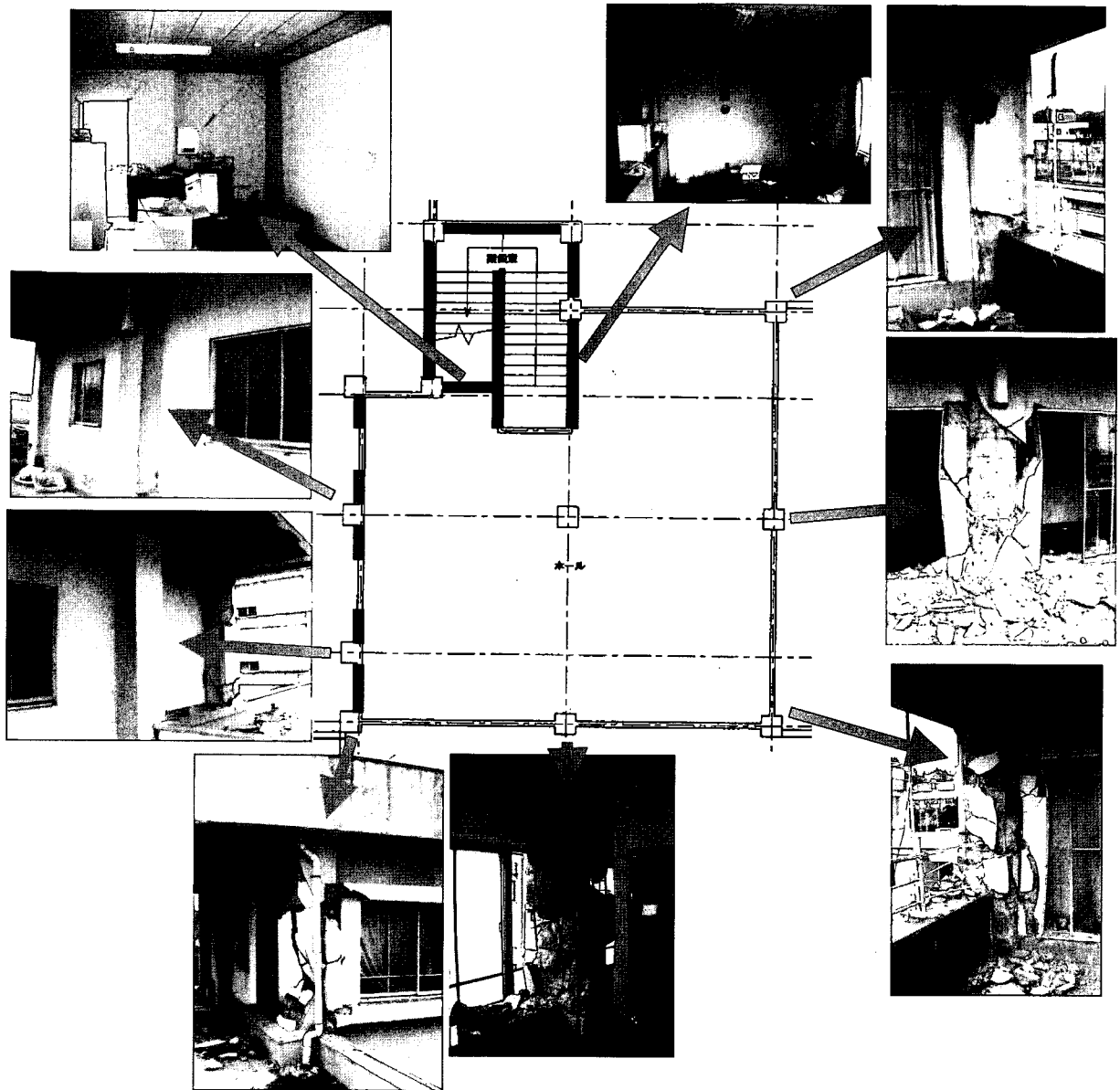


図 9.4 大きな被害を受けた北棟 3 階の平面と被害

(7) 南郷中学校

校舎に被害は確認されなかった。

(8) 南郷小学校

建物は昭和 60 年竣工の 2 階建てである。玄関横の耐力壁に 0.4~0.6mm 程度のせん断ひび割れが確認されたが、柱は無被害であった。振動により内容物はかなり散乱していた。

(9) 鹿島台町役場

1961 年に設計された 3 階建て建物である。建物全景を写真 9.32 に示す。写真 9.33 に示すように、2 階入口横の柱脚で曲げ破壊が確認された。主筋は丸鋼であった。また、2 階

中柱でせん断ひび割れが確認された。



写真 9.32 建物全景（鹿島台町役場）



写真 9.33 2階入口付近の柱脚の被害
（鹿島台町役場）

(10) 深谷病院

1969年竣工の4階建て建物である。建物全景を写真 9.34 に示す。建物は主に、西館、東館、南館、新館の4棟があるが、西館の2階で大きな被害を受けた。2階の6本の柱で損傷度 V の被害を受けた。2階の桁行方向耐震壁のせん断ひび割れ発生状況を写真 9.35 に、柱のせん断破壊状況を写真 9.36 に示す。また西館北側にあったRC造煙突が大きな損傷を受け、余震による倒壊の恐れがあったために、すぐに解体撤去した。

被害を受けた西館2階



写真 9.34 建物全景（深谷病院）

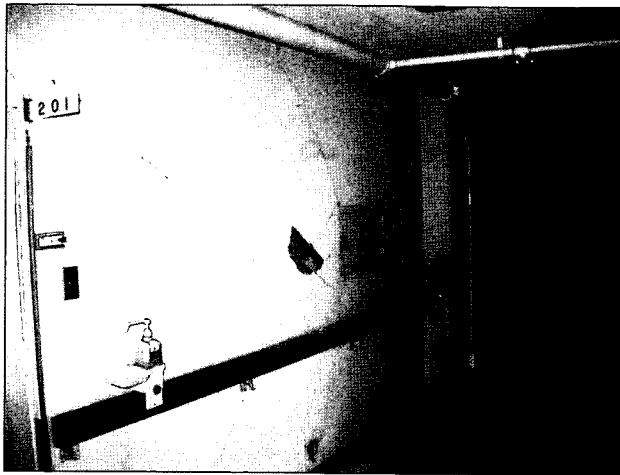


写真 9.35 2階壁のせん断ひび割れ (深谷病院)



写真 9.36 2階柱のせん断破壊
(深谷病院)

(11) 北村小学校

1972年築の3階建て建物である。校舎全景を写真 9.37 に示す。写真 9.38、写真 9.39 に示すように、桁行き方向の被害が大きく、38箇所中13ヶ所でせん断破壊が確認された。

日本建築学会「7月26日宮城県北部の地震災害調査」では、本建物について1次診断を実施している。東北大学前田助教授の計算によると、柱のサイズおよび配筋量から柱部材のせん断耐力は60~90tonfとなった。このせん断耐力が曲げ耐力を下回ると仮定し、かつ靱性指標 $F=1.0$ 、形状係数 $SD=0.9$ 、経年指標 $T=0.9$ としても $I_s=0.7$ 程度となると示されており、通常の耐震目標性能 $I_{so}=0.6$ を上回っている。今後、既存建物の耐震安全性評価技術の精度向上のためには、既存建物の地震時応答を計測する建物の強震観測網の整備が望まれる。

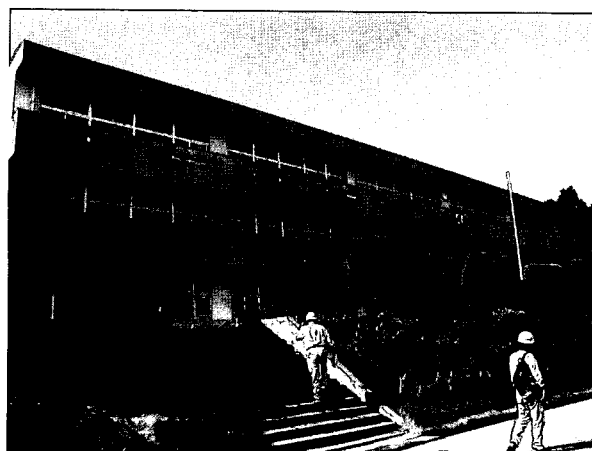


写真 9.37 建物全景 (北村小学校)



写真 9.38 玄関横の柱の被害
(北村小学校)



写真 9.39 柱のせん断破壊
(北村小学校)

9. 4 まとめ

2003年7月26日宮城県北部連続地震による建築物の被害に関する現地調査の結果及び現時点での所見を要約すると以下の通りである。

- ・倒壊や大破に至った木造住宅は、開放的な構造の農家型住宅や、道路に面して開口の大きい店舗併用住宅が多い。また、構造的に無理のある住宅にも層崩壊等の被害が発生している。建設年代の古い住宅も多く、現行の建築基準法に適合していない建物が被害を受けたと考えられる。木造住宅の耐震診断・耐震改修の促進が急務である。
- ・傾斜地や盛り土、軟弱地盤における地盤変状に伴う基礎や上部構造の被害が新しい住宅にも見られた。適切な擁壁の設置や地盤改良、基礎工法の選択等が必要である。
- ・構造的な被害が軽微な住宅等でも、瓦のずれや落下が多い。また、壁の下部を脆弱な石積みとした倉庫（納屋）が多く、その倒壊が多かった。ブロック塀や岩塀の倒壊も多く見られた。これらも人的被害に繋がる恐れがあり、適切な対策を講じる必要がある。
- ・学校や病院、庁舎など、木造の公共建築物の被害は比較的軽微であった。しかし、中には老朽化が進んでいる建築物もあり、適切な維持管理が必要と思われる。
- ・社寺建築の中には、大破又は一部倒壊など、大きな被害を受けたものがある。人的被害に繋がる恐れもあり、耐震診断・耐震改修の促進が必要である。
- ・鉄筋コンクリート造建築物では、町役場1棟が中破、病院2棟が大破している。災害時に重要な社会的機能を果たすべき建築物の被害は問題である。耐震診断・耐震補強は依然として緊急かつ重要な課題である。
- ・鉄筋コンクリート造建築物の大きな被害は、すべて建築基準法に新耐震設計法が導入された1981年より以前の建築物である。耐震補強実施済みの建築物は被害が無いか軽微であった。

- ・ガラス、棚、天井、換気設備等の非構造部材や設備の被害が、建物の機能を損ねたり、落下して人的被害につながる可能性がある。建築構造の応答加速度、応答変形を十分に考慮して非構造部材や設備の設計を行うべきである。

参考文献

- 1) 宮城県：宮城県北部連続地震による被害について（第 34 報・平成 15 年 10 月 17 日 13 時 00 分現在）宮城県ホームページ <http://www.pref.miyagi.jp/kikitaisaku/saigai/0726saigai36.pdf> より作成
- 2) 宮城県：被災建築物応急危険度判定について，宮城県ホームページ <http://www.pref.miyagi.jp/kentaku/kikakutyousa/kentikuhantei7.27.pdf> より作成
- 3) (社) 日本建築学会災害委員会・日本建築学会災害調査 WG「2003 年 7 月 26 日宮城県北部の地震災害調査速報」2003 年 8 月 31 日