

# 2003年7月26日宮城県北部の地震における建物被害調査

# DAMAGE INVESTIGATION OF BUILDINGS IN THE 26 JULY 2003 NORTHERN MIYAGI PREFECTURE EARTHQUAKE

柴山明寛 — \*1 佐藤 健 — \*2  
村山良之 — \*3 平野信一 — \*4  
松本秀明 — \*5 増田 聡 — \*6  
久田嘉章 — \*7 源栄正人 — \*8

Akihiro SHIBAYAMA — \*1 Takeshi SATO — \*2  
Yoshiyuki MURAYAMA — \*3 Shinichi HIRANO — \*4  
Hideaki MATUMOTO — \*5 Satoru MASUDA — \*6  
Yoshiaki HISADA — \*7 Masato MOTOSAKA — \*8

## キーワード:

2003年宮城県北部の地震, 悉皆調査, 破壊パターン, 木造建物, 被害分布

## Keywords:

Northern Miyagi Prefecture earthquake of 2003, Damage investigation, Building damage pattern, Wooden house, Damage distribution

The purpose of this study examines a characteristic of the building damage and grasp of aspect damage distribution from a result of 2619 buildings that investigated the damage of 26 July 2003 Northern Miyagi Prefecture earthquake. The results thought the analysis are summarized as follows. The damage of a wooden house was the highest in Kojima district of Nango-cho, and the damage was low in Oshio district of Yamoto-cho and Hirawatari district of Kashimadai-cho. The damage rate was high so that building age was old a wooden building, and the damage rate was higher store combination house than general house.

## 1. はじめに

2003年7月26日の宮城県北部を震源とする地震では、前震(0時13分, M5.6)、本震(7時13分, M6.4)、最大余震(16時56分, M5.5)の連続地震が深さ12km位置を震源として発生した。この地震では、震度6弱以上の揺れが3回観測され、旧矢本町<sup>注1)</sup>、旧河南町<sup>注1)</sup>、旧鳴瀬町<sup>注1)</sup>、鹿島台町、南郷町の5町は特に大きい被害を受けた。この地震による人的被害は、幸い死者は発生しなかったものの、重傷者51名、軽傷者624名が重軽傷を負った。住家被害は、全壊住家1,276棟、半壊住家3,809棟、一部損壊住家10,975棟(宮城県災害復旧対策本部、確定報)であった。

日本建築学会東北支部では、震災直後に東北支部災害調査連絡会の委員を中心とした地震災害調査委員会が発足し、調査団として日本建築学会災害調査WGが組織され、一般建築物から公共施設、ライフラインに至るまでの被災調査が震災直後から行われた<sup>1)</sup>。著者ら災害調査WG1(地震・地震動)、WG4(生活関連被害)では、震災直後に被災建物の悉皆調査<sup>注2)</sup>を実施した。また、同調査WGは震災から1年後に被災建物の追加調査を実施した。

本報では、面的に被害状況の把握を目的として行った被災建物の悉皆調査、追加調査の調査結果について報告を行う。

## 2. 悉皆調査および追加調査の概要

### 2. 1 悉皆調査の概要

### 1) 調査目的と調査方針

調査目的は、面的な建物被害状況をできるだけ早期に把握することにより、地域別の建物被害率や地震動と建物被害の関係を明らかにすることを目的とした。従って、調査方針として最も重要視した事項は調査速度であり、そのための簡易で有効な被害判定指標が必須となる。

### 2) 調査機関と調査員

調査機関は、東北大学の工学研究科、理学研究科、経済学研究科、および工学院大学である。また、調査員は、各調査機関の学生が主力となり、宮城工業高等専門学校専攻科学生のボランティアを加えた。

### 3) 調査日程と調査人数

調査日程は2003年7月29日～8月8日までの11日間であり、延べ37班(延べ78名)の調査員を現地動員した。

### 4) 調査地区と調査建物

調査地区は、災害救助法が適用された旧矢本町<sup>注1)</sup>、旧河南町<sup>注1)</sup>、旧鳴瀬町<sup>注1)</sup>、鹿島台町、南郷町のそれぞれ一部であり、集落が密集しており、幹線道路などで囲まれた面的に連続したエリアを調査対象とした。また、調査対象地区の選定は、初動調査などの情報に基づき、市町村を代表する集落及び被害が甚大な集落を調査対象地区とした。図1の塗りつぶしで表示されている地区が調査対象地区であり、大きく10地区に分けられる。また、調査建物は調査地区内の全ての建物用途、構造種別を調査対象としたが、時間的・人的制約から作業場や蔵などの敷地

\*1 工学院大学大学院工学研究科建築学専攻 大学院生・修士(工学)  
(〒163-8677 東京都新宿区西新宿1-24-2)

\*2 東北大学災害制御研究センター 講師・博士(工学)

\*3 東北大学理学研究科地理学研究室 講師・理修

\*4 東北大学理学研究科地理学研究室 助教授・理博

\*5 東北学院大学教養学部 教授・理博

\*6 東北大学大学院経済学研究科 教授・工博

\*7 工学院大学建築学科 教授・工博

\*8 東北大学災害制御研究センター 教授・工博

\*1 Graduate Student, Graduate School of Eng., Kogakuin Univ., M. Eng.

\*2 Lecturer, Disaster Control Research Center, Tohoku Univ., Dr. Eng.

\*3 Lecturer, Graduate School of Science, Tohoku Univ., M. Sci.

\*4 Assoc. Prof., Graduate School of Science, Tohoku Univ., Dr. Sci.

\*5 Prof., Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin Univ., Dr. Sci.

\*6 Prof., Graduate School of Econ. and Management, Tohoku Univ., Dr. Eng.

\*7 Prof., Dept. of Architecture, Kogakuin Univ., Dr. Eng.

\*8 Prof., Disaster Control Research Center, Tohoku Univ., Dr. Eng.



表4 1棟あたりに要する調査時間

	グロス建蔽率(%)	全調査時間(分)	1棟あたりの調査時間(分)
赤井地区	3.36	1,310	3.64
広瀬地区	11.94	849	1.95
新田地区	9.76	277	2.92
前谷地地区	16.63	550	2.03
平渡地区	20.29	148	1.05
二郷地区	11.63	1,437	2.27
小島地区	3.11	304	5.85
合計		4,875	2.45

## 2. 2 追加調査の概要

追加調査は、震災直後に行われた悉皆調査で居住者にヒアリングができなかった建物を対象として実施した。調査機関は、悉皆調査と同様の機関で実施し、調査期間は、2004年6月18日から2004年6月22日までの5日間で、調査人数は、延べ人数80人、一日平均15人体制で調査を行った。

調査内容は、建築年数、敷地内の地盤変状、復旧復興に関する内容、室内被害についてヒアリング調査を行った。また、調査地域での実査を行うにあたり、事前に各自治体にご協力を頂き、各調査地域の行政区長及び住民に追加調査の実施の通達を行った。調査棟数は、2,619棟中817棟の調査を行い、悉皆調査の調査棟数の約3割を調査した。

本報告には追加調査で得られた建築年数のみを分析に用いた。その他の調査内容の集計結果については、文献9に報告がなされている。

## 3. 調査結果

### 3. 1 全調査建物の集計結果

#### 1) 構造種別と建物用途

地区別の構造種別の構成を図2に、地区別の建物用途の構成を図3に示す。全調査建物の構造種別の構成は、木造建物が2,417棟、S造建物が114棟、RC造建物が50棟、その他の建物が28棟であった。建物用途の構成では、全体の84% (2,192棟) が戸建専用住宅であった。これらから調査地区内のすべての建物用途、構造種別を調査対象としているにも関わらず、そのほとんどが木造戸建専用住宅であることがわかる。

地区別で見ると、各集落の土地利用現況を反映して、前谷地地区、小野地区、平渡地区では、その他の地区に比べてS造、RC造の割合が高く、また、店舗併用住宅、店舗の割合が高くなっており、都市的市街地に近い地域と言える。赤井地区、北村地区、新田地区、小島地区、大塩地区は、店舗併用住宅、店舗の割合も少なく、水田地帯における農業集落的性格が強い地域と言える。そして、これらに属さない広瀬地区、二郷地区は、都市的市街地と農業集落を併せ持った集落と言える。大塩地区に関しては、新興住宅街の一部を調査したものである。

#### 2) 構造種別の被害ランク

構造種別の被害ランクの構成を図4に示す。岡田らの破壊パターンチャートに基づき、無被害(Damage Grade D0)、一部損壊(Damage Grade D1,D2)、半壊(Damage Grade D3)、全壊(Damage Grade D4)、倒壊(Damage Grade D5以上)とした。

木造建物の被害ランクは、半壊以上の被害率が10%程度、全

壊が4%程度、倒壊が1%の被害であった。S造に関しては、一部損壊がその他の構造種別より低い被害率であるが、半壊が5%、全壊が2%であった。RC造に関しては全壊建物が無いものの半壊が6%であった。

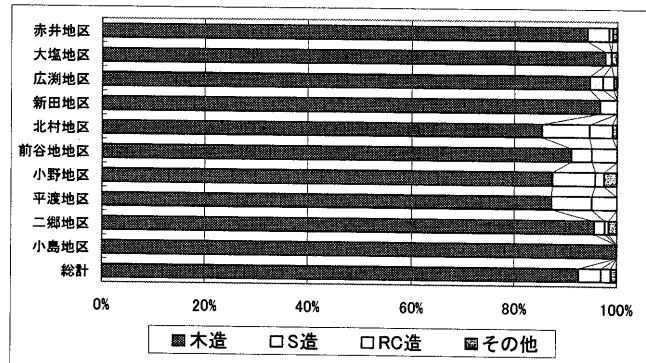


図2 地区別の構造種別の構成

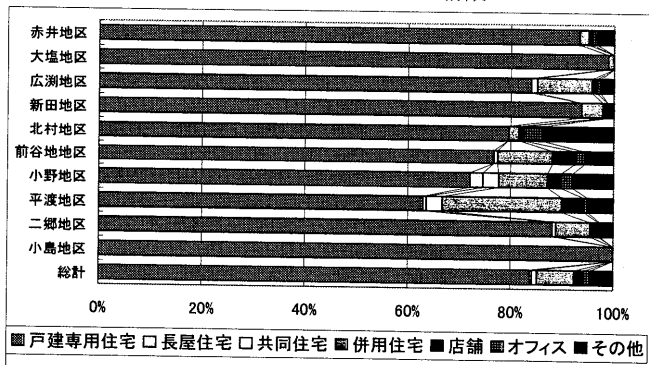


図3 地区別の建物用途の構成

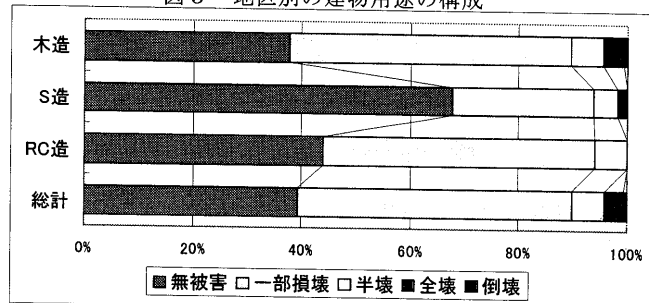


図4 構造種別の被害ランクの構成

### 3. 2 木造建物に関する調査結果

悉皆調査は、調査対象地区内のすべての構造種別を対象としているが、調査建物の93%が木造であることから、木造建物に関する調査結果と分析結果を示す。

#### 1) 木造建物の建物用途と建物階数

木造建物の地区別建物用途の構成を図5に、地区別建物の階数の構成を図6に示す。全木造建物の建物用途の構成は、戸建専用住宅が90%で最も多く、その次に店舗併用住宅の7%となっている。広瀬地区、前谷地地区、小野地区、平渡地区の4地区では、店舗併用住宅の割合が10%以上となっている。全木造建物の建物階数の構成は、平屋建て建物の割合が37%、2階建て建物が62%、3階建て以上の建物は1%以下であった。2階建て建物の割合が80%を超えている地区は、大塩地区、小野地区、平渡地区の3地区であった。

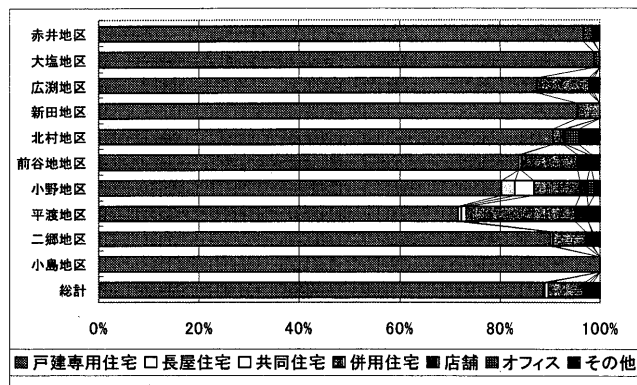


図5 木造建物の地区別建物用途の構成

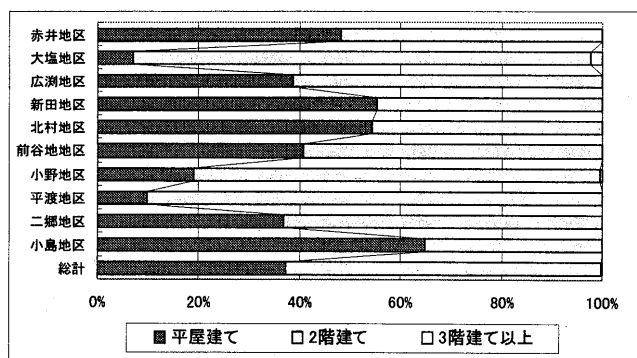


図6 木造建物の地区別建物階数の構成

## 2) 木造建物の地区別被害ランク

木造建物の地区別被害ランクの構成を図7、図8に示す。小島地区における半壊以上の被害率が40%を超えている一方で、大塩地区と平渡地区の調査建物には、半壊以上の被害判定がない。その他の地区の半壊以上の被害率は、10~20%程度である。大塩地区に関しては、調査した範囲が1995年に宅地造成された土地であり、それ以降に建てられた新しい住宅地であったため、被害が少なかったと考えられる。また、北村地区には甚大な被害を受けた北村小学校があるが、北村地区の被害率は他地区との比較において際立った特徴は見られない。

地理的条件から地区別被害ランクを見ると、南郷町、及び旧河南町、それに隣接する赤井地区の被害率が高いことがわかる。しかし、本震の震源位置や旭山撓曲との関係性は見られなかった。その他の要因と地区別被害ランクの関係性を見ると、建物階数に関係性が見られ、平屋建ての建物が多い調査地区では被害率が高い傾向となっている。後述において建物階数と被害ランクの関係性について述べる。

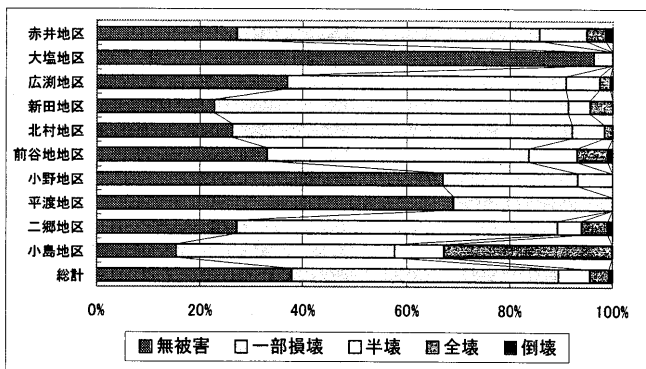


図7 木造建物の地区別被害ランクの構成

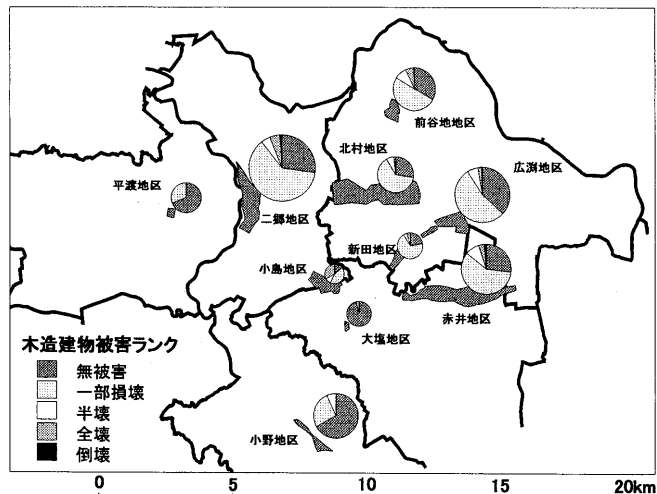


図8 木造建物の地区別被害ランクの構成

## 3) 戸建専用住宅と店舗併用住宅との被害ランクの比較

一般的に店舗併用住宅は、柱、壁が少なく構造的に弱いとされている。そこで戸建専用住宅と店舗併用住宅との被害ランクの比較を行った。分析の対象とした建物は、木造建物2階建ての建物とし、全調査地区の該当する建物、1456棟で分析を行った。しかし、地盤条件や入力地震動などの影響も考えられるため、地盤種別が同じで地震動強さがほぼ同じと考えられる広瀬地区の字町全域の対象建物、63棟で同様の分析を行った。戸建専用住宅と店舗併用住宅との被害ランクの比較を図9に示す。

全対象建物、広瀬地区の字町全域の対象建物においても、戸建専用住宅より店舗併用住宅の方が、被害率が高くなる傾向が見られた。全対象建物では、半壊で3.0倍増、全壊で2.3倍増、字町地域では、半壊で7.5倍増、全壊で2.5倍増であった。

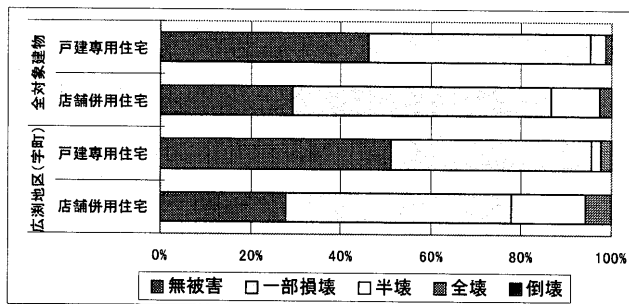


図9 戸建専用住宅と店舗併用住宅との被害ランクの比較

## 4) 屋根種別と屋根被害

瓦屋根の被害の判定項目は、木造建築物の応急危険度判定調査表における項目と共通とし、撤去済やブルーシートで覆われているなどの理由による「判定不能」、および「瓦屋根でない」を加えた。「瓦屋根でない」は、茅葺屋根やトタン屋根、スレート葺きなどであることを示す。屋根種別の構成を図10に示す。瓦屋根の割合は全体で40%程度である。

また、瓦屋根の被害の構成を地区別で図11に示す。ここで、瓦屋根の被害の判定基準は必ずしも定量的なものではないが、「著しいずれ」以上の判定割合が最も大きい地区は北村地区と新田地区で60%程度である。最も被害程度が大きな「全面的にずれ、破損」は、応急危険度判定の総合判定において「危険(赤)」となるものであるが、北村地区や新田地区の割合が高い一方で、

大塩地区と鹿島台地区の調査建物に「全面的にずれ、破損」の判定はない。最も構造被害が大きい小島地区では、北村地区や新田地区に比べ、瓦屋根被害は小さかった。

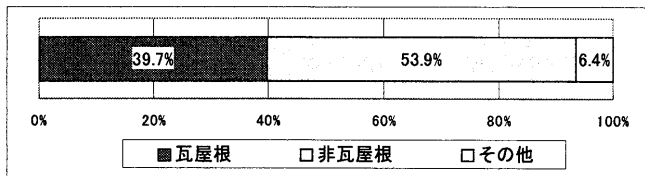


図 1 0 木造建物の屋根種別の構成

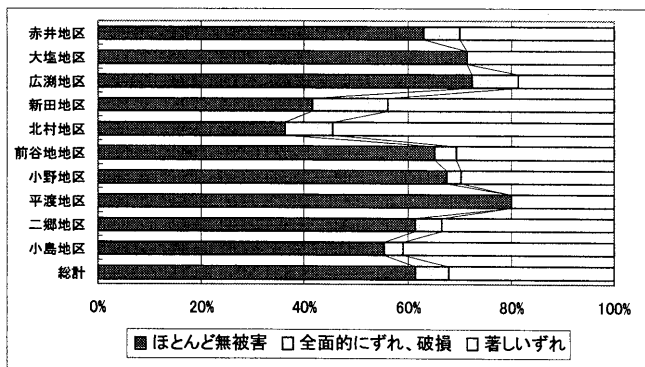


図 1 1 瓦屋根の地区別被害レベルの構成

#### 5) 建築年代別の木造建物被害ランク

木造建物の建築年代別の被害率を図 1 2 に示す。集計は、木造建物の建築年代がヒアリングできた建物のみとし、被害区分別にクロス集計を行った。建築年代区分は 4 区分とした。対象建物は、悉皆調査でヒアリングできた建物は 419 棟、および追加調査で調査した 667 棟、合わせて 1,086 棟を用いて集計を行った。これは、全調査棟数の 41%にあたる。

建物被害は、建築年代が古くなるにつれて被害が大きくなる傾向が見られた。1982 年以降の年代区分において全壊判定となった建物が 2 棟存在した。これらは小島地区に建てられた建物であった。

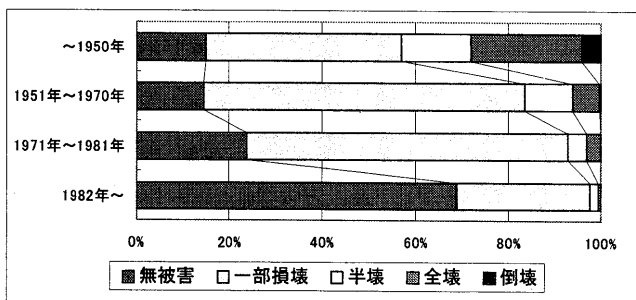


図 1 2 木造建物の建築年代別被害ランクの構成

#### 6) 建物階数と被害ランクとの関係

前述の 3.2.2)において、地区別の被害ランクと地区別の建物階数の関係性が見られた。しかし、屋根荷重や建物用途、建築年代の違いなども考えられることから、対象を瓦屋根の戸建専用住宅とし、建築年代別の被害ランクで比較を行った。分析に用いた建物棟数は、平屋建て建物 210 棟、2 階建て建物 210 棟である。平屋建て建物と 2 階建て建物の被害ランクの構成を図 1 3 に示す。

図から見て取れるように、平屋建て建物は 2 階建て建物より

被害が大きいことがわかる。建築年代別の比較においては、2 階建て建物の 1950 年以前が 3 棟と少ないため比較対象にはならないが、1951 年～1970 年の年代区分において平屋建て建物の方が、被害が大きいことがわかる。

地盤条件や入力地震動などの要因も考えられることから断定的なことはいえないが、平屋建て建物の被害率が高い要因としては、宮城県北部地方において、平屋建ての建物で壁が少ない開放型の農家住宅が数多く存在し、それらの多くは構造上弱く<sup>1)</sup>、被害率が高くなった要因と思われる。

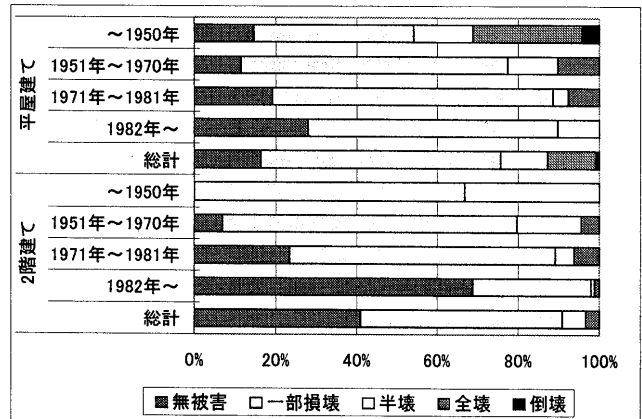


図 1 3 平屋建て建物と 2 階建て建物の被害ランクの構成

#### 7) 建物被害と微地形との関係

建物被害分布と微地形との関係の一例として、二郷地区の一部を図 1 4 に示す。図中の「D」は、岡田らの破壊パターンチャートのダメージグレードを表記したもので、D0 は無被害、D1,2 は一部損壊、D3 は半壊、D4 は全壊、D5 以上は倒壊である。

地盤条件や入力地震動の側面と、建物の建築年代の側面の両面から被害結果を検証する必要があるが、旧河道などの連続する凹地周辺における建物のダメージグレードが高くなっている。

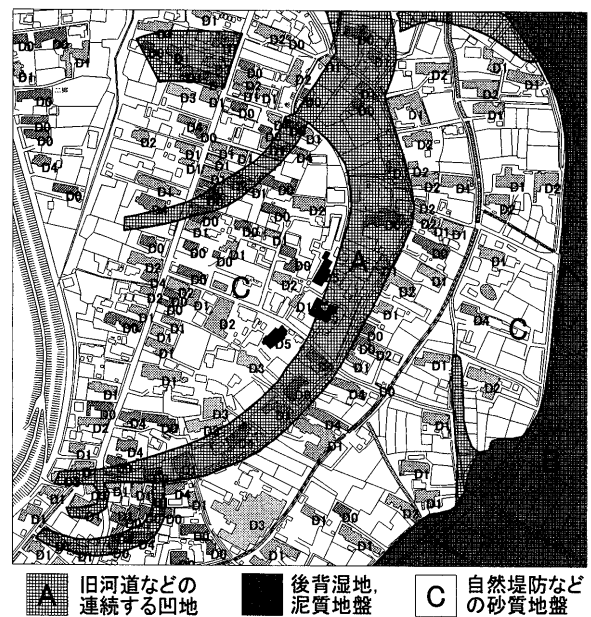


図 1 4 建物被害と微地形との関係

#### 8) 建物被害と地盤変状との関係

河南町北村地区は、丘陵地の緩斜面と谷底に展開する古くからの集落であり、農家住宅が大部分を占める。緩斜面に位置す

る建物は、裏山を切って前に盛土するごく小規模な地形改変によって平坦地が作られたものが多い。北村地区など一部の調査地区において、建物直下の地盤における亀裂や沈下といった地盤変状の有無を実験的に調査項目に追加した。北村地区における建物被害と敷地内の地盤変状との関係について、建築年代の属性を加えて表5に示す<sup>10)</sup>。分析の対象とした建物は木造建物のみで146棟である。

北村地区の調査対象建物における全壊建物は、すべて地盤変状を伴っている。また、たとえ古い建築年代であっても地盤変状がなければ無被害に留まっている建物が存在するのに対して、新しい建築年代でも地盤変状を伴う場合は、無被害に留まらないことを示している。

表5 地盤変状と建築年代別被害ランクの構成

建築年代	地盤変状	無被害	一部損壊	半壊	全壊	合計
1971 年以前	有り	5 38.5%	5 38.5%	3 23.1%	13 100.0%	
	認めず	14 22.6%	44 71.0%	4 6.5%	62 100.0%	
1972～1981 年	有り	9 100.0%	9 100.0%		9 100.0%	
	認めず	8 30.8%	18 69.2%		26 100.0%	
1982 年以降	有り	2 22.2%	7 77.8%		9 100.0%	
	認めず	17 63.0%	10 37.0%		27 100.0%	
合計		41 28.1%	93 63.7%	9 6.2%	146 100.0%	

注記) 上段：棟数，下段：被害率

#### 4. まとめ

本報告では、悉皆調査および追加調査の結果から、地区別の被害分布の概要、および木造建物の被害要因として、建物用途、建物階数、建築年代、微地形、地盤変状と建物被害との関係について調査結果を示した。また、岡田らの被害判定指標を用いた本悉皆調査は、早期の面的な被害状況の把握および迅速な被害情報の収集方法を示すことができた。

今後は、被災地域におけるアンケート震度調査<sup>11)</sup>などによる地区別の地震動強さの属性を加え、建築年代別の被害率関数を構築する予定であるが、本報告で示したように、二郷地区の液状化被害、北村地区の地盤変状による被害など、建物の被害モードには、振動被害、液状化被害、盛土による地盤変状、あるいはそれらの複合要因があるため、被害モードごとの被害率関数を構築することが可能となれば、被害予測の高精度化に寄与すると考える。

最後に、阪神淡路大震災以降、面的な被害調査の必要性は共通理解されているが、今現在においても統一的方法・体制・被害判定指標等が未確定のままである。今後、本悉皆調査がこれらの礎になることを期待したい。なお、本悉皆調査方法および調査項目は、今後の調査で活用するために、調査時の問題点を整理し、新たに調査方法をまとめた<sup>12)</sup>。また、岡田らの被害判定指標を用いた本悉皆調査方法は、2004年新潟県中越地震の悉皆調査の基礎となり、阪神淡路大震災以来の大規模な合同調査でかつ統一被害判定指標で実施された<sup>13)</sup>。

#### 謝辞

本報は日本建築学会災害委員会、2003年7月26日宮城県北部の地震災害調査委員会、東北支部災害調査連絡会の調査活動にもとづいてまとめたものであり、各委員会の委員また調査に御協力を頂いた。悉皆調査については、地震発生直後の混乱期にも関わらず、各町の災害対策本部および各総務課、宮城県総務部危機対策課をはじめ、多くの地域住民の方々から調査協力を得た。また、本悉皆調査の建物判定基準となった破壊パターンチャートの使用に快く承諾して頂いた名古屋工業大学岡田成幸教授には深く感謝の意を表す。建築研究所住宅・都市研究グループの寺木彰浩氏には、悉皆調査の事前にバインダー式のゼンリン住宅地図の提供および集計方法のアドバイスを受けた。本集計にあたり、東北大学災害制御研究センター志賀俊輔氏、同卒業生太田俊一郎氏、工学院大学佐藤哲也氏には多大なご協力を頂いた。関係各位、および調査員の学生諸君に深く感謝の意を表す。最後に、今回の地震により多大な被害を被った被災地の方々の復興を祈念いたします。

#### 注記

注1) 市町村合併に伴い2005年4月1日から、鳴瀬町、矢本町が合併し東松島市に、河南町は石巻市と合併し石巻市に市町村名が変更になったことを注記する。

注2) 悉皆調査とは、調査対象地域内における建物全数調査の意味である。建物被害調査は、大別すると個別の建物の被害に着目する方法と、地域全体の被害に着目する方法の2種類がある。個別の建物の部材要素の被害状況を丹念に調査することにより、個別の建物に関する被害原因究明が可能となる反面、高度な専門知識が必要となり、建物ごとの調査時間も長くなる。一方、地域全体の被害分布に着目し、建物群の地震動と被害の関係を被害率関数などで地域全体の被害実態を比較的短時間で得ようとする、個別の建物の丹念な調査結果の積み重ねは非現実的である。悉皆調査は、後者の被害調査に位置付けられ、本報告では調査対象地域内における建物全数調査を、岡田ら<sup>2)</sup>の破壊パターンチャートに基づいて被害ランクを判定している。

#### 参考文献

- 1) 日本建築学会編：2003年5月26日宮城県沖の地震災害調査報告 2003年7月26日宮城県北部の地震災害調査報告、2004年3月
- 2) 岡田成幸、高井伸雄：地震被害調査のための建物分類と破壊パターン、日本建築学会構造系論文報告集、第524号、pp.65-72、1999年10月
- 3) 高井伸雄、岡田成幸：地震被害調査のための鉄筋コンクリート造建物の破壊パターン分類、日本建築学会構造系論文報告集、第549号、pp.67-74、2001年11月
- 4) 鳥澤一晃、水越 薫、石田 寛：平成12年鳥取県西部地震による建物被害の分析(その1)、および同題(その2)、pp.165-168、日本建築学会大会学術講演梗概集、2001年9月
- 5) 被災建築物応急危険度判定研究会編：被災建築物応急危険度判定マニュアル、日本建築防災協会、1998
- 6) ゼンリン編：住宅地図2003、宮城県(桃生郡南部、志田郡、遠田郡)、2003
- 7) 佐藤 健、柴山明寛、源栄正人、増田 聡：2003年7月26日宮城県北部の地震における建物被害調査～建物破壊パターン分類を用いた被害判定に及ぼす調査員の影響～、東北地域災害科学研究、第40巻、pp.55-58、平成16年3月
- 8) 平成15年度宮城県住民基本台帳人口：2003年7月、<http://www.pref.miyagi.jp/toukei/toukeidata/zinkou/juki1507.PDF>
- 9) 柴山明寛、佐藤健、村山良之、平野信一、松本秀明、増田聡、久田嘉章、源栄正人：2003年7月26日宮城県北部の地震における建物被害に関する追加調査および復旧復興調査(その1)、日本地震学会秋季大会講演予稿集、B17、2004
- 10) 平野信一、松本秀明、村山良之、増田 聡：2003年宮城県北部の地震による旭山丘陵の地盤変状と被害、東北地域災害科学研究、第40巻、pp.89-94、平成16年3月
- 11) 落合 衛、源栄正人、大野 晋、佐藤 健：2003年7月26日宮城県北部の地震における震源域とその周辺のアンケート震度、東北地域災害科学研究、第40巻、pp.83-88、平成16年3月
- 12) 村山良之、柴山明寛、佐藤 健、増田 聡、松本秀明、平野信一、寺木彰浩、阪田知彦：地震建物被害調査方法の提案～2003年宮城県北部の地震の経験より～、平成15年度東北地域自然災害科学研究集会、2003
- 13) 日本建築学会北陸支部編：2004年10月23日新潟県中越地震の災害調査速報、2004

[2005年4月20日原稿受理 2005年7月22日採用決定]