

ISSN 1346-7328  
国総研資料 第133号  
平成15年10月

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.133

October 2003

平成15年7月26日宮城県北部地震被害に係わる現地調査報告書

Investigation Report of the Damages by the Northern Miyagi Earthquakes on July 26th, 2003

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

平成 15 年 7 月 26 日宮城県北部地震被害に係わる現地調査報告書

Investigation Report of the Damage by the Northern Miyagi Earthquakes on July 26th, 2003

概要

本資料は、平成 15 年 7 月 26 日に発生した宮城県北部を震源とする M5.6, M6.4, M5.5 の地震に関して、国土技術政策総合研究所、独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所の3機関が合同で地震被害状況調査を行った結果をとりまとめたものである。

キーワード： 国土技術政策総合研究所、土木研究所、建築研究所、地震、被害、宮城県北部

Synopsis

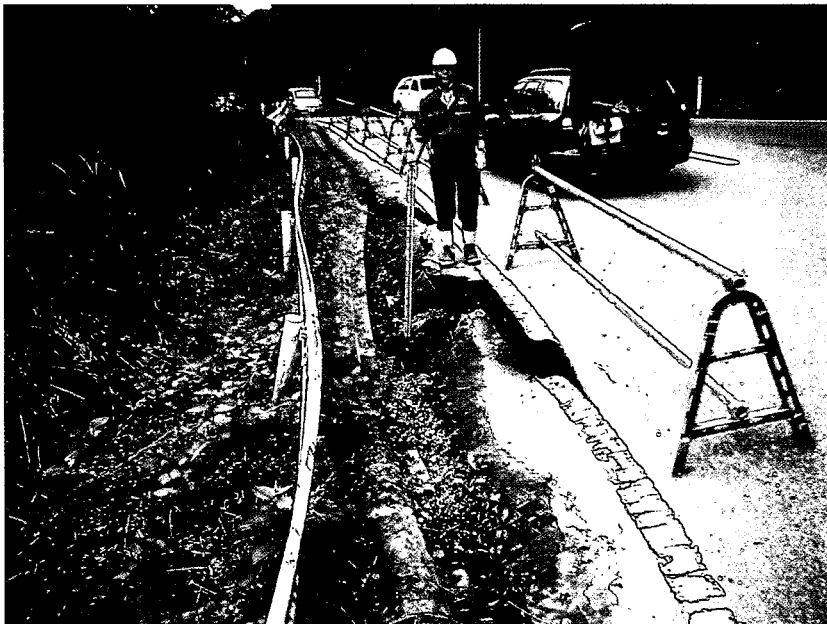
On July 26, 2003, M5.6, M6.4, and M5.5 earthquakes occurred at northern part of Miyagi prefecture. The earthquakes caused a variety of damage in Tohoku area. This report collects the results that NILIM, in collaboration with PWRI, and BRI, investigated the damage to infrastructures.

Key Words： NILIM, PWRI, BRI, Earthquake, Damage, Northern part of Miyagi prefecture

## 地震特性と地震動

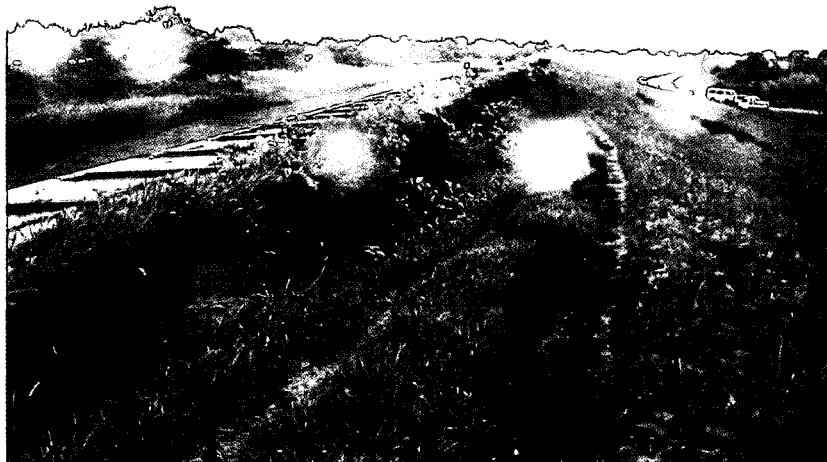


写真G 3.1 地震による変位や変形が認められない地層活断層である旭山撓曲直上に分布する第三紀鮮新世亀岡層に、今回の地震による変位や変形は認められない。



写真G 3.2 旭山撓曲上での道路陥没（県道河南町北村）  
斜面の傾斜方向への重力性移動が原因と考えられる。

## 河川の被害状況

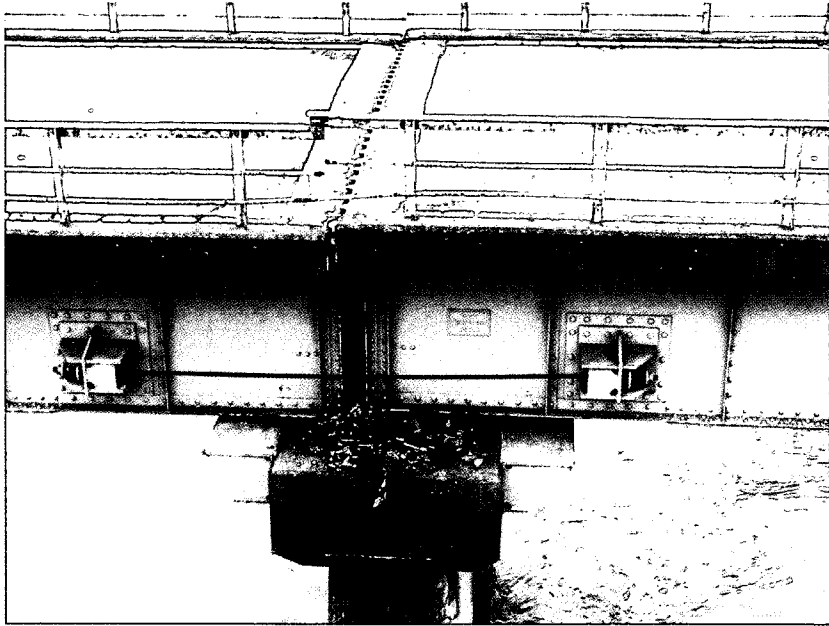


写真G 5.1 鳴瀬川右岸堤防13.0km付近の被災直後の状況  
堤内側が大きく沈下している。(撮影：東北地方整備局)



写真G 5.2 鳴瀬川左岸堤防13.5km付近の被災状況  
堤防法面に大きな亀裂が見られる。

## 道路の被害状況



写真G 7.1 県道河南鳴瀬線小野橋（支承の破壊および桁の移動、宮城県鳴瀬町）



写真G 7.2 一般国道108号路肩の陥没（河南町前谷地）

## 斜面の被害状況



**写真G 8.1** 鳴瀬町北赤碕地区で発生した凝灰角礫岩分布域の落石と家屋への被害  
オーバーハングしていた巨礫（6 m× 6.3 m× 4 m）がほぼ垂直に落下、堆積した。斜面は南向きである。巨礫が衝突したと考えられる部分では家屋の屋根、柱、外壁のいずれもが 1、2 階を問わず大破している。また、2 階部分は大きくがけ側に傾いていた。



**写真G 8.2** 河南町北村地区の崩壊性地すべり

開墾された水田を頭部に最大幅約 40m、長さ約 50m、源頭部での崩壊深度約 7m の規模で土砂が崩壊していた。移動した土塊は崩壊した斜面の一部と水田に堆積しており、堆積土砂は人家脇の町道にまで達していた

## 建築物の被害状況



写真G 9.2 伝統的構法による木造住宅の被害(南郷町上二郷)

典型的な農家型住宅であり、一階部分は開放的な構造であると推定される。小屋裏二階部分を残して、一階部分が完全に崩壊している。



写真G 9.3 鉄筋コンクリート造建築物の被害(鹿島台町)

鉄筋コンクリート造による病院に大きな被害が確認され、三階部分の柱にせん断破壊が生じている。



## 目 次

◇グラビア

◇目次

◇執筆者一覧

◇調査報告

1. まえがき	1
2. 調査概要	2
3. 地震特性と地震動	3
4. 地震被害の概要	1 1
5. 河川施設の被害状況	1 3
6. ダムに関する調査結果	2 7
7. 道路の被害状況	3 5
8. 斜面の被害状況	4 5
9. 建築物の被害状況	5 8
10. あとがき	7 5

◇謝辞



## 執筆者一覧

(◎：代表執筆者)

### 1. まえがき、2. 調査概要、4. 地震被害の概要

国土技術政策総合研究所

企画部 企画課 課長 三輪 準二

企画部 企画課 建設専門官 瀬崎 智之

企画部 企画課 企画係長 川上 篤史

### 3. 地震特性と地震動

国土技術政策総合研究所

◎危機管理技術研究センター 地震防災研究室 室長 日下部 毅明

危機管理技術研究センター 地震防災研究室 主任研究官 上原 浩明

危機管理技術研究センター 地震防災研究室 主任研究官 片岡 正次郎

危機管理技術研究センター 地震防災研究室 研究官 松本 俊輔

独立行政法人土木研究所

材料地盤研究グループ 地質チーム 主任研究員 倉橋 稔幸

材料地盤研究グループ 地質チーム 交流研究員 福田 徹也

材料地盤研究グループ 地質チーム 交流研究員 桑野 健

### 5. 河川施設の被害状況

国土技術政策総合研究所

河川研究部 河川研究室 研究官 川口 広司

◎危機管理技術研究センター 水害研究室 室長 廣木 謙三

危機管理技術研究センター 水害研究室 主任研究官 佐々木 淑充

危機管理技術研究センター 水害研究室 研究官 武富 一秀

独立行政法人土木研究所

◎耐震研究グループ 振動チーム 上席研究員 田村 敬一

耐震研究グループ 振動チーム 主任研究員 岡村 未対

耐震研究グループ 振動チーム 主任研究員 佐々木 哲也

耐震研究グループ 振動チーム 研究員 石原 雅規

耐震研究グループ 振動チーム 交流研究員 林 和幸

### 6. ダムに関する調査結果

国土技術政策総合研究所

河川研究部 ダム研究室 室長 川崎 秀明

◎河川研究部 ダム研究室 主任研究官 金銅 将史

河川研究部 ダム研究室 研究官 長原 寛

独立行政法人土木研究所

水工研究グループ ダム構造物チーム 上席研究員 山口 嘉一

◎水工研究グループ ダム構造物チーム 研究員 富田 尚樹

水工研究グループ ダム構造物チーム 研究補助員 石橋 正義

## 7. 道路の被害状況

国土技術政策総合研究所

危機管理技術研究センター 地震災害研究官 松尾 修

危機管理技術研究センター 地震防災研究室 研究官 中尾 吉宏

独立行政法人土木研究所

◎耐震研究グループ 振動チーム 上席研究員 田村 敬一

耐震研究グループ 振動チーム 主任研究員 佐々木 哲也

耐震研究グループ 耐震チーム 上席研究員 運上 茂樹

耐震研究グループ 耐震チーム 主任研究員 遠藤 和男

耐震研究グループ 耐震チーム 研究員 西田 秀明

## 8. 斜面の被害状況

国土技術政策総合研究所

◎危機管理技術研究センター 砂防研究室 研究官 内田 太郎

危機管理技術研究センター 砂防研究室 交流研究員 曾我部 匡敏

独立行政法人土木研究所

材料地盤研究グループ 地質チーム 主任研究員 倉橋 稔幸

材料地盤研究グループ 地質チーム 交流研究員 福田 徹也

材料地盤研究グループ 地質チーム 交流研究員 桑野 健

土砂管理研究グループ 地すべりチーム 主任研究員 石井 靖雄

土砂管理研究グループ 地すべりチーム 研究員 森下 淳

## 9. 建築物の被害状況

国土技術政策総合研究所

◎建築研究部 構造基準研究室 室長 河合 直人

独立行政法人建築研究所

構造研究グループ 上席研究員 勅使川原 正臣

構造研究グループ 主任研究員 楠 浩一

構造研究グループ 研究員 喜々津 仁密

構造研究グループ 交流研究員 原 康之

材料研究グループ 主任研究員 槌本 敬大

## 10. あとがき

国土技術政策総合研究所

危機管理技術研究センター 地震災害研究官 松尾 修

独立行政法人土木研究所

耐震研究グループ長 常田 賢一

## 1. まえがき

2003年（平成15年）7月26日の0時13分頃、7時13分頃および16時56分頃に連続して宮城県北部を震源とする地震（以下、宮城県北部地震）が発生した<sup>1)</sup>。これらの3回の地震は、前震、本震、余震であったと気象庁より発表され、本震では震度6強、前震および余震では震度6弱の最大震度を観測した。本地震より2ヶ月前の5月26日にはマグニチュード7.1の宮城県沖地震が発生しており、これに比べて宮城県北部地震のマグニチュードは5.6（前震）、6.4（本震）、5.5（余震）<sup>2)</sup>と小さかったが、震源が約10kmと浅く、本震の最大震度は宮城県沖地震時の震度6弱より大きい値を観測した。地震による被害も、負傷者677人、住宅被害16,558棟、被害総額約234億円（消防庁、10月24日発表）<sup>3)</sup>と宮城県沖地震時の被害（負傷者174名、住宅被害2,366棟、被害総額約174億円）<sup>4)</sup>を上回った。

前震発生直後の7月26日0時13分に国土交通省本省、東北地方整備局、東北地方運輸局において非常体制がとられ、同日4時30分に一旦警戒体制に移行したが、本震発生に伴い、同日7時13分に再び非常体制がとられた。

国土技術政策総合研究所、独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所では、前震発生直後から各研究機関の防災担当課室において情報収集を開始し、本震発生直後からは緊急災害派遣要請に備えて河川、ダム、斜面、道路、建築の5分野について、3研究機関の関連する研究者で構成される専門家チームの編成を行った（チーム構成の詳細は2章で述べる）。この内、河川、道路（盛土）、建築の各分野に、本省より専門家チームの緊急派遣が要請され、被災地周辺で現地調査および技術支援を行った。また、地震被害の大きさに鑑み、被害状況の把握を主な目的とした現地調査を、ダム、斜面、道路（橋梁）、建築の各分野で編成した専門家チームごとに7月26日から8月7日までの期間内に順次実施した。これらの調査を実施した人員は計33人にのぼる。

本報告書は、地震発生から約2週間の間に3研究機関が共同で実施した現地調査の結果を集約し、今後の調査研究の基礎資料および地震対策の参考資料とするため、緊急的にとりまとめたものである。したがって、被害原因の究明あるいは今後の検討課題等に関しては十分でない点もあるが、それらについては今後別途の機会に譲ることにしたい。

### 参考文献

- 1) 気象庁：平成15年宮城県沖を震源とする地震について（平成15年6月20日18時00分現在）、内閣府ホームページ <http://www.bousai.go.jp/index.html>, 2003.
- 2) 気象庁：気象庁マグニチュード算出方法の改訂について、気象庁報道発表資料, 2003.
- 3) 消防庁：7月26日から28日の間に発生した宮城県北部を震源とする地震（第40報）、消防庁ホームページ <http://www.fdma.go.jp/html/infor/index.html>, 2003年10月24日.
- 4) 消防庁：宮城県沖を震源とする地震（第27報）、消防庁ホームページ <http://www.fdma.go.jp/html/infor/030526Miyagi.PDF>, 2003年8月22日.

## 2. 調査概要

地震発生直後から平成15年8月7日までの期間に実施した専門家派遣および現地調査は、5分野10チームに上る。チーム構成及び調査日程を表2.1に示す。

表 2.1 宮城県北部地震被害についての専門家派遣および現地調査チーム構成

分野	メンバー	日程	派遣要請
河川	(1) 国総研 河川研 川口研究官 水害研 廣木室長、佐々木主任研究官、武富研究官 土研 振動チーム 岡村主任研究員	7/27 ～ 7/28	本省より派遣要請
	(2) 土研 振動チーム 田村上席研究員、佐々木主任研究員、石原研究員、林交流研究員	8/6～ 8/7	北上川下流河川事務所より派遣要請
ダム	国総研 ダム研 金銅主任研究官、長原研究官 土研 ダム構造物チーム 吉本研究員、石橋研究補助員	8/4～ 8/5	自主調査
斜面	砂防 国総研 砂防研 内田研究官、曾我部交流研究員 土研 地すべりチーム 石井主任研究員、森下研究員	7/29 ～8/1	自主調査
	地質 土研 地質チーム 倉橋主任研究員、福田交流研究員、桑野交流研究員	7/28 ～ 7/29	自主調査
道路	盛土 国総研 松尾地震災害研究官 地震防災研 中尾研究官 土研 振動チーム 田村上席研究員、佐々木主任研究員	7/27 ～ 7/28	本省より派遣要請
	橋梁 土研 耐震チーム 運上上席研究員、遠藤主任研究員、西田研究員	7/27	自主調査
建築	(1) 建研 構造研究チーム 勅使川原上席研究員、楠主任研究員	7/26 ～ 7/27	自主調査
	(2) 国総研 構造基準研 河合室長 建研 構造研究グループ 喜々津研究員	7/27 ～ 7/28	本省より派遣要請
	(3) 建研 材料研究グループ 槌本主任研究員 構造研究グループ 原交流研究員	7/30 ～ 7/31	自主調査

合計人数 : 33名 (内訳 国総研11名、土研17名、建研5名)

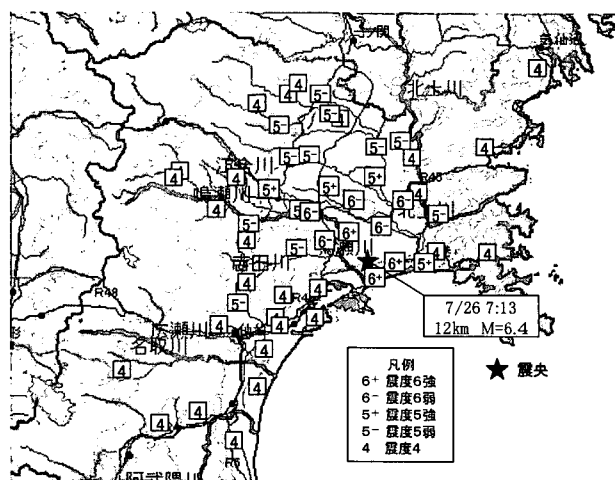
### 3. 地震特性と地震動

#### 3. 1 震度分布

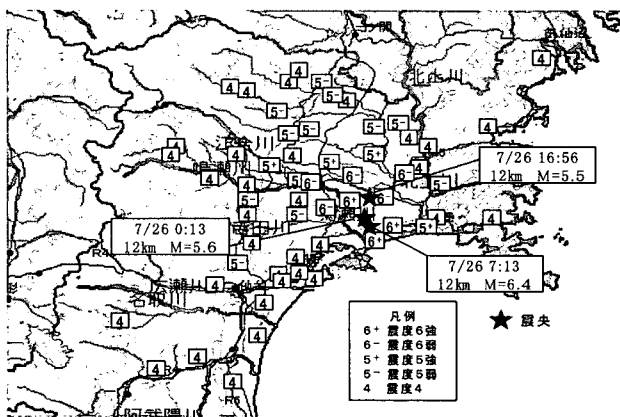
平成 15 年 7 月 26 日の宮城県北部における一連の地震活動では、3 回の地震で震度 6 弱以上が観測された。これらの地震は、0 時 13 分頃に発生したマグニチュード(M)=5.6 の前震、7 時 13 分頃に発生した M=6.4 の本震、16 時 56 分頃に発生した M=5.5 の最大余震である。前震と余震は震度 6 弱、本震では震度 6 強の揺れをいずれも宮城県北部で観測し、どの地震でも北海道から関東地方の広い範囲で震度 1～4 の揺れを観測した。特に揺れが強かった宮城県北部での震度分布図(震度 4 以上)を図-3.1 に示す。図-3.1(a)は本震の震度分布、(b)は地点ごとに 3 つの地震の最大の震度を示したものであるが、ほとんどの地点では本震で最大の震度が観測されていることが分かる。

これら一連の地震の震源は旭山撓曲付近に沿って分布している。撓曲とは地表付近の地層が折れ曲がる(撓む)現象で、その地下には活断層の存在が指摘されている。しかし、今回の地震はやや位置的に合わず、これまで知られていなかった地下の逆断層がずれて発生したものと推定されている<sup>1)</sup>。

図-3.2, 3.3 に示すように、1978 年宮城県沖地震(M=7.4)の震央は今回の地震から約 100km 東方に位置しているが、これは 2 つのプレートの境界で発生した地震で、高い切迫性が指摘されている想定宮城県沖地震<sup>2)</sup>もプレート境界地震と考えられている。今回の地震は地殻内の地震であり、1978 年宮城県沖地震や沈み込む太平洋プレート



(a) 本震の震度分布



(b) 3 つの地震の最大震度分布

図-3.1 震度分布図

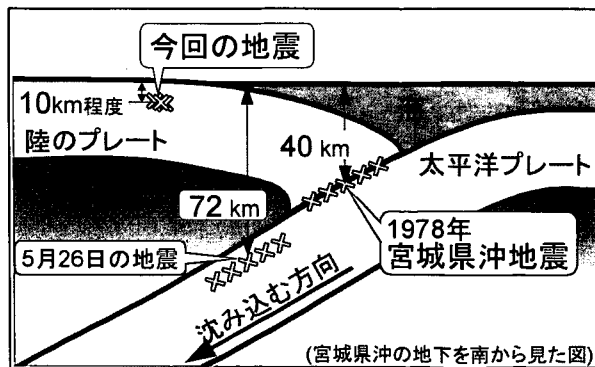


図-3.2 震源域付近の地下構造の模式図

内で発生した2003年5月26日の宮城県沖の地震とは性質の異なる地震である。今回の地震活動が想定宮城県沖地震の切迫性等に与える直接的な影響はほとんどないと考えられている<sup>3)</sup>。

余震活動は5月26日の宮城県沖の地震よりも活発で、地震発生から一週間および一ヶ月間の有感地震の回数はそれぞれ362回及び461回と、5月26日の地震の倍以上であったが、順調に減衰した(図-3.4)。

### 3. 2 強震記録

#### 3. 2. 1 概要

国土交通省では河川、道路施設の施設管理用として地震計ネットワーク観測施設(以下「地震計NW」という。)を全国に約700箇所設置している。このうち東北地方整備局管内においては約100箇所の観測施設が設置されている。また、河川堤防や橋梁などの公共土木施設においても地震時の構造物の挙動を観測することを目的として地表や地中、構造物に地震計を設置しており、一般強震観測と呼んでいる。

図-3.5は、このうち地震計NWで観測された本震の最大加速度の距離減衰特性である。最大加速度は水平2成分の大きい方を示した。比較のため、5月26日の宮城県沖の地震のデータと、それぞれの地震の規模とタイプから推定される平均的な関係(距離減衰式<sup>4)</sup>)についても示した。この図によると、本震で観測された最大加速度は、5月26日の地震よりもかなり小さい。700cm/s<sup>2</sup>程度の最大加速度が観測され

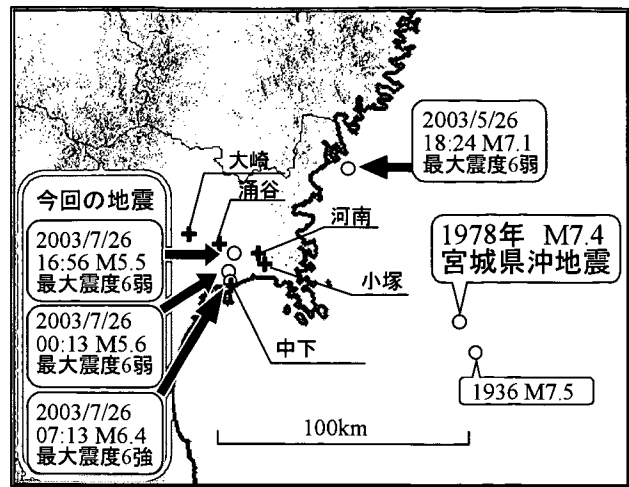


図-3.3 周辺地域での地震発生状況及び強震記録を掲載した観測所位置図

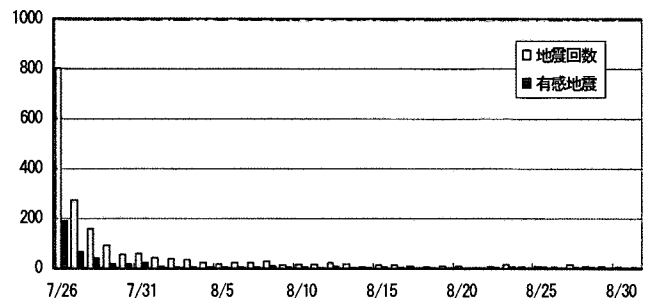


図-3.4 地震発生回数(気象庁発表資料より)

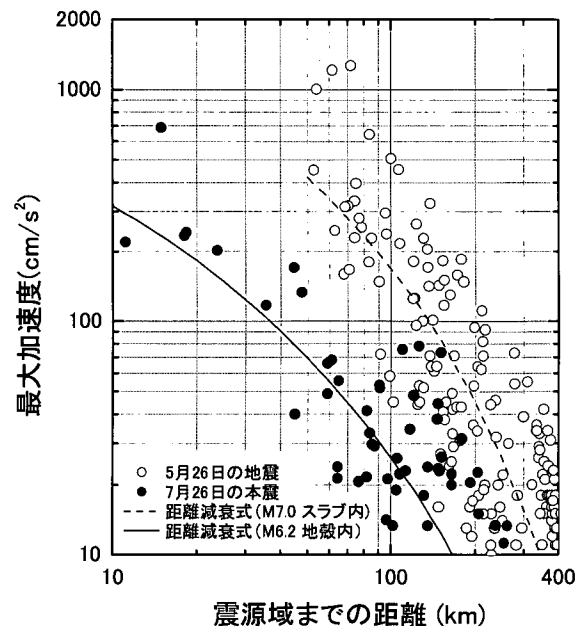


図-3.5 地震計NWで観測された最大加速度の距離減衰特性

た地点が1点（涌谷出張所）あるものの、5月26日の地震で観測された  $1000\text{cm/s}^2$  を超えるような最大加速度は震源近傍でも見られない。距離減衰式は全般的には観測値によく一致しており、本震で観測された最大加速度は、内陸の地殻内で発生した地震としてはほぼ平均的なものであったと考えられる。

### 3. 2. 2 加速度時刻歴波形

今回の地震では、一般強震観測及び地震計NWにより数多くの強震記録が収集された。このうち、振幅の大きな強震記録を中心に、加速度時刻歴波形を図-3.6に示す。強震記録を掲載した観測点の一覧を表-3.1に示す。また、観測点の位置は図-3.3に示してある。中下観測所については前震、本震、最大余震の強震記録を示したが、その他は全て本震の強震記録である。

河南観測所の堤防天端と地下77mの強震記録を比較すると、最大加速度はほとんど同じであるが、SI値は堤防天端で3倍近くに増幅されている。最大加速度は周期約0.5秒以下の短周期地震動に大きく影響されるが、SI値は周期0.1~2.5秒程度の広い周期帯域の地震動に影響される。したがって河南観測所では、地震波が地下から堤防天端に伝播するとき、地盤の塑性化などの理由により、短周期地震動が大きく減衰したものと考えられる。

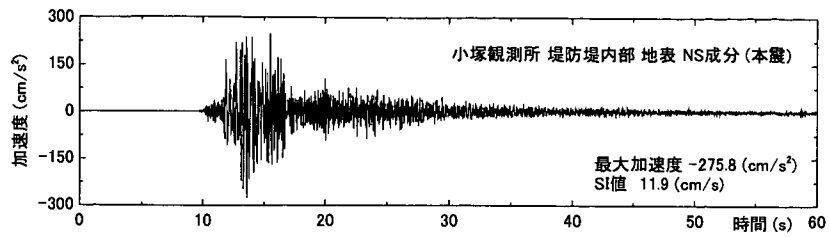
中下観測所の強震記録は、前震、本震、最大余震でかなり異なっており、観測地点直下の地盤構造だけでなく、地震の規模、震源距離や震源過程も強震記録に大きく影響することが分かる。

大崎出張所の強震記録は、長周期成分が卓越しているのが特徴的である。また、涌谷出張所では、EW成分で  $689\text{cm/s}^2$  の大きな最大加速度が観測されたが、UD成分の最大加速度はさらに大きく、  $749\text{cm/s}^2$  であった。

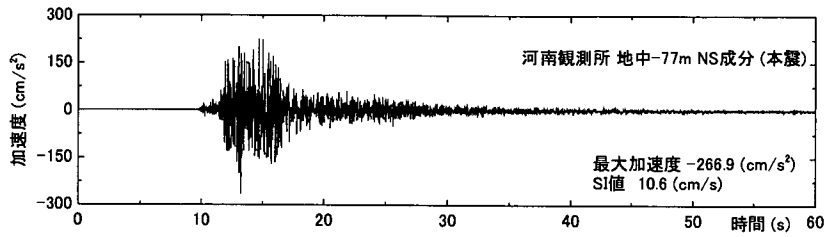
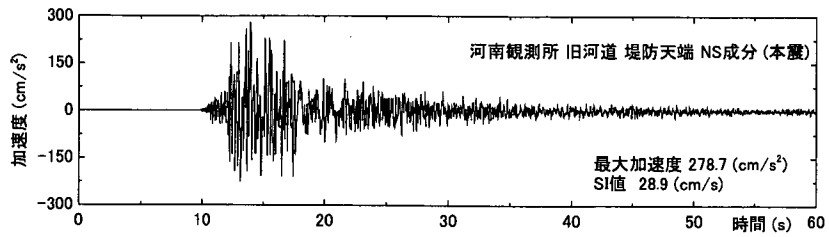
表-3.1 本資料に掲載した強震記録の観測所一覧

観測所	種別	事務所	備考
小塚	一般強震	北上川下流河川	開北橋（※）付近
河南	一般強震	北上川下流河川	堤防天端と地下77mの強震記録
中下	一般強震	北上川下流河川	前震、本震、最大余震の強震記録
大崎	地震計NW	北上川下流河川	長周期の地震動が卓越
涌谷	地震計NW	北上川下流河川	最大の加速度を記録、波形は3成分掲載

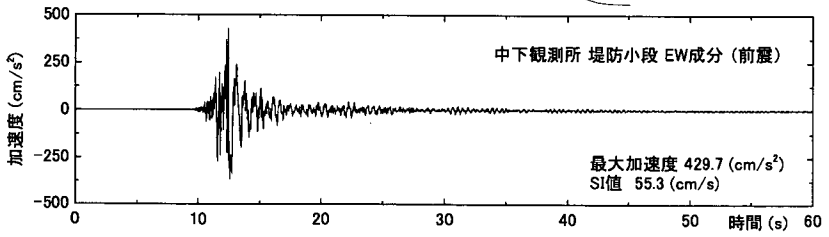
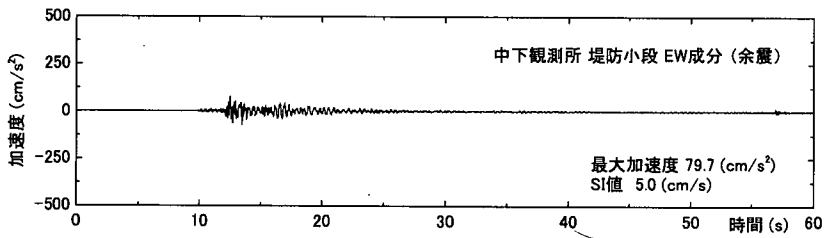
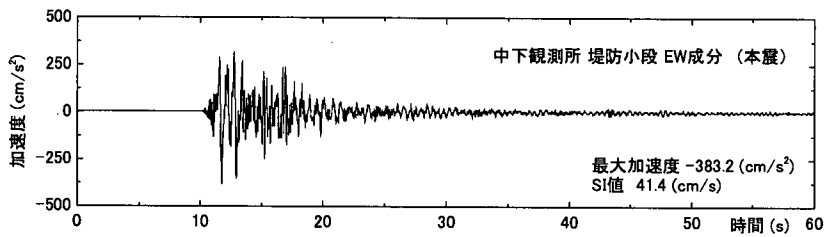
（※）開北橋 動的解析に用いる代表的な強震記録の1つとして、1978年宮城県沖地震の際に開北橋周辺地盤で観測された強震記録が道路橋示方書<sup>5)</sup>に例示されている



(a) 小塚観測所



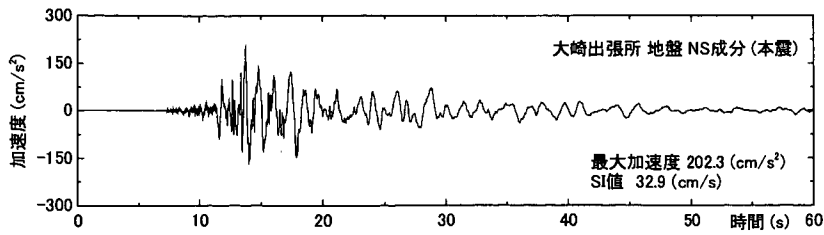
(b) 河南観測所



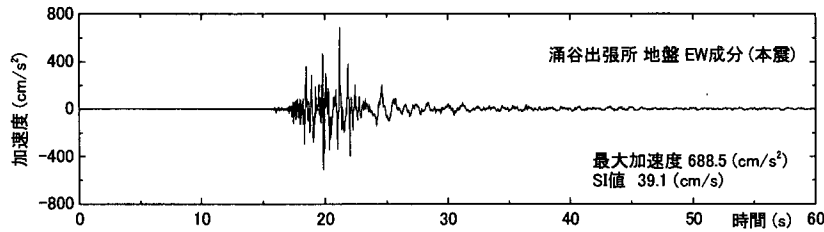
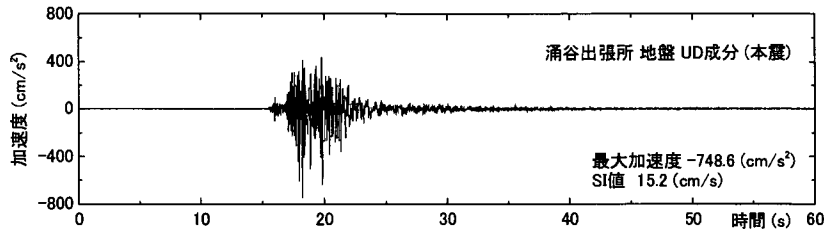
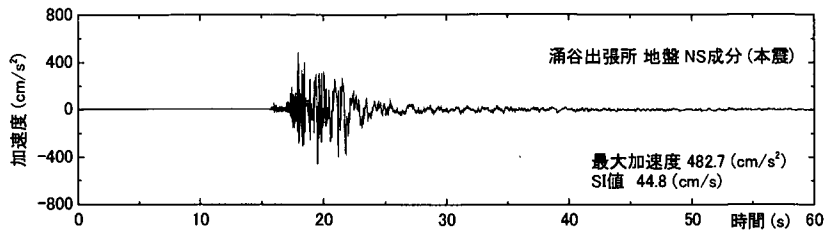
(c) 中下観測所

図-3.6 強震記録の加速度時刻歴波形  
(時間原点の時刻は観測点ごとに異なる)





(d) 大崎出張所



(e) 涌谷出張所

図-3.6 強震記録の加速度時刻歴波形 (つづき)  
(時間原点の時刻は観測点ごとに異なる)

### 3. 2. 3 加速度応答スペクトル

3. 2. 2 で掲載した強震記録について、一部を除いて加速度応答スペクトル(減衰定数5%)を図-3.7と図-3.8に示す。

図-3.7 は中下観測所の強震記録について、前震、本震、最大余震に加えて5月26日の地震の強震記録とも比較したものである。今回の前震と本震については、5月26日の地震よりも周期約0.5秒以上の地震動成分がかなり大きいことが分かる。

図-3.8 は本震の強震記録を1995年

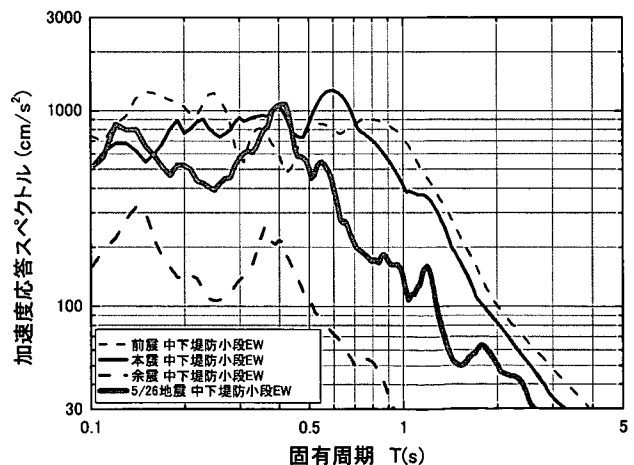


図-3.7 中下観測所で得られた強震記録の加速度応答スペクトルの比較

兵庫県南部地震の際に神戸海洋気象台で観測された強震記録（NS 成分）と比較したものであるが、兵庫県南部地震の強震記録はほぼ全ての周期帯で今回の地震の強震記録を上回っている。ただし、中下観測所や涌谷出張所については固有周期 0.6~0.7 秒程度まで  $1000\text{cm/s}^2$  に近い加速度応答となっているほか、時刻歴波形で長周期の地震動が卓越している大崎出張所についても固有周期約 3 秒で兵庫県南部地震の強震記録と同程度の加速度応答となっており、耐震性の確保されていない構造物については、固有周期や立地によっては被災した可能性があると考えられる。

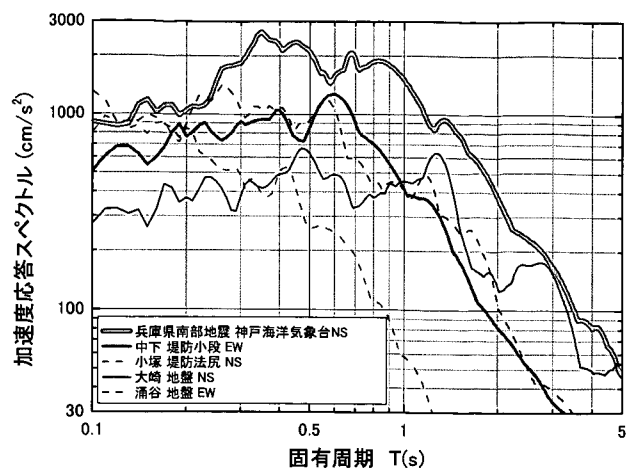


図-3.8 1995 年兵庫県南部地震の強震記録（神戸海洋気象台 NS 成分）との比較

### 3. 3 地震活動による地表変位

地震規模は断層の面積に比例し、一般にマグニチュード 7 程度以上の大きな地震を起こす断層では地表にまで変位を及ぼすと考えられている<sup>6)7)</sup>。今回の宮城県北部の地震は最大マグニチュード 6.4 であったことから、地表にまで変位が及んだ可能性が低い。過去にも松代群発地震で  $M=5.4$  でも地表が 0.5m 変位した例もある。そこで、地震発生後の 7 月 28~29 日にかけて震源付近の旭山撓曲を中心に地震活動による地表変位の有無を調査した。

震源付近には「旭山撓曲」の存在が知られ、南北延長約 8km の活断層で、北から南へ確実度ⅡからⅢへと変化し、南側ほど地形的に不明瞭となる<sup>8)9)</sup>。撓曲とは地下の活断層が変位し、地表付近の地層が折れ曲がる（撓む）現象である。石井ほか(1982)は、旭山撓曲を挟む、中位段丘形成時（約 13~6 万年）よりも古い地形面に約 20m の高度差を生じていることから、活動度を B~C 級（断層の変位速度； $1\sim 0.01\text{m}/\text{千年}$ ）と推定した<sup>10)</sup>。図-3.9 に示すように、撓曲の西側で標高が高く、東側で低くなっている。

そこで、現地調査では、旭山撓曲上に位置する矢本町大塩で第三紀鮮新世の亀岡層における変位や変形を調査した。亀岡層は  $N50^\circ W25^\circ N$  で東側へ傾斜し撓曲しているが、砂層や礫層には最近の地震活動による変形や変位は認められなかった。同様に、撓曲上および周辺や、旭山撓曲の北側と南側延長の沖積低地にも、逆断層特有の系統的な上下変位や変形は認められなかった。旭山撓曲上に位置する河南町北村の旭山観音堂周辺や県道の一部では、路面や側溝に 30cm 程度の段差や亀裂が見られることもあったが、いずれも斜面の傾斜方向への重力性移動によるものであった。

以上から、今回の地震活動で旭山撓曲やその周辺に地表変位や変形の形跡が認めら

れなかったことは、橋本・鳥越(1997)による、旭山撓曲に第四紀後期(約30万年前)以降に繰り返しの活動した形跡がないとの見解があるほか<sup>11)</sup>、地震調査研究推進本部が地下に未知の活断層の存在を指摘することとも一致する<sup>1)</sup>。今後、未知の逆断層の存在や断層変位量を明らかにするには、反射法地震探査などによる地下構造調査が必要である。

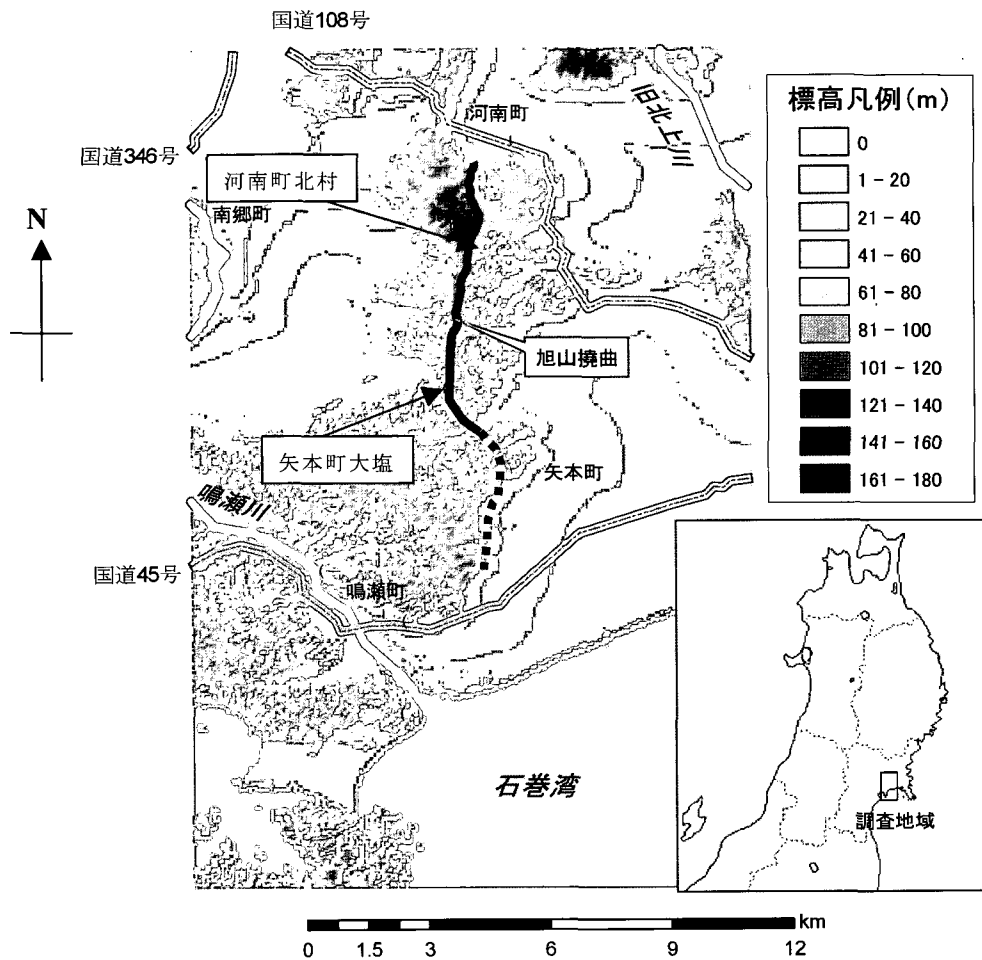


図-3.9 旭山撓曲および調査位置図

旭山撓曲の位置は、活断層研究会(1991)<sup>8)</sup> および中田・今泉編(2002)<sup>9)</sup>を参考にした。

### 3. 4 まとめ

今回の一連の地震活動は、未知の断層の活動によるものと推定されており、観測史上初めて一日に震度6が3回観測された。今回のような内陸直下の地震はどこでも発生する可能性があることから、過去に大地震の発生が記録されていない地域や活断層が確認されていない地域においても、防災体制を整備しておくことが必要であると考えられる。

## 参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：宮城県北部の地震活動の評価，SEISMO，第7巻第9号，p. 3, 2003.
- 2) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：宮城県沖地震の長期評価，SEISMO，第5巻第1号 p. 2, 2001.
- 3) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：2003年7月26日宮城県北部の地震の評価，SEISMO，第7巻第9号，p. 3, 2003.
- 4) 司宏俊，翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文集，第523号，pp. 63-70, 1999.
- 5) (社)日本道路公団：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，406p.，2002.
- 6) 松田時彦：活断層，岩波新書，242p.，1995.
- 7) 池田安隆，島崎邦彦，山崎晴雄：活断層とは何か，東京大学出版会，220p.，1996.
- 8) 活断層研究会：「新編」日本の活断層，東京大学出版会，1991.
- 9) 中田 高，今泉俊文編：活断層詳細デジタルマップ，東京大学出版会，60p.，2002.
- 10) 石井武政，柳沢幸夫，山口昇一，寒川旭，松野久也：松島地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1図幅），地質調査所，121p.，1982.
- 11) 橋本修一，鳥越祐司：宮城県石巻平野西縁部の旭山撓曲の活動性，日本地質学会第104年学術大会講演要旨，p.369，1997.

#### 4. 地震被害の概要

宮城県北部を震源とする地震による被害は、東北3県で報告されている。消防庁発表の地震被害一覧<sup>1)</sup>を表4.1に示す。

#### 参考文献

1) 消防庁：宮城県北部を震源とする地震（第40報），消防庁ホームページ  
<http://www.fdma.go.jp/html/infor/index.html>，2003年10月24日。

表4.1 地震被害の概要<sup>1)</sup> (消防庁, 平成15年10月24日発表)

災害区分		単位	計	宮城県	岩手県	山形県	福島県
人的被害	死者	人					
	行方不明者	人					
	重傷	人	51	51			
	軽傷	人	626	624		2	
	調査中	人					
	負傷者計	人	677	675		2	
住宅被害	全壊	棟	1,273	1,273			
		世帯	1,013	1,013			
		人	3,561	3,561			
	半壊	棟	3,693	3,693			
		世帯	2,995	2,995			
		人	10,691	10,691			
	一部破損	棟	11,592	11,591		1	
		世帯	9,056	9,055		1	
		人	29,644	29,639		5	
	床上浸水	棟					
		世帯					
	床下浸水	棟					
		世帯					
	住宅被害計	棟	16,558	16,557		1	
		世帯	13,064	13,063		1	
人		43,896	43,891		5		
非住家	公共建物	棟	19	19			
	その他	棟	5,404	5,404			
その他	文教施設	箇所	268	268			
	病院	箇所	11	11			
	道路	箇所	277	274		3	
	橋梁	箇所	11	11			
	河川	箇所	1	1			
	港湾	箇所	4	4			
	砂防	箇所	2	2			
	清掃施設	箇所					
	崖崩れ	箇所					
	鉄道不通	箇所					
	被害船舶	隻					
	水道	戸	13,925	13,721		204	
	電話	回線					
	電気	戸	115,000	115,000			
	ガス	戸					
ブロック塀等	箇所						
その他		5			4	1	
罹災世帯	世帯	4,008	4,008				
罹災者数	人	14,252	14,252				
火災件数	建物	件	1	1			
	危険物	件					
	その他	件	2	2			
	計	件	3	3			
公立文教施設	千円	1,005,372	1,005,372				
農林水産業施設	千円	6,798,915	6,798,915				
公共土木施設	千円	14,979,670	14,979,670				
その他の公共施設	千円	579,904	579,904				
小計	千円	23,363,861	23,363,861				
公共施設被害市町村	団体						
その他	農林被害	千円					
	林業被害	千円					
	畜産被害	千円					
	水産被害	千円					
	商工被害	千円					
	その他	千円					
被害総額	千円	23,366,861	23,363,861			3,000	

## 5. 河川施設の被害状況

### 5. 1 河川施設に関する被害の全体概要

大きな被害箇所は、鳴瀬川 8km 地点から 17km 地点の旧河道上の堤防（南郷町と鹿島台町の境界を鳴瀬川が横切る箇所：図 5.1）に集中している。これらの箇所は、強震地域及びその近傍だったことに加えて旧河道や沼地跡で、基礎地盤が軟弱であったため、被害が大きかったものと推定される。主な被害箇所においては、堤防の天端や法面に縦断クラックが数十 m～数百 m にわたって発生していた。被害が大きい箇所のクラックの段差は、1m から 2.5m に達していた。

最も被害の大きかった箇所（調査時点で緊急災を申請していた 7 箇所）のうち、1 箇所では法尻や背後地に噴砂の痕跡が見られ、地盤に液状化現象が生じたと推定される。その他の箇所には液状化の発生を示す顕著な痕跡等は見られなかった。

なお、河川堤防の地震被害は過去の経験から、ほとんどの場合、基礎地盤の液状化が主因であることがわかっているが、今回の被災原因を考えるにあたっては、堤体自体の液状化の可能性についても考慮しておく必要があると思われる。すなわち、7月1日から地震発生時までの累積雨量は約 300mm、19 日からの累積雨量は約 150mm であり、堤体は相当の高含水比状態にあったと推察されるからである。このような高含水比状態で盛土が地震動により崩壊した事例が過去には、1968 年十勝沖地震による国道 4 号（青森県目時）の盛土崩壊（事前累積降雨 150mm）や 1993 年釧路沖地震による釧路川堤防の崩壊（泥炭層に沈み込んでいた堤体下部が飽和していた）などがある。

### 5. 2 調査の概要

#### 5. 2. 1 第 1 回調査

##### ○調査日

7月28日

##### ○調査目的

被災した堤防の状況把握及び被害原因の解明

##### ○調査箇所

一級河川鳴瀬川水系鳴瀬川及び吉田川

一級河川北上川水系江合川

##### ○調査方法

現地踏査

#### 5. 2. 2 第 2 回調査

##### ○調査日

8月7日

##### ○調査目的

被災した堤防の状況把握及び被害原因の解明

##### ○調査箇所

一級河川鳴瀬川水系鳴瀬川及び吉田川

一級河川北上川水系江合川

##### ○調査方法

現地踏査

宮城県北部地震の概要（震度6弱以上）

1. 第1回目：前震  
 (1) 発生日時：平成15年7月26日 0時13分頃  
 (2) 震源地：宮城県北部（北緯38度26分、東経141度10分）  
 (3) 震源の深さ：1.2 km  
 (4) 地震の規模：マグニチュード5.6（推定）  
 (5) 各地の震度：震度6弱 矢本町、鳴瀬町  
 震度5強 鹿島台町、宮城南郷町  
 震度5弱 石巻市、大郷町、宮城松山町、  
 涌谷町、宮城田尻町、

宮城河南町  
 (6) その他：この地震による津波はなし

2. 第2回目：本震  
 (1) 発生日時：平成15年7月26日 7時13分頃  
 (2) 震源地：宮城県北部（北緯38度24分、東経141度10分）  
 (3) 震源の深さ：1.2 km  
 (4) 地震の規模：マグニチュード6.4（推定）  
 (5) 各地の震度：震度6強 矢本町、宮城南郷町、鳴瀬町  
 震度6弱 涌谷町、宮城河南町、小牛田町、  
 桃生町  
 震度5強 宮城松山町、石巻市、宮城田尻町、  
 古川市、米山町  
 震度5弱 志波姫町、宮城河北町、大郷町、  
 一迫町、瀬峰町、高清水町、追町、  
 仙台市泉区、三本木町、金成町

(6) その他：この地震による津波はなし

3. 第3回目：余震  
 (1) 発生日時：平成15年7月26日 16時56分頃  
 (2) 震源地：宮城県北部（北緯38度30分、東経141度12分）  
 (3) 震源の深さ：1.2 km  
 (4) 地震の規模：マグニチュード5.5（推定）  
 (5) 各地の震度：震度6弱 宮城河南町  
 震度5強 涌谷町、宮城南郷町  
 震度5弱 桃生町

(6) その他：この地震による津波はなし

縮尺 1:400  
 縮尺 1:200,000

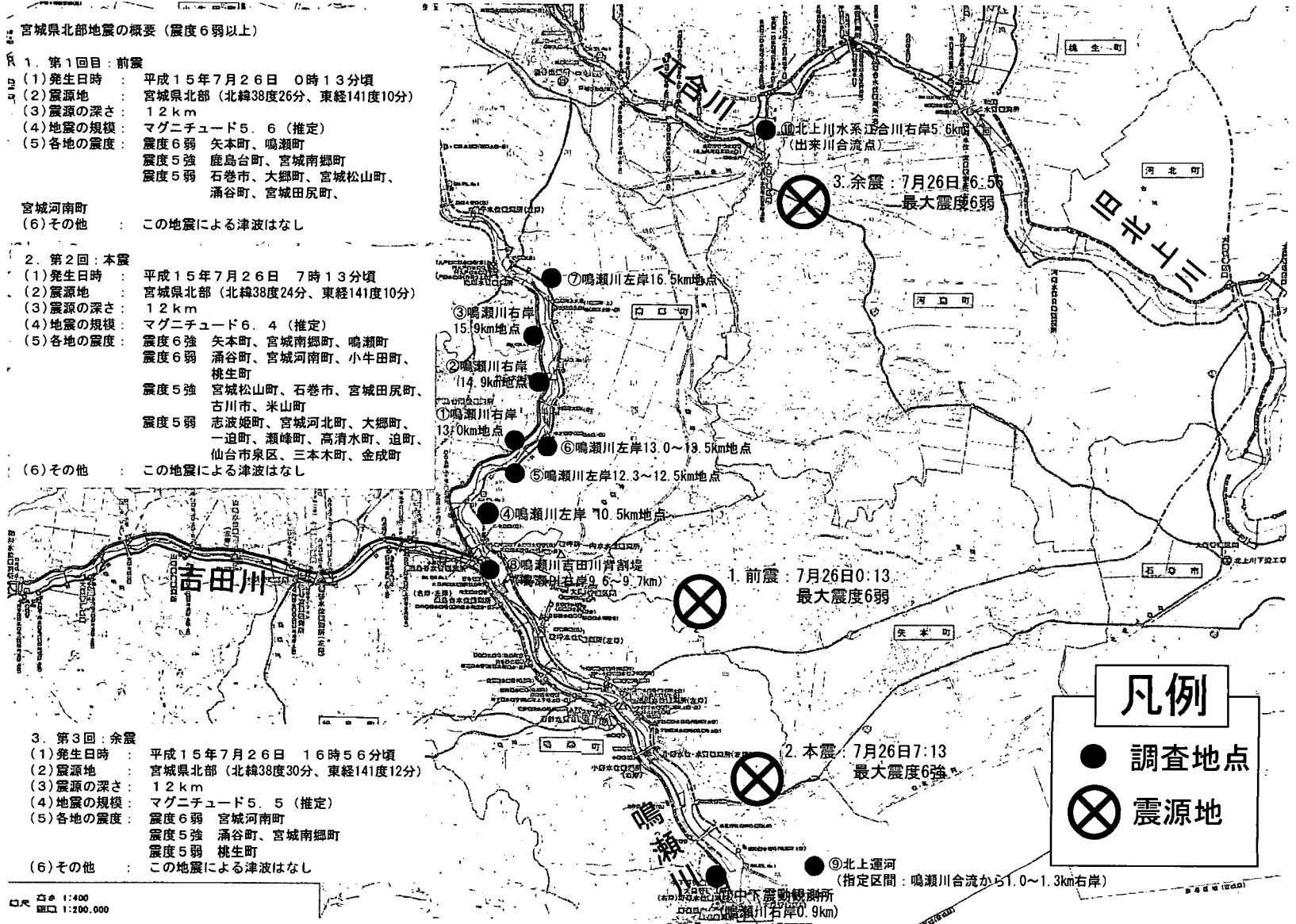


図 5.1 調査地点位置図



### 5.3 調査結果と考察

#### ① 鳴瀬川右岸 13.0km 地点

##### 【状況】

13.0k 地点の被災横断面図を【図 5.2】に示す。被災直後【写真 5.1、写真 5.2】の天端は、堤外側法肩を残し 2m 以上沈下した模様である。調査実施時は、すでに切返し中であり、堤体の変状が生じた部分はほぼ撤去されていた【写真 5.3】。

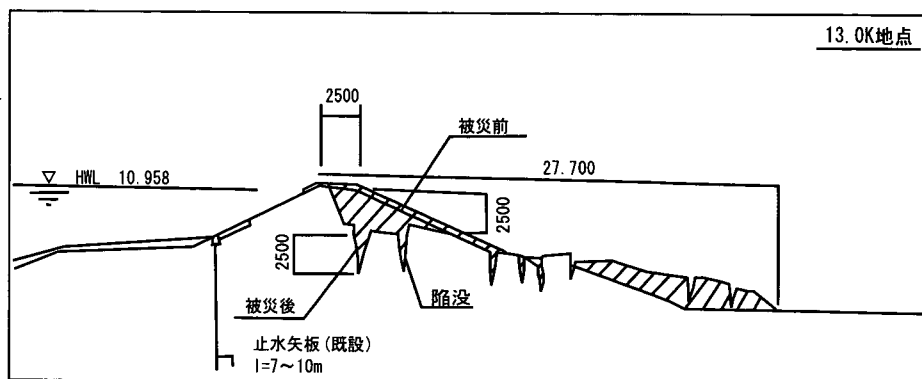


図 5.2 13.0k 地点堤防断面図  
(東北地方整備局提供資料をもとに作図)

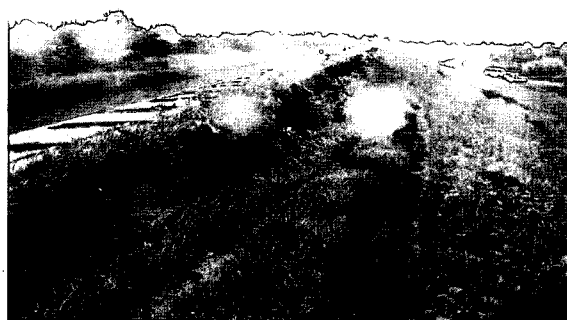


写真 5.1 (東北地方整備局提供)

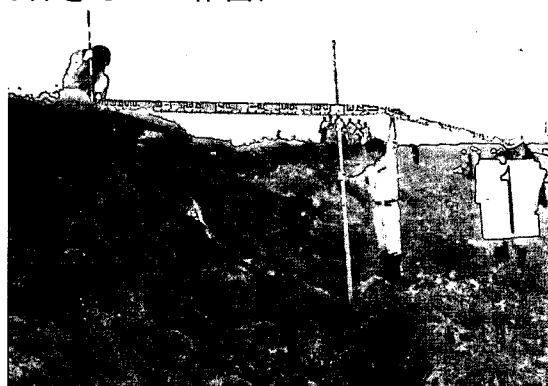


写真 5.2 (東北地方整備局提供)



写真 5.3

堤外側法面には、コンクリート法面工と止水矢板 (L=7~10m) があり、これらにはほとんど変状は認められなかった【写真 5.4】。

堤内側法面から法尻にかけて軽微な縦断クラックが認められた【写真 5.5】。

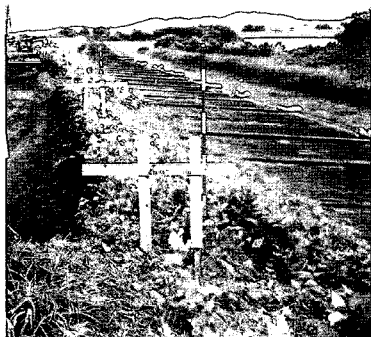


写真 5.4



写真 5.5

法尻部から 6 m 離れた水路には変状がなく、堤防側から押された形跡もなかった【写真 5.6】。

堤防周辺や背後地の水田に液状化の痕跡がなかった。水田や道路脇の電柱には傾斜しているものが見られたが、傾斜の方向は一定ではなく、堤防の沈下とは関係ないものと考えられる。原因として、地盤が軟弱で、支持力が十分でなかったことが考えられる【写真 5.7】。

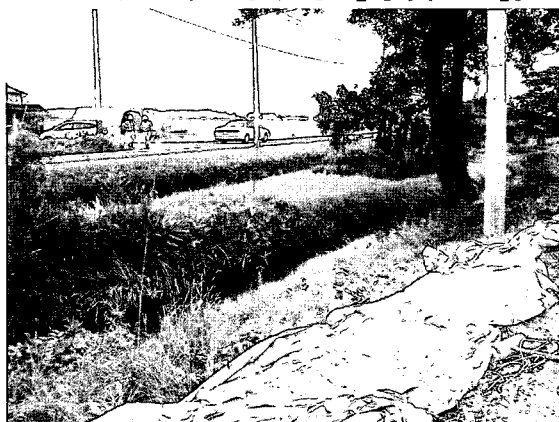


写真 5.6



写真 5.7

#### 【被害の原因】

堤外側の変形は止水矢板や法面勾配が小さかったこと等により押さえられ、堤内側に堤防が破壊したものと考えられる。周辺部には液状化の痕跡がないこと、堤外側法面工や周辺部に変状がないことから、堤体の液状化や軟弱地盤の滑りが被害の原因として考えられる。

#### ②鳴瀬川右岸 14.9km 地点

##### 【状況】

14.9k 地点の代表的な箇所の被災横断面図を【図 5.3】に示す。

被災直後【写真 5.8】には、数十 cm の天端沈下と堤内側法肩部の縦断クラックが生じていた。

堤外側裏面のコンクリート法面工と止水矢板頭部コーピングには変状がなかった【写真 5.9】。しかし、法面工とコーピングの間に隙間ができていた【写真 5.10】。

堤内側法面に若干の隆起が見られた【写真 5.11】。

周辺部に地盤の液状化の痕跡はなかった。

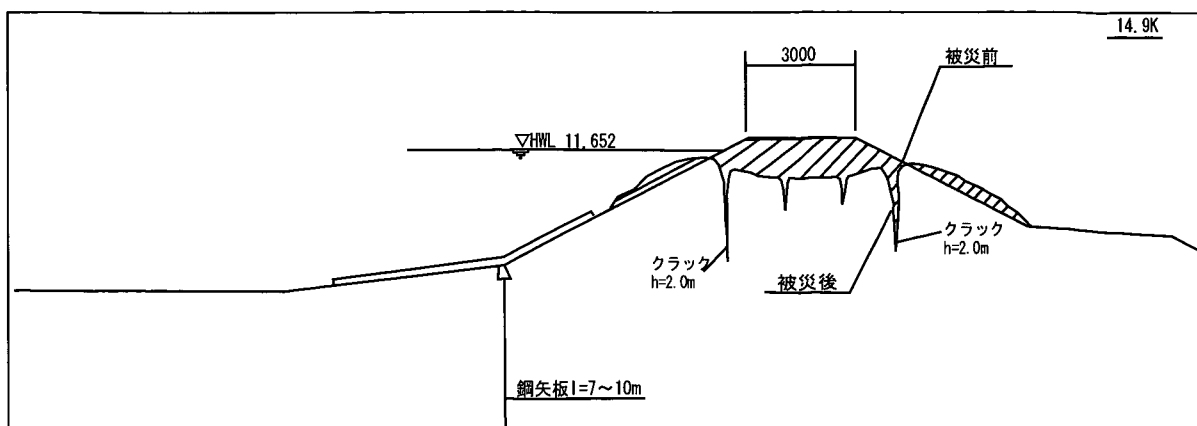


図 5.3 14.9k 地点堤防断面図  
(東北地方整備局提供資料をもとに作図)



写真 5.8 (東北地方整備局提供)



写真 5.9



写真 5.10

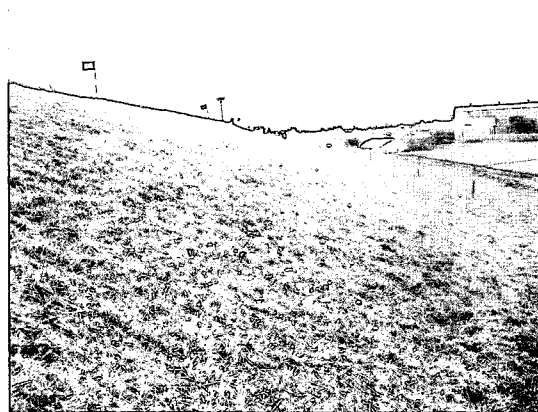


写真 5.11

【被害の原因】

堤外側の変形は止水矢板や法面勾配が小さかったこと等により押さえられ、堤内側に変状が生じたものと考えられる。堤体の液状化や軟弱地盤の滑りが被害の原因として考えられる。

③鳴瀬川右岸 15.9km 地点

【状況】

15.9k 地点の代表的な箇所の被災横断面図を【図 5.4】に示す。

数十 cm の天端沈下と両法肩に縦断クラックがあった【写真 5.12、写真 5.13、写真 5.14】。

堤外側裏面のコンクリート法面工と止水矢板頭部コーピングには変状がなかった【写真 5.15】。

堤内側法面の法尻付近に隆起が見られた。周辺部に地盤の液状化の痕跡はなかった。

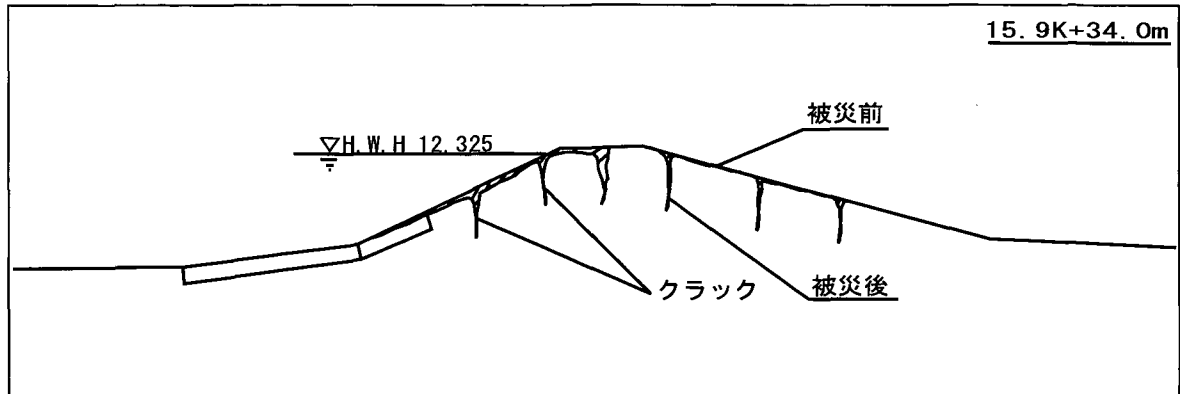


図 5.4 15.9k 地点堤防断面図  
(東北地方整備局提供資料をもとに作図)



写真 5.12



写真 5.13

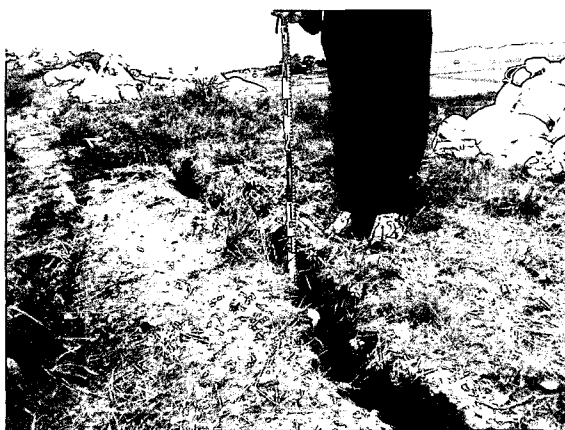


写真 5.14



写真 5.15

#### ④鳴瀬川左岸 10.5km 地点

##### 【状況】

川表側の小段に噴砂痕【写真 5.35】が見られる。周辺の高水敷に噴砂は確認できなかった。また、噴砂痕近傍にクラック等の被害は発生していない。地下水位以下の堤体材料が液状化し、噴砂した可能性がある。



写真 5.35

#### ⑤鳴瀬川左岸 12.3～12.5km 地点

##### 【状況】

12.3k 地点の代表的な箇所<sup>3</sup>の被災横断面図を【図 5.5】に示す。

天端と法面に軽微な縦断クラックが生じた【写真 5.16】。

堤内側法尻部から水が出ていた【写真 5.17、写真 5.18】。

堤外側には法面工が無く、堤外側の法面にも軽微なクラックが生じた【写真 5.19】。

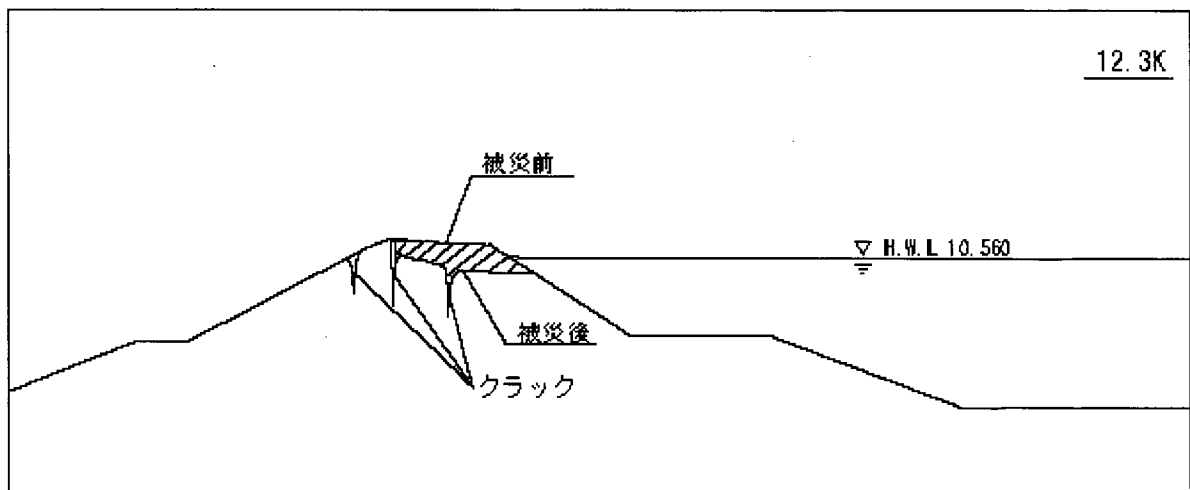


図 5.5 12.3k 地点堤防断面図  
(東北地方整備局提供資料をもとに作図)



写真 5.16



写真 5.17



写真 5.18

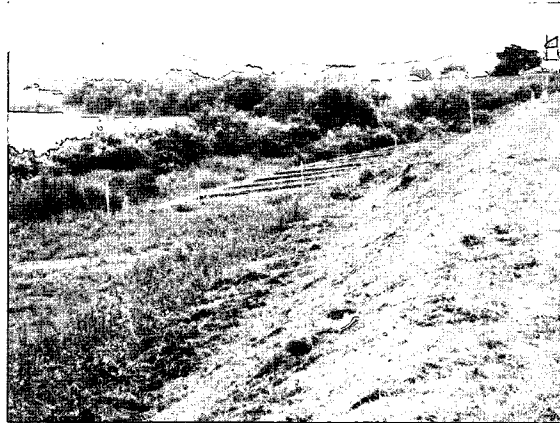


写真 5.19

⑥鳴瀬川左岸 13.0～13.5km 地点

【状況】

13.5k 地点の代表的な箇所を被災横断面図を【図 5.6】に示す。

天端沈下と、天端から堤内側法面にかけて縦断クラックが生じた。【写真 5.20、写真 5.21、写真 5.22】

堤外側裏面のコンクリート法面工と止水矢板頭部コーピングには、変状がなかった。

堤内側法面に若干の隆起が見られた【写真 5.23】。

法尻脇の道路は堤防に押されて波打っていた【写真 5.24】。

周辺部に地盤の液状化の痕跡はなかった。

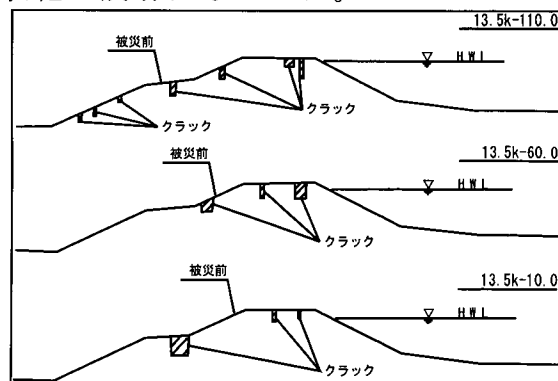


図 5.6 13.5k 付近堤防断面図  
(東北地方整備局提供資料をもとに作図)



写真 5.20



写真 5.21



写真 5.22



写真 5.23



写真 5.24

【被害の原因】

堤外側の変形は、地盤高が堤内側より堤外側の方が高かったこと等により押さえられ、堤内側に変状が生じたものと考えられる。堤体の液状化や軟弱地盤の円弧滑りによる可能性もあると考えられる。

⑦鳴瀬川左岸 16.5km 地点

【状況】

16.5k 地点の代表的な箇所の被災横断面図を【図 5.7】に示す。

天端堤外側法肩と堤内側法面に縦断クラックが生じた【写真 5.25、写真 5.26】。堤外側裏面のコンクリート法面工と止水矢板頭部コーピングには変状がなかった。

堤内側法尻部分に小さな噴砂痕が幾つか見られた【写真 5.27、写真 5.28】。

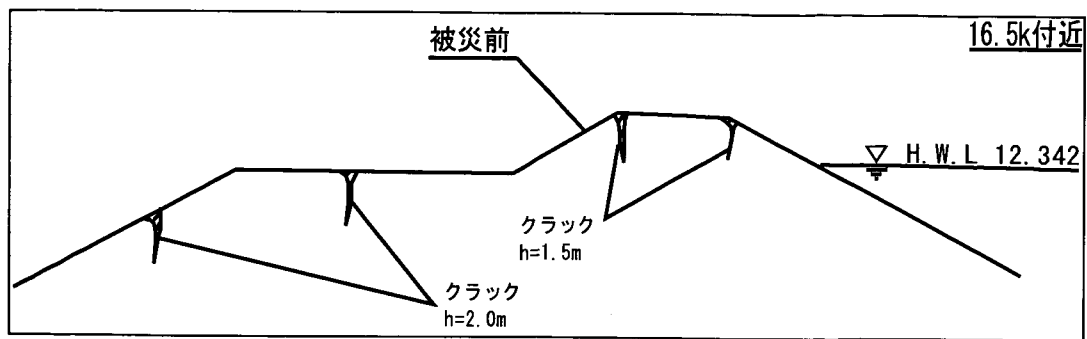


図 5.7 16.5k 堤防断面図

(東北地方整備局提供資料をもとに作図)



写真 5.25

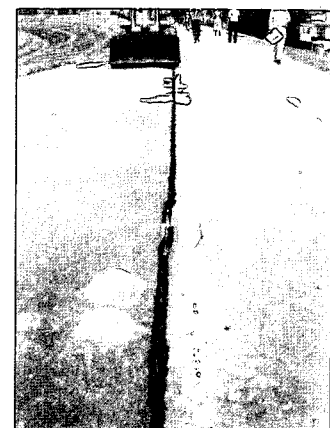


写真 5.26



写真 5.27



写真 5.28

【被害の原因】

地盤の液状化が原因の一つとして考えられる。

⑧ 鳴瀬川吉田川背割堤 (鳴瀬川右岸 9.2~9.7km)

9.2k 地点の代表的な箇所被災横断面図を【図 5.8】に示す。

天端に縦断クラック (W=10~20cm) 【写真 5.29、写真 5.30】。

堤防周辺部に液状化の痕跡がなかった。

堤防を横断する埋設水道管に大きな抜けあがりが見られたが、地震によるものではなかった。



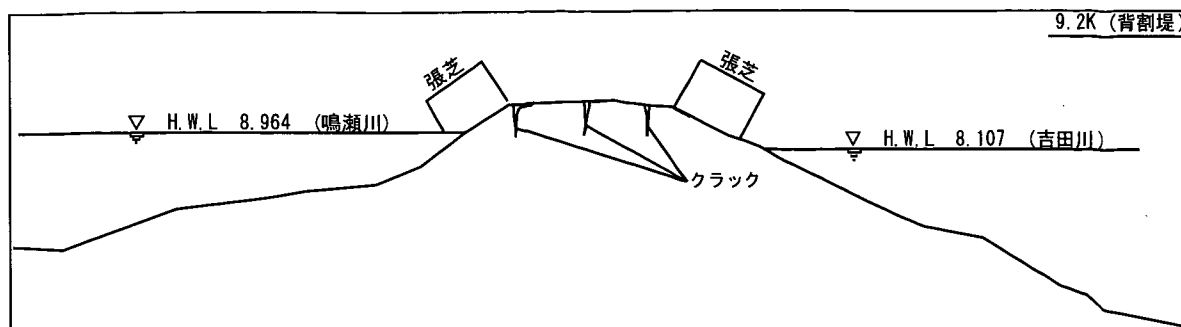


図 5.8 9.2k 地点背割堤  
(東北地方整備局提供資料をもとに作図)



写真 5.29



写真 5.30

⑨北上運河 (指定区間：鳴瀬川合流から 1.0～1.3km 右岸)

【状況】

天端の堤内側法肩に連続した縦断クラックが発生していた (W=1～3cm 程度)

【写真 5.31、写真 5.32】。

この区間のうち、堤内の裏面勾配のやや急な区間ではクラック幅が大きく、最大 40cm 程度の段差が生じた。



写真 5.31



写真 5.32

【被害の原因】

堤内地の水田に多くの噴砂跡が見られ、堤防の被害は地盤の液状化による可能性がある。ただし、これらの噴砂跡は、今回の地震で発生したものか、5月26日の地震によるものなのか明らかではない。

⑩北上川水系江合川右岸 5.6km (出来川合流点)

【状況】

天端に縦断クラックが生じた【写真 5.33】。

法面勾配のきつい堤外側 (1.5m 高の法面とその下 3~4m 高のふとん籠) 法面に若干のはらみ出しが生じた【写真 5.34】。



写真 5.33

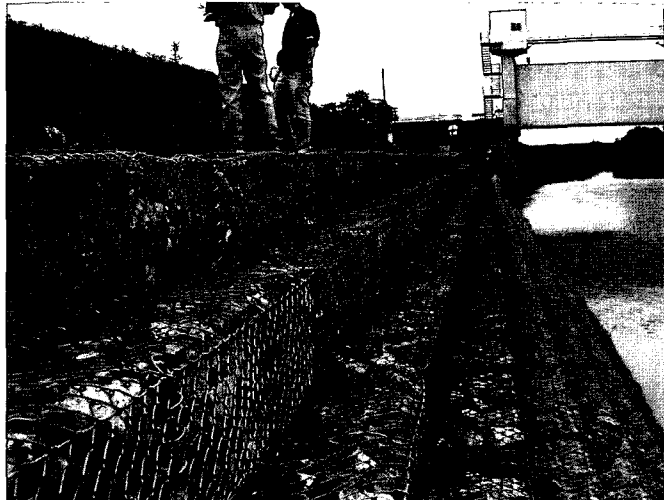


写真 5.34

【被害の原因】

築堤後間もないため堤体が十分に安定していないこと、法面勾配がきついこと等によるものと想定される。

⑪中下震動観測所 (鳴瀬川右岸 0.9km 地点)

【状況】

この地点の堤防は、1995 年兵庫県南部地震以後に進められている堤防の耐震対策としてサンドコンパクションパイル工法(SCP)による対策工が施工されている。対策工の効果を確かめることを目的とし、この地点には、【図 5.9】に示すように SCP 地盤改良域と未改良域に強震計と間隙水圧計が設置されている。本震 (7 時 13 分) に

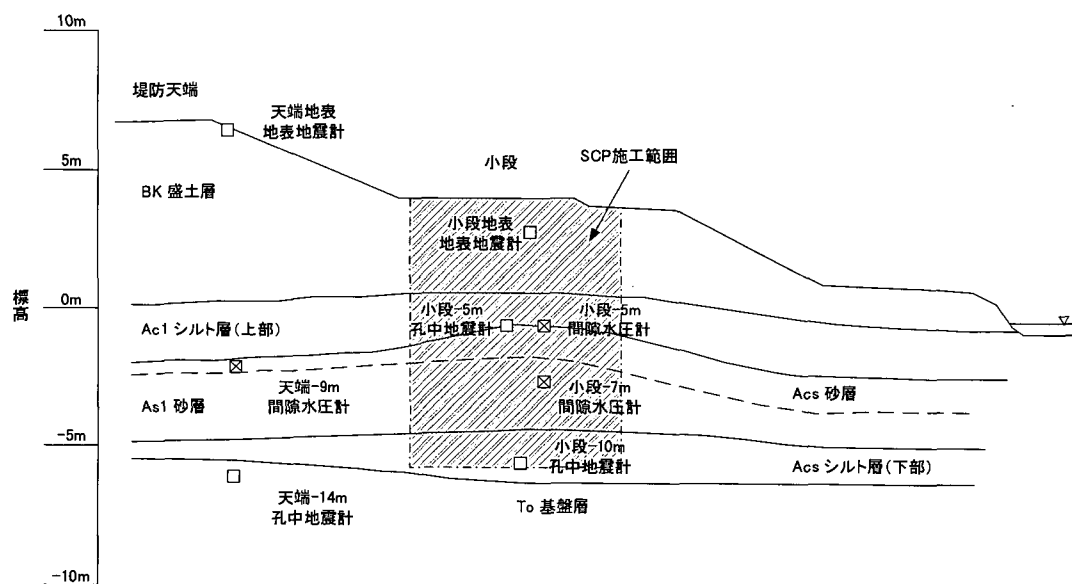


図 5.9 中下震動観測所 計測機器配置断面図

よる記録を【図 5.10】に示す。未改良域の過剰間隙水圧比の記録では、0.52 以上のデータが計測できなかったが、SCP 施工範囲内の過剰間隙水圧比は未改良域に比べておよそ 1/2 程度以下と小さく、耐震対策効果が明確に認められる。なお、周辺に被害や噴砂は見られなかった。

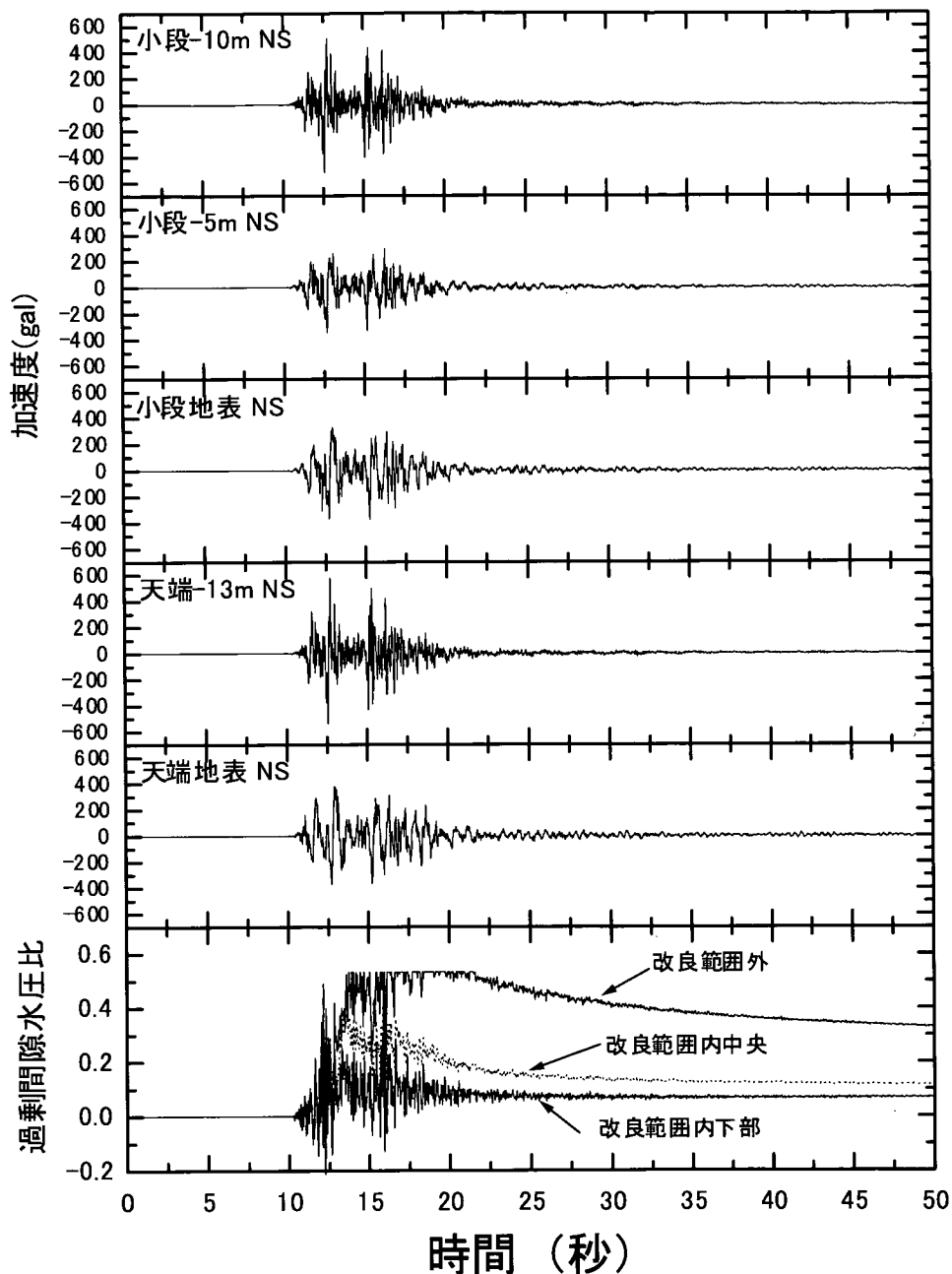


図 5.10 中下震動観測所における本震による記録  
(地震記録は北上川下流河川事務所提供)

#### 5. 4 まとめ

調査開始時点では、被災の激しかった箇所を中心に既に応急復旧工事が急ピッチで行なわれており、被災直後の堤体を調査することはできなかったが、堤体周辺の踏査調査等により、被害の原因を推定した。今後、これら大きな被害を受けた堤防箇所の被災メカニズムを詳細に調べるためには、築堤履歴や過去の航空写真等関係資料の分析を行なうとともに、ボーリング調査、標準貫入試験又はコーン貫入試験、滑り面を同定するための軟弱粘土層でのサンプリング等の、堤体及び地盤の地質調査を行なう必要があると考えられる。

また、大きな被災を受けた7箇所のうち、6箇所には止水矢板及び表法枠工が施されていたが、これらに大きな被災は見受けられず、法枠工に覆われた表法面は安定していたように見受けられる。矢板工等が法面安定にプラスに作用した可能性もあり、さらに詳細な分析を行なうことが望ましい。

## 6. ダムに関する調査結果

### 6. 1 全体概要

今回の地震により確認された影響としては、揺れの大きかった一部のダムで地震直後に一時的な漏水量の増加や濁りがみられた程度であった。なお、本報告においては、コンクリートダムの継目排水、基礎排水、フィルダムの堤体浸透、基礎浸透などを総称して「漏水」という用語を用いているので留意されたい。先の5月26日の宮城県沖地震においては、一部のダムでの漏水量あるいは浸透量の一時的な増加のほか、重力式コンクリートダムの天端バルコニー一部のひび割れ、アースダム天端の亀裂発生、天端照明灯の破損などの軽微な変状が発生しているが、今回の地震では軽微なものも含め特に変状は確認できなかった。このことから、ダムに関しては、今回の地震による影響は5月26日の地震時と比較して小さなものであったといえる。

### 6. 2 調査の概要

ダム管理者は、ダムの基礎地盤あるいは堤体底部に設置された地震計により観測された地震動の最大加速度が25gal以上もしくは、ダム地点周辺で震度4以上が観測された場合には、すみやかに臨時点検を実施することとなっている<sup>1)</sup>。

この基準に従い、今回の地震では計59ダムにおいて地震直後の臨時点検が実施された。その結果、変状などの異常が報告されたダムはなかった。しかし、比較的大きな加速度記録が得られたダムを対象として、地震による変形や漏水量あるいは浸透量の変化等の詳細や地震計設置状況等を調べるため、また前回5月26日の地震で変状の見られたダムにおけるその後の状況を確認するため、国土技術政策総合研究所および独立行政法人土木研究所では合同の現地調査を行った。

現地調査の概要を表6.1に示す。なお、今回調査対象としたダムは、ダム天端で100gal以上の最大加速度値を記録しており、5月26日の地震時に現地調査を実施していないか、漏水量の増加など何らかの変状が報告されたダムである。調査対象ダムの位置を図6.1に示す。

表6.1 現地調査の概要

調査班構成	日程	調査ダム名
国土技術政策総合研究所 河川研究部ダム研究室 主任研究官 金銅 将史 研究官 長原 寛	8月4日 (月)	金越沢ダム (岩手県農林水産部) 化女沼ダム (宮城県土木部) 宿の沢ダム (小山田川沿岸土地改良区)
独立行政法人土木研究所 水工研究グループ (ダム構造物) 研究員 吉本 尚樹 研究補助員 石橋 正義	8月5日 (火)	鳴子ダム (東北地方整備局) 南川ダム (宮城県土木部) 惣の関ダム (宮城県土木部) 樽水ダム (宮城県土木部)

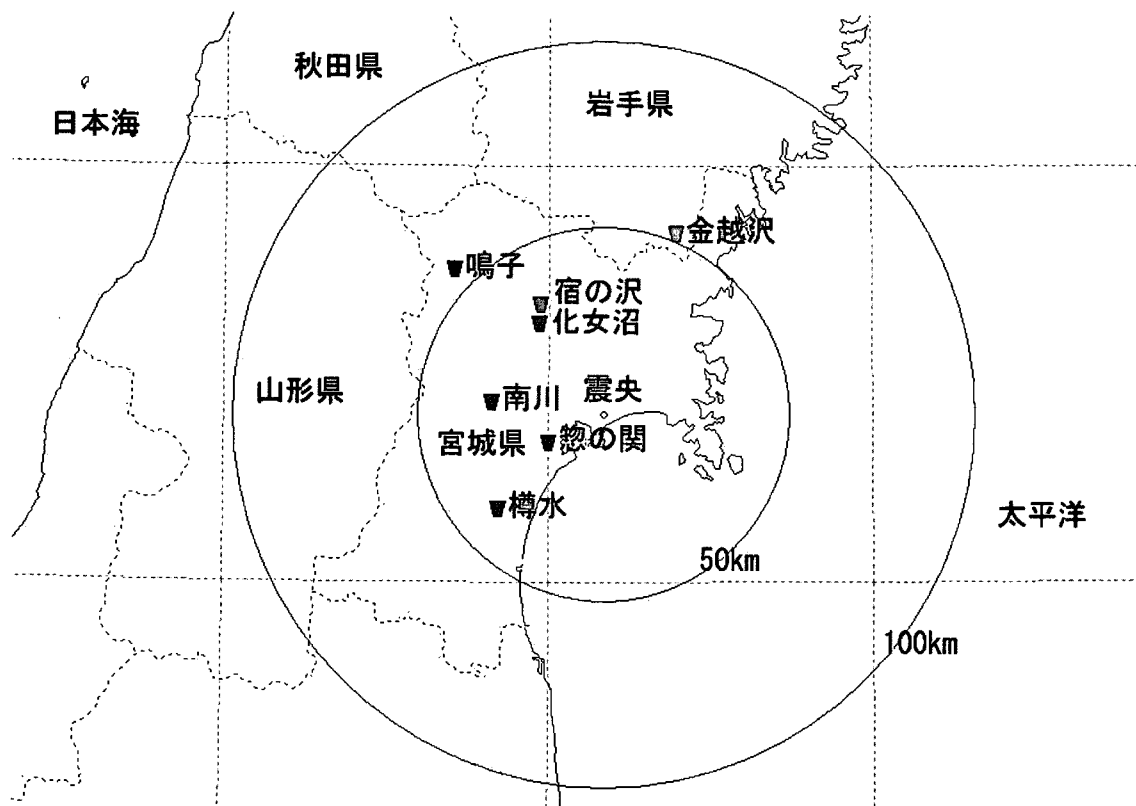


図 6.1 調査対象ダムの位置

### 6. 3 調査結果

#### 6. 3. 1 調査結果の概要

現地調査においては、地震後の臨時点検で報告された事項も含め、地震によるダムの変状、強震観測の実施状況、地震動記録の収集状況、その他各種計測値（漏水量、揚圧力、間隙水圧、変位等）の地震前後における変化状況について、具体的計測データに基づく確認、管理者からの聞き取り、目視による観察を行った。現地調査の結果をダムの諸元および臨時点検結果とあわせて整理したものを表 6.2 に示す。

表6.2 調査ダムの諸元・臨時点検結果・現地調査結果一覧

ダム名	型式	基礎地質	管理者	竣工年	堤高 (m)	堤頂長 (m)	総貯水容量 (万m <sup>3</sup> )	設計震度	勾配		基礎EL (m)	地震時貯水位 (m)	震度	観測地点	臨時点検結果	地震計台数	地震計設置場所	最大加速度(gal)		漏水量(リットル/分) (計測時間)		漏りの有無	調査結果	依頼事項	その他特記事項	
									上流	下流								天端	基礎	地震前	地震時					調査時
鳴子	アーチ式コンクリートダム	花崗岩	東北地方整備局	1957	94.5	215	5000	0.12	-	-	165.0	244	5強	古川市	漏水以外は異常なし	5	天端中央、天端右岸、上段監査廊、下段監査廊、左岸地山	109.4 (上下流)	9.6 (ダム軸)	0.24 (7/15)	0.345 (7/26 13:00)	0.200 (調査の前日 8/4 15:00)	有	①下段監査廊左岸側(No.11孔)にて計測している漏水量が地震後やや増加したが、翌朝には正常値に戻った。 ②7/26 13:00の観測(目視)でやや漏りが見られた。なお、漏水の漏りは5/26地震時には確認されていない。上記以外の変状なし。	無	前回(5/26)地震時に確認された左岸地溝ブロックの地盤傾斜計の計測値の変化は、その後の点検により、計器が地震によりずれたことが原因と判断された。なお、その後計測値の累積的な変化は見られない。
化女沼	ゾーン型アーチダム	凝灰岩	宮城県土木部	1995	24.0	260	302	0.18	2.6	3.1	10.2	26.5	6弱	涌谷町	異常なし	4	天端、基礎、堤高2/3、管理所横	319 (上下流)	179 (上下流)	225.69 (7/26 0:00)	293.23 (7/26 19:00)	47.40 (8/4 47:40)	有	①本震直後に漏水にやや漏りがみられたが3時間後に漏りは消失。漏水量の経時観測データによれば降雨の影響とみられる変動が大きいものの、地震直後に一部わずかに漏水量の増加がみられる。 上記以外の変状なし。	①地震波形デジタルデータの変換依頼	基礎・天端最大加速度とも今回観測された中では最大。
樽水	中央コア型ロックフィルダム	角礫凝灰岩及び安山岩の互層	宮城県土木部	1977	43.0	258.5	470	0.15	3.7	2.40	21.0	55.1	4	青葉区、宮城野区	異常なし	2	底設監査廊、天端中央	106 (上下流)	19 (ダム軸)	3.6 (6/26)	3.6 (7/26)	詳細な数値未確認	無	特に変状なし。	無	無
南川	重力式コンクリートダム	凝灰質砂岩、凝灰質凝灰岩、安山岩、安山岩	宮城県土木部	1987	46.0	355.0	1,000	0.12	0.3	0.85	57.0	95.1	5強	古川市	異常なし	2	監査廊、天端	255 (ダム軸)	48 (上下流)	4.885 (7/8)	6.745 (8/6)	6.745 (調査の翌日 8/6)	無	①本堤体継目の1か所(縦流ブロック継目に相当)において地震前計測時(7/8)より漏水量が増加。その後減少傾向にあり、漏りもみられないものの、現時点で漏水量が通常値まで戻っていないため当面継続して監視する予定。なお、今回地震時は前回の漏水量計測時(7/8)より水位が1.5m高かったが、その影響以上の増加とみられる。 ②鞍部ダムの変状なし。上記以外の変状なし。	無	無
窓の関	重力式コンクリートダム	砂・礫・凝灰質凝灰岩・火山凝灰岩・凝灰岩	宮城県土木部	1999	23.5	115.0	110	0.12	垂直	0.8	16.5	33.7	6弱	涌谷町	異常なし	2	監査廊中央部、ダム天端	102.6 (ダム軸)	69.3 (上下流)	0.665 (7/25 20:00)	1.406 (7/26 10:00)	0.184 (8/1 9:00)	無	特に変状なし。	無	①最も震源からの距離が小さかったダム。
金越沢	中央コア型ロックフィルダム	砂岩・粘板岩	岩手県農林水産部	1999	43.0	338	116	0.15	2.8	2.0	185.0	223	4	藤沢町	異常なし	2	天端、監査廊	133 (ダム軸)	45 (上下流)	528.7 (7/26 0:00)	580.7 (7/26 23:00)	125.4 (8/4 14:00)	無	①漏水量は長雨の影響で地震前から増加しており、地震による影響は必ずしも明らかでないが、地震直後における急激な増加はなく、漏りも確認されていない。 上記以外の変状なし。	①地震前後の揚圧力、間隙水圧の測定結果を依頼。 ②前回の地震時(7/26)ではさらなる沈下(約10cm)は、今回の地震(7/26)ではさらなる沈下は見られなかった(改修後のメーターで確認)。 ③前回の地震後の堤体変位測定の結果、やや大きな変形(天端沈下量約5cm)が計測されたものの、揚圧力や間隙水圧の挙動に問題がなかったことから、管理者は堤体の安全性を損なうものではないと判断している。	
宿の沢	均一型フィルダム	凝灰岩	小山田川沿岸土地改良区(予定)	2003(予定)	26.0	227.7	121	0.18	3.5	2.5	35.6	35.90	5弱	高清水	異常なし	1	天端	172 (東西方向)	-	20.33 (7/26 0:00)	25.38 (7/26 17:48)	3.9 (8/4 18:00)	有	①前震および本震後に漏水量がやや増加したが、降雨の影響による変動が大きく、地震の影響の程度は必ずしも明確でない。 上記以外の変状なし。	無	無

表 6.2 からわかるとおり、今回の地震では、一部のダムで地震直後にやや漏水量あるいは浸透量の増加や濁りが見られた程度であり、特に調査対象ダムにおいて今回の地震による変状は確認されなかった。さらに、漏水量あるいは浸透量については、各ダムとも地震発生当日までに断続的に降雨が続いていたことから、特にその変動が降雨の影響を受けやすい集水構造となっているフィルダムでは、浸透量の計測データから必ずしも地震による影響の有無を明確に判断できない面もある。しかしながら、地震による加速度の記録値が全般的に5月26日の地震時より小さいことや、他の計測データに異常が見られないことから、今回の地震によりダムの安全上問題となるような変状は生じていないと判断される。

### 6. 3. 2 各ダムの調査結果

ここまでの報告からも明らかなように、今回の地震によるダムの変状はなかったが、先の5月26日宮城県沖地震直後の調査で確認された変状に関するその後の状況や具体的な対応・対策を含め、今回の現地調査により得られた調査対象ダムのうちいくつかに関して今後の参考となると思われる事項を以下に示す。

#### (1) 金越沢ダム（中央コア型ロックフィルダム、堤高43.0m）

このダムでは、先の5月26日の宮城県沖地震時において、盛土部と右岸埋戻し部の接合部付近における天端舗装の亀裂および右岸側埋戻し部の沈下といった軽微な変状が発生した（写真6.1, 6.2 参照）が、今回の地震では当該変状の拡大およびその他の新たな変状は発生していない。なお、5月26日地震時に発生した天端舗装の亀裂については今回調査時にはすでに補修済みであった（写真6.1 参照）。亀裂補修前のダム管理者による亀裂の深度調査から、亀裂は堤体の遮水ゾーンに至ることなく舗装表層内にとどまっており、安全上問題のないものであることが確認されている。また、5月26日の地震による堤体変位についてもその後観測が行われていた。その結果、最大数 cm 程度の沈下が確認されているが、揚圧力や間隙水圧などの計測値には問題がないことから堤体の安全上問題となるものではないと判断される。

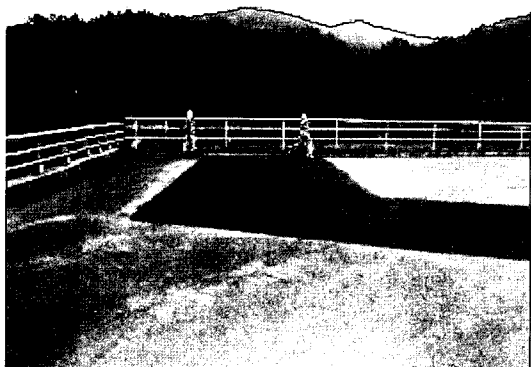


写真6.1 5月26日地震による天端亀裂の補修状況（金越沢ダム）

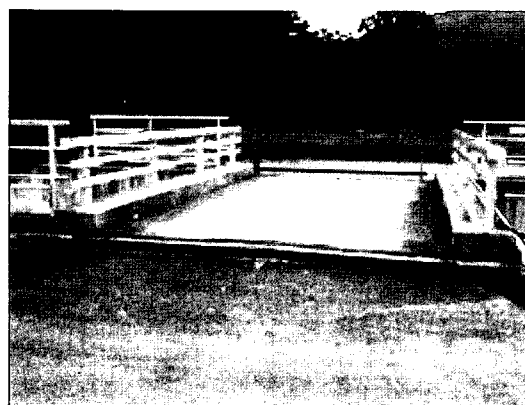


写真6.2 5月26日地震により沈下した埋戻し部の状況（金越沢ダム）



(2) 化女沼ダム (ゾーン型アースフィルダム、堤高 24.0m) (写真 6.3 参照)

このダムでは、今回の地震により、5月26日地震時(基礎 104gal、天端 205gal)を上回る最大加速度(基礎 179gal、天端 319gal)を観測した。また、これは今回の地震によりダム地点で記録された加速度記録としては最大のものであったが、地震直後に一時的な浸透水の濁りが見られた程度であり、ダムの安全上の問題となる変状は見られなかった。

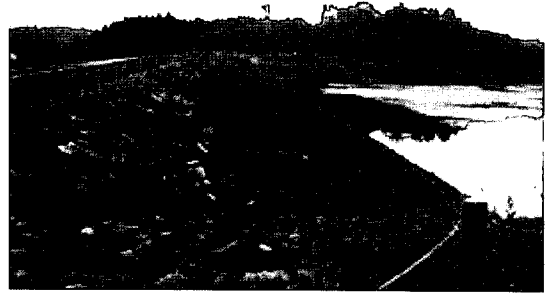


写真6.3 化女沼ダムの上流面

(3) 南川ダム (本堤:重力式コンクリートダム、堤高 46.0m、鞍部ダム:アスファルト表面遮水壁型ロックフィルダム)

このダムの特徴としては、本堤である重力式コンクリートダムとは別に貯水池右岸側の地山鞍部に鞍部ダムが設置されていることがあげられる。この鞍部ダムはロック材料で盛立てられた堤体の貯水池側表面にアスファルトフェイシングを配して遮水する構造のフィルダムである(写真 6.4 参照)。今回の地震(鞍部ダムには地震計が設置されていないが、本堤基礎部地震計では最大加速度 48gal を観測)により、漏水量、堤体変位、沈下量等に関する異常は見られなかった。



写真6.4 南川ダム鞍部ダムの上流面

(4) 鳴子ダム (アーチ式コンクリートダム、堤高 94.5m) (写真 6.5 参照)

今回の調査対象ダムの中では最も堤高の高いダムであるが、記録された最大加速度は基礎部で 10gal、天端で 109gal と小さく、特に問題となる変状は見られなかった。このダムは5月26日の地震時に比較的大きな地震動(基礎部で 79gal、天端で 683gal を記録)を経験しているが、当該地震時にも特に変状は見られなかったことから今回程度の地震動は特にダムの安全性に影響を及ぼすものではなかったと考えられる。

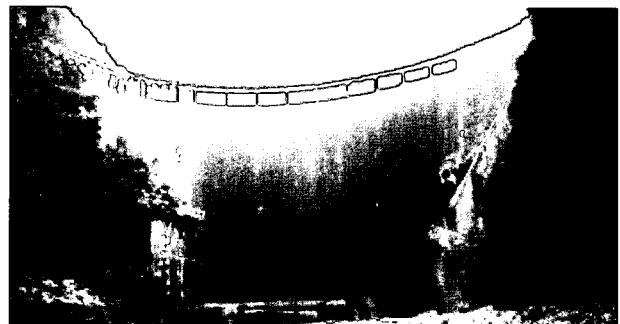


写真6.5 鳴子ダムの下流面

なお、5月26日の地震時において、貯水池左岸側の地山に設置された地盤傾斜計の一つでその計測値にわずかな変化が見られたが、管理者によるその後の点検により、地震時の何らかの衝撃による計器自体のずれが原因であることが確認されており、地震に伴う地すべりの発生を懸念させるものではなかった。

(5) 樽水ダム（中央コア型ロックフィルダム、堤高43.0m）（写真6.6参照）

今回の地震で観測された最大加速度は基礎部に相当する底設監査廊内で19galと大きなものではなく、何ら変状は確認されていない。なお、このダムでは、1978年6月12日に発生した宮城県沖地震（マグニチュード7.4）時において底設監査廊内地震計で最大加速度236gal（ダム基礎岩盤における加速度記録の中では当時最大級に相当）を記録した。このような大きな地震動を受けても、当該地震によっても沈下や亀裂、浸透量の急増などの変状が全く生じなかった<sup>2)</sup>。



写真6.6 樽水ダムの上流面

#### 6.4 地震動の分析・考察

今回の地震（7月26日午前7時13分の本震）時に、ダムサイト基礎部に設置された地震計により、震源からの距離と観測された最大加速度の関係（距離減衰特性）を図6.2に示す。ここで、最大加速度については、(a)水平方向（上下流方向とダム軸方向のうち大きい方）および(b)鉛直方向に関してそれぞれ整理している。また、同図中には、参考として、先の5月26日の地震時における各ダムでの観測値についても付記した。

これより、全般的に今回の地震時に記録された最大加速度値は、5月26日の地震を大きく下回っていることがわかる。今回の地震では震源付近で家屋に大きな被害が発生したが、5月26日の地震に比べ震源位置は浅く、また地震の規模（マグニチュード）自体も小さなものであった。また震度5以上の強い揺れの範囲も限られていた。図6.2に示される各ダムにおける観測記録もこれらの事実と符合するものである。ダムは他の構造物と比べて良好な岩盤を基礎とすることから、今回の地震ではダムに関して特に問題となるような影響がなかったものと考えられる。

また、今回の地震による最大加速度の観測値について、今回の地震の規模や震源深さを考慮して、距離減衰特性を示す推定式（距離減衰式）を用いて得られる推定値と比較を行った。その結果を(a)水平方向、(b)鉛直方向についてそれぞれ図6.3および図6.4に示す。なお、図6.3は、ダム基礎岩盤における多数の地震記録をもとに「ダムのレベル2地震動委員会」において提案された推定式<sup>3) 4)</sup>、図6.4は、田村・岡本・加藤<sup>5)</sup>による岩盤における推定式との比較である。図6.3より、今回の地震による観

測値は「ダムレベル2地震動委員会」の推定式に対してはほぼ適合する値が得られており、推定式による平均値±標準偏差の範囲内に収まっていること、また図6.4より、田村・岡本・加藤の式に対しては、震央距離が小さな範囲ではやや小さめの値が得られていることがわかる。

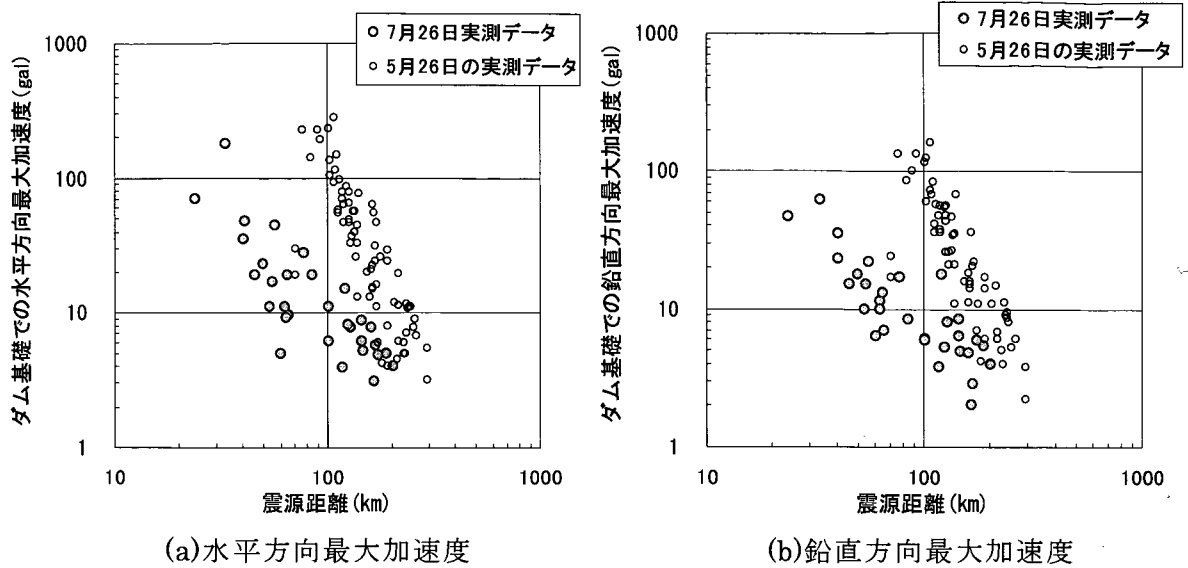


図 6.2 震源距離とダム基礎における最大加速度（観測値）の関係

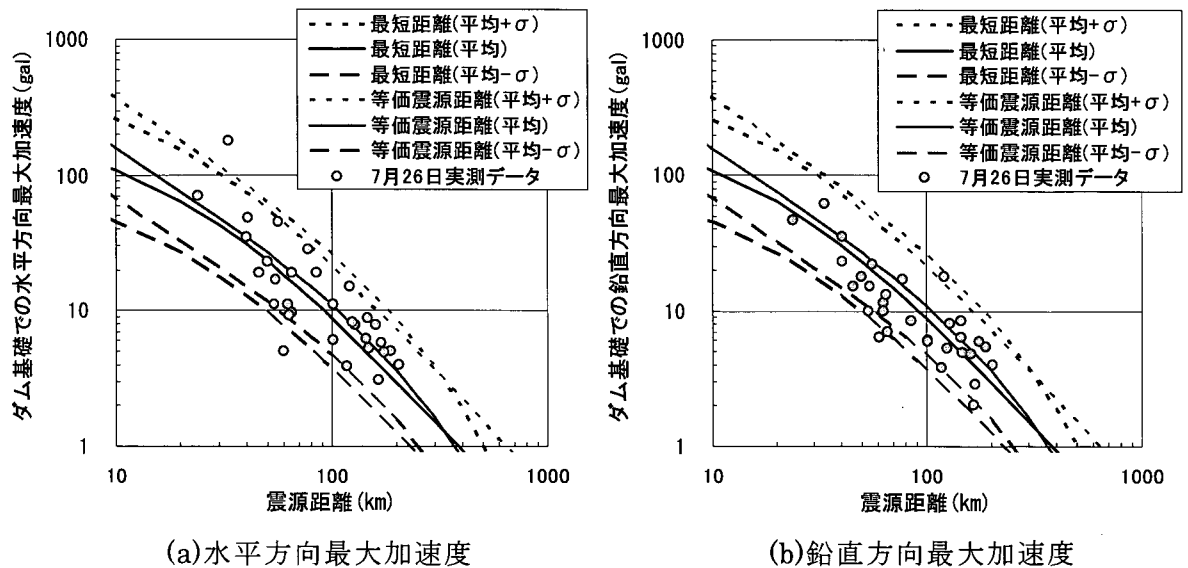


図 6.3 ダム基礎における最大加速度（観測値）と「ダムレベル2地震動委員会」による推定式の比較

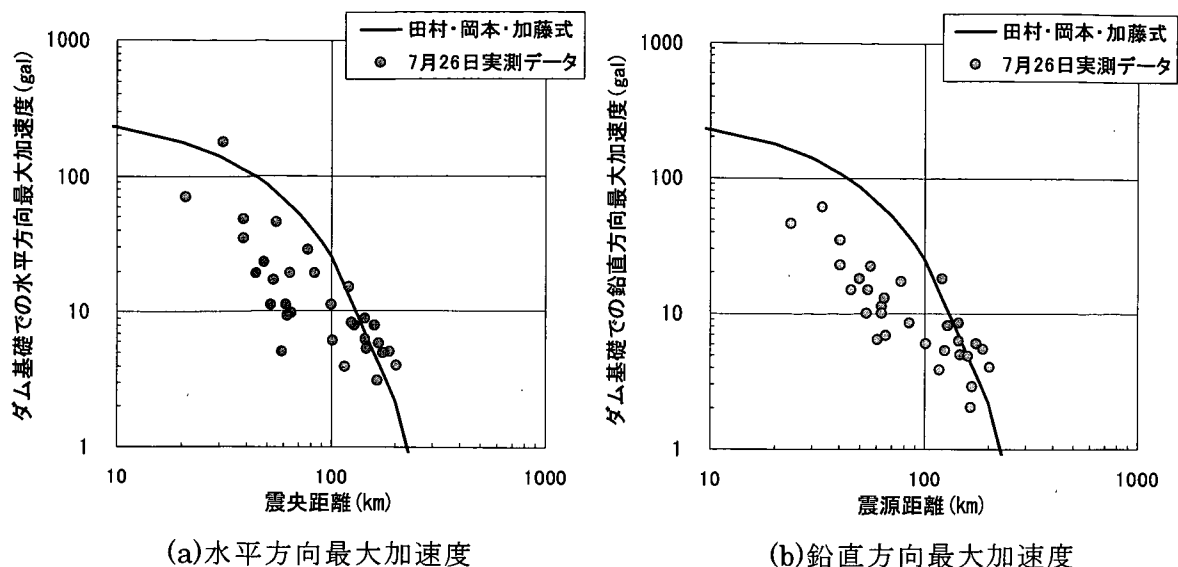


図 6.4 ダム基礎における最大加速度(観測値)と田村・岡本・加藤による推定式の比較

## 6. 5 まとめ

ダム管理者による臨時点検の結果と今回の現地調査の結果を総合すると、今回の地震の影響としては、一部のダムで一時的な浸透量の増加や濁りが観測された程度であり、先の5月26日の地震時に一部のダムで見られたような軽微な損傷を含め、ダムの安全性に影響を及ぼすような変状は確認されなかった。今回の地震は5月26日の地震と比べて震源が浅く、また地震の規模自体も小さかったことから、強い揺れの範囲が比較的限定されており、ダム地点における地震動は、比較的良好な岩盤を基礎とするダム構造物の安全性に影響を与えるほどのものとならなかったものと考えられる。

なお、5月26日の地震に続き、今回の地震においてもダムサイトにおける貴重な地震動記録が得られたため今後のダムサイトにおける地震動研究に役立てていく予定である。

## 参考文献

- 1) 建設省河川局開発課監修：ダムの管理例規集、山海堂（1993）pp.320-324
- 2) 建設省土木研究所：土木研究所報告第159号（1978年宮城県沖地震災害調報告）（1983）pp.201-263
- 3) (財)ダム技術センター：平成13年度ダム耐震設計高度化検討業務報告書（2002）
- 4) N. Matsumoto, H. Yoshida, T. Sasaki and T. Annaka : Response Spectra of Earthquake Motions at Dam Foundations, Commission Internationale des Grands Barrages, ICOLD-Congress, Montreal, 2003
- 5) 田村重四郎、岡本舜三、加藤勝行：岩盤地帯の地震動の最大加速度について、第13回地震工学研究発表会講演概要（1979）、pp.181-184

## 7. 道路の被害状況

### 7. 1 道路橋の被害状況

#### 7. 1. 1 道路橋に関する調査の概要

本震後に道路管理者により行われた調査結果によると、道路橋に関する被害としては、一般地方道河南鳴瀬線の小野橋（鳴瀬町小野）において支承の損傷および桁の変位により全面通行止め規制がなされたが、他には道路橋として通行機能に影響がある被害は報告されていなかった。そこで、道路橋の被害状況および振動性状の把握を目的として、本震で震度6強が観測された宮城県矢本町、南郷町、鳴瀬町およびその周辺において、小野橋を中心として図7.1に示す合計14橋を対象に現地調査を実施した。

#### 7. 1. 2 調査結果

##### (1) 小野橋・西小野橋

小野橋および西小野橋は、並行して流れる鳴瀬川と吉田川を渡河する橋であり、鳴瀬川を渡河する13径間鋼単純I桁橋（小野橋、写真7.1）と吉田川を渡河する5径間単純プレテンPCT桁橋（西小野橋、写真7.2）から構成されている。支承部は、小野橋が支承板支承、西小野橋が簡易ゴム支承、下部構造はいずれもRC門型ラーメン橋脚で、井筒形式の基礎を有する<sup>1)</sup>。両橋とも1935年に竣工した。また、5mほど上流側に上部構造が鋼単純I桁、下部構造がRC円形橋脚からなる小野人道橋（鳴瀬川側：5径間）および西小野人道橋（吉田川側：3径間）が新たに建造されている。本橋は、0時13分に発生した前震震央から約3km西方、同日7時13分に発生した本震震央から約4km北西に位置している。また、本橋は0時13分に発生した前震において国土交通省河川・道路等施設の地震計ネットワーク観測点の中で最も大きな加速度を記録した鳴瀬堰(440gal、SI値=51kine)の1kmほど下流に位置している。なお、本年5月26日に発生した宮城県沖を震源とする地震後にも調査を行っており、西小野橋の西側橋台部（吉田川右岸）で周辺部の土砂流失に伴う土嚢での保護や隣接する河川堤防の部分的な滑りがあったものの、橋梁自体の損傷は確認されなかった。

小野橋では、橋台・橋脚の全ての支承部において、支承のアンカーボルトのせん断破壊・引き抜け、あるいは沓プレートの溶接部での破断が生じた（写真7.3）。なお、アンカーボルトと沓プレートには腐食の進展も確認された。本橋は、1978年の宮城県沖地震の際にも、今回と同様に13径間中9径間において支承のアンカーボルトが破壊し、橋軸直角方向に最大で65cm程度、橋軸方向に10cm程度桁が移動する被害を生じた<sup>1)</sup>が、その際には桁のずれを復元するとともに、新たに製作した沓プレートを既設プレートに溶接し、これを新しいアンカーボルトで下部構造に定着することにより復旧している（図7.2）<sup>2)</sup>。また、この復旧工事では既設横桁間に鋼板による桁間連結装置を新設している。さらにその後PCケーブルによる桁間連結装置の設置および鋼製ブラケットによる橋脚の天端拡幅も行われている。今回の地震では桁がほぼ全スパンにおいて橋軸方向（東側）に移動して下沓から逸脱し、ジョイント部において路面に10cm

No.	路線名	橋梁名
1	県道河南鳴瀬線	小野橋
2	国道45号線	鳴瀬大橋
3		石巻大橋
4		中埠橋
5	県道河北石巻線	開北橋
6	三陸道	河南高架橋
7	国道45号線	天王橋
8	国道45号線	飯野川橋
9	県道河南米山線	神取橋
10	国道346号線	新涌谷大橋
11	県道涌谷田尻線	涌谷大橋
12	国道346号線	感恩橋
13	県道石巻鹿島台大衡線	木間塚橋
14	三陸道	鳴瀬奥松島大橋

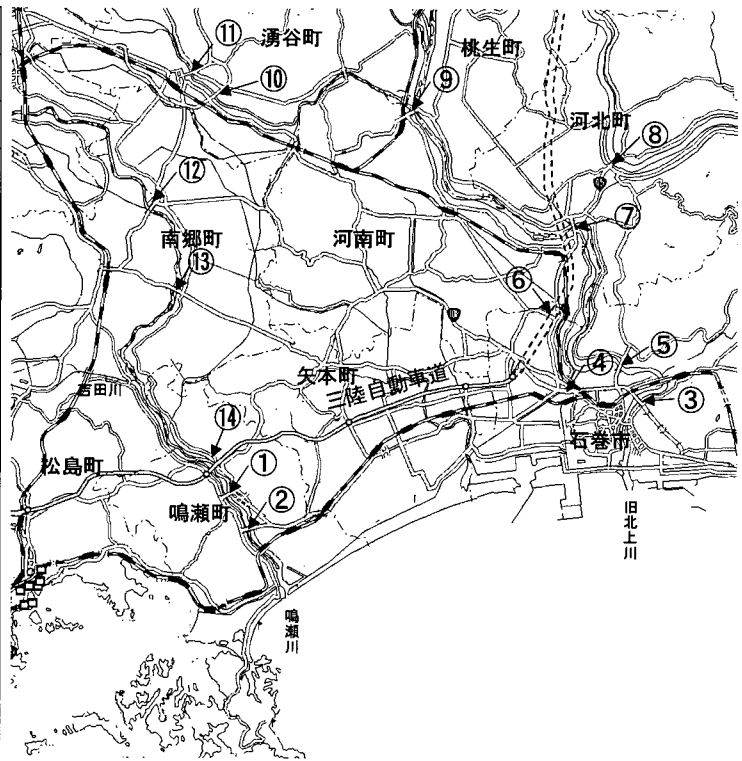


図 7.1 調査対象橋梁一覧

程度の段差を生じた。桁の移動は相対的には西側スパンで顕著であり、最大で20cm程度生じた。

最も桁の移動量大きい西側橋台部（支承条件は固定）では、落橋防止構造として、橋台と桁を連結したPCケーブルに張力が作用した状態となっており、落橋防止構造が桁の変位拘束に有効に機能したと推定される（写真7.4）。この橋台では支承部からの桁の逸脱により、桁直下の橋台上端部前面のコンクリート部分に剥離も生じていた。さらに、橋台の上流側の隣接護岸部にひびわれや、橋台背面土の沈下（数cm）も生じた。また、RC門型ラーメン橋脚については躯体部に水平ひび割れが確認されたものもあったが、ほとんどが河川中にあることから基部周辺の損傷や残留変位などについては確認できていない。

西小野橋は、小野橋と同様、PCケーブルによる桁間連結や下部構造天端拡幅（橋脚部：鋼製ブラケット、橋台部：RC）による落橋防止構造が付加されている。西側橋台基部周辺で土砂が流失し、土嚢が崩れるとともに、橋台本体は前面へ若干傾いた。また、桁部と橋台部の継目部の路面アスファルトにひびは入っていたが段差は生じなかった。東側橋台部ではパラペットの損傷や衝突による隣接護岸部の損傷（上流側は橋台基部付近、下流側は橋台上部付近）が生じた。また、橋台周辺部の地盤が10数cm程度沈下した。

人道橋では、線支承の可動部に擦過痕が確認されるとともに、高欄には擦過痕やジョイントのはずれ、変形が確認された。また、小野人道橋の西側橋台部を除く橋台部

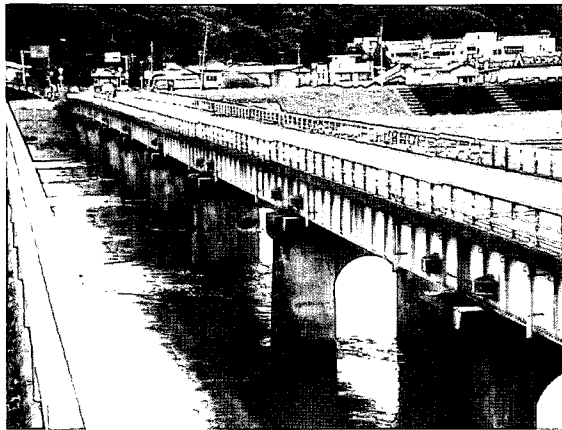


写真 7.1 小野橋（鳴瀬川側、桁の沓逸脱により路面に段差あり）

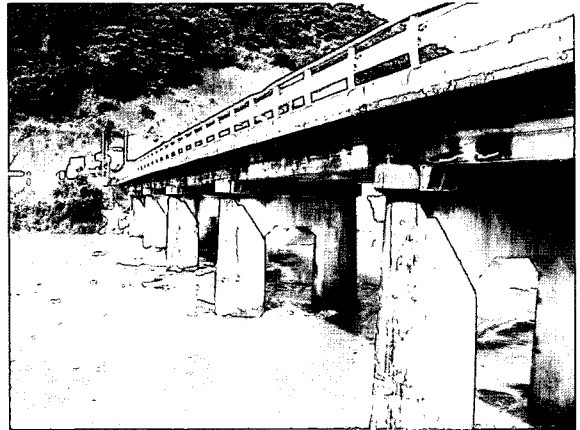


写真 7.2 西小野橋（吉田川側）

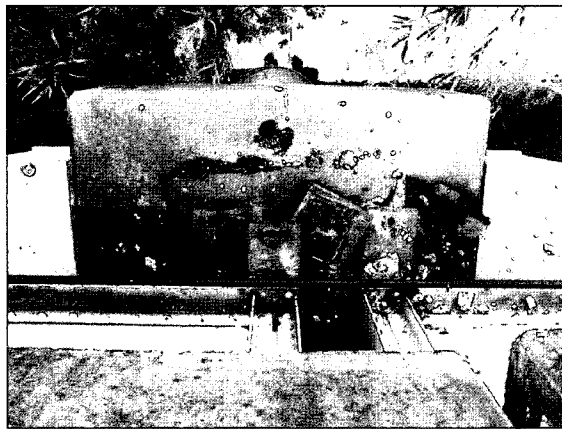


写真 7.3 小野橋の支承部の損傷状況（アンカーボルトおよび沓プレート破断）



写真 7.4 小野橋の落橋防止構造（張力が作用した状態で落橋防止が有効に機能したと推定）



写真 7.5 西小野人道橋（吉田川側）（橋台端部における護岸コンクリートのひびわれ損傷）

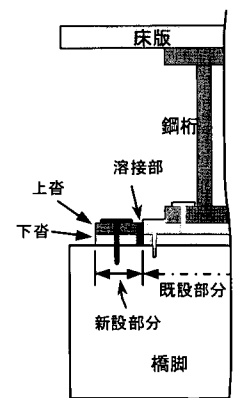


図 7.2 1978年宮城県沖地震後の小野橋の支承部付近の復旧状況

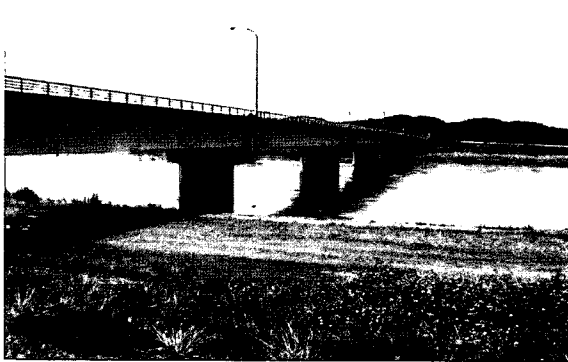


写真 7.6 鳴瀬大橋

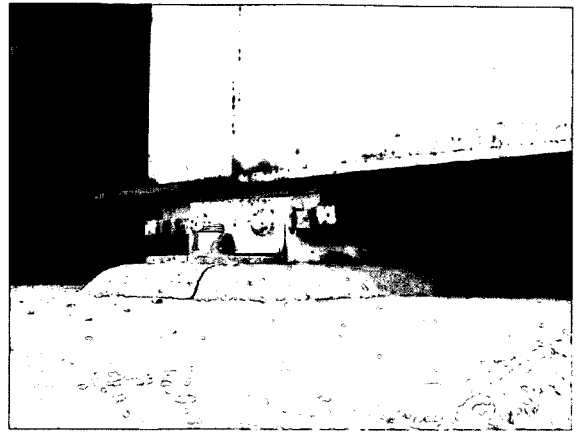


写真 7.7 鳴瀬大橋の支承部の損傷状況  
(上沓の移動制限用の突起の破損)

において、背面土が10数cm沈下した。小野人道橋では、下流側に位置する隣接護岸部にひびわれが生じており、西側橋台部側で損傷の程度がやや大きい。また、橋脚天端に設置された照明灯のカバーが1箇所破損した。西小野人道橋では、東側橋台部の下流側では隣接護岸部のひびわれの程度は軽微であるが、上流側では護岸から張り出すように設置されている照明灯の土台部のコンクリートにひび割れが生じるとともに照明灯の傾きおよびカバーの落下が生じた(写真7.5)。また、西側橋台部は前面へ若干傾いた。

## (2) 鳴瀬大橋

鳴瀬大橋は、小野橋から鳴瀬川の下流約1.5kmに架設されている橋である。上部構造は3径間連続鋼I桁(3連)、下部構造はRC小判型橋脚を有し、1979年に竣工している(写真7.6)。小野橋と異なり、鳴瀬川および吉田川を1つの橋梁で渡河している。今回の地震により、桁間連結装置や可動支承部、高欄に橋梁の振動による数cmの擦過痕が確認された。また、西側橋台部の可動支承(BP支承)1カ所において地震によると推定される上沓の移動制限のための突起の破損が確認された(写真7.7)。ただし、損傷は移動制限の突起のみで沓本体に損傷は確認できなかったことから、橋梁構造的には影響のある損傷ではないと推定される。

## (3) その他の橋梁

その他の橋梁については、振動の痕跡を確認できなかったもの(石巻大橋、飯野川橋、新涌谷大橋)、支承部(可動支承やボルト部)に振動の痕跡を確認できたもの(開北橋、河南高架橋、神取橋、感恩橋、天王橋)、橋台背面土が数~10cm沈下したもの(開北橋、中埠橋、鳴瀬奥松島大橋)におおむね分類できるが、いずれも橋梁構造として影響があると考えられる被害は確認できなかった。

涌谷大橋では、車道に隣接して下流側にかかる歩道橋(鋼単純I桁、鋼製T型円形橋脚、



1976年竣工)において、橋台と桁上の高欄との接触痕が確認されるとともに、4cm程度橋台背面土が沈下した。また、右岸橋台では支承取り付け部のアンカーボルトが、下流側では引き抜かれた状態に、また上流側ではなくなった状態であった。

木間塚橋では、可動支承に3cm程度の振動の痕跡や橋台背面土の沈下に加え、取り付け盛土部区間にあるボックスカルバート部において路面に15cm程度の段差が生じた。

### 7. 1. 3 まとめ

道路橋においては、一部橋梁において軽微な支承の損傷、橋台背面盛土の沈下等の被害が生じたものの、小野橋以外で構造的に影響のある甚大な被害は確認できなかった。小野橋では、支承の損傷により桁が杓座から逸脱し、橋軸方向に20cm程度の水平変位が生じたものの、落橋防止構造(PCケーブル)が機能し落橋という致命的な損傷までには至らなかった。

なお、平成15年8月25日現在、小野橋の下部構造に一部変状や残留変位が確認され詳細調査が実施されているところである。小野橋においては、前述のように1978年の宮城県沖地震において支承が破壊し、橋軸直角方向に最大で65cm程度変位するという甚大な被害を受けた。今回の地震においても隣接する人道橋とPCT桁橋並びに周辺の橋梁が大きな被害を受けていないにもかかわらず、再度同様に支承の破壊と桁の大変位により通行止めを要する甚大な被害を受けたことを考慮すると、本橋の地震時振動特性および対策に関しては慎重に検討する必要があると考えられる。

## 7. 2 道路盛土・擁壁の被害状況

### 7. 2. 1 道路盛土・擁壁に関する被害の全体概要

表7.1に直轄国道、地方道、有料道路のうち、盛土・擁壁等の被害が原因で交通規制の対象となった箇所の一覧を示す。盛土・擁壁等の被害としては、特に震源に近い鳴瀬町、河北町、河南町、涌谷町、矢本町において、路面沈下、路肩陥没、路面亀裂等の被害が多い。直轄国道では、国道45号および108号において、路肩陥没、路面沈下、擁壁の傾斜等により、全面通行止めないしは片側通行止めとなる被害が生じた。有料道路では、三陸自動車道の鳴瀬奥松島～石巻河南間、仙台松島道路の松島大郷から鳴瀬奥松島間で路面亀裂および一部盛土崩落により、全面通行止めとなる被害が生じた。

### 7. 2. 2 調査の概要

主として直轄管理区間における盛土・擁壁の被害状況の把握を目的として、被害により通行止め規制が行われた箇所を中心に現地調査を実施した。主な調査箇所は以下のとおりである。

- (1)一般国道45号37.2km地点(鳴瀬町川下)
- (2)一般国道108号14.8km地点(河南町前谷地)
- (3)(一)涌谷田尻線(涌谷町下町)

表 7.1 盛土・擁壁等の被害による交通規制状況（8月4日12時現在）

直轄国道

路線名	箇所	被害状況	規制日時		備考
			日	時	
45号	鳴瀬町37.2kp~37.4kp	路肩陥没	7/26	7:50	片側交互通行 → 7/27 15:00解除
108号	河南町14.8kp(左)	盛土ブロック積み倒壊の恐れ	7/26	10:35	片側交互通行 → 7/26 22:00 全面通行止め → 7/27 16:00片側交互通行

地方道

路線名	箇所	被害状況	規制日時		備考
			日	時	
(主)石巻鹿島台大衡線	矢本町大塩三ツ谷	路面亀裂	7/26	4:00	全面通行止め→7/27 20:00片側交互通行
(主)奥松島松島公園線	松島町手樽	路面隆起	7/26	8:00	片側交互通行→7/27 16:00解除
(一)大島波板線	気仙沼市小同汐	法面崩落	7/26	7:30	全面通行止め→7/28 16:30解除
(一)涌谷田尻線	涌谷町下町	路面段差	7/26	10:00	片側交互通行→7/27 18:45解除
(主)鹿島台高漕水線	鹿島台町広長	路面陥没	7/26	10:00	片側交互通行→7/28 17:00解除
(主)鹿島台鳴瀬線	鹿島台町木間塚	路面陥没	7/26	11:00	片側交互通行→7/26 19:30解除
(主)奥松島松島公園線	鳴瀬町小野蒜字亀岡	路面陥没	7/26	12:00	片側交互通行
(主)奥松島松島公園線	鳴瀬町小野蒜字北針生	路面陥没	7/26	12:00	片側交互通行
(一)河南鳴瀬線	鳴瀬町高松字西風	路面陥没	7/26	12:00	片側交互通行
(主)石巻鮎川線	石巻市渡波～桃浦	法面崩落	7/26	13:00	全面通行止め
(一)鳴瀬南郷線	鳴瀬町西福田	路面亀裂	7/26	13:30	全面通行止め
(一)北上河北線	河北町川前	法面崩落	7/26	12:00	片側交互通行
(主)野田山形線	野田村明内	路面亀裂	7/27	12:00	片側交互通行
(一)牡鹿半島公園線	石巻氏小積～牡鹿町新山浜	路面陥没	7/28	15:00	全面通行止め
(一)河南南郷線	河南町北村	路面亀裂	7/28	17:00	全面通行止め→8/2 17:00片側交互通行
(一)河南南郷線	鳴小町高松朝川子沢	法面崩落	7/28	18:00	片側交互通行

有料道路

路線名	区間	被害状況等	開始		備考
			日	時刻	
三陸自動車道	鳴瀬奥松島～石巻河南	路面亀裂、一部盛土崩落	7/26	7:26	通行規制(全止め) →7/27 7:30 解除
仙台松島道路	松島大郷～鳴瀬奥松島	路面亀裂、一部盛土崩落	7/26	7:15	通行規制(全止め) →7/27 7:30 解除

国土交通省道路局ホームページ(<http://www.mlit.go.jp/road/index.html>)より

### 7. 2. 3 調査結果

#### (1)一般国道45号37.2km地点（鳴瀬町川下）

調査地点は、吉田川右岸堤防と兼用する国道45号に、仙台松島有料道路の鳴瀬奥松島ICからの取り付け道路が合流する地点である。図7.3に被害の概要を示す。主な被害は、全体的な路面沈下、川側のり面の路肩からの崩落（延長40m程度）、これに伴うのり面のはらみだし（写真7.8）、路面の縦断クラック（写真7.9）、歩道部の沈下等であった（写真7.10）。また、横断水路の呑み口側の石積護岸が一部（幅2m程度）崩落していた（写真7.11）。調査時点（7月28日）では、路面クラックにはパッチングが施され、すべりの生じた路肩はソイルセメントで盛り返しが行われ、通常供用されていた。

(2)一般国道108号14.8km地点(河南町前谷地)

調査地点は、丘陵を通る切土区間から切盛～盛土区間になった箇所である。被害区間は高さ10～6mの盛土であり、道路盛土の谷側のり面は急勾配の練石積擁壁である。図7.4に被害の概要を示す。主な被害は、練石積擁壁(写真7.12)の前方への回転変位、それに伴う路肩の陥没(写真G7.2)、路面クラック(写真7.13)等であった。また、擁壁下面は取り付け側溝を押しつぶす程度に前方へ変位していた。調査時点では、片側交互通行が行われており、陥没した路肩部分にはシート張りがなされ、擁壁前面には擁壁を抑えるために土嚢積がなされていた(写真7.14)。

(3)(一)涌谷田尻線(涌谷町下町)

被害箇所は江合川左岸堤防と兼用の盛土部であり、路面の一部が沈下し(写真7.15)、川側の路肩付近に縦断クラック(写真7.16)が生じている程度の比較的軽微な被害であった。調査時点では、クラックにはパッチングが施され、通常供用されていた。

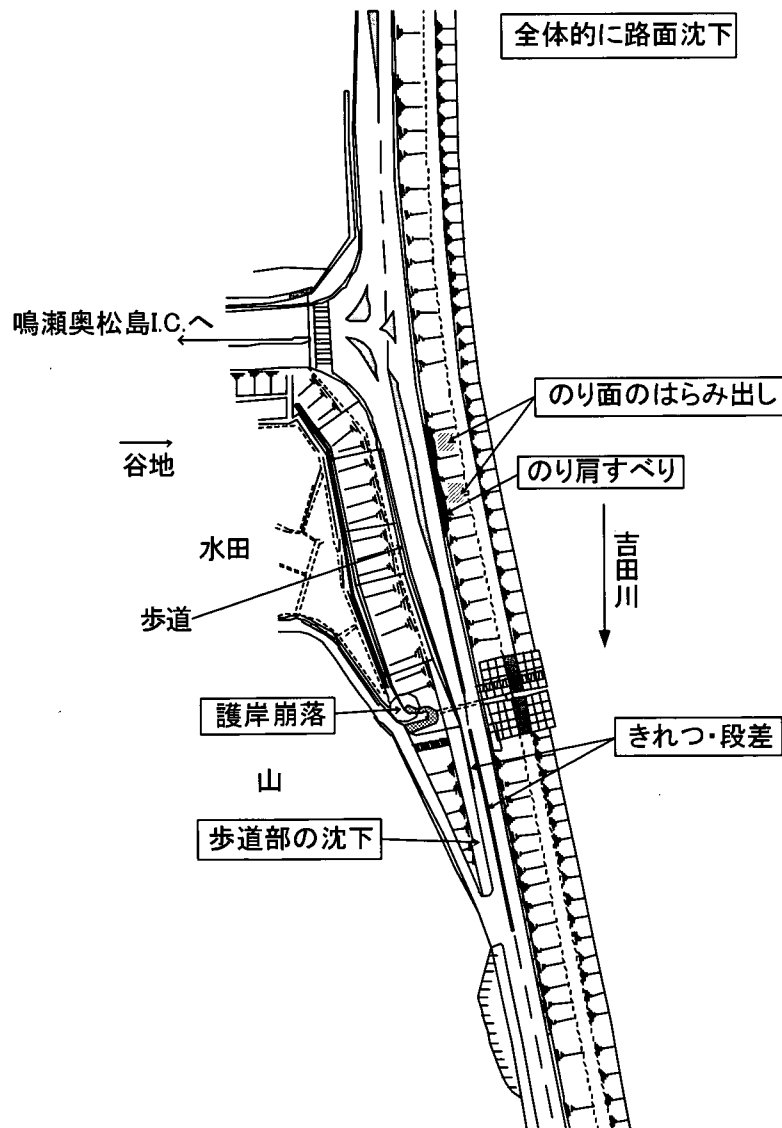


図7.3 一般国道45号37.2km地点(鳴瀬町川下)の被害概要

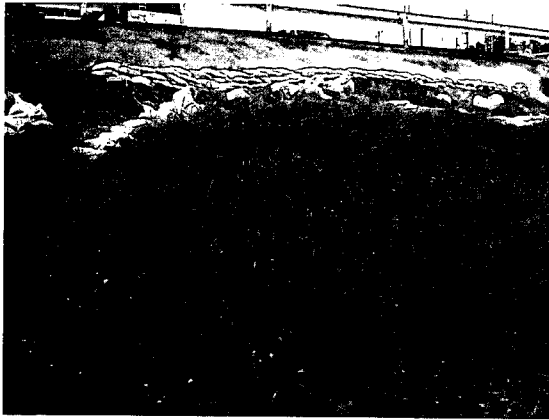


写真 7.8 一般国道 45 号 のり面はらみだし

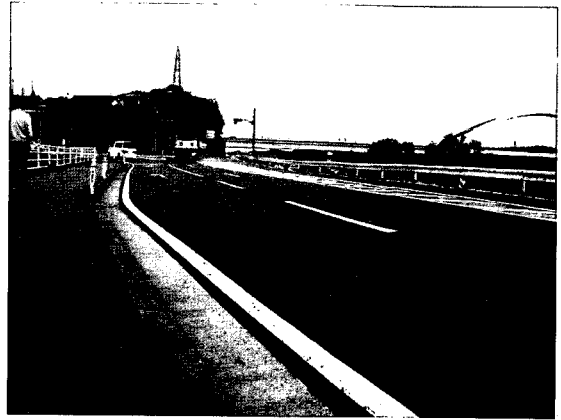


写真 7.9 路面の縦断クラック

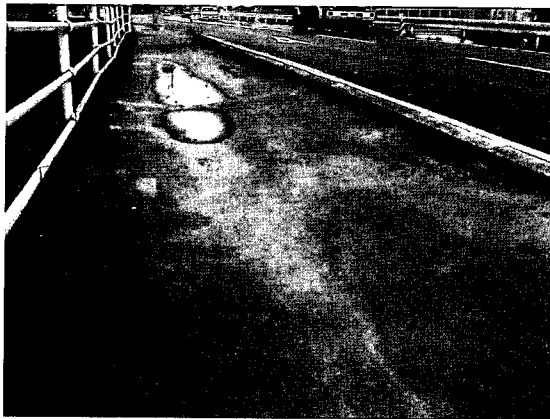


写真 7.10 歩道部分の沈下



写真 7.11 横断水路ブロック積護岸の一部崩落

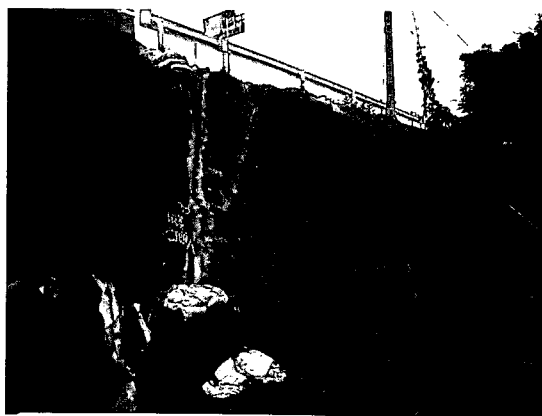


写真 7.12 練り石積擁壁

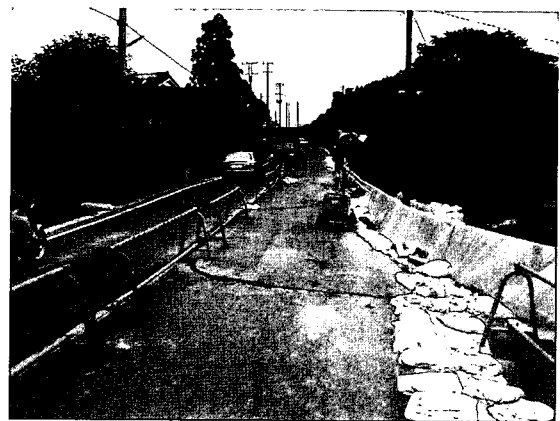


写真 7.13 路面上のクラック



写真 7.14 擁壁下方の民家と土嚢積応急対策

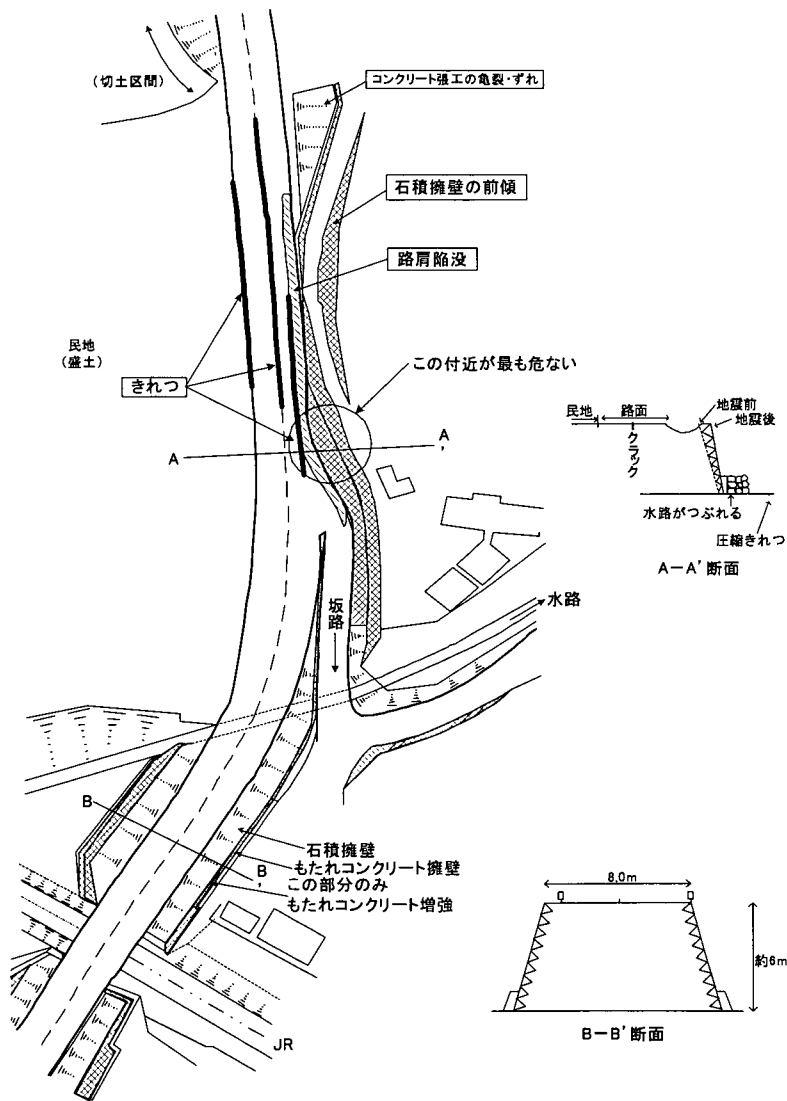


図 7.4 一般国道 108 号 14.8km 地点 (河南町前谷地) の被害概要

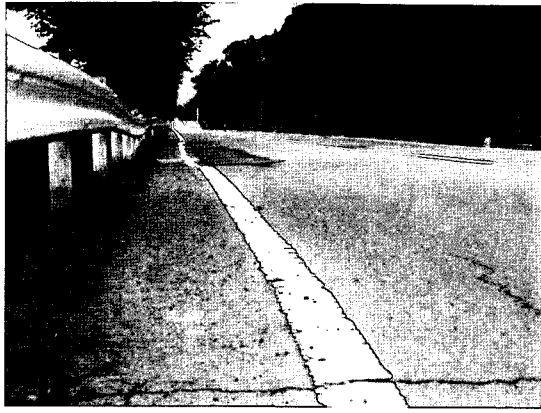


写真 7.15 路面沈下（涌谷田尻線）

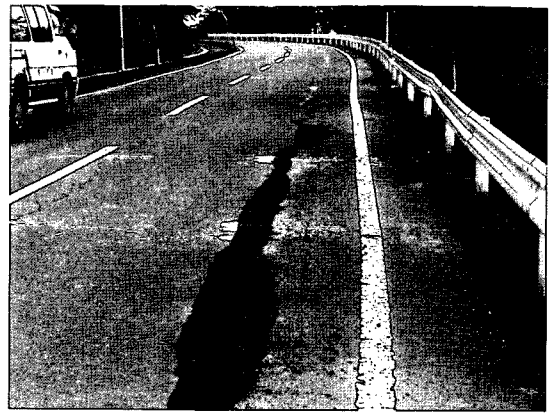


写真 7.16 路面上の縦断クラック  
（涌谷田尻線）

#### 7. 2. 4 分析・考察

##### (1)一般国道45号37.2km（鳴瀬町川下）

主な被害は、全体的な路面沈下、川側のり面の路肩からの崩落（延長40m程度）、これに伴うり面のはらみだし、路面の縦断クラック、歩道部の沈下等であったが、被災区間は両側を山付部に挟まれた谷地の区間に対応していること、および盛土全体に沈下が見られることから、軟弱な基礎地盤が原因であろうと考えられる。また、り面のすべりに関しては、地震当日までに降雨があったことから路面に降った雨水が盛土内に浸入し、盛土本体の強度が低下していたことが原因の一つとして考えられる。

##### (2)一般国道108号14.8km（河南町前谷地）

主な被害は、練石積み擁壁の前方への回転変位、それに伴う路肩の陥没、路面クラック等であったが、被災原因としては、昭和30年代施工の高盛土での練石積み擁壁であり耐震性が低いこと、および、周辺地盤が軟弱であることの両者が考えられる。

##### (3)（一）涌谷田尻線（涌谷町下町）

主な被害は、路面の一部沈下、川側の路肩付近の縦断クラックであったが、地震当日までに降雨があったことから路面に降った雨水が盛土内に浸入し、盛土本体の強度が低下していたことが原因の一つとして考えられる。

#### 7. 2. 5 まとめ

道路盛土・擁壁については、一部の区間において盛土の沈下、クラック、盛土路肩の崩落等の損傷が生じたが、比較的軽微な被害であった。

#### 参考文献

- 1) 1978年宮城県沖地震災害調査報告、土木研究所報告第159号、1983.
- 2) 納 宏：「道路および鉄道における被害状況 直轄国道の被害と復旧」、橋梁と基礎、pp.6-13、1978.

## 8. 斜面の被害状況

### 8. 1 斜面に関する被害の概況

国土交通省調べによると、7月26日に発生した地震により、宮城県において55件のがけ崩れ、1件の地すべり、1件の土石流等が発生している。これらの多くは河南町、鳴瀬町、矢本町といった震源に近い地域で発生していた。

一方、道路斜面については、落石およびのり面崩壊等が国道1箇所、地方道4箇所報告されている。これら落石やのり面崩壊のほとんどは、震源に近接する旭山丘陵（標高100～170m）を中心に発生していた。

### 8. 2 調査の概要

斜面の調査は、被害報告のあった急傾斜地崩壊危険箇所、道路斜面及び地すべりを対象として実施した。急傾斜地崩壊危険箇所及び地すべりの調査は、国土技術政策総合研究所及び土木研究所の職員4名が7月31日～8月1日に松山町、河南町、鳴瀬町、津山町において計6箇所の急傾斜地崩壊危険箇所を、河南町において1箇所の地すべりの現地調査を行った。調査はいずれも、主に斜面下部からの目視により実施した。

道路斜面（切土斜面）の調査は、土木研究所の職員3名が落石や崩壊の地質的要因を探るべく、7月28～29日にかけて、国道45号線、県道27号線および150号線の斜面地質調査を実施した。

今回現地調査を実施した箇所は次のとおりであり、そのうち主な箇所について報告する。

#### (1) 急傾斜地崩壊危険箇所

- 鳴瀬町 往環地区
- 鳴瀬町 北赤崎地区
- 津山町 竹の沢地区
- 松山町 丸山地区
- 松山町 氷室地区
- 河南町 天王山の3地区

#### (2) 道路斜面

- 鳴瀬町 小野（国道45号線）
- 鳴瀬町 小野（県道150号線）
- 鳴瀬町 野蒜（県道27号線）

#### (3) 地すべり

- 河南町 北村地区

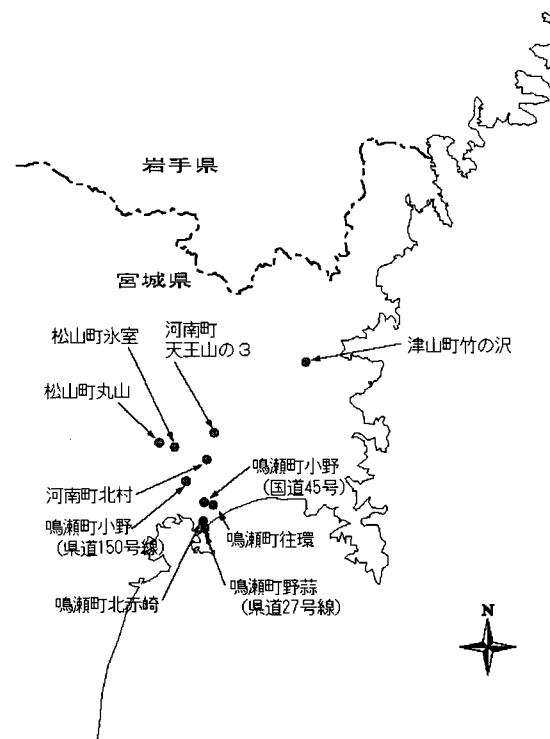


図 8.1 調査位置図

## 8. 3 調査

### 8. 3. 1 急傾斜地崩壊危険箇所

#### (1) 落石

##### ① 鳴瀬町 北赤崎地区

本地区は、前震（0時13分発生）、本震（7時13分発生）の震源に近い地域（前震、本震の震源からそれぞれ4km、2km離れている）にある。高さ約15m程度の南向き斜面で、はく離型の崩落により落石が発生していた（図8.2）。地質は凝灰角礫岩である。オーバーハングしていた岩塊（6m×6.3m×4m）がほぼ垂直に落下した。調査日時点（8月1日）では、斜面はほぼ垂直に切り立っていた（写真G8.1）。崩落以前にはオーバーハング部の頂点と家屋の軒先までの水平距離は0.5m～1.0m程度であった。岩塊が衝突したと考えられる部分では家屋の屋根、柱、外壁のいずれもが1、2階とも大破している（写真G8.1）。また、2階部分は大きくがけ側に傾いていた。

隣接する斜面においては、調査日（8月1日）時点もオーバーハングしている箇所が残っていた。オーバーハング部の高さは斜面下端より約12mであり、張出しの長さは3.5m程度であった。

#### (2) 斜面崩壊

##### ① 鳴瀬町 往環地区

本地区も、前震、本震の震源に近い地域（前震、本震の震源からそれぞれ2km、0.5km離れている）であり、国道45号線に面している。高さ約30m、上部の勾配55°、下部の勾配が30～40°の斜面において表層土及びその下層の風化した凝灰質砂岩が崩落した。斜面は南東向きで、崩壊はナラを中心とした広葉樹と杉の人工林の境界で発生した。崩壊土砂とともに杉やナラの倒木が混じることから、周囲と同様の植生であったと考えら

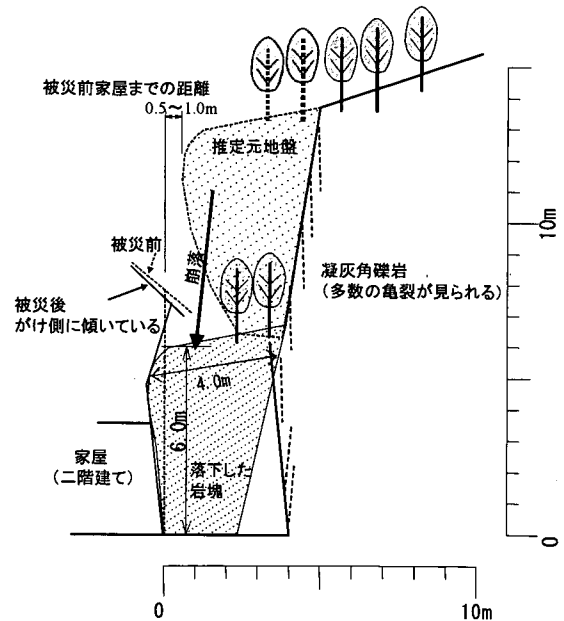


図8.2 鳴瀬町北赤崎地区で発生した落石の断面図



写真8.1 鳴瀬町往環地区で発生した斜面崩壊



れる。崩壊地の上端は斜面の遷急線とほぼ一致する（図 8.3、写真 8.1）。崩壊地の斜面長は 15~20m、幅 65m、深さ 0.5~0.7m、勾配約 55° であった。崩壊土砂量は 700 m<sup>3</sup>程度と考えられる。崩壊土砂は、周辺斜面の地形の状況から見て、崖錘上に堆積している。堆積土砂の勾配は堆積斜面と同程度で 30~40°、堆積長は約 35mである。崩壊土砂の大部分は礫であり、礫径が 0.5~1.0m程度のもものが卓越していた（写真 8.2）。また、崩壊土砂には多くの倒木が混入していた。住民への聞き取り調査によると、この崩壊は前震（鳴瀬町の震度は 6 弱）、本震（鳴瀬町の震度は 6 強）の 2 度の地震により発生した。なお、崩壊土砂は家屋には到達していなかった。

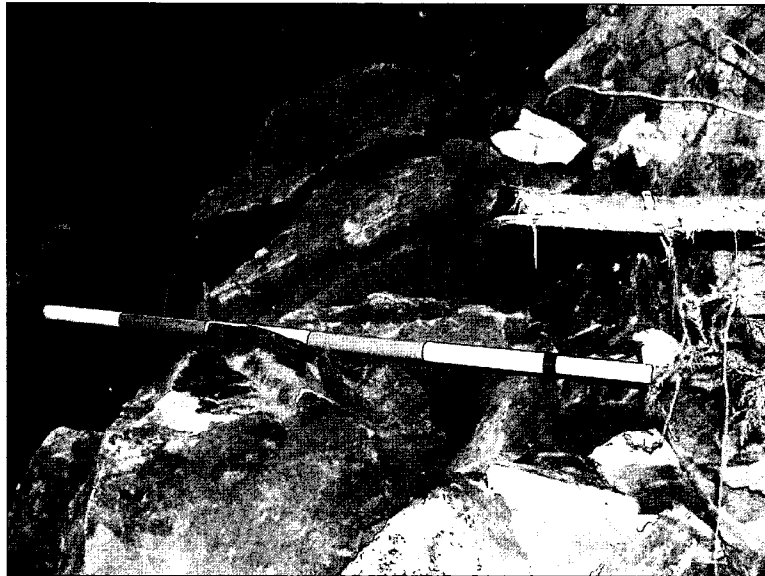


写真 8.2 鳴瀬町往還地区で発生した斜面崩壊の崩壊土砂

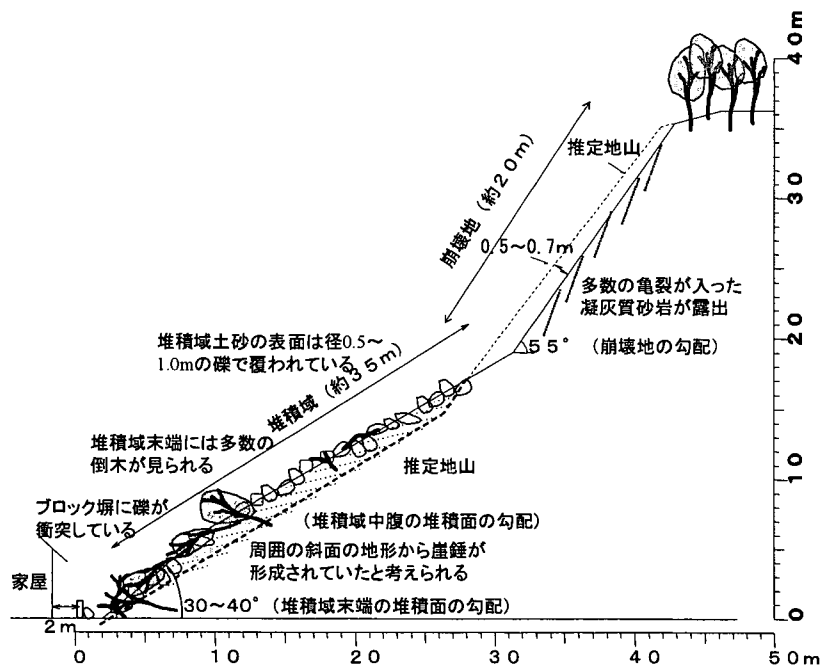


図 8.3 鳴瀬町往還地区で発生した斜面崩壊の断面図



## 8. 3. 2 道路斜面

### (1) 落石

#### ① 国道45号線40.6Kp（鳴瀬町小野，写真8.4）

この斜面は角度75°で、海食により形成された自然斜面である。斜面右下部と斜面上部の岩塊が剥落した。斜面右下部は、高さ10m×幅3m×厚さ1mの岩塊が高さ8mの位置から、亀裂沿いに剥落した。一方、斜面上部は、高さ2m×幅3m×厚さ0.75mの岩塊が高さ15mから落下した。崩壊量は両者併せて10m<sup>3</sup>であると推定される。

対策工として斜面には、ロックネットと2m高の落石防護柵が設置されていた。剥落した土石は第三紀中新世の松島湾層群大塚層の凝灰岩で、岩片自体は硬いものの、亀裂沿いに風化していた。ブロック状に分離し、いずれも落石防護柵内に収まり、路面等への顕著な影響は見られなかった（写真8.5）。



写真8.4 国道45号線40.6Kpの崖崩れ



写真 8.5 斜面右下部の剥落  
剥落した岩塊は、全て落石防護柵内に収まった。

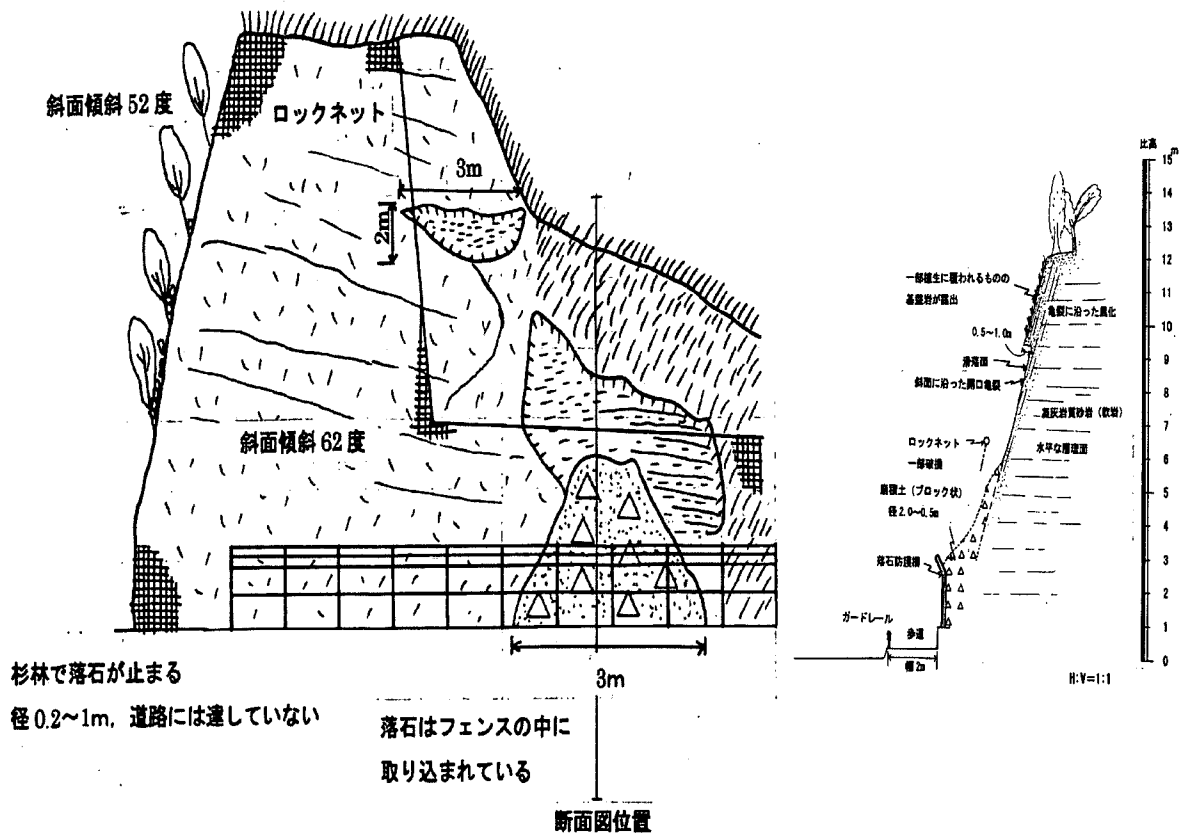


図 8.5 地質スケッチ図

② 県道 27 号線 奥松島松島公園線 (鳴瀬町野蒜)

この斜面は角度  $70^\circ$  で、海食により形成された自然斜面である。高さ  $6\text{m}$  × 幅  $4\text{m}$  × 厚さ  $1.5\text{m}$  にわたり、岩盤が亀裂沿いに剥離し落下した。斜面には、ロックネットが張られていたが、落下した岩塊等により破られていた。崩壊量は  $20\text{m}^3$  程度であると推定される。落下した岩塊は第三紀中新世松島湾層群松島層の凝灰岩で、岩片自体は硬く、亀裂沿いに風化していた。ブロック状に分離し、最大幅  $4\text{m}$  × 高さ  $3\text{m}$  であった (写真 8.3)。

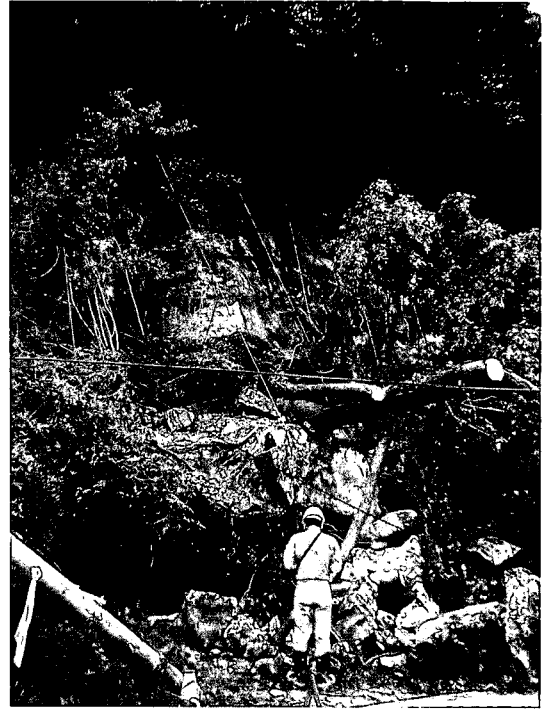


写真 8.6 県道 27 号線の落石

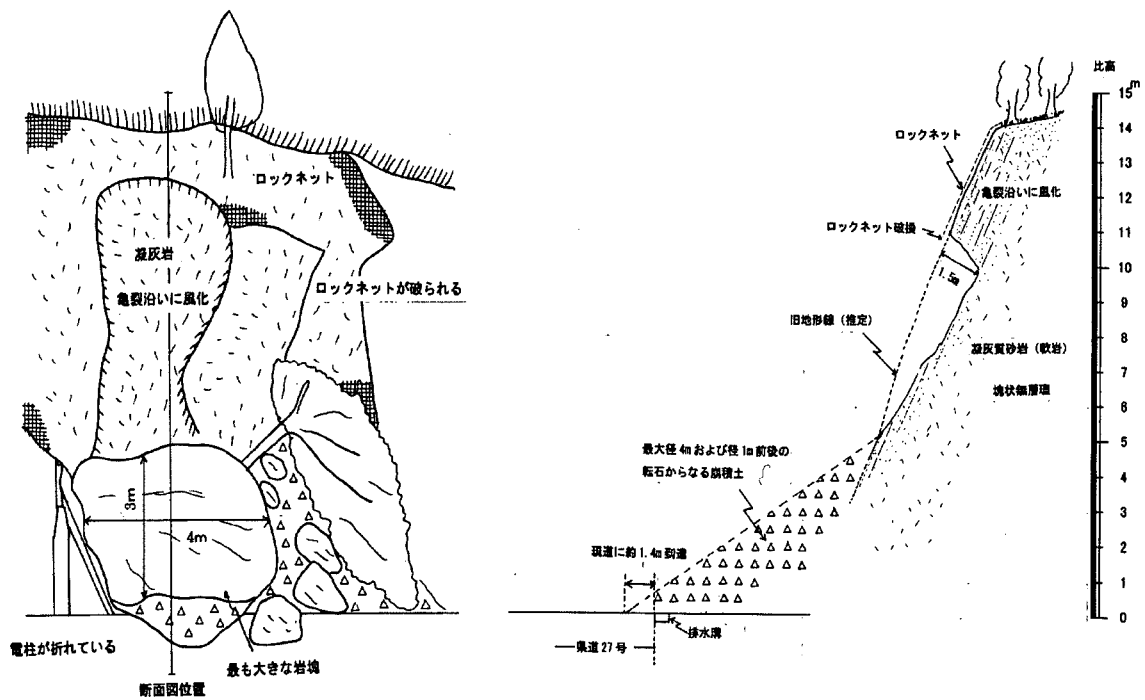


図 8.6 地質スケッチ図

## (2) のり面崩壊

### ① 県道 150 号線 鳴瀬南郷線 (鳴瀬町小野)

高さ 11m、幅 30m のモルタル吹き付けの切土斜面で、斜面の右上、中上、左上の 3箇所が剥落していた (図 8.7、写真 8.7、写真 8.8)。斜面右上部では、高さ 3m×幅 4m のモルタルの吹き付けコンクリートと岩塊が高さ 8m から剥離し落下した。崩壊量は 3箇所併せて約 5m<sup>3</sup> である。剥離箇所内部の岩盤は、第三紀中新世の松島湾層群大塚層の砂岩で、著しく風化しており、直径 1m 以下の小岩塊が浮き石上に点在していた。また、モルタルとの間には空隙があり、その周囲のモルタルに亀裂も認められた。

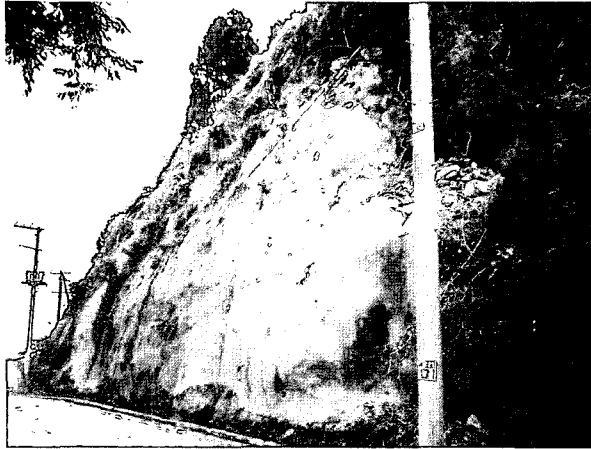


写真 8.7 のり面崩壊 (鳴瀬町小野)

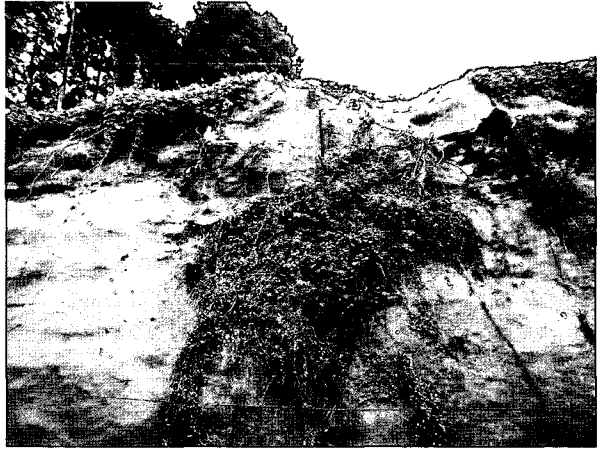


写真 8.8 斜面左上と中上の剥落部分

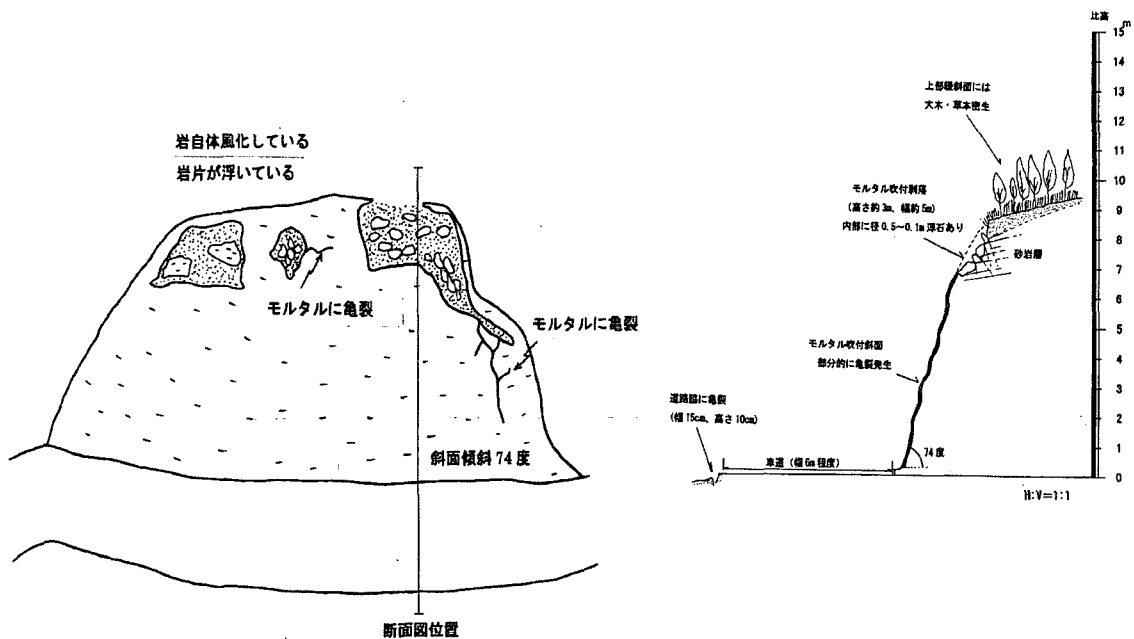


図 8.7 地質スケッチ図

### 8. 3. 3 地すべり

7月26日7時13分に発生した地震（本震）により河南町の1箇所で崩壊性の地すべりが発生した（写真 G8.2）。発生した地すべりは、開墾された水田を頭部として最大幅約40m、長さ約50m、深さ約7mで移動しており、発生域の元斜面勾配は約20°であった。移動した土塊は崩壊した斜面の一部（発生域）と斜面下部の水田（流下・堆積域）に堆積しており、その移動距離は約100mに達していた（図8.8）。堆積域の末端から滑落崖を見通した角度は10°程度と緩い勾配であった。堆積

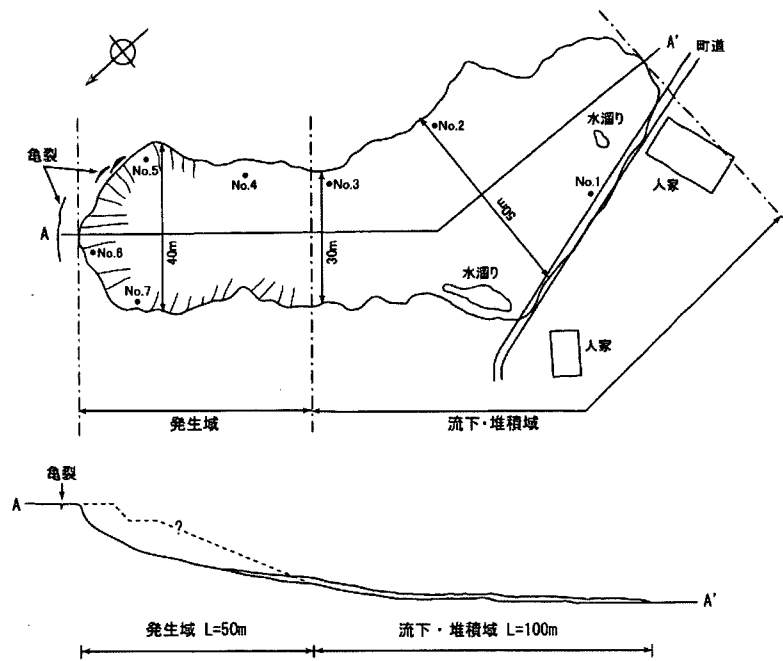


図 8.8 北村地区で発生した地すべりの概要（スケッチ）

域の幅は約30~50m、長さは移動方向（A-A'）に沿って約100mであった。移動土砂の堆積厚は約0.5m~1.0mで、堆積域全体にわたり薄く広がっていた。また、移動土砂の堆積勾配は約5°であった。地すべり発生斜面の元斜面形状は、崩壊の発生しなかった周辺の斜面形と同じく縦断方向には直線斜面形であったと推察される。また、崩壊発生斜面より上部は棚田状に2段の水田があるもののほぼ水平の地形を呈しており、集水地形ではなかった。

地質図によると地すべりの発生した箇所の表層地質は凝灰質砂岩である。地すべり頭部の滑落崖には比較的締まった砂質土が露頭していたが、斜面下方ほど粘土質となっていた。発生域の一部からは地下水の浸出が認められ、堆積域には水溜りが形成されていた。調査日時点（7月31日）においては降雨がなかったにも拘わらず、堆積した土砂は水分を多量に含み歩行が不可能であるほどに軟質であった。

北村地区の7月の降雨量（涌谷観測所、当地区より約10kmの地点にある気象庁観測雨量計、値は暫定値）は図8.9のとおりである。地すべり発生前の累積雨量は、24時間以上の降雨中断後の7月23日24時から7月26日7時までには102mmが観測されている。また、地すべり発生直前の時間降水量は2mm/h、24時間降水量は20mm/24hである。なお、今回の地すべりでは町道の一部が崩壊土砂の堆積により埋塞し通行不可能な状

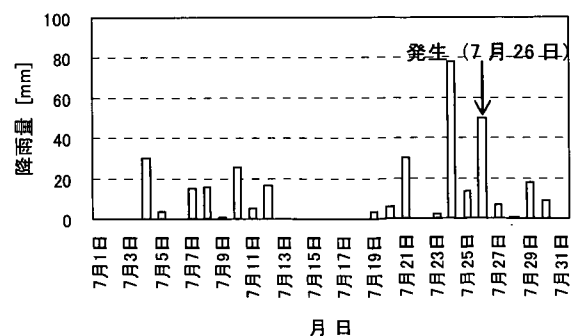


図 8.9 7月の降雨量（気象庁涌谷観測所）

態となったが、家屋被害、人的被害はなかった。

## 8. 4 分析・考察

### 8. 4. 1 急傾斜地崩壊危険箇所

#### (1) がけ崩れの分布

国土交通省の調べ（8月25日現在）によると、がけ崩れ55件の発生が報告されている。さらに、宮城県土木部の調べによると、これに加えて、35件のがけ崩れが報告されている。なお、これら、35件のがけ崩れは人家への影響がなかったものである。以下では、合計90件のがけ崩れについて分析する。

これらのがけ崩れは震源に近い鳴瀬町、河南町、矢本町に集中している（図8.10）。次に、7月26日の前震、本震、余震のうち、最大震度と崩壊の発生件数の関係を検討した。ここでは、気象庁発表のデータ（[http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2003\\_07\\_26\\_miyagi/](http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2003_07_26_miyagi/)）に基づき、市町村ごと（仙台市は区ごと）に1つの震度であるとした。ただし、牡鹿町（がけ崩れ1件発生）、塩竈市（がけ崩れ1件発生）は気象庁の震度データには観測地がないため、隣接する女川町、利府町のデータをそれぞれ用いた。その結果、図8.11に示すように、最大震度が6弱以上であった河南町、鳴瀬町、矢本町及び鹿島台町で84%の崩壊が発生しており、南北方向に12km、東西方向5kmの範囲に集中している。また、これらの地域は5月26日の震度に比べて7月26日の最大震度の方が大きい地域となっている。また、同地域は7月23日から3回の地震発生までの累積雨量は、90～130mm程度であった（宮城県土木部調べ）。

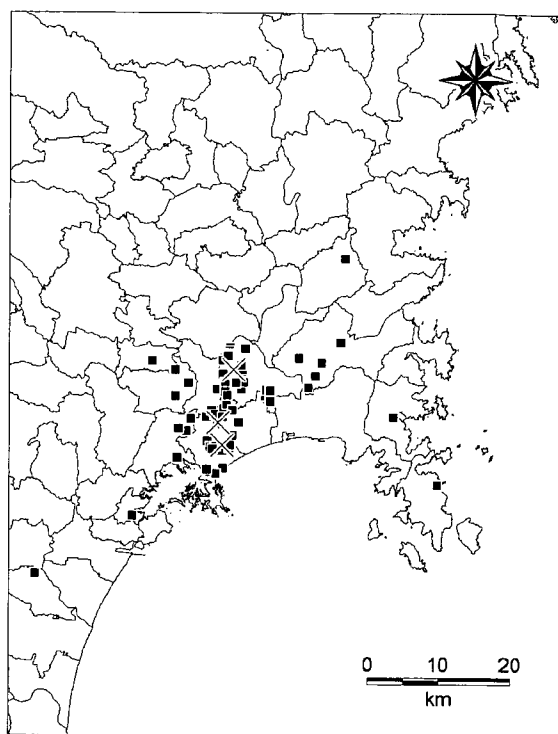


図 8.10 土砂災害の発生箇所

図中の×は震源を示す

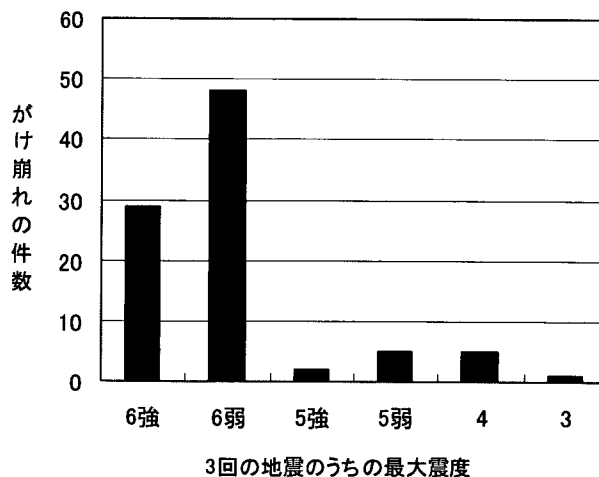


図 8.11 最大震度別の崩壊件数



## (2) がけ崩れの特徴

### 1) 落石

新第三紀の凝灰質砂岩および凝灰角礫岩が、勾配 70~80° 程度の斜面においてはく離（浮石）型落石をおこしていた。崩落後の岩盤斜面上にも多くの亀裂が見られ、ハンマーによる打診の結果、一部浮いた状態の岩塊が確認された箇所もあった。また、斜面頭部がオーバーハンクしている箇所も見られた。落石の長径は約 1~5m であった。

### 2) 斜面崩壊

新第三紀の凝灰質砂岩の分布地域では、鳴瀬町往還地区で見られたように、勾配が 45~70° 程度の斜面において、厚さ 0.5~2.0m の表層土および風化した岩盤が崩壊していた。

一方、中生代の粘板岩の分布地域では、津山町竹の沢地区で見られたように勾配 40~45°、斜面長約 200m の長大斜面で、規模の大きい（崩壊斜面長約 70m、崩壊幅約 50m、厚さ約 2m）表層崩壊が発生していた。この地区では表層土に加えて、一部節理に沿った粘板岩の崩壊も確認された。

凝灰質砂岩を表層地質とする地域では、崩壊土砂の大部分が礫で構成されていることが多かったのに対し（写真 8.2）、粘板岩からなる地域では表層土の割合が大きかった。

## (3) 崩壊土砂の堆積状況

落石は、斜面と斜面直下の家屋の間に堆積しているケースが多く、家屋に甚大な被害を与えていた箇所も見られた。なお、落石の斜面下端からの到達距離は、2~5m であった。

斜面崩壊に起因する崩壊土砂は、凝灰質砂岩、粘板岩のいずれの斜面においても、斜面上あるいは斜面直下に厚さ 1~3m 程度で堆積しており、斜面末端から堆積域末端までの水平距離は 7m 以内であった。崩壊の発生高さに対する崩壊土砂の到達距離の比は、今回調査した範囲では 0.2~0.7 であった。この結果は、地震前に降雨がなかった千葉県東方沖地震により発生した崩壊での値 0~0.8<sup>1)</sup> とほぼ同じ値である。調査箇所は少ないものの、この結果からは、地震発生前 3 日間の累積雨量 100mm 程度の降雨は、地震により生じた崩壊による崩壊土砂の到達距離に大きな影響を及ぼしていないことになる。

## 8. 4. 3 地すべり

### (1) 地すべりの特徴

北村地区で発生した地すべりには次のような特徴が認められた。

①発生斜面の勾配は約 20° で比較的緩やかである。また、堆積末端から滑落崖を見通した角度も 10° 程度と緩い勾配であった。

②堆積土砂は、水田に長さ約 100m、最大幅約 50m、厚さ約 0.5~1.0m と薄く緩勾配で広がっており、調査時点（7月31日）でも水分を豊富に含んでいた。

これらのことから、多量の水分を含んだ土層が、地震を誘因として崩壊、流動化したものと考えられる。

## (2) 土質試験結果

地すべり発生域及び流下・堆積域の7箇所(図8.8中No.1~No.7の位置)において、堆積土砂(No.1、2、3、4)及び崩壊後の地山の土砂(No.5、6、7)を不攪乱試料として採取し、含水比試験、土粒子の密度試験、土の粒度試験、液性限界試験、塑性限界試験を実施した。

土粒子の密度試験結果は、表8.1に示すとおり2.64~2.67g/cm<sup>3</sup>であり、沖積砂質土、洪積砂質土の2.6~2.8g/cm<sup>3</sup>)と同じ値となっている。また、土質分類は全試料において礫混じり細粒分質砂(SF-G)に分類される。

粒度試験結果を図8.12に示す。図8.12によれば、どの位置で採取した試料も砂分の占める割合が重量比で50%~70%と高くなっている。本地区の粒度分布は、「港湾施設の技術上の基準・同解説」による液状化の可能性が有る粒度範囲<sup>3)</sup>にほぼ該当する。

また、表8.1に示すとおり、すべての試料において、細粒分含有率が35%以下、平均粒径(D50)が10mm以下、10%粒径(D10)が1mm以下であることから、道路橋示方書で規定されている「砂質土層の液状化の判定を行う必要がある地盤」<sup>4)</sup>に該当する土質であるといえる。

## (3) 5月26日に発生した築館町の地すべりとの比較

今回発生した北村地区の地すべりは、1)緩勾配斜面で発生している、2)崩壊土砂が多量の水分を含む、3)崩壊土砂は薄く広く緩勾配で堆積している、4)発生域に湧水が認められる点において、5月26日に同じく地震を誘因として宮城県築館町で発生した地すべりと類似している。しかし、築館町の地すべりにおける崩壊土砂からは軽石が観察されたが、北村地区の地すべり土砂からは認められなかった。また、北村地区では崩壊土砂、地山ともに砂分が卓越していたが、築館町ではこのような傾向は見られなかった。

よって、今回北村地区で発生した地すべりは土塊の移動、堆積の状況から見ると築館町で発生した地すべりとよく似ているものの、軽石の有無や粒度分布の違いなど崩土の土質特性の相違点があるため、その発生機構を同一とすることには十分な検討が必要である。

表 8.1 土質試験結果

試料番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
含水比(%)	38.1	30.5	31.8	37.2	36.3	27.9	34
土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.637	2.674	2.663	2.638	2.653	2.651	2.657
細粒分含有率 (%)	33	25	26	17	35	22	26
液性限界 (%)	42.6	34	33.8	NP	41.2	35.4	37.5
塑性限界 (%)	20.8	19.2	18.8	NP	22.5	17.7	20.8
塑性指数Ip	21.8	14.8	15	NP	18.7	17.7	16.7
50%粒径(D50) (mm)	0.152	0.196	0.167	0.212	0.141	0.195	0.173
10%粒径(D10) (mm)	-	0.00203	-	0.00973	-	0.00393	-
均等係数Uc	-	133	-	28.2	-	63.4	-
土質分類	礫まじり細粒分質砂 (SF-G)						

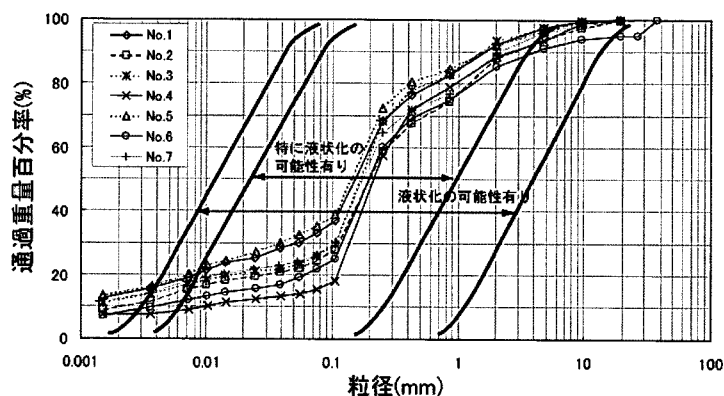


図 8.12 粒度分布試験結果

(「特に液状化の可能性有り」、<sup>3)</sup>「液状化の可能性有り」の範囲は「港湾施設の技術上の基準・同解説」<sup>3)</sup>より図示)

## 8. 5 まとめ

今回の地震では、5月26日に宮城県沖で発生した地震（がけ崩れ7件、地すべり1件、国土交通省調べ）に比べ、多くの斜面崩壊が発生した。理由として、5月の地震に比べて、震度が大きかったことや地震動の特性の違い、前回の地震による地盤のゆるみや地震発生前の降雨の影響が考えられ、今後の検討課題としてあげられる。

## 引用・参考文献

- 1) 建設省土木研究所砂防部急傾斜地崩壊研究室・機械施工部動土質研究室：千葉県東方沖地震による斜面崩壊地調査、土木研究所資料第2824号，1990
- 2) (社)地盤工学会：土質試験の方法と解説（第一回改訂版），pp58，2001
- 3) (社)日本港湾協会：港湾施設の技術上の基準・同解説，pp282，1999
- 4) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編，pp121-125，2002

## 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<sup>1)</sup>

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<sup>2)</sup>

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<sup>3)</sup>。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。

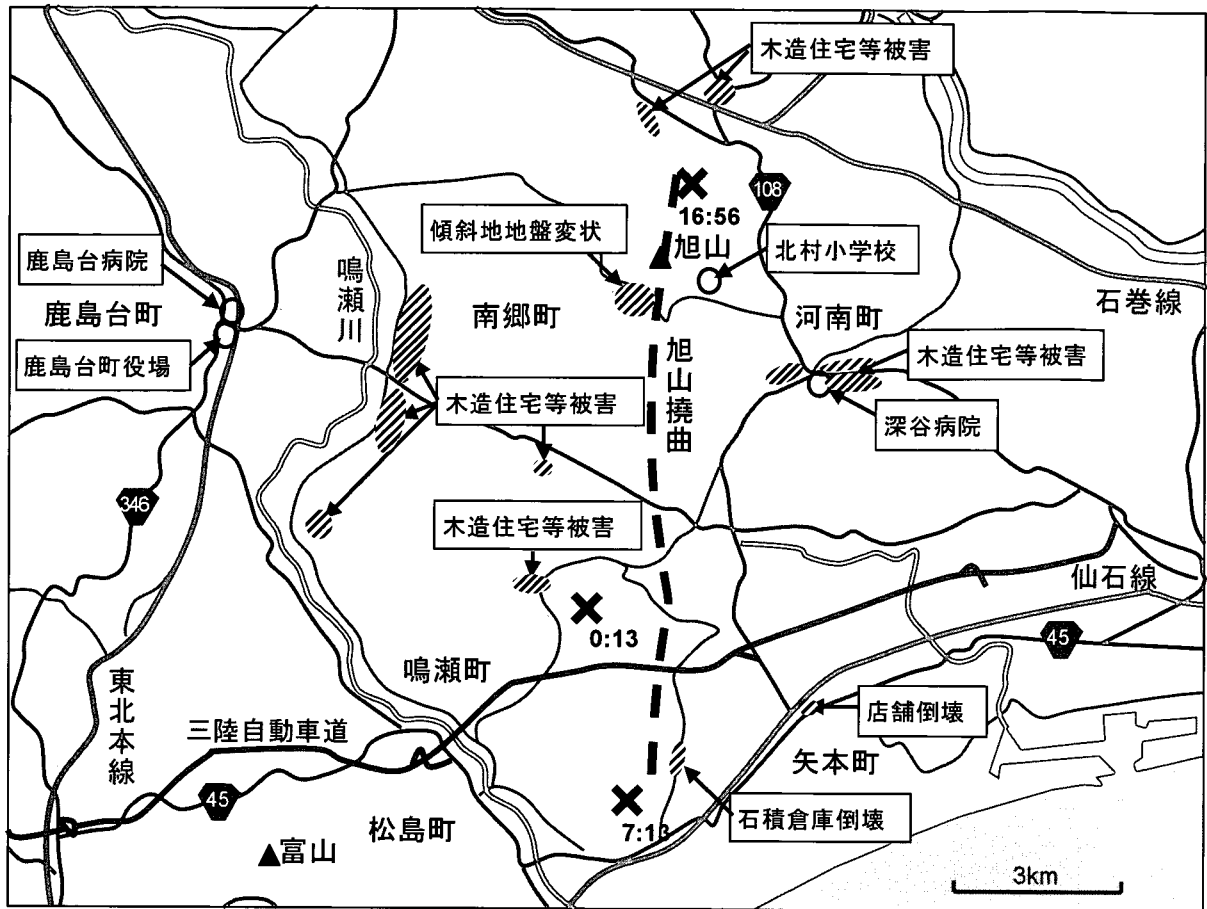


図 9.1 建築物被害の分布

## 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)

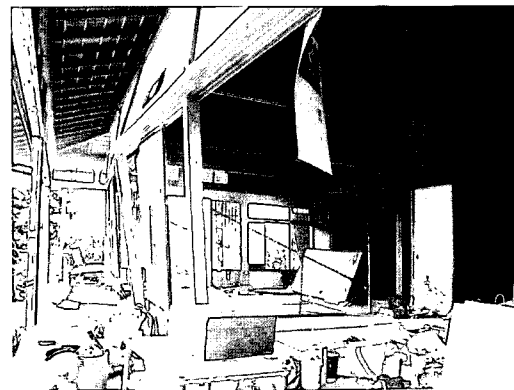


写真 9.4 被害例 2 ・柱の折損

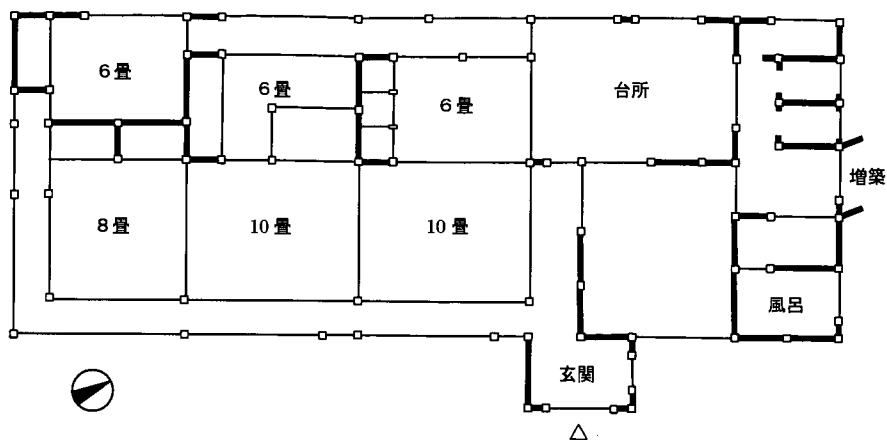


図 9.2 被害例 2 ・ 平面略図

## (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。



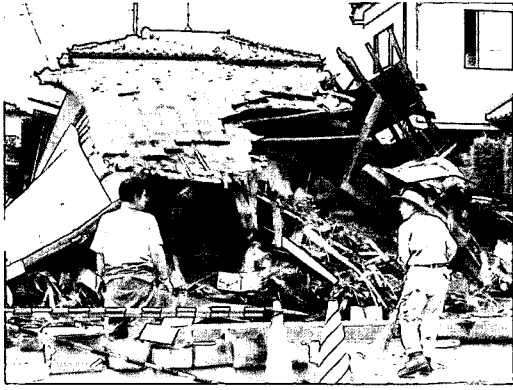


写真 9.7 被害例 4 ・道路からの全景



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。

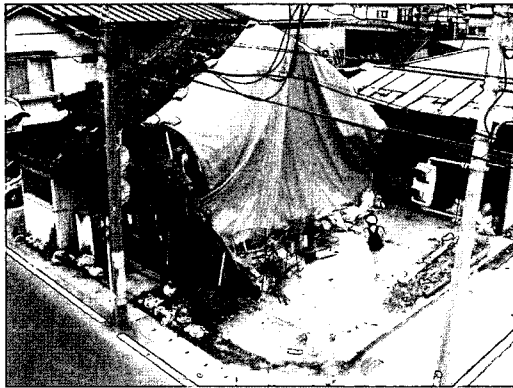


写真 9.9 被害例 5 ・店舗部分撤去後

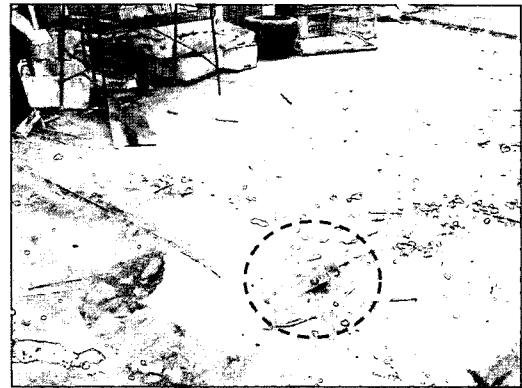


写真 9.10 被害例 5 ・店舗隅の柱脚金物

(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。

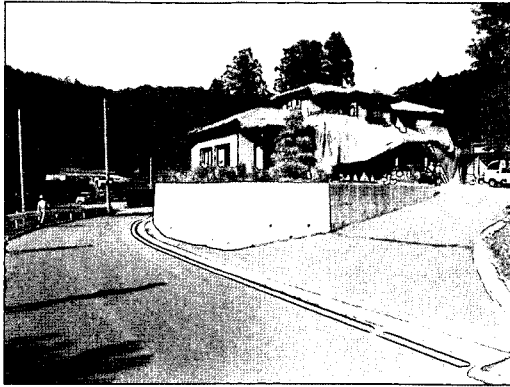


写真 9.11 被害例 6 ・南西から全景

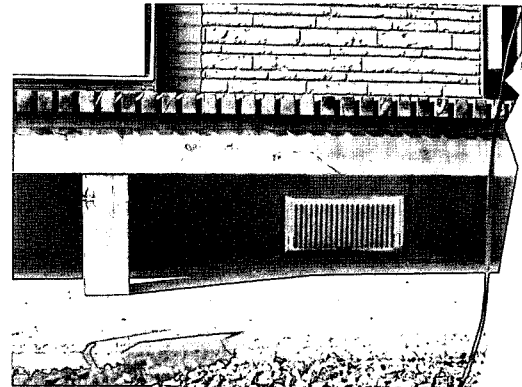


写真 9.12 被害例 6 ・布基礎のクラック

### (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。

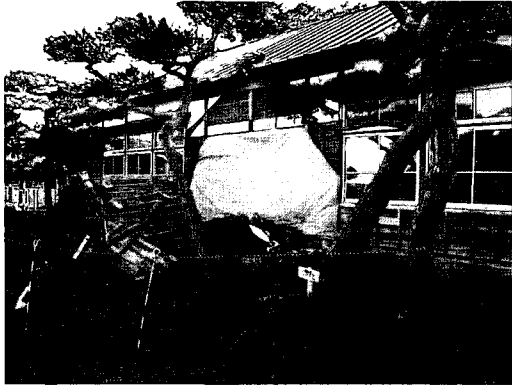


写真 9.15 立教堂・玄関部分の倒壊

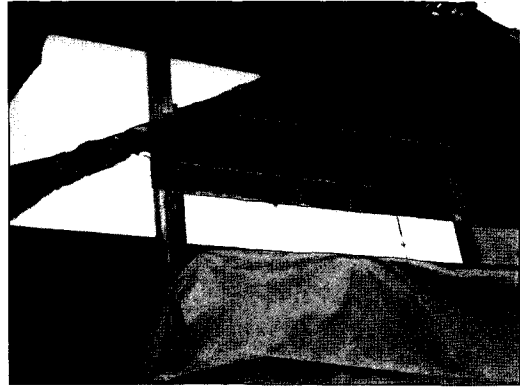


写真 9.16 立教堂・玄関の横架材接合部

### (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。

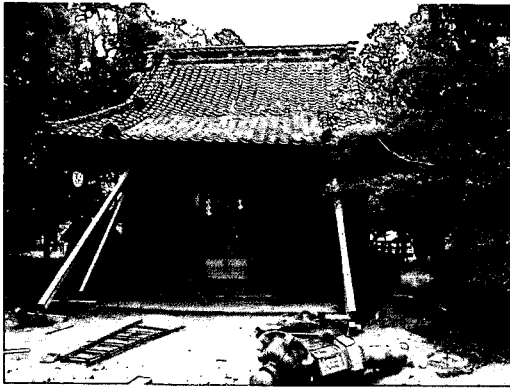


写真 9.19 塩釜神社・西側（前面）



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）

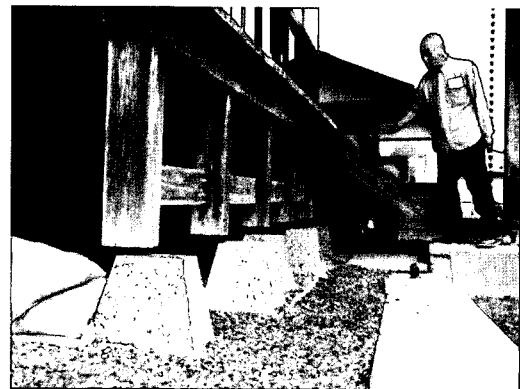


写真 9.22 東光寺本堂・東柱

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。

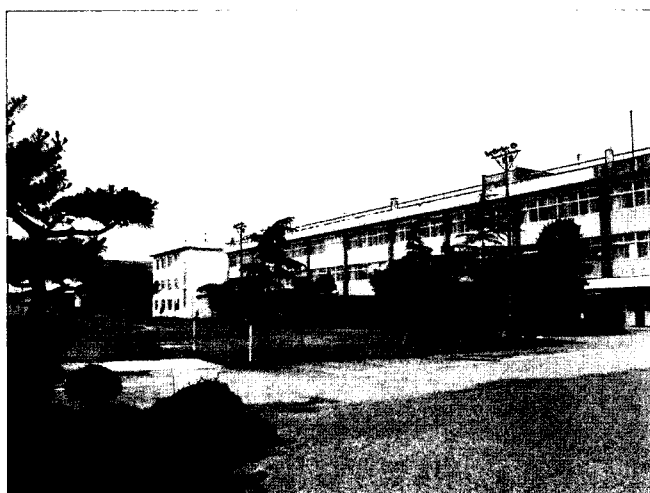


写真9.23 校舎全景（矢本高校）

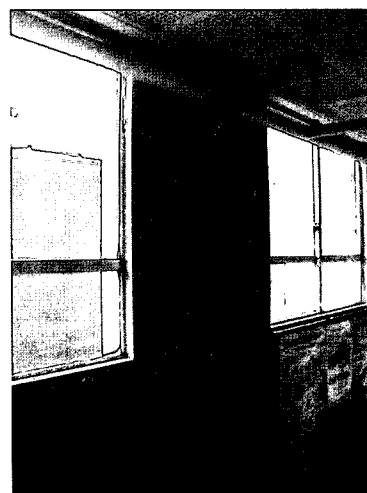


写真9.24 1階柱（非構造部材か）のせん断ひび割れ（矢本高校）

### （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。

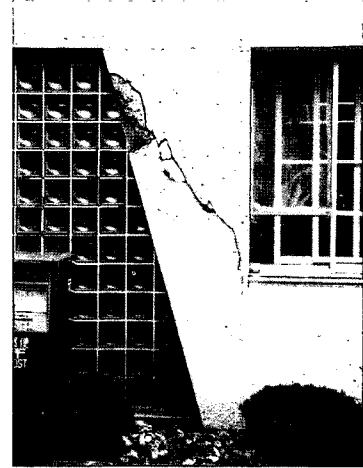
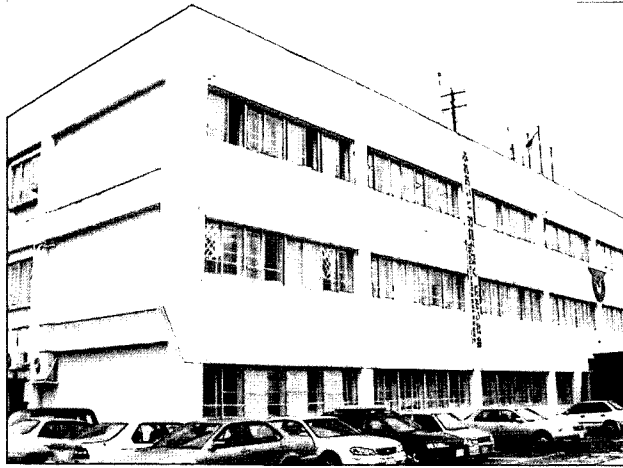


写真 9.25 建築物近景 (矢本町役場)<sup>3)</sup> 写真 9.26 飾り柱の被害 (矢本町役場)

#### (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。

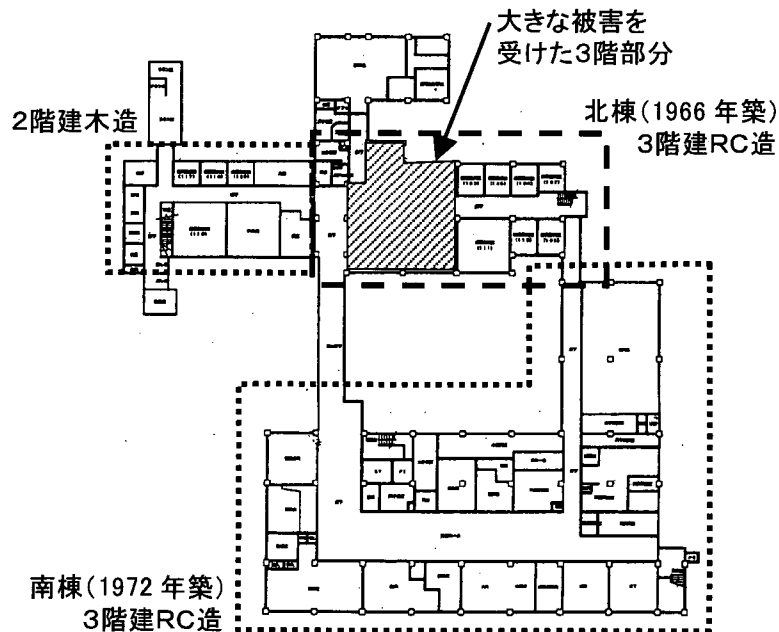


図 9.3 鹿島台国保病院の平面 (病棟の構造と建築年)

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。

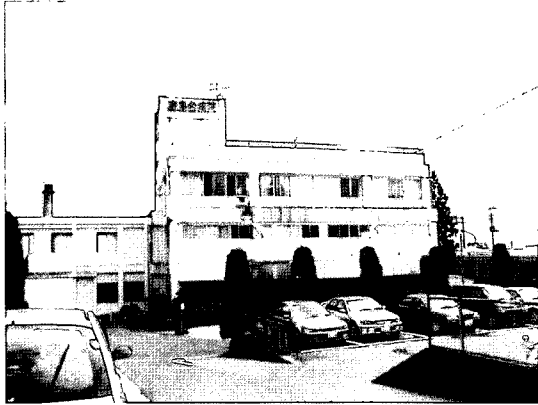


写真9.27 建物全景（鹿島台病院・南棟）



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）

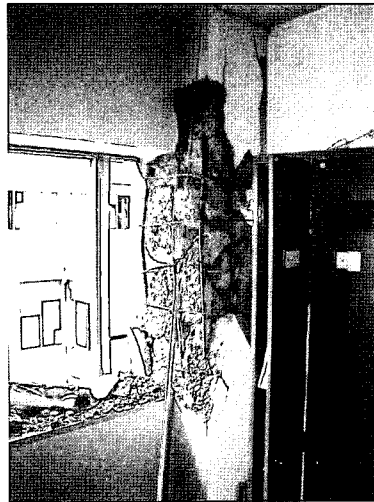


写真9.30 柱のせん断破壊  
（鹿島台病院・北棟）

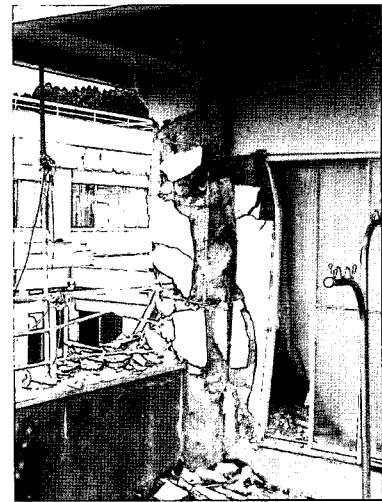


写真9.31 隅柱のせん断破壊  
（鹿島台病院・北棟）

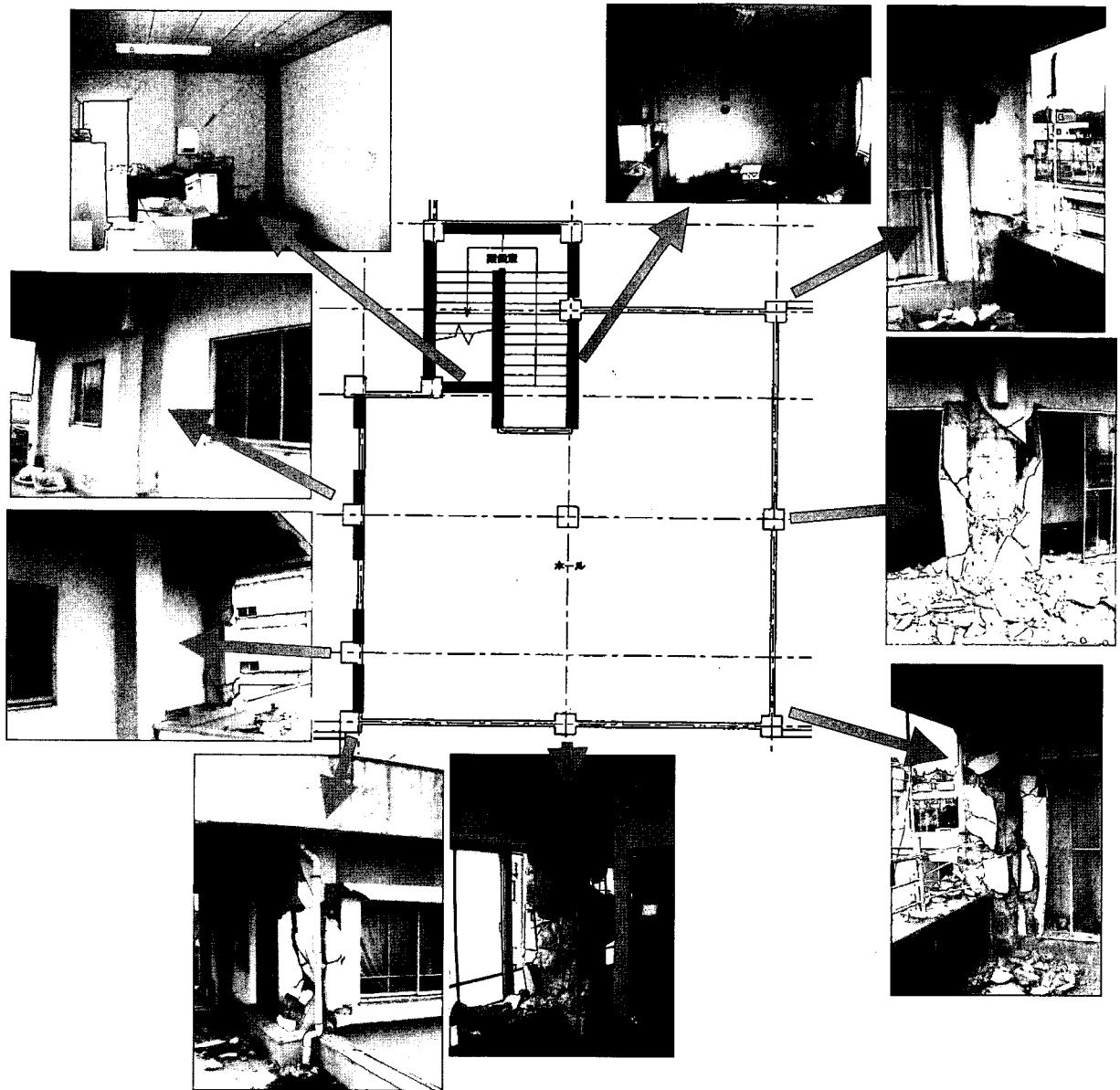


図 9.4 大きな被害を受けた北棟 3 階の平面と被害

(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。

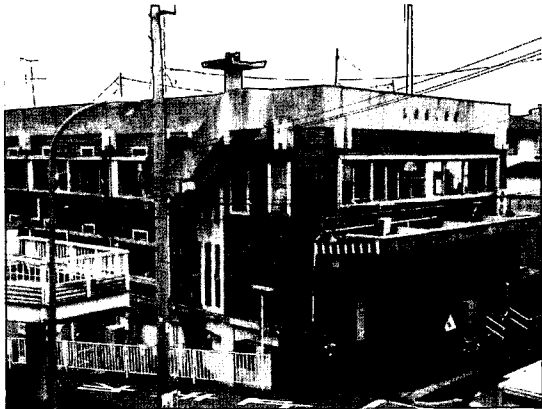


写真 9.32 建物全景（鹿島台町役場）



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）

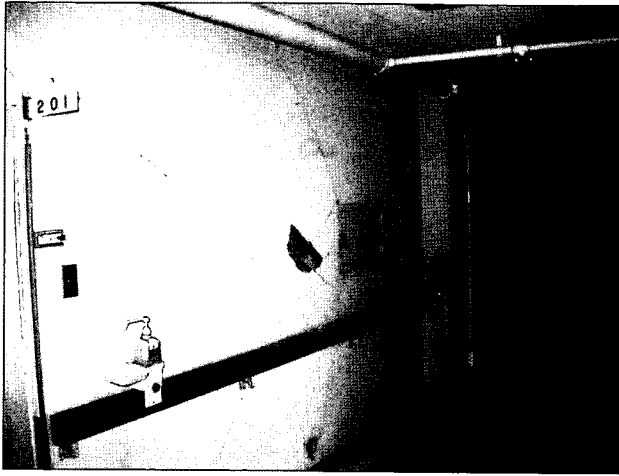


写真 9.35 2階壁のせん断ひび割れ (深谷病院)



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。

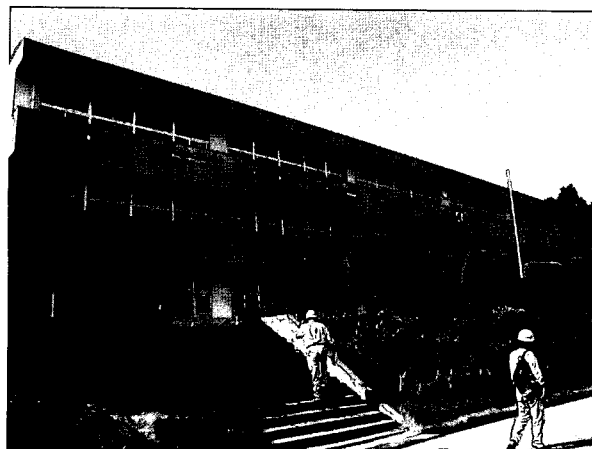


写真 9.37 建物全景 (北村小学校)



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

## 10. あとがき

今回の地震は丁度2ヶ月前の5月26日の地震（以下、前回の地震と呼ぶ）から間も無いうちに発生したが、地震特性、地震動特性、被害特性に差異もあり、新たな知見も得られた地震であった。

今回の地震による河川、ダム、斜面、道路および建築の被害に関する緊急調査の結果によれば、地震、被害の特徴および課題は以下の通りである。

- 1) 地震の規模（M：マグニチュード）は前回の地震（M=7.1）より小さいが、約17時間の間に前震（M=5.6）、本震（M=6.4）および余震（M=5.5）と比較的類似した中程度規模の3つの地震が連続して発生していることが特徴である。これは、余震による被害の拡大の恐れ、余震に対する意識および対応の必要性を示唆している。
- 2) 震源の位置について、3つの地震ともに近接しており、前回の地震の震央とは約60km、1978年宮城県沖地震のそれとは約100km内陸側に離れているが、震源が浅く、地震規模が小さい内陸型地震であったために、地震動が強い地域は前回の地震よりも限定的あるものの、最大震度は前震と余震で6弱、本震で6強を記録した。これは、内陸直下型の地震では、地震規模が中程度であっても局所的には相当な被害が発生することを示唆している。
- 3) 国土交通省の管理する強震計ネットワーク観測およびダムにおける強震観測により、前回の地震よりも観測された地震動の規模は小さいが、最大加速度で700cm/s<sup>2</sup>といった貴重なデータが得られている。また、鳴瀬川の中下観測所では、サンドコンパクションパイル工法による耐震対策が実施されていたが、過剰間隙水圧の観測データにより液状化抑止効果が確認されている。今後、得られた観測データを分析し、堤防等の耐震性評価、耐震対策技術の開発、ダムサイトにおける地震動特性の評価等において活用を図るとともに、中下観測所のように、対策効果を現地検証し、今後の技術開発に活用するための観測の充実が必要とされる。
- 4) 震源付近に存在する旭山撓曲およびその周辺の地表面変位や変形の形跡は認められなかった。しかし、地下の未知の断層の存在も指摘されており、このような既往の活断層以外の断層にも留意することが必要であり、そのための地下構造調査の実施および調査技術の開発が必要である。
- 5) 河川堤防の被害について、鳴瀬川を中心として堤防の天端や法面の縦断クラック等、前回の地震よりも大規模な被害が発生した。これらの大規模な被害箇所においては、止水矢板及び表法枠工が施されている堤外側では大きな変状は見られていない。これらの措置は止水を目的としてなされたものであるが、地震時の堤防の変状抑制に寄与している可能性もある。今後、堤体および基礎地盤の耐震性に基づいた、経済的かつ効果的な耐震対策技術の開発が必要とされる。
- 6) ダムの被害について、一部のダムで一次的な浸透量の増加や濁りが観測された程度であり、ダム地点の観測地震動の規模も前回の地震よりも小さく、ダムに安全性に影響を及ぼすような変状は確認されなかった。
- 7) 道路橋の被害について、小野橋以外では一部の橋梁に軽微な支承の損傷、橋台背面盛土の沈下等が見られたただけであった。小野橋は1978年宮城県沖地震で大規模

に被災しており、今回の地震でも前回の地震より被害程度は小さいが、桁が杓座から逸脱し、橋軸方向に水平変位が生じた。しかし、前回の地震の後、落橋防止構造による耐震補強が施されていたために、落橋という致命的な損傷は免れた。今回の地震では耐震補強の効果が確認された事例が得られたが、対策効果は地震動特性や橋梁構造により異なるので、これらの要因を踏まえた効果的かつ経済的な耐震補強技術の開発が必要とされる。

- 8) 道路盛土および擁壁の被害について、一部の区間において盛土の沈下、クラック、盛土路肩の崩落等が発生したが、比較的軽微であった。
- 9) 斜面の被害について、前回の地震よりも多くの斜面崩壊が発生したが、この理由として、地震動特性の差異や前回の地震による地盤のゆるみ、地震発生前の降雨の影響が考えられるが、今後の検討課題である。
- 10) 建築物の被害について、前回の地震による住家被害数（1,624 棟：消防庁、6 月 5 日発表）と比較して、今回の地震では住家被害数が 16,557 棟（消防庁、10 月 24 日発表）であり、かつ全壊および半壊がそれぞれ 1,273 棟および 3,693 棟（宮城県、10 月 17 日）と甚大な被害が発生した。木造住宅では、開放的な構造の農家型住宅等、現行の建築基準法に適合していない住宅に被害が発生していると考えられ、木造住宅の耐震診断および耐震改修の促進が急務である。また、鉄筋コンクリート造建築物について、1981 年以前の建築物に中破以上の被害が見られるが、耐震補強済みの建築物には被害が無く、耐震補強の効果と必要性を示唆している。なお、1987 年宮城県沖地震と同様に、ブロック塀の倒壊が多数見られたが、人的な被害および道路閉塞の防止等の観点から、適切な対策が必要とされる。

以上、今回の地震被害の特徴と今後の課題について、前回の地震および 1978 年宮城県沖地震と比較しながらまとめたが、今回の地震も前回の地震と同様に、将来の宮城県沖地震に対する警鐘として受け止め、両地震および 1978 年宮城県沖地震の教訓を反芻しながら、将来の地震における地震動想定、地震被害想定および耐震対策の推進が必要である。

## 謝辞

宮城県北部を震源とする地震被害の現地調査及び報告書の執筆にあたり、国土交通省東北地方整備局、岩手県、宮城県の関係部局および事務所、ならびに国土交通省本省各局、独立行政法人森林総合研究所、防災科学技術研究所に多大なるご協力をいただきました。ここに記して深甚なる謝意を示します。

---

国土技術政策総合研究所資料  
TECHNICAL NOTE of NILIM  
No.133                      October 2003

編集・発行©国土技術政策総合研究所  
(住所) 茨城県つくば市旭一番地

---

本資料の転載・複写の問い合わせは  
(企画部研究評価・推進課) 029-864-2675