

2003年5月26日宮城県沖の地震による被害状況(速報)

2003年5月26日18時24分頃、宮城県沖を震源とする地震が発生した。国土技術政策総合研究所、土木研究所、建築研究所、および港湾空港研究所では、翌27日から順次職員を現地に派遣し、被害の発生状況の把握等を行った。



口絵写真 - 1 北上川七尾(11.5km付近)の被災状況。堤防天端に縦断クラックが発生した。(撮影:北上川下流河川事務所)



口絵写真 - 3 RC3階建校舎の北面の被害



口絵写真 - 2 北上川釜谷地区堤防(1.3km付近)の被災状況。白線は、地震により発生したクラックに石灰を注入したもの。(撮影:北上川下流河川事務所)

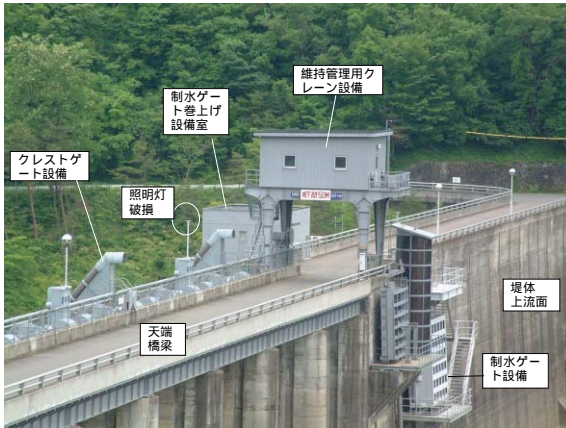


口絵写真 - 4 野々田地区-13m岸壁直背後 シルトの堆積状況



口絵写真 - 5 野々田地区-13m岸壁の状況

グラビア



口絵写真 - 6 田瀬ダムの天端状況
(天端上下流方向最大1024galもの大きな加速度が計測されたが、ダム構造物および付属構造物には変状は生じなかった)



口絵写真 - 9 のり肩への亀裂の発生
(宮城県牡鹿町前浜地区)



口絵写真 - 7 国道45号白木沢橋
(岩手県大船渡市、橋台取付け盛土の沈下、アスファルト盛付けによる補修状況)



口絵写真 - 10 館下地区で発生した地すべり
(宮城県築館町館下地区)



口絵写真 - 8 線支承のアンカーボルトの橋軸直角方向への変形状況(船渡橋、橋台部)



口絵写真 - 11 瀬田米子飼沢(岩手県住田町)で発生した剥離型落石

2003年5月26日宮城県沖の地震緊急調査速報

国土技術政策総合研究所・土木研究所・建築研究所・港湾空港研究所合同緊急調査団

1. まえがき

2003年5月26日18時24分頃、宮城県沖を震源とする地震が発生した。マグニチュードは7.0(暫定値)、最大震度は6弱であった¹⁾。この地域にとっては、1978年宮城県沖地震以来の強い地震である。今回の地震では、地震の規模の割には全体として被害は軽微であったが、それでも負傷者172名、住家被害1,624棟、被害総額132億円余(消防庁、6月5日時点)となっている²⁾。この地震に対して、国土技術政策総合研究所、土木研究所、建築研究所及び港湾空港研究所は連携して、関係する分野毎に7つの調査チームを編成し、翌27日から6月13日までの間に総計41人の職員を順次現地に派遣した(図-1)。本文は、これらの調査により得た被害実態等の概要を速報として報告するものである。

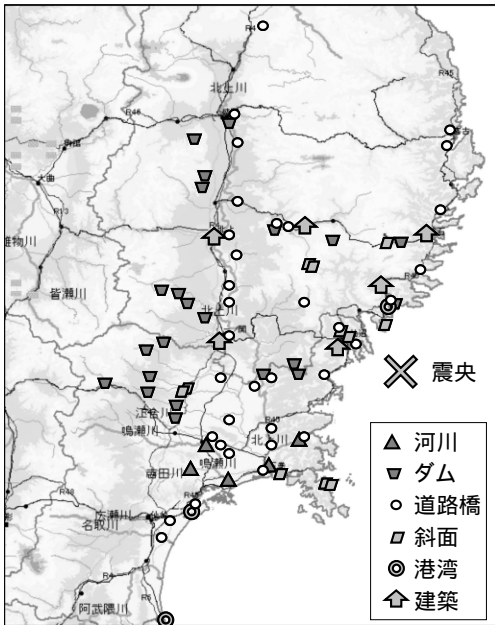


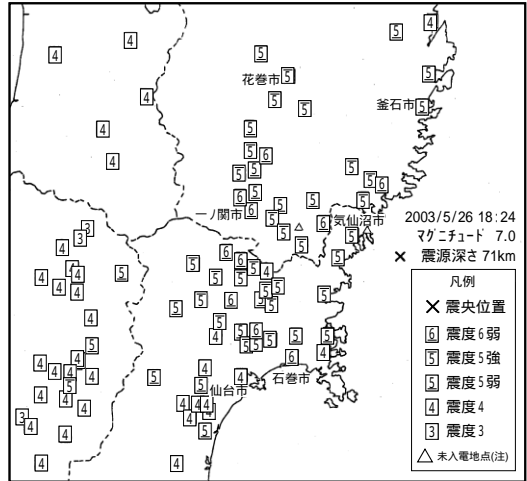
図 - 1 調査位置図

2. 地震特性と地震動

(1) 震度

今回の地震の震度分布は図-2に示すとおりで、宮城県北部や岩手県南部において震度6弱の強い揺れを観測した。また、東北地方の広い範囲で震度5

弱～5強、北海道から関東にかけての広い地域で震度4の揺れを観測した。



(注) 震度5弱以上と考えられる地域で震度を入手していない地点

図 - 2 震度分布図(気象庁報道発表資料に加筆)

(2) 地震動の特性

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を全国に設置している。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。今回の地震では宮城県の仙台河川国道事務所管内の歌津観測所など2箇所で、1995年に発生した兵庫県南部地震で観測された最大加速度(818cm/s²)を上回る1,000cm/s²以上の最大加速度を観測した。図-3は、地震計ネットワーク観測施設で観測された最大加速度の距離減衰特性である。

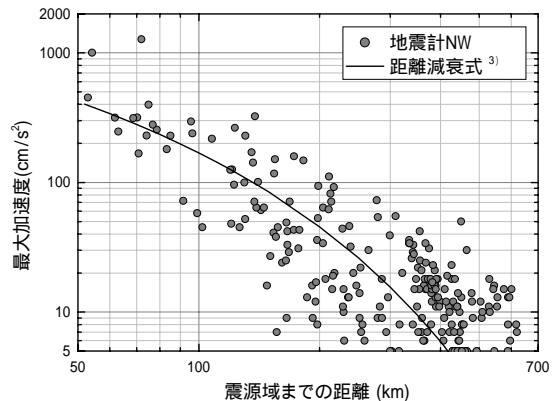


図 - 3 最大加速度の距離減衰特性

速報

一方、地震動の強さを表し、一般的な構造物に与える被害と相関が高い指標であるSI値の最大値は気仙沼国道出張所で観測された44cm/sであった。これは兵庫県南部地震の強震記録(神戸海洋気象台NS成分)から算出した114cm/sの半分以下であった。

図 - 4は東北地方整備局北上川下流河川事務所管内の強震観測施設(小塚[旧北上川]、中下[鳴瀬川]、山崎[吉田川])で観測された加速度時刻歴波形である。また、この波形記録から求めた加速度応答スペクトルを図 - 5に示す。なお、掲載した記録の観測箇所は堤防法尻付近の地盤(地表面)である。

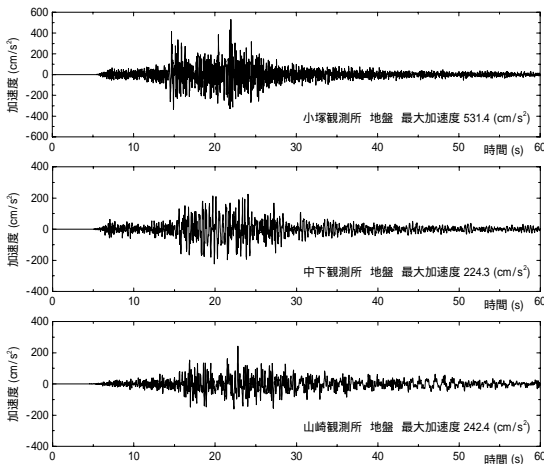


図 - 4 観測された地震波形

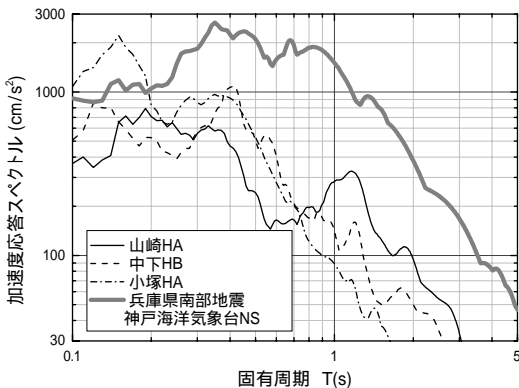


図 - 5 加速度応答スペクトル

今回の地震では非常に大きな最大加速度が観測された。しかし、加速度応答スペクトルをみると構造物に対する影響が大きいとされる固有周期0.5秒以上の領域で兵庫県南部地震の地震動と比べるとはるかに小さいことがわかる。また、前述のとおりSI値も半分以下であった。これが後に述べるように被害が比較的軽微であった主な理由と考えられる。

(国総研:上原、松本)

3. 河川構造物

宮城県内(北上川下流河川事務所管内)の河川堤防を中心として現地調査を実施した。主な調査地点は、鳴瀬川、吉田川、江合川、北上川および旧北上川の堤防であり、何らかの変状が見られた箇所である。表 - 1に主要な調査地点と被害状況を示すが、今回の地震による河川構造物の被害は全般に軽微である。

また、1978年宮城県沖地震では、1メートルを超える堤体の沈下や数10cm幅のクラックが、今回の調査地点を含む河川堤防で断続的に発生し、直轄の北上川と鳴瀬川だけでも被災した堤防の延長は22.3kmにのぼった⁴⁾。これに対して、今回の地震では、天端の沈下はいずれの堤防でも確認されず、発生したクラックの幅は最大で20mm程度と小さく、被害は極めて軽微であった。

1978年宮城県沖地震では、多くの被災した堤防周辺部において、地盤の液状化による噴砂が見られた⁴⁾。今回の地震では、表 - 1のNo. 6地点において確認された少量の噴砂跡以外には、河川堤防周辺部で地盤の液状化が生じた痕跡は見られなかった。今回の地震により、堤防の被害発生 of 支配的な要因が地盤の液状化であることが改めて確認された。

(土研:田村、岡村、石原、国総研:日下部(隆)、松本)

表 - 1 河川堤防の被害状況

調査地点		被害状況
No.	河川名 地点	
1	鳴瀬川 左岸 21k	・堤防に変状無し。 ・平成15年1月～3月に造成した高水敷に噴砂の痕跡。
2	北上川 右岸 0.8 ~ 1.4k	・富士川との背割堤。堤内側(富士川側)の法肩と法面に縦断クラック。 ・堤内側の水路護岸に若干のはらみだし。
3	北上川 左岸 2.2k	・堤防天端(平成15年3月に腹付けした部分との境界)に10mm幅のクラック。
4	北上川 右岸 3.8k	・堤防天端、法肩、小段に縦断クラック(幅10mm、長さ50m)。富士川との旧合流地点で、軟弱地盤部で被害が発生したものと考えられる。
5	北上川 右岸 7.6k	・天端に縦断クラック(幅20mm、断続的に長さ100m)。 ・堤内側の水路護岸に若干のはらみだし。
6	北上川 左岸 11.5k	・兼用道路の天端中央から川側の法肩にかけて縦断クラック。路面には補修の跡があることから、軟弱地盤地帯で地震前から多少の変状が生じていた箇所であると推定される。 ・兼用道路の川側とは反対の道路端に少量の噴砂跡が認められた。

速報

4. ダム

ダムに関しては、調査チームを3班編成して、第1、2班は平成15年6月4～6日、第3班は同月11～13日に岩手県、宮城県2県の22ダムにおいて地震後の現地調査を行った。

調査内容は、地震の影響の有無や変状の程度の確認、強震観測実施箇所(位置、波形等)の確認、各種観測計機器で記録した地震発生前後の計測値の確認等である。表-2に調査ダムの一覧を示す。一部のダムでは天端バルコニー部のひび割れ、天端照明灯の破損、アースダム天端の亀裂等の損傷および漏水量の一時的な増加が生じたがいずれも軽微であり、大半のダムにおいて変状は認められなかった。

今回の地震で特筆すべき事は、上下流方向の水平加速度でダム基礎の200gal以上が5ダム、ダム天端で1000gal以上が4ダム等、大きな加速度を示す地震計データが数多く得られた事で、今後の地震動研究やダム耐震設計の進展へ大きく寄与するものである。(国総研:川崎、金銅、平山、稲垣、吉岡、土研:山口、金縄、小堀、佐々木、佐藤、中村)

表-2 現地調査ダムの一覧

ダム名	管理者名	形式	堤高m	竣工年	最大加速度gal	
					基礎	天端
鳴子	東北地方整備局	A-子	945	1958	79	683
田瀬	東北地方整備局	重力	815	1954	232	1024
石淵	東北地方整備局	口ツ	530	1953	147	268
四十四田	東北地方整備局	複合	500	1968	45	299
御所	東北地方整備局	複合	525	1981	32	88
日向	岩手県土整備部	重力	565	1996	228	1111
綾里川	岩手県土整備部	重力	430	1998	224	1133
遠野	岩手県土整備部	重力	265	1957	193	1232
化女沼	岩手県土整備部	口ツ	240	1995	104	205
花山	宮城県土木部	重力	478	1957	94	412
荒砥沢	宮城県土木部	口ツ	744	1998	114	365
栗駒	宮城県農林部	重力	620	1961	-	-
山王海	東北農政局	口ツ	615	1998	64	234
葛丸	東北農政局	口ツ	517	1991	86	469
金越沢	岩手県農林部	口ツ	430	2000	-	-
衣川1号	岩手県農林部	A-ス	355	1963	-	-
衣川4号	岩手県農林部	口ツ	330	1996	135	265
衣川5号	岩手県農林部	A-ス	191	1955	-	-
菅生	小田川土地改良区	A-ス	276	2003	244 ^{*)}	485
宿の沢	小田川土地改良区	A-ス	260	2003	282	-
千松	藤沢土地改良区	重力	268	1998	-	334 ^{*)}
相川	藤沢土地改良区	口ツ	403	1995	-	304

*1) ダム地震計の設置で基盤に達していないと思われる

*2) 天端標高地山相当で観測した記録

5. 道路橋

(1) 調査目的と調査箇所

強い地震動が観測された岩手県及び宮城県内の主として内陸の国道4号、太平洋岸の国道45号、さらにこれらを横断方向に連絡する国道や県道等を対象に、合計約100橋の道路橋の現地調査を実施した。

地震直後の道路管理者による道路橋の点検結果によれば、支承の損傷(岩手県宮守村:船渡橋)や橋台取付け盛土の沈下による段差(岩手県大船渡市国道45号:白木沢橋、山形県寒河江市国道112号:新堀川橋)、その他地覆の損傷(岩手県金ヶ崎町:金ヶ崎橋)が報告されているのみであった。このため、主要な損傷が報告された橋の損傷状況の確認とともに、道路橋の地震時挙動の確認を目的として調査を行った。なお、調査範囲には、1978年宮城県沖地震により被災し補修対策が行われた宮城県内の主要な橋梁も含めた。

(2) 調査結果

橋台取付け盛土の沈下による段差(口絵写真-7)及び支承に被害が生じた橋を除き、調査した約100橋の道路橋において構造的に影響のある被害は確認できなかった。下部構造のコンクリートに軽微なひびわれや橋台の護岸に目地のずれなどが確認された橋もあったが、構造的に影響のある損傷ではなかった。

写真-1に示すように可動支承や高欄の伸縮部に塗装のこすれ跡(約1～4cmの変位量)がいくつかの橋で確認されたが、ほとんどの道路橋では地震により変位が生じた形跡が確認できなかった。ただし、塗装のこすれ跡も一方向にのみ見られるなど、温度変化の影響も考えられ、地震によるものかは確定できなかった。



写真-1 支承部のこすれ跡の一例(国道45号気仙大橋、岩手県陸前高田市、温度変化の影響の可能性もあり)

速報

岩手県宮守村の船渡橋においては支承のアンカーボルトの変形が生じた。上部構造は、3径間連続 + 単純 + 3径間連続の7径間鋼桁(1967年竣工、2等橋)、下部構造は円形断面を有する鉄筋コンクリート橋脚である。可動支承部に変位が確認されるとともに、一方の橋台において1本アンカー形式の線支承のアンカーボルトが橋軸直角方向に変形した(口絵写真 - 8)。

(3) まとめ

道路橋では、支承の損傷、橋台取付け盛土の沈下等以外には、構造的に影響のある被害は確認できなかった。今回の地震では、最大加速度が1,000galを超える大きな地震記録もいくつかの地点で観測されているが、短周期が卓越しているため、構造物に影響を及ぼすような周期帯域の地震動強度が必ずしも強くなかったと推定される。また、調査した範囲では、北上川を始め比較的規模の大きい河川を渡河する大規模な橋梁も多かったが、これらは両端に橋台を有する構造であり、また、橋脚も小判型、ラーメン型、壁式など比較的断面の大きいものが採用されていたことも影響していることが考えられる。

(土研: 運上、遠藤、小林、西田、小倉、姫野、矢田部、白戸、梅原、国総研: 廣松)

6. 斜面

今回の地震により、宮城県から岩手県にかけて、5月28日現在、がけ崩れ5件、地すべり1件の発生が確認されている。また、国道では、4箇所で落石により通行規制が行われている。これらの土砂災害の発生状況に関する調査を5月29～30日に宮城県牡鹿町1箇所、石巻市2箇所、気仙沼市2箇所、築館町1箇所で行った。道路斜面の落石については、6月3～4日に岩手県内の国道397号、県道38号、167号を調査した。

(1) 崩壊の特徴

調査範囲で見られた主な崩壊等の現象は次のとおりで、山腹斜面の表層崩壊などは見られなかった。

1) 落石

片理の発達した中古生層(主として粘板岩)の斜面(60～80°程度)では、片理や層理面に沿った形で剝離型(浮石型)落石(口絵写真 - 11、写真 - 2)を起こし、一部では長径2.5m程度のくさび型に剝離した箇所も見られた。一方、花崗岩がマサ化している斜面では、抜け落ち型(転石型)の落石が見られた。

2) 表層土砂の崩落

人家裏の切土斜面ののり肩部付近の表層土砂が厚さ数10cm、土砂量2～3m³程度の規模で崩落している箇所が若干見られた。

3) のり肩の亀裂

主に盛土部分ののり肩において、連続性のある亀裂が多く確認された。そのほとんどは、のり肩から1～2m程度の位置に発生していた(口絵写真 - 9)。

(2) 崩壊土砂の堆積状況

崩壊土砂は斜面直下に堆積していた。人家に近接して堆積しているものも見られたが、全半壊等家屋に大きな被害を与えたケースは見られなかった。

(3) 地すべりの特徴

今回の地震により築館町の1箇所で地すべりの発生が確認された(口絵写真 - 10)。発生した地すべりには次のような特徴が認められた。

1) 発生斜面の勾配は平均で約11～12°、堆積末端から滑落崖を見通した角度は8°程度と緩い勾配であった。

2) 堆積土砂は、水田域に長さ約65m、幅約55m、厚さ約0.7mと薄く緩勾配で広がっており、調査時点でも水を豊富に含んでいる部分があった。

(4) まとめ

今回の地震は、近年の同規模の地震(鳥取西部地震(M7.3、がけ崩れ27カ所)、芸予地震(M6.7、がけ崩れ52カ所))と比較すると被害が少ない(M7.0、がけ崩れ5カ所)と言える。これには、震源の深さ・位置、周期等地震動の特性、地形・地質、地震発生前の降雨状況など複数の要因が影響しているものと思われ、今後の検討課題としてあげられる。

(国総研: 寺田、土研: 石井、倉橋、森下、伊藤、三河、山脇)



写真 - 2 鹿妻地区(宮城県石巻市)剝離型落石

速報

7. 港湾施設

今回の地震においては、幸い被害の程度は軽微であり、船舶の接岸・係留・荷役作業に支障の出た施設は無かった。本報告においては、報道等で大きく取り上げられた大船渡港野々田地区の液状化現象を取り上げる。

(1) 大船渡港野々田地区の液状化現象

大船渡港では、最大加速度 332cm/s^2 (補正波)、 166cm/s^2 (SMAC-B2相当波)を記録している。観測地点は湾口防波堤の東側地表である。

野々田地区-13m岸壁背後(図-6)においては、この地震における唯一の比較的規模の大きな液状化現象が見られた。噴砂の痕跡は栈橋土留直背後と岸壁法線より約60m陸側の所に残っており、粒径約5cm程度の大きな礫も残っていた。噴出した砂・水はコンクリート舗装が岸壁へ向かって傾斜していることから、分級しながら堆積しており最終到達域である栈橋上部工直背後の部分にはシルトが堆積(口絵写真-4)したと思われる。

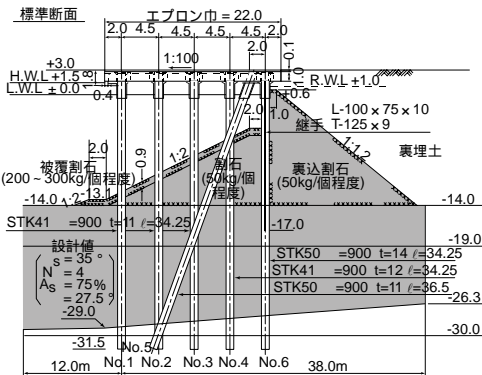


図-6 野々田地区 13m岸壁標準断面図

野々田地区における埠頭用地コンクリート舗装の沈下量は約15~20cm(地震前の経年沈下量5cm程度を含む)であり、不同沈下は生じていなかった。旧海底地盤はシルト質粘性土層(N=4程度)が、岸壁法線位置で-30mまで堆積しており、岸壁法線から50m陸側では-20mまで堆積している。さらにその下は、ゆるい砂層を数メートル挟んで、N値50以上の砂礫層となっている。

口絵写真-5に示すように栈橋法線の出入りはほとんど無く、地震後においても船の接岸・係留は可能であり、またコンクリート舗装の不同沈下も無かったため、地震の翌日には埠頭用地内における作業が行われ

ていた。したがって、埋立地盤内において液状化は発生したものの、栈橋本体などの構造に問題はほとんど無く岸壁および荷捌きに支障をきたすことは無かった。

(2) 2003年5月28日(調査日)時点における考察

観測された震度等からは甚大な被害が想定されたが、幸いにも、港湾施設において致命的な被災は無かった。この理由として入力地震動において高周波数成分が卓越し、港湾構造物が応答しなかったことが考えられる。また、リアス地形という比較的堅い岩盤が急峻に立ち上がる地形における施設整備であるため大規模な埋立地盤を有する施設に限られていたこと、比較的古くから港湾整備が進められてきており、過去に地震を経験した施設が多かったことが考えられる。(野々田地区の岸壁は昭和63年竣工のため大きな地震を経験していない。)

高周波成分が卓越していたとはいえ、設計震度を越えた地震力が作用したと考えられる施設が宮古・大船渡港に多数存在し、無被災であった。従来の地震被災調査においては、被災施設の被災メカニズムの解明に主眼が置かれていたが、今回の地震においては、何故被災しなかったのかという視点での調査・解析が必要と考えている。

ボーリング調査などの地震後の調査が進行中であるため、本報告は、単に現場状況や設計図書等を基にした推測であり、今後所見が修正される可能性があることを留意願いたい。(港空研:菅野、小濱、佐藤、国総研:狩野)

8. 建築

各地域の建築物被害の概要と地震動の得られている地点(独立行政法人防災科学技術研究所のK-NET観測点の設置されている地点)での建築物の被害状況の把握が調査目的である。調査した地域は、北上市、遠野市、釜石市、大船渡市、気仙沼市および一関市である。市役所等でのヒアリングにより被害状況を把握するとともに、特定の建築物の被害状況を調査した。

各地の震度が6弱や5強であったこと、地震動加速度が1000galを超えた観測点があったことを考慮すると、建築物の被害は少なかったと考えられる。調査した範囲での結果をまとめると以下ようになる。

- 1) 概して建築物の構造的な被害は少なかった。また調査を行ったK-NET観測点周辺の建築物の構造的被害はほとんどなかった。

速報

- 2) 外壁の落下や屋根瓦のずれ、窓ガラスの被害が多く報告されているようであるが、調査中、数多くは見られなかった。
- 3) 全壊と判断された戸建て住宅には岩手県大船渡市の2棟(在来木造:写真 - 3、軽量鉄骨造工業化住宅)があり、丘の先端という地形効果による地震動の増幅が被害につながったと考えられる。
- 4) 鉄筋コンクリート造の建築物では、遠野市、釜石市および大船渡市の公共建築物で構造的被害が見られたが、その他の建築物には大きな被害はなかった。
 (ア)RC造3階建(遠野市) : 短柱2本のせん断ひび割れ、施工上の欠陥のある柱1本の損傷
 (イ)RC造3階建(釜石市) : 北側外壁面および桁行き方向の方立て壁のせん断破壊
 (ウ)RC造3階建(大船渡市) : 北側外壁面の柱のせん断ひび割れ(口絵写真 - 3)
- 5) 鉄骨造の建築物では、外壁やガラスの損傷が見られるものがあつたが、構造的な被害は見受けられなかった。気仙沼市内の学校(RC造3階建)の校舎上の鉄骨造塔屋(2層)の取り付けアンカーの破断や拔出が生じていた。また体育館のプレースのたわみが観察された。(国総研:上之蘭、飯場、建研:斉藤、五十田)



写真 - 3 在来木造の被害

9. 震後対応

6月3日、4日の二日間にわたり、東北地方整備局および三つの事務所の防災担当者を対象に、今後の教訓を整理する目的で、震後対応を調査した。主要な点を以下に列挙する。

- 1) 参集は円滑であったが、深夜など時間帯が異なる場合など、参集と安否確認体制等の点検が必要。
- 2) 宮城県沖地震では津波の発生が予測される。津波への対応をより具体化する検討が必要。

- 3) 携帯電話不通のため、現場点検中の維持業者等に連絡できない等、輻輳は共通の問題であった。携帯でも災害時優先登録は一定効果があつた。
- 4) 画像が状況把握に役立ったが、出張所に戻らないと本部等に送れない等、把握の速度に課題。
- 5) FAX等による紙ベースの情報伝達には賛否両論があつた。災害情報システムは役割・機能等の検討が必要。電子掲示板等簡単なものは、活用された。
- 6) 突発的・同時に起こる地震への対応は洪水時への対応よりも準備が遅れている。
- 7) 庁舎の耐震性に大きな不安を感じている。
- 8) 上位機関に報告すべき事項とタイミングについて問題意識が聞かれ、整理が必要である。

その他防災エキスパートの活用、マニュアルの習熟など、好ましい事例を紙面の都合で報告できないことを申し添えたい。(国総研 日下部(毅)、真田)

10. あとがき

今回の地震は奇しくも、1983年日本海中部地震からちょうど20年後の同じ日に発生したものであつた。宮城県沖を震源とする、被害をもたらす規模の地震はこれまでおよそ40年周期で発生しており、地震調査研究推進本部の発表によれば、「来るべき宮城県沖地震」が今後30年間に発生する確率は98%ときわめて高いものとなっている⁵⁾。したがって、今回の地震は来るべき地震に先立つ警鐘と受け止め、当該研究機関では、今回の地震により生じた諸事象を精査し、今後の地震防災に係わる施策や研究開発に反映させていく所存である。

謝辞

本調査の実施にあたり、国土交通省東北地方整備局、宮城県、岩手県の関係各位には、災害対応で多忙の中、便宜を図っていただいた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 気象庁ホームページ:
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2003_05_26_miyagi/
- 2) 消防庁ホームページ:
<http://www.fdma.go.jp/html/infor/030526Miyagi.PDF>
- 3) 司・翠川: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、日本地震学会研究討論会、日本地震学会、pp.43-50、1999年11月
- 4) 建設省土木研究所: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年3月
- 5) 地震調査研究推進本部ホームページ:
<http://www.jishin.go.jp/main/choukihyouka/ichiran.htm>