

2008(平成20)年 岩手・宮城内陸地震被害調査速報

土木学会・地盤工学会・日本地震工学会・日本地すべり学会合同緊急調査団

調査団幹事長 正会員 日本大学工学部 教授 中村 晋

調査の概要

土木学会・地震工学委員会(委員長・川島一彦・東京工業大学大学院教授)では直ちに被害調査団派遣に関する検討に入り、土木学会災害緊急対応部門と協議のうえ、派遣を決定した。調査は、土木

2008年6月14日の午前8時43分頃に気象庁マグニチュードMj7.2(暫定値)、震源が岩手県と宮城県の県境の栗駒山北東部に位置する地震が発生した。活火山の栗駒山周辺の山地は多様な火山性堆積物を有することが反映し、大規模地すべり、土石流の発生を含む地盤変状とそれに起因する河道閉塞、道路閉塞などの被害が生じた。

学会、地盤工学会の災害連絡会議のメンバー、日本地震工学会、日本地すべり学会と合同で、主に6月15～18日の3日間に実施した。合

同調査団(6月27日時点)のメンバーを表1に示す。
この地震は、逆断層を震源機構とする地震であり、震源(図1)近

傍の岩手県奥州市衣川、宮城県栗原市一迫の2個所で震度6強が観測された。防災科学研究所の強震観測網(Kik-net)の一関西観

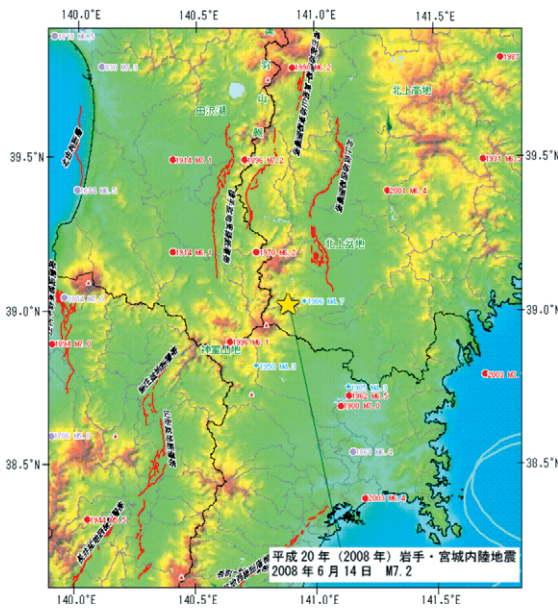


図1 震源位置⁽¹⁾

表1 土木学会(地震工学委員会)・地盤工学会・日本地震工学会・日本地すべり学会合同調査団

区分	主調査分野	氏名	勤務先名称
団 長	地盤・全般	風間基樹	東北大学大学院
副団長	地盤	吉田 望	東北学院大学
幹事長	地盤震動・構造	中村 晋	日本大学
団 員	地質・地すべり	宮城豊彦	東北学院大学
団 員	地震動	後藤浩之	京都大学
団 員	地盤震動	片岡俊一	弘前大学
団 員	地盤震動	山本英和	岩手大学
団 員	地盤	飛田善雄	東北学院大学
団 員	地盤	渦岡良介	東北大学大学院
団 員	地盤	仙頭紀明	日本大学
団 員	地盤	山口 晶	東北学院大学
団 員	地盤	海野寿康	日本大学
団 員	地盤	森 友宏	東北大学大学院
団 員	地盤	大角恒雄	日本工営(株)
団 員	地盤	篠原秀明	応用地質(株)
団 員	地盤	佐藤真吾	復建技術コンサルタン
団 員	地盤	高橋一雄	テクノ長谷
団 員	地盤	榎原信夫	川崎地質(株)
団 員	構造物	川島一彦	東京工業大学大学院
団 員	構造物	運上茂樹	(独)土木研究所
団 員	構造物	秋山充良	東北大学大学院
団 員	構造物	内藤英樹	東北大学大学院
団 員	構造物	松崎 裕	東京工業大学大学院
団 員	地盤・地質	田野久貴	日本大学
団 員	地盤・地質	京谷孝史	東北大学大学院
団 員	地盤・地質	アイダン・オメル	東海大学
団 員	地質・地すべり	梅村 順	日本大学
団 員	地質・地すべり	桧垣大助	弘前大学
団 員	地質・地すべり	井良沢道也	岩手大学
団 員	地質・地すべり	高見智之	国際航業(株)
団 員	地質・地すべり	浜崎英作	アドバンテクノロジ

注)企業からの多くの方が調査団に加わっていただきましたが誌面の都合で、表中には一社一人のみ団員として記しております。

表2 最近の内陸地震による人的・住宅被害の比較

	2008年 岩手・宮城 内陸地震	2004年 新潟県中越 地震	2007年 能登半島 地震	2007年 新潟県中越 沖地震
マグニチュード[Mj]	7.2	6.8	6.9	6.8
死者・行方不明者	22	59	1	15
負傷者	431	4505	356	2345
住宅 (棟)	全 壊	7	3175	684
	半 壊	9	13772	1733
	一部破損	692	103603	26935
	合 計	708	120550	29352

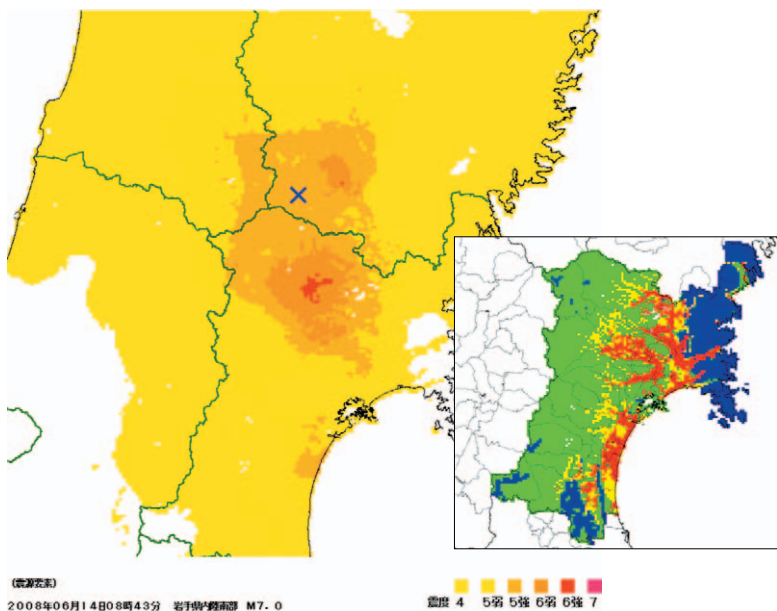


図3 本震の震度分布⁽²⁾および宮城県の上層地盤の揺れやすさマップ⁽³⁾

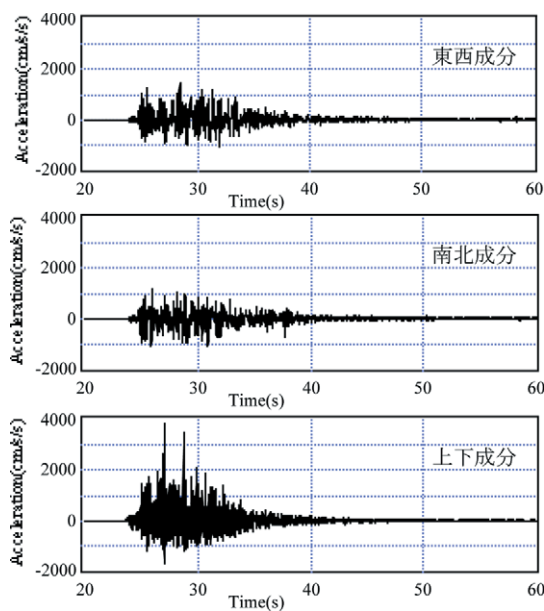


図2 KiK-net一関西の地表面加速度波形

測点で、観測史上最大の上下動3866 cm/s²、合成で4.0Gを超える最大加速度を有する強震記録(図2)が得られた。

被災状況のうち、人的被害や住宅の被害を最近の内陸地震による被災状況と比較したものを表2に示す。被災地域が中山間地域であるものの、地震規模が大きいかかわらず、住宅の被害が著しく小さく、人的被害も新潟県中越地震より少ない。人的被害については、栗駒山の腹に位置する駒ノ湯温泉への宿泊客を含む行楽に來られた方も多く含まれているのが大きな特徴といえる。また、地盤災害という視点では、斜面崩壊に起因する道路の寸断による集落の孤立化、河道閉塞による天然ダムの形成など、2003年新潟県中越地震と同様に中山間地における地盤災害に起因する二次的な被害が生じている。これらの地盤災害は、栗駒山という活火山の周辺の地質が多様な年代で構成されている火山性堆積物を含んでいることと強く関係している。さらに、この地震では、一般の住宅被害が少ないものの、平泉や国指定史跡「仙台藩花山村寒湯番所後」などの歴史的建造物が被災しているという点も見

過すことができない。また、最近の重要な情報伝達手段である携帯電話が有効とは言えない、中山間地域での被災状況や復旧などに関する情報伝達の困難さも重要な課題であるといえる。ここでは、地震・地震動、さらに被害の特徴を速報として報告する。なお本合同調査では土木学会、地盤工学会・日本地すべり学会東北支部と国交省東北地方整備局との間で2007年3月に結んだ災害協定を初めて活用させていただいた。東北地方整備局をはじめとして関係各位に改めて感謝する。

地震および地震動

地震は東京大学地震研究所などによりメカニズム解、断層パラメータが求められているが、いずれも西西北西—東南東の圧縮軸をもつ、西落ち傾斜を有する逆断層となっている。その震源位置は、北上盆地西縁断層帯の南部に位置し、震源断層または断層上盤側の隆起に起因する地表変状として荒砥沢ダム近傍で上下変位3.6mの上下変位、水田などで0.4m程度の上下変位が岩手県一関市餅転から荒

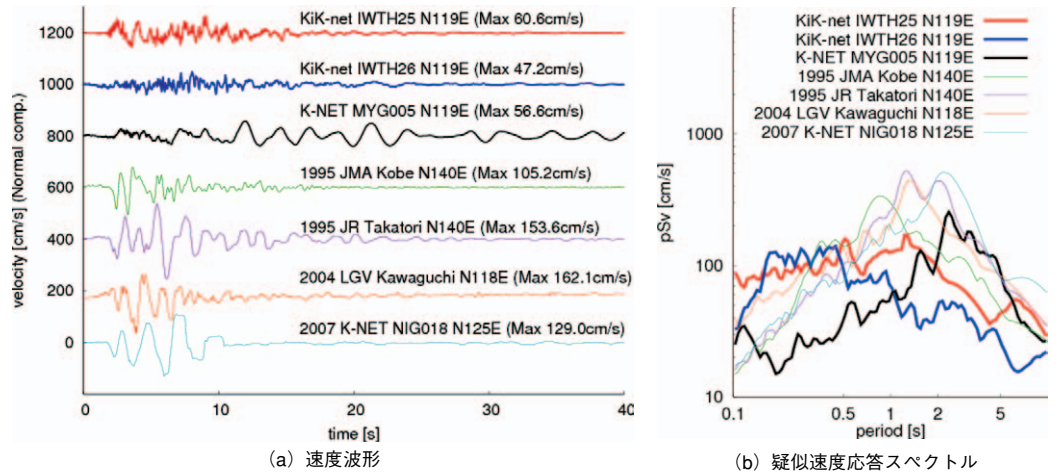
砥沢ダム南方にかけて発見されている。

この地震により気象庁や(独)防災科学技術研究所をはじめ多くの強震観測網により強震記録が得られ、図3に気象庁により公開された本震震度分布を示す。震源近傍の2個所で震度6強が観測され、震度6弱は岩手県では奥州市と比較的狭い地域、宮城県で栗原市、大崎市域の県北平野部に広く分布している。図3に合わせて示した内閣府地震調査推進本部より公表されている表層地盤・地形に基づく宮城県の揺れやすさマップより、おおむね表層地盤の揺れやすい地域は震度5程度以上となっているものの、震度6弱を観測した築館や金成周辺における表層地盤の揺れやすさは大きな値となっていない。築館や金成周辺の強い揺れは、より深い地盤の構造が関係しているものと考えられる。次に、震源域内の一関西、一関東および鳴子の3個所と1995年兵庫県南部地震、2003年新潟県中越地震(川口町)で震度7を観測した神戸海洋気象台、JR鷹取、川口町、および2007年新潟県中越沖地震の柏崎市で観測された加速度記録の水平成分について、数値積分に

過すことができない。また、最近の重要な情報伝達手段である携帯電話が有効とは言えない、中山間地域での被災状況や復旧などに関する情報伝達の困難さも重要な課題であるといえる。ここでは、地震・地震動、さらに被害の特徴を速報として報告する。なお本合同調査では土木学会、地盤工学会・日本地すべり学会東北支部と国交省東北地方整備局との間で2007年3月に結んだ災害協定を初めて活用させていただいた。東北地方整備局をはじめとして関係各位に改めて感謝する。

この地震により気象庁や(独)防災科学技術研究所をはじめ多くの強震観測網により強震記録が得られ、図3に気象庁により公開された本震震度分布を示す。震源近傍の2個所で震度6強が観測され、震度6弱は岩手県では奥州市と比較的狭い地域、宮城県で栗原市、大崎市域の県北平野部に広く分布している。図3に合わせて示した内閣府地震調査推進本部より公表されている表層地盤・地形に基づく宮城県の揺れやすさマップより、おおむね表層地盤の揺れやすい地域は震度5程度以上となっているものの、震度6弱を観測した築館や金成周辺における表層地盤の揺れやすさは大きな値となっていない。築館や金成周辺の強い揺れは、より深い地盤の構造が関係しているものと考えられる。次に、震源域内の一関西、一関東および鳴子の3個所と1995年兵庫県南部地震、2003年新潟県中越地震(川口町)で震度7を観測した神戸海洋気象台、JR鷹取、川口町、および2007年新潟県中越沖地震の柏崎市で観測された加速度記録の水平成分について、数値積分に

図4 震源近傍の強震記録と既往の内陸地震で観測された記録の速度波形と疑似速度応答スペクトルの比較



値となつている。疑似速度応答スペクトルを比較すると、極震源近傍の2観測点では周期約0.6秒より短周期側で他の記録より大きいスペクトル成分を有するものの、それより長い周期で小さな値となっている。また、鳴子では、大きな振幅

より求めた速度波形の比較、それらの疑似速度応答スペクトルの比較を図4に示す。今回の地震では、一関西で観測史上最大の上動の最大加速度3866 cm/s²を観測したが水平成分では最大1432 cm/s²と2003年新潟県中越地震による川口町で観測された東西成分の1675 cm/s²より小さい。さらに、図に示した速度成分は、構造物の破壊や損傷と関連が強く、震源域での最大値が約50〜60 cm/s程度であり、JR鷹取、川口町の1/3程度、柏崎市や神戸海洋気象台の1/2程度と小さな

道路構造物を含む土木構造物の被害

道路施設のうち、国道342号線の震源近傍に位置する祭時大橋と旧昇仙橋(歩道橋)の二つの橋が崩壊した。祭時大橋の崩壊状況を写真1〜3に示す。祭時大橋は、1978年に架設され、橋長94mの3径間連続鋼桁橋である。その崩壊は、橋の秋田側橋台の背後地盤が写真2に示すように崩壊し、橋桁が岩手側に押し込まれ、写真3に示すように橋の岩手側橋台のパラベットを破壊した後に桁が落下し

が長い時間続くという特徴を有する波形が観測され、周期2秒以上の長周期成分は他の記録と同程度であるものの、それより短周期成分では小さな値であるという特徴を有している。このように、地震規模は最近の内陸地震の中で大きいものの、地震動はその強度がそれほど大きくなく、短周期成分が卓越するという特徴を有している。最後に、宮城県震度情報ネットワークでは、2003年の宮城県内および沿岸を震源とする地震と同様に本震記録に余震記録が上書きされ、波形記録は残されていない。

たと推測されるが、詳細な崩壊のメカニズムは今後の研究が必要である。旧昇仙橋は、矢櫃ダムの堤体前面に位置し、橋の両端を支える岩盤が崩落し、床版の落下により破壊したものである。両橋の崩落は橋の震動に起因したのではなく、橋の支持地盤・岩盤の崩壊を主要原因としたものと推測される。その他、国道、県道ならびに高速道路などで橋台背面土の沈下による段差、支承部の損傷などが生じていた。

他の道路施設のうち、栗駒ダムの南を通る県道42号線の新玉山トンネル内に、東側坑口より約250mの位置の覆工のクラウンから路面に至る全周に最大5〜6cmに及ぶひび割れが発生していた。同トンネルは、延長1.22km、有効高さ4.7mのNATM工法により施工され、1999(平成11)年に竣工したものであり、補強・補修に際して、ひび割れが断層または地すべりなどのいずれに起因して生じたものであるのか早急な発生機構の解明が望まれる。また、道路の盛



写真1 祭時大橋の破壊状況 (調査団6月18日撮影)

土部では、崩壊などには至らないものの、亀裂や段差などが生じていた。また、斜面崩壊や落石などによる道路の寸断が多く生じ、花山地区をはじめとする集落の孤立化が生じた。しかし、ロック・スノーシールドなどの落石防護工は、地震による落石や斜面崩壊土による道路の寸断を防ぐという効果を発揮している。フリーフレームなどの法面防護工は斜面崩壊などに

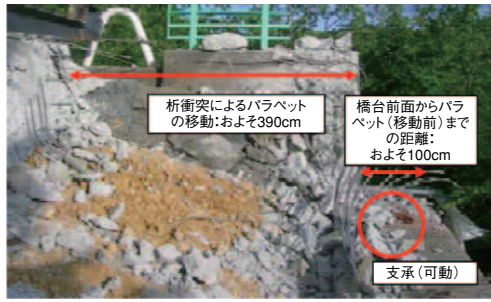


写真3 祭時大橋岩手側橋台パラベットの破壊状況
(東北大学大学院・秋山准教授ホームページより)



写真2 祭時大橋秋田側の背後斜面の崩壊と道路の亀裂(調査団6月18日撮影)



写真5 磐井川沿いの一関市市野々原地区の天然ダム
(調査団6月18日撮影)



写真4 荒砥沢ダム背後の大規模地すべり
(調査団6月18日撮影)

効果を発揮したものの、斜面とともに崩落したものがあつた。いづれにしても、平常時における落石、斜面崩壊への対策は、地震時にも効果を発揮し、設置時に地震の影響も加味するなどのハード面での対策、さらに集落の孤立が生じ

た場合へのソフト面での対応策の検討が今後必要であると考えられる。最後に、道路施設以外の構造物として、ダムは本体の機能が損なわれるような被害は確認されていない。また、盛土地盤の被害とし

上る大規模地すべりが確認され、多発している地すべりと地すべり地形との関連、断層の上盤側への集中が指摘されている。急傾斜地の斜面崩壊は、表層崩壊、落石、深層を通る大規模な斜面崩壊などのさまざまな形態で生じ、沢部に面した斜面で多発している。河川の寸断は天然ダムの形成による河道閉塞となり、その復旧工法や作業性には崩落した

宮城県栗原市に位置する荒砥沢ダム上流部で発生した地すべりは、写真4に示すように全長1.3km、最大幅0.9km、最大移動層厚150m、移動土砂量7000万 m^3 、と日本最大規模であった。関係機関・学会による地すべり地形の詳細分布調査により10個所に

斜面崩壊と地すべりなどの地盤災害

て、河川堤防では大きな被害は確認されていないが、旧鶯沢町鶯沢工業高校グラウンドの法面崩壊、旧築館町館下の農地造成盛土の崩壊などがある。また、旧鶯沢町袋地区鶯沢町多目的研修センター敷地では盛土とみられる表層部の液状化が発生していた。

土砂や岩塊の構成や崩壊土砂の性質が影響する。たとえば、写真5に示す磐井川沿いの一関市市野々原地区では、柔らかい細粒化した土砂が河道を閉塞していることから、左岸側を掘削して排水路が設置されている。

東栗駒山山頂に近いドゾウ沢で生じた斜面崩壊によって発生した土石流は、標高約1360mから沢に沿って流れ下り、駒の湯温泉を飲み込んだ。土砂崩壊の規模は、土砂量約150万 m^3 (東京ドーム約1.2杯分)と推定されている⁽⁶⁾。土石流は本来温泉の前の沢を流下するはずであったが、温泉の対岸斜面が崩壊して沢が埋まり、流れの方向を温泉側に変えたために被災したと推測されている。

参考文献

- (1) 気象庁：http://www.seisvolkishou.go.jp/eq/suikai/200806140843_213/200806140843_213_2.html
- (2) 内閣府：http://www.bousai.go.jp/oshirase/h17/yuryasusa/miyagi.pdf
- (4) 後藤浩之：平成20年岩手・宮城内陸地震速報会資料、2008年6月27日
- (5) 合同調査団：平成20年(2008)年岩手・宮城内陸地震被害調査速報、地盤工学会誌6月号
- (6) 国土地理院：http://www.gsi.go.jp/