

2003年5月26日に発生した宮城県沖の地震被害調査速報

(社)土木学会・地盤工学会合同宮城県沖地震調査団

調査の概要

2003年5月26日午後6時24分頃、宮城県沖を震源とする気象庁マグニチュード $M_J=7.0$ の地震が発生し、震源に近い宮城県、岩手県を中心に被害が生じた。この地震により、JR新幹線高架橋の一部が被災した他、地すべりや港湾施設の被害などが発生した。土木学会・地震工学委員会（委員長：後藤洋三・（独）防災科学技術研究所地震防災フロンティア研究センター・川崎ラボラトリー所長）、および同・コンクリート委員会（委員長：丸山久一・長岡技術科学大学教授）ではただ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、宮城県沖地震被

害に関する調査団派遣を決定した。調査は、(社)地盤工学会の災害連絡会議のメンバーと合同で、主に5月27日から30日まで実施した。土木学会および地盤工学会との合同調査団（6月13日時点）のメンバーを表1、2に示す。

この地震は1994年北海道東方沖地震と同様に太平洋プレート内で発生した地震であり、後述するように最大加速度が1Gを越える記録が岩手・宮城県沿岸部で観測され、震度6弱の地域が岩手・宮城県の沿岸部のみならず内陸地域にも生じているにもかかわらず、被害や揺れの大きな地域が局在するという特徴を有している。また、液化化や斜面崩壊などに起因する地盤災害も多く局在的であり、その変状も一部を除いて比較的小さい。一方、地震発生後の情報伝達手段として重要な携帯電話は使用を制限され、重要な災害情報などの伝達手段となりえなかったことや、地震直後の津波などへの十分な避難行動がみられないなどの重大な課題も残した。それら課題へはアンケート調査などを実施し、問題点を明らかにする予定であるが、ここでは、この地震・地震動の特徴さらに被害の特徴を速報として報告する。

表-1 土木学会（地震工学委員会）・地盤工学会調査団

区分	主調査分野	氏名	勤務先名称
団長	地震動	神山 眞	東北工業大学
副団長	構造・地盤	小長井一男	東京大学生産技術研究所
団員	地盤震動	片岡俊一	弘前大学理工学部
団員	地盤震動	中村 晋	日本大学工学部
団員	地盤震動・ライフライン	清野純史	京都大学
団員	地盤	風間基樹	東北大学
団員	地盤	渦岡良介	東北大学
団員	地盤	仙頭紀明	東北大学
団員	地盤	陶野郁雄	山形大学
団員	構造・地盤	塩井幸武	八戸工業大学
団員	港湾	菅野高弘	(独)港湾空港技術研究所
団員	宅地・斜面	橋本隆雄	(株)千代田コンサルタント
団員	津波・緊急対応	今村文彦	東北大学
団員	災害情報他	山口直也	(独)防災科学技術研究所 地震防災フロンティア 研究センター
団員	災害情報他	小玉乃理子	(独)防災科学技術研究所 地震防災フロンティア 研究センター

表-2 土木学会（コンクリート委員会）調査団

区分	主調査分野	氏名	勤務先名称
団長	コンクリート被害	鈴木基行	東北大学
団員	//	陸好宏史	埼玉大学
団員	//	島 弘	高知工科大学
団員	//	中村 光	名古屋大学
団員	//	牧 剛史	埼玉大学
団員	//	新藤竹文	大成建設(株)
団員	//	秋山充良	東北大学

地震および地震動

気象庁発表による暫定的な本震の震源要素は、発震時刻が2003年5月26日18時24分頃、震央位置が北緯38.8°、東経141.8°、震源深さが71km、地震規模が $M_J 7.0$ となっている。また、国土地理院により公表されている断層モデルパラメータは、走向角度が192°、傾斜角度が68°、幅、長さがそれぞれ19km、17km、滑り量が2.1m、モーメントマグニチュード M_w が7.0となっている。これらから、この地震は発生が予測されている1978年と同程度の宮城県沖地震とは異なるとの見解が政府の地震調査研究推進本部により公表されている。

図-1に多くの強震観測網により得られた強震記録のうち、K-NET¹⁾による強震記録を処理して得た計測震度の分布を示

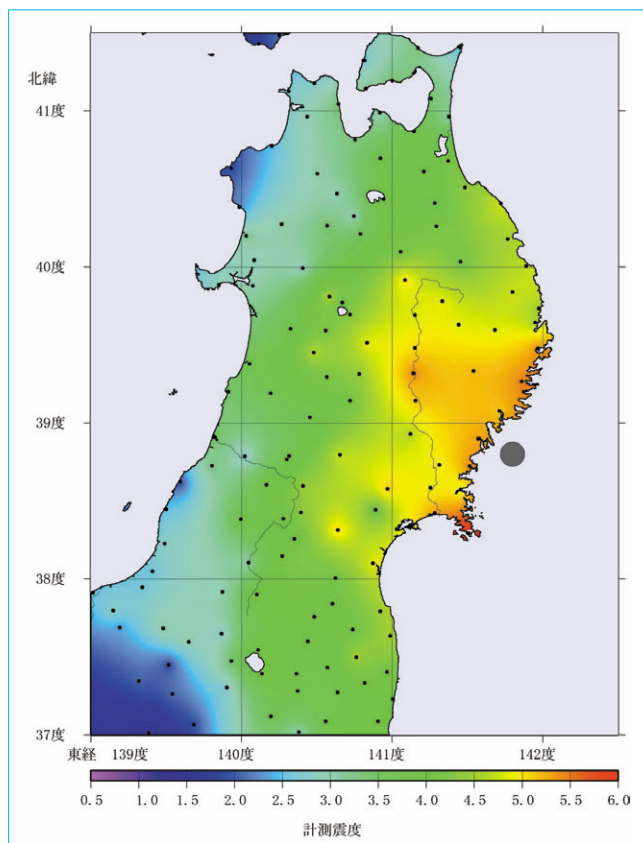


図-1 K-NET強震記録の処理による計測震度分布

す。震央が大きな でプロットされているが、震央に近い宮城県、岩手県の多くの地域で震度5強の揺れが生じていることがわかる。K-NETの牡鹿観測点では水平最大加速度値1112galなど、重力加速度を越える大きな最大加速度値が得られている。また、その他の観測点を含めて記録のフーリエスペクトルはきわめて相似性が高く、短周期成分が相対的に卓越する特性がみられる。そこで、K-NETで最も大きな加速度値が得られた牡鹿（Oshika）観測点の地震動と過去に東北地方で発生した被害地震による代表的な強震記録、および1995年兵庫県南部地震での神戸海洋気象台での強震記録とを比較してみる。図-2は加速度時刻歴、図-3はその主要動部のフーリエスペクトルを比較したものである。これより、加速度振幅に限っていえば、今回の地震動は過去の地震記録に比べきわめて大きいこと、スペクトル特性は周期0.3秒以下の短周期のスペクトル振幅は大きいものの、これより長周期、とりわけ周期1秒より長周期では比較対象としたいずれの強震動よりスペクトル振幅が小さいことが注目される。このことが、この地震では地震規模や最大加速度値の割には地震被害が少ない原因と強く関連していると考えられる。

コンクリート構造物地震被害の概要

東北新幹線の盛岡 - 水沢江刺間にある高架橋のうち1層

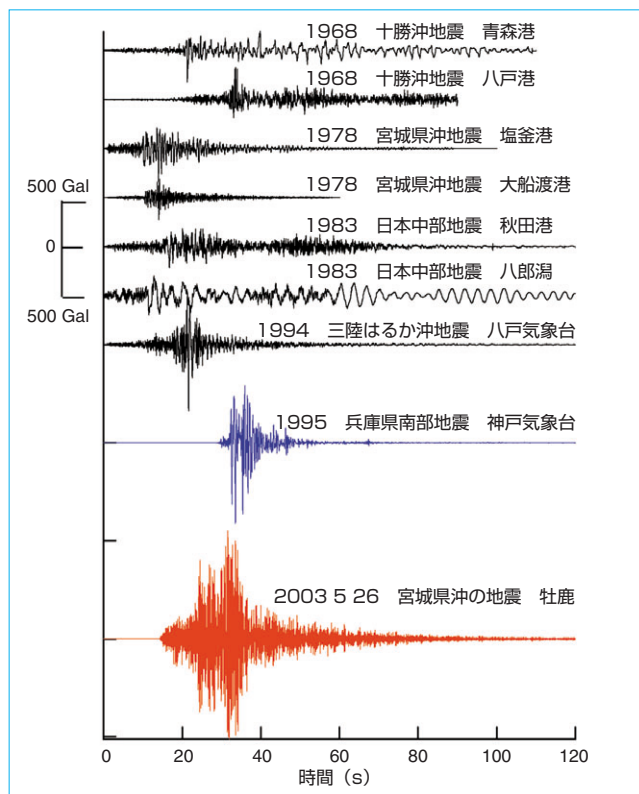


図-2 過去の地震による強震記録と今回の地震の強震記録との比較

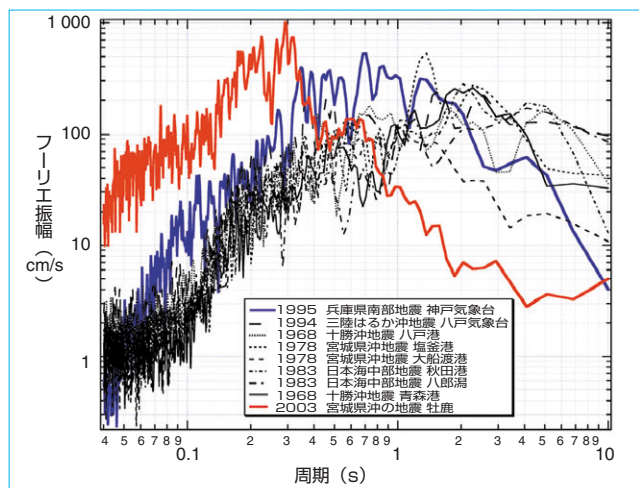


図-3 過去の地震による強震記録と今回の地震の強震記録とのスペクトル比較

ラーメン橋脚の一部（22か所）が損傷した。すでに、橋脚に無収縮モルタル、エポキシ樹脂注入、鋼板巻きによる補強・復旧作業が完了し、27日（火）夕方の列車より徐行しながらの営業運転の再開、29日（木）には通常速度に戻し運転されている。被災した高架橋がある岩手県内は、兵庫県南部地震の被災を踏まえた緊急耐震補強対策措置の対象線区から外れており、1978年宮城県沖地震以前に設計された高架橋であるため、現在の規準よりもせん断補強鉄筋量の少ない構造となっていた。

被災した高架橋のうち、応急復旧作業を必要としたのは主に図-4に示す5か所である。被災は、写真-1、2に示すように、ラーメン高架橋の端部に位置する橋脚に被害が集中して



図-4 新幹線高架橋の被害位置

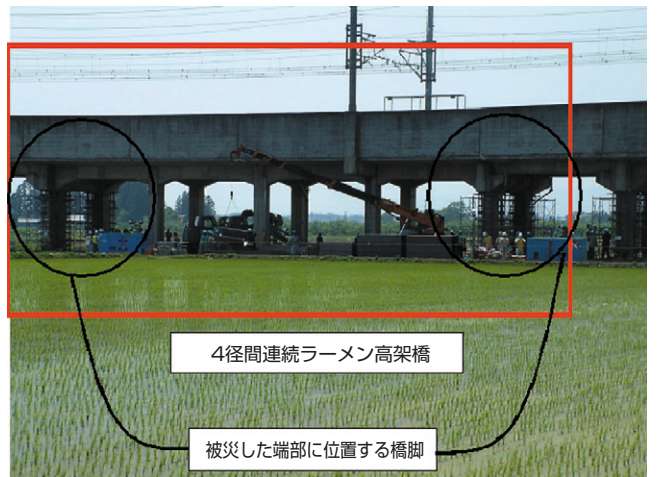


写真-1 高架橋の被害の特徴 (No.3地点)

いる点の特徴である。橋脚における被災後のひび割れ状況の観察では、明瞭な斜めひび割れ面が形成されていたのに対し、曲げひび割れはほとんど生じていないことが確認された。また、被災橋脚の一部には、かぶりコンクリートの剥落が生じた橋脚も存在したが、帯鉄筋のフックのはずれや鉄筋の破断など重大な損傷は認められず、比較的軽微な損傷と推察される。一方、端部以外の中間位置にある橋脚には、緊急復旧作業を必要とする被害はほとんど生じておらず、わずかに斜めひび割れが観察される程度である。

このようにラーメン高架橋の端部に位置する橋脚に被害が集中した原因として、その橋脚は、中間位置にある橋脚に比べ、せん断スパン比が小さく、曲げせん断耐力比が小さいこと、および端部に位置する橋脚は、中間位置にある橋脚に比べ作用水平力が大きいことなどが原因と考えられる。さらに、被災した橋脚は、ひび割れ状況から判断して、線路軸直角方向への応答が卓越していたと推察される。今後、これら被災状況に対し、そのメカニズムの解明が必要である。

斜面崩壊

岩手県や宮城県内の道路や宅地などに地割れや斜面崩壊が発生している。とりわけ、宮城県築館町で発生した斜面崩壊は、幅 40 m、長さ 80 m 程度の領域の土砂が平均勾配、約 7 度の斜面を滑り落ちたものである。泥はねの痕跡や崩解土砂に運ばれた植生の変形パターンなどからその速度は 6~7 m/秒に達していた可能性もある。その全景は写真-3 に示すとおりである。崩壊土砂は宅地の一部を巻き込んだが、幸いにも死者は発生していない。写真-3からもわかるように、水田に堆積した土砂は粘性の高い流体が流れ出したような形態となっている。

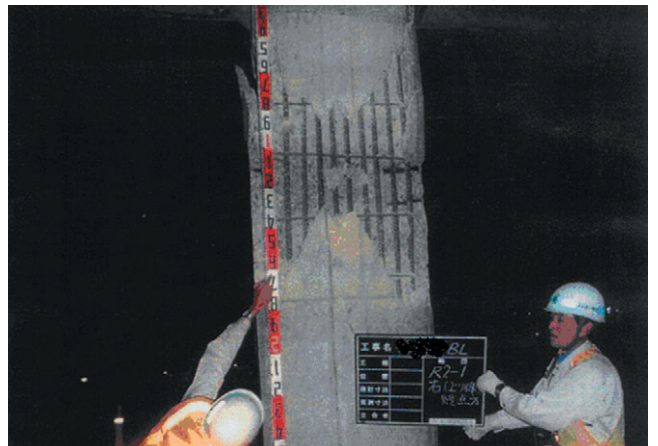


写真-2 No.1地点における橋脚の損傷状況



写真-3 宮城県築館町斜面流動破壊現場の空撮 (5/27 9時: パワードパラグライダー [PPG] 空撮 (㈲ミヤギエンジニアリング))

この斜面崩壊地はかつての沢地形を造成したもので、造成地の下端にはため池があった。また、採取した土砂の粒度構成は、礫 20%弱、砂 50%強、シルト 20%強、粘土 10%弱であり、含まれる礫分のほとんどは軽石であり、土粒子自身が多孔質で吸水性があるため含水比は 26~56%程度と砂質土としては非常に高い値である。この土は土質分類上、「軽石混じり火山灰質シルト質砂」といえる。



写真-4 岸壁法線および木材の野積み状況

サンプルの試験結果は、斜面地山の土質の保水性がきわめて高かったことを示している。サクシオンやセメンテーションによってせん断抵抗を発揮していた土砂は、地震の揺れによってそのセメンテーションを切られ、そこに保水されていた束縛水によるメニスカスがなくなったため、一気にせん断抵抗を失い、自由水化した水と混じって泥流状に斜面を流下したとのメカニズムが推定される（また多孔質の粒子破碎を間隙水圧の上昇と見かけのせん断抵抗減少の理由とする考えもある）。

いずれにせよこのような泥流化のメカニズムは、粒径のそろったきれいな飽和砂質土が、非排水繰返しせん断を受けて負のダイレイタンスによって液状化を生じるというメカニズムと異なるものと考えられ、国土の約40%が火山灰質土に被われた日本の地質状況下では一概に特殊な事例であると片づけられない。1978年宮城県沖地震（宮城県白石市の斜面崩壊）、1984年長野県西部地震（御岳崩壊による土石流）など軽石混じり火山灰質土が関係していると考えられる斜面災害を見直し、徹底した研究を進めることが望まれる。

港湾施設の被害

震度の大きさにも関わらず港湾施設全般の被害は軽微であり、船舶の接岸・係留・荷役作業に支障の出た施設はなかった。ここでは、液状化現象、および軽微な損傷がみられた大船渡港野々田地区を取り上げる。大船渡港は岩手県の中樞港であり、野々田地区の岸壁（1988（昭和63）年竣工）は設計震度 $k_n = 0.15$ 、で設計された栈橋式の岸壁である。その岸壁は水深13mの岸壁（土留めは鋼管矢板）と、それに隣接する水深7.5mの岸壁（陸側土留めはL型擁壁）で構成されている。

比較的規模の大きな液状化現象が見られたものの、写真-4に示すように栈橋法線の出入りはほとんどなく、地震後にお



写真-5 岸壁背後のシルトの堆積

いても船の接岸・係留は可能であった。またコンクリート舗装の不同沈下もなかったため、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。噴砂の痕跡は写真-5に示すように栈橋土留め直背後と岸壁法線より約60m陸側に残っていた。また、栈橋本体の背後の段差はそれほど大きくなく、アスファルト等による擦り付けで補修は十分であると考えられる。他の状況も踏まえ、岸壁の機能を低下させるような被害はほとんどなく、軽微な被害であったといえる。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地震前の経年変化による沈下も含み約15~20cmであることから、地震による沈下量（推定10~15cm程度）は埋立土の層厚（最大で14m程度）の約1%程度と比較的小さいと考えられる。さらに、不同沈下は生じていなかった。この地区における埋立土の性質等については現段階で不明であり地中のサンプルを取得して調査を実施する必要がある。

また、大船渡港内の他の施設に明瞭な液状化発生痕跡が発見されていないことに関しては、(1)大船渡港内の施設として、当該施設は弱齢（1988（昭和63）年竣工）であるが、他の施設は比較的早く、過去に地震を経験した施設が多く、(2)高周波数成分が卓越する作用地震動に対し港湾構造物が大きく応答しなかったこと、(3)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が限られていたことなどが原因と考えられる。しかし、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無被災であることから、何故被災しなかったのかという視点での調査・解析が今後必要となる。

参考文献

- 1 - (独)防災科学技術研究所ホームページ：
<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>

