

速報

平成19年(2007年)新潟県中越 沖地震被害調査速報

飛田 哲男*・モハメド レザ ガヤムガミアン**・井合 進*・姜 基天***

Preliminary Report of the Niigataken Chuetsu-oki, Japan, Earthquake in 2007

Tetsuo TOBITA*, Mohammad Reza GHAYAMGHAMIAN**,
Susumu IAI* and Gi-Chun KANG***

Abstract

A large earthquake occurred (Mj 6.8, D=17 km) at 10:13AM on July 16, 2007 in Chuetsu region, Niigata, Japan. The epicenter was located offshore of Kariwa village and Kashiwazaki city. Preliminary results of the source inversions indicate a reverse fault with the NE-SW (strike: 34, Dip: 51, Rake: 74 degrees). The instrumental JMA seismic intensity was 6+ (IX in MMI) in Kariwa village, Kashiwazaki city, Nagaoka city in Niigata prefecture, and Iizuna-machi in Nagano prefecture.

Eleven people were killed, more than 1,813 were injured, and more than 10,000 were evacuated (as of 7/23/07, Niigata Prefecture). The number of totally collapsed houses was 961 in Niigata. Major lifelines, gas, water, and electricity, have been damaged and suspended for more than a day. In Kariwa village, one of the world largest nuclear power plants (7 reactor's total 8,200,000 kW) reportedly suffered damage due to unexpectedly large strong shaking.

キーワード：2007年7月16日，地震災害，新潟県中越沖

Key words：July 16 2007, Earthquake disaster, Chuetsu-oki

1. はじめに

2007年7月16日10時13分，新潟県中越沖を震源

とする Mj 6.8 (D = 15km) の地震が発生した。

この地震により，新潟県長岡市，柏崎市と刈羽

* 京都大学防災研究所
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University
** 客員研究員, International Institute for Earthquake Engineering (IIEES), Tehran, Iran

*** 京都大学大学院社会基盤工学専攻
Department of Civil and Earth Resources Engineering,
Kyoto University
本速報に対する討論は平成20年2月末日まで受け付ける。

村、長野県飯綱町で震度6強を、新潟県上越市、小千谷市と出雲崎町で震度6弱を観測したほか、北陸地方を中心に東北地方から近畿・中国地方にかけて震度5強から1を観測した（図1a）。この地震では、2007年3月25日に発生した能登半島地震（Mj 6.9）を上回る死者11名、負傷者1,813名、住宅被害10,934棟（うち全壊961棟）の被害が発生した（2007年7月23日現在¹⁾。被害は震源に近い新潟県柏崎市（人口約8万7千人）に集中しており、同市だけで死者10名、全壊戸数906棟であった。また弱い津波も観測されたが、同日11:40に警報は解除された。この地震では、世界最大規模の発電出力（総出力821万kW）をもつ柏崎刈羽原子力発電所の変電設備に火災が発生するなどしたため、安全性が確認されるまでの間操業停止となった。また、自動車産業も部品メーカーの被災により操業を一時停止するなど、国内の経済活動にも大きな影響を与えた。

本報告では、7月17日から19日にかけて井合進（京都大学防災研究所教授）、飛田哲男（同助教）、M.R. Ghayamghamian（同客員研究員）、姜基天（京都大学大学院社会基盤工学専攻博士後期課程1

年）が行った被害調査について報告する。図2に今回の調査地点を示す。

2. 地震の概要

気象庁によると震源の位置は37°33.4'N, 138°36.5'E, 深さ17kmであり、本震のメカニズム解は、北西-南東方向に圧縮軸を持つ逆断層型であると推定されている。これは2004年10月の新潟県中越地震など、この地域で過去に発生した地震のメカニズムと調和的である²⁾。今回の震度分布³⁾（図1a）と図1bに示す2004年新潟県中越地震における震度分布⁴⁾とを比較すると、今回の地震では震度6強以上が観測された範囲は小さいものの、震度4以上を観測した地域は、前回の地震と同程度であることがわかる。しかし、今回の地震では震央距離約30kmの長野県飯綱町においても震度6強が観測されている。また、今回の地震の特徴として、余震回数が少ないことが上げられる。図3に示すように、地震後一週間でのMj 4.0以上の累計は、1995年兵庫県南部地震（Mj 7.3）、2004年新潟県中越地震（Mj 6.8）を大きく下回っており、2005年福岡県西方沖地震（Mj 7.0）と同

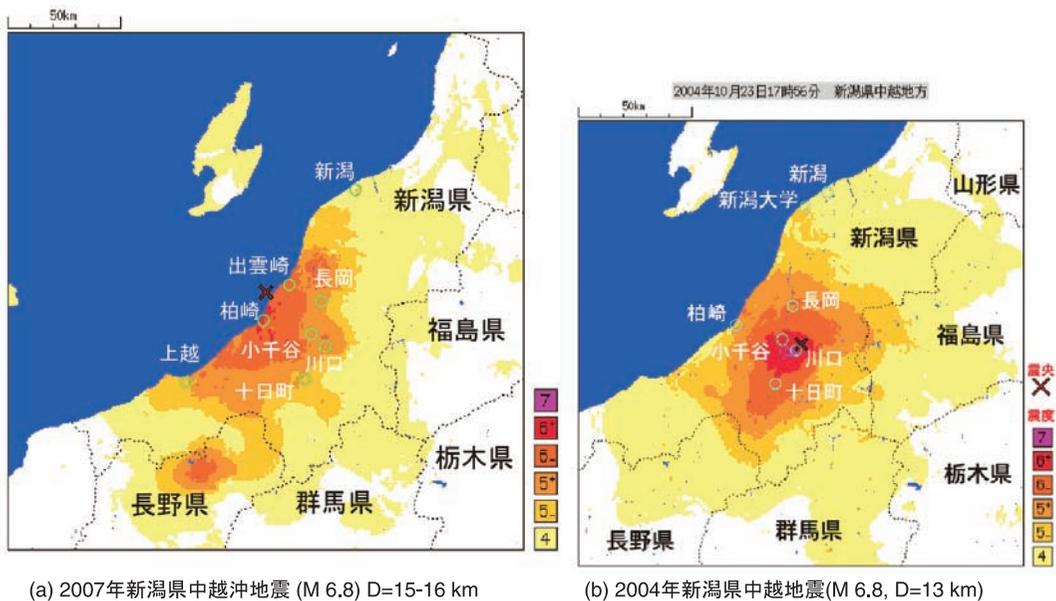


図1 震度分布の比較：(a) 2007年新潟県中越沖地震、(b) 2004年新潟県中越地震

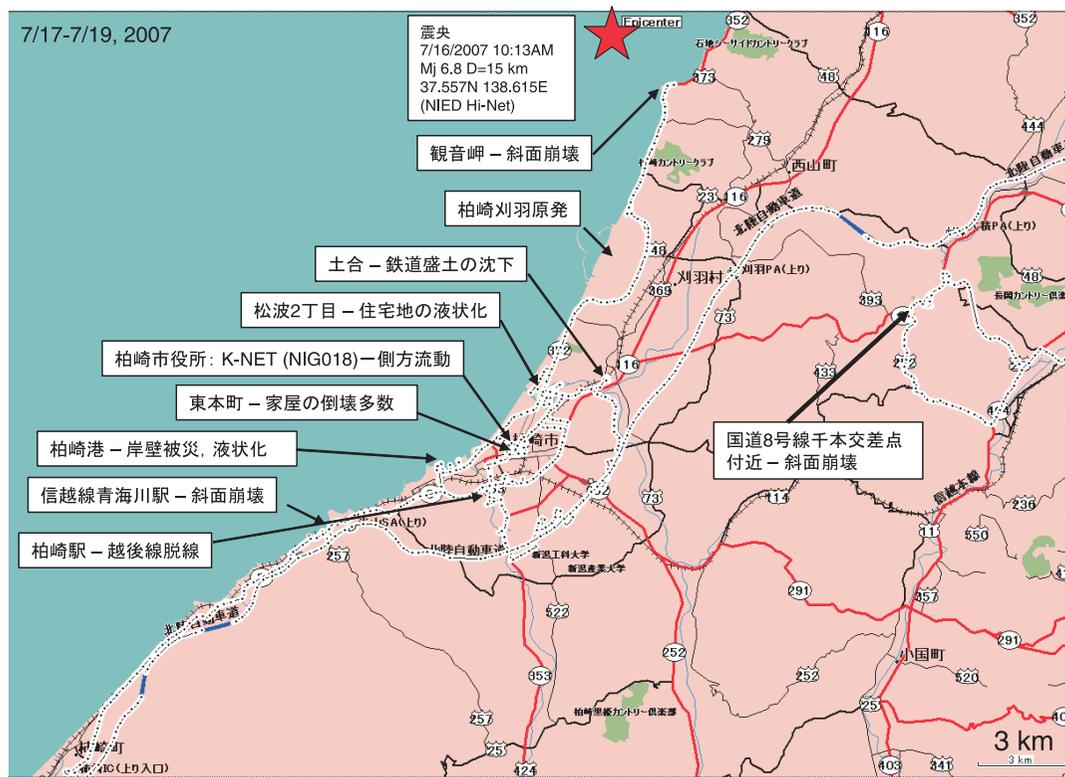


図2 調査地点と被害の概要

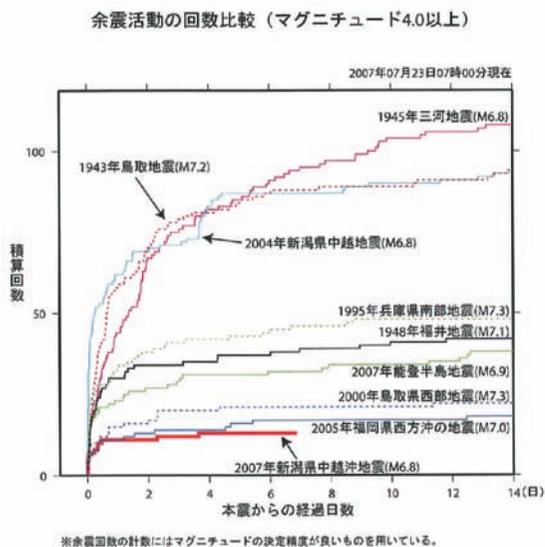


図3 余震活動の回数比較⁴⁾

程度となっている⁵⁾。

構造地質的には、今回の地震は2000から3000万年前の日本海が拡大した時期に、北西-南東方向に地殻が引伸ばされて形成された新潟堆積盆地とよばれる厚い堆積物の分布域内で発生したものである⁶⁾。この周辺の地殻は約300万年前から北西-南東方向に圧縮され始め、これに伴い新潟堆積盆地中に逆断層と褶曲構造が形成されてきた。この活動は現在も活発に進行しており(活褶曲)、2003年の新潟県中越地震と今回の地震は、いずれもこの圧縮過程で発生したものであると考えられる。また、2003年の地震と今回の地震はいずれも活断層が明瞭でない場所で発生したが、褶曲体の周辺部に震源を持つという特徴は共通している。このことから、新潟堆積盆地では、活断層だけに注目するのではなく、褶曲体と地下深部の断層の関係を解明することにより地震発生場を高い精度で推

定できる可能性が高い、との報告もある⁶⁾。

震度6以上を記録した時刻歴波形としては、気象庁出雲崎町米田で震度6弱⁷⁾、防災化学研究所K-Net 柏崎で震度6強を観測したものが公開されている⁸⁾。ただし、K-Net 柏崎の記録に関しては、後で述べるように液状化の影響が見られる。震央距離11kmで記録された出雲崎町米田における地震動記録(図4)によると継続時間は約15秒である。また図には示さないが、卓越振動数は2Hzから3Hzとなっている。

3. 被害の概要

今回の地震では柏崎市を中心に半径約20kmの範囲で震度6弱以上が記録された。新潟県の調べ⁹⁾によると、地震後土砂崩れや陥没により全面通行止めとなった県管理国道は29箇所(内解除箇所24箇所, 8/1/07現在)、直轄国道(8号線)は1ヶ所(7/23午前解除)とのことである。また、河川・海岸施設の被害は堤防の亀裂・沈下、護岸損壊等203箇所であった。地滑り・がけ崩れ等の土砂災害は101箇所と報告されている。柏崎市における下水管渠の被害は総延長28kmとのことである。新潟県によると、今回の地震に伴う被害見込み額は、2004年新潟県中越地震の半分の1.5兆円程度であり、内訳は建築物2千億円、インフラ関係7百億円、商工関係3千億円、農林水産関係4百億円、ライフライン100億円、その他8千8百億円とのことである¹⁰⁾。以下では、今回実施した現地調査に基づき被害状況を報告する。

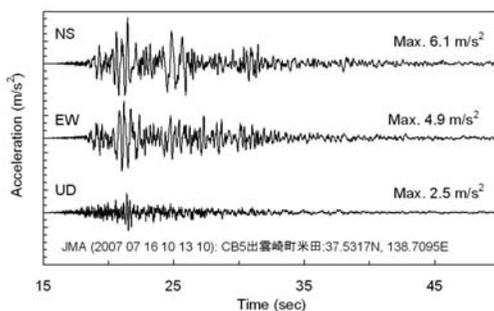


図4 気象庁出雲崎町米田(震央距離11km)における加速度記録⁷⁾

3.1 斜面崩壊

信越本線青海川駅付近でホームの南側の一部を埋める斜面崩壊が発生した(写真1)。崩壊した斜面の上端は段丘の平坦面となっており、この面上に国道や集落がある。この段丘の標高は約50mであるが、同駅付近の崩壊は、段丘面の縁に近いところから発生しており、集落内の地盤に亀裂が確認されたため全戸避難指示が出された。海食崖中腹の畑のある小段から計測したところ、崩壊幅は56mであった(報道では80m余り)。上部の風化した赤茶色の泥岩の崩壊面は滑らかであり、崩壊下部には円礫岩の混じった地層が見受けられる。本震時現場近くで船で漁をしていたという男性によると、大きな揺れとほぼ同時に「ドスン」という感じで一気に崩壊したとのことである。

その他の被害としては、長岡市大積町千本の国道8号線の道路が南側斜面の崩壊により幅約80m



写真1 青海川駅付近の斜面崩壊現場



写真2 長岡市大積町千本の国道8号線の被災状況

に渡り崩壊した(写真2)。路面から滑落崖頂部までの高さは目測で約30mである。崩壊した路面は西側から約20mのところまで谷側に向かってVの字型に折れており元の位置から目測で約20mに谷側に移動していた。路体を構成する腹付け盛土(あるいは切土)には竹が生い茂っており、下部に比較的水量の多い小さな川が流れていることから斜面底部の地盤が緩かったものと思われる。しかし、崩壊の源頭部は道路面から目測で約30m上方であるため、崩壊原因の詳細については今後の調査を待たねばならない。

3.2 地盤関連被害

柏崎市役所敷地内に設置されたK-Net観測点において記録された波形には約20秒以降において液状化に起因するスパイク状の波形が記録されている(図5)⁸⁾。これは飽和した密な砂が繰返しせん断力を受けた際に現れるものであり、サイクリックモビリティと呼ばれている。一般に、このような現象が見られるときには液状化による大規模な被害は少ないが、緩い斜面であっても地盤が側方に移動し、それに伴う被害が発生する可能性がある。K-Net観測点における標準貫入試験データなど(図6)から、G.L. - 1 m から - 3 m まで

は緩い砂、G.L. - 3 m から - 13 m までは比較的密な砂、G.L. - 13 m 以深は粘性土となっていることがわかる。また、P波速度から地下水位はG.L. - 4 m から - 5 m 付近であると推測される。観測点付近の地盤は西に緩く傾斜した地盤であるが、アスファルト舗装の亀裂を調査したところ、図7に示すように西側でアスファルトの圧縮、東側で引張りが観測された。このことから側方流動が発生しているものと推測される。付近の住民に聞いたところ「東西方向に柵などが倒れた」、「1階でいすに座っていたところ、床が突然盛り後ろに転倒して頭を怪我した」との証言を得た。付近の建物被害については、灯籠やブロック塀の倒壊は見られたものの、住宅の倒壊は見られなかった。しかし、倒壊を免れた住宅でも基礎や柱の損傷程度が大きく、被災度区分判定により「危険」とされた住宅も見受けられた。

鯖石川の旧河道に位置する松波2丁目の東部では液状化による噴砂がいたるところで見られ、電柱が陥没、傾斜した(写真3)。本地区は、1973年から1976年にかけて、農地と砂丘の後背地であったところを宅地化したとのことである。本調査段階では、基礎の破壊を伴う大きな住宅被害は1件であるが、床面の傾斜などの被害が発生している

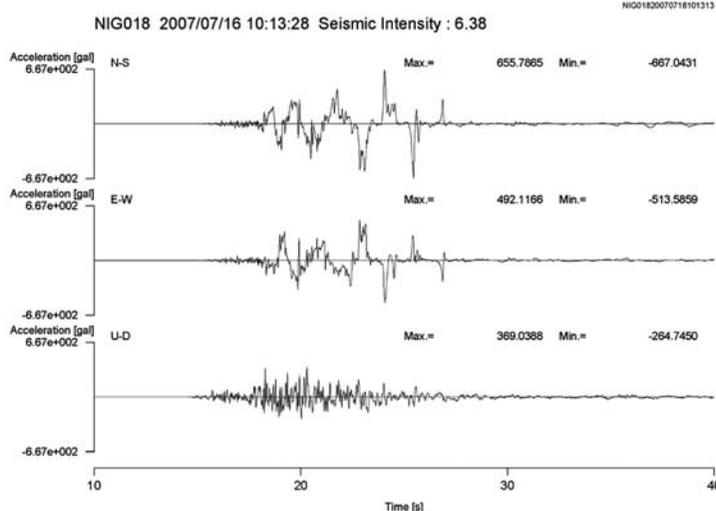


図5 K-Net 柏崎における加速度記録

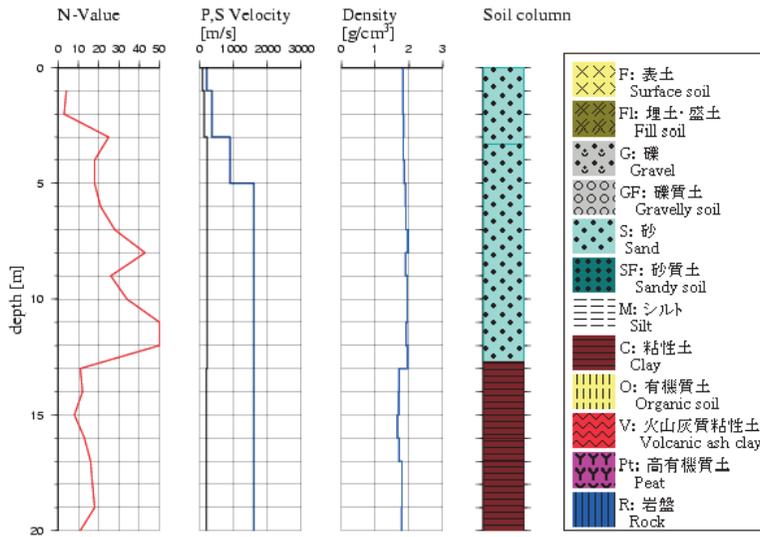


図6 K-Net 柏崎における土質柱状図⁸⁾

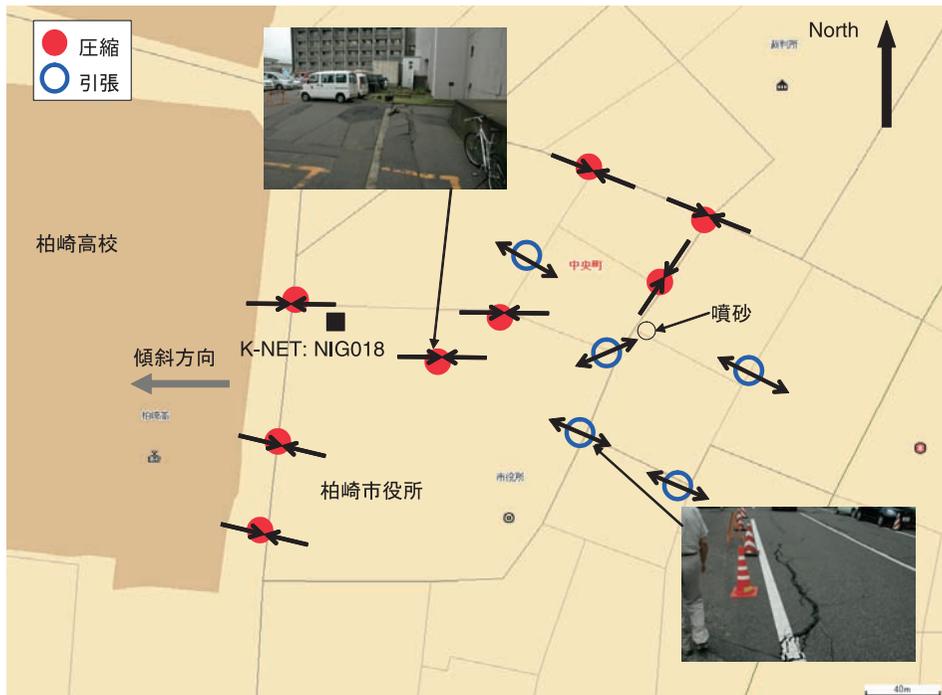


図7 K-Net 柏崎観測点周辺の道路面のひび割れ調査地点とその分布状況

可能性が高い。本地区で採取した砂の粒径加積曲線によると(図8)、細粒分の少ない平均粒径約0.4mmの均質な中砂であった。

鯖石川改修記念公園では、側方流動により公園内の芝生に大きな亀裂と段差が生じた。表層地盤が下部地盤の沈下や移動に追従できず50cmほど盛

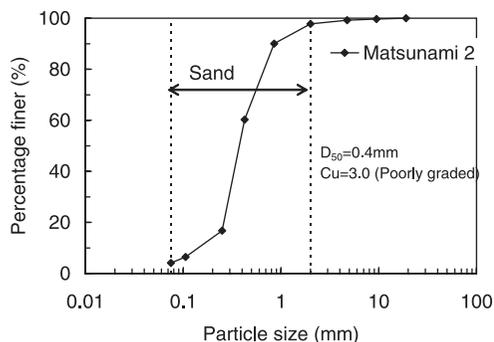


図8 松波2丁目で採取した砂の粒径加積曲線



写真3 液状化が発生した松波2丁目の状況

り上がった箇所が多く見受けられた。柏崎市土合では路面の陥没、マンホールの浮上りが多く見られた(写真4)。この付近には新池と呼ばれる池があり、もともと地盤が軟弱であったものと推測される。また、この付近を通る越後線の西中通駅北の盛土が長さ約125mにわたり側方へ広がり1m程度沈下した(写真5)。盛土周辺は湿地であった。

3.3 建物被害

木造家屋の倒壊は、柏崎市内の各所で散見されたが、特に東本町2丁目、3丁目の住宅密集地に多く見られた(写真6)。家屋の倒壊原因は、近年の大地震における被災原因と共通する点が多い。すなわち、「築年数が経っており柱、はりなどが老



写真5 柏崎市土合付近の越後線鉄道盛土の沈下



写真4 柏崎市土合における道路面の被災状況



写真6 柏崎市東本町の家屋倒壊

朽化している]、「屋根が瓦葺で重い]、「一階部分が駐車場あるいは店舗になっているため柱や壁が少ない」等である。しかし、倒壊した家屋の中には、増築あるいは耐震補強により柱がまだ新しいものも見受けられること、建物被害が狭い範囲に集中していることなどから、局所的な地震動特性の影響も考えられる。東本町3丁目では、倒壊した家屋の多くは西向きに倒れているものが多いことから、東西方向に大きな揺れが発生したものと思われる。

また、市街地だけでなく郊外の古くからの住宅地においても倒壊した家屋が見受けられたが、車庫の倒壊により自動車が使えなくなることがある。被災直後には、ライフラインの機能喪失により、食料や水を自ら確保する必要に迫られるが、特に郊外で自動車が使えないということはその後の生活に大きな影響を及ぼすことになる。この点から、特に郊外の古い住宅では自宅の耐震化とあわせて車庫の耐震化も進めるべきであると思われる。

3.4 港湾関連被害

柏崎漁港、柏崎港において液状化による噴砂が見られ、岸壁の海側へのはらみ出しとエプロンの沈下（写真7）、背後地盤の沈下等が観察された。写真8は控え杭式矢板岸壁の被災状況である。矢板前面が海側へはらみだした事により、タイロッドで接続された控え杭周辺のコンクリートスラブが割れている。しかし、港湾の被害としては軽微



写真7 柏崎漁港の被災状況

であるとの印象を受けた。その他、フェリーターミナル建屋周辺では液状化による噴砂も見られたが、建屋自体は無被害であった。

3.5 ライフライン等

柏崎市では地震直後から、電気、ガス、水道等のライフラインの供給が停止した。上水道については、39,000戸以上が断水、ガスについては35,000戸に供給停止、電気は23,000戸以上が停電した¹¹⁾。電気については、調査を開始した17日には信号も止まっていたが、地震2日後の18日には全面復旧した。水道については地震後5日で一部復旧、2週間後の7月31日に全面復旧したとのことである。しかし、下水管、ガス管の復旧にはまだ時間を要するとのことである。

4. まとめ

本報告では、地震動の概要、地盤関連被害、建物被害、港湾関連被害、ライフライン等について報告した。概要をまとめると以下の通りである。

- 1) 地震の規模、震度分布は2004年新潟県中越地震と同程度であったが、震源域が海域にあることから最大震度は6強であった。また余震回数が近年発生した地震と比べ少ないことが特徴的である。
- 2) K-Net 柏崎で観測された加速度波形には、密な砂の液状化によるスパイク状の波形が見受けられる。路面の損壊状況から、観測点周辺では西向きに地盤の側方流動が発生した可能



写真8 柏崎漁港の控え杭式矢板岸壁の被災状況

性が高い。

- 3) 信越本線青海川駅付近の斜面が高さ約50m, 幅約80mに渡り崩壊し線路とホームの一部が土砂に埋まった。目撃者の証言によると土砂は強い揺れとともに一気に「ドスン」と崩壊したとのことである。
- 4) 越後線西中通駅北の土合では、鉄道盛土の沈下、マンホールの浮上りなど、地盤変状が大きい。この付近は旧河道あるいは干拓地であると思われる。砂丘の後背地に当たる柏崎市松波2丁目では、地盤の液状化により大量の噴砂が道路に噴出したが、マンホールの浮き上りは見られなかった。
- 5) 柏崎市内各所において、木造住宅の倒壊は散見されたが、特に東本町二丁目、三丁目に多く見られた。倒壊家屋が集中した原因としては、住宅密集地であることのほかに、柱の新しい家も倒壊していたことから、局所的な地盤振動の影響も考えられる。

被災直後には、ライフラインの機能喪失により、食料や水を自ら確保する必要に迫られる。したがって、柏崎市のような地方中小都市の郊外で自動車が使えないということはその後の生活に大きな影響を及ぼすことになる。この点から、特に郊外の古い住宅では自宅の耐震化とあわせて車庫の耐震化も積極的に進めるべきであろう。

謝 辞

本稿ではK-NETの波形データを使用させていただいた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 新潟県：平成19年7月16日に発生した新潟県中越地震による被害状況について（第56報），報道発表資料，2007。
- 2) 独立行政法人防災科学技術研究所：平成19年（2007年）新潟県中越沖地震，<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/niigata070716/>，2007.8.3。
- 3) 気象庁：平成19年（2007年）新潟県中越沖地震について（第1報），報道発表資料，2007。
- 4) 新潟大学：新潟大学調査団のページ，<http://geo.sc.niigata-u.ac.jp/~earthquake/shindo.html>，2004。
- 5) 気象庁：平成19年（2007年）新潟県中越沖地震について（第6報），報道発表資料，2007。
- 6) 独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター：平成19年（2007年）新潟県中越沖地震の地質学的背景，http://www.gsj.jp/jishin/niigata_070716/taisekibonchi.html，2007.8.3。
- 7) 気象庁：強震波形（平成19年（2007年）新潟県中越沖地震），http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_07_16_chuetu-oki/data.html，2007.8.6。
- 8) 強震ネットワーク（K-NET）：防災科学研究所，<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>，2004。
- 9) 新潟県生活基盤部公共土木対策班：平成19年7月16日に発生した新潟県中越地震による被害状況について（第28報），報道発表資料，2007。
- 10) 新潟県：報道発表資料，中越地震に伴う被害見込み額について，2007。
- 11) 土木学会・地盤工学会：平成19年（2007年）新潟県中越沖地震災害緊急調査団速報会（報告）資料，2007。

（投稿受理：平成19年8月7日）