

速報

平成19年(2007年)能登半島地震 被害調査速報

飛田 哲男*・後藤 浩之*・豊岡 亮洋**・高橋 良和*・姜 基天***・井合 進*

Preliminary Report of the 2007 Noto Peninsula, Japan, Earthquake

Tetsuo TOBITA*, Hiroyuki GOTO*, Akihiro TOYOOKA**,
Yoshikazu TAKAHASHI*, Gi-Chun KANG*** and Susumu IAI*

Abstract

A major earthquake (Mj6.9, 37°13.2'N, 136°41.1'E, Depth 11km) occurred on March, 25, 2007, at 9:42PM (local time) near Noto Peninsula, Ishikawa Prefecture, Japan. The JMA seismic intensity of 6+ was recorded in Wajima city, Nanao city, and Anamizu-Machi. One person was killed, more than 318 were injured. The number of totally collapsed houses were nearly 600, and partially collapsed houses exceeded 1,200 (as of May 9, 2007). Strong shaking triggered damage of lifeline systems, road embankments, settlements and tilting of port facility, and slope failures of cliffs near the sea. This paper mainly reports characteristics of strong shaking, and damage on roads and port facility.

キーワード：2007年3月25日，地震災害，能登半島

Key words：March 25 2007, Earthquake disaster, Noto Peninsula

1. はじめに

2007年3月25日9時42分，石川県能登半島沖を震源とするMj6.9の地震が発生し，我が国では2005年福岡県西方沖を震源とする地震(Mj7.0)

以来となる死者1名，及び負傷者318名，住宅全壊593棟，住宅半壊1,210棟（5月9日現在）の被害が発生した¹⁾。また，11時08分ごろ金沢市，11時13分ごろ珠洲市において約20cmの津波も観測

* 京都大学防災研究所
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

** 京都大学大学院都市社会学専攻
Department of Urban Management, Kyoto University

*** 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19年11月末まで受け付ける。

された。この地震では、輪島市鳳至町の気象庁観測点、七尾市田鶴浜町、輪島市門前町走出の自治体観測点、及び穴水町大町の防災科学技術研究所 K-NET 観測点において震度 6 強が観測されている²⁾(図 1, 表 1)。また、本地震の災害を受けて局地激甚災害指定基準の改正が実施されたことにより、地震後 1 ヶ月以内である 4 月 25 日をもって局地激甚災害に指定され、七尾市、輪島市、珠洲市、能登町、志賀町、穴水町の 3 市 3 町に対して特別な財政援助などが実施されることとなった³⁾。

被害調査は 3 月 25 日～26 日に高橋良和(京都大学防災研究所准教授)、豊岡亮洋(京都大学大学院都市社会学専攻助教)、後藤浩之(京都大学防災研究所助教)が主に構造物及び地震動に関して、3 月 26 日～27 日に井合進(京都大学防災研究所教授)、飛田哲男(京都大学防災研究所助教)、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)が主に土構造物に関して実施した。図 2 に今回調査を行った港湾、漁港、道路盛土等の位置と被害の概要を示す。以下では、本調査結果と

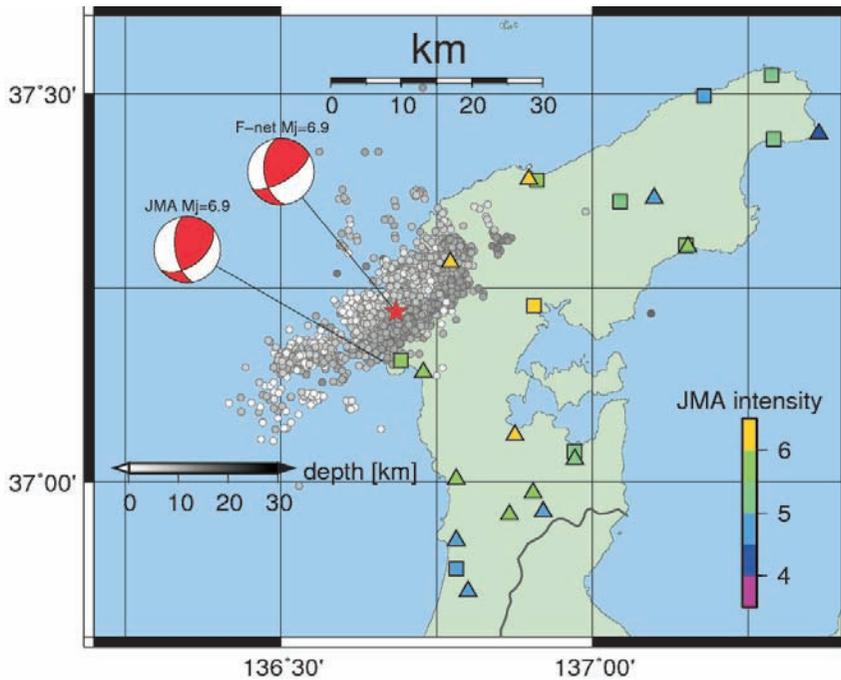


図 1 震度分布 [△：気象庁、及び自治体観測点, □：防災科学技術研究所 K-NET, KiK-NET 観測点], 余震分布 [防災科学技術研究所 Hi-NET による本震後一週間の余震分布], 及び CMT 解 [防災科学技術研究所 (F-NET), 及び気象庁 (JMA)]

表 1 各地の震度²⁾

震度 6 強	石川県	七尾市, 輪島市, 穴水町
震度 6 弱	石川県	志賀町, 中能登町, 能登町
震度 5 強	石川県	珠洲市
震度 5 弱	石川県	羽咋市, 宝達志水町, かほく市
	富山県	富山市, 滑川市, 舟橋市, 氷見市, 小矢部市, 射水市
	新潟県	刈羽村

各関連資料に基づいて本地震の概要について報告する。

2. 地震の概要

本地震の震源は能登半島沖に位置し、気象庁の発表によると37°13.2'N, 136°41.1'E, 震源の深さは気象庁により11km, 防災科学技術研究所 F-netにより8kmと発表されていることから地殻内で発生した地震である⁴⁾。気象庁とF-netにより震源メカニズム解(CMT解)が推定されており(図1), 両メカニズム解から本地震が西北西-東南東方向に圧縮軸をもつ横ずれ成分を含む逆断層型であることが推定されている⁵⁾。防災科学技術

研究所 Hi-NET により公開されている気象庁一元化震源要素を用いて本震後一週間の余震震源の分布を図1に併せて示す。余震分布から本地震の震源断層が南東傾斜であること, その走向が北東-南西方向であることが推定される。なお, 金沢大学の調査団により輪島市門前町中野屋地区において本地震の地表断層と見られる地表変位が発見されたが, 現段階はその証拠についての調査がなされているところである⁶⁾。

本地震では, 前述したように輪島市鳳至町, 輪島市門前町, 七尾市田鶴浜町, 穴水町大町において震度6強が観測されたが, 時刻歴波形データが公開されているものは輪島市鳳至町の気象庁観測

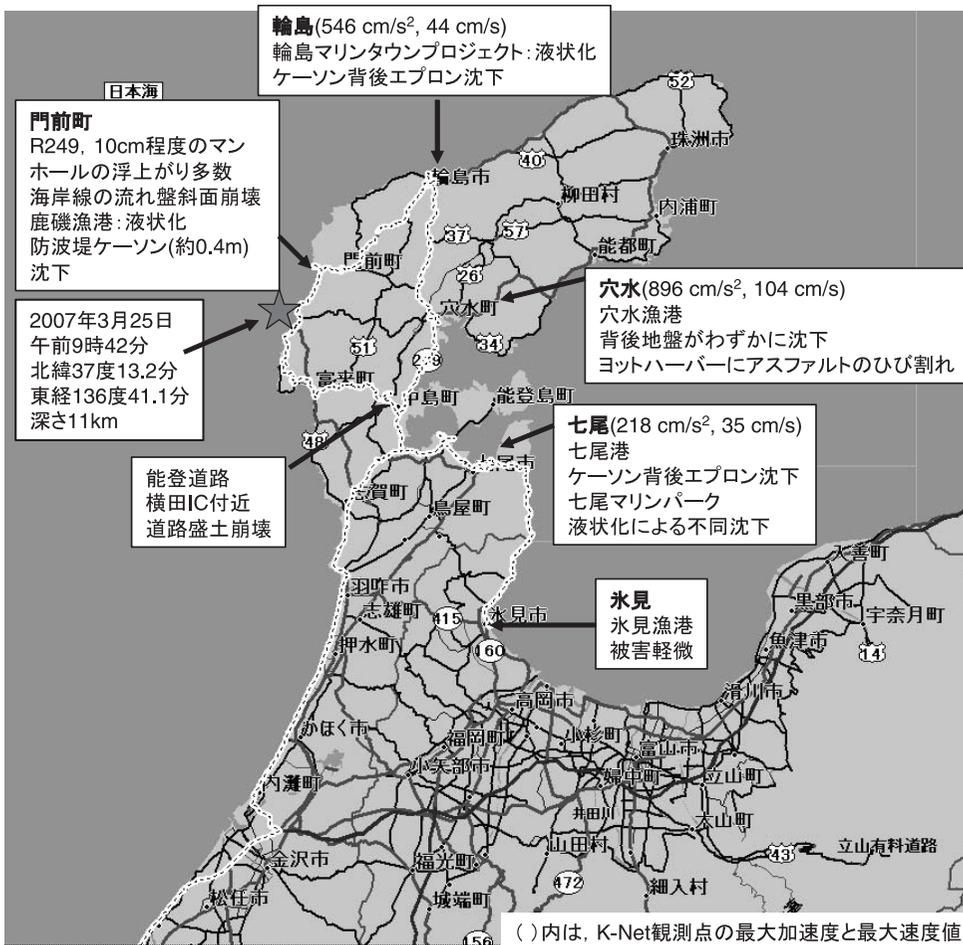


図2 港湾関連被害の概要

点と穴水町大町の防災科学技術研究所 K-NET 観測点との2地点のみである。図3にこの2地点の速度波形と、比較のため2004年新潟県中越地震の気象庁川口観測点、兵庫県南部地震の神戸海洋気象台、JR 鷹取駅の観測波形を併せて示す。なお、断層法線方向の成分で比較を行うために、本地震の記録はN148°方向の成分を示している。図中のスケールは全波形と同様であるために直接振幅の比較ができ、本地震がここで示した他の地震の振幅と同じ程度の約100cm/sの最大振幅を有していることが確認される。

3. 被害の概要

3.1 橋梁の被害

本地震での橋梁被害の報告は限られており、能登島の南に架かる能登島大橋、及び東に架かる中能登農道橋（震央距離約20km）（写真1）において一時点検通行止めとなったが、4月23日現在では両橋梁ともに供用を開始している。

中能登農道橋は斜張橋と箱桁橋とが一体となった全長620mの橋梁で（図4）、斜張橋部と箱桁橋部の連結部で写真2に示す約10cmの橋軸方向振動痕が確認された。連結部では若干の段差が見られるものの橋梁の構造体に被害が確認されないこ

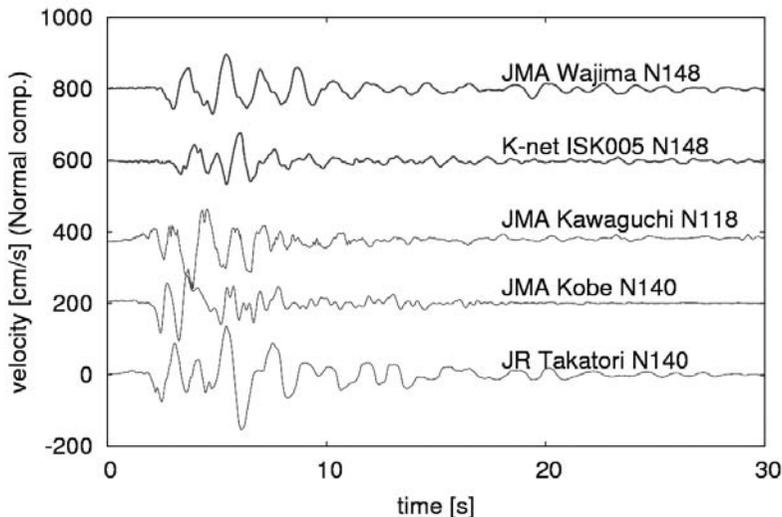


図3 観測された速度波形の比較（参考：岩田・浅野⁷⁾）



写真1 中能登農道橋の概観

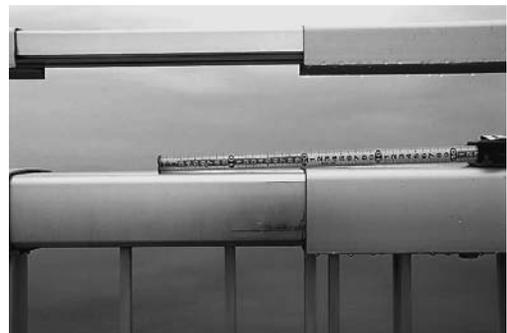


写真2 中能登農道橋の橋軸方向の振動痕

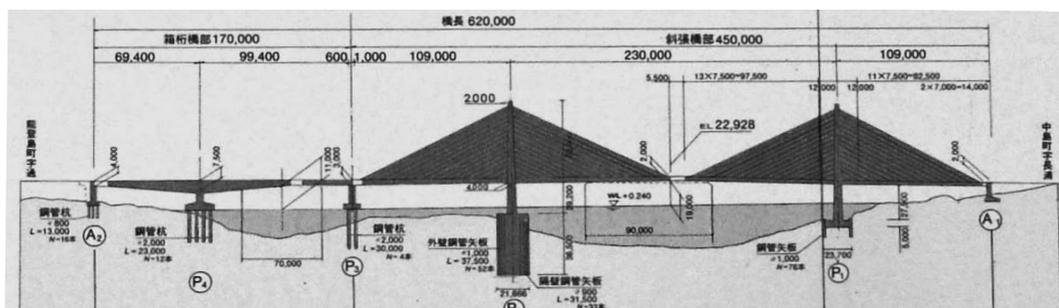


図4 中能登農道橋の概略図

とから、この橋軸方向の変位は許容範囲内と考えられる。また、中能登農道橋の2ヶ所で照明灯の照明が落下している。

中能登農道橋に近いK-NET観測点であるISK005(穴水)とISK007(七尾)の観測波形に対して、橋軸方向にほぼ近い東西成分の変位応答スペクトルを図5に示す。実際に入力された地震動はこれらの地震動とは必ずしも一致しないが、振動痕から推定すると10cm程度の相対変位が発生する地震動が橋梁に入力したと想定することは不合理ではないと考える。

3.2 道路の被害

本地震では、有料道路(能登有料道路、能越自動車道)や国道、県道などで落石・陥没などにより地震発生直後から一部区間で通行止めとなった。特に能登有料道路では、路面の崩落が11ヶ所、路面のクラック等が40ヶ所で発生し⁸⁾、穴水インターチェンジ(以下、ICと略記)~柳田IC間が全線通行止めとなったが、4月27日に全区間の通行止めが解除されている。

斜面崩壊を対象として調べられている斜面崩壊と震央距離、マグニチュードとの関係^{9,10)}を図6に示す。本地震のマグニチュードが6.9であることから、経験的には震央距離100km程度までの範囲で斜面崩壊の可能性が考えられる。本地震のスケールを考えると(図1)能登半島全域が震央距離100kmの範囲に収まるため、経験的な観点からは本地震が能登半島で斜面を崩壊させるポテンシャルを有しているものと考えられる。

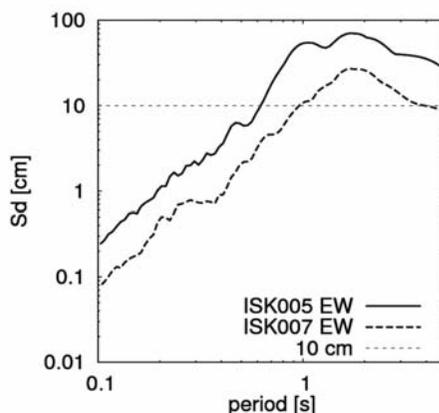


図5 K-NET観測点ISK005、及びISK007の観測記録に対する変位応答スペクトル

国道249号では落石・陥没等が9ヶ所で発生し、4月26日現在1ヶ所で通行止め、残りの8ヶ所では通行止めが解除されている。特に、震源に近い国道249号輪島市門前町深谷地区では写真3のような大規模な盛土の崩壊が発生している¹¹⁾。写真4に示す高盛土である北側斜面の部分では幅10mほど、長さ100mほどに渡って盛土が崩壊している。本崩壊箇所に近いK-NET観測点ISK006(富来)の観測記録に対して、盛土構造物の耐震性能照査に有用である片側必要強度スペクトル¹²⁾を計算したものを図7に示す。なお、斜面災害、盛土崩壊が数多く報告された中越地震の気象庁山古志での観測波形に対して計算された同スペクトルも併せて示す。0.5秒以上の固有周期を有する地盤に対しては、山古志の波形の方が大きな設計水平

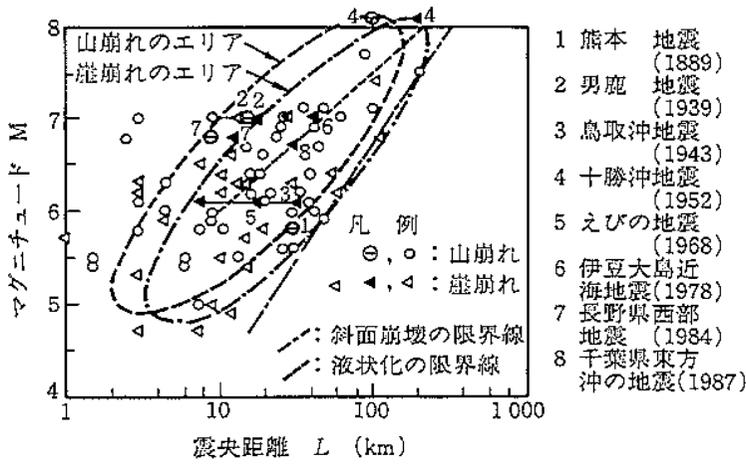


図6 崩壊発生の限界距離^{9,10)}

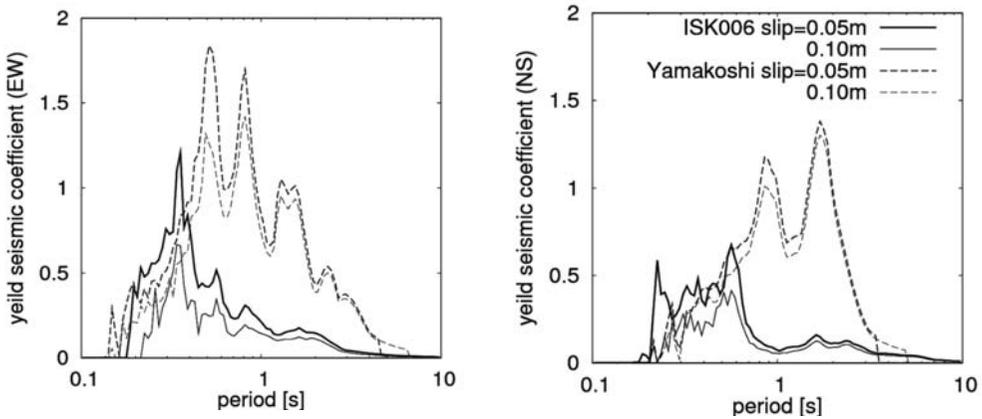


図7 片側必要強度スペクトル¹²⁾の比較



写真3 国道249号輪島市門前町深谷地区での盛土崩壊現場¹¹⁾



写真4 国道249号輪島市門前町深谷地区での盛土の崩壊

震度を要求するが、より短周期を固有周期とする地盤に対しては山古志と同レベルの設計水平震度を要求することが確認される。

能登有料道路では盛土の崩壊による路面の崩落が発生した。横田IC北では、本線車道が幅約30mにわたり流失し、その手前には乗用車が乗り捨てられていた(写真5)。崩壊現場を踏査したところ近くに比較的水量の多い沢があることが判明した。昭和50年に撮影された能登有料道路建設当時の空中写真¹³⁾(写真6)からもわかるように、この地点が集水地形であり、当該地点の本線車道は谷を埋めた盛土により建設されたものである。一方、横田IC上りランプでは本線の盛土ではな

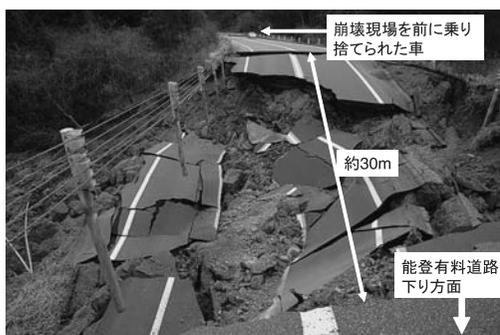


写真5 能登有料道路横田IC北の盛土崩壊現場



写真6 能登有料道路建設当時の空中写真(昭和50年撮影)

く、腹付けした盛土が長さ約70mにわたって崩壊した(写真7)。崩壊土塊上の樹木は先端を斜面上方へ向ける典型的な円弧すべり的な崩壊形態である。しかし、崩壊土砂は約200mに渡って流出しており、先端部の土砂は足を取られる程の水分を含んでいた。能登有料道路建設当時の空中写真では近くに沢などは見られないため、腹付けした盛土の排水不良が被災原因のひとつと考えられる。また、崩壊したアスファルト舗装表面には亀裂の補修跡が見られたが、その発生原因と今回の被害との関係については今後調査研究を進め明らかにする必要がある。

その他の道路被害としては、門前町では国道249号線に沿ってマンホールの浮上りが見られたが、浮上り量が約10cm程度であったため、周囲にアスファルトを敷設して応急的に段差を解消していた。また、門前東小学校付近では、約30cm浮上ったマンホールも見られ、交通に支障をきたしていた。マンホールの浮上りは門前町清水においても発生したことが報告されている¹⁴⁾。

3.3 港湾関連の被害

能登半島には重要港湾1、地方港湾9と70を越える漁港がある¹⁵⁾。ここでは、調査した2つの港湾と3つの漁港の被災状況について報告する。

3.3.1 七尾港

重要港湾である七尾港矢田新町地区(震央距離



写真7 能登有料道路横田IC上りランプ付近の盛土崩壊現場

約30km)では、液状化による噴砂、岸壁の海側への変位が観察された(写真8)。同地区の物揚場(-4m)および隣接するRC6階建てのポートサイド七尾の周囲には液状化による噴砂が多く見られ、建物と地盤の間には隙間が発生していたが、建物本体の損傷は見られなかった。

矢田新町地区の七尾港岸壁(-7.5m)改修工事現場では、栈橋式岸壁のエプロン部と背後地盤(サンドコンパクション施工済)の間に約10cmの段差が生じ床版が陸側に傾斜した(写真9)。

七尾港太田地区の木材加工基地1号矢板岸壁(-10m)は、野積場が最大約40cm沈下した。同



写真8 ポートサイド七尾付近の物揚場岸壁法線方向のずれ

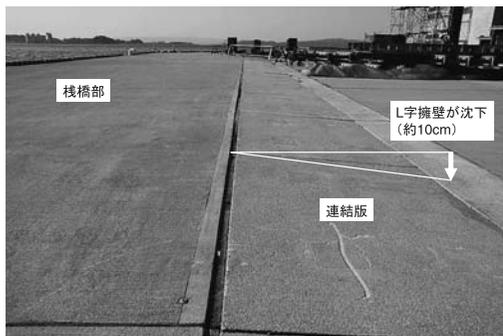


写真9 七尾港(-7.5m)改修工事現場(栈橋+重形式L字擁壁)

野積場には液状化によると思われる噴砂も見られたが特に大きな亀裂はなく、広い範囲が一様に沈下したようである(写真10)。一方、サンドコンパクションパイル工法、ロッドコンパクション工法、グラベルドレーン工法により地盤改良が施されていた2号岸壁¹⁴⁾の被害は目視では確認できず、調査当日も荷役が行われていた。

3.3.2 七尾マリナーパーク

親水公園として2002年4月に開園した七尾マリナーパーク内のインターロッキングブロック舗装の一部に亀裂が入り、液状化による噴砂が見受けられた。同公園は災害時の避難広場として活用されるはずであったが、立入り禁止となった。このことは同様の避難施設についても適切に耐震対策を施すことが重要であることを示唆している。公園内にあるフィッシャーマンズワーフ建屋の構造体であるコンクリート柱(鉄骨RC)には微小なクラックが見受けられたが、店内は営業中であった。しかし、同店内海側のレストランのコンクリート床には不同沈下によると見られる亀裂が生じ床がわずかに傾斜していた。

3.3.3 穴水漁港

物揚場(-4m)背後地盤のアスファルト舗装に5cm弱の段差が生じていた。セルラーブロック式岸壁(-4m)が海側へ20cm移動したとの報告もある¹⁴⁾が、震度6強を観測した地域としては

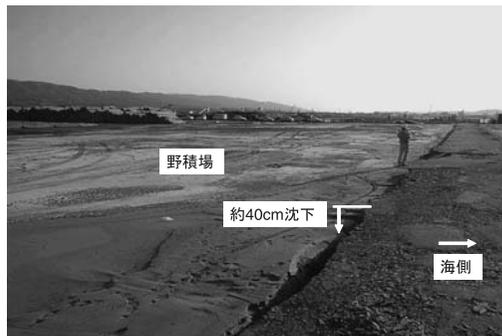


写真10 七尾港(-10m)木材加工基地、矢板式岸壁(1号)背後の野積場の沈下

軽微な被害にとどまっている。これは、当該地点が河口部であり軟弱層が厚いことから深層混合処理が施されていたためである¹⁴⁾。対岸のヨットハーバーはアスファルト舗装に亀裂が生じ、地表面が大きく変形していたことから、液状化対策の有無が被害程度に大きく影響したものと考えられる。

3.3.4 輪島港

大規模な埋立てによるニュータウン整備事業として1995年に着工され、現在建設中の輪島港マリントウン（震央距離約30km）のケーソン式岸壁（-7.5m）では、岸壁背後のコンクリート床版が最大約20cm沈下、床版は法線方向約10cm、鉛直約5cm変位した（写真11）。さらに背後埋立地には、岸壁と平行に走る亀裂から灰色の噴砂が観察された。しかし、震度6強を観測した地点としては被災程度は軽微であった。

3.3.5 鹿磯漁港

震源域に当たる門前町鹿磯の鹿磯漁港では、防波堤先端部が傾斜し、コンクリートケーソン天端に約50cmの段差が生じた（写真12）。また、同港内に建設中のL字型の重力式擁壁と推定される岸壁が海側に傾斜し、背後地盤が液状化により沈下しコンクリート床版が傾斜した。また岸壁の海側への傾斜（天端変位約10cm）により、岸壁の背後地盤に亀裂が生じた（写真13）。

3.3.6 氷見漁港

震度5弱を観測した富山県氷見漁港（震央距離約50km）では、アスファルトの亀裂から灰色の砂の噴砂が見られたが防波堤、岸壁、背後地盤に大きな変動は見られなかった。新設された漁港施設ではエプロンと倉庫の床との間に約2cmの段差が生じていたが、被害は軽微であった。

4. まとめ

本報告では、地震動の概要、道路被害、港湾関連被害について報告した。概要をまとめると以下の通りである。

- 1) 観測された速度波形の振幅は約100m/sであり、1995年兵庫県南部地震、2004年新潟県中越地震と同程度の地震動であった。
- 2) 震央距離約20kmの中能登農道橋の斜張橋部と箱桁橋部の連結部に約10cmの橋軸方向振



写真12 鹿磯漁港防波堤の被災状況



写真11 輪島港マリントウンケーソン式岸壁（-7.5m）背後地盤の沈下



写真13 鹿磯漁港（建設中）の被災状況

動痕が確認されたことから、10 cm 程度の相対変位が発生する地震動が橋梁に入力したものと推定される。

- 3) 国道249号では落石・陥没等が9ヶ所で発生し、4月26日現在1ヶ所で通行止め、残りの8ヶ所では通行止めが解除されている。特に、震源に近い国道249号輪島市門前町深谷地区では大規模な盛土の崩壊が発生した。
- 4) 能登有料道路では盛土の崩壊による路面の崩落が11件発生し、約1ヶ月間通行止めとなった。横田IC北では、本線車道の谷埋め盛土が幅約30mに渡り崩壊、同IC南の上りランプでは腹付け盛土が幅約70mにわたり崩壊した。特に、腹付け盛土上のアスファルト舗装表面には亀裂の補修跡が見られたが、その発生原因と今回の被害との関係については今後調査研究を進める必要がある。
- 5) 港湾関連では、震度6強を観測した地域においても特に大きな被害は発生していない。この理由としては、液状化対策が施されていたこと(七尾港太田地区、穴水港)、基礎地盤が堅固であったこと(輪島港)などが考えられる。しかし、災害時の避難広場として活用されるはずであった親水公園が液状化被害により立入り禁止になったことは、避難施設の耐震性の確保という点において課題を残した。

本報告では触れることはできなかった建築物、ライフライン施設などの被害に関しては、参考文献に挙げたウェブサイト等を参照されたい。

謝 辞

本稿ではK-NET、F-netの波形データを使用させていただいた。

参考文献

- 1) 石川県：消防防災Web, <http://www.bousai.pref.ishikawa.jp/top.asp>, 2007.
- 2) 気象庁：報道発表資料, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_03_25_noto/houdou.html, 2007.
- 3) 内閣府：「平成十九年能登半島地震による石川県鳳珠郡能登町等の区域に係る災害についての激甚災害及びこれに対し適用すべき措置の指定に関する政令」について, http://www.bousai.go.jp/oshirase/h19/070425_noto.pdf, 2007.
- 4) 防災科学技術研究所：広帯域地震観測網(F-net), <http://www.fnet.bosai.go.jp/freesia/index-j.html>.
- 5) 防災科学技術研究所：2007/03/25 能登半島地震, <http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/noto070325/>, 2007.
- 6) 金沢大学理学部：平成19年能登半島地震関連情報, <http://earth.s.kanazawa-u.ac.jp/homeJPN.html>, 2007.
- 7) 岩田知孝, 浅野公之：2007年能登半島地震に関する情報, <http://sms.dpri.kyoto-u.ac.jp/noto070325.html>, 2007.
- 8) 内閣府：地震防災のページ 災害情報一覧, <http://www.bousai.go.jp/saigaiinfo.html>, 2007.
- 9) 安田進, 杉谷俊明：地震時斜面崩壊履歴の調査, 第23回土質工学研究発表会発表概要集, pp. 891-892, 1988.
- 10) 地盤工学会：切土法面の調査・設計から施工まで, 地盤工学会, 1998.
- 11) 土木研究所：能登半島沖地震の被害調査(速報), <http://www.pwri.go.jp/renewal/news/20070328/earthquake.html>, 2007.
- 12) 澤田純男, 土岐憲三, 村川史朗：片側必要強度スペクトルによる盛土構造物の耐震設計法, 第10回日本地震工学シンポジウム, pp. 3033-3038, 1998.
- 13) 国土情報ウェブマッピングシステム, 国土交通省, <http://w3land.mlit.go.jp/WebGIS/index.html>, 2007.
- 14) 土木学会・地盤工学会・日本地震工学会・日本建築学会・日本地震学会, 2007年能登半島地震災害調査速報会資料, 平成19年4月24日, 2007.
- 15) 土質工学会, 1993年釧路沖地震・能登半島沖地震災害調査報告書, pp. 404, 1994.

(投稿受理：平成19年5月11日)