

平成 19 年（2007 年）能登半島地震における土木構造物および地盤の被害

田地 陽一 杉山 博一
(技術研究所) (技術研究所)

Seismic Damage to Ground and Civil Engineering Structures Caused by the 2007 Noto Peninsula Earthquake

by Yoichi Taji and Hirokazu Sugiyama

Abstract

The Noto Peninsula earthquake occurred at 9:42 JST on March 25, 2007. The earthquake had a magnitude (M_f) of 6.9 on the scale used by the Japan Meteorological Agency. Seismic intensities of 6(+) were recorded in Wajima City, Anamizu Town, and Nanao City. The earthquake killed one person and injured 359 people; 638 houses fully collapsed, 1,563 half-collapsed, and 13,556 partially collapsed. Highways, bridges, the harbor, pipelines, and other civil engineering structures were damaged. Embankment failures destroyed the Noto Tollway. Liquefaction occurred in Wajima City, Anamizu Town, Nanao City, Suzu City, Himi City, and Takaoka City, all of which are within 58 km of the epicenter. The earthquake induced many slope failures along the steep shores and in the mountainous terrain, with most occurring in areas of Ishikawa Prefecture that were susceptible to landslides or steep-slope failure.

概 要

平成 19 年 3 月 25 日午前 9 時 42 分頃、能登半島西部を震源とする深さ 11km、気象庁マグニチュード $M_f=6.9$ の地震が発生した。石川県では、震源に近い輪島市、穴水町、七尾市において震度 6 強を、志賀町、能登町において震度 6 弱など、県内各地で強い揺れが観測され、死者 1 名、負傷者 359 名、住家の全壊 638 棟・半壊 1,563 棟・一部破損 13,556 棟の被害が発生した。土木構造物では、道路、橋梁、港湾やライフラインが被害を受けた。特に、能登有料道路は、盛土が崩壊し甚大な被害を受けた。液状化は、輪島市、穴水町、七尾市、珠洲市、氷見市、高岡市など、震央から半径 58km の範囲で発生した。自然斜面の崩壊は、能登半島の急傾斜な海岸線や山間地で生じた。地震により発生した自然斜面の崩壊地点は、地すべり防止区域や急傾斜地崩壊危険区域に概ね対応している。

§ 1. はじめに

平成 19 年 3 月 25 日午前 9 時 42 分頃、能登半島西部を震源とする深さ 11km、気象庁マグニチュード $M_f=6.9$ の地震が発生した。石川県では、震源に近い輪島市、穴水町、七尾市において震度 6 強を、志賀町、能登町において震度 6 弱など、県内各地で強い揺れが観測され、死者 1 名、負傷者 359 名、住家の全壊 638 棟・半壊 1,563 棟・一部破損 13,556 棟¹⁾の大きな被害が発生した。土木構造物では、道路が甚大な被害を受けた。能登有料道路や国道 249 号線、能登半島の県道市道では、斜面崩壊により道路が寸断され、通行止めや一時的に孤立した地域が生じた。

本報では、3 月 27 日～29 日の 3 日間かけて行った輪

島市、穴水町、七尾市、珠洲市、富山県氷見市における現地調査の結果と新聞報道、各機関の調査結果、インターネットにより入手した情報をもとに、平成 19 年能登半島地震における土木構造物および地盤の被害状況について記述する。

§ 2. 能登半島の地形・地質^{2),3)}

図-1 は石川県の地形区分を示したものである。能登山地は、半島北部の北側を占める低山性山地で、宝立山(469m)、高州山(567m)、桑塚山(408m)などを高峰とする海拔高度 400～300m の比較的開析の進んだ山地で、主に新第三紀中新世の火山岩および堆積岩類とから構

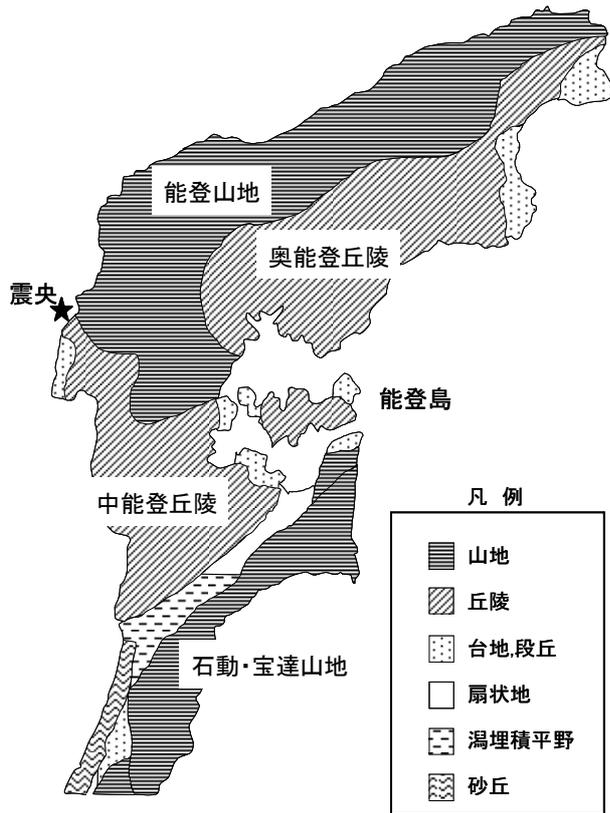


図-1 能登半島の地形図²⁾

成されている。

能登丘陵は、その分布区域によって、奥能登丘陵、中能登丘陵、能登島に三分することができる。奥能登丘陵は、高度約300mでよく開析が進み、平坦面の残存度はきわめて小さい。奥能登丘陵の主体を構成するのは、新第三紀中新世の火山性岩石および堆積岩類であるが、砂を主とする未固結堆積物が、断片的ではあるがほぼ全域にわたり、かつ種々の高度にわたって分布している。中能登丘陵と能登島は、海拔225mと197mをそれぞれの最高点として、高度200m以下の低平でなだらかな丘陵である。その低所の一部には後期更新世の堆積物がやや広く分布するが、大部分は、第三紀の火山岩類と堆積岩類とから構成され、火山岩類が相対的に高い部分を構成している。

能登半島北部の海岸地形は、石川県南部（加賀～羽咋）の砂浜海岸と異なり屈曲に富む岩石海岸となっている。日本海に面する外浦には能登金剛、猿山岬、曾々木海岸などの海食崖地形が見られる。富山湾に面する内浦は、各所にリアス式海岸が発達する。

能登半島の地すべり地形は、特に、半島北部の能登山地や半島南部の石動・宝達山地に密集して多数存在する。これらの山地は、主に新第三紀中新世の火山岩および堆積岩類とから構成されている。これらの火山岩類分布地域の地すべりは、第三紀後半から第四紀初

頭にかけての能登半島隆起運動に伴う侵食平坦面の深層風化、断層・破碎運動および火砕岩類の軟質で風化・侵食に対し弱い岩質に起因している。

§ 3. 地震被害調査結果

3.1 土木構造物の被害

図-2、表-1は、現地調査や新聞報道、インターネットの情報をもとに作成した能登半島地震における土木構造物の被害状況である。今回の地震では、輪島市、穴水町、志賀町、七尾市など震央から半径50kmの範囲内に被害が集中した。

内閣府のまとめ⁴⁾によると、道路の被害箇所数は、能登有料道路穴水IC～柳田IC間で51箇所、能越自動車道田鶴浜IC～徳田大津JCT間で2箇所、国道249号で9箇所、県道で17箇所となっている。

能登島に架かる中能登農道橋では、能登島側のアプローチ道路盛土に沈下が生じた。応急復旧を行い、27日から5トン以下の車両の交互通行が可能となった。能登島大橋は、20本の橋脚のうち4本に亀裂が見つかり通行止めとなったが、4月2日から徐行での通行が可能となった。

能登空港では、滑走路、誘導路に亀裂が生じ使用不能となったが、修復作業が行われ、地震発生翌日に通常運用が開始された。北陸線、七尾線（金沢～七尾）は無被害で、それぞれ、25日20時20分、26日始発から全線運行を再開した。のと鉄道（七尾～穴水）は、敷石の陥没や隆起により不通となったが、30日始発から全線運行を再開した。

港湾、漁港では、七尾港、穴水港、和倉港、輪島港などで被害が生じた。被害形態は、護岸背後地盤の亀裂やエプロンの沈下、亀裂であった。

ライフラインにも被害が生じており、地震発生直後、停電件数は石川県、富山県で約16万件、上水道の断水戸数は13,328戸、電話の不通は輪島市で80回線であった。

地震により七尾大田火力発電所1号機、2号機が自動停止した。点検後、29日に1号機、31日に2号機が運転を再開した。北陸電力志賀原子力発電所は、地震発生時、1号機、2号機ともに点検のため運転を停止していた。

河川堤防については、輪島市八ヶ川で5箇所、志賀町古川で1箇所、羽咋市長曾川で2箇所の被害が生じた。被害形態は、天端の亀裂や沈下、護岸覆工コンクリートの損傷である。

ダムの被害は報告されていない。輪島市、志賀町において斜面崩壊により河道閉塞が生じ天然ダムが形成

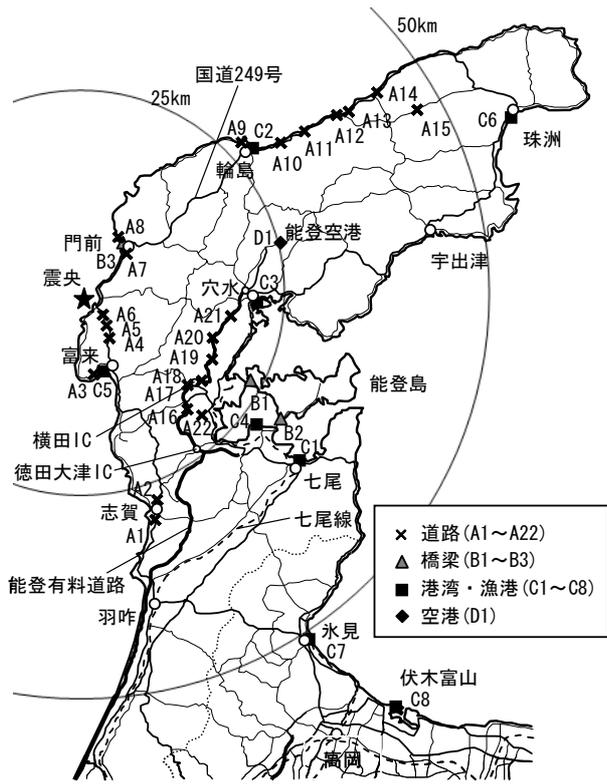


図-2 土木構造物の被害

されたが、早期の対応により解消された。

トンネルについては、国道 249 号珠洲市逢坂トンネル、輪島市町野八世之洞門の坑口部分で岩盤が崩落する被害が生じた。

気象庁は、津波注意報を 25 日 9 時 43 分に石川県能登、加賀に発表した。珠洲市では 11 時 13 分に 20cm、金沢市では 11 時 8 分に 20cm の津波を観測した。11 時 30 分に津波注意報は解除された。

この節では、道路、橋梁、港湾・漁港、ライフラインの被害について記述する。

(1) 道路の被害

道路の被害は、能登有料道路、国道 249 号の能登半島外浦を走行する部分、輪島市内の主要地方道や市道、に集中した。被害形態は、能登有料道路では盛土のすべり崩壊が主であり、国道、輪島市内の地方道、市道では、盛土の崩壊、自然斜面の崩壊、路面の陥没、路肩のすべりである。こうした道路の被害形態は、地すべり多発地帯で発生した 2004 年新潟県中越地震のものと同様している。

国道 249 号では、輪島市中心部～曾々木地区を結ぶ海岸線の区間と志賀町の山間部を通る部分に被害が集中した。輪島市大野町(A10)では海岸段丘において斜面崩壊が発生し、国道 249 号の片側車線が土砂により埋まった(写真-1)。輪島市中心部～曾々木地区を結ぶ

表-1 土木構造物の被害一覧

構造物	No.	地点	被害状況
道路	A1	主要地方道志賀田鶴浜線(志賀町福野)	路肩に亀裂 ⁵⁾
	A2	国道249号(志賀町清水今江)	橋梁段差30cm ⁵⁾
	A3	県道深谷中浜線(志賀町酒見)	斜面崩壊により道路寸断
	A4	国道249号(志賀町大福寺)	道路の陥没 ⁵⁾
	A5	国道249号(志賀町深谷)	盛土のすべり破壊 ⁵⁾
	A6	国道249号(志賀町深谷)	盛土のすべり破壊 ⁵⁾
	A7	一般道(輪島市門前町黒島)	路肩に亀裂
	A8	輪島市道峠深見線(深見地先)	斜面崩壊により道路寸断 ⁴⁾
	A9	輪島市道風来鴨ヶ浦線(輪島市輪島崎)	斜面崩壊により道路寸断 ⁴⁾
	A10	国道249号(輪島市大野)	斜面崩壊により道路寸断
	A11	国道249号(輪島市深見)	路肩のすべり崩壊
	A12	国道249号(輪島市里)	斜面崩壊により道路寸断 ²⁾
	A13	国道249号(輪島市洪田)	斜面崩壊により道路寸断 ²⁾
	A14	国道249号(輪島市町野町曾々木)	斜面崩壊により道路寸断 ²⁾
	A15	主要地方道珠洲里線(輪島市町野町鈴屋)	路面に亀裂 ⁵⁾
	A16	能登有料道路(七尾市中島町豊田付近)	盛土のすべり破壊 ⁶⁾
	A17	能登有料道路(横田料金所付近)	盛土のすべり破壊 ⁶⁾
	A18	能登有料道路(七尾市中島町谷内付近)	盛土のすべり破壊 ⁶⁾
	A19	能登有料道路(七尾市中島町外付近)	盛土のすべり破壊 ⁶⁾
	A20	能登有料道路(別所岳SA付近)	盛土のすべり破壊 ⁶⁾
	A21	能登有料道路(越の原IC付近)	盛土のすべり破壊 ⁶⁾
	A22	県道豊田笠師保停車場線(七尾市中島町塩津)	斜面崩壊により道路寸断 ²⁾
橋梁	B1	中能登農道橋	橋脚4本に亀裂(3/27北国新聞)
	B2	能登島大橋	取り付け道路盛土の沈下
	B3	鹿磯橋	取り付け道路の沈下、配管の損傷
港湾・漁港	C1	七尾港(矢田新地区)	エプロン、臨港道路に亀裂
	C1	七尾港(大田岸壁(1号))	エプロンの沈下50cm ¹¹⁾
		七尾港(大田岸壁(3号))	護岸背後地盤の沈下 ¹¹⁾
		C2	輪島港
	C3	穴水港	物揚場の傾斜、沈下
	C4	和倉港	護岸傾斜、背後地盤に噴砂
	C5	富来港	エプロンに亀裂
	C6	鶴岡漁港	護岸背後の緑地帯に噴砂
C7	氷見漁港	護岸背後道路に噴砂	
C8	伏木富山港(伏木万葉埠頭)	臨港道路に噴砂 ²⁾	
空港	D1	能登空港	滑走路、誘導路に亀裂

区間では、深見町(A11)、里町(A12)、洪田町(A13)、町野町曾々木地区(A14)においても段丘部の斜面崩壊や路肩の崩壊が生じた⁵⁾。志賀町の山間部を走る国道 249 号の深谷地区(A5、A6)では盛土がすべり崩壊し、同町大福寺(A4)では道路の陥没が生じた⁵⁾。

輪島市道道下深見線深見地先(A8)では、海岸段丘において斜面崩壊が発生し、土砂が道路を塞いだ⁴⁾。この被災により、輪島市門前町の深見地区と六郎木地区の2地区が孤立した。落石が道路を塞ぐような被害は、一般県道深谷中浜線(志賀町酒見)(A3、写真-2)、輪島市輪島崎でも生じた。震源に近い輪島市門前町黒島地区(A7)では、路肩のすべり(写真-3)、路面の亀裂が見られた(写真-4)。

能登有料道路では、能登半島の山地と丘陵地を走行する穴水IC～徳田大津JCTの27kmに被害が集中した。能登有料道路七尾市中島町谷内付近では、谷埋め部分の道路盛土が幅30～40mにわたりすべり崩壊した⁶⁾。土木学会・地盤工学会の調査報告⁷⁾では、崩壊土砂の到達距離が100mにも及ぶことが報告されている。能登有料道路における盛土被害は、七尾市中島町豊田付近、横田



写真-1 道路の被害（輪島市大野 A10）
海岸段丘の斜面崩壊により道路が片側通行となる



写真-2 道路の被害（志賀町酒見 A3）
海岸段丘の斜面崩壊により道路が寸断



写真-3 道路の被害（門前町黒島 A7）
路肩のすべり崩壊



写真-4 道路の被害（門前町黒島 A7）
アスファルトの圧縮破壊

料金所付近、七尾市中島町外付近、越の原IC付近でも生じた⁶⁾。こうした道路盛土のすべり崩壊の原因として、 0.9m/s^2 以上の大きな地震慣性力を受けたこと、盛土材料が粘土主体で含水比も高いため転圧による密度増加が図りにくく高盛土として密度や強度が耐震的に十分でなかったこと、崩壊エリアで湧水が見られた箇所があり地山などからの水処理が十分でなかったこと、が挙げられている^{8),9)}。

（2）橋梁の被害

橋梁については、能登島大橋(B2)において橋脚 20 本のうち 4 本に亀裂が生じる被害（3月27日北国新聞朝刊）、中能登農道橋(B1)においてアプローチ道路の段差、能越自動車道徳田大津 JCT～田鶴浜 IC 間で橋梁の段差が報じられている⁴⁾。ここでは、現地調査を行った、中能登農道橋と震源に近い輪島市門前町の鹿磯橋(B3)について被害状況を記述する。

中能登農道橋は、中島町と能登島を結ぶ全長 620m の海上橋で、橋長 170m の PC2 径間連続箱桁橋と、橋長 450m の PC3 径間連続斜張橋で構成されている（1999年3月供用開始¹⁰⁾）。橋脚、斜材ケーブルの定着部、支承に被害はなかったが、能登島側のアプローチ道路盛土に沈下が生じ、橋梁との間に 20cm の段差が生じた。アプロ

チ道路盛土の沈下に伴い、歩道脇に設置されていた石碑が水平に 15cm、鉛直に 35cm 移動した（写真-5）。盛土の沈下に伴い側方へ変形したために、盛土下部のコンクリート覆工に亀裂、5cm のはらみ出しが生じた。

鹿磯橋は、輪島市門前町道下地区を流れる八ヶ川に架かる RC 桁の橋梁である。竣工は 1998 年 7 月である。RC 桁とアプローチ部に段差が生じ、支承部付近の護岸覆工コンクリートが損傷した（写真-6）。同橋に併設していた電話線の配管が損傷した（写真-7）。八ヶ川右岸の河川堤防では沈下、亀裂が生じた（写真-8）。

（3）港湾・漁港の被害

港湾、漁港の被害は、国土交通省のまとめ¹¹⁾によると、七尾港(C1)、輪島港(C2)、穴水港(C3)、小木漁港、和倉港(C4)、宇出港、伏木富山港(C8)の 7 港 37 箇所にと及んだ。現地調査により、富来港、富山県氷見港でも被害を確認した。港湾、漁港の被害の大半は、エプロンの沈下、亀裂、および背後地盤の沈下、亀裂であり、主たる原因は液状化によるものと推察できる。今回の地震では、大規模な地盤流動現象は発生しておらず、港湾、漁港の機能を喪失させるような被害は生じていない。ここでは、七尾港矢田新地区(C1)、富来漁港(C5)、和倉港(C4)、穴水港(C3)、氷見漁港(C7)、鶴飼漁港(C6)、



写真-5 橋梁の被害 (中能登農道橋 B1)
アプローチ部の変形により石碑が 15cm 水平移動、35cm 沈下



写真-6 橋梁の被害 (鹿磯橋 B3)
橋台の移動により周囲のコンクリート覆工が損壊



写真-7 ライフラインの被害 (鹿磯橋 B3)
橋台の移動により配管が損傷



写真-8 河川堤防の被害 (鹿磯橋 B3)
鹿磯橋付近のハヶ川右岸堤防の沈下、亀裂

飯田港 (珠洲市) の被害状況について記述する。

七尾港では、矢田新町の護岸のエプロンで、幅 5cm、長さ約 20m 亀裂が生じた。背後の臨港道路では、幅 5cm の亀裂が生じ噴砂が見られた。富来港ではエプロンで幅 22cm、段差 18cm の亀裂が生じた (写真-9)。和倉港では、護岸が海側に移動、回転し、背後で目地の開きが 17cm 生じた (写真-10)。穴水町にあるマリナーでは護岸背後地盤に 18cm の段差が生じた。富山県氷見漁港では、護岸背後道路に長さ 3m 程度の亀裂が生じ、噴砂が見られた (写真-11)。

能登半島は、1993 年にマグニチュード 6.6 の能登半島沖地震を経験しており、同地震により珠洲市の飯田港、鶴飼漁港、狼煙漁港で液状化が発生した³⁾。今回の地震では、珠洲市の漁港の中では、鶴飼漁港の護岸背後地盤にある緑地帯に噴砂が生じた程度であり、飯田港は無被害であった。

(4) ライフラインの被害

地震直後には、輪島市、穴水町、志賀町を中心に 13,290 世帯、富山県氷見市においても 38 世帯で断水した⁴⁾。断水は 4 月 7 日 8 時に解消された。

電話については、輪島市名舟地内における断線により約 80 回線が不通となったが、26 日夕方に復旧した

⁴⁾。NTT 西日本は、地震発生直後から固定電話の発着信規制を実施していたが、地震発生当日 14 時 9 分に解除した⁴⁾。同社は地震発生直後 9 時 56 分に災害伝言ダイヤルの運用を開始した。携帯電話は、地震発生直後から 15 時 19 分まで規制が実施された。

電力については、石川県内で輪島市、穴水町、能登町、珠洲市、志賀町、七尾市など約 11 万戸、富山県内で氷見市、高岡市で約 5 万戸が停電し、26 日 16 時 50 分に復旧した⁴⁾。七尾大田火力発電所 1 号機、2 号機は、地震により自動停止したが、29 日に 1 号機、31 日に 2 号機が運転を再開した¹²⁾。北陸電力志賀原子力発電所は、地震発生時、1 号機、2 号機ともに点検のため運転を停止していた。同原子力発電所では、使用済み燃料貯蔵プールの冷却水約 45 リットルが飛散したとの報告がされている¹³⁾。東京電力柏崎刈羽原子力発電所は、正常運転しており、異常は報告されていない。

輪島市、七尾市では、各住宅にガスボンベ、ガスメーターを設置し、LP ガスを供給する方式が採用されていたため、障害は生じなかった。

下水道施設の被害は、輪島市、七尾市、穴水町、珠洲市、志賀町で生じた。下水道マンホールの浮き上がり、管渠の損傷が主である。輪島市では、下水道マンホールが 109 箇所浮き上がったと報告されている⁴⁾。



写真-9 港湾・漁港の被害（富来港 C5）
エプロンに幅22cm、段差18cmの亀裂



写真-10 港湾・漁港の被害（和倉港 C4）
護岸背後の目地の開き17cm

3.2 地盤の被害

地盤災害の立場から能登半島地震の被害を見ると、液状化現象に起因するものと、斜面に大きな加速度を受けたことに起因する被害に大別できる。この節では、液状化に伴う地盤の被害と斜面崩壊による被害について記述する。

(1) 液状化による被害

図-3、表-2は、現地踏査により噴砂や亀裂、沈下により液状化の発生を確認した地点を示したものである。同図表には、土木学会・地盤工学会調査団の調査結果⁷⁾も併記している。

震央から半径58km内にある輪島市門前町、輪島市、穴水町、七尾市、田鶴浜町、珠洲市、富山県氷見市、富山県高岡市において液状化が発生した。Kuribayashi and Tatsuoka¹⁴⁾の液状化限界震央距離 R ($\log R = 0.77M - 3.6$, M :マグニチュード)が51.6kmであることから、過去の経験的な範囲で液状化が発生したといえる。液状化が発生した地盤は、過去の地震と同様、埋立て造成地、海岸の埋立て地や下水道の埋戻し部分などの人工的に手を加えた場所、河川下流の沖積低地が主である。調査した範囲では、建物周辺地盤が液状化し沈下する被害は見られたが、液状化により杭基礎建物に構造的な被害が生じた事例はない。ここでは、七尾市、同市和倉温泉地区、輪島市門前町、穴水町における液状化の被害について記述する。

七尾大田火力発電所そばの県道246号(E14)では、水路用のボックスカルバートと道路との間に25cmの段差が生じた。道路脇には噴砂が見られ、護岸背後の歩道に30cmの段差が生じた(写真-12)。この地盤は1982年以前に埋め立てられた地盤¹⁵⁾である。

七尾市矢田新町(E16)では、RC造6階建物の周辺地盤が5cm沈下し(写真-13)、建物周辺地盤に噴砂が見られた。同町にある卸売市場(E15)の敷地内でも噴砂が



写真-11 港湾・漁港の被害（氷見港 C7）

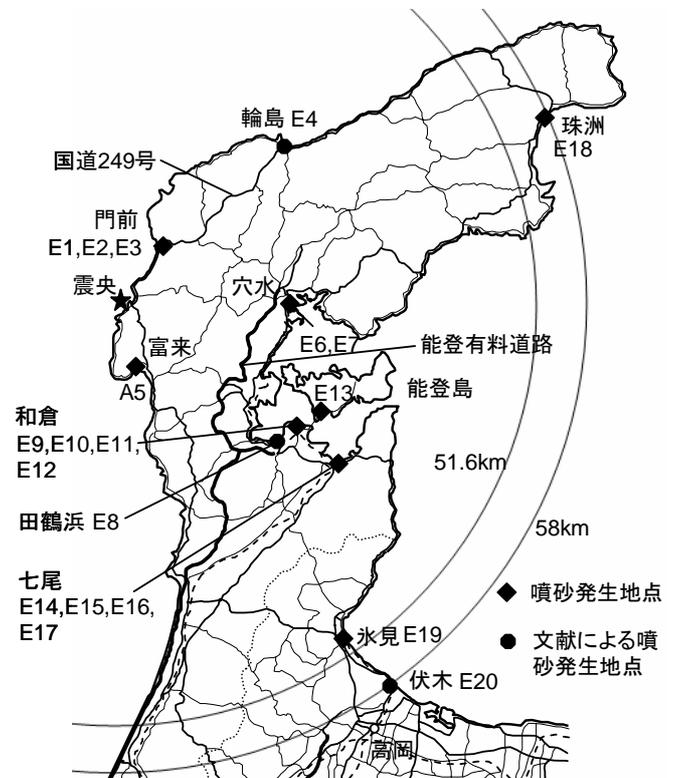


図-3 液状化発生地点

見られた。2002年に開園した七尾マリンパーク(E17)では、親水公園で噴砂が生じ、護岸背後地盤のインターロッキングに15cmの段差が生じた(写真-14)。七尾マリンパーク内にある七尾フィッシャーマンズワーフ能登食祭市場(S造2階建て1991年竣工)(E17)では、建物周囲の埋設管部分で地盤の沈下が生じた。同建物の駐車場でも噴砂が見られた。

七尾市和倉温泉地区(E9)では、和倉港公園の護岸背後地盤で噴砂と亀裂、段差が生じ、公園のベンチが転倒した。同地区にあるシーサイドパーク(E10)ではウォータースライダーの基礎周辺地盤が30cm沈下し(写真-15)、護岸背後地盤で噴砂と亀裂が生じた。和倉温泉地区内を通る県道と和倉和倉停車場線そばの道路(E11)では噴砂が見られた。和倉温泉地区に隣接する石崎町(E12)では、住宅周辺地盤に液状化が生じたため住

宅が不同沈下し、それに伴い外壁に亀裂が生じた(写真-16)。能登島の屏風崎の駐車場(E13)では、噴砂が生じアスファルト舗装に亀裂が生じた。

輪島市門前町道下地区(E1)は、倒壊した家屋のそばに噴砂が生じていた(写真-17)。当該地区では、地盤の液状化により木造家屋の基礎が損壊する被害が生じており、地盤の液状化が木造家屋の倒壊に起因したとの報告がなされている^{7),16)}。同町門前東小学校そば(E2)では、マンホールが30cm浮き上がり(写真-18)、同町広瀬通り(E3)では、下水管の埋め戻し部分が沈下し、舗装に亀裂が生じた(写真-19)。門前東小学校(E2)では、建物周囲の地盤が15cm沈下した(写真-20)穴水町では、建物に付属している浄化槽が30cm浮き上がり、浄化槽を支える杭の杭頭が露出した(E6、写真-21)。

表-2 液状化による被害一覧

No.	地点	被害状況
E1	輪島市門前町道下	倒壊した家屋のそばに噴砂
E2	輪島市門前町走出	マンホールの浮き上がり30cm 建物と浄化槽間の地盤が15cm沈下
E3	輪島市門前町広瀬	下水管埋め戻し部の沈下
E4	輪島市河井町	緑地帯に噴砂 ⁷⁾ 工事中の水深7.5m岸壁のエプロンが長さ50mにわたり約40cm沈下 ⁴⁾
E5	志賀町酒見	富来魚港のエプロンに幅22cm、段差18cmの亀裂
E6	穴水町川島	浄化槽の浮き上がり30cm
E7	穴水町川島	マリーナのエプロンに18cmの段差 穴水港のエプロンが15cm沈下 ⁴⁾
E8	七尾市田鶴浜町	田鶴浜支所の周辺地盤沈下、貯水槽の浮上 ⁷⁾
E9	七尾市和倉	和倉港の護岸背後地盤の亀裂および噴砂、目地の開き17cm、公園のベンチ転倒
E10	七尾市和倉	シーサイドパークにあるウォータースライダー基礎の周辺地盤30cm沈下 護岸背後地盤の亀裂、噴砂
E11	七尾市和倉	和倉和倉停車場線そばの道路に噴砂
E12	七尾市石崎町	建物周囲に噴砂、建物不同沈下
E13	七尾市能登島	屏風崎の駐車場に噴砂、亀裂
E14	七尾市大田町	県道246号で水路用のボックスカルバートと道路との間に25cmの段差 道路脇に噴砂、護岸背後に30cmの段差
E15	七尾市矢田新町	卸売市場の敷地内に噴砂
E16	七尾市矢田新町	港湾事務所そばの護岸のエプロンに幅5cm、長さ20mの亀裂 RC造6F建物の周辺地盤5cm沈下、噴砂
E17	七尾市府中町	七尾マリンパークの親水護岸に噴砂、護岸背後地盤に亀裂、噴砂 駐車場に噴砂、建物周辺の管路の埋め戻し部沈下
E18	珠洲市宝立町鶴飼	鶴飼漁港の護岸背後地盤の緑地帯に噴砂
E19	氷見市比美町	氷見漁港の護岸背後道路に長さ3mにわたり噴砂
E20	高岡市伏木	伏木万葉埠頭の臨港道路に噴砂 ⁷⁾



写真-12 液状化被害(七尾市大田 E14)
護岸背後の歩道に段差30cm



写真-13 液状化被害(七尾市矢田新町 E16)
RC造6F建物の周辺地盤の沈下5cm



写真-14 液状化被害（七尾マリンパーク E17）
護岸背後地盤のインターロッキングに段差 15cm



写真-15 液状化被害（和倉シサイドパーク E17）
護岸背後にあるウォータースタンド基礎周辺地盤の沈下 15cm



写真-16 液状化被害（七尾市石崎町 E12）
不同沈下に伴い住宅外壁に亀裂



写真-17 液状化被害（門前町道下 E1）
倒壊住宅のそばに噴砂痕



写真-18 液状化被害（門前町走出 E2）
マンホールの浮き上がり 30cm



写真-19 液状化被害（門前町広瀬 E3）
水道配管の埋め戻し部の沈下



写真-20 液状化被害（門前町走出 E2）
建物周辺地盤の沈下 15cm



写真-21 液状化被害（穴水町川島 E6）
浄化槽が周囲の地盤から 30cm 浮き上がり、杭頭が露出

(2) 斜面崩壊による被害

斜面崩壊による被害は、自然斜面にて発生したものと切り土、盛土などの人工的な斜面にて発生したものに分けることができる。今回の地震では、斜面崩壊により能登半島の国道、県道や市道は甚大な被害を受けた。能登半島の道路は、海岸段丘に沿って走る道路と山間部を走る道路に大別できる。能登半島外浦の国道249号や輪島市の市道では、海岸段丘において斜面崩壊が発生したため、崩壊土砂により道路通行止めとなる被害が生じた。また、能登有料道路では、盛土の崩壊が6箇所生じ、通行止めとなった⁶⁾。

図-4は、能登半島地震における自然斜面において崩壊が発生した地点を示したもので、3月30日国土交

通省砂防部が公表したデータ¹⁷⁾に、現地調査の結果を加筆したものである。4月4日の内閣府のまとめ⁴⁾によると、自然斜面の崩壊は石川県内で58件、富山県で1件確認されている。発生件数は、輪島市32件、七尾市11件、珠洲市9件、志賀町5件、能登町1件である。震源に近い輪島市で発生件数が多く、輪島市の国道249号線に沿った海岸線や輪島市街地と輪島市門前町を結んだ地域に多い。観光名所である志賀町関野鼻(写真-22)、輪島市門前町鹿磯地区、七尾市大野木、富山県氷見市姿(写真-23)でも生じた。

図-5は、能登半島における地すべり防止区域と急傾斜地崩壊危険区域を示したものである²⁾。地すべり防止区域は、国務大臣が指定する地すべりの防止を図

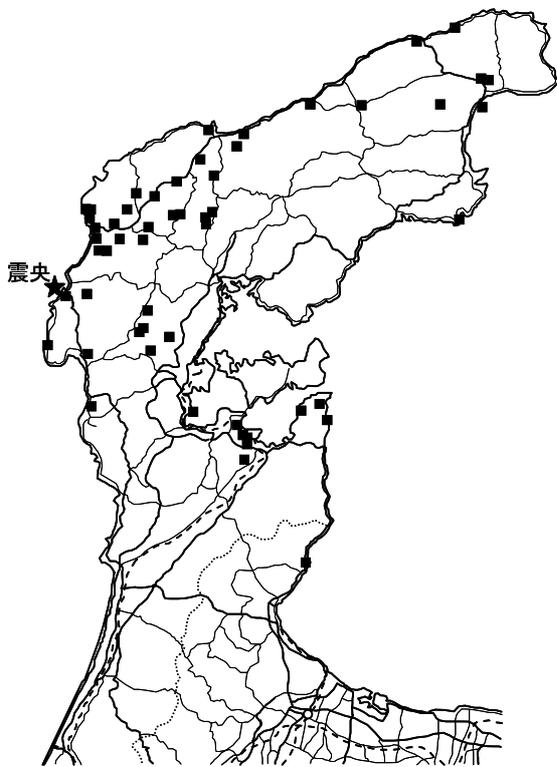


図-4 自然斜面の崩壊地点 (文献17)に加筆)

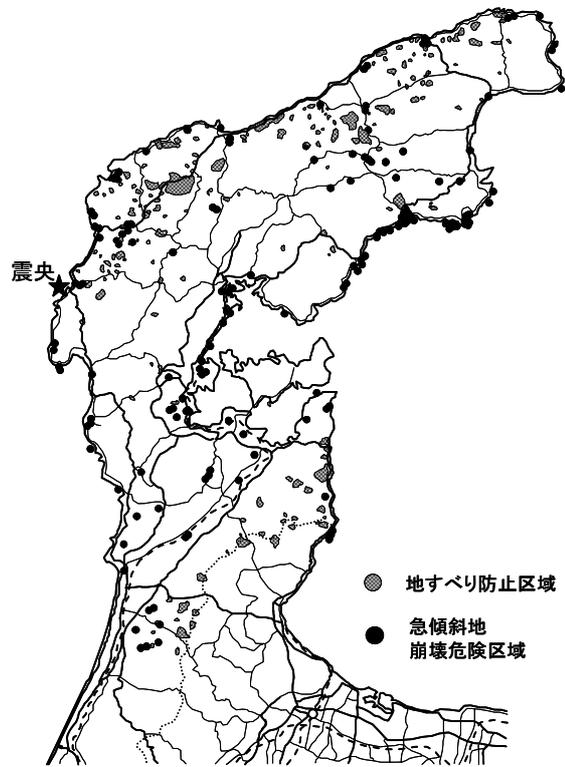


図-5 地すべり防止区域と急傾斜崩壊危険区域²⁾



写真-22 斜面崩壊 (志賀町関野鼻)
海岸段丘の斜面が崩壊



写真-23 斜面崩壊 (氷見市姿)
海岸段丘の斜面が崩壊

るために設定された区域を指し、地すべりが発生している区域、そのおそれの大きい地域およびそれらに隣接している地域が指定される¹⁸⁾。急傾斜地崩壊危険区域は、都道府県知事が指定するもので、この指定地内では崩壊の助長、または誘発のおそれのある行為は制限されている¹⁸⁾。図-4と図-5を比較すると、今回の地震により発生した自然斜面の崩壊地点は、地すべり防止区域や急傾斜地崩壊危険区域に対応している。

§ 4. まとめ

2007年能登半島地震における土木構造物および地盤に関する被害は、次のようにまとめることができる。

- 1) 輪島市、穴水町、志賀町、七尾市の震央から半径50kmの範囲内にする道路、橋梁、港湾、空港、河川堤防、ライフラインが被害を受けた。被害を受けた土木構造物のなかでは、道路の被害が甚大であった。道路の被害形態は、盛土すべり崩壊や自

然斜面の崩壊が主である。

- 2) 液状化は、調査した範囲では、震央から58kmの範囲で発生しており、過去の経験的な範囲内で発生した。液状化による被害は、建物周辺地盤の沈下、住宅の不同沈下、マンホールや浄化槽の浮き上がり、および護岸背後地盤の沈下や亀裂である。液状化が発生した地盤は、過去の被害地震と同様、埋立て造成地、海岸の埋立て地や下水道の埋戻し部分のような人工的に手を加えた場所、河川下流の沖積低地である。
- 3) 能登半島は日本でも有数の地すべり多発地帯である。今回の地震により能登半島の海岸段丘や山間部において斜面崩壊が59箇所発生した。斜面崩壊が発生した地点は、地すべり防止区域や急傾斜地崩壊危険区域に対応している。

<参考文献>

- 1) 内閣府：平成19年(2007年)能登半島地震について(第31報)、平成19年6月4日17時00分現在、2007。
- 2) 紺野義夫(編著)：石川県地質誌、石川県・北陸地質研究所、1993。
- 3) 土質工学会1993年地震災害調査委員会：1993年鉦路沖地震・能登半島沖地震災害調査報告書、pp.335-338、1993。
- 4) 内閣府：平成19年(2007年)能登半島地震について(第12報)、平成19年4月4日19時00分現在、2007。
- 5) 北陸地方整備局：3月25日9時42分頃能登半島沖で発生した地震の状況(第18報)、平成19年3月29日17時現在、2007。
- 6) 国際航業株式会社HP：平成19年(2007年)能登半島地震、http://www.kkc.co.jp/social/disaster/200703_ishi/index.html、2007。
- 7) 土木学会、地盤工学会：平成19年(2007年)能登半島地震災害緊急調査団 速報会資料、2007。
- 8) 国生剛治：能登有料道路の崩壊盛土試料採取と崩壊エリアの調査、<http://www.jiban.or.jp/organi/bu/somubu/noto/kokusyo2.pdf>、2007。
- 9) 地盤工学会：2007年能登半島地震道路災害データ集、2007.7。
- 10) 宮坂昭夫、池田俊文、富田憲治、大場義人、本多勉、大野浩：中能登農道橋の施工、橋梁と基礎、Vol.33, No.6, pp.2-10, 1999。
- 11) 国土交通省：平成19年(2007年)能登半島地震について(第20報)、平成19年4月9日9時30分現在、2007。
- 12) 石川県消防防災web：平成19年(2007年)能登半島地震に関する被害の状況(平成19年4月1日17時現在)、<http://www.bousai.pref.ishikawa.jp/>、2007。
- 13) 北陸電力HP：志賀原子力発電所1号機 使用済燃料貯蔵プールからの水飛散について(平成19年3月25日)、<http://www.nikuden.co.jp/>、2007。
- 14) Kuribayashi, E. and Tatsuoka, F. : Brief Review of Liquefaction during Earthquakes in Japan, Soils and Foundations, Vol.15, No.4, pp.81-92, 1975。
- 15) 国土地理院HP：七尾地盤高図 1/1万 1983年調査、<http://www1.gsi.go.jp/geowww/themap/jbk/>、2007。
- 16) 小長井一男、池田隆明、高津茂樹、井筒剛司、中野良昭：2007年3月25日能登半島地震による門前町道下地区の家屋被害と舗装の亀裂、第62回土木学会年次学術講演会講演概要集CD-Rom、第I部門、2007.9。
- 17) 国土交通省砂防部HP：能登半島地震による土砂災害発生状況(平成19年3月30日17時現在)、<http://www.mlit.go.jp/river/sabo/>、2007。
- 18) 地盤工学会：地盤工学用語辞典、2006.3。