

2007 年能登半島地震被害調査

報 告 書

平成 1 9 年 1 0 月

土木学会・地盤工学会

序

2007年3月25日に石川県能登半島を中心としてマグニチュード6.9の地震が発生した。(社)土木学会社会支援部門と地震工学委員会、地震工学委員会地震被害調査小委員会では地震発生直後から調査団の結成に関し協議を開始し、同日中に宮島昌克金沢大学大学院教授を団長とする調査団を結成することを決定した。さらに、その日の調整で、地盤学会との合同調査団とすることが決定し、数日後、土木学会・地盤工学会平成19年(2007年)能登半島地震災害合同調査団が正式に結成され、土木学会のホームページ上で土木グループの団員構成が公開された。

地震発生4日後の3月29日に被災事実を専門家の目を通して社会に伝えるという趣旨で、主としてマスコミ関係者に向けた緊急調査速報会が開催された。この速報会にはマスコミ関係者のみならず多くの会員、非会員からの参加があり、参加人数が130名を超える盛況ぶりであった。地震1週間後の4月1日には石川県のご協力の下、地盤工学会との合同の現地調査および意見交換会が実施された。能登有料道路の被災現場では石川県からの詳細な説明と試料のサンプリングなどを行うことができ、大変有益な調査となった。現地調査後、金沢のホテルで夜遅くまで意見交換会を行い、今後の調査について議論を深めた。

地震から約1ヵ月後の4月24日には東京大学生産技術研究所で(社)土木学会、(社)地盤工学会、日本地震工学会、(社)日本建築学会、(社)日本地震学会の5学会合同の速報会が開催された。地震および地震被害に関わる国内すべての学会が一堂に会して地震被害報告会を開催したことはこれまでにはなく、非常に画期的な出来事であった。被災原因の解明や、復旧、復興に関する議論も学会の枠を超えた形で継続的に実施していくことの重要性が再確認された。

本地震の特徴を一言で現せば、高齢化の進んだ過疎の地域を襲った地震ということである。震源に最も近い旧門前町は石川県で最も高齢化率の高い地域である。人口が少ないということで地震被害の絶対数は2004年新潟県中越地震などと比べて多くはないが、過疎地ゆえに被害の及ぼす影響は計り知れないものがある。すなわち、復興に向けてのこれからの取り組みが極めて重要となってくる。

本地震による住宅被害は29,308戸であり、このうち全壊家屋が682戸、半壊家屋が1,719戸を数えている。老朽化住宅の被災事例が多く、既存不適格住宅の耐震補強が急務の課題であることが改めて示された。公共土木施設の被害は約340億円にのぼり、能登有料道路だけで約90億円を上回る被害額となっている。気象庁が3月26日に本地震を「平成19年(2007年)能登半島地震」と命名したことが、この地震による影響が社会的に顕著であることを示している。

最後に、本報告書を作成するにあたって被害を受けられた地域の県市町村、住民はじめ各方面からさまざまなご協力を頂いたことに深く感謝いたします。また、被災された方々に対して心からお見舞い申し上げるとともに、1日も早い復興をお祈りしております。

執筆者一覧

1. 地震および地震動
 - 1.1 地震の概要 平松良浩(金沢大学)
 - 1.2 地震のメカニズム 平松良浩(金沢大学)
 - 1.3 地震観測記録 鶴来雅人(地域地盤環境研究所)
 - 1.4 各種スペクトルから見た地震動 高橋良和(京都大学)
後藤浩之(京都大学)
豊岡亮洋(京都大学)
 - 1.5 地震観測点における地盤増幅度 西川隼人(舞鶴工業高等専門学校)
2. 地形・地質特性 稲垣秀旗(環境地質)
上野将司(応用地質)
3. 地盤の液状化 吉田雅穂(福井工業高等専門学校)
4. 斜面崩壊 後藤 聡(山梨大学)
稲垣秀輝、上野将司、櫻井正明、
太田英将、平田 文、岩佐直人、
鈴木素之、小川紀一郎、中村洋介
5. 道路被害 橋本隆雄(千代田コンサルタント)
川村國夫(金沢工業大学)
6. 橋梁被害 幸左賢治(九州工業大学)
竹田周平(日本海コンサルタント)
7. 港湾施設の被害概要 井合 進(京都大学)
飛田哲男(京都大学)
8. 河川被害 橋本隆雄(千代田コンサルタント)
9. ライフライン等の被害
 - 9.1 上水道の被害 宮島昌克(金沢大学)
 - 9.2 下水道の被害状況 池本良子(金沢大学)
 - 9.3 災害廃棄物の発生状況とその対応 池本良子(金沢大学)
10. 宅地被害 橋本隆雄(千代田コンサルタント)
11. 建物被害 池本敏和(金沢大学)
村田 晶(金沢大学)

- 目 次 -

第1章 地震および地震動

1. 地震および地震動	1
1.1 地震の概要	1
1.1.1 地質・地形学的背景	2
1.1.2 地震学的背景	4
(1) 能登半島周辺における被害地震	4
(2) 微小地震活動とメカニズム	5
1.2 地震のメカニズム	20
1.2.1 余震活動	20
1.2.2 発震機構	22
(1) 本震の発震機構解	22
(2) 余震の発震機構解	22
1.2.3 測地学的断層モデル	23
(1) GEONET(GPS データ)に基づく断層モデル	23
(2) 海岸隆起量に基づく断層モデル	23
(3) 干渉合成開口レーダー(SAR)データに基づく断層モデル	25
1.2.4 地震学的断層モデル	26
(1) 遠地実体波の解析による震源過程	26
(2) 近地強震波形の解析による震源過程	27
1.2.5 震源域周辺の地下構造	27
(1) 三次元速度構造	28
(2) 広帯域 MT 観測による比抵抗構造	29
(3) 重力異常	30
1.3 地震観測記録	66
1.3.1 はじめに	66
1.3.2 地震観測点位置および設置状況	67
(1) 地震計設置位置	67
(2) 地震計設置状況と周辺の被害状況	68
1.3.3 地震動指標(震度・最大加速度・最大速度)の分布	72
(1) 震度分布	72
(2) 最大加速度・最大速度の分布	74
1.3.4 観測波形およびスペクトル	79
(1) 大振幅を記録した観測点の波形およびスペクトル	79
(2) 既往の大振幅記録との比較	83
1.3.5 比較的近接した地点における地震動特性の比較	85
(1) 輪島市街地	85
(2) 能登町宇出津	87
(3) 七尾市街地	89
1.3.6 緊急地震速報の発表状況	91
1.3.7 おわりに	93
1.4 各種スペクトルから見た地震動	95
1.4.1 観測波形と応答スペクトル	95
1.4.2 中能登農道橋の被害と変位応答スペクトル	96
1.4.3 必要強度スペクトル	98
1.5 地震観測点における地盤増幅度	101
1.5.1 はじめに	101
1.5.2 解析対象観測点と対象地震	101
1.5.3 地盤増幅度の評価	101

第2章 地形・地質特性

2. 地形・地質特性	104
------------	-----

2.1 地形	-----	104
2.2 地質	-----	106

第3章 地盤の液状化

3. 地盤の液状化	-----	108
3.1 液状化の発生地点	-----	108
3.2 噴砂の粒度組成	-----	108
3.3 港湾施設の被害	-----	109
3.3.1 志賀町	-----	109
3.3.2 輪島市	-----	110
3.3.3 穴水町	-----	111
3.3.4 七尾市	-----	111
3.3.5 富山県高岡市	-----	112
3.4 水処理施設の被害	-----	113
3.5 木造建築物の被害	-----	113
3.6 鉄筋コンクリート建築物の被害	-----	114
3.7 地盤の側方流動	-----	115
3.8 再液状化現象	-----	116
3.9 まとめ	-----	117

第4章 斜面崩壊

4. 斜面崩壊	-----	118
4.1 岩盤崩壊・落石	-----	120
4.1.1 富来町酒見	-----	120
4.1.2 輪島市門前町剣地の関野鼻周辺	-----	120
4.1.3 輪島市門前町深見地区	-----	121
(1) 市道沿いの落石・岩盤崩壊	-----	121
(2) 市道沿いの深層崩壊	-----	122
(3) 深見集落の背後斜面	-----	123
(4) 斜面上部の表層崩壊	-----	124
4.1.4 輪島港西側の袖が浜	-----	124
4.1.5 輪島市曾々木海岸	-----	124
4.1.6 輪島市門前町中野屋	-----	125
4.1.7 熊野地区	-----	126
4.2 地すべり地形内の斜面崩壊	-----	126
(1) 六郎木の表層崩壊	-----	126
(2) 濁池の表層崩壊	-----	127
(3) 尺ヶ池	-----	127
(4) 椎木地区	-----	127
4.3 土石流	-----	128
4.4 地すべり	-----	131

第5章 道路被害

5. 道路被害	-----	132
5.1 道路被害概要	-----	132
5.1.1 道路の主な被害状況	-----	132
5.1.2 能登有料道路の特徴	-----	136
5.1.3 能登有料道路の崩壊の原因・メカニズム	-----	136
5.1.4 復旧対策	-----	137
5.1.5 今後の教訓	-----	137
(1) 技術面における今後の教訓	-----	137
(2) 行政面における今後の教訓	-----	137
5.2 能登半島縦貫有料道路 NO.6 被害状況及び復旧対策	-----	138

5.2.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 6 被害状況	138
5.2.2	NO.縦 - 6 復旧対策	142
5.3	能登半島縦貫有料道路 NO.9 被害状況及び復旧対策	144
5.3.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 9 被害状況	144
5.3.2	NO.縦 - 9 復旧対策	148
5.4	能登半島縦貫有料道路 NO.10 被害状況及び復旧対策	150
5.4.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 10 被害状況	150
5.5	能登半島縦貫有料道路 NO.14 被害状況及び復旧対策	155
5.5.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 14 被害状況	155
5.6	能登半島縦貫有料道路 NO.21 被害状況及び復旧対策	160
5.6.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 21 被害状況	160
5.6.2	NO.縦 - 21 復旧対策	164
5.7	能登半島縦貫有料道路 NO.26 被害状況及び復旧対策	166
5.7.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 26 被害状況	166
5.7.2	NO.縦 - 26 復旧対策	170
5.8	能登半島縦貫有料道路 NO.32 被害状況及び復旧対策	173
5.8.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 32 被害状況	173
5.8.2	NO.縦 - 32 復旧対策	177
5.9	能登半島縦貫有料道路 NO.38 被害状況及び復旧対策	180
5.9.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 38 被害状況	180
5.9.2	NO.縦 - 38 復旧対策	184
5.10	能登半島縦貫有料道路 NO.39-1 被害状況及び復旧対策	186
5.10.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 39-1 被害状況	186
5.10.2	NO.縦 - 39-1 復旧対策	190
5.11	能登半島縦貫有料道路 NO.39-2 被害状況及び復旧対策	192
5.11.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 39-2 被害状況	192
5.11.2	NO.縦 - 39-2 復旧対策	196
5.12	能登半島縦貫有料道路 NO.39-3 被害状況及び復旧対策	198
5.12.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 39-3 被害状況	198
5.12.2	NO.縦 - 39-3 復旧対策	202
5.13	能登半島縦貫有料道路 NO.41 被害状況及び復旧対策	204
5.13.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 41 被害状況	204
5.13.2	NO.縦 - 41 復旧対策	208
5.14	能登半島縦貫有料道路 NO.43 被害状況及び復旧対策	210
5.14.1	能登半島縦貫有料道路 縦 - 43 被害状況	210
5.14.2	NO.縦 - 43 復旧対策	214

第6章 橋梁被害

6.	橋梁被害	216
6.1	能登島大橋	216
6.2	中能登農道橋	217

第7章 港湾施設の被害概要

7.	港湾施設の被害概要	218
7.1	輪島港	219
7.2	穴水港	220
7.3	七尾港	221
7.4	鹿磯漁港	224
7.5	氷見漁港	225
7.6	七尾マリンパーク	226
7.7	まとめ	227

第8章 河川被害

8. 河川被害	228
---------	-----

第9章 ライフライン等の被害

9. ライフライン等の被害	233
9.1 上水道の被害	233
9.1.1 輪島市上水道事業の被害	223
(1) 構造物および設備の被害	223
(2) 輪島市(旧門前町)の埋設管路の被害	234
(3) 輪島市(旧輪島市)の埋設管路の被害	236
9.1.2 穴水町上水道事業の被害	237
(1) 構造物および設備の被害	237
(2) 埋設管路の被害	238
9.1.3 七尾市上水道事業の被害	240
(1) 構造物および設備の被害	240
(2) 埋設管路の被害	240
9.1.4 まとめ	242
9.2 下水道の被害状況	244
9.2.1 被害地区の下水道の整備状況	244
9.2.2 下水道の被害状況	245
9.2.3 災害調査と復旧	252
9.2.4 まとめ	254
9.3 災害廃棄物の発生状況とその対応	255
9.3.1 災害廃棄物	255
9.3.2 一般廃棄物の発生状況	255
(1) 被災地区の一般廃棄物処理施設	255
(2) 穴水町	255
(3) 輪島市	259
9.3.3 解体廃棄物の発生状況	264
9.3.4 課題	269

第10章 宅地被害

10. 宅地被害	270
10.1 宅地造成の変遷	270
10.1.1 輪島市門前町道下の変遷	270
10.1.2 輪島市門前町総持寺の変遷	271
10.2 宅地擁壁の被害	273
10.3 宅地地盤の被害	275
10.3.1 門前町道下地区の被害	275
10.3.2 門前町総持寺地区の被害	279
10.4 基礎の被害概要	282
10.4.1 門前町道下地区の基礎被害	282
10.4.2 門前町総持寺地区の基礎被害	284
10.5 宅地斜面の被害	285
10.5.1 門前町菅原神社斜面の被害	285
10.5.2 穴水町介護老人施設「朱鷺の苑」の宅地斜面の被害	286

第11章 建物被害

11. 建物被害	290
----------	-----