

2007年能登半島地震における液状化地点とその特徴

飛島建設技術研究所	正会員	○上明戸 昇
飛島建設技術研究所	正会員	沼田 淳紀
飛島建設技術研究所	正会員	三輪 滋
飛島建設技術研究所	正会員	池田 隆明

1. はじめに

2007年3月25日9:42頃に能登半島西岸沖、北緯37.220°、東経136.685°、震源深さ11kmを震源とするMj6.9の能登半島地震が発生した(2007年3月25日13:30気象庁発表)。この地震では、最大震度6強の揺れが輪島市、七尾市、穴水町で観測され(気象庁発表)、K-NET¹⁾によれば、富来で最大加速度945cm/s²(3成分合成)、穴水で最大速度104cm/s(3成分合成)が観測された。この地震により、液状化も能登半島各地で発生した。本報では、2007年能登半島地震における液状化について、液状化発生地点の特徴、液状化による被害について、地震直後における知見を述べる。

2. 液状化発生地点と被害

図1に、今回の地震で確認された液状化発生地点を示す。この図中の点には、著者らが液状化を確認した地点に、國生ら³⁾、吉田・宮島⁴⁾、吉田⁵⁾、大島⁶⁾、基礎地盤コンサルタント⁷⁾によるデータを加えた。なお、ここで液状化発生地点とは、液状化によって発生する噴砂を確認した地点である。したがって、地表の非液状化地盤がある程度厚いなどの理由で、その下位で液状化が発生していても噴砂が生じない場合などを含まない。図中には、目安のために栗林ら²⁾が示した液状化の生じる限界震央距離を示した。限界震央距離を以下に示す。

$$\log_{10} R = 0.77M - 3.6 \quad \dots(1)$$

ここで、R：液状化限界震央距離(km)

M：気象庁マグニチュード

液状化が発生した地点は、限界震央距離をやや越えた富山県高岡市伏木富山港の伏木万葉埠頭や石川県珠洲市熊谷町や正院町正院などでも確認されたが、概ね限界震央距離の範囲内であったことがわかる。

図2に今回の地震で観測された各地の地震の揺れを示す。最大加速度と最大速度はK-NET¹⁾、KiK-net⁹⁾、気象庁¹⁰⁾のデータで、計測震度はK-NET¹⁾、気象庁¹⁰⁾のデータである。最大加速度と最大速度は、NSとEW成分の最大の方を示した。半島北部地域では500cm/s²を越える最大加速度観測し、速度でも震央付近では50cm/sを越えた。計測震度も、震央付近では、6強(6.0~6.4)や6弱(5.5~5.9)が観測され、大きな揺れであったことがわかる。液状化が発生した地点の中でも震央距離の大きい珠洲市正院町正院、氷見漁港、伏木富山港の揺れは、最大加速度が158~174cm/s²、最大速度で13~25cm/s、計測震度で4.5~5.1(5弱~5強)であり、地震の継続時間や周期特性にもよるが、このような揺れが液状化を生じさせる地震外力の目安になると考えられる。

表1に今回の地震における液状化地点の地盤種別と主な被害を示す。データは、著者らのデータに加え、図1と同様に文献3)~7)を参考にした。地盤種別は、ポーリングなどによるものではなく、周囲の状況などから判断したものである。液状化地点は、調査した範囲では海岸埋立地、造成地、埋戻地盤、旧河道造成地であり、いずれも通常の沖積地盤に比べると若齢な地盤であったといえる。一方、液状化が発生しなかったこと証明することは実状では困難であるが、震央付近ではかなり大きな揺れが観測され住家の被害も甚大であったが、自然地盤における液状化は少なくとも目立ったものはなかった。また、能登半島の七尾から羽咋にかけては邑知(おうち)低地帯があり、沖積低地が存在しているが、ここでも目立った液状化は調査した範囲では報告されていない。したがって、沖積地盤は若齢な人工地盤に比べれば液状化抵抗はかなり大きく、逆に、海岸埋立地や埋戻地盤のような若齢地盤は圧倒的に弱い可能性がある。被害は、道路の亀裂や岸壁背後地の沈下など比較的軽微なものが多く、写真1に示す七尾市大田町における岸壁背後地盤が広い範囲で30cm近く沈下した被害が最も大きく、1964年新潟地震や1995年兵庫県南部地震のような液状化による大規模な被害は少なかった。

キーワード 2007年能登半島地震、液状化現象、計測震度、最大加速度、最大速度

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬5472 飛島建設技術研究所 TEL04-7198-7553

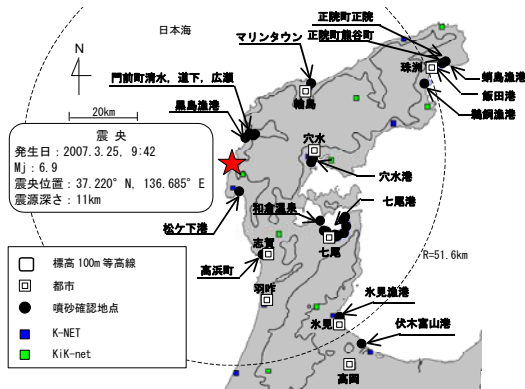
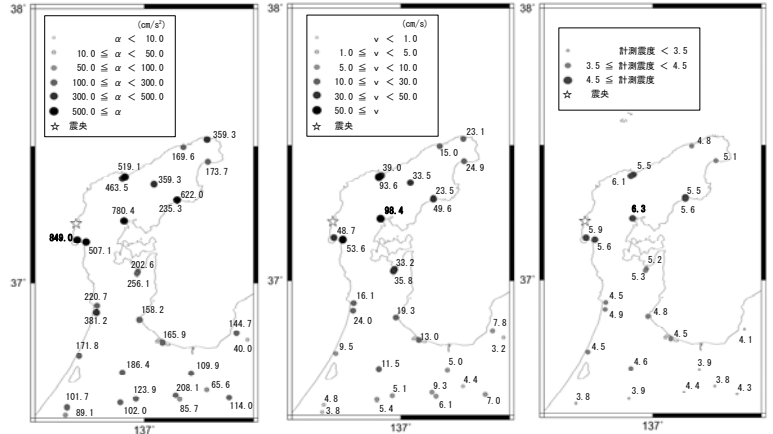


図1 液状化発生地点

表1 2007年能登半島地震による液状化地点の地盤種別と主な被害

都市名	地盤種別	被害概要	参考文献
富山県高岡市伏木万葉埠頭	海岸埋立地	目立った被害はなし	4)
富山県水戸市比叡町	海岸埋立地	道路の亀裂	4)
石川県七尾市大田町	海岸埋立地	剛橋・ボックスカルバートの浮き上がり、道路の段差亀裂、材木置き場地頭岸壁背後地大規模に沈下、用水護岸移動	5)
石川県七尾市万行町	海岸埋立地	岸壁背後地盤沈下	5)
石川県七尾市矢野町	海岸埋立地	地頭先端エプロン部に亀裂沈下、電柱沈下	5)
石川県七尾市府中町	海岸埋立地	岸壁背後地盤沈下、インターロッキング崩れ	5)
石川県七尾市なごの浦	海岸埋立地	公園内段差	7)
石川県七尾市鶴浜町	埋立地	建物周辺の沈下、電柱曲がり	5)
石川県七尾市和倉温泉	海岸埋立地	護岸移動、背後地盤沈下、インターロッキング崩れ	4)5)
石川県穴水町大町	海岸埋立地	岸壁背後地盤沈下、道路に亀裂	5)
石川県穴水町川島	海岸埋立地	岸壁はらみ出し、背後地盤沈下	5)
石川県珠洲市宝立町鶴崎	海岸埋立地	目立った被害はなし、再液状化	5)
石川県珠洲市熊谷町	造成地	目立った被害はなし、再液状化	5)
石川県珠洲市正院町正院	造成地	目立った被害はなし、再液状化	5)
石川県輪島市河合町	海岸埋立地	道路の亀裂、護岸背後地盤沈下	6)
石川県輪島市門前町下	田河造成地	公園に亀裂、道路亀裂、浄化槽浮き上がり、住宅では全壊半壊多数	5)
石川県輪島市門前町島町	海岸埋立地	岸壁亀裂はらみ出し沈下	5)
石川県輪島市門前町清水	埋立地	畑の亀裂、住宅横断地亀裂	5)
石川県輪島市門前町広瀬	埋立地	マンホール浮き上がり、住宅横断地亀裂	5)
石川県志賀町西海風戸	海岸埋立地	護岸背後道路の陥没	5)
石川県志賀町高浜町	田河造成地	建物周辺沈下	8)

※築砂採取



a) 加速度 b) 速度 c) 計測震度

図2 観測された各地の地震の揺れ



写真1 七尾市における岸壁背後地盤の被害

3. まとめ

2007年能登半島地震における液状化の特徴をまとめると以下となる。

- (1) 本調査での液状化が発生した最も遠い地点は、高岡市の伏木万葉埠頭と珠洲市の正院町熊谷と正院であるが、今まで経験的に知られている液状化の生じる震央距離と概ね一致していた。
- (2) 液状化が発生した地点の地震による揺れは、最大加速度が 158cm/s^2 以上、最大速度が 13cm/s 以上、計測震度が 4.5 (5弱) 以上であった。
- (3) 液状化による被害は、大きなもので七尾港における 30cm 程度の広範囲な岸壁背後地の沈下などであり、1964年新潟地震や1995年兵庫県南部地震で見られたような大きな被害は認められなかった。

謝辞

中央大学國生剛治教授、福井工業高等専門学校吉田雅穂准教授には、より詳細な情報を提供して戴きました。また、地震の揺れや液状化検討を行う際の地盤データなどについては、防災科学技術研究所の強震ネットワーク K-NET と基盤強震観測網 KiK-net, 気象庁の地震の詳細資料を利用させて戴きました。これらの方々により感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 防災科学技術研究所：強震ネットワーク K-NET, <http://www.n-k-net.bosai.go.jp/k-net/>
- 2) 栗林栄一, 龍岡文夫, 吉田精一：明示以降の本邦の地盤液状化履歴, 土木研究所集報第30号, pp.1-9, 1974.12.
- 3) 國生剛治, 石澤知浩, 沼田淳紀：2007.3.25 能登半島地震土木学会・地盤工学会調査団地盤関連調査速報, http://www.jsce.or.jp/report/42/news3files/kokusho_disaster.pdf
- 4) 吉田雅穂, 宮島昌克：平成19年(2007年)能登半島地震－液状化による構造物被害－, <http://www.jsce.or.jp/report/42/news3files/070401ppt/ekijyoka.pdf>
- 5) 吉田望：能登半島地震被害調査報告書(速報), http://www.civil.tohoku-gakuin.ac.jp/yoshida/2007/2006.03.25_Noto.pdf, 2007.4.1.
- 6) 大島重人：平成19年能登半島地震(200703250942)調査速報, <http://www12.ocn.ne.jp/%7Eshiosato/070325noto/200703250942notoetop.htm>
- 7) 基礎地盤コンサルタンツ：平成19年能登半島地震調査速報, 2007.3.26.
- 8) 防災科学技術研究所：基盤強震観測網 KiK-net, <http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>
- 9) 気象庁：地震の詳細資料：http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_03_25_noto/data.html
- 10) 消防庁災害対策本部：平成19年(2007年)能登半島地震(第31報), 2007年4月10日17:30発表