

(100) 1993年能登半島沖地震による地盤変状と構造物の被害

金沢大学工学部 北浦 勝, 金沢大学工学部 宮島昌克
金沢大学工学部 池本敏和, 福井工業高等専門学校 吉田雅穂

1. はじめに

1993年2月7日午後10時27分頃、能登半島沖でマグニチュード6.6の地震が発生し、輪島市で震度5、金沢市、富山市などで震度4を記録したのを始め、東北地方から近畿地方までの広い地域でこの地震を感じた。この地震による負傷者は29名であり、被害のほとんどは能登半島先端の珠洲市に集中して起った。住家被害は全壊1棟、半壊1棟、一部破損19棟の合計21棟であり、非住家被害は11棟である。住家の全壊と神社の本殿、拝殿の倒壊は珪藻泥岩からなる裏山の崩壊により、また、市営住宅や民家の一部破損は液状化に伴う地盤沈下によるものである。道路被害のほとんどは斜面の崩土と路面の亀裂、陥没によるものであった。また、木の浦隧道では落盤が生じた。

本文では、地震発生後数回にわたって行った現地調査の結果を基に、おもに地盤液状化と構造物の被害の関係について考察をする。

2. 液状化発生地点と噴砂の粒度分布

噴砂の状況および周辺の構造物の被害状況を表1に、噴砂発生地点を図1に示す。今回の地震で噴砂の生じた地点は以下のように分類できる。すなわち、自然堆積砂の地域の他に、港湾などの埋立地、田圃を砂で埋めて宅地などにした地域である。港湾などの埋立地としては、鶴飼漁港、飯田港、蛸島港などが、田圃を砂で埋めた地域としては、珠洲市浄化センター、禄剛崎観光センターなどがある。そこで、この3つに分類した地域ごとの噴砂の粒径積分曲線を図2～4に示した。なお0.074mm以下の細粒分についての沈降分析結果は同図に含まれていない。また同図には、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」¹⁾に示されている、液状化の可能性の高い粒径分布の範囲も示した。同図によれば、自然堆積砂と考えられる地域の噴砂はいずれも均等係数が2.5以下であり、粒径がそろっており、「特に液状化の可能性あり」と判断される粒径の範囲にすべてのサンプルが入っている。一方、埋立砂と思われる噴砂には細粒分含有率が他のものより多く、田圃を埋め戻した砂と考えられるものには粗粒分が若干多く含まれていた。

図5は、地震マグニチュードと震央から液状化地点までの距離をプロットしたものであり、外国の事例も含まれている²⁾。今回の地震では珠洲市市街地の震央距離は約30kmであり、これを同図にプロットすると×印となる。また、著者らが発見した噴砂の中で震央から最も遠い地点は見附島付近（宝立町鶴飼）のものであり、震央距離は約40kmあり、図中▲印となる。同図より、今回の地震における噴砂の発生地点がこれまでの事例と調和していることがわかる。

3. 地盤変状による構造物の被害

液状化に起因する構造物被害としては、正院町正院の市営住宅の沈下（写真1）に代表される、液状化後の地盤沈下によるものがある。住家の被害の多くは、液状化に起因する不等沈下によるものであった。また、海岸堤防の水叩工の不等沈下や下水マンホールの周辺地盤の沈下（写真2）などが見られた。港湾でも地盤沈下が見られたが、構造物は杭基礎で液状化しない層に固定されているので、港湾施設や下水施設には地盤沈下の影響はなく、構造物と周辺地盤との間に段差が生じた程度の被害であった（写真3）。

軽量埋設物の浮上としては、浄化槽や井戸、防火水槽の浮上がいくつか見られた（写真4）。しかし、これらの多くは埋設物の上面が地震前から地表面に見えているものであり、それらの場合は、埋設物自体が浮上したのか、埋設物周辺地盤が沈下したのか判別できないものが多かった。一方、重量構造物の沈下

表1 噴砂の発生地点と周辺構造物の被害状況

No.	発生地点 (地名)	噴砂の状況	周辺の構造物の被害状況
1	見附島付近 (宝立町鶴飼)	海岸近くの道路から噴砂	特になし
2	鶴飼漁港 (宝立町鶴飼)	道路およびエプロンとの境界部で噴砂	周辺地盤の沈下
3	飯田港ゲートボール場 (飯田町)	ゲートボール場で約20mの亀裂から噴砂	特になし
4	飯田港港湾センター (飯田町)	飯田港湾センターの付近のエプロンの亀裂から噴砂	エプロンの亀裂、港湾センターの建物と地盤との間の相対変位
5	五里川原邸前の電柱脇 (飯田町)	電柱の脇から噴砂、地震後10~20分間噴砂していたこと (住民が目撃)。五里川原邸の庭でも噴砂	電柱の約20cmの沈下、付近の住家では被害なし
6	谷内田邸 (飯田町)	住宅の裏から噴砂、床の間の下を開けると噴砂が見つかった。	大走りの亀裂、住家の不等沈下、隣隣の住宅も不等沈下
7	勝楽寺 (野々江町)	防火地下水槽周辺から噴砂	防火水槽と地盤の間に僅かな段差
8	畑地 (野々江町)	海岸近く、ベルメゾン野々江の横の畑で噴砂	特になし
9	珠洲市消防団直分団 (野々江町)	防火水槽脇から噴砂	防火水槽と地盤の間に段差、隣家島邸で不等沈下
10	亀田邸 (野々江町)	浄化槽が浮上し、周辺に噴砂	浄化槽の浮上、住宅裏の蔵の全壊
11	畑地 (野々江町)	海岸近くの畑で噴砂多数、畑に亀裂有り	マンホールの亀裂、水叩工の不等沈下
12	北窓電装珠洲工場付近の畑地 (野々江町)	海岸近くの畑で噴砂多数、畑に亀裂有り	工場の外壁材の剥離、マンホールの亀裂、水叩工の不等沈下
13	熊谷汚水中継ポンプ場付近 (熊谷)	砂利道、畑から噴砂	ポンプ場周辺地盤の沈下、マンホールの亀裂、水叩工の不等沈下
14	珠洲市浄化センター敷地 (熊谷)	構造物との境から多数噴砂	地盤沈下、歩道の煉瓦ブロックの目地のずれ
15	西田邸 (熊谷)	空き地から噴砂	土蔵の一部破損
16	市営住宅 (正院町正院)	市営住宅の裏で多数噴砂	市営住宅の不等沈下、浄化槽の浮上
17	橋本建具店隣の空き地 (正院町正院)	空き地に多数噴砂	地盤沈下、向いの中邸とその隣家の一部破損
18	干場製材所前の電柱脇 (正院町正院)	電柱脇から噴砂	電柱の約5cmの沈下
19	正院保育所付近の畑地 (正院町正院)	噴砂箇所が多少沈下し、噴砂孔を中心とした同心円状のヘアークラック	特になし
20	長覚寺 (正院町川尻)	防火地下水槽脇、電柱脇から噴砂、住職が震動がおさまった後に、噴水、噴砂を目撃	防火水槽と地盤の間に僅かな段差
21	前邸横の畑地 (正院町川尻)	畑から噴砂	特になし
22	鶴島漁港 (鶴島町)	電柱脇から噴砂	道路の陥没
23	緑野断観光センター (猿窪町)	観光センターの建物周辺に噴砂、埋め戻し砂の液状化	歩道の亀裂、緑石の破損、観光センターの沈下、電柱の傾斜
24	前田邸 (猿窪町)	ブロック塀裏込み部分から噴砂	ブロック塀の破損
25	畑地 (川崎町)	海岸近くの畑で噴砂	亀裂が走り、海岸の方へ永久変形し、住宅が破損、堤防の内側が大きく地盤沈下
26	折戸大橋付近 (折戸町)	道路路肩近くの亀裂から噴砂	折戸大橋と道路の境界に亀裂

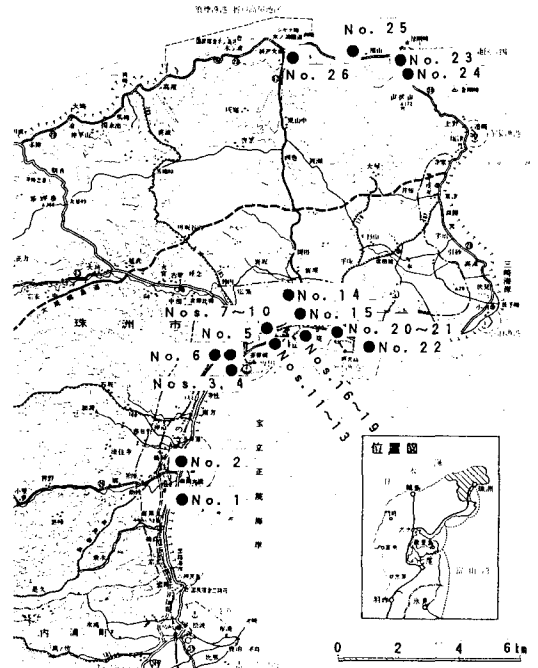


図1 噴砂の発生地点 (図中の番号は表1に対応)

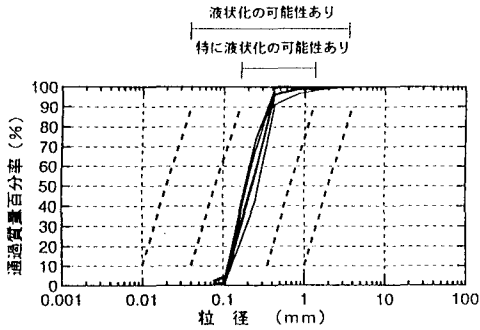


図2 自然堆積砂地域の噴砂の粒径加積曲線

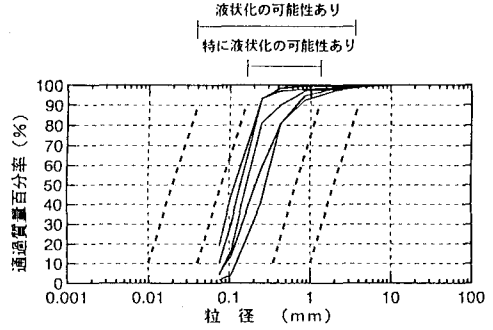


図3 埋立地におけるの噴砂の粒径加積曲線

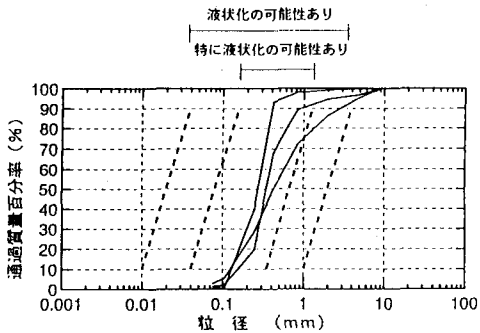


図4 埋戻砂と考えられる噴砂の粒径加積曲線

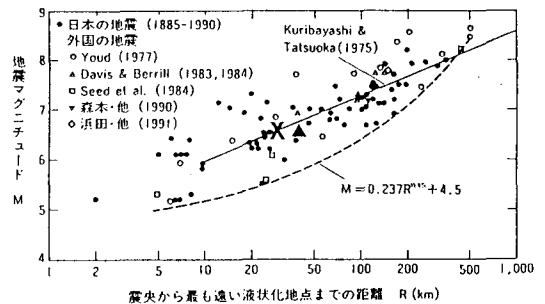


図5 震央から最も遠い液状化地点までの距離と地震マグニチュードとの関係 (文献2に加筆)

としては、電柱の沈下 (写真5) がいくつか見られた。

液状化に伴う側方流動については、熊谷町から野々江町にかけての海岸近くと川浦町にその特徴が認められた。熊谷町から野々江町にかけては多くの噴砂が見られたところであるが、海岸に向かって緩く傾斜しており、その斜面にある畑地には海岸線と平行に亀裂が入っていた。また、海岸線と平行に埋設されている下水のマンホールには多くの亀裂が見つかった。川浦町についても、海岸線と平行に畑地に亀裂が入っており (写真6)、緩い斜面の下端にあたる海岸堤防の一部が海岸の方へ大きく押し出されている。変形量その他については、さらに詳細な測量を行う必要がある。

4. おわりに

今回の地震によって多くの噴砂が確認されたが、液状化の規模はそれほど大きくはなかったようである。すなわち、強震動の継続時間が短かったこと、砂層の厚さがそれほど厚くないことなどから、液状化の深さ、広がり、継続時間ともに大きくはなかったものと推測される。

最後に、災害復旧で忙しい中を被害状況について懇切丁寧に教えて下さいました石川県、珠洲市の関係各位、珠洲市に在住の皆様にお礼申し上げます。



写真1 不等沈下した市営住宅（正院町）



写真2 マンホール周辺地盤の沈下（熊谷町）

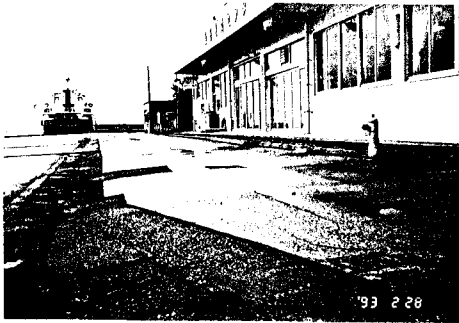


写真3 飯田港フェリー埠頭の沈下（飯田町）

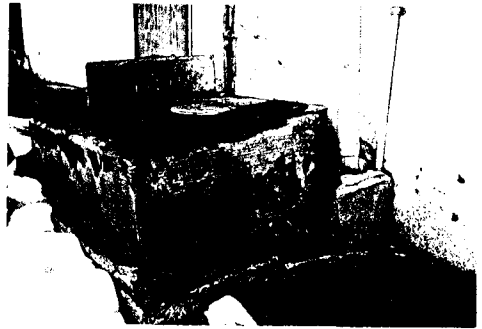


写真4 市営住宅の浄化槽の浮上（正院町）

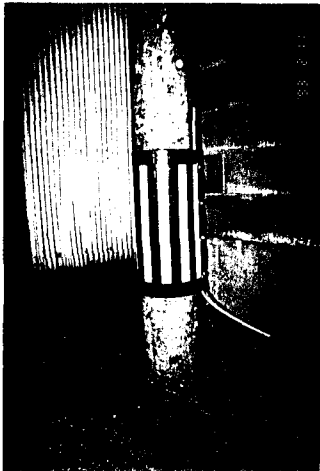


写真5 電柱の沈下（飯田町）



写真6 地盤の側方流動による畑地の亀裂と住家の被害（川浦町）

参考文献

- 1) 運輸省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準・同解説，改訂版（上），日本港湾協会，pp.203-209，1989.
- 2) 若松加寿江：日本の地盤液状化履歴図，東海大学出版会，pp.7-9，1991.