

# 新潟県中越沖地震の地質環境災害に関する現地調査結果

## －その４ 柏崎市長崎での液状化－流動化被害の詳細調査結果－

風岡 修 吉田 剛 笠原 豊 古野邦雄 酒井 豊 川辺孝幸\* (\*山形大学地域教育文化学部)

### 1 はじめに

柏崎市北部～刈羽村の荒浜砂丘の内陸側斜面下部では広く液状化－流動化被害が見られた。このうち柏崎市長崎において簡易貫入試験による詳細調査を行った結果を以下に示す。

### 2 被害状況

調査地は柏崎市長崎集落の北東部（北緯 37 度 24 分，東経 138 度 36 分付近）の砂丘斜面東翼の下部に位置する。噴砂や古家の倒壊といった被害状況から，揺れは河角の震度階 9 である。被災家屋は斜面の東端に位置し，この西には比高約 0.75m 高い畑が広がる。さらに西には畑から約 2m 高い宅地がある。畑の北隣には比高約 2m 高い桃畑と比高差 3～4m 程度の砂丘がある。この桃畑・砂丘の南端に斜面の走向に延びるオープンクラックがみられる（図 1<sup>1)</sup>）。また，畑と家屋の段差の部分では，段の下が約 0.5m 隆起した。この隆起部分が家屋の土台にかかり（図 3・4），土台が数十 cm 持ち上がり，建物全体に歪を生じさせた（図 5）。また小屋も土台が持ち上げられ強震動とも重なり倒壊した（図 3）。被災家屋南東の小屋は，西端が地面のオープンクラックによって土台の一部が割れただけで，建屋は無傷であった。また所有者から以下のような証言を得た。①この付近は，数年前から湧水が発生し，冬は湧水により雪が融けて積もらなくなった。②南の小屋は水が湧き出るので暗渠排水を施した。③2004 年中越地震では今回被災した家屋の中央部で土台が持ち上がった（図 6）。④裏の畑のところはかつて 2 階の天井ほどの高さの砂山だった。国道 8 号線を作るときに砂を取って今のような畑になった。

### 3 貫入試験結果

貫入試験は，斜面調査用簡易貫入試験装置により，被災家屋の土台付近，隆起部分，畑にて行った（図

1）。その結果（図 2）は以下のとおりである。①宅地部分（B-1）では，表層の 20cm は  $N_c=9$  程度とややしまっているが，深度 1.6m 付近までは  $N_c=1-4$  と緩い。深度 1.8-2.7m では  $N_c=20$  程度，2.8m 以深では 30 以上とよくしまり礫質となる。地下水位は深度 0.6m であった。②隆起部分（B-2）では深度 2.2m までが  $N_c<4$  と緩く，特に，深度 1-1.5m では  $N_c=0$  であった。この部分に液状化した砂が流動化し注入され盛り上がったものと思われる。深度 2.2-3.5m では  $N_c=14-20$  程度としまり，深度 3m 以深では  $N_c>30$  となり礫質となる。③畑（B-3～B-5）では土壌層部分を除き深度 1m 付近までは  $N_c=10-20$  としまっている。深度 1.2-1.5m に  $N_c=4-6$  程度の緩い部分がある。深度 1.5m-3.5m では  $N_c=10$  程度と少ししまり，深度 3.5m をこえると  $N_c=15-20$  程度，深度 5m 付近以深では  $N_c>30$  とよくしまり礫質となる。なお，地下水面は家屋の付近に比べて 0.1-0.2m ほど高い。

### 4 まとめ

畑～宅地の深度 1-1.5m 付近で液状化が起こり，宅地西端部の地下に液状化した砂が測方流動し地表を持ち上げた。同様な現象は千葉県東方沖地震時に長南中学校で発生し，同様なメカニズムが結論されている<sup>2)</sup>。一方，小屋は暗渠排水が設置されており，ドレーンの効果によって液状化がほとんど起こらず，小さな被害で済んだものと思われる。今後，対策にあたって，オールコアボーリングによる透水層区分と，透水層ごとの水文地質学的調査を行い，地下水位をコントロールすることにより，液状化を予防するのが環境に適した費用対効果の高い方法であろう。

### 引用文献：

1) 川辺孝幸ほか：2007年新潟県中越沖地震における

砂丘内陸側斜面上の地すべり災害と庄内平野での災害予測・防災. 山形応用地質, 28, 山形応用地質研究会, 56-61 (2008).

- 2) 千葉県地質環境研究室：図 2・19 液状化・流動化による法面周辺の盛土層の移動. アーバンクボタ, No.40, 株式会社クボタ, 15 (2003).

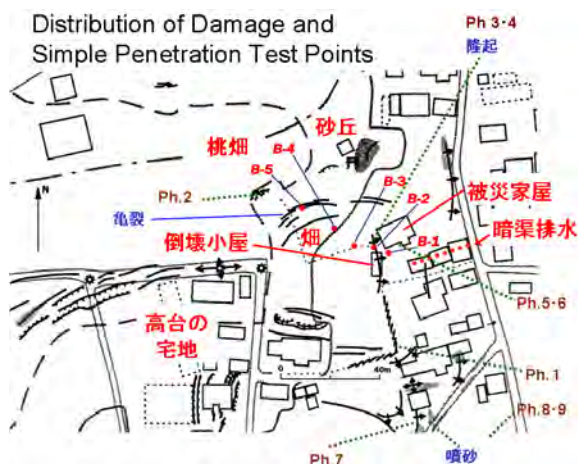


図 1 被害地周辺の状況と貫入試験の位置

Geological Section by the Simple Dynamic Cone Penetration Test  
Liquefied sediments injected in bottom of slope and the bottom uplifted.

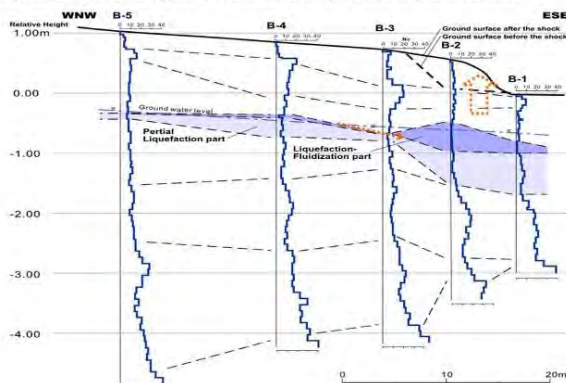


図 2 貫入試験結果



図 3 図 1 の Ph3 地点の写真（隆起に伴い手前の家屋は傾き，奥の小屋は倒壊した。）



図 4 図 1 の Ph4 地点の写真（隆起に伴い家屋が傾いている。）



図 5 図 1 の Ph5 地点の写真（家屋の左側の土台の下が隆起し，家全体が右へ動いて歪み，戸が閉まらなくなった。）



図 6 図 1 の Ph6 地点の写真（被災家屋の土台部分。2004 年中越地震時にこの部分の土台が盛り上がったとのことである。）