

平成 19 年新潟県中越沖地震による擁壁被害

(株)第一コンサルタンツ

右城 猛(建設 / 総合技術監理)

Ushiro Takeshi



1. まえがき

7月16日、朝10時13分に新潟県柏崎沖の深さ16kmを震源とするM6.8の地震が発生した¹⁾。長岡市、柏崎市、刈羽村、長野県飯綱町で震度6強の強い揺れがあり、柏崎市と刈羽村を中心に死者11名、家屋全壊1,001棟など甚大な被害をもたらした²⁾。

筆者は、7月20日(金)から2泊3日の日程で、柏崎市街とその周辺における擁壁の被災状況を調査してきた。

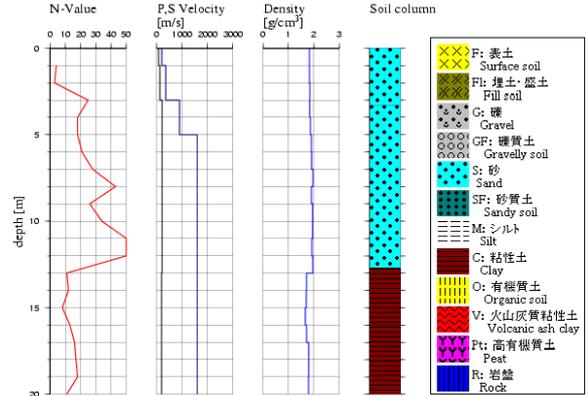


図 - 3 NET 柏崎が設置されている地点の土質データ³⁾

2. 地震波の特徴

防災科学技術研究所の強震計 K-NET 柏崎で観測された加速度波形を図 - 1 に示す。最大加速度は南北、東西、上下成分がそれぞれ 667, 514, 369gal(=cm/s²)である³⁾。積分より求めた速度波形の最大値は、それぞれ 110.84, 27cm/s である。計測震度は 6.3(震度 6 強)である。加速度波形は、スパイク状の特徴的な形をしている³⁾。

観測地点の地盤は図 - 2 に示す通りである。表層の約 13m は砂で、その下部は粘性土である。特に、表層 3m は N 値が 3 程度と軟弱である³⁾。

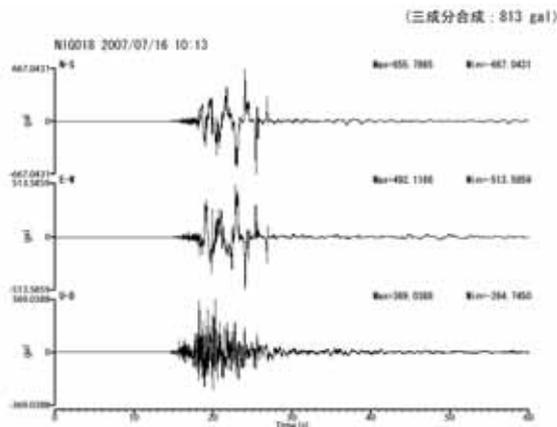


図 - 2 K-NET 柏崎の加速度波形³⁾

3. 擁壁の被災状況

(1) プレキャスト L 型擁壁

北陸道の柏崎 IC の南に位置する上田尻では、国道 252 号の路側擁壁、柏崎信用金庫東支店の宅地擁壁としてプレキャスト L 型擁壁が施工されていた。擁壁の高さはいずれも 1.5m と推定される。路側擁壁は約 2 度前方へ傾斜していたが、擁壁に変状は認められなかった(写真 - 1, 図 - 3)。

宅地擁壁は 2~3 度前方へ傾斜し、約 15cm 前方へ移動していた。擁壁が土圧で滑動したのではなく、宅地全体が変位したという感じである。これによって擁壁前方の農道に設置されていたトラフが破壊されていた(写真 - 2, 図 - 4)。柏崎信用金庫東支店の宅地は、10cm 程度沈下していた。

(2) コンクリート柵板工

上田尻では宅地や農地の土留として、0.12m 角のコンクリート柱を 1.5m 間隔に打設し、0.3m x 0.05m x 1.5m のコンクリート板を横矢板として用いた土留め工が施工されていたが、コンクリート板が外れ落ちているのが散見された(写真 - 1, 写真 - 3)。液状化等による地盤変位に対しては構造的に追従できないようである。



写真 - 1 国道 252 号路側擁壁

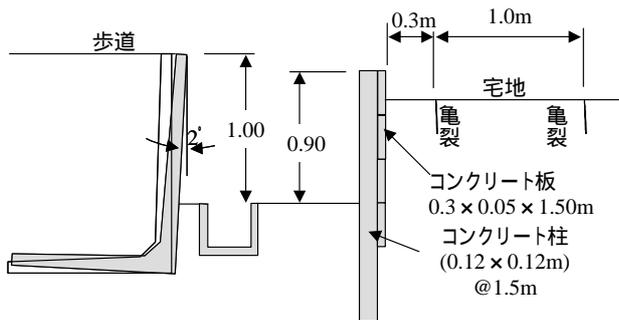


図 - 3 国道 252 号路側擁壁



写真 - 3 上田尻の柵板工



写真 - 4 上田尻の重力式宅地擁壁



写真 - 2 宅地擁壁



写真 - 5 上田尻の重力式宅地擁壁

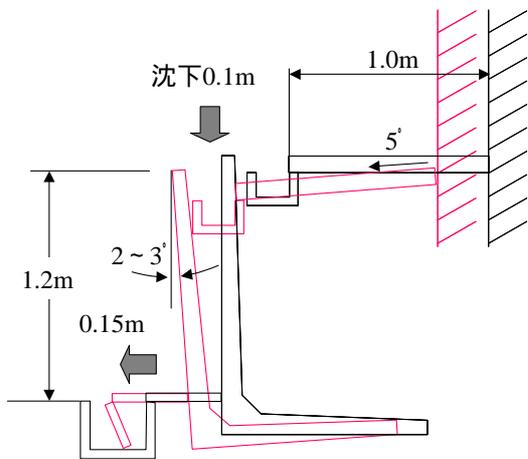


図 - 4 宅地擁壁

(3) 重力式擁壁

上田尻では重力式宅地擁壁が前方へ 12 度傾斜していた。高さは地面から 1.5m であるので、擁壁全高は 2.0m と推定される。断面形状としては、天端幅が 15cm ということが分かっているだけであるが、道路擁壁に比べてかなりスレンダーと感

じた。

液状化で地耐力が低下したことが傾斜の原因と考えられる。

(4) 間知ブロック積み擁壁

北陸自動車道の柏崎 IC 付近の盛土法尻部に間知ブロック積み擁壁を使用していたが、変状は認められなかった。

北陸自動車道と国道 252 号が交差する地点から約 300m 南の地点では、地盤変動が比較的大きくて家屋全壊や石塀の倒壊が見られた。その宅地の一つに間知ブロック積み擁壁が施工されていた。路面からの高さは 2.3m である。壁面勾配は健全な区間は 1:0.35 であるが、部分的に約 2.5° 起き上がり 1:0.30 の勾配になっていた。また、地盤移動の影響と思われるが、写真 - 7 に見られるように合端に沿って縦方向に大きな亀裂が入っていた。



写真 - 6 宅地のブロック積み擁壁(上田尻)



写真 - 7 地盤変位でブロックの合端に沿った亀裂



写真 - 8 建築用ブロック擁壁の倒壊



写真 - 9 建築用ブロック擁壁の倒壊

(5) 建築用ブロックを用いた宅地擁壁

建築用コンクリートブロック(JIS A 5406)の基本型の寸法は、長さ 390mm、幅 190mm で、厚さは 100、120、150、190mm の 4 種類がある。主に建築物の壁体や塀等に用いられるが、柏崎市では、宅地の土留壁としても用いられていた。それが転倒しているのが随所で散見された。

4. 地震による擁壁倒壊の原因

クーロンの土圧理論では、擁壁が倒壊する原因は、図 - 7 に示すように盛土内部に主働すべり面が形成され、それによってできた土楔がすべり面に添って滑り落ちて、擁壁を前方にせり出すためと考えられている。

しかしながら、写真 - 3 に示すように、擁壁が倒壊しても背後の盛土は安定を維持している。

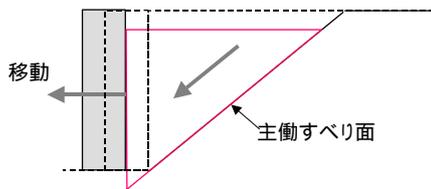


図 - 4 クーロンの土圧理論

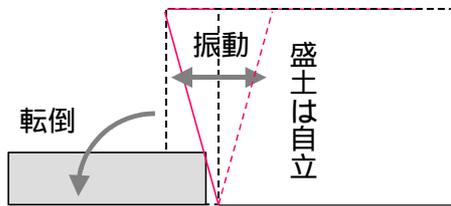


図 - 5 擁壁転倒のメカニズムの仮説



写真 - 10 中越地震による石垣の崩壊

写真 - 10 は 2004 年新潟県中越地震の際に崩壊した小千谷市内の石垣であるが、石垣が崩壊しても盛土は安定している。

一般に盛土材として使用される土には、粘土やシルトが混入されている。そして、不飽和状態にあるので見掛けの粘着力がある。例えば粘着力 $c=10\text{kN/m}^2$ 、土の単位体積重量 $\gamma=20\text{kN/m}^3$ 、内部摩擦角 $\phi=35^\circ$ とすれば、盛土が自立できる高さ z_c は次のようになる。

$$z_c = \frac{2c}{\gamma} \tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) = \frac{2 \times 10}{20} \times \tan\left(45 + \frac{35}{2}\right) = 1.9\text{m}$$

盛土高さが 1.9m 以下であれば、擁壁が倒壊しても盛土は安定することになる。

高さ 2m 程度以下の擁壁が地震時に倒壊するのは、地震波の影響で図 - 5 に示すように盛土が前後にせん断変形をする際に擁壁を押しだすためと思われる。

地震時には、クーロンのくさび理論で説明され

るような主動土圧とは異なる土圧が作用し、擁壁を倒壊させている可能性がある。

5. まとめ

平成 16 年新潟県中越地震では、プレキャスト L 型擁壁や、ブロック積み擁壁などにおいて多くの被害が見られた。被害が大きかった小千谷市の強震計 K-NET で観測された加速度は、南北、東西、上下成分がそれぞれ 1144, 1308, 820gal で、今回柏崎で観測された最大加速度よりも約 2 倍大きかった。

道路土工-擁壁工指針等の技術基準に基づいて設計された擁壁であれば、500 ~ 600gal 程度の地震加速度を受けても大きな被害を免れる可能性がある。

擁壁に作用する地震時土圧は、くさび理論とは全く異なった、盛土のせん断変形による土圧が作用すると思われる。これに関しては、今後、振動実験等によって検証する必要がある。

(参考にしたウェブサイト)

1) 気象庁「平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震」の特集

http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_07_16_chuetu-oki/index.html

2) 国土交通省防災情報河川局防災課災害対策室 平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震について(第 23 報)

http://www.mlit.go.jp/bosai/disaster/saigaijyouhou/h19/cyuetuoki_23.pdf

3) 独立行政法人防災科学技術研究所「平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震」

<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/niigata070716/>

(2007.9.28)