

地域国土強靱化研究所「創設一周年記念フォーラム」アンケートのご質問へのご回答

1. No.2 のご質問

住宅、道路へのプレロード工法は液状化に効果はありますか。高速道路の沈下対策では無処理もサンドパイル処理も沈下速度は同じと言う事が確認しています。その結果沈下促進対策としてはプレロード、サーチャージ工法が主体になっています。液状化対策として理論解析では無く現地実物大試験施工としてプレロード、サーチャージ工法との比較試験をし、プレロード、サーチャージ工法の効果を確認していますか？講演ではサンドコンパクションなど理論に基づいた方法が説明されたように感じました。

私の先輩の持永先生は浦安市で液状化被害を受けました。アパートに住んでいたので建物は安全だったけど、道路水道が沈下し全滅だったと嘆いていました。浦安市は道路、水道にどのような対策をするべきだったのですか。またあの液状化被害の復旧はどのようにしたのですか。それは次回の地震に対し安全ですか？

<安田先生からの回答>

まず、プレロードを行った場合の液状化対策効果の考え方には、①密になるため液状化強度が上がる、②過圧密効果により液状化強度が上がる、の2つがあるかと思いますが、対象が砂層なので、①に関してはあまり期待できないかと思えます。これに対し、②に関しては室内実験でその効果は確かめられており、例えば正規圧密での液状化強度比に対し、過圧密の液状化強度は（過圧密比の1/2乗）倍になるとの試験結果¹⁾があります。地震時に対策効果が確認された事例としては1995年阪神・淡路大震災の時に一応液状化対策になっていました²⁾。また、2000年鳥取県西部地震でもそのように考えています³⁾。

浦安などの道路、ライフラインの被害の概要および、復旧にあたってとられた市街地液状化対策事業は先日の講演の時に概要をお話しした通りです。資料としては4)、5)をご参照ください。ガスは完全に耐震化して復旧し、水道もそのように復旧したかと思えますが詳細は知りません。

- 1) Ishihara, K. and Takatsu, H.: Effects of overconsolidation and Ko conditions on the liquefaction characteristics of sands, Soils and Foundations, Vol.19, No.4, pp.60-68, 1979.
- 2) Yasuda, S., Ishihara, K., Harada, K. and Shinkawa, N.: Effect of soil improvement on ground subsidence due to liquefaction, Special Issue of Soils and Foundations, pp.99-107,1996.
- 3) 橋本隆雄・安田進：鳥取県西部地震における液状化被害と地下水位の関係、土木学会第57回年次学術講演会講演概要集,III-514,pp.1027-1028,2002.
- 4) 安田進：市街地の液状化対策について、日本地震工学会誌, No.28, pp.18-23, 2016. 6.
- 5) 安田進：東日本大震災における市街地の液状化被害と復興、地盤工学会誌、Vol.69、No.3、pp.26-30、2021. 3.

2. No.8 のご質問

熱海の土石流について、TV 出演しておられましたが、(今後の講演会などで)安田先生の見解等をお聞かせいただければと思います。

<安田先生からのコメント>

熱海の件に関して、東京大学情報学環防災情報研究センターのニュースレターに原稿を書くように言われ、7月末に出しました。ネットでの公開が遅れているようなので、その原稿をお送りしておきます。【別紙1】

3. No.12のご質問

液状化対策として格子状地盤改良を採用した場合、格子間隔と液状化層厚の比(改良比)他留意すべき事項があれば御教授下さい。

<安田先生からの回答>

私は格子状改良の設計を行ったことがないので、申し訳ありませんが詳細は知りません。一般の構造物では土研で出された「液状化対策工法設計・施工マニュアル(案)」が基本となって格子間隔が決まっていると聞いているだけです。それに対し、市街地液状化対策事業で既設の宅地の対策を施すために検討した時には、解析や遠心載荷実験をもとに、最終的には4宅地や2宅地ではダメで、1宅地を囲まないと効果ないとの結論になっています¹⁾。

1) 国土交通省都市局都市安全課：市街地液状化対策推進ガイダンス、
https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_tobou_fr_000005.html

4. No.14のご質問

レベル2の大地震への対応や、既存構造物への対策として、液状化防止ではなく、液状化しても不同沈下量を許容できる範囲に収める対策として有望な工法ないし安田先生ご推奨の工法はありますか。

<安田先生からのコメント>

構造物によって違うと思いますが、戸建て住宅に対しては講演資料の47～49に示した程度です。浅層盤状改良が、安心感があると思います。

5. No.17のご質問

最近のトピックスとして興味深く有意義な講演を頂きありがとうございました。阪神淡路大震災で起こった液状化はまさ土が原因ということもありましたが、液状化対策として砕石粉など建設発生材を適用した対策技術などの必要性も感じました。

<安田先生からのコメント>

砕石粉の粒径がどれくらい分かりませんが、透水性が良ければドレーン材として使えるはずですね。

以上

熱海で発生した土砂災害の地盤工学的な課題

東京電機大学総合研究所 安田進

2021年7月3日に熱海市伊豆山地区を土石流が襲った。住民の方が撮影された動画がすぐ昼のニュースで流されたが、広島などで最近発生している土石流と違って大玉石が先頭で走っていき、黒い泥流が家を壊しながら流れていた。また、1回だけでなく、約20分おきに2、3回と襲い、1回目より激しかったとのことである。

この日は山に雲がかかっている上流で何が発生したのか分からない状況にあった。夜になって上流の崩壊箇所の写真が入手できたので Google map で被災前の状況を確認すると、何と法面になっていた。そこで、通常の土石流と違い盛土が崩壊して泥流となって下ったと感じられた。翌日朝日新聞社のヘリコプターに同乗して熱海に飛んだが、残念ながら崩壊箇所はまだ雲に覆われて見られなかった。ただし、その日には静岡県川勝知事の記者会見で「盛土部分が流された」との発言があり、やはり盛土が崩壊したことが明らかになった。

盛土崩壊箇所の標高は約390mで、小河川の逢初（あいぞめ）川の源頭部付近にあたる。そこから海岸までは約11度の一定の急勾配の斜面となっており、住宅地に出た標高約200m付近から海岸付近までの延長約1km、最大幅120mの細長い範囲を泥流が襲い133棟が被災した。海岸付近まで被害が及んだのは、一定の急勾配の狭い谷地形が海岸まで続いているためと考えられる。泥流は水を多く含んでいて捜索は困難を極め、8月6日現在でもまだ5名の方が行方不明で捜索活動が続けられている。

盛土の崩壊に関し、発災直後から静岡県と熱海市で調査が行われてきており、その結果は随時公表されてきた。ドローンによる崩壊状況の映像がまず公開され、7月7日からは静岡県難波副知事の記者会見が毎日のように行われ YouTube で公開されてきた。それによると、この付近の土地の改変のうち崩壊した盛土の経緯は、「①2006年にA社が土地を取得し、土の採取計画届出書が提出された。②土砂の搬入を開始し、2010年8月に造成工事が概ね完了した。③その後盛土の中に産業廃棄物が混じっていることが判明し撤去の指導が行われた。④2011年に土地所有者がA社からC者に変更された。⑤盛土高は申請だと15mであったが実際には35～52mの高さで盛られていた。」とのことである。そして、2次災害防止のために緊急に被災の原因を検討してきた結果によると、崩壊した土量は約5.4万m³と推定されている。また、降雨によって盛土内にはいる水は①表流水、②盛土に降ってきた水、③地下浸透してきた水があるが、今回の雨は長く続いてきており、上流部の地中に浸透した地下水が水みちを通過して盛土下部を崩し、上部も一気に崩壊したのではないかと述べられている。

さて、キーワードとなった「盛土」には、道路・鉄道盛土、宅地の盛土、ダムなど様々なものがある。盛土を建設する際には、①良質の盛土材料を用い、②盛土内の地下水位が上がらないように排水設備を設け、③よく締め固める、ことが重要であり、基準に従って建設されてきている。これに対し、ここの盛土は残土処分場のようなものであり、通常対象にしている盛土ではない。したがって、今回の災害に関して今後以下のような検討が進められる必要があると考えられる。

- (1) 盛土が行われてきた経緯を整理し、盛土の崩壊・泥流の発生メカニズムを解明する。
- (2) 全国に存在する盛土による残土処分場を抽出し、豪雨時や地震時の危険性を検討する。
- (3) 盛土による残土処分場における豪雨・地震に対する国の建設基準を整備する。



52 盛土の崩壊状況（7月16日撮影）