

4 全体的考察と提言

【考察】

① 地盤液状化の発生要因

地盤液状化は地下水位と、土の粒度と、土の締まり具合（N値）が大きく関係して生じる。地下水位が浅く、かつ地盤が細砂質で、地盤が軟らかい場合に地盤液状化が起き、噴水や噴砂や害れ目が生じる。

浦安市での大規模な地盤液状化は、長時間にわたる強い横揺れにより生じた。地盤液状化と地震の揺れによる地盤の変形により、緑被地においても表面が大きく波うち、一部の箇所では噴砂や陥没や隆起が発生した。

地盤液状化で生じた土中の間隙水圧は、水や細砂を地表面にふき出して収まる。この時重い構造物があると、間隙水圧がより高くなり、噴砂も強くなり地盤も沈下する。逆に空洞の有るマンホールや下水管や地下タンクなどは、地盤液状化した土層の中で、水中に押し込まれた風船のように、浮力によって地面に飛び出す。

② 地盤液状化被害の偏在の原因

地盤液状化による被害（地割れ、噴砂、地盤変形）は、埋立地全域に散在するものの、その強弱には偏りがあり、基本的には地盤に起因するものと考えられる。埋め立ての時期が新しい第2期埋立地では、海砂だけでは必要な土量が確保できず山砂も使用して埋め立てられた場所やサンドコンパクション工法によって地盤が強固になっていた場所では地盤液状化による被害はほとんど見られなかった。しかし大きな地盤液状化被害が現れている場所もあり、イトーヨーカドーの周辺では地盤沈下量が大きかった。

③ 公園緑地での地盤液状化被害

地盤液状化が発生した場所では、舗装部、縁石、照明灯などの構造物（公園施設）で、両側から押され盛り上がり、破壊されたり沈下したりする被害が多く見られた。公園や緑地内では、樹木が傾いたり沈下したりした事例は全く見られなかった。樹林地では樹木が十分根系を発達させている場合は、地面の亀裂を防止する効果があると言える。液状化した地盤は地震の揺れに応じて様々な方向に移動し、両側から押されたところは持ち上げられ両側に引き裂かれたところでは大きなクラックが生じた。グラウンドや広場でこのような変形を受け、厚く噴砂が堆積したり亀裂が発生したりした場所においては、芝生は被害を軽減することはなかった。

④ 盛土による地盤被害

中央公園のグラウンドや築山の裾で大きな地割れが見られた。強い地盤液状化で地盤の大きな変動が生じたことによるものと考えられる。このような場所では生育が良好な芝生があっても地面は破断して陥没していた。しかし太い樹木の根系が十分に発達している部分では、クラックの発生が抑止されていた。ここでは高い人工の山が築かれており、地盤への荷重が大きく、地盤が液状化した場合に重い構造物として働き、間隙水圧を高めて周囲に噴砂やクラックなどを引き起こしたのではないかと考えられる。

⑤ 樹林地で被害が小さかった理由

樹林地では、客土により表層が関東ロームなどの粘性土で覆われ、かつ根系が十分発達している場合は、地表に被害を生じさせず、クラックに対する防御がなされていた。これは、根による土粒子の緊縛効果で、可撓性（かとうせい）に富むマット状の複合構造体としてカサブタのように地面を押さえ、地盤液状化による地面の変形に耐えることができたことによるものと考えられる。

適切に客土が行なわれ、高木が太く生育して根系が良く発達した樹林地では、地盤液状化被害が発生せず、地震の時に安全な避難場所となる。

⑥ 街路樹の活用

街路樹は倒壊物を支えたり加害物から身を守る盾の役割を果たしたりすることが知られている。また、人々を安全な避難場所へ誘導する役割を果たし、火災発生時には焼け止まり効果も発揮する。これらの効果を発揮するには、樹勢が旺盛で緑量があることが条件となり、街路樹が傾くことがあってはならない。今回の調査では噴砂があった街路樹（灌木を含む）と傾いた街路樹を主に調査した。街路樹が道路に向かって傾いた理由としては、道

路の外側の地盤が液状化によって流動化し、歩道部が構造が強固な車道部に押し付けられて盛り上がり、それによって街路樹が道路の中心部に向かって傾いたのではないかと考えられる。街路樹が歩道とともに持ち上げられたり傾いたりするのを防ぐためには、植栽基盤の整備が非常に重要であり、歩道の下層全体が樹木の根で緊縛されて一体化することで強い強度を発現できる工夫を前もってしておくことが今後の課題と言える。

⑦ 樹木や芝生での噴砂による塩害の追跡調査結果

地盤の液状化に伴う噴砂により、4月中旬の現地調査の際に既に葉が黄色く変色しているツツジが見られた。しかし、これらを除き、追跡調査対象木としたすべての樹木は、現地調査の際もその後の追跡調査においても葉の褐変などの被害は見られなかった。

【 提言 】

① 安全な避難場所となる芝生広場の確保

芝生地は、根が張り巡らされることにより表土層が安定するため、比較的安全な避難場所となりうるが、その下の地盤の動きには抵抗できない。避難場所の中の枢要な地域では下に碎石層を設け、その上に人の踏圧に耐えることのできる芝生を整備することが望ましい。

② 安全に逃げ込める樹林地の確保

根が良く発達した樹林地では、地割れや地盤の液状化による噴砂はあまり見られなかった。地割れが発生しても根が太い場合は切断されず地割れに抵抗する機能が根にあることがわかった。しかし、樹林地であっても、地下水位が高く、浅い位置で還元した土層が出現するような場所では、噴砂や地盤の変形が見られた。これらの場所では梢枯れした樹木が多く存在した。適正な厚さの客土を行い、過湿とならない適正な植栽基盤を整備することによって、安全に逃げ込める樹林地を確保することが重要である。

③ 樹木を目印にして安全に避難できる避難路の確保

道路の歩道は構造的に弱く、地盤の液状化が起こった場合には、地盤の側方流動によって容易に隆起したり傾いたり地割れが起こったりすることがわかった。このような事態を防止するために、歩道全面に碎石層や根系誘導耐圧基盤などを設置することにより、避難路となる歩道の構造を強化し、かつ、避難時の目印となる街路樹が大きく健全に成長することができるようにする必要がある。

④ 継続的な樹木と芝生地の点検

地盤の液状化に対する緑地の防災効果を維持向上させるとともに、また、緑地の避難場所としての安全性、市街地火災の延焼抑止などの地震防災機能を維持向上させるために、都市の緑地における樹林地、樹木及び芝生地や街路樹が健全に生育しているかの点検を最低でも年に1回は行うことが必要である。

(付録 1) 緑地・公園以外の被災状況

1 公共施設の被災

交番、消防施設、小学校など、被災の際の緊急出動、避難場所となるべき箇所や、大勢の乗降客が利用する駅が被災を受けている。

(1) 交番

交番が液状化により傾いている。



交番の被災(富岡交番)

(2) 消防署

車道が沈下し、駐車場と車道間の通路と段差が発生し消防車が出動できない状態となった。鉄筋が入ったしっかりとした舗装だが、基礎が不十分であったものと考えられる。



消防施設の被災(消防署今川出張所)。迅速な復旧が図られている。

(3) 小学校

建築物基礎が浮き上がり、舗装が破壊されている。(入船南小学校)



(4) 駅

舗装面全体が沈下し、エレベーター棟との間に大きな段差が生じている。



新浦安駅

2 管渠の被災

公共のインフラたる上水道、下水道、電気、ガスなどの環境施設に被害が発生している。

(1) マンホールの浮き上がり被害



明海4丁目



明海1丁目



高洲6丁目



日の出4丁目



マンホールの洗浄作業

(2) 上水道



水道仮設状況（今川 2 丁目）



水道仮設状況（富岡 4 丁目）

(3) 電気



電柱の傾斜による付け替え 今川 2 丁目

(4) ガス



入船 6 丁目。古い緑地であり、見かけ上の痛みはないが、極浅層に埋設された上下水道・ガス管は地盤液状化の被害を受けている。極浅層でも地盤液状化が発生している。

3 住宅地の被災

(1) 宅地・宅盤

住宅地周辺の道路が噴砂・液状化により波打ち、擁壁は倒れ、宅地は沈下、浮き上がりにより傾いている。噴砂は、道路と宅地の境界および住宅地内で発生している。



舞浜 2 丁目の住宅被災



舞浜 3 丁目の住宅被災



舞浜 3 丁目の住宅被災



噴砂の堆積位置を指し示している。



見明川沿いの歩道。噴砂により埋まっている。



今川2丁目



宅地からの噴砂 高洲3丁目



傾斜した住宅 今川二丁目

(2) 擁壁、生け垣



今川2丁目



日の出2丁目



日の出4丁目

4 車道

(1) 幹線道路



今川3丁目



高洲3丁目。幹線道路より、約30mの範囲に亀裂か多数生じている



幹線道路より30m以上離れた芝地には被害は発生していない。



30m以上離れていても、覆土を杭などにより突き破り弱部を作った箇所は、弱部沿いに吹き上げ、噴砂が発生している。

(2) 市道・私道



歪み、波打っている。舞浜3丁目見明川護岸沿い。



陥没 (今川2丁目)



日の出4丁目



入船3丁目

5 歩道

(1) 噴砂



明海大学

(2) 沈下



イトーヨーカドー脇

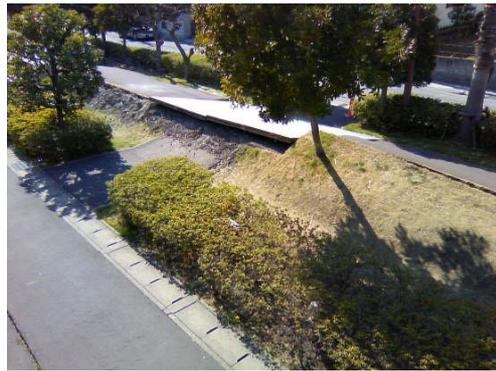


高洲3丁目

(3) 隆起



日の出4丁目



高洲1丁目



美浜1丁目 歩道橋

(4) 水たまり



噴砂が発生し地盤沈下した箇所に雨水が停滞し水たまりとなり、ポンプ排水を行っている。地盤沈下により圧密され、排水不良となったものと考えられる。

(5) 側溝の破損



(6) 縁石の破損



中央公園

6 橋梁基礎



弁天3丁目 京葉線

7 護岸



境川 明海橋より



入船二丁目

(付録 2) 有効活用が期待される噴砂の仮置堆積状

墓地公園の噴砂堆積場の様子である。

大量の噴砂が堆積されているが、活用の方法については現在試験を実施している。



役 割 分 担

総合監修		木田 幸男
調査アドバイザー		長谷川 秀三
現地全域踏査		有田 和實、中野 裕司
「1 本調査の概要および浦安市の地盤液状化被害概況」取りまとめ		中野 裕司
「2 表層基盤・芝生分科会および樹林地分科会報告」取りまとめ		川九 邦雄
		中野 裕司
		野島 義照
表層基盤・芝生分科会	噴砂とクラックの分布状況整理	吉田 裕介
〃	土壌コア採取結果整理	川井 伸郎
〃	土壌分析	橘 隆一
〃	土壌硬度測定結果整理	橘 隆一
〃	指標木観測結果整理	有田 和實、森岡 千恵
〃	地被観察指導	藤崎 健一郎
表層基盤・芝生分科会追加調査	土壌硬度測定結果整理	長谷川 秀三
樹林地分科会	土壌コア採取結果整理	菅野 光弘
〃	土壌分析	高橋 新平
〃	土壌硬度測定結果整理	美濃又 哲男
〃	指標木観測結果整理	有田 和實、森岡 千恵
〃	[参考資料1] 作成	阿部 勉
「3 街路樹分科会報告」取りまとめ		大島 渡
街路樹分科会	街路樹地盤液状化点検結果整理	山下 得男、大島 渡
街路樹分科会	土壌分析	橘 隆一
街路樹分科会	土壌硬度測定結果整理	橘 隆一
「付録」取りまとめ		中野 裕司

東日本大震災による千葉県浦安市における地盤液状化被害と緑地に関する調査報告書

平成 23 年 (2011 年) 8 月

編集 日本緑化工学会 都市緑化技術研究部会

発行 日本緑化工学会

(事務局)

〒113-0033 東京都文京区本郷 4-26-8 河内屋ビル 2F

TEL 03-3818-8281

FAX 03-3818-8282

E-mail : office@jsrt.jp