

Hyper Stone Pile Eco Earth Drain Method

東日本大震災により 被災した施工物件の調査報告

GBRC性能証明第09-20号



ハイスピードコーポレーション(株)
技術開発部 堀田 誠

HySPEED工法の概要

(適用範囲) GBRC性能証明第09-20号

- ・ 適用構造物

- ① 建築面積1,000m²以下の建築物

- ② 土木構造物

- L型擁壁($H \leq 3.5\text{m}$), 重力式擁壁($H \leq 3\text{m}$), ボックスカルバート,
路体盛土及び築堤($H \leq 5\text{m}$)

- ・ 適用地盤

- 地表面から6.5mの範囲のSWS試験による W_{sw} が、0.25kN以上で、かつ、影響範囲(基礎下から基礎幅の2倍の範囲、べた基礎の場合は基礎下から2mの範囲)におけるSWS試験による W_{sw} が平均で粘性土の場合0.5kN以上、砂質土の場合1kN以上の地盤とする。

技術の概要

- 軟弱地盤を掘削し、天然砕石パイルを構築することにより、砕石パイルと原地盤を複合的に作用させ、支持力を増加します。(複合地盤理論)

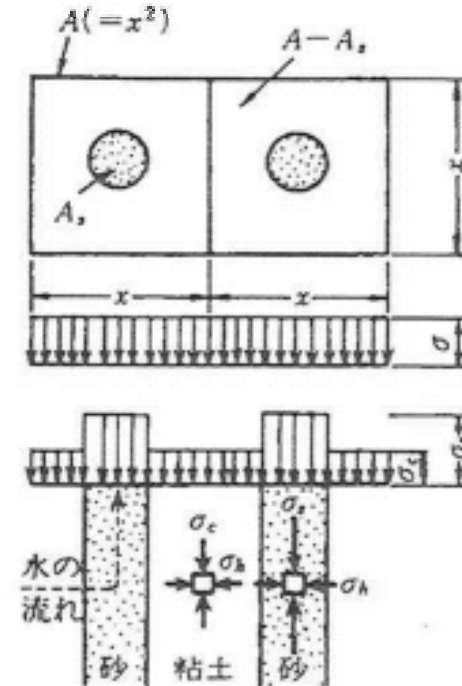
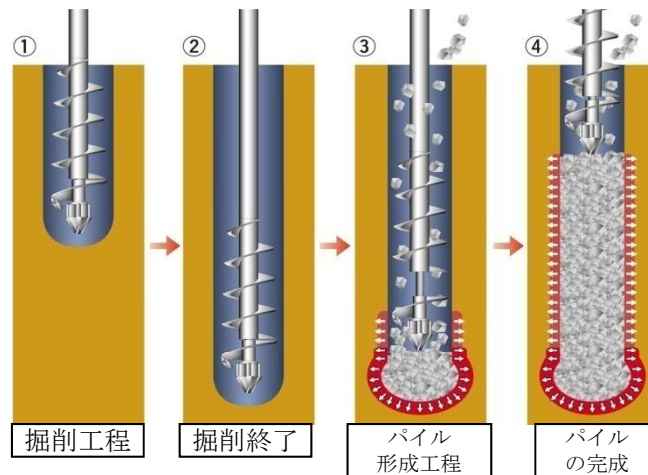
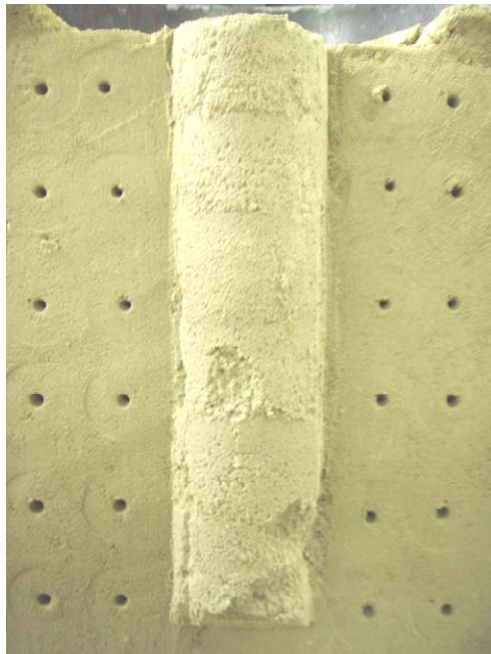


図-1.2 複合地盤の基本概念

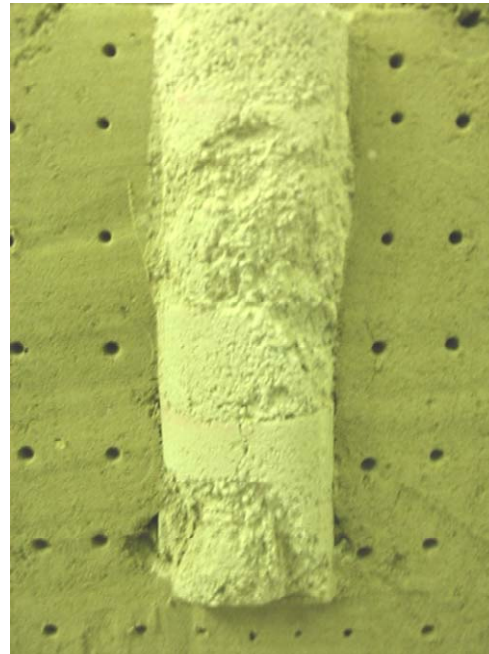
杭と碎石はどう違うのか？

貧配合コラム＝碎石パイル

杭



添加量 $20\text{kg}/\text{m}^3$



添加量 $40\text{kg}/\text{m}^3$

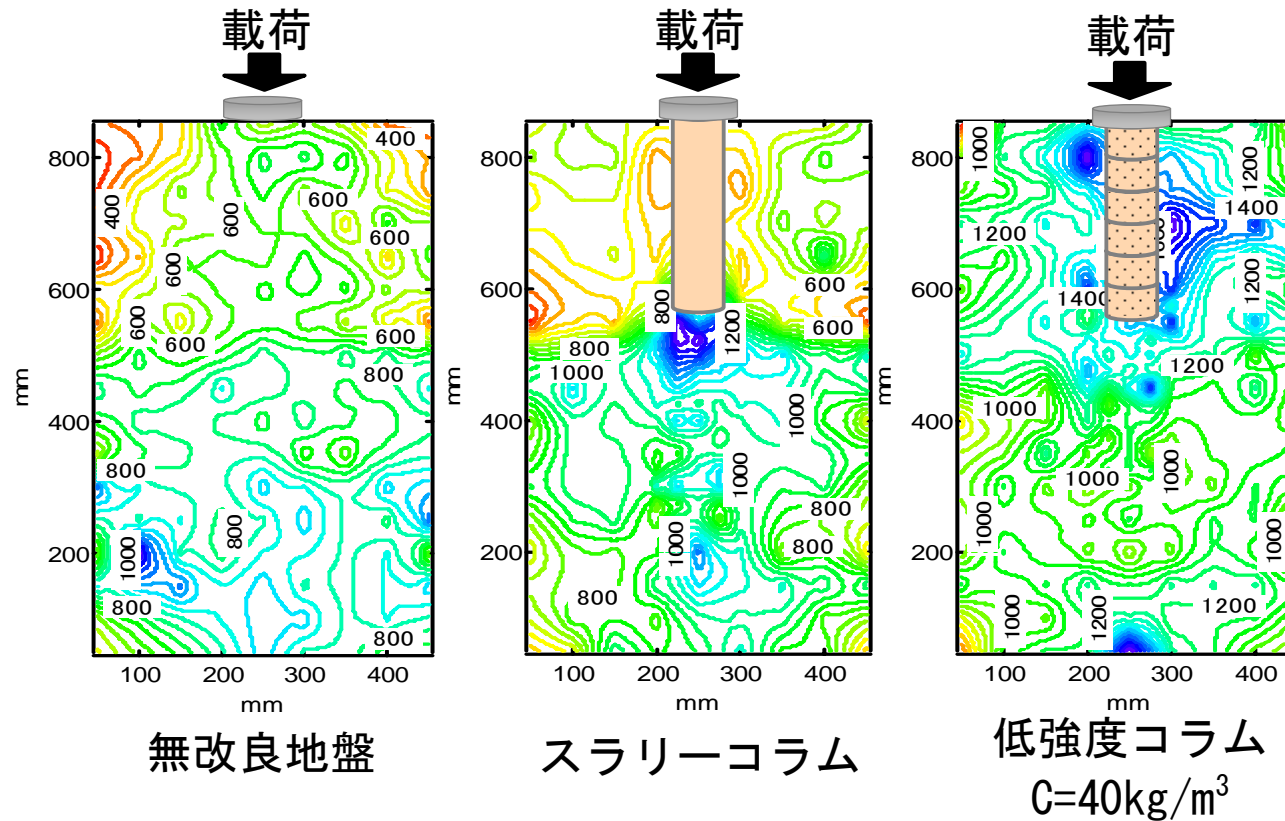


添加量 $300\text{kg}/\text{m}^3$

載荷後のコラム断面状況

(東海大学建築工学科 藤井衛教授の実験による)

杭と碎石パイルの違い



図中のコンター値：土壤硬度計貫入応力 (kN/m^3)

$\phi 100$ の平板に載荷時のコラム周辺の地盤の変形状況

(東海大学建築工学科 藤井衛教授の実験による)

[砕石パイルの応力特性]

- 砕石パイルの応力は横方向に伝わり、杭と比べると、強固な支持層を必要としない！⇒短い長さでOK！

砕石パイルの応力モデル

上からの応力の伝わり方の違い



セメント柱状改良体 砕石パイル

東日本大震災による液状化被害

東日本大震災で亡くなられた方々のご冥福を心からお祈り申し上げます。

また、被災され方々に心からお見舞い申し上げますとともに、現地で復興に尽力されている全ての方々に敬意を表します。

弊社施工代理店も宮城県、岩手県、茨城県を中心に被災いたしました。

HySPEED加盟160社の総力で乗り越える決意です。

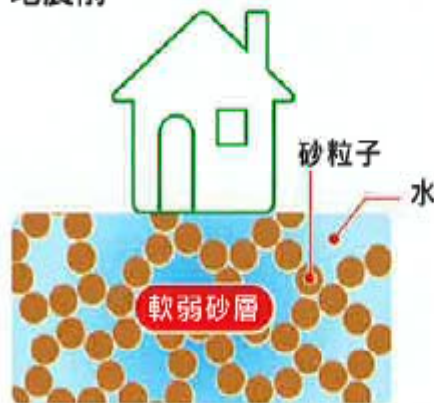
液状化現象とは？

そもそも液状化は、どうやって起きるの？

液状化発生メカニズム(略図)

軟弱砂層

地震前

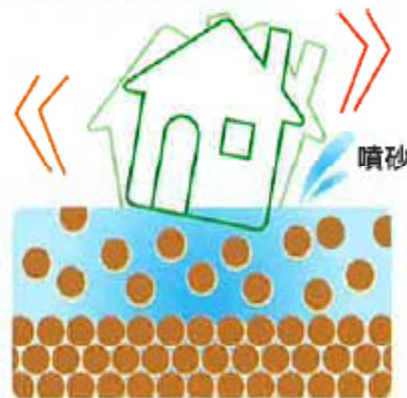


砂などの緩く積もった地盤で、砂の粒子がお互にくっついて骨格を作り、その間に水がある状態。骨格の強度は弱く壊れやすい。

地震発生



地震時(液状化発生)



地震の揺れで、砂の粒子は下層では密になり、上層では液体状になり、家が傾き始める。地表では噴砂が起こることもあります。

沈下発生



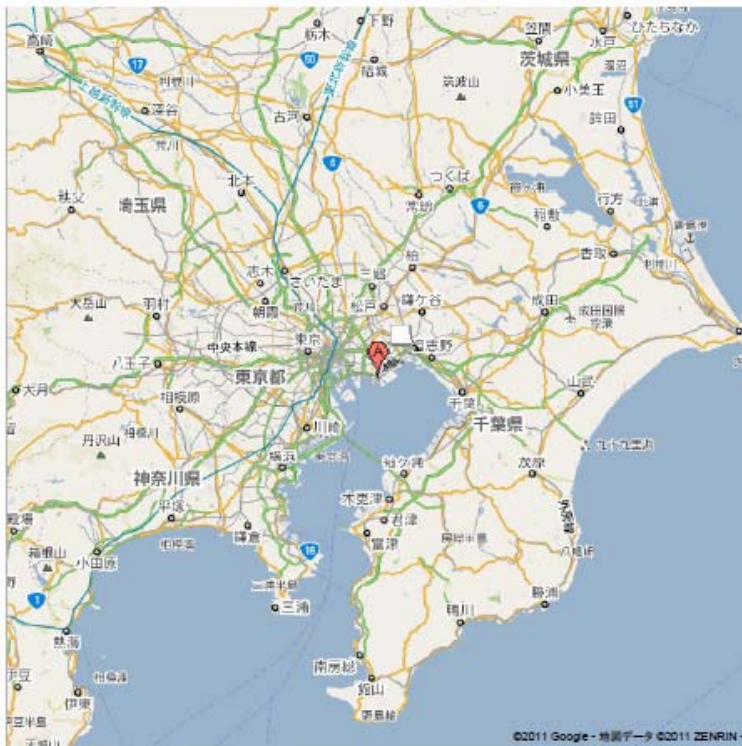
地震後



地震後、地盤は沈下し、家が傾いたり沈んだり(不同沈下)します。

千葉県浦安市の液状化

千葉県浦安市舞浜～美浜、高須地区(干拓地)



浦安市の液状化の被害例

(2011/3/11 東日本大震災による浦安市の被害例)



浦安市高須地区噴砂状況

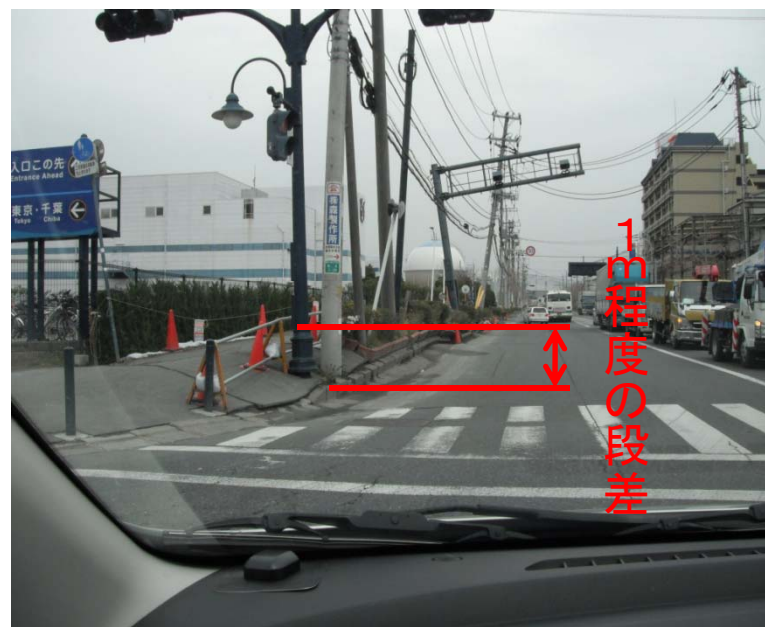


浦安市県道被害状況

液状化被害は電柱の傾き、道路の沈下や歩道の隆起などが顕著に現れる。
またライフライン(水道、都市ガス、下水道)が損壊する。

液状化による道路の被害例

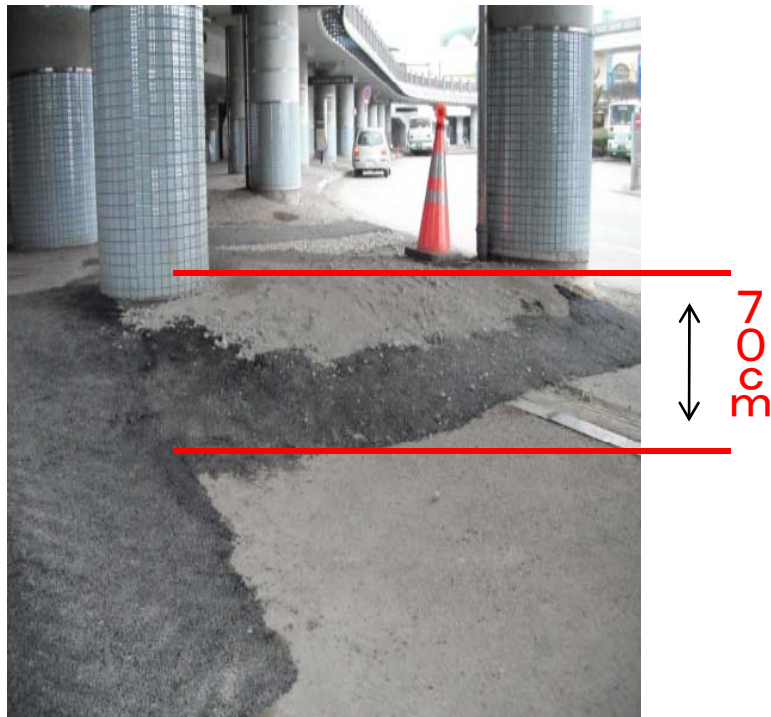
浦安市県道276号線の路面沈下及び歩道の隆起状況



液状化により道路面は沈下し、側方流動により歩道は盛り上がるため、1m程度の段差が生じている。

浦安市舞浜駅の 液状化による地盤沈下例

舞浜駅正面の地盤沈下



舞浜駅正面の歩道橋下地盤沈下



液状化発生後、支持杭＝沈下0 路面は最大で70cmほど沈下している。

[液状化による家屋の被害例]



家屋は20/1000～40/1000の不同沈下が生じている。
傾き方向の特徴：①前面道路から奥の方向 ②近接した家の中心方向
また。ブロック塀は大きく傾いている。

地盤沈下による建物被害例

公共施設の杭の抜け上がり



富岡交番の不同沈下



支持杭を施工しているものは周囲が沈下し、杭が抜け上がっているように見える。また、交番は大きく傾いている。

浦安市の液状化被害

2011年3月11日被災 震度5強 2分以上揺れる
(被害の主なもの)

- 地盤の沈下最大70cm程度
- 水道、ガス管、下水道管の破損
(特に下水道、仮設トイレで対応)
- 建物の被害－不同沈下20/1000～40/1000
(住宅で20cm～40cmの傾き)
- 道路の損壊(マンホールの隆起)

液状化で最も困っていること

- ライフラインの寸断により、水、ガスが使えない。
- 特に下水道は深刻で、現在も仮設トイレを使い、風呂は使用できない状態。
- 住宅は復旧するにも多額の金額が必要で、沈下修正だけでは更なる液状化が来たときに対応できない。
- 某大手ハウスメーカーの試算によると鋼管杭による液状化対策は1,800万円かかる。

[HySPEED施工建物の調査]

(今回の調査結果)

ハイスピード施工建物は
浦安市5棟と近隣5棟の
10棟でした。

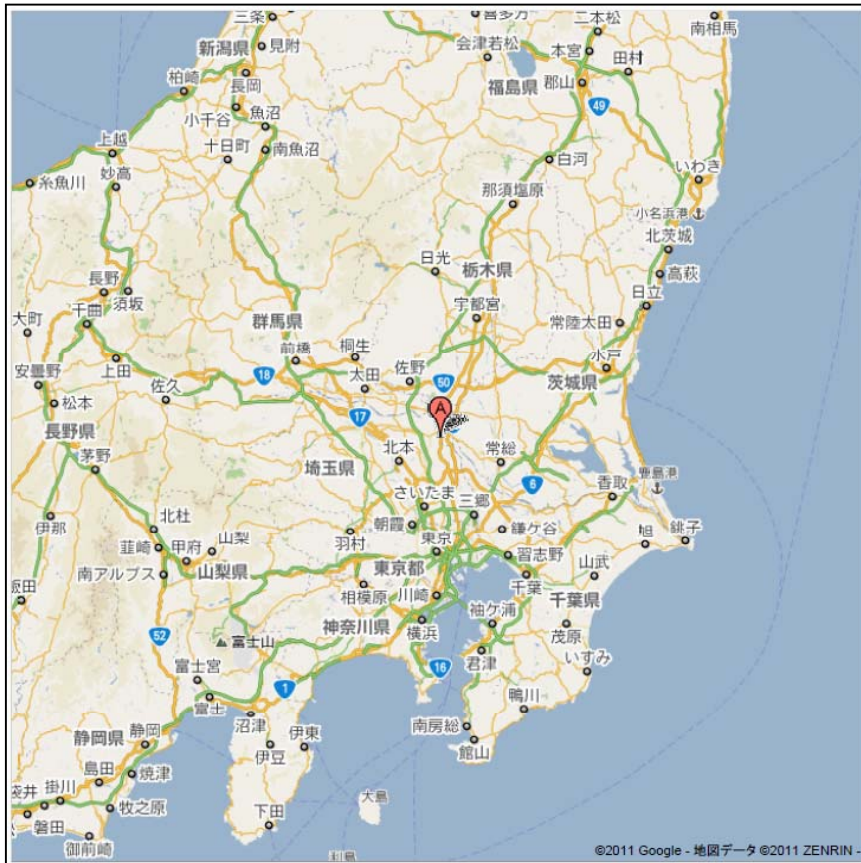
液状化被害の殆どない
地域ではありますが、震
度5強の揺れが2分以上
続いても建物被害や不
同沈下がないことを確認
いたしました。



都道府県名	地名	構造	階数	基礎形状	状況
千葉県	浦安市富士見地内	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
千葉県	浦安市富士見地内	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
千葉県	浦安市富士見地内	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
千葉県	浦安市富士見地内	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
千葉県	浦安市富士見地内	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
千葉県	市川市新浜地内	木造	3階建	ベタ基礎	異常なし
千葉県	市川市新浜地内	木造	3階建	ベタ基礎	異常なし
東京都	江東区海辺地内	木造	3階建	ベタ基礎	異常なし
東京都	江東区海辺地内	木造	3階建	ベタ基礎	異常なし
東京都	江東区東陽地内	木造	3階建	ベタ基礎	異常なし

埼玉県久喜市南栗橋の液状化

2011年3月11日東日本大震災により震度5強、2分間揺れが続いた。久喜市が30年ほど前に分譲した土地の一部が液状化する。造成前のため池などだった可能性が高い。

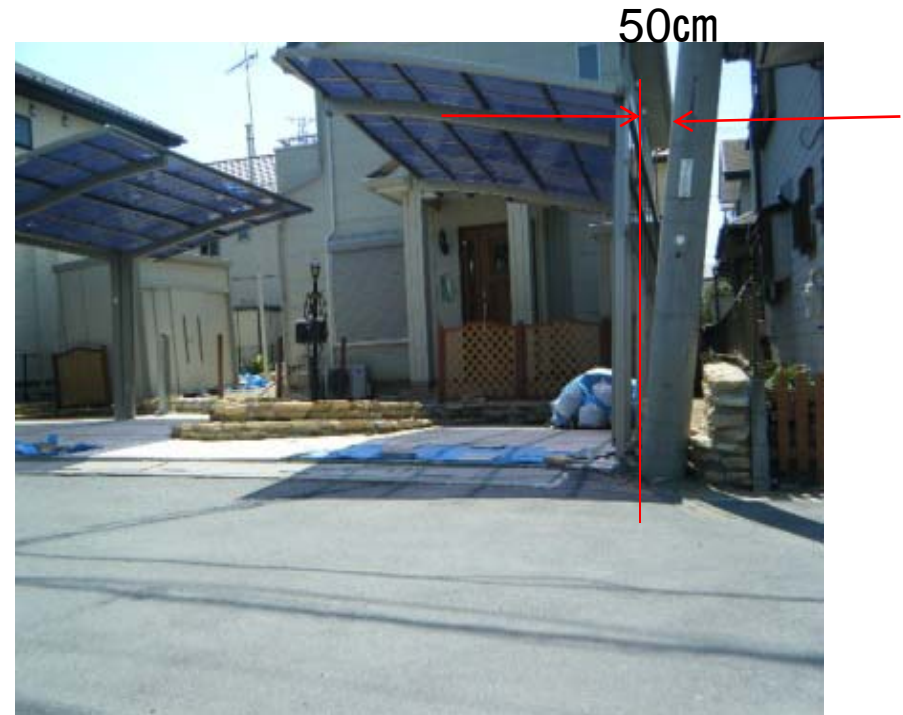


南栗橋の液状化被害

鉄塔は杭基礎のため周囲が沈下し、抜け上がり現象が起きている。周囲の地盤沈下は30cm程度あると思われる。電柱は50cmほど沈下し大きく傾いている。



鉄塔基礎の抜け上がり



傾いた電柱

[住宅の液状化被害例]

建物は30~40/1000の不同沈下を起こしており、沈下の方向は道路から奥に向けて及び近接家屋の中心部に向かっているものが多い。



傾いた家



傾いた家

外構の液状化被害例

外構のカールーフは大きく傾き、家屋調査が終わったところは調査票が張られている。調査票には要注意などの記載がある。



傾いたカールーフ



家屋調査票

[外構の液状化被害例]

家屋の沈下量も様々で、改良工事施工によるものと考えられる。噴砂による見え方にもよりますが、全体的に家が大きく沈下している。



隣家との沈下の違い



噴砂と沈下した家の状況

30
cm



噴砂で基礎が埋まる

[HySPEED施工建物の調査結果]

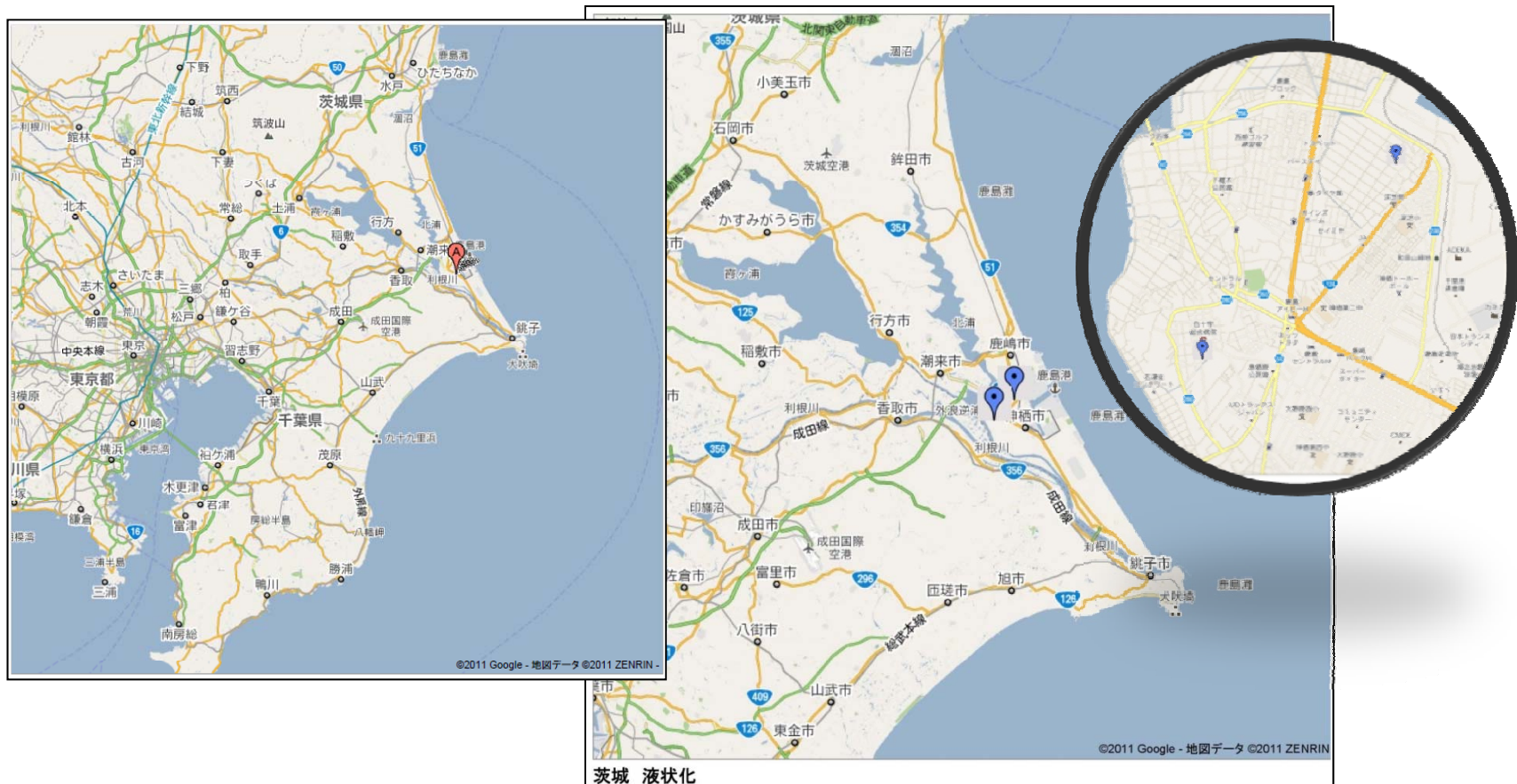
HySPEED施工建築物件は液状化被害の殆どない地域ではあったものの、震度5強の強さで2分以上揺れた中で、調査した10棟の家の傾き等の被害がないことを確認しました。

県名	地域名	構造	階数	基礎形状	結果
埼玉県	久喜市青毛	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
埼玉県	久喜市八甫	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
埼玉県	久喜市菖蒲町	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
埼玉県	久喜市鷲宮町	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
埼玉県	久喜市栗橋北	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
埼玉県	久喜市菖蒲町台	木造	平屋	ベタ基礎	異常なし
埼玉県	久喜市菖蒲町新堀	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
埼玉県	久喜市南栗橋	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
埼玉県	久喜市伊坂	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし
埼玉県	久喜市八甫	木造	2階建	ベタ基礎	異常なし



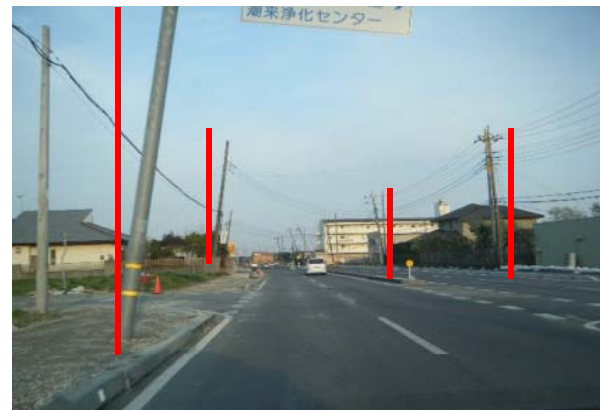
茨城県神栖市の液状化

2011年3月11日東日本大震災により震度6弱地震が120秒続き、大変大きな液状化被害がおきました。



茨城県神栖市・潮来市の液状化被害

神栖市は霞ヶ浦の南側に位置し、農地造成のため干拓されたところに、近年、家が建っていた。この地域が大きく液状化している。



大きく傾いた電柱



液状化により波打つ路面



歩道と道路の段差

神栖市の液状化被害例

道路の歩道は液状化による側方流動で押され、折れ下がっている。
また、農地のため干拓された所に、近年住宅建築を行っているところが
液状化被害が大きい。田んぼの中には大きな噴砂があり、大量の砂が
積もっている。



側方流動により折れた歩道



田にある噴砂口

潮来市の液状化以外の被害例

液状化による被害が大きいが中には、池の回りの地滑りが発生している例もある。滑り面のクラックから砂が吹いていることから、液状化の影響もあると考えられる。



公園の池の地割れ



公園の池の地割れ

神栖市の建物の液状化被害例

神栖市の液状化被害は広範囲で、
不同沈下が20cm～60cm程度あり、
浦安市や久喜市に比べても被害
の大きいものでした。
家屋の傾斜は20～60／1000発生
しています。



道路から奥方向に不同沈下した家



大きく沈下した家

1
m
程
度



大きく沈下したブロック塀

神栖市の建物の液状化被害例

今回の調査の結果、建物の不同沈下が目視によりわかる場合の傾斜は概ね15/1000以上であった。神栖市の不同沈下被害は遠くからでもはっきり分かることから、その被害の程度が大きいことが分かる。



不同沈下した家



沈下した家(ブロック塀)

神栖市の建物の液状化被害例

液状化が起きると重たいものほど大きく沈下する傾向がある。左の写真は物干しが地面から柱によって支えられる構造のもので、家に比べるとはるかに軽い。すると家の沈下量がおおきく物干し場は突き上げられる。

右は液状化により不同沈下を起こした家の周りに噴砂して埋まっているもの。



柱のある物干し場



家が沈下し噴砂で埋まる

[HySPEED施工建物の調査結果]

建物概要

(構造) 木造平屋ベタ基礎 20kN/m²

(住所) 神栖市賀地内

(被災状況)

土間コンクリートが15cm持ち上がり、基礎の脇から水が噴き出した跡があったが噴砂は少なかった。

回りの建物と比較するとはるかに被害は少ない。



土間Conが15cm持上がる



ハイスピード施工の建物



基礎の脇から水が湧いた跡

[HySPEED施工建物の調査結果]

建物概要

(構造) 木造2階建て布基礎 30kN/m²

(住所) 神栖市深芝地内

(被災状況)

外構フェンスが大きくたわみ、側方流動のため舗装が開いている。

噴砂の量も多い。

基礎にはクラックなどなし。

回りの建物と比べるとはるかに被害は少ない。



施工建物



フェンスが大きくたわむ



側方流動により開いた舗装

[HySPEED施工建物の調査結果]

建物概要

(構造) 木造2階建て布基礎 30kN/m²

(住所) 神栖市深芝地内

(被災状況)

噴砂は少なく、被害も少ない。

基礎にはクラックなどなし。

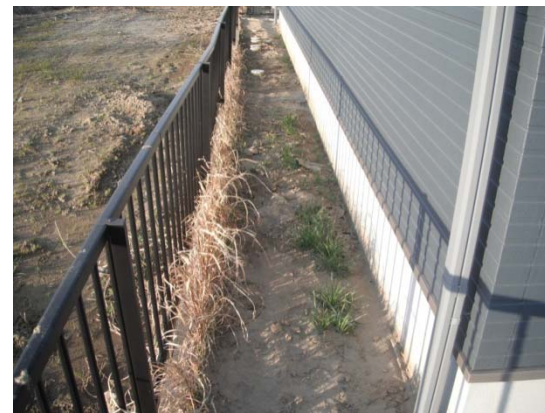
回りの建物と比べるとはるかに被害は少ない。



基礎の状況



施工建物



基礎の状況

ハイスピード施工物件のまとめ

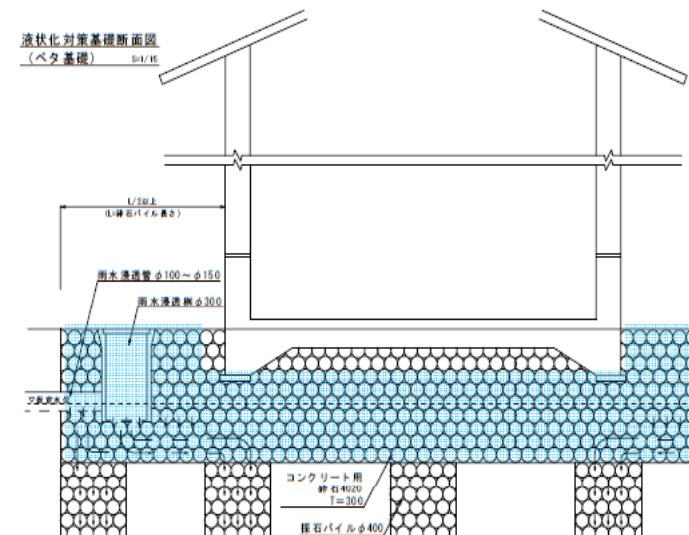
調査の結果は以下の通りでした。

茨城県	神栖市賀	木造	2階建て	ベタ基礎	被害なし
茨城県	神栖市深芝	木造	2階建て	ベタ基礎	被害なし
茨城県	神栖市深芝	木造	2階建て	ベタ基礎	被害なし

① 周辺が目測でも20～60／1000の不同沈下をしている中、被害は軽微であった。

② 今回の該当現場の設計は液状化対応をしていないにもかかわらず、被害が小さかったことは、液状化対策設計をすることで、より有効であることを確認できた。

③ 液状化地域では液状化対策の設計をしていなくても、基礎下に碎石(40 - 20mm)透水層を作っておくことで被害を軽減できる可能性が高い。



碎石透水層標準図

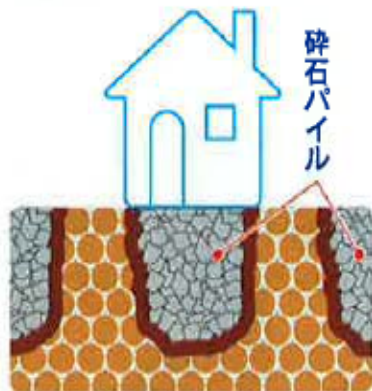
間隙水圧消散理論

液状化を、どうやって阻止するの？

液状化阻止メカニズム(略図)

軟弱砂層+碎石パイル

地震前



碎石パイルを何本も打つことにより、パイルと地盤とで複合的に家を支えます。

地震発生



地震時(液状化阻止)



碎石パイル自体の隙間が水を通しやすいため、水圧をうまく吸収して液状化を未然に防ぐ効果があります。

沈下阻止



地震時(液状化阻止)



地震後、液状化は発生せず、地盤も安定しています。

カラッと地盤

自宅の水はけを良くし、地下に保水する

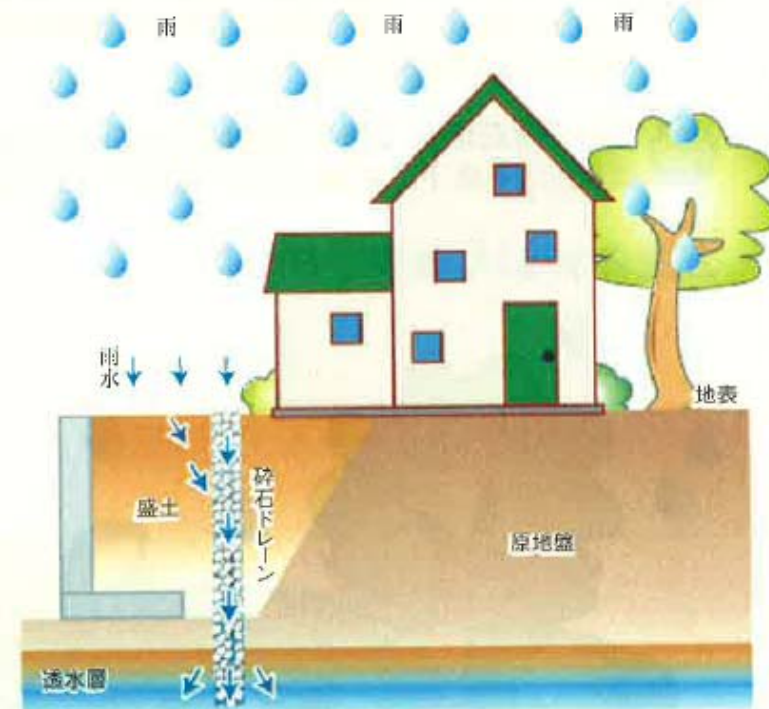


造成盛土の変形予防

- 盛土は雨水による変形（圧縮沈下）を起こしますが、碎石によるドレーン効果で対策することが可能です。
- 特に雨水浸透柵の下に施工すると有効です。

盛土の沈下防止と擁壁の安全対策に！

盛土を施している地盤では、原地盤と盛土で水分の保有率が異なるため、大雨時に柔らかい盛土部分で沈下が起こりやすくなります。図のように碎石ドレーンを盛土部分に施工することで、雨水を透水層へと運び、盛土の水分保有率を整え沈下を抑制します。また、水の重さにより擁壁が傾くのを防ぎます。



[おわりに]

- 現在の施工実績を右図に示します。

1年目－84棟
2年目－496棟
3年目－1653棟
4年目－3845棟

