

液状化が予測される地域での個別対策について

液状化対策は稲敷市市街地液状化対策事業に関わらず個別で対応することも可能であるため、その留意点や代表的な液状化対策工法、液状化被害にあった場合の修復方法について以下に整理しました。

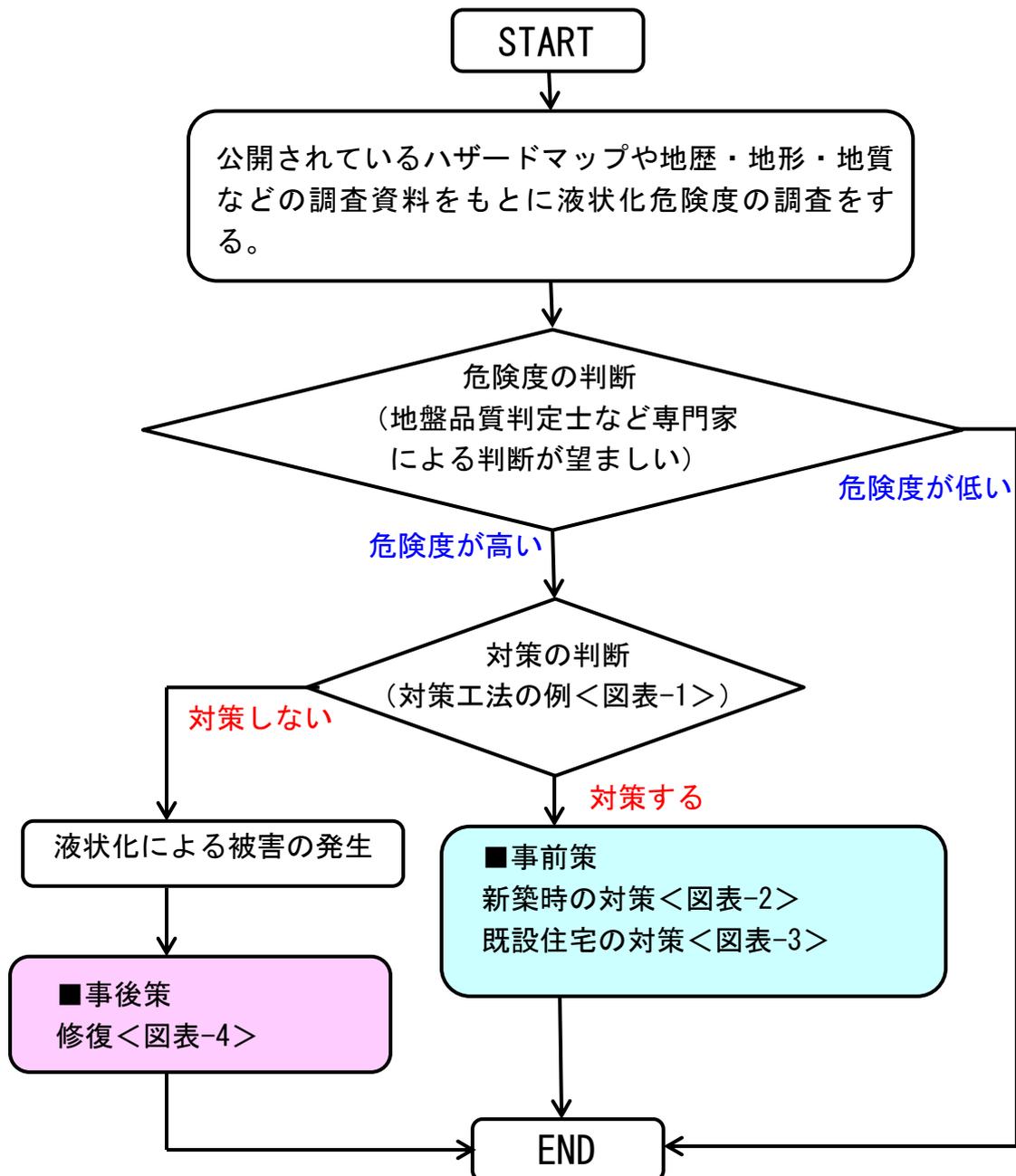
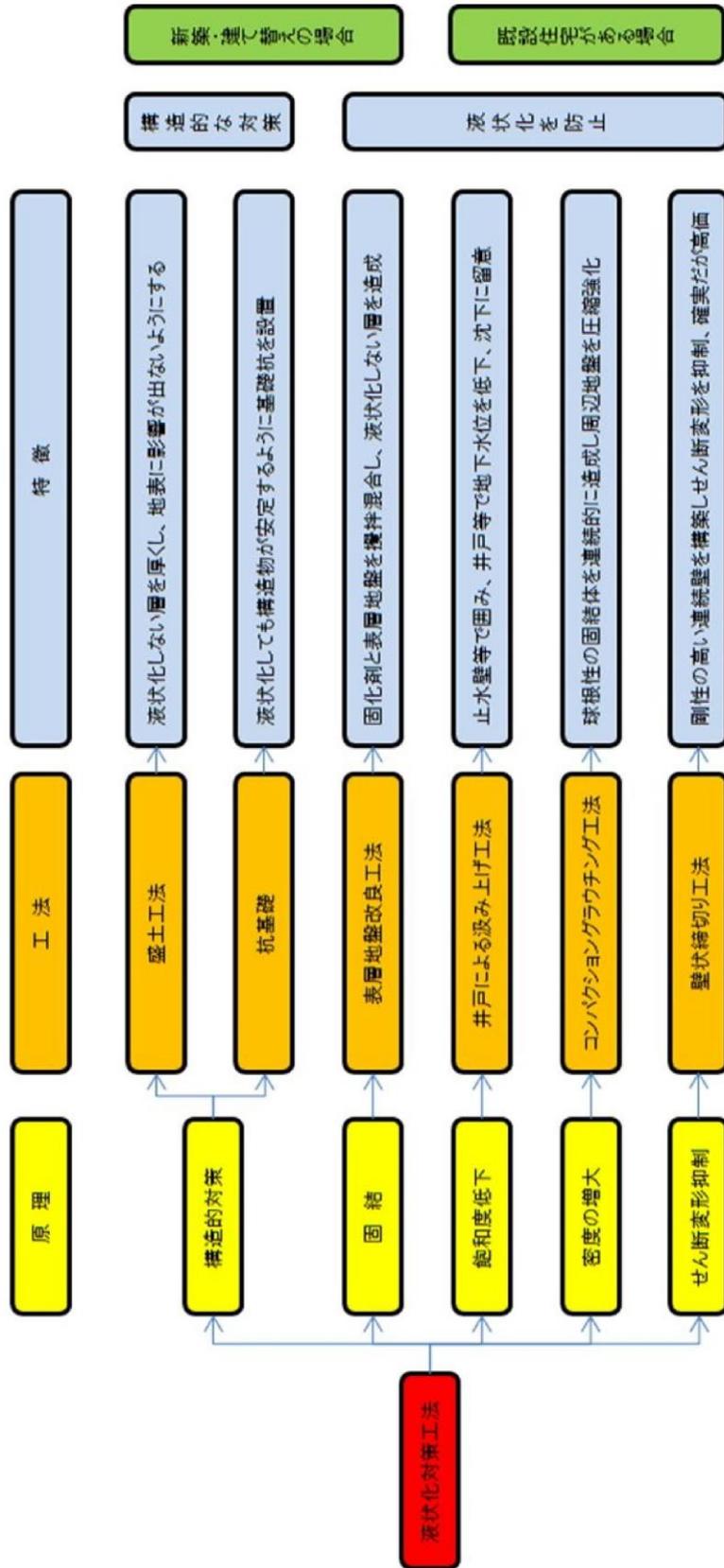


図-1 個別住宅の液状化対策検討フロー（参考）

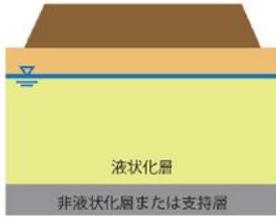
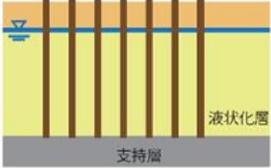
図表-1 個別住宅の液状化対策工法（参考）

戸建て住宅の液状化被害を軽減するには、「液状化を防止する方法（地盤が液状化する要因を排除する方法）」と「構造的な対策方法（液状化が発生しても被害を受けないようにする方法）」があります。事前に液状化対策を行う工法には、主に以下のような原理に基づいた工法があります。



（地盤工学会関東支部 造成宅地の耐震対策に関する研究委員会 液状化対策工法設計施工マニュアル(案)より抜粋）

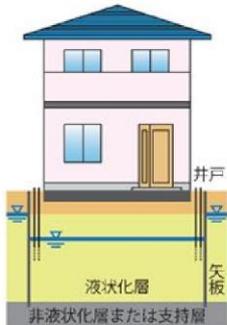
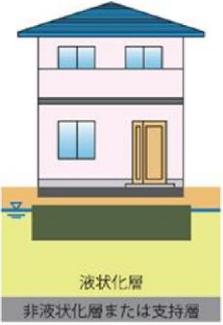
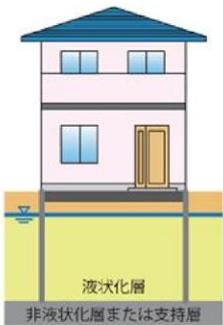
図表-2 個別住宅の対策工法（事前対策の例「新築・建替えの場合」（参考）

工法名	かさ上げ盛土	鋼管杭	表層地盤改良
模式図			
概要	<p>基礎下の不飽和の非液状化層を厚くすることにより、下部が液状化しても剛性が保てるようにして沈下の軽減をはかる。</p> <p>また、液状化層への有効上載荷重の増加効果も期待できる。</p>	<p>液状化しても建物の安定を保持できるように、小口径杭を用いて建物を支持させる対策方法である。小口径杭には、主に鉄-コンクリート-木材などの既製杭が用いられ、回転貫入、圧入または埋め込みによって基礎地盤内に配置する。圧入時に排土しない工法の場合には、層状締めと同様に密度増加の効果も期待できる。ただし、改良率が小さすぎる場合や配置間隔が大きすぎる場合には、密度増加の効果はあまり期待できない。このため、密度増加の効果を期待する場合には、杭径、配置間隔、改良率等に留意する必要がある。</p>	<p>建物直下の地盤を層状に固化する対策方法である。地盤を固化する方法には、セメント混合処理が主体となる。セメント混合処理の方法としては、高圧噴射攪拌混合、中層混合処理、浅層混合処理などがある。これらは、固化材と地盤を攪拌混合して地盤を固結させる工法である。いずれも地盤が固化することにより液状化を抑制し、剛性により建物のめり込み沈下を軽減する。</p>
留意点	<ul style="list-style-type: none"> -盛土は良く締め固めて支持層になるようにする必要がある。 -盛土材として砂礫を使用すると過剰間隙水圧が基礎に届き難くできる。 -盛土の荷重による圧密沈下に注意する必要がある。 -建築にあたり一定の養生期間が必要 	<ul style="list-style-type: none"> -杭の材料、杭径、鋼管の厚さ、本数などを検討する必要がある。特に、地盤が液状化したときに十分な抵抗を有することが必要になる。 -液状化層下部の支持層に到達させる必要がある。 -木杭の場合には浮き上がりに注意が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> -改良深さや改良範囲の設定方法、改良部分の剛性の評価などを検討する必要がある。 -層状改良した下部の液状化の影響に留意する必要がある。非液状化層まで改良する場合は、沈下の懸念はなくなる。 -セメント系の固化工法の場合には、土質特性によっては六価クロムの溶出などの可能性もあるので、あらかじめ配合試験などを実施して確認する必要がある。また、植生への影響を考慮して表層に覆土をしたり、地下水位より浅い部分の改良をしないなどの対処も必要である。
メリット	工費が安い。	周囲が液状化しても建物に影響はない。	液状化層が浅いと効果が高い。
デメリット	周囲敷地に影響が出る可能性がある。	周囲の地盤は液状化するためライフラインに影響が出る。	液状化層が厚いと効果が低い。
工期	1週間	2~3日	1~2週間
概算金額	180万円程度 盛土高1m	360万円程度 杭長20m	100万円程度 改良深さ2m

※対象建物は約40坪、総二階建を想定しており、金額は参考です。

出典：液状化から戸建て住宅を守るための手引き、公益社団法人地盤工学会関東支部に加筆

図表-3 個別住宅の対策工法（事前対策の例「既設住宅の場合」）（参考）

工法名	井戸による汲みあげ	コンパクショングラウチング	壁状締め切り
模式図			
概要	<p>地下水位を強制的に低下させることにより、表層の不飽和層(非液状化層)を厚く、かつ地下水位以深の層についても拘束圧を増加させることで、液状化の発生を抑制する対策方法である。</p> <p>また、建物下の不飽和層を厚くすることで、建物のめり込み沈下を軽減する。</p>	<p>建物直下の締め固めには、モルタルなどポンプ圧送が可能な流動性の低い材料を使用するが多い。これらの材料を圧入することによって、周辺地盤を圧縮して密度増大を図り、液状化を防止する。</p> <p>また、改良部分の剛性や地盤密度の増加により、建物のめり込み沈下が軽減される。小型の機械を使用することにより、建物内部からの施工も可能であり、鉛直だけでなく斜め施工にも対応できる。</p>	<p>建物の周囲に壁を構築することにより、地震時または液状化時に地盤のせん断変形を抑制し、液状化の発生および液状化による建物の被害を防止する方法である。また、壁と建物の基礎を結合し、締め切ることにより、壁の内部が液状化してもその部分が外に流動しないようにして、めり込み沈下を軽減する方法である。</p>
留意点	<ul style="list-style-type: none"> - 周囲への影響を防ぐため、矢板等による締め切りが必要である。 - 地盤の影響を大きく受ける方法のため、事前に詳細な地盤調査を行い、地盤条件をよく把握した上で計画を立てる必要がある。 - 下層に軟弱な粘土層がある場合には、圧密沈下により建物やライフラインの不具合を招く恐れがあるので、事前に地下水位低下による地盤沈下の影響度合いを検討する必要がある。 - 地下水を汲み上げるための維持管理の費用、および汲上げた水の処理方法を検討する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> - 沈下修正を行いながら液状化対策を行う場合には、建物内部から鉛直に施工する必要がある。液状化対策のみの場合は、屋外からの斜め施工での対応が可能である。 - 改良深さや改良範囲の設定方法、改良部分の剛性の評価などを検討する必要がある。 - 層状改良した下部の液状化の影響に留意する必要がある。非液状化層まで改良する場合は、沈下の懸念はなくなる。 - 表層付近を改良する場合、上部建物への影響に留意する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> - 壁の深さの設計方法に留意する。矢板の下端が非液状化層まで到達している場合は、留意事項は減る。 - 壁と基礎の隙間から、地盤が盛り上がりないように接合する必要がある。 - 矢板などによる締め切りでは、ライフラインなどによる不連続部が生じる場合がある。
メリット	被害の軽減が図れる。	工費が安い。 狭小地でも施工可能。	被害の軽減が図れる。
デメリット	工費が高い。 ランニングコストがかかる。	施工時に既存建物の床に開口部を設ける必要がある。	工費が高い。
工期	2週間程度	1~2週間程度	2週間程度
概算金額	1,820万円程度(ランニングコスト別) 矢板長8m	540万円程度 改良長2m	1,790万円程度 矢板長8m

※対象建物は約 40 坪、総二階建を想定しており、金額は参考です。

出典：液状化から戸建て住宅を守るための手引き、公益社団法人地盤工学会関東支部に加筆

図表-4 個別住宅の対策工法（事後対策の例「既設住宅の修復方法」）（参考）

【修復方法について】

液状化により住宅が不同沈下した場合に修復（沈下修正）を行う方法があります。以下に修復方法の検討フローと修復方法の比較表を示します。

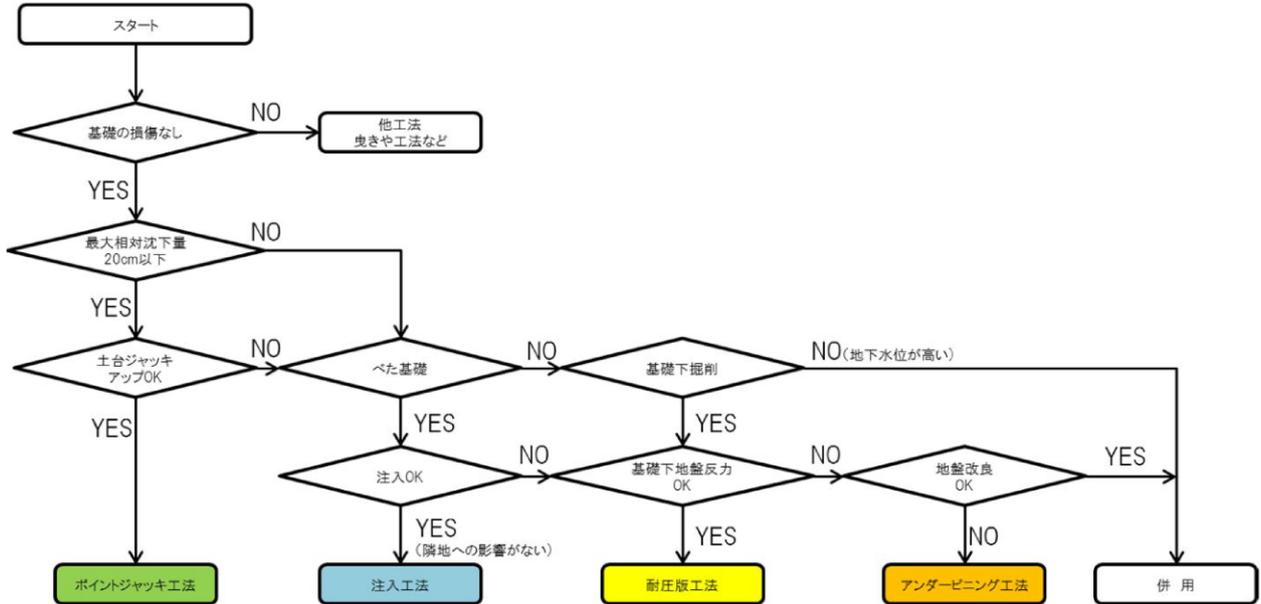
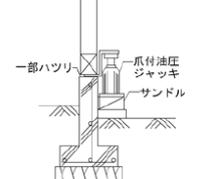
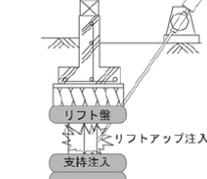
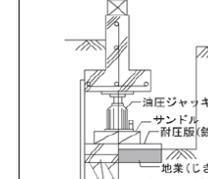
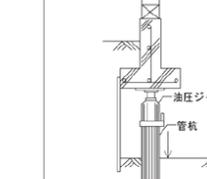


図.3 修復方法の選定

(時松孝次 基礎構造の地震被害と耐震設計「東日本大震災における地盤災害と基礎の被害」を加筆修正)

工法名	ポイントジャッキ工法	注入工法	耐圧版工法	アンダーピニング工法
工法の概要	基礎を一部掘り土台下に爪付きジャッキを挿入してジャッキアップする。補強等を行い既存基礎を再使用する場合が多い。 	基礎下へグROUTや薬液等を注入し、注入・膨張によりアップする。 	基礎下を順次掘削して仮受けと打設を繰り返して良質な地盤面に一体の耐圧版を構築し、耐圧版を反力にジャッキアップする。 	基礎下を掘削して建物荷重により1m程度の管杭を継ぎ足しながらジャッキで圧入する。支持層まで貫入後、これを反力にジャッキアップする。 
施工条件	基礎形式 布基礎、べた基礎 不同沈下量 10cm程度以下 隣地境界距離 0.5m程度以上	べた基礎 20cm程度以下 1m程度以上	布基礎、べた基礎 条件なし 1m程度(隣間距離無くても可※2)	布基礎、べた基礎 条件なし 1m程度(隣間距離無くても可※1)
床・壁の解体の有無	床と壁の一部解体・復旧あり	なし	床の解体・復旧がある場合もあり	床の解体・復旧がある場合もあり
仮住まいの必要性	なし	なし	なし	なし
工期	3～5週間	1～2週間	3～5週間	3～6週間
工事費	200～300万円 床・壁の復旧費用が別途必要	300～600万円	500～700万円	600～1000万円程度 支持層の深さより変動
備考	沈下が終息しているときに採用される工法であるため、再液状化に対しては注意が必要。アンカーボルトを切断してジャッキアップするため、修復後の基礎と上家の緊結にも注意が必要。	液状化層への注入改良ができれば再液状化に対しても効果が期待できる。工事後、1年程度地盤が安定するまで経過観察が必要。	支持層が浅い場合や沈下が終息しているときに採用される工法であるため、再液状化に対しては注意が必要。※2トンネル式に掘削することにより可。但し地盤条件による。	液状化層下部の地盤で支持すれば再液状化に対しても効果が期待でき、現状の修正工法では最も信頼性が高い。支持層が深くなると継ぎ足す箇所が多くなるため、継ぎ部の品質や鉛直断に注意が必要。※1トンネル式に掘削することにより可。但し地盤条件による。

- 対象建物は建坪 50～70m² (15～20 坪) 総 2 階建ての場合を想定しており、金額は参考です。
- 液状化による傾斜の修復に伴い、破損または合わなくなった設備配管等の修復費用は含まれていません。

出典：液状化被害の基礎知識、一般社団法人日本建築学会