

## 小規模建築物を対象とした沈下傾斜修復工法の分類・整理

### 1. 沈下傾斜修復工法の概要

液状化により、中町、新町においては、多くの戸建住宅が沈下傾斜し、その半数近くの約 3700 棟が 1/100 以上傾き、半壊以上の認定を受けるなど大きな被害となった。

建築物が傾くと、戸の開け閉めの不具合、隙間風の発生、傾斜による物の転がりといった障害だけでなく、個人差があるものの使用者にめまいや吐き気などの健康障害が生じることがある。また、建築物周辺に埋設されている上・下水道管、ガス管のうち、特に、水道管が液状化や建築物の沈下に伴って損傷を受けているケースが多い。また、隣接道路に比べて宅地の沈下量が大きい場合には、雨水等が周辺から宅地へ流れ込むため、建物を復旧後の道路面と同等の高さにすると同時に傾斜を修正する必要がある。

こうした点を一刻も早く解消しようと、市内でも各所で傾斜復旧工事が行われているところである。

本節では、沈下傾斜した家屋の修復工法について取りまとめる。

### 基礎と柱が一体的に傾いたときの住家被害認定

基礎と柱が一体的に傾く不同沈下の場合の判定

四隅の柱の傾斜の平均	判定	運用	浦安での被害件数	備考
1/20 以上	全壊	従来通り	18	
1/60 以上、1/20 未満	大規模半壊	新規	1,541	1/60：従来から基準値として使われている構造上の支障が生じる値
1/100 以上、1/60 未満	半壊	新規	2,121	1/100：医療関係者等にヒアリングを行い設定した居住者が苦痛を感じるとされている値
1/100 未満（傾斜による判定は行なわない）	一部損壊	従来通り	5,096	
	被害なし	従来通り	1,105	
合計			9,881	

沈下傾斜修復工法には、基礎下から嵩上げする工法と基礎上（土台）から嵩上げする工法に大別され、建物荷重を持ち上げるための反力の考え方、施工条件などに応じて様々な工法がある。

いずれにしても、工法の選定や設計は地盤調査の結果を踏まえて行なうことが必要である。また、嵩上げに際して荷重が局部的に集中することにより、基礎や上部構造を痛めることがあるので、既存基礎の形式（布基礎・ベタ基礎）とその剛性などを十分考慮して工法やジャッキの配置などを検討するなど、慎重な設計、施工が必要である。

いずれの工法も相当な技術力を必要とするが、同様の工法でも業者間で技術力に大きな差がある場合がある。このため、工法等の選定にあたっては、専門家に意見を求めたり、あるいは複数業者から見積もりを徴収し、工事内容、費用、工事日数などをよく確認し、十分比較して納得のいく工法を選定するなど、慎重に行う必要がある。また、近隣建物の沈下、傾斜を誘発しないよう注意する必要がある。

### （１）基礎下から嵩上げする工法

基礎下から嵩上げする工法としては、建物を嵩上げするための反力の取り方などに応じて、以下のような工法がある。

#### ① 杭を反力にジャッキアップする工法

##### （i）アンダーピニング工法

基礎下を掘削して建物荷重を利用しながら 1 m 程度の鋼管杭を継ぎ足してジャッキで地中に圧入していき、建物荷重を支持できる深さまで貫入できたら、逆にそれを反力として建物をジャッキアップする工法である。

十分な剛性を有する布基礎、ベタ基礎いずれにも、また対象とする建物の沈下量が大きい場合にも対応可能である。

ジャッキアップの際、建物周辺に加えて建物直下にも、ある程度の数のジャッキを入れて局部的に応力が集中しないように配慮し、基礎を痛めないような慎重な施工が必要である。また、建物直下への鋼管とジャッキの設置のため、横堀での掘削か 1 階の床の解体を伴う施工となる。掘削した土の仮置き場が必要となり、仮置き場が用意できない場合は処理費が発生する。基礎下の埋め戻しも土を密に充填する必要があり施工管理に注意が必要となる。なお、地盤の掘削を伴うため、地下水位が極めて高い場合は施工が難しくなる場合がある。

地盤条件と建物荷重によって貫入深度が左右される。浦安では、支持層が深いため、杭長は長くなり、また、建物荷重を支持しきれないケースもある。支持層が深くなると継ぎ足す箇所が多くなり、杭の継ぎ部の品質や鉛直性のほか、費用が増大するため、注意が必要である。

##### （ii）サイドピニング工法

基礎剛性が十分確保できる場合、アンダーピニング工法と同様、基礎まわりに鋼管杭をジャッキで圧入または回転貫入させ、これを反力にジャッキアップする工法である。

最小限の掘削でジャッキアップ可能だが、剛強な基礎の場合以外は単独工法として

は利用されず、建物中央部を同時に薬液等の注入でリフトアップするなど、他の工法と併用される。

## ② 耐圧版・コンクリートブロックなどを反力にジャッキアップする工法

### (i) 耐圧版工法

基礎下を順次掘削して建物荷重を仮受けしながらコンクリートの打設などを繰り返して耐圧版を構築し、耐圧版を反力としてジャッキアップするもので、主に支持層が浅い場合や沈下が終息しているときに適用される工法である。

杭を反力とする工法と同様に、十分な剛性を有する布基礎、ベタ基礎いずれにも、また対象とする建物の沈下量が大きい場合にも対応可能である。

ジャッキアップの際、建物周辺に加えて建物直下にも、ある程度の数のジャッキを入れるなど局部的に応力が集中しないように配慮し、基礎を痛めないような慎重な施工が必要である。また、建物直下への耐圧版とジャッキの設置のため、横堀での掘削か1階の床の解体を伴う施工となる。掘削した土の仮置き場が必要となり仮置き場が用意できない場合は処理費が発生する。基礎下の埋め戻しも土を密に充填する必要があり施工管理に注意が必要となる。埋め戻し量が多くなる場合は、将来の液状化に伴う沈下に対して不利にならないよう、比重が比較的小さい材料などを選択する可能性についても検討することが望ましい。掘削を伴うため、地下水位が極めて高い場合は施工が難しくなる場合がある。

ジャッキアップのための反力となる耐圧版を設置する地盤強度の確保が必要だが、浦安では液状化などの影響で地盤強度が低下している可能性があるため、地盤改良などを含めて、反力が十分に確保できるよう慎重な配慮が必要となる。

## ③ 薬液の注入圧によりリフトアップする工法

### (i) 静的圧入締固め(CPG)工法

基礎下へ流動性モルタルを注入し地盤を圧縮締固めするとともに、注入圧により基礎をリフトアップする工法である。

基礎下地盤へのモルタル注入圧でリフトアップする工法のため、通常ベタ基礎でのみ有効な工法であり、修復できる沈下量は20cm程度が限界である。注入によるリフトアップの際、局部的に応力が集中しないように配慮し、基礎を痛めないような慎重な施工が必要である。既存基礎には布基礎に防湿コンクリートを施工した形態のものもあり、一見ベタ基礎に見えるようなものもあるので、注意を要する。また、薬液は地盤中に広がりながら浸透していくことから、近隣建物に影響を及ぼすことがあり、影響範囲に留意する必要がある。

比較的大きな機材が必要なことから、家屋直下への注入を行なうためには、床の撤去が必要となる。また、同時に1点あるいは2点程度の注入となるため、リフトアップ、水平調整には熟練を要する。

液状化層を全面的に締固めれば液状化対策となるが、浦安では液状化層が厚いため、全層にわたって行なうとコスト高となる。

## (ii) 地盤改良型注入工法

建物外周から基礎下へ、さらには基礎直下へ、セメント系・水ガラス系の薬液等を注入することにより、瞬時に地盤の固化を図った上で、固化した地盤と基礎下に薬液を注入し、その建物をリフトアップする工法である。

基礎下地盤への薬液注入圧でリフトアップする工法のため、通常ベタ基礎でのみ有効な工法であり、修復できる沈下量は20cm程度が限界である。注入によるリフトアップの際、局部的に応力が集中しないように配慮し、基礎を痛めないような慎重な施工が必要である。既存基礎には布基礎に防湿コンクリートを施工した形態のものもあり、一見ベタ基礎に見えるようなものもあるので、注意を要する。また、薬液は地盤中に広がりながら浸透していくことから、近隣建物に影響を及ぼすことがあり、影響範囲に留意する必要がある。

比較的大きな機材が必要なことから、家屋直下への注入を行なうためには、床の撤去が必要となる。また、同時に1点あるいは2点程度の注入となるため、リフトアップ、水平調整には熟練を要する。

液状化層を全面的に締固めれば液状化対策となるが、浦安では液状化層が厚いため、全層にわたって行なうとコスト高となる。また、建物外周のみから注入する工法は、基礎下地盤を均一に改良することは困難である。

## (iii) リフトアップ型注入工法

基礎スラブに開けた小口径の穴から基礎下へ瞬結性のセメント系・水ガラス系の薬液を注入し、直下の地盤を固化した後に注入圧により建物をリフトアップする工法である。基礎スラブに2m程度の間隔で穴を開けることにより、薬液を多点(20~25点)から、リフトアップ状況を管理しながら複数回に分けて少量ずつ注入するのが特徴である。また、基本的に床下での作業となるため、床の撤去は不要である。

基礎下地盤への薬液注入圧でリフトアップするため、通常ベタ基礎のみに適用可能である。既存基礎には布基礎に防湿コンクリートを施工した形態のものもあり、一見ベタ基礎に見えるようなものもあるので、注意を要する。

修復できる沈下量は通常30cm程度までだが、工法毎に用いる薬液の違いによって、リフトアップ可能な修復量や建物重量が異なり、RC造10階建て程度の建築物の傾斜を修復した実績のある工法もある。薬液の注入が、近隣建物に影響を及ぼす可能性があるため、影響範囲に留意する。

リフトアップする高さに応じてコストが高くなるため、沈下量が大きい場合は、併用工法など、他の方法を含めて検討が必要となる。

なお、地盤の固化範囲はごく表層に限られるため、液状化防止の効果は期待できない。

## ④ 薬液の膨張圧によりリフトアップする工法

### (i) 発泡ウレタン工法

基礎スラブに開けた小口径の穴から基礎下へ発泡性ウレタン等を注入し、その膨張圧力で建物をリフトアップする工法である。薬剤を多点注入し、リフトアップ状況を

管理しながら施工する。樹脂の単位体積重量は極めて小さいため、注入による重量増加（地盤への負担）が抑えられることが特徴である。リフトアップ高さや建物重量が大きい場合は、併用工法等の検討が必要である。

基礎直下への薬液膨張圧でリフトアップするため、通常ベタ基礎のみに適用可能な工法である。既存基礎には布基礎に防湿コンクリートを施工した形態のものもあり、一見ベタ基礎に見えるようなものもあるので、注意を要する。修復できる沈下量は、工法に用いるウレタンの発泡特性によって5～30cm程度と様々であり、薬液の注入量の管理が重要となる。

地盤の特性によっては、基礎下地盤に薬液が計画以上に広がる場合があるので、注入量の管理が重要となり、場合によっては、基礎側面から樹脂漏れすることがあるため、影響範囲に留意する必要がある。

影響範囲はごく表層に限られるため、液状化対策としての効果は期待できない。

## ⑤ 併用工法

### (i) セメント系薬液注入工法と耐圧版工法を併用してリフトアップする工法

まず、基礎下の地盤をセメント系薬剤などで固化することによって支持力を確保した上で、改良地盤に直接または耐圧版を介してジャッキを設置して建物をリフトアップする工法である。基礎下の地盤でジャッキアップに必要な反力が取れない場合に用いられる。

杭を反力とする工法と同様に、十分な剛性を有する布基礎、ベタ基礎いずれにも、また対象とする建物の沈下量が大きい場合にも対応可能である。

一部の工法では、耐圧版工法では不可欠な建物直下の大規模な掘削を伴わずにリフトアップすることが可能であり、その場合は経済的で比較的短期間に施工できる。

地盤改良を伴うので、液状化層を全面的に改良すれば対策となるが、浦安では液状化層が厚いため、全面的に改良するにはコスト高となる。

### (ii) ジャッキアップ工法と薬液注入工法との併用工法

建物外周をジャッキアップ工法（サイドピニング工法や耐圧版工法など）でジャッキアップするとともに、基礎や上部構造の損傷を防ぐために、建物中央部の基礎下に薬液（リフトアップ型や発泡ウレタン）を注入し、リフトアップする工法である。薬液注入だけでは建物をリフトアップできないときに利用される工法で、リフトアップ高さが5～30cm以上で用いられることが多い。

薬剤によるリフトアップを伴うことから、通常、通常ベタ基礎でのみ有効な工法である。

沈下が大きい場合に地盤の掘削を伴わずに、または基礎周辺部分の掘削のみでリフトアップできる工法であり、ジャッキアップ工法に比べて、短期間に施工できる可能性がある。

ジャッキアップに杭を用いる工法を採用した場合、ジャッキアップに利用した杭を基礎から切り離し、将来地盤沈下した場合の基礎の損傷を防ぐ配慮が必要と考えられる。

## (2) 基礎土（土台）から嵩上げする工法

基礎土（土台）から嵩上げする工法には、既存の基礎を活用するかしないかに応じて、以下のような工法がある。

### ① 基礎を再利用する工法

#### (i) ポイントジャッキ工法

基礎を一部削り建物本体の土台の下に爪の付いたジャッキを挿入してジャッキアップする工法である。このため、基礎は傾斜したまま再使用することになるため、土台との間に生じる隙間には無収縮モルタルを充填する。

基礎の種類を問わずに施工可能だが、無筋基礎の場合は補強することが望ましい。修復可能な沈下量は10cm程度以下であり、上部構造が傷まないように施工するには熟練した技術が必要と考えられる。

掘削や薬液注入を伴わないので、経費は比較的安く抑えられる。

既存のアンカーボルトを切断してジャッキアップすることが必要なため、修復後の基礎と上部構造の緊結に注意を要する。

### ② 基礎を再構築する工法

#### (i) ねがらみ工法

土台の下に鋼材などのねがらみ材を入れ、一旦、基礎と建物を切り離し、建物だけをジャッキアップした後に、基礎の再施工と地盤改良のいずれか、あるいは両方を行った後に、建物を下ろして基礎に緊結する工法である。

ジャッキアップの高さや方法により、地盤改良の方法が制限される可能性がある。抜本的な液状化対策のための地盤改良には、機材の搬入が可能なジャッキアップ高さを確保する必要がある。また、建物外周に数m以上の施工スペースが必要であり、施工可能な場所は限られる。

#### (ii) 曳屋工法

土台下に鋼材などのねがらみ材を入れ、建物を水平方向に移動するとともに、基礎の再施工と地盤改良のいずれか、あるいは両方を行った後に、建物を戻して基礎に緊結する。

建物外周に数m以上の施工スペースと、建物を平行移動するための移動経路、仮置きスペースが必要であり、施工可能な場所は限られる。

以上のような工法が様々あるが、作業スペースの確保や機材の設置場所の確保などから敷地の周囲空地や形状により施工費にも差が出ることもあるので、施工者や工法の選定にはこれらの条件を十分把握して見積もりを取る必要がある。また、ライフラインなどの埋設管の仮配管の必要性の有無や本復旧費等についても契約の際には確認が必要であるとともに、本復旧時には今後の液状化対策として、可とう継手や伸縮継手などを使用する必要がある。

# 液状化被災住宅の沈下傾斜修復工事における留意点

## ■建物と基礎の構造仕様の確認

建物：木造、ツーバイフォー、鉄骨造、コンクリート造など [図1. 参照]

- ・建物の構造の違いで建物の荷重や荷重のかかり方が異なります。

基礎：ベタ基礎、有筋の布基礎、無筋の布基礎など [図2. 参照]

- ・基礎の仕様によって沈下傾斜修復後方の選択条件が異なります。
- ・基礎に鉄筋が入っているかどうかは、ジャッキアップには不可欠な情報です。  
※床下がコンクリートで覆われている場合でも、べた基礎とは限らず強度の無い防湿コンクリートの場合があるので、注意が必要です。  
※基礎の仕様は、建築時の設計図書で確認しますが、図書がない場合は、建築年によって確認できる場合もあります。 [図3. 参照]
- ・ジャッキアップする際に、基礎梁（立上がり部分）の鉄筋量によって支持する間隔が決まります。  
※基礎の高さが60cm程度で、主筋（基礎の立上がり部の上下の鉄筋）がD13の場合、概ね2.5m間隔以下です。
- ・基礎の位置と建物の壁の位置によって、ジャッキの支持位置が決まります。

地盤補強：表層改良、柱状改良、鋼管杭など

- ・地盤補強が施工されている場合は、その工法によって、沈下修正工法の選定や費用が異なってきます。

## ■被災度調査の実施

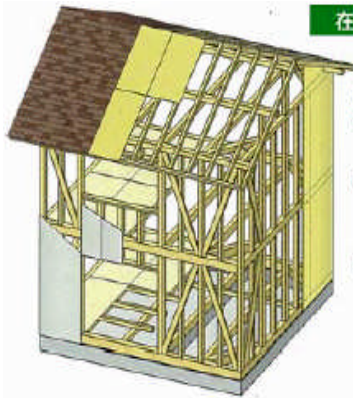
現況測量：沈下傾斜の分類

- ・基礎の天端（上面）または、1階床上のレベルを測量し、建物が一体で傾斜しているのか、変形して傾斜しているのかを確認します。 [図4. 参照]
- ・傾斜の種類によって、基礎の健全性や修復方法が異なります。

## ■地盤調査の実施

サウンディング試験：スウェーデン式サウンディング試験や標準貫入試験など

- ・地盤調査を実施します。調査の結果によっては、採用できない沈下傾斜修復工法もあります。  
※建築時に実施した地盤調査資料があっても、被災後に地盤の強度が低下していることもありますので、沈下傾斜修復工法選定前に実施します。



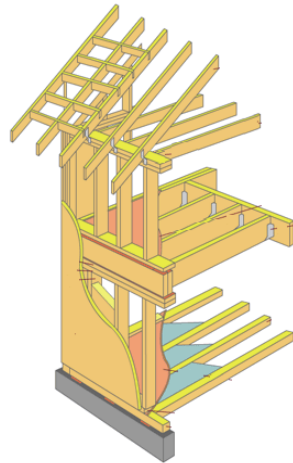
### 在来工法(木造軸組み工法)

- 構造体は木材。
- 柱や梁・筋交いなどの骨組みで荷重を支える。
- 筋交いによる耐力壁のほかに、構造用合板を用いて「面」で支える工法も増えている。
- 柱や梁を露出させた「真壁」と、仕上げ材で覆う「大壁」の2種類に大きく分けられる。



### 鉄骨プレース工法

- 構造体は主に軽量鉄骨。
- 鉄骨の柱や梁に外壁パネルを取り付ける。
- プレース(筋交い)を入れた耐力壁により、建物を支持する。
- 錆への対処を怠らなければ耐久性もすぐれる。

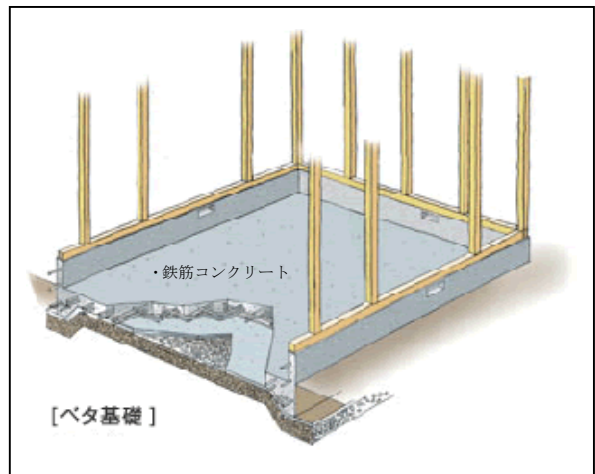
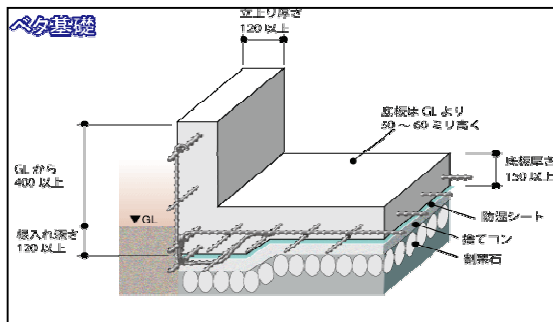
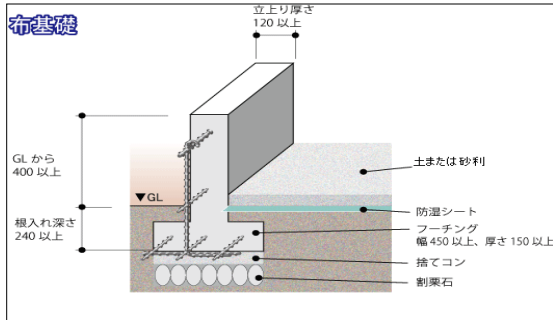
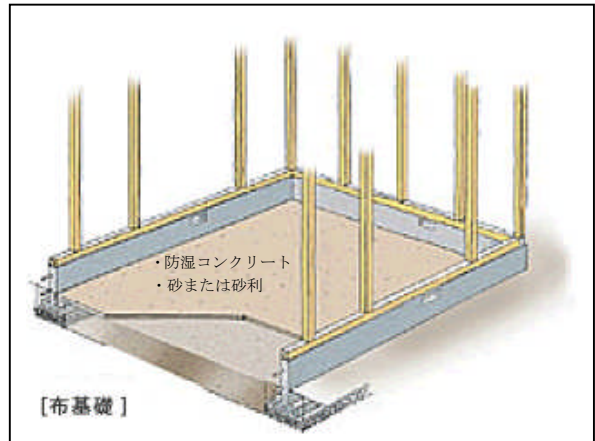
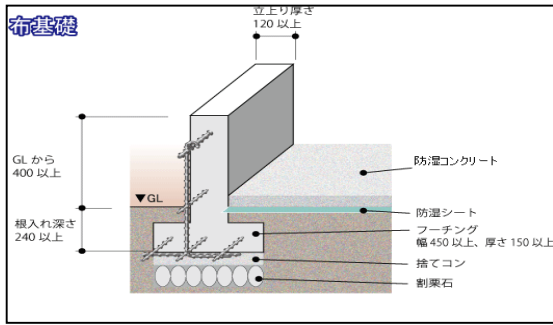


### ツーバイフォー工法

- 構造体は木造。
- 2インチ×4インチの材料を基準として、規格の大きさ数種類の組み合わせで、家の骨組みを構成します。
- 構造用合板を用いて、「面」で支える工法。
- 工業化が可能な工法。

図1. 建物の構造の例





床下がコンクリートで覆われている場合は、設計図等で、べた基礎か布基礎（防湿コンクリート有）かを確認する必要がある。設計図等が無い場合は、ドリル等で穴を開けコンクリートの厚さを確認し、べた基礎であることを確認する必要がある。

図2. 基礎の構造の例

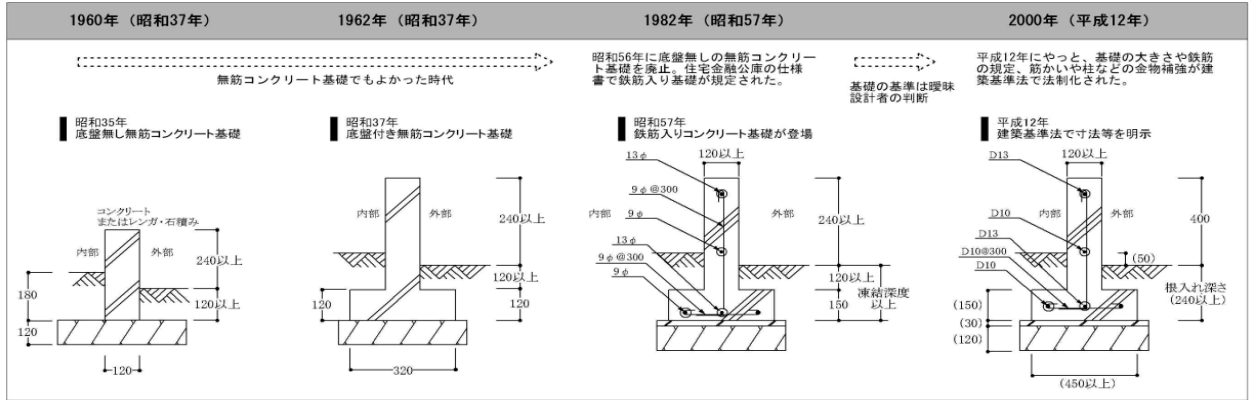


図3. 木造住宅基礎の公庫仕様の変遷

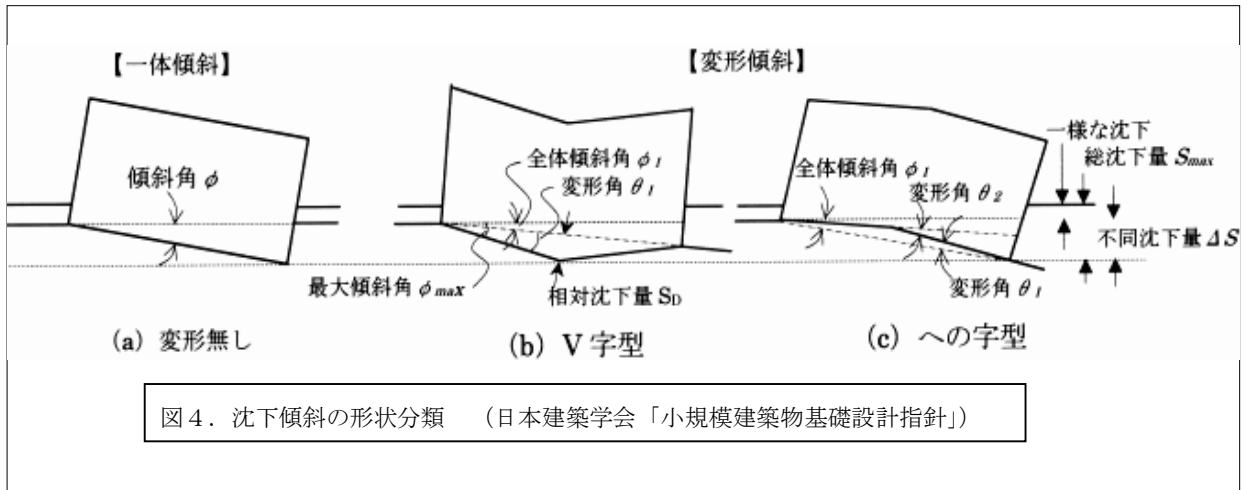
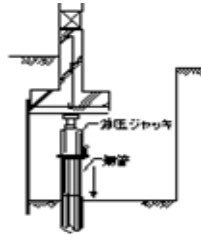
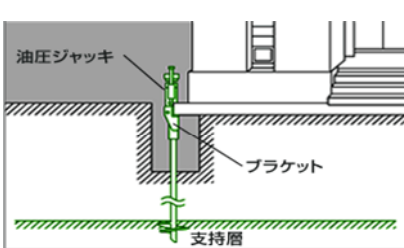
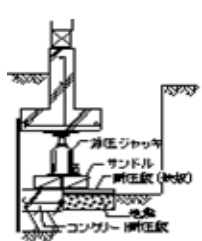
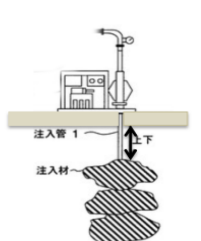
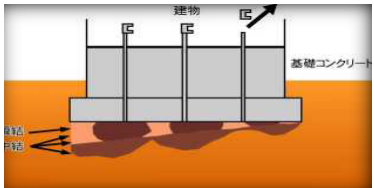
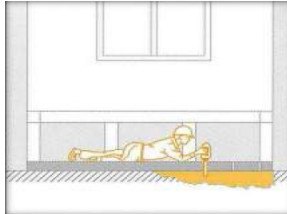


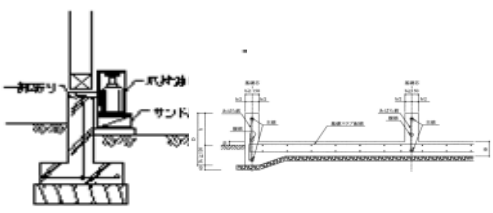
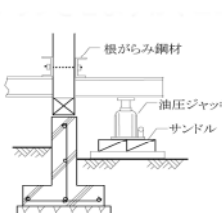
図4. 沈下傾斜の形状分類 (日本建築学会「小規模建築物基礎設計指針」)

小規模建築物(戸建)の液状化による沈下傾斜修復工法一覧					
嵩上げ方法		基礎下から			
沈下傾斜修復の考え方		杭を反力にジャッキアップ		耐圧版・コンクリートブロックなどを反力にジャッキアップ	薬液の注入圧によるリフトアップ
工法名		アンダーピニング工法	サイドピニング工法	耐圧版工法	静的圧入締固め工法(CPG工法)
工法の概要	説明	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地中に圧入する。支持できる深さまで貫入後、逆にこれを反力にジャッキアップする。	基礎まわりに鋼管杭を圧入または回転貫入させ、これを反力にジャッキアップする。基礎剛性が極めて高い場合以外は、単独で用いられることは少なく、同時に、基礎内部のリフトアップを薬液注入により行うなどの併用工法が採用される。	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、耐圧版を反力に基礎をジャッキアップするとともに傾斜を修復する。	基礎下へ流動性モルタルを注入し地盤を圧縮締固めするとともに、注入圧により基礎をリフトアップすることで、沈下傾斜を修復する。
	概要図				
工法の特徴・沈下修正の考え方		杭を反力にジャッキアップ	杭を反力にジャッキアップ	耐圧版・コンクリートブロックなどを反力にジャッキアップ	モルタルなどの注入による地盤締固めと、その注入圧によるリフトアップ
施工条件	布基礎	○	基礎剛性が特に高い場合のみ(単独で用いられることはまれ)	○	X
	ベタ基礎	○	基礎剛性が特に高い場合のみ(単独で用いられることはまれ)	○	○
	不同沈下量	条件なし	条件なし	条件なし	2.0 cm程度以下
	隣地境界距離	1 m程度(離間距離無くても可※)	0.5 m程度	1 m程度(離間距離無くても可※)	1 m程度以上
	床・壁の解体の有無	床の解体・復旧がある場合もあり	なし	床の解体・復旧がある場合もあり	あり
	仮住まいの必要性	ある場合もあり	なし	ある場合もあり	ある場合もあり
工期	3~6週間	—	3~5週間	1~2週間	
工事費 基準建物面積約20坪の目安	600~1000万円	単独で用いることは、まれなため非算出	500~700万円	500~700万円	
	掘削の難易度、杭の支持層の深さにより変動	杭の支持層の深さにより変動	掘削の難易度、支持層地耐力により変動	地盤改良深度、リフトアップ高さにより変動、床および埋設配管などの復旧費用が別途必要	
メリット・デメリット・注意点	ジャッキアップの際、基礎に過度な変位、応力をかけ、基礎を痛めない慎重な施工が必要である。掘削を伴うため、地下水位が極めて高い場合は、施工が難しくなる場合がある。	ジャッキアップの際、基礎に過度な変位、応力をかけ、基礎を痛めない慎重な施工が必要である。地盤の掘削を伴わず、または最小限の掘削で、ジャッキアップが可能。一般には、注入工法など他の工法との併用となる。	ジャッキアップの際、基礎に過度な変位、応力をかけ、基礎を痛めない慎重な施工が必要である。掘削を伴うため、地下水位が極めて高い場合は、施工が難しくなる場合がある。	通常、ベタ基礎に対してのみ有効である。注入によるリフトアップの際、基礎に過度な変位、応力をかけ、基礎を痛めない慎重な施工が必要である。圧縮締固めを行うために、比較的大きな機材が必要となり、床の撤去などを伴う。同時に、1点または2点程度の注入のため、リフトアップ、レベル調整には熟練を要する。近接する複数住戸を施工する場合、仮設費が割安となる場合がある。	通常、ベタ基礎に対してのみ有効である。注入によるリフトアップの際、基礎に過度な変位、応力をかけ、基礎を痛めない慎重な施工が必要である。建物外周から注入する工法は、基礎下地盤の均一な地盤改良は難しい。
浦安の地盤特性による考察	埋立層が厚いため、杭長が長くなり、鋼管杭の溶接回数が多くなる。地盤条件と建物荷重によって、押し込み杭深度が左右される。	埋立層が厚いため、杭長が長くなり、杭の継ぎ足し回数が多くなる。地盤条件と建物荷重によって、押し込み杭深度が左右される。	ジャッキアップのため反力を確保する地盤が液状化などのため強度低下している可能性があるため、地盤改良などを含めて、反力が十分に確保できる慎重な配慮が必要となる。	液状化層が厚いため、全層にわたって地盤改良を行うとコスト高となる。	液状化層が厚いため、液状化地盤を全面的に改良するにはコスト高となる。
将来の地震に対する沈下傾斜の可能性と復旧のための工夫	杭基礎が先端支持杭として有効に働き、なおかつ液状化層の水平変形の影響を免れた場合は、周辺地盤との間に段差が生じる可能性が高い。それ以外の場合は、建物の沈下・傾斜の可能性が高い。	杭基礎が先端支持杭として有効に働き、なおかつ液状化層の水平変形の影響を免れた場合は、周辺地盤との間に段差が生じる可能性が高い。それ以外の場合は、建物の沈下・傾斜の可能性が高い。	あり	あり(液状化層を全面的に締め固めればなし)	あり(液状化層を全面的にグラウトすればなし)
地盤の再液状化の可能性	あり	あり	あり	あり(液状化層を全面的に締め固めればなし)	あり(液状化層を全面的にグラウトすればなし)
契約時・施工時のチェック点、プラント用地・資材置き場	掘削土、杭、ジャッキなどの資材置き場が必要	掘削土、杭、ジャッキなどの資材置き場が必要	掘削土、杭、ジャッキなどの資材置き場が必要	注入剤、注入用プラント、機材などのスペース	注入剤、注入用プラント、機材などのスペース
備考	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度、費用増大などに注意が必要。※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。		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、再沈下に対しては注意が必要。※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。		*地盤改良とリフトアップが連続して行える工法は1~2週間程度、地盤改良による反力増加を待ってリフトアップを行う工法は、3週間程度。
注意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・沈下修正工法の選定や設計のために、地盤調査が必要です。</li> <li>・ベタ基礎の注意点:建築確認申請の際の図面を確認する。一見、床スラブがありベタ基礎のようでも、防湿のために厚さ5cm程度のコンクリートを打設しているだけで、構造的には、布基礎である場合があるので注意が必要。</li> <li>・いずれも、複数軒で、同時または連続施工することで、若干のコスト削減が可能と思われる。</li> <li>・近隣建物の沈下・傾斜などを誘発しない工法、今後の近隣建物の沈下・修正修復工事に影響を受けない工法を慎重に選択する必要がある。</li> <li>・いずれの工法も相当な技術力を必要とするが、同様の工法でも業者間で、技術力に大きな差があることがある。</li> </ul>				

※一部の図、写真は、民間企業のパンフレット・ホームページより転載させて頂きました。

小規模建築物(戸建)の液状化による沈下傾斜修復工法一覧					
嵩上げ方法		基礎下から			
沈下傾斜修復の考え方		薬液の注入圧によるリフトアップ	薬液の膨張圧によるリフトアップ	併用工法	
工法名		リフトアップ型注入工法	発泡ウレタン工法	セメント系薬液注入工法と耐圧版工法との併用工法 ジャッキアップ工法と薬液注入工法との併用工法	
工法の概要	説明	基礎スラブに開けた小口径の穴から、基礎下へ瞬結性のセメント系・水ガラス系薬液等を注入し、固化した後に注入圧により基礎をリフトアップすることで、沈下傾斜を修復する。	基礎下へウレタン等を注入し膨張圧により基礎をアップすることで、沈下傾斜を修復する。	まず、建物下の地盤をセメント系薬液などにより地盤改良して、次に、これを反力にジャッキアップ工法(耐圧版工法)を用いて、沈下傾斜を修復する。	建物外周をジャッキアップ工法(サイドピニング工法、耐圧版工法など)でジャッキアップするとともに、建物中央部を薬液(リフトアップ型、発泡ウレタン)注入工法などによりリフトアップ。
	概要図			セメント系薬液注入工法と耐圧版工法を参照	ジャッキアップ工法と薬液注入工法を参照
工法の特徴・沈下修正の考え方		薬液の多点(20-25点)インターバル注入による、注入圧によるリフトアップ リフトアップ状況を管理しながら複数回に分けて少量ずつ注入する	薬剤の多点注入による膨張圧によるリフトアップ。	地盤でジャッキアップ反力が取れない場合に用いられることがある。液状化層を全面的に改良すれば、液状化対策としての効果が期待できる。	薬剤注入だけでは、建物をリフトアップできないときに利用。不同沈下量が5-30cm以上で用いられることが多い。
施工条件	布基礎	X	X	○	X
	ベタ基礎	○	○	○	○
	不同沈下量	30cm程度以下	5-30cm(薬剤の発泡特性に依存)	30cm以上でも可	30cm以上でも可
	隣地境界距離	1m程度以上※	1m程度以上※	コスト高となる。	サイドピニングの場合は極めて狭い空間でも可
	床・壁の解体の有無	なし	なし	なし、あり(工法による)	なし
	仮住まいの必要性	なし	なし	なし	なし
工期	3日~1週間	2日~4日	3~5週間	1~2週間	
工事費 基準建物面積約20坪の目安	250~700万円 リフトアップ高さにより変動(20cm400万、50cm700万)、配管などの復旧費用が別途必要	100~300万円 リフトアップ高さにより変動(5cmで100-200万、10cmで200-250万)、配管などの復旧費用が別途必要	400~600万円 リフトアップ高さにより変動 配管などの復旧費用が別途必要	300~1000万円 ジャッキアップ方法、リフトアップ高さ、薬剤の種類により変動、配管などの復旧費用が別途必要	
メリット・デメリット・注意点	通常、ベタ基礎に対してのみ有効である。注入によるリフトアップの際、基礎に過度な変位、応力をかけ、基礎を痛めない慎重な施工が必要である。また、工法毎に用いる薬液によって、リフトアップ高さ、荷重が異なり、RC造建物10階程度を持ち上げられる工法もある。リフトアップ高さが高い場合は、コスト増になるため併用工法等他の方法も含めて検討。	通常、ベタ基礎に対してのみ有効である。注入によるリフトアップの際、基礎に過度な変位、応力をかけ、基礎を痛めない慎重な施工が必要。リフトアップ可能な高さが、各工法で用いるウレタンの発泡特性などにより異なる。リフトアップ高さが大きい場合は、併用工法等、他の方法も含めて検討。樹脂の単位体積重量が極めて軽いため、注入による重量増加が押さえられる。	沈下が大きい場合にも、建物直下の大規模な掘削を伴わずにリフトアップが可能な工法であり、経済的で比較的短期間に施工できる。	沈下が大きい場合に地盤の掘削を伴わずに、または基礎周辺部分の掘削のみで、リフトアップできる工法であり、経済的で短期間に施工できる可能性がある。ジャッキアップに杭を用いた場合で、基礎剛性が十分確保できない場合は、ジャッキアップに利用した杭を基礎から切り離し、建物を地盤で支持させることが望まれる。	
浦安の地盤特性による考察	液状化層が厚いため、全面的に改良することは難しい。	影響範囲が建物直下に限られ、液状化層が厚いため、液状化地盤を全面的に改良することは難しい。	液状化層を全面的に改良するにはコスト高となる。	液状化層が深いため、全面的に改良することは難しい。	
将来の地震に対する沈下傾斜の可能性と再復旧のための工夫	あり。ベタ基礎にあけた穴を再利用でき、基礎と地盤の間に注入した膨張剤が2回目以降は少なくてすむ。	あり。ベタ基礎にあけた穴を再利用でき、基礎と地盤の間に注入した膨張剤が2回目以降は少なくてすむ。	あり(液状化層を全面的に改良すればなし)。改良地盤を反力とすることが可能。	あり、杭で基礎周辺部を支持したままだと、杭の支持機構、地盤沈下と基礎剛性などによっては、基礎が損傷する可能性がある。	
地盤の再液状化の可能性	あり	あり	あり(液状化層を全面的に改良すればなし)	あり	
契約時・施工時のチェック点、プラント用地・資材置き場	注入剤、注入用プラント、機材などのスペース	注入剤、注入用プラント、機材などのスペース	注入剤、注入用プラント、機材などのスペース	注入剤、注入用プラント、機材などのスペース	
備考	※基礎直下への注入工法では狭い空間でも可	※基礎直下への注入工法では極めて狭い空間でも可			
注意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・沈下修正工法の選定や設計のために、地盤調査が必要です。</li> <li>・ベタ基礎の注意点:建築確認申請の際の図面を確認する。一見、床スラブがありベタ基礎のようでも、防湿のために厚さ5cm程度のコンクリートを打設しているだけで、構造的には、布基礎である場合があるので注意が必要。</li> <li>・いずれも、複数軒で、同時または連続施工することで、若干のコスト削減が可能と思われる。</li> <li>・近隣建物の沈下・傾斜などを誘発しない工法、今後の近隣建物の沈下・修正修復工事に影響を受けない工法を慎重に選択する必要がある。</li> <li>・いずれの工法も相当な技術力を必要とするが、同様の工法でも業者間で、技術力に大きな差があることがある。</li> </ul>				

※一部の図、写真は、民間企業のパンフレット・ホームページより転載させて頂きました。

4.1.1 小規模建築物(戸建)の液状化による沈下傾斜修復工法一覧			
嵩上げ方法		基礎上から	
沈下傾斜修復の考え方		基礎を反力にジャッキアップ	基礎の再構築
工法名		ポイントジャッキ工法	ねがらみ工法
工法の概要		基礎を一部削り建物本体の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。 	土台下に鋼材などのねがらみ材を入れ、一旦、基礎と建物を切り離し、建物だけをジャッキアップした後に、基礎の再施工と地盤改良のいずれかあるいは両方を行い、基礎に緊結する。 
工法の特徴・沈下修正の考え方		傾斜した基礎を反力にして土台から上部をジャッキアップする。	基礎の再施工と地盤改良の両方を行うことで、抜本的な液状化対策と沈下傾斜修復が行える可能性があるが、ジャッキアップの高さや方法により、地盤改良の方法が制限される可能性がある。
施工条件	布基礎	○	○
	ベタ基礎	○	○
	不同沈下量	10cm程度以下	条件無し
	隣地境界距離	0.5m程度以上	数メートル以上
	床・壁の解体の有無	床と壁の一部解体・復旧あり	床と壁の一部解体・復旧あり
	仮住まいの必要性	なし	ある場合もある
工期		3～5週間	3～5週間
工事費 基準建物面積約20坪の目安		200～300万円 床・壁の復旧費用が別途必要	建築物の構造により費用に大きな差がある 床・壁の復旧費用が別途必要
メリット・デメリット・注意点		掘削や薬液注入を伴わないので、経費は比較的安く抑えられる。	抜本的な液状化対策のための地盤改良には、機材搬入などのためジャッキアップ高さを高めにする必要。 抜本的な液状化対策のための地盤改良が可能。住宅を平行移動して仮置きするスペースが必要で、コスト高となる。
浦安の地盤特性による考察			液状化地盤を全面的に改良するにはコスト高となる。 液状化地盤を全面的に改良するにはコスト高となる。
将来の地震に対する沈下傾斜の可能性と再復旧のための工夫		あり	あり(液状化地盤を全面的に改良すればなし) あり(液状化地盤を全面的に改良すればなし)
地盤の再液状化の可能性		あり	あり(液状化地盤を全面的に改良すればなし) あり(液状化地盤を全面的に改良すればなし)
契約時・施工時のチェック点、プラント用地・資材置き場		ジャッキ等の資材置き場などのスペース	ジャッキ等の資材置き場などのスペース 建物を仮置きするスペース、仮置き場まで移動する経路のスペース
備考		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。	
注意事項			
・沈下修正工法の選定や設計のために、地盤調査が必要です。			
・ベタ基礎の注意点:建築確認申請の際の図面を確認する。一見、床スラブがありベタ基礎のようでも、防湿のために厚さ5cm程度のコンクリートを打設しているだけで、構造的には、布基礎である場合があるので注意が必要。			
・いずれも、複数軒で、同時または連続施工することで、若干のコスト削減が可能と思われる。			
・近隣建物の沈下・傾斜などを誘発しない工法、今後の近隣建物の沈下・修正修復工事に影響を受けない工法を慎重に選択する必要がある。			
・いずれの工法も相当な技術力を必要とするが、同様の工法でも業者間で、技術力に大きな差があることがある。			

※一部の図、写真は、民間企業のパンフレット・ホームページより転載させて頂きました。

# 沈下修復工法の選定フロー

