# WG3（個別対策工法検討ＷＧ）調査計画（案）

1. 検討条件

個別の対策工法では、大きく 2 つの異なる条件下での対策効果を期待している。

ひとつは、敷地条件や地盤条件により「地下水位低下工法」や「格子状改良工法」が施工できなかった場合に、単独で効果を期待するものであり、他方は「地下水位低下工法」や「格子状改良工法」を施しただけでは、宅地の液状防止・軽減効果を満足できなかった場合（または、より高い要求性能が示された場合）の補助的な効果を期待するものである。

1.1　個別対策工法の施工条件

宅地の状況は、「建替時を含む」の検討対象として、以下のとおりに仮定した。

ⅰ．更地①（建設履歴無）

ⅱ．既存建物有（沈下・傾斜無し）

ⅲ．既存建物有／建物傾斜修正済（薬液注入など、地中内修正材残存）

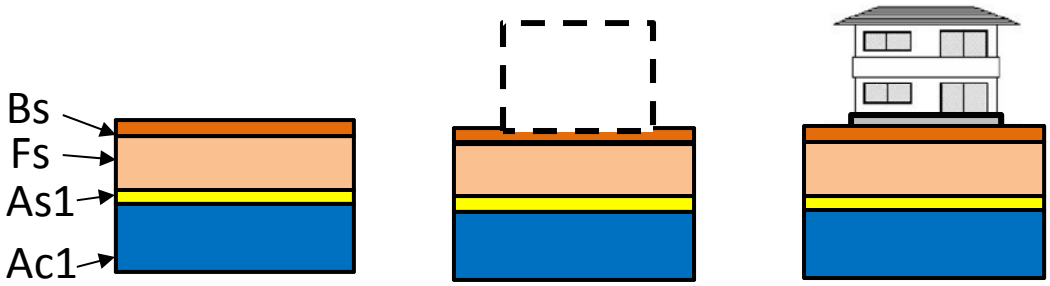
ⅳ．既存建物有／建物残留傾斜有

ⅴ．曳家①（上部構造曳家→基礎構造解体撤去→液状化対策→新設基礎→曳家・戻し）

ⅵ．曳家②（基礎構造を含む曳家→液状化対策→曳家・戻し）

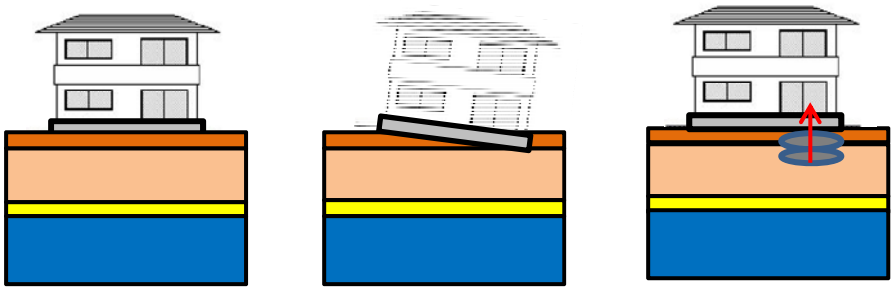
ⅶ．更地②（既存建物解体撤去・建物傾斜修正時の地中埋設物の撤去も検討）

図 1～4 に、宅地の状況イメージ図を示す。



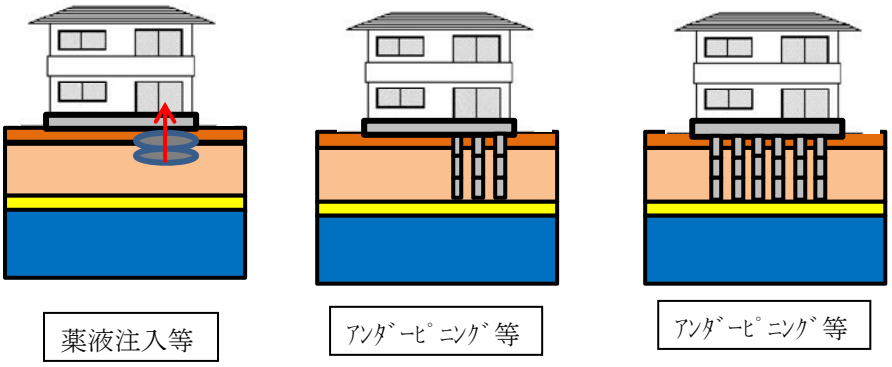

(a)更地：ⅰ　(b)更地(住宅解体・撤去済み)：ⅶ　(c)既存住宅有り：ⅱ

図 1　敷地条件のイメージ



(a) 沈下・傾斜無し：ⅱ　(b)沈下・傾斜有り：ⅳ　(c)沈下・傾斜修正済：ⅲ

図 2　既存住宅の状態のイメージ




(a)沈下・傾斜対応：iii　(b) 沈下・傾斜対応：iii　(c) 短期許容応力度の満足

図 3　沈下・傾斜修正状況のイメージ

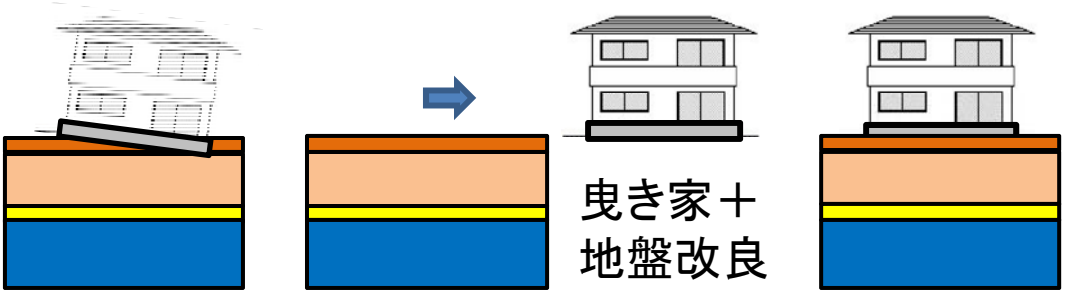



図 4　曳家が可能な場合における液状化対策のイメージ（上記の地盤改良が液状化対策）

1.2　個別対策工法の選定

「浦安市液状化対策技術調査」の結果を踏まえ、建替え時を含め、個別に実施可能な液状化防止・軽減工法について、各々の特徴や技術開発状況を検討・評価し、検討の対象とする工法の選定を行った。ここでは、地盤側の液状化防止・軽減対策として 3 つの基本的な原理に基づく対策工法及びその他の組合せ工法を選定した。また、コスト比較のために、従来工法及び建物側で対策を行う方法も合わせて検討する。個別対策工法として検討する工法を以下に示す。

(1) 密度増大工法（３工法）

・砂杭・ドライモルタル（固化体）・木杭

(2) 間隙水圧を遮断する工法

・格子状改良との組合せを含む連続地中壁（ＷＧ２の検討対象）

(3) 地盤を不飽和化させる工法

・地盤内に空気を注入する工法

(4) その他

・深層混合処理工法（柱状改良）＋浅層混合処理工法（表層改良）の組合せ

・間隙水圧消散工法（ドレーン）と他の工法の組合せ

・浮き基礎工法

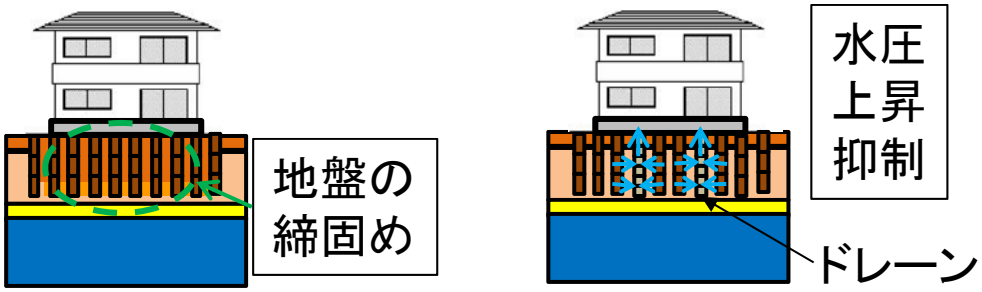
(5) 従来工法（２工法）

・杭基礎・深層混合処理工法（柱状改良）

(6) 建物側で対策を行う方法

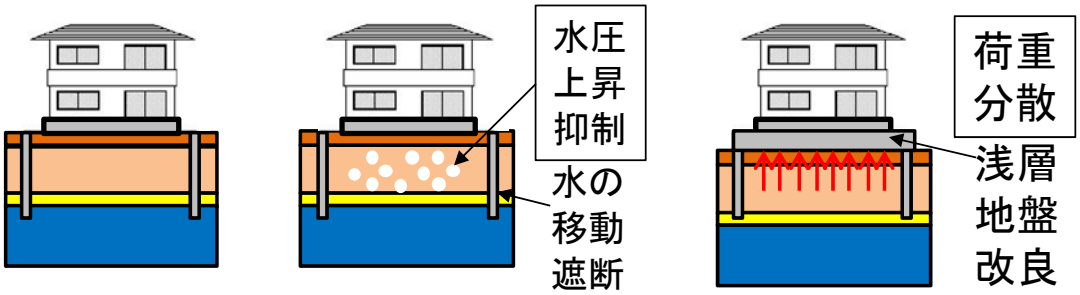
・沈下および傾斜修正システムを組み込む方法（既存及び新築の両方が対象）

図 5～8 に、個別対策工法で選定した各工法のイメージ図を示す。



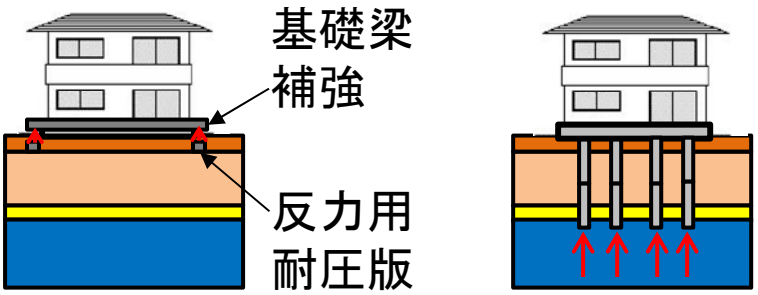

(a)砂杭等による締固め　　(b)ドレーン併用

図 5　密度増大工法：(1)・(4)




(a)改良壁のみ　　(b)不飽和化との併用　　(c)浅層地盤改良との併用

図 6　間隙水圧を遮断する工法等：(2)・(3)・(4)




(a)建物側で対策する方法の一例：(6)　　(b)従来工法：(5)

図 7　建物側対策と従来工法（杭・柱状地盤改良工法）

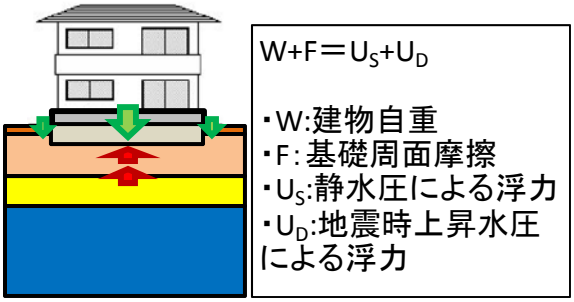



図 8　浮き基礎工法

2.　検討事項

個別対策工法の検討対象として選定した各工法について、敷地条件等による施工の制約や液状化防止・軽減効果を評価し、技術的な検討課題（メリット・デメリット）及び維持管理コストを含めた概算コストを算出する。

3.　設計検討

はじめに、宅地側の目標性能（液状化をさせない対策、あるいは、液状化しても地盤の短期許容応力度を満足させる）を定めて各工法の設計を行う。各工法による液状化防止・軽減効果、周辺道路・宅地への影響を、宅地地盤－住宅を一体とした 2 次元有効応力動的解析（LIQCA）等を用いて、設計の妥当性を確認する。

液状化防止・軽減効果を評価するため、３ＷＧ共通で三次元有効応力解析を行う予定である。

また、設計時には、施工性（施工条件）の検討から、設計ができないものを合わせて調査する。

4. ワーキング等で議論した個別の検討課題

(1) 隣接する二つの敷地（民地同士の境界、あるいは民地と道路の境界）で異なった液状化対策（無体策も含む）が行われた場合の具体的な例示の検討（ライフラインへの影響）

(2) 個別対策における最低区画（棟数）による対策の有効性の検討

(3) 液状化対策の実現性を検証するための施工試験計画

① 密度増大工法（密度増大効果の把握）

・ドライモルタル圧入工法の当該地区での施工試験

・木杭振動圧入工法の当該地区での施工試験（検討中）

（静的圧入工法については、当該地区での施工試験実績がある）

② 地盤を不飽和化する工法（空気注入後の飽和度の把握）

・空気を地盤内に注入する工法の当該地区での施工試験

5.その他（各工法の概要）

(1)締固め工法（3 工法）

地盤の締固め工法では、砂杭、ドライモルタル、木杭のいずれかを用いて地盤を締固めることにより地盤の密度を増加させ、地盤の液状化発生を抑制することを期待している。

各工法により、施工機械の大きさや施工深度が異なるため、敷地条件に応じて適切な対策工法を選定し、実施することが可能である。

それぞれの特徴は以下のとおりである。

砂　　杭 ： 他の 2 工法に比べて比較的深い深度（15m程度）まで改良が可能であるが、やや大きめの施工機械が必要となる。施工実績や液状化に対する対策効果が確認されている工法である。浦安市内の各所で見られる噴砂を再利用も可能であると考えられる。図 5.1 に施工機械、図 5.2 に施工の概要図を示す。

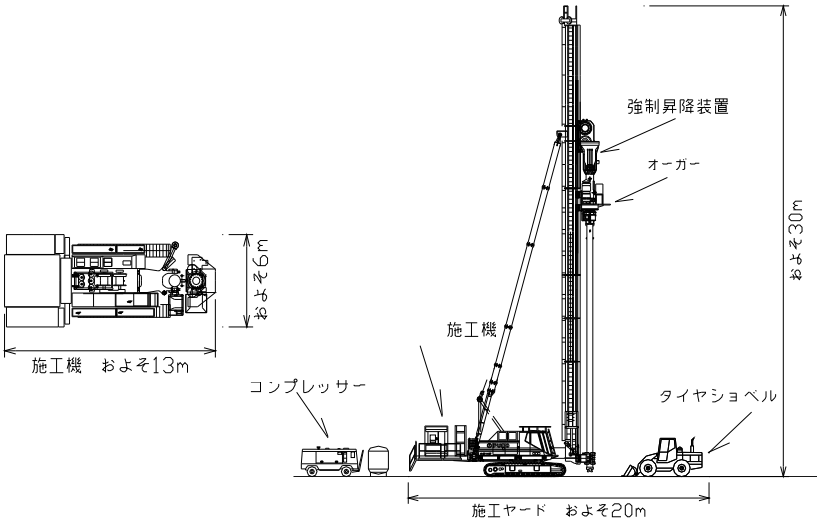



図 5.1　砂杭による締固めの施工機械

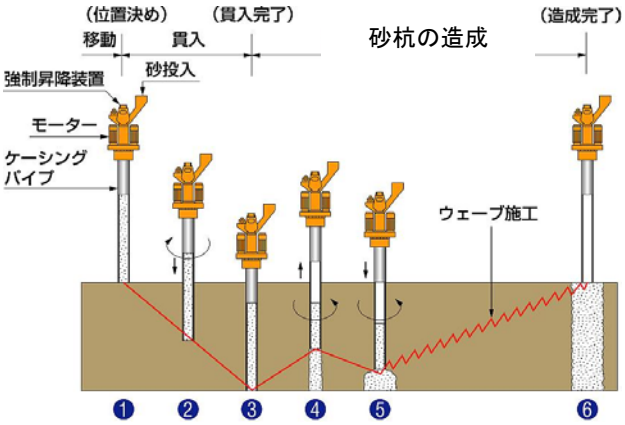



図 5.2　砂杭による締固めの施工の概要図

ﾄﾞﾗｲﾓﾙﾀﾙ： 小型の施工機械を用いるため、比較的狭い箇所での施工が可能である。施工実績はあるものの、締固め後の地盤の強度増分や改良率に関する設計手法が確立されていない。写真 5.1 に施工機械を、図 5.3 に施工の概要図を示す。

写真 5.1　ドライモルタルによる締固めの施工機械(左：施工状況、右：搬入状況)

木　　杭： 小型の施工機械を用いるため、比較的狭い箇所での施工が可能である。軟弱地盤の沈下対策としての実績もある。材料として木材を用いるため環境にも優しい工法である。しかし、液状化地盤での実績はなく、改良効果について検討する必要がある。またドレーン材を周辺に配置し、過剰間隙水圧の消散や木ぐいの浮き上がりを防止することなども有効であると思われる。写真 5.2 に施工機械を示す。

写真 5.2　木杭による締固めの施工機械(左：打撃方式、右：圧入方式)

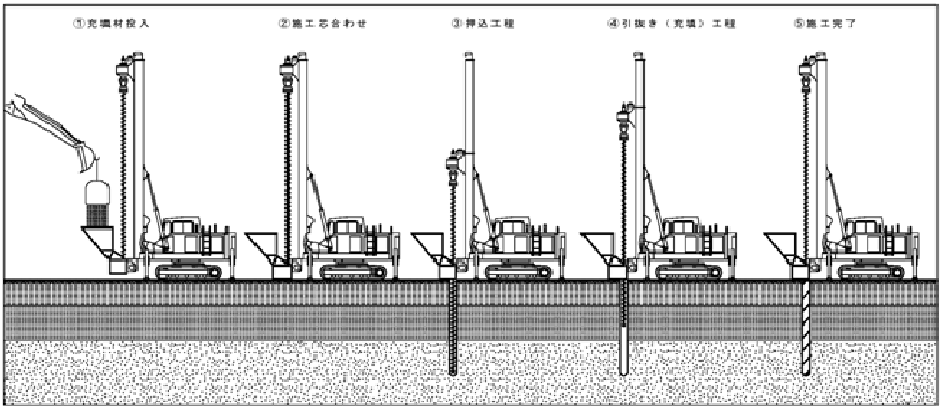



図 5.3　ドライモルタルによる締固めの施工の概要図

(2)せん断変形抑制工法（1 工法）

せん断変形抑制工法では、格子状に配置した柱状の改良体で地盤を囲み、地震時あるいは液状化時の地盤のせん断変形を抑制することにより液状化の発生を防止し、さらに液状化後の地盤の側方移動を抑制する。これら 2 つの効果により、住宅の沈下・傾斜を低減する効果を期待している。

壁体として用いる改良体については、土に含む成分によって強度発現が小さいことや、地盤の出来上がりの不均一性、安定剤による水質の汚濁・汚染などに注意する必要がある。

本調査で選定した工法では、更地のような場合には大型の施工機械を用いた大規模改良が可能であり、住宅の建替え時や既存住宅がある場合などには小型の施工機械を用いて改良を施すことができるなど、敷地条件により工法を選択することができる。図 5.4 に柱状改良体の築造方法の概要図を、図 5.5 に施工機械を示す。

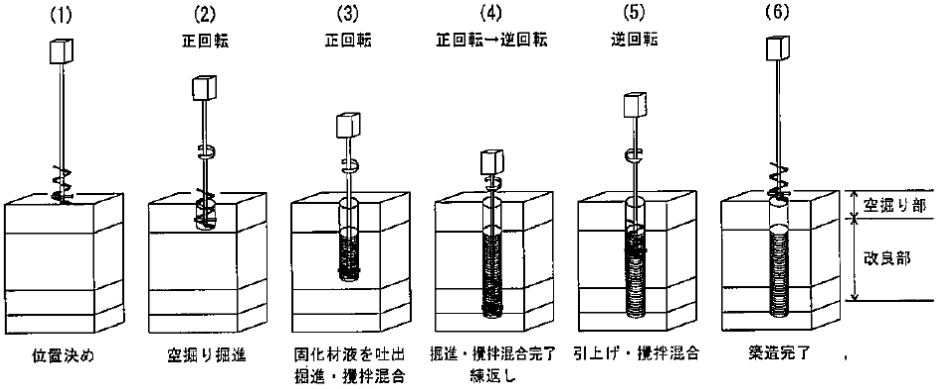



図 5.4　柱状改良体の築造方法の概要図

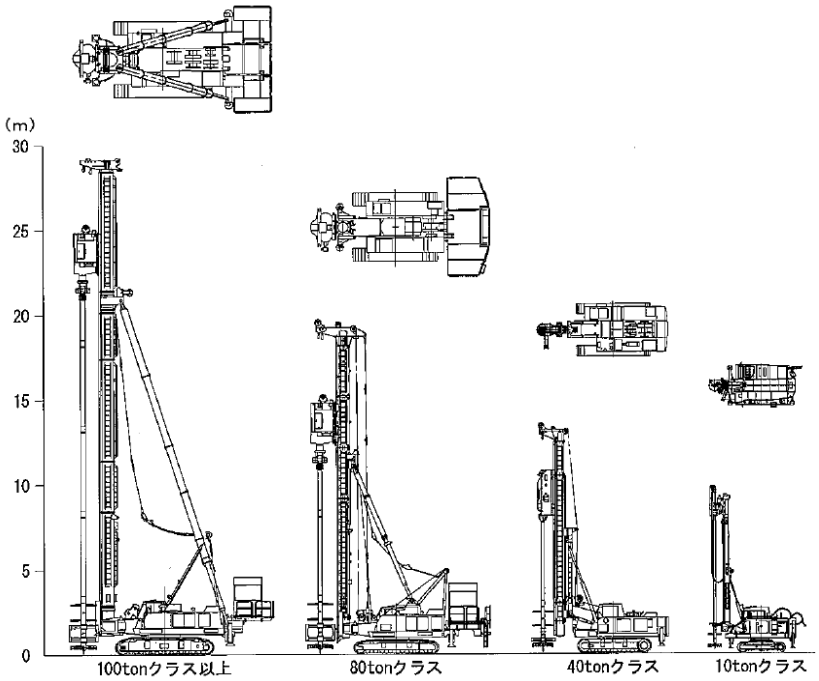



図 5.5　柱状の改良体を格子状に配列するための施工機械

(3)原理の異なる方法または組み合わせによる方法（2 工法）

①地盤中に空気を注入する方法

空気注入により地盤を不飽和にする工法を選定した。地盤中に空気を注入し不飽和化させることで、液状化強度を増加させ液状化を抑制する。地震による荷重が作用した場合、注入した空気が圧縮することで過剰間隙水圧の上昇が抑制されるため、液状化強度が増加する（図 5.6 参照）。改良材料として空気や水を用いるため、環境への影響はない。しかし、前述の工法に比べ施工実績が少なく、透水係数が小さい地盤には適さないなどの課題もある。図 5.7 に施工概要図を示す。

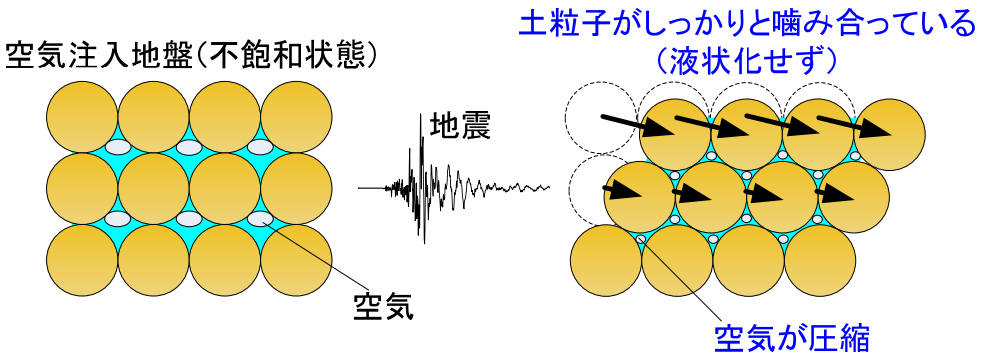



図 5.6　不飽和化による液状化強度増加のイメージ図

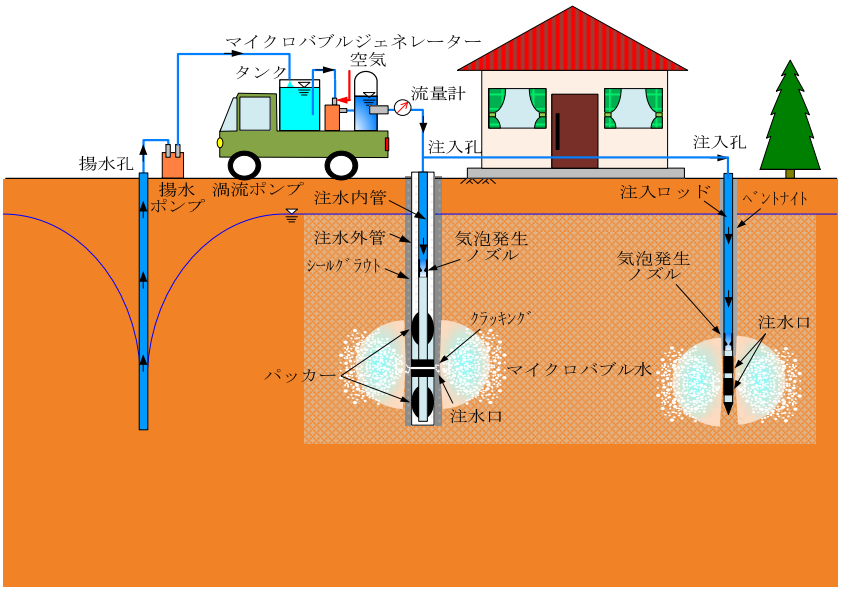



図 5.7　地盤の不飽和化に関する施工概要図

②囲い込み壁と浅層改良を組み合わせた方法

囲い込み壁と浅層改良を組み合わせた工法は、従前の液状化層の全域にわたり対策を施すという方法では戸建住宅に採用するには高コストであり、隣接地に悪影響を及ぼす可能性がある、などの課題点を改善するために提案された工法である。液状化層内に設置する囲い込み壁（全層ではない）と浅層改良体を一体化させた構造をもつ工法であり、接地圧の分散及び傾斜の低減を目標としている。この工法による液状化対策での実績・知見がないため、模型実験を実施し、液状化対策効果について検討する必要がある。図 5.8 に同工法のイメージ図を示す。

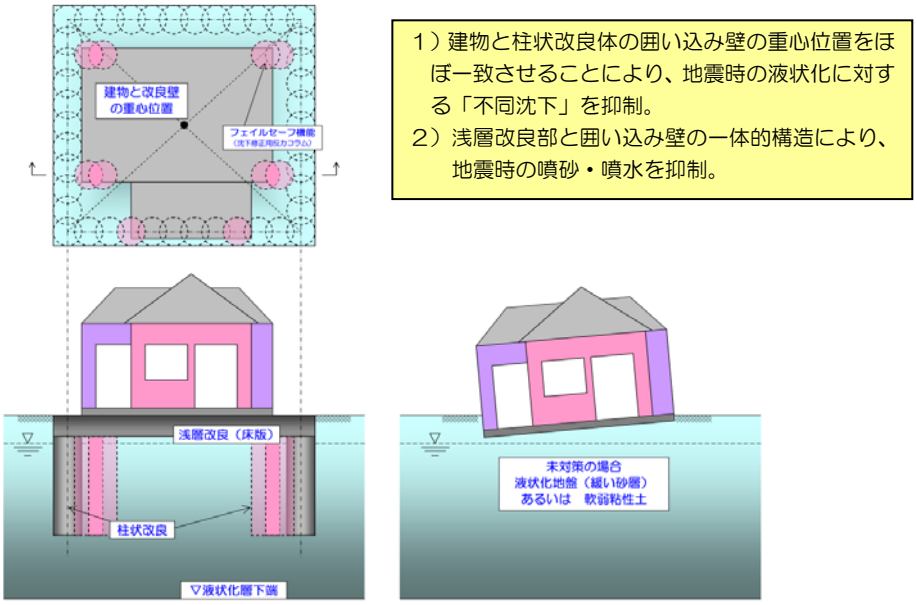



図 5.8　囲い込み壁と浅層改良を組み合わせた工法のイメージ図