

第 2 回 浦安市市街地液状化対策検討委員会

---

格子状地盤改良中間報告(施工編)

平成 27 年 3 月 27 日

## 目次

1. 適用工法概要	1
2. 現況調査	3
3. 施工計画の基本方針	4
4. 品質管理計画	6
5. 排泥処理計画	9
6. 安全計画	10
7. 今川三丁目13街区のケーススタディー	11

1 適用工法概要

浦安市市街地液状化対策事業に用いる工法を以下の通りとします。

- ① 道路部：小型機械攪拌工法（スマートコラム工法 など）
- ② 宅地部：小型および超小型高圧噴射攪拌工法（Miny マルチ工法、エコタイト工法 など）

1-1 施工機械の概要

地盤改良対象範囲は宅地前面の道路部と、住宅のある宅地部に分けられます。道路部は、幅員が6mと比較的余裕のある施工スペースが確保可能であるため、施工実績が豊富でかつコスト的に有利な機械式地盤改良機により計画します。一方、宅地部においては隣棟間隔が2mと狭く、境界部の塀や植栽などの障害物も多いことから、設置に必要な用地幅の小さい小型噴射式地盤改良機（効率性重視）および超小型噴射式地盤改良機（設置性重視）を採用することにしました。

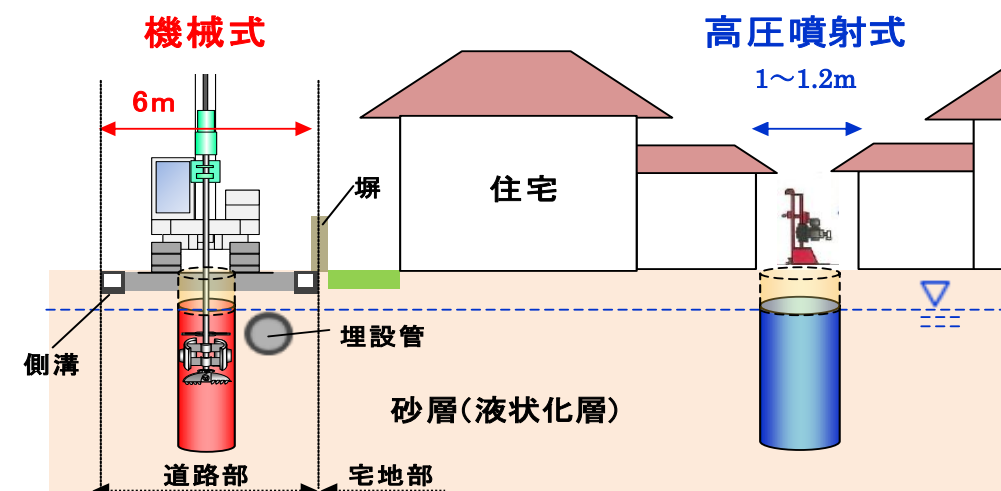


図-1.1 住宅地における格子状地盤改良工法の適用イメージ

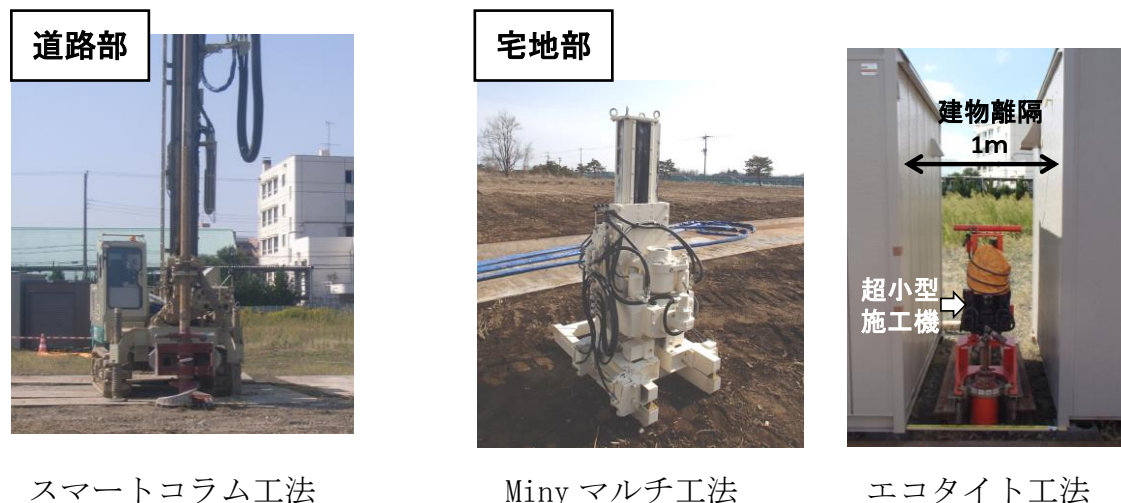


写真-1.1 施工機械の外観（例）



写真-1.2 各工法における地盤改良体外観（例）

表-1.1 検討工法の概要（出来形、強度、適用箇所）（例）

工法	攪拌原理	適用改良深度(標準)	対応可能設計強度	改良杭形状	適用箇所
スマートコラム工法 【小型機械式】	機械攪拌	GL-0.5m ~20.0m	2.0N/mm <sup>2</sup>	円形：φ1000mm 	道路部、作業スペースが確保可能な一部の宅地部
Minyマルチ工法 【小型噴射式】	高圧噴射攪拌	GL-1.5m ~20.0m	3.0N/mm <sup>2</sup>	楕円形：最大3600×1200mm 	宅地部、地表障害物や地下埋設物との関係から削孔ピッチを飛ばす必要がある場合の宅地部および道路部
エコタイト工法 【超小型噴射式】	高圧噴射攪拌	GL-1.5m ~20.0m	2.0N/mm <sup>2</sup>	円形：φ1500mm 	地表障害物および地下埋設物に近接した宅地部、地下埋設物対応が必要な道路部 その他、狭い改良対象部

1-2 施工手順

①機械攪拌工法（道路部）

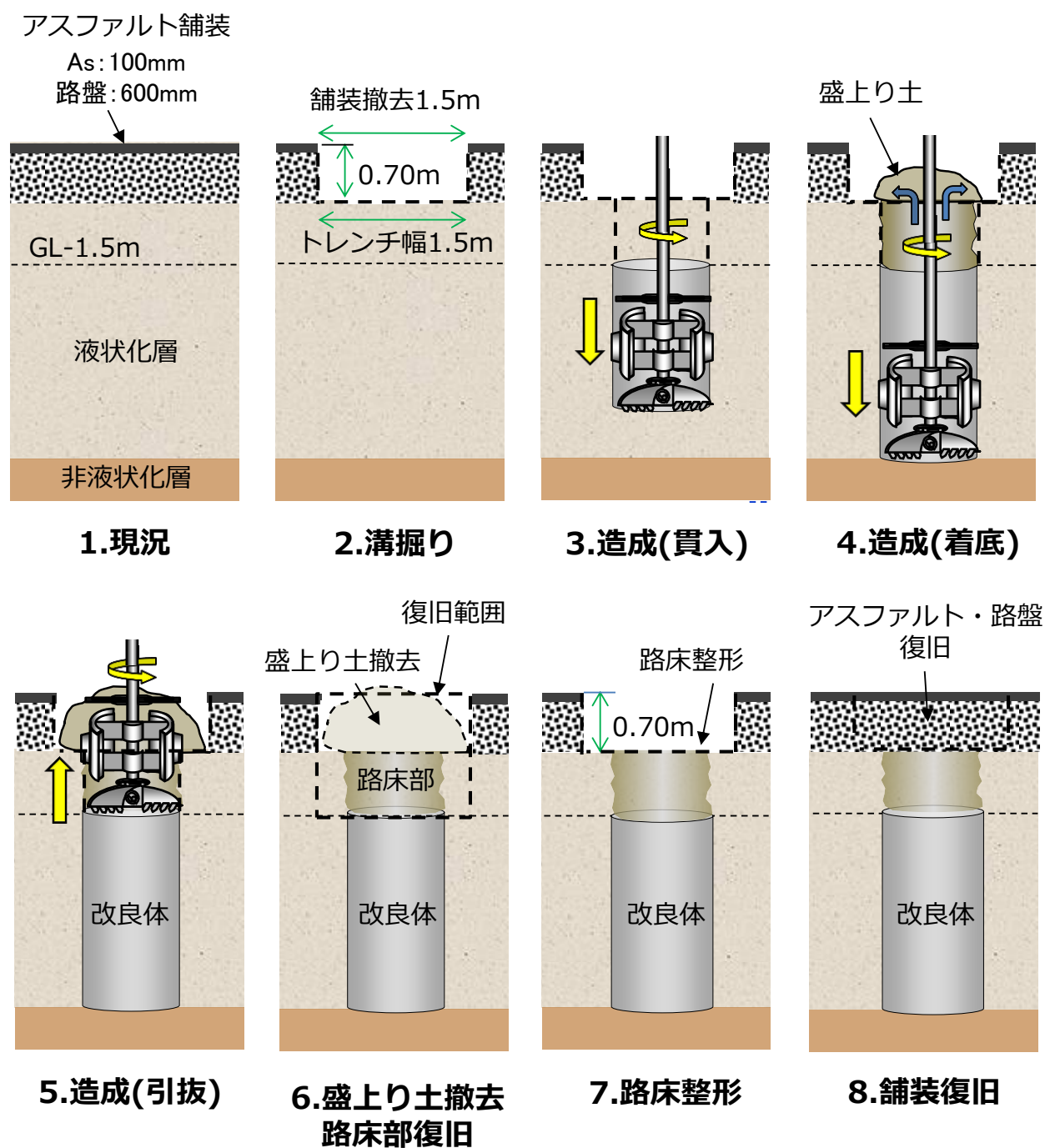


図-1.2 機械攪拌工法の施工手順

②高圧噴射攪拌工法（宅地部）

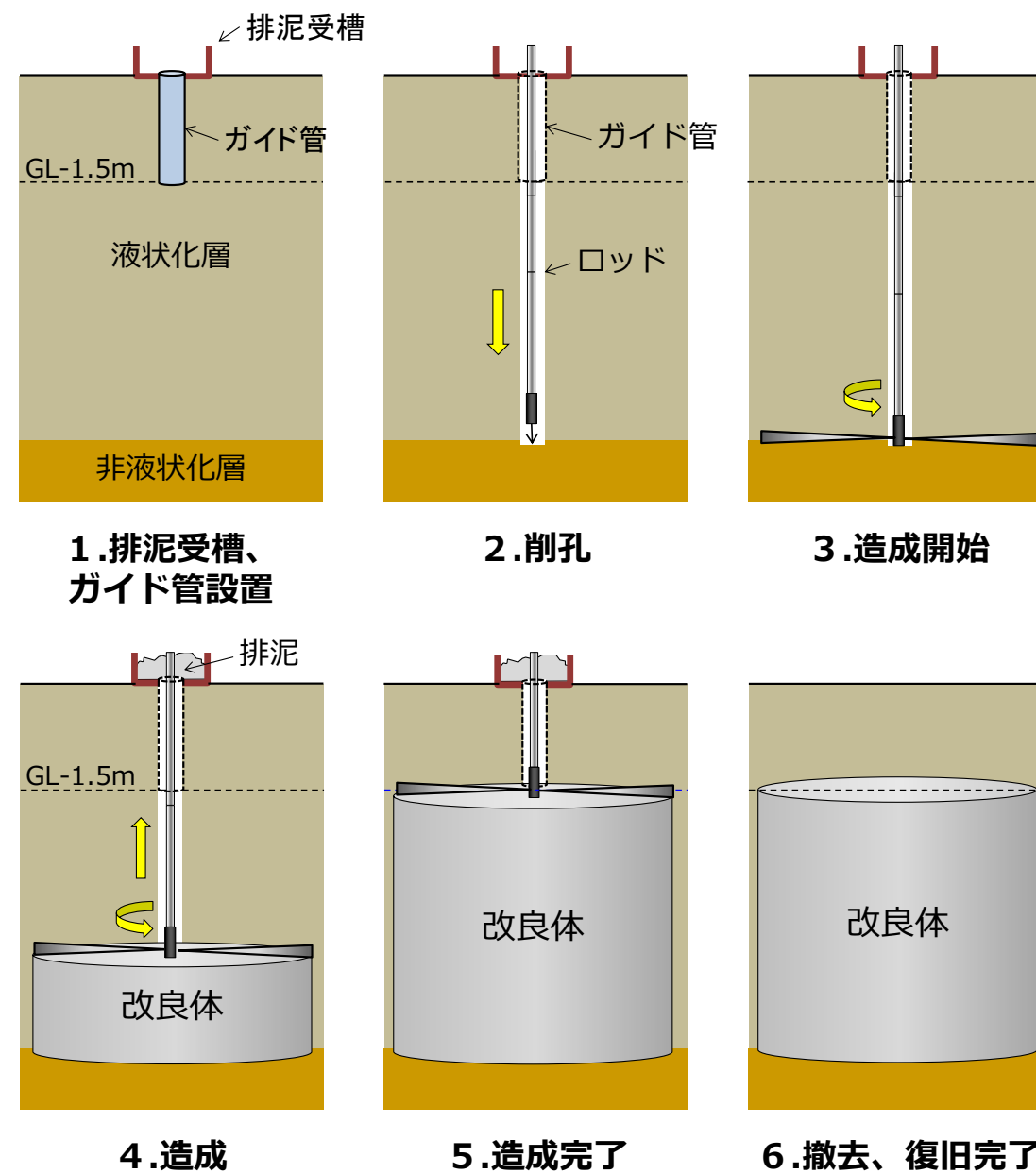


図-1.3 高圧噴射攪拌工法の施工手順

2 現況調査

設計に必要な現地状況を把握する為、対象地区について、道路・既設構造物・埋設管・宅地等の現況情報を収集し整理します。

2-1 調査項目

(1) 道路等現況調査

対象地区における、最適な施工方法、機械配置位置を検討するため、道路並びに公共用地の現地踏査及び既存の資料収集を行い、側溝、地下埋設物や架空線その他の支障物等を把握する。

表-2.1 埋設物件の調査資料

埋設物件	主な資料
電力線	東京電力株式会社埋設物調査出力図
水道管	千葉県水道局水道管管理図
污水管	浦安市下水道台帳図、下水道災害復旧工事竣工図
雨水管	浦安市下水道台帳図
ガス管	京葉ガス株式会社ガス埋設管調査出力図
残置物	下水道災害復旧工事竣工図
防火水槽	浦安市下水道台帳図

(2) 宅地現況調査

最適な施工方法、機械配置位置を検討するため、宅地毎の現地踏査及び資料を収集の上、家屋配置や外構の状況、宅地内埋設物の状況、架空線その他の支障物を把握する。併せて、機械配置位置に関する住民要望を把握する。

① 現地踏査

宅地調査用基準点(既存道路脇ブロック等)からのオフセットにより、屋外の各種位置関係を調査する。(建物・駐車場・階段・玄関の叩き・室外機の叩き・勝手口の叩き・ベランダの叩き・量水器・污水・雨水柵・ガス立ち上がりのメーターの位置、門扉・庭木・フェンス・物置など)。

② 資料調査

<土地に関する記録>

- ・建物の基礎に関する図面を保持しているか否か。
- ・土地購入後に土地のかさ上げを行なっているか否か。

<境界に関する記録>

- ・官民境界杭、民境界杭があるか否か。
- ・民境界に塀があるか否か。
- ・民境界に庭木があるか否か。

<埋設管に関する記録>

- ・敷地内に地中埋設物があるか否か。各配管の情報(経路・深さ・太さ)を収集する。

<建物に関する情報>

- ・建物の増築・改築予定があるか否か。
- ・建物基礎が杭基礎であるか否か。
- ・建物基礎の形状が分かっているか(ベタ基礎、布基礎等)。

<東日本大震災後の対策>

- ・既に薬液注入などにより建屋の沈下対策を行なっているか否か。
- ・杭打ちなどにより建物の傾斜を抑制する対策を施しているか否か。

2-2 調査工程

表-2.2 調査工程表(今川三丁目の例)

項目	平成 27 年						備考
	2 月			3 月			
	10	20	30	10	20	30	
今川三丁目(13 街区) 18 戸	測量・図面化	▶					
	割付検討				▶		

2-3 調査方法

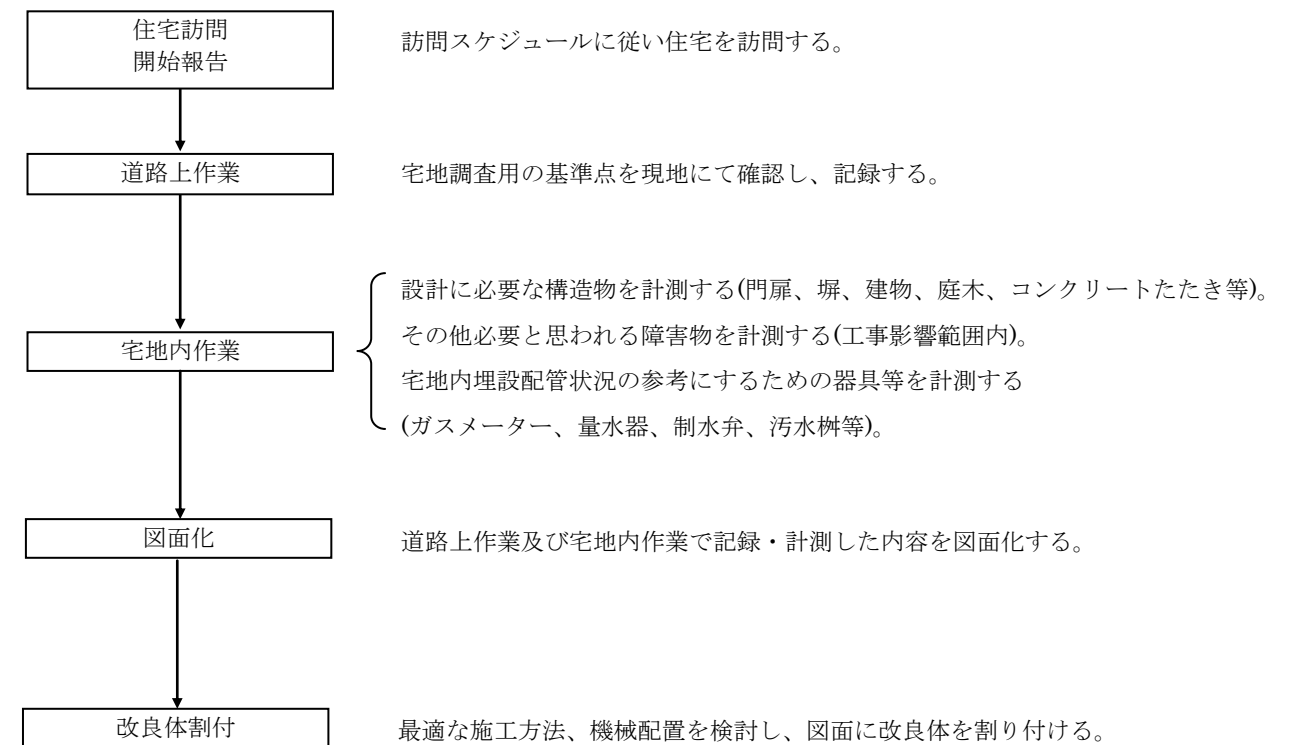


図-2.1 調査フロー



### 3 施工計画の基本方針

施工計画を構築するにあたり、改良杭の配置に対する基本的なルールを設定します。  
また住宅等に対し、施工による影響が生じないように、注意深く施工を行います。

#### 3-1 杭配置計画上のルール

① 埋設管との近接施工条件を以下の通りとします。

【機械攪拌工法】 埋設管との離隔寸法：原則 500mm 以上

【高圧噴射攪拌工法】 埋設管とガイド管の離隔寸法：原則 300mm 以上  
埋設管と改良杭の必要離隔：原則 500mm 以上  
足場置可能寸法（設置可：マルチ、設置不可：エコ）

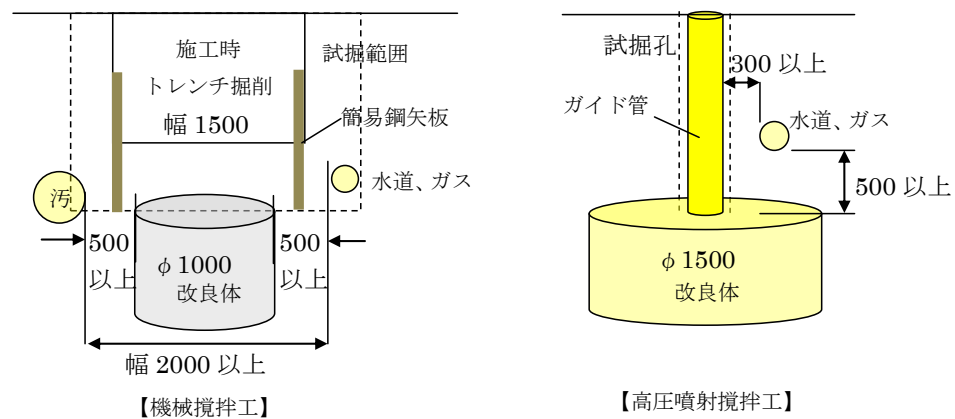


図-3.1 施工時の既設埋設管との離隔

② インフラ埋設管下部における適用工法

道路部・宅地部ともに施工位置直下に地下埋設物がある場合、機械式施工は適用不可となるため、高圧噴射式による施工を計画します。

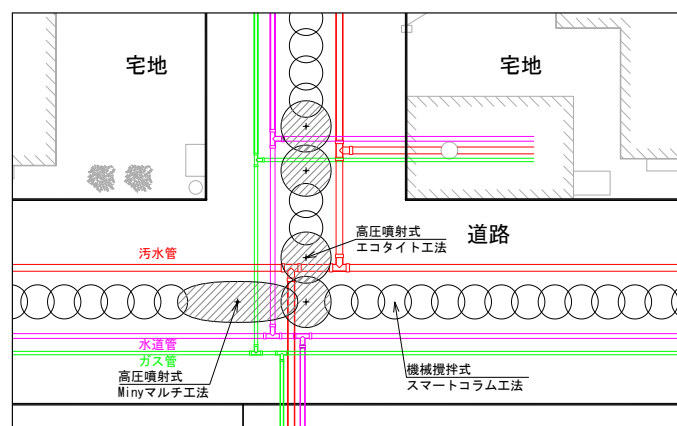


図-3.2 地下埋設管と改良体の配置例

- ※ 施工時に支障となる架空線については原則移設するものとします。
- ※ 必要に応じて埋設管の移設についても視野に入れて計画いたします。

#### 3-2 埋設管下部横断時の施工方法

地盤改良体が地下埋設管を横断する配置において、埋設管深度が地面から深度 1.5m 以浅の場合、地盤改良体は 1.5m 以深に構築される為、埋設管が施工時の支障とはなりません。また地下埋設管周辺に仮設土留壁（鋼矢板等）が残置されている場合には、開削で埋設管上部を掘削し、鋼矢板間に改良土による埋め戻しを行い、鋼矢板外側を噴射式改良体で一体施工します。

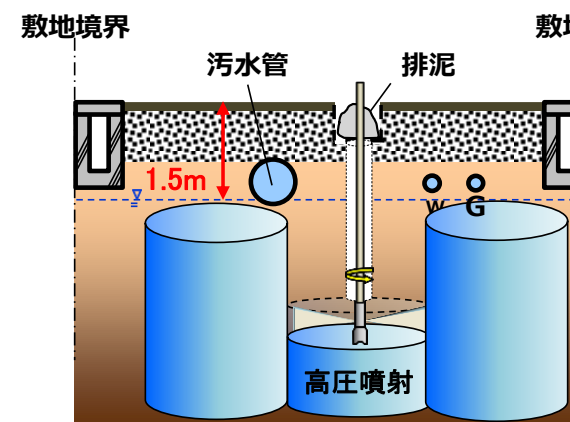


図-3.3 埋設管位置図

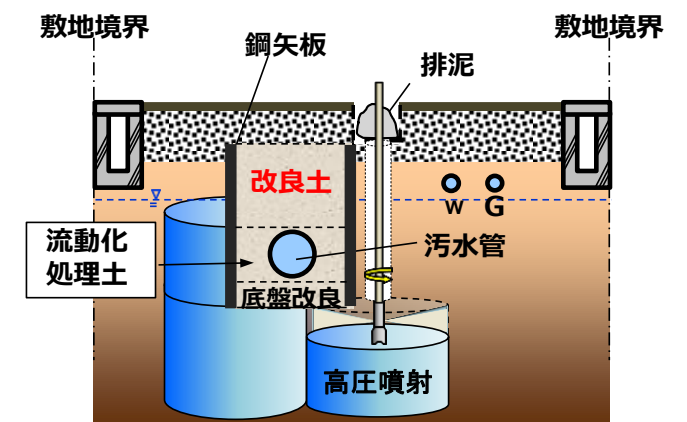


図-3.4 土留壁残置箇所施工概要

#### 3-3 既設戸建敷地内での施工方法

既設戸建敷地内での高圧噴射工法の施工において、幅 1m×高さ 2m の施工ヤードが確保できない場合には、仮設足場を設置することで、境界塀などの障害物の直上に施工ヤードを確保します。

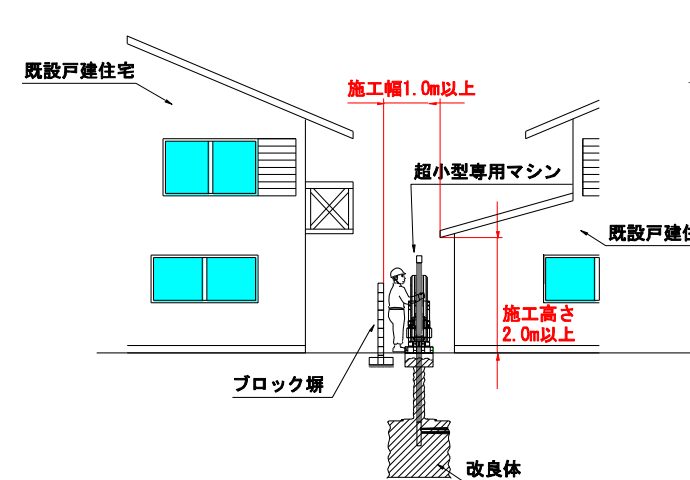


図-3.5 幅 1m×高さ 2m 以上の施工ヤードが確保できる場合

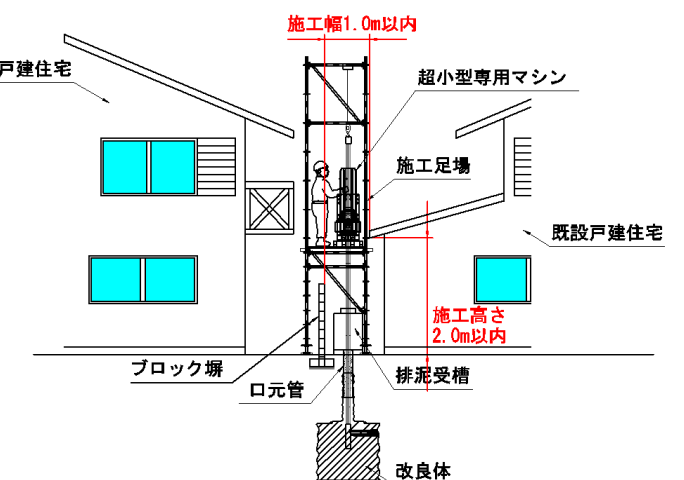


図-3.6 幅 1m×高さ 2m 以上の施工ヤードが確保できない場合

### 3-4 打設順序による地表面変位の低減

地盤改良体を原地盤強度以下の未固結状態で片押し施工した場合、変位が一定の範囲内で累積されていくことが予想されます。したがって本計画では、打設後の改良強度が原地盤強度未満の場合、改良体を1本～数本おきに打設し、原地盤強度と同等の強度発現のタイミングを見計らって、その間を間詰めしていく一本置き施工の手法を採用し、周辺への影響を最小にとどめる施工法にて計画します。また、本施工法を採用すると、施工直後に広範囲に地盤を緩めることがないため、近接家屋等への影響も抑えることが可能となります。

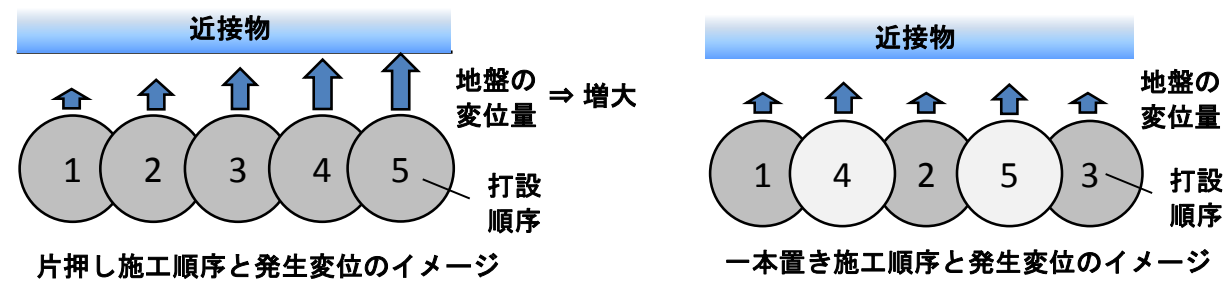


図-3.7 打設順序による発生変位量のイメージ

### 3-5 高圧噴射攪拌工法における排泥管理の徹底による周辺地盤変状の抑制

高圧噴射攪拌工法の地盤変状の主な原因として、排泥管の閉塞により孔内が高压になることがあげられます。本業務では、施工管理項目としてエア一量を監視することで圧力状態をコントロールします。また新規考案の排泥受槽を設置することで、排泥状況の目視観察も確実に行えかつ同時に周辺家屋や工作物に対する汚損リスクの低減を図った施工法として計画します。

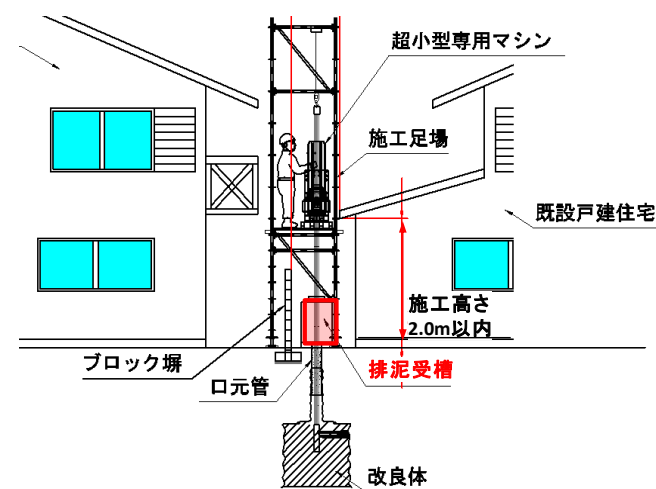


図-3.8 排泥受槽を設置した施工例(施工足場併用例)

### 3-6 変位計測

#### ① 家屋基礎変位の観測施工（協議事項）

施工時の家屋基礎に対する影響把握として変位(水平・鉛直)を直接計測し、地盤改良工事を進めます。なお観測施工を進めるにあたり、例えば小規模建築物基礎設計指針に記された「許容沈下量の参考値(表-3.2)」などを考慮しながら、協議により適切な管理基準値を設定し施工を行います。

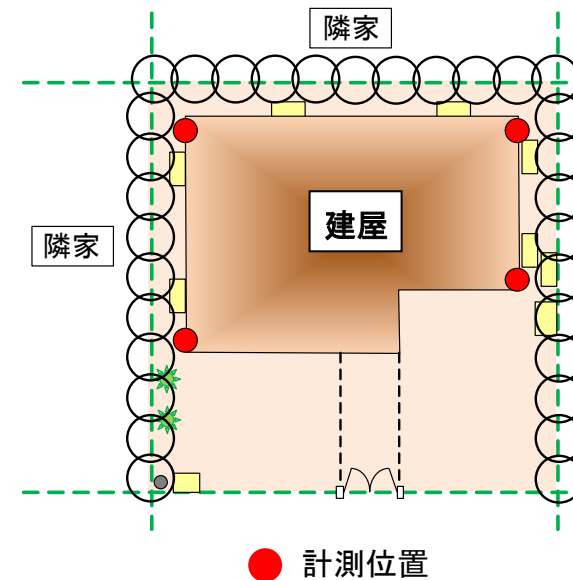


図-3.9 家屋基礎に対する観測施工

表-3.1 計測位置・頻度(案)

計測箇所	計測頻度	備考
施工部に面した住宅基礎端部 2か所*	施工前 施工中 施工後	4か所/戸
施工上の不具合発生場所*	発生時	随時

※ 隣家に対しても実施

表-3.2 許容沈下量の参考値  
(小規模建築物基礎設計指針)

沈下の種類	即時沈下		圧密沈下	
	布基礎	べた基礎	布基礎	べた基礎
標準値	2.5	3~(4)	10	10~(15)
最大値	4	6~(8)	20	20~(30)

標準値：不同沈下による亀裂がほとんど発生しない限度値  
最大値：幾分か不同沈下亀裂が発生するが障害には至らない限度値  
( )：剛性の高いべた基礎の値

#### ② 埋設管に対する影響把握（協議事項）

埋設管に対する影響把握としては、あらかじめ試験施工時に地中変位計(傾斜計)を用いた地中地盤の変位計測を行い、地中埋設管への影響を把握して施工計画に反映します。

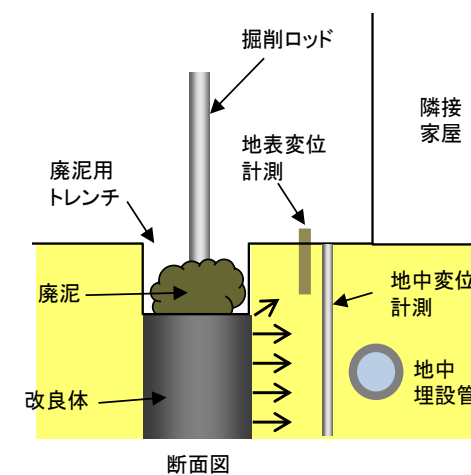


図-3.10 計測杭設置例

施工時の管理基準値については、埋設物の管理者との協議により決定します。

なお、浦安市内等で実施した試験施工の結果では、機械攪拌工法および高圧噴射攪拌工法ともに計測値は計測誤差の範囲にとどまり、有害な水平変位や鉛直変位は発生しませんでした。

4 品質管理計画

改良体の品質管理は「日本建築センター指針」に準拠します。  
 高圧噴射攪拌工法の施工管理については、独自の管理項目を追加します。

4-1 品質管理の流れ

格子状地盤改良の設計で要求される性能を確保するため、改良体の品質管理として適切な配合管理、施工管理および品質検査を実施します。

改良体の品質管理は「日本建築センター指針」に準拠することとします。

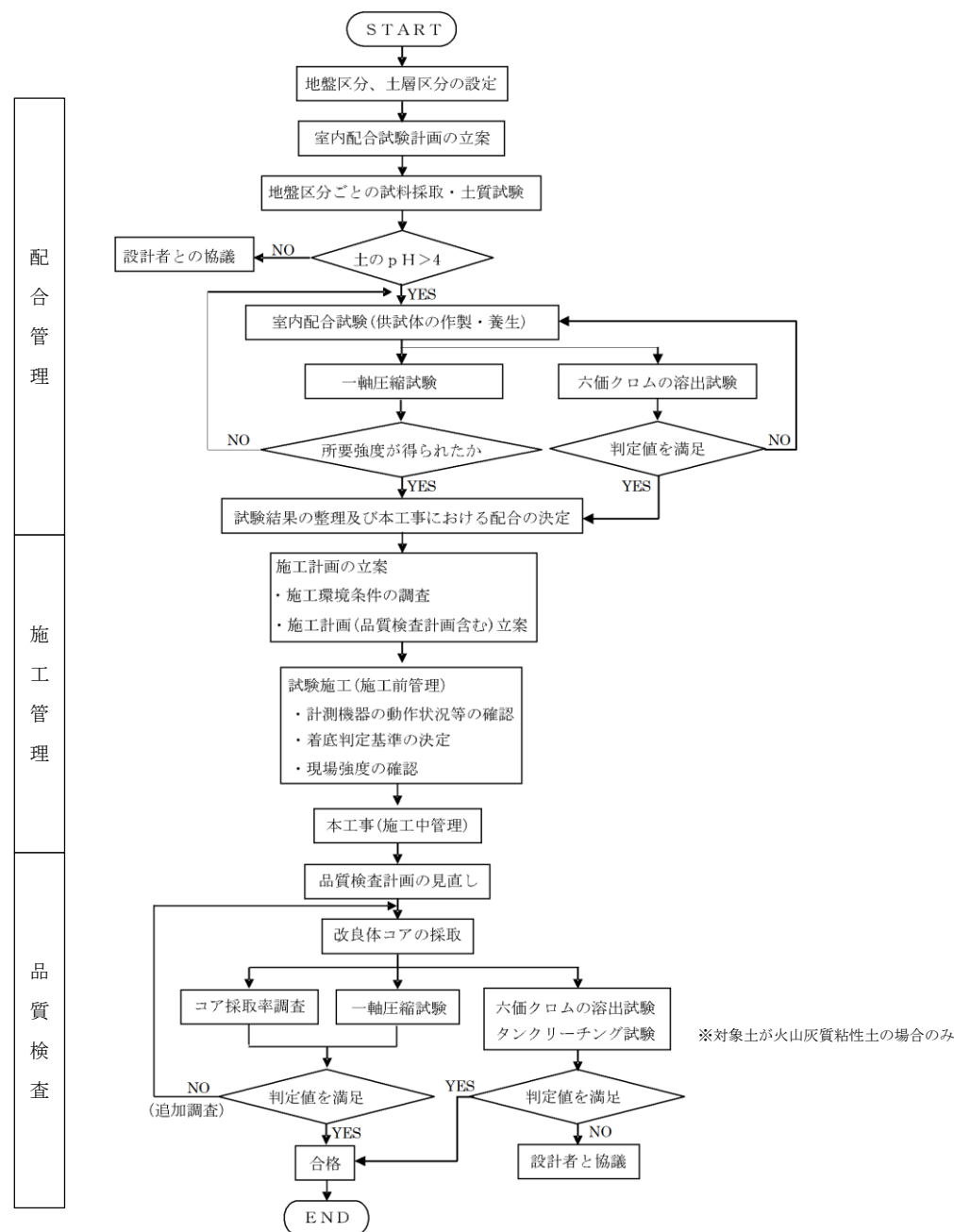


図-4.1 品質・施工管理のフロー

4-2 改良体の強度管理

設計が要求する改良体の品質のうち、改良体の所要強度を確保することを目的として、配合管理を行います。配合管理では、土層構成に基づく地盤区分・土層区分・配合強度・室内配合試験の設定を行った上で、施工で用いるセメント・セメント系固化材スラリーの配合条件を室内配合試験結果により決定します。施工終了後、所定材齢を経過した改良体からコアサンプリングを行い、コア供試体の平均一軸圧縮強さを検査指標とした品質検査を実施します。

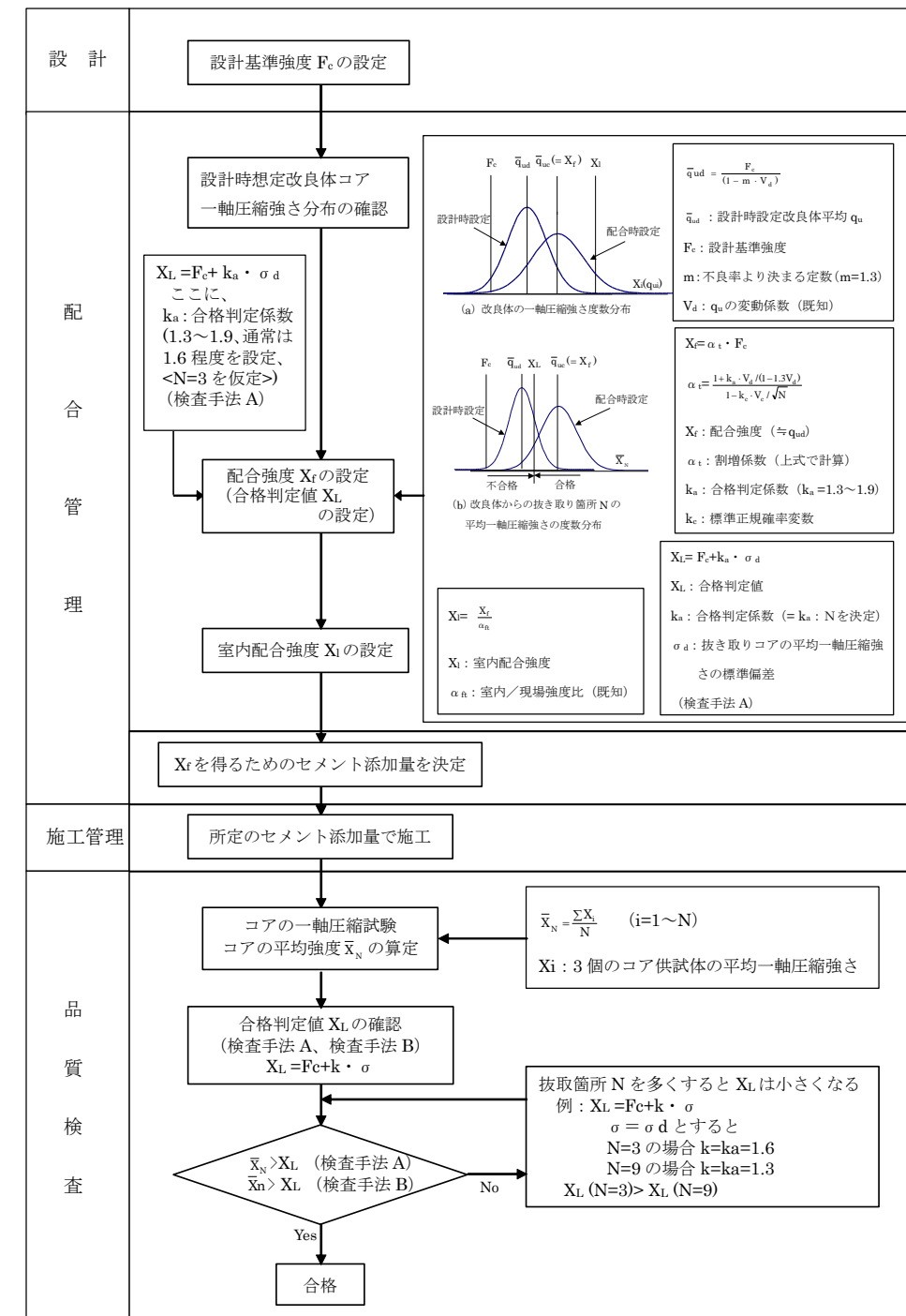


図-4.2 改良体の強度に関する管理フロー



4-3 調査計画(協議事項)

日本建築センター指針に準拠し、改良品質は、100本につき1箇所程度確認することとします。なお、改良品質の確認は、改良方式の違いを考慮して実施します。ここでは今川三丁目での割付案をもとにした調査箇所数(案)を表-4.1に示します。

表-4.1 今川三丁目調査箇所数(案)

改良方式	対象	改良本数	品質確認本数	
機械攪拌	道路部	206	2	2
	宅地部	0	0	
高圧噴射	道路部	173	2	5
	宅地部	264	3	

調査箇所は、基本的に道路部を対象に行います。表-4.1より、機械攪拌で2箇所、高圧噴射で5箇所とした場合の調査箇所(案)を図-4.3に示します。高圧噴射については、複数の工法を併用することが考えられますので、各工法の改良本数に応じて、改良方式による偏りがないように調査を行います。

なお、調査箇所数ならびに調査位置は、市との協議により決定するものとします。

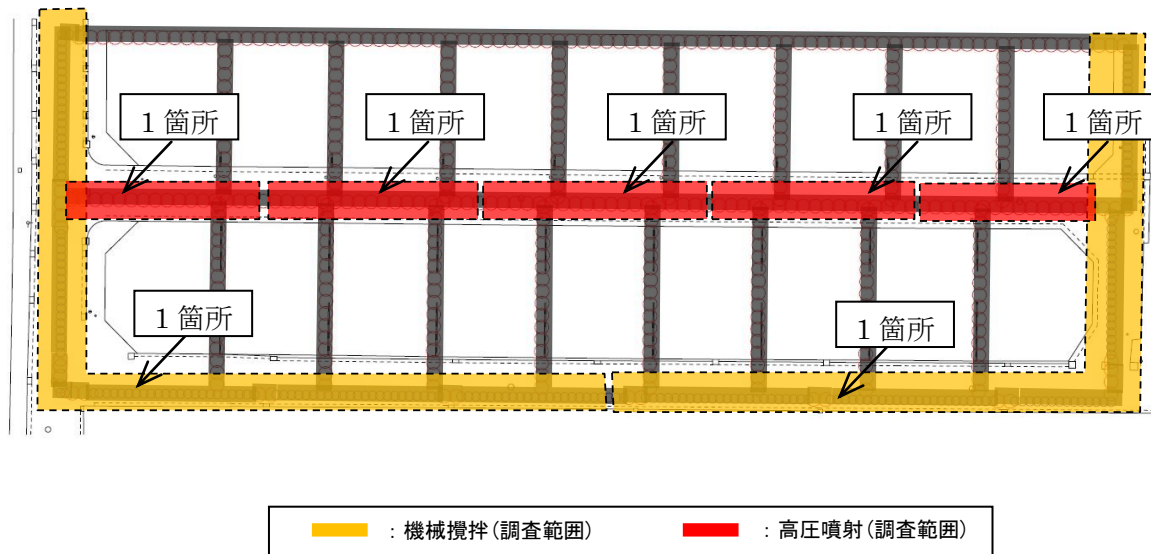


図-4.3 今川三丁目調査箇所(案)

4-4 高圧噴射攪拌工法の試験施工における品質確認項目の追加(協議事項)

本事業では高圧噴射攪拌工法の品質を確実に確保するために、本施工に先立ち試験施工を実施します。

この試験施工において、標準の試験項目に加え追加管理項目を実施することにより、所定の改良径が全層にわたって確保されていることに対する信頼性を高めます。

品質管理フローを図-4.4に示します。試験施工は事業地ごとに行い、それぞれの地盤条件に応じた、強度・出来形等所定の品質を確保可能な施工仕様を決定し、その仕様に従い本施工を実施します。なお、試験施工および施工管理内容については市との協議により決定するものとします。

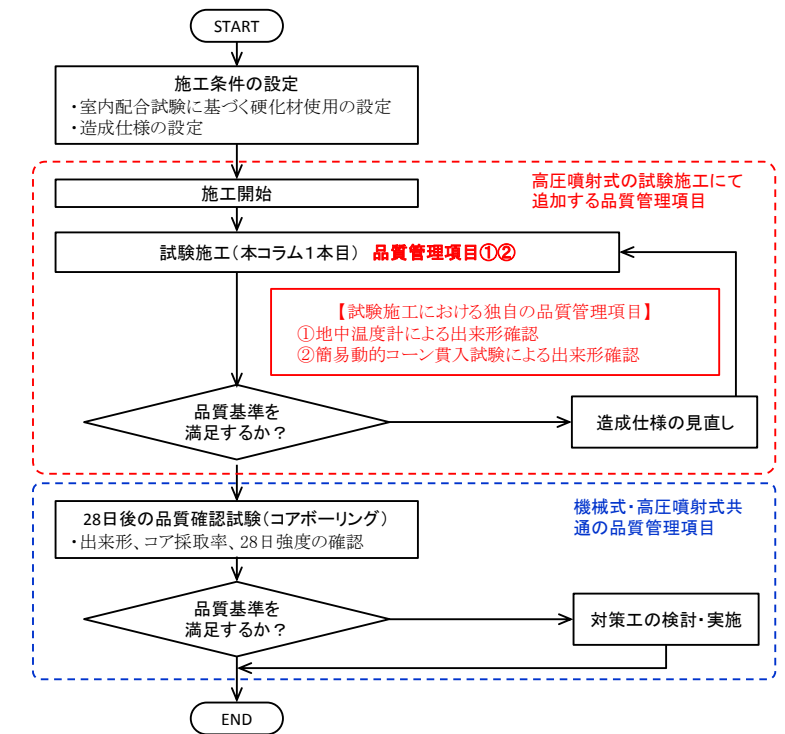


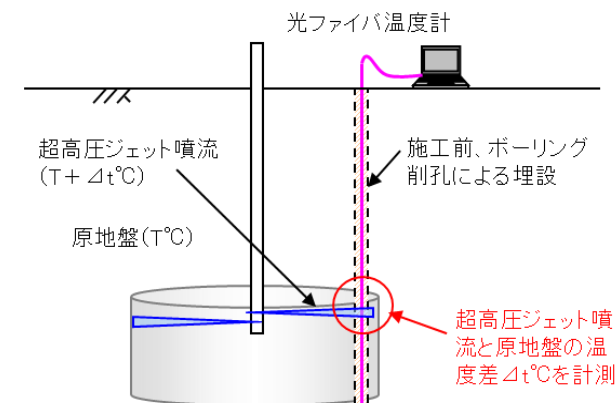
図-4.4 高圧噴射工法の試験施工を考慮した品質管理フロー

◆改良部全層を対象とした改良径の確認(試験施工にて実施)

⇒①地中温度計による改良径の確認

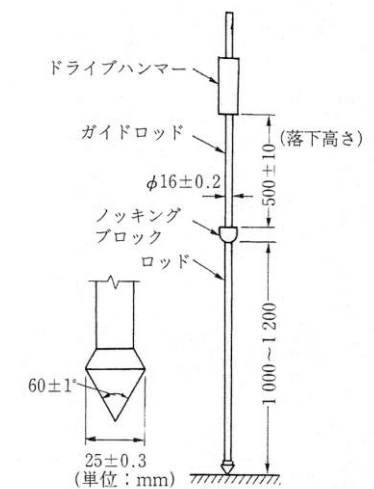
◆杭頭部を対象にした簡易な改良径の確認(本施工にて実施)

⇒②簡易動的コーン貫入試験等による杭頭部の改良径の確認



計測頻度: 1箇所/各事業地区

図-4.5 光ファイバー温度計による出来形確認例



計測頻度: 協議

図-4.6 簡易動的コーン貫入試験機

4-5 施工管理項目

①機械攪拌

表-4.2 機械攪拌工の施工管理項目一覧(案)

管理項目	管理内容	管理方法	管理基準	計測頻度
材 料	材料の計量	自動計量器によるバッチ毎の計量	セメント ±1% 水 ±1% 混和水(溶液) ±3%	バッチ毎
固化材スラリーの配合	固化材スラリー比重	比重計による測定	配合誤差範囲	2回/日
	セメント添加量	固化材スラリー流量計と処理機貫入速度による単位体積当たりの添加量の測定	配合試験で設定した固化材スラリー注入量以上	打設m毎
改良体の打設位置	基本測量 柱芯位置	トランシット 目杭	±20mm	各改良体
処理機の鉛直度	処理機リーダーの鉛直精度	トランシット又は処理機リーダーに取り付けた傾斜計	1/500	各改良体
貫入・引抜き速度	貫入・引抜き速度	処理機深度計による貫入・引抜き速度	0.5~1.0m/分	打設m毎
攪拌混合度	羽根切り回数	処理機深度計による処理機貫入、引き抜き速度と軸回転計による羽根切り回数の測定	350回/m以上	打設m毎
改良体の着底	着底深度	処理機深度計 処理機貫入速度	別途の設定判断基準	各改良体
施工改良体の品質	改良体の強度	Bor. コアによる改良体の一軸圧縮試験	建築センター指針 $X_N (\sigma_{28}) \geq X_L$	1か所/100本
	改良体の連続性	コア採取率	コア採取率 $\geq 95(\%)$	
	強度のばらつき	変動係数	変動係数 $V_f \leq 30(\%)$	

②高圧噴射攪拌

表-4.3 高圧噴射攪拌工の施工管理項目一覧(案)

管理項目	管理内容	管理方法	管理基準	計測頻度
硬化材	配 合	比重計	比重 $\pm 0.05$ 以内	1回/日
	圧 力	圧力計、リアルタイム管理装置	40 $\pm 2$ MPa以上	常時
	流 量	流量計、リアルタイム管理装置	設定値以上	常時
改良体打設位置	位置	スケール、測量	設計位置	各孔
処理機の設置	埋設物	目視確認	立 会	—
	水平性	水準器、スラントルール、測量	機械精度以内	各孔
削孔形状	削孔深度	専用ロッド長・テープ リアルタイム管理装置	設計値以上	各孔
	削孔角度	水準器、スラントルール、測量、専用計測器	機械精度以内	各孔
圧縮空気	圧 力	圧力計	設定値	常時
	空気量	風量計		
改良下端深度噴射	回転速度	ストップウォッチ、角度計、	設定値	各孔
	揺動角度 噴射時間	リアルタイム管理装置		
造成管理	回転速度	ストップウォッチ、角度計、スケール	設定値	各孔
	揺動角度 引上時間	リアルタイム管理装置		
排泥処理	排泥状況	目視、比重計	常時	各孔
ロッド引抜き	専用ロッド本数	専用ロッド本数		
孔埋め	点検確認	目視	常時	各孔
施工改良体の品質	改良体の強度	Bor. コアによる改良体の一軸圧縮試験	建築センター指針 $X_N (\sigma_{28}) \geq X_L$	試験杭および 1か所/100本
	改良体の連続性	コア採取率	コア採取率 $\geq 95(\%)$	
	強度のばらつき	変動係数	変動係数 $V_f \leq 35(\%)$	
	改良体の出来型(全層)	地中温度計計測	硬化温度の確認	
改良体の出来型(杭頭)	簡易動的コーン試験	改良体の有無	改良体の有無	試験杭+ $\alpha$

4-6 周辺環境への配慮

① 騒音対策

事業区域内においては、特定建設作業の規制基準値以下に抑えた施工を実施します。また、隣接する事業区域外との境界部に対しては、必要に応じて移動式の計測機器を用いた計測による状況把握を行い、近隣に迷惑のかからない施工に努めます。

1) 機械の騒音・振動について

浦安市等で実施した試験工事において、特定建設作業の規制基準値以下の騒音・振動レベルであることを確認しています。

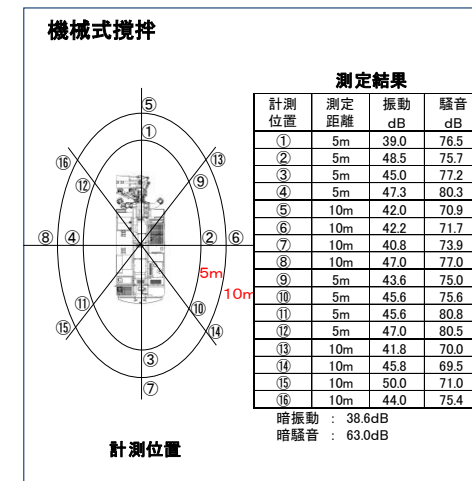


図-4.7 騒音・振動測定例 (スマートコラム工法)

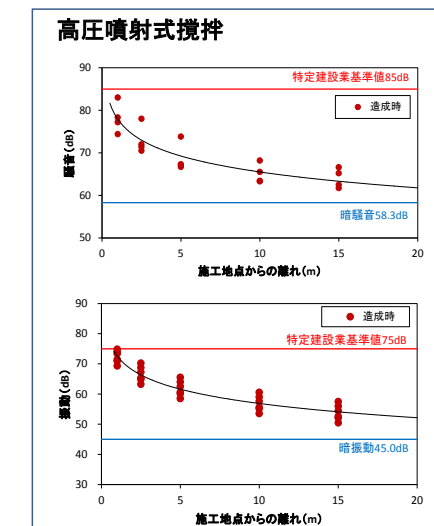


図-4.8 騒音・振動測定例 (Miny マルチ工法)

2) 更なる環境性能の向上について(案)

a) カルムーンシートを用いたエンジン系施工機材の騒音対策の提案



写真-4.1 カルムーンシート貼付事例

b) ノイズソーバーを用いた高圧噴射式地盤改良機の騒音対策の提案

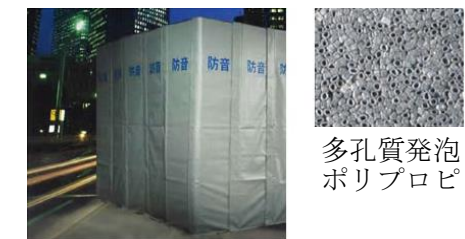


写真-4.2 ノイズソーバーの騒音対策イメージ

c) 先端改良型減音装置を用いたプラント周辺環境に対する騒音対策の提案

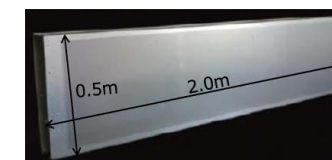


写真-4.3 デュラカム E-fx H500



写真-4.4 デュラカム E-fx 設置状況



5 排泥処理計画（基本案）

地盤改良工事により発生した排泥は、現地に設置した仮置き用タンクに集積させた後、タンク車もしくはバキューム車にて運搬して、最終処分場で処分します。排泥処理方法を図-5.1に示します。なお、排出量が多い高圧噴射攪拌工法の排泥処理については、今後の検討により、減量化案などでコストメリットが見込めた場合に工事に反映させる予定です。

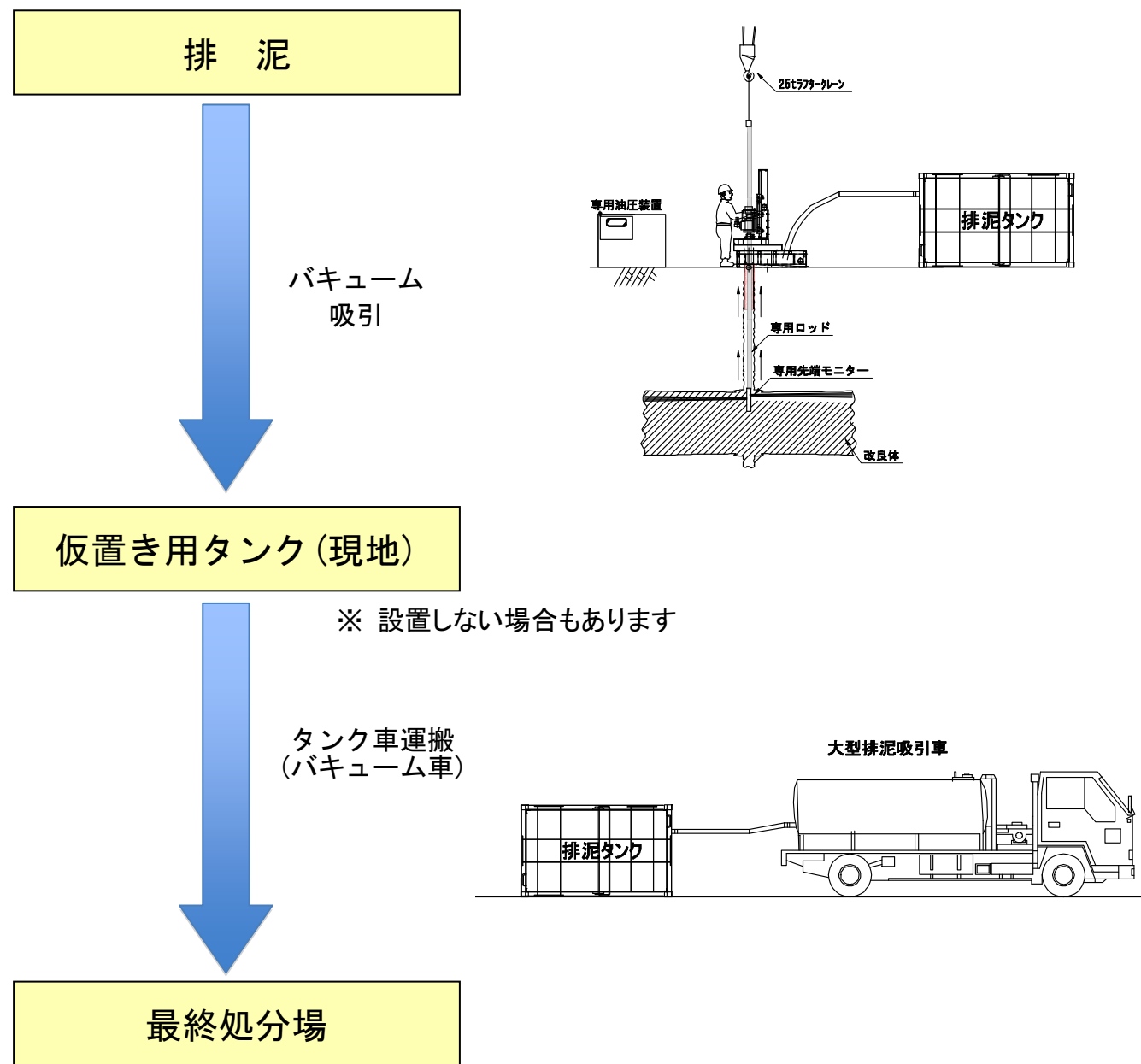


図-5.1 排泥処理方法（基本案）



写真-5.1 仮置きタンク（排泥槽）の設置例  
（設置しない場合もあります）



写真-5.2 バキューム車の例



写真-5.3 搬出状況（仮置きタンクとタンク車の例）

6 安全計画

6-1 通路の確保

施工していないエリアは人・車共に通行可能とします。施工しているエリアについては、車の通行はできませんが、住民(歩行者)は通行可能とします。作業時間帯以外の施工機械の待機場所は、警察との協議が必要になりますが、施工場所付近で、片側交互通行での占有になると考えられます。

通路確保の概念図を図-6.1 に示します。各宅地の駐車場の出入口に面している道路部(エリアC)の施工を始めた時点で、仮設駐車場に移動をお願いすることになります。工法ごとに施工機械が輻輳しないような配置、かつ第三者への安全に配慮した機械の配置を検討し、施工期間中においてもA~Dのいずれかの道路は通行可能にし、街区外への移動は道路部(エリアAもしくはエリアB)のうち、施工をしていないエリアを通ります。なお、長期の休みの間は自宅駐車場を利用できるように計画します。



図-6.1 通路確保の概念図(今川三丁目の例)

6-2 足場設置時の防犯対策

作業終了時には、足場の昇降階段の撤去を行います。また、足場内の閉鎖を行い、昇降ができないように対処します。足場設置時の防犯対策の概要図を図-6.2 に示します。

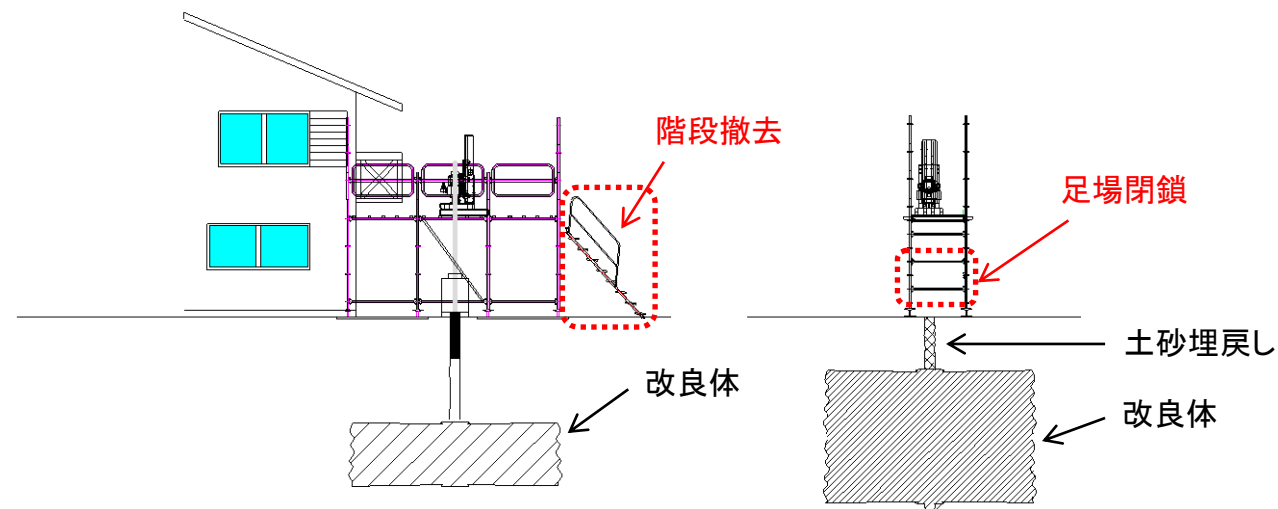


図-6.2 足場設置時の防犯対策の概要図

6-3 掘削孔の養生

地盤改良工事の施工中はカラーコーン・バーにて占有し、作業完了後は鉄板を敷いて養生を行います。掘削後は、早期に復旧を行います。最低一日分の復旧作業量が出来た時点で埋め戻しを行います。掘削孔養生の概要図を図-6.3 に示します。

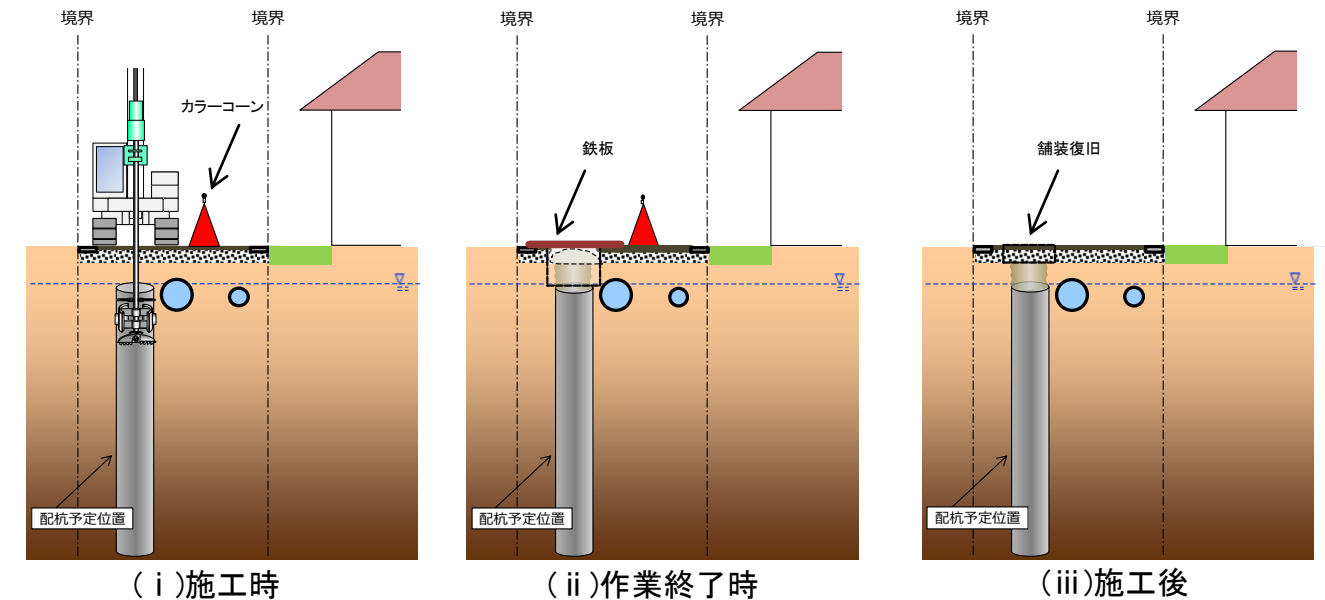


図-6.3 掘削孔養生の概要図

6-4 飛散防止対策

施工中は、足場周りに飛散防止ネットを設置して、周囲の宅地に汚泥等が飛散しないように配慮した施工を行います。足場を設置していない場合においても、同様に対策します。施工中の飛散防止対策の概要図を図-6.4 に示します。

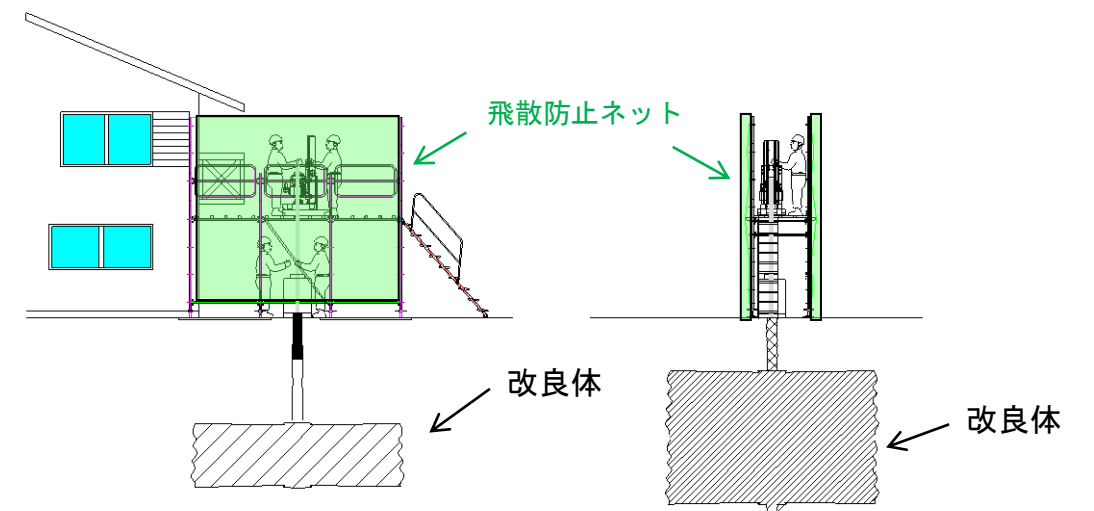


図-6.4 施工中の飛散防止対策の概要図



7 今川3丁目13街区のケーススタディー

宅地現況調査及び道路等現況調査結果を元に、改良体の割付案を検討します。  
今後、更に最適な施工計画を検討のうえ確定し、それに基づくコスト試算を行います。

7-1 現況調査

現地踏査及び既存の資料収集を行い、側溝、地下埋設物や架空線その他の支障物を把握しました。改良体の配置に影響する地下埋設物の経路の概要を図-7.1 に示します。なお、調査結果の詳細な記録は別紙に示します。

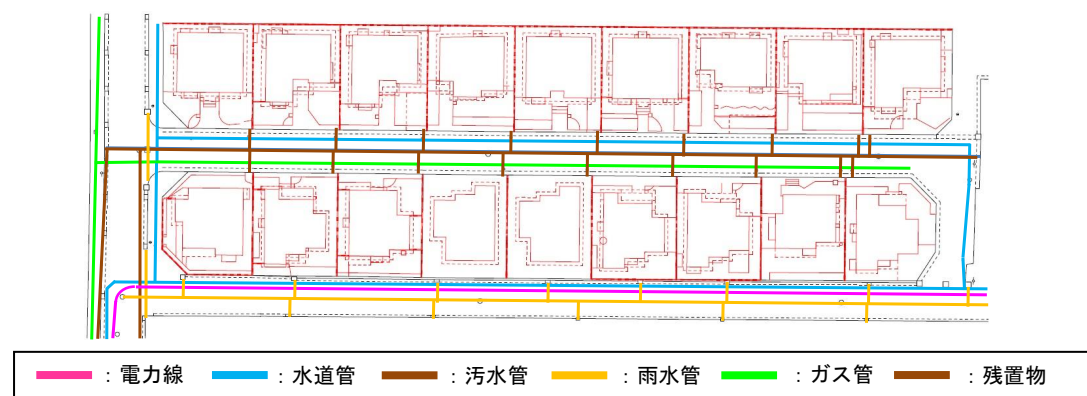


図-7.1 地下埋設管経路図

7-2 改良体割付

現況調査の結果を元に、基本的な改良体の割付を行いました。改良体割付例(平面図)を図-7.2 に示します。これは既存のフェンス・植栽、地下埋設物は極力撤去、移動せずに割付したものです。図中の3断面の概要について図-7.3～図-7.5 に示します。ただし、埋設深度は場所により異なります。なお、下記割付案とした場合、着工後4ヶ月程度の工期になります。

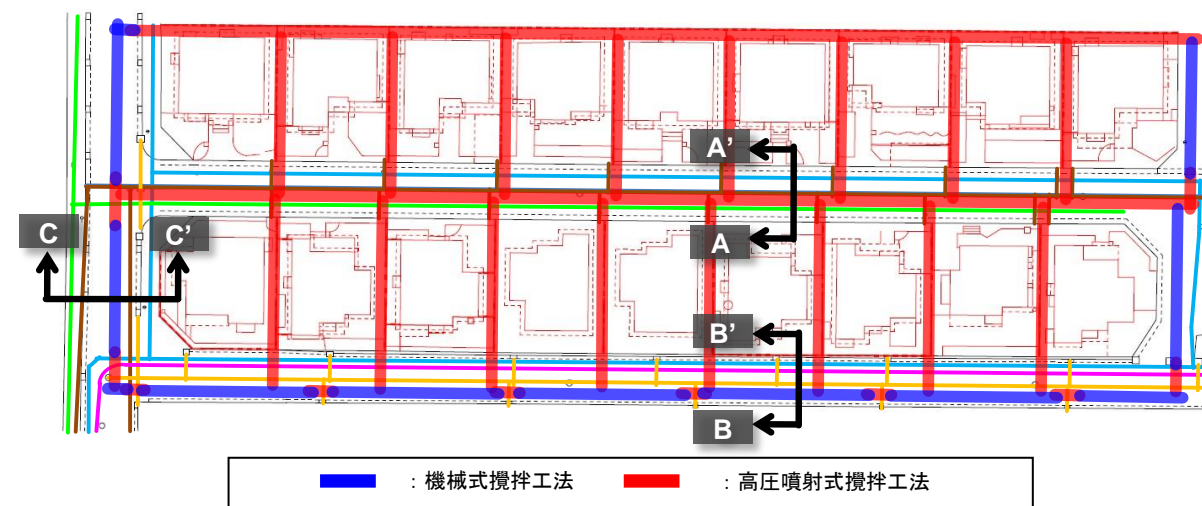


図-7.2 改良体割付図(案)

①改良体割付図(A-A' 断面)

- ・機械式攪拌の適用が困難
- ・改良体配置の調整は極めて困難

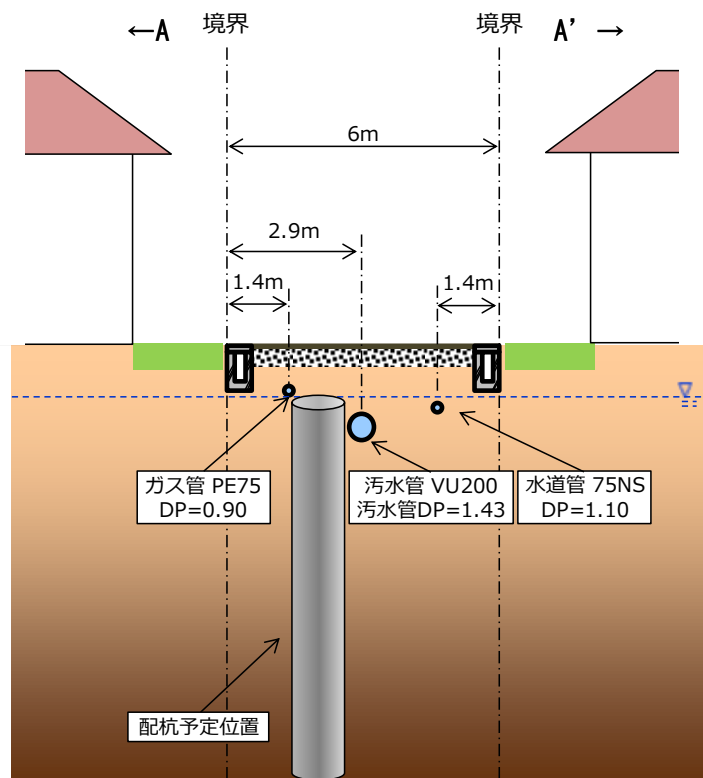


図-7.3 A-A' 断面図

②改良体割付図(B-B' 断面)

- ・機械式攪拌の適用が可能
- ・格子間隔を狭められない

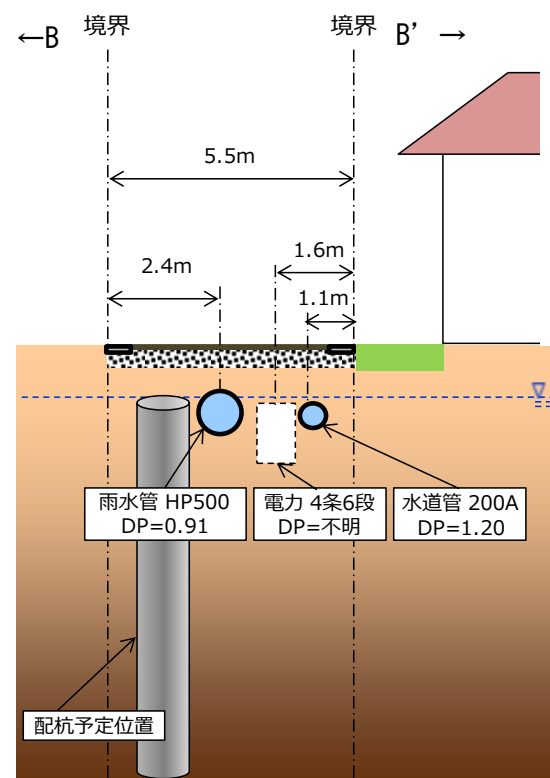


図-7.4 B-B' 断面図

③改良体割付図(C-C' 断面)

- ・改良体配置の調整がある程度可能
- ・格子間隔を狭められない

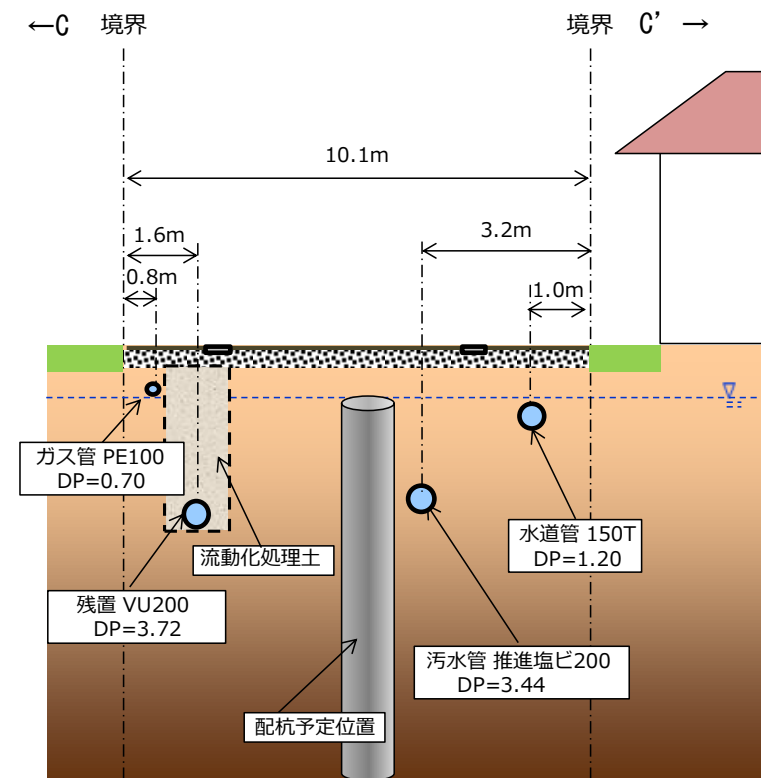


図-7.5 C-C' 断面図