

### §3 格子状改良の施工法の検討

#### 1. 改良仕様

想定される液状化対策の改良仕様は、解析に基づき設定される。以下に格子間隔以外の共通部分の仕様を示す。

表-1 検討用改良仕様

対象部分	改良仕様	改良深度	改良強度
道路部	ソイルセメント壁 有効壁厚 0.85m	13.0m	$F_c=1.5\text{N/mm}^2$
宅地部	ソイルセメント壁 有効壁厚 0.85m	13.0m	$F_c=1.5\text{N/mm}^2$
	ソイルセメント壁 有効壁厚 0.5m		$F_c=3.0\text{N/mm}^2$

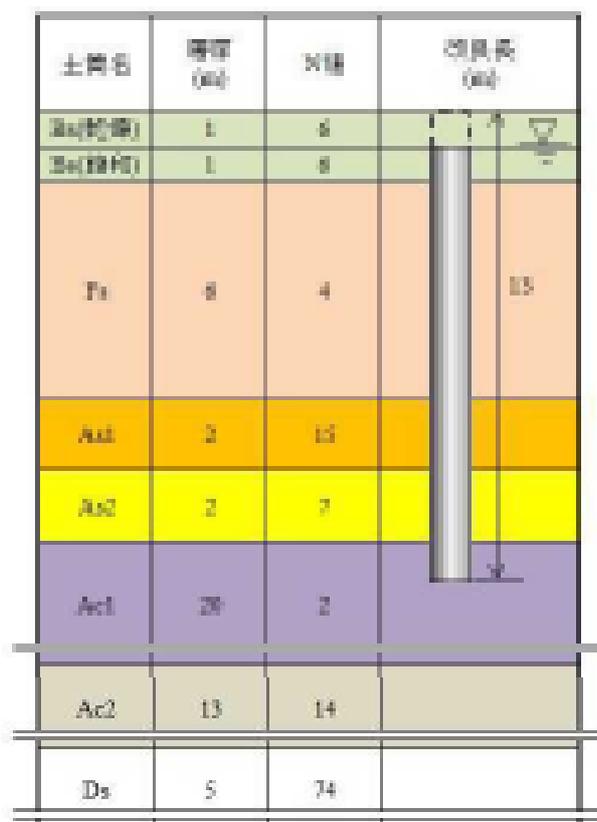


図-1 検討地盤

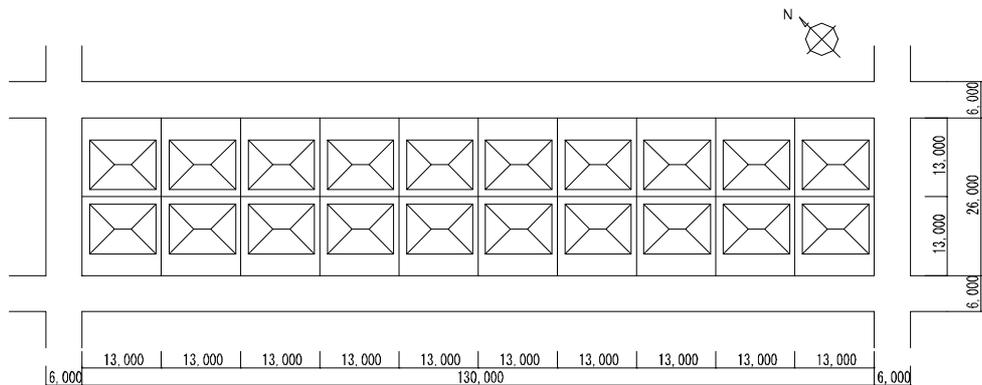


図-2 施工検討街区モデル

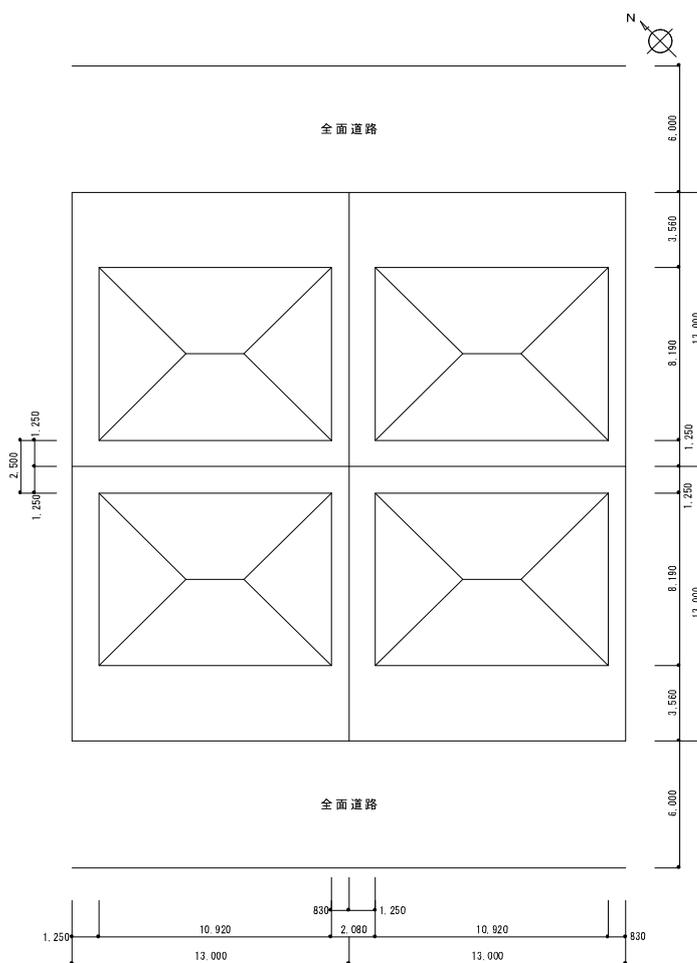


図-3 4棟配置計画例

## 2. 想定される施工パターン(既設、新設)による施工条件の整理

試験施工を計画するにあたり、格子状地盤改良の工事を想定した施工条件を設定する。対策を実施する条件としては、既存の住宅が存在する「既設の場合」と、全くの新築 若しくは建替えのため住宅を撤去した「新設の場合」に分けられる。

表-2 にそれぞれに対応する施工条件を示す。

表-2 既設・新設における施工条件

### <既設の場合>

対象部分	作業エリア寸法	空頭制限	埋設物	その他
宅 地	隣棟間隔(壁間、軒間) 長辺方向: 2.3, 1.6m 短辺方向: 1.8, 1.1m	軒高 6.0m	宅内配管 深さ 1.0m 以浅	植栽、土間コン 擁壁等の存在
道 路	幅員 6.0m	架空線部 4.5m	上下水道、ガス などの埋設管 深さ 3.0m 以浅	舗装、側溝、縁石

### <新設の場合>

対象部分	作業エリア寸法	空頭制限	埋設物	その他
宅 地	13.0×13.0m	無し	無し	建替えの場合 表層にガラ混入 擁壁等の存在など
道 路	幅員 6.0m	無し	無し	無し
道 路 (既設)	幅員 6.0m	架空線部 4.5m	上下水道、ガス などの埋設管 深さ 3.0m 以浅	舗装、側溝、縁石

### 3. 選択工法の概要

既往の格子状地盤改良工法（TOFT 工法）は、液状化対象地盤を囲むように、改良径 $\Phi 1000\text{mm}$ のソイルセメント改良杭を柱列状に配置し、格子状の改良壁を造成する工法である。施工に際しては、通常は写真-1 に示すような大型の深層混合処理工法用の機械攪拌式地盤改良機を用いるのが一般的であるが、今回のような戸建て住宅地においては、機械の大きさゆえ、適用が困難となる。したがって今回の施工検討では、戸建て住宅地用の格子状地盤改良に適用可能と考えられる工法を選択し、その施工機による施工検討を行うこととする。

選択した工法は、a.小型機械攪拌工法、b.超小型機械攪拌工法、c.超小型高圧噴射工法、d.自由形状高圧噴射工法であり、その有用性について検討することとした。以下に選択工法の特徴を述べると共に、表-3 にその概要を記す。



写真-1 大型地盤改良機械

#### a. 小型機械攪拌工法 A, B

自走可能なクローラータイプのベースマシンに単～複数軸の掘削・攪拌ロッドを装備し、セメントスラリーを吐出しながら掘削・攪拌することで、原地盤を柱状に地盤改良する工法であり、施工実績は豊富で施工品質の信頼性が高い。現存する宅地向け小型機の大きさは、幅 1.9～2.5m、長さ 4.5m～7m、高さ 8m～10m程度である。施工上のポイントは、打設杭の鉛直精度（ラップ精度）確保となるが、現存機の中には鉛直精度を確保する工夫がなされた機械も存在する。既設の場合は、小型機械攪拌工法 A を、基本的に道路部での施工に適用し、また小型機械攪拌工法 B については、掘削能力の点で一部の改造ならびに確認が必要であるが、2.3m以上離隔のある隣棟間への適用が期待される。

#### b. 超小型機械攪拌工法 A, B

本工法は、前述の小型機械攪拌工法 A, B では その施工機械の大きさから適用が困難である隣棟間隔が狭い部分に対し、より機械の小型化を図ることで、機械攪拌による施工を可能とすることを想定した工法である。現在、実在機は無く新規製作（現存機械の改造や部品の組み合わせなど）が必要となる。機械の特徴としてはクローラー式ベースマシンを持たず、レール等を利用して施工位置にセットするタイプ A（機械攪拌工法のオーガーを流用）とクローラーによる自走が可能なタイプ B（鋼管杭回転埋め込み工法など他工法に用いるマシンの改造）について検討した。マシンの大きさは、幅 0.7～2.5m、長さ 3m～4m、高さ 4m～6m程度を想定。留意点として、機械攪拌式であるため基本的な品質管理手法は小型機械攪拌工法に準拠できるが、機械の形態が新規開発型（A）もしくは、他工法の流用型（B）

であるため、機械の安定性や掘削反力の確保、また品質および施工効率などの検討および確認が必要となる。また現時点では機械が実在しないため製作費によるコスト増が見込まれる。

#### c. 超小型高圧噴射工法

本工法は、通常の高圧噴射工法より更なる機械の小型化を図り、狭小地における対応力を高めた高圧噴射攪拌工法である。

家屋内での使用も想定しているため、設置寸法は $0.6 \times 0.4\text{m}$ 、高さ $1.2\text{m}$ と非常にコンパクトであり、機械搬入は人力でも可能である。また排泥は必要に応じてバキュームにて回収する。本工法は既設宅地内で隣棟間隔の狭い部分での施工や、埋設管など地中障害物に対応した施工に適する。また、改良径も $1.0\text{m} \sim 2.5\text{m}$ と自由度が高く、施工条件に適した設定が可能である(一方向の改良径を長くした楕円改良なども可能性あり)。ただし、機械攪拌式に比べ排泥量が多いため、コストは割高となる。

本工法は土木工事での実績は多いものの建築での実績は少なく、建築基礎を視点とした品質管理においては、改良径ならびにラップ部の一体性の確認、ならびに、それらの品質を担保する品質管理手法の確立がポイントとなる。

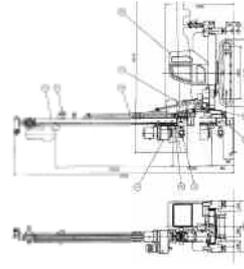
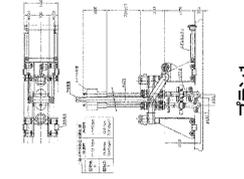
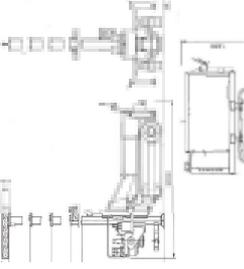
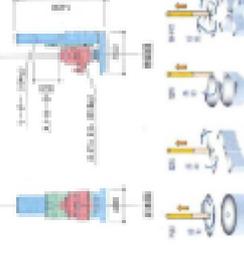
#### d. 自由形状高圧噴射工法

通常の高圧噴射工法が円柱状の改良体を造成するのに対し、本工法は揺動式の改良を行うことで、壁状の改良体を造成可能とした工法である。本来必要な部分のみを改良できることから改良ボリュームを大幅に削減でき、排泥量も通常の高圧噴射工法に比べ少ないことから、コスト的な優位性は高いと考える。また、最新機械の設置寸法は $0.6 \times 0.75\text{m}$ 、高さ $1.63\text{m}$ と超小型であり、現在、工法完成に向けた取り組みがなされている。

ただし、建築基礎を目的とした格子状地盤改良工法として適用した実績が少なく、建築の視点から見た要求品質の確認(改良強度・ばらつきの確認、有効壁厚の確保、ラップ部の一体性確認)および、それらを確保するための品質管理手法の確立が必要である。

また、造成される改良体の形状がかなりの薄壁形状であることから、現状の施工法では、設計上の有効壁厚を満足しない部分が一部発生する。改良壁の剛性を確保するための設計・施工の両側面からの検討が必要である。

表-3 選択工法の概要

工法名	機械掘削工法			高圧噴射工法		
	小型機械掘削工法A	小型機械掘削工法B	超小型機械掘削工法A	超小型機械掘削工法B	超小型高圧噴射工法	超小型自由形状高圧噴射工法
概要図						
機械寸法	全長5.0~7.0m × 幅2.4~2.5m × 高さ9.0~10.0m 単軸:φ800~1600mm、2軸:φ800~1000mm	全長4.5m × 幅1.98m × 高さ8.4m 単軸:φ600~800mm	全長3.0~4.0m × 幅1.4~2.5m × 高さ4.0~6.0m 2軸:φ600~800mm	全長3.8m × 幅0.8~1.8m × 高さ2.0~3.9m 単軸:~φ800mm	全長0.6m × 幅0.4m × 高さ1.2m 単軸:φ1000~2500mm	全長0.7m × 幅0.6m × 高さ1.6m φ5000~8000mm 改良角度10~30度
改良深度	13m(最大掘削可能深度 15~20m)	13m(目標)	2軸:φ600~800mm 13m(目標)	13m(目標)	13m(最大掘削可能深度 20m以上)	20m
工法完成度	実在工法	一部改造が必要	大幅な改造が必要	大幅な改造が必要	実在工法	実在工法
適用位置 (狭所対応)	△	○	○	○	◎	◎
品質	TOFTI工法としての実績は豊富であり、大型機と同等の品質管理手法は確立されている。	TOFTI工法としての実績は豊富であり、品質管理手法は確立されているが、小型機機により同様の管理ができるかがポイントとなる。	TOFTI工法としての実績は豊富であり、管理手法は確立されているが、新形式の機機につき同様の管理ができるかがポイントとなる。	細管回転埋込み工法などの施工機を地盤改良機に改造。他工法の機機の転用であるため、TOFTI工法と同様の管理ができるかがポイントとなる。	土木工事では実績は豊富。 機械掘削式と同レベルの施工プロセス管理システムを構築。 ただし建設物への適用に際しては品質並びに管理手法の確認が必要。とくに、改良形状が非常に薄型となるため噴射部とラップ部における品質の確認がポイントとなる。	近年実績が増えつつある。 機械掘削式と同レベルの施工プロセス管理システムを構築。 ただし建設物への適用に際しては品質並びに管理手法の確認が必要。とくに、改良形状が非常に薄型となるため噴射部とラップ部における品質の確認がポイントとなる。
排泥量	◎	○	◎	◎	○	◎
コスト	◎	◎	◎	◎	△	◎
その他設備	◎	○	◎	◎	△	△
留意点	◎	○	◎	◎	△	△
実現性	◎	○	◎	◎	○	◎