

第6章 格子状地中壁工法の検討

6-1 格子状地中壁工法の考え方

格子状地中壁工法は、セメントなどの改良材を地中に供給し、原地盤の軟弱土と改良材を強制的に混合攪拌することで、地中に柱列状の固化壁を造成し、これらを格子状に配置し液状化地盤を囲い込むことで、地盤のせん断変形を抑止し液状化を抑制する工法で、施工性について十分に調査・検討して工法を採用する必要がある。本工法の採択にあたっては、地下水位低下工法と比較して、施工性、施工コストについても十分に考慮しつつ調査・検討を進める必要がある。

特に、施工にあたっては、地中壁全体としての設計強度を確保するため、改良体の一体性を確保することが重要な要求性能の一つとなり、地中壁の改良方式の違いや強度などを考慮しつつ、その鉛直精度ならびに接合部の品質面においても要求性能を満足できるよう留意する必要がある。

1. 格子状地中壁のメカニズム ^{1),2),3),4)}

本工法は、図6-1のようにセメントなどの改良材を地中に供給し、原地盤の軟弱土と改良材を強制的に混合攪拌することで、図6-2のように地中に柱列状の固化壁を造成し、これらを格子状に配置し液状化地盤を囲い込むことで、地盤のせん断変形を抑止し液状化を抑制する工法である。また本工法は、低騒音、低振動であること、早期強度が得られること、粘性土と砂質土の双方に適用できることなどの特徴を有している。

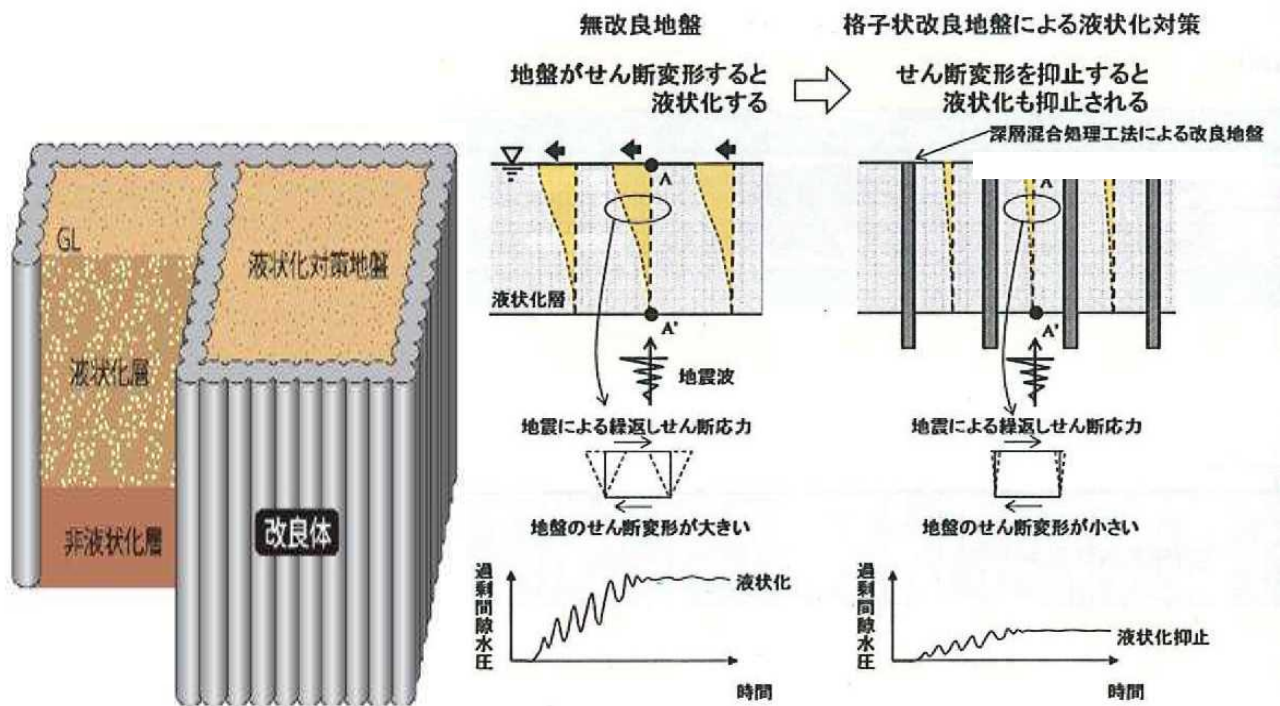


図 6-1 格子状地中壁のイメージ

図 6-2 格子状地中壁の液状化抑制メカニズム

2. 格子状地中壁の種類

格子状地中壁工法は、機械攪拌式と高圧噴射式に大別される。

- ①機械攪拌式は、スラリー状の改良材と原地盤の軟弱土を機械攪拌式翼により攪拌混合して改良体を造成する方法である。
- ②高圧噴射式は、高圧の空気、水及びグラウト材で改良範囲の原地盤を粉碎し、切削部分にセメント系改良材を充填あるいは改良材と切削土の一部を混合する方法である。

3. 宅地における格子状地中壁

本工法の施工にあたり、改良壁の一体性の確保が重要な要求性能の一つとなる。元来、本工法は機械攪拌式の大型施工機の使用を前提に開発された工法であり、改良体の鉛直精度や接合性については、これまでの数多くの研究や実施工において実証がなされている。

機械攪拌式地盤改良工法は、**図6-3(a)**に示すように地中に円柱状の改良体を非液状化層まで連続して造成する液状化対策工法である。小型の施工機械は、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ものであり、騒音・振動など環境面にも配慮した工法である。現存する宅地向け小型機の大きさは、幅1.9～2.5m、長さ4.5～7m、高さ8～10m程度であり、更地は勿論であるが、道路部や比較的隣棟間隔が広い(3m程度)住宅境界部への使用に適している。機械攪拌式は、安定した改良体の品質(改良強度・均質性・一体性)が得られ、コストも高圧噴射式に比べ低く抑えられることから、施工条件(施工スペース、埋設物など)が許す限り機械攪拌式工法の適用が望ましい。

一方、高圧噴射式地盤改良工法は、**図6-3(b)**に示すように既存宅地など施工スペースが確保しにくい場所での地盤液状化対策に有利な工法である。同工法は、機械式の掘削・攪拌翼に代わって、地中でセメントスラリーなどの硬化材を超高圧で噴射し、地盤を切削しながら改良体を造成するものであり、円柱状、壁状、扇形、格子状などさまざまな改良体を造ることができるほか、最大で半径4メートルの大口径の改良体が構築できる。超小型の施工機械は、例えば長さ80cm、幅60cm、高さ1m70cm程度の大きさで、塀や駐車場、植栽、軒下を極力撤去せずに一戸建て住宅の周囲に改良体を構築することが可能となる。一般的な柱状改良体を柱列状に造成する場合、その排泥の多さから機械攪拌式に比べコスト高となるが、壁状に改良すること等によるコスト縮減が期待されている。ただし、高圧噴射工法は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)及び、それらを確保するための品質管理手法の確立、また、浅層部の改良に伴う周辺地盤への影響確認なども必要である。

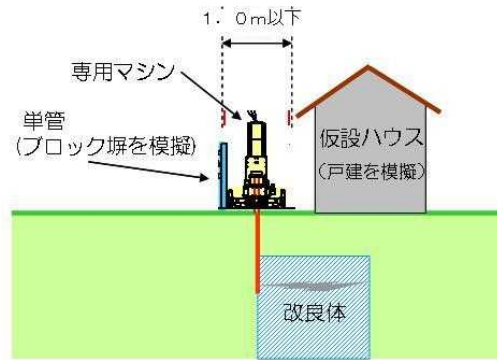
戸建て住宅地における施工においては、コスト縮減及び施工条件により、異なる種類の施工機械を利用することになるため、改良方式の違いなどを考慮し、改良体の鉛直精度ならびに接合部の品質面において、要求性能を満足できるよう留意する必要がある⁵⁾。



(a) 小型機械攪拌式地盤改良機



(b) 高圧噴射式地盤改良機-1



(c) 高圧噴射式地盤改良機-2

図 6-3 格子状地中壁の各種施工機械

6-2 格子状地中壁工法に適した地盤条件等について

格子状地中壁工法は、基本的に地盤条件等に応じて格子状改良体を設計することになるが、以下のような地盤条件等に適した液状化対策工法である。

- ①一定の N 値が確保されている地盤
- ②敷（画）地割が比較的整形であり、高低差が小さい土地利用
- ③敷（画）地割が大きすぎず、一定の隣棟間隔が確保されている家屋配置

格子状地中壁工法は、地中に柱列状の固化壁を造成し、これらを格子状に配置し液状化地盤を囲い込むことで、地盤のせん断変形を抑え地盤の液状化を抑制し、地震時における宅地地盤の沈下量の軽減を図る工法である。

初期投資はかかるものの、施工時の品質管理を十分に行えば施工後の長期的な維持・管理に要する経費が比較的小さく、地下水位低下工法で懸念されるような水位低下に伴う下部粘性土層における圧密沈下等の影響も小さい工法である。また、改良体設置後は、格子状に囲まれた宅地ごとに個別の対策を追加的に施すことで、隣接する宅地への影響を抑えつつ、居住者の個別のニーズに即した対策が比較的取りやすくなる工法である。

1. 一定の N 値が確保されている地盤

格子状地中壁工法は、基本的に地盤条件等に応じて格子状改良体の設計を行うこととなり、液状化層の深さや砂の透水係数による制約は比較的小さいが、一般的に、 N 値が小さくなると格子の間隔を狭くする必要が生じる。液状化被災市街地において同工法を適用する場合には、既存の家屋を残したまま、敷地境界等の下部又は近傍に地中壁を設置することが多いものと想定されることから、格子の間隔は、既存の敷（画）地割を前提とすることが求められ、 N 値が小さい場合には、格子状改良体による地盤のせん断変形の抑止効果の発現が得られにくくなる場合が生じるものと考えられる。

2. 敷（画）地割が比較的整形であり、高低差が小さい土地利用

格子状地中壁工法は、その改良体を既設の家屋直下を避けて配置するように設計を行うことから、通常の場合、隣接地との境界下部に設置することが多い。このことから、隣接地との境界面である敷（画）地割が比較的整形であり高低差が小さい地盤でない場合、格子の形状が複雑になり、地盤のせん断変形を均一に抑止し、液状化を抑制することが困難となる可能性がある。

3. 敷（画）地割が大きすぎず、一定の隣棟間隔が確保されている家屋配置

格子状地中壁工法は、地盤の模型振動実験を用いた検討等によると、一般的に、格子間隔 L と格子深さ H との比 L/H が小さいほど格子壁内の過剰間隙水圧の低減効果が高いものとされている。このことから、敷（画）地割が大きくなれば、改良体を設置する深さについても深くする必要が生じることが想定され、費用対効果が低減するものと考えられる。

また、敷地境界の下部に改良体を設置することも想定されることから、敷（画）地の背割部分を含め、家屋相互の隣棟間隔についても、施工機械の設置が可能となる程度のスペースが確保されていることが望ましい。

6-3 格子状地中壁工法の調査・試験について

格子状地中壁工法の設計、施工を行うにあたり、調査・試験が必要となる。
 調査・試験には、事前、施工中、事後の調査があり、事前調査は主に設計及び配合計画のために行い、施工中調査は周辺への影響、事後調査は出来上がった改良体の出来形や品質を確認するために行うものである。戸建て住宅地での検討に際しては、要求性能に応じて、その調査・試験の項目や範囲を適切に決定する必要がある。

格子状地中壁のための調査・試験⁶⁾は、事前・施工中及び事後に行う調査があり、事前調査には以下のようなものがある。

- ①原地盤の土質調査
- ②室内配合試験
- ③水質調査（事前・施工中・事後）
- ④地盤改良の土質調査（事後）
- ⑤掘起こし調査（事後）

表6-1に格子状地中壁を含む固結工法の検討で行われる調査・試験の項目について主要なものをまとめて示す。また、必要とされる強さを把握するための安定剤の添加率を求めるために行う②室内配合試験について図6-4に一般的なフローを示す。

表 6-1 固結工法のために必要な試験・調査項目

調査時期	調査・試験の種類	調査・試験の項目	設計時	施工時	
事前調査	原地盤の基礎資料の調査	土質区分	○	○	
		障害物の有無		○	
		土粒子の密度	ρ_s	○	
		粒度	D_{50}, U_c	○	
		単位体積重量	γ	○	
		pH(水素イオン濃度)	pH		○
		含水比	w		○
		弾性波速度	V_s	△	
		N値	N	○	○
		透水係数	k	△	
		強熱減量	Li		△
		有機炭素含有量	C_o		△
		地下水位	GL	○	○
		室内配合試験	一軸圧縮試験	q_u	○
	六価クロム溶出試験	六価クロム溶出量		○	
事前・施工中・事後調査	水質調査	pH(水素イオン濃度)	pH	△	
		SS(浮遊物質)	ss	△	
	既設構造物等への影響の調査	地盤変位、構造物変位	$\Delta x, y, z$		○
事後調査	改良地盤の調査	単位体積重量	γ	△	
		含水比	w	△	
		弾性波速度	V_s	△	
		一軸圧縮試験	q_u	○	
		三軸圧縮試験	C、 ϕ	△	
		繰返し三軸試験	G、h	△	
	出来形の確認	掘起こし調査		△	

○: 必須 △: 必要に応じて実施

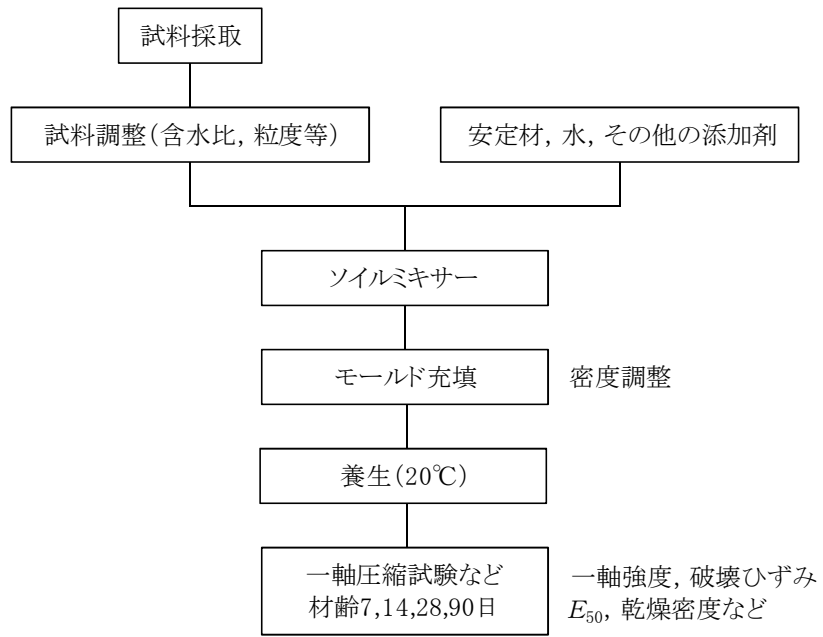


図 6-4 室内配合試験フロー

6-4 格子状地中壁工法の検討について

格子状地中壁工法の適用可能性の検討は、電算解析によることを基本とする。対策効果の評価は、下記①～③の指標を算出して行う。

具体的には、 F_L 値や D_{cy} 値の算出は2次元等価線形地震応答解析によって算出する方法が考えられる。この解析は改良壁による拘束効果をモデル化した地盤の地震応答解析であり、解析結果から地盤の液状化に対する安全率（ F_L 値）を算出し液状化の発生の有無について評価ができる。なお、より詳細な2次元や3次元の有効応力解析を行うと、過剰間隙水圧比の分布が求まり、液状化の発生の有無について、より精度の高い評価を行うことができる。

- ①液状化判定指標（ F_L 値）
- ②液状化による地表変位量（ D_{cy} 値）の計算
- ③改良壁の水平支持力度の計算

なお、格子状地中壁工法の適用可能性の初期の検討に当たっては、概ねの対策効果を簡易に把握するために、簡易評価シート（国土交通省・国土技術政策総合研究所）が活用できる。

1. 地域で取り組む地盤の液状化対策のための格子状地中壁工法の効果の簡易評価シート

ここでは、当該専門的な解析を行うに先立ち、同工法の適用可能性について、簡易に検証するため、**<資料編6-1>**の国土交通省・国土技術政策総合研究所において公表されている簡易評価シート⁸⁾の活用について示す。

格子状地中壁工法は、地盤状況や街区構成、敷地の大きさ等により個別性が高く、その設計にあたっては、**<資料編6-2>**の2次元等価線形地震応答解析での検証等が必要となる。

この簡易評価シートは、地域で取り組む液状化対策の有力な工法である「格子状地中壁工法」について、各地区の地盤状況（N値、液状化層厚、細粒分含有率など）と、対策として適用する地中壁の格子の大きさや強度をプルダウンメニューから選択することによって、液状化判定指標（ F_L 値）と液状化による地表変位量（ D_{cy} 値）を簡単に算定するための支援ツールである。東日本大震災による液状化被災地の自治体において、「格子状地中壁工法」の適用の可否を検討するための支援を目的に作成されている。

「計算シート（解説）」に基本となる条件で計算した結果が表示されており、ツールの機能を確認することができる。なお、この計算結果は、概括的な予測を目的として、一定の条件を前提にして2次元等価線形地震応答解析を行った計算値を示したものである。

簡易評価シートは、東日本大震災による液状化被災市街地における迅速な対応を支援するため、概ねの対策効果を簡易に把握するために作成したシートであり、当該計算結果について再液状化の発生の有無や沈下量等について保証するものではない。従って、工法を実際に適用する場合には、各地域の詳細な地盤状況や、住宅地の敷地割りなどを考慮した設計・施工方法の具体的な検討が必要である。また、工法を実際に適用した場合の詳細は、地盤調査の精度、設計・施工管理の方法、地盤状態の経年的な変動及び遭遇する地震波の特性などの影響を受けることになるので注意が必要である。

このシートの計算条件は、**図6-5**のような道路と宅地の配置を想定している。

①地表から液状化層となる砂層が続く地盤

②少なくとも4戸以上の住宅が連続してあり、その周囲には幅4～9mの道路がある宅地

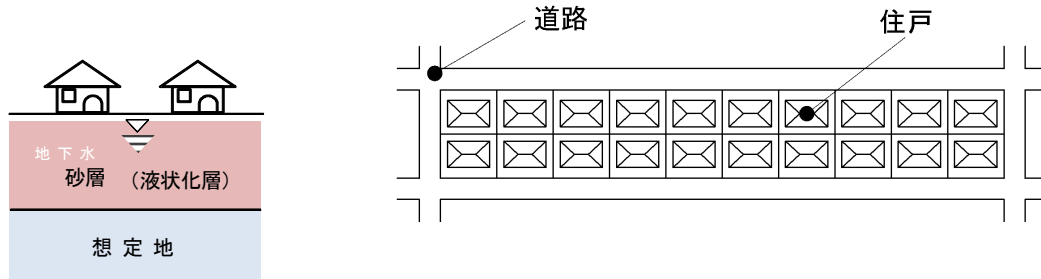


図 6-5 道路と宅地の配置イメージ

格子状地中壁のモデルは、図6-6に示すように住宅敷地の多様な規模・形状を想定して、表6-2の18ケースを設定し、地中壁の強度については、機械攪拌式を想定した $1.5\text{N}/\text{mm}^2$ を標準とする4種類を想定して解析計算を行っている。

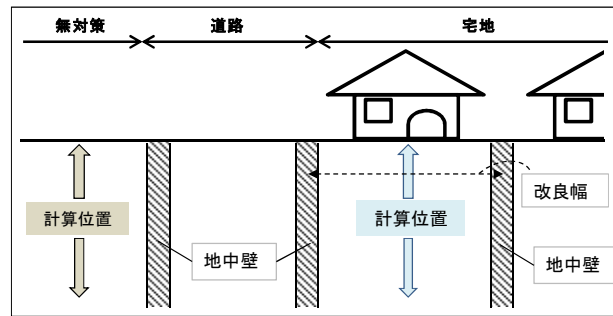


図 6-6 解析断面モデル

表 6-2 住宅敷地（格子形状）と地中壁強度の設定ケース

敷地の奥行き	敷地の幅
10m	6m、8m、10m、12m、14m、16m、20m
15m	6m、8m、10m、12m、14m、16m、20m
30m	15m、20m、30m、40m
地中壁の強度	0.75、1.0、1.5、3.0 (N/mm^2)

また、地盤モデルと地盤定数については、液状化のおそれのある宅地地盤の条件が多様なため、多様な地域が各々の状況に比較的近い条件による計算結果を得ることができるように、液状化層厚（4種類）、砂層地盤の N 値（4種類）、細粒分含有率（4種類）、地下水位（2種類）を設定している。

表6-3は解析計算を行った地盤モデルの断面パターン、表6-4は地盤状況の設定ケースを示している。

表 6-3 地盤状況の設定ケース

地盤の状況	設定ケース
液状化層の厚さ	5m、10m、15m、20m
N 値	3、5、10、15
細粒分含有率	0%、10%、20%、30%
地下水位	GL-1m、-2m

表 6-4 解析モデルの基本ケース

下端深度(m)	液状化層厚			
	5m	10m	15m	20m
5	砂	砂	砂	砂
10	粘土(200)	粘土(200)	粘土(200)	粘土(200)
15				
20	砂(250)	砂(250)	砂(250)	砂(250)
25				
30				
35	工学基盤(400)	工学基盤(400)	工学基盤(400)	工学基盤(400)
40				
45	工学基盤(400)	工学基盤(400)	工学基盤(400)	工学基盤(400)
50				
55	工学基盤(400)	工学基盤(400)	工学基盤(400)	工学基盤(400)
60				

()内は Vs 値 (m/s)

簡易シートの作成手順は、図6-7に示す様に、解析断面を設定し、地盤定数等のN値、液状化深さ、細粒分含有率 F_c 、地下水位、格子状改良間隔（幅×奥行）、道路幅、地中壁強度のパラメータを入力する。その結果、液状化の簡易判定により、以下を算出し検討を行う。

①液状化判定指標 (F_L 値)

②液状化による地表変位量 (D_{cy} 値)

簡易計算は、以下の手順により行われる。

①深度(地表面からの深さ)0.5m ごとに液状化判定指標 F_L 値を計算する。

②地下水位より浅い深度の計算は行っていない。

③ F_L 値が 1.0 より小さい場合は「液状化する」と判定され、液状化判定欄に「×」が表示される。

1.0 より大きい場合は「液状化しない」と判断され空欄となる。

④計算結果は、表 6-5 に示すように地震波 a と地震波 b の 2 つに対して行われる。

表6-5 入力地震動

地震動の種類	地震加速度	震源規模	波形
(a)巨大地震による中程度の揺れ	200gal	M9.0	東日本大震災の夢の島観測波
(b)直下型地震による大きな揺れ	350gal	M7.3	中央防災会議東京湾北部想定波

⑤対策効果の確認のため、無対策の場合の計算結果も表示される。

⑥格子状地中壁が地震により壊れる可能性がある場合は、改良壁の水平支持力度の計算結果から「検討対象外」である旨が表示される。この表示が出た場合は地中壁の強度を変更する。

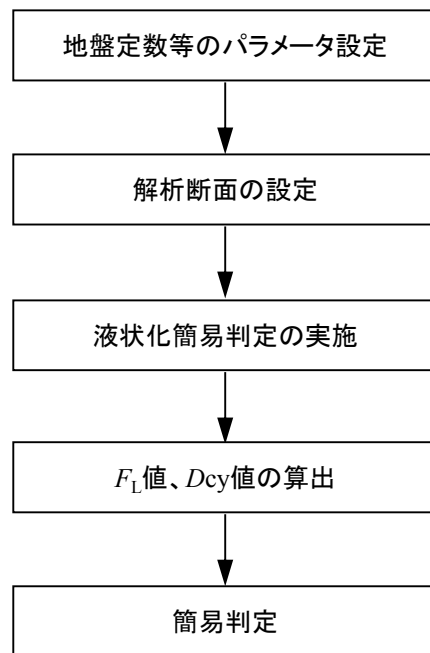


図 6-7 簡易シート作成フロー

2. 格子状地中壁工法の検討手順

格子状地中壁工法の検討は、全体一体挙動が確保できる範囲でその仕様を設定できれば、ブロック状の改良地盤の検討方法と基本的に同じである。図4-41に格子状地中壁工法の検討フローチャートを示す。また、改良壁の検討フローを図6-8に示す。格子状地中壁工法は、全体一体挙動を保てるだけの全体としての高い剛性が必要なため、格子壁の面内剛性を高めるべく、格子壁をラップ配置の連続体に施工しておく必要がある。格子状地中壁工法を検討する場合は、格子状の壁で囲まれた宅地地盤（格子内原地盤）が液状化に対して戸建て住宅の沈下量や傾斜角などの許容値の要求性能を満足するように抑制できるかで判断する。

なお、2次元や3次元での有効応力解析の検討方法は、ある程度確立されているが明確になっていないために、その地域の地盤条件等に応じて専門家を含む委員会で選択することが望ましい。

注) : この改良壁の検討内容は、国土交通省・国土技術政策総合研究所ホームページから「地域で取り組む地盤の液状化対策のための格子状地中壁工法の効果の簡易評価シート」⁸⁾をダウンロードして簡易判定が代用できる。

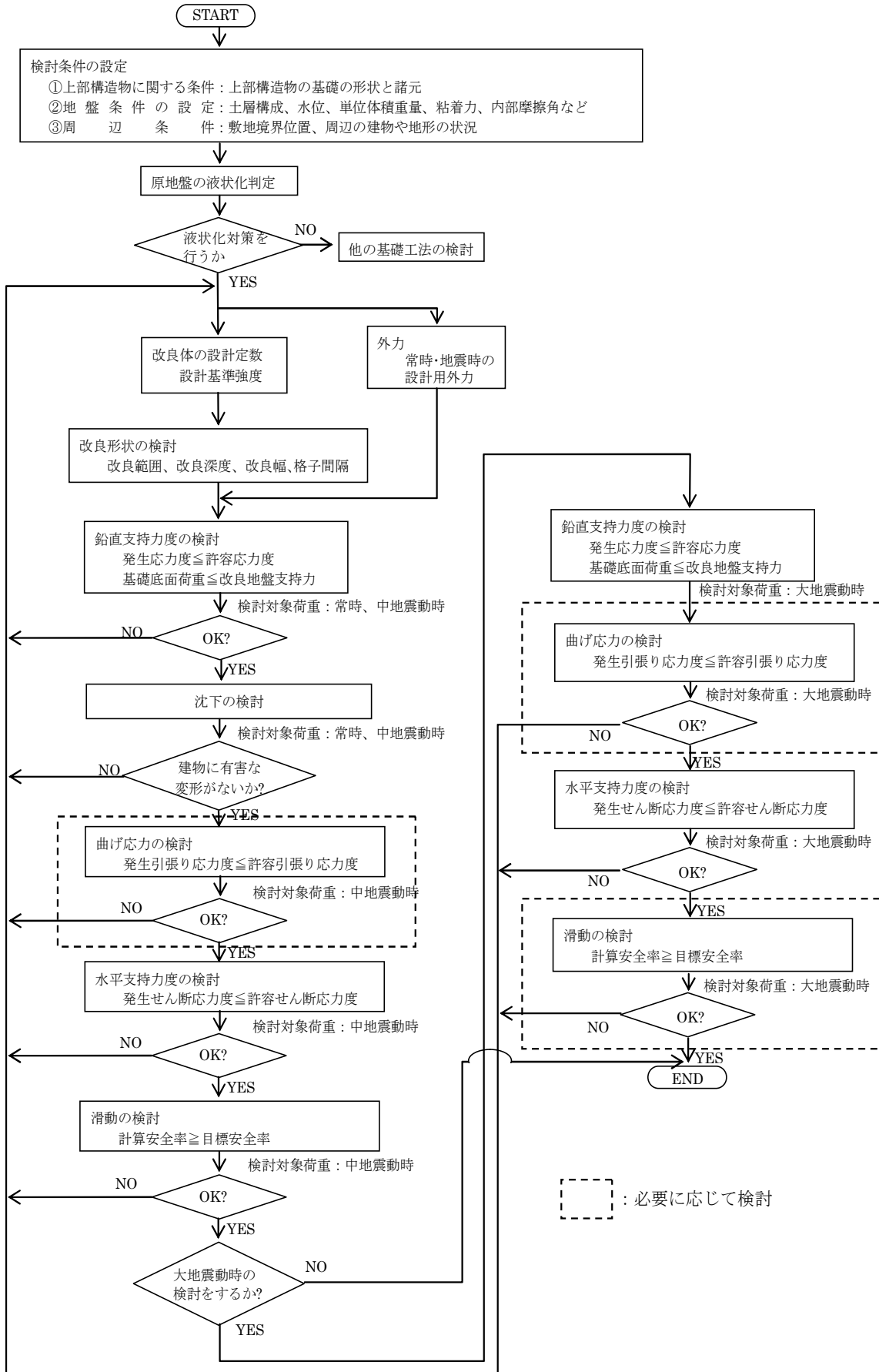


図 6-8 改良壁の検討フロー

3. 格子状改良工法の検討事例

格子状地盤改良工法では、通常は格子内原地盤を液状化させないことを目的として設計する。

一般的に、格子状地盤改良の改良率は20～50%程度とされ、改良地盤全体のせん断剛性は、格子内の液状化していない原地盤と改良体の複合地盤全体のせん断剛性として評価する。従って、格子内原地盤の液状化を抑止するために格子間隔を適切に設定する必要がある。格子間隔の設定法には、実験や解析結果から、格子間隔と液状化抑止効果の関係を図表化し、それらを基に格子間隔を設定する簡易的なものと、有限要素法による地震応答解析結果により検討を行う詳細法があり、実務においては後者による検討が推奨される。諸事情により簡易法のみで設定する場合には、十分な余裕を見込むことが重要である。

以下に上述の方法についての検討例を紹介する。

1) 模型振動実験による検討事例

格子状地中壁地盤の模型振動実験（中型・大型模型振動実験及び遠心模型振動実験）は、過去に行った実験実施例が国土交通省・国土技術政策総合研究所においてホームページに掲載されているので参照されたい。

2) 有限要素法解析による検討事例

有限要素法を用いて格子状地中壁地盤の地震応答解析を行い、格子状地中壁地盤の液状化抑止機能の検討及び格子状地中壁地盤の改良仕様から格子内原地盤の液状化判定をするための検討の報告^{9)～13)}が、地表面加速度 300cm/sec^2 を超える大地震時に対する場合も含めて¹⁴⁾されており、3次元形状を有する格子状地中壁地盤の解析手法として、2次元有限要素法で表現する手法の研究¹⁵⁾や、3次元FEM動的有効応力解析による詳細な研究^{16)、17)}がなされている。

有効応力解析が有効であるが、全応力解析を行う場合は、壁際の地盤の斜めのせん断力の向きに注意が必要である。

6-5 格子状地中壁工法と他工法との組合せについて

格子状地中壁工法は、街区の外周と敷地境界に地中壁（セメント系の改良体、深さは地下水位から液状化層下部まで）を設ける工法である。

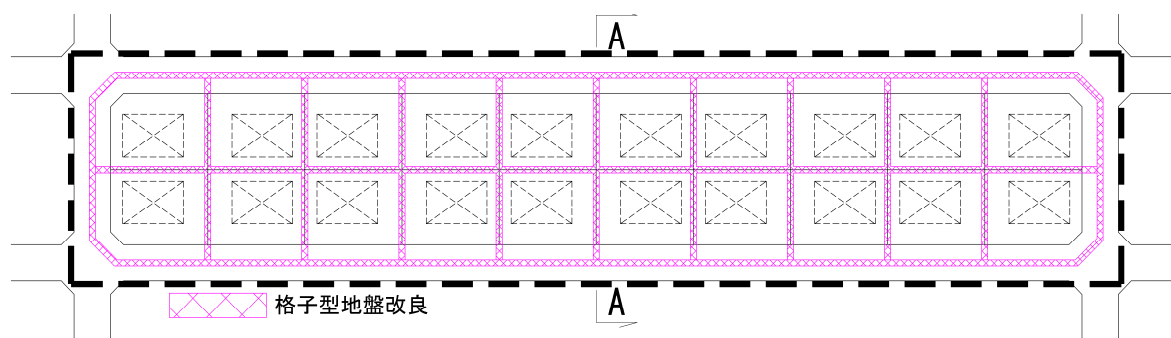
地中壁により、街路や各敷地が仕切られることとなるため、街区一体型の格子状地中壁で一定の水準までの液状化対策を施した後の付加的な対策については、個々の敷地所有者の判断と負担によって、隣接地と独立して対策を施すことが比較的容易となることから、個々の建物更新等に合わせた更なる対策も想定される。

なお、狭い隣棟部分では大型機械での施工が困難となるおそれがある。

1. 基本仕様

格子状地中壁工法は、図6-9のように街区の外周と敷地境界に地中壁を設ける。地中壁のセメント系の改良体深さは、地下水位から液状化層下部までとし、非液状化地盤に定着させることが考えられる。表6-6は、公共施設と宅地部分における主工法となる格子状地中壁工法と副工法の組み合わせである。

(街区平面図)



(街区断面図(A-A))

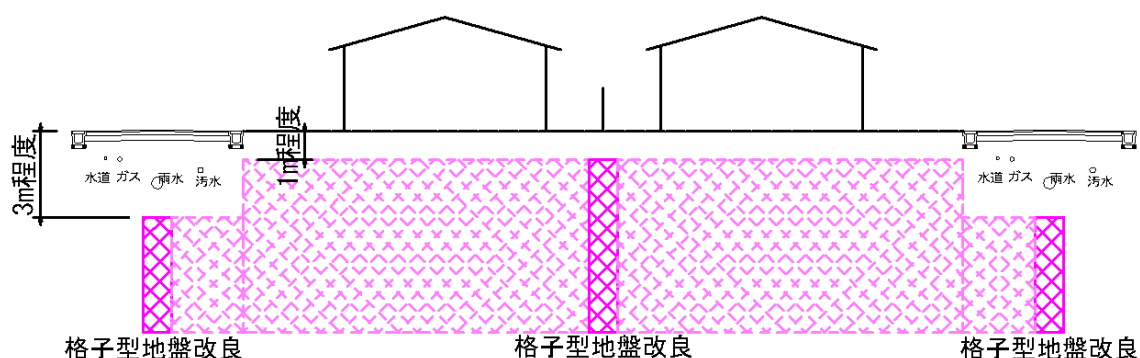


図 6-9 格子状地中壁工法概念図

表 6-6 公共施設と宅地部分における格子状地中壁工法

	公共施設部分	宅地部分
主工法	側溝下等の地中壁で街区を格子状に囲む	敷地境界下にも地中壁を設ける
(副工法)	—	地中壁で囲まれた敷地内は、敷地所有者の個々の判断により、浅層部の締固めや盛土等を適宜行う

2. 組合せ工法

地中壁で個々の建築敷地が仕切られるため、土地所有者各々の判断によって、浅層部の締固めや盛土など、多様な方法を任意に組み合わせることが考えられる。

3. 主な得失

地中壁により、街路や各敷地が仕切られることになるため、街区一体型の格子状地中壁で一定の水準までの液状化対策を施した後、更に高度な対策については、個々の敷地所有者の判断と負担によって行い得るようになるので、追加的な対策の効果が判断しやすい状態が実現される。狭い隣棟部分では大型機械での施工ができないおそれがある。

4. 実施例

広い敷地ではなく建物下に適用した例であるが、格子状地中壁の実施例としては、＜資料編 6-3＞神戸市埠頭地区（旅客ターミナル・ホテル建築物の基礎補強）があるので、参照されたい。なお、東北地方太平洋沖地震における格子状地盤改良を施した建築基礎の挙動については、＜資料編 6-4＞を参照とされたい。

6-6 格子状地中壁工法の施工方法

設計上要求される地中壁の品質を確保するためには、施工前、施工中、施工後に適切な品質管理を行うことが必要となる。品質管理としては、配合管理、施工管理及び品質検査がある。格子状地中壁地盤は軟弱地盤を格子状に改良した上で①複合地盤としての支持力の増大をはかること②改良地盤の液状化を抑制することが要求されている。

改良体の品質は改良体の築造に使用する材料の選定・配合の管理やセメント系固化材スラリーの製造・吐出・混合、改良杭の打設位置、鉛直精度、接合時間等の施工中の施工管理に大きく影響を受ける。このため、さまざまな管理が必要となる。

1. 品質管理

設計の要求する改良体の品質を確保するため、施工前、施工中、施工後に適切な品質管理を実施する。品質管理としては、配合管理、施工管理及び品質検査がある。

格子状地中壁地盤は軟弱地盤を格子状に改良した上で以下のことが要求されている。

①複合地盤としての支持力の増大をはかる

②改良地盤の液状化を抑制する

この設計の要求を確保するためには、格子状地中壁体の品質、強度のばらつきを考慮した所要の平均強度が得られていること、局所的な未改良土の混入部、改良体のラップ部が弱点部にならないこと、六価クロム有害重金属の溶出が無いことが特に厳しく要求される。改良体の品質は改良体の築造に使用する材料の選定・配合の管理やセメント系固化材スラリーの製造・吐出・混合、改良体の打設位置、鉛直精度、接合時間等の施工中の施工管理に大きく影響を受ける。このため、以下の配合管理、施工管理及び品質検査が必要となる。また、図6-10に品質管理の全体フローを示す。

(1) 配合管理

配合管理では、改良対象エリアの推定や土層断面を描くために必要な基礎資料（地盤調査資料）を収集し、収集した資料から地盤区分図と土層区分図を作成する。次に土層区分ごとに室内配合試験を行い、配合条件と強度の関係を把握する。この関係から試験施工または本工事で採用する配合を最終的に決定する。

(2) 施工管理

施工管理には、施工開始前に行う施工前管理と施工中に行う施工中管理がある。施工前管理では、施工中に使用する各計器類の動作状況を確認するほか、試験施工を行い着底判定基準を決定する。また、施工中管理では、施工計画において決められた施工管理項目とその規格値を満足した施工が行われていることを各計器類により管理する。

(3) 品質検査

品質検査では、築造された改良体が要求品質を満足していることを確認する。検査の種類には以下のものがある。

①改良体コアの採取率の検査

②改良体コアの一軸圧縮強さの検査

③改良体コアからの六価クロムの溶出量の検査（ただし、対象土が火山灰質粘性土の場合のみ実施）

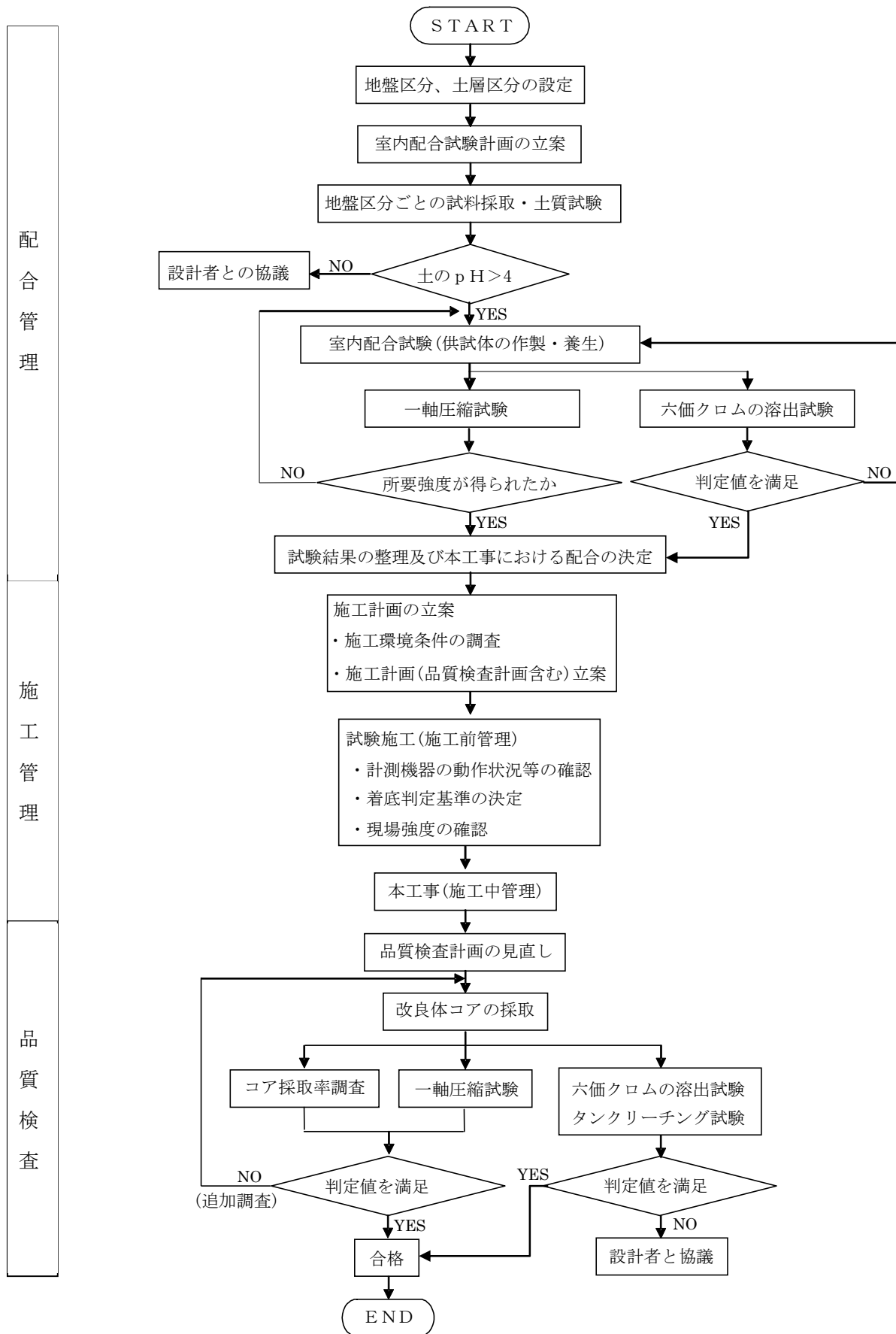


図 6-10 格子内原地盤の品質管理の全体フロー

2. 施工方法

格子状地中壁の一般的な機械攪拌式による施工手順について紹介する。標準的な施工手順及び打設サイクルを図6-11に示す。改良材の吐出方法には、貫入時吐出方式と引抜き時吐出方式がある。

貫入時吐出は、土と改良材の攪拌が貫入時と引き抜き時の両方で行うことが可能なため、攪拌の均質性が向上する。しかし、土質条件によっては貫入速度に応じた改良材の吐出量の調整の問題や、改良深度が深く時間を要すると、攪拌翼引き抜き時に固化が始まるといった問題があり、その場合は引き抜き時吐出にする。吐出方法は、土質条件や改良深さ、改良仕様を考慮して決定することが必要である。

スラリー系では、一般に貫入時吐出方式が採用されることが多いが、地盤が不均質で硬い層が介在する場合や、大深度の施工の場合は引き抜き時吐出方式としている。

なお、施工方法の詳細については、「建築基礎構造設計指針」¹⁾、「建築物のための地盤改良の設計・施工マニュアル」⁴⁾並びに「陸上工事における深層混合処理技術マニュアル」³⁾に記してあるので、参照されたい。

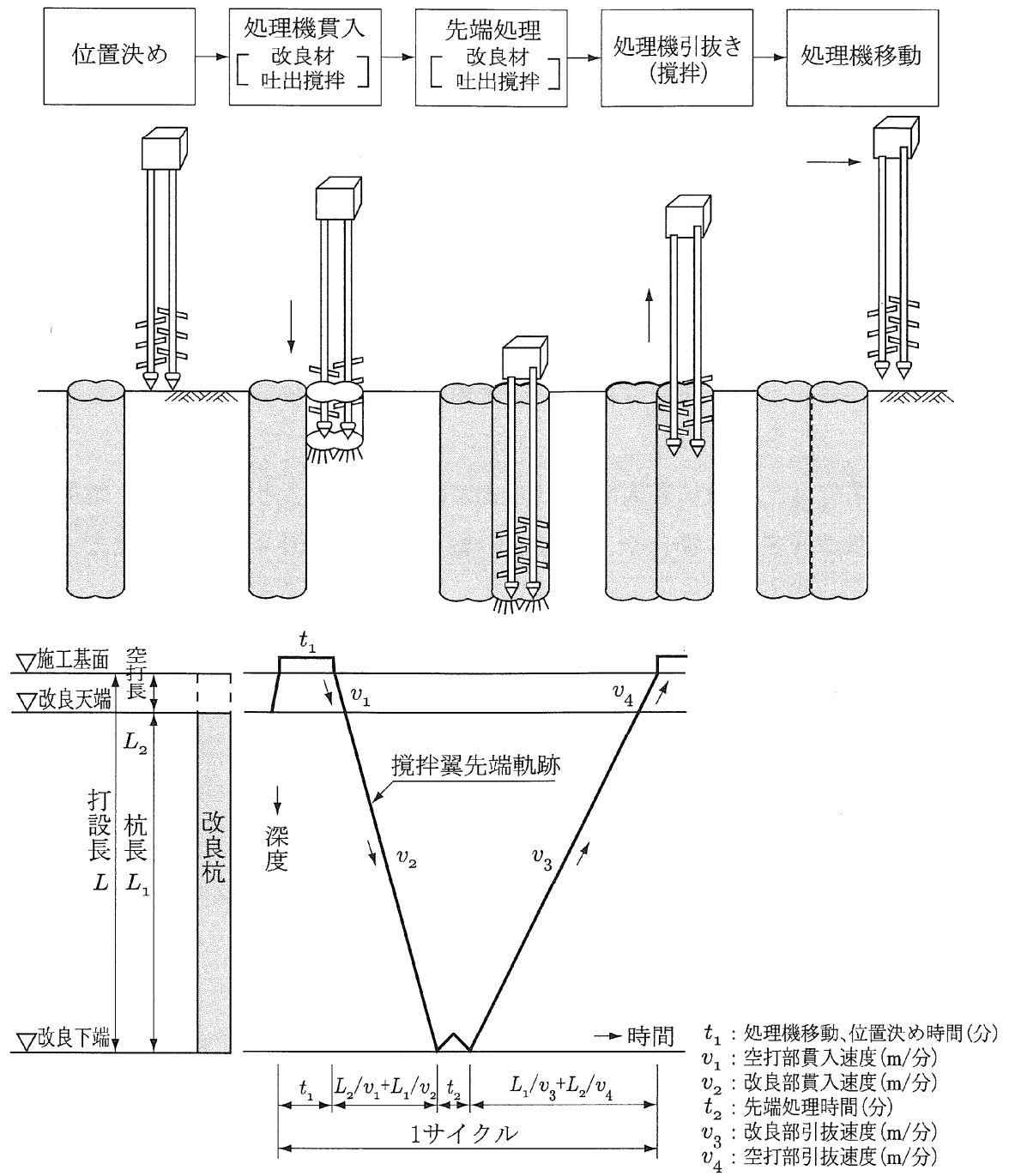


図6-11 格子状地中壁の標準的な施工手順及び打設サイクル³⁾

<参考文献>

- 1) 日本建築学会：建築基礎のための地盤改良設計指針案，第4章、第5章，pp.33～264，2006.
- 2) 地盤工学会：液状化対策工法，第2章，pp.299～317，2004.
- 3) 土木研究センター：陸上工事における深層混合処理工法 設計・施工マニュアル，2004.
- 4) 日本建築センター：改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針ーセメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法ー，2002.
- 5) 小西一生・内田明彦：格子状地盤改良工法の液状化対策効果と工場内での施工，日本建設機械施工協会「建設の施工企画」，pp.36-39，2012.8.
- 6) 土質工学会：軟弱地盤対策工法ー調査・設計から施工までー，pp.156～159，1988.
- 7) 沿岸開発技術研究センター：海上工事における深層混合処理工法技術マニュアル，pp.68～88，1999.
- 8) 「地域で取り組む地盤の液状化対策のための格子状地中壁工法の効果の簡易評価シート」
- 9) 足立有史・三原正哉・浦野和彦・渦岡良介：液状化対策としての格子状固化改良の改良効果に関する検討，第35回地盤工学研究発表会概要集，pp.2297-2298，2000.6.
- 10) 神原隆則・古賀恭之・谷口栄一：液状化対策としての深層混合処理工法に関する3次元応解析，土木学会第42回年次学術講演会講演概要集第I部門，pp.1116-1117，1987.9.
- 11) 古屋 弘・佐藤 清・松田 隆：液状化対策工法としての格子状地盤改良の解析的検討，第25回地震工学研究発表会論文集，pp.397-400，1999.7.
- 12) 花岡和弘・宮田 章：格子状地盤改良による液状化対策効果の解析的検討，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造I，pp.801-802，1999.9.
- 13) 馬場崎亮一・内田明彦・山下 清・塩見忠彦・吉澤睦博・鬼丸貞友・津國正一・田屋裕司：深層混合処理工法による格子状地中壁地盤における液状化抑制のための格子状間隔簡易算定法，公開特許公報，特開 2001-355229，2001.12.26.
- 14) 小竹 望・北出圭介・青木一二三・米澤豊司・畑 英一・松雪光明：L2地震動に対する格子状固化改良による液状化対策工，土木学会第58回年次学術講演会，III-625，pp.1249-1250，2003.9.
- 15) 福武毅芳・大槻 明・藤川 智：液状化問題における二次元解析の適用限界と三次元解析の利点，土質工学会「地盤破壊の三次元評価に関するシンポジウム発表論文集」，pp.229-236，1995.3.
- 16) 福武毅芳・大槻 明：三次元液状化解析による部分改良地盤の効果の予測，土質工学会「地盤の液状化対策に関するシンポジウム発表論文集」，pp.205-210，1991.1.
- 17) 宮本 誠・清田芳治・宮田 章：マルチ・サーフェース理論を用いた格子改良地盤の三次元有効解析，第32回地盤工学研究発表会発表講演集，No.2-1，pp.1087-1088，1997.5.