

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4543268号  
(P4543268)

(45) 発行日 平成22年9月15日(2010.9.15)

(24) 登録日 平成22年7月9日(2010.7.9)

(51) Int.Cl.		F 1			
<b>E O 2 D</b>	<b>3/12</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>E O 2 D</b>	<b>3/12</b>	<b>1 O 2</b>
<b>E O 2 D</b>	<b>5/20</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>E O 2 D</b>	<b>5/20</b>	<b>1 O 1</b>

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-233201 (P2000-233201)
(22) 出願日	平成12年8月1日(2000.8.1)
(65) 公開番号	特開2002-47641 (P2002-47641A)
(43) 公開日	平成14年2月15日(2002.2.15)
審査請求日	平成19年7月4日(2007.7.4)

(73) 特許権者	501267357	独立行政法人建築研究所
		茨城県つくば市立原1番地3
(73) 特許権者	000133881	株式会社テクノックス
		東京都港区赤坂6丁目13番7号
(74) 代理人	100070091	弁理士 久門 知
(74) 代理人	100087491	弁理士 久門 享
(72) 発明者	二木 幹夫	茨城県つくば市立原1番地 建設省建築研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液状化防止構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液状化のおそれある地盤において、応力材で補強された連続地中壁で外周から遮断された内側領域に、二つまたは三つの直線が互いに接続もしくは交錯して構成される文字形状またはそれに類似する二つまたは三つの直線が互いに接続または交錯して構成される図形状の平面形状を有する地中地盤改良体が複数、互いに離されかつ分散されて造成されていることを特徴とする液状化防止構造。

【請求項2】

多数の地中地盤改良体が同じ平面形状または互いに異なる平面形状で造成されていることを特徴とする請求項1記載の液状化防止構造。

【請求項3】

一直線状の地中地盤改良体が含まれていることを特徴とする請求項1または2記載の液状化防止構造。

【請求項4】

連続地中壁の内側領域の地盤が所定の深さまで根切りされているとともに、この根切り底より下方の地盤中に地中地盤改良体が造成されていることを特徴とする請求項1、2または3記載の液状化防止構造。

【請求項5】

連続地中壁と地中地盤改良体は掘削土と固化材とからなるソイルセメントで造成されていることを特徴とする請求項1、2、3または4記載の液状化防止構造。

10

20

**【請求項 6】**

連続地中壁に応力材として形鋼、鋼管などの金属製の補強芯材が使用されていることを特徴とする請求項 1、2、3、4 または 5 記載の液状化防止構造。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

この発明は、特に地震時の液状化を未然に防止できるようにした液状化防止構造に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

これまで、地盤の液状化を防止する方法として、液状化のおそれある地盤（以下「液状化地盤」という）中に、例えばセメント系の固化材を注入し、この固化材と掘削土とを強制的に攪拌混合して二方向に連続する地盤改良壁体を格子状に造成する方法が、例えば特公平 4 - 54004 号公報などで知られている。

**【0003】****【発明が解決しようとする課題】**

しかし、このような地盤改良壁体を二方向に造成して格子状とする場合、二方向の地盤改良壁体は時間的に前後して造成され、かつ後から造成される地盤改良体は先に造成された地盤改良壁体が硬化した後、先の地盤改良体を横切るように造成されるため、双方の接続部に不連続部分、付着不良部分などが生ずる、いわゆるコールドジョイントが形成されることがあり、このため外側地盤の液状化による過剰間隙水の流入を阻止できなかつたり等して、液状化を確実に防止できないという課題があった。

**【0004】**

また、液状化対策を行った領域の外側領域については、液状化対策が施されていないので、外側領域に接する地盤改良壁には地震時に生じる液状化による大きな移動土圧が水平方向に作用し、地盤改良壁が破壊されるおそれがあり、その対策のために外側の地盤改良壁を厚くしたり、密に配置したりする等の対応を強いられ、コストアップの要因になっていた。

**【0005】**

この発明は以上の課題を解決するためになされたもので、液状化の発生を確実に防止し、かつコールドジョイントの発生性をなくして、液状化対策のなされていない周囲の液状化の影響を確実に遮断できるようにした液状化防止構造を提供することを課題とする。

**【0006】****【課題を解決するための手段】**

以上の課題を解決するための手段として、この発明に係る液状化防止構造は、請求項 1 として、液状化のおそれある地盤において、応力材で補強された連続地中壁で外周から遮断された内側領域に、二つまたは三つの直線が互いに接続もしくは交錯して構成される文字形状またはそれに類似する二つまたは三つの直線が互いに接続または交錯して構成される図形形状の平面形状を有する地中地盤改良体が複数、互いに離されかつ分散されて造成されている。

**【0007】**

ここで、上述するような文字形状またはそれに類似する図形形状の平面形状を有する地中地盤改良体としては、例えば「L」形、「T」形、「X」形、「I」形、「十」形、「イ」形、「ナ」形、「セ」形、「タ」形、「モ」形、「フ」形、「木」形、「干」形、「土」形、「\*」形などがある。

**【0008】**

これらの地中地盤改良体は、互いに分離されたものであり、直線部が未硬化の間にこれと交差する直線部の造成が可能となり、交差部に付着不良部の発生が生じる恐れが少なくなる。なお、造成が容易な点から「L」形、「T」形、「X」形、「十」形が最も好ましい平面形状である。

10

20

30

40

50

## 【0009】

また、連続地中壁の施工方法としては、掘削土と固化材とからなるソイルセメント柱列工法による他、場所打ちコンクリートによる地中連続壁工法、あるいはPC矢板やRC矢板などによる矢板工法など、これまで一般に行われている施工方法を採用することができる。

## 【0010】

また、地中地盤改良体の施工方法としては、ソイルセメントの円柱を互いにラップさせて造成する工法による他、直線状に連続する地下壁を造成する工法によってもよく、さらには場所打ちコンクリートによる地中連続壁を造成する方法によってもよい。

## 【0011】

請求項2として、請求項1の液状化防止構造において、地中地盤改良体は多数、同じ平面形状または互いに異なる平面形状に造成されている。

10

## 【0012】

請求項3として、請求項1または2の液状化防止構造において、一直線状の地中地盤改良体が含まれている。

## 【0013】

請求項4として、請求項1、2または3の液状化防止構造において、連続地中壁の内側領域の地盤が所定の深さまで根切りされているとともに、この根切り底より下方の地盤中に地中地盤改良体が造成されている。

## 【0014】

請求項5として、請求項1、2、3または4の液状化防止構造において、連続地中壁と地中地盤改良体はともに掘削土と固化材とからなるソイルセメントで造成されている。

20

## 【0015】

請求項6として、請求項1、2、3、4または5の液状化防止構造において、連続地中壁に応力材として補強芯材を所定間隔おきに設置する。補強芯材としては、例えばH形鋼などの形鋼や鋼管などの金属製のもの、または鉄筋などで補強されたコンクリート板などのコンクリート製のものを設置することができる。

## 【0016】

## 【作用】

このように構成されていることで、特に応力材で補強された連続地中壁が造成され、外周から遮断されていることで、連続地中壁の外側領域の地盤が液状化され、側方流動化が発生したとしても、連続地中壁の内側領域の地盤がその影響を受けることはなく、また外側地盤の液状化による過剰間隙水が流入することもない。

30

## 【0017】

また、連続地中壁の内側領域の地盤中に二つまたは三つの直線が互いに接続もしくは交錯して構成される文字形状またはそれに類似する図形形状の平面形状を有する地中地盤改良体、例えばI形平面形、L字形平面形、T字形平面形、十字形平面形またはイ形平面形状、ナ形平面形状、セ形平面形状などの地中地盤改良体が複数、互いに独立した状態に離して造成されていることで、地震時などに作用するどの方向からの応力に対しても高い剛性を示し、また前述したような平面形状の地中地盤改良体が多数、分散配置されていることで、液状化地盤のせん断剛性が著しく高められてせん断変形が抑制されるので、発生するせん断ひずみが小さくなり液状化が防止される。

40

## 【0018】

すなわち、分散配置された複数の地中地盤改良体の働きによって、連続地中壁の内側領域の地盤の液状化が阻止され、また周囲の連続地中壁の働きによって、その外側の液状化未対策地盤での液状化が遮断される。

## 【0019】

なお、連続地中壁の内側領域の地盤中に分散配置された地中地盤改良体が液状化を阻止する原理は、例えば図3(a)、(b)に示すように、地中地盤改良体2を取り囲む周囲の地盤aに生じるせん断ひずみが地中地盤改良体2の存在によって低減されることから、こ

50

の地盤 a がそれぞれオーバーラップするように地中地盤改良体 2 を分散配置することで、連続地中壁の内側領域の地盤（敷地）全体の液状化が防止されるためである。

【 0 0 2 0 】

なお、せん断ひずみが低減された部分が、内側領域の地盤全体にオーバーラップしていることを図 2（ a ）にて点線で示している。

【 0 0 2 1 】

【 発明の実施の形態 】

図 1（ a ）,（ b ）は、この発明に係る液状化防止構造の一例を示し、図において、液状化地盤 A をある一定範囲にわたって平面ほぼ矩形状に取り囲むように連続地中壁 1 が造成されている。また、この連続地中壁 1 の内側領域の地盤中に地中地盤改良体 2 が複数、分散された状態で造成されている。

10

【 0 0 2 2 】

連続地中壁 1 と地中地盤改良体 2 はともに、地中に固化材を吐出しつつ地盤を掘削し、かつ固化材と掘削土とを強制的に攪拌混合する深層混合処理工法によって造成されている。

【 0 0 2 3 】

また、連続地中壁 1 は複数のソイルセメント柱が接続する壁状に造成され、さらに H 形鋼などの形鋼、鋼管または鉄筋などで補強されたコンクリート板などからなる補強芯材 3 が応力材として打ち込まれ、補強されている。

【 0 0 2 4 】

そのため、連続地中壁 1 の外周の液状化地盤 D が液状化することで外部からの土圧が上昇したとしても、連続地中壁 1 は複数の補強芯材 3 で補強されていることで、その土圧に抵抗することができる。

20

【 0 0 2 5 】

また、連続地中壁 1 は液状化地盤 A を貫通し、少なくとも中間支持地盤 B までは連続して造成され、場所によっては中間支持地盤 B を貫通して深層支持地盤 C まで連続し、かつ先端部分 1 a が深層支持地盤 C 内に所定深さ連続して造成されていてもよい。

【 0 0 2 6 】

地中地盤改良体 2 は、同一平面形状のものが複数、または互いに平面形状の異なるものが数種類、例えば図 1（ a ）に図示するような L 字形平面形、 T 字形平面形、十字形平面形をなすものが複数、液状化地盤 A の下端部まで所定幅、所定厚に連続して造成されている。

30

【 0 0 2 7 】

また、地中地盤改良体 2 は、互いに接続して連続しないように互いに離し、かつ異なる方向からの地震時の応力に抵抗できるように、互いに異なる方向を向いた直線で形成される平面形状で分散して造成されている。

【 0 0 2 8 】

さらに、地中地盤改良体 2 は液状化地盤 A の大部分まで造成され、図に示すように液状化地盤 A を貫通し、先端部分が中間支持地盤 B 内まで所定深さ連続して造成されてもよい。

【 0 0 2 9 】

このように、特に地中地盤改良体 2 は互いに分散されたものであり、先に施工された直線部が未硬化の間にこれと交差する直線部の造成が可能となり、交差部などに付着不良の問題が発生する恐れはきわめて少なくなる。

40

【 0 0 3 0 】

また、連続地中壁 1 および地中地盤改良体 2 のいずれにも、固化材としては、セメント系固化材などを水と混合することによりセメントミルク状にされたものが使用されている。

【 0 0 3 1 】

なお、地中地盤改良体 2 として、平面形状の異なるものを数種類、混在して造成する場合、例えば L 字形平面形、 T 字形平面形または十字形平面形の地中地盤改良体 2 を所定間隔おきに分散して造成し、その間に特に I 形平面形状（平板状）の地中地盤改良体 2 を造成すれば、 I 形平面形状（平板状）の地中地盤改良体 2 が単純な平面形状をしていることか

50

ら、施工がし易く、また場所に応じて位置や向き等を適宜調整しながら I 形平面形状（平板状）の地中地盤改良体 2 を造成することができる。

【 0 0 3 2 】

このように、一直線状の地中地盤改良体 2 を含むようにすると、図 3 に示したせん断ひずみが低減された部分をオーバーラップした配置の設計がきわめて容易になる。

【 0 0 3 3 】

図 2 ( a ) , ( b ) は、この発明に係る液状化防止構造の他の例を示し、図において、特に液状化地盤 A の一定範囲を平面ほぼ矩形状に取り囲むように造成された連続地中壁 1 の内側地盤を所定の深さまで根切りし、この根切り底より下方に、上述した構造の地中地盤改良体 2 が複数、造成されている。

10

【 0 0 3 4 】

なお、根切りに際しては、周囲の連続地中壁 1 は根切りに伴う地山の崩落をくい止める山止めとして利用されている。

【 0 0 3 5 】

この例においても、連続地中壁 1 は液状化地盤 A を貫通し、少なくとも中間支持地盤 B までは連続して造成され、場所によっては中間支持地盤 B を貫通して深層支持地盤 C まで連続し、かつ先端部分 1 a が深層支持地盤 C 内に所定深さ連続して造成されていてもよい。

【 0 0 3 6 】

なお、図 1 , 図 2 のいずれの例においても、図 1 ( a ) , 図 2 ( a ) に図示するように、連続地中壁 1 のすぐ内側の地中地盤改良体 2 a が連続地中壁 1 と接続し、かつ連続地中壁 1 に対してほぼ垂直に、さらに連続地中壁 1 の連続方向に所定間隔おきに造成されている。

20

【 0 0 3 7 】

地中地盤改良体 2 の一部、すなわち地中地盤改良体 2 a がこのように造成されていることで、連続地中壁 1 の外周の液状化地盤 D が液状化することで外部からの土圧が上昇したとしても、周囲の土圧に対する連続地中壁 1 の抵抗力は著しく高められる。

【 0 0 3 8 】

地中地盤改良体 2 がこのように配置されている限り、どのように配置されていてもよい。また、特に図示されていないが、連続地中壁 1 の内側領域内に上部構造物の荷重を支持するための杭が施工されていてもよい。

30

【 0 0 3 9 】

例えば、連続地中壁 1 と地中地盤改良体 2 が造成された後、連続地中壁 1 の内側領域で地中地盤改良体 2 の造成されていない位置に、後から構築される上部構造物を支持する支持杭として、P C 杭などの既成杭や場所打ちコンクリート杭が施工されてもよい。もちろん、このような杭が造成されていても本発明の奏する液状化防止効果を阻害することはない。

実施例

実施例 1 .

次に、この発明に係る液状化防止構造の一実施例について説明すると、連続地中壁 1 は、例えば図 1 に図示するようにソイルセメントと掘削土とを攪拌混合したソイルセメント柱列壁体として造成され、このソイルセメント柱列壁体に H 形鋼からなる補強芯材 3 が所定間隔おきに建て込まれている。

40

【 0 0 4 0 】

また、連続地中壁 1 の内側領域の地盤中に円柱状のソイルセメント柱を重複接続させることにより地中地盤改良体 2 が分散して造成されている。

【 0 0 4 1 】

地中地盤改良体 2 は、図 1 ( a ) に図示するように L 字形平面形、T 字形平面形、十字形平面形またはコ字形平面形をなし、かつ互いに離し独立した状態に多数、分散して造成されている。

【 0 0 4 2 】

50

連続地中壁 1 の施工方法としては、例えば特開平 10 - 159084 号公報や特開平 10 - 168873 号公報に示されたような、切削刃を有する無端チェーンをカッターポストの周囲で循環させながら地中で横行させると同時に、カッターポストの下端部、もしくは地表面付近からセメントミルクを吐出するとともに、掘削土と攪拌混合してソイルセメント柱列壁体を造成し、かつこのソイルセメントが硬化する前に補強芯材として H 形鋼を挿入する。

【0043】

また、地中地盤改良体 2 の施工方法としては、例えば先端に掘削翼とその上部に多数の攪拌翼を少なくとも有するロッドを使用し、このロッドを回転させながら地盤を掘削するとともにセメントミルク等の固化材を注入し、両者を攪拌混合することにより、円柱状のソイルセメント柱を重複接続して造成する。

10

実施例 2 .

図 2 に図示するような連続地中壁 1 の他の施工方法としては、地中地盤改良体 2 と同様に先端に掘削翼とその上部に多数の攪拌翼を少なくとも有するロッドを使用し、このロッドを回転しながら地盤を掘削するとともにセメントミルク等の固化材を注入し、両者を攪拌混合することにより、円柱状のソイルセメント柱を重複接続して造成する。そして、ソイルセメントが硬化する前に H 形鋼からなる補強芯材 3 を所定間隔おきに建て込む。

【0044】

また、地中地盤改良体 2 の施工方法は、実施例 1 と同じであり、地中地盤改良体 2 は図 2 に示すような位置に造成される。さらに、周辺の地中地盤改良体 2 は図 2 に示すように連続地中壁 1 と連続している。

20

【0045】

こうして、地中連続壁構造 1 と地中地盤改良体 2 の全ての造成を完了した後、図 2 に図示するように表層部を所定の深さまで根切りする。

【0046】

【発明の効果】

この発明は以上説明した通りであり、周囲に造成された連続地中壁とその内側領域の地盤中に造成された地中地盤改良体とからなり、特に周囲に応力材で補強された連続地中壁が造成され、外周から遮断されていることで、連続地中壁の外側領域の地盤が液状化して側方流動化が発生したとしても、連続地中壁の内側領域の地盤がその影響を受けることはなく、また外側領域地盤の液状化による過剰間隙水が流入することもない。

30

【0047】

また、周囲の連続地中壁は応力材で補強されているので、山止め壁としての利用も可能である他に、応力材の存在により周辺地盤が液状化することによって増大する土圧に対しても抵抗できる。

【0048】

すなわち、液状化する前の土圧係数として静止土圧係数  $K_a = 0.5$  であったものが液状化すると  $1.0$  に上昇し、ほぼ倍増するが、このことによって増大する土圧に対して補強芯材が有効に抵抗する。

【0049】

一方、連続地中壁の内側領域の地盤中には、二つまたは三つの直線が互いに接続もしくは交錯して構成される文字形状またはそれに類似する二つまたは三つの直線が互いに接続または交錯して構成される図形状の平面形状を有する地中地盤改良体が複数、互いに独立した状態に離して造成されていることで、地震時などに作用するどの方向からの応力に対しても高い剛性を示す。

40

【0050】

また、前述したような平面形状の地中地盤改良体が多数、分散配置されていることで、液状化地盤のせん断剛性が著しく高められてせん断変形が抑制されるため、発生するせん断ひずみが小さくなり液状化が防止される。

【0051】

50

すなわち、分散配置された複数の地中地盤改良体の働きによって、連続地中壁の内側領域の地盤の液状化が阻止され、また周囲の連続地中壁の働きによって、その外側の液状化未対策地盤での液状化が遮断される。

【 0 0 5 2 】

さらに、地中地盤改良体のうち、連続地中壁の近くに配置されたものが、連続地中壁と接続し、かつ連続地中壁に対してほぼ垂直に造成されていることで、地震時の震動による連続地中壁の耐震力が著しく高められるだけでなく、周辺地盤が液状化することによって増大する土圧に対しても抵抗力をさらに高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液状化防止構造の一例を示し、(a)は平面図、(b)は(a)のI-I線断面図である。

10

【図2】本発明の液状化防止構造の一例を示し、(a)は平面図、(b)は(a)のII-II線断面図である。

【図3】地中地盤改良体が液状化を防止できる原理を示し、(a)は平面図、(b)は断面図である。

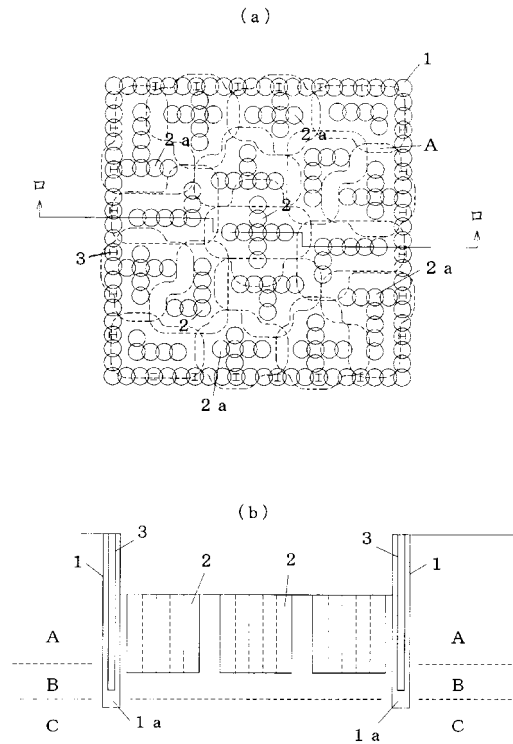
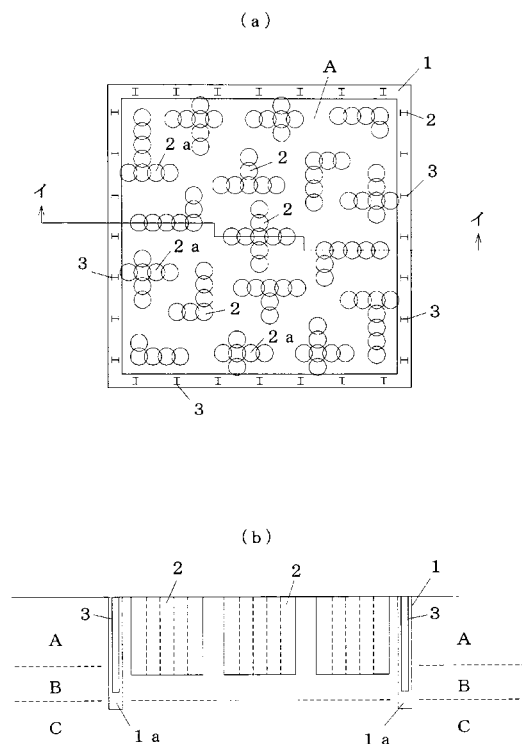
【符号の説明】

- 1 連続地中壁
- 1 a 連続地中壁の先端部分
- 2 地中地盤改良体
- 2 a 地中地盤改良体
- 3 補強芯材(応力材)
- A 液状化地盤(液状化のおそれある地盤)
- B 中間支持地盤
- C 深層支持地盤

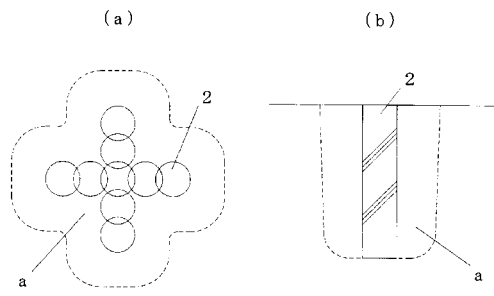
20

【図1】

【図2】



【 図 3 】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 日比野 信一  
東京都港区赤坂6丁目13番7号 株式会社テノックス内
- (72)発明者 又吉 直哉  
東京都港区赤坂6丁目13番7号 株式会社テノックス内
- (72)発明者 溝口 栄二郎  
東京都港区赤坂6丁目13番7号 株式会社テノックス内
- (72)発明者 本目 貴史  
東京都港区赤坂6丁目13番7号 株式会社テノックス内
- (72)発明者 黄 弘量  
東京都港区赤坂6丁目13番7号 株式会社テノックス内

審査官 石村 恵美子

- (56)参考文献 特開平04-124317(JP,A)  
特開昭63-51531(JP,A)  
特開昭55-26356(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02D 3/12  
E02D 5/20  
E02D 27/28  
E02D 27/34