

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7129823号  
(P7129823)

(45)発行日 令和4年9月2日(2022.9.2)

(24)登録日 令和4年8月25日(2022.8.25)

(51)国際特許分類		F I			
E 0 2 D	5/04 (2006.01)	E 0 2 D	5/04		
E 0 2 D	3/12 (2006.01)	E 0 2 D	3/12	1 0 1	
E 0 2 D	3/10 (2006.01)	E 0 2 D	3/10	1 0 3	

請求項の数 2 (全16頁)

(21)出願番号	特願2018-106024(P2018-106024)	(73)特許権者	000236610 株式会社不動テトラ 東京都中央区日本橋小網町7番2号
(22)出願日	平成30年6月1日(2018.6.1)	(74)代理人	100110319 弁理士 根本 恵司
(65)公開番号	特開2019-210649(P2019-210649 A)	(72)発明者	矢部 浩史 東京都中央区日本橋小網町7番2号 株 式会社不動テトラ内
(43)公開日	令和1年12月12日(2019.12.12)	(72)発明者	深田 久 東京都中央区日本橋小網町7番2号 株 式会社不動テトラ内
審査請求日	令和3年3月4日(2021.3.4)	審査官	亀谷 英樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 土留め掘削の周辺地盤補強方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

土留め掘削において、土留め壁の周辺地盤を補強する土留め掘削の周辺地盤補強方法であって、

長手方向に延在する複数のホース状の長い孔を備え、複数の長い孔それぞれに連通する複数の開口部を設けるとともに、非通水性の材料で形成された板状の地盤埋設ボードを、その長手方向を土留め壁の長手方向に合わせて土留め壁に取り付ける工程と、

地盤埋設ボードを取り付けた土留め壁を地盤中に打設する工程と、  
地盤埋設ボードの長い孔に連通した開口部から地盤中に薬剤又は硬化剤を注入して、固結改良体を地盤中に造成することにより周辺地盤を補強する、土留め壁に取り付けた地盤埋設ボードを用いて周辺地盤を補強する工程と、を有し、

10

地盤埋設ボードは、その長手方向の一端の下端に土留め壁の下端に下方より引っ掛かるアンカーを取り付け、土留め壁に対して下方に外れるようにし、土留め壁を地盤中に打設するときに、地盤埋設ボードを土留め壁とともに地盤中に打設し、地盤中から土留め壁を引き抜くときに、土留め壁から地盤埋設ボードが下方に外れて、地盤中に地盤埋設ボードを残置することを特徴とする土留め掘削の周辺地盤補強方法。

【請求項2】

請求項1に記載された土留め掘削の周辺地盤補強方法において、地盤中から土留め壁を引き抜いた後の空洞に、地盤埋設ボードの長い孔に連通した開口部から地盤中に薬剤又は硬化剤を注入して、固結改良体を造成して空洞を埋めることにより

20

周辺地盤の安定化を行う、地盤中に残置した地盤埋設ボードを用いて周辺地盤の安定化を行う工程を有したことを特徴とする土留め掘削の周辺地盤補強方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、土留め掘削において、土留め壁の周辺地盤を補強する土留め掘削の周辺地盤補強方法に関する。

【背景技術】

【0002】

土留め掘削は、掘削する場所の周囲に土留め壁、ここでは鋼矢板を地盤中に打設し、打設した後、鋼矢板で囲まれた内側を掘削して、例えば開放空間を造る作業である。

10

ところで、土留め掘削では、鋼矢板の周辺地盤の不安定化を招くヒービングやボイリングなどが発生する虞がある。土留め掘削において、ヒービングやボイリングなどが発生すると、鋼矢板の崩壊などが起き、その後の掘削作業が困難になるという問題がある。

【0003】

ヒービングは、掘削対象地盤の掘削底面付近に軟らかい粘性土がある場合に発生する。ヒービングは、図15に示すように、鋼矢板30の内側を掘削すると、鋼矢板30の外側（背面）の地表荷重及び土の重量により、土が鋼矢板30の外側から内側に向かって動き出し、鋼矢板30の下において土が回り込むようにすべる。それにより、鋼矢板30の外側である周辺の地盤が沈下するとともに、鋼矢板30の内側の掘削底面Bが隆起して破壊

20

【0004】

ボイリングは、掘削対象地盤が地下水位の高い砂質土の場合、あるいは掘削対象地盤の付近に河川や海などの地下水の供給源がある場合に発生する。ボイリングは、図16に示すように、鋼矢板30の内側を掘削すると、鋼矢板30の内側と外側（背面）の地下水Wの水位差により、地下水Wが鋼矢板30の外側から内側に向かって流れだし、鋼矢板30の下において地下水Wが回り込むように流れる。それにより、鋼矢板30の外側である周辺の地盤が沈下するとともに、鋼矢板30の内側の掘削底面Bから地下水Wや土が湧き出し、土のせん断抵抗が失われて掘削底面Bが隆起して破壊することで、鋼矢板30の崩壊に至る現象である。

30

【0005】

そこで、従来、土留め掘削でのヒービングの発生の防止は、例えば、薬剤を注入して地盤中に固結改良体を造成する地盤改良工法によって鋼矢板の周辺地盤の補強、特に鋼矢板の内側の掘削底面付近の地盤を補強することで行っている。

即ち、地盤中に、鋼矢板を打設して、掘削する場所の周囲を鋼矢板で囲む。続いて、鋼矢板で囲んだ内側に、施工装置でロッドを地盤中に貫入する。このときのロッドの貫入深さは掘削底面より下の位置である。貫入後、ロッドの先端から薬剤を地盤中に注入しつつ、ロッドを掘削底面の位置まで引き抜く。これにより、鋼矢板の内側の掘削底面付近の地盤中に固結改良体を造成する。固結改良体の造成を、鋼矢板の内側に沿って複数の箇所で行うことで、鋼矢板の内側の掘削底面付近の地盤を補強する。このように鋼矢板の内側の掘削底面付近の地盤を補強することにより、掘削時のヒービングの発生を防止する。

40

【0006】

また、前述した鋼矢板の内側の掘削底面付近の地盤を補強するとともに、鋼矢板の下端付近の地盤も補強することでも、ヒービングの発生を防止している。

即ち、鋼矢板の外側にも、施工装置でロッドを地盤中に貫入する。このときのロッドの貫入深さは鋼矢板の下端より下の位置である。貫入後、前述と同様、ロッドの先端から薬剤を地盤中に注入しつつ、ロッドを掘削底面の位置まで引き抜く。これにより、鋼矢板の下端付近の地盤中にも固結改良体を造成する。固結改良体の造成を、鋼矢板に沿って複数の箇所で行うことで、鋼矢板の下端付近の地盤を補強し、これによっても、掘削時のヒービングの発生を防止する。

50

## 【0007】

また、従来、土留め掘削でのボイリングの発生の防止は、例えば、鋼矢板の外側（背面）の地下水を強制的に排出して地下水位を下げるウェルポイント工法によって鋼矢板の周辺地盤を補強することで行っている。

即ち、地盤中に、鋼矢板を打設して、掘削する場所の周囲を鋼矢板で囲む。続いて、鋼矢板で囲んだ外側に、先端に水を流入するウェルポイントを取り付けた吸水パイプを、鋼矢板に沿って所定の間隔を空けて複数打ち込む。複数の吸水パイプを地上に配置した集水パイプを介して集水装置に連結する。集水装置は、地下水を吸引する真空ポンプやタンクなどを有する。これにより、集水装置の真空ポンプで吸水パイプの先端のウェルポイントより地下水を吸引すると、鋼矢板の外側の地下水位が下がる。鋼矢板の外側の地下水位を下げることで、鋼矢板の外側の地盤を補強する。このように鋼矢板の外側の地盤を補強することにより、掘削時のボイリングの発生を防止する。

10

## 【0008】

しかしながら、従来の土留め掘削において、ヒーピングあるいはボイリングの発生を防止するための地盤改良工法による周辺地盤の補強あるいはウェルポイント工法による周辺地盤の補強は、それに用いる専用の装置が大掛かりになり、また、非常に手間のかかる作業となるため、多大な時間と費用を要する。その結果、土留め掘削の工期が長くなり、その工費も高くなるという問題がある。

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

20

## 【0009】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、土留め掘削において、その工期を短くするとともに、工費も安価にするため、土留め掘削の周辺地盤を補強する際に、それに用いる装置が大掛かりにならず、かつ、手間のかからない作業にすることができる土留め掘削の周辺地盤補強方法を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

本発明は、土留め掘削において、土留め壁の周辺地盤を補強する土留め掘削の周辺地盤補強方法であって、長手方向に延在する複数のホース状の長い孔を備え、複数の長い孔それぞれに連通する複数の開口部を設けるとともに、非通水性の材料で形成された板状の地盤埋設ボードを、その長手方向を土留め壁の長手方向に合わせて土留め壁に取り付ける工程と、地盤埋設ボードを取り付けた土留め壁を地盤中に打設する工程と、地盤埋設ボードの長い孔に連通した開口部から地盤中に薬剤又は硬化剤を注入して、固結改良体を地盤中に造成することにより周辺地盤を補強する、土留め壁に取り付けた地盤埋設ボードを用いて周辺地盤を補強する工程と、を有し、地盤埋設ボードは、その長手方向の一端の下端に土留め壁の下端に下方より引っ掛かるアンカーを取り付け、土留め壁に対して下方に外れるようにし、土留め壁を地盤中に打設するときに、地盤埋設ボードを土留め壁とともに地盤中に打設し、地盤中から土留め壁を引き抜くときに、土留め壁から地盤埋設ボードが下方に外れて、地盤中に地盤埋設ボードを残置する土留め掘削の周辺地盤補強方法である。

30

## 【発明の効果】

40

## 【0011】

本発明によれば、土留め掘削の周辺地盤の補強を、地盤中に打設する土留め壁に取り付けた地盤埋設ボードを用いた簡単な作業で行うことができ、その作業に用いる専用の装置も大掛かりにならずに済み、これにより、多大な時間や費用を要することなく、周辺地盤を補強することができ、土留め掘削において、その工期を短縮し、工費も安価にできる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0012】

【図1】本発明の土留め掘削の周辺地盤補強方法において用いる地盤埋設ボードの斜視図である。

【図2】図2Aは、地下水採取ボードの正面図であり、図2Bは、地下水採取ボードの側

50

面図である。

【図 3】図 3 A は、図 2 A の A - A 断面図であり、図 3 B は、図 3 A の B 部の拡大図である。

【図 4】図 4 A は、ガイド部材の斜視図であり、図 4 B は、別のガイド部材の斜視図である。

【図 5】鋼矢板に地盤埋設ボードを取り付けた状態の平面図である。

【図 6】鋼矢板に地盤埋設ボードを取り付けた状態の内側から見た斜視図である。

【図 7】鋼矢板に地盤埋設ボードを取り付けた状態の外側から見た斜視図である。

【図 8】図 8 A は、鋼矢板を打設した状態の図であり、図 8 B は、地盤中に薬剤を注入した状態の図であり、図 8 C は、鋼矢板で囲まれた内側を掘削した状態の図である。

10

【図 9】図 9 A は、埋め戻し後に鋼矢板を引き抜いた状態の図であり、図 9 B は、空洞に薬剤を注入する状態の図であり、図 9 C は、薬剤を注入して空洞を埋めた状態の図である。

【図 10】鋼矢板の外側に地盤埋設ボードを取り付けた状態の平面図である。

【図 11】鋼矢板の外側に地盤埋設ボードを取り付けた状態の外側から見た斜視図である。

【図 12】図 12 A は、鋼矢板を打設した状態の図であり、図 12 B は、地盤埋設ボードの長い孔内に地下水を流入した状態の図であり、図 12 C は、鋼矢板で囲まれた内側を掘削した状態の図であり、図 12 D は、鋼矢板の内側に地盤埋設ボードを取り付けた状態の図である。

【図 13】図 13 A は、埋め戻し後に鋼矢板を引き抜いた状態の図であり、図 13 B は、空洞に薬剤を注入する状態の図であり、図 13 C は、薬剤を注入して空洞を埋めた状態の図である。

20

【図 14】図 14 A は、外側に地盤埋設ボードを取り付けた鋼矢板を打設した状態の図であり、図 14 B は、地盤中に薬剤を注入した状態の図であり、図 14 C は、鋼矢板にシールド掘進機の発進用の開口部を形成した状態の図である。

【図 15】土留め掘削においてヒービング発生時の状態の図である。

【図 16】土留め掘削においてボイリング発生時の状態の図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の土留め掘削の周辺地盤補強方法の第一実施形態について説明する。

第一実施形態に係る土留め掘削の周辺地盤補強方法（以下、単に本周辺地盤補強方法という）は、概略的には、土留め壁に地盤埋設ボード 1 を、その長手方向を土留め壁の長手方向に合わせて取り付けて、地盤埋設ボード 1 を土留め壁とともに地盤中に打設し、地盤埋設ボード 1 を用いて、土留め壁の周辺地盤を補強する方法である。これにより、土留め掘削において、土留め壁の崩壊などの掘削作業に支障を来すような問題が起きないようにする。

30

ここでは、土留め壁は、凸状のウェブ 10 a を有する U 形の鋼矢板 10 である。ただし、土留め壁は、前記鋼矢板 10 に限らない。

【0014】

本周辺地盤補強方法において用いる地盤埋設ボードについて説明する。

図 1 は、本周辺地盤補強方法において用いる地盤埋設ボード 1 の斜視図である。図 2 A は、地下水採取ボード 1 の正面図、図 2 B は、地下水採取ボード 1 の側面図である。図 3 A は、図 2 A の A - A 断面図、図 3 B は、図 3 A の B 部の拡大図である。図 4 A は、ガイド部材 7 の斜視図、図 4 B は、別のガイド部材 7 の斜視図である。

40

地盤埋設ボード 1 は、図 1 に示すように、非通水性でかつ剛性が低い材料で形成されているとともに全体が細長い板状であり、その長手方向に延在する複数のホース状の長い孔 2 を備える。ここで、非通水性でかつ剛性が低い材料は、例えば、ポリオレフィン樹脂である。ポリオレフィン樹脂は、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）などが挙げられる。ただし、これに限らない。

【0015】

具体的には、地盤埋設ボード 1 は、図 2 A、図 2 B、図 3 A、図 3 B に示すように、横

50

幅方向（図 2 A 及び図 3 A での左右方向）に断面が凹凸状になる例えばポリオレフィン樹脂製の芯材 3 と、芯材 3 の表裏面（図 3 A における上下に断面で示す）側を挟持して一体化する例えばポリオレフィン樹脂製のシート材 4 からなる。芯材 3 及びシート材 4 は、その長手方向に延在する。なお、芯材 3 及びシート材 4 の延在方向（長手方向）は、芯材 3 及びシート材 4 の横幅方向と直交する縦方向（図 2 A 及び図 2 B での上下方向）である。

【 0 0 1 6 】

これにより、地盤埋設ボード 1 には、横幅方向に断面が凹凸状になる芯材 3 とその表裏面側を挟持するシート材 4 により区画されたホース状の長い孔 2 が形成される。即ち、地盤埋設ボード 1 は、その板厚内に長手方向に延在するホース状の長い孔 2 を横幅方向に沿って複数備えることになる。ここでは、複数の長い孔 2 の数は 1 1 個であるが、数はこれに限らない。

10

地盤埋設ボード 1 は、横幅方向の寸法（図 2 A において左右方向に示す）が 3 ~ 3 0 c m 程度、板厚の寸法（図 2 B において左右方向に示す）が 0 . 5 ~ 3 c m 程度である。ただし、寸法は、これに限らない。

また、地盤埋設ボード 1 は、その下端において折り返して、そこにアンカー 5 を取り付けられている。

【 0 0 1 7 】

また、地盤埋設ボード 1 には、図 1、図 2 A に示すように、各長い孔 2 に連通する開口部 6 をそれぞれ設ける。

開口部 6 は、地盤埋設ボード 1 を構成する断面が凹凸状になる芯材 3 の凹状部ではシート材 4 に、または、芯材 3 の凸状部ではその凸状部とシート材 4 の両方に穴を空けることで形成される。開口部 6 は、図 3 B に示すように、芯材 3 及びシート材 4 からなる地盤埋設ボード 1 の表裏面側のいずれか一方の面に設けて、長い孔 2 に連通する。ただし、開口部 6 は、これに限らず、芯材 3 及びシート材 4 からなる地盤埋設ボード 1 の表裏面側の両方の面に設けてもよい。なお、開口部 6 を設ける箇所は、地盤埋設ボード 1 を用いて行う作業に応じて決定される。

20

【 0 0 1 8 】

また、地盤埋設ボード 1 の長い孔 2 内には、開口部 6 と連通する箇所にガイド部材 7 を配置する。ガイド部材 7 は、例えば、図 4 A に示すように、底面部 7 a と底面部 7 a の左右両側に立設する二つの側面部 7 b とを有する断面 U 字状、あるいは、図 4 B に示すように、底面部 7 a と底面部 7 a の左右両側に立設する二つの側面部 7 b と後側（図 4 B で示す奥側）に立設する後面部 7 c とを有する形状である。ガイド部材 7 は、例えば、長い孔 2 内を流れてきた薬剤 S を長い孔 2 内から開口部 6 に向かわせて、開口部 6 から地盤中に薬剤 S を注入できるようにする。なお、ガイド部材 7 の形状は、前記形状に限らない。

30

【 0 0 1 9 】

次に、本周辺地盤補強方法について説明する。

図 5 は、鋼矢板 1 0 に地盤埋設ボード 1 を取り付けけた状態の平面図である。図 6 は、鋼矢板 1 0 に地盤埋設ボード 1 を取り付けけた状態の内側から見た斜視図である。図 7 は、鋼矢板 1 0 に地盤埋設ボード 1 を取り付けけた状態の外側から見た斜視図である。図 8 A は、鋼矢板 1 0 を打設した状態の図、図 8 B は、地盤中に薬剤 S を注入した状態の図、図 8 C は、鋼矢板 1 0 で囲まれた内側を掘削した状態の図である。図 9 A は、埋め戻し後に鋼矢板 1 0 を引き抜いた状態の図、図 9 B は、空洞 C に薬剤 S を注入する状態の図、図 9 C は、薬剤 S を注入して空洞 C を埋めた状態の図である。

40

なお、図 8 A、図 8 B、図 8 C、図 9 A、図 9 B、図 9 C では、鋼矢板 1 0 や地盤埋設ボード 1 などを概略的に示している。

【 0 0 2 0 】

本周辺地盤補強方法は、地盤中に打設した鋼矢板 1 0 の内側の掘削底面 B 付近と、地盤中に打設した鋼矢板 1 0 の下端付近とに、地盤埋設ボード 1 を用いて、薬剤 S を注入し、地盤中に固結改良体 T を造成することで、掘削底面 B 付近の地盤と鋼矢板 1 0 の下端付近の地盤とを補強し、掘削時のヒービングの発生を防止する。ここで、鋼矢板 1 0 の内側は

50

、土留め掘削において掘削する側であり、鋼矢板 10 の外側は、土留め掘削において掘削しない側である。

本周辺地盤補強方法は、地盤埋設ボード 1 を、その長手方向を鋼矢板 10 の長手方向に合わせて鋼矢板 10 に取り付ける工程（以下、第 1 工程という）と、地盤埋設ボード 1 を取り付けた鋼矢板 10 を地盤中に打設する工程（以下、第 2 工程という）と、鋼矢板 10 に取り付けた地盤埋設ボード 1 を用いて周辺地盤を補強する工程（以下、第 3 工程という）と、を有する。

#### 【 0 0 2 1 】

##### （第 1 工程）

第 1 工程は、鋼矢板 10 を地盤中に打設する前に、地上において、鋼矢板 10 に地盤埋設ボード 1 を、その長手方向を鋼矢板 10 の長手方向に合わせて取り付ける工程である。地盤埋設ボード 1 の鋼矢板 10 への取り付けは、図 5、図 6、図 7 に示すように、鋼矢板 10 の中央部のウェブ 10 a の両面に、その長手方向に沿って地盤埋設ボード 1 を取り付ける。ただし、地盤埋設ボード 1 の取り付け箇所は、鋼矢板 10 のウェブ 10 a の両面に限らず、他の箇所に取り付けてもよい。

10

#### 【 0 0 2 2 】

地盤埋設ボード 1 は、その下端に取り付けたアンカー 5 が鋼矢板 10 の下端に引っ掛かる。これとともに、鋼矢板 10 のウェブ 10 a の面（地盤埋設ボード 1 の取り付け箇所）に、その長手方向に所定の間隔で複数固着した一対の L 字形のフック 11 により地盤埋設ボード 1 を鋼矢板 10 に保持する。これにより、地盤埋設ボード 1 は、鋼矢板 10 に対して下方に取り外し可能である。

20

#### 【 0 0 2 3 】

また、地盤埋設ボード 1 において、開口部 6 を設ける箇所は、鋼矢板 10 の内側（掘削する側）に取り付ける地盤埋設ボード 1 の場合は、鋼矢板 10 とともに地盤中に打設したときに、掘削底面 B 付近に位置する箇所（図 6 参照）であり、また、鋼矢板 10 の外側（掘削しない側）に取り付ける地盤埋設ボード 1 の場合は、鋼矢板 10 とともに地盤中に打設したときに、鋼矢板 10 の下端付近に位置する箇所（図 7 参照）である。

#### 【 0 0 2 4 】

##### （第 2 工程）

第 2 工程は、第 1 工程の後に、地盤埋設ボード 1 を取り付けた鋼矢板 10 を地盤中に打設する工程である。鋼矢板 10 は、土留め掘削において、掘削する場所を囲むように、その周囲に打設する。

30

即ち、第 1 工程で作製した地盤埋設ボード 1 を取り付けた鋼矢板 10 を複数用意し、図 8 A に示すように、複数の鋼矢板 10 を地盤中に順次打設する。地盤埋設ボード 1 を取り付けた鋼矢板 10 の打設は、通常のバイプロハンマによる振動打ち込み工法あるいは油圧圧入機による圧入工法などで行う。なお、鋼矢板 10 の打設は、これらに限らず、その他の工法で行ってもよい。

#### 【 0 0 2 5 】

また、鋼矢板 10 を打設するとき、鋼矢板 10 に取り付けた地盤埋設ボード 1 は、その下端に取り付けたアンカー 5 が鋼矢板 10 の下端に引っ掛かるとともに、鋼矢板 10 に設けたフック 11 によって保持されていることで、鋼矢板 10 とともに（鋼矢板 10 に取り付いた状態で）、地盤中に打設される。これにより、地盤埋設ボード 1 を取り付けた鋼矢板 10 が、掘削する場所の周囲の地盤中に打設される。

40

#### 【 0 0 2 6 】

##### （第 3 工程）

第 3 工程は、第 2 工程の後に、鋼矢板 10 に取り付けた地盤埋設ボード 1 を用いて鋼矢板 10 の周辺地盤を補強する工程である。鋼矢板 10 の周辺地盤の補強は、地盤中に打設した鋼矢板 10 に取り付けた地盤埋設ボード 1 から地盤中に薬剤 S を注入し、注入した薬剤 S により固結改良体 T を地盤中に造成して、地盤を補強する。

即ち、図 8 B に示すように、鋼矢板 10 に取り付けた地盤埋設ボード 1 の各長い孔 2 に

50

、薬剤供給装置（図示せず）から薬剤 S を流入する。流入した薬剤 S を、各長い孔 2 内に通して、長い孔 2 内から開口部 6 に流し、開口部 6 から地盤中に注入する。このとき、鋼矢板 10 の内側（掘削する側）に取り付けた地盤埋設ボード 1 では、鋼矢板 10 の内側の掘削底面 B 付近の地盤中に薬剤 S を注入して、ここに固結改良体 T を造成する。また、鋼矢板 10 の外側（掘削しない側）に取り付けた地盤埋設ボード 1 では、鋼矢板 10 の下端付近の地盤中に薬剤 S を注入して、ここに固結改良体 T を造成する。

【 0 0 2 7 】

固結改良体 T の造成により、鋼矢板 10 の内側の掘削底面 B 付近の地盤を補強するとともに、鋼矢板 10 の下端付近の地盤も補強する。これにより、この後に行う鋼矢板 10 で囲まれた内側の掘削（土留め掘削）において、ヒーピングの発生を防止でき、打設した鋼矢板 10 の崩壊などの掘削作業に支障を来すという問題をなくす。

10

【 0 0 2 8 】

なお、第 3 工程での鋼矢板 10 の周辺地盤の補強は、地盤中に薬剤 S を注入し、注入した薬剤 S により固結改良体 T を地盤中に造成して地盤を補強していたが、これに限らず、例えば、地盤埋設ボード 1 から地盤中に硬化剤を注入し、注入した硬化剤と地盤を混合攪拌することにより固結改良体を地盤中に造成して地盤を補強するようにしてもよい。

【 0 0 2 9 】

次に、第 3 工程で地盤埋設ボード 1 を用いて鋼矢板 10 の周辺地盤を補強した後、図 8 C に示すように、鋼矢板 10 で囲まれた内側を掘削する。この掘削により開放空間を造り、開放空間に例えば構造物などを構築する。開放空間に構造物などを構築した後は、掘削して造った開放空間に土砂の埋め戻しを行って、埋め戻し後に、地盤中に打設した鋼矢板 10 を引き抜く。これにより、土留め掘削における一連の作業が完了する。

20

【 0 0 3 0 】

また、鋼矢板 10 を地盤中から引き抜くとき、鋼矢板 10 の両面に取り付けている地盤埋設ボード 1 は、鋼矢板 10 から取り外されて、地盤中に残置される。地盤埋設ボード 1 の鋼矢板 10 からの取り外しは、地盤埋設ボード 1 の下端に取り付けたアンカー 5 が鋼矢板 10 の下端に引っ掛かるとともに、鋼矢板 10 に固着した複数のフック 11 により保持されているだけであるから、鋼矢板 10 を地盤中より上方に引き抜くと、複数のフック 11 が外れ、地盤埋設ボード 1 がそのまま、鋼矢板 10 のみが引く抜かれることで、鋼矢板 10 から地盤埋設ボード 1 が外れる。これにより、図 9 A に示すように、地盤埋設ボード 1 を地盤中に残置するとともに、鋼矢板 10 のみを地盤中から引き抜くことができる。

30

【 0 0 3 1 】

以上のように、地盤中に地盤埋設ボード 1 を残置して、鋼矢板 10 のみを引き抜くことで、引き抜く鋼矢板 10 と地盤の接触面積を地盤埋設ボード 1 を取り付けた分だけ小さくでき、鋼矢板 10 を引き抜く際に、土砂が鋼矢板 10 に付着して鋼矢板 10 とともに地上に排出されるのを低減できる。また、鋼矢板 10 と地盤の接触面積を小さくできることから、鋼矢板 10 を引き抜く際の地盤との抵抗も小さくなる。これにより、地盤中からの鋼矢板 10 の引き抜きを容易に行うことができる。

【 0 0 3 2 】

また、本周辺地盤補強方法は、前記の第 1 工程、第 2 工程、第 3 工程とともに、地盤中に残置した地盤埋設ボード 1 を用いて、周辺地盤の安定化を行う工程（以下、第 4 工程という）を有する。

40

【 0 0 3 3 】

（第 4 工程）

第 4 工程は、地盤中から鋼矢板 10 を引き抜いた後に、鋼矢板 10 から取り外されて地盤中に残置している地盤埋設ボード 1 を用いて周辺地盤の安定化を行う工程である。すなわち、地盤中から鋼矢板 10 を引き抜いた後には、そこに空洞 C（鋼矢板 10 の分）が生じる。空洞 C をそのままにしておくと、周辺の土砂が流れ込み地盤の変動が発生して、地盤沈下を招くという問題が生じる。そこで、地盤中から鋼矢板 10 を引き抜いた後の空洞 C に、地盤中に残置している地盤埋設ボード 1 から薬剤 S を注入し、注入した薬剤 S によ

50

り固結改良体 T を造成して、周辺地盤の安定化を行う。

即ち、第 3 工程で行った地盤中への薬剤 S の注入と同様、図 9 B に示すように、地盤中に残置している地盤埋設ボード 1 の各長い孔 2 に、薬剤供給装置（図示せず）から薬剤 S を流入し、流入した薬剤 S を各長い孔 2 内に通して、長い孔 2 内から開口部 6 に流し、開口部 6 から地盤中の前記空洞 C に注入して、ここに固結改良体 T を造成する。これにより、図 9 C に示すように、空洞 C に固結改良体 T を造成して（空洞 C を埋めて）地盤の安定化を行うことで、地盤沈下を招くなどの問題をなくす。

【 0 0 3 4 】

なお、第 4 工程での周辺地盤の安定化は、地盤中の空洞 C に薬剤 S を注入し、注入した薬剤 S で固結改良体 T を空洞 C に造成することにより地盤の安定化を行っているが、これに限らず、例えば、地盤中に残置している地盤埋設ボード 1 から地盤中の空洞 C に硬化剤を注入し、注入した硬化剤で固結改良体 T を空洞 C に造成することにより地盤の安定化を行うようにしてもよい。

10

【 0 0 3 5 】

以上説明したように、本周辺地盤補強方法によれば、土留め掘削の周辺地盤の補強を、地盤中に打設する鋼矢板 1 0 に取り付けられた地盤埋設ボード 1 を用いた簡単な作業で行うことができ、またその作業に用いる専用の装置も大掛かりにならずにすむ。これにより、多大な時間や費用を要することなく、土留め掘削の周辺地盤を補強することができる。

【 0 0 3 6 】

次に、本発明の土留め掘削の周辺地盤補強方法の第二実施形態について説明する。

20

第二実施形態に係る土留め掘削の周辺地盤補強方法（以下、単に本周辺地盤補強方法という）も、第一実施形態と同様、鋼矢板 1 0（土留め壁）に地盤埋設ボード 1 を、その長手方向を鋼矢板 1 0 の長手方向に合わせて取り付け、地盤埋設ボード 1 を鋼矢板 1 0 とともに地盤中に打設し、地盤埋設ボード 1 を用いて、鋼矢板 1 0 の周辺地盤を補強する方法である。また、本周辺地盤補強方法において用いる地盤埋設ボード 1 も、第一実施形態と同様である。

【 0 0 3 7 】

図 1 0 は、鋼矢板 1 0 の外側に地盤埋設ボード 1 を取り付けられた状態の平面図である。図 1 1 は、鋼矢板 1 0 の外側に地盤埋設ボード 1 を取り付けられた状態の外側から見た斜視図である。図 1 2 A は、鋼矢板 1 0 を打設した状態の図、図 1 2 B は、地盤埋設ボード 1 の長い孔 2 内に地下水 W を流入した状態の図、図 1 2 C は、鋼矢板 1 0 で囲まれた内側を掘削した状態の図、図 1 2 D は、鋼矢板 1 0 の内側に地盤埋設ボード 1 を取り付けられた状態の図である。図 1 3 A は、埋め戻し後に鋼矢板 1 0 を引き抜いた状態の図、図 1 3 B は、空洞 C に薬剤 S を注入する状態の図、図 1 3 C は、薬剤 S を注入して空洞 C を埋めた状態の図である。

30

なお、図 1 2 A、図 1 2 B、図 1 2 C、図 1 2 D、図 1 3 A、図 1 3 B、図 1 3 C では、鋼矢板 1 0 や地盤埋設ボード 1 などを概略的に示している。

【 0 0 3 8 】

本周辺地盤補強方法は、地盤中に打設する鋼矢板 1 0 の外側に、その長手方向を土留め壁の長手方向に合わせて地盤埋設ボード 1 を取り付け、地盤埋設ボード 1 を用いて、鋼矢板 1 0 の外側の地下水 W を吸引し、鋼矢板 1 0 の外側の地下水位を下げること、鋼矢板の外側の地盤を補強し、掘削時のボイリングの発生を防止する。ここで、鋼矢板 1 0 の外側は、土留め掘削において掘削しない側であり、鋼矢板 1 0 の内側は、土留め掘削において掘削する側である。

40

本周辺地盤補強方法も、第一実施形態と同様、地盤埋設ボード 1 を鋼矢板 1 0 に取り付ける工程（第 1 工程）と、地盤埋設ボード 1 を取り付けられた鋼矢板 1 0 を地盤中に打設する工程（第 2 工程）と、鋼矢板 1 0 に取り付けられた地盤埋設ボード 1 を用いて周辺地盤を補強する工程（第 3 工程）と、を有する。

【 0 0 3 9 】

（第 1 工程）

50

第1工程は、鋼矢板10を地盤中に打設する前に、地上において、鋼矢板10に地盤埋設ボード1を取り付ける工程である。地盤埋設ボード1の鋼矢板10への取り付け箇所は、図10に示すように、鋼矢板10の外側（掘削しない側）で、その取り付けは、第一実施形態と同様である。地盤埋設ボード1は、第一実施形態と同様、鋼矢板10に対して取り外し可能にする。また、地盤埋設ボード1に設ける複数の開口部6は、図11に示すように、地盤埋設ボード1の長手方向に所定の間隔を空けて設ける。

【0040】

（第2工程）

第2工程は、第1工程の後に、地盤埋設ボード1を取り付けた鋼矢板10を地盤中に打設する工程である。鋼矢板10は、土留め掘削において、掘削する場所を囲むように、その周囲に打設し、鋼矢板10の打設は、第一実施形態と同様、図12Aに示すように、複数の鋼矢板10を地盤中に順次打設する。

10

【0041】

（第3工程）

第3工程は、第2工程の後に、鋼矢板10に取り付けた地盤埋設ボード1を用いて、鋼矢板10の周辺地盤を補強する工程である。鋼矢板10の周辺地盤の補強は、地盤中に打設した鋼矢板10の外側に取り付けた地盤埋設ボード1により鋼矢板10の外側の地下水Wを吸引し、鋼矢板10の外側の地下水位を下げて、鋼矢板10の外側の地盤を補強する。

即ち、図12Bに示すように、鋼矢板10に取り付けた地盤埋設ボード1において、各長い孔2に連通した開口部6から鋼矢板10の外側の地下水Wを各長い孔2内に流入する。次に、地上に設置した真空ポンプ（図示せず）を用いて、各長い孔2内に流入した地下水Wを長い孔2を通して上方に吸引し、地上に排出する。これにより、鋼矢板10の外側の地下水位が下がる。

20

【0042】

鋼矢板10の外側の地下水位が下がることにより、鋼矢板10の外側の地盤を補強する。これにより、この後に行う鋼矢板10で囲まれた内側の掘削（土留め掘削）において、ボイリングの発生を防止でき、打設した鋼矢板10の崩壊などの掘削作業に支障を来すという問題をなくす。

【0043】

次に、第3工程で地盤埋設ボード1を用いて鋼矢板10の周辺地盤を補強した後、図12Cに示すように、鋼矢板10で囲まれた内側を掘削する。この掘削により開放空間を造り、開放空間に例えば構造物などを構築する。開放空間に構造物などを構築した後は、掘削して造った開放空間に土砂の埋め戻しを行って、埋め戻し後に、地盤中に打設した鋼矢板10を引き抜く。これにより、土留め掘削における一連の作業が完了する。

30

【0044】

また、掘削して造った開放空間に土砂の埋め戻しを行う前に、地盤中に打設した鋼矢板10の内側（掘削した側）に地盤埋設ボード1を取り付ける。

即ち、地盤埋設ボード1の取り付けは、図12Dに示すように、掘削されてその表面がでている鋼矢板10の内側で、中央部のウェブ10aの面に、その長手方向に沿って、第1の実施形態と同様に、つまり鋼矢板10のウェブ10aの面（地盤埋設ボード1の取り付け箇所）に、その長手方向に所定の間隔で複数固着した一对のL字形のフック11によって、地盤埋設ボード1を取り付ける。なお、地盤埋設ボード1の取り付け箇所は、鋼矢板10のウェブ10aに限らない。また、地盤埋設ボード1は、鋼矢板10に対して取り外し可能である。このように鋼矢板10の内側に地盤埋設ボード1を取り付けた後に、土砂の埋め戻しを行う。

40

【0045】

続いて、鋼矢板10を地盤中から引き抜くとき、鋼矢板10の両面に取り付けている地盤埋設ボード1は、フック11から外れて鋼矢板10から取り外され、地盤中に残置される。地盤埋設ボード1の鋼矢板10からの取り外しは、第一実施形態と同様である。これにより、図13Aに示すように、地盤埋設ボード1を地盤中に残置するとともに、鋼矢板

50

10のみを地盤中から引き抜くことができる。

【0046】

以上のように、地盤中に地盤埋設ボード1を残置して、鋼矢板10のみを引き抜くことで、第一実施形態と同様、引き抜く鋼矢板10と地盤の接触面積を地盤埋設ボード1を取り付けた分だけ小さくでき、鋼矢板10を引き抜く際に、土砂が鋼矢板10に付着して鋼矢板10とともに地上に排出されるのを低減できる。また、鋼矢板10と地盤の接触面積を小さくできることから、鋼矢板10を引き抜く際の地盤との抵抗も小さくなる。これにより、鋼矢板10の引き抜きを、容易に行うことができる。

【0047】

また、本周辺地盤補強方法も、第一実施形態と同様、周辺地盤の安定化を行う工程（第4工程）を有する。

10

（第4工程）

第4工程は、地盤中から鋼矢板10を引き抜いた後に、鋼矢板10から取り外されて地盤中に残置している地盤埋設ボード1を用いて周辺地盤の安定化を行う工程であり、第一実施形態と同様、地盤中から鋼矢板10を引き抜いた後の空洞Cに、地盤中に残置している地盤埋設ボード1から薬剤Sを注入し、注入した薬剤Sにより固結改良体Tを造成して、周辺地盤の安定化を行う。

即ち、図13Bに示すように、地盤中に残置している地盤埋設ボード1の各長い孔2に、薬剤供給装置（図示せず）から薬剤Sを流入し、流入した薬剤Sを各長い孔2内に通して、長い孔2内から開口部6に流し、開口部6から地盤中の空洞Cに注入して、ここに固結改良体Tを造成する。これにより、図13Cに示すように、空洞Cに固結改良体Tを造成して（空洞Cを埋めて）地盤の安定化を行うことで、地盤沈下を招くなどの問題をなくす。

20

【0048】

なお、地盤埋設ボード1の複数の長い孔2では、第4工程で地盤中に注入する薬剤Sを通す長い孔2と、第3工程で開口部6から流入した地下水Wを通す長い孔2とを、薬剤用と地下水用とに区別して別々にする。ただし、これに限らず、薬剤用と地下水用とに区別することなく、同じ長い孔2を使用するようにしてもよい。

【0049】

また、第4工程での周辺地盤の安定化も、第一実施形態と同様、地盤中の空洞Cに薬剤Sを注入し、注入した薬剤Sで固結改良体Tを空洞Cに造成することにより地盤の安定化を行っているが、これに限らず、例えば、地盤中に残置している地盤埋設ボード1から地盤中の空洞Cに硬化剤を注入し、注入した硬化剤で固結改良体Tを空洞Cに造成することにより地盤の安定化を行うようにしてもよい。

30

【0050】

以上説明したように、本実施形態に係る周辺地盤補強方法においても、第一実施形態と同様に、土留め掘削の周辺地盤の補強を、地盤中に打設する鋼矢板10に取り付けた地盤埋設ボード1を用いた簡単な作業で行うことができ、またその作業に用いる専用の装置も大掛かりにならずにすむ。これにより、多大な時間や費用を要することなく、土留め掘削の周辺地盤を補強することができる。

40

【0051】

また、本発明の土留め掘削の周辺地盤補強方法は、第一実施形態では地盤埋設ボード1で薬剤S又は硬化剤を注入し、周辺地盤を補強して掘削時のヒーピングの発生を防止するもの、あるいは、第二実施形態では地盤埋設ボード1で鋼矢板の外側の地下水Wを吸引し、地下水位を下げて周辺地盤を補強して掘削時のボイリングの発生を防止するものを例示したが、これらに限定されない。

【0052】

別の例として、例えば、本発明の土留め掘削の周辺地盤補強方法を、シールド掘進機20で地盤を掘削してトンネルなどを造る際に、シールド掘進機20の発進スペースになる立坑Vに適用することもできる。

50

図 1 4 A は、外側に地盤埋設ボード 1 を取り付けした鋼矢板 1 0 を打設した状態の図、図 1 4 B は、地盤中に薬剤 S を注入した状態の図、図 1 4 C は、鋼矢板 1 0 にシールド掘進機 2 0 の発進用の開口部 2 1 を形成した状態の図である。

なお、図 1 4 A、図 1 4 B、図 1 4 C では、鋼矢板 1 0 や地盤埋設ボード 1 などをご略的に示している。

【 0 0 5 3 】

即ち、立坑 V を造るために、その周囲に鋼矢板 1 0 を打設するが、立坑 V 内のシールド掘進機 2 0 が発進する部分に打設する鋼矢板 1 0 には、その外側（掘削しない側）に地盤埋設ボード 1 を、その長手方向を鋼矢板 1 0 の長手方向に合わせて鋼矢板 1 0 に取り付ける（第 1 工程）。地盤埋設ボード 1 を取り付けした鋼矢板 1 0 を、図 1 4 A に示すように、地盤中に打設する（第 2 工程）。続いて、シールド掘進機 2 0 が発進する部分に打設した鋼矢板 1 0 の外側に、地盤埋設ボード 1 を用いて、図 1 4 B に示すように、薬剤 S を注入し、地盤中に固結改良体 T を造成して（第 3 工程）、その外側の地盤を補強する。

10

【 0 0 5 4 】

次に、鋼矢板 1 0 で囲まれた内側を掘削し、立坑 V を造る。続いて、立坑 V 内において、シールド掘進機 2 0 による地盤の掘削を開始するとき、図 1 4 C に示すように、シールド掘進機 2 0 が発進する部分に打設した鋼矢板 1 0 を、ガス溶断などにより発進用の開口部 2 1 を形成するが、このとき、従来は、形成する開口部 2 1 から土砂や地下水が立坑 V 内に流入し、作業が中断する虞があったが、シールド掘進機 2 0 が発進する部分に打設した鋼矢板 1 0 の外側の地盤を補強（固結改良体 T を造成する）することで、開口部 2 1 から土砂や地下水が立坑 V 内に流入するのを防ぐことができ、その結果、シールド掘進機 2 0 を立坑 V 内から良好に発進させることができる。

20

以上のように、本発明の土留め掘削の周辺地盤補強方法は、種々の土留め掘削の現場に適用することができる。

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

1 ... 地盤埋設ボード、2 ... 長い孔、3 ... 芯材、4 ... シート材、5 ... アンカー、6 ... 開口部、7 ... ガイド部材、7 a ... 底面部、7 b ... 側面部、7 c ... 後面部、1 0 ... 鋼矢板、1 0 a ... ウェブ、1 1 ... フック、2 0 ... シールド掘進機、2 1 ... 開口部、3 0 ... 鋼矢板。

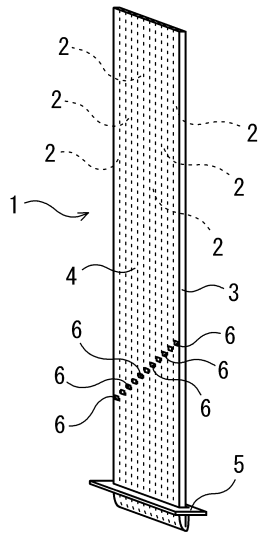
30

40

50

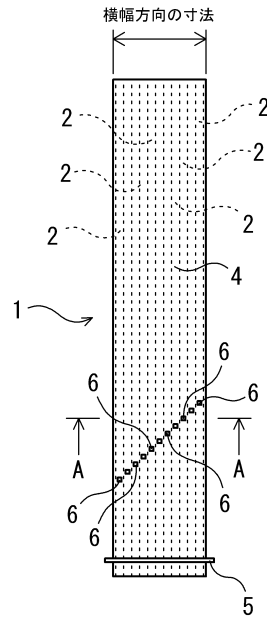
【図面】

【図 1】

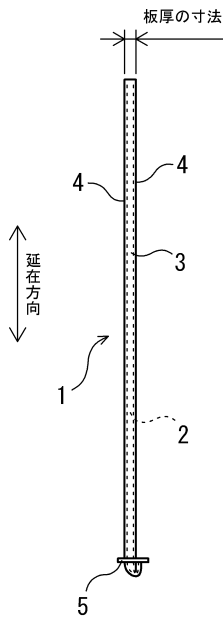


【図 2】

A



B

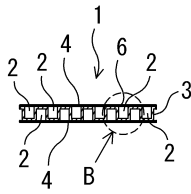


10

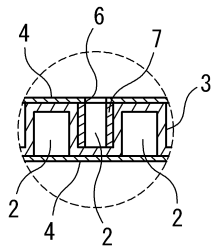
20

【図 3】

A

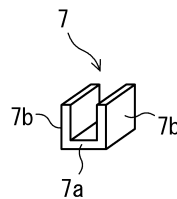


B

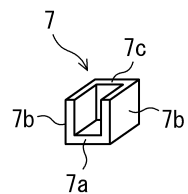


【図 4】

A



B

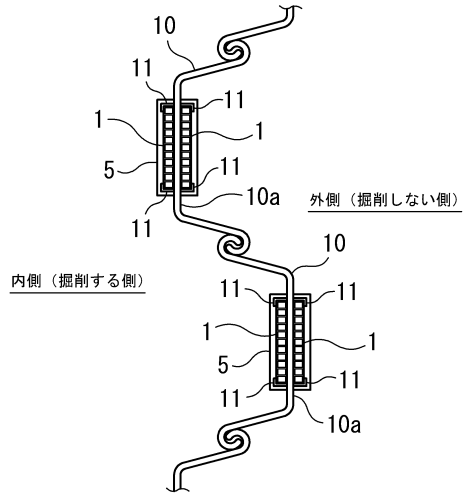


30

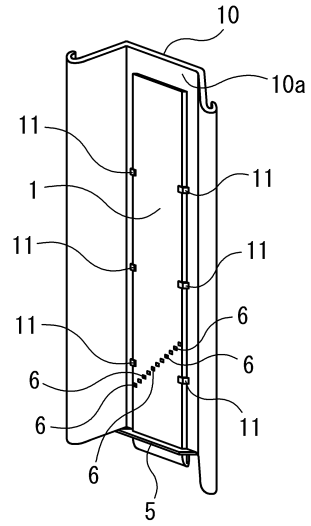
40

50

【図5】

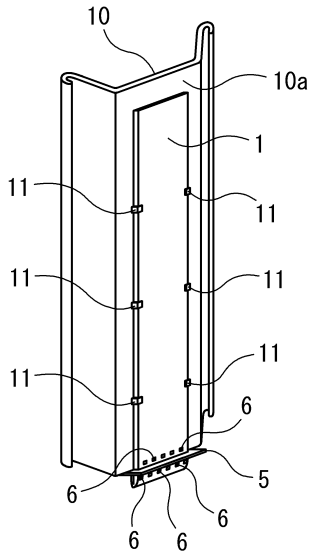


【図6】

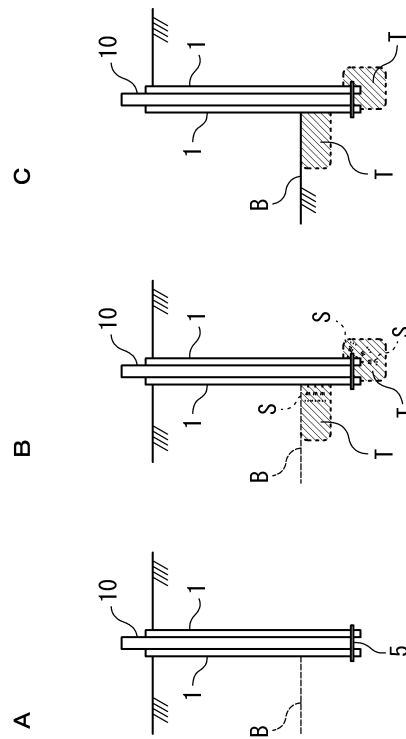


10

【図7】



【図8】



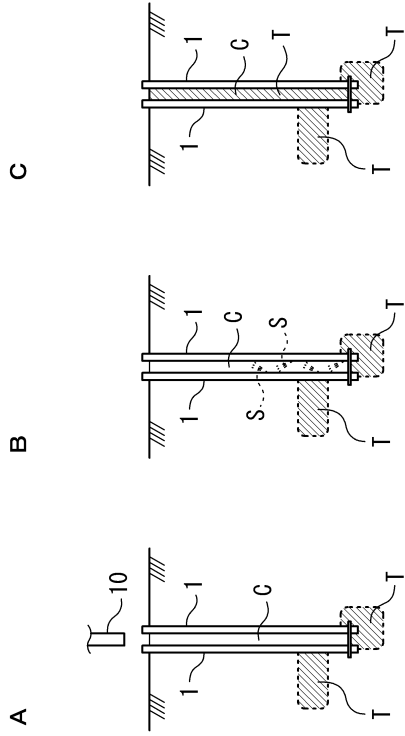
20

30

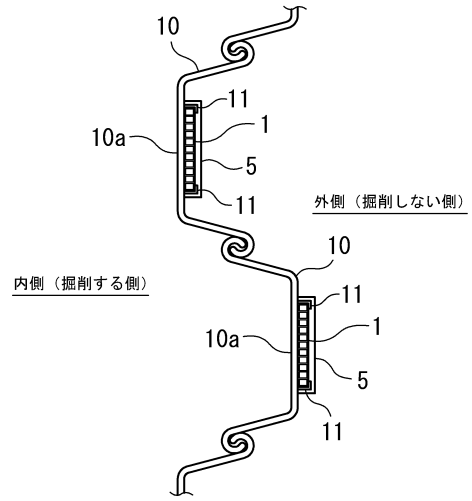
40

50

【図 9】



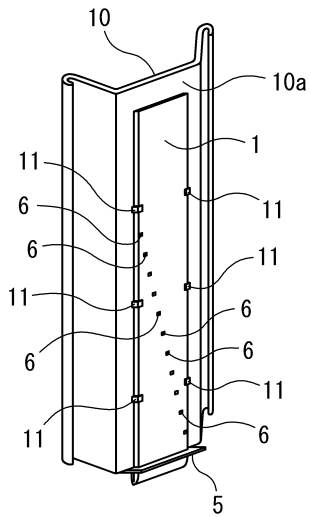
【図 10】



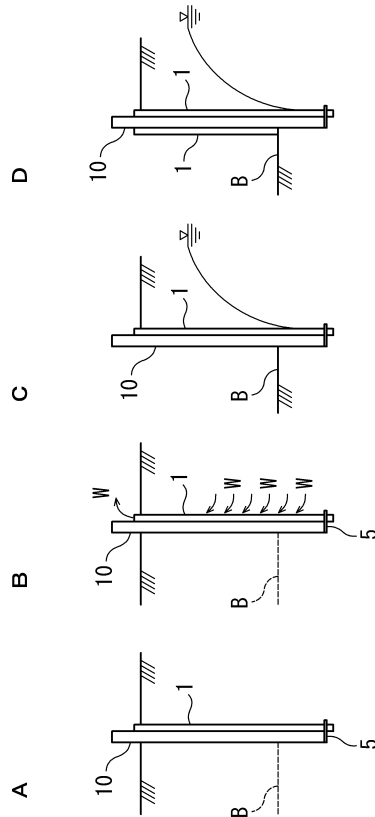
10

20

【図 11】



【図 12】

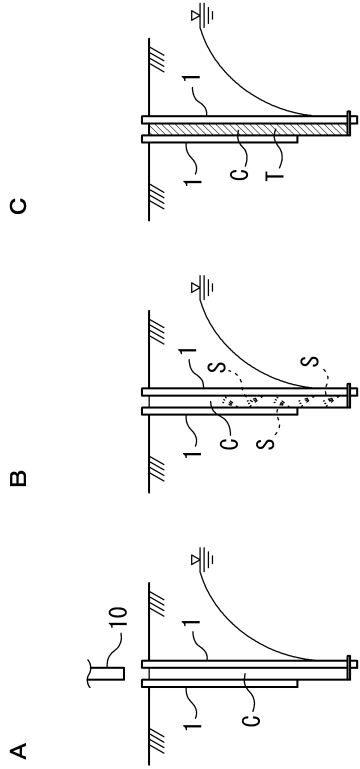


30

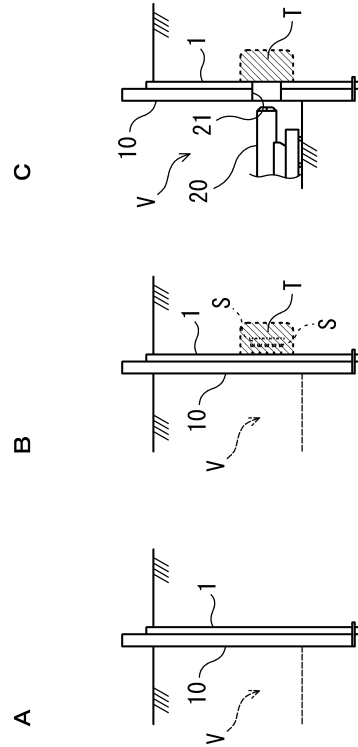
40

50

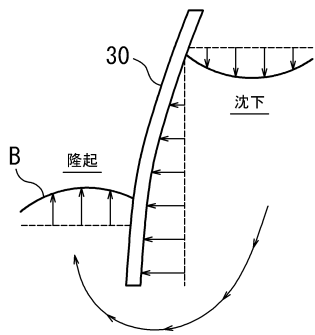
【図 13】



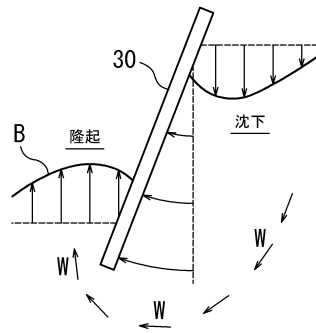
【図 14】



【図 15】



【図 16】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平02 - 225712 (JP, A)  
特開2011 - 236637 (JP, A)  
特開2002 - 227185 (JP, A)  
特開2008 - 002199 (JP, A)  
特開平02 - 074721 (JP, A)  
特開2017 - 025528 (JP, A)  
特開昭57 - 108318 (JP, A)  
特開平09 - 221738 (JP, A)  
特開2015 - 135030 (JP, A)  
特開昭62 - 041818 (JP, A)  
欧州特許出願公開第01342852 (EP, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
E02D 5/00 - 7/20  
E02D 3/12  
E02D 1/00 - 3/115  
E02D 7/00 - 13/10  
E02D 19/00 - 25/00