

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-24684

(P2010-24684A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.

E O 2 D 23/10 (2006.01)

F I

E O 2 D 23/10

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

|           |                              |          |                                   |
|-----------|------------------------------|----------|-----------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-186023 (P2008-186023) | (71) 出願人 | 000207780                         |
| (22) 出願日  | 平成20年7月17日 (2008.7.17)       |          | 大豊建設株式会社                          |
|           |                              |          | 東京都中央区新川 1 丁目 2 4 番 4 号           |
|           |                              | (74) 代理人 | 100104776                         |
|           |                              |          | 弁理士 佐野 弘                          |
|           |                              | (74) 代理人 | 100119194                         |
|           |                              |          | 弁理士 石井 明夫                         |
|           |                              | (72) 発明者 | 上月 直昭                             |
|           |                              |          | 東京都中央区新川 1 丁目 2 4 番 4 号 大豊建設株式会社内 |
|           |                              | (72) 発明者 | 今村 秀雄                             |
|           |                              |          | 東京都中央区新川 1 丁目 2 4 番 4 号 大豊建設株式会社内 |
|           |                              | (72) 発明者 | 佐藤 元治                             |
|           |                              |          | 東京都中央区新川 1 丁目 2 4 番 4 号 大豊建設株式会社内 |

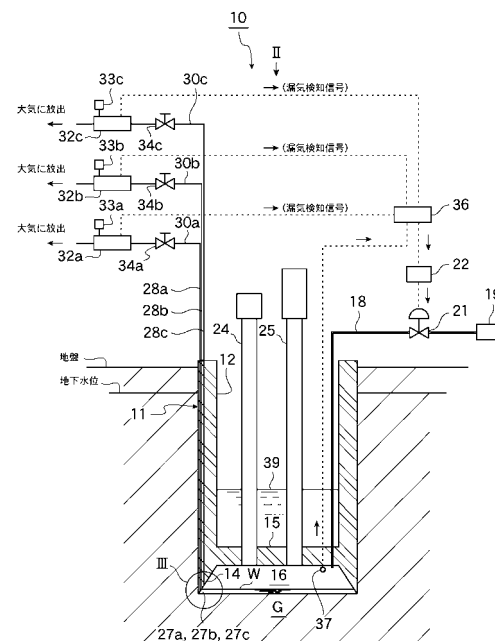
(54) 【発明の名称】 潜函工法における漏気防止装置

(57) 【要約】

【課題】 人手を割くことなく自動的に、作業室内の空気がケーソン躯体の外部に漏気することを確実に防止する。

【解決手段】 作業室16内に圧縮空気を供給する圧縮空気供給手段(19)と、その圧縮空気供給圧力を調整する圧力調整手段(21,22)と、作業室16の内部にて、刃口14の下端よりも高い位置に開口する漏気検知穴27a,27b,27cと、この漏気検知穴27a,27b,27cから延びて他端が大気に連通する漏気排気通路28a,28b,28cと、この漏気排気通路28a,28b,28cを流れる漏気を検知する漏気検知手段(32a,32b,32c)と、漏気検知手段および圧力調整手段に接続され、漏気検知手段が漏気を検知したか否かの情報を受けて地下水Wの水位を認識し、この地下水位が予め設定された基準水位hに近付くように、圧力調整手段に圧縮空気供給手段の圧縮空気圧力を調整させるよう制御する圧力制御手段(16)とを備える。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ニューマチックケーソン工法における沈下掘削作業時に、作業室内部の地下水位を制御して、刃口からの圧縮空気の漏出を防止する漏気防止装置において、

前記作業室内に前記圧縮空気を供給する圧縮空気供給手段と、

前記圧縮空気供給手段の圧縮空気供給圧力を調整する圧力調整手段と、

前記作業室の内部にて、前記刃口の下端よりも高い位置に開口する少なくとも 1 つの漏気検知穴と、

一端が前記漏気検知穴に繋がり、他端が大気に連通する漏気排気通路と、

前記漏気排気通路を流れる漏気を検知する漏気検知手段と、

前記漏気検知手段と前記圧力調整手段とに接続され、前記漏気検知手段が漏気を検知したか否かの情報を受けて前記地下水の水位を認識し、この地下水位が予め設定された基準水位に近付くように、前記圧力調整手段に前記圧縮空気供給手段の圧縮空気圧力を調整させるよう制御する圧力制御手段と、

を備えてなることを特徴とする潜函工法における漏気防止装置。

## 【請求項 2】

前記漏気検知穴を異なる高さで複数設けるとともに、前記漏気排気通路と前記漏気検知手段とを、それぞれ前記漏気検知穴の数量に応じて複数設け、前記複数の漏気検知手段を前記圧力制御手段に接続し、前記圧力制御手段には、前記複数の漏気検知手段がそれぞれ漏気を検出しているか否かにより前記地下水の水位を認識させた上、この水位が、異なる高さで設けられた前記複数の漏気検知穴の間の高さに保たれるように、前記圧力調整手段に前記圧縮空気供給手段の圧縮空気圧力を調整させるよう制御させたことを特徴とする請求項 1 に記載の潜函工法における漏気防止装置。

## 【請求項 3】

前記漏気検知穴と前記漏気排気通路とを、前記ケーソン躯体の周方向に沿って複数箇所に配置し、前記刃口の下端から同じ高さにある前記複数の漏気検知穴に繋がる前記漏気排気通路を共通のグループ連結管により連結してグループ化し、これら各々のグループ連結管に前記漏気検知手段を個別に設け、これらの漏気検知手段を前記圧力制御手段に接続したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の潜函工法における漏気防止装置。

## 【請求項 4】

前記圧力調整手段により前記圧縮空気供給手段の圧縮空気圧力を調整する際には、微小な圧力を変化させてから前記地下水位を確認し、この水位が目標の範囲にない場合には再度微小な圧力を変化させて前記地下水位を再確認し、これを繰り返すループ制御を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の潜函工法における漏気防止装置。

## 【請求項 5】

前記漏気検知穴を一種類の高さにのみ設け、この漏気検知穴の高さを前記地下水の基準水位とし、

前記圧力制御手段は、

前記地下水の水位が前記基準水位よりも低い場合に、水位が前記基準水位よりも高くなるように前記作業室の圧力を調整して水位が前記基準水位よりも高くなった時点で前記作業室の圧力を保持する水位上昇制御と、

前記地下水の水位が前記基準水位よりも高い場合に、水位が前記基準水位よりも低くなるように前記作業室の圧力を調整して水位が前記基準水位よりも低くなった時点で前記作業室の圧力を保持する水位下降制御と、

を交互に実行することにより、前記地下水の水位を前記基準水位付近に保つループ制御を行うことを特徴とする請求項 1、3、4 のいずれかに記載の潜函工法における漏気防止装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ケーソンを地盤中に沈設して構造物を構築する潜函工法に係り、ケーソンの内部に隔成された作業室内における地下水の水位を自動的に調整することにより、作業室から外部への圧縮空気の漏気を防止するようにした潜函工法における漏気防止装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

地下構造物などの構築に用いられる工法として、ケーソンを水底地盤中に沈設する潜函工法（ニューマチックケーソン工法）が知られている。この潜函工法では、筒状等のケーソン躯体の下端に地盤に貫入する刃口を設けるとともに、ケーソン躯体の内周側に作業室スラブを形成し、刃口の内周側かつ作業室スラブの下方に作業室を隔成して、この作業室内に圧縮空気を供給しながら、その内部地盤を掘削してケーソン躯体を地盤中に沈設する。

10

【0003】

この場合、作業室内に供給された圧縮空気は、その一部が刃口の先端を潜り抜けて外部に漏気しやすく、このような漏気をそのまま放置しておく、地盤中の透水層を通して思わぬ場所に噴出し、隣接構造物等に悪影響を及ぼすことになる。

【0004】

そこで、従来では、作業室内に監視カメラと圧力計を設置し、外部の管理室から監視員がモニターで作業室内の地下水位を目視で監視し、圧力計の圧力を参照しながら、その都度、作業室に送給する圧縮空気の圧力を調整して地下水位を適宜調整していた。

20

【0005】

同時に、ケーソン躯体から漏出した漏気を回収するべく、ケーソン躯体の刃口直上外面に漏気回収装置を設け、漏気を回収していたが、漏気の回収効率が悪かった。回収効率を上げる方法としては、特許文献1に開示されているように、ケーソン躯体の刃口直上外面に漏気回収フィルターを周回形成し、この漏気回収フィルターにケーソン躯体の内部側から揚水管を接続し、この揚水管の他端に接続した真空ポンプ等の揚水手段を作動させることにより、作業室からケーソン躯体の刃口先端を潜り抜けて外部に漏れた漏気を漏気回収フィルターで吸入して回収するようにした漏気回収装置が提案されている。

【特許文献1】特開2002-88770号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述のように、作業室内に設置された監視カメラと圧力計とにより、外部の監視員が作業室内の地下水位を任意に調整するのでは、非常に手間が掛かり、そのための人員が必要となる。しかも、ケーソンが傾斜した場合には、地下水位を監視カメラの映像から正確に判断するのが困難であり、漏気を誘発しやすくなる。

【0007】

また、特許文献1に示されるような漏気回収装置は、作業室内からケーソン躯体の刃口先端を潜り抜けて既に外部に漏れてしまった空気を回収するものであるため、漏れた空気を100%回収することが困難であった。また、揚水手段としての真空ポンプ等を個別に用意しなければならないため、構成が複雑化するばかりか、専用の動力源も確保しなければならないという問題もあった。

40

【0008】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、人手を割くことなく自動的に、作業室内の空気がケーソン躯体の外部に漏気することを確実に防止することのできる潜函工法における漏気防止装置を提供することを目的とする。

【0009】

また、本発明の更なる目的は、ケーソン躯体が傾斜していても、作業室内の地下水位を正確に検知可能にすることにある。

【課題を解決するための手段】

50

## 【0010】

ニューマチックケーソン工法における沈下掘削作業時に、作業室内部の地下水位を制御して、刃口からの圧縮空気の漏出を防止する漏気防止装置において、前記作業室内に前記圧縮空気を供給する圧縮空気供給手段と、前記圧縮空気供給手段の圧縮空気供給圧力を調整する圧力調整手段と、前記作業室の内部にて、前記刃口の下端よりも高い位置に開口する少なくとも1つの漏気検知穴と、一端が前記漏気検知穴に繋がり、他端が大気に連通する漏気排気通路と、前記漏気排気通路を流れる漏気を検知する漏気検知手段と、前記漏気検知手段と前記圧力調整手段とに接続され、前記漏気検知手段が漏気を検知したか否かの情報を受けて前記地下水の水位を認識し、この地下水位が予め設定された基準水位に近づくように、前記圧力調整手段に前記圧縮空気供給手段の圧縮空気圧力を調整させるよう制御する圧力制御手段と、を備えてなる潜函工法における漏気防止装置としたことを特徴とする。

10

## 【0011】

本発明の請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の構成に加え、前記漏気検知穴を異なる高さで複数設けるとともに、前記漏気排気通路と前記漏気検知手段とを、それぞれ前記漏気検知穴の数量に応じて複数設け、前記複数の漏気検知手段を前記圧力制御手段に接続し、前記圧力制御手段には、前記複数の漏気検知手段がそれぞれ漏気を検出しているか否かにより前記地下水の水位を認識させた上、この水位が、異なる高さで設けられた前記複数の漏気検知穴の間の高さに保たれるように、前記圧力調整手段に前記圧縮空気供給手段の圧縮空気圧力を調整させるよう制御させた潜函工法における漏気防止装置としたことを特徴とする。

20

## 【0012】

本発明の請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の構成に加え、前記漏気検知穴と前記漏気排気通路とを、前記ケーソン躯体の周方向に沿って複数箇所に配置し、前記刃口の下端から同じ高さにある前記複数の漏気検知穴に繋がる前記漏気排気通路を共通のグループ連結管により連結してグループ化し、これら各々のグループ連結管に前記漏気検知手段を個別に設け、これらの漏気検知手段を前記圧力制御手段に接続した潜函工法における漏気防止装置としたことを特徴とする。

## 【0013】

本発明の請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3のいずれかに記載の構成に加え、前記圧力調整手段により前記圧縮空気供給手段の圧縮空気圧力を調整する際には、微小な圧力を変化させてから前記地下水位を確認し、この水位が目標の範囲にない場合には再度微小な圧力を変化させて前記地下水位を再確認し、これを繰り返すループ制御を行う潜函工法における漏気防止装置としたことを特徴とする。

30

## 【0014】

本発明の請求項5に記載の発明は、請求項1、3、4のいずれかに記載の構成に加え、前記漏気検知穴を一種類の高さにのみ設け、この漏気検知穴の高さを前記地下水の基準水位とし、前記圧力制御手段は、前記地下水の水位が前記基準水位よりも低い場合に、水位が前記基準水位よりも高くなるように前記作業室の圧力を調整して水位が前記基準水位よりも高くなった時点で前記作業室の圧力を保持する水位上昇制御と、前記地下水の水位が前記基準水位よりも高い場合に、水位が前記基準水位よりも低くなるように前記作業室の圧力を調整して水位が前記基準水位よりも低くなった時点で前記作業室の圧力を保持する水位下降制御とを交互に実行することにより、前記地下水の水位を前記基準水位付近に保つループ制御を行う潜函工法における漏気防止装置としたことを特徴とする。

40

## 【発明の効果】

## 【0015】

請求項1の発明によれば、空気が圧送されている作業室の内部において地下水の水位が下がり、地下水の水面上に漏気検知穴が露出すると、作業室内部の圧縮空気が漏気検知穴に流れ込んで漏気排気通路を経て外部に排気され、その際に漏気検知手段が漏気を検知してその情報を圧力制御手段に入力し、この情報を受けて圧力制御手段が基準水位に地下水

50

位が近付くように圧力調整手段に圧縮空気供給手段の圧縮空気圧力を調整させる。このため、人手を割くことなく自動的かつ確実に、作業室内の空気がケーソン躯体の外部に漏気することを防止することができる。

#### 【0016】

請求項2の発明によれば、漏気検知穴を異なる高さで複数設け、これに対応する複数の漏気検知手段を圧力制御手段に接続したため、作業室内の地下水位を一層確実かつ正確に維持し、ケーソン躯体外部への漏気を効果的に防止することができる。

#### 【0017】

請求項3の発明によれば、ケーソン躯体の周方向に沿って複数箇所に配置された同じ高さの漏気検知穴と漏気排気通路とがグループ連結管により連結されて1つのグループとなる。そのうちの何れかの漏気検知穴が地下水の水面上に露出した場合には、同グループの他の漏気検知穴が水面下にあっても、漏気検知手段が漏気を検知するため、ケーソン躯体が傾斜していても、作業室内の地下水位を正確に認識することができる。

#### 【0018】

請求項4の発明によれば、作業室内における地下水位の変動量を最小限に抑えて漏気を確実に防止することができる。

#### 【0019】

請求項5の発明によれば、非常に簡素な構成により、作業室の内部における地下水の水位を基準水位付近に維持して作業室内の空気が外部に漏気することを防止できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0020】

[発明の実施の形態1]

#### 【0021】

以下、本発明の実施の形態1を図1乃至図5に基づいて説明する。

#### 【0022】

図1は、本発明の実施の形態に係る漏気防止装置10が適用されたケーソン躯体11の縦断面図であり、図3は図1のIII部を拡大した縦断面図である。

#### 【0023】

ケーソン躯体11は、一般に鉄筋コンクリートで形成され、その外周部をなす外周壁12の下端に刃口14が設けられるとともに、外周壁12の内周側に水平面状の作業室スラブ15が形成され、この作業室スラブ15の下方かつ刃口14の内周側に作業室16が隔成されている。

#### 【0024】

ケーソン躯体11は、この実施の形態1では水平断面形状が円筒形に形成されているが、角型、楕円形等でもよい。刃口14は、その先端部から上方に向かうに連れ、かつケーソン躯体11の中方向に向かうに連れて厚みが増す楔状断面である。

#### 【0025】

作業室16には外部から送気管18が連通し、送気管18の外端側には圧縮空気供給手段としてのエアコンプレッサー19が接続され、送気管18の中間部には圧力調整手段としての圧力調整弁21が接続されている。また、同じく圧力調整手段としての圧力指示器22が圧力調整弁21に電氣的に接続されている。圧力調整弁21はエアコンプレッサー19の圧縮空気供給圧力を調整する弁であり、圧力指示器22は圧力調整弁21の弁開度を指示する機器である。なお、図中に符号24および25で示した部分は、下端が作業室16に繋がるマンロックとマテリアルロックである。

#### 【0026】

図3に拡大して示すように、作業室16の内部にて、刃口14の下端よりも高い位置となる内側斜面部には、例えば3つの高さの異なる小孔状の漏気検知穴27a、27b、27cが縦並びに形成されている。これらの漏気検知穴27a、27b、27cの直径は数センチ程度であり、それぞれ刃口14の下端からh1、h、h2の高さに形成されている。本実施形態では、例えばh1=10cm、h=20cm、h2=30cmとされている。h1は後述する地下水Wの下限水位であり、hは基準水位、h2は上限水位である。なお、厳密には、漏気検知穴27aの

下端の高さが  $h_1$ 、漏気検知穴27bの上端の高さが  $h$ 、漏気検知穴27c上端の高さが  $h_2$  となっている。

【0027】

また、外周壁12内部の外表面近くに、例えば金属パイプ又は塩化ビニル管等を鉛直方向に埋設することにより漏気排気通路28a、28b、28cが形成されている。これらの漏気排気通路28a、28b、28cは、その一端（下端）がそれぞれ漏気検知穴27a、27b、27cに繋がり、他端（上端）が大気に連通する管路である。この実施形態では漏気排気通路28a、28b、28cが外周壁12の上端面から外部上方に抜けている。

【0028】

漏気検知穴27a、27b、27cと漏気排気通路28a、28b、28cは、刃口14の周方向に沿って複数箇所に配置されている。本実施形態では、円筒形断面に形成されたケーソン躯体11の外周壁12の周方向に沿って例えば90°間隔で漏気検知穴27a、27b、27cと漏気排気通路28a、28b、28cとが設けられている。

【0029】

そして、刃口14の下端から同じ高さにある4つの漏気検知穴27a、27b、27cに繋がる漏気排気通路28a、28b、28cが、それぞれ共通のグループ連結管29a、29b、29cにより連結されてグループ化されている。即ち、図2に示すように、例えば4本の漏気排気通路28a（又は28b、28c）が1本の円弧状のグループ連結管29a（又は29b、29c）により連結されてグループA（又はB、C）となる。各グループ連結管29a、29b、29cには、それぞれ1本ずつグループ延長管30a、30b、30cが接続され、各グループ延長管30a、30b、30cの自由端部が大気に開放されている。従って、各漏気排気通路28a、28b、28cはグループ連結管29a、29b、29cとグループ延長管30a、30b、30cとを経て大気に連通している。

【0030】

変形例として、グループ連結管29a、29b、29cとグループ延長管30a、30b、30cとを設けずに、4本ずつある漏気排気通路28aと28bと28cとを、それぞれケーソン躯体11の内部で1本に集合させ、この纏めた管をケーソン躯体11の外部に引き出して大気に連通させる構成としてもよい。なお、図1中には漏気検知穴27a、27b、27cと漏気排気通路28a、28b、28cとが1組ずつのみ表示されており、グループ連結管29a、29b、29cは省略されている。

【0031】

図1に示すように、各グループ延長管30a、30b、30cには、それぞれ個別に漏気検知手段としての漏気検知器32a、32b、32cが設けられている。また、これらの漏気検知器32a、32b、32cには、それぞれブザーやランプ等の警報機33a、33b、33cが付設されている。さらに、漏気検知器32a、32b、32cの上流側には開閉弁34a、34b、34cが接続されている。

【0032】

さらに、ケーソン躯体11の外部には、圧力制御手段としてのコントローラー36が設置されている。このコントローラー36には3基の漏気検知器32a、32b、32cと圧力指示器22が電氣的に接続されている。また、作業室16の内部には圧力検知器37が設けられ、これもコントローラー36に電氣的に接続されている。

【0033】

漏気防止装置10は、送気管18、エアコンプレッサー19、圧力調整弁21、圧力指示器22、漏気検知穴27a、27b、27c、漏気排気通路28a、28b、28c、グループ連結管29a、29b、29c、グループ延長管30a、30b、30c、漏気検知器32a、32b、32c、警報機33a、33b、33c、開閉弁34a、34b、34c、コントローラー36、圧力検知器37等を備えて構成されている。

【0034】

潜函工法では、このように構成されたケーソン躯体11を、その刃口14を地盤G中に貫入させ、作業室16内にエアコンプレッサー19と送気管18から圧縮空気を供給しながら、作業

10

20

30

40

50

室16の内部に設置した図示しない掘削装置により作業室16内部の地盤Gを掘削し、ケーソン躯体11をその自重により地盤G中に沈降させて最終的に地下構造物として地盤G中に深く埋設する。なお、ケーソン躯体11の重量を増して、地盤G中の揚圧力に対抗して沈設させるために、しばしばケーソン躯体11の作業室スラブ15上に荷重水39が貯留される。

#### 【0035】

この潜函工事においては、上述のように作業室16内にエアコンプレッサー19で圧縮空気を供給すると同時に、この圧縮空気が刃口14の先端を潜って外部に漏れることがないように、作業室16内に所定量の地下水Wが貯水される。この地下水Wの水位が下がり、その水面上に漏気検知穴27a, 27b, 27cの何れかが露出すると、作業室16内の圧縮空気が露出した漏気検知穴27a, 27b, 27cに流れ込み、漏気排気通路28a, 28b, 28cとグループ連結管29a, 29b, 29cとグループ延長管30a, 30b, 30cとを経て外部に排気され、その際に漏気検知器32a, 32b, 32cが漏気を検知してONになり、その情報をコントローラー36に入力する。なお、漏気検知器32a, 32b, 32cが漏気を検知すると同時に警報機33a, 33b, 33cが警報を発令するようにしても良い。

#### 【0036】

コントローラー36は、地下水Wの水位を予め設定された下限水位h1（漏気検知穴27aの位置、即ち10cm）から上限水位h2（漏気検知穴27cの位置→30cm）までの範囲内、好ましくはその中間点である基準水位h（漏気検知穴27bの位置→20cm）の付近に維持してケーソン躯体11外部への漏気を防止する。

#### 【0037】

即ち、先ずコントローラー36は漏気検知器32a, 32b, 32cの何れかが漏気を検知したか否かの情報、即ち漏気検知器32a, 32b, 32cの何れかがONであるかOFFであるかの情報を受けて地下水Wの水位を認識する。例えば、全ての漏気検知器32a, 32b, 32cがONであると受信した場合は地下水Wの水位が下限水位h1未満であると認識する。また、漏気検知器32aがOFFで漏気検知器32b, 32cがONの場合は水位が下限水位h1から基準水位hまでの間にあると認識する。さらに、漏気検知器32a, 32bがOFFで漏気検知器32cがONである場合は水位が基準水位hから上限水位h2までの間にあると認識する。また、全ての漏気検知器32a, 32b, 32cがOFFである場合は水位が上限水位h2以上であると認識する。

#### 【0038】

そして、コントローラー36は、地下水Wの水位が、下限水位h1と上限水位h2との間の高さに保たれるように、圧力指示器22に圧力調整弁21を操作させてエアコンプレッサー19の圧縮空気圧力を調整させるよう制御する。つまり、地下水Wの水位が下限水位h1以下である場合にはエアコンプレッサー19の圧縮空気圧力を低めるように圧力指示器22を制御して水位を上昇させ、地下水Wの水位が上限水位h2以上である場合にはエアコンプレッサー19の圧縮空気圧力を高めるように圧力指示器22を制御して水位を下降させる。

#### 【0039】

図4は、コントローラー36による漏気防止装置10の制御形態をフローチャートで示した図である。

#### 【0040】

この制御の流れを順に説明すると、制御がスタートし、まずステップS1で漏気検知器32aがOFFであるか否か、即ち地下水Wの水位が漏気検知穴27aよりも高いか否かが判断される。ステップS1がYESの場合はステップS2に移行する。

#### 【0041】

ステップS2では、漏気検知器32cがONであるか否か、即ち地下水Wの水位が漏気検知穴27cより低いかなどが判断される。ステップS2がYESの場合はステップS3に移行し、地下水Wの水位が下限水位h1と上限水位h2との間にあると認識される。

#### 【0042】

次のステップS4では、漏気検知器32bがONであるか否か、即ち地下水Wの水位が漏気検知穴27bより低いかなどが判断される。ステップS4がYESの場合はステップS5に移

行して地下水Wの水位が下限水位h 1と基準水位h 2との間にあることが認識され、次のステップS 6で現在の作業室16内の圧力が保持され、リターンしてスタートに戻り、ステップS 1からS 6までの制御が繰り返される。

【0043】

一方、ステップS 1がNOの場合、即ち漏気検知器32aがONであり、地下水Wの水位が漏気検知穴27aを越えていない場合はステップS 7に移行して水位が下限水位h 1よりも低いことが認識される。次にステップS 8に進んで圧力指示器22に作業室16内の圧力を降下させるよう指示がなされ、ステップS 9に進む。

【0044】

ステップS 9では圧力指示器22により圧力調整弁21の弁開度が絞られ、次のステップS 10で作業室16内の圧力が微小な圧力、例えば0.001MPaだけ降下される。この微小圧力の大きさは作業室16の容積や工事環境により適宜設定される。

【0045】

次に、ステップS 11でコントローラー36は圧力検知器37により作業室16内の圧力が0.001MPa降下したことを確認し、ステップS 12で圧力降下を停止させるよう圧力指示器22に指示し、リターンしてスタートに戻る。地下水Wの水位が目標値である下限水位h 1を越えない場合は、ステップS 1とステップS 7～ステップS 12までの制御を繰り返すループ制御が実行される。

【0046】

他方、ステップS 2がNOの場合、即ち漏気検知器32aがOFFであり、地下水Wの水位が漏気検知穴27cよりも高い場合にはステップS 13に移行し、地下水Wの水位が上限水位h 2を越えていることが認識される。

【0047】

次に、ステップS 14で圧力指示器22に作業室16内の圧力を上昇させるよう指示がなされ、ステップS 15に進む。ステップS 15では圧力指示器22により圧力調整弁21の弁開度が開かれ、次のステップS 16で作業室16内の圧力が微小な圧力、例えば例えば0.001MPaだけ上昇される。

【0048】

次にステップS 17でコントローラー36は圧力検知器37により作業室16内の圧力が0.001MPa上昇したことを確認し、ステップS 18で圧力指示器22に圧力上昇を停止させるよう指示し、リターンしてスタートに戻る。地下水Wの水位が目標値である上限水位h 2未満にならない場合は、ステップS 1、ステップS 2とステップS 13～ステップS 18までの制御を繰り返すループ制御が実行される。

【0049】

さらに、ステップS 4がNOの場合、即ち漏気検知器32bがOFFであり、地下水Wの水位が漏気検知穴27bよりも高い場合にはステップS 2に戻り、ステップS 2～ステップS 4までの制御が繰り返される。

【0050】

以上の制御により、地下水Wの水位が漏気検知穴27aの高さ（下限水位h 1）と漏気検知穴27cの高さ（上限水位h 2）との間に設定される。

【0051】

このような漏気防止装置10をケーソン躯体11に設置することにより、作業室16内における地下水Wの水位は常に下限水位h 1（10cm）から上限水位h 2（30cm）までの範囲に保たれ、その結果、作業室16内の空気がケーソン躯体11の外部に漏気することを、人手を割くことなく自動的かつ確実に防止し、これにより作業室16内の空気が外部に漏気して周辺環境に悪影響が及ぼされることを根本的に阻止することができる。

【0052】

また、下限水位h 1の高さに形成された漏気検知穴27aと、上限水位h 2の高さに形成された漏気検知穴27cとの間に、基準水位hの高さに形成された漏気検知穴27bを設けたため、コントローラー36は漏気検知穴27bにおける漏気の有無を参照しながら地下水Wの

10

20

30

40

50



水位を迅速かつ正確に制御することができ、これにより地下水Wの水位検知精度を高めて水位を基準水位h付近に保つことができる。

【0053】

しかし、漏気検知穴27bを設けることは必ずしも必須ではなく、例えば漏気検知穴27b及びステップS4、S5の制御を省くこともできる。

【0054】

コントローラー36によりエアコンプレッサー19の圧縮空気圧力が調整される際には、0.001MPa程度の微小な圧力を変化させてから地下水位を確認し、この水位が目標の水位範囲にない場合には再度微小な圧力を変化させて地下水位を再確認することが繰り返されるループ制御が行われるため、作業室16内における地下水位の変動量を最小限に抑えてケーソン躯体11からの漏気を確実に防止することができる。

10

【0055】

なお、グループ延長管30a、30b、30cに接続された開閉弁34a、34b、34cの開度を全閉することにより、漏気検知器32a、32b、32cの点検修理を行うことができる。

【0056】

また、漏気検知穴27をより多数配設し（例えば5段階の高さに設置する）、これらの漏気検知穴27にそれぞれ漏気排気通路28と開閉弁34を設け、各開閉弁34を適宜閉弁させることにより、地下水Wの設定水位および水位範囲を可変させて、工事環境に好適な地下水位を設定することができる。

【0057】

20

ところで、ケーソン躯体11は地盤G中への沈降時に多少傾くことがある。図5(a)～(c)は、ケーソン躯体11の傾斜と作業室16内部における地下水Wの水位の関係を示す縦断面図である。

【0058】

図5(a)ではケーソン躯体11が傾斜しておらず、作業室16内部における地下水Wの水位は漏気検知穴27bをやや上回る高さ、即ち基準水位h付近に保たれ、漏気検知穴27cが水面上に露出し、作業室16内の圧縮空気が漏気排気通路28cのみから外部に抜けている。

【0059】

この状態から、例えば図5(b)のようにケーソン躯体11が図に向かって左側に角度Xだけ傾斜したとすると、地下水Wの水面は水平であるために、ケーソン躯体11の左側では水位が漏気検知穴27c（上限水位h2）に近付き、ケーソン躯体11の右側では漏気検知穴27aを下回って下限水位h1未満となる。

30

【0060】

水面下にある左側の漏気検知穴27aに繋がる漏気排気通路28aと、水面上にある右側の漏気検知穴27aに繋がる漏気排気通路28aとは、図2に示すようにグループ連結管29aにより連結されて同じグループAとされているため、左側の漏気検知穴27aが水面下にあっても、右側の漏気検知穴27aが水面上にあることにより、漏気検知器32aが漏気を検知してコントローラー36に入力する。

【0061】

このため、コントローラー36が作業室16内の最低水位を基準水位hに近づけるべく、作業室16内の気圧を下げるように制御し、これによって

40

図5(c)のようにケーソン躯体11の右側では水位が漏気検知穴27a（下限水位h1）を越え、ケーソン躯体11の左側では水位が漏気検知穴27c（上限水位h2）付近に達する。

【0062】

このように、漏気検知穴27a、27b、27cをケーソン躯体11の周方向に沿って複数箇所に配置し、刃口14の下端から同じ高さにある複数の漏気検知穴27a、27b、27cにそれぞれ繋がる漏気排気通路28a、28b、28cを共通のグループ連結管29a、29b、29cにより連結してグループ化したため、ケーソン躯体11が傾斜していても、作業室16内における地下水Wの位を正確に認識し、作業室16から外部への漏気を防止することができる。

【0063】

50

なお、例えば漏気検知穴27a, 27b, 27cの高さ間隔を不等間隔にしたり、漏気検知穴27a, 27b, 27cの内径を異ならせることにより、地下水Wの水位変動速度を適宜コントロールすることができる。

〔発明の実施の形態2〕

【0064】

次に、本発明の実施の形態2を図6乃至図8に基づいて説明する。

【0065】

図6は、本発明の実施の形態2に係る漏気防止装置が適用されたケーソン躯体11の縦断面図であり、図7は図6のVII矢視による平面図であり、図8は図6のVIII部を拡大した縦断面図である。

【0066】

この漏気防止装置50は、漏気検知穴が一種類の高さにのみ形成されている点が発明の実施の形態1に示した漏気防止装置10との大きな違いであり、他の主な構成は漏気防止装置10と同様であるため、同様な部分には、同一の符号を付して説明を省略する。

【0067】

ケーソン躯体11の内部に隔成された作業室16の内部にて、刃口14の下端よりも高い位置となる内側斜面部には、小孔状の漏気検知穴27dが形成されている。この漏気検知穴27dの直径は数センチ程度であり、刃口14の下端からhの高さに形成されている。本実施形態では、例えばh=20cmとされている。この水位hが地下水Wの基準水位となる。なお、厳密には、漏気検知穴27dの上端の高さが基準水位hとなる。

【0068】

外周壁12の内部には、例えば金属パイプ又は塩化ビニル管等を鉛直方向に埋設することにより漏気排気通路28dが形成されている。この漏気排気通路28dは、その一端（下端）が漏気検知穴27dに繋がり、他端（上端）が大気に連通する管路である。この漏気排気通路28dも実施の形態1に示した漏気防止装置10と同様に外周壁12の上端面から外部上方に抜けている。

【0069】

漏気検知穴27dと漏気排気通路28dは、刃口14の周方向に沿って複数箇所に配置されている。本実施形態では、円筒形断面に形成されたケーソン躯体11の外周壁12の周方向に沿って例えば90°間隔で4つの漏気検知穴27dと4本の漏気排気通路28dとが設けられている。

【0070】

そして、図7に示すように、4本の漏気排気通路28dが、1本の円弧状のグループ連結管29dにより連結されている。グループ連結管29dにはグループ延長管30dが接続され、グループ延長管30dの自由端部が大気に開放されている。従って、漏気排気通路28dはグループ連結管29dとグループ延長管30dとを経て大気に連通している。なお、図6中には漏気検知穴27dと漏気排気通路28dとが1組ずつのみ表示されており、グループ連結管29dは省略されている。

【0071】

図6に示すように、グループ延長管30dには漏気検知手段としての漏気検知器32dが設けられている。また、この漏気検知器32dには、ブザーやランプ等の警報機33dが付設されている。さらに、漏気検知器32dの上流側には開閉弁34dが接続されている。

【0072】

さらに、ケーソン躯体11の外部には、実施の形態1に示した漏気防止装置10と同様に圧力制御手段としてのコントローラー36が設置されている。コントローラー36には漏気検知器32dとコントローラー36と圧力指示器22と圧力検知器37とが電氣的に接続される。

【0073】

漏気防止装置50は、送気管18、エアコンプレッサー19、圧力調整弁21、圧力指示器22、漏気検知穴27d、漏気排気通路28d、グループ連結管29d、グループ延長管30d、漏気検知器32d、警報機33d、開閉弁34d、コントローラー36、圧力検知器37等を備えて構成さ

10

20

30

40

50

れている。

【0074】

この漏気防止装置50が設置されたケーソン躯体11によって地盤Gを掘削する際の作業方法は、実施の形態1に示した漏気防止装置10の場合と同様である。作業室16内にはエアコンプレッサー19から圧縮空気が供給され、この圧縮空気が刃口14の先端を潜って外部に漏れることがないように、作業室16内に所定量の地下水Wが貯水される。この地下水Wの水位が下がり、その水面上に漏気検知穴27dが露出すると、作業室16内の圧縮空気が露出した漏気検知穴27dに流れ込み、漏気排気通路28dとグループ連結管29dとグループ延長管30dとを経て外部に排気され、その際に漏気検知器32dが漏気を検知してONになり、その情報をコントローラー36に入力する。なお、漏気検知器32dが漏気を検知すると同時に警報機33dが警報を発令するようにしても良い。

10

【0075】

コントローラー36は、地下水Wの水位を基準水位h付近に維持してケーソン躯体11外部への漏気を防止する。即ち、コントローラー36は漏気検知器32dがONであれば地下水Wの水位が基準水位h以下であると認識し、漏気検知器32dがOFFであれば地下水Wの水位が基準水位h以上であると認識する。

【0076】

そして、コントローラー36は、地下水Wの水位が、常に基準水位h付近に保たれるように、圧力指示器22に圧力調整弁21を操作させてエアコンプレッサー19の圧縮空気圧力を調整させるよう制御する。つまり、地下水Wの水位が基準水位h以下である場合にはエアコンプレッサー19の圧縮空気圧力を低めるように圧力指示器22を制御して水位を上昇させ、地下水Wの水位が基準水位h以上である場合にはエアコンプレッサー19の圧縮空気圧力を高めるように圧力指示器22を制御して水位を下降させる。

20

【0077】

図9は、コントローラー36による漏気防止装置50の制御形態をフローチャートで示した図である。

【0078】

この制御の流れを順に説明すると、制御がスタートし、まずステップS21で漏気検知器32dがONであるか否か、即ち地下水Wの水位が漏気検知穴27dよりも低いかなんかが判断される。ステップS21がYESの場合はステップS22に移行し、地下水Wの水位が基準水位hよりも低いことが認識される。次にステップS23に進んで圧力指示器22に作業室16内の圧力を降下させるよう指示がなされ、ステップS24に進む。

30

【0079】

ステップS24では圧力指示器22により圧力調整弁21の弁開度が絞られ、次のステップS25で作業室16内の圧力が微小な圧力、例えば0.001MPaだけ降下される。この微小圧力の大きさは作業室16の容積や工事環境により適宜設定される。

【0080】

次に、ステップS26でコントローラー36は圧力検知器37により作業室16内の圧力が0.001MPa降下したことを確認し、ステップS27で圧力降下を停止させるよう圧力指示器22に指示し、次のステップS28で再度漏気検知器32dがONであるか否かが判断される。

40

【0081】

ステップS28がNOの場合はステップS29に移行し、地下水Wの水位が基準水位hよりも高いことが認識され、ステップS30で現在の作業室16内の圧力が保持され、リターンしてスタートに戻り、ステップS21からの制御が繰り返される。また、ステップS28がYESの場合はステップS22に移行してステップS22からS28までの制御が繰り返される。ステップS22からS29までの制御は、地下水Wの水位を上昇させる水位上昇制御となる。

【0082】

一方、ステップS1がNOの場合、即ち漏気検知器32aがOFFであり、地下水Wの水位が漏気検知穴27dを越えている場合はステップS31に移行して水位が基準水位hよりも高いことが認識される。

50

## 【0083】

次にステップ S32に進んで圧力指示器22に作業室16内の圧力を上昇させるよう指示がなされ、ステップ S33に進む。ステップ S33では圧力指示器22により圧力調整弁21の弁開度が開かれ、次のステップ S34で作業室16内の圧力が微小な圧力、例えば例えば0.001MPaだけ上昇される。

## 【0084】

次にステップ S35でコントローラ36は圧力検知器37により作業室16内の圧力が0.001MPa上昇したことを確認し、ステップ S36で圧力指示器22に圧力上昇を停止させるよう指示し、次のステップ S37で再度漏気検知器32dがONであるか否かが判断される。

## 【0085】

10

ステップ S37がYESの場合はステップ S38に移行して地下水Wの水位が基準水位 h よりも低いことが認識され、ステップ S30で現在の作業室16内の圧力が保持され、リターンしてスタートに戻り、ステップ S1からの制御が繰り返される。また、ステップ S37がNOの場合はステップ S31に移行してステップ S31から S37までの制御が繰り返される。ステップ S31から S38までの制御は、地下水Wの水位を下降させる水位下降制御となる。

## 【0086】

水位上昇制御 (S22~S29) が実行された後は、地下水Wの水位が基準水位 h を上回っているため、制御がリターンすると必然的にステップ21の判断結果がNOとなり、次は水位下降制御 (S31~S38) が実行される。このように、水位上昇制御と水位下降制御が交互に実行され、これによって地下水Wの水位が常に基準水位 h 付近に維持され、作業室16内の空気がケーソン躯体11の外部に漏気することが防止される。

20

## 【0087】

このような漏気防止装置50によれば、漏気検知穴27dを単一の高さに設けるだけでよく、漏気排気通路28dやグループ連結管29d、漏気検知器32d等も全て1種類ずつ設ければよい。そのため、非常に簡素な構成により、地下水Wの水位を基準水位 h 付近に維持して作業室16からの漏気を防止することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0088】

【図1】本発明の実施の形態1に係る漏気防止装置が適用されたケーソン躯体の縦断面図である。

30

【図2】同実施の形態1に係る図1のII矢視による平面図である。

【図3】同実施の形態1に係る図1のIII部を拡大した縦断面図である。

【図4】同実施の形態1においてコントローラによる漏気防止装置の制御形態をフローチャートで示した図である。

【図5】ケーソン躯体の傾斜と作業室内における地下水の水位の関係を示す縦断面図であり、(a)はケーソン躯体が傾斜していない状態を示し、(b)はケーソン躯体が傾斜した状態で地下水の水位補正が行われる前の状態を示し、(c)はケーソン躯体が傾斜した状態で地下水の水位補正が行われた後の状態を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態2に係る漏気防止装置が適用されたケーソン躯体の縦断面図である。

40

【図7】同実施の形態2に係る図6のVII矢視による平面図である。

【図8】同実施の形態2に係る図6のVIII部を拡大した縦断面図である。

【図9】同実施の形態2においてコントローラによる漏気防止装置の制御形態をフローチャートで示した図である。

## 【符号の説明】

## 【0089】

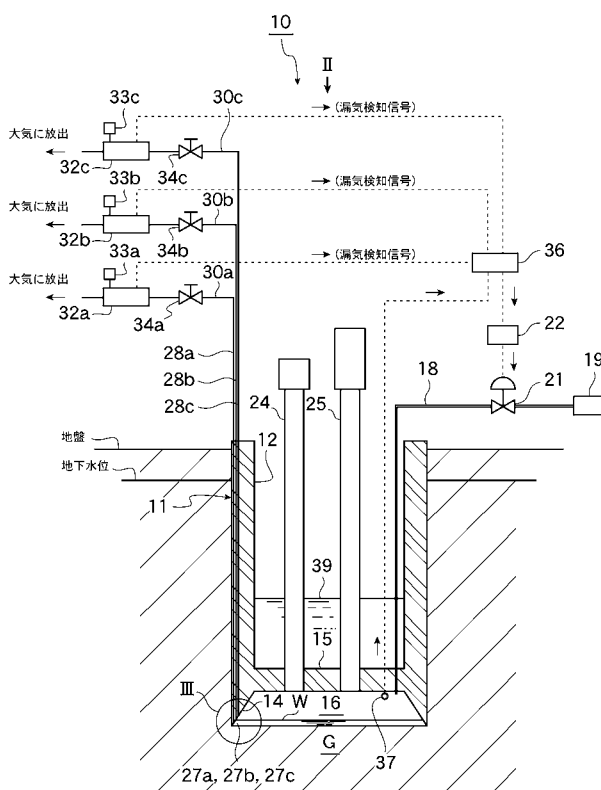
- 10 漏気防止装置
- 11 ケーソン躯体
- 12 外周壁
- 14 刃口

50

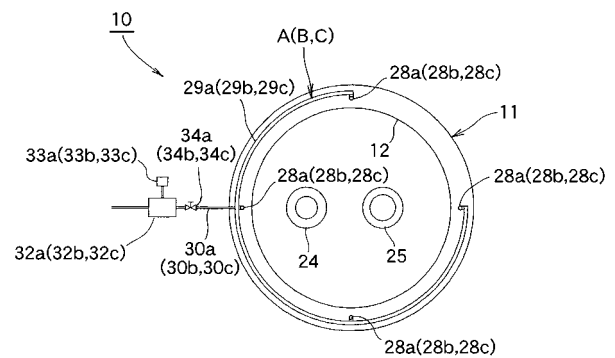
- 15 作業室スラブ
- 16 作業室
- 19 圧縮空気供給手段であるエアコンプレッサー
- 21 圧力調整手段である圧力調整弁
- 22 圧力調整手段である圧力指示器
- 27 a, 27 b, 27 c 漏気検知穴
- 28 a, 28 b, 28 c 漏気排气通路
- 29 a, 29 b, 29 c グループ連結管
- 32 a, 32 b, 32 c 漏気検知手段である漏気検知器
- 36 圧力制御手段であるコントローラー
- 37 圧力検知器
- h 基準水位
- G 地盤
- W 地下水

10

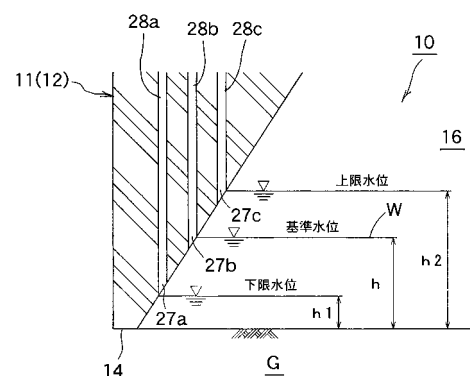
【図 1】



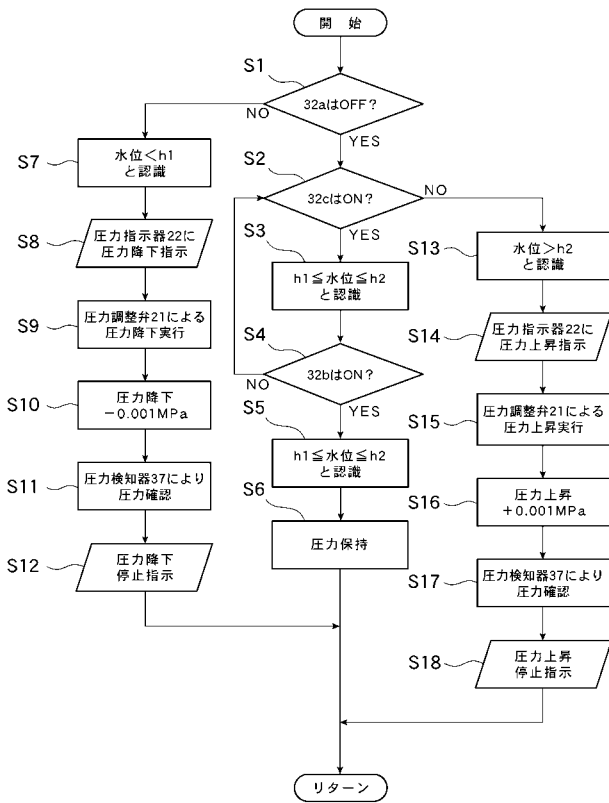
【図 2】



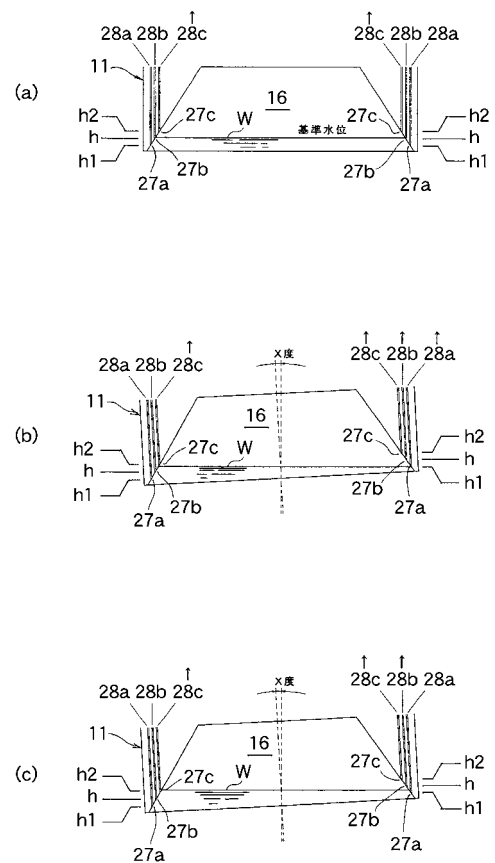
【図 3】



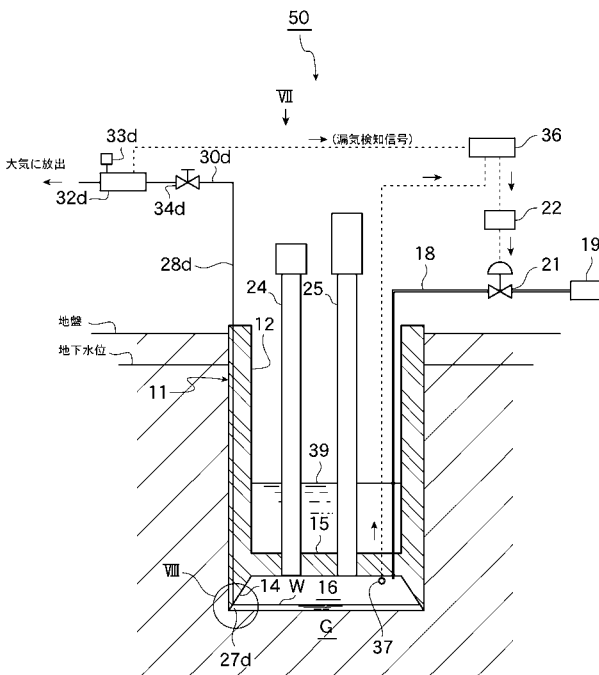
【図 4】



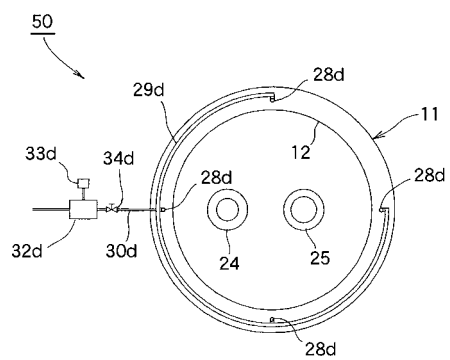
【図 5】



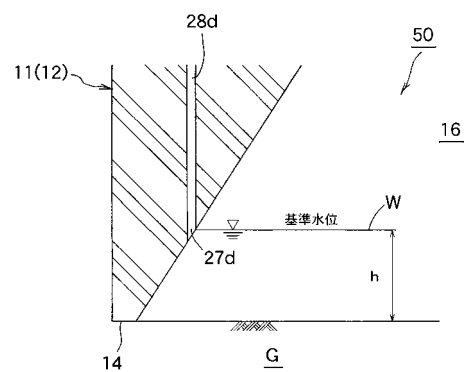
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

