

(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2010-454

(P2010-454A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
<b>B09C</b>	<b>1/02</b>	<b>(2006.01)</b>	B09B	3/00	304K	2D043
<b>B09C</b>	<b>1/08</b>	<b>(2006.01)</b>	B09B	3/00	ZAB	4D004
<b>B09B</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	E02D	3/10	101	
<b>E02D</b>	<b>3/10</b>	<b>(2006.01)</b>				

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2008-161800 (P2008-161800)  
 (22) 出願日 平成20年6月20日 (2008.6.20)

(71) 出願人 000003621  
 株式会社竹中工務店  
 大阪府大阪市中央区本町4丁目1番13号  
 (71) 出願人 000150110  
 株式会社竹中土木  
 東京都江東区新砂一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100079049  
 弁理士 中島 淳  
 (74) 代理人 100084995  
 弁理士 加藤 和詳  
 (74) 代理人 100085279  
 弁理士 西元 勝一  
 (74) 代理人 100099025  
 弁理士 福田 浩志

最終頁に続く

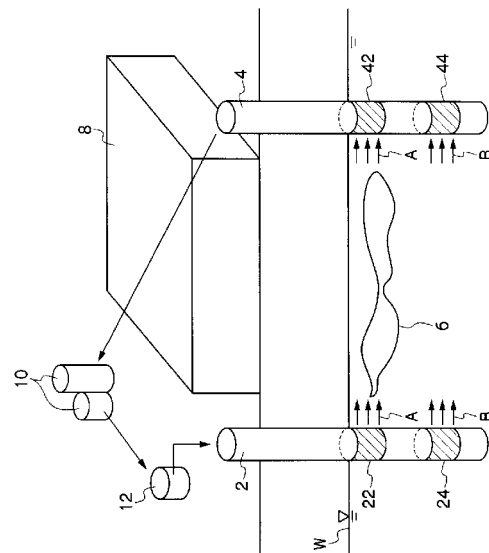
(54) 【発明の名称】 汚染物質の除去方法および汚染物質除去システム

(57) 【要約】

【課題】 土壤中における薬剤の移動性を向上させ、例えば既存構造物下における土壤等において広い範囲にわたって存在する汚染物質であっても効率良く除去することができる汚染物質の除去方法を提供する。

【解決手段】 土壤中における汚染物質存在領域6の一端に、上段注入口22および下段注入口24を含む2以上の注入口を有する注入井戸2を設ける注入井戸設置工程と、汚染物質存在領域6の他端に、上段回収口42および下段回収口44を含む2以上の回収口を有する回収井戸4を設ける回収井戸設置工程と、上段注入口22および下段注入口24を含む2以上の注入口から薬剤を含有する液体を注入すると共に、上段回収口42および下段回収口44を含む2以上の回収口から薬剤を含有する液体を回収し、且つ上段回収口42および/または下段回収口44から汚染物質を回収する汚染物質回収工程と、を有する汚染物質の除去方法。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

土壤中における汚染物質存在領域の一端に、少なくとも上段注入口および下段注入口を含む 2 以上の注入口を有する注入井戸を設ける注入井戸設置工程と、

前記汚染物質存在領域の他端に、少なくとも上段回収口および下段回収口を含む 2 以上の回収口を有する回収井戸を設ける回収井戸設置工程と、

前記上段注入口および下段注入口を含む 2 以上の注入口から薬剤を含有する液体を注入すると共に、前記上段回収口および下段回収口を含む 2 以上の回収口から薬剤を含有する液体を回収し、且つ上段回収口および下段回収口から選択される少なくとも 1 以上の回収口から汚染物質を回収する汚染物質回収工程と、

を有することを特徴とする汚染物質の除去方法。

10

**【請求項 2】**

前記汚染物質が鉱物油、揮発性有機塩素化合物および重金属類から選択される少なくとも一種であることを特徴とする請求項 1 に記載の汚染物質の除去方法。

**【請求項 3】**

前記薬剤として、界面活性剤および発泡性薬剤から選択される少なくとも 1 種を用いることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の汚染物質の除去方法。

**【請求項 4】**

前記汚染物質回収工程において、前記注入井戸の上段注入口から界面活性剤を含有する液体を注入すると共に、前記下段注入口から発泡性薬剤を含有する液体を注入することを特徴とする請求項 3 に記載の汚染物質の除去方法。

20

**【請求項 5】**

前記注入井戸において、下段注入口が設けられる深度を前記汚染物質存在領域よりも深い深度とすると共に、前記回収井戸において、下段回収口が設けられる深度を前記下段注入口が設けられる深度と重なるようにすることを特徴とする請求項 4 に記載の汚染物質の除去方法。

**【請求項 6】**

前記注入井戸において、上段注入口が設けられる深度を前記汚染物質の濃度がもっとも高い深度とすると共に、前記回収井戸において、上段回収口が設けられる深度を地下水位が存在する深度とすることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 5 の何れか 1 項に記載の汚染物質の除去方法。

30

**【請求項 7】**

前記回収井戸における上段回収口が、深さ方向に可動であることを特徴とする請求項 6 に記載の汚染物質の除去方法。

**【請求項 8】**

前記注入井戸における上段注入口が、深さ方向に可動であることを特徴とする請求項 6 に記載の汚染物質の除去方法。

**【請求項 9】**

少なくとも薬剤を含有する液体を注入する上段注入口および下段注入口を含む 2 以上の注入口を有する注入井戸と、

40

少なくとも前記注入井戸から注入された薬剤を含有する液体を回収する上段回収口および下段回収口を含む 2 以上の回収口を有すると共に、前記上段回収口および下段回収口から選択される少なくとも 1 以上の回収口から汚染物質を回収する回収井戸と、を有することを特徴とする汚染物質除去システム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、特に既存構造物下における土壤等において広い範囲にわたって存在する汚染物質であっても効率良く除去することができる汚染物質の除去方法および汚染物質除去システムに関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

汚染された地盤を浄化するにあたって近年、バイオスティミュレーションの高度化や過酸化水素等の酸化剤等の適用により、汚染物質を現位置で無害化する方法が試されている。しかし、薬剤の拡散が不均一となることや、反応時間がかかるといった改善点があった。特に既存構造物下に汚染物質がある場合、薬剤と汚染物質とを接触させることが困難であった。

## 【0003】

従来、現位置での土壌汚染対策としては下記のような方法が取られてきた。

例えば、気体溶解水注入による地盤および/または水質改良工法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。しかし、気泡を混入させた溶解水は透水係数が低下し、薬剤が浸透しないという欠点を有する。地盤改良を目的とする場合には気泡が混入すればよいが、特に浄化を目的とした場合には薬剤の浸透が必要であり、適切な方法ではなかった。

10

## 【0004】

また、浄化機能材を用いて現位置において汚染土壌を浄化する浄化方法およびシステムが提案されている（例えば、特許文献2参照）。しかし、当該方法では設置した注入用の井戸のごく近傍しか浄化されないという難点があった。従って、既存構造物下に存在する汚染物質を上記方法にて浄化する場合であれば、例えば1～2m間隔等の狭い間隔で注入用の井戸を設置する必要があり、現実的には困難な方法である。

## 【0005】

更に、地中に保持された汚染物質を除去するにあたり、適切かつ確実な加熱を行うことによって汚染物質の除去を可能とする汚染物質の除去方法が提案されており、また上記方法では複数の注入口を有する注入井戸を用いる汚染物質の除去方法が提案されている（例えば、特許文献3参照）。しかし、該方法にて用いられる加熱流体はその浄化効果が明確でなく、従って地中の熱伝導性を考慮すれば、広い範囲にわたって存在する汚染物質を除去することは困難であった。

20

【特許文献1】特開2001-193048号公報

【特許文献2】特開2005-185981号公報

【特許文献3】特開2004-243229号公報

## 【発明の開示】

30

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

上記のような問題点に鑑み、本発明は、土壌中における薬剤の移動性を向上させ、例えば既存構造物下における土壌等において広い範囲にわたって存在する汚染物質であっても効率良く除去することができる汚染物質の除去方法および汚染物質除去システムを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

上記目的は、以下の本発明によって達成される。即ち本発明の汚染物質の除去方法は、  
< 1 > 土壌中における汚染物質存在領域の一端に、少なくとも上段注入口および下段注入口を含む2以上の注入口を有する注入井戸を設ける注入井戸設置工程と、前記汚染物質存在領域の他端に、少なくとも上段回収口および下段回収口を含む2以上の回収口を有する回収井戸を設ける回収井戸設置工程と、前記上段注入口および下段注入口を含む2以上の注入口から薬剤を含有する液体を注入すると共に、前記上段回収口および下段回収口を含む2以上の回収口から薬剤を含有する液体を回収し、且つ上段回収口および下段回収口から選択される少なくとも1以上の回収口から汚染物質を回収する汚染物質回収工程と、を有することを特徴とする汚染物質の除去方法である。

40

## 【0008】

ここで、上記注入井戸における「注入口」とは、薬剤を含有する液体を土壌中に注入または吐出する機能を有することが必要とされ、また上記回収井戸における「回収口」とは

50

、薬剤を含有する液体を吸引して回収する機能を有することが必要とされる。尚、上記注入口および回収口には、土壌によって塞がれることを防止する観点から、フィルターを設けることが好ましい。

【0009】

上段注入口および下段注入口を含む2以上の注入口から薬剤を含有する液体を注入することにより、注入する薬剤の所定量を2以上の注入口に分けて注入できる事、並びに、上段回収口および下段回収口を含む2以上の回収口から薬剤を含有する液体を吸引し回収する事によって、土壌中における薬剤の移動性を向上させることができる。薬剤の移動性が向上することにより、薬剤を汚染物質存在領域に容易に到達させることができ、薬剤との反応によって処理された汚染物質を上段回収口および下段回収口から選択される少なくとも1以上の回収口から吸引し回収することにより、汚染物質の除去が行われる。従って、例えば既存構造物下における土壌等において広い範囲にわたって存在する汚染物質であっても効率良く除去することができる。

10

【0010】

<2> 上記<1>に記載の汚染物質の除去方法は、前記汚染物質が鉱物油、揮発性有機塩素化合物および重金属類から選択される少なくとも一種である場合により好適に適用することができる。

【0011】

<3> 上記<1>または<2>に記載の汚染物質の除去方法は、前記薬剤として、界面活性剤および発泡性薬剤から選択される少なくとも1種以上を用いることが好ましい。

20

【0012】

<4> 上記<3>に記載の汚染物質の除去方法は、前記汚染物質回収工程において、前記注入井戸の上段注入口から界面活性剤を含有する液体を注入すると共に、前記下段注入口から発泡性薬剤を含有する液体を注入することが好ましい。

【0013】

界面活性剤と発泡性薬剤とを混合して土壌中に注入した場合、発泡性薬剤から発生する気泡によって、界面活性剤と発泡性薬剤との混合物の土壌中での移動性が低下する問題があった。しかし、界面活性剤と発泡性の薬剤とを、上段注入口および下段注入口に分けて土壌中に注入することにより、土壌中における界面活性剤および発泡性薬剤の移動性を向上させることができる。

30

また、発泡性薬剤を下段注入口から注入することによって、発泡性薬剤から発生される気泡が土壌中で上昇し界面活性剤と混合され、界面活性剤と気泡とが汚染物質存在領域に到達する。汚染物質は気泡によって土壌中の土粒子から剥離されると共に、界面活性剤によって液体に可溶化されるため、上段回収口および下段回収口から選択される少なくとも1以上の回収口から吸引されることで効率良く回収される。

これらにより、例えば既存構造物下における土壌等において広い範囲にわたって存在する汚染物質であっても効率良く除去することができる。

【0014】

<5> 前記<4>に記載の汚染物質の除去方法は、前記注入井戸において、下段注入口が設けられる深度を前記汚染物質存在領域よりも深い深度とすると共に、前記回収井戸において、下段回収口が設けられる深度を前記下段注入口が設けられる深度と重なるようにすることが好ましい。

40

【0015】

ここで、上記注入井戸における注入口および上記回収井戸における回収口は深さ方向に幅を有する態様であることが望ましい。従って、「下段注入口が設けられる深度を汚染物質存在領域よりも深い深度とする」とは、深さ方向に幅を有する下段注入口の少なくとも一部が、汚染物質存在領域のうち最も深い深度よりも更に深い深度に設けられることをさす。また、「下段回収口が設けられる深度を下段注入口が設けられる深度と重なるようにする」とは、深さ方向に幅を有する下段注入口の少なくとも一部と、同じく深さ方向に幅を有する下段回収口の少なくとも一部と、の深度が重なるように設けられることをさす。

50

## 【 0 0 1 6 】

下段注入口が設けられる深度を汚染物質存在領域よりも深い深度とすることによって、発泡性薬剤から発生される気泡が土壤中で上昇し、該気泡を汚染物質存在領域の下方から到達させることができる。即ち、汚染物質の気泡による土粒子からの剥離および界面活性剤による液体への可溶化の作用を良好に保持しつつ、土壤中における界面活性剤および発泡性薬剤の移動性をより好適にすることができる。

また、下段回収口が設けられる深度を下段注入口が設けられる深度と重なるようにすることによって、下段注入口から注入される発泡性薬剤の移動性をより向上させることができる。更に下段回収口では、下段注入口から注入された発泡性薬剤を含有する液体が回収されるが、下段回収口から回収される液体には汚染物質存在領域を通過していない未反応の発泡性薬剤が主に含有されるため、該液体には汚染物質が含有されていないか、または汚染物質の含有が極めて少ない。従って、例えば回収後に汚染物質と液体との分離処理等の後処理を施す場合には、上段回収口から回収された液体にのみ前記後処理を施せばよく、後処理の負担を軽減できる。

## 【 0 0 1 7 】

< 6 > 前記< 1 > ~ < 5 > の何れか 1 項に記載の汚染物質の除去方法は、前記注入井戸において、上段注入口が設けられる深度を前記汚染物質の濃度がもっとも高い深度とすると共に、前記回収井戸において、上段回収口が設けられる深度を地下水位が存在する深度とすることが好ましい。

## 【 0 0 1 8 】

ここで、「上段注入口が設けられる深度を汚染物質の濃度がもっとも高い深度とする」とは、深さ方向に幅を有する上段注入口の少なくとも一部が、汚染物質存在領域のうち深さ方向における汚染物質の濃度がもっとも高い深度に設けられることをさす。また、「上段回収口が設けられる深度を地下水位が存在する深度とする」とは、本発明によって汚染物質の除去を施す土壤中に地下水が存在する場合に、深さ方向に幅を有する上段回収口の少なくとも一部が、地下水の深さ方向における上側水面が存在する深度に設けられることをさす。

## 【 0 0 1 9 】

上段注入口が設けられる深度を汚染物質の濃度がもっとも高い深度とすることによって、薬剤を汚染物質存在領域へ効率良く到達させることができる。尚、汚染物質が特に鉱油等の水より軽い汚染物質である場合には、薬剤によって処理された汚染物質が地下水中において上昇しながら移動する。そのため、上段回収口が設けられる深度を地下水位が存在する深度とすることによって、水より軽い汚染物質の除去を効率良く行うことができる。

## 【 0 0 2 0 】

< 7 > 前記< 6 > に記載の汚染物質の除去方法は、前記回収井戸における上段回収口が、深さ方向に可動であることが好ましい。

## 【 0 0 2 1 】

回収井戸における上段回収口が深さ方向に可動であることにより、地下水位の変動に対応して上段回収口を稼働させることができ、水より軽い汚染物質の除去をより効率良く行うことができる。

## 【 0 0 2 2 】

< 8 > 前記< 6 > に記載の汚染物質の除去方法は、前記注入井戸における上段注入口が、深さ方向に可動であることが好ましい。

## 【 0 0 2 3 】

注入井戸における上段注入口が深さ方向に可動であることにより、深度ごとに汚染物質の濃度が変化する場合に、上段注入口が設けられる深度を汚染物質の濃度がもっとも高い深度に容易に調節することができ、薬剤を汚染物質存在領域へ効率良く到達させることができる。

## 【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

また、本発明の汚染物質除去システムは、

< 9 > 少なくとも薬剤を含有する液体を注入する上段注入口および下段注入口を含む 2 以上の注入口を有する注入井戸と、少なくとも前記注入井戸から注入された薬剤を含有する液体を回収する上段回収口および下段回収口を含む 2 以上の回収口を有すると共に、前記上段回収口および下段回収口から選択される少なくとも 1 以上の回収口から汚染物質を回収する回収井戸と、を有することを特徴とする汚染物質除去システムである。

【0025】

上段注入口および下段注入口を含む 2 以上の注入口から薬剤を含有する液体を注入することにより、注入する薬剤の所定量を 2 以上の注入口に分けて注入できる事、並びに、上段回収口および下段回収口を含む 2 以上の回収口から薬剤を含有する液体を吸引し回収する事によって、土壤中における薬剤の移動性を向上させることができる。従って、前記注入井戸を汚染物質存在領域の一端に、前記回収井戸を前記汚染物質存在領域の他端に設けることにより、薬剤の移動性向上によって薬剤を汚染物質存在領域に容易に到達させることができる。薬剤との反応によって処理された汚染物質を上段回収口および下段回収口から選択される少なくとも 1 以上の回収口から吸引し回収することにより、汚染物質の除去が行われる。従って、例えば既存構造物下における土壤等において広い範囲にわたって存在する汚染物質であっても効率良く除去することができる。

10

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、土壤中における薬剤の移動性を向上させ、例えば既存構造物下における土壤等において広い範囲にわたって存在する汚染物質であっても効率良く除去することができる汚染物質の除去方法および汚染物質除去システムを提供することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、本発明による汚染土壤の浄化方法および汚染物質除去システムを、図を参照して詳細に説明する。

図 1 は、本発明の汚染物質除去システムを用いた汚染物質の除去方法を示す概略構成図である。本発明の汚染物質除去システムは、少なくとも薬剤を含有する液体、矢印 A 方向および矢印 B 方向に向かって注入する上段注入口 22 および下段注入口 24 を含む 2 以上の注入口を有する注入井戸 2 と、少なくとも前記注入井戸から注入された薬剤を含有する液体を回収する上段回収口 42 および下段回収口 44 を含む 2 以上の回収口を有すると共に、前記上段回収口 42 および下段回収口 44 から選択される少なくとも 1 以上の回収口から汚染物質を回収する回収井戸 4 と、を有することを特徴とする。

30

また、本発明の汚染物質の除去方法は、土壤中における汚染物質存在領域 6 の一端に、少なくとも上段注入口 22 および下段注入口 24 を含む 2 以上の注入口を有する注入井戸 2 を設ける注入井戸設置工程と、前記汚染物質存在領域 6 の他端に、少なくとも上段回収口 42 および下段回収口 44 を含む 2 以上の回収口を有する回収井戸 4 を設ける回収井戸設置工程と、前記上段注入口 22 および下段注入口 24 を含む 2 以上の注入口から薬剤を含有する液体を、矢印 A 方向および矢印 B 方向に向かって注入すると共に、前記上段回収口 42 および下段回収口 44 を含む 2 以上の回収口から薬剤を含有する液体を回収し、且つ上段回収口 42 および下段回収口 44 から選択される少なくとも 1 以上の回収口から汚染物質を回収する汚染物質回収工程と、を有することを特徴とする。

40

【0028】

本発明の汚染土壤の浄化方法を適用する処理の対象となる汚染土壤の種類は任意であり、例えば、鉱物油、テトラクロロエチレンなどの揮発性有機塩素化合物、重金属類等が挙げられる。

【0029】

また、用いられる薬剤は汚染物質に応じて選択され、例えば、界面活性剤、発泡性薬剤、酸化剤、金属系還元剤、微生物薬剤、栄養塩類等が挙げられ、特に汚染物質が鉱物油である場合においては、これらの中でも界面活性剤と発泡性薬剤とを併用することが好まし

50

い。尚、界面活性剤としては、陰イオン（アニオン）界面活性剤、もしくはHLB値7～18の非イオン界面活性剤等が使用でき、具体的には非イオン界面活性剤としてはポリオキシエチレンアルキルエーテル、グリセリン脂肪酸エステル、プロピレングリコール脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、テトラオレイン酸ポリオキシエチレンソルビット、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレングリコール、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレンアルキルエーテル、ポリエチレングリコール脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンヒマシ油、ポリグリセリン脂肪酸エステル、アルキルグリコシド等が、陰イオン界面活性剤としては脂肪酸塩、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル酢酸塩、アルキル硫酸塩、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル硫酸塩、ポリオキシアルキレンアルキルアミドエーテル硫酸塩、モノグリセライド硫酸塩、オレフィンスルホン酸塩、アルカンスルホン酸塩、アシル化イセチオン酸塩、アシル化アミノ酸、アルキルリン酸塩、ポリオキシアルキレンアルキルエーテルリン酸塩等が挙げられる。

また、発泡性薬剤としては、水に溶解すると過酸化水素に解離し酸素を発生させる過酸化水素発生剤（過炭酸塩、過硫酸塩、過硼酸塩、過酢酸塩、硫酸アルカリ金属塩過酸化水素付加物、硫酸アルカリ土類金属塩過酸化水素付加物、尿素過酸化水素付加物、メラニン過酸化水素付加物、アミノ酸過酸化水素付加物、過酸化アルカリ金属、過酸化アルカリ土類金属など）や過酸化水素等が挙げられる。

また、上記薬剤を含有する液体としては、例えば、水等が挙げられ、特に水を用いることが好ましい。

#### 【0030】

尚、薬剤を含有する液体中における薬剤の濃度は、用いる薬剤によって適宜調整することが好ましい。例えば、薬剤として界面活性剤を含有する場合の液体中における濃度としては、0.01～1.0質量%であることが好ましい。また、薬剤として発泡性薬剤を含有する場合の液体中における濃度としては、1～10質量%であることが好ましい。

#### 【0031】

尚、図1に示すように、注入井戸2と回収井戸4を、地上にて処理槽10や薬剤注入用水槽12等の処理装置を介して連結させ、薬剤を含有する液体および回収井戸4から回収された地下水を循環させてもよい。この時、地下浸透の観点から回収してきた地下水は、処理槽10において処理した後に、薬剤注入用水槽12からリチャージすることが好ましい。地下水の処理方式としては、例えば、曝気処理と活性炭吸着を組合せた方式や、揮散処理方式、ベルトスキマー形式、浮上油回収方式、遠心分離方式、膜方式、凝集沈殿方式等が挙げられる。

#### 【0032】

以下、本発明の汚染物質の除去方法を工程の順を追って詳細に説明する。

##### 第1実施形態

##### <注入井戸設置工程>

第1実施形態に係る汚染物質の除去方法は、図1に示すように、土壤中における汚染物質存在領域6の一端に、少なくとも上段注入口22および下段注入口24を含む2以上の注入口を有する注入井戸2を設ける注入井戸設置工程を有する。尚、汚染物質が存在する土壤中に地下水流が存在する場合には、注入井戸2は該地下水流における上流側に設けることが好ましい。

#### 【0033】

ここで、注入井戸2の構造について一例を挙げて説明する。図2(A)は注入井戸2の一例における外側を示す概略構成図であり、図2(B)は注入井戸2の内側を示す概略構成図である。

図2(A)に示すように、注入井戸2は、複数の上段注入用穴222および複数の下段注入用穴242を有するケーシングパイプ20を有する。上段注入用穴222の周辺および下段注入用穴242の周辺は、礫石、豆砂利、珪砂、砂等によって形成されたフィルター層220および240で覆われており、該フィルター層220は薬剤を含有する液体が

透過する構造となっている。上記上段注入用穴 2 2 2 およびフィルター層 2 2 0 によって上段注入口 2 2 が形成されており、また下段注入用穴 2 4 2 およびフィルター層 2 4 0 によって下段注入口 2 4 が形成されている。また、ケーシングパイプ 2 0 の上段注入用穴 2 2 2 および下段注入用穴 2 4 2 周辺以外の周辺部は、ベントナイト、モルタル等によって形成されたシール材 3 0 で覆われており、該シール材 3 0 は液体を透過しない構造となっている。

**【 0 0 3 4 】**

ケーシングパイプ 2 0 の内部には、上段注入用パイプ 2 2 4、下段注入用パイプ 2 4 4 およびパッカー用配管 3 4 が配置されている。尚、上記上段注入用パイプ 2 2 4、下段注入用パイプ 2 4 4 およびパッカー用配管 3 4 としては、例えば可撓性があり伸縮自在な材料を用いることができ、具体的には、ゴム製や合成樹脂製のホースとされている。上段注入用パイプ 2 2 4 の先端部分にはパイプ注入穴 2 2 6 が形成されており、該パイプ注入穴 2 2 6 が上段注入用穴 2 2 2 の近辺に配置されるように、上段注入用パイプ 2 2 4 が設置される。また、下段注入用パイプ 2 4 4 の先端部分にはパイプ注入穴 2 4 6 が形成されており、該パイプ注入穴 2 4 6 が下段注入用穴 2 4 2 の近辺に配置されるように、下段注入用パイプ 2 4 4 が設置される。

10

**【 0 0 3 5 】**

ケーシングパイプ 2 0 の上段注入用穴 2 2 2 が形成されている領域より上側には、円筒状のパッカー 3 2 が配置される。円筒状のパッカー 3 2 の周面は、膨張・収縮するゴム等の弾性素材からなるパッカー袋からなり、パッカー 3 2 には、前記パッカー 3 2 (パッカー袋) を膨張させるための液体又は気体を送るパッカー用配管 3 4 が接続されている。パッカー用配管 3 4 から液体又は気体を送り圧力をかけることで、パッカー 3 2 (パッカー袋) が膨張し、ケーシングパイプ 2 0 内を密閉している。該パッカー 3 2 により上段注入用パイプ 2 2 4 から注入される薬剤を含有する液体が、ケーシングパイプ 2 0 の上方へ漏れることが防止される。

20

また同様に、ケーシングパイプ 2 0 の上段注入用穴 2 2 2 が形成されている領域より下側であって、且つ下段注入用穴 2 4 2 が形成されている領域より上側にも、パッカー 3 2 が配置され、パッカー用配管 3 4 からの圧力によってパッカー 3 2 が膨張しケーシングパイプ 2 0 内を密閉している。該パッカー 3 2 により上段注入用パイプ 2 2 4 から注入される薬剤を含有する液体が、ケーシングパイプ 2 0 の下方へ漏れること、並びに下段注入用パイプ 2 4 4 から注入される薬剤を含有する液体が、ケーシングパイプ 2 0 の上方へ漏れることが防止される。これによって上段注入用パイプ 2 2 4 から注入される液体と下段注入用パイプ 2 4 4 から注入される液体とがケーシングパイプ 2 0 内にて混合してしまうことが防止される。

30

**【 0 0 3 6 】**

尚、図 2 ( A ) および図 2 ( B ) に示す注入井戸 2 の形成は、以下のようにして行われる。まず、ボーリング等の方法により注入井戸 2 を挿入するための穴を掘削する。その穴にケーシングパイプ 2 0 を挿入し、穴とケーシングパイプ 2 0 との隙間に、シール材 3 0 を形成するための材料 (例えばベントナイト、モルタル等)、およびフィルター層 2 2 0 を形成するための材料 (例えば礫石、豆砂利、珪砂、砂等) を埋め込み、シール材 3 0 とフィルター層 2 2 0 とを形成する。その後上段注入用パイプ 2 2 4、下段注入用パイプ 2 4 4、パッカー 3 2 およびパッカー用配管 3 4 を、ケーシングパイプ 2 0 内の所定の位置に挿入し、パッカー用配管 3 4 に圧力を加えてパッカー 3 2 を膨張させケーシングパイプ 2 0 内の上段注入用穴 2 2 2 が形成されている領域および下段注入用穴 2 4 2 が形成されている領域を密閉する。この後、上段注入用パイプ 2 2 4 および下段注入用パイプ 2 4 4 を薬剤注入用水槽 1 2 に接続することにより、注入井戸 2 が形成される。

40

**【 0 0 3 7 】**

尚、2つのパッカー 3 2 それぞれに対して専用のパッカー用配管が接続された構成とし、2つのパッカー 3 2 を個別に膨張させることができる構成としてもよい。このような構成とすることで、2つのパッカー 3 2 をより確実に膨張させることができる。

50

## 【 0 0 3 8 】

## &lt; 回収井戸設置工程 &gt;

第1実施形態に係る汚染物質の除去方法は、図1に示すように、汚染物質存在領域6の他端に、少なくとも上段回収口42および下段回収口44を含む2以上の回収口を有する回収井戸4を設ける回収井戸設置工程を有する。尚、汚染物質が存在する土壤中に地下水流が存在する場合には、回収井戸4は該地下水流における下流側に設けることが好ましい。

## 【 0 0 3 9 】

ここで、回収井戸4の構造について一例を挙げて説明する。図2(C)は回収井戸4の一例における外側を示す概略構成図であり、図2(D)は回収井戸4の内側を示す概略構成図である。

図2(C)に示すように、回収井戸4は、複数の上段回収用穴422および複数の下段回収用穴442を有するケーシングパイプ40を有する。上段回収用穴422の周辺および下段回収用穴442の周辺は、礫石、豆砂利、珪砂、砂等によって形成されたフィルター層420および440で覆われており、該フィルター層420は薬剤を含有する液体や汚染物質が透過する構造となっている。上記上段回収用穴422およびフィルター層420によって上段回収口42が形成されており、また下段回収用穴442およびフィルター層440によって下段回収口44が形成されている。また、ケーシングパイプ40の上段回収用穴422および下段回収用穴442周辺以外の周辺部は、ベントナイト、モルタル等によって形成されたシール材30で覆われており、該シール材30は液体や汚染物質を透過しない構造となっている。

## 【 0 0 4 0 】

ケーシングパイプ40の内部には、上段回収用パイプ424、下段回収用パイプ444およびパッカー用配管38が配置されている。尚、上記パッカー用配管38としては、例えば可撓性があり伸縮自在な材料を用いることができ、具体的には、ゴム製や合成樹脂製のホースとされている。一方、上段回収用パイプ424および下段回収用パイプ444は、負圧の影響を受けるので剛性が高い材料を用いることが好ましく、例えば、鋼鉄、鋳鉄、アルミなどの金属製の管とされている。上段回収用パイプ424の先端部分にはパイプ回収穴426が形成されており、該パイプ回収穴426が上段回収用穴422の近辺に配置されるように、上段回収用パイプ424が設置される。また、下段回収用パイプ444の先端部分にはパイプ回収穴446が形成されており、該パイプ回収穴446が下段回収用穴442の近辺に配置されるように、下段回収用パイプ444が設置される。

## 【 0 0 4 1 】

ケーシングパイプ40の上段回収用穴422が形成されている領域より上側には、円筒状のパッカー36が配置される。円筒状のパッカー36の周面は、膨張・収縮するゴム等の弾性素材からなるパッカー袋からなり、パッカー36には、前記パッカー36(パッカー袋)を膨張させるための液体又は気体を送るパッカー用配管38が接続されている。パッカー用配管38から液体又は気体を送り圧力をかけることで、パッカー36(パッカー袋)が膨張し、ケーシングパイプ40内を密閉している。該パッカー36により上段回収用穴422から回収される薬剤を含有する液体や汚染物質が、ケーシングパイプ40の上方へ漏れることが防止される。

また同様に、ケーシングパイプ40の上段回収用穴422が形成されている領域より下側であって、且つ下段回収用穴442が形成されている領域より上側にも、パッカー36が配置され、パッカー用配管38からの圧力によってパッカー36が膨張しケーシングパイプ40内を密閉している。該パッカー36により上段回収用穴422から回収される薬剤を含有する液体や汚染物質が、ケーシングパイプ40の下方へ漏れること、並びに下段回収用穴442から回収される薬剤を含有する液体や汚染物質が、ケーシングパイプ40の上方へ漏れることが防止される。これによって上段回収用穴422から回収される液体や汚染物質と下段回収用穴442から回収される液体や汚染物質とがケーシングパイプ40内にて混合してしまうことが防止される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

尚、図 2 ( C ) および図 2 ( D ) に示す回収井戸 4 の形成は、注入井戸 2 の形成と同様の方法により行うことができる。ここで、2 つのパッカー 3 6 それぞれに対して専用のパッカー用配管が接続された構成とし、2 つのパッカー 3 6 を個別に膨張させることができる構成としてもよい。このような構成とすることで、2 つのパッカー 3 6 をより確実に膨張させることができる。

## 【 0 0 4 3 】

## &lt; 汚染物質回収工程 &gt;

第 1 実施形態に係る汚染物質の除去方法は、上段注入口 2 2 および下段注入口 2 4 を含む 2 以上の注入口から薬剤を含有する液体を注入すると共に、上段回収口 4 2 および下段回収口 4 4 を含む 2 以上の回収口から薬剤を含有する液体を回収し、且つ上段回収口 4 2 および下段回収口 4 4 から選択される少なくとも 1 以上の回収口から汚染物質を回収する汚染物質回収工程を有する。

10

## 【 0 0 4 4 】

上段注入口 2 2 および下段注入口 2 4 を含む 2 以上の注入口から薬剤を含有する液体を注入することにより、注入する薬剤の所定量を 2 以上の注入口に分けて注入することができる点、並びに、上段回収口 4 2 および下段回収口 4 4 を含む 2 以上の回収口から薬剤を含有する液体を吸引し回収する点によって、土壤中における薬剤の移動性を向上させることができる。薬剤の移動性が向上することにより、薬剤を汚染物質存在領域 6 に容易に到達させることができ、薬剤との反応によって処理された汚染物質を上段回収口 4 2 および下段回収口 4 4 から選択される少なくとも 1 以上の回収口から吸引し回収することにより、汚染物質の除去が行われる。従って、例えば既存構造物 8 下における土壤等において広い範囲にわたって存在する汚染物質であっても効率良く除去することができる。

20

## 【 0 0 4 5 】

尚、薬剤として界面活性剤および発泡性薬剤を併用する場合には、前記注入井戸 2 の上段注入口 2 2 から界面活性剤を含有する液体を注入すると共に、前記下段注入口 2 4 から発泡性薬剤を含有する液体を注入することが好ましい。

## 【 0 0 4 6 】

界面活性剤と発泡性薬剤とを併用する場合には、両者を混合して同じ注入口から土壤中に注入すると発泡性薬剤から発生する気泡によって、界面活性剤と発泡性薬剤との混合物の土壤中での移動性が低下する問題があった。しかし、界面活性剤と発泡性の薬剤とを、上段注入口 2 2 および下段注入口 2 4 に分けて土壤中に注入することにより、土壤中における界面活性剤および発泡性薬剤の移動性を向上させることができる。

30

また、発泡性薬剤を下段注入口 2 4 から注入することによって、発泡性薬剤から発生される気泡が土壤中で上昇し界面活性剤と混合され、界面活性剤と気泡とが汚染物質存在領域 6 に到達する。ここで図 3 に示される通り、汚染物質 1 0 6 は気泡 1 0 8 によって土壤中の土粒子 1 0 2 から剥離されると共に、界面活性剤 1 1 0 によって液体に可溶化されるため、上段回収口 4 2 および下段回収口 4 4 から選択される少なくとも 1 以上の回収口から吸引されることで効率良く回収される。

これらにより、例えば既存構造物 8 下における土壤等において広い範囲にわたって存在する汚染物質であっても効率良く除去することができる。

40

## 【 0 0 4 7 】

また、前記のように注入井戸 2 の上段注入口 2 2 から界面活性剤を含有する液体を注入すると共に、下段注入口 2 4 から発泡性薬剤を含有する液体を注入する場合には、図 4 に示すように、注入井戸 2 において、下段注入口 2 4 が設けられる深度を汚染物質存在領域 6 よりも深い深度とすると共に、回収井戸 4 において、下段回収口 4 4 が設けられる深度を前記下段注入口 2 4 が設けられる深度と重なるようにすることが好ましい。

## 【 0 0 4 8 】

図 4 に示すように、下段注入口 2 4 が設けられる深度を汚染物質存在領域 6 よりも深い深度とすることによって、発泡性薬剤 1 1 2 から発生される気泡 1 0 8 が土壤中で上昇し

50

、該気泡 108 を汚染物質存在領域 6 の下方から到達させることができる。即ち、図 3 に示すような、汚染物質 106 の気泡 108 による土粒子 102 からの剥離および界面活性剤 110 による液体への可溶化の作用を良好に保持しつつ、更に土壤中における界面活性剤 110 および発泡性薬剤 112 の移動性をより好適にすることができる。

また、下段回収口 44 が設けられる深度を下段注入口 24 が設けられる深度と重なるようにすることによって、下段注入口 24 から注入される発泡性薬剤 112 の移動性をより向上させることができる。更に下段回収口 44 では、下段注入口 24 から注入された発泡性薬剤 112 を含有する液体が回収されるが、下段回収口 44 から回収される液体には汚染物質存在領域 6 を通過していない未反応の発泡性薬剤 112 が主に含有されるため、該液体には汚染物質が含有されていないか、または汚染物質の含有が極めて少ない。従って、例えば回収後に汚染物質と液体との分離処理等の後処理を施す場合には、上段回収口 42 から回収された液体にのみ前記後処理を施せばよく、後処理の負担を軽減できる。

【0049】

また第 1 実施形態に係る汚染物質の除去方法においては、図 4 に示すように、前記注入井戸 2 において、上段注入口 22 が設けられる深度を前記汚染物質存在領域 6 における汚染物質の濃度がもっとも高い深度とすると共に、前記回収井戸 4 において、上段回収口 42 が設けられる深度を地下水位 W が存在する深度とすることが好ましい。

【0050】

上段注入口 22 が設けられる深度を汚染物質の濃度がもっとも高い深度とすることによって、薬剤を汚染物質存在領域 6 へ効率良く到達させることができる。尚、汚染物質が特に鉱物油等の水より軽い汚染物質である場合には、薬剤によって処理された汚染物質が地下水水中において上昇しながら移動する。そのため、上段回収口 42 が設けられる深度を地下水位 W が存在する深度とすることによって、水より軽い汚染物質の除去を効率良く行うことができる。

【0051】

第 2 実施形態

< 注入井戸設置工程 >

第 2 実施形態に係る汚染物質の除去方法においては、上段注入口および下段注入口が深さ方向に可動である注入井戸を設ける注入井戸設置工程を有する。上段注入口が深さ方向に可動であることにより、深度ごとに汚染物質の濃度が変化する場合に、上段注入口が設けられる深度を汚染物質の濃度がもっとも高い深度に容易に調節することができ、薬剤を汚染物質存在領域へ効率良く到達させることができる。

【0052】

ここで、第 2 実施形態に係る注入井戸の構造について一例を挙げて説明する。図 5 (A) は注入井戸の一例における外側を示す概略構成図であり、図 5 (B) は注入井戸の内側を示す概略構成図である。

図 5 (A) に示すように、注入井戸は、複数の上段注入用穴 222b および複数の下段注入用穴 242b を有するケーシングパイプ 20b を有する。上段注入用穴 222b の周辺および下段注入用穴 242b の周辺は、礫石、豆砂利、珪砂、砂等によって形成されたフィルター層 220b および 240b で覆われており、該フィルター層 220b は薬剤を含有する液体が透過する構造となっている。上記上段注入用穴 222b およびフィルター層 220b によって上段注入口 22b が形成されており、また下段注入用穴 242b およびフィルター層 240b によって下段注入口 24b が形成されている。また、ケーシングパイプ 20b の上段注入用穴 222b および下段注入用穴 242b 周辺以外の周辺部は、ベントナイト、モルタル等によって形成されたシール材 30b で覆われており、該シール材 30b は液体を透過しない構造となっている。

【0053】

ケーシングパイプ 20b の内部には、上段注入用パイプ 224b、下段注入用パイプ 244b、下部パッカー用配管 34b および上部パッカー用配管 34c が配置されている。尚、上記上段注入用パイプ 224b、下段注入用パイプ 244b、下部パッカー用配管 3

10

20

30

40

50

4 bおよび上部パッカー用配管3 4 cとしては、例えば可撓性があり伸縮自在な材料を用いることができ、具体的には、ゴム製や合成樹脂製のホースとされている。上段注入用パイプ2 2 4 bの先端部分にはパイプ注入穴2 2 6 bが形成されており、該パイプ注入穴2 2 6 bが上段注入用穴2 2 2 bが形成されている領域内に配置されるように、上段注入用パイプ2 2 4 bが設置される。また、下段注入用パイプ2 4 4 bの先端部分にはパイプ注入穴2 4 6 bが形成されており、該パイプ注入穴2 4 6 bが下段注入用穴2 4 2 bが形成されている領域内に配置されるように、下段注入用パイプ2 4 4 bが設置される。

【0054】

ケーシングパイプ2 0 bの上段注入用穴2 2 2 bが形成されている領域の上下には、円筒状のパッカー3 2 0 bおよび3 2 2 bが配置され、上部パッカー用配管3 4 cからの圧力によってパッカー3 2 0 bおよび3 2 2 bが膨張しケーシングパイプ2 0 b内を密閉している。該パッカー3 2 0 bおよび3 2 2 bにより上段注入用パイプ2 2 4 bから注入される薬剤を含有する液体が、ケーシングパイプ2 0 bの上方および下方へ漏れることが防止される。

10

また同様に、ケーシングパイプ2 0 bの下段注入用穴2 4 2 bが形成されている領域の上下には、円筒状のパッカー3 2 4 bおよび3 2 6 bが配置され、下部パッカー用配管3 4 bからの圧力によってパッカー3 2 4 bおよび3 2 6 bが膨張しケーシングパイプ2 0 b内を密閉している。該パッカー3 2 4 bおよび3 2 6 bにより下段注入用パイプ2 4 4 bから注入される薬剤を含有する液体が、ケーシングパイプ2 0 bの上方および下方へ漏れることが防止される。

20

尚、パッカー3 2 2 bにより上段注入用パイプ2 2 4 bから注入される液体の、ケーシングパイプ2 0 bの下方への漏れが防止されること、およびパッカー3 2 4 bにより下段注入用パイプ2 4 4 bから注入される液体の、ケーシングパイプ2 0 bの上方への漏れが防止されることによって、上段注入用パイプ2 2 4 bから注入される液体と下段注入用パイプ2 4 4 bから注入される液体とがケーシングパイプ2 0 b内にて混合してしまうことが防止される。

【0055】

つぎに、各パッカー3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 bおよび3 2 6 bについて図6および図7を用いて説明する。なお、各パッカー3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 bおよび3 2 6 bの基本的な構成は同じであるので、代表してパッカー3 2 0 bを説明する。

30

【0056】

図6(A)はパッカー3 2 0 bのパッカー袋2 1 2が膨張した状態の正面図であり、(B)は収縮した状態の正面図である。図7(A)は、図6(A)のA部(パッカー3 2 0 bの円板部2 1 4を拡大した部分拡大図であり、(B)は、(A)のB-B線(軸方向と直交する方向)に沿った断面図である。なお、ここで、上記「軸方向」とは各井戸の軸方向をさし、つまり本実施形態では鉛直方向が軸方向である。

【0057】

円筒状のパッカー3 2 0 bの周面は、膨張・収縮するゴム等の弾性素材からなるパッカー袋2 1 2を備えている。そして、パッカー袋2 1 2を膨張させるための液体又は気体を送る上部パッカー用配管3 4 cが接続されている。上部パッカー用配管3 4 cから液体又は気体を送り圧力をかけることで、パッカー3 2 0 bのパッカー袋2 1 2が膨張(図6(A)参照)し、液体又は気体を抜くことで圧力が下がりパッカー袋2 1 2が収縮する(図6(B)参照)。

40

【0058】

図6に示すようにパッカー3 2 0 bは、上端部と下端部に円板部2 1 4、2 1 6が設けられている。これら円板部2 1 4と円板部2 1 6との間に、前述したパッカー袋2 1 2が設けられている。

【0059】

図7に示すように円板部2 1 4の周壁2 1 4 Aから、周方向に所定の間隔をあけて複数の回転体としてのボール(玉)2 6 0が露出している。なお、この回転体としてのボール

50

260は、上下への稼動の際の抵抗を低減させる手段として機能する（以下、「移動抵抗低減手段」と称す）。

【0060】

図7に示すように、円板部214には、周方向に間隔をあけて凹部213が形成されている。凹部213の底部には穴215が形成されている。この穴215にボール260が配置され、この凹部213にボール260の直径よりも小さな孔263が形成された嵌込部262が嵌め込まれ接合されている。なお、図7(B)の断面図において、ボール260は、断面を示すハッチングを省略している（ボール260のみ外觀図となっている）。

【0061】

このような構成とすることで、ボール260が円板部214から脱落することなく露出し、しかも、ボール260が回転自在となっている。なお、露出したボール260は、ケーシングパイプ20bに形成されたスリットや孔よりも格段に大きい。

10

【0062】

また、図7(B)に示す、露出したボール260を含む円板部214の外形Kは、パッカー袋212が収縮した状態では、パッカー320bの最外形部となる。また、外形Kの直径は、ケーシングパイプ20bの直径よりも少し小さい。なお、円板部216も同様の構成であるので、説明は省略する。

【0063】

上部パッカー用配管34cは、パッカー320bと接続されると共に、パッカー320bを貫通してパッカー322bとも接続している。また、下部パッカー用配管34bは、パッカー320bおよび322bを貫通してパッカー324bおよび326bと接続している。

20

【0064】

そして、上部パッカー用配管34cから液体又は気体を送り圧力をかけることで、パッカー320bのパッカー袋（パッカー袋212）と、パッカー322bのパッカー袋とが膨張し、液体又は気体を抜くことで圧力が下がり収縮する。一方、下部パッカー用配管34bから液体又は気体を送り圧力をかけることで、パッカー324bのパッカー袋と、パッカー326bのパッカー袋とが膨張し、液体又は気体を抜くことで圧力が下がり収縮する。

【0065】

そして、図5(B)に示すパッカー320b、322b、324bおよび326bにおけるパッカー袋を図6(B)に示すごとく収縮した状態とすることにより、上段注入用パイプ224b、下段注入用パイプ244b、下部パッカー用配管34b、上部パッカー用配管34cおよびパッカー320b、322b、324b、326bが一体となって、ケーシングパイプ20b内を上下方向に移動させることができる。

30

尚、稼動（軸方向への移動）させる際には、ケーシングパイプ20bの内壁面に回転体としてのボール260が当接し、回転することで、移動抵抗が低減する。なお、このとき、前述したように露出したボール260は、ケーシングパイプ20bに形成されたスリットや孔よりも格段に大きいので、ボール260がスリットや孔に嵌ることはない。

【0066】

稼動（軸方向への移動）させた後、パッカー320b、322b、324bおよび326bにおけるパッカー袋を膨張させることで、ケーシングパイプ20b内を密閉する。これにより、注入井戸は、パッカー320b、322b、324bおよび326bで仕切られ、上段注入口22bと下段注入口24bとが形成される。

40

【0067】

尚、シール材30bの内側にパッカー320b、322b、324bおよび326bが位置するように配置される。

【0068】

また、パッカー320b、322b、324bおよび326b毎にそれぞれ専用のパッカー用配管が接続された構成とし、各パッカー320b、322b、324bおよび32

50

6 b のパッカー袋が個別に膨張と収縮とを行なうことができる構成としてもよい。このような構成とすることで、各パッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b のパッカー袋をより確実に膨張と収縮させることができる。

【0069】

つぎに、他の例の移動抵抗低減手段を有する円板部の変形例について説明する。

【0070】

まず、第一変形例として円板部 3 1 4 について、図 8 を用いて説明する。なお、図 8 (A) は、円板部 3 1 4 の要部を拡大した部分拡大図であり、(B) は、(A) の B - B 線 (軸方向と直交する方向) に沿った断面図である。

【0071】

図 8 に示すように、円板部 3 1 4 の周壁 3 1 4 A には、周方向に間隔をあけて凹部 3 1 3 が形成されている。凹部 3 1 3 には、半球状 (山形状) の凸部 3 7 0 が形成された嵌込部 3 7 2 が嵌め込まれ接合されている。よって、円板部 3 1 4 の周壁 3 1 4 A から、周方向に所定の間隔をあけて複数の半球状 (山形状) の凸部 3 7 0 が突起する構成となっている。

【0072】

なお、凸部 3 7 0 が形成された嵌込部 3 7 2 は、円板部 3 1 4 の周壁 3 1 4 A よりも摺動性の良い材質、例えば、フッ素樹脂等で構成されていることが望ましい。

【0073】

このような構成とすることで、ケーシングパイプ 2 0 b の内壁面に、移動抵抗低減手段としての凸部 3 7 0 の頂点部分が当接することで、パッカーの軸方向及び軸方向回りの回転の抵抗が低減される。

【0074】

つぎに、第二変形例として円板部 4 1 4 について、図 9 を用いて説明する。なお、図 9 (A) は、円板部 4 1 4 の要部を拡大した部分拡大図であり、(B) は、(A) の B - B 線 (軸方向) に沿った断面図である。よって、図 9 (B) の上下方向が軸方向である。

【0075】

図 9 に示すように、円板部 4 1 4 の周壁 4 1 4 A には、周方向に間隔をあけて凹部 4 1 3 が形成されている。凹部 4 1 3 には、車輪 4 6 0 の回転軸 4 6 1 が回転自在された車輪保持部材 4 6 2 が嵌め込まれ接合されている。なお、凹部 4 1 3 の底面には、車輪 4 6 0 が干渉しないように穴 4 1 5 が形成されている。

【0076】

車輪 4 6 0 の回転軸 4 6 1 は、軸方向と直交する方向とされている。よって、車輪 4 6 0 は軸方向に回転する。

【0077】

このような構成とすることで、ケーシングパイプ 2 0 b の内壁面に、移動抵抗低減手段としての車輪 4 6 0 (回転体) が当接し回転することで、パッカーの軸方向の移動抵抗が低減される。

【0078】

さて、上記第 2 実施形態では、図 5 に示すように、パッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b の間隔が固定されていたが、パッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b の間隔が可変 (調整可能) となった構成であってもよい。よってつぎにパッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b の間隔が可変 (調整可能) となった変形例について説明する。

【0079】

なお、図 1 0 は、変形例のパッカー 3 2 2 b を示す斜視図である。図 1 1 は、変形例の要部を模式的に示す正面図である。なお、この図 1 1 では、パッカー用配管 3 4 b、3 4 c の図示を省略している。

【0080】

図 1 0 および図 1 1 に示す変形例では、パッカー 3 2 2 b には、円板部 2 1 8、2 1 9

10

20

30

40

50

から軸方向に延びる連結ロッド 6 1 0 が設けられ、同様に、パッカー 3 2 0 b においても、円板部 2 1 6 から軸方向に延びる連結ロッド 6 1 0 が設けられている（図 1 1 参照）。また、パッカー 3 2 2 b の円板部 2 1 8 から延びる連結ロッド 6 1 0 と、パッカー 3 2 0 b の円板部 2 1 6 から延びる連結ロッド 6 1 0 と、調整ロッド 6 2 0 を介して接続され、ロッド 6 0 0 を形成している。連結ロッド 6 1 0 および調整ロッド 6 2 0 の先端部には雄ネジ部 6 0 2 が形成されている。調整ロッド 6 2 0 は、全長が異なる種類がある。

【 0 0 8 1 】

そして、図 1 2 の ( 1 ) ~ ( 3 ) に順番に示すように、一方の連結ロッド 6 1 0 と他方の連結ロッド 6 1 0 との間に調整ロッド 6 2 0 を配置し、連結ロッド 6 1 0 の雄ネジ部 6 0 2 と調整ロッド 6 2 0 の雄ネジ部 6 0 2 とに高ナット 6 5 0 を螺合させることで、パッカー 3 2 0 b と 3 2 2 b とが連結される（パッカー 3 2 0 b、連結ロッド 6 1 0、調整ロッド 6 2 0、連結ロッド 6 1 0、パッカー 3 2 2 b の順に連結されるので、結果としてロッド 6 0 0 全体が可変（調整可能）となる）。

10

【 0 0 8 2 】

前述したように、調整ロッド 6 2 0 は全長が異なる種類があり、調整ロッド 6 2 0 を交換することでパッカー 3 2 0 b と 3 2 2 b との間隔を変える（調整する）ことができるようになっている。更に、雄ネジ部 6 0 2 と高ナット 6 5 0 との螺合代を調整することで、ロッド 6 0 0 の全長を微調整することも可能である。

【 0 0 8 3 】

また、図示は省略するがパッカー 3 2 4 b および 3 2 6 b にも、同様のロッド 6 0 0 が設けられており、調整ロッド 6 2 0 の長さを変えることで、パッカー 3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b の間隔を調整することができる。

20

【 0 0 8 4 】

なお、本実施形態ではロッド 6 0 0 は三本設けられているが、これに限定されない。ロッド 6 0 0 は一本以上あればよい。また、上述した鋼製のロッド 6 0 0 を一本とし、他のロッド 6 0 0 に相当する部材は、スチール製のワイヤー等であってもよい。

【 0 0 8 5 】

また、連結ロッド 6 1 0 と調整ロッド 6 2 0 とは、高ナット 6 5 0 以外の部材で連結されていてもよい。例えば、図 1 3 ( A ) に示すように、連結ロッド 6 1 0 と調整ロッド 6 2 0 とをスリーブ管 6 6 0 で連結してもよい。

30

【 0 0 8 6 】

スリーブ管 6 6 0 は、周壁 6 6 0 A に軸方向に間隔をあけて雌ネジ孔 6 6 2 が形成されている（本実施形態では雌ネジ孔 6 6 2 は 4 つ形成されている）。

【 0 0 8 7 】

図 1 3 ( B ) に示すように、スリーブ管 6 6 0 を調整ロッド 6 2 0 に予め挿通させた状態で、連結ロッド 6 1 0 と調整ロッド 6 2 0 の軸心を一致させる。図 1 3 ( C ) に示すように、その状態で、軸方向にスリーブ管 6 6 0 をスライドさせて、連結ロッド 6 1 0 と調整ロッド 6 2 0 との両方に挿通した状態とする。そして、スリーブ管 6 6 0 の各雌ネジ孔 6 6 2 にボルト 6 6 1 を螺合させ締付けることで（図 1 3 ( A ) 参照）、連結ロッド 6 1 0 と調整ロッド 6 2 0 とが連結される。なお、連結ロッド 6 1 0 及び調整ロッド 6 2 0 がスリーブ管 6 6 0 に挿入されている挿入代を調整することで、全長を微調整することもできる。

40

【 0 0 8 8 】

なお、下段注入用パイプ 2 4 4 b およびパッカー用配管 3 4 b、3 4 c は、可撓性があり伸縮自在な材料、例えば、ゴム製や合成樹脂製のホースとされている。また、それぞれの全長は、パッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b の想定される間隔よりも若干長く設定されている。よって、パッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b の間隔を変えても（調整されても）、屈曲することで追従する。なお、下段注入用パイプ 2 4 4 b およびパッカー用配管 3 4 b、3 4 c は蛇腹状とすることで、更に屈曲しやすくなるので好ましい。なお、管（ホース）全体に亘って蛇腹状となっていてよいし、

50

部分的に蛇腹状になっている構成であってもよい。或いは、下段注入用パイプ 2 4 4 b およびパッカー用配管 3 4 b、3 4 c は一部分のみが、可撓性があり伸縮自在な材料（ゴム製や合成樹脂製）のホースで構成されていてもよい。

【0089】

また、パッカー用配管、下段注入用パイプおよびロッドは、後述する回収井戸における下段回収用パイプ 6 4 4 b と同様に、剛性が高い材料（例えば、鋼鉄、鋳鉄、アルミなどの金属製の管）によって形成され、先端にフランジ部が形成されると共に、長さ調整用のパッカー用配管、下段注入用パイプまたはロッドを備える態様であってもよい。全長の異なる長さ調整用のパッカー用配管、下段注入用パイプまたはロッドに交換することで、全長を変更可能とすることができる。

10

【0090】

なお、本変形例は、パッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b の間隔が可変（調整可能）となった構成の一例であって、このような構成に限定されない。パッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b の間隔が可変（調整可能）であれば、どのような構成であってもよい。

【0091】

このように、パッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b の間隔を可変（調整可能）とすることで、最適なパッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b の間隔や位置とすることができる。また、同じ汚染土壌内であっても井戸の場所によって、最適なパッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b の間隔や位置が異なる場合があるが、このような構成とすることで容易に対応が可能である。

20

【0092】

また、図示は省略するが、パッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b は、内部（具体的にはパッカーの周面を構成するパッカー袋の内側）に、軸方向を長手方向として配置された中空管を有する構成、言い換えると、上下の円板部 2 1 4、2 1 6 を中空管で連結すると共に中空管に対応する部位が開口した構成とされ、この中空筒の中を下段注入用パイプ 2 4 4 b、パッカー用配管 3 4 b および 3 4 c 等が通る構成としてもよい。

【0093】

< 回収井戸設置工程 >

第 2 実施形態に係る汚染物質の除去方法においては、上段回収口および下段回収口が深さ方向に可動である回収井戸を設ける回収井戸設置工程を有する。上段回収口が深さ方向に可動であることにより、地下水位の変動に対応して上段回収口を稼働させることができ、水より軽い汚染物質の除去をより効率良く行うことができる。

30

尚、第 2 実施形態に係る回収井戸は、上述の第 2 実施形態に係る注入井戸設置工程において設置された注入井戸において、可撓性があり伸縮自在な材料で構成されている上段注入用パイプ 2 2 4 b および下段注入用パイプ 2 4 4 b を、剛性が高い材料（例えば、鋼鉄、鋳鉄、アルミなどの金属製の管）で構成される上段回収用パイプおよび下段回収用パイプに変更した構成を採用することができる。回収用パイプは、負圧の影響を受けるためである。

【0094】

以下においては、第 2 実施形態における回収井戸において、前述の注入井戸と異なる部分についてのみ説明し、前述の注入井戸と同様の構成についてはその説明を省略する。

40

【0095】

図 1 4 は、回収井戸において、パッカーの間隔が可変（調整可能）となった構成におけるパッカー 3 6 2 b を示す斜視図である。尚、図 1 4 に示す回収井戸では、前述の注入井戸設置工程における「パッカー 3 2 0 b、3 2 2 b、3 2 4 b および 3 2 6 b の間隔が可変（調整可能）となった変形例」に示された下段注入用パイプ 2 4 4 b（可撓性があり伸縮自在な材料で構成されているパイプ）を、剛性が高い材料（例えば、鋼鉄、鋳鉄、アルミなどの金属製の管）で構成される下段回収用パイプ 6 4 4 b に変更したこと以外は、同様の構成が採用される。

50

図 1 5 は、図 1 4 に示す回収井戸の要部を模式的に示す正面図である。なお、この図 1 5 では、パッカー用配管 3 8 b、3 8 c の図示を省略している。

【 0 0 9 6 】

図 1 5 に示すように、下段回収用パイプ 6 4 4 b は先端部にフランジ 6 3 2 を有し、調整用下段回収用パイプ 6 2 9 は両端部にフランジ 6 3 2 を有している。そして、上側の下段回収用パイプ 6 4 4 b と下側の下段回収用パイプ 6 4 4 b との間に調整用下段回収用パイプ 6 2 9 が配置され、それぞれフランジ 6 3 2 同士が接合（例えば、ボルト接合）されている。言い換えると、上下の下段回収用パイプ 6 4 4 b を調整用下段回収用パイプ 6 2 9 で接続した構成とされている。なお、下段回収用パイプ 6 4 4 b 及び調整用下段回収用パイプ 6 2 9 は、負圧の影響を受けるので、剛性が高い材料、例えば、鋼鉄、鋳鉄、アルミなどの金属製の管とされている。

10

【 0 0 9 7 】

調整用下段回収用パイプ 6 2 9 は全長が異なる種類があり交換可能となっている。また、前述の注入井戸設置工程における変形例と同様に、ロッド 6 0 0（正確には、調整ロッド 6 2 0）も全長が異なる種類があり、交換可能となっている。よって、調整用下段回収用パイプ 6 2 9 及び調整ロッド 6 2 0 を交換することでパッカー 3 6 0 b、3 6 2 b の間隔を変える（調整する）ことができるようになっている。

【 0 0 9 8 】

このように、回収井戸においても、パッカーの間隔を可変（調整可能）とすることで、最適なパッカーの間隔や位置とすることができる。また、同じ浄化現場であっても井戸の場所によって、最適なパッカーの間隔や位置が異なる場合があるが、このような構成とすることで容易に対応が可能である。

20

【 0 0 9 9 】

なお、図 1 5 に示すように、調整用下段回収用パイプ 6 2 9 で上下の下段回収用パイプ 6 4 4 b の間を接続する構成でなく、上下の下段回収用パイプ 6 4 4 b のフランジ 6 3 2 同士を接続する構成であってもよい。この場合、下段回収用パイプ 6 4 4 b は、円板部との接合部分（根元部分）からフランジ 6 3 2 までの全長が異なる種類があり、交換可能となっている。そして、異なる全長の下段回収用パイプ 6 4 4 b に交換して下段回収用パイプ 6 4 4 b 同士を接合することで、パッカー 3 6 0 b、3 6 2 b の間隔を変える（調整する）ことができる。

30

【 0 1 0 0 】

< 汚染物質除去工程 >

上記のようにして設置された第 2 実施形態に係る注入井戸および回収井戸を用い、前述の第 1 実施形態に記載の方法によって汚染物質の除去を効率よく行うことができる。

【 0 1 0 1 】

第 3 実施形態

< 注入井戸設置工程 >

第 3 実施形態に係る汚染物質の除去方法においては、注入井戸設置工程において設置される注入井戸は、前述の第 1 実施形態または第 2 実施形態において設置される注入井戸と同様の構成のものを採用することができる。

40

【 0 1 0 2 】

< 回収井戸設置工程 >

第 3 実施形態に係る汚染物質の除去方法においては、上段回収口が深さ方向に可動である回収井戸を設ける回収井戸設置工程を有する。上段回収口が深さ方向に可動であることにより、地下水位の変動に対応して上段回収口を稼働させることができ、水より軽い汚染物質の除去をより効率良く行うことができる。

【 0 1 0 3 】

ここで、第 3 実施形態に係る回収井戸の構造について説明する。図 1 6 ( A ) は回収井戸における外側を示す概略構成図であり、図 1 6 ( B ) は回収井戸の内側を示す概略構成図である。

50

図16(A)に示すように、回収井戸は、複数の上段回収用穴422dおよび複数の下段回収用穴442dを有するケーシングパイプ40dを有する。上段回収用穴422dの周辺および下段回収用穴442dの周辺は、礫石、豆砂利、珪砂、砂等によって形成されたフィルター層420dおよび440dで覆われており、該フィルター層420dおよび440dは薬剤を含有する液体が透過する構造となっている。上記上段回収用穴422dおよびフィルター層420dによって上段回収口42dが形成されており、また下段回収用穴442dおよびフィルター層440dによって下段回収口44dが形成されている。また、ケーシングパイプ40dの上段回収用穴422dおよび下段回収用穴442d周辺以外の周辺部は、ベントナイト、モルタル等によって形成されたシール材30dで覆われており、該シール材30dは液体を透過しない構造となっている。

10

**【0104】**

ケーシングパイプ40dの内部には、上段回収用パイプ424d、下段回収用パイプ444d、パッカー用配管38dが配置されている。上段回収用パイプ424dの先端部分には揚水ポンプ426dが設置されており、該揚水ポンプ426dが上段回収用穴422dが形成されている領域内に配置されるように、上段回収用パイプ424dが設置される。また、下段回収用パイプ444dの先端部分には揚水ポンプ446dが設置されており、該揚水ポンプ446dが下段回収用穴442dが形成されている領域内に配置されるように、下段回収用パイプ444dが設置される。

**【0105】**

ケーシングパイプ40dの上段回収用穴422dが形成されている領域の下側方向であって、下段回収用穴442dが形成されている領域の上側方向には、円筒状のパッカー36dが配置される。円筒状のパッカー36dの周面は、膨張・収縮するゴム等の弾性素材からなるパッカー袋からなり、パッカー36dには、前記パッカー36d(パッカー袋)を膨張させるための液体又は気体を送るパッカー用配管38dが接続されている。パッカー用配管38dから液体又は気体を送り圧力をかけることで、パッカー36d(パッカー袋)が膨張し、ケーシングパイプ40d内を密閉している。該パッカー36dにより揚水ポンプ446dから下段回収用パイプ444dを通じて回収される薬剤を含有する液体が、ケーシングパイプ40dの上方へ漏れることが防止され、上段回収用パイプ424dで回収されるべき液体は上段から、下段回収用パイプ444dで回収されるべき液体は下段から確実に回収される。

20

30

**【0106】**

尚、揚水ポンプ426dが先端に設置された上段回収用パイプ424dを上下方向に稼働させることにより、上段回収口を深さ方向に移動させることができる。従って、地下水位に合わせて上段回収口の深さを調整することができ、地下水位が存在する深度とすることによって、水より軽い汚染物質の除去を効率良く行うことができる。

**【0107】**

以上に説明した本発明の汚染物質の除去方法において、注入井戸2から土壤中へ注入する薬剤を含有する液体の総量は通常5~20L/分であるが、土壤の透水性が高い場合や井戸径を大きくする場合には30L/分を超える注入量での実施も可能である。尚、注入井戸2が上段注入口22と下段注入口24の2つの注入口を有する場合におけるそれぞれの注入量は、上記総量の半分ずつを注入してもよいし、上段注入口22と下段注入口24とで注入量の条件を変えてもよい。

40

また、土壤中での薬剤の移動速度は、実流速として0.2m/日~20m/日である。薬剤の移動速度が高いほど、汚染物質の移動効果も高いが、移動速度を高めるほど回収量も大きくなるため、処理装置による回収後の処理能力に応じた移動速度で実施することが好ましい。

**【0108】**

以上、本発明について説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではない。例えば、実施形態では、既存構造物8下における土壤の汚染物質の除去について説明したが、除去を行う場所は限定されず、例えば、汚染物質が扱われていた工場や倉庫等の建

50

屋の跡地、廃棄物処理場などにも本発明を好適に適用することができる。

【実施例】

【0109】

以下、実施例を用いて本発明の作用効果について検証する。尚、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0110】

〔薬剤の水平方向への移動性の評価〕

（比較例1）

図17に示すような深さ方向に80cm(5cm×16)、横方向に70cm(5cm×14)の砂の層80により構成された地盤をモデルとして、薬剤を含有する液体を注入すると共に回収し、薬剤の移動の仕方について拡散シミュレーションを行った。尚、上記地盤には注入井戸を想定した上段注入口22eおよび下段注入口24e、並びに揚水(回収)井戸を想定した上段揚水(回収)口42eおよび下段揚水(回収)口44eが備えられ透水係数： $2.1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ 、注入井戸における水頭： $+3.0 \text{ m}$ 、揚水(回収)井戸における水頭： $-3.0 \text{ m}$ (尚、水頭 $1 \text{ m} = 0.1 \text{ kgf/cm}^2$ である)である。また、用いた砂は $K = 2.122 \times 10^{-8} \text{ m}^2$ 、 $n = 0.37$ である。

10

【0111】

上記拡散シミュレーションにおいて、上段注入口からは一切注入を行わず、下段注入口から、界面活性剤を0.1質量%含有し且つ発泡性薬剤を5.0質量%含有する水溶液を、40L/分で注入した。また、上段揚水口からは一切揚水を行わず、下段揚水口から上記の条件で揚水をした。

20

上記の条件で薬剤を注入し、24時間後における土壤中の薬剤濃度を測定し、図18にプロットした。

【0112】

（実施例1）

上記拡散シミュレーションにおいて、上段注入口および下段注入口の何れからも界面活性剤を0.05質量%含有し且つ発泡性薬剤を2.5質量%含有する水溶液を、40L/分で注入した。また、上段揚水口および下段揚水口の何れにおいても上記の条件で揚水をした。

上記の条件で薬剤を注入し、24時間後における土壤中の薬剤濃度を測定し、図19にプロットした。

30

図19は発泡性薬剤によって、透水係数が1/2に下がった条件での拡散である。

【0113】

（実施例2）

上記拡散シミュレーションにおいて、上段注入口からは、0.1質量%界面活性剤水溶液を40L/分で注入した。また、下段注入口からは、5.0質量%発泡性薬剤水溶液(過炭酸ナトリウム)を、40L/分で注入した。また、上段揚水口および下段揚水口の何れにおいても上記の条件で揚水をした。

上記の条件で薬剤を注入し、24時間後における土壤中の薬剤濃度を測定し、図20にプロットした。

40

図20より、上段注入口からの薬剤は拡散しやすいが、下段注入口からの薬剤の拡散は変わらないことがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0114】

【図1】本発明の汚染物質の除去方法を示す概略構成図である。

【図2】(A)は本発明の第一実施形態に係る注入井戸の一例における外側を示す概略構成図であり、(B)は注入井戸の内側を示す概略構成図であり、(C)は本発明の第一実施形態に係る回収井戸の一例における外側を示す概略構成図であり、(D)は回収井戸の内側を示す概略構成図である。

【図3】気泡および界面活性剤の土壤中における作用を説明するための概略図である。

50

【図 4】上段注入口、下段注入口、上段回収口および下段回収口の深さ方向の深度を示す概略構成図である。

【図 5】本発明の第二実施形態に係る注入井戸を模式的に示す図である。

【図 6】(A) は本発明の第二実施形態に係る注入井戸のパッカーが膨張した状態を示す図であり、(B) はパッカーが収縮した状態の図である。

【図 7】(A) は、図 6 (A) の A 部を拡大した部分拡大図であり、(B) は (A) の B - B 線に沿った断面図である。

【図 8】(A) は、第一変形例の円板部の要部 (図 7 (A) に対応する部位) を拡大した部分拡大図であり、(B) は (A) の B - B 線に沿った断面図である。

【図 9】(A) は、第二変形例の円板部の要部 (図 7 (A) に対応する部位) を拡大した部分拡大図であり、(B) は (A) の B - B 線に沿った断面図である。

【図 10】変形例のパッカーを示す斜視図である。

【図 11】変形例のパッカーの要部を模式的に示す正面図である。

【図 12】調整ロッドと連結ロッドの連結を、(1) ~ (3) へと順番に説明する説明図である。

【図 13】(A) は調整ロッドと連結ロッドとの連結部位の他の例を示す斜視図であり、(B) と (C) は調整ロッドと連結ロッドの連結を順番に説明する説明図である。

【図 14】回収井戸における変形例のパッカーを示す斜視図である。

【図 15】回収井戸における変形例のパッカーの要部を模式的に示す正面図である。

【図 16】本発明の第三実施形態に係る回収井戸を模式的に示す図である。

【図 17】実施例に用いた二次元土槽試験装置を示す概略断面図である。

【図 18】比較例 1 における土壌中の薬剤濃度をプロットしたグラフである。

【図 19】実施例 1 における土壌中の薬剤濃度をプロットしたグラフである。

【図 20】実施例 2 における土壌中の薬剤濃度をプロットしたグラフである。

【符号の説明】

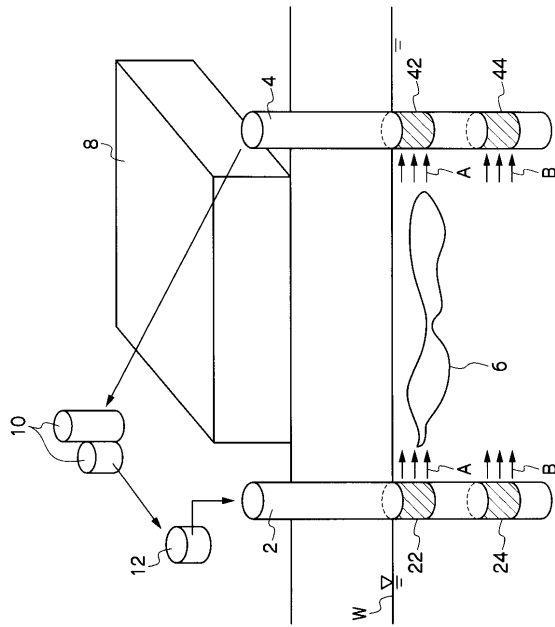
【0115】

2	注入井戸	
4	回収井戸	
6	汚染物質存在領域	
8	既存構造物	30
10	処理槽	
12	薬剤注入用水槽	
20	ケーシングパイプ	
20b	ケーシングパイプ	
22	上段注入口	
22b	上段注入口	
22e	上段注入口	
24	下段注入口	
24b	下段注入口	
24e	下段注入口	40
30	シール材	
30b	シール材	
32	パッカー	
34	パッカー用配管	
34b	下部パッカー用配管	
34c	上部パッカー用配管	
36	パッカー	
36d	パッカー	
38	パッカー用配管	
38b	パッカー用配管	50

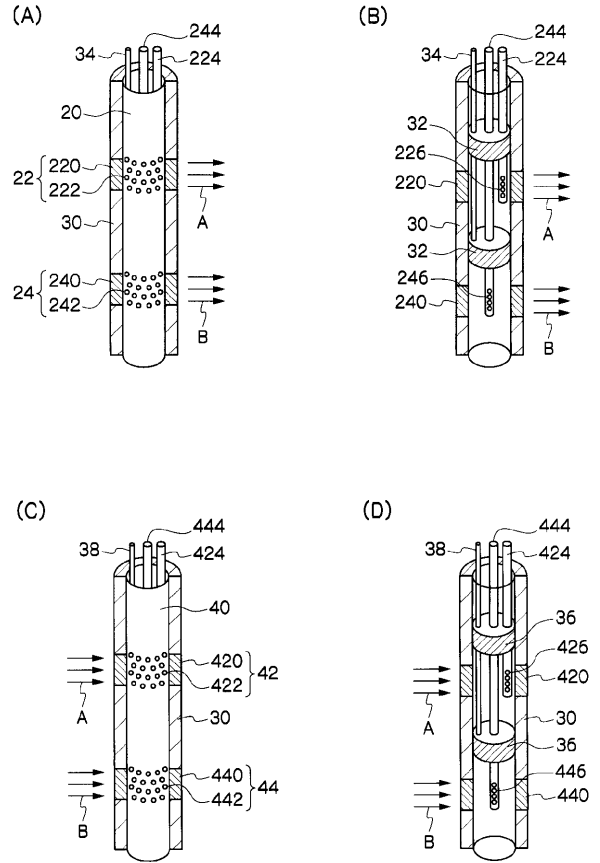
3 8 d	パッカー用配管	
4 0	ケーシングパイプ	
4 0 d	ケーシングパイプ	
4 2	上段回収口	
4 2 d	上段回収口	
4 2 e	上段揚水（回収）口	
4 4	下段回収口	
4 4 d	下段回収口	
4 4 e	下段揚水（回収）口	
8 0	砂の層	10
1 0 2	土粒子	
1 0 6	汚染物質	
1 0 8	気泡	
1 1 0	界面活性剤	
1 1 2	発泡性薬剤	
2 1 2	パッカー袋	
2 1 3	凹部	
2 1 4	円板部	
2 1 4 A	周壁	
2 1 5	穴	20
2 1 6	円板部	
2 1 8	円板部	
2 1 9	円板部	
2 2 0	フィルター層	
2 2 0 b	フィルター層	
2 2 2	上段注入用穴	
2 2 2 b	上段注入用穴	
2 2 4	上段注入用パイプ	
2 2 4 b	上段注入用パイプ	
2 2 6	パイプ注入穴	30
2 2 6 b	パイプ注入穴	
2 4 0	フィルター層	
2 4 0 b	フィルター層	
2 4 2	下段注入用穴	
2 4 2 b	下段注入用穴	
2 4 4	下段注入用パイプ	
2 4 4 b	下段注入用パイプ	
2 4 6	パイプ注入穴	
2 4 6 b	パイプ注入穴	
2 6 0	ボール	40
2 6 2	嵌込部	
2 6 3	孔	
3 1 3	凹部	
3 1 4	円板部	
3 1 4 A	周壁	
3 2 0 b	パッカー	
3 2 2 b	パッカー	
3 2 4 b	パッカー	
3 2 6 b	パッカー	
3 6 0 b	パッカー	50

3 6 2 b	パッカー	
3 7 0	凸部	
3 7 2	嵌込部	
4 1 3	凹部	
4 1 4	円板部	
4 1 4 A	周壁	
4 1 5	穴	
4 2 0	フィルター層	
4 2 0 d	フィルター層	
4 2 2	上段回収用穴	10
4 2 2 d	上段回収用穴	
4 2 4	上段回収用パイプ	
4 2 4 d	上段回収用パイプ	
4 2 6	パイプ回収穴	
4 2 6 d	揚水ポンプ	
4 4 0	フィルター層	
4 4 0 d	フィルター層	
4 4 2	下段回収用穴	
4 4 2 d	下段回収用穴	
4 4 4	下段回収用パイプ	20
4 4 4 d	下段回収用パイプ	
4 4 6	パイプ回収穴	
4 4 6 d	揚水ポンプ	
4 6 0	車輪	
4 6 1	回転軸	
4 6 2	車輪保持部材	
6 0 0	ロッド	
6 0 2	雄ネジ部	
6 1 0	連結ロッド	
6 2 0	調整ロッド	30
6 2 9	調整用下段回収用パイプ	
6 3 2	フランジ	
6 4 4 b	下段回収用パイプ	
6 5 0	高ナット	
6 6 0	スリーブ管	
6 6 0 A	周壁	
6 6 1	ボルト	
6 6 2	雌ネジ孔	
W	地下水位	40

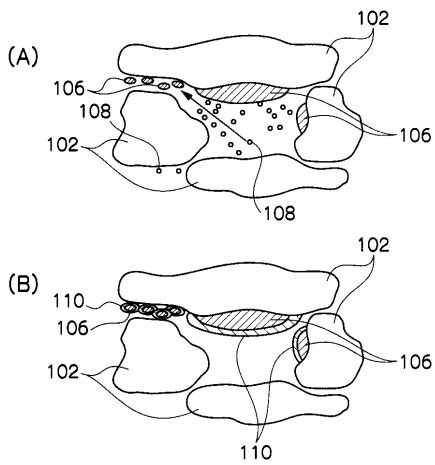
【 図 1 】



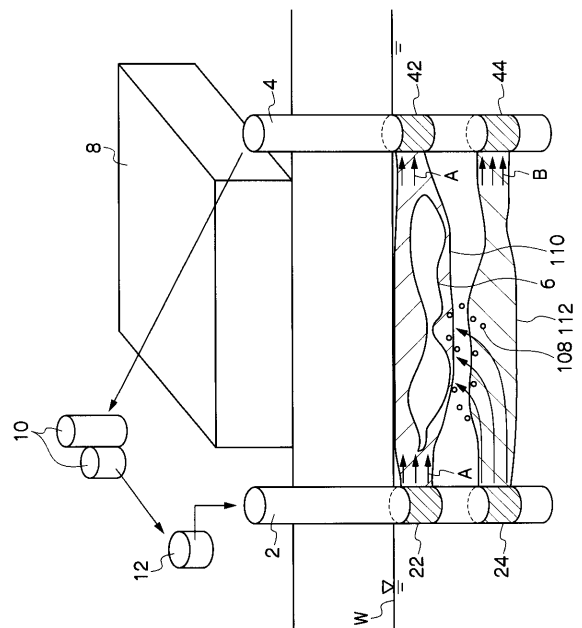
【 図 2 】



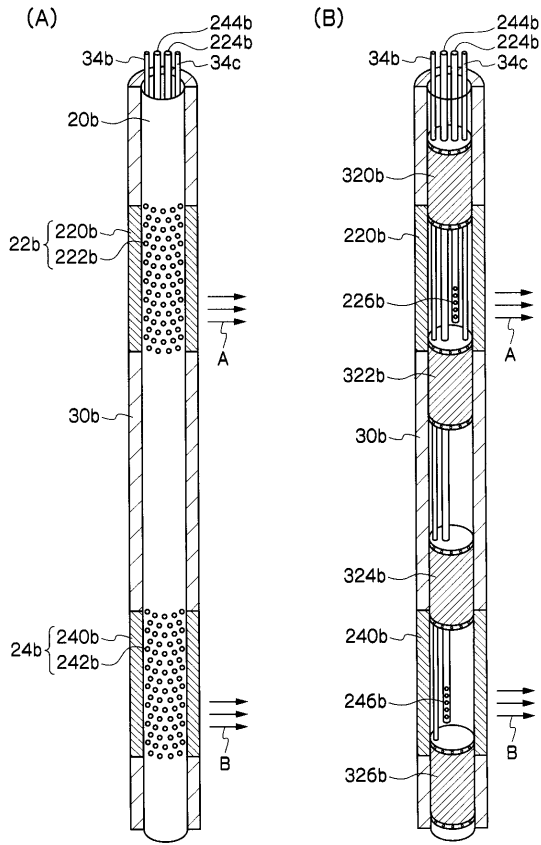
【 図 3 】



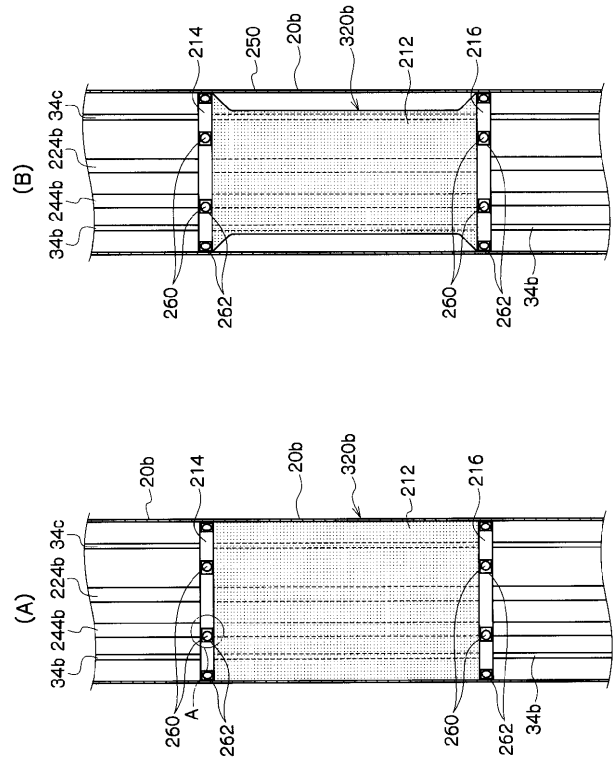
【 図 4 】



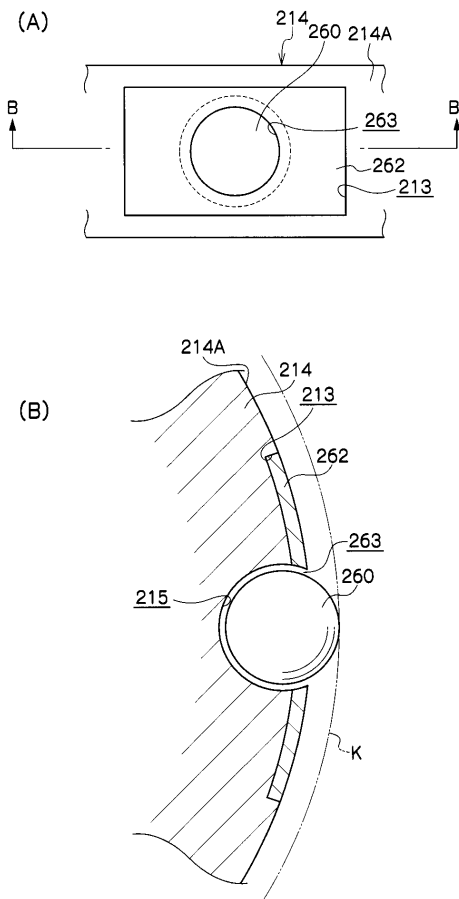
【 図 5 】



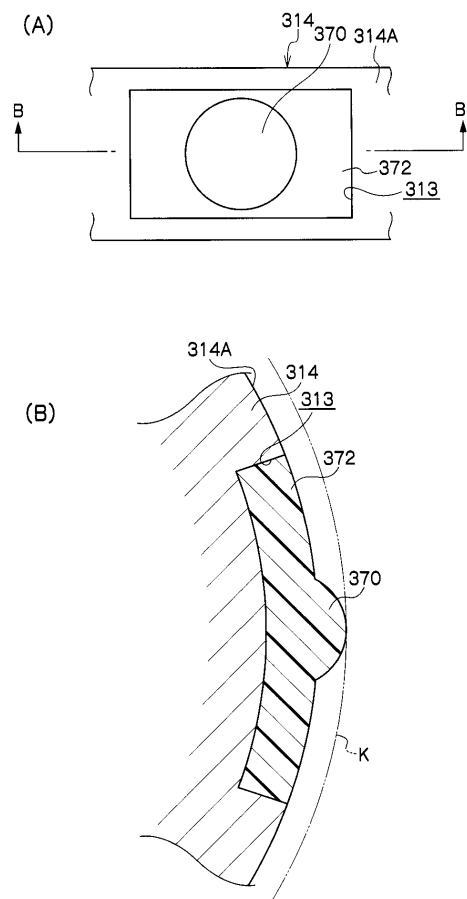
【 図 6 】



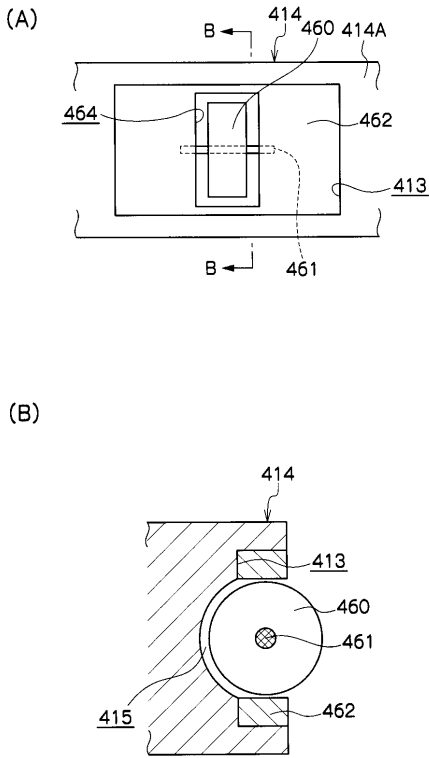
【 図 7 】



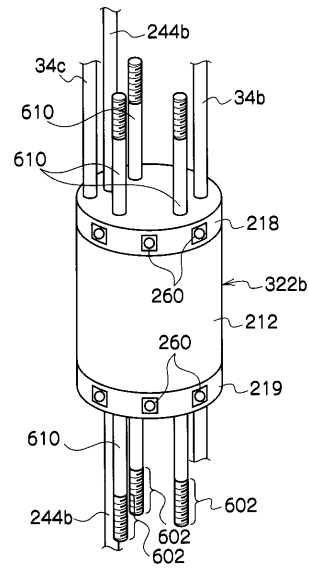
【 図 8 】



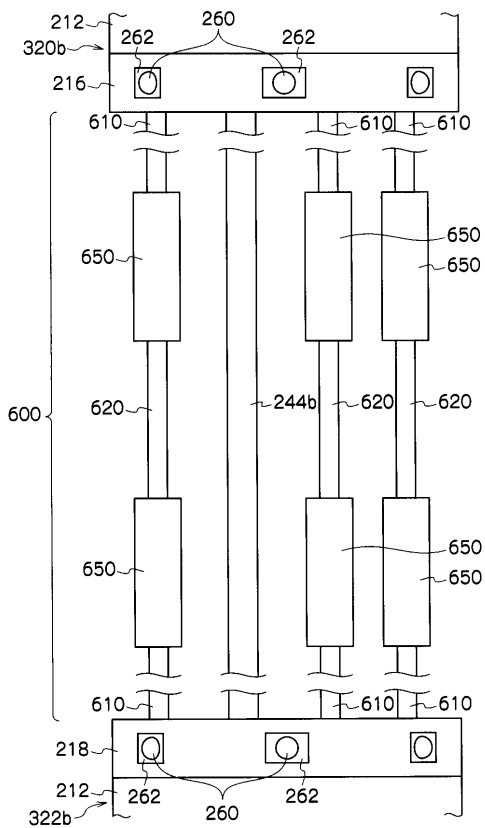
【 図 9 】



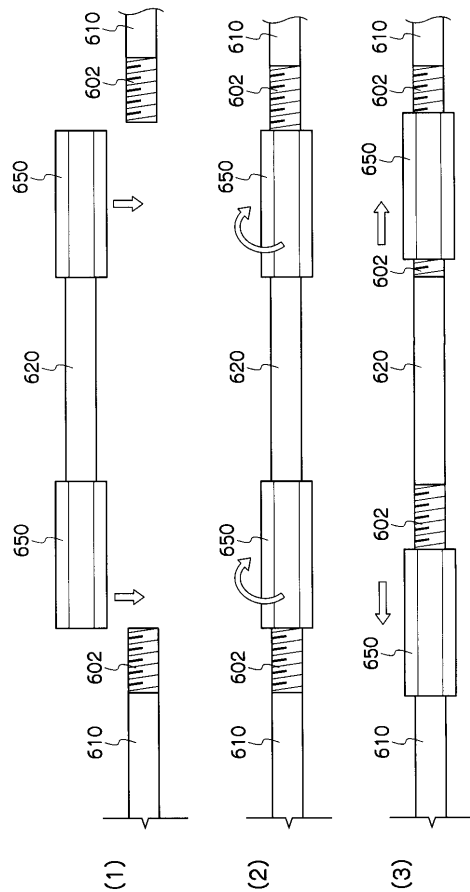
【 図 10 】



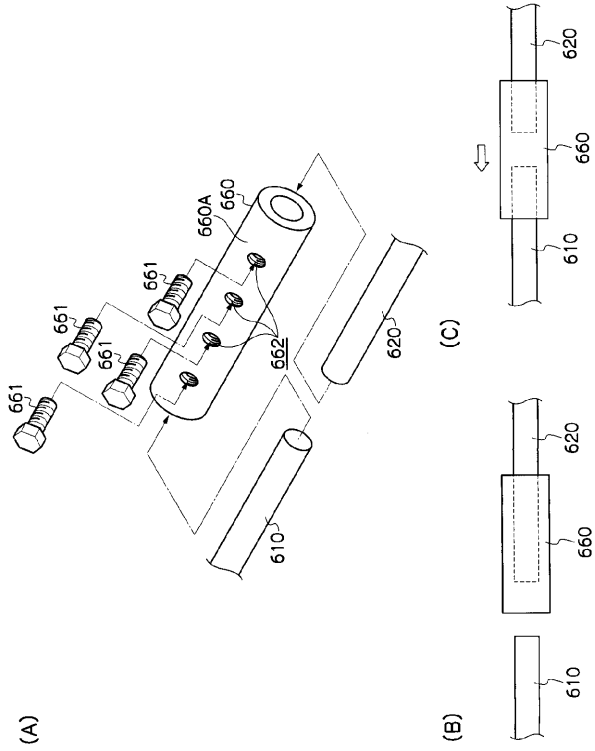
【 図 11 】



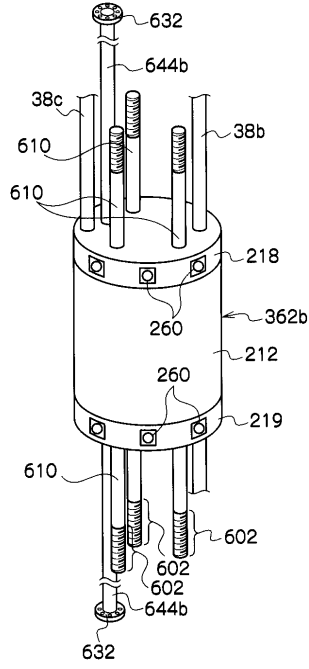
【 図 12 】



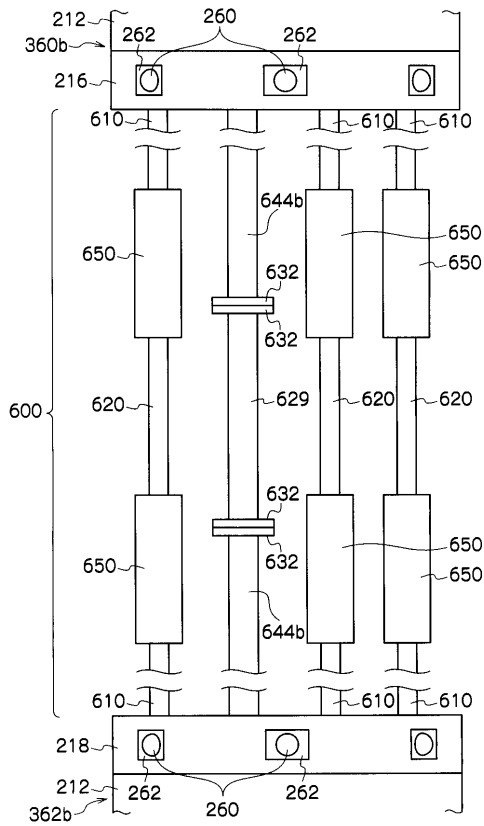
【 図 1 3 】



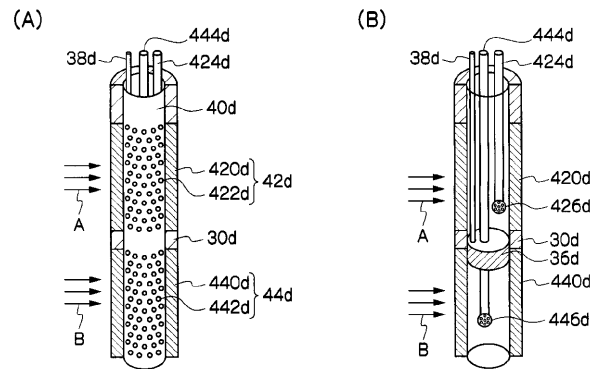
【 図 1 4 】



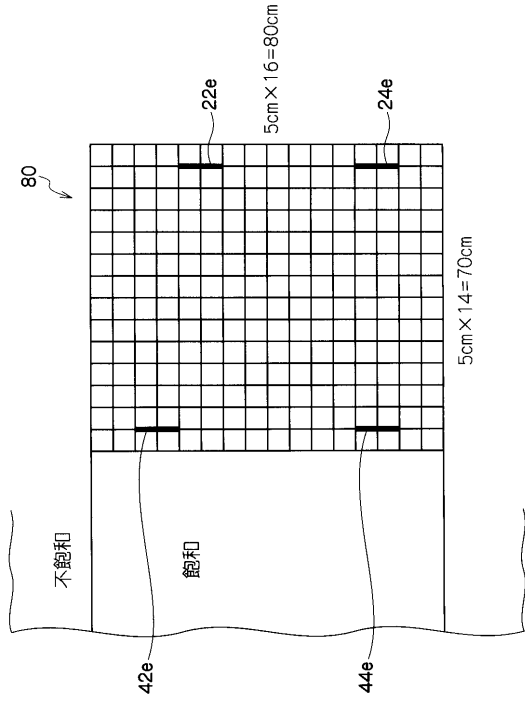
【 図 1 5 】



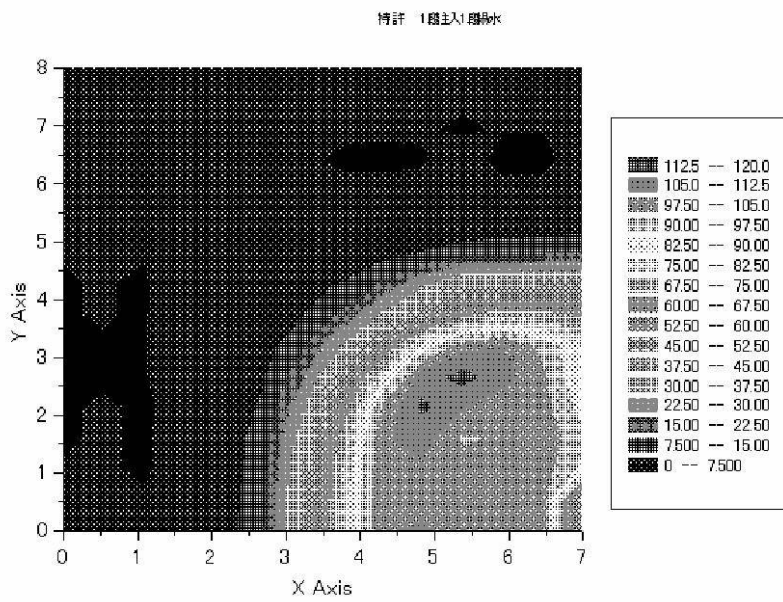
【 図 1 6 】



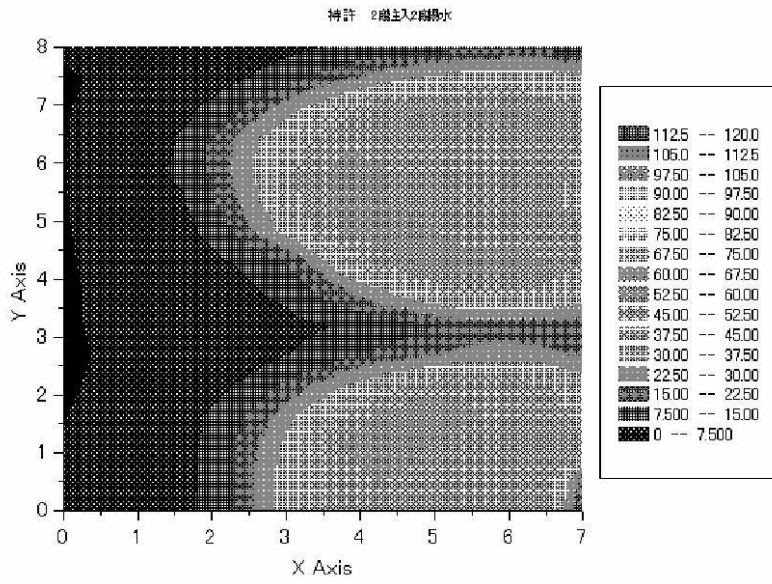
【 図 1 7 】



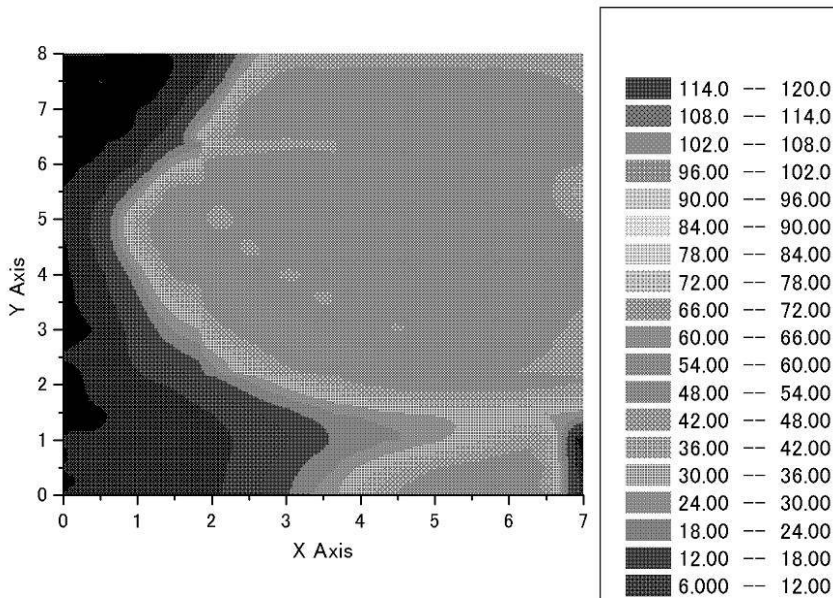
【 図 1 8 】



【 図 19 】



【 図 20 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 古川 靖英  
千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会社竹中工務店技術研究所内
- (72)発明者 清水 孝昭  
千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会社竹中工務店技術研究所内
- (72)発明者 奥田 信康  
千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会社竹中工務店技術研究所内
- (72)発明者 大村 啓介  
東京都江東区新砂一丁目1番1号 株式会社竹中土木内

Fターム(参考) 2D043 DB04

4D004 AA41 AB02 AB03 AB06 AC07 CA40 CB42 CB43 CC05 CC11  
CC20