

(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2010-142754

(P2010-142754A)

(43) 公開日 平成22年7月1日(2010.7.1)

(51) Int.Cl.
B01J 19/00 (2006.01)F1
B01J 19/00 ZABAテーマコード (参考)
4G075

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-324105 (P2008-324105)
(22) 出願日 平成20年12月19日 (2008.12.19)(71) 出願人 000206211
大成建設株式会社
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号
(74) 代理人 100064414
弁理士 磯野 道造
(74) 代理人 100111545
弁理士 多田 悦夫
(74) 代理人 100129067
弁理士 町田 能章
(72) 発明者 飯星 茂
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内
(72) 発明者 青木 智幸
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内

最終頁に続く

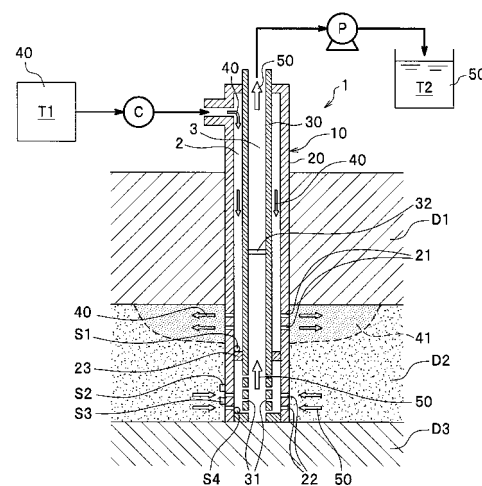
(54) 【発明の名称】 二酸化炭素圧入井および二酸化炭素の地中圧入方法

(57) 【要約】

【課題】簡易に構築することが可能で、かつ、地中の間隙水圧の上昇を最小限に抑えることを可能とした二酸化炭素圧入井および二酸化炭素の地中圧入方法を提案する。

【解決手段】内部に隔離された圧入路2と排水路3とを備える二酸化炭素圧入井1とこれを利用して地中に二酸化炭素40を圧入する二酸化炭素の地中圧入方法であって、一方の圧入路2を介して輸送された二酸化炭素40を、二酸化炭素圧入井1の先端部に形成された圧入孔21から地中に圧入するとともに、二酸化炭素圧入井1の先端部であって圧入孔21の下方に形成された減圧孔22から当該二酸化炭素圧入井1内に流入した地下水50を、排水路3を介して汲み上げることにより行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内部に排水路と圧入路とが設けられ、先端部が二酸化炭素貯留対象領域に配置されるように形成された二酸化炭素圧入井であって、

前記圧入路を介して圧送された二酸化炭素を前記二酸化炭素貯留対象領域に圧入するための圧入口と、前記二酸化炭素貯留対象領域の地下水を前記排水路に導入するための減圧口と、を前記先端部に有し、

前記圧入口と前記減圧口とが間隔をあけて上下に配置されていることを特徴とする、二酸化炭素圧入井。

【請求項 2】

10

前記圧入口が、前記減圧口の上方に配置されており、

前記減圧口または前記減圧口の周囲に、前記二酸化炭素を検知する検知手段が配設されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の二酸化炭素圧入井。

【請求項 3】

内部に二つの隔離された流路を備える二酸化炭素圧入井を利用して地中に二酸化炭素を圧入する二酸化炭素の地中圧入方法であって、

一方の前記流路を介して輸送された二酸化炭素を、前記二酸化炭素圧入井の先端部に形成された圧入口から地中に圧入するとともに、

前記二酸化炭素圧入井の先端部であって前記圧入口の下方に形成された減圧口から当該二酸化炭素圧入井内に流入した地下水を、他方の前記流路を介して汲み上げることを特徴とする、二酸化炭素の地中圧入方法。

20

【請求項 4】

前記減圧口または前記減圧口の周囲に、前記二酸化炭素を検知する検知手段が配設されており、

前記検知手段が二酸化炭素を検知した場合には、前記圧入口からの二酸化炭素の注入圧力を低下させるとともに、前記減圧口からの排水量を低下させることを特徴とする、請求項 3 に記載の二酸化炭素の地中圧入方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、二酸化炭素圧入井および二酸化炭素の地中圧入方法に関する。

【背景技術】

【0002】

地球の温暖化対策として、二酸化炭素を地中に貯留する方法がある。

二酸化炭素の地中貯留は、貯留効率と地上への漏洩阻止の観点から、深度 1000 m 程度以深に超臨界状態で貯留されることが望ましいとされている。

【0003】

このような二酸化炭素の地中貯留では、高圧、長区間の圧入井により、1 圧入井当たりの注入可能量を大きくするのが経済的である。

40

ところが、二酸化炭素の地中への圧入は、地中の間隙水圧の大きな上昇を引き起こし、地下水圧の変動、地盤隆起、遮蔽層の破壊等が生じるおそれがある。

【0004】

そのため、特許文献 1 には、間隙水圧の上昇を小さく抑えることを目的として、高透水層の地下水を揚水井から汲み上げて、この地下水に二酸化炭素を微細気泡化して混合することで気液混合流体を生成し、この気液混合流体を注入井により高透水層に注入する二酸化炭素の処理方法が開示されている。

【特許文献 1】特開 2008-6367 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0005】

前記従来の二酸化炭素の処理方法は、揚水井と注入井との複数の坑井を形成する必要があるため、経済性に劣っていた。

また、揚水井と注入井とが所定の間隔を有して形成されているため、注入井近傍の圧力上昇が生じることが懸念されていた。

【0006】

本発明は、前記の問題点を解決することを目的とするものであり、簡易に構築することが可能で、かつ、地中の間隙水圧の上昇を最小限に抑えることを可能とした二酸化炭素圧入井および二酸化炭素の地中圧入方法を提案することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記課題を解決するために、本発明の二酸化炭素圧入井は、内部に排水路と圧入路とが設けられ、先端部が二酸化炭素貯留対象領域に配置されるように形成されており、前記圧入路を介して圧送された二酸化炭素を前記二酸化炭素貯留対象領域に圧入するための圧入口と、前記二酸化炭素貯留対象領域の地下水を前記排水路に導入するための減圧口と、を前記先端部に有し、前記圧入口と前記減圧口とが間隔をあけて上下に配置されていることを特徴としている。

【0008】

本発明によれば、地中への二酸化炭素の圧入と、間隙水圧の減圧を目的とした地下水の排水とを1本の二酸化炭素圧入井で行うことができるため、二酸化炭素を地中処理するための設備を簡易に構築することが可能となる。また、圧入口と減圧口とが上下に配設されているため、二酸化炭素の圧入に伴う圧力上昇を効率的に減圧し、圧力上昇域が広がること
20

【0009】

また、二酸化炭素は、地層水よりも比重が小さいため、前記圧入口が前記減圧口の上方に配置されていれば、浮力で上昇し、圧入口よりも下方に配置された減圧口への二酸化炭素の流入を防止することができる。

また、二酸化炭素の圧入により上昇した間隙水圧を、圧入口の下方に配設された減圧口を介して減圧するため、間隙水圧が上昇する範囲を小範囲にとどめることができる。

【0010】

また、前記減圧口または前記減圧口の周囲に、前記二酸化炭素を検知する検知手段が配設されていれば、排水路を介して二酸化炭素が流出することを防止できる。
30

【0011】

また、本発明に係る二酸化炭素の地中圧入方法は、内部に二つの隔離された流路を備える二酸化炭素圧入井を利用して地中に二酸化炭素を圧入する二酸化炭素の地中圧入方法であって、一方の前記流路を介して輸送された二酸化炭素を、前記二酸化炭素圧入井の先端部に形成された圧入口から地中に圧入するとともに、前記二酸化炭素圧入井の先端部であって前記圧入口の下方に形成された減圧口から当該二酸化炭素圧入井内に流入した地下水を、他方の前記流路を介して汲み上げることを特徴としている。

【0012】

かかる二酸化炭素の地中圧入方法によれば、圧入口からの二酸化炭素の圧入に伴い上昇した間隙水圧を、圧入口の下方に設けられた減圧口から地下水を排出することにより低下させるため、間隙水圧の上昇により引き起こされる地盤隆起、地下水の変動、地盤破壊等を防止することが可能となる。

また、減圧口が圧入口の下方に設けられているため、圧入口から注入された二酸化炭素が減圧口から流出することが防止される。

【0013】

また、前記二酸化炭素の地中圧入方法において、前記減圧口または前記減圧口の周囲に、前記二酸化炭素を検知する検知手段を配設し、前記検知手段が二酸化炭素を検知した場合には、前記圧入口からの二酸化炭素の注入圧力を低下させてもよい。
40

10

20

30

40

50

【0014】

かかる二酸化炭素の地中圧入方法によれば、二酸化炭素のプリュームが減圧口に接近或いは到達した（二酸化炭素を検知した）場合に、二酸化炭素のプリュームの下面を押し上げて（上昇させて）、二酸化炭素の漏洩を防止する。

【発明の効果】

【0015】

本発明の二酸化炭素圧入井および二酸化炭素の地中圧入方法によれば、簡易に構築することが可能で、かつ、地中の間隙水圧の上昇を最小限に抑えることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

10

本実施形態では、深度1000m程度以深に存在する二酸化炭素貯留対象領域（以下、単に「貯留層」という）に二酸化炭素を圧入する場合に使用する二酸化炭素圧入井および二酸化炭素の地中圧入方法について説明する。

【0017】

貯留層D2は、図1に示すように、粘土層等の不透水層（以下、「遮蔽層D1」という）の下方に存在する砂礫層等の透水層であって、貯留層D2の下方には、岩盤層等の不透水層（以下、「貯留下部層D3」という）が積層されている。したがって、貯留層D2に注入された二酸化炭素は、遮蔽層D1および貯留下部層D3により密閉されて、上下方向に流出することがない。

20

なお、二酸化炭素40を貯留する貯留層D2の地質は、二酸化炭素40の注入が可能であれば限定されるものではない。また、貯留層D2の深度や、地山状況等も限定されるものではない。

【0018】

二酸化炭素圧入井1は、先端部（下端部）が貯留層D2に配置されるように形成されている。本実施形態では、二酸化炭素圧入井1の下端が貯留下部層D3の上面に当接するように二酸化炭素圧入井1を形成する。なお、二酸化炭素圧入井1は、先端部が貯留層D2に配置されていればよく、必ずしも貯留下部層D3に接している必要はない。

【0019】

二酸化炭素圧入井1は、図1に示すように、外管20と、外管20の内部に配設された内管30と、からなる二重管10により構成されている。

30

【0020】

外管20は、地上部に配設された二酸化炭素貯蔵タンクT1に接続されており、コンプレッサCを介して二酸化炭素貯蔵タンクT1の二酸化炭素40を貯留層D2に圧送する圧入路2である。

【0021】

外管20には、内管30が内装されている。この内管30の外面と外管20の内面との間に形成された隙間を圧入路2として使用する。

外管20の下端部（先端部）には、圧入路2を介して圧送された二酸化炭素40を貯留層D2に排出（圧入）するための複数の圧入孔（圧入口）21, 21, …と、内管30を介して排出される地下水50を二酸化炭素圧入井1内に導入するための減圧孔（減圧口）22, 22, …が形成されている。

40

【0022】

圧入孔21は、貯留層D2内であって、遮蔽層D1に近い位置に形成されている。一方、減圧孔22は、貯留層D2内であって、貯留下部層D3に近い位置に形成されている。つまり、減圧孔22は、圧入孔21から間隔をあけて、圧入孔21よりも低い位置に形成されており、圧入路2を介して圧入された二酸化炭素40が、そのまま排水路3を介して地上に排出されることがないように構成されている。

【0023】

外管20と内管30との隙間の下部（圧入路2の下端）の圧入孔21と減圧孔22との

50

間は、仕切リング 2 3 により分割されており、二酸化炭素 4 0 と地下水 5 0 とが混合されることがないように構成されている。

【0024】

また、圧入路 2 の圧入孔 2 1 近傍には、二酸化炭素 4 0 の圧力計測等を行うための圧力センサ S 1 が配設されている。本実施形態では、圧力センサ S 1 を仕切リング 2 3 上に取り付けているが、圧力センサ S 1 の設置箇所は限定されるものではない。

【0025】

また、外管 2 0 の外面であって、減圧孔 2 2 の近傍（周囲）には、電気伝導度測定を行うための電気センサ（検知手段）S 2 や、温度測定を行うための温度センサ（検知手段）S 3 が配設されている。これらの電気センサ S 2 や温度センサ S 3 から得られたデータにより、貯留層 D 2 に圧入された二酸化炭素 4 0 と地下水 5 0 との境界面の検知を行うことが可能となる。なお、電気センサ S 2 および温度センサ S 3 の設置箇所は限定されるものではなく、適宜配置することが可能である。また、各センサ S 1 ～ S 3 の位置関係は限定されるものではなく、適宜設定することが可能である。

なお、本実施形態では、電気伝導度を測定することにより二酸化炭素の検知を行うものとしたが、二酸化炭素のプリュームが減圧口へ接近したか否かを測定する検知手段の構成は、これに限定されるものではない。

【0026】

内管 3 0 は、地上部に配設された貯水タンク T 2 に接続されている。内管 3 0 の内空は、貯留層 D 2 の地下水 5 0 を、ポンプ P を介して貯水タンク T 2 に排出する排水路 3 となる。

【0027】

内管 3 0 の下端部（先端部）には、複数の吸水孔 3 1, 3 1, … が形成されている。吸水孔 3 1 は、外管 2 0 に形成された減圧孔 2 2, 2 2, … を介して外管 2 0 内に導入された地下水 5 0 を、内管 3 0 の内空に導入するために使用される。なお、本実施形態では、減圧孔 2 2 よりも内側であって、仕切リング 2 3 以深の外管 2 0 と内管 3 0 との隙間の空間も排水路 3 に含むものとする。

【0028】

吸水孔 3 1 は、仕切リング 2 3 よりも深い位置に形成されており、圧入路 2 を介して圧送された二酸化炭素 4 0 を吸引することがないように構成されている。

【0029】

減圧孔 2 2 と吸水孔 3 1 との間には、減圧孔 2 2 から流入する地下水 5 0 の圧力計測等を行うための圧力センサ S 4 が配設されている。なお、圧力センサ S 4 の設置箇所は、例えば内管 3 0 の内空に設置するなど、限定されるものではない。

【0030】

また、内管 3 0 には、排水路 3 の開閉を行う排水路開閉装置 3 2 が配設されており、貯留層 D 2 内の地下水の圧力が大きいことにより地下水が急激に排出されること（圧力・流量調整）や、貯留層 D 2 にガスが溜まっていた場合にガスの流出を抑制すること（爆噴防止）が可能に構成されている。

なお、排水路開閉装置 3 2 は必要に応じて配設すればよく、省略してもよい。また、排水路開閉装置 3 2 の設置箇所は、内管 3 0 の坑口や中間部に設置するなど、限定されるものではない。

【0031】

二酸化炭素圧入井 1 の形成方法は限定されるものではなく、適宜公知の方法の中から選定して行えばよい。

例えば、ケーシングパイプ等を利用して掘削孔を削孔し、このケーシングパイプと二重管 1 0 とを交換する方法を採用してもよい。また、ケーシングパイプ等を介して掘削孔を形成した後、ケーシングパイプ等の内側に二酸化炭素圧入井 1 を構成する二重管 1 0 を挿入した後、外側のケーシングパイプを抜き出す方法を採用してもよい。また、二重管を介して形成された掘削孔に対して、二重管の内管を二酸化炭素圧入井 1 を構成する二重管 1

10

20

30

40

50

0に置き換える方法を採用してもよい。

【0032】

次に本実施形態に係る二酸化炭素の地中圧入方法について説明する。

本実施形態の二酸化炭素の地中圧入方法は、圧入路2を介して輸送された二酸化炭素40を、圧入孔21, 21, …から貯留層D2に圧入するとともに、この圧入孔21, 21, …の下方に形成された減圧孔22, 22, …を介して二酸化炭素圧入井1内に流入した地下水50を、排水路3を介して汲み上げるものである。

【0033】

二酸化炭素40の貯留層D2への圧入は、二酸化炭素貯蔵タンクT1と圧入路2との間に配設されたコンプレッサCを起動させることにより行う。本実施形態では、二酸化炭素40を気体の状態で圧入するものとするが、二酸化炭素は、液体、超臨界状態あるいは地上部において水等に溶解させる等した液体として圧入してもよい。

二酸化炭素40を貯留層D2に圧入することにより上昇した地下水圧は、排水路3から地下水50を排出することにより減圧する。

【0034】

貯留層D2に圧入された二酸化炭素40は、水よりも比重が小さいため、図1に示すように、貯留層D2の上部にプルーム状に滞留する。貯留層D2に圧入される二酸化炭素40は、二酸化炭素40のプルーム41を横方向に広げることが可能な圧力（静水圧Fよりも大きな圧力）を維持する。二酸化炭素40の注入により間隙水圧が上昇した場合には、地下水50を排水することにより間隙水圧の減圧を行う。

【0035】

二酸化炭素40の圧入圧力は、静水圧 $F + \alpha$ で行う。 α は大きいほど圧入量が増大するので、地層や孔壁の破壊等が発生しない範囲により行う。

一方、地下水50の排水圧力（排水路3内の圧力）は、静水圧 $F + \beta$ となるように制御する。 β は、間隙水圧の低減目標を勘案し、地下水50の排出流量を二酸化炭素の圧入量で割った数値により定める。なお、二酸化炭素40のプルーム41の内圧力は、静水圧Fよりも若干高めの圧力を保持する必要があるため、 β の値は、試験施工等により現地状況に応じて設定する必要がある。

【0036】

二酸化炭素40の圧入の管理においては、貯留層D2に圧入された二酸化炭素40が排水路3から地上に排出されることを防止するために、二酸化炭素40のプルーム41の下面が、減圧孔22の位置まで下がらないように行う必要がある。

【0037】

本実施形態では、減圧孔22の近傍に配設された電気センサS2により、電気伝導度測定を行うことにより、二酸化炭素40の減圧孔22への接近を検知する。

二酸化炭素40を溶解した水は、電気伝導度が上昇するため、電気センサS2により電気伝導度の変化の傾向を測定し、二酸化炭素40のプルーム41の下面（プルーム41と地下水50との境界面）の接近を測定する。

【0038】

また、本実施形態では、減圧孔22の近傍に配設された温度センサS3により、電気伝導測定と同時に温度測定を行うことで、補足的にプルーム41の下面の接近を予測する。

【0039】

なお、二酸化炭素40の減圧孔22への接近の検知方法は、前記の方法に限定されるものではなく、適宜公知の方法により行うことが可能である。例えば、排水路3により排出された地下水50の二酸化炭素40の濃度測定を行うことで、プルーム41の下面の接近の予測を行ってもよい。また、外管20の外表面であって、地山との接触部に超音波受信子を設置して、弾性波速度の変化によりプルーム41の下面の接近を予測する方法や、外管の外表面に設置された電極により地山の抵抗値を検知することでプルーム41の下面の接近を予測する方法、さらに、放射能検層によりプルーム41の下面の接近を予測する

る方法を採用するなど、プリューム４１の接近の検知方法は限定されるものではなく、適宜行うことが可能である。

また、二酸化炭素の検知方法は、１つの方法により単独で行ってもよいし、複数の方法を組み合わせて行ってもよい。

【００４０】

プリューム４１の下面の接近が検知された場合は、二酸化炭素４０の圧入圧力を低下させるとともに、地下水５０の排水量を低下させる方法や、内管３０から水を圧入する方法等により、プリューム４１の下面を上昇させる。

【００４１】

以上、本実施形態に係る二酸化炭素圧入井および二酸化炭素の地中圧入方法によれば、地中の間隙水圧の上昇を最小限に抑えることが可能となる。そのため、地盤隆起、地下水位の変動、微小地震の発生、遮断層Ｄ１の力学的破壊等を防止することができる。

【００４２】

また、圧入路と排水路とを１本の二酸化炭素圧入井１内に配設しているため、井戸の数を削減することが可能となり、施工および管理の手間や費用の削減が可能となる。

また、二酸化炭素４０の圧入域の直下で減圧を行うため、圧力上昇域の範囲を最小限に抑えることが可能となる。

【００４３】

以上、本発明について、好適な実施形態について説明した。しかし、本発明は、前述の各実施形態に限られず、前記の各構成要素については、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、適宜設計変更が可能であることは言うまでもない。

例えば、前記実施形態では、二酸化炭素圧入井として、二重管を採用する場合について説明したが、二酸化炭素圧入井は、圧入路と排水路とを内部に備えたものであれば必ずしも二重管である必要はなく、二重管に限定されるものではない。

【００４４】

また、前記実施形態では、外管と内管との隙間を圧入路、内管の内空を排水路として使用するものとしたが、外管と内管との隙間を排水路、内管の内空を圧入路としてもよい。

また、検知手段は必要に応じて配設すればよく、省略することも可能である。

【００４５】

また、前記実施形態では、外管に減圧孔を形成し、排水路に地下水を導入するものとしたが、例えば、内管の先端を開放することで内管の先端の減圧孔としたり、内管の先端部を外管の先端よりも突出させたうえで内管の側面に減圧孔を形成するなど、減圧孔の形成箇所は限定されるものではない。

【００４６】

また、前記実施形態では、圧入口および減圧口を二重管に孔を形成することにより構成したが、圧入口および減圧口は、例えばスリット上に形成されていてもよく、その形状は限定されるものではない。

同様に吸水孔の形状も限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【００４７】

【図１】本発明の好適な実施形態に係る二酸化炭素圧入井の概要を示す模式図である。

【符号の説明】

【００４８】

- １ 二酸化炭素圧入井
- ２ 圧入路
- ３ 排水路
- １０ 二重管
- ２０ 外管
- ２１ 圧入孔（圧入口）
- ２２ 減圧孔（減圧口）

10

20

30

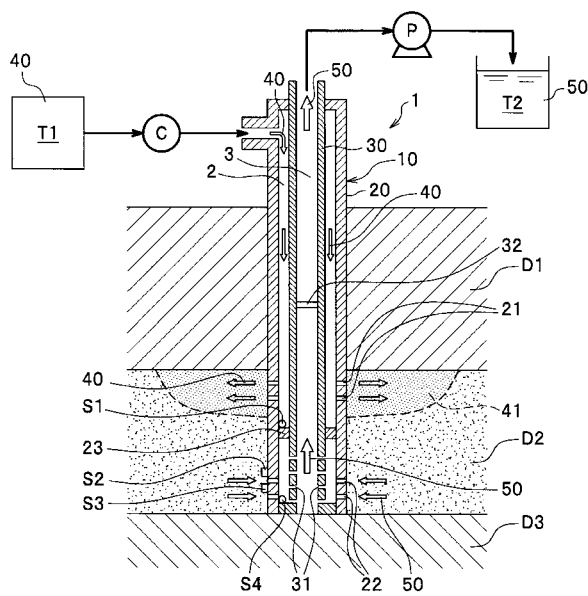
40

50

- 2 3 仕切リング
- 3 0 内管
- 3 1 吸水孔
- 3 2 排水路開閉装置
- 4 0 二酸化炭素
- 4 1 プリューム
- 5 0 地下水
- D 1 遮蔽層
- D 2 貯留層（二酸化炭素貯留対象領域）
- D 3 貯留下部層
- S 1 圧力センサ
- S 2 電気センサ（検知手段）
- S 3 温度センサ（検知手段）
- S 4 圧力センサ

10

【図 1】



フロントページの続き

(72)発明者 小川 豊和

東京都新宿区西新宿一丁目2番1号 大成建設株式会社内

(72)発明者 山本 肇

東京都新宿区西新宿一丁目2番1号 大成建設株式会社内

Fターム(参考) 4G075 AA04 CA05 DA02 EB27 EC25