

明 細 書

発明の名称：起伏ゲート

技術分野

[0001] ここに開示された技術は、起伏ゲートに関する。

背景技術

[0002] 従来より、水中に倒伏した倒伏状態と水中から起立した起立状態との間で回転動作する扉体と、倒伏状態の扉体を係留する係留装置とを備えた起伏ゲートが知られている。係留装置は、扉体に係合するフックを含んでいる。フックは、アクチュエータによって駆動される。アクチュエータの駆動力は、伝達機構を介して、アクチュエータからフックへ伝達される。アクチュエータは、水上に配置されている。伝達機構は、水上のアクチュエータから水中のフックに亘って配置されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-111722号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 前述のような起伏ゲートにおいては、アクチュエータからフックまでの距離が長くなると、伝達機構が長い距離に亘って配置され、駆動力の伝達効率が低下する。そのため、フックを、アクチュエータから離れた場所に配置することが難しい。その結果、扉体の大きさ、扉体の配置、扉体を併設する場合の扉体の個数等も制約を受け得る。

[0005] ここに開示された技術は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、フックとアクチュエータとの距離が起伏ゲートの構成に与える影響を低減することにある。

課題を解決するための手段

[0006] ここに開示された起伏ゲートは、水中に倒伏した倒伏状態と水中から起立

した起立状態との間で所定の回転軸を中心に回転する扉体と、前記扉体を前記倒伏状態で係留する係留装置と、水中に配置され、気密に区画された空気室と、前記空気室に隔壁を介して隣接して配置され、下部が水中に開放され、上部に空気溜まりが形成された連絡室とを備え、前記係留装置は、前記倒伏状態の前記扉体に係合する係合状態と前記扉体との係合を解除する解除状態とで切り替わるフックと、駆動力を発生するアクチュエータと、前記アクチュエータの駆動力を前記フックに伝達する伝達機構とを有し、前記フックは、水中に配置され、前記アクチュエータは、前記空気室に配置され、前記伝達機構は、前記空気室から前記隔壁を貫通して前記空気溜まりを通して前記フックまで配置されている。

発明の効果

[0007] 前記起伏ゲートによれば、フックとアクチュエータとの距離が起伏ゲートの構成に与える影響を低減できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、起伏ゲートが設置された港の概観図である。
[図2]図2は、倒伏状態における起伏ゲートの概略的な断面図である。
[図3]図3は、係留装置の概略的な構成を示す側面図である。
[図4]図4は、係留装置の概略的な構成を示す平面図である。
[図5]図5は、貫通孔におけるシャフトの縦断面図である。
[図6]図6は、扉体の係合を解除した係留装置の概略的な構成を示す側面図である。
[図7]図7は、扉体を係留する際の途中の係留装置の概略的な構成を示す側面図である。
[図8]図8は、変形例に係る係留装置の概略的な構成を示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、例示的な実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。図1は、起伏ゲート100が設置された港の概観図である。図2は、倒伏状態における起伏ゲート100の概略的な断面図である。

- [0010] 起伏ゲート１００は、水を堰き止めるための設備である。例えば、起伏ゲート１００は、津波や高潮対策として海洋、より具体的には港湾に設置される。例えば、起伏ゲート１００は、堤体９に形成された開口９１に配置される。起伏ゲート１００は、堤体９と共に、防波堤を構成する。
- [0011] 起伏ゲート１００は、図２に示すように、水中に倒伏した倒伏状態と水中から起立した起立状態との間で所定の回転軸Ｘを中心に回転する扉体１０と、扉体１０を倒伏状態で係留する係留装置１と、係留装置１を収容する収容室７とを備えている。
- [0012] 扉体１０は、回転軸Ｘの方向と一致する横方向と横方向に直交する縦方向とで形成される平面内で拡がる板状に形成されている。具体的には、扉体１０は、略方形の板状に形成されている。回転軸Ｘは、扉体１０のうち矩形の一辺に相当する部分に配置されている。この例では、図１に示すように、起伏ゲート１００は、４個の扉体１０を備えている。４個の扉体１０は、それぞれの回転軸Ｘが一直線上に並ぶように、配列されている。４個の扉体１０は、開口９１に配置されている。倒伏状態の扉体１０は、水中に沈んでいる。起立状態の扉体１０は、部分的に水上に突出し且つ開口９１を閉じた状態となる。扉体１０の内部には、空気室（図示省略）が形成されている。扉体１０は、扉体１０の受ける浮力によって倒伏状態から起立状態へ回転する。
- [0013] 起伏ゲート１００は、図２に示すように、倒伏状態の扉体１０を格納する格納空間８１が形成された函体８を備えている。函体８は、水中に配置されている。函体８は、上方に開口する箱状に形成されている。函体８の内部空間が格納空間８１である。格納空間８１の平面形状は、略矩形であって、扉体１０よりも少し大きな形状をしている。この例では、４つの扉体１０に対して共通の格納空間８１が１つ設けられている。
- [0014] 扉体１０のうち回転軸Ｘと反対側の端縁には、係合部１３が設けられている。後述する係留装置１のフック２が係合部１３に係合することによって、扉体１０は倒伏状態で係留される。
- [0015] 図３は、係留装置１の概略的な構成を示す側面図である。図４は、係留装

置 1 の概略的な構成を示す平面図である。図 5 は、貫通孔 7 2 におけるシャフト 4 1 の縦断面図である。尚、図 4 では、扉体 1 0 が省略されている。収容室 7 は、係留装置 1 の一部を収容する空気室 7 0 と、係留装置 1 の別の一部を収容する連絡室 7 3 とを含む。空気室 7 0 及び連絡室 7 3 は、函体 8 に形成されている。詳しくは、函体 8 の一の側壁の内部に、空気室 7 0 及び連絡室 7 3 が形成されている。空気室 7 0 及び連絡室 7 3 は、倒伏状態の扉体 1 0 に対して縦方向に並ぶ位置であって扉体 1 0 のうち回転軸 X と反対側の端縁に対向する位置に配置されている。

[0016] 空気室 7 0 は、水中に配置され、気密に区画されている。空気室 7 0 は、水中において、倒伏状態の扉体 1 0 に隣接して配置されている。詳しくは、空気室 7 0 は、倒伏状態の扉体 1 0 と、扉体 1 0 の縦方向に並んで配置されている。空気室 7 0 は、気密に区画されている。

[0017] 空気室 7 0 の気圧は、所定の目標圧力に制御されている。目標圧力は、大気圧より高い圧力であり、例えば、空気室 7 0 の水深相当の圧力である。空気室 7 0 の水深は、係留装置 1 が配置された水域の標準的な水位を基準に設定される。図示は省略するが、空気室 7 0 は、空気配管を介して空気供給源と接続されている。空気配管には、減圧弁が設けられている。空気供給源の空気が減圧弁によって圧力を調整されて空気室 7 0 に供給される。

[0018] 空気室 7 0 には、バッファ室 7 7 が隣接して配置されている。空気室 7 0 とバッファ室 7 7 との間には、第 1 ハッチ 7 8 が設けられている。第 1 ハッチ 7 8 が開いている場合には、空気室 7 0 とバッファ室 7 7 とが連通する。第 1 ハッチ 7 8 が閉じている場合には、空気室 7 0 とバッファ室 7 7 とは気密に遮断される。バッファ室 7 7 には、第 2 ハッチ 7 9 も設けられている。第 2 ハッチ 7 9 が開いている場合には、バッファ室 7 7 とバッファ室 7 7 の外部空間とが連通する。第 2 ハッチ 7 9 が閉じている場合には、バッファ室 7 7 と外部空間とが気密に遮断される。

[0019] 連絡室 7 3 は、空気室 7 0 に隔壁 7 1 を介して隣接して配置されている。連絡室 7 3 は、水中において、空気室 7 0 と隣接して配置されている。空気

室 7 0 を区画する一の壁が、空気室 7 0 と連絡室 7 3 とを仕切る隔壁 7 1 である。扉体 1 0 との関係においては、連絡室 7 3 は、倒伏状態の扉体 1 0 に隣接して配置されている。詳しくは、連絡室 7 3 は、倒伏状態の扉体 1 0 と、扉体 1 0 の縦方向に並んで配置されている。連絡室 7 3 の下部が水中に開放され、連絡室 7 3 の上部に空気溜まり 7 4 が形成されている。すなわち、連絡室 7 3 の下部は水封され、連絡室 7 3 の上部に空気溜まり 7 4 が形成されている。

[0020] 空気溜まり 7 4 の気圧は、所定の目標圧力に制御されている。目標圧力は、大気圧より高い圧力であり、例えば、空気室 7 0 と同等の圧力である。詳しくは、空気溜まり 7 4 には、第 1 空気配管 7 5 が接続されている。第 1 空気配管 7 5 は、逆止弁 7 5 b を介して空気室 7 0 と連通している。第 1 空気配管 7 5 には電動弁 7 5 a が設けられている。電動弁 7 5 a が開いたときに、空気室 7 0 と空気溜まり 7 4 との差圧に応じて、空気室 7 0 から空気溜まり 7 4 に空気が供給される。具体的には、空気溜まり 7 4 の圧力が空気室 7 0 の圧力よりも低い場合には、空気室 7 0 から空気溜まり 7 4 に空気が供給され、空気溜まり 7 4 の圧力が空気室 7 0 の圧力と同等になる。例えば、係留装置 1 が配置された水域の標準水位に対応して、空気室 7 0 の目標圧力が設定されている。連絡室 7 3 の水位に関して、係留装置 1 の配置された水域の標準水位に対応する、連絡室 7 3 の標準水位が設定されている。連絡室 7 3 の標準水位は、連絡室 7 3 の下部の開口端（即ち、下方へ開口するように連絡室 7 3 を区画する側壁の下端）よりも所定の水位差（この水位差を「標準水位差」と称する）だけ高い。係留装置 1 の配置された水域の水位が該水域の標準水位から連絡室 7 3 の標準水位差を減じた水位以上であるときに、電動弁 7 5 a が開かれる。一方、係留装置 1 の配置された水域の水位が該水域の標準水位から連絡室 7 3 の標準水位差を減じた水位未満の時に、電動弁 7 5 a が閉じられる。係留装置 1 が配置された水域の水位が標準水位のときには、通常であれば、空気溜まり 7 4 の圧力は、標準水位からの水深相当の圧力となる。しかし、それまでに水位の変動等によって空気溜まり 7 4 から

空気室 7 0 へ空気が漏れて、空気溜まり 7 4 の空気が減少している場合には、連絡室 7 3 の水位が上昇して空気溜まり 7 4 の圧力が標準水位からの水深相当の圧力とならない場合もある。そのような場合には、電動弁 7 5 a が開かれていることによって、逆止弁 7 5 b を介して空気室 7 0 から空気溜まり 7 4 へ空気が供給され得る。

[0021] 尚、空気室 7 0 には、第 2 空気配管 7 6 が接続されていてもよい。第 2 空気配管 7 6 は、空気室 7 0 と連通している。第 2 空気配管 7 6 には手動弁 7 6 a が設けられている。手動弁 7 6 a は、ユーザにより手動で操作される。手動弁 7 6 a が開くことによって、空気室 7 0 と空気溜まり 7 4 とが連通する。空気溜まり 7 4 の圧力が空気室 7 0 の圧力よりも低い場合には、空気室 7 0 から空気溜まり 7 4 に空気が供給され、空気溜まり 7 4 の圧力が空気室 7 0 の圧力と同等になる。手動弁 7 6 a が閉じることによって、第 2 空気配管 7 6 が遮断される。

[0022] 起伏ゲート 1 0 0 は、扉体 1 0 の個数と同数の係留装置 1 を備えている。この例では、起伏ゲート 1 0 0 は、4 個の係留装置 1 を備えている。つまり、1 つの扉体 1 0 に 1 つの係留装置 1 が設けられている。係留装置 1 は、フック 2 と、駆動力を発生するアクチュエータ 3 と、アクチュエータ 3 の駆動力をフック 2 に伝達する伝達機構 4 とを有している。この例では、係留装置 1 は、2 つのフック 2 を有している。係留装置 1 は、倒伏状態の扉体 1 0 に対して、縦方向に並ぶ位置に配置されている。

[0023] フック 2 は、倒伏状態の扉体 1 0 に係合する係合状態と扉体 1 0 との係合を解除する解除状態とで切り替わる。フック 2 は、扉体 1 0 の近傍に配置されている。詳しくは、水中であって、倒伏状態の扉体 1 0 の係合部 1 3 の近傍に配置されている。フック 2 は、空気室 7 0 及び連絡室 7 3 の外部に配置されている。

[0024] フック 2 は、シャフト 2 1 に回転不能に取り付けられている。シャフト 2 1 は、回転軸 A を中心に回転可能に支持されている。回転軸 A は、回転軸 X と略平行である。フック 2 は、シャフト 2 1 から回転軸 A の半径方向へ延び

ている。シャフト21は、水中に配置されている。フック2は、回転軸A回りの所定の回転位置において、倒伏状態の扉体10の係合部13上に位置する。この状態において、フック2は係合部13に係合する。この位置を「係合位置」と称する。フック2が係合部13に係合する状態を「係合状態」と称する。

[0025] シャフト21には、フック2を回転軸Aを中心とする周方向へ回転させるカウンタウエイト23が設けられている。詳しくは、シャフト21は、回転軸Aの半径方向へ延びる第1アーム21a及び第2アーム21bを有している。第2アーム21bは、回転軸Aを中心としてフック2と略180度異なる位置に配置されている。カウンタウエイト23は、第2アーム21bに吊り下げられている。カウンタウエイト23は、フック2を係合位置から上方へ移動させる向きに回転するモーメントを発生させる。第1アーム21aには、詳しくは後述するが、伝達機構4が連結される。

[0026] アクチュエータ3は、油圧シリンダ31と、油圧シリンダ31のストローク量を検出するセンサ35とを含んでいる。油圧シリンダ31は、シリンダチューブ32と、シリンダチューブ32に対して進退するピストンロッド33とを含んでいる。油圧シリンダ31には、油圧回路が接続されており、油圧回路を介して油が供給されたり、油が排出されたりする。センサ35は、いわゆるストロークセンサであり、シリンダチューブ32に対するピストンロッド33の変位を検出する。例えば、センサ35は、磁歪式のストロークセンサである。

[0027] アクチュエータ3（即ち、油圧シリンダ31及びセンサ35）は、空気室70に配置されている。シリンダチューブ32は、回転軸B回りに回転可能に支持されている。この例では、油圧シリンダ31は、ピストンロッド33がシリンダチューブ32から下方へ突出するように配置されている。

[0028] 伝達機構4は、空気室70から隔壁71を貫通して空気溜まり74を通過してフック2まで配置されている。伝達機構4は、アクチュエータ3によって軸心Cを中心に回転駆動されるシャフト41を含んでいる。シャフト41は

、軸心Cの方向に隔壁71を貫通して、空気室70及び空気溜まり74の両方の内部において延びている。隔壁71には、図5に示すように、シャフト41が貫通する貫通孔72が隔壁71の厚さ方向に貫通形成されている。軸心Cは、扉体10の回転軸Xの方向に延びている。すなわち、軸心Cは、回転軸Xと略平行である。

[0029] シャフト41は、軸心Cを中心に回転可能に軸受42によって支持されている。この例では、シャフト41は、2つの軸受42によって支持されている。一方の軸受42は、隔壁71に配置されている。他方の軸受42は、連絡室73を区画する側壁のうち隔壁71と対向する側壁710に配置されている。

[0030] シャフト41は、隔壁71の貫通孔72において回転可能にシールされている。詳しくは、図5に示すように、隔壁71には、シャフト41の外周面と接触する回転シール43が設けられている。回転シール43は、隔壁71に設けられた軸受42よりも連絡室73の側に配置されている。シャフト41は、回転シール43に対して摺動可能となっている。

[0031] この例では、さらに2つの回転シール43が設けられている。具体的には、隔壁71において軸受42よりも空気室70の側に回転シール43が設けられている。側壁710のうち軸受42よりも連絡室73の側に回転シール43が設けられている。

[0032] 伝達機構4は、アクチュエータ3とシャフト41とを連結する第1伝達機構5と、シャフト41とフック2とを連結する第2伝達機構6とをさらに含んでいる。

[0033] 第1伝達機構5は、空気室70に配置されている。第1伝達機構5は、アクチュエータ3に連結されたレバー51と、レバー51に連結された第1リンクロッド52とを含む。レバー51は、長手方向の一端部である第1端部51aと、長手方向の他端部である第2端部51bとを有する。第1リンクロッド52は、長手方向の一端部である第1端部52aと、長手方向の他端部である第2端部52bとを有する。

- [0034] レバー 5 1 は、空気室 7 0 内において、第 1 端部 5 1 a において回転軸 E 回りに回転可能に支持されている。レバー 5 1 の第 2 端部 5 1 b には、第 1 リンクロッド 5 2 がバネシリンダ 5 3 を介して連結されている。具体的には、第 2 端部 5 1 b は、バネシリンダ 5 3 のシリンダチューブ 5 3 a に回転軸 F を中心に回転可能に連結されている。バネシリンダ 5 3 のピストンロッド 5 3 b には、第 1 リンクロッド 5 2 の第 1 端部 5 2 a が連結されている。
- [0035] レバー 5 1 は、回転軸 B よりも下方に配置されている。レバー 5 1 のうち第 1 端部 5 1 a と第 2 端部 5 1 b との間の部分（以下、「中間部分」と称する。）には、アクチュエータ 3 が連結されている。具体的には、レバー 5 1 の中間部分には、油圧シリンダ 3 1 のピストンロッド 3 3 の先端が回転軸 D 回りに回転可能に連結されている。
- [0036] 第 1 リンクロッド 5 2 の第 2 端部 5 2 b は、シャフト 4 1 に連結されている。詳しくは、シャフト 4 1 は、軸心 C の半径方向へ延びる第 1 アーム 4 1 a を有している。第 1 アーム 4 1 a は、空気室 7 0 内に配置されている。第 2 端部 5 2 b は、第 1 アーム 4 1 a に回転軸 G 回りに回転可能に連結されている。
- [0037] 第 2 伝達機構 6 は、連絡室 7 3 及び水中に配置されている。第 2 伝達機構 6 は、シャフト 4 1 とフック 2 とを連結する複数のリンクを有している。具体的には、第 2 伝達機構 6 は、シャフト 4 1 に連結された第 2 リンクロッド 6 1 と、フック 2 のシャフト 2 1 に連結された第 3 リンクロッド 6 3 と、第 2 リンクロッド 6 1 及び第 3 リンクロッド 6 3 の両方に連結された回転リンク 6 2 とを含む。第 2 リンクロッド 6 1 は、長手方向の一端部である第 1 端部 6 1 a と、長手方向の他端部である第 2 端部 6 1 b とを有する。第 3 リンクロッド 6 3 は、長手方向の一端部である第 1 端部 6 3 a と、長手方向の他端部である第 2 端部 6 3 b とを有する。第 2 リンクロッド 6 1、回転リンク 6 2 及び第 3 リンクロッド 6 3 は、互いに回転軸 X の方向に延びる軸回りに回転可能に連結されている。
- [0038] 詳しくは、第 2 リンクロッド 6 1 の第 1 端部 6 1 a は、シャフト 4 1 に連

結されている。詳しくは、シャフト41は、軸心Cの半径方向に延びる第2アーム41bを有している。第2アーム41bは、連絡室73の空気溜まり74内に配置されている。第1端部61aは、第2アーム41bに回転軸H回りに回転可能に連結されている。

[0039] 第2リンクロッド61の第2端部61bは、回転リンク62に連結されている。詳しくは、回転リンク62は、シャフト64に回転不能に取り付けられている。シャフト64は、回転軸Iを中心に回転可能に支持されている。回転リンク62及びシャフト64は、水中に配置されている。回転リンク62は、回転軸Iの半径方向に延びる第1アーム62a及び第2アーム62bを有している。第2端部61bは、第1アーム62aに回転軸J回りに回転可能に連結されている。第2リンクロッド61の一部は空気溜まり74に配置され、第2リンクロッド61の残りの部分は水中に配置されている。

[0040] 第3リンクロッド63は、水中に配置されている。第3リンクロッド63の第1端部63aは、回転リンク62に連結されている。詳しくは、第1端部63aは、第2アーム62bに回転軸K回りに回転可能に連結されている。

[0041] 第3リンクロッド63の第2端部63bは、シャフト21に連結されている。詳しくは、第2端部63bは、第1アーム21aに回転軸L回りに回転可能に連結されている。

[0042] 回転軸A、回転軸B、軸心C、回転軸D、回転軸E、回転軸F、回転軸G、回転軸H、回転軸I、回転軸J、回転軸K及び回転軸Lは、回転軸Xの方向に延び、つまり、回転軸Xと略平行である。

[0043] 次に、係留装置1の動作について説明する。図6は、扉体10の係合を解除した係留装置1の概略的な構成を示す側面図である。図7は、扉体10を係留する際の途中の係留装置1の概略的な構成を示す側面図である。制御装置は、アクチュエータ3を制御する。アクチュエータ3が動作すると、アクチュエータ3の駆動力が伝達機構4を介してフック2に伝達し、フック2が回転する。制御装置は、センサ35の検出結果に基づいてピストンロッド3

3の変位を調整することによってフック2の回転位置を制御する。

[0044] まずは、扉体10へのフック2の係合を解除するときの係留装置1の動作について説明する。係留状態においては、図3に示すように、フック2は、係合位置に位置し、倒伏状態の扉体10の係合部13に係合する係合状態となっている。この状態から、アクチュエータ3がピストンロッド33を後退させる。ピストンロッド33の後退、即ち、上方への移動によって、レバー51が回転軸Eを中心に上方へ回転する。レバー51の第2端部51bの上方への移動によって、第1リンクロッド52が上方へ移動する。第1リンクロッド52の上方への移動によって、シャフト41が軸心C回りに回転する。シャフト41は、図6において反時計回りに回転する。説明の便宜上、シャフト41のこの向きの回転、即ち、図6における反時計回りの回転を「逆回転」と称する。シャフト41が逆回転すると、第2リンクロッド61が下方へ移動する。第2リンクロッド61の下方への移動によって、回転リンク62が回転軸I回りに回転する。回転リンク62は、図6において反時計回りに回転する。説明の便宜上、回転リンク62のこの向きの回転、即ち、図6における反時計回りの回転を「逆回転」と称する。回転リンク62が逆回転すると、第3リンクロッド63が上方へ移動する。第3リンクロッド63の上方への移動によって、シャフト21及びフック2が回転軸A回りに回転する。シャフト21及びフック2は、図6において反時計回りに回転する。説明の便宜上、シャフト21及びフック2のこの向きの回転、即ち、図6における反時計回りの回転を「逆回転」と称する。アクチュエータ3は、フック2を係合位置から上方へ、扉体10の回転時の係合部13の軌跡に干渉しない位置まで移動させる。詳しくは、制御装置は、センサ35の検出結果に基づいてアクチュエータ3を制御し、フック2を係合部13の軌跡外まで移動させる。これにより、フック2は、係合部13との係合を解除する。このとき、カウンタウエイト23は、フック2の逆回転を助長する。係合部13へのフック2の係合が解除されると、扉体10は、浮力によって起立状態へ回転していく。

- [0045] 次に、フック 2 を扉体 10 に係合させるときの係留装置 1 の動作について説明する。扉体 10 が係留されていない状態においては、扉体 10 は起立状態となっている。このとき、フック 2 は、どのような状態であってもよい。この説明では、フック 2 は、係合位置よりも上方であって係合部 13 の軌跡外の位置に位置するものとする（図 7 の二点鎖線参照）。
- [0046] この状態から、アクチュエータ 3 がピストンロッド 33 を進出させる。ピストンロッド 33 の進出、即ち、下方への移動によって、レバー 51 が回転軸 E を中心に下方へ回転する。レバー 51 の第 2 端部 51b の下方への移動によって、第 1 リンクロッド 52 が下方へ移動する。第 1 リンクロッド 52 の下方への移動によって、シャフト 41 が軸心 C 回りに回転する。シャフト 41 は、図 7 において時計回りに回転する。説明の便宜上、シャフト 41 のこの向きの回転、即ち、図 7 における時計回りの回転を「順回転」と称する。シャフト 41 が順回転すると、第 2 リンクロッド 61 が上方へ移動する。第 2 リンクロッド 61 の上方への移動によって、回転リンク 62 が回転軸 I 回りに回転する。回転リンク 62 は、図 7 において時計回りに回転する。説明の便宜上、回転リンク 62 のこの向きの回転、即ち、図 7 における時計回りの回転を「順回転」と称する。回転リンク 62 が順回転すると、第 3 リンクロッド 63 が下方へ移動する。第 3 リンクロッド 63 の下方への移動によって、シャフト 21 及びフック 2 が回転軸 A 回りに回転する。シャフト 21 及びフック 2 は、図 7 において時計回りに回転する。説明の便宜上、シャフト 21 及びフック 2 のこの向きの回転、即ち、図 7 における時計回りの回転を「順回転」と称する。このとき、アクチュエータ 3 は、フック 2 を係合位置よりも下方であって係合部 13 の軌跡外の位置まで移動させる。詳しくは、制御装置は、センサ 35 の検出結果に基づいてアクチュエータ 3 を制御し、フック 2 を係合部 13 の軌跡外まで移動させる。その後、扉体 10 が倒伏させられる。フック 2 は係合部 13 の軌跡外に位置するので、係合部 13 はフック 2 に干渉しない。係合部 13 がフック 2 よりも下方に達するまで扉体 10 が倒伏させられる。詳しくは、係合部 13 がフック 2 の回転軌跡外に出

るまで扉体 10 が倒伏させられる。

- [0047] 係合部 13 がフック 2 よりも下方へ移動すると、アクチュエータ 3 がピストンロッド 33 を後退させる。前述のフック 2 の係合を解除するときと同様の動作によって、フック 2 が逆回転する。アクチュエータ 3 は、フック 2 を係合位置まで移動させ、係合位置に維持する。フック 2 が係合位置に位置する状態で、扉体 10 が上方へ回転させられる。扉体 10 が上方へ回転すると、係合部 13 がフック 2 に下方から係合する。これにより、係合部 13 とフック 2 との係合が完了する。
- [0048] 係留装置 1 においては、レバー 51 がアクチュエータ 3 のピストンロッド 33 に吊り下げられた状態となっている。そのため、レバー 51 の自重がピストンロッド 33 の進出側へ作用する。つまり、レバー 51 の自重は、フック 2 に対して順回転のモーメントを生じさせ、フック 2 を解除状態から係合状態に戻しやすくする。
- [0049] このように構成された起伏ゲート 100 では、アクチュエータ 3 は、水中に配置された空気室 70 に配置されている。空気室 70 は気密に構成されているので、アクチュエータ 3 の浸水が防止される。さらに、センサ 35 も空気室 70 に配置されるので、センサ 35 の浸水も防止される。これにより、アクチュエータ 3 及びセンサ 35 の適切な作動が確保される。
- [0050] アクチュエータ 3 が水中の空気室 70 に配置されるので、水中に倒伏状態の扉体 10 の近傍にアクチュエータ 3 を配置できる。その結果、アクチュエータ 3 からフック 2 までの距離を短縮できる。これにより、扉体 10 の大きさ、配置及び扉体 10 を併設する場合の個数等がフック 2 とアクチュエータ 3 との距離から受ける影響、即ち、制約を低減できる。
- [0051] 例えば、図 1 のように複数の扉体 10 が配列される場合、配列方向における両端の扉体 10 は、堤体 9 等の陸上の構造物の近傍に配置される一方、配列方向の内側の扉体 10 は、陸上の構造物からの距離が長くなる。アクチュエータ 3 が陸上の構造物に配置される場合は、アクチュエータ 3 から配列方向内側の扉体 10 に対応するフック 2 までの距離が長くなる。フック 2 とア

クチュエータ 3 との距離が長いと、駆動力を伝達する伝達機構の配置が困難となり得ると共に、駆動力の伝達時のロスも大きくなる。この問題は、複数の扉体 10 を配列する場合に限らない。扉体 10 の横方向の寸法が大きい場合、フック 2 の位置によっては、陸上の構造物からフック 2 までの距離が長くなり、結果として、フック 2 とアクチュエータ 3 との距離が長くなる。

[0052] しかしながら、起伏ゲート 100 においては、アクチュエータ 3 が水中の空気室 70 に配置される。複数の扉体 10 が配列される場合には、水中において倒伏状態の各扉体 10 の近傍に空気室 70 が形成され、各扉体 10 に対応するアクチュエータ 3 が空気室 70 内に配置され得る。これにより、各扉体 10 に対応するアクチュエータ 3 を各扉体 10 の近傍に配置でき、フック 2 とアクチュエータ 3 との距離を短くできる。また、横方向の寸法が大きい扉体 10 の場合にも、水中においてフック 2 の近傍に空気室 70 が形成され、アクチュエータ 3 が空気室 70 内に配置され得る。これにより、扉体 10 の近傍にアクチュエータ 3 を配置でき、フック 2 とアクチュエータ 3 との距離を短くできる。

[0053] 例えば、係留装置 1 は、倒伏状態の扉体 10 に対して、縦方向に並ぶ位置に配置されている。扉体 10 は、通常、回転軸 X と交差する方向に流れる水を堰き止めるように配置される。つまり、扉体 10 が設置された水域では、水が扉体 10 の縦方向に沿って流れる傾向にある。係留装置 1 と扉体 10 とが縦方向に並ぶ構成であっても、係留装置 1 は水面下に配置される。機械室等の水上の構造物が扉体 10 と縦方向に並んで配置されないため、水の流れ及び船舶等の通行を阻害することなく、係留装置 1 を倒伏状態の扉体 10 の近傍に配置できる。

[0054] フック 2 とアクチュエータ 3 との距離が短い場合には、伝達機構 4 に含まれる各リンクのリンク長を短くできる。これにより、各リンクの座屈に対する強度を向上できる。

[0055] また、伝達機構 4 は、可撓性を有する連結要素を含まず、引っ張り力及び押し込み力の両方を伝達する。そのため、アクチュエータ 3 は、回転軸 A を

中心とする周方向の両側へフック 2 を回転させることができる。その結果、アクチュエータ 3 は、フック 2 を扉体 10 に係合させる動作及び扉体 10 へのフック 2 の係合を解除させる動作の両方を制御できる。

[0056] 空気室 70 の隣に隔壁 71 を介して連絡室 73 が形成され、伝達機構 4 のシャフト 41 が隔壁 71 を貫通して空気室 70 及び連絡室 73 の両方において延びる。アクチュエータ 3 の駆動力は、シャフト 41 を介して、空気室 70 側から連絡室 73 側へ伝達される。シャフト 41 は、隔壁 71 の貫通孔 72 において回転シール 43 によってシールされている。回転シール 43 によって貫通孔 72 からの空気室 70 への水の浸入が防止される。これにより、空気室 70 の気密性が確保される。

[0057] それに加えて、連絡室 73 の上部には空気溜まり 74 が形成され、シャフト 41 は、連絡室 73 において空気溜まり 74 に配置されている。そのため、シャフト 41 の水没が防止される。さらに、隔壁 71 の貫通孔 72 は、空気溜まり 74、即ち、連絡室 73 の水面よりも高い位置に位置する。その結果、貫通孔 72 からの空気室 70 への水の浸入の可能性がより一層低減される。

[0058] 隔壁 71 の貫通孔 72 は回転シール 43 によってシールされているので、空気室 70 と空気溜まり 74 との間での空気の流通が低減される。空気室 70 が配置された水域の水位の変動によって連絡室 73 の水圧が変動しても、空気溜まり 74 が維持され得る。これにより、連絡室 73 におけるシャフト 41 及び貫通孔 72 の水没が回避され得る。

[0059] さらに、空気室 70 の気圧は、空気室 70 が配置された水域の標準的な水位に対する水深相当の圧力に管理されている。このことによっても、空気室 70 と空気溜まり 74 との間での空気の流通が低減される。

[0060] それに加えて、空気溜まり 74 の気圧は、大気圧よりも高い圧力、例えば、空気室 70 と同じ圧力に調整されている。これにより、連絡室 73 内の水面の変動が抑制される。

[0061] <変形例>

次に、変形例に係る係留装置 201 について説明する。図 8 は、変形例に係る係留装置 201 の概略的な構成を示す側面図である。係留装置 201 では、レバー 51 の自重がピストンロッド 33 の後退側へ作用する点で係留装置 1 と異なる。以下、係留装置 201 の構成のうち、係留装置 1 と異なる構成を中心に説明する。係留装置 201 の構成のうち係留装置 1 と同様の構成については同様の符号を付して説明を省略する。

- [0062] 具体的には、係留装置 201 のアクチュエータ 3 及び第 1 伝達機構 205 の構成が、係留装置 1 と異なる。尚、係留装置 201 の第 2 伝達機構 6 の構成は、係留装置 1 と同様である。
- [0063] アクチュエータ 3 は、空気室 70 に配置されている。シリンダチューブ 32 は、回転軸 B 回りに回転可能に支持されている。係留装置 201 では、油圧シリンダ 31 は、ピストンロッド 33 がシリンダチューブ 32 から斜め上方へ突出するように配置されている。
- [0064] 第 1 伝達機構 205 は、空気室 70 に配置されている。第 1 伝達機構 205 は、アクチュエータ 3 に連結されたレバー 51 と、レバー 51 に連結された第 1 リンクロッド 52 とを含む。レバー 51 は、空気室 70 内において、第 1 端部 51a において回転軸 E 回りに回転可能に支持されている。レバー 51 は、第 2 端部 51b が第 1 端部 51a の斜め上方に位置するように傾斜して配置される。第 2 端部 51b には、第 1 リンクロッド 52 がバネシリンダ 53 を介して連結されている。
- [0065] レバー 51 の中間部分にアクチュエータ 3 が連結されている。具体的には、レバー 51 の中間部分には、油圧シリンダ 31 のピストンロッド 33 の先端が回転軸 D 回りに回転可能に連結されている。アクチュエータ 3 は、傾斜したレバー 51 を斜め下方から支えるようにレバー 51 に連結されている。
- [0066] まずは、扉体 10 へのフック 2 の係合を解除するときの係留装置 201 の動作について説明する。フック 2 の係合状態から、アクチュエータ 3 がピストンロッド 33 を後退させる。ピストンロッド 33 の後退、即ち、斜め下方への移動によって、レバー 51 が回転軸 E を中心に斜め下方へ回転する。レ

バー 5 1 の第 2 端部 5 1 b の斜め下方への移動によって、第 1 リンクロッド 5 2 が斜め下方へ移動する。第 1 リンクロッド 5 2 の斜め下方への移動によって、シャフト 4 1 が軸心 C 回りに逆回転、即ち、図 8 において反時計回りに回転する。シャフト 4 1 が逆回転する場合の第 2 伝達機構 6 の動作は係留装置 1 と同様である。結果として、シャフト 2 1 及びフック 2 が回転軸 A 回りに逆回転、即ち、図 8 において反時計回りに回転し、フック 2 による係合部 1 3 への係合が解除される。

[0067] 次に、フック 2 を扉体 1 0 に係合させるときの係留装置 2 0 1 の動作について説明する。例えば、フック 2 が係合位置よりも上方であって係合部 1 3 の軌跡外の位置に位置する状態から、アクチュエータ 3 がピストンロッド 3 3 を進出させる。ピストンロッド 3 3 の進出、即ち、斜め上方への移動によって、レバー 5 1 が回転軸 E を中心に斜め上方へ回転する。レバー 5 1 の第 2 端部 5 1 b の斜め上方への移動によって、第 1 リンクロッド 5 2 が斜め上方へ移動する。第 1 リンクロッド 5 2 の斜め上方への移動によって、シャフト 4 1 が軸心 C 回りに順回転、即ち、図 8 において時計回りに回転する。シャフト 4 1 が順回転する場合の第 2 伝達機構 6 の動作は係留装置 1 と同様である。結果として、シャフト 2 1 及びフック 2 が回転軸 A 回りに順回転、即ち、図 8 において時計回りに回転し、フック 2 が係合位置よりも下方であって係合部 1 3 の軌跡外の位置まで移動する。続いて、係合部 1 3 がフック 2 よりも下方に達するまで扉体 1 0 が倒伏させられる。その後、アクチュエータ 3 がピストンロッド 3 3 を後退させる。前述のフック 2 の係合を解除するときと同様の動作によって、フック 2 が逆回転する。アクチュエータ 3 は、フック 2 を係合位置まで移動させ、係合位置に維持する。フック 2 が係合位置に位置する状態で、扉体 1 0 が上方へ回転させられる。扉体 1 0 が上方へ回転すると、係合部 1 3 がフック 2 に下方から係合する。これにより、係合部 1 3 とフック 2 との係合が完了する。

[0068] 係留装置 2 0 1 においては、ピストンロッド 3 3 がレバー 5 1 を斜め下方から支える状態となっている。そのため、レバー 5 1 の自重がピストンロッド

ド３３の後退側へ作用する。つまり、レバー５１の自重は、フック２に対して逆回転のモーメントを生じさせ、解除状態においてフック２を係合部１３の軌跡外の位置に維持しやすくなる。

[0069] 《その他の実施形態》

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、前記実施形態を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用可能である。また、前記実施形態で説明した各構成要素を組み合わせ、新たな実施の形態とすることも可能である。また、添付図面および詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、前記技術を例示するために、課題解決のためには必須でない構成要素も含まれ得る。そのため、それらの必須ではない構成要素が添付図面や詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須であるとの認定をするべきではない。

[0070] 例えば、起伏ゲート１００は、港湾に設置されるものに限定されない。ゲートは、河川又は河口等に設置されてもよい。また、起伏ゲート１００は、堤体９と共にゲート式防波堤を形成していなくてもよい。すなわち、起伏ゲート１００は、堤体の開口ではなく、河川、河口において、第１側壁及び第２側壁のような、対向する側壁で区画された開口に設置されていてもよい。

[0071] 起伏ゲート１００は、４つの扉体１０を有しているが、扉体１０の個数はこれに限られるものではない。扉体１０の個数は、１，２，３，又は５以上であってもよい。

[0072] 複数の扉体１０が設けられている場合、各扉体１０に係留装置１又は２０１が設けられる。その場合、複数の係留装置１又は２０１のそれぞれに対応する空気室７０は個別に設けられてもよいし、複数の係留装置１又は２０１に対応する共通の空気室７０が設けられていてもよい。ただし、共通の空気室７０が設けられている場合、空気溜まり７４、即ち、連絡室７３は、複数の係留装置１又は２０１のそれぞれに対応して個別に設けられる。

- [0073] アクチュエータ 3 に関し、フック 2 の駆動力を発生させる限り、任意の構成が採用され得る。例えば、アクチュエータ 3 は、電動モータ又はエアシリンダであってもよい。
- [0074] 伝達機構 4 は、前述の構成に限定されない。伝達機構 4 に関し、空気室 70 から隔壁 71 を貫通して空気溜まり 74 を通ってフック 2 まで配置されている限り、任意の構成が採用され得る。例えば、伝達機構 4 は、リンク以外の伝達要素を含んでいてもよい。例えば、伝達機構 4 は、ベルト、チェーン、送りネジ及びラックピニオン等の様々な伝達要素を含み得る。伝達機構 4 に含まれる複数のリンクの構成、配置及び個数等は、任意に設定され得る。
- [0075] 本実施形態は、以下の態様の具体例である。
- [0076] 「態様 1」 起伏ゲート 100 は、水中に倒伏した倒伏状態と水中から起立した起立状態との間で所定の回転軸 X を中心に回転する扉体 10 と、前記扉体 10 を前記倒伏状態で係留する係留装置 1, 201 と、水中に配置され、気密に区画された空気室 70 と、前記空気室 70 に隔壁 71 を介して隣接して配置され、下部が水中に開放され、上部に空気溜まり 74 が形成された連絡室 73 とを備え、前記係留装置 1, 201 は、前記倒伏状態の前記扉体 10 に係合する係合状態と前記扉体 10 との係合を解除する解除状態とで切り替わるフック 2 と、駆動力を発生するアクチュエータ 3 と、前記アクチュエータ 3 の駆動力を前記フック 2 に伝達する伝達機構 4 とを有し、前記フック 2 は、水中に配置され、前記アクチュエータ 3 は、前記空気室 70 に配置され、前記伝達機構 4 は、前記空気室 70 から前記隔壁 71 を貫通して前記空気溜まり 74 を通って前記フック 2 まで配置されている。
- [0077] この構成によれば、アクチュエータ 3 が空気室 70 に配置されることによって、アクチュエータ 3 の水没が防止される。そのため、アクチュエータ 3 を水中において倒伏状態の扉体 10 の近傍に配置でき、さらには、フック 2 とアクチュエータ 3 との距離を短くできる。伝達機構 4 が駆動力を伝達する距離が短くなるので、伝達機構 4 を小型化でき、駆動力の伝達時のロスが低減される。

- [0078] 〔態様２〕 〔態様１〕に記載の起伏ゲート１００において、前記伝達機構４は、前記アクチュエータ３によって軸心Ｃを中心に回転駆動されるシャフト４１を有し、前記シャフト４１は、前記軸心Ｃの方向に前記隔壁７１を貫通して、前記空気室７０及び前記空気溜まり７４の両方の内部において延びる。
- [0079] この構成によれば、空気室７０と連絡室７３との間の駆動力の伝達は、シャフト４１を介して実現される。シャフト４１は、空気室７０から隔壁７１を貫通して、連絡室７３の空気溜まり７４内を延びている。つまり、シャフト４１は水没していない。そのため、隔壁７１の貫通孔７２への水の浸入が抑制される。その結果、空気室７０への水の浸入が抑制され、アクチュエータ３の水没が抑制される。
- [0080] 〔態様３〕 〔態様１〕又は〔態様２〕に記載の起伏ゲート１００において、前記シャフト４１は、前記隔壁７１の貫通孔７２において回転可能にシールされている。
- [0081] この構成によれば、仮に連絡室７３において水がシャフト４１を介して貫通孔７２まで到達しても、貫通孔７２を介した空気室７０への水の浸入が防止される。そのため、空気室７０への水の浸入がより一層防止される。さらに、シャフト４１と貫通孔７２との隙間がシールされることによって、空気室７０の気密性がより確保される。
- [0082] 〔態様４〕 〔態様１〕乃至〔態様３〕の何れか１つに記載の起伏ゲート１００において、前記シャフト４１の前記軸心Ｃは、前記扉体１０の前記回転軸Ｘの方向に延び、前記伝達機構４は、前記シャフト４１と前記フック２とを連結する複数のリンク、例えば、第２リンクロッド６１、回転リンク６２及び第３リンクロッド６３を含み、前記複数のリンクは、互いに前記回転軸Ｘの方向に延びる軸回りに回転可能に連結されている。
- [0083] この構成によれば、伝達機構４複数のリンクは、回転軸Ｘと直交する平面に対して平行に配置される。これにより、複数のリンクの配置がシンプルになるので、複数のリンクによって駆動力を伝達する距離を短くすることがで

き、駆動力の伝達効率を向上させることができる。

[0084] 〔態様５〕 〔態様１〕乃至〔態様４〕の何れか１つに記載の起伏ゲート１００において、前記伝達機構４は、引っ張り力及び押し込み力の両方を伝達する。

[0085] この構成によれば、伝達機構４は、フック２が係合状態と解除状態とのいずれにも変化するようにアクチュエータ３の駆動力を適切に伝達できる。その結果、フック２を成り行きではなく、意図的に係合状態と解除状態とに制御できる。

[0086] 〔態様６〕 〔態様１〕乃至〔態様５〕の何れか１つに記載の起伏ゲート１００において、前記アクチュエータ３は、油圧シリンダ３１と、前記油圧シリンダ３１のストローク量を検出するセンサ３５とを含んでいる。

[0087] この構成によれば、油圧シリンダ３１及びセンサ３５は、空気室７０に配置されるので、水没から保護される。結果として、油圧シリンダ３１及びセンサ３５の適切な動作が確保される。

[0088] 〔態様７〕 〔態様１〕乃至〔態様６〕の何れか１つに記載の起伏ゲートにおいて、前記扉体１０は、前記回転軸Ｘの方向と一致する横方向と前記横方向に直交する縦方向とで形成される平面内で拡がる板状に形成され、前記係留装置１，２０１は、前記倒伏状態の前記扉体１０に対して、前記縦方向に並ぶ位置に配置されている。

[0089] 扉体１０は、通常、回転軸Ｘと交差する方向に流れる水を堰き止めるように配置される。つまり、扉体１０が設置された水域では、水が扉体１０の縦方向に沿って流れる傾向にある。係留装置１，２０１と扉体１０とが縦方向に並ぶ構成であっても、係留装置１，２０１は水面下に配置される。機械室等の水上の構造物が扉体１０と縦方向に並んで配置されないため、水の流れ及び船舶等の通行を阻害することなく、係留装置１，２０１を倒伏状態の扉体１０の近傍に配置できる。

符号の説明

[0090] １００ 起伏ゲート

- 1, 2 0 1 係留装置
- 2 フック
- 3 アクチュエータ
- 3 1 油圧シリンダ
- 3 5 センサ
- 4 伝達機構
- 4 1 シャフト
- 6 1 第2リンクロッド（リンク）
- 6 2 回転リンク（リンク）
- 6 3 第3リンクロッド（リンク）
- 1 0 扉体
- C 軸心
- X 回転軸

請求の範囲

- [請求項1] 水中に倒伏した倒伏状態と水中から起立した起立状態との間で所定の回転軸を中心に回転する扉体と、
前記扉体を前記倒伏状態で係留する係留装置と、
水中に配置され、気密に区画された空気室と、
前記空気室に隔壁を介して隣接して配置され、下部が水中に開放され、上部に空気溜まりが形成された連絡室とを備え、
前記係留装置は、前記倒伏状態の前記扉体に係合する係合状態と前記扉体との係合を解除する解除状態とで切り替わるフックと、駆動力を発生するアクチュエータと、前記アクチュエータの駆動力を前記フックに伝達する伝達機構とを有し、
前記フックは、水中に配置され、
前記アクチュエータは、前記空気室に配置され、
前記伝達機構は、前記空気室から前記隔壁を貫通して前記空気溜まりを通して前記フックまで配置されている起伏ゲート。
- [請求項2] 請求項1に記載の起伏ゲートにおいて、
前記伝達機構は、前記アクチュエータによって軸心を中心に回転駆動されるシャフトを有し、
前記シャフトは、前記軸心の方向に前記隔壁を貫通して、前記空気室及び前記空気溜まりの両方の内部において延びる起伏ゲート。
- [請求項3] 請求項2に記載の起伏ゲートにおいて、
前記シャフトは、前記隔壁の貫通孔において回転可能にシールされている起伏ゲート。
- [請求項4] 請求項2又は3に記載の起伏ゲートにおいて、
前記シャフトの前記軸心は、前記扉体の前記回転軸の方向に延び、
前記伝達機構は、前記シャフトと前記フックとを連結する複数のリンクを含み、
前記複数のリンクは、互いに前記回転軸の方向に延びる軸回りに回

転可能に連結されている起伏ゲート。

[請求項5] 請求項 1 乃至 3 の何れか 1 つに記載の起伏ゲートにおいて、
前記伝達機構は、引っ張り力及び押し込み力の両方を伝達する起伏ゲート。

[請求項6] 請求項 1 乃至 3 の何れか 1 つに記載の起伏ゲートにおいて、
前記アクチュエータは、油圧シリンダと、前記油圧シリンダのストローク量を検出するセンサとを含んでいる起伏ゲート。

[請求項7] 請求項 1 乃至 3 の何れか 1 つに記載の起伏ゲートにおいて、
前記扉体は、前記回転軸の方向と一致する横方向と前記横方向に直交する縦方向とで形成される平面内で拡がる板状に形成され、
前記係留装置は、前記倒伏状態の前記扉体に対して、前記縦方向に並ぶ位置に配置されている起伏ゲート。