

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5983436号
(P5983436)

(45) 発行日 平成28年8月31日 (2016. 8. 31)

(24) 登録日 平成28年8月12日 (2016. 8. 12)

(51) Int. Cl. F 1
E O 2 B 3/06 (2006.01) E O 2 B 3/06 3 O 1

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2013-15771 (P2013-15771)	(73) 特許権者	000006655
(22) 出願日	平成25年1月30日 (2013. 1. 30)		新日鐵住金株式会社
(65) 公開番号	特開2014-145233 (P2014-145233A)		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(43) 公開日	平成26年8月14日 (2014. 8. 14)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成27年9月3日 (2015. 9. 3)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100106909
			弁理士 棚井 澄雄
		(74) 代理人	100129403
			弁理士 増井 裕士
		(74) 代理人	100134359
			弁理士 勝俣 智夫
		(74) 代理人	100062421
			弁理士 田村 弘明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 重力式防波堤

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

地盤上又は地盤上に設けられたマウンド上に配設された防波用の重量構造物と、該重量構造物の前面側と後面側とのうちの少なくとも一方側に配設されて、重量構造物からの水平方向の力を受け止めさせて該重量構造物を支持する、鉛直方向に延びる壁状の支持構造物とを備え、

上記支持構造物は、平面視において上記重量構造物と相反する方向に凸となる湾曲状に形成されていて、両端側が上記重量構造物と当接し、且つ上記重量構造物が配設された地盤又はマウンドから上端側が上方に突出した状態で地盤に打設されていることを特徴とする重力式防波堤。

【請求項 2】

上記支持構造物は、上記重量構造物と非連結状態で当接させていることを特徴とする請求項 1 に記載の重力式防波堤。

【請求項 3】

上記支持構造物は、両端側を、上記重量構造物の前面又は／及び後面における横幅方向の両端側の位置にそれぞれ当接させていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の重力式防波堤。

【請求項 4】

上記支持構造物における地盤又はマウンドからの突出した部分の高さは、地盤又はマウンド上に配設された状態の上記重量構造物の鉛直方向の高さよりも低いことを特徴とする

請求項 1～請求項 3 のいずれかに記載の重力式防波堤。

【請求項 5】

上記支持構造体は、複数の鋼管矢板又は鋼矢板により形成されていて、隣接する鋼管矢板又は鋼矢板同士が相互の位置が不動となるように固定されていることを特徴とする請求項 1～請求項 4 のいずれかに記載の重力式防波堤。

【請求項 6】

上記支持構造体は、両端側に、該支持構造体の両端を相互に連結してこの支持構造体を補強する連結部材が取付けられていることを特徴とする請求項 1～請求項 5 のいずれかに記載の重力式防波堤。

【請求項 7】

上記重量構造物は直方体状に形成されていると共に、上記支持構造体は、平面視半円形に形成されていることを特徴とする請求項 1～請求項 6 のいずれかに記載の重力式防波堤。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばコンクリート製のケーソン等により形成された重力式防波堤に関するものであり、さらに詳しくは、津波等の大きなエネルギーを有する波に対して粘り強い構造を有する重力式防波堤に関するものである。

【背景技術】

【0002】

重力式防波堤として広く知られているコンクリート製のケーソンを用いた防波堤は、該ケーソンの中に砂利や水を充填してその重さにより、波等のエネルギーによって作用する荷重に抵抗する構造物であり、その重力により該ケーソンが設置された地盤や地盤上に盛られたマウンドとの間に生じる摩擦力で安定を図っているのが通常である。

【0003】

ところで、上述のような重力式防波堤は、通常は供用期間中に発生する確率の高い、台風や発達した低気圧等による波浪（高潮含む）、あるいは地震による津波等のエネルギーに伴う荷重に対しては安全性が保てるように設計されている。

しかしながら、想定以上のエネルギーに伴う荷重が作用した場合には、上述のケーソンと地盤あるいはマウンドとの間の摩擦力が不足することで滑動破壊などが生じてしまうことがある。

実際、2011年に発生した東日本大震災においては、想定以上の大きさの津波が発生し、想定以上の荷重がケーソンに作用したため、該ケーソンが押し流されマウンド上から滑落して破壊が進む滑動破壊が発生して、防波堤の機能を一瞬にして失う程に破壊されて甚大な被害を受け、防波堤としての機能を全く担保できない事態が生じた。

【0004】

このため、従来の設計で想定された津波等のエネルギーに伴う荷重が作用した場合において、ある程度の被害を受けたとしても防波堤としての機能を急激に失うような破壊を避け、防波堤の機能を少しでも維持できるような粘り強い防波堤の構造が要求されている。

【0005】

これを受け、図7に示すように、重力式の防波堤11において、地盤12上に形成したマウンド13上に配設したケーソン等の重量構造物14の後面側（港内側）に、裏込め石を積み上げて傾斜面状に形成した補強台15を設け、これにより重量構造物14の移動を抑える防波堤の補強構造が提案されている。

しかしながら、この補強構造によれば、補強台15の重量に応じてより大きな荷重に抵抗することができるものの、この補強構造を有する防波堤11の場合の破壊形式は滑動破壊に代表されるような、一旦破壊が始めると一瞬にして機能を失う破壊となる。即ち、津波等によって重量構造物に大きな荷重が作用して、この荷重を受けるはずの補強台が該荷重に耐えられずに破壊されると、重量構造物は一気に滑動して押し流され、防波堤の機能

10

20

30

40

50

を即刻失うため、粘り強い構造とは言い難い。

しかも、港内側に裏込め石を積み上げて補強台15を形成する方法では、港内の有効面積を減少させてしまう他、各所の水深を変化させてしまうため、港湾内の運用を大幅に変更する必要が生じる可能性が高く、港湾施設の活用において多くの制約が出てしまう等の問題を発生させるおそれがある。

【0006】

また、粘り強い構造の提案としては、上述のものの他に鋼管杭や鋼矢板などの高い靱性を有する鋼製建材を活用する方法が存在する。

例えば、特許文献1には、鋼管矢板等を用いてセルを形成し、該セル内に中詰め土を充填する護岸構造が記載されている。この特許文献1の技術は、新たに護岸構造に係る構造物を構築する場合には非常に有用で粘り強い構造を実現することができるが、ケーソンを用いた重量式の防波堤の構造には適用できない。

10

【0007】

特許文献2には、ケーソンの前面側及び後面側に鋼矢板あるいは鋼管矢板で構成される壁状構造体を打設し、この壁状構造体とケーソンとを連結する護岸構造物が記載されている。

しかしながら、この護岸構造物は、構造安定性については問題がないものの、壁状構造体とケーソンを連結しているため、この点の構成が複雑で設置工事が非常に面倒になる上、設置コストも上昇するという欠点がある。更に説明を加えれば、上記特許文献2の技術は護岸構造物であって、ケーソンの前面側が海や川である一方で後面側は陸地であることから、設置工事は護岸側の陸地からアクセスして比較的容易に行うことができるため、設置工事の簡略化は必須ではない。一方、前面側及び後面側の両側を海に挟まれた海域に設置される防波堤の場合、上記護岸構造物の場合に比べ、設置工事がそもそも非常に大掛かりで難度も高いため、上述のようなケーソンと壁状構造体とを連結するような工事は手数面でもコスト面でも非常に大きな負担となる。そのため、このような連結工事なしでも性能を担保可能な技術は、当該技術者からも大きなニーズがある。

20

しかも、この特許文献2の技術は、ケーソンの前面側が海や川で後面側は陸地である護岸に供するものであって、前面側及び背面側共に海に面している防波堤とは粘り強い構造に係る基本的な考え方が全く異なるため、この技術を防波堤にそのまま採用することはできない。

30

【0008】

ところで、重力式防波堤においては、重量構造物としてのケーソン複数を、一定の間隔を空けて配置するのが一般的であるが、このような重力式防波堤の場合、波浪や津波が押し寄せてきた際には、通常、隣接する重量構造物間の隙間に急激な流れ場が形成される。

例えば、ケーソンの前面側から津波等が押し寄せてきた場合、ケーソン間の隙間には、後面側方向の流れ場が発生し、この流れ場からの水流は、各ケーソンの後面側近くに拡がるように流れ込もうとするため、この水流によってケーソンの後面側のマウンドや地盤が洗掘される可能性がある。また、引き波の際にも、上記とは逆方向の急激な流れ場が形成されるため、その水流により各ケーソンの前面側のマウンドや地盤が洗掘される可能性がある。

40

このように重量構造物の前後のマウンドや地盤が洗掘されると、重量構造物に対する支持力が低下してしまうため、重量構造物が押し流されて滑動破壊が発生し、防波堤の機能が一瞬にして失われてしまう可能性が高い。しかしながら、上記特許文献1、2に記載のものは、ケーソン間の隙間に発生する流れ場からの水流の影響については特に対策が施されていないため、この流れ場からの水流の影響を抑止することは困難であると考えられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2003-253644号公報

50

【特許文献2】特開平9-13343号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の技術的課題は、想定外の津波等の大きなエネルギーに伴う荷重が作用しても、一瞬ですべての機能を失うことのない粘り強い構成を有する重力式防波堤を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

如上に鑑み、本発明者らは、ケーソン等の重量構造物を備えた防波堤において粘り強い構成を見出すべく、鋭意研究した結果、重量構造物の前面側や後面側を地盤に打設した鋼矢板や鋼管矢板等により形状した壁状の支持構造体によって支持させて、該支持構造体に重量構造物からの水平方向の力を直接的に受け止めさせることが有効であることを見出した。

10

【0012】

一方で、地盤上に形成したマウンド上に載置した重量構造物の直近に、該重量構造物を支持する支持構造体を、その上端側の一部をマウンドから突出させ、且つその突出部分を重量構造物に直接的に接触させた状態で地盤に打設した場合、支持構造体の打設に伴う地盤性状の変化の影響を重量構造物が受けやすく、地盤やマウンドが緩んでしまうことが考えられる。

20

そうすると、重量構造物の設置が不安定になったり、滑動しやすくなったりする可能性があるため、支持構造体に重量構造物からの水平方向の力を直接受け止めさせる構造の防波堤の場合、支持構造体の打設による地盤性状の変化の影響を局所的且つ最小限に抑えることが肝要であるとの知見を得た。

【0013】

さらに、重量構造物が津波等のエネルギーに伴う荷重を受けた場合、重量構造物は支持構造体の方向に動いて支持構造体を押圧することが考えられるが、該重量構造物からの力を受け止めた支持構造体には、重量構造物の方向に凸となるように湾曲する弾性変形を生じさせる力が作用する。

30

このとき、支持構造体全体が大きく弾性変形してしまうと、重量構造物に押されている支持構造体の突出部分はその背面側のマウンドや地盤の一部を押圧し、その部分を破壊する可能性がある。また、支持構造体の埋設部分においては、支持構造体の弾性変形によって該支持構造体の近傍、即ち重量構造物の直下の地盤やマウンドにおいて拘束圧力の解放による強度の低下や滑り破壊が引き起こされるため、結果として、重量構造物が滑動したり沈み込んだりすることが発明者らの解析でわかった。

そのため、支持構造体としては、重量構造物からの力を受け止めた際に全体としての弾性変形を可及的に抑えることができる構成が必要となるとの知見を得た。

【0014】

また、想定以上の津波等に対して粘り強い構成の防波堤とするためには、隣接する重量構造物間の隙間に形成される急激な流れ場による水流が、重量構造物の前後のマウンドや地盤を洗掘することを抑えて、重量構造物に対する支持力低下をできるだけ抑止することも肝要である。

40

そのため、支持構造体自体によって上記流れ場からの水流の方向を制御し、重量構造物直近の後面側又は／及び前面側のマウンドや地盤の洗掘を防止する必要があるとの知見を得た。

【0015】

本発明は上述の知見に基づいて完成したものである。

即ち、上記課題を解決するため、本発明の重力式防波堤は、地盤上又は地盤上に設けられたマウンド上に配設された防波用の重量構造物と、該重量構造物の前面側と後面側とのうちの少なくとも一方側に配設されて、重量構造物からの水平方向の力を受け止めさせて

50

該重量構造物を支持する、鉛直方向に延びる壁状の支持構造体とを備え、上記支持構造体は、平面視において上記重量構造物と相反する方向に凸となる湾曲状に形成されていて、両端側が上記重量構造物と当接し、且つ上記重量構造物が配設された地盤又はマウンドから上端側が上方に突出した状態で地盤に打設されていることを特徴とするものである。

【0016】

本発明においては、上記支持構造体は、上記重量構造物と非連結状態で当接させているものとすることができる。

さらに、本発明においては、上記支持構造体は、両端側を、上記重量構造物の前面又は／及び後面における横幅方向の両端側の位置にそれぞれ当接させているものとするのが好ましい。

10

【0017】

また、本発明においては、上記支持構造体における地盤又はマウンドからの突出した部分の高さは、地盤又はマウンド上に配設された状態の上記重量構造物の鉛直方向の高さよりも低いものとすることができる。

さらに、本発明においては、上記支持構造体は、複数の鋼管矢板又は鋼矢板により形成されていて、隣接する鋼管矢板又は鋼矢板同士が相互の位置が不動となるように固定されているものとすることができ、これにより、支持構造体において面内剪断変形が生じにくくすることが好ましい。

【0018】

また、本発明においては、上記支持構造体は、両端側に、該支持構造体の両端を相互に連結してこの支持構造体を補強する連結部材が取付けられているものとすることができる。

20

さらに、本発明の具体的な構成態様によれば、上記重量構造物は直方体状に形成されていると共に、上記支持構造体は、平面視半円形に形成されている。

【発明の効果】**【0019】**

本発明によれば、重量構造物を支持する支持構造体を、平面視において上記重量構造物と相反する方向に凸となる湾曲状に形成して、両端側が上記重量構造物と当接し、且つ地盤又はマウンドから上端側が上方に突出した状態で地盤に打設したことにより、重量構造物からの水平方向の力を直接的に受け止めて防波堤の破壊を防止することができる。

30

また、上記支持構造体を、その両端側のみを該重量構造物に当接させているため、支持構造体の打設に伴う重量構造物直近のマウンドや地盤の地盤性状の変化の影響を局所的に抑えることができ、これにより、支持構造体の打設に起因する重量構造物の滑動や沈み込みを抑止することができる。

【0020】

さらに、上記支持構造体は、平面視において重量構造物と相反する方向に凸となる湾曲状に形成した構成であるため、アーチ効果により地盤やマウンドに対する受圧面積を大きく取ることができ、また重量構造物方向からの力に対しては高い剛性を確保することができる。この結果、重量構造物からの大きな力を確実に且つ安定的に受け止めることができ、また支持構造体全体としての大きな弾性変形が抑えられて、支持構造体によるマウンドや地盤の破壊や、拘束圧力の解放による強度の低下や滑り破壊等の発生が抑止され、重量構造物の滑動や沈み込みを抑止することができる。

40

また、上記支持構造体は、隣接する重量構造物間の隙間に形成される急激な流れ場が発生しても、該流れ場からの水流を制御してその水流が重量構造物直近の後面側等に流れ込むことを防止してマウンドや地盤の洗掘を抑えるため、重量構造物に対する支持力低下を抑止することができる。

【0021】

したがって、想定外の津波等の大きなエネルギーに伴う荷重が作用し、重量構造物が移動したとしても、支持構造体によって該重量構造物の滑落や沈み込みに起因する防波堤の完全な破壊が抑えられて、一瞬ですべての防波堤機能を失うことのない粘り強い構成の重

50

力式防波堤を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明に係る重力式防波堤の一実施の形態を模式的に示す一部破断斜視図である。

【図2】同断面図である。

【図3】同平面図である。

【図4】重量構造物間の隙間に発生する流れ場からの水流について説明する模式図である。

【図5】本発明に係る重力式防波堤の異なる実施の形態を模式的に示す断面図である。

【図6】本発明に係る重力式防波堤において支持構造体に連結部材を取付けた状態を模式的に示す（a）斜視図、（b）平面図である。

【図7】従来の重量式防波堤の補強構造の一例を模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

図1～図3は、本発明の重力式防波堤の一実施の形態を示すもので、この実施の形態の防波堤1は、海中の地盤2上に形成されたマウンド3の上に配設された防波用の重量構造物4と、該重量構造物4の後面側に配設された、鉛直方向に延びる壁状の支持構造体5とを備えている。

なお、本発明において、重量構造物の前面側とは、基本的に、陸地とは相反する方向（港湾の場合は港の外側方向）、重量構造物の後面側とは、基本的に、陸地と対向する方向（港湾の場合は港の内側方向）を指している。また、この発明における防波堤は、重量構造物の前面側及び後面側が海に面しているものを指し、さらには、いわゆる波除堤を概念的に含むものとする。

【0024】

上記重量構造物4は、例えばコンクリート製の箱状に形成されて内部に碎石等が充填されたケーソン、あるいはコンクリートで形成された段積みブロック等であり、基本的に、自身の重量によって波から受ける荷重を受け止めて抵抗するものである。

この実施の形態においては、略直方体状に形成されたコンクリート製のケーソンを用いており、上端側の一部が海面Sから上方に突出した状態で上記マウンド3上に載置されている。さらに、図2に示すように、上記防波堤1は、この重量構造物4としてのケーソンを、一定の間隔の隙間6を設けた状態で横方向に複数並設させた態様となっている。

また、上記マウンド3は、海中の地盤2の上に碎石等を所定の高さにまで盛って形成したもので、上端部は平坦面となっていて上記重量構造物4を安定的に載置することができるようになっている。

【0025】

上記支持構造体5は、上記重量構造物4からの水平方向の力を受け止めて該重量構造物4を支持する機能を有するものである。

具体的に、この支持構造体5は、平面視において上記重量構造物4と相反する方向に凸となる湾曲状（アーチ状）に形成されていると共に、両端側を重量構造物4の後面側に当接させ、且つその重量構造物4が配設されたマウンド3から上端側が上方に突出した状態、即ち突出部分5aを形成した状態で、十分な根入れ量をもって地盤2に打設されている。

この実施の形態においては、支持構造体5は、重量構造物4と相反する側の壁面（平面視における外周面）の直径が該重量構造物4の横幅とほぼ同径の平面視略半円形状に形成されていて、その両端側が、上記重量構造物4の後面における横幅方向の両端側の位置にそれぞれ当接し、且つ該重量構造物4とは非連結の状態で打設されている。

また、この実施の形態の支持構造体5は、複数の鋼管矢板により形成されていて、隣接する鋼管矢板同士を、例えば溶接、あるいは継手等の連結部分をコンクリート等の固結材料で固める等、任意の手段を用いて連結し、これらの隣接する鋼管矢板同士が相互の位置

10

20

30

40

50

が不動となるように相互に固定されている。これにより、支持構造体 5 における面内剪断変形が可及的に抑えられる構造となっている。

【0026】

ここで、上記支持構造体 5 を、平面視において上記重量構造物 4 と相反する方向に凸となる湾曲状（アーチ状）に形成し、両端側を重量構造物の後面側に該重量構造物 4 に当接させたのは次の理由からである。

まず、第 1 の理由は、重量構造物からの力を确实且つ安定的に受け止めると共に、支持構造体 5 全体としての弾性変形を可及的に抑えるためである。

既に述べたように、重量構造物が津波等のエネルギーに伴う荷重を受けた場合、重量構造物は支持構造体の方向に動いて支持構造体を押圧するが、該重量構造物からの力を受け止めた支持構造体には、重量構造物の方向に凸となるように湾曲する弾性変形を生じさせる力が作用する。このとき、支持構造体全体が大きく弾性変形してしまうと、重量構造物に押されている支持構造体の突出部分はその背面側のマウンドや地盤の一部を押圧、破壊したり、支持構造体の埋設部分において、支持構造体の弾性変形によって該支持構造体の近傍、即ち重量構造物の直下の地盤やマウンドにおいて拘束圧力の解放による強度の低下や滑り破壊が引き起こされたりして、重量構造物の滑動や沈み込みの原因となる。

【0027】

そのため、本発明においては、上記支持構造体を、平面視において重量構造物と相反する方向に凸となる湾曲状に形成した構成として、重量構造物の横幅に比して重量構造物と相反する側の壁面の面積を大きくし、アーチ効果によって地盤やマウンドに対する支持構造体の受圧面積を大きく取れるようにして、重量構造物からの大きな力に抗して确实且つ安定的に支持可能とすると共に、重量構造物方向からの力に対して高い剛性を確保することができるようにしている。

特に、この実施の形態の支持構造体 5 は、平面視略半円形状に形成されているため、アーチ効果を安定的且つ効率良く享受することができる。

【0028】

第 2 の理由としては、支持構造体 5 の打設によって生じるマウンド 3 や地盤 2 の地盤性状の変化の影響が、重量構造物 4 におよぶことを可及的に抑えるためである。

即ち、支持構造体を重量構造物の直近に打設した場合、支持構造体の打設に伴うマウンドや地盤の地盤性状が変化して、地盤やマウンドが緩んでしまうことが考えられる。そうすると、マウンド上あるいは地盤上の重量構造物の設置が不安定になったり、滑動しやすくなったりするため、重量構造物に対しては、支持構造体の打設による地盤性状の変化の影響をできる限り抑える必要がある。

そのため、本発明においては、湾曲した上記支持構造体の両端側のみを重量構造物に当接させた状態でマウンドや地盤に打設することにより、支持構造体の打設に伴う地盤性状の変化を、重量構造物の直近のごく一部の範囲において収まるようにしている。これにより、地盤性状の変化の影響を局所的且つ最小限に抑えて、重量構造物に対する影響を可及的に抑止している。

【0029】

さらに、第 3 の理由としては、重量構造物 4 の水平方向の荷重をバランスよく受け止めて、該重量構造物 4 の滑動を防止すると共に、隣接する重量構造物間の隙間に形成される急激な流れ場からの水流の方向を制御して、該水流が重量構造物等に与える影響を抑えるためである。

流れ場からの水流の影響について詳細に説明すると、本発明のような重力式防波堤のように、複数の重量構造物を一定の間隔を空けて配置する場合、波浪や津波が押し寄せてきた際には、隣接する重量構造物間の隙間に急激な流れ場が形成される。

例えば、図 4 に示すように、重量構造物 4 の前面側から津波等が押し寄せてきた場合、重量構造物 4、4 間の隙間 6 には、後面側方向（図 4 中白抜きの矢印の方向）の流れ場が発生する。そして、この流れ場からの水流は、図 4 中の矢印のように、各重量構造物 4、4 の後面側近くに拡がるように流れ込もうとするため、各重量構造物 4、4 の後面側のマ

10

20

30

40

50

ウンド3や地盤2が洗掘される可能性がある。逆に、引き波の際には、隣接する重量構造物間の隙間には、重量構造物の後面側から前面側への方向の急激な流れ場が形成されて、その水流が各重量構造物の前面側近くに拡がるように流れ込むため、各重量構造物の前面側のマウンドや地盤が洗掘される可能性がある。

このように、重量構造物の前後のマウンドや地盤が洗掘されると、重量構造物に対する支持力が大幅に低下して該重量構造物が押し流される可能性が高いため、滑動破壊が発生し、防波堤の機能を一瞬にして失う事態となりかねない。

【0030】

そのため、本発明においては、上記支持構造体を、平面視において上記重量構造物と相反する方向に凸となる湾曲状に形成して、両端側を重量構造物の後面側に該重量構造物に当接させることにより、隣接する重量構造物間の隙間に形成される急激な流れ場からの水流が重量構造物の後面直近に流れ込まないように該水流の方向を制御している。これにより、支持構造体における重量構造物と対向する面側（平面視における内周面側）は水流の影響を受けないため、該重量構造物の後面直近や近傍のマウンドや地盤の洗掘が抑止されて、滑動破壊の発生を抑えることができるようにしている。

特に、この実施の形態の場合、上記支持構造体5は、重量構造物と相反する側の壁面の直径が該重量構造物の横幅とほぼ同径の平面視略半円形状に形成されているため、該重量構造物4の後面全体の直近に、重量構造物4、4間の隙間6の流れ場からの水流が流れ込むことを確実に防止することができる。

【0031】

また、この実施の形態において、上記支持構造体5の両端側を重量構造物4と非連結状態で当接させたのは、設置工事を簡易化して設置コストを抑えるためである。

即ち、従来の技術においては、ケーソン等の重量構造物と該重量構造物を支持する壁状構造体とが連結されているため、この点の構成が複雑で設置工事が非常に面倒になるという欠点があった。また、本発明のように、前面側及び後面側の両側を海に挟まれた海域に設置される防波堤の場合、前面側が海や川である一方で後面側は陸地である護岸構造物に比べ、設置工事が非常に大掛かりで難度も高いため、上述のような重量構造物と壁状構造体とを連結するような工事は手数面でもコスト面でも非常に大きな負担となる。

【0032】

そのため、実施の形態においては、重量構造物4と支持構造体5との連結工事を省略して防波堤全体としての構成を簡易化することにより、防波堤としての性能を担保しながらも、従来のような連結を要する構成に比べて施工をきわめて容易に行うことができるようにしている。

この結果、従来に比べて施工工事の手間を省くことができ、さらにこれに伴って施工コストを抑えることが可能となる。

【0033】

ところで、上記支持構造体5におけるマウンド3から突出した突出部分5aの高さ、即ち打設した支持構造体5の上端の高さは、マウンド3上に載置した状態の重量構造物4の高さよりも低くなっている。図1に示すものの場合、支持構造体5の突出部分5aの突出高さは重量構造物4の高さの半分以下であり、したがって、支持構造体5は全体として海中に位置した状態となっている。

このように支持構造体5の突出部分5aの突出高さを、マウンド3上に載置した状態の重量構造物4の高さよりも低くしたのは、主に支持構造体は、重量構造物からの水平荷重を支持し、該重量構造物の滑動などの水平変位を抑制する効果を得るためのものであって、少なくともその効果を確保することができる構造であればよいからである。

【0034】

上記構成を有する防波堤を施工するにあたっては、まず地盤2上に所定の高さのマウンド3を形成して、該マウンド3上に重量構造物4を載置、配設する。このときのマウンド3及び重量構造物4については、新たに新設してもよいが、既設のマウンド及び重量構造物であってもよく、したがって、既に構築済みの防波堤のマウンド及び重量構造物を利用

することができる。

その後、上記重量構造物 4 の後面側に、該重量構造物 4 の前後方向、さらに具体的にはこの重量構造物 4 の後面に対して直交する方向に延設した上記支持構造体 5 を、一端側が重量構造物 4 と非連結状態で当接し、且つ該重量構造物 4 が配設されたマウンド 3 から上端側が上方に突出した状態で地盤 2 に鉛直方向に打設する。これにより、粘り強い構造の防波堤 1 が完成することとなる。

【0035】

このとき、上記支持構造体 5 は、津波等が押し寄せてきた場合には、重量構造物 4 からの水平方向の力を直接的に受け止めて該重量構造物 4 を支持するため、防波堤 1 の機能を一瞬にして失わせることなく破壊を抑止することができる。

10

また、上記支持構造体 5 は、平面視において上記重量構造物 4 と相反する方向に凸となる湾曲状に形成して、両端側のみを重量構造物 4 の後面側に当接させているため、支持構造体 5 の打設に伴う重量構造物 4 直近のマウンド 3 や地盤 2 の地盤性状の変化の影響が局所的且つ最小限に抑えられる。これにより、支持構造体 5 の打設に起因する地盤性状の変化に伴う重量構造物 4 の滑動や沈み込みを抑止することができる。

【0036】

さらに、上記支持構造体 5 は、平面視において重量構造物 4 と相反する方向に凸となる湾曲状に形成した構成であるため、アーチ効果により地盤 2 やマウンド 3 に対する受圧面積を大きく取ることができ、また重量構造物方向からの力に対しては高い剛性を確保することができる。

20

したがって、想定外の大きさの津波等により重量構造物 4 に大きな力が作用したとしても、該重量構造物 4 からの力を確實且つ安定的に受け止めることができる。また、支持構造体 5 全体としての大きな弾性変形が抑えられて、該支持構造体 5 の弾性変形に伴うマウンド 3 や地盤 2 の破壊や、拘束圧力の解放による強度の低下や滑り破壊等の発生が抑止され、重量構造物 4 の滑動や沈み込みを抑止することができる。

【0037】

さらに、隣接する重量構造物 4、4 間の隙間 6 に形成される急激な流れ場が発生しても、上記支持構造体が、該流れ場からの水流の方向を制御して、その水流が重量構造物直近の後面側に流れ込むことを防止するため、該水流による重量構造物直近のマウンドや地盤の洗掘が抑えられ、重量構造物に対する支持力低下を抑止することができる。

30

【0038】

この結果、重量構造物 4 に対して、想定外の津波等の大きなエネルギーに伴う荷重が作用し、該重量構造物 4 が移動したとしても、支持構造体 5 によって重量構造物 4 の滑落や沈み込みに起因する防波堤の完全な破壊が抑えられるため、一瞬ですべての防波堤機能を失うことのない粘り強い構成の重力式防波堤を得ることができる。

【0039】

上記実施の形態においては、重量構造物 4 の後面側にのみ支持構造体 5 を配設しているが、支持構造体は、重量構造物の前面側に配設してもよい。

さらには、図 5 に示すように、上記支持構造体は、重量構造物の前面側及び背面側の両方に配設してもよい。このように、支持構造体を重量構造物の前面側及び後面側の両方に設けた場合には、津波等の引き波の際にも本発明の効果を発揮するため、津波対策としては非常に有用である。なお、図 5 中の、地盤やマウンド、さらには重力式防波堤を形成する重量構造物、支持構造体の各構成については、基本的には上記実施の形態と実質的に同じであり、また同様の作用効果を奏するため、同じの符号を付して詳細な説明は省略する。

40

【0040】

さらに、上記実施の形態においては、支持構造体 5 は、平面視略半円形状に形成されているが、この支持構造体は、平面視において上記重量構造物と相反する方向に凸となる湾曲状に形成されていれば、必ずしも平面視略半円形状でなくてもよく、任意の曲率で湾曲する形状であってよい。

また、上記実施の形態の場合、上記支持構造体 5 は、両端側を、上記重量構造物 4 の後

50

面における横幅方向の両端側の位置にそれぞれ当接させているが、支持構造体の曲率や大きさ等によっては、必ずしも両端側を重量構造物の横幅方向の両端側の位置に当接させる必要はない。

さらに、上記実施の形態においては、上記支持構造体 5 の両端側を、上記重量構造物 4 と非連結状態で当接させた構成としているが、支持構造体と重量構造物とは必ずしも非連結状態とする必要はなく、相互に連結させてもよい。

【0041】

また、上記実施の形態においては、上記支持構造体 5 は、マウンド 3 を貫通した状態で地盤 2 に打設されているが、支持構造体やマウンドの大きさによっては、一部又は全部がマウンド外の地盤に直接打設されていてもよい。

10

さらに、上記実施の形態においては、重量構造物 4 を地盤 2 上に形成したマウンド 3 上に載置しているが、地盤表面の形状や地盤性状等の各種条件によっては、重量構造物は地盤上に直接載置するようにしてもよい。

【0042】

また、上記支持構造体 5 における地盤 2 又はマウンド 3 からの突出した突出部分 5 a の高さについては、上記実施の形態のように、地盤又はマウンド上に配設された状態の上記重量構造物の鉛直方向の高さの半分以下である必要はなく、また必ずしも重量構造物の鉛直方向の高さよりも低くする必要もなく、適当に設定することができる。

さらに、支持構造体 5 における地盤 2 への打設に際しては、通常の鋼管杭等とは異なり、支持構造体の下端側を必ずしも地盤の支持層にまで根入れする必要はなく、根入れ深さあるいは根入れ量については、周囲の環境等、各種条件に応じて、支障のない範囲内において任意に設定することができる。

20

【0043】

また、上記実施の形態においては、支持構造体 5 を、複数の鋼管矢板を用いて湾曲した壁状に形成した構成のものとしているが、支持構造体としては、基本的には、平面視において上記重量構造物と相反する方向に凸となる湾曲状に形成され、剛性が高くまた面内剪断が生じにくい構成であれば任意の構成とすることができ、例えば鋼矢板等を用いて形成したものであってもよい。

【0044】

さらに、上記支持構造体は、図 6 に示すように、両端側に、該支持構造体 5 の両端を架け渡すように相互に連結してこの支持構造体を補強する、タイロッド等の強度の高い連結部材 7 を取り付けてもよい。これにより、支持構造体は、径方向への圧縮力・引張力に対する強度が上がり、保形性が一層向上するため、重量構造物からの大きな力に対してより安定的に抵抗し、該重量構造物を効果的に支持することが可能となる。

30

なお、図 6 に示す例では、支持構造体 5 の両端の上端部を相互に連結部材 7 で連結しているが、この連結部材は支持構造体の複数個所に配設してもよい。

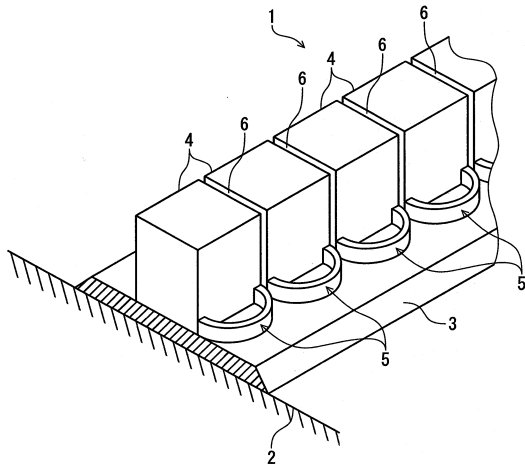
【符号の説明】

【0045】

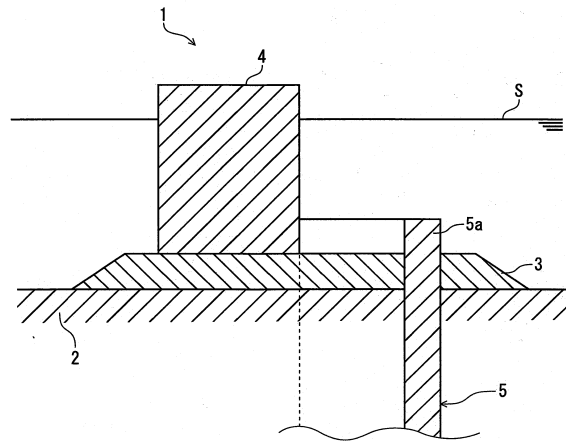
- 1 防波堤
- 2 地盤
- 3 マウンド
- 4 重量構造物
- 5 支持構造体
- 6 隙間
- 7 連結部材

40

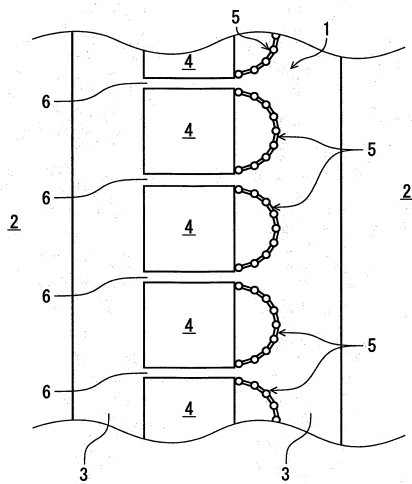
【図 1】



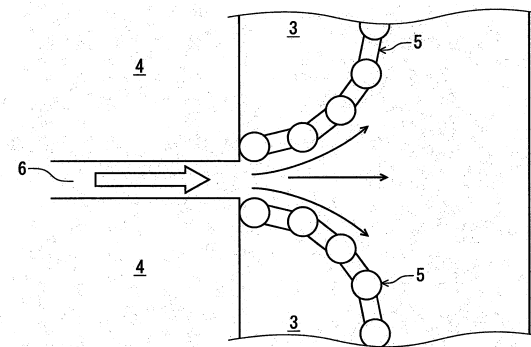
【図 2】



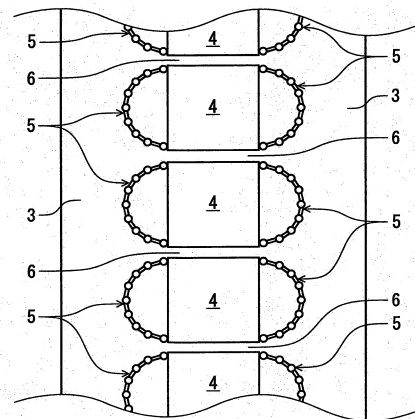
【図 3】



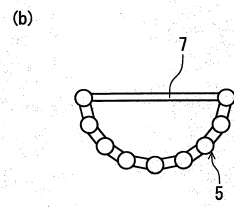
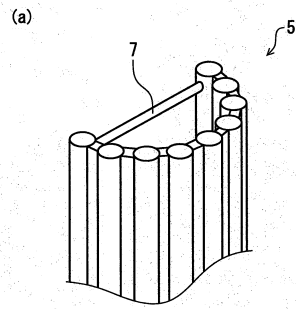
【図 4】



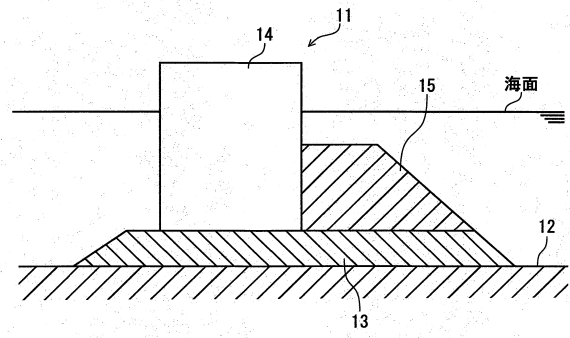
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (74)代理人 100080171
弁理士 津波古 繁夫
- (74)代理人 100141438
弁理士 吉迫 大祐
- (72)発明者 森安 俊介
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 辻井 正人
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 妙中 真治
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

審査官 神尾 寧

- (56)参考文献 登録実用新案第3173506 (JP, U)
特開2003-253644 (JP, A)
特開昭57-12707 (JP, A)
特開平2-96011 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E02B 3/04-3/14