

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7149919号
(P7149919)

(45)発行日 令和4年10月7日(2022.10.7)

(24)登録日 令和4年9月29日(2022.9.29)

(51)国際特許分類 F I
E 0 2 B 3/06 (2006.01) E 0 2 B 3/06

請求項の数 6 (全14頁)

(21)出願番号	特願2019-189862(P2019-189862)	(73)特許権者	000001258
(22)出願日	令和1年10月17日(2019.10.17)		J F E スチール株式会社
(65)公開番号	特開2021-63404(P2021-63404A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43)公開日	令和3年4月22日(2021.4.22)	(73)特許権者	000004123
審査請求日	令和3年5月21日(2021.5.21)		J F E エンジニアリング株式会社
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
		(74)代理人	100127845
			弁理士 石川 壽彦
		(72)発明者	塩崎 禎郎
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
			J F E スチール株式会社内
		(72)発明者	小川 慧
			東京都千代田区丸の内一丁目8番1号
			J F E エンジニアリング株式会社内
		(72)発明者	内田 賢一
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 既存岸壁の改良構造及び改良方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

既存岸壁における直立した既存壁体の水域側に該既存壁体と所定の隙間を設けて打設された新設壁体と、前記隙間に配設された間詰材と、前記新設壁体の水域側水底面に打設された複数の杭と、該複数の杭の頭部を連結する杭頭連結構造と、該杭頭連結構造における前記新設壁体側に前記新設壁体幅方向に延在し、かつ前記新設壁体と一体化することなく設けられて前記既存壁体から前記新設壁体を介して受ける水平力を前記杭頭連結構造に伝達する水平力伝達部材とを備えたことを特徴とする既存岸壁の改良構造。

【請求項2】

前記水平力伝達部材は、前記杭頭連結構造と前記新設壁体との間に打設された水中コンクリート又は水中モルタル、又は前記杭頭連結構造と前記新設壁体との間に配設された水平部材、又は前記杭頭連結構造と前記新設壁体との間に配設された水平部材及び水中コンクリート、又は前記杭頭連結構造と前記新設壁体との間に配設された水平部材及び水中モルタルのいずれかで構成されていることを特徴とする請求項1記載の既存岸壁の改良構造。

【請求項3】

前記新設壁体が鋼管矢板によって構成され、前記水平力伝達部材は、前記杭頭連結構造と前記鋼管矢板との間における前記杭頭連結構造側に配設された水平部材と、該水平部材と前記鋼管矢板との間に配設された水中コンクリート又は水中モルタルを備えてなることを特徴とする請求項1記載の既存岸壁の改良構造。

【請求項4】

10

20

前記新設壁体が鋼矢板によって構成され、前記水平力伝達部材は、該鋼矢板に当接して水平力を伝達する水平部材によって構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の既存岸壁の改良構造。

【請求項 5】

既存岸壁の改良方法であって、

前記岸壁における直立した既存壁体の水域側に該既存壁体と所定の隙間を設けて新設壁体を打設する新設壁体打設工程と、

前記既存壁体と前記新設壁体との隙間に間詰材を配設する間詰工程と、

前記新設壁体の水域側水底面に、複数の杭を打設する杭打設工程と、

複数の杭の頭部を連結する杭頭連結構造を、前記水域側水底面に配置して、該杭頭連結構造と前記杭の頭部を一体化する杭・杭頭連結構造一体化工程と、

前記杭頭連結構造と前記新設壁体との間で水平力を伝達する水平力伝達部材を前記新設壁体と一体化することなく構築する水平力伝達部材構築工程と、を備えたことを特徴とする既存岸壁の改良方法。

【請求項 6】

前記新設壁体打設工程の後に、前記水域側水底面を掘削して水深を深くする水底面掘削工程を備えたことを特徴とする請求項 5 記載の既存岸壁の改良方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、既存の岸壁における水域側に設けられて既存の岸壁を改良する既存岸壁の改良構造、及び改良方法に関する。

なお、本明細書における岸壁には、直立壁を有する矢板式岸壁、重力式岸壁、セル式岸壁等の船舶の接岸機能を有するものの他、同様の直立壁を有して船舶の接岸機能を有していない護岸も含む。

【背景技術】

【0002】

ここでは、既存の岸壁として矢板式岸壁を例に説明する。

既存の矢板式岸壁 19 としては、図 15 に示すように、複数の矢板を水底 21 に打設して形成した矢板壁 23 の上端の上部工 25 を陸上部 27 に設けた控え工 29 にタイロッド 31 で連結して支持するようにしたものがある。

このような矢板式岸壁 19 においては、例えば、改訂された港湾基準への対応、耐震性向上、エプロン上の上載荷重の増加、船舶の大型化に伴う岸壁水深の増深、既存構造の劣化対応、供用期間の延長等の要因により補強等の改良が必要となる場合がある。

【0003】

既存の矢板式岸壁 19 の改良構造の例としては、例えば特許文献 1 に開示された、「既設岸壁の改修補強構造」がある。

同文献に開示の「既設岸壁の改修補強構造」は、「矢板壁をタイ材を介して控え工で支持してなる既設岸壁の改修補強構造であって、既設控え工の反岸壁側に、該既設控え工から離間されて独立して設けられ、下端部が所定深度まで立て込まれた新設控え工と、該新設控え工の頭部から既設矢板壁の所定位置に向けて斜め下方に延設されて、両端が該新設控え工と既設矢板壁とに止着された新設のタイ材と、を有し、

前記新設控え工は、鋼管内にコンクリートを充填されて形成される鋼管杭であるとともに、前記既設控え工に沿って適宜間隔を空けて複数配設され、前記新設タイ材は、前記鋼管杭から放射状に複数設けられている、ことを特徴とする」（請求項 4 参照）ものである。

この方法によると、既設の矢板壁 23 との係止位置を任意に設置可能であり、かつ矢板壁 23 に発生する曲げモーメントを低減できるため、改良方法として有効な方法である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第4876991号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に開示の構造は、工事における岸壁占有期間の短縮化を図ることを目的の一つとしており、それ故に陸側に新設の控え工を設置することが必須となっている。

しかしながら、既存の矢板式岸壁19の改良工事においては、陸上部27での施工が制限される場合もあり、このような場合には適用できないという問題がある。

また、新設タイ材が、鋼管杭から放射状に複数設けられていることから、タイ材の張力管理が難しいという問題もある。

【0006】

上記の説明は既存岸壁が矢板式岸壁を例に挙げたが、既存岸壁にはケーソンを用いた重力式岸壁やセル式岸壁等の直立壁を有するものがあり、この場合においても、陸上部での施工が制限される場合があり、同様の問題がある。

【0007】

本発明はかかる課題を解決するためになされたものであり、陸上部での施工が制限される場合にも適用可能な既存岸壁の改良構造及び改良方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

(1) 本発明に係る既存岸壁の改良構造は、既存岸壁における直立した既存壁体の水域側に該既存壁体と所定の隙間を設けて打設された新設壁体と、前記隙間に配設された間詰材と、前記新設壁体の水域側水底面に打設された複数の杭と、該複数の杭の頭部を連結する杭頭連結構造と、該杭頭連結構造における前記新設壁体側に前記新設壁体幅方向に延在するように設けられて前記既存壁体から前記新設壁体を介して受ける水平力を前記杭頭連結構造に伝達する水平力伝達部材とを備えたことを特徴とするものである。

【0009】

(2) また、上記(1)に記載のものにおいて、前記水平力伝達部材は、前記杭頭連結構造と前記新設壁体との間に打設された水中コンクリート又は水中モルタル、又は前記杭頭連結構造と前記新設壁体との間に配設された水平部材、又は前記杭頭連結構造と前記新設壁体との間に配設された水平部材及び水中コンクリート、又は前記杭頭連結構造と前記新設壁体との間に配設された水平部材及び水中モルタルのいずれかで構成されていることを特徴とするものである。

【0010】

(3) また、上記(1)に記載のものにおいて、前記新設壁体が鋼管矢板によって構成され、前記水平力伝達部材は、前記杭頭連結構造と前記鋼管矢板との間における前記杭頭連結構造側に配設された水平部材と、該水平部材と前記鋼管矢板との間に配設された水中コンクリート又は水中モルタルを備えてなることを特徴とするものである。

【0011】

(4) また、上記(1)に記載のものにおいて、前記新設壁体が鋼矢板によって構成され、前記水平力伝達部材は、該鋼矢板に当接して水平力を伝達する水平部材によって構成されていることを特徴とするものである。

【0012】

(5) また、本発明に係る既存岸壁の改良方法は、既存岸壁の改良方法であって、前記岸壁における直立した既存壁体の水域側に該既存壁体と所定の隙間を設けて新設壁体を打設する新設壁体打設工程と、

前記既存壁体と前記新設壁体との隙間に間詰材を配設する間詰工程と、

前記新設壁体の水域側水底面に、複数の杭を打設する杭打設工程と、

複数の杭の頭部を連結する杭頭連結構造を、前記水域側水底面に配置して、該杭頭連結構造と前記杭の頭部を一体化する杭・杭頭連結構造一体化工程と、

前記杭頭連結構造と前記新設壁体との間で水平力を伝達する水平力伝達部材を構築する

10

20

30

40

50

水平力伝達部材構築工程と、を備えたことを特徴とするものである。

【0013】

(6) また、上記(5)に記載のものにおいて、前記新設壁体打設工程の後に、前記水域側水底面を掘削して水深を深くする水底面掘削工程を備えたことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0014】

本発明に係る既存岸壁の改良構造は、陸上部での施工が制限される場合にも適用可能であり、施工性に優れている。

また、間詰材は、既存矢板壁からの水平力を新設壁体に水平力に伝達できればよく、それ故に間詰材は既存矢板壁と新設壁体と一体化される必要がなく、水中におけるスタッド溶接等を不要とすることができる。

同様に、水平力伝達部材は、新設壁体からの水平力を杭頭連結構造に伝達できればよく、それ故に杭頭連結構造と一体化される必要がなく、水中におけるスタッド溶接等を不要とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施の形態1の既存岸壁の改良構造の斜視図である。

【図2】実施の形態1の既存岸壁の改良構造の垂直断面図である。

【図3】図1の矢視A-A図である。

【図4】実施の形態1の他の態様に係る既存岸壁の改良方法を説明する図である。

【図5】実施の形態1の他の態様に係る既存岸壁の改良構造の斜視図である。

【図6】実施の形態2の既存岸壁の改良構造の垂直断面図である。

【図7】実施例において検討対象とした既存の矢板式岸壁の説明図である。

【図8】実施例において、本発明工法を適用して改良した新設構造物の説明図である。

【図9】実施例において、比較例として検討した新設の矢板式岸壁の説明図である。

【図10】実施例において、耐震性能比較に用いた設計対象の地震動を示す図である。

【図11】実施例における耐震性能比較の結果を示すグラフである（既存の矢板式岸壁）。

【図12】実施例における耐震性能比較の結果を示すグラフである（発明例）。

【図13】実施例における耐震性能比較の結果を示すグラフである（比較例：従来技術による改良）。

【図14】実施例における耐震性能比較の結果を示すグラフである（比較例：補強無しで増深）。

【図15】改良対象となる既存の矢板式岸壁の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

【実施の形態1】

本実施の形態は、改良の対象となる既存岸壁が矢板式岸壁の場合である。

本実施の形態に係る既存岸壁の改良構造1は、図1～図3に示すように、既存の矢板式岸壁19における既存壁体23（矢板壁）の水域側に既存壁体23と所定の隙間を設けて打設された新設壁体3と、隙間に配設された間詰材5と、新設壁体3の水域側水底面に打設された複数の杭7と、複数の杭7の頭部を連結する杭頭連結構造9と、杭頭連結構造9における新設壁体3側に前記新設壁体幅方向に延在するように取り付けられて新設壁体3から受ける水平力を杭頭連結構造9に伝達する水平力伝達部材11とを備えたものである。

なお、図1～図3において、既存の矢板式岸壁19を示した図15と同一部分には同一の符号を付してある。

以下、各構成の詳細と各構成の関係を説明する。

【0017】

<既存矢板式岸壁の既存壁体>

改良の対象となる既存矢板式岸壁19の既存壁体23は、図1～図3に示すように、矢板によって形成されたものである。

10

20

30

40

50

なお、既存壁体 2 3 を構成する矢板は鋼矢板に限定されるものではなく、鋼管矢板や、鋼矢板と鋼管矢板の組み合わせによって構成された既存岸壁を改良の対象とすることができる。

【 0 0 1 8 】

＜新設壁体＞

新設壁体 3 は、既存壁体 2 3 の水域側に、既存壁体 2 3 と所定の隙間を設けて打設されている。この隙間には、間詰材 5 が配設される。

なお、本実施の形態では、新設壁体 3 として鋼管矢板を用いた例を示したが、新設壁体 3 としては鋼管矢板に限定されるものではなく、鋼矢板を用いてもよい。

鋼矢板には、U 型鋼矢板、ハット型鋼矢板、Z 型鋼矢板、H 型鋼矢板、直線型鋼矢板等が含まれる。

また、新設壁体 3 は、鋼管矢板、鋼矢板を単独あるいは組合せの他、直線型鋼矢板に H 鋼や CT 鋼を取り付けたものなどを含み、要するに岸壁法線方向（図 1 の矢印 X-X 方向）に連続した壁となっていればよい。

【 0 0 1 9 】

＜間詰材＞

間詰材 5 は、既存壁体 2 3 と新設壁体 3 との隙間に配設されて既存壁体 2 3 が水域側に変形しようとする水平力を新設壁体 3 に伝達するものである。間詰材 5 はかかる機能を発揮できれば、その材料等は限定されず、例えば石材、水中コンクリート、水中モルタルなど、新設壁体 3 と既存壁体 2 3 の水平方向の圧縮力の伝達が可能なものであればよい。

もっとも、間詰材 5 の上部は確実に水平力を伝達できるように、水中コンクリートまたは水中モルタルで構成するのが望ましい。

【 0 0 2 0 】

既存壁体 2 3 に作用する荷重（例えば地震時荷重やエプロン上に物を置いたときの荷重、増深によって生じた土圧増分等）は、間詰材 5 とその下方の地盤を介して新設壁体 3 に伝達されるため、新設壁体 3 には水平力のみが伝達される構造である。このため、既存壁体 2 3 と新設壁体 3 とを一体化する必要がなく、水中におけるスタッド溶接等を不要とすることができる。

【 0 0 2 1 】

＜杭＞

杭 7 は、例えば鋼管杭からなり、新設壁体 3 の水域側水底面に打設されている。打設された杭 7 は複数本であり、これらの配置は、図 1、図 3 に示すように、格子状に配置されてもよいし、千鳥状に配置されてもよく、配置は特に限定されない。

また、図 1～図 3 に示す例では、直杭としているが、複数の杭 7 の全部又は一部を斜杭としてもよい。

【 0 0 2 2 】

＜杭頭連結構造＞

杭頭連結構造 9 は、複数の杭 7 の頭部を連結するものであり、本実施の形態では骨組構造によって構成したものを例示している。

杭頭連結構造 9 は、図 1、図 3 に示すように、格子状に形成された各桁材 9 a の交差部 9 b に杭 7 が挿入される開口部を有する構造である。杭頭と開口部とは一体化されるが、この一体化の手法は従来のジャケット式岸壁、ストラット式岸壁で用いられる手法、具体的にはグラウト材の注入によればよい。

【 0 0 2 3 】

なお、杭頭連結構造 9 は、例えば形鋼等の鋼製部材によって形成されてもよいし、あるいはプレキャストコンクリート構造、鋼コンクリート合成構造であってもよい。

また、杭頭連結構造 9 は、各桁材 9 a と交差部 9 b によって構成されてもよいが、図 5 に示すように、各桁材 9 a 及び交差部 9 b の全体をコンクリート等で覆うようにした床版状の構造 1 2 が設けられた構造であってもよい。

【 0 0 2 4 】

また、本実施の形態の杭頭連結構造 9 は、図 1 に示されるように、平面的な形状であるが、本発明の杭頭連結構造 9 はこれに限定されるものではなく、立体的な構造であってもよい。

また、本実施の形態の杭頭連結構造 9 は、図 1 ～図 3 に示すような骨組構造を前提としているが、このような骨組構造を前提とせず、鉄筋コンクリート造で構成されるものでもよい。

【0025】

<水平力伝達部材>

水平力伝達部材 11 は、新設壁体 3 と杭頭連結構造 9 との間に介在して、新設壁体 3 から受ける水平力を杭頭連結構造 9 に伝達するための部材である。

本実施の形態の水平力伝達部材 11 は、杭頭連結構造 9 と新設壁体 3 との間に配設された水平部材 10 及び水中コンクリート又は水中モルタル 14 によって構成できる。具体的には、図 1 に示すように、杭頭連結構造 9 に当接するように例えば H 形鋼等の水平部材 10 を新設壁体 3 の幅方向に連続するように配置して、水平部材 10 と新設壁体 3 との隙間に水中コンクリート又は水中モルタル 14 を配設している。このような構成の場合、水平力伝達部材 11 は、新設壁体 3 の幅方向に隙間なく連続的に延在する。

水平力伝達部材 11 は、新設壁体 3 からの水平力を杭頭連結構造 9 に伝達できればよく、それ故に水平力伝達部材 11 は新設壁体 3 と一体化される必要がなく、水中におけるスタッド溶接等を不要とすることができる。

【0026】

なお、上記の例では水平力伝達部材 11 を、水平部材 10 と水中コンクリート又は水中モルタル 14 から構成したが、杭頭連結構造 9 が図 5 に示した床版状の構造 12 の場合には、水平部材 10 を省略して水中コンクリート又は水中モルタル 14 のみで構成することもできる。

【0027】

また、新設壁体 3 がハット形鋼矢板や U 形鋼矢板等のように平面を有する鋼矢板で構築された場合のように、水平部材を杭頭連結構造 9 と新設壁体 3 の両方に荷重伝達可能な状態で当接させることができるならば、水中コンクリート又は水中モルタル 14 を省略することもできる。

なお、水平部材 10 は、予め杭頭連結構造 9 に取り付けるようにしてもよい。水平力伝達部材 11 を水平部材 10 のみから構成し、水平部材 10 を杭頭連結構造 9 に予め取り付け、ユニット化したような場合には、ユニットを水底に配設した際に隣接するユニットの水平部材 10 の間に僅かな隙間が生ずる場合がある。しかし、このような僅かな隙間が生じたとしても、本願発明の水平力伝達部材が新設壁体幅方向に連続して設けられていることに含まれ、特定の杭頭連結構造 9 には水平部材を設けていないような場合でない限り、上記の隙間の大きさに関わらず、新設壁体 3 の幅方向に延在する本願発明の水平力伝達部材に含まれる。

【0028】

水平部材 10 は、杭頭連結構造 9 と同様に、例えば形鋼等の鋼製部材によって形成されてもよいし、あるいはプレキャストコンクリート構造、鋼コンクリート合成構造であってもよい。

【0029】

次に上記のような既存矢板式岸壁 19 の改良構造の施工方法、すなわち既存矢板式岸壁 19 の改良方法について説明する。

杭頭連結構造 9 を予め工場等において製作し、改良する既存矢板式岸壁 19 のある施工現場に搬入する。

【0030】

施工現場では、既存の矢板式岸壁 19 における既存壁体 23 の水域側に既存壁体 23 と所定の隙間を設けて新設壁体 3 を打設する（新設壁体打設工程）。

その後、新設壁体 3 と既存壁体 23 との間隙には、間詰材 5 を配設する（間詰工程）。

10

20

30

40

50

間詰材 5 は、新設壁体 3 と既存壁体 2 3 の水平方向の圧縮力が伝われば良いので、適宜、石材、水中モルタル、水中コンクリートなどから選択すればよい。

【 0 0 3 1 】

次に、新設壁体 3 の水域側の水底 2 1 に、所定の位置、所定の高さまで複数の杭 7 を打設する（杭打設工程）。

次に、予め工場で製作された杭頭連結構造 9 を、その交差部 9 b を、杭 7 の杭頭部にかぶせるように設置し、一体化を図る（杭・杭頭連結構造一体化工程）。

次に、水底 2 1 に配設した杭頭連結構造 9 と新設壁体 3 の隙間に、水平部材 1 0 を配設すると共に水中コンクリート又は水中モルタル 1 4 を打設して水平力伝達部材 1 1 を構築する（水平荷重伝達部材構築工程）。

10

【 0 0 3 2 】

なお、施工順序は特に限定されず、どの工程を先に行ってもよい。

また、船舶の大型化に伴う岸壁水深の増深が必要な場合であって、新設壁体 3 の前面の地盤を掘削する場合には、図 4 に示すように、新設壁体打設工程の後に、水域側水底面を掘削して水深を深くする水底面掘削工程を行うようにすればよい。

【 0 0 3 3 】

以上のように、本実施の形態によれば、陸上部 2 7 での施工がなく水域側のみでの施工が可能であり、陸側の施工が制限される場合にも適用可能である。

また、既存壁体 2 3 と新設壁体 3 との間、新設壁体 3 と水平力伝達部材 1 1 との間、及び水平力伝達部材 1 1 と杭頭連結構造 9 との間では、水平力を伝達できればよく、それ故に既存壁体 2 3 と新設壁体 3、新設壁体 3 と水平力伝達部材 1 1、及び水平力伝達部材 1 1 と杭頭連結構造 9 とは一体化される必要がなく、水中におけるスタッド溶接等を不要とすることができる。スタッド溶接の場合、鋼矢板又は鋼管矢板が溶接に対応した成分のものでないと溶接による脆化が懸念されるが、本実施の形態ではこのようなことが懸念されることがない。

20

【 0 0 3 4 】

さらに、既存壁体 2 3 の水域側に新設壁体 3 を打設するので、船舶の大型化に伴う岸壁水深の増深が必要な場合であっても、水域側水底面を掘削して水深を深くする水底面掘削工程を問題なく行うことができる。

また、既存岸壁では増深に対して構造上の余裕がない場合があるが、本実施の形態では新設壁体 3、杭頭連結構造 9、杭 7 等の諸元を適正に変更することで、構造上の余裕を持たせることができるので、この点でも増深を問題なく行うことができる。

30

【 0 0 3 5 】

なお、本実施の形態では、既存壁体 2 3 の水域側に、新設壁体 3 が打設されるため、新設壁体 3 の位置が既存壁体 2 3 よりも水域側に出張る。この場合に、船舶の接岸の支障とならないように、図 2 に示すように、既存の上部工 2 5 を水域側に拡幅する増幅上部工 1 3 を設置するようにすればよい。もっとも、増幅上部工 1 3 は岸壁全長の必要はなく、また、増幅上部工 1 3 を設けることなく接岸用の防舷材を変えることで対応可能なこともある。

【 0 0 3 6 】

なお、上述したように水平力伝達部材 1 1 として水平部材 1 0 を用いる場合には、水平部材 1 0 を杭頭連結構造 9 に予め取り付けてもよいし、杭頭連結構造 9 を水底 2 1 に配置した後で、杭頭連結構造 9 に水平力伝達可能なように水底 2 1 に配設するようにしてもよい。

40

【 0 0 3 7 】

また、上述したように、新設壁体 3 としては鋼管矢板に限定されるものではなく、鋼矢板を用いることができ、この場合には、水平部材 1 0 との接触が面接触になるので、新設壁体 3 と水平部材 1 0 との間に水中コンクリート又は水中モルタル等を配設することなく、水平力伝達部材 1 1 を鋼材からなる水平部材単独で構成できる。

【 0 0 3 8 】

50

〔実施の形態 2〕

実施の形態 1 においては、既存壁体 23 が矢板式岸壁 19 のものであったが、本実施の形態は既存壁体が重力式岸壁 16 によって構成されたものに関する。

重力式岸壁 16 の補強が必要となる場合としては、上載荷重増加、設計震度が大きくなる等による地震時の土圧（主動土圧）が増加することに対してケーソン 17 の滑動（安全率不足）、ケーソン 17 の転倒（安全率不足）、ケーソン底面の基礎捨石 18 の支持力不足等が考えられる。

【0039】

上記の場合において、本実施の形態の既存岸壁の改良構造 15 は、図 6 に示すように、既存の重力式岸壁 16 における既存壁体 23 の水域側に既存壁体 23 と所定の隙間を設けて打設された新設壁体 3 と、隙間に配設された間詰材 5 と、新設壁体 3 の水域側水底面に打設された複数の杭 7 と、複数の杭 7 の頭部を連結する杭頭連結構造 9 と、杭頭連結構造 9 における新設壁体 3 側に新設壁体幅方向に連続して取り付けられて新設壁体 3 から受ける水平力を前記杭頭連結構造 9 に伝達する水平力伝達部材 11 とを備えたものである。

図 6 において、図 1 と同一部分には同一の符号を付してあり、本実施の形態が実施の形態 1 と異なる点は、既存壁体 23 が重力式岸壁 16 のケーソン 17 によって構成されている点であり、その他の点は、実施の形態 1 と同様である。

【0040】

本実施の形態の既存岸壁の改良構造 15 によれば、ケーソン水域側の水底面よりも上方に新たな支えとしての新設壁体 3 が設けられ、この新設壁体 3 に間詰材 5 を介して水平力が伝達されるため、上述したケーソン 17 の滑動（安全率不足）、ケーソン 17 の転倒（安全率不足）及びケーソン底面の基礎捨石 18 の支持力不足を補う補強が可能となっている。

【0041】

このように、本実施の形態によれば、実施の形態 1 と同様に、陸上部 27 での施工がなく水域側のみでの施工が可能であり、陸側の施工が制限される場合にも適用可能である。

また、水平力伝達部材 11 は、新設壁体 3 からの水平力を水平力伝達部材 11 に伝達できればよく、それ故に水平力伝達部材 11 と新設壁体 3 とは一体化される必要がなく、水中におけるスタッド溶接等を不要とすることができる。

【0042】

また、本実施の形態においても、実施の形態 1 と同様に、船舶の大型化に伴う岸壁水深の増深が必要な場合には、新設壁体 3 を打設した後に、打設した新設壁体 3 の水域側の地盤を掘削して、水深を深くすることができる。

【0043】

実施の形態 1 では、既存壁体 23 が矢板式岸壁 19 によって構成され、実施の形態 2 では重力式岸壁 16 によって構成されたものであったが、本発明の既存壁体は、これらの岸壁に限られずセル式岸壁等の船舶の接岸機能を有するものの他、同様の直立壁を有して船舶の接岸機能を有していない護岸によって構成されるものも含む。

〔実施例〕

【0044】

本発明の効果を確認するため、シミュレーション実験を行ったので、以下これについて説明する。

実験は、図 7 に示す -12.6m 水深の既存の矢板式岸壁 19 を対象とし、設計震度は変えず、水深のみ -15m に増深する改良を行う場合について検討した。

検討条件として、鋼材部分は 50 年分の標準的な腐食量による減肉を考慮した。また、本発明による新設構造物の設計は、増深化にともなう土圧、残留水圧、動水圧の荷重増分が作用するものとして断面の決定を行った。

【0045】

新設構造物の設計結果を図 8 に、構造諸元を表 1 に示す。なお、表 1 中の改良構造における鋼管矢板と骨組構造の規格名称は、鋼板の規格を記載している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

【表 1】

	規格名称	断面諸元	配置 間隔 (m)	降伏 応力 (N/mm ²)
既存岸壁				
鋼管矢板	SKY400	直径1100mm, 板厚14mm	1.178	235
鋼管杭	SKK490	直径1000mm, 板厚11mm	2.356	315
タイ材	—	降伏荷重2242kN	2.356	—
改良構造				
鋼管矢板	SM570	直径600mm, 板厚9mm	0.672	450
鋼管杭	SKK490	直径1000mm, 板厚10mm	3.0	315
骨組構造(H鋼)	SM490	高さ900mm, 幅300mm ウェブ板厚16mm フランジ板厚22mm	—	315

10

【 0 0 4 7 】

比較のため、従来技術として既存岸壁を無視して、新設する矢板壁式岸壁の設計を行った。設計結果を図 9 に、構造諸元を表 2 に示す。

20

【 0 0 4 8 】

【表 2】

	規格名称	断面諸元	配置 間隔 (m)	降伏 応力 (N/mm ²)
改良構造				
鋼管矢板	SKY490	直径1200mm, 板厚19mm	1.279	315
鋼管杭	SKK490	直径1000mm, 板厚11mm	2.557	315
タイ材	—	降伏荷重2793kN	2.557	—

30

【 0 0 4 9 】

表 1、表 2 を比較すると分かるように、鋼材重量は本発明工法の方が 4 割程度少なく、工事費も概算値で 3 割程度安価になることがわかった。

【 0 0 5 0 】

また、本発明工法と従来工法の耐震性能を比較するため、構造物と地盤の相互作用を考慮した地震応答解析を行った。解析プログラムは、下記の文献に示されたFLIPを用いた。

40

文献：Iai, S., Matsunaga, Y. and Kameoka, T.: Strain space plasticity model for cyclic mobility, Soils and Foundations, Vol.32, No.2, pp.1-15, 1992.

また、主な解析定数を表 3 に示す。設計対象の地震動は図 10 に示すものである。

【 0 0 5 1 】

50

【表 3】

	単位 体積 重量 (kN/m ³)	基準 有効 拘束圧 (kN/m ³)	せん断 弾性 係数 (kN/m ²)	せん断 抵抗角 (°)	主要 液状化パラメータ※
埋立土	20	98	77400	39	W1=11.2, P2=0.93, C1=1.3
砂質土1	20	98	78100	39	W1=11.4, P2=0.92, C1=1.3
砂質土2	20	98	137300	42	W1=58.5, P2=0.67, C1=1.0
砂質土3	20	98	67900	39	W1=6.3, P2=0.93, C1=3.0
砂質土4	20	98	150000	42	-
埋立土 (SCP改良)	20	98	152000	42	W1=94.2, P2=0.59, C1=1.0
砂質土1 (SCP改良)	20	98	152000	42	W1=94.2, P2=0.59, C1=1.0
砂質土2 (SCP改良)	20	98	152000	42	W1=94.2, P2=0.59, C1=1.0
裏込石	20	98	180000	40	-

※ 表記以外は標準値を使用

【0052】

岸壁天端（図7～図9のA点）の水平変位を壁高（岸壁天端から水底面までの距離）で除した時刻歴を、図11～図13に示す。図11が、図7に示した改良前（水深-12.6m）のもの、図12が図8に示した本発明による改良後（水深-15m）のもの、図13が図9に示した従来技術による改良後（水深-15m）のものである。

ここで、水平変位は水域側への変位が負の値をとる。

【0053】

図11～図13に示す結果から、増深前に比べても、本発明の改良工法の耐震性能は、従来工法と変わらず、既存構造物を無視して設計した従来工法とも遜色のないことがわかった。

また、補強効果をより明確にするため、既存岸壁を補強しないまま-15mまで増深したシミュレーション実験を行った。その結果を図14に示す。図14と本発明を適用した改良構造の結果である図12を比較すると本発明の効果は明らかである。

【符号の説明】

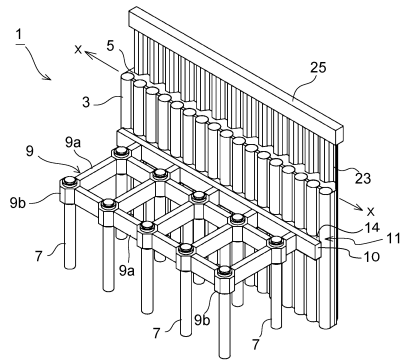
【0054】

- 1 既存岸壁の改良構造(実施の形態1)
- 3 新設壁体
- 5 間詰材
- 7 杭
- 9 杭頭連結構造
- 9 a 桁材
- 9 b 交差部
- 10 水平部材
- 11 水平力伝達部材
- 12 床版状の構造
- 13 増幅上部工
- 14 水中コンクリート又は水中モルタル

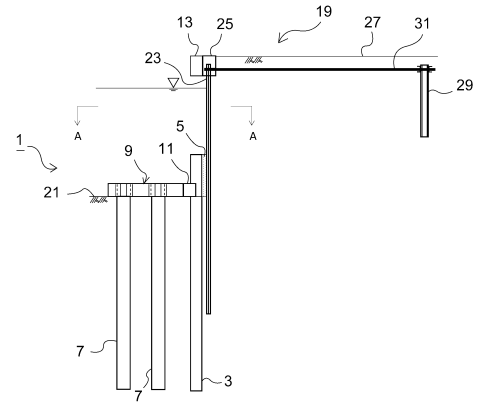
- 1 5 既存岸壁の改良構造(実施の形態 2)
 1 6 重力式岸壁
 1 7 ケーソン
 1 8 基礎捨石
 1 9 矢板式岸壁
 2 1 水底
 2 3 矢板壁(既存壁体)
 2 5 上部工
 2 7 陸上部
 2 9 控え工
 3 1 タイロッド

【図面】

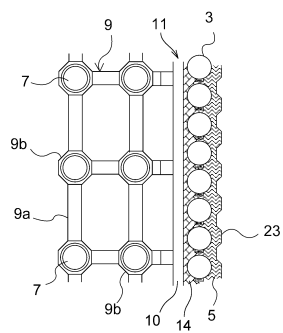
【図 1】



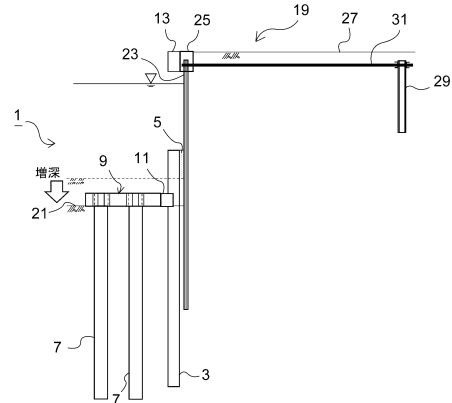
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

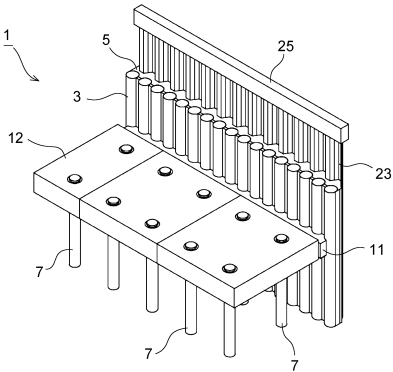
20

30

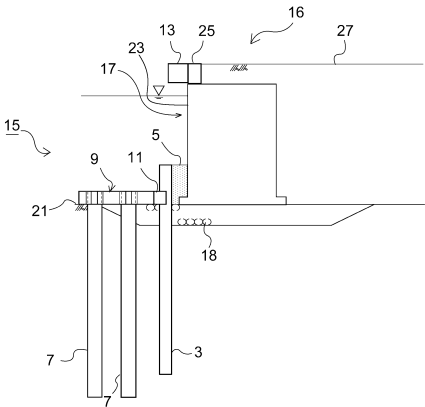
40

50

【図 5】

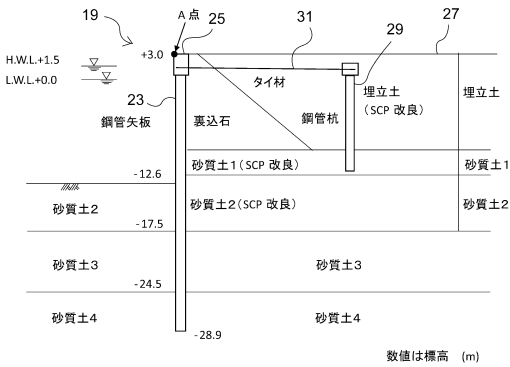


【図 6】

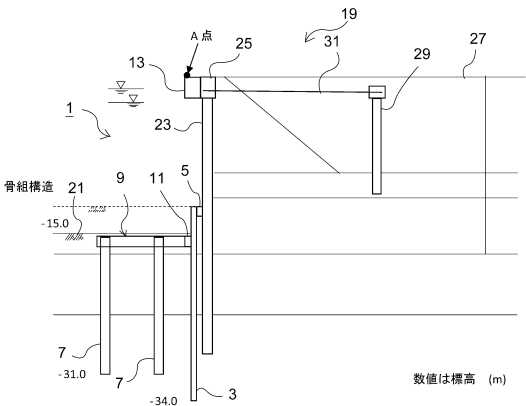


10

【図 7】

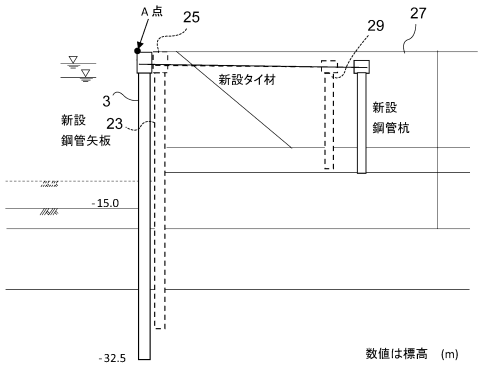


【図 8】

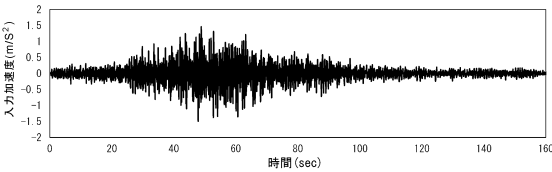


20

【図 9】



【図 10】

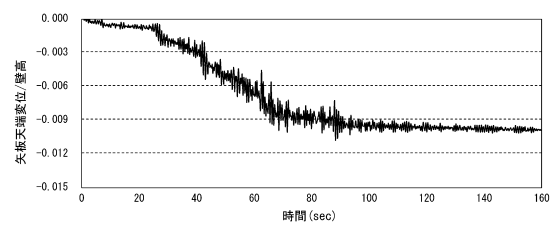


30

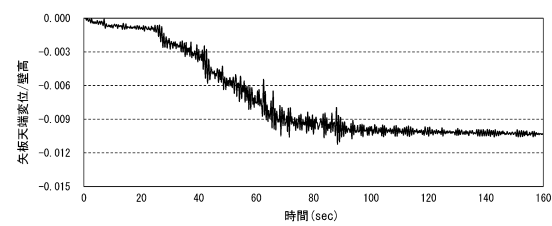
40

50

【図 1 1】

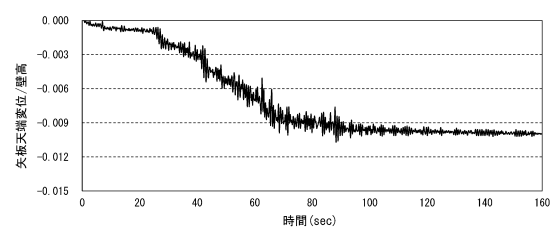


【図 1 2】

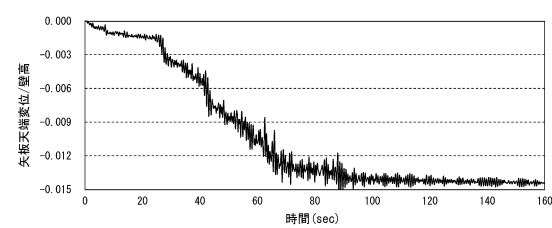


10

【図 1 3】

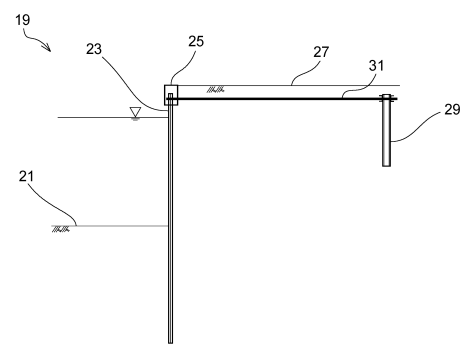


【図 1 4】



20

【図 1 5】



30

40

50

フロントページの続き

- 東京都千代田区丸の内一丁目8番1号 J F Eエンジニアリング株式会社内
(72)発明者 海老原 俊広
東京都千代田区丸の内一丁目8番1号 J F Eエンジニアリング株式会社内
(72)発明者 鈴木 隆雄
東京都千代田区丸の内一丁目8番1号 J F Eエンジニアリング株式会社内
(72)発明者 田中 祐人
東京都千代田区丸の内一丁目8番1号 J F Eエンジニアリング株式会社内
審査官 石川 信也
(56)参考文献 特開2019-056231 (JP, A)
特開2010-156191 (JP, A)
特開2007-056663 (JP, A)
特開昭51-022243 (JP, A)
特開2013-213402 (JP, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
E02B 3/06