

(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2016-84675
(P2016-84675A)

(43) 公開日 平成28年5月19日(2016.5.19)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード(参考)
E 0 2 B 3 / 0 6 (2006.01) E 0 2 B 3 / 0 6 3 0 1 2 D 1 1 8

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2014-219902 (P2014-219902)
(22) 出願日 平成26年10月29日(2014.10.29)

(71) 出願人 000166627
五洋建設株式会社
東京都文京区後楽2丁目2番8号
(74) 代理人 100107272
弁理士 田村 敬二郎
(74) 代理人 100109140
弁理士 小林 研一
(72) 発明者 新舎 博
栃木県那須塩原市四区町1534-1 五洋建設株式会社技術研究所内
(72) 発明者 堤 彩人
栃木県那須塩原市四区町1534-1 五洋建設株式会社技術研究所内
Fターム(参考) 2D118 AA11 BA01 BA18 FB12 GA01 JA07

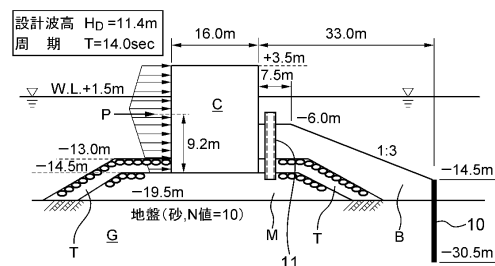
(54) 【発明の名称】 ケーソン式混成堤構造

(57) 【要約】

【課題】 ケーソン式混成堤に処理土裏込めを施した場合、裏込めされた処理土層においてより大きな水平抵抗力を得ることのできるケーソン式混成堤構造を提供する。

【解決手段】 このケーソン式混成堤構造は、水底地盤G上に構築されたマウンドMの上にケーソンCを設置し、ケーソンに処理土裏込めを施し、その処理土層Bの背面において、処理土層Bと水底地盤Gとの境界面におけるすべりを防止するためのすべり防止工10を備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水底地盤上に構築されたマウンドの上にケーソンを設置し、前記ケーソンに処理土裏込めを施し、その処理土層の背面において、前記処理土層と前記水底地盤との境界面におけるすべりを防止するためのすべり防止工を備えるケーソン式混成堤構造。

【請求項 2】

前記すべり防止工は、鋼矢板、鋼管矢板、H型鋼杭、または、連続地中壁から構築される請求項 1 に記載のケーソン式混成堤構造。

【請求項 3】

前記処理土は固化材が混合されている請求項 1 または 2 に記載のケーソン式混成堤構造

10

【請求項 4】

前記ケーソンの背面側に前記処理土層を貫通して前記マウンドまで到達するように水抜きパイプを設けた請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のケーソン式混成堤構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ケーソン式混成堤構造に関する。

【背景技術】

【0002】

ケーソン式混成堤は、防波堤の種類で、基礎となる捨石の上に直立壁としてケーソンを設けたものである。2011年3月11日に発生した東日本大震災では、津波や高波浪により既存のケーソン式混成堤の多くが甚大な被害を受けた。ケーソン式混成堤に津波による大きな水平力が作用したこと、津波がケーソン式混成堤を越流しその背後の基礎マウンドなどを洗掘してケーソン式混成堤の安定性が損なわれたことなどが、その原因と考えられている。

20

【0003】

ケーソン式混成堤の安定性を向上させるためには、ケーソン背面に裏込めを施すことが有効であるとされている（たとえば、特許文献 1 参照）。また、特許文献 2 は、地盤上のマウンド上に配設されたケーソンの後面側のケーソンから離間した位置に、支持構造体を鉛直方向にマウンドを貫通して地盤内へと打設し、マウンドから突き出た支持構造体の突出部とケーソンとの間に、ケーソンからの水平方向の力を支持構造体に伝達する砂利や碎石等を含む充填材を充填した重力式防波堤を提案する。津波等によりケーソンに作用した大きな水平力を充填体と支持構造体とにより受け止めて破壊を可及的に抑止する。

30

【0004】

一方、近年では、浚渫土の処分場不足が深刻である。浚渫土は航路や泊地の水深維持や増深の際に発生するものであり、年間約2000万m³が発生している。しかしながら、環境面の制約などにより、新たな処分場の建設が困難な状況にある。浚渫土の有効利用策としては、浚渫土に固化材を混合して処理土を作製し、この固化処理土を埋立や護岸背面の裏埋材に利用することが行われており、大量急速施工を想定した施工方法も既に確立されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開2001-115429号公報

【特許文献 2】特開2014-101663号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

そこで、本発明者等は、浚渫土に固化材を混合した固化処理土をケーソン式混成堤の裏

50

込めに利用すること考えた。しかしながら、ケーソンの背面に施す処理土裏込めの施工幅は、港湾の利用上の制約により無限大と大きくすることはできない。この制約とは、港への漁船の行き来の確保などを意味している。そこで、裏込めを施す場合には、数10m程度の幅の中で固化処理土を利用し、かつ、最大限の水平抵抗力を有する構造が望まれる。

【0007】

図1のように、水底の砂地盤Gの上に構築したマウンドM上にケーソンCを設置したケーソン式混成堤に処理土裏込めを施すと、裏込めされた処理土層B内において2種類のすべりが生じる可能性がある。すなわち、図1の実線に沿って処理土層B内でほぼ水平に生じるすべり1と、図1の破線に沿って処理土層B内から処理土層Bと砂地盤Gとの境界に生じるすべり2である。

10

【0008】

図1の処理土層B内のすべり1における水平抵抗力 P1は、次式(1)により表される。

$$P1 = cu \times L \quad (1)$$

図1の処理土層B内のすべり2における水平抵抗力 P2は、次式(2)により表される。

$$P2 = cu \times L/2 + Ws \times \mu \quad (2)$$

ただし、cu：処理土のせん断強度 (= qu/2)、L：処理土裏込めの幅、Ws：処理土の質量(図1の一点鎖線で囲んだ部分)、μ：処理土と砂の摩擦係数

20

【0009】

すべり1とすべり2は、水平抵抗力の大小によって発生が区別される。すなわち、P1 < P2の場合、すべり1が発生し、P1 > P2の場合、すべり2が発生すると考えられる。しかし、通常の場合、処理土の単位体積重量は浮力を受けて軽くなるため、P1 > P2となり、すべり2が発生する可能性が高い。この結果、セメント添加量を増加して処理土の一軸圧縮強さquを増加させても、この増加した一軸圧縮強さquに見合った水平抵抗力が得られず、大きな水平抵抗力を得ることができないという問題が生じる。

【0010】

本発明は、上述のような従来技術の問題に鑑み、ケーソン式混成堤に処理土裏込めを施した場合、裏込めされた処理土層においてより大きな水平抵抗力を得ることのできるケーソン式混成堤構造を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明者等は、図2のように、処理土層Bの背面下部にすべり防止工10を施して強制的にすべり2(図1)を防止し、水平抵抗力の大きなすべり1(図1)を発生させるようにすることで、水平抵抗力の増大を実現可能であることに思い至り、本発明を着想した。

【0012】

すなわち、上記目的を達成するためのケーソン式混成堤構造は、水底地盤上に構築されたマウンドの上にケーソンを設置し、前記ケーソンに処理土裏込めを施し、その処理土層の背面において、前記処理土層と前記水底地盤との境界面におけるすべりを防止するためのすべり防止工を備える。

40

【0013】

このケーソン式混成堤構造によれば、処理土層の背面にすべり防止工を備えることで、処理土層と水底地盤との境界面におけるすべりを防止することができる。このすべりは、処理土層内から処理土層と水底地盤との境界面に沿って生じ、その水平抵抗力は、処理土層内における水平方向における水平抵抗力よりも小さい。すべり防止工を設けた結果、すべりは、処理土層内において水平方向に沿って生じ、より大きな水平抵抗力が生じる。このようにして、ケーソン式混成堤に処理土裏込めを施した場合、処理土層において水平抵抗力がより大きくなる。

【0014】

上記ケーソン式混成堤構造において、前記すべり防止工は、鋼矢板、鋼管矢板、H型钢

50

杭、または、連続地中壁から構築されることが好ましい。

【 0 0 1 5 】

また、前記処理土は固化材が混合されていることが好ましい。これにより、固化材の添加量に応じて一軸圧縮強さが大きくなり、それに伴って水平抵抗力が大きくなる。

【 0 0 1 6 】

また、前記ケーソンの背面側に前記処理土層を貫通して前記マウンドまで到達するように水抜きパイプを設けることが好ましい。処理土裏込めを施すと、ケーソン底面全体に波圧が作用し、ケーソンの滑動抵抗力が減少してしまうが、ケーソン背面側に水抜き孔を設けることで、ケーソン背面下部の波圧が零になり、波圧が作用せずに、ケーソンの滑動抵抗力の減少のおそれが生じない。

10

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 1 7 】

本発明のケーソン式混成堤構造によれば、ケーソン式混成堤に処理土裏込めを施した場合、裏込めされた処理土層においてより大きな水平抵抗力を得ることができる。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 従来 of 処理土裏込めを施したケーソン式混成堤に生じるすべり 1 およびすべり 2 を概略的に示す図である。

【 図 2 】 すべり防止工を備える処理土裏込めを施したケーソン式混成堤構造の基本的構成を概略的に示す図である。

20

【 図 3 】 本実施形態によるケーソン式混成堤の側面図である。

【 図 4 】 本実施形態における固化処理土の配合例を示す表である。

【 図 5 】 本実験例で対象とした実物モデルの側面図である。

【 図 6 】 本実験例における実験場条件を示す表である。

【 図 7 】 本実験例の実験結果としてケーソン変位量と載荷重との関係を示すグラフである。

【 図 8 】 本実験例の計算上のすべり形態を示す表である。

【 図 9 】 (a) ~ (e) は本実験例のケース 2 , 3 , 4 における変位ベクトルと処理土層内のすべり線を示す図である。

【 図 1 0 】 本実験例から換算して得た水中における一軸圧縮強さと水平抵抗力との関係を示すグラフである。

30

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

【 0 0 1 9 】

以下、本発明を実施するための形態について図面を用いて説明する。図 3 は本実施形態によるケーソン式混成堤を概略的に示す側面図である。

【 0 0 2 0 】

図 3 に示すように、本実施形態のケーソン式混成堤は、水底地盤 G の上に捨石によって構築されたマウンド M の上にケーソン C を設置し、マウンド M を被覆工 T で覆い、ケーソン C の背面（陸側）において被覆工 T を覆うように固化処理土裏込めを施し、固化処理土層 B の背面端部にすべり防止工 1 0 を構築した構造を有する。

40

【 0 0 2 1 】

すべり防止工 1 0 として、固化処理土層 B の背面端部において、鋼管矢板を水底地盤 G に対し打設により鉛直方向に設置する。また、ケーソン C の背面において、たとえば、直径 50cm の水抜きパイプ 1 1 を 1.0m 間隔で下端がマウンド M 内に達するように設置する。

【 0 0 2 2 】

固化処理土は、たとえば、図 4 のような配合とし、固化材としてセメントを使用し、その一軸圧縮強さが $q_u=200\text{kN/m}^2$ である。固化処理土の一軸圧縮強さは、一例であって、セメント添加量等によって調整することができる。

【 0 0 2 3 】

上記固化処理土を、管中混合固化処理工法を適用して、ケーソン C の背面に打設するこ

50

とで、図3の処理土層Bを構築することができる。なお、管中混合固化処理工法は、たとえば、「管中混合固化処理工法技術マニュアル(改訂版)」((財)沿岸技術センター 平成20年7月発行) に詳しいので、その説明は省略する。

【0024】

すべり防止工10として、たとえば、直径500mm×厚さ13mm×長さ16mの鋼管矢板を使用でき、また、図3に各寸法、各データ、配置例を示すが、これらは一例であって、他の寸法、データ、配置例に適宜変更可能である。

【0025】

本実施形態のケーソン式混成堤構造によれば、固化処理土層Bの背面にすべり防止工10の鋼管矢板を備えることで、固化処理土層Bと水底地盤Gとの境界面におけるすべり2(図1)を防止することができる。このすべり2は、図1のように、固化処理土層B内から固化処理土層Bと水底地盤Gとの境界面に沿って生じ、その水平抵抗力は、固化処理土層B内における水平方向における水平抵抗力よりも小さいところ、すべり防止工10を設けた結果、図1のすべり2が抑制され、すべりは、固化処理土層B内において水平方向に沿って図1のすべり1として生じ、このすべり1ではより大きな水平抵抗力が生じる。このようにして、ケーソン式混成堤に固化処理土裏込めを施した場合、固化処理土層Bにおいてより大きな水平抵抗力を得ることができる。

10

【0026】

また、すべり1における水平抵抗力 $P1$ は、上述の式(1)から次式(1')のように表すことができる。

20

$$P1 = cu \times L = (qu/2) \times L \quad (1')$$

ただし、 cu ：処理土のせん断強度、 L ：処理土裏込めの幅、 qu ：処理土の一軸圧縮強さ

【0027】

上述の式(1')からわかるように、すべり1における水平抵抗力 $P1$ は、固化処理土の一軸圧縮強さにより変化するので、一軸圧縮強さに応じた水平抵抗力を得ることができる。このため、セメント添加量を増加して固化処理土の一軸圧縮強さ qu を増加させた場合、この増加した一軸圧縮強さ qu に見合った水平抵抗力を得ることができ、セメント添加量の増加により大きな水平抵抗力を得ることができる。

【0028】

また、ケーソンCの背面に水抜きパイプ11を下端がマウンドM内に達するように設置することで、次の作用効果を奏する。すなわち、固化処理土裏込めがない場合のケーソンCへの揚圧力は、ケーソン前面下部で波圧が作用し、ケーソン背面下部でゼロの三角形分布になる。しかしながら、固化処理土裏込めを施すと、ケーソン背面への水道を塞いだことになるので、ケーソン底面全体に波圧が作用する。このため、ケーソンの滑動抵抗力の減少につながってしまう。かかる問題の解決のため、ケーソンCの背面に水抜きパイプ11を設けることで、ケーソンCへの揚圧力がケーソン背面下部で低減してゼロまたはゼロ近くになり、固化処理土裏込めがない設計の場合の三角形分布にすることができる。なお、水抜きパイプ11は、ケーソンCの背面近くに設置する方が、ケーソン背面下部における揚圧力低減効果が増すので、好ましい。

30

【0029】

また、特許文献2の重力式防波堤によれば、津波等によりケーソンに作用した大きな水平力を充填体を介して支持構造体で受け止めるが、充填体は砂利や碎石等を含み、本実施形態のような固化処理土層内におけるすべり2(図1)を抑制するすべり防止工10とその機能がまったく相違する。

40

【0030】

実験例

次に、図5の実物モデルを対象として実施した遠心模型実験の結果について説明する。実験条件を図6に示す。ケース1は、固化処理土裏込め無しで、ケース2～4は、固化処理土裏込め有りである。ケース2とケース3は、断面同一で一軸圧縮強さ qu を変化させた実験で、ケース3とケース4は、一軸圧縮強さ qu が同一で、すべり防止工無し、有りの実

50

験である。

【 0 0 3 1 】

図 7 に実験結果としてケーソン変位量と載荷重との関係を示し、図 8 に計算上のすべり形態を示す。これらの結果から次のことがいえる。

(1) 裏込めのないケース 1 と比べると、裏込めを設置したケース 2 ~ ケース 4 の水平抵抗力 (= 載荷重) が大きい。

(2) ケース 2 とケース 3 を比べると、一軸圧縮強さ qu の大きいケース 3 の水平抵抗力が大きい。

(3) ケース 3 とケース 4 を比べると、すべり防止工を設置したケース 4 の水平抵抗力が大きい。

10

【 0 0 3 2 】

上記結果から、水平抵抗力の増加により、固化処理土裏込め設置の効果を確認できるとともにすべり防止工設置の効果を確認できた。

【 0 0 3 3 】

図 9 (a) ~ (e) に本実験例のケース 2 , 3 , 4 における変位ベクトルと処理土層内のすべり線を示す。各ケースにおけるすべり形態としては、図 9 (a) (b) のケース 2 ではすべり 1 (図 1) が生じ、図 9 (c) (d) のケース 3 ではすべり 2 (図 1) が生じ、図 9 (e) (f) のケース 4 では、すべり 2 をすべり防止工で妨げたので、すべり 1 が生じた。図 9 の結果は、図 8 の計算上のすべり形態と一致する。

20

【 0 0 3 4 】

上述の遠心模型実験は気中で実施したので、固化処理土の単位体積重量 は 13.8kN/m^3 であった。これを水中単位体積重量の 3.8kN/m^3 に置き換えて上記 (2) における処理土の質量 Ws を計算し、この質量 Ws を用いてすべり 2 に関する一軸圧縮強さ qu と水平抵抗力 $P2$ との関係を上記式 (2) から求めると、図 10 のようになる。図 10 には、すべり 1 に関する一軸圧縮強さ qu と水平抵抗力 $P1$ との関係 (上記式 (1) から求めた) も示す。図 10 から、すべり形態をすべり 1 にすると、水平抵抗力 P をすべり 2 の約 1.6 倍に増加させることが可能であることがわかる。

【 0 0 3 5 】

以上のように本発明を実施するための形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で各種の変形が可能である。たとえば、本実施形態では、すべり防止工を鋼管矢板から構築したが、これに限定されず、たとえば、鋼矢板、H 型鋼杭、または、連続地中壁から構築してもよい。

30

【 0 0 3 6 】

また、固化処理土の材料として浚渫土を用いることができる。これにより、浚渫土の有効利用を図ることができ、浚渫土の処分場不足の問題解決に寄与することができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 7 】

本発明によれば、ケーソン式混成堤に処理土裏込めを施した場合、裏込めされた処理土層においてより大きな水平抵抗力を得ることができるので、ケーソン式混成堤において津波や高波浪に対する安定性を向上させることができる。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 3 8 】

B 処理土層、固化処理土層

C ケーソン

G 地盤、水底地盤

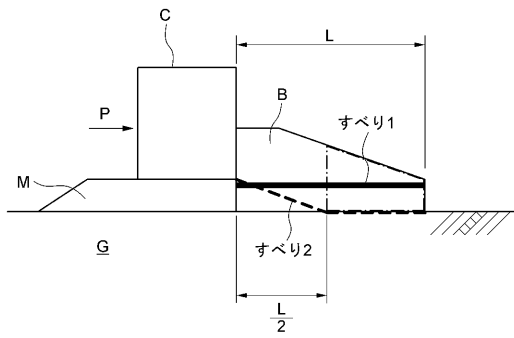
M マウンド

T 被覆工

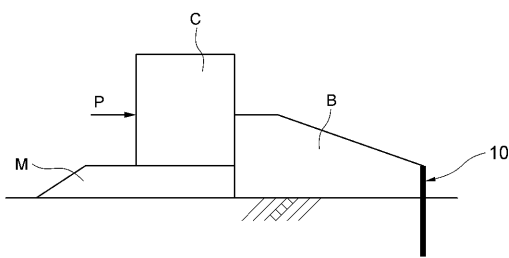
10 すべり防止工

11 水抜きパイプ

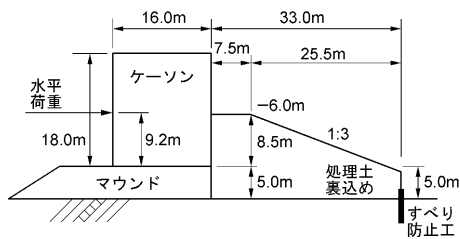
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 5 】

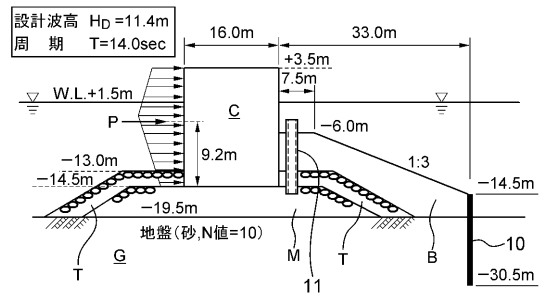


【 図 6 】

実験条件

実験条件	処理土 qu (kN/m^2)	実験内容
ケース1	なし	偏芯荷重：ケーソンのみ
ケース2	112	偏芯荷重：処理土裏込め
ケース3	223	偏芯荷重：処理土裏込め
ケース4	198	偏芯荷重：処理土裏込め＋すべり防止工

【 図 3 】

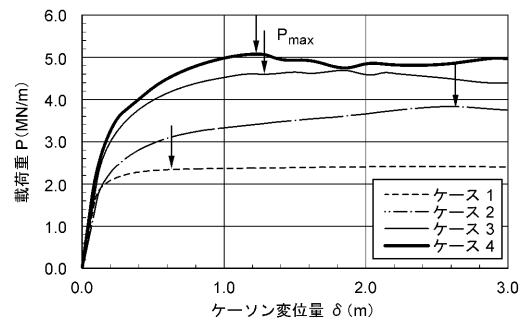


【 図 4 】

固化処理土の配合

強度 qu kN/m^2	原料土		セメントスラリー	
	土粒子 (kg)	水 (kg)	水 (kg)	固化材 (kg)
200	483.9	734.3	81.4	81.4

【 図 7 】

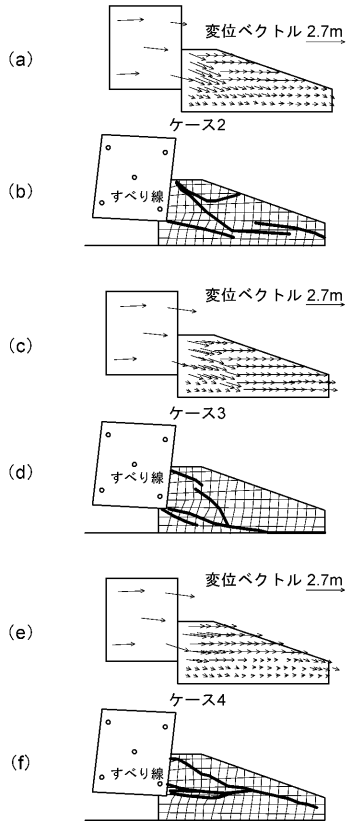


【 図 8 】

計算上のすべり形態
 $\mu = 0.76, \gamma = 13.8\text{kN/m}^3$

ケース	一軸圧縮強さ qu (kN/m^2)	ΔP_1 (MN/m)	ΔP_2 (MN/m)	計算上のすべり形態
ケース2	112	1.85	2.27	すべり1
ケース3	232	3.68	3.18	すべり2
ケース4	198	3.27	2.95	すべり2

【 図 9 】



【 図 10 】

