

(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2006-335187  
(P2006-335187A)

(43) 公開日 平成18年12月14日(2006. 12. 14)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 3 B 35/44 (2006. 01)	B 6 3 B 35/44 Z	2 D 1 1 8
B 6 3 B 35/34 (2006. 01)	B 6 3 B 35/44 F	
B 6 3 B 39/10 (2006. 01)	B 6 3 B 35/34 Z	
E O 2 B 3/06 (2006. 01)	B 6 3 B 39/10	
	E O 2 B 3/06 3 0 2	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2005-161253 (P2005-161253)  
(22) 出願日 平成17年6月1日(2005. 6. 1)

(71) 出願人 000006208  
三菱重工株式会社  
東京都港区港南二丁目16番5号  
(71) 出願人 501204525  
独立行政法人海上技術安全研究所  
東京都三鷹市新川6丁目38番1号  
(74) 代理人 100089163  
弁理士 田中 重光  
(74) 代理人 100069246  
弁理士 石川 新  
(72) 発明者 井上 俊司  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工株式会社内

最終頁に続く

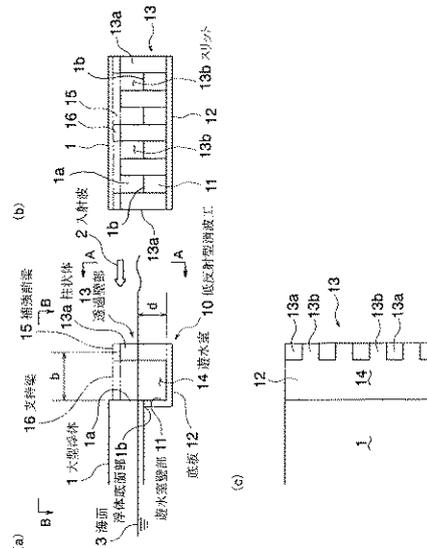
(54) 【発明の名称】 大型浮体用低反射型消波工

(57) 【要約】

【課題】 メガフロート等の大型浮体の周縁部に設ける消波構造物であって、反射波の低減にも有効で、且つ構造が適切でその大きさを小型化できる大型浮体用低反射型消波工。

【解決手段】 大型浮体用低反射型消波工を、大型浮体の周縁部に海面の下方に延びるように形成された遊水室壁部と、遊水室壁部の下端から波上側に延在させた底板と、底板の前端において上方に向け遊水室壁部と略平行に設けた透過壁部とを有し、遊水室壁部と底板と透過壁部とで囲まれた遊水室が形成される大型浮体用低反射型消波工において、透過壁部は底板の波上側端から上方に向け立設され海面より上方に達する複数の柱状体を間隙部を挟んで並べて形成され、透過壁部の開口率を略0.3から0.5、遊水室の透過壁部から遊水室壁部に至る奥行を、所期の低反射効果の対象とする入射波の波長の略1/8倍から1/10倍の長さに設定した。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

大型浮体の周縁部に海面の下方に延びるように形成された遊水室壁部と、同遊水室壁部の下端から波上側に延在させた底板と、同底板の前端において上方に向け前記遊水室壁部と略平行に設けた透過壁部とを有し、前記遊水室壁部と底板と透過壁部とで囲まれた遊水室が形成される大型浮体用低反射型消波工において、前記透過壁部は底板の波上側端から上方に向け立設され海面より上方に達する複数の柱状体を間隙部を挟んで並べて形成され、前記透過壁部の開口率を略 0.3 から 0.5、前記遊水室の前記透過壁部から遊水室壁部に至る奥行を、所期の低反射効果の対象とする入射波の波長の略 1/8 倍から 1/10 倍の長さに設定してなることを特徴とする大型浮体用低反射型消波工。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の大型浮体用低反射型消波工において、前記遊水室の喫水を前記大型浮体の喫水の略 1 倍から 2 倍としてなることを特徴とする大型浮体用低反射型消波工。

**【請求項 3】**

請求項 1 または請求項 2 に記載の大型浮体用低反射型消波工において、前記所期の低反射効果の対象とする波の波周期を 5 秒から 6 秒とし、前記奥行を略 5 m としてなることを特徴とする大型浮体用低反射型消波工。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、メガフロート等の大型浮体の周縁部に設ける消波構造物であって反射波の低減にも有効な大型浮体用低反射型消波工に関する。

20

**【背景技術】****【0002】**

従来、メガフロート等の大型浮体においては、波浪の影響を受けることを軽減するために浮体の減揺を目的とした消波構造物（以下、「消波工」という）を大型浮体の周縁部に設けることが従来より検討されている。

**【0003】**

しかし、大型浮体は通常、湾内等における施設（空港、貯蔵設備等）のために設けられることが多く、近年、単にそれ自身の波浪の影響回避のための減揺効果のみではなく、周辺影響緩和の観点で、浮体から反射される波が周辺の施設、船舶等へ影響を及ぼすことを軽減するために、反射波の低減が求められているが、いまだ実用的で十分なものがない。

30

**【0004】**

例えば特開 2000-135999 号公報（特許文献 1）には、消波工を設けた「耐波型大型浮体」が示され、大型浮体の周縁部の波上側（浮体側から見て波がやってくる側、防波堤における「沖側」に相当するが、浮体の場合は周囲全体となるので「沖側」という表現が必ずしもそぐわないため、以下、本明細書においてはその意味で「波上側」という）に、鉛直板及び没水板を有し遊水室を形成する消波工を設けることで、広範囲の波周期及び高い波に対して浮体の動揺を低減する、とするものが示されているが、反射波や反射率については何ら考察しておらず、その結果、低反射の消波工の好ましい構造、諸元について示すものは無い。

40

**【0005】**

一方、防波堤等の固定型のケーソンにおいては、防波堤からの反射波により防波堤の外側の海面の波高が高くなり、船舶の航行や養殖施設等に対して影響を及ぼすことが懸念され、近年、港湾の固定式防波堤や岸壁には反射波低減対策が考慮されるようになってきている。例えば日本港湾協会 1999 年発行「港湾の施設の技術上の基準・同解説」下巻（非特許文献 1）、p 616 - 618 には、海底に固定したケーソン本体の前部（沖側）に透過壁と遊水室を設けることが示され、一般の直立堤に対して波力の緩和、反射波の軽減の効果がある旨示されているが、透過壁、遊水室の構造、サイズ等の諸元については諸条件を踏まえて決定すべきということ以上は示されていない。また、同文献 p 106 には、反射

50

率の参考値として直立壁で0.7～1.0、捨石斜面で0.3～0.6、異形消波ブロックで0.3～0.5が示されている。

【0006】

なお、「反射率」は一般に、(反射波高)/(入射波高)であり、又、「平均反射率」は(反射波エネルギー)/(入射波エネルギー)と表される。

【0007】

したがって、大型浮体用低反射型消波工においても、周囲の船舶、養殖施設等諸施設に対しての影響の観点から、反射率0.5以下程度の低反射性能が求められると想定されるが、大型浮体の場合、消波工は浮体に付設されることから、その大きさ(水深、波上方向への長さ)、に構造設計上の制約があり、また、海底から構築する防波堤のケーソンのような捨石斜面、消波ブロック等の構造も構造上、コスト上採用困難であり、大型浮体に付設容易でコストを抑制可能な低反射型消波工が求められる。また、大型浮体が設置される湾内等で通常生じる範囲で反射波を抑制すべき波浪条件の波(例えば波周期5～6sec程度、波高2m程度)に特に効果の高い低反射型消波工が好ましい。

10

【0008】

また、波の代表波長  $L$  と、波周期  $T$  は無限水深の場合に下記のような関係がある。

【0009】

$$L = 2\pi \sqrt{gT^2/2\pi} = 2\pi \sqrt{g} T^2 / 2\pi = T^2 (g/2\pi) \approx 1.56 T^2$$

ただし、 $n$  : 円周波数、 $g$  : 重力加速度

従って、波周期  $T = 5 \sim 6 \text{ sec}$  の波は、波長  $L = \text{約} 39 \text{ m} \sim 56 \text{ m}$  の波に相当する。

20

【0010】

一方、従来から、沖側に遊水室を持つ直立消波型護岸における反射波低減は入射波と反射波の干渉の効果の観点から、入射波の波長の約1/4の奥行長さを有する遊水室が効果的であるとされていた。(例えば、榎木涼亨著「波と漂砂と構造物」1991年技報堂出版)

その観点からすると大型浮体用低反射型消波工は、奥行約10～14mの遊水室を設ける必要があるが、実際上の大型浮体において周縁部にそのような大型の遊水室を設けることは構造上、コスト上の困難をもたらし、大型浮体の設計、適用に大きな制約を生ぜしめるものであった。

【0011】

30

【特許文献1】特開2000-135999号公報

【非特許文献1】日本港湾協会1999年発行「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(p106、p616-618)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は、メガフロート等の大型浮体の周縁部に設ける消波構造物であって、反射波の低減にも有効で、且つ構造が適切でその大きさを小型化できる大型浮体用低反射型消波工を提供することを課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

40

【0013】

本発明は、上記の課題を解決するためになされ、下記の(1)から(3)の手段を提供するものであり、以下、特許請求の範囲に記載の順に説明する。

【0014】

(1) その第1の手段として、大型浮体の周縁部に海面の下方に延びるように形成された遊水室壁部と、同遊水室壁部の下端から波上側に延在させた底板と、同底板の前端において上方に向け前記遊水室壁部と略平行に設けた透過壁部とを有し、前記遊水室壁部と底板と透過壁部とで囲まれた遊水室が形成される大型浮体用低反射型消波工において、前記透過壁部は底板の波上側端から上方に向け立設され海面より上方に達する複数の柱状体を間隙部を挟んで並べて形成され、前記透過壁部の開口率を略0.3から0.5、前記遊水

50

室の前記透過壁部から遊水室壁部に至る奥行を、所期の低反射効果の対象とする入射波の波長の略  $1/8$  倍から  $1/10$  倍の長さ設定してなることを特徴とする大型浮体用低反射型消波工を提供する。

【0015】

(2) 第2の手段としては、第1の手段の大型浮体用低反射型消波工において、前記遊水室の喫水を前記大型浮体の喫水の略1倍から2倍としてなることを特徴とする大型浮体用低反射型消波工を提供する。

【0016】

(3) また、第3の手段として、第1の手段または第2の手段の大型浮体用低反射型消波工において、前記所期の低反射効果の対象とする入射波の波周期を5秒から6秒とし、前記奥行を略5mとしてなることを特徴とする大型浮体用低反射型消波工を提供する。

10

【発明の効果】

【0017】

(1) 特許請求の範囲に記載の請求項1の発明によれば、大型浮体用低反射型消波工を上記第1の手段のように構成したので、所期の入射波に合わせて反射率を大幅に低減可能で、大きさを小型化できる大型浮体用低反射型消波工となり、大型浮体から反射される波が周辺の諸施設、船舶等へ影響を与えることを軽減でき、コストも大幅に抑制できるものとなる。

【0018】

(2) 請求項2の発明によれば、大型浮体用低反射型消波工を上記第2の手段のように構成したので、第1の手段の作用効果を奏するとともに、大型浮体の周縁部自体からの反射を防ぎ、構造設計上の制約の中で入射波の波長を短縮し砕波を促進し、低反射効果を強化するものとなる。

20

【0019】

(3) 特許請求の範囲に記載の請求項3の発明によれば、大型浮体用低反射型消波工を上記第3の手段のように構成したので、第1の手段または第2の手段の作用効果により、湾内(例えば東京湾内)のような大型浮体の設置箇所に一般的に適し、高い低反射性能を有する具体的な大型浮体用低反射型消波工を設定できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

本発明を実施するための最良の形態として、以下に一実施例を説明する。

【実施例】

【0021】

図1は本発明の一実施例に係る大型浮体用低反射型消波工の構成概要図であり、(a)は垂直断面図、(b)は(a)中A-A矢視図、(c)は(a)中B-B矢視図である。また、本実施例の策定、検証のための試験装置と試験結果について図2～図6に基づき説明する。

【0022】

図1に示すように、本実施例の大型浮体用低反射型消波工(以下、単に「低反射型消波工」という)10は、大型浮体1の周縁部1aに浮体底面部1bより海面3下方に延びる遊水室壁部11を形成し、遊水室壁部11の下端から波上側(前方)に略水平の底板12を延在させ、底板12の前端には上方に向け遊水室壁部11と略平行に透過壁部13を設けており、遊水室壁部11と底板12と透過壁部13とで囲まれた遊水室14を形成している。

40

【0023】

透過壁部13は底板12の前端から上方に向け立設され海面3より上方に達する複数の柱状体13aで形成され、複数の柱状体13aは互いにスリット(間隙部)13bを挟んで浮体1の周縁部1a方向に平行に並べ、波上側に面する通水可能な壁面を形成する。なお、図1(b)においてスリット部13bに浮体底面部1bが図示されるが、必ずしも大型浮体1の周縁部1aと遊水室壁部11との間に段差があることを示すものではな

50

く、連続した平面壁面を形成してよい。

【0024】

波上側からの入射波2は先ず透過壁部13に当たり、柱状体13aにより一部反射し残りは透過壁部13のスリット13bを通り遊水室14に入るが、その際に砕波されて波浪エネルギーを減衰される。透過壁部13を構成する柱状体13aは、構造的強度、簡潔さ及びコスト等から円柱または角柱が有利であり、造渦効果によるエネルギー逸散の観点からは角柱が有利と見られるものの、低反射性からは円柱が有利と見られ、後述の試験結果に示されるように総合的には大きな優劣はないといえる。また、遊水室14の底板12は遊水室14に入った入射波2の波長を短縮し砕波を促進すると考えられる。

【0025】

図1に示すように、透過壁部13から遊水室壁部11との間隔は遊水室14の奥行bである。また、透過壁部13の全体面積(ここで、「面積」とは波上側に向く投影面積のことである)に対するスリット13bの面積の比、すなわち、(スリット13bの面積合計)/(柱状体13aの面積合計+スリット13bの面積合計)が、透過壁部13の開口率cである。図中dは、遊水室14の喫水(水深)である。開口率cは、小さくすれば透過壁部13を通過する際の波のエネルギー減衰が促進されるが透過壁部13での反射が増大し、大きくすれば透過壁部13での反射は低減するが通過時のエネルギー減衰も減少し遊水室壁部11での反射が増大する要素となる。

【0026】

本発明は、低反射効果の高い消波工として上記低反射型消波工10の構造と共に、特に上記奥行b、開口率cが低反射性能に大きな関係があることを見出したものであり、後述の試験結果に示されるように、本実施例の低反射型消波工10においては、大型浮体の設置される湾内等(例えば東京湾内)の波浪条件から所期の低反射効果を期待すべき入射波2の波周期Tを5~6secとした場合、奥行bは5m程度、すなわち、上記波の波長=約39m~56mの1/8ないし1/10程度の長さに設定し、開口率cは、 $c = 0.3 \sim 0.5$ に設定される。

【0027】

喫水dは大型浮体1の周縁部1a自体からの反射を防ぐためには少なくとも大型浮体1の喫水(例えば2.5m)以上で、砕波効果を奏する範囲及び構造設計上の制約を考慮しその2倍程度まで(例えば4~5m)の喫水dに実用上設定される。

【0028】

なお、透過壁部13は波上側から来て反射し、また通過する波からの力を受けるので、構造的には、複数の柱状体13aの頭部を連絡して固定する補強前梁15、透過壁部13と大型浮体1の周縁部1aとを水平方向に接続し透過壁部13を支える支持梁16等をさらに設けてもよい。

【0029】

上記のような本実施例の低反射型消波工10によれば、波上側からの入射波2は先ず透過壁部13に当たり、柱状体13aにより一部反射し残りは透過壁部13のスリット13bを通り遊水室14に入るが、その際に砕波され波浪エネルギーを減衰される。遊水室14内での造渦によりさらに波浪エネルギーを失った後、遊水室壁部11で反射された波は、入射波と衝突するとともに再度透過壁部13のスリット13bを通過する際に再び砕波による波浪エネルギー減衰を受けるので、反射波の波浪エネルギーは著しく減衰し、後述の試験結果で示すように、波周期3~10secの入射波2に対して平均反射率0.5以下を満足し、特に波周期5~6secの入射波2に対しては平均反射率0.2程度の平均反射率という高性能が得られた。

【0030】

従来の技術において説明したように、入射波と反射波の干渉の効果の観点からは、入射波2の波長の約1/4の奥行bを有する遊水室14が必要と考えられていたところ、本発明においては、上記実施例のように入射波2の波長39m~56m(波周期5~6sec)に対して5mの奥行bの遊水室14、すなわち、波長/奥行比=約8~10で極めて高

10

20

30

40

50

い低反射効果が得られるものとなった。

【0031】

これは、本実施例の構造の低反射型消波工10においては、遊水室壁部11、透過壁部13、底板12により遊水室14を形成し、且つそれを上記のような適切な寸法を設定することにより、所期の波周期の入射波2に対して十分な碎波が生じ、波のエネルギーが短周期側にシフトすることによって生じたためと考えられる。

【0032】

したがって、透過壁部13の開口率 $c$ を略0.3から0.5、遊水室14の奥行 $b$ を、所定の低反射効果の対象とする波の波長の略 $1/8$ 倍から $1/10$ 倍の長さに設定することにより十分に低反射効果を有する低反射型消波工10が得られ、反射波の低減にも有効で、且つ構造を小型化できる大型浮体用低反射型消波工となる。

10

【0033】

以下、本実施例の低反射型消波工10の作用効果を検証するために行った試験について概略説明する。図2は試験装置の概要垂直断面図である。図3は低反射型消波工の試験用模型の概略図であり、(a)は正面図、(b)は(a)中C-C矢視図、(c)は(a)中C-C矢視図の別の例であり、図4は好ましい試験結果の例の一覧を示し、図5、図6は試験結果の例の反射率の傾向の特性を示すグラフである。

【0034】

本試験装置は、図2に示すように、二次元水槽に造波機020、波高計3台(WH1、WH3、WH4)と、低反射型消波工模型010を設置したもので、低反射型消波工模型010は水面03に浮かぶ剛性浮体としての浮体模型01に取り付けられる。浮体模型01の後方において透過波の発生を防ぐために防透過壁021で水槽を仕切った。

20

【0035】

供試低反射型消波工模型010は、図3に示すように図1に示す本実施例を模した縮尺 $1/50$ 模型であって、図3中、011~016は、それぞれ図1の11~16に対応する部材であり、改めて説明を省略する。なお、図2及び図3(b)(c)の図示は、図1と図上で左右逆となっている。01bは浮体模型01に取り付けるための浮体底面部である。また、図中の寸法単位はmmである。

【0036】

低反射型消波工模型010において柱状体013は、円柱、角柱の2種。開口率 $c$ は、0.05、0.1、0.3、0.5の4種。奥行 $b$ は、0.06、0.1、0.2(m)の3種(実物の3、5、10m相当)。喫水 $d$ は、0.05、0.08(m)の2種(実物の2.5、4m相当)である。なお、図3(b)は、喫水 $d = 0.05$ mの場合、(c)は、喫水 $d = 0.08$ mの場合を示す。

30

【0037】

規則波中試験の結果、波周期0.71sec(実物換算波周期5sec)以上に対して反射率0.5以下となるものは、柱状体013aの角柱、円柱に関わらず、開口率 $c : 0.3$ 、 $0.5$ 、奥行 $b : 0.06$ 、 $0.1$ 、 $0.2$ (m)。喫水 $d : 0.05$ 、 $0.08$ (m)であった。

【0038】

次いで、上記規則波中試験で選ばれた上記条件の低反射型消波工模型010(但し、奥行 $b = 0.2$ mは消波効果悪化、かつ装置大型化の方向のため除外した)につき、不規則波中試験を行った。

40

【0039】

不規則波中試験結果から(以下、数値は実物換算値で示す)、検討条件(有義波高1.97m、有義波周期5.9sec)を含む、波周期3~10secの範囲での平均反射率が0.5以下を満足するケースは図4に示すとおりであった。奥行5mのものについて、柱状体013aの角柱、円柱による大きな差異はなく良好な低反射性能が示されている。

【0040】

また、柱状体013a:角柱、開口率 $c : 0.3$ 、奥行 $b : 5.0$ m、喫水 $d : 4.0$

50

mのものについて、波周期 ( s e c ) に対して反射率を示すと、図 5 のグラフに示すとおりとなった。全般にわたって反射率 0 . 5 以下の性能が得られたことのほか、特に波周期 5 ~ 6 s e c において反射率約 0 . 2 の高性能が示された。また、波周期 4 s e c 程度の短周期波 ( 小型船舶等から発せられるものが多い ) についても十分な低反射効果があることを示している。

【 0 0 4 1 】

図 5 のグラフにおいて、横軸を ( 波長 / 奥行 ) に置き換えたものが、図 6 である。図 6 に示されるように、奥行 b が波長の約 1 / 8 から 1 / 1 0 において特に低反射率が得られることが示されている。

【 0 0 4 2 】

以上の試験結果に示されるように、大型浮体の消波工において低反射性能を得るためには従来、低反射型消波工の遊水室の奥行は、( 波長 / 奥行 ) = 約 4 を適値としていたことに対し、本発明者は ( 波長 / 奥行 ) = 約 8 から 1 0 において、より好ましい低反射性能が得られることを見出した。

【 0 0 4 3 】

その結果、上述の本発明の実施例に係る大型浮体用低反射型消波工 1 0 によれば、所期の入射波に合わせて反射率を大幅に低減可能で、大きさを小型化できる大型浮体用低反射型消波工となり、大型浮体 1 から反射される波が周辺の諸施設、船舶等へ影響を与えることを軽減でき、コストも大幅に抑制できるものとなる。

【 0 0 4 4 】

以上、本発明を図示の実施例について説明したが、本発明は上記の実施例に限定されず、本発明の範囲内でその具体的構造、構成に種々の変更を加えてよいことはいうまでもない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 5 】

【 図 1 】本発明の一実施例に係る大型浮体用低反射型消波工の構成概要図であり、( a ) は垂直断面図、( b ) は ( a ) 中 A - A 矢視図、( c ) は ( a ) 中 B - B 矢視図である。

【 図 2 】本実施例の低反射型消波工の作用効果を検証するために行った試験の試験装置の概要垂直断面図である。

【 図 3 】本実施例の低反射型消波工の試験用模型の概略図であり、( a ) は正面図、( b ) は ( a ) 中 C - C 矢視図、( c ) は ( a ) 中 C - C 矢視図の別の例である。

【 図 4 】本実施例の低反射型消波工の作用効果を検証するために行った試験の好ましい試験結果の例の一覧を示す。

【 図 5 】試験結果の例の反射率の傾向の特性を示すグラフである。

【 図 6 】試験結果の例の反射率の傾向の特性を示すグラフである。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 6 】

0 1	浮体模型
0 1 b	浮体底面部
0 3	水面
0 1 0	低反射型消波工模型
0 2 0	造波機
0 2 1	防透過壁
1	大型浮体
1 a	周縁部
1 b	浮体底面部
2	入射波
3	海面
1 0	低反射型消波工
1 1	遊水室壁部

10

20

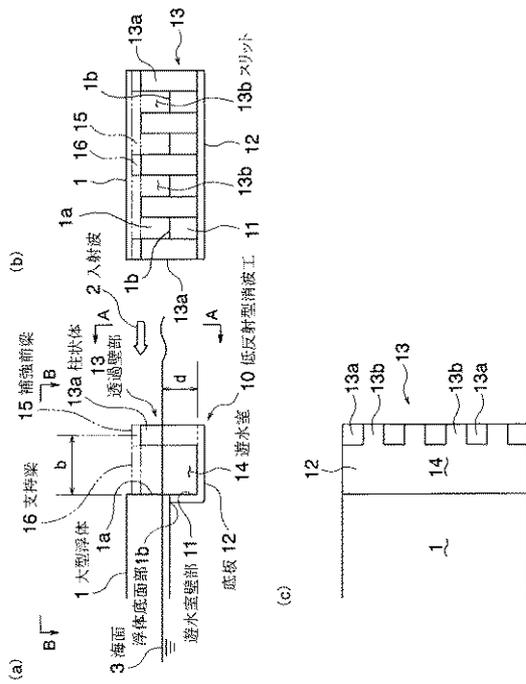
30

40

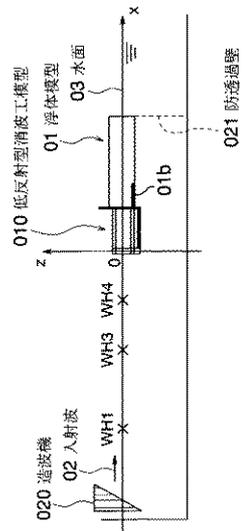
50

- 1 2 底板
- 1 3 透過壁部
- 1 3 a 柱状体
- 1 3 b スリット
- 1 4 遊水室
- 1 5 補強前梁
- 1 6 支持梁

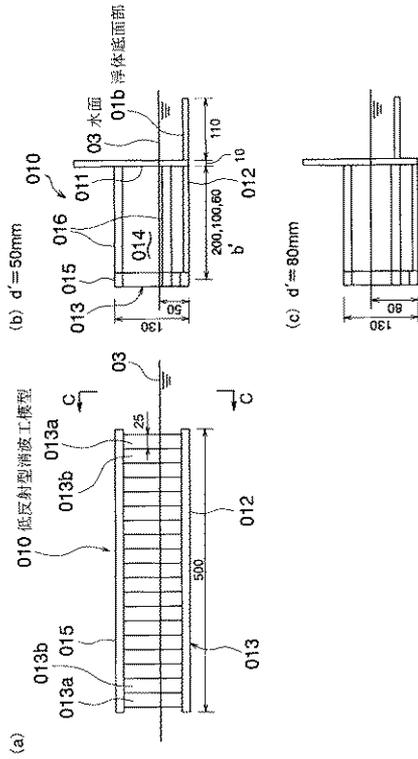
【 図 1 】



【 図 2 】



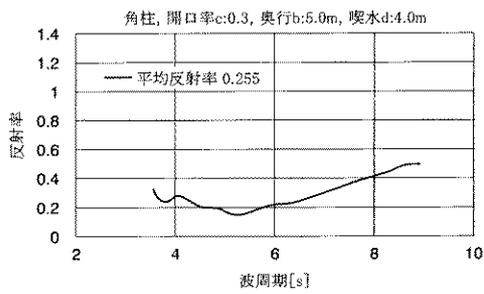
【 図 3 】



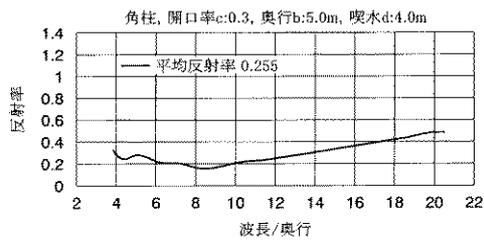
【 図 4 】

平均反射率	消波工形式			
	柱状体	開口率c	奥行b[m]	喫水d[m]
0.26	角柱	0.3	5.0	4.0
0.34	円柱	0.3	5.0	4.0
0.35	角柱	0.5	5.0	4.0
0.35	円柱	0.5	5.0	2.5
0.36	角柱	0.5	5.0	2.5
0.40	円柱	0.3	5.0	2.5
0.41	角柱	0.5	3.0	2.5
0.43	円柱	0.3	3.0	2.5
0.43	円柱	0.5	3.0	2.5
0.43	円柱	0.5	5.0	4.0
0.44	角柱	0.3	3.0	2.5
0.45	角柱	0.3	3.0	2.5
0.46	角柱	0.3	5.0	2.5
0.46	円柱	0.3	3.0	2.5
0.49	角柱	0.3	3.0	4.0

【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 加藤 俊司

東京都三鷹市新川 6 - 3 8 - 1 独立行政法人海上技術安全研究所内

(72)発明者 正信 聡太郎

東京都三鷹市新川 6 - 3 8 - 1 独立行政法人海上技術安全研究所内

Fターム(参考) 2D118 AA11 DA04 FA04 JA05