

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6818317号
(P6818317)

(45) 発行日 令和3年1月20日 (2021.1.20)

(24) 登録日 令和3年1月5日 (2021.1.5)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 C 13/00 (2006.01)

G O 1 C 13/00

W

G O 1 W 1/08 (2006.01)

G O 1 W 1/08

G

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-241295 (P2016-241295)
 (22) 出願日 平成28年12月13日 (2016.12.13)
 (65) 公開番号 特開2018-96827 (P2018-96827A)
 (43) 公開日 平成30年6月21日 (2018.6.21)
 審査請求日 令和1年9月19日 (2019.9.19)

(73) 特許権者 504137912
 国立大学法人 東京大学
 東京都文京区本郷七丁目3番1号
 (73) 特許権者 000222668
 東洋建設株式会社
 大阪府大阪市中央区高麗橋4丁目1番1号
 (74) 代理人 110001999
 特許業務法人はなぶさ特許商標事務所
 (72) 発明者 下園 武範
 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大
 学法人東京大学内
 (72) 発明者 島津 希来
 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大
 学法人東京大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波浪監視システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水上工事の工区に到来する波浪を監視するためのシステムであって、
 前記工区の周囲に設置される複数の浮標と、
 波浪の影響を受けない固定位置に設置され、前記複数の浮標の画像を撮影する少なくと
 も1つの撮影手段と、
 該少なくとも1つの撮影手段により撮影された浮標の画像に基づいて、前記工区の周囲
 に発生した波浪をリアルタイムに解析する少なくとも1つの解析手段と、
 該少なくとも1つの解析手段の解析結果を表示する表示手段と、を含むことを特徴とす
 る波浪監視システム。

【請求項 2】

前記複数の浮標が、水上工事の施工時に前記工区を示すために設置される工区表示用の
 浮標であることを特徴とする請求項1記載の波浪監視システム。

【請求項 3】

前記解析手段は、前記撮影手段と一対一で接続され、接続された撮影手段により撮影さ
 れた浮標の画像に基づいて、浮標の周囲に発生した波浪を解析するものであることを特徴
 とする請求項1又は2記載の波浪監視システム。

【請求項 4】

前記撮影手段として、2つ以上の浮標を同時に撮影する撮影手段を含み、該2つ以上の
 浮標を同時に撮影する撮影手段に接続された解析手段は、撮影された浮標毎に浮標の周囲

に発生した波浪を解析するものであることを特徴とする請求項 3 記載の波浪監視システム。

【請求項 5】

前記解析手段は、波浪の解析として、水位の時間変動と波の周期と波高との、少なくともいずれか 1 つを解析するものであることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の波浪監視システム。

【請求項 6】

前記解析手段は、波浪の解析として少なくとも波高を解析し、該波高が予め設定された閾値を超えた場合に発報するものであることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の波浪監視システム。

10

【請求項 7】

前記解析手段は、前記発報として警告音を発するものであることを特徴とする請求項 6 記載の波浪監視システム。

【請求項 8】

前記解析手段は、前記撮影手段により撮影された浮標の形状又は形状の一部を識別して波浪の解析を行うものであることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載の波浪監視システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、水上工事の工区に到来する波浪を監視するための波浪監視システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えばケーソン据付等の水上工事の施工中に、浮遊状態のケーソンや台船等が波浪によって大きく動揺することが想定された場合、作業員が作業を中断し、危険回避の行動をとる必要がある。このため、工区に到来する波浪を監視する係員を配置する等の対策が講じられる。一方、このような工区に到来する波浪を監視する目的を含み、水上に発生した波浪を観測・解析するための、様々な技術が発案されている。例えば、特許文献 1 に開示された観測装置は、海底に設置された水圧センサーによって波高を計測し、海上の係留ブイに搭載されると共に水圧センサーに接続された無線データ送信手段から、観測データを地上や船上の親局へ送信するものである。又、特許文献 2 に開示された測定装置は、海面に対して超音波を送受信する送受波器を海底に設置し、この送受波器による計測結果を、送受波器と海底ケーブルを介して接続された陸上の観測所等で解析して、波高や潮位等を算出するものである。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 6 - 1 3 8 2 5 6 号公報

40

【特許文献 2】特開平 9 - 7 9 8 5 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、波浪を監視する係員を配置する対策方法では、係員が目視によって波浪を監視するため、波浪の状況によっては見落とし等が発生し、不確実性が存在するものであった。又、上述した波浪を観測・解析する装置は、何れも、海底に計測設備を設置するものである。そのような計測設備は高価であり、設置や撤去に潜水土作業等を必要とするため、費用面から設置台数が制約されてしまい、多方向から到来する波浪を観測することが困難であった。

50

【 0 0 0 5 】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、コストを抑制しながら、多方向から到来する波浪を効率よく監視することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

(発明の態様)

以下の発明の態様は、本発明の構成を例示するものであり、本発明の多様な構成の理解を容易にするために、項別けして説明するものである。各項は、本発明の技術的範囲を限定するものではなく、発明を実施するための最良の形態を参酌しつつ、各項の構成要素の一部を置換し、削除し、又は、更に他の構成要素を付加したものについても、本願発明の技術的範囲に含まれ得るものである。

10

【 0 0 0 7 】

(1) 水上工事の工区に到来する波浪を監視するためのシステムであって、前記工区の周囲に設置される複数の浮標と、波浪の影響を受けない固定位置に設置され、前記複数の浮標の画像を撮影する少なくとも1つの撮影手段と、該少なくとも1つの撮影手段により撮影された浮標の画像に基づいて、前記工区の周囲に発生した波浪をリアルタイムに解析する少なくとも1つの解析手段と、該少なくとも1つの解析手段の解析結果を表示する表示手段と、を含む波浪監視システム(請求項1)。

【 0 0 0 8 】

本項に記載の波浪監視システムは、複数の浮標、少なくとも1つの撮影手段、少なくとも1つの解析手段、及び、表示手段を含むものである。複数の浮標は、水上工事の工区の周囲に、適当な間隔を空けた任意の位置に設置され、撮影手段によって各々の画像が撮影される。撮影手段は、浮標の動画や連続的な静止画等の画像を撮影するものであり、例えば市販のビデオカメラやウェアラブルカメラ等が利用される。又、撮影手段は、安定して浮標の画像を撮影するために、波浪の影響を受けない固定位置、例えば陸上や既設ケーソン上等に設置される。

20

【 0 0 0 9 】

解析手段は、撮影手段から画像データを取得し、取得した浮標の画像に基づいて、工区の周囲に発生した波浪をリアルタイムに解析する。例えば、解析手段は、取得した画像データから、水面に浮かぶ浮標の上下動を計測することで、発生した波浪を解析する。このような解析手段として、例えば、専用のプログラムがインストールされた市販のPC等が利用される。又、表示手段は、解析手段から波浪の解析結果を取得し、取得した解析結果を、例えば作業員等に対して表示するものである。このため、表示手段は、解析手段を構成するPCに接続されたディスプレイ等で構成され、解析手段と表示手段とが組み合わされて、ノート型PCやタブレット型PCで構成されていてもよい。

30

【 0 0 1 0 】

すなわち、本項に記載の波浪監視システムは、複数の浮標と、市販のビデオカメラ等が利用される撮影手段と、市販のPC等が利用される解析手段及び表示手段とで構成され、設置に潜土作業を必要としないものである。従って、従来用いられてきた波浪を観測・解析する装置と比較して、極めて安価に構成され、又、その据付けも容易となる。それにも関わらず、工区の周囲に設置された複数の浮標の画像から、波浪を解析して表示するものであるため、本システムにより、多方向で発生する波浪が効率よく監視されることになり、延いては、作業員の安全性がより高まることになる。更に、解析手段による波浪の解析結果は、発生する波浪を監視する目的だけでなく、波浪の事後的な解析や検証にも利用されるものとなる。

40

【 0 0 1 1 】

(2) 上記(1)項において、前記複数の浮標が、水上工事の施工時に前記工区を示すために設置される工区表示用の浮標である波浪監視システム(請求項2)。

本項に記載の波浪監視システムは、撮影手段により撮影する複数の浮標として、水上工事の施工時に設置する必要のある工区表示用の浮標を利用するものである。これにより、

50

本システムで使用する専用の浮標を設置する必要がなくなるため、より安価、より容易にシステムが構成されるものとなる。なお、工区表示用に設置された全ての浮標を撮影対象としてもよく、或いは、工区表示用の浮標の中から、浮標の設置間隔や設置方向等に応じて、波浪を解析する上で必要十分な数及び位置の浮標を選択して撮影してもよい。

【 0 0 1 2 】

(3) 上記 (1) (2) 項において、前記解析手段は、前記撮影手段と一対一で接続され、接続された撮影手段により撮影された浮標の画像に基づいて、浮標の周囲に発生した波浪を解析するものである波浪監視システム (請求項 3)

本項に記載の波浪監視システムは、撮影手段と解析手段とが一対一で接続されるため、接続構成が簡素化され、画像データの通信が複雑化しないものである。更に、解析手段は、接続先の撮影手段により撮影された浮標の画像に基づいて、浮標の周囲に発生した波浪を解析する。すなわち、解析手段は、接続先の 1 台の撮影手段によって撮影された浮標のみについて解析すればよい。そのため、解析作業が簡素化され、各浮標の周囲に発生する波浪がより確実に解析されることとなる。

【 0 0 1 3 】

(4) 上記 (3) 項において、前記撮影手段として、2 つ以上の浮標を同時に撮影する撮影手段を含み、該 2 つ以上の浮標を同時に撮影する撮影手段に接続された解析手段は、撮影された浮標毎に浮標の周囲に発生した波浪を解析するものである波浪監視システム (請求項 4)。

本項に記載の波浪監視システムは、撮影手段として、2 つ以上の浮標を同時に撮影する撮影手段を含むものである。例えば、浮標と撮影手段との位置関係や、撮影手段の画角等に応じて、ある 1 台の撮影手段による撮影範囲に 2 つ以上の浮標が同時に収まれば、その撮影手段により 2 つ以上の浮標を同時に撮影すればよい。これにより、複数の浮標の各々に対して 1 台の撮影手段が設置されるのではなく、撮影対象の浮標よりも少ない数の撮影手段が設置されることになるため、コストがより一層抑制される。又、2 つ以上の浮標を同時に撮影する撮影手段に接続された解析手段は、撮影された浮標毎に浮標の周囲に発生した波浪を解析すればよい。そのため、特に解析処理が複雑化することなく、効率よく波浪を解析するものとなる。

【 0 0 1 4 】

(5) 上記 (1) から (4) 項において、前記解析手段は、波浪の解析として、水位の時間変動と波の周期と波高との、少なくともいずれか 1 つを解析するものである波浪監視システム (請求項 5)。

本項に記載の波浪監視システムは、解析手段により、水位の時間変動と波の周期と波高との、少なくともいずれか 1 つを解析することで、表示手段にそれらの解析結果が表示される。これにより、例えば作業員等に対して、波浪を監視する上で有用な情報が提示されることになるため、波浪の監視が効率よく行われることとなる。更に、上記の解析結果の各々は、波浪のリアルタイムな監視のためだけでなく、事後の波浪の検証にも有効に活用されるものである。

【 0 0 1 5 】

(6) 上記 (1) から (5) 項において、前記解析手段は、波浪の解析として少なくとも波高を解析し、該波高が予め設定された閾値を超えた場合に発報するものである波浪監視システム (請求項 6)。

本項に記載の波浪監視システムは、解析手段によって少なくとも波高を解析し、その波高が予め設定された閾値を超えた場合に、解析手段により、或いは、解析手段から表示手段等を介して、発報を行うものである。これにより、例えば、閾値として、危険回避の行動等が必要と想定される波の高さが設定されることで、施工中の作業員等に対して、適切なタイミングで危険回避の行動等を促すものとなる。

【 0 0 1 6 】

(7) 上記 (6) 項において、前記解析手段は、前記発報として警告音を発するものである波浪監視システム (請求項 7)。

本項に記載の波浪監視システムは、解析手段から行う発報として警告音を発することで、表示手段を確認する作業員だけでなく、警告音が届く範囲内の複数の作業員に対して、同時に危険回避の行動等を促すものである。

【 0 0 1 7 】

(8) 上記 (1) から (7) 項において、前記解析手段は、前記撮影手段により撮影された浮標の形状又は形状の一部を識別して波浪の解析を行うものである波浪監視システム (請求項 8) 。

本項に記載の波浪監視システムは、解析手段によって、撮影手段により撮影された浮標の画像から、浮標の形状又は浮標の形状の一部を識別するものである。すなわち、撮影手段により撮影された画像には、当然のことながら、浮標の周囲の水面が含まれ、ことによると、浮標とは別の漂流物が含まれる場合がある。そこで、例えば、波浪の解析を始める前の段階で、撮影手段により撮影された浮標を含む画像データを、解析手段に取り込ませ、その画像データに含まれる浮標の形状や形状の一部を、作業員等により解析手段に登録する。これによって、解析対象の浮標が解析手段に認識されるため、解析手段は、波浪の解析中に撮影手段から取得する画像から、浮標の形状又は形状の一部を識別することで、浮標の上下動等を把握するものとなる。

【 0 0 1 8 】

このように、本項に記載の波浪監視システムは、浮標の形状や形状の一部が解析手段に登録されることで、解析手段によって浮標の上下動等の動きが追尾されて解析されるものである。従って、解析対象の浮標に、解析対象であることを解析手段に認識させるためのタグ等を取り付ける必要がなく、その分の手間やコストが抑制されるものである。なお、撮影・解析対象の複数の浮標は、全てが同じ形状を有する必要はなく、異なる複数種類の形状の浮標が含まれていてもよい。又、1台の撮影手段によって、形状の異なる2つ以上の浮標を撮影してもよい。何れの場合であっても、解析手段に対して浮標毎に形状や形状の一部が登録されることで、問題なく波浪の解析が行われる。

【 0 0 1 9 】

(9) 上記 (1) から (8) 項において、前記撮影手段が防水性能を有する波浪監視システム。

本項に記載の波浪監視システムは、浮標を撮影するという役割のために、水しぶきや雨等に比較的晒され易い位置に設置される撮影手段が、防水性能を有することで、撮影手段の故障等のリスクが低減され、システム全体の長寿命化が図られるものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

本発明は上記のような構成であるため、コストを抑制しながら、多方向から到来する波浪を効率よく監視することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態に係る波浪監視システムの構成の一例を示すブロック図である。

【 図 2 】 本発明の実施の形態に係る波浪監視システムの配置例を示す平面イメージ図である。

【 図 3 】 浮標の形状の一例を示すイメージ図である。

【 図 4 】 表示手段により表示する解析結果のイメージ画面である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 2 】

以下、本発明を実施するための形態を、添付図面に基づき説明する。なお、図面の全体にわたって、同一部分又は対応する部分は、同一符号で示している。

図 1 は、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム 10 の構成の一例を示すブロック図であり、図 2 は、ケーソン据付け工事が行われる工区 C A を例にして、波浪監視システム 10 の配置例を示したイメージ図である。図 2 の工区 C A では、既設ケーソン 20 の近

10

20

30

40

50

傍の施工位置 C P において施工中であるものとする。なお、図 2 においてハッチングで示されている矢印は、工区 C A に到来する波浪をイメージしたものである。

【 0 0 2 3 】

図示の例において、波浪監視システム 1 0 は、5 つの浮標 1 2 (1 2 A ~ 1 2 E) と、3 つの撮影手段 1 4 (1 4 A ~ 1 4 C) と、3 つの解析手段 1 6 (1 6 A ~ 1 6 C) と、3 つの表示手段 1 8 (1 8 A ~ 1 8 C) とを含んでいる。図示の波浪監視システム 1 0 の各構成要素の数は一例であり、それらの数に限定されるものではない。なお、図 2 では、解析手段 1 6 と表示手段 1 8 との図示を省略している。

【 0 0 2 4 】

浮標 1 2 は、水上工事の工区 C A の周囲に設置され、浮標 1 2 の周囲で発生する波浪を解析するために、浮標 1 2 の水面での上下動が測定されるものである。図 2 の例では、工区 C A の工区表示用に設置された 5 つの浮標 1 2 A ~ 1 2 E が、波浪監視システム 1 0 の複数の浮標 1 2 として利用される。工区表示用の浮標 1 2 A ~ 1 2 E は、それらと陸地 G とで囲まれる範囲の内側が工区 C A であることを示すために、工区 C A の周囲に適切な間隔を空けて設置されている。なお、波浪監視システム 1 0 の複数の浮標 1 2 として、工区表示用の浮標 1 2 と、本システム専用に設置した浮標 1 2 との双方を含む構成であってもよい。この場合は、例えば、工区表示用の浮標 1 2 が設置されていない方向の波浪を監視するために、本システム専用の浮標 1 2 を、工区 C A の周囲の任意の位置に設置してもよい。

【 0 0 2 5 】

撮影手段 1 4 は、複数の浮標 1 2 の画像を撮影するものであり、波浪の影響を受けない固定位置に設置される。本実施例では、浮標 1 2 A、1 2 B を撮影するための撮影手段 1 4 A と、浮標 1 2 C、1 2 D を撮影するための撮影手段 1 4 B と、浮標 1 2 E を撮影するための撮影手段 1 4 C との、3 台の撮影手段 1 4 が、施工位置 C P 近傍の既設ケーソン 2 0 上に設置されている。図 2 の太線矢印は、各撮影手段 1 4 が撮影対象とする浮標 1 2 を便宜的に示している。各撮影手段 1 4 と、各撮影手段 1 4 が撮影対象とする浮標 1 2 との間の距離は、数百メートルまでが想定される。撮影手段 1 4 は、撮影対象の浮標 1 2 の数や、浮標 1 2 と撮影手段 1 4 との位置関係等に応じて、撮影対象の全ての浮標 1 2 を撮影可能な台数が設置される。又、本実施例において、各撮影手段 1 4 は、浮標 1 2 の動画を撮影する市販のビデオカメラによって構成されている。なお、市販のウェアラブルカメラも、防水性能や後述する解析手段 1 6 への画像データの取り込み易さ等の点から、好適である。

【 0 0 2 6 】

解析手段 1 6 は、撮影手段 1 4 により撮影された浮標 1 2 の画像データを取り込み、この画像データに基づいて波浪を解析するものであり、本実施例では、専用のプログラムがインストールされた市販の P C により構成される。又、本実施例における解析手段 1 6 は、撮影手段 1 4 と一対一で接続されている。すなわち、撮影手段 1 4 A と解析手段 1 6 A とが接続され、撮影手段 1 4 B と解析手段 1 6 B とが接続され、撮影手段 1 4 C と解析手段 1 6 C とが接続されている。撮影手段 1 4 と解析手段 1 6 との間の接続は、有線接続であってもよく、画像データの取り込みに支障がなければ、無線接続であってもよい。

【 0 0 2 7 】

解析手段 1 6 は、波浪の解析を開始する前に、解析対象の浮標 1 2 の形状又は形状の一部が、作業員等によって登録される。具体的に、例えば、図 3 に示すような浮標 1 2 を解析対象とする場合、撮影手段 1 4 から解析手段 1 6 に取り込まれた画像データの中から、図 3 に符号 M で示すような浮標 1 2 の形状の一部が指定されて登録される。これにより、解析手段 1 6 は、撮影手段 1 4 から取り込む画像データの中から、撮影対象の浮標 1 2 を識別可能になるため、撮影手段 1 4 から連続的に取得する動画内で、識別した浮標 1 2 の上下動等を計測する。なお、このような計測結果を利用した、解析手段 1 6 による解析内容については後述する。解析手段 1 6 の各々は、例えば、撮影手段 1 4 の近傍、図 2 の例

では既設ケーソン 20 上に設置される。

【0028】

表示手段 18 は、解析手段 16 の解析結果を表示するものであり、本実施例では、解析手段 16 と表示手段 18 とが一對一で接続されている。すなわち、解析手段 16 A に対して表示手段 18 A が接続され、解析手段 16 B に対して表示手段 18 B が接続され、解析手段 16 C に対して表示手段 18 C が接続されている。各表示手段 18 は、例えば PC のディスプレイで構成される。すなわち、表示手段 18 は、接続先の解析手段 16 を構成しているノート型 PC のディスプレイや、タブレット型 PC の入力表示画面等であってもよい。このため、表示手段 18 の各々は、接続先の解析手段 16 の近傍に設置され、図 2 の例では、既設ケーソン 20 上に設置される。

10

【0029】

続いて、図 4 には、表示手段 18 によって表示する表示画面のイメージ図を示している。この図 4 を参照して、解析手段 16 による波浪の解析内容について説明する。なお、図 4 に示す内容は、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム 10 による波浪の解析内容の一例であり、波浪監視システム 10 の解析内容は、浮標 12 の上下動等の計測結果を利用して波浪を解析したものであれば、図 4 の内容に限定されるものではない。

【0030】

まず、図 4 に示されている解析内容は、図 1 及び図 2 に示した波浪監視システム 10 の構成を例にして説明すると、5 つの浮標 12 A ~ 12 E のうちの、1 つの浮標 12 の周囲に発生した波浪を解析したものである。すなわち、本実施例では、5 つの浮標 12 A ~ 12 E 毎に、図 4 に示すような波浪の解析を行う。具体的には、浮標 12 A、12 B を撮影する撮影手段 14 A に接続された解析手段 16 A により、浮標 12 A、12 B の夫々の周囲に発生した波浪について解析を行い、浮標 12 A、12 B 毎の図 4 に示すような解析結果を、解析手段 16 A に接続された表示手段 18 A によって表示する。同様に、浮標 12 C、12 D を撮影する撮影手段 14 B に接続された解析手段 16 B により、浮標 12 C、12 D の夫々の周囲に発生した波浪について解析を行い、浮標 12 C、12 D 毎の図 4 に示すような解析結果を、解析手段 16 B に接続された表示手段 18 B によって表示する。更に、浮標 12 E を撮影する撮影手段 14 C に接続された解析手段 16 C により、浮標 12 E の周囲に発生した波浪について解析を行い、浮標 12 E の図 4 に示すような解析結果を、解析手段 16 C に接続された表示手段 18 C によって表示する。なお、2 つの浮標 12 について解析を行う解析手段 16 A、16 B は、図 4 に示すような浮標 12 毎の解析結果を、2 つ同時に表示手段 18 に表示させてもよく、時間経過や作業員による選択等に応じて切り替えて表示させてもよい。

20

30

【0031】

上述したように、解析手段 16 の各々は、撮影手段 14 から取得した浮標 12 の動画から、浮標 12 の上下動等を計測し、この計測結果に基づいて、図 4 の表示領域 D1 ~ D6 の各々に示されたような解析を行う。まず、表示領域 D1 には、縦軸を水位、横軸を時間とした、水位の時間変動が示されている。この水位の時間変動は、表示領域 D1 に表示する時間範囲を、解析開始時から現時点までの全時間、直近の任意の時間枠、解析開始時から現時点までの間の任意の時間枠等へと、状況に応じて選択できることが好ましい。次に、表示領域 D2 ~ D4 には、解析開始時から現時点までの間の、波高と波の周期との双方の、最大値、平均値、最小値の夫々が示されている。又、表示領域 D5 には、波高と波の周期との双方の現在値が示されており、表示領域 D6 には、現在の波高レベルに応じた色が表示される。例えば、現在の波高レベルが低い場合は、青系の色が表示され、現在の波高レベルが高い場合は、赤系の色が表示される。表示領域 D1 ~ D6 の表示内容は、時間の経過に応じて更新される。

40

【0032】

更に、本実施例における解析手段 16 は、解析した現在の波高が、予め設定された閾値を超えた場合に発報を行う。例えば、表示領域 D6 や、表示手段 18 の表示画面の全体等を、赤色で点滅表示させるような表示による発報を行ってもよく、或いは、警告音を発す

50

るものであってもよい。更には、表示による発報と警告音による発報との双方を同時に行ってもよい。予め解析手段１６に設定される閾値は、例えば、浮標１２の周囲で発生した波浪が施工位置ＣＰ（図２参照）に到達した場合に、作業員が危険回避の行動をとる必要があるか否かを判定するための、適切な波高が設定される。

【００３３】

さて、上記構成をなす本発明の実施の形態によれば、次のような作用効果を得ることが可能である。すなわち、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム１０は、図１及び図２に示すように、複数の浮標１２、少なくとも１つの撮影手段１４、少なくとも１つの解析手段１６、及び、表示手段１８を含むものである。複数の浮標１２（図示の例では５つの浮標１２Ａ～１２Ｅ）は、水上工事の工区ＣＡの周囲に、適当な間隔を空けた任意の位置に設置され、撮影手段１４によって各々の画像が撮影される。撮影手段１４（図示の例では３つの撮影手段１４Ａ～１４Ｃ）は、浮標１２の動画や連続的な静止画等の画像を撮影するものであり、例えば市販のビデオカメラやウェアラブルカメラ等が利用される。又、撮影手段１４は、安定して浮標１２の画像を撮影するために、波浪の影響を受けない固定位置、図２の例では既設ケーソン２０上に設置される。

【００３４】

解析手段１６（図示の例では３つの解析手段１６Ａ～１６Ｃ）は、撮影手段１４から画像データを取得し、取得した浮標１２の画像に基づいて、工区ＣＡの周囲に発生した波浪をリアルタイムに解析する。例えば、解析手段１６は、取得した画像データから、水面に浮かぶ浮標１２の上下動を計測することで、発生した波浪を解析する。このような解析手段１６として、例えば、専用のプログラムがインストールされた市販のＰＣ等が利用される。又、表示手段１８（図示の例では３つの表示手段１８Ａ～１８Ｃ）は、解析手段１６から波浪の解析結果を取得し、取得した解析結果を、例えば作業員等に対して表示するものである。このため、表示手段１８は、解析手段１６を構成するＰＣに接続されたディスプレイ等で構成され、解析手段１６と表示手段１８とが組み合わされて、ノート型ＰＣやタブレット型ＰＣで構成されていてもよい。

【００３５】

すなわち、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム１０は、複数の浮標１２と、市販のビデオカメラ等が利用される撮影手段１４と、市販のＰＣ等が利用される解析手段１６及び表示手段１８とで構成され、設置に潜土作業を必要としないものである。従って、従来用いられてきた波浪を観測・解析する装置と比較して、極めて安価に構成することができ、又、その据付けも容易に行うことができる。それにも関わらず、工区ＣＡの周囲に設置された複数の浮標１２の画像から、波浪を解析して表示するものであるため、本システム１０により、多方向で発生する波浪を効率よく監視することが可能となり、延いては、作業員の安全性をより高めることができる。更に、解析手段１６による波浪の解析結果は、発生する波浪を監視する目的だけでなく、波浪の事後的な解析や検証にも利用することができる。

【００３６】

又、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム１０は、撮影手段１４により撮影する複数の浮標１２として、水上工事の施工時に設置する必要のある工区表示用の浮標１２を利用するものである。これにより、本システム１０で使用する専用の浮標１２を設置する必要がなくなるため、より安価、より容易にシステム１０を構成することができる。なお、この場合には、工区表示用に設置された全ての浮標１２を撮影対象としてもよく、或いは、工区表示用の浮標１２の中から、浮標１２の設置間隔や設置方向等に応じて、波浪を解析する上で必要十分な数及び位置の浮標１２を選択して撮影してもよい。

【００３７】

更に、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム１０は、撮影手段１４と解析手段１６とが一对一で接続されるため、接続構成を簡素化することができ、画像データの通信が複雑化しないものである。更に、解析手段１６は、接続先の撮影手段１４により撮影された浮標１２の画像に基づいて、浮標１２の周囲に発生した波浪を解析する。すなわち、解

析手段 16 は、接続先の 1 台の撮影手段 14 によって撮影された浮標 12 のみについて解析すればよいため、解析作業を簡素化することができ、各浮標 12 の周囲に発生する波浪をより確実に解析することが可能となる。

【0038】

又、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム 10 は、撮影手段 14 として、2 つ以上の浮標 12 を同時に撮影する撮影手段 14 を含むものである。例えば、浮標 12 と撮影手段 14 との位置関係や、撮影手段 14 の画角等に応じて、ある 1 台の撮影手段 14 による撮影範囲に 2 つ以上の浮標 12 が同時に収まれば、その撮影手段 14 により 2 つ以上の浮標 12 を同時に撮影すればよい。図 2 の例では、撮影手段 14 A により 2 つの浮標 12 A、12 B を、撮影手段 14 B により 2 つの浮標 12 C、12 D を、夫々撮影している。これにより、複数の浮標 12 の各々に対して 1 台の撮影手段 14 を設置するのではなく、撮影対象の浮標 12 よりも少ない数の撮影手段 14 を設置すればよいため、コストをより一層抑制することができる。又、2 つ以上の浮標 12 を同時に撮影する撮影手段 14 (14 A、14 B) に接続された解析手段 16 (16 A、16 B) は、撮影された浮標 12 毎に浮標 12 の周囲に発生した波浪を解析すればよいため、特に解析処理が複雑化するようなこともなく、効率よく波浪を解析することができる。

10

【0039】

更に、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム 10 は、解析手段 16 によって、撮影手段 14 により撮影された浮標 12 の画像から、浮標 12 の形状又は浮標 12 の形状の一部を識別するものである。すなわち、撮影手段 14 により撮影された画像には、当然のことながら、浮標 12 の周囲の水面が含まれ、ことによると、浮標 12 とは別の漂流物が含まれる場合がある。そこで、例えば、波浪の解析を始める前の段階で、撮影手段 14 により撮影された浮標 12 を含む図 3 のような画像データを、解析手段 16 に取り込ませ、その画像データに含まれる浮標 12 の形状や形状の一部 M を、作業員等により解析手段 16 に登録する。これによって、解析対象の浮標 12 が解析手段 16 に認識されるため、解析手段 16 は、波浪の解析中に撮影手段 14 から取得する画像から、浮標 12 の形状又は形状の一部 M を識別することで、浮標 12 の上下動等を把握することができる。

20

【0040】

このように、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム 10 は、浮標 12 の形状や形状の一部 M が解析手段 16 に登録されることで、解析手段 16 によって浮標 12 の上下動等の動きが追尾されて解析されるものである。従って、解析対象の浮標 12 に、解析対象であることを解析手段 16 に認識させるためのタグ等を取り付ける必要がなく、その分の手間やコストを抑制することができる。なお、撮影・解析対象の複数の浮標 12 は、全てが同じ形状を有する必要はなく、異なる複数種類の形状の浮標 12 が含まれていてもよい。又、1 台の撮影手段 14 によって、形状の異なる 2 つ以上の浮標 12 を撮影してもよい。何れの場合であっても、解析手段 16 に対して浮標 12 毎に形状や形状の一部 M が登録されることで、問題なく波浪の解析を行うことができる。

30

【0041】

又、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム 10 は、解析手段 16 により、水位の時間変動と波の周期と波高との、少なくともいずれか 1 つを解析することで、図 4 に示すように、表示手段 18 にそれらの解析結果が表示される。図 4 の例では、表示領域 D1 に水位の時間変動が表示され、表示領域 D2 ~ D5 に、波の周期と波高とが表示されている。これにより、例えば作業員等に対して、波浪を監視する上で有用な情報を提示することができるため、波浪の監視を効率よく行うことができる。更に、上記の解析結果の各々は、波浪のリアルタイムな監視のためだけでなく、事後の波浪の検証にも有効に活用することができるものである。

40

【0042】

又、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム 10 は、解析手段 16 によって少なくとも波高を解析し、その波高が予め設定された閾値を超えた場合に、解析手段 16 により、或いは、解析手段 16 から表示手段 18 等を介して、発報を行うものである。これによ

50

り、例えば、閾値として、危険回避の行動等が必要と想定される波の高さが設定されることで、施工中の作業員等に対して、適切なタイミングで危険回避の行動等を促すことができる。しかも、解析手段１６から行う発報として警告音を発することとすれば、表示手段１８を確認する作業員だけでなく、警告音が届く範囲内の複数の作業員に対して、同時に危険回避の行動等を促すことが可能となる。

【００４３】

なお、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム１０は、浮標１２を撮影するという役割のために、水しぶきや雨等に比較的晒され易い位置に設置される撮影手段１４が、防水性能を有するものであると、撮影手段１４の故障等のリスクを低減することができ、システム全体の長寿命化を図ることができる。

10

又、上述した実施例では、撮影手段１４により撮影された浮標１２毎に、波浪の解析を行っているが、本発明の実施の形態に係る波浪監視システム１０は、これに限定されるものではない。例えば、２つ以上の浮標１２について解析する解析手段１６は、２つ以上の浮標１２についての解析結果を組み合わせ、複合的な波浪の解析を行ってもよい。又、複数の撮影手段１４により撮影された複数の浮標１２の画像を、１つの解析手段１６に取り込み、その１つの解析手段１６によって、複数の浮標１２についての解析結果を組み合わせ、複合的な波浪の解析を行ってもよい。

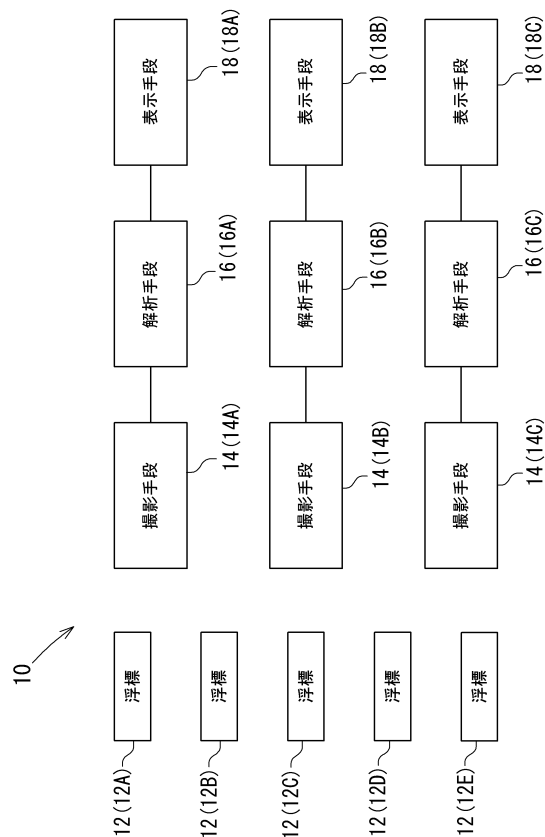
【符号の説明】

【００４４】

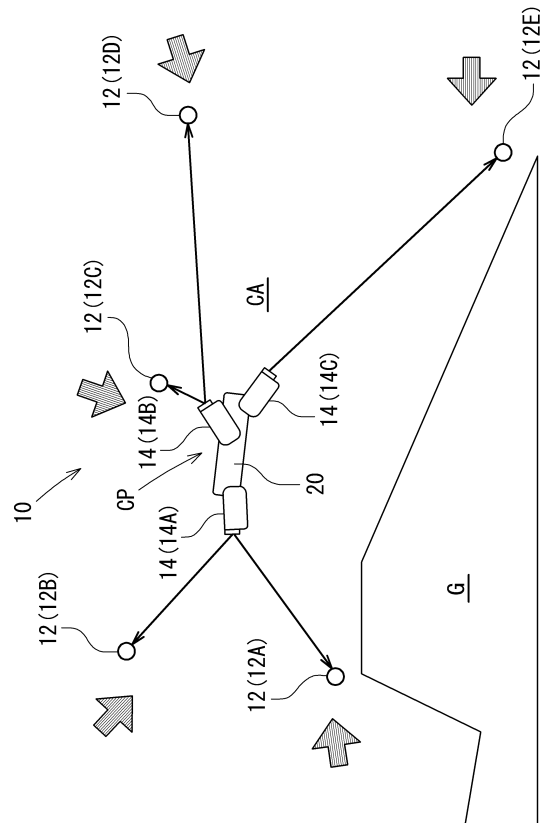
１０：波浪監視システム、１２（１２Ａ～１２Ｅ）：浮標、１４（１４Ａ～１４Ｃ）：撮影手段、１６（１６Ａ～１６Ｃ）：解析手段、１８（１８Ａ～１８Ｃ）：表示手段、ＣＡ：工区、Ｍ：浮標の形状の一部

20

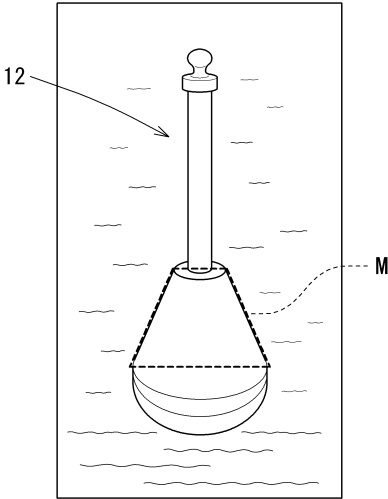
【図１】



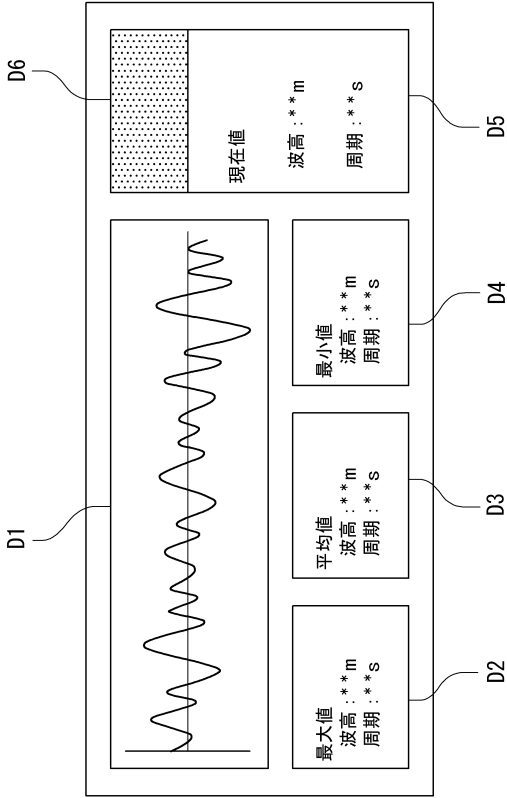
【図２】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 小竹 康夫
大阪市中央区高麗橋4丁目1番1号 東洋建設株式会社内

審査官 山 崎 和子

(56)参考文献 特開2015-069219(JP,A)
特開2001-356015(JP,A)
特開2003-129442(JP,A)
特開平09-133558(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01C 1/00-1/14
5/00-15/14
G01W 1/00-1/18