

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-145183

(P2002-145183A)

(43) 公開日 平成14年5月22日 (2002.5.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
B 6 3 B 39/14		B 6 3 B 39/14	2 F 0 5 1
G 0 1 B 21/00		G 0 1 B 21/00	E 2 F 0 6 9
G 0 1 L 5/16		G 0 1 L 5/16	

審査請求 有 請求項の数 2 書面 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-389538(P2000-389538)

(22) 出願日 平成12年11月16日 (2000.11.16)

(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

(72) 発明者 上野 道雄

東京都調布市深大寺東町4-34-1 深大寺

東住宅1-102

(72) 発明者 二村 正

東京都昭島市中神町1257-1 昭島第二住宅

7-204

Fターム(参考) 2F051 AA01 DA02 DB01

2F069 AA04 AA06 BB22 DD30 GG65

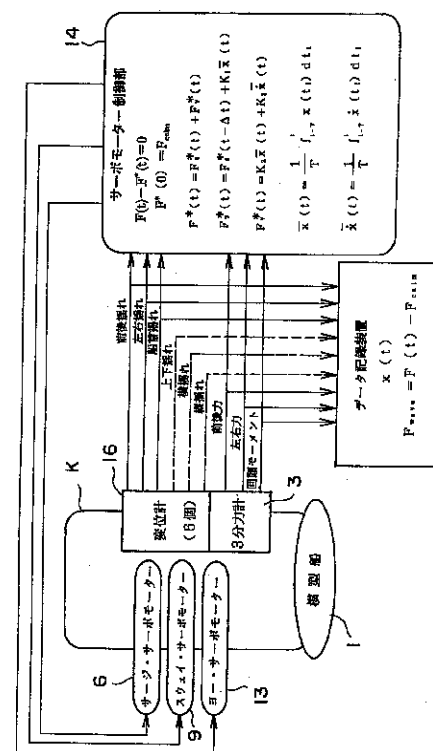
HH30

(54) 【発明の名称】 波浪中浮体の波漂流力3成分および非拘束動揺変位6成分の計測システム

(57) 【要約】

【課題】 設定した曳航状態または停止状態において波浪中浮体の装置に対する平均的な位置および姿勢を適切に保持するとともに、波との出会周期の動揺を自由にして、波漂流力および非拘束動揺変位を的確に計測できるようにしたシステムを提供する。

【解決手段】 波浪中の浮体(模型船)1に3分力計3を介して連結される機構部Kには、浮体1の変位6成分を計測する変位計16と、浮体1の前後揺れ、左右揺れおよび船首揺れをそれぞれ制御するサーボモーター6, 9, 13が設けられ、変位計16および3分力計3からの信号を受ける制御部14では、設定した曳航状態または停止状態において、装置の付加慣性力の影響を除去しながら、浮体1の前後揺れ、左右揺れおよび船首揺れの装置に対する平均的な位置および姿勢を中立状態に保持するように、機構部Kの各サーボモーター6, 9, 13へ制御信号を送るための演算が行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波浪中の浮体に連結される機構部と、同機構部の制御を行う制御部とからなり、上記機構部は、上記浮体の波浪中における 6 自由度の動きを拘束しない連結手段により同浮体を連結して、同浮体の運動変位 6 成分をそれぞれ計測する 6 個の変位計を備えるとともに、上記連結手段による上記浮体への連結部分に同浮体へ働く前後力、左右力および回頭モーメントを計測する 3 分力計を備え、かつ、上記浮体の前後揺れ、左右揺れおよび船首揺れをそれぞれ制御する 3 個のサーボモーターを備えており、上記制御部は、上記変位計により計測された上記浮体の前後揺れ、左右揺れおよび船首揺れの各変位と上記 3 分力計により計測された前後力、左右力および回頭モーメントの各計測値とを用いて、上記サーボモーターを介し、設定した曳航状態または停止状態において装置の付加慣性力の影響を除去しながら、上記浮体の前後揺れ、左右揺れおよび船首揺れの装置に対する平均的な位置および姿勢を中立状態に保持するように制御しうる制御系を備えていることを特徴とする、波浪中浮体の波漂流力 3 成分および非拘束動揺変位 6 成分の計測システム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の波浪中浮体の波漂流力 3 成分および非拘束動揺変位 6 成分の計測システムにお

$$F(t) - F^*(t) = 0$$

ここで、 $t$  : 時間

$\dot{x}(t)$  : 速度

$\Delta t$  : 計測データのサンプリング間隔

$K_1, K_2, K_3$  : 浮体の形状や大きさなどにより変化する制御係数

$T$  : 波との出会周期

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、波浪中の浮体について、波漂流力および非拘束動揺変位を計測するためのシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】波が浮体に与える力あるいはモーメントのうち極低周波数の成分は、波漂流力と呼ばれ、難破した船の漂流方向を予測する場合などに用いられるが、波漂流力には前後力と左右力および回頭モーメントの 3 成分が存在する。この波漂流力は浮体が波との出会周期の動揺をしているかどうかによって変化してしまうため、実際の浮体に働く波漂流力を実験で計測しようとするときは波との出会周期の動揺を自由にして計測する必要がある。浮体の上下揺れと横揺れ、縦揺れについては復原力が存在するため浮体の運動を自由にすることが可能であるが、波漂流力 3 成分に対応する前後揺れと左右揺れ、船首揺れには復原力は存在しないため、これら 3 成分については浮体の運動を全く自由にしてしまうことは

\* いて、上記制御系は、上記変位を  $x(t)$ 、計測される力またはモーメントを  $F(t)$  とするとき、目標値としての力またはモーメント  $F^*(t)$  を、[数 1] 式、[数 2] 式、[数 3] 式、[数 4] 式および [数 5] 式により求め、上記サーボモーターを [数 6] 式が成立するように変位  $x(t)$  を変化させる制御を行うことを特徴とする、波浪中浮体の波漂流力 3 成分および非拘束動揺変位 6 成分の計測システム。

【数 1】  $F^*(t) = F_s^*(t) + F_v^*(t)$

【数 2】

$$F_s^*(t) = F_s^*(t - \Delta t) + K_1 \bar{x}(t)$$

【数 3】

$$F_v^*(t) = K_2 \bar{x}(t) + K_3 \dot{\bar{x}}(t)$$

【数 4】

$$\bar{x}(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t x(t_1) dt_1$$

【数 5】

$$\dot{\bar{x}}(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t \dot{x}(t_1) dt_1$$

【数 6】

できない。これは、浮体が波漂流力によって漂流してしまうためであり、この場合、力の計測を行うことはできない。

【0003】したがって、設定した曳航状態または停止状態において波漂流力 3 成分を計測するためには、停止時においては波漂流力と大きさが同じで方向が反対の力あるいはモーメント（以下、反波漂流力と呼ぶ。）を、また曳航時においてはこれに加えて平水中を曳航するのに必要な力あるいはモーメントを浮体に与えることによって、浮体の装置に対する平均的な位置および姿勢を中立状態に保持しつつ、且つ、波との出会周期の動揺を自由に力あるいはモーメントを計測する必要がある。ところが、その与えるべき反波漂流力が、この場合におけるまさに計測すべき未知の量であるので、これまで浮体の動揺を何らかの形で拘束しないで波漂流力 3 成分を計測することは不可能とされていた。

【0004】現在のところ、波との出会周期の動揺を極力拘束しないようにして波漂流力 3 成分を計測する手段としては次のようなものが知られている。

10

20

40

50

(1) 前後揺れ、左右揺れおよび船首揺れのすべてについて、弱いバネと重りとの平均的位置および姿勢を調整する。(図1参照)

なお、図1において、符号21はヒーピングロッドを示し、22はサージング・キャリッジ、23～25はプーリ、26、27はソフトスプリング、28はウェイト、29はスウェイグ・キャリッジを示し、30は波漂流力検出用ジンバル、31はロールブローブおよび波漂流力検出用ジンバルを示す。

(2) 前後揺れおよび左右揺れは、弱いバネと重りとの平均的位置を調整し、船首揺れについては強いバネで船首方向を調整する。

(3) 前後揺れ、左右揺れおよび船首揺れのすべてについて、定トルクモーターにバネと重りの役割を持たせ、それぞれの平均的位置および姿勢を調整する。(図2参照)

なお、図2において、符号41はサージ用定トルクモーター、42はスウェイ用定トルクモーター、43はヨー用定トルクモーター、44は3分力計、45は浮体としての模型船を示す。

(4) 前後揺れおよび左右揺れは、弱いバネと重りとの平均的位置を調整し、船首揺れについては舵をとることによって調整する。

【0005】上述の全ての手段において、少なくとも前後揺れと左右揺れについて共通にバネを用いているのは、未知の波漂流力に対応した反波漂流力の発生を、大まかな部分は重りで、微調節の部分はバネによる浮体の変位で実現しようとしたものである。

【0006】そして、(1)の手段はこの考え方をそのまま実現しようとするものである。しかし、前後揺れと左右揺れについては波漂流力と反波漂流力の釣り合い位置が変化しても波と浮体との出会角は変化しないのに対し、特に船首揺れの平均位置および姿勢の調整を適切に行わないと波と浮体との出会角が変化してしまうため、設定した実験状態が実現できないだけでなく、僅かなずれが前後力や左右力の変化となって現れるため、実験計測は非常に困難なものとなる。このため、船首揺れについても弱いバネと重りとの調整しようとする(1)の手段は、その調整が非常に困難で、特に前進速度のある場合などはほとんど調整が不可能に近い。このような理由から、(2)の手段では船首揺れのみについて強いバネを使うことが行われている。

【0007】また、(3)の手段はバネおよび重りの調整を電気信号によって連続的に容易に行うことを可能とするものであるが、基本的には(1)または(2)の手段と同じ考え方に基づいており、人間が直接調整する場合は、前進速度のある場合などについて船首揺れに関してやはり強いバネを使わざるをえない。適当なフィードバック系を用いて定トルクモーターへの信号を調整することも可能と考えられるが、バネ系を用いている限り、

目標とする位置からのずれが発生しないと釣り合い点を見いだすことは原理的に不可能である。さらに、この(3)の手段では定トルクモーターを移動部に載せて浮体と一体となって波との出会周期の動揺をさせることになるため、付加的な質量が浮体の運動に影響を及ぼす度合いが(1)あるいは(2)の手段よりも大きくなる。このように、強いバネを使うこと、あるいは定トルクモーターを使うことは、浮体の動揺をある程度拘束していることにほかならない。したがって、このことが直ちに波漂流力の計測値にも影響を及ぼしていると言わざるをえない。また、バネ系を用いる限り、設定したとおりの浮体の曳航状態または停止状態の実現は原理的に不可能である。

【0008】ところで、(4)の手段のみは、船首揺れの調整を当て舵によって実現しており、船首揺れに関する限り強いバネで波との動揺を拘束する度合いが少ない点で、(1)から(3)までの手段よりも優れていると考えられる。しかし、舵を取ることが横揺れや左右揺れを引き起こし、かつ計測された力のデータには舵が発生する前後力と左右力、回頭モーメントをも考慮して解析しなくてはならない点を考えると、(4)の手段が必ずしも(1)から(3)までの手段よりも優れているとはいえず、これらの現状の各計測手段はいずれも重大な欠点を持っていると考えられる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来の計測システムにおける定トルクモーターに代えてサーボモーターを用いることにより、設定した曳航状態または停止状態において波浪中浮体の装置に対する平均的な位置および姿勢を中立状態に保持するとともに、波との出会周期の動揺を自由にして、波漂流力および非拘束動揺変位の的確に計測できるようにした、波浪中浮体の波漂流力3成分および非拘束動揺変位6成分の計測システムを提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】前述の課題を解決するため、本発明の波浪中浮体の波漂流力3成分および非拘束動揺変位6成分の計測システムは、波浪中の浮体に連結される機構部と、同機構部の制御を行う制御部とからなり、上記機構部は、上記浮体の波浪中における6自由度の動きを拘束しない連結手段により同浮体を連結して、同浮体の運動変位6成分をそれぞれ計測する6個の変位計を備えるとともに、上記連結手段による上記浮体への連結部分に同浮体へ働く前後力、左右力および回頭モーメントを計測する3分力計を備え、かつ、上記浮体の前後揺れ、左右揺れおよび船首揺れをそれぞれ制御する3個のサーボモーターを備えており、上記制御部は、上記変位計により計測された上記浮体の前後揺れ、左右揺れおよび船首揺れの各変位と上記3分力計により計測された前後力、左右力および回頭モーメントの各計測値とを

用いて、上記サーボモーターを介し、設定した曳航状態または停止状態において装置の付加慣性力の影響を除去しながら、上記浮体の前後揺れ、左右揺れおよび船首揺れの装置に対する平均的な位置および姿勢を中立状態に保持するように制御する制御系を備えていることを特徴としている。

【0011】また本発明の波浪中浮体の波漂流力3成分および非拘束動揺変位6成分の計測システムは、上記制御系が、上記変位を  $x(t)$ 、計測される力またはモーメントを  $F(t)$  とするとき、目標値としての力またはモーメント  $F^*(t)$  を、[数1]式、[数2]式、[数3]式、[数4]式および[数5]式により求め、上記サーボモーターを[数6]式が成立するように変位  $x(t)$  を変化させる制御を行うことを特徴としている。

【数1】  $F^*(t) = F_s^*(t) + F_v^*(t)$  \*  
 $F(t) - F^*(t) = 0$

ここで、 $t$  : 時間

$\dot{x}(t)$  : 速度

$\Delta t$  : 計測データのサンプリング間隔

$K_1, K_2, K_3$  : 浮体の形状や大きさなどにより変化する制御係数

$T$  : 波との出会周期

【0012】上述の本発明の波浪中浮体の波漂流力3成分および非拘束動揺変位6成分の計測システムでは、設定した曳航状態または停止状態において船首方位を含めて浮体の平均的な位置および姿勢を設定したとおりに保持することができる。その際、本システムがバネ系を備えていないことにより、従来の装置のようにバネに相当する力あるいはモーメントが付加されることはなく、かつ、装置の移動部が持つ付加的な質量の運動に対する影響もサーボ制御によって除去されるため、波との出会周期の動揺を拘束することなく計測が行われる。そして、曳航状態においては最終的な力あるいはモーメントの計測値  $F(t)$  から平水中の曳航に必要な力あるいはモーメントの値を差し引けば、計測したい波漂流力が得られ、停止状態においては最終的な力あるいはモーメントの計測値  $F(t)$  が計測したい波漂流力そのものとなる。また、同時に非拘束の波との出会周期の動揺6成分も計測されるようになる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面により本発明の一実施形態としての波浪中浮体の波漂流力3成分および非拘束動揺変位6成分の計測システムについて説明すると、図3はその機構部を概略的に示す斜視図、図4はその信号流れ図である。

【0014】図3に示すように、曳航台車に設置される本システムの機構部Kにおいて、曳航台車により機構部Kを介して波浪中を曳航されるか、または停止状態とさ

\*【数2】

$$F_s^*(t) = F_s^*(t - \Delta t) + K_1 \bar{x}(t)$$

【数3】

$$F_v^*(t) = K_2 \bar{x}(t) + K_3 \dot{\bar{x}}(t)$$

【数4】

$$\bar{x}(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t x(t_1) dt_1$$

【数5】

$$\dot{\bar{x}}(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t \dot{x}(t_1) dt_1$$

【数6】

れる浮体としての模型船1は、横揺れRおよび縦揺れPを自由とする回転機構2に連結されており、同回転機構2は3分力計3を介して移動部の支柱4に連結されている。この支柱4、4aは、上下揺れガイド4b内に組み込まれた車輪により模型船1の上下揺れを拘束しない構造となっている。

【0015】支柱4を支える部分には車輪5が設けられており、これにより模型船1の前後揺れが可能となる。また、前後揺れ移動部の車輪5を支える部分には前後揺れ用のサーボモーター6が乗っており、前後揺れ移動部をワイヤー7を介して制御できるようになっている。

【0016】前後揺れ移動部を支える部分はさらに車輪8を有しており、これが模型船1の左右揺れを可能とする。左右揺れ移動部を支える部分には左右揺れ用のサーボモーター9が設置されており、左右揺れ移動部をワイヤー10を介して制御できるようになっている。

【0017】模型船1の上下揺れを自由とする船首揺れガイド4aの内部には模型船1の船首揺れを可能とする支柱4が通っており、同支柱4は支柱上部の連結機構11、12を介してサーボモーター13に連結されている。また、模型船1の運動変位6成分(前後揺れ、左右揺れ、船首揺れ、上下揺れ、横揺れおよび縦揺れ)を計測する6個の変位計16(図4参照)が設けられる。

【0018】3分力計3で計測されるのは前後力と左右力、回頭モーメントの3成分であり、その計測信号は計測データとして記録されるとともに、図4に示すように

10

30

40

50

制御部14に送られる。また、前後揺れと左右揺れ、船首揺れに関する各サーボモーター6, 9, 13は制御部14からの信号を受けてそれぞれの運動変位を制御する。このほか、計測の開始までと計測の終了後に模型船1を拘束するクランプ装置15を備えている。

【0019】次に図4により、本システムの制御部14における制御の態様について説明する。いま、時間を  $t^*$

$$F_s^*(t) = F_s^*(t - \Delta t) + K_1 \bar{x}(t)$$

ここで、 $\Delta t$  : 計測データのサンプリング間隔

$K_1$  : 浮体の形状や大きさなどにより変化する制御係数

$\bar{x}(t)$  : ある一定時間の変位の平均値であって、[数4]

式で計算される。

【数4】

$$\bar{x}(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t x(t_1) dt_1$$

ここで、 $T$ としては、規則波中の場合は波との出会周期をとり、不規則波中の場合は主要波成分の出会周期をとることとする。 $F_v^*(t)$ は[数3]式で計算され

$\dot{\bar{x}}(t)$  : ある一定時間の速度の平均値であって、 $\bar{x}(t)$ と

同様に[数5]式で計算される。

【数5】

$$\dot{\bar{x}}(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t \dot{x}(t_1) dt_1$$

【0021】サーボモーターは、[数6]式が成り立つように、変位  $x(t)$  を変化させる制御を行う。

【数6】  $F(t) - F^*(t) = 0$

【0022】次に、計測データの解析と制御目標値の初期値について説明すると、最終的な計測データは、運動変位6成分についてはそのまま変位のデータとなるが、波漂流力については、得られた計測データは[数7]式のような成分から成り立っている。

【数7】  $F(t) = F_{calm} + F_{wave}$

ここで、 $F_{calm}$ は平水中を波浪中と同じ平均位置で曳航した場合に必要な曳航力を表し、 $F_{wave}$ は波漂流力を表す。 $F_{wave}$ が最終的に計測したいデータであるから、計測値から  $F_{calm}$  を差し引く必要がある。したがって、平水中を曳航して  $F_{calm}$  をあらかじめ計測しておく必要がある。

【0023】このようにして、波漂流力は[数8]式で算出される。

【数8】  $F_{wave} = F(t) - F_{calm}$

ここで、形式的に  $F_{wave}$  は時間の関数となっているが、本システムで制御を行う場合は、 $F(t) \text{ const.}$  となるから、実際には[数8]式の平均値をとって最終的な波漂流力データとする。

【0024】特別な場合として、停止時の波漂流力を計測する場合は、曳航する力あるいはモーメントがゼロ、すなわち  $F_{calm} = 0$  であるから、計測された力ある

$t^*$ 、計測される変位を  $x(t)$ 、計測される力あるいはモーメントを  $F(t)$  とすると、目標値としての力あるいはモーメント  $F^*(t)$  は[数1]式で計算される。

【数1】  $F^*(t) = F_s^*(t) + F_v^*(t)$

ここで、 $t$  : 時間

【0020】  $F_s^*(t)$  は[数2]式で計算される。

【数2】

る。

【数3】

$$F_v^*(t) = K_2 \bar{x}(t) + K_3 \dot{\bar{x}}(t)$$

ここで、 $K_2, K_3$  : 浮体の形状や大きさなどにより変化する制御係数

いはモーメントのデータを平均することで直ちに波漂流力が得られる。サーボモーター制御の初期値である  $F^*(0)$  については、制御の収束を早めるために、波漂流力データの算出に不可欠である  $F_{calm}$  を用いて、 $F^*(0) = F_{calm}$  とすればよい。

【0025】このようにして、本システムによれば、設定した曳航状態または停止状態において船首方位を含めて模型船1の装置に対する平均的な位置および姿勢を中立状態に保持することができる。その際、本システムがバネ系を備えていないことから従来の装置のようにバネに相当する力あるいはモーメントが付加されることはなく、かつ装置の移動部が持つ付加的な質量の運動に対する影響もサーボ制御によって除去されるため、波との出会周期の動揺を拘束することなく計測が行われる。

【0026】そして、最終的な力あるいはモーメントの計測値から平水中の曳航に必要な力あるいはモーメントの値を差し引けば、計測したい波漂流力データが得られる。また、同時に非拘束の波との出会周期の動揺6成分も計測される。

【0027】なお、[数1]式による制御によって、設定した曳航状態または停止状態において模型船1の前後揺れと左右揺れ、船首揺れの装置に対する平均的な位置および姿勢を中立状態に保持しながら、また模型船1の波との出会周期の動揺に対する移動部やサーボモーター等の付加的な質量の慣性力の影響を除去しながら、模型船1の波との出会周期の動揺に影響を及ぼすその他の外力を加えず、曳航状態の場合は設定したとおりの曳航に必要な力およびモーメントすなわち平水中の曳航に必要な力およびモーメントと波漂流力との和に相当する力お

よびモーメントを、また停止状態の場合は波漂流力に相当する力およびモーメントを発生することができ、したがって、模型船1の波との出会周期の動揺を拘束せずに6自由度の波周期の動揺を計測しつつ波漂流力の計測が行えることは、次のように説明できる。

【0028】[数1]式の収束した状態を考えると[数9]式、[数10]式および[数11]式のような関係が得られる。

【数9】

$$F^*(t) = F^*(t - t) = F^*_{const}$$

【数10】

$$\bar{x}(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t x(t_1) dt_1 = 0$$

【数11】

$$\bar{\dot{x}}(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t \dot{x}(t_1) dt_1 = 0$$

【0029】[数9]式は模型船1に与える力が或る一定値になっていることを示しており、[数10]式と[数11]式はそれぞれ模型船1の平均的な変位および速度がゼロであることを示している。ここで注意すべきは、[数9]式の意味するところは、サーボモーターが一定の力を発生しているのではなく、あくまで模型船1に与えられた力あるいはモーメントが制御の結果として一定値になっていることである。

【0030】模型船1の平均的な変位がゼロになっていること、すなわち装置に対する平均的な位置および姿勢が中立状態にあることは、直ちに模型船1が設定したとおりに曳航されている、あるいは平均的に停止状態にあることを意味している。また、模型船1が或る一定の力あるいはモーメントをかけられている、すなわち、かけられている力あるいはモーメントに変動成分が無いということは、模型船1に付加的に連結された移動部やサーボモーター6, 9, 13の質量に起因する付加的な慣性力の影響が除去されていることを意味する。なぜなら、これら付加的な質量の影響は模型船1の波との出会周期の動揺に伴う加速度によって変動成分としてしか現れないからである。

【0031】さらに、曳航に必要な力およびモーメントは平水中を曳航するのに必要な力およびモーメントと波漂流力との和であって、これ以外の力あるいはモーメントの成分が仮に存在した場合は明らかに模型船1の平均的な位置および姿勢を設定通りに保持することはできないことから、模型船1にかけられている力およびモーメントは、まさに曳航あるいは停止に必要な力およびモーメントだけ、すなわち曳航の場合は平水中を曳航するのに必要な力およびモーメントと波漂流力との和であり、また停止の場合は波漂流力そのものであることになる。そして、この曳航のみに必要な力およびモーメントは模型船1の波との出会周期の動揺に影響を与えない。

【0032】以上によって、本システムが模型船1の6自由度の波との出会周期の動揺を拘束せずにその変位を計測し、同時に波漂流力も計測できるシステムであることが理解できる。なお、上述の実施形態における各サーボモーター6, 9, 13は、変位制御を実現するための位置決め手段であり、本発明におけるサーボモーターの概念には、ステッピングモーターを用いる位置決め手段も含むものとする。

【0033】

10 【発明の効果】以上詳述したように、本発明の波浪中浮体の波漂流力3成分および非拘束動揺変位6成分の計測システムによれば次のような効果が得られる。

(1) 設定した曳航状態または停止状態において、船首方位を含めて浮体の平均的な位置および姿勢を設定した通りに保持することができる。その際、本システムがバネ系を備えていないことから、従来の装置のようにバネに相当する力あるいはモーメントが付加されることは無く、かつ装置の移動部が持つ付加的な質量の運動に対する影響もサーボ制御によって除去されるため、波との出会周期の動揺を拘束することなく計測が行われる。そして、曳航状態においては最終的な力あるいはモーメントの計測値  $F(t)$  から平水中の曳航に必要な力あるいはモーメントの値を差し引けば、計測したい波漂流力が得られ、停止状態においては最終的な力あるいはモーメントの計測値  $F(t)$  が計測したい波漂流力そのものとなる。

(2) 同時に非拘束の波との出会周期の動揺6成分も計測される。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】従来のバネと重りを用いた波漂流力測定装置を模式的に示す説明図である。

【図2】従来の定トルクモーターを用いた波漂流力測定装置を模式的に示す斜視図である。

【図3】本発明の一実施形態としての波浪中浮体の波漂流力3成分および非拘束動揺変位6成分の計測システムにおける機構部を模式的に示す斜視図である。

【図4】図3のシステムにおける制御の態様を示す信号流れ図である。

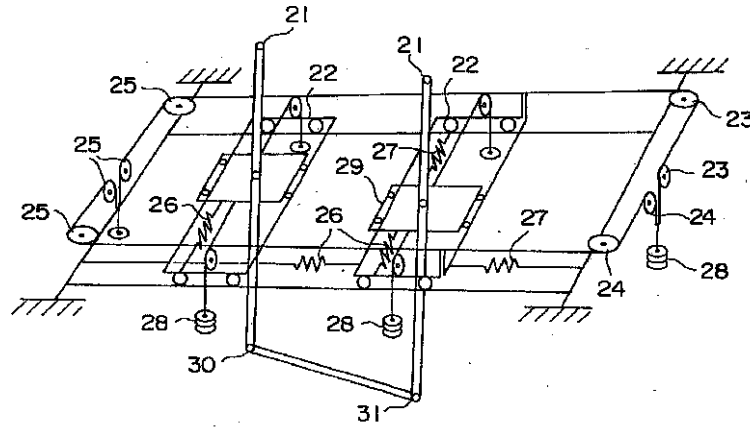
【符号の説明】

- 40 1 模型船(浮体)  
2 回転機構  
3 3分力計  
4 支柱  
5 車輪  
6 サーボモーター  
7 ワイヤ  
8 車輪  
9 サーボモーター  
10 ワイヤ  
50 11 連結機構

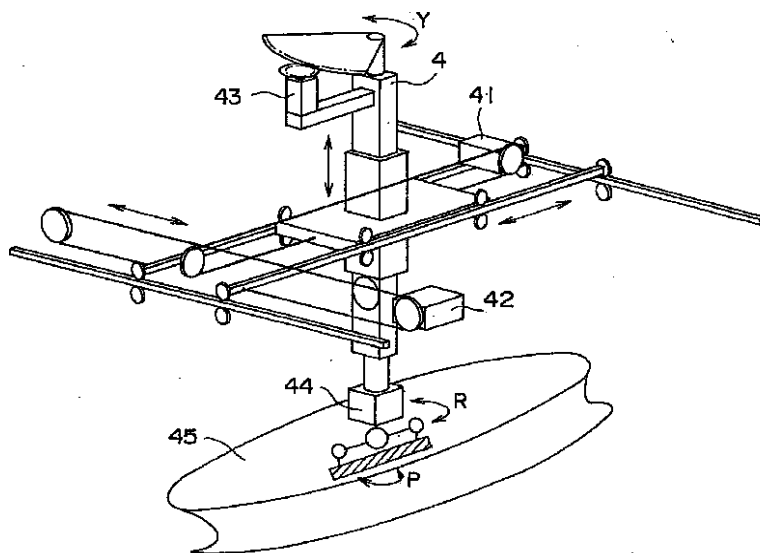
- 12 連結機構
- 13 サーボモーター
- 14 制御部
- 15 クランプ装置

- \* 16 変位計
- K 機構部
- P 縦揺れ
- \* R 横揺れ

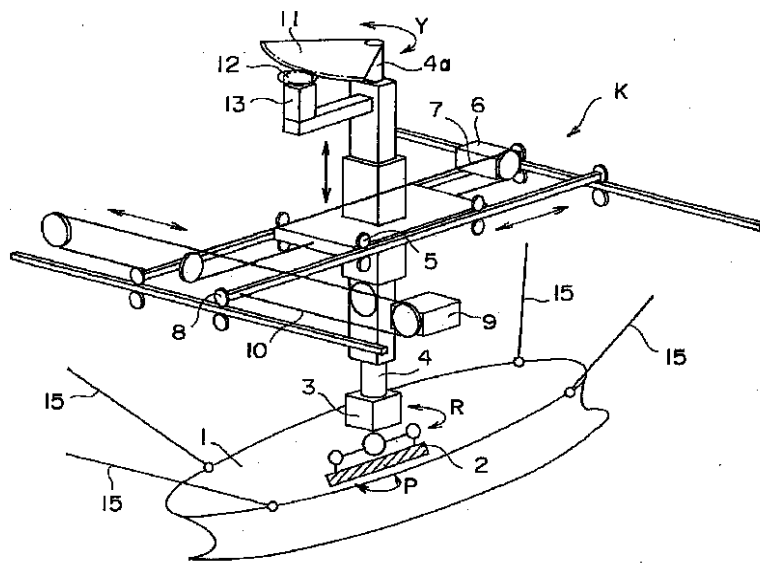
【図1】



【図2】



【図3】





【図4】

