

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに隣接して水面に浮遊する複数の浮体模型の波浪中における動揺応答特性を求めるに際し、上記複数の浮体模型の 1 つとしての特定浮体模型に初期変位 () を与えた状態から同特定浮体模型を瞬時に解放して、同特定浮体模型の解放後の自由運動状態で同特定浮体模型から生じる発散波 (t) を計測し、この発散波 (t) をフーリエ変換することにより周波数 の関数 I () として [数 1] 式により求めた後、同関数 I () を [数 2] 式に代入して、上記特定浮体模型の波浪中動揺応答特性を示す関数 M_N () を求めることを特徴とする、複数の隣接浮体模型の波浪中動揺応答特性推定方法。

【数 1】

$$\int_{-\infty}^{\infty} \eta(t) e^{-i\omega t} dt \equiv I(\omega)$$

ここで、 t : 時間

ω : 周波数

【数 2】

$$M_N(\omega) = \frac{i\rho g^2}{\omega \alpha C_N} \sqrt{\frac{2\pi R}{K}} e^{iKR - \frac{\pi}{4}} \cdot I(\omega)$$

ここで、 φ : 初期変位

ρ : 密度

g : 重力

ω : 周波数

C_N : 復元力係数

K : 波数

R : 波を計測した点と浮体模型の重心との距離

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、模型船や浮体としての海洋構造物の模型のごとき浮体模型が互いに隣接して浮遊している状態で、同浮体模型の 1 つについて波浪中における動揺応答特性を求めるための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、船舶や海洋構造物の設計においては、海洋環境下での安全性を確保するため、それらの波浪中での動揺特性を把握しておくことは極めて重要である。特に、複数の浮体が隣接しているような場合の動揺特性の把握は、両浮体間の貨物移送装置の設計などの際に必要不可欠である。そのため、造船所等で船舶や海洋構造物を設計する際は、試験水槽での模型実験により波浪中動揺応答関数が求められている。なお、波浪中動揺応答関数は、浮体の揺れの大きさを波高で割り算したもので、浮体が波浪中でどの程度揺れるかを示す関数である。

【0003】

ところで、規則波 (一定の周期の波) の中で相互に隣接する複数浮体の運動方程式は、[数 1] 式のように記述される。

【数 1】

$$\sum_{j=1}^M A_{ij} X_j = \rho g a H_i$$

ここで、M：複数浮体の動揺モード数の合計
 A_{ij} ：浮体の質量など運動方程式の係数行列
 X_j ：jモードの動揺変位
 ρ ：流体の密度
 g ：重力の加速度
 a ：波高
 H_i ：波による外力を表す関数

これにより動揺変位は、[数 2]式により表される。

【数 2】

$$X_i = \rho g a \sum_{j=1}^M A^{-1}_{ij} H_j$$

そして、波浪中動揺応答関数 M_i は、この動揺変位を波高 a で除することにより [数 3] 式で表される。

【数 3】

$$M_i = \frac{X_i}{a} = \rho g \sum_{j=1}^M A^{-1}_{ij} H_j$$

また、N番目のモードの波浪中動揺応答関数 M_N は、[数 4]式で求められる。

【数 4】

$$M_N = \frac{X_N}{a} = \rho g \sum_{j=1}^M A^{-1}_{Nj} H_j$$

このようにして [数 4] 式で求められる関数 M_N が、最終的に求めたい波浪中動揺応答関数である。

【0004】

上述の波浪中動揺応答関数 M_N を求めるためには、一般に試験水槽に模型船等を浮かべ、造波機で様々な周期の波を発生させ、その中で浮体模型の動揺を計測し、計測された動揺と波高との比により応答関数を求めるという手段が採用されている。こうして得られる波浪中動揺応答関数の一例を図 4 に示す。

【0005】

このように、従来の方法では、各波周期ごとに浮体模型の動揺を計測しなければならない。また、別の方向からの波に対する動揺を調べるには、波の向きを変えて（あるいは浮体模型の設置方向を変えて）、また同様に各波周期ごとに浮体模型の動揺を計測しなければならない。

【0006】

上述のように、波浪中動揺応答関数を求めるのに、従来の試験方法では多くの手間と時間とがかかる。特に、海底石油掘削用浮体とタンカーとのように近接する領域に複数の浮体が存在する場合には非常に繁雑になるほか、造波機を備えた試験水槽が必要になるという問題点がある。

【特許文献 1】特公開 2002 - 13923 号公報

【特許文献 2】特公開 2005 - 147744 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、互いに近接して水面に浮かべられた複数の浮体模型のうちの所要のものについて、簡単な動揺操作を加えた後、発散波の計測を行うことによって、その発散波の計測値に基づき、演算により容易に波浪中動揺応答関数を求められるようにした方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前述の課題を解決するため、本発明の複数の隣接浮体模型の波浪中動揺応答特性推定方法は、互いに隣接して水面に浮遊する複数の浮体模型の波浪中における動揺応答特性を求めるに際し、上記複数の浮体模型の1つとしての特定浮体模型に初期変位()を与えた状態から同特定浮体模型を瞬時に解放して、同特定浮体模型の解放後の自由運動状態で同特定浮体模型から生じる発散波(t)を計測し、この発散波(t)をフーリエ変換することにより周波数 の関数 I ()として[数5]式により求めた後、同関数 I ()を[数6]式に代入して、上記特定浮体模型の波浪中動揺応答特性を示す関数 M_N ()を求めることを特徴としている。

【数5】

$$\int_{-\infty}^{\infty} \eta(t) e^{-i\omega t} dt \equiv I(\omega)$$

ここで、 t : 時間
 : 周波数

【数6】

$$M_N(\omega) = \frac{i\rho g^2}{\omega \alpha C_N} \sqrt{\frac{2\pi R}{K}} e^{iKR - \frac{\pi}{4}} \cdot I(\omega)$$

ここで、 : 初期変位
 : 密度
g : 重力
 : 周波数
 C_N : 復元力係数
K : 波数
R : 波を計測した点と浮体模型の重心との距離

【発明の効果】

【0009】

上述の本発明の複数の隣接浮体模型の波浪中動揺応答特性推定方法では、試験水槽内に複数の浮体を相互に近接した状態で浮遊させて、所要の浮体模型を揺動させた後、同浮体模型の自由運動状態での発散波を計測し、その後は所要の演算を行うだけで、簡便に浮体模型の波浪中動揺応答特性の推定が行えるようになり、これまで必要とされていた造波機や動揺計測装置が不要となるほか、造波機で様々な周期の波を発生させたり、浮体模型について様々な動揺計測を行ったりするという手間が省けるようになって、簡便に且つ短時間で浮体模型の動揺応答特性を求められるようになる利点が得られる。

【実施例】

【0010】

以下、図面により本発明の一実施例としての隣接浮体模型の波浪中動揺応答特性推定方法について説明すると、図1はその試験水槽における複数の浮体模型の浮遊状態を示す平面図、図2は上記浮体模型についての発散波の計測例を示すグラフ、図3は求められた波

浪中動揺応答関数の一例を示すグラフである。

【 0 0 1 1 】

本実施例の方法では、次の手順により操作が行われる。

- (1) 図 1 に示すように、水槽の水面に複数の浮体模型 A , B を浮かべる。
- (2) 所要の浮体模型 A に外力によって初期変位を与える。すなわち、浮体模型 A を少し沈ませるか、あるいは傾ける。ついで、上記所要の浮体模型 A を上記外力から瞬時に解放して、そのとき浮体模型 A の周りに生じる発散波を計測する。
- (3) 計測された P 点方向の発散波から、演算により波浪中動揺応答関数を求める。

【 0 0 1 2 】

上述の手順をさらに詳細に説明すると、図 1 に示すごとく A と B の二つの浮体模型が浮いているとし、浮体模型 A に N モードの初期変位（その値を η とする）を与えてからパツと放す。このようにして瞬時に解放した後の浮体模型 A の運動を、以下、自由動揺運動と呼ぶことにする。ついで、浮体模型 A から出て行く波紋を P 点で計測する。その計測結果は図 2 に示すようなものになる。

10

このような発散波を $\eta(t)$ として、同発散波 $\eta(t)$ をフーリエ変換したものを $I(\omega)$ とすると、[数 7] 式が得られる。

【 数 7 】

$$\int_{-\infty}^{\infty} \eta(t) e^{-i\omega t} dt \equiv I(\omega)$$

ここで、 ω : 周波数
 $\omega = 2\pi / T$ (T は周期)

【 0 0 1 3 】

一般に、浮体の動揺による発散波のフーリエ変換 $I(\omega)$ は、[数 8] 式で示されることが知られている。

【 数 8 】

$$I(\omega) = -i \frac{\omega}{g} \sqrt{\frac{K}{2\pi R}} e^{-iKR + \frac{\pi}{4}} \sum_{j=1}^M V_j(\omega) H_j(\omega)$$

ここで、K : 波数 ($K = \omega^2 / g$ で与えられる)
 R : 浮体模型の重心と波を計測した点との距離
 V_j : j モードの浮体の動揺速度

そして、N 番目のモードに初期変位 η を与えたときの自由動揺運動の速度 V_j は [数 9] 式で示される。

【 数 9 】

$$V_j = -\alpha A^{-1}_{Nj} C_N$$

ここで、 C_N は N モードの変位が与えられたときに、元に戻ろうとする力の係数（復元力係数）である。

【 0 0 1 4 】

そこで、[数 9] 式の V_j を [数 8] 式に代入すると、[数 10] 式が得られる。

【 数 10 】

$$I(\omega) = i \frac{\omega \alpha C_N}{g} \sqrt{\frac{K}{2\pi R}} e^{-iKR + \frac{\pi}{4}} \sum_{j=1}^M A^{-1}_{Nj} H_j(\omega)$$

【 0 0 1 5 】

[数 1 0] 式において、[数 4] 式で示した M_N を使うと、[数 1 1] 式が得られる。

【数 1 1】

$$I(\omega) = i \frac{\omega \alpha C_N}{\rho g^2} \sqrt{\frac{K}{2\pi R}} e^{-iKR + \frac{\pi}{4}i} \cdot M_N(\omega)$$

【 0 0 1 6 】

このようにして、 $M_N(\quad)$ は [数 1 1] 式を変形することにより、[数 1 2] 式として得られる。

【数 1 2】

$$M_N(\omega) = \frac{i\rho g^2}{\omega \alpha C_N} \sqrt{\frac{2\pi R}{K}} e^{iKR - \frac{\pi}{4}i} \cdot I(\omega)$$

この $M_N(\quad)$ が、求めたい波浪中動揺応答関数である。

すなわち、計測した発散波 (t) のフーリエ変換 $I(\quad)$ を行えば、それを [数 1 2] 式に代入することで、全周期の波に対する応答関数が、すなわち図 4 と同じものが、1 回で求められる。

【 0 0 1 7 】

このようにして、本実施例の方法によれば、従来法のように、各波周期の実験ごとに波浪中動揺応答関数を求めることをせずに、連続して求められるようになる。

上述の応答関数は、発散波を計測した P 点方向の波 (図 1 参照) に対する応答関数であるが、図 1 に示す他の Q 点方向の波に対する応答関数が知りたい場合は、Q 点で発散波を計測すればよい。

【 0 0 1 8 】

以上、詳述したように、本実施例の複数の隣接浮体模型の波浪中動揺応答特性推定方法では、造波機や動揺計測装置を備えない試験水槽でも、近接する領域に複数の浮体があるような場合について、それらの動揺特性を簡便に且つ短時間に求めることができる。

すなわち、試験水槽内に複数の浮体模型を相互に近接した状態で浮遊させて、所要の浮体模型を揺動させた後、同浮体模型の自由運動状態での発散波を計測し、その後は所要の演算を行うだけで、簡便に浮体模型の波浪中動揺応答特性の推定が行えるようになり、これまで必要とされていた造波機や動揺計測装置が不要となるほか、造波機で様々な周期の波を発生させたり、浮体模型について様々な動揺計測を行ったりするという手間が省けるようになって、簡便に且つ短時間で浮体模型の動揺応答特性を求められるようになる利点が見られる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【図 1】複数の浮体模型の浮遊状態の一例を示す平面図である。

【図 2】図 1 の浮体模型について発散波の計測例を示すグラフである。

【図 3】上記発散波に基づき求められた波浪中動揺応答関数を示すグラフである。

【図 4】浮体の波浪中動揺応答関数の一例を示すグラフである。

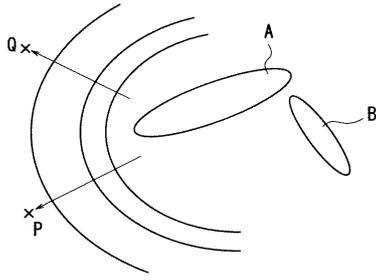
【 符号の説明 】

【 0 0 2 0 】

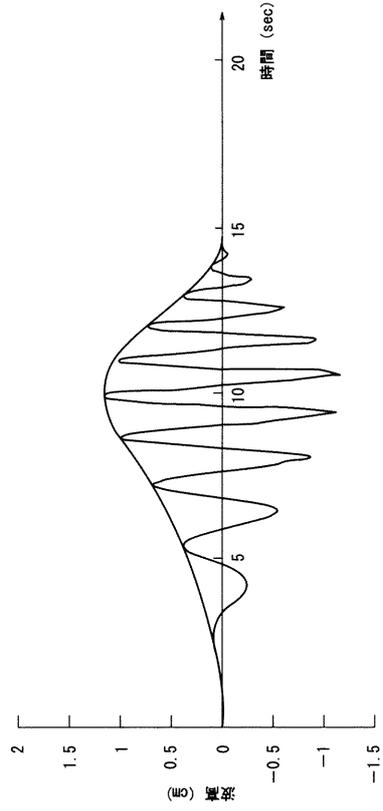
A, B 浮体模型

P, Q 発散波の計測点

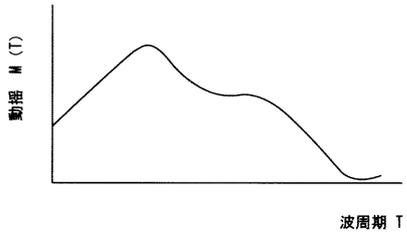
【 図 1 】



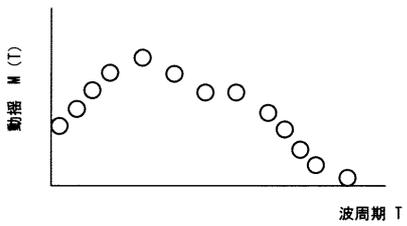
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

【要約の続き】

K ; 波数 R : 波を計測した点と浮体模型の重心 との距離

【選択図】なし