

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6223436号
(P6223436)

(45) 発行日 平成29年11月1日(2017. 11. 1)

(24) 登録日 平成29年10月13日(2017. 10. 13)

(51) Int.Cl.	F I	
G O 1 B 11/16 (2006.01)	G O 1 B 11/16	Z
B 6 3 B 9/00 (2006.01)	B 6 3 B 9/00	Z
B 6 3 B 9/02 (2006.01)	B 6 3 B 9/02	
B 6 3 B 43/00 (2006.01)	B 6 3 B 43/00	Z
B 6 3 B 35/44 (2006.01)	B 6 3 B 35/44	Z

請求項の数 26 (全 42 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-514905 (P2015-514905)	(73) 特許権者	514256586
(86) (22) 出願日	平成25年5月30日 (2013. 5. 30)		サイトロニク リミテッド
(65) 公表番号	特表2015-520699 (P2015-520699A)		CYTRONIQ., LTD.
(43) 公表日	平成27年7月23日 (2015. 7. 23)		大韓民国 331-200 チュンチョン
(86) 国際出願番号	PCT/KR2013/004777		ナムド チョナンシ セブク 2 コンダ
(87) 国際公開番号	W02013/180496		ン2ロ95 507ホ (チャムドン チ
(87) 国際公開日	平成25年12月5日 (2013. 12. 5)		ョナンテクノ タウン)
審査請求日	平成27年1月23日 (2015. 1. 23)		RM 507 (Chaam-dong,
(31) 優先権主張番号	10-2012-0057753		CheonanTechno Town)
(32) 優先日	平成24年5月30日 (2012. 5. 30)		, 2nd Gongdan 2nd R
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		o 95, Seobook-Gu Ch
(31) 優先権主張番号	10-2012-0057754		eonan-si Chungcheon
(32) 優先日	平成24年5月30日 (2012. 5. 30)		gnam-do 331-200 Rep
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		ublic of KOREA

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 海洋構造物の物理的変化をモニタリングするシステム、海洋構造物の物理的変化をモニタリングする方法、及び、海洋構造物に対する物理的変化の実時間モニタリングを通じた制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

海洋構造物の物理的変化をモニタリングするシステムにおいて、
光繊維ブラッグ (b r a g g) 格子を利用した少なくとも一つの光学センサを利用して、
前記海洋構造物の挙動及び構造的変化を感知する光計測機器を含み、
前記光計測機器は、前記海洋構造物外部に設定された少なくとも一つの基準点と前記海洋構造物上に設定された地点の間の距離変化を前記光学センサを利用して測定する伸張計を含み、

前記伸張計は、前記基準点と前記海洋構造物上に設定された地点の間を連結する少なくとも一つのワイヤ を含み、

前記伸張計は、

前記ワイヤーを一定張力で巻き取りするワインディング部と、光学センサを利用して前記ワインディング部の回転数を測定する感知部と、前記感知部で測定された回転数に対応して周期的に前記光学センサを刺激する刺激部を含むことを特徴とする海洋構造物の物理的変化をモニタリングするシステム。

【請求項 2】

前記光学センサは、前記距離変化によって光繊維に許容される応力変化に対応して前記光学センサを通過する光信号の波長を変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の海洋構造物の物理的変化をモニタリングするシステム。

【請求項 3】

前記ワイヤはインバー（i n v a r）であることを特徴とする請求項 1 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステム。

【請求項 4】

前記光計測機器は、前記海洋構造物上の少なくとも 1 個以上の地点を相互連結する光繊維ワイヤーが備わって前記海洋構造物の長さ変化を測定する伸張計を更に含み、前記光繊維ワイヤーは、前記海洋構造物上の距離変化によって光学センサに許容される応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステム。

【請求項 5】

前記伸張計は、前記海洋構造物上の同じ地点に少なくとも 1 個以上設置され、光繊維からなるワイヤーを含んで構成されて、前記ワイヤーは、前記海洋構造物上の距離変化によって光繊維に許容される応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステム。

【請求項 6】

前記伸張計は、三角測定法を利用して前記ワイヤーそれぞれの引張程度を換算して前記地点の絶対的な位置情報を提供することを特徴とする請求項 1 又は 5 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステム。

【請求項 7】

前記光計測機器は、前記海洋構造物上の複数地点の間の傾斜変化を前記光学センサを利用して測定する傾斜計を更に含むことを特徴とする請求項 1 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステム。

【請求項 8】

前記傾斜計は、重力方向に設置された重さ錘と前記重さ錘に連結された少なくとも一つの光繊維で成り立った光学センサを含んで、前記傾斜計が設置された海洋構造物上の地点の傾斜変化によって、前記重さ錘によって前記光繊維に許容される応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させることを特徴とする請求項 7 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステム。

【請求項 9】

前記光計測機器は前記基準点の位置変化を測定するための地震計及び前記海洋構造物の振動を測定する振動計をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステム。

【請求項 10】

前記光計測機器は光信号の波長変化を感知するデータロガー又はインターロゲータ（i n t e r r o g a t o r）である測定装置をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステム。

【請求項 11】

前記測定装置は散乱された光信号を集合する機能を備えるものの、波長を制御できるレーザーが備わった光学部と、前記光学部によって反射した光信号の波長を光学センサ別で区別する光参照器と、前記光参照器から出力された各光学センサの光繊維ブラッグ格子を複数連結して、ブラッグ反射波長をチャンネル別に分配する光結合器（o p t i c a l c o u p l e r）及び前記光結合器から伝達されたブラッグ反射波長を電気信号に変換するフォトダイオード（p h o t o d i o d e）を含むことを特徴とする請求項 10 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステム。

【請求項 12】

前記光計測機器は O T D R（O p t i c a l T i m e - D o m a i n R e f l e c t o m e t e r）、ラマンスペクトル法、ブリルアン散乱（B r i l l o u i n s c a t t e r i n g）、レイリーウエーブ（R a y l e i g h w a v e）、D A S（D i s t r i b u t e d A c o u s t i c S e n s i n g）、音響放出法（A c o u s t i c E m i s s i o n）、干渉法（I n t e r f e r o m e t r y）のうちの少なくとも

10

20

30

40

50

一つを利用することを特徴とする請求項 1 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステム。

【請求項 1 3】

海洋構造物又は、基準点に設置された少なくとも一つの光計測機器を利用して、前記海洋構造物の挙動又は、構造的変化により光学センサを通過する光信号の波長又は、光量を変化させる (a) 段階と、

前記光計測機器が前記波長又は、光量に変化した前記光信号を前記測定装置で伝達する (b) 段階と、

測定装置によって前記光信号の波長又は、光量の変化を感知する (c) 段階と、を含み

前記光計測機器は、光繊維ブラッグ格子を利用した少なくとも一つの光学センサを含む、前記海洋構造物の外部に設定された少なくとも一つの基準点と前記海洋構造物の設定された位置の間の距離変化を測定する伸張計であり、

前記伸張計は、

前記基準点と前記海洋構造物上に設定された地点の間を連結する少なくとも一つのワイヤーと、前記ワイヤーを一定張力で巻き取りするワインディング部と、光繊維を利用して前記ワインディング部の回転数を測定する感知部と、前記感知部で測定された回転数に対応して周期的に前記光繊維を刺激する刺激部を含むことを特徴とする海洋構造物の物理的变化をモニタリングする方法。

【請求項 1 4】

前記伸張計は、前記海上構造物上の少なくとも 1 個以上の地点を相互連結する光繊維ワイヤーが備わって前記海洋構造物の長さ変化を測定して、前記光繊維ワイヤーは、前記海洋構造物上の距離変化による応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させることを特徴とする請求項 1 3 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングする方法。

【請求項 1 5】

前記伸張計は、前記海洋構造物上の同じ地点に少なくとも 1 個以上連結されて、光繊維からなるワイヤーを含んで構成されて、前記ワイヤーは、前記海洋構造物上の距離変化によって前記光繊維に許容される応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させることを特徴とする請求項 1 3 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングする方法。

【請求項 1 6】

前記伸張計は、三角測定法を利用して前記ワイヤーそれぞれの引張程度を換算して前記地点の絶対的な位置情報を提供することを特徴とする請求項 1 3 又は 1 5 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングする方法。

【請求項 1 7】

前記光計測機器は、前記海洋構造物上の複数地点間の傾斜変化を前記光学センサを利用して測定する傾斜計を更に含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングする方法。

【請求項 1 8】

前記傾斜計は、重力方向で設置された重さ錘と前記重さ錘に連結された光繊維を含んで、前記 (a) 段階は、前記海洋構造物に発生した傾斜変化により前記重さ錘が前記光繊維を刺激して応力変化を発生させて、発生された応力変化を光信号に変換することを特徴とする請求項 1 7 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングする方法。

【請求項 1 9】

前記光計測機器は前記海洋構造物外部に設定された少なくとも一つの基準点の位置変化を前記光学センサを利用して測定する地震計及び前記海洋構造物の振動を測定する振動計をさらに含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の海洋構造物の物理的变化をモニタリングする方法。

【請求項 2 0】

海洋構造物の実時間物理的变化モニタリングを通した制御方法において、

水槽又は、風洞で実験による海洋構造物の物理的变化に対するデータを取得して、前記獲得されたデータを蓄積してルックアップテーブル (Look up table) を生成する (a) 段階と、

請求項 1 3 に記載の測定装置によって感知された光信号の波長又は光量の変化を海洋構造物の実際の物理的变化に対するデータとして取得する (b) 段階と、

前記 (b) 段階で取得したデータを前記 (a) 段階のルックアップテーブルに蓄積されたデータと比較して、海洋構造物の物理的变化に対する予測データを生成する (c) 段階と、

前記予測データを伝達された 3 次元数値解析 (numerical analysis) プログラムによって構造物制御動作情報、メンテナンスが必要な位置情報、メンテナンス費用情報、メンテナンス所要時間のうちの少なくとも一つを含むメンテナンス情報及び海洋構造物でのガス漏出、火災又は、爆発に対する警告情報を生成する (d) 段階と、を含んで、

10

前記物理的变化は、前記海洋構造物上の少なくとも一つの地点に対する長さ変化、傾斜変化、温度変化、圧力変化、比体積変化のうちの少なくとも一つを含むことを特徴とする海洋構造物に対する物理的变化の実時間モニタリングを通した制御方法。

【請求項 2 1】

前記 (c) 段階以後に、前記予測データは海洋構造物の実際の物理的变化に対するデータを比較して、前記ルックアップテーブルを修正する (c - 1) 段階をさらに含むことを特徴とする請求項 2 0 に記載の海洋構造物に対する物理的变化の実時間モニタリングを通した制御方法。

20

【請求項 2 2】

前記 (d) 段階以後に、FSI プログラム (Fluid Structure Interaction) により前記海洋構造物制御情報はシミュレーションデータを生成して、状況認識ミドルウェア (middleware) によって前記シミュレーションデータを前記 (b) 段階で取得した前記海洋構造物の実際の物理的变化量に対するデータと実時間で連動させて、前記海洋構造物を自動で制御するアルゴリズムを生成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 2 0 に記載の海洋構造物に対する物理的变化の実時間モニタリングを通した制御方法。

30

【請求項 2 3】

前記 (d) 段階の 3 次元数値解析プログラムは有限要素解析法 (FEM) 及び電算流体力学 (CFD) を利用することを特徴とする請求項 2 0 に記載の海洋構造物に対する物理的变化の実時間モニタリングを通した制御方法。

【請求項 2 4】

前記 (d) 段階は、前記 3 次元数値解析プログラムが、前記海洋構造物の挙動及び構造的変化により発生しうるガス漏出、拡散、火災又は、爆破などの仮想危険状況及び前記仮想危険状況によった対応方案に対するデータが保存された状況解釈モジュールと連動されて、メンテナンス情報を生成することを特徴とする請求項 2 0 に記載の海洋構造物に対する物理的变化の実時間モニタリングを通した制御方法。

40

【請求項 2 5】

構造物自動制御部は前記制御動作情報により前記海洋構造物の位置又は、角度を変化させて制御する段階をさらに含むものの、前記構造物自動制御部は、前記海洋構造物上の少なくとも一つの地点に連結される結合手段と、前記結合手段と連結されて前記海洋構造物を上下左右に移動させる変位調節手段とを含むことを特徴とする請求項 2 0 に記載の海洋構造物に対する物理的变化の実時間モニタリングを通した制御方法。

【請求項 2 6】

前記警告情報は、前記測定装置が TDLS、DTS、DAS 又は FBG のうちの少なくとも一つを利用して測定した前記海洋構造物の実際の物理的变化に対するデータを利用して生成されることを特徴とする請求項 2 0 に記載の海洋構造物に対する物理的变化の実

50

時間モニタリングを通した制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光学センサ方式の測定方法を導入して海洋構造物の物理的变化を複合光計測機器によって実時間でモニタリングするためのシステム及び方法に関することである。より詳しくは、本発明は光学センサ方式の測定方法を導入して海洋構造物の物理的变化を複合光計測機器によって実時間でモニタリングするためのシステム及び方法に関する。

また、実時間で海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御に関することで、より詳しくは気体又は、流体力学的環境内外力によって海洋浮遊物に加えられる前後左右傾き、きつ水、トリム、腐食、侵食、亀裂、圧力、ストレス、振動、周波数などの変化を総合的に測定して、これを基に前記海洋構造物を制御して燃料削減、安全運用及びメンテナンス情報の提供方法に関することである。

10

また、本発明は環境外力の統合モニタリングを通した対象構造物（例、海洋／陸上、造船、航空／宇宙、水中潜水係留、固定式あるいは風力／潮力／波力、などに関連する）の制御方法に関することである。

【背景技術】

【0002】

海洋の油井で生産された原油は海洋構造物の一種であるパイプラインを利用して海上構造物で移送する。前記海上構造物にはFPSO（Floating Production Storage and Offloading、浮遊式原油生産保存荷役設備）、TLP（Tension-Leg Platform）、SPAR、Semi-Submersible、固定プラットフォーム（fixed Platform）等がある。

20

【0003】

この時パイプラインは20年以上の運営期間を目的に、少なくとも数km、多くて数百kmまでの深海に設置される。この場合、深海に設置されたパイプラインは大きく100以上の温度偏差によって収縮又は、膨張現象が発生して、パイプライン内部の圧力変化にしたがって長さ変化を含む物理的变化が発生することになる。

【0004】

30

これに伴い、海洋に設置されたパイプラインは特定又は、不特定多数の地点で応力が集中的に発生してバックリング（buckling）及び変形が発生することになる。また、海底に設置されたパイプラインと海上運送装置のライザー（riser）の連結部であるタッチダウンゾーン（touch down zone）では海流、波、潮流、風、温度などの多数の環境外力によってパイプラインの揺れを誘発する。

【0005】

既存のモニタリング方式によれば海洋構造物の温度、圧力によって発生する変形率が座屈及びウォーキング現象によって発生する変形率よりはるかに大きく発生するので、正確な現象分析に困難があった。そして現在の電気式傾斜計は海洋に設置される理由で高い水压による漏水にともなう亡失及び設置時の電源供給装置及び連結方式の複雑な使用が容易な新しい測定方式に対する需要が増加している。また、既存のモニタリング方式に使われるセンサは疲労測定耐久年限が短くより長期間使用できる方式のセンサが必要な状況である。

40

【0006】

海洋構造物の運用時に気体及び流体の流れは海洋構造物に対し必然的に内外力を加えることになって、特に海洋の特定地点に長期間係留する海洋固定構造物の場合にはこのような気体及び流体の流れによる内外力の影響を最小化することができるよう制御することが必須である。

【0007】

また、海洋構造物の運用中気体又は、流体力学的環境内外力及び船体応力によって船舶

50

などが転覆したり運送物が落下する問題に対する解決策を至急に提供する必要がある。

【 0 0 0 8 】

一方、燃料が少し要る海洋構造物を開発して建造するのは未来造船海洋産業の核心である。一日 1 0 0 トンの燃料を消費して、3 2 0 トンの二酸化炭素を排出する海洋構造物を仮定すれば、1 % の燃費改善は年間 2 4 万ドル以上の費用を節減可能であり、中古船市場で燃費が最も重要な要素の一つである。

【 0 0 0 9 】

また、海洋構造物運用において既存の手作業及び半自動化方式は作業者の業務水準により差が大きくて、半自動化方式で開発されたシステムの場合にも該当海洋構造物にだけ適用可能な状況であるから多様な船種を包括できるシステムを実現するためにはソフトウェア工学的接近が必要で、似た種類の応用開発のための土台を提供する概念であるソフトウェアフレームワーク開発が必要である。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

本発明は前記のような問題点を解決するために提案されたことで、実時間で海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6 自由度運動及び位置のモニタリング及び制御を通した燃料削減方法を提供するのを目的とする。

【 0 0 1 1 】

また、本発明は光学センサ方式の融合計測を通じて既存の電気式センサに比べて海洋構造物の変化をより一層長期間測定できて、設置及び運用が手軽なモニタリングシステム及び方法を提供するのと、前記モニタリング情報を外部の他装置と共有して気象情報の正確性を高めることができ、人工衛星によって測定されたデータを検・校正できる環境を提供するのを目的とする。

20

【 0 0 1 2 】

また、気体又は、流体力学的環境内外力によって海洋浮遊物に加えられる前後左右傾き、きつ水 (S e a G a u g e) 、トリムなどの変化を測定して、これを基に前記海洋浮遊物を制御することを通じて実時間で安全運用方法を提供することと、海洋構造物に加えられる気体又は、流体力学的環境内外力による腐食、侵食、亀裂、圧力、ストレスなどを測定して、メンテナンスに対する情報を実時間で提供するのを目的とする。

30

【 0 0 1 3 】

本発明は前記のような問題点を解決するために提案されたことで、実時間で海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6 自由度運動及び位置のモニタリング及び制御を通した燃料削減方法を提供するのを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

前記のような目的を果たすための本発明は海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステムにおいて、光繊維ブラッグ (b r a g g) 格子を利用した少なくとも一つの光学センサを利用して、前記海洋構造物の挙動及び構造的変化を感知する複合光計測機器を含むことを特徴とする。

40

【 0 0 1 5 】

ここで、複合光計測機器は、海洋構造物外部に設定された少なくとも一つの基準点と前記海洋構造物上に設定された地点の間の距離変化を前記光学センサを利用して測定する伸張計を含むことと、前記光学センサは、前記距離変化によって光繊維に許容される応力変化に対応して前記光学センサを通過する光信号の波長を変化させることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、前記伸張計は、前記基準点と前記海洋構造物上に設定された地点の間を連結する少なくとも一つのインバー (i n v a r) であるワイヤーを含んで構成されるし、前記伸張計は、前記ワイヤーを一定張力で巻き取りするワインディング部光学センサを利用して前記ワインディング部の回転数を測定する感知部及び / 又は、前記感知部で測定された回

50

転数に対応して周期的に前記光学センサを刺激する刺激部をさらに含むことを特徴とする。

【0017】

また、前記複合光計測機器は前記海洋構造物上の少なくとも1個以上の地点を相互連結する光繊維ワイヤーが備わって前記海洋構造物の長さ変化を測定する伸張計を含んで構成されて、前記光繊維ワイヤーは、前記海洋構造物上の距離変化によって光学センサに許容される応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させることと、前記伸張計は、前記海洋構造物上の同じ地点に少なくとも1個以上設置されて、光繊維からなるワイヤーを含んで構成されて、前記ワイヤーは、前記海洋構造物上の距離変化によって光繊維に許容される応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させることを特徴とする。

10

【0018】

また、前記伸張計は、三角測定法を利用して前記ワイヤーそれぞれの引張程度を換算して前記地点の絶対的な位置情報を提供するし、前記複合光計測機器は前記海洋構造物上の複数地点の間の傾斜変化を前記光学センサを利用して測定する傾斜計を含んで構成されることを特徴とする。

【0019】

また、前記傾斜計は、重力方向で設置された重さ錘と前記重さ錘に連結された少なくとも一つの光繊維で成り立った光学センサを含んで、前記傾斜計が設置された海洋構造物上の地点の傾斜変化によって、前記重さ錘によって前記光繊維に許容される応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させることと、前記複合光計測機器は前記基準点の位置変化を測定するための地震計及び前記海洋構造物の振動を測定する振動計をさらに含むことを特徴とする。

20

【0020】

また、前記複合光計測機器は光信号の波長変化を感知するデータロガー又はインターロゲータ(interrogator)である測定装置をさらに含むことと、前記測定装置は散乱された光信号を集合する機能を備えるものの、波長を制御できるレーザーが備わった光学部と、前記光学部によって反射した光信号の波長を光学センサ別で区別する光参照器と、前記光参照器から出力された各光学センサの光繊維ブラッグ格子を多数に連結して、ブラッグ反射波長をチャンネル別に分配する光結合器(optical coupler)及び前記光結合器から伝達されたブラッグ反射波長を電気信号に変換するフォトダイオード(photo diode)を含むことを特徴とする。

30

【0021】

また、前記複合光計測機器はOTDR(Optical Time-Domain Reflectometer)、ラマンスペクトル法、ブリルアン散乱(Brillouin scattering)、レイリーウエーブ(Rayleigh wave)、DAS(Distributed Acoustic Sensing)、音響放出法(Acoustic Emission)、干渉法(Interferometry)のうちの少なくとも一つを利用することを特徴とする。

【0022】

また、海洋構造物又は、基準点に設置された少なくとも一つの複合光計測機器を利用して、前記海洋構造物の挙動又は、構造的変化により光学センサを通過する光信号の波長又は、光量を変化させる(a)段階と、前記複合光計測機器が前記波長又は、光量に変化した前記光信号を前記測定装置で伝達する(b)段階と、測定装置によって前記光信号の波長又は、光量の変化を感知する(c)段階を含んで、前記複合光計測機器は光繊維ブラッグ格子を利用した少なくとも一つの光学センサを含むことを特徴とする。

40

【0023】

また、前記複合光計測機器は、前記海洋構造物外部に設定された少なくとも一つの基準点と前記海洋構造物の設定された位置の間の距離変化を測定する伸張計であるし、前記伸張計は前記基準点と前記海洋構造物上に設定された地点の間を連結する少なくとも一つの

50

ワイヤーと、前記ワイヤーを一定張力で巻き取りするワインディング部と、光繊維を利用して前記ワインディング部の回転数を測定する感知部及び前記感知部で測定された回転数に対応して周期的に前記光繊維を刺激する刺激部を含んで成り立つことを特徴とする。

【0024】

また、前記伸張計は、前記海上構造物上の少なくとも1個以上の地点を相互連結する光繊維ワイヤーが備わって前記海洋構造物の長さ変化を測定して、前記光繊維ワイヤーは、前記海洋構造物上の距離変化による応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させることを特徴とする。

【0025】

また、前記伸張計は、前記海洋構造物上の同じ地点に少なくとも1個以上連結されて、光繊維からなるワイヤーを含んで構成されて、前記ワイヤーは、前記海洋構造物上の距離変化によって前記光繊維に許容される応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させることと、前記伸張計は、三角測定法を利用して前記ワイヤーそれぞれの引張程度を換算して前記地点の絶対的な位置情報を提供することを特徴とする。

【0026】

また、前記複合光計測機器は前記海洋構造物上の複数地点間の傾斜変化を前記光学センサを利用して測定する傾斜計を含んで構成されることと、前記傾斜計は、重力方向で設置された重さ錘と前記重さ錘に連結された光繊維を含んで、前記(a)段階は、前記海洋構造物に発生した傾斜変化により前記重さ錘が前記光繊維を刺激して応力変化を発生させて、発生された応力変化を光信号に変換することを特徴とする。

【0027】

また、前記複合光計測機器は前記海洋構造物外部に設定された少なくとも一つの基準点の位置変化を前記光学センサを利用して測定する地震計及び前記海洋構造物の振動を測定する振動計をさらに含むことを特徴とする。

【0028】

そして、海洋構造物の実時間物理的变化モニタリングを通じた制御方法において、水槽又は、風洞で実験による海洋構造物の物理的变化に対するデータを取得して、前記獲得されたデータを蓄積してルックアップテーブル(Lookup table)を生成する(a)段階と、測定装置から出力された海洋構造物の実際の物理的变化に対するデータを取得する(b)段階と、前記(b)段階で取得したデータを前記(a)段階のルックアップテーブルに蓄積されたデータと比較して、海洋構造物の物理的变化に対する予測データを生成する(c)段階と、前記予測データを伝達された3次元数値解釈(numerical analysis)プログラムによって構造物制御動作情報、メンテナンスが必要な位置情報、メンテナンス費用情報、メンテナンス所要時間のうちの少なくとも一つを含むメンテナンス情報及び海洋構造物でのガス漏出、火災又は、爆発に対する警告情報を生成する(d)段階を含んで、前記物理的变化は、前記海洋構造物上の少なくとも一つの地点に対する長さ変化、傾斜変化、温度変化、圧力変化、比体積変化のうちの少なくとも一つを含むことを特徴とする。

【0029】

また、前記(c)段階以後に、前記予測データは海洋構造物の実際の物理的变化に対するデータを比較して、前記ルックアップテーブルを修正する(c-1)段階をさらに含むことと、前記(d)段階以後に、FSIプログラム(Fluid Structure Interaction)により前記海洋構造物制御情報はシミュレーションデータを生成して、状況認識ミドルウェア(middleware)によって前記シミュレーションデータを前記(b)段階で取得した前記海洋構造物の実際の物理的变化量に対するデータと実時間で連動させて、前記海洋構造物を自動で制御するアルゴリズムを生成する段階をさらに含むことを特徴とする。

【0030】

また、前記(d)段階の3次元数値解釈プログラムは有限要素解析法(FEM)及び電算流体力学(CFD)を利用することと、前記(d)段階は、前記3次元数値解釈プログ

10

20

30

40

50

ラムが、前記海洋構造物の挙動及び構造的変化により発生しうるガス漏出、拡散、火災又は、爆破などの仮想危険状況及び前記仮想危険状況によった対応方案に対するデータが保存された状況解釈モジュールと連動されて、メンテナンス情報を生成することを特徴とする。

【0031】

また、構造物自動制御部は前記制御動作情報により前記海洋構造物の位置又は、角度を変化させて制御する段階をさらに含むものの、前記構造物自動制御部は、前記海洋構造物上の少なくとも一つの地点に連結される結合手段と、前記結合手段と連結されて前記海洋構造物を上下左右に移動させる変位調節手段を含むことを特徴とする。

【0032】

また、前記警告情報は、前記測定装置がTDLAS、DTS、DAS、FBG又はRMLDのうちの少なくとも一つを利用して測定した前記海洋構造物の実際の物理的变化に対するデータを利用して生成されることを特徴とする。

【0033】

そして、水槽又は、風洞で線形試験を通じて海洋構造物外部気体又は、流体の流れが海洋構造物に及ぼす内外力に対するデータ及び前記内外力に伴う前記海洋構造物の反応に対するデータを蓄積してルックアップテーブルを生成して前記ルックアップテーブルをデータベースに保存する第1段階と、海洋構造物の実際の航海において飛行時間法(Time-of-Flight Method)を利用して前記内外力を測定したデータを前記データベースに保存する第2段階と、前記第2段階の内外力の測定データを第1段階のルックアップテーブルに蓄積された内外力に対するデータと比較して、海洋構造物の反応に対するデータを予測する第3段階と、前記海洋構造物の予測された反応に対するデータを利用して海洋構造物の姿勢又は、航海経路を実時間で制御する第4段階を含む実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6次誘導運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

【0034】

また、前記第3段階は、前記海洋構造物の実際の反応を測定する第3-1段階及び前記第3-1段階で測定された前記海洋構造物の反応に対するデータと第3段階で予測された前記海洋構造物の反応に対するデータが不一致な場合、第3-1段階の海洋構造物の反応に対するデータで第1段階で生成された前記ルックアップテーブルにあっての前記海洋構造物の反応に対するデータを修正又は、前記修正されたデータを反映して数値モデルを修正及び補完する3-2段階をさらに含むことを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

【0035】

また、前記海洋構造物の反応による修正されたデータはCFD、有限要素法(FEA)、IFEM(Finite Element Method)又はFSIを含む数値モデル基盤のシミュレーターによって成り立つことを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御する

【0036】

また、前記第2段階は、前記海洋構造物に備わった計測機器を通じて気体又は、流体による内外力を測定するものの、前記計測機器は電気式センサ又は、光学センサであることを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

【0037】

また、前記計測機器は風向、風速、気圧、気温、湿度及び粉塵を高度別に測定することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することと、前記第2段階は、IMUを利用して気体又は、流体の流れが海洋構造物に及ぼす内外力を実際に測定することを

10

20

30

40

50

特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

【0038】

また、前記第3段階での前記海洋構造物の反応に対するデータは、前記海洋構造物が船舶である場合、前記船舶の進行方向、前後左右傾き、吃水 吃水きつ水又は、トリムのうちの少なくとも一つを含むことを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することと、第3段階での、前記海洋構造物の反応に対するデータは、前記海洋構造物が一時的固定構造物である場合、前記構造物の移動方向、前後左右傾き、きつ水のうちの少なくとも一つを含むことを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

10

【0039】

また、第2段階は、気体又は、流体の流れによる海洋構造物の固有周波数、高調波周波数及び気体特性を含むデータを測定して水深別で潮流及び海流の空間及び時間に伴う方向と速度を測定することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

【0040】

また、第1段階は、前記ルックアップ
テーブルが保存されるデータベースは、前記海洋構造物に備わった航海記録装置（VDR）であることを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

20

【0041】

また、前記海洋構造物が一時的固定構造物である場合、前記ルックアップ
テーブルは1年単位の時系列的データで記録されて、前年度までの蓄積された1年単位の時系列的データとの比較を通じて前記ルックアップ
テーブルを修正することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

30

【0042】

また、前記第4段階はラダー（rudder）、スラスター（thruuster）、プロペラ、帆、風又は、風船のうちの少なくとも一つを利用して海洋構造物の姿勢又は、航海経路を実時間で制御することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

【0043】

また、前記第4段階は、前記海洋構造物が船舶である場合、前記予測された海洋構造物の反応に対するデータにより、推進力と前記内外力との合力が目標にする進行方向になることができるようにラダーの方向及びスラスターとプロペラのRPMを制御することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

40

【0044】

また、前記海洋構造物は一時的固定構造物である場合、前記予測された海洋構造物の反応に対するデータにより、前記内外力との合力が最小になって現位置を維持するようにスラスターを制御することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

【0045】

50

また、前記海洋構造物は、ヘリデッキ (helideck) を具備するものの、前記第4段階は、前記ヘリデッキの平衡を維持又は、ヘリコプター離着陸時衝撃を緩和することができるようにDP (Dynamic Positioning) 及びDM (Dynamic Motion) を通じて前記海洋構造物の姿勢を制御したり、6自由度の角度を調節して前記海洋構造物の錘の重心を変化させて、前記ヘリデッキの平衡状態情報を前記データベースに保存して、海洋構造物の作業目的機能に合わせて平衡を維持できるようにトリム (trim) を含む6自由度の角度を調節して前記海洋構造物の錘の重心を変化させて平衡状態を維持させることを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

10

【0046】

また、前記第4段階で、前記データベースは通信部を通じて外部の構造情報サーバーで前記ヘリデッキの平衡状態情報を送信して、前記構造情報サーバーは複数の海洋構造物のうちでヘリコプターが離着陸できるヘリデッキの平衡状態情報を保有した海洋構造物の位置情報をヘリコプターで提供することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

【0047】

また、前記第2段階は、計測機器によって前記海洋構造物から遠距離の風向、風速、気温、湿度、気圧、太陽輻射線、無機イオン、二酸化炭素、粉塵、放射能又は、オゾンの中の少なくとも一つを計測して前記データベースに保存する第2 - 1段階をさらに含むものの前記計測機器は風速計、風向計、湿度計、温度計、気圧計、日射計、大気天気マップ (gassol) 自動採取器、CO₂フラックス (flux) 測定装備、大気粉塵採集器、エアサンプラー (air sampler) 又は、オゾン分析器の中の少なくとも一つ以上であることを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

20

【0048】

また、前記海洋構造物はバラストタンクを具備して、前記バラストタンク内部のスロッシング現象を減少させるために、前記バラストタンクの両側面それぞれに備わるスロッシング抑制部を含むことを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

30

【0049】

また、前記スロッシング抑制部は前記バラストタンクの一水平断面において前記断面の開放面積を狭めることによってスロッシング現象を抑制することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することと、前記海洋構造物はバラストタンクを具備して、前記第4段階は、傾きが発生した場合、傾いた方向の反対側で前記バラストタンクに積載されたバラスト水を移動させて前記海洋構造物の姿勢を制御することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

40

【0050】

また、前記バラストタンクは、前記バラストタンク内部に区画を分ける隔壁を具備して、前記隔壁には他区画で前記バラスト水を移動させるための開閉部を設置して、前記開閉部の内部には前記バラスト水の移動速度及び移動方向を制御するポンプが設置されたことを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

【0051】

また、前記2段階での内外力を測定したデータは外部気象情報サーバーに伝送して、前

50

記気象情報サーバーは人工衛星から受信された気象情報を前記内外力の測定データと比較して誤差を修正した気象情報修正データを保存することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

【0052】

また、前記気象情報修正データは前記気象情報サーバーに接続された外部使用者端末の要請により、前記気象情報修正データを前記外部使用者端末に提供することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することと、前記流体の流れが海洋構造物に及ぼす内外力に対するデータは、前記海洋構造物の側面に設置された圧力センサによって測定される海流及び潮流のベクターに対するデータであることを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

10

【0053】

また、前記圧力センサが複数個備わって、前記海洋構造物の側面に一定間隔で設置されることを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置を予測モニタリング及び予測制御することと、前記圧力センサが複数個備わって、前記海洋構造物の側面に高さ差を置いて設置するものの、前記圧力センサからのデータ測定有無を分析して、最上端に位置した圧力センサからのデータを通じて波高データを取得することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

20

【0054】

また、前記圧力センサは、複数個の圧力センサのうちの少なくとも3個の圧力センサを一つの3次元圧力センサモジュールで形成するものの、前記3次元圧力センサモジュールは海流及び潮流の3次元ベクター情報を取得することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

【0055】

また、前記第2段階は、気象測定装置によって前記海洋構造物から遠距離の波浪、波高、波の周期、波の速度又は、波の方向のうちの少なくとも一つを計測して前記データベースに保存する第2-1段階をさらに含むものの、前記気象測定装置はウエーブレーダー(wave radar)、directional waverider、Sea level monitor、超音波潮位計、風向き風速計又は、超音波波高計のうちの少なくとも一つ以上であることを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置を予測モニタリング及び予測制御することを特徴とする。

30

【0056】

そして、水槽又は、風洞で線形試験を通じて海洋構造物外部気体又は、流体の流れが海洋構造物に及ぼす内外力に対するデータ及び前記内外力に伴う前記海洋構造物の反応に対するデータを蓄積してルックアップ

40

テーブルを生成して前記ルックアップ

テーブルをデータベースに保存する第1段階と、海洋構造物の実際の航海において飛行時間法(Time-of-Flight Method)を利用して前記内外力を測定して前記データベースに保存する第2段階と、第2段階の内外力の測定データを第1段階のルックアップ

テーブルに蓄積された内外力に対するデータと比較して、海洋構造物の反応に対するデータを予測する第3段階と、実際の海洋構造物の反応を測定する第3-1段階と、前記第3-1段階で測定された海洋構造物の反応に対するデータと第3段階で予測された海洋構造物の反応に対するデータを比較して、その差が発生した場合、第3-1段階の海洋構造物

50

の反応に対するデータで第1段階で生成されたルックアップ

テーブルにあっての海洋構造物の反応に対するデータを修正する第3 - 2段階と、前記ルックアップ

テーブルに蓄積されたデータを仮想のシミュレーションを通じて海洋構造物に対するメンテナンスデータを取得する第4段階及び前記仮想のシミュレーションの実計測データを反映して、前記仮想シミュレーションの結果である反応結果数値を実時間海洋構造物の反応実計測数値と比較して、前記海洋構造物の反応に対するデータを修正したり前記修正されたデータを反映して数値モデルを修正及び補完する第5段階を含むことを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置の予測モニタリングすることを特徴とする。

10

【0057】

また、仮想のシミュレーションはF S Iプログラム(Fluid Structure Interaction)により前記海洋構造物制御情報をシミュレーターで生成して、状況認識ミドルウェアによって前記シミュレーターを前記第3 - 1段階で取得した前記海洋構造物の実際の反応に対するデータと実時間で連動させて、前記海洋構造物を自動で制御するアルゴリズムを生成する段階をさらに含んで、前記海洋構造物の反応に対するデータは、ストレーン、変形、亀裂、振動、周波数、腐食、侵食中少なくとも一つを含んで、前記第4段階は、有限要素解析法(FEM)及び電算流体力学(CFD)を利用した3次元数値解析(numerical analysis)プログラムが、前記海洋構造物の挙動及び構造的変化により発生しうるガス漏出、ガス拡散、火災又は、爆破などの仮想状況及び前記仮想状況によった対応方案に対するデータが保存された状況解析モジュールと連動されてメンテナンス情報を生成することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置の予測モニタリングすることを特徴とする。

20

【0058】

また、前記第4段階のメンテナンスデータは、前記海洋構造物に備わった個別構造物のあらかじめ設定された重要度により区別されて獲得されることを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置の予測モニタリングすることを特徴とする。

【0059】

また、前記メンテナンスデータは、メンテナンスが必要な位置情報、メンテナンス費用情報、メンテナンス所要時間情報又は、構造物別残余寿命情報のうちの少なくとも一つを含むことを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置の予測モニタリングすることを特徴とする。

30

【0060】

そして、レーダー、IMU、GPS計測技法、X-band又はS-band、レーダーを利用して衝突及び防止だけでなく波浪、波高を測定及びウェーブモーション(Wave motion)を予測して、少なくとも一つのIMUを利用して海洋構造物の6自由度モーションだけでなくホッグ(Hogging)、サギング(Sagging)、トーション(Torsion)まで計測して、時間と空間情報取得道具を利用して海洋構造物の移動距離及び座標計測衛星の環境外力データをレーダー(Radar)及びIMUのデータと連動して海洋構造物の疲労最小化して、EEOI/EEDI/DP Boundary/MC Boundary/Risers(SCR、TTR、Tendon)/Lowering/ROV/Drill Rigに反映して予測プログラムのアルゴリズムとシミュレーターに変えることを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置の予測モニタリングすることを特徴とする。

40

また、レーダーは波高、波浪、周期、波の速度及び方向を測定するものの、レーダーのポーラ(Polar)イメージ収集は32個で限定されなくて、実時間動的イメージプロセッシングをするために新しいポーライメージを受けると同時に最初あるいは一番古くな

50

ったポラリイメージを削除して実時間動的イメージプロセッシングをすることを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置の予測モニタリングすることを特徴とする。

【0061】

また、前記レーダーは衝突防止、波浪／波高測定及びウエーブモーション (Wave motion) 予測機能を連動することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置の予測モニタリングすることを特徴とする。

【0062】

また、前記予測機能は、既存のX-Band又はS-Band衝突防止用レーダーを利用して、RF1×2スプリッタ (Splitter)、RF増幅器又は、光信号伝送及び増幅機能を活用して波浪、波高、周期、方向計測結果を抽出することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置の予測モニタリングすることを特徴とする。

10

【0063】

また、6自由度モーション補償 (Motion Compensated) X/S-Band Waveレーダー、波高測定センサ、ドップラー (Doppler)、Time of Flight及び映像接続 (Image Overlay) 方式を利用することを特徴とする実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置の予測モニタリングすることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0064】

本発明によれば、光学センサ方式の測定方法を導入して海洋構造物の物理的变化を実時間で正確にモニタリングすることができる。また、本発明によれば光学センサ方式の測定方法を通じて既存の電気式センサに比べて海洋構造物の変化をより長期間安定的に測定できて、設置及び運用が手軽なモニタリングシステム及び方法を提供することができる。

【0065】

また、本発明によれば海洋構造物の実時間モニタリングを通じて海洋構造物に対する即刻メンテナンスが可能なので、海洋構造物の運用に必要な費用を節減することができる。また、海洋構造物の実時間モニタリングを通じて海洋構造物から原油漏出と同じ環境汚染を事前に感知して予防することができる。

30

【0066】

また、航海又は、係留中である海洋構造物の気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を実時間モニタリング&制御することによって海洋構造物の航海又は、係留時消耗する燃料を効率的に節減できる。

【0067】

また、気体又は、流体力学的環境内外力によって海洋浮遊物に加えられる前後左右傾き、きつ水、ゲップなどの変化を測定して、前記海洋浮遊物を制御することを通じて安全な運用を可能にするし、前記海洋構造物でモニタリングした情報を他人と共有して気象情報の正確性を高めることができ、人工衛星によって測定されたデータを検・校正できるグラウンドトゥルーステーション (ground true station) で活用されることができる環境を提供することができる。

40

【0068】

また、高波浪、強風速などの現場条件に露出された海洋構造物の静的又は、動的特性を分析することによって海洋構造物の長期安定性を確保するための中長期対策を樹立するのに重要な資料を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】図1は本発明の実施例にともなう海底のパイプラインに連結された伸張計を利用して基準点と海洋構造物上に設定された地点の間の距離変化測定方法を現わした図面であ

50

る。

【図 2】図 2 は本発明のまた他の実施例にともなう伸張計の構造を現わした図面である。

【図 3】図 3 は本発明のまた他の実施例にともなう海洋構造物上の少なくとも 2 個以上の地点を相互連結する光繊維ワイヤーが備わって前記海洋構造物の長さ変化を測定する伸張計を現わした図面である。

【図 4】図 4 は本発明のまた他の実施例にともなう伸張計が三角測定法を利用して前記海洋構造物の長さ変化を測定する方法を現わした図面である。

【図 5】図 5 は本発明のまた他の実施例にともなう構造物自動制御部が前記制御動作情報により前記海洋構造物の位置又は、角度を変化させるのを現わした図面である。

【図 6】図 6 は本発明海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力に対する海洋構造物のモニタリング及び制御することを通した燃料削減及び安全運用方法に対するフローチャートである。

【図 7】図 7 は海洋構造物に許容される気体力学ベクターを現わした図面である。

【図 8】図 8 は本発明の実施例により海洋構造物に許容される気体力学ベクターを測定である。

【図 9】図 9 は本発明の実施例にともなう気体力学による内外力が許容される場合、ラダーを制御して燃料削減及び安全運用方法を現わした図面である。

【図 10】図 10 は本発明のさらに他の実施例にともなうバラストタンクの断面図である。

【図 11】図 11 は本発明のさらに他の実施例にともなうバラストタンクに備わった隔壁及び前記隔壁の構造を現わした図面である。

【図 12】図 12 は本発明のまた他の実施例によりシミュレーションを通じて海洋構造物に対するメンテナンスデータを図式化したものである。

【図 13】図 13 は海洋構造物（特に、船舶）及び前記海洋構造物に設置されたヘリデッキ（helideck）を現わした図面である。

【図 14】図 14 は本発明の実施例により海洋構造物に圧力センサが設置された状態を現わした図面である。

【発明を実施するための形態】

【0070】

本発明の目的と技術的構成及びそれにともなう作用効果に関する詳しい事項は本発明の明細書に添付された図面に基づいた以下の詳細な説明によってより明確に理解できる。添付された図面を参照して本発明にともなう実施例を詳しく説明する。

【0071】

本明細書で開始される実施例は本発明の範囲を限定すると解釈されたり利用されてはいけない。従って、特許請求範囲によって限定されない以上、任意の実施例は本発明をより詳しく説明するための例示的なものであり本発明の範囲が実施例で限定されるのではない。

【0072】

本発明で使われる海洋構造物という用語は、例えば、ジャック アップ リーフ、セミジャック、ジャケット、コムブリライアントゥ タワー、TLP、浮体式石油生産、保存、摘出施設、風力発電機、波力発電機などを意味して、また、直間接的に関連した複合構造物（例えば、non-subsea structure / Flare tower、Top-side、接岸する関係の海洋構造物、Drill Rig、油田でオイル及びガス採取用 Production Casing、Risings、Flowline、Production line、mooring line、Lowering line、ROV用 Tethering Cable line、親環境燃料削減用帆 / セールの構造支持台及び連結ケーブル、光繊維センサが引入されたテンシヨナ（tensioner）、風力発電機のブレード及びタワー、ジャケット（jacket）、ファウンデーション（foundation）と引入するテンシヨナ、橋梁 / 斜張橋用ケーブル、海上、海中又は、海底構造物の支持台 / 受け台などの構造物とこのような構造物用のコンク

10

20

30

40

50

リートテンショナ (concrete tensioner) など海上又は、海底 (submersible) のすべての構造物を包括する広義の用語である。

【0073】

また、海洋構造物はカップルドライサ (Coupled Riser) と非カップルドライサ (Un-coupled Riser) を含である。カップルドライサには SCRs (Steel Catenary Riser)、Weight-Distributes SCRs、SLWRs (Steel Lazy Wave Risers)、Flexible riser systems などがある。Un-coupled Riser には Single Hybrid Riser Tower、Grouped SLORE、Hybrid Riser Tower、Buoyancy Supported Risers (commonly known as BSR system) 等がある。

10

【0074】

1. 数値算術モデル (Mathematical models) は電算流体力学、有限要素法 (FEM)、流体構造連動解析、有限差分法、有限体積法、又は iFEM (Inverse Finite Element Method) 逆有限要素法を含む。

【0075】

2. 電算流体力学 (CFD) を通じて ウインド (Wind)、ウエーブ (Wave) & カレントロード (Current Load) を算出する。

20

【0076】

3. FSI (Fluid Structure Interaction) & 状況認識用ルックアップテーブル; Wind、Wave & Current Load Response を算出する。

【0077】

4. 人工知能 (Artificial Intelligence) からセルフラーニング (Self-Learning) &、予測モニタリング & 予測制御、DMS (Dynamic Motioning System) / DPS (Dynamic Positioning System) / EEOI (Energy Efficiency Operational Indicator) / EEDI (Energy Efficiency Design Index) を達成する。

30

【0078】

4-0-a. DP 又は DM バウンダリー (Boundary)、複合構造物中にまず対象構造物の順位を反映して疲労最小化又は DMS を通じてヘリコプター離着陸、セパレーター (Separator)、液化工程の安定化を達成する。

【0079】

4-0-b. EEOI / EEDI 条件充足制御時、前記本 / 複合構造物中にまず対象構造物の順位を反映して疲労最小化優先順位を決めて、DPS、DMS あるいは EEOI / の制御効率が最も大きくなるように運営あるいは定量的な EEDI を計測する。

【0080】

4-1. 実時間 (Real Time) 又は、後処理 (Post-Processing) で Calibrate Numerical Analysis with empirical データ、to evolve and/or define the specific アルゴリズム (Artificial Intelligence) with NA (例、CFD / FEM / FSI) を達成する。

40

【0081】

4-2. 実時間 (Real Time) 又は、後処理 (Post-Processing) で診断 (例、海洋構造物のモーションの大きさと周期相関関係の疲労度、変形 / 変位又は、位置変化、構造物姿勢で生成された引張と累積する疲労度) をしながら累積する結果を基礎で診断して解釈する。

50

【 0 0 8 2 】

4 - 3 . 海洋プラントの最適運営及びメンテナンスのための予知保全核心技術開発内容を参照すれば、状態診断及び予知のため実時間大容量センサデータ処理及び分析する。

【 0 0 8 3 】

本明細書で使われる光学センサの測定量では温度、圧力、ストレーン、回転率など多様でセンサ部で電気を使わなくて、シリカ材質の優れた耐腐食性で使用環境に対する制約がほとんどなくて、光ブラッグ (B r a g g) 格子は屈折率の変化周期により特定の波長の光を選択的に反射又は、除去する特性があるので光通信用フィルター、光分散補償器、光繊維レーザーなどに利用することができる。また、外部の引張力や温度変化にともなう光選択性の変化を利用して光学センサにも幅広く応用されている。

10

【 0 0 8 4 】

また、本明細書で使われる伸張計 (e x t e n s o m e t e r) という用語は一般的に表点距離にできた長さの変化、即ち伸張を精密に測定する装置をいって、傾斜計 (i n c l i n o m e t e r) とは用語は一般的に測定対象物に発生する角度変化を測定する装置をいう。

【 0 0 8 5 】

また、本明細書で使われる数値解釈 (n u m e r i c a l a n a l y s i s) というのは、構造物の形態や実際の模型をコンピュータプログラムなどを利用モデル化して実際にそこに適用される応力などの色々な変数を入力資料にして、変位や応力状態などを出力資料にして適用モデルの変形挙動を数値的に糾明する解釈法を意味して、電算流体力学、有限要素解釈 (F E M)、流体 構造連動解釈 (F S I)、有限差分法 (F D M)、有限体積法 (F V M)、I F E M (I n v e r s e F i n i t e E l e m e n t M e t h o d) 等を含む用語である。

20

【 0 0 8 6 】

また、本明細書で使われる有限要素解釈法 (F E M) は、前記有限要素解釈法は連続体である構造物を1次元である棒、2次元である三角形や四角形、3次元である中室体 (四面体、6面体) の有限個の要素で分割して個々の領域に関してエネルギー原理を基礎にする近似解決法に期して計算をしていく数値計算方法を意味する用語である。

【 0 0 8 7 】

また、本明細書で使われる、前記電算流体力学 (C F D) は流体又は、気体の動的な動きをコンピュータを利用して数値解釈的方法で計算して出すのを意味する用語である。

30

【 0 0 8 8 】

本発明は、光繊維を利用して海洋構造物のバックリング (b u c k l i n g)、ウォーキング (w a l k i n g) 現象を測定してこれに伴い、海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステム及び方法で、海洋構造物上の各設定された位置で基準点からの距離変化を測定できる伸張計 (e x t e n s o m e t e r)、前記海洋構造物上の各設定された位置に設置されて変化方向を測定できる傾斜計 (i n c l i n o m e t e r) 又は、基準点の変化を感知できる地震計が含まれる複合光計測機器を利用する。また、温度計、流量計 (F l o w m e t e r)、圧力計が含まれることがある。

【 0 0 8 9 】

光繊維を利用した少なくとも一つの光学センサを利用して、前記海洋構造物の挙動及び構造的変化を感知する複合光計測機器を含む海洋構造物の物理的变化をモニタリングするシステムが提供される。

40

【 0 0 9 0 】

また、前記複合光計測機器は前記海洋構造物外部に設定された少なくとも一つの基準点と前記海洋構造物上に設定された地点の間の距離変化を前記光学センサを利用して測定する伸張計を含んで構成されて、前記光学センサは、前記距離変化によって光繊維に許容される応力変化に対応して前記光学センサを通過する光信号の波長を変化させる。

【 0 0 9 1 】

図1を参照すれば、前記伸張計は、前記基準点と前記海洋構造物上に設定された地点の

50

間を連結する少なくとも一つのワイヤーを含んで構成される。前記ワイヤーは、鉄 63.5%、にニッケル 36.5% を添加して熱膨張係数が小さい合金であるインバー (invar) で製作した巻尺で製作することができる。インバーワイヤー (invar wire) を利用して外部温度変化に影響を受けないで高い精密度の距離測定に利用されるようにする。

【0092】

また、図 2 を参照すれば前記伸張計は、前記ワイヤーを一定張力で巻き取りするワインディング部、光学センサを利用して前記ワインディングの回転数を測定する感知部をさらに含むことができる。また、前記伸張計は前記感知部で測定された回転数に対応して周期的に前記光学センサを刺激する刺激部をさらに含むことができる。

10

【0093】

また、図 3 を参照して本発明のまた他の実施例を説明すれば、前記複合光計測機器は前記海洋構造物上の少なくとも 1 個以上の地点を相互連結する光繊維ワイヤーが備わって前記海洋構造物の長さ変化を測定する伸張計を含む。前記光繊維ワイヤーは前記海洋構造物上の距離変化によって光学センサに許容される応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させる。

【0094】

また、図 4 を参照して本発明のまた他の実施例を説明すれば、前記伸張計は、前記構造物上の同じ地点に少なくとも 1 個以上設置されて、光繊維からなるワイヤーを含んで構成されて、前記ワイヤーは、前記海洋構造物上の距離変化によって光繊維に許容される応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させる。

20

【0095】

また、本発明の他の実施例によれば、前記伸張計は、前記三角測定法を利用して前記ワイヤーそれぞれの引張程度を換算して前記地点の絶対的な位置情報を提供する。ここで三角測定法というのはある一つの点の座標と距離を三角形の性質を利用する方法である。その点と二つの基準点が与えられたら、その点と二つの基準点で構成される三角形で底辺と違った二つの辺が成り立つ角をそれぞれ測定して、その辺の長さを測定した後、サイン法則などを利用して一連の計算を遂行することによって、その点に対して座標と距離を知る方法である。

【0096】

30

また、本発明の他の実施例によれば、前記複合光計測機器は前記海洋構造物上の複数地点間の傾斜変化を前記光学センサを利用して測定する傾斜計を含む。また、前記傾斜計は、重力方向で設置された重さ錘、前記重さ錘に連結された少なくとも一つの光繊維で成り立った光学センサを含んで、前記傾斜計が設置された海洋構造物上の地点の傾斜変化によって、前記重さ錘によって前記光繊維に許容される応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させる。

【0097】

また、本発明の他の実施例によれば、前記複合光計測機器は、前記基準点の位置変化を測定するための地震計をさらに含むことができる。また、前記複合光計測機器は、前記海洋構造物の振動を測定する振動計をさらに含むことができる。

40

【0098】

また、本発明の他の実施例によれば、前記複合光計測機器から光信号の波長変化を感知する測定装置をさらに含むことができる。前記測定装置としてデータロガー又はインターロゲータを利用することができる。

【0099】

また、本発明の他の実施例によれば、複合光計測機器は OTDR (Optical Time-Domain Reflectometer)、ラマンスペクトル法 (Raman)、ブリルルアン散乱 (Brillouin scattering)、レイルリ波 (Rayleigh wave)、DAS (Distributed Acoustic Sensing)、音響放出法 (Acoustic Emission)、干渉法 (In

50

terferometry)のうちの少なくとも一つを利用して目標にする構造物の変化を感知する。

【0100】

また、本発明の他の実施例によれば、前記測定装置は、波長を制御できるレーザーが備わった光学部、前記光学部によって反射した光信号の波長を光学センサ別で区別する光参照器、前記光参照器から出力された各光学センサの光繊維ブラッグ格子を多数に連結して、ブラッグ反射波長をチャンネル別に分配する光結合器(optical coupler)及び前記光結合器から伝達されたブラッグ反射波長を電気信号に変換するフォトダイオード(photo diode)を含んで構成されることができる。また、前記測定装置は散乱された光信号を集合する機能を備えることができる。

10

【0101】

伸張計は海洋構造物が設定された位置の間の長さ変化を感知して海洋構造物の挙動量を測定して、傾斜計は海洋構造物の挙動方向を感知して角度変化を測定する。測定された結果は有線又は、無線方式の電気、電子、ソナー(sonar)又は、光学方式のうちの少なくとも一つを利用して前記測定装置と通信して伝えられる。

【0102】

数十mないし数百mの距離にかけて巨視的に発生する海底面の水平方向で発生する座屈を測定するために多数の伸張計と傾斜計を構成して海洋構造物の物理的变化をモニタリングする。海底基準点の設置が難しい場合、90°間隔で伸張計を設置して、傾斜計を利用して傾斜変化を測定して海洋構造物の物理的变化をモニタリングする。

20

【0103】

前記基準点から長さ変化を測定できる伸張計と角度変化を測定できる傾斜計で構成される。基準点には地盤の動きを測定できる地震計をさらに含んで設置されるし、傾斜計と伸張計から光信号を伝達される光学方式の測定装置で構成される。

【0104】

前記測定装置からの出力は海上及び遠隔で確認できるように、有線又は、無線方式の電気、電子、ソナー(sonar)又は、光学方式のうちの少なくとも一つを利用して伝えられる。また、複数個の前記伸張計又は、傾斜計が使われることができる。

【0105】

また、前記基準点には地盤の動きを測定できる地震計をさらに含んで設置されるし、傾斜計と伸張計から光信号を伝達される光学方式の測定装置で構成される。前記測定装置からの出力は海上及び遠隔で確認できるように、有線又は、無線方式の電気、電子、ソナー(sonar)又は、光学方式のうちの少なくとも一つを利用して伝えられる。また、複数個の前記伸張計又は、傾斜計が使われることができる。

30

【0106】

一方、本発明の実施例にともなう海洋構造物の物理的变化をモニタリングする方法は、海洋構造物上及び/又は、基準点に設置された少なくとも一つの複合光計測機器を利用して、前記海洋構造物の挙動又は、構造的変化により前記光学センサを通過する光信号の波長及び/又は、光量を変化させる(a)段階、前記複合光計測機器が前記波長及び/又は、光量が変化した前記光信号を前記測定装置で伝達する(b)段階、測定装置によって前記光信号の波長及び/又は、光量変化を感知する(c)段階を含んで、前記複合光計測機器は光繊維ブラッグ格子を利用した少なくとも一つの光学センサを含む。

40

【0107】

また、図1を参照して本発明の他の実施例を説明すれば、前記複合光計測機器は、前記海洋構造物外部に設定された少なくとも一つの基準点と前記海洋構造物の設定された位置の間の距離変化を測定する伸張計で成り立つことができる。

【0108】

また、図2を参照して本発明の他の実施例を説明すれば、前記伸張計は前記基準点と前記海洋構造物上に設定された地点の間を連結する少なくとも一つのワイヤー、前記ワイヤーを一定張力で巻き取りするワインディング部、光繊維を利用して前記ワインディング部

50

の回転数を測定する感知部及び前記感知部で測定された回転数に対応して周期的に前記光繊維を刺激する刺激部を含む。

【 0 1 0 9 】

また、図 3 を参照して本発明の他の実施例を説明すれば、前記伸張計は、前記海上構造物上の少なくとも 1 個以上の地点を相互連結する光繊維ワイヤー (3 2 0) が備わって前記海洋構造物の長さ変化を測定して、前記光繊維ワイヤーは、前記海洋構造物上の距離変化による応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させる。

【 0 1 1 0 】

また、図 4 を参照して本発明の他の実施例を説明すれば、前記伸張計は、前記構造物上の同じ地点に少なくとも 1 個以上連結されて、光繊維からなるワイヤーを含んで構成されて、前記ワイヤーは、前記海洋構造物上の距離変化によって前記光繊維に許容される応力変化に対応して前記光繊維を通過する光信号の波長を変化させる。

10

【 0 1 1 1 】

また、本発明の他の実施例によれば、前記伸張計は、前記三角測定法を利用して前記ワイヤーそれぞれの引張程度を換算して前記地点の絶対的な位置情報を提供する。また、本発明の他の実施例によれば、前記複合光計測機器は前記海洋構造物上の複数地点間の傾斜変化を前記光学センサを利用して測定する傾斜計を含む。

【 0 1 1 2 】

前記傾斜計は、重力方向で設置された重さ錘と前記重さ錘に連結された光繊維を含んで、前記 (a) 段階は、前記海洋構造物に発生した傾斜変化により前記重さ追加前記光繊維を刺激して応力変化を発生させて、発生された応力変化を光信号に変換する。

20

【 0 1 1 3 】

また、本発明のまた他の実施例によれば、前記複合光計測機器は前記海洋構造物外部に設定された少なくとも一つの基準点の位置変化を前記光学センサを利用して測定する地震計をさらに含んで構成される。

【 0 1 1 4 】

また、本発明の他の実施例によれば、前記複合光計測機器は、前記海洋構造物の振動を測定する振動計をさらに含むことを特徴とするまた、本発明のまた他の実施例によれば、前記測定装置は、データログ又はインターロゲータを利用することができる。

【 0 1 1 5 】

30

また、本発明の他の実施例によれば、前記測定装置は、波長を制御できるレーザーが備わった光学部、前記光学部によって反射した光信号の波長を光学センサ別で区別する光参照器、前記光参照器から出力された各光学センサの光繊維ブラッグ格子を多数に連結して、ブラッグ反射波長をチャンネル別に分配する光結合期 (optical coupler) 及び前記光結合器から伝達されたブラッグ反射波長を電気信号に変換するフォトダイオード (photo diode) を含んで構成されることができる。

【 0 1 1 6 】

一方、前述した目的を達成するための海洋構造物に対する物理的变化の実時間モニタリングを通じた制御方法によれば、水槽又は、風洞で実験による海洋構造物の物理的变化に対するデータを取得して、前記獲得されたデータを蓄積してルックアップテーブル (Look up table) を生成する (a) 段階、測定装置から出力された海洋構造物の実際の物理的变化に対するデータを取得する (b) 段階、前記 (b) 段階で取得したデータを前記 (a) 段階のルックアップテーブルに蓄積されたデータと比較して、海洋構造物の物理的变化に対する予測データを生成する (c) 段階、前記予測データを伝達された 3 次元数値解釈 (numerical analysis) プログラムによって構造物制御動作情報、メンテナンスが必要な位置情報、メンテナンス費用情報、メンテナンス所用時間のうちの少なくとも一つを含むメンテナンス情報及び海洋構造物でのガス漏出、火災又は、爆発に対する警告情報を生成する (d) 段階を含んで、前記物理的变化は、前記海洋構造物上の少なくとも一つの地点に対する長さ変化、傾斜変化、温度変化、圧力変化、比体積変化のうちの少なくとも一つを含む。

40

50

【0117】

また、本発明のまた他の実施例によれば、前記(c)段階以後に、前記予測データと海洋構造物の実際の物理的变化に対するデータを比較して、ルックアップテーブルを修正する(c-1)段階をさらに含む。

【0118】

また、本発明のまた他の実施例によれば、前記(d)段階以後に、FSIプログラム(Fluid Structure Interaction)により前記海洋構造物制御情報をシミュレーターで生成して、状況認識ミドルウェアによって前記シミュレーターを前記(b)段階で取得した前記海洋構造物の実際の物理的变化量に対するデータと実時間で連動させて、前記海洋構造物を自動で制御するアルゴリズムを生成する段階をさらに含むことができる。

10

【0119】

また、本発明のまた他の実施例によれば、前記(d)段階は、3次元数値解析プログラムは有限要素解析法(FEM)及び電算流体力学(CFD)を利用することができる。また、本発明の他の実施例によれば、前記(d)段階は、前記3次元数値解析プログラムが、前記海洋構造物の挙動及び構造的変化により発生しうるガス漏出/拡散、火災又は、爆破などの仮想状況及び前記仮想状況によった対応方案に対するデータが保存された状況解析モジュールと連動されて、メンテナンス情報を生成することができる。

【0120】

また、図5を参照して本発明のまた他の実施例を説明すれば、構造物自動制御部が前記制御動作情報により前記海洋構造物の位置又は、角度を変化させて制御する(e)段階をさらにさらに含んで、前記制御部は、前記海洋構造物上の少なくとも一つの地点に連結される結合手段及び前記結合手段と連結されて前記海洋構造物を上下左右に移動させる変位調節手段を含んで構成されることができる。前記構造物自動制御部によって海洋構造物の挙動及び構造的変化が最小化されるように調節することができる。

20

【0121】

また、本発明の他の実施例によれば、前記警告情報は、前記測定装置がTDLAS(Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy)、DTS(Distributed Temperature Sensing)、DAS(Distributed Acoustic Sensing)、FBG(Fiber Bragg Grating)又はRMLD(Remote Methane Leak Detector)中少なくとも一つを利用して測定した前記海洋構造物の実際の物理的变化に対するデータを利用して生成される。

30

【0122】

本発明で使われる海洋構造物という用語は、例えば、ジャックアップリグ、細微サブリグ、ジャケット、コムブライオントウタワー、TLP、浮体式石油生産、保存、摘出施設、風力発電機、波力発電機などを意味して、また、直間接的に関連した複合構造物(例えば、non-subsea structure/Flare tower、Top-side、接岸する関係の海洋構造物、ドリルリグ(Drill Rig)、油田でオイル及びガス採取用Production Casing、Risers、Flowline、Production line、mooring line、hawser line、Lowering line、ROV用Tethering Cable line、親環境燃料削減用帆/セールの構造支持台及び連結ケーブル、光繊維センサが引入されたtensioner、風力発電機のブレード及びタワー、ジャケット(jacket)、ファウンデーション(foundation)と引入するテンショナー(tensioner)、橋梁/斜張橋ケーブル、海上、海中又は、海底構造物の支持台/受け台などの構造物とこのような構造物用のコンクリートテンショナー(concrete tensioner)などを包括する広義の用語であることを明らかにする。

40

【0123】

本発明で2バラストタンクは船舶に貨物を積載しないままで空船で運用する場合、プロ

50

ペラが水面に浮かんでくるかもその効率が落ちたり激しい損傷を受けることになるなど安全航海に大きい支障を招く恐れがあるのでこれを防止して船舶が一定の吃水を維持できるようにして、船内に貨物が不均衡に積載された場合、復原性を失わないようにするためである。そして、一般的に海水をバラストタンク (Ballast Tank) に満たすウォーターバラスト (Water Ballast) を使うがこれで充分でない場合には砂などを積載するソリッドバラスト (Solid Ballast) が使われる。

【0124】

本発明で、外力 (例えば、wind load、wave load、current load) 及び構造物の反応 (例えば、Displacement、Deformation、Motion、Vortex) を測定する計測機器は電気式又は、光学計測方式を利用するライダー (lidar: laser intensity direction and ranging)、piv (particle induced velocity)、ptv (particle tracking velocity)、ストレーンセンサ、伸張計、加速度計、傾斜計、圧力、flow meter、温度計、電流計、音響放出検査、地震感知計測器、流速、分布温度センサ、分布ストレーンセンサ、距離分割光損失測定機 (OTDR) 等を包括する広義の用語であることをあらかじめ明らかにする。

10

【0125】

本発明で、内力 (例えば、スロッシングロード (Sloshing load)、Flow load、Pressure load、Thermal load) 及び構造物の反応 (例えば、Displacement、Deformation、Motion、Walking、Buckling、Vortex) を測定する計測機器は電気式センサ又は、光学センサ方式を利用するライダー (lidar)、piv (particle induced velocity)、ptv (particle tracking velocity)、ストレーンセンサ、加速度界、電流計、音響放出検査、地震感知計測器、流速、分布温度センサ、分布ストレーンセンサ、距離分割光損失測定機 (OTDR) 等を包括する広義の用語であることをあらかじめ明らかにする。

20

【0126】

また、本発明の他の実施例によれば、複合光計測機器はOTDR (Optical Time-Domain Reflectometer)、ラマンスペクトル法 (Raman)、ブリルルアン散乱 (Brillouin scattering)、レイリ波 (Rayleigh wave)、DAS (Distributed Acoustic Sensing)、音響放出法 (Acoustic Emission)、干渉法 (Interferometry) のうちの少なくとも一つを利用して目標にする構造物の変化を感知する。

30

【0127】

本発明で、時間と空間情報及び形状取得技法はRF & Microwave-GPS、DGPS、RTK、光-ライダー (Lidar)、PIV、PIT、干渉計などを利用して気体力学に対するデータを収集する方法を包括する広義の用語であることをあらかじめ明らかにする。

【0128】

本発明で、IMU (inertial measurement unit) はジャイロ、光格子などの加速度及び回転運動を測定する機器を包括する広義の用語であることをあらかじめ明らかにする。また、ジャイロは軸対称である高速回転体の慣性空間での方向測定や慣性空間に対する回転角速度の測定に使われる機構として、航空機や船舶、ミサイルなどの方向と平衡性 (傾き) を測定するのに使われて夜間運用中である航空機及び船舶の方向と平衡性を一定に維持できるようにする。

40

【0129】

また、前記時間と空間情報及び形状取得技法とIMUを前記海洋構造物の6自由度運動、反応姿勢、位置測定及びデータベースと連動させて人工知能のEEOI/EEDI/DMS/DPS用モニタリング、警告システム、自動制御システムを活用して姿勢制御を行

50

う。

【0130】

本発明を説明するのにまず、本発明で使う用語である数値算術モデル (Mathematical models) は有限要素法 (FEM)、気体構造連動解釈、有限差分法、有限体積法、IFEM (Inverse Finite Element Method) 等による解釈プログラムを包括する広義の用語であることを予め明らかにする。

【0131】

ここで、有限要素法は連続体である構造物を1次元である棒、2次元である三角形や四角形、3次元である中室体 (四面体、6面体) の有限個の要素で分割してそれぞれの領域に関してエネルギー原理を基礎にする近似解決法で計算していく数値計算方法である。

10

【0132】

本発明で、状況認識ミドルウェアはUSNセンサのようなセンサで入力された状況情報をエージェントがミドルウェア専用パケットに変換して状況認識ミドルウェアで伝送すればミドルウェアはこれを受信して機能別に分類された各モジュールで処理してその結果を使用者プログラムで伝送してモニタリング及び制御できるプログラム状況情報をミドルウェア専用パケットに変換するエージェントを通じてすべての種類のセンサ情報を収集したり、すべての装備を制御する。

【0133】

ミドルウェアは各機能別 (通知、処理、保存、ログ、制御、IO、外部応用) でモジュール化されていて、モジュール間データ連動をXMLで定義されたミドルウェアメッセージを利用するのでモジュール間独立性が確保されて機能修正及び追加機能などを包括する広義の用語であることを予め明らかにする。

20

【0134】

本発明でウェブ基盤状況認識モニタリングプログラムは状況認識ミドルウェアを利用して状況情報をモニタリングするプログラムであり、ウェブ基盤で製作されてフラッシュが正常に動作するシステムで使用可能である。実時間モニタリング (グラフ表現、チャート表現可能)、10分平均照会、過去データ照会 (期間別、センサ別)、センサ別臨界値設定後臨界値超過時警告、一部センサのための外部プログラム呼び出し及び結果モニタリング機能を行うプログラムを包括する広義の用語であることを予め明らかにする。

【0135】

30

本発明は、電気式又は、光学方式の計測機器を統合して前記海洋構造物の負荷、ストレーン、変形、変位、疲労、亀裂、振動又は、周波数などを測定する。気体の流れが船体に及ぼす力は時間にともなう3次元での速度と方向によったことであり、x、y、z軸及び入射角のx、y、z軸による反応がそれぞれ違う。

【0136】

図6及び図7を参照すれば本発明の実施例にともなう実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び制御することを通した燃料削減、安全運用方法は、水槽又は、風洞で線形試験を通じて海洋構造物外部気体の流れが海洋構造物に及ぼす内外力に対するデータ及び前記内外力にともなう海洋構造物の反応に対するデータを蓄積してルックアップテーブルを生成して前記ルックアップテーブルをデータベースに保存する第1段階、計測機器が海洋構造物の実際の航海において飛行時間法 (Time-of-Flight Method) を利用して前記内外力を測定してデータベースに保存する第2段階、第2段階の内外力の測定データを第1段階のルックアップテーブルに蓄積された内外力に対するデータと比較して、海洋構造物の反応に対するデータを予測する第3段階、前記予測された海洋構造物の反応に対するデータを利用して海洋構造物の姿勢又は、航海経路を実時間で制御する第4段階を含む、実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び位置を予測モニタリング及び予測制御することを通した燃料削減及び安全運用方法が提供される。

40

【0137】

50

水槽又は、風洞で線形試験を通じてきつ水及びトリムの変化による船体抵抗 (h u l l r e s i s t a n c e) を測定して6自由度運動による影響を勘案して今後船舶に許容される気体力学エネルギーをレーダー、圧力センサ、ストレインセンサ、加速度計などを利用して測定する。この場合、高度別に気体の方向と速度を空間及び時間により測定する。

【 0 1 3 8 】

また、前記段階により、数値算術モデルと実際の測定データを連動して自動制御を進める。船体に許容される気体力学エネルギーの方向と速度を予め測定して船体に反映して気体力学反応モデルテストを活用して海洋構造物の反応を予測して実際の測定されたデータと比較して、ルックアップテーブルの修正を通じて最適化された気体力学反応モデルを開発して、これを通じて姿勢制御又は、航海経路を決めることを特徴とする。

10

【 0 1 3 9 】

また、前記第3段階は、前記海洋構造物の実際の反応を測定する第3 - 1段階及び前記第3 - 1段階で測定された海洋構造物の反応に対するデータと第3段階で予測された海洋構造物の反応に対するデータが不一致する場合、第3 - 1段階の海洋構造物の反応に対するデータで第1段階で生成されたルックアップテーブルにあっての海洋構造物の反応に対するデータを修正又は、このデータの修正数値を反映して数値モデル (C F D & / o r F E M) を修正 / 補完する3 - 2段階をさらに含むことができる。

【 0 1 4 0 】

この場合、前記海洋構造物の反応に対するデータの修正は、有限要素法 (F E A) 又は i F E M (I n v e r s e F i n i t e E l e m e n t M e t h o d) 基盤のシミュレーションによって成り立つことができる。

20

【 0 1 4 1 】

計測機器で測定されたデータは電算流体力学 (C F D) の入力条件を最大でして、海洋構造物の挙動及び6自由度運動、各種物理量の相関関係を分析する。前記状況認識ミドルウェアでの算術数値モデルの結果と実際の測定データを連動してアルゴリズム及びシミュレーションを構築する。前記状況認識ミドルウェア及びウェブ基盤状況認識モニタリングプログラムを通じてウェブ基盤システムを構築して単純なモニタリング以外にも人工知能のモニタリング及び予測制御システムを実現する。

【 0 1 4 2 】

図8を参照すれば前記第2段階は、前記海洋浮遊体に備わった計測機器を通じて気体による内外力を測定するものの、前記計測機器は電気式センサ又は、光学センサで成り立つことができる。そして、前記計測機器は風向、風速、気圧、気温、湿度及び粉塵を高度別に測定する。

30

【 0 1 4 3 】

また、前記第2段階は、I M Uを利用して気体の流れが海洋構造物に及ぼす内外力を実際に測定する。また、前記第2段階での前記海洋構造物の反応は、前記海洋構造物が船舶である場合、前記船舶の進行方向、前後左右傾き、きつ水又は、トリムのうちの少なくとも一つを含むことができる。

【 0 1 4 4 】

また、前記第2段階で前記海洋構造物の反応は、前記海洋構造物が一時的固定構造物である場合、前記構造物の移動方向、前後左右傾き、きつ水のうちの少なくとも一つを含むことができる。

40

【 0 1 4 5 】

また、前記第2段階は、気体の流れによる海洋構造物の固有周波数、高調波周波数及び気体特性を含むデータを測定することができる。また、前記第1段階で前記ルックアップテーブルが保存されるデータベースは、海洋構造物に備わった航海記録装置 (V D R) でもある。

【 0 1 4 6 】

また、係留ライン (m o o r i n g l i n e) 、親環境燃料削減型帆の支持台及び連

50

結ケーブル (sail line) に電気式又は、光学方式のセンサを付着して気体力学の複合エネルギー (coupled energy) による変化をモニタリングすることができる。

【0147】

荷役 (off-loading) 又は、接岸時にも、ハウザー (Hawser) と船籍ホース (Loading Hose) に光繊維又は、電気式ストレインセンサを導入して計測される応力と気体又は、流体力学的環境内外力によって前記海洋構造物に発生する6自由度運動 (Heading、Sway、Heave、Rolling、Pitching、Yawing motion) に対する測定データを構造解釈と連動して、状況判断の優先順位又は、重要度を勘案した荷役ラインの実時間制御又は、予測制御を通じて気体力学によって許容される力 (Pipe line、Pump、引入型テンショナー、ライザー、係留ライン、ハウザー、荷役ラインの慣性及び弾性) を最小化する。

10

【0148】

そして前記データベースに保存されたデータは実時間状況認識、過去記録の状況再現及び場合の数に備えた状況予測を実現するために基準データで活用することができる。また、前記保存されたデータは仮想シミュレーションを通じて構造診断及び作業評価機能を遂行するのに利用することができる。

【0149】

また、前記海洋構造物が一時的固定構造物である場合、前記ルックアップテーブルは1年単位の時系列的データで記録されて、前年度までの蓄積された1年単位の時系列的データとの比較を通じて前記ルックアップテーブルを修正することができる。これを通じて誤差を自動的に減少させることができる。

20

【0150】

また、前記第4段階は、ラダー (rudder)、スラスタ (thruuster)、推進用プロペラ、帆、風又は、風船のうちの少なくとも一つを利用して海洋構造物の姿勢又は、航海経路を実時間で制御することができる。即ち、6自由度運動が最小化されるようにラダーなどに対する制御を遂行して、航海中である海洋構造物の場合、気体力学による力を補償するためにラダーの方向を制御して最適化された経路で運用可能にする。

【0151】

一方、前記海洋構造物運用中である場合、ローリング (rolling) によって海洋構造物が転覆されたり運送物が落下する危険がある。この場合、海洋構造物の下の方にキーを少なくとも一つを設置すればキーによる摩擦によってローリングを減少させることができる。

30

【0152】

図9を参照して本発明の他の実施例を説明すれば、前記第4段階は前記海洋構造物が船舶である場合、前記予測された海洋構造物の反応に対するデータにより、推進力と前記内外力との合力が目標にする進行方向になることができるようにラダーの方向及びスラスタとプロペラのRPMを制御することができる。例えば、気体力学によって船舶に許容される内外力に対し船舶に備わったラダー (rudder) を制御しない場合よりラダーを制御する場合に目標地点までの移動距離が短縮されることを図9を通じて確認することができる。

40

【0153】

また、前記海洋構造物が一時的固定構造物である場合、前記予測された構造物の反応に対するデータにより、前記内外力との合力が最小になって現位置を維持するようにスラスタを制御することができる。

【0154】

図13を参照すれば前記海洋構造物は、ヘリデッキ (helideck) を具備するものの、前記第4段階は、前記ヘリデッキの平衡を維持又は、ヘリコプター離着陸時衝撃を緩和することができるようにDP (Dynamic Positioning) 及びDM (Dynamic Motioning) を通じて前記海洋構造物の姿勢を制御したり、

50

6 自由度の角度を調節して前記海洋構造物の錘の重心を変化させて、前記ヘリデッキの平衡状態情報を前記データベースに保存することができる。

【0155】

そして、前記海洋構造物の姿勢を制御するのに伴った前記ヘリデッキの平衡状態情報を前記データベースに保存するものの、前記データベースは通信部を通じて外部の構造情報サーバーで前記ヘリデッキの平衡状態情報を送信して、前記構造情報サーバーは複数の海洋構造物のうちでヘリコプターが離着陸できるヘリデッキの平衡状態情報を保有した海洋構造物の位置情報をヘリコプターで提供することができる。

【0156】

また、海洋構造物の作業目的機能（ヘリコプター離着陸、Separator、液化工程など）に合わせて平衡を維持できるようにトリム（trim）等の6自由度の角度を調節して前記海洋構造物の錘の重心を変化させることができ、平衡状態を維持させることができ、又は、衝撃を緩和する。特に、ヘリコプター離着陸時海洋構造物又はヘリデックとヘリコプターの支持構造機能との衝撃を緩和する。

【0157】

また、前記第2段階は計測機器によって前記海洋構造物から遠距離の風向、風速、気温、湿度、気圧、太陽輻射線、無機イオン、二酸化炭素、粉塵、放射能又は、オゾンのうちの少なくとも一つを計測して前記データベースに保存する第2 - 1段階をさらに含むものの前記計測機器は風速計、風向計、湿度計、温度計、気圧計、日射計、天気マップ自動採取期、CO₂ flux測定装備、待機粉塵粉塵粉塵採集期、エアサンプラー（air sampler）又は、オゾン分析器のうちの少なくとも一つ以上であることが望ましい。

【0158】

また、IMU、時間と空間情報及び形状取得技法、X-band / S-bandを感知できるレーダーを利用して危険物との衝突防止だけでなく風向、風速、気圧、気温を予測して、IMUを1個以上利用して前記海洋構造物の6自由度運動だけでなくホッグ（hogging）、サギング（sagging）、トーション（torsion）まで測定して、時間と空間情報取得技法を利用して前記海洋構造物の移動距離及び座標計測衛星の環境内外力データをレーダー及びIMUデータと連動して海洋構造物の疲労を最小化する。

【0159】

また、前記ウェーブレーダーのポラ（Polar）イメージ収集は32個で限定されなくて、実時間動的イメージプロセッシングをするために新しいポライメージを受けると同時に最初又は、最も古くなったポライメージを削除して実時間動的イメージプロセッシングをする。これを通じて、実時間で危険物との衝突防止、風速、風向、気圧、気温を予測することができる。

【0160】

また、RF 1X2 スプリッター（Splitter）又はRF増幅器を活用して既存のX-band又はS-band衝突防止用レーダーを利用する。また、ウェーブレーダーの測定データに対し6自由度運動による影響を補償して、Time of Flight method、映像つなぎ（image overlay）方式を利用する。

【0161】

図10を参照すれば、前記海洋構造物はバラストタンクを具備して前記バラストタンク内部のスロッシング現象を減少させるために、前記バラストタンクの両側面それぞれに備わるスロッシング抑制部を含むことができる。そして、前記スロッシング抑制部は前記バラストタンクの一水平断面において前記断面の開放面積を狭めることによってスロッシング現象を抑制する。

【0162】

また、図11を参照すれば前記第4段階は気体力学による内外力の影響で前記海洋構造物に傾くのが発生した場合、傾いた方向の反対側で前記バラストタンクに積載されたバラ

10

20

30

40

50

スト水を移動させて前記海洋構造物の姿勢を制御することができる。

【0163】

そして、前記バラストタンク増えた、前記バラストタンクは、前記バラストタンク内部に区画を分ける隔壁を具備して、前記隔壁には他区画で前記バラスト水を移動させるための開閉部を設置して、前記開閉部の内部には前記バラスト水の移動速度及び移動方向を制御するポンプが設置されることができる。また、前記バラストタンクと水位計(water gauge)を連結して前記バラストタンクの程度をモニタリングしてフィードバック(feed back)及び/又は、フィードフォワード(feed forward)を通じてアクティブ制御(active control)をすることができる。

【0164】

また、前記2段階での内外力の測定データを外部気象情報サーバーに伝送して、前記気象情報サーバーは人工衛星から受信された気象情報を前記内外力の測定データと比較して誤差を修正した気象情報修正データを保存することができる。また、前記気象情報サーバーに接続された外部使用者端末の要請により、前記気象情報修正データを前記外部使用者端末に提供することができる。

【0165】

一方、前述した目的を達成するための本発明のまた他の一側面によれば、水槽又は、風洞で線形試験を通じて海洋構造物外部気体の流れが海洋構造物に及ぼす内外力に対するデータ及び前記内外力にともなう海洋構造物の反応に対するデータを蓄積してルックアップテーブルを生成する第1段階、海洋構造物の実際の航海において飛行時間法(Time-of-Flight Method)を利用して前記内外力を測定する第2段階、第2段階の内外力の測定データを第1段階のルックアップテーブルに蓄積された内外力に対するデータと比較して海洋構造物の反応に対するデータを予測する第3段階、実際の海洋構造物の反応を測定する第3-1段階、前記第3-1段階で測定された海洋構造物の反応に対するデータと第3段階で予測された海洋構造物の反応に対するデータを比較して、その差が発生した場合、第3-1段階の海洋構造物の反応に対するデータで第1段階で生成されたルックアップテーブルにあっての海洋構造物の反応に対するデータを修正する第3-2段階及び前記ルックアップテーブルに蓄積されたデータを仮想のシミュレーションを通じて海洋構造物に対するメンテナンスデータを取得する第4段階及び前記仮想のシミュレーションの実計測データを反映して、前記仮想シミュレーションの結果である反応結果数値を実時間海洋構造物の反応実計測数値と比較して、前記海洋構造物の反応に対するデータを修正したり前記修正されたデータを反映して数値モデルを修正及び補完する第5段階が含まれる。

【0166】

図12を参照すれば、本発明の実施例により前記メンテナンスデータがシミュレーションを通じて獲得された内容を確認することができる。例えば、メンテナンスデータは前記海洋構造物に備わった個別構造物の重要度順序でそれぞれに対する位置情報、メンテナンス費用情報、メンテナンス所用時間情報、残余寿命情報などを含んで出力されることができる。

【0167】

また、前記第4段階以後に、FSIプログラム(Fluid Structure Interaction)により前記海洋構造物制御情報をシミュレーターで生成して、状況認識ミドルウェアによって前記シミュレーターを前記第3-1段階で取得した前記海洋構造物の実際の反応に対するデータと実時間で連動させて、前記海洋構造物を自動で制御するアルゴリズムを生成する段階をさらに含むことができる。

【0168】

そして、前記第4段階は、有限要素解析法(FEM)及び電算流体力学(CFD)を利用した3次元数値解析(numerical analysis)プログラムが、前記海洋構造物の挙動及び構造的変化により発生しうるガス漏出、ガス拡散、火災又は、爆破などの仮想状況及び前記仮想状況によった対応方案に対するデータが保存された状況解釈モ

10

20

30

40

50

ジュールと連動されてメンテナンス情報を生成また、前記海洋構造物の反応に対するデータは、ストレーン、変形、亀裂、振動、周波数、腐食、侵食のうちの少なくとも一つを含むことができる。

【0169】

前記周波数は固有周波数(natural frequency)、高調波周波数(harmonic frequency)を含んで、構造解釈方式と連動して前記海洋構造物に加えられる周波数を回避して疲労を最小化して寿命延長のためのデータで活用される。

【0170】

また、前記第4段階のメンテナンスデータは、前記海洋構造物に備わった個別構造物のあらかじめ設定された重要度により区別されて獲得されることができる。DP又はDM Boundary条件を充足して制御時、前記海洋構造物に備わった個別構造物に対し疲労最小化に対する優先順位を決めて、EEOI/EEDI/DMS/DPSの効率が適切に大きくなるように緊急、至急、優先などの順位で運営することができる。

【0171】

また、前記メンテナンスデータは、メンテナンスが必要な位置情報、メンテナンス費用情報、メンテナンス所用時間情報又は、構造物別残余寿命情報のうちの少なくとも一つを含むことができる。

前記測定されたスランピングによった海洋構造物の反応とスロッシングによるバラストタンクを含む貯蔵タンクの反応に対するデータは数値算術モデル(mathematical models)と連動して最適化&人工知能アルゴリズムを導き出して、その結果がルックアップテーブル形態で航海記録装置(VDR)又は、別途のサーバーに保存されて海洋構造物の姿勢を制御して損傷を最小化する。

【0172】

また、前記保存されたデータは実時間状況認識、過去記録の状況再現、場合の数に対する状況予測を実現するために必要な状況認識用基準データ(reference data)で活用する。また、保存されたデータを利用して仮想のシミュレーションを通じて構造診断及び作業評価機能を遂行することができる。

【0173】

前記アルゴリズム又は、シミュレーターに実際の測定データの持続的に反映及びルックアップテーブルの修正を通じて最適化された予測シミュレーターを実現する。ライザー(SCR、TTR、Tendon)/ROV/ドリルリグ(Drill rig)などを含む海洋構造物に前記アルゴリズム又は、シミュレーターを反映して自動学習技法を活用した自動化を実現することができる。

【0174】

図6を参照すれば、本発明の実施例に伴う実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置を予測モニタリング及び制御することを通じた燃料削減、安全運用方法は、水槽又は、風洞で線形試験を通じて海洋構造物外部流体の流れが海洋構造物に及ぼす内外力に対するデータ及び前記内外力に伴う海洋構造物の反応に対するデータを蓄積してルックアップテーブルを生成して前記ルックアップテーブルをデータベースに保存する第1段階、計測機器が海洋構造物の実際の航海において飛行時間法(Time-of-Flight Method)を利用して前記内外力を測定してデータベースに保存する第2段階、第2段階の内外力の測定データを第1段階のルックアップテーブルに蓄積された内外力に対するデータと比較して、海洋構造物の反応に対するデータを予測する第3段階、前記予測された海洋構造物の反応に対するデータを利用して海洋構造物の姿勢又は、航海経路を実時間で制御する第4段階を含む、実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置を予測モニタリング及び予測制御することを通じた燃料削減及び安全運用方法が提供される。

【0175】

水槽又は、風洞で線形試験を通じてきつ水及びトリムの変化による船体抵抗 (h u l l r e s i s t a n c e) を測定して6自由度運動による影響を勘案して今後船舶に許容される流体力学エネルギーを圧力センサ、ストレインセンサ、加速度計などを利用して測定する。この場合、高さ別で海流及び潮流の方向と速度を空間及び時間により測定する。

【 0 1 7 6 】

また、前記段階により、数値算術モデルと実際の測定データを連動して自動制御を進める。船体に許容される流体力学エネルギーの方向と速度を予め測定して船体に反映して流体力学反応モデルテストを活用して海洋構造物の反応を予測して実際の測定されたデータと比較して、ルックアップテーブルの修正を通じて最適化された流体力学反応モデルを開発して、これを通じて姿勢制御又は、航海経路を決めることを特徴とする。

10

【 0 1 7 7 】

また、前記第3段階は、前記海洋構造物の実際の反応を測定する第3 - 1段階及び前記第3 - 1段階で測定された海洋構造物の反応に対するデータと第3段階で予測された海洋構造物の反応に対するデータが不一致な場合、第3 - 1段階の海洋構造物の反応に対するデータで第1段階で生成されたルックアップテーブルにあっての海洋構造物の反応に対するデータを修正する3 - 2段階をさらに含むことができる。

【 0 1 7 8 】

この場合、前記海洋構造物の反応に対するデータの修正は、有限要素法 (F E A) 基盤のシミュレーションによって成り立つことができる。

【 0 1 7 9 】

20

計測機器で測定されたデータは電算流体力学 (C F D) の入力条件を最大でして、海洋構造物の挙動及び6次誘導運動、各種物理量の相関関係を分析する。前記状況認識ミドルウェアでの算術数値モデルの結果と実際の測定データを連動してアルゴリズム及びシミュレーションを構築する。前記状況認識ミドルウェア及びウェヴ基盤状況認識モニタリングプログラムを通じてウェヴ基盤システムを構築して単純なモニタリング以外にも人工知能のモニタリング及び予測制御システムを実現する。

【 0 1 8 0 】

また、前記第2段階は、前記第2段階は、前記海洋部類体の側面に用意された計測機器を通じて流体による内外力を測定するものの、前記計測機器は電気式センサ又は、光学センサで成し遂げるようになることもある。また、前記第2段階は、I M Uを利用して流体

30

の流れが海洋構造物に及ぼす内外力を実際に測定する。

【 0 1 8 1 】

また、前記第2段階での前記海洋構造物の反応は、前記海洋構造物が船舶である場合、前記船舶の進行方向、前後左右傾き、きつ水又は、トリムのうちの少なくとも一つを含むことができる。また、前記第2段階で前記海洋構造物の反応は、前記海洋構造物が一時的固定構造物である場合、前記構造物の運用方向、前後左右傾き、きつ水のうちの少なくとも一つを含むことができる。また、前記第2段階は、水深別で潮流及び海流の空間及び時間に伴う方向と速度を測定することができる。

【 0 1 8 2 】

また、前記第2段階は、流体の流れによる海洋構造物の固有周波数、高調波周波数及び流体特性を含むデータを測定することができる。また、前記第1段階で前記ルックアップテーブルが保存されるデータベースは、海洋構造物に備わった航海記録装置 (V D R) でもある。また、係留ライン (m o o r i n g l i n e) 、親環境燃料削減型帆の支持台及び連結ケーブル (s a i l l i n e) に電気式又は、光学方式のセンサを付着して流体力学の複合エネルギー (c o u p l e d e n e r g y) による変化をモニタリングすることができる。

40

【 0 1 8 3 】

荷役 (O f f - L o a d i n g) 又は、接岸時にも、ハウザー (H a w s e r) と船積ホース (L o a d i n g H o s e) に光繊維又は、電気式ストレインセンサを導入して計測される応力と気体又は、流体力学的環境内外力によって前記海洋構造物に発生する6

50

自由度運動 (Heading、Sway、Heave、Rolling、Pitching、Yawing motion) に対する測定データを構造解釈と連動して、状況判断の優先順位又は、重要度を勘案した off-loading ラインの実時間制御又は、予測制御を通じて流体力学によって許容される力 (Pipe line、Pump、引入型テンショナー、ライザー、係留ライン、ハウザー、off-loading ラインの慣性及び弾性) を最小化する。

【 0 1 8 4 】

そして前記データベースに保存されたデータは実時間状況認識、過去記録の状況再現及び場合の数に備えた状況予測を実現するために基準データで活用することができる。また、前記保存されたデータは仮想シミュレーションを通じて構造診断及び作業評価機能を遂行するのに利用することができる。

10

【 0 1 8 5 】

また、前記海洋構造物が一時的固定構造物である場合、前記ルックアップテーブルは 1 年単位の時系列的データで記録されて、前年度までの蓄積された 1 年単位の時系列的データとの比較を通じて前記ルックアップテーブルを修正することができる。これを通じて誤差を自動的に減少させることができる。

【 0 1 8 6 】

また、前記第 4 段階は、ラダー (rudder)、スラスター (thruster)、推進用プロペラ又は、帆のうちの少なくとも一つを利用して海洋構造物の姿勢又は、航海経路を実時間で制御することができる。即ち、6 自由度運動が最小化されるようにラダーなどに対する制御を遂行して、航海中である海洋構造物の場合、流体力学による力を補償するためにラダーの方向を制御して最適化された経路で運用可能にする。

20

【 0 1 8 7 】

一方、前記海洋構造物が運用中である場合、ローリング (rolling) によって海洋構造物が転覆したり運送物が落下する危険がある。この場合、海洋構造物の下の方にキーを少なくとも一つを設置すればキーによる摩擦によってローリングを減少させることができる。

【 0 1 8 8 】

また、図 9 を参照して本発明のまた他の実施例を説明すれば、前記第 4 段階は、前記海洋構造物が船舶である場合、前記予測された海洋構造物の反応に対するデータにより、推進力との前記内外力との合力が目標にする進行方向になることができるようにラダーの方向及びスラスターとプロペラの R P M を制御することができる。

30

【 0 1 8 9 】

例えば、流体力学によって船舶に許容される内外力に対し船舶に備わったラダー (rudder) を制御しない場合よりラダーを制御する場合に目標地点までの移動距離が短縮されることを図 9 を通じて確認することができる。

【 0 1 9 0 】

また、前記海洋構造物が一時的固定構造物である場合、前記予測された構造物の反応に対するデータにより、前記内外力との合力が最小になって現位置を維持するようにスラスターを制御することができる。

40

【 0 1 9 1 】

また、図 1 3 を参照すれば前記海洋構造物は、ヘリデッキ (helideck) を具備するものの、前記第 4 段階は、前記ヘリデッキの平衡を維持できるように D P (Dynamic Positioning) 及び D M (Dynamic Motioning) を通じて前記海洋構造物の姿勢を制御して、前記ヘリデッキの平衡状態情報を前記データベースに保存することができる。

【 0 1 9 2 】

そして、前記海洋構造物の姿勢を制御するのに伴った前記ヘリデッキの平衡状態情報を前記データベースに保存するものの、前記データベースは通信部を通じて外部の構造情報サーバーで前記ヘリデッキの平衡状態情報を送信して、前記構造情報サーバーは複数の海

50

洋構造物のうちでヘリコプターが離着陸できるヘリデッキの平衡状態情報を保有した海洋構造物の位置情報をヘリコプターで提供することができる。

【0193】

また、海洋構造物の作業目的機能（ヘリコプター離着陸、セパレーター（Separator）、液化工程など）に合わせて平衡を維持できるようにトリム（trim）等の6自由度の角度を調節して前記海洋造物の錘の重心を変化させることができ、平衡状態を維持させることができ、又は、衝撃を緩和する。特に、ヘリコプター離着陸時海洋構造物又はヘリデッキとヘリコプターの支持構造機能との衝撃を緩和する。

【0194】

また、前記第1段階及び第2段階で、前記流体の流れが海洋構造物に及ぼす内外力に対するデータは、前記海洋構造物の側面に設置された圧力センサによって測定される、海流及び潮流のベクターに対するデータでもある。また、図14を参照して本発明のまた他の実施例を説明すれば、前記圧力センサが複数個備わって、前記海洋構造物の側面に一定間隔で設置されることができる。

10

【0195】

一方、前記海洋構造物に作用する波に対するモニタリングは側面に3次元圧力センサモジュールを設置して測定されたデータを分析して海流及び鳥類のベクターを抽出して、最も大きい数値が出てくるセンサの設置位置に波が来ているということが分かる。これを通じて空間及び時間に伴う波の方向だけでなく波によるストレーン値を計算して波の速度を類推することができる。

20

【0196】

また、前記第2段階は気象測定装置によって前記海洋構造物から遠距離の波浪、波高、波の周期、波の速度又は、波の方向のうちの少なくとも一つを計測して前記データベースに保存する第2 - 1段階をさらに含むものの、前記気象測定装置はウェーブレーダー（wave radar）、directional waverider、Sea level monitor、超音波潮位計、風向き風速計又は、超音波波高計のうちの少なくとも一つ以上で成り立つことができる。

【0197】

また、図14を参照して本発明の他の実施例を説明すれば、前記圧力センサが複数個備わって、前記海洋構造物の側面に高さ差を置いて設置されることができる。前記圧力センサからのデータ測定有無を分析して、最も高いところに位置した圧力センサからのデータを通じて波高データを取得することができる。そして、前記測定データの周期を測定して波の周期もまた計算することができる。

30

【0198】

一方、図8を参照して本発明のまた他の実施例を説明すれば、前記第2段階はウェーブレーダー（310）（wave radar）により前記海洋構造物から遠距離の波浪、波高、波の周期、波の速度又は、波の方向のうちの少なくとも一つを計測して前記データベースに保存する第2 - 1段階をさらに含むことができる。前記ウェーブレーダー（310）を活用すれば数百m距離の波浪、波高、波の周期、波の速度及び波の方向を測定して前記海洋構造物に及ぼすことになる流体力学を計算することができる。

40

【0199】

IMU、時間と空間情報及び形状取得技法、X-band / S-bandを感知できるレーダーを利用して危険物との衝突防止だけでなく波浪、波高を含む波の動きを予測して、IMUを1個以上利用して前記海洋構造物の6自由度運動だけでなくホッグ（hogging）、サギング

（sagging）、トーション（torsion）まで測定して、時間と空間情報取得技法を利用して前記海洋構造物の移動距離及び座標計測衛星の環境内外力データをレーダー及びIMUデータと連動して海洋構造物の疲労を最小化する。

【0200】

また、前記ウェーブレーダーのボラ（Polar）イメージ収集は32個で限定されな

50

くて、実時間動的イメージプロセッシングをするために新しいボライメージを受けると同時に最初又は、最も古くなったボライメージを削除して実時間動的イメージプロセッシングをする。

【0201】

これを通じて、実時間で危険物との衝突防止、波浪と波高を含む波の動きを予測することができる。また、RF 1x2 スプリッタ (Splitter) 又はRF増幅器を活用して既存のX-band又はS-band衝突防止用レーダーを利用する。

【0202】

また、ウェイブレーダーの測定データに対し6自由度運動による影響を補償して、Time of Flight method、イメージオーバーレイ (image overlay) 方式を利用する。また、図10を参照して本発明のまた他の実施例を説明すれば、前記海洋構造物はバラストタンクを具備して、前記バラストタンク内部のスロッシング現象を減少させるために、前記バラストタンクの両側面それぞれに備わるスロッシング抑制部を含むことができる。そして、前記スロッシング抑制部は前記バラストタンクの一水平断面において前記断面の開放面積を狭めることによってスロッシング現象を抑制する。

10

【0203】

また、図11を参照して本発明のまた他の実施例を説明すれば、前記第4段階は、前記傾きが発生した場合、傾いた方向の反対側で前記バラストタンクに積載されたバラスト水を移動させて前記海洋構造物の姿勢を制御することができる。

20

【0204】

そして、前記バラストタンクは、前記バラストタンク内部に区画を分ける隔壁を具備して、前記隔壁には他区画で前記バラスト水を移動させるための開閉部を設置して、前記開閉部の内部には前記バラスト水の移動速度及び移動方向を制御するポンプが設置されることができる。また、前記バラストタンクと水位計 (water gauge) を連結して前記バラストタンクの水位をモニタリングしてフィードバック (feedback) 及び/又は、フィードフォワード (feed forward) を通じてアクティブ制御 (active control) をすることができる。

【0205】

また、前記2段階での内外力の測定データを外部気象情報サーバーに伝送して、前記気象情報サーバーは人工衛星から受信された気象情報を前記内外力の測定データと比較して誤差を修正した気象情報修正データを保存することができる。また、前記気象情報サーバーに接続された外部使用者端末の要請により、前記気象情報修正データを前記外部使用者端末に提供することができる。

30

【0206】

一方、前述した目的を達成するための本発明のまた他の一側面によれば、水槽又は、風洞で線形試験を通じて海洋構造物外部流体の流れが海洋構造物に及ぼす内外力に対するデータ及び前記内外力に伴う海洋構造物の反応に対するデータを蓄積してルックアップテーブルを生成する第1段階、海洋構造物の実際の航海において飛行時間法 (Time-of-Flight Method) を利用して前記内外力を測定する第2段階、第2段階の内外力の測定データを第1段階のルックアップテーブルに蓄積された内外力に対するデータと比較して海洋構造物の反応に対するデータを予測する第3段階、実際の海洋構造物の反応を測定する第3-1段階、前記第3-1段階で測定された海洋構造物の反応に対するデータと第3段階で予測された海洋構造物の反応に対するデータを比較して、その差が発生した場合、第3-1段階の海洋構造物の反応に対するデータで第1段階で生成されたルックアップテーブルにおいて海洋構造物の反応に対するデータを修正する第3-2段階及び前記ルックアップテーブルに蓄積されたデータを仮想のシミュレーションを通じて海洋構造物に対するメンテナンスデータを取得する第4段階が含まれる。

40

【0207】

図12を参照すれば、本発明の実施例により前記メンテナンスデータがシミュレーショ

50

ンを通じて獲得された内容を確認することができる。例えば、メンテナンスデータは前記海洋構造物に備わった個別構造物の重要度順序でそれぞれに対する位置情報、メンテナンス費用情報、メンテナンス所用時間情報、残余寿命情報などを含んで出力されることができる。

【0208】

また、前記海洋構造物の反応に対するデータは、ストレーン、変形、亀裂、振動、周波数、腐食、侵食のうちの少なくとも一つを含むことができる。前記周波数は固有周波数 (natural frequency)、高調波周波数 (harmonic frequency) を含んで、構造解釈方式と連動して前記海洋構造物に加えられる周波数を回避して疲労を最小化して寿命延長のためのデータで活用される。

10

【0209】

また、前記第4段階のメンテナンスデータは、前記海洋構造物に備わった個別構造物のあらかじめ設定された重要度により区別されて獲得されることができる。

【0210】

DP又はDMバウンダリー (Boundary) 条件を充足して制御時、前記海洋構造物に備わった個別構造物に対し疲労最小化に対する優先順位を決めて、EEOI / EEDI / DMS / DPS の効率が適切に大きくなるように緊急、至急、優先などの順位で運営することができる。

【0211】

また、前記メンテナンスデータは、メンテナンスが必要な位置情報、メンテナンス費用情報、メンテナンス所用時間情報又は、構造物別残余寿命情報のうちの少なくとも一つを含むことができる。フローティングマット結合体の一つ以上の地点に電気式又は、光学方式のセンサを導入してスロッシング (sloshing) により発生する前記フローティングマット結合体の負荷、ストレーン、変形、変位、疲労、微細亀裂 (micro crack)、振動、周波数を測定する。

20

【0212】

流体保存タンクの壁間にも電気式又は、光学方式のセンサを導入して流体のスロッシングによるフローティングマットと流体保存タンク壁間の衝撃による負荷、ストレーン、変形、変位、微細亀裂 (micro crack)、振動、周波数を測定する。

【0213】

フローティングマット単位体はLNGを含んだ液体内で浮流可能な構造又は、材質で成り立って、LNGタンク、バラスタタンクなどに適用可能で、前記フローティングマットの大きさは前記タンクの中に満たされる物質の最大量を考慮して決定されてスロッシングを最小化すると同時に前記マットとタンクのスロッシングによる衝撃もさらに最小化する。

30

【0214】

海洋構造物とタンクに対する測定も重要だがスランミング (slamming) による海洋構造物の反応は同一でないので、電気式又は、光学方式のセンサを導入してスランミングにより発生する前記フローティングマット結合体の負荷、ストレーン、変形、変位、疲労、微細亀裂 (micro crack)、振動、周波数を測定して安全診断と制御を通じて前記海洋構造物とタンクの間

40

【0215】

前記測定されたスランミングによった海洋構造物の反応とスロッシングによるバラスタタンクを含む貯蔵タンクの反応に対するデータは数値算術モデル (mathematical models) と連動して最適化&人工知能アルゴリズムを得て、その結果がルックアップテーブル形態で航海記録装置 (VDR) 又は、別途のサーバーに保存されて海洋構造物の姿勢を制御して損傷を最小化する。

【0216】

また、前記保存されたデータは実時間状況認識、過去記録の状況再現、場合の数に対する状況予測を実現するために必要な状況認識用基準データ (reference データ

50

）で活用する。また、保存されたデータを利用して仮想のシミュレーションを通じて構造診断及び作業評価機能を遂行することができる。

【0217】

前記アルゴリズム又は、シミュレーターに実際の測定データの持続的に反映及びルックアップテーブルの修正を通じて最適化された予測シミュレーターを実現する。ライザー（SCR、TTR、Tendon）/ROV/ドリルリグ（Drill rig）などを含む海洋構造物に前記アルゴリズム又は、シミュレーターを反映して自動学習技法を活用した自動化を実現することができる。

【0218】

本発明の実施例に伴う実時間海洋構造物に対する気体又は、流体力学的環境内外力、船体応力、6自由度運動及び運用位置のモニタリングを通じた制御方法はレーダー（Radar）、IMU、GPS計測技法、X-bandレーダーを利用して衝突防止だけでなく波浪、波高を測定及びウエーブモーション（Wave motion）を予測して、少なくとも一つのIMUを利用して海洋構造物の6自由度モーションだけでなくホグ（Hogging）、サギング（Sagging）、トーション（Torsion）まで計測して、時間と空間情報取得道具を利用して海洋構造物の移動距離及び座標計測衛星の環境外力データをレーダー及びIMUのデータと連動して海洋構造物の疲労最小化して、EEOI/EEDI/DP Boundary/DM Boundary/Risers（SCR、TTR、Tendon）/Lowering/ROV/Drill Rigに反映して予測プロシージャのアルゴリズムとシミュレーターに変えることができる。

【0219】

また、レーダーを利用して波高、波浪、周期、波の速度及び方向を測定するものの、レーダーのボラ（Polar）イメージ収集は32個で限定されなくて、実時間動的イメージプロセッシングをするために新しいボライメージを受けると同時に最初或いは一番古くなったボライメージを削除して実時間動的イメージプロセッシングができる。

【0220】

そして、衝突防止、波浪/波高測定及びウエーブモーション（Wave motion）予測機能を連動することができる。合わせて、既存のX-Band又はS-Band衝突防止用レーダーを利用して、RF 1x2スプリッタ（Splitter）、RF増幅器又は、光信号伝送及び増幅機能を活用して波浪、波高、周期計測結果を抽出することができる。また、6自由度Motion Compensated X/S-Band Wave Radar、Wave Height Measuring Sensor、Doppler、Time of Flight及び映像つなぎ（Image Overlay）方式を利用することができる。

【0221】

1. 時間と空間情報取得道具（例、RF & Microwave - GPS、DGPS、RTK、光-Lidar、PIV、PIT、干渉計など、水中では音波、超音波、光/Lidarなどを活用）&スマートIMU（電気式/光電気式のジャイロ+光格子、MEMSなどの電気式加速度+環境外力計測の連動、間接連動或いは無連動（直間接経験）の人工知能含むと状況認識のDB）を連動を本構造物状況認識化した6自由度モーション/反応姿勢（response）計測及びDBで連動させて、予測制御をして環境外力計測連動あるいは無連動する人工知能のEEOI（Energy Efficiency Operating Indicator）/DPS（Dynamic Positioning System）/DMS（Dynamic Motioning System）用予測モニタリング、予測アドバイザーシステム、and/or予測Automated制御システムを活用する。

【0222】

（1）DP又はDMバウンダリー条件充足制御時、前記本/複合構造物中に優先対象構造物の順位を反映して（例、Subsea Structure/Riser/Drill Rig、Hawser Line &/or Mooring Lineまず、次に

non-subsea structure/Flare Tower、Top-side、& Hull、...) 疲労最小化優先順位を決めて、DPS、DMS又はEEOIの制御効率が最も大きくなるように運営する。

【0223】

(2) EEOI/EEDI条件充足制御時、前記本/複合構造物中にまず対象構造物の順位を反映して(例、Rudder、Thruster、Propeller RPM、Ballistic、Fuel &/or Storage Tank、Wind Sail、Mooring Line Tensioner、Riser &/or its Tensioner) 疲労最小化優先順位を決めて、DPSあるいはEEOI/の制御効率が最も大きくなるように運営あるいは定量的なEEDIを計測する。

10

【0224】

(3) ドリルリグ(Drill Rig)/ライザー(Riser)モニタリングを通じて海洋構造物の一番楽な姿勢を設定及び予測した制御を遂行するものの、必要な時間に必要な6自由度を勘案したダンピングを遂行する(例: 連結部位でHeave中心モーションダンピングをするが、予測モーションを勘案して油圧モーターを予め制御して必要な6自由度を勘案したダンピングを行う)。

【0225】

2. 構造物に加えられるHydro- & Aero-Dynamicの影響に反応する各個別的あるいは統合的な造船海洋複合構造物の固有応答周波数(NaturalあるいはHarmonic Frequency)を回避又は、環境外力が構造物に加えられる条件を変更して構造物の寿命を延ばす。

20

【0226】

(1) 構造物に加えられる環境外力、複合構造物に許容される複合エネルギーと保有されている慣性+弾性運動エネルギーを実時間疲労実計測あるいは算術の数値結果を6自由度モーション(例、Hogging、Sagging & Torsion)の動き計測と連動を通じて状況判断の優先順位あるいは重要度によって構造物の独立的あるいは複合的に許容されるイールドストレス(Yield Stress)を最小化して要求される構造物の独立的あるいは複合的に許容される疲労を最小化して構造物の寿命を延ばす。

【0227】

3. 係留ラインの欠陥(Integrity)を計測(例、テンション、Strain、引張試験(Elongation)、振動、などの静-動的数値及び変化速度と加速度活用)して実時間で側出して進んで係留ラインの寿命を正確に予測することによってCondition Based Maintenanceができて、以上寒さを反映して手/自動で適切な海洋構造物の静的及び動的ポジショニング制御及び残留疲労を反映した運営管理をする。

30

【0228】

(1) 係留時、ムアリング(Mooring) Line Tension Monitoringを連係して、環境外力を反映したDP(Dynamic Positioning)予測モニタリング及び予測制御、DM(Dynamic Motioning)予測モニタリング及び予測制御とEEOI(Energy Efficiency Operating Indicator)を勘案する構造物の運動及び姿勢制御をする。

40

【0229】

(2) 海底構造物(例、係留ライン/Mooring Line、Riserson、アンビリカル(Umbilical) Line構造物)に光計測方式の振動(例、DAS)計測接木して、構造物の振動計測と、既存ストレインあるいは加速度計測を通した構造の変形率、変形状態と連動して加えられる環境外力(例、潮流、海流の外力のベクター)とこれによる構造物の応答のベクターを追い出す。

【0230】

(3) 環境外力計測と連動する場合、CFD、FEA &/or FSI入力条件を最大で状況認識機能の計測&DB化して、CFD、FEAとCoupled応用モデル、&

50

F S I (環境外力と環境外力に反応した構造物運動モデル) を活用する。

【 0 2 3 1 】

4 . 実時間状況認識、過去記録の状況再現と今後予測記録の場合数対比、状況予測を実現するために必要な状況認識用計測機器構築及び結果取得と D B 保存方式を実現する。

【 0 2 3 2 】

(1) 状況認識ミドルウェアとウェブ基盤状況認識モニタリングプログラムを活用した実時間ウェブ基盤システムを構築する。

【 0 2 3 3 】

(2) 状況認識ミドルウェアあるいは類似の機能のソフトウェア連動をすべての状況認識機能の計測結果を実時間数理モデル (Mathematical model) (例、
C F D、F E A & / o r F S I ...) 連動して最適化する基盤ツールで活用することが
できるし、また、この最適化した数理モデルを実計測を反映したアルゴリズム化及びシミュレーションに進化させる。

10

【 0 2 3 4 】

(3) 単純計測されたモニタリング機能以外にも、実計測反映あるいは数値計算反映完成されたアルゴリズムを連動して人工知能で加工されたモニタリング機能及び予測制御システムあるいはシミュレーションを実現する。

【 0 2 3 5 】

(4) 統合計測された状況認識するデータベースを V D R (V o y a g e データ R
e c o r d e r) に保存あるいは連動して、H y d r o - D y n a m i c & / o r A
e r o - D y n a m i c エネルギー (例、波の方向及び速度あるいは風向きと風速のベク
ターとこれに対しよる構造物の応答のベクター) を追い出す。

20

【 0 2 3 6 】

5 . レーダー + I M U + G P S 計測技法、X - b a n d あるいは S - b a n d レーダー
(R a d a r) を利用して衝突防止だけでなく、波浪 / 波高測定及びウエーブモーション
を予測して、I M U 1 個あるいはそれ以上を利用して船体の 6 自由度モーションだけで
なくホッグ

(H o g g i n g)、サギング (S a g g i n g)、トーション (T o r s i o n) まで
計測して、時間と空間情報取得道具 (例、R F & M i c r o w a v e - G P S、D G P
S、R T K、光 - L i d a r、P I V、P I T、干渉計など、水中では音波、超音波、光
/ L i d a r などを活用) を利用して船舶の移動距離及び座標計測衛星の環境外力データを
レーダー及び I M U データと連動してハル (H u l l) の疲労最小化して、E E O I
/ E E D I / D P B o u n d a r y / D M B o u n d a r y / R i s e r s (S C R、T T R、T e n d o n) / L o w e r i n g / R O V / D r i l l R
i g に反映して予測プロシージャのアルゴリズム & / o r シミュレーターに変える。

30

【 0 2 3 7 】

(1) レーダーを利用して波高、波浪、周期、波の速度及び方向を測定するものの、レ
ーダーのポラーイメージ収集は 3 2 個で限定されなくて、実時間動的イメージプロセッ
シングをするために新しいポラ (P o l a r) イメージを受けて、代わりに最初あるいは一
番古くなったポラ (P o l a r) イメージを捨てて実時間動的イメージプロセッシング
をする。

40

【 0 2 3 8 】

(2) 衝突防止、波浪 / 波高測定及びウエーブモーション予測機能を連動する。

【 0 2 3 9 】

(3) R F 1 x 2 スプリッタ (S p l i t t e r) あるいは R F 増幅器を活用して既存
の X - B a n d 或いは S - B a n d 衝突防止用レーダーを利用する。

(4) 6 D O F M o t i o n C o m p e n s a t e d X - B a n d W a v e
R a d a r D o p p l e r、T i m e o f F l i g h t & 映像つなぎ (I m a g e
O v e r l a y) 方式を利用する。

【 0 2 4 0 】

50

6. 数理モデリング、Mathematical models (例、CFD、FEA & / or FSI...) シミュレーション結果 (Hydro & Aero-dynamic 情報による) を CFD 解釈に反映して CFD モデル最適化 & アルゴリズムに進化して、解釈 & 進化した結果はルック - アップ
 テーブルで VDR あるいは別途のサーバーに蓄積して、蓄積されたデータは仮想のシミュレーションを通じて構造診断及び作業評価機能を遂行する。

【0241】

(1) Experienced Reference データを活用して予測
 制御を遂行する

【0242】

(2) ブラックボックス (Black Box) 機能を追加して有無線ネットワークを構成する。

【0243】

(3) 補正されたタイムタグ (Time Tag) 機能を追加する。

【0244】

(4) 蓄積された人工知能を含んだ EMS & MMS 計測されたデータ対比構造解釈
 アルゴリズム機能を追加する。

【0245】

(5) 単純計測されたモニタリング機能以外にも、実計測反映完成されたアルゴリズム
 を人工知能で反映して加工されたモニタリング機能及び予測制御システム (例、Util
 ize the resulted influence to 6 DoF Moti
 on & Displacement for DPS、DMS、& EEOI / EED
 I (Energy Efficiency Design Index)) を保存記録する。

【0246】

7. Hydro - Elastic によるスランミング (Slamming) & / or
 スロッシング (Sloshing) とエアロ - エラスティック (Aero - Elastic)
 による火災 / 爆破計測技法でオプティカル & エレクトリック Extensomete
 r、PIV、PTV、BP Filter Energy intensity、Str
 ain Gage、Pressure Sensor、Ultrasonic 計測方式 /
 DAS - excitation & monitoring を活用する。

【0247】

(1) ストレインセンサ (Strain Sensor) で隔壁の変形を測定して、グ
 ローバル計測のためにウルトラソニック計測あるいは DAS - 励起
 (excitation) 方式でモニタリングする。

【0248】

(2) ウェーブによる船体隔壁の応答を計測して、計測されたセンサの位置を確認して
 波高を抽出する。

【0249】

8. 構造物の組み込みセンサ (Embedded Sensor: Strain、Ac
 celeration、Temperature) を利用したモニタリング技術として、
 橋梁、下水道、上水道、ガス管、油管、トンネル、構造物支持台などの構造物にテンショ
 ナー (Tensioner) を引入して、テンショナーに引入されたセンサを通じて振動
 、加速度、位置、年中 / 季節別温度、物性 (stress 又は stiffness) を計
 測して構造物安全診断、地震、漏水、盗難防止に対するモニタリングをする。

【0250】

9. 地下鉄、地下車道建設など他工事影響で一定期間露出する構造物及び配管の安全性
 確保のための漏出事象影響評価解釈技術として、CFD 理論を利用した密閉及び部分開放
 空間でガス爆発被害予測を解釈する。

【符号の説明】

10

20

30

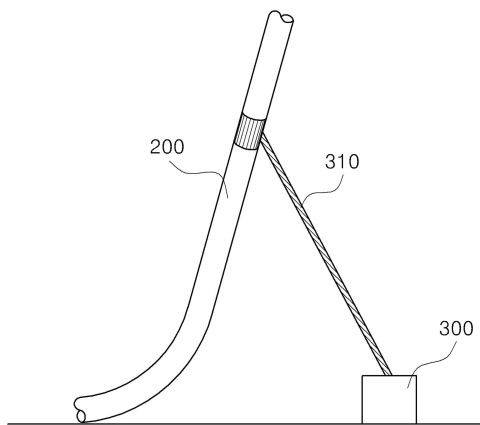
40

50

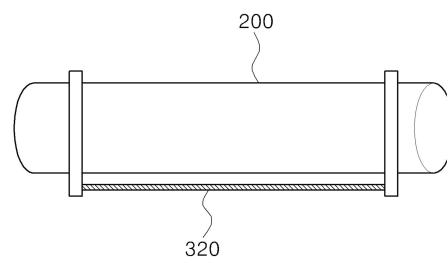
【 0 2 5 1 】

1 0 0 : 海洋構造物、2 0 0 : 海洋構造物、3 0 0 : 伸張計、3 0 1 : ワインディング部、3 0 2 : 感知部、3 0 3 : 刺激部、3 0 4 : 光学センサ、3 1 0 : ワイヤー、3 2 0 : 光繊維ワイヤー、4 0 0 : 構造物自動制御部、4 1 0 : 結合手段、4 2 0 : 変位調節手段、5 0 0 : バラストタンク、5 1 0 : スロッシング抑制部、5 2 0 : 隔壁、5 3 0 : 開閉部、5 4 0 : ポンプ

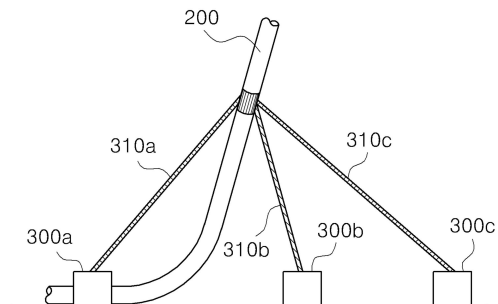
【 図 1 】



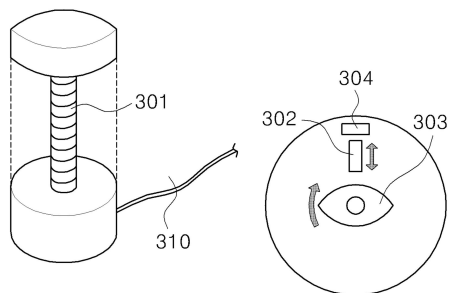
【 図 3 】



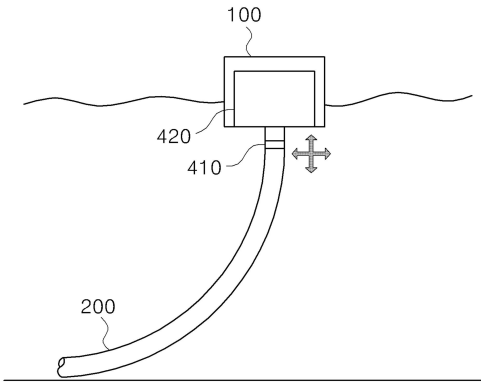
【 図 4 】



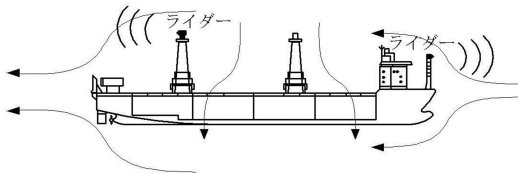
【 図 2 】



【図 5】

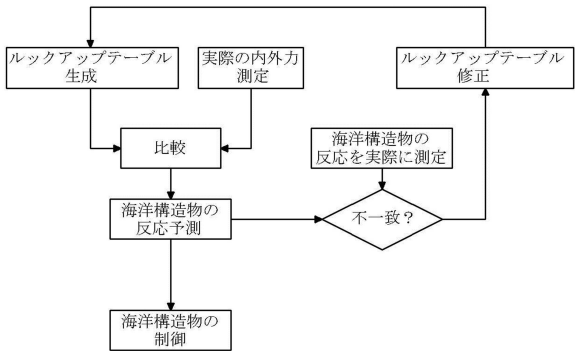


【図 7】

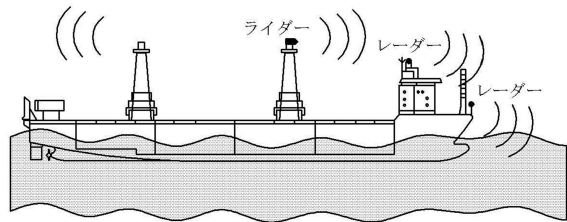


入射角	ロール	ピッチ	空気力学ベクター
0	0	0	レファレンスデータ
15	0	0	レファレンスデータ
30	0	0	レファレンスデータ
45	0	0	レファレンスデータ
⋮	⋮	⋮	レファレンスデータ

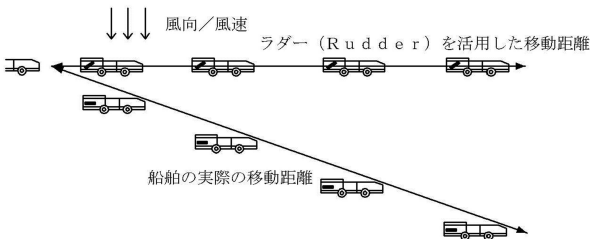
【図 6】



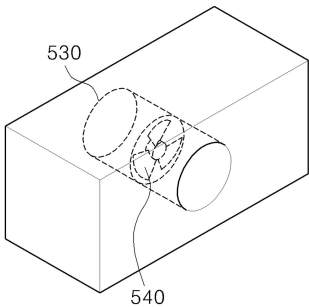
【図 8】



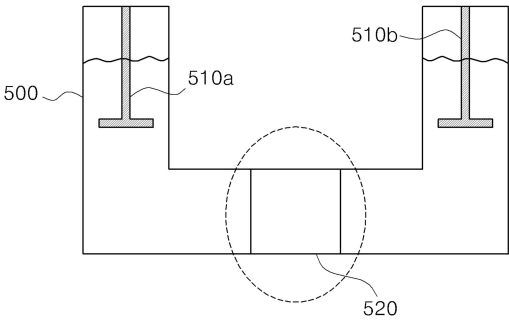
【図 9】



【図 1 1】



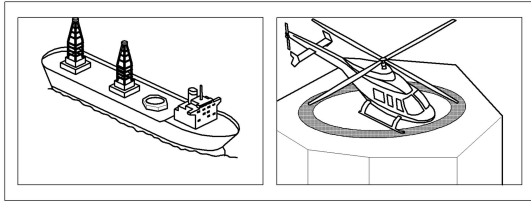
【図 1 0】



【図 1 2】

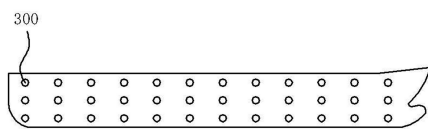
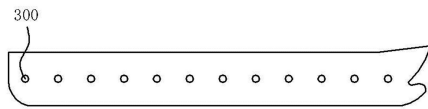
個別構造物	位置	費用	所要時間	残余寿命
船尾	A	X	1日	1年
船首	B	Y	2日	2年
甲板	C	Z	3日	3年
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図 13】



【図 14】

3次元圧力センサー



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
B 6 3 B 39/14 (2006.01)		B 6 3 B 39/14		
B 6 3 H 25/04 (2006.01)		B 6 3 H 25/04		Z
B 6 3 B 39/02 (2006.01)		B 6 3 B 39/02		
B 6 3 B 11/04 (2006.01)		B 6 3 B 11/04		Z
B 6 3 B 43/06 (2006.01)		B 6 3 B 43/06		Z
B 6 3 B 13/00 (2006.01)		B 6 3 B 13/00		E
B 6 3 B 49/00 (2006.01)		B 6 3 B 49/00		Z
G 0 1 D 5/353 (2006.01)		G 0 1 D 5/353		C
		G 0 1 D 5/353		B

- (31)優先権主張番号 10-2012-0057755
 (32)優先日 平成24年5月30日(2012.5.30)
 (33)優先権主張国 韓国(KR)
 (31)優先権主張番号 10-2012-0129441
 (32)優先日 平成24年11月15日(2012.11.15)
 (33)優先権主張国 韓国(KR)
 (31)優先権主張番号 10-2012-0149412
 (32)優先日 平成24年12月20日(2012.12.20)
 (33)優先権主張国 韓国(KR)
 (31)優先権主張番号 10-2012-0149411
 (32)優先日 平成24年12月20日(2012.12.20)
 (33)優先権主張国 韓国(KR)
 (31)優先権主張番号 10-2013-0061759
 (32)優先日 平成25年5月30日(2013.5.30)
 (33)優先権主張国 韓国(KR)
 (31)優先権主張番号 10-2013-0061477
 (32)優先日 平成25年5月30日(2013.5.30)
 (33)優先権主張国 韓国(KR)
 (31)優先権主張番号 10-2013-0061754
 (32)優先日 平成25年5月30日(2013.5.30)
 (33)優先権主張国 韓国(KR)

前置審査

- (74)代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74)代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74)代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (72)発明者 リ マイケルミョンソプ
 大韓民国 1 5 6 - 8 2 4 ソウルシ トンジャクク サダンロ 3 0 ギル 3 7 (サダンドン)

審査官 岸 智史

- (56)参考文献 特開2006-250647(JP,A)
 特開2012-098239(JP,A)

特開 2001-004375 (JP, A)

特表 2010-500556 (JP, A)

特開 2007-121008 (JP, A)

米国特許出願公開第 2010/031366 8 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30

G01B 21/00 - 21/32

G01D 5/26 - 5/38

G01L 1/00 - 1/26

G01L 5/00 - 5/28