

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4598547号  
(P4598547)

(45) 発行日 平成22年12月15日(2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月1日(2010.10.1)

(51) Int.Cl. F I  
FO3D 11/04 (2006.01) FO3D 11/04 A

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2005-21969 (P2005-21969)	(73) 特許権者	000001373 鹿島建設株式会社 東京都港区元赤坂一丁目3番1号
(22) 出願日	平成17年1月28日(2005.1.28)	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(65) 公開番号	特開2006-207502 (P2006-207502A)	(74) 代理人	100092657 弁理士 寺崎 史朗
(43) 公開日	平成18年8月10日(2006.8.10)	(74) 代理人	100114270 弁理士 黒川 朋也
審査請求日	平成19年12月3日(2007.12.3)	(74) 代理人	100116920 弁理士 鈴木 光
		(72) 発明者	水谷 亮 東京都港区元赤坂一丁目2番7号 鹿島建設株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電装置の建設方法及び建設装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発電機が収容されたナセルが塔状構造物の頂部に載置された風力発電装置の建設方法であって、

前記塔状構造物の周囲に配置されたステージ上に、前記ナセルを前記塔状構造物の中心軸から離間して取り付け、また、前記ステージにバランス部材を取り付け、

前記バランス部材によってバランスをとりながら、前記ナセルが載置された前記ステージを、前記塔状構造物の高さ方向に沿って上昇させ、

前記バランス部材は、前記塔状構造物の揺れを吸収する制振機構として利用され、  
前記制振機構で前記ステージの揺れを吸収しながら前記ステージを上昇させることを特徴とする風力発電装置の建設方法。

10

【請求項2】

前記塔状構造物の頂部で、前記ナセルを塔状構造物の中心軸方向に移動させる際、前記ナセルとバランスをとるように前記バランス部材の偏心モーメントを変化させることを特徴とする請求項1に記載の風力発電装置の建設方法。

【請求項3】

前記制振機構は、マス部材を備えるマスダンパであり、  
前記バランス部材が、前記マス部材として用いられることを特徴とする請求項1に記載の風力発電装置の建設方法。

【請求項4】

20

前記バラサ部材が、液体入り容器を備えるスロッシングダンパであることを特徴とする請求項1に記載の風力発電装置の建設方法。

【請求項5】

発電機が収容されたナセルが塔状構造物の頂部に載置された風力発電装置の建設に利用される建設装置であって、

前記塔状構造物の周囲に配置されたステージと、

前記ステージ上において前記塔状構造物の中心軸から離間した位置にあり、前記ナセルを載置可能としたナセル載置部と、

前記ナセルとバランスをとって前記ステージに取り付けられたバラサ部材と、

前記ステージを前記塔状構造物の高さ方向に沿って上昇可能としたステージ上昇機構と

10

を備え、

前記バラサ部材は、前記塔状構造物の揺れを吸収する制振機構として利用可能に構成されており、

前記制振機構で前記ステージの揺れを吸収しながら前記ステージを上昇させることを特徴とする風力発電装置の建設装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力発電装置の建設方法及び建設装置に係り、特に、大型のナセルを有する風力発電装置の建設に利用される建設方法及び建設装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、化石エネルギーの枯渇などが心配される中、その他のエネルギーとして、風力や太陽光といった自然エネルギーを利用する機運が高まっている。このような自然エネルギーを利用するものとして、風力によって発電を行う風力発電装置の建設なども積極的に計画されつつある。このような風力発電装置の建設方法として、従来、特開平10-205428号公報に開示されるものがある。この風力発電装置の建設方法では、いわゆるクライミングクレーンを用いて下方から順次タワーを組み立てる。続いて、組み立てられたタワーの側部に第一架台と、ナセルが載置された第二架台とを配置する。それから、第一架台と第二架台とを交互に上昇させ、タワー上部にナセルを固定する。そして、ナセルにブレードを取り付けて、風力発電装置とするというものである。

30

【特許文献1】特開平10-205428号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、風力発電装置を建設するにあたり、わが国の国土事情などを鑑みると、風力発電装置の建設場所としては、山岳地や離島などが風力発電装置を建設する場所として適した場所となっている場合が多い。このような山岳地や離島に風力発電装置を建築しようとする、特許文献1の建設方法では風力発電装置を組み立てるためのクレーンなどの搬送や設置条件などが問題となる。

40

【0004】

また、今までに提案されている風力発電装置の別の建設方法として、円筒状のタワーを構築してから、タワーの周囲にタワーをガイドとして上下動可能なステージを構築し、そのステージ上にナセルを載置して、ナセルをタワーの頂部まで持ち上げる、というものがある。しかし、この風力発電装置の建設方法では、ナセルの荷重によりステージに作用する偏心モーメントを考慮して、タワーの強度設計を行う必要があった。即ち、ステージはタワーの周囲に配置されているので、ナセルが載置されるステージ上の位置は必然的にタワーの中心軸から水平方向に離れることとなる。よって、タワーには、タワーに取り付けられたステージを介して、ナセルの荷重による偏心モーメントが作用する。そのため、ナ

50

セルの荷重による偏心モーメントに耐え得るように、タワーを強度の大きい構造としなければならなかった。このようなタワーの強度は、タワーの建設後はほとんど必要とされず、無駄なものとなっていた。

【0005】

そこで、本発明の目的は、風力発電装置の塔状構造物を小さな強度で済ませることができ、風力発電装置の建設方法及び建設装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決した本発明に係る風力発電装置の建設方法は、発電機が収容されたナセルが塔状構造物の頂部に載置された風力発電装置の建設方法であって、塔状構造物の周囲に配置されたステージ上に、ナセルを塔状構造物の中心軸から離間して取り付け、また、ステージにバランス部材を取り付け、バランス部材によってバランスをとりながら、ナセルが載置されたステージを、塔状構造物の高さ方向に沿って上昇させることを特徴とする。

【0007】

本発明に係る風力発電装置の建設方法においては、ナセルを地上から塔状構造物の頂部に移動するために、塔状構造物の周囲に配置されたステージの上にナセルを取り付け、塔状構造物の高さ方向に沿って上昇させる。このとき、ステージは塔状構造物の周囲に配置されているため、ナセルはステージ上に塔状構造物の中心軸から離間して取り付けられる。その一方で、バランス部材はナセルとバランスをとるようにステージに取り付けられている。このため、ナセルの荷重によりステージに作用する偏心モーメントは、バランス部材の荷重によりステージに作用する偏心モーメントにより相殺され、塔状構造物に作用する偏心モーメントを無くすことができる。よって、ナセルの荷重による偏心モーメントに抗するための無駄な強度を塔状構造物に与えることを回避し、塔状構造物の強度を小さく済ませることができる。

また、本発明に係る風力発電装置の建設方法は、バランス部材が塔状構造物の揺れを吸収する制振機構として利用され、制振機構でステージの揺れを吸収しながらステージを上昇させることを特徴とする。この構成によれば、バランス部材を制振機構の一部として利用することにより、制振機構としてステージに設ける部品点数を少なくすることができる。例えば、バランス部材をマスダンパのマス部材として利用すればよい。また、バランス部材を、液体入り容器を備えるスロッシングダンパとすればよい。

【0008】

また、塔状構造物の頂部で、ナセルを塔状構造物の中心軸方向に移動させる際、ナセルとバランスをとるようにバランス部材の偏心モーメントを変化させることが好ましい。ナセルを塔状構造物に取り付けるために、ナセルを塔状構造物の中心軸方向に移動させるときには、ナセルの荷重によりステージに作用する偏心モーメントは変化する。ナセルの偏心モーメントの変化に応じて、バランス部材の偏心モーメントを変化させることにより、ナセルの荷重によりステージに作用する偏心モーメントは、バランス部材の荷重によりステージに作用する偏心モーメントにより相殺され、塔状構造物に作用する偏心モーメントを無くすことができる。よって、ナセルの荷重による偏心モーメントに抗するための無駄な強度を塔状構造物に与えることを回避し、塔状構造物の強度を小さく済ませることができる。

【0010】

また、上記課題を解決した本発明に係る風力発電装置の建設装置は、発電機が収容されたナセルが塔状構造物の頂部に載置された風力発電装置の建設に利用される建設装置であって、塔状構造物の周囲に配置されたステージと、ステージ上において塔状構造物の中心軸から離間した位置にあり、ナセルを載置可能としたナセル載置部と、ナセルとバランスをとってステージに取り付けられたバランス部材と、ステージを塔状構造物の高さ方向に沿って上昇可能としたステージ上昇機構と、を備え、バランス部材は、塔状構造物の揺れを吸収する制振機構として利用可能に構成されており、制振機構でステージの揺れを吸収

しながらステージを上昇させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明に係る風力発電装置の建設方法及び建設装置によれば、風力発電装置の塔状構造物に無駄な強度を与えることなく、塔状構造物を小さな強度で済ませることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面を参照して、本発明の好適な実施形態について説明する。先ず、第一実施形態に係る風力発電装置の建設に用いられる建設装置について説明し、次に、その建設装置を利用した風力発電装置の建設方法について説明する。

10

【0013】

図1には、風力発電装置1の建設途中の様子が示されている。地面には、風力発電装置1の基礎となる基台2が設けられており、タワー(塔状構造物)3がその基台2の上に構築されている。タワー3は、下端で最も直径が大きく、高度が増すほど縮径するテーパ形状となっている。そして、このタワー3の周囲に、風力発電装置1の建設用の建設装置10が配置されている。この建設装置10は、発電機が収容されたナセルを、地上からタワー3の頂部に運搬することを、主な目的としている。また、図2には、この建設装置10を上から見た様子が示されている。以下、図1及び図2を参照して、建設装置10について説明する。なお、図1において上下方向を矢印で示し、図2において左右方向及び前後方向を矢印で示している。

20

【0014】

タワー3の頂部には、吊り上げ桁11が固定されている。吊り上げ桁11は、多数の棒状の鋼材を組み上げて、タワー3の頂部から水平方向に突出するように構成されており、上から見れば略正方形形状となっている。吊り上げ桁11の略正方形形状の四隅の部分からは、それぞれワイヤ12が垂下されている。4本のワイヤ12は、ナセル4が載置されたステージ13等を引き上げるのに十分な強度を有している。各ワイヤ12の上端が吊り上げ桁11に固定される位置はタワー中心軸Cから十分に遠いため、各ワイヤ12は上端から下端に至るまでタワー3の外周面に接していない。また、各ワイヤ12の下端は地面付近に達している。

【0015】

30

タワー3の下方には、タワー3を取り囲むようにしてステージ13が配置されている。ステージ13は、タワー3の周囲に棒状の鋼材を組み上げて構成されている。概略的には、ステージ13は、上梁部材14と下梁部材15を上下方向に延びる複数の棒材16A、斜め方向に延びる複数の棒材16Bで連結することで、側方から見て逆台形状に構成されている。上梁部材14は、左右方向に延設された2本の棒材14Aと、前後方向に延設された2本の棒材14Bとを連結することで、上方から見て略矩形形状に構成されている。左右方向に延設された2本の棒材14Aからは、4本の短い棒材14Cが内側に延設されている。また、上梁部材14の左側には、カウンタウエイト29A、29B及び左側のステージ固定部材32Aをスライド可能とするために、左右方向に延設された2本のレール部材28Lが固定されている。同様に、上梁部材14の右側には、右側のステージ固定部材32Bをスライド可能とするために、左右方向に延設された2本のレール部材28Rが固定されている。左側の一对のレール部材28L及び右側の一对のレール部材28Rはそれぞれ、前後方向に離間した2本の棒材で構成されている。各レール部材28L、28Rの一端は、短い棒材14Cの先端で支持され、また、各レール部材28L、28Rの他端は、上梁部材14の前後方向に延設された2本の棒材14Bの一部で支持されている。なお、図2において二点鎖線で示される部分には、ステージ13がタワー3の頂部に達した後に、新たなレール部材28Cが架設される。このように、レール部材の延長部分28Cを後付けとすることで、レール部材28Cとタワー3の干渉を回避している。一方、下梁部材15は、上梁部材14と同様に、左右方向に延設された2本の棒材と、前後方向に延設された2本の棒材とを連結することで、上方から見て略正方形形状に構成されている

40

50

。下梁部材 15 の略正方形形状の大きさは、吊り上げ桁 11 の略正方形形状より若干大きい程度である。また、下梁部材 15 は、下側のステージ固定部材 32B をスライド可能とするためのレール部材となっている。

【0016】

また、ステージ 13 には、ステージ 13 をタワー 3 の高さ方向に沿って上昇させるためのステージ上昇機構が設けられている。ステージ上昇機構の構成について説明する。下梁部材 15 の略正方形形状の四隅にはそれぞれ 1 つずつ昇降ジャッキ 17 が配置され、合計で 4 つの昇降ジャッキ 17 が配置されている。各昇降ジャッキ 17 は、吊り上げ桁 11 から垂下されたワイヤ 12 をつかみ、ワイヤ 12 に沿って上昇する機能を有している。4 つの昇降ジャッキ 17 が同時に動作して、吊り上げ桁 11 から垂下された 4 本のワイヤ 12 に反力をとってステージ 13 に上昇力を与えることで、ステージ 13 の水平状態を維持しつつステージ 13 を上昇させることができる。昇降ジャッキ 17 についてより詳しく説明すると、各昇降ジャッキ 17 は、上下方向に延設されたシリンダを有するシリンダ部材と、当該シリンダ内を摺動するピストンに上下方向に延びるロッドを固定して形成されたピストン部材と、を備えている。シリンダ部材及びピストン部材は、シリンダ内の油圧を調節することにより互いの上下方向の相対位置を調節可能となっている。ピストン部材の上端、及びシリンダ部材の下端には、それぞれ、油圧制御によりワイヤ 12 の把持 / 解放を切り替え可能な把持部が設けられている。昇降ジャッキ 17 がワイヤ 12 に沿って上昇するときには、まず、シリンダ部材の把持部がワイヤ 12 を把持して、シリンダ部材がワイヤ 12 に固定された状態で、シリンダ内の油圧調節によりピストン部材を上昇させる。その後、ピストン部材の把持部がワイヤ 12 を把持して、ピストン部材がワイヤ 12 に固定された状態で、シリンダ部材を上昇させる。以後、この動作を繰り返すことで、昇降ジャッキ 17 は継続的にワイヤ 12 に沿って上昇し、ステージ 13 を上昇させることができる。また、昇降ジャッキ 17 は、逆の動作を行うことで、ワイヤ 12 に沿って下降し、ステージ 13 を下降させることもできる。

【0017】

タワー中心軸 C から右方向に離間した位置には、ナセル 4 を載置するためのナセル載置部 22 が設けられている。ナセル載置部 22 の構成について説明する。上梁部材 14 において横方向に延設された 2 本の棒材 14A の間には、前後方向に延びる 2 本の棒状の桁部材 18, 19 が架設されており、2 本の桁部材 18, 19 は、横方向に延びる 2 本の棒材 20 で互いに連結され固定されている。2 本の桁部材 18, 19 の上には、油圧調節により上端が上下動する油圧ジャッキ 21 が 4 つ配置されており、これらの油圧ジャッキ 21 の上にナセル 4 が載置可能とされている。ナセル 4 が油圧ジャッキ 21 の上に載置された際には、4 つの油圧ジャッキ 21 が同時に操作されることで、ナセル 4 を傾けることなくナセル 4 の上下方向の位置を調節することができる。上梁部材 14 の横方向に延びる 2 本の棒材 14A の上面には、レール (不図示) が延設されている。これに対し、桁部材 18, 19 の上梁部材 14A と接する下面には、上記レールの上を転動するローラ (不図示) が設けられており、ナセル載置部 22 はステージ 13 上を左右に移動可能とされている。また、上梁部材 14 の 2 本の棒材 14A の上面にはそれぞれ、ナセル横引き装置 24 が設置されている。ナセル横引き装置 24 は、桁部材 18 の一部に固定されワイヤ 25 を引っ張る機能を有している。ナセル横引き装置 24 がワイヤ 25 を引っ張ることで、ナセル載置部 22 をタワー中心軸 C の方向に移動させることができる。

【0018】

ステージ 13 において、タワー 3 を挟んでナセル載置部 22 と反対側の位置には、2 つのカウンタウェイト (バランサ部材) 29A, 29B が配置されている。2 つのカウンタウェイト 29A, 29B は、左側の 2 本のレール部材 28L にそれぞれ一つずつ、ワイヤ 33 を用いて吊り下げられている。ここで、2 つのカウンタウェイト 29A, 29B は、タワー中心軸 C から左方向に離間して配置されている。さらに、前側のカウンタウェイト 29A はタワー中心軸 C から前方向に離間して配置されており、後側のカウンタウェイト 29B はタワー中心軸 C から後方向に離間して配置されている。各カウンタウェイト 29

10

20

30

40

50

A, 29Bを吊り下げるワイヤ33は、レール部材28Lに沿って移動可能にレール部材28Lに取り付けられている。また、ステージ13には、2つのカウンタウエイト横引き装置31が固定して設置されており、各カウンタウエイト横引き装置31は、カウンタウエイト29A, 29Bの側部に固定されたワイヤ30を引っ張る機能を有している。カウンタウエイト横引き装置31がワイヤ30を引っ張ることで、カウンタウエイト29A, 29Bを横方向に移動させることができる。ステージ13がタワー3の頂部に達し、新たなレール部材28Cが架設された際には、2つのカウンタウエイト29A, 29Bは、レール部材28Cに沿ってタワー3の前後の位置まで移動される。なお、カウンタウエイト横引き装置31でワイヤ30を引っ張ってカウンタウエイト29A, 29Bを移動させているが、これに代えて、油圧ジャッキを用いたり手動によりカウンタウエイト29A, 29Bを移動させてもよい。

10

**【0019】**

また、ステージ13には、ステージ13をタワー3に固定するためのステージ固定機構が設けられている。ステージ固定機構の構成について説明する。ステージ13には、左側のレール部材28Lに挟まれるようにして左側のステージ固定部材32Aが設けられている。同様に、右側のレール部材28Rに挟まれるようにして右側のステージ固定部材32Aが設けられている。また、下梁部材15の下面に2つのステージ固定部材32Bが設けられている。各ステージ固定部材32A, 32Bは、前後方向に延びる板状の部材であり、タワー3側の一面にはタワー3の頂部の外周と近い曲率の円弧溝が形成されている。各ステージ固定部材32A, 32Bには油圧ジャッキ(不図示)が接続されており、当該油圧ジャッキの油圧調節により、各ステージ固定部材32A, 32Bは横方向に移動可能となっている。ステージ13が上昇してタワー3の頂部に到達し、図2の二点鎖線の部分にレール部材28Cが架設されると、上側のステージ固定部材32Aはレール部材28Cに沿って横方向に移動される。また、ステージ13が上昇してタワー3の頂部に到達すると、下側のステージ固定部材32Bは下梁部材15に沿って横方向に移動される。ステージ固定部材32A, 32Bが横方向に移動して、各ステージ固定部材32A, 32Bの円弧溝がタワー3の外周と当接すると、タワー3はステージ固定部材32A, 32Bにより挟まれる。ステージ固定部材32A, 32Bにより、ステージ13はタワー3に固定され、ステージ13の姿勢は安定する。なお、ステージ13が上昇してタワー3の頂部に到達した後も、ステージ13の荷重はワイヤ12を介して吊り上げ桁11に支持されているため、ステージ固定部材32A, 32Bはステージ13に作用する横方向の外力に抗してステージ13をタワー3に固定すればよい。ここで、ステージ13に作用する横方向の外力は、横風による揺れなど比較的小さなものであるため、ステージ固定部材32A, 32Bがタワー3を挟む力は小さなものでよい。

20

30

**【0020】**

次に、図1及び図3を主に参照して、上述した建設装置10を利用して風力発電装置1を建設する手順について説明する。まず、基台2の上にタワー3を構築した後、タワー3の周囲に鋼材を組み上げてステージ13を造り上げる。ステージ13に、ナセル載置部22、昇降ジャッキ17、ステージ固定部材32A, 32B等を取り付ける。そして、クレーン車を用いてナセル4を吊り上げて、ナセル4をナセル載置部22の少し上まで移動してからゆっくりと下ろし、ナセル4をナセル載置部22に取り付けて固定する。また、ナセル4の取り付けと同時に、2つのカウンタウエイト29A, 29Bを、ステージ13のナセル4と反対側の位置に吊り下げる。

40

**【0021】**

次に、図1に示すように、各昇降ジャッキ17をワイヤ12に沿って上昇動作させて、ナセル4及びカウンタウエイト29A, 29Bを取り付けたまま、ステージ13をタワー3の高さ方向に沿って上昇させる。このとき、ナセル4は、タワー3の周囲に配置されたステージ13の一部に、タワー中心軸Cから右方向に離間して取り付けられている。その一方で、カウンタウエイト29A, 29Bはナセル4とバランスをとるようにタワー中心軸Cから左方向に離間して取り付けられている。よって、ナセル4の荷重によりステージ

50

13に作用する偏心モーメントは、カウンタウエイト29A, 29Bの荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントにより相殺され、タワー3に作用する偏心モーメントを無くすることができる。このため、ナセル4の荷重による偏心モーメントに抗するための無駄な強度をタワー3に与えることを回避することができ、タワー3の強度を小さく済ませることができる。

#### 【0022】

また、ステージ13の上昇時に、ステージ13がタワー3の外周に直接に反力をとるのではなく、吊り上げ桁11を介してステージ13の頂部に反力をとるようにしたことによって、タワー3に無駄な強度を与えることを回避している。即ち、4つの昇降ジャッキ17は、略正方形形状の下梁部材15の四隅に対称的な位置関係で設けられており、これ  
10  
に対応して、4本のワイヤ12は、略正方形形状の吊り上げ桁11の四隅から対称的な位置関係で垂下されている。よって、ステージ13の上昇時には、4つの昇降ジャッキ17はそれぞれ同じ大きさの引っ張り力を各ワイヤ12に与える。このとき、吊り上げ桁11の四隅には同じ大きさの引っ張り力が下向きに作用するため、タワー3の頂部には、偏心モーメントがほとんど作用せず、鉛直下向きの荷重のみが作用する。ここで、タワー3の頂部はそもそもナセル4が載置される部位であり、鉛直下向きの大荷重に耐える強度を有している。よって、タワー3の頂部は何ら支障なく、上記の鉛直下向きの荷重を受けることができる。このようにステージ上昇機構を構成したことで、ステージ13がタワー3の外周に直接に反力をとることを回避して、吊り上げ桁11を介してステージ13の頂部に反力を取り、タワー3の頂部より下方の外周に無駄な強度を与えることを回避している  
20  
。但し、ステージ13がタワー3の頂部より下方の外周に直接に反力をとるようにしても、ナセル4の偏心モーメントはカウンタウエイト29A, 29Bの偏心モーメントにより相殺されるので、タワー3の強度を小さく済ませる効果を得ることができる。

#### 【0023】

また、本実施形態に係る建設装置10では、カウンタウエイト29A, 29Bを用いてバランスをとりながら、ステージ13に載置されたナセル4を上昇させているため、建設装置10自体を簡素なものとすることができる。たとえば、カウンタウエイト29A, 29Bを用いずにナセル4を上昇させるためには、ステージ13の傾きを抑えるために、強固なガイドレールをタワー3に設けるか、あるいはステージ13を水平に保持するための水平保持機構などを設けることが必要となる。この点、本実施形態に係る建設装置10では、カウンタウエイト29A, 29Bでバランスをとりながらステージ13を上昇させるので、ガイドレールや水平保持機構などを設けることは不要となる。また、ガイドレールを設ける場合でも、単にステージ13の案内をするのみで、大きな強度に耐えられるような強固なものでない簡素なものとすることができるし、水平保持機構を設ける場合でも、簡単なもので済ませることができる。  
30

#### 【0024】

次に、図3(a)に示すように、ステージ13がタワー3の頂部まで到達すると、図2の破線部分にレール部材28Cが架設される。そして、ステージ固定部材32A, 32Bが、タワー3に当接するまで横方向に移動される。これにより、ステージ固定部材32A, 32Bはタワー3の外周面を左右から挟み、ステージ13がタワー3に固定される。  
40

#### 【0025】

次に、図3(b)に示すように、ナセル横引き装置24にワイヤ25を引っ張るように動作させることで、ナセル4を載せたままナセル載置部22をタワー中心軸C方向に移動させる。また、これと同時に、2つのカウンタウエイト横引き装置31のそれぞれにワイヤ30を引っ張るように動作させることで、2つのカウンタウエイト29A, 29Bをタワー中心軸C方向に移動させて、カウンタウエイト29A, 29Bの荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントを変化させる。このように、ナセル4とカウンタウエイト29A, 29Bを同時に移動させることにより、ナセル4の荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントと、カウンタウエイト29A, 29Bの荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントのバランスがとられる。このため、ナセル4の荷重による偏心モ  
50

ーメントがタワー3に作用することがなく、当該偏心モーメントに抗するための無駄な強度をタワー3に与えることを回避することができる。

【0026】

ナセル4は、ステージ13においてタワー中心軸C上の位置まで移動される。また、前側のカウンタウエイト29Aはタワー3の前側の位置まで移動され、後側のカウンタウエイト29Bはタワー3の後側の位置まで移動される。ナセル4をタワー中心軸C上まで移動した後、ナセル載置部22の各油圧ジャッキ21の油圧を調節して、ナセル4をゆっくりと下降させる。これにより、ナセル4はタワー3の頂部に載置される。その後、ナセル4はタワー3の頂部に締結され固定される。このとき、ステージ13からナセル4の荷重がなくなっても、2つのカウンタウエイト29A、29Bはタワー3の前後に移動しているためバランスがとれている。このため、一方のカウンタウエイト29Aの荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントは、他方のカウンタウエイト29Bの荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントにより相殺されるので、タワー3に偏心モーメントは作用しない。

10

【0027】

次に、図3(c)に示すように、ステージ固定部材32A、32Bを、タワー3の外周面から横方向に移動させて、元の位置まで戻す。そして、4つの昇降ジャッキ17に下降動作をさせて、ステージ13をワイヤ12に沿って下降させる。その後、作業により、ステージ13は分解される。また、ナセル4の前面にプロペラとなるブレードを地上から吊り上げて、ナセル4に組み付ける。最後に、吊り上げ桁11を分解して、鋼材を地面に降ろす。これで、風力発電装置1の建設作業が終了する。

20

【0028】

ところで、風力発電装置1の建設中に、タワー3に揺れが生じると、作業に支障をきたすことが考えられる。本実施形態に係る建設装置10では、この揺れを防止するための制振機構として、カウンタウエイト29A、29Bを用いる態様としている。制振機構としては、図4に示すような、いわゆるチューンド・マス・ダンパや図5に示すような、いわゆるアクティブ・マス・ダンパが知られている。これらの制振機構におけるマスとして、カウンタウエイト29A、29Bを用いることができる。

【0029】

図4に示すチューンド・マス・ダンパでは、カウンタウエイト29をマスとして利用しており、カウンタウエイト29に揺れ周期調整用のバネ51と減衰確保のためのダンパ52が接続されている。こうして、カウンタウエイト29を制振機構のマスとして利用することができる。また、ステージ13の上昇に伴い、タワー3の固有周期は変動するが、この固有周期の変動に同調させるように、バネ51のバネ定数やダンパ52の減衰度合といった特性を調整することにより、より有効に制振効果を発揮させることができる。

30

【0030】

一方、図5に示すアクティブ・マス・ダンパでは、やはりカウンタウエイト29をマスとして利用しており、カウンタウエイト29を積極的に振動させる油圧アクチュエータ61の一端部がカウンタウエイト29に取り付けられている。この油圧アクチュエータ61には、駆動装置62が取り付けられ、駆動装置62はコントローラ63によって制御される。コントローラ63には、振動センサ64が接続されており、検出した振動をコントローラ63に出力する。また、油圧アクチュエータ61の他端部は、ステージ13から突出する突出片65に取り付けられている。コントローラ63では、振動センサ64で検出された振動に応じて、油圧アクチュエータ61の駆動力を算出し、駆動装置62によって油圧アクチュエータ61を駆動させてカウンタウエイト29を振動させて、タワー3の振動を抑制する。

40

【0031】

[第二実施形態]

次に、図6を参照して、第二実施形態に係る風力発電装置1の建設装置40、及びそれを用いた建設方法について説明する。なお、第一実施形態と同じ部材には同一の符号を付

50

し、重複した説明は省略する。

【0032】

図6(a)に示されるように、第二実施形態に係る建設装置40は、カウンタウェイト29A, 29Bに代えて、バラストタンク41Aに水を入れたものをバランス部材41として用いている点で、第一実施形態と主に相違している。ステージ13の左端にはバラストタンク41Aが吊り下げられており、このバラストタンク41Aの中には水が入れられている。ここで、バラストタンク41A内の水量は、ナセル4の荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントと水入りバラストタンク41の荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントがつり合うように、適量に調節されている。また、ステージ13の右端には、左端のバラストタンク41Aと同形状のバラストタンク42Aが吊り下げられて

10

【0033】

左側のバラストタンク41Aと右側のバラストタンク42Aの間には、配管43が延設されている。配管43の左側部分は左側のバラストタンク41Aの上部から底部まで延在しており、配管43の左端にはポンプ44が取り付けられている。また、配管43の右側部分は右側のバラストタンク42Aの上部から底部まで延在している。ポンプ44が動作することにより、左側のバラストタンク41Aの水は圧送されて右側のバラストタンク42Aに移動される。このように水を移動させることで、水入りバラストタンク41, 42の荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントを変化させ、当該偏心モーメントを調節することが可能となっている。

20

【0034】

風力発電装置1の建設工程では、タワー3の周囲にステージ13を組み上げてから、ステージ13にナセル4、バラストタンク41A, 42Aを取り付け、バラストタンク41Aに水を入れる。その後、図6(a)に示すように、昇降ジャッキ17を上昇動作させて、ステージ13をタワー3の高さ方向に沿って上昇させる。このとき、ナセル4はステージ13上にタワー中心軸Cから右方向に離間して取り付けられている。その一方で、水入りバラストタンク41はナセル4とバランスをとって、ステージ13の左端に吊り下げられている。よって、ナセル4の荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントと、水入りバラストタンク41の荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントはつり合っており、ナセル4の荷重による偏心モーメントがタワー3に作用することがない。このため、ナセル4の荷重による偏心モーメントに抗するための無駄な強度をタワー3に与えることを回避することができ、タワー3を強度のより小さな構造とすることができる。

30

【0035】

次に、図6(b)に示すように、ステージ13がタワー3の頂部まで上昇すると、ステージ固定部材32A, 32Bによりタワー3が挟まれて、ステージ13はタワー3に固定される。その後、ナセル横引き装置24がワイヤ25を引っ張ることで、ナセル4はタワー中心軸C方向に移動される。また、これと同時に、左側のバラストタンク41A内に設置されたポンプ44を動作させて、左側のバラストタンク41A内の水を右側のバラストタンク42A内に移動させる。このように、ナセル4と水を同時に移動させることにより、ナセル4の荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントと、水の荷重によりステージ13に作用する偏心モーメントのバランスがとられる。よって、ナセル4の荷重による偏心モーメントがタワー3に作用することがなく、当該偏心モーメントに抗するための無駄な強度をタワー3に与えることを回避することができる。その後、図6(c)に示すように、第一実施形態と同様に、ナセル4をタワー3の頂部に固定してから、ステージ13はワイヤ12に沿って地上に降ろされる。そして、ステージ13は作業者により分解される。

40

【0036】

なお、上記の建設装置40では、ステージ13に2つのバラストタンク41A, 42Aを吊り下げているが、バラストタンクは左側の1つ(符号41A)だけでもよい。例えば、ステージ13に右側のバラストタンク42Aを吊り下げるのに代えて地上にバラスタ

50

ンクを設置し、ステージ 1 3 に吊り下げられた左側のバラストタンク 4 1 A と地上のバラストタンクとの間に、十分な長さを有する配管を設ければよい。こうすれば、ナセル 4 がタワー 3 の中心軸 C に移動するときには、ポンプ 4 4 を動作させて左側のバラストタンク 4 1 A 内の水を地上のバラストタンクに移動して、ナセル 4 の荷重による偏心モーメントと水入りバラストタンク 4 1 の荷重による偏心モーメントのバランスをとることができる。

【 0 0 3 7 】

また、上述した水入りバラストタンク 4 1 A は、いわゆるチューンド・リキッド・ダンパ（スロッシングダンパ）としても機能している。このように、水入りバラストタンク 4 1 がチューンド・リキッド・ダンパとして機能することにより、タワー 3 の振動を好適に抑制することができる。また、図 7 に示すように、バラストタンク 4 1 A 内に回動可能な仕切板 7 1 , 7 2 を設けることにより、仕切板 7 1 , 7 2 間を移動する水の抵抗を変化させ、ステージ 1 3 の上昇に伴うタワー 3 の固有周期の変動に同調させるように、チューンド・リキッド・ダンパを調整することもできる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 8 】

【 図 1 】 第一実施形態に係る風力発電装置の建設装置を示す側面図である。

【 図 2 】 第一実施形態に係る風力発電装置の建設装置を示す平面図である。

【 図 3 】 第一実施形態に係る風力発電装置の建設工程を示す工程図である。

【 図 4 】 第一実施形態に係るチューンド・マスダンパを採用した建設装置を示す側面図である。

【 図 5 】 第一実施形態に係るアクティブ・マスダンパを採用した建設装置を示す側面図である。

【 図 6 】 第二実施形態に係る風力発電装置の建設工程を示す工程図である。

【 図 7 】 第二実施形態に係るチューンド・リキッドダンパ（スロッシングダンパ）を採用した建設装置を示す側面図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 9 】

1 ... 風力発電装置

2 ... 基台

3 ... タワー（塔状構造物）

4 ... ナセル

1 0 ... 建設装置

1 1 ... 吊り上げ桁

1 2 ... ワイヤ

1 3 ... ステージ

1 7 ... 昇降ジャッキ

2 2 ... ナセル載置部

2 4 ... ナセル横引き装置

2 9 ... カウンタウエイト（バランサ部材）

3 1 ... カウンタウエイト横引き装置

3 2 A , 3 2 B ... ステージ固定部材

4 1 ... 水入りバラストタンク（バランサ部材）

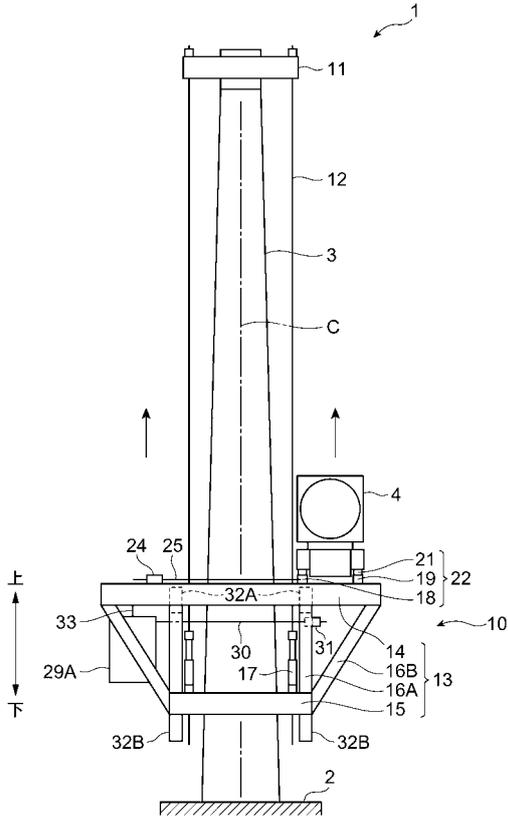
10

20

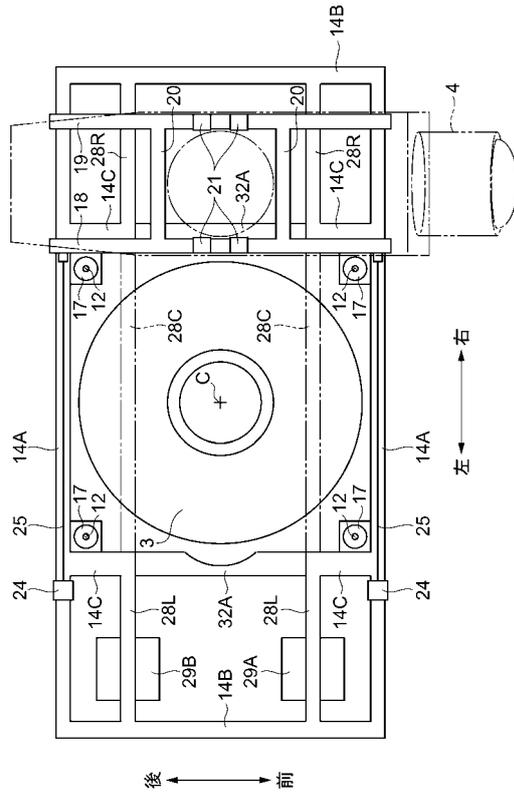
30

40

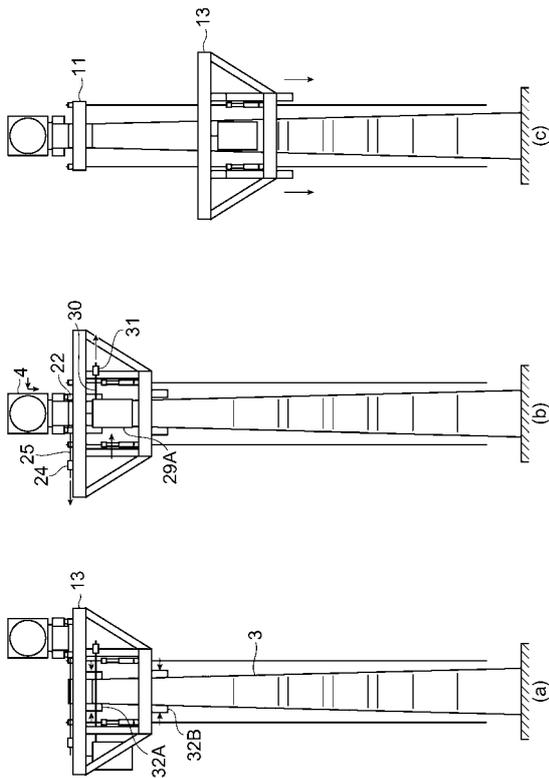
【図1】



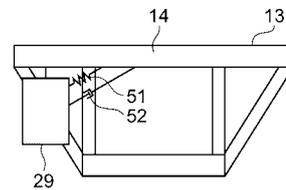
【図2】



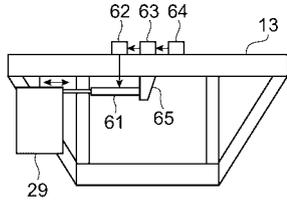
【図3】



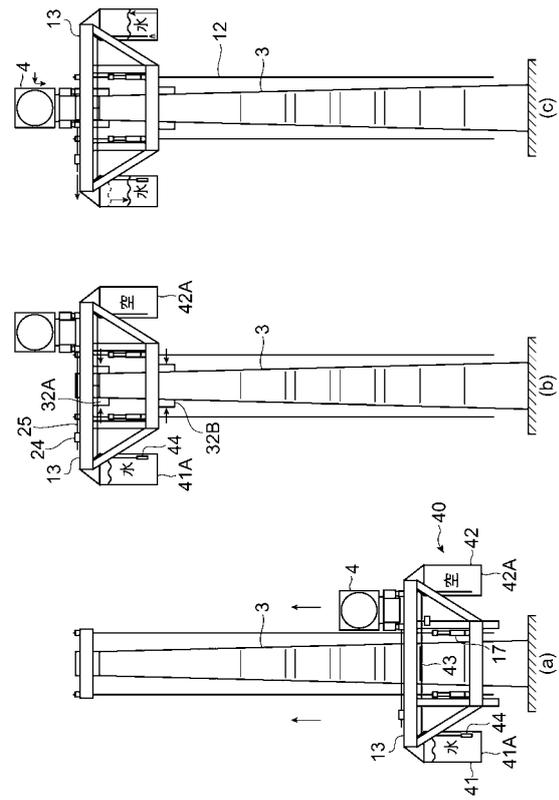
【図4】



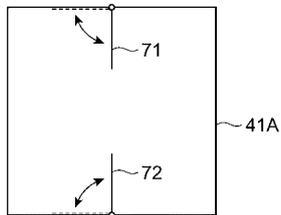
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 康博  
東京都港区元赤坂一丁目2番7号 鹿島建設株式会社内
- (72)発明者 鶴岡 松生  
東京都港区元赤坂一丁目2番7号 鹿島建設株式会社内
- (72)発明者 中村 雅彦  
東京都港区元赤坂一丁目2番7号 鹿島建設株式会社内

審査官 刈間 宏信

- (56)参考文献 特開2002-242483(JP,A)  
特開平06-146662(JP,A)  
特開2003-184730(JP,A)  
特開2004-308521(JP,A)  
特開2003-176774(JP,A)  
特開2001-020850(JP,A)  
特開2000-205108(JP,A)  
特表2002-517660(JP,A)  
実開昭56-118518(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F03D 11/04