

明 細 書

発明の名称：横軸ロータ

技術分野

[0001] 本発明は、大きな揚力を発生し強い遠心力が作用しても、風車のブレードが破壊するおそれは小さく、しかも低風速でも効率のよい回転をすることのできる横軸ロータに関する。

背景技術

[0002] プロペラ式横軸風車は、例えば特許文献 1 に記載されている。これは支柱に旋回可能に支持されているナセルから、水平のロータ軸を突設し、その先端に固定されているロータに、複数のブレードを放射方向に向けて固定したものである。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2013-189970

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に記載の発明においては、ブレードは全体に亘って同じ厚さであり、かつ、その弦長は、先端から基端まで同じ寸法であって、先端部が単純に前方向に屈曲されている。この風車は、カザグルマとしては好ましく回転するが、発電機と接続させると、発電機には、磁石のコギングトルクが作用するため、回転力は極度に低下し、発電装置用としては実用性が劣るものである。

特にブレードは平板状であるので、コアング効果を十分に発揮させることが難しい。特に大型風車では、発電効率が優れていなければ、コスト負担だけが大となり、実用性は乏しくなる。

大型風車のブレードは、回転遠心力と風圧により破壊されやすく、剛性を大とすると、重くなって回転効率が悪化し、また低風速では、起動が困難で

あり、実用性が乏しくなる。

本発明は、このような実情に鑑み、受風性能に優れるとともに破壊されにくく、かつ回転効率の高いブレードと、このブレードを備えた風車及び水車に適する横軸ロータを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明は前記課題を解決するために、次のような技術的手段を講じた。

[0006] (1) ハブの周面に放射方向を向く複数の揚力型ブレードが固定されている横軸ロータにおいて、各ブレードを、正面視において基端部から翼端へかけて弦長を次第に大とした揚力型のものとするとともに、その径方向の中間部から先を前向湾曲部とし、その前向端部の前端面を、正面視で、前縁の厚さが厚い揚力型としてなる横軸ロータ。

[0007] (2) 前記前向湾曲部における前向端部の前端面を、正面視で前縁の厚さが厚い揚力型とし、かつ前縁と後縁を同一の回転トラック上に位置させてなる前記(1)に記載の横軸ロータ。

[0008] (3) 前記横軸ロータにおけるブレードの側面視において、前向湾曲部の湾曲内面の曲率半径を、湾曲外面の曲率半径よりも大としてなる前記(1)または(2)に記載の横軸ロータ。

[0009] (4) 前記前向湾曲部の側面視における前向先端における前端面の基端における、軸心線と平行となる部分の厚さを、ブレードにおける最大厚さの部分としてなる前記(1)～(3)のいずれかに記載の横軸ロータ。

[0010] (5) 前記前向湾曲部の前向先端における前端面が、側面視で軸心線と直交するとともに、その前縁よりも後縁が、平面視で回転方向に対して後面寄りに傾斜してなる前記(1)～(4)のいずれかに記載の横軸ロータ。

[0011] (6) 前記前向湾曲部の前向先端における前端面の最大厚さを、基部の基端部における厚さのほぼ50%の厚さとし、前部を厚い揚力型としてなる前記(1)～(5)のいずれかに記載の横軸ロータ。

[0012] (7) 前記ブレードの基部の側面視における後面を、軸心線と直交させ、かつその前面を、基端部からブレードの径方向の中心部にかけて、次第に後面

方向へ傾斜させてなる前記（１）～（６）のいずれかに記載の横軸ロータ。

発明の効果

- [0013] 本発明によると、次のような効果が奏せられる。
- [0014] 前記（１）に記載の発明においては、各ブレードは、正面視で基端部から翼端へかけて弦長を次第に大とした揚力型であり、かつその径方向の中間部から先を、前向湾曲部としてあるので、ブレードが前方から気流を受けると、弦長の長い前向湾曲部に当る流体は、前向湾曲部の内湾曲面を翼端方向から、ブレードの径方向の中心部方向へ高速で集合して、その後縁から斜め後方へ通過し、反作用として、ブレードは回転方向へ回転させられる。
- [0015] 前記（２）に記載の発明において、前向湾曲部における前向先端の前端面は、正面視で前縁が厚い揚力型とし、その前縁と後縁は、同一回転トラック上に位置されているので、ブレードの回転に伴ってブレードの周面に沿って通過する流体は、コアングダ効果により高速となって回転トラック上の後方向へ通過し、その反動でブレードは回転トラック上の前方向へ進行する。特に前向先端の前端面に近い部分は、最大の厚さであるため、高速流が通過し、反作用としてブレードはコアングダ効果に伴う高速回転が生じる。
- [0016] 前記（３）に記載の発明においては、側面視におけるブレードの前向湾曲部は、湾曲外面の曲率半径よりも湾曲内面の曲率半径の方が大とされているので、翼端を上向きとした時の横断面の厚さを厚くすることができ、回転に伴うその部分におけるコアングダ効果による流速が上がって負圧が発生し、負圧部分に周囲の大気圧が瞬時に押し寄せ、ブレードは回転方向へ気圧の差により回転方向へ進行する。
- [0017] 前記（４）に記載の発明においては、前向湾曲部の側面視において、前向先端における前端面の基端での、軸心線と平行となる部分の厚さを、ブレードにおける最大厚さとしてあるので、その表面を通過する気流は、コアングダ効果により高速流となり、高速流の流体圧は低下するため、湾曲内面に当る流体は翼端方向へ移動して、大量が通過することとなり回転効率は高められる。

- [0018] 前記（５）に記載の発明においては、前向湾曲部の前向先端における前端面を、側面視において軸心線と直交するとともに、平面視で前端面の前縁から後縁にかけて後部寄りに傾斜させてあるので、ブレードの回転に伴い、前向先端の前端面に沿う流体は、後縁方向へ通過し、その反作用で、ブレードは回転方向へ進行する。
- [0019] 前記（６）に記載の発明においては、前向湾曲部の前向先端における前端面の最大厚さを、基部の基端部における厚さのほぼ50%の厚さとし、前部が厚い揚力型に形成されているので、翼端においても、コアンダ効果による高速流が生じ、回転効率が高められる。
- [0020] 前記（７）に記載の発明においては、ブレードの基部は、側面視において後面は、軸心線と直交し、同じく前面は、基端部からブレードの径方向の中間部にかけて、次第に後面方向へ傾斜しているので、ブレードの基部前面に当たる流体は、ブレードの回転に伴い前向湾曲部の内湾曲面の方向へ移動し、これを大量の流体で回転方向へ押すとともに、後縁から外方へ通過して、コアンダ効果による高速流が生じ、その反作用としてブレードを高速回転させる。

図面の簡単な説明

- [0021] [図1]本発明の横軸ロータの正面図である。
- [図2]図1におけるII-II線横断面図である。
- [図3]図1におけるIII-III線横断面図である。
- [図4]図1におけるIV-IV線横断面図である。
- [図5]図1におけるV-V線横断面図である。
- [図6]図1におけるVI-VI線横断面図である。
- [図7]図1におけるVII-VII線横断面図である。
- [図8]図1におけるVIII-VIII線横断面図である。

発明を実施するための形態

- [0022] 本発明の一実施形態を、図面を参照して説明する。実施形態の横軸ロータ1は、風車用として説明するが、本発明は水車用としても適用することがで

きる。

- [0023] 正面図である図1において、本発明の横軸ロータ1は、ハブ2の周面に複数（図では5枚）の揚力型ブレード3を、等間隔で放射方向へ向けて固定されており、その直径は、例えば430cm、ブレード3の最大翼弦長100cm、基端部4Aの弦長は、約39cmとする中型ロータであり、前方から風を受けると、反時計回りに回転するようになっている。なお、これらの寸法は単なる一例である。
- [0024] 図1のII-II線縦断面を図2に示すように、ブレード3の径方向の中間部3Aを境に、ハブ2と接する基部4の先端に、正面方向へ大きく湾曲する前向湾曲部5が形成されている。その正面形は、基端部4Aから翼端へかけて次第に弦長を長くし、回転時における遠心部分での受風面積を大としてある。
- [0025] 前記基端部4Aの厚さは、例えば回転半径の20%±2%とされ、径方向の中間部3Aへかけて、後面4Cはハブ2の軸心線Gと直交しており、正面4Bでは、基端部4Aから径方向の中間部3Aへかけて、次第に後寄りに傾斜し、径方向の中間部3Aの厚さは、基端部4Aの厚さよりもやや薄くなっている。
- [0026] 前記前向湾曲部5は、側面視で前向先端における前端面5Aは、軸心線Gと直交しており、前端面5Aの基端5Bから径方向の中間部3Aへかけて、湾曲内面5Dとなっている。前向先端の前端面5Aの先端5Cから後面は、径方向の中間部3Aへかけて湾曲外面5Eとなっている。
- [0027] 湾曲内面5Dの曲率半径は、湾曲外面5Eの曲率半径より大とされ、中間部3Aから先端5Cへかけて、厚さが薄くなっている。ただし、図5～図8に横断面を示すように、前向湾曲部5は、図2における径方向の中間部3Aから、翼端方向へ向かって次第に厚くなっている。
- [0028] 回転時におけるブレード3の表面に生じるコアンダ効果は、ブレード3が厚い方が大であって流速を早めるので、前向湾曲部5の、図1におけるVIII-VIII線横断面付近の厚さが厚くて弦長が長く、最も速度が大となり、この

部分において、ブレード3の高速回転時の効率は高められる。

[0029] 図2及び図8に示すように、前向湾曲部5は厚いので、コアンダ効果が大きくて高速流を発生させ、風速が低下しても、回転に伴うコアンダ効果の継続により横軸ロータ1の回転は維持される。

[0030] 図1において、ブレード3の弦長は、翼端部で例えば回転半径の50%±5%で、実験の積み重ねの結果はこの数値が好ましく、基端部4A方向へ次第に小とし、軸心線G部分から回転半径の20%部分にあたる後縁3CにおけるIⅤ-IⅤ線の位置の切込点3Dから、前縁3B方向へ切込部3Eを形成して弦長を小とし、切込部3Eの弦長を、回転半径の約20%±2%としてある。図1のIII-III線断面は、図3に示すように、基部4においてはほぼ円形で、円柱状となっている。

[0031] ブレード3の前縁3Bは、軸心線G部分から先端方向へかけて、図1における回転半径の80%部分にあたる湾曲基点3Fから、基部4の基端部4Aにかけてほぼ直線で、前記湾曲基点3Fから翼端3Gまでは凸曲面であって、前縁5Fは前方向へ突出している。

[0032] 図1において、前向湾曲部5の前向先端における前端面5Aの形状は、ブレード3の図5～図8に示す横断面の厚さを、次第に薄くした揚力型となっており、最大厚さは、基部4における基端部4Aのほぼ50%とされているが、これに限定されるものではない。図2に示すようにブレード3の前端面5Aは、軸心線Gと直交している。

[0033] 前向湾曲部5における前向先端の前端面5Aの弦長は、図1に示すように、求心方向へ向かってVIII-VIII線横断面から次第に小となり、かつ、前縁5Fが前方向へ突出し、湾曲内面5Dは、前縁5Fから後縁5Gへかけて、次第に後面方向へ傾斜している。

[0034] その結果、図8における斜線部分の幅よりも、図2における前向先端の前端面5Aの基端5Bにおける厚さが大で、この部分における回転に伴うコアンダ効果により生じる高速回転により、ブレード3全体の回転効率が高められる。

[0035] この場合、前向先端の前端面 5 A は、軸心線 G と直交状であり、かつ図 8 に示すように、前縁 5 F よりも後縁 5 G を、湾曲外面 5 E の方向へ 6 度～12 度の範囲で傾斜させるもので、前方向から風を受けると、ブレード 3 は前縁 5 F 方向へ押され、回転効率が高められる。

また、前向先端の前端面 5 A の前縁 5 F と後縁 5 G は、同一の回転トラック T 上に位置しているので、回転時の抵抗は小さい。

[0036] 図 1 における、翼端 3 G を上向きとしたブレード 3 の横断面は、図 3～図 8 に示すように、基部 4 はほぼ円形で、正面から受ける気流は切込部 3 E を抵抗なく通過する。

[0037] 図 4 において、軸心線 G から後縁 5 G までは、回転方向に対して約 37 度ほど後面 4 C 方向へ傾斜しており、前方から気流が当たると前縁 3 B 方向へ押されて回転する。図 5 において、軸心線 G から後縁 5 G までは、回転方向に対して例えば約 30 度ほど後面 4 C 方向へ傾斜しており、この基部 4 の正面 4 B に当る気流は、基部 4 の後縁 3 C 方向へ移動して、ブレード 3 は反時計回り方向へ強く進行する。

[0038] 図 6 において、軸心線 G から後縁 5 G までは、回転方向に対して例えば約 26 度ほど後面方向へ傾斜しており、この前向湾曲部 5 の湾曲内面 5 D に当る気流は、前向湾曲部 5 の後縁 5 G 方向へ移動して、ブレード 3 は回転方向へ進行する。

[0039] 図 7 に示すように軸心線 G から後縁 5 G までは、回転方向に対して、例えば約 23 度ほど後面 4 C 方向へ傾斜しており、また図 8 において、軸心線 G 部分から後縁 5 G までは、回転方向に対して約 25 度ほど後面 4 C 方向へ傾斜している。

この湾曲内面 5 D に当る気流は、図 1 における VI—VI 線部分と、VIII—VII I 線部分から VII—VII 線部分へ気流が集まり、前向湾曲部 5 の後縁 5 G 方向へ移動して、ブレード 3 は回転方向へ気圧差により勢いよく回転する。

[0040] すなわち、図 1 における正面に当る気流は、ブレード 3 の基部 4 においては、径方向の中間部 3 A から、基部 4 の基端部 4 A 方向の正面 4 B を後縁 3

C外方へ通過して、そのコアングダ効果の反作用として、ブレード3は回転方向へ牽引される作用が高まる。

図3～図8に示すように、前向先端の前端面5Aは、軸心線Gに直交する回転方向に対し約10度ほど後縁5Gが前縁5Fよりも後面4C方向に傾斜している。

[0041] 前向湾曲部5では、図1において、前向先端の前端面5Aにおける前縁5Fと後縁5G部分は、回転トラックT上に位置しているので、この周面を通過する気流は、回転トラックT上を後方向へ通過し、その反作用によってブレード3は、回転トラック上を反時計回り方向へ強く引き込まれ、回転効率を高められる。

[0042] 図2において、前向先端における前端面5Aの基端部5Bから湾曲内面5Dを、ブレード3の径方向の中間部3A方向へ滑る気流と、図1におけるブレード3の径方向の中間部3A方向から、VII－VII線部分へ移動する気流の集合気流が、その部分のブレード3の後縁5Gの外方向へ高速で通過し、そのコアングダ効果の反作用として、ブレード3は高速回転させられる。

[0043] 図2において、X矢示の気流が湾曲内面5Dに当たる時、気流始点Pから気流着点Qに至る気流の速度よりも、点5Bから気流着点Qまで湾曲内面5Dを滑る気流の方が速度が早く（気圧が低下）なり、多量の大気が気流着点Q部分に集合し、後縁5Gの外方向へ高速で通過し、その反作用でブレード3の回転効率は高められる。

[0044] ブレード3の基部4の基端部4Aから、ブレード3の径方向の中間部3Aへかけて後方へ傾斜している正面4Bに当たり、翼端へ抜けようとする気流は、前向湾曲部5に強く当たり、ブレード3を回転方向へ回転させて、後縁5Gから外方へ通過する。

[0045] 前向湾曲部5の径方向の長さは、例えばブレード3の回転半径の約50%であり、その前向先端の前端面5Aは、基部4の後面4Cから、長さ方向のほぼ72%に当る長さ、前方に突出している。

この特異な形状による特長の第1としては、湾曲内面5Dに受けた気流を

、図2の終点Q部分に集合させて、後縁5Gの外方向へ通過させる作用がある。

[0046] また前向湾曲部5における前縁5F部分が厚いため、コアンダ効果による高速流が効率よく発生し、高速流の通過に伴い、その反作用によって、ブレード3は気圧差により回転方向へ強く引かれ、高速回転力が生起されることとなる。

[0047] このブレード3は、その径方向の中間部3Aから先端部分を、前向きに湾曲する前向湾曲部5とし、その弦長を長くしてあるので、回転遠心部分における受風面積が大となっており、回転効率が高められている。

その内湾曲面5Dに前面から当る気流は、湾曲内面5Dで高速化されて前向湾曲部5の中心部に集合し、高速化された多量の気流が、後縁5Gから外方へ通過するので、その反作用としてブレード3を高速回転させる。

[0048] かつ前向湾曲部5の前縁5F部分が厚いので、ブレード3の表面に沿って移動する気流は、コアンダ効果により高速で通過し、その反作用によるブレード3の回転効率は高められる。

前向湾曲部5は弦長が長く、かつ基部4よりも前方へ大きく突出しているため、斜め方向からの気流を効率よく受けることができ、気流の方向の変化が生じて、回転速度を低下させることがなく、回転し続けることができる。

[0049] 更に厚い前向湾曲部5が、表面を通過する気流の流速をあげるので、前部の圧力が低下し、後部の流れが元に戻り、圧力が上がる。そのため回転力が急激に低下することではなく、回転を継続させ、高い回転トルクを維持させる。

本発明の横軸ロータ1は、直径5cm程度の小型から、直径10m以上の大型のものまで適用可能であり、風車及び水車に適している。

産業上の利用可能性

[0050] ブレードの長さの中心から先方における前向湾曲部が、翼端失速を起こさないため回転効率高い。また前向湾曲部の厚みが厚いため、コアンダ効果

により回転効率が高く、かつ、高い剛性を備えており、風力発電装置や水力発電装置に利用される。

符号の説明

- [0051] 1. 横軸ロータ
2. ハブ
3. ブレード
- 3 A. 径方向の中間部
- 3 B. 前縁
- 3 C. 後縁
- 3 D. 切込点
- 3 E. 切込部
- 3 F. 湾曲基点
- 3 G. 翼端
4. 基部
- 4 A. 基端部
- 4 B. 正面
- 4 C. 後面
5. 前向湾曲部
- 5 A. 前端面
- 5 B. 基端
- 5 C. 先端
- 5 D. 湾曲内面
- 5 E. 湾曲外面
- 5 F. 前縁
- 5 G. 後縁
- E. 中央線
- G. 軸心線
- P. 気流始点

Q. 気流着点

請求の範囲

- [請求項1] ハブの周面に放射方向を向く複数の揚力型ブレードが固定されている横軸ロータにおいて、各ブレードを、正面視において基端部から翼端へかけて弦長を次第に大とした揚力型のものとするとともに、その径方向の中間部から先を前向湾曲部とし、その前向端部の前端面を、正面視で前縁の厚さが厚い揚力型としてなることを特徴とする横軸ロータ。
- [請求項2] 前記前向湾曲部における前向端部の前端面を、正面視で前縁の厚さが厚い揚力型とし、かつ前縁と後縁を同一の回転トラック上に位置させてなることを特徴とする請求項1に記載の横軸ロータ。
- [請求項3] 前記横軸ロータにおけるブレードの側面視において、前向湾曲部の湾曲内面の曲率半径を、湾曲外面の曲率半径よりも大としてなることを特徴とする請求項1または2に記載の横軸ロータ。
- [請求項4] 前記前向湾曲部の側面視における前向先端における前端面の基端における、軸心線と平行となる部分の厚さを、ブレードにおける最大厚さの部分としてなることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の横軸ロータ。
- [請求項5] 前記前向湾曲部の前向先端における前端面が、側面視で軸心線と直交するとともに、その前縁よりも後縁が、平面視で回転方向に対して後面寄りに傾斜してなることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の横軸ロータ。
- [請求項6] 前記前向湾曲部の前向先端における前端面の最大厚さを、基部の基端部における厚さのほぼ50%の厚さとし、前部を厚い揚力型としてなることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の横軸ロータ。
- [請求項7] 前記、ブレードの基部の側面視における後面を、軸心線と直交させ、かつ前面を、基端部からブレードの長さの中心部にかけて、次第に後面方向へ傾斜させてなることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の横軸ロータ。