

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3728552号  
(P3728552)

(45) 発行日 平成17年12月21日(2005.12.21)

(24) 登録日 平成17年10月14日(2005.10.14)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>

F 1

E O 4 H 15/22

E O 4 H 15/22

E O 4 B 1/342

E O 4 B 1/342

A

請求項の数 1 (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-94528

(22) 出願日

平成10年4月7日(1998.4.7)

(65) 公開番号

特開平11-293961

(43) 公開日

平成11年10月26日(1999.10.26)

審査請求日

平成15年7月4日(2003.7.4)

(73) 特許権者 000003621

株式会社竹中工務店

大阪府大阪市中央区本町4丁目1番13号

(74) 代理人 100090114

弁理士 山名 正彦

(72) 発明者 最上 公彦

東京都中央区銀座八丁目21番1号 株式

会社竹中工務店東京本店内

(72) 発明者 小林 峰子

東京都中央区銀座八丁目21番1号 株式

会社竹中工務店東京本店内

(72) 発明者 深尾 康三

東京都中央区銀座八丁目21番1号 株式

会社竹中工務店東京本店内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】テンションリングを水平状に配置した空気膜構造物

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

地面に固定したコンプレッションリングと同心円状ないしこれに近似の形状で小径である複数のテンションリングが配置され、最外周のコンプレッションリングとその内側のテンションリングとの間に2本を一組とし内側のテンションリングの位置に頂角を有する二股状のワイヤーロープが各リングの周方向の全長にわたり放射状に複数配置され、更に内側に隣合うテンションリングと前記テンションリングとの間にも前記2本を一組とするワイヤーロープの頂角の位置から内側のテンションリングまで放射状の配置で各1本ずつのワイヤーロープが各リングの周方向の全長にわたり複数配置され、中心部のテンションリングの面内にも放射状に配置したワイヤーロープを連結して、設計荷重に対して、各テンションリングに連結されたワイヤーロープの張力が各テンションリングに対する内向きの力よりも外向きの力の方が大きくテンションリングの応力が引っ張り応力となる外殻フレームが形成され、

前記外殻フレームの内側に、外周をコンプレッションリングへ止着されて下面が開口した袋形状をなす空気膜が設置され内圧が作用させられており、

テンションリング部分には、鉛直方向の力を釣り合わせる重り又はワイヤーロープによるアンカーが設置されていることを特徴とする、テンションリングを水平状に配置した空気膜構造物。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

**【発明の属する技術分野】**

この発明は、最大外径が約1600m、地上の最高部が約200mにも達する超大スパンの巨大空間を創出すると共に、その内部は閉鎖的な市街、工場、オフィス、農場、競技場、あるいはこれらの複合した広域施設等々として多目的な利用が可能な空気膜構造物の技術分野に属し、特に複数のテンションリングを水平状に配置した空気膜構造物に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

従来、他の構造では実用化が難しい巨大空間も空気膜構造では可能であることから、巨大空間を創出するドーム形状の空気膜構造物が提案されている。

特開昭63-165662号公報には、膜材に反力を付与する引張材等の構造材を改良した空気膜構造物が開示されている。 10

**【0003】****【本発明が解決しようとする課題】**

従来の空気膜構造物は多く存在するが、一つの閉鎖的な市街地などを建設できるほどに水平方向に広く偏平な超大スパンの空気膜構造物は見聞しない。その理由は、従来の技術では空気膜構造物の形態の保持及び構造的安定性は空気膜に作用する内部圧に依存するが、空気膜に取付けられた補強用ワイヤーロープ等のネットワークがシングルであるに過ぎない。したがって、空気膜構造物を水平方向に広く巨大な空間を創出するべく建設しようすれば、それだけワイヤーロープが負担する応力が大きくなり、自重量が増えて空気膜の内部圧を高くしなければならず、そうすると空気膜の補強材の強度も必然的に強化しなければならないから、最大外径が1600m以上にも達する超大スパンの空気膜構造物を建築することは事実上不可能に近いと考えられている。 20

**【0004】**

この発明の目的は、最外周のコンプレッションリングと、その内側に配置した複数のテンションリング、及びこれらの間を放射方向に連結したワイヤーロープとによる外殻フレームを、親ケーブルと子ケーブルのネットワークとして形成し、もって最大外径が約1600m以上、地上の最高部位が約200m以上にも達する巨大空間を創出する、テンションリングを水平状に配置した空気膜構造物を提供することである。

**【0005】**

本発明の次の目的は、地震や風荷重に対する形態の保持や構造的安定性を保ち、超大スパンの建築物として例えば閉鎖的な市街地、工場、農場、オフィス街、又はこれらを組合わせた広域施設としての実用性を有する超大スパンの空気膜構造物を提供することである。 30

**【0006】****【課題を解決するための手段】**

上記従来技術の課題を解決する手段として、請求項1に記載した発明に係るテンションリングを水平状に配置した空気膜構造物は、

地面に固定したコンプレッションリング1と同心円状ないしこれに近似の形状で小径である複数のテンションリング2、3が配置され、最外周のコンプレッションリング1とその内側のテンションリング2との間に2本を一組とし内側のテンションリング2の位置に頂角を有する二股状のワイヤーロープ4が各リング1、2の周方向の全長にわたり放射状に複数配置され、更に内側に隣合うテンションリング3と前記テンションリング2との間にも前記2本を一組とするワイヤーロープ4の頂角の位置から内側のテンションリング3まで放射状の配置で各1本ずつのワイヤーロープ5が各リング2、3の周方向の全長にわたり複数配置され、中心部のテンションリング3の面内にも放射状に配置したワイヤーロープ6を連結して、設計荷重に対して、各テンションリング2、3に連結されたワイヤーロープの張力が各テンションリングに対する内向きの力よりも外向きの力の方が大きくテンションリングの応力が引っ張り応力となる外殻フレームが形成され、 40

前記外殻フレームの内側に、外周をコンプレッションリングへ止着されて下面が開口した袋形状をなす空気膜が設置され内圧が作用させられており、

テンションリング部分には、鉛直方向の力を釣り合わせる重り又はワイヤーロープによ 50

るアンカーが設置されていることを特徴とする。

#### 【0009】

#### 【発明の実施形態及び実施例】

請求項1記載の発明に係る、テンションリングを水平状に配置した空気膜構造物の実施形態及び実施例を図1～図4に示した。最外周のコンプレッションリング1は地面に固定されている。このコンプレッションリング1の構造の詳細は図3に示した。鋼管を一辺が1.5mのトラス状に組み立てた構成である。因みに該コンプレッションリング1の大きさは、半径方向の幅Wが約6.9m、高さHは約4.0mのトラスフレーム構造とされている。このコンプレッションリング1は、全体としては図1に平面図を示したように外径が約1600mの円形に構築されている。コンプレッションリング1の外周面には気密サッシ10が嵌め込まれて気密性が確保されている。10

#### 【0010】

上記した構造のコンプレッションリング1の内側には、同心円状の配置で直径が約1000mの第1のテンションリング2、及び直径が約400mの第2のテンションリング3がそれぞれ配置され、各々は放射方向に配置したワイヤーロープ(テンションロープ)4、5、6により連結され外殻フレームが形成されている(図1)。即ち、図1に示したように、コンプレッションリング1とその内側に隣合う第1のテンションリング2との間に、直径が100mm位の鋼製のワイヤーロープ4が2本を一組として内側の第1テンションリング2の位置に頂角を有する二股状の配置で各リング1、2の周方向の全長にわたり放射状に複数配置してそれら連結されている。また、前記第1のテンションリング2と、更にその内側の第2のテンションリング3との間にも、前記2本を一組として内側の第1テンションリング2の位置に頂角を有するワイヤーロープ4を、放射方向に内側の第2のテンションリング3と繋ぐ1本ずつのワイヤーロープ5が配置され連結されている。更に外殻フレームの中心に位置する第2のテンションリング3の面内にも、ワイヤーロープ6がグリッド状配置に連結されている。こうして設計荷重に対して、各テンションリング2、3に連結されたワイヤーロープ4、5の張力が各テンションリングに対する内向きの力よりも外向きの力の方が大きくテンションリング2、3の応力が引っ張り応力となる外殻フレームが形成されている。但し、コンプレッションリング1、及び第1、第2のテンションリング2、3の平面形状は図示した円形の限りではない。橢円形、長円形或いは角形などの形態で実施することができる。20

#### 【0011】

上記のように構成された外殻フレームの内側に、外周をコンプレッションリング1に止着され下面を開口した偏平な袋形状をなし、例えば50～80mmAqの内圧を作用させる空気膜7が設置されている。空気膜7には厚さ1mmの構造用四フッ化エチレン樹脂コーティングガラス纖維布が好適に使用される。ただし、空気膜7の材質及び同空気膜に作用させる内圧の大きさは前記した例に限らない。30

#### 【0012】

従って、上記の空気膜7が内圧を受けて膨張すると、図2に示したように、コンプレッションリング1と第1のテンションリング2の間、及び第1と第2のテンションリング2と3の間、並びに第2のテンションリング3の面内でそれぞれ空気膜7が膨らみを形成する超大スパンの空気膜構造物が完成する。その結果、前記コンプレッションリング1とその内側の第1テンションリング2との間を連結したワイヤーロープ4、及び同第1のテンションリング2と更に内側の第2テンションリング3との間を連結したワイヤーロープ5、並びに第2のテンションリング3の内面に連結したワイヤーロープ6にそれぞれ張力を発生して力の平衡を保つ。その際、設計上考慮した各種の外力や内圧(以下、これを設計荷重と呼ぶ)に対して、第1のテンションリング2の内外に連結されたワイヤーロープ4と5から作用する力は、同第1のテンションリング2に対しては内向きの力よりも外向きの力の方が大きくなるようにテンションリング2の位置と空気膜7の膨らみ形状とが決定されている。よって、第1のテンションリング2に発生する応力は引っ張り応力となる。40

#### 【0013】

第2のテンションリング3に対しても全く同様に、その内外に連結したワイヤーロープ5と6から受ける力は、第2のテンションリング2に対しては内向きよりも外向きの引っ張り力が大きくなるようにテンションリング3の位置と空気膜7の膨らみ形状が決定されている。よって、当該第2のテンションリング3に発生する応力も引っ張り応力となる。

#### 【0014】

結局、外周のコンプレッションリング1にのみ圧縮応力が発生し、これ以外の第1、第2のテンションリング2、3には引っ張り応力のみが働いて空気膜構造物全体の力の平衡を保ち、ひいては構造物の形態の保持と構造的安定性を確保する。前記のようにテンションリング2、3及びワイヤーロープ4、5、6が引っ張り材として使用されることにより、材料を力学的に有効に使用することができ、超大スパン構造にしても自重量が軽減されて合成的な空気膜構造物が成立する。

#### 【0015】

但し、空気膜7に作用する空気圧（内圧）に起因する鉛直方向上向きの力（浮力）に対して、テンションリング2、3の部分で力の釣合を保つ手段として、図2に示したように、地盤面に埋め込み設置した施設の重り12へワイヤーロープ8を結合してアンカーとする。或いは前記浮力に余裕のある場合は、図4に示したように住宅とか雨水処理施設のような空中施設11を吊り下げ、これを更にワイヤーロープ8、9で地盤面の施設である重り12と結合して力の平衡を保つ。

#### 【0016】

なお、空気膜7に作用する内部圧力によりテンションリング2、3に発生する位置の変化に対して補完的効力を発揮するダンパー（図示は省略）を装備して、多様な荷重に対する構造的安定性を高める構成で実施することもできる。

上述の構成により、空気膜7に作用する内部圧力を外殻フレームが拘束して全体に均衡を保つ柔軟なシェル構造を形成するから、最大外径が1600m以上にも達する超大スパンの空気膜構造物を、形態上及び構造上の安定性を確保して実現することができる。また、コンプレッションリング1及びテンションリング2及び3の直径、個数等を変更することにより、様々な形状及び規模の空気膜構造物を実現することができる。

#### 【0017】

##### 【本発明が奏する効果】

この発明に係るテンションリングを水平状に配置した空気膜構造物は、最外周のコンプレッションリングとその内側の複数のテンションリング及びこれらを放射方向に連結したワイヤーロープとの組み合わせによる外殻フレームを親ケーブルと子ケーブルのネットワークとして形成したので、最大外径が約1600m以上、地上の最高部位が約200m以上にも達する巨大空間を容易に創出することができる。しかも地震や風荷重に対する形態の保持、構造的安定を保つことができ、超大スパンの建築物として適性を有する空気膜構造体を提供する。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】空気膜構造物の平面図である。

【図2】図1のA-A'矢視の拡大断面図である。

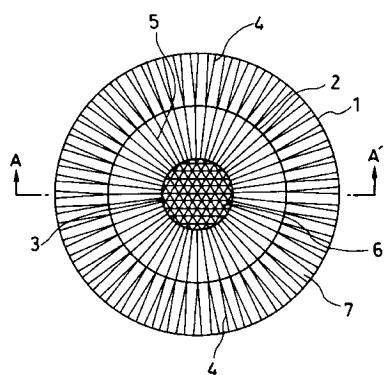
【図3】コンプレッションリングの拡大図である。

【図4】テンションリングを下向きにアンカーする手段の説明図である。

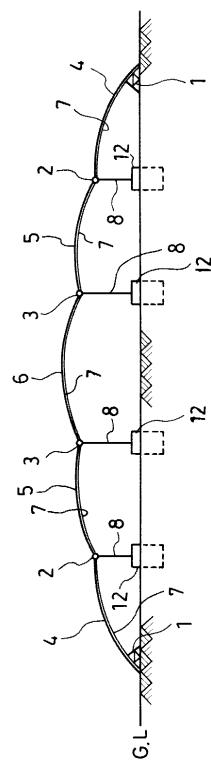
##### 【符号の説明】

- |   |             |
|---|-------------|
| 1 | コンプレッションリング |
| 2 | テンションリング    |
| 3 | テンションリング    |
| 4 | ワイヤーロープ     |
| 5 | ワイヤーロープ     |
| 6 | ワイヤーロープ     |
| 7 | 空気膜         |

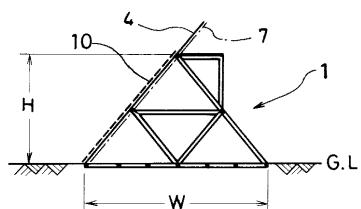
【図1】



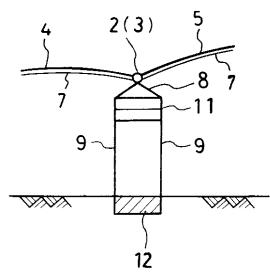
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 油川 真広  
東京都中央区銀座八丁目21番1号 株式会社竹中工務店東京本店内

審査官 萩田 裕介

(56)参考文献 特開昭60-188579(JP,A)  
特開昭57-021645(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

E04H 15/22

E04B 1/342

E04B 1/32