

空気によるプレストレスト柱構造の基礎的な载荷試験

武藤 宝^{*1}

川口 健一^{*2}

中楚 洋介^{*3}

菊地 淳一^{*4}

谷脇 孝一^{*4}

田米開 三恵子^{*4}

空気は、超軽量かつどこでも入手できる一方で、空気膜構造という形で張力導入のために用いることもできる。張力導入のために構造物重量が増えることはなく、空気とプレストレスの入った部材からなる構造物全体は超軽量のままである。このような構造物を「空気プレストレスト構造」と呼ぶ。本報では、直径 1.2m 長さ 3.0m の円筒形エアチューブでX字に配置された張力材にプレストレスを与えた、柱型の空気プレストレスト構造に対して载荷試験を行った。4.0kPa まで加圧した空気プレストレスト柱は、2.54kN まで安定して支えることができたが、それ以降はケーブルの弛緩により構造物は水平方向に不安定になった。空気圧の 73.9%が張力材にプレストレスとして導入された。

1. はじめに

細長い部材は座屈により圧縮耐力が制限されるが、初期張力の導入により、その部材が張力状態で用いられる限り圧縮を受けても座屈は生じない。張力を導入するには、通常、剛な境界条件から反力を得るか、太い束材を用いて自己釣合系をなす必要がある。しかし剛な境界条件や太い束材を構造物に含めて考える場合には、構造物全体の重量は大幅に増してしまう。初期張力を用いる張力構造は、材径を細くでき、省材料・軽量の構造が可能になる大きな特長を持っているが、圧縮材の重さにより、その省材料性・軽量性を活かさない。

一方、ケーブルを空気充填膜構造と組み合わせることで、空気圧でケーブルに張力を導入できる。(図1)くわえて、張力導入のために重量が増えることなく、構造全体は軽量のままである。本報では、空気充填膜構造が空気圧でケーブル等の部材に張力を与え、空気圧と張力材が自己釣合状態にある構造物を「空気プレストレスト構造」と呼ぶ。

この構造物に鉛直下向きの外力がかかり、構造物が圧縮されると、柔軟な膜構造の代わりに予め引っ張られたケーブルが部分的に張力を失うことでケーブルが圧縮力を負担する。

一般の鉄骨骨組に細い斜めブレース等が入る場合も緩み留め程度のプレストレスが導入されるが、鉛直圧縮力を受けるのは太い骨組等である。プレストレスの入った斜材は地震力等を受けることを期待され、鉛直力に対しては、従たる部材となる。しかし、空気プレストレスト構造は、空気充填膜構造がプレストレス反力を負担し、張力材が圧縮を受けることから、むしろ張力材が主たる部材の構造物となる。

提案する構造物と似た既往の構造物として、空気膜をケーブルや棒材と組み合わせたものが挙げられる¹⁾。しかし本構造物は、空気を張力導入のための圧縮材として用い、初期張力を与えたケーブルの軸剛性を積極的に利用するという点でそれらとは異なる。

そのほか類似の構造物の例として D.Geiger 等によるケーブルで補強された偏平空気支持型ドーム²⁾が挙げられる。このドームでは、ケーブルは膜屋根全体を曲率の大きい曲面に分割し、膜材にかかる張力を弱めるために導入されている。確かに、ケーブルは空気圧により張力状態になり、風などの外乱の影響を受けにくくなる。しかし膜面に沿ったケーブルは、アーチやグリッドシェルと同じような軸力形で外力に抵抗する構造とはならない。空気支持型ドームは張力の入ったケーブルの高い軸剛性を圧縮方向には活用していない。

一方で、内部の気体が密閉されていれば、エアチューブ単体でも空気ばねから適度な剛性を得られる。寸胴なエアチューブは空気ばねが高く³⁾、内圧 P 断面積 A 長さ L のシリンダーにおいて、空気ばねは $K_a = PAL$ である。(単位は[力/長さ]、内圧は絶対値)しかしながら、内圧やアスペクト比は制限があるため、ケーブル付加によって得られる剛性は空気

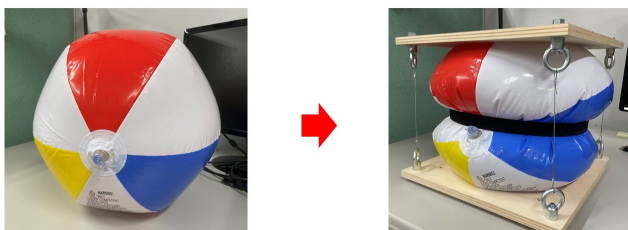


図1 空気による張力導入

^{*1} 東京大学大学院 工学系研究科 大学院生

^{*2} 東京大学 生産技術研究所 教授 (工博)

^{*3} 山田憲明構造設計事務所 博士 (工学)

^{*4} 太陽工業株式会社

ばねよりも大きいと考えられる。くわえて、ケーブルの材質や量を調整し、用途に応じて構造物の剛性を自由に変えることができるため、エアチューブ単体よりも便利である。

本報では、長さ 3m の円筒形エアチューブを用いて、空気プレストレス構造の柱を作製し、その基礎的構造挙動を調査するための载荷試験を行った。(以下、試験体を空気プレストレスト柱と呼ぶ) 試験体および試験の様子を写真1に示す。以下、結果および試験を通して明らかになった点を報告し、考察する。



写真1 試験の様子

2. 試験方法

空気プレストレスト柱の载荷試験は2023年8月に、屋内空間で行われた。試験場の気温・湿度・気圧はそれぞれ24.2°C、46%RH、983.9hPaで、試験実施時間を通して大きな変化はなかった。ただし床面+5.0m地点は床面+0.7m地点よりも気温が3度高かった。本試験の前に、準備試験が行われた。

試験体の空気プレストレスト柱は、エアチューブ、ケーブルおよび合板で構成されている。エアチューブの概形を写真2に示す。チューブは高さ3.0m、直径1.2mの寸胴な円筒形であり、膜厚0.3mmの塩化ビニルのシート材から作製された。エアチューブの溶着線はシートに比べて硬化しているが、15mm幅程であり、全体の挙動に影響を与えていないと考えている。

合板は、厚手の布により作られたファスナーを介して、正円をしたエアチューブ両端と接合されている。写真3に上板とチューブの接合部を示す。合板は圧力を受けても平面を保つために、写真4で示すように、C形鋼で補剛されている。合板の四隅に取り付けられたアイボルトに、ケーブルの両端を取り付けた。本報ではケーブルはX字に交差させて取り付けている。8本あるケーブルは対称関係にあるため、ケーブルの初期状態における張力(初期張力)は、設計上すべて同じになる。設計時の初期張力は内圧4.0kPaのときに0.52kNであり、これはケーブルの破断荷重9.51kNに対して5.5%である。エアチューブの側面は網で覆われており、薄い膜材の代わりに周方向張力を受ける。この網は、周方向では同じ素材で縫合されている。軸方向では網を膜材が巻き込み、マジックテープで閉じることで、合板とも接合されている。このため網は軸方向の張力も受ける。網の目の粗さは準備試験

では100mm、本試験では50mmとし、加圧時のチューブの周方向への変形を抑えている。膜と網はいずれも市販品であり、安価かつ軽量である。試験に用いた材料を表1にまとめる。

表1 材料

部材	材料、寸法
膜材	PVC フィルム, E=12MPa, t=0.3mm
網	PE, 440T/50 本, ピッチ 50mm (準備試験ではピッチ 100mm)
ケーブル	ステンレスφ4mm, (構成 6x19) A=7.49 mm ² , E=1.93×10 ⁵ MPa
合板	合板, t=15mm

(但し E:ヤング率, A:断面積, t:厚み)

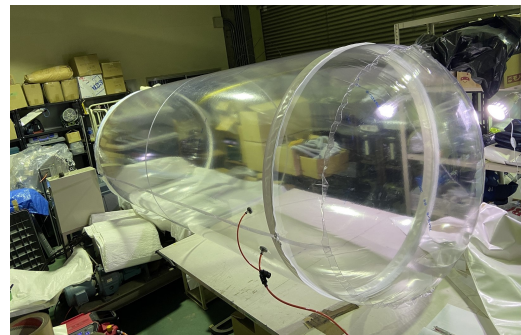


写真2 寸胴なエアチューブ(0.8kPa)



写真3 接合部および網の様子

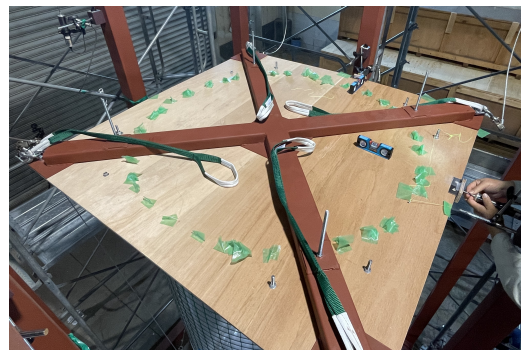


写真4 C形鋼による上板の補剛

試験体は以下の手順で組み立てた。

1. 地上でエアチューブの両端を合板と接合し、エアチューブの側面に網を巻きつける。
2. 上端の合板（上板）をクレーンで持ち上げ、網の端を合板と接合する。
3. 長さを揃えたケーブルを、合板四隅に取り付ける。
4. クレーンで上板を吊り、所定の高さにまで持ち上げる。
5. エアチューブに少しずつ空気を入れる。空気圧で上板が押し上げられ、ケーブルに張力が入るのを確認する。C形鋼を含む上板の自重は50kg前後である。
6. 0.8kPa程度まで加圧し、クレーンを外して試験体が自立するのを確認する。

はじめは、エアチューブの長さ3160mmと同じ分の高さで上板を吊った後にケーブルを取り付けたが、初期張力は想定より小さかった。試行の末、上板の位置を低くし、高さ2820mmにしてケーブルを取り付けた。写真5に組み立ての様子を示す。



写真5 試験体を組み立てる様子

試験体の平面図・立面図を図2、3に示す。また用いた機器を表2に示す。試験中、エアチューブの内圧は4.0kPaで一定になるように管理した。ただし内圧とは、外気圧との差圧を表す。コンプレッサからエアチューブへ直接送られる高圧の空気は、空気弁でその量を調節した。送気・気圧測定はエアチューブ下方に取り付けた2本の管から行った。エアチューブの漏気の程度を観察するため、送気を止めて1分ほど放置すると、内圧は下がり、4.0kPaを保てないと分かった。そこで試験中は送気量を手動で調整し、内圧を常に4.0kPaを保った。

载荷時、試験体の直上から20kgの鉄板を1枚ずつ上板に水平に置いていった。試験体の転倒や錘の転落を防ぐため、試験体周囲に鋼製フレームおよび足場を作製し、その内側に試験体を置いた。鋼製フレームに変位計を設置し、上板の鉛直・水平変位を測定した。鉛直変位は上板四辺の midpoint の4か所で、水平変位も上板の辺の midpoint で南北・東西方向で測定した。(図2、3参照)

試験手順を以下に列挙する。

1. 1.0kPa刻みで段階的に加圧する。
2. 4.0kPaまで加圧し、その内圧を保って5分待つ。
3. エアチューブの初期形状および上板の初期位置を測定する。
4. 鉄板(20kg)を一枚載せる。
5. 鉛直・水平変位・ケーブル張力を測定する。
6. 手順4,5を繰り返し、水平変位が20mm前後に届いた時点で载荷を中止する
7. 手順4,5の逆を行う。すなわち鉄板を一枚ずつ取り除き、その都度、変位などを記録する。

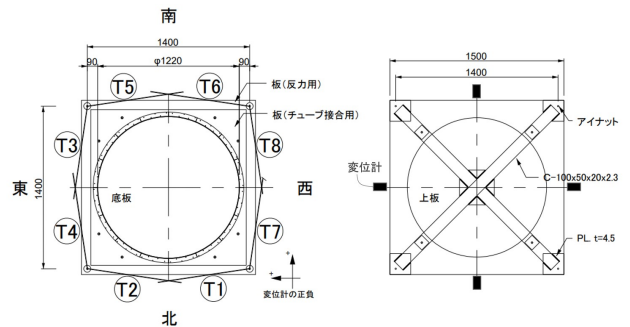


図2 平面図

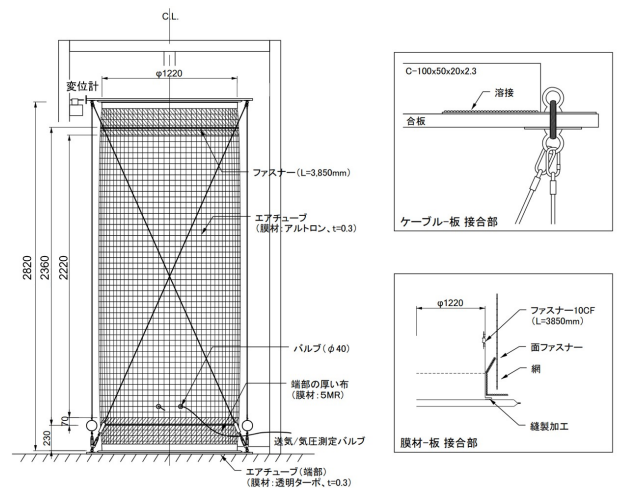


図3 立面図

表2 測定機器

	品番 (製造会社)
変位計	CDP-50 (東京測器研究所)
気圧計	PGM-05KG (共和電業)
コンプレッサ	AK-HL1310E (MAX)
ロードセル	TCLZ-2KNA (東京測器研究所)

エアチューブは反力として空気圧と同じ大きさの圧縮力を受けるため、軸とは直交する方向に撓む傾向にある。撓みは初期不整の原因となり、例えば初期状態のケーブル張力が揃わなくなる。これを補正するために、写真6に示すように、

現場でケーブルとエアチューブの間に浮き輪を挿入した。柔軟で空気圧を面で受けられる浮き輪は、エアチューブの撓みを補正するのに適していると考えられた。写真7では、準備試験での浮き輪がない試験体、および本試験での浮き輪がある試験体のエアチューブ形状を比較している。準備試験ではケーブルとエアチューブの隙間は、東面と西面で32mmの差があったのに対し、本試験で浮き輪を挿入した後はその差は解消され、浮き輪のおかげで撓みは補正された。ケーブルはわずかに外向きにはらんだ。



写真6 浮き輪を入れた様子

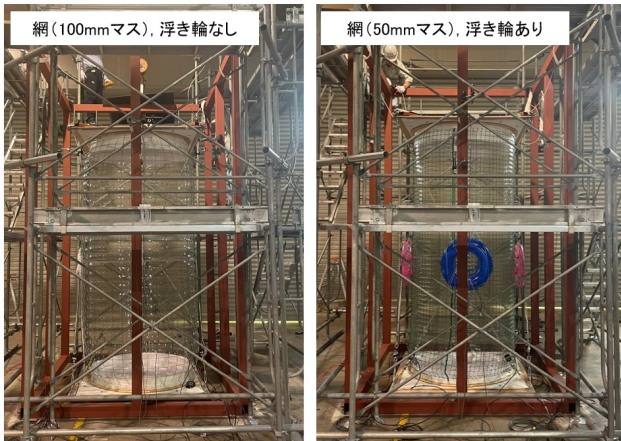


写真7 浮き輪の有無によるエアチューブ形状の比較

3. 予想

ケーブルは断面積が小さいものの、膜材に比べはるかに剛性が高いため、空気プレストレスト柱は全体としてケーブルから成るトラス構造のような挙動をする。ケーブルは鉛直に対して斜めに配置されているので、ケーブルが張力状態であれば、空気圧に近い荷重でも水平方向の不安定は生じない。しかし、荷重とともにケーブルの初期張力は徐々に失われる。ある時点で張力は完全に抜けてしまい、水平方向の外力に抵抗する剛性を失う。

4. 結果1 インフレート後の試験体

空気を入れた後の試験体は、膜が透明で網が細いため、試験体の裏の様子がぼんやり透けて見えた。上下の合板はC型钢により補剛されていたが、補剛されていない四辺中央では

加圧時に内圧によりわずかに曲がっていた。初期状態のずれについて、上板が水平方向に西へ20mm、南へ3mmずれており、鉛直方向では東面が7mm高かった。

膜材のクリープ現象や、それに伴う圧力の変化を観察するため、4.0kPaまで加圧した後、5分放置した。図4に各内圧における試験体高さの変化、図5に半径に直した周長の変化を示す。周長は巻尺をチューブ側面に這わせることで測定し、 2π で除して半径に換算した。図から、試験体の高さと同様に半径は圧力に比例して増加していることがわかる。また、確かに試験体は伸び、また放射方向に拡大しているが、その幅は4%台であった。

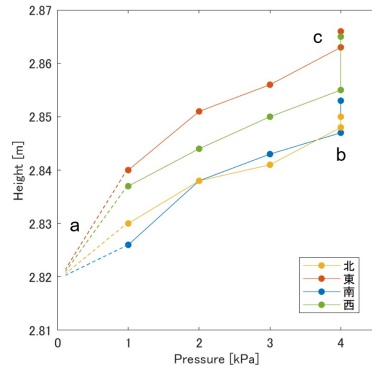


図4 高さの変化 (a:加圧前 b:載荷前 c:除荷後)

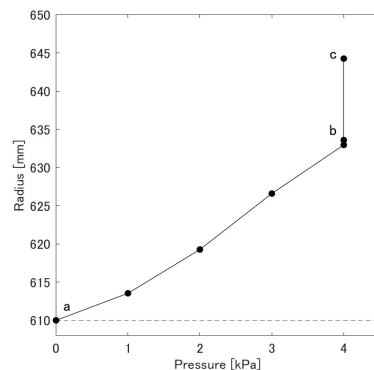


図5 周長の変化 (ただし半径に換算している) (a:加圧前 b:載荷前 c:除荷後)

5. 結果2 載荷後の変化

4.0kPaの加圧から5分後に荷重をはじめた。諸々の測定や機械の操作により、荷重ペースは約5分で鉄板1枚であった。図6に鉛直・水平変位を示す。鉛直変位は荷重に対して線形に増加した。傾きを荷重0kN-1.96kNの範囲で最小二乗法を用いて求めると、軸剛性は492N/mmであった。一方、水平変位は、2.54kNまでは線形に増加し、北西方向に3mmとわずかに倒れていったが、2.54kNを境に、変位は逆方向へ転じ、南へ変位した。特に、最大荷重時の3.17kN荷重時には10mm南へ大きく変位した。写真8は水平変位が南側に大きく生じたときの試験体の様子である。初期状態に比べ、エアチューブが南へC字に撓んでいるのがわかる。最大荷重を

かける前後でエアチューブは大きく変形し、上板の水平変位は増大した。最大荷重から除荷した直後は、引き続き水平変位は増大したが、その後、上板は初期位置から4mmほどずれた位置に戻った。載荷前と除荷後のケーブル張力を比べると、南北で5%増加し、



写真8 初期状態（北）および最大荷重時（東）

東西で8%減少した。荷重3.17kNを試験体の最大支持荷重とすると、エアチューブ断面積で除して圧力の単位に換算した値は2.8kPaとなり、内圧4.0kPaに対して7割程になった。

除荷後の試験体の高さおよび半径は、載荷前のそれらよりも増えており、試験体が完全な弾性ではないことがわかる。膜材の伸びが弾性範囲であること、(ケーブルをあらかじめ引っ張っておくこと)から、摩擦が載荷前の状態に戻らない原因の1つとして挙げられる。

各ケーブルの張力の絶対値を示した図7と照らすと、2.74kN 載荷時にT8が30Nを下回り、8本のケーブルのうちT8がはじめて弛緩した。次に、最大荷重3.16kNの載荷時にはT3とT5が25Nまで減少し、弛緩した。T3、T5、T8はいずれも南側半分に位置しており、またT3、T8は南へ変位したときに材長が短くなる位置にある。このことから、水平変位の急増は、ケーブルの弛緩により生じたものであると考えられる。

8本のケーブルの初期張力は設計上すべて同じであるが、実験では最大張力と最小張力の差は167Nであった。また載荷によってケーブル張力は減少しているが、その減少割合はケーブルにより異なる。

図8は初期張力を基準として、載荷中の張力変動を示したものであり、見かけ上ケーブルが受けた圧縮力を示している。図から、南北に面するケーブルがほかよりも多くの圧縮を受けていることがわかる。図3では南北では上板の高さが他よりも約10mm低く、これと関係があると考えられる。

図9は8本のケーブル軸力の鉛直成分を合計したものを示している。自重50kgを差し引いた空気圧4.03kNと比較して、ケーブルには鉛直方向に2.93kNの張力がかかったことがわかり、その割合は73.9%であった。ケーブルにかかる初期張力が大きいほど、空気プレスストレス柱の耐荷重は大きくなるため、この割合が100%に近いほど理想的である。

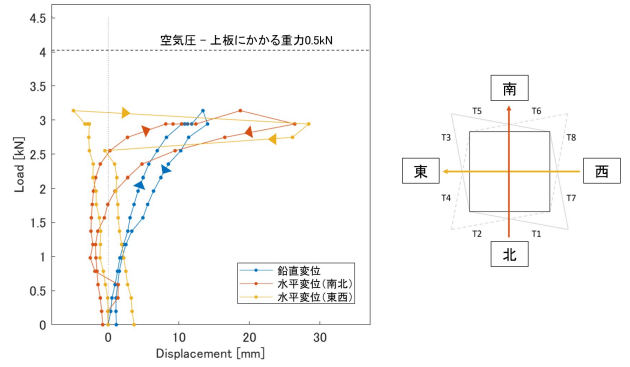


図6 鉛直変位・水平変位

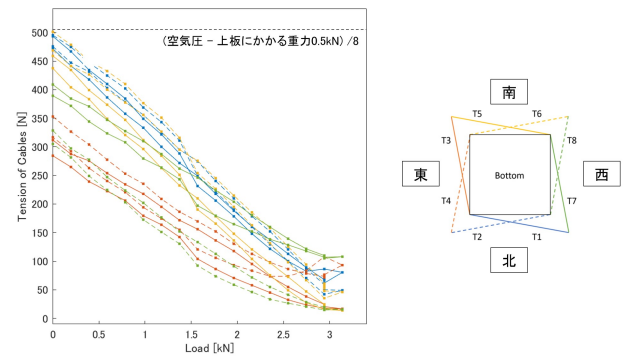


図7 各ケーブルの張力

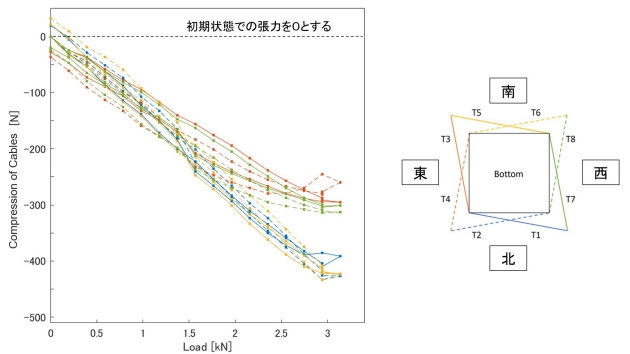


図8 各ケーブルが負担する圧縮力

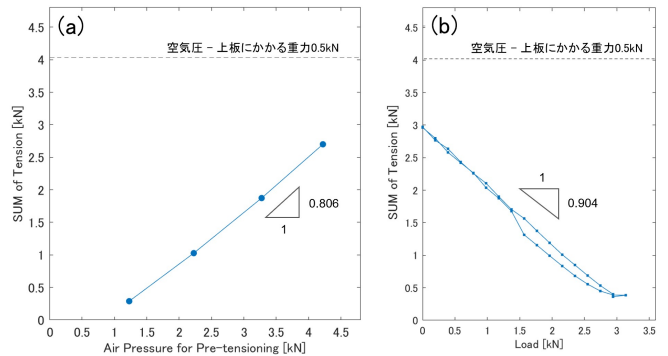


図9 ケーブル張力の鉛直方向成分の和
(a: 加圧時 b: 載荷時)

6. 考察

①ケーブルに導入された初期張力

加圧時、空気圧によって膜材と網およびケーブルには張力が導入されるが、その張力は軸剛性に応じて按分されるはずである。膜材と網の複合体、ケーブルの軸剛性をそれぞれ EA_1 、 EA_2 とおくと、全体剛性 $EA_1 + EA_2$ に占める EA_2 の割合は以下のように求められる。

$$EA_1 = \text{剛性 } 45 \text{ N/mm} \times \text{試験体長さ } 3830 \text{ mm} = 1.72 \times 10^5 \text{ N}$$

$$EA_2 = \text{剛性 } 492 \text{ N/mm} \times 0.904 \times 2820 \text{ mm} = 1.25 \times 10^6 \text{ N}$$

$$EA_2 / (EA_1 + EA_2) = 87.9\%$$

ただし EA_1 については、加圧時の周方向の応力と伸びとの関係が傾き 45 N/mm の線形関係であることを用いた。(図5) EA_2 については、試験体の軸剛性がケーブルの軸剛性は試験体の軸剛性 492 N/mm および載荷荷重とケーブル軸力の鉛直成分の比(図6)から推定した。

したがって、初期状態においてケーブルにかかる張力は、空気圧から自重を差し引いた力の 87.9% に達するはずである。また、図9bにおいて載荷荷重とケーブル軸力の鉛直成分の比をとると 90.4% であり、 87.9% に近い値となった。しかしながら、実験ではその割合は 73.9% であった。

実験と計算で、空気圧に対する初期張力の割合に差がある理由として、(1) 膜材が二軸引張状態にあること、(2) 加圧によってチューブが丸みを帯びたこと、(3) ケーブル取り付け時の上板の高さが適切でないことが挙げられる。

このうち理由(1)について、上記の膜材と網の複合体の軸剛性を用いて、単位長さあたりの膜材と網の軸剛性 Et_{lm} および Et_{ln} を比べると、表1から

$$Et_l = Et_{lm} + Et_{ln} = 45 \text{ N/mm}$$

$$Et_{lm} = \text{膜材ヤング率 } 12 \text{ N/mm} \times \text{厚み } 0.3 \text{ mm} = 3.6 \text{ N/mm}$$

$$Et_{lm} / (Et_{lm} + Et_{ln}) = 3.6 \text{ N/mm} / 45 \text{ N/mm} = 8.0\%$$

となり、膜材はほとんど力を受けていないことがわかる。膜が周方向に強く引っ張られたとしても、膜と網の複合体はほとんど網単体と同じ挙動になり、膜の軸方向の歪は無視できる。このため、前者の理由は不相当と思われる。

理由(2)について、加圧時にエアチューブが周方向に膨らみ、エアチューブ形状が変化したことがプレストレスの分配に影響を与えた可能性がある。その膨らみは、空気圧アクチュエータのように膜面全体が膨らむことなのか、それとも正方形の網目のなかで局所的に膨らむことなのかは明らかでない。組み立て時の上板高さがエアチューブ長さよりも短くなったことも、この理由に関係していると考えられる。

理由(3)について、図9aに示すグラフを外挿すると、横軸の切片は約 0.8 kN であり、自重にかかる重力 0.49 kN より大きい。したがって、組み立て時の上板の高さを少し下げれば、組み立て後にケーブル長を短くしていれば、ケーブル張力の鉛直成分は空気圧の 100% に近い値になったと考えられる。理

由(3)のほかにも、計算値が実験結果と一致しない原因があると考えられる。

②エアチューブの形状不整を取り除く方法

エアチューブ自体の初期撓みを改善するために浮き輪を挿入したが、それははじめから設計されたものではなかった。しかしケーブルとエアチューブの距離を一定に保つ装置としては結果的に適切に働いたと考えている。耐荷重を高めるには、ケーブルに均等に張力を入れなければならない、大きな形状不整は許されない。エアチューブが多くの箇所からケーブルに反力を受ければ、その形状は設計通りに近づく。しかしそれは手間と相反する。効率よくエアチューブ形状を補正するための介物が求められる。

③周方向の拘束

網の硬さについて、エアチューブの径方向は網で拘束されていたが、 4.0 kPa 加圧したときに半径は約 5% 増加した。より硬い網で周方向を拘束すると、柔軟なエアチューブは硬いシリンダー容器に近くなり、密閉された空気のはね効果を得やすくなる。また、より高圧にしても膜材の張力を低くでき、ケーブルに蓄えられる張力も増える。

④気密性の改善

準備試験で用いた試験体において、熱により硬化した溶着部は、載荷で生じる変形に追従できずに破断した。破断箇所を写真9に示す。破断前、溶着線は漏気するようには見えなほどきれいに溶着されていた。空気漏れは送気・気圧測定用のバルブ付近から生じた可能性が高い。気密性が向上すれば、空気のはね剛性を利用することができる。また空気を常に送気せずに済むため、騒音が減り、環境負荷も低くなる。



写真9 膜接合部の破断 および 送気口

⑤試験体の剛性の体感による確認

試験後、筆者は試験体である空気プレストレス柱の上で立ち、足踏みや小刻みなジャンプをした。着地時に体感で 1 cm 沈んだように思えた。水平方向に揺らしてみると、復元力はさほど強くないが、しかし確実に元の位置まで戻り、特に不安を感じさせなかった。板の端に載っても変形は大きく生じなかった。(写真10)

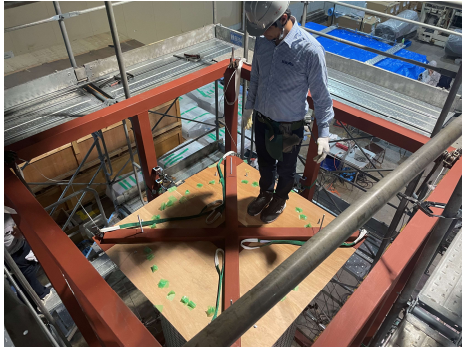


写真10 試験体に人が載っている様子

7. 結論

載荷試験を通して、以下の結論を得た。

1. 高さ 3.0m の空気プレストレスト柱を作製し、4.0kPa で加圧した。試験体高さに対する組立て時の上板のずれは最大 0.7% であり、小さく抑えられた。
2. ケーブルの長さ管理が重要と思われる。柔軟なエアチューブと剛な合板の接合部の作製が難しい。また、浮き輪をエアチューブとケーブルの間に挿入することで、エアチューブの初期不整を大きく減らした。
3. 試験では最大 3.2kN 載荷し、水平方向への変位は 18mm であった。途中までは変位は小さく、荷重に対して線形に増加したが、2.6kN で水平変位が増大した。軸剛性は 492N/mm であった。
4. 加圧後、ケーブルに導入された初期張力の大きさは 2.93kN であり、空気圧の 73.9% に相当するが、計算値 87.9% よりも低かった。この乖離の原因は今後さらなる考察が必要である。
5. 浮き輪の代替となるエアチューブの変形抑制部材、網の高剛性化、気密性の改善も課題として挙げられた。

謝辞

本研究の一部は、能村膜構造財団 令和 2～4 年度の研究助成「植物の成長過程に学ぶ空気充填型膜構造とそれを用いた支持構造に関する研究」(申請者;中楚洋介)を受けて行った。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) Dessi-Olive, Jonathan : Self-deploying tensegrity structures with inflatable struts, Proceedings of IASS annual symposia, Vol.2019. No.5. pp.1-8, 2019.
- 2) Luchsinger, Rolf H., Mauro Pedretti, and Andreas Reinhard: Pressure induced stability: from pneumatic structures to Tensairity®, Journal of Bionic Engineering, Vol.2004 No.1, pp141-148, 2004
- 3) 黒岩博之:大空間構造への挑戦, コンクリート工学, Vol.26 No.1, pp.61-68, 1988
- 4) T.Muto, K.Kawaguchi, Experimental research of axial

PRELIMINARL SUTDY ON LOADING TEST FOR PNEUMATICALLY PRESTRESSED COLUMN

Takara Muto ^{*1}
Ken'ichi Kawaguchi ^{*2}
Yosuke Nakaso ^{*3}
Junichi Kikuchi ^{*4}
Koichi Taniwaki ^{*4}
Mieko Tamegai ^{*4}

Summary

Pre-tensioning can reduce self-weight of the structure, but rigid boundary condition or fine struts, both of which are very heavy, are usually required to get reaction force to introduce the pre-tension. However, air pressure is possible to introduce the pre-tension by combining an inflatable cushion and cables, without increasing its self-weight. The structure keeps its ultra lightweight. We call the structure as “Pneumatically Prestressed Structure”. In this report we made pneumatically prestressed column, which is the column type of pneumatically prestressed structure, with a cylindrical inflatable tube of 3 m length. Then, loading test was performed for it.

The prototype consists of an inflatable tube, cables, and rigid plate. The length and diameter of the tube is 3.0m, 1.2m, respectively. The tube is made of thin sheet of PVC, which thickness is 0.3mm. A net is wound on the lateral surface of the tube as reinforcement. The net takes tension instead of the tube, therefore thin sheet is suited to make the tube with less material. The plate is attached to both ends of the tube via Velcro and fastener. The ends of 8 cables are connected to corners of the plate and the cables are arranged like the alphabet X. Loading test was performed by putting metal weight on the upper plate of the specimen from above, one by one. At every loading step, vertical and horizontal displacements were measured.

The results are summarized as follows.

1. We made the prototype of pneumatically prestressed column, which had 0.7% assembling error. The prototype was inflated at 4.0 kPa. It is essential to control of the length of cable in advance.
2. Inserting swim rings contributed to reduce initial geometrical imperfection of the inflated tube.
3. The specimens displaced linearly to the load and the horizontal displacement was within 3 mm, but it increased drastically after 2.6 kN. Then, the specimens displaced by 18 mm at maximum load, 3.17 kN.
4. Pretension of cables at initial state was as much as 73% of air pressure.
5. The following items are to be considered: the replacement of swim ring to restrict the shape of the inflated tube, rigidization of net, and high air-tightness of the membrane including seaming line and valves.

^{*1} Graduate Student, Faculty of Engineering, University of Tokyo, M.Eng.

^{*2} Professor, Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Dr.Eng.

^{*3} Yamada Noriaki Structural Design Office, Dr.Eng.

^{*4} Taiyokogyo Corporation.