

Figure.3 Results of Loading on the Total Area of the Roof

りつく方向の回転のみ許容するピン接合とし、柱と圧縮リング下段の接合は柱を連続梁として圧縮リングが部材ピンで接合されるように仮想材を用いてモデル化した。荷重は、一様吹上の風荷重を想定し、基準風速 $V_0=34\text{m/s}$ 、設計用風荷重 $1,600\text{N/m}^2$ とし、負担面積を考慮して放射ケーブル下弦材の4節点に集中荷重として載荷した。検討パラメータは初期張力とケーブル断面寸法である。Model\_Aは風荷重時に張力消失が生じず、ケーブルの許容引張力を長期、短期共に満足する。自重を考慮した場合、Model\_Aのテンションリングの初期張力は $42,400\text{kN}$ である。この値を基準に $3/4, 1/2, 1/4$ 倍に初期張力を低減したケースを検討対象とし、それぞれの初期張力に対して許容応力度設計を行い、ケーブル断面寸法を小さくしたModel\_B, C, Dを設定した。

#### 4. 全面載荷時の結果及び考察

全面載荷時の荷重-鉛直変位、水平変位、放射ケーブル張力関係をFig. 3に示す。Model\_B, C, Dは、風荷重の増加に伴い長辺部の放射ケーブル上弦材の張力消失が生じるものの、急激に変位が増加するような不安定現象は生じなかった。これは、上弦材の張力消失後も、下弦材が十分に抵抗しているためと考えられる。

長辺部の鉛直変位に着目すると、初期張力が少ないほど変位が大きくなり、また張力消失後に挙動が変化することを確認した。一方、短辺部の鉛直変位は初期張力による大きな差は確認されなかった。

水平変位に着目すると、張力消失が生じるまでは線形挙動を示すが、張力消失後は非線形挙動となった。また、Model\_Aとケーブル断面を小さくした各モデルを比較すると、質量の違いによる影響はあるものの大きな挙動の差は確認されなかった。

以上のことから、張力消失を生じないModel\_Aが最も変位が小さくなるものの、大きな初期張力、ケーブル断面を必要とすることから、ある程度の張力消

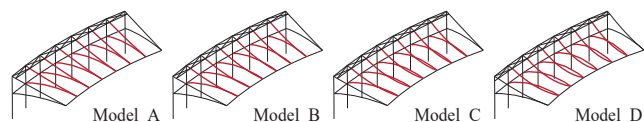


Figure.4 Deformation Mode (Long Side)

失を許容したモデルの有効性が示唆された。

#### 5. 変形モード

各モデルの全面載荷時の長辺部の変形モードをFig. 4に示す。Model\_Aは、風荷重時においても張力消失が生じないことから、放射ケーブルの上下弦材の位置関係は初期形状と同様であった。一方、Model\_B, C, Dにおいては長辺部放射ケーブルの上弦材に張力消失が生じることから、風荷重載荷後に長辺部の下弦材が上弦材よりも上部に位置する反転現象が生じていることが確認された。放射ケーブルの下弦材に膜材が取りつくことから、張力消失が生じた上弦材が膜材に接触していると考えられ、膜材の破損等も懸念されることから、今後詳細な検討が必要と考えられる。

#### 6. まとめと今後の検討

本研究では、初期張力量をパラメータとして風荷重時の検討を行い、張力消失後の構造挙動及び張力消失を許容したモデルの有効性を把握した。

今後、風洞実験による風力係数の把握、風荷重による動的挙動の検討を行う予定である。

#### 7. 参考文献

[1] 公益社団法人日本プロサッカーリーグ：「Jリーグ規約・規定集 2018」, pp. 25-30, 130-136, 2018. 1  
 [2] 日本建築学会：「ケーブル構造設計指針・同解説」, pp. 51-60, 1994. 6  
 [3] Jorge S and Rudolf B：“Light Structures”, pp. 162-170, 2004  
 [4] 小池, 岡田, 宮里他：「テンションリングを有する放射型ケーブル屋根構造の力学性状に関する基礎的研究」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 I, pp. 1065-1070, 2018. 9