

B-2

連結したホルン型張力膜構造の風応答性状に関する研究

(その1) 風洞実験概要と風圧係数分布性状の把握

Study on Wind Response on Multi-Bay Horn-Shaped Membrane Structure

(Part 1) Outline of Wind Tunnel Test and Characteristics of Wind Pressure Coefficient

○榎紀佳<sup>4</sup>, 永井佑季<sup>3</sup>, 岡田章<sup>1</sup>, 宮里直也<sup>1</sup>, 松田歩弓<sup>4</sup>, 斎藤公男<sup>2</sup>

\*Norika Enoki<sup>4</sup>, Yuki Nagai<sup>3</sup>, Akira Okada<sup>1</sup>, Naoya Miyasato<sup>1</sup>, Ayu Matsuda<sup>4</sup>, Masao Saitoh<sup>2</sup>

Abstract: Wind load is the most dominant load for light-weight structures such as membrane roofs. Particularly since the horn-shaped membrane roof has a complicated shape, the basic data for the design wind load on the horn-shaped membrane roof has not been reported. In this paper, the authors focus on the wind-load on the multi-bay horn-shaped membrane roof with rise-span ratio of 0.2, and report the results obtained from wind tunnel tests.

1. はじめに

ホルン型張力膜構造(以下「ホルン型張力膜」と称す)は、二方向の曲率を持つ膜構造物であり、Fig.1に示すような実施例が数多く存在する。本構造物は、ホルンユニット単体からなる「独立型」と、連結することで構成される「連結型」に分類できる。既往の研究<sup>1,2)</sup>では、主にライズ・スパン比、連結数等の形状をパラメータとし、一様流と一様乱流下における風洞実験結果を示した。しかし、設計のための基礎資料の整備の観点からは、自然風を模擬した実験を通じた検討が必要と考えられる。そこで、本論では、連結型を対象とし、(その1)では境界層乱流中における風洞実験について、(その2)では(その1)で得られた風圧係数を用いて応答解析を行い、その結果について比較を行う。

2. 本論文に使用する記号

本論で取り扱う記号の定義をFig.2に示す。風圧係数、上面風圧係数、下面風圧係数を $C_p$ ,  $C_{po}$ ,  $C_{pi}$ と表す。風圧係数は、測定した風圧力を軒高さで得た平均速度圧で除した値とした。また、風圧係数に関する符号は、模型面を押し方向を正として、引く方向を負とする。

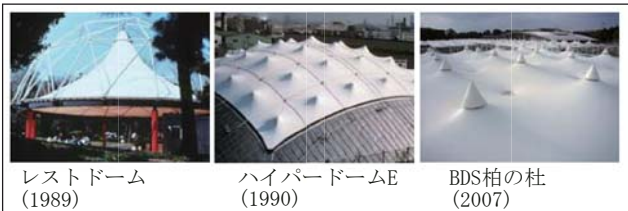


Figure1. Typical Horn-Shaped Membrane Structure

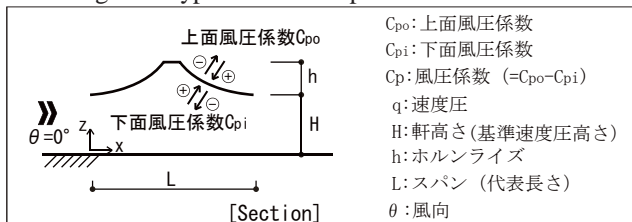


Figure2. Definition of Coefficient (Positive and Negative)

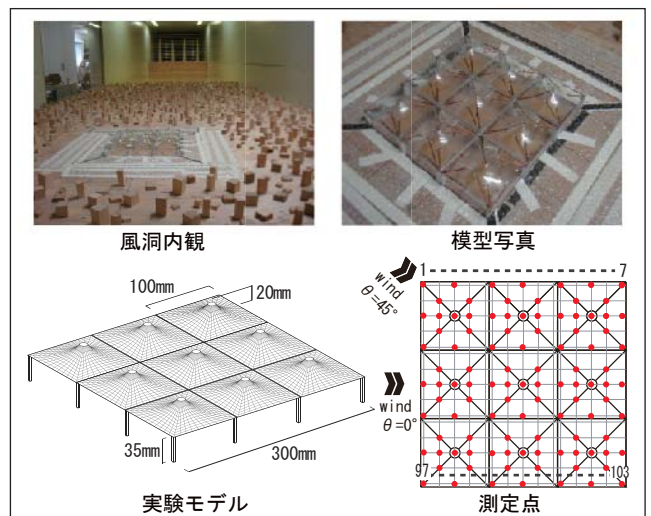


Figure3. Outline of Wind Tunnel Test

Table.1 Condition of Wind Tunnel Test

気流	境界層乱流	サンプリング周波数・時間	500Hz・約30sec
想定気流	地表面粗度区分Ⅲ	ライズ・スパン比(h/L)	0.2
風向θ	0度、45度	模型サイズ	300mm×300mm

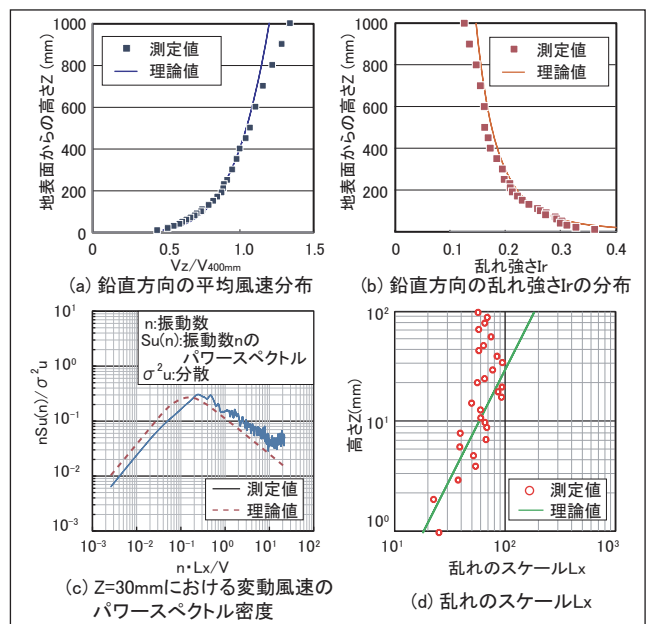


Figure4. Outline of Airflow

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大名誉教授 3 : 日大理工・院(後)・建築 4 : 日大理工・院(前)・建築

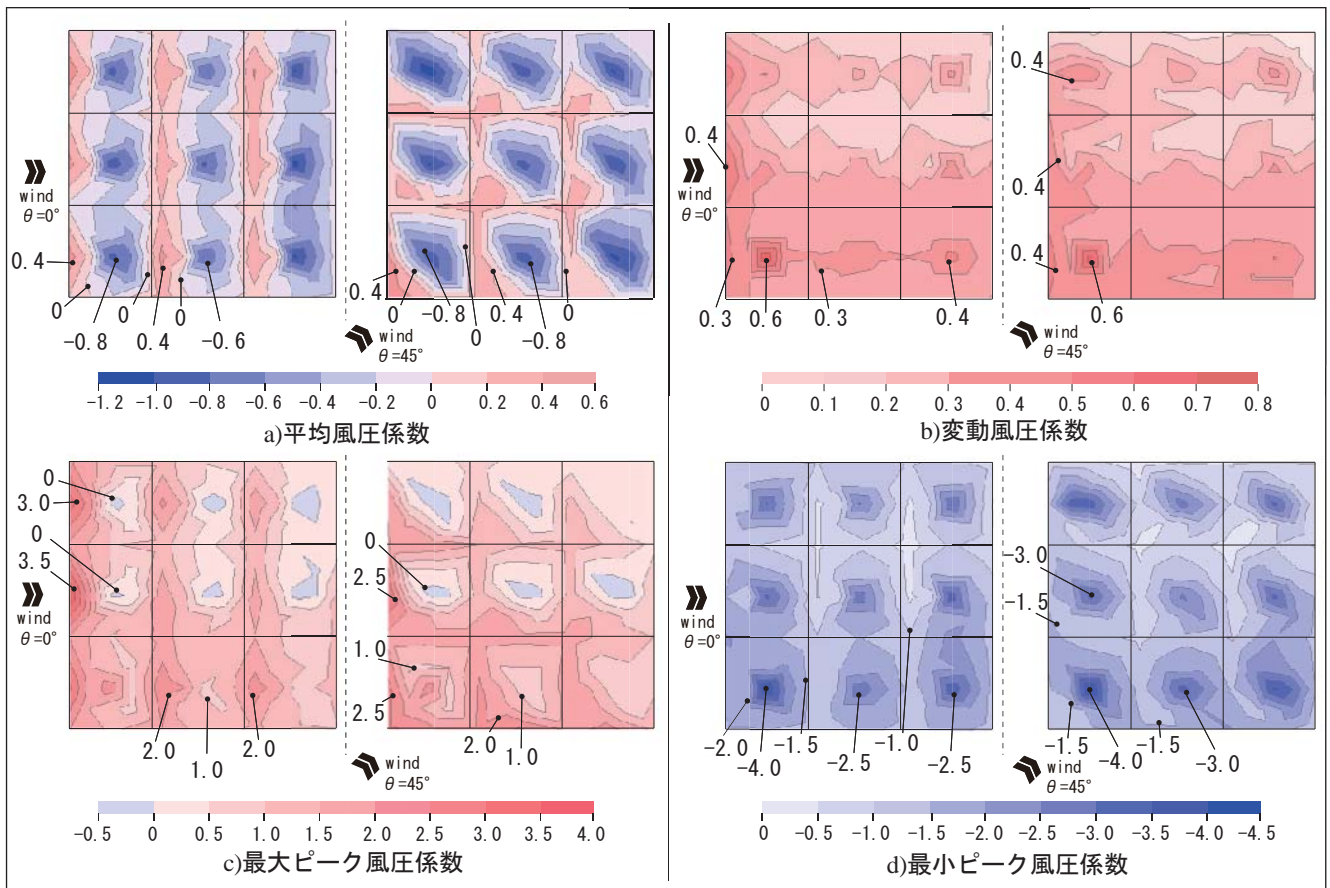


Figure5. Wind Pressure Coefficient Obtained from Wind Tunnel Test (Wind Direction 0°, 45°)

### 3. 風洞実験

#### 3-1. 実験概要

本実験は、全長17.3m、測定断面2.2×1.8mのエッフェル型境界層風洞装置を使用した。風洞実験装置内観、模型写真、及び試験体概要をFig.3に、実験条件をTable.1に示す。対象とする形状は、矩形平面を有するライズ・スパン比0.2のホルン型張力膜の3×3ユニットからなる連結型で、それぞれのユニットの四隅は柱で支えられている。測定点は、上下面に103点ずつ設けた。模型の膜部分の厚さは、約5mmである(模型縮尺率=1/100)。屋根下面から地面までを軒高さ35mmとして、基準速度圧を算出した。実験気流は、建築物荷重指針<sup>3)</sup>における地表面粗度区分Ⅲ相当の境界層乱流を用いた。Fig.4に模型設置位置での測定気流を示す。本実験における模型の軒先高さ(Z=35mm)での風速はおおよそ6m/s、乱れ強さはおおよそ0.3である。基準風速をV<sub>0</sub>=34m/sとすると、軒先付近での平均風速はV<sub>h</sub>=27m/sとなり、本実験での風速の縮尺率は6/27であり、その場合の時間の縮尺率は9/200となる。計測は32秒間(フルスケール換算で約11分)と設定し、上下面を全点同時測定した。

#### 3-2. 実験結果

計測は各風向について5回行い、最大値と最小値を

除く3回の値を平均した値を結果として示す。Fig.5に開放型、風向0度、45度における平均風圧係数、最大ピーク風圧係数、最小ピーク風圧係数、変動風圧係数をそれぞれ示す。ここで、変動風圧係数は、時刻歴の風圧係数の標準偏差を速度圧で除したものである。

平均風圧係数は、風向によらず屋根頂点部において負圧の最大値を示し、各ユニット風上側で正圧、風下側で負圧を示す。これは、屋根風上側で剥離がおり、風下側で再付着しているためと考えられる。変動ピーク風圧係数は、屋根頂点部に向かって大きくなる傾向が見られた。また、風向45度では、風上側隅角部においても大きな値を示している。最大ピーク風圧係数は、風向によらず各ユニットの風上側で大きな値を示し、ホルン頂点部に向かって小さくなる傾向が見られた。特に頂点部においては、風圧係数の最大値が負値を示している。また風下側では、変化量が小さくなる傾向が見られる。一方、最小ピーク風圧係数は頂点部付近で大きな値を示すものの、風下側における変化量は比較的大きくなっている。

#### 4. まとめと今後の検討

3×3ユニットからなる連結したホルン型張力膜の風圧係数の分布性状を把握した。今後の検討、及び参考文献は(その2)に示す。