

ホルン型張力膜構造の風荷重に関する研究
強風下における実建物の風圧力の実測結果

Study on Wind Load in Horn-Shaped Membrane Structure

Results of Wind Pressure of Real Structure Obtained from Measurement under Strong Winds

○城一祐樹³, 岡田章¹, 宮里直也¹, 廣石秀造¹, 斎藤公男²

*Yuki Joichi³, Akira Okada¹, Naoya Miyasato¹, Shuzo Hiroishi¹, Masao Saitoh²

Abstract : Wind load is the most dominant load for light-weight structures such as membrane roofs. The flow wind around the object is changed according to Reynolds number. Reynolds number greatly influences on the wind-flow of horn-shaped membrane structure in this study because its complex shaped have curvature in two directions. In this paper, the authors report a real measured value of real structure under strong winds (typhoon) and comparison the measurement results of real structure with wind tunnel test.

1. はじめに

本論で対象とするホルン型張力膜構造は、導入された軸力(引張力)により外力に抵抗するサスペンション膜構造である。本システムは比較的大きな空間を少量のフレームと膜材で覆うことが可能である。一方、膜構造は軽量であるため、設計をする上で風荷重の評価が重要となる。既往の研究では、独立型および連結型のホルン型張力膜構造を対象として、風荷重や風力係数などの基礎データが風洞実験によって蓄積・整備されている。しかし、ホルン型張力膜構造は、二方向曲率を有する複雑な形状であるため、レイノルズ数(Fig.2)が大きく影響する可能性があるが、実測結果に基づいて、この点を検討した研究は報告されていない。

以上より、本研究では、ホルン型張力膜構造におけるレイノルズ数の変化が膜面応答に及ぼす影響を把握することを目的とする。本論では、この研究の基礎的データを収集するため、ホルン型張力膜構造における強風中の実測実験を実施し、その結果を報告すると共に、風力係数について風洞実験結果との比較を行う。

2. 実測概要

実測はFig. 3に示す日本大学理工学部船橋校舎で行った。実測地周辺は北西約60m離れた位置に習志野高校(地上4階)、西側は駐車場となっており、約70m離れたところに体育館がある。

試験体概要及び試験体写真をFig. 4に、測定点概要をFig. 5に、実験諸元をTab. 1に示す。本論で使用する試験体は一辺3.3m、ライズ・スパン比が0.2のホルン型張力膜構造である。膜材表面に上下面各15点ずつ計30点の測定孔を配置し、外径3mm、内径2mmの真鍮と、外径2.9mm、内径2.5mm、長さ10mのビニールチューブを介して差圧計に導き、基準圧との差圧を測定した。本実測で使用する膜材は0.58mmと薄いため測定点周りの真鍮による影響を受けないように厚さ3mm、直径130mmの亚克力を取り付けた(fig. 5 (b))。計測は11分間行い、圧力、束軸力、膜端部反力、膜面変位を40Hzで、風向、風速を1Hzで全点同時測定を行った。

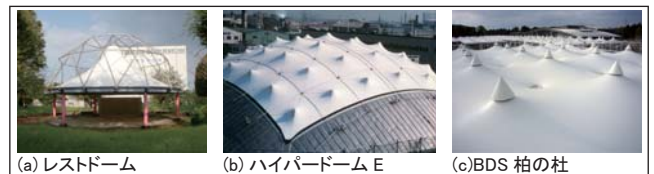


Figure1 Typical Horn-Shaped Membran Structure

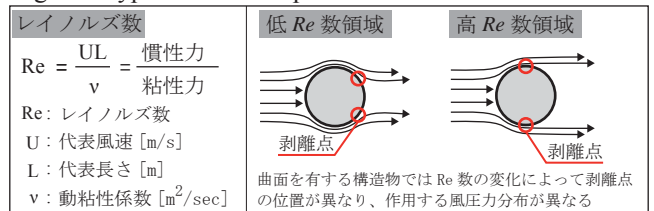


Figure2 Wind flow for object with curved surface

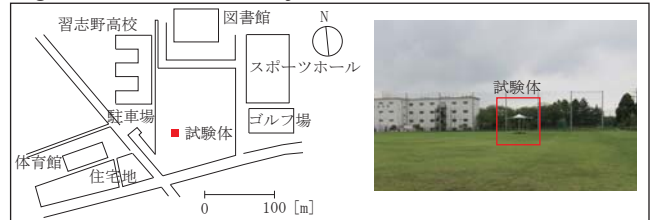


Figure3 Wind test community circumference situation

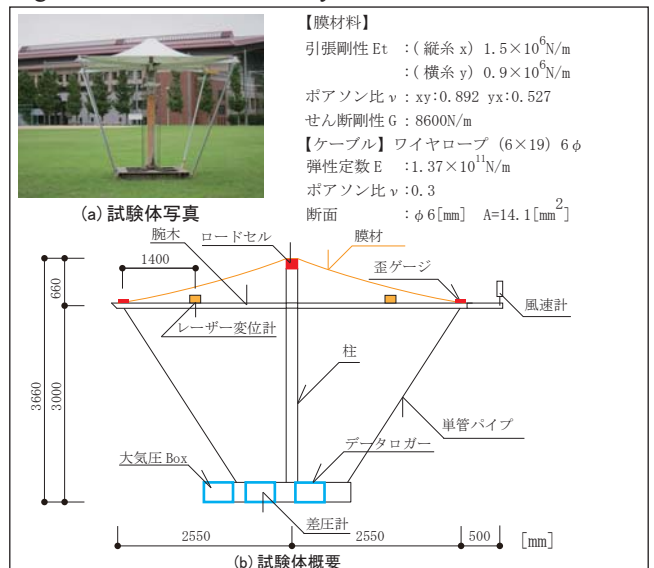


Figure4 Outline of Wind test (1)

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大名誉教授 3 : 日大理工・院・建築

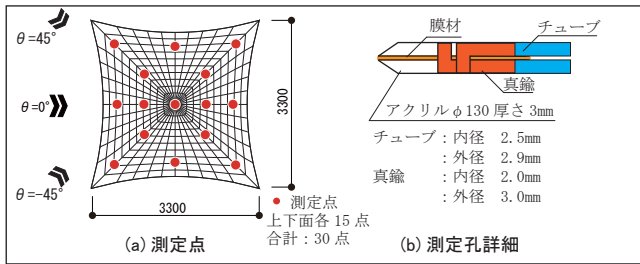


Figure5 Outline of Wind test (2)

基準圧は試験体足元に大気圧測定用の箱（大気圧Box）を設置し、この内部の値とした。この大気圧Boxは内径2.5mmのビニールチューブにより差圧計に接続し、内部の大気圧を基準圧と設定した。また、基準風速は試験体から500mmの位置にて風向風速計により測定した値とした。この基準風速の測定高さは、圧力測定点の最も低い軒先位置(3m)と同程度とした。

3. 実験結果および考察

2013年9月16日に台風18号が関東に接近した際に実測実験を行った (Fig. 6)。計測した風速、風向、平均風圧力の時刻歴データ、膜頂点部における平均風圧力と風速関係をFig. 7に示す。ここで平均風圧力は、それぞれの測定点で、計測した風圧力の時刻歴データを1秒毎に平均を取り、平均風圧力として求めたものである。風速は1秒毎の瞬間風速を示す。ここでは総測定時間660秒のうち30秒～630秒の600秒間の結果を示す。また、実測時間中での平均風速は7.6m/s、最大瞬間風速は19.8m/s、平均風向は約-20度であった。(b)の風向は60度から-60度までの範囲に概ねおさまっている。(c)の圧力時間関係を見ると、127秒時に圧力の絶対値の最大値が出ていることが確認された。風速の最大値となった292秒時の圧力は316Paであった。(d)の平均風圧力-風速関係を見ると、風速が高くなるにつれて圧力の絶対値が大きくなる傾向となった。しかし、同じ風速時でも頂点部の圧力にばらつきが生じた。これは、風向、風速変動による影響であると考えられる。

292秒時の風圧力分布及び風洞実験値の風向30度時の風力係数分布^[1]をFig. 8に示す。実測値では風上側で正圧が生じており、頂点部で負圧の最大値が生じていることが確認された。また、風洞実験値と比較すると分布性状は類似している傾向があることが確認された。

4. まとめ今後の検討

本論では自然風下におけるホルン型張力膜構造の風圧力測定実験を行い、実測の風圧力分布と既往の風洞実験の風力係数分布は定性的に類似していることが把握された。今後の検討として、得られた実測データを基に、静的及び動的応答解析を行い、自然風下における膜面応答に関して分析を進める予定である。

【参考文献】

[1]福田, 他: 「ホルン型張力膜構造の設計用荷重に関する基礎的研究(その1~3)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 919-924, 2010年 [2]佐藤, 他 「建物における壁面風圧分布実測手法に関する研究 (その1~3)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2001年

Table1 Condition of Wind Test

気流	自然風	サンプリング 周波数	風速	1Hz
ライズ・スパン比	0.2		風圧力	40Hz
試験体スケール	3.3m×3.3m		束軸力	40Hz
風速 (基準高さ)	3m		膜面変位	40Hz
サンプリング時間	11分		膜端部軸力	40Hz

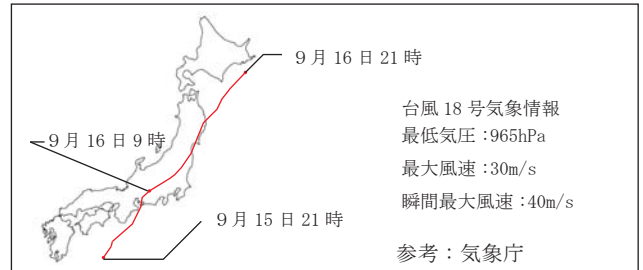


Figure6 Information of Typhoon 201318

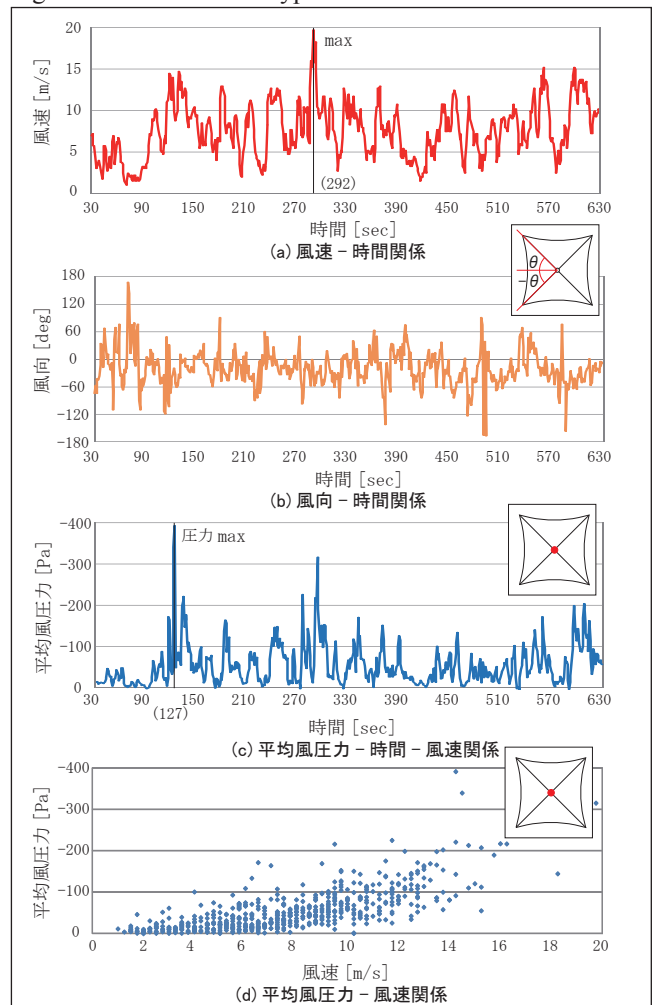


Figure7 Results of Measurement Under Typhoon

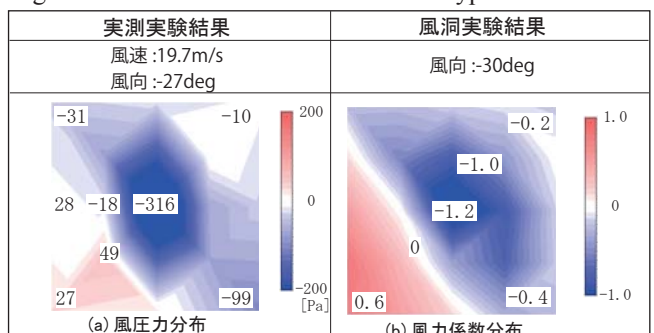


Figure8 Wind Pressure Obtained from Measurement