

B-14

競技場片持ち屋根におけるスタビライザーの設置に伴う風荷重低減に関する研究  
 - (その1) 風洞実験による風圧力特性の把握 -

Study on Wind Load Reduction Due to Installation of Stabilizers on Stadium Cantilever Roofs  
 -(Part1) Understanding Wind Pressure Characteristics Based on Wind Tunnel Tests-

○小櫃汐音<sup>3</sup>, 宮里直也<sup>1</sup>, 岡田章<sup>2</sup>, 廣石秀造<sup>1</sup>, 鴛海昂<sup>1</sup>, 伊藤拓海<sup>3</sup>  
 \*Shion Obitsu<sup>3</sup>, Naoya Miyasato<sup>1</sup>, Akira Okada<sup>2</sup>, Shuzo Hiroishi<sup>1</sup>, Akira Oshiumi<sup>1</sup>, Takumi Ito<sup>3</sup>

Abstract : The cantilever roof of the stadium has a large overhang length and covers a large area, so a lightweight structure is generally adopted in many cases. Therefore, the wind load is more dominant than the seismic load in the structural planning of the cantilever roof of the stadium, and it is important to consider the wind load. As an example of an attempt to reduce wind load, there is a construction example in which an eave called a stabilizer is installed at the tip of a roof, but there is no quantitative evaluation of the wind load reduction effect associated with the installation of stabilizers. Based on the above, this paper quantitatively evaluates the wind load reduction effect due to installing stabilizers on the stadium's cantilever roof.

1. はじめに

競技場の片持ち屋根は、一般に軽量構造が採用されることが多い。このため、構造計画においては風荷重が支配的となり、風荷重に対する検討が重要となる。片持ち屋根の風荷重低減を期待した対策の1つに、屋根先端にスタビライザーと呼ばれる庇を設置する方法がある。しかし、スタビライザーの設置に伴う風荷重低減効果に関して、定量的な評価は未だ不十分であるのが現状である。

以上より、本報では競技場の片持ち屋根へのスタビライザー設置に伴う風荷重低減効果に関する定量的な評価を試みる。

2. 風洞実験概要

スタビライザー設置による風圧力特性への影響を把握するため、剛模型による風洞実験を実施した。風洞実験模型の概要をFig. 1に示す。模型は縮尺率1/200の亚克力製の剛模型とし、実スケールで屋根の跳ね出し長さおよびスタンド長さ40m, 屋根幅およびスタンド幅80m, スタンド最高高さ20m, 屋根下面高さ25m, 屋根厚さ2mを想定した。また、スタビライザーは、実スケールで8mとし、跳ね出し長さ40mの屋根先端に付加した。測定点は屋根中央表面に外径1mm, 内径0.6mmの銅製パイプを用いて、上下面に計26点を設置し、2次元風圧力特性の把握を試みた。

Fig. 2に実験パラメータを示す。パラメータはスタビライザー角度および屋根角度（以下それぞれ「S角度」、「R角度」と称す）とした。

風洞実験概要をTable 1に示す。実験気流は、地表面粗度区分Ⅲ相当の境界層乱流とし、風向は屋根先端部から後方に向かう方向とした。模型設置位置での測定気流をFig. 3に示す。風速、乱れ強さは指針値<sup>[1]</sup>と概ね一致してい

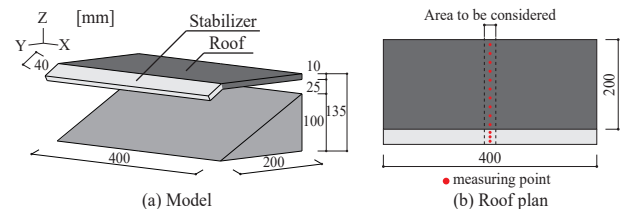
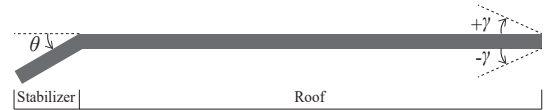


Figure 1. Outline of Wind Tunnel Test Model



$\theta$  : Stabilizer Angle none, 0 ~ 90° @10°  
 $\gamma$  : Roof Angle -10 ~ 10° @5°

Figure 2. Parameter

Table 1. Conditions of Wind Tunnel Test

Wind tunnel device	Eiffel type wind tunnel device (1.2m×0.9m)
Air Flow	Boundary layer turbulence (Category of surface roughness III)
Wind velocity	7.26m/s at z=135mm (around the test model)
Velocity gradient $\alpha$	$\alpha=0.2$
Sampling frequency / time	400Hz / 20sec
Model scale	L=400mm, H=135mm (S = 1 / 200)

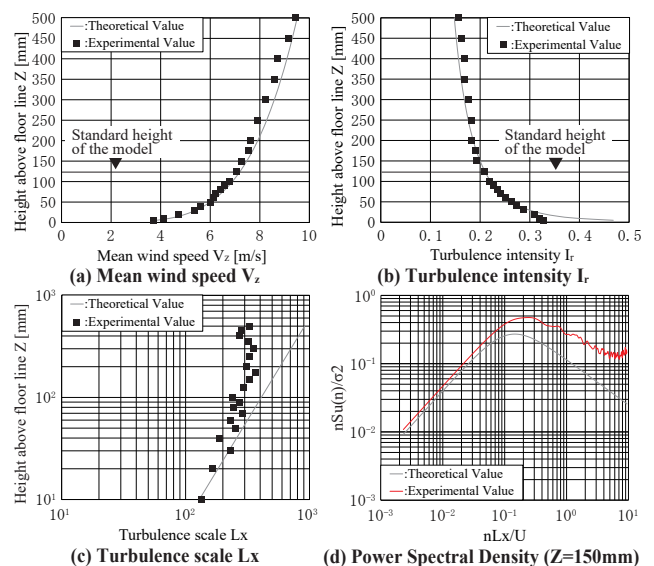


Figure 3. Wind flow conditions in the wind tunnel tests

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大理工・上席研究員 3 : 日大理工・院 (前) ・建築

る。一方、乱れのスケール、パワースペクトル密度は指針値とのずれが生じているが、本実験ではそれらの影響は考慮していない。基準速度圧は模型の影響を受けない風洞床上400mmの位置で測定し、風速の鉛直分布を考慮して模型軒高(Z=135mm)での値に換算した。測定はサンプリング周波数400Hzとして約20秒間(フルスケール換算で約10分)とし、全点同時測定を行った。

風力係数及び風圧係数の定義をFig. 4に示す。風力係数は屋根を下に押す方向を正とする。なお、測定は10回ずつ行い、アンサンブル平均処理を行った。

### 3. 風洞実験結果および考察

#### 3-1. スタビライザー角度 (S角度) による影響

R角度 $0^\circ$ におけるS角度毎の風圧係数および風力係数分布をFig. 5(a)~(d)に示す。Fig. 5(a)より、スタビライザー一部(以下「S部」と称す)の上面風圧係数はS角度が大きくなるほど正側へ移動し、S角度 $50^\circ$ 以上においてS部全体が正圧となった。これは、S角度が大きいくほど風向に面するS部上面の見付面積が増加するためと考えられる。一方、屋根部(以下「R部」と称す)先端ではS角度が大きいくほど上面風圧係数が負側へと変化した。これはR部先端で剥離が発生した影響であり、この性状はS角度が大きいくほど顕著になっている。

Fig. 5(b)より、下面風圧係数は概ね正圧を示した。これはスタンドによる影響であると考えられる。また、R部先端~中央においては、S角度が大きいくほど風圧係数は小さくなった。これは、S部によって風が遮られ当該部分に流入する風が減少したためと考えられる。

Fig. 5(c)より、S部の平均風力係数分布の傾向は上面風圧係数と同様にS角度 $50^\circ$ 以上でS部全体が正圧となり、吹上荷重(負圧)を低減できることが示唆された。

Fig. 5(d)より、変動風力係数はS角度 $50^\circ$ 以上で支持部から160mm付近で最大となる傾向を示した。この位置は、上面においては剥離が発生している位置、また下面においては風圧係数が小さい位置と重なっており、スタビライザーの設置によりR部に乱れが発生することが示唆された。

#### 3-2. 屋根角度 (R角度) による影響

R角度 $10^\circ$ におけるS角度毎の風圧係数および風力係数分布をFig. 6(a)~(d)に示す。Fig. 6(a)より、S部の上面風圧係数はS角度 $30^\circ$ 以上ではS角度が大きいくほど正側へ移動し、R角度 $0^\circ$ と同様の傾向を示した。一方、S角度 $10^\circ$ および $20^\circ$ ではS部の負の風圧係数が先端に近づくほど大きな値を示す。したがって、R角度が大きい場合、S角度が小さい範囲では吹上荷重に対する低減効果は小さいと考えられる。また、R部はS角度 $50^\circ$ 以上で全体的に負圧が大きくなった。これは屋根角度が上向きとなったことで、S部で剥離した風が再付着する位置が後方へ移動したためと考えられる。

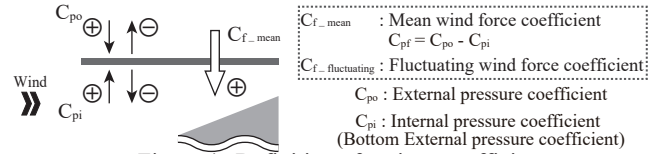


Figure 4. Definition of various coefficients

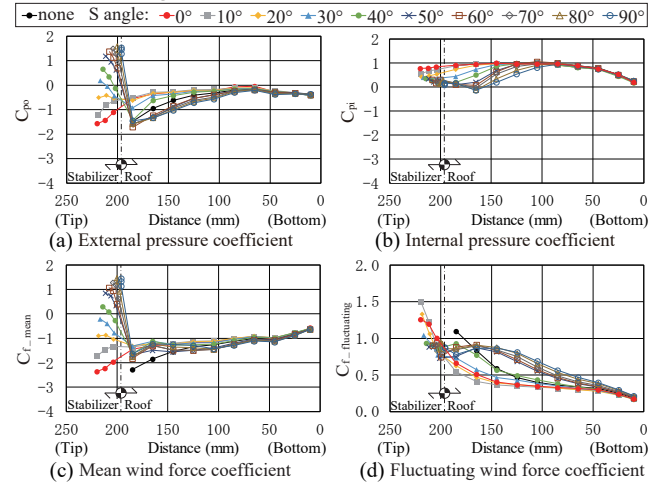


Figure 5. Wind Force Coefficients (R=0°)

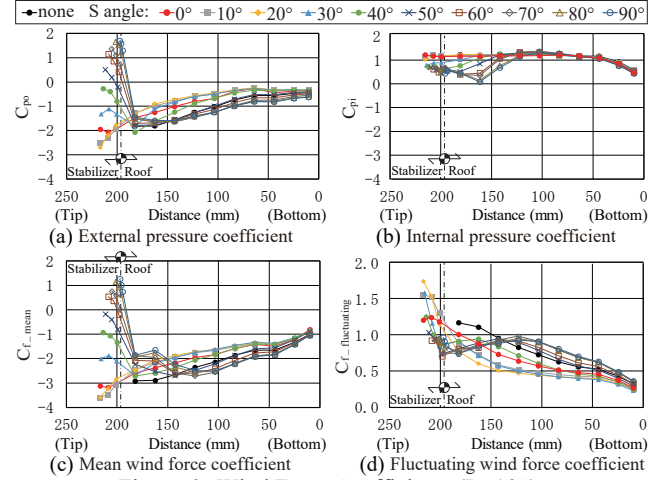


Figure 6. Wind Force Coefficients (R=10°)

Fig. 6(b)より、下面風圧係数はR角度 $0^\circ$ と概ね同じ性状を示すが、R部後方は正圧の大きい範囲が拡大した。これは、屋根角度が上向きとなりS部によって風が遮られる範囲が減少したためと考えられる。

Fig. 6(c)および(d)より、S角度 $50^\circ$ 以上における平均風力係数の最小値および変動風力係数の最大値はR部中央付近で発生し、R角度 $0^\circ$ より後方へと移動した。これらは上下面風圧係数の性状の変化に起因していると考えられる。

### 4. まとめ

本報では、競技場の片持ち屋根の先端にスタビライザーを設置することに伴う、風圧力特性への影響の把握を目的として風洞実験を行い、その結果を報告した。

#### 参考文献

[1] 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説2015年版、2015.2  
 [2] 日本建築センター：実務者のための風洞実験ガイドブック 2008年版、2008.10