

陸屋根PVの風力係数

— 鹿島における風洞実験の紹介 —

 鹿島技術研究所 山本 学

内 容

1. 背景
2. 研究の目的
3. 風洞実験方法
4. 陸屋根PVの風力係数
 - ・ アレイ傾斜角の影響
 - ・ 建築物高さの影響
 - ・ 屋根周辺部への設置の影響
 - ・ 単列設置と複数列設置
 - ・ 複数列設置に伴う風力低減効果
 - ・ パラペットによる風力低減効果
5. まとめ

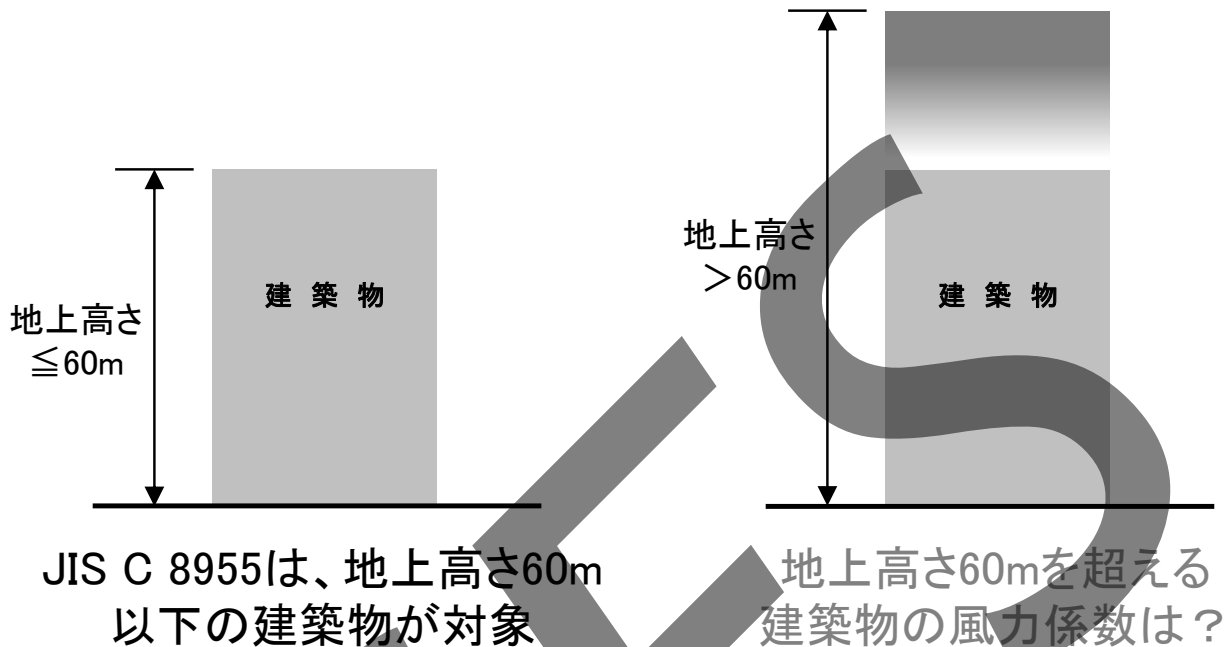
1. 背景

背景

- 近年、太陽光発電システムは、再生可能エネルギーの一つとして普及が進んでいる。
- 太陽電池アレイの耐風安全性を検討する際に必要な設計用風力係数は、建築基準法や建築物荷重指針に示されていないため、合理的な耐風設計を行えないのが実情である。
- アレイ用支持物の風荷重算定法についてはJIS C 8955「太陽電池アレイ用支持物設計標準」に示されているが、局部的な風力の影響を受けるモジュール設計用ピーク風力係数は示されていない。

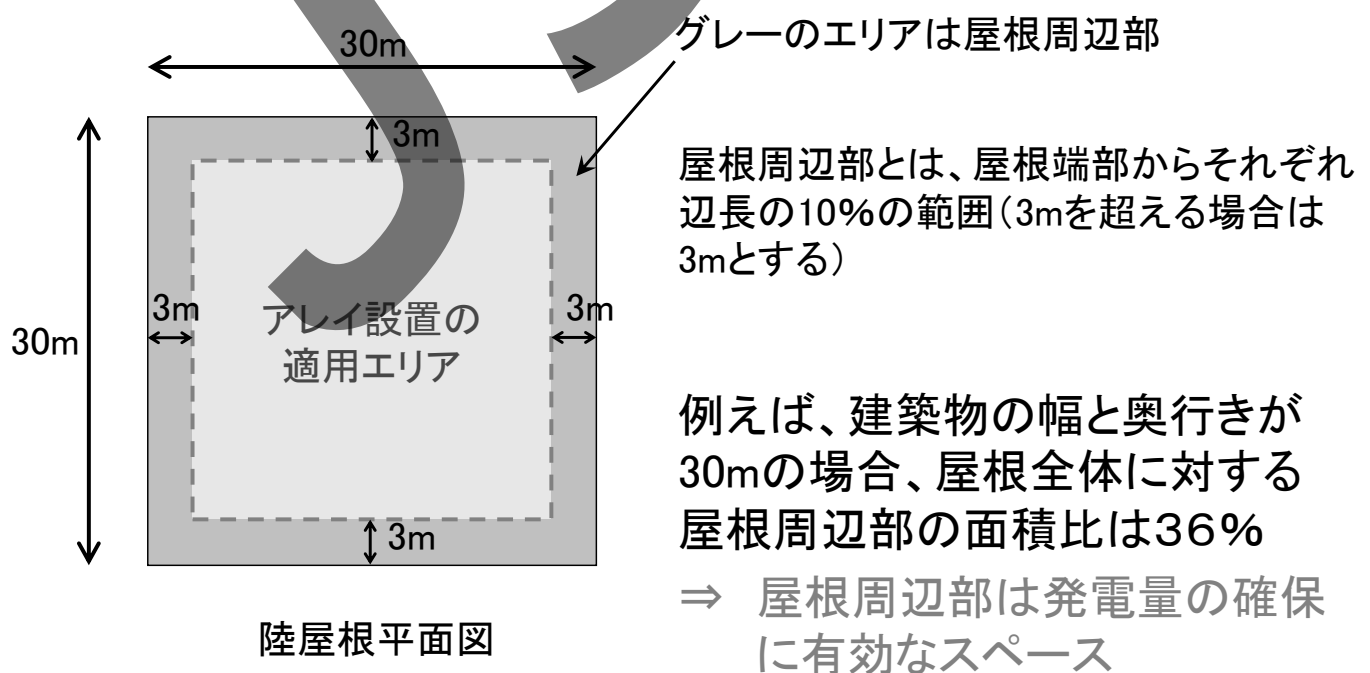
JIS C 8955の課題

- 風荷重が大きい地上高さ60mを超える高所への設置は適用範囲外。



JIS C 8955の課題

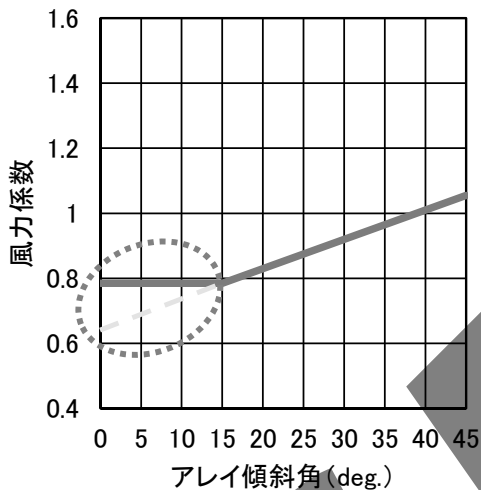
- 風荷重が大きい屋根周辺部への設置は適用範囲外。



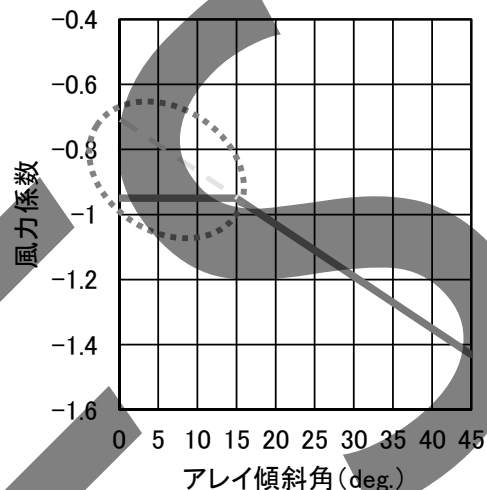
JIS C 8955の課題

- 陸屋根設置形アレイの場合、アレイ傾斜角 15° 未満の風力係数は、安全側の評価として、正圧、負圧共に一律 15° の値を用いている。

アレイ傾斜角 15° 未満の風力係数は合理的に評価されている？



風力係数(正圧の場合)

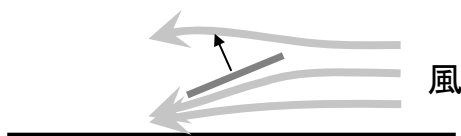


風力係数(負圧の場合)

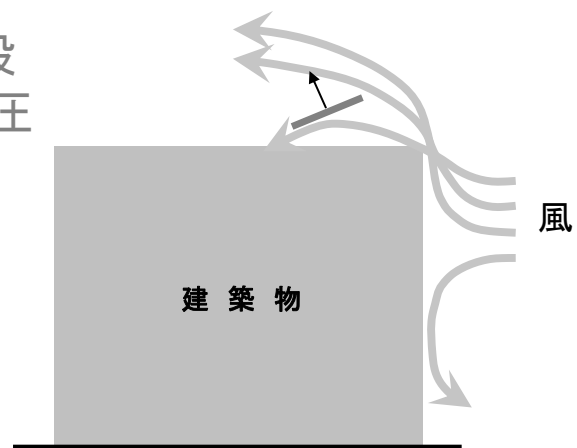
JIS C 8955の課題

- 陸屋根設置形アレイの風力係数は、地上設置形の値と同じであり、屋根特有の負圧の影響が考慮されていない可能性がある。

陸屋根設置形アレイは、地上設置形に比べ、屋根特有の負圧の影響を受けると考えられる。



アレイを地上に設置した状況



アレイを陸屋根に設置した状況

2. 目的

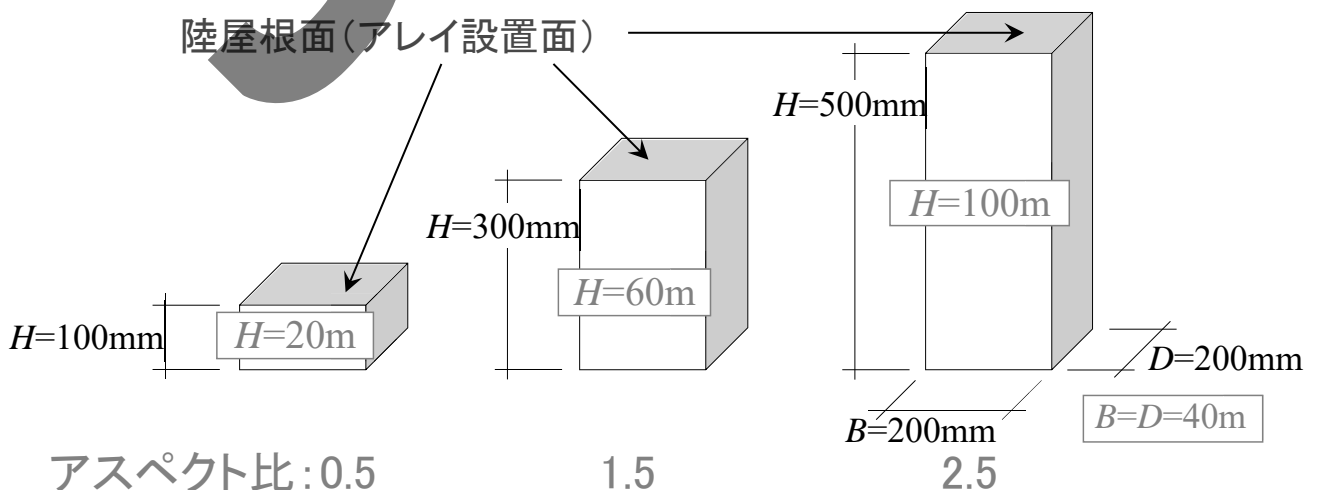
研究の目的

- 建築物の陸屋根に設置した太陽電池アレイを対象に、
 - ・建築物高さ(60m以上も対象)
 - ・アレイ設置範囲(屋根周辺部にも設置)
 - ・アレイ傾斜角(15°未満も対象)
 - ・アレイ列数(複数列配置と単列配置)をパラメータとして、アレイに作用する風力係数を風洞実験により検討すること
- アレイの風力係数に及ぼすパラペットの影響を検討すること

3. 風洞実験方法

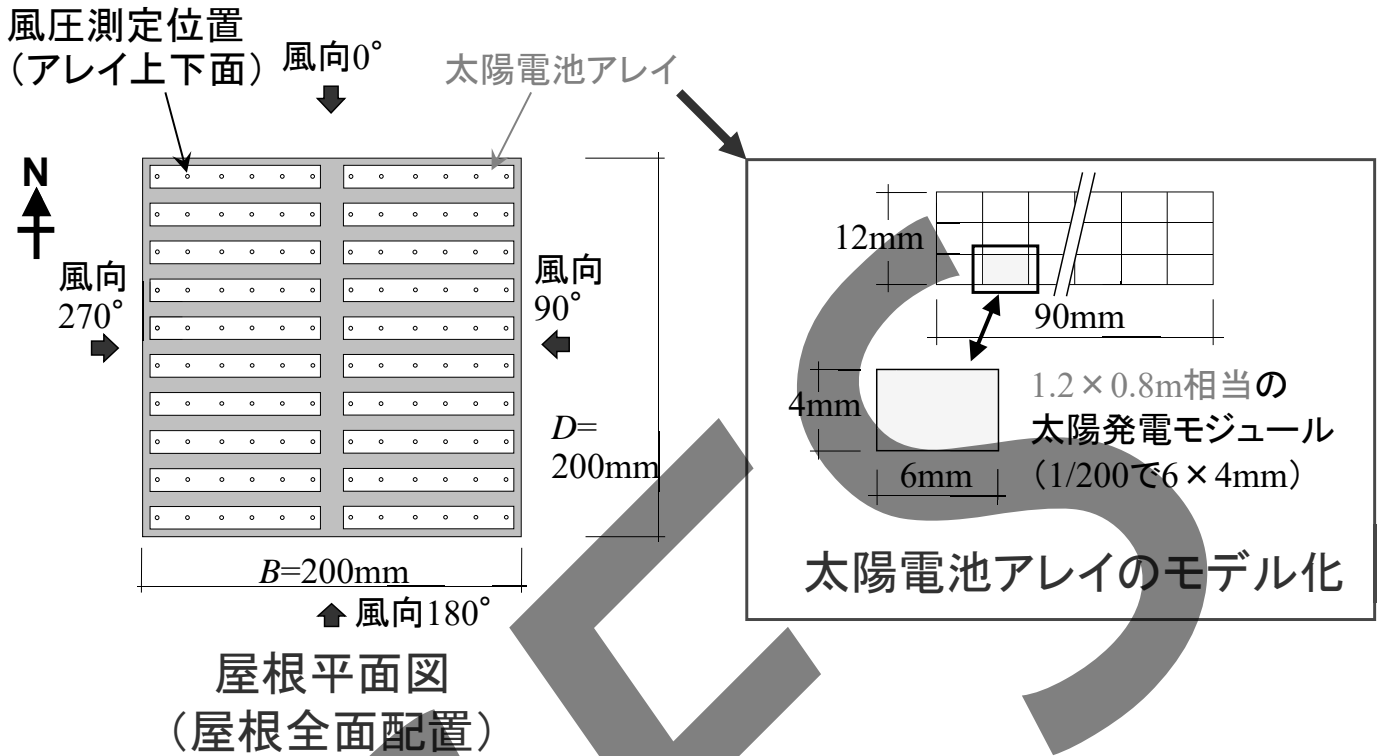
実験方法(1)

- 鹿島技術研究所の大型境界層風洞で、アレイ上面と下面の風圧を同時測定
⇒ 上下面の差圧から風力を求めた
- 模型縮尺1/200、辺長比1の建築物を対象
- 建築物高さは、20m、60mおよび100m相当の3種類



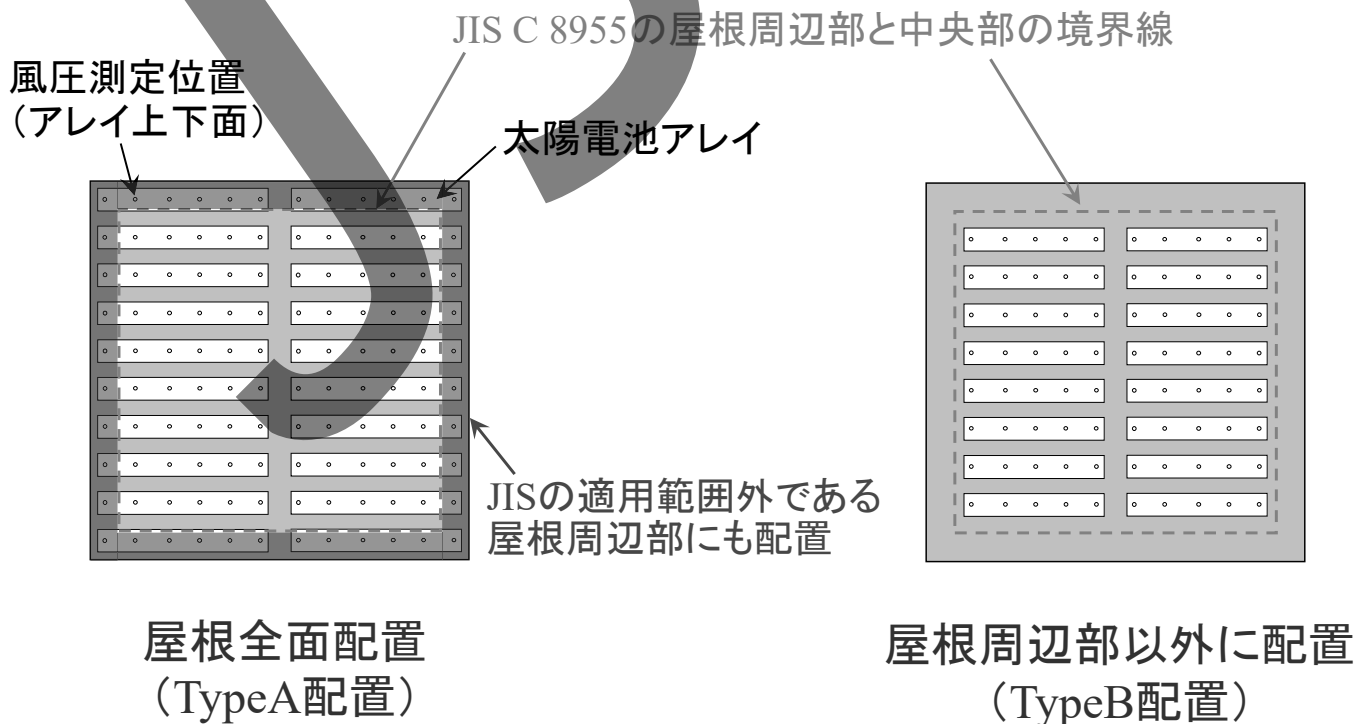
実験方法(2)

■ アレイのモデル化



実験方法(3)

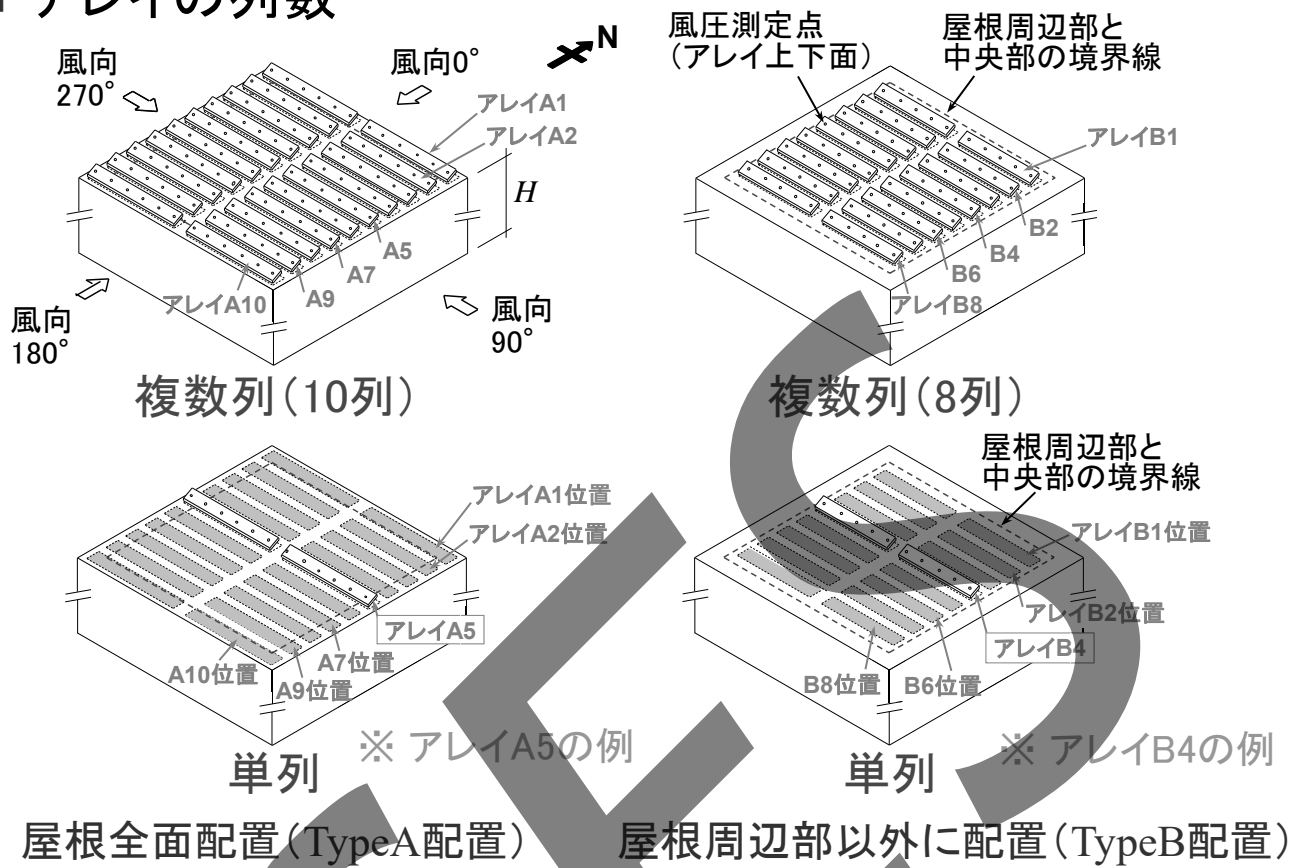
■ アレイの配置



屋根平面図

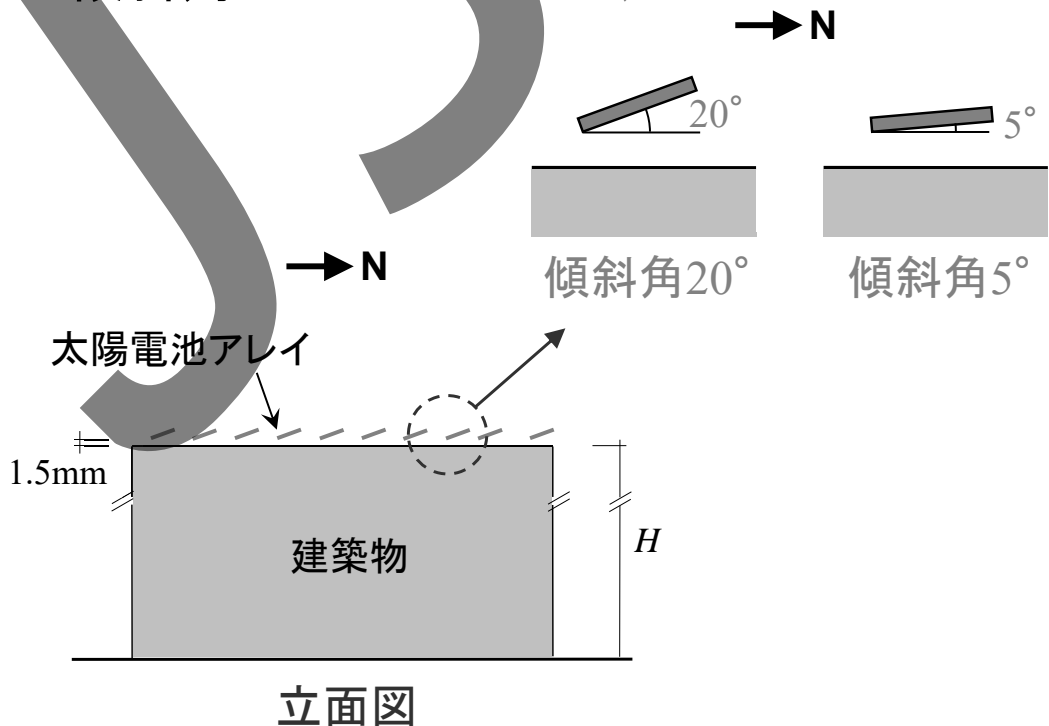
実験方法(4)

■ アレイの列数



実験方法(5)

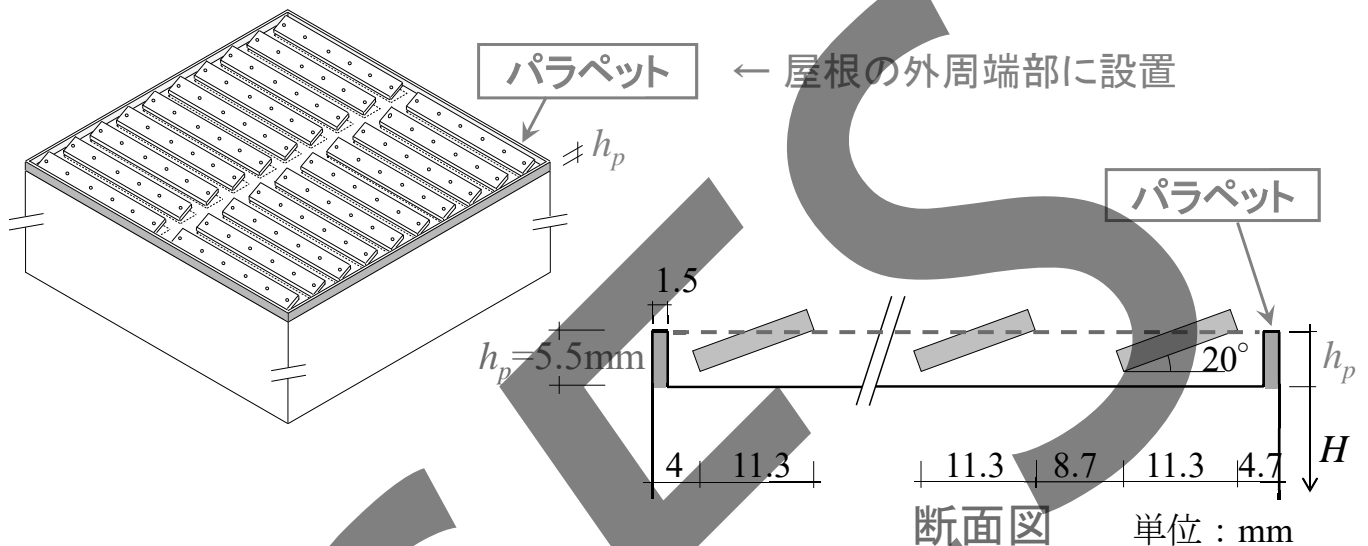
■ アレイ傾斜角



実験方法(6)

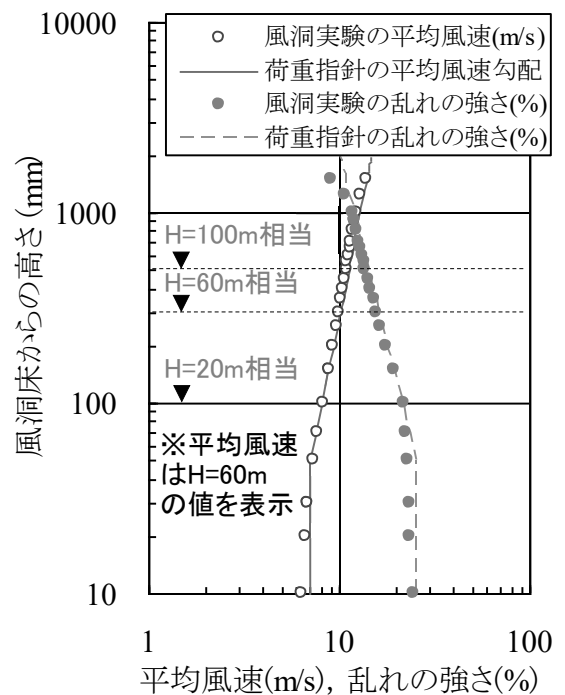
■ パラペット

- ・屋根全面配置 (TypeA配置)、アレイ傾斜角 20° を対象に検討
- ・パラペット高さ h_p は、2.5mm、3.5mm、5.5mm (それぞれ0.5m、0.7m、1.1m相当)の3種類
- ・最も高い $h_p=5.5mm$ は、アレイ上端高さと同じ高さ



実験方法(7)

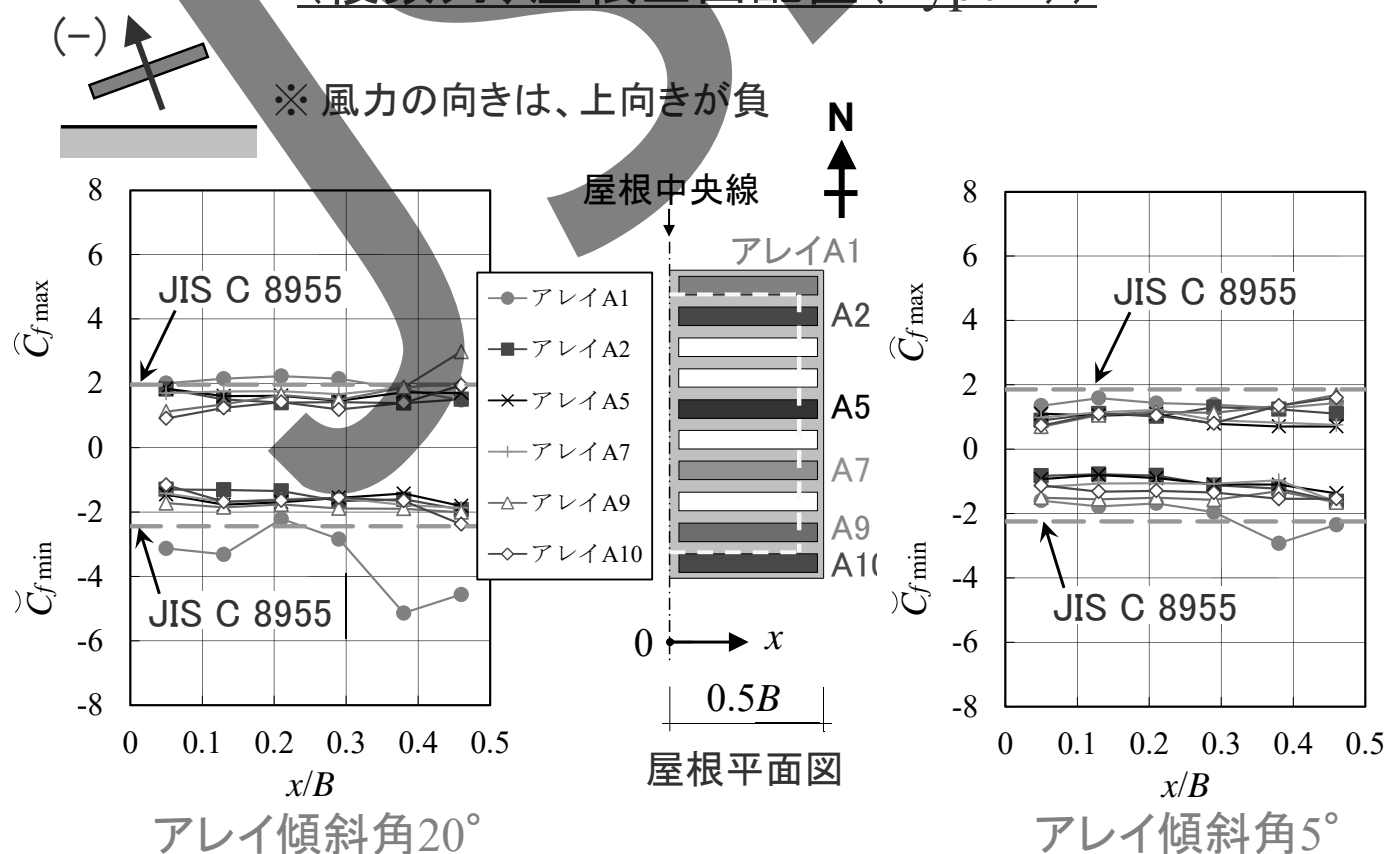
- 実験気流:
 - 地表面粗度区分Ⅲ
- 実験風向:
 - 5° 間隔の72風向
- 風圧・風力係数:
 - 建築物高さ H での速度圧で無次元化
- ピーク風力の評価時間:
 - 0.2s



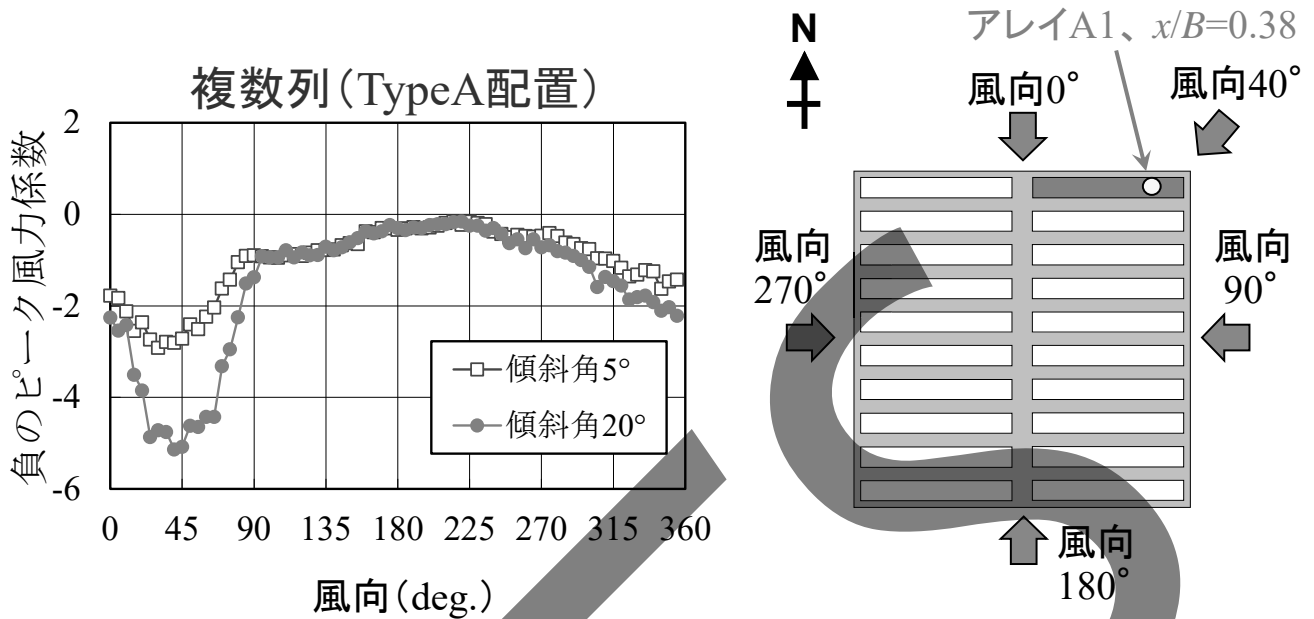
4. 陸屋根PVの風力係数(1)

アレイの風力係数に及ぼすアレイ傾斜角の影響

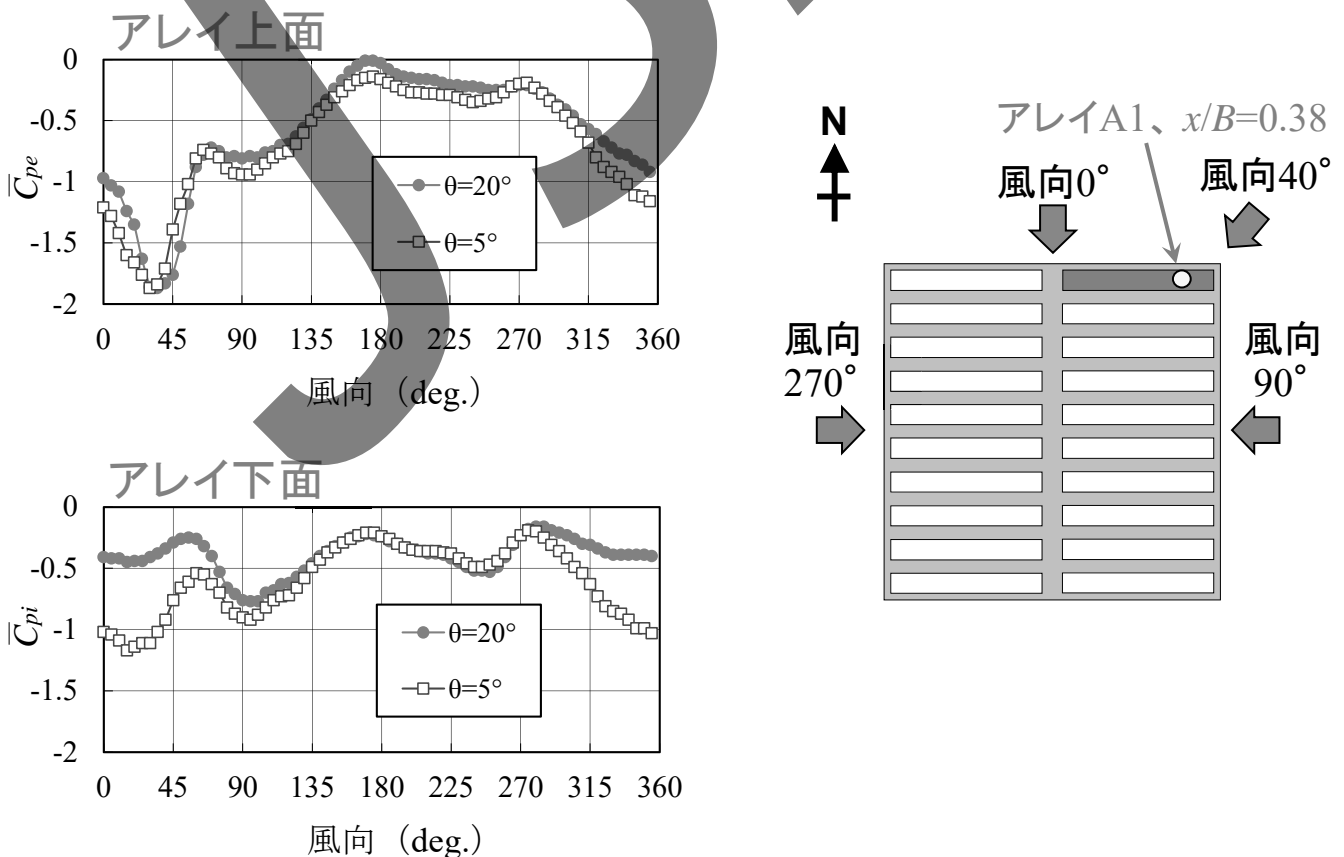
ピーク風力係数の72風向中の最大値・最小値 (複数列、屋根全面配置(TypeA))



最北アレイA1、屋根隅角部 ($x/B=0.38$) における 風向とアレイの負のピーク風力係数の関係



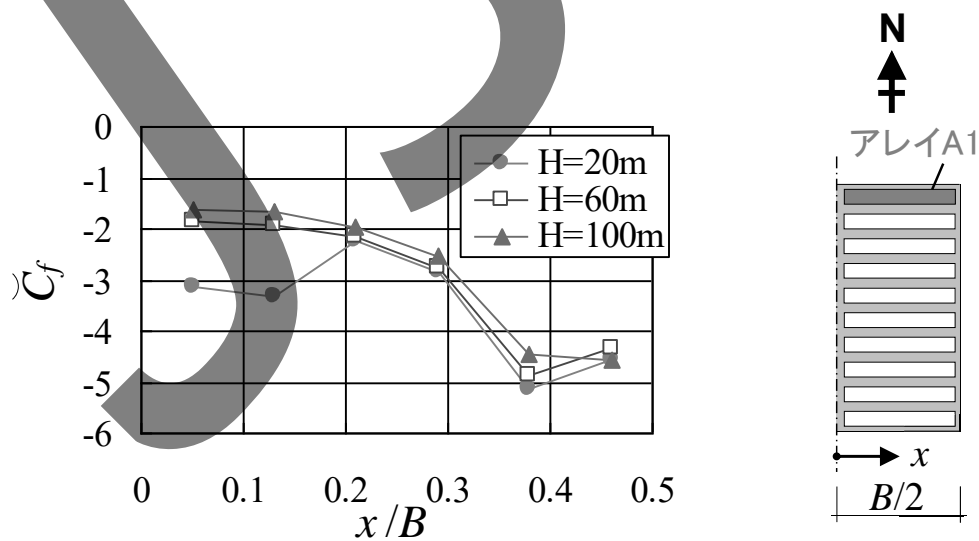
最北アレイA1、屋根隅角部 ($x/B=0.38$) における 風向とアレイ上下面の平均風圧係数の関係



4. 陸屋根PVの風力係数(1)

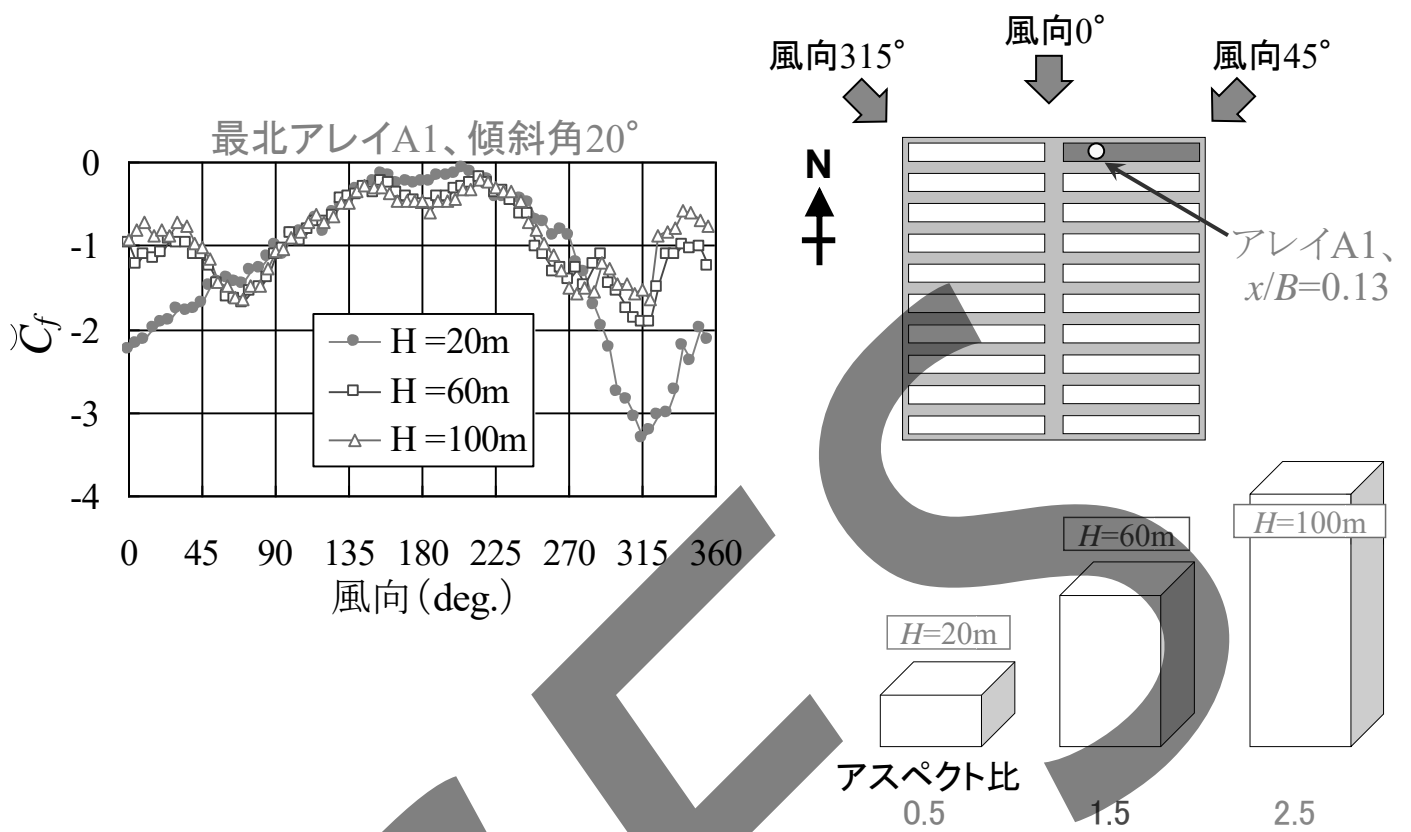
アレイの風力係数に及ぼす建築物高さの影響

アレイの風力係数に及ぼす
建築物高さ(アスペクト比)の影響(アレイ傾斜角 20°)



ピーク風力係数の72風向中の最小値

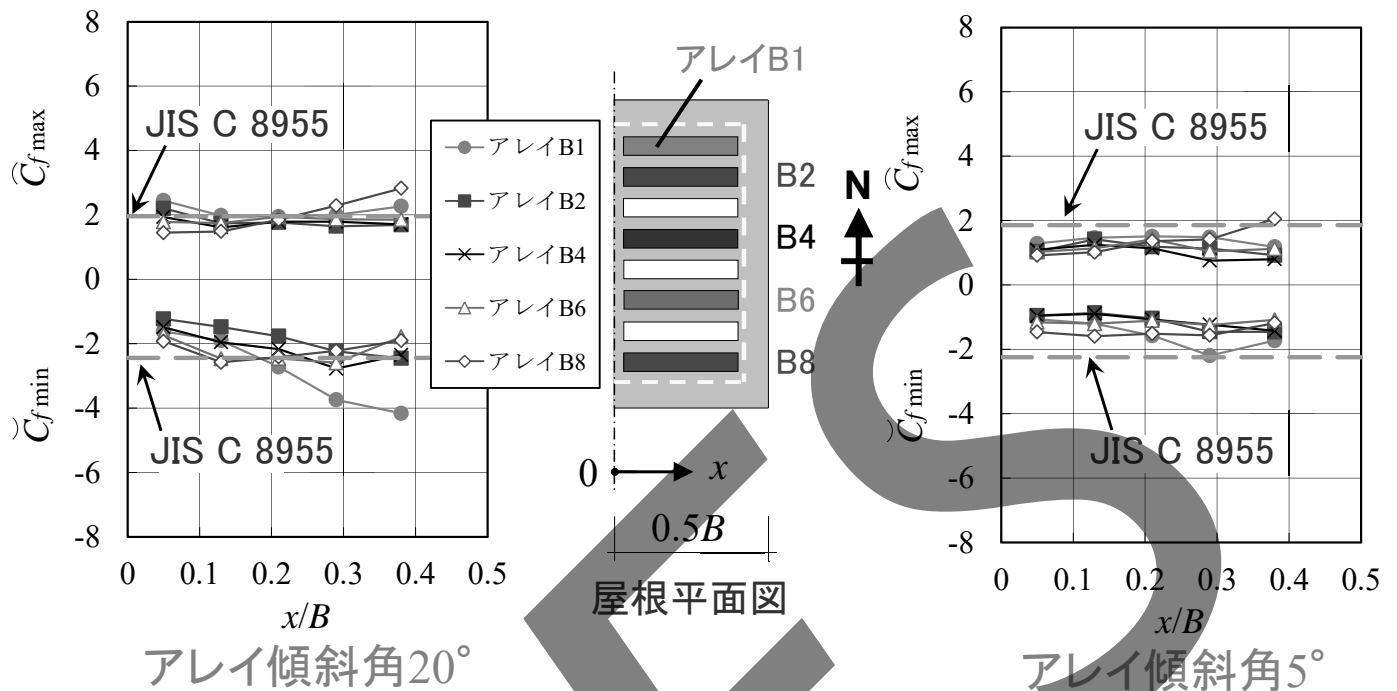
アレイA1、 $x/B=0.13$ における 風向と負のピーク風力係数の関係



4. 陸屋根PVの風力係数(1)

アレイの風力係数に及ぼすアレイ設置範囲の影響

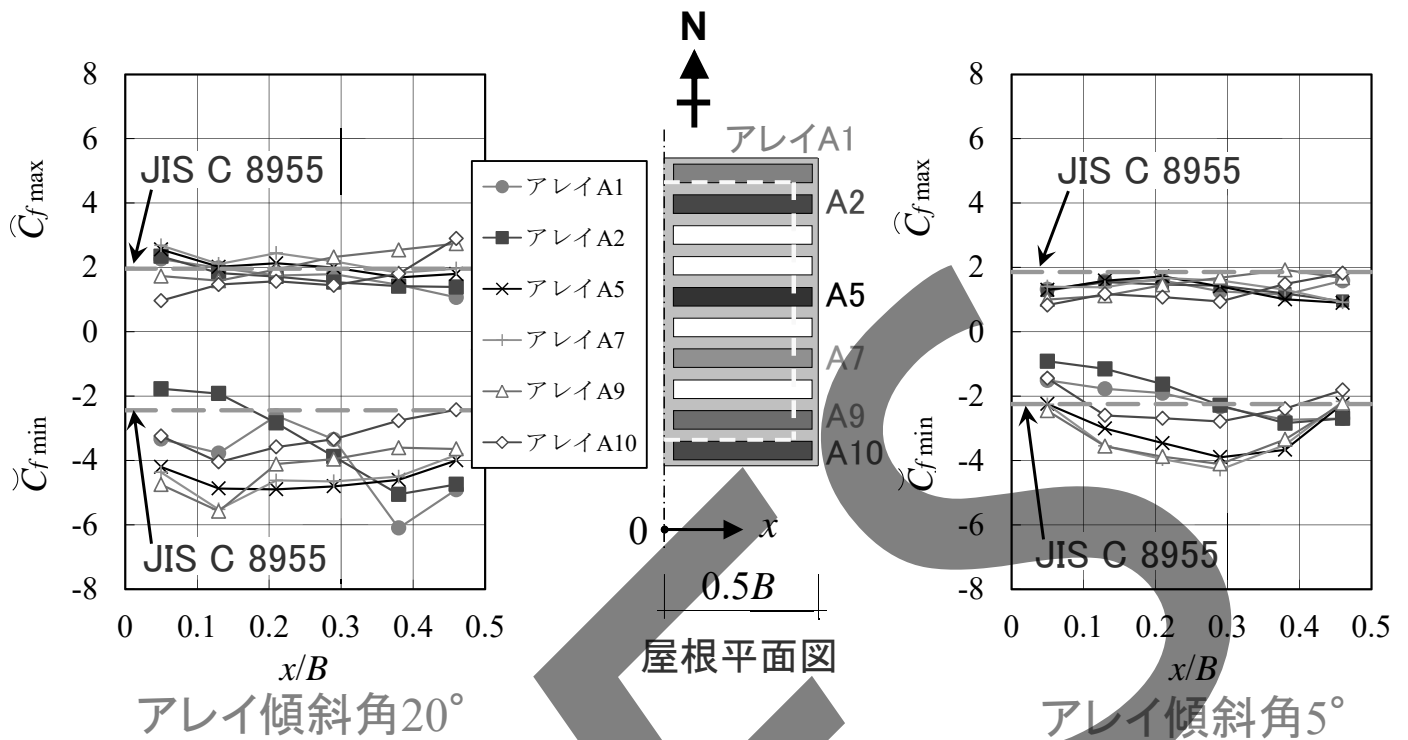
ピーク風力係数の72風向中の最大値・最小値 (複数列、屋根周辺部以外に配置 (TypeB))



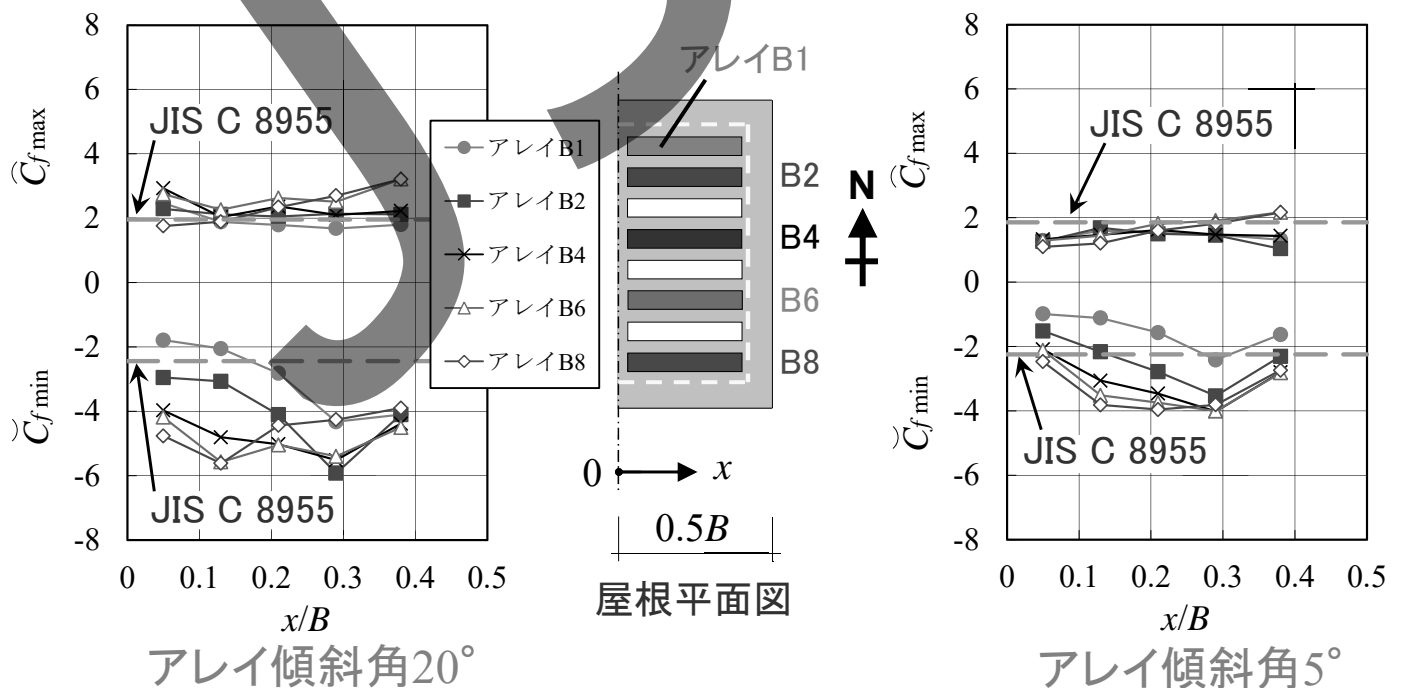
4. 陸屋根PVの風力係数(1)

単列アレイの風力係数

ピーク風力係数の72風向中の最大値・最小値 (単列、屋根全面配置 (TypeA))



ピーク風力係数の72風向中の最大値・最小値 (単列、屋根周辺部以外に配置 (TypeB))

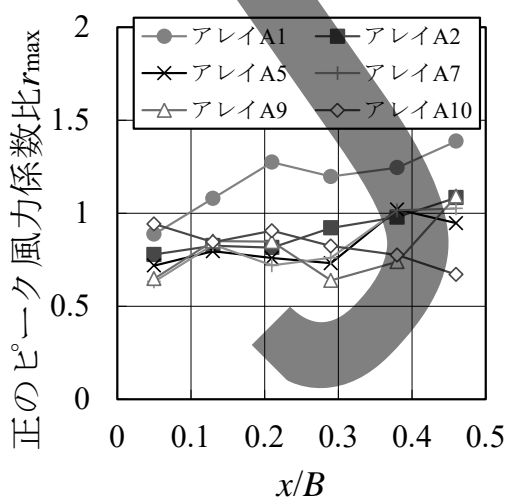


4. 陸屋根PVの風力係数(1)

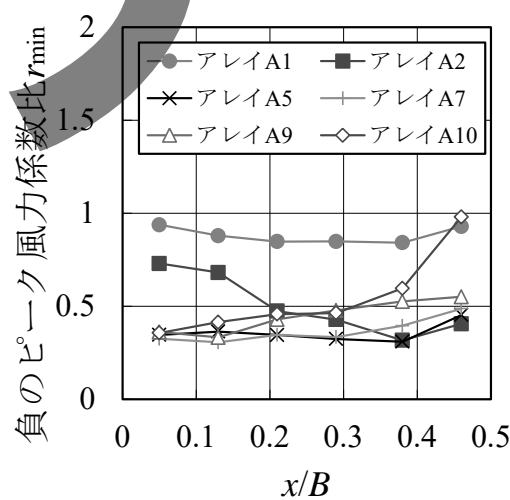
複数列設置に伴う風力低減係数

(単列に対する複数列のピーク風力係数比)

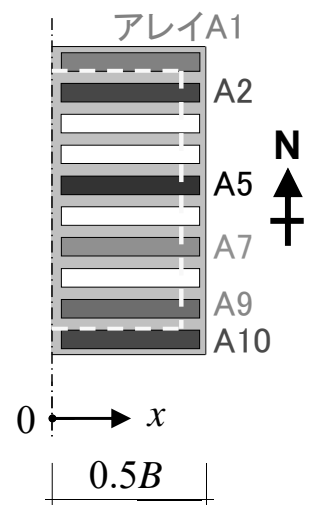
単列に対する複数列のピーク風力係数比 (屋根全面配置 (TypeA)、アレイ傾斜角 20°)



72風向中の最大値



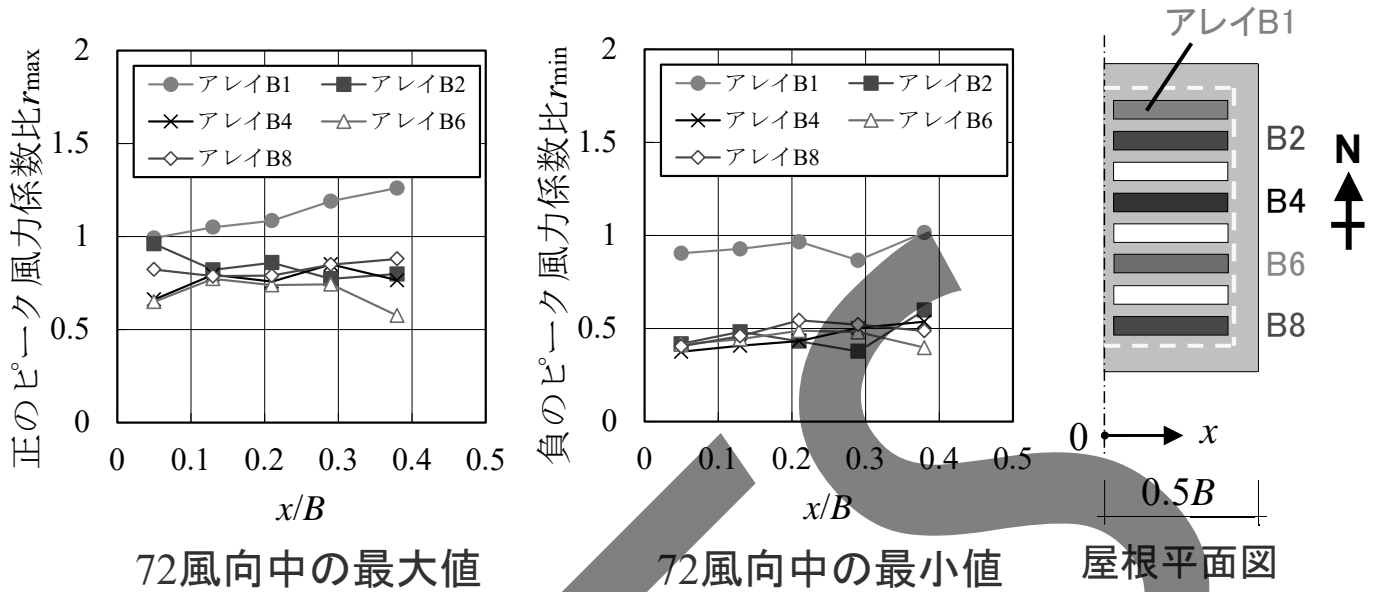
72風向中の最小値



屋根平面図

風圧測定点*i*のピーク風力係数比 = $\frac{\text{複数列設置アレイの}i\text{点のピーク風力係数}}{\text{単列設置アレイの}i\text{点のピーク風力係数}}$

単列に対する複数列のピーク風力係数比 (屋根周辺部以外に配置 (TypeB)、アレイ傾斜角 20°)

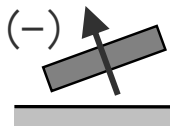


風圧測定点*i*のピーク風力係数比 = $\frac{\text{複数列設置アレイの}i\text{点のピーク風力係数}}{\text{単列設置アレイの}i\text{点のピーク風力係数}}$

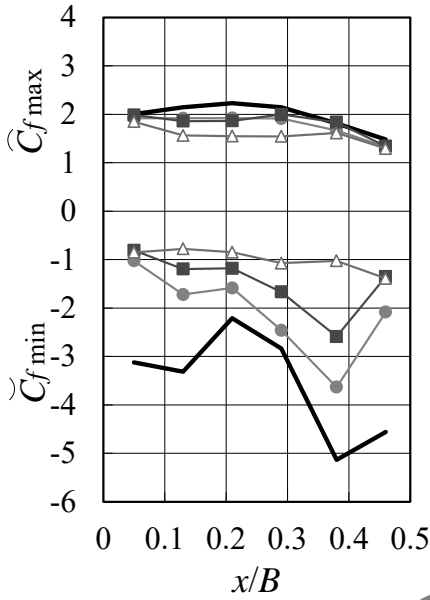
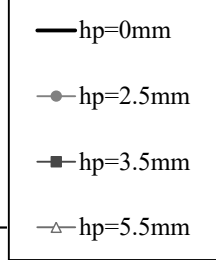
4. 陸屋根PVの風力係数(1)

アレイの風力係数に及ぼすパラペットの影響

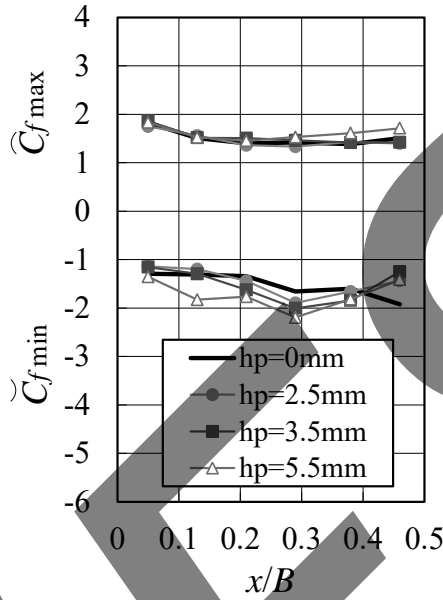
ピーク風力係数の72風向中の最大値・最小値 (複数列、屋根全面配置 (TypeA)、アレイ傾斜角 20°)



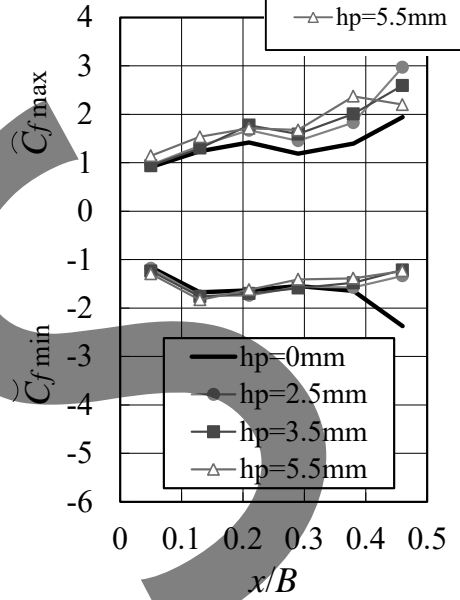
※ アレイに作用する風力の向きは、上向きが負



最北アレイA1

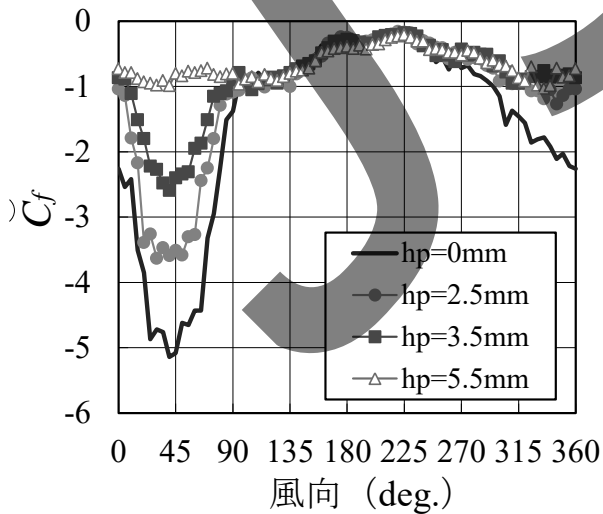


アレイA2

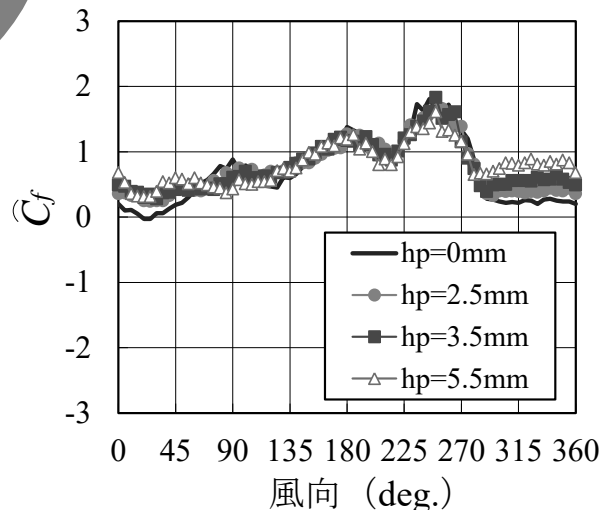


最南アレイA10

最北アレイA1、屋根隅角部 ($x/B=0.38$) における 風向とピーク風力係数の関係

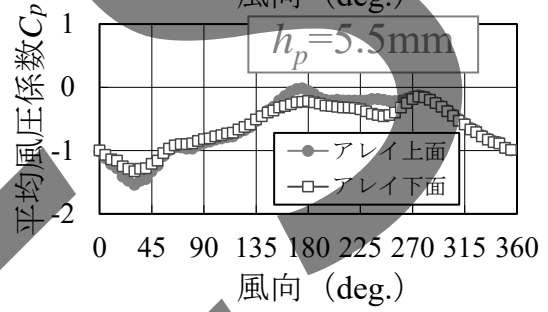
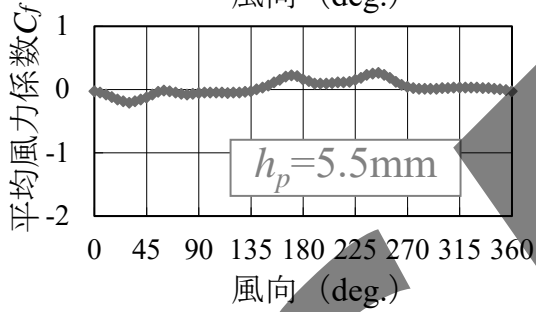
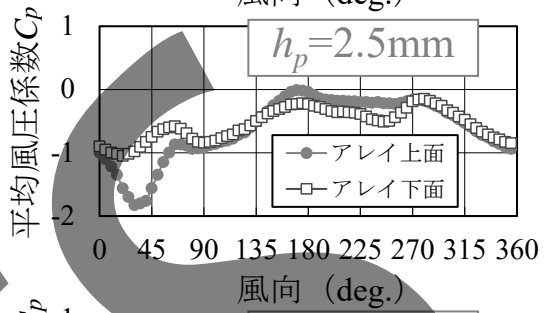
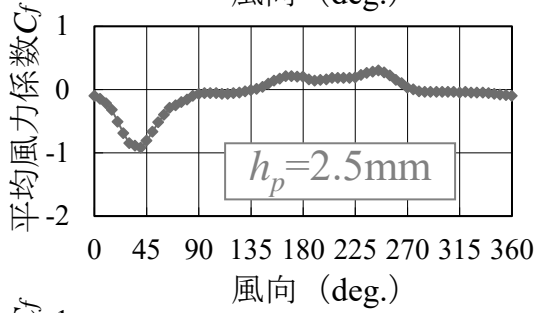
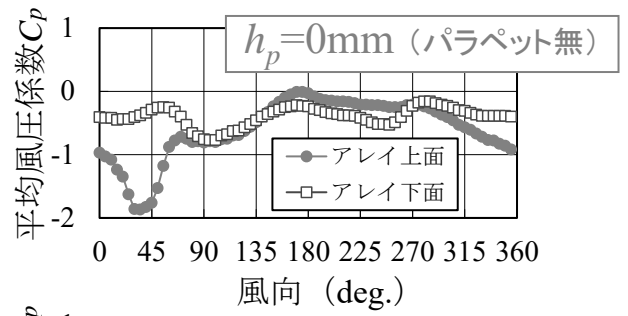
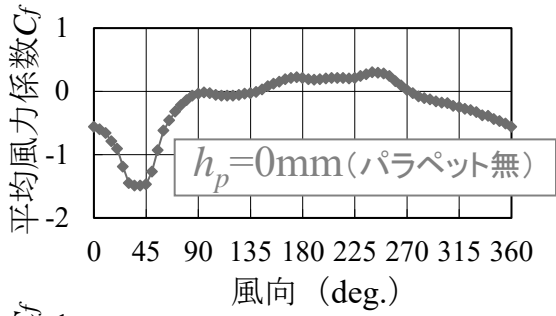


負のピーク風力係数



正のピーク風力係数

最北アレイA1、屋根隅角部 ($x/B=0.38$) における 風向と平均風力係数、アレイ上下面の平均風圧係数の関係



5. まとめ

まとめ(1)

- アレイに作用する風力係数は、アレイ傾斜角の増加に伴い絶対値が大きくなる。
- 複数列設置の場合、負圧に対して不利な傾斜方向となる最北部アレイには、大きな負の風力が作用する。
- 最北部よりも南側のアレイでは、アレイの遮蔽効果が期待できる。
- 単列設置の場合、屋根の設置場所に拘わらず、アレイには大きな負の風力が作用する。

まとめ(2)

- 単列アレイに対する複数列アレイのピーク風力係数比から、最北部を除いたアレイでは、複数列設置に伴う風力低減効果は、負の風力の方が正に比べ大きい。
- アレイの風力に及ぼすパラペットの影響は、パラペットに近接する最北アレイの負のピーク風力低減に最も効果がある。
- パラペットが高い程、最北アレイの風力低減効果が大きい。