

調査番号11

風圧力，耐風設計法等の 基準の合理化に関する調査

(独) 建築研究所

(株) 風工学研究所

調査項目

- ## 風力係数の充実
- ## 外装材の耐風設計法の標準化
- ## 塔状構造物の耐震・耐風設計法の提案
- ## 地形による設計風速の評価手法の検討

委員会構成

親委員会

委員長 田村幸雄

委員 石原孟, 植松康, 大熊武司, 奥田泰雄, 河井宏允, 喜々津仁密, 長谷川隆, 向井昭義, 脇山善夫(敬省略 五十音順)

風力係数
WG

外装材
WG

塔状工作物
WG

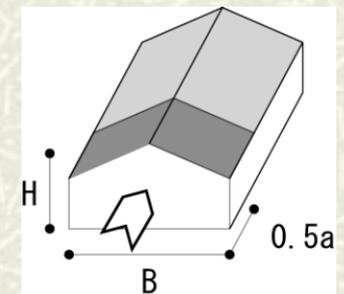
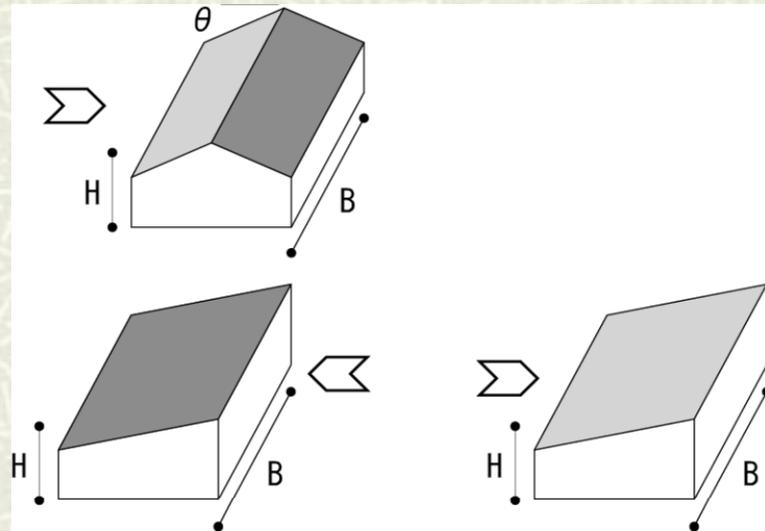
地形影響
SWG

第2章 風力係数等の調査

- 屋根の構造骨組用の外圧係数およびガスト影響係数の提案
- 外装材の風圧力の荷重負担面積の影響
- ベランダ, 屋上広告板の設計用風力係数の提案

告示1454号の外圧係数

部位 θ	風上面		風下面
	正の係数	負の係数	
10度未満	-	-1.0	-0.5
10度	0	-1.0	
30度	0.2	-0.3	
45度	0.4	0	
90度	0.8	-	



風上端部より 0.5a の領域

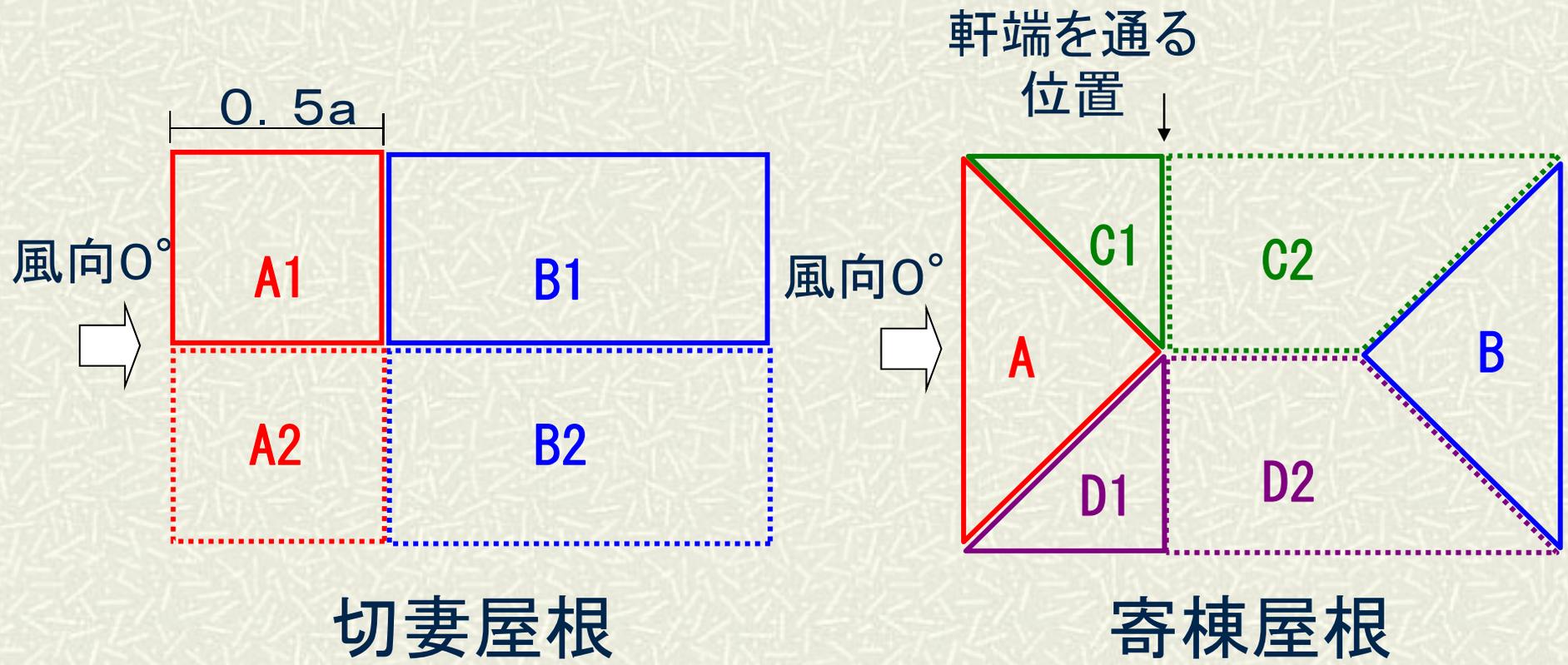
左に掲げる領域以外の領域

-1.0

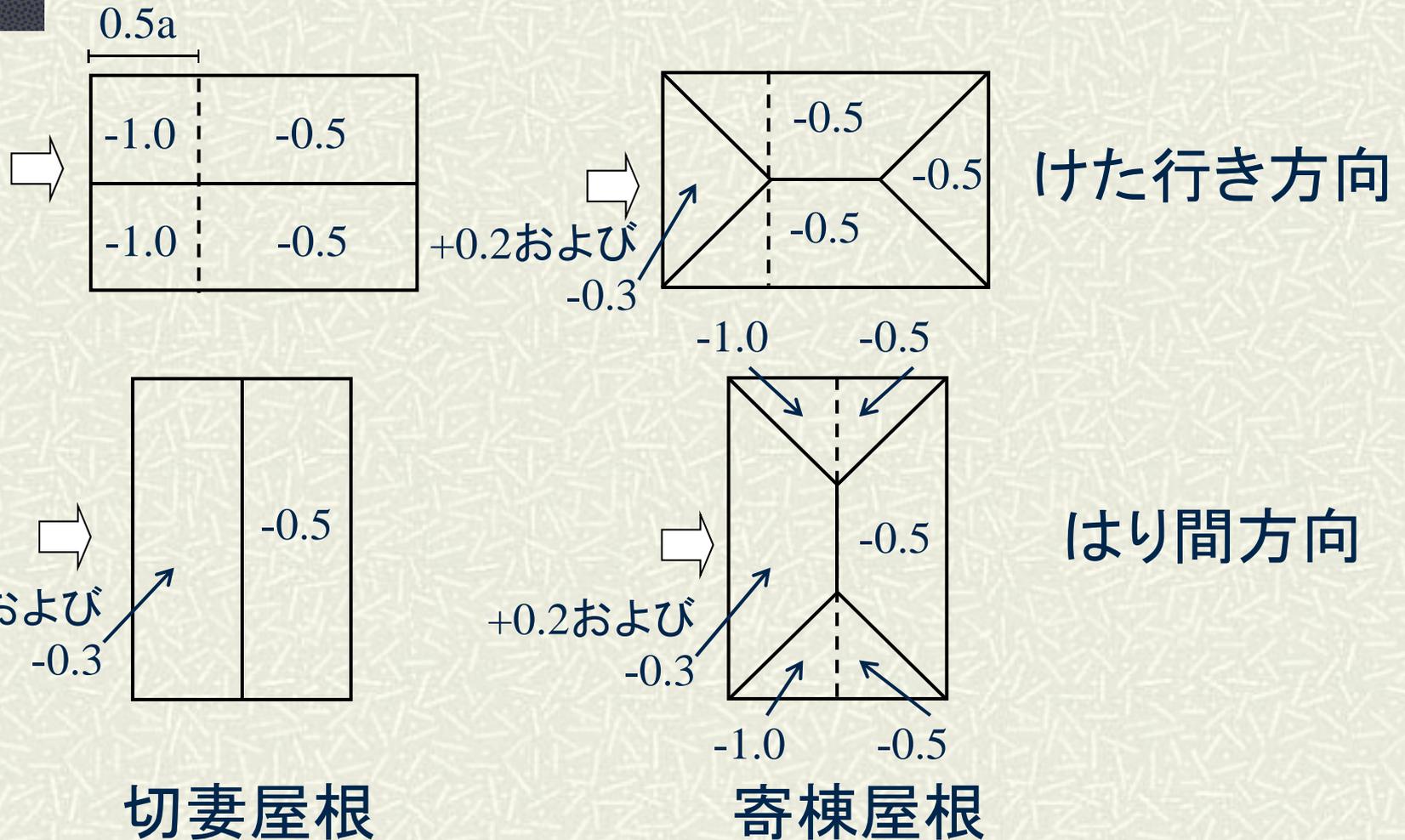
-0.5

寄棟屋根の外圧係数や軒の風力係数が
規定されていない

屋根面の部位分け(風向角 0°)



屋根勾配30°の外圧係数



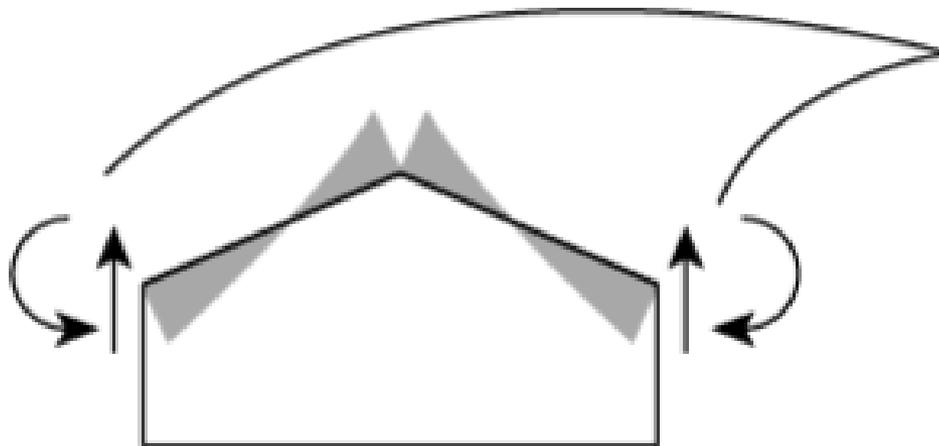
軒の風力係数は屋根面と壁面の外圧係数で整理できる

ガスト影響係数の算定方法

構造骨組設計のためのガスト影響係数は、主に水平方向の風力について定められている

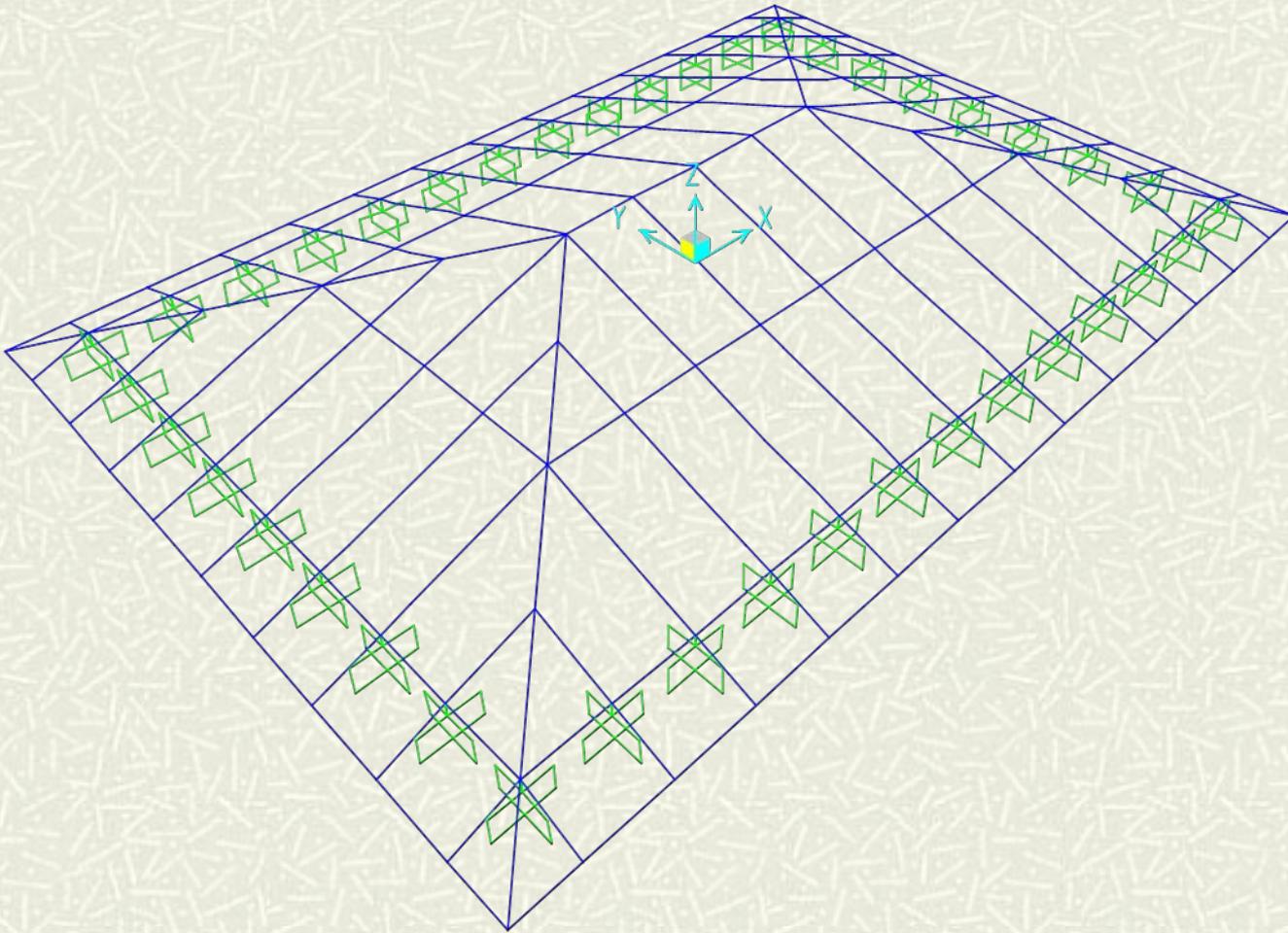


$$\text{ガスト影響係数} = \frac{\text{最大荷重効果}}{\text{平均荷重効果}}$$

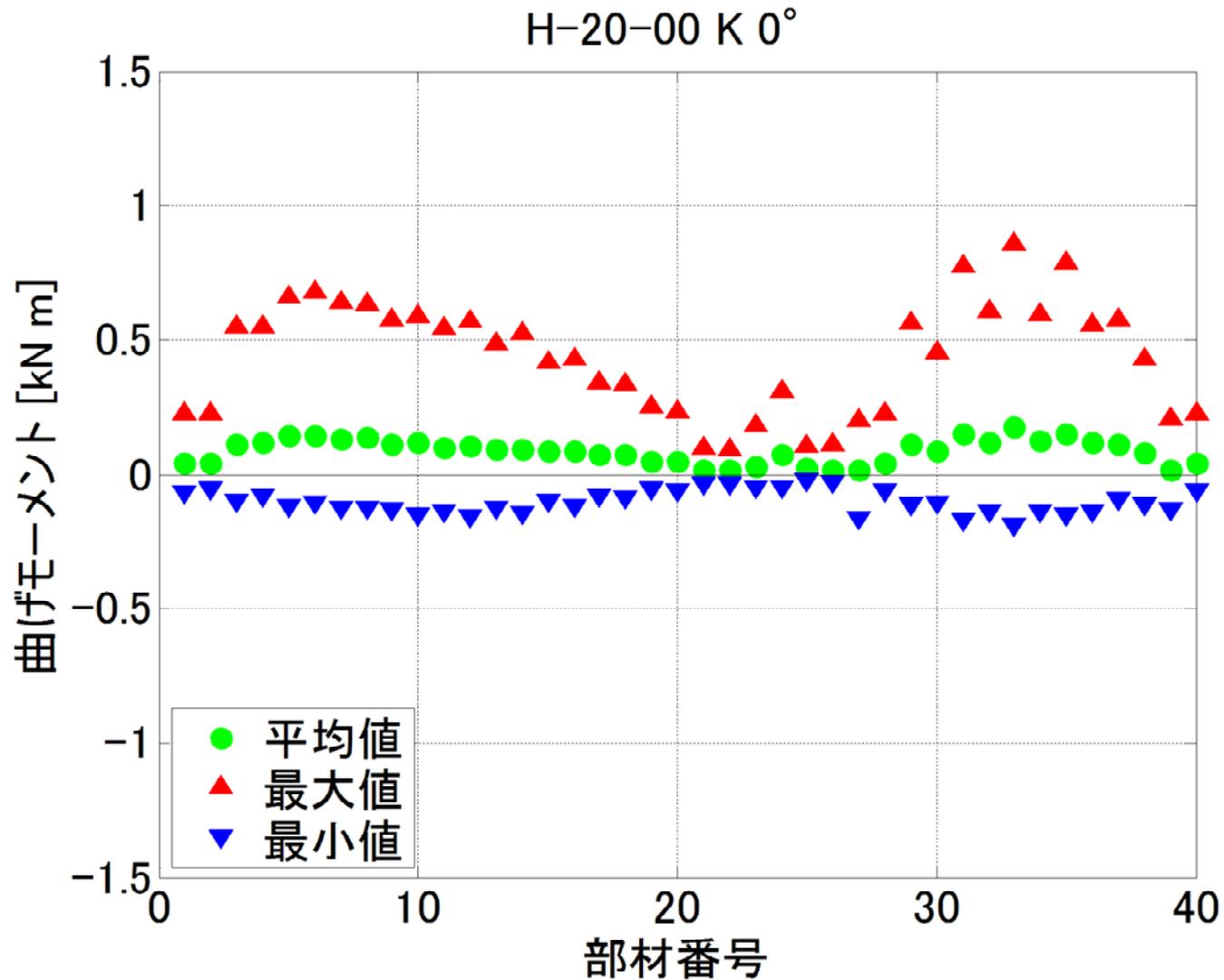


せん断力、曲げモーメント
などの荷重効果

屋根FEMモデルの一例

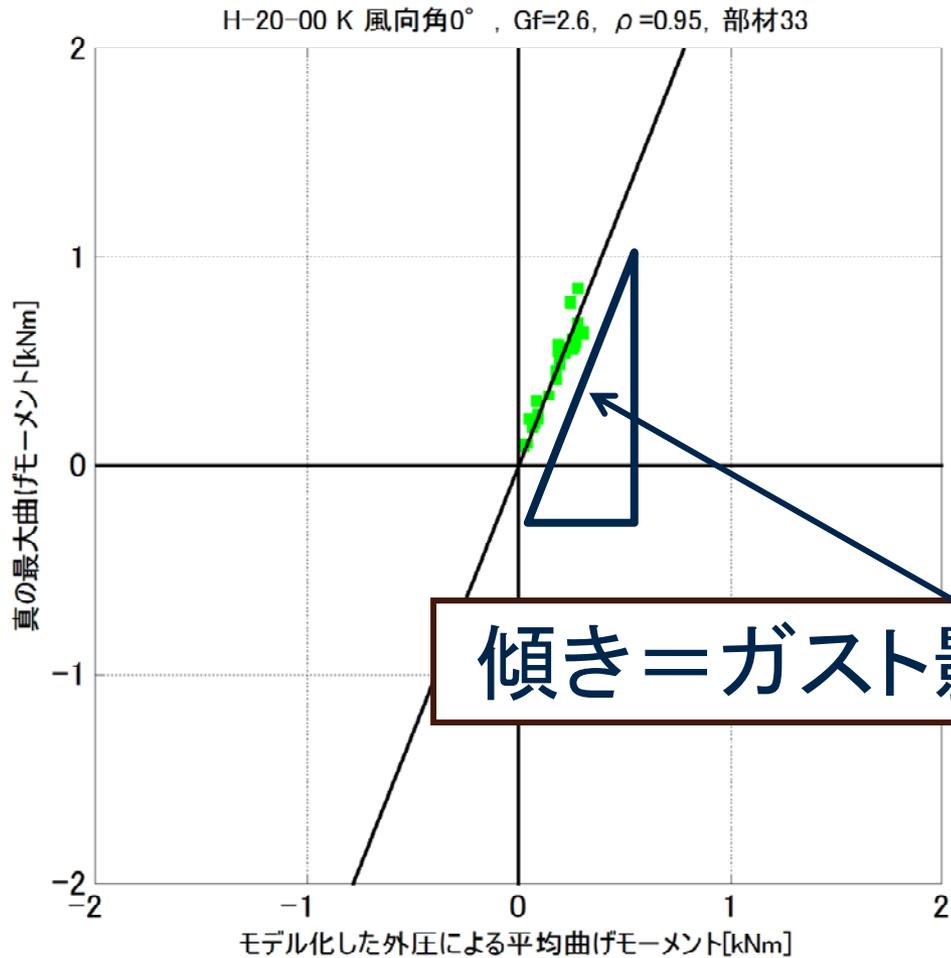


部材ごとの曲げモーメント



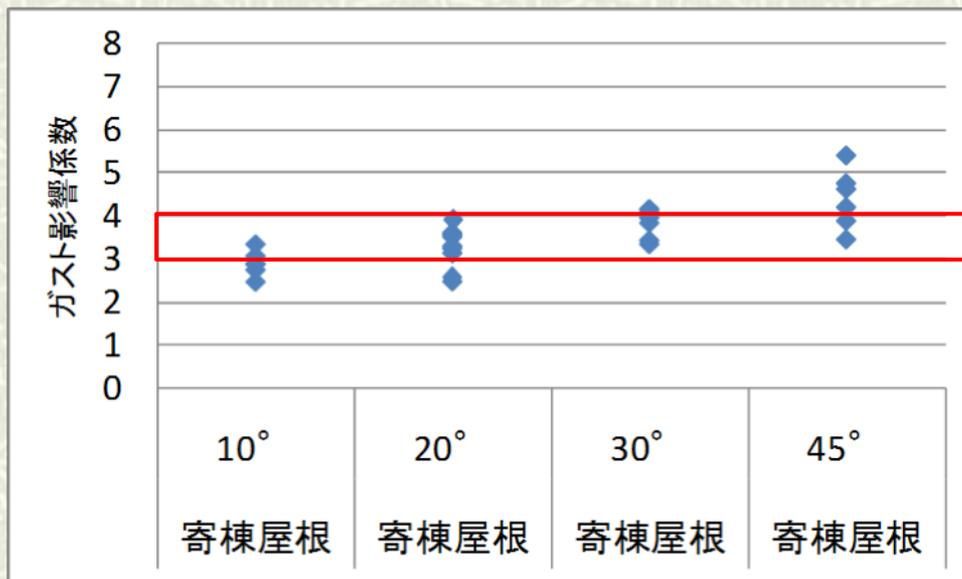
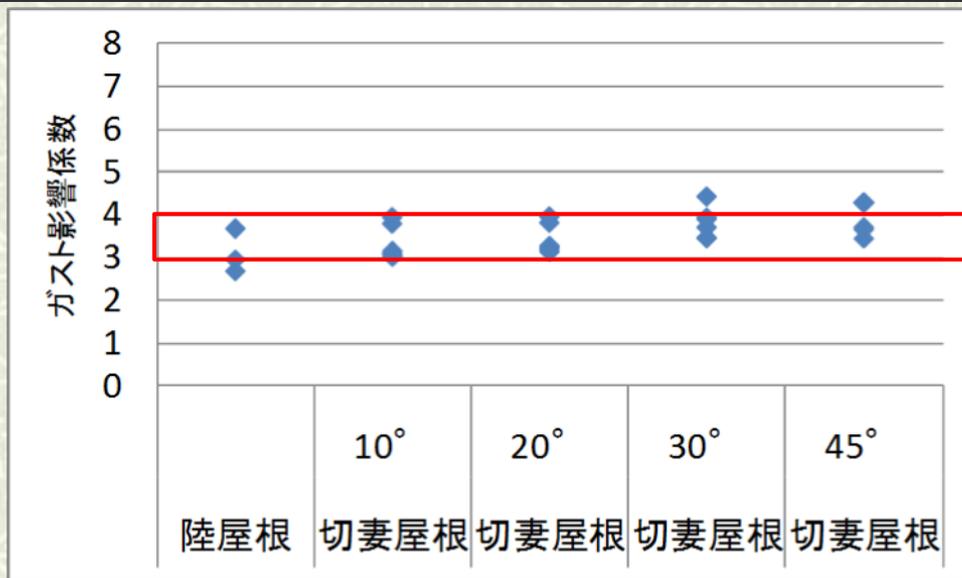
平均値と最大値の関係

最大値



平均値

ガスト影響係数



図中のガスト影響係数は
曲げモーメントに基づき
算定されたもの

H22年度における風洞実験

告示に示されていない風力係数の充実

■ ベランダ手摺

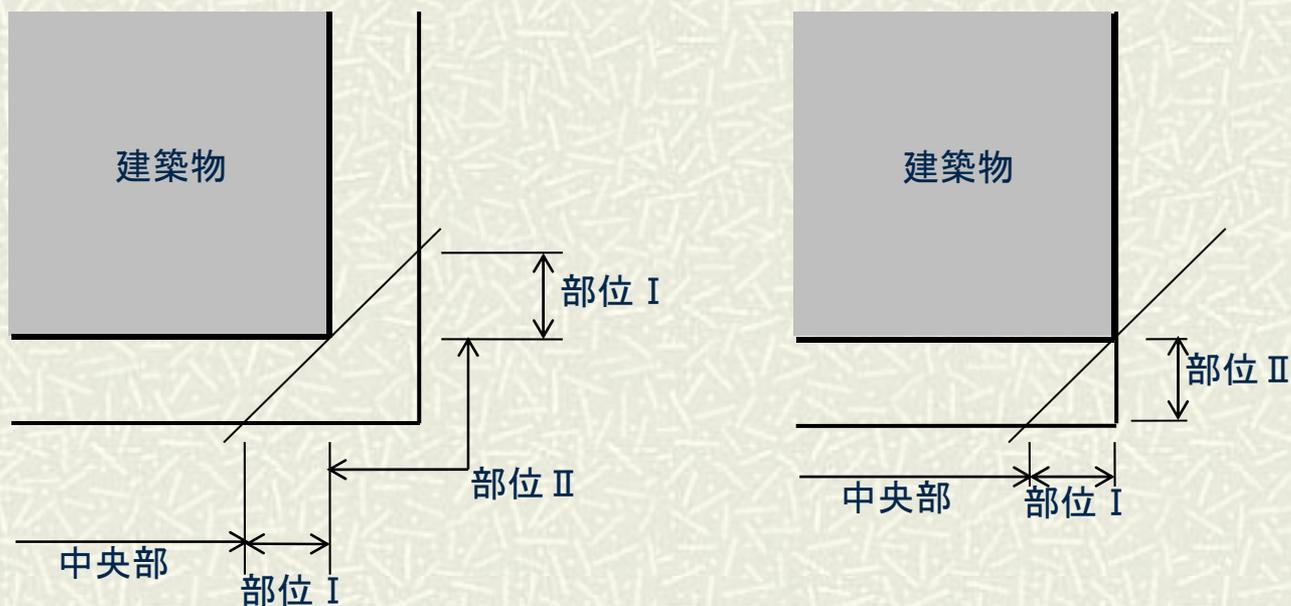
■ 屋上広告板

ベランダ手摺検討用風洞実験模型



ベランダ手摺のピーク風力係数

部位	中央部	部位 I	部位 II
正	1.5	2.0	3.5
負	-1.5	-2.5	-5.0

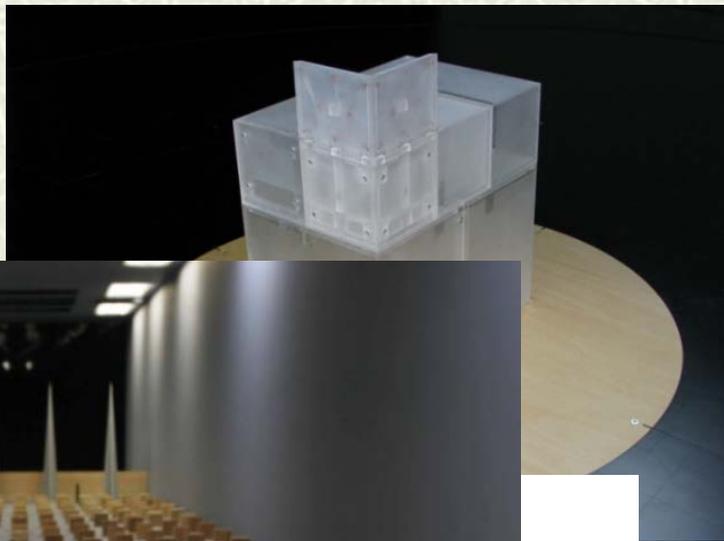


屋上広告板の実験パラメータ

- 屋上広告板形状 (I型, L型, コ型, 口型)
- 屋上広告板高さ (3m, 8m)
- 屋上広告板幅 (5m~20m)
- 建物屋上面と屋上広告板の隙間 (0~1m)
- 屋上広告板を設置する建築物平面形状, 建築物高さ

トータル約100ケース

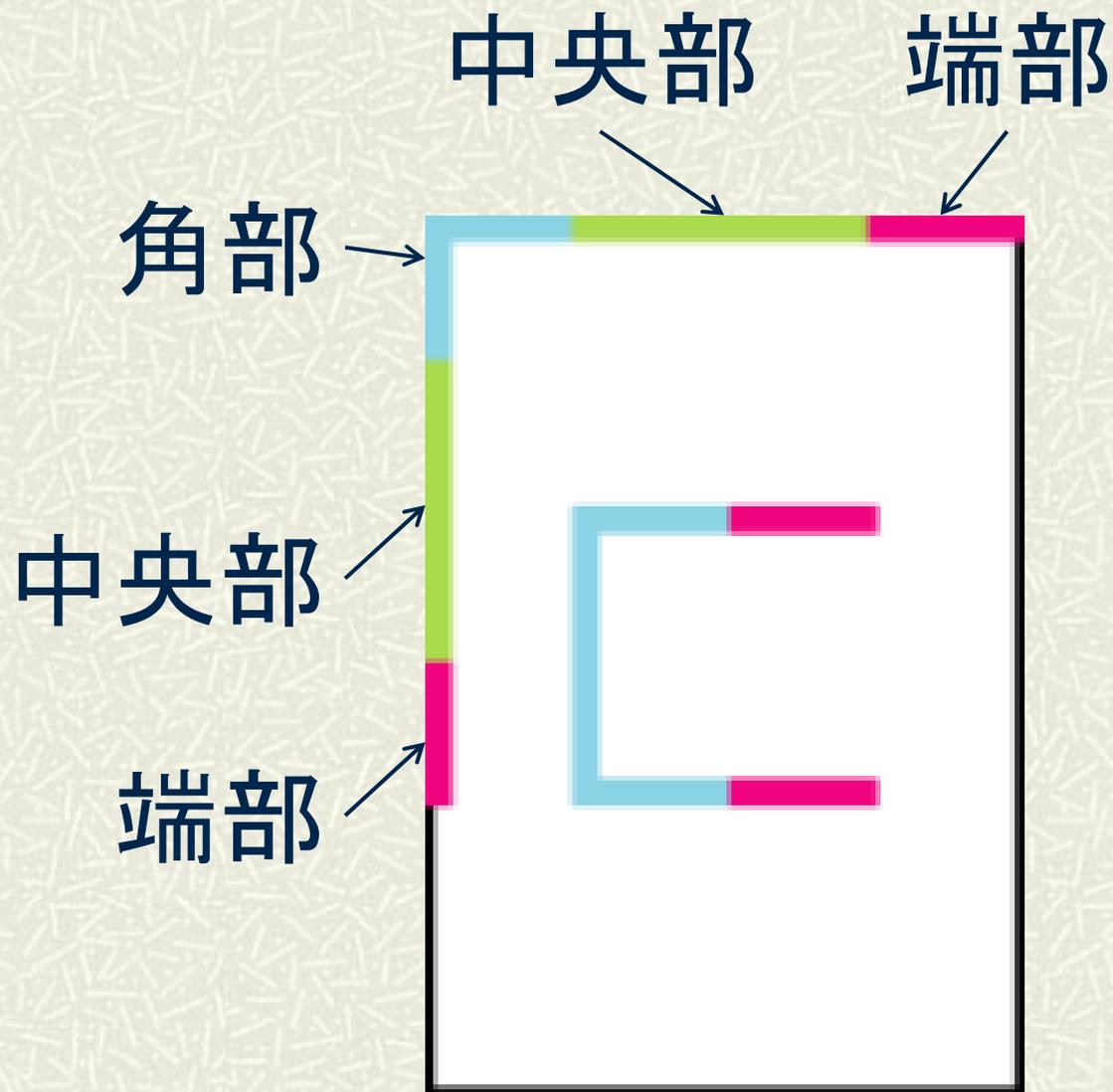
屋上広告板の種類



コ型

口型

屋上広告板の部位



屋上広告板の風力係数

		I型	L型	コ型	口型
端 部	+	7.5	7.0	5.5	-
	-	-6.5	-6.5	-7.0	-
角 部	+	-	5.5	5.5	5.0
	-	-	-6.0	-6.0	-4.5
中央部	+	7.5	5.5	5.0	5.0
	-	-4.5	-6.0	-5.0	-4.0

屋上広告板の風力係数

		I型	L型	コ型	口型
端 部	+	7.5	7.0	5.5	-
	-	-6.5	-6.5	-7.0	-
角 部	+	-	5.5	5.5	5.0
	-	-	-6.0	-6.0	-4.5
中央部	+	7.5	5.5	5.0	5.0
	-	-4.5	-6.0	-5.0	-4.0

第3章 各種外装材の構造方法，構造計算の方法等の性能評価・検証法の調査

- 外装材等に作用する風圧力は平成12年度建設省**告示第1458号**の規定に基づき計算書等が必要になった。標準的な計算書を提示なかったこともあり，建築確認時に様々な形式のものが提出されている。統一化したい。
- 2年間の検討で主に外装材に関する業界へのヒヤリングを行い，実情を把握した。
- 本年度は標準化の提案として確認表を作成した。今後，確認表を業界とのすり合わせを行い，完成させる。

対象とした外装材

屋根

粘土瓦, 住宅用化粧スレート, 金属板, 折板,
銅板, アスファルトシングル, シート防水

外壁

窯業系サイディング, 金属系サイディング,
押出成形セメント板, ALCパネル,
金属カーテンウォール, PCカーテンウォール

開口部

サッシ, ガラス, 重量シャッター

構造計算確認表の提案例

屋根：粘土瓦の確認表一例

使用部位	構成材料の名称	種別・材料 規格・寸法 材料強度 取付方法・取付間隔等	許容値 Pac または 耐風圧等級	風圧力 Wc	判定	備考
2 階 屋根 一般部	粘土瓦	J形防災瓦 淡路瓦 53A 形 働き長 236mm 働き幅 265mm	R2.6	2 階屋根 一般部 正圧 0.8kN/m ² 負圧 -1.1kN/m ²	OK	
	ビス	ステンレス製ビス 3.8×45mm 全数留め				
	桟木	杉角材 断面 15mm×30mm				
	桟木釘	鉄釘 #13×50mm 垂木上 455mm ビッチ緊結				
	野地板	構造用合板 厚さ 12 mm				
	垂木	杉角材 50 mm×50 mm				
		J形防災瓦				

構造計算確認表の提案例

屋根：粘土瓦の確認表一例

使用部位	構成材料の名称	種別・材料 規格・寸法 材料強度	許容値 Pac または	風圧力 Wc	判定	備考	
2階 屋根 一般部	粘土	<p style="text-align: center;">使用部位 風圧力や使用する 外装仕上材およびその 支持部材が異なる毎に欄を 設け「抜け」がないようにする</p>		2階屋根 一般部 正圧 0.8kN/m ² 負圧 -1.1kN/m ²	OK		
	ビス						
	桟木						
	桟木釘						#13×50mm 垂木上 455mm ビッチ緊結
	野地板						構造用合板 厚さ 12 mm
	垂木						杉角材 50 mm×50 mm
		J形防災瓦					

構造計算確認表の提案例

屋根：粘土瓦の確認表一例

使用部位	構成材料の名称	種別・材料 規格・寸法 材料強度	許容値 Pac または	風圧力 Wc	判定	備考
2階 屋根 一般部	粘土瓦				OK	
	ビス					
	桟木					
	桟木釘	#13×50mm 垂木上 455mm ビッチ緊結				
	野地板	構造用合板 厚さ 12 mm				
	垂木	杉角材 50 mm×50 mm				
	J形防災瓦					

構成材料の名称

外装仕上げ上材から構造部材
まで、風圧力が伝達する順に
記載し、この表でカバーする
範囲を明確にする

構造計算確認表の提案例

屋根：粘土瓦の確認表一例

使用部位	構成材料の名称	種別・材料 規格・寸法 材料強度 取付方法・取付間隔等	許容値 Pac または	風圧力 Wc	判定	備考
2階 屋根 一般部	粘土瓦	J形防災瓦 淡路瓦 53A形 働き長 236mm 働き幅 265mm				
	ビス	ステンレス製ビス 3.8×45mm 全数留め				
	桟木	杉角材 断面 15mm×30mm				
	桟木釘	鉄釘 #13×50mm 垂木上 455mm ビッチ緊結				
	野地板	構造用合板 厚さ 12mm				
	垂木	杉角材 50mm×50mm				
		J形防災瓦				

種別・材料・規格など
材質，断面寸法，取付寸法，
取付間隔，ビスの規格など
許容値を求める上で必要な
情報を記載する

構造計算確認表の提案例

屋根：粘土瓦の確認表一例

使用部位	構成材料の名称	種別・材料 規格・寸法 材料強度 取付方法・取付間隔	許容値 Pac または 耐風圧等級	風圧力 Wc	判定	備考
		J形防災瓦 ※略瓦	R2.6	2階屋根 一般部 正圧 0.8kN/m ² 負圧 -1.1kN/m ²	OK	
	桟木釘	#13×50mm 垂木上 455mm ビッチ緊結				
	野地板	構造用合板 厚さ 12mm				
	垂木	杉角材 50mm×50mm				
		J形防災瓦				

許容値Pacまたは耐風圧等級

耐力の許容値または、耐風性能が適切な耐力評価によって確認されている場合には、耐風圧等級で示す

構造計算確認表の提案例

屋根：粘土瓦の確認表一例

使用部位	構成材料の名称	種別・材料 規格・寸法 材料強度 取付方法・取付間隔等	許容値 Pac または 耐風圧等級	風圧力 Wc	判定	備考	
2階 屋根 一般部	粘土	J形防災瓦 浴路瓦 53A形	風圧力 Wc 2階屋根 一般部 正圧 0.8kN/m ² 負圧 -1.1kN/m ²	OK			
	ビス	<p style="text-align: center;">風圧力 Wc</p> <p style="text-align: center;">建築基準法に従って計算した 値、もしくは風洞実験により 求めた値等</p>					
	桟木						
	桟木釘						#13×50mm 垂木上 455mm ピッチ緊結
	野地板						構造用合板 厚さ 12mm
	垂木						杉角材 50mm×50mm
		J形防災瓦					

構造計算確認表の提案例

屋根：粘土瓦の確認表一例

使用部位	構成材料の名称	種別・材料 規格・寸法 材料強度 取付方法・取付間隔等	許容値 Pac または 耐風圧等級	風圧力 Wc	判定	備考
2階 屋根 一般部	粘土瓦	J形防災瓦 淡路瓦 53A 形 働き長 236mm 働き幅 265mm			判定 OK	
	ビス	ステンレス製ビス 3.8×45mm 全数留め				
	桟木	杉角材 断面 15mm×30mm				
	桟木釘	鉄釘 #13×50mm 垂木上 455mm ピッチ緊結				
	野地板	構造用合板 厚さ 12 mm				
	垂木	杉角材 50 mm×50 mm				
		J形防災瓦				

判定
許容値が風圧力を
上回っていることを
確認する

耐風圧等級

耐風性能が適切な耐力評価がなされている場合



耐力 : 2.5kN/m^2



耐風圧等級 : R2.5

試験法および評価法の問題点の抽出

外装仕上材及びその支持部材の風圧力に対する耐力の許容値を求めるために様々な試験方法が取られるが、妥当性の検討と問題点の抽出を行った。

風圧力早見表の作成

建築主事やメーカー
からの意見



建築確認時に各部の風圧力の算定
が複雑である



風圧力の**早見表**
の作成

外装仕上げ材及びその支持部材の風圧力早見表

屋根 正圧

(ピーク外圧係数は屋根勾配, 部位によらず一定値)

基準風速 V_0 (m/s)	30	32	34	36	38	40	42	44	46
5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1
6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2
8	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
9	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4
10	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
11	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5
12	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5
13	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
14	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6
15	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6
16	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
50	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2
51	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2
52	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9	2.1	2.2
53	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3
54	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3
55	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3
56	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1	2.3
57	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1	2.3
58	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.3
60	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4

建築物の屋根の平均高さH (m)

建築物の
屋根平均高さH(m)
5~60mまで1mピッチ

外装仕上げ材及びその支持部材の 風圧力早見表

屋根 正圧

(ピーク外圧係数は屋根勾配, 部位によらず一定値)

基準風速 V_0 (m/s)	30	32	34	36	38	40	42	44	46
5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1
6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
7	0.6		0.7	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2
8	0.6			0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
9	0.7							1.2	1.4
10	0.7							1.3	1.4
11	0.7							1.3	1.5
12	0.7							1.4	1.5
13	0.7							1.4	1.5
14	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6
15	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6
16	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
50	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2
51	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2
52	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9	2.1	2.2
53	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3
54	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3
55	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3
56	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1	2.3
57	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1	2.3
58	1.0	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.3
59	1.0	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4
60	1.0	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4

建築物の屋根の平均高さH (m)

基準風速 V_0
30~46m/sまで2m/sピッチ

飛散物による窓シャッター等の耐衝撃性能

(1) 海外の窓シャッター等の耐風衝撃性能基準の整理

(2) 国産シャッター等の耐衝撃性能の検討

飛来物耐衝撃性能に関する米国の基規準

建築物の用途カテゴリー(ASCE 7-05)

用途カテゴリー	用途の性格	用途の例
I	損傷時に人命に対する危険性が低い建築物	農業施設, 仮施設, 小さい倉庫
II	カテゴリー I, III および IV に属さない建築物	小さい住宅, 店舗
III	損傷時に人命に対して重大な危険を及ぼす建築物	大規模事務所, 店舗, 学校
IV	重要施設として指定される建築物	病院, 警察署, 消防署, 緊急避難所

防御レベル	ASCE 7-05の用途カテゴリー	主な所有者
非防御	I	民間
基本防御	II	民間
	III	公共
強化防御	IV	公共

ミサイルレベルおよび区分(ASTM E1996)

防御レベル	強化防御(重要施設) カテゴリーⅣ		基本防御 カテゴリーⅡ orⅢ		非防御 カテゴリーⅠ	
	≤9.1m	>9.1m	≤9.1m	>9.1m	≤9.1m	>9.1m
構成材の高さ	≤9.1m	>9.1m	≤9.1m	>9.1m	≤9.1m	>9.1m
強風ゾーン1	D	D	C	A	無	無
強風ゾーン2	D	D	C	A	無	無
強風ゾーン3	E	D	D	A	無	無
強風ゾーン4	E	D	D	A	無	無

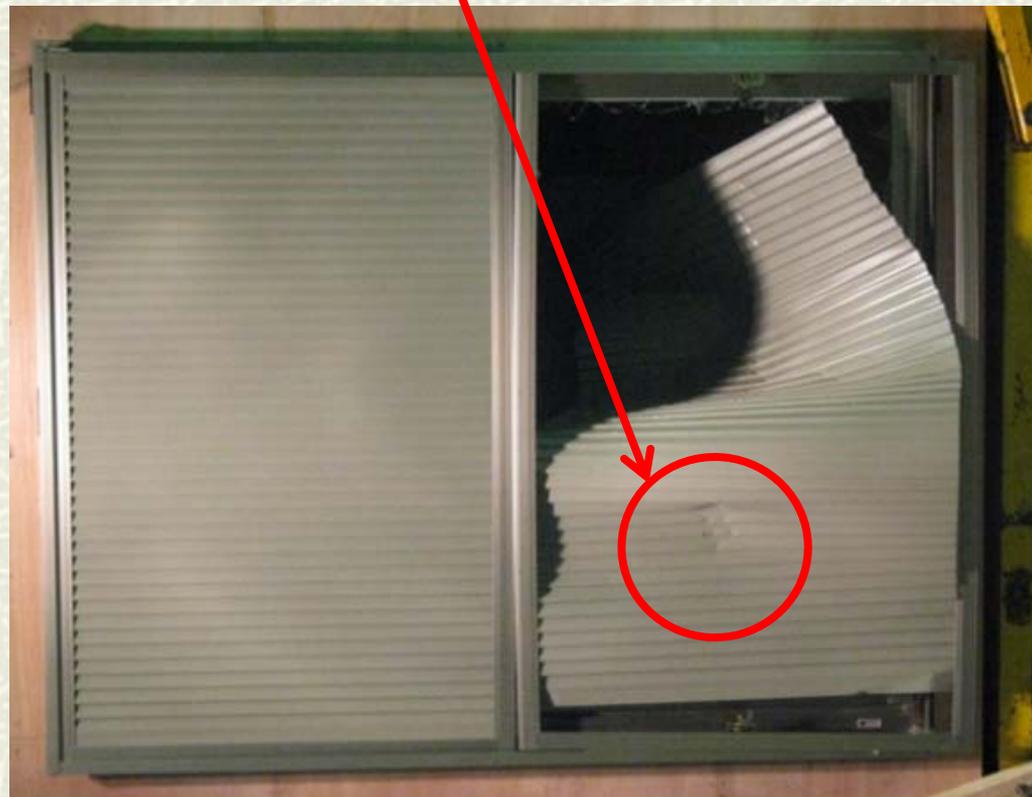
ミサイルレベル	種類 (重量・長さ)	衝撃速度
A	鋼球 (2g)	39.6m/s
B	2×4in.製材 (910g, 0.53m)	15.3m/s
C	2×4in.製材 (2050g, 1.2m)	12.2m/s
D	2×4in.製材 (4100g, 2.4m)	15.3m/s
E	2×4in.製材 (4100g, 2.4m)	24.4m/s

窓シャッター・雨戸の飛来物耐衝撃試験

ミサイル衝突位置



(1)ミサイルC



(2)ミサイルD

外付け窓シャッター(材質:鋼)の試験写真例

窓シャッター・雨戸の飛来物耐衝撃試験

飛来物耐衝撃試験結果

試験体No.	ミサイルC	ミサイルD
1	○	×
2	○	×
3	○	×
4	○	×
5	○	×
6	○	○
7	○	×

第4章 塔状工作物の構造計算

に関する検討

- ・高さ60mを超える工作物
⇒平成19年建築基準法改正により大臣認定の規定
- ・高さ60m以下の工作物
⇒建築主事による確認で構造安全性の審査
告示や学会基準・指針等が拠り所とされるが、
整合性が取れていない部分もある。



煙突と風力発電設備(風車)を対象に、構造設計
手法の確立を目指し、検討を実施した。



今年度、耐震・耐風設計法を提案する。

提案した耐風・耐震設計法

【煙突】

日本建築センター「煙突構造設計施工指針（1982年版）」の設計の流れにしたがい、主に日本建築学会「煙突構造設計指針」の情報を盛り込んだ。

【風力発電】

土木学会編「風力発電設備支持物構造設計指針・同解説」を小規模のものに適するように改訂し、かつ、現告示と同様のガスト影響係数法を用いる形で提案した。

風圧力に関連する主な提案事項

- (1) 風力係数 [煙突] [風車]
- (2) 渦励振の評価法 [煙突]
- (3) 低減衰の構造物に対応したガスト影響係数
[風車]
- (4) 発電時風荷重の評価 [風車]

地震力についての主な提案事項

- (1) 固有周期に応じた地震力 [煙突] [風車]
- (2) せん断力・曲げモーメントの鉛直分布
[煙突] [風車]
- (3) 極稀地震に対する2次設計の方法 [煙突]
- (4) 発電時の年平均風荷重の加算 [風車]

風力係数の提案 [煙突(円筒形)]

告示	0.9kz (H/B>8)	kz : 高さ方向の補正係数 H : 代表高さ B : 見附幅
煙突指針	0.7 ($U_z D \geq 10.2$)	U_z : 設計風速 D 筒身径
CICIND	0.7 ($Re > 7 \times 10^5$)	Circular Cylinder
ISO4354	0.7	Slenderness $h/d=25$ Moderately smooth

告示の係数は他の指針に比べて大きい。**0.7**でも良いと思われる。

暴風時風荷重のガスト影響係数 [風車]

提案	(1) 10m以下の 場合	(2) 10mを超え 60m未満の場合	(3) 60m以上の 場合
I	2.5 (2.6)	(1)と(3)とに掲 げる数値を直線 的に補間した数 値	2.0 (2.2)
II	2.8 (2.9)		2.2 (2.3)
III	3.3 (3.5)		2.4 (2.6)
IV	3.9 (4.1)		2.8 (3.0)

()内の数値はピッチ制御風車

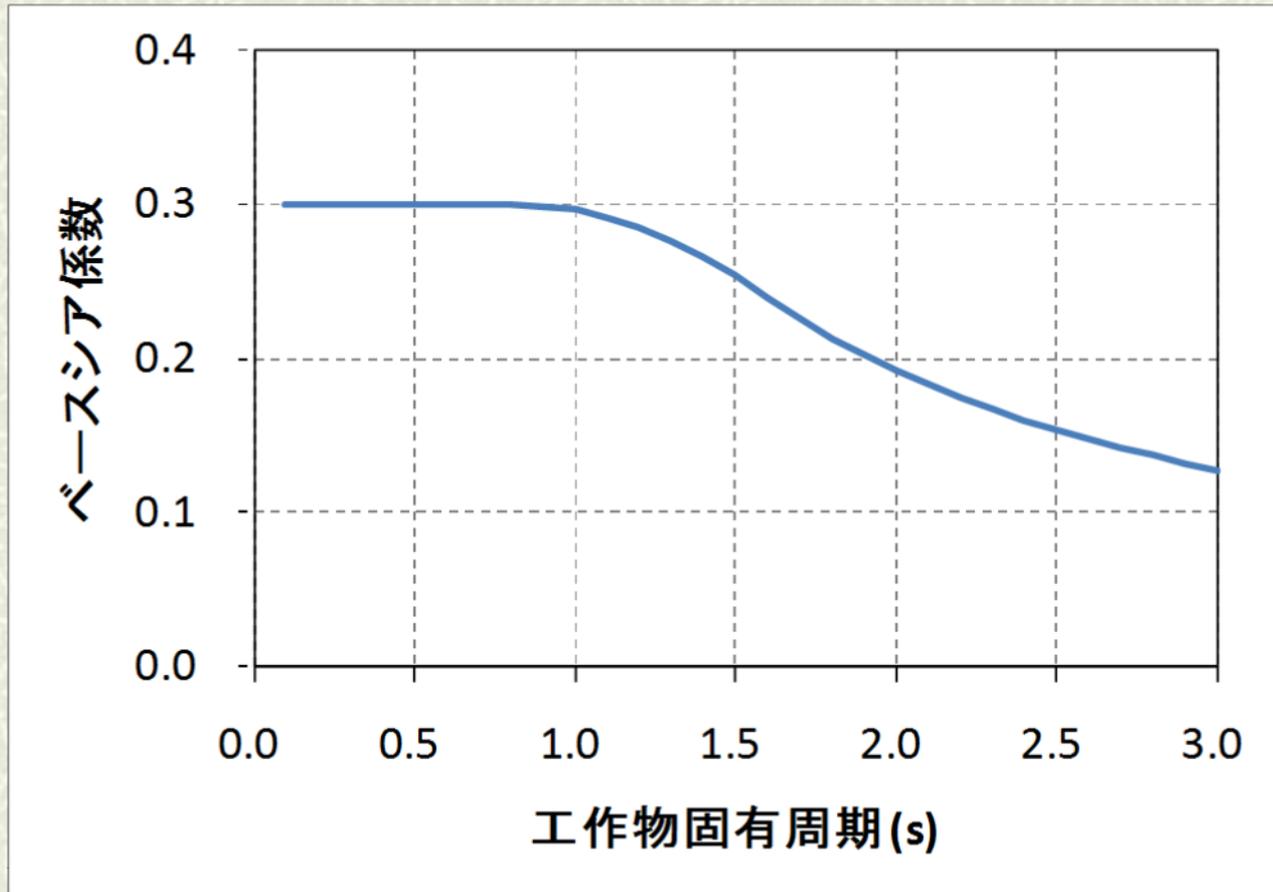
告示	(1) 10m以下の下場合	(2) 10mを超え40m 未満の場合	(3) 40m以上の場合
I	2.0	(1)と(3)とに掲げる 数値を直線的に補 間した数値	1.8
II	2.2		2.0
III	2.5		2.1
IV	3.1		2.3

発電時風荷重のガスト影響係数 [風車]

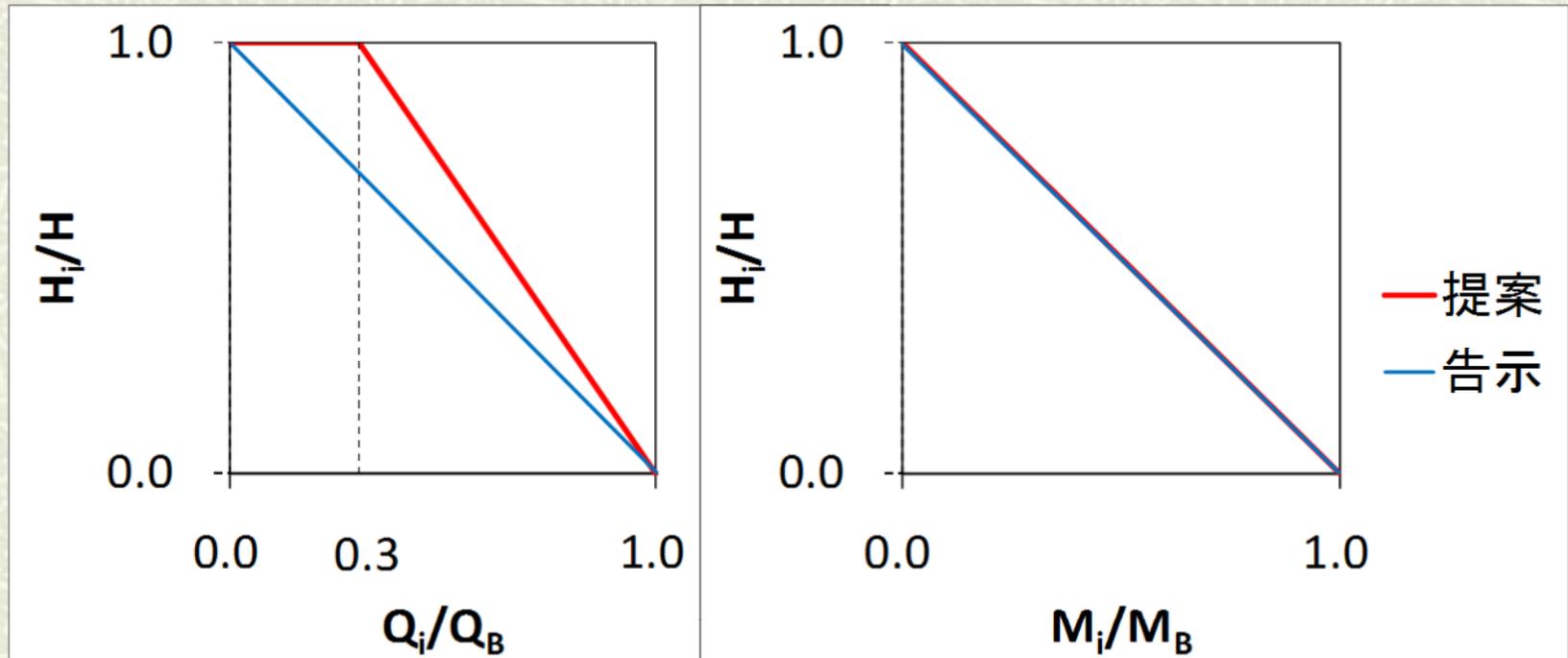
提案	(1) 10m以下の 場合	(2) 10mを超え 60m未満の場合	(3) 60m以上の 場合
I	2.5	(1)と(3)とに掲 げる数値を直線 的に補間した数 値	2.2
II	2.8		2.3
III	3.2		2.5
IV	3.8		2.8

告示	(1) 10m以下の下場合	(2) 10mを超え40m 未満の場合	(3) 40m以上の場合
I	2.0	(1)と(3)とに掲げる 数値を直線的に補 間した数値	1.8
II	2.2		2.0
III	2.5		2.1
IV	3.1		2.3

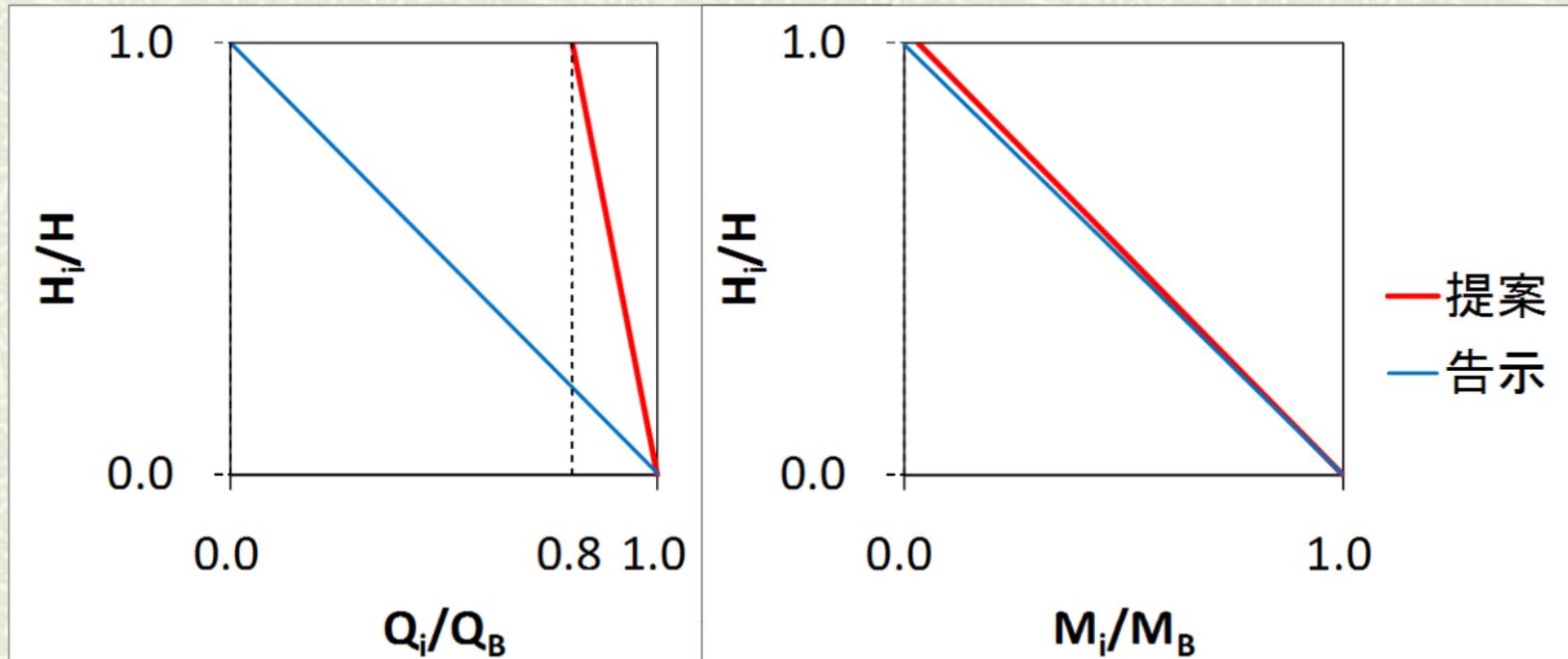
周期に応じたベースシア係数 [煙突]



地震力の鉛直分布 [煙突]



地震力の鉛直分布 [風車]



せん断力

曲げモーメント

極稀地震に対する2次設計 [煙突]

RC造における基本的考え

① 耐力指向型

せん断力係数 C_B の割増 ($C_0 \times 1.25 = 0.375$)

② 靱性指向型

せん断力係数 $C_B = 0.3$ として、終局曲げモーメント M_u と降伏曲げモーメント M_y を計算し、その比率を割増してせん断補強

第5章 地形による設計風速 への影響を評価する手法

風力発電設備支持物は地形変化の大きな地域に建設されることが多く、設計風速は地形の影響を受ける。

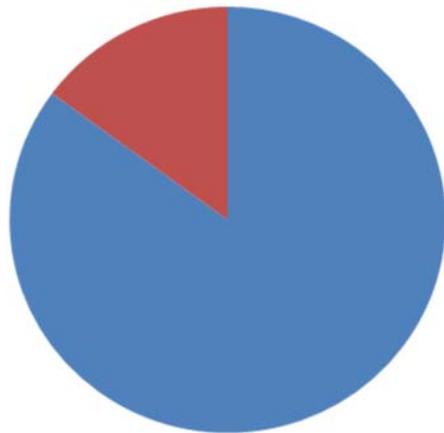
地形の影響は設計風速の決定には重要な要因となり、建築基準法においても、「局地的な地形や地物の影響により平均風速が割り増されるおそれのある場合においては、その影響を考慮しなければならない」(平成12年建設省告示第1454号第一第2項)と規定されている。

しかしながら、建築基準法には設計風速の評価手法が明記されていない。

目的

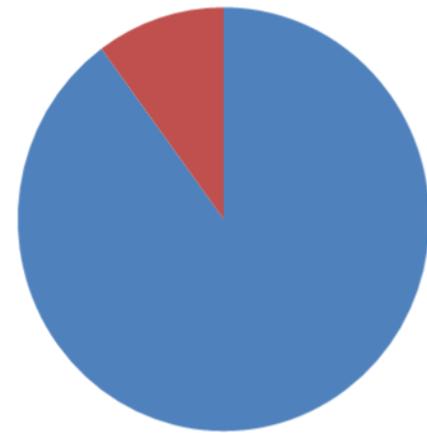
本章では、性能評価機関で性能評価を実施した事例として風力発電設備支持物の設計事例の資料を調査することで、地形の影響を受けた設計風速の評価手法の実態を明らかにする。さらに、その実態を受けて、評価手法に関する情報の収集および整理を行うことを目的とする。

設計風速の割り増しの検討



■ 実施 ■ 実施せず

サイト数

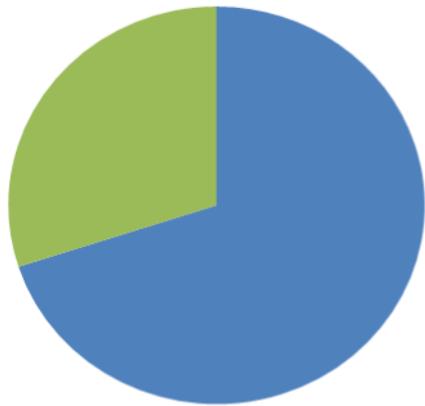


■ 実施 ■ 実施せず

風車基数

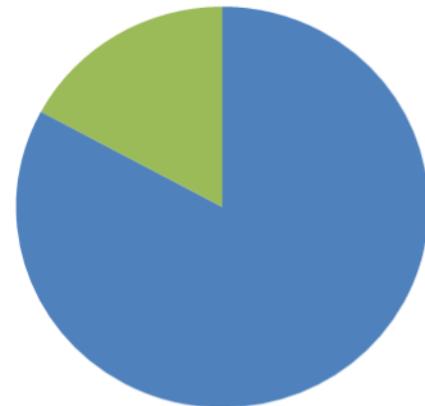
地形影響による設計風速の検討をしたか否か

設計風速の検討方法



■ CFD ■ 風洞実験 ■ 荷重指針

サイト数



■ CFD ■ 風洞実験 ■ 荷重指針

風車基数

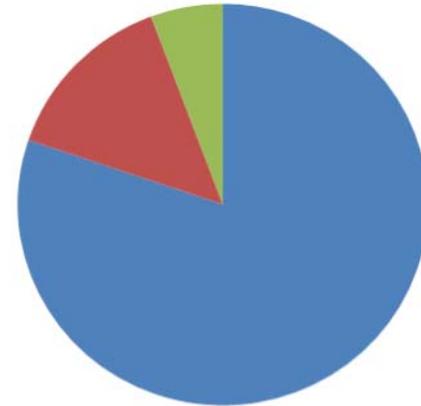
検討方法

使用した数値流体解析ソフト



■ MASCOT ■ RIAM-COMPACT ■ その他の市販ソフト

サイト数



■ MASCOT ■ RIAM-COMPACT ■ その他の市販ソフト

風車基数

地形影響による設計風速の検討に使用した
数値流体解析ソフト

使用計算ソフトの分類

- (1) **シビル系** 構造格子系を用いた乱流解析用のプログラムで，地表被覆状態の境界条件も簡易に入れられるようになっていた。
- (2) **流体力学分野**での普及が進んでいる，商用コード，オープンソースコードは，まだほとんど使用実績はなかった。ただし，一般に非構造格子が用いられているため，複雑形状を有する地形に対して計算モデル作成の融通性は高く，適切な境界処理法が実装されればその普及は大いに進むものと判断される。
- (3) **気象モデル**については，通常1km程度を解像度として解析が進められていたが，111から333mの局所スケールでの解析も行われ，地表被覆の条件（粗度長が小さく被覆の影響が小さい場合など）によっては，解の精度が確保されていることが確認されている。また，局所スケールに対応できる乱流モデルなども導入されるようになってきている。最近では，新しいダウンスケーリングの技術も発展した結果，工学的乱流モデルに基づくコードとの融合も進んでおり，今後，複雑地形などへの応用範囲が大いに広がるものと考えられる

その他の検討事項

1) 計算コード検証用の観測データの収集

- NEDOプロジェクト
- 国内外における風観測データ
 - NeWMeK(広域高密度風観測システム)
 - Bolund Experiment

2) 学協会等での動向

- 日本建築学会
- 土木学会
- NEDO
- 風力発電協会

3) 解析実施例に基づく計算モデルの普及可能性

- オープンフォーム

第6章 まとめ 風力係数関連

平成21年度に実施した風洞実験結果を用いて、屋根面の構造骨組用の風力係数およびガスト影響係数に関する検討を行い、設計用の値を示した。また、平成21年度に実施した風洞実験結果を用いて、外装材の風荷重評価のピーク風力係数と荷重負担面積との関係を検討し、現行の告示で対象としているものとの関係を示した。

屋上広告板、ベランダ等に関する風洞実験を行い、設計用風力係数を示した。

以上、3年間の調査により、現行の告示に示されていない風力係数等を整理し、寄棟屋根、軒の出のある屋根、屋上広告板、ベランダ等について新たに風洞実験を行い、設計用の風力係数およびガスト影響係数を評価し、技術基準の整備に必要な資料を作成することができた。

第6章 まとめ 外装材関連

外装仕上げ材及びその支持部材の風圧力に対する構造計算手法の標準化の提案として、外装仕上げ材及びその支持部材の耐風性能を比較的簡単に確認する確認表の事例を提示した。合わせて、設計用風荷重が容易に算定できる荷重早見表を作成した。また、外装仕上げ材及びその支持部材における耐力試験方法の現状と問題点を検討した。

ASCE 7-05を参考に、飛来物に対する外装仕上げ材及びその支持部材の耐衝撃性能基準を建築物の重要度等に応じて整理した。窓シャッターと雨戸の飛来物耐衝撃試験を実施し、窓シャッターと雨戸が開口部ガラスの有効な防御手段となり得ることを確認した。

以上、提案した確認表は、本委員会のみで検討したものであり、来年度以降、建築主事、設計者、建材メーカーにヒアリングなどを行い、より使いやすい確認表の様式とする必要がある。

第6章 まとめ 塔状工作物関連

風力発電設備支持物および煙突の耐風・耐震設計法を提案した。風力発電設備支持物については、暴風時および発電時風荷重を評価することが可能である。また、現行の施行令との対応が取りやすくするためガスト影響係数法を採用した。

耐震設計は工作物の固有振動数に応じて地震せん断力および曲げモーメントの鉛直分布を提案した。また、煙突については2次設計の方法を提案した。風力発電設備支持物については、地震時でも風荷重を考慮する必要がある、地震荷重評価時に年平均風速が作用した時の風荷重を加算することを提案した。

以上で当初の主たる目標である塔状工作物の耐風・耐震設計法の提案ができた。なお、検討の過程で、改めて渦励振の検討が不可欠であることが再認識された。さらに付随して発生する疲労の問題も含め、今後の検討課題として提案した。

第6章 まとめ 地形影響関連

風力発電設備支持物の過去の耐風設計事例の資料を調査することで、風力発電設備支持物の現時点での実際の構造設計では、地形の影響を受けた設計風速に割り増し効果がすでに導入されている事例が数多く存在し、その評価手法については、ほとんど数値計算手法(以下CFD)であるということ、それも、比較的計算モデルを作成しやすく、また風力発電設備支持物の構造設計に対応した計算結果を提示する機能を有する、風解析に特化した計算コードによるものに限られていることが明らかになった。また、現存するCFD技術に主眼を置き、関連事項(計算コードの特性、検証用風観測データ整備状況、学・協会等での動向、計算モデルの普及可能性)の現状調査を行った。

第6章 まとめ 地形影響関連(今後の展望)

CFDの地形による設計風速へ影響評価

評価用の計算例を提案し、観測データとの比較による精度検証を行い、
評価手法の妥当性の検証



CFDによる予測手法のガイドラインの提案



妥当性の判定手法の確立