

目 次

はじめに

1章 風圧力による建築物の被害事例

1.1 強風とは	1
1.2 強風の特徴	2
1.3 強風の観測値	3
1.4 強風被害の特徴	4
1.5 建築物の強風被害の事例	5
1.6 まとめ	12
参考情報	15

2章 耐風設計の手順と要点

2.1 耐風設計で考慮すべき風と設計風速	19
2.1.1 考慮すべき風の種類	19
2.1.2 強風のレベルと要求性能	19
2.2 建築物の風による挙動	22
2.2.1 通常の建築物等の風方向振動	22
2.2.2 超高層建築物等の風直交方向振動およびねじれ振動	23
2.2.3 屋根の鉛直方向振動	24
2.2.4 非常に細長い構造物や部材の空力不安定振動	24
2.2.5 隣接建築物による空力的相互作用	25
2.3 耐風設計の手順	25
2.3.1 設計用の風荷重と風応答の関係：ガスト影響係数の意味	25
2.3.2 ダavenport風荷重連鎖	27
2.3.3 地理的位置と地表面粗度による設計風速の違い	28
2.3.4 風向別設計風速および風荷重成分の組み合わせ	30
2.3.5 外装材と骨組みの挙動の組み合わせ	31
2.4 耐風設計の要点	32
2.4.1 耐風設計，すなわち外装材設計	32
2.4.2 構造骨組設計用と外装材等設計用の速度圧と風力係数	34
2.4.3 風圧係数：外圧係数と内圧係数の組み合わせ	35
2.4.4 風振動による疲労損傷	36
2.4.5 居住性の評価	36
2.4.6 養生等を前提として耐風設計される構造物	36
2.4.7 風洞実験と数値流体解析（CFD）	37

3章 風圧・風力係数

3.1 風力と物体の形	41
3.2 様々な形の物体の風力係数	41
3.2.1 流線形とブラッフな物体	41
3.2.2 レイノルズ数と風力係数	44
3.3 風荷重と風力係数	45
3.3.1 基規準に定める風力係数	45
3.3.2 風圧と風力	47
3.3.3 風洞実験，数値流体解析と風力係数	48

4章 外装材等の耐風設計	
4.1 設計用風荷重の算定方法	・・・ 49
4.1.1 速度圧	・・・ 49
4.1.2 ピーク風力係数	・・・ 51
4.2 外装材の確認申請手続き	・・・ 52
4.2.1 建築基準法における外装材等の耐風設計に係わる規定の概要	・・・ 52
4.2.2 外装材等の耐風性能評価に関する実態調査	・・・ 53
4.2.3 外装材等の構造計算の確認表の提案	・・・ 54
4.2.4 確認表作成マニュアル	・・・ 57
4.2.5 確認表の形式	・・・ 57
4.2.6 確認表の作成手順	・・・ 58
4.3 飛来物に対する外装材の耐衝撃性能	・・・ 64
4.3.1 建築物の種類と要求性能	・・・ 64
4.3.2 耐衝撃試験	・・・ 65
4.3.3 耐衝撃試験結果事例	・・・ 66
5章 建築物の付設物の耐風設計	
5.1 平板に作用する風力	・・・ 69
5.2 広告板	・・・ 71
5.2.1 関連法規	・・・ 71
5.2.2 強風による被害	・・・ 72
5.2.3 屋上広告板の風力係数	・・・ 72
5.2.4 袖看板の風力係数	・・・ 77
5.3 屋上目隠し壁	・・・ 78
5.3.1 関連法規	・・・ 78
5.3.2 強風による被害	・・・ 79
5.3.3 風力係数	・・・ 79
5.4 外装壁面フィン	・・・ 82
5.4.1 関係法規	・・・ 83
5.4.2 強風による被害	・・・ 83
5.4.3 垂直フィンの風力係数	・・・ 83
5.5 ベランダ手摺	・・・ 84
5.5.1 関連法規	・・・ 84
5.5.2 強風による被害	・・・ 85
5.5.3 風力係数	・・・ 85
5.6 太陽光発電システム	・・・ 87
5.6.1 関係法規	・・・ 87
5.6.2 強風による被害	・・・ 88
5.6.3 風力係数	・・・ 89
6章 低層建築物・大スパン建築物の耐風設計	
6.1 低層建築物の耐風設計	・・・ 93
6.1.1 低層建築物とは	・・・ 93
6.1.2 低層建築物に対して設計上支配的となる荷重	・・・ 93
6.1.3 強風被害から学ぶ	・・・ 94
6.1.4 低層建築物まわりの流れの性状	・・・ 96
6.1.5 準定常仮定に基づく変動風圧の評価	・・・ 99

6.1.6	荷重指針に基づく構造骨組用風荷重の算定	・・・100
6.1.7	外装材用風荷重	・・・102
6.2	大スパン屋根の風荷重評価	・・・103
6.2.1	大スパン屋根の振動特性	・・・103
6.2.2	荷重指針に基づく構造骨組用屋根風荷重の評価	・・・105
6.2.3	ドームの風応答特性	・・・106
7章 高層建築物の耐風設計		
7.1	高層建築物の耐風設計概要	・・・109
7.1.1	耐風設計の目的	・・・109
7.1.2	高層建築物の風荷重と風応答の特徴	・・・109
7.1.3	耐風設計クライテリア	・・・110
7.1.4	耐風設計の検討フロー	・・・112
7.2	風洞実験による風荷重評価例	・・・113
7.2.1	検討対象建築物の概要	・・・113
7.2.2	設計クライテリア	・・・114
7.2.3	設計風速	・・・115
7.2.4	風洞実験概要	・・・115
7.2.5	風洞実験結果に基づく風荷重算定	・・・119
7.2.6	空気力学的不安定振動の検討	・・・132
7.2.7	居住性能の検討	・・・134
8章 塔状構造物の耐風設計		
8.1	塔状構造物の耐風設計上の注意点	・・・143
8.2	渦励振・空力不安定振動の照査方法	・・・143
8.2.1	変動荷重の発生要因	・・・143
8.2.2	特殊な風振動を考慮すべき構造物	・・・145
8.2.3	渦励振による風荷重	・・・145
8.3	鉄塔部材の疲労照査方法	・・・148
8.3.1	概要	・・・148
8.3.2	マイナー則による疲労評価	・・・148
8.3.3	部材の疲労設計フロー	・・・149
9章 免震建築物の耐風設計		
9.1	免震建築物の風応答特性	・・・155
9.1.1	風外乱の特徴と免震建築物の特性	・・・155
9.1.2	風応答時の免震層の復元力特性	・・・158
9.1.3	戸建て免震システム	・・・159
9.2	耐風設計の基本方針	・・・159
9.3	風荷重の設定	・・・160
9.4	免震層の設計	・・・162
9.5	免震部材の設計	・・・164
9.6	免震層の風荷重とランクの評価事例	・・・166
9.6.1	風荷重の算定	・・・166
9.6.2	免震層のランク	・・・167
9.6.3	免震層の変形	・・・168
9.6.4	免震部材の疲労損傷	・・・169

10 章 風洞実験	
10.1 風洞実験の活用	・・・173
10.2 風洞実験	・・・174
10.2.1 風洞実験の利用	・・・174
10.2.2 風洞実験装置	・・・175
10.2.3 実験気流	・・・181
10.2.4 実験模型	・・・185
10.2.5 実験風向	・・・187
10.2.6 相似条件と実験風速	・・・187
10.3 外装材用風荷重	・・・189
10.4 構造骨組用風荷重	・・・190
10.5 まとめ	・・・192
11 章 耐風設計における数値流体解析 (CFD) の利用	
11.1 数値流体解析 (CFD) による風荷重評価への期待と問題点	・・・193
11.2 CFD の概要	・・・193
11.2.1 解析手法	・・・193
11.2.2 乱流の取扱い	・・・195
11.2.3 境界条件	・・・195
11.2.4 流入変動風の生成	・・・196
11.3 建築分野における CFD 実用化に向けた動き	・・・197
11.3.1 室内環境	・・・197
11.3.2 風環境	・・・197
11.3.3 風荷重	・・・198
11.4 CFD 適用ガイド	・・・200
11.4.1 適切な計算モデルの構築	・・・201
11.4.2 精度検証の実施	・・・201
11.4.3 風荷重の算定手続き	・・・202
11.5 解析事例	・・・202
11.5.1 計算例 1 高層集合住宅単体のモデル	・・・202
11.5.2 計算例 2 基整促モデル	・・・205
11.5.3 計算例 3 市街地に建つ中層の免震構造事務所棟	・・・209
11.5.4 CFD による風荷重評価のメリット	・・・211
11.6 今後の課題	・・・211
11.7 まとめ	・・・212
索引	・・・215