

某倉庫作業域における強風対策の 数値解析による検討



大阪谷 彰*1

森田 元志*2

概 要

某倉庫の既存 1 期工事は 2 棟が平行に建てられており、冬期において北西の季節風によって、その間の作業スペースに強風が発生し、作業に支障をきたしている。

2 期工事においては、その強風を低減すべく、L 字型の配置計画あるいは防風フェンスの設置等を検討することになり、数値解析によりこれらの風速低減効果を確認し、効果的な防風計画を提案することにした。

棟の配置、防風フェンスの種別、防風フェンスの開口率等をパラメータとした 12 ケースの解析を行い、作業域の風速の比較検討を行い、最終的には機能性・施工性・コスト等も考慮した防風計画を提案した。

本報告では、その数値解析の概要を述べる。

STUDY ON MEASURES AGAINST STRONG WINDS AT WORKING AREA OF A WAREHOUSE BY NUMERICAL ANALYSIS

Akira OSAKAYA*1

Motoshi MORITA*2

In existing construction of some warehouse with the 1st period, because two ridges are built in parallel, in the winter, because of the seasonal wind in the northwest, gale occurs in the work area among two ridges and brings obstacle to the work.

In case of construction with the 2nd period, it examined the installation of the arrangement plan or the wind-proof fence of the L character type which should reduce the gale and so on, it confirmed these wind velocity reduction effects by the numerical analysis and it decided to propose an effective wind-proof plan.

It analyzed 12 case the parameter of which was the arrangement of the ridge, the classification of the wind-proof fence, the opening percentage of the wind-proof fence and so on, it examined the wind velocity of the work area in the comparison and finally, it proposed the wind-proof plan to have considered a function, build-ability and a cost and so on, too.

In this report, the outline of the numerical analysis is described.

*1 技術研究所 *2 関東支店建築設計室

*1 Technical Research Institute *2 Architectural Design Dept. Kanto Branch

某倉庫作業域における強風対策の 数値解析による検討

大阪谷 彰*1

森田 元志*2

1. はじめに

某倉庫の既存1期工事は2棟が平行に建てられており、冬期において北西の季節風のためにその間の作業スペースに強風が発生し、作業に支障をきたしている。

2期工事においてその強風を低減すべく、L字型の配置計画あるいは防風フェンスの設置等を検討することになり、数値解析によりこれらの風速低減効果を確認し、効果的な防風計画を提案したので、ここに報告する。

2. 解析条件

2.1 計算機及びプログラム

- ・ 計算機：EWS SUN-7/420U
- ・ プログラム：STREAM V3.11
(k-モデル、有限体積法)
- ・ 収束判定：定常計算を行い、各変数の平均変動値が 10^{-4} にて計算打ち切り

2.2 解析対象建物

- ・ 建設場所：前橋市
- ・ 主要用途：倉庫
- ・ 構造規模：S造 2/0
- ・ 建築面積：1期工事；1,500 m² × 2棟
2期工事；2,250 m² × 2棟
- ・ 延床面積：1期工事；6,000 m²
2期工事；9,000 m²
- ・ 敷地周辺：畑地

表1 解析ケース

ケース	棟配置	防風フェンス	防風フェンス屋根	開口率	圧力損失係数
1	平行	無し	-	-	-
2	L字型	無し	-	-	-
3	平行	可動	-	80%	1.2
4	平行	可動	-	40%	7.6
5	平行	可動	-	20%	35
6	平行	固定	無し	40%	7.6
7	平行	固定	有り	40%	7.6
8	平行	固定、一部遮蔽	無し	40%	7.6
9	平行	固定、全遮蔽	無し	-	-
10	平行	固定、一部遮蔽	有り	40%	7.6
11	平行	固定、全遮蔽	有り	-	-
12	北側棟のみ	無し	-	-	-

2.3 解析パターン

- ・ 棟配置：平行 / L字型 / 北側棟のみ
- ・ 防風フェンス：無し / 可動式 / 固定式 / 固定式一部遮蔽 / 固定式全遮蔽
- ・ 防風フェンス屋根(庇)：無し / 有り
- ・ 防風フェンス開口率：開口率80%/40%/20% (遮蔽率20%/60%/80%)

2.4 解析ケース

表1に示す12ケースの解析を行った。なおケース12は、2期工事の先行工事として北側棟のみ増築し、防風対策の無い場合を想定している。

2.5 解析モデル

解析モデル及び解析メッシュを図1～6に示す。

- ・ 解析領域：500 m W × 500 m L × 80 m H
- ・ 計算要素：55 × 51 × 25 = 70,125
- ・ 要素間隔：X方向 1.0 ~ 44m, Y方向 0.8 ~ 62m, Z方向 0.6 ~ 13m

2.6 境界条件等

(1) 風上側

- ・ 風向：前橋の統計データから、出現頻度が最も大きい北北西及び北西のうち、作業域の風速が大きくなる北西とする。
- ・ 風速：べき乗則による高さ別速度境界(下式)とする。

$$V_z = V_R (Z / Z_R)$$

ここで、

V_R ; 12.3m/s (出現頻度が0.0を超える最大風速階級10.8 ~ 13.8m/sの中間値)

V_z ; 高さZの風速 m/s

Z_R ; 17.3m (前橋の風速計高さ)

Z ; 解析要素中心高さ m

; 地表面定数、農地では 1/7

(2) その他の境界

上面、側面ともに自由流出の圧力境界(0.0Pa)とする。

(3) 防風フェンス圧力損失係数

吸込口打抜き鉄板の値(表1に記載)を採用する。

3. 解析結果

解析結果を図7～図36に示す。図7～図18の風速コンターX-Y平面及び図19～図24の風速ベクトルX-Y平面は高さ1.5mにおける値を示し、図25～図36の風速ベクトルX-Z断面は南北2棟の中央断面における値を示す。

1) ケース1

- ・棟配置を平行とし、防風対策を何もしない場合には、作業高さ(1.5m)において、西側で最大8～9m/s、2棟中間部で7～8m/s程度の風速となり、作業に支障をきたすと思われる。
- ・以下、ケース1を基準として比較を行う。

2) ケース2

- ・棟配置をL字型とすると、東西方向の作業域は2m/s程度に減速し、良好な状態となる。
- ・南北方向の作業域は、剥離流と吹き降ろしの影響で、最大7m/s程度の逆流が発生するが、平均的には4m/s程度に改善される。

3) ケース3

- ・可動式フェンス(開口率80%)を設けた場合、高さ1.5mでは、フェンス直後の風速は減速されるものの、作業域内全般に均一に4～7m/sの風が吹き、ケース1の2/3程度の風速となるが、作業に支障をきたすと思われる。

4) ケース4

- ・可動式フェンス(開口率40%)を設けた場合、フェンス近傍を除けば、作業域の風速はほとんど4m/s以下であり、作業環境は改善される。

5) ケース5

- ・可動式フェンス(開口率20%)を設けた場合、フェンス近傍を除けば、作業域の風速はほとんど3m/s以下であり、作業環境は改善される。

6) ケース6

- ・固定式フェンス(開口率40%)を設けた場合、作業域内全般に均一に6～7m/sの風が吹き、ケース1の2/3程度の風速となるが、作業に支障をきたすと思われる。
- ・これは、東西方向にもフェンスを設けることにより、取り込む空気が増え、更に作業域に空気を流入しやすくしているためと思われる。

7) ケース7

- ・固定式フェンス(開口率40%)に屋根を設けても、上記は改善されない。

8) ケース8

- ・固定式フェンスを一部遮蔽とする場合、遮蔽しないケース6、7と比較すれば作業環境は改善されるが、ケース4よりも風速は大きくなる。
- ・これは、遮蔽部分の形状が風上側に突出しているため、

その影響と、遮蔽部分を超える流れが流入するためと思われる。

9) ケース9

- ・固定式フェンスを全て遮蔽しても、作業環境はそれほど改善されない。
- ・上記の遮蔽部分を超える流れがその原因と思われる。

10) ケース10

- ・固定式フェンスに屋根(庇)を一部設けると、フェンス及び遮蔽部分を超える流れがさえぎられ、作業域はケース4と同等以上の作業環境となる。

11) ケース11

- ・固定式フェンスを全て遮蔽し、屋根(庇)を一部設けると、作業域はほとんど静穏な状態となる。

12) ケース12

- ・北側棟のみ先行増築を行い防風対策は特に実施しない場合、既存部分の作業域の風速はほとんど5m/s以下であり、開口率40%程度の可動式防風フェンスを設けたケース4とほぼ同等となる。
- ・増築部分の作業域南西端では、境界風速を越える剥離流が発生する。

4. 結論

- ・防風対策を施さなければ、作業域に強風が発生する。
- ・L字型配置は、作業域南端に一部強風が発生する。
- ・防風フェンスは、開口率が40%以下でないとも効果が無いが、開口率を40%以下としてもそれほど効果は得られず、そこでの作業性等を考慮すれば、40%程度が最も有効と思われる。これは既往の実験結果、文献等とも一致する結果である。
- ・建物から離して固定式フェンスを設ける場合、形状・位置によっては効果が少ない場合がある。
- ・固定式フェンスの一部又は全部を遮蔽する場合、屋根(庇)を設けることにより、その効果が高まる。

【参考文献】

- 1) (財)建築業協会周辺気流研究委員会；「ビル風ハンドブック 本編」、1979
- 2) 村上周三他；「実物大の防風フェンスを用いたフェンスの防風効果に関する風洞実験」、日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿)、1980
- 3) 「都市の風環境評価と計画 - ビル風から適風環境まで -」、日本建築学会

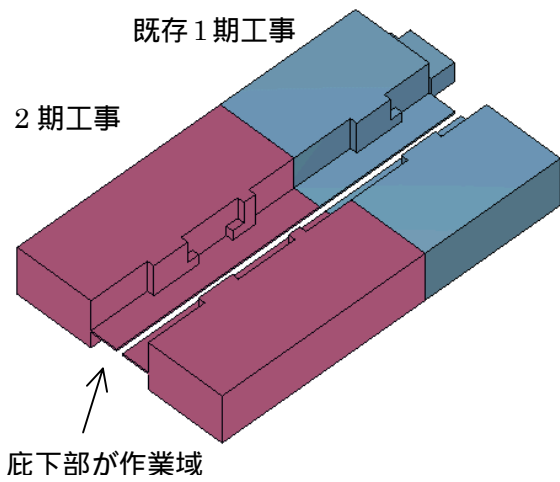


図1 解析モデル建物概観

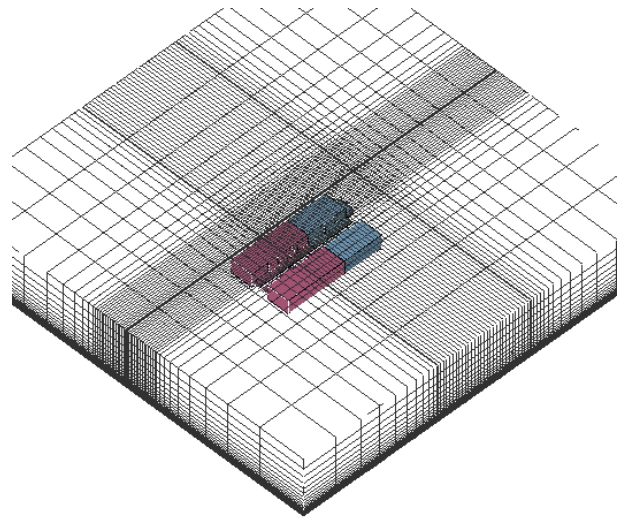


図2 全体メッシュ図

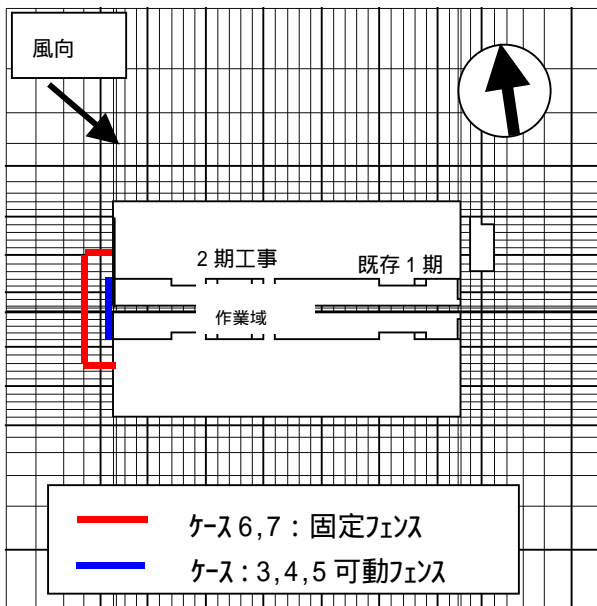


図3 ケース1,3,4,5,6,7 建物近傍メッシュ平面図

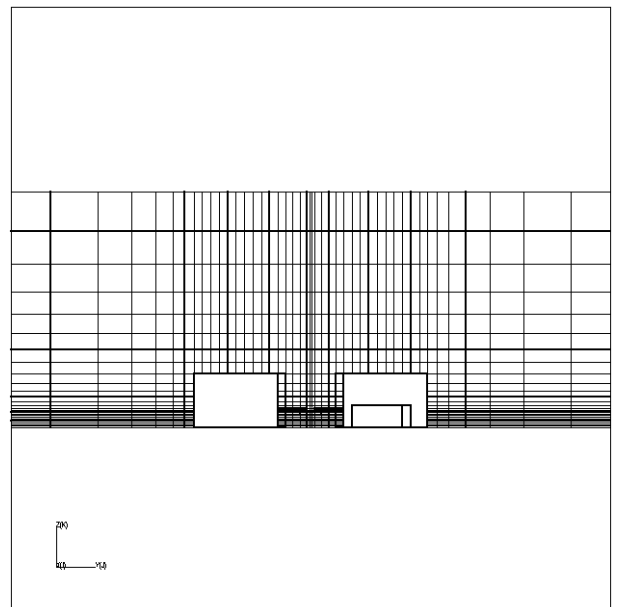


図4 建物近傍メッシュY-Z断面図

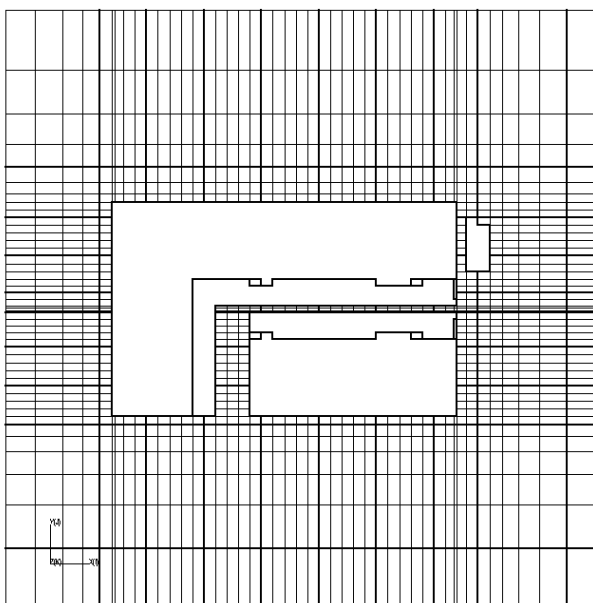


図5 ケース2 建物近傍メッシュ平面図

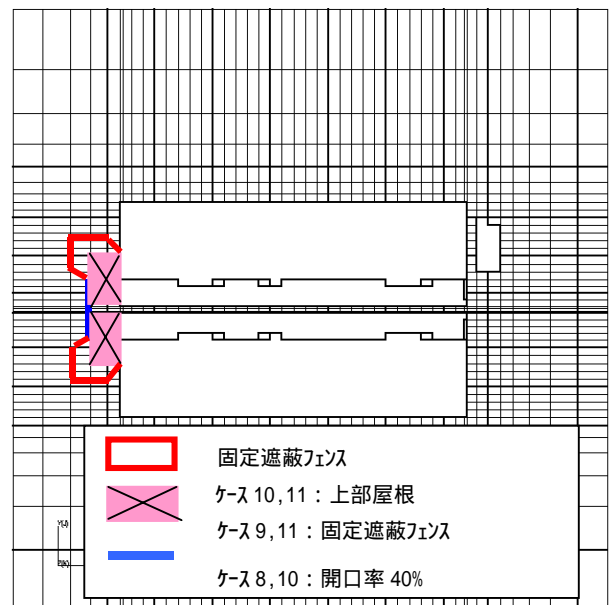


図6 ケース8,9,10,11 建物近傍メッシュ平面図

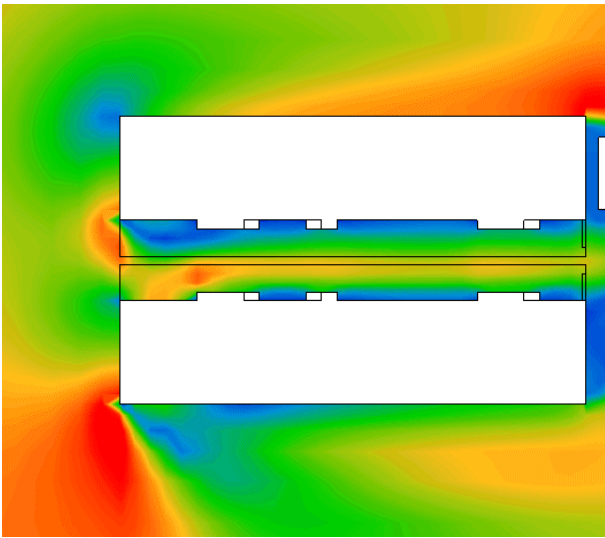


図7 ケース1 風速コンター X-Y 平面

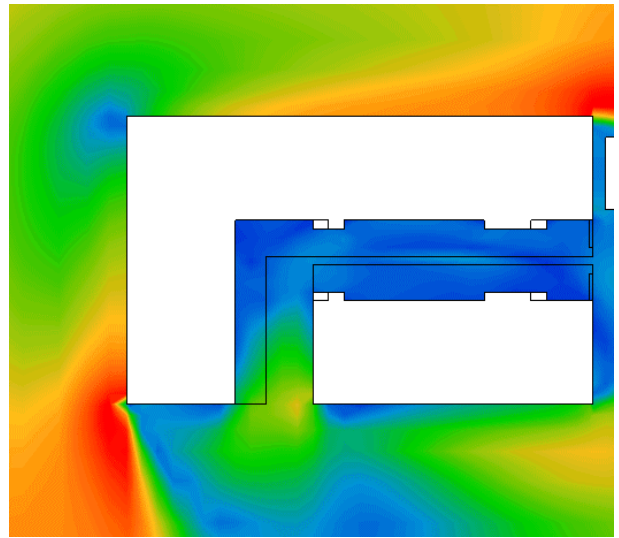


図8 ケース2 風速コンター X-Y 平面

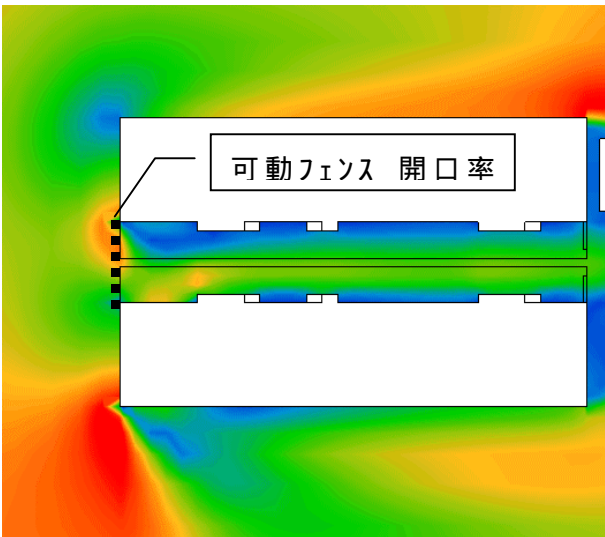


図9 ケース3 風速コンター X-Y 平面

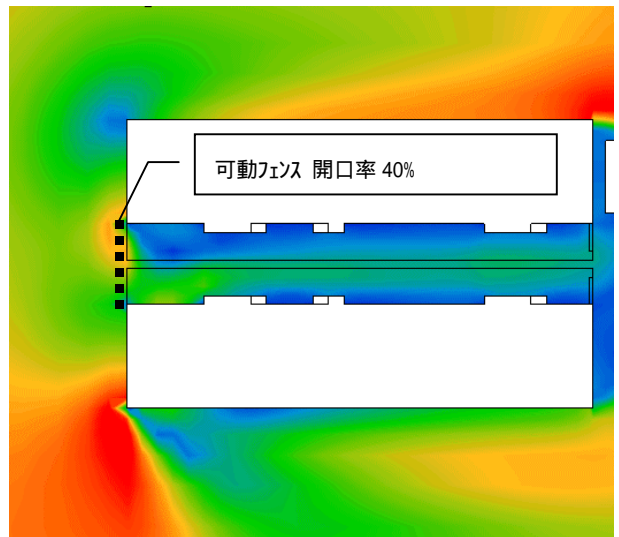


図10 ケース4 風速コンター X-Y 平面

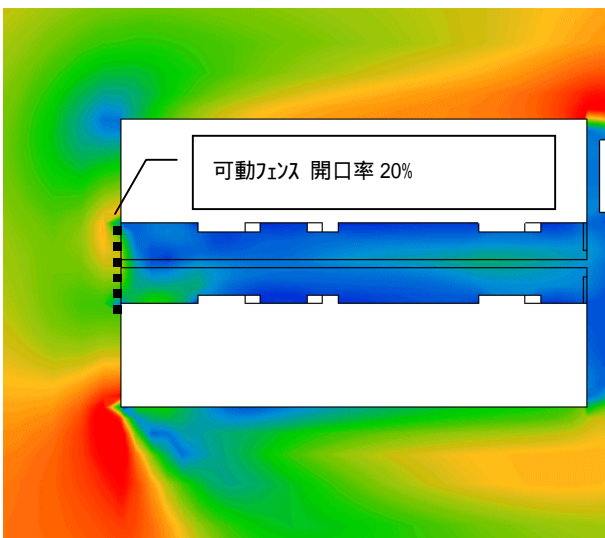


図11 ケース5 風速コンター X-Y 平面

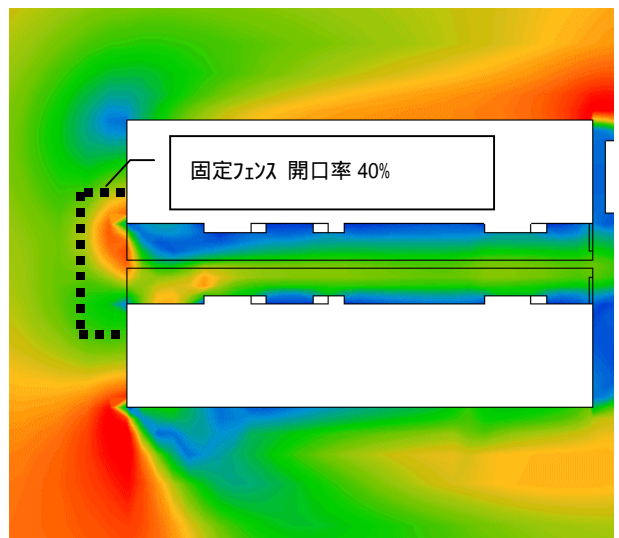
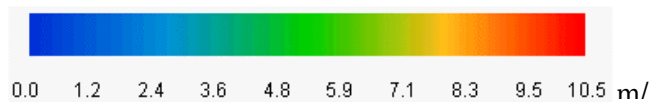


図12 ケース6 風速コンター X-Y 平面



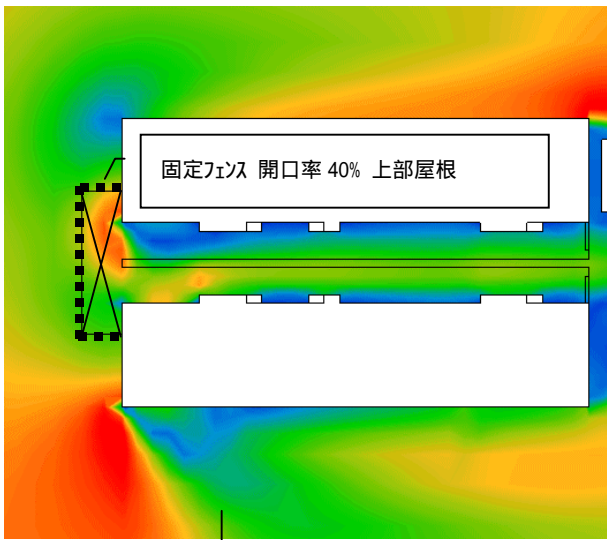


図13 ケース7 風速コンター X-Y 平面

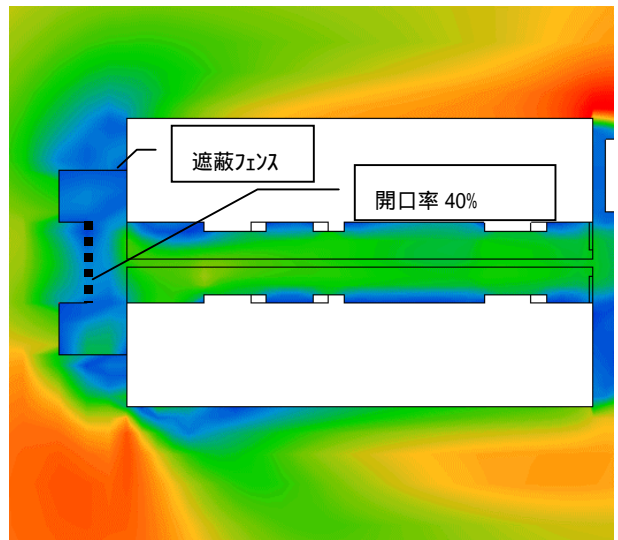


図14 ケース8 風速コンター X-Y 平面

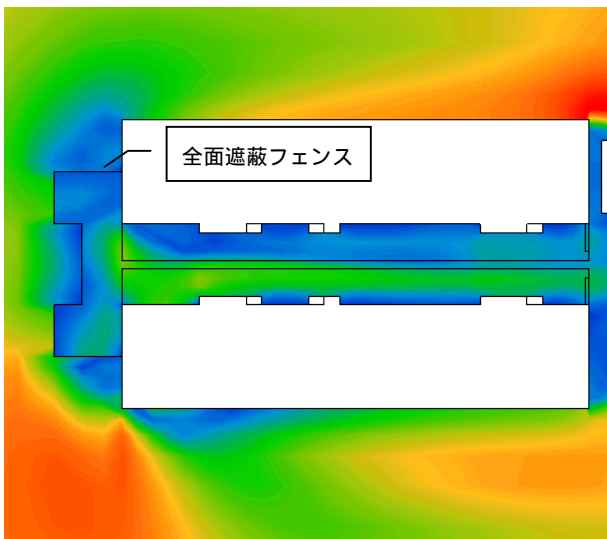


図15 ケース9 風速コンター X-Y 平面

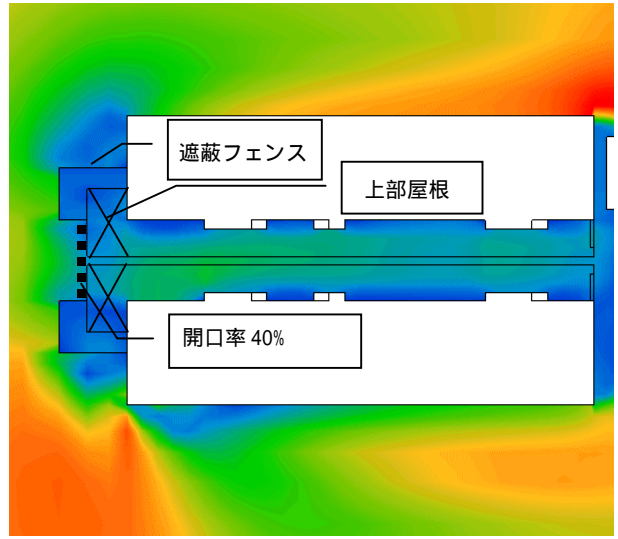


図16 ケース10 風速コンター X-Y 平面

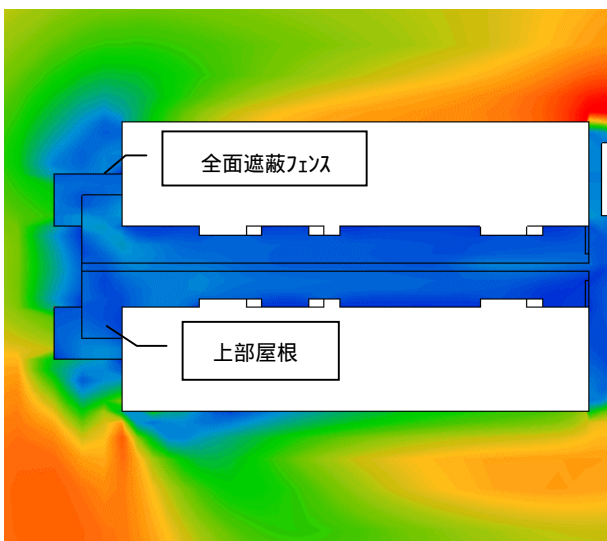


図17 ケース11 風速コンター X-Y 平面

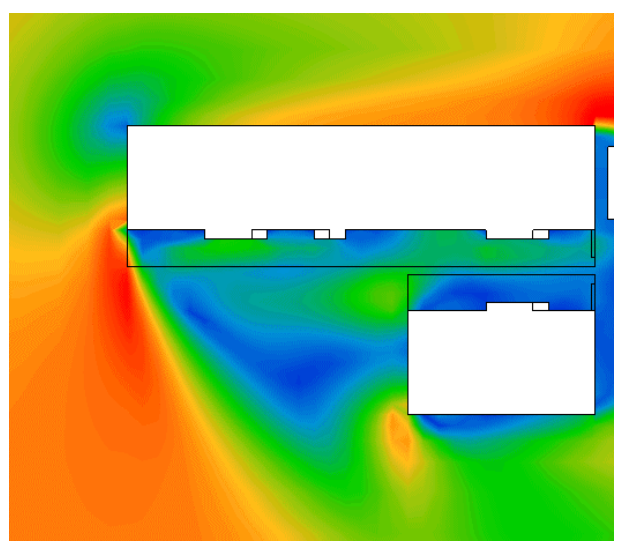
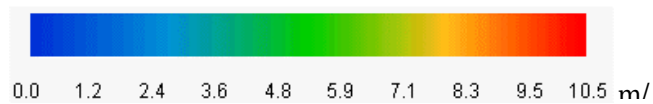


図18 ケース12 風速コンター X-Y 平面
(北側棟のみ先行増築した場合)



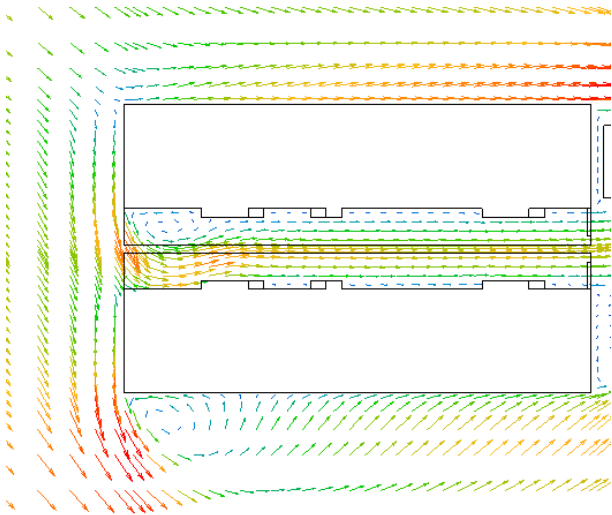


図19 ケース1 風速ベクトルX-Y平面

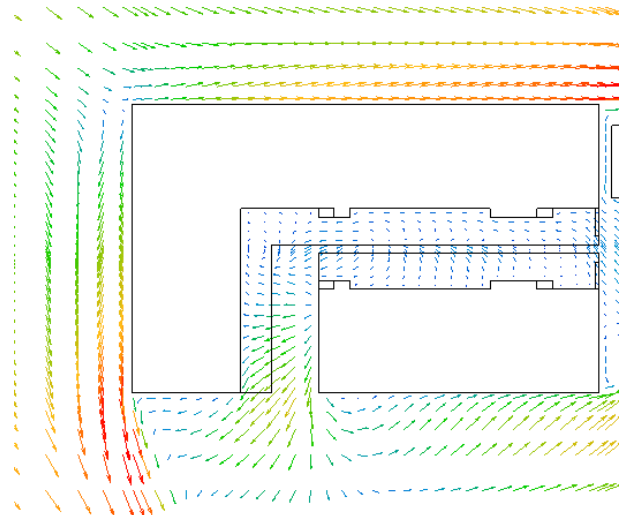


図20 ケース2 風速ベクトルX-Y平面

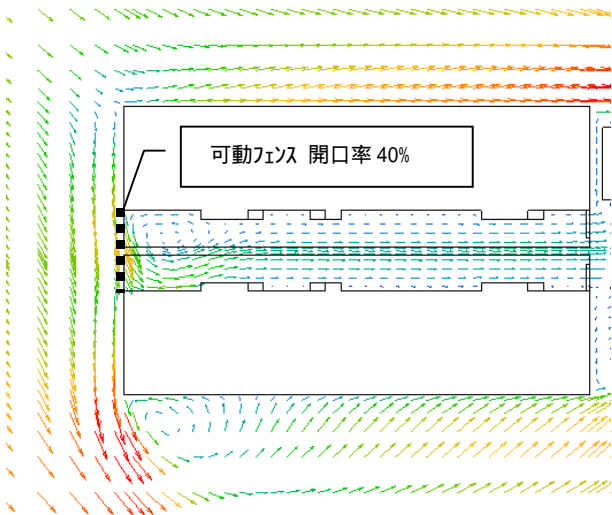


図21 ケース4 風速ベクトルX-Y平面

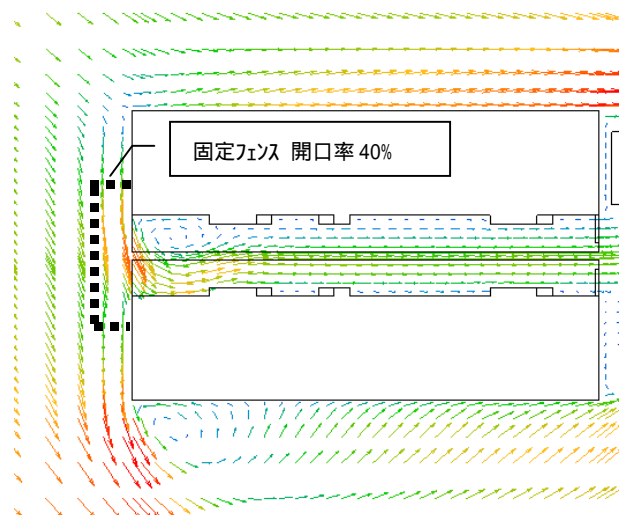


図22 ケース6 風速ベクトルX-Y平面

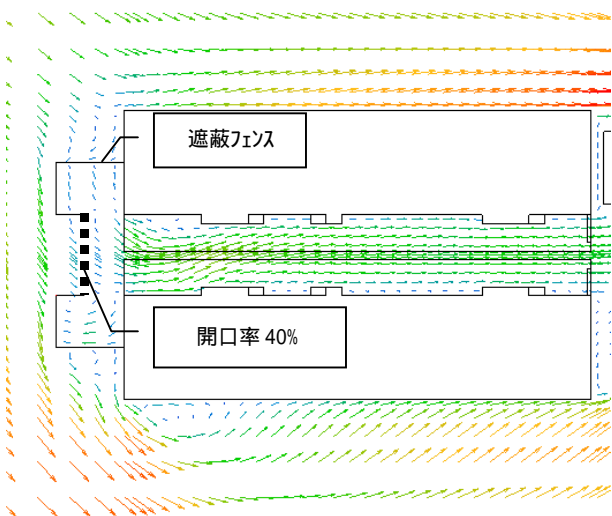


図23 ケース8 風速ベクトルX-Y平面

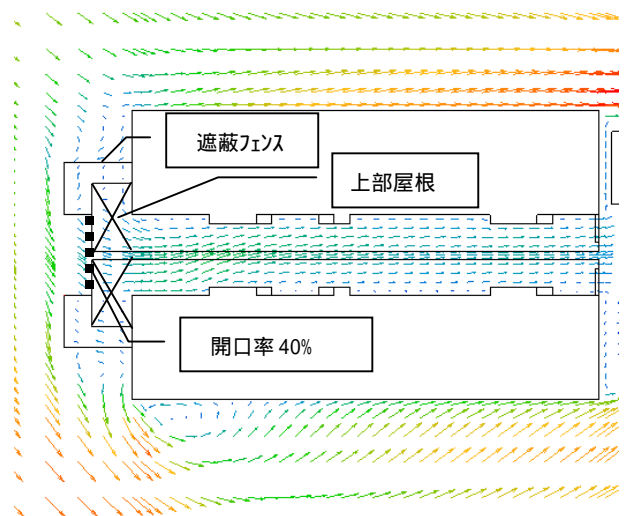
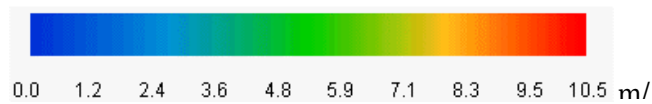


図24 ケース10 風速ベクトルX-Y平面



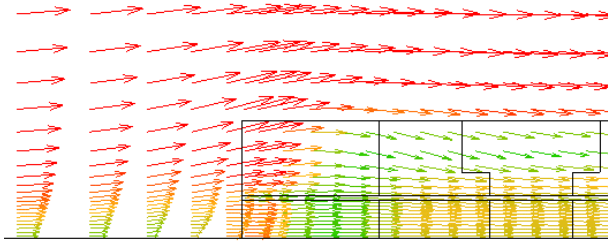


図25 ケース1 風速ベクトルX-Z断面

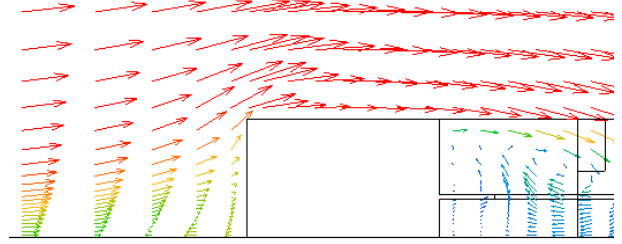


図26 ケース2 風速ベクトルX-Z断面

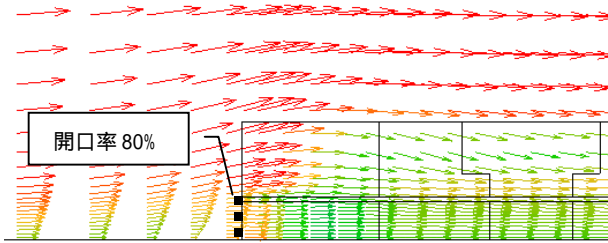


図27 ケース3 風速ベクトルX-Z断面

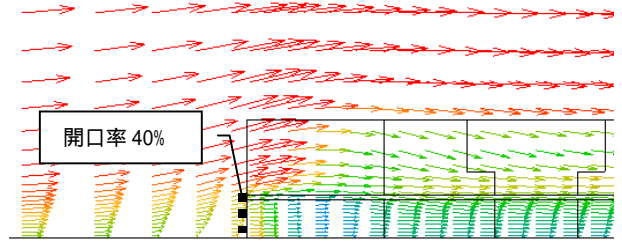


図28 ケース4 風速ベクトルX-Z断面

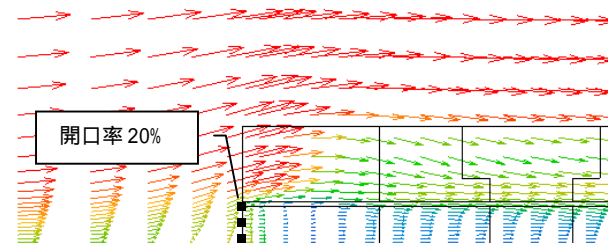


図29 ケース5 風速ベクトルX-Z断面

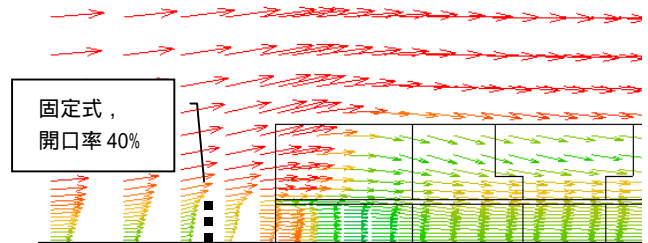


図30 ケース6 風速ベクトルX-Z断面

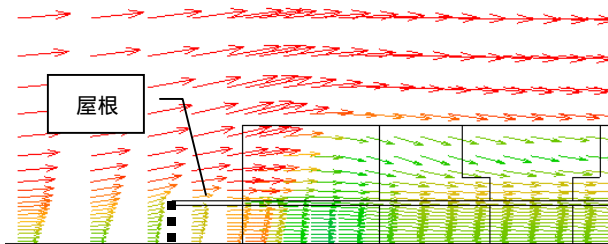


図31 ケース7 風速ベクトルX-Z断面

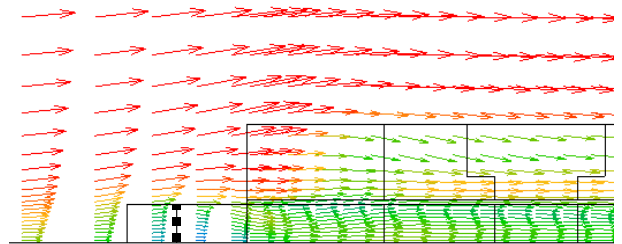


図32 ケース8 風速ベクトルX-Z断面

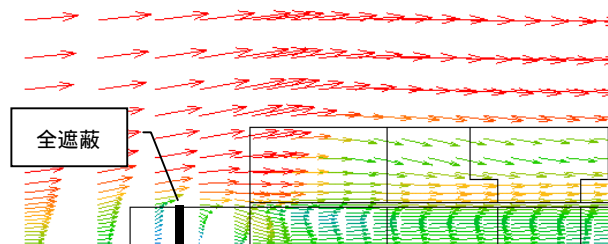


図33 ケース9 風速ベクトルX-Z断面

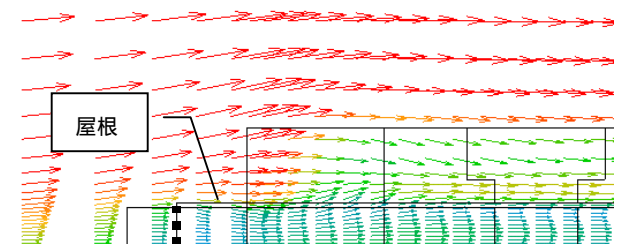


図34 ケース10 風速ベクトルX-Z断面

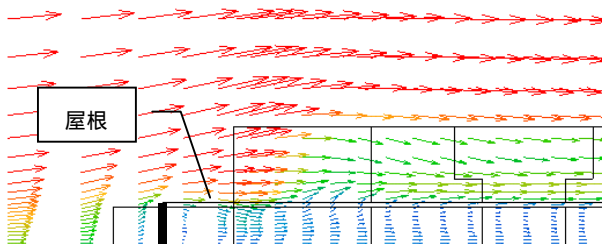


図35 ケース11 風速ベクトルX-Z断面

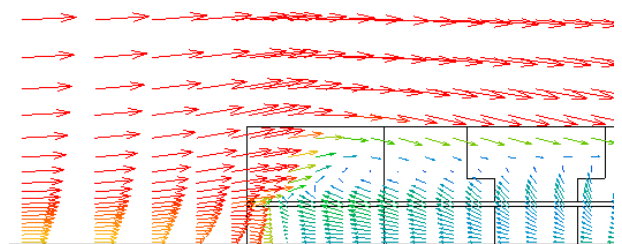


図36 ケース12 風速ベクトルX-Z断面
(北側棟のみ先行増築した場合)

