平成 27 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：室内環境
研究期間：H27 ～ H28 ［平成 28 年度も研究継続］
課題番号：153005
研究課題名（和文）： 密集市街地における街区気流構造の把握及びウインドキャッチャーによる通風改善に関する研究

研究課題名（英文）： Research on ventilation improvement by densely urban area of city blocks airflow structure grasp and wind catcher

研究代表者：遠藤 智行

交付決定額（当該年度）：250,000 円

※平成 27 年度で終了となる研究課題は最終成果報告書となりますので，下記項目について詳細な報告をお願いします。
※ページ数の制限はありません。
※成果等の説明に図表を使用していただいて構いません。（カラーも可）
※提出して頂いた成果報告書をホームページでの公開を予定しております。

１．研究の目的

建築物の屋内環境の改善と省エネルギーの観点から再生可能エネルギーである風力を活用したパッシブデザイン手法に注目が集まる現状がある。そのため、自然通風・換気量を高精度に予測するための技術手法の確立が有益であると考えられるが、設計段階において個別の問題に対して風洞実験や CFD 解析を実施することは一般的とは言えない。また、都市の風環境は周辺の建物配置や形状、または周囲の道路条件といった複合的な要素が複雑に作用するため、個別の解析を実行せずに街区ごとの通風性能を予測する手法としては整列均等に配置したモデルを用いて、街区のグロス建蔽率ごとに見込める通風量の予測を行う例が見られる。しかし、千鳥配置のように、少しでも整列均等配置が変化した場合、その街区の風環境が変化し、建物周辺の流れ場が整列均等配置とは異なる様相を呈す。また、対極的な研究手法として、実在する街区を対象に 16 風向による地域別の風速比を求めているが、通風量予測の基準となる街区のグロス建蔽率は、あくまでも任意の一か所における結果的な値であることから、建築予定地のグロス建蔽率算出手法に関しては検討の余地があると考えられる。

そこで本研究では、GIS（Geographic Information System）を用いることにより、東京 23 区と横浜市の住宅地を解析対象とし、地域の通風性能を評価するうえで基準となる平均的なグロス建蔽率（以後、地域適正グロス建蔽率とする）の算出を実施した。そして、抽出した実街区を 1/200 縮尺模型で再現し、風洞実験により街区中心建物に作用する風圧係数 Cp[-]を明らかにすることで、既存の均等整列配置との相違および地域適正グロス建蔽率ごとに整理された実街区が保持する通風性能の評価を試みた。

２．研究の方法

自然通風・換気量を予測するために必要な既知情報となるグロス建蔽率を適正に求めるために、東京都および横浜市が保有する建物現況データを商用ソフトウェア ArcGIS にインポートし、図 1 に示す 3 か所（住宅地 A,B,C）におけるグロス建蔽率の算出を実施した。その際、後ほど行う風洞実験では地形の起伏を再現することが困難であるため、比較的平坦な場所を抽出条件とした。次に図 2 に示すように、GIS を用いて使用予定の風洞幅 1200mm に 1/150 縮尺で収まる範囲の条件で、住宅地 A を対象に 180m 平方で地図無回転の条件で 3 ケース、地図の回転（街路直交）を行った 3 ケース、計 6 ケースのグロス建蔽率算出を行ったところ、最大で 5.6%の差異を確認した。

算出したグロス建蔽率の差異が住宅地 A 特有の変動であるか否かを確認する目的で、同様の算出を住宅地 B 及び住宅地 C を対象に実施したところ、図 3 に示すように 3 か所の住宅地全てにおいて最大で 5.6%～8.5%の差異が生じることを確認した。これは建築予定地の通風性能をおおよそ予測するために用いられるグロス建蔽率の算出を 180m 平方程度の範囲で行った場合、その予測値を適正に評価することが困難であると考えられる。

続いて、風洞幅 1200mm に 1/200 縮尺で収まる範囲となる 240m 平方の条件で実施した住宅地 A のグロス建蔽率算出結果を図 4 に、同様の範囲と条件で算出した住宅地 B,C の比較結果を図 5 に示す。これらの結果から異なる 3 か所の住宅地、計 6 ケースにおけるグロス建蔽率の最大差が 4.1%～4.3%となり、180m 平方と比してその差異が減少することを確認した。

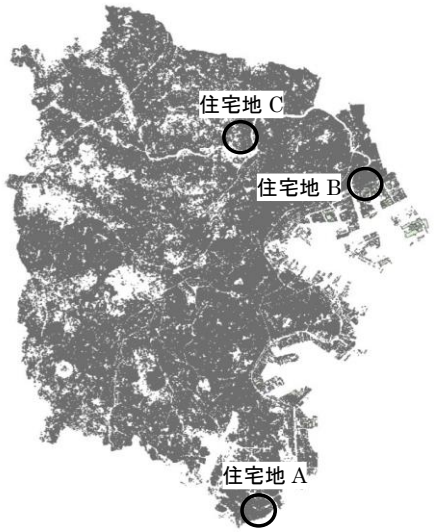


図 1　地域適正グロス建蔽率
算出場所（横浜市）

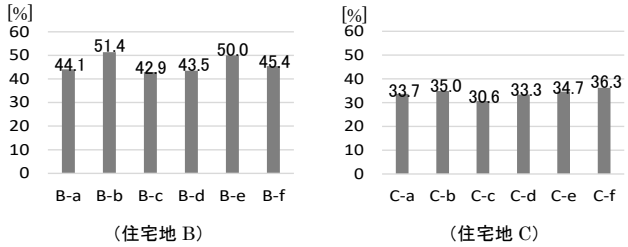


図 3　180m 平方　グロス建蔽率　比較

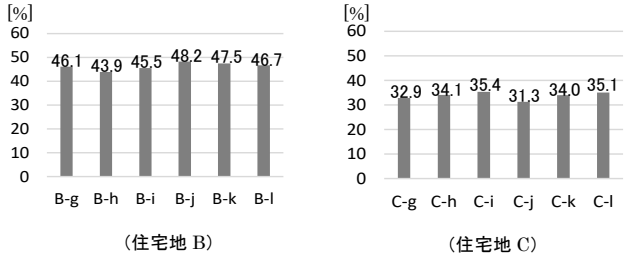


図 5　240m 平方　グロス建蔽率　比較

地図無回転（North Up）	グロス建蔽率[%]	地図回転（街路直交）	グロス建蔽率[%]
A-a	36.9	A-d	34
A-b	38.5	A-e	35.2
A-c	36.3	A-f	37.5

図 2　180m 平方
グロス建蔽率算出範囲　（住宅地 A）

地図無回転（North Up）	グロス建蔽率[%]	地図回転（街路直交）	グロス建蔽率[%]
A-g	37.3	A-j	36.5
A-h	35.6	A-k	36.7
A-i	34.7	A-l	33.9

図 4　240m 平方
グロス建蔽率算出範囲　（住宅地 A）

さらに、抽出する範囲を平方条件ではなく、図 6 に示すように街路に囲まれたブロックを 1 単位とした、街区単位による抽出を試みた比較結果を図 7 に示す。以上の結果から抽出する街区範囲を 240m 平方と設定することにより、街区の位置や地図の角度の有無に関わらず対象地の地域グロス建蔽率の差異を全て 5%以下に抑えると同時に、広域の街区単位の条件によって算出したグロス建蔽率とも対応することを確認した。そして、これらの手法により算出した 6 ケースの平均値が、対象街区の通風性能を評価するための地域適正グロス建蔽率であると考えられるため、以後に実施した風洞実験で使用する実街区の抽出は全て同様の方法を用いる。

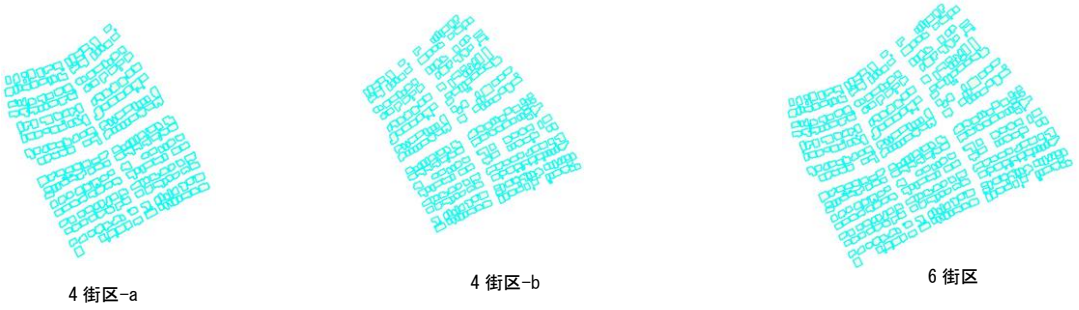


図 6　街区単位　グロス建蔽率算出範囲　（住宅地 A）

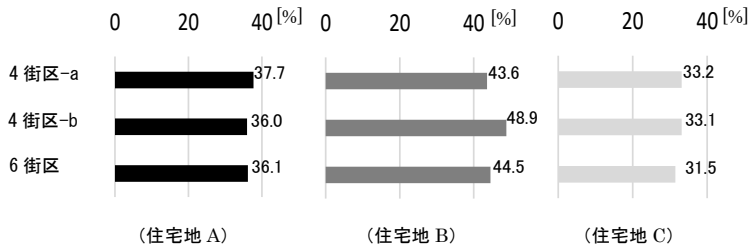


図 7　街区単位　グロス建蔽率比較

通常、市街地を想定した風洞実験ではアプローチフローを実現象と同じ鉛直分布と設定する手法が一般的であるが、本実験で用いる模型縮尺が 1/200 であるため、地表面から軒高までの分布を厳密に 1/4 乗則に一致させることが困難となる。しかし、周辺建物がある条件におけるアプローチフローは、実街区の再現範囲が図 8 に示す測定対象模型付近の平均高さ（30mm）の 10～25 倍以上かつ、最高測定点高さ（24mm）の 20 倍以上であれば、接近流が一様流であっても実現象との相似性が比較的良好となることから、図 9 に示すように、単独建物の条件にて極力 1/4 乗則に従う分布設定に努めたうえで測定を実施した。また、本研究では建物配置と密集度がもたらす壁面風圧力の変動に主眼を置くため、建物屋根形状は陸屋根とした。
再現した街区のほぼ中央に設置した測定対象建物の壁面風圧を多点圧力計（MelonTechnos 製 32CH MICRO PRESSURE UNIT MODEL MP-32）を用いて、サンプリング周波数 200Hz、平均化時間 60 秒にて測定し、各点の風圧力を基準動圧で除することで風圧係数 Cp[-]の算出を行った。

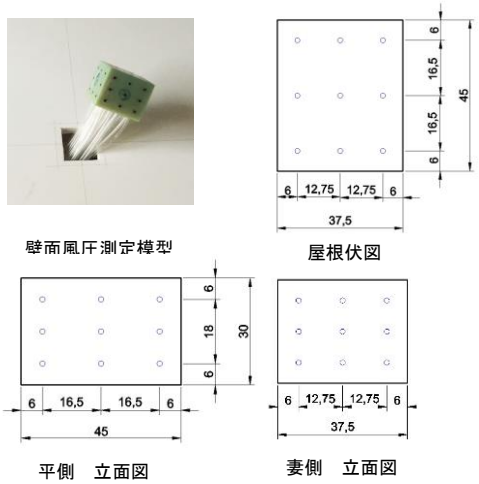


図 8　測定対象模型

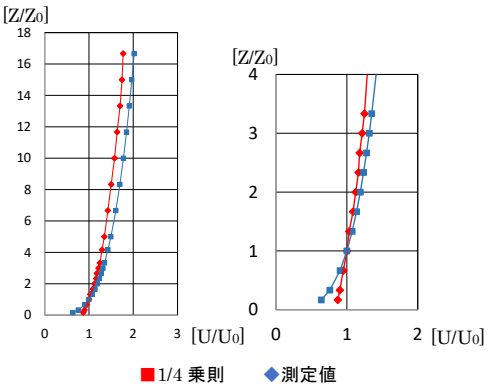


図 9　アプローチフロー（単独建物）

実街区における風環境を既往研究で用いられている均等整列配置と比較するために、抽出する街区の分類化を実施した。GIS を用いた算出手法を用いて、図 10 に示す全ての実街区において地域適正グロス建蔽率 30%,40%,50%相当の実街区抽出を実施した。その中でも既往研究で用いられた均等整列配置に近い街区となる準整列実街区と、地形依存度が高く非計画的に形成された非整列実街区の 2 種類を実験対象として設定した。

また､均等整列配置の 3 ケースは回転させた場合でも同じ配置となることから 0°,45°,90°の 3 風向とし､実街区の 6 ケースにおいては 8 風向を設定したうえで､全 57 ケースにおける壁面風圧力測定を実施した。

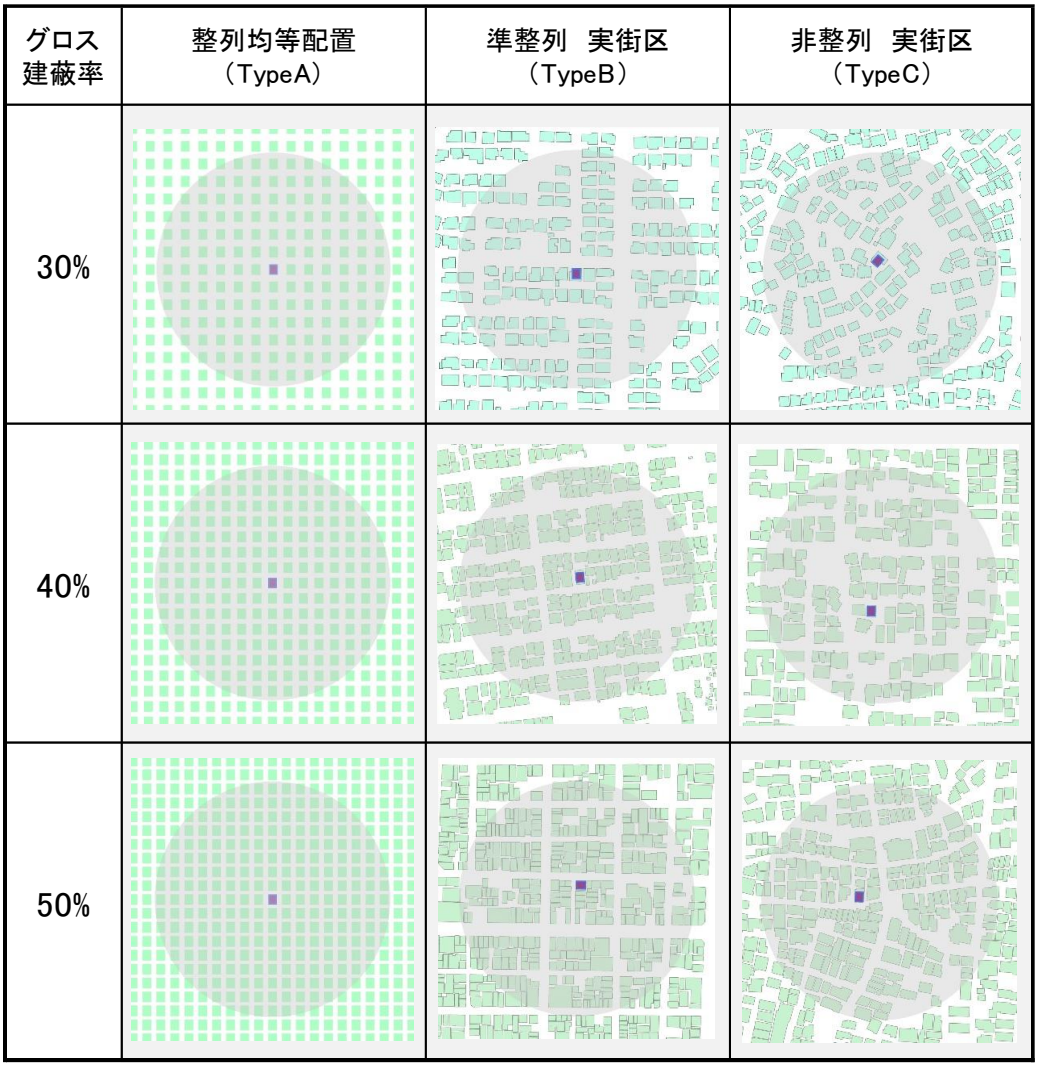
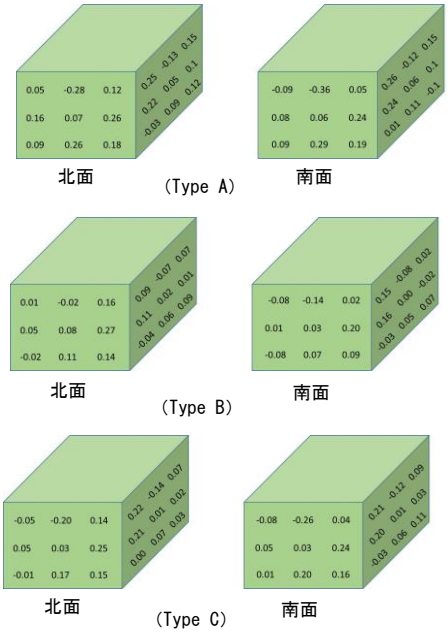


図 10　風洞実験ケース

３．研究成果

周辺建物がある条件において算出した風圧係数 Cp[-]分布の一例を図 11 に示す。次に、街区が保持している通風性能を評価するために、各ケースにおける最大風圧係数差⊿Cp[-]max の算出結果を図 12 に示す。このとき、壁面に作用する圧力差が最大となる開口ケースを風向ごとに選択しているため、全風向に対応した通風性能とはいえないが、各街区で見込める最大の通風量の把握は可能と考えられる。

それぞれのタイプの街区をグロス建蔽率ごとに比較すると、30%では整列均等配置の Type A は実街区と比べて風向が西、東の条件で過小評価となっているが、それ以外の風向ではおおむね対応している。40%では、Type A は準整列の Type B より過小評価となっているが、非整列の Type C に対しては過大評価となる。しかし、8 風向におけるばらつきが少なく、どの風向からも一定の通風性能を保持している様子が伺える。50%では Type A は Type B と比して過小評価の値が大きいが、Type C と比較すると風向が東の条件を除いて対応を確認した。



グロス建蔽率 40%　風向：北東

図 11　風圧係数比較　一例

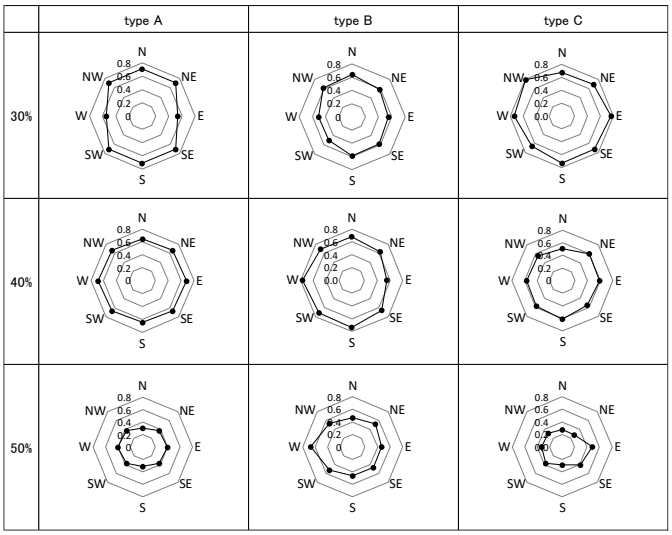


図 12　最大風圧係数差　⊿Cp[-] max

本研究では実街区の抽出および風洞実験から以下の知見を得ることが出来た。

1）GIS を用いて 240m 平方の範囲で街区抽出することにより、その位置や地図角度に関わらず差異の少ない地域の適正グロス建蔽率の算出が可能となった。

2）通風関連の既往研究で多く散見できる均等整列配置の街区条件は、2 種類の実街区と比して壁面風圧力を過大または過小に評価してしまう傾向が確認された。

3）非整列の街区条件では、グロス建蔽率の増加とともに最大風圧係数差が小さくなるが、準整列街区は整列均等配置と同様に、一度グロス建蔽率 40%でその値が大きくなる傾向が確認された。

4．主な発表論文等
（研究代表者、研究分担者には下線）

〔学会発表〕（計 1 件）
滝澤　正玄，倉渕　隆，遠藤　智行，鳴海　大典：周辺建物の影響を考慮した通風性能評価手法に関する研究（その 1）GIS による住宅地の地域適正グロス建蔽率算出および風洞実験による風圧係数評価，日本建築学会関東支部研究報告集，2016.3

2015 年度関東支部研究発表会　優秀研究報告集採用

５．研究組織

(1)研究代表者

遠藤　智行　関東学院大学　建築・環境学部　准教授

(2)研究分担者

野中　俊宏（株式会社 LIXIL・企画推進室・博士（工学））
平野　葵　（東京理科大学・工学研究科・大学院生）
梯　洋貴　（東京理科大学・工学研究科・大学院生）
堀　智朗　（東京理科大学・工学研究科・大学院生）
滝澤　正玄（横浜国立大学・環境情報学府・大学院生）
赤坂　刀摩（関東学院大学・建築・環境学部・卒研生）
工藤　隼平（関東学院大学・建築・環境学部・卒研生）
田中　英　（関東学院大学・建築・環境学部・卒研生）
野口　翔平（関東学院大学・建築・環境学部・卒研生）
眞野　俊輝（関東学院大学・建築・環境学部・卒研生）
水谷　国男（東京工芸大学・工学部・教授）
倉渕　隆　（東京理科大学・工学部・教授）
張　偉栄　（東京工芸大学・工学部・准教授）
李　時桓　（東京理科大学・工学部・助教）
塚本　健二（東京工芸大学・工学研究科・特別研究員）

東京工芸大学・風工学研究拠点・研究集会（2016 年 3 月 3 日）のご案内

密集市街地における街区気流構造の把握及び
ウインドキャッチャーによる通風改善に関する研究集会

2014 年 11 月に行われた米中首脳会議では、二酸化炭素排出量の削減に関する合意がなされ、アメリカは 2025 年までに 2005 年非で 26%～28%の削減、中国は 2030 年をピークとし以降の排出量目標を正式に発表しました。その中でも我が国の民生業務部門のエネルギー消費は、70 年代から 2.8 倍も増加し、全消費量の約 20%を占めるまでになりました。こうした現状から、住宅における冷房負荷の削減や常時電力を消費し続ける 24 時間機械式換気の問題に対し、再生可能エネルギーである自然風を効率的に利用するための研究は、エネルギー消費量だけではなく国民の健康的生活の維持という支店からも重要視され約半世紀以上の歴史があります。

また、近年は都市部の密集度の増加に伴い、より実街区に近い建物の配置や形状条件による検討が見受けられます。既往研究の多くで採用されている周辺建物が均一高さの整列配置では、実街区とは大きく異なるため、把握した外気流を建物室内へ誘引させ自然通風・換気を促進させるための具体的な設計手法の提案に繋げるのは困難であると考えられます。

今回の研究集会では、街区形状ごとの気流構造の把握、市街地に建つ集合住宅の開口条件による室内気流の違い等、より実際の街区条件での通風性能について風洞実験や数値シミュレーションによって様々な検討を行い、最適な窓開口設計及びウィンドキャッチャーによる通風促進効果の評価等、より具体的な設計手法の提案に繋げていきたいと考えております。それぞれの研究で明らかになった事実について情報を共有することで、今後の密集市街地における自然風を有効的に室内へ誘引させるための具体的な設計手法について議論を深めたいと思い、研究集会を開催いたすことになりました。皆様のご参加を心よりお待ちしております。

と き：2016 年 3 月 3 日（木）15:45～17:15

ところ：東京理科大学 森戸記念館

東京都新宿区神楽坂 4-2-2

東京メトロ東西線／有楽町線／南北線／都営地下鉄大江戸線・飯田橋駅

B3 出口から徒歩 5 分

JR 線・飯田橋駅　西口改札から徒歩 6 分

http://www.tus.ac.jp/info/access/kagcamp.html

問合先：　東京工芸大学 工学部建築学科 准教授 張 偉栄

電話：046-242-9548 E-mail： w.zhang@arch.t-kougei.ac.jp

プログラム

15:45-15:50	開会挨拶，趣旨説明 遠藤 智行（関東学院大学 準教授）
15:50-16:05	密集市街地における街区条件による通風性能予測改善に関する研究 平野 葵 （東京理科大学）
16:05-16:20	密集市街地における風速分布測定及びその評価方法に関する検討 田中 英 （関東学院大学）
16:20-16:25	休憩
16:25-16:40	市街地に建つ集合住宅の開口条件による通風性能に関する研究 佐藤 正佳（東京理科大学）
16:40-16:55	マルチモードダブルスキンによる自然換気計画及び効果に関する検討 ―関東学院大学建築・環境棟を例として― 遠藤 智行（関東学院大学 准教授）
16:55-17:15	討論およびまとめ

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

2015年度　風工学研究拠点　研究集会

密集市街地における風速分布測定及びその評価方法に関する検討

関東学院大学　田中　英
遠藤智行

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

三次元で風速を測定すると、

時間 t	X風速 Ux	Y風速 Uy	Z風速 Uz
1	5	7	3
2	-9	2	-4
3	10	-5	-4
4	6	-8	7
5	-3	7	0

$\overline{Ux}$　$\overline{Uy}$　$\overline{Uz}$

$$\overline{U} = \sqrt{\overline{Ux}^2 + \overline{Uy}^2 + \overline{Uz}^2}$$

時間平均

■マイナスを加味している風速。
■CFDの結果はこの時間平均で算出されたもの。

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

三次元で風速を測定すると、

時間 t	X風速 Ux	Y風速 Uy	Z風速 Uz
1	5	7	3
2	-9	2	-4
3	10	-5	-4
4	6	-8	7
5	-3	7	0

$V_1 = \sqrt{Ux_1^2 + Uy_1^2 + Uz_1^2}$
$V_2 = \sqrt{Ux_2^2 + Uy_2^2 + Uz_2^2}$

瞬時値を合成して平均

$$\overline{V} = \frac{V_1 + V_2 + \cdots + V_n}{n}$$

■マイナスを二乗することで、スカラー(量)として加味している。
■風洞実験におけるサーミスタ風速計は瞬時値を合成平均したもの

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

三次元で風速を測定すると、

時間 t	X風速 Ux	Y風速 Uy	Z風速 Uz
1	5	7	3
2	-9	2	-4
3	10	-5	-4
4	6	-8	7
5	-3	7	0

時間平均 $\overline{U}$ ≠ 瞬時値合成平均 $\overline{V}$

マイナス側の値をどのように平均しているかで差異が生じる。

CFDとサーミスタ風速計に差異が生じる。

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

時間平均 $\overline{U}$ ≠ 瞬時値合成平均 $\overline{V}$

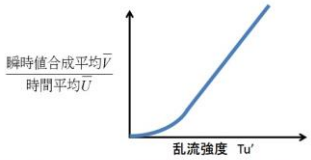
CFDとサーミスタ風速計に差異が生じる。

この差異をなくすために、Popiolekは変換式を考案した。

しかしPopiolekの変換式は室内気流に対応したもの。

そこで本研究ではPopiolekの変換式を基に屋外気流に対応した新たな変換式を構築する。

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University



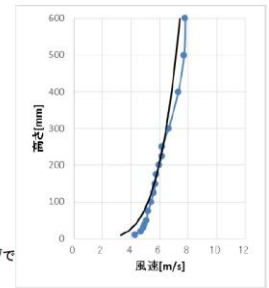
■乱流強度が大きくなると、$\overline{V}/\overline{U}$が大きくなる。

これは乱れが大きくなるということは変動が大きくなり、瞬時値を合成しているVが大きくなるため。

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

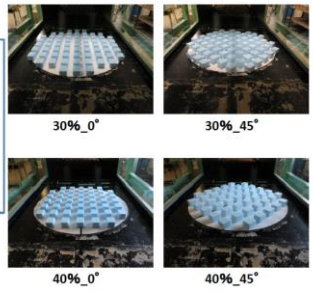
実験概要
■建物サイズ
　幅:奥行:高さ＝
　6.08cm:7.25cm:5cm
■基準高さ　軒高5cm
■基準風速　5.07m/s
■アプローチフロー
　1/5乗のべき法則

本実験では、スプリットフィルムプローブで測定点におけるX,Y,Z速度を測定した。



Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

検討ケース
■グロス30%、風向角0°
■グロス30%、風向角45°
■グロス40%、風向角0°
■グロス40%、風向角45°

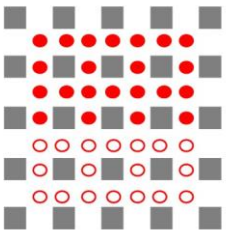


風洞実験　結果

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

0°

風



測定点位置
■測定高さ　2.5cm
■測定場所　全22点
(図参照)

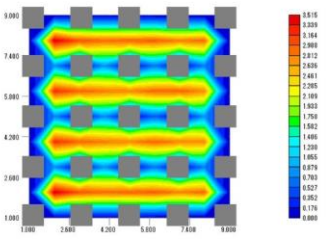
風洞実験　結果

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

30%_0°

風

時間平均 $\overline{U}$



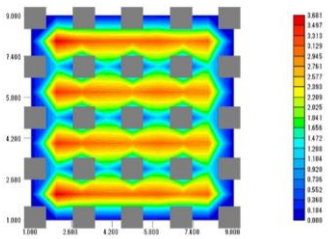
風洞実験　結果

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

30%_0°

風

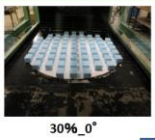
瞬時値合成平均 $\overline{V}$



時間平均 $\overline{U}$ ＜ 瞬時値合成平均 $\overline{V}$

風洞実験　結果

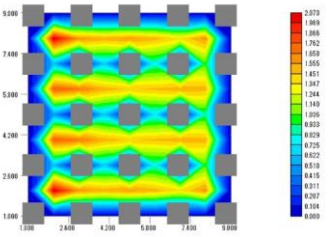
Endo Laboratory
Kanto Gakuin University



30%_0°

風

乱流エネルギー k



乱流エネルギーkは、

$k = \sqrt{\overline{v_x}^2 + \overline{v_y}^2 + \overline{v_z}^2}$

により算出した。

$\overline{v_x}^2 = \overline{(\text{測定値}Vx - \text{時間平均値}\overline{Ux})^2}$

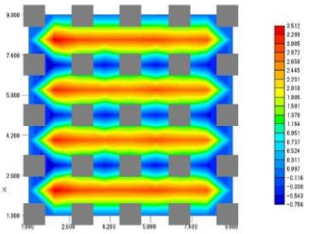
風洞実験　結果

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

30%_0°

風

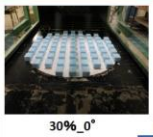
時間平均 $\overline{Ux}$



主流方向のため、合成値とほぼ同じ。

風洞実験　結果

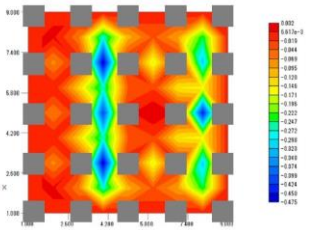
Endo Laboratory
Kanto Gakuin University



30%_0°

風

時間平均 $\overline{Uy}$

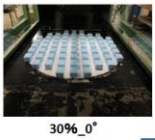


:プラス　:マイナス

全体的に中央に向かって吹いている。

風洞実験　結果

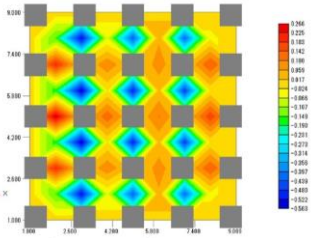
Endo Laboratory
Kanto Gakuin University



30%_0°

風

時間平均 $\overline{Uz}$

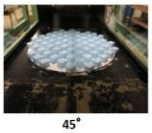


:プラス　:マイナス

建物背面では下から上へ吹き上がる。
隣棟間では上から下へ吹き抜ける。

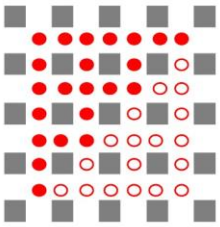
風洞実験　結果

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

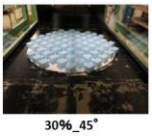


45°

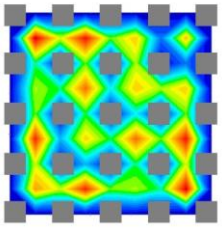
測定点位置
■測定高さ　2.5cm
■測定場所　全22点
(図参照)



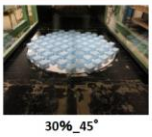
風


30%_45°

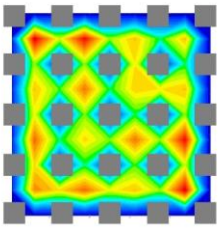
時間平均 $\overline{U}$



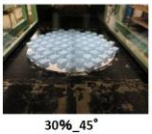
建物背面で強い気流が流れている。
反面、隣棟間は気流が小さい。


30%_45°

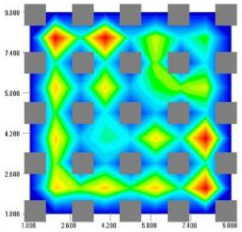
瞬時値合成平均 $\overline{V}$



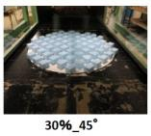
時間平均 $\overline{U}$ ＜ 瞬時値合成平均 $\overline{V}$


30%_45°

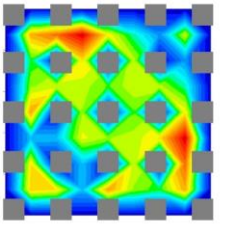
乱流エネルギー k



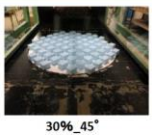
手前では建物背面で強い気流が流れているが、
内側の範囲では乱れが小さくなっている。


30%_45°

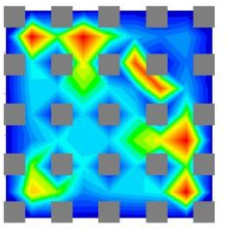
時間平均 $\overline{Ux}$



主流方向のため、合成値とほぼ同じ。
しかし隣棟間における風速が少し小さくなっている。

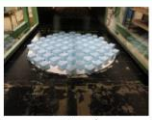

30%_45°

時間平均 $\overline{Uy}$

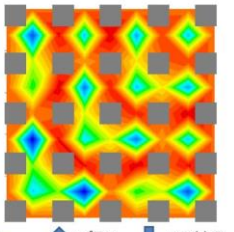


↖:プラス ↘:マイナス

全ての測定点でプラス側に気流が流れている。
つまり内側の範囲から外側に流れている。


30%_45°

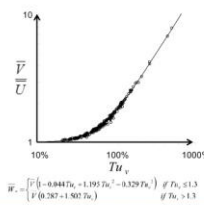
時間平均 $\overline{Uw}$



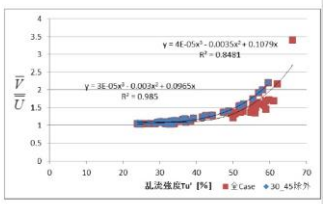
↑:プラス ↓:マイナス

合成時間風速$\overline{U}$とは真逆の分布となり、
建物背面では上から下へ、隣棟間では下から上へ

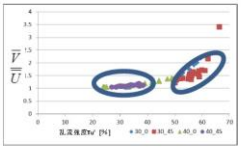
次にPopiolekの変換式と同様に、
横軸に乱流強度Tu'、
縦軸に瞬時値合成平均$\overline{V}$/時間平均$\overline{U}$
のグラフを示す。



$$\overline{W}_* = \begin{cases} \overline{V}\left(1 - 0.044 Tu_v + 1.195 Tu_v^2 - 0.329 Tu_v^3\right) & \text{if } Tu_v \le 1.3 \\ \overline{V}\left(0.287 + 1.502 Tu_v\right) & \text{if } Tu_v > 1.3 \end{cases}$$



次にPopiolekの変換式と同様に、
横軸に乱流強度Tu'、
縦軸に瞬時値合成平均$\overline{V}$/時間平均$\overline{U}$
のグラフを示す。

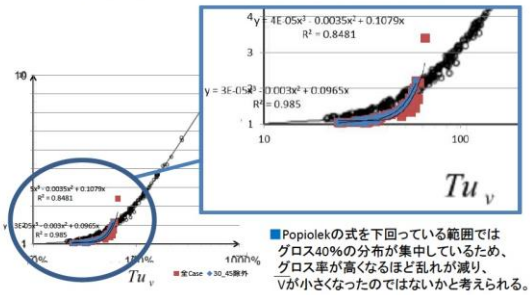


■各測定Caseごとに見ても、30%_45°
だけが大きくずれていることがわかる。
■乱流強度Tu'が小さい範囲は、グロス
40%の分布が集中している。

■風上側、風下側、建物周辺を
区分けしてみても、ばらついた
分布となった。
■しかし建物背面と隣棟間では
分布が異なった。

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

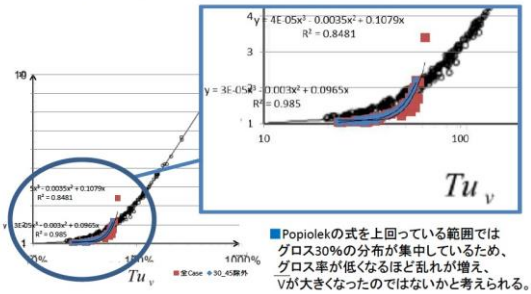
次にPopiolekの変換式とグラフを重ねる。



■Popiolekの式を下回っている範囲では
グロス40%の分布が集中しているため、
グロス率が高くなるほど乱れが減り、
Vが小さくなったのではないかと考えられる。

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

次にPopiolekの変換式とグラフを重ねる。



■Popiolekの式を上回っている範囲では
グロス30%の分布が集中しているため、
グロス率が低くなるほど乱れが増え、
Vが大きくなったのではないかと考えられる。

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

■Popiolekの変換式を基に、屋外気流に対応した変換式を構築するため、
風洞実験による街区を測定した。

■時間平均した風速と瞬時値を合成して平均した風速では、誤差が発生することを
確認した。

■風向が0°の場合、グロス率に関係なく、隣棟間には主風向の強い風が流れ、
建物背面では乱れが起きていた。

■風向が45°の場合、主風向に関係なく、乱れが複雑になっていた。

■本実験の風洞実験結果において、Popiolekの変換式に近い曲線を得ることができた。
しかし、1Caseだけ分布が異なるものがあり、その原因は実験者側の技術力による
誤差だと考えられる。

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

■Popiolekの変換式では、大きい乱流強度Tu'まで算出しており、
今後は模型をさらに大きくするなどして、乱れを大きくしていくことが必要である。

■今回得られた屋外気流対応の変換式を用いて、CFDとの確認が必要である。

■風向角45°において、どの速度成分の乱流エネルギーkが最も影響するのか、
確認する必要がある。

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

ご清聴ありがとうございました。

マルチモードダブルスキンによる
自然換気計画及び効果に関する検討

—関東学院大学建築・環境棟を例として—

関東学院大学　遠藤智行　田中　英

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

関東学院大学　建築・環境棟(5号館)

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

建築がつくりだす学び

建築・環境棟のデザインで重要なことはそこに実現される空間でも光でもない。この建物から何が学び取れるかである。これは今までの建築設計法からの転換である。

キャンパスプランニングにおけるオーソドックスな手法によるのでなく、身近なレベルでのキャンパス再編。気温や卓越風や近隣建物など周囲の環境に応答する建物のたたずまい。こちらにいる私は向こうの空間と繋がっている。至る所は祝祭空間であり、今ここに参加していることを体感できる。何でもない環境の記憶を大切にする。製図室やスタジオ・研究室に居る時、廊下や階段を歩く時、学生は日常の生活や勉学が空間というものに深く関係していることを感じる。空間は空気の流れや温度の分布でできた全体的なものである。サステイナブルな先端技術を生活レベルで実感する。技術は人々が参加可能なものであり人間化できること。学ぶことは自分を積極的にデザインすること。空虚でしかない空間はそれが小さくとも、周辺の人やモノや場を関連付け大きな全体環境を創りだす力を持っている。

前建築・環境学部長　教授　湯澤正信(基本計画・全体監修)

建築・環境棟

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

建物所在地

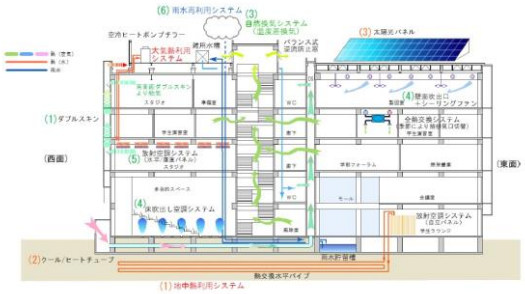
所在地	神奈川県横浜市
建物用途	大学
建物構造	S造・RC造・SRC造
建物規模	地上5階・塔屋1階
建築面積	846.34m²
最高高さ	23.5m
延床面積	3,750m²

南面外観

西面外観

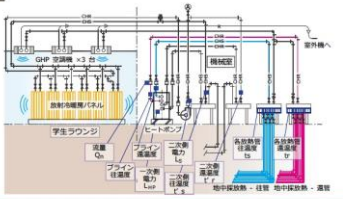
建築・環境棟　導入技術概要

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University



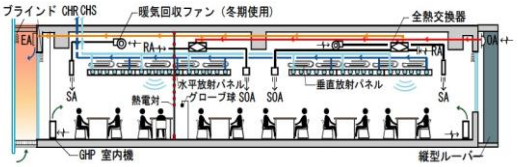
地中熱利用＋放射パネル(1階学生ラウンジ)

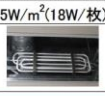
Endo Laboratory
Kanto Gakuin University



放射パネル＋対流によるゆらぎ(3階スタジオ)

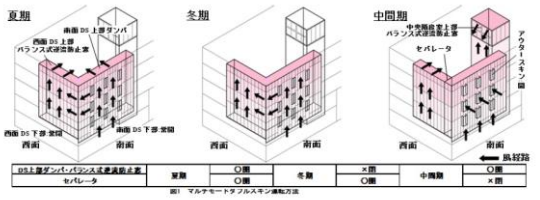
Endo Laboratory
Kanto Gakuin University



	水平パネル	垂直パネル
冷却能力	72W/m²(84W/枚)	130W/m²(26W/枚)
加熱能力	22W/m²(26W/枚)	95W/m²(18W/枚)
外観		

マルチモードダブルスキン(南・西面)

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

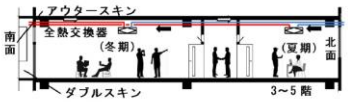


DS上部ダンパ・バランス式逆流防止弁	夏期	○開	冬期	×閉	中間期	○開
セパレータ		○開		○開		×閉

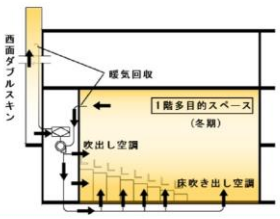
図1　マルチモードダブルスキン運転方法

ダブルスキンを利用した設備

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University



ダブルスキンを利用した換気システム(全熱交換器)



ダブルスキンによる予熱を利用した床吹き出し空調システム(1階多目的ホール)

自然換気経路（中間期）

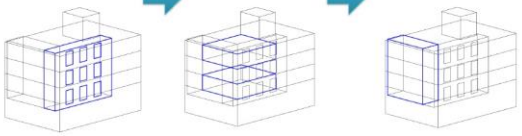
Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

経路1

南側ダブルスキン
アウタースキン
自然換気用窓

→ 3階スタジオ & 5階スタジオ

→ 西側ダブルスキン
自然換気用バランス式
逆流防止窓



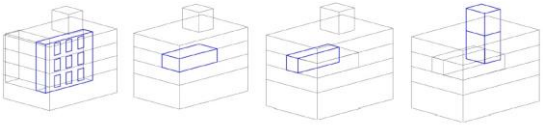
自然換気経路（中間期）

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

経路2

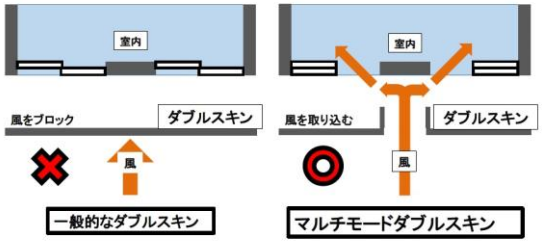
南側ダブルスキン
アウタースキン
自然換気用窓

→ 4階居室 → 廊下 → 中央階段室
自然換気用バランス式
逆流防止窓



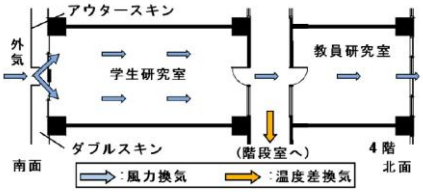
風力換気の利用

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University



中間期の風力換気

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

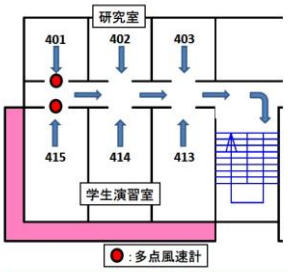


アウタースキン開口部を開放することで、臨海部に吹く屋外気流を効果的に建物内へ誘導

試実測

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

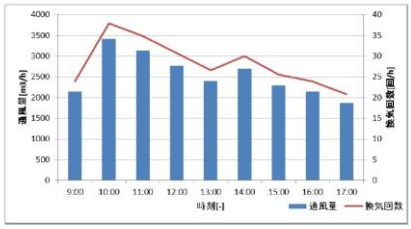
4階南側・北側研究室の欄間に多点風速計を設置して、
各居室から廊下へ流出した風速を測定（測定：2015年11月）



試実測

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

401(教員北側研究室)

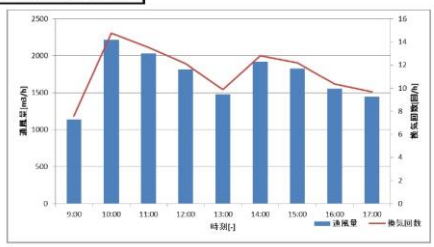


平均通風量[m³/h]は、2,539[m3/h]
平均換気回数[回/h]は、28.1[回/h]

試実測

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

415(学生南側研究室)

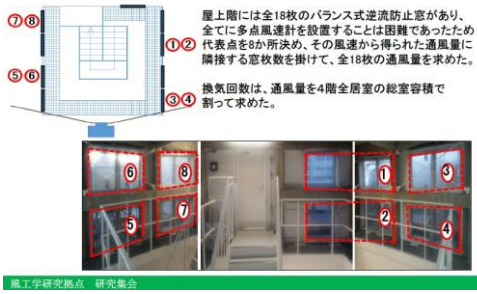


平均通風量[m³/h]は、1,713[m3/h]
平均換気回数[回/h]は、11.4[回/h]

試実測

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

同様に中央階段室上部のバランス式逆流防止窓にも
多点風速計を設置して、4階全居室から屋外へ流出した風速を測定。



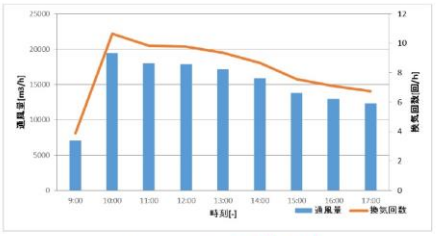
屋上階には全18枚のバランス式逆流防止窓があり、
全てに多点風速計を設置することは困難であったため
代表点を8か所決め、その風速から得られた通風量に
隣接する窓枚数を掛けて、全18枚の通風量を求めた。

換気回数は、通風量を4階全居室の総室容積で
割って求めた。

試実測

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

中央階段室上部

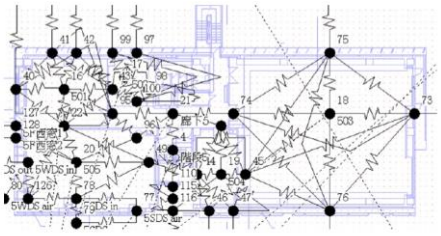


平均通風量[m³/h]は、14,957[m3/h]
平均換気回数[回/h]は、8.17[回/h]

NETSによる温度差換気計算

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

熱回路網モデル

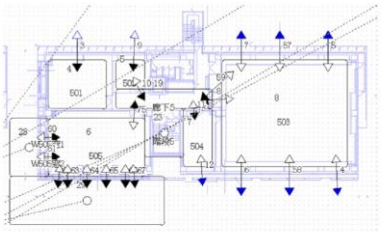


黒点＝熱節点　線＝コンダクタンス　点線＝同一化

NETSによる温度差換気計算

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

換気回路網モデル



空間囲う線＝ゾーン　矢印＝流路

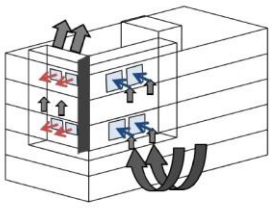
検討ケース

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

- ケース0:ダブルスキンの有無による室内温度の変化(夏期・冬期)
- ケース1:セパレータの開閉による温度変化(夏期)
- ケース2:西面排煙窓の大小による風量変化(中間期)
  →経路1
- ケース3:階段室の延長、バランス式逆流防止窓の面積変化による風量変化(中間期)
  →経路2

経路1(中間期)

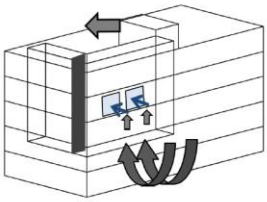
Endo Laboratory
Kanto Gakuin University



3階、5階スタジオ南面の掃出し窓から流入した気流が、スタジオ西面上部の排煙窓より西面ダブルスキンに流出し、上部のバランス式逆流防止窓から外気に流出する計画となる。

経路2(中間期)

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

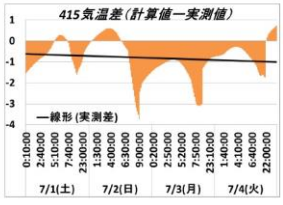


4階では学生演習室南面の掃出し窓から流入した気流が、扉上部の欄間より廊下に流出し、屋上階段室上部のバランス式逆流防止窓から外気に流出する計画となっている。

夏期における自然室温比較

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

415室内温度変化

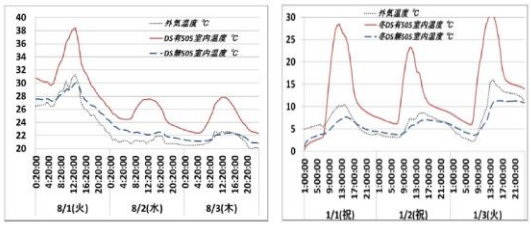


415室内温度差

ケース0　結果

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

ダブルスキンあり・なし　夏期(左)冬期(右)

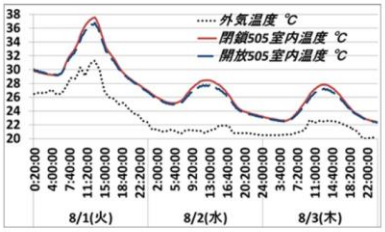


冬期については暖房にかかるエネルギーの削減が期待できる。夏期には室温がかなり上昇しており、ダブルスキン内の空気を効率よく交換し、排熱した上で空調と併用することが必要。

ケース1　結果

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

505室内温度（夏期）セパレータ開放・閉鎖

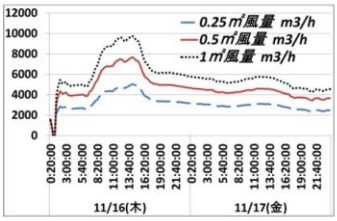


セパレータの有無による室温変化の差は小さく、夏期における開放による大きな効果は確認できなかった

ケース2　結果　経路1

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

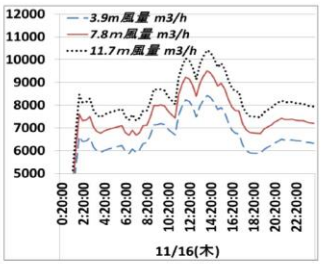
西面排煙窓面積変化時のバランス式逆流防止窓通過風量



ケース3　結果　経路2

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

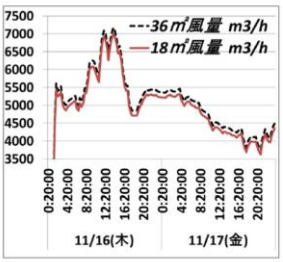
階段室の延長



ケース3　結果　経路2

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

バランス式逆流防止窓の面積拡大による風量変化



温度差換気計算　まとめ

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

- 冬期においてダブルスキンの温室効果が効果的である
- 夏期においてセパレータの違いによる室温変化に大きな違いは見られなかった
- 中間期における自然換気は概ね設計意図通りの気流経路をたどっている
- さらに開口面積の拡大等により、より効果的な自然換気利用が可能である

ただし、

- 一部、計算条件等を見直す必要もある

CFD　風向・風速

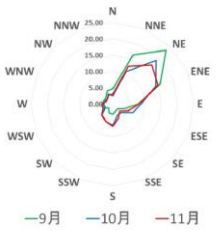
Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

屋上風向風速計

	平均風速 [m/s]
9月	1.17
10月	1.21
11月	1.27
平均	1.22

風速は平均風速の1.22[m/s]

9:00-18:00　風向発生頻度

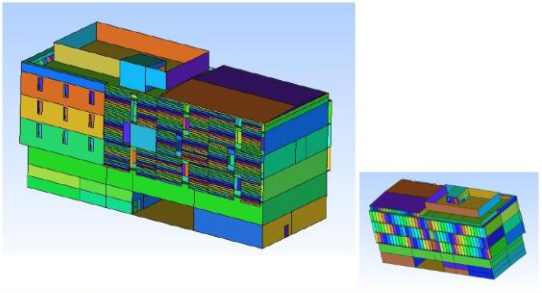


風向は発生頻度が高いN・NE
ダブルスキンがあるS

CFD　建物モデル

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

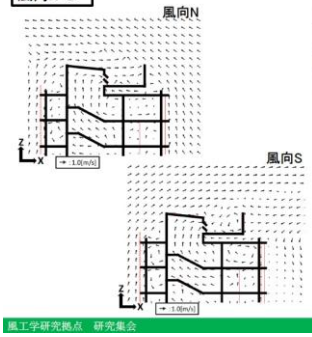
5号館モデル



CFD結果

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

風向N・S



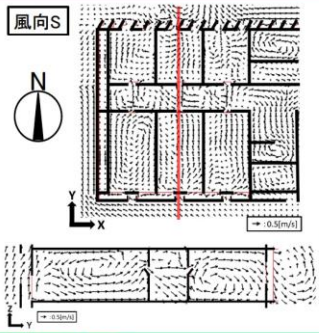
断面
・風向N、Sいずれもファーリング等による剥離で、階段室上部の気流は流出し、中央階段室はほぼ同じ流れ場になる。

風向N・Sは
下階から上階に上昇し
バランス式逆流防止窓
から流出している

CFD結果

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

風向S



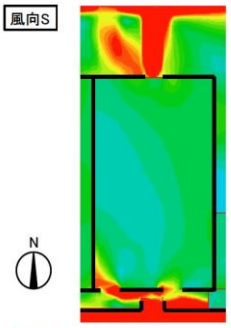
平面
・北側研究室は
窓から流出。
・南側研究室は角部で
剥離により渦を形成。

断面
・南側研究室の通気輸道が
居住域にある。
・南側研究室から廊下、
北側研究室、屋外に流出。

CFD結果

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

風向S



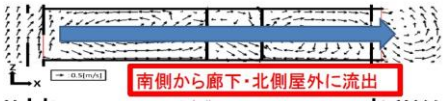
アウタースキンの自然換気用窓が
あることにより、ダブルスキン内に
風が流入していることが確認できる。

壁があることにより室内に流入する
気流は勢いが緩和され、室内に
■心地よい風
■机上面での作業をしやすい風
が吹く。

CFD結果まとめ

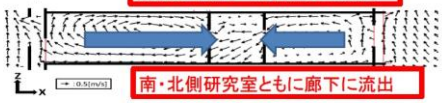
Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

風向S



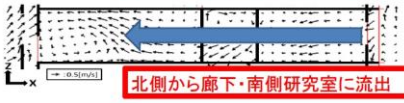
南側から廊下・北側屋外に流出

風向N



南・北側研究室ともに廊下に流出

風向NE



北側から廊下・南側研究室に流出

今後の予定

Endo Laboratory
Kanto Gakuin University

実測
- 春期に本実測を行う。

解析
- 各モードにおける詳細な計算
- アウタースキン自然換気窓を一重回転窓にした場合等、ウインドキャッチャー設置時の検討
- 欄間サイズの検討