

開口部の通風性能評価に関する研究 その10
局所相似モデルに基づく各種流入開口部の通風性能評価

正会員 赤嶺嘉彦^{*1} 同 倉淵 隆^{*2} 同 大場正昭^{*3} 同 鎌田元康^{*4}
同 遠藤智行^{*1} 同 中山文宏^{*5} 同 大槻 毅^{*5} 同 佐藤林太郎^{*5}

流入開口部 通風性能 風洞実験
流量係数 近似式 データベース

1. はじめに

通風量算出の際、流量係数が変化するという問題に対し、既報¹⁾に通風の局所相似モデルと、それに基づく流入開口部の通風性能評価法を提案した。本報では、通風量算出時の設計資料に資することを目的とし、上記手法による各種流入開口部の通風性能評価を行った。さらに近似式を用いて通風性能を表現し、通風性能データベースを作成した結果について報告する。

2. 通風性能評価法の概要

通風性能評価は、東京大学工学部風環境シミュレータ実験室にて行った。評価法の概要を図1に示す。チャンバーを上部の開口が風洞床面と平行になるように設置し、乱流境界層の影響を考慮し、開口面を床面から約40cm持ち上げ、ナイフエッジ付きの薄板を取り付けた。アプローチフローは薄板上部で約2m/sの一様流としている。チャンバー下部のダクトを風洞外の送風機に接続し、ファンの回転数により通風量を調整した。各パラメータの測定方法を表1に示す。通風性能として無次元換気駆動力 P_R^* と流量係数の関係(以下 P_R^* -曲線)を導く。このように、開口面を風洞床面と平行に設置することで風洞の閉塞効果の影響を回避することができる。また、各種開口部形状についての測定を考慮し、開口部の取り外しが容易に行える配慮がなされている。

3. 各種流入開口部の通風性能評価

測定対象開口部は表2に示すように、単純開口、ルーバー窓、一重回転窓、一重跳ね出し窓の4形状、計9分類あり、開口長辺がアプローチフローと平行になる横開口と垂直になる縦開口について測定した。

基本流量係数 s_b

本手法により、開口部の性能評価が可能であることを確認するため、無風で、吸引風量最大条件下(チャンバー法と同概念)における流量係数を基本流量係数 s_b とし、既往測定結果²⁾と比較した。結果を表4に示すが、 s_b は既往測定値と良好な対応を示しており、少なくとも P_R^* が十分大きい場合は妥当な結果が得られることを確認した。

P_R^* -曲線

評価結果の一例として図2~5に各開口形状の P_R^* -曲線を示す。いずれの開口も P_R^* が0付近で急激な変化

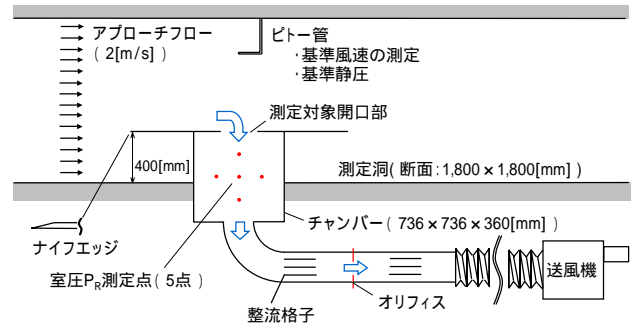


図1 通風性能評価法の概要

表1 各パラメータの測定方法

1. 全圧 P_T : 全圧管により直接測定¹⁾
2. 室圧 P_R : チャンバー内測定点(5点平均)
3. 風圧 P_W : 通風量0(オリフィス締切)での室圧 P_R
4. 通風量 Q : ダクト部のオリフィスから算出

表2 測定対象開口部

名称	形状	分類 [mm]
単純開口		長方形開口 (基本開口) 300x150, ベルマウス状 268x118, 正方形開口 212x212, 円開口 240
ルーバー窓		長辺ルーバー 300x150, 短辺ルーバー 150x300
一重回転窓		横開口, 縦開口
一重跳ね出し窓		長辺軸, 短辺軸

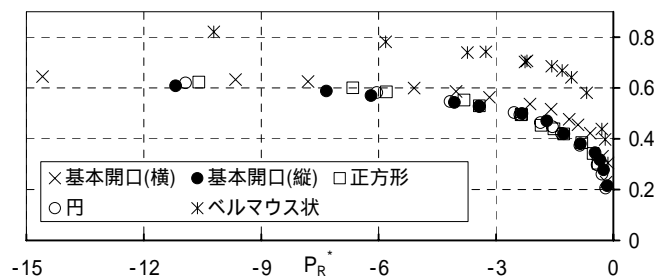


図2 P_R^* -曲線(単純開口)

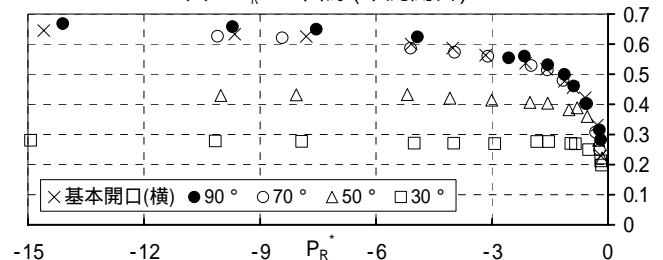


図3 P_R^* -曲線(長辺ルーバー窓/横開口)

が生じている。単純開口ではベルマウス状の開口が s_s 0.84 と高い値を示している。基本開口(縦)、正方形、円開口の通風性能は大略一致しているが、 P_R^* が 0 付近で基本開口(横)が多少大きな値を示している。これは風向に対する開口部の縦横比の影響を示唆しており、通風に関しては横開口が有利という結果(続報も同様)となった。これは縦開口の方が流入気流による開口周辺の静圧上昇割合が高くなることが一因であると考えられる。長辺ルーバー窓では、 90° 、 70° については基本開口と概ね一致しており、ルーバーの影響は見られない。しかし、 50° 以下で急激に s が低下し、 30° では 90° の約 4 割程度になっている。また、 s が一定値に達する P_R^* の絶対値は開口角度が小さいほど小さくなっている。一重回転窓でも同様の傾向が見られる。跳ね出し窓では 60° に関しては内開き、外開きは概ね一致しているが、 30° では内開きのほうが P_{RS}^* (後述)が小さく、大きい s を示している。

各種流入開口部の通風性能データベース

通風性能特性を簡易かつ正確に表すために、開口ごとに s を P_R^* の関数で表す近似式を導き、通風性能のデータベース化を図った。表 3 に通風性能の近似式を示す。 s_s は上で定義した基本流量係数であり、 P_{RS}^* は s が一定値に達する P_R^* である。また、べき指数 n は P_R^* - 曲線形状で決まる。図 6 に基本開口(横開口)の測定値と近似式を合わせて示すが、近似式が測定結果を良好に再現していることが確認できる。このように各種流入開口部の通風性能は s 、 P_{RS}^* 、 n の 3 つのパラメータで表すことが可能で、これらを通風性能データベースとしてまとめた。表 4 にその一部をの既往結果²⁾と合わせて示す。このデータベースを活用することにより、正確な通風量予測が期待できる。

4. まとめ

本研究により以下の知見を得た。

- (1) 局所相似モデルに基づき、各種流入開口部の通風性能評価を行い、開口形状による通風特性を把握した。
 - (2) 通風性能評価結果から P_R^* により s を表す近似式を導き、そのパラメータである基本流量係数 s_s 、 P_{RS}^* 、べき指数 n をまとめ、通風性能データベースを作成した。
- 今後、庇やテラス等の開口部周辺状況を含めた通風性能評価を行っていく予定である。

[参考文献]

- 1) 倉淵、大場、：開口部の通風性能評価に関する研究 その 1~6、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、2002
- 2) 日本建築学会：日本建築学会設計計画パンフレット 18 換気設計、彰国社

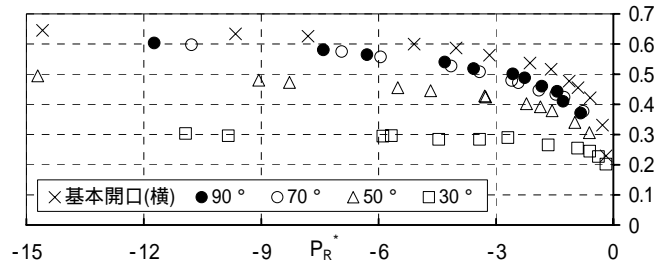


図 4 P_R^* - 曲線(一重回転窓/縦開口)

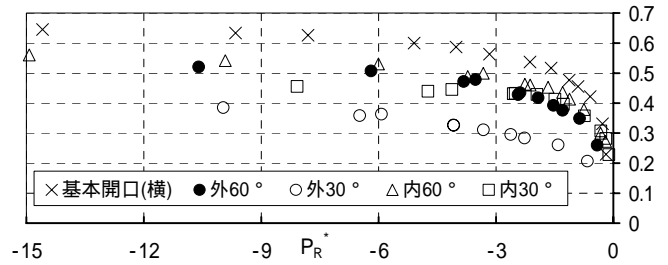


図 5 P_R^* - 曲線(短辺跳ね出し窓/横開口)

表 3 通風性能の近似式

$$\alpha = \begin{cases} \alpha_S \left(\frac{P_R^*}{P_{RS}^*} \right)^n & (P_{RS}^* \leq P_R^* \leq 0) \\ \alpha_S & (P_R^* < P_{RS}^*) \end{cases}$$

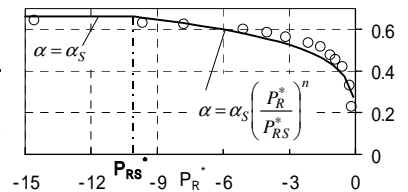


図 6 測定値と近似式(基本開口)

表 4 各種流入開口部の通風性能データベース

開口	s	P_{RS}^*	n	参考値 ²⁾	
長方形(横)	0.66	-12.21	0.15	0.65 ~ 0.70	
長方形(縦)	0.65	-12.88	0.20		
正方形開口	0.64	-12.49	0.17		
円開口	0.61	-9.62	0.21		
ベルマウス状	0.84	-9.83	0.16	0.98	
長辺ルーバー窓 横開口	90°	0.67	-9.78	0.18	0.70
	70°	0.65	-10.63	0.19	0.58
	50°	0.45	-9.53	0.11	0.42
	30°	0.29	-12.59	0.06	0.23
短辺ルーバー窓 縦開口	90°	0.62	-12.47	0.16	0.70
	70°	0.64	-17.43	0.15	0.58
	50°	0.58	-21.25	0.13	0.42
	30°	0.44	-33.16	0.07	0.23
一重回転窓 縦開口	90°	0.61	-11.07	0.18	0.64
	70°	0.64	-15.78	0.18	- ^{*)}
	50°	0.57	-38.21	0.14	-
	30°	0.31	-14.52	0.08	-
短辺軸跳ね出し窓 縦開口	外 60°	0.59	-18.31	0.17	0.57
	外 30°	0.42	-24.31	0.17	0.38
	内 60°	0.60	-17.83	0.14	0.56
	内 30°	0.47	-9.37	0.12	0.38
長辺軸跳ね出し窓 横開口	外 60°	0.56	-33.92	0.10	-
	外 30°	0.29	-193.22	0.04	-
	内 60°	0.56	-12.98	0.10	-
	内 30°	0.30	-416.32	0.02	-

^{*)} 該当参考値なし

*1 東京大学大学院博士課程 修士 (工学)
 *2 東京理科大学工学部 教授 博士(工学)
 *3 東京工芸大学 教授 工学博士
 *4 東京大学大学院 教授 工学博士
 *5 東京理科大学大学院修士課程

*1 Graduate student, Graduate school Univ. of Tokyo, M. Eng.
 *2 Prof., Faculty of Eng., Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng.
 *3 Prof., Faculty of Eng., Tokyo Inst. of Polytechnics, Dr. Eng.
 *4 Prof., Faculty of Eng., Graduate school Univ. of Tokyo, Dr. Eng.
 *5 Graduate student, Graduate school Tokyo Univ. of Science