

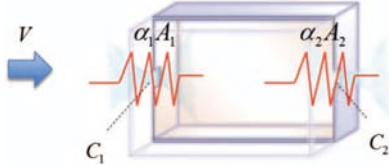
複数の開口を有する室における風の乱れによる換気量算定

大阪市立大学工学部建築学科建築環境工学研究室 藤田 拓也

背景と目的

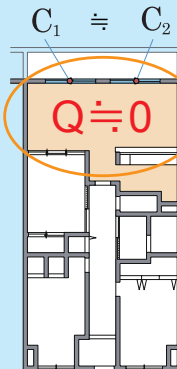
風力換気による換気量の算定式

$$Q = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{(\alpha_1 A_1)^2} + \frac{1}{(\alpha_2 A_2)^2}}} \cdot V \cdot \sqrt{C_1 - C_2}$$



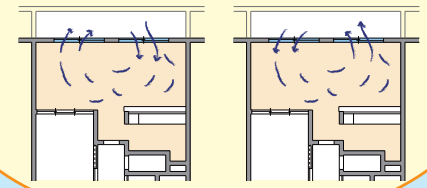
Q: 換気量 [m³/s]
 α: 流量係数 [-]
 A: 開口面積 [m²]
 V: 風速 [m/s]
 C: 風圧係数 [s]

風圧係数差が0となる複数開口を有する室の場合...



しかし!

実際には換気量は0にはならず、風の乱れによる換気が行われている!



本研究の目的

対面開口で微小な風圧係数差を持つ室の換気量の算定方法の確立を目的とし、瞬時の気流場を解析できるLESにおけるCFD解析を行った。本研究では一般式とは異なる換気量評価方法を用い、風圧係数差と換気量の関係について一般式との比較をした。

解析対象

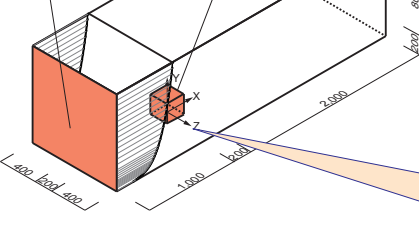
《風洞実験を想定したCFD解析》

■室モデル

一辺200mmの立方体。開口面積は40×40mm、壁厚は2mm。対面する2開口に横風がアプローチ。

■流入境界

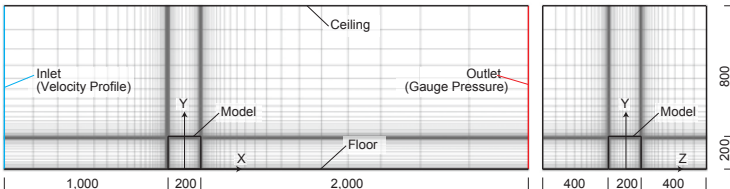
1/5べき乗則の風速が流入。



CFD Code	Fluent 14.5,15.0
Turbulence Model	Large Eddy Simulation
Algorithm	Implicit method (SIMPLE)
Discretization Scheme for Advection Term	Central Differencing
Time Step	0.0005 s
Transition Term	2,000 time step (≒1.0 s)
Boundary Condition	Inlet: Sminov's method (Based on k and ε) Outlet: Gauge Pressure (0Pa) Walls: Two Layer Model of Linear-Log Law Smagorinsky Coefficient: 0.1

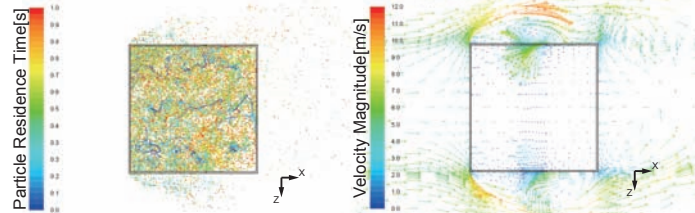
~開口条件~

Case0	Case1	Case2
ΔCp=0.014	ΔCp=0.060	ΔCp=0.103
Case3	Case4	Case5
ΔCp=0.148	ΔCp=0.274	ΔCp=0.410

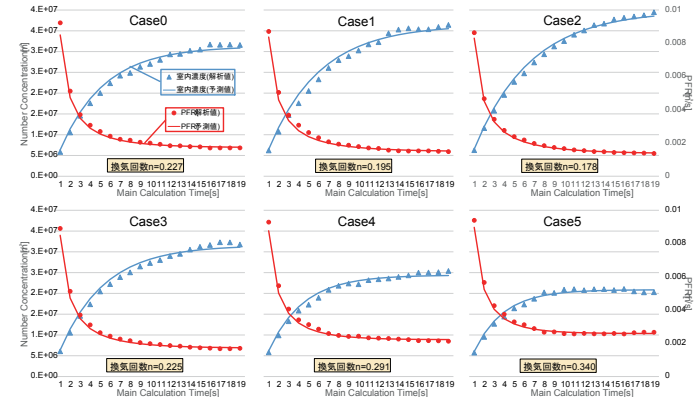


解析結果

■本計算開始1s経過 (Case0)



■室内濃度とPFRの時間変動



解析方法

SKE LES 助走計算 LES 本計算

換気量評価方法

■Purging Flow Rate (PFR)

室モデル内の27点からParticleを発生させ、室内汚染質濃度予測式を用いて解析から得られた室内粒子濃度の時間変化に最も近い換気回数nを探し出し、PFRを求めた。

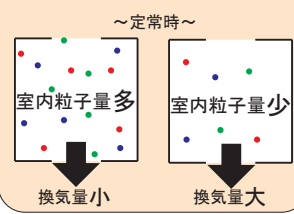
$$C_r(t) = \frac{q_p}{nV} (1 - e^{-nt})$$

Cr(t): 室内濃度 [個/m³]
 qp: 単位時間当たり対象領域内で発生する粒子量 [個/s]
 n: 換気回数 [回] V: 室容積 [m³] t: 経過時間 [s]

~PFRとは?~
 濃度をベースとした換気量算定式

$$PFR = \frac{q_p}{C_p} [m³/s]$$

qp: 単位時間当たり対象領域内で発生する粒子量 [個/s]
 Cp: 対象領域内平均濃度 [個/m³]

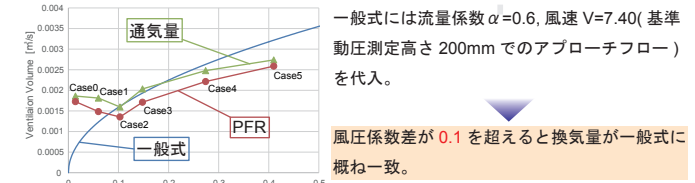


■通気量
 開口部に垂直に流入する風速を各開口部64点で測定し、その値から算出した風量の平均値を換気量とした。

$$Q = \frac{\int v_{in} dA + \int v_{out} dA}{2}$$

時間平均 開口部 測定点

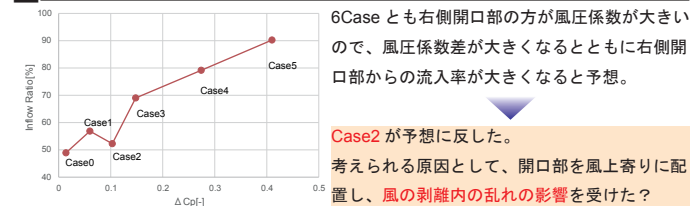
■風圧係数差と換気量の関係



一般式には流量係数α=0.6、風速V=7.40(基準動圧測定高さ200mmでのアプローチフロー)を代入。

風圧係数差が0.1を超えると換気量が一般式に概ね一致。

■右側開口部からの流入率



6Caseとも右側開口部の方が風圧係数が大きいため、風圧係数差が大きくなるとともに右側開口部からの流入率が大きくなると予想。

Case2が予想に反した。考えられる原因として、開口部を風上寄りに配置し、風の剥離内の乱れの影響を受けた?

まとめと今後

- 開口面積が40×40mmの場合、風圧係数差が0.1を超えると換気量が一般式の値と概ね一致する。
- 換気量は風圧係数差だけでなく、風の剥離の影響も考慮する必要がある。
- 開口面積を20×20mm, 80×80mmに変えた場合の換気量の評価。
- 左右対称の対面配置で、風上・風下寄りに配置し、風の剥離を考慮した解析。