

研究背景と研究目的

自然通風時の換気量を予測する際、従来手法で換気の式を用いると換気量が過小評価される。
 しかし、実用的な精度を有する通風量の簡易予測手法は未だに確立されていない。
 そのため、本研究では流管内パワーバランスに基づいた通風量の簡易予測手法の確立を目的としている。

従来手法

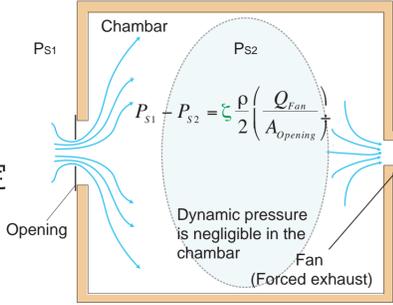
・換気の式 $Q = \frac{1}{\sqrt{\xi}} A_{Opening} \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_w - P_L)}$ 換気駆動力

抵抗係数

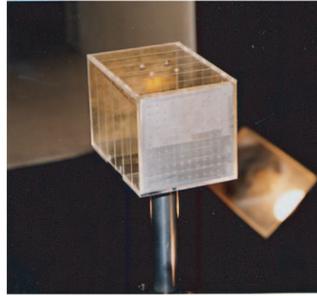
チャンバー法

開口単一の抵抗ξを測定して総合抵抗ξを算出

$\xi = \sum \xi$

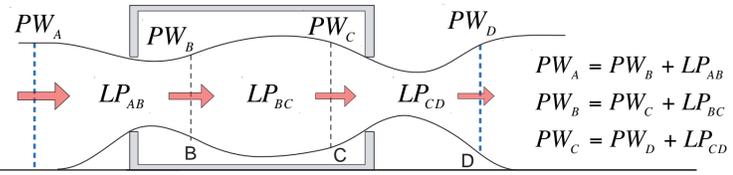


- ・開口が無い模型を使用
- ・開口部位置での壁面静圧(風圧)で代替する



どちらも実際の通風現象に基づいていない

パワーバランスモデル



流管内の検査面間でのエネルギー保存式

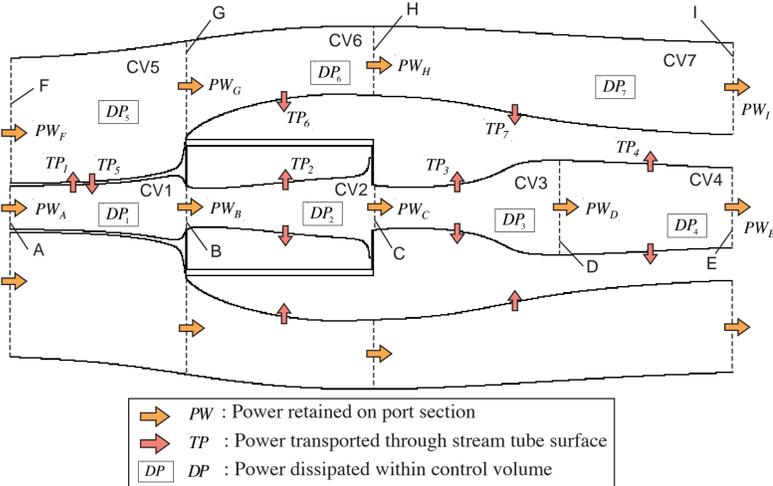
$PW_A = PW_D + LP_{AB} + LP_{BC} + LP_{CD}$

$(P_{sA} + P_{dA}) \cdot Q = (P_{sD} + P_{dD}) \cdot Q + LP_{AB} + LP_{BC} + LP_{CD}$

換気量 Q を求めるためには流管内の圧力やエネルギー損失 (LP) を知る必要がある。

本報の目的

エネルギー損失を予測するための基礎検討として通風経路全体でのエネルギーフローを明らかにする。



流管をコントロールボリューム (CV) に分割

CV 検査面に流入・流出するパワーの差 (ΔPW) をパワーロス (LP) とする

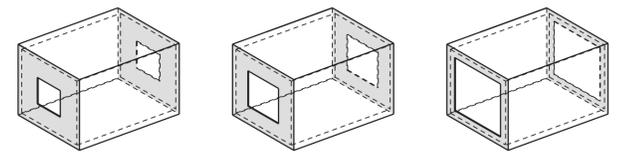
CV 内で熱エネルギーに変換されて消散するパワー (DP) を算出する

CV 周壁から輸送されるパワー (TP) を算出する

解析条件

既往の風洞実験で用いた簡易な矩形室モデルを CFD 解析を用いて再現する。

開口率 (φ) をパラメータとする。



φ=11.6%

φ=20.7%

φ=46.5%



パワーロスとその原因

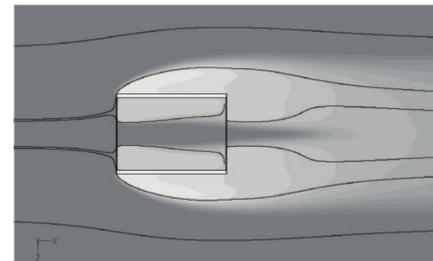
CV 内のパワーロス LP を Navier-Stokes 方程式から導くと ...

$$\frac{LP}{\rho} = \left\{ v \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} \right)^2 + \epsilon \right\} V - v \sum_m \frac{\partial (K+k)_m}{\partial x_n} A_m + \sum_m \left(\frac{1}{2} \overline{u'_i u'_i u'_i} + \frac{1}{\rho} \overline{u'_i p'} \right) A_m + \sum_m \overline{U_{im} (u'_i u'_i)_m} A_m + \left(\sum_m \overline{U_{im} (K+k)_m} A_m - \sum_m \overline{U_{im} (K+k)_m} A_m \right) + \left(\sum_m \overline{U_{im} P_m / \rho} A_m - \sum_m \overline{U_{im} (P_m / \rho)} A_m \right)$$

各項の中でも乱流エネルギーの散逸 (ε) が支配的と考えられる。

→ 定性的な評価として、全圧 (輸送パワーの密度) と ε の分布から室内外流管でのエネルギー低下位置と ε が大きな値をとる位置を把握する
 パワー輸送のメカニズム解明のためエネルギー散逸の定量的な評価を行う

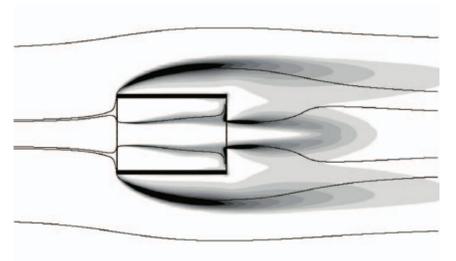
室内外流管と全圧の分布図



Total Pressure [Pa]

流管内全圧 (エネルギー) は流管周壁付近で低下し、後流域では全圧が低い領域が広がる

室内外流管と ε の分布図



Turbulent Dissipation Rate [m²/s²]

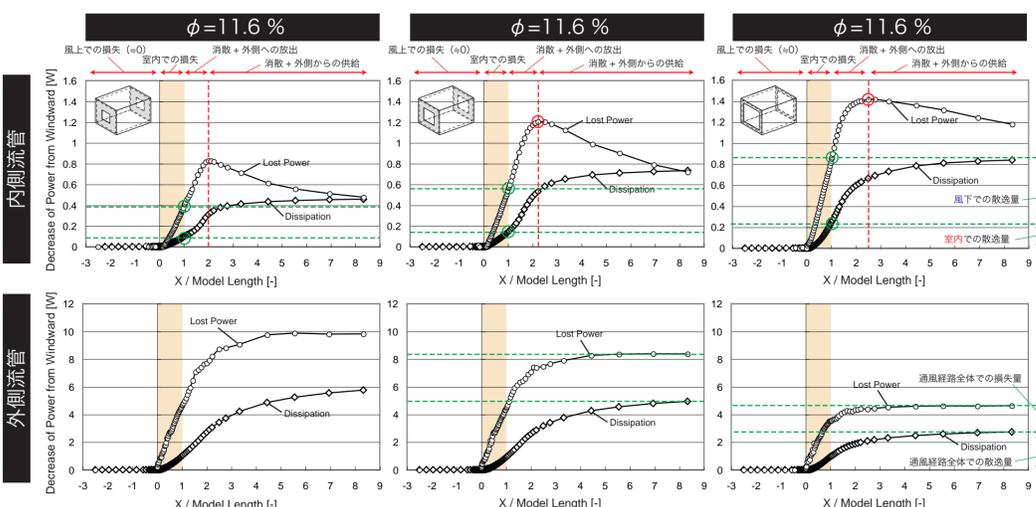
流管境界線付近でエネルギー散逸率が大きな値をとっている

パワーの損失量と消散量

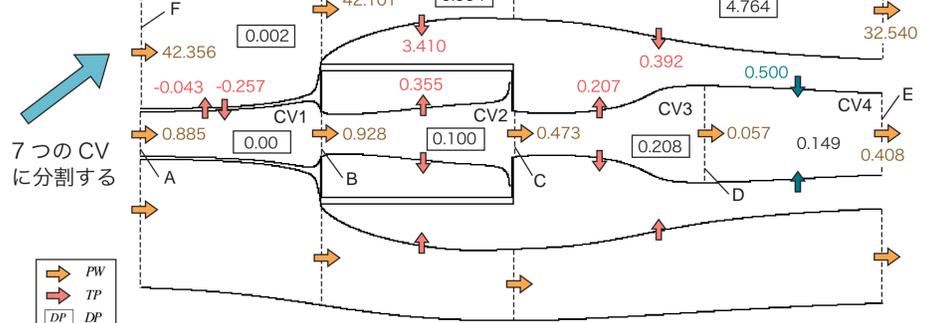
室内外流管の内部において

風上検査面と任意の検査面のパワーの差をその位置までの損失量 (Lost Power) とする。

風上検査面から任意の検査面までの ε の積分値をその位置までの消散量 (Dissipated Power) とする。



「損失量 (LP) = 消散量 (DP) + 周壁からの輸送量 (TP)」と仮定してエネルギーフローを明らかにする。



*条件によっては室外側流管風下側でパワー輸送の向きが不自然な結果が得られた
 → 室外側流管に関しては風下側パワー算出の精度が不十分

今後の課題

LES を用いた高精度解析により、風下側の輸送パワーの算出精度を向上させる。
 より現実的な建物条件・様々な風向条件下でデータを整備する。