

アネモ型ディフューザーを空調吹出し口に用いた室の気流解析に関する研究 (その2) 吹出し口近傍の風速測定値を境界条件とするCFD解析

正会員 ○ 加藤正宏*¹
同 山中俊夫*²
同 甲谷寿史*³
同 岡市敦雄*¹

CFD アネモ型ディフューザー 境界条件

1. はじめに これまで計算負荷の軽減を目的として、室内気流の解析結果が実験との比較等により妥当なものとなるように、吹出し口に与える境界条件をモデル化し、少ない分割数で解析を行う種々の試みがなされている^{*)}。本研究は吹出し口形状による吹出し口近傍の複雑気流場を解析領域から除き、同領域外周の境界条件に自由場における実験測定値を与えるCFD解析のために必要となる境界条件の検討を目的としている。現在、研究の第1段階として等温場でのアネモ型ディフューザー吹出し気流について検討を進めており、本報ではCFD解析に用いる境界条件の作成を目的とした自由場での風速測定実験、及び同境界条件を用いたCFD解析の結果と室内模型実験の結果との比較を行う。メッシュ間隔が解析結果に及ぼす影響を検討するため、本報での風速測定実験には超音波風速計を用いて、次報(その3)では細かい間隔で測定が行えるスプリットフィルムプローブを用いて測定を行う。なお、本報は前報^{*)}をまとめたものである。

2. CFD解析に用いる境界条件の作成(暖房用設定時)

2.1 境界面の設定 本研究で試みるCFD解析は、形状の複雑な吹出し口とその近傍の複雑気流場を含めた領域を解析対象に含めず、その領域の外面に境界条件を与える。そのため解析対象としない吹出し口近傍領域は、アネモ型ディフューザー及びその近傍の複雑気流場を含まなくてはならない。故に吹出し口形状とスプリットフィルムプローブを用いた既往の風速測定結果^{*)}に基づき、図1に示す領域を吹出し口近傍領域として設定し、境界面を30cm×30cm×20cmの面とした。

2.2 実験概要 自由場とみなせる大空間を有する大阪大学共同実験棟において図2に示すアネモ型ディフューザー近傍の風速を測定した。後述するCFD解析の解析条件に対応させるため、境界条件は境界面を10cm間隔で分割した分割面の中央に与える。境界条件は、境界条件を与える点で風速を測定して作成するが、検討に用いる吹出し気流がディフューザー中心軸に関して対称であるため、測定は図3に示す7点で、3次元超音波風速計(WA-390型、海上電機製)を用いて10Hzで30秒間行い、各風速成分の平均値と変動の実効値を記録した。

吹出し流量は比較の対象となる室内模型実験と等しく88m³/hとし、等温で吹き出した。

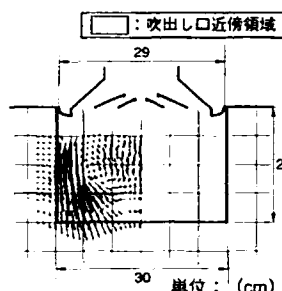


図1 吹出し口近傍領域

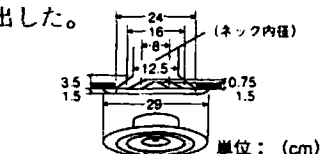


図2 アネモ型ディフューザー

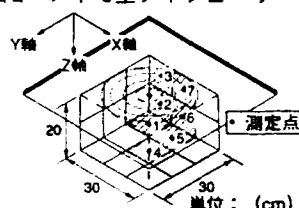


図3 風速測定位置

2.3 結果と考察 測定値から作成した境界条件を図4および表1に示す。測定値の吹出し流量が80.6m³/hとなったため、吹出し口からの流量が室内模型実験と一致するよう各風速測定値を1.10倍して境界条件を補正している。超音波風速計の特性上、およそ5cm角の領域の平均風速が測定されているが、図4に示す過去の測定結果(灰色のベクトル)と作成した境界条件(黒色のベクトル)とを比較すると各点での風速ベクトルがよく一致しており、超音波風速計を用いてスプリットフィルムプローブと同等の精度で測定できているということがわかる。

表1 境界条件一覧

測定点	U [m/s]	V [m/s]	W [m/s]	t [m ² /s ²]
1	1.97E-01	1.10E-02	5.48E-01	1.68E-02
2	6.57E-02	1.10E-01	4.38E-02	1.19E-03
3	8.77E-02	2.19E-01	2.19E-02	4.50E-04
4	0	0	4.38E-01	5.71E-02
5	0	4.49E-01	8.22E-01	1.67E-02
6	0	9.86E-02	2.41E-01	9.18E-03
7	0	1.10E-01	1.10E-01	1.89E-03

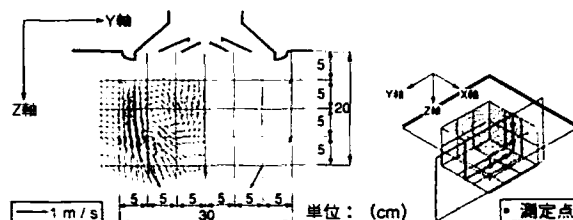


図4 作成した境界条件

3. 境界条件を用いたCFD解析

3.1 解析概要 CFD解析は、汎用気流解析ソフトウェアSTREAM Ver.2.10を用いて、図5に示す解析空間について吹出し口近傍に前述の境界条件(表1)を与えて行った。解析条件を表2に示す。境界条件となるエネルギー

CFD of Airflows in Rooms with Anemostat Type Air Diffuser

Part2. Simplified CFD Simulation with Boundary Conditions Based on Measured Values

KATO Masahiro, YAMANAKA Toshio, KOTANI Hisashi and OKAICHI Atsuo

ギー逸散率 ε の値は風速変動の自己相関あるいは空間相関係数から算出することができるが、本報では適当に設定した境界面上の渦の長さスケール l の値と乱流エネルギー k の測定値に基づいて算出した ε の値を用いて解析を行い、境界面における l の値の違いが解析結果に及ぼす影響に関して検討する。

表2 解析条件

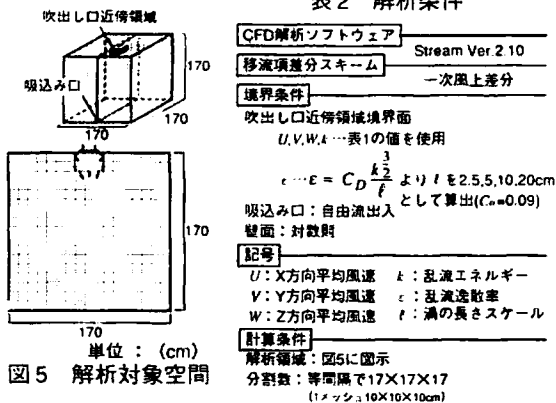


図5 解析対象空間

3.2 解析結果と考察

(1) 風速ベクトル(図6) 室の吸込み口が設置されていない側の床面付近(各図中右下)に生じる循環流に着目すると、 l の値が大きいくほど室上方に達する大きな循環流が形成されている。実験における循環流は、床面から約115cmに達しており、 $l=20$ cmの解析結果が最も近い。(2) 風速分布(図7) l の値が大きいくほど吹出し気流の到達距離が短くなっており、この点では l の値が小さいほど実験結果に近いことがわかる。風速の値に関しては、模型実験の値の方がCFD解析の値より大きい、これはCFD解析では自由場での風速の値を境界条件としてしていることが原因となっていると言える。(3) 乱流エネルギー分布(図8) 解析結果は l の値が小さいほど実験結果に近いことがわかる。

以上より、風速分布および乱流エネルギー分布の考察と風速ベクトルの考察とで l の値による影響が異なったが、吹出し気流の到達距離及び乱れの強さに着目するならば、 $l=2.5$ cmの条件が最も実験結果と一致すると言える。

4 おわりに 今後はスプリットフィルムプローブを用いて細かいメッシュ間隔での測定と l の値の算出を試み、適切な境界条件の設定法についての知見を得る所存である。

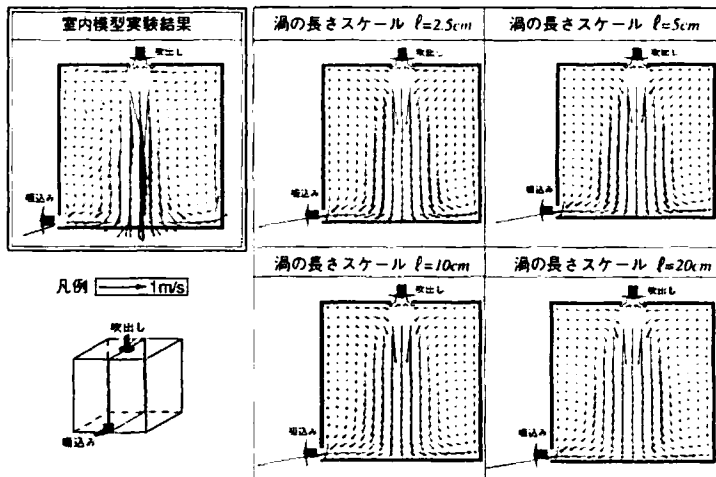


図6 風速ベクトルの解析結果一覧

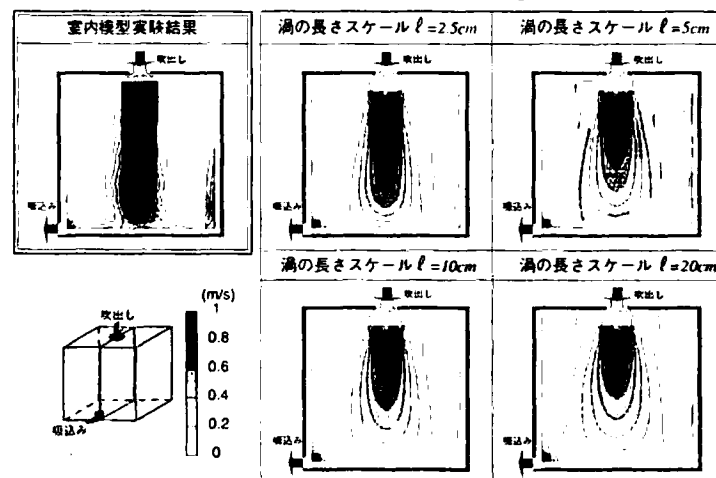


図7 風速分布の解析結果一覧

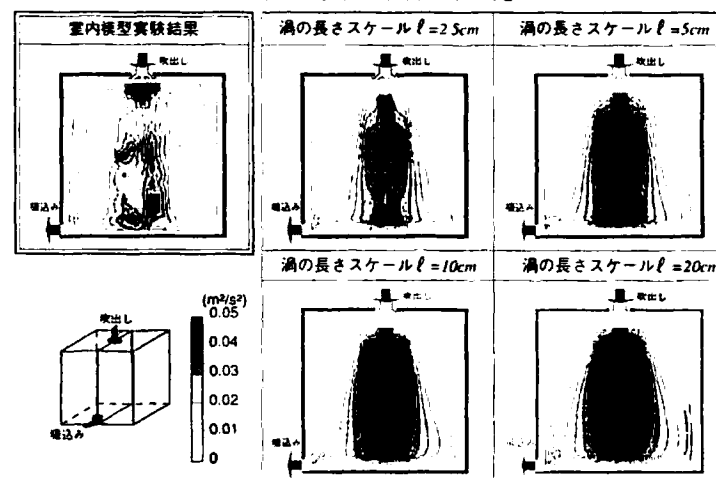


図8 乱流エネルギー分布の解析結果一覧

参考文献・引用文献)

- 文1) 中村慎二, 森林伸一, 水谷国男, 森澤亮一, 近藤俊晴「居住域の換気効率と給排気口位置の関係に関する検討」空気調和衛生工学会学術講演会講演論文集II, pp.533-536, 1996年9月
- 文2) 樋口祥明, 高橋紀行「数値解析における床吹出し口のモデル化に関する研究」空気調和衛生工学会学術講演会講演論文集III, pp.1037-1040, 1997年8月
- 文3) 岡市敦雄, 山中俊夫, 甲谷寿史, 加藤正安「アネモ型ディフューザーを空調吹出し口に用いた室の気流解析に関する研究(その1)」日本建築学会近畿支部研究報告集第40号・国環系, 2000年6月
- 文4) 平野武志, 佐藤隆二, 山中俊夫, 甲谷寿史, 宮本敬介「ディフューザー周辺の風速と乱流性状の把握に関する研究(その4)」日本建築学会大会学術講演集(関東) D-2, pp.539-540, 1997年9月

*1 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻博士前期課程

*2 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻 助教授 博士(工学)

*3 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻 助手

Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University
Assoc. Prof., Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr. Eng.
Research Associate, Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University