

(その2) 空調システムの種類と熱負荷条件が室内温度・風速分布に及ぼす影響

テキストスタイルダクト 放射 CFD 解析

通気性のある不燃性の布を円筒形・半円筒形にして天井付近に設置し、布の圧力損失により低風速で空調空気を吹き出す新たな空調システムが最近注目を集めている¹⁾²⁾。従来型の混合型空調方式と比較して次のような利点があり、居住域の室環境改善に役立つと考えられる。

- ・低風速で吹き出すため、居住者のドラフト感が少ない。
- ・周辺空気との混合が少なく居住域に下降するため、人体周辺に局所的に新鮮空気を供給できる。
- ・設置位置の変更が容易でレイアウト面で柔軟性に富む。

桃井ら³⁾はテキスタイルダクト（以下TDと表記）と水冷式放射天井を併用した空調システムを有するオフィスを模擬した実験を行った。本研究では、TDを用いた室の空気質・温熱環境評価を行い、日本での設計手法の確立を目指す。本報では、TDを用いた室の使用空調システムや総発熱量を変化させて放射連成解析を行う。

2.1 解析空間

図1、2に解析空間の平面図を示す。室寸法は、 $4.1\text{m} \times 4.0\text{m} \times 2.85\text{m(H)}$ で、2つのワークスペース（以下

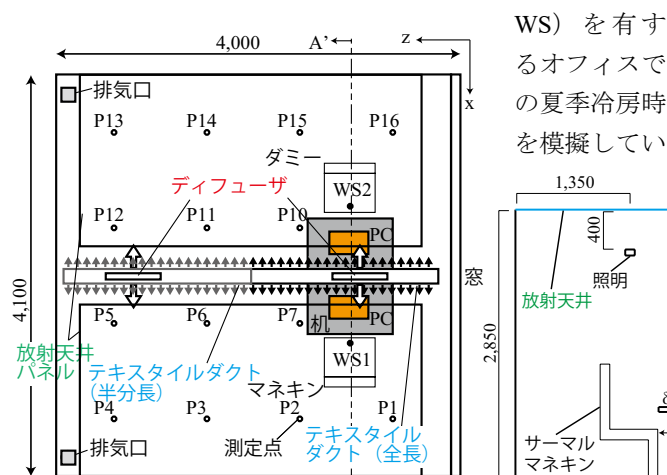


図1 解析空間平面図

WS) を有するオフィスでの夏季冷房時を模擬してい

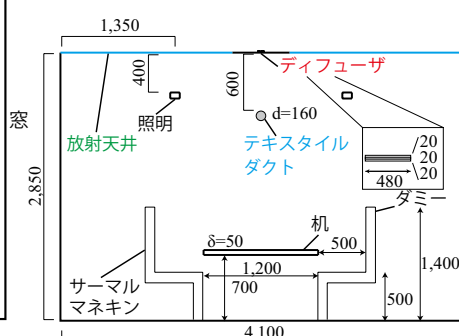
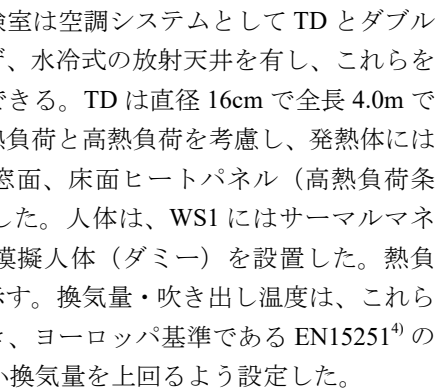


図2 解析空間 A-A'断面図

表 2 解析ケース

Case No.	使用する空調システム の組み合わせ	換気量 [L/s]		熱負荷 条件	温度[°C]		
		テキストスタイル	ディフューザ		給気	放射天井	室温
1	ディフューザ		45	低	16		28 (目標)
2	ディフューザ		76	高			
3	ディフューザ+放射天井		20	低		25.69	
4	ディフューザ+放射天井			高		22.33	
5	テキストスタイル+放射天井	20		低		25.69	
6	テキストスタイル+放射天井			高		22.33	



室内の詳細な気流性状・温度分布の把握を行うため、室内の流れ場・温度場を解析した。解析条件を表 1 に示す。放射による熱移動も考慮し、壁面の放射率は一律に 0.9 とした。解析ケースは表 2 に示す 6 ケースを設定した。放射天井の表面温度は桃井ら³⁾の実験を参考に入力した。

室温と風速の鉛直分布（図 1 に示す P1~P16 の 14 点の平均値）を図 4、5 に示す。ディフューザを用いた case1~4 では温度の鉛直分布が比較的少なく、室空気が良く混合している一方、TD を用いた case5,6 では鉛直温度分布が大きく、低風速吹き出しのため温度成層が形成されていると考えられる。風速分布をみると、ディフューザを用いた case1~4 で比較的高風速であるのに対し、TD を用いた case5,6 では低風速であることが分かる。図 6 には case2,4,6 の $z=1,200\text{mm}$

表 1 解析条件

CFD コード	Fluent 16.1
乱流モデル	標準k-εモデル
放射モデル	surface-to-surfaceモデル
計算アルゴリズム	SIMPLE
対流項離散化スキーム	QUICK
壁面	改良型壁処理
密度	ブジネスク近似
メッシュ数	約2,900,000

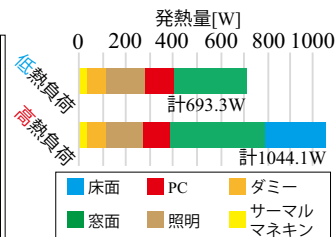


図3 発熱量内訳

Evaluation of Air Quality and Thermal Comfort in Room using Textile Duct and Chilled Ceiling
(Part2)Effect of Various Air-Conditioning System and Heat Load Condition on Distribution of Temperature and Air-Velocity in Room
SUZUKI Katsuharu, MOMOI Yoshihisa, YAMANAKA Toshio, KOTANI Hisashi and SAGARA Kazunobu

x=2,100mm での温度コンター図を示す。低負荷条件でのコンター図は既報⁵⁾を参照されたい。case2,4 では室空気が混合されているのに対し、case6 では温度成層が形成されていることが分かる。また、case4,6 では放射天井の影響で天井付近の温度がやや小さくなっていることが分かるが、室下部まではその影響は及ばないことが分かる。この3条件を比較すると、TDと放射天井を用いたcase6が最も居住域を冷房できていると考えられる。また、図7には各caseでの各空調システムが処理した割合を示した。case3とcase4、case5とcase6を比較すると、放射天井の表面温度が3°C以上低い高熱負荷条件のcase4,6で放射天井がより多くの熱量を処理したことが分かる。また、図8にはcase3~6で用いた放射天井が処理した熱量の放射成分と対流成分の寄与割合を示す。半分以上が放射成分によることがわかる。水冷式放射天井の場合、配管密度にもよるが、処理熱量の7割以上が放射によるものであることが知られており、本モデルでも概ねその特性を再現できているといえる。

3. おわりに

本報では、TDを空調システムとして有する室の流れ場、温度場の解析を行い、室内温度分布や気流性状、各空調システムの熱量処理割合などを把握した。今後は今回得られたデータに基づき、空気質、温熱環境、消費エネルギーについての評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 中川浩明ほか：不燃性と通気性を有するソックダクトの性能評価及び業務用厨房における実測評価，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集，pp.41-44,2015.9
- 2) P.V.Nielsen: Air Distribution in Rooms Generated by a Textile Terminal-Comparison with Mixing and Displacement Ventilation, ASHRAE Transaction, Part8, pp.733-739, 2005.6
- 3) Y.Momoi, G.Ntosti, S.Moiragias, Z.Bolashikov, A.Melikov. Thermal Environment of Textile Based Ventilation Combined with Chilled Ceiling. Proceedings of Clima 2016 congress, Aalborg, Denmark. 2016.
- 4) EN15251. Indoor environmental input parameters for design and assesment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. Brussels: European Committee for Standardization; 2007
- 5) 鈴木克治、桃井良尚、山中俊夫、甲谷寿史、相良和伸：テキスタイルダクトと放射天井を有する室の空気質・温熱環境評価（その1）CFD解析による風速・温度分布の予測，日本建築学会近畿支部研究報告集，2017.6掲載予定

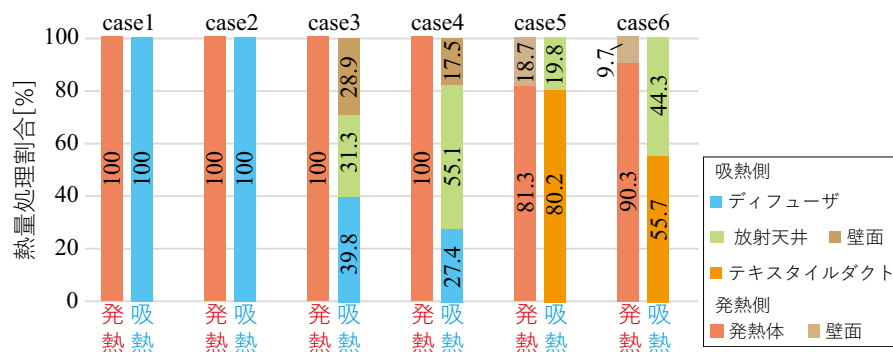


図7 各ケースの熱量処理割合

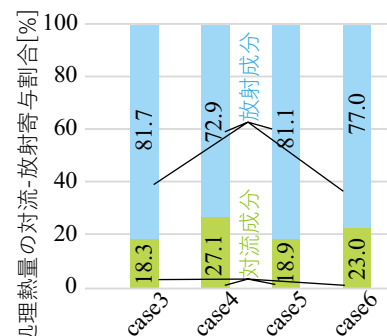


図8 放射天井の放射 - 対流割合

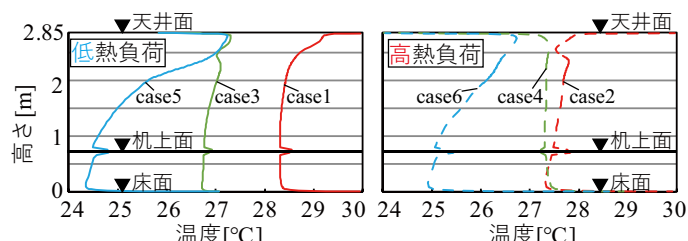


図4 温度の鉛直分布（左：低熱負荷時、右：高熱負荷時）

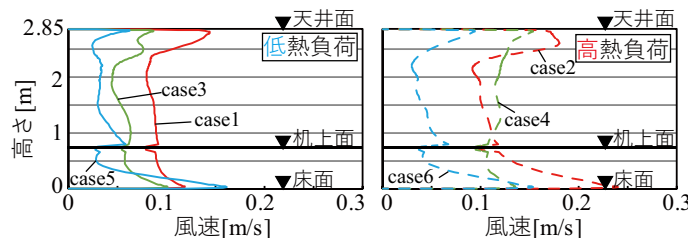


図5 風速の鉛直分布（左：低熱負荷時、右：高熱負荷時）

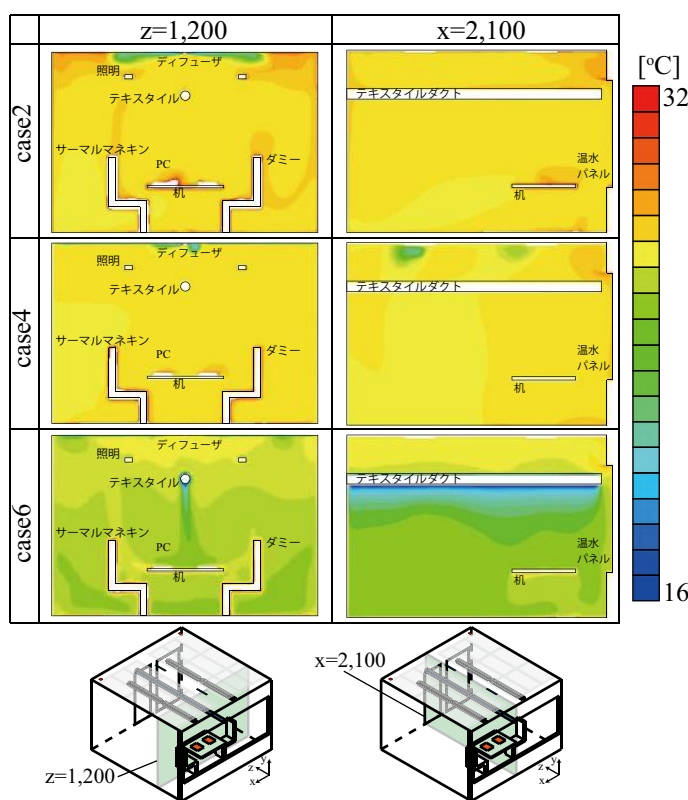


図6 温度コンター図（高熱負荷条件のみ）

* 1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 博士前期課程

* 2 福井大学学術研究院工学系部門建築建設工学分野 講師・博士（工学）

* 3 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 教授・博士（工学）

* 4 四国職業能力開発大学校 校長・工学博士

Graduate Student, Division of Global Architecture, School of Engineering, Osaka University

Lect., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Graduate School of Engineering, University of Fukui, Dr.Eng.

Prof, Division of Global Architecture, Graduate school of Engineering, Osaka University, Dr. Eng

Principal, SHIKOKU Polytechnic College, Dr. Eng.