

飲食店における空調換気計画に関する研究
焼肉店を対象とした換気手法の違いによる温熱・空気環境の検討

T O 7 K 9 4 4 F 佐藤悠一
指導教員 赤林伸一教授

1 研究目的

焼肉店など、ロースター等の高温の発熱体があり多くの汚染源のある空間では、熱や汚染質を効率よく排気し、食事空間の温熱・空気環境を快適に保つ為の換気・空調設備が必要不可欠である。ロースター周辺の環境は、ロースターの排気形式や、排気口の高さの違いなどで、ロースター上の流速、温度、汚染質の濃度分布が異なると考えられる。焼肉店における快適な温熱・空気環境を実現するためには、これらの特性の違いによるロースター周辺の温熱・空気環境を明らかにすることが重要である。

本研究では、主に使用されている卓上排気型（フードあり、フードなし）、無煙型の3種類のロースターの排気形式を対象としてロースター周辺の熱・気流解析を行い、その結果を基に店舗全体の熱・気流解析を行う。解析では、ロースターの炎等を忠実に再現した場合、膨大

な記憶容量や計算時間を要するため、本研究ではモデリング手法を用いて、複雑な形状のロースターを単純化し解析を行う。

2 研究概要

2.1 解析対象： 図1に解析対象の概要を、図2に排気フードの概要を、図3に無煙ロースターの概要を示す。エアコン、給気口、排気フード、照明のある床面積100[m²]のレストランを対象とする。東面、西面、南面は外気(夏季:30[]、冬季:0[])に面しており、北面、天井面、床面は上下階及び隣室(20[])に面している。

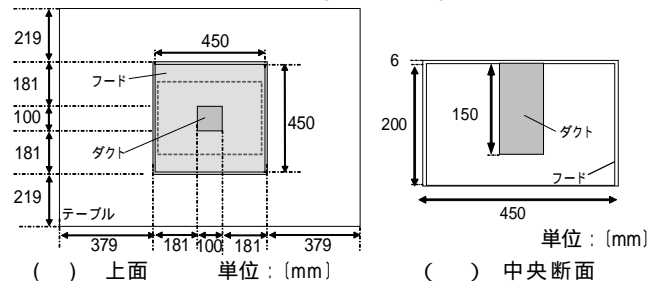


図2 排気フードの概要

計算case	ロースター形式	排気風量 (m ³ /h)	空調
case1	フードあり	200	暖房(外気温0)
case2		300	冷房(外気温30)
case3		300	暖房(外気温0)
case4	卓上排気型	200	冷房(外気温30)
case5		300	暖房(外気温0)
case6		200	冷房(外気温30)
case7	フードなし	300	暖房(外気温0)
case8		300	冷房(外気温30)
case9		200	暖房(外気温0)
case10	無煙型	200	冷房(外気温30)
case11		300	暖房(外気温0)
case12		300	冷房(外気温30)

図3 無煙ロースターの概要

項目	条件
計算コード	ソフトウェアクレイドルSTREAM Ver.7
乱流モデル	標準k-
移流項精度	QUICK
壁面条件	流速境界: ノースリップ 熱境界: 対流: 温度対数則, 固体間: 熱伝導 輻射境界: 輻射率=0.9
温度条件	天井、壁(北面)、床面は隣室を想定し、20[]で与える。 壁(南、西、東面)は外部を想定し、夏季は30[]、冬季は0[]で与える。
流出条件	排気ダクトの吸込風速: 吸込風速=5.56[m/s](排気風量200[m ³ /h])、8.33[m/s](排気風量300[m ³ /h]) エアコン: 吹出風速=1.97[m/s]、k=0.0194[m ² /s ²]、ε=0.0005[m ² /s ²]、吹出温度: 卓上排気型使用時: 暖房=36[]、冷房=17[]、無煙型使用時(排気風量200[m ³ /h]): 暖房=14[]、冷房=7[]、無煙型使用時(排気風量300[m ³ /h]): 暖房=18[]、冷房=7[] 天井給気: 吹出風速=0.58[m/s](排気風量200[m ³ /h])、0.87[m/s](排気風量300[m ³ /h])、吹出温度=20[](暖房時) ロースター用吸込: 吸込風速=0.60[m/s](排気風量200[m ³ /h])、排気風量300[m ³ /h]) 照明負荷: 天井設置型照明の発熱量 = 100[W](6台設置) 汚染質の発生量: ロースター1台につき、卓上排気型=2.02[g/s]、無煙型=0.83[g/s]

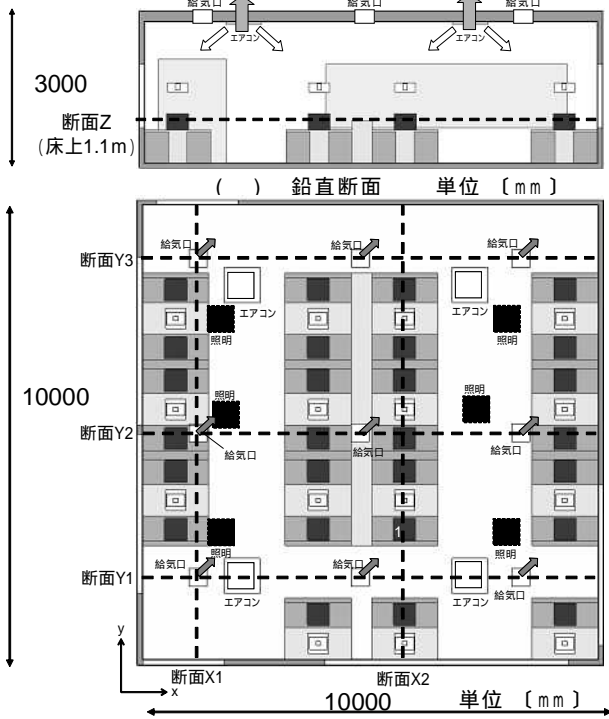


図1 解析対象の概要



2.2 解析方法：表1に解析 case を、表2に解析条件を示す。解析には凡用流体解析ソフト (STREAM) を用いる。ロースター形式、排気口の高さを変化させた場合の流れ場、温度場及び発生する汚染質の濃度分布をCFD解析 (標準k-モデル) により明らかにする。

3 解析結果

3.1 汚染質濃度分布：図4、図5に代表的な case の断面Z、断面Y2における汚染質濃度分布を示す。

表示濃度は、計算によって得られた汚染質濃度の全捕集時の濃度に対する割合を示す。

断面Y2ではcase8(卓上排気型・フードなし、排気風量300[m³/h]、冷房・外気温30〔 〕)で高濃度の汚染質が天井まで達している。case4(卓上排気型・フードあり、排気風量300[m³/h]、冷房・外気温30〔 〕)とcase12(無煙型・排気風量300[m³/h]、冷房・外気温30〔 〕)を比較すると、case4ではロースターから排気フードにかけて高濃度の領域があるのに対して、case12では高濃度の領域は見られない。

断面Z(床上1.1[m])では、case8の汚染質濃度が、他のcaseと比較すると室内全般で高くなっている。また、case4、case8ではロースター上で汚染質が高濃度になる領域が集中しているのに対して、case12では、ロースター上での汚染質の集中が少ない。

3.2 呼吸域の汚染質濃度平均：図6に各 case の呼吸域の平均濃度を示す。呼吸域は、人が着席する範囲の床

上0.5[m] ~ 1.6[m]とする。無煙型で、排気風量300[m³/h]のcase11、case12での汚染質濃度が最も低くなる。これは呼吸域の高さのロースター上に高濃度の領域が存在しないためである。排気風量200[m³/h]の場合と比較すると、卓上排気型(フードあり)、無煙型、卓上排気型(フードなし)の順に汚染質濃度が低い。卓上排気型では排気風量による汚染質濃度の差が小さく、無煙型は、卓上排気型に比べて排気風量の違いによる汚染質濃度の差が大きい。

4 まとめ

無煙型は排気風量200[m³/h]の時と、300[m³/h]の時で室内の汚染質濃度の差が大きい。

卓上排気型(フードなし)は、他のロースタータイプと比較して、呼吸域の汚染質濃度が最も高い。卓上排気型(フードあり)は、排気風量が少ない場合も比較的良好に汚染質を捕集する傾向がある。

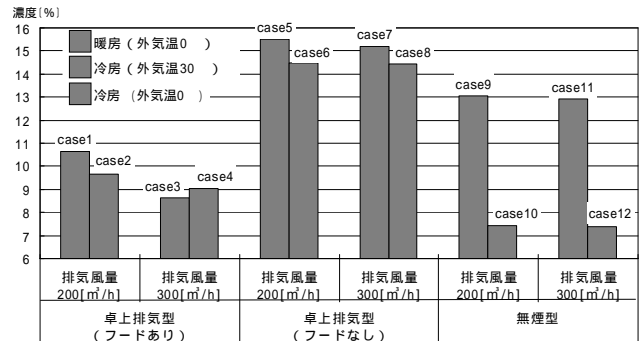


図6 各 case の呼吸域の汚染質濃度平均

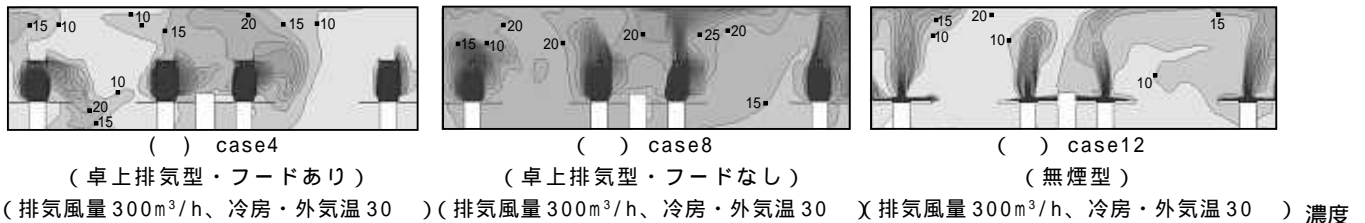


図4 代表的な case の汚染質濃度分布 (断面Y2)

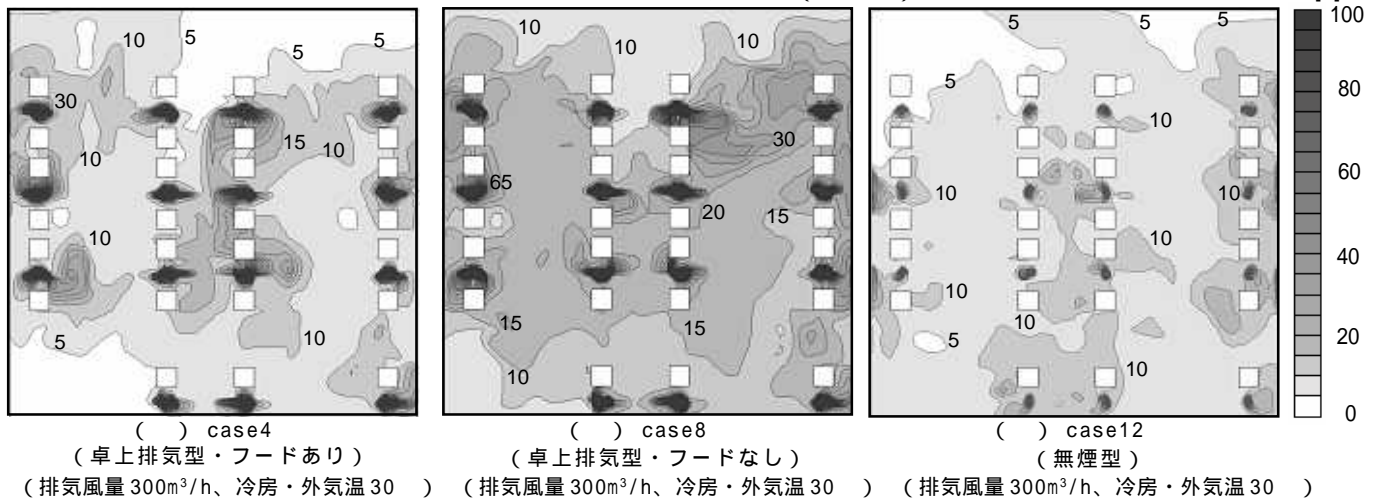


図5 代表的な case の汚染質濃度分布 (断面Z)