

電磁調理器を用いた住宅用厨房の必要換気量に関する研究
その3 集合住宅の厨房空間を対象とした CFD 解析

正会員 三浦 学^{*1} 正会員 近藤 靖史^{*2}
同 阿部 有希子^{*3} 同 赤林 伸一^{*4}

電磁調理器 住宅用厨房 CFD
必要換気量

1 序

前報¹⁾²⁾では IH レンジ上に生じる熱上昇流の風量やレンジフードによる捕集率について、実験室実験により検討を行った。この際、レンジ周辺の状況や実験条件は単純化しており、実際の住宅厨房とは異なる点がある。そこで本報(その 3)では数値流体解析(Computational Fluid Dynamics、以降 CFD 解析と記す)を用い、標準的な集合住宅の厨房を模擬したモデルにおいて IH レンジの発熱状況などを再現し、室内温熱・空気環境を検討する。

2 CFD 解析の概要

2.1 住宅厨房モデル

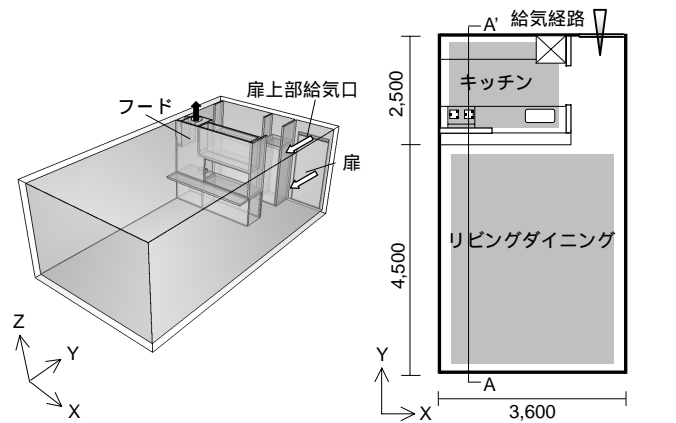
近年では集合住宅において対面式キッチンを採用した事例が多く見られる。ここでは、このような事例を参考に約 3.5 畳のキッチンと約 10 畳のリビングダイニングを想定した。外気導入方法としては(独)都市再生機構の設計仕様を参考として、玄関に設置された給気口から流入した外気が廊下を介してリビングダイニングに入ってくる状況を想定している。図 1 に解析モデルを示す。キッチンの横の扉が給気経路となり、この扉が開いている状態(以降、扉ケースと記す)と閉まっている状態(以降、給気口ケースと記す)の 2 パターンについて検討する。扉が閉まっている場合は扉上部の給気口から空気が流入するものとしている。

2.2 解析条件

換気量、給気方法、使用レンジ口数をパラメータとして全 11 ケースの解析を行う。表 1 に解析ケースを、表 2 に解析条件を示す。

3 解析結果と考察^{註1), 註2)}

図 2 に気流分布を、図 3 に温度分布を示す。表示断面は図 1(2)参照のこと。



(1) 鳥瞰図 (2) 平面図 単位:[mm]
図 1 解析モデル

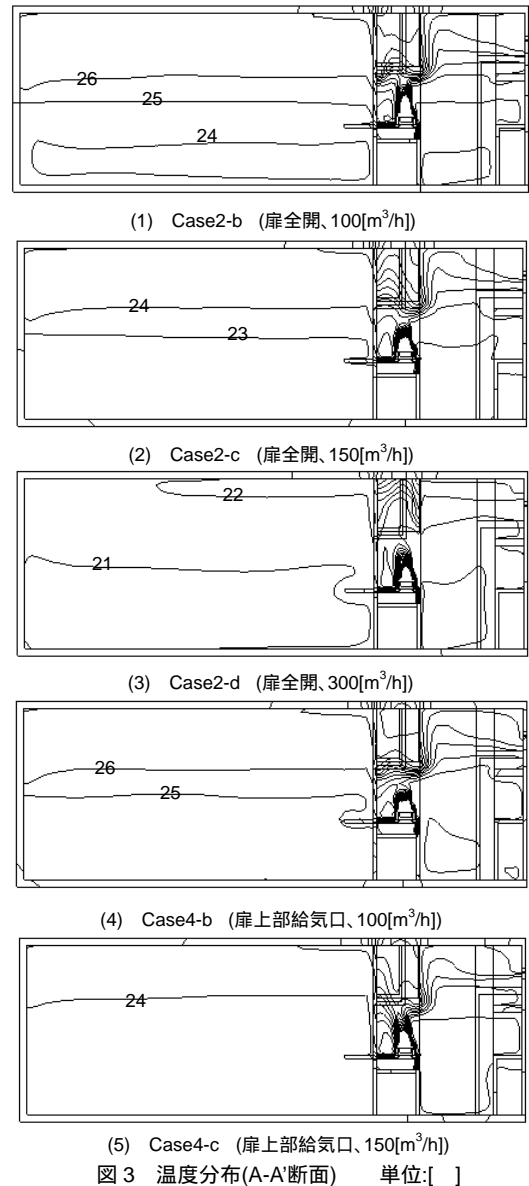
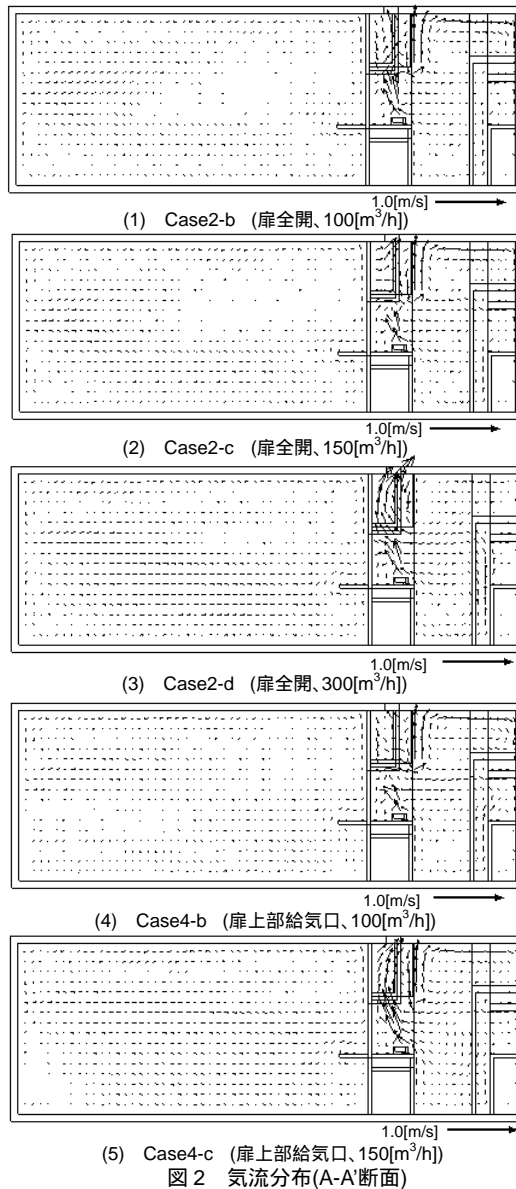
表 1 解析ケース

ケース名	換気量 [m³/h]	給気方法	使用レンジ口数
Case1-a	50	扉全開	1
Case1-b	100		
Case1-c	150		
Case1-d	300		
Case2-b	100	扉上部給気口	2
Case2-c	150		
Case2-d	300	扉上部給気口	1
Case3-b	100		
Case3-c	150		
Case4-b	100	扉上部給気口	2
Case4-c	150		

表 2 解析条件

ケース	Case1-a, 1-b, 1-c, 1-d	Case2-b, 2-c, 2-d	Case3-b, 3-c	Case4-b, 4-c
給気経路	扉(0.9[m]×2.0[m])および給気口(0.9[m]×0.06[m])から給気(図 1 参照)	給気口(0.9[m]×0.06[m])から給気(図 1 参照)	給気口(0.9[m]×0.06[m])から給気(図 1 参照)	給気口(0.9[m]×0.06[m])から給気(図 1 参照)
解析領域	4.5[m]×5.4[m]×2.4[m]			
メッシュ分割	84(X)×74(Y)×58(Z)=360,528 メッシュ			
乱流モデル	標準 k-ε モデル			
流入境界条件	a: U _{in} =0.007[m/s] (50[m³/h])、b: U _{in} =0.01[m/s] (100[m³/h])、 c: U _{in} =0.02[m/s] (150[m³/h])、d: U _{in} =0.04[m/s] (300[m³/h])、全て T _{in} =20[]		b: U _{in} =0.5[m/s] (100[m³/h])、 c: U _{in} =0.8[m/s] (150[m³/h])、全て T _{in} =20[]	
流出条件	フード上端(0.2[m]×0.2[m])から一様に流出 a: U _{out} =0.4[m/s] (50[m³/h])、b: U _{out} =0.7[m/s] (100[m³/h])、c: U _{out} =1.0[m/s] (150[m³/h])、d: U _{out} =2.1[m/s] (300[m³/h])			
壁面応力条件	天井・床・壁面において一般化対数則			
発熱条件	レンジ 1 口当たりの発熱量: 2,000[W]×0.21=420[W] (2[kW] のレンジを想定し、そのうち潜熱に変わる分は 0.79 であるという実験結果 ^{1), 2)} に基づく) 鍋(0.2[m]×0.2[m]×0.1[m])表面で一様に発熱			
壁面温度条件	各要素(i)の温度を熱平衡式から算出 q _{cd} (i)+q _{cv} (i)+q _r (i)=0 q _{cd} (i): 壁面要素(i)での熱貫流量 q _{cv} (i): 壁面要素(i)での対流熱伝達量 q _r (i): 壁面要素(i)での放射熱伝達量 対流計算において 鍋表面: c=40[W/m²·K]、放射計算において 全ての壁面 i=0.9[-]全ての壁面			

Required Ventilation Rate for IH Cooking Heater in House Kitchens
Part3 CFD Simulation of Temperature and Air Distributions in Apartment Kitchens



3.1 換気量の差による影響

Case2-b(100[m³/h])、2-c(150[m³/h])、2-d(300[m³/h])の温度分布(図3(1)~(3))を比較すると、換気量が多いほどレンジ側の空間温度は低い。Case1、Case3、Case4も同じ傾向が見られる(図省略)。また、換気量が大きくなるとフードによる捕集状況が良くなり、レンジ上で発生した熱を効率よく排出している(次報参照)。

3.2 給気方法の違いによる影響

Case2(扉ケース)とCase4(給気口ケース)で同風量のケースの気流分布(図2(1)と(4)、(2)と(5))を見ると、給気口ケースの方が室内気流場が活発な傾向にある。また、温度分布(図3(1)と(4)、(2)と(5))を見ると扉ケースの方が比較的温度成層が顕著である。これは給気口ケースの方が室内の混合が活発であるためと考えられる。これらのことから、高風速で給気される給気口ケースは扉ケースと比

べてレンジ上の気流を乱す要因が多く、捕集状況が悪くなると考えられる。

4 まとめ

標準的な集合住宅の厨房空間についてCFD解析により気流分布・温度分布を求めた。次報(その4)で直接捕集率、濃度計算(湿度分布)の結果について報告する。

[註釈]

- 註1) 図3に示した解析結果は使用コンロ2口のケースのみである。Case1、Case3については省略しているが、3章では全ケースの結果を参照した考察を述べている。
- 註2) CFD解析の結果はレンジ発熱などの条件が定常状態である場合の気流・温度分布を示していることに留意する必要がある。実際には限られた調理時間での発熱であるので空間温度はここに示した温度よりも低いと考えられる。また、実際の調理作業に伴う擾乱などはCFD解析では解いていない。

[参考文献]

- 1) 佐藤・赤林・近藤・田中；電磁調理器を用いた住宅用厨房の必要換気量に関する研究 その1IHレンジ上の上昇気流風量に関する実験結果、2005
- 2) 田中・赤林・近藤・佐藤；電磁調理器を用いた住宅用厨房の必要換気量に関する研究 その2IHレンジと標準的なフードを使用した場合の捕集率の実験結果、2005

*1 東京電力株式会社
 *2 武蔵工業大学 教授 博士(工学)
 *3 武蔵工業大学 研究補助員
 *4 新潟大学 教授 工博

*1 Tokyo Electric Power Co., Inc.
 *2 Prof., Musashi Institute of Technology, Dr Eng.
 *3 Research Assistant, Musashi Institute of Technology
 *4 Prof., Niigata University, Dr. Eng.