

戸建住宅における窓高さの異なる吹き抜け空間の省エネルギー性能の検討 季節・日射量の違いが室内環境に与える影響の検証

建築都市デザイン学科 2280040068-0 永瀬 祥吾
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

近年、都市部において吹き抜け空間を持つ住宅が増えている。その魅力として、吹き抜けは空間に広がりを与えるだけでなく、冬季の熱取得を増やすことで、空調負荷を小さくするという面もある。しかし、熱環境を考慮せずに計画された吹き抜け空間は逆にエネルギーを浪費したり、暑さや寒さを強いられる場合もある。そこで本研究では、各季節において日射取得熱を変化させた場合の日射量の違いが室内環境に与える影響を検証する。

2. 概要

本研究では、戸建住宅の吹き抜け空間における窓仕様のパターンと季節、時間帯を設定し、CFD を用いて各季節において窓仕様を変化させた場合の日射量の違いが室内空間の快適性に与える影響を検証する。

3. 解析モデルと解析領域

本研究に用いた解析モデルを図1に示す。解析モデルは、次世代省エネルギー基準を満たしたリビングに吹き抜け空間を持つ住宅とする。解析対象領域は戸建住宅のリビングとダイニング、及び建物外領域を加えた最大幅8m×奥行き7m×高さ10mの空間とする。

4. 解析条件

設定場所を大阪とし、春夏秋冬(4,7,10,1月)それぞれの正午に加え、夏季は日射遮断のための庇の効果を検証するために庇ありのケース、冬季は夜間の熱損失を検証するため20時のケースも対象とした。各季節ともに拡張アメダス気象データの1ヶ月間の平均値から設定した。これより与えた気象条件と解析条件を表1に示す。

5. 解析ケース

窓高さの異なる吹き抜け空間を設定し、そのパターンを図2に、解析ケースを表2に示す。夏季の庇は出幅800mmとし、室内の床面には窓から280mmのところまで日射があたっている。

6. 解析結果

代表的な解析結果を図3に示す。

6-1 夏季における温度分布と気流

日射熱による暖気は窓沿いに上昇し、主に非居住域で対流を起こす。窓高さが高くなると対流は居住域に

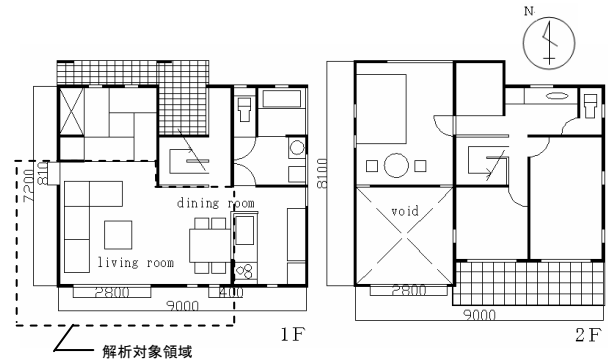


図1 解析モデル (平面図)

表1 解析条件

季節	夏季(7月)		冬季(1月)		春季(4月)	秋季(10月)	
	正午	正午	正午	20時	正午	正午	
時刻	なし	あり	なし	なし	なし	なし	
日射角度 [度]	76.50	34.50	0.00	64.90	46.60		
気温 [°C]	29.91	8.35	6.55	17.90	21.77		
全天日射量 [MJ/mh]	2.31	1.26	0.00	1.99	1.48		
天空日射量 [MJ/mh]	1.08	0.78	0.00	0.84	0.75		
貫流率 [W/m²·K]	外壁表面	0.52					
	ガラス表面	3.50					
	内壁室内表面	0.52					
	一階天井表面	0.22					
	和室間棟	2.73					
	キッチン通路	0.90					
	玄関通路	3.00					
面積発熱 [W/m²]	外壁室内表面	8.85	8.85	3.34	0.00	6.74	4.70
	日射床面発熱	290.73	75.36	148.99	0.00	289.44	204.05
	日射壁面発熱	0.00	0.00	216.79	0.00	0.00	192.96
	ガラス室内表	8.33	2.16	5.27	0.00	7.65	5.89

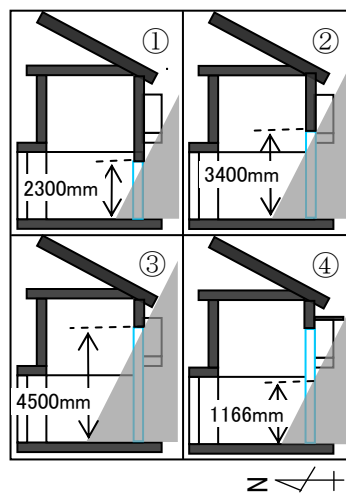


図2 窓仕様パターン

表2 解析ケース

Case	窓仕様	季節	条件	
1-1	①	夏季	庇なし	
1-2	②			
1-3	③			
1-4	④			庇あり
2-1	①	冬季	正午	
2-2	②			
2-3	③			
2-4	①			20時
2-5	③			
3-1	①	春季	正午	
3-2	③			
4-1	①	秋季	正午	
4-2	③			

達するため床面付近の熱をすくい上げて吹き抜け空間全体の温度を上昇させる。庇を考慮した Case1-4 では日射が遮られたことで発熱量が抑えられ室温が 2.3℃下がっている。

6-2 冬季における温度分布と気流

日射熱による暖気は Case2-1 では居住域付近で対流するが Case2-3 では非居住域付近で対流を起こし、吹き抜け上部の温度と室温の温度差が広がる。夜間では窓高さが高くなるほど広い範囲の対流が起こり、吹き抜け空間全体が冷やされる。

6-3 春季における温度分布と気流

日射熱による暖気はソファ付近で上昇し居住域では吹き抜け上部に向かう対流が起こる。窓高さが高くなると、この対流は吹き抜け空間全体に起こるため、床面付近の熱を吹き抜け空間全体に広げ、室温を上昇させる。

6-4 秋季における温度分布と気流

日射熱による暖気はリビング中央付近で上昇し吹き抜け空間全体で上部に向かう対流が起こる。窓高さが高くなると和室壁面まで日射が達するため発熱量は大幅に上昇し、吹き抜け空間全体に起こる対流により室温は上昇する。

6-5 室内温度の PMV 評価

各ケースにおける PMV 設定条件と PMV 値を表 3 に示す。夏季はいずれのケースでも暑いと感じられるが、ケース間での日射による影響は小さい。冬季は窓高さが 3400mm 以上で快適な室内環境に近づく。

6-6 室内温度の物理性状評価

窓仕様の違いによる影響を比較するために窓面積、発熱面積あたりの室温上昇度を調べた。各ケース間の窓面積上昇幅、日射発熱面積上昇幅、室温上昇幅を表 4 に、窓仕様を①から③に変えた場合の各季節の室温上昇度を図 4 に示す。これより、夏季は窓仕様の変化による影響度は小さく、冬季などの比較的、日射角の低い季節に主に影響を与える事が分かった。

7. まとめ

本研究では夏季よりも日射角の低い季節の方が窓仕様の変化が室内環境に与える影響は大きいという結果を得た。また、室温の変化は日射量の違いだけでなく日射熱による暖気の対流の仕方にも影響を受けると考えられる。

参考文献

- 1) 福田他：戸建住宅における窓高さの異なる吹き抜け空間の省エネルギー性能の検討,日本建築学会大会論文,2006年
- 2) 日本建築学会：拡張アメダス気象データ
- 3) 建築環境・省エネルギー機構：住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する設計、施工及び維持保全の指針

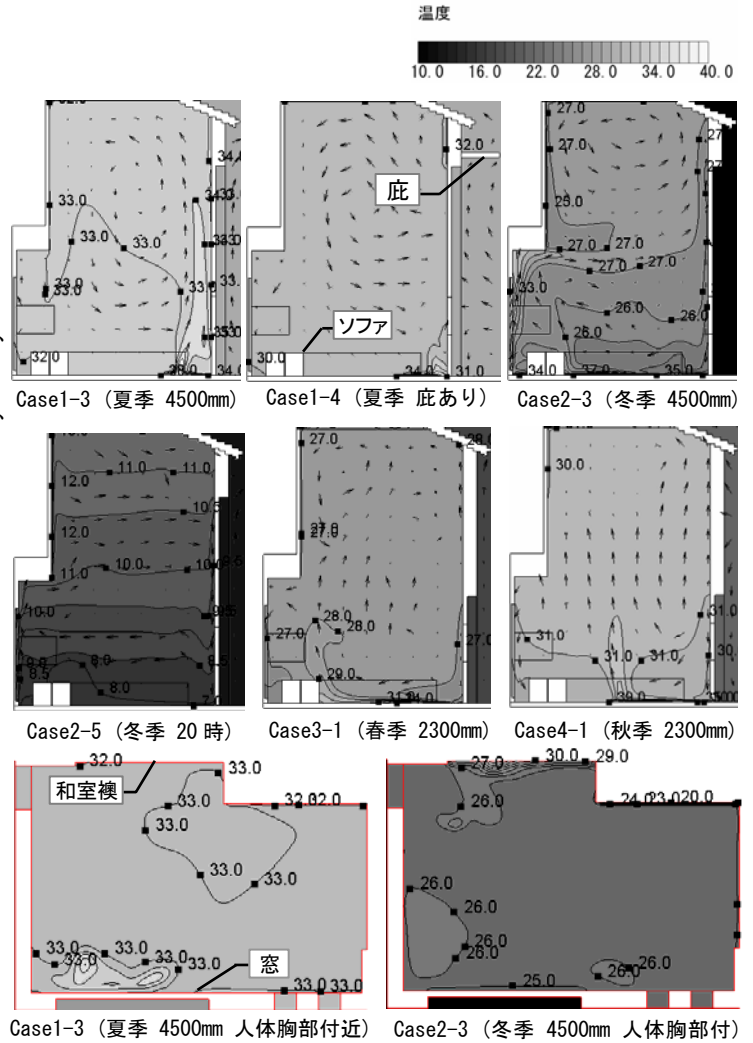


図3 解析結果

表3 PMV

Case	室温(輻射温度) [°C]	風速 [m/s]	相対湿度 [%]	clo値 [clo]	代謝率 [Met]	PMV
1-1	32.9	0.02	50	0.5	1.0	2.65
1-2	32.6	0.04				2.54
1-3	32.8	0.10				2.56
1-4	30.5	0.09				1.69
2-1	19.6	0.07	30	1.0	1.0	-1.09
2-2	20.4	0.08				-0.88
2-3	25.6	0.08				0.51
2-4	8.2	0.04				-4.11
2-5	8.4	0.02				-4.06
3-1	27.3	0.07	40	0.7	1.0	0.74
3-2	31.2	0.07				1.99
4-1	31.0	0.06				1.94
4-2	33.8	0.08				2.83

表4 窓面積、日射発熱面積、室温上昇幅

	窓仕様	窓面積 (△m ²)	発熱面積 (△m ²)	室温 (△°C)
夏季	②-①	3.08	0.739	-0.3
	③-②	3.08	0.739	0.2
	③-①	6.16	1.478	-0.1
冬季	②-①	3.08	3.788	0.8
	③-②	3.08	3.080	5.2
	③-①	6.16	6.868	6.0
春季	③-①	6.16	2.886	3.9
秋季	③-①	6.16	5.841	2.8

図4 室温上昇度

