

集合住宅開口部の日射遮蔽効果の評価

その2 居室の負荷条件を考慮したヨシズの日射遮蔽効果の評価

213-028 大野 広幹 (共同研究者 211-099 永田 雄大)

1. 目的

既報¹⁾では、室温 28℃一定の無限に続くバルコニーと開口部を介した開口部高さあたりの熱負荷を評価した。本報では中層集合住宅西向き実在リビングを想定し、冷房室温 28℃設定で負荷の発生状況やヨシズによる日射遮蔽効果を評価する。室内仕上げ材の熱容量を考慮し、作用温度を指標として室内の快適性についても評価する。

2. 室内の熱負荷モデルと解析条件

室内空間は図 1、2 に示す 20 m² のリビングで、室温は室中心 1 質点で定義する。界壁、天井、床は厚さ 200mm のコンクリート、間仕切壁は中空層 125mm と石膏ボード 12.5mm で構成されている。構成材の物性値^{2),3)}を表 1 に示す。室内の初期温度は前報に示すアメダス気象データの外気日平均値 26.31 とした。0.5[回/h]換気がある。室内各部位の総合熱伝達率⁴⁾を表 2 に示す。窓素材、ヨシズ物性値及びバルコニー形状は前報その 1 に記載の通り。自然室温が 28℃を越えた時間が冷房時間である。バルコニー、室内の仕上げ材は非定常 1 次元熱伝導方程式を差分法で解いた。

3. 解析結果

図 3 に単板ガラス窓の自然室温時間変動を示す。実線で示すヨシズで日射遮蔽しない場合では、日中全てのバルコニー形状で負荷が発生する。破線で示したヨシズで日射遮蔽した場合、バルコニー奥行が 1m で僅かながら負荷が発生する。夜間は日射遮蔽が無いと自然室温は外気温の低下の影響を受けず、25℃を越え熱帯夜の様相となる。ヨシズの日射遮蔽があると午前 3 時頃から外気温が 25 度を超える 8 時頃までは熱帯夜を脱する。日射遮蔽があると寝苦しい時間は短くなる。図 4 に示す作用温度の変動は、日射の影響を直接受ける日中でヨシズの有無にかかわらず自然室温より低い。夜間の作用温度は室内仕上げ材からの放熱により室温より高く、寝苦しさを助長

する結果となる。図示していないが、ペアガラス、LOW-E ガラスの場合では日射遮蔽しても夜間自然室温は 25℃を越えた寝苦しい状態となる。夜間自然室温は高機能ガラスの場合の方が高い。

表 3 に単板ガラスリビングの最大自然室温とその作用温度、その時間の外気温を示す。奥行 1m では室温が僅かに外気温 30.29℃を上回り 30.38℃となるが作用温度は約 1 度低い 29.44℃となる。バルコニー奥行が深くなると 2.5m で外気温 29.82℃に対し自然室温は 29.09℃と約 0.7 度低く、作用温度は 28.47℃で自然室温より約 0.6 度低くなる。表 4 に示す、ヨシズによる日射遮蔽がある場合、バルコニーの奥行に関わらず最大自然室温は外気温より約 2.2 度低い。作用温度は自然室温から約 0.4 度低くなる。作用温度で判断すれば、ヨシズ程度の日射遮蔽で冷房が不要な環境を造ることができる。

図 5 にリビング開口部が単板ガラス、ペアガラス、LOW-E ガラスの場合の室内冷房負荷を実線で示し、ヨシズによる日射遮蔽がある場合を破線で示す。ペアガラス、LOW-E ガラス窓のリビングでは日射遮蔽があると室温は 28℃を越えず、冷房は不要となる。表示していないが作用温度基準で冷房を考えると、LOW-E ガラスを使用したリビングの日中の温度は最大でも 27℃台で 28℃を越えないことから冷房が不要となる。ヨシズ程度の日射遮蔽をすれば作用温度は最大でも 26℃台となる。

表 5 に自然室温で評価した冷房負荷発生時間を示す。日射透過率が 81.5%の単板ガラスでは、バルコニー奥行 1m で冷房時間が約 6.5 時間に対して 2m になると約 5 時間と 1.5 時間程度短くなる。さらに、奥行 1m と 2m では冷房負荷発生時間が 20 分程度ずれる。日射透過率が 67.4%のペアガラスでは、奥行き 1m での負荷の開始時間が単板ガラスより約 1 時間遅くなり、2m になると約 2 時間遅くなる。冷房時間は奥行き 1m で約 4.3 時間、奥行き

2m で約 3 時間となりどちらも単板ガラスの約 3 分の 2 になる。日射透過率が 35.5%の LOW-E ガラスでは、奥行き 1m で冷房開始時間がペアガラスより 1 時間遅くなり、2m になると負荷が発生しない。冷房時間も約 2.2 時間になりペアガラスの約半分の時間になる。日射透過率が小さくなるに応じて冷房開始時間が遅くなる。LOW-E ガラスは奥行が 1.4285m 以上では冷房が不要となる。

表 6 にヨシズ無の単板ガラス、ペアガラス、LOW-E ガラスの冷房負荷最大値及び積算値を

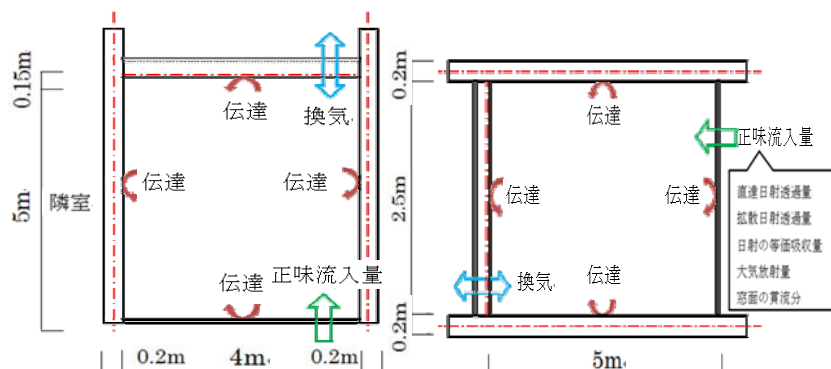


図 1 室内平面モデル

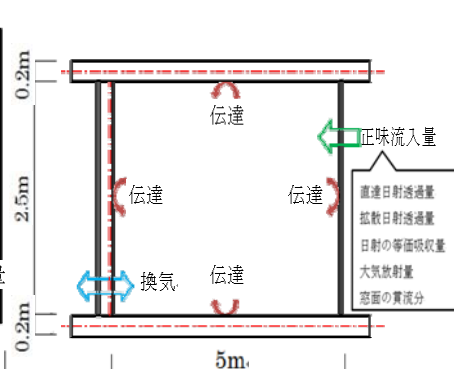


図 2 室内断面モデル

示す。表示していないが図5に示すようヨシズによる日射遮蔽でペアガラス、LOW-E ガラスでは奥行1m 以上であれば負荷が発生しない。単板ガラスにおいても奥行1m を超える場合で負荷は発生せず、1m 未満でもヨシズを設置することで負荷を99%削減している。負荷発生時間も約1時間未満である。

4. まとめ

- 1)単板ガラスのような低機能素材の開口部でもヨシズによる日射遮蔽で奥行の小さなバルコニーでも昼間の冷房負荷発生は十分抑制できる。高機能ガラスの場合ではバルコニーの奥行に関わりなく冷房負荷が発生しない。
- 2)単板ガラスで日射遮蔽は夜間室温 25℃こえという寝苦しい状況を改善する。昼間の日射遮蔽の有無に関わらず高機能ガラスを用いた場合、夜間の自然室温は25℃を超える。
- 3)ヨシズによる日射遮蔽がある場合、どのガラス素材でも作用温度は28℃未満で、昼間は冷房を必要としない環境を造ることができる。

参考文献

- 1) 2016 年度卒業論文 集合住宅開口部の日射遮蔽効果の評価 その1 永田雄大
- 2) 建築材料の熱・空気・湿気物性値 日本建築学会 2001 年 丸善㈱
- 3) 建築設計資料集成1 環境 日本建築学会編 丸善㈱
- 4) 最新建築環境工学[改訂4版] 井上書院

表1 コンクリートと石膏ボードの物性値

	密度 [kg/m³]	比熱 [J/kg・K]	熱伝導率 [W/m・K]
コンクリート	2200	840	1.4
石膏ボード	1130	750	0.14

表2 室内の各部位の総合熱伝達率

	界壁	天井	床	間仕切り
総合熱伝達率 [W/m²・K]	9	7	7	9

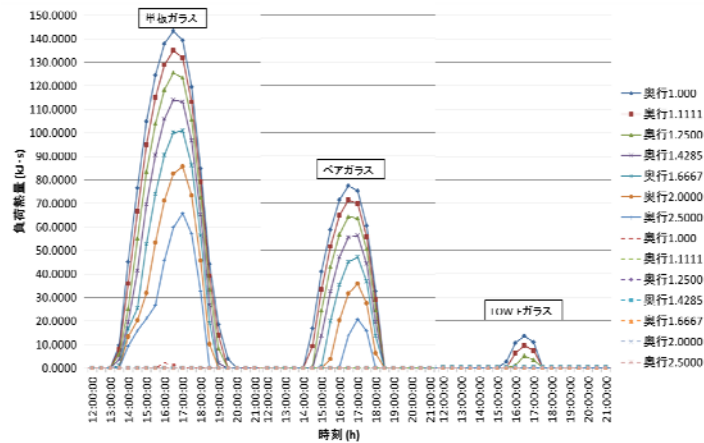


図5 開口部ガラス素材ごとの室内冷房負荷

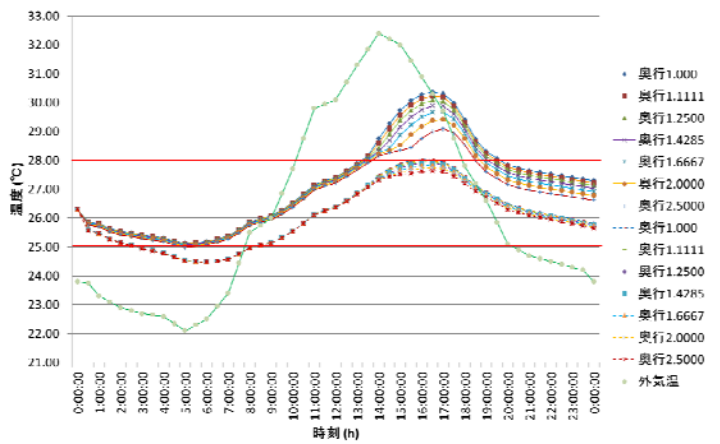


図3 単板ガラス自然室温

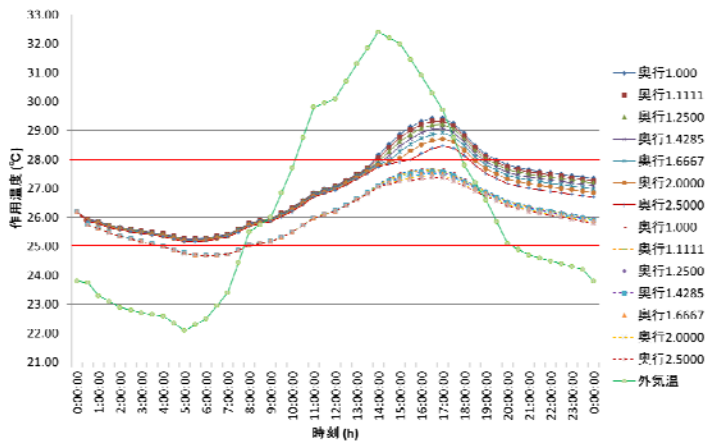


図4 単板ガラス作用温度

表3 最大自然室温、外気温、作用温度

奥行(m)	1.0000	1.1111	1.2500	1.4285	1.6667	2.0000	2.5000
自然室温	30.36	30.24	30.09	29.90	29.89	29.42	29.09
外気温	30.29	30.35	30.20	30.25	30.05	30.00	29.82
作用温度	29.44	29.34	29.22	29.08	28.92	28.72	28.47

表4 ヨシズ有の最大自然室温、外気温、作用温度

奥行(m)	1.0000	1.1111	1.2500	1.4285	1.6667	2.0000	2.5000
自然室温	28.04	28.00	27.96	27.90	27.83	27.75	27.63
外気温	30.95	30.97	30.81	30.91	30.89	30.82	30.86
作用温度	27.67	27.64	27.61	27.57	27.52	27.45	27.37

表5 開口部ガラス素材ごとの冷房負荷発生時間

	奥行(m)	1.0000	1.1111	1.2500	1.4285	1.6667	2.0000	2.5000
単板ガラス	開始時間	13:11:12	13:14:28	13:18:10	13:22:22	13:27:16	13:33:07	13:40:25
	最大時間	16:33:39	16:35:59	16:38:56	16:42:41	16:47:34	16:54:07	17:00:31
	終了時間	19:39:41	19:29:12	19:17:17	19:04:34	18:50:56	18:39:44	18:29:41
ペアガラス	開始時間	14:10:03	14:18:40	14:29:08	14:42:11	14:58:50	15:23:28	15:58:56
	最大時間	16:38:09	16:40:35	16:43:38	16:47:27	16:52:23	16:58:56	17:02:36
	終了時間	18:26:59	18:26:08	18:22:49	18:18:52	18:13:56	18:07:14	17:57:05
LOW-Eガラス	開始時間	15:21:46	15:35:23	15:54:21	-	-	-	-
	最大時間	16:32:13	16:34:32	16:37:24	-	-	-	-
	終了時間	17:26:23	17:22:29	17:13:20	-	-	-	-

表6 開口部ガラス素材ごとの冷房負荷最大値と積算値

窓材	奥行(m)	1.0000	1.1111	1.2500	1.4285	1.6667	2.0000	2.5000
単板ガラス	最大値(kJ/s)	143,407.6	135,307.1	125,338.2	114,955	101,843.6	85,897.6	65,371.8
	積算値(kJ)	1,892,173	1,728,334	1,547,044	1,346,191	1,123,132	876,026	603,765
ペアガラス	最大値(kJ/s)	77,778.2	71,876.0	66,042.2	67,017.9	47,422.0	35,730.4	20,879.6
	積算値(kJ)	782,267	691,981	691,865	480,278	357,134	224,865	94,519
LOW-Eガラス	最大値(kJ/s)	13,550.0	9,828.7	5,095.1	-	-	-	-
	積算値(kJ)	68,294	41,016	15,916	-	-	-	-

(佐藤研究室)