

集合住宅の各住戸における室内温湿度環境

Thermal and hydrothermal environments in rooms in an apartment house

0140435 田中絵梨 Eri TANAKA

1. はじめに

近年の地球温暖化に伴い省エネルギーが重要視され、住宅においても同様である<sup>1)</sup>。その手法の一つとして、また、室内環境の快適性および安全性の面からも外断熱工法が注目されるようになった。従って本研究の目的は、①集合住宅の外接方位(外気に接する壁面の方位)が異なる住戸ごとの熱的性質を把握し、新規に建設または改修する際に行なうべき省エネルギー手法を提案すること②外断熱工法の特徴である、居住者の目に見えない壁体内部および躯体の温湿度性状を明らかにすることとした。

2. 省エネルギー手法の検討

【計算概要】熱・換気回路網計算プログラム NETS(清水建設株式会社技術研究所作成)を用いて熱負荷計算を行った。まず、各階6住戸ある集合住宅の基準階を想定して<Fig.1>に示した計算モデルを作成した。省エネルギー手法として<Table.1>に示すようにA~Gの7因子を選び、それぞれに2~4の水準を設定した。表中の網掛けを基本水準とした。全部で15パターンについて冬季(1月23日~1月30日)および夏季(7月23日~7月30日)に関して室温拘束(冬季:24℃,夏季:22℃)による熱負荷を計算した。なお、外気条件は、東京の標準気象データを用いた。

【結果】熱負荷が大きいのは、冬季および夏季ともに、“北面端住戸>北面中央住戸>南面端住戸>南面中央住戸”の順であった。内断熱より外断熱、断熱材が厚い、1重ガラスより2重ガラス、ブラインド有り(外付け、内付けともに)の方が季節を問わず熱負荷の軽減効果があった<Table.2>。しかし、窓面積率、壁面日射吸収率、庇の有無は季節によって熱負荷の軽減または増大が逆になる。また、断熱材の厚み及び壁面日射吸収率は熱負荷との間に線形関係が見られたが、窓面積率は線形関係ではなく、かつ冬季は南面で熱負荷は軽減され、北面では増大した。

3. 外断熱と内断熱の比較

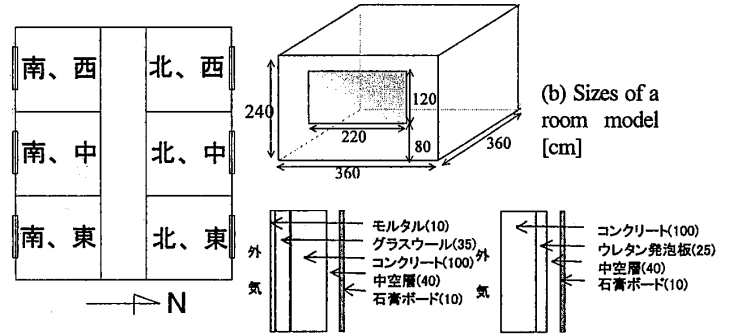
3-1. 連続空調と間欠空調

前述と同様の条件の下で、外断熱と内断熱のモデルで24時間連続空調および、8:00~22:00を空調時間帯とする間欠空調に関して計算を行った。なお、両工法の外壁の構造は<Fig.1>(c)に示す通りだが、熱貫流率を等しく設定した。

【結果】季節、断熱工法に依らず、中央住戸では間欠空調の方が熱負荷が大きかった<Fig.2>。その差は外断熱工法の方が大きかった。また、空調開始直前の室温と制御室温との温度差を検討した結果、中央住戸でその差が大きかった。これは、中央住戸は隣室の影響を大きく受けるためと考えられる。また、夏季は内断熱工法において空調停止時間帯の温度上昇が小さかったが熱負荷は大きかった。

3-2. 内部結露

NETSを用いて外壁内部の相対湿度を計算した。室内相対



(a) Name of each room in an apartment house model (i) Outer thermal insulation (ii) Inner thermal insulation (c) Construction of outer walls (width: mm) <Fig.1> Basic model of the simulations

<Table.1 Factors and the levels of the means for saving energies >

因子	水準			
	L1	L2	L3	L4
A. 断熱工法	外断熱	内断熱		
B. 断熱材厚	17.5mm	35mm	70mm	
C. 窓面積比	15%	30%	60%	
D. 窓周り	庇	外付けブラインド	内付けブラインド	無し
E. ガラス層	1重ガラス	2重ガラス		
F. 壁面日射吸収率	0.1	0.6	0.9	
G. 方位	0°	45°	90°	135°

注) 表中の網掛けは基本水準

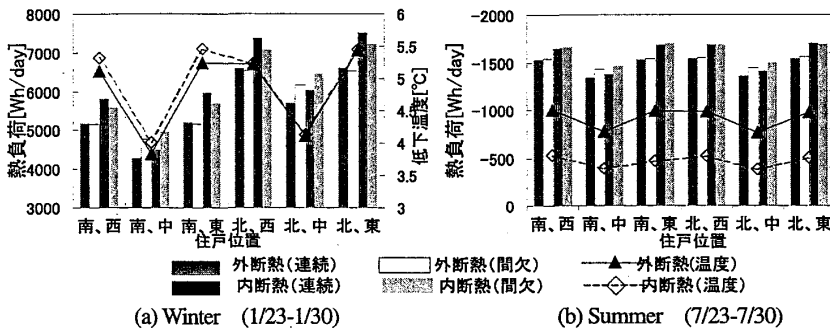
<Table.2 Effect of each mean for saving energies >

因子 水準	冬 季				夏 季				
	南面		北面		南面		北面		
	中央住戸	端住戸	中央住戸	端住戸	中央住戸	端住戸	中央住戸	端住戸	
A	L1	1.01	0.93	1.02	0.96	0.99	0.99	1.02	1.11
	L2	1.06	1.06	1.08	1.07	1.01	1.07	1.06	1.22
B	L1	1.05	1.00	1.09	1.09	1.02	1.09	1.07	1.24
	L2	1.01	0.93	1.02	0.96	0.99	0.99	1.02	1.11
C	L1	0.97	0.82	0.96	0.85	0.95	0.91	0.97	1.01
	L2	0.93	1.22	0.99	0.92	0.76	0.79	0.74	0.83
D	L1	1.01	0.93	1.02	0.96	0.99	0.99	1.02	1.11
	L2	0.84	0.80	1.11	1.03	1.83	1.75	1.64	1.72
E	L1	0.96	0.89	1.02	0.96	1.15	1.14	1.02	1.12
	L2	1.01	0.93	1.02	0.96	0.99	0.99	1.02	1.11
F	L1	0.92	0.86	0.84	0.81	0.61	0.66	0.56	0.67
	L2	1.08	0.99	0.85	0.82	0.43	0.50	0.45	0.57
G	L1	1.01	0.93	1.02	0.96	0.99	0.99	1.02	1.11
	L2	1.04	1.22	1.33	1.21	1.19	1.17	1.23	1.32
平均熱負荷	L1	1.04	0.96	1.03	0.97	0.94	0.89	0.97	1.00
	L2	1.01	0.93	1.02	0.96	0.99	0.99	1.02	1.11
平均熱負荷	L1	1.01	0.92	1.00	0.95	1.02	1.05	1.05	1.18
	L2	0.82	0.93	1.12	1.32	1.03	0.99	0.89	0.96
平均熱負荷	L1	0.59	0.95	0.93	1.19	1.10	1.06	0.97	1.05
	L2	0.96	1.26	0.76	1.05	1.10	1.04	1.15	1.22
平均熱負荷	L1	1.22	1.47	0.50	0.81	0.93	0.91	1.14	1.21
	L2	1.22	1.47	0.50	0.81	0.93	0.91	1.14	1.21

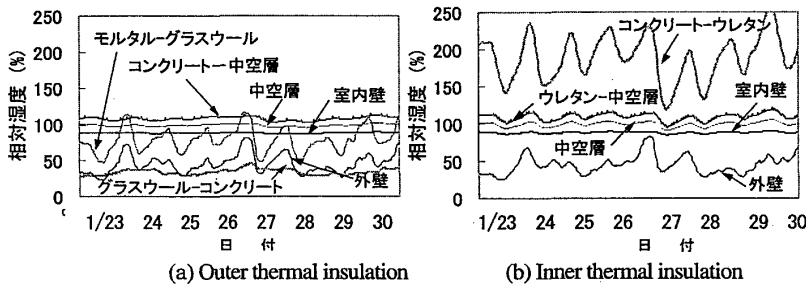
注) 表中の値は、{各ケースの熱負荷÷住戸位置別の全ケースの平均熱負荷}である。よって1.0以下の場合に熱負荷の削減効果があるとみなす。網掛け部分は、冬季および夏季において1.0以下となったケースを示す。なお、熱負荷は一日あたりの積算熱負荷であり、単位はW-h/dayである。

湿度を80%一定に制御し、他の条件は前述の熱負荷計算のものと同様とした。

【結果】冬季はどちらの断熱工法においても中空層の外気側の表面で結露を生じた。その他に、外断熱ではモルタル・グラスウール間で短時間、また、内断熱ではコンクリート・ウレタン間、中空層で常時結露を生じた<Fig.3>。夏季は結



(a) Winter (1/23-1/30) (b) Summer (7/23-7/30)  
 <Fig.2> Heating load in the cases of continuous or intermittent air condition and the changes of the room temperature



(a) Outer thermal insulation (b) Inner thermal insulation  
 <Fig.3> Relative humidity in an outer wall (in winter, Northern central room)

露は生じなかったが、外断熱では日射量が少なく、外気の湿度が高い日にグラスウール-コンクリート間の相対湿度が約 95%まで上昇した。一方、内断熱では室内表面が最も相対湿度が高く平均約 78%であり、壁体内部でそれ以上になることはほとんど無かった。

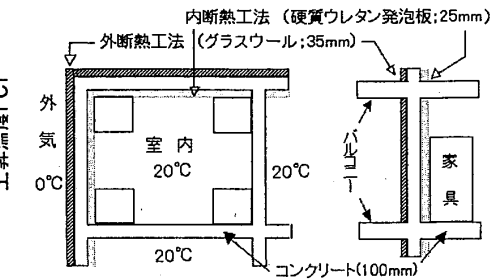
3-3. 熱橋の影響

【計算概要】 冬季における熱橋部分の伝熱および家具の設置による室内表面温度の変化を見るために、外断熱および内断熱においてバルコニーの有無、家具の有無の条件を変えて計算を行なった。モデル図を<Fig.4>に示す。なお、計算には 3 次元熱流体解析プログラム STREAM (株) ソフトウェアクレイドル製) を用いた。外気温は 0°C、室温(隣室および上下階ともに)は 20°C でそれぞれ一定とし、躯体の温度が 0°C の初期条件を与えて定常計算を行なった。

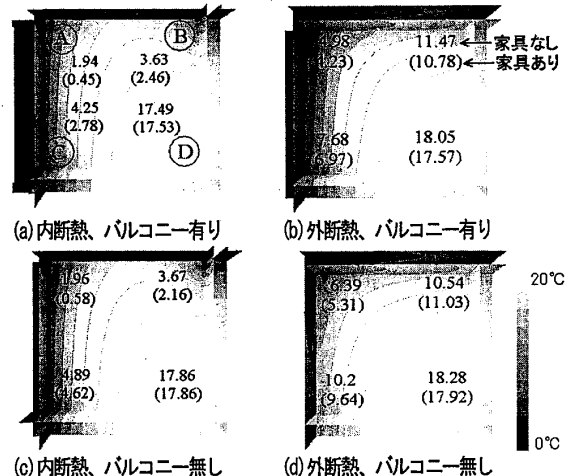
【結果】 <Fig.5>に示すような部屋の四隅(A~D)の温度を比較すると、バルコニーの有無に拘わらず外断熱の方が温度が高かった。内断熱では、B においてコンクリート躯体が熱橋となっていることにより表面温度の低下が見られ、外断熱の同じ場所に比べて約 8°C 低かった。また、家具の設置により、ほぼ全ての隅角部で温度が低下した。

4. まとめ

省エネルギー手法の効果は、住戸位置により相違があることが確認された。各住戸が画一的な構造になりやすい集合住宅においては方位を考慮した最適な手法で省エネルギー化を図る必要がある。特に中央住戸の温熱環境は隣室の影響が大きいため、全住戸においてある程度の連続空調を行なうことや、住まい方を各住戸で工夫することにより、集合住宅の利点を活かした省エネルギー対策となる。また、



(a) plan (width: 3.6m x 3.6m) (b) section (height: 2.4m)  
 <Fig.4> The simulation model allowing for the heat bridge



(a) 内断熱, バルコニー有り (b) 外断熱, バルコニー有り  
 (c) 内断熱, バルコニー無し (d) 外断熱, バルコニー無し  
 <Fig.5> Surface temperature in a room (3D view from ceiling)  
 Temperature [upper: furniture settled, (under): without furniture]

本研究の結果から、熱負荷および熱橋の影響、結露の点において外断熱の有効性が示された。施工者はもちろん、住民も住宅の特性を理解することが大切である。しかし、四季の変化に富む日本では一年を通した省エネルギー手法にはまだ多くの課題が残っている。本研究で検討した因子はほんの一部に過ぎず、様々な現象を考慮した検討が必要であり、計算手法および計算プログラムの向上も含めて、幅広い分野の研究を総合して実現できる課題であると言える。

【参考文献】 (1)住宅の次世代省エネルギー基準と指針,建築環境・省エネルギー機構 (2)建物躯体の内部結露に関する評価研究,今泉静代,お茶の水女子大学卒業論文,2000年

【発表状況】 (1) 劉, 田中, 田中, 田中「新築住宅における揮発性有機化合物 (VOCs) の濃度推移の特性による類型化及び代表化学物質の選定」, 空気清浄第40巻3号(2002), p.39-47 (2) 田中, 田中「室内環境に対する居住者の意識調査」, 2001.5, 日本家政学会学術講演会, 岡山 (p.244) (3) 田中, 田中「家具の配置型による室内気流および換気効率解析に関する研究」:2001.9, 空気調・衛生工学会学術講演会, 京都(p.537-540) (4) 田中, 田中「集合住宅の住戸位置による温熱環境の差異に関する数値解析」:2002.6, 日本家政学会学術講演会, 東京 (p.238) (5) 田中, 田中「家具の配置形態が室内気流および換気効率に与える影響に関するシミュレーション」:2002.8, 日本建築学会学術講演会, 金沢 (p.679-680) (6) 田中, 田中「集合住宅の断熱方法および住戸の方位による日射の影響に関するシミュレーション」:2002.9, 空気調和・衛生工学会学術講演会, 福岡 (p.957-960) (指導教官 田中辰明教授)