

## 第5章 技術協力成果品(2)

# 中国寒冷地域住宅省エネルギー 評価指標及び方法

( 審査稿 )

中国建築科学研究院 JICA プロジェクトチーム  
2009年1月

---

# 目次

## 1、序論

1.1 住宅の室内環境に対する要求	5-5
1.2 住宅省エネルギー性能を左右する各システム	5-6
1.3 寒冷地域における住宅の省エネルギーの現状及び関連基準・規定	5-7
1.3.1 寒冷地域における住宅の省エネルギーの現状	5-7
1.3.2 寒冷地域における住宅省エネルギーに関する基準・規定	5-8
1.4 住宅省エネルギー評価の意義と重要性	5-9
1.5 現段階の住宅省エネルギー評価における現場検査の有効性	5-9
1.6 本評価方法の位置づけ	5-10

## 2、住宅省エネルギー評価指標の制定

2.1 外皮構造システム	5-11
2.1.1 建築物外皮構造の熱特性における欠陥	5-11
2.1.2 建築物外皮構造の熱橋部分の内表面温度	5-11
2.1.3 建築物外皮構造の躯体の伝熱係数	5-12
2.1.4 建築物外窓全体の気密性能	5-12
2.1.5 建築物外皮構造の断熱性能	5-13
2.1.6 建築物外窓の日射遮蔽性能	5-13
2.2 暖房システム	
2.2.1 建築物の冬季平均室温	5-14
2.2.2 室外配管の流量	5-14
2.2.3 システム補給水の割合	5-15
2.2.4 室外配管の熱輸送効率	5-16
2.2.5 室外配管の水温低下	5-16
2.2.6 暖房ボイラーの運転効率	5-16
2.2.7 暖房システムの実際の電力使用量と供熱量の比率	5-17
2.2.8 暖房消費熱量	5-18
2.3 その他	
2.3.1 空調システム	5-18
2.3.1.1 概況	5-18
2.3.1.2 住宅空調システムの様式	5-19
2.3.1.3 空調システム省エネルギー評価指標	5-21
2.3.2 換気システム	5-24
2.3.2.1 概況	5-24
2.3.2.2 換気の形式	5-24
2.3.2.3 換気システムの評価指標	5-26

2.3.3 太陽エネルギー暖房空調システム	5-28
2.3.3.1 概況	5-28
2.3.3.2 太陽エネルギー依存率	5-28
2.3.4 地中熱ヒートポンプ暖房空調システム	5-28
2.3.4.1 概況	5-28
2.3.4.2 地中熱ヒートポンプシステムの成績係数	5-29
3、住宅省エネルギー評価指標の検証方法	
3.1 外皮構造システムの検証方法	5-30
3.1.1 建築物外皮構造の熱特性における欠陥	5-30
3.1.2 建築物外皮構造の熱橋部分の内表面温度	5-30
3.1.3 建築物外皮構造の躯体の伝熱係数	5-30
3.1.4 建築物外窓全体の気密性能	5-31
3.1.5 建築物外皮構造の断熱性能	5-32
3.1.6 建築物外窓の日射遮蔽性能	5-32
3.2 暖房システムの検証方法	
3.2.1 建築物冬季平均室温の検証	5-33
3.2.2 室外配管の流量の測定方法	5-33
3.2.3 システム補給水の割合の測定方法	5-33
3.2.4 室外配管における熱輸送効率の測定方法	5-33
3.2.5 室外配管の供給水温度低下の測定方法	5-34
3.2.6 暖房ボイラーの運転効率の測定方法	5-34
3.2.7 暖房システムの実際の電力使用量と供熱量の比率期待値の測定方法	5-34
3.3 その他	
3.3.1 空調システムの検証方法	5-35
3.3.1.1 室内平均温度	5-35
3.3.1.2 空調ユニット運転エネルギー効率	5-36
3.3.1.3 空調システムのエネルギー効率	5-38
3.3.1.4 年間空調消費エネルギー量の原単位	5-38
3.3.2 換気システムの検証方法	5-39
3.3.2.1 換気回数	5-39
3.3.2.2 換気効率	5-40
3.3.2.3 熱回収システムのエネルギー効率	5-41
3.3.2.4 通風消費エネルギーの原単位	5-41
3.3.3 再生可能エネルギーシステム	5-42
3.3.3.1 太陽エネルギー熱利用システムの検証方法	5-42
3.3.3.2 地中熱ヒートポンプシステムの検証方法	5-44

---

## 4、住宅省エネルギーの評価方法

### 4.1 指標法

4.1.1 指標法の原理およびその適用対象	5-45
4.1.2 指標法の応用（合格基準値を含む確定と判断方法）	5-45
4.1.2.1 外皮構造システム	5-45
1、建築物外皮構造の熱特性における欠陥	5-45
2、建築物外皮構造の熱橋部分の内表面温度	5-45
3、建築物外皮構造主体部位の伝熱係数	5-45
4、建築物外窓全体の気密性能	5-46
5、建築物外皮構造の断熱性能	5-46
6、建築物外窓の日射遮蔽性能	5-46
4.1.2.2 暖房システム	5-46
1、建築物の冬季平均室温	5-46
2、室外配管の水力平衡度	5-46
3、システム補給水の割合	5-47
4、室外配管の熱輸送効率	5-47
5、室外配管の供給水温度の低下	5-47
6、暖房ボイラーの運転効率	5-47
7、暖房システムの実際の電力使用量と供熱量の比率	5-48
4.1.2.3 空調システム	5-48
4.1.2.4 換気システム	5-52
4.1.2.5 再生可能エネルギーシステム	5-52

### 4.2、性能法

4.2.1 性能法の原理と適用対象	5-54
4.2.2 建築省エネルギー設計の性能性評価の過程	5-55
4.2.3 建築省エネルギーシミュレーション用推奨ソフトの紹介	5-57

5、住宅省エネルギー評価の実例	5-58
-----------------	------

## 1、序論

住宅は人々の生活、ひいてはわが国の環境、資源、エネルギーなどと密接に関係している。住宅は、人々が使用・居住するために供給されるものであり、居住室内環境の要求を満たしながら、なるべく少ないエネルギー使用で、必要となる室内環境条件を維持しなくてはならない。そのため、住宅の外皮構造、暖房システム、空調システム、換気システム、再生可能エネルギーの応用においては、省エネルギー措置を講じて住宅の効果的な運用を保障しなくてはならない。そしてこれらのシステムにおける省エネルギー措置が有効であるか、省エネルギー効果が発揮されているかについては、検証と評価が必要である。本プロジェクトの研究作業は、住宅の外皮構造、暖房システム、空調システム、換気システム、再生可能エネルギーの応用における評価指標を提示することにより、評価指標に基づくパラメーターの測定理論や方法を構築し、実際に建設された住宅工事に対する測定検証の実施を通して、講じられた技術的措置の有効性を判断し、そこから北方寒冷地域の住宅の省エネルギー効果に対し評価を行うものである。

### 1.1 住宅の室内環境に対する要求

人々の住宅室内環境に対する要求は次のものが挙げられる。室内温度、相対湿度、気流速度が適切であること。良好な通風と人体が必要とする十分な量の新鮮な空気があること。室内の空気の清浄度。室内の騒音が要求値内に抑えられていること。「暖房通風と空気調節設計規範」GB50019-2003、「室内空気質基準」GB/T18883-2002の要求に基づき、快適な室内環境は基準の規定を満たしていなくてはならない。住宅の室内環境に対する要求は、主に以下のいくつかの点が挙げられる。

#### 1、適切な空気温度と相対湿度

人体の快適感を左右する主な要因は、室内空気の温度、相対湿度、気流速度と外皮構造の内壁面温度である。「暖房通風と空気調節設計規範」GB 50019-2003においては、温度、相対湿度、気流速度について規定がなされている。

表 1-1 室内温度、相対湿度、気流速度の規定

パラメーター	冬季	夏季	単位
湿度	16 ~ 24	22 ~ 28	
相対湿度	30 ~ 60	40 ~ 80	%
気流速度	0.2	0.3	m/s

外皮内壁面温度は、外壁、外壁建具、天井、床などを含む内側の表面温度であり、これらは人体に対して熱放射を行うため、人体の快適さに影響を与えるひとつの要因となる

#### 2、人体が必要とする新鮮な空気

人は生存する際呼吸をする必要があるが、呼吸により二酸化炭素が発生する。二酸化炭素自体は無害であるが、空気中の含有量が増加すると、人は気分が悪くなり中毒症状を起こし、ひいては死亡する可能性もある。空気中の二酸化炭素濃度が0.5%に達すると、人の呼吸数はわずかに多くなり、濃度が1%~3%になると、呼吸は深く短いものになり、濃度が3%を超えると具合が悪くなり、頭痛がする。濃度が5%を超えると、中毒症状が起こり、10%以上になると、意識がなくなり死に至る。室外空気中の二酸化炭素の濃度は0.02%~0.03%である。中国の「公

共場所衛生基準」GB9663～9673-1996、「飲食店（レストラン）衛生基準」GB16153-1996と、「室内空気質基準」GB/T18883-2002では、室内の二酸化炭素の濃度は0.1%まで許容されると規定している。人体の二酸化炭素生成量は、その活動状況と関係があり、活動量が増えると二酸化炭素生成量も増加する。そのため、室内の空気清浄度を保証するためには、良好な換気法を利用し、外気を室内へ十分供給しなくてはならない。

### 3、良好な室内空気質

2003年3月1日に施行された推進国家基準 GB/T 18883-2002「室内空気質基準」の定義によると、室内空気質の基準値は、人体の健康と関係のある室内空気中の物理・化学・生物・放射性物質の基準値である。先に述べた物理的基準値の他、次の化学物質の基準値もこの国家基準において表1-2のように規定されており、その適用の範囲は住宅とオフィスビルとなっている。

表 1-2 室内空気質基準

NO	種別	化学物質	単位	基準値	備考
1	化学性	二酸化硫黄 SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	0.50	1h 平均値
2		二酸化窒素 NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	0.24	1h 平均値
3		一酸化炭素 CO	mg/m <sup>3</sup>	10	1h 平均値
4		二酸化炭素 CO <sub>2</sub>	%	0.10	1 日平均値
5		アンモニア NH <sub>3</sub>	mg/m <sup>3</sup>	0.20	1h 平均値
6		オゾン O <sub>3</sub>	mg/m <sup>3</sup>	0.16	1h 平均値
7		ホルムアルデヒド HCHO	mg/m <sup>3</sup>	0.10	1h 平均値
8		ベンゼン C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	mg/m <sup>3</sup>	0.11	1h 平均値
9		トルエン C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	mg/m <sup>3</sup>	0.20	1h 平均値
10		キシレン C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	mg/m <sup>3</sup>	0.20	1h 平均値
11		ベンゾ(a)ピレン B(a)P	mg/m <sup>3</sup>	1.0	1 日平均値
12		吸込み可能な浮遊粒子物質 PM10	mg/m <sup>3</sup>	0.15	1 日平均値
13		総揮発性有機物 TVOC	mg/m <sup>3</sup>	0.60	8h 平均値

上の表に列挙された化学性物質の基準値について、その汚染源は、主に室外、室内、人からもたらされる。各種有害物質に対しては、汚染の根源を制御する他、換気を強め、その濃度を衛生基準要求値まで希釈することが最も有効な方法である。

#### 1.2. 住宅省エネルギー性能を左右する各システム

住宅の室内環境要求を満足させるため、住宅には相応の室内環境制御システムを配置する必要がある。住宅内の適切な空気温度と相対湿度を保証するためには、まず室内環境を外界環境と隔離しなくてはならない。室内環境と外界を隔離する外壁、外窓、天井、床などを総称して住宅の外皮構造と呼ぶ。住宅は室内の各エリアによって異なる環境要求が存在するが、住宅の室内環境をそれぞれ区切る床、天井、仕切り壁などを総称して住宅の内皮構造と呼ぶ。住宅の内外皮構造を総称して住宅表皮構造と呼ぶ。この他、必要に応じて住宅室内へ熱を輸送・排出

し、室内空気との温湿度交換を通じて、住宅室内の温湿度環境を保証する必要があるが、これらの要求は主に住宅の暖房システムと空調システムにより満たされる。

住宅室内で人体が必要とする新鮮な空気は、主に換気システムや、窓・ドアを開けた時の自然の通風によりもたらされる。住宅室内の空気中の有害物は、主に室内の装飾や内装材料、各種近代的設備や業務用品・生活用品の使用および室内での人の活動により生じる。住宅中の有害物濃度の主な制御措置としては、給気量による制御となる。つまり換気システムは、住宅室内環境に質的量的に十分な給気を提供し、空気質を保証するのである。これは最も常用されるシステムであり、非常に効果的な方法であり、重要なシステムなのである。

再生可能エネルギーの応用は、従来型エネルギーの代替として効果的な手段である。現在中国で比較的多く利用されている太陽エネルギーと地中熱ヒートポンプシステムは、住宅において従来型エネルギーの代替物にすることができ、建築物に対し冷房と暖房を提供することで、必要とされる室内環境を作り出すことが可能である。

総合すると、住宅室内環境を制御するシステムは、主に住宅外皮構造システム、暖房システム、空調システムと換気システム、再生可能エネルギーの応用システムから構成される。これらのシステムは、住宅エネルギー消費における主要なシステム構成要素でもある。これらのシステムが共同で実現する役割は、まず人が居住するための快適な環境の創出と、室内快適性の基本的要求を保障することである。もう一つは、住宅のエネルギー消費と排出を最低減に抑えることである。

### 1.3 寒冷地域における住宅の省エネルギーの現状及び関連基準・規定

#### 1.3.1 寒冷地域における住宅の省エネルギーの現状

ここ 20 年ほど、国民経済は発展を続け、人々の生活が絶えず改善されている中で、家屋の建築規模は日ごとに拡大している。80 年代初期には、全国の年間建築物建設面積は 7~8 億  $m^2$  であったが、90 年代初期には年間建設面積はすでに約 10 億  $m^2$  に達し、現在では 16~17 億  $m^2$  に増加している。その中で都市部の住宅は 4~5 億  $m^2$ 、公共建築と工業建築は 4~5 億  $m^2$  (主に都市部)、農村の住宅は 7~8 億  $m^2$  となっている。これは、現在都市部では毎年新たに 8~9 億  $m^2$  の住宅と公共建築物が建設されているということであり、尚且つこうした建設速度と建設量が今後かなり長い間持続すると見られる。世界銀行によると、2000 年から 2015 年までは、中国の民間建築発展最盛期の中後期にあたり、2015 年の民間建築保有量の半分が 2000 年以降に新しく建てられたものになると予測されている。このほか、既存建築量も非常に多く、2000 年末まで、全国既存建築面積は 277 億  $m^2$  に達し、その中で都市部既存建築面積は 76.6 億  $m^2$  (その中で住宅建築は 44.1 億  $m^2$ ) となっている。

建築物エネルギー消費とは、建築物が使用するエネルギー消費を指し、暖房、空調、給湯、照明、家事、家電品などにおけるエネルギー消費が含まれる。その中で暖房と空調のエネルギー消費の占める比率は非常に大きい。経済発展や人々の生活レベルの向上に伴い、建築物エネルギー消費も急速に増加している。統計によると、1999 年、中国の建物用製品のエネルギー消費は、合計で標準石炭ベース 3.76 億トンであり、当年の全国エネルギー消費総量は標準石炭ベース 13.6 億トンであった。すなわち建築物でのエネルギー使用が、全民間エンドユーザーエネルギー消費量に占める割合はすでに 27.6% に達していることになる。

人々の生活レベルの向上に伴い、人々の建築熱環境の快適性に対する要求は日々高まっている。これまで「非暖房地域」であった中国の中部地域における都市部と農村部ともに、更に広範囲の家屋に暖房設備が取り入れられ始めている。また、夏季の室内環境を改善するため、全国的にエアコンの設置が行われ、全国 100 戸あたりのエアコン所有数は、1991 年の 0.71 台から 1999 年の 24.48 台へと増加した。エアコンはすでに各地域の建築物エネルギー消費の主要項目となっている。全国の都市部住民一人当たりの年間使用エネルギー支出（集中暖房設備の暖房用エネルギー支出は含まない）は、1991 年の 38.82 元から 1998 年の 235.43 元に増加しており、1999 年には 258.09 元へ増加と、同期の住居賃貸料を大きく超えている。この他、相当数に上る既存建築物は即時に省エネルギー改造を行うことが難しく、エネルギー高消費の現象はしばらくの間続くと思われる。

以上の状況から、今後かなり長い期間に渡り、中国における建築物のエネルギー使用は、大幅に増加を続けることになるであろう。

### 1.3.2 寒冷地域における住宅省エネルギーに関する基準・規定

1986 年国家建設部は「民用建築の省エネルギー設計基準(暖房居住建築部分) JGJ 26-86」を公布したが、その中で目標として挙げられたのは、1980 年/1981 年に各地域で設定された暖房エネルギー消費量を基礎とし、その 30%のエネルギー削減を実現することであった。1995 年 12 月、建設部は「JGJ26-86」基準の修正案を許可した。これがすなわち「民用建築の省エネルギー設計基準（暖房居住建築部分）JGJ26-95」で、1996 年 7 月 1 日に施行されたが、そのエネルギー削減目標は 50%であった。2008 年、この基準は修正され、「嚴寒・寒冷地域居住建築省エネルギー設計基準 JGJ26-2008」に名称を改められた。現在意見募集が終了し、まもなく公布と実施が行われることになるが、そのエネルギー削減目標は 65%に引き上げられた。主な規定は次のとおりである。

- (1) 建築物省エネルギーの目標は、室内熱環境の確保という前提の下、暖房と空調のエネルギー消費を低減することにある。空調と暖房のエネルギー消費の低減は、二つの面から着手しなくてはならない。一つは建築外皮構造の熱特性を向上させることであり、もう一つは高効率の空調暖房設備の使用である。中国には別途、照明省エネルギー設計基準があるため、中国の建築物省エネルギー設計基準には、照明に関する省エネルギー設計の内容は含まれていない。
- (2) 基準は 2 種類の指標を利用して省エネルギー設計を規定している。一つは規定性指標であり、もし建築の設計において、窓壁面積比や体形係数などが基準値に適合するなら、設計者は簡単に表を調べて外皮構造省エネルギー設計の仕様を得ることができる。もう一つは、性能性指標であり、建築の設計が上述で規定する設計基準値を満たさない場合、設計した建築物の暖房空調エネルギー消費の計算を行い、基準中のエネルギー消費制限値内に適合するようにしなくてはならない。規定性指標は運用が容易で、簡便である。性能性指標は、より自由でより多くの設計の幅を設計者に持たせている。
- (3) 北方の嚴寒、寒冷地域の「民用建築の省エネルギー設計基準（暖房居住建築部分）JGJ26-95」は、主に暖房負荷を考慮したものであり、規定性指標においては外皮構造の外壁、外窓、屋根などの伝熱係数の制限値のみ規定している。性能性指標では、各主要都市の延床面積 1 m<sup>2</sup>あたりの最大消費エネルギー量を規定し、同時に基準中でエネルギー



ー消費計算の公式も列挙している。暖房システムにおける省エネルギー設計については、この基準は当時主に集中暖房システムに対するものであったため、ボイラーの設備容量は暖房負荷に見合うものを設置しなくてはならないと規定している。このほか給湯システムは流量バランスを考慮すべきである点や、熱供給導管は必要に応じて保温処理を施すといった規定もなされている。

#### 1.4 住宅省エネルギー評価の意義と重要性

省エネルギー・省資源の基本国策を確実に徹底させるために、省エネルギー・省立地面積型住宅の発展を促進し、省エネルギー建築物の建設を規範化し、住宅に対し測定と評価を行うことは、非常に重要な現実的意味を有している。中国はすでに北方厳寒・寒冷地域の住宅省エネルギー基準を公布しており、建築物省エネルギー工事施工品質検収規範などもすでに公布、実施されている。これらの基準は、建築物の省エネルギー設計に、最低限の要求を与えている。しかし建設業界においては、施工技術と工法はまだ完全でなく、建築材料の性能も未だ不安定な状況であり、更に中国では建築の監理手法が十分ではない。そのため、設計における省エネルギー要求に対し、建設過程で変更が行われ、省エネルギーの目的が達せられないこともある。完成した建築物が設計上の省エネルギー要求を満たしたものになるように、完成後それら进行评估し、エネルギー消費状況をさらに把握する必要がある。

省エネルギー建築に対する評価は次の項目を遵守しなくてはならない。

- (1) 省エネルギー建築物の評価は、住宅およびその各エネルギー使用システムを網羅する必要があり、重要な点は建築施工から運用管理までの省エネルギー効果である。
- (2) 省エネルギー建築物の評価は、その土地の事情に適した措置を取るという原則に基づき、建築物所在地域の気候、資源、自然環境などの特徴に合わせて評価を行わなくてはならない。

#### 1.5 現段階の住宅省エネルギー評価における現場検査の有効性

中国の設計基準は公布、施行されてすでに数年が経っており、また省エネルギー設計専門の審査も存在する。そのため、省エネルギー建築実施の重点は、建築施工過程の管理と建築材料の選択、採用した設計措置の実施状況といった点に置かれる。省エネルギー措置の有効性を保証するために、住宅におけるエネルギー消費に関連するパラメーターについて検査を行うことは、非常に重要である。設計から施工過程までの省エネルギー措置の実施状況を検証すると同時に、実測したパラメーターの数値は評価を行う上での基礎であり根拠となる。またそれは建築省エネルギー基準の修正累積データにもなる。

住宅省エネルギー評価の目的は、すでに完成した住宅に対し、実測により各項省エネルギー措置における実際のパラメーターを把握し、住宅の省エネルギー状況とエネルギー消費レベルを明らかにすることである。また、建築施工過程の有効性について管理監督を行い、省エネルギー施工技術レベルを向上させ、省エネルギー設計の効果を実確なものにすることもできる。省エネルギー施工レベル向上を促進させるという前提のもと、省エネルギー評価の実施は、省エネルギー住宅選択のための根拠を社会に広く提供し、市場誘導の役割を果たすこととなる。

---

## 1.6 本評価方法の位置づけ

1.6.1 建設が完成した実際の工事を評価対象とし、建築外皮システム、暖房システム、換気システム、空調システム、再生可能エネルギー応用システムなどにおいて、エネルギー使用と関係ある評価指標やパラメーターを提示し、住宅のシステム毎、パラメーター毎の省エネルギー性能について測定を行うことにより、その実際的なパラメーター基準値を確定する。

1.6.2 有効な現行基準規定に基づき、実験により得られた住宅の各システムのパラメーターに対し、基準のパラメーター規定値に照らして省エネルギー性能評価を行い、住宅の省エネルギー要求の実施状況を把握する。同時に各制御システムに関する省エネルギー措置の貢献率について評価を行う。

1.6.3 規定性指標を採用し要求を満たすことができないものに対しては、性能性指標による計算方法を採用する必要がある。北方の集中暖房地域(基本的に厳寒、寒冷地域)の冬季における建築内外の伝熱方向は比較的一律であり、且つ当時(80年代中期)のコンピューター容量が少なく、時間ごとの気象資料は入手困難であるため、静的計算方法を採用する。空調システムを採用した住宅については、空調の伝熱は非定常であるため、動的シミュレーションソフトを利用し、一年を通じたエネルギー消費計算を行う必要がある。中国は、アメリカのローレンス・バークレー国立研究所と協力し、DOE-2ソフトを中心的基礎とした上で、研究チームが省エネルギー計算ソフトを開発した。実測パラメーターを入力値とし、省エネルギー計算を行い、総合的に住宅が基準に適合しているかを評価する。

## 2、住宅省エネルギー評価指標の制定

### 2.1 外皮構造システム

#### 2.1.1 建築物外皮構造の熱特性における欠陥

断熱材に欠損、湿気、取付ムラ、断熱材へのモルタルの混入や外皮構造上に隙間がある場合、その部分に外皮構造における熱特性の欠陥があると言える。

建築物の外皮構造の熱特性欠陥は、建築物の省エネルギー効果や建築物の熱快適性に影響を及ぼす重要な要因である。建築物外皮構造の熱特性欠陥は、主に外皮構造の外表面と内表面の熱特性欠陥に分けられる。省エネルギー検査の作業量を低減するために、建築熱特性欠陥の検査を通じて、深刻な熱特性欠陥のある建築物を検査の対象から除外する。赤外線熱画像装置を採用した熱特性欠陥の検査は、全体を見通す効果があるため、建築物の外皮構造について詳細な検査を行う前に、熱特性欠陥の検査を行ったほうが良い。

室内に結露が現れる最も直接的な原因は、表面温度が室内空気の露点温度より低いことにある。住宅室内の表面に結露が発生すると、室内環境にマイナス影響を及ぼし、居住者の生活に不便をもたらす。長時間の結露はカビの発生を促し、居住者の健康に害をもたらすことになる。これは許されることではない。

一般的には、住宅の外皮構造の内表面が広い範囲で結露する可能性は高くなく、結露はほとんど金属の窓枠、窓ガラス表面、壁の隅、壁面、屋根の上の熱橋が現れる部分に発生する。本条文は、住宅設計の過程において、外壁と屋根の熱橋が現れる可能性のある部位の特殊な断熱措置に注意し、設計条件において結露発生の可能性がある部位の内表面温度が露点温度より高いかを算出し、室内の温湿度設計条件下での結露発生を防止するよう規定する。

現在の寒冷地域の住宅省エネルギー設計基準においては、建築物外皮構造の熱特性欠陥の合格指標の定量化は規定されていないが、「住宅省エネルギー検査基準」では、検査対象の外表面欠陥部分と躯体部分の面積比は20%未満でなくてはならず、それぞれの欠陥面積は0.5 m<sup>2</sup>未満とすると規定されている。また、検査対象の内表面で、欠陥部分によりもたらされるエネルギー消費増加比率は5%未満とし、且つそれぞれの箇所の面積は0.5 m<sup>2</sup>未満でなくてはならないと規定されている。

#### 2.1.2 建築物外皮構造の熱橋部分の内表面温度

建築物外皮構造で以下の熱特性の特徴を持つ部位を熱橋と呼ぶ。外皮構造の熱橋は、主に梁、柱、窓周辺、床スラブと外壁の連結部分などに生じる。屋根の熱橋は、主に外壁軒部分や手摺り壁と屋根の連結部分に生じ、室内で暖房を使用している際には、その部分の内表面温度が主体部位より低くなり、エアコンで室内の温度を下けている状態では、その部分の内表面温度は主体部位より高くなる。

「民用建築の省エネルギー設計基準(暖房居住建築部分)」(JGJ26-95)の中で、熱橋部分の内表面温度は、室内空気の露点温度より低くなると規定されているが、これは室内外冬季計算温度条件下でのものである。そのため、実際の室内外温度条件下での計測値は、室内外計算温度での表面温度値に換算する必要がある。

また熱橋部分には、高密度の熱流が生じる。外皮構造の熱橋部分の断熱を高め、熱橋部分の内表面温度を高くすれば、暖房負荷を低減することができる。

そのため、「住宅省エネルギー検査基準」FGF132 は、合格基準として、室内外の計算温度条件において、表皮構造の熱橋部分の内表面温度が室内空気露点温度より低くなくてはならず、且つ室内空気露点温度を確定する場合には、室内空気相対湿度を 60%で計算するよう規定している。検査対象部分の検査結果が上述の規定を満たす場合は合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。これは明らかに動的指標であり、固定数値ではない。

### 2.1.3 建築物外皮構造の躯体の伝熱係数

中国で 1996 年 7 月 1 日「民用建築の省エネルギー設計基準( 暖房居住建築部分 )」( JGJ26-95 ) が公布されて以来、新タイプの断熱壁体が普及し使用されたが、設計の欠陥や施工管理の不備から外皮構造熱橋部分に湿気、結露、カビが発生するケースが時に見られた。この問題は、普遍的な問題というわけではないが、居住者にとっては確かに許せないものである。使用者の合法權益を確実に保護するために、本基準はこの項目を必須検査項目に入れた。外皮構造の主体部位の伝熱係数と外窓の気密性能は、JGJ26-95 が強調する重点項目であるため、これも必須検査項目に入れる。

寒冷地域(北京)の住宅省エネルギー設計基準では、建築物各部分の表皮構造の伝熱係数は、表 2-1 に規定する制限値を越えてはならないと規定している。

表 2-1 建築物部分別外皮構造の伝熱係数制限値 [W/ (m<sup>2</sup>·K) ]

	屋根	外壁	外窓/ バルコニー 扉ガラス	バルコ ニー扉 下部芯 板	外気と接 触する床	非暖房 空間の 上部床	非暖房階段室	
							内壁	住戸扉
5 階以上の建築物	0.60	0.60	2.80	1.70	0.50	0.55	1.50	2.00
4 階以下の建築物	0.45	0.45						

### 2.1.4 建築物外窓全体の気密性能

建築の省エネルギーを保証するため、外窓は高い気密性能が求められる。夏季と冬季の屋外の空気が必要以上に室内へ浸透することを防ぐために、外窓の気密性能に対する要求は高いものとなる。

寒冷地域(北京)の住宅省エネルギー設計基準では、建築物外窓全体の気密性能として、気密性能レベルの比較的高い外窓(バルコニーのドアを含む)を採用し、国家基準「建築外窓気密性能レベル区分および検査方法」(GB7107-2002)に基づく気密性能 4 級以上のものを選定しなくてはならないと規定している。

「建築外窓気密性能レベル区分およびその測定方法」GB7107-2002 の中で規定された 4 級に当たる性能は、10Pa の圧力差のある状態で、1 時間あたりの 1 m の隙間の空気浸透量は 1.5 m<sup>3</sup>以内、且つ 1 時間あたりの 1 m<sup>2</sup>面積の空気浸透量は 4.5 m<sup>3</sup>以内となる。3 級に相当する性能は、10Pa の圧力差のある状態で、1 時間あたりの 1 m の隙間の空気浸透量は 2.5 m<sup>3</sup>以内で、且つ 1 時間あたりの 1 m<sup>2</sup>面積の空気浸透量は 7.5 m<sup>3</sup>以内となる。

### 2.1.5 建築物外皮構造の断熱性能

自然通風条件のもとでの外皮構造の断熱要求は、建築物の屋根と東西外壁に限られる。そのため、本基準に基づく断熱性能の検査も屋根と東西外壁に限定する。

外壁と屋根に軽質の断熱材料を含む複合構造を採用した場合は、熱惰性指標値が非常に低い状態が生じる可能性がある。このように、夏季のエアコンをつけない自然通風条件下では、屋根と外壁の内表面の最高計算温度は、「民用建築熱特性設計規範」GB50176-93の規定より高くなる可能性がある。1日の屋根と外壁の内表面温度の変動は非常に激しい。室外温度が高い場合、部屋の内表面温度も高く、室内の使用温度（または輻射温度）が上昇し、室内の熱快適性が低下して居住者は蒸し暑く感じる。また、壁面温度が上昇すると、空調の負荷が増加し、運転時間が長くなる。そのため、こうした状況を避けるため、また空調使用時の室内温度の安定性を高めるため、屋上や外壁の熱惰性指標に対し何らかの規定を設けるべきである。

省エネルギー設計基準では、保温措置を施した外皮構造の熱惰性指標は3.0と2.5未満とすると規定している。しかし、軽質複合保温構造を採用した外壁と屋根の全てが熱惰性指標2.5以上を満たすとは限らない。そうした状況の場合は、屋根と西壁の内表面温度も「民用建築熱特性設計規範」GB50176-93の規定に基づき算出を行わなくてはならない。夏季における建築物の東(西)外壁と屋根の内表面の時間ごとの最高温度は、どの時間においても室外の時間ごとの空気温度最高値より高くなってはならない。検査対象部分の検査結果が上述の規定を満たす場合は合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

### 2.1.6 建築物外窓の日射遮蔽性能

日射熱は建築の省エネルギーに対する影響が大きく、夏季の日射熱は冷房負荷を増加させ、冬季の日射熱は暖房負荷を低減させる。太陽高度角と方位角の変化の法則から、南向きの建築物は、夏季には日射熱を低減させ、冬季には日射熱で暖房負荷を抑えることができる最も有利な建築物の向きである。しかし、建築物の向きはその他の多くの要因による制約を受けるため、すべて南向きに建てる事はできない。

建築物の外部日射遮蔽装置は、直射日光を遮蔽する効果があり、適切な外部日射遮蔽装置は日射熱量を抑えることができる。住宅の外窓は、可能であれば、優先的に可動式または固定式の外部日射遮蔽装置を採用すべきである。窓本体の日射遮蔽や窓の内側に設置する日射遮蔽装置に比べ、外部日射遮蔽装置はより良い日射遮蔽断熱効果を得ることができる。可動式の外部日射遮蔽装置を寒冷地域の南部地域で使用すると、同時に冬季の暖房エネルギー消費と夏季の空調エネルギー消費を効果的に低減することができる。

新しい「厳寒・寒冷地域住宅省エネルギー設計基準」では、東や西向きの日射遮蔽係数は0.45以下とすると規定している。そのため、本ガイドラインは、検査対象の外部日射遮蔽装置の構造サイズ、設置位置、設置角度、回転や移動範囲および日射遮蔽材料の光学性能が設計要求を満たさなくてはならないと規定する。検査対象の外窓外部日射遮蔽装置の検査結果が、すべて上述の規定を満たす場合は合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

## 2.2 暖房システム

### 2.2.1 建築物の冬季平均室温

建築物に暖房システムを設置するのは、建物内の温度を保証するためである。室内温度の高低は居住者の生活の質を決定付ける。また同時に、省エネルギー建築の省エネルギー効果が最も直接的に表れるのは、同様の屋外気象条件下で、省エネルギー建築の室内温度が非省エネルギー建築より高いか、または同じ室内温度に達した場合、省エネルギー建築のエネルギー消費レベルの方が低くなるかという点である。そのため、建築物の冬季平均室温は評価指標の一つとしなくてはならない。

建築物の冬季平均室温は、設計範囲内になくならず、且つすべての検査対象の部屋の時間ごとの平均温度最低値は、16 より低くならないようにし(すでに使用量による暖房費計算が行われ、室内の放熱装置にサーモスタットが設置されており、且つユーザーが経済的な理由から自主的に室内温度を低く設定している場合は除く)同時に検査実施時間内の部屋の平均室温は23 より高くなってはならない。

### 2.2.2 室外配管の流量

暖房給湯、温水暖房システムにおいて、熱媒体(通常は温水)は閉鎖式配管システムにより各ユーザーへ輸送される。それぞれの区分方式により、建築物1棟、建築物の一部の区域、または放熱器などの末端装置がある。設計が正しく行われ、設計要求に基づいて運用される配管システムであれば、各ユーザーは等しく設計水量を得る事ができる。つまりその熱負荷の要求を満足させることができるのである。しかし様々な理由から、大部分の輸送環状配管や熱源ユニット(連動)環状配管では水力失調が生じ、住戸内やユニットに流れる流量が設計流量の要求と合わない状況が起こる。加えて、ポンプのタイプ選定が大き過ぎたり、ポンプを不適切な場所で運転させると、システムは大流量で、温度幅が小さい運転状態を招き、ポンプの運転効率は低くなり、熱量輸送効率も低下する。また、それぞれのユーザーの箇所の室温も異なる。熱源に近いと室温が高く、熱源より遠いと室温が低くなる。熱源については、ユニットが定格出力に達せず、実際に運転するユニット台数が負荷要求に基づく台数を超えることになる。以上の様々な原因が、エネルギー消費が多く、暖房品質が劣るといふ弊害を生んでいる。

流量バランスシステムとは、システムが実際に運転する際、全てのユーザーが設計流量を使用できることを指す。一方流量失調とは、流量バランスが崩れた状態を意味する。流量失調は二つの意味を持ち、一つはシステムの中、一部のユーザーの流量が変化した場合(スイッチを切ったり調節した時)その他のユーザーへの流量がそれに伴い変化することを指す。これは流量の安定性に関わる概念である。もし上述の変化が小さければ、流量が失調する程度も小さく、流量が安定しているということである。二つ目は、システムは流量バランス計算を行い、規定の要求を満たしているものの、施工設置の際や初回調整の後、各ユーザーの実際の流量は依然として設計要求に適合しない状態を指す。この場合は先天的、根本的なものであり、解決に取り組まなければ何らかの影響が常に存在する。

暖房住宅の流量バランスの定義は、建築物の温水引込み部分の循環水量測量値と設計値の比率である。室外配管の温水引き込み部分の流量バランスは、0.9~1.2の範囲内とする。

### 2.2.3 システム補給水の割合

システムの補給水の割合の定義は、システムの補給水量と設計循環水量の比である。暖房システムが正常に運転している状態で、システムの膨張や排気により、システムの正常な運転を確保するためにシステムは水の補給を必要とする。同時に熱配管のメンテナンスが間に合わない場合、バルブの品質が規定に達せず、システムの水の流出、噴出、落滴、漏水、熱力運転状態の不均衡、ユーザーが暖房が効いていない時に水を放出させるなど、どの状況でもシステムの水が失われる。往きの温水は 95℃、還り温水は 70℃ の暖房システムを例にとると、1tの水を失うのに流出する熱量は約 300MJ であり、石炭の有効利用係数を 0.7 とし、標準石炭ベース 15Kg に換算して、燃料費、水道料、軟化処理費、輸送動力費、減価償却費を計算すると、コストは 5 元（約 65 円）から 6 元（約 78 円）となり、システムが一日に失う水量が 100 m<sup>3</sup> なら、蒸発量 4t のボイラーは、負荷全開の状態でも 3 時間無駄な運転をすることになる。システムの失水量が多い場合は、過大な熱損失を招き、コストも増加するだけでなく、システムの流量や温水温度の失調を招く可能性もあり、そういった状態では暖房効果の保障は難しい。システムの失水量があまりに多い場合は、補給水の質を保証できず、導管や設備の水垢や腐食を招く。

同時に中国は水不足の国であり、1989 年まで、程度の差はあるが水不足であった中国の都市は 300 に上った。2000 年の中国の各流域での水不足率は表 2 - 2 を参照されたい。

表 2 - 2 2000 年中国各流域における水不足率

番号	地域名	水不足率 (%)
1	東北地域の河川	7.4
2	海河	23.6
3	淮河	9.5
4	黄河	5.2
5	長江	3.1
6	華南地域の河川	4.0
7	東南地域の河川	0.2
8	西南地域の河川	4.2
9	内陸河川	2.7
10	全国	5.9

中国の農工業の迅速な発展と都市化の加速、工業汚染の持続的影響により、水資源問題はますます顕著になってきた。北京市の 2001 年～2005 年における全市地下水貯蓄量の累計は、30 億 m<sup>3</sup> に近いレベルにまで減少している。2006 年の北京市市区の供水能力 (268 万 m<sup>3</sup> / d) に基づき計算すると、北京市区に供水可能なのはわずか 1119 日ということになる。まさにこうした理由から、中国政府は最終的に「省エネルギー、水節約、土地節約、材料節約」のスローガンを打ち出したのである。

---

そのため、システム補給水の割合をシステム省エネルギーの評価指標の一つとしなくてはならない。また、暖房システム補給水の割合は、システム使用水容量の 0.5% を超えてはならない。

#### 2.2.4 室外配管の熱輸送効率

室外配管の熱輸送効率の定義は、全ての建築物の温水引込みの総熱量値と地域ボイラー室や熱力ステーションのメイン配管部分の熱量値の比率を指す。配管の熱輸送効率は、二つの部分からなる。保温熱損失と漏水熱損失である。この値が高くなるほど、配管の熱損失は少なくなる事を意味する。熱媒体輸送配管の熱損失は防止しなくてはならず、室外配管の流量バランスとシステムの補給水が正常に行われている中で、この指標についての評価を行わなくてはならない。

現段階における中国での配管の運用状況に基づき、暖房システムの室外配管熱輸送効率は 0.9 未満にならないようにする。

#### 2.2.5 室外配管の水温低下

暖房システムは、温水を地区ボイラー室や熱力ステーションから建物内まで送り込むが、輸送距離や配管断熱状態などの理由から、供水温度はある程度低下する。設計要求に基づき、建築物の入口での最低供水温度は、暖房設計要求を満たさなくてはならない。設計の不合理的な施工品質不良などの原因から、室外配管温度が過度に低下した場合は、最終的に建築物室内温度が基準に達しない状態を招くことになる。そのため室外配管供水温度の低下を評価指標とする。暖房熱源の出口から、ユーザー住戸側の温水引き込み口までの、全ての室外配管での供水温度の低下は、実際の行きと還り温水温度低下の 5% 以上にならないようにする。

#### 2.2.6 暖房ボイラーの運転効率

暖房住宅の熱源は通常ボイラーであるが、ボイラーの運転効率の如何は、直接ボイラー本体の運転が省エネルギーであるかを表している。通常の状態では、省エネルギー 50% に達している住宅に対しては、全国の平均値から見ると、蒸気発生量 1t で 10000 m<sup>2</sup> に暖房供給が可能である。同時にボイラーの製品カタログから、ボイラーの設計および評定熱効率は、通常 72% ~ 80% であり、4 t/h 以下の容量のボイラー効率を最低限值とし、6t/h 以上の容量のボイラーは全て 75% 以上であることが分かる。省エネルギー率 65% の住宅に対しては、北京市の基準である「住宅省エネルギー設計基準」DBJ01-602-2006 の要求に基づき、石炭(第 Ⅱ 類瀝青炭)ボイラーの設計熱効率は 74% 以上、ガスボイラーは 86% 以上、定格蒸発量 8t/h 以上のものは 90% 以上のものとする。ボイラー運転の実際の状況から、通常の技術条件下では、一部のボイラーは長期に渡り安定稼働できる他、75% 以上の熱効率稼働状況で運転することができることが明らかになっている。しかし実際の状況においては、多くの工事に不合理な要因が存在するため、ボイラーユニットが正常な技術レベルに到達していない。省エネルギーの暖房システムにとっては、熱源部分の省エネルギーは非常に重要である。そのため、暖房ボイラー運転効率を、省エネルギー効果を評価する指標の一つとする。



「住宅省エネルギー検査基準」JGJ132に基づき、測定時間を24hとする場合、暖房ボイラーの運転効率は表2-3にある規定より低くならない。測定時間を暖房期全体とする場合は、表2-4にある規定より低くならない。

表2-3 ボイラーの一日あたりの最低平均運転効率(%)

ボイラーのタイプと燃料別発熱値		ボイラー容量(MW)別の設計効率(%)						
		0.7	1.4	2.8	4.2	7.0	14.0	>28.0
石炭	瀝青炭	-	-	65	66	70	70	71
		-	-	66	68	70	71	73
オイル、ガス		77	78	78	79	80	81	81

表2-4 ボイラーの暖房期最低平均運転効率(%)

ボイラータイプ、燃料別の発熱値		容量(MW)別ボイラーの暖房期における最低平均運転効率(%)						
		0.7	1.4	2.8	4.2	7.0	14.0	>28.0
石炭	瀝青炭	-	-	70	71	75	76	77
		-	-	71	73	75	77	79
オイル、ガス		82	83	83	84	85	86	86

### 2.2.7 暖房システムの実際の電力使用量と供熱量の比率

暖房システムは、熱を熱源から建物まで輸送するのにポンプの動力を必要とし、同じ熱量を輸送する場合のポンプの電気消費量は重要な省エネルギー指標となる。同じ熱量消費でもポンプの消費エネルギーが少なく、電気消費量が低ければ、省エネルギー効果も顕著になる。中国建築科学研究院が、80年代初めに行った北京の4つの熱供給団地を対象とした実測調査の結果によると、システムの供水量は明らかに設計要求より大きく、最大で3倍以上であることが分かった。こうした状況では、ポンプの電力使用量は必然的に増加する。省エネルギーの暖房システムは、ポンプの電力使用量について測定を行うべきであり、同時に暖房システムの実際の電力使用量と供熱量の比率を省エネルギー評価の指標とする。

「住宅省エネルギー検査基準」JGJ132に基づき、暖房システムの実際の電力使用量と供熱量の比率の期待値 ( $EHR_{a,e}$ )は、以下の式の要求を満たすものとする。

$$EHR_{a,e} \leq \frac{0.0062(14 + a \cdot L)}{\Delta t}$$

ただし  $EHR_{a,e}$  ---暖房システムの実際の電力使用量と供熱量の比率期待値は無次元で

$\Delta t$  ----暖房システム設計行き還り温水温度( )

L ----室外メイン配管(温水配管トがボイラー室、熱交換ステーション、ヒートポンプ機械室の外壁を出入りするところから、最末端の住戸の温水引き込み口までの部分)の行き還り温水配管を含めた総長さ(m)

a---係数、その値は、L 500mとなる時 a=0.0115;  
 500m < L < 1000mとなる時 a=0.0092 ;  
 L 1000mとなる時 a=0.0069。

## 2.2.8 暖房消費熱量

建築物が本当に省エネルギーであるかどうかは、省エネルギー措置を講じた後、建築物の暖房消費熱量指標が低下するかどうかにかかわらず表れる。これも省エネルギーを提案する根本的な目的である。暖房消費熱量に影響する要因には、建築の外皮構造、暖房システムの流量、暖房システムの温度制御措置などが挙げられる。こうしたことから、暖房消費熱量指標を総合的な指標として、住宅省エネルギー評価の最も重要な評価指標とする。

建築物の外皮構造と暖房システムの単一項目の指標が共に要求を満たしている場合、その建築物の熱特性性能は省エネルギー要求を満たしていると直接判定することができる。そうでない場合は、性能法を用いて検査対象建築物に対し分析と評価を行う必要がある。現地検査データと現地での実際の運転方法を用いて、実際の建築物暖房消費エネルギーを算出する。それにより得られた年間暖房消費エネルギー量は、参照建築物の相当値と同等か、またはそれ以下でなくてはならない。

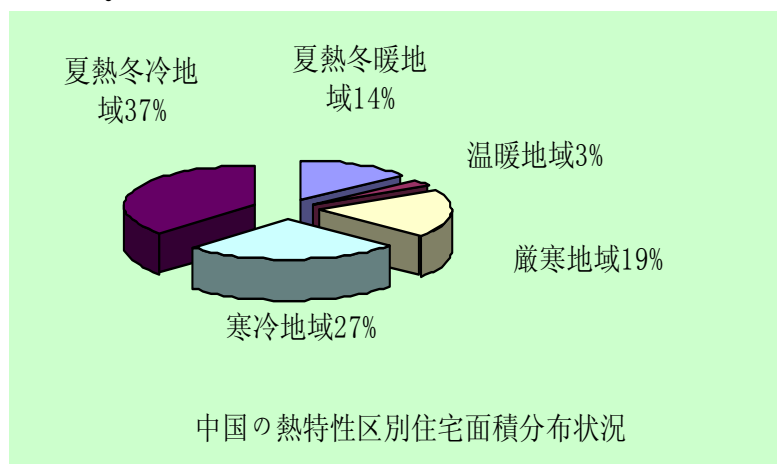
## 2.3 その他

### 2.3.1 空調システム

#### 2.3.1.1 概況

空調のエネルギー消費は、住宅エネルギー消費における重要な構成要素である。人々の生活レベルが次第に向上するに伴い、中国の家庭用エアコンの所有量は、急速に増加を続けている。統計データによれば、2002年から2003年の一年間で、全国の都市部における100戸あたりの家庭用エアコンの純増加数は10台であり、2003年都市部住宅の家庭用エアコンの設備電力容量はすでに全国発電能力の五分之一ほどを占めている。

住宅の内部発熱量は、その他の民間建築と比べて、相対的に小さい。そのため、住宅空調エネルギー消費は、主に外の気候条件に左右される。中国は国土が広大で、地域により気象条件の差も大きい。各地の気候特性に基づき、中国は厳寒地域、寒冷地域、夏熱冬冷地域、夏熱冬暖地域、温暖地域の区分に分類されている。それぞれの地域における住宅面積分布状況は、下図を参照されたい。下図から分かるように、中国の厳寒・寒冷地域の住宅面積はおよそ総面積の50%近くを占めている。



厳寒・寒冷地域については、冬季の室外温度が相対的に低く、暖房は生存のための基本的必須要素である。そのため、この地域の住宅の主なエネルギー消費は暖房エネルギー消費である。

調査によると、中国北方地域の暖房エネルギー消費は、住宅総エネルギー消費の40%以上を占める。しかし、注目すべき点は、近年人々の室内快適性への要求が高まるにつれ、厳寒と寒冷地域であっても、空調の使用率が明らかな上昇傾向にあることだ。例えば、2003年北京の100戸あたりの住宅空調所有数はすでに119台に達しており、夏季において毎月家庭で空調に使うエネルギー消費は家庭の一ヶ月の総消費の45%を占めている。

### 2.3.1.2 住宅空調システムの様式

現在中国の住宅空調は、家庭用空調機、住戸式セントラル空調システム、団地集中冷暖房システムの三種類が採用されている。

1、**家庭用空調機** 主に窓設置タイプ、壁据付セパレート式、置き型セパレート式空調の三種類がある。設置が簡単で、その使用も融通が利く。価格帯も低く、目下の人々の消費レベルに適している。一般の住宅で採用されている主な空調タイプである。

#### 2、住戸式セントラル空調システム

住戸式セントラル空調システムは、家庭用空調と集中式空調の中間に位置するタイプの空調で、そのシステム構成は、集中式空調と基本的に同じである。しかし、その設備容量は家庭用空調機に近い。

住戸式セントラル空調システムは輸送媒体の種類により、次の三種類に分類できる。

##### (1) 可変冷媒流量制御 (VRV) システム

マルチ型業務用空調システムとも呼ぶ。輸送媒体は冷媒剤であり、可変冷媒流量技術を採用している。一台の室外機は、冷媒ダクトを通じていくつかの室内機へ冷媒剤を送り、インバーター技術と電子膨張弁を採用し、圧縮機の冷媒剤循環量と室内の各熱交換器に入る冷媒剤の流量を制御することで、適時に室内の冷暖房の負荷要求を満足させることが可能である。快適で、運転音は静かであり、各部屋の温度を個別に調節可能である。また冷媒配管と空気ダクトが占有する空間は小さく、システムは外気を取り込むことが可能で、システム制御機能も優れているといった特徴を持つ。しかしこのシステムタイプは、冷媒配管の管材、製造技術、現場での溶接・設置などに対する要求が高度であり、システムの初期費用も相対的に高い。

##### (2) 冷温水システム

輸送媒体は通常水を利用する。室外機を通じて空調冷(温)水が製造され、配管により室内の各末端装置に輸送される。末端装置は通常ファンコイルであり、ファンコイルの回転速度やコイルの水量の調節により、各部屋の温度を個別に調節することができる。そのため、システムの省エネルギー性能は高い。冷(温)水ユニット輸送システムが占有する空間は小さく、基本的に建物の高さの制限を受けない。しかしこのシステムは一般的に外気を取り込むことが難しく、そのため、密閉した部屋に対して使用する場合、室内快適性はやや劣る。

##### (3) 全空気システム

輸送媒体は空気であり、空気ダクトシステムにより直接各部屋へ送り込む。その構造タイプに基づき、分体式ダクトシステムと全体式ダクトシステムに分かれる。全空気システムは初期費用が比較的安価で、直接外気を取り込むことが可能、室内空気質が高いなどの特徴があるが、空気ダクトシステムが占有する建築空間が大きく、一般的には、住宅に一定の高さが必要とされる。

---

室外機側の冷熱源タイプにより、住戸式セントラル空調システムは次の3タイプに分類できる。

#### (1) 空気熱源ヒートポンプシステム

直接周りの空気を冷熱源としており、利用しやすい。熱供給運転時には、室外の空気を低温の熱源とし、室外の空気中からエネルギーを吸収し、ヒートポンプにより高温にした後、室内に暖房として送り込む。しかし、冬季の寒冷な気候の下ではヒートポンプの効率が大きく低下し、その熱発生量は室外空気温度の低下に伴い減少する。これは建築物の暖房負荷要求の状況とまさに正反対なものである。そのため、室外空気温度がヒートポンプの動作極限温度より下がった場合、電気やその他の補助熱源を用いて空気を加熱する必要がある。寒冷地区の冬季の暖房では霜除去の問題もある。

#### (2) 水熱源ヒートポンプシステム

地表水や地下水を熱源としたヒートポンプで、その熱容量は大きく、伝熱性能も高い。出力は安定しており、効率も高く、運転エネルギー消費も少なく、霜取りの問題もない。地表水の温度は気候の影響を強く受けるため、応用範囲は限られる。尚且つこうしたヒートポンプの熱交換が水中の生態系に与える影響も前もって考慮する必要がある。地下水を熱源とするシステムは豊富で安定した地下水資源があることが先決条件となる。水や地質の状態の制限を受けるため、現在水熱源ヒートポンプの利用は、空気熱源に遥かに及ばない。

#### (3) 地中熱ヒートポンプシステム

土壌、地層などは、優良な熱源であり、その熱容量は大きく、伝熱性能も高い。深い地層は干渉を受けない環境の下長期に安定した温度を維持しているため、地中熱ヒートポンプは、空気熱源ヒートポンプの技術的障害を克服することが可能である。この他、冬季の暖房や夏季の冷房システムに対しては、冬季はヒートポンプで地中から吸収した熱を高温にした後、建物に熱供給を行い、同時に地中の温度を低下させるため、放熱による冷房量を蓄えることになるが、これを夏季に使用できる。夏季はヒートポンプで建物内の余熱を地中へ送り、建物内の温度を下げ、同時に地中には熱量（吸熱による暖房量）を蓄え、冬季に使用できる。このように地中熱ヒートポンプシステムは、地中の土壌が蓄冷熱器の働きをし、空調システムの通年のエネルギー利用効率をさらに高めることができる。地中熱ヒートポンプシステムは、地下にパイプを埋設した熱交換設備を必要とするため、蓄熱を行うのに十分な深さの土壌が必要となり、初期費用は高くなる。

家庭用エアコンと比較すると、住戸式セントラル空調システムは、省エネルギー、快適性、美観、各部屋で個別の温度調節が可能、外気の取り入れ可能、室内空気質が高い、システム制御機能が高いなどの特徴を持っている。しかし、その設備初期投資費用は、家庭用エアコンと比べると高額であり、ある程度の建築空間も占用する。そのため、主に別荘やマンションなどの高級住宅に利用される。

### 3、団地集中冷暖房給湯システム

先進国と比較して、中国の都市部と農村部は格差が大きく、大量の農村人口が絶えず都市部に移動し、都市の人口密度は増加を続けている。そのため、中国の住宅形式は必然的に人口密

度の比較的高い住宅団地が主となる。住宅団地は、集中冷暖房給湯システムの発展に非常に有利な条件を提供した。特に今年から、地中熱ヒートポンプの技術が発展し、地下水、土壌、汚水、海水を冷熱源とした地中熱ヒートポンプを採用する団地集中冷暖房給湯システムが、中国の特に北方地域で大規模に利用された。

### 2.3.1.3 空調システム省エネルギー評価指標

中国のエネルギー問題は日ごとに深刻化し、住宅の省エネルギーは、すべての建築における省エネルギーの重要な構成要素として益々関心を集めている。

住宅に対し省エネルギー措置を講じることは、室内熱環境を整備し、建築物エネルギー消費を低減する重要な手段である。近年、中国の住宅産業の発展に伴い、大量の新型住宅省エネルギー技術が広範囲に応用され、省エネルギーと関係する一連の基準や規範も相次いで打ち出され、住宅に対する具体的な省エネルギー要求が提示された。住宅が省エネルギー要求ラインに達しているか否かを評価しようとするれば、必然的に具体的な省エネルギー評価方法の話題に触れることになる。正確な省エネルギー評価方法は、合理的で適切な省エネルギー技術の住宅建築における応用に有利であり、住宅の省エネルギー事業発展促進の重要な鍵でもある。

現在中国の住宅省エネルギー評価に関して採用されている主な方法は、「規定性指標法」と「性能性指標法」である。いわゆる「規定性指標法」は、建築の各構成要素に対し規定を行うものである。例えば、建築外皮構造（壁、屋根、建具）の伝熱係数、体形係数、窓壁面積比、日射遮蔽、暖房、空調、照明設備の最小エネルギー効率などの項目に制限値を規定する。いわゆる「性能性指標法」は、評価対象と大きさや形状など完全に一致する参照建築物を用意し、その外皮構造の熱特性が関連する基準中の規定性指標の要求を満たす場合、ソフトウェアによる算出を行い、建築物と参照建築物についてのエネルギー消費比較値を算定して、建築物の省エネルギー性能について評価を行うものである。

上述の評価方法は、主に設計段階の外皮構造設計に限られ、空調システムに対しては主に設備の設計稼動状況下における効率値に基づき、その省エネルギー性能について評価を行う。空調システムの実際のエネルギー消費量は、設計、設置、調整、稼動方法とシステムの負荷変化など多くの要因の影響を受けるため、上述の評価方法では建築物の実際のエネルギー消費を反映できていない。本課題では、現場の実測手段に基づいて、住宅空調システムの省エネルギー性能に関する現場での検査測定評価方法を構築する。

#### (1) 室内平均温度

室内の温度や湿度の調節と、人々の快適性への要求を満足させることは、空調システムの最も基本的な機能である。そのため、空調システムの各性能の評価は、快適性への要求を満足させることを前提に行われなくてはならない。人体の熱的快適性は、人々が周囲の熱環境に満足を感じる一種の主観的な感覚であり、室内空気温度、空気の相対湿度、気流、部屋の内表面の平均輻射温度などの物理的要因が関係すると同時に、居住者の活動、着衣の状況、生活習慣などの主観的要因により決まる。先に述べた要因の中で室内温度は、人体の熱的快適性を左右する最も直接的なパラメーターである。そのため、室内温度を室内空調効果の評価指標として選定する。

---

空調システムの室内平均温度を評価する際、通常は設計温度を評価の基準とする。快適な空調として、システムの温度に対しては、厳格な規定は設けない。通常は設計温度から $\pm 2$ の範囲内であれば合格とみなしてよい。

## (2) 空調ユニットの成績係数

空調ユニットの成績係数とは、ユニットが実際に稼動している状態において、送出される冷房量・暖房量とその使用電力との比率を指す。その結果は、空調ユニットの実際のエネルギー効率の高さを表す。

空調ユニットは、空調システムの主要なエネルギー消費設備であり、一般的にそのエネルギー消費は空調システム全体のエネルギー消費の50%以上を占める。そのため、空調ユニットのエネルギー効率を向上させることは、空調システム全体のエネルギー消費を低減するために非常に重要な意味を持っている。空調ユニットの効率を向上させるために、中国では相次いでGB 12021.3-2004「居室空気調節器効率限定値とエネルギー効率等級」とGB 19577-2004「冷水ユニット効率限定値とエネルギー効率」が公布された。これらの基準は、異なる型式、異なる容量の空調ユニットの効率値に対し明確な規定を行った。しかし、その効率値が反映しているのは、ユニットが実験室で通常レベルの稼動をしている状態での定格値でしかない。一方ユニットの実際の運転状況は、設計やタイプ選定、システム配置、ユニットの負荷状況、運転方法、設置・調整と運転管理レベルなど多くの要因に影響される。そのため、様々な住宅空調タイプの影響要因に対し分析を行った上で、測定および評価方法を決定しなくてはならない。

**家庭用空調機** それぞれの空調ユニットが相互に独立しており、システム構成と設置・調整は相対的に容易である。その実際の運転効率への影響要因は、主にシステムの負荷の変化であるが、そのため、家庭用空調機については、実験室での運転状況における**期間成績係数 (IPLV)**を採用し評価を行うことができる。期間成績係数は、ユニット効率に対する負荷変化の影響を考慮しており、その測定結果はユニットのそれぞれの負荷条件の下での運転効率の平均値を表している。

**住戸式セントラル空調システム** 各部屋の同時使用率は低いため、ユニットは大部分の時間部分負荷の状態での運転を行う。この他、住戸式セントラル空調のシステム構成は、大型セントラル空調システムと基本的に同じであり、タイプ選定、システム配置、設置と調整がユニットの実際の運転効率に与える影響は大きい。そのため、住戸式セントラル空調システムは、**期間成績係数 (IPLV) と実際の運転状況下での実測効率**の二つのパラメータを採用して評価を行ってよい。その中の期間成績係数は、主にユニットの部分負荷特性に対する評価に用いられ、実測効率は、主にシステムの設計・タイプ選定、システム配置が合理的であるか、設置・調整はユニットの正常使用要求を満たしているかといった項目に対し評価を行う。

**団地集中式冷暖房給湯システム** このシステムタイプの容量は大きく、それぞれのユーザーの使用方法がシステムの負荷に大きな影響を与えることはない。システムの負荷変化は安定しており、明らかな規則性がある。システムが選定する空調設備容量が大きいため、ユニットの部分負荷は調節性能に富み、尚且つ一般的に複数のユニットになることから、実際の運転過程において、ユニットの稼動台数の調整を通じて、システムの負荷変化に対応することができる。以上のことから、団地集中式冷暖房給湯システムに対しては、ユニットエネルギー効率に対するシステム負荷の影響は考慮しなくてもよい。

家庭用空調機や住戸式セントラル空調システムと比較すると、団地集中式冷暖房給湯システムの構成は複雑で、設備の性能が互いに影響を与える。そのため、プランの確定、設計・タイプ選定、システム配置、設置・調整、運転管理レベルが実際の運転性能に与える影響は大きい。国内の関連機関が、以前団地集中式冷暖房システムの性能について大量の現地実測調査を行ったが、測定の結果を見ると、プランと設計の食違い、不適切なシステム配置、設置法のばらつき、運転管理レベルの低さ、システム導入使用前に厳格な調整を行っていないなどの問題が全体的に見られた。こうした問題の存在は、空調ユニットの実際の運転効率の低下と消費エネルギーの増加を直接招く。そのため、このタイプの空調システムは、実際の運転状況下での実測効率を採用して評価を行ってよい。

### (3) 空調システムの成績係数

空調システムの成績係数とは、システム全体の冷暖房能力とシステムの電力消費設備の総使用電力量の比率である。その結果は、空調システムの総合的エネルギー利用効率の高さを表し、空調システムのエネルギー消費量を左右する重要な要因である。

一般的には、空調システムは主に冷熱源設備、輸送設備、末端放熱設備から構成され、各設備間は配管により接続されている。また自動制御システムはシステム運転の必要に応じて、各設備の運転状態を調整する。そのため、ある意味では、空調システムは、空調設備、配管システム、自動制御システムから構成される連動システムであると考えてよい。空調設備、配管システム特性、自動制御システムは、互いに影響し、制約を加えている。

居室の空調機については、そのシステムは簡単であり、設備は高度に集積しているため、その空調ユニットのエネルギー効率がつまりはシステムのエネルギー効率となる。住戸式セントラル空調システムと団地集中式冷暖房給湯システムにとっては、その実際の運転エネルギー効率は、設備性能と関係する以外に、設計・タイプ選定、システム配置、設置・調整、運転管理レベルなどの影響をかなりの程度受ける。そのため、このタイプの空調システムのエネルギー効率については、システムの実際の運転エネルギー効率の現地測定結果を通して評価を行わなくてはならない。

### (4) 年間空調エネルギー消費量の原単位

年間空調エネルギー消費量の原単位とは、建築物の全ての冷房期または暖房期における空調の冷暖房給湯に消費される単位面積あたりのエネルギー消費量を指す。

建築物の冬期と夏期の冷暖房負荷と空調システムのエネルギー効率は、単位面積年間空調エネルギー消費量を左右する主な要因である。住宅建築について言えば、その室内の人的負荷、照明負荷、設備負荷は比較的小さい。その冷暖房負荷は主に室内外の温度差がもたらす外皮構造の伝熱負荷、隙間風や換気などの外気の負荷による。そのため、建築物の年間空調エネルギー消費量の原単位を効果的に低減するために、次の技術的措置を講じることができる。

- (1) 建物の外皮構造の熱特性を向上させることで、外皮構造の伝熱負荷を低減させる。
- (2) 計画的な換気と熱回収技術を通じて、外気の負荷を低減させる。
- (3) 空調設備のエネルギー効率を向上させ、システム設計を最適化し、先進的省エネルギー技術を採用し、運転管理レベルを向上させるなどの手段を講じることで、空調システムの実質的運転エネルギー効率を高める。

## 2.3.2 換気システム

### 2.3.2.1 概況

換気システムは、住宅室内環境の快適性を維持する基本的条件であり、換気を効果的に利用すれば、室内環境の要求を満足させ、省エネルギーも実現することができる。

換気は、住宅室内の空気質を保証する重要な手段であり、研究によると、良好な給気が確保できない場合、室内汚染物質の濃度は室外の2～5倍を越える可能性がある。近年、中国の住宅建築の外皮構造は気密性が益々高まり、大量の新型建材が建築内装に利用されるに伴い、住宅室内の空気質は絶えず悪化している。

住宅室内の空気汚染物質は、その特性と生成の原因から、主に次の3種類に分類される。

第一類汚染物質は、濃度は低いが、人体への有害性が高いホルムアルデヒドやラドンなどの気体である。この種の汚染物質は、主に住宅建設と内装工事の過程で使用される建築材・内装材から発生する。この種の汚染物質は人が気づきにくく、専門の測定機器でしか検出できない。この種の汚染物質に対しては、換気の方法を取り、希釈効果を通して危害を低減するしかない。

第二種汚染物質は、水蒸気や人や他の生物の代謝により生じる二酸化炭素やその他の汚染物質である。人の活動から生じる空気汚染を含み、この種の汚染物質の濃度は同様に人に気づかれにくい。

第三種汚染物質は、人々が住宅内において短時間で集中的な活動を行った時に生じる汚染である。トイレとキッチンの匂い、入浴や調理の際に生じる水蒸気など、また喫煙時に生じる煙とほこりが含まれる。この種の汚染は、人が簡単に気づき、主にレンジフードや換気扇など専用の設備で除去を行うため本課題の研究範囲ではない。

先に述べた空気汚染物質の分類から、住宅通風の目的は、主に第二種の汚染物質の除去である。

現在中国の民間住宅は、冬季に対流や輻射による暖房方式を多く採用しており、外気の供給はない。一部の住宅は空調の暖房を利用しているが、ほとんど外気システムは設置されていない。北京市の関連部門は、以前北京の一部の居住区の室内空気質の測定を行ったが、その測定データによると、室内のホルムアルデヒドなどの汚染物質の濃度は、全体的に規定値を上回っており、最高で規定値の71倍に達していた。これは、室内空気質が仕事や生活効率に影響するだけでなく、健康を害し疾病の発生へとつながる可能性があることを示している。こうした問題を解決する最もよい方法は、換気である。室外の新鮮な空気を利用して室内の汚染物質を希釈し、室内空気質改善の目的を果たすのである。特に、中国の北方地域では夏季の早朝夜間の温度差が大きく、合理的に室内の換気を配置すれば、室内空気質を改善すると同時に、室内の空調負荷を低減し、空調設備の運転時間を減らし、省エネルギーの目的を達成することができる。そのため、科学的合理的な室内換気システムの評価方法を制定することは、住宅における先進的通風技術の応用促進、室内の空気質の改善、エネルギー消費の低減に対し重要な意味を有している。

### 2.3.2.2 換気の形式

換気は、その形式により主に自然換気と機械換気の二種類に分類される。

#### (1) 自然換気

自然換気は、室内外の温度差から生じる煙突効果や風力作用により生じる風圧を利用して換



気を行う方法である。住宅建築でもっとも常用される方式は、建築外皮構造の空隙と窓の設置により室内の換気を実現するものである。

自然換気システムは、専用の動力を設ける必要がなく、エネルギーを消費しない経済的な換気方式である。しかし、自然換気の最大の欠点は、換気量は室外の気象条件と密接な関係があり、人為的に制御するのが難しい点である。省エネルギー技術の弛まぬ発展に伴い、建築外皮構造の密閉性は益々高まり、外皮構造の空隙では、すでに正常な換気量の要求は満たせなくなっている。窓の設置により外気量を増加させれば、換気は可能であるが、中間期以外は室内外の温度差が大きく、結果的に室内温度のばらつきをもたらす、不快感を生じ、深刻な場合は病気になる可能性もある。同時に窓を開けると建築物エネルギー消費の増加につながる。そのため、現在の住宅にとっては、自然換気に頼るだけでは、典型的な冷暖房期の正常な換気の需要は満たすことができない。

## (2) 機械換気

機械換気は、ファンなどの設備により室内に換気を実現する方式である。自然換気と比較した機械換気の特徴は、室内の換気量を制御できる点である。人々は外の気候と使用状況に基づきシステム的に換気を行うことができるため、室内換気の均一性は優れており、室内温度の均一性に大きな影響を与えることもない。機械換気は、システムの設置状況により、次の3種類に分類できる。

### 1) 機械給気、機械排気

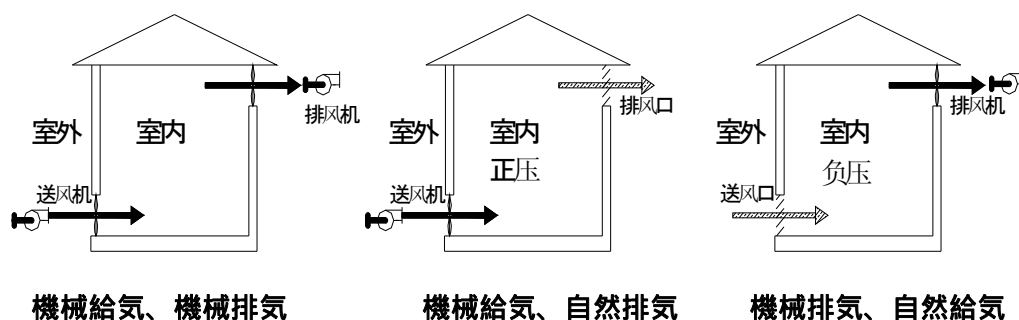
機械給気・排気システムを同時に設置する。給気排気システムの風量は、必要に応じて調節が可能であり、給気・排気の均一性は高く、各種の熱回収装置を通じて、排気から冷暖房エネルギーを回収することができ、省エネルギーの目的が達成できるが、コストが比較的に高い。

### 2) 機械給気、自然排気

機械給気システムのみ設置し、排気は外壁または外窓に設置される専用排気口から室外へ排気する。この方式は、室内の静圧により排気を実現する。そのため、室内は外の環境に対し正圧となるため、エネルギー消費が大きく、尚且つ室内給気はダクトを通る必要があり、給気が汚染される可能性がある。

### 3) 機械排気、自然給気

機械排気システムのみ設置し、外気は外壁または外窓に設置される専用給気口から室内へ入り、室内は外の環境に対し負圧となる。この方式は比較的簡単であり、外気はダクトを通らず直接部屋へ入る。気流の設定も合理的であり、現在国外で一般的に採用されている方式である。



### 2.3.2.3 換気システムの評価指標

室内の空気質を保証するために、住宅は換気を行う必要がある。換気は必然的に暖房や空調システムのエネルギー消費を増加させる。そのため、ある程度においては、住宅の省エネルギーと換気は相互に矛盾する。こうした問題を解決する方法としては、一つは住宅に専用の換気システムを設置し、窓からの換気がもたらすエネルギー消費をなるべく避けるというやり方がある。現在、中国の住宅設計は基本的に換気システムの設置を考慮しておらず、そのため、居住者は室内空気質が悪いと感じた時、窓やドアを開けて換気を行うしかない。また、中国の暖房方式は集中暖房であり、末端ユーザーは温度調節の手段はなく、住戸室内の温度が高すぎる場合も窓やドアを開けて温度を下げるしかない。中国では窓やドアを開けることで浪費される年間エネルギーは非常に大きい。もう一つは、先進的な省エネルギー技術と合理的な換気制御を組み合わせる方法である。快適度を低下させないという前提の下、換気システムの効率を向上させ、室内換気量を低減させる。換気システムの具体的特徴に基づき、本課題は以下の3項目の評価指標を決定する。

#### (1) 換気回数

**換気回数とは、一時間に室外から室内に入る空気量と、その室内空気量の比率を指す。**確定した部屋に対し、換気回数は実際単位時間内の室内換気量がどの程度かを表し、通風システムエネルギー消費を決定する重要な要因である。換気の回数が増えると、室内換気量も多くなり、相当するエネルギー消費も大きくなる。そのため、建築の省エネルギーという角度から考慮すると、室内の換気回数をなるべく低減させるべきである。

#### (2) 換気効率

**換気効率とは、室内空気の理論上の最短滞留時間と実際の滞留時間の比率を指す。**換気効率は、換気効果の優劣を測る重要な指標の一つである。換気効率が高いとは、室内空気の滞留時間が短いということの意味するが、すなわち空気齢が短いほど、室内の換気効果は高くなる。つまりは、同じ室内空気質を保証するという前提の下、換気効率が高いほど、必要となる換気量も少なくなり、換気回数も少なくなる。そのため、システムのエネルギー消費を低減するという点から考慮すると、換気システムの換気効率をなるべく向上させなくてはならない。換気効率はかなりの程度において、室内の気流状況により決定される。

#### (3) 熱回収システムのエネルギー効率

**熱回収システムのエネルギー効率とは、実際の運転状況の下、熱回収装置により実際に回収された冷暖房量と、そのファンなどの輸送設備が消費した電力量の比率を指す。**

暖房と空調がなされた部屋の、排気に含まれるエネルギーは相当量になるが、熱回収装置は、排気中の冷熱量を回収することで外気に対し事前処理を施し、非常に高い省エネルギー効果と環境効果を上げる。そのため、中国の公共建築物においては、比較的大規模な利用がなされている。現在常用されている排気熱回収装置は、主にタービン式、プレート式、ヒートパイプ式など数種類がある。それぞれの熱回収装置の長短所は表 2-5 を参照されたい。

表 2-5 それぞれの熱回収装置の主な長短所

熱回収方式	長所	短所
タービン式熱回収	1、潜熱と顕熱を同時に回収可能。 2、排気と外気の混流で一定の自浄作用がある。 3、回転速度の制御により、様々な室内外空気パラメーターに適応可能。 4、回収効率が高く、70～80%に達する。 5、高温の排気システムに適用可能。	1、ダクト接続位置が固定されており、配管の融通性に欠ける。 2、回転設備があるため、本体に動力消費が必要となる。 3、圧力損失が大きく、汚れや詰りが起こりやすく、メンテナンス費用が高い。 4、漏れがある。汚染の転移は完全に避けられない。
プレート式熱回収	1、伝熱効率が高い。 2、構造が集積している。 3、動力伝達設備がなく、消費電力不要。 4、設備の初期費用が安く、経済的。	1、熱交換効率はタービン式より低い。 2、設備体積が大きく、建築面積と空間を多く占用する。 3、圧力損失が大きく、汚れや詰りが起こりやすく、メンテナンス費用が高い。
ヒートパイプ式熱回収	1、構造が集積しており、単位面積の伝熱面積が大きい。 2、動力伝達設備がなく、消費電力不要。 3、汚れや詰りが起こりにくく、交換しやすい。メンテナンス費用が安い。 4、使用寿命が長い。	1、顕熱のみ回収可能。潜熱は回収不可。 2、ダクト接続位置が固定されており、配管の融通性に欠ける。

住宅にとって、熱回収装置の設置とダクトの敷設は、大きな建築空間を占有する必要があるため、現在では主に一部の別荘タイプの単体建築物において部分的な利用がなされている。外気・排気熱回収装置を使用する場合は、装置自身に消費エネルギーが必要であるため、熱回収システムの設置時は、現地の気候条件、使用環境の違いに基づき、回収能力が装置自身の消費エネルギーを上回るという原則に基づき、採用する熱回収方式を選定するべきである。現在の公共建築物での使用状況から見ると、室外環境の空気質、システムの配置、設置・調整、メンテナンスなどを原因とする影響を受けるため、多くの熱回収装置の回収効果は理想的とは言えない。そのため、熱回収システムのエネルギー効率指標を制定することは、これらの技術が住宅において合理的に応用されることを保証するために重要な意味を有している。

#### (4) 総合評価指標(換気エネルギー消費の原単位)

住宅建築にとって、室内空気質を満足させるという点から考慮すると、換気量が大きいほど良いが、換気は暖房や空調システムに余計な冷暖房負荷をもたらすことになり、一定の機械エネルギー消費を必要とする(機械換気の場合)。室内空気質と省エネルギーの両者の間に、如何に最良のバランスポイントを見出すかが、住宅換気において解決しなくてはならない難題である。また、如何に総合的評価指標を制定するかも人々の注目する点となっている。比較的常用されるのは、重み付け評価法である。これは通風効果と関係する各指標を、固定された重み比率に基づき、評価点を加重計算する総合的な数値化指標である。この方法は比較的簡単であるが、概念は曖昧であり、明確な重点がなく、省エネルギー評価指標には適さない。

自然換気であろうと機械換気であろうと、どちらも定額外のエネルギー消費が生じることになり、室内の快適性要求を満足させるという条件の下では、この余計なエネルギー消費が小さ

---

いほど省エネルギーに有利となる。そのため、筆者は換気エネルギー消費の原単位を、建築住宅の省エネルギー評価指標とするのが適切であると考え。換気エネルギー消費は、機械換気ファン本体のエネルギー消費を含むだけでなく、換気により生じる定額外の冷暖房負荷の解消に必要なエネルギー消費をも含む。換気エネルギー消費は、換気量と関係あるだけでなく、室外の温度・湿度とも関係する。単位面積の換気エネルギー消費は、異なる換気方式の総合的效果を、一つの統一した指標を用いて評価することができ、熱回収付きの換気システムも含めて良い。

具体的計算方法と測定方法は、換気検証方法を参照されたい。

### 2.3.3 太陽エネルギー暖房空調システム

#### 2.3.3.1 概況

太陽エネルギー暖房空調システムは、建築物における太陽エネルギー熱利用の主要な方法であり、太陽エネルギー集熱器、空気集熱器、液体集熱器を利用し、太陽エネルギーから変換した熱を採集し、その他の補助エネルギーと共に直接建築物に給湯暖房の熱源を提供し、温水駆動冷房設備で建築物の空調システムに冷源を提供するものである。

中国は太陽エネルギー資源が豊富であり、近年従来型エネルギーの不足や価格高騰に伴い、太陽エネルギーを代表とする再生可能エネルギーが益々注目を集めている。政府の政策の下、太陽エネルギー温水システムを主とした太陽エネルギー暖房空調システムは、住宅において益々多く使用され、建築物省エネルギー分野において更に重要な役割を果たしている。

#### 2.3.3.2 太陽エネルギー依存率

太陽エネルギー暖房空調システムを評価する指標は、太陽エネルギー依存率である。これは太陽エネルギー集熱システムが提供するエネルギー量が、システムに必要なエネルギー総量に占めるパーセンテージを表す。エネルギー使用方式の違いにより、太陽エネルギー空調システムは、太陽エネルギー給湯システム、太陽エネルギー暖房システム、太陽エネルギー空調システムに分類することができる。そのため、太陽エネルギー依存率の定義もそれぞれ異なり、具体的には以下の通りとなる。

- (1) 太陽エネルギー給湯システムについては、太陽エネルギー集熱システムの取得熱量と生活給湯システムの熱消費量の比率が、太陽エネルギー給湯システム依存率である。
- (2) 太陽エネルギー暖房システムについては、太陽エネルギー暖房集熱システムの取得熱量と、システムの暖房熱供給量の比率が太陽エネルギー暖房システム依存率である。
- (3) 太陽エネルギー空調システムについては、太陽エネルギー空調集熱システムの取得熱量が、吸収式空調ユニットの必要とする総熱量に占める比率を、太陽エネルギー空調システム依存率とする。

### 2.3.4 地中熱ヒートポンプ暖房空調システム

#### 2.3.4.1 概況

地中熱ヒートポンプ技術は、岩盤や地下水、浅層水源（例えば：地下水、河川流、湖水）または人工の再生水源（工業排水、地熱使用後の排水など）を低温熱源とし、建築物の給湯や空調を実現する技術である。地中熱ヒートポンプ技術は、ヒートポンプユニットを利用し低位熱

溜から高位熱溜へ熱エネルギーの移動を実現し、蓄熱水溜を冬は暖房の熱源に、夏は空調の冷源にするものである。つまり冬季には、水溜の熱エネルギーを「取り出し」、温度を上昇させ、室内の暖房に供給し；夏季には、室内の熱を取り出し、水溜の中へ放出する。

現在、地中熱ヒートポンプシステムは北方地域や沿海地区で広く使用されているが、その使用規模は様々であり、大きなものは数十万 $m^2$ の住宅団地の集中暖房、空調、生活給湯から、小さなものは別荘住宅単体の暖房、空調、生活給湯までである。

#### 2.3.4.2 地中熱ヒートポンプシステムの成績係数

地中熱ヒートポンプシステムを住宅建築の空調冷熱源とする場合、その評価指標は 2.3.1.3 と同じとする。つまり以下の内容を含む。

- 1) 室内平均温度
- 2) 空調ユニット成績係数
- 3) 空調システムの成績係数
- 4) 単位面積あたりの年間空調エネルギー消費量

地中熱ヒートポンプシステムは省エネルギーであり、環境に優しいという特徴があるため、以下の二つの面についても評価を行うこととする。

- 5) 省エネルギー性（従来の空調システムと比較して）
- 6) 環境保護性

---

### 3、住宅省エネルギー評価指標の検証方法

#### 3.1 外皮構造システムの検証方法

##### 3.1.1 建築物外皮構造の熱特性における欠陥

外皮構造の熱特性における欠陥の検証は、外表面の熱特性の欠陥検証と内表面の熱特性の欠陥検証も含めるべきである。

外皮構造の熱特性における欠陥は、赤外線熱画像装置を使い測定を行い、検証手順は居住建築省エネルギー検証基準の関連規定に適合していなくてはならない。赤外線熱画像解析装置およびその温度測定範囲は、現場の測定要求に適合したものでなくてはならない。赤外線熱画像装置の相応波長は、8.0～14.0 $\mu\text{m}$ 内とし、センサー温度分解能（NETD）は0.08 未満、温度測定の誤差は0.5 未満、赤外線熱画像装置の画素は320×240より小さくならないようにする。測定の前に、表面式温度計を使い、外皮構造表面の参照温度を計測する。赤外線熱画像装置の放射率を、計測した参照温度と一致するように調整する。周囲の物体が外皮構造表面に影響を与えていないか確認するため、目標物と等距離で異なる方向の同じ部位を計測してから、検査を行うことが望ましい。必要な場合は、遮蔽措置を取るか、室内の放射源を閉じるか、または適切な時間帯に測定を行うようにしても良い。

##### 3.1.2 建築物外皮構造の熱橋部分の内表面温度

熱橋部分の内表面温度は、熱電対などの温度センサーを使い測定を行う。測定器は規定に適合するものを使わなくてはならない。

熱橋部分の内表面温度を測定する場合は、内表面温度の測定点は、熱橋部分の温度が最低となる場所を選定しなくてはならない。具体的な位置、は赤外線熱画像装置を用いて確定する。室内空気温度の測定点と室外空気温度の測定点の配置は規定に適合しなければならない。内表面温度センサーは、0.1m の導線とともに、測定対象面と密接に接触させ、センサー表面の放射率は、測定対象面と基本的には同じにしなくてはならない。

熱橋部分の内表面温度測定は、暖房システムの正常な運転整備状況の下行い、測定時間は、最低温度の月を選び、気温が激しく変化する天候は避けなくてはならない。測定持続時間は、72 時間より短くならないようにし、測定データは時間ごとに逐次記録しなくてはならない。

##### 3.1.3 建築物外皮構造の躯体の伝熱係数

外皮構造主体部位の伝熱係数の測定は、工事が完成して少なくとも 12 ヶ月以降に行わなくてはならない。

外皮構造主体部位の伝熱係数の現地測定は、熱流計法を採用するべきである。熱流計およびその評定は、現行の業界基準「建築用熱流計」(JG/T3016)の規定に適合しなくてはならない。

熱流と温度は、自動測定器を用いて測定し、データ保存方法は、コンピューター分析に適用できるようにしなくてはならない。温度測定誤差は0.5 未満でなくてはならない。測定点の位置は熱橋や空隙、空気漏れのある部位に近づけてはならない。また、加熱、冷却装置とファンの影響を直接受けないようにし、直射日光もさけるべきである。

熱流計と温度センサーの設置は、次の規定を満たさなくてはならない。

- 1、熱流計は、測定対象である外皮構造の内表面に直接設置し、表面が完全に接触してはならない。
- 2、温度センサーは、測定対象である外皮構造の両側の表面に設置する。内表面温度センサーは、熱流計に近づけて設置し、外表面温度センサーは熱流計と対応する位置に設置する。温度センサーは 0.1m の導線とともに測定対象の表面と緊密に接触させ、センサー表面の放射係数は測定対象表面と基本的には一致させる。

測定時間は、最低温度の月を選定し、気温が急激に変化する気候は避けなくてはならない。集中暖房または分散型暖房システムが設置されている地域では、冬季の測定は、暖房システムが通常に運転した後に実施し、暖房システムのない地域では、冬季は電気暖房器具を利用し人為的に室内温度を高めた後に測定を行う。その他の季節は人工的な加熱や冷却の方法により、室内外の温度差を作り出す。外皮構造の高温側の表面温度は、低温側より  $10 / K$  以上高くし、測定過程においてどの時間も低温側表面温度と同等、または低くなってはならない。測定持続時間は、96 時間より短くなくてはならない。測定期間は、室内空気温度を基本的に安定させ、測定対象エリアの外表面は雨や雪、直射日光を避けなくてはならない。

測定期間は、定期的に熱流密度と内、外表面温度を記録し、記録を取る間隔は 0.5 時間より長くならないようにする。複数回サンプル採取したデータの平均値を記録してもよく、サンプル採取の間隔は、センサーの最小時間定数の二分の一より短くする。

データ分析は、動的分析法を採用するのが適当である。以下の条件を満たす場合は、算術平均法を用いてもよい。

動的分析法を採用する場合は、本基準と適応するデータ処理ソフトを使用し計算を行うのが望ましい。

#### 3.1.4 建築物外窓全体の気密性能

外窓の気密性能の測定は、室外の瞬間風速が  $3.3\text{m/s}$  を超えない条件下で行わなくてはならない。

測定装置の設置位置は、規定に適合してはならない。測定対象の外窓のサイズが大きすぎるか、または形状が特殊であり、規定どおりの実施が難しい場合は、測定対象の外窓がある部屋を測定単位として測定を行うのが適切である。

環境パラメーター(室内外空気温度、室外風速、大気圧)は、同時に測定を行うべきである。本測定を行う前に、測定システムの隙間風量に対し、一度現場評価を行うべきである。評価用の外窓は、測定対象の外窓か、測定対象の外窓と同じものでなくてはならない。隙間風量は測定対象の外窓の空気浸透量の 20% を超えてはならない。

測定装置、測定人員、操作手順が完全に同じ状況の下で、測定装置の評価が有効である期間内に、その他の同様の外窓を測定する場合は、測定システム本体の隙間風量は再度評価しなくてよい。

測定対象の外窓の測定結果は、連続三回測定した測定値の平均値を取らなくてはならない。圧力差表の誤差は、 $2.5\text{Pa}$  を超えてはならない。大気圧表の誤差は  $200\text{Pa}$  を超えてはならない。環境温度測定器の誤差は、 $1$  を超えてはならない。室外風速計の誤差は、 $0.25\text{m/s}$  を超えてはならない。長さ測定器の不確定度は、 $3\text{mm}$  を越えてはならない。

空気流量測定装置の誤差は、測定値の 13% を超えてはならない。

### 3.1.5 建築物外皮構造の断熱性能

断熱性能の現地測定は、住宅の屋根部分と東(西)の外壁のみを対象に行う。

断熱性能の現地測定は、外皮構造の施工完成から 12 ヶ月後に実施し、測定持続時間は 24 h より短くてはならない。データ記録の間隔は、60 分以上開いてはならない。昼間の日射量のデータ記録間隔は、15 分より長くなってはならない。夜間は記録をとらなくてもよい。

測定期間の室外の気候条件は、次の規定を満たさなくてはならない。

- 1 測定開始前の 2 日間は晴天または雲の少ない天気である。
- 2 測定日は、晴天または雲の少ない天気であり、水平面での日射量の最高値は、「民間建築熱特性設計規範」の付録 3 附表 3.3 で出された現地の夏季の日射量最高値の 90% より低くなってはいけない。
- 3 測定日の時刻ごとの室外空気温度の最高値は、「民間建築熱特性設計規範」GB50176 の付録三附表 3.2 にある当地域の夏季室外計算温度の最高値より 2.0 低くなってはいけない。
- 4 測定日の室外風速は、5.4m/s を超えてはならない。

測定対象となる外皮構造の内表面を有する部屋は、良好な自然の通風環境を持つべきであり、外皮構造外表面の直射日光は、昼に他の物体に遮られることがないようにする。測定時部屋の窓は全て開け放つようにする。

測定時、室内外の空気温度、測定対象とされる外皮構造の内外表面温度、屋外風速、室外水平面日射量を同時に測定する。

内外表面温度の測定点は、測定対象の外皮構造主体部位の両側に対称に設置し、熱橋部分との距離は壁体厚の 3 倍以上なくてはならない。温度測定点は、少なくとも各 3 箇所は設置し、その中の一箇所は測定面中央に近い位置に設置する。

時間ごとの内表面測定温度は、内表面の全ての測定点で対応する時刻に測定した結果の平均値を取る。

### 3.1.6 建築物外窓の日射遮蔽性能

固定の日射遮蔽装置に対する検査の内容は、構造サイズ、設置位置、設置角度が含まれる。移動型の日射遮蔽装置については、先の内容の他に、日射遮蔽装置の回転や動く範囲、柔らかい日射遮蔽材料の光学性能も含まれる。

日射遮蔽装置の部品のサイズ、設置位置、設置角度、回転や動く範囲の測定に使われるメジャーの誤差は、次の規定を満たさなくてはならない。

- 1 長さメジャーでは 2mm より小さいこと。
- 2 角度メジャーでは 2° より小さいこと。

日射遮蔽装置の検証は、日射遮蔽装置の設置完了後に行わなくてはならない。可動式日射遮蔽装置の回転や動く範囲の検証は、5 回以上の全工程調整を実施した後に行わなくてはならない。

日射遮蔽材料の光学性能検証は、太陽光反射比率、太陽光直射透過率が含まれる。太陽光反射比率と太陽光直射透過率の検証は、GB/T 2680「建築ガラス可視光線投射比率、太陽光直射



透過率、太陽エネルギー総透過率、紫外線透過率及び窓ガラス関連のパラメーター測定」の規定に基づき実施しなくてはならない。

## 3.2 暖房システムの検証方法

### 3.2.1 建築物冬季平均室温の検証

建築物の平均室温は、住戸内の平均室温の測定を基礎とするべきである。住戸内平均室温の測定時期と測定持続時間は、表 3 - 1 の規定に適合しなくてはならない。ただし該当項目の測定が他の物理量の測定に合わせて行われる場合は、測定の開始終了時間は相当項目における測定方法中の関連規定に適合しなければならない。

3-1 住戸内平均室温の測定時期と持続時間

番号	範囲 分類	測定時期	測定持続時間
1	モデル居住建築 / モデル居住団地	暖房期全体	暖房期全体
2	非モデル居住建築 / 非モデル居住団地	冬季最寒月	72h

住戸内の平均室温は、部屋の平均室温を基礎とするべきである。部屋の平均室温は、データロガーを用いて連続測定を行い、データ記録の間隔は長くても 60 分を超えてはならない。部屋の平均室温測定点は、室内活動区域内で、且つ床表面から 700 ~ 1800mm の範囲内にある適切な位置に設置しなくてはならない。ただし、日射または室内熱源の直接的な影響を受けないようにしなければならない。

### 3.2.2 室外配管の流量の測定方法

流量の測定は、暖房システムが正常運転整備状態にある中で行わなくてはならない。流量の測定期間中は、暖房システムの総循環水量は一定量を維持し、且つ設計値の 100% ~ 110% でなくてはならない。流量計装置は、建築物の適切な温水引込み部分に設置し、その装置の使用要求に適合するようにする。循環水量の測定値は、同様の測定持続時間（通常 10 分）内に各温水引込み部分で測定された結果を根拠として計算を行うことが望ましい。

### 3.2.3 システム補給水の割合の測定方法

流量の測定は、暖房システムが正常運転整備状態にある中で行わなくてはならない。流量の測定期間中は、暖房システムの総循環水量は一定量を維持し、且つ設計値の 100% ~ 110% でなくてはならない。流量計装置は、建築物の適切な温水引込み部分に設置し、その装置の使用要求に適合するようにする。循環水量の測定値は、同様の測定持続時間(通常 10 分)内に各温水引込み部分で測定された結果を根拠として計算を行うことが望ましい。

### 3.2.4 室外配管における熱輸送効率の測定方法

非モデル居住団地の暖房システムの室外配管熱輸送効率の測定は、暖房システムが正常に 120 時間運転された後に行い、測定持続時間は 72 時間より短くなくてはならない。モデル団地は、全ての暖房期を測定するべきである。

---

測定期間中、暖房システムは通常運転整備状態にあるべきで、熱源供給水の温度は常に 35 より低くなってはいけない。測定期間が暖房期間全体である場合、暖房システムの運転整備状態は、実際の状況に基づくべきである。

建築物の暖房供給熱量は、熱量計量装置を使い建築物の温水引込み部分で測定し、熱量計量装置の温度計と流量計の設置については、関連製品の使用規定を満たさなくてはならない。行きと還り温水の温度センサーは、測定対象建築物の外壁の外側で、且つ外壁芯から 2.5m 以内の場所に設置する。暖房システムの総暖房熱量は、暖房熱源の出口で測定し、熱量計量装置の行きと還り温水の温度センサーは、暖房ボイラー室または熱交換ステーションに設置する。室外に設置する場合は、ボイラー室または熱交換ステーションやヒートポンプ機械室の外壁芯から、垂直距離で 2.5m を超えてはならない。

### 3.2.5 室外配管の供給水温度低下の測定方法

非モデル居住団地における暖房システムの室外配管供給水温度低下の測定は、暖房システムの通常運転整備状態が 120 時間続いた後に実施し、測定持続時間は 72 時間より短くなくてはならない。モデル居住団地では暖房期全体を測定する。

測定期間には、暖房システムは通常運転整備状態になくなくてはならず、熱源の供給水温度は常に 35 より低くなくてはならない。測定期間が暖房期全体である場合は、暖房システムの運転整備状態は実際の状況に基づくべきである。

住戸側の全ての温水引込み部分の供給水温度と熱源出口の行きと還り温水温度は、同時に測定する。

測定器は、データロガーを使用し、データ記録の間隔は 60 分を越えてはならない。

### 3.2.6 暖房ボイラーの運転効率の測定方法

暖房ボイラー運転効率の測定持続時間は、非モデル居住団地の場合は 24 時間、モデル居住団地の場合は暖房期全体とする。

測定期間中は、暖房システムは通常運転整備状態になくなくてはならず、石炭ボイラーの平均負荷率は 60% より大きく、油ボイラーとガスボイラーは 30% より大きくするべきであり、ボイラーの 1 日累計運転時間は 10 時間未満になってはいけない。測定期間が暖房期全体である場合、暖房システムの運転整備状況とボイラー負荷率は、実際の運行状況に基づくべきである。石炭暖房ボイラーの石炭使用量は、日ごとの計量で統計計算を行い、油ボイラーとガスボイラーの燃油消費量とガス消費量は累計計算する。

測定持続時間内は、採用される石炭の低位発熱量は暖房ボイラー室の石炭の検出した値と一致するべきで、且つ石炭サンプルの取り方は、現行の国家基準「工業ボイラー熱特性検査規範」(GB10180)の関連規定を満たさなくてはならない。燃油とガスの低位発熱量も燃油の種類とガス源の変化によって分析を行うべきである。

暖房ボイラーの出力熱量は、熱量計装置を使い連続で累計計量を行う。

### 3.2.7 暖房システムの実際の電力使用量と供熱量の比率期待値の測定方法

実際の電力使用量と供熱(暖房)量の比率の期待値の検証は、暖房システムが通常運転整備状態にあるときに行い、且つ次の条件を満たさなくてはならない。

条件は以下の通りである。

循環水ポンプの定格値は設計要求を満たさなくてはならない。

システムの即時供熱負荷は、設計供熱負荷の50%に達しなくてはならない。

循環水ポンプの運転方式は、以下の条件を満たさなくてはならない。

- 1) インバーターシステムについては、工業用周波数に基づき運転し、且つポンプの起動台数は設計の運転状況要求を満たさなくてはならない。
- 2) 台数制御システムについては、ポンプ起動台数が設計運転状況の要求を満たさなくてはならない。
- 3) 台数制御システム(大小ポンプ)については、大きいポンプを稼働させるべきである。
- 4) 自動交互運転システムにおいては、少なくとも一台のポンプが正常運転できるよう保証しなくてはならない。

実際の電力使用量と供熱量の比率の期待値における測定持続時間は24時間とする。

暖房熱源の累計出力熱量は、ボイラー室または熱交換ステーションやヒートポンプ機械室内で熱量計を用いて連続測定を行う。循環水ポンプの電力消費量は単独で計量する。

### 3.3 その他

#### 3.3.1 空調システムの検証方法

##### 3.3.1.1 室内平均温度

###### (1) 測定方法と原理

住宅室内の平均温度の測定は、典型的な冷房・暖房期に測定を行い、測定器は自動で測定、記録、保存する機能が備わっていなければならない。測定時間は24時間より短くならず、データ測定の間隔は30分以上開かないようにする。

温度測定点は、室内の活動区域に設置し、且つ床表面から700~1800mmの範囲内で適切な位置に設置する。温度センサーは、日射や室内の熱源から直接影響を受けないようにする。室内の面積が16 m<sup>2</sup>に満たない場合は、測定点は一箇所設置し、室内面積が16 m<sup>2</sup>より大きい場合は、30 m<sup>2</sup>未満なら2箇所、30 m<sup>2</sup>より広い場合は3箇所設置する。

室内温度を測定すると同時に、測定期間の室外の環境温度についてモニターリングを行う。室外温度の測定点は、日射と雨に晒されない場所に設置しなくてはならない。室内平均温度は、平均的な部屋の室内温度を時間ごとに測定した測定値をもとに、以下の計算を行う。

$$t_{rm} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{rm,i}}{n}$$

$$t_{rm,i} = \frac{\sum_{j=1}^p t_{i,j}}{p}$$

ただし、 $t_{rm}$  ----測定持続時間内の測定対象の部屋における室内平均温度( )

$t_{rm,i}$  ----測定持続時間内の測定対象の部屋において時間ごとに測定された $i$ 回目の温度( )

$n$  ---- 測定持続時間内の測定対象の部屋において時間ごとに温度を測定した回数

$t_{i,j}$  ---- 測定持続時間内の測定対象の部屋において  $j$  個目の測定点で  $i$  回目に測定された時間ごとの温度 ( )

$p$  ---- 測定持続時間内の測定対象の部屋に設置された温度測定点の個数

## (2) 測定機器

温度自動記録器、熱電抵抗温度計、データ集録デバイスなど自動で測定、記録、保存できる機能を持った温度測定器。

### 3.3.1.2 空調ユニット運転エネルギー効率

#### (1) 家庭用空調機

窓設置式空調機、壁掛け型セパレート式空調機、置き型セパレート式空調機については、実験室での運転状態での期間成績係数 (IPLV) を実際の運転状況での運転エネルギー効率として採用する。具体的な測定方法と測定機器は、国家の家庭用空調機性能測定に関する関連基準を参照のこと。

#### (2) 住戸式セントラル空調システム

住戸式セントラル空調システムは、期間成績係数と実測効率の二つのパラメーターを使いその運転エネルギー効率の評価を行う。

##### > 期間成績係数

実験室での運転状態において、その期間成績係数 (IPLV) に対し測定を行う。その測定結果は、空調ユニットの負荷に伴う変化を反映している。具体的な測定方法と測定機器は、関連する設備性能測定の国家基準を参照のこと。

##### > 実測効率

ユニットが実際の運転状態にある時の効率について現場測定を行う。測定結果は、ユニットのシステム中における実際の運転効率を反映している。

##### > 測定原理と方法

ユニットの実際運転効率の測定は、典型的な冷房・暖房季に行わなくてはならない。測定期間において、ユニットは通常の運転を行わなくてはならず、測定時間は 24 時間より短くなくてはならない。

ユニットの実測効率は、実測した冷房(暖房)量と入力電力に基づき、次の計算式で算出する。

$$COP = \frac{Q_0}{N_i}$$

ただし、COP----ユニットの実測効率

$Q_0$  ----測定期間のユニットの平均冷房(暖房)量 (kW)

$N_i$  ----測定期間のユニットの平均入力電力 (kW)

冷熱水システムについては、空調本体の出入口の水温と流量から、次の計算式により冷房(暖房)量を算出する。

$$Q_0 = V \rho c \Delta t / 3600$$

ただし、 $Q_0$ ----冷熱水ユニットの冷房(暖房)量 (w)

$V$  ---- ユニットのユーザー側流量 (  $\text{m}^3/\text{h}$  )

$\Delta t$  ---- ユニットのユーザー側出入口の水温差 ( )

$\rho$  ---- ユニットのユーザー側の水の平均密度 (  $\text{kg}/\text{m}^3$  );

$c$  ---- 冷房(暖房)水平均定圧比熱( $\text{kJ}/\text{kg}$ . )

全空気システムや可変冷媒流量制御システムについては、本体や室内機の給排気の温度・湿度と風量を測定し、エンタルピー差計算法を使いユニットの冷房(暖房)量を算出する。

$$\text{冷房量 } Q_a = L_s \rho (I_1 - I_2)$$

ただし、 $Q_a$  ---- ユニットの冷房量( $\text{kW}$ )

$L_s$  ---- ユニット風量( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$\rho$  ---- 空気密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$I_1$  ---- ユニット吸気口エンタルピー値( $\text{kJ}/\text{kg}$ )

$I_2$  ---- ユニット排気口エンタルピー値( $\text{kJ}/\text{kg}$ )

$$\text{暖房量 } Q_{ah} = L_s \rho C_{pa} (t_{a1} - t_{a2})$$

ただし、 $Q_{ah}$  ---- ユニットの暖房量 (  $\text{kW}$  );

$L_s$  ---- ユニット風量( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$\rho$  ---- 空気密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$C_{pa}$  ---- 空気の定圧比熱( $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{ )}$ )

$t_{a1}$  ---- ユニット吸気口の空気温度( )

$t_{a2}$  ---- ユニット排気口の空気温度( )

ユニットの風量は、現場の実際の状況に基づき、ダクト法(ピトー管+微差圧計)や吹出口法(風量測定筒)により測定を行う。

>測定機器

冷熱水システム

水温 各種水銀温度計、熱電抵抗や熱電対式温度計

水流量 超音波流量計

入力電力 電力計、電力分析デバイス

全空気システム

流量 ピトー管、微差圧計、風速計、風量測定筒

温湿度 乾湿球温湿度計

入力電力 電力計、電力分析デバイス

### (3) 団地集中式冷暖房システム

団地集中式冷暖房システムについては、現場実測効率を用いてそのユニットの実際運転エネルギー効率を評価する。

ユニットの実際運転効率の測定は、典型的な冷房・暖房期に行わなくてはならない。測定期間中においては、ユニットの運転は正常でなくてはならず、測定時間は24時間より短くはいけない。

ユニットの実際効率の測定計算方法と測定機器は、住戸式セントラル空調システムの冷温水システムと同じである。

### 3.3.1.3 空調システムのエネルギー効率

#### (1) 測定方法と原理

空調システムのエネルギー効率は、システム全体の冷房量または暖房量とシステムが有する電気消費設備の使用電力との比率を指す。

空調システムの実際の運転効率の測定は、典型的な冷房・暖房期に行わなくてはならず、測定期間はシステムの運転が正常に行われていなくてはならない。測定時間は24時間より短くならないようにする。

空調システムの実際効率は、実測したシステム冷房(暖房)量と入力電力に基づき次の計算式により算出する。

$$CEC = \frac{Q}{N}$$

ただし、CEC ---- 空調システムの実際効率

Q ---- 測定期間における空調システムの平均冷房(暖房)量 kW

N ---- 測定期間におけるシステムの平均入力電力 kW

住戸式セントラル空調システムについての、システムの平均入力電力とは、冷熱源設備、輸送設備、末端放熱設備など全ての空調設備の平均入力電力を指す。団地集中式冷暖房給湯システムについては、末端放熱設備が比較的大きく測定が難しいことを考慮し、システムの平均入力電力とは主に冷熱源設備とポンプなど輸送設備の入力電力を指し、ファンコイルなどの末端放熱設備は含めない。

空調システムの冷房(暖房)量の測定方法と原理は、ユニット運転エネルギー測定と同じである。

#### (2) 測定機器

空調ユニット運転エネルギー効率測定と同じ。

### 3.3.1.4 年間空調消費エネルギー量の原単位

#### (1) 測定方法と原理

年間空調消費エネルギー量原単位の測定は、現場実測とソフトウェアによるシミュレーション計算を組み合わせた方法で行う。

家庭用空調機の場合は、部屋の通年エネルギー消費とユニットの期間成績係数に基づき、次の計算式で単位面積年間空調消費エネルギー量を算出する。

$$q_m = \frac{Q}{IPLV \cdot A} \cdot \zeta$$

ただし、 $q_m$  ---- 単位面積年間空調消費エネルギー量(kW/m<sup>2</sup>)

Q ---- 部屋における冷房期暖房期全体の負荷(kW)

IPLV ---- 空調ユニットの冷房(暖房)運転状況での期間成績係数

A ---- 部屋の面積(m<sup>2</sup>)

ζ ---- 使用修正係数

部屋の冷房期・暖房期全体の負荷は、現地の戸外の気候に基づいて、パラメーターと採用する外皮構造の形式に基づき、計算ソフトを使いシミュレーション計算を行う。

空調ユニットの期間成績係数(IPLV)は、ユニットが実験室で運転している状態での実測値を使用する。

修正係数の使用は、ユニットの起動時間や起動方法などの要因が、単位面積年間空調消費エネルギー量に与える影響を考慮して講じる修正である。居室の空調機は、間欠的に運転するものであり、その運転時間と運転方法が単位面積年間空調消費エネルギー量に与える影響は大きい。そのため、計算する前に、現地の気候条件、経済発展状況、住民の生活レベル、生活習慣などの要因について調査を行った上で、その使用係数を確定する。

住戸式セントラル空調システムについては、居室の通年エネルギー消費量と実測した空調システムエネルギー効率に基づき、次の計算式を使い単位面積年間空調消費エネルギー量を算出する。

$$q_m = \frac{Q}{CEC \cdot A} \cdot \zeta$$

ただし、 $q_m$ ----年間空調消費エネルギー量の原単位(kW/m<sup>2</sup>)

Q ---- 冷房期・暖房期全体における居室の冷房(暖房)負荷(kW)

CEC ---- 空調ユニットの冷房(暖房)運転状況での実測システムエネルギー効率

A ---- 居室の面積(m<sup>2</sup>)

ζ ---- 使用修正係数

団地集中冷暖房システムについては、その年間空調消費エネルギー量の原単位は以下の方法により確定する。

- 測定項目別の測定装置を設置済みの建築の年間空調消費エネルギー量の原単位は、測定結果に基づき確定する。
- 測定項目別の測定装置を未設置の建築の年間空調消費エネルギー量の原単位は、以下の方法により確定する。
- 暖房空調システムの性能について、現場で測定を行い、測定結果と過去の運転記録を組み合わせ分析と計算を行う。
- モニター機器を設置し、暖房空調システム消費エネルギー量を長期に渡り測定し、モニター結果に基づき算出する。

## (2) 測定機器

電子計、電力分析デバイス、クランプ式電力計など

### 3.3.2 換気システムの検証方法

#### 3.3.2.1 換気回数

##### (1) 測定方法と原理

トレーサーガス法を使い、室内換気回数を測定する。建具と換気システムが共に閉じている状態で、室内に均等にトレーサーガスを放出し、規定の濃度になるようにする。同時にファンなどで攪拌するなどして、室内の空気と十分に混合させる。室内のトレーサーガスの濃度を測

定し、換気システムを一時間運転した後、再度トレーサーガスの濃度を測定する。前後して測定されたトレーサーガスの濃度の変化に基づき、室内の換気回数を算出する。

トレーサーガスは、SF<sub>6</sub>(六フッ化硫黄)やCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)を使用してよい。その測定点は、室内の活動区域で、且つ床面から700～1800mmの範囲内の適切な位置に均等に配置する。室内面積が16 m<sup>2</sup>に満たない場合は、対角線上に3箇所測定点を設置し、室内面積が16 m<sup>2</sup>より広い場合は、梅の花状に5箇所測定点を設置する。

SF<sub>6</sub>(六フッ化硫黄)をトレーサーガスとして使う場合は、室内換気量は、次の計算式で算出する。

$$M_a = 2.30257 \cdot M \cdot \lg\left(\frac{C_1}{C_2}\right)$$

ただし、M<sub>a</sub>----室内換気量(m<sup>3</sup>/h)

M----室内空気量(m<sup>3</sup>)

C<sub>1</sub>----測定開始時の空気中のSF<sub>6</sub>(六フッ化硫黄)含有量(mg/m<sup>3</sup>)

C<sub>2</sub>----測定終了時の空気中のSF<sub>6</sub>(六フッ化硫黄)含有量(mg/m<sup>3</sup>)

CO<sub>2</sub>(二酸化炭素)をトレーサーガスとして使う場合は、室内換気量は次の計算式で算出する。

$$M_a = 2.30257 \cdot M \cdot \lg\left(\frac{C_1 - C_2}{C_2 - C_a}\right)$$

ただし：M<sub>a</sub>----室内換気量(m<sup>3</sup>/h)

M----室内空気量(m<sup>3</sup>)

C<sub>1</sub>----測定開始時の空気中のCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)含有量(mg/m<sup>3</sup>)

C<sub>2</sub>----測定終了時の空気中のCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)含有量(mg/m<sup>3</sup>)

C<sub>a</sub>----空気中のCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)含有量(mg/m<sup>3</sup>)

室内換気回数Eは、換気量に基づき次の計算式で算出する。

$$E = M_a / M$$

## (2) 測定機器

電子捕獲型検出器を備えたガスクロマトグラフ。

### 3.3.2.2. 換気効率

#### (1) 測定方法と原理

トレーサーガス法を使い、室内換気システムの換気効率を測定する。建具と換気システムが共に閉まった状態で、室内に均等にトレーサーガスを放出し、規定の濃度になるようにする。同時にファンで攪拌するなどして室内空気と十分に混合させる。室内のトレーサーガスの濃度を測定し、換気システムを運転し、各測定点のトレーサーガスの濃度をモニターする。室内のトレーサーガス濃度の変化に基づき、換気効率を算出する。

トレーサーガスは、SF<sub>6</sub>(六フッ化硫黄)やCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)を使用してよい。その測定点は、室内の活動区域で、且つ床表面から700～1800mmの範囲内の適切な位置に均等に設置する。室



内面積が 16 m<sup>2</sup>に満たない場合は、対角線上に 3 箇所測定点を設置し、室内面積が 16 m<sup>2</sup>より広い場合は、梅の花状に 5 箇所測定点を設置する。

測定結果に基づき、次の計算式で、換気システムの換気効率を算出する。

$$\eta_a = \frac{\tau_n}{2\tau}$$

ただし、 $\eta_a$  ----- 換気システムの換気効率(%)

$\tau_n$  ----- 名目換気時間 居室体積と単位時間の換気量の比率を指す。

$\tau$  ----- 室内平均空気齢

## (2) 測定機器

電子捕獲型検出器を備えたガスクロマトグラフ。

### 3.3.2.3. 熱回収システムのエネルギー効率

#### (1) 測定方法と原理

熱回収システムのエネルギー効率とは、実際の運転状況で、熱回収装置により実際に回収された冷暖房量とそのファンなど輸送設備の消費電力量の比率を指す。

熱回収システムの実際の運転エネルギー効率の測定は、典型的な冷房・暖房期に行わなくてはならず、測定期間中システムは正常に運転されなくてはならず、測定時間は 24 時間より短くなってはならない。

熱回収システムの実測エネルギー効率は、次の計算式で算出する。

$$\eta_{re} = \frac{Q_{re}}{N}$$

ただし、 $\eta_{re}$  ----- 熱回収システムエネルギー効率

$Q_{re}$  ----- 測定期間における熱回収システムが回収した平均冷房(暖房)量(kW)

$N$  ----- 測定期間における熱回収システムの平均入力電力(kW)

測定期間における熱回収システムが回収した平均冷房(暖房)量は、熱回収装置の外気出入口の温湿度と風量の測定を通して、比エンタルピー法を使い算出する。具体的な測定方法は、全空気空調システムエネルギー効率の測定方法と同様である。

#### (2) 測定機器

微差圧計、ピトー管、風速計、温湿度計、電力分析デバイス。

### 3.3.2.4 通風消費エネルギーの原単位

#### (1) 基本的条件

換気の目的は、人々の空気質への要求を満たすことにある。そのため、通風システムの省エネルギー性能評価は、室内空気質が規定基準を満たすという前提の下で、評価を行わなくてはならない

## (2) 測定方法と原理

通風消費エネルギーの原単位は、冷房・暖房期全体において通風システムが消費する機械消費エネルギーと換気をもたらす冷房暖房負荷の解消に必要な消費エネルギーとの居室面積に対する比率を指す。計算式は次の通りである。

$$E_m = \frac{E_F + \frac{Q_{C\&H}}{\epsilon}}{A}$$

ただし、

$E_m$ —通風消費エネルギーの原単位(kw.h/m<sup>2</sup>)

$E_F$ ---通風設備消費エネルギー(機械換気)

$Q_{C\&H}$ ---- 居室の冷房季全体における通風冷房負荷または暖房期の通風暖房負荷(kw.h)(外気負荷)

$\epsilon$  ---住宅空調平均性能係数

$A$  ---- 居室の面積(m<sup>2</sup>)

単位面積あたりの通風消費エネルギーの測定は、現場実測とソフトによるシミュレーション計算を組み合わせた方法で確定する。

機械換気設備の消費エネルギー量( $E_F$ )は、瞬間電力を測定し、使用した時間と組み合わせ、冷季のファンの総消費エネルギーを計算する。独立した計測があるものについては、電力表から直接通風設備総消費エネルギー量を得てもよい。

居室の冷房季・暖房期全体における通風冷房(暖房)負荷は、通風量と現地の戸外の気候パラメーター、室内パラメーターに基づき、ソフトを利用しシミュレーション計算を行う。通風量の測定は、風量測定筒法と風管断面測定方法を採用することができる。

住宅空調の平均性能係数 $\epsilon$ は、測定住宅の空調タイプに基づき、3.3.1.4で述べたIPLV値かCEC値を使い算出する。

## (3) 測定機器

風量測定筒、風速計、メジャー、電気メーター、電力分析デバイス、クランプ式電力計など。

### 3.3.3 再生可能エネルギーシステム

#### 3.3.3.1 太陽エネルギー熱利用システムの検証方法

##### 1、太陽エネルギー給湯システム依存率の測定方法

測定時間：測定の開始終了時間は、測定に必要な日射量に達している間とする。

必要となる測定パラメーター：

太陽エネルギー集熱器の採光面積、日射量、集熱システム入口温度、集熱システム出口温度、集熱システム流量、環境温度、環境気流速度、補助熱源加熱量、測定時間。

データ分析：

太陽エネルギー給湯システムの太陽エネルギー依存率は、以下の式を用いて算出する。

$$f = \frac{Q_c}{Q_T}$$

ただし

$f$ —太陽エネルギー給湯システムの太陽エネルギー依存率

$Q_c$ —太陽エネルギー集熱システム取得熱量、MJ；

$Q_T$ —生活給湯システムのエネルギー総消費量；MJ。

## 2、太陽エネルギー暖房システム依存率の測定方法

測定時間：測定の開始終了時間は、測定に必要な日射量に達している間とする。

必要となる測定パラメーター：

太陽エネルギー集熱器採光面積、日射量、集熱システム入口温度、集熱システム出口温度、集熱システム流量、環境温度、環境気流速度、補助熱源加熱量、測定時間。

データ分析：

太陽エネルギー暖房システムの太陽エネルギー依存率は、式 5.6 を用いて算出する。

$$f = \frac{Q_c}{Q_T}$$

ただし

$f$ —太陽エネルギー暖房システムの太陽エネルギー依存率

$Q_c$ —太陽エネルギー給湯暖房集熱システム取得熱量、MJ；

$Q_T$ —暖房システムのエネルギー総消費量；MJ。

注：システムが生活給湯のみを提供しているケースと、生活給湯と暖房を同時に提供しているケースとでは別々に太陽エネルギー依存率の測定と算出を行うようにする。

## 3、太陽エネルギー空調システム依存率の測定方法

測定時間：測定の開始終了時間は、測定に必要な日射量に達している間とする。

必要となる測定パラメーター：

太陽エネルギー集熱器採光面積、日射量、集熱システム入口温度、集熱システム出口温度、集熱システム流量、環境温度、環境気流速度、補助熱源加熱量、測定時間。

データ分析：

太陽エネルギー空調システムの太陽エネルギー依存率は、以下の式を用いて算出する。

$$f = \frac{Q_c}{Q_T}$$

ただし

$f$ —太陽エネルギー空調システムの太陽エネルギー依存率

$Q_c$ —太陽エネルギー空調集熱システム取得熱量、MJ；

$Q_T$ —太陽エネルギー空調システム所要総熱量；MJ。

注：システムが生活給湯のみ、または太陽エネルギー空調のみを提供しているケースと、生活給湯と空調を同時に提供しているケースでは、別々に太陽エネルギー依存率の測定や算出を行うようにする。

### 3.3.3.2 地中熱ヒートポンプシステムの検証方法

地中熱ヒートポンプシステムを空調の冷熱源とする場合、その1)室内平均温度、2)空調ユニットエネルギー効率、3)空調システムのエネルギー効率、4)単位面積あたりの年間空調エネルギー消費量の測定方法と算出方法は、空調システムの検証方法と同じとする。その省エネルギー性と環境保護性の評価方法は以下の通りとする。

#### (1) 省エネルギー性の検証方法

地中熱ヒートポンプシステムの省エネルギー性能については、まず対象となる建築物の冷熱負荷を算出(またはシュミレーション)する。具体的には、測定期間の室外環境温度の変化に伴う負荷の変化状況、冷房負荷の特長、および各時間帯における負荷の分布状況、室内外温度の測定結果に基づき、適切な方法(ディグリーデー法、BIN法など)を採用し、冷房(暖房)季全体の冷房(暖房)負荷を算出する。次に、冷房負荷試算結果と運転管理者が提供する関連資料、地中熱ヒートポンプシステム性能測定結果に基づき、地中熱ヒートポンプシステムの冷房(暖房)期エネルギー消費の試算を行う。同様の方法を用いて、通常の水冷空調システム(通常石炭ボイラーによる暖房)の所要エネルギー消費についても試算を行い、両者のエネルギー消費量を一次エネルギーに換算して比較を行う。具体的な計算方法は以下の通りである。

$$SEP = \frac{CE_c - CE_g}{CE_c}$$

ただし

SEP—省エネルギー率

CE<sub>c</sub>—通常空調システムの一次エネルギー消費量(T 標準石炭ベース)

CE<sub>g</sub>—地中熱ヒートポンプシステムの一次エネルギー消費量(T 標準石炭ベース)

#### (2) 環境保護性の検証方法

環境保護性の評価は主に大気環境への影響と、節水性について評価を行う。

大気環境への影響は、地中熱ヒートポンプ空調システムの、通常空調システムに対する一次エネルギーの省エネルギー率に基づき、一次エネルギーの消費から生じる温室効果ガスと汚染気体の量を参照し、モデルプロジェクトにおいて、地中熱ヒートポンプ空調システムの使用により、もたらされた環境保護効果に対し評価を行う。

通常の水冷式空調システムは冷却水システムを必要とし、冷却水システムは大量の水を消費する。これは、冷却に必要な蒸発水量、飛散水量、ブローダウン水量を含む。一方、地中熱ヒートポンプ空調システムの冷房運転時は、理論上では水量の損失はない。具体的な節水量の計算方法は、循環水量に基づき、一定の水量損失比率により試算を行ってもよく、または実際の負荷の大きさにより必要となる蒸発水量、飛散水量、ブローダウン水量の累計を算出してもよい。

## 4、住宅省エネルギーの評価方法

### 4.1 指標法

#### 4.1.1 指標法の原理およびその適用対象

指標法とは、すなわち規定性指標の要求に適合する建築は、全て運転時のエネルギー消費が低く、省エネルギー建築と認定する事ができるというものである。しかし、合理的にこれらの指標を列挙するためには、大量の計算、分析、比較と検査を経なくてはならない。例えば、壁体や屋根などの伝熱係数、外表面の日射吸収係数、ガラス幕壁と窓の日射吸収率、透過率などは、空調の冷暖房負荷へ与える影響が非常に大きく、通常は規定性指標として制限を加えなくてはならない。規定性指標は、外壁の最大伝熱係数や設備最小エネルギー効率比など、単元毎の省エネルギー要求を設定する。

#### 4.1.2 指標法の応用（合格基準値を含む確定と判断方法）

##### 4.1.2.1 外皮構造システム

###### 1、建築物外皮構造の熱特性における欠陥

###### 合格基準

測定対象外皮構造の外表面の欠陥部分と、主体部分表面の面積の比率は20%未満で、且つ一つの欠陥の面積は0.5 m<sup>2</sup>未満でなくてはならない。

測定対象の外皮構造内表面は、欠陥部分がもたらしたエネルギー消費増加値は5%未満で、且つ一つの欠陥面積は0.5 m<sup>2</sup>未満でなくてはならない。

###### 判定方法

熱画像中の異常な部位は、実測した熱画像と測定対象部分の予期温度分布を比較し確定する。必要であれば内視鏡やサンプル採取などの方法で確定してよい。

測定対象の外皮構造の外表面の測定結果が規定に満たない場合や、測定対象の外皮構造内表面の測定結果が規定に満たない場合は、再測定を行い、再測定の結果が合格であれば合格と判断し、そうでなければ不合格とする。

###### 2、建築物外皮構造の熱橋部分の内表面温度

###### 合格基準

室内外の測定温度を計算条件とし、外皮構造の熱橋部分の内表面温度は、室内空気の露点温度より低くなってはならない。且つ、室内空気露点温度を確定する場合、室内空気の相対湿度は60%として計算する。

###### 判定方法

測定対象部位の測定結果が規定を満たしている場合は、合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

###### 3、建築物外皮構造主体部位の伝熱係数

###### 合格基準

測定対象である外皮構造主体部位の伝熱係数は、設計図の規定を満たしていなくてもならず、設計図上で具体的な規定がなされていない場合は、国家の現行の関連基準の規定に適合しなくてはならない。

外壁の平均伝熱係数は、関連する省エネルギー設計基準の規定に基づき計算を行い、関連材料の熱伝導係数は、「民間建築熱特性設計規範」GB 50176-93の付録四の附表4.1の規定を採

---

用する。

#### 判定方法

測定対象の外皮構造主体部分の伝熱係数の測定結果が規定を満たしていない場合は、再測定を行い、再測定結果が合格であれば合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

### 4、建築物外窓全体の気密性能

#### 合格基準

建築物外窓サッシの壁と外窓本体の結合部分は、隙間なく接触しており、外窓の空気浸透量は、外窓本体の指標より高くなってはならない。

#### 判定方法

測定対象の外窓の空気浸透量の測定結果が規定を満たしていない場合は、再測定を行い、再測定結果が合格の場合は合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

### 5、建築物外皮構造の断熱性能

#### 合格基準

夏季における建築物の東（西）側外壁と屋根面の内表面における時間ごとの最高温度は、室外の時間ごとの空気温度最高値より高くなってはならない。

#### 判定方法

測定対象部分の測定結果が規定を満たしている場合は、合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

### 6、建築物外窓の日射遮蔽性能

#### 合格基準

測定対象の外窓の外付日射遮蔽装置の構造サイズ、設置角度、回転と動く範囲、日射遮蔽材料の光学性能は、設計要求を満たさなくてはならない。

#### 判定方法

測定対象の外窓の外付日射遮蔽装置の測定結果が規定を満たしている場合は、合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

### 4.1.2.2 暖房システム

#### 1、建築物の冬季平均室温

##### 合格基準

建築物冬季平均室温は、設計範囲内になくならず、且つ全ての測定対象の部屋における時間ごとの平均温度の最低値は、設計温度より低くなってはならない。同時に測定時間内の部屋の平均室温は 23 より高くなってはならない。

##### 判定方法

測定対象である住宅の建築物平均室温の測定結果が合格基準の規定値を満たした場合は、測定対象である住宅は合格と判定する。すべての測定対象住宅の建築物平均室温が、共に検査を合格した場合は、その検査を申請した住宅群は合格とし、そうでない場合は不合格とする。

#### 2、室外配管の水力平衡度

##### 合格基準

暖房システムの室外配管の熱力入口における水力平衡度は 0.9～1.2 とする。

**判定方法**

測定対象のすべての熱力入口の中で、各熱力入口の水力平衡度が合格基準の規定を満たす場合、そのシステムは合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

**3、システム補給水の割合**

**合格基準**

暖房システムの補給水の割合は 0.5% より大きくなってはならない。

**判定方法**

暖房システムの補給水の割合が規定を満たしている場合は、その暖房システムは合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

**4、室外配管の熱輸送効率**

**合格基準**

室外配管の熱輸送効率は、0.90 より小さくなってはならない。

**判定方法**

暖房システムの室外配管熱輸送効率が規定を満たしている場合は、その暖房システムは合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

**5、室外配管の供給水温度の低下**

**合格基準**

暖房の熱源出口から住戸側の各温水引込みの間にある全ての室外配管供給水温度の低下は、実際の行きと還り温水温度低下の 5% より大きくなってはならない。

**判定方法**

暖房システムの室外配管供給水温度低下が規定を満たしている場合は、その暖房システムは合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

**6、暖房ボイラーの運転効率**

**合格基準**

暖房ボイラーの運転効率は、測定持続時間が 24 時間の場合は、表 4 - 1 中の規定を下回ってはならない。測定持続時間が暖房期全体である場合は、表 4 - 2 中の規定を下回ってはならない。

表 4 - 1 ボイラーの一日あたりの最低平均運転効率 (%)

ボイラーのタイプと燃料別発熱値			ボイラー容量 (MW) 別の設計効率 (%)						
			0.7	1.4	2.8	4.2	7.0	14.0	> 28.0
石炭	瀝青炭		-	-	65	66	70	70	71
			-	-	66	68	70	71	73
オイル、ガス			77	78	78	79	80	81	81

表 4 - 2 ボイラーの暖房期最低平均運転効率（％）

ボイラータイプ、燃料別の発熱値			容量 (MW) 別ボイラーの暖房期における最低平均運転効率 (％)						
			0.7	1.4	2.8	4.2	7.0	14.0	> 28.0
石炭	瀝青炭		-	-	70	71	75	76	77
			-	-	71	73	75	77	79
オイル、ガス			82	83	83	84	85	86	86

#### 判定方法

暖房ボイラーの運転効率が規定を満たしている場合は、合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

### 7、暖房システムの実際の電力使用量と供熱量の比率

#### 合格基準

暖房システムの実際の電力使用量と供熱量の比率の期待値 ( $EHR_{a,e}$ )は、次の計算式の要求を満たさなくてはならない。

$$EHR_{a,e} = \frac{0.0062(14 + a \cdot L)}{\Delta t}$$

ただし  $EHR_{a,e}$  --- 暖房システムの実際の電力使用量と供熱量の比率の期待値は無次元。

$\Delta t$  ---- 暖房システムの設計送りと還り温水温度 ( )

L ---- 室外メイン配管 (暖房ダクトがボイラー室、熱交換ステーション、ヒートポンプ機械室の外壁を出入りするところから、最末端の住戸の熱力入口までの部分) の行き還りダクトを含めた総長さ (m)。

a --- 係数、ただし L ≤ 500m の時に、a=0.0115;

500m < L < 1000m の時に、a=0.0092 ;

L ≥ 1000m の時に、a=0.0069。

#### 判定方法

暖房システムの実際の電力使用量と供熱量の比率の期待値が規定を満たしている場合は、合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

### 4.1.2.3 空調システム

#### 1. 室内平均温度

##### 合格基準

建築物室内温度は設計要求を満たすものとし、GB50411-2007「建築省エネルギー工事施工検収規範」14.2.2 の要求に基づき、冬季の建物室内温度は室内設計温度より 2℃ 低くならないよう、また設計温度より 1℃ 高くならないようにする。夏季の室内温度は、設計温度より 2℃ 高くならないよう、また設計温度より 1℃ 低くならないようにする。



**判定方法**

測定対象住宅の平均室温の測定結果が合格基準規定に達している場合、該当住宅は合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

**2. 空調ユニット運転効率**

**1) 家庭用空調器**

**合格基準**

居室の空調器の実験室における試験運転測定性能係数は、GB12021.3-2004「居室空気調節器エネルギー効率限定値およびエネルギー効率等級」の中の省エネルギー評価基準、つまり表4-3中の2級の基準を満たさなくてはならない。

**表 4-3 居室空調器エネルギー効率等級区分**

タイプ	定額冷房量(CC)/w	エネルギー効率等級				
		5	4	3	2	1
一体型		2.30	2.50	2.70	2.90	3.10
分体型	CC 4500	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40
	4500 < CC 7100	2.50	2.70	2.90	3.10	3.30
	7100 < CC 14000	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20

**判定方法**

測定対象の住宅で使用する空調器の実験室における試験運転測定成績係数が、上述の基準を満たさない場合は、不合格と判定する。

該当建築物の居室空調器の実験室における測定パラメーターが、省エネルギー基準を満たしている場合は、その期間成績係数(IPLV)を評価基準とする。期間成績係数は、ユニット部分の負荷運転性能を考慮しているため、そのIPLVは、実験室の性能係数より低くなる。表4-3中の3級が、期間成績係数(IPLV)の省エネルギー評価基準となる。

**2) 住戸式セントラル空調**

**合格基準**

ダクト式住戸式空調システムについては、その実験室における試験運転測定成績係数(COP/EER)は、設備容量の違いに基づき、表4-4の制限値の90%を上回らなくてはならない。

**表 4-4 ダクト送風式空調(ヒートポンプ)ユニット期間成績係数制限値**

定額冷房(暖房)量 Q/W	COP、EER (W /W)
Q 4500	2.75
4500 < Q 7100	2.65
7100 < Q 14000	2.60
14000 < Q 28000	2.55
28000 < Q 43000	2.50
13000 < Q 80000	2.45
80000 < Q 100000	2.40
100000 < Q 150000	2.35
150000 < Q	2.30

マルチ型セントラル空調システムについては、その冷房期間成績係数(IPLV(C))と暖房期間成績係数(IPLV(H))は、設備容量の違いに基づき、表 4 - 5 の制限値の 92%を上回らなくてはならない。

表 4-5 マルチ式空調（ヒートポンプ）ユニット期間成績係数制限値

名目冷房量/W	IPLV(C)、IPLV(H) (W /W)
28000	3.00
28001 ~ 84000	2.95
84000	2.90

#### 判定方法

測定対象の建築物が使用する空調システムの性能パラメーターが、上述の基準を満たしている場合は合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

### 3) 集中式空調システム

#### 合格基準

まず、住宅建築で集中式空調システムを採用しているものに対しては、その実験室での試験運転成績係数は、表 4-6 の基準を下回ってはならない。

表 4-6 冷水（ヒートポンプ）ユニット冷房性能係数

タイプ		定額冷房量 (kW)	性能係数 (W/W)
水 冷	ピストン式・タービン式	< 528	3.8
		528 ~ 1163	4.0
		> 1163	4.2
	スクリー式	< 528	4.1
		528 ~ 1163	4.3
		> 1163	4.6
遠心式	< 528	4.4	
	528 ~ 1163	4.7	
	> 1163	5.1	
空冷または蒸発冷却	ピストン式・タービン式	50	2.4
		> 50	2.6
	スクリー式	50	2.6
		> 50	2.8

また、期間成績係数(IPLV)の測定値は、表 4-7 の規定値を下回ってはならない。

表 4-7 冷水（ヒートポンプ）ユニット期間成績係数

タイプ		定額冷房量 (kW)	期間成績係数 (W/W)
水 冷	スクリー式	< 528	4.47
		528 ~ 1163	4.81
		> 1163	5.13
	遠心式	< 528	4.49
		528 ~ 1163	4.88
		> 1163	5.42
注：IPLV 値は、単体のメインユニットの運転状態を基にしている。			

### 判定方法

測定対象の建築物に配置される冷水（ヒートポンプ）メインユニットのメーカー公表の成績係数が、上述の基準を満たさない場合は不合格と判定する。もし合格の場合は、期間成績係数について判定を行い、基準を満たしていれば合格、そうでない場合は不合格とする。

### 3.空調システムエネルギー効率

家庭用空調と住戸式セントラル空調システムの判定は、設備の判定と同じであり、ここでのシステムエネルギー効率は、集中式空調システムを採用した場合のエネルギー効率の判定に対するものである。

#### 合格基準

現在冷（熱）源システムのエネルギー効率値の制限については、対応する規範や基準はないが、大量の公共建築向けの冷源システムの測定結果から見ると、運転が合理的で、科学的な冷源システムの場合は、そのメインユニットのエネルギー消費量が、システムのエネルギー総消費量の約 65%～85%となっている。そのため、ユニットのエネルギー効率制限値とユニットのエネルギー消費量の比率に基づき、省エネルギー建築の冷源システムの成績係数の範囲を算出することができる。

住宅建築の負荷率は、公共建築より低く、輸送設備のエネルギー消費比率が大きいため、ユニットのエネルギー消費量が総エネルギー消費の 60%を占める状態を、システムエネルギー効率の計算の基準とする。これによって算出した省エネルギー建築のシステムエネルギー効果値は、表 4 - 8 の規定値を下回ってはならない。

表 4-8 冷源空調システム成績係数の制限値

タイプ		ユニット配置 (kW)	システム成績係数 (W/W)
水冷冷水ユニット冷源空調システム	スクリー式	< 528	2.46
		528 ~ 1163	2.58
		> 1163	2.76
	遠心式	< 528	2.64
		528 ~ 1163	2.82
		> 1163	3.06
空冷冷水ユニット冷源空調システム	ピストン式 / タービン式	50	1.44
		> 50	1.56
	スクリー式	50	1.56
		> 50	1.68

### 判定方法

測定対象の建築の空調システム成績係数が、上述の基準を満たしている場合、合格と判断し、そうでない場合は不合格とする。

#### 4. 年間空調電力消費量の原単位

中国は国土が広く、各地域の気候は格差が大きい。それぞれの区域の暖房（空調）時間の差は大きく、空調負荷原単位の差も大きい。また空調電力消費量原単位と、負荷や暖房（空調）時間とは直接的な関係があるため、統一された一つの指標により判定を行うことはできない。

##### 4.1.2.4 換気システム

###### 1、換気回数

###### 合格基準

室内換気回数は、設計要求を満たすものとし、関連する設計規範に基づき、冬季の住宅室内換気回数は、0.5回/hより多くなくてはならない。

###### 判定方法

測定対象の建築物の室内換気回数が、上述の基準を満たしている場合は合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

###### 2、換気効率

換気効率は、換気方式と関係しており、現在室内換気効率に対しての基準はまだない。いくつかの文献で混合換気の換気効率は50%程度で、置換換気効率は50%～100%であると結論付けられている。ここでは換気効率に対して、参考指標を策定したが評価の根拠とはしない。

###### 3、熱回収システムのエネルギー効率

###### 合格基準

熱回収を備えた換気装置については、その熱回収エネルギー効率が、設置する装置の容量や使用地域の気候条件などに左右されることから、現在規定値を提示している関連規定はまだないため、ここでは参考指標とする。ただし、設備自体の熱回収率は表4-9の基準を下回ってはならない。

表 4-9 熱回収装置の熱交換効率基準

タイプ	交換効率/%	
	冷房	暖房
エンタルピー効果率	> 50	> 55
温度効率	> 60	> 65

###### 判定方法

通風熱回収装置の実験室における試験運転測定交換効率が、上述の基準を満たしている場合は合格と判断し、そうでない場合は不合格とする。

#### 4、通風エネルギー消費の原単位

換気エネルギー消費原単位は、地域の影響を大きく受け、この項目の指標の設定には、実測データがまだ不足している。そのため該当パラメーターは参考指標でしかなく、評価の根拠とはしない。

##### 4.1.2.5 再生可能エネルギーシステム

###### 1 太陽エネルギー依存率

###### 合格基準：

太陽エネルギー依存率は、設計要求を満たしている事。

太陽エネルギー依存率の値は、システムの使用期間における太陽エネルギー日射条件、システムの経済性、ユーザーの具体的要求などの要因により、総合的に検討した後確定する。「民用建築太陽エネルギー給湯システム応用技術規範」が推奨しているのは30%～80%の範囲である。

中国の都市別推奨太陽エネルギー依存率は、表4-10を参照されたい。

表 4-10 中国の都市別推奨太陽エネルギー依存率

都市名称	太陽エネルギー依存率	都市名称	太陽エネルギー依存率	都市名称	太陽エネルギー依存率	都市名称	太陽エネルギー依存率
北京	40～50%	武漢	40%	昆明	40～50%	漠河	40～50%
ハルビン	40～50%	宜昌	40%	貴陽	40%	黒河	40～50%
長春	40～50%	長沙	40%	成都	40%	ジャムス	40～50%
伊寧	50～60%	南昌	40～50%	重慶	40%	アルタイ	50～60%
瀋陽	40～50%	南京	40～50%	ラサ	60%	奇台	50～60%
天津	40～50%	上海	40～50%	西寧	50～60%	トルファン	50～60%
エレンホト	50～60%	杭州	40%	ゴルム	60%	クチャ	50～60%
大同	50～60%	福州	40～50%	蘭州	40～50%	チャルクリク	50～60%
西安	40～50%	広州	40%	銀川	50～60%	ホーテン	50～60%
済南	40～50%	韶関	40～50%	ウルムチ	40～50%	エチナ旗	50～60%
鄭州	40～50%	南寧	40～50%	カシュガル	50～60%	敦煌	50～60%
合肥	40%	桂林	40%	ハミ	50～60%	民勤	50～60%

表 4-11 中国の都市別推奨太陽エネルギー依存率

都市名称	太陽エネルギー依存率	都市名称	太陽エネルギー依存率
エジンホ口旗	50～60%	騰冲	50～60%
太原	40～50%	景洪	50～60%
侯馬	40～50%	蒙自	40～50%
煙台	40～50%	南充	40%
葛尔	60%	万県	40%
那曲	50～60%	瀘州	40%
玉樹	50～60%	遵義	40%
昌都	50～60%	贛州	40～50%
錦陽	40%	慈溪	40～50%
峨眉山	40～50%	スフトウ	40～50%
楽山	40%	海口	40～50%
威寧	40～50%	三亜	50～60%

#### 判定方法：

太陽エネルギー依存率が、上述の規定を満たしている場合、そのシステムは合格と判定し、そうでない場合は不合格とする。

#### 2、地中熱ヒートポンプシステムエネルギー効率比

地中熱ヒートポンプ空調システムのエネルギー効率比の判定は、集中式空調システムと同様に判定を行う。

### 4.2 性能法

国際建築研究委員会（CIB）は、「性能」を「客観的に確定した定性・定量化された建築上の特徴を通じて、建築が設計上のそれぞれの機能に適合しているかを識別するのに用いる」と定義している。簡単に言えば、性能性評価とは、目標に基づき問題と実施を考えることであり、簡単な数値規定と手段に基づいて行うのではない。その中心的考え方は、その建築や部品が目標要求に適合するかを見ることであり、それがどのように建造されるべきかを限定するものではない。建築設計基準の規定にあまりに細かく固執するという弊害は減らすべきである。

性能性評価指標は、固定エネルギー消費指標（Fixed Budget）と変動エネルギー消費指標（Custom Budget）に分けられる。固定エネルギー消費指標は、各種建築物に対する標準的条件下での1㎡あたりの年間暖房空調エネルギー消費制限値である。その長所は、エネルギー効率管理の目標が明確である点であり、短所は剛性のエネルギー消費制限値は合理的であるとは限らない点だ。変動エネルギー消費指標は、実際の建築物に対しバーチャルな「参照建築物」を用意し、「参照建築物」で標準条件下で計算して得られた暖房空調エネルギー消費量を、実際の建築物のエネルギー消費制限値としたものである。変動エネルギー消費指標の長所は、柔軟性があり、合理的である点で、欠点は計算が面倒であり、省エネルギーの判別が複雑で理解しにくい点にある。

一般的には、早期の建築省エネルギー設計の多くは、限定性指標を使っている。近年では、建築科学技術の急速な発展から、人々の建築環境と建築効率に対する高い期待を満足させるため、空間計画と設計手法は絶えず進化し続けている。建築省エネルギーの分野でも、性能性の設計手法や性能性指標が益々多く採用されている。世界の多くの国の建築設計に性能性指標が採用される時、そこには多くの手法と概念があり、実際の状況を見て決定しなくてはならない。こうした流れは主に、性能性設計の方法を通じて、より合理的に省エネルギー設計の効果を評定し、総合的で革新的な建築省エネルギー設計を奨励しようというものである。同時に性能性指標は、建築省エネルギーレベルに対する社会の全体的要求をよりマクロな視点から提示しているものでもある。

#### 4.2.1 性能法の原理と適用対象

省エネルギー設計や評価の中で、性能化設計法に対する要求は、省エネルギー指標法の導入において、トレードオフ(Trade-off)判断法という形で現れている。建築設計を行う際、往々にして建築の使用機能や外形立面の考慮に重点が置かれがちで、省エネルギー設計基準中の規定条項を満足させることが難しいこともある。特に建築の体形係数、窓壁面積比、対応するガラスの熱特性は、省エネルギー設計基準の規定指標の制限を破る可能性がある。建築設計士の独

創的なデザインを尊重し、同時に設計された建築物を省エネルギー設計基準の要求に適合できるようにするために、評価を行うときは、建築外皮構造の全体熱特性が要求を満たすことができるかというトレードオフ判断を導入する。外皮構造のトレードオフ判断は、建築の局部の熱特性性能にはこだわらず、全体の熱特性性能が省エネルギー基準の評価要求を満たしているかに着目する。そのため、トレードオフ判断法は、全ての性能性評価の核心であると言える。

トレードオフ(Trade-off)判断法は、まず一つのバーチャルの参照建築物を用意し、参照建築物と実際の建築物の通年暖房・空調エネルギー消費量を別々に計算する。同時にこの二つのエネルギー消費量の比較の結果に基づき判断をする。トレードオフ判断法の核心は、参照建築物と実際に設計された建築物の暖房と空調のエネルギー消費量に対し比較を行い、判断を下すという点である。建築省エネルギー設計において、建築環境の変化は多くの要因が絡む複雑な過程であるため、コンピューターシミュレーションという方法でのみ、室内温湿度の変化、暖房空調システムのエネルギー消費、建築物の一年間の環境制御に必要となるエネルギー消費を効果的に予測することができる。

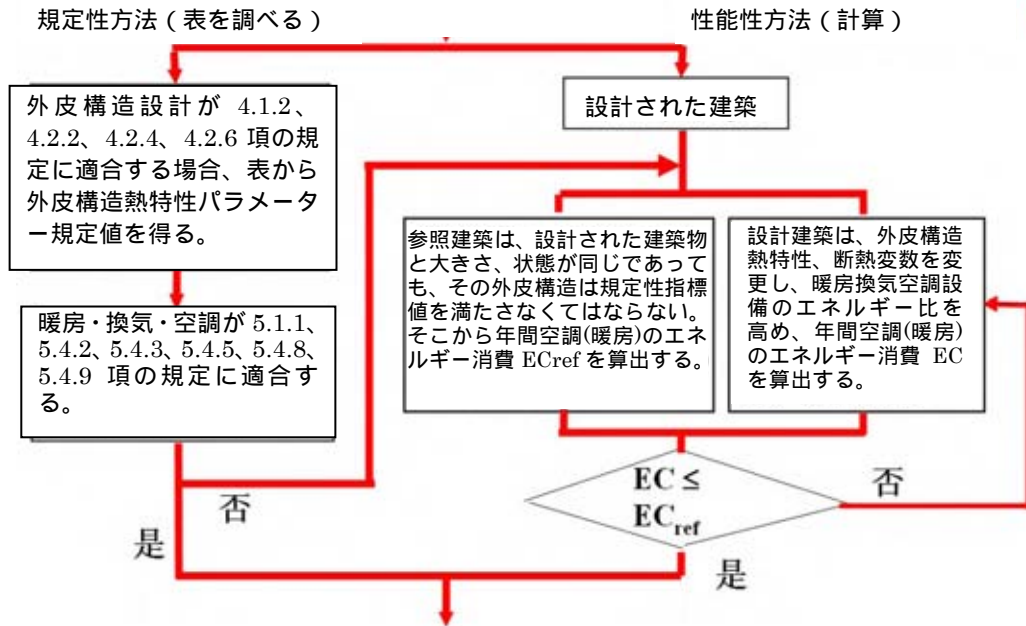
#### 4.2.2 建築省エネルギー設計の性能性評価の過程

設計された建築物の外皮構造における伝熱係数の各項が、共に関連基準の規定に適合しているか、または規定より優秀であり、且つ窓壁面積比が本基準で規定する範囲内にある場合は、建築物負荷指標の計算をせずに、全体熱特性が関連する基準規定の省エネルギー要求に適合すると判断してよい。全体の熱特性とその他の強制条文の要求を満たしたもののみ、省エネルギー住宅設計であると判定することができる。

設計建築物の外窓が関連基準の規定を満たすことができないか、または窓壁面積比が規定値より大きい場合は、「参照建築対比法」により暖房省エネルギー建築設計の判定を行わなくてはならない。

1. 建築物負荷指標判定と計算表の方法に基づき、参照建築物の外皮構造負荷指標を計算する。計算する時は、各バルコニーの屋根部分の総面積と、全ての出窓の屋根部分の総面積を屋根面積に入れて計算する。各バルコニーの床部総面積（バルコニーが地面に接地していない場合）と、全ての出窓の底面の総面積を、室外空気接触床面の面積に入れて計算する。
2. 参照建築物の負荷指標を、設計建築物の負荷指標制限値とする。
3. 設計建築物の実際の負荷指標を計算し、もし参照建築物の負荷指標より大きい場合は、窓壁面積比または外皮構造の伝熱係数を調整し、負荷指標が参照建築物の負荷指標より大きくならないようにする。調整を行った後の建築設計は、全体の熱特性は本基準が規定する省エネルギー要求に適合していると判断してよい。窓壁面積比を調整する場合は、バルコニー付外窓とバルコニーなし外窓のサイズを同比率で同時に縮小しなくてはならない。

## 評価計算フロー



### 4.2.2.1 負荷のシミュレーション計算方法

北方地区における負荷のシミュレーション計算に対しては、外皮構造の伝熱係数と窓壁面積比が「暖房居住建築省エネルギー設計基準」で規定した制限値を満たさない場合は、建築物に対しトレードオフ判断を行い、建築物負荷指標が該当基準の規定値より大きくなるよう上述の基準で規定されている。その計算方法は以下の通りである。

- 1) 「暖房居住建築省エネルギー設計基準」(JGJ26) が規定する建築物負荷指標は、次の計算式で算出する。

$$q_H = q_{H.T} + q_{INF} - 3.8$$

ただし、 $q_H$ ——建築物負荷指標 ( $W/m^2$ )

$q_{H.T}$ ——単位延床面積あたりの外皮構造を通じた伝熱負荷 ( $W/m^2$ )

$q_{INF}$ ——単位延床面積の空気浸透負荷

3.8——単位延床面積の建築物内部が獲得した熱(家事、照明、家電品、人体からの放熱を含む)、住宅建築は  $3.80 W/m^2$  とする。

- 2) 単位延床面積の外皮構造を通じた伝熱負荷は、次の計算式で算出する。

$$q_{H.T} = (t_i - t_e) \left( \sum_{i=1}^m \varepsilon_i \times K_i \times F_i \right) / A_0$$

ただし、 $t_i$ ——全ての部屋の平均室内計算温度、一般的住宅建築は  $16$  とする。

$t_e$ ——暖房期の室外平均温度 ( )

$\varepsilon_i$ ——外皮構造の伝熱係数の修正係数



$K_i$ ——外皮構造の伝熱係数 [ $W/(m^2 \cdot )$ ]、外壁については平均伝熱係数を使う。

$F_i$ ——外皮構造の面積

$A_0$ ——建築面積

3) 単位延床面積の空気浸透負荷は、次の計算式で算出する。

$$q_{INF} = (t_i - t_e)(C_p \cdot \rho \cdot N \cdot V) / A_0$$

ただし、 $C_p$ ——空気比熱容量、 $0.28 W \cdot h / (kg \cdot K)$ を使う。

$\rho$ ——空気密度、統一して  $\rho = 1.3 kg/m^3$  とする。

$N$ ——換気回数、住宅建築は  $0.5$  回/h とする。

$V$ ——換気体積 ( $m^3$ )

#### 4.2.3 建築省エネルギーシミュレーション用推奨ソフトの紹介

目下、国内外の建築エネルギー消費に対する、時間ごとの動的計算方法は非常に成熟度を増し、有名なソフトも非常に多い。例えば海外の DOE-2、EnergyPlus、中国の CHEC、DEST 等がある。静的計算法は、計算原理が相対的に簡単のため、そのソフトの種類も多く、中国では天正、鴻業などがあるが、建築設計者も手計算や自分で組んだ小さなプログラムソフトで計算することもできる。建築エネルギー消費シミュレーションソフトは、主に次の二つの分野で広く利用されている。

- 1、建築物冷暖房負荷の予測と措置の最適化。外壁の保温の改善、外窓の性能と窓壁面積比の改良、異なる熱慣性の外皮構造の選定などの措置を通じて、建築物室内の熱環境とエネルギー消費を変更する。これらの措置と建築環境および建築物通年エネルギー消費との関連は、直接的に正確な分析を行うのは難しく、シミュレーションを利用しないと得ることができない。そのため、建築設計プランを評価し最適化する場合は、一般的にシミュレーションの方法が利用される。
- 2、空調システムのエネルギー消費予測と性能最適化。年間の時間ごとのシミュレーションや典型的運転状態シミュレーションを通じて、実際の運転中に現れる様々な状況を理解し、そこからシステム設計の年間空調エネルギー消費量を予測し、システムや構造、制御プランの中で有効な措置を講じ、そこからそれぞれのシステムプランと設備配置に対し最適化を図ることが可能となる。

設計建築物の表皮構造の熱特性、およびその他の指標が、基準中で規定される剛性指標を満たし、暖房空調システムの設備性能係数が、基準の規定値に適合する場合、その設計建築物は省エネルギー設計であると直接判定することができる。また、省エネルギー設計ソフトを使用し直接判定することもできる。

## 5、住宅省エネルギー評価の実例

以下は四つの住宅省エネルギー評価の実例である。その中で蘭州鴻運潤園 B 区は、静的計算方法を使い、上海東方都市花園は動的計算方法を用いた。

### 一、蘭州鴻運潤園

#### (1) 各建築物の概況

蘭州鴻運潤園 B 区は、蘭州市城関区雁灘地区に位置し、北側は 607-1 号道路に、南は 605 号計画道路に面し、東は 606 号計画道路に面し、西は新港第五期工事地区と農民宅建設予定地に接している。1 # 建物、5 # 建物、9 # 建物、14 # 建物は、本団地の代表的建物となっている。各建物の窓壁面積比および体形係数は表 1 の示す通りである。

表 1 鴻運潤園 B 区の代表的建物の窓壁面積比と体形係数

建物名称	窓壁面積比				体形係数
	東	南	西	北	
1 # 建物	0.08	0.43	0.08	0.13	0.31
5 # 建物	0.08	0.40	0.08	0.15	0.32
9 # 建物	0.14	0.40	0.13	0.18	0.42
14 # 建物	0.04	0.49	0.13	0.28	0.43

#### (2) 省エネルギー 65% 基準達成の判定と外皮構造性能要求

##### 省エネルギー 65% の指標要求

##### (1) 建築物省エネルギー分析の根拠

本項目の分析は、以下の基準と規範に基づき行った。

- 1) 「暖房居住建築省エネルギー設計基準」(DB62/T25-3033-2006)
- 2) 「民間建築熱特性設計規範」(GB 50176\_93)

##### (2) 省エネルギー指標要求

##### 蘭州地域の暖房住宅の各部分の外皮構造伝熱係数制限値

「暖房居住建築省エネルギー設計基準」(DB62/T25-3033-2006)において規定されている蘭州地域の暖房住宅の、各部分の外皮構造伝熱係数制限値は、表 2 を参照されたい。

表 2 蘭州地域暖房居住建築各部分外皮構造伝熱係数制限値

外皮構造部分		伝熱係数制限値[W/(m <sup>2</sup> · )]
屋根	体形係数<0.3	0.6
	体形係数 0.3-0.33	0.4
外壁	体形係数<0.3	0.6
	体形係数 0.3-0.33	0.5
非暖房階段室	体形係数<0.3	0.8
	体形係数 0.3-0.33	1.7
床板	体形係数<0.3	0.55
	体形係数 0.3-0.33	0.55
地面	周辺地面	0.52
	非周辺地面	0.30
窓(バルコニー扉上部含む)		2.8
バルコニー扉下部心板		1.7
階段室通用扉		2.0
エキスパンションスペース		0.8

### 方位別窓壁面積比の規定

「暖房居住建築省エネルギー設計基準」(DB62/T25-3033-2006)は、建築方位別窓壁面積比は下表に規定する数値を超えてはならないと規定している。

表3 蘭州地域暖房居住建築方位別窓壁面積比

方位	窓壁面積比
北、西北、西、東北、東、西南	0.30
東南	0.35
南(南から東または西寄り 15°以内)	0.45

### 体形係数規定

「暖房居室建築物省エネルギー設計基準」(DB62/T25-3033-2006)は、暖房住宅の体形係数は0.3を越えないようにし、体形係数が0.3~0.33の間の住宅や、その外壁、屋根、非暖房階段室仕切り壁と玄関ドアに対しては、保温措置を強化し、その伝熱係数制限値が表2の規定制限値を超えないようにしなくてはならないと規定している。

### 建築省エネルギー設計の判定

「暖房居住建築省エネルギー設計基準」(DB62/T25-3033-2006)は、蘭州地域の暖房住宅の負荷指標が14.6W/m<sup>2</sup>より大きくなならないよう規定している。

### (3) 外皮構造の最適化設計プラン

本団地の代表的建物の体形係数は比較的大きく、その中で9号建物と14号建物の体形係数は、それぞれ0.42と0.43であり、「暖房居住建築省エネルギー設計基準」で推奨している上限0.33を超えている。且つ14号建物の南向き窓壁面積比も規定の0.45を超えている。そのためこのいくつかの建物について負荷指標のトレードオフ判定を行い、それぞれの建物の外皮構造プランを最適化する必要がある。

次にそれぞれの建物の外壁、屋根、階段室、床の保温層厚、建具伝熱係数について異なるプランを提示し、3.2の計算方法に基づき、その負荷指標が省エネルギー65%の要求(負荷指標<14.6W/m<sup>2</sup>)を全て満たすよう計算を行った。具体的計算結果は次の通りである。(全ての計算でのXPSの伝熱係数で使用したのは、全て0.030W/(m・)である。)

## 1) 1号建物

表4 1号建物の外皮構造プラン

		外窓	玄関	非暖房地下 室上部床板	採光 屋根	屋根	外壁	階段室		負荷指標 (W/m <sup>2</sup> )
								内壁	住戸 扉	
プランA	XPS厚(mm)			50		60	70	40		14.48
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ·)]	1.8	2.0	0.55	1.8	0.44	0.46	0.63	1.7	
プランB	XPS厚(mm)			50		60	80	40		14.32
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ·)]	2.0	2.0	0.55	1.8	0.44	0.41	0.63	1.7	
プランC	XPS厚(mm)			50		70	80	40		14.48
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ·)]	2.2	2.0	0.55	1.8	0.38	0.41	0.63	1.7	
プランD	XPS厚(mm)			50		80	80	40		14.54
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ·)]	2.3	2.0	0.55	1.8	0.34	0.41	0.63	1.7	
プランE	XPS厚(mm)			50		80	90	40		14.48
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ·)]	2.5	2.0	0.55	1.8	0.34	0.37	0.63	1.7	
プランF	XPS厚(mm)			50		150	90	40		14.39
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ·)]	2.7	2.0	0.55	1.8	0.19	0.37	0.63	1.7	
プランG	XPS厚(mm)			50		200	100	40		14.52
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ·)]	3.1	2.0	0.55	1.8	0.14	0.33	0.63	1.7	

注：外壁伝熱係数は、すでに周辺の熱橋の影響を考慮した平均伝熱係数となっている。

2) 5号建物

表5 5号建物外皮構造プラン

		外窓	玄関	非暖房地下室上部床板	屋根面	外壁	階段室		負荷指標 (W/m <sup>2</sup> )
							内壁	扉	
プラン A	XPS厚(mm)			50	80	60	40		14.56
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> · )]	1.8	2.0	0.55	0.34	0.53	0.63	1.7	
プラン B	XPS厚(mm)			50	70	70	40		14.43
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> · )]	2.0	2.0	0.55	0.38	0.46	0.63	1.7	
プラン C	XPS厚(mm)			50	90	70	40		14.55
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> · )]	2.2	2.0	0.55	0.31	0.46	0.63	1.7	
プラン D	XPS厚(mm)			50	70	80	40		14.53
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> · )]	2.3	2.0	0.55	0.38	0.41	0.63	1.7	
プラン E	XPS厚(mm)			50	100	80	40		14.54
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> · )]	2.5	2.0	0.55	0.28	0.41	0.63	1.7	
プラン F	XPS厚(mm)			50	150	80	40		14.59
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> · )]	2.7	2.0	0.55	0.19	0.41	0.63	1.7	

注：外壁伝熱係数は、周辺の熱橋の影響を考慮した平均伝熱係数となっている。

3) 9号建物

表6 9号建物の外皮構造プラン

		外窓	玄関	地下室 外壁	屋根面	外壁	地面		負荷指標 (W/m <sup>2</sup> )
							周辺地 面	非周辺 地面	
プランA	XPS厚(mm)			40	70	60	20		14.51
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ・)]	1.8	2.0	0.41	0.34	0.53	0.3	0.3	
プランB	XPS厚(mm)			40	100	70	20		14.59
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ・)]	2.0	2.0	0.41	0.28	0.46	0.3	0.3	
プランC	XPS厚(mm)			40	100	80	20		14.55
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ・)]	2.2	2.0	0.41	0.28	0.41	0.3	0.3	
プランD	XPS厚(mm)			40	150	100	20		14.26
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ・)]	2.5	2.0	0.41	0.19	0.33	0.30	0.30	

注：外壁の伝熱係数は、周辺熱橋の影響を考慮した平均伝熱係数となっている。

4) 14号建物

表7 14号建物の外皮構造プラン

		外窓	玄関	非暖房地下室上 部床板	屋根面	外壁	負荷指標 (W/m <sup>2</sup> )
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ・)]	1.8	2.0	0.23	0.19	0.41	
プランB	XPS厚(mm)			120	150	100	14.54
	伝熱係数 [W/(m <sup>2</sup> ・)]	2.2	2.0	0.23	0.19	0.33	

注：外壁の伝熱係数は、周辺熱橋の影響を考慮した平均伝熱係数となっている。

5) 外皮構造最適化設計の結果

施工、経済的要因、および室内環境の快適度などを総合的に考慮し、我々が推奨する各建物の外皮構造プランは以下の表の通りである。

表8 各建物の外皮構造推奨プラン

建物番号	1	5	9	14
推奨外皮構造プラン	F	F	D	B

#### (4) 外皮構造細部の最適化

外皮構造細部における設計の不適切から熱特性の欠陥を招いている場合、熱特性欠陥の存在は、往々にして外皮構造全体の保温性能を損なう場合がある。さらに深刻な熱特性欠陥や熱橋は室内結露を招く危険性もある。

##### 4.1 省エネルギー65%の外皮構造細部への要求

「暖房居住建築省エネルギー設計基準」(DB62/T25-3033-2006)の中の外皮構造細部に対する設計要求は以下の通りである。

外壁から張出した部分および壁に付属する部分は、共に熱橋を遮る断熱措置を施し、手摺壁の内外両側の断熱措置の高さは600mmより低くなくてはならない。  
サッシ外側の外周壁面は、保温処理を施さなくてはならない。

##### 4.2 外皮構造の細部に存在する問題

鴻運潤園区団地の建築造形は独特で、例えば屋上スペースや張出しバルコニーなどの構造が多く、これらの特殊な構造部分はどれも潜在的熱橋である。外断熱の措置を講じる場合は特に注意しなくてはならない。デベロッパーが提供する設計図から外皮構造細部の設計に以下の問題が存在することが見て取れる。

一部の手摺壁の内壁面は、断熱措置がされていないか、断熱措置の高さが足りない。  
バルコニーの断熱措置が施されていない。

一部の屋上スペースに断熱措置が施されていない。

下のグラフは、バルコニーと手摺壁の保温措置が施されていない熱橋部分と、断熱措置が施された後のそれぞれの温度分布であるが、熱橋部分の影響が明らかに低減されたことが分かる。

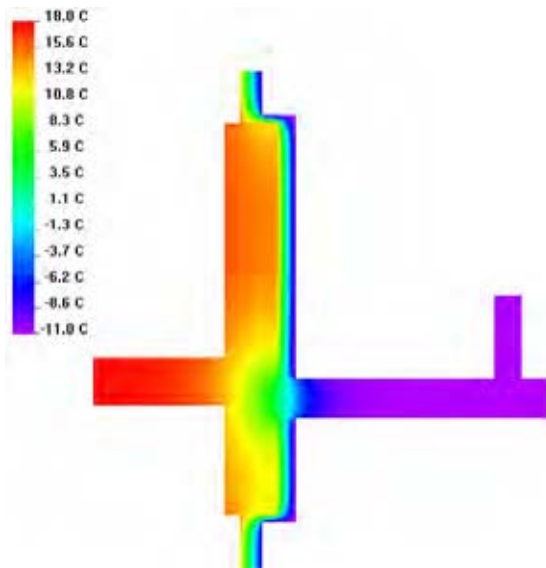


図1 断熱措置なしバルコニーの温度分布

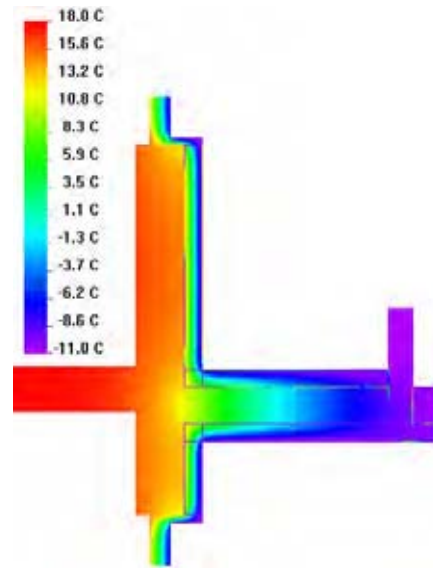


図2 断熱措置を施したバルコニーの温度分布

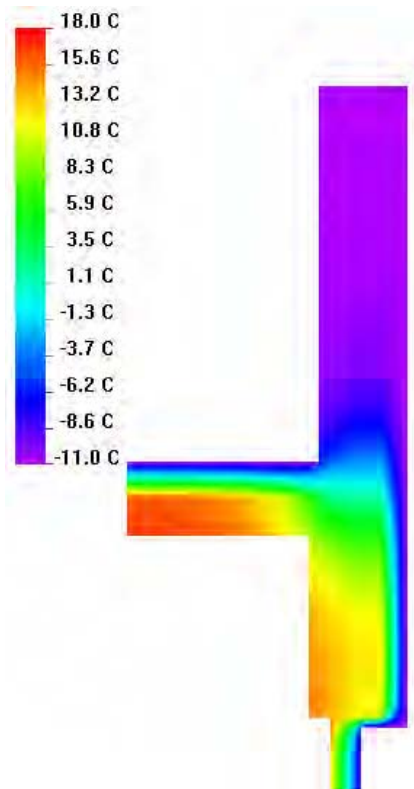


図3 断熱措置なしの手摺壁内側の温度分布

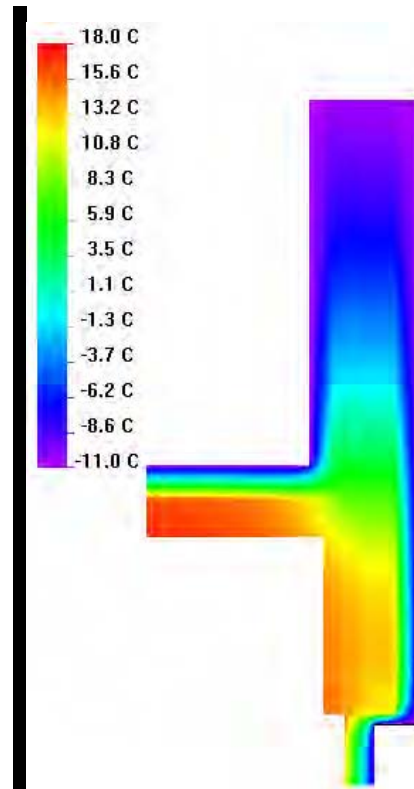


図4 断熱措置を施した手摺壁内側の温度分布

#### 4.3 外皮構造細部処理へのアドバイス

屋上スペースについては、屋根面の保温の方法を参考にして処理し、断熱層厚を屋根面保温層厚と同じにする。バルコニーは、外断熱の施工時にバルコニー全体を包み込み、その断熱層厚を外壁の断熱層厚と同じにするよう注意する。手摺壁内外の保温措置の高さは600mmより低くならないようにし、その断熱層厚は、外壁の断熱層厚と同じにする。高さが600mm未満の手摺壁については、外断熱施工時にその全てを包み込むようにするとよい。



## 二、東方城市花園

### 《東方城市花園》 建築物省エネルギー計算報告書

計算：XXX

校正：XXX

審査：XXX

計算ツール：夏熱冬冷地域の居住建築における省エネルギー設計・分析ソフトウェア

ソフトウェア開発者：中国建築科学研究院



## 二、建物の熱特性における省エネルギーの設計・分析（報告書）

主な熱特性の性能パラメーター：

外壁タイプ1 構造層	厚さ (mm)	伝熱係数 w/(m・k)	蓄熱係数 w/(m <sup>2</sup> k)	熱抵抗値 (m <sup>2</sup> ・k)/w	熱慣性 Dc=R・S
1、混合モルタルによる表面保護層	20	0.870	10.75	0.023	0.247
2、鉄筋コンクリート構造フロアの壁	200	1.740	17.20	0.115	1.978
3、セメントモルタルによる平滑層	10	0.930	11.37	0.011	0.125
4、永成 EPS 板	30	0.046	0.40	0.652	0.261
5、化粧レンガ	計算に入れない				
主要な壁の多層構造の合計				R=0.81	D=2.61
主要な壁の伝熱抵抗 $R_o=R_i+R+R_e=0.96(m^2 \cdot k)/w$					
主要な壁の熱伝係数 $K_p=1/R_o=1.04w/(m^2 \cdot k)$					
内表面の最高計算温度 34.6					
K 1.5 なら要求を満たす。D<3.0 は、計算により内表面の最高温度は夏季室外最高温度より低いので、夏熱冬冷地域の住居建築における省エネルギー設計基準 4.0.8 条の要求を満たす。					

外壁タイプ2 構造層	厚さ (mm)	伝熱係数 w/(m・k)	蓄熱係数 w/(m <sup>2</sup> ・k)	熱抵抗値 (m <sup>2</sup> ・k)/w	熱慣性 Dc=R・S
1、混合モルタルによる表面保護層	20	0.870	10.75	0.023	0.247
2、二列式穴あき中空小型コンクリート	190	0.689	6.09	0.276	1.681
3、混合モルタル	20	0.870	10.75	0.023	0.247
4、EPS パネル	30	0.046	0.40	0.652	0.261
5、化粧レンガ	計算に入れない				
主要な壁の多層構造の合計				R=0.974	D=2.46
主要な壁の伝熱抵抗 $R_o=R_i+R+R_e=1.12(m^2 \cdot k)/w$					
主要な壁の熱伝係数 $K_p=1/R_o=0.89w/(m^2 \cdot k)$					
K 1.5 D 3.0 或いは K 1.0 D 2.5 なら夏熱冬冷地域の住居建築における省エネルギー設計基準 4.0.8 条の要求を満たす。					

内壁タイプ 構造層	厚さ (mm)	伝熱係数 w/(m・k)	蓄熱係数 w/(m <sup>2</sup> ・k)	熱抵抗値 (m <sup>2</sup> ・k)/w	熱慣性 Dc=R・S
1、セメントモルタルによる平滑層	10	0.93	11.37	0.011	0.125
2、B06級気泡コンクリート	200	0.20	3.28	1	3.280
3、セメントモルタルによる平滑層	10	0.93	11.37	0.011	0.125
内壁の多層構造の合計				R=1.02	D=
壁体の伝熱抵抗 $R_o=1.24 (m^2 \cdot k) / w$					
壁体の伝熱係数 $K_p=1/R_o=0.81w/(m^2 \cdot k)$					
K 2.5 なら夏熱冬冷地域の住居建築における省エネルギー設計基準 4.0.8 条の要求を満たす。					

共用廊下 構造層	厚さ (mm)	伝熱係数 w/(m・k)	蓄熱係数 w/(m <sup>2</sup> ・k)	熱抵抗値 (m <sup>2</sup> ・k)/w	熱慣性 Dc=R・S
1、セメントモルタルにより平らにした層	10	0.93	11.37	0.011	0.125
2、気泡コンクリート	200	0.20	3.28	1	3.280
3、断熱モルタル	15	0.09		0.167	
共用廊下多層構造の合計				R=1.18	
壁体の伝熱抵抗 $R_o=1.40 (m^2 \cdot k) / w$					
壁体の伝熱係数 $K_p=1/R_o=0.71w/(m^2 \cdot k)$					
K 2.5 なら夏熱冬冷地域の住居建築における省エネルギー設計基準 4.0.8 条の要求を満たす。					

屋根のタイプ 構造層	厚さ (mm)	伝熱係数 w/(m・k)	蓄熱係数 w/(m <sup>2</sup> ・k)	熱抵抗値 (m <sup>2</sup> ・k)/w	熱慣性 Dc=R・S
1、鉄筋コンクリート	120	1.740	17.20	0.069	1.19
2、セメントモルタルによる平滑層	20	0.930	11.37	0.022	0.245
3、気泡コンクリートに勾配層	90	0.199	2.72	0.452	1.23
4、セメントモルタルに平滑層	20	0.930	11.37	0.022	0.245
5、防水巻き材	計算に入れない				
6、XPS断熱層	25	0.027	0.54	0.93	0.5
7、プラスチックフィルム	計算に入れない				
8、細石コンクリートにより平らにする	30	1.280	13.57	0.023	0.32
屋根の構造層の合計				R=1.518	D=3.73
屋根の伝熱抵抗 $R_o=R_i+R+R_e=1.668$					
屋根の伝熱係数 $K=1/R_o=0.60$					
K 1.0 D 3.0 或いは K 0.8 D 2.5 なら夏熱冬冷地域の住居建築における省エネルギー設計基準 4.0.8 条の要求を満たす。					

スラブタイプ(階層間)構造層	厚さ (mm)	伝熱係数 w/(m・k)	蓄熱係数 w/(m <sup>2</sup> ・k)	熱抵抗値 (m <sup>2</sup> ・k)/w	熱慣性 Dc=R・S
1、木質床	18	0.140	4.56	0.129	
2、木筋 50@500	50	0.279		0.180	
3、鉄筋コンクリート	120	1.740	17.20	0.069	1.19
4、混合モルタル	10	0.870	10.75	0.011	
スラブの構造層の合計				R=0.389	
スラブの伝熱抵抗 Ro=Ri+ R+Re=0.61					
スラブの伝熱係数 K=1/Ro=1.64					
階層間のスラブは夏熱冬冷地域の住居建築における省エネルギー設計基準 4.0.8 条の要求を満たす。					

スラブタイプ(底部は通風しない高架)構造層	厚さ (mm)	伝熱係数 w/(m・k)	蓄熱係数 w/(m <sup>2</sup> ・k)	熱抵抗値 (m <sup>2</sup> ・k)/w	熱慣性 Dc=R・S
1、鉄筋コンクリート	120	1.740	17.20	0.069	1.19
2、硬質石綿板	30	0.055		0.545	
3、木材パネル	計算に入れない				
スラブの構造層の合計				R=0.614	
スラブの伝熱抵抗 Ro=Ri+ R+Re=0.89					
スラブの伝熱係数 K=1/Ro=1.12					
階層間のスラブは夏熱冬冷地域の住居建築における省エネルギー設計基準 4.0.8 条の要求を満たす。					

外窓タイプ	仕様	最大窓壁面積比	方角	伝熱係数 w/(m <sup>2</sup> ・k)	気密性 1~6 階	気密性 7 階以上
1、	断熱アルミ合金+中空ガラス	0.46	南	2.22	III	II
2、	断熱アルミ合金+中空ガラス	0.29	北	2.22	III	II
夏熱冬冷地域の住居建築における省エネルギー設計基準 4.0.4、4.0.7 条の要求を満たす。						

玄関扉のタイプ	規格	伝熱係数 w/(m <sup>2</sup> ・k)
1、断熱材入りの鋼製扉	2100x1200x80	1.7
2、		
3、		
夏熱冬冷地域の住居建築における省エネルギー設計基準 4.0.8 条の要求を満たす。		

### 主要部位の熱橋の計算

構造タイプ：

計算略図：添付図面を参照

建築物	面積 $m^2$	伝熱係数 $W/m^2 \cdot K$
主要な壁	5.034	1.21
短柱せん断壁	0.532	1.19
梁	0.853	1.45
まぐさ		
スラブ	0.511	1.34

外壁の熱抵抗の平均値： 0.745  $m^2 \cdot k/w$

### 主要部位の熱橋の伝熱係数の計算と比較

伝熱係数=1/(外部表面の熱交換係数+モルタル+外壁熱抵抗の平均値+断熱層+モルタル+内表面の熱交換係数)
K=1.34 $W/m^2 \cdot K$
K 1.5 D 3.0あるいはK 1.0 D 2.5なら夏熱冬冷地区の住居建築における省エネルギー設計基準 4.0.8 条の要求を満たす。

### 三、動的計算部分の分析：

(「夏熱冬冷地区の居住建築における省エネルギー設計基準」の第 4.0.3、4.0.4 と 4.0.8 条の規定に合致する場合は、建物の熱特性における省エネルギー設計・計算書を作成する)

年間単位面積の暖房消費量： 16.4 ( $W/m^2$ )

年間単位面積の冷房消費量： 25.8 ( $W/m^2$ )

年間単位面積の暖房電気消費量： 28.6 ( $kWh/m^2$ )

年間単位面積の冷房電気消費量： 23 ( $kWh/m^2$ )

年間単位面積の暖冷房電気消費量： 51.6 ( $kWh/m^2$ )

年間単位面積の暖冷房電気消費量の制限値は 54 ( $kWh/m^2$ )

以上の各条項は JGJ134-2001-5.0.5 の規定に (合致/合致しない)。

### 建物の外壁、窓、スラブの熱特性における省エネルギーの設計・分析 (詳細結果を選出し出力可)

外皮構造の詳細計算データ：

計算詳細図は (1 階外皮構造の熱特性のパラメーター図) を参照

1階の建築データ

建築物	面積 m <sup>2</sup>	番号	タイプ	窓壁 面積 比	伝熱係数 W/m <sup>2</sup> .K	熱慣 性指 標	伝熱係数 の制限値 W/m <sup>2</sup> .K	熱慣性 指標の 制限値	JGJ134-2001- 4.0.3、4.0.4、 4.0.8に合致 するかどうか
外壁	31.83	1	1	----	1.38	3.42	1.50	3.0	合致
	41.75	2	1	----	1.46	3.42	1.50	3.0	合致
	58.42	3	1	----	1.18	3.42	1.50	3.0	合致
	71.70	4	1	----	1.16	3.42	1.50	3.0	合致
	92.59	5	1	----	1.13	3.42	1.50	3.0	合致
	80.30	6	1	----	1.07	3.42	1.50	3.0	合致
	72.90	7	1	----	1.03	3.42	1.50	3.0	合致
	37.96	8	1	----	0.99	3.42	1.50	3.0	合致
	25.37	9	1	----	0.97	3.42	1.50	3.0	合致
	16.84	10	1	----	0.95	3.42	1.50	3.0	合致
南面外部日 射遮蔽外窓 無し	24.20	1	1	0.43	2.23	----	2.50	----	合致
	16.96	2	1	0.41	2.23	----	2.50	----	合致
	8.04	3	1	0.39	2.23	----	2.50	----	合致
東西面外部 日射遮蔽外 窓無し	0.72	4	1	0.29	3.10	----	4.70	----	合致
	0.72	5	1	0.27	3.10	----	4.70	----	合致
北面外部日 射遮蔽外窓 無し	3.12	6	1	0.24	3.10	----	4.70	----	合致
	7.80	7	1	0.22	3.10	----	4.70	----	合致
	5.82	8	1	0.20	3.10	----	4.70	----	合致
	6.96	9	1	0.23	3.10	----	4.70	----	合致
	0.90	10	1	0.19	3.10	----	4.70	----	合致
	2.16	11	1	0.23	3.10	----	4.70	----	合致
内壁	555.24	1	1	----	1.38	----	2.00	----	合致
内部建具	28.50	1	1	----	3.69	----	0.00	----	
スラブ	678.57	1	1	----	1.82	----	2.00	----	合致

当階の建築面積 = 678.57 m<sup>2</sup>

当階の南面の窓壁面積比 = 0.41

当階の東西面の窓壁面積比 = 0.13

当階の北面の窓壁面積比 = 0.14

当階全体の窓壁面積比 = 0.22

2階の建築データ

建築物	面積 <sup>m<sup>2</sup></sup>	番号	タイプ	窓壁面積比	伝熱係数 W/m <sup>2</sup> .K	熱慣性の指標	伝熱係数の制限値 W/m <sup>2</sup> .K	熱慣性指標の制限値	JGJ134-2001-4.0.3、4.0.4、4.0.8に合致するかどうか
外壁	29.50	1	1	----	1.39	3.42	1.50	3.0	合致
	43.75	2	1	----	1.46	3.42	1.50	3.0	合致
	58.75	3	1	----	1.22	3.42	1.50	3.0	合致
	69.70	4	1	----	1.15	3.42	1.50	3.0	合致
	94.40	5	1	----	1.13	3.42	1.50	3.0	合致
	80.49	6	1	----	1.05	3.42	1.50	3.0	合致
	72.90	7	1	----	1.01	3.42	1.50	3.0	合致
	37.96	8	1	----	0.97	3.42	1.50	3.0	合致
	25.37	9	1	----	0.94	3.42	1.50	3.0	合致
	16.84	10	1	----	0.92	3.42	1.50	3.0	合致
南面外部日射遮蔽外窓無し	24.20	1	1	0.43	2.23	----	2.50	----	合致
	16.96	2	1	0.44	2.23	----	2.50	----	合致
	8.04	3	1	0.39	2.23	----	2.50	----	合致
東西面外部日射遮蔽外窓無し	0.72	4	1	0.33	3.10	----	3.20	----	合致
	0.72	5	1	0.32	3.10	----	3.20	----	合致
北面外部日射遮蔽外窓無し	3.12	6	1	0.24	3.10	----	4.70	----	合致
	7.80	7	1	0.22	3.10	----	4.70	----	合致
	5.82	8	1	0.24	3.10	----	4.70	----	合致
	6.96	9	1	0.25	3.10	----	4.70	----	合致
	0.90	10	1	0.19	3.10	----	4.70	----	合致
	2.16	11	1	0.18	3.10	----	4.70	----	合致
内壁	555.24	1	1	----	1.38	----	2.00	----	合致
内部建具	28.50	1	1	----	3.69	----	0.00	----	
スラブ	678.57	1	1	----	1.82	----	2.00	----	合致

当階の建築面積 = 678.57 m<sup>2</sup>

当階の南面の窓壁面積比 = 0.41

当階の東西面の窓壁面積比 = 0.10

当階の北面きの窓壁面積比 = 0.15

当階全体の窓壁面積比 = 0.23



3階の建築データ

建築物	面積 <sup>m<sup>2</sup></sup>	番号	タイプ	窓壁面積比	伝熱係数 W/m <sup>2</sup> .K	熱慣性指標	伝熱係数の制限値 W/m <sup>2</sup> .K	熱慣性指標の制限値	JGJ134-2001-4.0.3、4.0.4、4.0.8に合致するかどうか
外壁	31.83	1	1	----	1.39	3.42	1.50	3.0	合致
	41.75	2	1	----	1.40	3.42	1.50	3.0	合致
	58.42	3	1	----	1.15	3.42	1.50	3.0	合致
	71.70	4	1	----	1.13	3.42	1.50	3.0	合致
	92.59	5	1	----	1.09	3.42	1.50	3.0	合致
	80.30	6	1	----	1.05	3.42	1.50	3.0	合致
	72.90	7	1	----	1.01	3.42	1.50	3.0	合致
	37.96	8	1	----	0.96	3.42	1.50	3.0	合致
	25.37	9	1	----	0.93	3.42	1.50	3.0	合致
	16.84	10	1	----	0.91	3.42	1.50	3.0	合致
南面外部日射遮蔽外窓無し	24.20	1	1	0.43	2.23	----	2.50	----	合致
	16.96	2	1	0.41	2.23	----	2.50	----	合致
	8.04	3	1	0.39	2.23	----	2.50	----	合致
東西面外部日射遮蔽外窓無し	0.72	4	1	0.29	3.10	----	4.70	----	合致
	0.72	5	1	0.27	3.10	----	4.70	----	合致
北面外部日射遮蔽外窓無し	3.12	6	1	0.24	3.10	----	4.70	----	合致
	7.80	7	1	0.22	3.10	----	4.70	----	合致
	5.82	8	1	0.20	3.10	----	4.70	----	合致
	6.96	9	1	0.23	3.10	----	4.70	----	合致
	0.90	10	1	0.19	3.10	----	4.70	----	合致
	2.16	11	1	0.23	3.10	----	4.70	----	合致
内壁	555.24	1	1	----	1.38	----	2.00	----	合致
内部建具	28.50	1	1	----	3.69	----	0.00	----	合致しない
床	678.57	1	1	----	1.82	----	2.00	----	合致

当階の建築面積 = 678.57 m<sup>2</sup>

当階の南向きの窓壁面積比 = 0.41

当階の東西向きの窓壁面積比 = 0.09

当階の北向き窓壁面積比 = 0.15

当階全体の窓壁面積比 = 0.22

4階の建築データ

建築物	面積 $m^2$	番号	タイプ	窓壁面積比	伝熱係数 $W/m^2.K$	熱慣性指標	伝熱係数の制限値 $W/m^2.K$	熱慣性指標の制限値	JGJ134-2001-4.0.3、4.0.4、4.0.8に合致するかどうか
外壁	31.83	1	1	----	1.39	3.42	1.50	3.0	合致
	41.75	2	1	----	1.46	3.42	1.50	3.0	合致
	58.42	3	1	----	1.18	3.42	1.50	3.0	合致
	71.70	4	1	----	1.16	3.42	1.50	3.0	合致
	92.59	5	1	----	1.13	3.42	1.50	3.0	合致
	80.30	6	1	----	1.07	3.42	1.50	3.0	合致
	72.90	7	1	----	1.03	3.42	1.50	3.0	合致
	37.96	8	1	----	0.99	3.42	1.50	3.0	合致
	25.37	9	1	----	0.97	3.42	1.50	3.0	合致
	16.84	10	1	----	0.95	3.42	1.50	3.0	合致
南面外部日射遮蔽外窓無し	24.20	1	1	0.43	2.23	----	2.50	----	合致
	16.96	2	1	0.41	2.23	----	2.50	----	合致
	8.04	3	1	0.39	2.23	----	2.50	----	合致
東西面外部日射遮蔽外窓無し	0.72	4	1	0.29	3.10	----	4.70	----	合致
	0.72	5	1	0.27	3.10	----	4.70	----	合致
北面外部日射遮蔽外窓無し	3.12	6	1	0.24	3.10	----	4.70	----	合致
	7.80	7	1	0.22	3.10	----	4.70	----	合致
	5.82	8	1	0.20	3.10	----	4.70	----	合致
	6.96	9	1	0.23	3.10	----	4.70	----	合致
	0.90	10	1	0.19	3.10	----	4.70	----	合致
	2.16	11	1	0.23	3.10	----	4.70	----	合致
内壁	555.24	1	1	----	1.38	----	2.00	----	合致
内部建具	28.50	1	1	----	3.69	----	0.00	----	
床	678.57	1	1	----	1.82	----	2.00	----	合致

当階の建築面積 = 678.57  $m^2$

当階の南向きの窓壁面積比 = 0.40

当階の東西向きの窓壁面積比 = 0.10

当階の北向き窓壁面積比 = 0.12

当階全体の窓壁面積比 = 0.20

5階の建築データ

建築物	面積 <sup>m<sup>2</sup></sup>	番号	タイプ	窓壁面積比	伝熱係数 W/m <sup>2</sup> .K	熱慣性指標	伝熱係数の制限値 W/m <sup>2</sup> .K	熱慣性指標の制限値	JGJ134-2001-4.0.3、4.0.4、4.0.8に合致するかどうか
外壁	31.83	1	1	----	1.39	3.42	1.50	3.0	合致
	41.75	2	1	----	1.46	3.42	1.50	3.0	合致
	58.42	3	1	----	1.18	3.42	1.50	3.0	合致
	71.70	4	1	----	1.16	3.42	1.50	3.0	合致
	92.59	5	1	----	1.13	3.42	1.50	3.0	合致
	80.30	6	1	----	1.07	3.42	1.50	3.0	合致
	72.90	7	1	----	1.03	3.42	1.50	3.0	合致
	37.96	8	1	----	0.99	3.42	1.50	3.0	合致
	25.37	9	1	----	0.97	3.42	1.50	3.0	合致
	16.84	10	1	----	0.95	3.42	1.50	3.0	合致
南面外部日射遮蔽外窓無し	24.20	1	1	0.43	2.23	----	2.50	----	合致
	16.96	2	1	0.41	2.23	----	2.50	----	合致
	8.04	3	1	0.39	2.23	----	2.50	----	合致
東西面外部日射遮蔽外窓無し	0.72	4	1	0.29	3.10	----	4.70	----	合致
	0.72	5	1	0.27	3.10	----	4.70	----	合致
北面外部日射遮蔽外窓無し	3.12	6	1	0.24	3.10	----	4.70	----	合致
	7.80	7	1	0.22	3.10	----	4.70	----	合致
	5.82	8	1	0.20	3.10	----	4.70	----	合致
	6.96	9	1	0.23	3.10	----	4.70	----	合致
	0.90	10	1	0.19	3.10	----	4.70	----	合致
	2.16	11	1	0.23	3.10	----	4.70	----	合致
内壁	555.24		1	----	1.38	----	2.00	----	合致
内部建具	28.50		1	----	3.69	----	0.00	----	
床	678.57	1	1	----	1.82	----	2.00	----	合致

当階の建築面積 = 678.57 m<sup>2</sup>

当階の南向きの窓壁面積比 = 0.41

当階の東西向きの窓壁面積比 = 0.10

当階の北向き窓壁面積比 = 0.16

当階全体の窓壁面積比 = 0.22

### 三、錦繡大地マンション

#### 1、概況

錦繡大地公寓は、高い快適性と低エネルギー消費を実現させた高級住宅で、その外皮構造はヨーロッパの建築物理学者により最適な設計が施された。多くの省エネルギー措置が講じられ、その保温性能は現行の省エネルギー基準を上回っている。冬季の暖房消費エネルギーと暖房期の運転電力使用量を把握するため、我々はこのマンション内の典型的な間取りの住戸について、冬季暖房期の消費エネルギーの算出を行い、同時に室内環境制御システムの総合評価分析を行った。

この住宅は高層住宅であり、A、B、Cの三棟に分かれ、各棟の外形や間取りは全てが同じというわけではない。その建築物体形係数は  $S > 0.3$  である。それぞれの間取りの住戸の冬季暖房期消費エネルギーと、暖房運転電力使用量を正確に把握するため、典型的な間取りの住戸を選び算出した。比較した後、面積が比較的大きく、向きが理想的でないC棟のBタイプ住戸と、面積が小さく、向きは理想的なA棟Eタイプ住戸を計算対象として選定し、それぞれの住戸タイプでの基準階と一階の住戸に対し計算を行った。C棟Bタイプの建築面積は  $156.8 \text{ m}^2$ 、階高  $2.8\text{m}$ 、C棟の東北角に位置する。A棟Eタイプの建築面積は  $139.00 \text{ m}^2$ 、階高  $2.8\text{m}$ 、A棟の西南角に位置する。

#### 2、室内環境制御システムの紹介

##### (1) 外皮構造熱特性性能

- 1) 外壁の構造：外側より順に、dry-hang タイル張壁、空気流通層、 $100\text{mm}$  厚ポリスチレンボード保温断熱層、 $200\text{mm}$  現場打ちコンクリート。外壁伝熱係数  $K=0.43\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- 2) 外窓：二層中空 LOW-E ガラス、断熱アルミ合金サッシ枠、外窓伝熱係数  $K=2.2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- 3) 床スラブの工法：スラブは  $160 \sim 200\text{mm}$  の現場打ちコンクリート。スラブ上に  $50\text{mm}$  厚のセラミックコンクリート、セラミック層の上に  $40\text{mm}$  厚のセメントモルタルまたは床タイルなど。床スラブの伝熱係数  $K=0.43 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- 4) 屋根の工法：防水歩行屋根、 $200 \sim 250\text{mm}$  厚の石炭ガラ、 $160 \sim 200\text{mm}$  現場打ちコンクリート。内側は  $100\text{mm}$  厚のポリスチレンボード保温断熱層がある。屋上の伝熱係数  $K=0.20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

「民用建築の省エネルギー設計基準」(暖房居住部分)JGJ26-95 は、住宅各部分の表皮構造の伝熱係数制限値を規定している。下表は、基準中で規定されている外皮構造の伝熱係数とこのマンションの外皮構造伝熱係数、および関連するパラメーターの比較である。

表 6-1 マンション表皮構造の伝熱係数と関連パラメーター比較

パラメーター	基準中の規定値	錦繡大地公寓
外壁伝熱係数 $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	0.82	0.43
外窓伝熱係数 $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	4.0	2.2
屋根伝熱係数 $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	0.6	0.2
床部分伝熱係数(非暖房地下室上部床) $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	0.55	0.43
単位延床面積の建築物内部の獲得熱量 $(\text{W}/\text{m}^2)$	3.8	考慮せず
室内計算温度 ( )	16	20

## (2) 換気システム

A, B, Cの3棟のマンションには集中外気供給システムが備えられており、それぞれ屋上の外気システム機械室に外気処理ユニットが配置され、直立管を通りそれぞれ各階の住戸内へ外気が送風される。各住戸4人と考えると、外気基準量は $30 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{人}$ であるため、各住戸に供給される外気は $120 \text{ m}^3/\text{h}$ である。各住戸の洗面所には排気システムが備えられており、排気ファンの定格風量は $140 \text{ m}^3/\text{h}$ である。厨房内には換気扇が設置され、炊事の際に運転させると、換気扇の定格風量は $400 \text{ m}^3/\text{h}$ である。

## (3) 空調暖房システム

上記の住戸タイプの空調暖房システムは、風冷導管式ヒートポンプ空調ユニットに電力での補助加熱装置を備えたもので、送風管を通じて処理を施した空気を各住戸の各部屋へ送る。夏季は冷風を、冬季は温風を送り、還り空気は住戸内の客間から集中回収する。A棟EタイプとC棟Bタイプは、それぞれ南京天加空調設備有限公司のTSA30BRとTSA2020BRの空調ヒートポンプユニットを設置した。冬季のヒートポンプ空調ユニットの運転パラメーターと制御方法は次の通り。

室外温度  $t > -2$  ヒートポンプユニットのみ運転

室外温度  $-6 < t < -2$  ヒートポンプユニットと電力加熱装置1台を同時運転

室外温度  $t < -6$  ヒートポンプユニットは稼働させず、電力加熱装置2台を運転。

A棟Eタイプに選定した電力加熱装置の容量は5kW。

C棟Bタイプに選定した電力加熱装置の容量は3+3kW。

## 3、冬季の建築物エネルギー消費量計算方法

建築物エネルギー消費シミュレーションは、時間ごとの算出法を用いる。室外の時間ごとの気象データと室内設計パラメーターに基づき、建築物の時間ごとのエネルギー消費量を算出する。計算ソフトは、室内環境温度とエネルギー消費シミュレーションソフト DEROB を使用する。シミュレーションソフトの手順は、R-G (熱抵抗 熱容量) 回路網を構築し、回路網中の節点に対し連立方程式を立てて解を求める。そこから瞬時的な伝熱プロセスをシミュレーション算出する。

このソフトを使用しエネルギー消費の計算を行う場合、時間ごとの室外気象データを入力する必要があるが、ここでは北京地域の標準年の時間ごとの気象パラメーターを採用する。これは北京地域の過去30年の気象データに基づくもので、科学的統計方法により生成されたものである。

北京は華北平原の北端に位置し、大陸性季節気候に属す。冬季は寒冷で乾燥しており、暖房期は4ヶ月の長期に渡る。北京の冬季は昼夜の温度差が大きく、最低温度は低い。しかし低温となる時間は短く、最低温度は明け方に多く見られる。計算で採用される北京市の暖房期の日数は129日で、11月9日から翌年の3月17日までとなる。暖房期の室外平均気温は $-1.6$ であり、暖房期の暖房室外計算温度(乾球)は $-9$ である。

## 4、建築物のエネルギー消費に影響する室内環境制御システムの要因

### (1) パラメーターの確定

建築物の冬季エネルギー消費量算出に便利となるよう、建築物のエネルギー消費に影響を与える室内環境制御システムの、その他のパラメーターは以下の通り確定する。

室内廊下(共用スペース)の冬季設計温度  $t=12$

住戸内の主要な電気設備や人体の内部負荷発熱量は考慮しない。

住戸居住人数：4人

外気量：30 m<sup>3</sup>/h・人

地下の車庫には暖房はなく、計算温度は5 である。

間取りが異なる隣同士の住戸や上下階の住戸は、人がいる状態を考慮して温度を計算する。

室内計算温度は20 とする。

## (2) 各間取り住戸の空調システムの運転方式

上記の間取り住戸の空調システムは、風冷導管式ヒートポンプ空調ユニットに電力補助加熱装置を組み合わせたものであり、その運転のパラメーターと制御方法は次の通り。

室外温度  $t > -2$  ヒートポンプユニットのみ運転

室外温度  $-6 < t < -2$  ヒートポンプユニットと電力加熱装置一台を同時運転。

室外温度  $t < -6$  ヒートポンプユニットは運転せず電力加熱装置二台を運転。

A棟Eタイプに選定した電力加熱装置容量は5kW。

C棟Bタイプに選定した電力加熱装置容量は3+3kW。

## (3) 空調ヒートポンプユニット COP の説明

ユニットの COP 性能曲線は下の図 6-1 と 6-2 を参照されたい。

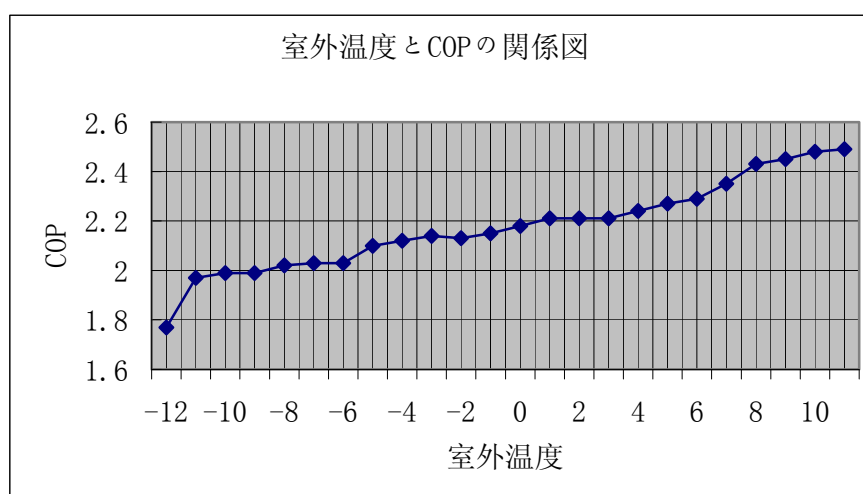


図 6-1 TSA30BR 空調ヒートポンプユニットの COP 性能曲線

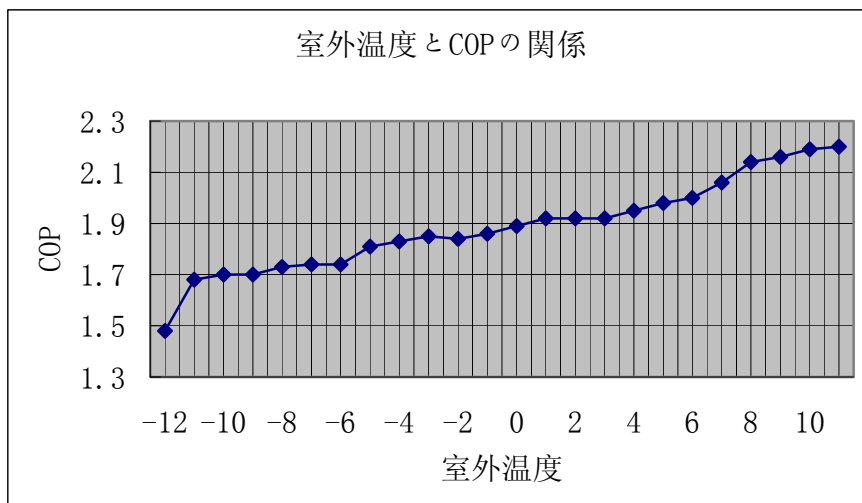


図 6-2 TSA2020BR 空調ヒートポンプユニットの COP 性能曲線

### 5、冬季エネルギー消費量の時間ごとの計算結果

「民用建築の省エネルギー設計基準」(暖房居住部分)JGJ26-95 の規定では、北京地域の通常の住宅の消費熱量指標は、 $20.6\text{W}/\text{m}^2$ を超えてはならない。ここで指摘が必要なのは、この指標が単位延床面積の建築物内部の取得熱量を  $3.8\text{W}/\text{m}^2$ 、平均室内温度を 16 として算出したものである点である。本文中の 2 タイプの間取り住戸のエネルギー消費量計算は、単位延床面積の建築物内部取得熱量は考慮せず、平均室内温度は 20 とする。

冬季エネルギー消費は二つの部分に分けられる。一つは外皮構造のエネルギー消費で、計算プログラムにより時間ごとの外皮構造エネルギー消費量を算出する。もう一つは外気のエネルギー消費である。気象データ中の時間ごとの室外温度と相対湿度、室内温度 20、室内相対湿度は中国の暖房換気設計規範に基づき 40%とし、外気量は必要量から各戸  $120\text{m}^3/\text{h}$ と設定して、以上のデータに基づき、室内外エンタルピー差を用いて各住戸の時間ごとの外気エネルギー消費量を算出する。計算結果は表 6-2 を参照のこと。

表 6-2 各住戸エネルギー消費計算結果一覧表

室内温度	伝熱係数	外気量	住戸タイプ	エネルギー消費			面積あたりのエネルギー消費指標		
				外皮構造	外気	合計	外皮構造	外気	合計
(°C)	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\text{m}^3/\text{h}$		W.h	W.h	W.h	$\text{W}/\text{m}^2$	$\text{W}/\text{m}^2$	$\text{W}/\text{m}^2$
20	0.43	120	A-E-F	5400000	4445143	9845143	12.55	10.33	22.88
20	0.43	120	A-E-S	4400000	4445143	8845143	10.22	10.33	20.55
20	0.43	120	C-B-F	7500000	4445143	11945143	15.45	9.16	24.61
20	0.43	120	C-B-S	6300000	4445143	10745143	12.98	9.16	22.14
A-E-F : A 棟 E タイプ 1 階			A-E-S : A 棟 E タイプ基準階						
C-B-F : C 棟 B タイプ 1 階			C-B-S : C 棟 B タイプ基準階						

計算結果から次の点が見て取れる。外気のエネルギー消費が全体の、エネルギー消費に占める割合は 40～50%であり、単位延床面積の建築物内部取得熱量は  $3.8\text{W}/\text{m}^2$ であることを考えると、室内温度が 20 であっても、その建築物消費熱量指標は基準で規定されている  $20.6\text{W}/\text{m}^2$ より少なく、これはこの建物の熱特性が優良であることを示している。

## 6、室内環境制御システムの建築物エネルギー消費に対する影響の分析

### (1) 外気量の変更が計算結果に与える影響

気象データ中の時間ごとの室外温度と相対湿度、および室内温度 20 に基づき、室内相対湿度は中国の暖房換気設計規範により 40%とし、外気量を各住戸  $120\text{ m}^3/\text{h}$  から  $80\text{ m}^3/\text{h}$ へ変更した場合、室内外のエンタルピー差を用いて各住戸の時間ごとの外気エネルギー消費量を算出する。その他の条件に変更がない場合の計算結果は表 2 を参照のこと。

### (2) 室内計算温度変化が計算結果に与える影響

気象データ中の時間ごとの室外温度と相対湿度、および室内温度を 18 として、室内相対湿度は中国の暖房換気設計規範により 40%を採用し、外気量を各住戸  $120\text{ m}^3$ として、室内外エンタルピー差を用いて各住戸の時間ごとの外気エネルギー消費量を算出する。その他の条件に変更がない場合の計算結果は表 2 を参照のこと。

### (3) 外壁伝熱係数の変更が計算結果に与える影響

気象データ中の時間ごとの室外温度と相対湿度、および室内温度 20 に基づき、室内相対湿度は中国の暖房換気設計規範により 40%とし、外気量は各住戸  $120\text{ m}^3/\text{h}$ 、外壁の伝熱係数は細則で規定されている  $0.82\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ に変更する。上記のデータにより各住戸の時間ごとの外皮構造エネルギー消費と外気エネルギー消費を算出する。その他の条件に変更がない場合の計算結果は表 6-3 を参照のこと。

表 6-3 条件変更後の各住戸エネルギー消費計算結果一覧表

室内温度 (°C)	伝熱係数 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	外気量 $\text{m}^3/\text{h}$	住戸タイプ	エネルギー消費			面積あたりのエネルギー消費指標		
				外皮構造 W.h	外気 W.h	合計 W.h	外皮構造 $\text{W}/\text{m}^2$	外気 $\text{W}/\text{m}^2$	合計 $\text{W}/\text{m}^2$
20	0.43	80	A-E-F	5400000	2963429	8363429	12.55	6.89	19.43
20	0.43	80	A-E-S	4400000	2963429	7363429	10.22	6.89	17.11
20	0.43	80	C-B-F	7500000	2963429	10463429	15.45	6.10	21.55
20	0.43	80	C-B-S	6300000	2963429	9263429	12.98	6.10	19.08
18	0.43	120	A-E-F	4900000	3932161	8832161	11.39	9.14	20.52
18	0.43	120	A-E-S	4000000	3932161	7932161	9.29	9.14	18.43
18	0.43	120	C-B-F	6800000	3932161	10732161	14.01	8.10	22.11
18	0.43	120	C-B-S	5700000	3932161	9632161	11.74	8.10	19.84
20	0.82	120	A-E-F	6800000	4445143	11245143	15.80	10.33	26.13
20	0.82	120	A-E-S	5600000	4445143	10045143	13.01	10.33	23.34
20	0.82	120	C-B-F	8900000	4445143	13345143	18.33	9.16	27.49
20	0.82	120	C-B-S	7400000	4445143	11845143	15.24	9.16	24.40



この結果から次の点が見て取れる。建築物の外皮構造の熱特性性能が優良な場合、外気量の変化は建物のエネルギー消費に大きく影響し、全体のエネルギー消費の40～50%を占め、外皮構造の性能が良いほど、外気負荷エネルギー消費が全体のエネルギー消費に占める比率は高くなる。外気量が1/3に減少した場合、各住戸のエネルギー消費は15%程度減少する。室内計算温度が20 から18 へ下がった場合、各住戸のエネルギー消費は10%程度減少する。外壁伝熱係数を細則中規定されている  $0.82\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ に変更した場合、つまり元の外壁伝熱係数から2倍近くまで増加した場合、各住戸のエネルギー消費は12%程度増加する。このため、外気量の増加と室内温度の上昇は、室内の快適レベルを向上させるが、エネルギー消費量増加の代価を払うことになる。合理的に外気量を選択し、外皮構造の熱特性性能を向上させてこそ、エネルギー消費を低減させることができる。

## 四、北京市中関村のあるマンション

### 1、概況

北京市中関村のある住宅マンション内の空調環境について、環境制御システム評価を行うため、調査チームは2005年2月18日～2005年2月21日現場で検査を行い、実測結果と合わせて対象住宅の空調環境を評価した。検査地点は北京市中関村の某住宅マンション内。

### 2、検査項目

- ● 熱快適性（室内平均温度と部屋の温度調節能力、部屋の温度均一性、室内気流速度を含む）
  - 健康性能（室内有害物質の濃度と騒音を含む）
  - 省エネルギー性能（空調システムエネルギー消費と空調システム効率を含む）

### 3、建築物詳細説明

この建物は8階建てのマンションで、一般の住宅用建築であり、南向きである。検査対象住宅は建物の最上階で、階2つ分の複式構造となっており、延床面積は約300m<sup>2</sup>である。冬季はマルチ型空気源空調ヒートポンプ(電力補助加熱装置なし)システムで暖房を行う。

#### 空調設備の設置状況

部屋の間取りに基づき、2台の室外機と13台の室内機を設置し、システムの本体装置の熱発生量は標準運転状態で32kWである。設備の具体的設置位置は図1と図2を参照のこと。ユニットの型式および主要な技術的パラメーターは表6-4を参照されたい。

表 6-4 設備性能パラメーター表

設備型式		数量	定格電力 (w)	標準運転熱発生量 (W)
室外機	GMV-Re150/S	2	5300	16000
室内機	GMV-R35P	7	80	3800
	GMV-R25P	5	72	3000
	GMV-R20P	1	72	2300

4、検査用機器および温度測定点の配置

(1) 検査用機器は表 6-5 を参照されたい。

表 6-5 検査計器と精度

検査項目		検査パラメーター	主要な検査計器	計器の精度
快適性	室内平均温度	温度	ガラス水銀温度計、 温度自動計測器	±0.3
	部屋の温度調節能力			
	部屋の温度均一性			
	室内気流速度	気流速度	気流速度計	0.05m/s
健康性能	外気量	風量	気流速度計 風量測定筒	0.05m/s ±5% スパン
	室内有害物質濃度	二酸化炭素	二酸化炭素分析器	2% FS
		アンモニア	分光光度計	±1nm
		ベンゼン	ガスクロマトグラフ	Mt 1*10 <sup>-11</sup> g/s(ヘキサデカン)
		ホルムアルデヒド	分光光度計	±1nm
		ラドン	ラドン測定器	0.1Bq
	TOVC	ガスクロマトグラフ	Mt 1*10 <sup>-11</sup> g/s(ヘキサデカン)	
室内騒音	騒音	騒音レベル測定計	0.3dB(A)	
省エネルギー性能	省エネルギー型の空調設備を設置しているか	エネルギー利用効率	/	/
	空調システムエネルギー消費	電力消費量	電力計	1.0 レベル
		水温	ガラス水銀温度計、 熱電対温度計	±0.1
		水流量	超音波流量計	±2%スパン
	空調システム効率	送り還り温湿度	ガラス水銀温度計、 熱電対温度計	±0.3
		風量	気流速度計または風量測定筒	±5%スパン
		水流量	超音波流量計	±2%スパン
水温		ガラス水銀温度計、 熱電対温度計	±0.1	
エネルギー回収装置を使用しているか	回収効率	/	/	

(2) 測定点の設置状況：温度測定点の具体的な設置位置は図 6-5 と図 6-6 を参照のこと。

## 5、検査と評価結果

この住宅の検査と評価の結果は表 6-6 を参照されたい。

表 6-6 住宅空調システム検査評価結果

評価 大目	配分 比率	小項目	小項目 配分 比率	実測結果	評価結果		
					評価 素点	換算 点	結果
熱快 適性	0.5	室内平均温度	0.5	21.4 (設計値:18~22)	5	4.4	3.0
		部屋温度調整性	0.2	20.8 (設計値:20) 22.2 (設計値:22)	5		
		部屋温度均一性	0.2	t 0.1	3		
		室内気流速度	0.1	0.22	3		
健康 性能	0.2	外気量	0.5	外気取入の設備なし	0	0.6	3.0
		室内有害物質濃度	0.3	有害物質濃度は基本的に 変化なし	0		
		室内騒音	0.2	40 dB(A)/45 dB(A)	3		
省エ ネー ギー 性能	0.2	空調システムエネルギー消費	0.4	実測値/参照値=0.85	4	3.2	3.0
		空調システム効率	0.4	実測値/理論計算値=0.92	4		
		エネルギー回収装置 を使用しているか	0.2	エネルギー消費回収装置 は未使用	0		
環境 保護 性	0.1	施工品質は環境を配 慮しているか	0.7	環境を配慮した施工品質 は未採用	0	0	3.0
		再生可能エネルギー を利用しているか	0.3	再生可能エネルギーは未 利用	0		

上の表から、検査対象住宅の熱快適性と省エネルギー性能は良好であるが、健康性能と環境保護性は劣ることが分かる。

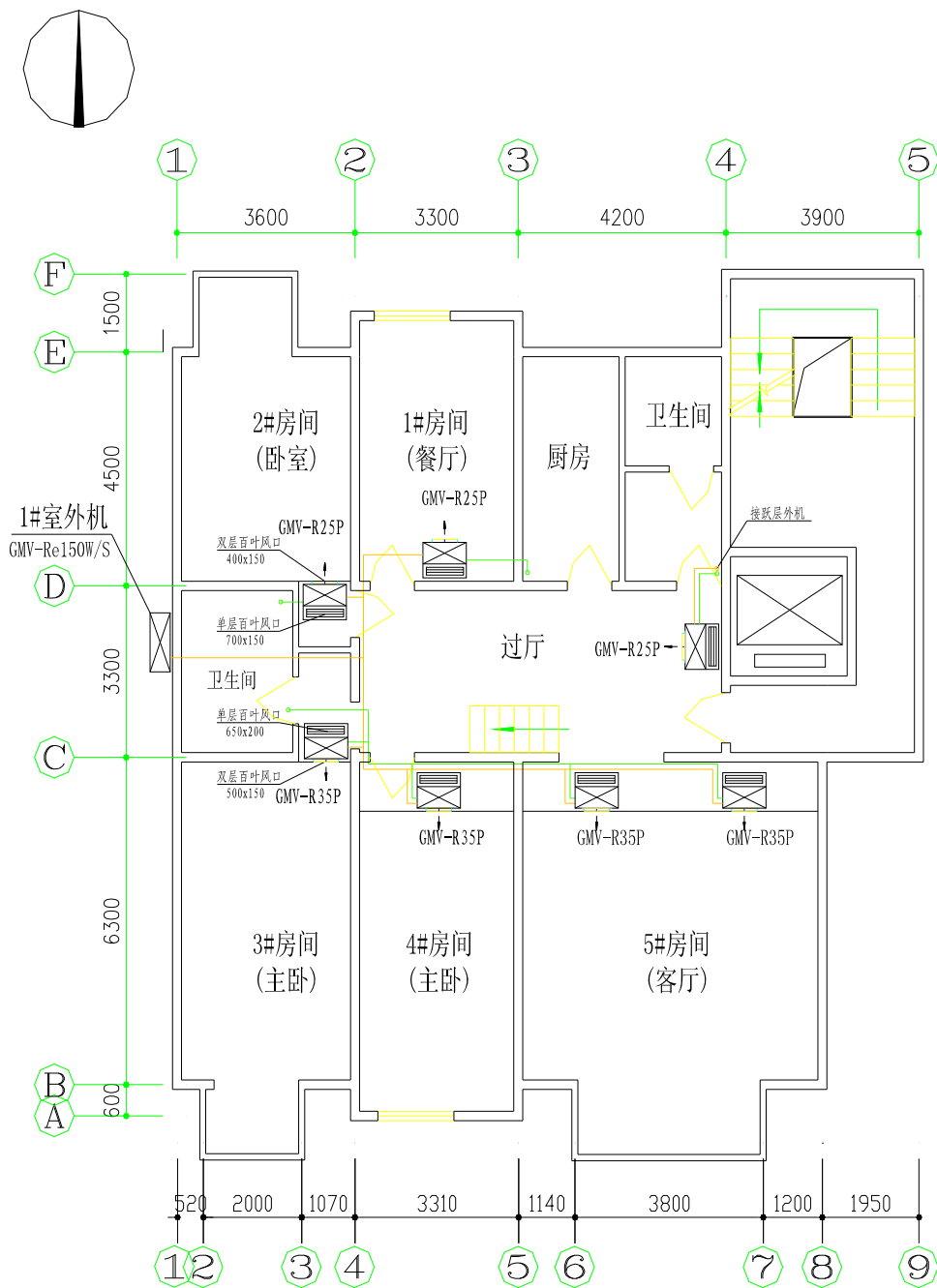


图 6-3 1 階空調設備平面配置图

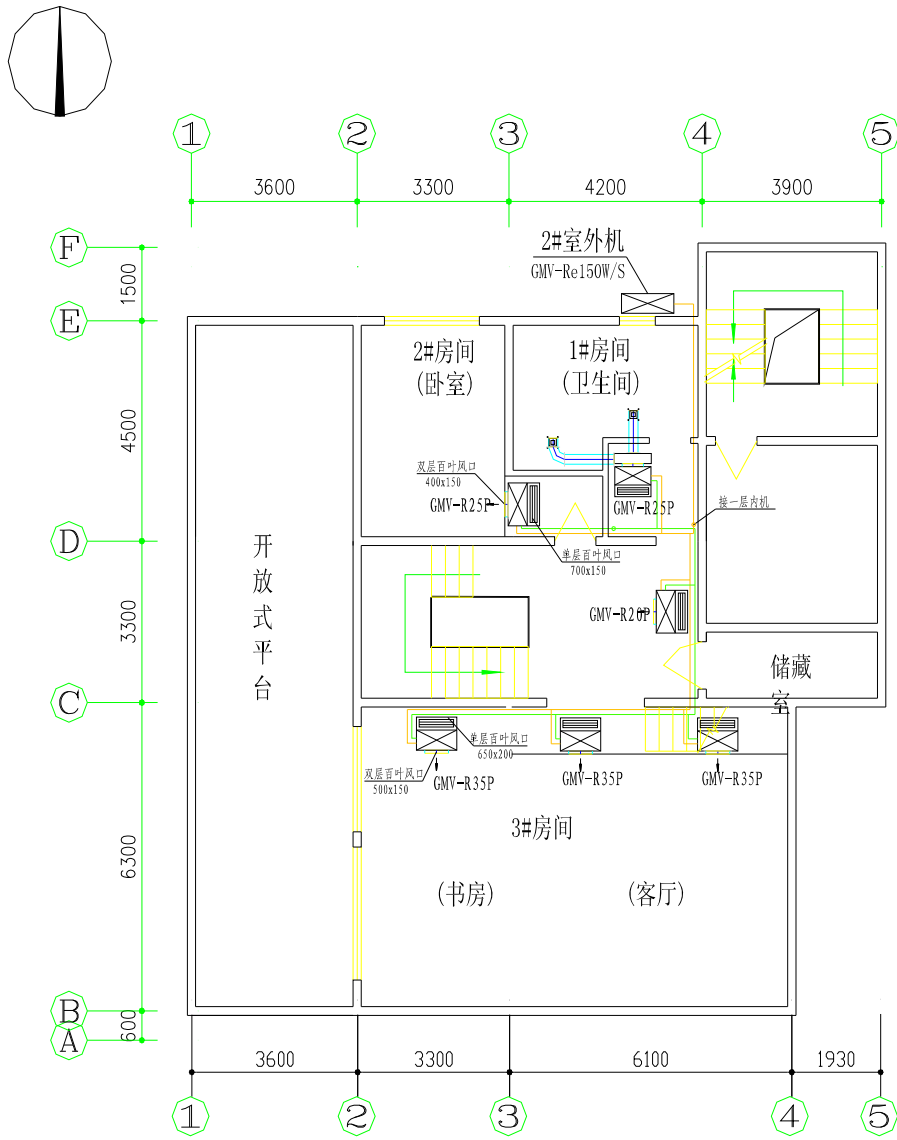


图 6-4 2 階空調設備平面配置图

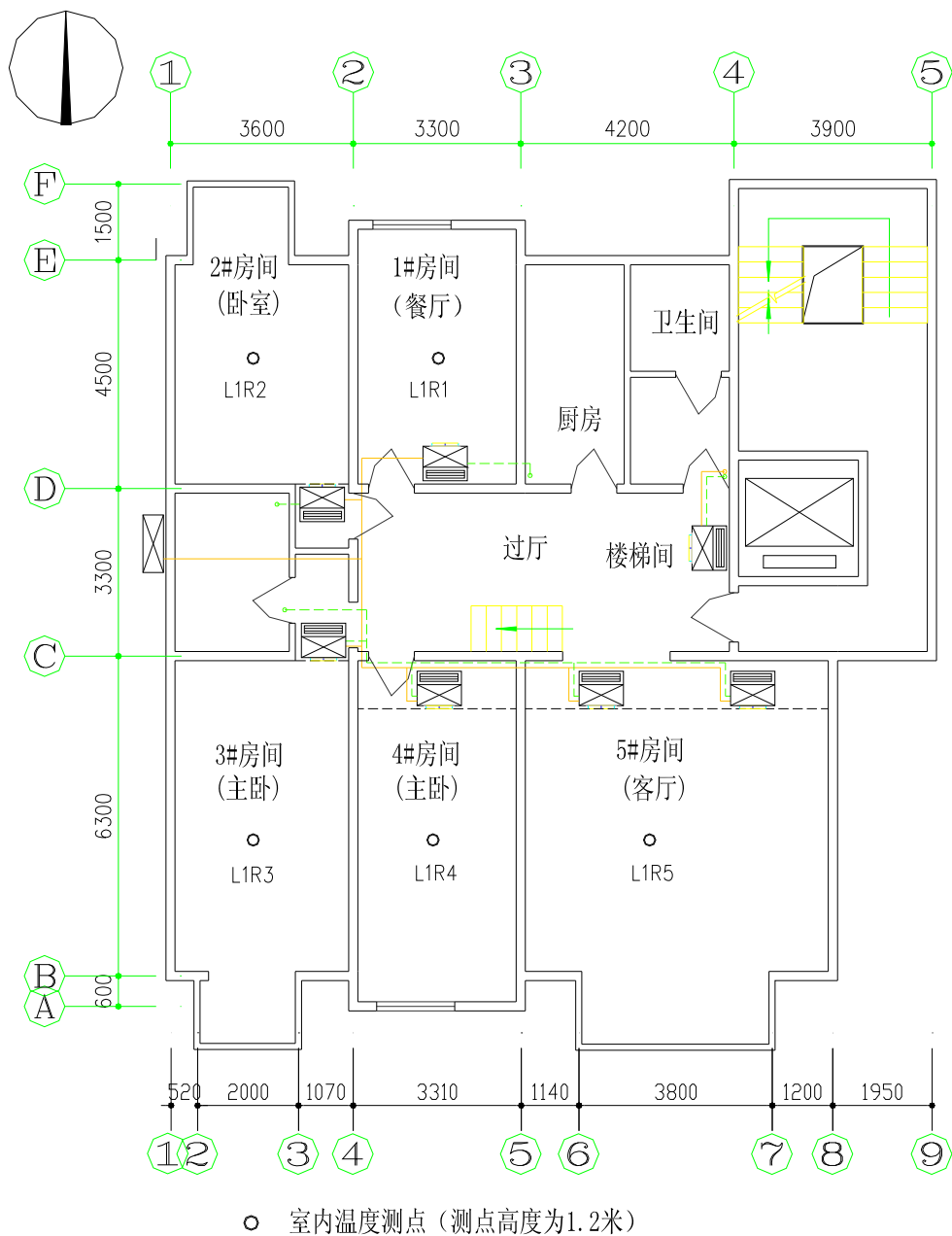
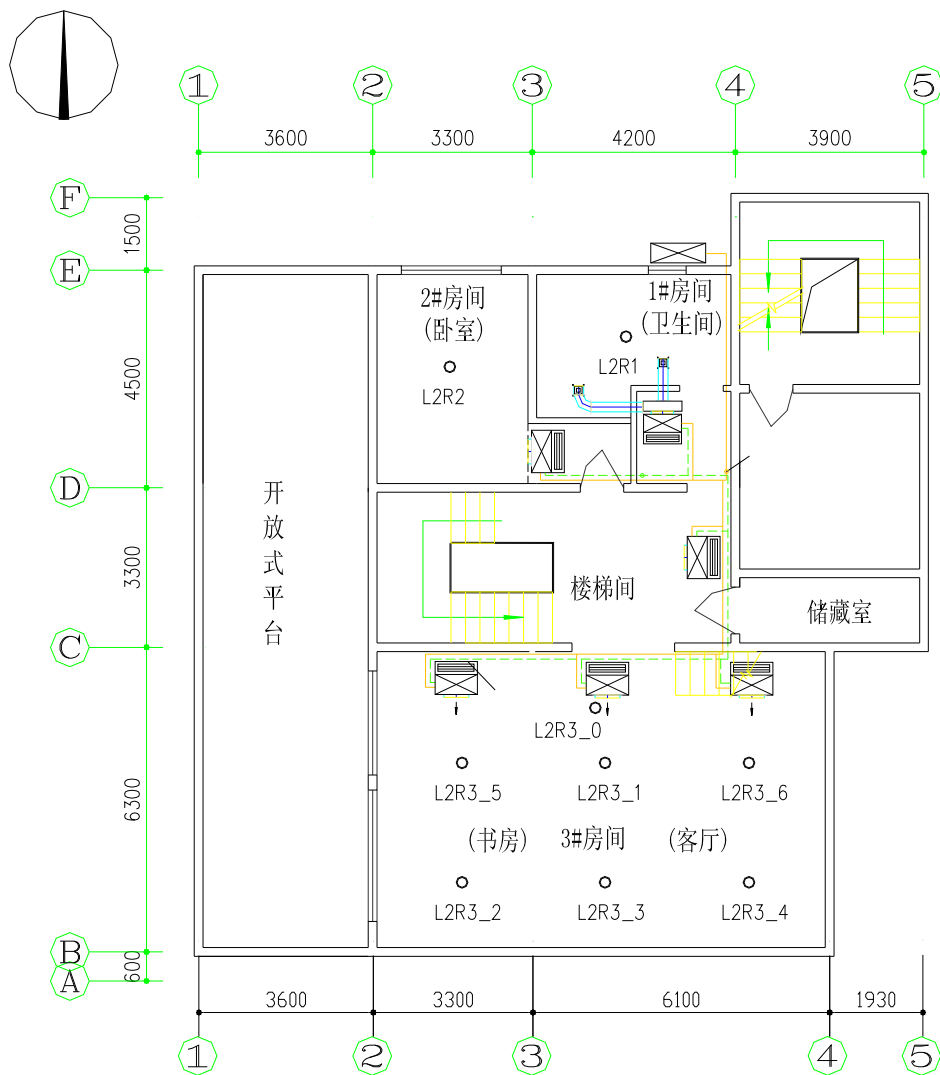


图 6-5 1 階温度测定点配置图



○ 室内温度测点（测点高度为1.2米）  
 L2R3\_0为送风口送风温度测点

图 6-6 2 階温度测定点配置图



## 第6章 本プロジェクト成果の活用にかかる提言

### 1. 技術協力成果品の活用について

「中国寒冷地域住宅省エネルギー設計施工ガイドライン」、「中国寒冷地域住宅省エネルギー評価指数及び方法」の成果の応用・普及についての中国側カウンターパート機関の方針は以下のものである。

- ・日本国際協力機構（JICA）、住宅・都市農村建設部住宅産業化促進センター、中国建築科学研究院、中国建築設計研究院の四者による書籍出版や報告会を通じ、設計・研究・施工・測定等の機関まで使用範囲を拡大させる。
- ・二つの技術マニュアルを研修内容に組み込み、登録建築士、省エネルギー関連会社を対象に省エネルギー技術研修を実施する。
- ・二つの技術マニュアルにある方法や手順を住宅・都市農村建設部の住宅モデル・プロジェクトやその他のプロジェクトに応用する。（新築・改修建築）
- ・二つの技術マニュアルに関連する新技術を普及させる。（例：内断熱・全熱交換換気、乾式床暖房等）
- ・二つの技術マニュアルを住宅・都市農村建設部主管司局に提出し、国の法規に対する影響を發揮させる。（例：住宅性能評価指標の調整・省エネルギー指標の修正）

### 2. 設計施工ガイドラインの活用にかかる提言

#### 2.1 成果品完成に向けて

設計施工ガイドラインは、本報告書に掲載した原稿からさらに精査したもので、現在住宅・都市農村建設部のチェックを受けているところである。

#### 2.2 成果品の活用について

ガイドラインの活用については、中国側の方針にあるように、具体的なプロジェクトに応用するとともに、研修等によって設計者やディベロッパー・施工会社の技術者等に普及させることによって、新築される全ての物件の省エネルギー性能が確保されるようになることが望まれる。

また、ガイドラインに示した新技術（内断熱、計画換気等）を早期に普及させるためには、モデル・プロジェクトを中国の住宅・建築関係者や消費者に示し、賛同を得ることが不可欠と考える。そのためには、ガイドラインに示した性能・機能などが設計通りに施工されることが重要である。設備機器等はメーカーによって仕様や性能が異なることもあるため、設計時にメーカー技術者の協力を仰ぐなど適切な設計を行うとともに、現場での品質検査・中間検査・竣工検査などの適切な施工監理のもとで進めることが必要である。

モデル・プロジェクト等で賛同を得た後のステップとして、一般の商品住宅での普及が重要となる。日中協力 JICA「中国住宅省エネルギー技術交流プロジェクト」セミナー（2009.2.27 開催）における参加者からの意見にもあるように、ガイドラインに関連する新技術の導入は、建築費のコスト増の要因もあり、性能・品質の良さだけでは民間事業者が、ガイドラインに基づく商品住宅を大量に供給することは難しいと考えられる。よって、ガイドラインに関連する新技術の

---

導入の場合は、政府などから設計費・建築工事費の補助など、積極的に省エネルギー住宅に取り組む民間事業者へ、普及までの一定期間のサポートが必要と考えられる。

<日中協力 JICA「中国住宅省エネルギー技術交流プロジェクト」セミナーにおける主な意見>  
(2009.2.27 開催)

- ・日本の新技術の導入による、省エネルギーの推進については良いことだと思う。ただし、建築費のコスト増の要因もあり、民間事業者としては、事業性の観点からガイドラインに基づく商品住宅を供給することは難しいと考えられる。民間事業者が取り組めるよう、政府の優遇措置を望みたい。(民間ディベロッパーからの要望)

### 3. 評価方法及び評価指標の活用にかかる提言

#### 3.1 成果品完成に向けて

評価指標および方法は、竣工建物での検査(測定)を行い、省エネルギー基準に適合しているかどうかを指標法・性能法で評価するというものであり、適切な検査(測定)が実施されることが正しい評価を行う上で不可欠である。本成果の中には、測定機器の詳細やセンサーの設置箇所等の図解や具体的な測定手順についてはほとんど記載されていないが、これは、測定に関する基準が別途ありそれを参照すればよいため詳細は記載していないとのことである。使用者にとってわかりやすいものにするためには、測定等について参照すべき基準は漏れなく表記されていることの確認が必要である。

#### 3.2 成果品の活用について

3章の中国側への技術指導のところに、9月のドラフト案に対して行った提言を掲載しているが、成果が活用されるためには、運用方法についての的確な検討が必要である。中国側は、「一番の目的は、検査基準を作ることによって設計・施工の基準を守らせること」と言っているが、一連の検査が実施されて適否が評価され、適合していなかった場合にペナルティが課される、あるいは、適合していた場合に優良住宅としての標章が付与される等のメリットが生じる、という状況にならなければ、きちんと設計施工を行おうという動機付けにはなりえない。

なお、省エネルギー性能を販売価格に反映させるというメカニズム作りを目指して、科学研究院は住宅・都市農村建設部と協力して「建築エネルギー効率ガイドライン」の作成も行って、その中でも測定場所・時間をどのように設定するかが課題で、時間に影響されるものとそうでないものを分けるのを目標としている、との説明があった。

また、測定技術の普及については、各地の建築科学研究院をベースに6つの国家機構ができる予定であり、そこで計測などを行っていく予定ということである。

省エネルギー性能を販売価格に反映させるというメカニズム作りが本プロジェクトと並行して行われているということであり、評価指標及び評価方法の運用もそれと整合を図る必要があるのであろうが、いずれにしろ、きちんと設計施工を行い、省エネルギー性能を確保することがディベロッパーや設計会社・施工会社のメリットとなり、きちんとつくる動機付けになるような運

用方法が不可欠である。正確に測定するためには1年以上経過した冬期になるため、それまで販売させないというのは現実的ではないだろう。そうであれば、販売後の検査を前提とした仕組み(適合していなかった場合の補修工事や賠償の義務化、優良住宅としての標章を付与するなど一般に公表することで住宅購入者がディベロッパーを選別する際の判断基準とする等)の検討が望まれる。

#### 4. 住宅性能評定技術基準への反映について

中国の住宅性能評定技術基準には快適性能、環境性能、経済性能、安全性能、耐久性能の5分野が設けられており、そのうち経済性能は省エネルギー、水の節約、土地の節約、材料の節約の4項目から成っている。本プロジェクトの成果は比較的独立性の高いものとなったこと、当面住宅性能評定技術基準改正のタイミングにはないことから、即時に反映される予定はないが、プロジェクトで提案された全熱交換型換気設備の採用や内装一体となった内断熱の採用などは、今後省エネ評価条項に盛り込まれていく見込みである。

また、省エネルギー性能については、これまでの設計段階での評価に加えて、「評価指標および方法」を活用した竣工建物での評価が可能となった。施工の品質を高め、きちんと性能を確保した住宅を建設するというシステムも織込んで、省エネルギー性能の確保に本プロジェクトの成果を活用することがのぞまれる。