

西ドイツの建築省エネルギー基準

田中辰明・株式会社大林組技術研究所主任研究員

《目 次》

1. はじめに.....	1
2. 建築物のエネルギー節約に関する法律.....	2
3. 建築物の省エネルギーのための断熱政令.....	5
4. 暖房ならびに給湯装置に対する省エネルギー政令.....	11
5. 暖房ならびに給湯装置の運転に対する省エネルギー政令.....	13
6. おわりに.....	15

硝子纖維協会

省エネルギー住宅促進委員会

- 1 はじめに
 - 2 建築物のエネルギー節約に関する法律
 - 3 建築物の省エネルギーのための断熱政令
 - 4 暖房ならびに給湯装置に対する省エネルギー政令
 - 5 暖房ならびに給湯装置の運転に対する省エネルギー政令
 - 6 おわりに

1. はじめに

ドイツ連邦共和国（西ドイツ）はヨーロッパの中心に位置（東経 $5^{\circ}52'$ — $13^{\circ}51'$ 、北緯 $47^{\circ}16'$ — $55^{\circ}3'$ ）し、その延長は東西約450km、南北約830km、東はドイツ民主共和国（東ドイツ）およびチェコスロバキア、西はオランダ、ベルギー、ルクセンブルグおよびフランス、北はデンマーク、南はスイスおよびオーストリアに境を接している。

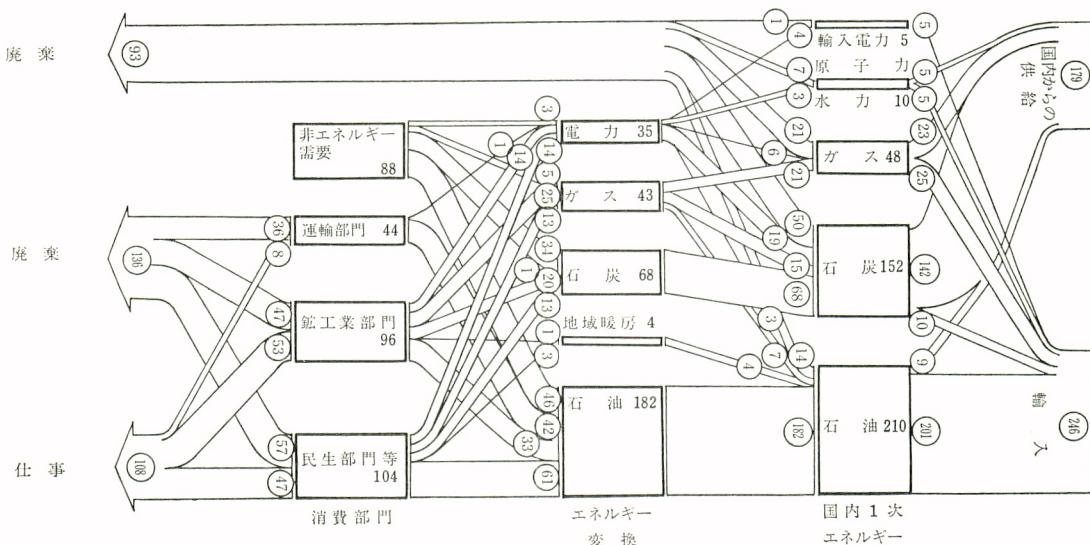
総面積は日本より狭く、その3分の2に当たる約24万8000平方キロメートルで、面積の半分以上は農業に適する土地がらで、森林は約4分の1、牧草地は約5分の1である。しかし国土の8割5分が耕作不能の日本と異なり、ドイツ国土の大部分は耕作可能な平地高原なので、国土の感じは日本よりはるかに広々している。

西ドイツの人口は約6,100万人(西ベルリンを含む)で、その人口密度は、1平方キロメートルにつき245人(日本は277人)であるが、ルール地帯の平均人口密度は1,000人を突破している。人口100万以上を有する都市は西ベルリン200万、ハンブルグ182万、ミュンヘン130万で人口は各地によく分散している。

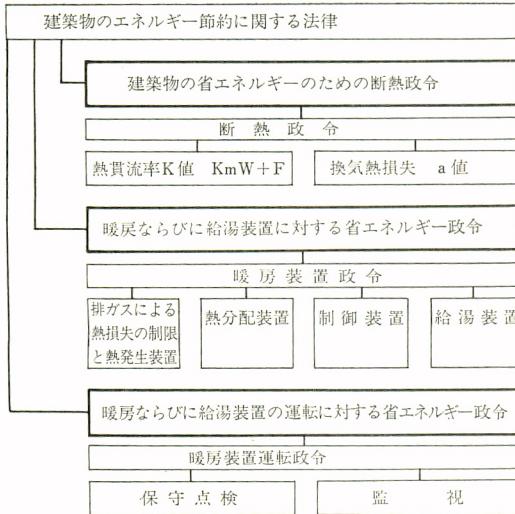
国民は一般に保守的で郷土愛が強く勤勉である。戦後のたくましい復興ぶりもその賜といふべきであろう。「フランス人は生きるために働き、ドイツ人は働くために生きている」といわれるほどの勤労意欲をもっている。しかしながら最近では消費生活の向上から一部享楽的傾向もみられ必ずしもドイツ人イコール勤勉との昔からの公式はあてはまらなくなってきた。

ドイツは比較的天然資源に恵まれており、特に年間生産1億トンに及ぶルールの石炭は米炭における高品位のものであって、ドイツ重化学工業の基礎をなしている。とはいものの全消費エネルギーの60%を輸入に頼っており、1973年秋に起った石油危機は国民に大きな影響を及ぼした。西ドイツのエネルギーフローを第1図に示す(R.W.E.社——ラインベストファーレン電力会社——資料より)。

この図中の数字はエネルギーの発熱量で単位は 10^6 t SKE (Steinkohleinheiten) である。1 kg



第1図 西ドイツのエネルギーフロー (単位 10^6 tSKE (1 kgSKE = 7,000 kcal)) R.W.E. 社資料



第2図 省エネルギーの組み立て

SKEは7,000kcalに相当し、1tSKEはその1,000倍になる。この図からあきらかに西ドイツでは民主部門のエネルギー消費が多く、消費部門全体の43%を占めている。これに対し運輸部門のエネルギー消費は18%，同じく鉱工業部門は39%となっている。

このような次第で西ドイツでは石油危機が起こって直ちに民生用エネルギー節約を中心とした省エネルギー対策にのりだした。そして早くも1976年7月22日に「建築物のエネルギー節約に関する法律」を公布し発効させた。この法律（基本法）のもとに「建築物の省エネルギーのための断熱政令」、「暖房ならびに給湯装置に対する省エネルギー政令」、「暖房ならびに給湯装置の運転に対する省エネルギー政令」の3つの政令が準備され、それぞれ発効した。省エネルギー法の組み立てを第2図に示す。

3つの政令のうち断熱政令は1977年8月11日に公布され同年11月1日に発効している。これに対し「暖房装置政令」と「暖房装置運転政令」は議会で何回かの修正を受け、1978年9月22日に公布され1978年10月1日に発効している。断熱政令だけが他の政令に先きがけて発効したのはドイツには昔から居住者の快適性を保証するために建築物の断熱に関する基準D I N 4108があり、こういう下地があってこそ「建築物の省エネルギーのための断熱政令」も議会でまた国民に受け入れられた

のであると考えられる。

断熱政令の組み立てを第3図に示す。

以下著者の翻訳により西ドイツの省エネルギー法とその法のもとに発効した政令を紹介する。

2. 建築物のエネルギー節約に関する法律

Das Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden

vom 22. Juli 1976

(Energieeinsparungsgesetz En E G, vom 22. Juli 1976)

ドイツ連邦下院議会は、ドイツ連邦上院議会の同意を得て下記の法律を可決した。

第1条 新築建築物における省エネルギーのための断熱

(1) 暖房または冷房設備を有する建物を建設する者は、省エネルギーを図るため、(2)項により発効する政令に従い、暖房時または冷房時に熱損失を少なくするように断熱を設計し、施工しなければならない。

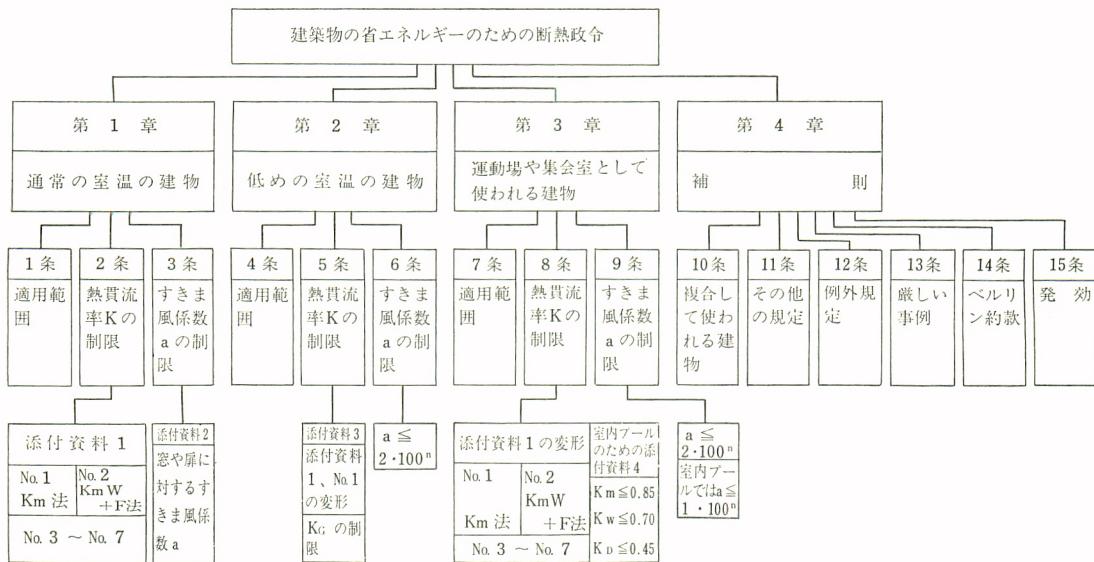
(2) ドイツ連邦政府は、ドイツ連邦上院の同意を得て、政令の下に建物自体および建物部位の断熱に関する規準を定める。

その規準は、熱貫流と換気による熱損失の制限および適切な換気の状態について規定する。熱貫流の制限については、地面、外気、室温の異なる部屋に接し、かつ暖房または冷房を行なう部屋の構成部位のあらゆる面での影響について考慮しなければならない。換気による熱損失の制限の点からは、換気装置のすべての影響、窓・ドア・建築部位個々の接合部の気密について配慮されなければならない。

(3) 他の法規は、建築物の断熱に関してより強い規準を定めている限り、この法律による影響はない。

第2条 暖房・室内換気装置ならびに給湯設備に関する規準

(1) 建物に、暖房・室内換気・給湯設備を建設または設置する者、もしくはこれら設備を設置させ



第3図 断熱政令の組み立て

ようとする者は、(2)項および(3)項により発効する政令に従い、それらの設備が、設計、選択および製作上、不必要的エネルギー消費をしないよう配慮しなければならない。

(2) ドイツ連邦政府は、ドイツ連邦上院議会の同意を得て、不要なエネルギー損失を避けるため、(1)項で述べた設備の性状・製作に関する規準を定める政令を規定することができる。

- 1) 熱発生装置の効率・配置および性能
 - 2) 内部分配網の形成
 - 3) 給湯温度の制限
 - 4) 暖房設備の自動制御装置
 - 5) 熱回収装置の設置
 - 6) 消費量測定装置の使用
 - 7) 技術の進歩により、(1)項の目的に関連して必要となる設備や装置の特性
- (3) (1)項および(2)項は、既設の建物に初めて設備する場合、および既設の設備を拡張・改修する場合にも適用される。

大規模な拡張や改修を行う場合は、規準は全設備と装置について適用される。さらに、この規準はエネルギー効率改善および消費量の測定を目的として、(1)項に述べた設備や装置を設置する場合にも適用される。

- (4) 他の法規は、(1)項に述べた設備や装置に関してより強い規準を定めている限り、本政令による

影響はない。

第3条 暖房・室内換気ならびに給湯設備の運転に関する規準

- (1) 建物の暖房・室内換気・給湯設備や装置を運転する者、または運転を行わせる者は、不必要的エネルギー消費を避けるため、(2)項により発効する政令に従って修繕管理し、運転しなければいけない。
- (2) ドイツ連邦政府は、ドイツ連邦上院議会の同意を得て、不要なエネルギー損失を避けるように(1)項で述べた設備や装置の運転の規準を定めた政令を規定することができる。

この規準は、設備や装置の専門知識に基づいた運転、定期的な監視および適正使用について適用する。

- (3) 他の法規は、(1)項に述べた設備や装置に関してより強い規準を定めている限り、本政令による影響はない。

第4条 特別規定

- (1) ドイツ連邦政府は、ドイツ連邦上院議会の同意を得て、第1条から第3条により発効する政令の例外条項を定め、建物全体または建物一部の通常的使用のために、別の規準を定めることができる。

- 1) 通常よりも、かなり長い期間または短い期間暖房運転する場合

- 2) 室温が15°C以下の場合
 - 3) 建物からの排熱によって、暖房負荷の大半が貯える場合
 - 4) 個別暖房が行われる場合
 - 5) 熱伝導が行われる周壁に対して、ガラス面積の割合が大きい場合
 - 6) 人間の恒久的居住を目的としない場合
 - 7) 運動用・文化用・集会用として使用される場合
 - 8) 人間の保護、有価物の保護を目的として、多い換気が要求されている場合
 - 9) 建設の種類により、恒久的な使用に適さない場合、不要なエネルギー損失を避けるため、(1)項は第2条(1)項で述べる建物全体、および一部分の設備や装置にも適用される
- (2) ドイツ連邦政府は、ドイツ連邦上院議会の同意を得て、第1条から第3条まで、および第4条(1)項で定める規準が建物のかなりの部分を改造する場合にも適用されることを、政令によって定めることができる。

第5条 政令の共通事項

- (1) 第1条から第4条に定められた規準は、技術的立場から実施可能で、同種の建物で経済的に使えるようなものでなければならない。規準は、必要経費が一般の使用年数内にエネルギー節約分によって償却されるなら、経済的に適正であるとみなせる。

既設の建物については、残存の耐用年限について考慮しなければならない。

- (2) 個々の事例で、特別な事情、予期せぬ事情またはその他の原因で不当に出費がかさむときは規準の採用免除する規定が定められなければならない。

第6条 実施期日

既設と新設の区別は、本法律の意味から建設認可の日によって定められる。

第7条 監 督

- (1) 所管の官庁は、第1条から第4条に基づく政令による規準が目的を達成するよう、他の政令に抵触しない範囲で監督手段を講じなければならぬ。

- (2) 州政府または州政府により指名された機関は、第1条と第2条による政令により定められた

規準の目的達成の監督をするにあたり、全面的にまたは一部を最適な専門機関や専門家に委任することができる。

第4条においても、第1条、第2条に関係する部分については(1)項が適用される。

(3) ドイツ連邦政府は、第3条による政令によって定められる政令の規準の監督を行うにあたりドイツ連邦上院議会の同意を得て、政令に従って専門機関や専門家に委託する権限を有する。第4条で、第3条に関係する範囲についても、(1)項が適用される。

(4) (2)項、(3)項に基づく政令では、監督の種類と手法について定める。さらに実施の記録と証拠を残す義務を定める。第1条、第2条に基づく政令により定められる規準では一般に年1回、第3条に基づく政令により定められる規準では最大年1回検査されるようにされなければならない。一戸建て住宅、中小規模の集合住宅、同じような非居住用住宅では、検査実施回数はさらに少なくてよい。

(5) 第3条に基づく政令では、つぎのことを定める。

- 1) 放熱能力の小さい設備の検査は除外する
- 2) 設備の管理が、専門家により行われている場合や、管理契約により資格を有する企業により管理される場合は、実施の報告が限定される

第8条 秩序違反

(1) 故意または不注意によりつぎの違反をしたものは、秩序違反を犯したものとみなされる。

- 1) 暖房・室内換気・給湯設備に関する規準に関しては第2条(2)項、(3)項に従い、これら設備の運転に関しての規準は第3条に従うこと
 - 2) 断熱規準の特別条項、例外規準に関しては第4条(1)項ないし(2)項に従うこと
 - 3) 監督の種類・方法、実施記録と証明義務については、第7条(4)項に従うこと
- (2) 第1条(1)項および(2)項に違反した場合は5万ドイツマルク以下の罰金、第1条(3)項に違反した場合は5千ドイツマルク以下の罰金を科す。

第9条 煙突掃除法の改正

1969年9月15日発効の煙突掃除法（ドイツ連邦官報Iの1634～2432ページ）は、1975年4月28日

に第18回年金修正法により改正（ドイツ連邦官報 I の1918ページ）されたが、さらに以下のように改正される。

- 1) 第3条(2)項の2は、つぎのような表現となる。

“暖房設備の検査、建物の竣工検査、エネルギーの合理的な使用など環境保全の分野で、公的義務を果たさなければならない”

- 2) 第13条(1)項は、つぎの11が補追される。

“11 1976年7月22日発効の省エネルギー法（ドイツ連邦官報Iの1873ページ）の第7条(3)項により委譲された権限により暖房・室内換気・給湯装置の運転に関する規準に従った燃焼装置の検査”

- 3) 第24条(1)項は、9の後の言葉“および”を“、”（コンマ）に置換する。

10の後に“および11”という語句を入れる。

第10条 ベルリン約款

本法は、1952年1月4日発効の“Das Dritten Überleitungsgesetz”（ドイツ連邦官報Iの1ページ）の13条(1)項に従い、ベルリン地区にも適用される。

本法により定められた政令は、上記法律第14条によりベルリン地区においても適用される。

第11条 発 効

本法は、公布の日に発効する。

前記の法律は、ここに公布する。

ボンにて 1976年7月22日
ドイツ連邦共和国大統領
シェール
ドイツ連邦共和国内務相
フランケ
ドイツ連邦共和国経済相
フリードリヒス
ドイツ連邦共和国国土利用・
建設・都市計画相
カール・ラーフェンス

3. 建築物の省エネルギーのための断熱政令

Verordnung über Energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden vom 11. Aug. 1977
(Wärmeschutz verordnung—Wärmeschutz V)

1976年6月22日発効の省エネルギー法（ドイツ連邦官報I項1873ページ）の1条2項、4条1項及び5条に基づき、ドイツ連邦政府は上院議会の同意を得て、下記の政令を定めた。

第1章 通常の室温の建物

第1条 適用範囲

つぎの建物を建設する場合には、省エネルギーを図るために、この章の指針に従って断熱を施さなければならない。

- (1) 住宅建築
- (2) 事務所建築
- (3) 学校・図書館
- (4) 病院・療養所・分娩室・保育所・刑務所の居室
- (5) 飲食店
- (6) 百貨店、その他商店
- (7) 通常室温が最低19°Cには暖房される業務用建物。ただし、つぎのものは除外する。
 - a) 通常使用される場合、暖房用エネルギー負荷が建物内で発生する排熱で十分に賄われる場合。
 - b) 庭園建築における温室や栽培室
- (8) 上記の1)から7)までの項目の複合された建物、または類似の建物

第1条は、空気膜構造やテント構造物のように、何回も建てられる建物や地下構造物には適用されない。

第2条 貫流熱量の制限

(1) 暖房された部屋から、外気や大地もしくは隣接する室温の低い部屋への貫流熱量は、境界となる建築部材の熱貫流率が、添付資料1の値を超えないようにして制限しなければならない。

(2) 暖房された部屋の外気に接する窓ガラスや扉は、少なくとも断熱ガラスか二重ガラスが使われなければならない。この窓や扉の熱貫流率は、 $3.5\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ [$3.0\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K})$] を超えてはならない。大きな窓ガラスでは、添付資料1の6により、(1)と(2)は適用されない。

(3) 放熱器のある部分の外壁の熱貫流率は、建物の不透明な外壁の熱貫流率を超えてはならない。放熱器が外気に接する窓ガラスの前に置かれるときには、熱損失を減少させるような覆いを放熱器の背面に設ける。

第3条 気密の悪さによる熱損失の制限

- (1) 暖房された部屋の外気に接する窓や扉のすきま風係数は、添付資料2に示す値を超えてはならない。
- (2) 热を伝える周壁その他のすきまは、技術状況に応じて気密を図るようにしなければならない。

第2章 低めの室温の建物

第4条 適用範囲

- (1) 一般的の使用時に室温が12°C以上、19°C以下で年間4カ月以上暖房される工場を建設するときには、この章の指針に従って、エネルギーを節約する目的で断熱を施さなければならない。
- (2) これは、つぎの場合は適用されない。
- 1) 一般的の使用目的において、暖房用のエネルギー負荷が建物内部からの排熱で賄われる工場建物
- 2) 一般的の使用目的において、大きな開口をもっていたり、長期間開け放しておかなければならぬ工場や工場ホール
- 3) 空気膜構造やテント構造物のように、何回も建てられる建物や地下構造物
- 4) 庭園建築における温室や栽培室

第5条 貫流熱量の制限

- (1) 暖房された部屋から、外気や大地、もしくは隣接する室温の低い部屋への貫流熱量は、境界となる建築部材の熱貫流率が添付資料3に示す値を超えないようにして制限しなければならない。
- (2) 暖房された部屋の外気に接する窓ガラスや扉は、一重ガラスの場合、少なくとも熱貫流率が $5.2\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ [$4.5\text{kcal}/(\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{K})$]以下のものを使わなければいけない。それ以外の場合は添付資料1の5に示す熱貫流率が適用される。
- (3) 室内を空調する装置が設備され、室内空気が自動制御によって定められた温度に加熱・冷却もしくは加湿されるときには、少なくとも第2条(2)に述べる断熱ガラスまたは二重ガラスを使わなければいけない。
- (4) 放熱器のある部分の外壁の熱貫流率については、第2条(3)が適用される。

第6条 気密の悪さによる熱損失の制限

- (1) 暖房された部屋の外気に面する窓や扉のすきま風係数は、つぎの値を超えてはならない（添

付資料2の表-1参照）。

$$2.0 \times 100^n \times \frac{\text{m}^3}{\text{h} \times \text{m} \times \left(\frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \right)^n}$$

- (2) 热を伝える周壁その他のすきまは、技術状況に応じて気密を図るようにしなければいけない。

第3章 運動場や集会室として使われる建物

第7条 適用範囲

運動場や集会室を目的として、室温が少なくとも15°C以上、年間3カ月以上暖房される建物を建設するときは、この章の指針に従って、エネルギーを節約する目的で断熱を施さなければならない。この規定は、教会や、空気膜構造・テント構造物のように何回も建てられる建物には適用されない。

第8条 貫流熱量の制限

- (1) 暖房された部屋から、外気や大地もしくは隣接する室温の低い部屋への貫流熱量は、境界となる建築部材の熱貫流率が、添付資料1の値を超えないようにして制限しなければならない（1室からなる建物は、例外として添付資料1の1を参照のこと）。

室内プールについては、添付資料4の熱貫流率を超えてはならない。

- (2) 外気に接する窓や扉の熱貫流率は、第5条(2)の値を超えてはいけない。

室内プールにおいては、第2条(2)の値を超えてはいけない。

- (3) 室内を空調する装置が設備され、室内空気が自動制御によって定められた温度に、加熱・冷却もしくは加湿されるときには、少なくとも第2条(2)に述べる断熱ガラスまたは二重ガラスを使わなければならない。

(4) 放熱器のある部分の外壁の熱貫流率については、第2条(3)が適用される。

- (5) 大地に接する建築部位で、補足の断熱がない場合には、添付資料3の(3)による熱貫流率が適用される。

第9条 気密の悪さによる熱損失の制限

- (1) 暖房された部屋の外気に接する窓ガラスや扉のすきま風係数は、つぎの値を超えてはいけない。

$$2.0 \times 100^n \times \frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{KN}{m^2}\right)^n}$$

室内プールにおいては、つぎの値を超えてはいけない（添付資料2の第1表参照）。

$$1.0 \times 100^n \times \frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{KN}{m^2}\right)^n}$$

(2) 熱を伝える周壁のその他のすきまは、技術状況に応じて気密を図るようにしなければいけない。

第4章 梯 則

第10条 複合して使われる建物

部分的に第1～3章の規定に使われる建物では各々の章の規定はそれに応じる建物部分に適用される。

第11条 その他の規定

(1) 他の法規は、建物の断熱に関してより強い規準を定めている限り、本政令による影響はない。

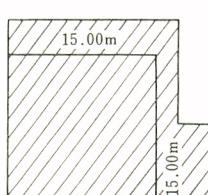
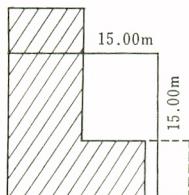
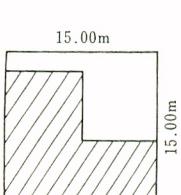
第2表 建物外周の各部位熱貫流率

行	建 物 部 位	最 大 热 贯 流 率	
		[W/(m²·K)]	[kcal/(m²·h·K)]
1	窓・扉を含む外壁	平面図 ¹⁾ を1辺15mの正方形で囲める建物 (第4図参照)	K _m W+F ≤ 1.45 ²⁾ K _m W+F ≤ 1.25
		平面図 ¹⁾ を1辺15mの正方形で完全には囲めない建物(第5図参照)	K _m W+F ≤ 1.55 K _m W+F 1.34
		平面図 ¹⁾ を1辺15mの正方形では囲めない建物(第6図参照)	K _m W+F ≤ 1.75 K _m W+F ≤ 1.51
2	屋根裏部屋の仕上げのない床や屋根、下方または上方が外気に接する部屋の床・屋根	K _D ≤ 0.45	K _D ≤ 0.39
3	暖房していない部屋に接する地下室の天井または壁	K _G ≤ 0.80	K _G ≤ 0.69
4	土壤に接する床や壁 ³⁾	K _G ≤ 0.90	K _G ≤ 0.78

注 1) 1.1～1.3行の分類では、各階同じ平面とした最小の K_{W+F} 値を示している。各階ごとに異なった平面をもつ場合には、各階ごとに処理する。

2) 1.1～1.3行において、2行の全階では K_D ≤ 0.38W/(m²·K) [0.33kcal/(m²·h·K)]。3行、4行では K_G ≤ 0.70W/(m²·K) [0.60kcal/(m²·h·K)] の値を選び、1.1行では K_m W+F ≤ 1.55W/(m²·K) [1.34kcal/(m²·h·K)] としなければならない。

3) No.4に注意すること。



第4図 (左)

第5図 (中)

第6図 (右)

い。

(2) この政令に基づく建物が、州法による建物の最低の断熱規準の適用も受けず、この政令により軽度の規制しか受けない場合は、外気または基本的により低い隣室温に接する建築部位は、DIN 4108 “建築物の断熱”の補則(Ergänzende Bestimmung)の規定(1977年5月5日のドイツ連邦官報85号の添付資料による告示)の第1表と脚注に注意しなければいけない。

第12条 例外規定

州政府またはその指定した官公署は、この政令に従ったエネルギー損失を超えない範囲で、他の建築的取扱いを行う例外を認めることができる。

第13条 厳しい事例

(1) この政令の規定により、非常に出費がかさんだり不利な状態になるときは、申請によって適用を免除される。

(2) この政令の発効以前に建築申請のなされた建物には、この政令は適用されない。

第14条 ベルリン約款

省エネルギー法第10条、ならびに第三者伝達法(Das Dritten Überleitungsgesetz)の第14条により、ベルリンにも適用される。

第15条 発効

この政令は、1977年11月1日に発効する。
ボンにて1977年8月11日

ドイツ連邦共和国首相 シュミット
ドイツ連邦共和国経済相 フリードリヒス
ドイツ連邦共和国国土利用 建設・都市計画相
カール・ラーフェンス

添付資料1（第2条関係）

- 1) 通常の室温の建物の貫流損失熱量を制限する規定
- 2) 貫流熱損失の制限は1または2により定める。

1. F/V値による熱貫流率の規定

最大の平均熱貫流率 km_{max} は、第1表に示すF/V値(1.1と1.2とによって決まる値を超えてはいけない。さらに、外壁(窓や扉を含む)の平均熱貫流率は $km_w + F$ は $1.85W/(m^2 \cdot K)$ [$1.59 \text{ kcal}/(m^2 \cdot h \cdot K)$]を超えてはならない(1.4)。

第1表 F/V値による最大の平均熱貫流率 km_{max}

F/V*	Km max*	
[m^{-1}]	[$W/(m^2 \cdot K)$]	[$\text{kcal}/(m^2 \cdot h \cdot K)$]
≤0.24	1.40	1.21
0.30	1.24	1.07
0.40	1.09	0.94
0.50	0.99	0.85
0.60	0.93	0.80
0.70	0.88	0.76
0.80	0.85	0.73
0.90	0.82	0.71
1.00	0.80	0.69
1.10	0.78	0.67
≥1.20	0.77	0.66

注* 中間値は次式によって算定される。

$$km_{max} = 0.61 + 0.19 \times 1/(F/V) [W/m^2 \cdot K]$$

1.1 热を伝える建物総外表面積Fの計算

建物の熱を伝える建物総外表面積Fは、次式によって計算される。

$$F = F_w + F_F + F_D + F_G + F_{DL}$$

ここで、

$$F_w : 外気に接する外壁面積 [m^2]$$

これは建物の外表寸法に適用される。地表面から、または最下階の床が地面より上有るときは床の上端から最上階天井の上端または有効な断熱層の上端まで計算する。

$$F_F : 窓面積(窓・扉)$$

建物躯体での内りによって求める。

$$F_D : 断熱された屋根または屋根天井の面積 [m^2]$$

$$F_G : 外気に接しない建物の床面積 [m^2]$$

これは建物の外周寸法による。地面の上の床面積または非暖房地下室の天井面積で計算する。地下室が暖房されているときは、建物の床面積 F_G では、地下室床面積とともに土に接する側壁も考慮しなければいけない。

$$F_{DL} : 下部が外気に接する床の面積 [m^2]$$

1.2 F/V値の計算

1.1の方法によって計算された建物の熱を伝える建物総外表面積Fと、その周壁により囲まれている建物容積Vとの比によってF/V値が求められる。

1.3 平均熱貫流率 km の算定

平均熱貫流率 $km = Q_T/F\Delta\theta$ は、熱貫流によって失われる熱量をワット[W]で、建物の熱を伝える周壁面積を[m²]で、室内、外温度差 $\Delta\theta$ をケルビン[K]で表している。

平均熱貫流率 km は、次式で表される。

$$km =$$

$$\frac{K_w F_w + K_F F_F + 0.8 K_D F_D + 0.5 K_G F_G + K_{DL} F_{DL}}{F}$$

ここで、 K_w , K_F , K_D , K_G , と K_{DL} は、1.1で定義した表面積に対応する熱貫流率である。常に、より低温の部屋(例えば、外部に付いている階段室や倉庫)に接する建物部位では、接している面積に特別項 $0.5 K_{AB} F_{AB}$ を分子とし、 F_{AB} を分母として計算に入れなければならない。こうすることで、F/V値の計算で建物の特別部分は考慮しなくてもよい。

1.4 外壁の平均熱貫流率の計算

外壁の平均熱貫流率 $Km_w + F$ は、次式によって求められる。

$$km_{W+F} = \frac{K_W F_W + K_F F_F}{F_W + F_F}$$

面積 F_W と F_F ならびに熱貫流率 K_W と K_F は、1.1 と 1.3 の方法によって算定される。

2. 建物外壁各部位の熱貫流率の規定

暖房された部屋の熱を伝える外周各部位が、第2表に示される最大熱貫流率を超えない場合には、熱貫流損失を制限する規定を満足しているものとみなされる。

3. 热貫流率の計算

热貫流率 K の計算は、1969年8月発行の DIN 4108第8章（1974年12月11日発行のドイツ連邦官報230号の付属文書）に従い、DIN 4108で規定されている熱伝導率ならびに空気層の熱貫流抵抗の値を用いて求める。1969年8月に出版されたD I N4108に材料の値がないときは、 K 値の計算にあたってドイツ連邦官報に記載された値を用いてよい。 K_G の算定にあたっては、壁や床が土壤に接しているときは、単に内側の熱伝達抵抗のみを考慮する。熱貫流抵抗を計算するにあたり、床では防湿層より上側のみ、壁ではそれより内側のみを考慮する。

4. 大きな基礎面積をもつ建物の K_G 値の算出
基礎面積が500m²以上の建物で、土壤に接する床や壁の K_G 値は、添付資料3の第2表の値が使われる。

5. 窓や扉の熱貫流率

1.3による K_m ならびに 1.4による K_{mW+F} の計算にあたり第3表に示された窓や扉の熱貫流率が使われる。その他の窓について、 K_m を計算する場合はドイツ連邦官報により告示された K_F 値を採用する。ドイツ連邦官報により告示された値は、試験所で求められたものである。

6. 大きな面積のガラス窓

大きな面積のガラス窓の場合、特に建物の種類により、特別な用途（例えば、大きなショーウィンドウ）に供され、製造技術的 requirement がある場合は、5および第2条(2)1号、第5条(2)の規定によらなくてもよい。1または2の計算を行うときは、熱貫流率は最低 $1.75W/(m^2 \cdot K)$ ([$1.51kcal/(m^2 \cdot h \cdot K)$]) を用いなければいけない。

7. 相接する建物の計算

(1) 相接する建物（長屋や2戸建て住宅）については、各建物ごとに熱貫流損失量を計算する。

行	ガラス	熱貫流率 $K_F [W/m^2 \cdot K]$ [$kcal/(m^2 \cdot h \cdot K)$]		
		窓枠の種類		
		木および合成樹脂(PVC)・木との組合せ	断熱したアルミニウムまたはスチール	アルミニウム・スチール・コンクリート
1	6mmの空気層をもつ断熱複層ガラス	3.3 [2.8]	3.5 [3.0]	
2	12mmの空気層をもつ断熱複層ガラス*	3.0 [2.6]	3.3 [2.8]	3.5 [3.0]
3	12mm2層の空気層をもつ三重ガラス*	1.9 [1.6]	2.1 [1.8]	2.3 [2.0]
4	空気層 S が $2cm < S < 4cm$ の二重ガラス	2.6 [2.2]	2.8 [2.4]	3.0 [2.6]
5	空気層 S が $4cm < S < 7cm$ の二重ガラス	2.3 [2.0]	2.6 [2.2]	2.8 [2.4]
6	空気層が 7cm以上の二重ガラス	2.6 [2.2]		
7	D I N18175**による中空ガラスプロックならびにD I N4242**によるガラスプロック（厚さ80mm）			3.5 [3.0]

注 * 断熱ガラス（例えば、日射遮へいガラス）や窓枠部分が25%より大きいものを使うときで、小さな K_F 値を使わなければならないときは、5の規定による。

** 1967年1月発行のD I N4242、および1960年12月発行のD I N1817は、1977年5月5日のドイツ連邦官報85号の添付資料で告示された。

第3表 ガラスと窓枠の材質による窓ならびに扉の熱貫流率 K_F

(2) (1)による計算法では建物間の壁は熱貫流はないものとし、F値やF/V値の算定にあたってはこの壁は無視してよい。建物（例えば増築部分）の暖房された部分を分離して計算するときは、建物部分の間仕切りに(1)が適用される。

(3) (2)による計算では、建物間の間仕切り壁は無視される。間仕切り壁が2面ある建物では、第2表の1.3行の値と、第2表の1.1行または1.2行の値のうちの建物間仕切り壁が許容し得る小さいほうの $K_{mw} + F$ を適用する。建物間の間仕切りが1面である場合に、第2表の1.1行の建物では注2)は適用されない。

(4) 相接して建てることが不確かな場合、間仕切り壁は(2)や(3)による計算とは関係なく、少なくとも外壁に対する最低限の断熱は施さなければならない。

添付資料2 (第4, 6, 9条関係)

気密の悪さによる熱損失を制限するための規定は、つぎのとおりである。

(1) 窓および扉のすきま風係数は、第1表の値を超えてはならない。

(2) (1)に基づく窓やのすきま扉風係数の算定は、ドイツ連邦官報に告示された試験場における試験結果を用いる。

(3) 1973年2月に発行されたD I N68121“木製窓わく一断面”(1977年8月5日付けドイツ連邦官報144号の付録)による木製窓わくと断面に関しては、(2)と第1表の1行目と2行目の計算は無視される。

(4) 耐候性がよく、柔軟性のある軽量で交換ができるコーティングを用いたすべての窓構造では、

要求グループAとB（すなわち建物高さ20mのままで）の場合のみ(2)と第1表の1行目と2行目の計算を無視できる。

(5) 開閉のできない窓やはめ殺し窓では、耐久性があり、実用上気密とみなされる。

(6) 衛生上、暖房上の要求から、換気のため連続的に容易に制御できる換気装置を設置することができる。この換気装置は、第1表の閉鎖された状態で満足されるものでなければならない。他の法規、特に州の建築法規で換気の基準が定められていれば、この規定は適用されない。

添付資料3 (第5条関係)

低めの室温の建物の貫流熱損失を制限する規定は、つぎのとおりである。

(1) 第1表に示すF/V値（添付資料1の1.1と1.2）による最大の平均熱貫流率 km_{max} を超えてはいけない。

F/V*	Km _{max} *	
	[m ⁻¹]	[W/(m ² ·K)]
≤0.24	1.40	1.21
0.30	1.27	1.09
0.40	1.14	0.98
0.50	1.06	0.91
0.60	1.01	0.87
0.70	0.97	0.84
0.80	0.94	0.81
0.90	0.92	0.79
≥1.00	0.91	0.78

注 * 中間の値は、次式で補間される。

$$Km_{max} = 0.75 + 0.155 \times 1/(F/V) [W/(m^2·K)]$$

第1表 F/V値による最大の平均熱貫流率 km_{max}

行	建物高さ	D I N 18055第2部 ^{1), 3)} によるすきま風係数 a			
		A		BおよびC	
		m^3 $h \times m \times \left(\frac{KN}{m^2}\right)^n$	m^3 $h \times m \times \left(\frac{kp}{m^2}\right)^n$	m^3 $h \times m \times \left(\frac{KN}{m^2}\right)^n$	m^3 $h \times m \times \left(\frac{kp}{m^2}\right)^n$
1	2階まで	2.0×100^n	(2.0)	—	—
2	3階以上	—	—	1.0×100^n	(1.0)

注 1) 要求グループA：建物高さ8mまで、B：建物高さ20mまで、C：建物高さ100mまで

2) D I N18055第2部参照：ⁿは2/3とする。

3) 1973年8月発行のD I N18055第2部は、1977年5月5日付けドイツ官報85号の付録で告示された。

第1表 窓と扉のすきま風係数

建物床面積 F_G [m ²]	K_G *	
	[W/(m ² ·K)]	[kcal/(m ² ·h·K)]
≤ 100	2.20	1.90
100 < F_G ≤ 200	1.70	1.47
200 < F_G ≤ 500	1.40	1.21
500 < F_G ≤ 1,000	1.20	1.03
1,000 < F_G ≤ 2,000	0.90	0.78
> 2,000	0.60	0.52

注 * 中間の K_G 値は、直線的に補間する。

第2表 土壤に接する建物下部の貫熱流率 K_G

(2) 平均熱貫流率 k_m は、添付資料1の計算法を用いて求められる。

(3) k_m 値の算出において、地下室のない建物や床に断熱をしていない建物では、当該面積ごとに熱貫流率 K_G は第2表の値を満足しなければいけない。

添付資料4 (第8条関係)

室内プールの熱貫流損失を制限するための規制は、つぎのとおりである。

(1) 第1表の熱貫流率を超えてはならない。

建築部位	最大熱貫流率	
	[W/m ² ·K)]	[kcal/(m ² ·h·K)]
建物の外周表面 K_m	0.85	0.73
壁 K_w	0.70	0.60
屋根 K_d	0.45	0.40

第1表

(2) 平均熱貫流率 k_m の算定は、添付資料1の1.1~1.3による。地下室のない室内プールでは、添付資料3の(3)を適用する。

4. 暖房ならびに給湯装置に対する省エネルギー政令
Verordnung über energiesparende Anforderungen an heizungstechnische Anlagen und Brauchwasseranlagen

—Heiz Anl V—

Vom 22. September 1978

1976年7月22日に発効した省エネルギー法（ドイツ連邦官報I項1873ページ）の2条2項、3項ならびに5条に基づき、ドイツ連邦政府は上院議会の同意を得て下記の政令を定めた。

第1条 適用範囲

この政令は常用熱出力で4kw以上の中の固体、液体、ガス体燃料、ならびに地域暖房または電気抵抗を使った暖房、給湯の装置や機器で、

- 新築される建物に長期間にわたって建設、または設備される場合
- 既設の建物で恒久的に建設または設備されたり、移設されたり、改修される場合に適用される。

例外として熱併給発電所やごみ焼却工場の排熱利用による暖房の装置、機器は適用を除外される。

第2条 概念規定

(1) この政令でいう暖房装置とは部屋または建物の熱負荷をまかなう、水を熱媒とする中央式暖房（セントラルヒーティング）もしくは個別暖房をいう。

暖房装置には熱発生装置の他に、機器、装置、熱分配網、配管の附属品、排ガス装置、熱消費装置、制御機器、計測機器、その他機能に関連のある部分が含まれる。

(2) この政令でいう給湯装置とは個別装置または中央式システムをいう。給湯装置には熱発生装置の他に、機器、装置、熱分配網、配管の附属品、排ガス装置、熱消費装置、制御機器、計測機器、その他機能に関連のある部品が含まれる。

(3) 热発生装置とは熱交換器の一種で、固体、液体、ガス体の燃料により熱媒を加熱したり給湯を行う燃焼装置である。

(4) 热発生装置の常用出力は通常の運転で毎時放出しうる最大熱量をいう。これは1項、2項でいう装置にも適用される。

(5) 暖房装置や給湯装置の根本的拡張や改修とは熱発生装置の交換、配管網または放熱面の半分以上の交換をいう。

第3条 排ガスによる熱損失の制限

(1) 液体、ガス体の燃料を使用する熱発生装置においては排ガスによる熱損失を次にあげる各燃焼

熱発生装置の常用出力	排ガス熱損失
4 kw 以上 25kw まで	14%
25kw 以上 50kw まで	13%
50kw 以上 120kw まで	12%
120kw 以上	11%

置で建物内に恒久的に使用のため建設されたり、設置されたもので固体、液体、ガス体燃料、もしくは地域暖房、電気抵抗を使った装置の運転に適用される。

例外として熱供給発電所やごみ焼却場の排熱利用による暖房の装置や機器は適用を除外される。

第2条 概念規定

(1)この政令でいう暖房装置とは、部屋または建物の熱負荷をまかなく、水を熱媒とする中央式暖房（セントラルヒーティング）もしくは個別暖房をいう。暖房装置には熱発生装置のほかに機器、装置、熱分配網、配管の附属品、排ガス、熱消費、制御、計測、その他機能に関連のある部品が含まれる。

(2)この政令でいう給湯装置とは個別式または中央式システムをいう。給湯装置には熱発生装置の他に機器、装置、分配網、配管の附属品、排ガス、制御、計測、その他機能に関連のある部品が含まれる。

(3)熱発生装置とは熱交換器の一種で、固体、液体、ガス体の燃料により熱媒を加熱したり、給湯を行う燃焼装置である。

(4)熱発生装置の常用出力とは通常の運転で毎時放出しうる最大熱量をいう。これは1項と2項でいう装置にも適用される。

第3条 排ガスによる熱損失の制限

(1)液体、ガス体の燃料を使用する熱発生装置においては排ガスによる熱損失が次にあげる各燃焼出力において、ここに規定する百分率を越えないようにして運転しなければならない。

常用出力	設置時期による発熱生器の排ガス熱損失の百分率		
	1978年12月31日まで	1979年1月1日より	1983年1月1日より
11kw以上 25kwまで	18	16	14
25kw以上 50kwまで	17	15	13
50kw以上 120kwまで	16	14	12
120kw以上	15	13	11

排ガスの熱損失は1978年9月22日発効のドイツ連邦環境保護法（ドイツ連邦官報I項1574ペー

ジ）の最初の政令の変更による最初の政令の附属文書 Ia による測定法、計算法により算定されなければならない。

(2)1項の規定は専ら給湯のみに使用される。常用出力28kwまでの熱発生装置には適用されない。

第4条 暖房もしくは給湯装置運転者の義務

(1)2条で定義する装置の運転者は2項から4項の規定に応じて操作、保守、修理を行うか、行わせる義務を負う。

(2)集合住宅もしくは非住宅建物の常用出力50kw以上の装置では運転期間中少なくとも月に1回は操作点検を行わなければいけない。この操作点検は中央制御装置の機能管理、開閉器、制御計画（特にスイッチのオンオフ、温度設定のチェックと必要によっては調節、タイムスケジュールの設定）を含むものである。運転者は自らが専門家もしくは有資格者である場合は自ら操作点検を行えるし、そうでなければ専門家もしくは有資格者に操作点検を行わせなければいけない。有資格者とは専門家から3項センテンス5に関し操作点検手順の教育を受けた者をいう。

(3)保守点検と修理点検は専門家によって行われなければならない。保守点検は燃焼装置の調整、中央制御装置の試験、ボイラ伝熱面の清掃について行われる。1項、2項の規定にかかるボイラ伝熱面の清掃は有資格者により行われなければならない。修理点検とは投入エネルギーでの充分な利用を可能にする技術的に問題のない運転状態で維持できることをいう。

専門家とは保守点検と修理に必要な専門知識と技能を所有している人をいう。

(4)運転者は中央暖房装置を1982年1月1日迄に、その後は8年ごとに専門家によって、設計室温を考慮しつつ、任意抽出試験により放熱器の水流量を調整させなければならない。

この規定は放熱器の水流量が自動的に制御される設備には適用されない。

運転者は仕事の遂行を証明してもらい、この証明書を5条でいう役所または主務官庁の要求により提示する義務を負う。

第5条 監視

その地区的煙突掃除人のマイスター資格を持つ者は4条4項の証明の検査を行う。常用出力が

I MWを越える場合、州または市町村の装置にあっては州が誰が検査を行うか決定する。連邦の装置にあっては連邦政府または連邦政府によって指定された者が、誰が検査を行うかを決定する。

第6条 厳しい事例

この政令の規定により、非常に出費がかさんだり不利な状態になるときは、申請によって適用を免除される。

第7条 罰則規定

省エネルギー法8条1項の1の規定により、故意または過失により、3条1項の熱発生装置をここで定める排ガスの熱損失の百分率を越えて運転した者は処罰される。

第8条 ベルリン約款

この政令は第三者伝達法 (Das Dritten Überleitungsgesetz) の14条ならびに省エネルギー法10条によりベルリン地区にも適用される。

第9条 発効

この政令は1978年10月1日に発効する。

ボンにて 1978年9月22日

ドイツ連邦共和国首相 シュミット

ドイツ連邦共和国経済相 ラムスドルフ

ドイツ連邦共和国国土利用 建設・

都市計画相 ディータ ハック

6.おわりに

西ドイツのエネルギー事情、西ドイツの「建築物のエネルギー節約に関する法律」、「建築物の省エネルギーの為の断熱政令」、「暖房ならびに給湯装置に対する省エネルギー政令」、「暖房ならびに給湯装置の運転に対する省エネルギー政令」を紹介してきた。

先日筆者はこれらの政令の原案作りに西ドイツの学会の方から協力してきたベルリン工科大学ヘルマンリーチェル研究所*の友人ミカエル・シュミット氏 (Michael Schmidt) から手紙を得た。この手紙に氏の省エネルギーに対する考え方方が述べられているので翻訳することで紹介をしたい。



*所在地

1 Berlin 10 Marchstr. 4
所長 Prof. Dr.-Ing. H. Esdorn

ドイツでの効果的エネルギー節約が計られるのは専ら建物の暖房に関してであります。ドイツでは暖房や空調、家事でのエネルギー使用に国家全体の40%のエネルギーが消費されています。ですからこの民生用エネルギーの節約ということは大変大切なことになります。私の考えでは現在のエネルギー消費を約30~40%節約すれば長期間(10~20年間)暖房を行なっていくことは可能です。

そのためには建物の断熱を根本的に改善することが必要になります。ここで重要なのは、今日多く使われているような、例えば合成樹脂材料を使ったような軽量構造の建物にしないことです。外部気候の振幅を減少させるため、昔のドイツの建築のように重構造で建てることが必要になります。昔は窓部は断熱すべき建築部位としては最も弱点となる場所でしたが、これについては産業界の努力もあり、大巾な改良がなされました。今日では最も優秀な2重窓の熱貫流率は $1.5\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ で、これは素晴らしい技術的進歩として注目に値します。

外壁と窓の断熱の改善がなされた建物では、全熱負荷の内で換気熱負荷の部分が常に大きな割り合いを占めるようになってしまいます。ですから多くの人にとって特別に気密性の良い窓を作り、部屋の中で自然換気等が生じないようにならなければなりません。暖房・空調技師は換気装置に熱回収装置をつけて運転し、窓は気密にするのが省エネルギー的か、または窓は従来通りにしておいて換気もしない方が省エネルギー的なのかと議論をしております。このような問題に関してはヘルマン・リーチェル研究所で私の同僚がエスドルン教授と共に研究をしておりますので、そのうち解決をみるでしょう。

省エネルギー問題では一般暖房ボイラに代えてガス式またはディーゼルモーター駆動のヒートポンプの導入が大きな成果を収めると思います。ベルリンのような気候ではこれでもって一般の重油焚きボイラ使用の暖房に比べ約50%エネルギー消費を少なくすることができます。私自身エスドルン教授、また別の同僚とこのような暖房装置について共同研究を致しましたが、結果は大変良好でした。ヒートポンプの熱源としては外気を利用することができます。蒸発器の加熱のために地下水



硝子纖維協会

省エネルギー住宅促進委員会

〒105 東京都港区西新橋1-5-8 川手ビルTEL (03) 591-5406 (代表)

月刊「設備設計」'79 8~10月号掲載より

Pub-19-SS-7911-2