

断熱，省エネルギー住宅と その工法



田 中 辰 明

昭

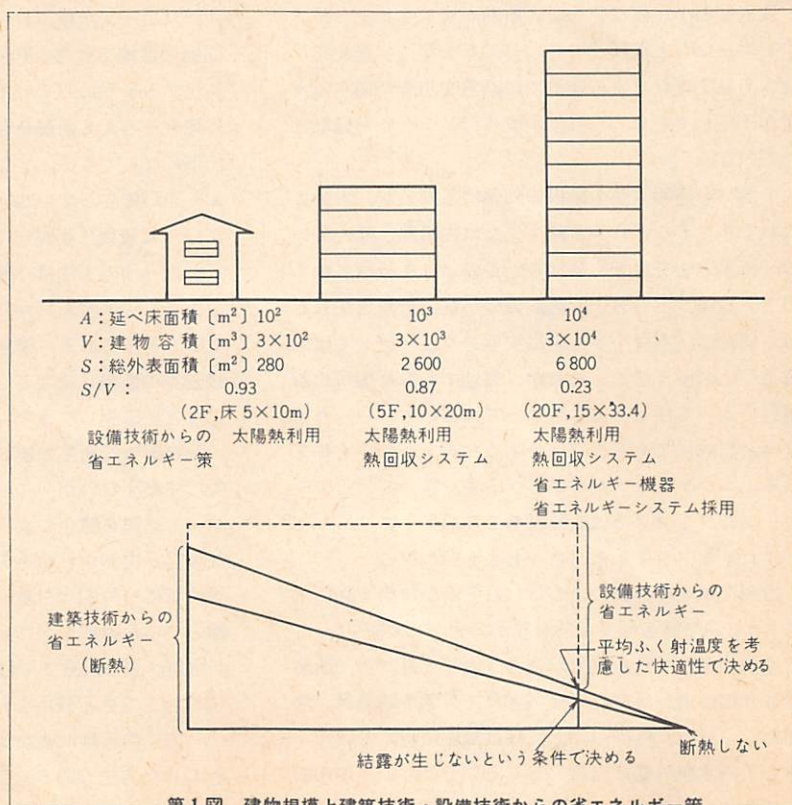
和 48 年に起った石油危機以来エネルギーの節約が叫ばれ世界的な動きになっている。民生用に使われるエネルギーの多くは建物で消費されるものであり、この節約は建築物での省エネルギー問題として工業先進国では各国でとりあげられるようになった。建築物での省エネルギーは建築技術から行えるものと、設備技術から行えるものがある。

建築技術から行える省エネルギー策とは断熱をしたり、二重ガラスを採用したり、建物を気密化したりということであるが、この中でも断熱によって得られる効果は大きい。断熱による省エネルギー効果は住宅など小規模建築で大きく、大規模建築になると断熱によって得られる省エネルギー効果は省エネルギー策全体の中でそれほど大きくはなくなる。その代わり建物に蓄熱槽を設けたり、熱回収を行ったりという設備技術からの省エネルギーがはかれるのである。小規模建築では設備技術からの省エネルギーははかりにくく、せいぜい太陽熱を使っての暖房、給湯を行うのが一般的である。

第 1 図にこの関係を示した。この図で実線による三角形は断熱によってはかられる省エネルギー、鎖線による三角形は設備技術によってはかられる省エネルギー割合を示している。この図の右の建物は延べ床面積 10 000 m² のビルを示しているが、我が国の現状では

この規模の建物に断熱を施す例はまずない。しかし、せいぜい表面結露が生じない程度には断熱すべきだという思想、平均ふく射温度を考慮した快適性が得られる程度には断熱すべきだという思想はある。この図で階高を 3 m と仮定し、建物容積 V と総外表面積 S を計算しその割合 S/V を求めると小規模建築(住宅)で 0.93、中規模建築(公団住宅)で 0.87、大規模建築で 0.23 となった。

建物の断熱規準をもっている国ではこの S/V の値に対して建物の平均熱貫流率を定めているのが普通である。このことは同じ規模の建物でも凸凹の大きなデザインのものやピロティー構造の建物ではより多くの



第 1 図 建物規模と建築技術・設備技術からの省エネルギー策

断熱が要求されるということになる。

昔から民生用のエネルギー消費の多かった国々では石油危機の後、いろいろな省エネルギー策を立案実施している。アメリカでは連邦基準局(NSB)及び空調暖房冷凍協会(ASHRAE)が具体的な省エネルギー策を発表している。欧州でも多くの国で既にあった建物の断熱基準を改訂強化している。西ドイツの例では建物の断熱は DIN 4108 で規定されているが、例えば以前は国土を三つの気候区に分けて断熱のグレードを規定していたが、これを二つの気候区に、かつ条件の厳しいほうにまとめるなど改正強化を行った。

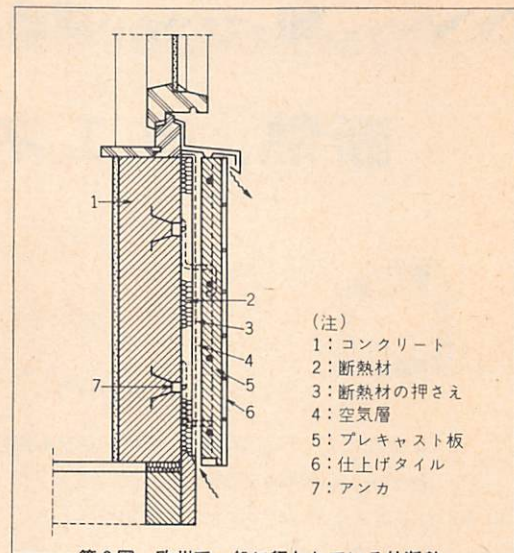
エネルギーに関する外国依存、危機の度合は我が国のほうがアメリカや欧州諸国よりはるかに厳しい状況であるし、将来の見通しも暗いのであるが、我が国の省エネルギー策はまだ政府民間で足並みがそろっていないのが実情である。我が国の現状では欧米諸国と違って産業用に消費されるエネルギーの割合が大きい。しかし、今後生活水準が欧米並みに向上すれば、そしてそれは全国民の願いでもあるのであるが、当然民生用に消費されるエネルギーが増大されるはずである。したがって、今から民生用に消費されるエネルギーの節約を真剣に考えていかなければならないのである。

1. 内断熱か外断熱か

住宅など小規模な建物ほど断熱が省エネルギー策の中で大切なことは前述のとおりであるが、本来夏形に建てられてきた日本の建築では断熱や防湿に関する考慮が不足しており、これに関するディテールも確立されていない。

断熱材を建物外壁や屋根の外側に入れるか、内側に入れるかでそれぞれ外断熱、または内断熱と呼んでいる。断熱方法を大きく分けるとこのように分類されるのであるが、どちらとも区別のつかない断熱方法もある。例えば、木材を多く産出するスウェーデンでは木質系住宅が多く建てられるが、寒地でもあり国民が断熱材の入った住宅の良さを知っていることから、外壁全体が断熱材であるといったようなパネルが作られている。コンクリート系プレハブを多く作っているデンマークやフランスでは断熱材を2枚のコンクリートで挟んだサンドウィッチパネルもよく見かける。

欧州で中規模建築によく行われる断熱は第2図に示すような通気層を伴った外断熱が多い。この方法によると室内で発生した水蒸気が外壁を通して外へ出、断熱材の外側の通気層で自然換気され、外壁や断熱材が湿潤にならない。外側の仕上げ板は風圧に耐えるので、決して雨水が外壁に浸透してくることはない。理想的な工法ではあるが、ただでさえ断熱に金の払われ



第2図 欧州で一般に行われている外断熱

我が国では高価なものになり現状では中小規模の建物には不向きであろう。

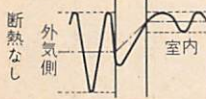



これに対しドイツでは通気層を設けず保温材の上を直接モルタルで仕上げてしまう工法を確立している。この工法にも2種類あって工場保温材の外側のモルタルの仕上げまででき上がっているプレハブの保温板を外壁に接着性の良いモルタルで貼っていく工法がその一つである。一般には50 cm×50 cm、厚さ5 cmのスタイロフォームが保温材として使用されている。50 cm間隔の目地で温度変動による伸縮を逃げ、ひび割れを防止するようにしているが、大きなタイル工事に似て目地をそろえて断熱板を貼っていくのは極めて困難な仕事になってくる。また、我が国の建物では寸法モジュールが確立していないことから、必ず断熱板を貼っていった最後に半端がでるという欠点がある。

もう一つの工法は外壁の外側にスタイロフォーム板を貼り、その上を左官の手によりモルタルを塗って仕上げていく工法である。筆者はこの工法が我が国の中小規模建築の断熱に適すると判断し、我が国の建築への応用などを研究してきた。

我が国では新築の建物に断熱材を入れる気運は一般的にまだ少ないが、一度結露の生じた建物に断熱材を貼って結露を防止しようとすることはある。このような場合、内側から断熱をやって補修をしようとする居住者に一時的な引越しをしてもらったり、家具の移動といった迷惑をかけるものである。外断熱は工事人が室内へ立ち入らずに行えるので居住者に迷惑をかけずに施工できる長所をもつ。

一方、内断熱は我が国で断熱を行う場合に多く行われてきた方法である。これは耐候性に乏しい断熱材が室内側に入るため無難な工法ではある。しかし、最近

第1表 外断熱と内断熱の比較

	内側壁表面 温度変動	室内での 快 感 度	イニシャル コ ス ト	躯体の挙動 (ひび割れの 入りやすさ)	結 露 の 可 能 性	工事の難易	竣工建物への 工事の難易	
断熱なし		大	よくない	安 い	大	表面結露を 生じやすい		
外断熱		小	よ い	やや高い	小	非常に 少ない	特殊な工法 で簡単	簡 単
外断熱		小	よ い	やや高い	小	非常に 少ない	特殊な工法 で簡単	やや困難
内断熱		小	よ い	やや高い	大	内部結露を 生じることが ある	簡単である	困 難

では我が国の建物もアルミサッシなどが使われ気密性が良くなり、一方室内では依然として石油やガスの直燃焼が行われるなど室内の水蒸気発生が多い。この逃げ場を失った水蒸気が内断熱を行った壁ではうまく外側へ抜けず、内部結露を起こす事故となる例もある。

第1表に外断熱、内断熱、断熱のない場合の長所、短所の比較を示す。本来ならここに熱負荷の比較も入れるべきであるがこれを省いた。定常状態で考えれば断熱材が外にあって内にも熱貫流率が同じであるから熱負荷も同じである。非定常の状態で考えると外断熱の場合、コンクリート躯体が熱容量として室内側へ入るため時間遅れが大きくなる。

すなわち、間欠運転（我が国の多くの建物は夜間運転を止める間欠運転である）では立ち上がりが遅く、その代わり暖房を切ってもすぐには室温が下がらないという特長をもつ。教会や集会場のように使用時間の短い建物では内断熱が有利、比較的長い間欠運転では外断熱が有利となる。この判定も壁体に結露が起らないという条件で計算してみた結果で、いったん結露が生じると外壁の熱伝導がよくなることからこの仮定もくずれてくる。結露が生じやすい内断熱では、いったん結露が生じると熱負荷が大きくなり不利になり易い。

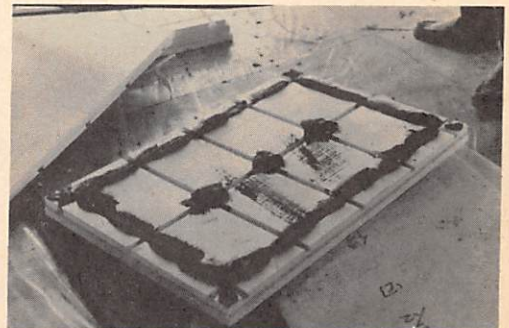
2. 新しい外断熱工法

グラスウールを使っての断熱方法はその方面の協会の努力もあり、施工店にも知られるようになってきた。しかし、前述のスチロフォームを外壁に貼り、その上を直接接着モルタルで仕上げる工法は我が国ではあまり知られていない。筆者らは多くのテストを繰り返し

た後、幾つかの住宅、集合住宅、通産省工業技術院委託による枚方のソーラハウスなどで施工し、良い結果を収めてきた。ここでは昭和50年秋に施工した日本住宅公団総合試験所のKEP住宅での外断熱の例を紹介したい。

まず、外壁に40mm厚でくさび形のみぞの入ったスチロポール板（第3図）をスチレン系合成高分子のエマルジョン入りの接着性の良いモルタルで貼った。このモルタルはスチロポール板全面に塗る必要はなく、スチロポール板の外表面変形を防ぐように周辺のみぞに塗るだけでよい。このスチロポール板は接合部が重ね接手になるようにできている（第4図）。こうすることにより、継ぎ目から熱が伝わったり（熱橋と呼ぶ）、継ぎ目からの外表面変形が起らないのである。

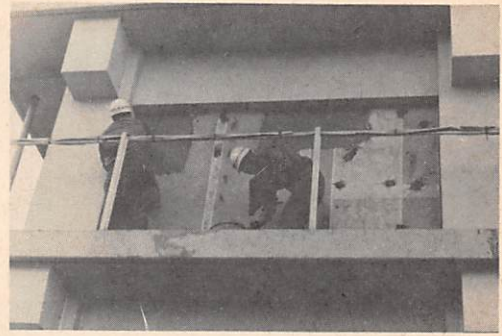
スチロポール板には縦方向と横方向にくさび形のみぞが入っていることにより、そこにエマルジョン入りモルタルが回って硬化する。こうすることで万一建物躯体とスチロポール板が違った動きをするようなことがあっても、スチロポール板が剥落することはないの



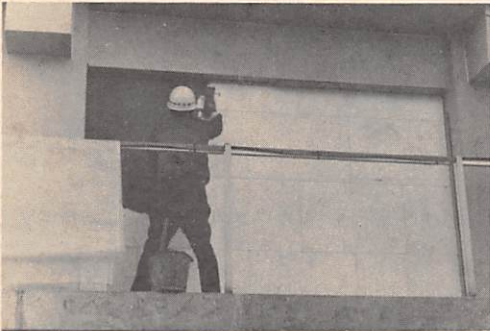
第3図 接着モルタルとスチロポール板



第4図 スチロロール板貼付



第7図 再度接着モルタルの塗布



第5図 3mm厚接着モルタルの塗布



第8図 ラオザン吹き付けによる仕上げ



第6図 グラスファイバーメッシュの張り付け



第9図 工事後の外壁

である。スチロロール板の上には再び2mm程度の厚さでモルタルが塗られ(第5図)、モルタル層のひび割れ防止のためグラスファイバーメッシュが貼られる(第6図)。このグラスファイバーメッシュはモルタルの中に入るので耐アルカリ性でなければならない。このグラスファイバーメッシュはモルタル層の中で、感じととしてできるだけ表面層近くに入れるのがこつである。グラスファイバーメッシュの上にモルタルを塗り(第7図)、ひび割れ防止のアクリル繊維の混入した吹付け剤を吹き付け着色して作業は終わる(第8,9図)。

現在の建築工法ではこのような湿式工法は嫌われるのであるが、まだ改良していく余地はあるように思われる。この工法で施工した建物で故障事故は起きていないし、居住者からは良い室内環境ができたと感謝さ

れている。

参考文献

- (1) 青山幹, 田中辰明: 新しい外断熱工法について, 月刊仕上技術, 昭和50年10月
- (2) 青山幹, 田中辰明: 断熱基準と外断熱工法, 建築技術, 1976, 2

((株)大林組 東京本社 設備部計画課)