



# ドイツの技術から学ぶ 外断熱本来のあり方

田中 辰明

お茶の水女子大学 生活科学部 教授 工博

(株)工文社 **建築仕上技術** 2002年6月号より



# ドイツの技術から学ぶ外断熱本来のあり方

田中 辰明

お茶の水女子大学 生活科学部生活工学講座 教授

## 1. はじめに

コンクリート建築の外断熱工法には

①断熱材が建物躯体の外側にあるので、建物が服を着たようになり外気温度や日射の変動から保護される。したがって建物躯体にひび割れが入りにくい。

②コンクリートの熱容量が室内側に入るので、暖房が切れても急激に室温が変化しない。同様に夏季は冷房が切れても急激に室温が上昇することは無い。すなわち快適性に富む。

③室内から屋外にスムーズに水蒸気が抜け、壁体の内部に結露を起こすことがない。従って壁内結露を起こすこともなくカビが生えない。カビを餌として集まってくるダニの被害からも解放される。

④既存の建物に断熱改修を行いやすい。極端な場合は室内側をコンクリート打ち放しのまま仕上げることが可能になるので壁紙の接着剤や塗料から出る揮発性化学物質からも解放されるなどの長所がある。

欧州では殆どの建物が外断熱工法で施工されるが、我国では外断熱で施工される建物は極めて例外であった。筆者は1973年12月までベルリン工科大学で建築物理学を研究し、建物の断熱は外側に行うものであることを学んだ。1973年は石油危機が起きた年であり、筆者もそれと同時に帰国、国内でも代替エネルギーに関する研究開発が盛んになった。太陽熱を利用し、冷暖房給湯をする国家プロジェクト「サンシャイン計画」も始まり、筆者もそれに参加した。

ここで、太陽熱のように単位面積あたりでは希薄なエネルギーである太陽熱を利用して暖冷房を行うのであ



写真1 外断熱を行ったソーラーハウス（1980年竣工）

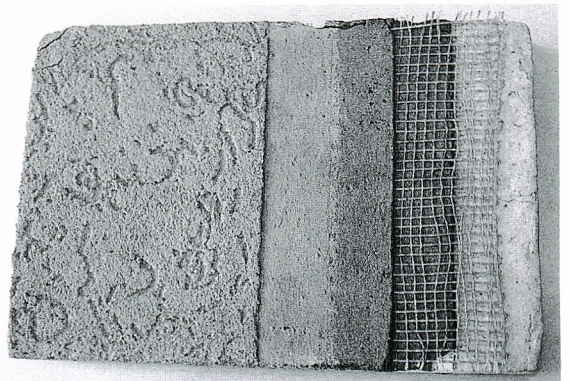


写真2 ソーラーハウスの外断熱構成

れば、建物自体を省エネルギー的に建てなければいけないと考え、ドイツ式の発泡スチレン10cmの断熱材を使用した外断熱工法を採用した。しかしこの試験住宅は太陽熱利用の研究が主目的であったので、その実験が終了すると建物は取り壊され、外断熱自体の耐久性などは証明されないまま研究は終了してしまいました。これと並行して

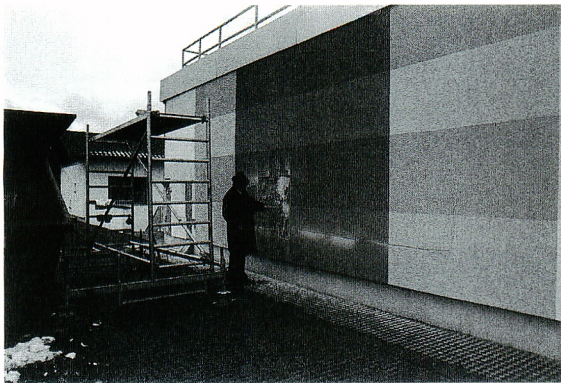


写真3 外断熱に関する耐候性試験 (Fraunhofer 研究所)



写真4 各種材料の透湿度試験 (Fraunhofer 研究所)

当時の日本住宅公団の試験場でも同様の試験が行われたが、研究終了と同時に建物は取り壊された。

仕方が無く、筆者は1980年に鉄筋コンクリート(厳密には借金コンクリートであったが)の自宅を新築した際に建物全体を外断熱で施工した。それ以来20年以上になるが、きわめて良い状態で保存され、当然の事ながら快適な室内気候を得ている。写真1に筆者設計の太陽熱利用住宅(全面的な外断熱)とその際採用した外断熱の構成を写真2に示す。

当時外断熱工法は省エネルギーにも寄与し、健康な居住環境を提供できるので、普及するかに見えたが、実情はそうでも無かった。これは1985年(昭和60年)に建設省住宅局建築指導課長から特定行政庁建築主務部長宛での通達「耐火構造の外壁に施す外断熱工法の取り扱いについて」及び昭和60年9月5日付建設省住指第510号「外断熱工法に係わる防火性能試験法」などが出され、普及に大きなブレーキをかけてしまったのである。すなわちこの試験をクリアできるものは非常に厚いモルタル層を要求されたりし、ドイツで行っている外断熱とは全く異質なものであったのである。これらは現在失効したとは言われるが、地方の建築主事では解釈が異なり難しい見解が出される場合もある。

## 2. ドイツの外断熱

外断熱の住宅に住めばその良さはよく理解できることから、わが国でも外断熱工法を試みる気運も高まりつつあるが、価格的な問題や設計経験がない、施工経験がないといった問題から必ずしも普及が順調とはいかない。

筆者はこの間何度か外断熱工法発祥の国ドイツに出張し、この工法について数々の工事現場や施工会社、Stuttgart大学、Berlin工科大学、Fraunhofer研究所で調査を行った。この結果を報告し、わが国においても健全な外断熱工法が発展すること事に寄与できる事を期待するものである。Fraunhofer研究所はドイツの全国各地にあるがこれは建築物理学研究所で研究が行われている。外断熱に関する研究も盛んで、各種建築材料の透湿に関する試験も非常に地味な研究ではあるが、熱心に行われている。当然耐候性試験も大規模に行われている。外断熱工法の研究はここの所長のKarl Gertis教授が主導している。同教授はこの研究を行うStuttgartの研究所とMünchenの郊外Holzkirchenの研究所の所長を兼務されまたStuttgart大学の教授も兼務するという多忙さである。

耐候性試験では表面仕上げの色を変化させ、表面のひび割れ防止に入れるグラスファイバーメッシュの材料を代え、その継ぎ目の幅を変え、仕上げ材の塗り厚さを変えて試験を行っていた。同教授によるとひび割れなどの事故が起こるのはグラスファイバーの継ぎ目の幅は10cmは必要であるが、この幅が十分でなかった場合、仕上げ材の厚さが厚すぎひび割れ防止に入れたはずのグラスファイバーメッシュが中に入り、表面にひび割れが入った例、森の近くの建物で、仕上げ材を啄木鳥がついてしまった例、などを紹介して下さった。

また西側外壁に黒色塗装をした例では、日射を受け表面温度が上昇し、これが日没とともに外気温度が下がり表面が急激に収縮し、ひび割れを生じた事もあったそうである。従って表面塗装はできれば日射吸収の少ない色が望ましいとの事であった。写真3に外断熱工法の耐候

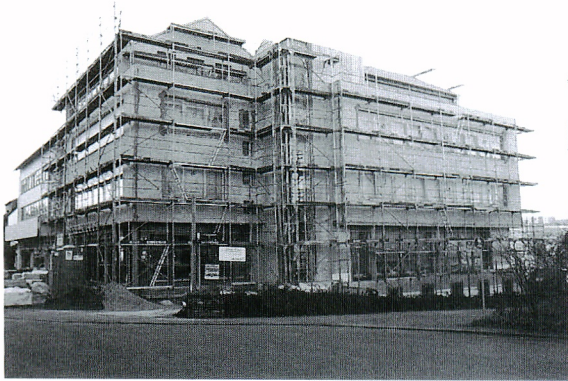


写真5 StuttgartのJurastr. 所在の事務所建築外断熱工事  
(平成13年10月撮影)



写真6 StuttgartのJurastr. 所在の事務所建築外断熱工事  
(押し出し発泡スチレン、ビーズ発泡スチレン、ロックウール板が使い分けられている)

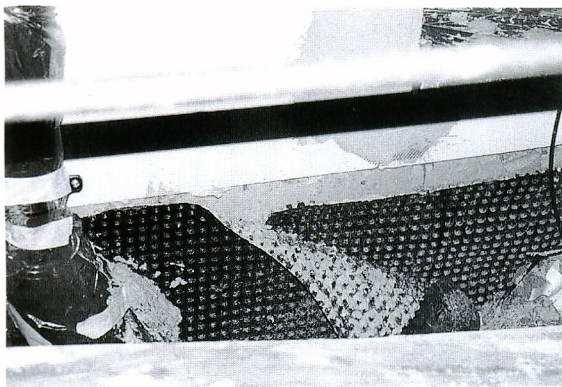


写真7 StuttgartのJurastr. 所在の事務所建築外断熱工事  
(土中部分の外断熱工事)



写真8 StuttgartのJurastr. 所在の事務所建築外断熱工事  
(外断熱隅角部の保護)

性試験を説明するGertis教授、HolzkirchenのFraunhofer研究所で行われている各種材料の透湿性試験の様子を写真4に示す。

### 3. 工事の実際

外断熱工法には通気層のある外断熱と通気層のない外断熱がある。通気層のある外断熱は一般的に大型の建物に採用される。通気層のない外断熱は小型建築物に採用される場合が多かったが、最近では大型建築物に採用される場合も出てきた。通気層がある場合も無い場合(後述のベルリン市IBMなど)も室内で発生した水蒸気が建物外皮を通して屋外にスムーズに水蒸気を抜くようにできている。

断熱材として最近では高密度ロックウール(わが国ではロックウール板とも呼ばれる)、もしくは発泡スチレンがよく使用されている。この工法を筆者は通気層の無い

外断熱と呼んできたが、ドイツではWärmedämmverbundsystem(省略してWDVS: あえて日本語に訳すと“複合断熱システム”)と呼ばれる。WDVSは協会を持ち、本部はBaden Badenにあり、Fachverband Wärmedämmverbundsystem EVと呼ばれ、会長はDr. Wolfgang Setzler氏である。この協会が設計と工事に関する指針(Technische Richtlinien für die Verarbeitung von Wärmedämmverbundsystemen)を出し、施工各社はこれを基に各社の設計・施工マニュアルを作成している。

ドイツは連邦共和国で16の州からなる。建築法規もそれぞれの州により異なり、外断熱の扱いも異なる。筆者は数回におけるドイツ出張で外断熱工事の調査を行った。特に平成13年10月から11月にかけて外断熱工事現場を視察し、再度平成14年3月から4月にかけて調査を行った。この平成14年の調査では平成13年に工事中であった現場の竣工後の状態を調査した。



写真9 StuttgartのJurastr. 所在の事務所建築外断熱工事竣工  
(平成14年3月撮影)



写真10 StuttgartのJurastr. 所在の事務所建築外断熱工事竣工

写真5～写真11にStuttgart市内Jurastr. の事務所建築における外断熱工事を示す。ここでは地下部分は水分を避ける為押出發泡スチレンが地面に近い部分はビーズ発泡スチレンが、水分の影響が無い部分はロックウールが使用されている(写真6)。写真7に見るように地下部分は押出發泡スチレンが使用されているが、この上は水を流せるように合成樹脂製の有孔シートで押出發泡スチレンが保護されていた。断熱材は接着モルタルにより建物躯体に取り付けられ、断熱材の上を5mm程度の接着モルタルで仕上げるようにしている。このモルタル層が薄いのでひび割れ防止にグラスファイバーのメッシュを入れている。隅角部は損傷を受けやすいことから



写真11 StuttgartのJurastr. 所在の事務所建築外断熱工事 (バルコニー部分は熱的に縁が切られている)

特に保護を行う。ここでは合成樹脂製の隅角部保護材が使用されていた。これはモルタル層のひび割れ防止に使用するグラスファイバーのメッシュと一体化されたものである(写真8)。窓枠付近は特にひずみによりひび割れが入りやすいので、グラスファイバーメッシュが多めに入れられている。

写真9は平成14年3月に撮影した竣工後の写真である。写真11にこの事務所建築中庭側にあるバルコニーの取り付けの様子を示す。バルコニーは建物との間に隙間が設けられ熱的に縁を切っている。ここでは18cm厚さの断熱材が設けられているが、これだけ厚い断熱材を設けると、伝導で失われる熱の内熱橋により失われる熱の割合が大きくなる。そこで熱橋で失われる熱を減少させようとしてこのようにバルコニーの取り付けに隙間を設けたのである。

写真12～14に同じくStuttgartのVaihingerstr. にあるかなり老朽化したレストラン兼事務所建築を断熱改修した例を示す。工事中のものは平成13年10月に撮影したものである。ビーズ発泡スチレンにより断熱改修されたが、円形の窓部分は職人の手により、ビーズ発泡スチレンが切り取られた。土壁は一部中に入れられた草が飛び出すほどに老朽化していた。しかしこの建物も竣工後(平成14年3月撮影)は写真14に示すように新築同様になってよみがえっていた。写真15～17にStuttgartの

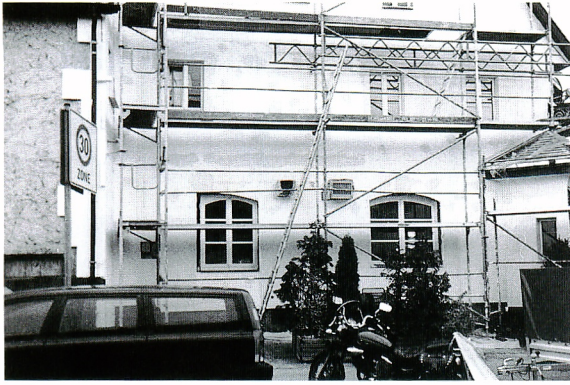


写真12 StuttgartのVaihingerstr.にある老朽化したレストラン兼事務所の外断熱工事(発泡スチレンが断熱材として使用されている：平成13年10月撮影)



写真13 StuttgartのVaihingerstr.にある老朽化したレストラン兼事務所の外断熱工事



写真14 StuttgartのVaihingerstr.にある老朽化したレストラン兼事務所の外断熱工事(平成14年3月竣工時に撮影)



写真16 StuttgartのWallgrabenにある塗装会社のビルの外断熱改修(平成13年10月撮影)



写真15 StuttgartのWallgrabenにある塗装会社のビルの外断熱改修(平成13年10月撮影)



写真17 StuttgartのWallgrabenにある塗装会社のビルの外断熱改修(平成13年10月撮影)

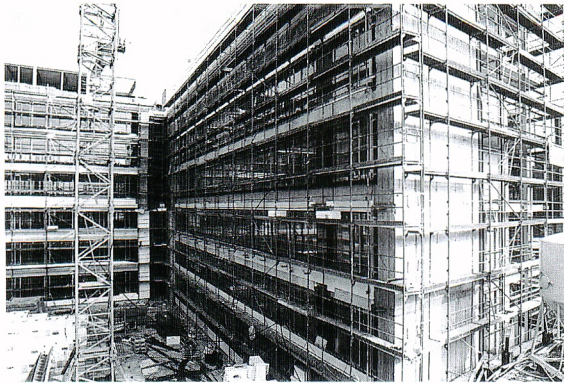


写真18 Stuttgart Degerloch Albstr.の事務所新築工事における発泡スチレンを使用した外断熱工事



写真19 Berlin市におけるIBM社の外断熱工事（ロックウールを断熱材として使用）（平成13年10月撮影）

Wallgrabenにある塗装業者が自社ビルを断熱改修した例を示す。

ドイツもわが国同様に建設不況で総合建設業の倒産が増えている。従来総合建設業の下請け工事を行っていた塗装業者も、総合建設業から独立して仕事が行えるように外断熱工事に参入しているものが多く、この会社もその一例である。

従来通気層の無い外断熱工事は中小規模建築に施されると考えられていたが、ドイツではかなりの大規模建築にも施されている。StuttgartのDegerloch Albstr. に建設中の事務所建築群はビーズ発泡スチレンで外断熱が施されていた(写真18)。またBerlin市Ernst Reuterplatzに建つIBM社のビルはロックウール板を使用して外断熱改修が行われていた。平成13年10月に撮影した工事中のもの(写真19)と平成14年3月に撮影した竣工後(写真20)の写真を示す。



写真20 Berlin市におけるIBM社の外断熱工事後の竣工（平成14年3月撮影）

## 4. おわりに

ここには調査したドイツの外断熱工事のほんの一部を紹介した。1997年気候変動枠組み条約締結国会議(COP3)の京都会議では、先進国全体で、2008~2012年までに温室効果ガスを1990年レベルに対して平均5.2%削減するという具体的目標を含む『京都議定書』を採択している。しかし現状では産業部門のエネルギー消費は横ばいであるのに対し民生用、運輸用は増大の一途をたどっている。省エネルギーは我々の子孫が地球に生き残っていくために必須のものであるが、ライフスタイルの変化、より快適な生活を求めて民生用エネルギー消費

は増大している。断熱は分かりやすい省エネルギーの方法であり、かつ効果も大きい。外断熱工法が我国でも理解を得て、健全に発展していく事を希望する。

### 謝辞

この調査には(株)日本塗装工業会の支援があったこと、参考文献収集には(株)日本建材産業協会の支援があったこと、現地調査ではFraunhofer研究所のKarl Gertis教授、Stuttgart大学のHeinz Bach教授、Berlin工科大学のKlaus Fitzner教授、さらに専門業者であるBrillux社、Sto社、Alsecco社の支援を得た。深甚なる謝意を表す。