

木造住宅の壁内結露は 通気層によって防止できる

土 居 修 一

はじめに

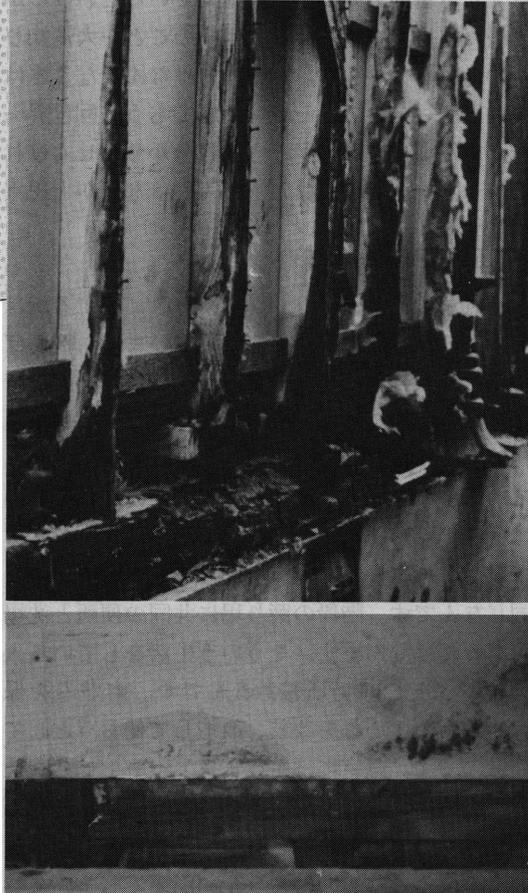
近年、住宅の高断熱・高気密化工法の普及とともに結露による種々の被害が問題となっています。結露は、微生物に水分を与えることになりまますから、住宅をカビ、腐朽菌によっていためる（写真）だけでなく、住んでいる人の健康にも間接的な悪影響をおよぼします。例えば、壁の表面や内部に生えたカビの胞子（花に例えれば種子と同じもの）によって、あるいはそれを食べていると思われるダニなどによって、ぜんそくや皮膚障害の起こる場合があります。

結露現象は、例えばコップの中に冷たい水を入れた時、外側に空気中の水蒸気が凝縮して水滴を生ずることをさします。住宅の場合には家の中の暖かい空気中の水蒸気が外気で冷された窓ガラスの表面や壁の表面などで水滴になるというわけです。結露がガラス窓や壁の表面で生ずる場合は、拭きとることができますので、大した問題にはなりません。これが壁の中で生じた時は、拭きとることができないため前述したようにいろいろなトラブルの原因となります。そこで、ここでは壁の構造を少し変えてみて、それが結露を防ぐためにどれだけ役立つかを検討した結果について説明することにいたします。

壁内結露とその防止のための考え方

壁内結露とは、文字通り壁の中で生じる結露ですが、これを防ぐためにはどうすればよいでしょう。その基本的な考え方には次の三つがあります。

壁の中に水蒸気が入らないようにすること



壁内結露による間柱の腐朽（上）
と内壁のカビ被害（下）

壁の中が冷えないようにして、結露が壁の中で起こらないようにすること

壁の中に入った水蒸気を結露させずに外へ逃がすこと

これらのうち については、室内側に防湿層と言われるポリエチレンシートやアルミ蒸着クラフト紙などを施工することによって実現可能です。この方法は、理論的には正しいのですが実際の施工ではくぎ穴や配管などの障害があるため、完全なものにはなりません。また、 については、断熱施工そのものがこうした目的にかなったものです。木造住宅の壁の中には約10cmの透き間がありますので、そこにグラスウールなどの断熱材を詰めて壁の中が冷えないようにするのです。この

方法では断熱材が冬期の室内外温度差を十分カバーできるだけの性能をもっていて、しかも理論通りの性能を発揮すれば問題はないのですが、実際には、施工のバラツキが大きいので温度コントロールが完全なものとはなりません。こうしたことから、この方法が必要になったのです。これは昔の下見板張りの住宅のように、壁の中の空気を動かして除湿をはかろうとする考え方に似ています。つまり断熱材の入った壁の外側に空気層を設けて、そこへ断熱材内部の湿気を逃がす方法です。ここで紹介する実験は、このような方法がどのような効果を示すかを明らかにしようとしたものです。

実験用建物による壁内温湿度の測定法

実験用の建物として、軸組工法によるもの（A棟）および高断熱化を容易にするため組み立て柱等を用いた、改良型軸組工法によるもの（B棟）

の2棟を建設しました。A棟の断熱施工は、床、壁および天井に10kg/m³の密度のグラスウールを、それぞれ200mm、100mm、200mmの厚さに施工しました。また、B棟については16kg/m³のものをそれぞれの位置に200mm、200mm、300mmの厚さで施工しました。

A、B各棟にそれぞれ4つの試験壁を設けましたが、各棟の試験壁のうち2つは通気層を有するもの、残り2つは通気層を有しないものとなっています。各棟の試験壁の壁体番号、壁内通気層の有無、壁の面する方位を表に示します。また、これら試験壁の構成を図1に示します。

壁内温湿度の測定は、各種センサによって行い、1つの試験壁について温度測定点を6箇所、湿度測定点を1箇所、熱流測定点を1箇所設けました。各測定点の位置も図1に示します。

なお、測定は、実際の居住条件に近いものにするため、室内温度18℃、室内相対湿度（以下単に湿度と略します）50%という条件を設定するようにして行いました。これらの測定結果から断熱性能も把握するようにしました。

各棟試験壁の通気層の有無・方位

	試験壁	通気層の有無	方位
A 棟	A 1	有	南 面
	A 2	無	南 面
	A 3	有	北 面
	A 4	無	北 面
B 棟	B 1	有	南 面
	B 2	無	南 面
	B 3	有	北 面
	B 4	無	北 面

測定の結果とそれに対する考え方

1) 通気層は壁内湿度を低くするために有効である。

木造住宅では、北側に面した部分や水を頻繁に使う浴室、台所などのいわゆる水回り部分は耐朽

性上弱点になる場合が多いことが、実態調査などによって明らかになっています。そこで、この解説でも北側に面した壁を使って行った実験の結果を中心に述べてみたいと思います。また、夏期の測定結果にははっきりした傾向が認められませんでしたので、主として冬期の測定結果をもとに検討をすすめることにしま

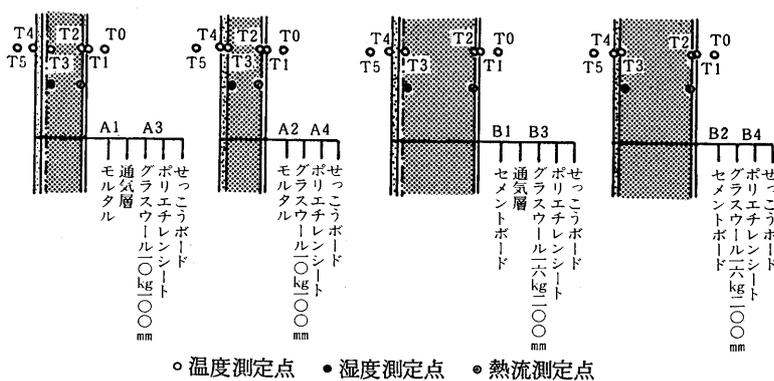


図1 試験壁の構成および温湿度センサ、熱流センサの設置箇所

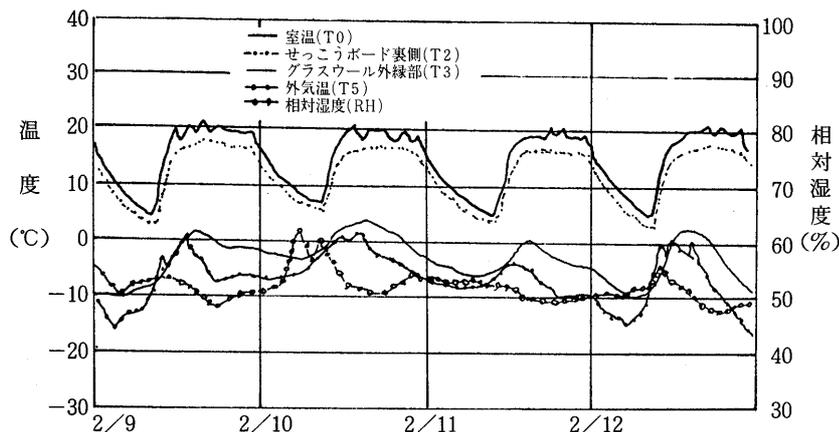


図2 試験壁A3の壁内環境

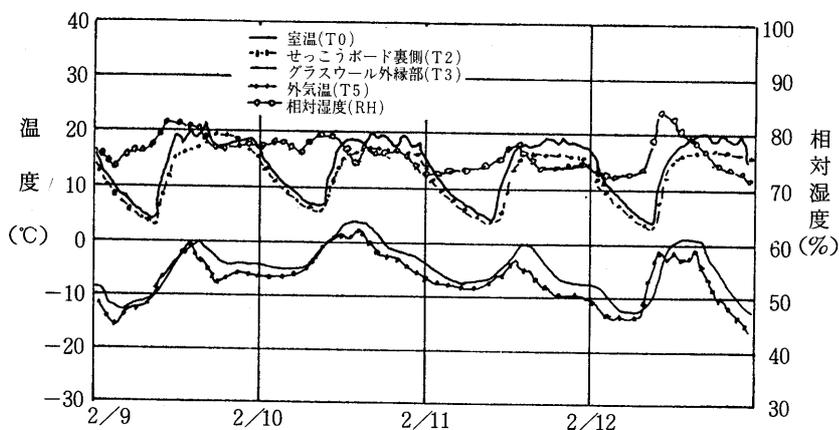


図3 試験壁A4の壁内環境

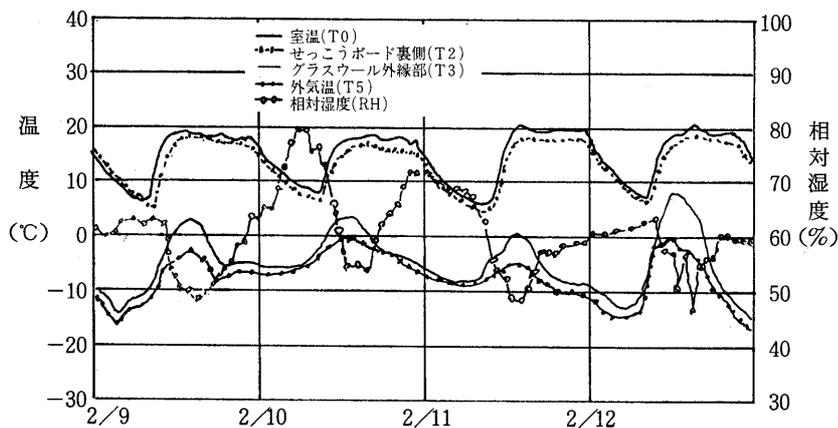


図4 試験壁B3の壁内環境

した。

A棟での測定結果を図2, 3に示します。通気層を有する壁(A3)の壁内湿度はおおむね50~60%で推移しており、平均で50%程度であることが分かります。これに対して通気層のない壁(A4)では、壁内湿度が70~80%で推移し、平均で75%となっていました。この場合外気温度が-10以下の時には湿度が85%近くにもなっています。こうして見るとA棟の壁では、通気層があれば湿度を25%近く低下させることが分かります。

B棟での測定結果は、図4, 5に示します。通気層を有する壁(B3)の壁内湿度は、変動が大きいのですが、50~80%で推移し、平均で60%でした。一方、通気層のない壁(B4)では湿度は60~90%となっており、平均でも75%とB3に比べて高く推移しています。特に、外気温度が-15の時など湿度が90%近くにもなっています。以上のことから、この場合にも通気層は壁の中の湿度を低減させる効果を持つことがよく分かります。

木材の腐朽は、主とし

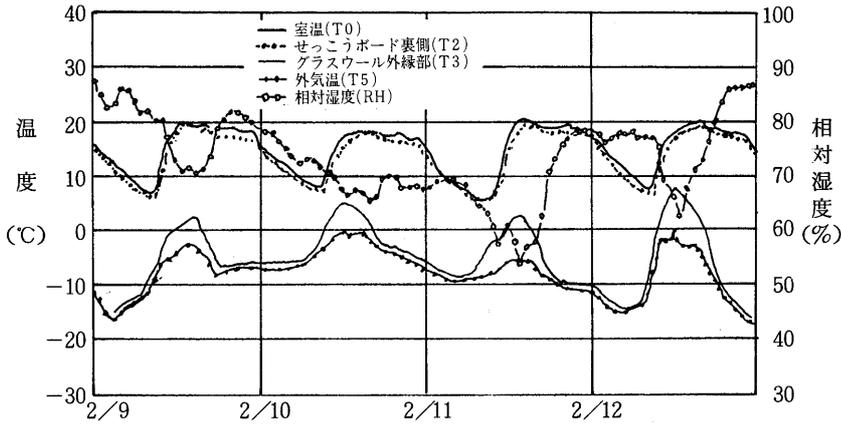


図5 試験壁B4の壁内環境

にほとんど影響しない。

それでは通気層を設けることによって壁の断熱性能は変化するのでしょうか。その点について検討した結果を次に示しましょう。

理論的に設計段階で目標とした熱貫流率（熱の通りやすさ）は、A棟で0.40、B棟で0.18としました（以下では、これらの値を図中に直線で示し

て担子菌によって起こされますが、これを防止するためには相対湿度を90%以下におさえることが必要です。したがって、通気層の働きで壁の中の湿度を80%以下におさえることは腐朽を防ぐ上からも有効なことと言えます。

ところで、B棟は図1で明らかなように、従来型の100mm厚の壁ではなく200mm厚の壁でなっていますから、断熱性の点では改良されていますので熱的には壁内での湿度上昇をA棟より小さく抑制できる（温度が高ければ湿度は低くなる）は

ました）。A棟で実際に計った熱貫流率を示すと図6～9のようになります。これらの図で明らかなように、いずれの壁でも実測値は理論値の両側にばらついていきます。このばらつきは、通気層の有無とは関係なく現れていますので、通気層の存在が断熱性能に悪影響を及ぼしているかどうかは明らかになりません。そこでばらつきの原因を推定してみますと、断熱材の入れかたが悪く断熱材内部で対流で風が起こり、それが直接断熱性能を低下させた、床下からの冷気の上昇によって断

ずです。ところが、実際には通気層のない壁での湿度は両者間で変わりはなく、また、通気層の湿度低減効果もA棟の方が高いようです。これは、後述する断熱性能の検討で明らかになったことですが、断熱材の入れ方に原因があったとみることができます。つまり、断熱材の透き間が多いため、壁内の換気量がB棟より多くなった結果と考えることができます。

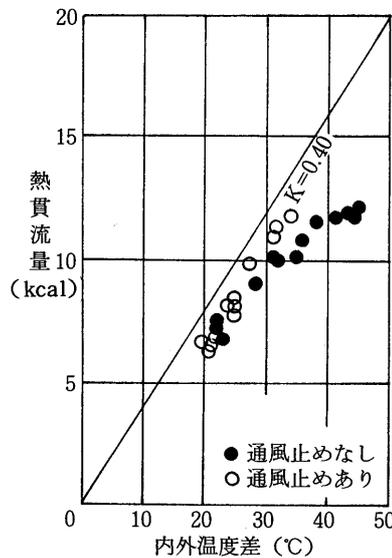


図6 試験壁A1の断熱性能

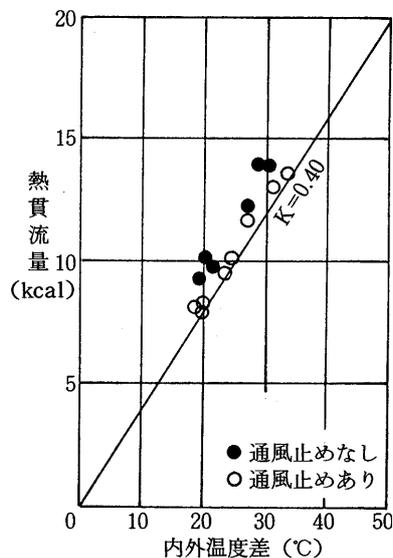


図7 試験壁A2の断熱性能

2) 通気層は断熱性能

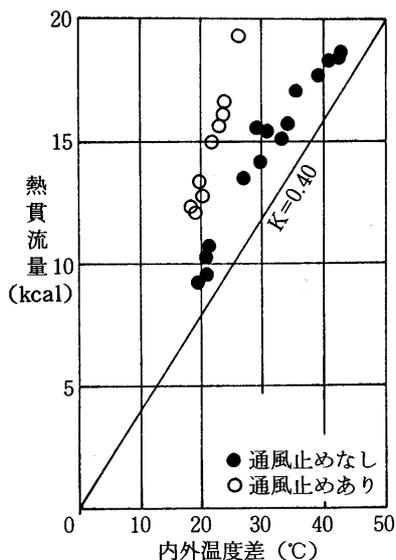


図8 試験壁A3の断熱性能

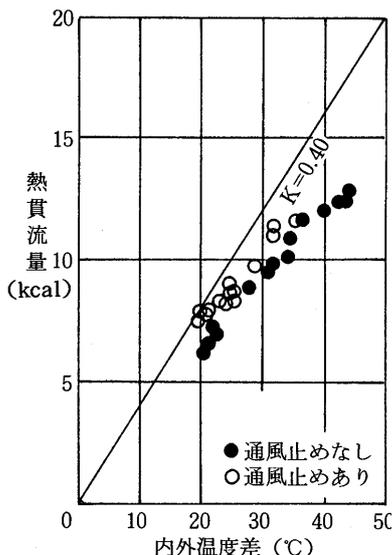


図9 試験壁A4の断熱性能

通気止めは、図10に示す位置に設けてみましたが、通気止めを設けた時の断熱性能を図6～9に同時に示しました。

図から明らかなように、通気止めを設けても断熱性能のばらつきは解消されていません。つまり、A1およびA4ではほとんど変化なく、A2では少し向上していますが、A3ではむしろ悪くなっています。こうしたことから、A棟のように100mm程度のグラスウールによる断熱では、断熱性能に

熱性能が低下した、の二つが考えられます。いずれが原因であっても、断熱材の中に風が流れているはず。実際にその部位の風速を計ってみると、室内外の温度差が30のとき毎秒5～10cmの風が生じていることが分かりました。この風の流が、床下からの冷気上昇によるものとすれば、断熱材のつまっている壁の中に通気をさえぎるもの（通気止めと言います）を設ければよいはず。

影響を与える要因は通気層ではなく、むしろ施工の程度であることが分かります。つまり、断熱材の内部で空気の流ができています。

B棟についてはどうなっているでしょうか。A棟同様に断熱性能を測定した結果を図11～14に示します。この場合には断熱材の密度も高く、厚さ

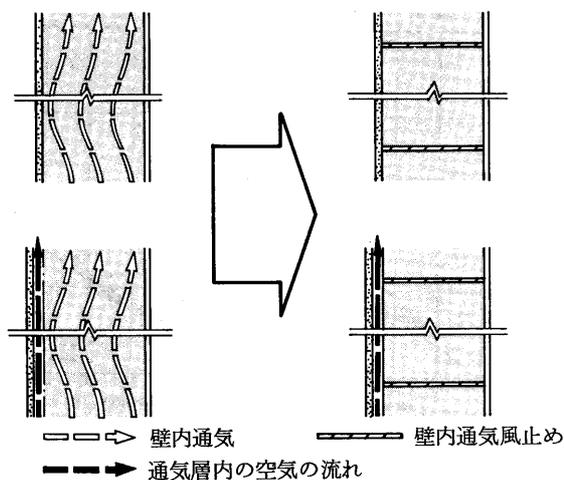


図10 壁内通風および壁内通風止めの設置状況

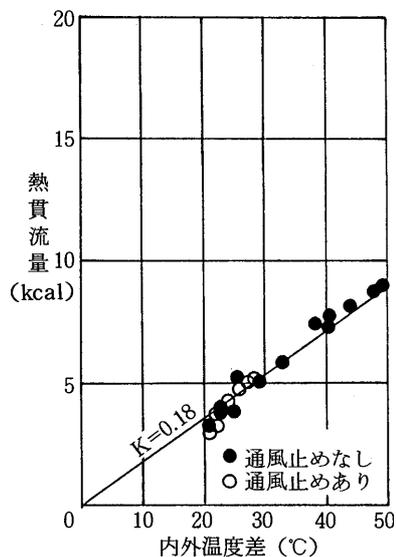


図11 試験壁B1の断熱性能

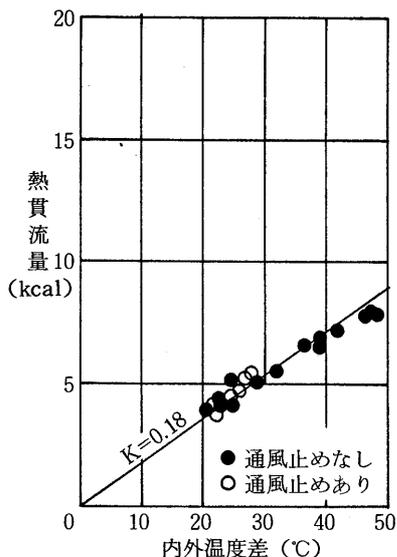


図 12 試験壁B2の断熱性能

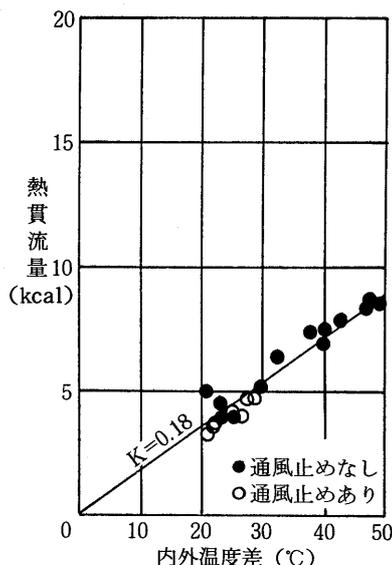


図 13 試験壁B3の断熱性能

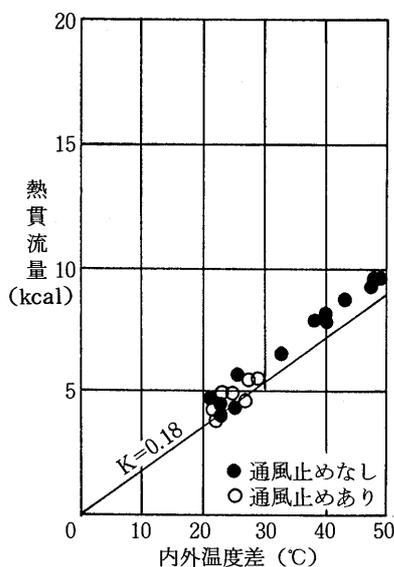


図 14 試験壁B4の断熱性能

際に測定した値が並び、設計通りの断熱性能が発揮されていることが明らかになっています。また、これらの断熱性能は通気止めの有無には全く左右されず、通気層にも影響されていません。以上のことから、壁内通気層は断熱性能にほとんど影響を与えずに壁の中の湿度を下げるのに有効であることがお分かりいただけたことと思います。

まとめ

ここで示した実験は、一つの例にすぎず、最近では通気層の作り方もさらに改良されているようです。例えば、従来のように床下と壁とが繋がったままで通気層を作ると、壁の床下に近い部分で結露を生ずる恐れがあることが分かってきましたので、ツーバイフォー工法のように床下と壁を仕切ってしまうような工夫が行われています。また、通気層を通して、風が入りこむのを防ぐため防風層として適切な材料の選択も行われています。今後さまざまな検討を重ね、結露を防ぐ工法が発展することを期待したいものです。

(林産試験場 木材保存科)

も倍になっているため、施工がA棟と同じ程度に悪くても、断熱材自身の回復力で補正され、さらに断熱材内通風も小さくなると予想できます。図で示した結果は、こうした予想が正しいことを裏付けています。つまり、各試験壁の理論値上に実