

木質構造部材の耐久性（第4報）

- 実験構築物による床下温湿度環境の測定 -

土居 修一 石村 和正
宮野 博 伊藤 勝彦

The Durability of Timber Structural Members ()

The measurement of the temperature and relative humidity
in the crawl space of an experimental house

Shuichi DOI Kazumasa ISHIMURA
Hiroshi MIYANO Katsuhiko ITO

Under some conditions the temperature and the relative humidity were measured in the crawl space and the wall of an experimental house. As a result, we found the soil cover in the crawl space and the air layer of the outer wall to be effective for reducing the humidity in those respective positions. In a crawl space where was no soil cover, the face-to-face ventilating opening had to be five or six times as large as the one regulated in the building code, so that the humidity there might be reduced to a substantial degree.

実験構築物で幾つかの条件により、床下及び壁内の温湿度推移を測定した。

その結果、床下土壌表面へのソイルカバーの設置、外壁通気層の設置が、床下及び壁内の湿度低減に有効であることが明らかとなった。ソイルカバーのない床下では湿度低減のために建築基準法に定める量の5～6倍の対面する換気口が必要である。

1. はじめに

木造住宅の耐久性、とりわけ耐久性に關与する温湿度環境をいくつかの条件で測定するため、林産試験場構内に実験構築物を建築した。この詳細については既に発表¹⁾したが、本報では、一年間にわたり、幾つかの条件で温湿度環境を測定した結果について報告する。なお、本報の概要は第33回日本木材学会大会（1983年4月、京都市）において発表した。

2. 温湿度の測定

実験構築物の壁内、床下空間などの任意の箇所に温湿度センサーをそう入し、温湿度を2時間ごとに測定した。用いた測定機器は、エース温湿度集録装置である。測定は、季節の違い、通気層の有無、床下換気口の量、ソイルカバーの有無などと温湿度との関係が明らかになるように行い、各条件ごとに平衡状態を得るため、3～7日の測定期間を設定した。また、測定条件

第1表 換気口全閉時の床下垂直方向の温湿度

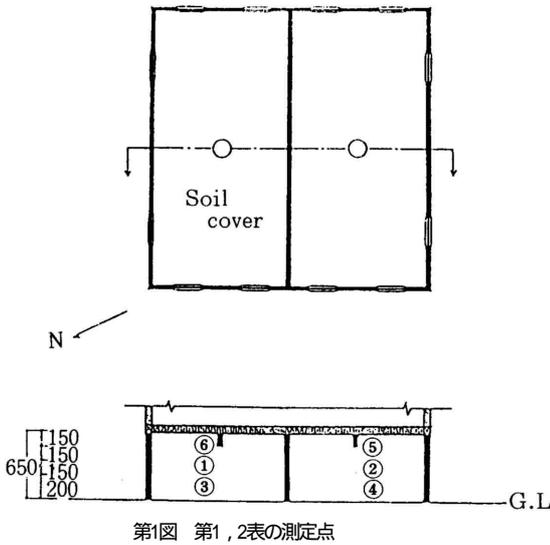
測定点	相対湿度の 最大値 (%)	温 度 (°C)	絶対湿度 (g/m ³)	相対湿度の 最小値 (%)	温 度 (°C)	相対湿度90% 以上の持続時間
1	70.0	16.3	9.70	66.5	15.3	}
2	88.8	16.8	12.69	82.0	19.0	
3	70.4	16.1	9.65	67.3	15.1	
4	88.2	16.8	12.60	80.6	18.8	
5	88.9	16.7	12.62	82.4	18.5	
6	68.6	16.1	9.40	65.4	15.1	

注 1) 測定日 82.6.25
 2) 測定点は第1図に示す
 3) 外気温度 最大値 18.0°C
 最小値 11.7°C
 4) 外気湿度 最大値 78.4%
 最小値 59.6%

第2表 東西側換気口全開時の床下垂直方向の温湿度

測定点	相対湿度の 最大値 (%)	温 度 (°C)	絶対湿度 (g/m ³)	相対湿度の 最小値 (%)	温 度 (°C)	相対湿度90% 以上の持続時間
1	76.9	2.9	4.54	69.2	2.5	
2	94.4	2.0	5.25	90.3	2.1	24
3	77.3	2.7	4.50	70.6	2.3	
4	92.7	2.0	5.15	88.0	2.0	4.7
5	94.7	1.9	5.23	91.4	2.0	24
6	71.6	2.8	4.20	58.7	2.4	

注 1) 測定日 81.11.21
 2) 測定点は第1図に示す
 3) 外気温度 最大値 1.0°C
 最小値 -2.8°C
 4) 外気湿度 最大値 88.0%
 最小値 48.0%



第1図 第1,2表の測定点

のうち換気口のない状態ができるだけ長くなるようにし、所定期間ごとに床下部材の含水率、壁内間柱の含

水率をkett木材水分計で測定した。

3. 結果と考察

3.1 床下土壌面からの高さと同相対湿度

道内では、床梁に24cm×10.5cmというような大断面の部材がひんぱんに用いられる。これを用いる時には、建築基準法で定められた45cm以上の床の高さが守られても、部材の下端は土壌表面に近くなるので水分が高くなりがちと推定される。ただし、換気のない場合には床下湿度は土表面からの距離に関係なく均一になるはずである。この点を確認した結果が第1表である。温湿度センサーを床下中央で、床下端から15cmごとに垂直に配列した場合の測定値であるが、これを見ると高低差による温湿度の差はほとんどないことが明らかである。ただし、ソイルカバーの有

第3表 換気口全閉時の床下7k平方向の温湿度

測定点	相対湿度の 最大値 (%)	温 度 (°C)	絶対湿度 (g/m ³)	相対湿度の 最小値 (%)	温 度 (°C)	相対湿度90% 以上の持続時間
1	72.1	18.6	11.47	68.0	18.6	
2	92.5	17.6	13.87	87.3	21.1	18
3	73.8	17.9	11.26	70.2	18.5	
4	93.6	17.6	14.03	89.0	20.9	19
5	94.8	17.5	14.13	91.5	20.6	24
6	71.4	18.4	11.22	68.1	18.4	

注 1) 測定日 82. 9. 5
 2) 測定点は第2図に示す
 3) 外気温度 最大値 31.5°C
 最小値 12.7°C
 4) 外気湿度 最大値 88.8%
 最小値 23.8%

第4表 西側換気口全開時の床下水平方向の温湿度

測定点	相対湿度の 最大値 (%)	温 度 (°C)	絶対湿度 (g/m ³)	相対湿度の 最小値 (%)	温 度 (°C)	相対湿度90% 以上の持続時間
1	73.4	18.5	11.61	70.4	21.8	
2	89.2	18.1	13.77	71.9	23.1	
3	78.7	19.6	13.28	70.8	18.5	
4	89.0	18.0	13.66	68.1	24.0	
5	95.3	17.9	14.54	93.6	19.6	24
6	71.3	18.4	11.21	67.4	21.5	

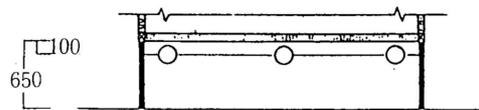
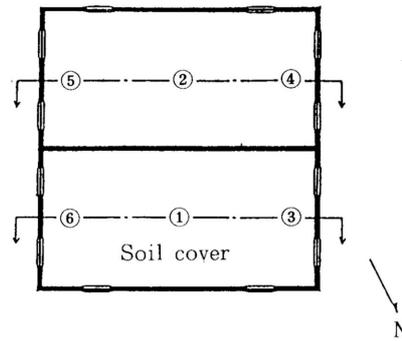
注 1) 測定日 82. 7. 28
 2) 測定点は第2図に示す
 3) 外気温度 最大値 29.5°C
 最小値 16.5°C
 4) 外気湿度 最大値 85.2%
 最小値 37.4%

無による差は湿度で20%程度もあり、カバーによる湿度低減効果も示されている。

換気のある場合を検討したのが第2表である。推定に反し、ソイルカバーのない場合では湿度の高低差はほとんどみられず、またカバーのある部分でも差は大きくなかった。したがって、この程度の高低差で大幅な湿度低減を期待できることは実証されなかった。

3.2 水平方向での温湿度差

3.1同様に、水平方向の温湿度差も測定した。換気口のない状態のデータを第3表に示す。測定位置は床梁の側面中央部分であり床下端から10cm下のところである。この結果でも、垂直方向と同様に温湿度の差はほとんどなく、密閉状態では温湿度の均一化が認められる。しかし、換気口が一部にある場合を見ると第4表で示すように多少の差が認められる。この場合開



第2図 第3, 4表の測定点

口部に近い方が低湿度になるとは限らず、他の要因も影響しているものと考えられる。

第5表 換気口全開時の測定結果

測定点	相対湿度の 最大値(%)	温 度 (°C)	絶対湿度 (g/m ³)	相対湿度の 最小値(%)	温 度 (°C)	相対湿度90% 以上の持続時間
1	86.3	13.1	9.84	78.8	13.9	
2	95.9	13.0	10.88	90.4	15.1	24
3	76.7	16.9	11.03	67.2	16.7	
4	87.9	17.6	13.18	85.7	16.9	
5	78.2	14.1	9.49	65.1	15.5	
6	85.9	14.3	10.55	80.4	7.1	

注 1) 測定日 81.10.6
 2) 測定点は第3図に示す
 3) 外気温度 最大値 16.8°C
 4) 外気湿度 最大値 89.5%
 最小値 5.5°C
 最小値 48.0%

第6表 東側換気口全開時の測定結果

測定点	相対湿度の 最大値(%)	温 度 (°C)	絶対湿度 (g/m ³)	相対湿度の 最小値(%)	温 度 (°C)	相対湿度90% 以上の持続時間
1	83.9	0.2	4.12	72.1	-0.2	
2	95.7	-0.1	4.60	88.0	-0.1	19.5
3	66.2	9.9	6.18	49.6	1.1	
4	85.9	10.3	8.22	82.8	2.2	
5	72.8	1.6	3.94	54.1	2.7	
6	72.7	1.9	4.01	71.2	5.4	

注 1) 測定日 83.3.13
 2) 測定点は第3図に示す
 3) 外気温度 最大値 4.8°C
 4) 外気湿度 最大値 89.0%
 最小値 -6.4°C
 最小値 40.5%

第7表 東西側換気口全開時の測定結果

測定点	相対湿度の 最大値(%)	温 度 (°C)	絶対湿度 (g/m ³)	相対湿度の 最小値(%)	温 度 (°C)	相対湿度90% 以上の持続時間
1	77.2	11.2	7.82	50.4	14.7	
2	91.4	9.3	8.21	56.9	15.1	4.5
3	65.6	12.2	7.07	50.1	12.6	
4	76.2	18.4	11.98	72.2	9.9	
5	67.3	13.4	7.82	48.4	18.1	
6	69.2	22.0	13.42	67.4	9.7	

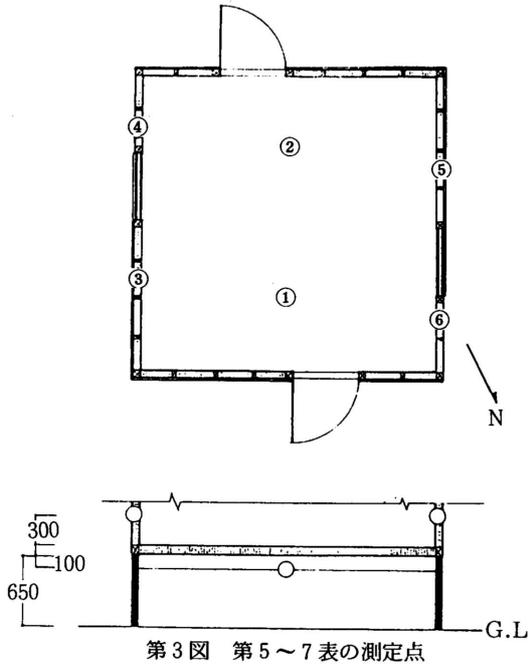
注 1) 測定日 82.5.18
 2) 測定点は第3図に示す
 3) 外気温度 最大値 18.8°C
 4) 外気湿度 最大値 90.1%
 最小値 5.8°C
 最小値 30.7%

以上の結果と温湿度センサーの数の制約から、以下では床下中央部の大引側面で床下温湿度の測定を行うこととした。

3.3 換気のない場合

床下及び壁内など腐朽害を受けやすい部分が、湿度

面で厳しい条件にさらされるのは比較的低温の時であって、秋～冬であろう。もちろん温度が低くなるので腐朽菌の生育という点では厳しい条件でもあるが、低温期の高湿度で木材含水率が上昇した後、温度上昇に伴って湿度が低下しても上昇した含水率が速やかに低



第3図 第5～7表の測定点

下せず、その間に腐朽菌が定着できるということが起きると考えられる。したがって、高湿状態が持続する期間が耐久性を判断する上で重要な指標となる。

第5表によれば、ソイルカバーのない場合や外壁通気層のない場合は床下及び壁内の湿度が10月で既に90%以上か、それに近くなっている。特に床下では一日中90%以上となっており、温度も13～15℃と腐朽菌の発育に良好な条件となっている。11月になると土台表面、大引表面での結露、結霜が認められた。これに対し、ソイルカバー、外壁通気層を採用した各部分は、

それぞれ10%程度低湿側で推移しており、冬期の結露、結霜も認められなかった。

3.4 換気口のある場合

第6表には、西側換気口が開放状態の温湿度データを示す。基準法施行令では基礎長5mにつき300cm²以上の換気口を設けることを規定しているが、この5～6倍量の換気口が片側にあっても床下は非常に厳しい条件にさらされる。この場合、ソイルカバーの有用性が示されており、また外壁通気層の効果が特に東側で示されている。

対面に換気口のある場合をみると、第7表に示すようにソイルカバーなしの床下以下では、条件が改善された。ソイルカバーなしの床下でも湿度90%以上の持続時間が大幅に減少し、片側だけの換気口の場合の仏ままでになっている。ただし、外気条件と完全に連動させるためには南北方向の換気口も開放する必要がある。この場合でもソイルカバー、外壁通気層の効果は示されていた。

以上の結果から、基準法施行令に定められた換気口量は耐久性の面からは極めて不十分なものであり、床下混湿度低減のためには基準法施行令の5～6倍のものが対面上にあることが望まれる。これは實際上、束立形式に近いものとなる。

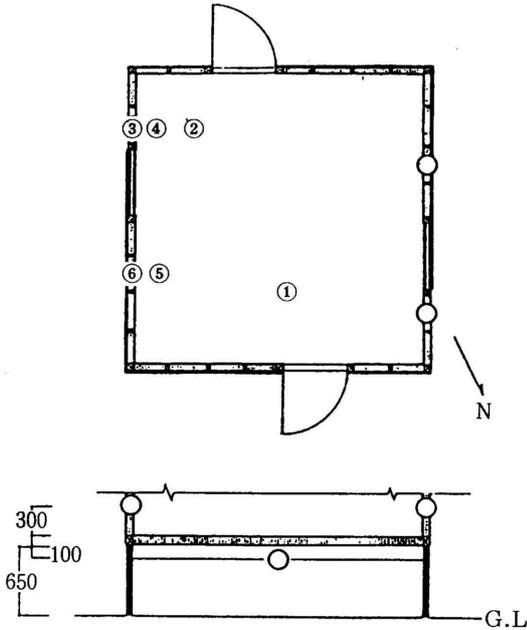
3.5 外壁通気層の効果

第5～7表で外壁通気層の湿度低減効果は、極めてはっきりしており相対湿度で約10%の開きがでてくる。また西側のように相対湿度の差が大きくなくとも絶対

第8表 小屋裏温湿度への外壁通気層の影響

測定点	相対湿度の 最大値 (%)	温 度 (°C)	絶対湿度 (g/m ³)	相対湿度の 最小値 (%)	温 度 (°C)	相対湿度90% 以上の持続時間
1	76.9	- 0.7	3.53	75.0	- 0.7	
2	76.9	- 3.3	2.86	73.5	- 5.8	
3	95.0	- 4.4	3.24	94.0	- 4.0	24
4	79.4	- 3.0	3.03	77.1	- 4.8	
5	82.5	- 3.1	3.12	80.5	- 5.2	
6	81.7	- 5.2	2.61	77.6	- 3.7	

注 1) 測定日 83. 1. 14
 2) 測定点は第4図に示す
 3) 外気温度 最大値 -2 °C
 最小値 -5.5 °C
 4) 外気湿度 最大値 100%
 最小値 88%



第4図 第8表の測定点

湿度の低減は明白である。これらの湿度低減が通気層を上昇する気流のためであるとすると、小屋裏の湿度も問題となろう。

そこで、小屋裏の温湿度を測定した結果を第8表に示す。この表によれば、通気層の設置が特に小屋裏湿度に悪影響を及ぼさないことがわかる。これは小屋裏換気口などの条件が良いためかもしれない。

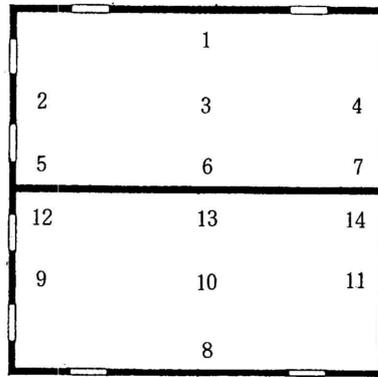
3.6 部材の含水率変動

以上の様に、床下換気口の条件設定を変化させたのは短期間であり、ほとんどが換気口閉鎖の状態となっていた。こうした状態で、床下土台の含水率がどのように変動したかを第9表に示す。建築当初の含水率は測定していないが、気乾材を使用したため20%程度はあったと推定される。約9カ月後の82年6月18日から83年1月11日までの間にソイルカバーのない床下では含水率がほとんど変化しないだけでなく、多少上昇傾向にある。それに対しソイルカバーを採用した床下では徐々にであるが、含水率は低下傾向にあり、湿度低減効果を示している。

次に、壁内間柱の含水率変化を第10表に示す。土台に比べれば乾燥状態ではあるが、通気層の効果はは

第9表 土台含水率の推移 (%)

測定日	82. 6. 18	82. 11. 4	83. 1. 11
部位			
1	18.0	19.5	22.0
2	22.0	21.0	23.0
3	22.0	19.5	19.5
4	20.0	20.5	23.5
5	22.0	20.0	22.0
6	22.0	22.0	21.5
7	20.0	21.0	22.0
8	19.0	18.5	17.5
9	19.0	19.5	17.5
10	18.5	17.5	17.0
11	19.0	18.5	18.0
12	20.0	20.0	19.0
13	20.0	19.5	18.5
14	20.0	19.5	18.5



第5図 第9表の測定部位

第10表 壁内間柱の含水率

部 位	含水率 (%)
東側通気層なし	16~17
” あり	7~ 9
西側通気層なし	15

注) 測定日 83. 1. 17

きりと示されており、温湿度推移と合致している。

4. 結論

実験構築物という限定された条件ではあるが、床下ソイルカバー、外壁通気層の湿度低減効果が確認された。また、床下換気口の量、方向と湿度低減効果との関係を見ると少なくとも対面上に必要なこと、建築基準法施行令に定める量では極めて効果が小さく、十分な換気条件を保つには5~6倍の換気口が必要なことが明らかになった。ただし、実際の住宅では床下構造が極めて複雑なので更に換気条件を改善する手段が必

要となろう。また外壁気層の湿度低減効果に伴う熱損失も検討されねばならない。

文献

- 1) 土居修一ら：日本木材学会北海道支部講演集 13, 67 (1981)

- 林産化学部 木材保存科 -
(原稿受理 昭58.11.1)