

木造住宅の耐久性向上に関わる建物外皮の構造・仕様とその評価に関する研究  
 湿式外壁用土台水切りの腐食に関する一実験

正会員 ○神戸睦史\*1 山中豊茂\*2 石川廣三\*3  
 同 宮村雅史\*4 井上照郷\*5

水切り                      腐食                      通気構法  
 モルタル                  木造住宅                  外壁

1. はじめに

住宅金融支援機構の木造住宅工事仕様書及び枠組壁工法住宅工事仕様書では、外壁の湿式仕上げにおいて次の①及び②以外の場合、壁体内通気を可能とする構造とすることが定められている。

①軒の出及びけらばの出が 60cm 以上

②軒の出及びけらばの出が 30cm 以上で、かつ外壁には雨水の浸入を防止する有効な仕上げを施す。

また、外壁内通気措置において土台水切りなどは外壁内通気に支障ないものとし特記によるとされているが、水切りの材料や施工の詳細については明確に示されていない。このような状況にあって、モルタル仕上げによる通気構法外壁や直張構法外壁においては、金属製水切りがモルタルや下地材と直接接触する場合や、ステンレス製くぎの代わりに鉄製くぎで留めつけられている場合などは、写真 1 に示すように比較的早期に水切りが腐食する事例がある。その原因としては、モルタルと水切りが直接接触する場合のアルカリ腐食、合板などの下地材に含まれる銅による異種金属接触腐食（電食）、硫黄、塩素などの化学物質による腐食促進、鉄製くぎの使用によるもらい錆びなどが考えられている。

そこで本報では、これらの劣化現象を実験室試験で確認する方法や、劣化対策の検討を目的として行った予備的な試験結果について報告するものである。



写真 1 水切りの腐食事例

2. 試験概要

2.1 試験体

試験体は、表 1 に示す要因と水準の組み合わせによる 12 種類とし、JIS G 3322 に規定されている塗装溶融 55% アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板（以下、GL カラー鋼板という。）にモルタルを塗り付けたものとした。なお、GL カラー鋼板の寸法は 150mm×70mm×0.35mm で、黒色及び白色の 2 種類を用いた。また、水切りとモルタルとの接触による影響を確認するための試験体については、絶縁方法としてポリエチレン系粘着テープ（テープ A）又はポリプロピレン系粘着テープ（テープ B）を GL カラー鋼板に貼り付けてからモルタルを塗り付けた。さらに、くぎの影響を確認するための試験体については、写真 2 に示すように GL カラー鋼板中央部にくぎを打ち込んだものとした。モルタルは、JASS 15M-102 に規定されるラス系下地用既調合軽量セメントモルタルを用い、塗り厚は 15mm とし 5 日間室内で乾燥した。

表 1 実験の要因と水準

	要 因		
	絶縁方法	塗装鋼板の種類	くぎ打の有無
水準	テープ A	GL カラー鋼板(黒)	有
	テープ B	GL カラー鋼板(白)	無
	テープ無		

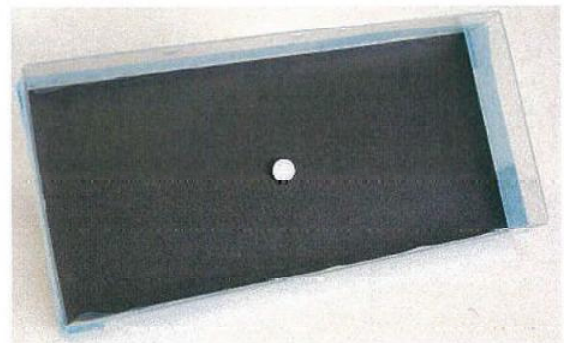


写真 2 くぎ打ちした試験体の外観

Research on construction method and performance evaluation of external envelope of timber-framed houses for improving the durability of the buildings.  
 Experiment on corrosion of wet external wall potting soil single drainer

KANBE Mutsuhito,  
 YAMANAKA Toyoshige,  
 ISHIKAWA Hirozo,  
 MIYAMURA, Masashi  
 INOUE Terusato

## 2.2 試験方法

促進劣化試験として、JASS 15 M-101（ラス系下地用鋼製金網の品質規準）に示されている、JASO M 609-91 による複合サイクル試験（CCT 試験）を行った。5%塩水噴霧 35℃2h/乾燥 60℃4h/湿潤 50℃2h を1サイクルとし、60 サイクル、120 サイクル及び 180 サイクル後に目視観察した。

## 3. 試験結果

試験結果を表 2 に、また 180 サイクル試験終了後の試験体の外観を写真 3 に示す。なお、目視による評価は次のとおりとした。

○：劣化が認められない

△：GL カラー鋼板の塗膜の変色・ふくれが認められる

×：GL カラー鋼板の塗膜のふくれが著しく、剥離が認められる

表 2 試験結果

GL カラー鋼板	黒色	60 サイクル	120 サイクル	180 サイクル	
No.1	テープ A	くぎ無	○	○	△
No.2	テープ B	くぎ無	○	○	○
No.3	テープ無	くぎ無	○	△	△
No.4	テープ A	くぎ有	○	○	△
No.5	テープ B	くぎ有	○	○	△
No.6	テープ無	くぎ有	○	△	△
GL カラー鋼板	白色	60 サイクル	120 サイクル	180 サイクル	
No.7	テープ A	くぎ無	○	○	△
No.8	テープ B	くぎ無	○	△	×
No.9	テープ無	くぎ無	○	×	×
No.10	テープ A	くぎ有	○	△	×
No.11	テープ B	くぎ有	○	△	×
No.12	テープ無	くぎ有	○	×	×

## 4. まとめ及び考察

- ①60 サイクルまでは全ての試験体において劣化が認められなかった。
  - ②120 サイクルでは GL カラー鋼板に直接モルタルを塗り付けた試験体 No.3、6、9、12 の全てに塗膜の変色やふくれが認められた。また、白色の GL カラー鋼板を用いた試験体については、くぎを打ち付けた試験体（No.10～12）及びテープ B で絶縁した試験体（No.8、11）にも塗膜の変色やふくれが認められた。
  - ③180 サイクルでは、テープ B で絶縁したくぎ無しの黒色の試験体 No.2 以外の全ての試験体に塗膜の変色やふくれが認められ、試験体 No.8～12 には著しいふくれや剥離が認められた。
  - ④白色の GL カラー鋼板を用いた試験体（No.7～12）のほうが、黒色の GL カラー鋼板を用いた試験体（No.1～6）よりも劣化の進行が速かった。
  - ⑤GL カラー鋼板とモルタルとの間に粘着テープを施した試験体のほうが、GL カラー鋼板に直接モルタルを塗り付けた試験体に比べて、塗膜の劣化が軽減された。
  - ⑥くぎ打ちの影響は、試験体 No.2 と No.5 及び試験体 No.7 と No.10 との比較においては、くぎを打ち付けた試験体のほうが劣化の進行が速い傾向にあったが、総じて顕著な差は確認できなかった。
  - ⑦GL カラー鋼板の色の違いによる試験結果の差異については不明な点もあるが、CCT 試験は有効な試験方法の一つと考えられるので、今後はさらに鋼板の種類や粘着テープの種類などを勘案してデータを収集する予定である。
- 謝辞  
本研究は、NPO 法人湿式仕上技術センターのご協力により実施されたもので、ご協力いただいた関係者の方々に謝意を表します。

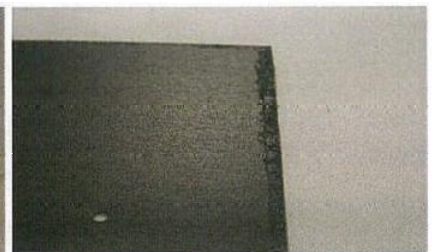
写真 3 180 サイクル終了後の試験体外観



テープ無・黒色鋼板



テープ無・白色鋼板



テープ B・黒色鋼板

\*1 株式会社ハウゼサンエイ

\*2 株式会社山中製作所

\*3 東海大学名誉教授

\*4 国土技術政策総合研究所

\*5 日本建築仕上材工業会

\*1 HAUZE SANEI Co., Ltd.

\*2 Yamanaka MFG. Co., Ltd.

\*3 Professor Emeritus, Tokai University

\*4 National Institute for Land and Infrastructure Management

\*5 Japan Building Coating Materials Association

木造住宅の耐久性向上に関わる建物外皮の構造・仕様とその評価に関する研究  
下地木材と接触する金属屋根葺き板の耐食性に関する実験

金属屋根材 電食 屋根通気構法  
防腐処理木材 木造住宅 結露

正会員 ○神戸睦史\*1  
同 石川廣三\*2

1. はじめに

建築基準法では、木造住宅において地面からの高さが 1m 以内の範囲にある軸組、柱組、木質パネル等は何らかの防腐・防蟻措置を講ずる事としているが、それに加えて、近年木造住宅の耐久性の向上を目的とし、防腐・防蟻処置を施された桟木・胴縁等の下地木材が、屋根・壁の様々な部位に使用されるようになってきている。

このような状況にあって近年、下地木材と直接接触する金属製外装材や金属製水切り等が比較的早期に腐食する事例が生じている。その原因として、下地材の防腐・防蟻処理剤に含まれる銅による電食や、ホウ素・塩素化合物・硫黄などの化学物質による腐食、鉄製釘の使用によるもらい錆びなどが考えられる。

標記主題に関わる共同研究の屋根通気構法 TG で提案している金属板葺き通気下地構法は、金属板葺きと通気下地の桟木が直接接触する構造となっている。しかし、これら下地材と接触する金属製外装材の耐食性や腐食のメカニズムについては十分明らかになっていない。本報では、屋根通気構法の長期性能検証の一環として、桟木と接触する屋根用鋼板の耐食性を促進劣化試験で検討した結果を報告する。

2. 試験概要

2.1 試験体

試験体は、図 1 のように桟木 (15mm×50mm×200mm) と鋼板 (0.35mm×70mm×150mm) をビニールテープにて固定した物とした。

鋼板は JIS G 3322 に規定されている塗装溶融 55%アルミニウム一亜鉛合金めっき鋼板 (以下 GL カラー鋼板という。) 及び JIS G 3320 に規定されている SUS304 の塗装ステンレス鋼板 (以下ステンカラー鋼板) を用い、曲げ加工の影響を見る為、曲げ角度無し、90 度曲げ、180 度のハゼ内寸 0.5mm (1.5T) の 3 種類とした。鋼板の接触面は GL カラー鋼板の裏面 (ベージュ色)・ステンカラー鋼板の裏面 (グレー色) を基本とし、一部 GL カラー鋼板の表面 (黒色) とする試験も行った。

木材は杉材で、無処理材と JIS K 1570 (木材保存材) に定める加圧注入用木材保存剤 (ホウ素 BAAC・銅 CUAZ) を用いて JISA9002 (木質材料の加圧式保存処理方法) の保存処理を行った材を用いた。下地緊結くぎの影響を見る

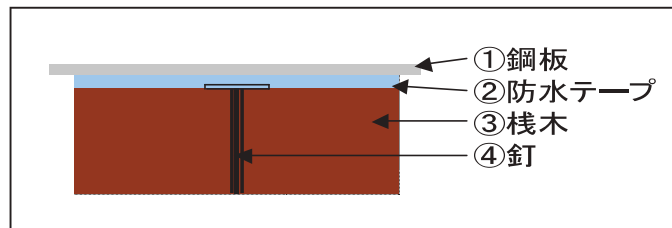


図 1 試験体の構成

表 1 実験の要因と水準

要因	絶縁方法	塗装鋼板の種類	曲げ加工	くぎ	木材防腐処理
水準	防水テープ	GL カラー鋼板 (裏)	180°	鉄	未処理 (杉) ホウ素系 (BAAC) 銅系 (CUAZ)
	テープ 無	GL カラー鋼板 (表)	90°		
		ステンカラー鋼板	無し		

為、木材には鉄製 (鉄生地) 又はステンレス製 (SUS304) のくぎを 1ヶ所打ち込んだ。また、GL カラー鋼板と木材との絶縁の効果を確認するための試験体には、防水両面テープ (粘着剤: ブチルゴム系粘着剤、基材: 綿布) を鋼板裏面に貼り付けた。

2.2 試験方法

促進劣化試験として、JISH8502-99・JASOM609-91 による複合サイクル試験 (CCT 試験) を行った。5%塩水噴霧 35°C2h/乾燥/60°C4h 湿潤/50°C2h 乾燥を 1 サイクルとし、60、120 及び 180 サイクル後に目視観察した。

3. 試験結果

試験結果を表 2 に示す。評価は各試験条件の 2 体で差がなかったため、総合的に示す。また 180 サイクル試験終了後の鋼板裏面の劣化状況を写真 1 に示す。

4. 考察

- 1) 鋼板の腐食は木材との接触面の外縁から進行する傾向が見られた。(写真 1)
- 2) 木材の保存処理による差は、GL カラー鋼板において銅系保存剤処理木材で最も著しい劣化が見られ、ホウ素系保存剤処理材、無処理材の順に劣化が軽微になった。
- 3) 曲げ加工による劣化の差は見られなかった。

表2 試験結果 ○：劣化が認められない △：劣化が認められる ×：著しい劣化が認められる

試験体No. (n=2)	材質	接触面	曲げ加工	絶縁	くぎ	木材防腐処理	評価(60サイクル)			評価(120サイクル)			評価(180サイクル)															
							変色・膨れ・剥がれ	割れ	赤錆・白錆	変色・膨れ・剥がれ	割れ	赤錆・白錆	変色・膨れ・剥がれ	割れ	赤錆・白錆													
1	13	裏面	無し	有	ステンレス	無	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○									
2	14				鉄	無	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○							
3	15				ステンレス	ホウ素系	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○							
4	16				鉄	ホウ素系	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○							
5	17				ステンレス	銅系	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○							
6	18				鉄	銅系	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○							
7	19			裏面	無し	無	ステンレス	無	△	△	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○	○							
8	20						鉄	無	△	△	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○	○	○						
9	21						ステンレス	ホウ素系	△	△	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○	△	△	○	○	○			
10	22						鉄	ホウ素系	△	△	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○	△	△	○	○	○			
11	23						ステンレス	銅系	×	×	×	×	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
12	24						鉄	銅系	×	×	×	×	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
25	27	表面	無し			有	ステンレス	無	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○				
26	28						鉄	ホウ素系	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○			
29	31	ステンレス					無し	無	ステンレス	無	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
30	32								銅系	無	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
33	37								裏面	90°	有	ホウ素系	鉄	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
34	38											銅系	鉄	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
35	39			無	ホウ素系	鉄					△	△	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○	△	△	○	○	○	
36	40				銅系	鉄					×	×	×	×	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
41	45	180°		有	ホウ素系	鉄		○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
42	46				銅系	鉄		○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
43	47			無	ホウ素系	鉄		△		△	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○	△	△	○	○	○			
44	48				銅系	鉄		×		×	×	×	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			



No.20 GL カー鋼板・防腐処理無し

No.22 GL カー鋼板・ホウ素系防腐処理

No.24 GL カー鋼板・銅系防腐処理

写真1 鋼板裏面の劣化状況の例

- 4) 絶縁の有無により、腐食に大きな差が見られた。絶縁した場合は銅系保存剤処理材でも劣化しなかった。
- 5) 釘によるもらい錆びは局部にとどまり、周辺への影響は見られなかった。釘の材質による影響も見られなかった。
- 6) ステンレスカー鋼板は銅系保存剤処理木材との接触においても劣化は見られなかった。
- 7) GL カー鋼板の表面を接触させたものは、裏面に比べて劣化は軽微であった。
- 8) 各サイクル毎の劣化の進行では、銅系の保存処理木材

との接触においては、60 サイクルの時点で既に劣化が始まっており、120・180 とサイクルが進むにつれて著しく劣化が進行した。

5. まとめ

今回の実験により、ガルバリウム鋼板の外装材裏面と下地木材との直接接触による劣化が確認され、特に銅系保存剤の影響が大きい事が分かった。今後は、他の保存処理材や、塩素等の化学物質が鋼板に与える影響を確認する予定である。

\*1 NPO法人湿式仕上技術センター  
\*2 東海大学名誉教授

\*1 Specified Nonprofit Organization Wet Finishing Technical Center  
\*2 Professor Emeritus, Tokai University

## 防腐合板に接触する金属製水切りの電食について

○工藤茂美\*1 中島正夫\*2 神戸睦史\*1  
大西祥史\*1 塚本章順\*1

防腐合板 腐食 金属製水切り  
電食 電位差 木造住宅

### 1. はじめに

建築基準法施行令 49 条は、地面から 1 m 以内における構造耐力上主要な部分には、有効な防腐・防蟻措置を講ずることとしている。これを受けて最近構造用合板を採用し耐震性を増した住宅が増えている。それらの中には防腐・防蟻処理を施こされた防腐合板を使用されつつある。ところがそれらと金属製外装材や水切りとの相性については明確になっていない。合板と金属製外装材や金属製水切りが直接接触する場合や、鉄製くぎで下地材が留めつけられている場合などに、外装材や水切が腐食する事例がある。その原因として、合板などの下地材の防腐・防蟻処理剤に含まれる銅などによる電食や、鉄製くぎの使用によるもらい錆びなどが考えられる。

そこで本報では更に過酷な腐食促進実験である複合サイクル試験を行い劣化対策の検討を目的に試験結果について報告するものである。なお別途実施した防腐合板に接触する鋼板製水切りの 2 ヶ月間における乾燥・湿潤環境下腐食実験では試験体に錆はみられなかった。

### 2. 試験概要

#### 2.1 試験体

試験体は表 1 に示す要因と水準の組合せによる 18 種とし、JIS G 3322 に規定されている塗装溶融 55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板（以下 GL カラー鋼板という。）・JIS G 3321 に規定されているフッ素樹脂系塗装鋼板（以下フッ素鋼板）、及び JIS G 3320 に規定されている塗装ステンレス鋼板（以下ステンレス）と、合板をテープにて固定したものとし、接触面は全て裏面とした。なお、鋼板の寸法は 150mm×40mm×0.35mm（ステンレスについては 0.3mm）で、色は黒色とした。また、くぎの影響を確認する為、鉄製のくぎを合板に 1 ヶ所打ちつけ、ステンレス製くぎについては、鋼板の上から 1 ヶ所打ちつけた。（図 1 参照）防腐合板は JIS K 1570（木材保存剤）に定める加圧注入用木材保存剤を用いて JIS A 9002（木質材料の加圧式保存処理方法）による加圧式保存処理を行った合板とし、寸法は 200mm×45mm×9mm とした。

表 1 実験の要因と水準

	要 因			
	鋼板 種類(厚 mm)	合板 種類(針葉樹)	曲げ 加工	くぎ 種類
水 準	GL カラー鋼板(0.35) フッ素鋼板(0.35) ステンレス(0.3)	無処理 銅系防腐処理(ACQ) 珪素系防腐処理(BAAC)	180°	鉄 ステンレス

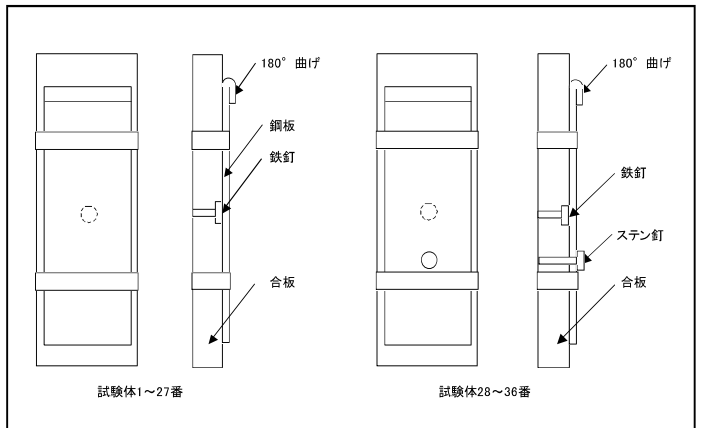


図 1 試験体概要

#### 2.2 試験方法

促進劣化試験として、JASS 15 M-101（ラス系下地用鋼製金網の品質規準）に示されている、JASO M 609-91 による複合サイクル試験（CCT 試験）を行った。5%塩水噴霧 35°C2h/乾燥 60°C4h/湿潤 50°C2h を 1 サイクルとし、180 サイクル後に目視観察した。

### 3. 試験結果

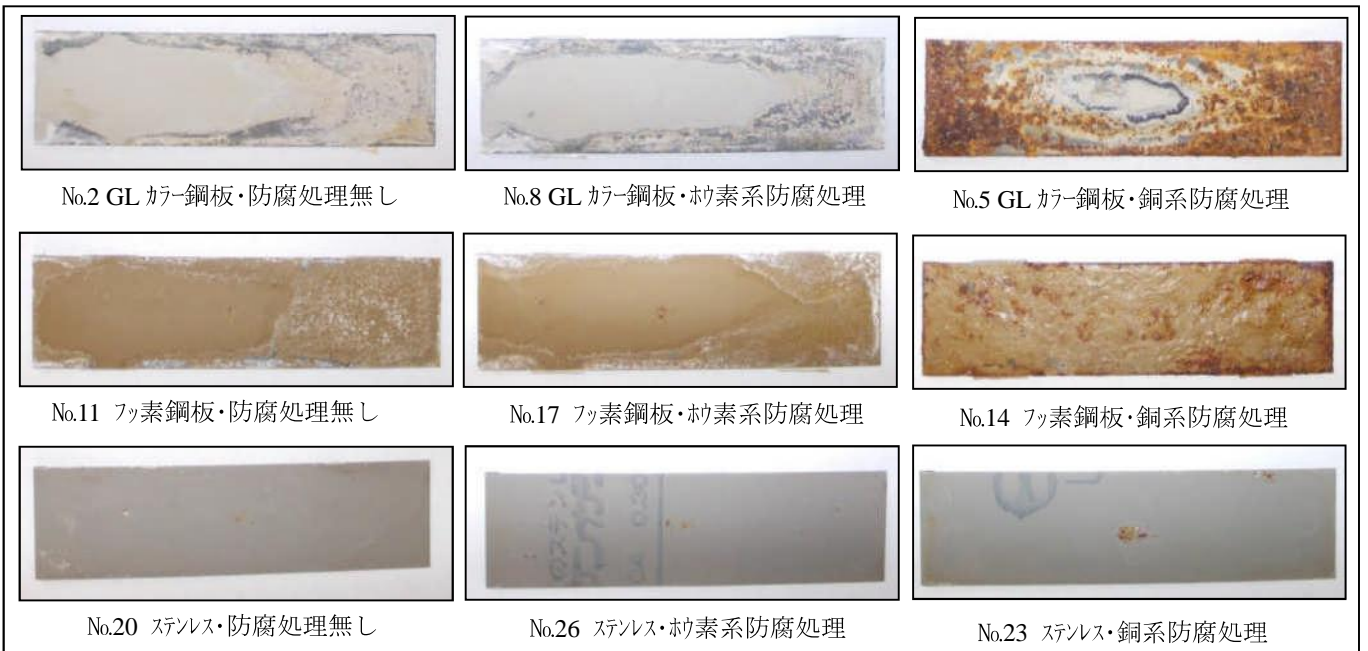
180 サイクル試験終了後の試験結果を表 2 に、また試験体の鋼板裏面を写真 1 に示す。なお、目視による評価は次のとおりとした。

- ：劣化が認められない △：劣化が認められる
- ×：著しい劣化が認められる
- ：未評価

表 2 試験結果

試験体No.			合板	鋼板種類	鋼板加工有無	板厚	くぎ	評価					
								変色	膨れ	剥がれ	割れ	白錆	赤錆
1	2	3	無処理	GLカラー鋼板	180° 曲げ	0.35	鉄	△	△	△	○	△	○
4	5	6	銅系防腐処理	GLカラー鋼板	180° 曲げ	0.35	鉄	×	×	×	×	-	×
7	8	9	ホウ素系防腐処理	GLカラー鋼板	180° 曲げ	0.35	鉄	△	△	△	○	△	○
10	11	12	無処理	フッ素鋼板	180° 曲げ	0.35	鉄	△	×	△	○	○	○
13	14	15	銅系防腐処理	フッ素鋼板	180° 曲げ	0.35	鉄	×	×	×	×	-	×
16	17	18	ホウ素系防腐処理	フッ素鋼板	180° 曲げ	0.35	鉄	△	×	△	○	△	△
19	20	21	無処理	ステンレス	180° 曲げ	0.3	鉄	○	○	○	○	○	○
22	23	24	銅系防腐処理	ステンレス	180° 曲げ	0.3	鉄	○	○	○	○	○	○
25	26	27	ホウ素系防腐処理	ステンレス	180° 曲げ	0.3	鉄	○	○	○	○	○	○
28			無処理	GLカラー鋼板	180° 曲げ	0.35	鉄・ステン	△	△	△	△	△	○
29			銅系防腐処理	GLカラー鋼板	180° 曲げ	0.35	鉄・ステン	×	×	×	×	-	×
30			ホウ素系防腐処理	GLカラー鋼板	180° 曲げ	0.35	鉄・ステン	△	△	△	△	△	○
31			無処理	フッ素鋼板	180° 曲げ	0.35	鉄・ステン	△	×	△	△	△	○
32			銅系防腐処理	フッ素鋼板	180° 曲げ	0.35	鉄・ステン	×	×	×	×	-	×
33			ホウ素系防腐処理	フッ素鋼板	180° 曲げ	0.35	鉄・ステン	△	×	△	△	△	○
34			無処理	ステンレス	180° 曲げ	0.3	鉄・ステン	○	○	△	○	○	○
35			銅系防腐処理	ステンレス	180° 曲げ	0.3	鉄・ステン	○	○	△	○	○	○
36			ホウ素系防腐処理	ステンレス	180° 曲げ	0.3	鉄・ステン	○	○	△	○	○	○

写真 1 試験体外観 (180 サイクル試験終了後)



4. まとめ及び考察

銅系・ホウ素系防腐合板とステンレス鋼板との接触においては、ほとんど変化が見られなかった。これは銅とステンレスの電位差が少ない事によるものである。

防腐処理無し・ホウ素系防腐処理合板の非ステンレス鋼板への影響は、若干変化した程度であったが、銅系の防腐処理合板については、著しい変化が見られた。

これは銅系防腐処理合板の銅イオンと鋼板の間に電位差が生じ、異種金属同士の接触による電食が発生したためと推測される。GL カラー鋼板やフッ素鋼板が、防腐処理を施した合板（特に銅系）と直接接触する部分には絶縁用テープ（PP テープ等）で絶縁し、直接接触を避けるなどの対策が必要である。

\*1 株式会社ハウゼコ

\*2 関東学院大学 建築・環境学部 教授 博士 (工学)

\*1 HAUSECO Co.Ltd.

\*2 Prof, College of Architecture and Environmental Design ,Kanto Gakuin University, Dr.Eng.

木造住宅の工法と耐久性に関する研究  
住宅における通・換気と木材腐朽性微生物の侵入に関する一実験

正会員 ○石原浩二\*1 土居修一\*2 堀沢栄\*3  
神戸睦史\*1 大西祥史\*1

木造住宅 通気 換気  
耐久性 木材腐朽性微生物

1. はじめに

近年、住宅の気密化に伴って結露防止が課題となっており、その対策として通気や換気を計画的に行う住宅が多くなっている。通気とは、住宅における外壁や屋根とその下地の間に通気層を設け空気の流れを作り、吸排気によって排湿を促すことであり、換気とは、適切な換気孔によって小屋裏や床下を排湿することである。

通・換気では、空気や湿気の移動と同時に、空気中に含まれるさまざまな物質が住宅に侵入するのは避けることが出来ない。木材腐朽性微生物(以下腐朽菌)の通気層や小屋裏あるいは床下への侵入は、木造住宅の耐久性に影響を与える可能性がある。

本実験では実際に人が居住する木造住宅を使い、外壁通気層と軒換気が連繋する区画と連繋しない区画、および換気のある床下と無い床下で空中浮遊菌を採取し、これらの条件の違いがどの程度菌数に影響するか検討した。

2. 試験概要

2.1 試験方法

本実験では、空気吸入式のエアースンプラー(図1)を使用した。住居内に5箇所の測定点を設定し、寒天培地に1000mlの空気を吸入して空気中の浮遊菌を着床させた。培養期間5日目と10日目で菌のコロニー数を目視で計数し、測定点間および培養期間毎の菌数を比較した。

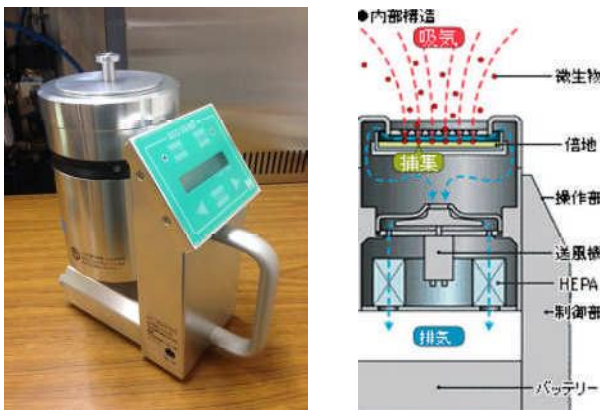


図1 使用したエアースンプラー(ミドリ安全製 BIO SAMP)

2.2 住宅の概要

使用した住宅は、株式会社ハウゼコ加西工場(兵庫県加西市)敷地内に2013年4月末に竣工した木造軸組2階建て住宅実験棟(図2)である。

小屋裏は、東西方向に4分割してそれぞれ気密バリアを施し、外壁通気層との連繋の有無も組み合わせて独立した小屋裏換気条件を3条件4区画設定した。床下についてはベタ基礎を採用して、換気は基礎と土台との間に換気スパーサーを入れる換気方式をとった。



図2 住宅実験棟全景

表1 小屋裏換気条件

換気条件略称	A	B	C	D
棟換気	無	有	有	無
軒換気	無	有	有	有
妻換気	有	無	無	有
外壁通気層との連繋	有	無	無	無

採取点の設定について、まず小屋裏は表1の通・換気条件よりAとCの2箇所とした。Aは外壁通気層から給気し妻換気から排気する。Cは外壁通気層と小屋裏がつながっておらず妻換気もない為、軒換気と棟換気によって給排気する。

床下の採取点については「換気孔を塞いだ区画=床下A」と「換気孔が開放されている区画=床下B」の2箇所を設定した。上記4箇所に加えて住宅玄関付近に外気の採取点を設定し、合計5箇所とした。

Research on the relationship between construction methods and durability of timber-framed houses. The study on the relationship between ventilation systems and invasions of wood decay fungi using an experimental house.

ISHIHARA Kouji,  
DOI Shuichi,  
HORISAWA Sakae  
KANBE Mutsuhito,  
ONISHI Tadafumi

採取は、2013年6月14日より週1回実施し、採取後24℃にて培養、5日目・10日目で計数を行った。

菌の採取に先立って、基礎コンクリート部全面に70%エタノールを吹き付けて滅菌処理を行った。腐朽菌を採取する培地には1/4希釈PDA(potato dextrose agar、馬鈴薯-ブドウ糖寒天)培地を使用した。

### 3. 試験結果

図3に所定の空気を吸引して培養した時の培地の状態を示す。また、図4に各採取点における培養10日目の菌数の推移と気温の推移を示す。各採取日の気温データについては気象庁より発表されている日間平均気温(測定点:兵庫県西脇市)を採用した。

培養期間による比較の結果、大きな差が見られなかったため10日目の推移のみで測定点間の比較を行った。

### 4. まとめ及び考察

- 床下Aについては試験前の滅菌処理後、菌の採取時以外は密閉状態のため、菌数が少なく推移していた。
- 床下Bの菌数推移が大きく乱れている原因としては、床下換気によって住宅実験棟周辺の土壌より菌が多く流入していることなどが考えられる。
- 小屋裏の換気については、Aの方がCよりも計数が少ない傾向にあった。Cが軒と棟のみの換気のため、地面からの菌の拡散の影響は受けにくいと推定していたが、逆の結果となった。明確な原因は今後の測定結果から判断すべきであると考えられる。
- 採取日(24時間)の平均気温と菌数との関連性については特徴を見出すことが出来なかった。今後は、各測定点での採取時の気温を測定し比較を行うとともに、湿度、風速など菌数の測定に影響を与える可能性のある条件についても関連性を検討する必要がある。



図3 採取した菌の培養状態

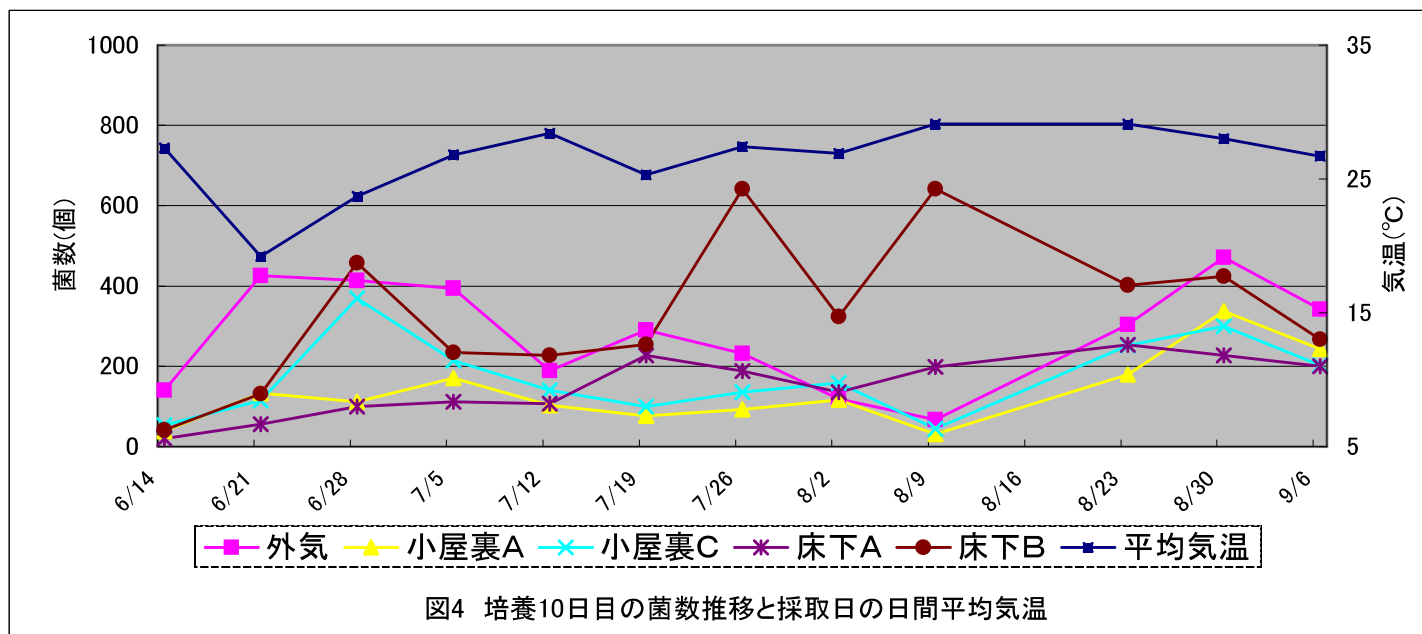


図4 培養10日目の菌数推移と採取日の日間平均気温

\*1 株式会社ハウゼコ  
\*2 元 筑波大学 教授  
\*3 高知工科大学 准教授

\*1 Hauseco Co., Ltd.  
\*2 Former Professor, Tsukuba University  
\*3 Associate Professor, Kochi University of Technology



換気役物の小屋裏換気性状に与える影響に関する研究  
 その1 研究概要ならびに換気性状予備実験について

正会員 ○塚本 章順\*1 同 岩前 篤\*2  
 同 藤田 浩司\*3 同 神戸 睦史\*1  
 同 大西 祥史\*1

小屋裏 換気 換気役物  
 防露 腐食

1. はじめに

小屋裏空間は、過酷な外部環境から居室内部空間を適切に維持するためのバッファーとして、熱的には外部、風速的には室内に準じる特殊な環境となっている。居室からの漏気ならびに浸透拡散に伴う水蒸気移動の結果、あるいは天空放射による外気からの低温化により、冬季の小屋裏は結露のリスクが高いことはよく知られており、金融支援機構木造住宅仕様書<sup>1)</sup>等により、最低限の換気の確保と、これを実現する開口率が定められている。

一方、小屋裏の開口は、暴風雨時の雨水の侵入、鉄部腐食の原因となる海塩粒子の侵入を助長する可能性もある。また、過大な小屋裏換気は、冬季の居室の暖房エネルギーを実質的に増加させ、快適性も損なう。

小屋裏換気用の開口率の目安は既に一定の基準は存在するが、計測技術が向上し、腐食過程がより詳細に知られるようになった現在、改めて、これを見直し、最適な小屋裏換気の在り様を調べることが必要と考える。

本研究では、二階建ての戸建て住宅に実際にいくつかの換気役物を組み込み、小屋裏の換気性状を長期に亘って計測することで、換気役物による換気性状を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の概要

H25年4月、兵庫県加西市のH社加西工場の一角に木造軸組み二階建て戸建て住宅を建設した。実験棟の外観を写真1・2に、平面図を図1に示す。

南北方向に折れる切妻大屋根であるが、小屋裏内部は、二階居室に合わせて、南北方向の仕切りにより、4つのセクションに分割されている。すなわち、東西方向に隣り合うセクション間では空気は動かないものとした。それぞれのセクションに異なる種類の換気役物を組み込んだ。

セクションAは妻換気と軒先換気、セクションBは棟換気と軒先換気、セクションCは棟換気で軒裏換気（有孔板）とした。セクションDは、軒先換気のみである。表1にまとめる。

垂木の形状は、セクションBのみ留にせず空間頭頂部で桁方向に空気の流れができるように垂木の先端をカットする。セクションA・C・Dは、留とした。



写真1 実測棟 南側



写真2 実測棟 西側

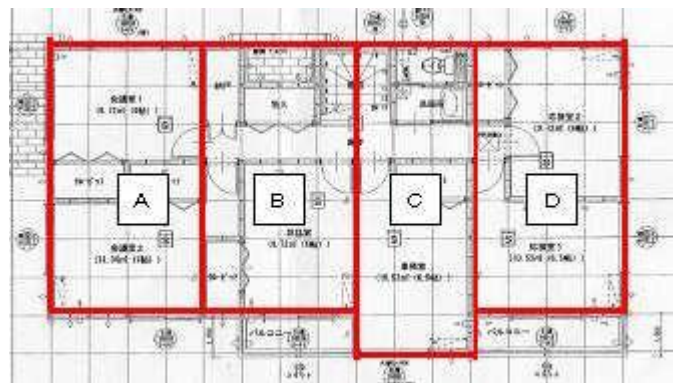


図1 実験棟2階平面図（小屋裏隔壁）

表1 各セクションの換気仕様

	A	B	C	D
棟	×	○	○	×
妻	○	×	×	×
軒先	○	○	軒裏有孔板	○

断熱仕様は、省エネルギー対策等級4とし、天井部は、HGW16k 75mm+GW10k 100mm、小屋裏空間の妻壁は、外壁用 HGW16k 105mm+外壁用 GW10k105mm、仕切り壁

は、外壁用 HGW16k 105mm を太鼓貼り、隣接の小屋裏空間の影響を抑制した。天井部には気密を兼ねた防湿シートを施工している。

屋根頂部に超音波風向風速計を設置し、建物内外各部の温湿度変動と共に、外部風向・風速の変動を計測・記録することを可能とした。

### 3. 予備実験の概要と結果

換気性状を長期に亘って計測する前に、実験棟の気密性能を確かめた。2013 年 7 月 4 日、気密計測器を用いて測定した結果、相当隙間面積 1.7 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> と、気密建物と言える程度の気密性能が確認された。居室と小屋裏間の隙間漏気による換気は極めて少ないものと考えられる。

ついで、二酸化炭素濃度減衰法<sup>2)</sup>を用いてセクション C と D の換気性状を 9 月 28 日に測定した。

二階に設置したボンベからチューブを通じて、小屋裏セクションに CO<sub>2</sub> をレギュレータ制御で 0.8L/分の一定量放出し（内部は小型ファンにより空気を緩く攪拌）、サンプリングチューブを通じて、小屋裏・居室・外気の CO<sub>2</sub> 濃度を 3 台の濃度計測器（I 社製 CO<sub>2</sub> アナライザ LX-720）でモニタリングした。

二か所のセクションの計測の間、小屋裏直下の居室ならびに外気の CO<sub>2</sub> の変動はほとんどなく、実質的に一定とみなされた。居室と小屋裏の干渉は実質的に無視できることが示された。計測開始から 75~125 分後に二酸化炭素が十分に供給されたと判断し、供給を止めて濃度減衰を待った。計測結果を図 2 に示す。Seidel 式により、換気量を求めた結果を表 2 にまとめる。換気役物は、換気量を 2 倍以上に増加させることが示された。

この違いが小屋裏の湿度環境に与える影響を考察した。実測値から求めた換気量を瞬時定常過程において、以下の条件における小屋裏内の露点温度を求める。

Case A 二階暖房室：二階室温 20℃、相対湿度 40%

Case B 二階非暖房室：二階室温 10℃、相対湿度 70%

外気の湿度は 70% と仮定する。二階からの透湿と換気による外気との移動のみを考慮して、小屋裏水蒸気圧を求め、これから露点温度を求めた。外気に接する釘の小屋裏側表面温度は、外気の気温とほぼ等しくなる。その釘に露点温度以下の空気が触れると結露が発生すると考える。小屋裏温度を外気温度に等しいと仮定し、実験場所の加西市における外気温変動で、年間の露点温度以下に該当する時間を表 3 に示す。Case A では結露する時間が約 2 倍違い、Case B でも約 7 倍もの違いが見られた。以上より、換気役物が湿度環境と耐久性に少なくない影響を与えている事が示唆された。

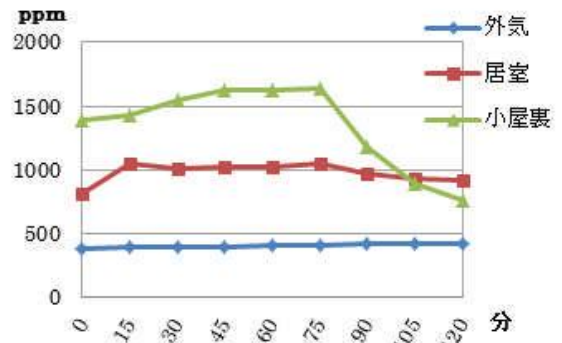


図 2(1) 小屋裏セクション C の計測結果

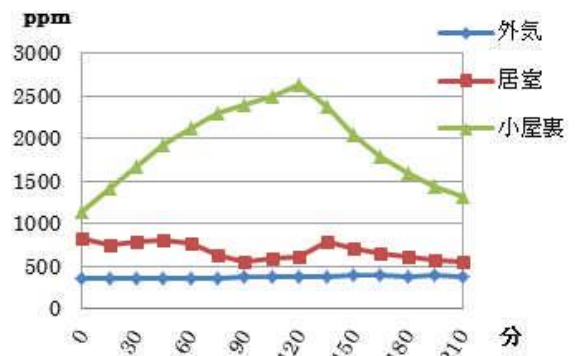


図 2(2) 小屋裏セクション D の計測結果

表 2 小屋裏換気測定結果

	セクション C	セクション D
換気量 (m <sup>3</sup> /h)	26.7	13.0
換気回数 (回/h)	1.65	0.60

表 3 小屋裏での結露時間

	小屋裏	露点温度 (°C)	該当時間 (h)
Case A 暖房室上	セクション D	2.7	1156
	セクション C	-1.5	313
Case B 非暖房室上	セクション D	1.5	850
	セクション C	-2.7	126

### 4. まとめ

本予備実験では外気がほぼ無風状態であり、比較的安定した状態での換気量計測を行った。本実験棟の目的は、実際に変動する外気条件のもとでの換気性状を明らかにすることであり、今後は長期に亘る連続測定を試み、耐久性に関する考察を行う。

謝辞 本研究は、近畿大学理工学部建築学科卒業研究の一環として行われた。担当の糟谷達氏に謝意を表す。

#### 参考文献

- 住宅金融支援機構：木造住宅工事仕様書 平成 22 年度改訂版
- JIS A 1406 屋内換気量測定方法（炭酸ガス法）解説書

\*1 株式会社ハウゼコ  
 \*2 近畿大学建築学部 教授・博士（工学）  
 \*3 近畿大学生物理工学部 講師・博士（工学）

\*1 HAUSECO Co. LTD.  
 \*2 Professor of Faculty of Architecture, KINKI University, Dr. Eng.  
 \*3 Lecturer of Faculty of Biology-Oriented Science and Technology, KINKI University, Dr. Eng.

# バルコニー手すり壁笠木周りの防水性に関する一実験

正会員 ○大西祥史\*1 同 神戸睦史\*1  
 同 塚本章順\*1 同 石川廣三\*2

笠木 バルコニー 通気構法  
 手すり壁 木造住宅 外壁

## 1. はじめに

近年、木造住宅の外壁において通気構法が主流となり、バルコニーの手すり壁部分にも通気層を設けることが多くなっている。住宅金融支援機構の木造住宅工事仕様書及び枠組壁工法住宅工事仕様書では、バルコニーの手すり壁に通気構法を用いる場合、笠木と外装材間に連続した通気出口を設ける納まりが参考図として示されているが、このような納まりで、強風雨時に通気出口から通気層内に雨水が吹き込む不具合が発生した事例が確認されている。そのため現在、手すり壁躯体天端に窯業系サイディングを裏返して貼り付け、通気層上端を閉じた仕様が普及している。この場合、浸入した雨水が外壁の内部に滞留し、結露や木部の腐朽発生の危険が大きいと考えられる。

そのような現状を踏まえ笠木部分の納まりや適切な防水方法・結露対策について研究を行う。本報では、現在採用されている主要な笠木周りの納まりについて、強風雨時の防水性能を検討した試験結果を報告する。

## 2. 試験概要

### 2.1 試験体

試験体はバルコニー手すり壁上部高さ 365mm の実大模型 (図 2) で、図 1 に示す模擬バルコニーに設置した。試験体の笠木部分の納まりは、以下の 8 種類とした。

試験体 1：通気層上端まで窯業系サイディングを裏返して貼り付け通気層を密閉した仕様。(現在一般に普及している納まり)

試験体 2：手すり壁躯体上端に窯業系サイディングを裏返してスリットを設けて貼り付けた後、天端全体を通気層上端まで防水シートで覆った仕様。

試験体 3：ハニカム構造の PP 部材を装着した防雨型換気部材を通気層上端に取り付けた仕様。

試験体 4：笠木と外装材間の外側はシーリングで塞ぎ、内側を開けた仕様。(日本窯業外装材協会参考納まり)

試験体 5：笠木と外装材間の両側を開け、通気層上端を通気横胴縁とした仕様。(住宅金融支援機構参考納まり)

試験体 6：笠木と外装材間の両側を開け、躯体上端に窯業系サイディングを裏返してスリットを設けて貼り付けた仕様。

試験体 7：笠木と外装材間の両側を開け、手すり壁の躯体の上端部を木下地 (スリット無し) で覆った仕様。

試験体 8：外側と内側の通気出口を両方開けて、手すり壁の躯体の上端部を木下地 (スリットあり) で覆った仕様。

なお、試験体の長さは 1 m とし、笠木と外装材の隙間は、4.5mm(±1.5mm)とした。

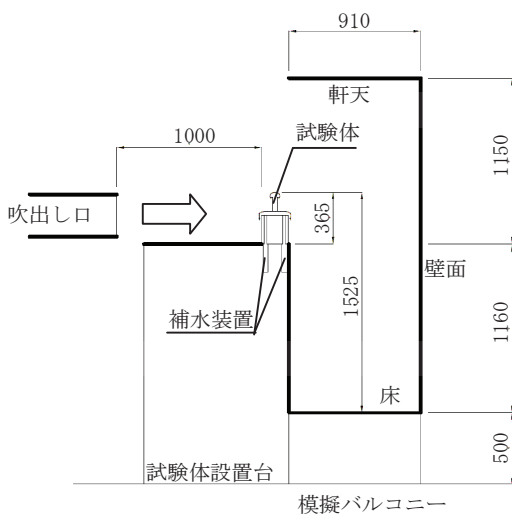


図 1 送風散水機及び模擬バルコニー

表 1 試験体の通気状況一覧

No.	笠木-外装材間		通気層上端	躯体天端養生
	外側	内側		
1	開放	開放	密閉	サイディング
2	開放	開放	密閉(防水シート)	サイディング(スリット有)
3	開放	開放	防雨型換気部材	無し
4	シーリング	開放	開放	無し
5	開放	開放	通気横胴縁	無し
6	開放	開放	開放	サイディングスリット有
7	開放	開放	開放	木下地スリット無
8	開放	開放	開放	木下地スリット有

図2 試験体図一覧

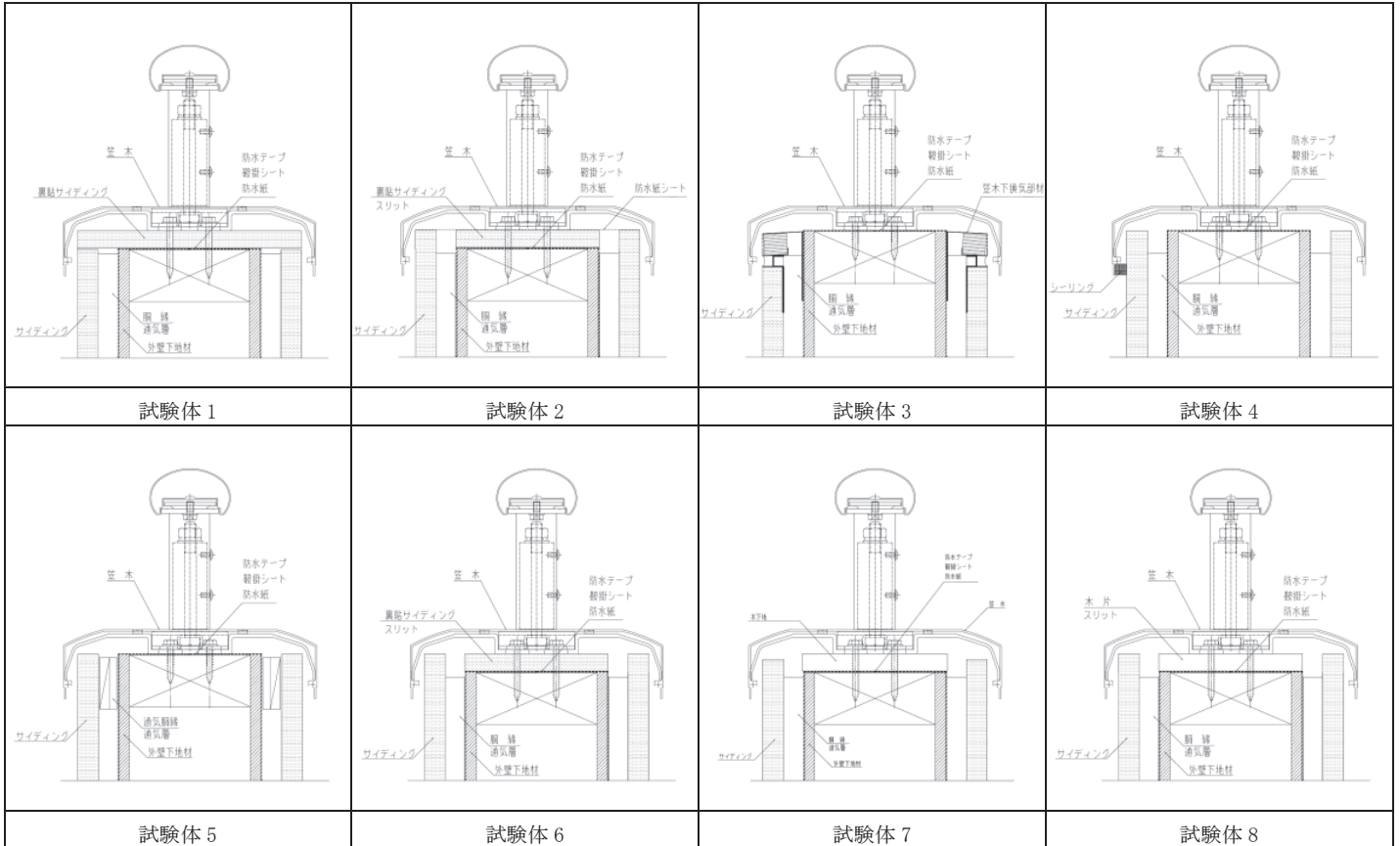


表2 通気層内への浸入水量

試験体	浸入水量 (cc/m)		
	外側	内側	合計
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	3	3
4	4	1	5
5	28	16	44
6	22	17	39
7	38	30	68
8	71	39	110

## 2.2 試験方法

建材試験センターJSTM L 6401（換気ガラの防水性試験方法）に示されている送風散水方式で試験を行った。送風散水機の吹出し口の大きさは、幅 1250mm高さ 400mmである。

図1に示すように吹出し口より1mの距離に試験体を設置し、風速 35m/s（吹出し口より 30cm離れた位置での測定位置）、散水量 4L/min の環境下で 10 分間試験を行った後、試験体の外側及び内側通気層内へ浸入した水量を

補水装置で集め計測した。試験終了後各試験体笠木を撤去し、内部の目視観察を行った。

## 3. 試験結果

浸入水量を表2に示す。笠木下への浸入は、全ての笠木に見られたが、笠木開口の外側をシールした試験体4は、他の試験体より少なかった。

## 4. 考察

- 表2から明らかなように試験体5~8は、通気層への浸水が他の試験体より著しく多かった。
- 通気層の上端を密閉した試験体1、2では浸水はまったく見られなかったが、これらについては通気が行われないことが問題と考えられる。
- 防雨型の換気部材を用いた試験体3は、雨水浸入量の低減に有効であるとわかった。
- 外部シールをした試験体4で通気層内に浸入しているのは、シールされていない側での巻き込み風により外側の通気層まで浸入したと考えられる。

## 5. まとめ

今回、様々な納まりのバルコニー手すり壁笠木周りについて、送風散水試験による防水試験を実施し、通気層への浸水状況に著しい差があることがわかった。今後これらの試験体に対し、通気量試験を行い笠木周り納まりとしての適否を総合的に判断する計画である。

\*1 株式会社ハウゼコ

\*2 東海大学名誉教授

\*1 Hauseco Co., Ltd.

\*2 Professor Emeritus, Tokai University