

# 構造体内の温湿度分布とその変動について (主として木骨造壁体に就て)\*

宮 野 秋 彦

## ON THE TEMPERATURE AND HUMIDITY DISTRIBUTION AND ITS VARIATION OF WALLS

AKIHIKO MIYANO

In this report, We publish what we have studied and made experiments on for the purpose of getting practical materials concerning the heat insulation and moisture proof work of buildings and especially materials about the correct and suitable arrangements of the heat insulation and the vapour barrier of walls and the properties they should have.

The kinds of walls that we have used as the objects of our experiment by new are about twenty of dry, semi-dry, and wet wooden construction, etc. and the measurements of temperature and humidity were conducted mainly by using, the galvanometer which uses A-C thermocouple and the electric hygrometer which uses serenium element moreover, by the experiments and measurements we have hither to made, we could make certain the temperature and humidity variation and, the heat transmission properties in the air space and the vent space, the humidity variation in walls by building papers, and the seal condition of humidity in walls by building papers.

### §.1. 緒 言

建築構造体内の温度分布とその変動を近似的に求める理論的解析はこれまでも多少行はれているが、湿度分布並にその変動の実態に関しては理論的にも実験的にも研究が極めて僅い。

一様な含湿率分布の材料又は構造体に温度勾配を与るとその水分が移動を開始する。一般に、壁体内に温度勾配を生ずると、飽和水蒸気圧に位置的な差異が現われ、壁体に含まれた水分が高温側から低温側へ蒸気態で移動伝播し、所謂湿流を生ずる。若し、低温側附近に於てその温度が露点以下であれば、湿気は凝結し、更に、含湿率が増大すれば毛細管現象に従って水分は液態で高温側に逆流する。

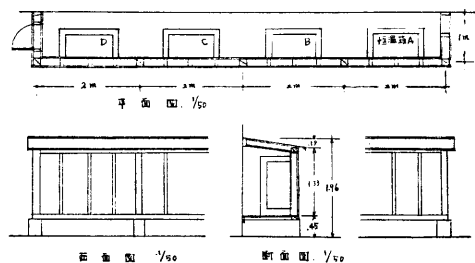
即ち、冬季の寒冷地住宅又は各種紡績工場の壁体などで屢々見受けられる結露とそれに伴う湿潤である。

本報では、建築物の防暑、防寒、防湿、防露工法検討の際の基礎的資料として、特に、壁体内部に於ける熱絶縁層及び防湿層の適正施工位置並にそれ等が具備すべき特性値の決定に関する資料を得るために実験、研究したところを述べる。

### §.2. 測定装置と測定方法。

実験の対象とする壁体は乾式、半乾式、湿式木骨造を始めとして、鉄筋コンクリート造、各種ブロック造、気泡コンクリート造など約30数種であるが、今回はその内木骨造壁体に就て述べる。

供試壁体を取付けるための実験家屋は第1図の如き規模のものを木造二階建の西側壁面に隣接して設けた。



第1図 実験家屋

供試壁体の方位を西向に限ったのは、日射その他から生ずる場所的制約と、上記各工法の実際面で屢々問題を生じ易い方位であるからで、東西南北各面を同一構造で

\* 宮野秋彦：構造体内の温湿度分布とその変動について（第1報）、日本建築学会論文報告集、第66号（昭35）。  
宮野秋彦：同（第2報）日本建築学会論文報告集、第70号（昭36）。

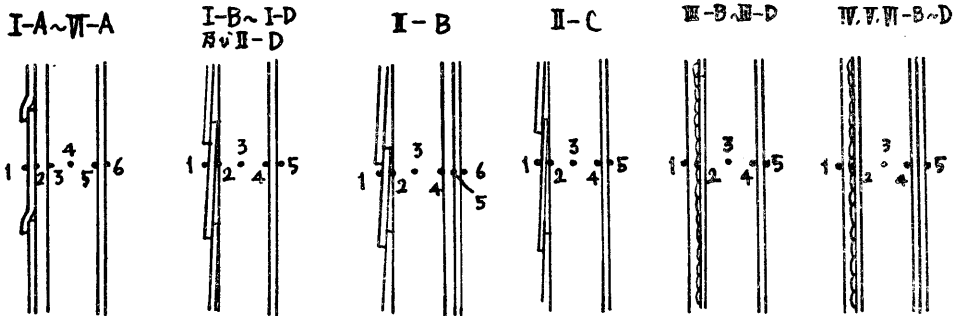
同時測定し、その方位性を確かめることは将来、是非必要である。

供試壁体は実験家屋西壁面の各々約 200×100cm<sup>2</sup> の 4 本の柱間に夫々取付けられ同時に測定される。

各供試壁体の内表面、即ち、室内側壁面中央には内法 100×100×70cm<sup>3</sup> の恒温恒湿箱を接せしめて室内模型とした。

尚、供試壁体面を除く実験家屋の他の壁面は全て、日

第 1 表 供試壁体一覽表



符号	構造		詳細	
	外	内	外	内
I~VI-A	石綿下見板 (0.6cm), インシエレーションボード (1.2)	空気層 (9)	グラスボード (0.6) (シバー)	
I-B	下見板 (0.94)		グラスボード (0.6) (並み材)	
I-C	下見板 (0.94), アスファルトファイブ (0.12)		グラスボード (0.66) (テラックス)	
I-D	" , アスファルトフェルト		グラスボード (0.6) (並み材)	
II-B	" , アスファルトファイブ (0.12)	" , インシエレーションボード (1.2), ハードボード (0.35)		
II-C	" , " , " , " , "		合板 (0.6) (3層ラワン)	
II-D	" , ターフェル (0.1) , " , " , "		グラスボード (0.6) (両材並)	
III-B	モルタル (2.5), ラス, アスファルトファイブ (0.12), 材置, " , "		グラスボード (0.66) (テラックス)	
III-C	ハイライトモルタル (2.5), " , " , " , " , "		グラスボード (0.6) (並み材)	
III-D	軽石モルタル (2.5), " , " , " , " , "		"	
IV-B	(III-B) に 同し		" , グラスボード , グラス (1.4)	
IV-C	(III-C) に 同し		" , " , ハイライトグラス (1.4)	
IV-D	(II-D) に 同し		" , " , 軽石グラス (1.4)	
V-B	(III, IV-B) に 同し	半通気層 (上部のみに換気孔)	(IV-B) に 同し	
V-C	(II, IV-C) に 同し	"	(IV-C) に 同し	
V-D	(III, IV-D) に 同し	"	(IV-D) に 同し	
VI-B	(III, V-B) に 同し	通気層 (上下に換気孔)	(IV, V-B) に 同し	
VI-C	(III, V-C) に 同し	"	(IV, V-C) に 同し	
VI-D	(IV, V-D) に 同し	"	(IV, V-D) に 同し	

射変動及び外気温変動の影響を極力防止すべく、充分な熱絶縁を施し、且つ実験家屋内も上記恒温箱内と同一の温度調節を行った。

第1表は供試壁体の一覧表である。

壁体各部の温湿度並に室内外湿度変動はアルメルークロメル熱電対を用いる電子管式検流計、セレン感湿素子を使用する電気湿度計及び週巻気象台型自記温湿度計によって測定した。

測定に当っては、

a. 室内（恒温，恒湿箱内）を一定状態に調節した場合。但し，外壁面への日射並に風の影響を防止するためと，外気温変動の影響を極力阻止するための覆いを外壁面に沿って設ける。

b. 同様，室内を一定状態に調節するが覆いは設けない。

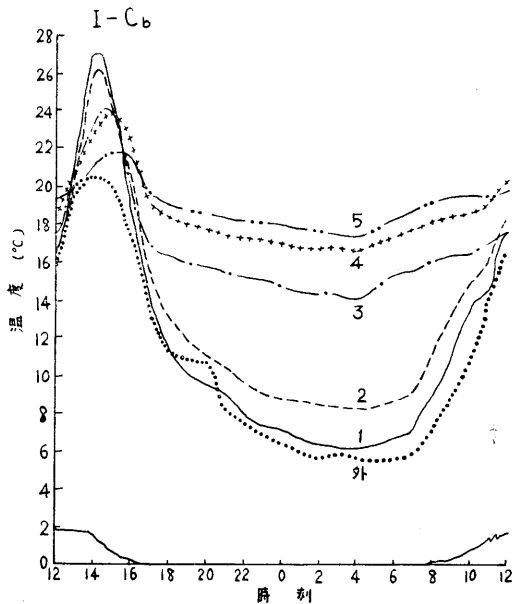
c. 室内発生熱量を一定値に保ち，温度調節は行わず，覆いも設けない。

の三つの場合に分け，更に晴天及び雨天の日に就て夫々2～3回宛の実測を行う。尚，各実験結果の表示は第1表の符号の後に a. b. c を附して分類する。

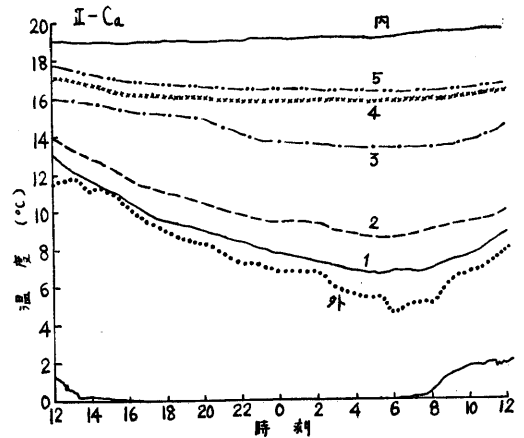
### §. 3. 測定結果とその検討

第2～5図に実測結果の一例を掲げる。

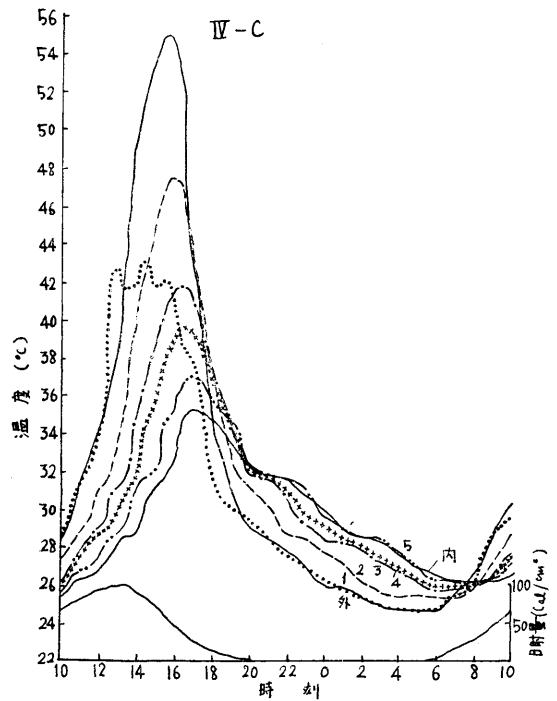
即ち，第2図は外壁面に日覆を施し，室内を一定温度に保った場合，第3図は上記 b に相当する時で室内を一定温度に保ち，覆いは設けない場合，第4図は c に相当する時で最も一般的な場合，第5図は雨天の時の夫々壁体内温度分布とその変動である。尚，併記した日射量は水平面に関する値である。



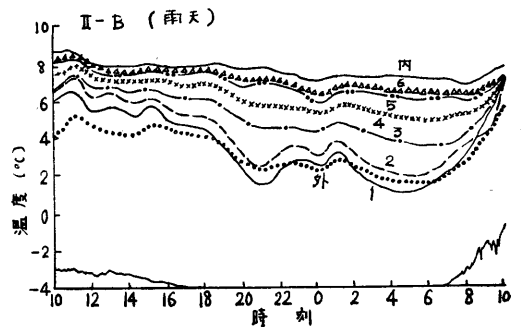
第2図 実測結果の一例 (1)



第3図 実測結果の一例 (2)



第4図 実測結果の一例 (3)



第5図 実測結果の一例 (4)

第 2 表 各種供試壁体の各部温度変動測定結果

分類	測定点		1		2		3		4		5		6		室内	
	$\eta$	$\varphi$	$\eta$	$\varphi$	$\eta$	$\varphi$	$\eta$	$\varphi$	$\eta$	$\varphi$	$\eta$	$\varphi$	$\eta$	$\varphi$	$\eta_i$	$\varphi_i$
I-A <sub>c</sub> ~VI-A <sub>c</sub>	1	0 <sup>b</sup>	0.90	0.1~0.50	0.70	1	0.41	1~1.50	0.37	1.5~2	0.35	1.5~2.0	0.42	2		
I-B <sub>c</sub> ~D <sub>c</sub> II-D <sub>c</sub>	1	0	0.90	0.2~0.40	0.53	0.5~1	0.46	1~1.50	0.40	1~1.7	—	—	—	—	0.50	1.5
II-B <sub>c</sub>	1	0	0.92	0.2~0.40	0.64	0.5	0.52	0.5~1	0.40	0.5~1	0.37	1~1.20	0.44	1.4		
II-C <sub>c</sub>	1	0	0.92	0.2~0.40	0.55	0.5~1	0.48	0.8~1.50	0.46	1.1~1.5	—	—	—	—	0.47	0.9
III-B <sub>c</sub>	1	0	0.92	0.1~0.30	0.75	0.4~0.6	0.56	0.5~1	0.51	1.1~1.8	—	—	—	—	0.59	2.7
III-C <sub>c</sub>	1	0	0.82	0.5~1.30	0.57	1~2	0.51	1~2	0.47	2.2	—	—	—	—	0.50	2.3
III-D <sub>c</sub>	1	0	0.82	0.8~1.10	0.58	1~1.5	0.54	1~1.8	0.51	1.6~2.0	—	—	—	—	0.46	2.8
IV-B <sub>c</sub>	1	0	0.98	0.3	0.69	0.6	0.54	0.90	0.47	1.5	—	—	—	—	0.63	2.6
IV-C <sub>c</sub>	1	0	0.73	0.3	0.53	0.8	0.45	1.0	0.36	1.4	—	—	—	—	0.48	2.6
IV-D <sub>c</sub>	1	0	0.73	0.3	0.51	0.8	0.45	0.8	0.38	1.9	—	—	—	—	0.45	2.5
V-B <sub>c</sub>	1	0	0.90	0.2	0.75	0.2	0.65	0.3	0.58	0.7	—	—	—	—	0.82	1.3
V-C <sub>c</sub>	1	0	0.91	0.3	0.70	0.6	0.64	0.7	0.60	0.9	—	—	—	—	0.75	1.2
V-D <sub>c</sub>	1	0	0.70	0.6	0.59	0.9	0.56	1.0	0.52	1.2	—	—	—	—	0.68	1.3
VI-B <sub>c</sub>	1	0	0.99	0.1	0.58	0.9	0.53	1.0	0.47	1.2	—	—	—	—	0.58	2.0
VI-C <sub>c</sub>	1	0	0.80	0.1	0.69	0.2	0.55	0.8	0.49	1.1	—	—	—	—	0.53	1.8
VI-D <sub>c</sub>	1	0	0.71	0.8	0.52	0.9	0.44	1.1	0.39	1.2	—	—	—	—	0.47	1.4

各供試壁体に就て、その各部温度変動の測定結果を纏めると第2表の如くなる。

茲に、 $\eta$  : 各供試壁体の外表面温度変動較差に対する各部温度較差の比、 $\varphi$  : 外表面温度変動に対する各部温度変動の位相差 (hr)。但し、同表の値は上記Cの場合に就て、主として晴天の日の測定結果より求めてある。尚、表の末尾に附記た  $\eta_i, \varphi_i$  は室内気温変動の外気温変動に対する減巾率及び時間的遅れ (hr) である。 $\eta_i, \varphi_i$  に就ては更に資料の集積をまつて、別の機会に詳述する。

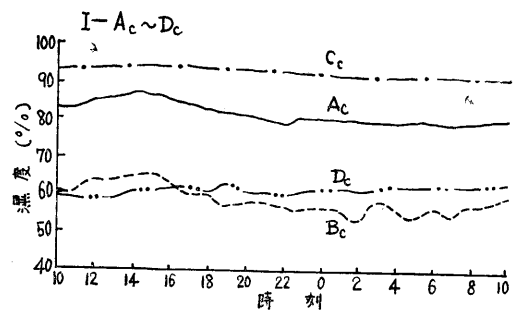
また、壁体の二重空間を空気層とした時 (IV)、壁上部のみに換気口を設けて半通気層とした場合 (V) 及び通気層の時 (VI) であつて、夫々同一の気象条件の下で各室内外気温差を比較すると第3表の如くなる。

第3表 二重壁造の室内外気温差の比較

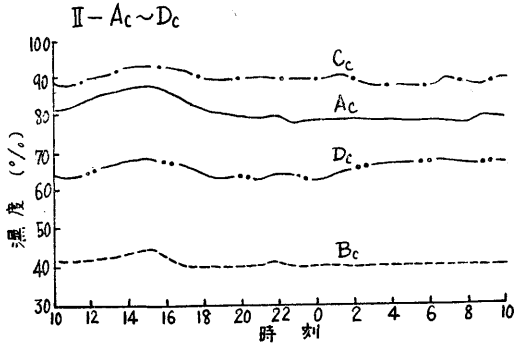
	空気層IV	半通気層V	通気層VI
B <sub>c</sub>	1.8°C	1.1	1.3
C <sub>c</sub>	2.7	1.2	1.0
D <sub>c</sub>	2.3	1.0	1.5

即ち、通気層の場合に比べて空気層の時約1.4~2.倍の温度差を生じ、二重空間を通気又は密閉することによって夏の防曇、冬の防寒効果を期待し得ることを示している。従来のラスモルタル壁に対して、パーライトモルタル及び蛭石モルタルを比較すると、パーライトを使用した壁体の方が防曇、防寒特性共に優れているようである。

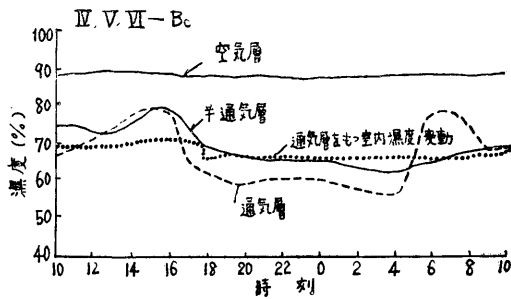
第6~8図は供試壁体内部の温度変動の実測例である。第6図は乾式木骨造外壁の二重空間内に於ける湿度変動の一例であつて、1-C<sub>a</sub> は下見板の下にアスファ



第6図 実測結果の一例 (5)



第7図 実測結果の一例 (6)



第8図 実測結果の一例 (7)

ルト、ルーフィングを張った場合、1-Da はアスファルトフェルトを張った時の値を示す。

アスファルト、フェルトの場合に比べて、アスファルト、ルーフィングを張った時の二重空間の湿度が高いのは、室内側から透湿して来た湿気がルーフィングによって阻止されているためと考えられる。

尚、同図に示す如く、これらの防水紙を施工しない場合 (1-Ba) の二重空間内の湿度はアスファルト、フェルトを使用した時とは同程度の値を示しているが、このことは若し、防水紙としての効果さえ充分であれば防湿の見地からはルーフィングよりは寧ろフェルトの方

が好ましいという論拠になるのではなからうか。

第7図にはタール・フェルトを使用した場合の結果が掲げている。結果はアスファルト・フェルトと略同程度である。又、インシュレーションボードを内装下地に施工した Bc の場合が、極めて低い湿度を示しているのは外装部の湿気透過抵抗に比べて内装部のそれが著しく大きいから、かゝる結果が現われたものと考えられる。因に、内装部に熱絶縁材料を施工した場合は Ac の如く外装部に施工した時に比べて空気層の温度変動は大きく、且つ夏季高温となる。

第8図は外装ラスモルタル、内装プラスタ仕上の二重壁内の湿度変動の測定例であって、二重壁空間を通気せず空気層とした場合、壁上部のみに換気口を設けて二重壁内の脱湿を計る意味で半通気層とした時、二重壁内の通気を行って夏の防暑を計るために壁の上下に換気口を設けた場合を比較したものである。

同図より見られる如く、空間内の乾燥を目的とする限りに於ては半通気の状態で一応の目的は達せられるようである。又、通気層とすれば第3表の如く、顕著な防暑効果を期待することが出来るが、第8図に示す如く外気湿度の影響で二重空間内の湿度変動はやゝ大となり、併記した如く、室内湿度変動にも多少の影響を生ずる。

#### §.4. 結言

今回報告したところは主として木骨造外壁に関する部分である。現在、鉄筋コンクリート造、気泡コンクリート造、各種ブロック造などの不燃構造壁体に就ての実験が進行中であって、近くそれ等の結果を併せて更に詳な報告が出来る筈である。

擱筆に当り、終始御懇篤なる御指導を賜った、東京工業大学勝田千利教授、名古屋工業大学小島武男教授に深謝の意を表すると共に、格別の御高配を賜った文部省科学研究費関係各位、惜しみなく実験に協力された上田憲司、八木惇夫、五島千代田朗、安達哲雄、山田隆、豊田劭、池山壯一郎の諸氏に厚く御礼申上げる。