

木質パネルの吸脱湿等温線の測定および 実用環境下での含水率変化の推定*1

関野 登*2, 末松充彦*3, 高麗秀昭*4, 安井悦也*5

Measurements of Sorption Isotherms of Selected Commercial Wood-based Panels and Predictions of Moisture Content Changes in Service*1

Noboru SEKINO*2, Atsuhiko SUEMATSU*3,
Hideaki KOHRAI*4 and Etsuya YASUI*5

Sorption and desorption isotherms were measured for nine types of commercial wood-based panels including particleboard (PB), oriented strandboard (OSB), medium density fiberboard (MDF), lauan plywood (LP), and softwood plywood (NP). The measurements were made over 5-25 mmHg humidity through 10-40°C to obtain equilibrium moisture contents (EMCs) to predict moisture contents in service as building materials. All the desorption processes were started from 10°C, 96 percent relative humidity (RH) which provided the greatest EMC through the temperature-humidity combinations designed in this study.

The sorption characteristics observed are summarized as follows: 1) The EMCs under sorption processes were in the order of NP>PB>LP>MDF>OSB, but those under desorption processes were in a different order, this being related to sorption hysteresis varying with panel types. 2) All panels tested exhibited a greater sorption hysteresis compared with solid wood, which is especially pronounced for MDF and OSB. 3) Initial EMCs of desorption processes were dependent on the temperatures of sorption processes.

By the use of sorption isotherms obtained, changes of moisture content of the panels in service were calculated for two kinds of cyclic exposure (30°C•30%RH ⇔ 10°C•85%RH, 40°C•10%RH ⇔ 10°C•95%RH). MDF was predicted to show the smallest changes of moisture content among the tested panels.

Keywords: Wood-based panel, sorption isotherm, equilibrium moisture content, sorption hysteresis.

9種類の市販木質パネル, すなわちパーティクルボード (PB) 3種類, OSB 1種類, MDF 2種類, 南洋材合板 2種類, 針葉樹合板 1種類を対象に, 居住環境に近い温湿度範囲 (10~40°C, 5~25 mmHg) で吸脱湿等温線を測定した。ただし, 脱湿過程の起点は, 設定した温湿度中で最大の EMC を与える 10°C・96% RH に統一した。

*1 Received September 1, 1998, accepted January 8, 1998. 本研究の一部は第47回日本木材学会大会 (1997年4月, 高知) で発表した。

*2 岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University, Iwate 020-8550

*3 職業能力開発大学校 Dept. of Architecture & Industrial Design, The Polytechnic University, Sagami-hara 229-1196

*4 森林総合研究所 Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba 305-8687

*5 住友林業(株)筑波研究所 Sumitomo Forestry Co., Ltd., Tsukuba 300-2646

得られた吸湿性の特徴を示すと、①吸湿過程での EMC の序列は、針葉樹合板>PB>南洋材合板>MDF>OSB となったが、脱湿過程での序列は、ボードの吸脱湿ヒステリシスの差異に起因して若干異なった。②木質パネルの吸脱湿ヒステリシスは木材素材よりも大きく、特に OSB と MDF で顕著であった。③脱湿過程の起点含水率は吸湿過程の温度に依存した。

また、得られた吸脱湿等温線を用いて実用環境下での含水率変化を試算したが、含水率の変化幅は MDF が最小であった。本研究で整備された EMC データは、木質パネルの実用環境下での含水率変化を推定する際、有用な基礎資料となろう。

1. 緒 言

一般に、合板やパーティクルボード (PB) などの木質パネルでは、製造時の熱の影響により平衡含水率 (EMC) は木材素材に比べて低いと言われる¹⁻³⁾。しかし、その程度は製造条件の多様性から千差万別であり、それらを系統的に理解するには、EMC データの蓄積は十分とはいえない⁴⁾。

一方、木質パネルの建築用途の拡大につれ、面内寸法安定性が問題視されている⁵⁻⁸⁾。これを論じる場合、実用環境下での含水率変化を知ることが不可欠であり、その基礎となる EMC データの整備が求められる。そこで本研究では、各種市販木質パネルを対象に居住環境に近い温湿度変化範囲で EMC (吸湿および脱湿等温線) を測定し、パネル毎の特徴を分析するとともに、実用環境下での含水率変化を試算した。

2. 実 験

2.1 温湿度範囲の設定

住宅等に用いられる材料の周囲温湿度環境は、使用部位および地域の気象条件により千差万別であろう。本研究では、外気絶対湿度の年間変動をもとに材料周囲の温湿度条件を考える。我が国は亜熱帯か

ら亜寒帯まで地理的に広く分布するが、これをほぼ満たす外気絶対湿度の年間変動を 5~25 mmHg と仮定し、また材料周囲の絶対湿度もこの範囲で変動すると仮定する。周囲温度の変化域を 10~40°C とすれば、相対湿度 (RH) は、Fig. 1 に示す破線で囲まれた範囲内を変化する。これを居住環境に近い温湿度変化範囲と見なし、この範囲をほぼ満たす温湿度の組み合わせ (図中のプロット) で EMC 測定を行った。

2.2 供試材料および試験体の採取

Table 1 に示す 9 種類の市販木質パネル (PB; 3 種類, OSB; 1 種類, MDF; 2 種類, 合板; 3 種類) を用いた。公称厚さは、OSB が 9.5 mm, その他はすべて 12 mm である。吸脱湿平衡に達する時間の短縮とロット内のバラツキの分散を目的に、多数の小型試料をグループ化して EMC 試験体とした。すなわち、同一ロットの 5 原板 (3 尺×3 尺) から尺角のパネルを 5 枚 (1 原板から 1 枚) 採取し、これを幅 2 mm に鋸挽きして多数の薄板を得た。さらに薄板を長さ約 2 cm に分断し、パネル 1 種類あたり約 600 g の小型試料を準備した。任意に採取した約 30 g の小型試料 (概数 100~150 個) を直径 55 mm, 高さ 80 mm の秤量ビンに入れ、これを 1 試験体とした。パネル 1 種類につき 8 試験体を用意した。

2.3 EMC の測定

試験体を真空乾燥機 (P₂O₅ 併用, 40°C) を用いて恒量に達するまで乾燥し、試料の乾燥重量を測定した。続いて、10, 20, 30 および 40°C の恒温下で、下記の相対湿度の順 (吸湿過程) に各 2 週間調湿し、試料の平衡重量を測定した。ただし、2 週間の調湿で恒量に達しない場合は、最長 20 日間まで調湿を延長した。調湿は、恒温装置内に飽和塩入りデシケータ (内寸: 30 cm×30 cm×35 cm) を設置して行なった。デシケータ内部の湿度の均一化を図るため、内蔵ファンを 30 分ごとに 1 分間作動させた。なお、重量測定は 1 mg 精度で行い、パネル 1 種類につき各温度条件で 2 試験体を供した。

10°C : 57% RH (Mg(NO₃)₂) → 76% RH (NaCl)
→ 87% RH (KCl) → 96% RH (KNO₃)

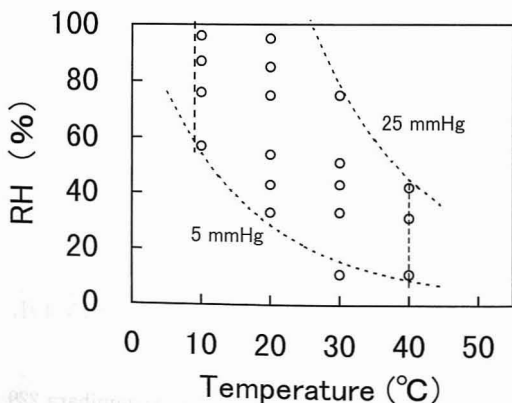


Fig. 1. Combinations of temperature and relative humidity (RH) applied for the measurement of EMCs.

Table 1. Characteristics of commercial wood-based panels measured for EMCs.

Panel types ^{a)}	Symbols	Adhesives	Densities (g/cm ³)	Notes
Particleboard	PB(P)	PF ^{b)}	0.81	Three-layer construction with fine particles on faces and coarse particles in cores, resin content; 13% (face), 8% (core).
	PB(M)	UMF ^{c)}	0.77	
	PB(U)	UF ^{d)}	0.72	
Oriented strand board	OSB	PF	0.71	Aspen (<i>Populus tremuloides</i>), powdered resin; 2%.
Medium density fiberboard	MDF(M)	MUF ^{e)}	0.69	—
	MDF(U)	UF	0.67	—
Plywood	LP(P)	PF	0.58	LP; tropical wood plywood (lauan), NP; softwood plywood (Siberian larch, <i>Larix dahurica</i>), all plywoods are 5-ply construction (1.8+3.4+1.8+3.4+1.8 mm).
	LP(M)	MUF	0.58	
	NP	MUF	0.67	

^{a)} Nominal thickness of panels; 12 mm (9.5 mm for OSB).

^{b)} Phenol-formaldehyde resin. ^{c)} Urea-melamine-formaldehyde resin.

^{d)} Urea-formaldehyde resin. ^{e)} Melamine-urea-formaldehyde resin.

20°C : 33% RH (MgCl₂) → 43% RH (K₂CO₃) → 54% RH (Mg(NO₃)₂) → 75% RH (NaCl) → 85% RH (KCl) → 95% RH (KNO₃)

30°C : 11% RH (LiCl) → 33% RH (MgCl₂) → 43% RH (K₂CO₃) → 51% RH (Mg(NO₃)₂) → 75% RH (NaCl)

40°C : 11% RH (LiCl) → 31% RH (MgCl₂) → 42% RH (K₂CO₃)

本実験の EMC 測定の特徴として、上記の吸湿過程終了後、10°C 以外の試験体についても、温湿度条件中で最大の EMC を与える 10°C・96% RH の雰囲気中で平衡状態（最長20日間の調湿）とし、これを起点として脱湿過程を開始させた。その目的は、対象とした温湿度範囲で取り得る EMC の最大変化範囲を知ることにある。実用環境下で低温高湿状態から高温低湿状態に移る場合、パネルの含水率変化を求めるには本実験で行うような水分の履歴を考慮した脱湿等温線の決定が必要と思われる。なお、脱湿過程での EMC 測定は、吸湿と同様の温湿度条件で行った。また、EMC は初期乾燥重量を基準として算出し、2 試験体の平均値で評価した。

3. 結果および考察

3.1 吸湿等温線

吸湿過程における EMC の測定結果を Table 2 に示す。相対湿度が同じであれば、EMC は温度上昇とともに低下するという吸着の一般的な現象が見て取れる。任意の相対湿度に対する EMC を推定するため、3 次多項式 (40°C では 2 次多項式) を適用して最小二乗法により吸湿等温線を決定し、その回帰式の係数を同表中に示した。等温線と測定値との偏

差は、低温高湿域で 0.4% 程度となる場合もあるが、全体数の 8 割は 0.1% 以内に収まり、比較的精度の高い近似が得られた。したがって、以後は等温線上の値を用いて解析を行った。

針葉樹合板の EMC は、供試パネルの中で最も高くなる傾向を示した。パネル間の EMC 比較の一例として、20°C の EMC を針葉樹合板に対する割合で示したのが Table 3 である。それを 40~90% RH の平均値で見ると、PB、南洋材合板、MDF、OSB の順に吸湿性は小さく、針葉樹合板に比べてそれぞれ、5~7%、8~11%、20~24%、および 25% 程度低い値を示した。ただし、相対湿度によっても吸湿性の差は異なった。すなわち、PB と MDF では、針葉樹合板との差が高湿域で大きくなる傾向があり、逆に OSB では低湿域で差が大きくなった。

パネルの種類で吸湿性が異なる要因には、原料樹種の吸湿性の差異、製造過程での熱履歴の差異、接着剤や添加物の吸湿性の差異などが挙げられる。しかし、供試パネルは市販製品であるため、その要因を詳しく分析するのは難しい。ただし、一般に PB や MDF などのマット成形材料は合板よりも高い熱圧温度で成板されるため、原料の吸湿性低下が大きくなること⁴⁾、アスペン（供試 OSB の原料樹種）を用いた PB は低湿域での吸湿性が著しく低い⁹⁾ などの知見から判断すると、ここで得られた吸湿性の序列はほぼ妥当な結果と言えよう。

3.2 脱湿等温線

まず、脱湿過程の起点含水率である 10°C・96% RH の EMC に着目する。興味深いことに、その EMC は吸湿過程の温度が高いほど低くなる傾向を示した (Fig. 2)。すなわち、この結果には、温度

Table 2. EMCs measured under sorption processes and regression coefficients of equations fitted to them.

Samples	Temp. (°C)	EMCs observed (%)						EMC = $a \cdot RH^3 + b \cdot RH^2 + c \cdot RH + d$				
		Relative humidities (RH)						a	b	c	d	
		11 %	31-33 % ^{a)}	42-43 % ^{b)}	51-57 % ^{c)}	75-76 % ^{d)}	85-87 % ^{e)}	95-96 % ^{f)}	($\times 10^{-4}$)	($\times 10^{-4}$)		
PB(P)	10				9.1	12.0	13.9	18.6	4.26	-930	6.83	-157.2
	20		6.1	7.6	8.8	11.3	13.2	16.0	0.479	-78.9	0.53	-4.6
	30	3.7	5.9	6.6	7.1	9.5			0.193	-24.9	0.18	2.0
	40	3.3	5.5	6.4					—	-9.36	0.15	1.8
PB(M)	10				8.6	11.4	13.5	18.1	3.82	-825	6.02	-137.2
	20		6.4	7.9	8.9	11.5	13.3	16.6	0.576	-93.8	0.60	-5.3
	30	3.5	5.6	6.3	6.9	9.0			0.16	-21.1	0.16	1.9
	40	3.2	5.3	6.2					—	-9.11	0.14	1.7
PB(U)	10				8.5	11.1	13.4	17.9	3.12	-664	4.80	-107.1
	20		6.4	7.8	8.8	11.3	13.1	16.4	0.584	-95.1	0.60	-5.3
	30	3.4	5.5	6.2	6.8	8.8			0.149	-20.3	0.16	1.9
	40	3.1	5.2	6.0					—	-7.39	0.13	1.8
OSB	10				6.2	9.7	13.4	20.4	4.48	-936	6.65	-152.0
	20		4.3	5.3	6.4	9.5	12.0	16.8	0.752	-112	0.64	-7.3
	30	2.3	3.8	4.3	4.8	6.7			0.119	-13.4	0.11	1.3
	40	2.0	3.5	4.3					—	-2.52	0.09	1.1
MDF(M)	10				7.2	9.2	10.8	15.4	4.43	-962	6.98	-160.3
	20		5.7	6.7	7.5	9.4	11.1	13.8	0.484	-76.5	0.47	-3.1
	30	3.5	5.3	5.8	6.2	7.9			0.174	-23.7	0.16	2.0
	40	2.8	4.6	5.2					—	-7.64	0.12	1.6
MDF(U)	10				6.7	8.6	10.6	15.4	3.84	-818	5.85	-132.1
	20		5.3	6.3	7.0	8.8	10.5	13.8	0.659	-105	0.61	-5.8
	30	3.1	4.8	5.3	5.6	7.2			0.23	-30.75	0.18	1.5
	40	2.7	4.2	4.9					—	-5.59	0.10	1.7
LP(P)	10				7.8	11.0	14.1	19.2	2.62	-538	3.82	-83.8
	20		5.8	7.0	8.0	10.6	13.0	17.1	0.709	-109	0.64	-6.0
	30	3.0	5.0	5.7	6.2	8.1			0.142	-19.75	0.16	1.5
	40	3.0	5.0	5.8					—	-9.252	0.14	1.5
LP(M)	10				8.2	11.2	13.8	17.7	1.78	-366	2.64	-56.6
	20		6.1	7.4	8.4	11.1	13.4	17.1	0.629	-98.04	0.60	-5.2
	30	3.2	5.3	6.0	6.5	8.6			0.202	-27.4	0.19	1.4
	40	3.0	5.1	5.9					—	-7.68	0.13	1.6
NP	10				9.1	12.3	15.0	20.7	4.46	-957	6.94	-158.2
	20		6.8	8.3	9.4	12.1	14.5	19.0	0.89	-144	0.86	-9.0
	30	3.6	5.8	6.6	7.2	9.5			0.182	-24.3	0.18	1.8
	40	3.5	5.7	6.6					—	-9.22	0.15	2.0

^{a)} 33% (20, 30°C), 31% (40°C) ^{b)} 43% (20, 30°C), 42% (40°C) ^{c)} 57% (10°C), 55% (20°C), 51% (30°C)

^{d)} 76% (10°C), 75% (20, 30°C) ^{e)} 87% (10°C), 85% (20°C) ^{f)} 96% (10°C), 95% (20°C)

が高いほど吸湿等温線は下方に位置することが反映している。そのメカニズムは不明であるが、吸湿過程の温度がこの含水状態における毛管凝縮の程度や、そこに至るまでの吸着点の新生の程度に何らかの差異をもたらすものと考えられる。

脱湿過程における EMC の測定結果を Table 4 に示す。吸湿過程と同様、EMC は相対湿度が同じであれば温度上昇とともに低下する傾向が見て取れる。また、吸湿等温線と同様な方法で脱湿等温線を決定し、その回帰式係数を同表中に示した。脱湿等

温線は吸湿等温線とほぼ等しい近似精度で得られたため、以後の解析は等温線上の値を用いて行った。

パネル間の EMC 比較の一例として、吸湿過程の場合と同様に 20°C での EMC を針葉樹合板に対する割合で示したのが Table 5 である。その値を 40~90% RH の平均値で見ると、南洋材合板, PB, OSB, MDF の順に小さく、針葉樹合板に対してそれぞれ、3%, 5~7%, 11%, および 18% 程度低い値を示した。しかし Table 3 と比較すると、針葉樹合板との EMC 差は脱湿過程の方が吸湿過程より

Table 3. Differences of EMCs under the sorption process at 20°C among various types of panels (indices where the softwood plywood sample equals 100).

Samples	—Relative humidities—						Averages
	40%	50%	60%	70%	80%	90%	
PB(P)	91	93	96	96	94	89	93
PB(M)	95	96	97	97	95	91	95
PB(U)	93	94	95	95	93	89	93
OSB	65	67	71	76	82	87	75
MDF(M)	82	81	81	80	78	75	80
MDF(U)	77	76	75	75	75	75	76
LP(P)	85	86	87	90	92	92	89
LP(M)	89	90	92	93	93	92	92

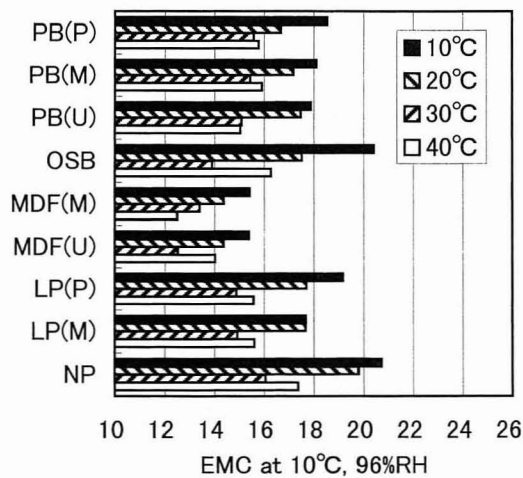


Fig. 2. The final EMCs (10°C, 96%RH) of the samples experienced sorption processes at different temperatures.

も小さくなる傾向が認められた。これは、次節で言及するように、吸脱湿ヒステリシスがパネル間で異なることに起因している。

3.3 吸脱湿ヒステリシス

Table 2とTable 4を対比すると、脱湿過程のEMCは吸湿過程のそれよりも若干高くなるのが全ての温湿度条件で認められる。いわゆる吸脱湿ヒステリシスであるが、測定温度20~40°Cの場合、脱湿過程の起点を異なる温度(10°C)でのEMCとしたため、ヒステリシスを厳密に論じることはできない。そこで、測定温度10°Cに着目し、ヒステリシスループ上の脱湿含水率に対する吸湿含水率の比を算出したのがTable 6である。この値が小さいほどヒステリシスは大きくなる。いま、60~90%RHでの平均値は0.65~0.81の範囲にあり、木材素材の値

(常温, 10~95%RHで0.8~0.9, 平均約0.85)¹⁰と比べて小さくなった。既往の研究でも、PBやMDFの吸脱湿ヒステリシスが木材素材に比べて大きいことを指摘されており⁹、本実験の結果はそれと定性的に一致している。また、ヒステリシスの大きさをパネル間で比較すると、OSB>MDF>LP>PB>NPとなった。

これらの事実より、木質パネルは木材素材よりもヒステリシスが大きく、パネルの中でも製造過程の熱の影響が大きいマット成形材料の方が合板よりもヒステリシスが大きくなる傾向があると言える。また、ヒステリシスは中湿域に比べて低湿および高湿域で小さいことが木材素材で認められているが¹⁰、本実験で用いた木質パネルでも同様な傾向が見られた(Table 6)。

3.4 含水率変化の試算

実用環境下の温湿度がFig.1に示した範囲内(95%RHを超える領域は除外)にあるとき、任意の温湿度で供試パネルが取り得る含水率の最小値は、得られた吸湿等温線から推定できる。一例としてPB(P)の吸湿等温線をFig.3に示すが、これらを通る平滑な曲面上のEMCがその最小値となる。同様に、取り得る含水率の最大値は、脱湿等温線を通る曲面上のEMCであり、実際の含水率は二つの曲面の間で推移すると言える。ただし、これはパネルがこの温湿度範囲全般の履歴を持つ場合である。温湿度範囲が狭まる場合、含水率はそれに応じて形成される内側の二曲面内を推移することになる。

実際の温湿度変化範囲は、使用部位などの諸条件により千差万別である。ここでは、便宜的に下記の2種類の変化範囲(対象とした温湿度範囲のうち、最大と中庸)を設定し、パネル含水率の変化を試算した。

最大: 40°C・10%RH ⇔ 10°C・95%RH

中庸: 30°C・30%RH ⇔ 10°C・85%RH

前者は、日射による温度変化の大きい屋根下地や外壁下地、あるいは床暖房のフローリングなどの部位が、後者は比較的温湿度変化の大きな部屋の内装下地などの部位が想定される。試算結果をFig.4とFig.5に示す。含水率変化幅は、パネル全体で見ると前者で12~17%、後者での5~9%となった。それをパネル間で比較すると、両者とも、MDF<PB≒LP<NP≒OSB、となる傾向が認められ、MDFの吸湿性の低いことが特徴的に現れている。

Table 4. EMCs measured under desorption processes and regression coefficients of equations fitted to them.

Samples	Temp. (°C)	EMCs observed (%)							EMC = $a \cdot RH^3 + b \cdot RH^2 + c \cdot RH + d$			
		Relative humidities (RH)							a ($\times 10^{-5}$)	b ($\times 10^{-2}$)	c	d
		11 %	31-33 % ^{a)}	42-43 % ^{b)}	51-57 % ^{c)}	75-76 % ^{d)}	85-87 % ^{e)}	95-96 % ^{f)}				
PB(P)	10				12.0	15.3	17.2	18.6	-8.13	1.81	-1.15	34.1
	20		8.6	10.1	11.9	14.6	15.8	16.7	-0.468	0.0357	0.148	3.4
	30	4.4	6.4	7.5	8.5	9.5			-3.82	0.433	-0.0414	4.4
	40	3.8	6.2	7.3					—	-0.0677	0.150	2.2
PB(M)	10				11.9	15.2	17.6	18.1	-29.0	6.51	-4.59	115.7
	20		8.8	10.4	12.2	15.0	16.4	17.3	-0.853	0.120	0.0959	4.7
	30	4.1	6.0	7.2	8.0	9.4			-2.94	0.340	-0.0170	3.9
	40	3.7	6.1	7.1					—	-0.06	0.141	2.3
PB(U)	10				11.7	15.2	16.5	17.9	1.11	-0.358	0.496	-6.6
	20		8.8	10.3	12.1	15.0	16.5	17.6	-0.728	0.109	0.0989	4.6
	30	4.1	6.0	7.1	8.0	9.3			-3.09	0.358	-0.0238	4.0
	40	3.7	5.9	6.9					—	-0.0389	0.124	2.4
OSB	10				10.9	15.3	17.8	20.4	-5.70	1.35	-0.810	24.0
	20		7.3	8.9	11.0	14.6	16.5	17.8	-1.74	0.324	-0.0151	4.9
	30	3.1	4.7	5.6	6.6	7.6			-3.60	0.428	-0.0606	3.3
	40	3.0	5.1	6.1					—	-0.0348	0.118	1.7
MDF(M)	10				10.2	13.2	14.5	15.4	-2.97	0.567	-0.209	9.5
	20		7.8	9.1	10.7	12.8	13.7	14.4	-0.471	0.0323	0.127	3.5
	30	4.0	5.6	6.5	7.3	8.2			-2.83	0.327	-0.0285	4.0
	40	3.3	5.2	6.1					—	-0.0535	0.120	2.0
MDF(U)	10				10.1	13.2	14.5	15.4	-5.11	1.04	-0.540	16.9
	20		7.8	9.1	10.6	12.8	13.7	14.5	-0.0514	-0.0430	0.170	2.6
	30	3.7	5.2	6.1	6.8	7.8			-2.51	0.289	-0.0198	3.6
	40	3.2	5.1	6.0					—	-0.0529	0.118	2.0
LP(P)	10				12.0	16.3	17.7	19.2	4.77	-1.26	1.24	-26.0
	20		8.4	10.1	12.3	15.5	16.9	17.8	-1.47	0.208	0.0817	3.9
	30	3.6	5.4	6.4	7.4	8.5			-3.52	0.413	-0.0469	3.7
	40	3.4	5.8	6.9					—	-0.0415	0.134	2.0
LP(M)	10				11.7	15.1	17.1	17.7	-20.8	4.58	-3.14	80.2
	20		8.6	10.3	12.4	15.6	16.9	17.7	-1.59	0.231	0.0633	4.6
	30	3.9	5.8	6.9	7.9	8.8			-4.09	0.468	-0.0560	4.0
	40	3.5	5.9	7.0					—	-0.0447	0.136	2.1
NP	10				11.8	15.6	18.4	20.7	-15.7	3.67	-2.58	68.7
	20		9.0	10.5	12.4	15.9	17.8	19.8	0.0580	0.0395	0.116	4.8
	30	4.3	6.3	7.3	8.3	9.8			-2.88	0.337	-0.0139	4.1
	40	4.0	6.3	7.4					—	-0.0650	0.144	2.5

^{a)} 33% (20, 30°C), 31% (40°C) ^{b)} 43% (20, 30°C), 42% (40°C) ^{c)} 57% (10°C), 55% (20°C), 51% (30°C)

^{d)} 76% (10°C), 75% (20, 30°C) ^{e)} 87% (10°C), 85% (20°C) ^{f)} 96% (10°C), 95% (20°C)

Table 5. Differences of EMCs under the desorption process at 20°C among various types of panels (indices where the softwood plywood sample equals 100).

Samples	—Relative humidities—						Averages
	40%	50%	60%	70%	80%	90%	
PB(P)	96	96	95	93	90	87	93
PB(M)	98	98	98	96	93	90	95
PB(U)	98	98	97	96	94	91	95
OSB	83	87	90	92	92	91	89
MDF(M)	87	86	85	82	79	75	82
MDF(U)	87	86	84	82	79	75	82
LP(P)	95	98	99	99	96	92	97
LP(M)	97	99	100	99	97	92	97

Table 6. The ratios of EMCs under the sorption process to those under the desorption process at 10°C.

Samples	—Relative humidities—				Averages
	60%	70%	80%	90%	
PB(P)	0.80	0.82	0.78	0.86	0.81
PB(M)	0.78	0.78	0.71	0.80	0.77
PB(U)	0.73	0.73	0.73	0.84	0.76
OSB	0.58	0.61	0.63	0.78	0.65
MDF(M)	0.73	0.72	0.68	0.79	0.73
MDF(U)	0.68	0.67	0.64	0.78	0.69
LP(P)	0.63	0.64	0.69	0.83	0.70
LP(M)	0.70	0.71	0.71	0.81	0.73
NP	0.82	0.82	0.76	0.84	0.81

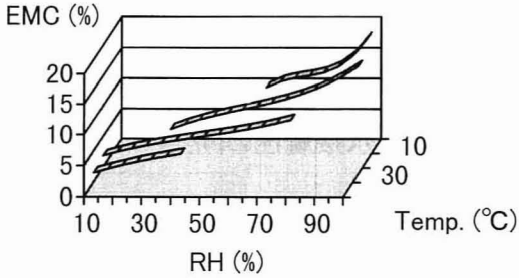


Fig. 3. Sorption isotherms obtained for PB(P).

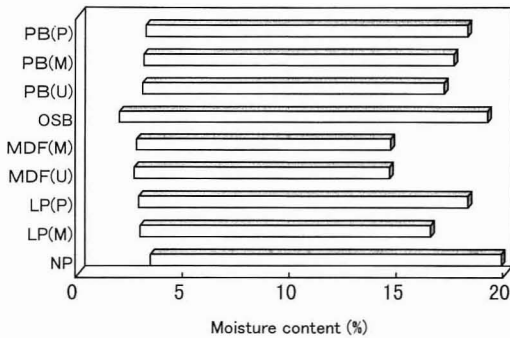


Fig. 4. Calculated changes of moisture content during cyclic exposure between 40°C, 10%RH and 10°C, 95%RH.

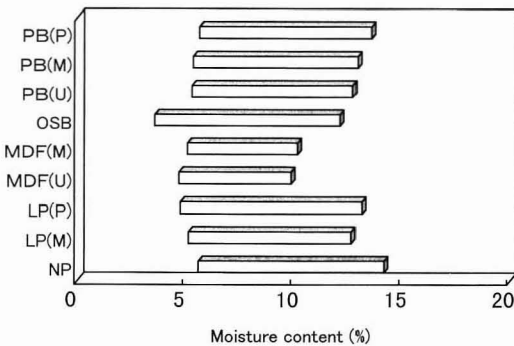


Fig. 5. Calculated changes of moisture content during cyclic exposure between 30°C, 30%RH and 10°C, 85%RH.

4. まとめ

本研究では、木質パネルの実用環境下での含水率変化の把握に必要な EMC データの整備を主目的とし、居住環境に近い温湿度範囲を設定して各種市販

パネルの吸湿および脱湿等温線を測定した。ただし、脱湿過程の起点は、設定した温湿度中で最大の EMC を与える 10°C・96% RH に統一した。

その結果、以下のような吸湿性の特徴が認められた。①吸湿過程での EMC の序列は、針葉樹合板>PB>南洋材合板>MDF>OSB となったが、脱湿過程での序列は、パネルの吸脱湿ヒステリシスの差異に起因して若干異なった。②木質パネルの吸脱湿ヒステリシスは木材素材よりも大きく、特に OSB と MDF で顕著であった。③脱湿過程の起点含水率は吸湿過程の温度に依存した。

また、得られた吸脱湿等温線を用いて実用環境下での含水率変化を試算したが、含水率の変化幅は MDF が最小であった。本研究で整備された EMC データは、木質パネルの実用環境下での含水率変化を推定する際、有用な基礎資料となる。

謝 辞

本研究は、木質ボード懇話会に設置された「LE プロジェクト」の一部として行われた。試料提供にご協力頂いた日本繊維板工業会および各社に謝意を表します。

文 献

- 1) Kollmann, F.: "Holzspanwerkstoffe", Springer-Verlag, 1966, p. 546.
- 2) 関野 登, 八木沢直久: 岩手大農報 19, 307-317 (1990).
- 3) 信田 聡: 木材学会誌 37, 981-985 (1991).
- 4) Sekino, N., Irle, M.: *Mokuzai Gakkaishi* 42, 43-50 (1996).
- 5) 池山道高, 高谷政広, 浜田良三: 第42回日本木材学会大会研究発表要旨集, 名古屋, 1992, p. 539.
- 6) 須藤哲也, 辻本吉寛, 大羽伸和, 作野友康: 木材工業 51, 64-68 (1996).
- 7) 宮本康太, 鈴木滋彦: 木材工業 52, 342-347 (1997).
- 8) 関野 登, 末松充彦, 安井悦也: 木材工業 53, 408-412 (1998).
- 9) Suchsland, O.: *Forest Products Journal* 22 (11), 28-32 (1972).
- 10) 福山万治郎: "新訂 基礎木材工学", 杉原彦一他共著, フタバ書店, 1979, pp. 69-70.