

乾湿繰り返し条件での市販ボードの 曲げクリープ特性 (第1報)

- 短期クリープ試験による長期クリープたわみの予測 -

堀江 秀夫

The Flexural Creep Behavior of Commercial Wood-Based Panels under Cyclic Relative Humidity () -Prediction of Long-Term Creep Deflection by Short-Term Creep Test-

Hideo HORIE

Five commercial panels (hardwood plywood, softwood plywood, OSB, particleboard, and fiberboard) and trail strand-particle board were tested for ten cycles and 170 days for flexural creep under cyclic relative humidity at 20 .

The results indicated that creep deflections after ten cycles could be predicted by regression curves of the data from three cycles (time period of one cycle was 28days).

Key words : 木質ボード, クリープ, 乾湿繰り返し, クリープたわみ
wood-based panels, creep, cyclic relative humidity, creep deflection

温度20 一定で乾湿繰り返しの非正常環境下で, 厚さ12mmの市販構造用ボード5種類(広葉樹合板, 針葉樹合板, OSB, パーティクルボード, ファイバーボード)と試作ストランドパーティクルボードの170日間10サイクルの曲げクリープ試験を行った。

その結果, 1サイクル28日間の乾湿繰り返し3サイクルのデータから, 回帰曲線により10サイクル後のクリープたわみを予測できることを確認した。

1. はじめに

近年, 建築材料および工法の性能が定量化されてきたことを踏まえて, 1998年には建築基準法の性能規定化が行われた。しかし, 木質ボードにおいては, 乾湿繰り返し環境(非正常環境)における曲げクリープ性能に関する研究は少なく, その性能が定量化されていないのが実態である。また, 最近では合板に替わりOSB(配向性パーティクルボード)パーティクルボード(PB), ファイバーボード(FB)などの木質ボードが構造用途に使われるようになり, 床下地用途では, 実際の使用環境を想定した非正常環境で

の曲げクリープ性能が重要な設計データとなっている。

こうしたことから, 木質ボードを建築材料として適切に使って行くためには, 実際の使用環境(非正常環境)を想定した木質ボードの曲げクリープ試験を行い, 長期曲げ性能に関する設計データを蓄積することが急務となっている。このため, 市販構造用ボードの非正常環境での曲げクリープ試験を行い, 短期間の試験結果から長期曲げクリープたわみを予測し, 木質ボードが最も厳しい長期の非正常環境において初期たわみの何倍たわむかという設計指標の

第1表 供試ボードの種類

Table 1. Description of the tested panels.

ボードの種類 Panel type	記号 Panel Symbol	公称厚さ Nominal thickness (mm)	実測密度 Actual density (g/cm ³)	JISまたはJASの等級 Classification by JAS/JIS	樹種 Species	製造国 Manufacturing nation	
市販品 Commercial products	広葉樹合板 Hardwood plywood	12HPW1	12	0.63	特類2級 (5プライ) Type special, Class 2 (5ply)	南洋材 Tropical wood	インドネシア Indonesia
	針葉樹合板 Softwood plywood	12SPW1	12	0.61	類2級 (5プライ) Type , Class 2 (5ply)	ダフリカカラマツ Dahurian larch	日本 Japan
	OSB	12OSB1	12	0.66	3級(液体フェノール樹脂ストランド長112mm) Class 3 (Liquid PF, Strand length 112mm)	SPF,アスペン SPF, Aspen	カナダ Canada
	PB	12PB1	12	0.79	M-18 Type M-18		日本 Japan
	FB	12FB1	12	0.66	MDF, M-25 MDF, Type M-25		日本 Japan
試作品 Trial products	ストランドパーティクルボード ^{a)} Strand-particle board ^{a)}	12SPB1	12	0.63	接着剤添加率：表層10%，心層10% Resin content : Face 10%, core10% ワックス添加率：表層1.0%，心層1.0% Wax content : Face 1.0%, Core 1.0% ストランドの樹種：トドマツ Strand species : Todomatsu (<i>Abies sachalinensis</i>) ストランドの寸法：0.5×24×100mm Strand size : 0.5×24×100mm		

注：a)：配向度：無配向，層構成：表層：心層：表層 = 1:4:1，接着剤 = メラミン・ユリア共縮合樹脂

Note : a) : Forming : Non-oriented ; Construction : Face : Core:Face=1:4:1 ; Resin:Melamine urea formaldehyde.

検討に着手した。

本報では、温度20℃一定で乾湿繰り返し非定常環境で、厚さ12mmの市販構造用ボードの170日間10サイクルの曲げクリープ試験を行った。この結果から、短期間の曲げクリープ試験結果を外挿することにより、10サイクル後の曲げクリープたわみが予測可能かを検討した。

2. 供試ボードと材質試験

第1表に示した市販構造用ボード5種類(3×6尺、各3枚)と、ストランド・パーティクルボード(表層ストランドおよび心層パーティクルの無配向三層構成ボード、略記号SPB)の厚さ12mm試作品(90×80cm、2枚)の計6種類のボードを材質試験に供試した。

各ボードから、ボード長手方向と平行に幅5×長さ50cmの試験片を連続して木取り隣接部位のものを4点曲げ試験片、曲げクリープ試験片、含水率・厚さ変化測定片、およびJIS A 5908-1994「パーティクルボード」による基礎的な材質試験片とした。

供試ボードの材質試験結果は、第2表のとおりである。なお材質試験は、試験片を20℃相対湿度65%恒温恒湿室内で調湿したのち行った。常態曲げと湿

潤時曲げB(2時間煮沸、常温水中1時間浸せき)は、ボード1枚当たり3試験片の平均値で示した。また、はく離強さと吸水厚さ膨張率(1日および7日間水中浸せき)は4試験片の平均値で示した。

4点曲げ試験はクリープ試験片と同じ3等分点2点荷重方式で行い、3試験片の平均として求めたヤング係数および曲げ強さを、クリープ試験片の初期ヤング係数および曲げ強さとした。

すべての曲げ試験は、合板は上質な単板面(フェース)を、OSBは網目のついた面を、PBとFBは購入時の上面を、試作SPBは製造時の上面を、それぞれ荷重面(上面)として試験した。また、当て板は用いずに直径20mmの丸鋼を支点および荷重点とした。

3. 曲げクリープ試験方法

3.1 曲げクリープ試験の荷重条件

曲げクリープ試験は、材質試験と同じ試験片寸法、3等分点2点荷重、荷重面、支点条件で行った。

曲げクリープが問題となる用途は一般住宅の床下地材であるため、曲げクリープの荷重条件は、供試ボードの種類や厚さに関係なく法定の積載荷重と床根太間隔を想定すべきである。このため、積載荷重は、建築基準法施行令で定められた住宅床の積載荷

第2表 供試ボードの材質

Table 2. Mechanical properties of the tested panels.

ボード 記号	ボード 番号	4点曲げ試験				JISの3点曲げ試験								JISの吸水厚さ膨張率試験						
		4-point bending test				3-point bending test								Thickness swelling test						
		常態				by JIS A 5908								by JIS A 5908						
		Air-dry condition				Air-dry condition				湿潤常態 B		湿潤常態 B/常態		4点曲げ/3点曲げ		JISのはく離試験		吸水厚さ膨張率		
厚さ	密度	ヤング係数	曲げ強さ	密度	ヤング係数	曲げ強さ	密度	ヤング係数	曲げ強さ	密度	ヤング係数	曲げ強さ	ヤング係数	曲げ強さ	密度	はく離強さ	密度	1日開水後	7日開水後	
Thickness	Density	MOE	MOR	Density	MOE	MOR	Density	MOE	MOR	MOE	MOR	MOE	MOR	MOE	MOR	Density	IB	Density	1-day immersing	7-days immersing
(mm)	(g/cm ³)	(GPa)	(MPa)	(g/cm ³)	(GPa)	(MPa)	(g/cm ³)	(GPa)	(MPa)	(GPa)	(MPa)	(GPa)	(MPa)	(GPa)	(MPa)	(g/cm ³)	(MPa)	(g/cm ³)	(%)	(%)
12HPW1	1	12.14	0.708	10.70	52.1	0.670	7.70	54.2	0.702	6.20	41.8	0.81	0.77	1.39	0.96	0.698	1.07	0.685	1.8	3.6
	2	12.09	0.677	7.63	50.2	0.658	5.92	42.6	0.679	5.59	40.5	0.95	0.95	1.29	1.18	0.700	1.24	0.698	1.8	2.8
	3	11.81	0.501	7.83	39.4	0.498	5.45	48.4	0.495	4.74	31.1	0.87	0.64	1.44	0.81	0.513	1.45	0.506	1.3	1.9
12SPW1	1	11.80	0.606	8.84	38.3	0.580	5.97	45.7	0.590	3.38	27.4	0.57	0.61	1.48	0.84	0.598	1.36	0.605	4.4	4.6
	2	11.85	0.614	8.93	41.6	0.613	6.49	46.3	0.628	3.24	22.4	0.50	0.49	1.38	0.90	0.613	1.57	0.620	3.2	4.5
	3	11.75	0.611	10.29	56.8	0.611	5.77	49.2	0.611	4.40	31.6	0.78	0.64	1.78	1.15	0.613	1.31	0.619	4.7	4.9
12CSB1	1	12.57	0.640	6.65	29.6	0.624	3.95	28.3	0.636	1.57	13.3	0.41	0.48	1.68	1.04	0.672	0.44	0.681	7.2	21.5
	2	12.16	0.654	6.21	28.3	0.640	4.03	28.4	0.592	1.51	11.0	0.38	0.39	1.54	0.99	0.646	0.40	0.644	6.5	22.9
	3	11.87	0.673	7.48	33.1	0.643	4.96	31.8	0.628	1.34	12.1	0.27	0.38	1.51	1.04	0.621	0.37	0.620	5.9	22.3
12PB1	1	12.06	0.793	3.89	19.2	0.791	3.58	24.4	0.775	0.74	5.0	0.21	0.20	1.09	0.79	0.775	0.86	0.777	4.2	12.7
	2	12.07	0.781	3.70	19.0	0.789	3.59	24.7	0.776	0.76	5.1	0.21	0.21	1.03	0.77	0.761	0.81	0.750	4.2	12.4
	3	12.05	0.787	3.71	19.9	0.781	3.50	22.5	0.796	0.81	5.6	0.23	0.25	1.06	0.88	0.778	0.84	0.783	4.1	12.5
12FB1	1	12.05	0.645	3.28	30.0	0.633	2.79	31.4	0.646	0.75	7.4	0.27	0.24	1.17	0.96	0.655	0.43	0.646	1.9	6.6
	2	12.02	0.680	3.64	33.4	0.679	3.32	38.2	0.671	0.80	7.8	0.24	0.20	1.10	0.87	0.669	0.44	0.664	1.9	6.7
	3	12.00	0.651	3.37	30.5	0.644	2.88	32.0	0.647	0.73	7.1	0.25	0.22	1.17	0.95	0.648	0.41	0.645	2.0	6.8
12SBI	1	12.53	0.609	4.50	21.3	0.623	3.99	35.1	0.612	1.90	18.5	0.48	0.55	1.13	0.61	0.605	0.75	0.595	4.0	14.1
	2	12.06	0.642	5.04	25.4	0.632	4.31	37.1	0.632	2.26	20.3	0.53	0.58	1.17	0.69	0.638	0.87	0.635	3.7	14.8



第1図 曲げクリープ試験風景
Fig. 1. Creep testing facilities.

重1.77KPa(180kgf / m²)に相当する荷重とした。具体的には、一般的な床根太間隔と同じ45cmをスパン

とし、等分布荷重による最大曲げモーメント値と3等分点2点荷重による最大曲げモーメント値が等しくなる時の荷重29.4N(3kgf)を積載荷重とした。

試験片数は試験環境ごとにボード1枚当たり1片である。市販品は3枚のボードからなるのでボードの種類あたり3片である。試作品は2枚のボードからなるのでボードの種類あたり2片である。

曲げクリープ試験風景を第1図に示す。

なお、試験中の曲げクリープ試験片の含水率と厚さの変化は、曲げクリープ試験片と同一寸法かつ同一環境に置かれた含水率・厚さ変化測定片と同一であると見なした。

3.2 試験環境

1965年から1968年にかけて全国に分布した木材関連試験場の百葉箱・事務室・居室に設置した木片の平衡含水率調査¹⁾が行われ、その結果最大含水率19.9%(岩手県岩手郡滝沢村の百葉箱)最小含水率6.4%(北海道旭川市の事務室)最大含水率と最小含

第3表 曲げクリープ試験の環境条件の種類

Table 3. Type of environmental conditions in creep test.

環境条件の種類 Condition type	試験環境 Environmental condition				1サイクルの期間 Time period of one cycle (d)	繰り返し数 The Number of cycle	試験期間 Total time (d)
	試験前 Before test		試験時 At test				
	定常1 Constant 1	20	65%RH	20			
定常2 Constant 2	20	65%RH	20	90%RH	28	1	28
非定常1 Cyclic 1	20	65%RH	20	40%RH, 20	85%RH	4	170
							5
							1

第4表 非定常環境の実測値

Table 4. Actual cyclic environmental conditions.

環境条件の種類 Condition type	目標条件 Target condition	放湿時の実測環境 Actual condition at moisture desorption		吸湿時の実測環境 Actual condition at moisture adsorption		
		温度 Temperature ()	相対湿度 Relative humidity (%)	温度 Temperature ()	相対湿度 Relative humidity (%)	
		非定常1 20	40%RH, 20 85%RH	平均値 mean	20.4	40
最小値 min.	17.3			34	19.0	79
最大値 max.	21.9			50	21.4	89

水率の差である最大含水率変動幅10.4%(北海道旭川市)と報告されている。このとき、家屋・倉庫・事務室内の年平均含水率は、畳下が最も高く、平均21.0%(18.3 ~ 23.8%)と報告されている²⁾。

床下部材の含水率については、1993年から1994年に調査されたつくば市の住宅(床下地盤面の仕上げ:床下防湿層押えコンクリート)および1993年に調査された鹿児島市の住宅(床下地盤面の仕上げ:床下防湿層のない土間)の報告³⁾がある。床下に吊した木片の含水率は、つくば市の場合最大22.6%、最小9.9%(含水率変動幅12.7%)、鹿児島市の場合最大24.0%、最小12.8%(含水率変動幅11.2%)であった。また、鹿児島市の場合、押入の含水率は、最大18.6%、最小13.1%(含水率変動幅5.5%)であった。

また、1987年から1989年の調査結果として、盛岡市での木造実験住宅(現在の標準的な仕様)の床下地材(12mm厚ラワンコンクリート型枠用合板)の含水率は、最大13.4%、最小10.3%、その差3.1%であった⁴⁾。この調査から、地盤面に防湿層を敷き詰めた現在の木造住宅の標準仕様⁵⁾においては、1階床の床下

地の含水率変動は小さいことが分かる。このことは、床下地材は床仕上げなどにより何らかの被覆された状態にあるためと思われる。これと同様の結果が得られた研究として、相対湿度80%と40%の乾湿繰り返しにおけるパーティクルボードの曲げクリープ試験において、オーバーレイのない素板の含水率変動幅が4%であったのに対して、オーバーレイしたものの含水率変動幅が1%に減少した報告がある⁶⁾。

これらの調査結果から、木質ボードを高含水率が予想される床下地に使用した場合の含水率は、地盤面に防湿層を敷き詰めた現在の木造住宅の標準仕様においては、百葉箱の最大含水率約20%と考えられる。また、低含水率が予想される室内の棚板の含水率は、事務室の最小含水率約7%と考えられる。このときの含水率変動幅は13%となり、これは木質ボードの曲げクリープとしては我が国での最も厳しい環境といえる。平衡含水率曲線からこの平衡含水率に対応した20℃での相対湿度を求めると、含水率20%は相対湿度89%に、含水率7%は相対湿度36%に相当する。このため、今回の試験では、この最も厳し

い条件である高含水率環境として20 相対湿度85 ~ 90% ,低含水率環境として20 相対湿度35 ~ 40 %の繰り返しを非定常環境として採用した。

設定したクリープ試験環境を第3表に示す。標準的な環境(20 相対湿度65%一定)の定常1,高湿度な環境(20 相対湿度90%一定)の定常2,低湿度と高湿度の繰り返し環境(20 相対湿度40%と20 相対湿度85%の繰り返し)の非定常1の3種類である。

なお,非定常1では数か月単位の湿度変動をなるべく短期間で再現するために,1サイクルを28日間(放湿14日+吸湿14日)とする場合と,日または週単位の急激な湿度変動を再現するために,1サイクルを6日間(放湿3日+吸湿3日)とする場合の2期間で試験を行った。1サイクル28日間で4回繰り返したのち,1サイクル6日間で5回繰り返し,さらに,1サイクル28日間で1回繰り返し,ボードが使用される不安定な湿度環境を再現しようと試みた。

非定常1の実測環境を第4表に示す。

なお,すべての供試ボードは,予め20 相対湿度65%の恒温恒湿室内で調湿された状態でクリープ試験を開始した。

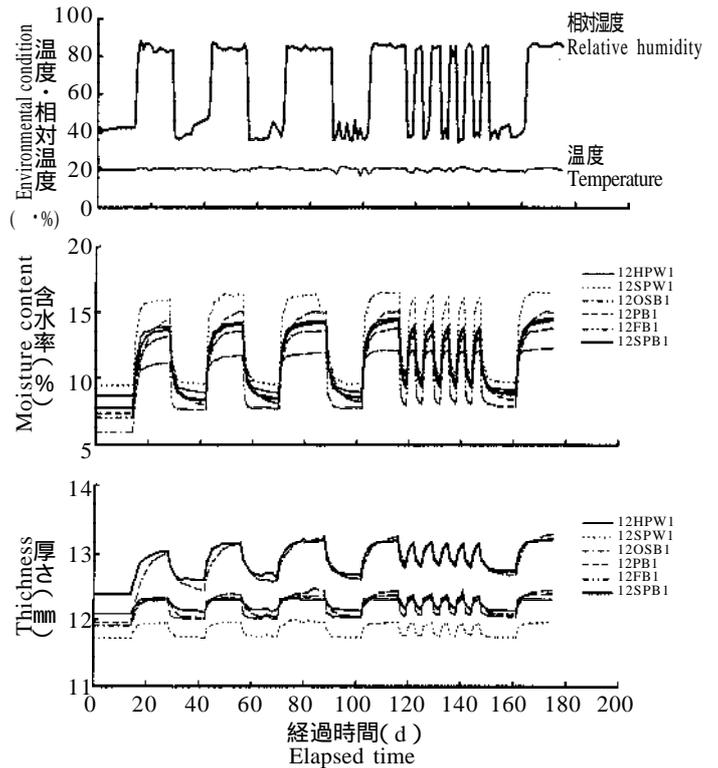
4. 曲げクリープ試験の結果と考察

非定常1の結果として,各ボード1片の試験環境と試験片の含水率・厚さ変化を第2図に示す。今回の試験のように試験片が小さく試験片全面で吸放湿する状態では,環境が変化しても7日間程度で全ボードの含水率は安定し,また厚さもOSBを除けば7日間程度で安定した。

経過時間とクリープたわみの両対数グラフを第3図に示す。含水率および厚さと同様に,環境が変化しても7日間程度で全ボードのクリープたわみは安定していた。

こうしたことから,小試験片の非定常クリープ試験では,放湿14日間+吸湿14日間=28日間で1サイクルすることで十分であることが分かる。

一方,第3図から分かるように,合板(HPW・SPW)・PB・FBでは吸湿時にクリープが進行し,OSBでは放湿時にクリープが進行する傾向を示した。素材のメカノソープティブ挙動⁷⁾では,吸湿から始める場

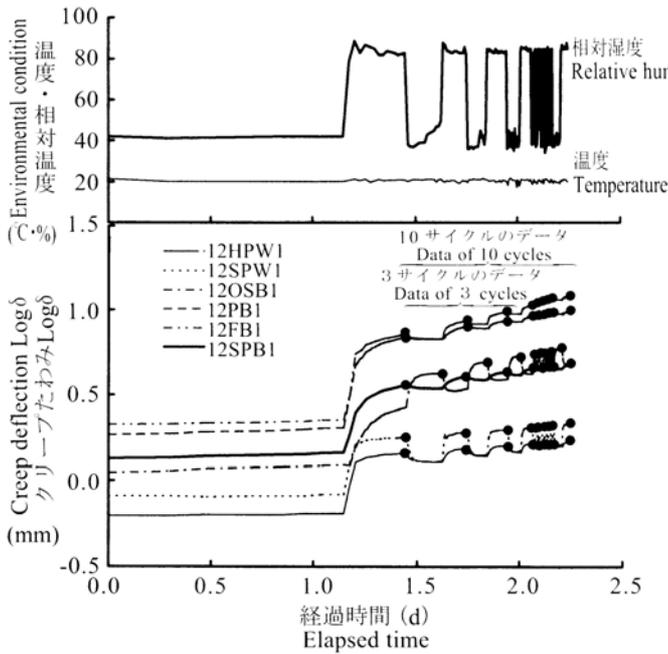


第2図 厚さ12mmボード(No.1)の非定常1クリープ試験における試験環境と供試ボードの含水率と厚さの変化

Fig. 2. Environmental condition, moisture content and thickness of 12mm thickness panels (No.1) under creep test of cyclic 1.

合の第1回目の吸湿時には大きくたわみが増加し 以後の吸放湿の繰り返し過程では,吸湿時にたわみの部分的減少を,放湿時に増加を生じて,結果として繰り返しごとにたわみが増加する。非定常環境でのボードの曲げクリープ試験では,第1回目の吸湿時には大きくたわみが増加することは共通しているものの素材と同じように吸湿時にたわみが部分的に減少および放湿時に増加する場合^{6,8-10)}と,素材とは逆に吸湿時にたわみの増加および放湿時に部分的に減少する場合¹⁰⁻¹⁵⁾がある。パーティクルボード等の再構成材料のクリープ挙動を考える場合,素材としてのエレメント自体の挙動よりも,接着剤の種類と添加率や熱圧工程中の熱と力と水分の履歴などが,ボードの材質変化に大きく影響していると考えられた¹⁵⁻²²⁾。したがって素材のように予測²³⁾が難しいのが現状である。

今回のクリープ試験結果から,第3図に示した各試験環境サイクル中での最大クリープたわみ(黒丸)は両対数グラフでの直線上に良く載っていることから,



第3図 厚さ12mmボード(No.1)の非定常1クリープ試験におけるクリープたわみ(δ)-時間(t)曲線

凡例 ●: 回帰曲線の算出に用いたデータ

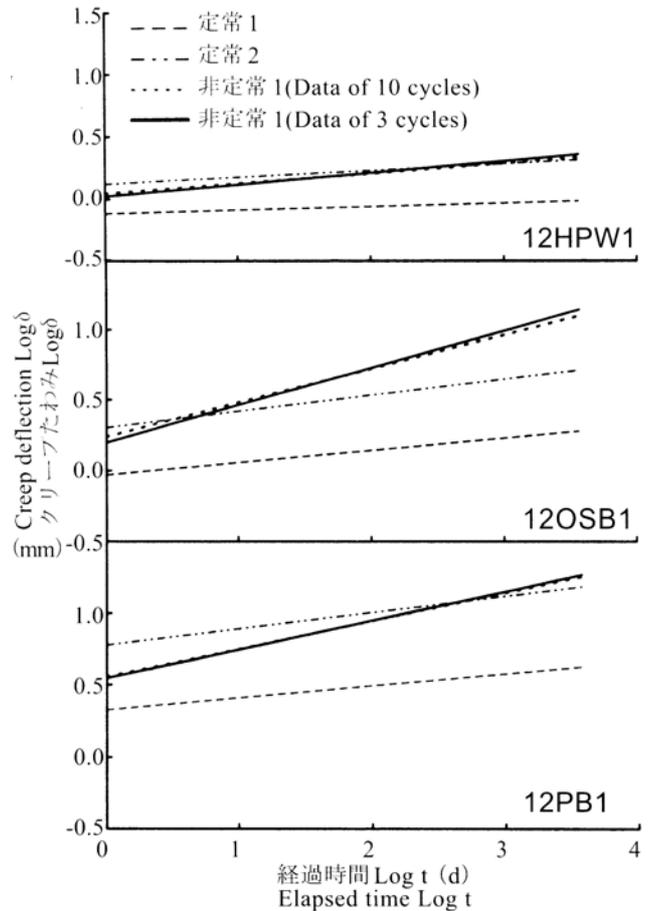
Fig. 3. Creep deflection(δ)-time(t) curves for 12 mm thickness panels(No. 1) under creep test of cyclic 1.

Legend: ●: Data gave the calculation of regression curve

この黒丸の点のデータを用いてべき関数の回帰曲線を求めたのが第5表である。べき関数による回帰曲線は、定常環境²²⁻²⁷⁾ばかりではなく非定常環境^{12,28,29)}の長期クリープにも良く適合するものである。今回の試験でも、この回帰曲線は良く適合している。また、べき関数は、両対数グラフ上では直線となり、logAはy切片、nは傾きを表す。つまり、nの値の大きさが長期クリープたわみの大きさに影響する。このため、非定常1の10サイクルのデータから算出したnと、他の場合のnとの比較値に着目した。

第5表のnの値をみると、どの試験片の場合も、非定常1(10サイクルのデータによる)のn値に近いのは、非定常1(3サイクルのデータによる)であり、定常2および定常1は大きく異なっていた。

つまり、非定常1(3サイクルのデータによる)との比は平均0.99(0.74~1.32)とほぼ1.00に近いことから、非定常環境のクリープにおいて、10サイクルのデータから求めた回帰曲線と初期3サイクルのデータから求めた回帰曲線はほぼ等しいことが分かった。また、定常1および定常2の結果から非定常



第4図 代表的なボードにおける回帰曲線の比較

Fig. 4. Comparison of the regression curves for typical panels.

1の結果を予測できないことが分かった。

代表的なボード3種類(HPW, PB, OSB)の1試験片を用いて、試験環境の違いと回帰曲線の傾向について表示したのが第4図である。非定常環境のクリープにおいて、10サイクルのデータから求めた回帰曲線と初期3サイクルのデータから求めた回帰曲線はほぼ等しいことが明らかになった。また、吸湿時にクリープが進行するボード(HPW, PB)の場合は、高湿度定常環境(定常2)と非定常環境(非定常1)のクリープたわみにあまり差は生じないが、放湿時にクリープが進行するボード(OSB)の場合は、高湿度定常環境と非定常環境とではクリープたわみに大きな差が生じた。このため、様々な木質ボードの実際の使用条件でのクリープたわみを予測する場合は、高湿度定常環境ではなく、吸放湿が繰り返される厳しい非定常環境の試験によりクリープたわみを確認する必要があることが分かった。

以上の試験結果の考察から、厳しい使用条件にお

第5表 試験環境毎のクリープたわみ回帰曲線(べき関数)^{a)}

Table 5. Regression curves (power function)^{a)} of creep deflection under each environmental conditions.

ボード 記号 Panel symbol	試験環境条件 Environmental conditions	ボード番号1 Panel No.1			ボード番号2 Panel No.2			ボード番号3 Panel No.3					
		回帰曲線の定数 Constant of power function		相関係数 Coefficient of correlation	n非定常(10サイクル) のデータによる n/n of cyclic 1 (data of 10 cycles)		回帰曲線の定数 Constant of power function		相関係数 Coefficient of correlation	n非定常(10サイクル) のデータによる n/n of cyclic 1 (data of 10 cycles)			
		A	n	r	A	n	r	A	n	r			
12HPW1	定常1 Constant 1	0.765	0.028	0.971	0.35	0.878	0.010	0.928	0.19	1.011	0.018	0.949	0.30
	定常2 Constant 2	1.323	0.053	0.985	0.67	0.596	0.045	0.869	0.86	1.462	0.008	0.637	0.14
	非定常(3サイクルのデータによる) ^{b)} Cyclic 1 (data of 3 cycles) ^{b)}	1.059	0.092	0.999	1.17	1.096	0.069	1.000	1.32	1.472	0.045	0.997	0.77
	非定常(10サイクルのデータによる) ^{b)} Cyclic 1 (data of 10 cycles) ^{b)}	1.113	0.079	0.988		1.166	0.052	0.743		1.397	0.059	0.988	
12SPW1	定常1 Constant 1	0.858	0.023	0.987	0.25	0.876	0.018	0.967	0.13	0.853	0.029	0.969	0.36
	定常2 Constant 2	1.632	0.031	0.969	0.33	1.379	0.036	0.971	0.26	1.755	0.024	0.976	0.30
	非定常(3サイクルのデータによる) ^{b)} Cyclic 1 (data of 3 cycles) ^{b)}	1.323	0.090	0.995	0.96	0.900	0.118	0.995	0.86	1.374	0.077	0.995	0.95
	非定常(10サイクルのデータによる) ^{b)} Cyclic 1 (data of 10 cycles) ^{b)}	1.305	0.093	0.993		0.837	0.137	0.992		1.355	0.080	0.987	
120SB1	定常1 Constant 1	0.932	0.087	0.992	0.36	1.104	0.060	0.993	0.22	1.120	0.102	0.992	0.39
	定常2 Constant 2	2.004	0.115	0.992	0.47	1.825	0.107	0.990	0.40	2.319	0.102	0.994	0.39
	非定常(3サイクルのデータによる) ^{b)} Cyclic 1 (data of 3 cycles) ^{b)}	1.577	0.266	0.998	1.09	1.051	0.268	0.999	1.01	1.186	0.268	0.998	1.03
	非定常(10サイクルのデータによる) ^{b)} Cyclic 1 (data of 10 cycles) ^{b)}	1.726	0.243	0.995		1.060	0.266	0.999		1.228	0.260	0.997	
12PB1	定常1 Constant 1	2.112	0.084	0.993	0.43	2.108	0.089	0.994	0.46	1.901	0.105	0.987	0.50
	定常2 Constant 2	6.006	0.114	0.992	0.58	6.093	0.114	0.994	0.59	5.827	0.116	0.994	0.56
	非定常(3サイクルのデータによる) ^{b)} Cyclic 1 (data of 3 cycles) ^{b)}	3.518	0.202	0.999	1.03	4.000	0.186	0.998	0.97	3.751	0.206	0.999	0.99
	非定常(10サイクルのデータによる) ^{b)} Cyclic 1 (data of 10 cycles) ^{b)}	3.607	0.196	0.998		3.895	0.193	0.996		3.729	0.208	1.000	
12FB1	定常1 Constant 1	2.203	0.050	0.980	0.17	1.994	0.051	0.978	0.22	2.048	0.068	0.977	0.22
	定常2 Constant 2	6.847	0.137	0.995	0.47	5.913	0.150	0.997	0.64	6.311	0.141	0.998	0.47
	非定常(3サイクルのデータによる) ^{b)} Cyclic 1 (data of 3 cycles) ^{b)}	2.971	0.266	1.000	0.91	3.513	0.173	0.990	0.74	2.896	0.265	1.000	0.88
	非定常(10サイクルのデータによる) ^{b)} Cyclic 1 (data of 10 cycles) ^{b)}	2.693	0.292	0.998		2.760	0.235	0.946		2.515	0.302	0.996	
12SPB1	定常1 Constant 1	1.653	0.048	0.984	0.32	1.469	0.067	0.985	0.45				
	定常2 Constant 2	2.600	0.097	0.995	0.65	2.856	0.094	0.996	0.63				
	非定常(3サイクルのデータによる) ^{b)} Cyclic 1 (data of 3 cycles) ^{b)}	2.115	0.160	0.998	1.09	2.053	0.164	0.997	1.09				
	非定常(10サイクルのデータによる) ^{b)} Cyclic 1 (data of 10 cycles) ^{b)}	2.223	0.147	0.997		2.164	0.150	0.997					

a) :べき関数の回帰曲線式は次のとおりである。

a) : Regression curve is power function be written as:
= A × Tⁿ

ここに, はクリープたわみ, tは経過時間, Aおよびnは定数である。

where is creep deflection (mm); t is elapsed time (d); A and n are constant.

b) :第3図を参照のこと。

b) : Refer to Fig. 3.

ける木質ボードの長期曲げクリープたわみの予測は、小型試験片による非定常環境での曲げクリープ試験を28日間1サイクルとして3サイクル行うことによりほぼ予測可能であることを確認した。

5. おわりに

厚さ12mmの市販木質構造用ボードの定常環境および非定常環境での曲げクリープ試験結果から、木質ボードの厳しい使用条件におけるクリープたわみを予測するためには、吸放湿が繰り返される非定常環境での試験によりクリープたわみを確認する必要があった。また、28日間を1サイクルとする繰り返し3回で比較的長期の曲げクリープを予測できることを確認した。

この結果に基づき次報では、厚さ12mm以上の市販構造用ボードの非定常環境での曲げクリープ試験を行って、長期曲げクリープ特性を把握する。

文 献

- 1) 寺沢 真, 鷲見博史: 林業試験場研究報告, No. 227, 1-81(1970)
- 2) 寺沢 真, 鷲見博史: 木材工業, 25, 297-303 (1970)
- 3) (財)日本住宅・木材技術センター: “木炭を生かす”, 1997 p.19 - 25.
- 4) 関野 登: 岩手大学農学部演習林報告, No. 21, 85 - 112(1990)
- 5) 住宅金融公庫監修: “公庫木造住宅仕様書の解説”, 1994 p. 27 - 30.
- 6) 岩下 睦: 林業試験場研究報告, No.263, 65-72 (1974).
- 7) 徳本守彦: 木材学会誌, 40, 1157-1164(1994).
- 8) Armstrong, L.D., Grossman, P.U.A.: *Wood Sci. Technol.*, 6, 128-137(1972).
- 9) 瀧野真二郎 ほか3名: 木材学会誌, 35, 625-632(1989).
- 10) Yeh, M. C.; Tang, R.C.; Hse, C. Y.: *Forest Prod.J.*, 40(10), 51 - 57(1990).
- 11) Bryan, E. L.; Schniewind, A. P.: *Forest Prod.J.*, 15(4), 143 - 148(1965).
- 12) Haygreen, J.; Hall, H.; Yang, K.; Sawicki, R.: *Wood and Fiber*, 7(2), 74 - 90 (1975).
- 13) Sutula, P. R.; Moslemi, A.A.: *Forest Prod. J.*, 23(3), 50 - 55(1973).
- 14) 三城昭義, 有馬孝禮, 大熊幹章: 木材工業, 31, 299 - 301(1976).
- 15) 則元 京, 山田 正: 木材研究, No.39, 22-28 (1966).
- 16) Halligan, A. F.; Schniewind, A. P.: *Forest Prod. J.*, 22(4), 41 - 48(1972).
- 17) 鈴木滋彦, 斉藤藤市: 木材保存, 18, 145-152(1992).
- 18) 柳 建, 鈴木滋彦, 斉藤藤市: 木材学会誌, 41, 393 - 398(1995).
- 19) 関野 登, マーク・アール: 木材学会誌, 42, 43 - 50(1996).
- 20) Dinwoodie, J. M.; Paxton, B.H.; Higgins, J.S.; Robson, D. J.: *Wood Sci. Technol.*, 26, 39-51(1991).
- 21) Dinwoodie, J. M.; Higgins, J. S.; Paxton, B. H.; Robson, D. J.: *Wood Sci. Technol.*, 26, 429-448 (1992).
- 22) Tang, R. C.; Pu, J. H.; Price, E. W.: *Forest Prod. J.*, 47(7/8), 100 - 106(1997).
- 23) Mohager, S.; Toratti, T.: *Wood Sci. Technol.*, 27, 49 - 59 (1993).
- 24) 三輪雄四郎, 有馬孝禮, 北原覚一: 木材工業, 25, 314-316(1970).
- 25) 中井 孝: 木材工業, 33, 158 - 160(1978).
- 26) 中井 孝: 木材工業, 33, 247 - 249(1978).
- 27) 斉藤藤市, 池田正行, 小川克己: 木材学会誌, 26, 714 - 718(1980).
- 28) Hall, H.; Haygreen, J.; Neisse, B.: *Forest Prod. J.*, 27(5), 23 - 32 (1977).
- 29) Hall, H.; Haygreen, J.: *Forest Prod. J.*, 28(6), 19 - 22 (1978).

- 利用部 再生利用科 -
(原稿受理: 00.9.18)