

輸入材と特産材の曲げ加工性に関する研究(2)

- 湿潤曲げおよび曲げクリープ試験 -

大久保 勲 北 沢 政 幸
穴 沢 忠 齋 藤 藤 市

木材の曲げ加工にあたっては、加工を容易にするため蒸煮や煮沸などの木材質の軟化前処理をおこなうのが普通である。この試験は軟化前処理をされた材の性質を知るために南洋材と道産材について、前処理の効果をあげるためにあらかじめ材を湿潤状態にしておいて、80℃の熱水中に浸漬した場合の曲げおよび曲げクリープ性質について検討を加えたものである。

1. 供試材料および試験材の形状

南洋材は、ピンタンゴール、ジョンコン、カプール、レッドラワン、ナトー、ラミン、レッドセラヤ、マトア(但し、曲げクリープ試験のみ)の8樹種、道産材はブナ、ヤチダモ、ハリギリ、マカンバ、ミズナラ、イタヤカエデの6樹種である。

径級、産地等は前報のとおりである。試験材の作製にあたっては、25mm厚の気乾柱目板の心材部(但し、ブナは辺材部)から曲げ試験片 $10 \times 10 \times 250$ mm、曲げクリープ試験片 $10 \times 10 \times 420$ mmをそれぞれ二方柱に木取った。試験片作製後、減圧(65mmHg)下で水を1時間注入し、以降、試験時まで水中に保存した。

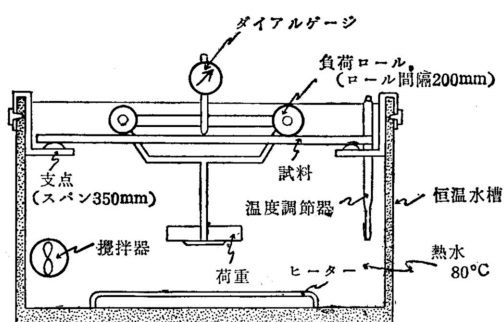
2. 試験方法

2.1 湿潤曲げ試験

湿潤曲げ試験は、水温80℃の恒温水槽中に試験片を0, 2, 4, 6, 12, 24時間浸漬した後とり出して、スパン14cmの中央集中荷重でおこなった。荷重面は木裏とした。曲げたわみは $1/100$ mm目盛り精度のダイヤルゲージを用いてスパン中央部で測定した。試験片の個数は1条件につき3ヶである。また、比較のために各樹種の気乾材試験片(6ヶ)についても同様な曲げ試験をおこなった。試験には能力500kgのオルゼン型万能試験機を使用した。

2.2 湿潤曲げクリープ試験

湿潤曲げクリープ試験は、試験材を水温80℃の恒



第1図 湿潤クリープ試験装置

温水槽中に0, 1, 6, 24時間浸漬してからそのまま80℃の熱水中で第1図に示す4点荷重方式でおこなった。スパン間隔35cm, 負荷ロール間隔20cmで、死荷重は湿潤曲げ試験で求めた各試験材の比例限強さの50%以内に相当する2.8kgで、荷重面は木裏とした。試験片中央部のたわみを $1/100$ mm精度のダイヤルゲージで測定し、負荷直後の弾性たわみ、負荷60分後のクリープたわみ、除負荷後の残留たわみを求めた。試験片の個数は同一条件3ヶである

3. 試験結果および考察

湿潤曲げ試験ならびに湿潤曲げクリープ試験の結果は第1表、第2表および第3表に示すとおりである。

3.1 湿潤曲げ試験

曲げ強さは南洋材も道産材も80℃熱水浸漬処理をおこなうと強度は低下する。南洋材ではラミン、道産材ではマカンバの強度低下が大きい。しかし、曲げ強

度の低下におよぼす浸漬時間の影響は南洋材、道産材の各樹種ともに明らかではなかった。

曲げ比例限度強さも80 熱水浸漬をおこなったものが無処理のものよりは低下している。特に、ミズナラは熱水浸漬による低下が大きく無処理材の半分くらいになる。また、浸漬時間が長くなるとブナとラミンは強度低下が大きくなる傾向がある。他の樹種は浸漬時間による影響が明らかではなかった。

曲げヤング係数もやはり熱水浸漬処理をしたものが無処理材と比較すると低下している。特に、マカンバとミズナラは熱水浸漬による低下が大きく、浸漬時間が長くなると強度が小さくなる。他の樹種は浸漬時間の影響が認められなかった。

破壊たわみは一般的にいて道産材が南洋材より大きい。熱水浸漬処理をおこなうと南洋材のジョンコンを除いて各樹種とも破壊たわみが大きくなる。ハリギ

第1表 南洋材の湿潤曲げ試験結果

樹種	測定項目	熱水処理時間 (h)						気乾材
		0	2	4	6	12	24	
ビンタン ゴール	気乾比重							0.58
	含水率 (%)	114	107	96	105	92	100	12.5
	曲げ強さ (kg/cm ²)	714	620	649	636	675	649	1043
	比例限度強さ (kg/cm ²)	444	359	365	364	405	347	610
	ヤング係数 (ton/cm ²)	90	78	82	74	85	69	107
	破壊たわみ (mm)	5.80	6.29	7.47	6.65	5.42	5.85	5.53
ジョンコ ン	気乾比重							0.52
	含水率 (%)	130	122	125	130	127	138	13.4
	曲げ強さ (kg/cm ²)	674	594	563	552	552	523	838
	比例限度強さ (kg/cm ²)	369	354	331	328	299	319	512
	ヤング係数 (ton/cm ²)	73	76	73	58	64	60	83
	破壊たわみ (mm)	6.09	6.17	5.80	6.23	6.33	6.15	5.28
カブール	気乾比重							0.61
	含水率 (%)	89	81	84	82	81	82	13.1
	曲げ強さ (kg/cm ²)	707	640	634	575	625	584	1015
	比例限度強さ (kg/cm ²)	416	340	327	320	336	317	644
	ヤング係数 (ton/cm ²)	86	77	74	69	76	70	111
	破壊たわみ (mm)	5.34	7.67	6.69	5.85	6.99	6.24	5.61
レッド ラワン	気乾比重							0.59
	含水率 (%)	87	85	84	82	87	88	14.0
	曲げ強さ (kg/cm ²)	716	635	595	616	627	615	950
	比例限度強さ (kg/cm ²)	424	379	367	355	342	357	562
	ヤング係数 (ton/cm ²)	91	82	76	84	78	78	111
	破壊たわみ (mm)	3.93	5.49	4.70	4.75	4.67	4.36	4.95
ナトー	気乾比重							0.61
	含水率 (%)	69	67	70	63	71	73	13.9
	曲げ強さ (kg/cm ²)	654	575	638	601	636	576	1003
	比例限度強さ (kg/cm ²)	353	308	349	314	313	312	619
	ヤング係数 (ton/cm ²)	74	63	70	66	69	70	91
	破壊たわみ (mm)	6.56	7.93	7.20	8.02	8.28	6.23	6.11
ラミン	気乾比重							0.66
	含水率 (%)	98	92	92	93	96	96	11.4
	曲げ強さ (kg/cm ²)	912	768	720	692	689	702	1358
	比例限度強さ (kg/cm ²)	521	445	405	394	342	414	818
	ヤング係数 (ton/cm ²)	127	104	94	93	82	98	153
	破壊たわみ (mm)	5.51	6.24	6.36	6.47	6.99	6.80	5.43
レッド セラヤ	気乾比重							0.40
	含水率 (%)	133	123	111	113	102	110	15.0
	曲げ強さ (kg/cm ²)	475	416	420	414	420	424	643
	比例限度強さ (kg/cm ²)	253	228	236	238	240	253	402
	ヤング係数 (ton/cm ²)	56	53	49	47	50	50	67
	破壊たわみ (mm)	6.87	7.89	8.38	7.62	9.17	8.01	5.27

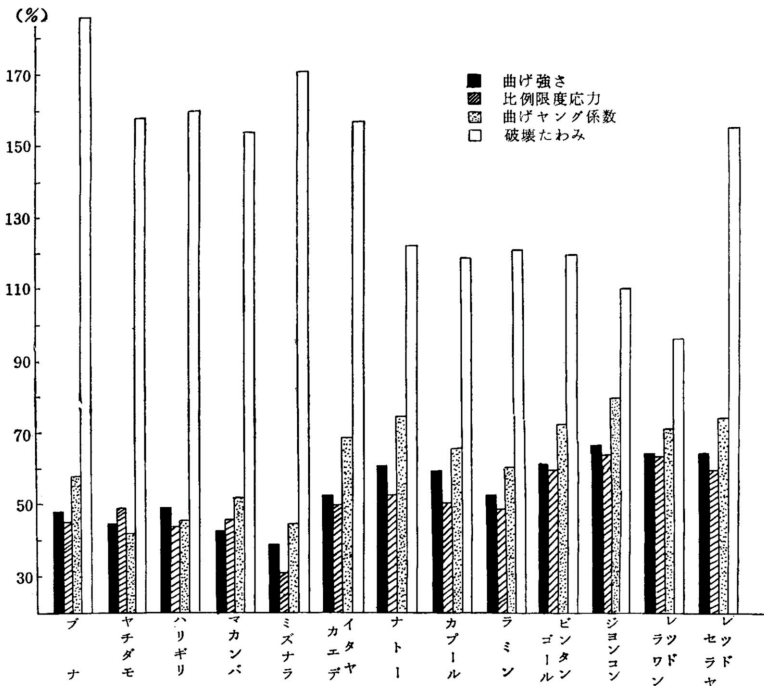
輸入材と特産材の曲げ加工性に関する研究(2)

第2表 道産材の湿潤曲げ試験結果

樹種	測定項目	熱水処理時間(h)						気乾材
		0	2	4	6	12	24	
ブナ	気乾比重							0.56
	含水率 (%)	118	97	93	97	98	106	9.2
	曲げ強さ (kg/cm ²)	637	548	516	520	592	519	1120
	比例限度強さ (kg/cm ²)	367	298	264	280	287	242	609
	ヤング係数 (ton/cm ²)	77	61	56	56	63	61	102
	破壊たわみ (mm)	7.28	9.50	9.50	9.51	10.34	8.32	5.06
ヤチダモ	気乾比重							0.62
	含水率 (%)	112	97	99	102	103	100	11.4
	曲げ強さ (kg/cm ²)	622	491	486	506	536	521	1130
	比例限度強さ (kg/cm ²)	275	206	202	220	236	293	476
	ヤング係数 (ton/cm ²)	65	46	51	50	49	46	115
	破壊たわみ (mm)	8.13	12.67	11.56	11.88	12.61	11.02	7.61
ハリギリ	気乾比重							0.60
	含水率 (%)	97	87	92	90	93	99	11.9
	曲げ強さ (kg/cm ²)	559	492	518	511	546	537	1060
	比例限度強さ (kg/cm ²)	236	189	222	200	217	244	483
	ヤング係数 (ton/cm ²)	58	46	49	50	48	44	101
	破壊たわみ (mm)	10.28	12.35	12.17	12.13	13.93	14.05	8.05
マカンバ	気乾比重							0.66
	含水率 (%)	115	106	107	105	108	115	12.5
	曲げ強さ (kg/cm ²)	757	575	563	550	520	536	1266
	比例限度強さ (kg/cm ²)	411	329	292	326	268	310	662
	ヤング係数 (ton/cm ²)	103	71	71	73	64	58	128
	破壊たわみ (mm)	10.10	11.15	10.98	12.23	7.75	11.34	6.94
ミズナラ	気乾比重							0.72
	含水率 (%)	110	102	113	113	113	106	12.7
	曲げ強さ (kg/cm ²)	489	467	442	451	465	486	1172
	比例限度強さ (kg/cm ²)	320	181	179	175	178	180	572
	ヤング係数 (ton/cm ²)	67	54	42	45	50	45	104
	破壊たわみ (mm)	9.81	12.86	12.96	12.97	13.62	11.97	7.54
イタヤカエデ	気乾比重							0.68
	含水率 (%)	110	101	100	101	101	101	12.8
	曲げ強さ (kg/cm ²)	693	565	574	590	591	583	1088
	比例限度強さ (kg/cm ²)	373	288	289	278	270	301	549
	ヤング係数 (ton/cm ²)	82	63	61	70	66	64	94
	破壊たわみ (mm)	10.49	13.10	11.19	12.02	13.31	12.09	7.81

第3表 湿潤曲げクリープ試験結果

樹種	たわみ (mm)	熱水処理時間 (h)														
		0			1			6			24					
		弾	性	クリープ	残	留	弾	性	クリープ	残	留	弾	性	クリープ	残	留
ブナ	3.08	1.03	0.56	0.56	2.78	0.97	0.45	5.77	9.33	7.41	5.80	7.97	5.59			
ヤチダモ	2.37	0.96	0.53	2.11	1.15	0.56	2.35	0.78	0.40	2.70	1.17	0.65				
ハリギリ	4.94	6.45	5.83	6.87	4.82	5.28	4.97	4.84	4.02	7.12	6.01	5.61				
マカンバ	2.38	0.92	0.51	2.03	0.54	0.42	2.28	0.59	0.47	2.35	0.71	0.34				
ミズナラ	6.95	5.71	3.46	7.85	7.42	5.80	8.43	6.52	4.75	7.40	8.16	5.45				
イタヤカエデ	2.45	1.20	0.76	2.98	1.10	0.62	2.91	1.11	0.66	3.15	1.39	0.72				
ビンタンゴール	2.01	0.98	0.51	2.20	0.84	0.45	2.00	0.71	0.42	2.47	0.96	0.60				
ジョンコン	1.96	0.94	0.43	2.66	0.85	0.69	3.11	1.56	0.66	2.48	0.91	0.61				
カプール	1.77	0.97	0.47	1.90	0.89	0.29	1.96	0.89	0.51	1.92	0.70	0.54				
レッドラワン	1.66	0.75	0.49	1.94	0.72	0.64	1.74	0.56	0.35	1.71	0.59	0.36				
マトア	2.81	1.85	1.39	2.59	1.42	0.81	2.43	1.32	0.72	2.45	1.01	0.51				
ナト	2.22	1.38	1.02	2.46	0.94	0.51	3.04	1.42	0.83	2.16	0.72	0.54				
ラミン	1.44	0.53	0.57	1.40	0.40	0.28	1.63	1.41	0.30	1.65	0.43	0.45				
レッドセラヤ	2.57	0.85	0.52	2.56	0.59	0.43	2.93	0.86	0.62	2.83	0.80	0.57				



第2図 気乾材を基準とした場合の熱水浸漬処理材の曲げ強度性質と破壊たわみ

りは浸漬時間が長くなると破壊たわみが大きくなる。他の樹種は浸漬時間の影響が明らかではない。

熱水浸漬処理材について、各樹種の曲げ性質をみると、南洋材は道産材に較べて、曲げ強さ、曲げ比例限度強さ、曲げヤング係数が大きく、破壊たわみが小さい。即ち、南洋材は道産材と比較するとねばり強さにかけるように思われる。

第2図は気乾試験材の値を100としたときの80 熱水浸漬処理試験材の曲げ強度性質と破壊たわみを示している。曲げ強さは熱水浸漬処理をおこなうと、道産材ではミズナラの強度低下が大きく、イタヤカエデは小さい。その他の樹種は40~50%である。南洋材ではラミンの強度低下が大きく、他の樹種は60~65%である。破壊たわみは気乾材に較べて、道産材ではプナ、ミズナラが大きい。他の樹種は150~160%である。南洋材ではレッドセラヤが大きく道産材と同じくらいである。また、レッドワンが一番小さく、他の樹種は120%前後である。

気乾材と熱水浸漬処理材の曲げ強さと、破壊たわみの比率で熱水浸漬処理による各樹種の軟化程度をみると、道産材ではミズナラが一番大きく、イタヤカエデ

小がさい。南洋材ではレッドセラヤが大きく、レッドワンが小さい。また、南洋材は一般に曲げ強さの低下が小さく、破壊たわみの増大量が小さいので道産材と比較して木材質の軟化程度が劣っている。

3.2 湿潤曲げクリープ試験

荷重を加えた瞬間の弾性たわみは、熱水浸漬処理により増大する。これは熱水浸漬による曲げヤング係数の低下によるものである。クリープたわみは、道産材ではプナ、

ハリギリ、ミズナラが大きい。また、プナとミズナラは熱水浸漬処理をするとクリープたわみが大きくなる。他の樹種では浸漬処理の影響がみられない。南洋材では一般にクリープたわみが小さいが、そのうちでもマトアとナトーが比較的大きい。しかし、どの樹種も熱水浸漬処理の影響がみられない。これは、クリープ試験が80 の熱水中で1時間おこなわれるので、浸漬時間が0であっても結果的に80 の熱水中に1時間浸漬されたことになり、プナとミズナラを除いて、どの樹種もクリープたわみにおよぼす浸漬時間の影響は1時間以上では著しく変わらないことを示している。

残留たわみはクリープたわみと同じような傾向を示している。即ち、道産材のプナとミズナラは熱水浸漬により残留たわみが増大したが、他の樹種では影響はみられなかった。

一般に弾性たわみの大きな樹種はクリープたわみが大きく、残留たわみも大きい傾向がある。即ち、曲がり易い樹種は流動性質にもすぐれ、また、塑性変形も大きいとみることができる。

4. 摘要

木材の曲げ加工に際しておこなわれる軟化処理材の曲げおよび曲げクリープ性質を知るために、南洋材8樹種、道産材6樹種について、湿潤状態で80 の熱水浸漬処理をおこなった場合の曲げおよび曲げクリープ試験をおこなった。

結果を要約すると次のとおりである。

1) 南洋材は道産材に較べて曲げ破壊時のたわみが小さく、ねばり強さにかける。

2) 南洋材は道産材に較べて熱水浸漬処理による曲げ強度性質の低下が小さく、曲げ破壊たわみの増大量が小さい。即ち、熱水浸漬処理による木材質の軟化程度が小さい。

熱水浸漬処理による木材質の軟化の程度は、道産材

ではミズナラが大きく、イタヤカエデが小さい。南洋材では一般に小さいが、そのうちでもレッドセラヤが比較的大きい。

3) クリープたわみと残留たわみにおよぼす熱水処理時間の影響は道産材のブナとミズナラを除いて認められなかった。

4) 一般に曲がり易い樹種は流動性質にすぐれ、塑性変形も大きい傾向がある。

木材部 改良木材科
静岡大学農学部
(原稿受理44.1.17)