



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	合板ガセット接着法による構造接手効率に関する研究(第1報-その2): ラワン合板ガセットに関する基礎試験
Author(s)	宮島, 寛; MIYAJIMA, Hiroshi; 松本, 弘毅 他
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 26(1), 45-55
Issue Date	1968-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/20858
Type	departmental bulletin paper
File Information	26(1)_P45-55.pdf



合板ガセット接着法による構造接手 効率に関する研究 (第1報-その2)

ラワン合板ガセットに関する基礎試験

宮島 寛* 松本弘毅**

Experimental Studies on Efficient of Joint with Glued Plywood Gussets
Report 1-Part 2. Fundamental Tests for Joints with
Glued Lauan-Plywood Gussets

By

Hiroshi MIYAJIMA and Kōki MATSUMOTO

目 次

緒 言	45
材料および方法	46
結果および考察	47
結 言	54
文 献	54
Summary	54

緒 言

さきに¹⁾, シナ合板をガセット板としたばあいの基礎試験として, ガセット板の剛性(厚さ), 母材の剛性, 母材の接合角度およびガセット板の面積に対する接手効率を実験により検討し, 設計のための基礎資料をえた。

ここでは, 一般的に使用される可能性の大きいラワン合板をガセット板としたばあいについて, 母材接合角度を 90°, 母材剛性をほぼ一定にして, 合板ガセット板の剛性および接着面積をそれぞれ変化させて接手効率試験を行ない, シナ合板のばあいとの比較ならびにガセット板の剛性と接着面積との相互作用について検討したものである。

この研究に懇切な指導をいただいた沢田稔教授に深く感謝するとともに, 実験にあた

* 北海道大学農学部林産学科 木材加工学教室 助教授 林学博士

** 北海道大学農学部林産学科 木材加工学教室 助 手

り協力された金盛光男氏(丸玉木材)にお礼を申し上げる。

なお、この研究は41年度文部省総合研究「木質平面材料の力学的性質に関する研究(代表者 沢田稔教授)」の分担「木質ガセット板の構造接手効率」の一部として行なったものである。

材料および方法

母材には断面5 cm×5 cmのアカエゾマツの3層集成材を使用した。前報のばあいと同じく、その組合せはラミナのヤング係数と欠点によりきめた。集成材の製造方法は前報と同じである。ここに使用したアカエゾマツ材は北大雨竜演習林産のもので、比重およびヤング係数は前報のエゾマツ材よりやや大きく、とくにヤング係数において、値の小さいものが少なかった。

ガセット板に使用した合板は前記総合研究のために、北海道立林産試験場に製造依頼したもので、厚さは3, 6, 9, 12および15 mmの5種類、その構成は前報シナ合板のばあいと同じで、同一繊維方向の単板の厚さの合計がほぼ等しく(平衡構成)、3および6 mmが3 ply, 他は5 plyである。これらの合板から図-1に示すような一辺の長さ(a)が15, 17.5および20 cmのガセット板を切りとった。このガセット板と1本の母材との接着面積はそれぞれ12.5×5, 15×5および17.5×5 cm²となる。したがって使用したガセット板は15種類である。このガセット板に用いたラワン合板の構成および性質を表-1に示す。この数値は前報のシナ合板に比べ、比重はやや低いが、曲げヤング係数はやや大きい。

90°試験体の製作および試験方法は前報と全く同じである。また接

手効率においても、前報と同じく2本の母材が完全に接合されたと仮定して計算値を求め、弾性たわみにおいて(実験値)/(計算値)が1以下、最大曲げモーメントにおいて、それが0.7以上のとき、その接手は有効であるとした。

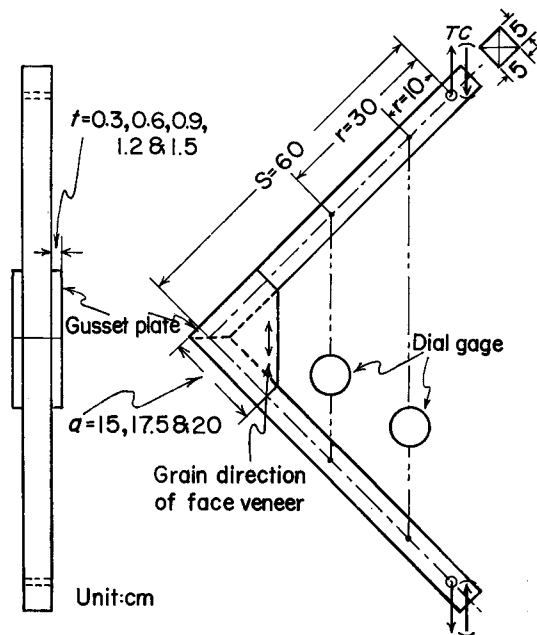


図-1 試験体
Fig. 1. Specimen.

表-1 ラワン合板の構成と性質

Table 1. Construction and some properties of lauan plywood

Thickness, t (mm)		Construction (mm)					Specific gravity r_u	Modulus of elasticity E (10^3 kg/cm^2)	EI ($10^3 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$)	EA (10^3 kg)
Nominal	Measured	(Ratio)								
3	3.20	0.7	1.6	0.8			0.59	124	0.34	39.7
		(1)	(2)	(1)						
6	6.11	1.4	3.2	1.5			0.59	108	2.05	66.0
		(1)	(2)	(1)						
9	9.34	1.5	2.3	1.7	2.1	1.7	0.59	108	7.33	100.9
		(1)	(1.5)	(1)	(1.5)	(1)				
12	12.51	1.9	3.1	2.0	3.1	2.2	0.54	82	13.38	102.6
		(1)	(1.5)	(1)	(1.5)	(1)				
15	15.53	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	0.59	83	25.91	128.9
		(1)	(1.5)	(1)	(1.5)	(1)				

(Remarks) E : in bending, I : moment of inertia when width is 1 cm, A : area of cross section when width is 1 cm.

結果および考察

試験結果を総括して表-2 および 3 に示す。

まず、弾性たわみについてみると、図-2 (a, b) に示すように、その (実験値)/(計算値) はすべて 1 以下であり、接手は有効であると判断される。さらにこの比に関してつぎのように考察される。(1) 圧縮荷重条件の方が引張荷重条件よりも大きくでる傾向がみられるが、これはシナのばあいには明らかでなかったため、必ずしも一般的な傾向とは断定できないであろう。しかし試験体の耐力機構として、接合部の剛性がガセットのみによるのか、それに母材も関係するののかということが、荷重条件によって異なるばあいもあると考えられるので、これらについては今後検討していきたい。(2) たわみ測定位置による差では $r=10 \text{ cm}$ (図-1 参照) で測定したばあいの方が、 $r=30 \text{ cm}$ のばあいよりも大きくでている。これは明らかにガセット板による剛性の増大の影響が後者の方が大きいからである。(3) ガセットの 1 辺の長さ (a) が 15 cm のばあいは、ガセット合板の厚さによる影響はほとんどみられないが、圧縮荷重条件における $a=17.5 \text{ cm}$ および 20 cm のばあいには 3 mm 合板のものの値が大きい。これらはガセットの自由辺の長さが増し、これより厚いものに比べ、座屈に対し弱いためである。(4) ガセットが大きくなれば、この値はいずれのばあいも明らかに減ずる傾向がみられる。このように試験体の剛性に対してはガセットの厚さよりもその面積の影響の方が大きいといえる。

つぎに、たわみの実験値から見かけの剛接点の位置 (S') を求めると、表-2 および 3 に示すように、いずれも 60 cm より小さく、かつガセット板が大きくなれば、その値は小さくなる傾向がみられる。

この弾性たわみに関しては、シナ合板ガセットとの差は明らかでない。

表-2 試 験 結 果

Table 2. Results of test in

Specimen No.	Gusset thickness t (mm)	Gusset length a (cm)	Modulus of elasticity E (10^3kg/cm^2)	Flexural rigidity EI ($10^6\text{kg}\cdot\text{cm}^2$)	$\delta_{r=10}$			$\delta_{r=30}$		
					(1) Exp. ($10^{-3}\text{cm}/10\text{kg}$)	(2) Cal.	(1) (2) $\times 100$ (%)	(3) Exp. ($10^{-3}\text{cm}/10\text{kg}$)	(4) Cal.	(3) (4) $\times 100$ (%)
3-T-1	3	15	96.8	5.06	74.3	107.0	69.4	29.8	44.5	67.0
3-T-2	3	15	100.1	5.73	71.5	94.5	75.7	26.8	42.5	63.1
3-T-3	3	17.5	92.5	4.84	61.9	111.9	55.3	23.7	46.5	51.0
3-T-4	3	17.5	129.0	5.63	63.8	96.2	66.3	28.3	40.0	70.8
3-T-5	3	20	94.8	4.72	60.6	114.8	52.8	19.6	47.7	41.1
3-T-6	3	20	96.0	4.96	61.6	109.2	56.4	19.4	45.4	42.7
6-T-1	6	15	99.7	5.17	74.4	104.8	71.0	27.5	43.5	63.2
6-T-2	6	15	112.0	5.84	68.5	92.8	70.0	25.8	38.5	67.0
6-T-3	6	17.5	92.4	4.84	59.0	111.9	52.7	20.1	46.5	43.2
6-T-4	6	17.5	109.7	5.71	53.3	94.9	56.2	19.1	39.4	48.5
6-T-5	6	20	95.9	4.92	52.3	110.1	47.5	16.6	45.7	36.3
6-T-6	6	20	85.7	4.92	52.4	110.1	47.6	16.0	45.7	35.0
9-T-1	9	15	105.4	5.42	68.3	99.9	68.4	26.7	41.5	64.3
9-T-2	9	15	114.3	5.96	65.2	90.9	68.2	25.1	37.8	66.4
9-T-3	9	17.5	112.8	5.86	59.1	92.4	64.0	19.8	38.4	51.6
9-T-4	9	17.5	101.2	5.27	64.9	102.8	63.1	22.4	42.7	52.5
9-T-5	9	20	107.5	5.19	55.4	104.4	53.1	17.2	43.4	39.6
9-T-6	9	20	107.5	5.76	52.1	94.0	55.4	16.3	40.2	40.5
12-T-1	12	15	102.3	5.36	75.6	101.1	74.8	28.2	42.0	67.1
12-T-2	12	15	121.0	6.29	63.6	86.1	73.9	24.0	35.8	52.6
12-T-3	12	17.5	113.2	5.89	56.5	92.0	61.4	18.4	38.2	57.5
12-T-4	12	17.5	100.6	5.23	61.5	103.6	59.4	20.4	43.0	47.4
12-T-5	12	20	108.7	5.50	48.4	98.5	50.9	15.2	40.9	37.2
12-T-6	12	20	109.6	5.70	49.1	95.0	51.7	15.9	45.0	39.8
15-T-1	15	15	105.1	5.46	68.4	99.2	64.5	23.4	41.2	56.8
15-T-2	15	15	126.6	6.62	57.3	81.8	70.0	23.5	34.0	69.1
15-T-3	15	17.5	108.1	5.63	52.5	96.2	54.6	18.0	40.0	45.0
15-T-4	15	17.5	114.0	5.96	53.5	90.9	58.9	16.9	37.8	44.7
15-T-5	15	20	113.1	5.76	47.7	94.0	50.7	14.0	39.1	35.8
15-T-6	15	20	110.8	5.65	49.5	95.9	51.6	15.8	39.8	39.7

(Remarks) $\delta_{r=10}$: deflection at 10 cm from loading point, $\delta_{r=30}$: do at 30 cm, S' : distance from loading point to apparent rigid joint calculated from measured deflection, sfb : allowable stress intensity in bending for short time service, 180 kg/cm^2 , A: shearing failure in the glue line between the main member and the gusset

(引 張 り 条 件)

tensile loading condition

S'		Ultimate load P_{max}	M_{max}			Modulus of rupture σ_b	$\frac{\sigma_b}{sf_b}$	Type of failure
$\delta_{r=10}$	$\delta_{r=30}$		(5) Exp.	(6) Cal.	$\frac{(5)}{(6)} \times 100$			
(cm)		(kg)	$(10^3 \text{kg} \cdot \text{cm})$			(kg/cm^2)		
53.8	55.4	192.5	8.17	12.03	67.9	395	2.19	A
55.2	55.6	223	9.47	13.83	68.5	455	2.52	A, F, D
50.9	52.6	242	10.27	11.59	88.6	492	2.73	A
51.3	52.5	260	11.04	16.18	68.2	528	2.93	B
49.6	50.6	220	9.34	11.38	82.1	467	2.59	A, F
50.3	49.3	222	9.42	11.98	78.6	453	2.62	A, F
54.2	54.7	223	9.47	12.42	76.2	456	2.53	A
54.8	55.4	254	10.78	13.97	77.2	519	2.86	A
48.6	51.3	312	13.24	11.59	114.2	633	3.51	B
50.6	52.1	296	12.57	13.70	91.8	604	3.35	B
48.1	49.5	261	11.08	11.79	94.0	540	3.00	A, F, B
46.8	48.3	275	11.67	10.61	110.0	565	3.14	A
53.6	54.9	232	9.85	12.96	76.0	480	2.67	A
54.3	55.2	221	9.38	14.30	65.6	450	2.50	A
52.5	52.2	252	10.70	14.07	76.0	515	2.86	A
52.3	52.8	260	11.04	12.63	87.4	531	2.95	A
49.7	50.3	276	11.72	13.29	88.2	579	3.22	A
50.4	50.7	285	12.10	13.22	91.5	590	3.28	A
55.0	55.4	190	8.07	12.80	63.0	387	2.15	B
54.8	55.4	220.5	9.36	15.09	62.0	450	2.50	A
51.9	52.0	285	12.10	14.12	85.7	582	3.23	A
51.4	51.9	288.5	12.25	12.57	97.5	589	3.26	B, A
48.6	49.7	296	12.57	13.22	95.1	620	3.44	A
49.3	50.4	282	11.97	13.45	89.0	586	3.25	A
53.7	53.6	259.5	11.02	13.10	84.1	531	2.94	D, A
53.9	56.0	240	10.19	15.85	64.3	489	2.71	A
50.1	51.4	290	12.31	13.52	91.9	591	3.28	A
51.2	51.3	332	14.09	14.28	99.9	675	3.75	A
49.0	49.4	300	12.74	13.83	92.1	625	3.47	A, D
49.3	50.3	312	13.24	13.56	97.6	649	3.61	A

plate or their neighbourhood, B: shearing failure in the glue line of gusset plywood or its neighbourhood, C: bending failure in the main member, D: shearing failure in the main member, E: buckling of the gusset plate, F: tension failure of the gusset plate.

表—3 試 験 結 果

Table 3. Results of test in

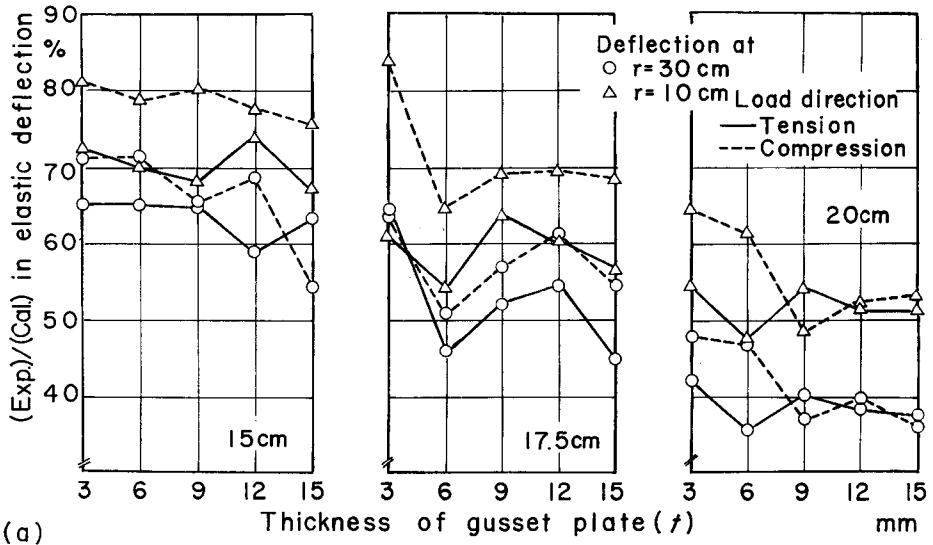
Specimen No.	Gusset thickness t (mm)	Gusset length a (cm)	Modulus of elasticity E (10^3kg/cm^2)	Flexural rigidity EI ($10^6\text{kg}\cdot\text{cm}^2$)	$\delta_{r=10}$			$\delta_{r=30}$		
					(1) Exp. ($10^{-3}\text{cm}/10\text{kg}$)	(2) Cal.	$\frac{(1)}{(2)} \times 100$ (%)	(3) Exp. ($10^{-3}\text{cm}/10\text{kg}$)	(4) Cal.	$\frac{(3)}{(4)} \times 100$ (%)
3-C-1	3	15	84.2	4.41	95.2	122.8	77.5	33.4	51.0	65.5
3-C-2	3	15	107.3	5.59	81.8	96.9	84.4	31.1	40.3	77.2
3-C-3	3	17.5	87.2	4.52	88.7	119.8	74.0	31.3	49.8	62.9
3-C-4	3	17.5	107.6	5.64	80.4	96.0	83.8	25.7	39.9	64.4
3-C-5	3	20	91.6	5.62	62.5	96.4	64.8	19.7	40.0	49.3
3-C-6	3	20	93.2	4.67	65.1	116.0	56.1	21.8	47.9	45.5
6-C-1	6	15	97.0	5.10	79.6	106.2	75.0	30.1	44.1	68.3
6-C-2	6	15	112.6	5.84	75.6	92.8	81.5	28.3	38.5	73.5
6-C-3	6	17.5	106.9	5.43	59.4	99.8	59.5	19.5	41.4	47.1
6-C-4	6	17.5	109.4	5.70	66.1	95.0	69.6	21.6	39.5	54.7
6-C-5	6	20	107.8	5.43	58.9	99.8	59.0	18.6	41.4	44.9
6-C-6	6	20	106.6	5.46	60.8	99.2	61.3	20.2	41.2	49.0
9-C-1	9	15	101.0	5.23	82.5	103.6	79.6	30.1	43.0	70.0
9-C-2	9	15	111.3	5.81	75.6	93.2	81.1	23.2	38.7	59.9
9-C-3	9	17.5	99.3	5.18	73.5	104.6	70.3	23.4	43.4	53.9
9-C-4	9	17.5	114.0	5.96	67.2	90.9	68.2	22.5	37.8	59.5
9-C-5	9	20	108.8	4.99	52.7	108.6	48.5	17.2	45.1	38.1
9-C-6	9	20	104.2	5.01	52.6	108.1	48.7	16.2	44.9	36.1
12-C-1	12	15	101.3	5.29	75.0	102.4	73.2	27.6	42.5	64.9
12-C-2	12	15	116.5	6.11	73.1	88.7	82.4	26.5	36.8	72.0
12-C-3	12	17.5	103.5	5.41	69.2	100.1	69.1	21.7	41.6	64.9
12-C-4	12	17.5	112.7	5.88	64.6	92.1	70.1	22.0	38.3	57.4
12-C-5	12	20	105.0	5.48	51.4	98.8	52.0	15.7	41.1	38.2
12-C-6	12	20	107.4	5.48	52.1	98.8	52.7	16.7	41.1	41.4
15-C-1	15	15	103.4	5.39	74.4	100.5	74.0	24.2	41.7	58.0
15-C-2	15	15	109.2	5.65	74.3	95.9	77.5	25.6	39.8	50.3
15-C-3	15	17.5	113.1	5.92	70.4	91.5	76.9	22.7	38.0	59.7
15-C-4	15	17.5	114.0	5.96	54.5	90.9	60.0	18.6	37.8	49.2
15-C-5	15	20	93.7	4.50	65.4	120.6	54.2	16.0	50.1	31.9
15-C-6	15	20	129.4	5.99	47.4	90.4	52.4	15.0	37.6	39.9

See remarks in table 2.

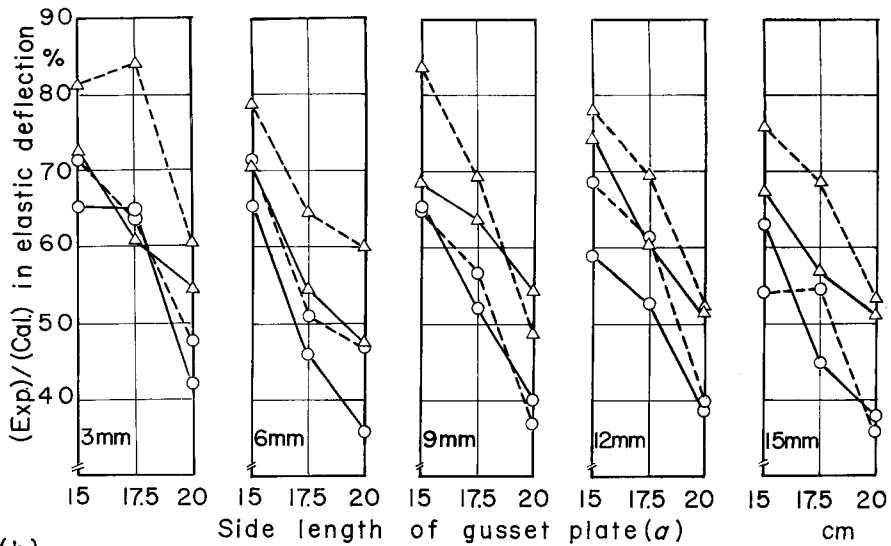
(圧縮条件)

compressive loading condition

S'		Ultimate load F_{max}	M_{max}			Modulus of rupture σ_b	$\frac{\sigma_b}{sf_b}$	Type of failure
$\delta_{r=10}$	$\delta_{r=30}$		(5) Exp.	(6) Cal.	$\frac{(5)}{(6)} \times 100$			
(cm)		(kg)	$(10^3 \text{kg}\cdot\text{cm})$			(kg/cm^2)		
55.9	55.4	116	4.92	10.55	46.6	235	1.31	E
57.5	56.6	136.5	5.79	13.41	43.2	278	1.45	E
54.7	54.8	153	6.49	10.86	59.8	313	1.74	E
56.4	54.6	148	6.28	13.48	46.6	303	1.67	E
52.8	52.3	148	6.28	11.22	56.1	308	1.67	E
50.6	55.6	155	6.58	11.06	56.0	232	1.85	E
55.0	51.8	238	10.10	12.13	83.3	485	2.69	B, D
56.1	56.1	279	11.84	14.02	84.5	570	3.17	E
51.5	54.9	256	10.87	13.29	81.8	524	2.91	C, D
53.7	53.2	315	13.37	13.68	97.7	641	3.56	E
51.2	51.1	286	12.14	13.05	93.0	602	3.33	A
51.7	52.1	306	12.99	13.12	99.0	634	3.52	A
56.5	55.7	233	9.89	12.56	78.7	477	3.37	B
56.3	54.3	248	10.53	13.89	75.8	505	2.81	B
54.0	53.4	340	14.43	12.42	116.2	693	3.84	B
54.7	54.4	329	13.97	14.38	97.8	669	3.71	A
48.1	50.0	275	11.67	13.13	88.9	580	3.22	A
48.0	49.1	313	13.29	12.62	105.3	658	3.66	B
54.8	55.5	228	9.68	12.70	76.2	463	2.57	B
56.9	56.4	283	12.01	14.58	82.4	576	3.19	B, A
56.8	52.7	368	15.62	12.96	120.5	748	4.15	B, A
54.0	53.8	352	14.94	14.09	106.0	717	3.98	C
49.1	49.6	283	12.01	13.14	91.4	576	3.24	A, D
49.9	50.0	348	14.77	13.15	112.3	723	4.01	A
54.7	53.7	311	13.20	12.90	102.3	634	3.52	D, B, A
55.6	54.9	272	11.55	13.63	84.7	555	3.08	A
55.0	54.4	378.5	16.07	14.15	113.6	770	4.27	C
52.0	52.3	348	14.77	14.29	103.4	707	3.93	D
54.1	48.3	445	15.32	11.02	139.0	782	4.34	A
49.2	49.7	361	18.88	14.84	127.2	988	5.49	B



(a)



(b)

図-2 弾性たわみにおける(実験値)/(計算値)の値

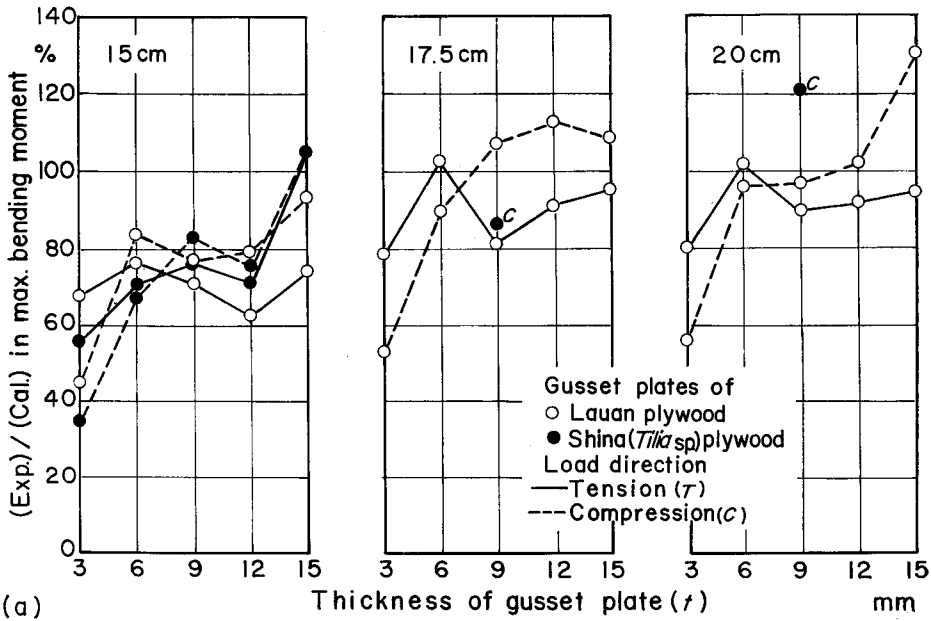
(a) ガセット寸法別におけるその厚さによる影響

(b) ガセットの厚さ別におけるその寸法の影響

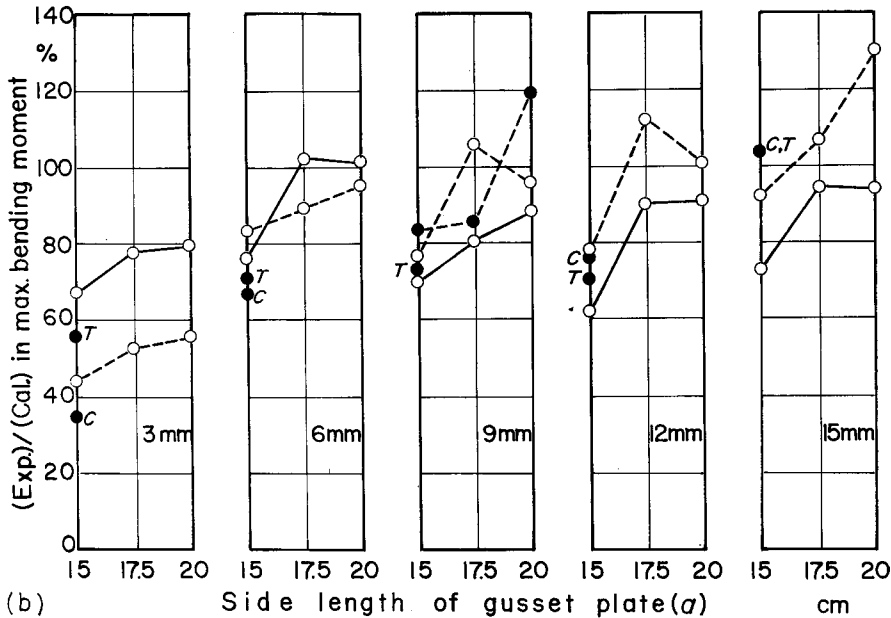
Fig. 2. Ratio of experimental deflection to calculated one.

(a) Effect of plywood thickness for each dimension of the plate.

(b) Effect of gusset dimension for each thickness of the plate.



(a)



(b)

図-3 (a) ガセット寸法別におけるその厚さと接手効率の関係
(b) ガセットの厚さ別におけるその寸法と接手効果の関係

Fig. 3. (a) Relation between joint efficiency and plywood thickness for each dimension of the plate.
(b) Relation between joint efficiency and gusset dimension for each thickness of the plate.

最大曲げモーメントについてみると、ガセット長 (a) が 15 cm のばあい、3 mm 合板では、圧縮荷重による座屈を生じ、その (実験値)/(計算値) は 50% 以下である。またこのガセット寸法におけるほかの厚さのものの破壊形態はほとんどが、母材とガセットとの接着層におけるせん断によっているので、接手効率を確実に 70% 以上期待するには、ガセット寸法を若干増大させる必要がある。このことは $a=17.5$ および 20 cm のばあい、圧縮荷重条件の 3 mm 合板を除けば、すべて 80% 以上の効率を示すことから明らかである。

この最大曲げモーメントからみても、ラワンとシナによる差は明らかでない。

つぎに木構造設計基準²⁾に示されているエゾマツ (針葉樹 II 類) 上級構造材の曲げに対する短期許容応力度 sfb ($=180 \text{ kg/cm}^2$) に対する曲げ強さ σ_b は表-2 および 3 に示すように、圧縮荷重条件における 3 mm 合板ガセットのばあいが、1.3~1.9 でやや不足であるが、これを除けばすべて 2 以上を示し、 sfb による設計では安全であるといえる。

結 言

母材に 5×5 cm 断面のアカエゾマツ集成材を、ガセット板にラワン合板を用い、その厚さ (3, 6, 9, 12 および 15 mm) および接着面積 (12.5×5, 15×5 および 17.5×5 cm²) の組み合わせによる接手効率試験を 90° 試験体により行なった。この試験においても前報同様、たわみの実測値が母材の曲げ剛性からの計算値以下であり、かつ強度が母材の推定曲げ強さの 70% 以上のとき、接手は有効であるとした。

結果はつぎのように要約される。

- 1) 弾性たわみに関しては、すべて接手として有効であった。
- 2) 破壊強さに関しては、3 mm 合板を除けば大体よく、とくに接着面積が 15×5 cm² 以上では 80% 以上の効率を示した。
- 3) ラワン合板もシナ合板と同様にガセットとして効果的に使用できることがわかった。

文 献

- 1) 宮島 寛：合板ガセット接着法による構造接手効率に関する研究 (第1報) シナ合板ガセットに関する基礎試験。北大演報, 25-1, 85-106, 1968.
- 2) 日本建築学会：木構造設計基準・同解説。日本建築学会, 1961.

Summary

Aka-Ezomatsu (*Picea glehnii*) laminated wood and lauan plywood were used for the main members of specimen and the gusset plates with the side length (a) of 15, 17.5 or 20 cm, respectively. The angle of meeting two members was 90° and the flexural rigidities (EI) of the main members were about $5.5 \times 10^6 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$.

The results of the test are summarized as follows :

- 1) The deflection measured was always less than the calculated one.
- 2) For the maximum bending moment, the gusset plates of 6 mm or more thick plywood had sufficient joint efficiency for every area of the plates in compressive load condition. In tensile load condition, also the gusset plates of 3 mm plywood had efficient stiffness and strength when the side length of the plate was 17.5 cm or more long.
- 3) Lauan plywood can be effectively used for the gusset plate as well as Shina-plywood.