

集成材に関する研究（第 5 報）

外装用エゾマツ集成材の製造と接着性能

菅 野 蓑 作⁽¹⁾

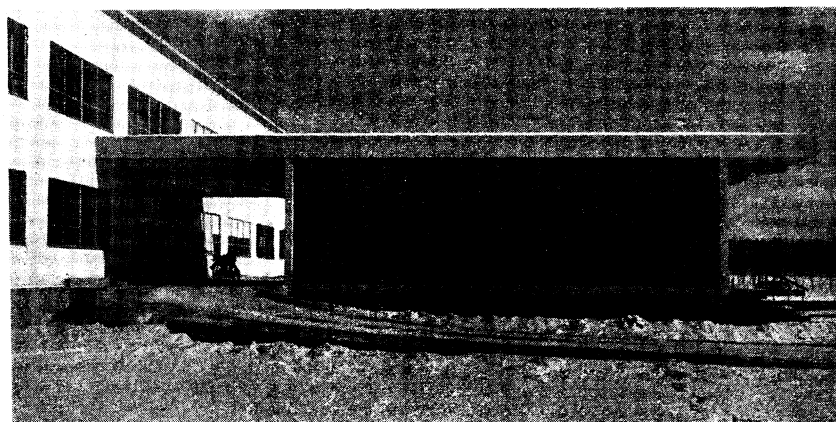
西 原 実⁽²⁾

I 緒 言

エゾマツ集成材は建築用の木構造材料として、体育館、倉庫、工場などの曲梁に使用され、われわれもその製造と接着性能について検討してきたが⁹⁾¹⁰⁾、これらは主として内装用集成材に限られていた。しかしながら、この種集成材も他の材料と同様に、たんに内装としての用途のみならず外装材料としての使用を要求されることがしばしばあるので、外装用エゾマツ集成材の製造と接着性能についてなんらかの資料をととのえる必要性が痛感されていた。たまたま、当場東北支場庁舎の新設にあたり、会議室のルーバー材料として集成材を使うことが計画されたので、この機会に上述の目的に沿った一連の試験を行なうこととした。すなわち、エゾマツ挽板をラミナとし、数種類の外装用接着剤を用いてルーバー用の集成材を製造し、その接着性能を試験するとともに、これらをルーバー材料として庁舎建築物の一部に使用して今後の経年月過程における実用効果を長期間にわたって検討してゆくこととした。

なお、ルーバーとは、「本来は鑑板という意味であるが、直射日光を調節するため窓に掲げるもの、蛍光灯照明に用いて拡散光をえようとするものなどをいう。」¹¹⁾と定義されており、Phot. 1 にこの試験の対象としたルーバーの完成後の外観を示したが、このようにほとんど屋外環境条件下に使用されて、太陽の直射はもとより降雨降雪などの天候にばくろされる材料である。

本報告は上述のようなこの試験の性格もあつて、後日、ルーバーの経年観察にともなう参考となるように一応取りまとめたものである。試験実施にあたっては、小倉木材部長、堀岡前材質改良科長、中村前接



Phot. 1 エゾマツ集成材を材料とするルーバーの外観
Louvers made of Yezomatsu laminated wood.

(1) 木材部材質改良科接着研究室長

(2) 木材部材質改良科接着研究室員

着研究室長はじめ応用研究室，会計課営繕係，東北支場のかたがたなどから，ご指導とご援助をえた。ここに厚く謝意を表する。

II 試験経過

1. 製品の形状・寸法・構成 Fig. 1 に示した。

2. 試験の手順と工程 Fig. 2 に示した。

3. 試験材料

(1) エゾマツ挽板

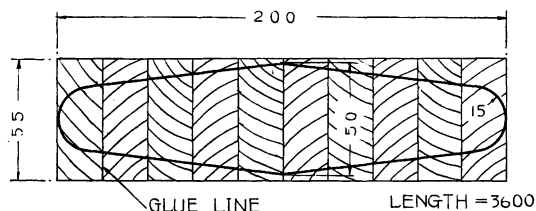


Fig. 1 集成材ルーバーの形状寸法
Form and dimension of laminated wood used for louver.

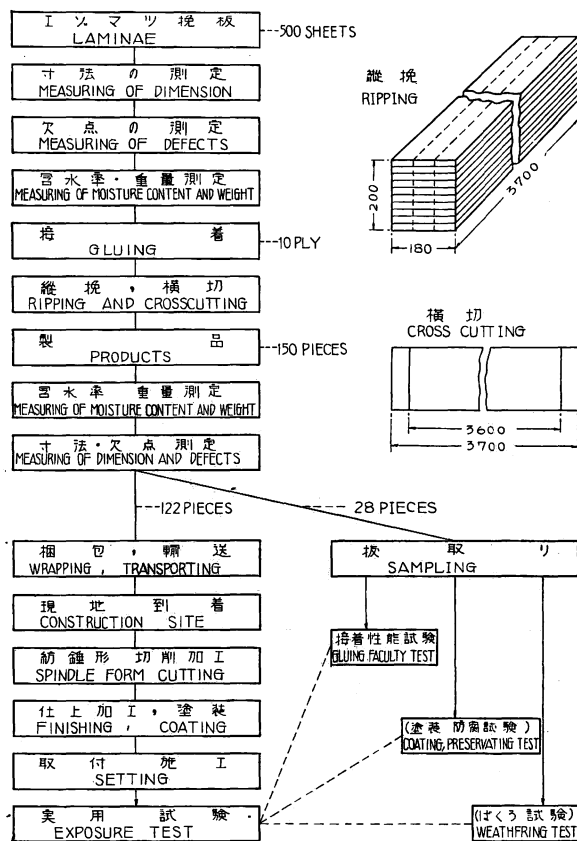


Fig. 2 試験の順序と工程
Testing process.

つぎの仕様により，三井木材工業株式会社から購入した挽板を使用した。

i) 仕上寸法……厚さ 20 mm 上×幅 180 mm 上×長さ 3,700 mm 上

ii) 樹種……エゾマツ

iii) 品等……用材の日本農林規格により 1, 2 等として扱われている材料とし，とくにつぎの要求を満足するもの。

a. 節……短径 25 mm，あるいは長径 50 mm をこえるものは許容しない。腐れ節，抜け節，抜けやすい節の径は実測の 2 倍とみなす。

b. パッチング……a. に記載の許容範囲をこえる節のうち，パッチングにて補修可能なものはパッチングしてもさしつかえない。

c. 入皮，やにつぼ……長さ 100 mm をこえるものは許容しない。長さ 100 mm 以下で幅 5 mm をこえるものは節に準ずる。

d. 丸味，くされ，虫穴……許容しない。

e. 割れ……表面割れは貫通したものは許容せず，その他の長さ 100 mm をこえるものは許容しない。木口割れ，目回りなど厚さの面にあらわれるものは許容しない。

f. 狂い, 曲り, 反り……接着上支障ある著しいものは許容しない。

iv) スカーフ……長さ 90 cm 以上の挽板をスカーフして長さ 370 cm 以上としたものは許容される。ただし, 1 枚のラミナに 2 カ所以上スカーフ部分があつてはならない。なお, スカーフは平面スカーフ, 傾斜度 1/10 とし, 接着剤はレゾルシノール系樹脂接着剤を使用すること。

v) 乾燥度……仕上り含水率 12% を目標に人工乾燥せるもの。

vi) 挽板仕上加工精度……機械鉋仕上げとし, ナイフマークの幅 1 ~ 2 mm とする。

vii) 挽板の木目, 比重……任意とする。なお, 挽板の合格, 不合格を決定して, (i) ~ (vii) に示す要求を満足する挽板 500 枚を選定する操作は, 筆者が挽板製造工場に出張して行なつた。Phot. 2 に合格挽板, Phot. 3 に不合格挽板の外観を示した。

(2) 接着剤

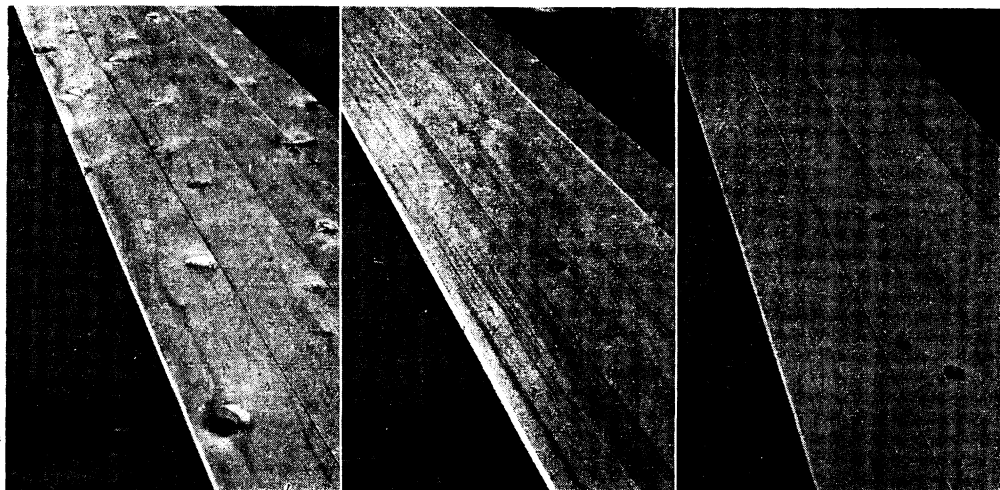


無欠点 Clear

節 Knot

パッチング Patching

Phot. 2 合格したラミナ Laminæ passed the inspection.



節 Knots

腐れ Decay

虫穴 Insect holes

Phot. 3 不合格ラミナ Laminæ failed in the inspection.

この試験にはレゾルシンノール系樹脂接着剤とメラミン尿素共縮合樹脂接着剤を用いることとし、これらを Table 1 に示した。

Table 1. 試験に使用した接着剤
Adhesives used for this test.

Mark	Type	Name	Manufacturer
Ra	Resorcinol-formaldehyde resin	Plyophen 6000	Japan Reichhold Chemicals, Inc.
Rb	〃	〃 TD 441	〃
Rc	〃	〃 TD 453	〃
Ua	Melamine-urea-formaldehyde resin	Plyamine TD 544	〃
Ub	〃	U-Loid 120	Tōyō Kōatsu Industry, Inc.
Uc	〃	〃 340	〃

硬化剤は Ra, Rb および Rc に対しては日本ライヒホルド化学工業株式会社製の粉末硬化剤 TD 473 を使い、Ua, Ub および Uc に対しては塩化アンモン 20% 水溶液を使い、またフィラーには日本ライヒホルド化学工業株式会社製の P フィラーを使用した。なお、接着剤の配合割合を Table 2 に示した。

4. 製造試験

(1) 接着前の挽板の測定

i) 比重……挽板の重量と寸法とから求めた、比重の度数分布を Fig. 3 に示した。

ii) 含水率……ケットの含水率計を使用し、挽板長さの方向に各 3 点ずつ測定し、結果を Fig. 4 に示した。

iii) 木目……挽板の木目は板目あるいは追柢であつた。

(2) 挽板の組合せ……挽板の品等は前述の仕様に合格するものであり、その比重、含水率および木目の範囲および偏差は大きくないので、挽板の組合せは任意とし、逐次 10 枚ずつとり出して 1 組とした。

(3) 接着

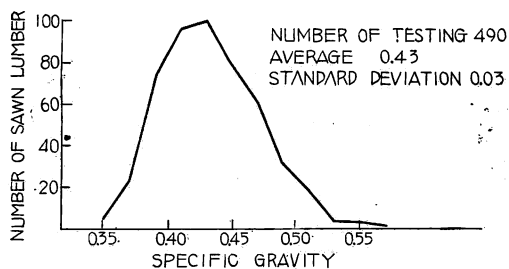


Fig. 3 ラミナの比重
Specific gravity of laminae.

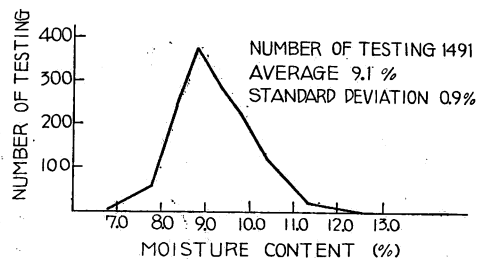


Fig. 4 ラミナの含水率
Moisture content of laminae.

Table 2. 接着剤の配合割合
Formulation of adhesives.

Mark	Resin	Hardner	Filler	Water
RA	Ra...100 Parts	15 parts	—	—
RB	Rb...100 〃	15 〃	—	—
RC	Rc...100 〃	15 〃	—	—
UA	Ua...100 〃	5 〃	—	—
UBC	(Ub...80)+(Uc...20)	5 〃	5 parts	5 parts

i) 接着剤の調整……1操作に必要な接着剤量 $6\sim 8\text{ kg}$ をポットにとつて秤量し, Table 2 に示す配合で, 硬化剤, フィラーなどを加えて攪拌製糊した。

ii) 塗付と塗付量……塗付はドクターローラーつき挽板用スプレッダーを用い, 両面塗付, 塗付量は1接着層あたり $300\sim 350\text{ g/m}^2$ とした (Phot. 4)。

iii) 堆積時間……各クランプごとに堆積時間を測定したが, $12\sim 88$ 分であつた。

iv) 接着作業時の温度…… $18.5\sim 23.8^\circ\text{C}$

v) 圧縮と圧縮圧力……圧縮には Phot. 5 に示すボルト, ナット形式のネジクランプを用い, クランプ間隔 20 cm , 当て板には 20 mm 厚さのミズナラ集成材を用いた。圧縮圧力は 8 kg/cm^2 とし, トルクレンチを用いて圧力を調整した。

vi) 加熱硬化……加熱硬化は林試研究報告, No. 109, p. 32~33 に示す方法と同じであるが接着剤を硬化させるための加熱には蒸気を用い, Phot. 6 に示すように治具全体に断熱性のマットをかけ, Fig. 5 に示す加熱温度時間曲線にしたがつて加熱するように蒸気の送入口を調節するとともに, 生蒸気噴出口から適正量の生蒸気を供給して湿度を調整した。

vii) 接着は1日1工程とし, 作業人員6名, 製造量 $1.5\text{ m}^3/\text{日}$ であつた。

(4) 接着後の鋸断加工

接着後の集成材 (Phot. 7) を製材研究室の $42''$ 送材車つき帯鋸にて幅 55 mm に縦挽きし, また, 同研究室の 3HP 横切円鋸にて長さ $3,600\text{ mm}$ に両木口を切断した。

5. 接着性能試験

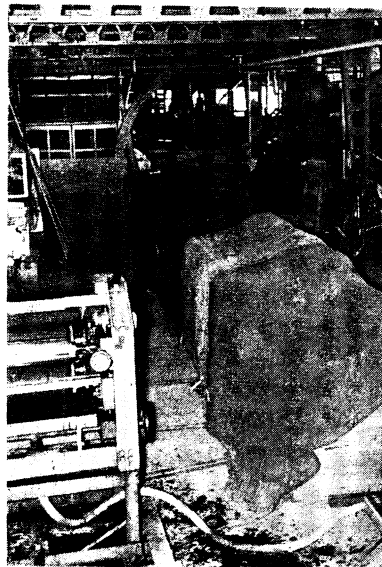
(1) 試験体の選びかた



Phot. 5 集成材の圧縮操作
Clamping of laminated wood.



Phot. 4 スプレッダーによる接着剤の塗付
Glue spreading with a spreader.



Phot. 6 集成材の接着硬化
Curing of laminated wood.

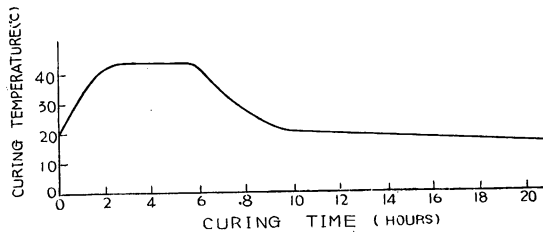
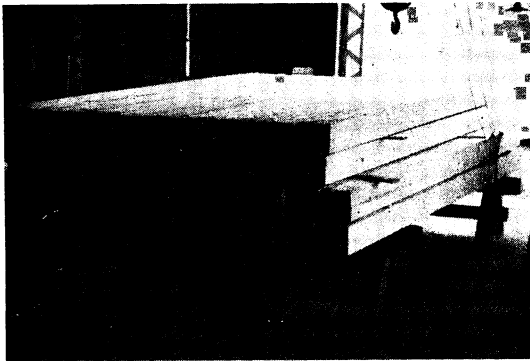


Fig. 5 硬化加熱条件
Curing condition.



Phot. 7 接着された集成材
Glued laminated wood.

Table 3. ルーバー用集成材と抜きとり試験用集成材の内訳
Laminated wood for louver construction and for sampling tests.

Kinds of adhesive	For louver construction	For sampling test	Total
RA	54 pieces	12 pieces	66 pieces
RB	26 //	7 //	33 //
RC	28 //	5 //	33 //
UA	7 //	2 //	9 //
UBC	7 //	2 //	9 //
Total	122 //	28 //	150 //

あるので省略する。

iii) 試験片の採取位置

上述の初期接着性および耐久接着性の試験片は、Fig. 6 に示す位置から採取した。

iv) 接着性能試験の結果

接着性能試験の結果を Fig. 7, Phot. 8 および Table 4 に示した。

6. 実用試験

(1) 現場における加工

Table 3 に示す矩形断面の集成材 122 本を梱包して現地に輸送し、Fig. 1 に示す紡錘形形状の加工は Phot. 9 に示すように建設現場において行なわれた。なお、これらはアルキッド樹脂塗料により塗装仕上げされた。

(2) ルーバーの配置

ルーバーの配置を Fig. 8 に示したが、東側の 60 本について南から順に No. 1～No. 60 とし、アル

製造試験によりえられた集成材の寸法は幅 55 mm×厚さ 200 mm×長さ 3,600 mm 数量は 150 本であるが、これを Table 3 に示すようにルーバー材料用と抜きとり試験用に本数の割りふりを決めた。

(2) 抜きとり試験の方法

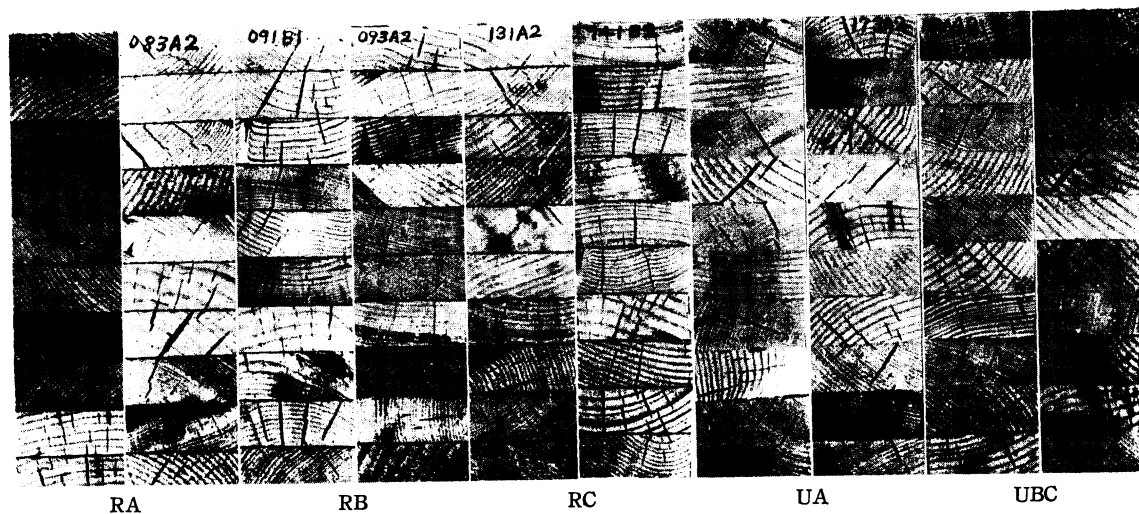
Table 3 に示すようにして抜きとつた集成材 28 本について、つぎの接着性能試験を行なつた。

i) 初期接着性

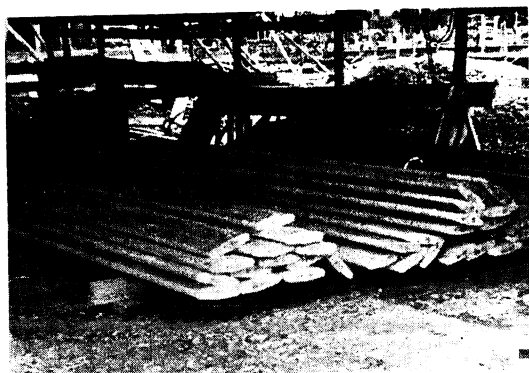
ASTM D 805-53 による常態ブロック剪断試験を行なつた。試験法の詳細は林試研究報告, No. 101, p. 137～138 に示してあるので省略する。

ii) 耐久接着性

ASTM D 1101-53 による乾湿繰返し促進試験を行なつた。試験法の詳細は林試研究報告, No. 101, p. 138～139 に示して



Phot. 8 ASTM D 1101-53 による試験後の試験片
Test specimens after ASTM D 1101-53 test.



Phot. 9 紡錘形断面に加工された集成材
Laminated wood finished into spindle-shaped cross section.

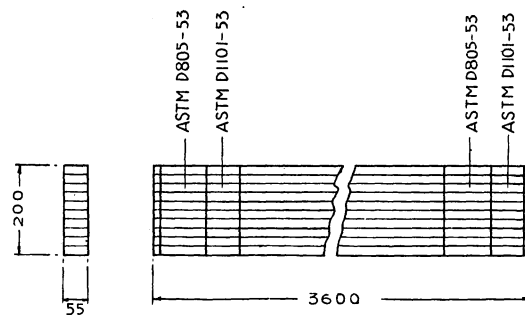


Fig. 6 接着性能試験片の採取
Cutting out test specimens for gluing faculty test.

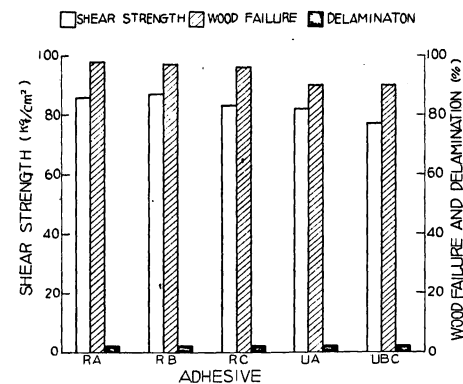


Fig. 7 接着性能試験の結果
Results on gluing faculty test.

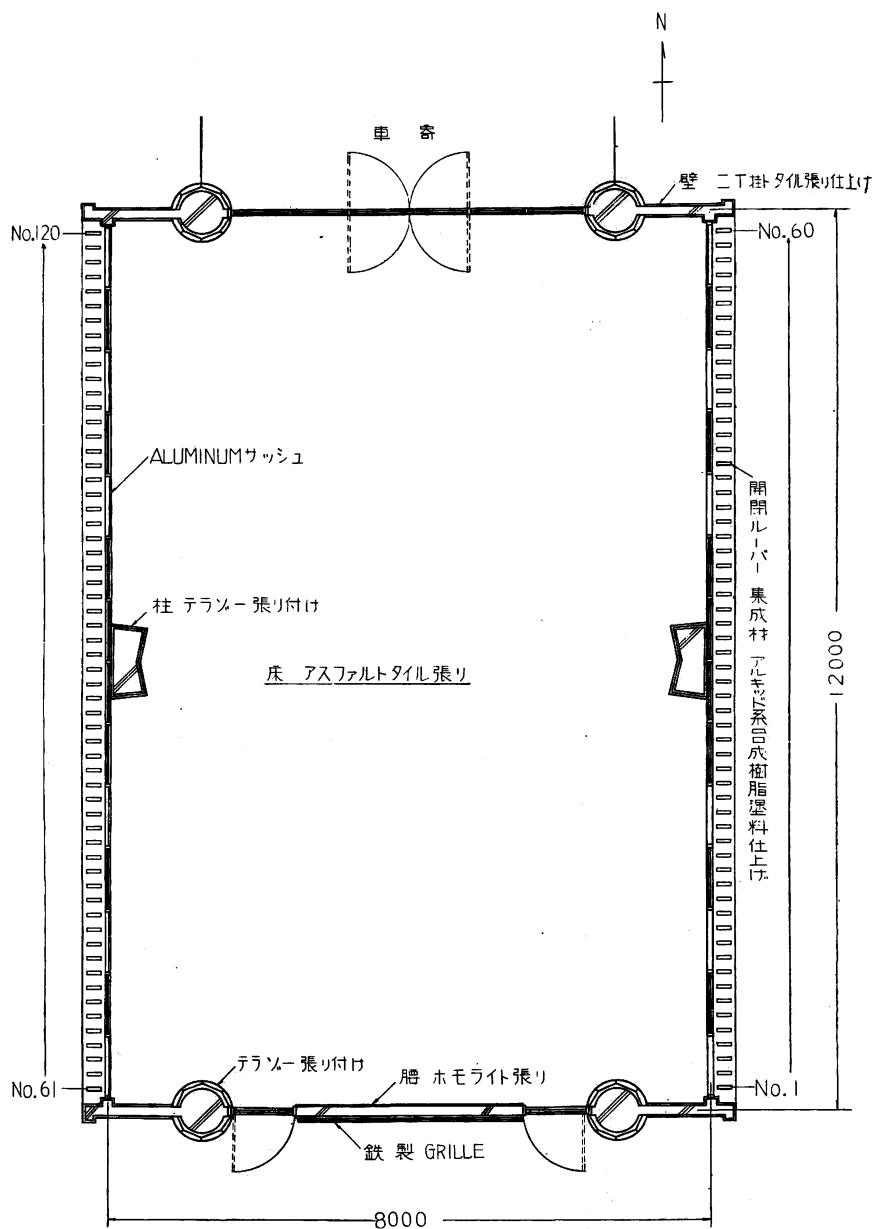


Fig. 8 ルーバーの配置
Arrangement of louvers.

ミニウム製のナンバープレートを各ルーバーにそれぞれ釘着させ、また西側の 60 本について No.61～No.120 まで東側と同じ処置をほどこした。各ルーバーに用いた接着剤とルーバー番号との関係を Table 5 に示した。

Table 4. 接着性能試験の結果
Results on gluing faculty test.

Kinds of adhesives		RA	RB	RC	UA	UBC	
Gluing faculty tests	Block shear test	Shear strength (kg/cm^2)	86±14	87±14	83±14	82±15	76±13
		Wood failure (%)	98 (75~100)	97 (50~100)	96 (50~100)	90 (65~100)	90 (40~100)
		Moisture content (%)	11.9±0.8	11.7±0.7	11.8±0.8	12.2±0.9	11.6±1.1
		Temperature at the time of testing (°C)	26~33	25~32	25~32	26~32	25~31
		Number of testing	198	126	108	36	36
	Delamination test	Percent of delamination (%)	2 (0~7)	2 (0~5)	2 (0~5)	2 (0~3)	2 (0~3)
		Moisture content before testing (%)	12.7 (11.9~13.2)	12.9 (12.3~14.3)	12.5 (12.2~12.8)	12.7 (12.4~13.2)	12.8 (12.6~13.1)
		Specific gravity before testing (%)	0.43 (0.41~0.45)	0.44 (0.41~0.47)	0.43 (0.39~0.44)	0.44 (0.42~0.46)	0.43 (0.42~0.44)
		Number of testing	24	14	10	4	4

Table 5. 使用接着剤とルーバーの番号
Relations between the kind of adhesive and the number of each louver.

Kinds of adhesives	East side	West side
RA	No. 1 ~ No. 27	No. 61 ~ No. 87
RB	No. 28 ~ No. 40	No. 88 ~ No. 100
RC	No. 41 ~ No. 54	No. 101 ~ No. 113
UA	No. 58 ~ No. 60	No. 117 ~ No. 120
UBC	No. 55 ~ No. 57	No. 114 ~ No. 116

III む す び

以上は外装用エゾマツ集成材について、実用規模における製造試験、実験室的初期ならびに耐久接着性の検討および実用試験実施の方法などについて報告した。その成果は建築物に架設された集成材ルーバーの今後の経年過程における実用効果の良否にまつべきであるが、建築施工時に認められた集成材ルーバーの利点としては、まず他の材料に比して軽量なために回転ルーバーの開閉が容易なこと、第2に、素材にみられるような架設前の干割れや狂いが認められなかつたこと、第3に、価格が他の材料よりもやすいことであり、欠点としては、塗装に際して木部の素地調整に手数を要したことをあげることができる。つぎに、これらルーバーの今後の実用効果を判定する因子としては、まず、集成材ルーバーが接着層からはがれずに耐用年数の間耐えうること、第2に、経年使用中に干割れ、狂い、腐れなどを生じないこと、その他、金属、プラスチック、コンクリートなどの材料と比較したときの優劣などが考えられる。そこで、今後はこれらの点を明らかにするために、必要資料の調整を継続して行なう予定である。

文 献

- 1)~8) 林試研究報告, 130, (1961) p. 123 に示すものと同じ。
- 9) 菅野蓑作: 集成材に関する研究 (第3報) 尿素樹脂を接着剤とするエゾマツ集成材の製造条件と接着性能について, 林試研究報告, 130, (1961) p. 115~124.
- 10) 菅野蓑作・西原実: 同上 (第4報) 北海道産主要樹種集成材の接着性能について, 同上, 130, (1961) p. 125~132.
- 11) 日本建築士会連合会: 建築用語の早わかり, 霞ヶ関出版社, (1958, 昭. 33)

Studies on Laminated Wood (V).

Gluing tests on Yezomatsu (*Picea jezoensis* CARR) laminated wood for exterior use.

Minosaku SUGANO and Minoru NISHIHARA

(Résumé)

When the building of our branch station in Iwate prefecture was about to be constructed, it was decided that laminated wood should be used as the material for louvers around the meeting room. The gluing tests on Yezomatsu laminated wood, at this opportunity, were projected. Yezomatsu laminated wood glued with several exterior adhesives was prepared and the gluing faculty test was carried out. At the same time, the louvers made of the laminated wood were installed around the building and the louvers will be hereafter observed over a long period in order to investigate durability. The appearance of the louvers is shown in Phot. 1.

1. Test process

(1) Form and dimension of the product are shown in Fig. 1.

(2) Test process is shown in Fig. 2.

(3) Materials for this test.

(i) Yezomatsu laminating stock.....Sawn boards were selected, graded, kiln-dried, cut and surfaced.

(ii) The kinds of adhesives for this test are shown in Table 1, and the formulation of adhesives are shown in Table 2.

(4) Preparing test.

(i) Specific gravity, moisture content and grain of each laminating stock were measured and dry-assembled.

(ii) Gluing

a. Glue was mixed by hand and prepared.

b. Glue was double-spread with the roller spreader (Phot. 4). The amount of glue spread was 300~350 g/m², per 1 glue line.

c. Assembling period was 12~88 minutes.

d. Clamping operation was carried out with screw clamps (Phot. 5). Gluing pressure was 8 kg/cm².

e. Curing operation was carried out with the apparatus shown in Phot. 6 and the curing condition is shown in Fig. 5.

(5) Gluing faculty test.

Test pieces were sampled out (Table 3), and the test specimens were cut out (Fig. 6).

Initial gluing strength was tested with the method ASTM D 805-53. And durability was tested with the method ASTM D 1101-53. Results on the gluing faculty tests are shown in Fig. 7, Phot. 8 and Table 4.

(6) Application test.

When louvers made of the laminated wood were installed, an aluminium number plate was nailed on each louver. The arrangement of louvers is shown in Fig. 7 and Table 5. The louvers will be hereafter observed over a long period of time in order to determine durability.