

# 古建築の外装漆塗装の特性に関する実験的研究〔第1報〕

—漆塗膜の剝離強度（その1）—

西 浦 忠 輝

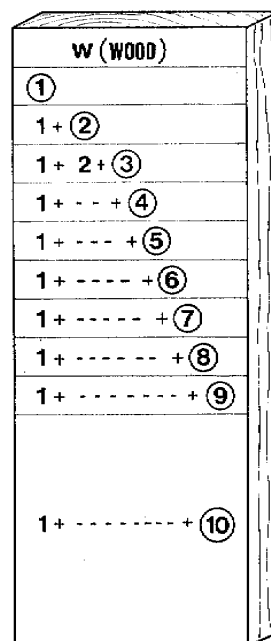
## 1. 緒 言

社寺等古建築の外部化粧としての漆塗装の特性を知ることは、古建築の保存・修復をはかる上で極めて重要である。本研究は、外装漆塗装の特性を実験的手法により検討するものである。今回は、漆塗膜の剝離強度を平面引張り試験により測定し、漆塗膜の強度特性を調べると同時に、劣化促進処理を行い、それによる強度特性の変化から塗膜の耐久性を検討した。本報は（その1）として、ヒノキ材に5人の専門家が漆塗装したものについて試験した結果を報告する。

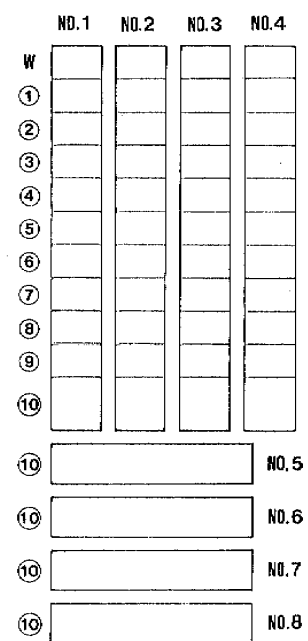
漆塗装技術は伝統技術であり、その技法は伝承的かつ個人的なものである。従って、漆塗膜の物性は施工者によりかなり異るとされている。そこで、本実験では、5人の専門家に、一応のおおまかな施工基準だけを示し、その他は各人各々の技法により塗装したものを試験材料とした。これは、漆塗膜の物性に関する、より実際的なデータを得るためであり、この点が本研究のユニークなところである。しかし、このことは同時に、実験条件が複雑であることを意味し、本研究の困難さも又この点にあると言える。

## 2. 試 験 材 料

40×15×1.5 cm のヒノキ材手板に漆塗装したものを試験材料とした。塗装工程は、表一1に示す10工程とし、図一1に示すように、木部と工程①から工程⑩まで 2.5cm 幅で順々に露出し、工程⑩（最終仕上）のみ 15 cm 幅となるようにした。尚、漆は日本産漆、施工期間は1ヶ月間とした。本試験材料の作製は5人の専門家（漆芸家及び漆工技術者）に依頼した。即ち、本研究では、施工者の異なる5種の漆塗装手板をテストサンプルとして実験を行った。本報では、以下、これらをA, B, C, D, Eと呼ぶことにする。テストサンプルA～Eをそれぞれ図一2の如くカットし試験片（No. 1～8）とした。



図一1 試験用漆塗り手板  
Fig. 1 Lacquered test specimen



図一2 試験片カット  
Fig. 2 Test pieces cut from the specimen

表一 試験用漆塗り手板塗装工程表

Table 1 Method of lacquer coating for the test specimen

工 程 (Successive layers)	材 料 (Material)	研 磨 (Polishing)
① 木素固め <i>Kiji-Gatame</i> (Sealing of support wood)	生 漆 <i>Kiurushi</i> (Raw lacquer)	—
② 布着せ <i>Nuno-gise</i> (Applying a cloth)	麻布, 麦漆 (Hemp or cotton cloth with mixture of raw lacquer and flour [ <i>Mugi-urushi</i> ])	—
③ 布目すり <i>Nunome-suri</i> (Filling the texture of the cloth)	地粉漆 (Mixture of raw lacquer and rough clay powder [ <i>Jinoko</i> ])	空 研 ぎ <i>Kara-togi</i> (Whetstone without water)
④ 漆地粉 <i>Urushi-jinoko</i> (Foundation I)	同 上 ditto	同 上 ditto
⑤ 切 粉 <i>Kiriko</i> (Foundation II)	地粉・切粉(半々容量) (Mixture of raw lacquer and rough clay powder & fine clay powder [ <i>Tonoko</i> ])	同 上 ditto
⑥ 漆下地(さび) <i>Urushi-shitaji or Sabi</i> (Foundation III)	砥粉漆 (Mixture of raw lacquer and fine clay powder)	水 研 ぎ <i>Mizu-togi</i> (Whetstone with water)
⑦ さび固め <i>Sabi-gatame</i> (Consolidating of the foundation III)	生 漆 (Raw lacquer)	—
⑧ 下 塗 <i>Shita-nuri</i> (Under coating)	呂色漆 <i>Roiro-urushi</i> (Black lacquer)	炭 研 ぎ <i>Sumi-togi</i> (Charcoal with water)
⑨ 中 塗 <i>Naka-nuri</i> (Middle coating)	同 上 ditto	同 上 ditto
⑩ 上 塗(塗立て) <i>Uwa-nuri</i> (Top coating)	同 上 ditto	—

### 3. 試験方法

試験片の漆塗装面に底部 2×2 cm の鉄製治具をエポキシ樹脂接着剤で完全に接着し、その周囲に基材に至るまでの切り込みを入れる（図-3〔A〕,〔B〕）。それを万能強度試験機（オートグラフ<島津製作所製>）の平面引張り試験用治具にセットし、垂直方向に引張り荷重を加えて（図-3〔B〕,〔C〕）、その破壊抵抗値から漆塗膜の剝離強度（平面引張り強度； $\sigma_t$ ）を算出すると共に、どの部分で破壊したかを調べた（図-3〔D〕）。

$$\sigma_t = \frac{P}{S} = \frac{P}{4} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$P$  ; 最大引張り荷重 (kg)

$S$  ; 破壊断面積 (4 cm<sup>2</sup>)

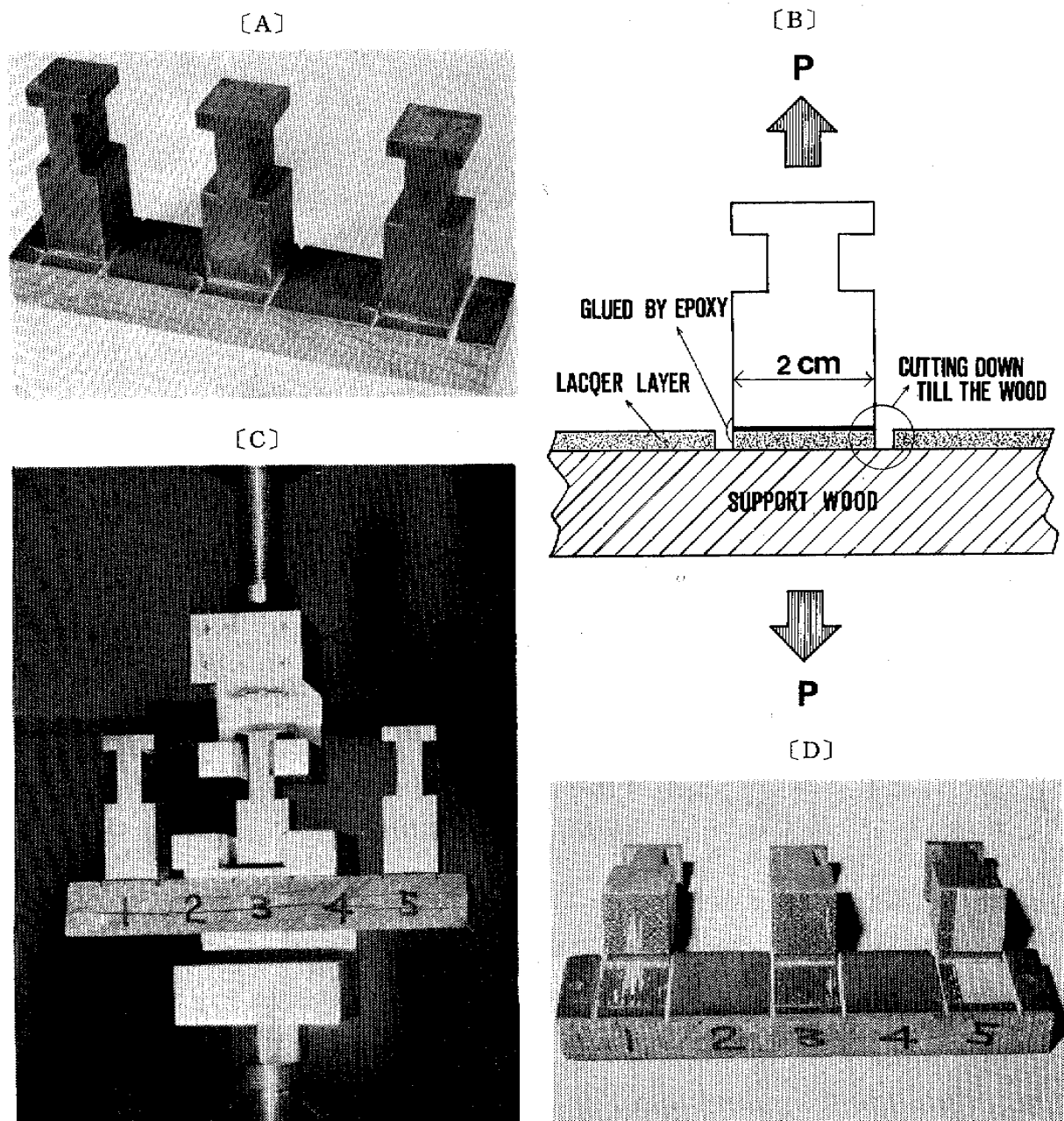


図-3 平面引張り試験方法

Fig. 3 Way of vertical tension test

### 3-1 各塗装工程毎の試験

A~Eそれぞれについて、図-2, No. 1~4の試験片を用い、工程順の各塗装部について平面引張り試験を行った。本試験により、塗膜中の最も弱い層がどこであるかを明らかにすることができる。

### 3-2 破壊部再接着繰り返し試験

A~Eそれぞれについて、図-2, No. 5~8の試験片を用いて平面引張り試験を行い、次にその破壊部をエポキシ樹脂接着剤で強固に接着し、再び平面引張り試験を行った。これを、最終的に破壊が基材(木部)で起こる迄繰り返し続けた。この試験により、塗膜中の木部より弱い層を弱い順に知ることができる。

本試験は次の4条件で行った。これは、塗膜の強度面での耐久性を調べるためである。尚、平面引張り試験は各試験片の5ヶ所で行った。

1) 常態(試験片 No. 5)

2) 温水処理後

試験片(No. 6)を70°Cの温水中に2時間浸漬後、60°Cの恒温器中で3時間乾燥する。

3) 煮沸繰り返し処理後

試験片(No. 7)を沸騰水中で4時間煮沸後60°Cの乾燥器中で20時間乾燥する工程を2回行う。

4) 屋外曝露後

試験片(No. 8)を東京国立文化財研究所屋上の曝露台で1年4ヶ月(昭54年6月~昭55年10月)曝露。

## 4. 試験結果

### 4-1 各塗装工程毎の試験

試験結果を図-4(i)~(iii)に示す。図中、①~⑩は塗装工程を、点線は破壊部位を示し、上部グラフは平面引張り強度(点線は標準偏差)を示す。尚、これらのデータは、各サンプルとも4片の試験結果を平均したものである。

A, Bの場合、明らかに①と②の間、即ち布着せ下部が最も弱い部分である。特にAの場合は剝離強度(平面引張り強度)も非常に低く、この部分が極めて弱い層であることは明白である。それに対してBの場合は、剝離強度が高いことから、この部分が特別に弱い層であるとは言えない。〈図-4(i)〉

Cの場合は、⑥、即ち漆下地(さび)部分が比較上は最も弱い層と考えられるが、その剝離強度からみて、特別弱い層という訳ではない。又、Dの場合も同様に、比較の上では①-②間、即ち布着せ下部が最も弱い層であろうが、その破壊部位が木部(W)に及んでおり、剝離強度が平均して高いことから考えて、この部分が特に弱い層であるとは言えない。〈図-4(ii)〉

Eの場合は、⑥、即ち漆下地部分が極めて弱い層であることが、破壊部位、低い剝離強度から明白である。〈図-4(iii)〉

### 4-2 破壊部再接着繰り返し試験

試験結果を各条件別に図-5~8に示す。図中、下部の数字は何回目の試験かその回数を、上部グラフは各回の平面引張り強度(点線は標準偏差)を示し、又、点線は各試験時の破壊部位を、太実線は再接着部分を示している。尚、これらのデータは各々5ヶ所の試験結果を平均したものである。

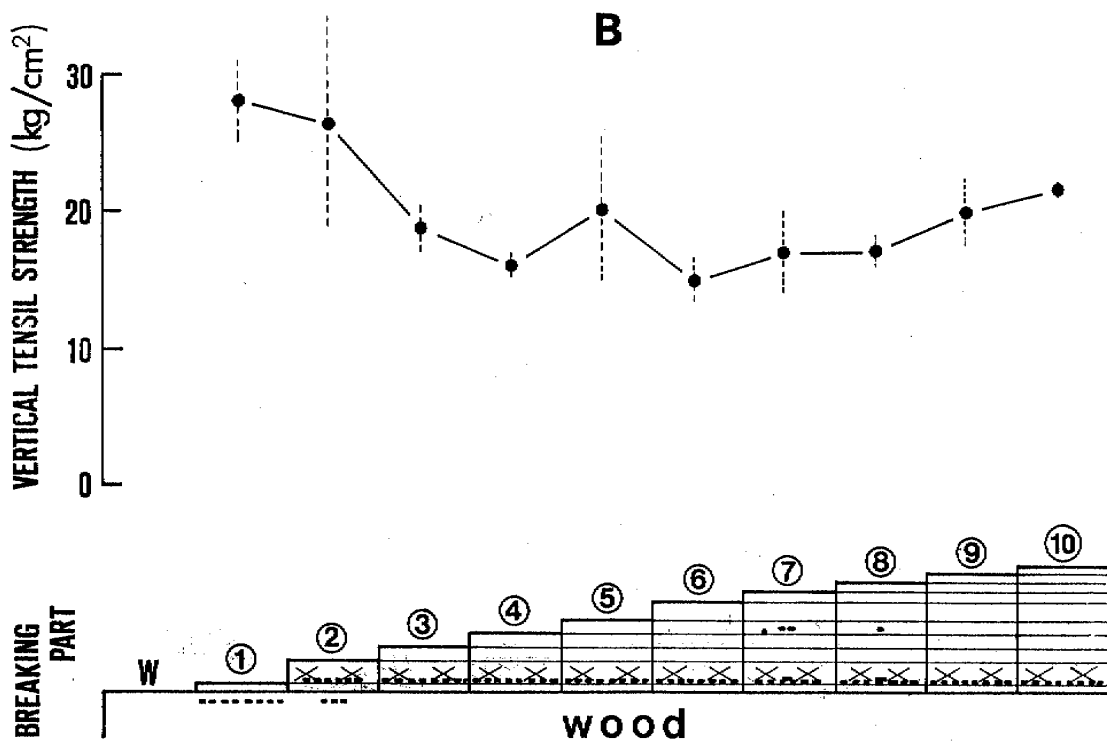
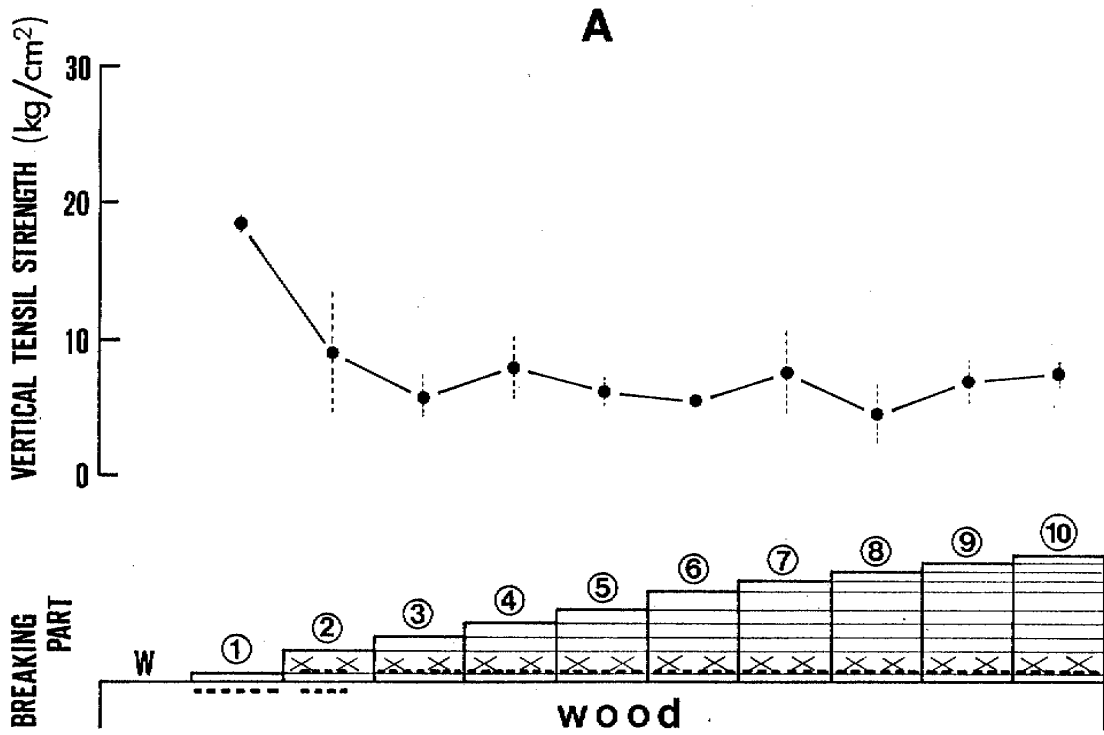
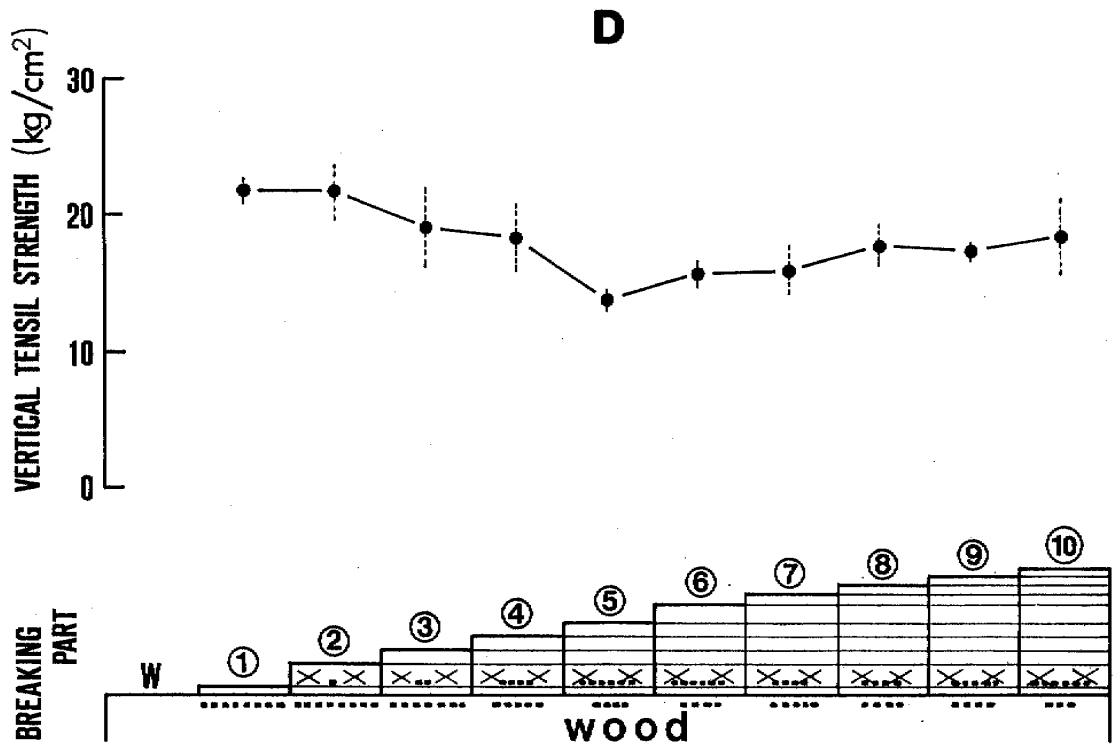
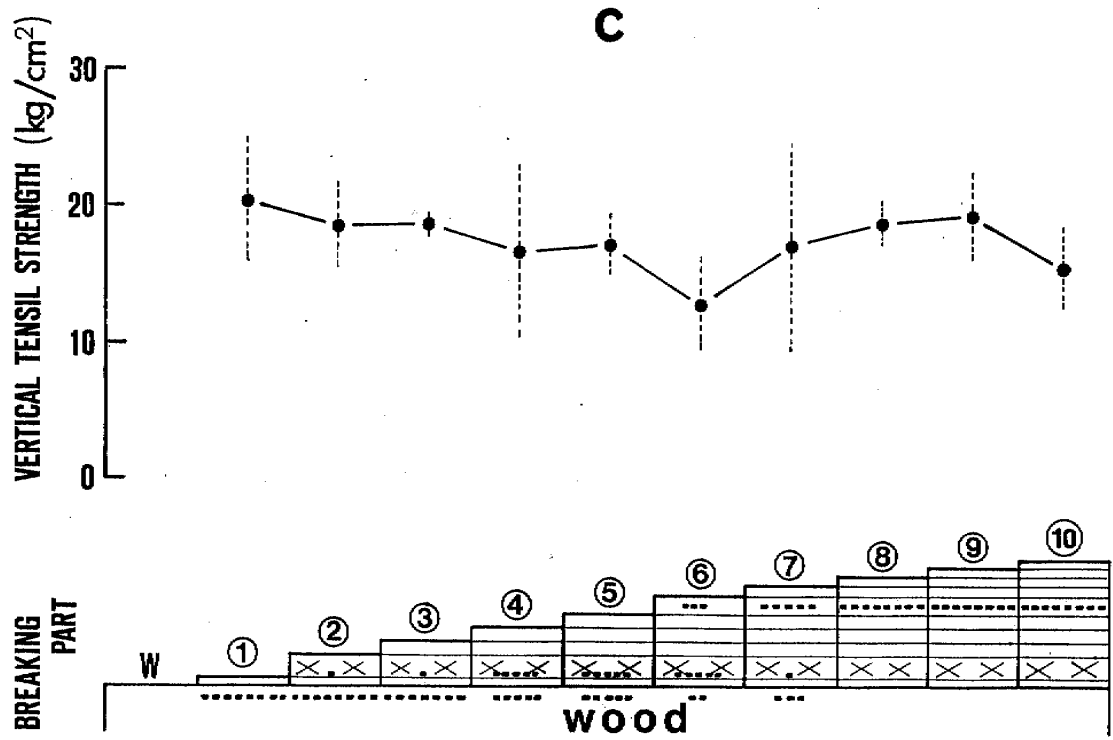


図-4(i) 各塗装工程毎の平面引張り試験結果

Fig. 4(i) Vertical tensile strength and the broken layer by the test of each layer of coating



☒-4(ii) <☒-4(i)と同じ>

Fig. 4(ii) <Same as Fig. 4(i)>

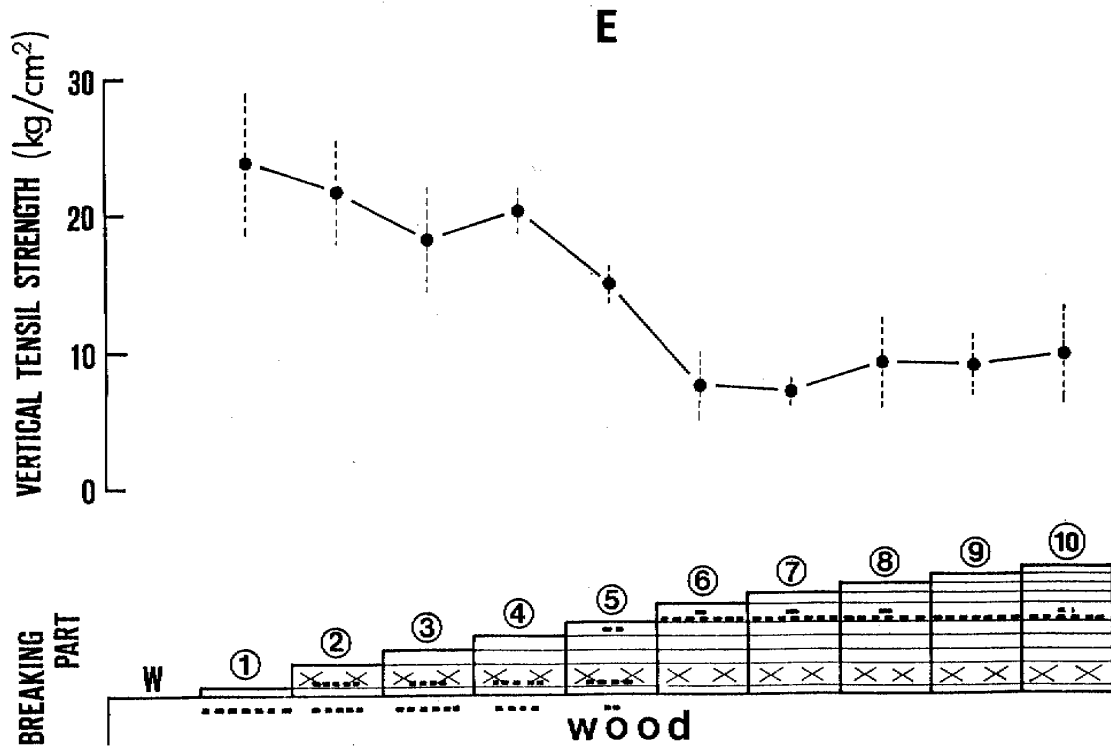


図-4(iii) <図-4(i)に同じ>  
Fig. 4(iii) <Same as Fig. 4(i)>

1) 常態

試験結果を図-5(i), (ii)に示す。

Aの場合、最も弱い層は①-②間、即ち布着せ下部で強度も非常に小さいが、それに次いで⑥漆下地部も同じ程度に弱い事がわかる。その他の部分は、ほぼ木部と同程度の強度を保っている。<図-5(i)>

Bの場合、比較の上からは、最も弱い層は①-②間、即ち布着せ下部であり、⑤切粉部がそれに次ぐが、これらの強度は大きく、木部と比べてもほとんど差はない。良い状態である。Cの場合、最も弱い層は⑥漆下地部であり、②布着せ部がそれに次ぐが、これらの強度は大きく、これらを

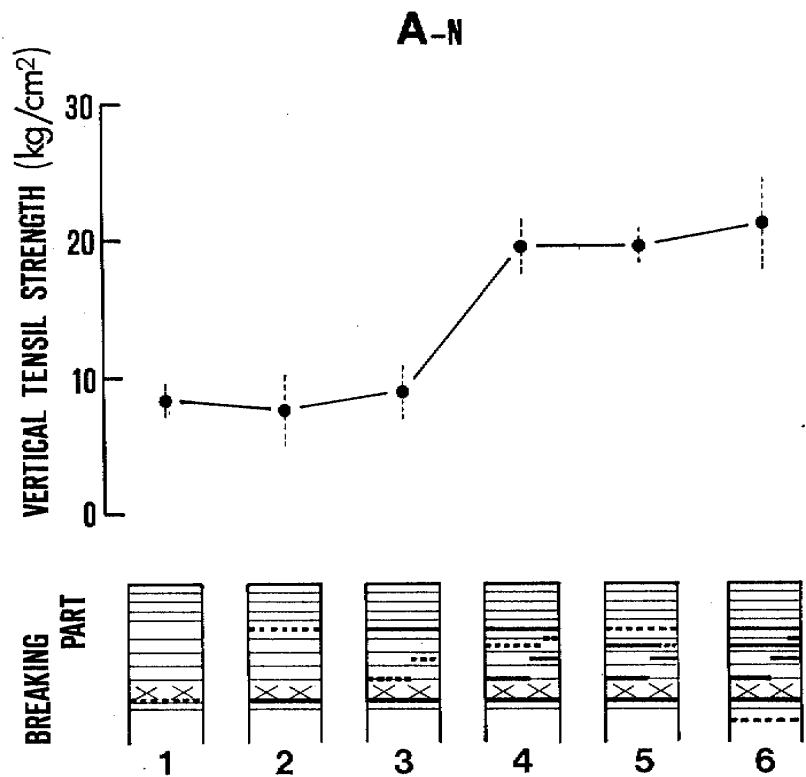
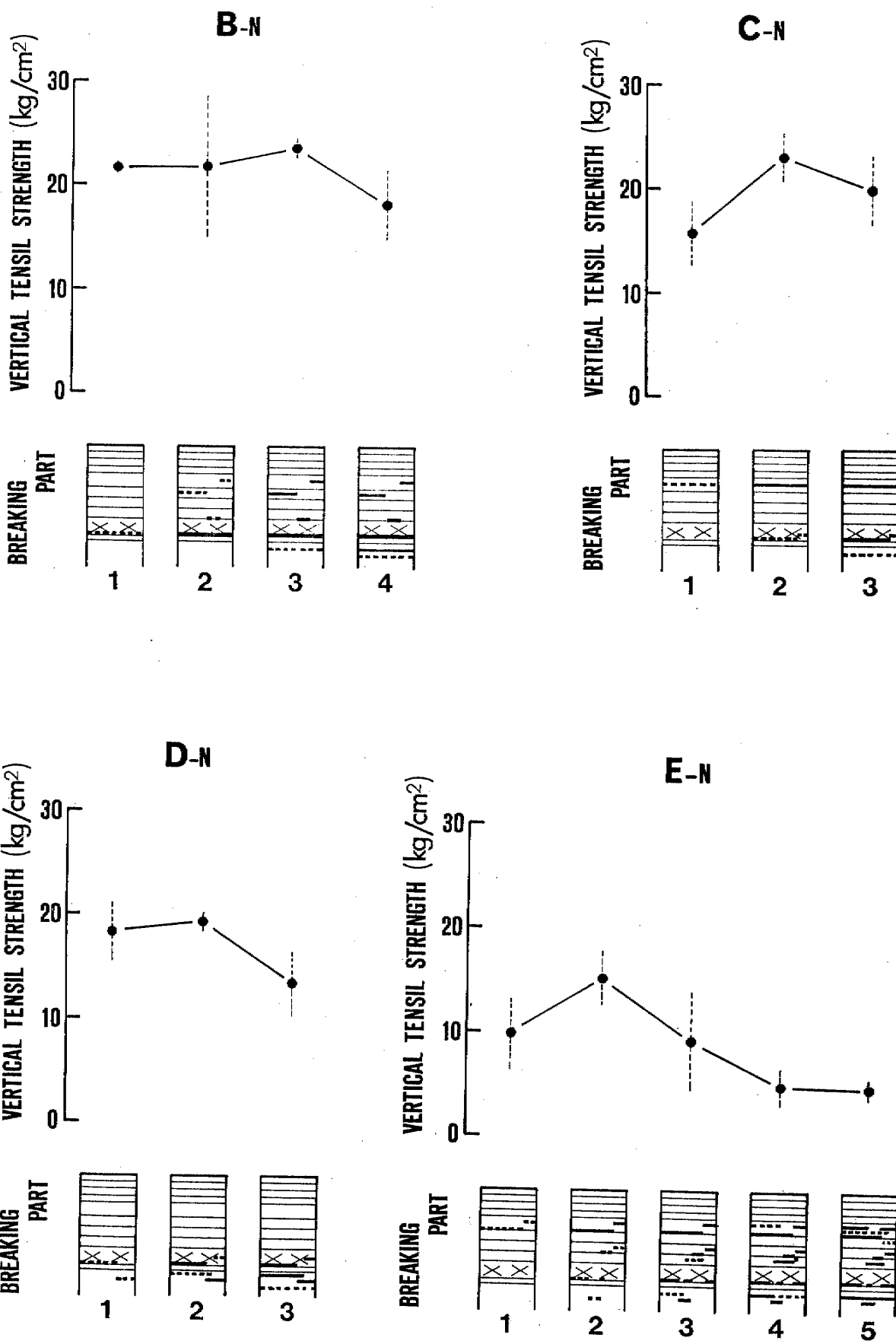


図-5(i) 破壊部再接着，繰返し平面引張り試験結果〔常態〕  
Fig. 5(i) Vertical tensile strength and the broken part by the repeating tests after fixing the part which was broken at the just previous test [Normal State]



☒-5(ii) <☒-5(i)と同じ>

Fig. 5(ii) <Same as Fig. 5(i)>



弱い部分ということは適当でない。Dの場合、比較の上では②布着せ部が最も弱い層であると言えるが、強度も十分に大きく、1回目の試験で既に木部破壊が起きていることから判るように、良い状態というべきである。Eの場合、最も弱い層は⑥漆下地部分であり強度も小さい。しかし、その他の部分は平均した強度を保っている。尚、3回目以降の強度値が低くなっているのは、2回目が複雑破壊であったため再接着固定が十分にできず、内部に破壊が残留したことによると考えられる。〈図-5(ii)〉

2) 温水処理後

試験結果を図-6(i), (ii)に示す。

全体的に温水処理による影響は余り見られず、常態時とほぼ同じ挙動を示している。しかし、AとEで⑥漆下地層に特異な変化があった。即ち、Aの場合はこの層の強度が温水処理により倍以上に向上したが、一方、Eでは有意に低下した。

3) 煮沸繰り返し処理後

試験結果を図-7(i)(ii)に示す。

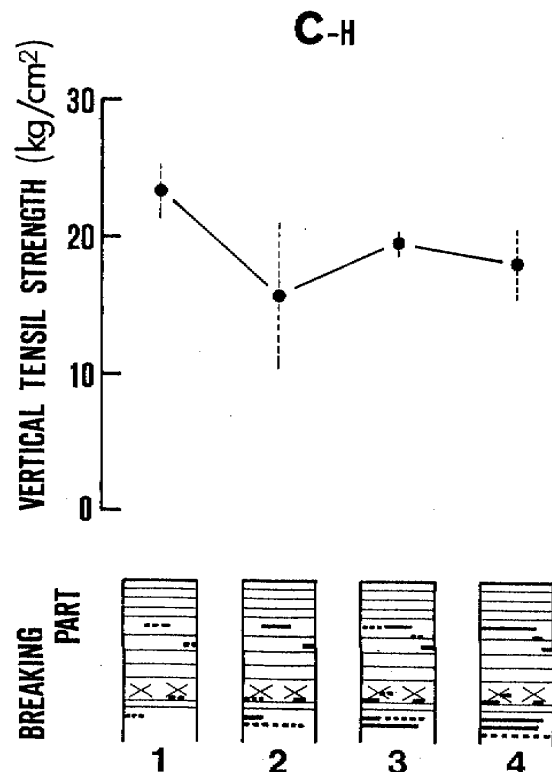
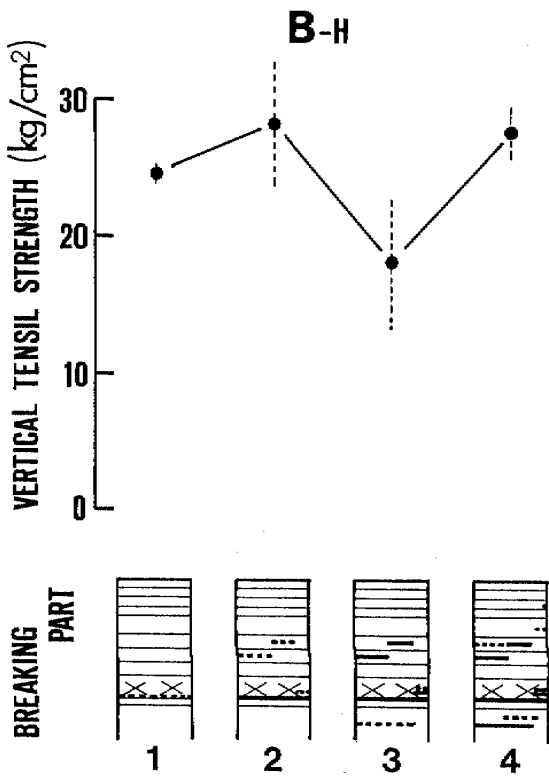
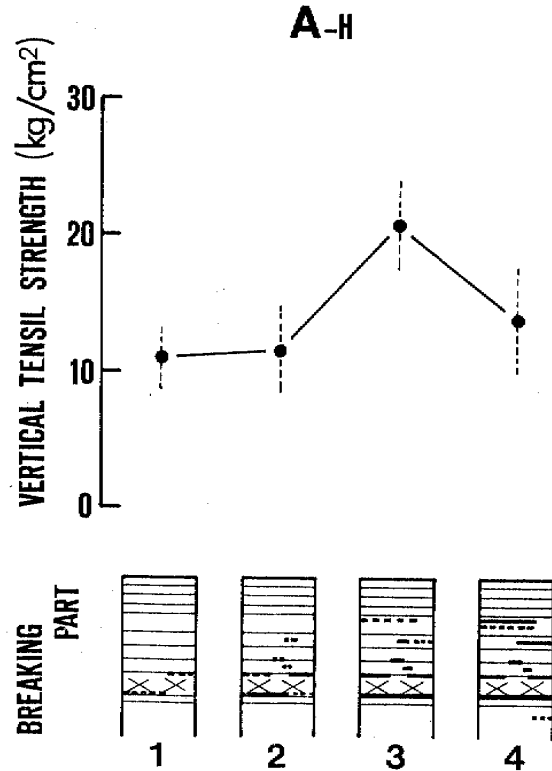


図-6(i) 破壊部再接着, 繰り返し平面引張り試験結果〔温水処理後〕

Fig. 6(i) Same as Fig. 5(i), but, [After aging treatment of immersing in hot water and drying]

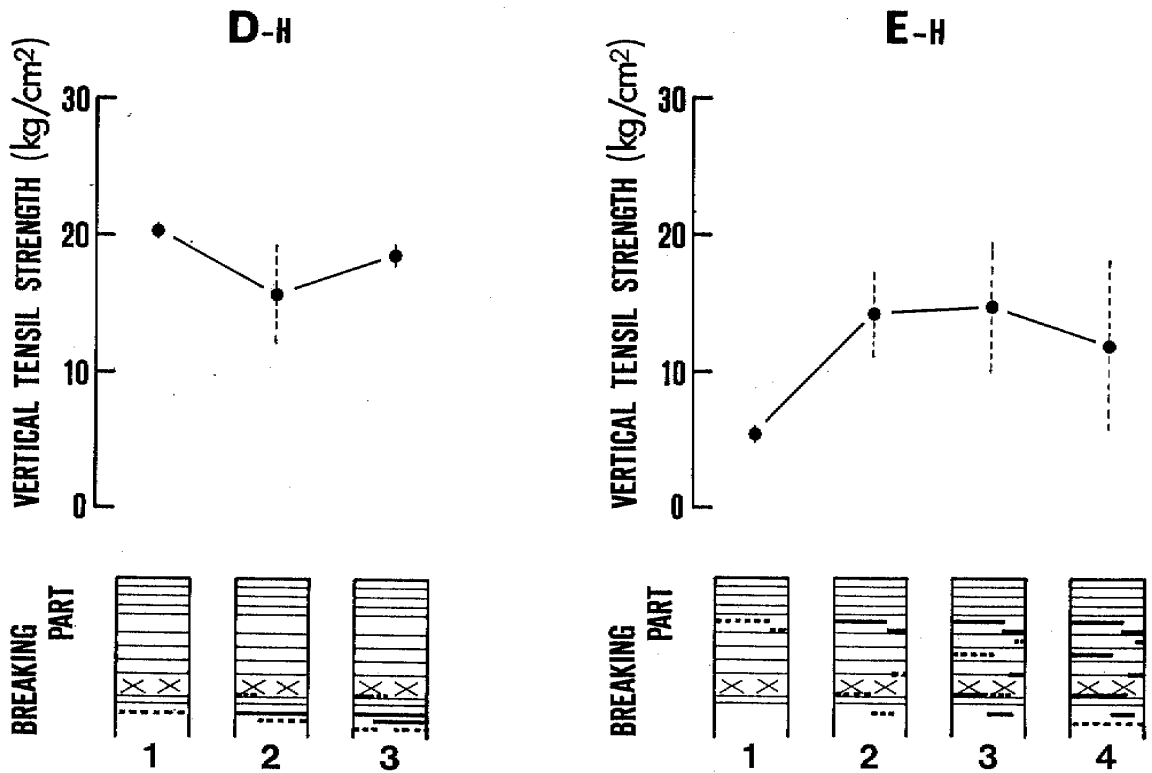


図-6(ii) <図-6(i)に同じ>  
 Fig. 6(ii) <Same as Fig. 6(i)>

Aの場合、最も弱い層である②布着せ部の強度は常態時とほとんど変わらないが、その他の部分が全体的に劣化し、その強度が最弱層②に近づいている。<図-7(i)>

Bの場合、②布着せ部が大きく劣化し、完全に最も弱い層となった。他の部分は良い状態を保っている。Cの場合、最も弱い層が⑥漆下地部に替って②布着せ部となったものの、全体的に大きい強度を保っており、良い状態である。Dの場合、常態時とほとんど変わっておらず良い状態である。2回目で強度が大きく低下したのは、1回目の木部破壊に伴う内部破壊が残留したためであろう。Eの場合、常態時には良い状態であった②布着せ部が一転して大きく劣化し強度ゼロとなった。⑥漆下地部も劣化が進み極めて弱くなった。尚、4、5回目の強度の漸減は、3回目の複雑破壊に伴う内部破壊の残留によるものと考えられる。<図-7(ii)>

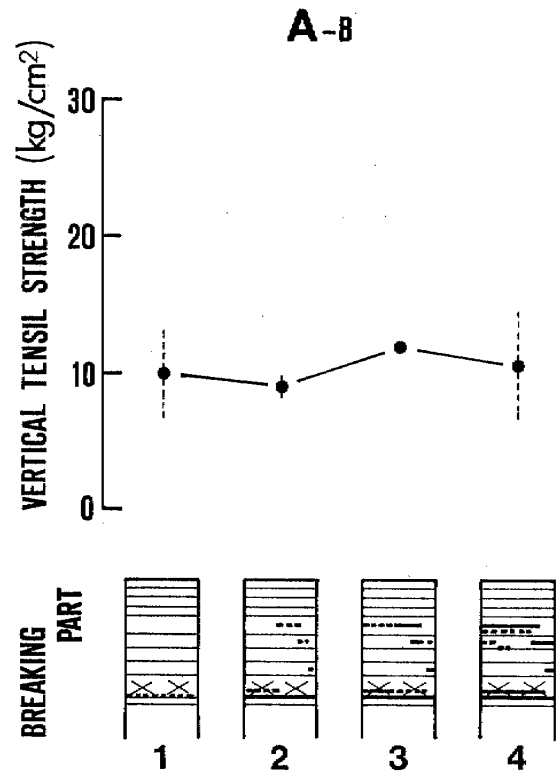


図-7(i) 破壊部再接着、繰返し平面引張り試験結果(煮沸繰返し処理後)  
 Fig. 7(i) Same as Fig. 5(i), but [After aging treatment of boiling-drying cycles]

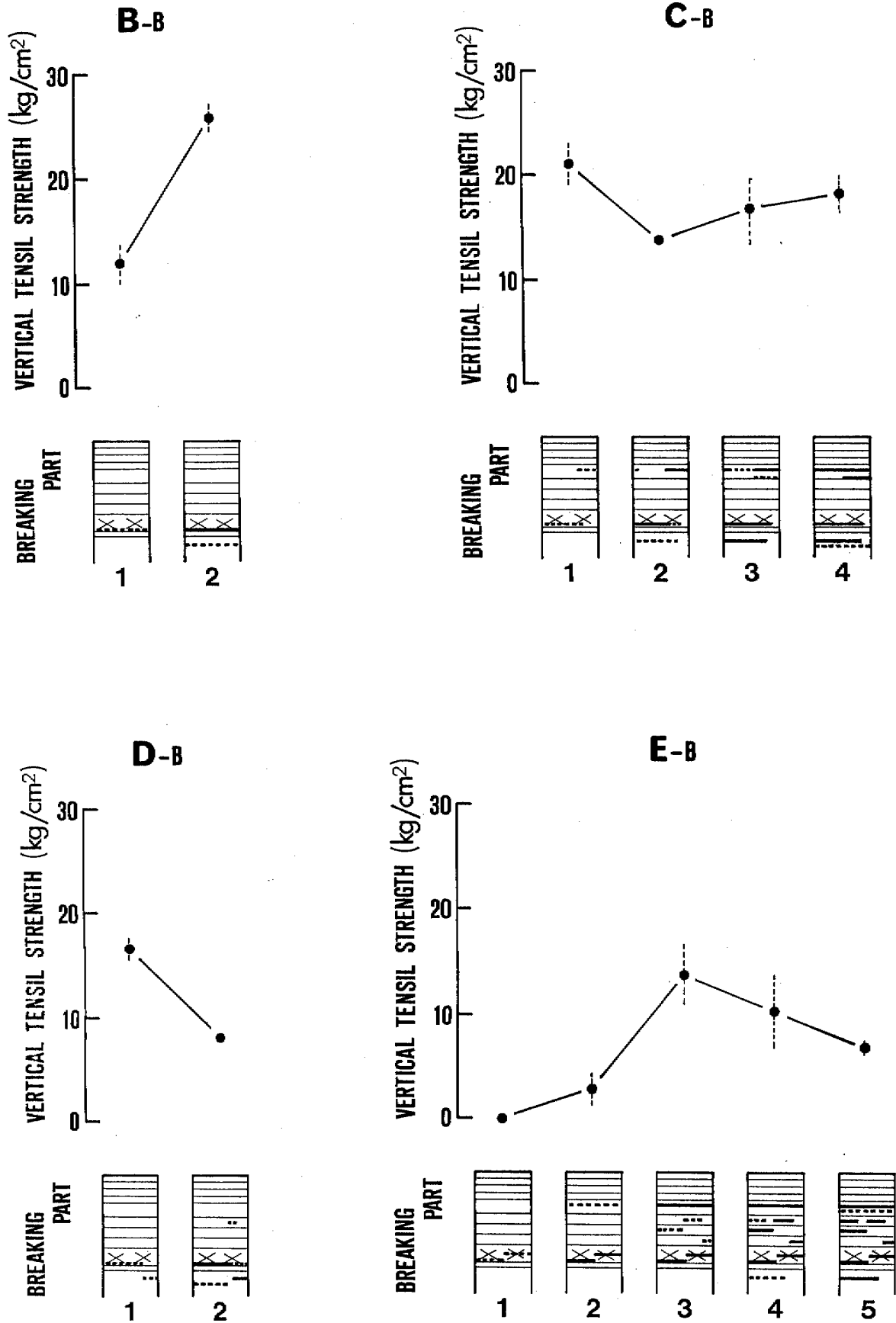
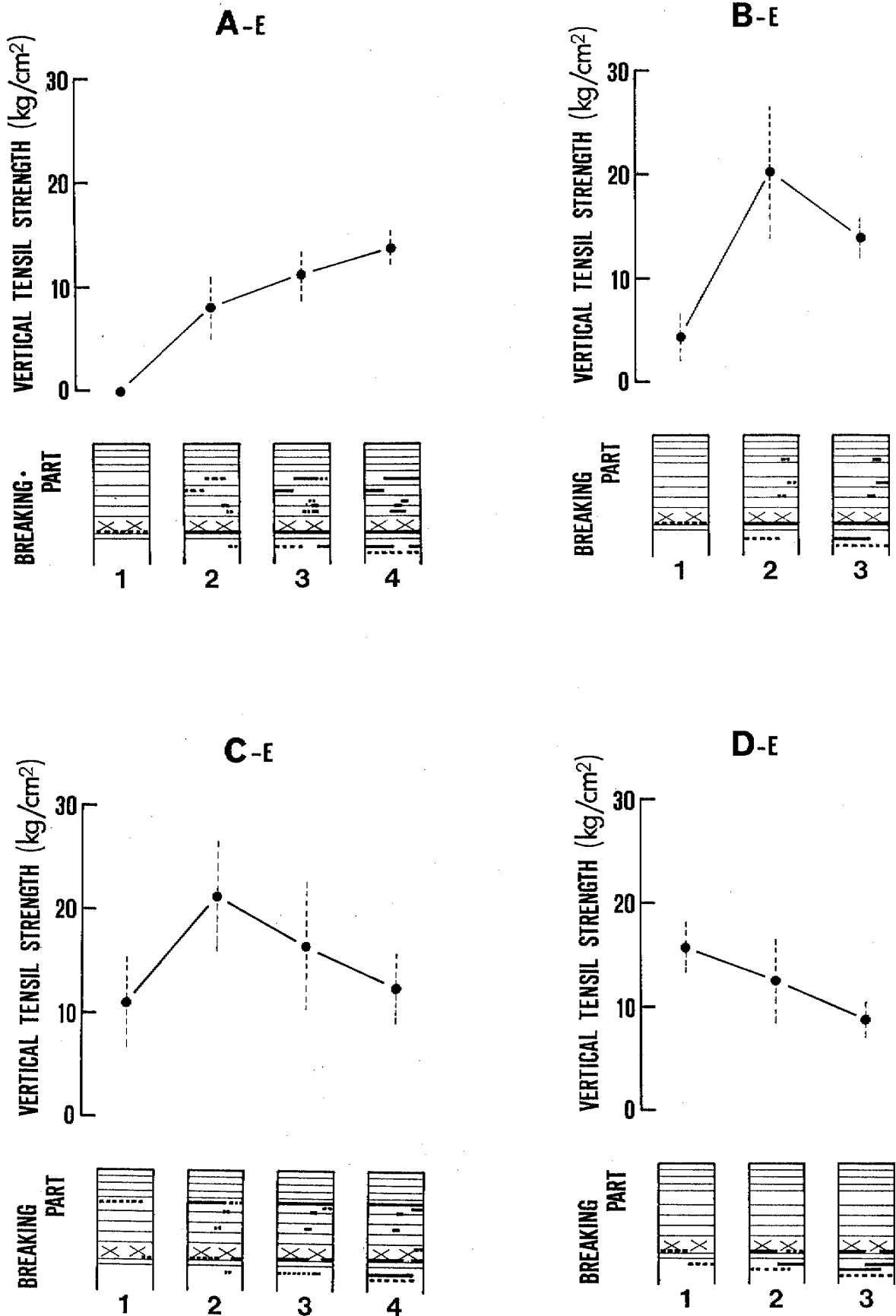


図-7(ii) <図-7(i)と同じ>  
 Fig. 7(ii) <Same as Fig. 7(i)>



図一B(i) 破壊部再接着，繰り返し平面引張り試験結果（屋外曝露1年4ヶ月後）  
 Fig. 8(i) Same as Fig. 5(i), but, [After 16 months' exposure in the open]

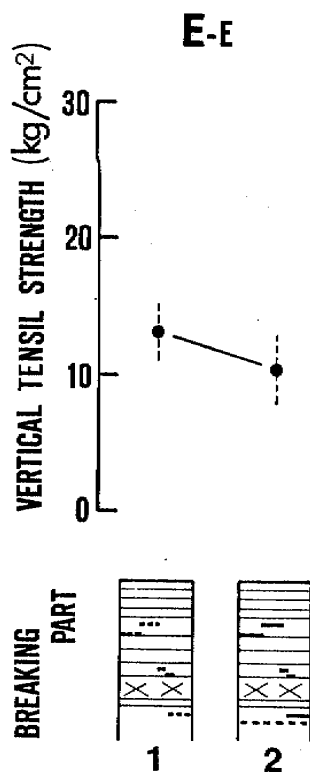


図-8(ii) <図-8(i)に同じ>  
Fig. 8(ii) <Same as Fig. 8(i)>

#### 4) 屋外曝露後

試験結果を図-8(i), (ii)に示す。

Aの場合、②布着せ部が甚だしく劣化し、試験時には既に剝離してしまっていた。常態時に布着せ部と同じ程度に弱かった⑥漆下地部はそれ程劣化しておらず、常態時とほぼ同じ強度を示した。Bの場合も、②布着せ部が大きく劣化し、その強度は常態時の $\frac{1}{4}$ 以下に低下、極めて低い値となった。その他の部分はほとんど劣化を示していない。Cの場合、最弱層⑥漆下地部が劣化し、その強度は常態時の半分となったが、特に低い値というわけではない。その他の部分は良好な状態を保持している。3, 4回目の強度の低下は、木破に伴う内部残留破壊によるものであろう。Dの場合には、劣化はほとんど見られず、非常に良い状態である。2回目以降の強度低下は木破に伴う内部残留破壊によるものであろう。<図-8(i)>

Eの場合、最弱層である⑥漆下地部の強度が常態時よりも上昇するという特異な挙動を示した。1回目で既に木部破壊しており、従って漆下地部自体の強度は実際にはもっと大きいと考えられる。つまり、屋外曝露によるこの強度上昇は充分に有意な変化と判断できる。2回目の強度低下はC, Dと同様の理由による。<図-8(ii)>

尚、各サンプルの屋外曝露後の外観上の変化を図-9に示す。

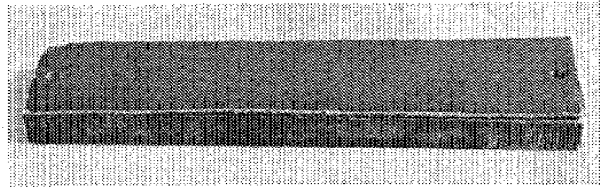
#### 5. 考 察

漆塗装技術は極めて伝統的な技術である。その技法は伝承的であり、個人的には高度に確立されているが、一般の近代技術と異り、その技術が標準化されていない。従って、同じ仕様に則って塗装されたものでも、施工者によってその性質がそれぞれに異なると言われている。本研究で用いた5人の専門家の手によるサンプルが、剝離離度とその耐久性において、それぞれ異なった挙動を示したのは、このことをハッキリ裏付けたといえる。しかし、一方、各サンプルに共通する性質もまた見出された。それは、漆塗膜中で最も弱い層は「布着せ部、特にその下部」か、あるいは「漆下地(さび)部」だということである。そして、更に、二番目に弱い層もやはりこの二つの内のどちらかであるということ、即ち、布着せ部が最弱の場合は漆下地部が二番目に弱く、漆下地部が最弱の場合は布着せ部が二番目に弱いということである。つまり、漆塗膜においては、布着せ部および漆下地部が強度的なウィークポイントであるということである。A~E5種のサンプルの平面引張り強度がそれぞれに大きく異っていたにもかかわらず、この点だけは共通していたことから考えて、この性質、即ち、布着せ部および漆下地部が弱いというのは、漆塗装一般に当てはまる特性であると考えて良いのではないと思われる。

さて、それでは何故布着せ部、漆下地部の剝離強度、即ち、接着力ないしは凝集力が他の部分に比べて特に弱いのであろうか。布着せは、麻布(綿布を用いることもある)を麦漆で固定するものであるが、この場合、普通二通りのやり方があるとされている。基材(木素固め後)に麦漆を塗付してから布を乗せ押さえ付けて固定する方法と、麻布に麦漆をなすり付けてから

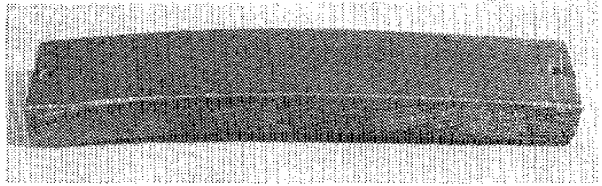
- 〔A〕 布着せ部分から剥離，クラックなし，表面艶消失しビロード状となる，基材の反りややあり

Lacquer layer separated from the clothing part. No crack occurred. Surface became dim. Support wood warped a little.



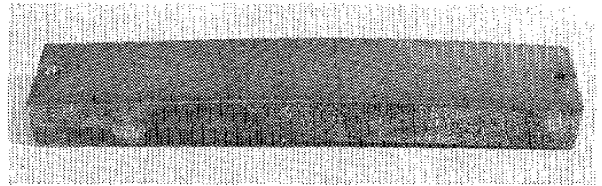
- 〔B〕 両端で布着せ部分からの剥離が見られる，クラックなし，表面艶消失しまだらビロード状となる，基材の反り大

On the both sides, lacquer layer partly separated from the clothing part. No crack occurred. Surface became dim. Support wood largely warped.



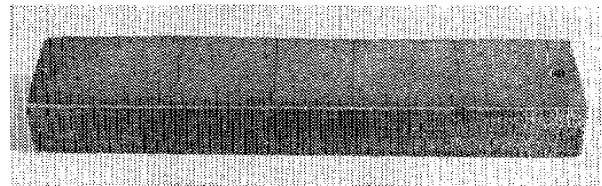
- 〔C〕 剥離なし，中央部に微細なクラックが発生，表面艶消失しビロード状となる，基材の反り大

No separation of lacquer layer occurred. On the center, fine cracks occurred. Surface became dim. Support wood largely warped.



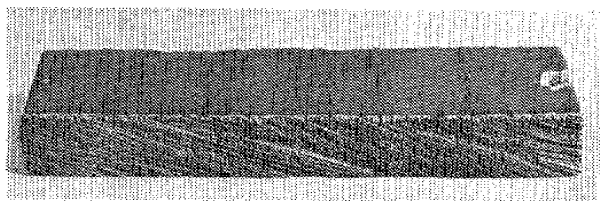
- 〔D〕 剥離なし，一定間隔で直線的なクラックが発生，表面艶消失しビロード状となる，基材の反りなし

No separation of lacquer layer occurred. Straight cracks occurred at certain intervals. Surface became dim. Support wood little warped.



- 〔E〕 片端で僅かな布着せ部からの剥離あり，かなりの量の細かいクラックが分散して発生，表面艶消失しまだらビロード状となる，基材の反りなし

On the one side, lacquer layers small separated from the clothing part. Many fine cracks occurred at intervals. Surface became dim. Support wood little warped.



図—9 屋外曝露1年4ヶ月後の外観の変化

Fig. 9 Appearance changes of the specimens after 16 months' exposure in the open

基材に貼り付ける方法である。前者の場合には、麻布と麦漆とのなじみ（ぬれ）がどうしても悪くなり、麻布と麦漆との間の接着力が低くなることは充分考えられる。又、後者の場合には、麻布と麦漆とのなじみは良いが、図-10に示すように、接着面積が小さくなる結果、全体としての接着力が低くなると考えられる。本研究に用いたA～Eのサンプルの布着せが、それぞれどちらの方法で行われたかは、施工者の個人的技法にかかわることなので、その詳細を知ることは困難であり、この点に関する試験結果との相関を考察することができないのは残念である。更にまた、布着せに用いる布の糸の太さ、および、織の細かさは、当然、布着せ部の強度に大きな影響を与えるであろう。実際、図-11に示すように、各サンプルによって、布の形態、布着せの様子がかなり違っている。加えて、布着せ層には、他の層よりも多量の漆が用いられるので、漆の硬化不良が起き易く、従って、硬化条件の影響が大きい。このように、漆塗膜中でも布着せ部分は特に、その材料、技法、条件が多様であり、この部分にしぼった細かい実験、検討を今後行う必要があると考えている。

次に漆下地（さび）部であるが、この部分の凝集力が弱いのは、フィラー（砥粉）に対する漆分の割合が少ないことが原因と思われる。布目すり（フィラー；地粉）、漆地粉（フィラー；地粉）、切粉（フィラー；地粉、砥粉半々容量）、漆下地（フィラー；砥粉）の施工は、まずフィラーに水を加えて練り、一定のやわらかさにしてから、次に生漆を加えて練った後、ヘラで塗り付け、乾燥後、空研ぎまたは水研ぎする。この場合、フィラーの粒子の大きさが問題とな

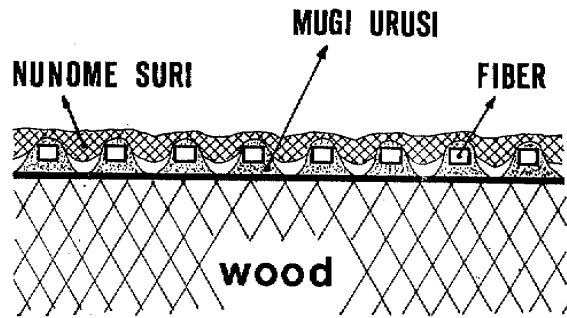


図-10 布着せ部分断面模式図  
 Fig. 10 Illustration of the section of clothing layer

次に漆下地（さび）部であるが、この部分の凝集力が弱いのは、フィラー（砥粉）に対する漆分の割合が少ないことが原因と思われる。布目すり（フィラー；地粉）、漆地粉（フィラー；地粉）、切粉（フィラー；地粉、砥粉半々容量）、漆下地（フィラー；砥粉）の施工は、まずフィラーに水を加えて練り、一定のやわらかさにしてから、次に生漆を加えて練った後、ヘラで塗り付け、乾燥後、空研ぎまたは水研ぎする。この場合、フィラーの粒子の大きさが問題とな

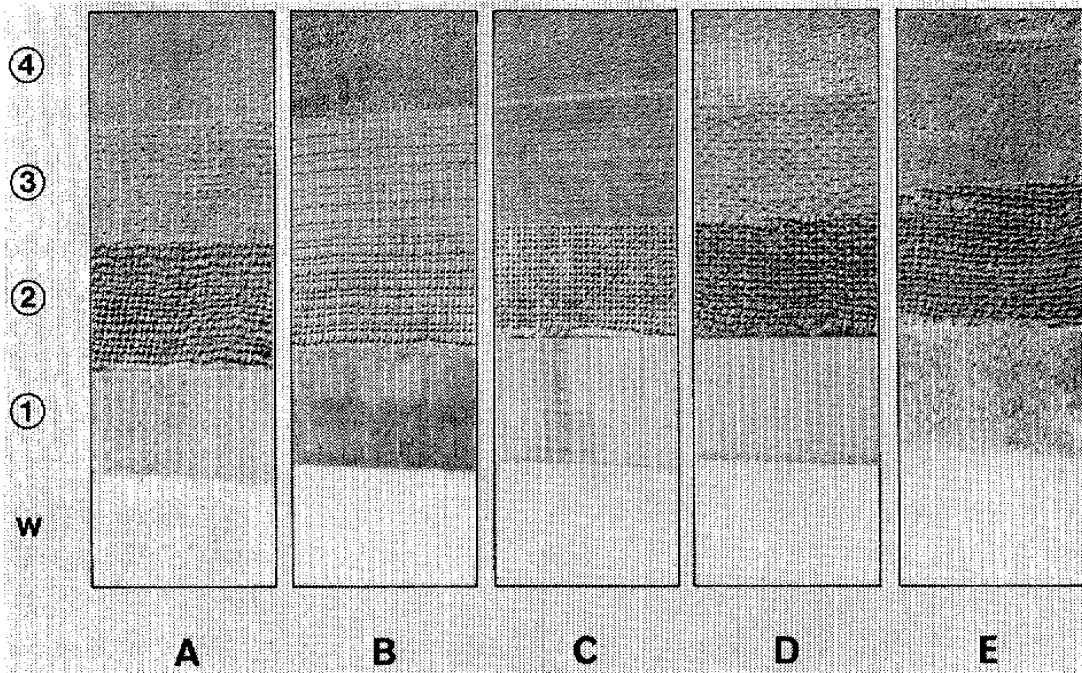


図-11 布着せ部分  
 Fig. 11 Clothing parts of the specimens

る。即ち、砥粉の方が地粉に比べて粒子がずっと小さく、従って、砥粉の嵩比重および容積当り表面積は地粉のそれよりもはるかに大きい。ということは、同程度の凝集力を付与するためには、砥粉に対しては、地粉あるいは切粉（砥粉、地粉半々容量）に対してより多量の漆を加えることが必要なのである。ところが、実際には、通常、最初にフィラーに水を加えて練り、一定のやわらかさにしてから（この際、砥粉に対しては、地粉あるいは切粉よりもずっと多くの水が加えられているはずである）、各フィラーとも同量の生漆を加えて練ってから塗付しているようである。とすれば、砥粉漆（さび漆）の場合、フィラーに対する漆の量が地粉漆、切粉漆に比べて相対的に少いことになり、その結果、漆下地部の凝集力が特に弱くなるのは当然と言えよう。従って、単に強度（その耐久性も含めて）の面からのみ言えば、漆下地部の改良は漆分を増やすことによって達せられると考えられる。具体的には、砥粉を水で練る段階で、水の量を減らしその替りに漆を加えて練るようにして、砥粉に対する漆の量を相対的に増やせば良いということである。尚、工程⑦の「さび固め」は、⑥漆下地層の表面に生漆を塗付するものであるが、この処置は漆下地部を強化するものではない。この処置の目的は、⑧～⑩の塗り工程のための下地表面の前処理であり、塗付量も少ない。従って、この処置により、漆下地層に生漆が浸み込み漆下地部の漆分の不足が補われてこの部分が強化されるということは全くないのである。

外装化粧としての漆塗装は、屋外の厳しい自然環境下に曝されるのであり、その耐久性が極めて重要である。本研究では、劣化促進処理による塗膜の剝離強度の変化を平面引張り強度試験で調べたのであるが、A～E 5種のサンプルでそれぞれ異なった特徴を示した。個々のサンプルの特性については〔3. 試験結果〕で述べた通りであるが、ここでは、A～Eを相互に比較するために、各サンプルの各条件における平面引張り強度と破壊部位を一括して図-12に示した。図中、〔A〕～〔E〕は各サンプルを、○内の数字は破壊部位（表-1参照）を示しており、又、Nは常態、Hは温水処理後、Bは煮沸繰り返し処理後、Eは屋外曝露後を示している。

図-12から明らかのように、Eが、その耐久性において、他とは全く異なる極めて特異な挙動を示している。即ち、屋外曝露後の強度が常態時を上廻るという普通では考えられない現象が起きているのである。又、他の4種が温水処理により却って強度が増加する傾向を示しているのに対して、Eでは $\frac{1}{2}$ に低下し、更に煮沸処理後では、強度ゼロにまで劣化するという、極めて低い耐水性を示しているのが大きな特徴である。サンプルEのこの特異現象を考察する上で、次の事実が重要なカギを握っているものと思われる。それは、サンプルEの作製が、施工者の都合により他のものよりかなり遅れ、施工時から試験時までの間がA～Dよりかなり短かったということである。一般に、石炭酸樹脂等三次元高分子の場合（漆をこの範疇に入れることは、その硬化条件の特殊性などから、必ずしも正確とは言えないが）、硬化不十分の状態では、本来持っているはずの高い耐久性を全く示さず、逆に極めて耐水性が悪い。しかし、時間の経過と共に硬化が進み、本来の高い性能を示すようになる。これをサンプルEの場合に当てはめて考えると、常態、温冷水処理後、煮沸繰り返し処理後の試験の段階では未だ硬化不十分の状態にあり、常態時の強度も低く、特にその耐水性が極めて低かったが、1年4ヶ月間の屋外曝露中に硬化が進み、本来の強度を獲得したということになる。この説明がはたして充分納得し得るものであるかどうかは、硬化条件に関する今後の実験、検討の結果を待ってから更に考察したいと考えている。

そこで、ここでは、Eを例外として他のA～D 4種について、図-12からその耐久性を見てみると、A～Dの全てが温冷水処理により強度が増加している（Dが他に比べて増加度合が小さいように見えるが、Dの値は木部破壊時のものであり、実際の塗膜の強度はもっと大きいはず



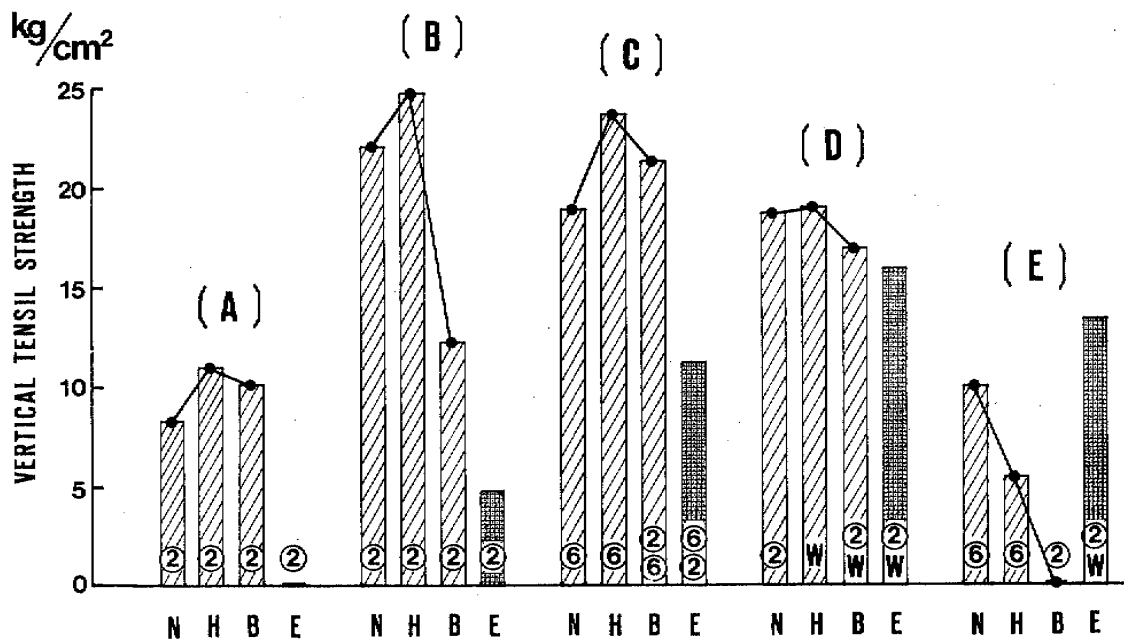


図-12 各テストサンプルの試験結果の比較

Fig. 12 Vertical tensile strength and the broken layer of the five test specimens under the four conditions

ずである)。この現象は、温水処理により漆の硬化（架橋）が更に進んだためと考えることができよう。これは、漆の硬化が不十分であったということとは全く違う。一般に、漆も含めて三次元高分子の場合、充分硬化した後も時間と共に尚少しづつ硬化が進む（図-13）。塗装後長時間経過していない漆塗膜の硬化が、温水処理により促進されたものと考えられる。

煮沸繰り返しは、接着耐久性、特に耐水性を試験する場合のかなり厳しい処理である。C、Dは、この処理によってもほとんど

強度が低下していない。Aの場合も、処理による低下はほとんどないが、強度そのものは余り大きくない。一方、Bの場合は50%の大幅な低下を見せたが、強度そのものは充分な強さを保っている。以上のことから、漆塗膜というものは非常に高い耐水性、特に耐水接着力を持っていることがわかる。

屋外曝露処理による劣化では、サンプル間で大きな差があらわれた。Aは曝露中に剝離し、Bは強度が1/4以下に低下し 5 kg/cm<sup>2</sup> 以下という非常に小さい値となった。一方、Dでは、依然として試験時に木部破壊がある程で、劣化は極めて小さい。Cは、強度が40%低下したものの、その強度自体は充分な大きさを保っている。外部化粧塗装の耐久性を調べるための最適な試験が屋外曝露試験であることは言うまでもない。屋外の厳しい自然環境下に曝されながら、どの程度長期に渡ってその性能を保持できるかを、まさに問題にしているからである。今回の屋外曝露試験期間は、夏季を2回含む1年4ヶ月間である。この期間内で、A、Bは大き

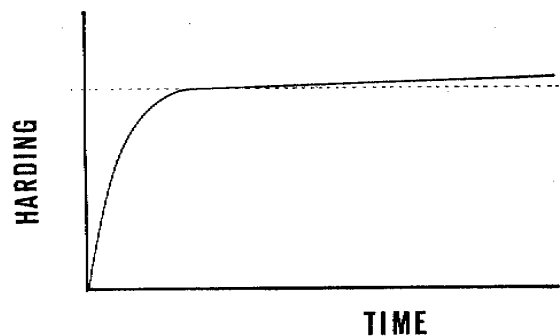


図-13 三次元高分子の硬化度と時間との関係

Fig. 13 Relation between time and the hardening of a three dimensional Plastic

く劣化し、特にAは自然剝離してしまった。しかし、だからと言って、仮にAが実際の古建築に塗装されていた場合、2年以内に剝離してしまうということをダイレクトに意味しているわけではない。というのは、本試験における屋外曝露条件は、実際の建築物の外部漆塗装が曝される条件より、次の点ではるかに厳しいからである。即ち、試験片の木口、側部は塗装されず木材がそのまま露出していること、裏面も勿論塗装されず、金網を通して外気に曝されていること、試験片は木材の繊維に直角方向に細長い小片であるため、吸脱湿による寸法変化(反り)の影響をもろに受けることなどである。従って、本研究の屋外曝露試験は劣化促進比較試験と考えるべきであり、各テストサンプル間の比較から試験結果を論じるべきものである。そこで、図-12により比較してみると、Dが抜群の耐候性を示し、Cも良いが、一方、A、Bの耐候性は非常に悪いという、極めて歴然とした差があることがわかる。尚、Eについては、前述の硬化度の問題を考慮に入れなければならないが、屋外曝露試験では良い結果を示している。この各サンプル間における耐候性の差の理由について、ここで、本試験結果のみから考察し、論じるのは、到底不可能であることは容易に理解されよう。今後、多くの実験、検討を重ね、少しずつその糸口を見つけ出して行く以外にはないと考えている。尚、もとより、ここで、各施工者の技術の良否を云々することなど、全く有得ないことを蛇足ながら付け加えておきたい。

## 6. 結 論

一定の施工基準に従って5人の専門家によって塗装された漆塗り手板サンプルについて、塗膜の剝離強度とその耐久性を平面引張り試験により検討した、その結果、(i)漆塗膜の強度およびその耐久性(特に耐候性)は、施工者により大きく異なる、しかし、(ii)漆塗膜の中で最も弱い層および二番目に弱い層は、必ず、布着せ部あるいは漆下地(さび)部である、ことがわかった。この布着せ部および漆下地部がウィークポイントであるという点は、漆塗装一般に当てはまる共通の性質ではないかと思われる。布着せ部が弱い理由、およびその改良方法については、多くのファクターについてのより詳細な実験、検討が必要であり、今後の研究課題である。又、漆下地部については、砥粉に対する漆の量を増やすことによって改良し得ると思われるが、やはり、実験による検討、確認が必要であり、実験を予定している。

## 7. 謝 辞

本研究を進めるに当り、終始、懇切な御指導を賜った、東京国立文化財研究所、修復技術部、第一修復技術研究室長、中里寿克氏、同、第三修復技術研究室長、樋口清治氏、および、同、前部長、西川杏太郎氏(現、文化庁、文化財保護部、文化財鑑査官)の各氏に対し、又、御多忙中にもかかわらず、本研究のためにテストサンプルをお作り頂いた皆様に、更に、実験を手伝って頂いた工学院大学学生(当時)の柳原貞夫、山下哲雄の両君に対し、深く感謝します。

尚、本研究は、文部省科学研究費補助金にて行われた。記して深謝致します。

## Experimental Study on the Characteristics of Exterior Lacquer Coating on Historic Wooden Buildings [1]

### —Adhesion Strength of Lacquer Coating (No. 1)—

Tadateru NISHIURE

For the conservation of historic wooden buildings, it is necessary to understand the characteristics of their exterior lacquer coating. The author carried out an experimental study on this type of lacquer coating.

He examined the adhesion strength and its stability of the lacquer coating by means of a vertical tension test [Fig. 3], using test specimens which were made by five specialists in lacquer coating, according to a specified procedure [Table 1]. As a result, the following two facts were found:

- i) Adhesion strength and its stability of the lacquer coating is greatly dependent on the person who applied the coating.
- ii) However, the weakest and the next weakest layers are the *nuno-gise* (clothing) and *urushi-shitaji* (foundation III), with no exception in the all specimens [Fig. 4 (i)–(iii)].

From these facts, it can be considered a general characteristic of lacquer coating that the *nuno-gise* layer and *urushi-shitaji* layer are the weak points.

*Nuno-gise* is difficult to study scientifically, because there are three factors to be considered: the material (cloth), the applying techniques, and the drying condition [Fig. 10, 11]. Therefore, further experiments and investigations are necessary to find out why the *nuno-gise* layer is weak and to improve this layer. As for the *urushi-shitaji* layer, it can be strengthened by increasing the ratio of raw lacquer to tonoko when making *tonoko-urushi* (a mixture of raw lacquer and fine clay powder). To confirm this conclusion, another experiment is scheduled.