

傳統木構造 이음 方法에 對한 研究

金東賢*
鄭亨均

目 次

- | | |
|-----------|----------------|
| 1. 序言 | 나. 試驗用 機械 |
| 2. 試驗者 | 다. 試驗試片 製作 |
| 3. 試驗期間 | 라. 試驗方法 |
| 4. 試驗場所 | 7. 試驗結果 |
| 5. 試驗種類 | 가. 曲破壞強度試驗 結果 |
| 6. 試驗方法 | 나. 引張強度試驗 結果 |
| 가. 試驗用 材料 | 다. 壓縮強度試驗 結果 |
| | 8. 試驗結果에 對한 判斷 |

1. 序 言

木造文化財 建物들은 크고 작은 各各의 部材들로 構成되어 있으며 이 크고 작은 部材들은 우리 祖上들의 정성어린 솜씨가 깃들여 있는 것이기 때문에 建物自體만이 文化財가 아니라 建物을 構成하고 있는 하나 하나의 部材가 文化財인 것이다.

이와같이 우리 祖上들의 열이 담겨져 있는 文化財들을 보다 科學的인 處理方法으로 保存시킬 수 있는 方案을 찾기 위하여 保存科學研究室에서는 木造建物에 주로 이용되고 있는 여러種類의 木架構이음 方法을 比較 검토하고 또한 建造物 部材가 腐植되거나 破損되어 在 使用할 수 없는 部材를 新木材로 交替하지 않고 舊木材를 최대한 再 活用할 수 있는 方法을 講究하고자 다음과 같은 試驗을 실시하게 된 것이다.

2. 試驗者

- 가. 文化財研究所 保存科學研究室 室長 金 東賢 外 金炳虎, 鄭亨均, 李容喜
- 나. 林業試驗所 材料試驗課長 姜 善求

3. 試驗期間

- 가. 1次試驗 : 1983年 1月 14日부터 1月 31日까지 (18日間)
- 나. 2次試驗 : 1983年 9月 23日부터 10月 6日까지 (14日間)
- 다. 3次試驗 : 1984年 10月 23日부터 12月 22日까지(2個月間)

*保存科學研究室

4. 試驗場所

가. 文化財研究所 保存科學研究室

나. 林業試驗所 材料試驗課

5. 試驗種類

가. 曲破壞強度 試驗

나. 印章強度 試驗

다. 壓縮強度 試驗

6. 試驗方法

가. 試驗用 材料

材 料 名	製 造 會 社	品 名
Epoxy 樹脂	CIBA-GEIGY社	아랄다이트 AW 106 (主劑) 아랄다이트 HY 837 (硬化劑)
人工木材用配合材料	CIBA-GEIGY社	아랄다이트 SV 427 (主劑) 아랄다이트 HV 427 (硬化劑)
※ 充填劑		
Glass Micro balloon	일본동양공업주식회사	IG - 101

材 料 名	製 造 會 社	品 名
Phenol Micro balloon	일본 유니온 카바이트사	BJO - 0930
木 粉	국 산	
유리실 (Spun glass)	국 산	
시험용 木材	국 산	含水率 10% 미만의 陸松 新材와 舊材

나. 試驗用 機械

萬能材料 試驗機 (日本鳥律製作所 Autograph 1s-10T)

機種 (萬能試驗機)		Autograph 1s - 10 T形
使用 Load Cell		10,000 , 500 kg
壓縮 및 剪斷試驗	荷重測定範圍	10 ~ 10,000 kg
	壓盤直徑	150 mm
	壓盤間距離	0 ~ 500 mm
曲破壞試驗	荷重測定範圍	10 ~ 10,000 kg
	Punch 先端半徑	6 mm
	支點先端半徑	15 mm
	支點距離	30 ~ 500 mm
	Punch 支點間最大間隔	450 mm
引張力試驗	荷重測定範圍	10 ~ 10,000 kg
	固定具	500 , 10,000 kg
	固定具間距離	0 ~ 920 mm

다. 試驗試片 製作

1) 曲破壞強度 試驗試片 製作

가) 含水率 8% 미만의 舊木材와 10%미만의 新木材인 陸松과 美松을 利用 가로 8cm × 세로 8cm × 길이 60cm의 角材를 만들어 나비장 주먹장 양변주먹장 십자마춤의 이음試片을 各各 製作하고 이의 強度를 測定한 後 破損된 破片을 收拾하여 人工木材成樹脂인 아랄다이트 SV 427과 HV 427을 1 : 1로 配合 破損된 試片을 原形대로 復元시켜 再 使用할 수 있는 2次 曲破壞 強度 試片을 製作하였다. (도면 4, 5, 6, 7 參照)

나) 含水率 8% 미만의 舊陸松材를 購入 가로 2.5cm × 세로 2.5cm × 길이 40cm의 再材를 만들어 이와같은 다른 角材에 가로 1.5cm × 세로 2cm × 길이 40cm의 홈을 파고 파여진 홈 안에 人工木材合成樹脂 SV 427과 HV 427을 1 : 1로 配合한 樹脂와 Epoxy 合成樹脂 AW 106과 HY 837을 100 : 35로 配合한 樹脂에 木粉, PB (Phenol Microballoon), GB (Glass Microballoon), 유리실 (Spun glass)을 混合한 合成樹脂를 各各 充填시켜 3次 曲破壞強度 試驗試片을 製作하였다. (도면 8. 9 參照)

2) 引張強度 試驗試片 製作

가) 含水率 8% 미만의 舊陸松材와 新木材인 陸松과 美松을 利用하여 “1의 방향”과 같이 1, 2次 引張強度 試驗試片을 제작하였다.(도면 10, 11, 12, 13 參照)

나) 含水率 8% 미만의 舊陸松材를 利用하여 圖面과 같이 木材試片을 製作하였고 人工木材合成樹脂 SV 427과 HV 427을 1 : 1로 配合한 樹脂와 Epoxy 合成樹脂 AW 106과 HY 837을 100 : 35로 配合한 合成樹脂에 木粉, PB(Phenol Microballoon)·GB(Glass Micro balloon) 유리실(Spun glass)을 各各 混合하여 실리콘러버로 製作한 모형틀에 充塡시켜 木材試片과 同一한 3次 引張強度 試驗試片을 製作하였다. (도면 12參照)

3) 壓縮強度 試驗試片 製作

含水率 8% 미만의 舊陸松材를 利用하여 가로 3cm x 세로 3cm x 길이 10cm의 角材 試片을 만들고 같은 寸수의 다른 角材로 나비장 주먹장, 쌍촉주먹장 이음試片을 製作하였으며 이음부 連結部는 Epoxy 合成樹脂 AW 106과 HY837을 100 : 35로 配合하여 接着시켰다.

이음부를 接着시킨 또 다른 試片에는 가로 1cm × 깊이 1cm × 길이 3cm의 홈을 양면에 파고 파여진 홈 안에는 Epoxy 合成樹脂를 充塡시켜 各各의 다른 壓縮強度 試驗試片을 製作하였다. (도면 14, 15, 16, 17 參照)

라. 試驗方法

“다방향” 같이 製作된 各各의 이음 試片을 林業試驗所 林料試驗課 實驗室에 設置된 萬能材料試驗機(日本 島津機械製作所 製品)인 U.T.M.(Universal Testing machines)IS-10T를 使用하여 記錄紙의 速度 20m/m/min, 荷重速度 5mm/min으로 壓縮強度와 引張強度를 測定하고 曲破壞強度는 記錄紙의 速度 50mm/min, 荷重速度 5mm/min으로 하였으며 曲破壞強度試驗의 경우는 支點間의 거리를 試片에 따라 40cm와 30cm로 하여 測定하였다.(사진 5·7·9 參照)

7. 試驗結果

가. 引張強度 試驗結果

1) 木材이음 強度

가) 나비장이음은 舊木材보다 新木材로 이음한 것이 強하고 新木材中에서도 美松보다 陸松이 強하였다.

나) 주먹장, 양변주먹장은 新材料보다 舊材料가 強하고 新木材 中에서도 美松보다는 陸松이 強하였다.

2) 木材이음부 樹脂處理 強度

가) 나비장 이음에 있어서는 人工木材 合成樹脂 SV 427과 HV 427을 1 : 1로 配合한 樹脂로 이음부를 接着시켰을 때 新木材의 경우는 合成樹脂로 接着시키지 않았을 때와 비슷하나 舊木材의 경우는 合成樹脂로 接着시켜준 것이 接着시켜주지 않은

木材이음보다 强하게 나타났다.

나) 주먹장, 양변주먹장 이음에 있어서는 人工木材合成樹脂로 接着시킨 것이 接着시켜주지 않는 木材이음보다 强하게 나타났다.

다) 陸松材와 合成樹脂(AW 106과 HY 837)와의 比較 試驗에 있어서는 合成樹脂에 PB(Phenol Micro balloon) 20%와 유리실(Spun glass) 3%을 混合한 試片이 陸松材에 比하여 强하게 나타났다.(도면 1參照)

나. 曲破壞强度 試驗結果

1) 木材 이음强度

가) 나비장 이음은 新木材의 경우 美松보다 陸松이 强하고 新木材보다는 舊木材가 强하게 나타났다.

나) 주먹장, 양변주먹장의 이음은 舊木材가 新木材가 强하고 新木材의 경우 美松보다 陸松이 强하게 나타났다.

다) 십자마춤의 경우는 舊木材가 新木材가 强하고 新木材의 경우 美松보다 陸松이 强하였다.

2) 木材이음부 樹脂處理 强度

가) 나비장 이음의 陸松新材에 있어서는 이음부를 人工木材合成樹脂로 接着處理시켰을 때 接着處理하지 않은 木材이음이 接着處理한 이음보다 强하게 나타났다.

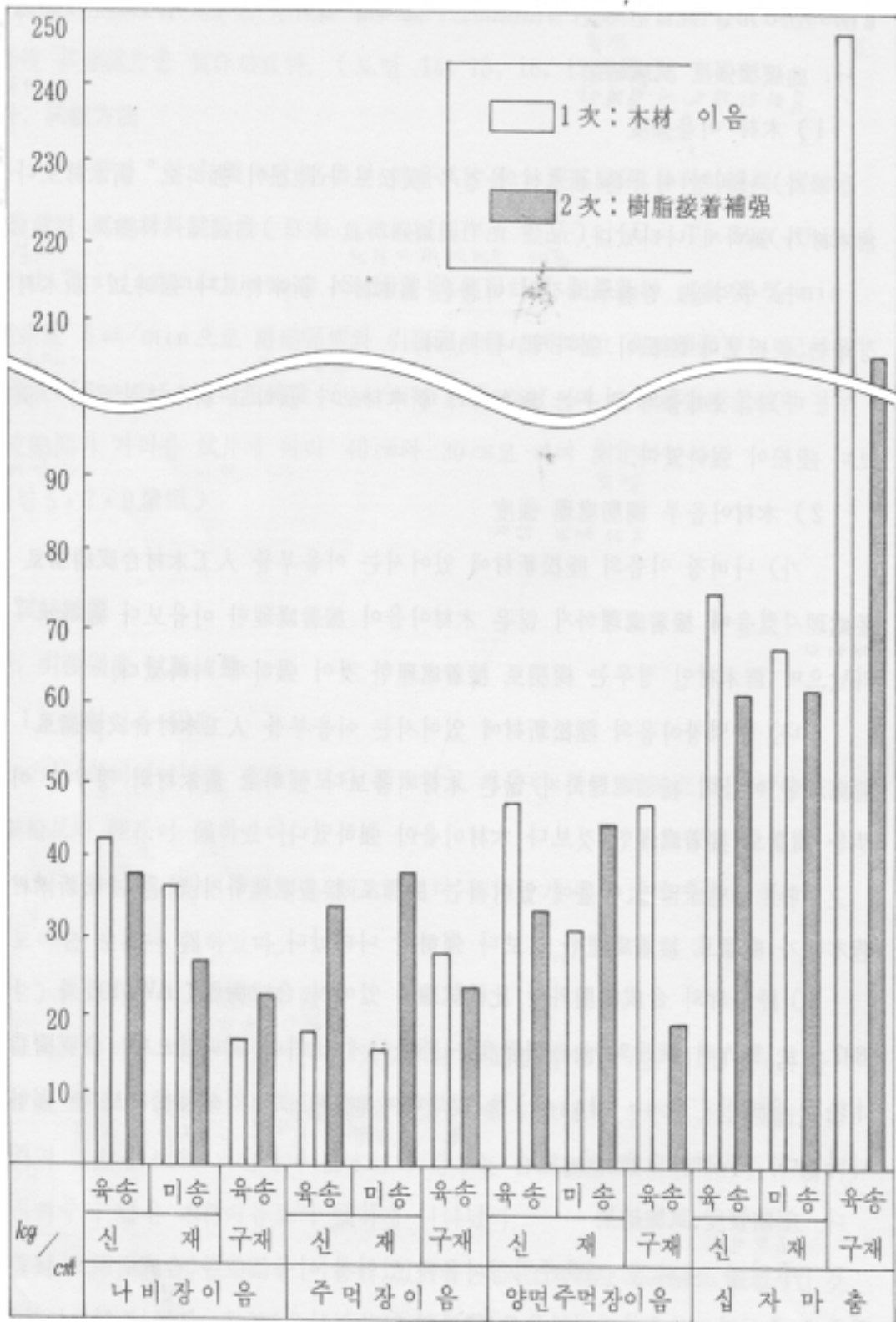
나) 주먹장이음의 陸松新材에 있어서는 이음부를 人工木材合成樹脂로 接着處理한 이음이 接着處理하지 않은 木材이음이 强하고 舊木材의 경우는 이음부를 樹脂로 接着處理한 것보다 木材이음이 强하였다.

다) 양변주먹장 이음에 있어서는 樹脂로 接着處理하지 않은 陸松新材와 舊木材가 樹脂로 接着處理한 것보다 强하게 나타났다.

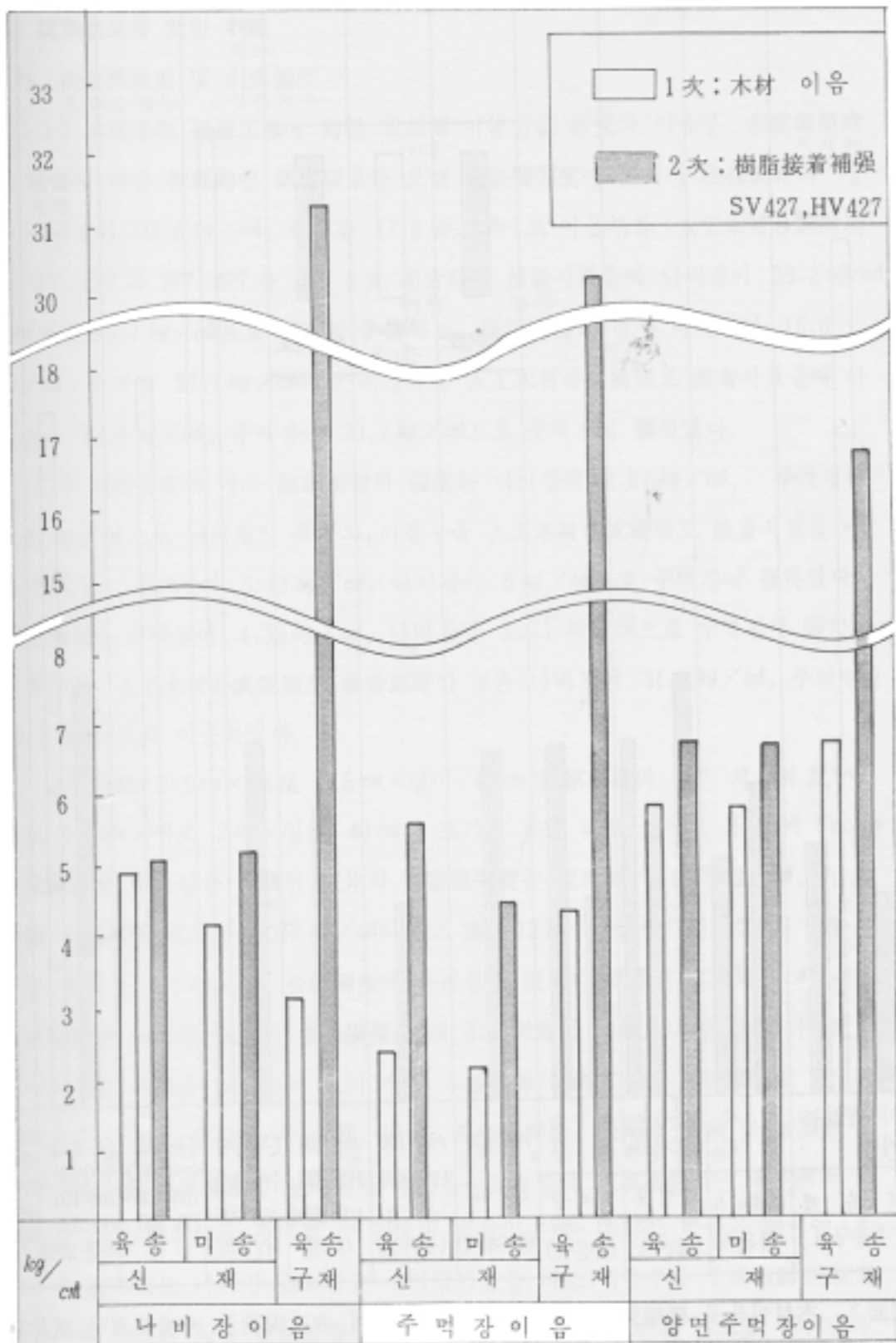
3) 陸松材와 合成樹脂와의 比較試驗에 있어서 合成樹脂(AW 106과 HY 837)로 製作된 試片의 曲破壞强度는 陸松材에 比하여 弱하였으나 合成樹脂에 粉末과 유리실(Spun glass)을 混用하여 製作된 試片역시 陸松보다 强하게 나타났다.(도면 2參照)

다. 壓縮强度 試驗結果

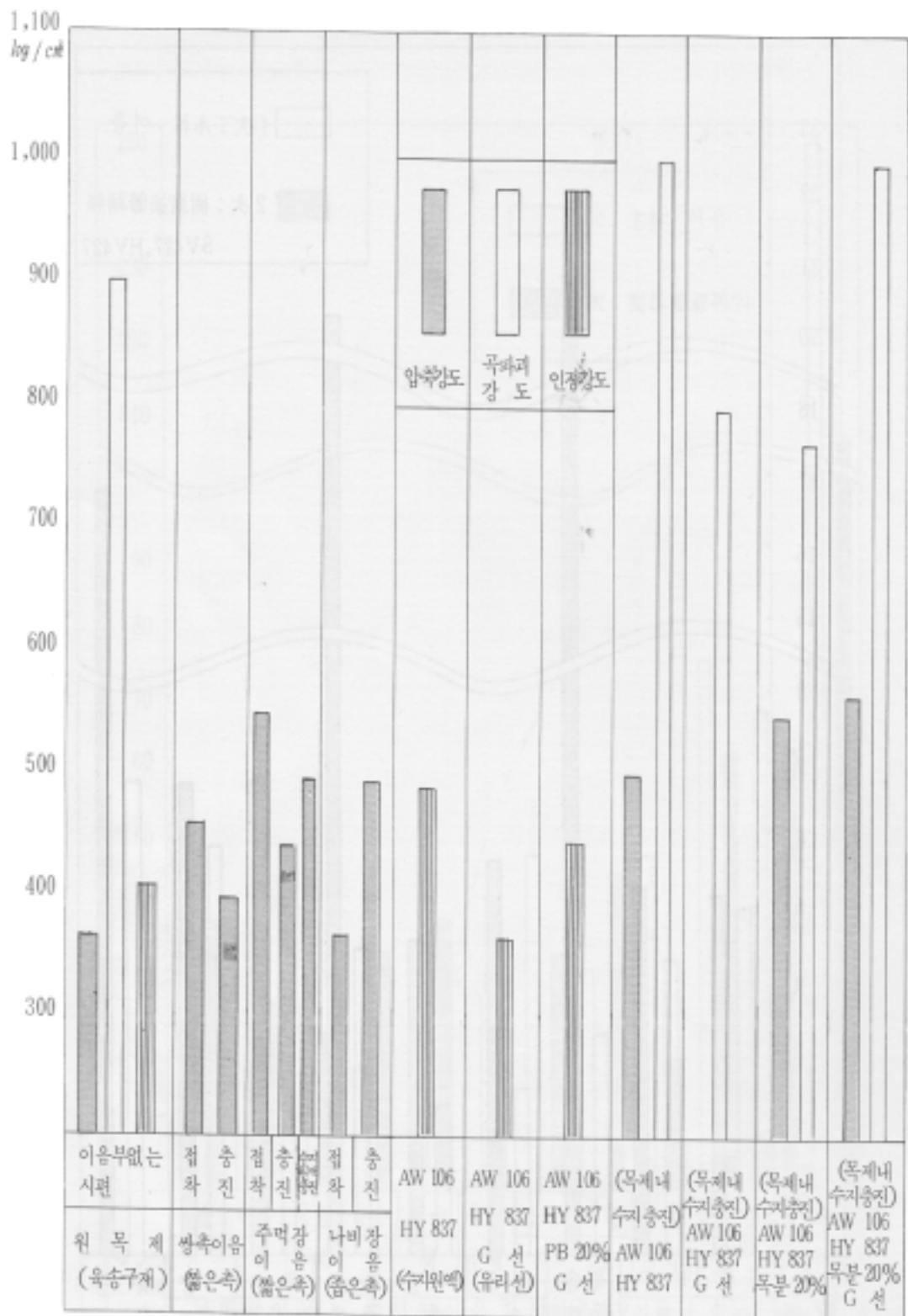
주먹장 나비장 쌍측주먹장이음에 있어서 이음部位를 合成樹脂로 接着시켰을 때 주먹장, 쌍측주먹장이음은 陸松材에 比하여 强하게 나타났으나 나비장은 陸松材와 비슷하였고 이음부 양면에 흠을 파고 파여진 흠 안에 合成樹脂를 充填하여 製作한 試片은 陸松材에 比하여 强하였다.(도면 3 參照)



圖面 1. 木材이음부 曲破壞強度 試驗結果



圖面 2. 木材이음부 引張強度試驗 結果



圖面 3. 木材이음부 壓縮強度 및 原木材와 木材內에 合成樹脂를 充填補強한 試片의 強度試驗 結果

8. 試驗結果에 對한 判斷

가. 曲破壞強度 및 引張強度

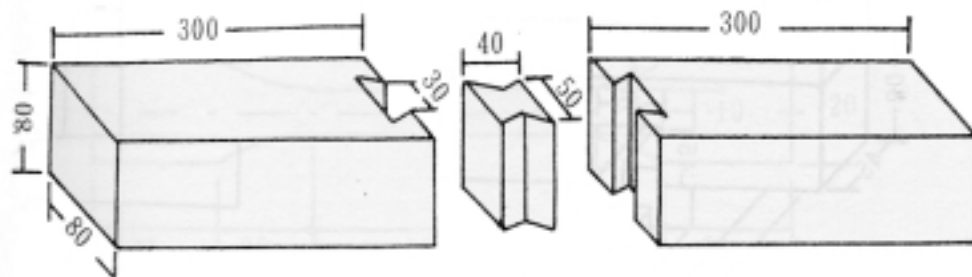
1) 木造建物 補修工事に 對한 木架構 이음方法 研究와 이음부 合成樹脂處理 補強에 따른 物理的인 試驗結果를 보면 曲破壞強度에 있어서 陸松新材의 경우 나비장이 42.6kg/cm², 주먹장 17.8kg/cm²이고 이음부를 人工木材合成樹脂인 SV 427과 HV 427을 1 : 1로 配合하여 接着시켰을 때 나비장이 39.2kg/cm² 주먹장이 33.7kg/cm² 으로 나비장이 强하고, 陸松舊材의 경우 나비장이 16.6kg/cm², 주먹장이 33.7kg/cm² 으로 나비장이 强하고, 陸松?材의 경우 나비장이 16.6kg/cm², 주먹장 27.7kg/cm² 이고 이음부를 人工木材合成樹脂로 接着시켰을 때 나비장이 22.6kg/cm², 주먹장이 23.2kg/cm² 으로 주먹장이 强하였다.

2) 引張強度의 경우 陸松新材의 強度는 나비장이 4.87kg/cm², 주먹장이 2.37kg/cm²으로 나비장이 强하고, 이음부를 人工木材合成樹脂로 接着시켰을 때의 強度는 주먹장이 5.43kg/cm², 나비장이 5kg/cm²으로 주먹장이 强하였다. 陸松舊材는 주먹장이 4.32kg/cm², 나비장이 3.21kg/cm²으로 주먹장이 强하고 이음부를 人工木材合成樹脂로 接着處理한 것은 나비장이 31.2kg/cm², 주먹장이 30.9kg/cm²으로 비슷하였다.

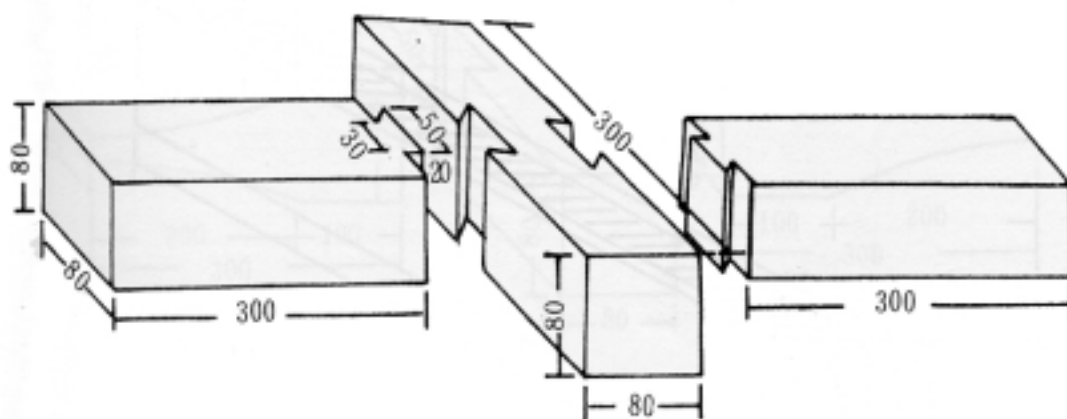
3) 가로 2.5cm × 세로 2.5cm × 길이 40cm의 原木材와 같은 치수의 試片에 가로 1.5cm × 세로 2cm × 길이 40cm의 크기로 홈을 파고 파여진 홈 안에 Epoxy 合成樹脂에 유리실을 充填한 試片의 曲破壞強度는 原木材 가 905kg/cm², 合成樹脂 充填補強 試片이 1010kg/cm²이였고 圖面12와 같이 製作된 試片의 引張強度는 木材가 412kg/cm², 合成樹脂에 유리실을 混合한 試片은 430kg/cm²이며, 合成樹脂로 製作된 試片의 曲破壞強度 및 引張強度가 木材보다 强하게 나타났다.

이와같은 結果를 綜合하여 보면 今後 木材建物 補修工事時 曲破壞強度 및 引張強度를 要하는 部位에 즉 大楔, 道理, 昌枋, 浮椽, 椽木等 腐植 및 破損된 部材는 Epoxy 合成樹脂에 유리실과 木粉을 混合하여 充填補強하면 新木材로 交替하지 않고 舊木材를 再用할 수 있으며 부득이 다른 木材로 이음을 하여야 할 경우에 新木材는 나비장 舊木材는 주먹장이음을 하고 이음부를 合成樹脂로 接着補強하면 部材에 對한 曲破壞強度 및 引張強度의 荷重을 받을 것으로 판단된다.

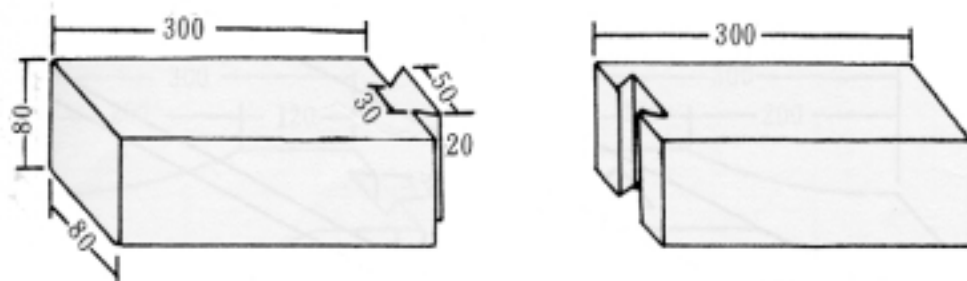
나. 壓縮強度에 있어서는 陸松材와 木架構이음과의 比較試驗缺課 陸松材가 374kg/cm²이며, 이음부를 合成樹脂로 接着시켰을 때 주먹장이 541kg/cm², 나비장 371kg/cm², 쌍측주먹장 461kg/cm²이고, 이음부를 接着시키고 가로 1cm × 깊이 1cm × 길이 3cm로 홈을 파고 파여진 홈 안에 合成樹脂를 充填補強한 試片의 強度는 주먹장 427kg/cm², 나비장 480kg/cm², 쌍측주먹장 382kg/cm²으로 이음부를 合成樹脂로 接着充填補強시킨 試片이 原木材보다 强하게 나타났다. 따라서 壓縮強度를 要하는 部材 즉 기둥, 柱頭, 小累等の 腐植 및 破損된 部材에 있어서도 新材로 交替하지 않고 舊材를 合成樹脂로 充填補強處理하면 再使用할 수 있으며 기둥의 경우 부득이 다른 木材로 이음을 하여야 할 때에도 주먹장이음을 하되 이음부를 合成樹脂로 接着補強시켜 주면 기둥에 對한 壓縮強度의 荷重을 받아 낼 것으로 판단된다.



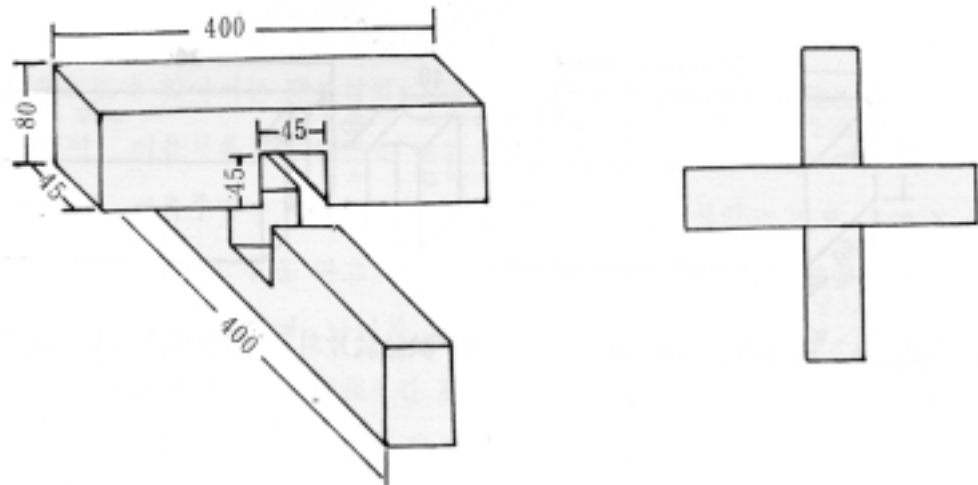
圖面 4. 陸松材를 利用한 曲破壞強度 試驗試片의 나비장이음(단위 mm)



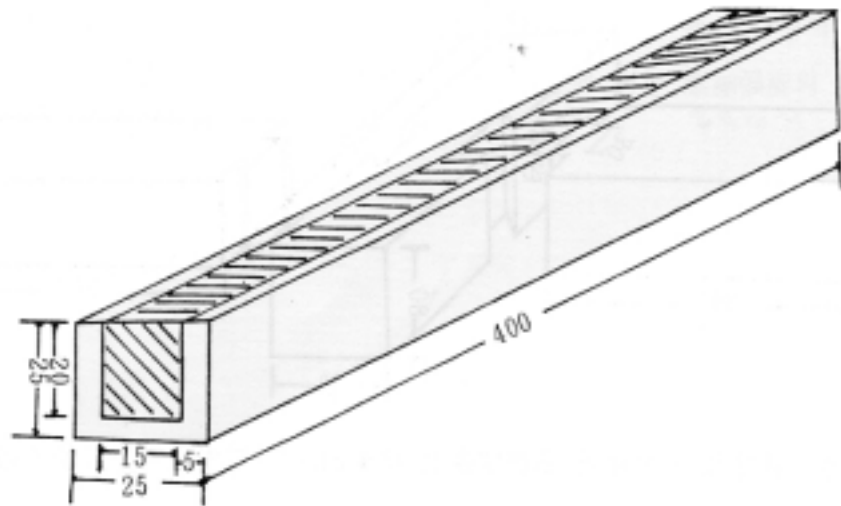
圖面 5. 陸松材를 利用한 曲破壞強度 試驗試片의 양면주먹장이음(단위 mm)



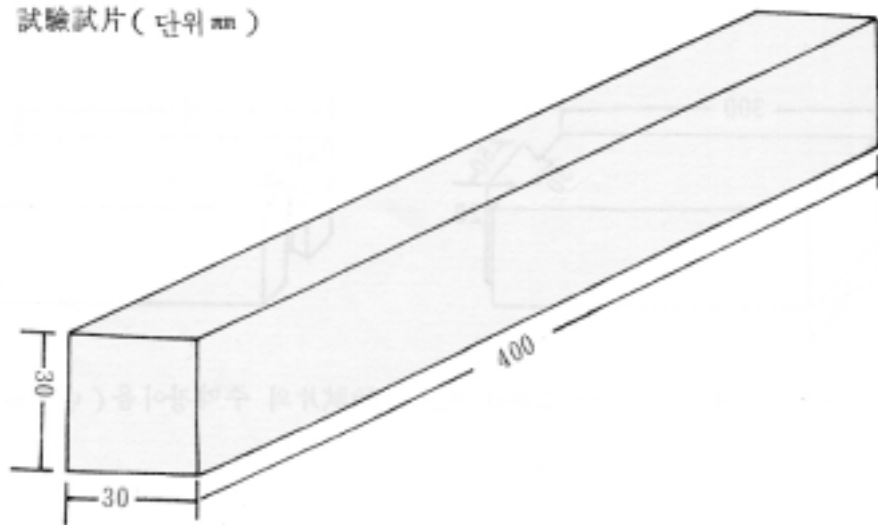
圖面 6. 陸松材를 利用한 曲破壞強度 試驗試片의 주먹장이음(단위 mm)



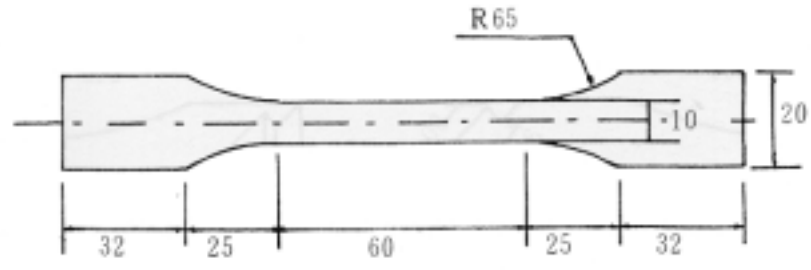
圖面 7. 陸松材를 利用한 曲破壞強度 試驗試片의 尺寸(단위 mm)



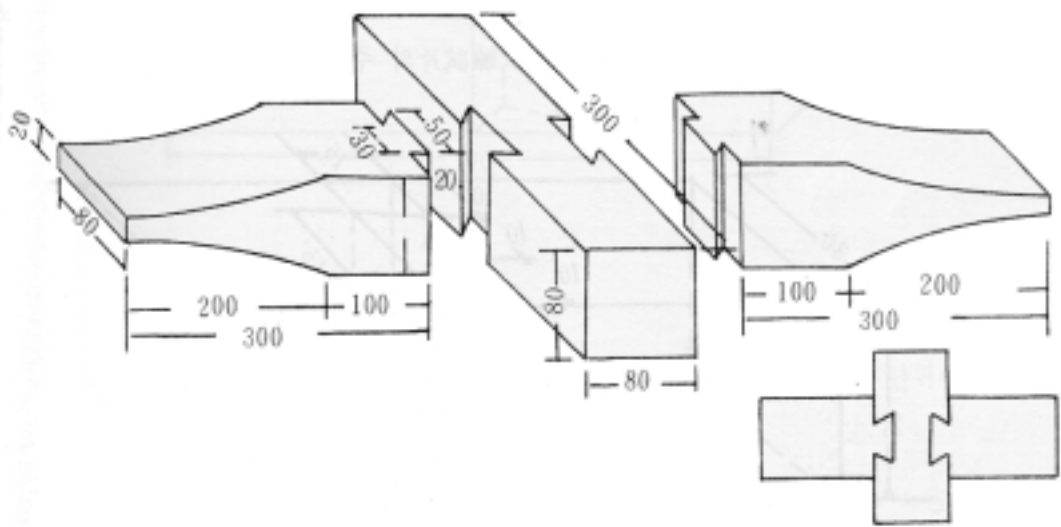
圖面 8. 陸松材에 홈을 파고 파여진 홈안에 各種樹脂를 充填시킨 曲破壞強度 試驗試片(단위 mm)



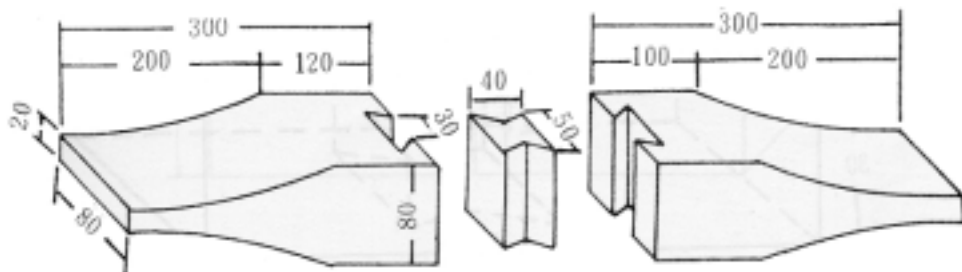
圖面 9. 陸松材로 製作한 曲破壞強度 試驗試片(단위 mm)



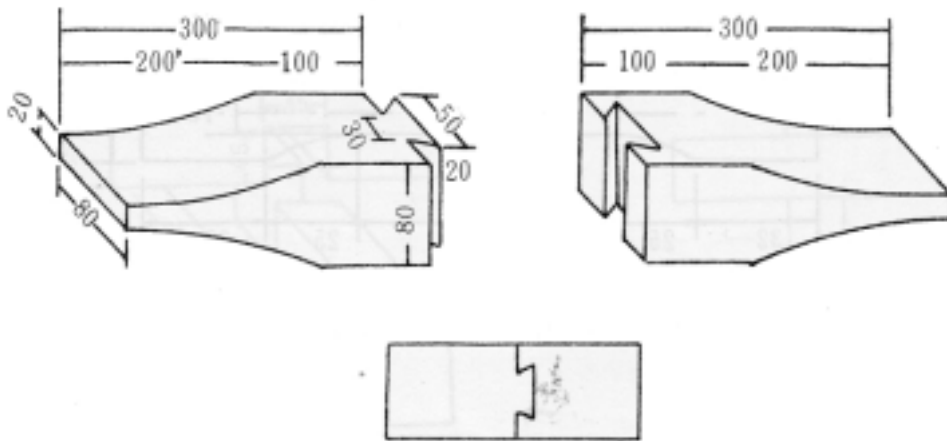
圖面 10. 陸松材를 利用한 引張強度 試片 (단위 mm)



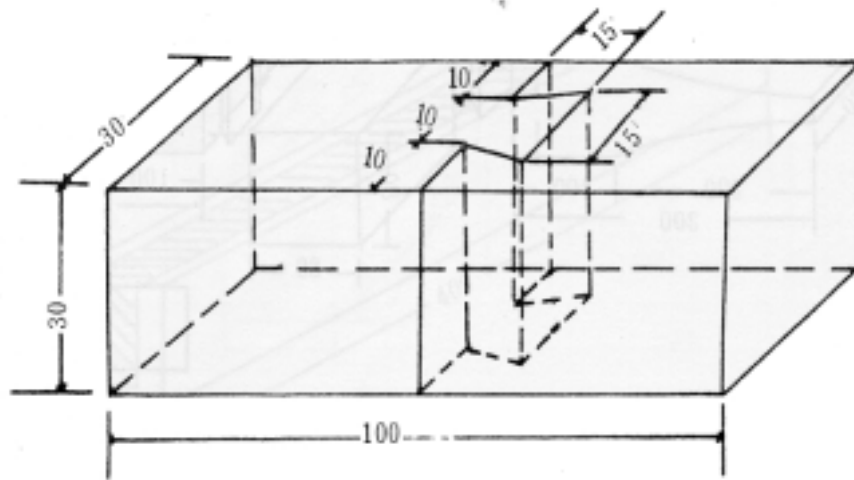
圖面 11. 陸松材를 利用한 引張強度 試驗試片의 양변주먹장이음 (단위 mm)



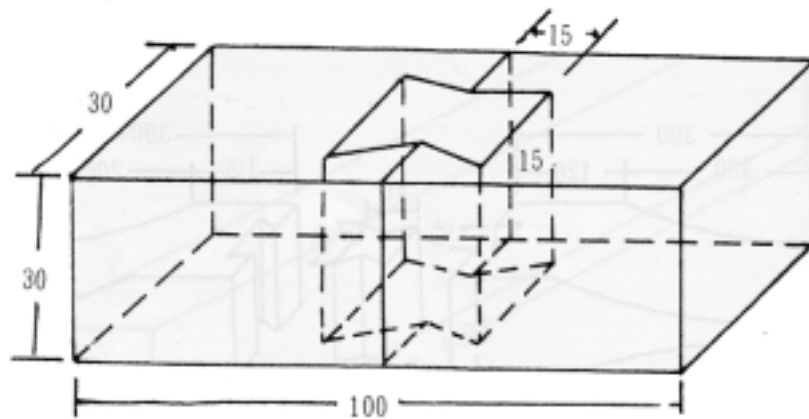
圖面 12. 陸松材를 利用한 引張強度 試驗試片의 나비장이음 (단위 mm)



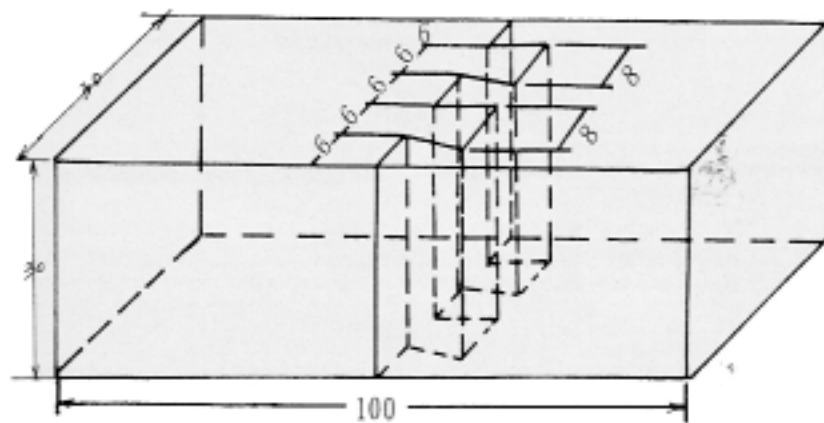
圖面 13. 陸松材를 利用한 引張強度 試驗試片의 주먹장이음 (단위 mm)



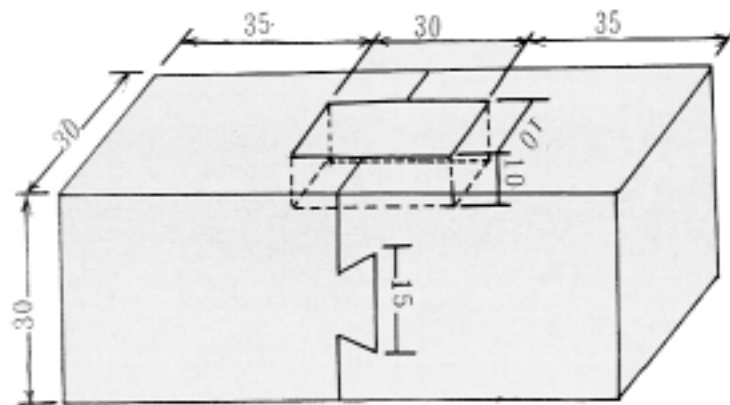
圖面 14. 陸松材를 利用한 壓縮強度 試驗試片의 주먹장이음 (단위 mm)



圖面 15. 陸松材를 利用한 壓縮強度 試驗試片의 나비장이음 (단위 mm)



圖面 16. 陸松材를 利用한 壓縮強度 試驗試片의 쌍축주먹장이음 (단위 mm)



圖面 17. 이음부 양면에 홈을 파고 파여진 홈안에 合成樹脂를 充填시켜 줌. (단위 mm)

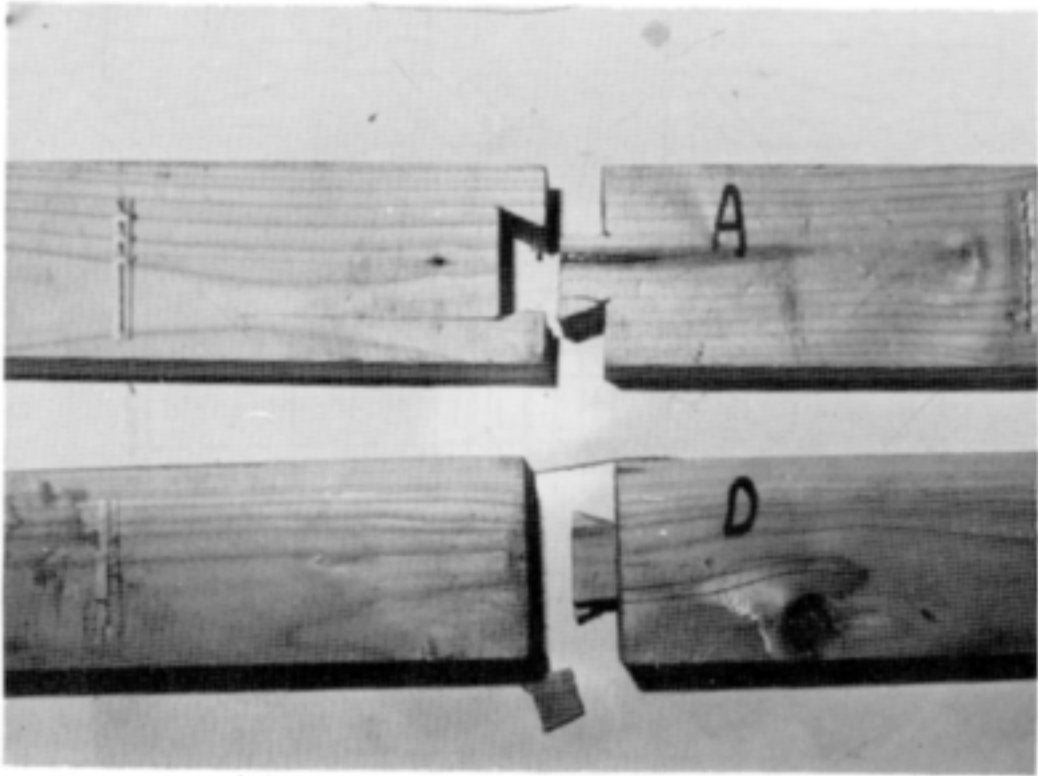


사진 1. 壓縮強度에 의하여 破損된 試片

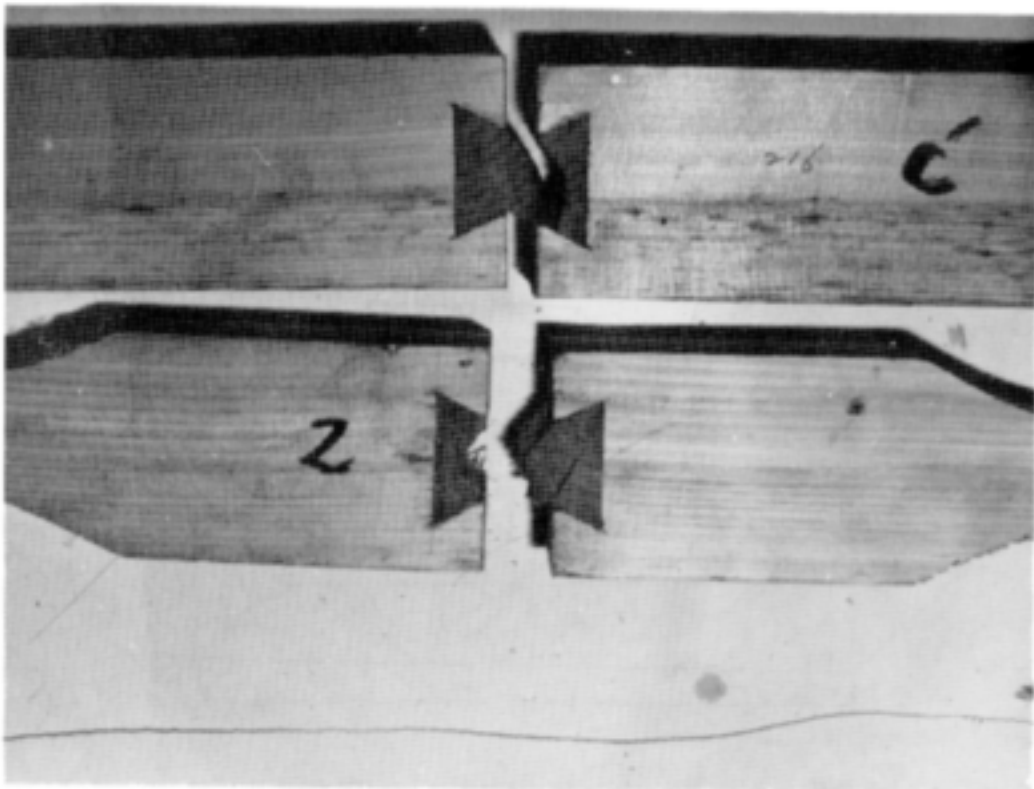


사진 2. 引張強度에 의하여 破損된 試片



사진 3. 破損된 試片을 人工木材合成樹脂로 再接着시켜줌.

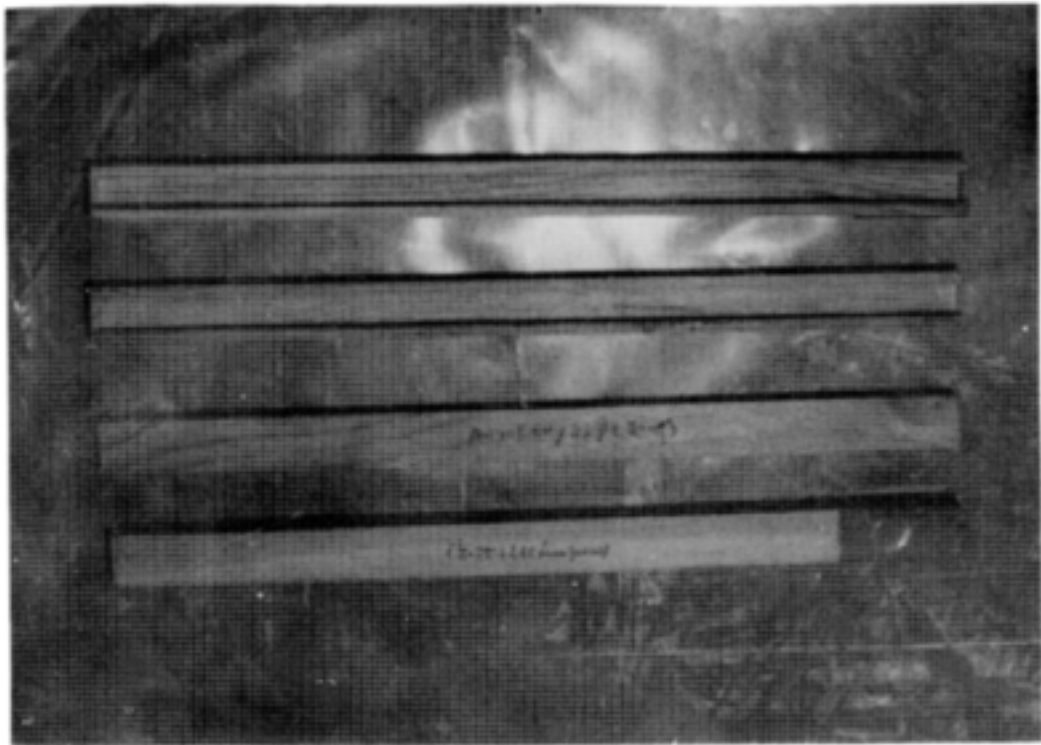


사진 4. 曲破壞強度試驗을 위해 木材內에 홈을 파고 合成樹脂를 채우기 위하여 製作한 木材試片

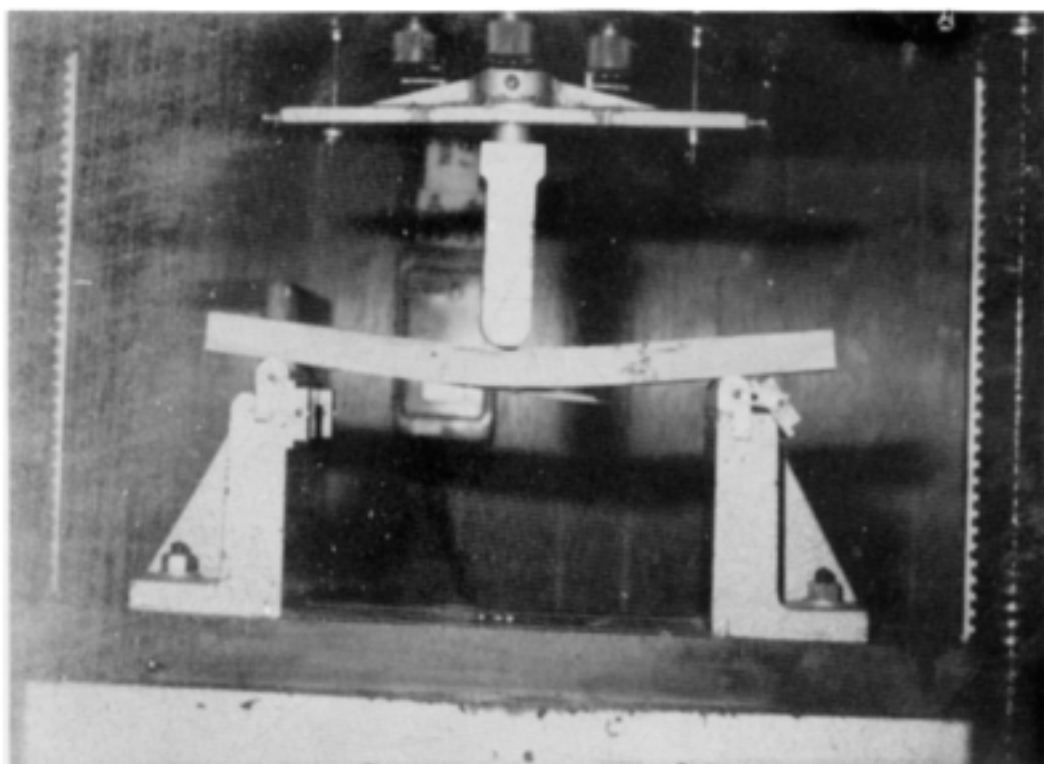


사진 5. 曲破壞強度試驗에 의하여 破損되고 있는 試片



사진 6. 실리콘러버들에 의해 引張強度試片을 合成樹脂로 製作하고 있음.

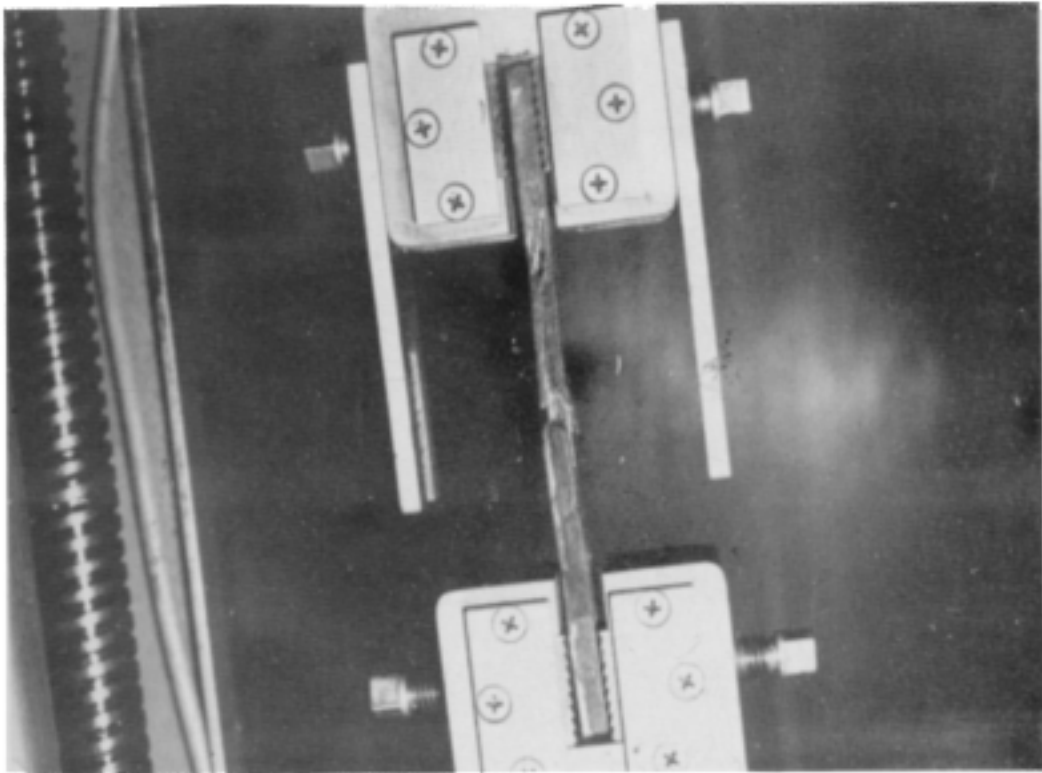


사진 7. 사진 6 과 같이 製作된 시편으로 引張強度를 測定함.



사진 8. 壓縮強度試驗을 위하여 木材로 製作한 시험試片

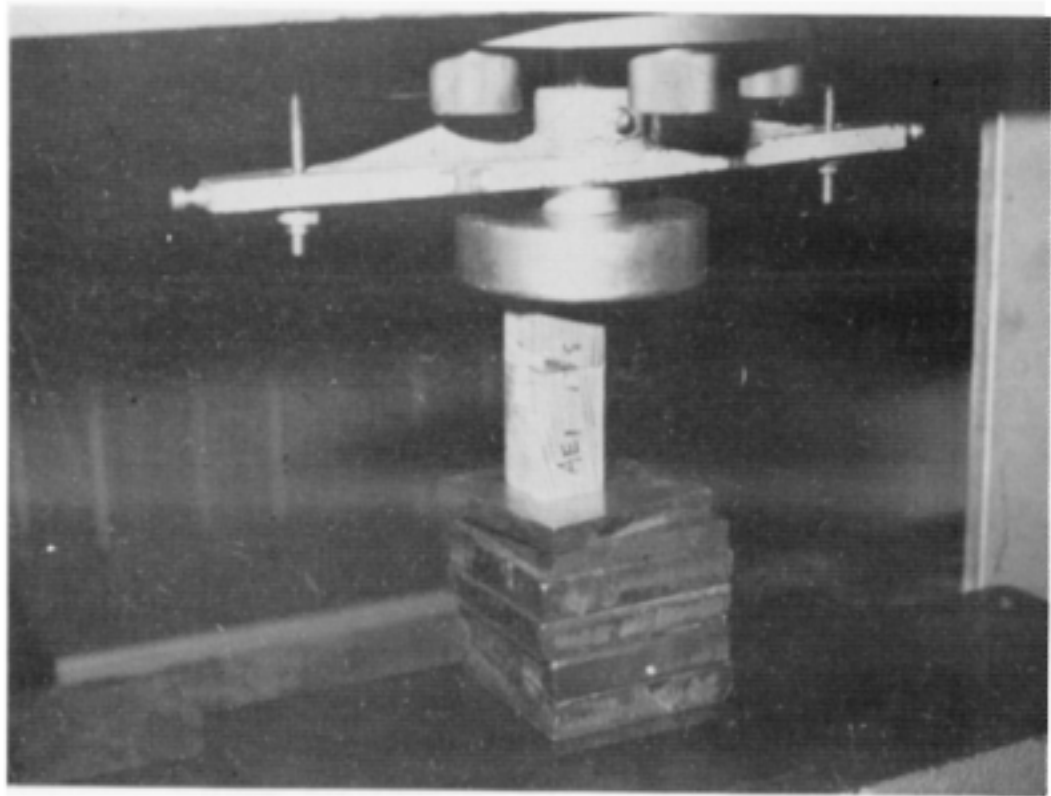


사진 9. 사진 8 과 같이 製作된 試片을 이용 壓縮強度를 測定하고 있음

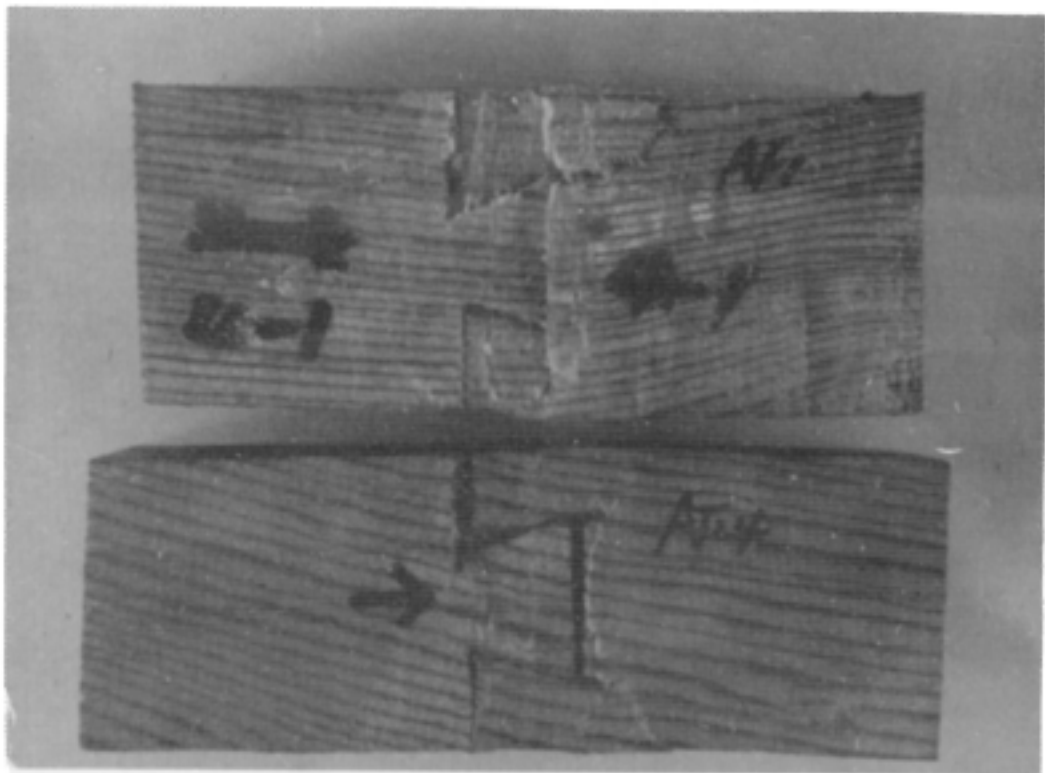


사진 10. 壓縮強度試驗에 의하여 破損된 試片