

# PVC 앵커와 나사못으로 構成한 家具類 接合部의 強度\*1

李弼宇\*2 · 朴喜浚\*2

## Strength of Furniture Joints Constructed with PVC Anchor and Screw \*1

Phil Woo Lee \*2 · Hee Jun Park \*2

### SUMMARY

This study was carried out to determine the joint characteristic of L-type specimens. L-type specimens were made of two kinds of solid woods(Antiaris, Sepetir) and three kinds of wood based materials(plywood, particleboard, medium density fiberboard). They were constructed with PVC anchor and screw, and were discussed with joint strength and stiffness coefficients.

The obtained results were as follows:

1. Bending strength showed very high increasing rate from one to three used PVC anchor and screw but was a little rise from three to four used PVC anchor and screw in solid wood. However, in wood based materials, it was unchanged without increasing rate or slight decreased from three to four used PVC anchor and screw.
2. The stiffness coefficients, or Z-values, were in the range from  $4.704 \times 10^{-3}$  to  $1.864 \times 10^{-3}$  (rad/kgf-cm). They showed  $10^{-3}$  level in one PVC anchor and screw but  $10^{-4}$  level in two, three, four PVC anchor and screw. Accordingly, they indicated flexible joints in one PVC anchor and screw and relatively stable joints in two, three, four PVC anchor and screw.
3. Measured ultimate bending moments were 258.70kgf-cm in plywood and 142.68kgf-cm in medium density fiberboard.
4. Comparing with dowel joint, the joint strength used PVC anchor screw was inferior to 8mm and 10mm dowel diameter but differ little from 6mm dowel diameter.

### 1. 緒 論

전통적으로 椅子와 桌子 그리고 收納用 箱子 形 家具 등 木家具類와 木加工品에는 다양한 여러가지 接合方式이 利用되어 왔는데 接合手段

으로 dowel joint는 그 중에서도 가장 널리 사용되고 있는 중요한 接合方式의 한가지 이다.

그러나 木材 dowel을 이용한 dowel joint의 接合強度는 dowel의 크기와 모양에 따라 차이가 많이 나타나며 dowel의材料에 따라서 그리

\*1. 接受 1990年 8月 21日 Received August 21, 1990

\*2. 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea.

고 接着劑의 사용여부와 함수조건에 따라서도 接合強度에 상당한 영향을 미치게 되는 것으로 알려져 있다. 더우기 현재 국내에서 사용하고 있는 dowel製作用 원료목재는 全量 收入에 의존하고 있는 실정에 있다.

이와같은 dowel joint의 여러가지 問題點을 改善하기 위한 손쉬운 接合方式의 대체방법으로 널리 이용하고 있는 接合方法이 PVC 앵커와 나사못을 이용한 接合方式이다.

이러한 PVC 앵커와 나사못을 이용한 接合은 製作工程이 보다 容易하고 接合強度에 미치는 阻礙 影響要因들을 줄일 수 있다. 특히 接着劑를 사용하지 않음으로 하여 經費의 節減 그리고 分解와 組立이 가능해 짐으로 하여 船積空間이 감소하게 되어 內需用 家具類의 搬出과 輸出用 家具類의 대폭적인 輸送費를 節約할 수 있는 見地가 있는 것이다.

그러나 현재 PVC 앵커와 나사못을 이용한 接合方法이 몇몇 工場에서 적용은 되고 있으나 그에 관한 研究는 全無한 상태에 있으며 단지 Hayashi와 Eckelman(1986)이 anchor bolt를 이용해서 卓子의 corner block을 製作하여 接合部의 強度와 剛性에 미치는 影響 因子들을 評價한 바 있으며, Eckelman(1989)은 through-bolts and dowel-nuts를 이용하여 接合部의 힘強度와 剛性을 구한 바 있고 아울러 接合部의 힘強度를 구하기 위한 實驗式을 提示한 바 있다.

따라서 本 研究에서는 현재 國內 家具製作業界에서 많이 사용하고 있는 Antiaris와 Sepetir 素材 그리고 파티클보오드, 중밀도섬유판, 합판 등 木質板狀材料를 部材로 하여 PVC 앵커와 나사못으로 構成한 L-형 試驗體를 製作하였으며 PVC 앵커와 나사못의 갯수변화와 部材에 따른 接合部 힘強度와 剛性係數를 측정하여 接合強度를 예측함으로써 실제 家具類의 接合部 構成에 필요한 기초자료를 얻고자 이 研究를 遂行하였다.

## 2. 材料 및 方法

### 2.1 供試材料

#### 2.1.1 木質材料

本 研究에서는 木質材料로 Sepetir(*Pseudosindora palustris and Sindora spp.*) 와 Antiaris (*Antiaris spp.*) 素材 2種類 그리고 합판, 파티클보오드, 중밀도섬유판 등 木質板狀材料 3種類를 사용하였다. 이들 木材와 木質材料로 構成한 供試 試驗體의 치수와 形狀은 Fig.2에서 보는 바와 같으며 調査한 각 材料別 物理的 및 機械的 性狀은 Table 1에 나타난 바와 같다.

#### 2.1.2 PVC 앵커와 나사못

供試 試驗體를 構成하는데 사용한 PVC 앵커와 나사못은 국내 모 가구제작업체에서 실제 가구제작에 사용하고 있는 것을 分讓받아 사용하였으며 그 形狀과 치수는 Fig.1에 나타난 바와 같다.

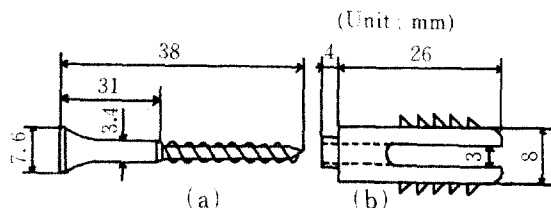


Fig.1. The shape of PVC anchor (b) and screw (a)

### 2.2 供試 試驗體의 構成 및 치수

本 研究에서 채택한 接合方式(joint type)은 PVC 앵커와 나사못을 이용한 接合으로서 각 接合은 150mm(길이) × 100mm(폭) × 15mm(두께)의 크기로 裁斷한 2種類의 素材와 3種類의 木質板狀材料를 L-形으로 接合하여 試驗體를 製作하였다.

試驗體 構成시 사용한 PVC 앵커와 나사못의 갯수와 接合強度와의 상관관계를 分析하기 위하여 PVC 앵커와 나사못의 수를 1, 2, 3, 4개로 構成하여 각각 製作하였다. 이렇게하여 제작한 供試 試驗體의 形狀과 치수는 Fig.2에 나타난 바와 같으며, 제작한 總 試驗體의 수는 部材用 材料 5種類, PVC 앵커와 나사못의 갯수(1, 2, 3, 4개) 4種類 그리고 각 接合方式別 4反復을

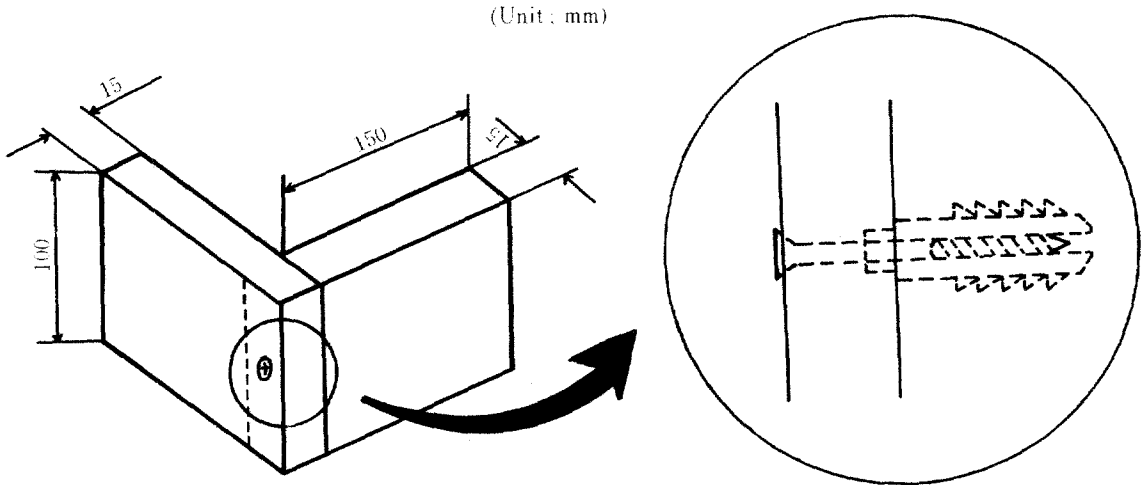


Fig.2. Composition of PVC anchor and screw joint

하여 제작하였으므로 총 시험체의 수는 다음과 같다.

5(부재의 종류) × 4(PVC 앵커와 나사못의 갯수) × 4(반복) = 80개

이와 같이하여 제작한 시험체는 온도 25 ± 3°C, 關係濕度 68.9 ± 4.6%의 실험실에서 10日以上 放置한 후 시험하였다.

### 2.3 實驗方法

#### 2.3.1 木質材料의 物性調査

供試 試驗體를 構成하는데 사용한 두께 15mm

의 木材와 木質板狀材料에 대하여 기건비중, 함수율, 휨과파괴계수(modulus of rupture), 휨탄성계수(modulus of elasticity)를 韓國工業規格 KSF 3104(1983)의 試驗方法에 따라 실시하였으며 그 결과는 Table 1에 나타낸 바와 같다.

#### 2.3.2 供試 試驗體의 휨強度 測定

供試 試驗體의 휨強度 測定은 試驗體를 시험체 고정장치(specimen holding device)에 Fig. 3과 같이 固定시킨 후 藤城 幹夫와 德田 迪夫(1985)의 연구 (6)에서 適用한 바와 같이 接合部로부터 130mm 떨어진 점에 2.5ton 用量

Table 1. Physical properties of wood based material used in the experiments

| Wood based materials | M.C (%)           | Sp.Gr.**          | M.O.R (kgf/cm <sup>2</sup> ) | M.O.E (kgf/cm <sup>2</sup> )                            |
|----------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|---|
| Antiaris             | 8.8<br>(±0.003)*  | 0.34<br>(±0.01)*  | 567.92<br>(±95.1)*           | 91.45 × 10 <sup>3</sup><br>(±12.4 × 10 <sup>3</sup> )*  |
| Sepetir              | 8.5<br>(±0.006)*  | 0.55<br>(±0.05)*  | 1101.49<br>(±98.5)*          | 161.25 × 10 <sup>3</sup><br>(±51.8 × 10 <sup>3</sup> )* |
| Plywood              | 11.5<br>(±0.003)* | 0.56<br>(±0.002)* | 301.85<br>(±68.1)*           | 10.25 × 10 <sup>3</sup><br>(±2.0 × 10 <sup>3</sup> )*   |
| P.B.                 | 11.5<br>(±0.003)* | 0.66<br>(±0.01)*  | 162.04<br>(±7.5)*            | 29.93 × 10 <sup>3</sup><br>(±5.5 × 10 <sup>3</sup> )*   |
| M.D.F.               | 9.7<br>(±0.002)*  | 0.73<br>(±0.01)*  | 424.10<br>(±27.3)*           | 41.65 × 10 <sup>3</sup><br>(±7.3 × 10 <sup>3</sup> )*   |

\*: Values in parentheses are standard deviation

\*\* : Specific gravity based on air dry volume and oven dry weight

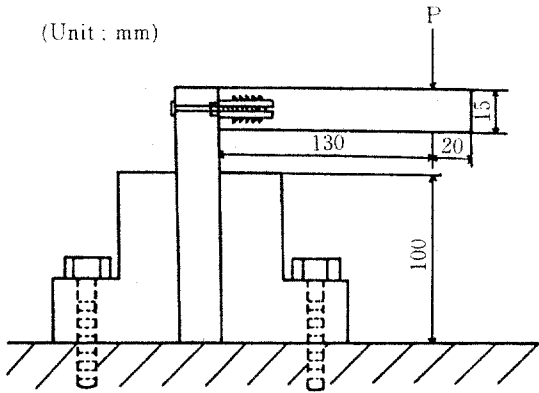


Fig.3. Diagram showing bending strength of PVC anchor and screw joint specimens in position for test.

의 萬能強度試驗機를 사용하여 荷重을 가하였으며 荷重速度는 10mm/min로 하여 接合方式別 最大모멘트를 測定하였다. 또한 실제 家具類의 接合部는 장기간 사용함에 있어서 接合部位가 점차 느슨해져서 못쓰게 되는 경우가 대부분이므로 本 研究에서는 荷重點에서의 처짐이 彈性限界內에 있는 무수한 變形點 가운데 임의의 變形點인 12mm를 本 實驗에서 사용한 L-形試驗體의 限界變形點(limit joint rotation,  $\theta_{12}$ )으로 삼고 그때의 모멘트(moment,  $M_{12}$ )값을 구하였다.

2.3.3 接合部の 剛性係數(Z-Values) 測定

各 試驗體의 接合部에 작용하는 荷重을 모멘트로 그리고 그때 발생하는 接合部の 처짐(deflection, cm)을 半剛接合部 回轉(rotation of semi-rigid joint, radian)으로 각각 변환시킨 후 그 값들로부터 Eckelman(1968)이 제시한 바 있는 다음 式에 따라 剛性係數(stiffness coefficient, Z-value)를 계산하였다.

$$Z = \frac{\theta}{M} \dots\dots\dots (1)$$

$$M = P \times L \dots\dots\dots (2)$$

- Z : 剛性係數(stiffness coefficient, (rad/kgf-cm))
- $\theta$  : 接合部 回轉(joint rotation, radian)
- M : 모멘트(moment, kgf-cm)

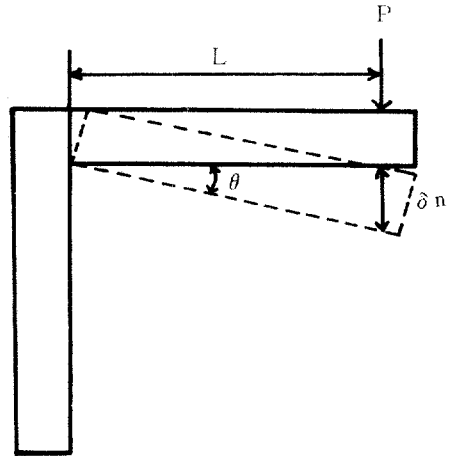


Fig.4. Diagram of load and rotation

L : 荷重點으로부터의 거리(cm)

P : 荷重(applied load, kgf)

또 처짐량을 接合部の 回轉으로 전환하기 위하여 먼저 接合部를 構成하고 있는 판재의 처짐량( $\delta_n$ )을 구하고 이 처짐량으로부터 接合部の 回轉( $\theta$ )을 구하였는 바 接合部の 回轉( $\theta$ )은 다음 式(3)을 이용하여 구할 수 있다. (Fig.4참조).

$$\theta = \arctan \frac{\delta_n}{L} \dots\dots\dots (3)$$

$\delta_n$  : 板材의 처짐(deflection, cm)

따라서 接合部の 剛性係數는 다음 式(4)에 의하여 구할 수 있다.

$$Z = \frac{\theta}{M} = \frac{\arctan(\frac{\delta_n}{L})}{P \times L} \dots\dots\dots (4)$$

3. 結果 및 考察

3.1 接合部の 휨 모멘트

PVC 앵커와 나사못을 이용하여 제작한 L-形 試驗體의 接合部 휨強度를 測定하였는 바 強度는 接合部에 작용한 最大 휨 모멘트(ultimate bending moment  $M_u$ )와 本 研究에서 채택한 12mm變形點에서의 接合方式別 모멘트 ( $M_{12}$ )를 구하였다.

그 각각의 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같다. Table 2에서 보는 바와 같이 PVC 앵커와 나사못을 1개 사용한 接合에서는 5種類의 材料 모두에서 接合強度가 비교적 낮게 나타났는데

合板과 파티클보오드에서 最大 휨모멘트는 71.50kgf-cm와 71.83kgf-cm, 變形點 12mm에서는 각각 60.45kgf-cm와 61.40kgf-cm로 다른 材料에 비해서 약간씩 높은 값을 나타냈다. 그러나 PVC 앵커와 나사못을 2개 사용하였을 때는 5種類의 材料 모두에서 接合強度가 1개 사용하였을 때보다 크게 증가하였으며 그 樣相은 最大 휨모멘트와 變形點 12mm에서의 모멘트가 類似하였는데 最大 휨모멘트는 중밀도 섬유판에서 最大 131.1%(61.75kgf-cm 대 142.68kgf-cm) 증가하였으며 變形點 12mm에서의 모멘트는 Sepetir에서 最大 121.8%(49.4kgf-cm 대 109.59kgf-cm) 증가 하였다. 그리고 最大 증가는

Antiaris에서 測定되었는데 각각 80.3%와 67.4%의 증가를 나타냈다.

또한 PVC 앵커와 나사못을 3개로 증가시켰을 때도 2개 사용시보다 모멘트가 대부분 증가하였는데 最大모멘트는 Antiaris에서 48.3%(106.93kgf-cm 대 158.6kgf-cm) 증가 하였고 Sepetir에서 52.1%(124.15kgf-cm 대 162.18kgf-cm) 증가, 合板에서 25.1%(129.68kgf-cm 대 162.18kgf-cm) 증가, 그리고 파티클보오드에서 19.2%(139.0kgf-cm 대 165.75kgf-cm) 증가 하였다.

한편 變形點 12mm에서도 유사한 樣相을 보였는데 Antiaris에서 54.0%(85.54kgf-cm 대 131.69kgf-cm) 증가, Sepetir에서 41.9%(109.59kgf-cm 대 155.48kgf-cm) 증가, 合板에서 10.7%(113.10kgf-cm 대 125.19kgf-cm) 증가 하였고 파티클보오드에서는 14.0%(120.12kgf-cm

Table 2. Bending strength of each joint type

| Materials | The number of PVC anchor and screw | Ultimate bending moment, $M_u^*$ (kgf-cm) | Bending strength $M_{12}^{**}$ (kgf-cm) |
|-----------|------------------------------------|---|---|
| Antiaris  | 1                                  | 59.31                                     | 51.09                                   |
| Sepetir   | 1                                  | 58.18                                     | 49.40                                   |
| Plywood   | 1                                  | 71.50                                     | 60.45                                   |
| P.B.      | 1                                  | 71.83                                     | 61.49                                   |
| M.D.F.    | 1                                  | 61.75                                     | 56.16                                   |
| Antiaris  | 2                                  | 106.93                                    | 85.54                                   |
| Sepetir   | 2                                  | 124.15                                    | 109.59                                  |
| Plywood   | 2                                  | 129.68                                    | 113.10                                  |
| P.B.      | 2                                  | 139.00                                    | 120.12                                  |
| M.D.F.    | 2                                  | 142.68                                    | 106.73                                  |
| Antiaris  | 3                                  | 158.60                                    | 131.69                                  |
| Sepetir   | 3                                  | 188.83                                    | 155.48                                  |
| Plywood   | 3                                  | 162.18                                    | 125.19                                  |
| P. B.     | 3                                  | 165.75                                    | 136.89                                  |
| M. D. F.  | 3                                  | 125.78                                    | 107.25                                  |
| Antiaris  | 4                                  | 197.28                                    | 162.37                                  |
| Sepetir   | 4                                  | 258.70                                    | 195.78                                  |
| Plywood   | 4                                  | 156.00                                    | 127.40                                  |
| P. B.     | 4                                  | 162.18                                    | 147.29                                  |
| M. D. F.  | 4                                  | 120.24                                    | 103.87                                  |

Note \* :Average vltimate bending moment

\* \* :Streghth is moment at 12mm deflcetion

대 136.89kgf-cm)의 증가를 보였다. 그러나 중 밀도섬유판에서는 最大모멘트가 오히려 11.8% (142.68kgf-cm 대 125.78kgf-cm) 감소하였으며 變形點 12mm에서의 모멘트는 0.5% (106.73kgf-cm 대 107.25kgf-cm)의 미미한 증가를 보여 PVC 앵커와 나사못을 2개 사용하였을 때와 거의 유사한 값을 보였다.

또 PVC 앵커와 나사못을 4개 사용하였을 때의 強度변화를 보면 Antiaris와 Sepetir에서는 最大모멘트와 變形點 12mm에서의 모멘트가 모두 증가하였으나 合板, 파티클보오드 그리고 중 밀도 섬유판에서는 오히려 最大모멘트가 감소하였는데 合板에서 3.8% (162.18kgf-cm 대 156.0kgf-cm) 감소, 파티클보오드에서 2.2% (165.75kgf-cm 대 162.18kgf-cm) 감소 그리고 중 밀도 섬유판에서는 4.4% (125.78kgf-cm 대 120.24kgf-cm) 감소를 나타냈으며 限界變型點 12mm에서의 모멘트는 合板에서 1.8% (125.19kgf-cm 대 127.40kgf-cm) 증가, 파티클보오드

에서는 7.6% (136.89kgf-cm 대 147.29kgf-cm) 증가로 PVC 앵커와 나사못을 3개 사용하였을 때와 큰 차이가 없음을 보여주었다. 그러나 중 밀도섬유판에서는 3.2% (107.25kgf-cm 대 103.87kgf-cm) 감소를 나타냈다.

Fig.5와 Fig.6에서는 PVC 앵커와 나사못의 수가 증가함에 따른 最大모멘트의 변화와 限界變形點 12mm에서의 모멘트變化를 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와같이 PVC 앵커와 나사못의 갯수가 증가할 수록 最大모멘트와 限界變形點 12mm에서의 모멘트는 증가하는 樣相을 나타내었으나 중 밀도 섬유판에서는 사용한 PVC 앵커와 나사못의 수가 3개일 때 모멘트는 2개일 때보다 오히려 감소하였으며 4개일 때의 모멘트

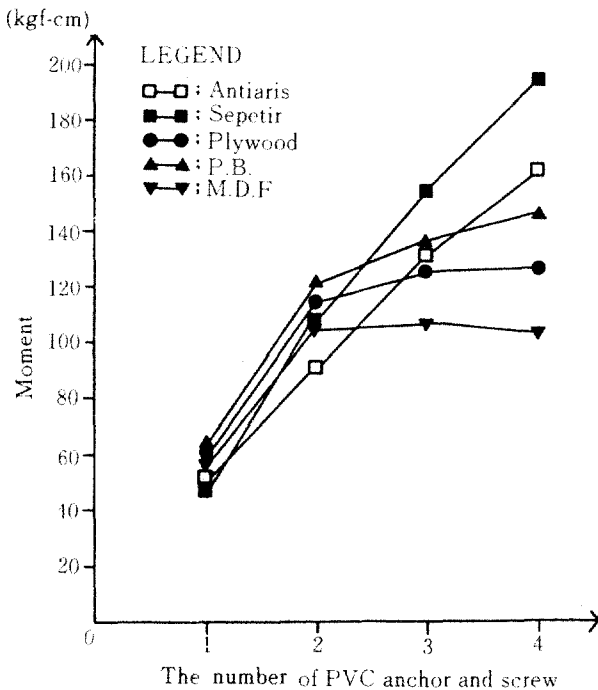


Fig.5. Relationship of ultimate bending moment and the number of PVC anchor and screw.

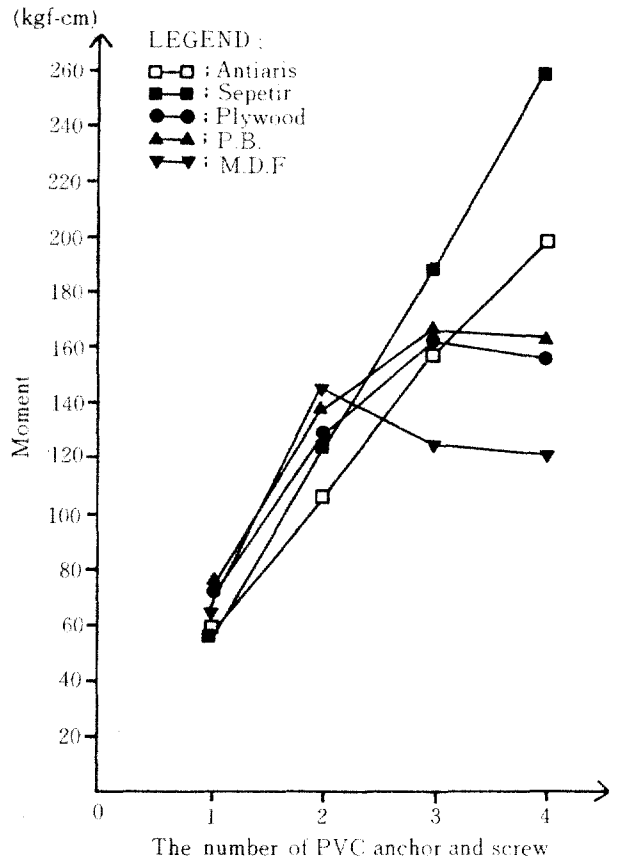


Fig.6. Relationship of bending moment at 12mm deflection and the number of PVC anchor and screw.

도 3개일 때보다 감소하였다. 또한 合板에서도 3개에서 4개로 증가하였을 때 모멘트가 감소하는 경향을 나타내었다.

이와같은 현상은 朴(1990)이 木材와 木質板狀材料의 dowel-joint 半剛接合 特性에 關한 比較分析에서 밝힌 바 있듯이 本 研究에서도 사용한 PVC 앵커와 나사못의 수가 증가함에 따라 PVC 앵커와 나사못의 사이의 거리가 좁혀지게 되어 接合部에 荷重이 계속적으로 가해짐에 따라 木質材料 内部層間薄離(internal delamination)現象이 발생하게 되어 나타난 것으로 思料된다.

또한 Table 3에는 本 研究에서 구한 PVC 앵커와 나사못의 接合强度와 朴(1990)의 研究에서 사용한 dowel 직경 6mm, 8mm, 10mm에서의 接合모멘트를 나타내었다. Table 3에 나타난 PVC 앵커와 나사못의 接合모멘트와 dowel의 接合모멘트를 비교해 보면 PVC 앵커와 나사못

의 接合모멘트는 직경 6mm dowel의 接合모멘트 보다는 약 0.54% 정도 낮은 값을 나타냈으며, 직경 8mm dowel 보다는 29.7% 그리고 직경 10mm dowel 보다는 18.75% 정도 낮은 값을 나타내었다. 따라서 本 研究에서 사용한 PVC 앵커와 나사못의 接合모멘트는 직경 6mm dowel의 接合모멘트와 가장 類似한 값을 나타냈으며 직경 8mm, 10mm dowel의 接合모멘트 보다는 낮은 接合모멘트를 나타냄을 알 수 있었다.

本 研究에서는 사용한 試驗體의 接合部 剛性係數는 앞의 式(4)에 의하여 계산하였는데 전술한 바와 같이 荷重點에서의 처짐이 12mm 발생하였을 때 가해진 荷重을 모멘트로 계산하고 이를 各 接合方式別 强度( $M_{12}$ ) 규정하고 이때의 값을 적용하여 算出하였다. 그 結果는 Table 4 나타낸 바와 같다.

Eckelman(1969)는 半剛接合에 있어서 Z-values가  $10^{-3}$  수준이면 유연한 接合이고  $10^{-4}$  수

Table 3. Moment of PVC anchor and screw, 6mm dowel, 8mm dowel and 10mm dowel at 12mm deflection

| Materials | The number of PVC anchor & screw and dowel | Moment of PVC anchor & screw $M_{12}(\text{kgf-cm})$ | Moment of 6mm dowel $M_{12}(\text{kgf-cm})$ | Moment of 8mm dowel $M_{12}(\text{kgf-cm})$ | Moment of 10mm dowel $M_{12}(\text{kgf-cm})$ |
|-----------|--|--|---|---|--|
| Antiaris  | 1  | 51.09  | 55.90                                       | 73.45                                       | 55.90  |
| Sepetir   | 1  | 49.40  | 55.77                                       | 73.58                                       | 73.19  |
| Plywood   | 1  | 60.45  | 43.94                                       | 68.64                                       | 52.00  |
| P.B.      | 1  | 61.49  | 54.34                                       | 65.00                                       | 64.09  |
| M.D.F.    | 1  | 56.16  | 53.04                                       | 81.38                                       | 60.71  |
| Antiaris  | 2  | 85.54  | 103.09                                      | 119.08                                      | 118.69                                       |
| Sepetir   | 2  | 109.59   | 108.29                                      | 141.05                                      | 148.85                                       |
| Plywood   | 2  | 113.10   | 105.30                                      | 134.94                                      | 111.80                                       |
| P.B.      | 2  | 120.12   | 79.95                                       | 101.53                                      | 117.78                                       |
| M.D.F.    | 2  | 106.73   | 93.99                                       | 112.97                                      | 110.89                                       |
| Antiaris  | 3  | 131.69   | 158.47                                      | 170.60                                      | 160.03                                       |
| Sepetir   | 3  | 155.48   | 190.71                                      | 223.08                                      | 200.20                                       |
| Plywood   | 3  | 125.49   | 111.80                                      | 187.72                                      | 132.73                                       |
| P.B.      | 3  | 136.89   | 91.39                                       | 136.76                                      | 147.68                                       |
| M.D.F.    | 3  | 107.25   | 136.76                                      | 140.01                                      | 146.90                                       |
| Antiaris  | 4  | 162.37   | 187.33                                      | 198.25                                      | 202.54                                       |
| Sepetir   | 4  | 195.78   | 173.94                                      | 271.57                                      | 284.96                                       |
| Plywood   | 4  | 127.40   | 143.52                                      | 210.00                                      | 172.64                                       |
| P.B.      | 4  | 147.29   | 116.74                                      | 190.19                                      | 163.15                                       |
| M.D.F.    | 4  | 103.87   | 148.98                                      | 158.60                                      | 131.04                                       |

Table 4. Joint rotation, strength and stiffness coefficient of each joint type

| Materials | The number of PVC anchor and screw | Bending strength $M_{12}(\text{kgf}\cdot\text{cm})^*$ | Joint rotation $\theta_{12}(\text{radian})^{**}$ | Stiffness coef. $Z_{12}(\text{rad}/\text{kgf}\cdot\text{cm})$ |
|-----------|------------------------------------|---|--|---|
| Antiaris  | 1                                  | 51.09   | 0.0921   | $1.803 \times 10^{-3}$  |
| Sepetir   | 1                                  | 49.40   | 0.0921   | $1.864 \times 10^{-3}$  |
| Plywood   | 1                                  | 60.45   | 0.0921   | $1.524 \times 10^{-3}$  |
| P.B.      | 1                                  | 61.49   | 0.0921   | $1.498 \times 10^{-3}$  |
| M.D.F.    | 1                                  | 56.16   | 0.0921   | $1.640 \times 10^{-3}$  |
| Antiaris  | 2                                  | 85.54   | 0.0921   | $1.077 \times 10^{-3}$  |
| Sepetir   | 2                                  | 109.59  | 0.0921   | $8.404 \times 10^{-4}$  |
| Plywood   | 2                                  | 113.10  | 0.0921   | $8.143 \times 10^{-4}$  |
| P.B.      | 2                                  | 120.12  | 0.0921   | $7.667 \times 10^{-4}$  |
| M.D.F.    | 2                                  | 106.73  | 0.0921   | $8.629 \times 10^{-4}$  |
| Antiaris  | 3                                  | 131.69  | 0.0921   | $6.994 \times 10^{-4}$  |
| Sepetir   | 3                                  | 155.48  | 0.0921   | $5.924 \times 10^{-4}$  |
| Plywood   | 3                                  | 125.19  | 0.0921   | $7.357 \times 10^{-4}$  |
| P.B.      | 3                                  | 136.89  | 0.0921   | $6.728 \times 10^{-4}$  |
| M.D.F.    | 3                                  | 107.25  | 0.0921   | $8.587 \times 10^{-4}$  |
| Antiaris  | 4                                  | 162.37  | 0.0921   | $5.672 \times 10^{-4}$  |
| Sepetir   | 4                                  | 195.78  | 0.0921   | $4.704 \times 10^{-4}$  |
| Plywood   | 4                                  | 127.40  | 0.0921   | $7.229 \times 10^{-4}$  |
| P.B.      | 4                                  | 147.29  | 0.0921   | $6.253 \times 10^{-4}$  |
| M.D.F.    | 4                                  | 103.87  | 0.0921   | $8.867 \times 10^{-4}$  |

Note.  $Z_{12} = \theta_{12}/M_{12}$ 

\* : Strength is moment 12mm deflection

\*\* : Joint rotation at 12mm deflection

준 이상이면 비교적 안정된 接合이라 規定한 바 있는데 本 研究에서 PVC 앵커와 나사못을 適用하여 製作한 試驗體의 剛性係數는 Table 4에서 보는 바와같이  $4.704 \times 10^{-4} \sim 1.864 \times 10^{-3}$  範圍 내에 존재하고 있었으며 5種類의 木材와 木質材料에서 모두 PVC 앵커와 나사못을 1개 사용한 接合의 剛性係數는  $10^{-3}$  수준으로 약한 接合強度를 나타냈으나 그의 PVC 앵커와 나사못을 2개, 3개, 4개 사용한 接合에서는  $10^{-4}$ 으로 비교적 안정된 接合을 얻을 수 있었다.

Eckelman(1979)은 두개의 dowel로 구성된 接合부에 edgewise bending force와 flatwise bending force를 가했을 경우에 剛性係數가  $4.430 \times 10^{-6} \sim 1.540 \times 10^{-4}$  rad./kgf·cm라고 報告한 바 있으며, 鄭과 李(1989)는 組立式 卓子の CBA 接合部 剛性에 關한 研究에서 剛性係數의

範圍를  $1.9087 \times 10^{-5} \sim 1.6396 \times 10^{-4}$  rad/kgf·cm라 報告한 바 있다. 또한 朴(1990)은 木材와 木質板狀材料의 dowel joint 半剛接合 特性에 關한 比較分析에서 dowel joint의 剛性係數가  $3.232 \times 10^{-4} \sim 2.096 \times 10^{-3}$ 의 範圍 내에 있음을 報告하고 dowel의 直徑에 關係없이 dowel을 1개 사용하였을 때의 剛性係數는  $10^{-3}$  수준이었고 dowel을 2개, 3개, 4개 사용하여 接合을 하였을 때 剛性係數는  $10^{-4}$  수준을 나타냈다고 報告한 바 있다. 本 研究의 結果는 朴(1990)의 研究와 동일한 結果를 보여 주는 것으로 PVC 앵커와 나사못 接合 역시 接合部를 構成할 때 PVC 앵커와 나사못의 수를 2개 이상으로 하여야 함을 보여 주는 것으로 思料된다.

#### 4. 結 論



Antiaris, Sepetir素材와 合板, 파티클보오드, 중밀도섬유판 등 木質材料를 部材로 하여 PVC 앵커와 나사못을 사용하여 構成, 製作한 L-形 試驗體의 接合特性을 조사하여 얻은 結果와 考察을 토대로하여 간단히 結論지으면 다음과 같다.

1. 使用 PVC 앵커와 나사못의 수가 1개, 2개, 3개, 4개로 증가함에 따라 1개에서 3개까지 그 增加率을 매우 크게 나타냈으나 3개에서 4개로 증가하였을 때는 Antiaris와 Sepetir에서만이 약간의 증가가 있었고 合板, 파티클보오드, 중밀도섬유판에서는 거의 變化가 없거나 오히려 약간의 強度 減소를 가져왔다.

2. PVC 앵커와 나사못으로 構成한 接合部의 剛性係數는  $4.704 \times 10^{-4} \sim 1.864 \times 10^{-3}$ 의 範圍에 있었으며 모든 材料에서 PVC 앵커와 나사못을 1개 使用하였을 때는  $10^{-3}$  수준으로 약한 接合을 나타냈으며 2개, 3개, 4개를 使用한 接合에서는  $10^{-1}$  수준으로 比較的 安定된 接合을 얻을 수 있었다.

3. 5種類의 木材와 木質材料에서 最大모멘트는 Sepetir 258.70kgf-cm, Antiaris 197.28kgf-cm, 파티클보오드 165.75kgf-cm, 合板 162.18kgf-cm 그리고 중밀도섬유판에서 142.68kgf-cm의 順으로 나타났다.

4. 本 研究에서 택한 PVC 앵커와 나사못의 強度를 dowel接合과 比較해 볼 때 使用한 PVC 앵커와 나사못의 強度는 직경 8mm, 10mm dowel의 強度 보다는 낮게 나타났으며 직경 6mm dowel의 強度와 가장 類似하게 나타났다.

## 參 考 文 獻

1. Eckelman, C. A. 1968. Furniture frame analysis and design. Unpublished Ph. D. thesis. Purdue Univ. West Lafayette, Ind. 231pp.
2. \_\_\_\_\_ 1969. Engineering concepts of single-pin dowel joint design. Forest Product Journal 19(12): 52-60.
3. \_\_\_\_\_ 1979. Out-of-plane strength and stiffness of dowel joints. Forest Product Journal 29(8): 32-38.
4. \_\_\_\_\_ 1989. Strength of furniture joints constructed with through-bolts and dowel-nuts. Forest Products Journal 39(11/12): 41-48.
5. Hayashi Y. and C.A. Eckelman. 1986. Design of corner block with anchor bolt table joints. Forest Products Journal 36(2): 44-48.
6. 藤城 幹夫, 德田 迪夫. 1985. 家具用接着仕口の半剛節特性 (1). 木材工業 41(7): 12-17
7. 藤城 幹夫, 大態 幹章. 1986. 家具用接着仕口の半剛節特性 (2). 木材工業 42(7): 16-19
8. 朴喜浚. 1990. 木材와 木質板狀材料의 dowel joint 半剛接合 特性에 關한 比較分析. 碩士學位論文. 서울대학교
9. 鄭雨陽, 李弼宇. 1989. 組立式 卓子の CBA 接合部 剛性에 關한 研究 木材工學17(2): 34~64.
10. 韓國工業規格 KSF 3104.1983