목재공학18(2) : 67~78(原著)
Mogjae Gonghak.18(2) : 67~78.1990

國産木質板狀材料의 物理的 및 機械的性質에 關한 比較硏究*1

李 弼 宇*2

Comparative Studies on Physical and Mechanical Properties of Domestic Wood-Based Panels*1

Phil Woo Lee*2

SUMMARY

This study was performed to determine the characteristics of physical and mechanical properties of domestic wood based materials; plywood, particleboard, medium density fiberboard. Main items of tested properties were panel size, moisture content, water absorption, linear expansion and thickness swelling, glue bond shear strength, bending properties(stress at proportional limit, modulus of rupture, modulus of elasticity), tensile strength, screw holding strength, and internal bond as neccessary. The results were discussed mainly with Korean Standards. The obtained conclusions are as follows;

1. Length and width of 3mm thin plywood(3-ply) and 12mm thick plywood(7-ply) were satisfied with KS-standard, but thicknesses of these panels were not passed tolerance limit except one of eight makers.

2. Length and width of particleboard and medium density fiberboard were greater than the tolerance limit value of KS standard, but the thicknesses of these panels were passed this value.

3. Moisture contents of 12mm thick and 3mm thin plywood were satisfied with KS-standard except one mill made 3mm thin plywood.

4. Moisture absortion of plywood was not passed tolerance limit of KS-standard but particleboard was satisfied with this standard value.

5. Dry and wet shear strengths in glue bond of 3mm thin plywood were not reached to KS-standard, but those of 12mm thick plywood were sufficiently satisfied with KS standrad.

6. Modulus of ruptures, parallel to grain and perpendicular to grain of plywood, and particleboard and medium density fiberboard were satisfied with KS-standard.

7. Tensile strengths, parallel to grain and perpendicular to grain of plywood were satisfied with allowance stress of US product standard PS 1-74.

*1. 接受 1990年 4月 2日 Received April 2, 1990
本 硏究는 韓國學術振興財團의 硏究費 支援에 依해서 遂行되었음.
*2. 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

8. Screw holding strength of particleboard was not reached to KS standard, but internal bond was satisfied with KS standard.

1. 緖 論

國産 木質板狀材料는 주로 合板과 함께 파티클보오드, 纖維板(中密度)이 생산되고 있다. 특히 合板은 1980年 초반까지만 해도 國內수요는 말할 것도 없거니와 많은 생산량을 海外에 輸出하여 왔으나 現在는 輸出國에서의 原木價格의 상승과 까다로운 輸出環境變化로 인해서 질좋은 原木資材 확보가 매우 어려운 형편이어서 合板공업은 대단히 위축된 형태로 유영되고 있다.

山林廳(1980) 統計資料에 의하면 1978年度의 우리나라의 合板 總生産量은 素板과 加工合板을 합하여 2,556,980m³를 생산하였으며 그후 10年이 지난 1988年度에는 불과 1,267,275m³를 생산하여 약 50%이상의 生産減少를 보였고 앞으로 生産減少現狀은 原木供給이 원활하게 이루어지지 않는 한 더욱 深化될 것이라고 생각된다. 이와같은 환경에서 現在 合板用材로 導入하고 있는 原木의 品質마저도 급격히 低下되고 있고 雜木類의 이용이 불가피하게 됨으로서 合板의 品質低下가 두드러지게 나타날 수 밖에 없으며 家具業界로 부터 國産合板의 品質改善에 관하여 수차에 걸쳐 問題가 제기되고 있음을 직접 확인한 바 있다.

또한 파티클보오드와 纖維板은 合板생산량이 점차 감소함에 따라 이를 조금이라도 代替하기 위한 노력을 기울여온 結果 1978年에 파티클보오드와 纖維板의 生産量이 각기 43,069㎥와 18,127㎥로서 모두 61,196㎥에 불과한 량에 지나지 않았으나 10年이 지난 1988年에는 각각 170,857㎥와 20,271㎥로서 모두 191,128㎥를 生産하여 그 生産量이 대폭 증가하게 되었으며 대략 300% 이상의 伸張量을 나타내고 있다. 이와 같이 國産木質板狀材料는 合板의 경우 生産量이 점차 감소하면서 品質이 低下되고 있고 파티클보오드와 纖維板은 生産量이 점차 증가하고 供給이 늘어가고 있는 趨勢에 있음에도 불구하고 國産合板의 品質이 어떠한 상태로 低下되고 있는지 그리고 파티클보오드와 纖維板의 品質이 어떤 수준의 것인지 전연 調査報告된 것이 없으므로 國産木質板狀材料로서 시중에 유통되고 있는 品質을 판단하기란 매우 어려운 실정이다.

다만 製品 會社別로 自社製品에 대한 品質管理를 충실히 하고 있다고 믿어지고는 있으나 KS 表示許可 製品의 品質低下가 原木의 質低下로 필연적으로 예견되고 있으므로 國産合板의 品質을 點檢한다는 뜻에서도 現在 생산되고 있는 木質板狀材料의 物理的 機械的 성질조사가 이루어져야 할것이다. 韓國工業規格에는 木質板狀資料에 대한 製品別 規定이 마련되고 있으므로 부득이한 경우를 제외하고 주로 이 規定에 따라 시험을 실시하고 品質을 評價하여보는 것도 매우 중요하다고 생각한다.

따라서 本 研究에서는 現在 시중에서 流通되고 있으면서도 아직까지 基本性質이 확실하게 밝혀져 있지 않는 國産木質板狀材料인 合板, 파티클보오드 그리고 纖維板의 品質을 調査 評價하고 이들의 特性을 상호간에 比較 檢討하기 위해서 대표적인 國産板狀材料의 생산업체를 선정하고 각각 시험材料를 직접 그 대리점에서 구입하여 物理的 機械的 性質을 조사비교하여 보고함으로서 값비싼 材料의 낭비를 막고 보다 合理的인 이용방안을 강구하는데 本 研究의 目的을 두고 있다.

2. 材料 및 方法

2.1. 供試材料의 購入과 準備

2.1.1 合板

本 研究에서는 國內合板製造會社중 두께에 따라 4個社씩 선정하고 각 회사별로 두께 3mm와 12mm의 4×8 合板을 각각 9매씩 시중에서 無作爲로 購入하였다. 이 중 補充用試驗材料 1매를 제외하고 각 社별로 8매씩의 合板이 試驗用으로 이용되었다. 購入合板중 두께 3mm의 것은 普通耐水合板이며 두께 12mm의 것은 準耐水合板이었다.

1.2 파티클보오드와 中密度纖維板

國內에서 생산되는 1個社의 製品을 選定하고 두께 12mm의 4×8 파티클보오드 10매를 시중에서 購入하였다.이 중 보충용 시험材料 2매를 제외하고 모두 시험材料로 사용하였다. 中密度纖維板 역시 國內에서 생산되는 1個社의 製品을 선정하고 두께 12mm의 4×8 中密度纖維板 10매를 시중에서 購入하였다. 이중 補充用 시험材料 2매를 제외하고 모두 시험材料로 사용하였다.

2.2. 木質材料의 物理的性質調査

2.2.1 치수

合板, 파티클보오드, 中密度纖維板의 치수를 ASTM D 1307(1972)에 따라 정도 ±0.05mm의 vernier caliper를 이용하여 測定하였으며, 두께는 각 모서리의 4곳에서 測定하였고, 길이와 폭은 각 끝의 2곳과 중앙부분을 측정하여 평균값을 算出하였으며 표준치에 대한 偏差를 백분율로 구하였다.

2.2.2 比重과 含水率

本 硏究에 사용된 合板, 파티클보오드, 中密度纖維板등 시험용 木質板狀材料에 대한 함수율은 전건법을 이용하여 측정 산출하였고, 비중은 全乾比重과 氣乾比重을 산출하였다. 측정방법은 韓國工業規格 KSF 3101(1982)와 3104(1983)의 方法에

Table 1 Test materials of plywood, particle board, and medium density fiberboard

Materials	Board Manufacturers	No. of Test Sheet	Sheet Size(cm) (T-I-W)	Test items
Thin 3ply Plywood (2.66-3.16cm)	A	8	3. 16-248.86-121.75 (3.3-2430-1210)**	1) Size variation 2) Air and Oven dry Sp. Gr 3) Moisture Content 4) Hygroscopicity 5) Length Expansion 6) thickness Expansion 7) Dry and Wet Shear strenth
	B	8	2.66-243.90-122.00 (2.8-2430-1210)**	
	C	8	2.77-244.00-121.90 (3.0-2430-1210)*	
	D	8	2.78-243.93-121.86 (3.0-2430-1210)*	
Thick 7ply Plywood (10.31-11.81cm)	E	8	11.81-243.98-121.88 (12-2430-1210)*	1)-7) and 8) Bebding Properties SPL, MOR, MOE 9) Tension to parallel and perpendicular 10) Nailwithdrawal
	F	8	11.53-2430.88-122.00 (12-2430-1210*	
	G	8	10.31-243.63-121.61 (11-2430-1210)*	
	H	8	11.36-243.98-121.90 (12-2430-1210)*	
Particle board (11.95cm)	I	8	11.95-243.90-12.00 (12-2420-1210)*	1)-10) and 11) Internal bond strength except item 7)
Medium Density Fiberboard (12.21cm)	J	8	12.21-244.10-122.10 (12-2420-1210)*	1)-10) and 11) Internal bond strength except item 7)

*Standard specification sizes by KSF 3101, KSF3113, KSF 3104 and KSF 3203.

**Size marked by manufacturers when shipped to market.

따라 실시되었다.

2.2.3 吸濕性, 길이膨脹 및 두께膨脹

길이팽창은 合板, 파티클보오드, 中密度纖維板을 공히 관계습도 90±1%, 온도 40±1℃의 조절된 챔버속에서 48시간 처리를 거친다음 정도 ±0.05 mm의 vernier caliper로 測定하였다. 또 合板의 吸濕性은 소정의 시험체의 側面을 파라핀으로 피복한 다음 역시 같은 조건으로 처리하여 측정하였다. 그리고 合板의 두께팽창은 측면에 파라핀 처리를 하지 않은 狀態에서 위와 같은 조건으로 처리하고 測定하였다. 그러나 파티클보오드와 中密度纖維板의 두께 팽창은 소정의 試驗片을 水中에 24시간 처리하여 측정하였는데 이때 물의 온도는 25℃로 조절하였다.

2.3. 木質材料의 機械的 性質調査

2.3.1 合板의 接着力試驗

2.3.1.1 狀態接着力試驗

3매 合板은 韓國工業規格 KSF 3101(1982)에 따라 폭 25mm, 길이 80mm 크기의 試驗片을 각 시험용 合板으로부터 4개씩 製作하였고, 12mm 合板의 경우 3매 合板의 시험방법에 준하여 試驗片을 製作하였으며, 제작된 試驗片은 合板剪斷强度試驗機를 사용하여 接着力 시험을 施行하여 狀態接着力과 木破率을 算出하였다.

2.3.1.2 準耐水接着力試驗

韓國工業規格 KS F 3101(1972)에 따라 試驗片을 60±3℃의 溫水에 3시간 담근 다음 常溫의 물속에 담그어 식힌 후 젖은 채로 狀態接着力試驗방법과 같은 방법으로 시험을 施行하여 準耐水接着力 및 木破率을 산출하였다.

2.3.2 파티클보오드와 纖維板의 剝離試驗

ASTM D 1037(1972)에 따라 파티클보오드와 中密度纖維板에서 각각 50×50mm 크기의 시험편을 각 시험용 보오드1매 마다 1개씩 제작하여 萬能强度試驗機를 사용하여 시험을 實施하였다.

2.3.3 휨試驗

合板은 ASTM D 1037(1972)에 따라 길이는 표판의 木理方向이 span과 일치할때는 626mm(두께×48+50mm)로, 표판의 木理方向이 span과 직교할때는 338mm(두께× 24+50mm)로 하였으며, 폭은 두 경우 모두 50mm로 하여 각각의 合板에서 試驗片을 표판의 木理方向에 따라 2개씩 製作하였으며 萬能强度試驗機를 이용하여 測定하였다. 파티클보오드와 中密度 纖維板은 ASTM D 1037 (1972)에 따라 폭 76mm, 길이 338mm(두께×24+50 mm)의 크기로 하여 試驗片을 시험용 보오드 1매마다 1개씩 製作하여 萬能强度試驗機를 이용하여 測定하였다. 측정방법은 萬能强度試驗機에서 中央集中荷重을 가하여 측정하고 破壞係數와 彈性係數를 산출하였다.

2.3.4 引張試驗

合板은 ASTM D 805-82(1973)에 따라 necked-shape로 製作하였는데 폭 50mm, 길이 400 mm, 곡률반경 300mm, 중앙부폭 12.5mm의 크기로하여 각각의 합판에서 시험편을 제작하였고, 파티클 보오드와 중밀도 섬유판은 ASTM D 1037 (1973)에 따라 necked-Shape로 제작하였는데 폭 50mm, 길이 250mm, 곡률반경 195mm, 중앙부폭 37.5mm, grip 부분의 길이 68.75mm, 곡선부분의 길이 31.25mm, 중앙직선 부분의 길이 50mm로 하여 각각의 보오드에서 1개씩 製作하였다. 제작된 試驗片은 萬能强度試驗機를 사용하여 측정하였다.

2.3.5 나사못유지력시험

本 硏究에 사용된 각각의 木質板狀材料로 부터 韓國工業規格 KS F 3104(1983)에 따라 폭 50mm 길이 100mm의 試驗片을 시험용 보오드 1매마다 1개씩 제작한후 중심에서 좌우로 25mm 떨어진 지점에 지름 2.7mm, 길이 16mm의 나사못을 垂直으로 약 11mm 돌려 박은 후 나사못유지력시험을 萬能强度試驗機를 이용하여 測定하였다.

3. 結果 및 考察

3.1. 物理的性質

3.1.1 치수

韓國工業規格 KS F 3101(1982)와 KS F 3113(1984)에 의하면 普通合板과 構造用合板은 크기 2340

×1210×3mm와 2430×1210×12mm인 경우 길이의 許容誤差는 15mm까지 더 긴치수는 許容하고 있으나 짧은 것은 不許하고 있으며, 나비는 10mm까지 더 긴치수는 許容하지만 짧은 것은 역시 不許하고 있다. 두께의 경우에는 3mm보다 얇은 合板은 두께의 ±5% 이내에서 許容하고 있고, 3mm이상 7mm미만은 ±4%까지, 그리고 7~20mm까지는 ±3%까지 許容하고 있다.

本 硏究에서 3mm의 얇은 3매合板에서 製造會社間의 길이, 나비, 두께의 標準치수에 대한 變異를 보면 Table 2에 나타나 있는 바와 같이 길이 +0.35~0.41%, 나비 +0.61~0.82%, 두께 -4.24~7.66%로서 길이와 나비는 標準치수보다 크게 나타났으나 두께는 얇게 나타났다. 또 12mm의 두꺼운 7매合板은 Table 3에서 보여주고 있는 바와 같이 製造會社間에 치수의 變異는 길이 +0.25~0.40%, 나비 +0.50~0.82%, 두께 -1.58~6.27%로서 얇은 3매 合板의 경우와 같이 길이와 나비는 標準치수보다 크게 나타났으나 두께는 오히려 얇게 나타났다. 이와같은 結果를 미루어 볼때 A,B,C,D사 製品인 두께 3mm의 얇은 3매 合板은 길이와 나비에서는 前述한 韓國工業規格을 충분히 만족시

Table 2. Summary of engineering properties for 3mm thin plywood

Test Item		A	B	C	D
1) Size (L)		+0.35	+0.37	+0.41	+0.38
Variation(W)		+0.61	+0.82	+0.74	+071
(%) (T)		−4.24	−5.0	−0.76	−7.33
2) Sp.Gr(Oven)	Value	0.70	0.55	0.73	0.65
	STD	0.057	0.011	0.012	0.024
	COV	8.1	2.04	1.64	3.67
3) Moisture	Value	12.39	12.94	13.49	12.35
content(%)	STD	0.477	0.54	0.976	1.336
	COV	3.84	3.88	7.23	10.7
4) Moisture	Value	4.84(0.74)*	3.44(0.37)*	4.26(0.55)*	5.56(0.72)*
Absorption(%)	STD	0.802	0.53	1.05	1.95
	COV	16.57	15.46	24.80	35.17
5) Length	Value	0.18	0.15	0.08	0.13
Expansion(%)	STD	0.07	0.08	0.04	0.05
(perpendicular)	COV	40.95	52.42	52.28	42.30
Length	Value	0.25	0.23	0.12	0.14
Expansion(%)	STD	0.08	0.13	0.04	0.08
(parallel)	COV	32.96	56.25	35.42	59.29
7) Thickness	Value	5.15	1.79	2.11	3.63
Expansion(%)	STD	0.61	0.35	0.53	0.83
	COV	11.97	19.87	25.42	22.83
8) Shear Strengh					
Dry Test	Value	6.85(55.62)	6.54(93.12)	6.81(65)	8.12(85)
(kg/cm^2)	STD	1.57	0.65	1.22	0.90
(Failure)	COV	22.93	10.01	18.05	11.12
Wet Test	Value	5.18(36.87)	4.87(34.75)	5.31(20)	5.90(52.5)
(kg/cm^2)	STD	0.67	0.98	0.88	1.16
(Failure)	COV	13.01	20.20	16.67	19.72

*The values in parentheses are moisture absoption weight expressed as gram in metric system

키고 있으나 두께는 모두 許容誤差 ±5%인 ±0.012mm를 훨씬 능가하므로 不合格되고 있음을 알 수 있다. 또 두께 12mm의 두꺼운 7매 合板은 역시 길이와 나비에서는 韓國工業規格을 만족시키고 있으나 두께는 許容誤差 ±3%인 ±0.36mm를 만족시킬 수 있는 회사는 E사 製品 뿐이고 나머지 F,G,H사 製品은 모두 不合格 되고 있다. 따라서 길이와 나비는 각사 製品이 모두 韓國工業規格을 통과하고 있는 반면에 두께에서는 문제가 되고 있음을 지적하지 않을 수 없다.

한편 크기 2420×1210×12mm의 파티클보오드와 中密度纖維板에 대하여 韓國工業規格 KS F 3104(1984)와 KS F 3203(1979)에 각각 規定된 바에 의하면 파티클보오드는 두께 12mm인 경우 허용오차는 길이와 나비는 ±3mm, 두께는 ±1.0mm로 規定하고 있고 중밀도 섬유판은 길이와 나비는 ±3㎜, 두께는 ±1.2㎜로 규정하고 있다.

本 研究에서 취급한 두께 12mm의 파티클보오드와 中密度纖維板의 평균치수를 보면 각각 길이 2439mm와 2441mm, 나비 1220mm와 1221mm, 두께 11.95mm와 12.21mm로 나타났다. 따라서 길이는 19mm와 21mm가 더 컸고 나비는 10mm와 11mm가 規定된 치수보다 각각 크게 나타나서 韓國工業規格을 만족시키지 못하고 있다. 또 두께에서는 11.95mm와 12.21mm로서 파티클보오드는 0.05mm가 더 얇았고 中密度纖維板은 0.21mm가 더 두껍게 나타나서 한국공업규격의 허용오차인 1.0mm와 1.2mm를 충분히 만족시켜 주고 있다. 그러므로 파티클보오드와 中密度纖維板의 치수재단에 있어서 길이와 나비를 잘 조정하여 절단한다면 製品의 치수는 規定을 만족시키는데 큰 문제가 없을 것으로 생각된다.

3.1.2 比重과 含水率

合板의 製造會社間 평균비중의 변이는 두께 3mm의 얇은 3매合板은 전건비중 0.55~0.73 기건비중 0.54~0.72 이었으며 두께 12mm의 두꺼운 7매 合板은 전건비중 0.49~0.69 기건비중 0.48~0.67로 나타났다. 合板의 含水率은 얇은 3매 합판은 12.37~13.94%이었고 두꺼운 7매 合板은 11.29~12.68%이었다. 따라서 비중은 얇은 3매 合板이 두꺼운 7매 合板보다도 높은 치를 나타냈다.

韓國工業規格에는 合板의 비중에 대한 規定이 되어있지 않으므로 논의의 여지가 없다고 하겠으나 함수율은 韓國工業規格 KS F 3101(1978)과 KS F 3113(1984)에 13%이하고 規定하고 있다. 이것으로 미루어 보면 두꺼운 7매 合板은 이들 規定을 충분히 만족시키고 있으나 얇은合板은 13%이상을 나타내는 회사製品도 있으므로 문제가 된다고 여겨진다. 즉 Table 2에서 나타난 바와 같이 A와 D사 製品만이 韓國工業規格을 만족시키고 있고 나머지 B와 C사 製品은 不合格되었다. 그러나 National Bureau of Standards 그리고 U.S. Product Standard PS 566(1974)(1966)의 U.S. Product Standard PS 1-74 그리고 카나다의 Canadian Standards Association(1961)의 CSA Standard 0121-1961과 CSA Standard 0151-1961등의 規定에는 合板의 함수율을 18%까지 許容하고 있고 미국의 Hardwood Plywood Manufacturers Association(1972)은 內裝用合板의 함수율을 15%까지 허용하고 있어서 외국의 규격 規定을 충분히 만족시키고 있다.

또 파티클보오드와 中密度纖維板의 평균비중은 똑같이 전건비중 0.68의 치를 나타내었고 기건비중은 각각 0.66과 0.65의 치를 나타냈다. 그리고 함수율은 각각 10.02%와 9.46%를 나타냈다. 韓國工業規格 KS F 3104(1983)에 의하면 파티클보오드의 비중과 함수율은 각각 0.69~0.90과 5~13%로 規定하고 있으므로 國産 파티클보오드는 이 規定을 충분히 만족시켜 주고 있음을 알 수 있다. 中密度纖維板에 대한 規定은 따로 規定된것이 없으므로 경질纖維板의 韓國工業規格 KS F 3203(1979)에 의하면 함수율은 파티클보오드의 規定과 똑 같이 5~13%로 規定하고 있으므로 함수율은 品質에 영향을 줄 만한 문제가 없는 것으로 생각된다.

3.1.3 吸濕性 길이膨脹 및 두께膨脹

合板의 吸濕性에 대해서 조사된 結果는 Table 2 및 3에 나타나 있는데 製造會社間의 변이는 3mm의 얇은 3매合板의 경우0.37~0.74gr 이었고 12mm의 두꺼운 7매合板은 0.70~1.15gr으로 나타났다. 韓國工業規格 KS F 3101(1982)과 KS F 3113(1984)에 의하면 合板의 吸濕性은 0.4gr이하로 規

Table 3. Summary of engineering properties for 12mm thick plywood

Test Item		E	F	G	H
1) Size (L)		+0.40	+0.36	+0.25	+0.40
Variation(W)		+0.72	+0.82	+0.50	+0.74
(%) (T)		−1.58	−3.91	−6.27	−5.33
2) Sp.Gr(Oven)	Value	0.68	0.64	0.49	0.69
	STD	0.054	0.03	0.071	0.026
	COV	7.94	4.68	14.34	3.75
3) Moisture	Value	11.29	12.68	11.36	11.90
content(%)	STD	1.017	0.663	1.466	0.547
	COV	8.93	5.28	12.90	4.59
4) Moisture	Value	5.07(1.15)*	4.30(0.91)*	5.02(0.70)*	4.91(d1.14)*
Absorption(%)	STD	0.288	0.805	0.60	0.209
	COV	5.68	18.69	11.94	4.25
5) Length	Value	0.20	0.15	0.16	0.14
Expansion(%)	STD	0.1	0.04	0.06	0.04
(perpendicular)	COV	51.61	29.52	34.77	29.05
Length	Value	0.16	0.14	0.16	0.14
Expansion(%)	STD	0.06	0.02	0.06	0.04
(parallel)	COV	34.77	15.59	34.77	28.64
7) Thickness	Value	3.29	2.27	2.44	1.90
Expansion(%)	STD	0.79	0.55	0.49	0.52
	COV	23.95	24.43	20.03	27.52
8) Bending Test					
SPL(Kg/cm²)	Value	463.2	350.43	324.55	455.01
(Perpendicular)	STD	111.76	38.86	59.24	64.27
	COV	24.12	11.08	18.25	14.12
SPL(Kg/cm²)	Value	312.52	316.23	339.06	305.59
(Parallel)	STD	29.38	14.54	37.04	29.23
	COV	9.4	4.59	10.92	9.56
MOR(Kg/cm²)	Value	766.75	553.56	472.80	774.97
(Perpendicular)	STD	184.63	70.90	55.01	68.64
	COV	24.07	12.80	11.63	8.86
MOR(Kg/cm²)	Value	484.84	432.76	489.06	494.20
(Parallel)	STD	87.58	28.46	50.40	35.22
	COV	18.06	6.57	10.31	7.13
MOE(Kg/cm²)	Value	81090.29	61433.70	56631.62	82781.79
(Perpendicular)	STD	18135.8	8776.61	11788.58	6233.24
	COV	22.36	14.28	20.82	7.53
MOE(Kg/cm²)	Value	74719.96	71224.18	67710.64	78795.48
~~(Perpendicular)~~	STD	9146.27	4543.30	11788.58	16929.85
parallel	COV	12.24	115.37	20.82	8.79
9) Tension Test	Value	438.84	337.47	357.25	635.89
(Perpendicular)	STD	148.171	122.42	43.89	135.72
	COV	32.16	32.43	12.29	21.34
	Value	331.85	255.76	281.32	336.43
(Parallel)	STD	80.83	78.33	43.18	98.45
	COV	24.35	30.62	15.35	29.26

Table 3. Continued

Test Item		E	F	G	H
10) Nail Withdrawl	Value	47.81	38.50	35.38	41.75
Resistance	STD	4.11	7.21	4.84	5.80
(Kg)	COV	8.60	18.74	13.68	13.89
11) Shear Strength					
Dry Test	Value	26.90(37.5)	29.09(50)	22.88(42.5)	28.04(72.5)
(Failure)	STD	6.69	3.68	3.3	3.82
	COV	24.88	12.06	14.44	13.63
Wet Test	Value	17.68(17.5)	19.74(28.7)	17.67(28.7)	23.01(52.5)
(Failure)	STD	4.61	1.51	1.24	1.85
	COV	26.11	7.69	7.02	8.07

*The values in parentheses are moisture absoption weight expressed as gram in metric system.

定하고 있다. 이것으로 판단하면 3매의 얇은 合板인 B사의 製品만이 이 규격을 통과하였을 뿐이고 A,C,D사 製品과 두께운 7매合板 제조회사인 E,F,G, H사 製品이 모두 불합격하고 있음을 알 수 있다.

파티클보오드와 중밀도 纖維板의 吸濕性은 韓國工業規格에는 規定된 바 없으나 비교를 위해서 조사되었는 바 각각 그 평균치는 2.59gr과 2.66gr을 나타냈다. 따라서 合板보다는 吸濕性이 훨씬 높다는 것을 알 수 있었다.

한편 合板의 길이 팽창에 대해서는 韓國工業規格에 許容値를 規定하고 있지 않았으나 材料간의 비교를 위해서 조사된 바로는 製造會社間 평균치의 변이는 3mm의 얇은 3매合板의 경우 섬유평행방향 0.12~0.16%, 섬유직각방향 0.06~0.25%이었고 12 mm의 두꺼운 7매合板은 섬유평행방향 0.14~0.16%, 섬유직각방향 0.14~0.21%이었다. 또 파티클보오드와 中密度纖維板의 길이팽창은 길이방향 각각 0.49%와 0.24%이었고, 나비방향은 0.69%와 0.23%를 나타냈다.

또 두께팽창은 合板의 경우 3매의 얇은 合板에서 회사간에 1.79~5.15%, 그리고 7매의 두꺼운 合板에서는 1.90~3.29%를 나타냈다. 파티클보오드와 中密度纖維板은 각각 9.35%와 9.34%로서 비슷한 치를 나타냈다. 韓國工業規格 KS F 3104(1983)에는 파티클보오드의 吸水두께膨脹率에 대한 許容値를 12%이하로 規定하고 있어서 國産製品의 경우 이 規定을 충분히 만족시키고 있음을 알 수 있다.

3.2. 機械的 性質

3.2.1 合板의 剪斷接着力

合板의 전단接着力의 시험結果를 나타내면 Table 2 및 3과 같다. 이結果에 의하면 製造會社間 평균接着力 변이를 보면 두께 3mm의 얇은 3매合板은 상태接着力 6.54~8.12kg/㎠, 내수接着力 4.87~5.90kg/㎠ 나타났으며 각각의 木破率은 55.62~93.12%와 20.0~52.58%였다. 두께 12mm의 두꺼운 7매 合板은 상태접착력 22.88~28.04kg/cm², 내수접착력은 17.5~23.1kg/cm² 이었고 木破率은 각각 37.5~72.5%와 17.5~52.5%였다.

韓國工業規格 KS F 3113(1984)에 의하면 전단接着力에 있어서 普通合板이나 構造用合板 모두 常態接着力의 最少許容値를 7.5kg/cm²로 규정하고 있다. 본 연구에서 얇은 3매 합판의 경우 D사의 상태접착력만이 최소 7.5kg/cm²의 許容値를 능가하였을 뿐이고 A,B,C사의 상태接着力과 내수接着力 그리고 D사의 내수接着力에서 모두 不合格이 되고 있음을 알 수 있다. 그러나 7매合板의 경우에는 상태와 내수接着力 모두에서 매우 높은 接着力을 보여줌으로서 最少許容値를 훨씬 능가하고 있다. 또 木破率을 보면 얇은 3매 합판에서 제조회사간의 평균치 변이가 상태 접착력에서 55.60

~93.12%, 내수접착력에서 20.0~52.5%로 나타났다. 이것으로 미루어보면 얇은 3매합판이 두꺼운 7매合板보다 높은치를 나타내고 있어서 接着力가는 반대의 현상을 보여주고 있다.

이와같이 얇은 3매合板이 接着力이 낮으면서도 木破率이 높은 것은 合板의 단판 구성에 있어서 Table 5에 표시하고 있는 바와 같이 앞판과 뒷판을 구성하고 단판의 두께가 매우 얇아서 시험과정중에서 접착층이 떨어지는 것보다는 試驗片의 표리면 단판이 부러지는데서 오는 것이 아닌가 생각된다. 따라서 얇은 3매合板의 接着力을 향상시키는데는 앞판과 뒷판의 구성 단판을 약간 두꺼운 것으로 구성하여 중판과의 구성 비율을 조정함이 필요하다고 생각된다.

3.2.2 휨성질(比例限界應力, 破壞係數, 彈性係數)

휨성질은 두께 12mm의 7매合板에 대해서만 측정 조사 되었는데 계산된 製造會社間 평균치의 변이를 보면 Table 3에 나타나 있는 바와 같이 비례한계응력은 섬유평행방향 305.59~339.06kg/㎠ 였고 섬유직각방향 472.80~774.97kg/㎠ 였으며 파괴강도에 있어서는 섬유평행방향 432.76 ~ 494.20kg/㎠, 섬유직각방향 472.80~774.97kg/㎠ 였으며 彈性係數는 섬유평행방향 67710.64~78795.48kg/㎠, 섬유직각방향 56631.62~82781.79kg/㎠ 였다. 휨성질은 破壞係數의 섬유직각방향을 제외하면 일반적으로 섬유평행방향보다는 섬유직각방향이 더 우수한 휨성질을 나타냈다.

韓國工業規格 KS F 3113(1984)에 의하면 構造用合板의 휨파괴강도는 두께 12mm, 7매合板의 경우 섬유평행방향 260kg/㎠ 섬유직각방향 200kg/㎠ 만족시키도록 規定되어 있는데 製造會社間 변이의 하한치보다는 훨씬 낮은 치이므로 충분히 KS 規定을 만족시켜주고 있다.

섬유평행방향과 섬유직각방향의 휨성질을 비교고찰하여 보면 韓國工業規格 KS F 3113(1984)에는 두께 12mm, 7매合板의 경우 단판 구성은 섬유평행방향 대 섬유직각방향의 단판구성두께가 똑같이 6mm 대 6mm로 規定하고 있으나 本硏究에서 강도측정을 위해서 채용한 두께 12mm의 7매合板은 섬유평행방향 대 섬유직각방향의 단판두께 구성비가 4.0~4.2mm 대 6.4~7.3mm를 나타내고 있어서 韓國工業規格의 規定에서 6mm 대 6mm의 균등한 단판 구성과는 달리 불균형적인 구성을 하고 있다. 결국 이와같은 불균형적인 구성비로 말미암아 Table 5에 나타나 있는 바와 같이 섬유평행방향보다 섬유직각방향의 비례한도 응력과 파괴강도가 더 크게 나타난 것으로 생각된다.

또 破壞係數에 대해서는 韓國工業規格에는 規定되어 있지 않으나 American Plywood Association (1976)의 Plywood Design Specification에 의하면 破壞係數의 최저 許容응력은 70.422kg/㎠(1,000 psi.)로 規定하고 있는데 섬유평행방향에서는 G사의 製品을 제외하고 모두 許容値를 능가하고 있음을 알 수 있다.

한편 파티클보오드와 中密度纖維板의 평균 휨성질을 보면 비례한도 응력은 각각 122.81kg/㎠와 250.67kg/㎠이었고 破壞係數는 각각 188.55kg/㎠와 420.86kg/㎠이었으며 彈性係數는 각각 14822.88kg/㎠와 18760.65kg/㎠이었다. 이것으로 비추어 보면 파티클보오드의 휨성질보다 中密度纖維板의 휨 성질이 훨씬 우수하다는 것을 알 수 있다. 파티클 보오드의 휨파괴 강도는 한국공업 규격 KSF 3104 (1983)의 200Type 규격인 180kg/㎠을 만족시키고 있으며 중밀도 섬유판의 경우에는 韓國工業規格 KS F 3203 (1979)의 規定을 여유있게 통과하였다. 그러나 破壞係數에 있어서는 우리나라의 韓國工業規格에는 規定되어 있지 않으나 National Bureau of Standards(1966)의 U.S Commercial Standard CS-236-66에 規定되어 있는 中密度 파티클보오드의 최저 許容値인 1760kg/㎠(250,000 psi.)를 만족시키지 못하고 있어서 질적으로 다소 떨어지는 것이 아닌지 생각된다.

3.2.3 引張强度, 나사못 유지력, 剝離强度

製品회사간 合板의 평균引張强度에 대한 변이를 보면 섬유평행방향 255.76~336.43kg/㎠, 섬유직각방향 357.25~635.89kg/㎠ 나타내었다. 또 파티클보오드와 中密度 纖維板의 引張强度의 평균치는 각각 73.49kg/㎠와 207.46kg/㎠을 보였다. 상술한

Table 4. Summary of basic engineering properties for P.B., MDF

Test Item		P. B.	MDF
1) Size (L)		2439.00	2441.00
Variation(W)		1220.00	1221.00
(mm) (T)		11.95	12.21
2) Sp.Gr(Oven)	Value	0.68	0.68
	STD	0.023	0.0086
	COV	3.38	1.26
3) Moisture	Value	10.02	9.46
Content(%)	STD	0.17	0.15
	COV	2.92	1.59
4) Moisture	Value	10.83(2.59)*	11.49(2.66)*
Absorption(%)	STD	0.23	0.060
	COV	2.12	0.52
5) Length	Value	0.495	0.249
Expansion(%)	DTD	0.097	0.084
(perpendicular)	COV	19.63	33.37
Length	Value	0.693	0.23
Expansion(%)	STD	0.096	0.081
(parallel)	COV	13.93	35.22
6) Thickness	Value	9.35	8.34
Expansion(%)	STD	0.45	0.471
	COV	4.83	5.04
7) Bending Test			
SPL (Kg/cm^2)	Value	122.81	250.67
	STD	19.82	19.79
	COV	16.13	7.89
MOR (Kg/cm^2)	Value	188.55	420.86
	STD	18.87	14.29
	COV	10.01	3.4
MOE (Kg/cm^2)	Value	14822.88	18760.65
	STD	1665.33	850.67
	COV	11.23	4.53
8) Internal Bond	Value	5.58	7.09
(Kg/cm^2)	STD	1.17	0.54
	COV	20.97	7.62
9) Nail Withdrawl	Value	34.5	36
Resistance	STD	5.68	4.09
(Kg)	COV	16.46	11.36
10) Tension	Value	73.49	207.46
(Kg/cm^2)	STD	8.46	21.7
	COV	11.51	10.5

*The values in parentheses are moisture absorption weight expressed as gram in metric system.

Table 5 Number of veneer plies and veneer composition

Veneer ply	Manufacturers	Veneer Composition (mm)	Total(mm) (para : perp)
7 12(mm)	A E	0.9−2.6−1.0−2.4−1.2−2.3−1.1	11.50(4.2 : 7.3)
	B F	1.0−2.4−1.1−2.4−1.1−2.4−1.0	11.40(4.2 : 7.2)
	E G	1.0−2.2−1.0−2.3−1.0−2.2−1.0	10.40(4.0 : 6.4)
	H H	1.0−2.4−0.9−2.8−0.9−2.4−0.9	11.30(3.7 : 7.6)
3 (3mm)	D A	0.6−1.6−0.6	2.80(1.2 : 1.6)
	F B	0.6−1.8−0.6	3.00(1.2 : 1.8)
	G C	0.5−1.6−0.5	2.60(1.0 : 1.6)
	I D	0.6−1.6−0.55	2.75(1.15 : 1.6)
7(12mm)	KSF 3113	1.5−2.0−1.5−2.0−1.5−2.0−1.5	12(6.0 : 6.0)

合板의 引張强度에 관해서는 韓國工業規格에 規定되어 있지 않으므로 American Plywood Association(1978)의 合板의 設計 規定에 따라 考察하여 보면 合板의 최저許容 응력은 섬유평행방향과 섬유직각방향에서 78.16kg/cm²(1110 psi)로서 本 硏究에서 얻은 引張强度가 훨씬 높으므로 충분히 許容値를 상회하고 있음을 알 수 있다. 그리고 파티클 보오드와 중밀도 섬유판에 있어서도 한국공업규격에는 규정되어 있지 않으나 National Bureau of Standards (1973)의 Voluntary Product Standard PS 58-73에 規定된 경질纖維板의 규격에 따른다면 섬유평행방향의 경우 1급은 246.48kg/cm²(3500Psi), 2급은 176.0kg/cm²(2500Psi)를 만족시키도록 규정되어 있다. 本 硏究에서 얻은 국산 중밀도섬유판의 인장강도는 207.48kg/cm² 로 1급은 만족시키지 못하고 있으나 2급이상의 강도를 만족시키고 있음을 알 수 있다.

製品會社間에 얻은 나사못 유지력의 평균치 변이는 合板의 경우 35.38~47.81kg을 나타내었고 파티클보오드와 中密度纖維板은 각각 35.40kg과 36.00kg의 평균치를 나타냈다. 韓國工業規格에는 合板과 中密度纖維板의 나사못 유지력에 대해서 規定되어 있지 않으나 파티클보오드에는 KS F 3104(1983)로 規定하고 있는 바 단층보오드는 50 kg 이상의 나사못 유지력을 가져야만 통과할 수 있도록 되어 있다. 本 硏究에서 얻은 國産 파티클보오드의 나사못 유지력은 평균 34.50kg에 불과함으로써 不合格하고 있음을 알 수 있다.

한편 파티클보오드와 中密度纖維板의 剝離强度는 각각 5.58kg/cm²와 7.09kg/cm²로 나타났다. 韓國工業規格에는 中密度纖維板의 剝離强度는 規定되어 있지 않으나 파티클보오드의 경우에는 KS F 3104(1983)에 단층보오드의 경우 3kg/cm²이상이 되어야만 規定을 통과하도록 되어 있어서 國産 파티클보오드의 剝離强度는 韓國工業規格을 충분히 만족시키고 있음을 알 수 있다.

4. 結 論

國産 木質板狀材料인 合版, 파티클보오드 및 中密度纖維板에 대하여 치수, 比重, 含水率, 膨脹性등 物理的 性質과 剪斷接着力, 휨性質(比例限到應力, 破壞係數, 彈性係數), 引張强度, 나사못 維持力, 剝離强度등 機械的性質에 관하여 주로 韓國工業規格 KS F 3101, 3104, 3113 그리고 3203에 따라 試驗을 실시하였는데 結果 및 考察을 통하여 結論을 간단히 지으면 다음과 같다.

1. 合板의 치수는 두께 3mm의 얇은 3매合板과 두께 12mm의 7매合板에서 길이와 나비는 모두 KS 規定을 만족시켜 주고 있으나 두께에서는 1개사의 製品만이 規定에 通過하고 나머지 7個社 製品은 모두 誤差限度보다 얇게 나타나서 KS 規定을 만족시키지 못하였다.

2. 파티클보오드와 中密度 纖維板의 치수는 길이와 나비 모두 KS의 規定된 誤差限界보다 더 크게

나타나서 不合格되었으나 두께는 KS規定을 만족시켰다.

3. 合板의 含水率은 2個社 製品인 두께 3mm의 얇은 3매合板을 除外하고 나머지 會社의 3매合板과 두께 12mm의 두께운 7매合板은 모두 KS規定을 충분히 만족시켰다.

4. 合版의 吸濕性은 대부분이 KS規定에 不合格되었으나 파티클보오드의 두께膨脹은 KS規定을 만족시켰다.

5. 合板의 剪斷接着力은 두께 3mm의얇은 3매合板은 대체로 常態 및 耐水接着力에서 KS規定을 만족시키지 못하였으나 두께 12mm의 7매合板의 常態 및 耐水接着力은 모두 KS規定을 충분히 만족시켰다.

6. 휨破壞 强度는 合板의 纖維平行方向과 纖維直角方向에서 그리고 파티클보오드와 中密度 纖維板에서 모두 KS規定을 만족시켰다.

7. 引張强度는 纖維平行方向과 纖維直角方向에서 U.S Product Standard PS 1-74의 許容應力을 충분히 만족시켰다.

8. 파티클보오드의 나사못 維持力은 KS規定에 미치지 못하였으나 剝離强度는 충분히 KS規定을 만족시켰다.

參 考 文 獻

1. American Plywood Association. 1976. Plywood Design Specification, APA Technical Services Division, tacoma, WA
2. American Standards Testing Testing Materials 1972. D 1037-72a, Standard methods of Evaluating the Properties of Wood-base Fiber and Particle Panel Materials.
3. _____. 1972. D 30 43-72, Standard Methods of Testing, Plywood in Flexure.
4. _____. 1973. D 805-82, Testing Veneer, Plywood, and other Glued Veneer Constructions.
5. Canadian Standards Association. 1961. CSA Standard 0121-1969 Douglas Fir Plywood.
6. _____. 1961. CSA Standard 0151-1961 Western Softwood Plywood.
7. Hardwood Plywood Manufacturers Association. 1972. Interim Structural Design Guide for Hardwood Plywood, HPMA Design Guide HP-SG-71.
8. National Bureau of Standards. 1966. U.S. Commercial Standard S-236-66 mat-formed Wood-Particle Board.
9. _____. 1966. U.S. Product Standard PS 1-66 for Softwood Plywood-Construction and Industrial.
10. _____. 1973. Basic Hardboard in Product Standard for Today's Hardboard. voluntary Product StandardPS 58-73, Amer. hardboard Assoc., chicago, Ill
11. _____. 1974. U.S. Product Standard PS 1-74 for Constuction and Industrial Plywood.
12. 山林廳. 1989. 山林統計
13. 韓國工業規格. 1979. KS F 3203 硬質纖維板.
14. _____. 1982. KS F 3101 普通合板.
15. _____. 1983. KS F 3104 파티클보오드
16. _____. 1984. KS F 3113 構造用合板.