

## 목질폐잔재를 재활용한 목질보도블록 제조기술 개발\*1

박 회 준\*2

# A Development of Manufacturing Process of Wooden Footpath Block to Reuse of Wood Waste\*1

Hee-Jun Park\*2

### ABSTRACT

The objective of this research project was to develop the wooden footpath block to reuse of wood waste. Some physical and mechanical properties of the wooden block such as water absorption, thickness swelling, modulus of rupture, internal bond, density profile and impact resistance were studied.

Water absorption and thickness swelling of the wooden block were greatly reduced when the wooden block was pressed inside the forming device than by conventional hot pressing. Also, Modulus of rupture and internal bond of the wooden block were increased greatly when the pressing was completed inside the forming device. The density profile of the wooden block was improved up to 93.5% minimum to average density ratio.

The wooden block manufactured in this study have excellent physical and mechanical properties in comparison with existing wood based materials. So, these wooden blocks are applicable to footpath block or other exterior members.

**Keywords** : Wood waste, wooden footpath block, forming device, density profile, wood based materials

### 1. 서 론

예로부터 남원시를 중심으로 한 지리산 지역은 풍부한 목재자원을 배경으로 목기 및 제기 등을 생산하는 목공예 제조업이 발달해 왔으며, 현재 약 200여 업체가 생산가동 중에 있다. 목공예업체에서 사용하는 주요 수종은 물푸레나무, 사방오리나무, 오리나무 등으로 주로 활엽수재를 사용하고 있으며 목공예품, 특히 제기 등 목기류가

공시에는 필연적으로 많은 양의 부산물이 발생하고 있다.

이들 부산물은 원료목재의 특성상 고비중재가 대부분으로 기존의 파티클보드나 중밀도섬유판 제조용 원료로는 적합하지 않으며, 현재 부산물은 축사바닥에 깔아 퇴비 제조를 위해 이용되는 것이 고작이다. 목공예품 제조업체에서는 부산물의 처리 및 용도개발에 부심하고 있으나 대부분의 업체가 영세하여 신제품이나 신기술 개발에 투자하기에는 매우 역부족인 것이 사실이다.

\*1 접수 1997년 8월 19일 Received August 19, 1997

본 연구는 교육부 1996년도 지역개발연구과제(자원개발) 학술연구비 지원에 의하여 수행되었음

\*2 국립이리농공전문대학 Iri National College of Agriculture & Technology, Iksan 570-752, Korea

기존의 시멘트 보드블록은 도시의 회색화를 조래하고 있으며, 보행시 착지감이 좋지 않아 생체에 부담을 매우 크게 줄 뿐만 아니라 인간의 감성에 미치는 영향 또한 매우 부정적으로 보고되고 있다(장, 1995; 이, 1996). 한편 小林 등(1996)은 벽판이나 천정판 등과 같은 건축재로 이용하기 위하여 두께 약 10cm의 목재-칩 블록을 제조한 결과 기존의 열압방식이 아닌 증기분사(steam injection) 병용 열압방식을 적용함으로써 치수안정성 및 압축강도를 향상시킬 수 있어 벽판이나 천정판 뿐만 아니라 외장용으로도 적용이 가능하다고 보고한 바 있다.

본 연구에서는 목재가공업에서 발생한 폐잔재를 재활용하여 기존의 시멘트 보드블록이나 벽돌을 대체할 수 있는 새로운 목질블록 제조기술개발을 위하여 수행하였다. 목질블록 제조는 기존의 방법과 같이 매트성형 후 성형틀을 제거한 후 열압한 플레이크보드와 시멘트 보드블록과 동일한 성형장치를 설치한 상태에서 열압한 두께 50mm 목질블록을 제조한 후 각각의 비중, 함수율, 수분흡수율, 흡수두께 팽창율, 휨과파괴수, 박리강도, 밀도경사를 측정하여 비교분석하였다. 또한 현재 국내에서 생산되는 최대 두께인 35mm 파티클보드를 구입하여 물리적 및 기계적 성질을 측정하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

#### 2.1.1 목질원료

목질 플레이크보드 및 물딩블록 제조에 사용한 목질폐잔재는 남원지역 목기제조업체에서 가공 후에 발생한 활

엽수 폐잔재를 구입하였다. 원료 수종은 물푸레나무와 오리나무이었으며, 폐잔재의 초기형태는 선삭가공 폐잔재로서 셰이빙(shaving)형태이었으나 건조와 선별과정에서 플레이크형으로 분류되었다. 폐잔재는 함수율 10.5%까지 천연건조한 후 칩선별기를 사용하여 +5 mesh인 것을 목질원료로 사용하였다.

#### 2.1.2 접착제 및 LDPE

접착제는 수지율 38.2%인 수용성 페놀수지접착제를 사용하였으며 목질전건중량에 대하여 5, 10, 15, 20% 첨가하였다. 또한 플라스틱의 첨가가 충진 및 접착성능, 내수성, 그리고 강도적 성능에 미치는 영향을 평가하기 위하여 국내 모기업에서 펠릿(pellet) 형태로 제조한 Low-density polyethylene(LDPE)을 구입하여 목질전건중량에 대하여 5, 10, 15, 20% 첨가하였다.

#### 2.1.3 내수제

블럭의 치수안정성에 미치는 영향을 검토하고자 미국 Thompson's Co.에서 제조한 Water-seal을 구입하여 목질 전건중량에 대하여 1% 첨가하였다.

#### 2.1.4 성형장치

목질블럭을 제조하기 위하여 한국공업규격 KS F 4419 '보차도용 콘크리트 인터로킹 블럭'에서 제시한 기본블럭 중 I 형과 II형블럭 중 U형 블럭과 동일한 형상의 목질블럭을 제조할 수 있는 성형장치를 개발하였다.

### 2.2 보드제조 및 시험방법

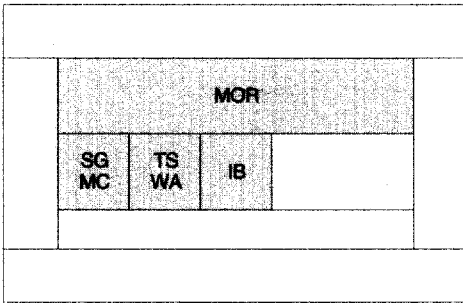
#### 2.2.1 보드 및 블럭제조

플레이크 보드는 성형 후 성형틀을 제거한 다음 열압하여 제조하였으며, 목질블록은 성형장치를 그대로 설치

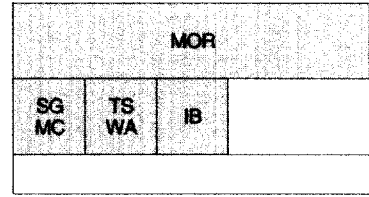
Table 1. Manufacturing conditions for flakeboard and wooden block\*1.

Condition	Flakeboard	Wooden Block
Thickness	32mm, 50mm	50mm
Adhesive Type	Phenol-formaldehyde liquid resin(PF resin)	
Amount	5%, 10%, 15%, 20%	10%, 15%, 20%
Additives Type	Low-density Polyethylene(LDPE)	
Amount	5%, 10%, 15%	10%, 20%
Press Temp.	180℃	180℃
Max. Pressure	50kgf/cm <sup>2</sup>	50kgf/cm <sup>2</sup>
Press Time	30sec./mm	30sec./mm

Note: \*1 Boards(32mm) were pressed at 180℃ and 50kgf/cm<sup>2</sup> for 10 minutes, then were pressed at 180℃ and 40kgf/cm<sup>2</sup> for 4 minutes, finally they were pressed at 180℃ and 30kgf/cm<sup>2</sup> for 2 minutes. Total time completed was 16 minutes. Boards and blocks(50mm) were pressed at 180℃ and 50kgf/cm<sup>2</sup> for 18 minutes, then were pressed at 180℃ and 40kgf/cm<sup>2</sup> for 4 minutes, finally they were pressed at 180℃ and 30kgf/cm<sup>2</sup> for 3 minutes. Total time completed was 25 minutes.



〈Flakeboard〉



〈Wooden Block〉

Fig. 1. Cutting pattern used to remove test specimens from flakeboards and wooden blocks.

Notes: MOR : Modulus of rupture sample(5cm×20cm), SG : Specific gravity sample(4cm×4cm).  
 MC : Moisture content sample(4cm×4cm), TS : Thickness swelling sample(4cm×4cm).  
 WA : Water adsorption sample(4cm×4cm), IB : Internal bond sample(4cm×4cm).

한 상태에서 열압하여 제조하였다. 각각은 목표비중 0.6, 0.7, 0.8로 하여 제조하였으며, 열압온도 180℃, 총 열압시간은 30초/mm, 열압압력은 50-40-30kgf/cm<sup>2</sup>의 다단압력을 적용하였다. 플레이크보드는 두께 32mm, 50mm로 제조하였으며 목질블록은 두께 50mm인 것을 제조하였다. 플레이크보드의 치수는 가로 18cm×세로 28cm, 목질블록은 가로 10cm×세로 20cm로 U형 블록과 I형 블록을 각 4매씩 제조하였다. 각 보드 및 블록의 제조조건은 Table 1에 나타낸 바와 같다.

### 2.2.2 시험방법

플레이크보드와 목질블록은 한국공업규격 KSF 3104-1992, "파티클보드"에서 제시한 바에 의거하여 비중, 함수율, 흡수두께 팽창율, 그리고 박리강도를 측정하였으며, KSF 4419-1995 '보차도용 콘크리트 인터로킹 블록'에 의거하여 흡수율 및 굽힘강도를 측정하였다. 굽힘강도의 경우 KSF 3104의 경우에는 지간거리(span)가 두께의 15배+50mm로 규정되어 있으나 KSF 4419에서는 블록의 경우 지간거리를 두께의 2배 이상으로 규정하고 있고 본 시험에서는 보드의 두께가 32mm와 50mm로 두껍고 기존의 블록과 같은 형태로 제조하였으므로 KSF 4419에 따라 지간거리를 두께의 3배로 하여 시험하였다. 또한 본 연구에서 제조한 플레이크보드 및 목질블록과 비교를 위하여 두께 35mm 파티클보드를 구입하여 동일한 방법으로 측정하였다. 시험편의 채취는 Fig. 1과 같이 각 보드 4매로부터 각 1매씩 채취하여 시험하였다. 또한 제조보드의 두께방향 밀도분포를 분석하기 위하여 국내 모 기업체 실험실에 있는 밀도경사 측정기(Den-

sity profiler)를 이용하여 두께방향의 밀도경사(density profile)를 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 목질블록제조용 성형장치

본 연구에서는 목질폐재를 재활용한 목질보드블록을 제조하기 위하여 Fig. 2와 같은 성형장치를 개발하였다. 본 연구에서 사용한 활엽수 목질폐재의 특성상 용적밀도

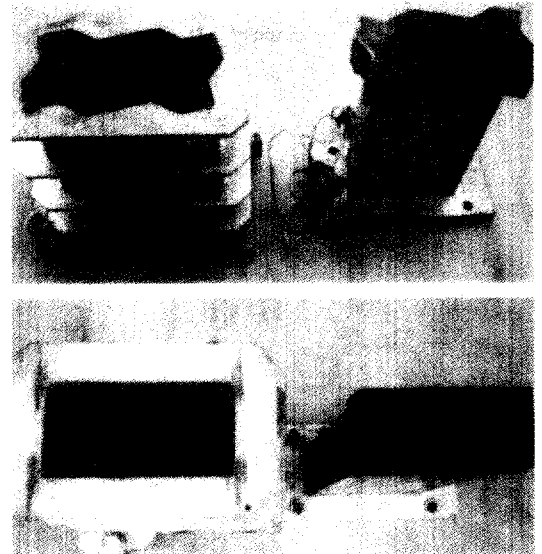


Fig. 2. The forming device of wooden block.



Fig. 3. U type wooden block set up exterior site.

(bulk density)가 낮아 성형된 매트 높이가 30cm 이상 높았으므로 성형장치의 높이는 가능한 한 높게 하는 것이 바람직하다 생각되며, 본 연구에서 개발한 성형장치는 한국공업규격 KS F 4419 '보차도용 콘크리트 인터로킹 블록'에서 제시한 기본블록 중 I 형과 이형 블록 중 U형 블록을 제조할 수 있는 것으로 장치는 압, 수로 이루어져 있으며, 열압시 열전달을 위하여 상, 하부에 열선을 배치하여 온도조절이 가능하도록 하였다. 또한 열압시 표층에서 심층으로 이동하는 수증기의 배출을 돕기 위하여 네 측면에 50mm간격으로 직경 2mm의 구멍을 가공하였다. Fig. 3은 Fig. 2의 성형장치를 이용하여 제조한 U형 블록의 모습으로 내구성시험을 위하여 옥외에 시공한 모습을 보여주고 있다.

### 3.2 치수안정성

성형 후 성형틀을 제거한 다음 열압하는 기존의 평판식 열압방식으로 제조한 두께 32mm 그리고 두께 50mm 플레이크보드와 성형틀을 고정한 상태에서 열압하여 제조한 두께 50mm 목질블록의 비중, 함수율, 수분흡수율, 흡수두께 팽창율을 측정하였다. Table 2는 시험편의 종류와 각 종류별 시험결과를 나타낸 것이다. Table에서 보는 바와 같이 제조방법별 제조보드의 기건비중은 기존의 열압방식으로 제조한 32mm와 50mm 플레이크보드에서는 모두 목표비중보다 낮은 비중을 나타내었으며, 성형장치를 고정된 상태에서 열압한 블록에서는 목표비중보다 높은 비중을 나타내었다. 이와 같은 현상은 기존의 열압방식에서는 성형된 매트가 열압을 받으면서 측면으로 밀리거나 매트가 무너져 내리는 현상이 발생하여 제조된 보드의 크기가 목표치수보다 크게 제조되었으나 성형장치를 고정된 상태에서는 그와 같은 현상이 발생되지 않고 정확한 목표치수로 제조되었기 때문으로 생각된다.

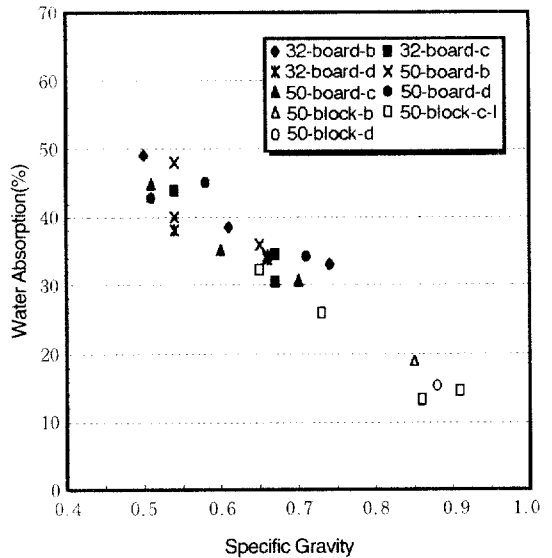


Fig. 4. The relation between specific gravity and water absorption of flakeboard and wooden block.

Notes: 32, 50: thickness(mm).

board: Flakeboard, block: wooden block.  
b, c, d: resin content 10%, 15%, 20% respectively. I: water seal content 1%.

Fig. 4는 32mm, 50mm 플레이크보드와 50mm 블록에서 접착제 첨가량의 변화와 실측 기건비중의 변화에 따른 수분흡수율의 변화를 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와같이 접착제 첨가량의 증가와 비중의 증가에 따라 수분흡수율은 감소하는 경향을 나타내었다. 플레이크보드에서는 전체적으로 30% 이상의 수분흡수율을 나타내었으며 목질블록의 경우에는 30%이하를 나타내어 플레이크보드 보다는 목질블록에서 수분흡수율이 낮게 나타남을 알 수 있었다. 시판용 파타콜보드의 경우에는 평균 40.58%를 나타내었으며, 본 연구에서 제조한 32mm 플레이크보드의 경우에는 비중 0.8, 접착제 첨가량 20%, 그리고 LDPE 첨가량 20%에서 최소평균 23.25%에서 비중 0.6, 접착제 첨가량 10%에서 최대평균 49.03%를, 50mm 플레이크보드에서는 비중 0.8, 접착제첨가량 15%에서 최소평균 34.32%에서 비중 0.6, 접착제 첨가량 10%에서 최대평균 48.4%를 나타내었다. 비중 0.6, 접착제 첨가량 5% 보드의 경우에는 항온수조에서 24시간 경과한 후 꺼내 약간의 힘을 가하자 바로 내부에서 박리현상이 발생하여 측정이 불가능하였다. 그러나 목질블

Table 2. Physical and mechanical properties of flakeboard, wooden block and commercial particle-board\*1.

Thick. (mm)	Board Type*2	Moisture content (%)	Actual*3 board specific gravity	Water absorption (%)	Thickness swelling (%)	MOR (kgf/cm <sup>2</sup> )	IB (kgf/cm <sup>2</sup> )	
32	Flakeboard	0.6-a	7.90(0.115)	0.48(0.006)	-	-	23.45(7.294)	-
		0.6-b	8.75(0.058)	0.50(0.012)	49.03(1.144)	11.34(1.003)	38.95(14.321)	0.78(0.663)
		0.6-c	9.05(0.289)	0.54(0.006)	43.88(0.046)	8.38(0.081)	41.69(8.509)	1.23(0.826)
		0.6-d	9.40(0.346)	0.54(0.017)	38.11(1.097)	7.35(0.300)	48.27(11.772)	1.10(0.017)
		0.7-b	9.65(1.559)	0.61(0.023)	38.51(0.935)	10.64(0.604)	82.89(11.875)	2.33(1.778)
		0.7-c	9.35(0.129)	0.67(0.010)	34.64(4.065)	8.25(1.423)	81.62(15.297)	1.38(1.621)
		0.7-d	10.00(0.231)	0.66(0.012)	33.93(1.611)	6.63(0.456)	86.81(9.602)	1.44(1.450)
		0.8-b	8.15(0.129)	0.74(0.017)	33.12(1.571)	12.66(1.264)	114.45(14.485)	0.49(0.298)
		0.8-c	8.95(0.173)	0.67(0.008)	30.49(1.427)	8.08(0.520)	99.52(18.278)	1.55(0.497)
		0.8-d	9.95(0.173)	0.66(0.017)	34.36(0.809)	6.77(0.844)	81.62(17.092)	1.96(0.139)
		0.8-b-I	7.05(0.289)	0.76(0.035)	34.21(0.494)	12.52(1.972)	102.82(28.197)	3.43(0.335)
		0.8-b-II	7.15(0.404)	0.74(0.024)	31.20(1.874)	10.89(1.732)	98.03(22.801)	5.60(0.029)
		0.8-b-III	6.55(0.208)	0.77(0.029)	29.84(1.871)	9.76(1.490)	101.45(18.814)	5.50(0.379)
		0.8-d-I	8.80(0.374)	0.76(0.017)	26.59(2.297)	6.93(0.271)	74.73(9.697)	6.80(0.434)
		0.8-d-II	8.20(0.497)	0.73(0.022)	-	-	63.63(15.208)	5.49(0.462)
0.8-d-III	8.90(0.356)	0.78(0.037)	23.25(2.009)	4.75(1.957)	86.40(31.380)	8.98(0.133)		
50	Flakeboard	0.6-b	10.70(0.116)	0.54(0.013)	48.04(1.771)	6.99(0.202)	38.60(7.988)	1.21(0.098)
		0.6-c	11.75(0.058)	0.51(0.026)	44.87(0.902)	5.06(0.997)	41.76(8.513)	0.97(0.318)
		0.6-d	11.95(0.058)	0.51(0.018)	42.70(1.277)	5.42(0.300)	33.32(12.398)	2.70(1.432)
		0.7-b	10.40(0.816)	0.54(0.016)	39.99(1.583)	5.69(0.583)	71.54(20.916)	2.75(1.611)
		0.7-c	11.50(0.510)	0.60(0.017)	35.21(5.327)	5.26(0.231)	76.89(9.706)	4.23(0.410)
		0.7-d	12.30(0.705)	0.58(0.064)	45.10(3.204)	5.56(0.231)	48.57(21.144)	2.20(0.115)
		0.8-b	11.55(0.173)	0.65(0.017)	35.97(1.818)	7.13(0.294)	94.45(40.574)	3.05(2.119)
		0.8-c	11.50(0.150)	0.70(0.029)	30.72(0.266)	5.62(0.058)	109.47(48.893)	3.19(1.409)
		0.8-d	12.00(0.116)	0.71(0.026)	34.32(5.506)	5.51(0.099)	92.71(43.708)	3.75(0.373)
50	Wooden Block	0.6-c-i	9.75(1.328)	0.65(0.029)	32.28(1.489)	9.25(1.224)	68.64(10.641)	3.71(0.826)
		0.7-c-i	12.05(0.635)	0.73(0.046)	25.90(1.043)	8.24(1.374)	128.84(19.293)	5.00(1.640)
		0.8-c-i	11.35(0.058)	0.86(0.035)	13.35(0.466)	2.83(0.225)	203.02(1.382)	4.87(1.657)
		0.9-c-i	12.95(0.173)	0.91(0.016)	14.69(1.455)	4.67(1.547)	185.51(21.171)	6.23(0.735)
		0.8-b	12.65(0.404)	0.85(0.017)	19.11(0.756)	6.14(1.559)	178.65(32.863)	10.05(5.952)
		0.8-b-II	7.70(1.708)	0.89(0.049)	23.60(3.047)	3.10(1.292)	191.69(2.764)	4.87(1.657)
		0.8-b-IV	7.00(1.826)	0.91(0.081)	14.69(1.455)	5.90(1.986)	160.65(7.782)	17.08(2.677)
		0.8-d	11.00(1.291)	0.88(0.062)	15.40(1.370)	5.60(1.699)	216.47(3.927)	6.67(2.840)
		0.8-d-II	11.60(1.105)	0.89(0.059)	11.30(2.635)	4.50(1.480)	172.71(19.637)	22.99(2.610)
		0.8-d-IV	6.20(1.401)	0.89(0.025)	8.60(1.207)	2.10(1.037)	185.10(15.123)	11.65(0.883)
35	Commercial Particleboard	8.25(1.212)	0.62(0.006)	40.58(1.506)	11.96(0.156)	131.40(5.179)	3.45(0.151)	

Notes: \*1 All values are average(standard deviation) based on four specimens.

\*2 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 : Nominal specific gravity, a, b, c, d : resin content 5%, 10%, 15%, 20%.

I, II, III, IV : LDPE content 5%, 10%, 15%, 20%, i : water seal 1%.

\*3 Specific gravity was based on oven-dry weight and air-dry volume.

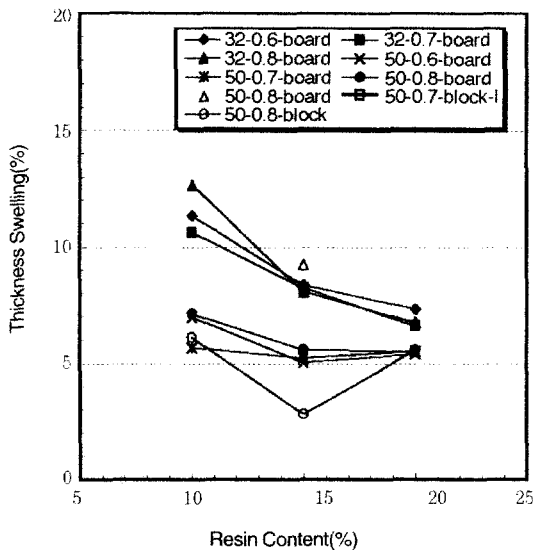


Fig. 5. The relation between resin content and thickness swelling of flakeboard and wooden block.

Notes: 32, 50: thickness(mm),  
board: Flakeboard, block: wooden block,  
0.6, 0.7, 0.8: nominal specific  
gravity, I: water seal content 1%

목의 경우에는 비중 0.6, 집착제 첨가량 15%, 내수제 1% 첨가한 보드에서만 32.28%로 30%를 넘었고 나머지 블록에서는 최소평균 8.60%에서 최대평균 25.90%로 전체적으로 플레이크보드 보다는 낮은 수분흡수율을 보여 주었다. 이는 앞서 언급한 바와 마찬가지로 성형장치를 고정한 상태에서 열압을 함으로써 기존의 열압방식과 같이 상, 하에서만 열압을 하는 것과는 달리 네 측면에서도 열과 압력을 가해준 효과를 얻을 수 있어 플레이크간 강한 결합이 이루어졌기 때문이라 생각된다.

Fig. 5는 집착제 첨가량과 비중의 변화에 따른 두께팽창율의 변화를 보여주고 있다. 시판용 35mm 파티클보드의 겨우 흡수두께 팽창율은 11.96%를 나타내었으며, 본 연구에서 제조한 보드의 두께팽창율 역시 성형장치 내에서 열압을 함으로써, 그리고 집착제 첨가량이 증가함으로써 감소하는 경향을 나타내었다. 비중 0.8, 집착제 첨가량 20%, 그리고 LDPE 20%를 첨가하여 제조한 블록에서 최소평균 2.10%를 나타내었으며, 비중 0.6, 집착제 첨가량 15%, 그리고 내수제 1% 첨가한 경우에 최대평균 9.25%를 나타내었다.

비중 0.8, 집착제첨가량 10%로 제조한 두께 32mm 플레이크보드에서 LDPE 첨가량이 0%, 5%, 10%, 그리고 15%로 증가함에 따라 두께팽창율은 12.66%, 12.52%, 10.89%, 그리고 9.76%로 약간씩 감소하는 경향을 나타내었으며, 비중 0.8, 집착제첨가량 20%로 제조한 두께 32mm 플레이크보드에서도 LDPE 첨가량이 5%에서 15%로 증가함에 따라 두께팽창율은 6.93%에서 4.75%로 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 목질블록의 경우에는 비중 0.8, 집착제 10%, LDPE 첨가량이 10%에서 20%로 증가하였을 경우에 두께팽창율은 평균 3.10%에서 5.90%로 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 LDPE를 20% 혼합하였을 경우 보드제조시 열압이 종료되어 압력을 제거할 때 용융되었던 과도한 LDPE의 유입에 의하여 스프링백(spring back)이나 내부박리(internal delamination)현상이 많이 발생하여 보드의 제조가 어려웠으며, 이로 인한 품질의 저하에 기인한다 생각된다.

이상의 결과를 종합해볼 때 기존의 열압방식이 아닌 성형장치 내에서 열압하여 목질블록을 제조함으로써 목표 치수로 목표비중에 도달할 수 있었으며, 열압시 압력이 성형된 매트 전면적에서 가해짐으로써 기존의 목질보드 보다 두껍게 제조함에도 내부까지 충분한 열과 압력이 전달되어 플레이크간 결합력이 향상되고 블록의 두께방향으로 균일한 밀도분포를 갖는 보드를 제조할 수 있어 기존의 보드 보다 치수안정성이 향상된 목질블록을 제조할 수 있다고 판단된다.

### 3.3 휨파괴계수, 박리강도

기존의 열압방식을 적용하여 제조한 두께 32mm, 50mm 플레이크보드와 성형장치 내에서 열압하여 제조한 두께 50mm 목질블록의 휨파괴계수와 박리강도는 Table 1과 Fig. 6, 7, 8에 나타낸 바와 같다. Fig. 6은 두께 32mm, 50mm 플레이크보드와 50mm 목질블록의 기건비중의 변화에 따른 휨파괴계수의 변화를 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 휨압수 폐잔재로 제조한 보드와 블록은 비중의 증가에 따라 선형적인 상관관계를 보여주었다. Fig. 7은 플레이크보드와 목질블록의 종류별 집착제첨가량과 휨파괴계수와와의 관계를 보여주고 있다. 그림에서와 같이 목질블록의 휨파괴계수가 플레이크보드 보다 높게 나타났는 바, 동일한 조건으로 제조한 비중 0.8, 집착제첨가량 10%인 두께 50mm, 플레이크보드와 목질블록에서 각각 평균 94.45kgf/cm<sup>2</sup>와 평균 178.65kgf/cm<sup>2</sup>를 나타내어 목질블록에서 평균 89%정도 더 높은 값을 얻을 수 있었다. 그리고 비중 0.8, 그리

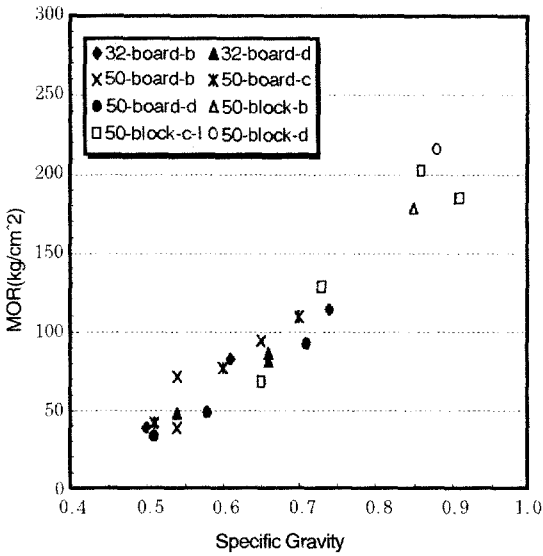


Fig. 6. The relation between specific gravity and modulus of rupture of flakeboard and wooden block.

Notes: 32, 50: thickness(mm),  
board: Flakeboard, block: wooden block,  
b, c, d: resin content 10%, 15%, 20%  
respectively, I: water seal content 1%

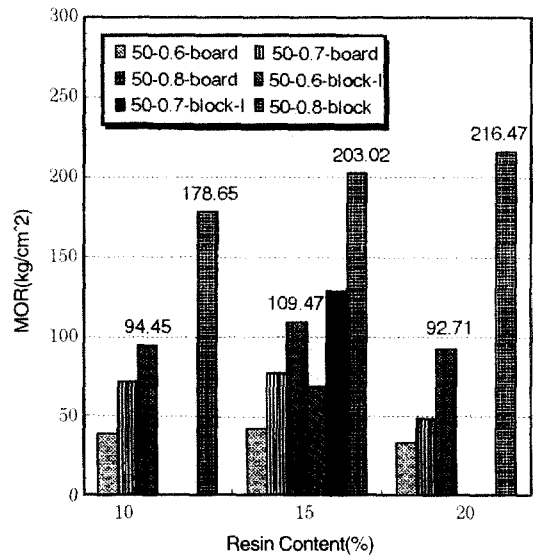


Fig. 7. The relation between resin content and modulus of rupture of 50mm flakeboard and wooden block.

Notes: 50: thickness(mm),  
board: Flakeboard, block: wooden block,  
0.6, 0.7, 0.8: nominal specific gravity,  
I: water seal content 1%

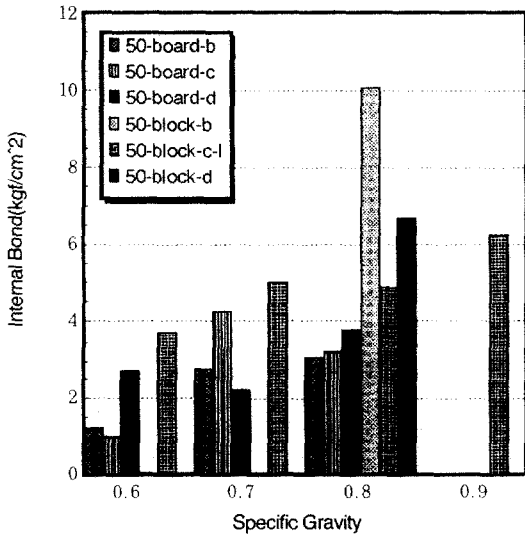


Fig. 8. The relation between specific gravity and internal bond of 50mm flakeboard and wooden block.

Notes: 50: thickness(mm),  
board: Flakeboard, block: wooden block,  
b, c, d: resin content 10%, 15%, 20%  
respectively, I: water seal content 1%.

고 접착제를 20% 첨가하여 제조한 목질블럭에서 최대평균 216.47kgf/cm<sup>2</sup>를 나타내었으며, 비중 0.8 이상에서는 전체적으로 130.0kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 휨파괴계수를 나타내었다. 그러나 기존의 열압방식을 적용하여 제조한 플레이크보드의 경우 두께 32mm, 50mm 보드의 경우에 휨파괴계수는 130.0kgf/cm<sup>2</sup> 이하를 나타내었다. 이성과 같이 성형장치를 설치한 상태에서 열압할 경우에는 한국공업규격 KS F 3104 '파티클보드'에서 제시한 150타입에서 200타입의 휨파괴계수를 갖는 목질보드의 제조가 가능하였으나, 기존의 열압방식을 적용한 경우에는 100타입에서 150타입의 휨파괴계수를 갖는 보드로 제조가 가능하였다.

본 연구에서 제조한 보드로부터 측정된 박리강도는 Table 1과 Fig. 8에 나타난 바와 같다. Table에서 보는 바와 같이 두께 32mm 플레이크보드에서는 LDPE를 5%에서 15%까지 첨가함으로써 무첨가 보드보다 박리강도가 증가한 것으로 나타났으나 두께 50mm 목질블럭에서는 그 첨가효과가 나타나지 않았다. 이는 기존의 열압방식으로 제조한 보드에서는 플레이크간 결합력이 LDPE와 목재 플레이크간 결합력보다 낮아 LDPE를 첨가함으

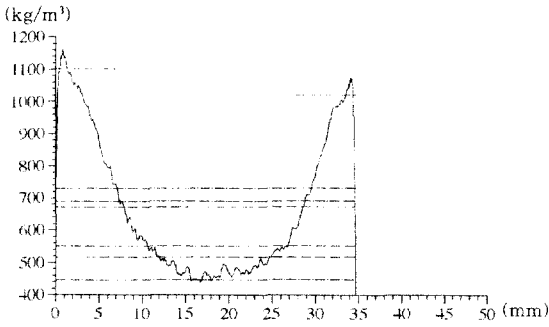


Fig. 9. A density profile of 35mm commercial particleboard.

Notes:  $D_{av}=672\text{kg/m}^3$ ,  $D_{max}(L)=1159\text{kg/m}^3$ ,  
 $D_{max}(R)=1072\text{kg/m}^3$ ,  $D_{min}=446\text{kg/m}^3$ ,  
 $D_{min}/D_{av}=66.4\%$

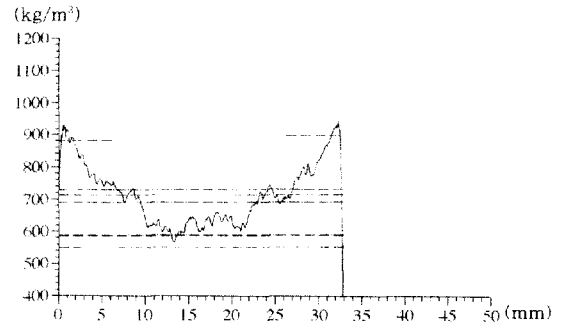


Fig. 10. A density profile of 32mm flakeboard.

Notes:  $D_{av}=714\text{kg/m}^3$ ,  $D_{max}(L)=929\text{kg/m}^3$ ,  
 $D_{max}(R)=944\text{kg/m}^3$ ,  $D_{min}=588\text{kg/m}^3$ ,  
 $D_{min}/D_{av}=82.4\%$

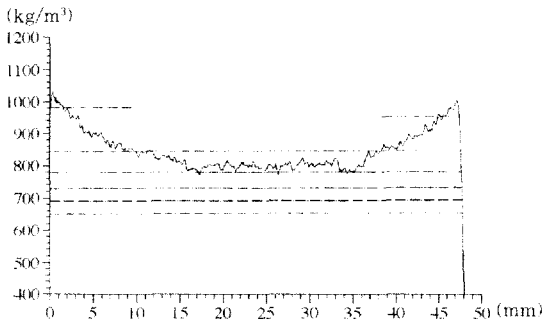


Fig. 11. A density profile of 50mm wooden block.

Notes:  $D_{av}=846\text{kg/m}^3$ ,  $D_{max}(L)=1034\text{kg/m}^3$ ,  
 $D_{max}(R)=1001\text{kg/m}^3$ ,  $D_{min}=780\text{kg/m}^3$ ,  
 $D_{min}/D_{av}=92.2\%$

로써 보드내 결합력이 향상되었으나, 두께 50mm 블록의 경우에는 보드내 결합력이 LDPE에 의한 결합력 보다 높아 그 첨가효과가 나타나지 않은 것으로 판단된다. Fig. 8에서 보는 바와 같이 본 연구에서 제조한 목질블록의 경우에는 비중 0.6 보드를 제외한 비중 0.7 이상 블록에서는 최저평균 4.87kgf/cm<sup>2</sup>에서 최대평균 10.05kgf/cm<sup>2</sup>를 나타내었으며, 경우에 따라서는 핫 멜트(hot-melt) 접착제를 사용해서는 측정이 불가능할 정도로 강한 파괴강도를 나타내는 시험편도 있었다. 그러나 기존의 열압방식으로 제조한 두께 32mm, 50mm 무처리 플레이크보드에서는 접착제를 20%까지 첨가하여도 최대평균 4.23kgf/cm<sup>2</sup>이하를 나타내었다.

이상과 같은 결과는 열압방식의 차이에 기인하는 것으

로써 기존의 열압방식으로 32mm 이상의 보드를 제조할 경우에 성형된 매트的高度가 30cm 이상 높고 성형된 매트는 열압시 측면으로 무너지거나 밀리는 현상이 발생하여 기본적으로 목표비중 보다 낮게 제조되었고 접착제 경화와 플레이크간 강한 결합이 이루어지도록 열과 압력이 중심층까지 전달되지 못하였으나 성형장치 내에서 열압을 함으로써 매트의 무너짐과 같은 현상이 발생하지 않고 열과 압력이 내부까지 전달되어 보다 균일한 품질의 블록을 제조할 수 있었다는데 그 원인이 있다고 판단된다.

### 3.4 밀도경사

본 연구에서 제조한 플레이크보드, 목질블록, 그리고 두께 35mm 시판용 파티클보드로부터 측정된 밀도경사는 Fig. 9, 10, 11에 나타난 바와 같다. Fig. 9는 시판용 35mm 파티클보드를, Fig. 10은 본 연구에서 제조한 32mm 플레이크보드를, 그리고 Fig. 11은 두께 50mm로 제조한 목질블록의 밀도경사 측정결과이다. Fig. 9에서 보는 바와같이 시판용 파티클보드는 평균밀도에 대한 최소밀도의 비율(Minimum density to average density ratio,  $D_{min}/D_{avg}$  %)은 66.4%이었으며, 표층과 심층간에 상당한 밀도차이를 나타내었다 그러나 본 연구에서 제조한 플레이크보드 및 목질블록은 비중 0.7로 제조한 플레이크보드에서 평균밀도에 대한 최소밀도 비율은 82.4%를 그리고 비중 0.7로 제조한 목질블록에서는 92.2%를 나타내어 성형장치를 설치한 상태에서 열압을 함으로써 표층과 심층 간 두께방향에서 밀도 차이가 줄어든 보다 균일한 재료로 제조가 가능하였다.



## 4. 결 론

본 연구에서는 목질폐잔재를 재활용한 목질보도블록 제조기술개발을 위하여 수행한 결과 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 성형장치를 설치한 상태에서 열압하여 블록을 제조함으로써 기존의 평판가열식 열압방식으로 제조한 보드보다 높은 비중을 가지며, 낮은 수분흡수율 및 두께팽창율 등 치수안정성이 향상된 재료로 제조가 가능하였다.
2. 기존의 열압방식으로 제조한 32mm, 50mm 보드에서는 휨과괴계수가  $130\text{kgf/cm}^2$ 이하를 나타내어 150타입 이하의 보드를 제조할 수 있었으나, 성형장치 내에서 열압하여 제조한 목질블록의 휨과괴계수는  $130\text{kgf/cm}^2$ 이상을 나타내어 150타입 이상의 보드를 제조할 수 있는 것으로 나타났다.
3. 32mm와 50mm 후판보드의 박리강도는 LDPE를 첨가하지 않은 경우 접착제를 20%까지 첨가하여도 평균  $4.23\text{kgf/cm}^2$ 이하를 나타냈으나 성형장치내에서 열압함으로써 비중 0.7 이상에서 박리강도가  $4.87\text{kgf/cm}^2$  이상을 나타내는 목질블록의 제조가 가능하였다.
4. 성형장치내에서 열압함으로써 성형된 매트가 측면으로 무너져 내리거나 밀리는 현상을 매트 전면에서 열과 압력을 가해줌으로써 두께방향으로 밀도경사가 줄어든 균일한 블록으로 제조가 가능하였다.
5. 치수안정성과 강도적 성능 향상으로 기존의 시멘트 보도블록이나 벽돌을 대체할 수 있는 목질폐잔재를 재활용한 새로운 목질블록의 제조가 가능할 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

1. Environmental Protection Agency. 1990. Characterization of Municipal Solid Waste in the United States: 1990 Update. Report EPA/530-SW-90-042
2. Kokta, B. A., D. Maldas, C. Daneault, and P. Beland. 1990. Composites of poly(vinyl chloride) and wood fibers. Part II Effect of chemical treatment. *Polym. Compos.*, 15(4) : 84~89
3. Woodhams, R. T., G. Thomas, and D. K. Rodgers. 1984. Wood fibers as reinforcing fillers for polyolefins. *Polymer Eng. Sci.*, 24(15) : 1166~1171
4. Woodhams, R. T., S. Law, and J. J. Baltinez. 1990. Properties and possible applications of wood fiber-polypropylene composites. Proceedings, Symposium on Wood Adhesives, May 16-18, Madison, WI.
5. 이동흡. 1996. 목질환경의 생물학적 평가. 임업연구원 연구자료 118 : 189~201
6. 이필우, 윤형운, 김대준, 손정일. 1993. 슬러지-파티클보드의 제조 가능성 및 구성 비율에 관한 기초연구. *목재공학* 21(2) : 57~66
7. 장상식. 1995. 바닥건축재료의 충격하중에 대한 반응. *목재공학* 23(2) : 83~87
8. 小林 純 外 4人. 1996. 木質ブロックの製造と品質に関する研究(第1報)製造條件が木質ブロックの性能に及ぼす影響. *木材工業* 51(8) : 352~357