

# 목재 파티클과 재생폴리에틸렌을 이용한 목질복합패널의 물리·기계적 성질\*<sup>1</sup>

한 태 형\*<sup>2</sup> · 권 진 현\*<sup>2†</sup>

## Physical and Mechanical Properties of Composite Panel Manufactured from Wood Particle and Recycled Polyethylene\*<sup>1</sup>

Tae-Hyung Han\*<sup>2</sup> · Jin-Heon Kwon\*<sup>2†</sup>

### 요 약

본 연구에서는 소경저질재를 원료로 한 목재 파티클과 폐플라스틱 중에서도 많이 발생되고 있는 열가소성 재생폴리에틸렌을 결합제로 사용하여 복합패널을 제조하였다. 목재 파티클의 크기(1/32", 1/4", 1/2")와 재생폴리에틸렌의 혼합비(10%, 30%, 50%)에 따라 복합패널을 제조하여 물성을 조사하였다. 복합패널의 밀도는 같은 혼합비에서 목재 파티클이 클수록 다소 감소하는 경향을 나타냈다. 흡수 두께팽창률과 수분흡수율은 재생폴리에틸렌의 혼합비가 증가할수록 감소하였으며, 재생폴리에틸렌이 30% 이상 혼합될 경우 14일간의 침지실험에서 치수안정성이 매우 우수하였다. 재생폴리에틸렌의 혼합비가 증가할수록 박리강도가 높아 졌으며, 휨강도 또한 같은 경향을 나타냈다. 습윤 휨강도 실험에서 30% 이상 재생폴리에틸렌을 혼합하여 제조된 복합패널은 기건 휨강도와 큰 차이를 보이지 않았다. SEM 사진 관찰을 통해 재생폴리에틸렌이 용융되어 목재 조직 내에 일부 침투되어 썩기 형태의 기계적 결합을 형성하고 있었으며, 목재 파티클을 감싸는 매질(matrix)로써 결합되어 있는 것을 관찰할 수 있었다.

### ABSTRACT

The recycled polyethylene was used for making wood-plastic composite panels. In this experiment, the sizes of wood particles used were 1/32", 1/4" and 1/2" in mesh number, and the contents of the recycled polyethylene were 10%, 30% and 50%. The physical and mechanical properties of the composite panels were investigated. At a given content of recycled polyethylene,

\*<sup>1</sup> 접수 2009년 4월 7일, 채택 2009년 5월 19일

\*<sup>2</sup> 강원대학교 산림환경과학대학. College of Forest and Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

† 주저자(corresponding author) : 권진현(e-mail: kwon@kangwon.ac.kr)

the density of composite panel decreases with the increase of wood particle size. The thickness swelling and water adsorption decrease with the increase of recycled polyethylene, where significantly lower at 10%, compared with at 30%. In the water soaking experiment for 14 days, the dimensional stability of composite panel appeared good in the composite panel with recycled polyethylene content of 30% or higher. As the content of recycled polyethylene increases, the internal bonding strength and the modulus of rupture in bending strength increases. In SEM, the molten recycled polyethylene showed interlocking action through its penetration into tracheid openings including pits as well as binder between wood particles as the matrix material, thus increasing bonding strength and improving the physical and mechanical properties of composite panel.

**Keywords:** composite panels, wood particle, recycled polyethylene

## 1. 서 론

환경부 통계에 따르면 국내의 합성수지 생산량은 연간 약 1,000만 톤 정도 되는데 이는 세계 생산량의 7%로 4위를 차지할 만큼 많이 생산되고 있다. 이중 50%는 국내에서 소비됨에 따라 해마다 발생하는 폐플라스틱 양 또한 증가하여 연간 약 400만 톤에 이르며, 발생량의 17%인 70만 톤 정도만이 재활용되고 나머지는 소각 또는 매립 처리됨으로써 자원낭비뿐만 아니라 환경오염이 가중되어 사회적 문제로 대두되기 때문에 폐플라스틱의 효율적인 재활용이 요구된다(환경부, 국립환경과학원 2007).

또한, 우리나라에서 생산되는 목질판상제품 중에서 중밀도섬유판이나 파티클보드와 같은 목질보드류가 70% 이상을 차지하고 있어, 목질보드산업의 지속적 발전과 사회적 기여를 위해서는 첫째, 폐목재 재활용을 포함한 원료자원의 개발, 둘째, 목질보드 제조용 접착제로 주로 사용되고 있는 요소수지접착제 등으로부터의 포름알데하이드 방출 최소화 등 목질보드제품의 친환경성 증대, 셋째, 건축자재 등의 수요 다변화를 위한 내구성, 내화성 및 구조성능의 확보 등의 과제를 안고 있다(박, 1997).

따라서, 현재 목재자급률 및 자원재활용률이 극히 낮은 우리나라에서는 폐기물의 소각, 매립에 의한 환경오염 문제와 대체 자원의 확보 문제를 동시에 해결하기 위한 방안으로 저급재, 폐목재 및 폐플라스

틱의 재자원화기술 개발에 많은 관심을 갖고 연구가 진행되고 있다.

목재와 열가소성 플라스틱 복합패널에 대한 연구에 있어 English 등(1996), Nicole 등(1997)과 같은 많은 연구자들이 플라스틱 산업에서 일반적으로 사용되고 있는 무기물(활석, 탄산칼슘, 유리섬유 등) 충전제나 강화제 대응으로 목분이나 목섬유를 첨가하여 복합패널을 제조해 성능을 시험하였으며, Myers 등(1991, 1993)은 목분과 폴리프로필렌 또는 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)에 의한 복합패널의 기계적 성질 연구에서, 극성인 목재와 비극성인 폴리프로필렌 사이에 나타나는 약한 인력을 향상시키는데 결합제가 필요함을 역설하였다. Rowell 등(1992), 윤 등(1998)은 목재와 플라스틱의 계면 접촉 향상을 위한 상용제(compatibilizer) 사용을 통한 기계적 성능 향상과 결합제의 영향에 대한 연구를 수행하였다.

그러나, 본 연구에서는 접촉 향상을 위한 상용제나 결합제의 사용 없이 폐목재나 소경저질 목재 파티클과 발생량이 많은 폐폴리에틸렌을 열가소성 결합제로만 사용하여 복합패널을 제조하여 최적의 강도, 치수안정성에 영향을 주는 혼합 비율에 대해 실험을 실시하였다. 아울러 주사전자현미경을 통해 폐플라스틱이 열가소성 접착제로써의 결합형성의 상태를 분석하여 복합패널의 내부결합력을 조사하였다. 그리고 복합패널 제조 시 가장 간단한 제조 공정을 개발하고 합판, 중밀도섬유판, 파티클보드 등과 같은

목질판상제품의 대체재로서의 가능성을 제시할 뿐만 아니라 이들 목질판상재의 단점인 치수안정성을 개선한 내·외장용 복합패널 제조를 위한 기초 자료를 얻기 위해 실시하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

#### 2.1.1. 목재 파티클

본 실험에 사용된 목재 파티클은 미국 남서부의 watershed 지역에서 많이 자생하고 있으나 토양 생태학적으로 유익하지 못하며, 산림자원적 측면에서 미활용 되고 있는 수종인 향나무속의 웨스턴 유니퍼(*Juniperus occidentalis* Hook.)이다.

목재를 Hammer mill로 파쇄한 다음 1/32" (0.03 inch, 0.08 cm), 1/4" (0.25 inch, 0.64 cm), 1/2" (0.5 inch, 1.27 cm) 크기의 mesh screen으로 목재 파티클을 선별하여 사용하였다.

#### 2.1.2. 페플라스틱

본 실험에서는 목재용 접착제인 포름알데하이드계 열경화성 수지 대신 폴리에틸렌 고분자로 제조된 페플라스틱을 결합제로 사용하였다.

주로 가정 및 산업에서 사용하고 폐기된 자동차 배터리 케이스나 케첩 용기로부터 재생된 폴리에틸렌(RPE; Recycled Polyethylene)은 미국 노스캐롤라이나에 있는 Eastern Plastic Company사에서 분양 받은 것으로 비중은 0.94, 용융점은 약 130~135°C, melt flow index는 3.30 g/10분, 형상은 분말상태의 회색이다.

### 2.2. 실험방법

#### 2.2.1. 제조공정

복합패널의 목표 밀도는 1.0 g/cm<sup>3</sup>로 설정하였다. 목재 파티클과 재생플라스틱의 혼합비율은 90% : 10%, 70% : 30%, 50% : 50%으로 조절하였다. 패널의 크기는 16" × 16" × 1/2" (40.6 × 40.6 × 1.27 cm)이

였으며 혼합기로 혼합한 다음 수작업으로 매트를 형성하여 복합패널을 제조하였다.

증기유압프레스에 의한 열압조건은 열압온도가 200°C, 그리고 압체 압력이 500-700-1500 psi 이었다. 복합패널의 심층부에 thermocouple thermometer를 이용하여 내부온도가 190°C까지 도달할 때까지의 시간을 측정하였으며, 냉압은 10분을 주었다.

#### 2.2.2. 측정방법

각각의 복합패널을 제조한 후 한국산업규격 KS F 3104 (파티클보드)의 시험방법에 따라 밀도, 흡수 두께팽창률, 박리강도, 기건 및 습윤 휨강도(MOR, MOE)를 측정하였으며, 목재 파티클의 형상과 페플라스틱의 혼합 비율에 따른 복합패널의 내부 결합 형성의 상태를 관찰하기 위해 주사전자현미경을 이용하였다. 측정된 항목의 유의성을 검증하기 위하여 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 물리적 성질

#### 3.1.1. 밀도

목재 파티클과 재생폴리에틸렌 복합패널의 밀도 측정 값을 Table 1에 나타내었다. 목표 밀도를 1.0 g/cm<sup>3</sup>로 제조한 목재 파티클과 재생폴리에틸렌 복합패널의 평균 밀도는 0.92~0.99 g/cm<sup>3</sup> 범위였다. 목재 파티클과 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 70 : 30로 제조한 복합패널의 평균 밀도가 0.97 g/cm<sup>3</sup>로 가장 높았으며, 90 : 10, 50 : 50의 혼합비율에서 0.96 g/cm<sup>3</sup>, 0.94 g/cm<sup>3</sup> 순으로 나타났다.

목재 파티클의 크기가 클수록 밀도는 다소 감소하였다. 재생폴리에틸렌의 비중(0.92g/cm<sup>3</sup>)이 목재 파티클에 비해 비중이 매우 높으며, 복합패널의 밀도에 있어서 주로 목재 파티클의 압축률과 목재 파티클의 형상, 크기가 영향을 미치는 것으로 생각된다.

#### 3.1.2. 흡수 두께팽창률 및 수분흡수율

Table 1과 Fig. 1처럼 목재 파티클과 재생폴리에틸

Table 1. Physical properties of composite panels made from wood particle and recycled polyethylene

Composite type	Composition ratio (WP:RPE)*	Particle size (mesh)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Thickness swelling (%)			Water absorption (%)	
				Range	Average	Range	Average	
WP/RPE Composite	90 : 10	1/32 "	0.96 <sup>a</sup>	AB <sup>b</sup>	20.67	A	47.43	A
		1/4 "	0.95	A	23.67	B	40.04	B
		1/2 "	0.99	C	16.79	C	18.53	C
	70 : 30	1/32 "	0.99	C	151	DE	5.48	D
		1/4 "	0.98	BC	239	D	9.73	E
		1/2 "	0.96	AB	260	D	9.51	E
50 : 50	1/32 "	0.96	AB	0.39	E	2.04	F	
	1/4 "	0.93	D	0.57	E	3.49	FG	
		1/2 "	0.92	D	0.65	E	4.99	G

\* WP (wood particle) : RPE (recycled polyethylene)

a Each value represents an average of 10 replications.

b Mean with the same letter is not significantly different at 5 percent level from Duncan's test.

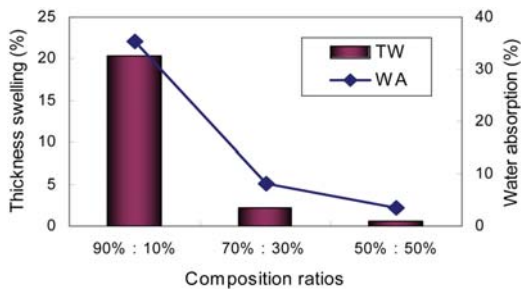


Fig. 1. Thickness swelling and water absorption of the wood particle and recycled polyethylene composite panels by composition ratio.

렌의 혼합비율 90 : 10인 경우 평균 20.37%로 한국 산업규격 KS F 3104 파티클보드의 기준(12% 이하) 보다 높은 흡수 두께팽창률을 나타냈다. 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 10%일 때와 비교하여 30%인 경우 평균 2.17%로 흡수 두께팽창률이 현저히 감소하였으며, 50% 이상일 경우 평균 0.54%로 나타났다.

목재 파티클과 재생폴리에틸렌의 혼합비율 70 : 30 과 50 : 50에서 목재 파티클의 크기가 작을수록 흡수 두께팽창률이 감소하는 경향을 보였으며, 수분흡수율 또한 흡수 두께팽창률과 유사한 경향을 나타냈다.

Table 2와 Fig. 2는 14일 간 물에 침지한 후 흡수 두께팽창률로써 목재 파티클과 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 90 : 10일 때 평균 27.35%, 70 : 30일 때 6.12%, 그리고 50 : 50일 때 1.68%로 각각 나타났다. 목재 파티클과 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 90 : 10인 복합패널의 침지 실험에서 2주를 기준으로 1 일 경과 후의 20.37%에서 14일 후의 27.35%로 초기 흡수 두께팽창률이 75% 정도 증가된 반면 재생폴리에틸렌 혼합비율이 30%와 50%인 경우 오랜 시간 경과에도 불구하고 흡수 두께팽창률의 변화 폭은 매우 안정적으로 나타났다.

복합패널의 흡수 두께팽창률과 수분흡수율에 있어 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 가장 크게 경향을 미치는 인자임을 확인할 수 있었으며, 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 30% 이상 사용된 복합패널에 있어서 매질(matrix) 역할을 하는 재생폴리에틸렌이 목재 파티클의 표면에 피막을 형성하여 수분이 목재 내부로 침투하거나 흡수되는 것을 차단할 뿐만 아니라 용융되어 목재 파티클의 개구부 안으로 침투하여 기계적으로 결합함으로써 우수한 치수안정성을 나타내는 것으로 밝혀졌다.

Table 2. Thickness swelling of the wood particle and recycled polyethylene composite panels by water-soaking time

Composite type	Composition ratio (WP:RPE)*	Particle size (mesh)	Thickness swelling (%)				
			Time (days)				
			1	3	5	7	14
WP/RPE Composite	90 : 10	1/32 "	20.67 <sup>a</sup>	21.75	23.31	23.67	23.98
		1/4 "	23.67	33.29	36.33	36.63	37.04
		1/2 "	16.79	17.83	19.67	20.32	21.03
	70 : 30	1/32 "	151	246	340	395	404
		1/4 "	239	432	593	679	712
		1/2 "	260	392	529	607	719
	50 : 50	1/32 "	0.39	0.68	0.87	1.01	1.36
		1/4 "	0.57	0.93	1.19	1.31	1.74
		1/2 "	0.65	1.30	1.65	1.82	1.95

\* WP (wood particle) : RPE (recycled polyethylene)  
 a Each value represents an average of 10 replications.

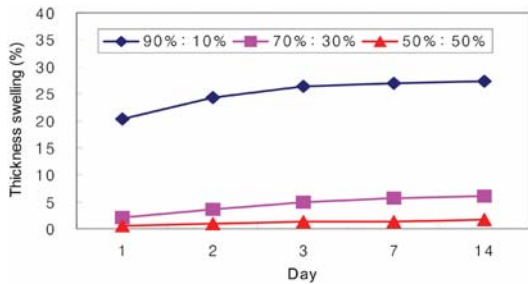


Fig. 2. Effect of composition ratio on thickness swelling of wood particle and recycled polyethylene composite panels by immersion time in water.

### 3.2. 기계적 성질

#### 3.2.1. 휨성질

Table 3과 Fig. 3에서 나타나 있는 바와 같이 목재 파티클과 재생폴리에틸렌 복합패널의 휨강도(MOR)를 살펴보면 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 증가할수록 휨강도는 직선적으로 증가하였다. 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 30% 이상일 때의 휨강도는 한국산업규격 KS F 3104의 파티클보드의 18.0형 기준이

상인 18.0 N/mm<sup>2</sup> (184 kgf/cm<sup>2</sup>)보다 높게 나타났다. 또한, 파티클보드나 중밀도섬유판이 일반적으로 습윤 휨강도가 기건 휨강도에 비해 50% 수준으로 급격히 저하되는 경향을 보이는 것과는 달리 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 30% 이상일 경우 복합패널은 수분에 노출된 상태에서도 충분한 휨강도를 유지하는 것을 알 수 있다.

기건 시 강성(MOE)과 비교해서 습윤 시 강성은 수분에 노출될 경우 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 10% 첨가만으로는 충분히 복합패널의 표면을 완전히 도포하지 못하며, 단단한 결합력을 기대할 수 없었다. 기건 시 강성에 비해 습윤 시 강성은 재생폴리에틸렌의 증가에 따라 직선적으로 증가하였다.

또한, 채 등(2005)의 nonwoven web 공정에 의한 목재 파티클의 크기에 대한 복합패널의 MOE는 목재 파티클의 크기가 작을수록 전체적으로 우수하다고 보고한 반면 본 실험에서는 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 30% 이상일 경우 목재 파티클의 크기는 통계적으로 큰 영향을 미치지 않았으며 휨강도와 유사한 경향을 보인다.

Table 3. Mechanical properties of composite panels made from wood particle and recycled polyethylene

Composite type	Composition ratio (WP:RPE)*	Particle size (mesh)	Dry-MOR (kgf/cm <sup>2</sup> )	Wet-MOR (kgf/cm <sup>2</sup> )	Dry-MOE (kgf/cm <sup>2</sup> )	Wet-MOE (kgf/cm <sup>2</sup> )	Internal bonding strength (kgf/cm <sup>2</sup> )
WP/RPE Composite	90 : 10	1/32 "	112.0 <sup>a</sup>	47.1	29,200	10,000	4.93
		1/4 "	141.4	54.8	33,100	13,100	4.88
		1/2 "	147.0	56.0	38,100	13,700	5.54
	70 : 30	1/32 "	198.7	166.4	37,800	28,100	7.60
		1/4 "	235.5	211.0	40,100	28,500	8.90
		1/2 "	230.9	218.6	35,400	26,400	8.87
	50 : 50	1/32 "	293.7	276.7	38,400	32,100	10.72
		1/4 "	285.3	266.3	39,100	34,900	9.91
		1/2 "	291.3	277.5	38,700	34,300	9.88

\* WP (wood particle) : RPE (recycled polyethylene)

a Each value represents an average of 10 replications.

b Mean with same letter is not significantly different at 5 percent level from Duncan's test.

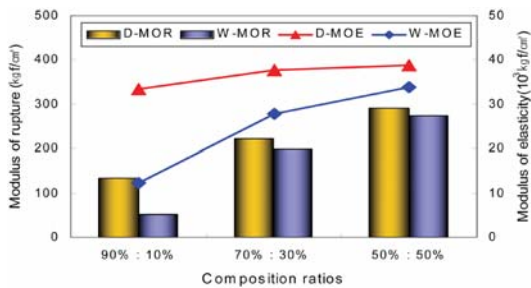


Fig. 3. Dry- and wet-MOR, and dry- and wet-MOE in bending strength of the wood particle and recycled polyethylene composite panels by composition ratio.

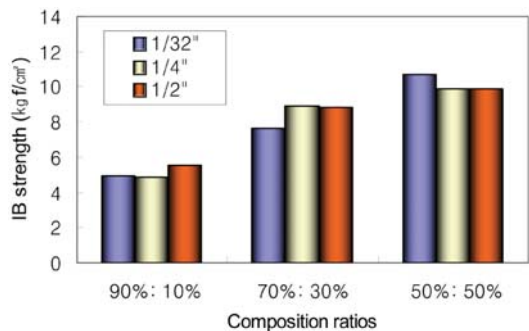


Fig. 4. Internal bonding strength of the wood particle and recycled polyethylene composite panels by composition ratio.

### 3.2.2. 박리강도

목재 파티클과 재생폴리에틸렌 복합패널의 박리강도 결과를 Table 2에 나타냈다. Fig. 4에서처럼 박리강도는 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 10%, 30%, 50%로 증가함에 따라 비례적으로 증가하였다. 30%에서 50%로 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 증가될 때보다, 10%에서 30%로 증가될 때 박리강도가 더욱 크게 향상됨을 알 수 있었다. 목재 파티클과 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 90 : 10인 조건에서 목재 파

티클의 크기가 증가할수록 박리강도가 증가하였다. 그러나 1/32" 와 1/4" mesh 크기의 파티클 사이에서는 통계적으로 유의성이 인정되지 않았다. 이러한 복합패널의 박리강도는 재생폴리에틸렌이 용융되면서 목재 파티클의 가도관 등의 개구부에 침투하여 썬기 형태의 투묘작용을 일으키거나 목재 파티클 표면 사이에서의 결합제 역할을 통해 단단한 결합력을 형성하는 것으로 SEM 사진 관찰을 통해 알 수 있었다.

본 실험에서 30% 이상의 재생폴리에틸렌이 혼합

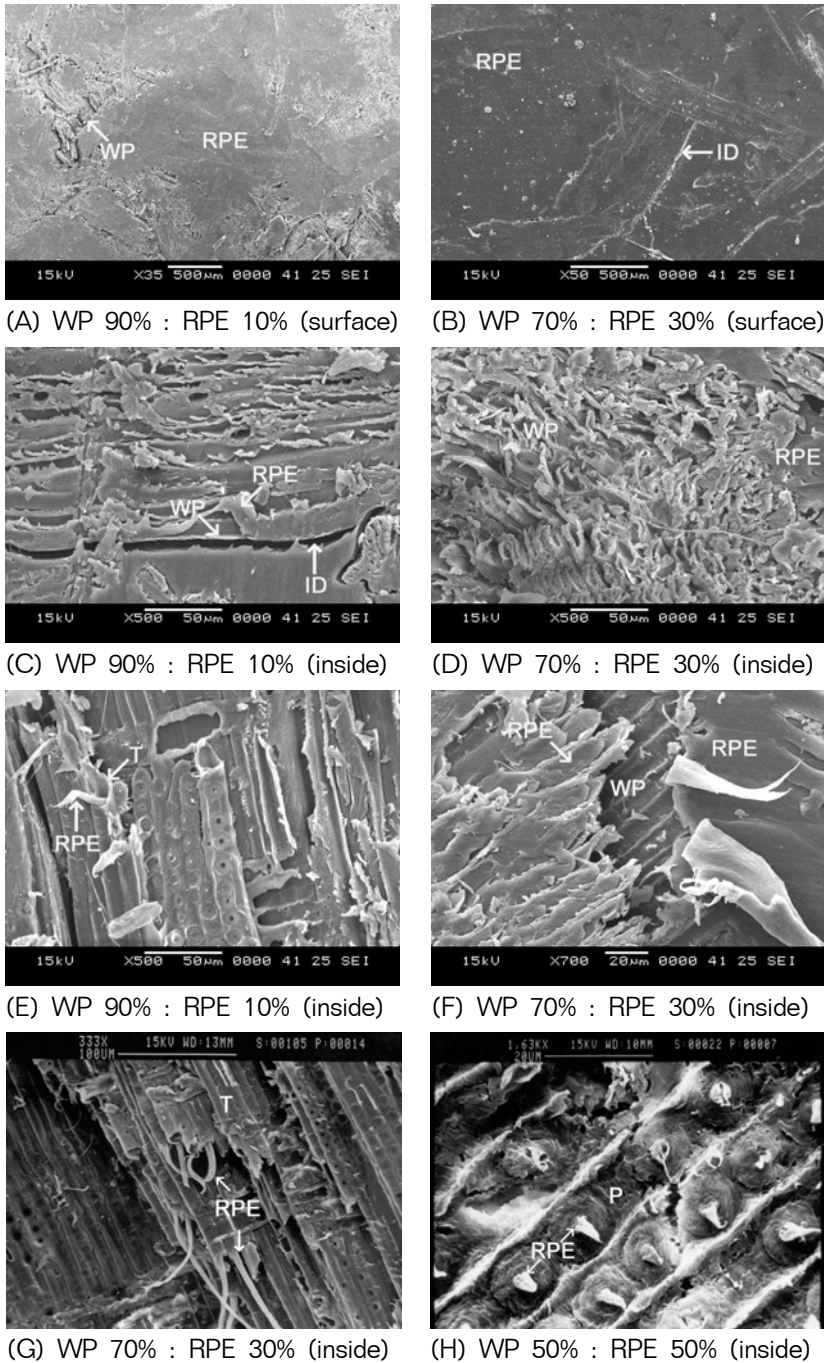


Fig. 5. Scanning electron micrographs of the composite panel by composition ratio.

WP : wood particle, RPE : recycled polyethylene, P : pit, T : tracheid, V : void,  
 ID : interfacial dislocation between wood particle and molten recycled polyethylene.

된 복합패널의 박리강도 실험을 실시한 결과, 피착제와 접착층 사이의 계면파괴가 많이 일어난 것을 볼 때 실질적으로 더 높은 박리강도를 갖는다고 생각된다. 또한 목재용 접착제의 사용 없이 10%의 재생폴리에틸렌만으로도 한국산업규격 KS F 3104의 파티클보드의 성능기준인  $0.30 \text{ N/mm}^2$  ( $3.1 \text{ kgf/cm}^2$ )을 상회하는 결과가 얻어졌다.

### 3.3. 주사전자현미경적 관찰

Fig. 5의 (A)와 (B)의 SEM 관찰을 통해 재생폴리에틸렌을 결합제로 10% 첨가된 복합패널은 목재 파티클의 표면이 많이 노출되거나 갈라진 틈 등이 많이 관찰된 반면 재생폴리에틸렌이 30% 이상 첨가된 복합패널에서는 표면이 완전히 둘러싸여 있거나 갈라진 틈이 상대적으로 적게 관찰 되었다. 재생폴리에틸렌이 10% 첨가된 복합패널에서는 엄 등(2000)이 보고한 바와 같이 SEM 관찰에서 열압시 과도한 압체압력과 이에 따른 매트트의 높은 압축율로 인하여 복합패널 내부에 강한 응력이 발생하게 되고, 수분에 노출될 때 흡수에 따른 팽창력이 목재 파티클과 용융된 재생폴리에틸렌 사이의 결합력보다 더 커지게 됨으로써 이들 계면에서의 박리 현상에 의한 추가적인 팽창인 스프링백이 일어나 두께팽창률이 더 커지게 된다는 결과와 일치하는 것으로 밝혀졌다. 그러므로 10%의 재생폴리에틸렌 혼합비율에서는 목재 파티클의 표면이 완전히 도포되기에는 적은 것으로 생각되며, 두께팽창률이나 수분흡수율 개선을 위해서는 10% 이상의 혼합이 필요한 것으로 사료되었다.

(C)에서 Miles와 Rostami (1992)와 Lee 등(2002)의 SEM 관찰 결과처럼 계면에서의 틈이 관찰되었다. (E), (F), (G), (H)의 SEM 사진에서 관찰된 것과 같이 재생폴리에틸렌이 용융되면서 목재 파티클의 가도관의 개구부를 통해 내부로 일부가 침투되었고, 가도관의 벽공을 통해 외부로 나와 있는 것이 관찰되었다. (F)의 SEM 사진에서처럼 직접적으로 목재 파티클과 결합하지는 않지만 목재 파티클의 경계면 틈이 재생폴리에틸렌으로 연결되어 있어 강한 결합력을 유지할 수 있도록 매질 역할을 하고 있었다.

SEM 관찰을 통해 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 증가하여도 계면의 틈은 여전히 관찰되었는데, 이러한 이유는 Miles와 Rostami (1992)와 Lee 등(2002)이 언급한 것과 같이 목재 파티클과 재생폴리에틸렌이 극성이 다르기 때문에 화학적 결합이 이루어지지 않으며, 복합패널 내부의 응력 발생과 복합패널의 제조공정에서 열압과 냉압을 하는 과정에서 수축과 팽창에 의해 생성되는 것으로 생각된다. 그러나 재생폴리에틸렌을 결합제로서 30% 이상 첨가한 목질복합패널을 제조할 경우 충분한 물리·기계적 성질을 갖는 외장용 판상재로 이용 가능할 것으로 사료된다.

## 4. 결 론

본 연구는 목재 파티클과 재생폴리에틸렌을 이용한 복합패널의 제조 및 물성을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 목재 파티클의 혼합비율 증가에 따라 복합패널의 밀도가 다소 증가하였으며, 동일 혼합비율에서 목재 파티클이 클수록 밀도가 감소하는 경향을 나타냈다.

2) 흡수 두께팽창률과 수분흡수율은 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 증가할수록 감소하였으며, 재생폴리에틸렌 혼합비율이 10%에서 30%로 증가될 때 더욱 크게 치수안정성이 향상되었다.

3) 박리강도는 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 증가함에 따라 직선적으로 증가하였으며, 10%의 재생폴리에틸렌 혼합비율만으로도 만족할 만큼 우수한 박리강도를 보여 주었다.

4) 휨강도는 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 증가할수록 증가하였고 재생폴리에틸렌의 혼합비율이 30% 이상 첨가되는 경우 습윤 휨강도도 높게 나타났다.

5) SEM 사진 관찰을 통해 용융된 재생폴리에틸렌이 목재 파티클의 개구부를 통해 일부 침투하여 쉼기 형태의 기계적 결합을 이룰 뿐만 아니라 목재 파티클을 둘러싼 매질 역할을 하는 것이 확인되었다.



## 사 사

본 연구는 강원대학교 산림과학연구소의 지원에 의해 수행되었음.

## 참 고 문 헌

1. Chae, S. G. and Y. G. Eom. 2006. Microscopic interpretation on thickness swelling mechanism of nonwoven web composites from wood particles and polypropylene fibers. *Journal of the Korean Society of Furniture Design & Technology* 17(2): 10~23.
2. English, B. W. and H. F. Robert. 1996. Factors that affect the application of woodfiber-plastic composites. *Woodfiber-plastic composites*, pp. 189~194.
3. Kim, J. W. and Y. G. Eom. 2001. Physical and mechanical properties of wood fiber-polypropylene fiber composite panel. *Mokchae Konghak* 29(3): 36~46.
4. Lee, C. H., J. K. Cha, and Y. G. Eom. 2002. Studies on thickness swelling mechanism of wood particle-polypropylene fiber composite by scanning electron microscopy. *Mokchae Konghak* 30(3): 48~58.
5. Myers, G. E. and C. M. Clemons. 1993. Properties of melt-blended Composites from post-consumer polypropylenes and wastepapers. *ANTEC '93*, pp. 3213~3215.
6. Nicole, M., R. Stark, H. White, and C. M. Clemons. 1997. Heat release rate of wood-plastic composites. *SAMPE Journal* 33(5): 26~31.
7. Krzysik, A. M. 1989. Procedures for physical property measurements of wood/polymer mixtures. *Forest Products Laboratory Internal Publication*. pp. 87~90.
8. Oksman, K. 1997. Improved properties of thermoplastic wood flour composites. Doctoral thesis. Wisconsin Department of National Resources. U. S. D. A. Forest Service, Forest Products Laboratory. pp. 5~12.
9. Rowell, R. M. and C. M. Clemons. 1992. Chemical modification of wood fiber for thermoplasticity, compatibilities with plastics, and dimensional stability. In: *Proceedings: 26th international particleboard/composite materials symposium*; March pp. 51~69.
10. Youngquist, J. A., G. E. Myers, J. M. Muehl, A. M. Krzysik, and C. M. Clemons. 1993. Composites from recycled wood and plastic. Final Report for U. S. Environmental Protection Agency, Forest Products Laboratory.
11. 박종영, 1997. 한국목질패널 산업의 경쟁력 강화방안. '97 한국 합판·MDF·파티클보드 심포지엄. pp. 99~124.
12. 엄영근, 김지웅, 이찬호. 2000. 목재 삭편-폴리프로필렌 섬유 복합재의 두께팽창에 관한 주사전자현미경적 연구. *국민대학교 산림과학* 13: 103~112.
13. 윤형운, 박종영. 1998. 공정변수와 MAPP 결합제가 난기류 혼합방식에 의하여 제조된 목섬유-폴리프로필렌 복합재의 성질에 미치는 영향. *목재공학* 26(1): 76~86.
14. 환경부, 국립환경연구소. 2007. 전국 폐기물 통계조사 (제3차 2006~2007년).
15. 한국산업규격. 1997. KS F 3104 파티클보드.