

韓紙 슬러지 · 木材 파티클 複合보드의 製造研究*¹ I. 韓紙 슬러지 · 木材 파티클 複合보드의 物理的 性質

李 弼 宇*² · 李 鶴 來*² · 孫 廷 一*²

Studies on Manufacture of Hanji(Korean Paper) Sludge · Wood Particle Composite*¹ I. Physical Properties of Hanji(Korean Paper) Sludge · Wood Particle Composite

Phil-Woo Lee*² · Hak-Lae Lee*² · Jungil Son*²

요 약

韓紙 製造 工程 中에서 발생하는 백색 슬러지와 흑색 슬러지를 각각 일정비율(10, 20, 30, 40%)로 木材 파티클과 混合하고 PMDI, 요소 및 페놀수지를 이용하여 각각 目標比重 0.60, 0.75, 0.90 別로 複合보드를 製造하여 物理的 性質을 측정 분석한 결과 흡수길이변화율은 대조보드에 비해 크게 증가하지 않았으며 흡수두께팽창율은 PMDI를 적용한 백색 슬러지 · 木材 파티클 複合보드가 가장 낮은 값을 보였고 흡수율은 흑색 슬러지 · 木材 파티클 複合보드의 경우 混合 比率이 증가할수록 대체로 감소하는 경향을 보였다.

ABSTRACT

This research was carried out to develop the Hanji(Korean paper) sludge · wood particle composite utilizing the waste sludges occurring from the making process of Hanji(Korean paper). In the research, four mixing ratios of white or black sludge to wood particle(10:90, 20:80, 30:70, and 40:60), three types

*¹ 접수 2001년 4월 10일, 채택 2001년 5월 28일
본 논문은 통상산업부 기술개발사업 지원에 의한 연구결과임.

*² 서울대학교 생물자원공학부, School of Biological Resources & Materials Engineering, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea.

of the resin adhesives(PMDI, urea and phenol resin) and three levels of the densities(0.60, 0.75 and 0.90) were designed to investigate the physical properties of Hanji(Korean paper) sludge · wood particle composite.

The linear expansion of Hanji(Korean paper) sludge · wood particle composite was not always increased, compared to control boards. For thickness swelling, PMDI-bonded composites had the lowest value, and thickness swelling of composite was generally decreased with the increase of Hanji sludge. The water absorption of white sludge · wood particle composite had no tendency, but that of black sludge · wood particle composite was decreased with an increase of mixing ratio of Hanji sludge.

Keywords : Hanji(Korean paper) sludge, wood particle, black sludge, white sludge, linear expansion, thickness swelling, water absorption

1. 서 론

환경오염원으로 심각하게 취급하고 있는 韓紙 및 각종 製紙 슬러지는 製紙 過程에서 펄프 및 製紙 工場의 필연적인 産物로 大量 生産되고 있다. 이들 産業 廢棄物을 이용한 資源 再生에 대한 研究는 最近 들어 많은 관심을 나타내고 있으며 현재 국내외에서도 여러 研究⁶⁻¹⁴⁾가 진행되어 이미 상당한 進展을 이루고 있다.

슬러지와 고지 등을 木質材料 製造에 이용한 研究로는 Brooks²⁾와 Deppe³⁾가 파티클보드와 섬유판의 원료물질로서 고지를 이용하고자 하였으나 이들 고지를 이용했을 때 얻어진 機械的 性質은 비교적 양호한 편이나 치수안정성이 열등한 것으로 나타나 보완이 필요하다고 하였다. Stokke와 Liang⁸⁾은 신문고지 纖維를 이용하여 乾式 및 濕式工程으로 혼합보드를 製造하고 그 物性을 비교하여 보고한 바 있다. 그리고 Rowell과 Harrison⁵⁾은 잡지, 편지지 등을 解纖한 纖維로 페놀수지를 첨가하여 보드를 製造하였으며, Laufenberg 등⁴⁾은 도시 고형 쓰레기의 발생량과 개발동향에 대해 언급하였고 동시에 종이류의 재처리 施設과 方法에 대해 중점적으로 다루면서 再活用 가능한 材料로 製造한 製品을 소개하고 廢棄物 再活用の 重要性을 역설하였다.

國內에서는 李 等⁹⁾이 製紙 슬러지와 木材 파티클을 혼합 성형하여 슬러지-파티클보드를 製造하고 그

物理的 및 機械的 性質을 시험한 결과 기존의 파티클보드와 유사한 強度를 갖는 보드를 製造할 수 있다고 하였고, 李와 尹^{10,11)}은 製紙 슬러지를 表層으로 사용하고 木材 파티클을 芯層으로 사용하여 제조한 3層 슬러지-파티클보드의 여러 物性을 평가하였고 그 결과를 바탕으로 構成形態와 構成比率別로 혼합보드를 製造하여 그 物性을 評價한 바 있다. 또한 李와 李¹²⁾는 PMDI 수지를 이용하여 新聞古紙 纖維-木纖維 혼합 하드 보드를 製造하고 그 物理的, 機械的 性質을 評價하였다. 이와 같은 많은 研究에도 불구하고 韓紙 슬러지에 대한 研究는 國內외를 막론하고 그다지 되어 있지 않은 실정이며 다만 본 研究室에서 韓紙 슬러지를 利用하여 纖維板 製造에 관한 研究^{13,14)}를 遂行하여 보고한 바 있다.

따라서 본 研究에서는 韓紙 슬러지를 파티클보드 製造를 위한 代替 原料로 이용하기 위하여 製造變數로 보드의 比重, 韓紙 슬러지의 混合 比率, 接着劑 種類를 달리하여 複合材를 製造한 다음, 이들 因子가 複合보드의 物理的, 機械的 性質에 미치는 影響을 試驗, 考察하고자 하였다.

本稿는 第1報로 韓紙 슬러지 · 木材 파티클 複合보드의 物理的 性質 結果를 考察하여 報告하고자 한다.

2. 材料 및 方法

2.1 公事재료

2.1.1 韓紙 슬러지

본 研究에서 사용한 韓紙 슬러지는 국내 某 韓紙 製造 工場들로부터 분양받아 사용하였다. 韓紙 슬러지는 製造 工程에서 최종처리 후 廢棄된 것을 그 색상에 따라 백색 슬러지와 흑색 슬러지로 나누어 사용하였다. 백색 슬러지는 C 韓紙 製造 工場에서 최종처리 후 發生한 것으로 纖維狀이며 실제 색상은 황갈색이었다. 또 흑색 슬러지는 中小企業廳 산하 某 韓紙 組合에서 수거한 것을 분양받았으며 粉末狀이었다. 백색 슬러지는 함수율 70% 이상으로부터 天然 乾燥를 시켜 대략 함수율 30% 전후의 상태로 하고, 1차 분쇄를 통하여 영킨 纖維를 풀어준 후 다시 乾燥시켜 함수율 15~20% 상태에서 2차 분쇄를 통하여 短纖維化하였다. 그 후 체진동기를 이용하여 4~25mesh로 選別하여 함수율 10% 정도로 乾燥 조정하여 사용하였다. 흑색 슬러지 역시 백색 슬러지와 똑같은 처리과정을 거친 다음 체진동기를 이용하여 5mesh로 選別하여, 역시 함수율 10% 정도로 乾燥하여 사용하였다.

2.1.2 木材 파티클

木材 파티클은 3層 파티클보드의 表層用 칩으로 某 파티클보드 工場에서 분양 받아 사용하였다. 樹種은 동남아산 열대재 混合樹種이며 이 때의 함수율은 3~4%였다.

2.1.3 接着劑

본 研究에서 사용한 接着劑는 고흡분 63%의 요소수지(Urea-formaldehyde resin)와 고흡분 40%의 페놀수지(Phenol-formaldehyde resin), 그리고 고흡분 92%의 PMDI(Polymeric methylene diphenyl diisocyanate) 수지를 사용하였다.

2.1.4 硬化劑

硬化劑로는 요소수지 接着劑의 경우 수지 고흡분에 대하여 염화암모늄(10% NH₄Cl) 수용액을 10%, 그리고 페놀수지 接着劑의 경우 수지 고흡분에 대하여 염산(10% HCl) 수용액 10%를 添加하였다.

2.2 實驗方法

2.2.1 製造變數

본 研究에서는 韓紙 슬러지 對 木材 파티클 混合比率(10:90, 20:80, 30:70, 40:60), 보드 比重(0.6, 0.75, 0.9), 그리고 接着劑(요소, 페놀, PMDI)를 製造變數로 하여 製造하였다. 또한 木材 파티클만을 이용하고, 요소수지, 페놀수지, PMDI 수지를 이용하여 파티클보드를 製造하여 對照보드로 하였다.

2.2.2 複合材 製造

複合材의 크기는 1.0×20×25cm(두께×폭×길이)로 製造하였다. 複合材 製造를 위하여 韓紙 슬러지와 木材 파티클을 均一하게 混合한 후, 混合된 原料를 동일한 조건에서 드럼형 브랜더를 이용하여 요소수지는 파티클 진건무게에 대하여 10%, 페놀수지는 5%, 그리고 PMDI는 2.5%를 첨가하였다. 熱壓溫度는 요소수지 140℃, 페놀수지 160℃, MDI 170℃를 적용하였고 熱壓時間은 요소수지 6분, 페놀수지 8분, PMDI 수지 4분을 적용하였다. 熱壓壓力은 35kg/cm²으로 하였다(단, 비중 0.9의 MDI 수지적용시 50kg/cm², 5분을 적용함). 제조된 보드는 溫度 20±1℃, 相對濕度 65±3%의 恒溫恒濕室에서 數週間 調濕處理하였다.

2.2.3 複合材의 物理的 性質 評價

複合材의 物理的 性質은 ASTM D 1037¹⁾에 의거하여 比重, 含水率, 흡수길이변화율, 흡수두께팽창율, 흡수율을 측정, 계산하였는데 試驗片의 길이, 폭, 두께와 무게를 측정하여 각각 환산하였다.

3. 結果 및 考察

3.1 比重, 含水率

韓紙 슬러지 · 木材 파티클 複合보드의 比重과 含水率 측정결과는 Table 1, 2에 나타낸 바와 같다. 표에서 알 수 있듯이 각 構成形態에 따른 目標比重과 실제 제조한 複合材의 比重 차이는 백색 슬러지보다 흑색 슬러지에서 그 오차가 작음을 알 수 있었고, 전체적으로 큰 차이는 없는 것으로 판단된다. 그리고 韓紙 슬러지 중 백색 슬러지는 粉末狀이 아니고 纖維狀으로 되어 있어 木材 파티클과는 잘 混合되지 않기 때문에 複合材의 比重에서 약간의 오차가 발생할 수 있다고 생각된다. 複合材의 含水率은 백색 슬러지-木材 파티클 複合보드는 5.2~8.2%, 흑색 슬러지-木材 파티클 複合보드는 5.1~9.6%였고, 對照보드

의 含水率은 4.9~7.0%의 범위를 보이고 있다. 위의 결과에서 볼 수 있듯이 흑색 슬러지 · 木材 파티클 複合보드가 백색 슬러지 · 木材 파티클 複合보드 보다 더 높은 含水率을 보였다. 슬러지 종류에 따라 약간의 차이가 나타나 있지만, 이것은 일반 製紙 슬러지를 이용했던 李 등⁹⁾의 보고에서와 같이 동일한 熱壓條件을 적용하였는데도 불구하고 나타난 原料 슬러지의 吸濕性 차이로 인한 결과라고 생각된다.

3.2 흡수길이변화율

韓紙 슬러지 · 木材 파티클 複合보드의 흡수길이 변화율의 측정결과는 Fig. 1과 2에 나타낸 바와 같다. 백색 슬러지 · 木材 파티클 複合보드의 흡수길이변화율은 PMDI 수지, 페놀수지, 요소수지 접착제의 적용에 따라 比重과 韓紙 슬러지 混合 比率에 관계없

Table 1. Specific gravities and moisture contents of Hanji(Korean paper) white sludge · wood particle composite

Resin Type		PMDI		Phenol		Urea	
Target Sp.Gr.	Mixing Ratio ^a	Sp.Gr. ^b	Moisture Content(%)	Sp.Gr.	Moisture Content(%)	Sp.Gr.	Moisture Content(%)
0.60	0:100	0.58 ^c ± 0.01 ^d	5.36 ± 0.47	0.60 ± 0.02	5.74 ± 0.35	0.62 ± 0.02	6.48 ± 0.44
	10:90	0.59 ± 0.07	5.68 ± 0.32	0.60 ± 0.02	6.07 ± 0.28	0.62 ± 0.03	6.52 ± 0.31
	20:80	0.59 ± 0.04	5.56 ± 0.28	0.63 ± 0.02	7.46 ± 2.85	0.62 ± 0.04	6.19 ± 2.43
	30:70	0.60 ± 0.04	5.73 ± 0.51	0.59 ± 0.03	7.31 ± 1.43	0.62 ± 0.03	7.50 ± 0.50
	40:60	0.61 ± 0.03	6.08 ± 0.55	0.61 ± 0.02	6.29 ± 0.33	0.63 ± 0.03	8.32 ± 0.56
0.75	0:100	0.75 ± 0.01	4.89 ± 0.43	0.74 ± 0.04	7.37 ± 2.11	0.75 ± 0.02	6.95 ± 3.10
	10:90	0.73 ± 0.01	5.59 ± 0.40	0.75 ± 0.05	6.04 ± 0.35	0.72 ± 0.01	8.05 ± 2.33
	20:80	0.74 ± 0.03	6.01 ± 1.08	0.76 ± 0.02	5.99 ± 0.46	0.72 ± 0.04	6.65 ± 0.99
	30:70	0.75 ± 0.04	5.74 ± 0.72	0.74 ± 0.03	5.88 ± 0.35	0.77 ± 0.01	7.43 ± 0.94
	40:60	0.73 ± 0.03	6.77 ± 0.83	0.74 ± 0.02	6.86 ± 2.14	0.75 ± 0.04	8.54 ± 2.15
0.90	0:100	0.91 ± 0.02	5.73 ± 0.39	0.89 ± 0.03	5.27 ± 0.32	0.85 ± 0.03	6.28 ± 0.47
	10:90	0.91 ± 0.02	5.70 ± 0.33	0.89 ± 0.02	5.64 ± 0.36	0.84 ± 0.03	6.92 ± 0.38
	20:80	0.92 ± 0.02	5.71 ± 0.31	0.88 ± 0.03	5.64 ± 1.00	0.86 ± 0.05	8.20 ± 2.10
	30:70	0.90 ± 0.02	5.77 ± 0.43	0.92 ± 0.03	6.16 ± 0.37	0.89 ± 0.02	7.48 ± 0.45
	40:60	0.90 ± 0.04	5.72 ± 0.25	0.89 ± 0.08	5.24 ± 1.86	0.85 ± 0.01	7.77 ± 0.38

a : Sludge weight to particle weight (based on oven-dry weight)
c : Mean value of specimens from 5 replications

b : Based on oven-dry volume
d : Standard deviation of specimens from 5 replications.

Table 2. Specific gravities and moisture contents of Hanji(Korean paper) black sludge · wood particle composite

Resin Type		PMDI		Phenol		Urea	
Target Sp.Gr.	Mixing Ratio ^a	Sp.Gr. ^b	Moisture Content(%)	Sp.Gr.	Moisture Content(%)	Sp.Gr.	Moisture Content(%)
0.60	0:100	0.58 ^c ±0.01 ^d	5.36±0.47	0.60±0.02	5.74±0.35	0.62±0.02	6.48±0.44
	10:90	0.58±0.02	5.72±0.44	0.61±0.03	6.37±0.40	0.62±0.02	6.09±0.44
	20:80	0.60±0.03	6.24±0.37	0.58±0.03	6.44±0.48	0.64±0.01	6.92±0.30
	30:70	0.59±0.02	6.30±0.97	0.58±0.03	6.89±0.45	0.62±0.05	9.56±8.30
	40:60	0.59±0.01	7.01±0.58	0.58±0.03	7.67±0.73	0.65±0.01	8.60±0.54
0.75	0:100	0.75±0.01	4.89±0.43	0.74±0.04	7.37±2.11	0.75±0.02	6.95±3.10
	10:90	0.73±0.03	5.84±0.97	0.75±0.01	6.16±0.34	0.75±0.01	7.56±1.15
	20:80	0.74±0.02	5.86±0.31	0.74±0.01	5.96±0.57	0.74±0.04	7.86±0.35
	30:70	0.74±0.04	6.21±0.54	0.75±0.04	6.46±0.58	0.73±0.02	8.26±0.42
	40:60	0.75±0.01	6.33±0.62	0.75±0.03	5.62±2.38	0.74±0.02	8.77±0.65
0.90	0:100	0.91±0.02	5.73±0.39	0.89±0.03	5.27±0.32	0.85±0.03	6.28±0.47
	10:90	0.90±0.03	5.92±0.59	0.86±0.01	6.13±0.43	0.90±0.04	7.29±1.04
	20:80	0.90±0.03	5.88±0.63	0.90±0.01	6.19±0.70	0.89±0.02	7.58±0.85
	30:70	0.88±0.02	5.07±1.22	0.90±0.03	7.47±1.25	0.89±0.02	9.21±1.22
	40:60	0.88±0.02	6.03±0.57	0.90±0.02	6.18±0.57	0.88±0.02	8.77±0.33

a : Sludge weight to particle weight (based on oven-dry weight)
 c : Mean value of specimens from 5 replications

b : Based on oven-dry volume
 d : Standard deviation of specimens from 5 replications.

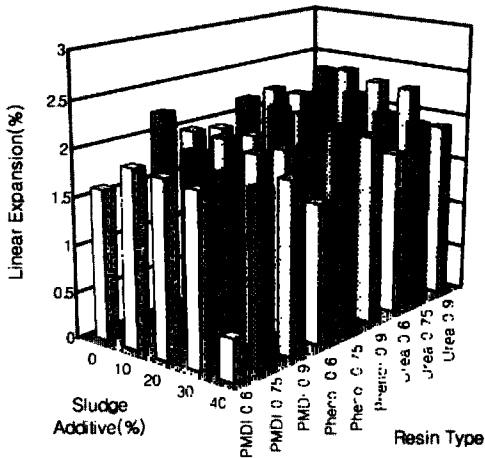


Fig. 1. Linear expansion of Korean paper (Hanji) white sludge · wood particle composite by mixing ratio of sludge, specific gravities and resin types.

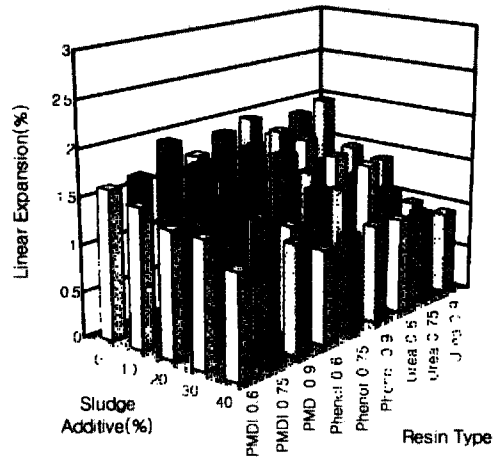


Fig. 2. Linear expansion of Korean paper (Hanji) black sludge · wood particle composite by mixing ratio of sludge, specific gravities and resin types.

이 각각 1.45~2.37%, 1.49~2.35%, 1.75~2.44%를 나타냈고, 흑색 슬러지·木材 파티클 복합보드는 각각 1.12~2.07%, 1.01~1.88%, 0.91~1.71%를 나타냈다. 대조보드의 흡수길이변화율은 1.57~1.96%였다. 백색 슬러지를 혼합한 경우 對照보드에 비해 다소 증가하는 경향을 보였으며, 흑색 슬러지를 혼합하였을 때는 比重 0.75, 接着劑 PMDI 수지와 페놀 수지를 적용하였을 때를 제외하고는 對照보드에 비해 감소하는 경향을 보였다. 이 실험에서 比重이 증가함에 따라 흡수길이변화율의 경향은 없었다. 韓紙 슬러지 混合 比率를 증가시키면 흡수길이변화율이 다소 감소하는 경향을 나타냈으며 백색 슬러지·木材 파티클 복합보드보다 흑색 슬러지·木材 파티클 복합보드가 그 경향이 더 뚜렷하게 나타났다. 또한 백색 슬러지를 혼합한 複合材가 흑색 슬러지를 혼합한 複合材보다 흡수길이변화율이 크게 나타났다. 李 등⁹⁾과 李와 尹¹¹⁾의 보고에서와 같이 슬러지의 混合에 따라 對照보드보다는 흡수길이변화율이 증가하였지만 그 차이는 크지 않았으며, 比重이나 樹脂 및 混合比率에 따른 흡수길이변화율에 대한 특정한 경향을 찾기는 어려웠다고 하였다. 그러나 본 研究에서 韓紙 슬러지·木材 파티클 복합보드는 韓紙 슬러지 混合比率가 증가하면 比重과 樹脂에 관계없이 흡수길이변화율이 감소하는 경향을 나타냈다.

3.3 흡수두께팽창율

韓紙 슬러지·木材 파티클 복합보드의 흡수두께팽창율은 Fig. 3과 4에 나타난 바와 같다. 백색 슬러지·木材 파티클 복합 보드는 모든 比重에서 PMDI 수지를 적용하였을 때 흡수두께팽창율이 가장 적었으며, 그 다음 페놀수지, 요소수지 순이었다. 흑색 슬러지·木材 파티클 복합 보드는 比重에 따라 약간 차이를 보이고 있으나, 대체로 요소수지를 적용하였을 때 흡수두께팽창율이 가장 낮음을 알 수 있었다. 이것은 PMDI의 우수한 接着力으로 인한 결과로 생각되며, 이와 같은 接着特性은 粉末狀의 흑색 슬러지를 이용한 경우 보다는 木纖維와 성상이 비슷한 백색 슬러지를 이용한 경우에 더 크게 나타남을 알 수 있었

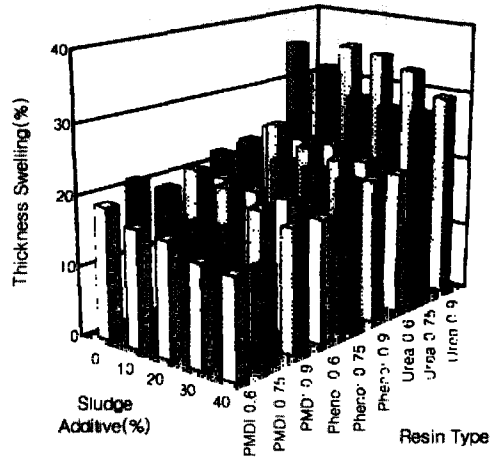


Fig. 3. Thickness swelling of Korean paper (Hanji) white sludge·wood particle composite by mixing ratio of sludge, specific gravities and resin types.

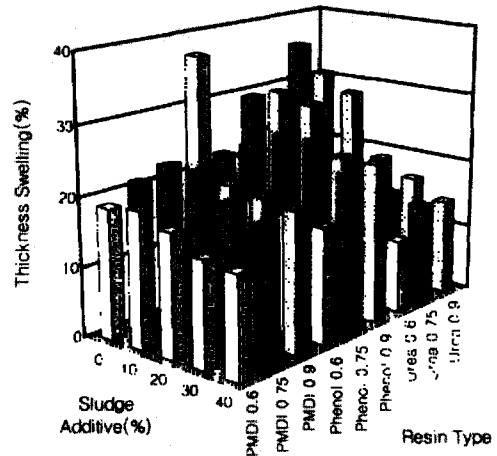


Fig. 4. Thickness swelling of Korean paper (Hanji) black sludge·wood particle composite by mixing ratio of sludge, specific gravities and resin types.

다. 또한 比重이 증가할수록 複合材의 흡수두께팽창율은 다소 증가하였다. 또한 韓紙 슬러지의 混合比率가 증가할수록 複合材의 흡수두께팽창율은 대체로 감소하였는데 이는 韓紙 슬러지에 함유된 소량의 無

機物과 纖維들이 水分의 흡수를 파티클보다 빠르게 하기 때문에 생각되며, 두께팽윤시 纖維의 배열 상태가 파티클의 길이 방향 배열상태와는 다른 상태, 즉 파티클 사이의 공간이 주로 두께방향으로 배열되기 때문에 韓紙 슬러지에 함유된 纖維가 길이방향으로 배열되는 빈도가 파티클보다 훨씬 낮아지게 되어 두께방향의 팽윤에 덜 영향을 주는 것으로 생각된다.

요소수지를 사용한 複合材에서는 흑색 슬러지·木材 파티클 複合보드가 백색 슬러지·木材 파티클 複合보드보다 낮은 흡수두께팽창율을 나타냈는데, 이것은 이전의 研究^{13,14)} 등에서 보고된 바와 같이 흑색 슬러지와 백색 슬러지간의 형상이 다르기 때문이라 생각된다.

PMDI 수지를 적용한 경우에는 接着劑의 특성과 적은 添加量으로 인하여 木材 파티클에 粉末狀의 흑색 슬러지를 균등히 接着시키지 못하고 성형시에 比重이 무거운 흑색 슬러지가 분산되기보다는 한 부분에 집중된 것을 볼 수 있었다. 반면에 요소수지의 경우에는 木材 파티클을 골고루 濕潤시켜 주어 粉末狀의 흑색 슬러지를 균등히 接觸시킬 수가 있어 성형시에 나타난 결과이며, 흑색 슬러지의 집중된 부분은 나타나지 않았다. 이러한 결과로 볼 때 백색 슬러지는 PMDI를 적용하고, 흑색 슬러지는 요소수지를 적용하거나 PMDI의 添加量을 늘림으로써 통상의 보드와 유사한 特性을 지니는 보드를 製造할 수 있을 것으로 判斷된다.

3.4 흡수율

韓紙 슬러지·木材 파티클 複合보드의 흡수율은 Fig. 5와 6에 나타낸 바와 같다. 백색 슬러지·木材 파티클 複合 보드는 모든 비중에서 페놀수지를 적용하였을 때 흡수율이 가장 적었으며 그 다음 PMDI 수지, 요소수지 순이었다. 그러나 흑색 슬러지·木材 파티클 複合 보드는 比重에 따라 약간 차이를 보이고 있으나 대체로 PMDI 수지를 적용하였을 때 흡수율이 가장 낮음을 알 수 있었다. 이것은 PMDI의 우수한 接着力으로 인한 결과로 생각된다. 대체로 백색 슬러지의 경우는 混合比率이 증가할수록 흡수율이 감소하

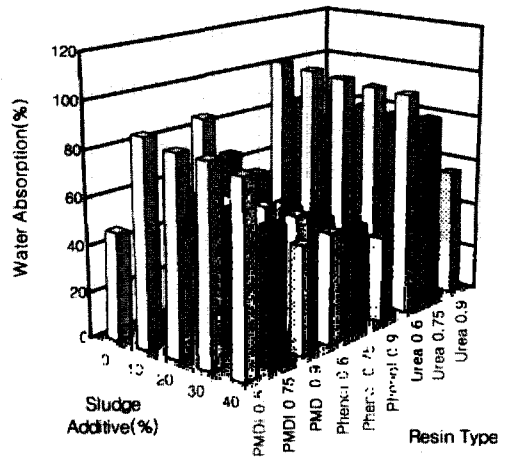


Fig. 5. Water absorption of Korean paper (Hanji) white sludge·wood particle composite by mixing ratio of sludge, specific gravities and resin types.

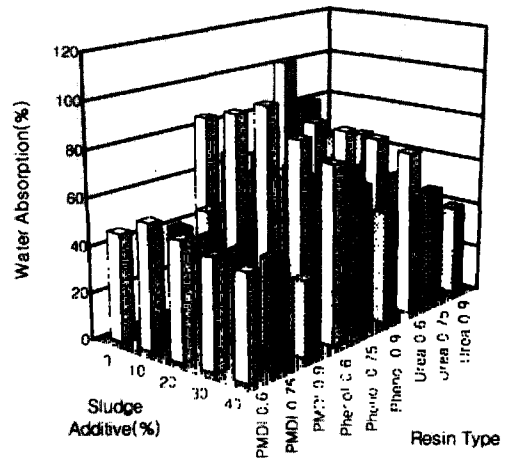


Fig. 6. Water absorption of Korean paper (Hanji) black sludge·wood particle composite by mixing ratio of sludge, specific gravities and resin types.

는 경향을 보이고 있으나, 일정한 경향을 나타내지는 않은 반면에 흑색 슬러지의 경우는 混合比率이 증가할수록 대체로 흡수율이 감소함을 알 수 있었다. 또한 전체적으로 볼 때 페놀수지를 적용한 複合材를 제외

하고 백색 슬러지가 혼합된 複合材가 흑색 슬러지가 혼합된 複合材보다 흡수율이 더 많음을 알 수 있었다. 이는 백색 슬러지가 흑색 슬러지에 비해 親水性의 셀룰로오스 纖維의 함량이 더 많기 때문에 흡수율이 더 많아졌다고 볼 수 있다. 또한 백색 슬러지는 對照보드에 비해 흡수율이 큰 편이나, 백색 슬러지의 混合比率이 증가할수록 흡수율이 감소하였고 흑색 슬러지는 대조보드에 비해 흡수율이 낮은 결과를 보였으며, 混合比率이 증가할수록 흡수율이 감소하는 경향을 보였다. 이는 앞에서 언급했듯이 백색 슬러지가 흑색 슬러지보다 셀룰로오스 함량이 많고, 灰分함량이 적기 때문에 이러한 현상이 나타났으리라 생각된다. 참고로 본 연구실의 灰分함량 분석결과로는 백색 슬러지가 약 25%, 흑색 슬러지가 약 38%로 나타났다.

4. 結 論

韓紙 製造 産業의 廢棄, 副産物로 발생하는 슬러지를 이용한 韓紙 슬러지 · 木材 파티클 複合 보드를 개발하기 위하여 韓紙 슬러지 對 木材 파티클의 混合比率, 接着劑의 種類, 比重 등을 달리하여 複合材를 製造한 후 物理的 性質을 측정 한 결과, 다음과 같은 結論을 얻을 수 있었다.

1. 韓紙 슬러지 · 木材 파티클 複合 보드의 흡수길 이 변화율은 對照보드에 비해 크게 증가하지는 않았다. 백색 슬러지를 混合한 複合材의 경우 接着劑 종류에 관계없이 複合材의 比重이 증가할수록 흡수길 이 변화율이 다소 증가하는 경향을 보였으나, 흑색 슬러지를 混合한 複合材의 경우는 일정한 경향을 볼 수는 없었다.
2. PMDI 수지를 적용한 백색 슬러지 · 木材 파티클 複合 보드가 가장 낮은 흡수두께팽창율을 보였으며, 韓紙 슬러지의 混合比率이 증가할수록 複合材의 흡수두께팽창율은 대체로 감소하였다. 요소 수지를 사용한 複合材에서는 흑색 슬러지-木材 파티클 複合 보드가 백색 슬러지 · 木材 파티클 複合 보드보다 낮은 흡수두께팽창율을 나타냈다.

3. 백색 슬러지의 경우는 混合比率이 증가할수록 흡수율이 감소하는 경향을 보였으나 특별히 일정한 경향을 나타내지는 않은 반면에 흑색 슬러지의 경우는 混合比率이 증가할수록 대체로 흡수율이 감소하였다.

참 고 문 헌

1. ASTM. 1993. Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Materials.
2. Brooks, S. W. 1972. Medium density fiberboard and municipal waste. Proceedings, 6th International Particleboard Symposium. T. M. Maloney. Ed. Washington State University. Pullman, WA. pp. 127-143.
3. Deppe, H. J. 1984. The utilization of wastepaper and refuse fiber for particleboard and MDF. Proceedings, 18th International Particleboard Symposium. T. M. Maloney. Ed. Washington State University. Pullman, WA. pp. 127-144.
4. Laufenberg, T., R. Horn, and T. Venger. 1992. Improvements in recycling wood and wood-fiber products. In : New crops, new uses, new markets. Yearbook of Agriculture. Washington, D. C. : U. S. Department of Agriculture : 264-275.
5. Rowell, R. M., and S. Harrison. 1992. Fiber based composites from recycled mixed paper and magazine stock. 1992. Materials Research Society Symp. Proc. Vol. 266.
6. Scott, G. M. and A. Smith. 1995. Sludge characteristics and disposal alternatives for recycled fiber plants. Recycling Symposium Proceedings : 239-249.
7. Scott, G. M., S. Abubakr and A. Smith. 1995. Sludge characteristics and disposal alternatives for the pulp and paper industry. Environmental Conference Proceedings : 269-279.
8. Stokke, D. D. and B. H. Liang. 1991. Potential for recycling mixed grade waste paper into wood composite. Proceedings of Adhesives and Bonded Wood Products. Forest Products Society, 2801

Marshall Court, Madison, WI. pp. 593-607.

9. 李弼宇, 尹炯雲, 金大俊, 孫廷一. 1993. 슬러지-파티클 보드의 제조 가능성 및 구성비율에 관한 기초연구. 목재공학 21(2): 57-65.
10. 李弼宇, 尹炯雲. 1993. 삼층 슬러지-파티클 보드의 제조와 물성. 한국가구학회지 5(2): 50-61.
11. 李弼宇, 尹炯雲. 1996. 구성형태와 구성비율별로 제조한 슬러지-파티클보드의 물리적 및 기계적 성질. 목재공학 24(1): 17-26.
12. 李弼宇, 李喆周. 1996. PMDI(Polymeric Methylene Diphenyl Diisocyanate)수지를 이용한 신문고지섬유-목섬유 혼합 하드보드의 물리적 및 기계적 성질. 서울대 농학연구 21(2): 95-103.
13. 李弼宇, 李鶴來. 1999. 韓紙 슬러지-木材纖維 複合보드의 製造研究 I. 韓紙 슬러지-목재섬유 복합보드의 물리적 성질. 목재공학 27(2): 23-30.
14. 李弼宇, 李鶴來. 1999. 韓紙 슬러지-木材纖維 複合보드의 製造研究 II. 韓紙 슬러지-목재섬유 복합보드의 기계적 성질. 목재공학 27(2): 31-37.