

난연성 셀룰로오스 복합성형체 제조 및 특성

강영구 · 김동국*

호서대학교 안전공학과 · *호서대학교 안전공학과 대학원

1. 서 론

경량 건축소재는 건축자재의 경량화, 고급화 및 다양화등의 기능성 건축소재로서 역할을 요구하고 있으며 그 중 대표적인 것으로서는 polyurethane foamd, Cellulose, 무기 fiber 등이 건축소재로 이용되고 있다.

Cellulose계의 wood material의 경우 건축폐재, 가로수의 전지나무 및 제재공장에서 발생하는 나무쓰레기, 대패밥 등과 폐신문지 등의 가공후 폐기물이 발생하고 있으며 이러한 cellulose계의 물질들은 고유한 습기의 조절능력, 단열특성을 가지고 있으나 Combustibility, rotting, warping 등의 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 현대생활환경에 접근할 수 있는 새로운 cellulose계의 modification 및 기술적으로 많이 연구되어지고 있다.^{1~3)}

Cellulose를 이용한 composite는 WPC(wood polymer composite), Fiber board, plastic rumber 등이 있으나 난연성이 크게 떨어져 boric acid 혼합물, borax와 Mg(OH)₂와 같은 Flame retardant additives가 첨가되고 있다.⁴⁾

본 연구에서는 폐기물로 발생되는 폐신문지, Sawdust 등의 폐셀룰로오스 성분을 재활용한 성형 패널을 난연성 샌드위치 패널코어, 건축용 내장재 등의 용도로 사용하기 위해 요구되는 성능에 대한 적절한 평가방법을 검토하여 성형패널을 경량 다기능 구조로 제작하여 건축부재 연구에 활용성을 높이기 위해 Colloidal silica와 Water glass의 무기 binder로하여 별도의 난연제 첨가없이 cellulose를 이용한 난연성 복합성형체를 제조하고 Smoke Density와 난연성 (UL94V) 등의 특성을 측정하였다.

2. 실험방법

1) 성형체 제조 방법

패널 성형원료인 폐신문지, 목분 및 water glass(국내 D사), Colloidal silica(국의 K사)를 paddle mixer에서 각 함량별 원료를 혼합하고 목분과 바인더 혼합물을 압축비 3:1의 비율로 패널을 열압착성형(동양산업기계)기에서 130℃, 1hr동안 1차 가압성형하여 열풍건조기 100℃에서 경화시켜 2차 200×200×15t의 성형체를 가공하였으며 Table 1에서 각 시편의 조성을 나타내었다.

Table 1. Composition for cellulose/inorganic binder composite

Sample No.	Composition(wt%)			
	Sawdust	Wasted newspaper	Water glass	Colloidal silica
1	70	-	30	
2	50	-	50	
3	70	-		30
4	50	-		50
5	-	70	30	
6	-	50	50	
7	-	70		30
8	-	50		50

2) LOI(Limiting Oxygen Index)

산소지수는 상온에서 plastic의 유연 연소 상태를 유지할 수 있는 최소산소농도를 의미하며 난연 특성은 산소 지수가 높을수록 우수하다. Oxygen Index Flammability Tester(Yasuda 사, No 214)기로 LOI를 측정하여 ASTM D 2863에 의해 제조된 시편을 내경 75mm, 높이 450mm의 내열 Glass tube test column 상부로부터 100mm아래 중앙부에 수직으로 고정시킨 후 4cm/sec유속의 질소와 산소 혼합가스를 관내로 일정하게 흘러보낸 후 점화원으로써 1-3mm의 오리피스를 가진 가스 토치에서 발생하는 6-25mm의 화염을 이용하여 시편에 착화 후 연소 현상을 관찰하였다.

3) UL 난연성 시험

UL94 난연기준은 UL기준에 따라 UL94-0, 1, 2등급으로 구분되며, 0.5×0.5×5in의 시편을 각각 5개씩 제작하여 상부를 고정시킨 수직인 상태로 시편을 고정시키고 하부에서 3/4in의 불꽃을 수직에서 20° 각도로 10초씩 5회 점화시켜 각 시편의 연소시간과 탄화물의 하부로 떨어진 것의 유무로 난연특성을 평가하였다.

4) Smoke Density

Smoke density는 ASTM D 2843 규격에 의거하여 1×1×1in의 시편을 제조하여 Smoke density test chamber(U. S. Testing Co. Inc., 7700)에서 LPG burner에 의해 40psi의 압력으로 착화하여 측정하였으며 분당 측정되는 연기의 발생속도와 연기발생량의 비교, 그리고 시간에 따라 증가하는 연기발생량을 광도계의 광감쇄율 %로 측정하여 난연특성을 평가하였다.

3. 결 과

Table 2. Summary of UL 94 Vertical Burning Test for Classifying Materials, V-0, V-1, V-2⁵⁾

Criteria	Classification		
	V-2	V-1	V-0
Number of Specimens	5	5	5
Number of Ignitions	2	2	2
Maximum flaming time per Specimen per flame application, sec	30	30	10
Total flaming time, five specimens, 2 ignitions, sec	250	250	50
Flaming drips ignite cotton	yes	no	no
Maximum afterflow time, per specimen, sec	60	60	30
Burn to holding clamp	no	no	no

1) LOI 시험결과

난연성 cellulose 성형체의 LOI 값은 Table 3과 같으며 공기중 산소농도에서 연소되지 않음을 나타내고 있다. 또한 폐목분의 경우 폐신문지 성형체에 비하여 LOI가 높은 것으로 나타났다.

2) UL 난연성 시험

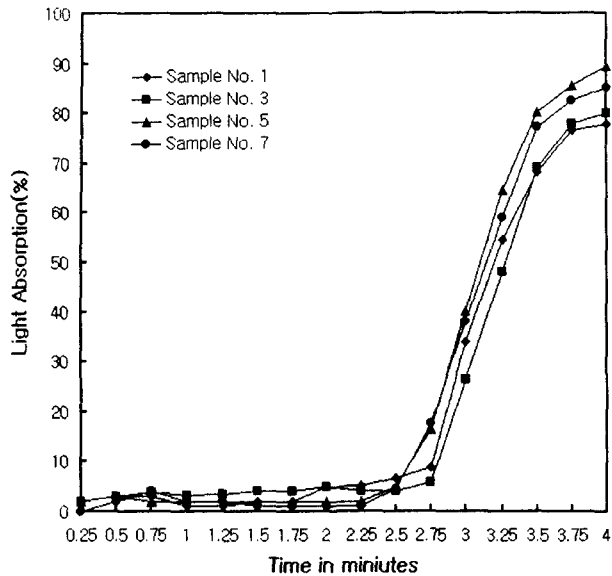
Cellulose 계의 물질은 대부분 UL94V 등급의 난연성을 나타내지 못하고 있으나 본연구에서의 무기 바인더성분의 coating 및 binding에 의해 8개의 sample 모두 UL94V-0로 측정되었다.

3) Smoke density

Smoke density는 무기 바인더성분이 50wt(%)포함된 경우 연소가능물질이 50wt(%)로 이에 smoke density가 매우 적게 나타났다. 이에 따라 cellulose 70wt(%)가 혼합된 sample에 대하여 smoke density를 측정하였으며 폐신문지의 경우 폐목분에 비해 높은 연기농도를 나타내었으며 결과는 Fig. 1과 같으며 Sample 5의 경우 89%의 최대연기밀도를 나타내었으며 Sample 1의 경우 78%로 최대연기밀도가 큰 차이를 나타내는 것을

Table 3. LOI value of cellulose composite

Sample No.	1	2	3	4	5	6	7	8
LOI	28.6	27.4	28.2	27.2	26.8	24.5	26.3	25.8



알 수 있다.

4. 결론

- 1) 성형가공된 cellulose composite는 25.8~28.6의 높은 LOI 값을 나타내어 대기중에서 는 연소되지 않는 특성을 나타내었다.
- 2) Inorganic binder에 의해 성형된 cellulose composite는 UL94V-0의 높은 난연등급을 나타냄으로써 난연성 건축용 내장재, 천장재 등에 응용가능하다.
- 3) 폐신문지의 경우 폐목분에 비해 높은 연기농도를 나타내었으며 이는 폐신문지에 포함 된 가공조제, 잉크성분 등에 의한 것으로 사료된다.

참고문헌

1. M. Hongo, "New Development of Building Materials" Tory Research Center, Inc, Tokyo, 1990.
2. D. Bender, "Wood Handbook", Forest Products Laboratory, Wisconsin, 1999.
3. J. F. Kennedy, " Wood and Celulosics", John Wiley & Sons, New York, 1987.
4. M. E. Dahl, "Recycled Plastic Lumber", Eaglebrook Products Report, Eaglebrook plastics, Chicago, 1996
5. C. J. Hilado : "Flammability handbook for plastics", Technomic, Lancaster · Basel(1990).