

폐암면 재생패널의 제조 및 특성

강영구 · 조명호

호서대학교 벤처전문대학원 · 호서대학교 안전공학과 대학원

1. 서 론

경량 건축소재는 건축자재의 경량화, 고급화 및 다양화 등의 기능성 건축소재로의 역할을 요구하고 있으며 그 중 대표적인 것으로는 polyurethane foam이 있다. 일반적인 플라스틱 foam의 경량 건축소재는 난연성에 대한 문제점과 첨가제에 의한 중량 증가, 화재발생시 과다연기발생 등의 문제점이 있으며 저밀도 콘크리트 등의 무기소재는 flexibility가 떨어져 충격과 휨강도가 매우 낮은 단점을 가지고 있다.^{1,2)} 열경화성 수지인 polyurethane도 난연성과 강도에 대한 단점을 가지고 있어 sodium silicate 혼합에 의한 난연성을 향상시킬 수 있으나³⁾ 국내 난연 3급의 규격에도 미치지 못하는 특성을 가지고 있다.

이에 건축물, 선박 등에서 폐기물로 발생되는 폐암면을 재활용한 성형 패널을 샌드위치 패널코어, 건축용 내장재 등의 용도로 사용하기 위해 요구되는 성능에 대한 적절한 평가방법을 검토하고 폐암면 성형패널을 경량 다기능 구조로 제작하여 건축부재 연구에 활용성을 높이기 위해 폐암면을 주성분으로 하는 성형체 총 6종에 대한 난연성능 및 단열성능을 실험을 통해 주성분인 폐암면과 경량충진성분인 폐신문지, Phenolic resin(novolac type)바인더에 의해 성형된 패널과 폐암면과 phenolic resin 및 고온용 바인더 성분으로 Al phosphate 혼합에 따른 연소성과 단열효과의 특성을 측정하였다.

2. 실험방법

1) 성형체 제조 방법

패널성형원료인 폐암면, phenolic resin(국내 K사) 및 Al phosphate(국내 D사) paddle

Table 1. Composition for wasted rockwool/phenolic resin composite

Sample No.	Composition(wt%)			
	Wasted Rockwool	Wasted Newspaper	Phenolic resin (Novolac)	Al phosphate
1	60	20	20	-
2	80	-	20	-
3	85	-	15	-
4	70	-	15	15
5	80	-	10	10
6	80	-	15	5

Table 2. Classification of flame retardancy within a country

항 목	난연1급	난연2급	난연3급
가열시간	10분	10분	6분
온도시간면적(℃.분)	0	100이하	350이하
발연계수(CA)	30이하	60이하	120이하
잔염시간(초)	30초이하	30초이하	30초이하
방화상유해한사항	없을것	없을것	없을것

mixer에서 각 함량별 원료를 혼합하고 폐암면과 바인더 혼합물을 압축비 3:1의 비율로 패널을 고온 고압스팀하에서 패널 형태로 1차 성형하여 건조로에서 경화시켜 2차 성형된 성형체 시편편의 조성을 Table 1에 나타내었다.

2) 난연성능

건축내장재의 난연성을 측정하는 KSF2271(건축물의 내장재료 및 공법의 난연성시험 방법)의 시험방법에 의해 220×220×15mm의 성형체 표면을 건물 초기 화초기화재시와 유사한 조건으로 10min간 가열하여 가열중 연소열(온도상승), 연기량(발연계수), 잔염시간(종료후 불꽃연소시간), 기타방화상유해한 관찰사항에 의하여 난연등급(1급~3급)으로 나뉘지며 각 등급별 표면시험의 성능값을 보면 Table 2와 같다.

3) 단열성능

난연 3급이상의 성형체의 단열성을 측정하기 위해 KSL9016(평판열류계법)의 방법으로 300×300×15mm의 성형체에 열류계를 이용하여 열전도율을 결정하였으며 열전도율은 재료의 양면의 온도차에 의해 생기는 일정한 열류량과 두께 및 열류 면적으로 구성된 산출식에 의해 결정된다.(Fourier의 식)

$$q = \lambda \cdot \frac{\Delta T}{d}$$

q : 열류량(kcal/h) λ : 열전도율(kcal/m.h.℃)
 ΔT : 재료의 양면온도차(℃) d : 재료두께(m)

3. 실험결과

1) 난연시험결과

Table 3과 같이 성형체 총 6종 중 가연성분인 셀룰로오스로 구성된 폐신문지가 소량 혼합된 Sample No.1의 실험체가 연소감량이 많았고, 폐놀수지 및 무기질혼화제들로 구성된 No. 2~No.6의 실험체는 연소감량이 적었다. 이에 따라 온도상승(온도시간면적) 및 발연특성은 일반적으로 비례적으로 나타났으며, No1의 실험체는 가연성 폐신문지의 활발한 연소로 인해 연소감량과 온도시간면적이 증가함에 따라 난연 2급에 부적합되는

Table 3. Result of Flame retardancy test

Sample No.	연소감량 (g)	온도시간면적 (°C.분)	발연계수 (CA)	잔염시간 (초)	방화상 유해한 사항	판정
1	32.5	430.1	2.0	51	훈소화재	난연 3급 이하
2	10.2	0	18.0	0	무	난연 2급 이상
3	7.2	0	12.0	0	무	난연 2급 이상
4	12.0	0	15.0	0	무	난연 2급 이상
5	11.7	0	2.0	0	무	난연 2급 이상
6	13.1	2.0	2.0	0	무	난연 2급 이상

결과가 도출되었으며 Phenolic resin을 바인더로 사용한 No.2, 3의 성형체는 연소감량이 매우 적고 및 온도시간면적이 0의 값을 나타내었으며 잔염시간이 0sec를 나타냄에 따라 화재발생시에도 연소되지 않는 특성을 나타내었으며 No.4~6의 성형체는 페놀수지 및 AL-Phosphate 바인더를 5~15% 혼합하여 제조한 경우로서 성분구성이 유사한 Sample No. 2~4와 유사한 결과를 나타내어 No. 2~6은 난연 2급 이상의 성능을 나타내었다. 난연시험후의 패널성형체를 Fig. 1에서 나타내었으며 Sample No. 1의 경우 완전연소된 형태를 나타내며 Sample No. 2~6의 경우 성형체의 형태를 유지하며 가열된 표면만 국부적 연소에 의해 바인더 성분만이 탄화되는 것으로 나타났다.

2) 단열성능 시험

현재 상품화된 polyurethane, rockwool 패널의 열전도율은 0.055(kcal/m.h.°C) 이상의

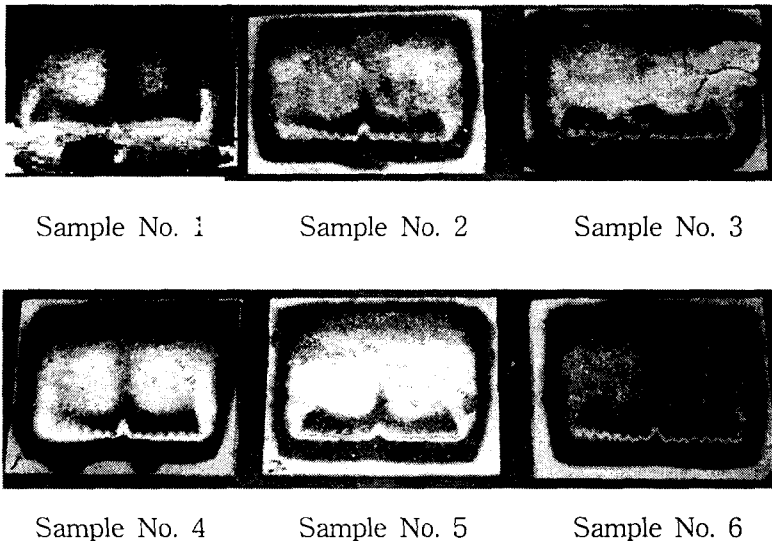


Fig. 1. Wasted fiber/phenolic resin panel composite after flame retardancy test

Table 4. Result of thermal conductivity test

Sample No.	밀도 (Kg/m ³)	열전도율 (kcal/m.h.℃)	비고
2	246.7	0.047	단열성능 적합
3	243.0	0.040	단열성능 적합
4	297.5	0.044	단열성능 적합
5	283.1	0.042	단열성능 적합
6	261.7	0.045	단열성능 적합

열전도율을 가지고 있어 이와 비교하여 단열성능을 판단한결과 Table 4와 같이 단열 성능이 우수한 것으로 나타났다. 또한 300Kg/m³이하의 저밀도를 나타냄으로써 경량성이 뛰어난 것을 알수 있다.

4. 결 론

건축폐기물, 선박폐기물로 발생되는 폐암면과 경량충진성분으로 폐신문지를 재활용한 성형 패널을 건축용으로 사용하기 위해 요구되는 난연 및 단열성능에 대한 측정결과 다음과 같은 결론이 도출되었다.

1. 폐신문지 혼합의 경우 가연성 셀룰로오스 성분에 의한 난연성능이 국내 난연등급 3급이하로 측정되어 패널의 경량충진 fiber성분으로는 부적절함을 나타내었다.
2. Phenolic resin을 패널 성형 바인더로 사용한 경우 온도시간면적 및 잔염시간이 0으로 나타냄으로써 난연 2급이상의 성능을 나타내었다.
3. Phenolic resin이 고온에서 탄화되어 바인더 효과를 나타낼수 없어 첨가한 무기 바인더 성분인 Al phosphate의 혼합시에도 phenolic resin 단독사용의 경우와 유사한 난연 및 단열시험 결과를 나타냄으로써 폐암면을 이용한 패널 성형시 무기바인더의 첨가 없이 phenolic resin 단독으로 사용가능한 것으로 나타났다.

건축부재 활용성을 높이고 폐기물을 재활용하여 난연 및 단열성능을 실험을 통해 기본적인 폐암면과 phenolic resin이 혼합된 패널의 난연성과 단열효과가 우수한 것으로 나타났으며 국내 난연등급시험은 눈에 보이지 않는 유해가스성 시험이 포함되고 있으므로 추후 연소가스 유해성실험을 지속적으로 수행할 예정이다.

참고문헌

- 1) Z. Wang and T. J. Pinnavaia, Chem. Mater., Vol. 10, pp. 3769-3771, 1998.
- 2) A. T. Palau, J. C. E. Garcia, A. C. O. Barcelo, M. M. P. Blas and J. M. M. Martinez, Int. J. Adhesion and Adhesives, Vol. 17, No. 2, pp. 111-119, 1997.
- 3) Y. G. kang. J. S. Kang and M. H. Cho, 산업안전학회지, Vol. 14, No. 5, pp. 83-86, 1999.