

폐지 복합재료의 물성

김철현*¹ · 김강재 · 엄태진[†]

(2008년 6월 21일 접수:2008년 8월 29일 채택)

Properties of Waste Paper Composite

Chul-Hyun Kim*¹, Kang-Jae Kim, and Tae-Jin Eom[†]

(Received June 21, 2008: Accepted August 29, 2008)

ABSTRACT

Waste paper plastic composites were prepared with old newspaper and old corrugated containers and mixed office waste and those properties were evaluated. The results were summarized as follows.

1. The strength properties like as tensile and Young's modulus revealed most high level in MOW composite.
2. The coagulation of fibers in paper particle should interrupt equal dispersion of polymer and paper particle.
3. The micrograph of the surface of composites showed the most high dispersion in ONP composite.

Keywords : waste paper plastic composite, MOW, ONP, OCC, coupling agent

1. 서론

도시의 인구집중화에 따른 생활쓰레기의 배출량이 점차 증가하고 있으며, 이러한 생활쓰레기는 현재 대부분 소각 및 매립에 의해 처리되고 있어 소각 시 다이옥신 발생 및 매립 시 침출수 유출 등 환경적, 사회적 문제점을 유발하고 있다. 이러한 생활쓰레기 중 폐지가 약 26%로 발생하고 있는 실정이다. 그러나 기존 제지용 원료로써의 고지를 이용할 경우 단일 지종으로 구성되어야 하는 등 그 이용에 제한점이 많아 분리 수거된

폐지의 경우 다시 소각 및 매립에 의해 처리되고 있는 실정에 있다.¹⁾ 따라서 수거된 폐지로부터 더욱 다양한 물질 생산을 위한 새로운 방법들의 개발이 필요하다.

Particleboard와 fiberboard와 같은 제품에서 재료로 폐지의 사용은 지난 20년 동안 많은 연구가 실행되었다. 폐지를 사용한 제품들은 목분 또는 섬유를 사용하여 혼합하거나 단독으로 사용하였으며 유기성 또는 무기성 접착제를 사용하여 결합시켰다.²⁻⁵⁾ 폐지는 panel을 제조하기 위한 재료로 목재보다 열등하였으나 폐지를 목재와 다양한 비율에서 혼합하거나 단독으로

• 경북대학교 농업생명과학대학 임산공학과 (Dept. of Wood Science and Technology, College of Agriculture and Life Sciences, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Korea)

*1 (주)LG화학 산업제테크센터 (Industrial Materials Tech-center, LG Chem. Ltd., Songjeong-dong, Hungduk-gu, Cheongju, Chungbuk, 361-721, Korea)

† 주저자(Corresponding Author) :E-mail: tjeom@knu.ac.kr

Table 1. Components and their ratio of lignocellulosic biomass polymer composites

Materials	Components lignocellulosic biomass polymer composites	Weight ratio of the components
Control	PE	100
Waste paper(WP)	ONP, OCC, MOW/PE	30/70

로 사용하여 특정 용도를 위한 panel을 제조할 수 있었다. 최근에는 polyethylene과 polypropylene과 같은 폐플라스틱을 폐목재 또는 폐지와 열성형시켜 composite를 제조하는 연구가 이루어지고 있다.⁶⁻⁷⁾

본 연구에서는 폐지를 사용한 고부가가치 소재를 만들기 위한 방법으로 폐지의 종류가 composite의 물성에 미치는 영향에 대해 조사를 하였다.

유한 polyethylene- graft-maleic anhydride (MAPE, Aldrich chemical co.)를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 Composite sheet의 제조 및 물성 측정

Composite의 혼합조건과 혼합비는 Table 1에 나타내었다. Composite는 Table 1의 혼합조건과 혼합비로 혼합한 다음 처리온도 130℃에서 Brabender(USA)를

Table 2. Comparison of physical properties of waste paper polymer composite on WP types and PE

Component	Weight ratio	Physical properties		
		Tensile strength (MPa)	Breaking elongation (%)	Young's modulus (MPa)
PE		6.91	105	7
ONP/PE	30/70	4.89	1.69	289
OCC/PE		4.44	2.14	208
MOW/PE		5.11	1.58	323

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료

2.1.1 폐지 (WP, waste paper)

폐지는 경북대학교 교내에서 발생하는 신문폐지 (ONP, old newspaper), 골판폐지(OCC, old corrugated containers), 사무실용 폐지(MOW, mixed office waste)를 무작위로 선별한 다음 단속식 건식지류해리기를 사용하여 건식해리 펄프를 제조하여 사용하였다.

2.1.2 Polymer

Composite의 모재로 사용된 thermoplastic은 20 g/10 min의 melt flow index와 0.924 g/cm³의 비중을 가지는 Liner low-density Polyethylene (LLDPE, SK chemical Co.)을 사용하였다.

2.1.3 Coupling agent

Coupling agent는 0.85 wt% maleic anhydride를 함

사용하여 제조하였다. 제조한 composite는 hot-press를 사용하여 130℃에서 3분 30초 동안 50 kgf/cm² 압력을 가하여 0.5 mm 두께의 composites sheet를 제조하였다. 물성측정은 composite sheet를 가로 15 mm, 세

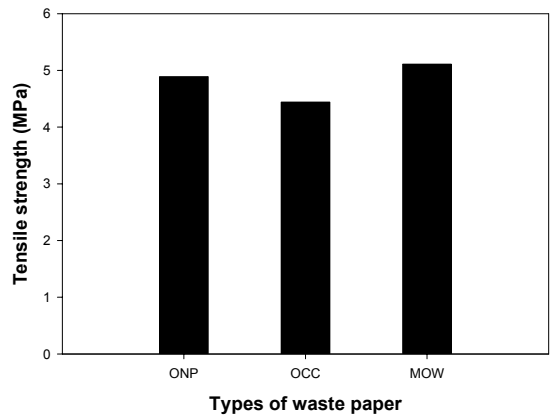


Fig. 1. Tensile strength of waste paper polymer composite on WP types.

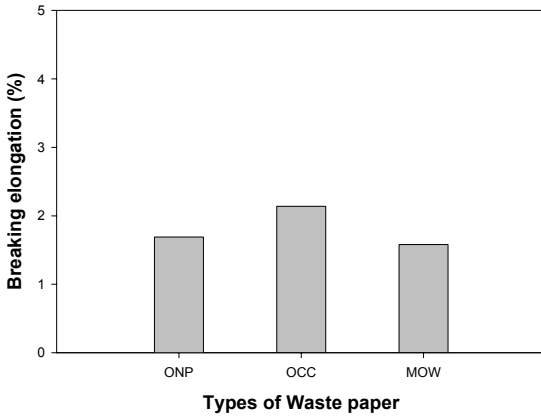


Fig. 2. Breaking elongation of waste paper polymer composite on WP types.

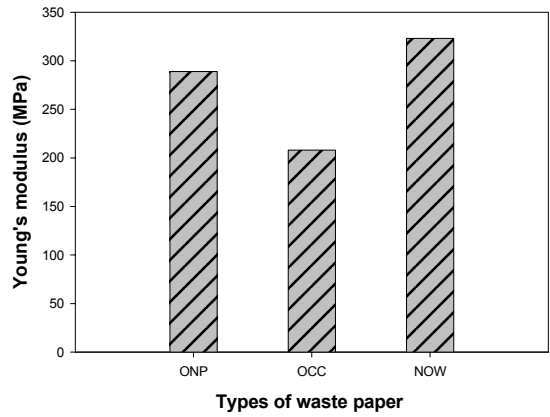


Fig. 3. Young's modulus of waste paper polymer composite on WP types.

로 150 mm로 절단한 후 HOUNSFILD H500M (ENGLAND)을 사용하여 인장강도와 신장률을 측정하였다.

2.2.2 Composite sheet의 외형 및 현미경 관찰

Composite sheet의 표면과 인장강도를 측정한 후 composite sheet의 인장 파단면을 ×100과 ×500의 배율로 비디오 현미경(DIGITAL COLOR CAMERA SDC-411, SAMSUNG)을 사용하여 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Waste paper polymer composite sheet의 물성

Fig. 1은 ONP, OCC, MOW의 폐지를 사용하여 제조한 waste paper polymer composite sheet의 인장강도를 나타내었다. 인장강도는 ONP가 4.89 MPa, OCC가 4.44 MPa, MOW가 5.11 MPa로 나타났으며 폐지 중 MOW를 사용하였을 때 가장 높은 인장강도를 나타내었다. 이는 MOW가 대부분 활엽수 화학펄프를 사용하여 생산하고 사무실용지 제조과정 동안 인쇄성 향상 및 백색도 개선을 위해 각종 충전물이 많이 첨가되기 때문이며, ONP는 신문 70%에 잡지와 virgin 펄프가 30%를 혼합한 것으로 virgin 펄프의 사용으로 인해 OCC에 비해 인장강도가 높게 나타났고 OCC의 경우 골판지폐지에 20-30%정도의 잡폐지를 혼합하여 생산

함으로써 물성이 낮게 나타났다고 생각된다.

Fig. 2는 폐지의 종류가 신장률에 미치는 영향을 나타내었다. 신장률은 OCC, ONP, MOW 순으로 높게 나타났다.

Fig. 3은 폐지의 종류에 따른 탄성계수를 나타내었다. 탄성계수는 인장강도와 비례하여 MOW, ONP, OCC 순으로 높게 나타났다.

3.2 Waste paper polymer composite sheet의 외형 및 현미경 관찰

Fig. 4는 폐지의 종류에 따른 composite sheet의 외

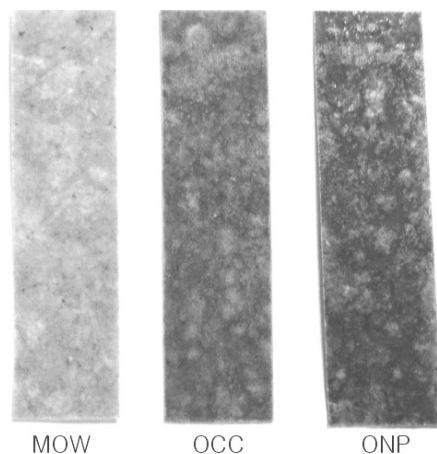


Fig. 4. Appearance of waste paper polymer composite on WP types.

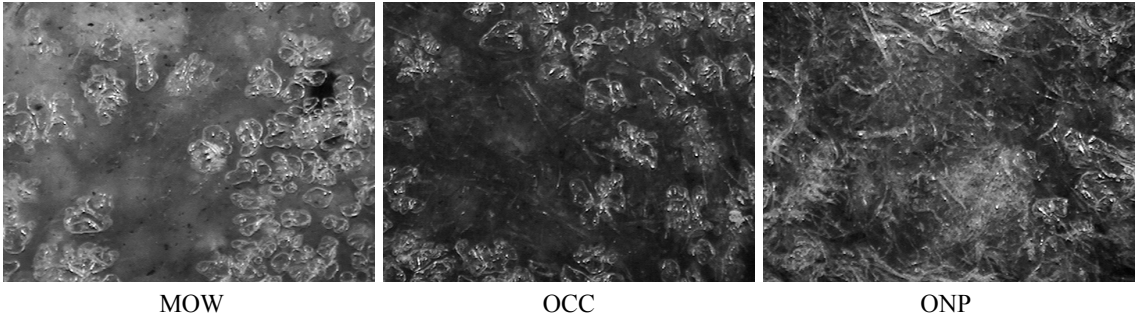


Fig. 5. Micrograph (× 100) of the surface of waste paper polymer composite on WP types.

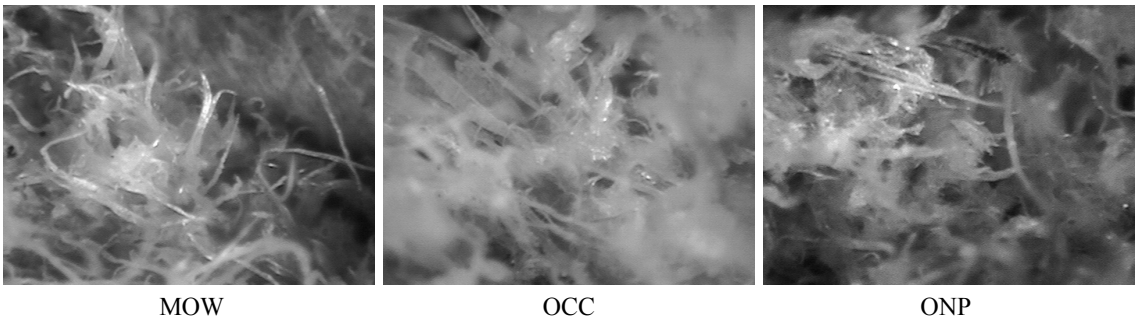


Fig. 6. Micrograph (× 500) of the tensile fracture surface of waste paper polymer composite on WP types.

형을 나타내고 있다. 폐지는 제조과정 중 폐지간의 엉킴현상이 일어남으로써 균질한 composite sheet의 형성을 어렵게 하였으며 폐지의 색상은 폐지 자체의 색상에 기인하였다.

Fig. 5는 폐지의 종류에 따라 제조된 composite sheet를 배율×100으로 현미경 관찰을 한 표면을 나타내고 있다. 폐지는 목재의 경우와 마찬가지로 기포의 발생이 관찰되었으며, 목재 입자보다 용적 밀도가 크므로 인하여 PE와의 혼합이 양호하지 않아 일부 부분에서 엉킴현상이 일어났다. 이는 coupling agent를 사용함으로써 개선될 수 있을 것이다. 본 실험 결과 ONP의 경우가 polymer와의 가장 좋은 분산성을 보이고 있음을 관찰 할 수 있었다.

Fig. 6은 폐지의 종류에 따라 제조된 composite sheet를 배율×500으로 현미경 관찰을 한 인장 파단면을 나타내고 있다. 폐지의 인장 파단면은 폐지와 PE간의 혼합이 양호하지 않아 폐지 간의 엉킴 부분이 파괴됨으로써 양호한 혼합과 계면 접착이 우수할 때 나타나는 매끄러운 파괴부분이 관찰 되지 않았다.

4. 결론

본 연구에서는 폐지의 새로운 용도 개발을 목적으로 폐지 플라스틱 복합재료를 제조하고 물성을 조사하였다.

그 결과는 다음과 같이 요약 할 수 있다.

1. MOW를 이용한 composite의 인장강도와 탄성계수가 가장 높게 나타났다.
2. 제조과정 중 폐지 섬유간의 엉킴 현상이 균질한 composite sheet의 형성을 방해한다.
3. 신문 폐지로부터 제조된 composite sheet가 가장 우수한 분산성을 보였다.

인용문헌

1. 환경부, 환경백서, 413-448 (1997).
2. Clad, W., On the use of waste paper for particle board production, Holz Roh-Werkstoff, 28:101-104

- (1999).
3. Krzysik, A., Youngquist, J. A., Rowell, R. M., Muehl, J. H., Chow, P., Shook, S. R., Feasibility of using recycled newspapers as a fiber source for dry-process hardboards, *Forest Prod. J.*, 43:53-58.
 4. Clemons, C. M., Myers, G. E., Properties of melt-blended composites from post-consumer polypropylene and waste papers, In : Conference proceedings of Society of plastic Engineers, 3:3213-3215.
 5. Gonzalez, C., Clemons, C. E., Harten, T. M., Effects of several ingredient variables on mechanical properties of wood fiber-polyolefin composites blended in a thermokinetic mixer, In : Proc of materials Research Society symposium, MRS. pittsburg, 266:127~135.