

마이크로플루트 골판지의 열전도도 및 전기저항 특성에 대한 연구

엄기증[†] · 조용민^{*1}

(2007년 2월 12일 접수: 2007년 5월 22일 채택)

Studies on Thermal Conductivity and Electric Resistance Properties of Microflute Corrugated Paperboard

Gi Jeung Um[†] and Yong Min Cho^{*1}

(Received February 12, 2007; Accepted May 22, 2007)

ABSTRACT

When microflute corrugated paperboards are used for food packaging, they necessarily need to meet the requirements for the distribution, transportation, and storage of food. The requirements could vary according to the contents in the packaging boxes. Microflute corrugated packaging paperboard for hot foods such as just-made coffee and hamburger requires to have a decent resistance property against high temperature. Along with a recent trend for small-quantity-multi-item upgraded packaging, semiconductor products and consumer-electronic appliances become to be packed using the environmental friendly microflute corrugated paperboard. In this case, the electric resistance property of the microflute corrugated paperboard becomes important. This study was carried out to investigate on the thermal conductivity and electric resistance properties of microflute corrugated paperboard.

Keywords : thermal conductivity, electric resistance, microflute corrugated paperboard, recycling, food packaging

1. 서 론

골판지가 식품용 포장재로서 사용되는 경우, 포장되

는 내용물에 따라 각기 다른 기능이 요구된다.¹⁻⁴⁾ 예를 들어, 과채류와 같은 신선도가 중요시되는 포장재로서의 골판지는 선도 유지를 위해 통기성이 포장 재료에 요

• 강원대학교 창강제지기술연구소(Chang Kang Paper Research Institute, Chunchon, 200-701, Korea)

* 한국골판지포장지공업협동조합(Korea Corrugated Packaging Case Industry Asso. Seoul, 137-871, Korea)

† 주저자 (Corresponding Author): E-mail: gjum_1@yahoo.co.kr

구되는 물성이라고 할 있으며, 선도 유지를 위해 골판지 원지에 숯이나 기타 기능성 약품을 첨가한 실험 등도 일부 진행되었다. 또한 과채류 등의 포장에 사용되는 골판지는 냉장 이송이 되는 경우가 많은데, 이와 같이 이송 중의 외기 수분 변화에 대한 차폐 기능이 충분하지 못한 경우 내용물이 상하는 경우가 있기 때문에 포장용 골판지 원지에 외기 조건의 저항성을 높이기 위한 외침 사이징에 관한 연구도 진행되고 있다.

뜨거운 커피나 햄버거 등을 포장할 때는 포장재의 열전달지연성이 매우 중요한 특성이 된다. Fig. 1은 뜨거운 커피를 컵에 담을 때, 손으로 잡기 용이하도록 하기 위한 M/F 골판지 포장재와 이 포장재로 컵을 감싼 상태를 보여주고 있다. 이처럼 포장용 골판지의 경우 포장 내용물의 성질에 따라 요구되는 골판지 포장재의 물성이 각기 다르며, 내용물에 따라 골판지 원지를 선택할 수 있는 시스템이 구축될 수 있다면 친환경 포장재로서의 골판지의 부가가치를 좀 더 높일 수 있을 것으로 판단된다.⁵⁻⁶⁾

또, 최근에는 국내외적인 반도체산업의 발달과 전자제품의 포장화가 고급화되고 소량 다품목으로 바뀌는 추세에 맞추어 골판지포장재의 전기절연성에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. M/F 골판지를 절연체로 사용하기 위한 것이 아니라 고가의 제품에 전기적 충격으로부터 보호하기 위한 기술의 개발이 필요하므로 이를 충족시키기 위한 기초자료를 제공하고자 본 연

구에서 포장용 청정 M/F 골판지를 생활용품과 전자제품 포장용으로 활용할 수 있는 M/F 골판지를 제조하여 이에 대한 전기절연저항을 평가하였다.

따라서 본 연구에서는 뜨거운 내용물을 포장하는 식음료용 M/F 골판지에 중요시되는 특성인 열전달지연성을 M/F 골판지별로 평가하여 M/F 골판지원지의 구조에 따라서도 다른 열전달지연성을 평가하고, 아울러 M/F 골판지를 생활용품 및 전자제품 포장용으로 활용할 수 있는가를 알아보기 위하여 본 연구에서는 M/F 골판지를 제조한 후 이들에 대한 절연저항시험을 하고 이를 일반 골판지와 비교 분석 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

식음료 포장용 M/F 골판지를 생산하기 위하여 국내 S사에서 식품용으로 주문 생산한 100% BKP를 지료로 조성하여 식품 노루용, 내유성 및 일반 미장용 색지를 공시재료로 사용하였으며, 생활용품 포장용 M/F 골판지를 생산하기 위하여 국내 G사에서 생산한 M/F 골판지원지의 평량 RK75, RK80, RK90 및 D사의 골심지 S120, 라이너 SK180과, 생활용품 포장용을 사용하기 위하여 백상지 80 GSM으로 M/F 골판지를 생산하기 위하여 공시재료로 사용하였고, 전자제품 포장용 M/F

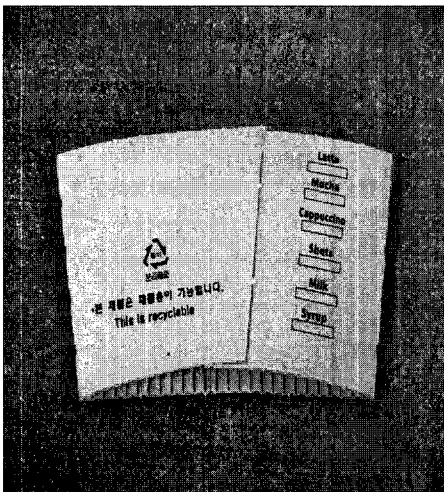


Fig. 1. Microflute paperboard packaging for wrapping hot coffee cup.

골판지를 생산하기 위하여 S사에서 생산한 평량 120 GSM의 mink지(M)의 6종(light yellowish green, blue, yellow, light red, black, white), RC120(적색), CC120(청색)을 공시재료로 사용하여 M/F 골판지를 생산하였다. 또, 일반 골판지와 열전달지연성과 전기절연저항을 비교 평가하기 위하여, 마닐라판지(SC계열), KLB, 일반 골판지 중 A/F, B/F, E/F의 골판지를 협력기업으로부터 분양받아 사용하였으며, 일반 골판지원지는 협력기업인 G사로부터 분양받아 사용하였다.

다음은 본 연구의 공시재료로 사용할 때의 공시재료와 비교하기 위하여 사용하는 골판지원지로 RK75, SK180, SC200, SC240, SC260, SC280, KLB300이고, 포장용 청정 M/F 골판지원지 구성은 F5(F70×F70×F35), F7(C70×F70×F35), F8(C70×F70×C70), MF3 RC120×CC120), MF4(RC120×M200×CC120), WP1(SC200×S120×B150), RK1(RK75×RK75×RK75), RK2(RK75×RK80×RK75), RK3(RK75×K90×K75), RK4(RK75×S120×RK75), RK5(RK80×RK75×RK80), RK6(RK80×RK80×RK80), RK7(RK80×RK90×K80), RK8(RK80×S120×RK80), RK9(RK90×RK75×K90), RK10(RK90×RK80×RK90), RK11(RK90×RK90×

RK90), RK12(RK90×S120×RK90)이고, 일반골판지의 원지 구성은 A/F(SK180×S120×K180), B/F SK180×180×K180), E/F(K180×S120×K180)이다. 이들 공시재료의 두께, 평량, bulk 특성에 따른 열전달지연성과 절연저항을 비교, 분석하였다.

2.2 열전달지연성 실험

식음료 포장용 M/F 골판지의 열전달지연성을 평가하기 위하여 측정 장비로 Anter사의 Guarded heat flow meter인 Quickline 10-C를 이용하여 ASTM E 1530 heat flow meter법에 따라 공시재료의 열전달지연성을 평가하였다. Fig. 2는 시험에 사용된 열전도도 측정 장비이다. 상부의 가열 실린더는 50℃로 상온 유지되며 하부의 냉각 실린더는 20℃로 유지되어 상부의 실린더가 하강하여 일정 압력(9.5 psi)으로 시편을 고정 및 밀폐한 후 30 분간 실린더 내부의 열 변화를 감지하여 열전도도를 측정하였다.

2.3 전기 절연저항 실험

M/F 골판지의 전기절연저항시험은 골판지원지의 경우는 표면저항으로 평가하고 골판지의 경우 체적저



Fig. 2. Heat flow meter.

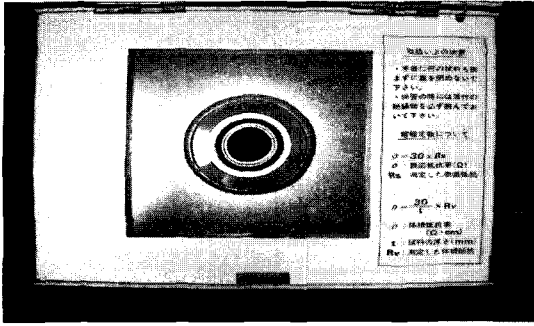


Fig. 3. Electric resistance tester.

항시힘을 통하여 측정하였다. 표면저항이란 물체에 직류전압을 가할 때 표면을 통하는 전류의 비로서 물체의 고유 특성 값을 의미한다. 체적저항은 골판지와 같이 골심시에 의하여 재료의 중심에 공간을 가지고 있는 재료의 절연저항을 말하는 데 표면저항은 표면의 한 지점에서 다른 지점까지 전류가 흐를 때를 저항을 말하나, 체적저항은 표면에서 이면으로 전달될 때의 절연저항을 의미한다.

일반 골판지와 M/F 골판지의 절연저항의 표면저항과 체적저항은 KS M 3015에 의거하여 시험조건은 적용전압 500V, 시간 60초, 온도 20±2℃, 습도 65±2%RH에서 시험장비 TOA-SME-8311를 사용(Fig. 3)하여 측정하고, 계산을 위하여 D1=1.96 cm, D2=2.41 cm로 하였다. 절연저항은 eq. [1]에 의하여 계산하였다.

$$R = R_s \frac{S_1 \times \theta_1}{S_2 \times \theta_2} \quad [1]$$

여기서, R: 절연저항(Ω), Rs: 표준저항(Ω), S₁: 표준저항 Rs로 측정하였을 때의 만능분류기의 배율, θ₁: 표준저항 Rs로 측정하였을 때의 검류계 바늘의 진폭(mm), S₂: 시험편을 접촉시켰을 때의 만능분류기의 배율, θ₂: 시험편을 접촉시켰을 때의 검류계 바늘의 진폭(mm)

3. 결과 및 고찰

3.1 식음료 포장용 M/F 골판지의 열전도도

M/F 골판지를 식음료용으로 사용하기 위하여 유해성평가와 더불어 M/F 골판지의 열전도도를 평가하기

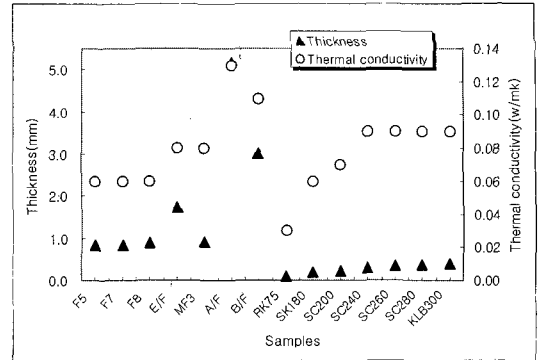


Fig. 4. Relationship between A/F, B/F, E/F, and M/F thickness and thermal conductivity.

위하여 열전도도와 M/F 골판지의 두께, 평량 및 bulk 특성과의 관계를 구명하였다. 열전도도란 뜨거운 음식물을 M/F 골판지로 포장할 경우에 열이 포장재의 외부로 전달되는 것을 지연시킬 수 있는 특성을 말한다. 따라서 본 연구에서는 M/F 골판지의 열전도도를 일반 골판지원지나 판지와 비교하여 M/F 골판지의 열전달 지연효과를 구명하기 위하여 Fig. 4에 A/F, B/F, E/F 및 M/F 골판지 및 원지의 두께와 열전도도의 관계를 나타냈다.

Fig. 4에서 보는 바와 같이 골판지원지와 판지의 경우는 두께가 두꺼울수록 높은 열전도도를 나타냈다. 식음료용 M/F 골판지의 경우, 두께 증가에 따라 열전도도가 증가하였으나 골판지원지나 판지에 비하여 그러한 경향은 크지 않았다. 다만 양면 M/F 골판지보다 편면 M/F 골판지의 열전도도가 더 높게 나타났다.

Fig. 5는 M/F 골판지의 두께와 열전도도의 관계를 나타낸 것으로 M/F 골판지의 두께가 두꺼울수록 열전

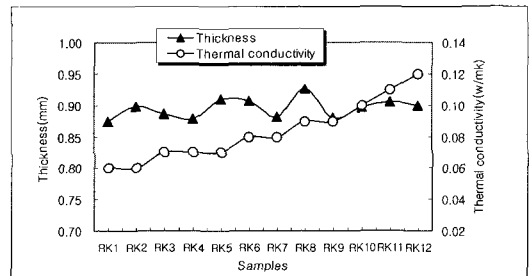


Fig. 5. Relationship between M/F thickness and thermal conductivity.

도도가 증가하는 경향을 나타냈으며, 공시재료 RK90-RK12까지는 열전도도가 두께의 증가폭에 비하여 더 크게 증가하는 경향을 나타냈다. 본 연구에서 두께가 두꺼운 골판지일수록 오히려 열전도도가 높은 것으로 나타났는데, 이는 일반적인 solid 재료의 경우 두께가 두꺼울수록 열전도도가 낮아지는 것과는 다른 결과를 나타내었다. 이는 골판지의 경우 골심지의 크기가 커지는 경우 라이너와 골심지 간의 접촉 면적이 증가하여 열전달 면적이 커지기 때문으로 판단되는데, 열전지 연성의 경우 골판지의 두께 보다는 열이 전달되는 통로 즉 접촉면적에 영향을 더 크게 받는 것으로 판단되어진다.

또, M/F 골판지가 가장 낮은 열전도도를 나타내었는데 이는 M/F 골판지가 다른 골판지에 비해 두께는 낮지만, 상대적으로 골심지 골의 곡률반경이 적기 때문에 라이너와의 접촉 면적이 적어 열전달 시 열의 이동 면적이 적어 열전도도가 낮아진 것이라고 판단되어진다.

Fig. 6은 공시재료의 열전도도와 두께간의 상관성을 나타낸 것으로, 판지와 골판지를 모두 포함한 경우 상

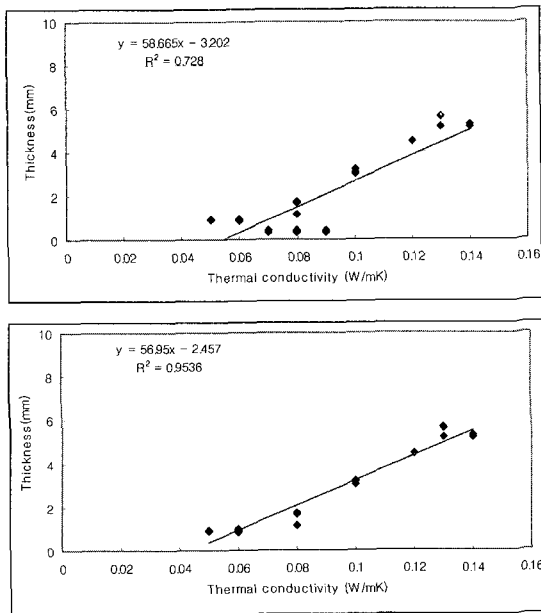


Fig. 6. Relationship between thickness and thermal conductivity.
(top: paperboard+corrugated paperboard, bottom: corrugated paperboard)

관계수가 0.72이지만 골판지만을 데이터로 사용하는 경우 상관관계수가 0.95로 골을 가지는 같은 형태의 골판지의 경우 열전도도는 두께에 정비례의 결과를 나타내었다. 연구에 사용된 골판지의 경우 두께는 골의 크기에 따라 달라지며 골의 크기가 클수록 골판지의 두께는 높게 나타나기 때문에 골판지의 열전도도는 골의 크기에 가장 크게 영향을 받는 것으로 판단되어진다. 접촉 방식의 열전도도 측정에 있어서 열원에 접촉하는 물질의 면적이 넓을수록 열전달이 용이할 것을 판단되며, 이 경우 골의 크기에 따른 Z-방향의 두께 보다는 골의 형태에 따른 라이너와 골심지 간의 접촉 면적이 열전도도에 가장 큰 영향 인자가 되는 것으로 판단되어진다.

Fig. 7은 A/F, B/F, E/F 및 M/F 골판지 및 원지의 평량과 열전도도의 관계의 관계를 나타낸 것으로 모든 공시재료에 대하여 평량의 증가에 따라 열전도도가 증가하는 경향이 매우 뚜렷하게 나타났다. 일반 골판지인 A/F, B/F, E/F, M/F 순으로 평량이 감소함에 따라 감소하였으며 M/F 골판지인 F5, F7, F8의 경우는 식품포장용으로 사용하기 위하여 개발된 M/F 골판지이나 평량에 따른 열전도도의 경향은 크게 나타나지 않았다. 이는 각 공시재료 간에 평량의 차이가 크지 않아 뚜렷한 경향을 보이지 않았으나 E/F 일반 골판지와는 명백한 차이를 보여 향후 열전도도가 낮은 M/F 골판지를 뜨거운 식품 포장용으로 사용할 수 있을 것으로 기대되어진다. 또, A/F와 B/F 골판지의 경우는 평량에 따른 판지와 차이를 나타냈으나 열전도도가 높아 오히려 열전달지연효과가 낮을 것으로 보이며, 현재 판지를 이용한 뜨거운 식품 포장용기보다 M/F 골판지를 이용하는 것이 원하

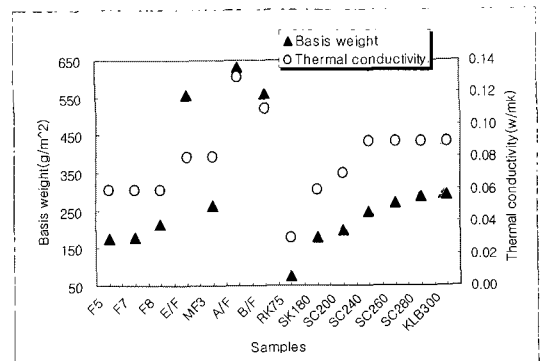


Fig. 7. Relationship between A/F, B/F, E/F and M/F basis weight and thermal conductivity.

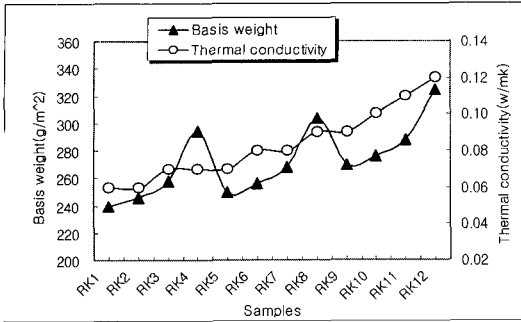


Fig. 8. Relationship between M/F corrugated paperboard's basis weight and thermal conductivity.

는 특성을 발휘할 수 있을 것으로 판단되어진다.

Fig. 8은 M/F 골판지의 평량과 열전도도의 관계를 나타낸 것으로 M/F 골판지를 제조할 때 라이너의 평량을 75, 80, 90 GSM으로 증가시키면서 골심지의 평량을 75, 80, 90, 120 GSM으로 증가하여 제조한 M/F 골판지의 평량과 열전도도의 관계이다.

Fig. 8에서 보는 바와 같이 라이너와 골심지의 평량이 증가함에 따라 열전도도가 증가하였으며 특히 골심지가 120GSM으로 급격히 증가함에도 열전도도가 오히려 약간 낮아지는 경향을 보인 공시재료 RK1 - RK8의 경우와 달리 RK9 - RK12의 경우는 오히려 급격한 열전도도의 상승을 나타냈다. 이는 RK4, RK8, RK12의 공시재료는 골심지가 S120으로 일반골판지용 골심지를 사용하였기 때문에 M/F 골판지의 평량이 급격히 증가하였으며 다른 공시재료에 비하여 오히려 열전도도가 높은 경향을 나타냈기 때문으로 판단되어진다.

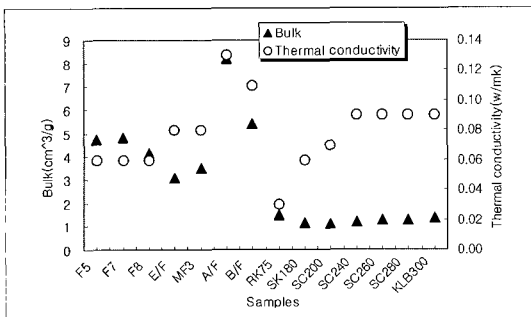


Fig. 9. Relationship between A/F, B/F, E/F, and M/F bulk and thermal conductivity.

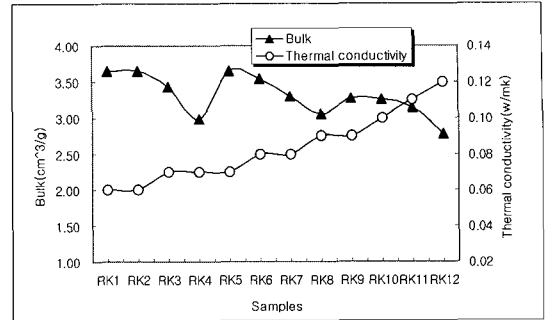


Fig. 10. Relationship between M/F corrugated paperboard bulk and heat conductivity.

Fig. 9는 A/F, B/F, E/F 및 M/F 골판지 및 원지의 bulk 이 특성이 다를 경우 열전도도의 관계를 나타낸 것으로, 판지의 bulk 특성은 공시재료간 큰 차이를 보이지 않았으나 열전도도가 평량의 증가에 따라 증가하는 경향을 보였다. 그리고 일반 골판지와 M/F 골판지의 경우는 bulk 특성과 무관하게 열전도도를 보였으나 A/F의 경우는 bulk가 증가할수록 열전도도가 높게 나타났다.

Fig. 10은 M/F 골판지의 bulk와 열전도도의 관계를 나타낸 것으로, M/F 골판지의 bulk가 감소할수록 열전도도가 증가하는 경향을 보였다. 공시재료 RK9 - RK12 구간에서는 bulk가 감소할수록 더 높은 열전도도를 나타냈다. 이는 평량과 두께에 의한 영향이 크기 때문으로 판단되어진다.

따라서 본 연구에서 식음료 포장용 M/F 골판지를 제조하여 두께, 평량 및 bulk 특성과 열전도도의 관계를 볼 때 판지나 골높이가 큰 골판지의 경우 두께나 평량에 따라 열전도도가 증가하였으며, bulk 특성을 감소하는 경향을 나타냈다. M/F 골판지는 두께, 평량 및 bulk 특성에 따라 열전도도의 변화가 다소의 영향을 주었으나 판지와 비교할 때는 M/F 골판지가 동일한 평량일 때 더 낮은 열전도도를 나타냈다.

3.2 M/F 골판지의 절연저항

M/F 골판지를 전자제품 포장용으로 사용하기 위하여 개발한 M/F 골판지의 절연저항을 측정하여 전자제품을 포장하고 전자제품을 운송과정에서 마찰력에 의한 정전기현상에 의한 과전류의 흐름을 방지하기 위하여 M/F 골판지와 일반 골판지, 판지 및 M/F 골판지의

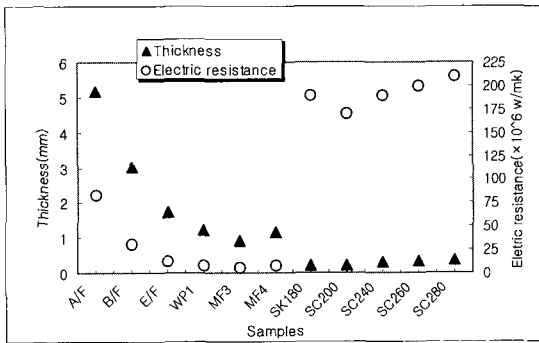


Fig. 11. Relationship between A/F, B/F, E/F, and M/F corrugated paperboard thickness and electric resistance.

절연저항 실험을 하였다. 절연저항이란 절연물에 직류 전압을 가하면 극히 작은 전류가 흐르며, 이 경우의 전압과 전류의 비를 말한다.

Fig. 11은 A/F, B/F, E/F 및 M/F 골판지 및 원지의 두께와 절연저항의 관계를 나타낸 것이다. Fig. 11에서 보는 바와 같이 판지와 골판지 원지는 표면저항을 측정하였으며, 골판지의 체적저항으로 절연저항을 나타낸 것으로 골판지의 두께가 얇아수록 절연저항이 낮게 나타났으나 판지와 골판지 원지의 경우는 뚜렷한 상관관계를 나타내지 않았다. 동일한 원지구성을 한 M/F 골판지인 MF3과 MF4는 편면 M/F 골판지인 MF3이 양면 M/F 골판지인 MF4보다 낮은 절연저항을 보여 양면 M/F 골판지가 편면 M/F 골판지보다 더 높은 절연저항을 나타냈다.

Fig. 12는 M/F 골판지의 두께와 절연저항의 관계를

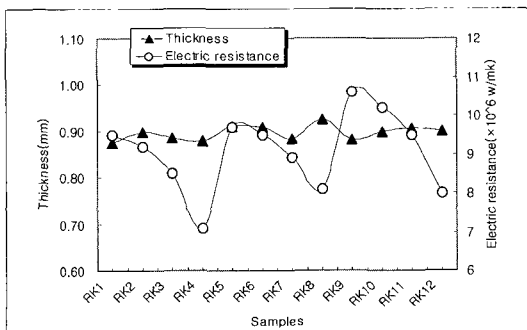


Fig. 12. M/F corrugated paperboard thickness and electric resistance.

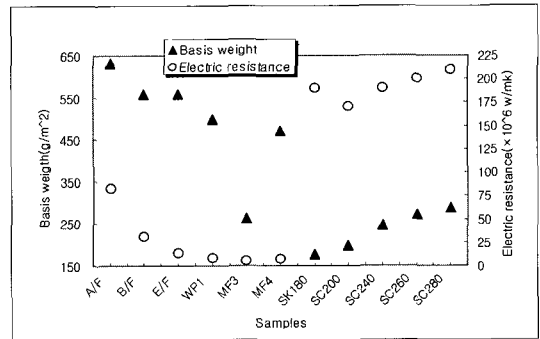


Fig. 13. Relationship between A/F, B/F, E/F, and M/F corrugated paperboard basis weight and electric resistance.

나타냈으나 M/F 골판지의 두께가 완만한 경향을 보이는데 비하여 절연저항은 M/F 골판지의 라이너의 평량이 일정할 때 골심지의 평량이 증가함에 따라 감소하였다. 그리고 라이너의 평량이 증가할수록 절연저항이 증가하는 경향을 나타냈으나 뚜렷한 경향을 보이지는 않았다.

Fig. 13은 A/F, B/F, E/F 및 M/F 골판지 및 원지의 평량과 절연저항의 관계를 나타낸 것으로 판지나 골판지 원지는 평량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타냈으며, 일반 골판지와 M/F 골판지의 경우도 평량이 증가함에 따라 절연저항이 증가하는 경향을 나타냈다. 골판지에 대한 절연저항은 체적저항으로 골판지를 두께방향으로 통과할 때의 절연저항을 측정된 것이며, 판지나 골판지 원지는 표면저항이 절연저항을 나타내므로 표

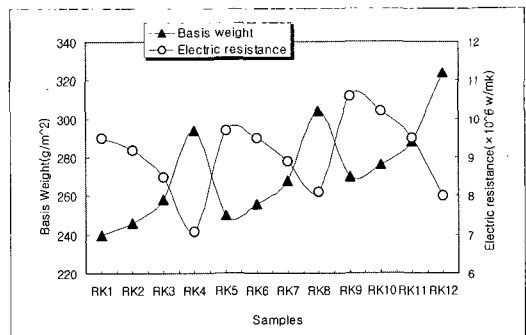


Fig. 14. Relationship between M/F corrugated paperboard basis weight and electric resistance.

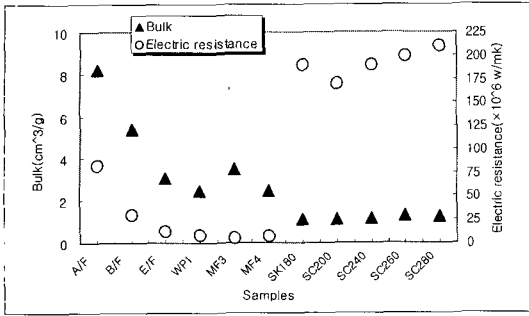


Fig. 15. Relationship between A/F, B/F, E/F, and M/F corrugated paperboard bulk and electric resistance.

면에서 발생하는 정전기의 발생량을 의미한다고 말할 수 있다. 다만 이러한 한 가지 방법으로 모든 절연저항을 알 수 있는 것은 아니므로 골판지와 판지사이의 절연저항의 차이를 알 수 있는 기초 자료로 활용할 수는 있을 것으로 사료된다.

Fig. 14는 M/F 골판지의 평량과 절연저항의 관계를 나타낸 것으로 M/F 골판지의 평량이 증가함에 따라 절연저항이 감소하는 경향을 보였으며 라이너와 골심지의 평량이 증가할 경우에도 유사한 결과를 나타냈다. 또, 평량과 절연저항은 반비례관계를 나타냈으나 라이너의 평량에 비하여 골심지의 평량 증가가 절연저항을 더 높여 주는 경향을 나타냈다.

Fig. 15는 A/F, B/F, E/F 및 M/F 골판지 및 원지의 bulk와 절연저항의 관계를 나타낸 것으로 골판지에서는 bulk가 증가할수록 절연저항이 높게 나타났으나 판지나 골판지원지의 경우는 일정한 경향을 나타내지 않았다. 골판지의 경우는 A/F, B/F, E/F, M/F 절연저항이 낮아지므로 절연저항을 높여주기 위해서 M/F 골판지를 제조할 때 골성형 후 골유지력을 지속시킬 수 있는 기술개발이 있어야 할 것으로 판단되어진다.

Fig. 16은 M/F 골판지의 bulk와 절연저항의 관계를 나타낸 것으로 bulk가 감소할수록 절연저항이 감소하는 정비례관계를 나타냈으며, 특히 bulk가 감소하는 폭이 좁아질수록 절연저항은 더 크게 감소하는 경향을 보였다.

따라서 bulk한 특성이 클수록 절연저항은 증가하며 절연저항을 높이기 위해서 M/F 골판지의 골성형 시 골높이를 높여주고 골유지력을 높여주는 것이 바람직할

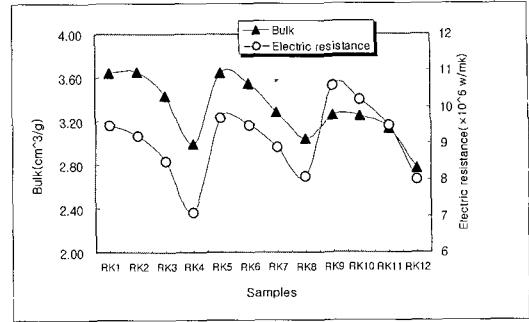


Fig. 16. Relationship between M/F corrugated paperboard bulk and electric resistance.

것으로 판단된다.

4. 결론

접촉식 열전도도 시험은 열전달 매체의 두께보다는 열전달 매체의 두께 방향으로의 매체간의 연속성(접촉면적)이 접촉식 열전달에 있어서 더 중요한 인자로 인식되었다. 이 경우 M/F 골판지가 다른 일반 골판지보다 골의 크기가 작기 때문에 Z-방향으로의 두께는 더 낮게 되지만 작은 골에 의해 라이너와 골심지 간의 접촉면적이 적어지기 때문에 열전달 지연 효과가 더 크게 나타났다. 열전도도만으로 M/F 골판지의 열적 성질을 모두 평가할 수는 없으나 접촉식 열전도도는 M/F 골판지가 기존의 A/F, B/F, E/F 등 보다는 Z-방향의 두께는 낮지만 보다 우수한 열전달 지연 효과를 가진 것으로 판단되어진다.

식음료 포장용 M/F 골판지를 제조하여 두께, 평량 및 bulk 특성과 열전도도의 관계를 볼 때 판지나 골높이가 큰 골판지의 경우 두께나 평량에 따라 열전도도가 증가하였으며, bulk 특성을 감소하는 경향을 나타냈다. M/F 골판지는 두께, 평량 및 bulk 특성에 따라 열전도도의 변화가 다소의 영향을 주었으나 판지와 비교할 때는 M/F 골판지가 동일한 평량일 때 더 낮은 열전도도를 나타냈다.

골판지에 대한 절연저항은 체적저항으로 골판지를 두께방향으로 통과할 때의 절연저항을 측정된 것이며, 판지나 골판지원지는 표면저항이 절연저항을 나타내므로 표면에서 발생하는 정전기의 발생량을 의미한다

고 말할 수 있다. 다만 이러한 한 가지 방법으로 모든 절연저항을 알 수 있는 것은 아니므로 골판지와 판지사이의 절연저항의 차이를 알 수 있는 기초 자료로 활용할 수는 있을 것이다.

A/F, B/F, E/F, M/F 절연저항이 낮아지므로 절연저항을 높여주기 위해서 M/F 골판지를 제조할 때 골 성형 후 골유지력을 지속시킬 수 있는 기술개발이 있어야 할 것으로 판단되어진다.

인용문헌

1. Kirwan, M. J., Chapter 2 in "Paper and paperboard packaging technology", ed, Kirwan, M. J. p. 50, Blackwell Publishing, Ltd. London (2005).
2. Kirwan, M. J., Chapter 3 in "Paper and paperboard packaging technology", ed, Kirwan, M. J. p. 84, Blackwell Publishing, Ltd. London (2005).
3. Kirwan, M. J., Chapter 10 in "Paper and paperboard packaging technology", ed, Kirwan, M. J. p. 262, Blackwell Publishing, Ltd. London (2005).
4. Poustis, J., Chapter 11 in "Paper and paperboard packaging technology", ed, Kirwan, M. J. p. 317, Blackwell Publishing, Ltd. London (2005).
5. The interaction of paper moisture and temperature and its effect on corrugated board quality, Corrugating International, November 1999, Vol. 1(3).
6. 조용민, 송주완, 김진무, Microflute 골판지 제조 시 골판지원지 특성분석 및 평가, 응용화학, 한국공업화학회, 7(2):799-802 (2003).