

# 프레스 보드 절연지의 유전 특성에 관한 연구

김귀열\*, 엄승욱, 강동필, 윤문수  
한국전기 연구소 전기재료 연구부

## A Study on Dielectric Characteristics of Pressboard Insulating Paper

G.Y.Kim\*, S.W.Eom, D.P.Kang, M.S.Yun  
KERI Division of Electrical Materials

### ABSTRACT

The dielectric properties of pressboard depend on the chemical and fine structures as well as on the macroscopic structure of pressboard.

The investigate on the dielectric characteristics of pressboard, therefore, provides an important approach to an understanding of the correlation between the characteristics and the structure of pressboard.

The purpose of this research is to investigate the dielectric properties of pressboard.

### 1. 서론

산업규모의 발달로 인해 전력 수요의 규모는 증대하고 있으며, 이로 인한 전력계통의 초고압화가 진행되고 있을 뿐만 아니라, 이에 수반한 고신뢰성 절연재료의 개발과 성능 개선이 요망된다.

프레스 보드는 기계적, 열적, 화학적, 전기적 특성이 뛰어나서 변압기, 차단기류에 사용되는 훌륭한 절연재료로서 평가 받고 있을 뿐만 아니라 또한 유증기기의 절연과 회전기 코일의 절연물에 크게 기여한다.

한편 이 프레스 보드는 현재까지 국산화가 전혀 되어 있지 않은 중요 절연재료로서 전량 수입에 의존하고 있으며, 국산화율은 전무한 상태이다.

따라서 프레스 보드 국산화를 위하여 제작조건, 구성성분등을 고려하여 제작을 행하고, 기술적인 문제의 해결과 기계적, 열적, 화학적 및 전기적 특성

을 파악하여 제작 공정에 도입해야할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 각 조건을 달리하면서 프레스 보드 시작품들을 제작하고 이들의 전기적 특성중에서 온도와 주파수를 변화시켜 측정된 유전특성에 대하여 고찰하고자 한다.

### 2. 사용시료

본 실험에서 사용된 시편은 일반 제지 공정에 의해 제작하였으며, 각 시작품의 종류는 sizing유무와, pulp의 종류 및 Epoxy, Starch, 초 순수등의 첨가에 따라 조건을 달리하면서 표1과 같이 제작하였다.

그리고 그림1에 일반적인 cellulose의 화학적 구조를 나타내고 있다.

표1. 각 시작품의 종류 및 특성

시편명	특성	두께 ( $\mu\text{m}$ )	밀도 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	체적저항율 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	표면저항율 ( $\Omega$ )
6	500-s	956	0.87	$2.8 \times 10^{11}$	$0.9 \times 10^{12}$
7	I-N	915	0.93	$1.9 \times 10^{11}$	$1.6 \times 10^{12}$
8	I-S	871	0.95	$2.9 \times 10^{11}$	$3.2 \times 10^{12}$
10	O-N	907	0.92	$1.7 \times 10^{11}$	$3.0 \times 10^{12}$
13	I-S-ST	913	0.92	$2.5 \times 10^{11}$	$2.8 \times 10^{12}$
15	I-S-E	992	0.93	$3.9 \times 10^{11}$	$2.4 \times 10^{12}$
17	I-H-S	930	0.91	$2.9 \times 10^{11}$	$4.5 \times 10^{12}$

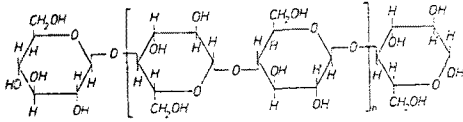


그림1. cellulose의 화학적 구조

### 3. 실험

표1에 나타낸 체적저항율과 표면저항을 측정은 High Resistance Meter (Hewlett Packard . HP 4339A)를 이용하였다.

그리고 본 실험에서 사용된 실험장치는 Hewlett Packard . 4194A Impedance /Gain-Phase Analyzer 제품을 사용하였다.

전극은 silver paste를 이용하여 주전극 직경 50 [mm] 로 제작, 온도범위 15~130 [°C] , 주파수 범위 120 [Hz] ~ 40 [MHz] 사이에서 유전율과 유전손실을 각각 측정하였다.

### 4. 실험 결과 및 고찰

#### 4.1 실험결과

##### 4.1.1 주파수 의존성

그림 2와 3은 프레스보드 시작품의 주파수 변화에 대한 비유전율 ( $\epsilon_r$ ) 및 유전정접 ( $\tan \delta$ ) 의 값을, 온도를 파라메타로 하여 측정된 결과를 도시한 것이다.

그림 2 의 비유전율-주파수 곡선에서 주파수가 증가 할 수록  $\epsilon_r$  의 값은 서서히 감소하면서 유전분산이 나타나는 것이 확실하다. 또, 15°C 로부터 40°C 로 온도가 증가하면 비유전율은 증가하나 40°C 이상에서는 온도의 상승에 따라서 비유전율은 감소한다.

다음, 그림 3 의 유전정접-주파수 곡선에서 유전정접 값은 주파수 증가에 따라 감소하다가 증가함을 알 수 있다.

##### 4.1.2 온도 의존성

그림 4 와 5 는 프레스보드 시작품 (No.6) 을 주파수 300[Hz]-1[MHz], 온도 15-130[°C] 사이에서 측정된 비유전율과 유전정접을 온도의 함수로 도시한 것이다.

온도가 15°C 로부터 40°C 로 상승하면 비유전율은 주파수에 관계없이 서서히 상승하여 유전분산이 일어나며, 40°C 이상의 온도에서 비유전율은 서서히 감소하여 분산이 일어나는 것이 명백하다.

그리고, 유전손실의 기울기는 300Hz-100kHz 의 주파수 범위에서는 온도 증가에 따라 40°C 까지 증가하다가 감소하였고, 300kHz 주파수 이상에서는 온도 증가에 따라 감소함을 확인하였다.

한편, 그림 6 과 7 은 각 시작품의 종류에 따라 온도 변화에 대한 비유전율 및 유전정접의 값을 도시하였다.

#### 4.2 고찰

프레스보드의 각 시작품을 조건을 달리하면서 제작하여 그 유전특성을 고려하였다.

각 시작품의 체적 저항율은  $10^{11}[\Omega \text{cm}]$  크기를 나타내었으며, 표면 저항율은  $10^{12}[\Omega]$  을 가지고 있을 수 있고, 각 시작품들은 주파수 120Hz-4MHz 측정온도 15°C에서  $\epsilon_r$ ,  $\tan \delta$  를 측정된 결과, 대부분의 시편들은  $\epsilon_r$  의 값이 5-7 이며, 또한,  $\tan \delta$  의 수치는 0.07 정도를 표시하였다. 따라서 각 시작품들의 다양한 전기적 특성을 정확히 규명함으로써 프레스보드의 국산화가 가능하리라 사료된다.

본 연구는 한전지원 생산기술 개발사업의 일부분으로 수행되었으며, 재정적 지원을 해준 한국전력공사와 온양팔프(주)에 감사드립니다.

### REFERENCE

1. M. Norimoto, "Dielectric Properties of wood", pp. 106, 1976
2. 전기신문, "전기전자 절연재료" pp. 161, 1978
3. A. Venkateswaran, "A Comparison of the Electrical Properties of Milled Wood Cellulose, and Milled Wood Lignin", pp. 248, wood science, 1972
4. A. J. Nanassy, pp. 104, Wood Science and Technology, 1970
5. T. Yamada, pp. 19, Wood Research, 1973
6. corona사, 전기절연지, pp. 140, 1969
7. G. P. Mikhailov et al, pp. 1383, Vysokomol. soyed, 1966
8. D. E. Kane, pp. 405, J. of polymer science, 1955

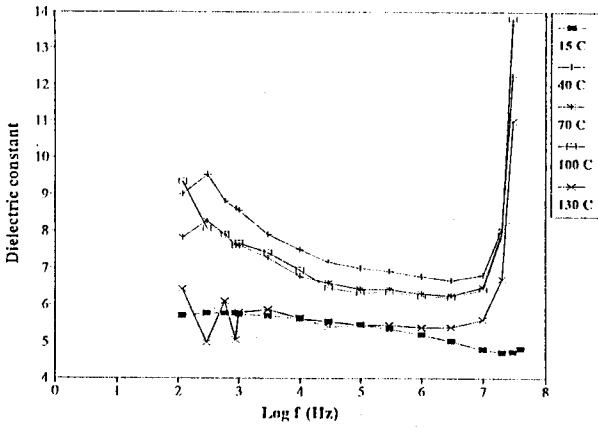


그림2. 프레스보드 시작용(No.6)에서 비유전율의 주파수 의존성

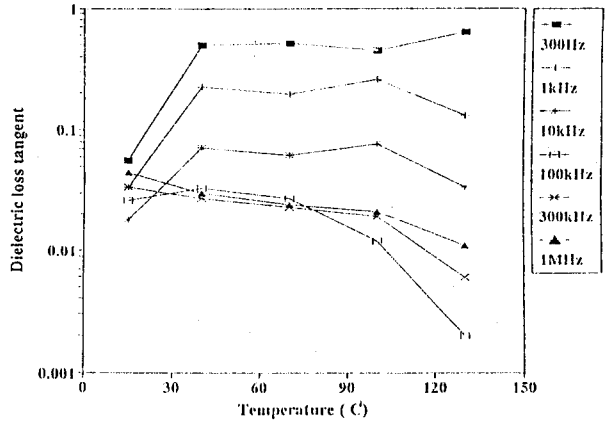


그림5. 프레스보드 시작용(No.6)에서 유전정접의 온도 의존성

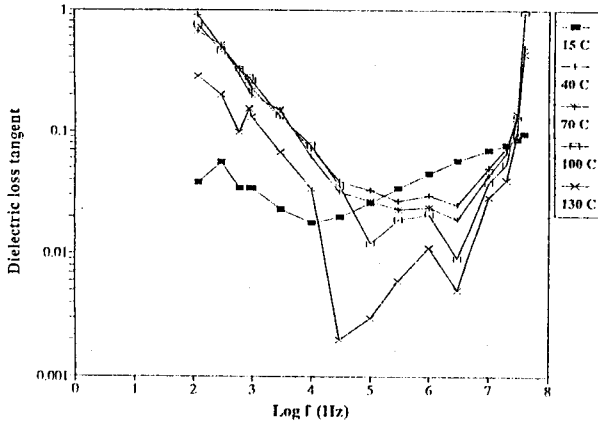


그림3. 프레스보드 시작용(No.6)에서 유전정접의 주파수 의존성

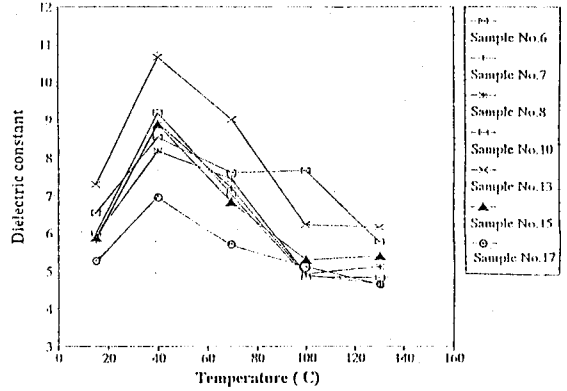


그림6. 온도에 따른 프레스보드의 비유전율 특성 (주파수 : 1kHz)

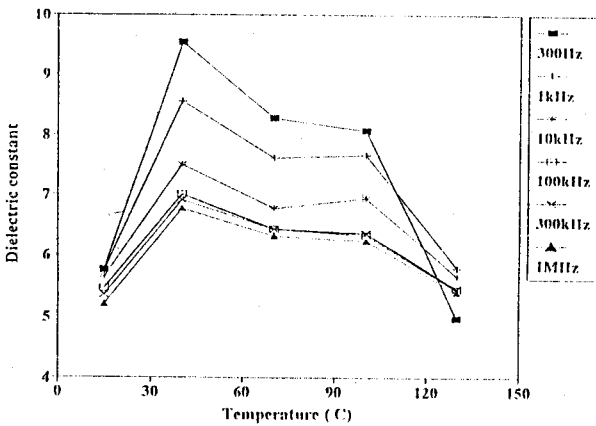


그림4. 프레스보드 시작용(No.6)에서 비유전율의 온도 의존성

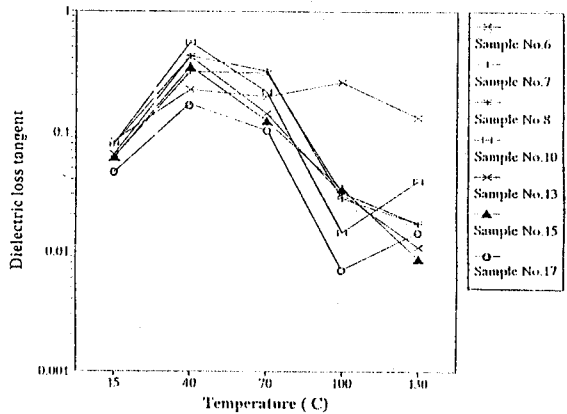


그림7. 온도에 따른 프레스보드의 유전정접 특성 (주파수 : 1kHz)