

2차 경화가 상온경화용 에폭시 수지의 전기적

특성에 미치는 영향

곽 영 손 , 조 정 수 , 이 종 호 , [○]선 종 호

- 부산대학교 전기공학과 -

The effect of post-cure of epoxy resin for room temperature on electrical characteristics

Young Soon Kwak , Chung Su Cho , Jong Ho Lee , Jong Ho Sun
(Pusan National Univ. Electrical Eng.)

1. 서 론

경화과정에서 현저한 화학적 반응을 동반하여 본자량과 점도가 변화하고 쌍극자 및 이온운동의 자유도가 감소하며, 주형시 간편하고 전기적 기계적 특성이 뛰어난 열경화성 수지인 에폭시 수지는 1930년대 후반기에 P. Caston 과 S. D. Greenlee에 의해 합성 되었으며 전기절연재료로서의 용도로는 회전기, 변압기 등의 절연과 콘덴사 봉싱, 전선의 코팅 및 주형절연재료, 절연판 등으로 많이 이용되고 있다.

일반적으로 에폭시 수지는 경화제와의 혼합에 의해 고분자 사의 3차원적 가교를 행하게 하여 망목상 구조를 가진 고체를 만들어 필요한 경우에는 경화반응을 촉진시키기 위해 촉진제를 사용하기도 한다. 경화제로서는 액체상으로 상온에서 경화가 가능한 아민계와 100°C 이상에서 경화가 가능한 산-무수물계의 2 종류가 있다. 또한 전기절연재료로서의 에폭시 수지의 물성은 경화제와 혼합하여 초기경화를 행한 후 2차경화의 온도 및 시간에 따라 크게 변화하므로 이에 따라서 전기적 특성도 변화가 있으리라 생각된다.

본 연구에서는 대표적인 에폭시 수지의 하나인 Stycast 1266(주제: Diglycidyl Ether bisphenolA, 경화제: 변성 Polyamine)을 사용하여 상온에서 초기경화된 에폭시 필름으로 다시 60-150°C 의 범위에서 시간에 따른 후기 경화를 행하여 각

2차 경화조건에 대한 에폭시 수지의 물성 및 전기적 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

본 실험에서 사용한 에폭시 수지재료는 Emscion & Cuming 사의 것으로서 에폭시 수지의 물성과 전기적 특성을 조사하기 위하여 주제와 경화제를 적당량 혼합하여 직경 약 100[mm], 두께 약 100±5[um]의 판상시료를 제작하였다.

제작과정을 보면 일반적으로 에폭시 수지는 접착력이 강하며 금속등에는 이형이 어렵고 또 이형제를 사용할경우 시료자체의 특성이 변할 우려가 있으므로 두께 1cm 정도의 유리판에 에폭시 수지의 이형이 용이한 필름을 부착시키고 그위에 두께를 조정하기 위하여 100um의 링형태의 필름을 올려놓는다. 이 링가운데에 경화제를 혼합한 에폭시액을 붓고 기포발생을 없애기 위하여 겔시작 시간을 조사해서 겔시작 시간에서 에폭시 액위에 이형 필름이 부착된 위판 유리판을 덮고 가압을 위하여 적당무게를 그위에 올려 놓는다. 이렇게 하여 상온(약 25°C)에서 12시간 정도 지나면 두께 약 100±5um 정도의 필름상의 에폭시 수지가 제작된다. 이렇게 초기 경화된 에폭시 수지를 다시 60, 90, 130, 150°C에서 각각 2, 5, 10, 24 시간 혹은 36시간까지도 2차경화를 행한다. 각각의 2차 경화된 시료로서 밀도구배법에 의하여

밀도를 측정했고, JIS 규격에 따라 두께 3.1mm, 폭 12.6mm, 길이 120mm의 막대형 시료를 만들어 열변형 온도를 측정했다. 또 전기적 특성으로서 $\tan\delta$ 및 비유전율, 절연강도 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

(1). 그림(1)은 겐시작점을 조사하기 위하여 각 온도에서 시간에 따른 에폭시 액의 체적저항을 나타내는 것으로서 겐시작점은 50°C에서 20분, 40°C에서 45분, 30°C에서 60분, 25°C에서 120분임을 알수가 있다.

(2). 그림(2)는 각 2차경화온도에서 시간에 따른 밀도 특성 곡선을 나타내고 있다. 밀도는 1.18-1.20사이에서 존재하며 150°C에서는 2차 경화 시간에 따라 밀도가 급격히 증가하고 90°C에서는 밀도의 변화가 거의 없음을 알수있다. 이것은 고온으로 갈수록 가교가 급격히 증가되어 밀도가 급증되는 것으로 생각된다.

(3). 그림(3)은 각 2차경화 온도에서 시간에 따른 열변형 온도 특성곡선을 나타내고 있다. 그림에서처럼 고온 장시간 2차경화일수록 열변형도가 커짐을 알수있다.

(4). 그림(4)는 인가전압 1[kV]하에서 2차 경화 시간에 따른 각온도에서의 $\tan\delta$ 치를 나타내고 있다. 이 그림에서처럼 2차 경화시간이 길수록 $\tan\delta$ 치는 감소하나 130, 150°C에서는 10시간 이후부터 상승함을 알수가 있다. 이것은 시료의 열화로 인하여 손실의 증가가 원인인 것으로 생각된다.

(5). 그림(5)는 직류절연 강도를 나타낸 것으로 130°C 2시간과 90°C 24시간에서 최고치를 나타내며 130°C와 150°C에서는 피크치가 없이 절연강도가 떨어짐을 알수있다.

4. 결론

각 그림에서 2차경화시간이나 온도에 따라서 에폭시 수지의 물성 및 유전역률이나 파괴 강도 등의 전기적 특성이 변화됨을 알수있다. 또한 에폭시 수지만을 사용할경우 경화시에 수축이 심하므로 유리섬유와 같은 Filler를 넣어 사용하면 더욱 우수한 전기적 기계적 특성을 가질수 있을리마 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) 김 박 온 "에폭시 수지" 대광서림
- 2) 김 상 용 "고분자물리학" 서울대학교 출판부
- 3) T.W. Dakin, "Application of Epoxy resin in electrical Apparatus", IEEE, Vol, EI-9, No. 4, PP. 121-128, 1974.
- 4) C.J. Park, "Some Dielectric and Mechanical Properties of Heat treated Biaxially Drawn PET Film", IEEE, Electrical Insul, EI-20, NO. 3, PP. 567-573d 1985.
- 5) J.H. Beard, B.Sc, Ph.D, "Intrinsic electric strength of epoxide resins", PROC. IEEE, Vol. 114, No. 7, 1967.

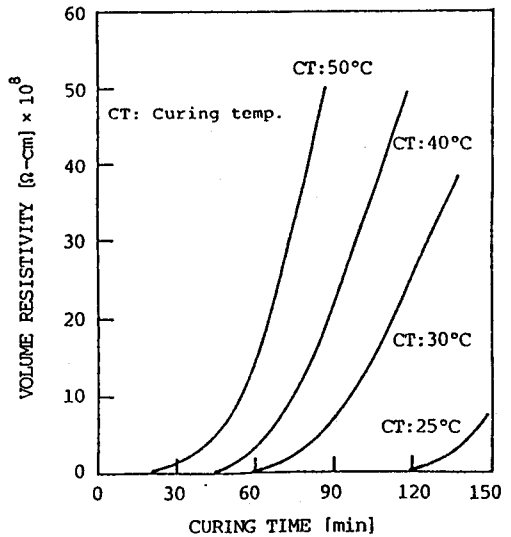


그림. (1) 에폭시수지의 체적저항-경화시간특성곡선

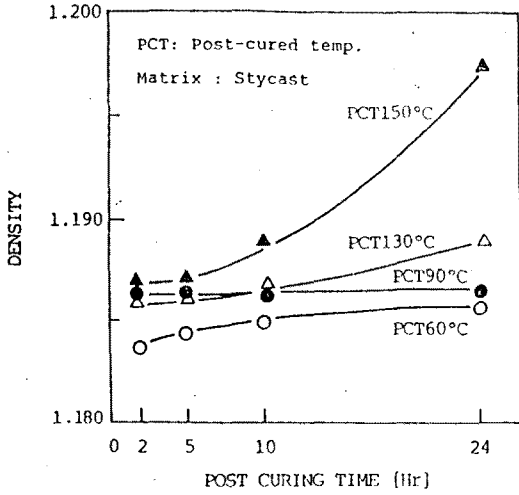


그림. (2) 에폭시수지의 밀도-후기경화시간 특성곡선

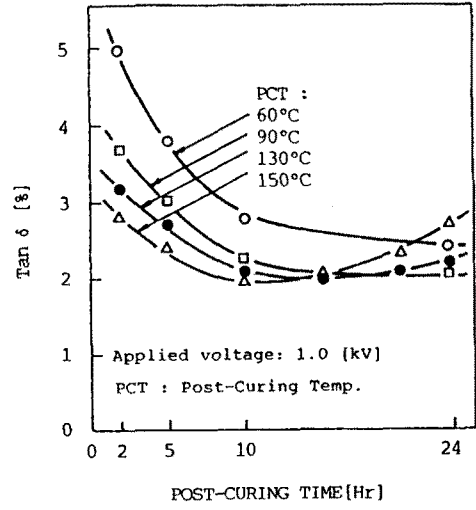


그림. (4) 에폭시수지의 유전손실-후기경화시간 특성곡선

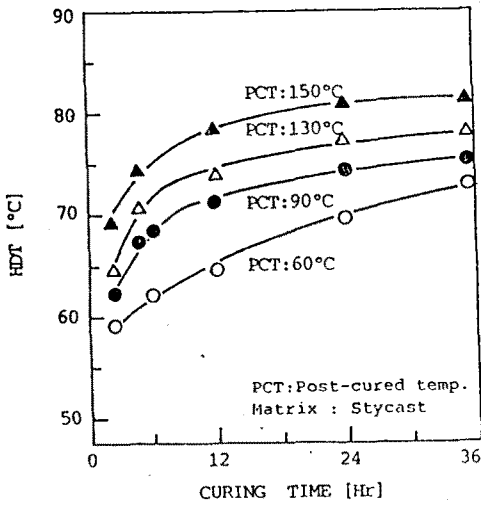


그림. (3) 에폭시수지의 열변형온도-후기경화시간 특성곡선

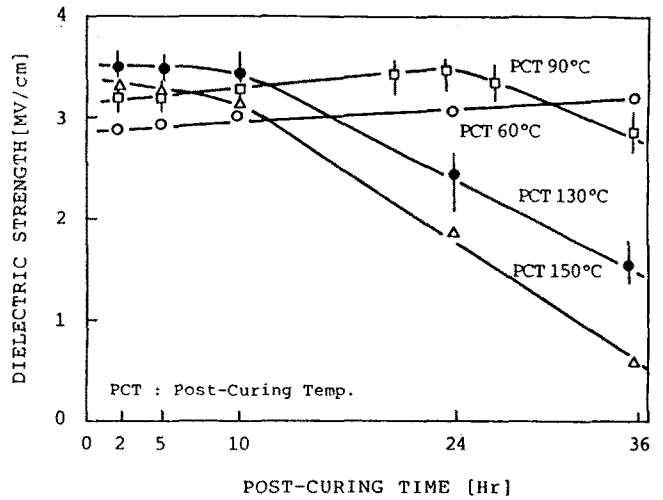


그림. (5) 에폭시수지의 적류절연강도-후기경화시간 특성곡선