

# 타이어코드용 PET섬유의 암모니아수 처리에 따른 구조와 물성

이기환, 방윤혁, 조현호

부산대학교 공과대학 섬유공학과

## 1. 서론

PET 타이어코드는 타소재의 가격에 비하여 강도와 탄성률이 우수하고 특히 나일론에 비하여 초기탄성계수 및 치수안정성이 우수하며 평탄점(flat spot)현상도 작기 때문에 레이온을 대신하여 승용차용으로 사용량이 계속 증가되고 있다. 그러나 PET타이어코드는 가황시 고무배합제와 수분 등에 의하여 가수분해를 일으키며, 트럭, 버스 등과 같은 대형타이어의 경우에는 나일론이나 레이온 등에 비해 발열하기 쉬우며 타이어내부에서 발생하는 고열, 암모니아, 수분 등에 의한 화학적 피로가 급격히 일어나 노화가 빨리 진행된다[1]. 따라서 이러한 점을 개량하기 위하여 화학적 피로에 의한 노화현상을 연구하는 것은 필수적이다.

주행시 타이어에서 발생하는 열, 수분 및 암모니아 가스 등은 에스테르 결합을 분해하여 분자사슬의 절단이 일어나고, 그 결과 타이어코드의 강도와 탄성이 저하되며, 타이어의 수명이 단축된다는 다수의 연구[2,3]가 있다.

Cagliao 등[4]은 고온(180°C)에서 가수분해에 의한 PET의 모폴로지를 연구하였으며, 가수분해는 주로 비결정영역에서 일어나지만 가수분해시간이 길어지면 결정영역에서도 분해가 일어난다고 보고하였다. 또한 Farrow 등[5]은 PET를 아민분해하는 동안 물성의 변화가 일어나며, 결정영역과 비결정영역에서 동시에 분해가 일어나지만 비결정영역에서의 분해가 초기에 급격히 일어난다고 하였으며, Kurita 등[6]은 PET의 아민분해의 경우 비결정영역이 초기에 급속히 분해하고 lateral surface의 결정라멜라가 천천히 분해된다고 하였다.

이상의 연구에서와 같이 가수분해 및 아민분해에 의한 영향은 연구가 많이 되어 있으나 실제 타이어 주행중에 발생하는 수분 및 암모니아가스 등에 의해 일어나는 화학적 노화현상을 정량적으로 검토한 것은 찾아보기 힘든 실정이다.

따라서 본 연구에서는 PET 타이어코드의 화학피로에 관한 연구의 일환으로 장주기가 서로 다른 시료를 이용하여 장주기구조가 내화학피로성에 미치는 영향과 암모니아수 처리에 따른 미세구조와 물리적 성질의 변화를 검토하고자한다.

## 2. 실험

### 2.1 시료

장주기가 서로 다른 두가지 PET 타이어코드용 섬유를 사용하였으며, 제조조건 및 특성은 Table 1과 같다.

**Table 1.** Processing conditions and structural characteristic of the sample

Sample	Spinning speed(m/min)	Draw ratio	Heat-set temperature(°C)	I. V.	Denier	Long period(Å)
H	550	5.7	240	0.9	1519	186
L	3525	1.7	240	0.9	1523	139

화학적 피로는 암모니아수가 들어있는 밀폐용기내에 시료가 침지되지 않게 매달은 후 Table 2와 같은 조건으로 처리하였으며, 처리한 시료는 아세톤으로 충분히 세척한 후 24시간동안 진공건조하였다. 처리온도는 주행시 타이어 내의 발열온도인 120°C와 웨이브 현상이 일어나는 140°C로 하였다.

**Table 2.** The treated condition of the PET tire cord

Sample cord	Treating temperature of ammonia water(°C)	Treating time of ammonia water(min.)	Sample cord	Treating temperature of ammonia water(°C)	Treating time of ammonia water(min.)
H120-30	120	30	H140-30	140	30
60	120	60	60	140	60
90	120	90	75	140	75
120	120	120	90	140	90
150	120	150			
L120-30	120	30	L140-30	140	30
60	120	60	45	140	45
90	120	90	60	140	60
120	120	120	75	140	75
150	120	150	90	140	90

## 2. 2 분석

암모니아수 처리에 따른 구조와 물성의 변화는 광각 X-선회절, 밀도, Rheovibron, DSC, 인장특성 등으로 평가하였다.

## 3. 결과 및 고찰

Figure 1은 암모니아수 처리시간에 따른 H시료의 강신도를 나타내는 것으로 처리시간이 증가함에 따라 강도의 감소가 나타나며 이러한 강도의 감소는 가암모니아 및 가수분해에 의한 분자사슬의 절단이 일어나기 때문으로 생각된다. 또한 신도는 처리시간 120분에서 급격한 감소를 보이고 있다.

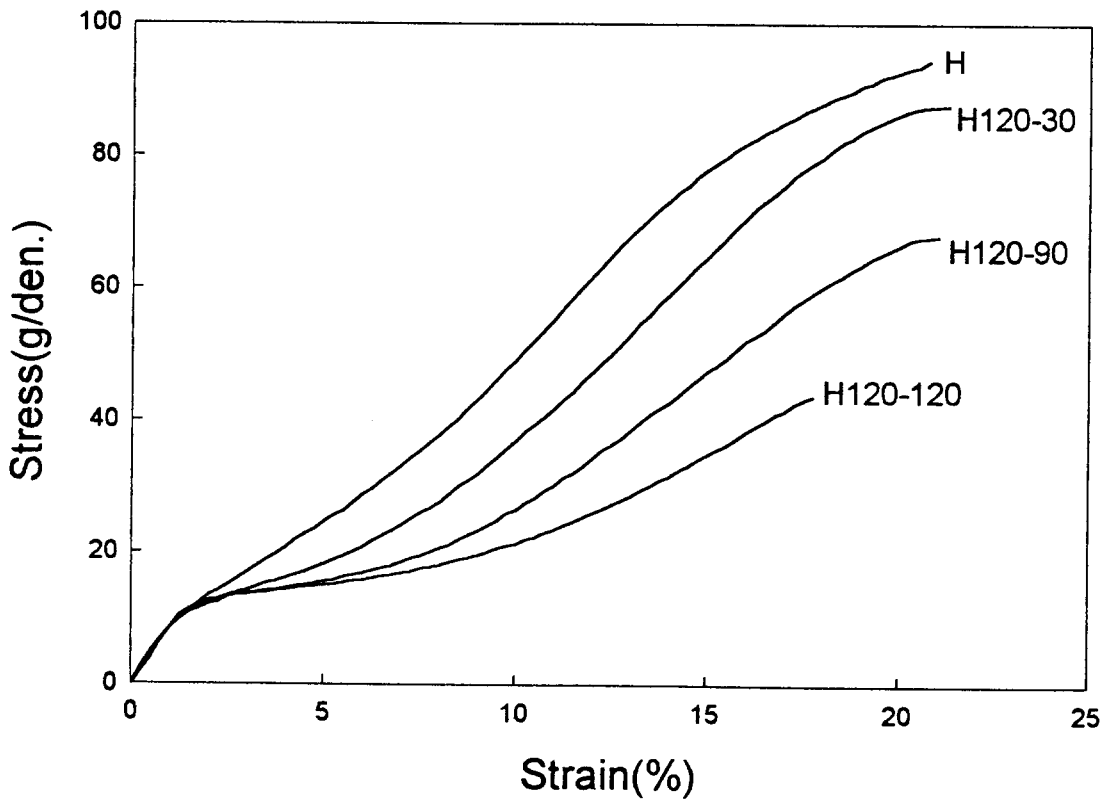
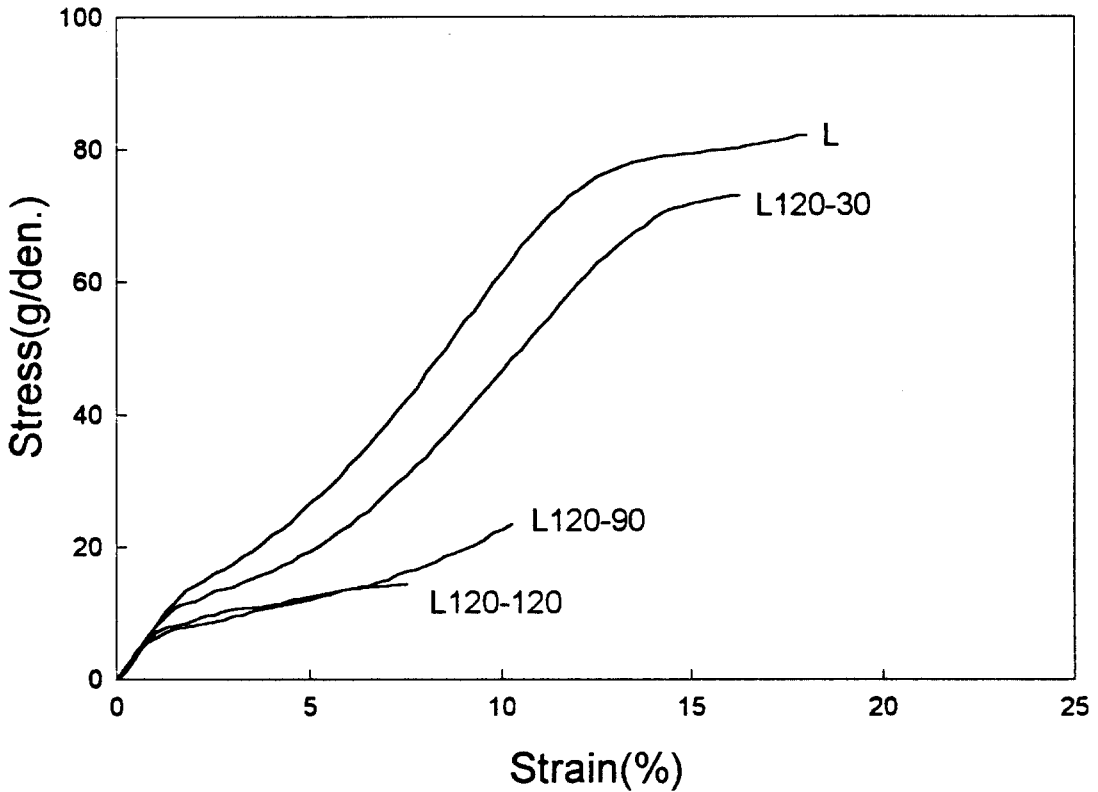


Figure 1. Stress-strain curves of H sample as a function of treated time.

Figure 2는 암모니아수 처리시간에 따른 L시료의 강신도를 나타내는 것으로 figure 1과 유사한 경향을 보이고 있으나, 강도감소의 정도가 H시료보다 더 크며 신도도 큰 폭의 감소를 보이고 있는 것으로 보아 H시료가 L시료보다 내화학피로성이 더 좋음을 알 수 있다.



**Figure 2.** Stress-strain curves of L sample as a function of treated time.

#### 4. 참고 문헌

1. 福原節雄, 日本纖維學會誌, 36, 290(1980).
2. 石崎舜三, 日本纖維學會誌, 25, 347(1969).
3. 藤本邦彦, 日本ゴム協會誌, 57, 580(1984).
4. M. E. Cagliao, F. J. Balta, C. Vanderdonckt, and H. G. Zachmann, *Polymer*, 34, 2024(1993).
5. G. Farrow, D. A. S. Ravens, and I. M. Ward, *Polymer*, 3, 17(1962).
6. T. Kurita, *Kobunshikagaku*, 26, 511(1969).