

# 비섬유소 인조 섬유의 일광 안정도 증진에 관한 연구

육 영 수  
안 태 완

*A Study on the Light Stability Increase of Non-Cellulosic Fiber by Y.S. Yuk and T.O. Ahn.*

Abstract:

Possible methods of protection of non-cellulosic fibers, particularly nylon filament yarn, from the damaging effects of light are discussed. Manganese acetate, cupric acetate, G1-06-196 and sodium phosphate are used as a light stabilizer for nylon filament yarn.

The light stability of filament containing different weight of  $TiO_2$  is increased as the following order: Bright > Semi-Dull > Full-Dull

The protection effect against light according to the presence of the light stabilizer in filament increased in the following order:

Manganese acetate > Cupric acid > G1-06-196 > Sodium phosphate

Manganese acetate is shown to be the most effective salt for protecting nylon against light. 15 ppm of the salt is shown to be effective enough for protecting nylon filament yarn against light.

## I. 서 론

섬유는 光線에 의한 脆化現象으로 섬유의 强

\* 섬유기술사

\*\* 서울대 공대 교수

伸度耐久性の 감소와 黃變現象을 일으킨다는 사실은 일반적으로 알려져 있다. 비섬유소 인조 섬유 중에서 특히 나일론의 경우는 光의 照射에 따라 重合物사슬의 아미드가 分解되어 불규칙한 切斷現象이 일어나고 따라서 라디칼이 형성된다. 이것은 다시 酸素와 반응하여 過酸化물을 形成하고 다시 分解하여 결국에는 強力의 손실, 分子量の 감소 및 나일론의 光 脆化現象을 일으키게 된다<sup>1)</sup>. 또 나일론의 光 취화 현상은 光의 종류에 따라 그 영향이 서로 다르다.

일반적으로 日光은 그 波長領域이 300~5,000  $m\mu$ 로 구성되고 있으며, 그 중 波長이 300~400 $m\mu$ 영역인 紫外線에 의하여 섬유가 손상된다는 것이 알려져 있다. <sup>2)</sup>따라서 이와 같은 취화 현상들을 고려할 때 光安定劑로서 ① 紫外線吸收劑 ② 酸化防止劑 ③ 라디칼 소모제들을 생각할 수 있다. 이러한 목적으로 망간화합물, 동화합물, 인화합물, 크롬화합물 및 Mg, Cr, Al, Sr의 금속분말들이 유효하다고 알려져 있다. <sup>3,4,5)</sup>

## II. 실험

### 1. 광안정제

광안정제로서 다음과 같은 다섯가지 약품을 사용했다.

### 2. 광안정제 혼합

300cc 후라스크에 락탐 100g에 대하여 소정량의 광안정제를 넣어 완전히 분산시켜 분쇄하였

Table. 1 Light Stabilizer

Chemicals	Manganese acetate	Cupric acetate	Sodium phosphate	Ethanol amine	GI-06-196
Item					
fonmular	Mn(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	Cu(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	NH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	?
molecular weight	245.08	199.65	156.01	61.0	?
color	pale-red	greenish blue	white	viscous liquid	wihte
m.p	80°C	115°C	60°C	170.5°C(b.p)	?

다. 이 분말을 건조된 칩 kg에 대하여 소정량 첨가하여 혼합기에서 한시간 혼합하였다.

### 3. 방사 및 연신

칩을 사출형의 방사기에서 용융방사하였다. 이 때 방사온도는 280°C이며 토출된 실은 21°C의 냉각 공기에 의해 냉각되며 권치속도 800/min로 권치하였다. 이 미연신사를 연신비 3.43으로 연신하여 실을 만들었다.

### 4. 실의 분석

강도 및 신도는 Instron <TM-M>을 사용하였으며 인장속도는 30cm/min, 시료의 길이는 30cm로 하고 20.5°C와 65%의 온습도에서 측정하였다. 각 시료당 20회씩 측정하여 평균치를 구하였다. 도는 20°C, 65%의 온습도에서 24시간 방치한 연신사 100m의 중량을 측정하여 테너로 표시 하였다.

### 5. 광안정성 실험

200×100×40cm 크기의 조사실에 15W-100V 도시바제 UV lamp을 부착시켰다. 각 시료의 길이는 50cm 로하고 20개씩 실의 끝을 종이 위에

붙이고 UN lamp로 부터 20cm의 거리에 넣어 조사시켰다. 소정시간 조사한 후에 시료를 25.5°C, 65%의 온습도에 하루 방치한 후 강신도를 측정하여 조사 전 후의 강신도의 비로서 강신도의 손실율을 계산하였다.

## III. 실험결과 및 고찰

건조된 나이론 칩에 대하여 광안정제를 15ppm 혼합하여 사출형방사기 및 권치기에서 용융방사하였다. 이때 방사 온도는 280°C, 냉각공기는 21°C, 권치속도는 800m/min, 금유 6.0 r.p.m.로 방사하였다. 이때 미연신사의 점도는 320테니어였으며, 이것을 연신기에서 3.43의 연신비로 연신하여 70/24실을 만들었다. 방사 전 후의 점도의 변화 및 실의 물성을 표 2에 표시하였다.

이 표에서 보면 올만 사용한것은 점도에 있어서 칩보다 실이 0.01정도 상승하고 광안정제를 사용한 경우는 약 0.02정도 상승하고 있으며 광안정제의 종류에 따라서는 별로 큰 차이가 없음 볼 수 있다. 그리고 강신도 등 실의 물성도 첨가된 광안정제의 종류에 따라 이렇다 할 변화는 없는 것을 볼 수 있다.

Tab. 2: Properties of Filament

Item	Vscosity		denier	tenacity(g/d)	elongation(%)
	Chip	yarn			
Chemicals					
Water only	2.60	2.61	69.9	4.6	49.6
Manganese Acetate	2.60	2.63	69.7	4.5	57.3
Cupric Acetate	2.58	2.61	68.5	4.6	57.4
Sodium Phosphate	2.57	2.58	68.8	4.6	48.0
GI-06-196	2.59	2.61	68.7	4.5	52.3

### 1. TiO<sub>2</sub>의 영향

나이론사는 艶消劑로서 사용되고 있는 TiO<sub>2</sub> 함량에 따라 Semi-Dull, Full-Dull로 구분되고 TiO<sub>2</sub>가 들어 있지 않은 것은 Bright사라고 한다. Semi-Dull은 0.3%, Full-Dull은 1%의 TiO<sub>2</sub>을 함유하고 있다. 나이론 중에 함유된

TiO<sub>2</sub>가 광분해 현상에 영향이 있는지를 알아보기 위하여 70/24 Bright, Semi-Dull, Full-Dull을 시료로 사용하였다. 시료는 15W-100V 도시바제 UV lamp 밑의 20cm 거리에 넣고 조사시키고 조사 시간에 따라 강신도를 측정하고 그 손실율을 그림 1에 표시 했다.

이 그림에서 보면 조사 시간에 따라 강신도는

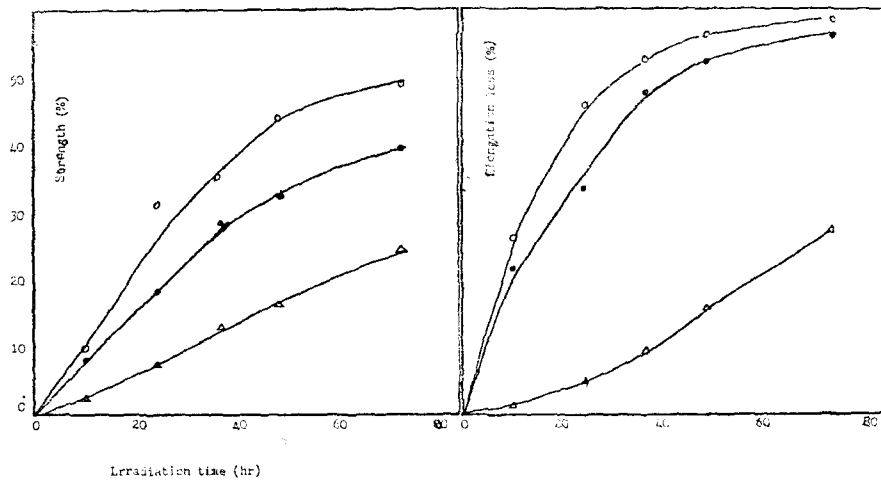


Fig.1. Strength and Elongation loss VS U.V. radiation on the Nylon Filament  
○ : Full Dull ● : Semi Dull ▲ : Bright

급격히 저하하여 강신도의 손실율은 증가하고 있음을 볼 수 있다. 강신도의 손실율은 Bright, Semi-Dull, Full-Dull의 순서로 커지고 있음을 알 수 있다. 즉 UV조사 72시간에서 강력 손실률이 Bright가 24.5%인데 반하여 Semi-Dull은 39.5%, Full-Dull은 49.0%로 나타내고 있다. 이 현상은 艶消劑로서 사용되는 TiO<sub>2</sub>가 나이론의 광분해 반응에 화학적으로 작용하여 반응을 촉진하기 때문으로 설명할 수 있다. <sup>6)</sup>

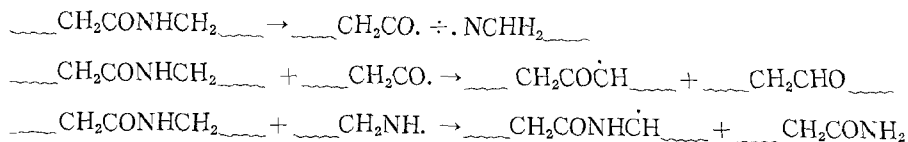
이와 같은 광분해 현상을 설명하기 위하여 조사 시간에 따른 중합물의 변화를 점도 측정으로 조사하였으며 그 결과를 표 3에 표시하였다.

이 표에서 보면 조사시간이 증가함에 따라 나

Tab.3 : Viscosity changes on the irradiation time of UV light

Filament	Time			
	0	24	48	72
Bright	2.60	2.53	2.38	2.28
Semi-Dull	2.62	2.53	2.25	2.14
Full-Dull	2.61	2.49	2.13	2.05

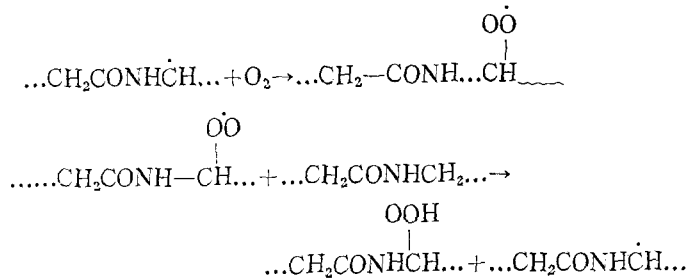
이론사의 점도가 급격히 감소하고 있음을 알 수 있다. 이러한 중합도의 변화와 광분해 현상을 다음과 같이 설명할 수 있다<sup>7)</sup>. 나이론의 아미드기는 광에 의하여 분해되어 라디칼을 형성하고 생성된 라디칼이 나이론 분자와 반응하게 된다.



이 분해 반응은 나이론에 2.500A과장을 조사하면 라디칼이 형성된다는 사실이 뒷받침하고 있다<sup>9)</sup>. 따라서 이와 같은 반응으로 나이론은 분해하여 중합도가 감소하게 됨을 생각할 수 있

다.

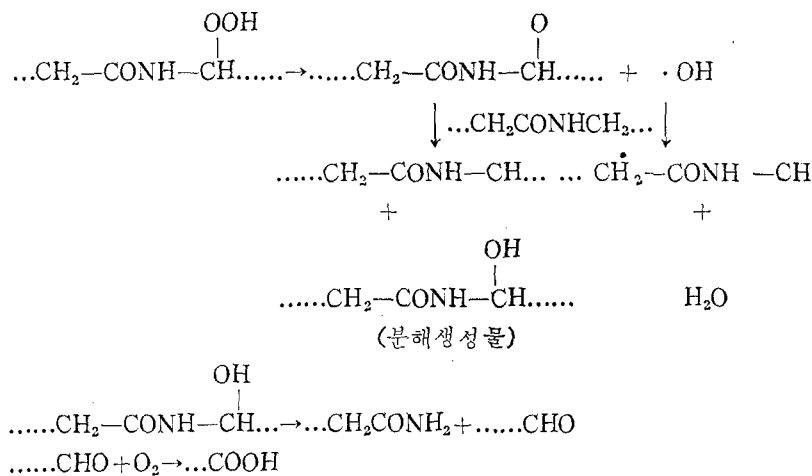
그리고 산소가 존재하면 생성된 라디칼은 산소와 반응하여 과산화물과 또 다른 라디칼을 만들게 된다.



나이론의 광산화반응에 따른 hydroperoxide의 생성은 이미 정량적으로 연구되었다.<sup>9)</sup>

이 과산화물은 아래와 같이 다시 분해되어 새

로운 라디칼과 분해물을 만들게 되고 분해 생성물은 아민, 알데히드 또는 유기산의 화합물로 유도된다.



이와 같은 광분해물 즉, 아민, 알데히드 또는 유기산 화합물의 생성은 아미드기를 가진 유기 화합물에 대한 광산화 반응물의 연구에서 검출되었다.<sup>10)</sup>

나이론에 대한 상기와 같은 광분해 반응은  $\text{TiO}_2$ 가 화학적으로 작용하여 광산화 반응을 촉진한다는 것이 알려져 있다.<sup>11)</sup>

이상과 같은 반응기구조로 광의 조사시간에 따라 나이론의 점도와 강신도가 감소하고 감소율은  $\text{TiO}_2$  함량이 증가함에 따라 증가하게 된다고 설명할 수 있다.

## 2. 광안정제의 종류에 따른 변화

앞의 실험에서 보면 나이론이 광분해 현상을 일으켜 강신도의 손실 및 점도의 저하를 가져오고 또 이런 현상은  $\text{TiO}_2$ 의 영향이 크므로 본 실험에서는 70/24 Semi-Dull을 주로 사용하였다. 내광제로는 Manganese Acetate, Cupric Acetate, Natrium Phosphate, GJ-06-196등을 사용하였으며 Semi-Dull칩에 각각 15ppm을 가하여 혼합하고 방사 및 연신하여 70/24의 실을 만들었다. 이 실을 UV lamp밑에서 조사시

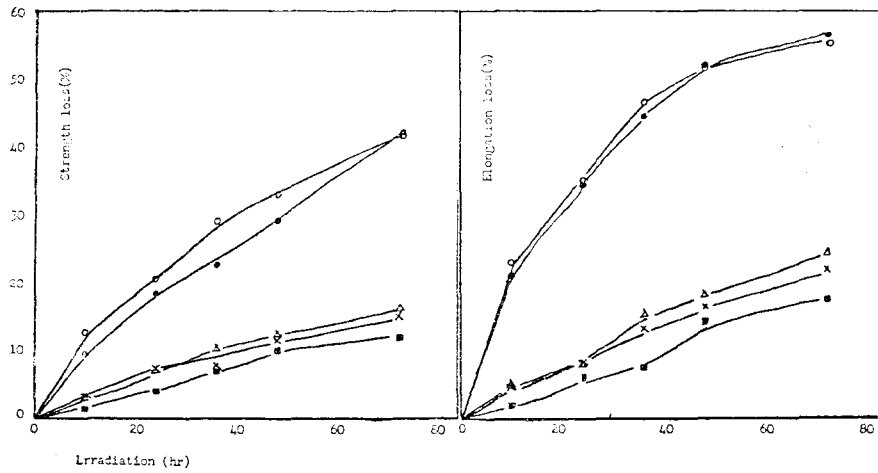


Fig. 2. Strength and Elongation loss VS U.V. radiation on the Nylon filament.  
Light stabilizer: ○ water ● NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>  
▲ GI-06-196 × Cu(OOC CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ■ Mn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>

키고 시간에 따른 강신도의 손실률을 그림 4에 표시하였다.

이 그림에서 보면 실을 72시간 조사했을 때 강력손실률은 광안정제를 첨가하지 않은 경우 41.5%이며 광안정제를 첨가한 경우 즉 Manganese Acetate 12.1%, Cupric Acetate 15.1%, Sodium Phosphate 42.3%, GI-06-196 16.5%로 나타내고 있다. 광안정제의 순서는 Manganese Acetate, Cupric Acetate, GI-06-196, water (blank분), Sodium Phosphate의 순으로 증가하고 있으며 인삼염의 경우는 별 효과가 없는 것으로 알 수 있다. 동일량 첨가에 있어서 스위스제 GI-06-196과 망간염, 동염과 비교 할 때 오히려 Manganese Acetate와 Cupric Acetate가 더 좋은 결과를 보이고 있다. 따라서 본 실험에서 사용한 광안정제로서 우수한 것은 Manganese Acetate인 것을 알았다.

### 3. 광안정제 함량에 따른 변화

Manganese Acetate가 나이론에 대한 광안정성이 우수하였으므로 망간염 함량에 따른 광안정성을 알기 위하여 나이론에 대한 망간염 함량을 7, 15, 25, 35 ppm로 변화시켜 실을 만들었다. 광안정성 실험을 위하여 UV lamp 밑에서 72시간 조사 시키고 강신도를 측정하여 강신도

의 변화율을 구했다. 그결과를 그림 3에 표시하였다.

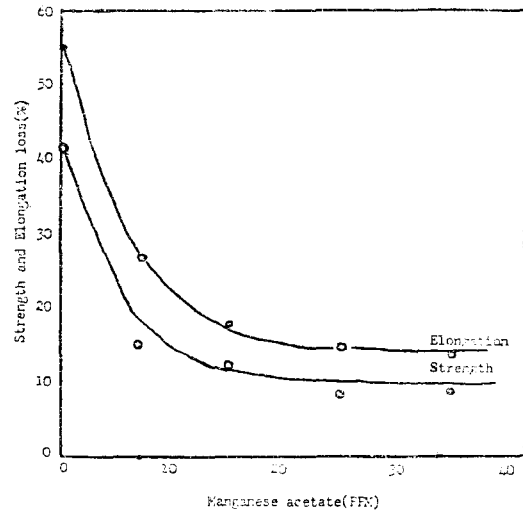


Fig. 3. Strength and Elongation loss VS contents of manganese acetate

### Manganese acetate(PPM)

Fig. 3. Strength and Elongation loss VS contents of manganese acetate

그림에서 보면 망간염의 함량이 증가됨에 따라 강도와 신도의 손실률이 적어지고 15ppm부터 완만하기 시작한다.

이상의 결과를 볼 때 망간염 15~20ppm을 사용하는 것이 광안정성면에서 가장 좋다고 생각된다.