

TiO₂ 나노 광촉매 입자를 면직물에 처리하여 항균·방취 기능성 부여

Addition to Antimicrobial and Deodorization on Cotton fabric treated by nano photocatalyst particle of TiO₂

조진원, 손태원, 이광순, 진상우, 권오경*

영남대학교, (주)신풍섬유*

1. 서 론

과학기술의 발달에 의한 부산물이라고도 할 수 있는 다이옥신, 지구의 온난화 등에 의한 환경 파괴, 휘발성 유기화합물에 의한 각종 질병 등 수없이 많다. 이러한 상황에서 섬유제조업에서는 지구환경에 해롭지 않는 고정기술의 개발과 우리들의 건강한 생활을 위협하는 조제들로부터 인체를 보호하는 상품의 개발이 진행되고 있다. 더욱이 항균 가공과 같은 위생가공에 대한 소비자 욕구는 점점 다양화되고 있으며 또한 복합기능이 요구되고 있다. 요즘 셀룰로오스 섬유에 대한 위생적이고, 건강성을 강조하는 항균·방취 가공을 부여하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 셀룰로오스 섬유의 단점으로서 미생물의 침해, 증식에 의한 인체감염과 취화로 인한 강도저하 이러한 문제점을 보완하기 위한 방법으로 항균·방취 가공제를 이용하여 문제점을 해결하기 위한 연구가 심도 있게 진행되고 있다[1].

요즘 광촉매에 대한 관심이 증가하고 있으며 앞으로 섬유제품에 있어서의 광촉매의 시장은 상당한 부분을 점하게 될 것이다. TiO₂는 구조가 다른 3개의 변종이 알려져 있는데, Rutile형, Anatase형이 있다. 참고로 Rutile형과 Anatase형의 중간 온도에서 안정한 형을 브루카이트형(Brookite형)이라고 한다. 이렇게 3가지 형태의 결정이 있지만 Brookite형은 천연상태에서 단결정으로만 존재하여 공업적으로 얻을 수 있는 형태는 Rutile형과 Anatase형이다. 광촉매 TiO₂는 TiO₂의 band-gap energy에 해당하는 빛에너지(380nm 이하의 자외선)를 흡수했을 때, 분자 내에서 산화, 환원반응 및 친수성 반응이 동시에 가능한 고기능성의 광촉매로 VOCs 분해, 항균·살균, 탈취, 자정작용(Self-Cleaning)등의 기능을 나타낸다[2].

본 연구에서는 빛을 받으면 항균·방취의 뛰어난 기능을 발휘하는 TiO₂ 광촉매를 면직물에 가공함으로써 가공기술에 있어서 기능성 발현의 극대화를 위한 가공방법을 확립하고 가공공정의 표준화와 생산현장의 적용으로 건강·쾌적 섬유의 상품 전개에 그 목적을 두고 있다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

시료 : 본 연구에 사용된 직물은 면 100%을 사용하였으며, 그 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of Cotton fabric

Fabric	Weaves	Weight(g/m ²)	Yarn number(NeC`s)		Fabric count (threads/inch)		Thickness (mm)
			Warp	Weft	Warp	Weft	
Cotton100% (spun)	plain	117.6	32.8	33.6	81.4	63.6	0.245

시약 : 대주전자재료(주) 회사에서 생산되는 TiCl₄ 원료를 합성한 TiO₂광촉매 2% 사용하였으며 그 외에 시약들인 Sodium Chloride(NaCl), Sodium hydroxide(NaOH)은 정제하지 않고 1급 시약 그대로 사용하였으며, 삼우화학에서 생산되는 내산, 내경수성이 우수한 강력침투제 (PEAKLON 600D)인 Sulposuccinate형 Anion계 활성제 배합제품을 사용하였다.

2.2 가공공정

액비를 1:20하고 TiO₂광촉매의 농도를 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%(o.w.f)비율로 하여 Sodium Chloride(NaCl), Sodium hydroxide(NaOH), 침투제(PEAKL ON 600D)각각 2%(o.w.f)첨가 후 가공온도를 130℃로 하여 90분 동안 가공처리 하였다. Fig. 1은 가공과정을 나타낸 것이다.

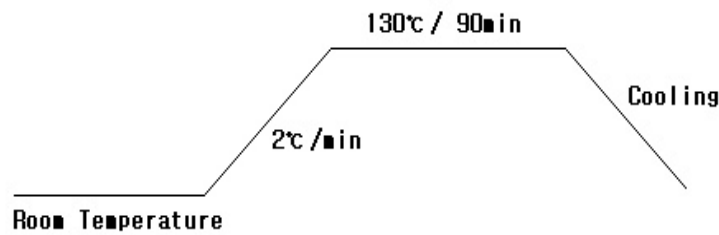


Fig. 1. Finishing process.

2.3 측정

X-선 회절분석: TiO₂ 결정구조를 확인하기 위하여 광각 X-선 회절분석기(Wide-angle X-ray diffractometer, WAXD)(D/MAX-2200H, Rigaku Co. Japan)를 이용하여 분석하였다.

Add-on 측정: TiO₂의 부착 정도를 확인하기 위해 건조기(Venticell 111R, MMM Med-

center, Germany)를 이용하여 105℃에서 시료가 항량 될 때까지 완전 건조시킨 다음, 건조된 시료의 처리 전·후의 중량을 측정하였다

항균성:처리된 직물의 항균성은 KS K 0693-2001에 의해 *Staphylococcus aureus*(ATCC 6538)와 *Klebsiella pneumoniae*(ATCC 4352)의 두 균주에 대해 실시하였다.

소취성:처리된 직물의 소취성은 초기농도로 조정된 아모니아가스 주입한 후, 시간이 지나 감에 따라 시험용기안에 남아 있는 시험가스의 농도로 측정하였다.

태 측정:KES-FB system(Kawabata Evaluation System, Kato Tech. Co. Ltd., Japan)을 사용하여 완료된 시료에 대해 KES에 의한 시험을 진행 하였다.

주사전자 현미경(SEM)에 의한 표면 관찰:표면형태는 주사전자 현미경(JEOL Co. 일본)을 사용하여 2000배율로 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 TiO₂의 구조 분석

대주전자재료(주) 회사에서 생산되는 TiCl₄ 원료를 합성한 TiO₂광촉매의 구조를 확인 하였으며 Fig. 2에서 나타내고 있다. 일반적으로 TiO₂광촉매는 Anatase형이 Rutile형의 두 가지 결정 구조를 지닌다. 또한 TiO₂는 Anatase형이 Rutile형보다 우수함을 나타낸다. Fig. 2에서는 Anatase 결정구조를 가지며 이는 보고된 문헌에서의 연구 결과 일치함을 확일 할 수 있었다[3,4].

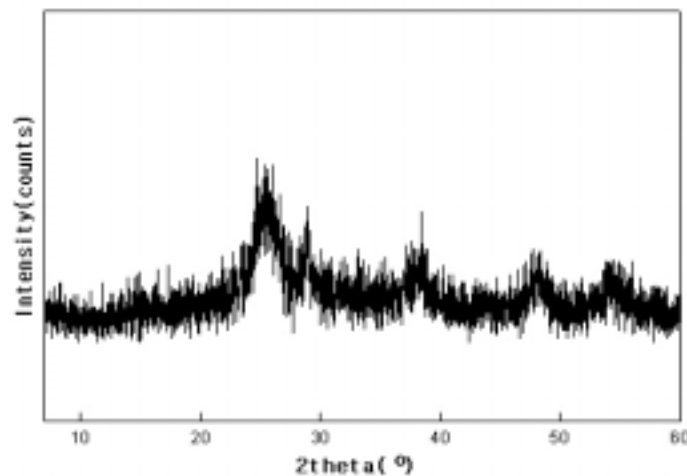


Fig. 2. Wide-angle X-ray diffraction patterns of TiO₂

3.2 부착량 측정

면직물의 TiO₂광촉매의 처리는 용액의 농도에 따라 부착률이 서로 다른 시료의 제조가 가능하였으며, Fig.3는 TiO₂광촉매의 농도에 따른 면직물에 처리된 부착률을 나타내었다. TiO₂광촉매를 0.5~4%로 달리하여 처리 후 건조 상태에서의 중량비를 부착률로 할 때 부착률이 서

일정하게 증가 되었다. TiO₂광촉매의 농도가 증가함에 따라 부착률이 높게 나타남을 확인 할 수 있었다.

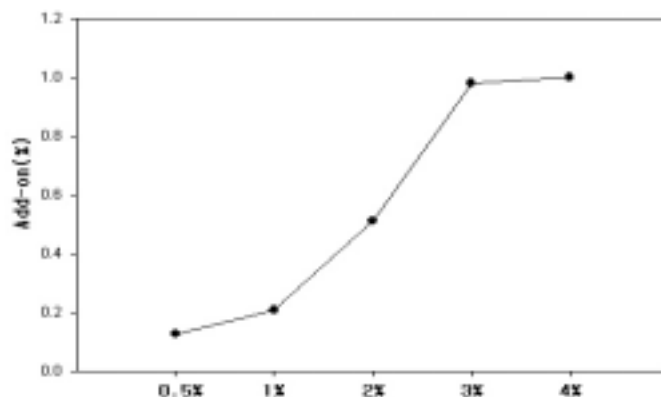


Fig. 3. Relations between add-on and concentration of TiO₂ solution

3.3 항균성

Table 2.은 KS K 0693-2001 에 의해 *Staphylococcus aureus*(ATCC 6538)와 *Klebsiella pneumoniae*(ATCC 4352)의 두 균주에 대한 각각의 시료들에 균감소율 측정결과를 나타낸 것이다. TiO₂로 처리된 면직물들도 두 균주에 대해 정균율이 99.9%임을 확인하였다. 0.5%, 1%에서는 다소 낮게 나타났지만 2%이상에서 항균성이 우수함을 확인 할 수 있었다.

Table 2. Bacterial reduction of cotton fabrics by treated TiO₂

Samples bacteria (Test methods)	cotton fabrics (Nil)	0.5%	1%	2%	3%	4%
ATCC 6538	22.0	52.4	99.9	99.9	99.9	99.9
ATCC 4352	20.6	43.5	99.8	99.8	99.8	99.8

3.4 소취성

Table 3.은 암모니아 가스 주입 후 각각 5min, 15min, 30min, 60min 으로 수취율을 측정하였다. 2%의 농도이상에서 80%이상의 소취율을 나타내었다. 또한 TiO₂의 농도가 높아질수록 소취율도 높게 나타남을 알 수 있었다.

Table 3. Deodorization of cotton fabrics by treated TiO₂

Samples bacteria (Test methods)	cotton fabrics (Nil)	0.5%	1%	2%	3%	4%
5min	32.5	38.8	45.0	60.0	65.0	65.0
15min	33.8	40.3	47.3	66.6	81.0	82.2
30min	34.3	42.9	48.6	73.2	82.8	82.6
60min	34.4	44.1	50.0	81.2	84.4	87.2

3.5 태 측정

TiO₂로 처리된 면직물의 역학적 특성을 측정하고 얻어진 특성치를 겨울용 드레스 셔츠의 기본태 값 계산식 KN-302-WINTER에 적용하여 태 값을 계산 하였다. Table 4은 TiO₂에 따른 처리된 면직물의 기본 태 값(HV)을 나타내고 있다[5].

Table 4. The basic hand values of cotton fabrics treated with TiO₂ concentration

Method	Hand Values(HV)	Cotton fabrics	0.5%	1%	2%	3%	4%
KN-302-WINTER	Koshi	9.93	9.98	9.92	9.98	10.02	10.16
	Numeri	7.41	7.15	6.82	6.51	6.16	5.39
	Fukurami	18.05	17.06	16.64	15.64	15.64	14.49
	T.H.V	4.01	3.30	3.25	2.43	2.05	0.99

3.6 SEM(scanning electron microscope)

Figure 3.에서는 TiO₂로 처리한 면직물의 표면을 보여주는 것이다. TiO₂ 처리한 면직물의 면사 표면부분에 TiO₂ 광촉매가 거칠게 박혀 있는 것을 확인할 수 있었다.

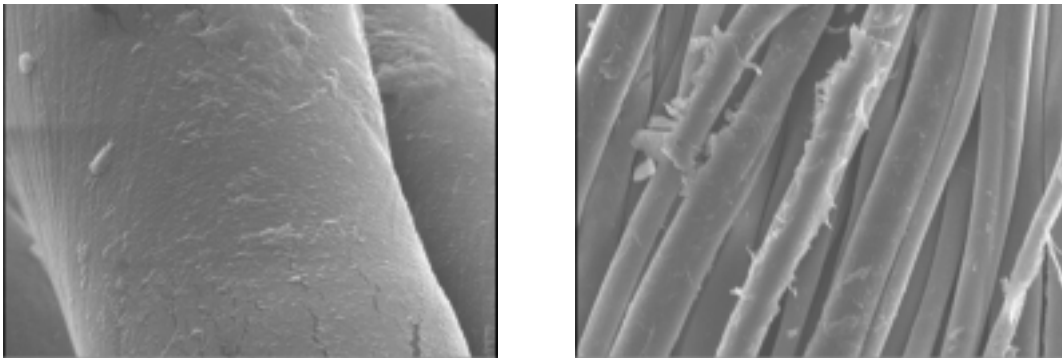


Figure 3. SEM photographs of TiO₂ treated fiber surface

4. 결 론

1. 우수한 기능성을 가진 Anatase인 TiO₂ 처리 직물이 90%이상의 충분한 항균성을 갖기 위해서는 Add-on 율이 적어도 0.2071% 이상 되어야 함을 알 수 있었다.
2. TiO₂ 처리 직물이 80%이상의 충분한 소취성을 갖기 위해서는 Add-on 율이 적어도 0.5112% 이상이 되어야 하고 TiO₂의 농도가 높아질수록 수위성이 좋아짐을 알 수 있다.
3. TiO₂로 처리된 면직물의 경우에는 TiO₂가 구성사 내부로 침투하여 사의 표면에 부착되어 직물의 태를 약간 거칠게 함을 알 수 있다.

4. SEM관찰 결과 TiO_2 입자가 직물표면에 부착되어 있음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과와 영남대학교 지역협력연구센터(RRC)의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. O. K. Kwon, J. G. Moon, B. H. Son, Y. H. Choi, "The Functional Properties of Cellulose Fabric Treated with TiO_2 " *J. Kor. Soc. Cloth.*, Vol 5 No 4, pp.359-398(2003)
2. S. M. Park, S. W. Oh, "Study for the Preparation of Deodorizing Fiber (IV)" *J. Kor. Soc. Dyer and Finishing*, Vol. 15, No 3, pp.35-41(2003)
3. S. W. Oh, Y. S. Kang, S. M. Park, "Study for the Preparation of Deodorizing Fiber (III)" *J. Kor. Soc. Dyer and Finishing*, Vol. 15, No 3, pp.35-41(2003)
4. X. Z. Ding, Z. Z. Qi and Y. Z. He, "Effect of hydrolysis water on the preparation of nano-cryatalline titania powders via a sol-gel process, *J. Mater. Sci. Lett.*, 14, 21-22(1995)
5. J. J. Kim, J. D. Jang. "Properties of cotton fabric treated with TiO_2 /PEG" *J. Kor. Soc. Dyer and Finishing*, Vol. 14, No 3, pp.53-58(2002)