

유해광선중 적외선 차단물질

강영구 · 김시석* · 이활중**

호서대학교 안전시스템공학과* 호서대학교 벤처대학원** 씨엠에스테크놀로지(주)

1. 서론

눈에 대하여 유해광선으로 자외선 및 적외선 또는 강렬한 가시광선이 발생하는 작업장에서 눈을 보호하기 위한 제품이 보안경, 차광렌즈의 차광번호 선택방법 KS P 8141 차광보호구 표준규격¹⁾이 규격화 되어 있다. 가스용접, 용단작업, 용단의 주변작업, 용광로 작업에서 발생하는 용융금속 열은 1600°C의 온도와 아크 용접 시 발생하는 눈부신 유해광선 등에 의해 작업자 뿐만 아니라 주변 작업자, 견학자도 유해광선으로부터 장애를 얻을 수 있다. 보이지 않고 발생한 유해광선 중 자외선인 200 ~ 380nm 영역, 적외선 780 ~ 10⁶nm을 차단하는 물질로 자외선을 차단하는 물질이 많이 유통되고 있으나 적외선을 차단하는 물질은 많지 않아 적외선을 차단한 제품에 대하여 노동부 고시 표준규격을 고찰하였다. 새로이 합성된 적외선 차단 물질^{2,8)}을 이용하여 적외선 차단율이 높고, 수지에 배합하는 경우 분산성이 우수하며, 굴절률이 수지의 굴절률에 가깝고, 필름에 코팅하는 경우 가시광선 투과율이 우수한 시편으로 내충격성, 내한성, 내열성이 뛰어난 폴리카보네이트에 사출한 시편을 시험편으로 하였다. 또한 폴리에스터 필름에 아크릴접착제를 사용하여 코팅한 후 유해광선인 적외선 차단율을 측정하고, KS 시험방법에 따라 실험하여 기존 제품과 비교하여 적외선 차단율, Scratch, Spatter(용접불똥)의 부착성을 비교하여 규격내 적용 가능한 결과를 얻었다.

2. 노동부 고시 규격

보호구 성능 검정 규정에 의해 날아오는 물체에 의한 위험 또는 위험물, 유해광선에 의한 시력장애를 방지하기 위하여 사용되는 보안경에 대하여 적용하며 사용 구분에 따라 차광 보안경은 “눈에 대해 해로운 자외선 및 적외선 또는 강렬한 가시광선-이하 “유해광선”이라한다. 발생하는 장소에서 눈을 보호하기 위한 것”으로 정의하고 이에 대한 유해광선의 범위, 차광렌즈의 차광 능력치, 차광보호구 표준규격⁹⁾은 아래와 같다.

2.1 유해광선의 범위와 장기간 노출시 증상

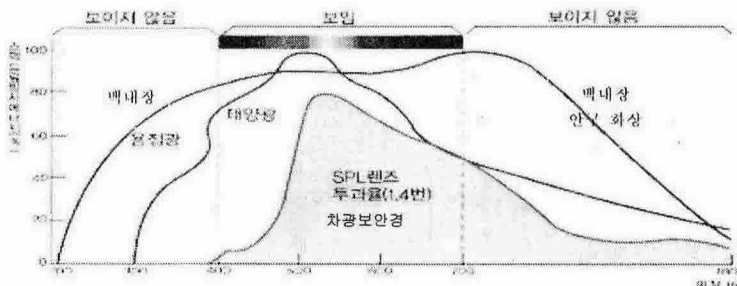


그림1. 유해광선의 피부에 미치는 영향

2.2 차광보호구 표준규격¹⁾

표1. 차광(필터)렌즈와 필터플레이트의 차광능력치

차광도 번호	자외선투과율(%) 최대		시각(가시광선) 투과율(%)			적외선투과율(%) 최대	
	313mm	365mm	최대	표준	최소	근적외부 (790~ 1,290nm)	중적외부 (1,310~ 1,990nm)
	1.2	0.0003	52	100	82.1	74.4	37
1.4	0.0003	35	74.4	67.4	58.1	33	33
1.7	0.0003	22	58.1	50.1	43.2	26	26
2	0.0003	14	43.2	37.3	29.1	21	13
3	0.0003	2.8	17.8	13.9	8.5	12	8.5
4	0.0003	0.95	8.5	5.18	3.2	6.4	5.4
5	0.0003	0.30	3.2	1.93	1.2	3.2	3.2
6	0.0003	0.10	1.2	0.72	0.44	1.7	1.9
10	0.0003	0.0016	0.023	0.0139	0.0085	0.10	0.25

2.3 차광렌즈의 차광번호 선택방법⁹⁾

표2. 차광렌즈의 차광번호 선택방법

		1.2	1.4	1.7	2	3	4	5	6
용접	현장의 주변작업	○	○	○	○	○			
아 크	피복 아크용접							○	○
	가스 실드 아크용접	○	○	○	○	○			
	아크 에어가우징	○	○	○	○	○			
가 스	중금속 용접 및 납땜(1)							○	
									○
	방사 플럭스(3)에 따른 용접 (경금속)						○		
절 단 작 업	철단								○
	산소절단(2)							○	
	플라즈마 절단 주변작업	○	○	○	○	○			
고 열 작 업	고로, 강편가열로 조피 등의 작업					○			
	전로, 평로 등의 작업					○	○	○	
	전기로 작업								○

주 (1) 1시간당 아세틸렌 사용량(ℓ)
 (2) 1시간당 산소 사용량(ℓ)
 (3) 가스용접 및 납땜할때 플럭스를 사용하는 경우 나트륨 589nm의 강한 광이 반사된다. 이 파장을 선택적으로 흡수하는 필터(d라 함)를 조합해서 사용한다.
 보기) 4d라 함은 차광번호 4에 d필터를 겹친 것.

3. 실 험

3.1 원료선정

본 실험에서는 적외선 차단제⁴¹⁰⁾로는 CMS IR-03814 (나프탈로시아닌계.씨엠에스테크놀로지), 합성한 5nm 입자크기의 ATO분말과 ITO 분말, 자외선 경화형 수지(서울화인테크), 아크릴 수지(애경화학), 실리콘수지(한국시네츠실리콘) 폴리에스터필름(Toray), 폴리카보네이트(GE Plastics Nexan)를 사용하였다.

3.2 필터플레이트 시편제조

폴리카보네이트에 함유된 수분을 호퍼드라이를 이용하여 110℃에서 건조하고 폴리카보네이트와 적외선 차단제 CMS IR-03814, ATO 분말, ITO 분말 각각 0.01%를 첨가하여 사출기(동신유압 Model Pro25)를 이용하여 가로 50mm, 세로 75mm, 두께 3mm로 사출하여 적외선 차단 시편을 제조하였다

3.3 폴리에스터 필름제조

적외선 차단제 CMS IR-03814, ATO 분말, ITO 분말 각각 0.01%를 UV Curing Resin 첨가하여 Ball Mill을 이용하여 혼합한 후 이형필름 위에 이형제인 Silicon을 코팅하고 Acryl Resin을 코팅한 후 폴리에스터 필름 위에 자외선 경화형 수지, 적외선 차단제 순서로 코팅하여 그림. 2의 형태의 적외선 차단 필름을 얻었다

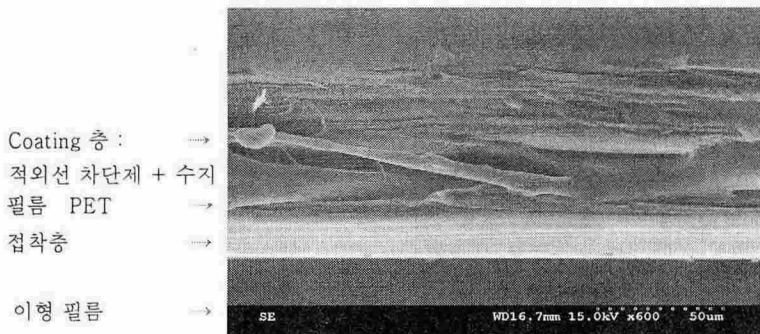


그림 2. 적외선 차단 필름의 구조 와 도막두께

3.4 시편 측정 (분광 광도계에 의한 방법)¹¹⁾

UV-Vis/NIR Spectrophotometer(Perkin Elmer 850)를 이용하여 400~2500nm 영역에서 각각 폴리카보네이트와 필름 시편 아래 조건으로 분석 하였다

- (1) 근자외부 시험은 분광광도계를 사용해 파장 313nm 및 365nm 있어서 분광 투과율을 측정한다.
- (2) 가시부 시험은 분광 광도계를 사용해서 파장 380, 390, 400~780nm와 같이 파장 간격 10nm에 따라 41파장점의 분광 투과율을 측정하고 다음 식에 따라 계산한다.

780nm

780nm

$$T_v(\%) = \left[\frac{\sum_{\lambda=380} PA(\lambda)V(\lambda)\tau(\lambda)}{\sum_{\lambda=380} PA(\lambda)V(\lambda)} \right] \times 100$$

PA(λ) : 표준광 A의 분광 분포의 값

V(λ) : 2도 시야에 있어서 명소시 표준 시감도

τ(λ) : 시험필터의 분광투과율

T_v : 시감투과율(%)

- (3) 근적외부 시험은 분광 광도계를 사용해서 파장 790, 810, 830, 1290nm와 같이 파장간격 20nm에 따라 26파장점의 분광투과율을 측정하고 다음 식에 따라 계산한다.

$$TNIR(\%) = \left[\frac{1}{26} \sum_{\lambda=790nm}^{1290nm} \tau(\lambda) \right] \times 100$$

TNIR(%) : 근 적외부 투과율(%)

τ(λ) : 시험필터의 분광 투과율

- (4) 중적외부 시험은 분광광도계를 사용해서 파장 1310, 1330, 1350... 1990nm와 같이 파장간격 20nm에 따라 35파장점의 분광 투과율을 측정하고 다음식에 따라 계산한다.

$$TMIR(\%) = \left[\frac{1}{35} \sum_{\lambda=1310nm}^{1990nm} \tau(\lambda) \right] \times 100$$

TMIR(%) : 중적외부 투과율(%)

τ(λ) : 시험필터의 분광 투과율(%)

- (주) 광로형 분광광도계의 비교필터를 사용해 저투과율을 측정하는 경우는 다음과 같이 하여야 한다.

1. 이미 알고 있는 시료보다 약간 높은 투과율을 가진 비교필터를 비교측에 넣는다.
2. 필터렌즈(필터플레이트)를 시료측에 넣는다.
3. 측정결과치는 다음식에 의하여 계산한다.

$$\text{측정결과치}(\%T) = \frac{(\text{시료측투과율}) \times (\text{비교측투과율})}{100}$$

3.4 시편의 Scratch, Spatter(용접불똥)의 부착성 측정

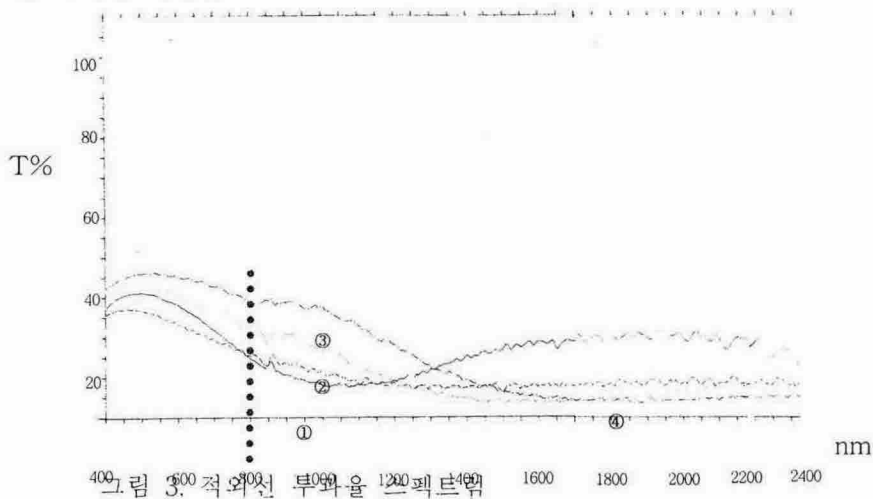
3.2 에 의해서 제조 된 폴리카보네이트 시편과 기존 규격품의 경도 6-9H에서의 긁힘 현상 과 용접 불똥의 부착성을 측정 하였다

4. 결과 및 고찰

폴리카보네이트에 착색된 적외선 차단제 CMS IR-03814, ATO 분말, ITO 분말 각각 0.01%를 첨가하여 얻어진 시편을 측정 한 결과 그림. 3의 결과에서 표1. 차광(필터)렌즈와 필터플레이트의 차광능력치 차광도 번호 1.2에서 근적외부(790~1,290nm)와 중적외부1.310~1,990nm에서 2.2 차광보호구 표준규격 표.1 에 적합한 37%이내의 기준에 합격하였다.

- (1)CMS IR-03814를 이용한 시편의 그래프 ④는 적외선 차단율이 좋음
- (2)ITO 분말을 이용한 시편의 그래프 ①은 적외선 차단율이 좋음
- (3)ATO 분말을 이용한 시편의 그래프 ③에서는 780~1,500nm에서는 적외선 차단율이 낮음을 볼 수 있다.
- (4)그림 3에서처럼 적외선 차단 필름 시편 ②의 경우도 같은 농도에서는 필름 두께에 영향을 받을 뿐 같은 경향이였다.

1) 적외선 차단율



2) Scratch, Spatter의 부착성

Scratch성 정도 6H이상, Spatter의 부착성은 기존품과 동일한 결과를 나타내었다.

5. 결론

본 연구에서는 기존의 표준규격과 신규 물질의 농도를 100ppm을 적용하여 시험편, 필름을 만들어 노동부 고시, 산업안전 보건법에 적합한 차광안경, 보안경 및 보안면 등의 노동부의 KS 시험방법에 따라 실험하여 규격 내 제품을 얻을 수 있었다. 그 결과 유해광선 중 적외선이 피부에 미치는 영향인 백내장, 홍채염, 각막화상등 산업안전에 필요한 보호구를 제작 할 수 있다고 판단 되었다.

참고문헌

- 1) 노동부고시제2003-19호
- 2) 日本 特許 2000-0032-5841
- 3) 日本 特許 2000-0033-9333
- 4) 대한민국. 특2001-0034931
- 5) Katayose,M.; Tai,S.; Kamijima,K; Hagiwara,H;Hayashi,
N. J. Chem.Soc.,Perkin Trans.2 1992,403
- 6) Freyer,W.; Minh, L. Q. *J Porphyrins Phthalocyanines* 997,1,287
- 7) Freyer,W.; Minh, L. Q. *J Prakt.Chem.1987, 329, 365*
- 8) Tse,Y.-H.;Goel, A.; Hu, M; Lever, A. B. P.; Leznoff, C. C.;van Lier,
J, E. *Can, J Chem.* 1993, 71, 742
- 9) Lever, A. B. P.; Leznoff, C. C. *Phthalocyanines Properties and
Applications.* VCH p 155
- 10) Siegfried Knecht. *Synthese und Eigenschaften tetra-undoctaalkyl
substituierter Phtalocyaninatouebergangsmetallkomplexe* p117-123
- 11) KS P 8141