

유연 광섬유 기술을 적용한 의류 제품용 로고 디자인 방향의 제시

A Suggestion of Guideline for designing of logo type for Apparel products based on the
technology of flexible plastic optical fiber

김남희* · 양진희* · 홍순교** · 홍석일*** · 이주현†

Nam-Hee Kim* · Jin-Hee Yang* · Soon-Kyo Hong** · Suk-Il Hong*** · Joo-Hyeon Lee†

*연세대학교 생활과학대학 의류환경학전공

*Department of Clothing & Textiles, Yonsei University

** (주) 엘티전자

**LT Electronics

***연세대학교 디자인예술학부 시각디자인학전공

***Department of Visual Communication Design, Yonsei University

Abstract

The purpose of this study is to derive design guideline for logo design development of smart clothing using flexible plastic optical fiber. In a criterion of guideline derivation for logo design, the first, it is a question of whether it indicates an appropriate degree of brightness across the front of flexible plastic optical fiber. The second, it is a question of whether it indicates relatively an uniform brightness characteristic across the front of flexible plastic optical fiber. For this, the brightness characteristic of flexible plastic optical fiber according to the angle changes and the length of flexible plastic optical fiber was analyzed by the 'Experiment 1'. To deduce guideline for the logo design of the actual garment, the brightness characteristic of flexible plastic optical fiber about the main morpheme of the capital letter of alphabet was analyzed by the 'Experiment 2'. Based on the results of the two experiment, this study derived design guideline and limitations for logo design of smart clothing visualized by the flexible plastic optical fiber.

Key words : flexible plastic optical fiber, luminance, smart photonic clothing, logo type design

요약

본 연구의 목적은 유연 광섬유의 스마트 의류용 로고 디자인을 개발하기 위한 디자인 지침을 도출하는 것이다. 로고 디자인을 위한 지침 도출의 기준은, 첫째 광섬유 전면에 걸쳐 적절한 밝기 정도를 나타내는지의 여부, 둘째 광섬유 전면에 걸쳐 비교적 균일한 밝기 특성을 나타내는지 등 이었다. 이를 위하여, 실험 1에서는 광섬유

† 교신저자 : 이주현 (연세대학교 생활과학대학 의류환경학전공)

E-mail : ljhyeon@yonsei.ac.kr

TEL : 02-2123-3108

FAX : 02-312-8554

사의 각도 변화와 길이에 따른 유연 광섬유의 밝기 특성을 분석하였으며, 실험 2에서는 실제 의류용 로고 디자인을 위한 지침을 도출하기 위해, 알파벳 대문자의 주요 형태소 등의 유연 광섬유 밝기 특성을 분석하였다. 두 개의 실험 결과를 토대로 하여, 유연 광섬유로 구성된 의류용 로고 디자인을 위한 지침과 제한점을 도출하였다.

주제어 : 유연 광섬유, 휘도, 스마트 포토닉 의류, 로고 디자인

1. 서론

최근 IT 융합 기술이 글로벌 시장의 핵심 화두로 떠오르면서, 스마트 의류분야에서도 ‘의류+디지털’ 기능만을 추구하던 기존의 개념에서 벗어나 ‘의류+서비스 제공(service provider)’ 기능을 갖는 신 개념 스마트 의류 기술에 대한 필요성이 증대되고 있다(Kim, 2010). 스마트 의류의 일종인 스마트 포토닉 의류는 기기를 통해 빛을 발현하여 발광하는 기능을 지닌 모든 의류를 총칭하는데 이를 구현하기 위한 포토닉 기술로 광섬유의 광원을 이용한 연구가 이루어져 왔으며 이를 통해 엔터테인먼트 기능, 커뮤니케이션 기능, 안전보호 기능 등 다양한 기능의 어플리케이션이 개발되어 왔다(Yang, 2011). 현재 광섬유를 유연화하는 유연 광섬유사 가공 기술이 개발되었다. 개발된 유연 광섬유사는 최근 상용화된 제품에 적용되기도 하였으나 아직까지는 유연 광섬유사를 적용한 스마트 포토닉 의류에 관한 연구가 부족한 실정이며 확대될 필요성이 있을 것으로 보인다. 또한 유연 광섬유사의 특성상, 구현조건 및 응용 방법에 따라 상이한 발광효과가 발생할 수 있으므로, 유연 광섬유를 기반으로 한 컴퓨터 자수방식 및 로고 디자인 등을 의류에 적용하는 체계적인 연구가 요구된다.

이에, 본 연구에서는 유연 광섬유 자수의 조건에 따른 밝기 특성을 탐색하고, 유연 광섬유사를 사용하여 의류용 로고 디자인을 개발하기 위한 디자인 지침과 제한점을 도출하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. 유연 광섬유

광섬유의 의류 적용을 위해 플라스틱 광섬유(POF: Plastic Optical Fiber)를 이용한 광섬유 직물 개발이 이루어져 왔다.

클래딩 부분의 에칭을 통해 빛을 방출하는 방식으로 제조된 일반적인 광섬유의 경우, 에칭에 의해 표면이

손상되고 이로 인한 내구성 저하로 광섬유가 쉽게 부러지며, 내수성도 결여되어 세탁 및 유지 관리에 있어 문제점이 지적되어 왔다. 이에 스크래치면이 형성된 광섬유사의 표면에 합성수지를 코팅처리한 후, 건조시켜 합성수지를 경화시키고, 이와 같이 코팅된 광섬유 원사를 톨러에 권회시켜 보관하는 ‘내수성 발광용 광섬유사의 제조 방법 및 장치(Patent Number: 200880107110.0)’에 관한 기술이 개발되었다(Hong & Lee, 2007).

이러한 ‘내수성 발광용 광섬유사 제조 공정’을 통해 개발된 유연 광섬유사는 다양한 용도의 광섬유 직물 제품 제조를 가능하게 하였다.

2.2. 휘도

유연 광섬유 직물의 경우 일반적인 직물과는 다르게 직물 자체에서 빛을 발광하는 특성을 지녔으므로, 발광특성을 구현하기 위해서는 휘도를 측정하는 것이 타당하다.

휘도(luminance)란 특정 방향으로 표면의 단위면적당 광원으로부터 방출되는 광도를 의미하며, 단위로서 cd/m^2 를 사용한다(Smith, 2000). 휘도는 어떤 방향의 광도를 그 방향으로의 투영면적으로 나눈 값($L = I/S[\text{cd}/\text{m}^2]$; I: 어느 방향의 광도, S: 어느 방향의 투영면적)으로 표시된다(Ji et al., 2008).

3. 연구 방법

본 연구에서는 컴퓨터 자수 방식을 사용하여 유연 광섬유사를 로고 디자인에 적용 가능한 형태로 성형 및 직물화하였다. 광원으로는 적색(R)의 LED 광원(SMD 타입, 45mA, 2.15V, 0.1W, LED사이즈 5050칩)을 이용하여 광섬유의 휘도를 측정함으로써 유연 광섬유 자수의 구현 조건에 따른 밝기 특성을 두 개의 실험에서 분석하였다.

본 연구의 범위는 광원 및 제어부, 전원부를 제외하며 동일한 광원, 제어부, 전원부를 사용한 상황 하의 광섬유사의 밝기를 측정 분석하는 것으로 국한 하였다.

3.1. 실험 1

실험 1의 목표는 광섬유사의 각도 변화와 길이에 따른 유연 광섬유의 밝기 특성을 분석하는 것이었다. 이를 위하여 30cm×30cm인 검정색 20수 면직물 위에 직경 0.25mm인 유연 광섬유사 9을 올려놓고, 두께 0.2mm인 투명사를 이용하여 지그재그 방식으로 컴퓨터자수 기기(SWF/E-WD912-75)를 사용하여 자수하였다. 광섬유사의 구부러짐에 의한 20°, 40°, 60°, 80°, 100°, 120°등의 각도 변화와 8cm, 12cm, 16cm, 20cm 등의 길이에 의해 총 24개(6개 각도 변화 × 4개 길이)의 시료를 제작하였다(Figure 1).

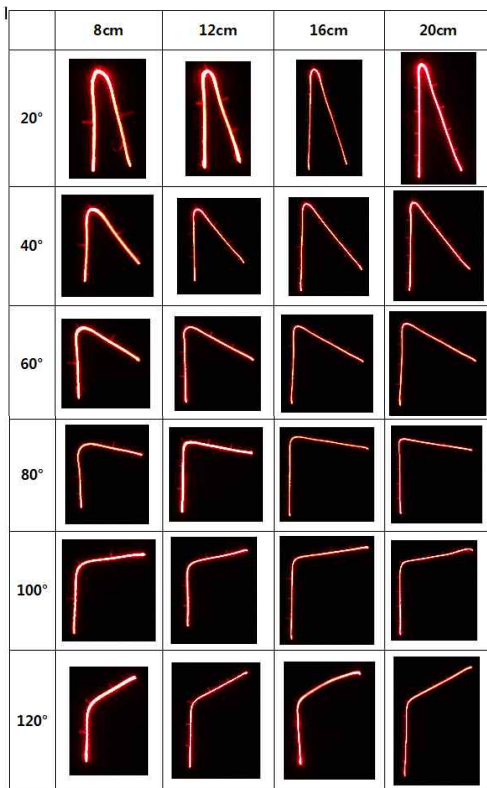


Figure 1. Sample pictures of the light-emitting flexible plastic optical fiber

주변 환경의 밝기에 따른 영향을 통제하기 위해 실험실 환경에서 휘도를 측정하였으며, 실험실 내 휘도는 0.02cd/m²인 암실상태를 유지하였다. 이 때, 자수된 시료의 유연 광섬유 다발의 양쪽을 광원에 연결하여 광섬유의 휘도를 측정하였다.

각 시료상의 측정점을 선정하고 측정점의 휘도를 측정하였으며(Figure 2), 측정 기기로서 휘도계(Minolta CS-200)와 Data Management Software 로서 CS-S10w

Professional Ver.1.5(Konica Minolta)를 사용하였다. 한 측정점에서 5회 연속으로 반복 측정 후(측정속도: super-fast), 자동 산출된 5개의 측정값들의 산술 평균을 최종적인 휘도값(단위: cd/m²)으로 사용하였다.

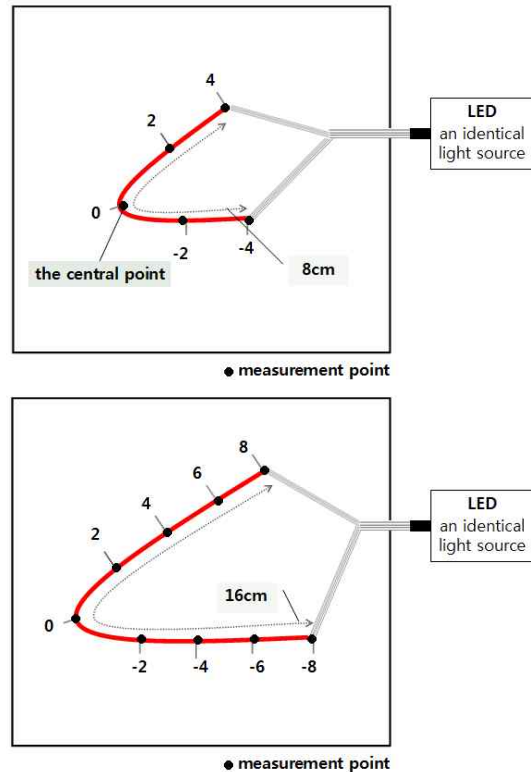


Figure 2. Position of the luminance measurement point (Sample examples of length 8cm, 16cm)

3.2. 실험 2

실험 2의 목표는 ‘실험 1’의 결과인 디자인 지침과 제한점 및 구현 조건을 토대로 하여, 실제 의류용 로고 디자인의 적용을 위한 유연 광섬유의 응용에 따른 밝기 특성을 분석하는 것이다. 이를 위한 시료 및 시료 제작 방법, 광원 연결 방식, 휘도 측정을 위한 기기 및 휘도 측정 방법은 실험 1과 동일하였다.

실험 2의 시료의 구성은 실험 1의 결과를 토대로 선정되었는데 ‘C, I, N, O, S, U’등의 6가지의 알파벳 영문자와 ‘원, 반원, 타원, 반타원’등의 4가지의 로고 테두리 형태 등 총 10가지(6개의 알파벳 영문자 + 4개의 로고 테두리의 형태)의 시료를 제작하였다. 이 때, 알파벳 형 광섬유사의 길이는 모두 8cm로 통일하였고, 테두리 원 및 반원은 20cm와 10cm, 테두리 타원 및 반타원은 28cm와 14cm로 제한하였다.

총 26개 알파벳 대문자 중 6개를 실험 2의 측정 대상으로 선정한 배경은 다음과 같다. 실험 1의 시료들은 광섬유사의 구부러짐에 의한 20°~120°의 각도 변화형으로서, 알파벳의 ‘V’ 및 ‘V’ 형태를 포함하는 ‘A, Y, K, X’, ‘L’ 및 ‘L’ 형태를 포함하는 ‘E, F’등에 상응한다. 반면, ‘C’ 및 ‘C’를 포함하는 ‘D, G’, ‘I’ 및 ‘I’를 포함하는 ‘H, T’, ‘N’ 및 ‘N’를 포함하는 ‘Z’, ‘O’ 및 ‘O’를 포함하는 ‘Q’ ‘U’ 및 ‘U’를 포함하는 ‘B, P, R’와 그 외 단일 형태의 ‘S’ 등은 실험 1의 측정에 포함되지 않았으므로, 실험 2의 측정 대상으로 추가 선정된 것이다(Table 1).

Table 1. Measured shape of the alphabet, and the classification of the corresponding alphabet

Experiment 1		Experiment 2	
A morpheme	Corresponding alphabet	A morpheme *	Corresponding alphabet *
L	E=L+ -+ -	C	D= + ∩
	F=L(꺾) + -		G= C + ㄱ
V	A=V(꺾) + -	I	H= + - +
	Y= ∨ +		T= - +
	K= + <	N	Z= 7 + -
	X= > + <		O
		S	
		U	B= + ∩ + ∩
			P= + ∩
			R= + ∩ + \

* Only a capital letter inclusion

4. 결과 및 논의

4.1. 광섬유사의 구현 조건에 따른 밝기 특성 분석 결과

실험 1에 의하여, 광섬유사의 각도 변화에 따른 밝기 특성을 분석한 결과는 다음과 같다.

Figure 3~6에 제시된 바와 같이, 광섬유사의 각도 변화 중심 지점을 기준으로 대칭을 이루는 측정점들의 휘도는 대체로 유사하여, 광섬유 중심지점 양쪽의 휘도 특성은 전반적으로 대칭을 이루었다.

각도 변화가 20°~60°일 때, 측정점 ‘0’에서의 휘도가 현저히 높게 나타났는데 그 이유는 각도 변화가 작을수록 광섬유사가 뾰족하게 꺾임으로서 그 부분의

빛이 많이 모이기 때문이며, 80°이상에서는 각도 변화가 커지면서 모임 현상이 적어지므로 휘도가 감소하게 경향을 보였다.

광섬유사의 각도가 가장 작을 때(20°) 4개 길이 별 측정점 간의 편차는 가장 크게 나타났으며 각도가 가장 클 때(120°) 4개 길이 별 측정점 간의 편차는 가장 작게 나타났다(Figure 3~6). 이는 광섬유사의 각도 변화가 커질수록, 빛이 어느 한 점에 편중되지 않고 더욱 고루 퍼지는 것을 의미한다.

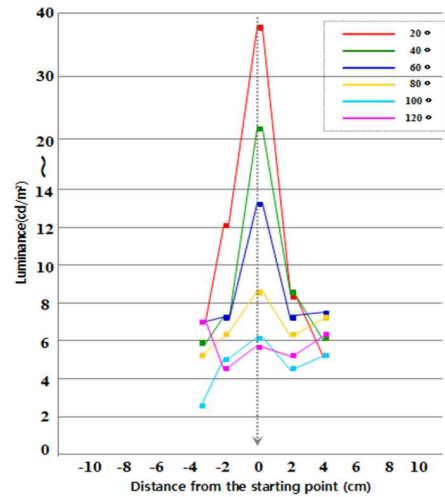


Figure 3. In the Length of 8cm, the luminance distribution between the measurement point according to the change of the angle

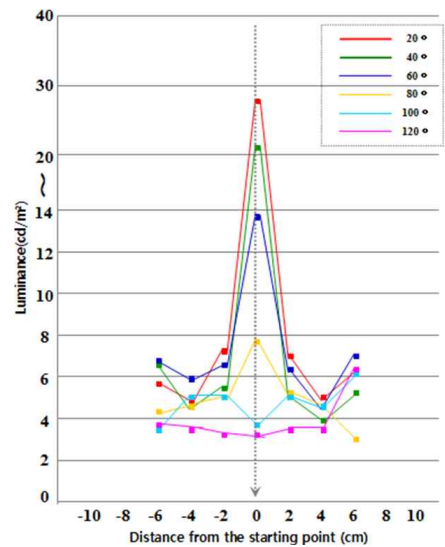


Figure 4. In the Length of 12cm, the luminance distribution between the measurement point according to the change of the angle

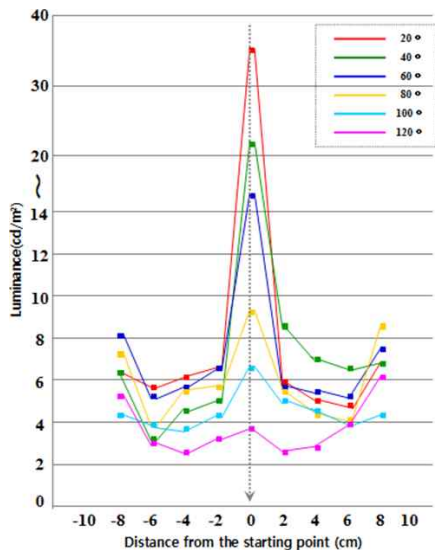


Figure 5. In the Length of 16cm, the luminance distribution between the measurement point according to the change of the angle

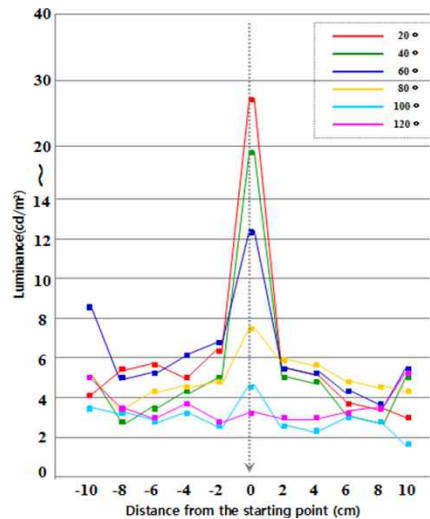


Figure 6. In the Length of 20cm, the luminance distribution between the measurement point according to the change of the angle

이와 같은 휘도 분석 결과를 토대로, 모든 길이에 있어서 100°이상의 각도에서 빛이 비교적 고르게 분포하는 경향을 나타내었으나, 전반적인 휘도는 현저히 떨어지는 경향을 보였다(Figure 3~6). 각도가 60° 이하인 경우에는 각도 시작점에서 양쪽으로 각각 2cm 측정점까지가 가장 밝게 보이는 경향이 나타났다. 그러나 20cm 길이 시료 경우를 제외한 다른 길이의 시료에서는 80°~100°에서는 휘도가 낮아지지 않으면서 상대적으로 고른 밝기 특성을 나타내었다. 이는 광섬유 각도가 60° 이하일 때는 각도 변화 중심 부분이 다

른 부분 보다 훨씬 밝게 보이나, 8~16cm 길이 일 때 80°~100°의 각도를 이룰 때는 상대적으로 고른 밝기를 나타내는 것을 의미한다. 이를 통해 볼 때, 8~16cm 길이 일 때, 80°~100°의 각도는 의류용 로고 디자인 적용 시, 가장 안정적인 각도라고 사료되었다.

한편, 광섬유사의 길이에 따른 밝기 특성은 다음과 같다. 모든 길이 경우에 있어, 각도 변화에 따른 휘도 분포 경향이 현저히 달랐던(Figure 3~6) “광섬유사의 각도 변화에 따른 밝기 특성 분석 결과”와는 달리, 모든 각도 경우에 있어 길이 별 휘도 분포(Figure 7~12)는 상대적으로 적은 차이를 보였다. 이를 통해 볼 때, 유연 광섬유사의 밝기 특성은 광섬유의 길이보다는 구부러진 각도 변화에 의한 영향을 더 많이 받는 것으로 사료되었다.

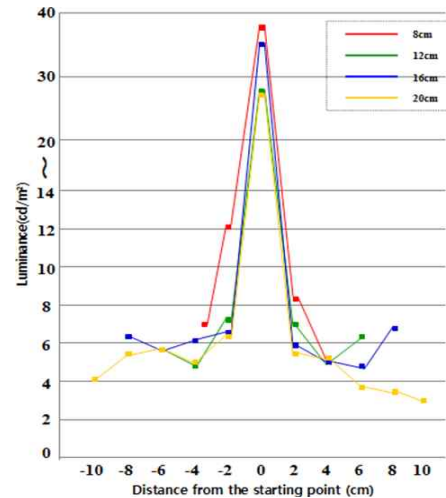


Figure 7. In the change of the angle of 20°, the luminance distribution between the measurement point according to the length

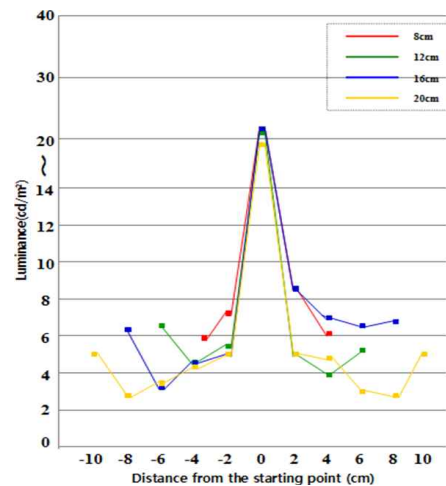


Figure 8. In the change of the angle of 40°, the luminance distribution between the measurement point according to the length

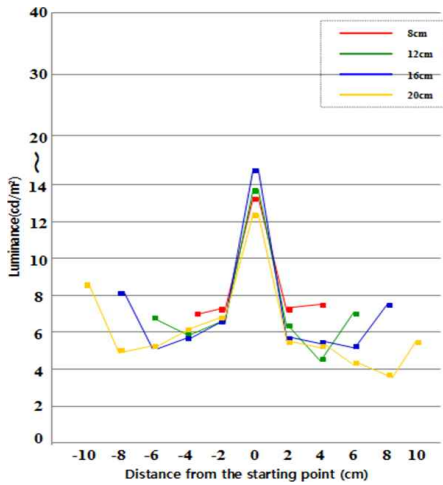


Figure 9. In the change of the angle of 60°, the luminance distribution between the measurement point according to the length

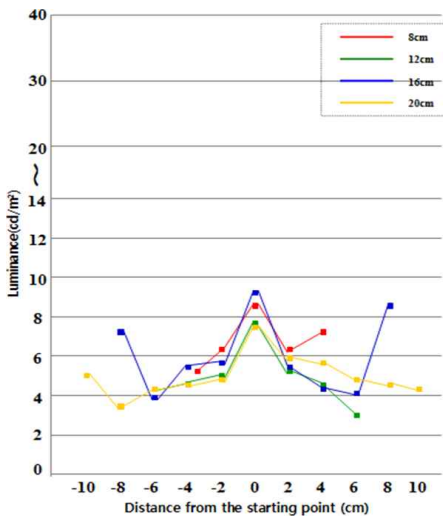


Figure 10. In the change of the angle of 80°, the luminance distribution between the measurement point according to the length

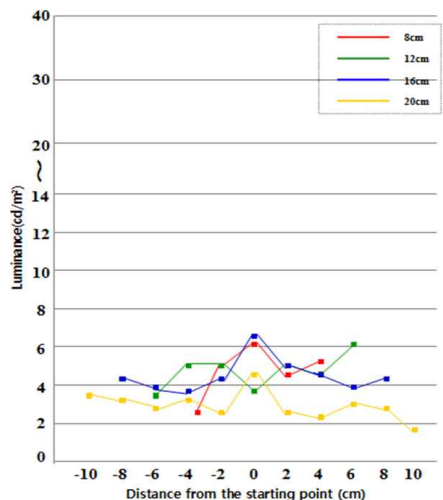


Figure 11. In the change of the angle of 100°, the luminance distribution between the measurement point according to the length

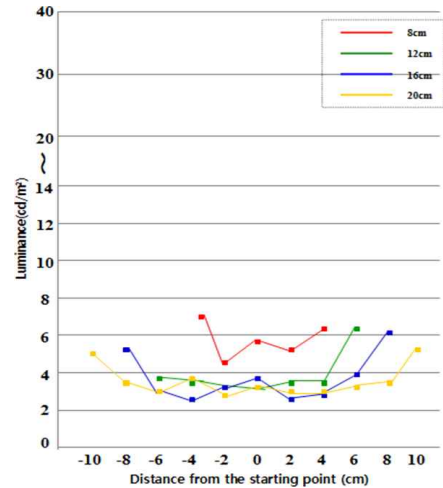


Figure 12. In the change of the angle of 120°, the luminance distribution between the measurement point according to the length

20°, 40°, 60°, 80°, 120° 등 5개 각도 변화의 경우, 측정점 '0'의 휘도는 20cm의 길이에서 가장 낮게 나타나(Figure 7~12) 각도 변화가 포함된 시료의 경우에서 20cm 이상의 길이는 광섬유 활용에 부적합한 것으로 나타났다.

4.2. 광섬유사의 알파벳 적용을 위한 밝기 특성 분석 결과

실험 2의 결과, 광섬유사의 알파벳 적용을 위한 6개의 알파벳 'C, I, N, O, S, U'의 밝기 특성은 다음과 같이 나타났다.

알파벳 'C, I'의 경우 7~8cd/m²대 사이의 비교적 높은 휘도 범위 내에 분포하였으며, 비교적 고른 밝기 특성을 나타냈다. 반면 알파벳 'O, S'의 경우, 앞서 제시된 안정적인 각도 변화의 적정 범위인 80°~100°내의 휘도값과 비슷한 5~6cd/m²대 사이에 분포하였으며 비교적 고른 밝기 특성을 나타냈다. 그러나 알파벳 'N'의 경우, 고른 밝기 특성을 보였지만 동시에 6개 알파벳 중 가장 낮은 휘도를 나타냈다. 알파벳 'U'는, 각 측정점과의 편차가 커지면서 고르지 못한 휘도 분포를 나타내어 로고 디자인 적용을 위한 유연 광섬유의 응용에 적합하지 않은 밝기 특성을 나타냈다(Figure 13).

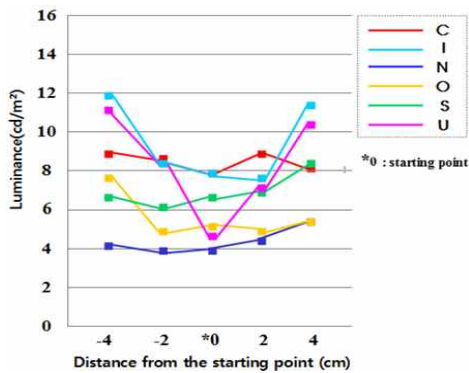


Figure 13. The luminance distribution between the measurement point according to the alphabet

알파벳 ‘C, I’의 경우, 각도의 꺾임정도가 가장 적으므로 이것이 광섬유사 내 광량 전달에 미치는 영향이 나머지 알파벳의 경우보다 적기 때문에 가장 높은 휘도 분포를 나타냈다. 반면, 알파벳 ‘N’의 경우, 2회의 각도의 꺾임정도가 가장 크므로 이것이 광섬유사 내 광량 전달에 미치는 영향이 나머지 알파벳의 경우보다 크기 때문에 가장 낮은 휘도 분포를 나타냈다.

한편, 로고 테두리의 형태에 따른 밝기 특성은 다음과 같았다. 원 모양의 로고 테두리(길이 20cm)는 5.56cd/m²~6.86cd/m²의 휘도 분포 범위를 보이면서 비교적 고른 밝기 특성을 나타냈다. 타원 모양의 로고 테두리(길이 28cm)는 5.29cd/m²~6.89cd/m²의 휘도 분포 범위를 보이면서 비교적 고른 밝기 특성을 나타냈다. 반면, 반원(길이 10cm)의 휘도 분포범위는 9.81cd/m²~11.48cd/m²로 전반적으로 비교적 고른 휘도 분포를 보였으며, 원의 휘도 분포 영역대보다 전체적으로 4~5cd/m² 더 높은 휘도 분포를 나타냈다. 반타원(길이 14cm)의 휘도 분포 범위는 7.28cd/m²~10.26cd/m²로 반원의 휘도 분포보다는 고르지 못한 휘도 분포를 보였지만 타원의 휘도 분포 영역대보다 전체적으로 1~3cd/m² 더 높은 휘도 분포를 나타냈다(Figure14,15).

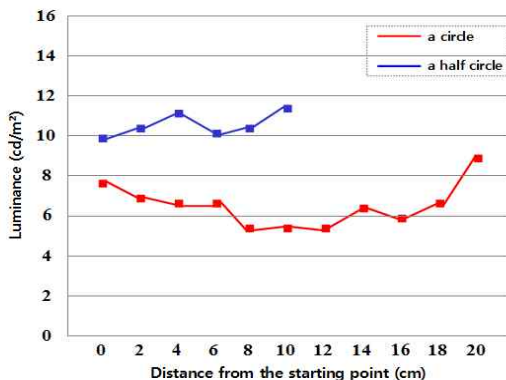


Figure 14. In a circle and a half circle, comparison of the luminance distribution

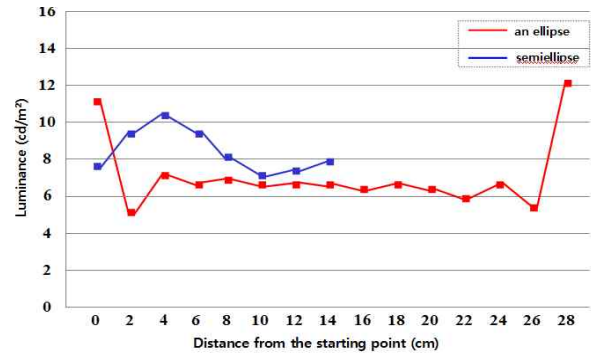


Figure 15. In an ellipse and semiellipse, comparison of the luminance distribution

알파벳 형 광섬유사의 휘도 분포의 전반적 범위가 5~6cd/m²대 임을 고려할 때, 의류용 로고 디자인 적용 시, 알파벳과 로고 테두리 밝기 간에 극심한 차이가 나타나는 것을 방지하기 위해서는 반원, 반타원의 연결형 보다는 알파벳의 휘도 분포대와 비슷한 휘도 분포를 20cm의 원 모양 테두리나 28cm의 타원 테두리를 사용하는 것이 더 바람직할 것으로 사료되었다.

4.3. 의류용 로고 디자인을 위한 지침

유연 광섬유 자수의 밝기 특성 측정 결과에 기초하여, 의류용 광섬유사 로고 디자인에 적합한 디자인 지침과 제한점을 다음과 같이 도출하였다.

광섬유의 구부러짐에 의한 각도 변화가 포함되는 형태인 경우, 적절한 휘도를 유지하면서도 광섬유사 밝기가 전반적으로 균일한 디자인을 구현하기 위해서는, 광원을 광섬유의 양쪽에서 연결하여 8~16cm 길이와 80°~100°의 각도를 적용하는 것이 가장 바람직할 것이다. 반면, 의도적으로 각의 끝부분만을 더 밝게 하고자 할 경우, 60°이하의 예각을 사용하는 디자인 지침이 필요할 것으로 생각된다.

광섬유의 꺾임에 의한 영향을 거의 받지 않아 높은 휘도값을 보였던 알파벳 ‘C, I’의 경우에는 적정 휘도 범위를 유지하기 위해 광섬유사의 단면적 당 예칭의 수를 40% 감소시킨 저휘도형 광섬유사를 제작하여 ‘C, I’형 부분에 사용해야 할 것으로 사료된다. 또한, 2회의 각도 꺾임으로 광섬유사 내 광량 전달에 미치는 영향이 커서 가장 낮은 휘도 분포를 나타냈던 알파벳 ‘N’은 광섬유사 내 광량 전달에 미치는 영향을 최소

화하기 위해 로고 디자인 시, 광섬유사를 한번에 적용하는 대신 형태소들의 조합형으로 적용하는 'I(저휘도형 광섬유사)+V(고휘도 광섬유사)'형 디자인 방식이 필요할 것으로 사료된다. 알파벳 'U'의 경우도, 로고 디자인 시, 굴곡 폭이 좁으면 고른 휘도가 구현되기 어려우므로 굴곡의 폭을 좀 더 넓게 하여 광섬유사에 영향을 덜 받게 할 필요성이 있을 것으로 사료되었다.

5. 결론

본 연구에서는 유연 광섬유의 각도 변화와 길이 및 응용 형태에 따른 밝기 특성을 정량적 방법으로 고찰하였다. 이러한 정량적 분석 결과에 기초하여 유연 광섬유를 적용한 로고 디자인 지침 및 제한점을 다음과 같이 도출하였다.

첫째, 유연 광섬유를 사용한 로고 디자인 시 모든 알파벳 대문자들을 7개 기본 형태소(C, I, L, O, S, U, V)들의 조합된 형태로(예: N=I+V, W=I+역V+I) 재구성하여야 한다.

둘째, 7개 기본 형태소 중 'V, L, U'에서 나타나는 각도는 80°~100° 범위가 될 수 있도록 광섬유 로고 디자인을 위한 서체를 고안할 필요가 있다.

셋째, 7개 기본 형태 중 'I, C' 부분에는 광섬유사에청수가 약 40% 감소된 "저휘도형 광섬유사"를 구분해서 사용함으로써 이 부분만 휘도가 현격히 높아지는 현상을 예방할 필요가 있다.(예: N=I+V 중, 'I'는 저휘도형 광섬유사, 'V'는 고휘도형 광섬유사 사용)

넷째, 유연 광섬유사의 길이보다는 구부러진 각도 변화가 밝기 특성 차이에 지배적 영향을 미침을 고려하여 디자인해야 한다.

다섯째, 광원은 광섬유사의 양 끝단에 동시에 연결하는 것이 바람직하다.

유연 광섬유의 로고 디자인 적용을 위한 제한점은 다음과 같다.

본 연구의 휘도 측정을 위한 시료 제작에 있어서, 광섬유사로 각도의 변화를 자수화 할 때 자수 기술의 특성상 각이 꺾어지는 부분을 뾰족하게 표현하기 어려우므로 광섬유사를 둥글게 굴러서 자수화 하였다. 이러한 현상은 본 연구를 통하여 컴퓨터 자수를 이용한 유연 광섬유의 로고 디자인 적용 시, 제한점으로서 고려해야 할 부분으로 판단되었다.

또한, 앞선 연구 결과에서 휘도 측정 결과, 처음과 끝부분의 측정점의 휘도값이 다소 높게 나타나는 경

향을 보였다. 이것은 자수된 유연 광섬유사의 컴퓨터 자수 후 끝처리 과정에서 자수된 직물의 뒷면에서 광섬유사와 광원을 연결하기 위해 직물 앞의 광섬유사가 뒷면으로 빠져나가도록 하기 위해 직물에 구멍을 내는 데에서 기인하는 현상으로 사료된다. 이 때 구멍을 통과하는 광섬유사 부분은 원단에 의해 모든 가닥들이 더욱 밀집하게 되며, 이로 인해 광섬유사의 처음과 끝부분의 휘도가 다소 높아지는 것으로 추측된다. 이러한 현상도 본 연구를 통하여 컴퓨터 자수를 이용한 유연 광섬유의 로고 디자인 적용 시, 제한점으로서 고려하여 보정할 부분으로 사료되었다.

이를 보정하기 위해 광섬유사가 뒤로 빠져 나가는 바탕 원단의 구멍을 넓혀 광섬유사가 밀집되면서 빛이 모여 나오는 현상을 완화시키는 디자인 방식이 수립되어야 할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Hong, S. K. & Lee, J. H. (2007). Method and Apparatus for Water-resisting Optical Fiber Yarn(내수성 발광용 광섬유사의 제조 방법), Patent Number 200880107110.0. LT Electronics Co, Office of Research Affairs, Yonsei University, All Right Reserved.
- Ji, C. G., Jang, W. J., Yeo, I. S., Kim, H., Lee, J. W., Yeom, J. D., & Kim, S. G. (2008). Principles of the latest lighting environment(최신 조명환경 원론), Seoul: Munundang, 47~48.
- Kim, J. S. (2010). An Exploratory study on the digital display clothing based on the POF-woven fabric(유연 광섬유 기반 직물 디스플레이 기능 의류의 탐색적 연구), Yonsei University Graduate School, Master's thesis.
- Smith, N. A. (2000). Lighting for Health and Safety, Butterworth Heinemann.
- Yang, E. K. (2011). The characteristics of the flexible POF-based fabric for application of an mountaineer jacket with digital color function(유연 광섬유 직물의 특성과 아웃도어용 디지털 컬러 의류 적용), Yonsei University Graduate School, Master's thesis.
- 원고접수: 2012.06.19
수정접수: 2012.11.14
게재확정: 2012.11.25