

# 자동차 광 네트워크용 POF 광커넥터 최적 접속 조건 연구

정은주\*, 김창석\*\*, 정명영#

## Optimal connection condition study of the plastic optical fiber connector for automobiles

Eun Joo Jung\*, Chang Seok Kim\*\*, Myung Yung Jeong#

### ABSTRACT

This paper is to investigate the influence of the endface quality on the loss characteristics of a plastic optical fiber(POF) connector and the stability of new designed sleeve for in-car network service. Using the parameters of the surface roughness and applied load, insertion loss of connector is measured. Endface condition for optimizing the connection is presented by the surface roughness satisfying loss criteria and the stress for minimizing the loss,  $R_{rms}=8\text{ nm}$  and  $19\text{ MPa}$ , respectively. By vibration test and dynamic loss measurement, we show the stability of the new designed sleeve.

**Key Words** : Ferrule(페룰), Insertion loss(삽입손실), Optical connector(광커넥터), Plastic optical fiber(플라스틱 광섬유), Polishing(연마), Sleeve(슬리브)

### 1. 서론

자동차 등 수송 시스템의 고급화를 위하여 오디오, 비디오 등 멀티미디어기기 사이의 고속 광통신 네트워크 구축을 위한 핵심 부품인 광커넥터에 대한 요구가 점차적으로 증가하고 있다. 광커넥터를 사용함으로써 초고속 통신 네트워크의 신호 접속에서 발생하는 병목 현상을 해결하고, 초고속 네트워크의 구현이 가능해 자동차 광네트워크에 핵심 부품이 되고 있다. 자동차에서 광커넥터를 이용한 광네트워크는 자동차내 안정성 및 편리성을 제공하고, 차량 신호 전송속도를 향상시키며, 영상,

초고속 데이터 등 대용량의 원하는 정보를 지금보다 수백 배 빨리 전송이 가능하며, VOD (Video On Demand)와 같은 새로운 정보 콘텐츠의 고품질을 제공한다. 또한, 수백 개의 전선을 수 개의 광섬유로 대체할 수 있어서 자동차의 중량 감소로 인한 연비 개선 및 넓은 실내공간 확보 등의 효과도 동시에 기대할 수 있다. 광커넥터는 기존의 전기선로에 비해 고속 신호처리 속도가 가능하고, EMI(Electromagnetic interference)가 발생하지 않으며, 낮은 신호 누화율을 가지고, 고밀도, 소형화, 저가격화가 가능하다. 이런 이유로 광커넥터의 사용에 대한 표준화가 세계적으로 진행되고 있다.<sup>1</sup>

\* 접수일: 2005년 7월 22일; 게재승인일: 2006년 1월 13일

\* 부산대학교 나노기술학과 대학원

\*\* 부산대학교 나노기술학과

# 교신저자: 부산대학교 나노기술학과

E-mail [myjeong@pusan.ac.kr](mailto:myjeong@pusan.ac.kr)

Tel. (051) 510-2819, Fax. (051) 514-2358

플라스틱 광섬유(POF:Plastic Optical Fiber) 광커넥터의 성능은 삽입손실, 반사손실, 환경에 대한 안정성 등으로 평가한다. 삽입손실을 낮추기 위해서 가장 중요한 요소는 결합되는 축간의 어긋남과 단면의 품질 확보에 의한 프레넬 반사손실 요인이 적극 제어되어야 한다. 자동차에서는 약 2dB 이하 수준의 삽입손실을 요구한다. 또한, 환경적 안정성은 주로 페룰과 슬리브의 결합에 의존하며, 자동차 광커넥터의 경우 플라스틱 슬리브에 의한 접속 및 정렬로 진동에 대하여 상대 운동이나 변형이 발생할 수 있으며, 결합의 안정성이 낮아 손실 변화가 큰 문제점을 지니고 있다.

본 논문에서는 자동차용 POF 광커넥터의 삽입손실 특성과 환경에 대한 안정성 등을 고찰하였다. 손실특성 요구조건을 충족시키기 위해 연마에 따른 손실 시험으로 최적의 연마공정 조건을 설정하는 것이고<sup>2,4</sup>, 광커넥터 접속시 광커넥터로 인가되는 하중 변화의 영향을 파악하여 저손실을 갖기 위해 적절한 하중조건을 고찰한다.<sup>5,6</sup> 또한, 새롭게 고안된 슬리브를 이용하여 진동실험을 통해 진동에 의한 손실변화를 비교하여 광커넥터의 환경에 대한 안정성을 고찰하였다.<sup>7</sup>

## 2. 이론적 고찰

POF 는 일반적으로 코어 물질로 아크릴계 고분자인 PMMA(Poly Methyl Meth-acrylate)을 사용하고 클래딩 물질로는 불소계 고분자를 사용한다. 플라스틱 광섬유는 멀티모드 광섬유이며 빛이 진행하는 코어의 단면적이 광섬유의 전체 단면적의 98% 이고, 유리 광섬유에 비해 직경이 크다. 본 연구에서 표면특성과 하중특성을 위해서 사용되는 POF 광커넥터를 Fig. 1 에 나타내었다.

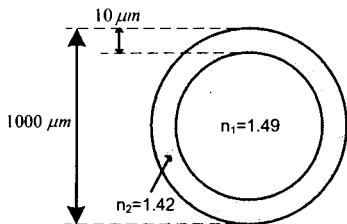


Fig. 1 Cross section of POF

광커넥터는 두 광섬유 혹은 두 그룹의 광섬유

들을 연결시키는 부품으로써, 연결과 분리가 수시로 가능하다. 동일한 광섬유 사이에 이상적인 접속형태는 광도와 매체의 완전한 연속성으로 보장하여 광신호의 손실이 없는 완전한 전달을 의미한다. 그러나, 실제 접속에서는 여러 가지 손실요인으로 말미암아 접속부에서 광신호의 감쇠가 야기된다. 삽입손실의 정의는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.<sup>3,4</sup>

$$Insertion\ loss(dB) = -10 \log \frac{P_1}{P_0} \quad (1)$$

식 (1)에서  $P_0$  는 입사 광 파워이고,  $P_1$  는 출력 광 파워이다. 따라서, 삽입손실이 우수한 광커넥터란 입사 광파워를 최대한 손실 없이 전달하는 커넥터를 의미한다.

### 2.1 삽입손실과 표면조도

광커넥터는 상호간 접촉면에 표면조도가 존재하고 이러한 표면조도에 의해 광산란 현상이 발생하여 손실을 증가시킨다.

광커넥터 단면에서의 손실을 기술하는 정량적인 결과식은 없으나, 본 논문에서는 광산란 이론을 통해 표면조도에 의한 손실을 정의하고자 한다. 광 산란 손실은 Beckmann 에 의하여 정의되는 아래식을 이용하는 것이 일반적이다.<sup>8</sup>

$$\eta = \frac{I_s}{I_i} = \left( \frac{4\pi\delta n \cos\theta}{\lambda} \right)^2 \quad (2)$$

여기서  $\delta, n, \theta, \lambda$  는 각각 표면조도, 광섬유 굴절률, 진행광의 각도, 그리고 입사파장이다.  $n, \theta$  는 광섬유 구조적인 파라미터 이고,  $\lambda$  는 광커넥터에 광원 입사시 결정되는 요인으로 모두 상수로 간주할 수 있다. 결국 산란량은 표면조도( $\delta$ )의 제곱에 비례하여 증가한다. 식 (2)의 산란되는 파워를 삽입손실의 형태로 나타냈을 때, 손실은 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Scattered\ insertion\ loss(dB) = -10 \log(1 - \eta) \quad (3)$$

식 (3)의 계산을 통해 산란 삽입손실을 Fig. 2 에 나타내었다. 손실 그래프를 통해 표면조도에 의한 산란손실은  $S \cdot L = c_1 \cdot \delta^2$  으로 표현이 가능함

을 나타내며, 이때의 표면조도에 의한 손실 계수  $c_1 = 1.71 \times 10^{-3}$  을 보인다.

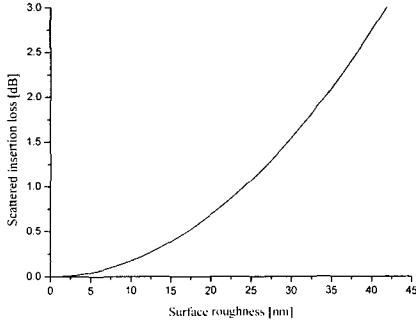


Fig. 2 Scattered insertion loss due to surface roughness

Fig. 2 의 결과 그래프를 통해 광커넥터에서 표면조도에 의한 삽입손실은 근사적으로 식 (4) 처럼 산란계수에 표면조도의 제곱을 곱한 형태로 나타낼 수 있을 것이다.

$$Insertion\ loss(dB) \cong c_2 \cdot \delta^2 \quad (4)$$

### 2.2 삽입손실과 인가 하중

신뢰도가 높고, 낮은 삽입손실, 높은 반사손실을 가지는 광커넥터를 만들기 위해 현재 가장 많이 쓰이는 접촉방법은 물리적 접촉(PC : Physical Contact) 방법으로 접촉면에 결함이 없을 때 우수한 성능을 보인다. PC 는 두 개의 광섬유가 물리적으로 접촉하여 공기 층이 사라지므로 삽입손실이 줄어들도록 하는 것이다. Fig. 3 에는 광커넥터 접촉면에 표면 불균일함이 존재할 때, 외부적으로 하중 인가시 접촉면의 표면조도 변화를 도시한 것이다.

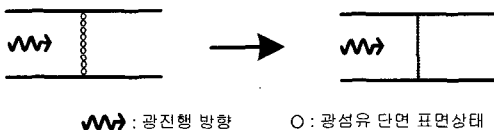


Fig. 3 Change of surface roughness after the load

광커넥터 접속시 연마를 수행한 광커넥터 접촉면에는 표면조도가 존재하게 되는데, Fig. 3 처럼 표면조도를 미세한 기공으로 표시할 수 있다. 이러한 표면조도는 외부적으로 하중을 인가하게 되면 접

촉면에서는 점점 기공의 크기는 줄어들게 되고, 결국 광커넥터는 상호 접촉면적이 증가하게 된다. 이는 손실식 (4)에서 표면조도( $\delta$ )가 낮아져 손실이 감소하게 됨을 의미한다.

그러나 이러한 광커넥터 접촉면에 표면조도 개선 이상의 압력이 인가되면, Stress-optic 효과에 의해서 접촉면 양쪽 단면에서는 굴절률 변화층이 생기게 된다. POF 에서는  $n_x = n_y = n_o$ ,  $n_z = n_e$  가 되어 굴절률 축이 2 개인 복굴절 타원체를 형성한다.  $n_o$ ,  $n_e$  는 각각 (ordinary 축 : 광학적 x, y 축), (extraordinar-y 축 : 광학적 z 축)을 나타낸다. Fig. 4 는 POF 광섬유의 단면을 나타낸 것으로 하중이 z 축 방향으로 가해졌다.

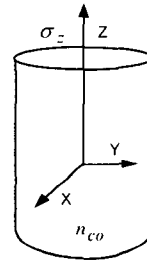


Fig. 4 Geometry of the POF under stress along the fiber axis

Fig. 4 처럼 POF 접촉면에 응력  $\sigma_z$  가 인가되는 경우의 굴절률 변화율을 식 (5)에 나타내었다.<sup>9</sup>

$$\Delta n_x = \Delta n_y = -\frac{1}{2} n_{co}^3 c_2 \sigma_z, \Delta n_z = -\frac{1}{2} n_{co}^3 c_1 \sigma_z \quad (5)$$

여기서  $c$ ,  $\sigma_z$ ,  $n_{co}$  은 각각 응력 광학 계수, z 축 응력 그리고 POF 코어의 굴절률이다. 굴절률 변화 층을 알아보기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션은 상용 소프트웨어인 FEMLAB 프로그램을 이용하였다. Fig. 5 는 POF 모델링을 바탕으로 인가 하중이 20N 일 때의 응력분포를 나타낸 것이다.

Fig. 5 에서 알 수 있듯이 POF 접촉면 전 영역에 응력이 발생하였고, Stress-optic 효과에 의하여 응력 발생층에서 굴절률 변화가 발생할 것으로 판단된다. Fig. 5 처럼 굴절률 변화층이 발생하게 되면 진행광은 굴절률 변화층에서 반사량이 증가하고, 이로 인해 삽입손실이 증가함을 의미한다. 따라

서, 이 삽입손실을 제어하기 위해서는 광커넥터 접  
속시 적절한 하중 인가 조건이 필요하다.

브의 안정성 평가가 필요하다.

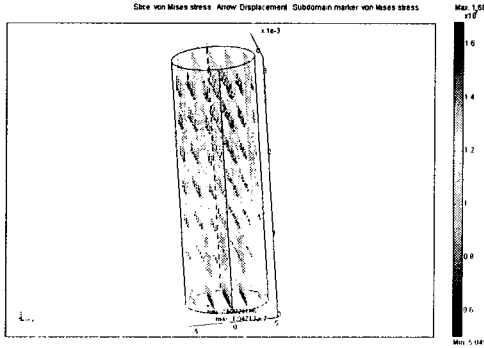


Fig. 5 The stress distribution by FEM analysis

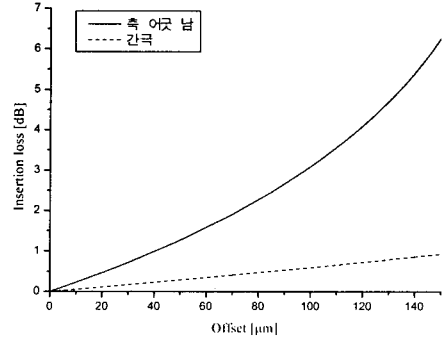


Fig. 6 Insertion loss by the loss factors

### 2.3 삽입손실과 진동 특성

광커넥터는 외부 환경에 대한 안정성이 요구되  
며 이러한 안정성은 주로 페룰과 슬리브의 결합에  
의존한다. 광커넥터의 기존 슬리브의 경우, 단순  
원형 실리더 구조의 플라스틱 슬리브에 의한 접촉  
및 정렬로 진동에 대하여 상대 운동이나 변형이  
발생할 수 있으며, 결합의 안정성이 낮아 손실 변  
화가 큰 문제점을 지니고 있다.

자동차용 POF 광커넥터의 경우, 진동 발생으로  
인해 발생될 수 있는 주요 손실은 축 어긋남 손실  
과 간극 손실이 작용한다. 식 (6), (7)에 각각의 손  
실식을 나타내었다.<sup>1</sup>

$$L_{\text{축}}(dB) = -10 \log \left( 1 - \frac{2x}{\pi R} \right) \quad (6)$$

$$L_{\text{간극}}(dB) = -10 \log \left( 1 - NA \frac{z}{3R} \right) \quad (7)$$

여기서 x, R, NA, z 은 각각 축 어긋남, POF 의  
반경, 개구수, 간극 길이를 나타낸다. 식 (6), (7)의  
계산을 통해 광커넥터 특성을 Fig. 6에 도시하였다.

Fig. 6에서 진동에 의해 슬리브 내에 광페룰의  
축 어긋남(x), 간극(z)이 발생되고, 이로 인해 삽입  
손실이 증가하게 된다. 이는 광파워 전달의 감소를  
의미한다.

따라서, 슬리브에 의해 접촉 및 정렬된 시스템  
의 진동 특성을 통해 손실 변화를 고찰하고, 슬리

## 3. 실험 장치 및 방법

### 3.1 단면 연마 및 손실 측정

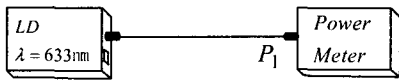
자동차용 POF 광커넥터 연마 특성은 연마 공  
정 시간, 연마 단면의 압력 및 회전수와 연마 필  
름의 입도에 의하여 지배를 받는다. 본 실험은 이  
들 변수를 조절하여 손실 특성의 요구에 부응할  
수 있는 표면조도 10 nm이하 수준의 단면 품질을  
확보할 수 있도록 공정 조건을 설정하는 것이다.

광커넥터의 연마 공정은 Polishig machine(Seiko  
Instrument 사의 OFL -12)을 사용하였다. 광커넥터  
를 Ring-type Jig 에 삽입, 고정시키고, 나사를 사용  
하여 Polishing machine 회전대에 Jig 를 고정시킨  
후 연마를 시작한다. 페룰 연마는 각각의 단계별  
로 시간과 연마 Film 을 변경해가면서 수행하였으  
며, 구체적인 광커넥터 연마공정 절차는 Table 1에  
나타내었다.

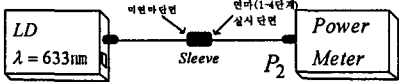
Table 1 The polishing processes of optical fiber connector

Step	Film	Grid Size	Load	Time
Stage 1	DR-5D	9 μm	300 g	20 sec
Stage 2	DR-5D	3 μm	300 g	20 sec
Stage 3	DI-5D	1.5 μm	300 g	20 sec
Stage 4	FOS-01	0.1 μm	300 g	1' 30"

POF 광커넥터의 연마공정은 Table 1 처럼 수행하였으며, 연결 단면에서 빛이 효율적으로 전달되게 하기 위해서, 광커넥터의 단면 처리는 PC 로 처리하였다. 광커넥터 접촉면의 각 단계별로 연마 공정을 완료한 후 삽입손실을 측정하였다. 삽입손실 측정하기 위한 측정방법의 개략도를 Fig. 7 에 도시하였다.



(a) Before connecting between optical fiber connectors



(b) After connecting between optical fiber connectors

Fig. 7 Experimental setup for insertion loss

광원은 발진 파장이 633 nm인 레이저 다이오드 (JDS Uniphase 1122p, 4 mW)를 사용하였고, 광 파워 측정기는 Anritsu ML9002A(0.38 μm~1.15 μm)를 사용하였다. 광원과 Optical powermeter 에 연결될 POF 광커넥터는 어댑터를 제작하여 사용하였다. 광커넥터와 광커넥터 연결은 어긋남이나 구부림 없이 연결될 수 있는 슬리브를 제작하여 접속하였다.

광커넥터 단면연마 절차에 따른 삽입손실 변화 측정을 위한 실험 과정은 다음과 같다. Fig. 7(a)와 같이 먼저 연마공정을 수행하지 않은 광커넥터의 Reference 파워값( $P_0$ )을 측정한다. 이 값은 향후 삽입손실 식에 입력될 기준치로 삼는다. 다음으로 Fig. 7(b)와 같이 측정시료를 연마되지 않은 면은 Optical powermeter 에 연결하고 연마 공정을 수행한 면은 슬리브를 통해 광커넥터와 광커넥터를 접속한다. 이때의 측정값이 단면 연마에 따른 파워값( $P_1$ )이다.

### 3.2 하중 인가 및 손실 측정

연마가 완료된 POF 광섬유의 접촉면에 하중을 인가하고 삽입손실의 변화를 측정하였다. 실험은 하중 인가가 가능한 Push-pull gage 와 광섬유를 고정시킬 수 있는 고정대를 사용하였다.

인가 하중에 따른 삽입손실 측정 절차는 다음

과 같다. 실험의 측정 구성은 연마단계에 따른 삽입손실 측정 장치와 동일하게 구성한다. 이때 사용되는 측정시료는 연마 4 단계가 완료된 광섬유를 이용한다. 첫번째로, LD 에 연결되는 광섬유는 움직이지 않도록 고정대에 고정한 후, 고정된 광섬유에 슬리브로 측정 시료를 연결한다. Push-pull gage 를 이용하여 LD 방향으로 일정한 힘(5N, 10N, 15N, 20N)을 작용시켜 가면서 광섬유의 접촉면에 응력이 인가되도록 한다. 이 때, 측정값이 인가 응력에 의한 파워값( $P_1$ )이다.

단면연마 및 하중 인가 손실 실험에서 측정된 값( $P_0$ ,  $P_1$ )은 Optical powermeter 에서 일정한 파워를 나타낼 때 값으로 선택하였다. 또한, 각각 5 회 실험을 수행하였다. 측정값을 토대로 식 (1)을 이용하여 손실 요인에 따른 삽입손실을 결정하였다.

### 3.3 진동 및 광파워 측정

진동실험은 기존의 단순 중공체 형태의 슬리브와 새로 고안된 슬리브를 이용하였다. 새로 고안된 슬리브는 고분자 소재의 탄성 변형 에너지를 이용하여 Tight press-fit 가 이루어지는 구조와 페룰과의 단차결합 방식에 의한 결합으로 기존의 축어긋남, 간극 오차를 줄이기 위한 구조로 개발되었다. 진동에 대한 안정성 평가를 위하여, 기존 슬리브와 새로 고안된 슬리브를 이용하여 광패를 간 연결 후, 광파워 변화를 측정하였다. 진동에 의해 슬리브 성능 평가를 위한 광파워 변화 실험 개략도를 Fig. 8 에 나타내었다.

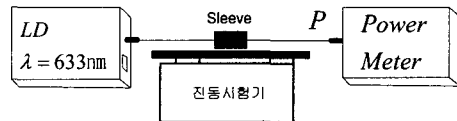


Fig. 8 Experimental setup for vibration test

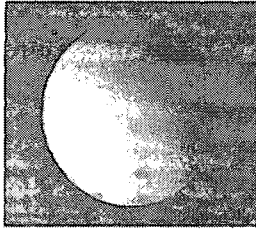
Fig. 8 에서 처럼 광패를 간 연결된 슬리브는 진동시험기 위의 고정대에 고정한 후, 진동을 인가하여 광파워 변화를 측정하였다. 진동 인가는 Telcordia 기준을 준수하였다.

## 4. 실험결과

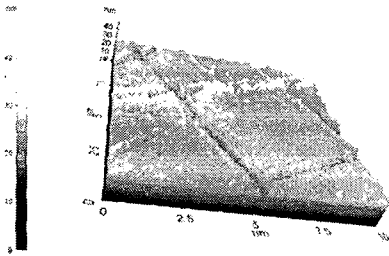
### 4.1 단면 연마 실험결과

Table 1 의 연마 공정절차를 통해 최종 연마 후

의 광커넥터 단면을 Fig. 9 에 도시하였다.



(a) After multi-step polished endface



(b) AFM view showing the surface roughness of ferrule endface

Fig. 9 Cross section of POF

Fig. 9(a)는 최종 연마 후의 단면의 상태를 나타내며, Fig. 9(b)는 이 경우 AFM 을 이용하여 단면 상태를 측정 한 것이다. 이때의 표면조도는  $R_{rms} = 8 \text{ nm}$ 의 값이 측정되었다. 연마 공정 단계에 따른 삽입손실을 측정하였으며, Fig. 10 에 그 결과를 나타내었다.

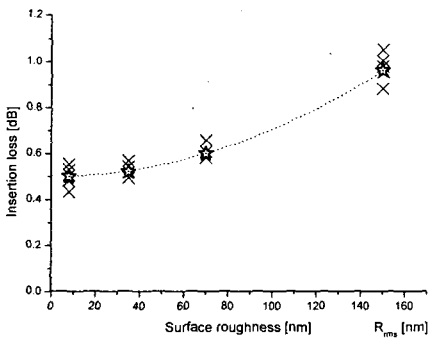


Fig. 10 Change of insertion loss against polishing processes on surface roughness

Fig.10 에서 surface roughness 가 0 일 때 이론식의 결과와 측정 결과값이 다른 이유는 다음과 같다. 광커넥터의 측정 결과는 여러 손실(산란손실, 재료손실, 반사손실, 방사손실)이 포함된 값이지만, 이론식은 산란손실만을 고려한 값이므로 surface roughness 가 0 일 때 오차가 발생된 이유로 사료된다. Fig. 10 로부터 표면조도가 개선됨으로써 삽입손실값은 줄어들고 있으며, 연마 공정에 따른 삽입손실 값을 바탕으로 공정 절차에서 각각의 실험 결과값의 평균들을 연결(점선표시)하여 표면조도에 따른 삽입손실 값을 예측하였다.  $R_{rms} = 8 \text{ nm}$  이상의 영역에서 점선 그래프를 통해, 각각의 표면조도에서 구한 계수의 평균인  $c_2 \approx 2 \times 10^{-4}$  을 나타낸다. 이는 식 (3)에서는 총 산란에 의한 손실값을 나타내지만, Fig. 10 에서는 이러한 총 산란 중에서 삽입손실 값만을 나타내고, 이로 인해 산란계수 값이 더 작게 나타낸 것으로 판단된다.

#### 4.2 하중 인가 실험결과

POF 광커넥터 단면에 하중 인가시 삽입손실의 변화 결과값을 Fig. 11 에 나타내었다.

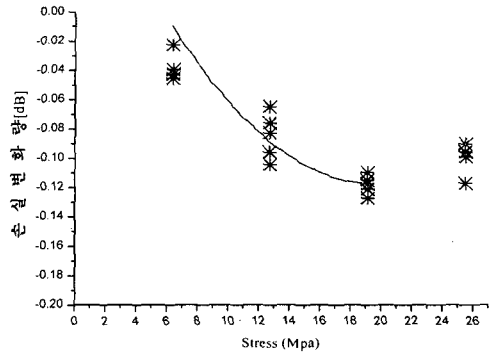


Fig. 11 Change of insertion loss against compression on surface

Fig. 11 에서 응력이 19 MPa이하 영역에서는 표면조도 요인이, 19 MPa이상 영역에서는 반사요인이 작용한 것으로 판단된다. 19 MPa이하 까지는 표면돌기의 변형에 의한 접촉 면적 증가로 삽입손실이 0.08 dB만큼 줄어들었다. 광섬유의 최종 연마상태의 표면조도와 19 MPa에서 표면조도를  $R_{rms} = 0 \text{ nm}$ 라고 고려했을 때, 손실값 예측을 실선으로 나타내

었다. 이는 앞서 구한 연마실험 손실 계수( $c_2$ )값과 산란에 의한 손실식(4)을 적용한 것이다. 삽입손실 변화값과 예측한 손실값은 잘 일치하고 있다.

그러나 응력이 19 MPa에서 25 MPa으로 증가시 삽입 손실이 증가하는데 광섬유 접촉면에 굴절률 변화층이 발생되고, 굴절률 변화층에서 반사량 증가에 의한 것으로 판단된다.

### 4.3 진동 인가 실험결과

Fig. 12 는 Telcordia 기준 실험을 통해 기존 슬리브의 진동에 의한 광파워 실험 측정결과를 나타 내었다. Fig. 12 에서 오른쪽 상단은 Telcordia 기준의 진동 패턴을 나타낸다.

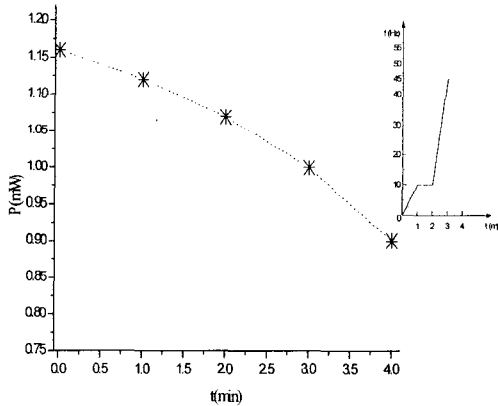
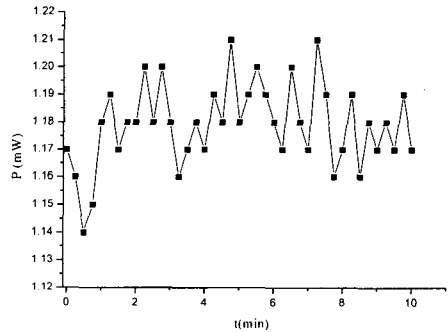


Fig. 12 Optical power due to vibration of old sleeve

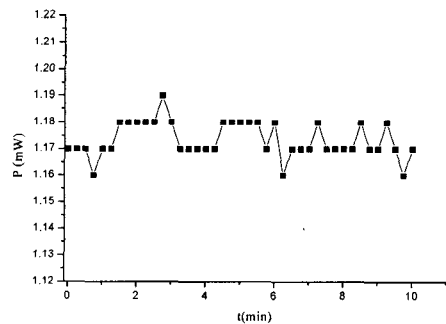
Fig. 12 에서 기존 슬리브의 경우 4min 이하에서는 광패물이 슬리브내에서 축 어긋남 손실과 간극 손실로 인해 광파워 값의 급격한 감소를 나타내었고, 4min 경과 후 시간에는 슬리브로 부터 광패물의 완전이탈로 인해 더 이상의 파워값을 측정할 수 없었다.

Fig. 13 에는 본 연구에서 고안된 슬리브(고분자 소재의 탄성 변형 에너지를 이용하여 Tight press-fit 가 이루어지는 구조와 페물과의 단차결합 방식에 의한 결합구조)와 기존 슬리브의 진동실험 후 결과 값을 나타낸 것이다. 여기서, 기존 슬리브는 광 패물 이탈되지 않도록 고정된 후의 결과 값이다. Fig. 13 으로부터 기존 슬리브는 광패물과의 느슨한 접

속으로 인해 축 어긋남 손실과 간극 손실 요인 등 에 의해서 손실값 변화가 크게 발생하고 있으나, 고안된 슬리브는 광패물이 슬리브내에서 압착 단 차결합으로 손실값 변화가 거의 발생하지 않는 안정된 결과를 나타내었다.



(a) Optical power due to the vibration of old sleeve



(b) Optical power due to the vibration of new sleeve

Fig. 13 Optical power comparison of the existing sleeve and new design sleeve

## 5. 결론

본 논문은 자동차용 POF 광커넥터의 최적 설 계를 위해 단면의 연마조건과 하중 인가에 따른 삽입손실 변화를 실험적으로 고찰하였고, 환경 안정성 평가를 위해 새롭게 고안된 슬리브의 성능 특성을 고찰한 것이다.

광커넥터 단면에서의 표면조도를 제어하기 위 하여 연마시간과 연마필름의 종류를 선택하여 다 단계로 연마공정을 수행하였으며, 최종 연마 후의 표면조도  $R_{ms} = 8 \text{ nm}$  이고 삽입손실은 0.5dB 를 나타

내었다. 아울러 삽입손실은 표면조도에 크게 의존함을 나타내었다.

광섬유 단면에 하중 인가시 삽입손실 변화를 통해 최적 인가 하중이 존재함을 나타내었다. 응력이 19 MPa 이하 영역에서는 표면조도에 의한 영향을 줄일 수 있어서 삽입손실이 감소하였으나, 응력이 19 MPa 이상 영역에서는 접촉 양쪽 단면에 굴절률 변화층 발생으로 반사량 증가로 인해 삽입손실이 증가하였다. 향후 자동차용 POF 광커넥터 설계시 단면 응력은 약 19 MPa 정도가 적합한 수준으로 사료된다.

진동 실험을 통해 페룰과 슬리브간 Tight press-fit 및 단차결합은 정렬의 안정성을 증가시켜서 손실의 변화를 거의 유발시키지 않음을 확인하였으며, 향후 자동차 광커넥터의 정렬 및 접속 구조로 채용하기에 적합할 것으로 판단된다.

### 후 기

본 논문은 교육인적자원부 · 산업자원부 · 노동부의 출연금으로 수행한 산학협력중심대학육성사업의 연구결과이다.

### 참고문헌

1. Andreas, N., Björn, W. and Matthias, J., "Plastic-Optical-Fiber-Based Parallel Optical Interconnects," IEEE J. Select. Topics Quantum Electron., Vol. 5, No. 2, pp. 193 - 200, 1999.
2. Zuyuan, H., Waqar, M., Erin, S., Nasir, A. and Yves, P., "Analysis on the Effects of Fiber End Face Scratches on Return Loss Performance of Optical Fiber Connectors," J. Lightwave Technol., Vol. 22, No. 12, pp. 2749 - 2754, 2004.
3. Ling, Y., Huang, H., Chen, W.K., Xing, Z., Liu, Y.C. and Teo, P.L., "Polishing of fiber optic connectors," International Journal of Machine Tools & Manufacture., pp. 659 - 668, 2004.
4. Huang, H., Chen, W.K., Yin, L., Xiong, Z., Liu, Y.C. and Teo, P., "Micro/meso ultra precision grinding of fibre optic connectors," Precision Eng., pp. 95 - 105, 2004.
5. Mitsuru, K., Shinji, N. and Tadatashi, T., "Return Loss Characteristics of Optical Fiber Connectors," J.

- Lightwave Technol., Vol. 14, No. 2, pp. 1986 - 1991, 1996.
6. Masaru, K., Takashi, Y., Shuichiro, A., Shin'ichi, I., Ryo, N., Shin, S. and Seiko, M., "Injection Molded Plastic Multifiber Connector Realizing Physical Contact with Fiber Elasticity," IEEE J. Select. Topics Quantum Electron., Vol. 5, No. 5, pp. 1271 - 1277, 1999.
7. Yoshito, S., Shuichi, Y., Masayoshi, O., Hirotsugu, S., Michiyuki, A., Shinichi, I., Shin, S. and Shunichi, T., "Plastic Split Alignment Sleeves for Single-Mode Fiber Connection of MU-and SC-Type Ferrules," IEEE Photon. Technol. Lett., Vol. 13, No. 3, pp. 218 - 220, 2001.
8. Beckmann, P. and Spizzino, A., "The scattering of electromagnetic waves from rough surface," London, Pergmon Press, 1963.
9. Zubia, J., Arrue, J. and Mendioroz, A., "Theoretical Analysis of the Torsion-Induced Optical Effect in a Plastic Optical Fiber," Optical Fiber Techno., Vol. 3, No. OF970212, pp. 162-167, 1997.