# 4G 이동통신기반 초간편 접속 고기능 광커넥터의 구현

論 文
10-3-5

# Implementation of Quick fit, High Performance Outdoor Optical Connector for 4G Mobile Communication System

이 영 철*, 김 철 균, 천 승 창, 정 우 연
Young-Chur Lee, Chul-Gyun Kim, Seung-Chang Cheon, and Woo-Youn Juong

## Abstract

The recent development of 4G mobile communication system has led to the rapid technology shift from conventional repeater systems using coaxial cable links towards new fiber optic repeater systems using fiber-optic links between the base station and the outdoor fiber optic repeater. The technical changes have brought up the increasing needs of robust optic links that can be used in harsh environments. Based on the most demanding requirements, a new outdoor optical connector employing 2-channel fiber optics, uplink and downlink, has been developed for the applications where the rugged environmental protection is essential. This paper describes the development of the new connector along with the design criteria and performance results. In summarizing, the prototype optical connectors have undergone extensive laboratory and field test, and they have shown exceptional optical and mechanical characteristics under extreme environmental conditions. The connectors have also exhibited capabilities of providing fast and easy installation while maintaining high performance fiber optic connections.

Keywords : 4th Generation, fiber optic links, quick fit, out door optical connectors, harsh environmental condition, IP68

## I. 서 론

최근 4세대 이동통신기술의 본격적인 도입과 더불어 이동통신 기지국의 중계방식은 동축선로를 이용한 중계장치에서 광중계기로 급속히 교체되고 있으며, 또한 광중계기 구성방식은 기존의 MASTER 1대에 SLAVE 1대가 연결되는 중계방식에서 그림 1과 같이 WDM을 이용하여 하나의 광선로로 기지국으로부터 최대 15km 내의 전파 음영지역에 Cascade 형태로 다수의 옥외 광중계기를 설치함으로써 서비스의 확장성을 증대시키고, 고장 시 망의 기능을 유지하면서 신속하게 보수유지를 행할 수 있는 Star/Cascade 광중계 방식으로 변경되고 있다. 이에 따라 기지국 안테나에 직접 설치되는 옥외용 광중계기와 기지국을 연결하는 광선로 접속장치가 시스템의 필수 구성요소로서 대두되고 있다. 이에 필요한 접속장치의 경우 방수, 방진, 온도변화, 내충격성 등의 혹독한 환경적 요구조건을 만족할 수 있어야 할 뿐만 아니라 설치가 간편하고 보수유지가 용이한 사용조건을 갖추어야 한다.

접수일자 : 2011년 08월 07일
심사일자 : 2011년 08월 13일
최종완료 : 2011년 09월 12일
*교신저자, E-mail : yclee@yjelecmom.com

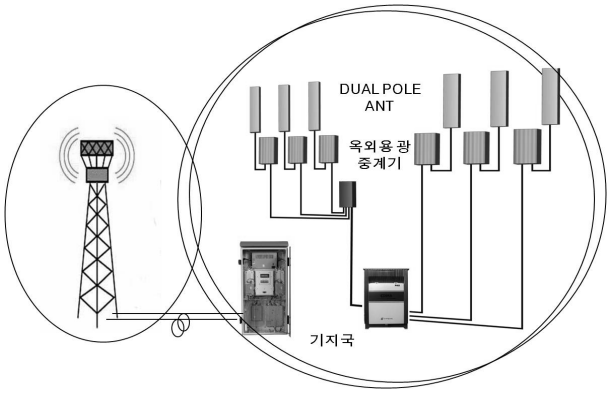



그림 1. 진화된 광중계 시스템 전개도

본 논문에서는 극한 옥외 환경에서 신뢰성 있는 광 접속 성능을 제공하기 위하여 신속 간편한 접속성능, 풀림방지, 방수 등의 고기능성을 갖추고 1~2채널의 광 신호를 장비 상호 간의 입 출력단을 통하여 간섭이나 왜곡 현상 없이 낮은 손실로 전달시키는 초간편 접속 고기능성 옥외용 광커넥터를 제안하고 시제품의 설계, 제작 및 특성 시험결과에 대하여 기술하였다.

## II. 광 커넥터 설계 및 제작

본 절에서는 먼저 기존에 사용 중인 옥외용 광커넥터로서 구현이 가능한 장치를 살펴보고 그들의 장단점을 분석한 후 문제점을 개선할 수 있는 새로운 광 커넥터의 설계방향을 제시하였다.

### 1. 기존 옥외용 광커넥터

현재 사용이 가능한 옥외형 광커넥터의 경우 그림 2와 같이 기존 LC 또는 SC 커넥터 등에 보호 덮개를 설치한 복합형 구조의 광커넥터가 소개되고 있으나 설치가 복잡하고 성능이 떨어지는 문제점이 있으며, 따라서 설치가 간편하면서 다양한 사용환경의 요구조건을 충족할 수 있는 옥외용 광커넥터의 개발이 절실히 요구되고 있다.

그림 2. 기존사용 옥외 설치 광커넥터류 (L/C 및 S/C 형)

### 2. 새로운 광커넥터의 설계 특징

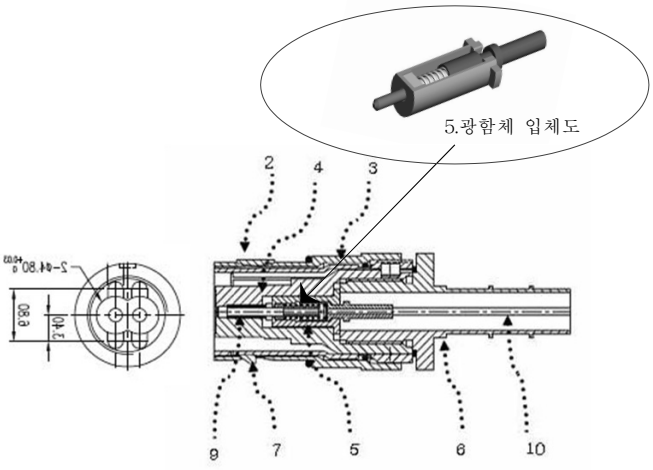
새로운 광커넥터를 설계하는데 가장 중요하게 고려하였던 사항은 현장에서 설치가 용이하도록 접속장치의 상호결합 및 분리를 최대한 간편하게 하는 것과 단순 삽입동작만으로도 광섬유 어레이가 정렬되어 복수채널의 광섬유가 각각 독립적으로 S/M 또는 M/M 광 신호를 전송할 수 있도록 광 인터페이스를 설계하는 것이었다. 이를 위하여 푸시-온, 풀-오프(PUSH-ON, PULL-OFF)방식의 접속기구를 리셉터클과 플러그에 적용하였으며, 설치 후 견고히 고정되도록 풀림 방지장치를 설치하고 IP 68수준의 방수 성능이 확보되도록 접속부를 설계하였다.

### 3. 플러그 장치 설계구현

잭 연결기와 접속되어 기계적, 광학적인 정합을 이루는 플러그는 그림 3과 같이 광축의 1차 정렬 수단인 키(2)를 설치하고, 접속 후 풀림방지 장치(7)와 접속해제 장치(3)를 그림 3과 같이 구성하였다. 또한, 내부 하우징(4)에는 광 화이버와 페롤의 조립체가 설치된 광 함체(5)를 구비하여 잭 연결기와 접속 시 광섬유 간 상호 정합이 이루어지도록 구성하였다. 광 함체(5)는 필요에 따라서 1~2개까지 연결기 내부 하우징에 설치할 수 있으며, 플러그 연결기를 잭 연결기에 삽입시킬 경우 복수채널의 광섬유가 정확히 얼라인(align)되게 하여 광심선의 올바르게 접속이 이루어지도록 설계하였다.

### 4. 리셉터클 장치 구조

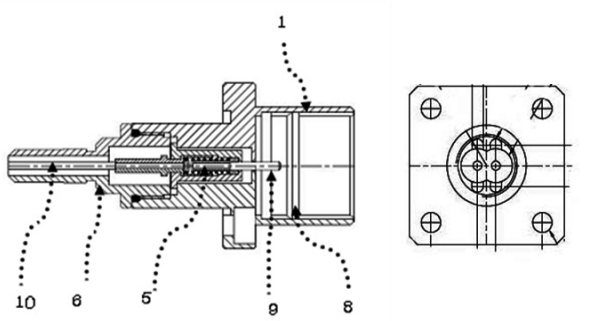
잭 연결기에는 플러그의 광섬유와 광축의 정렬이 이루어지도록 키홈을 구성하였으며, 플러그를




부품명칭: 2.방향키 3.덮게 4.내부하우징 5.광함체 6. 광케이블가이드 7.걸림턱 9.광페롤 10.광케이블

그림 3. 광커넥터 플러그 구성도

삽입시킬 경우 간편하게 접속이 이루어지도록 설계하였다. 또한, 플러그와 마찬가지로 광 화이버와 패롤을 수납하고, 접속 시 광 화이버 상호간




부품명칭: 1.방향키 가이드 5.광함체 6.케이블가이드 8. 걸림홈
9.광페롤 10.광케이블

**그림 4. 광커넥터 리셉터클 구성도**

을 조화 연결시키는 광 함체(5)를 내장하였다.

## 5. 광커넥터 접속 구성도

그림 5는 플러그와 리셉터클이 접속이 완료된 상태로서 기구적으로 연결이 이루어졌을 뿐만 아니라, 광통신 기기 간 신호전송이 가능한 광학적 접속을 구성하고 있다. 또한, 옥외 환경에서 외부 충격, 진동, 인장하중 및 기후영향 등으로 부터 광 인터페이스를 보호하여 신뢰성 있는 광접속을 제공하며, 결합 및 분리작업이 5초 이내에 실현되도록 설계되었다.

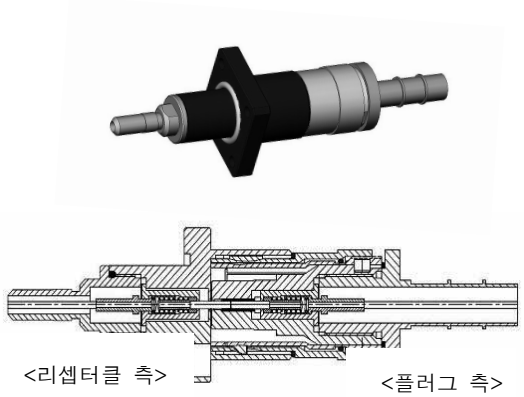



**그림 5. 광커넥터 접속 구성도**

## 6. 광커넥터 케이블 어셉블리 제작

앞에서와 같이 설계 제작된 광커넥터의 성능시험과 현장시험을 위하여, 4G 이동통신 기지국의 옥외용 광중계기에 설치 가능한 형태로 광케이블 어셈블리를 제작하였으며, 광 신호 손실이 0.2dB 이하가 되도록 하고 2채널의 신호를 동시에 전송할 수 있도록 인터페이스를 구성하였다.

**그림 6. 초간편 접속 광커넥터 케이블 아셈블리**

# III. 성능시험

## 1. 광섬유 연결부 형상편차 성능시험

앞 절에서와 같이 제작된 시제품의 광섬유 페롤 접합부에 대하여 광학특성 및 내구성에 영향을 주는 페롤 곡률 반지름(Ferrule radius curvature), 페롤 정점 편심도(Apex Offset) 등의 기하학적인 요소를 측정하였으며, 이 결과 개발규격에 만족하는 하는 결과를 얻을 수 있었다.

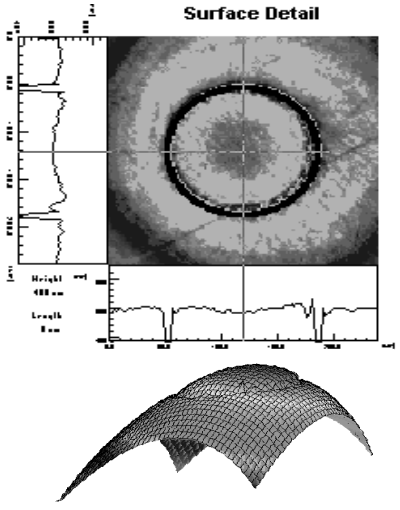



**그림 7 페롤 접합부 형상편차 측정결과**

## 2. 광학특성 시험결과

그림 6에서 제작된 광커넥터 어셈블리의 광학특성은 광 중계 시스템의 운영마진을 고려하여 삽입손실 및 반사손실의 개발 규격치를 설정하였

으며, 시제품에 대한 측정결과 표1과 같이 양호한 특성을 나타냈다.

표 1. 시제품의 광학특성 측정결과

| 항목 | 개발 규격 | 측 정 결 과 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1번 시료 | 2번 시료 | 3번 시료 | 4번 시료 | 5번 시료 |
| 삽입 손실 | 0.2 dB↓ | 0.11 | 0.08 | 0.09 | 0.14 | 0.10 |
| 반사 손실 | 55 dB↑ | 56 | 56 | 57 | 56 | 56 |

## 3. 기계적, 환경적 성능평가

본 연구에서 구현된 옥외용 광커넥터는 외부환경에 노출되어 지속적으로 성능을 발휘하여야 하므로 가장 가혹한 환경조건을 가정하여 그림 8에서와 같은 성능시험을 실시하였으며, 이 결과 시험 전후의 삽입손실 차이가 0.2dB 이내로 측정되었으며, 물리적 및 환경적 영향에 의한 커넥터의 손상은 발생하지 않은 것으로 나타났다.

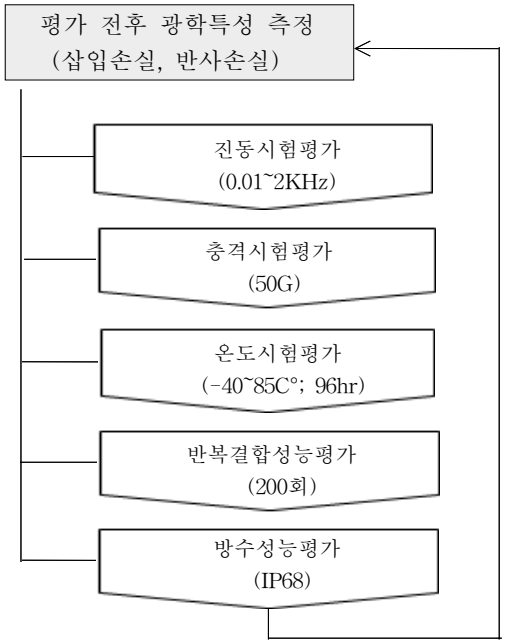



그림 8. 기계적,환경적 성능 평가 프로세스

## 4. 현장 테스트결과

본 연구에서 개발된 광커넥터를 실제 현장에서 사용 시 광학적 성능구현 및 설치공사 시 문제점 여부를 확인하기 위한 목적으로 4G 이동통신용 옥외형 광 중계장치에 시제품을 실장하여 운용 테스트를 실시하였다. 본 테스트 결과 시제품은

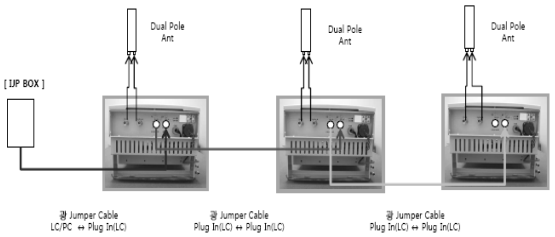



그림 9. 옥외형 광중계기 설치 기지국 구성도

그림 10. 옥외형 광중계기 설치 옥외용 광커넥터

옥외형 광중계기의 시스템 성능요구조건을 모두 만족하는 결과를 얻을 수 있었다.

표 2. 광중계기 제원 및 시험결과

| 항 목 | SPEC | 시험 결과 |
|---|---|---|
| 출력전력 | 60W | 규격에 적합함 |
| 광파장 | 1310nm (MU LD)<br>1550nm (MU LD) | 규격에 적합함 |
| 최대출력 | (순방향)<br>MU: 0dB, SU: 15dB<br>(역방향)<br>MU: 25dB, SU: 6dB | 규격에 적합함 |
| 순방향 delay | 15㎲ (11㎲) | 규격에 적합함 |

# Ⅳ. 결 론

본 연구는 4G 이동통신기반 광 중계 시스템의 핵심 요소부품 개발의 일환으로 옥외 광중계기에 설치 사용되는 초간편 결합 고기능성 옥외용 광커넥터의 국산화 개발을 완료하였다. 개발된 시제품은 장비 측과 케이블 측의 커넥터를 원터치로

신속히 분리 결합할 수 있으며, 가혹한 외부환경에서 지속적으로 성능을 발휘할 수 있는 내환경 특성을 보유하고 삽입손실 0.2dB 이하의 개발규격을 만족하였다. 금번 개발된 광커넥터는 4G 이동통신 시스템뿐만 아니라 각종 광통신 설비, 고화질 영상전송 및 대용량 데이터 전송을 필요로 하는 모든 광 관련 산업분야로 적용이 확대될 것으로 기대된다.

본 연구는 2010년도 중소기업청의 "중소기업 기술 혁신 개발사업" 의 연구결과로 수행 되었슴

## [ 참 고 문 헌 ]

[1] L. Eric, Ph.D., *Fiber Optic Connector 3D Metrology*, 2007.
[2] H. Jeff, *Understanding Fiber Optics 4th Editions*, Prentice Hall, 2005
[3] D. Derickson, Fiber Optic Test & Measurement, Hewelett Packard Professional Books, Prentice Hall, 1998.
[4] Martin Michael외 "Optical Connector" U.S Patent, WO2008/128940a1,2008
[5] IEC61300-3-34, IEC60259 International Electro-technical Commission
[6] Mittsutoshi hatori, 광통신공학,일본 Coroona사,1998

## Biography

**이 영 철**
1989년 경일대학교 공업화학과 졸업
1995년 금오공과대학 전자공학과(공학석사)
1989년~1999년 LG전선 책임연구원
1999년~현재 (주)용진일렉콤 연구소장
<관심분야> 광통신 시스템 및 네트워 설계
<e-mail> yclee@yjelecmom.com

**정 우 연**
1999년 충북대학교 전파공학과 졸업
2001년 경희대학교 전자공학과(공학석사)
2002년~2003년 삼성전자 시스템LSI사업부
2005년～현재 LG유플러스 Access망 기술팀 차장
<관심분야> 이동통신 네트워크, 디지털 통신이론
<e-mail> ofdm1@paran.com

**김 철 균**
1994년 울산공과대학교 전기공학과 졸업 (공학사)
1999년~현재 (주)용진일렉콤 책임연구원
<관심분야>무선통신시스템 및 주변기기설계
<e-mail> cgkim@yjelecomm.com

**천 승 창**
1994년 전주공업대학교 정보통신과 졸업(공학사)
2002년~2007년 (주)호성테크닉스 기술연구소
2007년~현재 (주)용진일렉콤 책임연구원
<관심분야> 초고주파 신호처리 및 기기 설계
<e-mail> sccheon@yjelecomm.com