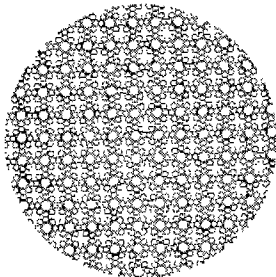


光通信 Cable의 利用實態와 展望

The Current Status of Utilization of Optic-Fiber Cable and its Prospect



林 鍾 晟

大韓電線(株) 光通信部長

1. 머리말

광섬유는 銅線의 制約條件을 해결해 주는 꿈의 通信으로서 電氣通信에 革命을 일으키고 있다. 1960年 루비 레이저가 發明되고 Kao박사팀의 1966년 理論은 광섬유 通信의 基礎가 되었다. 유리 자체를 통하여 빛이 突破할 수 있다는 사실은 오래전부터 알려져 있었으나 光學 유리에서는 손실이 數百dB/km이었다.

1970年 미국의 Corning社에서 低損失 광섬유 20 dB/km제조 성공은 대단한 反應을 불러 일으켰다. 그리하여 半導體 레이저 및 광섬유를 이용한 光通信 방식은 급속한 발전을 이룩하였으며, 1979년에는 日本 NTT 技術陣에 의해 1.55 μm에서 이론적 限界值인 0.81 dB/km에 접근한 0.2dB/km의 광섬유 開發에 성공하기에 이른 것이다. 0.2dB/km의 손실이라면 光의 強度가 1km를 지난후 95.5%가 도달한다는 것이며 轉機가 되었던 1970年 미국 코닝社가 발표한 석영글라스 광섬유의 경우 1%밖에 도달하지 못하고 99%는 도중에 손실로 되는 것이다.

約 10年 사이에 이렇게 發展한 것은 그만큼 各國의 많은 기업 및 연구소가 적극 참여하고 있음을 反證하는 것이다.

그렇다면 무엇 때문에 이렇게 많은 관심을 불러 일으키는지에 대해 광섬유의 製法 및 特徵 그리고 광섬유 케이블 構造에 대하여 말하고 國內外 利用實態 및 展望에 대하여 말하고자 한다.

2. 광섬유 製法

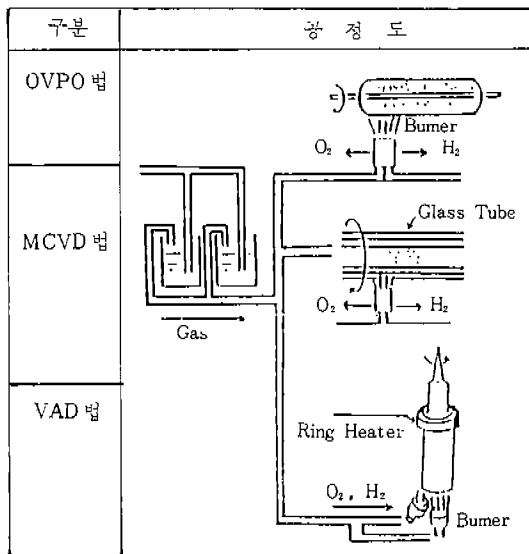
광섬유 製造方法은 여러가지가 있으며 프리폼을 제조하는 방법에 따라 VAD(Vapor Phase Axial Deposition), OVPO(Outside Vapor Phase Oxidation), MCVD(Modified Chemical Vapor Deposition) 이중도가니法 및 PCVD(Plasmd Chemical Vapor Deposition)등이 있으나 여기서는 앞의 세가지 방법에 대해서 간단하게 說明한다.

VAD는 種棒下端에 原料가스의 加水分解 反應에 따라 글라스 燒結體를 成長시킨다. 種棒을 왼쪽으로 이동시켜 길이方向으로 成長시킨다. 上方의 ring狀 heater內에서 加熱하고 투명글라스化 하여 연속적인 母材製造가 가능하다. VAD는 손실의 主要因

이 되는 OH 등의 불순물을 제거함으로써 低損失 效果를 실현하고 있다. OVPO는 심봉周圍에 原料가스의 加水分解反應에 따라 글라스 燒結체를 만들고 加熱하여 투명유리화 하고, 심봉을 제거하고 内外面을 研磨하여 中空部를 減壓加熱하여 中質化한 母材를 만든다.

MCVD는 石英 Glass管 中에 原料가스를 供給하면서 外部로부터 버너로 加熱하여 内壁面에 글라스를 부착시키며 形成後는 OVPO와 똑같이 中空部를 重質化하여 母材를 만든다.

이들 製法으로 만들어진 하나의 母材로부터 가능한 광섬유의 길이는 OVPO 및 MCVD는 약 10km이나 VAD는 300km까지도 가능하다. 이렇게하여 제조된 母材는 伸線하게 되며 이때 적당한 외경의 광섬유로 된다. 石英自体는 引張強度가 대단히 크나 外部衝擊에 의한 크랙 등에 의하여 쉽게 끊어지기 때문에 이것을 防止하기 위하여 伸線時 UV경화 아크릴 레이트 樹脂로 코팅하여 사용하거나 Silicon Resin 등으로 1次 Coating한 후 외부 충격을 더 보강하기 위해서 이 위에 Nylon 등으로 2次 코팅하여 사용한다. (註: 그림 1 참조)



〈그림-1〉 광섬유 제법

3. 광섬유 케이블의 特徵

가장 큰 特徵은 通信媒介體의 材料를 銅에서 유리섬유로 바꾸었다는 것이다. 既存의 케이블에 비

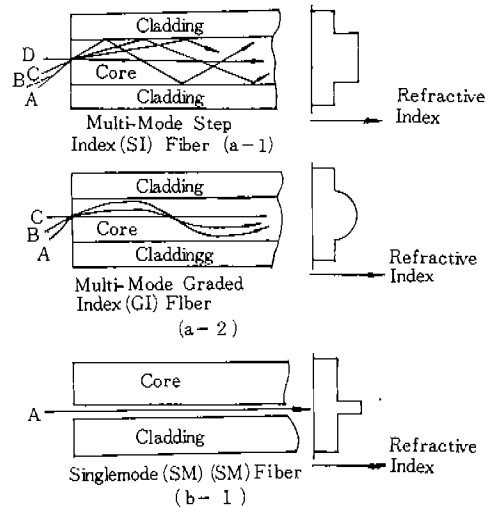
하여 傳送 損失이 극히 낮기 때문에 中繼機 間隔을 數십배로 늘릴 수 있다. 따라서 中繼裝置가 많음으로써 발생한 設備投資의 過多와 維持補修의 不便을 덜어줄 뿐만 아니라 故障發生要因을 줄여줌으로써 신뢰도를 높여준다. 또 주파수가 높은 光波를 사용하므로 廣帶域 通信에 적합하며 많은 정보량을 傳送 帶域幅에 제한없이 장거리 傳送할 수 있으며 現在 한 회線으로 5760 CH 傳送이 가능하다.

광섬유 한가닥에 각기 다른 정보를 여러개의 波長에 실어 보낼 수 있는 波長 多重 方式의 出現으로 다양한 정보 제공을 경제적으로 할 수 있고 이에 따라 綜合情報 通信網 出現에 가장 적합한 것이 되고 있다.

광섬유는 또 非電導體이기 때문에 습기의 영향을 받지 않고 電力線이나 落雷 등으로 부터의 電氣的 및 電磁的 干渉을 받지 않아 電力設備에 應用이 가능하여 超高壓 設備과 近接使用할 수 있으며 電磁的 結合에 의한 漏話가 없다.

광섬유 傳送 特性上 溫度偏差에 대한 영향이 대단히 작으며 광섬유는 또 대단히 가볍고 가볍기 때문에 取扱이 간편하고 占有面積이 작기 때문에 附帶施設을 효과적으로 이용할 수 있으며 사용하기에 충분한 구부림 特性을 가지고 있다. 또 광섬유의 主材料인 석영은 地球上에서 無盡藏 얻을 수 있는 資源인 것이다.

위와같이 제조된 광섬유는 코어의 크기 및 굴절을 분포에 따라 계단형 굴절을 多重모드 광섬유(S



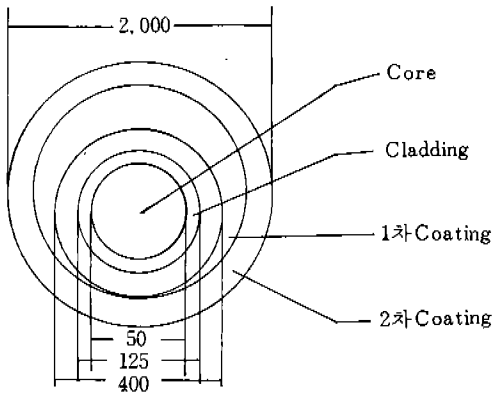
〈그림-2〉 광섬유의 종류

IMM), 언더형 굴절을 多重모드 광섬유(GIMM) 및 單一모드 광섬유(SM)으로 구별할 수 있다. 종래에는 階段型 굴절을 다중 모드 광섬유를 사용한 적도 있었으나 現在는 GIMM 및 SM 광섬유가 주종을 이루고 있다(그림 2 참조).

4. 광섬유 케이블의 構造

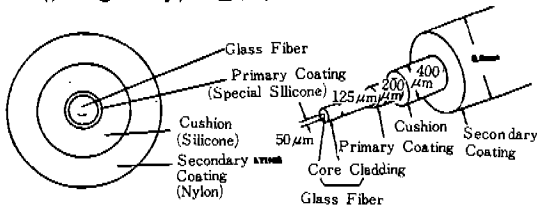
4. 1 광섬유의 구조

가) Loose Type 광섬유



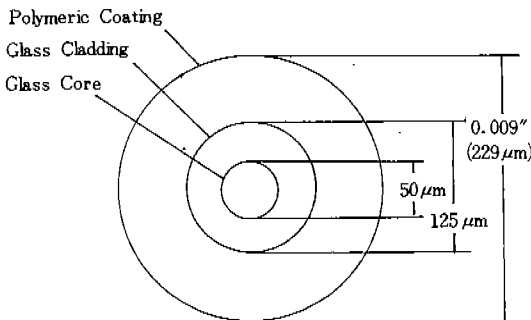
〈그림-3〉 Loose형 광섬유 구조

나) Tight Type 광섬유



〈그림-4〉 Tight형 광섬유 구조

다) 단일 코팅형 광섬유

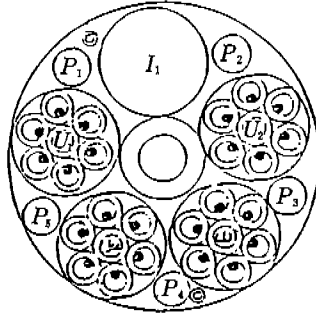


〈그림-5〉 Sigle Coating형 광섬유 구조

4. 2 광섬유 케이블의 構造

가) Loose Type Unit형 광섬유 케이블

연선 中心 支持線 周圍에 6개의 Loose Type 광섬유를 배열한 Unit를 케이블 支持線 주위에 배열하고 경보선 및 Order Wire를 삽입한 케이블이다(그림 6 참조).



기호	명 칭	비 고
U	광섬유유니트	지시선과 광섬유심선6코어
P	금속심선(쌍선)	PEE 절연 0.9mm 동선 IP
I	개 재 관	PE 튜브

· 경보선 단, 경보선의 위치는 케이블 구성상 최외층에서 변경할 수 있다.

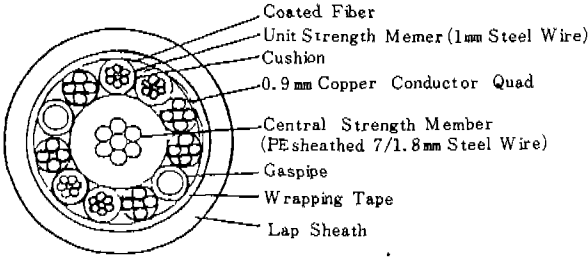
〈그림-6〉 Loose Type Unit형 광섬유케이블구조

나) Unit형 광섬유 케이블

타이트형 광섬유 芯線을 유니트용 支持線 주위에 6 芯을 배열하고 이들 유니트를 케이블 支持線 주변에 配列하여 만든다. 광섬유 芯線은 너무 가늘어 空氣 注入時 공기유동저항이 크므로 이것을 방지하기 위하여 공기 注入用 파이프를 케이블 內에 配列한 것이 특징이다. 이 파이프에는 옆에 구멍이 뚫려있어 케이블 코어 內에 공기가 잘 分布하도록 되어 있다. 공기 注入용 케이블은 케이블 外傷이 發生時 쉽게 感知할 수 있는 장점이 있다.(그림 7 참조)

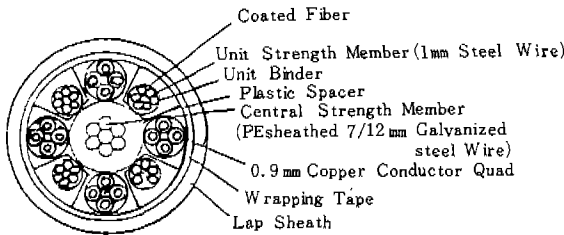
다) 스페이서형 광섬유 케이블

타이트형 광섬유 芯線을 振動벤딩, 側壓등을 防止하기 위하여 스페이서로 구분하여 광섬유를 수용한다. 製造하기 方便하고 다芯케이블을 만들 수 있다(그림 8 참조).



〈그림-7〉 Unit 형 광섬유케이블구조

Spacer Type 24-Fiber Cable



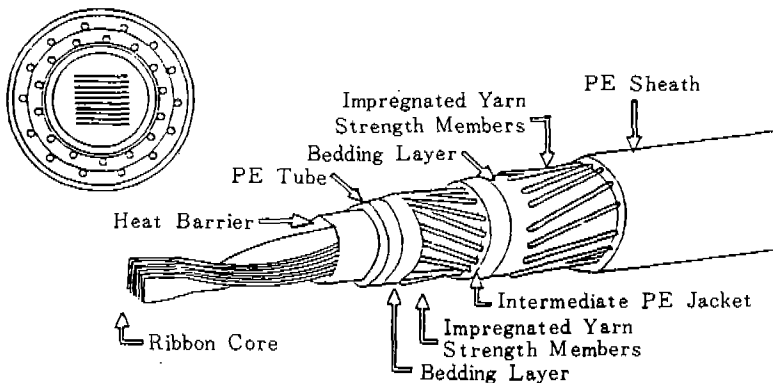
〈그림-8〉 Spacer 형 광섬유케이블 구조

라) 스트랜드형 광섬유 케이블

광섬유 小數를 케이블 支持線 위에 配列하는 것으로 小芯 케이블에 적용한다.

마) 리본형 광섬유 케이블

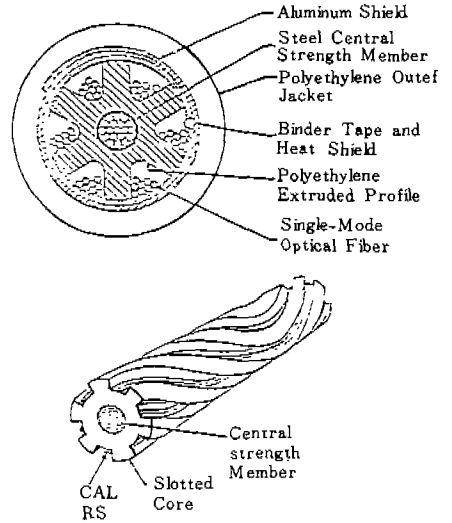
12가닥의 코팅형 광섬유를 나란히 列하여 1枚의 리본으로 만들고 이 리본 12개를 다시 포개서 리본 뭉치를 만들어 外裝하여 만든다. 支持線은 外部에 施設하여 外層 支持線 및 內層 支持線이 PE外皮속에 內裝된다(그림9 참조).



〈그림-9〉 리본형 광섬유케이블구조

바) 슬롯형 광섬유 케이블

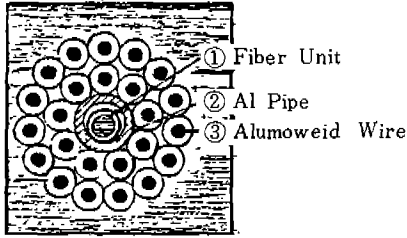
단일코팅형 광섬유를 슬롯트內에 접속시킴으로서 多芯 케이블을 만든다. 슬롯트內 접속되는 광섬유 끼리의 側壓등이 약간 있으나 슬롯트 상호간의 側壓은 없다. 슬롯트는 SE로 되어있어 溫度變化에 대한 광섬유 길이의 變化를 흡수한다(그림 10 참조).



〈그림-10〉 Slot 형 광섬유 케이블 구조

사) 광섬유 複合 架空支線

광섬유 유니트를 Al Pipe에 넣고 Al Clad Steel Wire 를 파이프 주변에 配列하여 架空支線으로 사용한다. 이것은 광섬유가 電氣誘導에 영향이 없고 長距離 通信이 가능한 장점을 利用하여 發·變電所間 電話 이외에 메이타 傳送시스템 및 光計測 시스템에 이용한다(그림11 참조).



〈그림-11〉 광섬유 복합가공지선 구조

아) 海底 光通信 케이블

광섬유는 단일모드 광섬유로 코어直徑 $10\mu\text{m}$ 外徑 $125\mu\text{m}$ 이다. 全長에 걸쳐 引張試驗을 실시하여 約 2kg 이상된 부분만 사용한다. 6芯 정도의 광섬유 유니트를 금속 耐壓管 內에 수용하여 海底에서의 高水壓으로부터 보호하고 있다.

5. 利用實態

國內 및 先進國의 光通信 케이블 利用 實態에 대해 알아본다.

5. 1 國內

1977年 KAIST와 大韓電線 및 金屋電線이 共同으로 광섬유 연구에 착수하여 1979年 9月 광화문-중앙전화국間 2.3km 區間에 처음으로 現場 試驗된 以來 1980年 12月 중앙전화국-남산KETR 1 間 1.9km에 제단형 다중모드 광섬유 4코어 케이블을 布設 試驗하였고 남부산 변전소-한전 부산지점間 1.2km 地中管路에 다중모드 제단형 굴절율의 短波長 4芯 광섬유 케이블 1조를 布設하여 PCM 6.3 Mb/s 96CH에 대한 現場시험을 하였고, 1981年 11月 구로-시흥-안양間 12km 區間에 언덕형 다중모드 6芯 광섬유 케이블을 布設하여 $0.85\mu\text{m}$, PCM 44.7Mb/s 672CH에 대해 實用試驗을 수행하였으며 1983年 10月 부산전력관리본부와 서면 변전소間 9.45km에 언덕형 다중모드 4芯 광섬유 케이블을 布設하여 6.3Mb/s 96CH에 대해 시험하였으며 '86 Asian Game 및 '88 Olympic 경기 중계를 위한 試驗용으로 인천 전국체전에서 야구장과 상황실 사이 1km에 대해 閉鎖回路 TV 중계시험을 하였고 '83年 12月 구로-간석間 32km에 Loose Type 언덕형 다중모드 24心 유니트형 광섬유 케이블을 布設 44.7

Mb/s 672CH에 대해 實用試驗을 완료하고 현재 現場運用중에 있다. '84年 10月 한전 남서울 전력관리본부와 부평 변전소間 31km에 短波長帶 언덕형 다중모드 광섬유 6芯 케이블을 地中管路에 布設하고 5km는 配電柱에 架設 설치하여 運用중에 있다.

1984年 3月 대전 ETRI와 대전 시외전화국間 17.3km에 長波長帶 ($1.3\mu\text{m}$) 언덕형 다중모드 타이프 타입 및 단일코팅형 광섬유 케이블을 布設 45Mb/s (672CH) 및 90Mb/s (1344CH)에 대해 國內 최초로 長波長帶에 대한 實用試驗을 完了하였다.

지금까지는 모두 국내 자체 기술에 의하여 이루어졌으나 1983년부터 대우 및 삼성이 技術導入에 의한 광섬유 케이블製造에 참여함으로써 광섬유 케이블 市場은 4 次전으로 도입하였으며 1985年 KTA에서는 技術導入에 의한 케이블을 購買 타이프 타입 언덕형 長波長帶 다중모드 및 단일모드 스페이서 타입 광섬유 케이블, 단일코팅형 언덕형 長波長帶 다중모드 및 단일모드 스트랜드형 광섬유 케이블 및 스톱트형 광섬유 케이블을 381km에 布設 '86 Asian Game 및 '88 Olympic Game의 중계용 傳送路로 사용할 예정이며, 구로에서 인천 및 평택에 연결되는 LNG 광통신 공사가 150km에 設置되고 있다 또 KTA는 全國의 通信網을 11個 干선으로 묶어 91年까지 광통신 電話網을 完成할 계획이며 그 基礎作業으로 현재 4차선 확장공사가 진행되고 있는데 전-광주間 호남고속도로 주변에 광통신 管路工事を 並行, 고속도로 完成과 함께 完了할 계획이며 이미 공사가 끝난 88고속도로에 이어 來年末까지는 경부고속도로 호남고속도로 全區間에 광통신 管路가 完成되게 된다.

한국전력측에서는 청평발전소-덕소변전소間 26km에 광섬유 複合架空支線을 '86年 5月末 設置할 예정이며 '89년까지 OPGW 1,860km 및 光 케이블 600餘km를 본사 및 각 관련支店 또는 변전소間을 연결하여 電力系統의 制禦 및 통신을 위해 全國을 루프화할 계획이다.

5. 2 國外

先進國에서는 단일모드 및 다중모드 長波長帶 광섬유 케이블이 널리 使用되고 있다. 長距離 중계網으로서 美國의 ATT가 設置한 Boston-New York-Rechmond間 970km 區間에 $0.8/1.3\mu\text{m}$ 用 다중모드

광섬유 케이블, 현재 건설중인 Sacramento에서 샌디에고까지 約 1,018km의 광섬유 케이블이 사용되고 있으며 MCI 커뮤니케이션도 New York-Washington間을 잇는 단일모드 광섬유 케이블을 건설하고 있다. 또 美國 電話會社 SNET社와 CSX 社は 8,000km의 고속 광통신網을 건설할 예정으로 잭슨빌-마이애미間의 건설부터 착공하여 20州 27個 都市를 연결할 계획이다.

日本電信電話公社가 83년부터 추진한 Kyushu-Hokaido間 日本列島 縱斷 광통신 케이블은 2,300 km로서 단일모드 유니트형 空氣注入 케이블이며 한 회線當 400Mb/s 5,760 CH을 전송할 수 있는 것이다.

독일은 뉘른베르크에서 18km의 광섬유 케이블을 施設하고 140Mb/s 1,920回線 용량의 시스템 運用을 시작으로 Siemens 社は 함부르크와 하노바를 잇는 160km의 西獨 最初 長距離 광통신 케이블을 설치하였으며 서독 정부는 2年前부터 광통신 프로젝트인 BIGFON (광대역 광섬유 통합 시내 통신網)에 1억 5천만 마르크를 投資 7個 都市에 시험중이며 85~95年 사이에 100만km의 광섬유 케이블 부설을 계획하고 있다.

스웨덴은 全長 5,000km의 광섬유 케이블 시설 계획을 세워놓고 1 단계로 스웨덴 北部의 투레어에서 스톡홀름을 거쳐 남부의 마르베에 이르는 2,500km이며 89年 完成 目標이고 나머지는 90~93年 예정이다.

프랑스는 비아리츠 광섬유 실험망을 構成하였으며 여기에는 다중모드 50/125 μ m의 광섬유 2~70 芯의 케이블이 約 1만 5천km 사용되었다.

또한 광섬유 케이블의 低損失, 廣帶域, 輕量, 細徑 등의 장점을 最大로 살려 利用하려는 點은 大陸間 海底 케이블이다.

世界 最初 海底 電信 케이블이 1851年 도버海峽에 신설된 以後 135년이 지난 오늘 광통신으로 變모하고 있으며 傳送方式은 1.3 μ m 단일모드 광섬유와 PCM-IM방식으로 중계 間隔을 50km 전후를 目標로 하고 있다. 현재 단거리 및 장거리 방식이 實用化될 예정으로 단거리 방식은 '85年 英國의 STC 社가 英國-벨기에間 120km에 또 美國의 ATT社는 에스파니아령 카나리아 諸島間 120km에 부설할 계획이며 長距離 方式은 1988年 開通을 目標로 광통신

신으로서의 최초로 태평양횡단 海底케이블 건설 運用 계획이 確立되어 美國 캘리포니아州에서 하와이를 거쳐 日本, 靑에 연결하는 9,000km 回線과 靑-필리핀을 잇는 回線이 될 것이다. 여기에 하와이와 美 本土間을 잇는 約 5,400km의 광섬유 케이블이 연결될 예정이다. 총 공사비는 7억 달러로서 世界 最大규모이다.

6. 展 望

앞에서도 언급한 바와같이 광섬유케이블의 여러 가지 장점 때문에 정보화사회의 基盤構造인 綜合情報通信網 具現에 많이 利用될 것이며 國內 通信網의 경우 市外 電話局間 등의 新設 長距離 傳送區間은 거의 광섬유 케이블로 포설될 것이며 市内 局間 중계망도 광통신으로 될 것이며 加入者 回線에도 광통신이 도입될 전망이다. 또 電力事業者는 無誘導性 등의 장점 때문에 架空支線 같은 케이블 利用이 많아져 전화 뿐만 아니라 電力系統의 감시보호 및 制御 등의 情報傳送을 위한 수단으로 活用할 것이다. 광 Fiber 通信은 陸上 뿐만 아니라 大容量傳送 및 低損失이어서 도중에 중계기 數가 적다는 點 때문에 海底케이블에 무엇보다도 좋은 것이다. 80年代 후반 商用化를 目標로 세계 선진국은 개발에 總力を 기울이고 있다.

'86 Asiam Game 및 88 Olympic 通信수단으로써 이용될 것이며, 大學, 研究機關, 電力會社, 鐵道, 地下鐵, 道路 등의 交通管制, 鐵鋼과 化學工場, 큰 빌딩 등에서 遠隔監視의 畫像과 데이터를 보내기도 하고 컴퓨터間을 연결하는 등 많이 이용될 것이다. 광섬유는 현재 석영류의 경우 이론적 損失值인 1.55 μ m에서 0.18dB/km에 근접한 0.2dB/km까지 實現되고 있어 低損失化는 이제 波長이 긴 光을 통과시키는 別個의 재료를 사용하는 超長波長用 광섬유 또는 똑같은 석영 玻璃 Fiber라도 편파면보존 Fiber라 부르는 보다 새로운 타입의 對象으로 變하여 가고 있다. 불화물 Glass Fiber의 경우 傳送損失의 理論的인 最小値는 波長 3.5 μ m 부근에서 0.001dB/km 정도가 된다.

이와같이 광섬유 케이블은 아직도 開發해 나갈 分野가 많으며 응용분야 또한 무궁무진하다 할 것이다. *