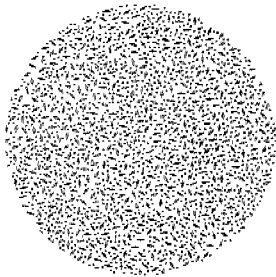


# 光通信設備의 電力 事業에의 利用展望

— 韓電의 施設計劃을 中心으로 —

Utilization Prospect of  
Optical Communication  
Facilities in the Electric  
Utility



尹 雄 錫

韓電 電子通信部 技術役

## 1. 머리말

人類가 불을 利用하여 約束된 信號를 주고 받은 것은 太古때 부터라고 하지만 그것이 情報傳送手段으로 體系있게 發展한 것이 烽燧制度로, 바로 光通信의 始源이라고 말할 수 있겠다.

그러나 電氣通信手段이 發明된후 自然環境에 支配를 받으며 限定된 情報를 傳達하던 原始的 通信手段은 자취를 감추고 말았으나 다시 10余年前부터 通信이 光으로의 回歸現象이 일어나고 있으니 이것은 하나의 輪廻法則인가.

勿論 오늘날의 光通信은 옛날과는 根本的인 差異가 있다.

옛날에는 사람이 볼 수 있는 可視自然光을 空間에 그대로 傳播했으나 오늘날에는 不可視 人工光을 特殊傳送路(空間傳播의 경우도 있지만)를 通하여 傳播하며 傳送處理되는 情報의 量이나 質은 옛날과는 비교조차 할 수 없을만큼 엄청난 差異가 있다.

情報化 社會를 표방하는 80年代에 이르러서 在來式 電氣通信手段으로는 폭주하는 情報處理에 限界를 보이던 때에 所謂 꿈의 通信手段이라 불리우는 光通信이 登場한 것이다.

## 2. 光通信方式 概要

現在 우리가 흔히부르는 光通信이란 光纖維(fiber) 通信을 말하는 것으로 다른 媒体를 利用하는 方法에 우선하여 實用化되었기 때문에 모든 光通信의 代表的 名칭이 되어버렸다.

光纖維通信 即 光通信이란 傳達하고자 하는 信號에 對應하여 人工的으로 發光시킨 레이저(Laser) 光을 高速度로 點滅시켜 머리카락 정도의 유리섬유를 통하여 함으로써 信號를 보내는 通信方式이다.

信號가 光에 의해 傳送됨으로써 光通信은 從來의 電氣通信手段에 비해 새로운 特徵을 많이 가지고 있다.

### 가. 廣帶域性

光通信에 쓰이는 레이저光은 周波數가  $10^{14} \sim 10^{15}$  Hz 정도로 대단히 높으므로 比帶域(帶域中/中心周波數)이 작아도 넓은 帶域中을 얻을 수 있어 廣帶域 通信에 적합하며 波長이 짧아 傳送密度(情報傳

送速度 / 空間斷面積)가 크므로 一時에 多量의 情報을 傳送하는데 有利하다.

傳送理論上 單位時間에 傳送할 수 있는 情報量은 搬送波의 周波數에 比例하는바 光은 電磁波로서 現用 極超短波無線의 最高周波數보다 1000倍 以上 높으므로 光通信의 情報傳送能力이 電氣通信方式보다 우수한 것은 自명한 일이다.

#### 나. 無誘導·絶緣性

從來의 有線通信線路의 가장 큰 결점이 外部 電氣設備로 부터의 誘導에 의한 雜音과 絶緣과괴로 인한 施設 被害였다.

光通信의 경우 情報傳送的의 媒体가 光이고 傳送路가 絶緣物이므로 外部의 電氣의 誘導와 絶緣과괴 현상이 없어 通信線路의 保安裝置도 必要없게 되었다.

또한 電磁的 結合에 의한 回線間 漏話가 없는 것도 큰 長點이다.

#### 다. 高品質性

外部로 부터의 電磁界 影響이 排除될 수 있어 高速데이터通信에서 일어나는 符號傳送 에러(Error) 率은  $1 \times 10^{-7}$  즉 10億個의 符號中 한개가 잘못될수 있는 確率 程度로 傳送品質을 높일 수 있으며 實際로는  $1 \times 10^{-11}$  以下로 에러率을 維持할 수 있다.

#### 라. 長距離性

傳送距離가 길어지면 有無線通信을 莫論하고 中繼裝置가 必要하게 된다.

中繼裝置는 設備投資와 維持保守를 수반하는 不便도 있지만 故障發生 要因이 追加됨으로써 全体 傳送系의 信賴度를 低下시키는 것이 가장 큰 결점이다.

有線의 경우 通常 10km 이내에 中繼器를 設置해야 하나 光通信의 경우 發光源의 高出力 및 光섬유의 低損失化에 힘입어 長波長帶의 경우 30km 이상 無中繼 傳送이 可能함으로 長距離 傳送到에 特別 有利하다.

#### 마. 輕量, 細經 및 資源의 無限性

光纖維는 대단히 가늘고 가볍기 때문에 취급이 간편하고 占有面積이 작아 附帶施設을 效果적으로

利用할 수 있다.

또 一般金屬은 점차 資源이 고갈되고 가격이 비싸지는 경향이 있으나 光섬유의 主材는 石英으로 地球上에 무진장 부존함으로 精製技術의 發達에 따라 價格도 下落하는 추세이다.

### 3. 電力事業에서의 光通信技術

電力事業者는 巨大複雜한 電力系統을 運營維持하기 위해서 信賴할 수 있는 情報傳送網을 必須적으로 갖추어야 한다.

電力事業에서의 情報란 給電業務에서 電氣保安業務에 이르는 사람이 直接 쓰는 電話情報와 系統保護, 故障點標定 및 遠方監視制御를 위해 設備 相互間에 交換하는 데이터情報等 多樣하게 構成되어 있다.

이 모든 情報를 必要한 때와 場所에 正確하게 傳送處理하기 위한 光通信技術의 適用 또는 應用方法을 살펴보기로 한다.

#### 가. 電力用通信에의 應用

電力設備를 有機적으로 連繫하는 通信系統은 電力系統 運營에는 없어서는 안될 構成要素이다.

電力用 通信은 크게 無線方式과 有線方式으로 나눌 수 있는바 無線方式은 마이크로웨이브로 불리우는 極超短波 多重無線, 그리고 有線方式은 通信케이블이 各各 그 代表的 設備이다.

그러나 長距離 傳送曲線으로 탁월한 마이크로 웨이브는 周波數 資源의 不足과 通信保安上 취약점으로 施設이 制限되는 實情이며 中距離區間에서 經濟적이고 施設이 容易한 通信케이블은 導線이 銅線인 관계로 電力用通信으로 쓰기는 마땅하지 못한점이 한두가지가 아니다.

電力用 通信케이블은 地中 또는 架空의 送配電線과 經路를 같이 하는 관계로 電力側의 誘導에 의한 障害를 받기 쉬운데다가 超高压 發變電所로부터 通信케이블을 引出할 경우 電力設備 事故時 大地電位가 上昇되면서 逆閃絡이 일어나 所內 通信設備를 損傷하는 경우마저 종종 있다.

이렇게 어려운 電磁的 環境 가운데서도 높은 信賴度로 安定된 情報를 傳送 해야하는 것이 電力用 通信의 命題다.

따라서 電氣를 媒体로 하지않고 情報를 傳送할수 있는 光通信이야말로 電力事業者에게는 하나의 福音이 아닐 수 없다.

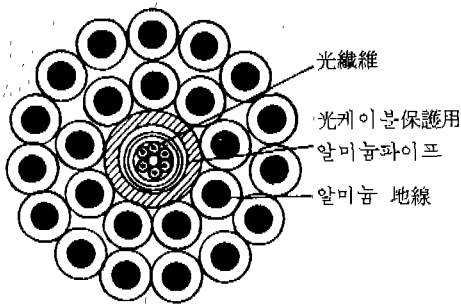
앞에서 言及한 光通信의 特徵 가운데 無誘導·絶緣性은 마치 光通信이 電力用通信을 위해 생겨난 것 같은 착각이 될 정도로 電力通信의 고질적 애로를 解消하였으며 그로말미암아 世界 여러 電力 事業者들이 光通信의 早期 導入을 서두르고 있는 것이다.

또 光通信이 長距離傳送에 有利한 利點을 살려 電力用 光通信의 획기적 應用方案이 開發 되었으니 바로 光纖維複合架空地線 通信方式이다.

光纖維複合架空地線은 架空送電線의 避電用 地線 속에 光纖維케이블을 넣어 長距離通信曲線을 構成하는 것으로 이 경우 地線의 固有한 機能에 損傷없이 通信傳送路가 確保 가능한 것이다.

그림 1은 光纖維複合架空地線의 斷面圖이다.

이 方式으로 發變電所間 光通信曲線이 構成되면 電話以外에도 電力系統 搬送保護繼電器, 送電線故障點標定裝置 및 電波形觀測裝置의 信號傳送曲線으로도 有用하게 쓸 수 있게 된다.



〈그림- 1〉 光纖維複合架空地線 斷面圖

### 나. 電力設備에의 應用

電力設備運用に 光通信技術을 應用함에는 몇가지 이점이 있으니 첫째, 光纖維의 높은 絶緣性으로 高電壓아래서 諸測定이 可能하고 둘째, 光纖維는 電磁氣의 影響을 거의 받지 않으므로 超高压 設備와 近接使用에 制約이 없고 셋째, 光 自身이 大端히 높은 電磁波이므로 大量의 情報傳送과 超高速現象 測定 및 觀測에 적합하며 넷째, 光纖維가 가볍고 구부리기 쉽고 가늘기 때문에 電力機器 内部의 좁은

空間에서도 測定이 可能한 것이라 하겠다.

이러한 특징을 살려 實際로 應用되고 있는 몇가지 實例를 살펴보면 다음과 같다.

#### (1) 發變電所構內 데이터傳送시스템

發變電所는 屋外 Switch Yard에 設置된 變壓器, 遮斷器의 操作과 電位變成器(PT), 電流變成器(CT)의 計測을 配電盤室까지 布設된 케이블로 실시하고 있다.

더우기 超高压 變電所의 경우 構內가 넓으므로 따로 繼電器室을 設置, 測定場所와 配電盤室까지亦是 있는 現實이다.

發變電所 構內는 平素에도 誘導電壓의 影響이 미치고 있지만 事故時에는 接地系의 地電位 上昇 등으로 豫測할 수 없는 電氣의 충격을 조차케이블에 줌으로써 設計測 및 誤動作할 可能性이 發生될 수 있는바 이런 경우 光通信을 活用함으로써 어떠한 電力系統 事故에도 正確한 對應이 可能하게 된다.

#### (2) 碍子結合型 서어지 受信시스템

現在 送電線故障點標定裝置에서 서어지(Surge) 수신은 CPD의 캐퍼시터로 하고 있는바 變電所의 GIS化로 大容量의 CPD 設置도 困難하던중 光纖維를 利用한 簡便한 서어지受信시스템이 開發되었 다.

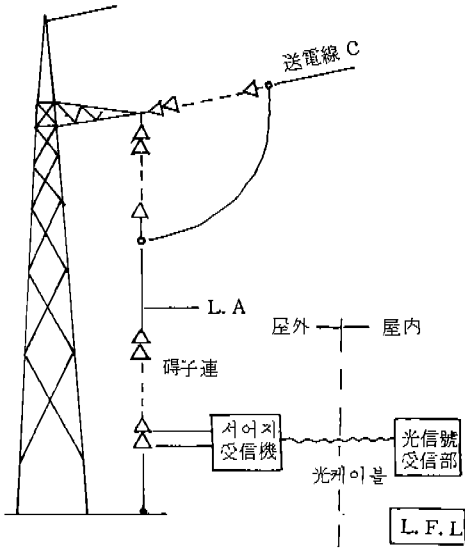
그림 2와 같이 引出送電維線과 大地사이에 碍子連을 設置하여 서어지受信用 碍子の 微少한 容량을 通해 들어온 서어지를 서어지受信機에서 光信號로 變換, 故障點標定機側에 送信하면 이를 받은 光信號受信側에서 電氣의 信號로 再現시키는 方式이다.

이로써 CPD代身에 碍子를 使用함으로써 經濟的 이고, 受信 서어지를 별도로 電源없이 자체 서어지電力으로 光信號로 變換함으로써 設置場所의 制約을 받지 않고, 光傳送을 할 수 있으므로 電氣의 影響이 排除된 가운데 正確한 標定이 可能하게 되었다.

#### (3) 光計測 시스템

光纖維를 利用하여 電流, 電壓, 磁界 및 電界等을 計測하는 시스템이다.

光計測 시스템의 基本的 構成方式으로는 센서(Sensor)에 의해 計測된 電氣量을 光으로 變換 傳送하는 方式과 光纖維에 傳送中인 光을 被測定量에 對應 變調시킨후 變調狀態로 測定量을 檢出하는 方式等 여러가지가 있다.



〈그림-2〉 碍子綜合型 서어지 受信시스템

이밖에도 風向, 風速計, 雷波形觀測시스템 그리고 CCTY 傳送시스템等 多方面에 걸쳐 光纖維通信 技術이 活用되고 있다.

#### 4. 韓電의 光通信施設 計劃

韓國電力은 光通信의 새로운 技術을 導入 定着시키기 위해 1979年末부터 現場 實證試驗에 着手하였다.

南釜山變電所-釜山支社間 1.2km 地中管路에 多重모우드 언덕형 굴절율의 短波長 4 芯 光纖維케이블 1 條를 布設하여 發光 및 受光素子로 LED/APD를 쓰고 傳送速度 6.3Mb/s인 光端局에 連結, 1 年間 現場 試驗끝에 實用 可能性을 確認하였다.

그리하여 '82年 釜山電力管理本部和 西面變電所間 9.45km에 非金屬形 光纖維케이블을 地中 管路에 布設, 96回線 容量의 光PCM 端局을 設置하는 計劃을 立案하여 이듬해인 '83年度 10월에 竣工을 보게 되었다.

이것이 電力通信에 光方式이 導入된 첫번째 事例가 되었으며 이로써 釜山市內 幹線系統은 電話는 물론 配司遠方監視制御(SCADA)까지 高品質의 信賴度 높은 回線을 운영하게 되었다.

한편 本社 2支路別館-富平變電所間 마이크로웨이브施設은 本社 新축社屋 竣工時에는 移設해야 하

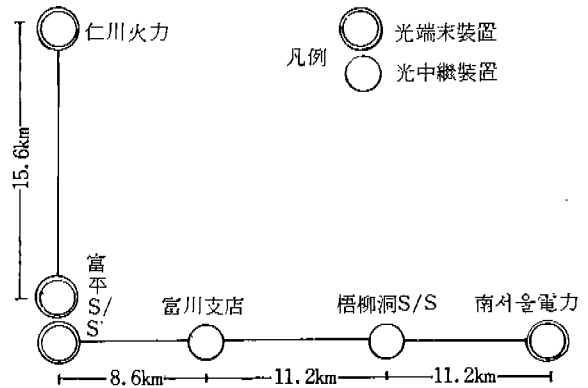
므로 同區間에 代置할 施設이 必要하게 되었다.

京仁地區는 休戰線 인근으로 保安性이 강한 有線 通信方式이 바람직하여 이경우에 가장 적절한 光通信方式을 이구간에 설치하게 되었다.

먼저 南서울電力管理本部和 富平變電所間 31km에 短波長帶(0.85 $\mu$ m)光纖維 6 芯 케이블 1 條를 地中管路(5 km는 配電柱添加)에 布設하고 兩端事業所에는 容量 96回線의 PCM 端末裝置와 光端局을 設置하는 工事を '84年 10月까지 完了할 豫定이다.

또 富平變電所와 仁川火力發電所間에는 1.3 $\mu$ m長波長帶의 光纖維 6 芯 케이블 1 條를 地中管路 12.4 km, 配電柱 添架 3.2km, 合計 15.6km區間에 長波長帶 光端末局과 容量 96回線의 PCM 端末裝置를 1984年 12月까지 施設 完了할 豫定이다.

그림3은 이번에 施設되는 京仁地區 光通信系統 圖로서 여기에서 富平和 南서울電力間의 富川支店 및 梧柳洞變電所에 設置된 光中繼裝置에 대하여 說明하고자 한다.



〈그림-3〉 京仁地區 光通信 系統

光通信에서 中繼裝置없이 情報를 送受信할 수 있는 傳送距離는 다음식에 의한다.

$$\text{無中繼最大傳送距離} =$$

$$\frac{\text{最大線路損失}}{\text{單位길이 當 光纖維損失(接續損失包含)}}$$

여기에서 最大線路損失은 光出力 Level에서 受信感度, 特性變化損失 및 光코벡터損失等을 除外한 뒤 通信이 可能的한 순수한 線路損失을 말한다.

이러한 結果 南서울-富平間의 短波長帶(線路損失 3.5dB/km)경우 無中繼距離가 12km로 되어 2 個

所의 中繼裝置가 必要한 反面, 富平-仁川火力間의 損失 1 dB/km 미만의 長波長帶에서는 無中繼 距離가 3 倍 以上 길어지는 長點이 있다.

國産長波長帶 光纖維케이블 開發 時點의 不一致로 두區間이 長, 短波長 方式이 導入되었다.

어쨌든 이로써 仁川地域의 主要事業所는 保安性이 強하고 信賴度가 높은 良質의 光通信回線을 使用할 수 있게 되었다는바 표 1은 이번에 施設되는 光通信設備의 諸元이다.

한편 光通信應用設備으로는 345kV 北釜山變電所 및 新馬山變電所 構內 光메이타 傳達시스템이 '84年 8 月에 施設될 豫定이다.

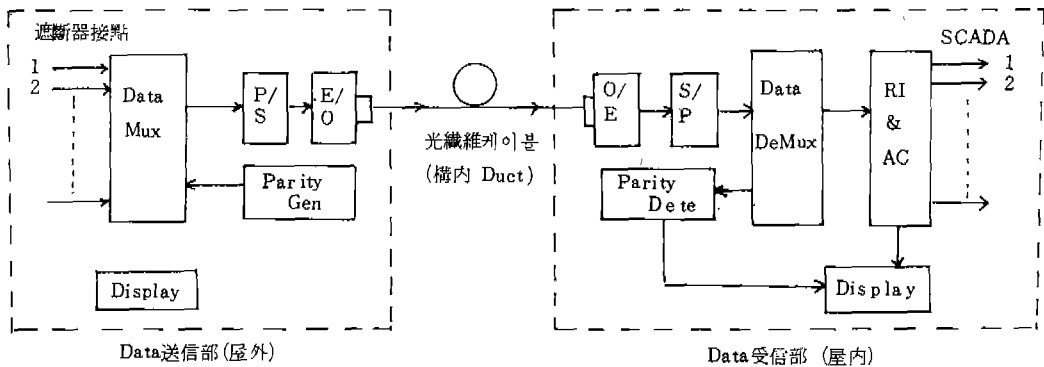
釜山地區 變電所 遠方監視制御(SCADA) 시스템의 一環으로 超高压變電所 構內的 各種 서어지에 영향받지 않는 높은 信賴度의 光傳送시스템을 施設하여 遮斷器 開閉狀態 監視 및 關聯 메이타를 傳送하여 電力系統 運營에 萬全을 期하고자 設置하는 것이다.

그림.4는 시스템 構成圖이며 監視項目은 北釜山 26Point, 新馬山 18Point이며 光纖維케이블은 4.芯 언덕형 굴절율형을 쓰고 있다.

〈表- 1〉 京仁地區 光시스템諸元

項目	區間別	南서울電力-富平 S/S	富平S/S-仁川 T/P
	發光波長		0.85 $\mu$ m
發光素子		LD	LD
發光出力		-2.0dBm(平均)	0 dBm(平均)
受光素子		APD	PIN-FET
受光感度		-56.0dB	-47.6dBm
Bit Error Rate		1 $\times$ 10 <sup>-5</sup> 이상	1 $\times$ 10 <sup>-5</sup> 이상
Index Profile		G.I Multi Mode	G.I Multi Mode
波 長		0.85 $\mu$ m	1.3 $\mu$ m
減 量		3.5dB/km(平均)	1.0dB/km(平均)
帶 域 中		400MHZ $\cdot$ km이상	400MHZ $\cdot$ km이상
N. A		0.20	0.21
Core直徑/Cld直徑		50 $\mu$ m/125 $\mu$ m	50 $\mu$ m/125 $\mu$ m
光 型 式		Non-Metallic	Non-Metallic
케 芯 數		6 芯	6 芯
이 最少曲率半徑		500 mm	500 mm
블 許容引裝荷重		250 kg	180 kg

〈그림- 4〉 超高压變電所 構內메이타光傳送 시스템 構成



## 5. 展望

電力事業者에 있어서 通信은 電話 爲主의 時代가 끝나고 電力系統의 監視, 保護 및 制御等 情報傳送을 위한 通信으로 바뀌고 있다.

多量의 情報를 高速으로 처리하기 위해서는 品質이 우수한 回線을 確保하는 것이 先決問題이며 이

를 充足시키는 것이 바로 光디지털 通信方式이다.

電力을 取扱하는 곳에서 電氣를 쓰지않는 通信傳送媒体와 그應用技術을 導入 活用하는 것은 가장理想的 경우라 할 수 있는바 이러한 연유로 電力事業者에 있어 電力用光通信部門에 대한 期待는 무궁하다고 할 수 있겠다.