

# 電氣通信傳送方式의 現狀과 將來의 展望

通信技術士  
曹 圭 心※

## 要 旨

傳送技術은, 交換技術과 더불어 電氣通信시스템의 基盤이되는 것으로, 只今까지는 低コスト 高品質로 安定한 電話回線을 大量으로 供給하는 것을 主目的으로 하고, 많은 技術開發이 進行되어 왔다. 또 이 一環인 傳送品質이나 信賴度에 關한 檢討는 高品質의 通信시스템 構成에도 必須의 소프트웨어(software)로 되어있다. 또 最近에는 電話以外에 通信이나 畫像通信과 같은 新電氣通信의 利用分野가 急速으로 擴大되고 있다. 이 때문에 傳送技術에 있어서도 回線의 廣帶域化, 傳送路의 超大客化等과 같은, 從來와는

全然相異한 技術革新의 時期를 맞이하려 하고 있다.

다음에 記述한 것은 最近의 電氣通信시스템의 構成이나 그 動向과 傳送技術과의 關係를 概略적으로 紹介한것으로 電氣通信傳送方式의 最近의 動向과 흐름을 알 수 있다고 생각한다.

## 1. 搬送技術

### (1) 搬送技術

電話加入數의 增大 및 市外通話의 自動即時化의 擴大等에 隨伴하여, 市外電話回線은 急速히 增加하게 된다. 우리나라는 78年末이던 市外電話 回線은 3萬5千回線에 이르게 될것이다.

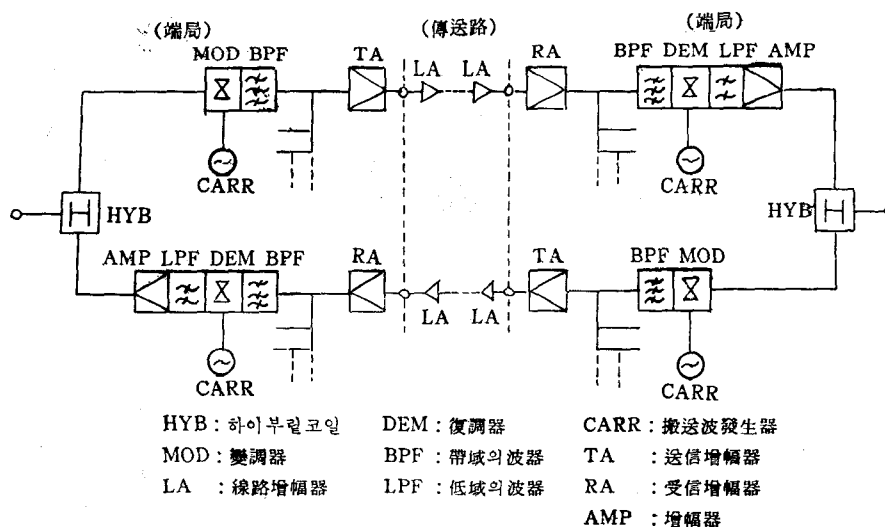


圖 1 FDM 傳送方式의 基本的인 構成

※韓國通信技術研究所 傳送方式研究室長

이 市外電話回線을 作成하자면 現在 널리 搬送 技術이 使用된다. 各種의 同軸케이블 傳送方式 이나 마이크로 波傳送方式 或은 平衡對 케이블을 利用한 短距離搬送方式이나 PCM디지털傳送方式은 어느 것이나 搬送技術에 의하는 것이다.

搬送技術을 使用하여 傳送路를 構成하는 것은 多重化에 依해 1回線當의 코스트를 低減할 뿐만 아니라, 距離에 關係없이 傳送損失로 音聲의 傳送이 可能하며, 또 周波數特性이 좋은 傳送帶域과 良好한 信號 對雜音比를 얻을 수 있는 등 많은 利點이 있다.

### (2) 周波數分割多重과 時分割多重

傳送方式에 있어서 搬送技術은, 하나의 傳送 媒體를 많은 利用者가 同時에 使用하기 위해서 의 手段이다. 即 多重化의 技術이다. 多重化하는 方法에는 周波數分割多重(FDM)과 時分割多重(TDM)이 있다.

FDM은 시스템의 各 채널(Channel)에 傳送周波數帶域 속에서 各各 定해진 周波數帶域이 割當된다. 現在의 長距離市外 電話回線을 構成하는 各種의 同軸케이블 方式 및 마이크로 웨이브 波方式은, 거이가 이 FDM傳送方式이다. 圖 1은 FDM傳送方式의 基本的인 構成圖이다.

이 FDM에 對해서, 하나의 傳送媒體를 時間

的으로 分割하는, 即 채널이 時間을 끊어서 順番으로 傳送되므로서 多重化가 이루어지는 方法이 TDM이다. PCM디지털 傳送方式은 音聲信號를 標本化하여, 瞬時值를 PCM펄스列에 符號變換시킨 것으로, TDM에 依한 代表的인 傳送方式이다.

## 2. FDM傳送方式의 概要

傳送方式은 低價格이고, 品質이 좋고 여기에 信賴度가 높은 市外電話回線을 大量으로 供給하는 것을 目標로해서 設計된다. 即 回線의 經濟性에 對해서는, 傳送容量을 增大시키므로서 回線當의 코스트低減뿐만 아니라, 製造工程이나 量產性에 依한 裝置價格의 低減 및 將來의 技術의 進步에 依한 經濟化의 可能性 등을 勘案하면서 檢討가 行하여진다. 品質에 對해서는 一定의 規格의 確保를 目標로 設計가 이루어지지만 長距離回線과 短距離로 끝나는 回線에서는 當然히 要求되는 品質도 相異하므로, 各各 適用範圍에 따라 最適의 經濟設計를 하고 있다.

## 3. FDM有線傳送方式의 概要

FDM有線傳送方式을 例들 들어서 說明하겠다.

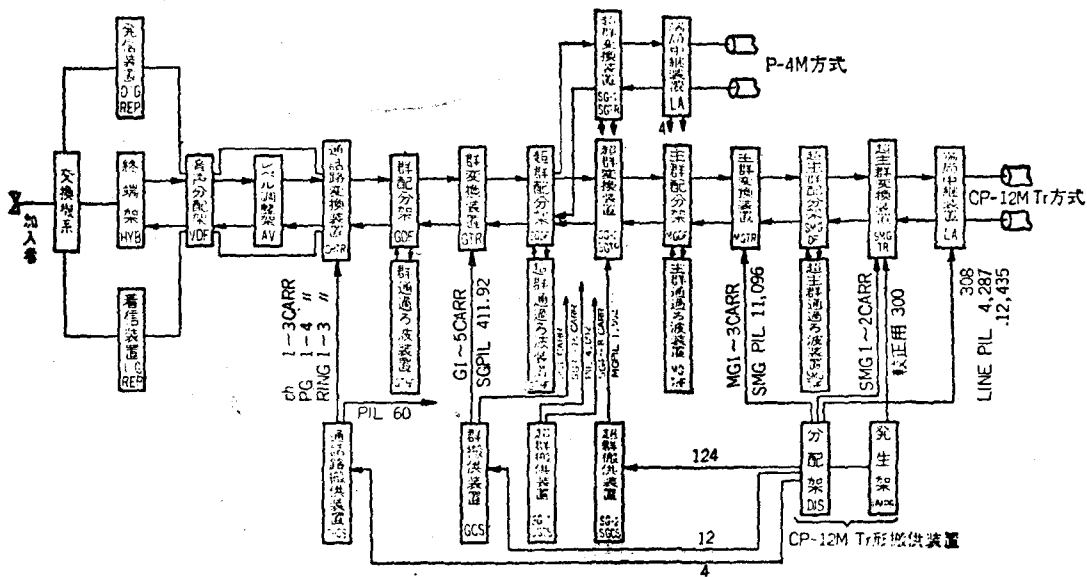


圖 2 P-4M CP-12M Tr 方式端局裝置回路構成

FDM有線傳送方式으로서, 同軸케이블方式의 中에서도 現在, 가장 많이 使用되고있는 CP-12M-Tr 方式이나 P-4M方式을 例로들어, 方向의 構成, 特性等에 對해서 記述하기로 하겠다.

### (1) 端 局

同軸케이블方式의 端局裝置의 構成을 圖 2에 表示한다. 端局의 主裝置는 多重化를 하는데 必要한 各 FDM階梯의 變換裝置와 이것들에 搬送波를 供給하는 搬送波 電流供給裝置(以下, 搬供裝置라 한다) 以外에, 終端架, 레벨調整架, 各種配分架, 各種通話濾波裝置等이 있다.

交換系로 부터 보내온 通話電流는, 終端架의 하이부릿드코일을 通해 2線—4線의 變更이 이루어진다. 레벨調整架는 抵抗減衰器로 回線의 種類等에 依해 調整値는 相異하지만, 通話路變換裝置의 入出力點의 레벨(level)을 各各 -8 dBm, +4dBm의 規定의 値에 맞추기 위한 役割을 한다. 이와같이 通話路의 入力點에서 規定의 level로 調整된 通話電流는, FDM階梯에 依해 順次로 變換되어, 最後에 線路周波數帶域에, 各各의 通話路가 規則바르게 配列되어, 12MHz方式에서는 2,700通話路로 이루어지는 多重信號가 完成된다. 그리하여 이 多重信號는 適當한 레벨(level)까지 增幅되어 케이블에 送出된다.

逆으로 케이블로부터 들어오는 多重信號는 送信信號와 꼭 反對의 過程을 밟아서 音聲을 再生한다.

### 4. TDM傳送方式의 概要

TDM은 이미 記述한바 있듯이 하나의 傳送媒體를 時間的으로 分割하는, 即 各 채널이 時間을 나누어 順番으로 傳送되므로서 多重化가 이루어지는 方法이 TDM이다. PCM디지털傳送方式은 TDM에 依한 代表的인 傳送方式이다. 디지털傳送方式은 電話信號와 같은 아나로그(analog)信號를 符號로 變換하는 符號器, 符號를 傳送하는 中繼傳送路 및 受信한 符號로부터 原아나로그信號를 再現하는 復號器로부터 이루어져 있다.

圖 3은 디지털傳送方式의 構成圖이다. 디지털傳送方式에서는 傳達되는 電話信號나 畫像信號

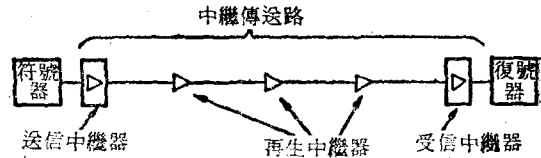


圖 3 디지털 傳送方式의 構成

는 中繼傳送路에서는 全然 傳送品質의 劣化를 蒙지 않는다. 디지털傳送에서는 傳送品質은 符號器와 復號器의 性能에서만 問題되므로 傳達하고 싶은 情報에 適合한 符號器와 復號器를 設計하면 中繼傳送路의 種類나 길이에 影響받 않는 安定한 좋은 傳送品質을 얻을 수 있다.

時分割多重(TDM)에서 時分割多重化는 하나의 傳送路로 複數의 通話를 同時에 하기 위해서 하나의 傳送路에 複數의 信號를 時間的으로 비키면서 차례로 傳送하는 方法이다. 時間的으로 連續인 아나로그信號 即, 우리의 音聲信號를 符號로 變換하기 위해 標本化를 하는데 TDM 디지털傳送方式인 PCM方式에서는 4ch의 標本 脈列을 圖 4(a)에서 圖 4(b)와 같이 配列(時分割多重化)한 後, 符號器로 차례로 量子化·符號化가 이루어진다.

圖 4(c)는 4개의 아나로그信號가 標本化·多重化되는 樣相을 回轉스위치를 使用하여 模擬的

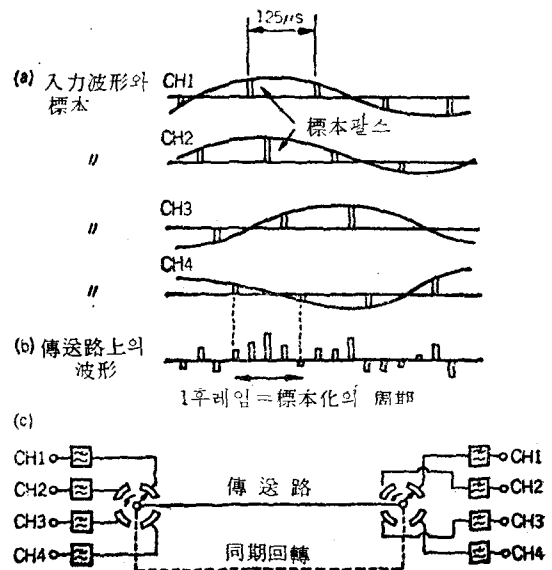


圖 4 時分割多重化의 原理

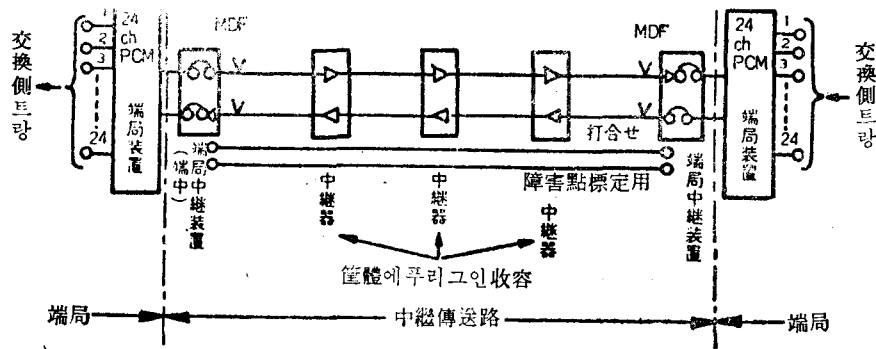


圖 5 PCM-24 方式의 方式構成

으로 表示한 것이다. 時分割多重化에서 重要な 것은, 圖 4(c)에서 送信側과 受信側의 回轉스윗치의 回轉速度가 正確히 一致하고 있는 것과 對應하고 있는 接點의 位置를 同時刻에 正確히 맞추는 것이다.

#### 4. (1) TDM有線傳送方式의 概要

TDM有線傳送方式의 例로서 PCM-24디지털 傳送方式을 例들들어 說明하겠다. PCM-24디지털 傳送方式은 위의 4節에서 說明한 原理를 利用해서 設計된 方式으로 우리나라市內 탄뎀局과 端局間의 中繼線의 經濟化를 主目的으로 實用化 되었다. 그後, 裝置의 小形化, 低電力化, 保守 建設의 簡易化를 目標로 再設計되어, 端局裝置는 長距離回線用으로도 使用할 수 있도록 傳送 品質이 改善되었다.

우리나라는 1977年 12月末까지 約 10,000回線 (約 450시스템)이 建設되어 韓國의 代表的인 傳送方式의 하나가 되었다. 本方式은 端局裝置와 中繼傳送路로 構成되며, 端局裝置에서는 24通話 路의 電話信號가, PCM에 依해 디지털信號로 變換되는 同時에 時分割多重化되어, 1,544Mbit/s의 팔스레이 만들어진다. 交換機와의 接續은 圖 5의 트랑크(trunk)를 經由하여 이루어진다.

中繼傳送路는 端局中繼裝置와 途中의 맨홀 (man hole) 또는 柱上에 設置된 中繼器로 構成 된다. 中繼間隔은 約 2km이다. 케이블은 市外 PEF, 市內 스타페스케이볼 등의 音聲用케이블이 使用되며, 1시스템當 2對의 心線을 使用한다.

寫眞 1은 PCM-24B 形端局裝置를, 寫眞 2는 PCM-24B形柱上中繼裝置를 表示한 것이다.

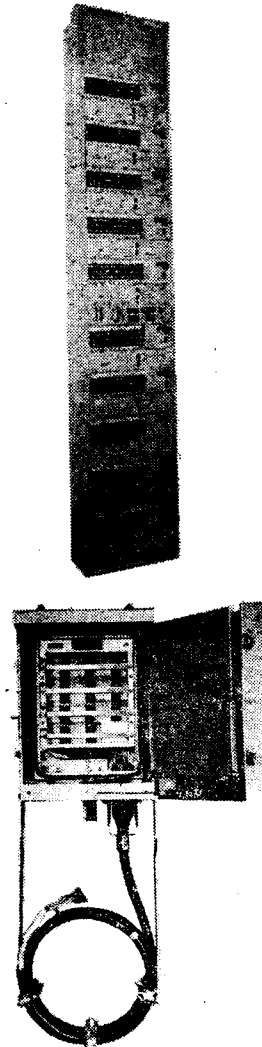


圖 6 寫眞 1. PCM-24B 形端局裝置  
寫眞 2. PCM-24B 形柱上中繼裝置

#### 4. (2) 同軸PCM方式

只今까지 디지털傳送의 原理, 나아가서 音聲

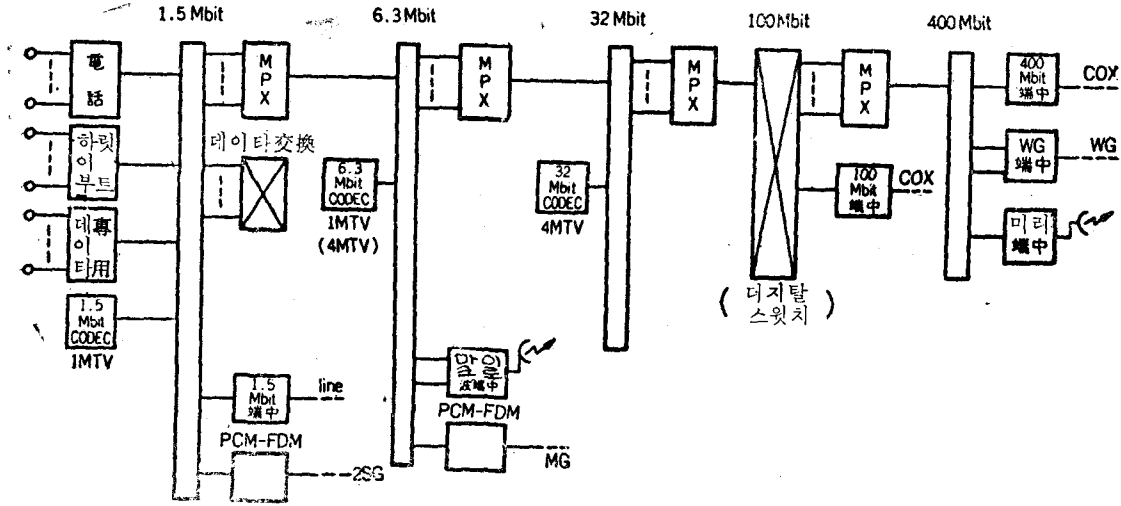


圖 7 디지털 방식의 하이라키

信號의 디지털傳送이 PCM方式에 依해 可能하다는 것. 또 그 PCM方式의 實用化例로서 PCM-24方式에 對해서도 記述했다. 同軸 PCM方式은 PCM-24方式에서 디지털多重화된 信號를 다시 多重化하는 同軸 PCM方式, 데이터信號 및 TV信號의 디지털傳送에 對해 說明한다. 其他 TV信號의 아날로그傳送에 對해서도 言及한다.

通信서비스의 形態는 從來의 電話서비스中心에서, 점차로 畫像, 데이터通信 서비스等을 包含하는 多種類情報서비스로 移行해가고 있다. PCM傳送方式은 情報를 그 種類에 不拘하고 所謂 "디지털"의 形으로 傳送하는 方式이므로, 多種類情報의 서비스에 柔軟하게 對處할 수 있는 것과 더불어 특히 畫像, 데이터서비스에 對해 經濟的인 傳送路를 提供할 수 있다 이와같은 觀點에서 圖 7에서 表示하는 1.5Mbit/s—6.3Mbit/s—32Mbit/s—100Mbit/s—400Mbit/s의 디지털하이라키에 따라 各種의 디지털傳送方式의 實用化가 推進되고 있다. 集中局以上, 總括局以下에 適用되는 中距離中容量傳送方式으로 PCM-100M方式이, 또 主로 中心局以上에 適用되는 長距離大容量傳送方式으로서 商用化 或은 實用化 되려고 하고 있다.

PCM-100M方式도 PCM-400M方式도 共히 同軸케이블을 傳送媒體로 하는 傳送方式이며 兩者의 主된 方式諸元을 綜合하면 表 2와 같다. 將

表1 同軸 PCM方式의 主된諸元

項 目	PCM-100M方式 (特仕)	PCM-400M方式 (FR)
通用領域	主로 RC-DC, DC-TC區間	主로 RC-RC, RC-DC區間
그록크 周波數	97.728MHz	400.35MHz (단 端局그록크는 397.20MHz)
傳送容量	電話 .....1, 440ch 1MTV...15ch(將來 60ch) 4MTV...3ch(將來 15ch)	電話.....5, 760ch 1MTV...90ch(將來 240ch) 4MTV...12ch(將來 60ch)
傳送媒體 및 中繼間隔	標準同軸.....3km 細心同軸...1.5km	標準同軸...1.5km
給電電流	直流 250mA, 最大 350V	直流 580mA, 最大 650V
總合符號誤率	$10^{-8}/1$ 링크(300 km)	$10^{-8}/2, 500km$
符號形式	바이포라 (스크램 부러付)	바이포라 (스크램 부러付)

來의 디지털傳送網을 考慮해서 符號誤率, 짓타(jitter)等의 高品質化를 圖謀하고 施設上, 保守上, 中繼器 및 筐體의 規模를 可能한 限 既存의 아날로그 同軸方式과 같게 하고 있다.

### 5. 화이바 케이블 傳送方式 (fiber cable)

同軸大容量 디지털 傳送方式의 例로서 PCM-

表2 同軸 PCM方式中繼器의 主된 仕様

項目	PCM-100方式 (特仕)	PCM-400M方式 (FR)
最大中繼 間損失	63.5dB(at 48.864 MHz)	79.5dB(at 200.0MHz)
出力電壓	2V <sub>0-p</sub>	3.4V <sub>0-p</sub>
誤率	10 <sup>-11</sup> /REP	10 <sup>-12</sup> /REP
레벨變動對策	AGC(24dB)과 BON(20dB)의 併 用	標準區間用(1.1km ~1.6km) AGC와 短區間用 (0.1km~1.1km) AGC+BON의 併 用

表4 LED 와半導體 레이사의 比較

項目	L E D	半導體 레이사
發振모드	멀티모드	대략싱글모드可
波長	0.75~0.9μm	同 左
出力	數 mW	數 10mW以上
變調速度	數 10~100Mbit/s	約 1Gbit/s
結合損失	20~30dB	數 dB
壽命	3~4萬時間	1萬時間以上

있으며, 對數도 數 100對 程度의 것이면 充分히 製造할 수 있게 되어있다.

(2) 發光器

發光器로서 發光다이오드(LED), 半導體레이사一, 等이 있다는 LED는 特性的으로는 半導體레이사一에 떨어지지만 安價이므로 中容量近距離方式用으로 使用될 것이다. 發光器에 對해서는 經濟化는 勿論이지만 他의 半導體와 맞먹을 수 있는 長壽命化가 가장 큰 課題라 할 수 있다.

(3) 受光器

受光器로서는 信賴性, 動作速度, 效率等의 優秀한 포토다이오드(photodiode)가 여러 種類實現되고 있다. 포토다이오드는 아바란취形과 非아바란취形으로 가를 수 있다. 前者는 高 바이어스 電壓(50~200V)을 必要로 하나, 아바란취 效果에 依한 電流 增幅作用이 있으므로 感도가 좋고 大容量으로 中繼스반이 좋은 디지털 傳送方式이 使用된다.

다음은 화이바케이블 傳送方式의 特長 및 有利性에 對해서 綜合해 본다.

화이바는 低損失일 뿐만 아니라 廣帶域 그리고 平坦한 周波數特性을 갖으며, 또한 漏話나 外部誘導의 影響을 받지 않는다. 또 物理적으로 斷面積이 작고, 輕量이고 可撓性에 있어서 優秀하다. 이와같은 特長에서 公衆通信에서 다음의 有利性이 생긴다.

第1은 經濟的인 傳送方式을 提供 할 수 있는 것이다. 電話채널에 對한 화이바케이블 傳送方式과 既存傳送方式의 相對的코스트를 表示한다. 디지털의 화이바케이블 傳送方式은 32Mbit

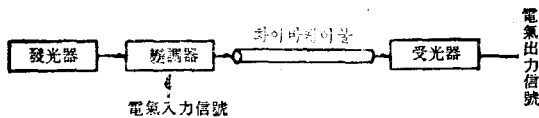


表 3 화이바케이블傳送方式의 基本構成

400M方式에 關해서 記述하였지만 다음 다가올 大容量디지털傳送方式으로서는 어떤 方式을 생각할 수 있는가? 우선 同軸케이블을 使用하는 方式으로서 PCM-400M 方式의 傳送容量을 더욱 增加시킨 PCM-1.2~1.6G 方式, 그것에 導波管을 使用하는 mili波方式等이 候補로서 列擧된다. 그런데 最近 오프티칼화이바(optical fiber)를 使用한 傳送方式(이것을 普通 화이바케이블 傳送方式이라 부른다)이 上記의 大容量方式보다 優越할 것이다 라고 해서 各方面에서 關心이 높다.

5. (1) 화이바케이블 傳送方式의 構成要素

(1) 화이바 케이블

화이바의 構造는 一般的으로 Fig (a), (b) 에 表示하는 바와 같이 屈折率이 높은 코아(core) 部와 屈折率이 코아部에 비해 若干 낮은(0.5~數%) 그라트 部로 構成되며, 兩者의 境界面인 角度以下의 入射角을 갖는 光은 全反射를 받으며, 코아內에 閉込된채로 화이바中을 傳搬하게 된다. 화이바의 케이블化에 對해 既存케이블과 同一 程度의 機械的強度, 重量等을 確保할 수

/s以上에서 既存方式보다 經濟的이다.

第2는 既存에 地下設備의 傳送容量을 擴大할 수 있다는 것이다. 그것은 화이바케이블은 既存 地下管路를 充分活用할 수 있는데다 廣帶域性을 가지고 있다는 것이다.

第3은 화이바의 多對性, 廣帶域性에 依해 小容量方式에서 大容量方式에 이르기까지 要求에 合致한 方式을 自由로 提供할 수 있다는 것이다. 또 화이바케이블 傳送 方式의 主原料인 시리카(silica)가 地球上에 無盡藏으로 存在하기 때문에 資源問題가 적다는 것도 特長의 하나이다.

## 6. 화이바케이블 傳送方式의

### 現狀

여기에서는 화이바케이블 傳送 方式의 研究現狀에 對해서 紹介하겠다.

화이바케이블 傳送 方式에 關한 研究는 이제 各國에서 活發하게 進行되고 있다. 日本에서는 아날로그 或은 디지털에 依한 TV의 傳送實驗을 各處에서 하고 있고, 또 32~100Mbit/s의 中繼器의 試作도 小形化, 低電力化를 目標로 活發하게 進行되고 있다. 美國은 274Mbit/s 用中繼器를 試作하고 基本動作을 確認하고 또 50Mbit/s用으로 極히 小形(100×68×42mm)의 中繼器를 試作하고 있다. 佛蘭西에서는 局間의 音聲中繼線(最大 6km)用으로서 無中繼의 PCM에 依한 8Mbit/s화이바케이블 傳送實驗이 行해지고 있으며, 이 方式을 基本으로 한 화이바케이블 傳送 方式이 現場試驗되었다.

方式研究로서는 中繼器의 小形化, 低電力化, 나아가서 給電方法이나 障害中繼器의 標定等케이블 化技術에 껴여있는 課題가 남아있다.

## 科學技術者 倫理要綱

現代的 國家發展에 미치는 科學技術의 役割의 重要性에 비추어, 우리들 科學技術者는 우리들의 行動의 指針이 될 倫理要綱을 아래와 같이 制定하고, 힘써 이를 지킴으로써, 祖國의 近代化에 이바지 할 것을 깊이 銘心한다.

1. 우리들 科學技術者는 모든 일을 最大限으로 誠實하고 公正하게 處理하여야 한다.
2. 우리들 科學技術者는 恒常 專門家로서의 權威를 維持하도록 努力하며, 自己가 所屬하는 職場 또는 團體의 名譽를 昂揚하여야 한다.
3. 우리들 科學技術者는 法律과 公共福利에 反하는 어떠한 職分에도 從事하여서는 안되며, 의아스러운 企業體에 自己의 名稱을 빌려주는 것을 拒絶하여야 한다.
4. 우리들 科學技術者는 依賴人이나 雇傭主로부터, 取得 또는 그로 因해 얻어진 科學資料나 情報에 對하여서는 秘密을 지켜야한다. 또는 他人의 資料情報를 引用할 때는 그 出處를 밝히야 한다.
5. 우리들 科學技術者는 誇張 및 無限한 發言과 非權威的 또 眩惑的 宣傳을 삼가야하며 또 이를 制止하여야 한다.

특히 他人의 利害에 關係되는 評價報告 및 發言에는 慎重을 期하여야 한다.

6. 우리들 科學技術者는 어떠한 研究가 그 依賴者에게 利益이 되지 않음을 아는 경우에는 이를 미리 알리지 아니하고는, 어떠한 報酬를 위한 研究도 擔當하지 않는다.
7. 우리들 科學技術者는 祖國의 科學技術의 發展을 위하여 最大限으로 奉仕精神을 發揮하여야 하며, 또한 이를 위한 應分의 物質的 協助를 아껴서는 안된다.