有 線 テ レ ビ 伝 送 方 式

日本電信電話公社 青 江 茂

画像通信は社会活動の高度化，多様化に伴って，急速に一般社会へ浸透しつつある．本稿はテレビジョン伝送方式のうち，これからの有力な手段となる有線伝送方式について，放送用および一般産業用に分け，日本電信電話公社においてこれらに使用されている各種方式の概要を，最近の技術もとり入れて解説し，あわせて今後の伝送方式の一端にも触れたものである．

1. ま え が き

有線テレビ方式には，放送用を対象としたものと，一般工業，産業用を対象としたものがある．前者は同軸ケーブルを媒体としており，後者は若干，品質を犠牲にして経済性に重点をおいた平衡対ケーブルが用いられている．市内リンクなど短距離用には，ビデオ信号を無変調で伝送する同軸ビデオ方式や市内ケーブルによる産業用テレビ方式があり，長距離用には，残留側帯波法による12 MHz または 60 MHz テレビ・電話同時伝送方式などがある．

以下に，最近におけるこれらの方式の概要について述べる．

2. 放送用テレビ伝送方式

2.1 同軸ビデオ方式

同軸ビデオ方式は，市街地等の短距離伝送路あるいは端末中継伝送路等の場合に用いられる方式で，同軸ケーブル1チューブでビデオ信号1chを生そのまま伝送するものである．電波伝搬上制約の多い上記のような区間で，無線方式に代り用いられる．

同軸ビデオ方式は，当初真空管型の装置が用いられていたが，近時，都市のビルの高層化，市街地の拡大などに伴い，本方式の適用距離を延長すること，ならびにフィールドピックアップへの適用を考慮して，従来無中継で9 km までとされていた適用区間長を3倍に拡大するとともに，標準(2.6/9.5 mm)，細心(1.2/4.4 mm)両同軸ケーブルに利用できるようトランジスタ化によって装置の再設計がなされた．

本方式は標準擬似回線として想定した2500 km のテ

表 1 同軸ビデオ方式規格

項 目		短距離1リンクの目標値	1スパンの目標値
振幅周波数特性 (1 kHz~4.3 MHz 帯域， 15 kHz 基準値)		± 0.3 dB	± 0.2 dB
雑音特性	ランダム雑音 ($S_{(p-p)}/N_{(rms)}$) (評価値)	65 dB	70 dB
	パルス性雑音 ($S_{(p-p)}/N_{(p-p)}$)	30 dB	35 dB
	ハム雑音 ($S_{(p-p)}/N_{(p-p)}$) (クランプなしの状態)	30 dB	50 dB
	ハム以外の周期性雑音	1 kHz~1 MHz 50 dB 1 MHz 以上 (3.6 MHz, 50)	50 dB (3.6 MHz, 50)
微 分 利 得 (DG)		0.6 %	0.5 %
微 分 位 相 (DP)		0.5°	0.4°
フレームスロープ (FS)		2.5 %	短距離リンクで規定
ラインスロープ (LS)		5 %	"
ライズタイム (RT)		0.15 μs	"

レビ中継線のうち，市内4リンクに適用し，CMTT*の規格を満足しうるように，表1に示す規格で設計されている．特に長距離化に伴い，レベル変動対策ならびに中間中継器，相手端局装置の障害監視などのため，6142 kHz パイロット AGC 機能や，端末無人化に対処した遠方監視および自動切替制御機能ならびに給電回路再起動制御機能などが付加されている．

装置は端局装置と中継装置とからなる．端局装置は送信部と受信部に大別される．送信部は図1(a)に示すように，送信増幅盤(TA)，監視電流発振盤(PIL OSC)，監視電流監視盤(PIL MON)，警報盤(ALM)，電源盤

* "Television Systems on Cables" by Sigeru Aoe (Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation, Tokyo)

* テレビジョン伝送に関する CCIR (国際無線通信諮問委員会) と CCITT (国際電信電話諮問委員会) の合同研究委員会．

図1 映像端局装置系統図

(PU) および切替盤 (TRF) などから構成されている。ビデオ信号は TA の増幅部で 4 dB 平坦増幅後、映像変成器 (TRS) を通して線路に送出される。TRS では同軸ケーブルの外部導体を地気から浮かし、低周波誘導妨害を抑圧している。パイロットは TA の増幅部で映像信号に結合され -11 dBm で送出される。PIL MON では PIL OSC あるいは TA の増幅部の異常を検出するためパイロットレベルが基準レベルより $\pm (1.5 \sim 2.5)$ dB 以上変化した場合に警報を与える。

受信部は図 1(b) に示すように前置等化盤 (PEQL)、増幅盤 (AMP)、安定化増幅盤 (CLAMP)、監視電流制御盤 (CONT)、警報盤 (ALM)、電源盤 (PU) および切替盤 (TRF) などから構成されている。受信ビデオ信号は TRS を通過後、擬似線路回路網 (BON_{1,2}) で線路長の補正を ± 50 m ステップで、 $-0.5 \sim 1$ km まで行い、また位相等化器 (PH) で 12.5 ns (4 MHz) ステップで最大 64 ns までの位相調整を行う。AMP では振幅等化およびパイロット電流の除波が行われる。振幅等化は線路

増幅部 (LA₁, LA₂) で 1 km ステップで 10 km まで可能である。LA₁, LA₂ は、出力側並列帰還、入力側直列帰還増幅器であり、線路等化は帰還回路とこれに見合ったマイクロ回路により行われる。帰還量は約 25 dB である。AGC は線路損失の温度による変動を ± 5 dB まで調整可能である。可変等化器 (VEQL) はケーブルの $\sqrt{f}$ からの偏差や装置の製造ならびに設計偏差を補償する。安定化増幅盤 (CLAMP) は低周波雑音を抑圧し、回線の低周波特性偏差に起因する波形ひずみを調整するもので、同期先端の電位を基準電位にクランプする形式であるが、パルスクランプ形式ではなく、入力の高周波による波形ひずみを検出し、帰還によって圧縮する形式によっている。

端局装置にはこのほか電力給電盤と遠方監視盤があり同軸ケーブル内の介在心線を利用して中間中継装置に対し直流 150 V, 200 mA の定電流給電を行うほか、いくつかの周波数を用いてシステム監視や切替制御を行う。

中継装置は、標準同軸ケーブルの場合 9 km, 細心同軸

ケーブルの場合 4 km までの区間でマンホール内に設置され、端局装置からの給電を受け、20～6142 kHz の線路損失を補償する。筐体は外形、寸法、筐体材質、気密性など、同軸ケーブル多重方式に用いられているものと同様である。筐体はダム付スタップケーブルにより本ケーブルに接続されている。中継器は映像変成盤 (TRS)、線路増幅盤 (AMP R) などで構成されている。AMP R は 2 つの増幅部と中間に擬似線路回路網がある。擬似線路回路網は標準同軸ケーブルの場合 100 m ステップで 1 km まで調整ができる。2 つの増幅部は端局受信増幅盤と同様構成の負帰還固定利得増幅器である。中継器の異常はパイロットレベルが基準値±(4～5) dB 以上変化したとき介在心線を介して線路に送出される。

2.2 残留側帯波テレビ伝送方式

残留側帯波テレビ伝送方式は、テレビ中継線の長距離リンク用として設計されたもので、同軸ケーブルを用いビデオ信号を残留側帯波変調により線路周波数に変換して伝送するものである。

本方式については、すでに 6 MHz 同軸ケーブル方式によるテレビ伝送が 2, 3 の区間で商用化されたが、この方式は 4 MHz 同軸ケーブル方式 (電話 960 ch) と同一中継間隔 (9 km) で中継器もほぼ同一構成で伝送路が作成されたため、特に真空管特性による等化度特性とその変動が画質に悪影響をおよぼす結果を招来し、全国カラー化に伴いマイクロ方式に変更された。一方、12 MHz 同軸ケーブル方式については、CCITT* において電話 1200 ch とテレビ 1 ch の同時伝送の勧告がなされている。トランジスタ化により、真空管方式に比しひずみ、雑音が改善されたことから、テレビ・電話同時伝送方式の検討が進められ、山口・広島間、国際回線のバックアップ用として商用化されている。

12 MHz 同軸ケーブル方式によるテレビ・電話同時伝送を行う場合、必要な S/N を得るためにはテレビ信号はかなり高いレベルで伝送路に送出する必要がある。このため伝送路で搬送波とテレビ信号および電話信号が伝送路の非直線ひずみにより相互変調雑音を発生し、電話回線の S/N を劣化させる。このため、回線長を 2500 km としたとき図 2 に示すような各中継器の所要ひずみ減衰量が要求される。図中、3 次ひずみはテレビ信号 (B) と電話勢力 (A) による $(2B-A)$ 形波、電話、テレビならびに搬送波勢力 (C) による $(A-B+C)$ 、 $(A+B-C)$ 形波のひずみで決定され、2 次ひずみはテレビ信号と搬送波の結合波により求めたものである。

図 2 12 MHz 方式における所要ひずみ減衰量

図 3 12 MHz 方式による電話のテレビ伝送時、電話帯域の雑音量

同図に現行 12 MHz 方式で得られている値を示しているが、2 次ひずみが真空管方式では規格を下まわっていることが示されている。図中のトランジスタ方式により、テレビ・電話同時伝送を行った際の電話 ch への妨害を示したのが図 3 であり、1 pW/km 以下の雑音量であり、CCITT の規格を充分満足し得ることがわかる。またテレビ信号を伝送する場合、振幅ならびに位相等化が問題となる。これについては 200～300 km ごとに設置される MOP-UP 等化器により充分目標値が達成される。位相補償については今後調整精度の向上が必要とされるが、±100 ns 程度には等化可能である。図 4 に勧告による周波数配置を示している。

本方式では、走査線数 525 本はもちろん、625 本の白黒およびカラーテレビ信号の伝送が可能である。わが国で商用化した方式は CCITT 勧告によるものであって、テレビ信号は搬送波を中心に幅 500 kHz の帯域をもつ残留側帯波法によっている。過剰搬送波比 (ECR) は中継器の効率を充分得るため、0.59 を選定している。

本方式は端局変換装置と中継伝送路で構成されるが、伝送路は適当な区間ごとに位相等化器を挿入し、中継あたり約 60 ns の群遅延ひずみの累積を調整するほかは電

* 国際電信電話諮問委員会の略。国際連合の電気通信に関する専門機関である ITU (国際電気通信連合) の諮問機関で、電信電話に関する技術、運用、料金の問題について研究を行い意見を表明することを任務としている。

図 4 12 MHz 方式テレビ伝送用周波数配置

話伝送用のものがそのまま適用される。

端局変換装置は図 5 に示すように、残留側帯波変換部と電話 (1200 ch) とテレビの分岐結合部に大別される。残留側帯波変換部においては、送信側で 1 Vp-p のビデオ信号が局内ケーブル等化盤 (CEQL₁) に加えられ、17 m ステップで 85 m までの 5 C-2 W 局内ケーブルによる損失が等化され、安定化増幅盤 (CLAMP₁) によりペダスタルクランプされ直流再生が行われたのち、低域濾波器 (LPF₁) で伝送帯域 5.5 MHz 以上の不要波が除去される。変調整 (MOD) では直流挿入が行われ、ECR を 0.59 に調整後、6799 kHz 搬送波を変調する。変調器出力信号は、残留側帯波濾波器 (VSB FIL) により整形される。ここでは被変調波の 5624 kHz 以下の下側帯波は電話に妨害を与えるため VSB FIL と電話・テレビ分岐結合部の分岐濾波器 (SF) とにより約 90 dB 以上の抑圧が与えられる。位相等化盤 1 (PEQL₁) では、LPF と VSB FIL で生ずる約 1 μs の遅延ひずみが等化される。P₃ 除波盤 (P₃ REJ) では、伝送路の線路パイロット 12435 kHz 点に落ちるテレビスペクトル成分が除去される。次に固定増幅器 (FA) を経て、電話・テレビ分岐結合部に導かれる。

受信側では、電話・テレビ分岐結合部からの局内ケーブル損失の等化が CEQL₂ で等化され、帯域濾波器 (BPF) により 5624 kHz 以下

図 5 VSB 12 M 型テレビ変換装置系統図

図6 山口・広島間 12 MHz VSB 方式の伝送の特性

図7 テレビ信号のみ負荷した場合の電話帯域への妨害

の電話信号と伝送路で帯域外に発生したひずみ雑音、SF の減衰量と合わせて約 70 dB 以上抑圧される。BPF は位相等化器を有し、BPF と LPF₂ で生ずる遅延ひずみが等化される。固定増幅器 (FA) を経た信号は復調整 (DEM) でホモダイン検波され、ビデオ信号に復元される。搬送波は自動位相調整回路 (APC) で位相同期される。ビデオ信号は増幅器 (VA) で後幅後 LPF₂ により搬送波漏洩、および帯域外不純波が除去されたのち、CLAMP₂ で 1 Vp-p に整形される。

変復調回路にはトランジスタによる 2 重平衡変調回路が用いられている。また、変調器の入力はトランジスタ差動増幅回路を構成し、一方のトランジスタのバイアスを変化することにより ECR が調整される。変復調搬送波は周波数偏差や位相ずれがないように留意する必要がある。本方式では、復調搬送波は受信波形の水平同期信号部分から搬送波をサンプリングし、再生しかつ自動位相同期を行なっている。

電話・テレビ分岐結合部の送信側は、CEQL₃ を経た残留側帯波信号が予等化盤 1 (EM₁) で 12 MHz 方式の伝送路に与えられているプリエンファシスと逆特性を与え、伝送路でテレビ信号が平坦特性で伝送されるようにし、SF で電話 1200 ch と結合して、12 MHz 同軸端局中継装置に送出される。これは伝送路でカラー副搬送波のレベル上昇を抑え、電話への妨害を防ぐためである。一方、電話送信側は、EM₂ で伝送路で生ずる搬送波とカラー副搬送波との差波の妨害を防ぐため、3.58 MHz 点で約 10 dB レベルを上昇させている。

受信側は CEQL₆ で、12 MHz 同軸端局装置までの局内ケーブル損失が等化され、可変等化盤 (VREQL) では、伝送路で生じた振幅等化度偏差が全伝送帯域にわた

り等化され、SF で分岐された残留側帯波信号は位相等化盤 3 (PEQL₃) により伝送路での季節的位相変動が調整され、さらに必要な場合には可変位相等化盤 (VPEQL) で複雑な位相ひずみが等化される。可変等化器はサンプリング型等化器が使用されており、その伝達係数は、可変項 n 、可変幅 k_i 、単位等化器の周波数特性を α_i とすると次式で与えられる。

$$S = \left\{ 1 + \sum_{i=1}^n \alpha_i(\omega) k_i \right\} / \left\{ 1 - \sum_{i=1}^n \alpha_i(\omega) k_i \right\}$$

また PEQL₂ により伝送路で生じた位相ひずみが等化され、復元盤 1 (DM₁)

で EM₁ の特性が復元される。SF で分岐された電話 ch は DM₂ により EM₂ の特性が復元され、次の変換装置へ送出される。

図 6 は山口・広島間で得られた総合伝送特性を示し、図 7 は電話無負荷時におけるテレビ信号の相互変調雑音を示す。図 8 は電話・テレビ同時負荷時における電話帯域への妨害を示している。図 8 では、電話・テレビ勢力を同時、電話勢力のみ (テレビ勢力はそのまま)、テレビ勢力のみ (電話勢力はそのまま) それぞれレベルを上昇したときの妨害度を示したものであるが、(a) 図は搬送波とカラー副搬送波、(b) 図は搬送波とテレビスペクトルによる、いずれも差波が落ち込む帯域での測定である。なお、本測定は真空管を用いた 12 MHz 方式の値である。しかし本結果から、トランジスタ 12 MHz 方式伝送路を用いる場合、雑音については約 2 dB、ひずみについては約 10 dB 改善されているので、図 3 に示した結果ときわめてよく一致することが類推される。

同軸ケーブルを用いたテレビ伝送方式としては、このほか昨年から商用に供されている 60 MHz 方式がある。本方式は電話 10800 ch あるいは 4 MHz 帯域のテレビ 9 ch までが同時あるいは任意の組合せにより伝送できるものである。本方式の周波数配置を図 9 に示す。本方式は新たに設定されたジャンボグループ (JG、電話 3600 ch) 3 組から構成されるが、1 JG で 3 TV が伝送される。在来の方式と異なり、端局変換段ではテレビ伝送に適用できるよう位相補償が施されている。

減衰ならびに位相等化用として次の方法が考えられている。C-60 M 方式では、減衰、遅延ひずみの変動分が固定成分とほぼ同等なところまできているので、自動等化器の導入が不可欠のものとなっている。等化目標とし

図 8 雑音負荷特性

ては、レベル変動 ± 1 dB 以内、減衰ひずみ ± 1 dB 以内、遅延ひずみ 100 ns 以内とする必要があるが、等化器を配置しないものと、した場合の 2500 km 回線のひずみ量の累計は、レベル変動で ± 12 dB、減衰ひずみで ± 13 dB、遅延ひずみで 430 ns と推定されるので、レベル変動および減衰ひずみで約 1/10、遅延ひずみで約 1/4 に抑圧する必要がある。

これを達成するため、減衰等化器は 1 監視区間 (100 km 相当) ごとに 4~7 次の自動減衰等化器を、また 1 映像区間 (280 km 相当) での各通話路 (VSB 帯) ごとに 5 次前後の自動減衰等化器を配置する 2 段構成とし、前者で粗等化を、後者で精密等化を行うようにしている。なお、レベル変動は自動減衰等化器により付随的に抑圧される。自動減衰等化器の構成は図 10 のとおりで、余弦等化回路、パイロット信号抽出回路、等化情報変換回路、等化度保持回路 (通話路—VSB 帯—用等化器のみに使用) から成る。

また、遅延等化器はトランスパサル型 (対エコー型) 等化器に減衰ひずみ補償を施した可変遅延等化器を用いる。等化回路は減衰ひずみ補償を行うことにより減

衰ひずみの発生を抑圧すると同時に、余弦型遅延特性の可変範囲の拡大をはかっている。

3. 産業用テレビ伝送方式

3.1 平衡対ケーブル方式

平衡対ケーブルを用いた産業用テレビ伝送方式は、交

(注) 隣接U(外層)…隣接ユニットで一方の心線が最外層にあるもの。

図 11 (a) 近端漏話減衰量標準値 ($f=4$ MHz)

図 11 (b) 遠端漏話減衰量標準値 ($f=4$ MHz, 1 km)

通管制業務用やホテルサービス用あるいは官庁、一般企業等の業務用に利用され、システム総延長約 550 km におよんでいる。この方式の特徴は音声ケーブルを用いるため、伝送路作成が比較的容易で、市内エリアのほぼ全域に対して経済的にサービスを提供できることである。中継器は線種にもよるが、平均 500~600 m ごとにマンホールあるいは電話局内に設置される。1 システムの最大適用距離は約 20 km までで、カラー映像を伝送するように設計されている。

さきに本誌 (第 22 巻, 第 10 号) でも紹介したように平衡対ケーブルで映像信号を伝送する場合、ケーブルのインピーダンス、線路損失、漏話および外部誘導に対する遮蔽特性などが重要である。線路インピーダンスは低周波部は数百 Ω に達するが、高周波では 100~120 Ω に収束する特性を有している。線路損失は低周波ではほぼ平坦特性を示すが、約 500 kHz 以上では周波数の約 3/5

乗に比例する特性を示している。

漏話特性はケーブル種別によりかなりの差があるが、その燃程過程により、層・カッド間の間隔によってかなり左右される。周波数特性は近端漏話に対して約 4.5 dB/oct, 遠端漏話は約 6 dB/oct の劣化傾向を示している。同一ケーブル内に収容できるシステム数は、両方向伝送時は近端漏話により、同一方向伝送時には遠端漏話により制約される。近端漏話による制約をさけるため、中継器利得を減少する方法や、別ケーブル収容を含めた心線選択が必要とされる。図 11 (a), (b) に音声ケーブルの近端および遠端漏話が示してある。これらの値から求めた心線使用率が図 12, 図 13 に示してある。これらのことから次のことがいえる。

同一ケーブルで両方向の伝送を行うには、非隣接ユニットの心線を使い、中継器利得を約 40 dB とすればケーブル全対の約 1 %が、隣接または非隣接ユニットの心線

図 12 心線選択と心線使用率

図 13 白黒同方向

を使い中継器利得を約 35 dB にすれば約 5.5%，中継器利得 30 dB で約 7.5% までの心線対が利用できる。また同一方向の伝送では、2 カッドとびに収容すれば、約 2 km 以上で全心線対の 9% 程度の心線が利用できる。2 km 未満では 15% が使える。両方向の伝送では、ユニットを方向別にして収容し、同一ユニット内に同じ方向のものを 2 カッドとびに収容すれば、2 ユニット (200 対) で約 10 システム収容することができる。

外部誘導の面では、高周波帯域ではパルス性雑音や放送波による妨害を受けやすい欠点がある。特に中継間隔はこれらの妨害によって左右され、局内パルス性雑音の妨害をさけるため局前中継間隔を短縮する方法などの考慮が必要となる。

端局装置には送信中継装置と受信中継装置があり、これらはそれぞれ別個の筐体に収容され、専用者宅内に設置される。各装置は機能別のパネルによって構成されている。送信中継装置は増幅盤、パイロット発振盤、警報

盤、電源盤等により構成される。増幅盤は映像入力信号を 1 Vp-p または 3 Vp-p で線路に送出する。線路との結合点には 75 Ω 対 110 Ω のインピーダンス比を有する映像変成器が使用される。また、パイロット発振盤は 5 MHz の AGC パイロットを発生するもので、出力は常時 -5 dBm である。このパイロット電流は警報盤を通して、常時レベルを監視しており、基準レベルから ±(5~6) dB 以上変化した場合、警報を発する。警報は監視線を通して転送され、遠方監視装置で監視される。受信中継装置は、位相等化盤、振幅等化盤、可変等化盤、安定化増幅盤、警報盤、電源盤等で構成される。

線路を通り受信した信号は、まず位相等化盤に入って位相等化を受ける。位相等化回路は 15 中継まで等化できるよう 4.5 MHz では 100 ns ステップで 700 ns まで、3.5 MHz では 30 ns ステップで 210 ns までの可変等化特性を有している。受信振幅等化は振幅等化盤および可変等化盤で行われる。本方式の振幅等化は、

- (1) 各中継器による平坦利得および傾斜利得による線路損失の等化
- (2) 可変等化回路 (7 セクション) による多中継累積等化残の等化

の 2 方法の組合せを基本としている。振幅等化盤は前者の、可変等化盤は後者の、等化をそれぞれ受持つ。振幅等化された信号は安定化増幅盤を通り出力されるが、この回路は中継器の入出力側に挿入されるインピーダンス整合用トランスから生ずる波形ひずみを抑圧するため用いられる。クランプの方式は同軸ビデオ方式と同様、帰還圧縮方式を用いている。

中継装置の筐体は密閉型気密構造となっており、材料は本体には配管用アーク溶接炭素鋼管を、蓋には一般構造用圧延鋼板を用いている。筐体表面の仕上げには亜鉛メッキを施している。中継器は AGC 機能を有するものとはそうではないものがある。AGC 機能を有する中継装置は、地下ケーブル区間では約 3 中継ごとに挿入され、レベル変動 ±5 dB (5 MHz 点) を 1/10 に圧縮する。AGC 特性は低域においてツイスト特性になっている。各中継装置は 5 MHz のパイロットのレベル変動を常時監視し、AGC なしのは -5 dBm ±(5~6) dB, AGC ありのは -5 dBm ±(10~15) dB 以上変動した場合警報を発し、監視線を通して遠方監視装置へ転送し監視する。

マンホール中継装置に対する給電は、給電装置から映像線および給電線を通して、DC 150 mA の定電流給電を行う。1 個の給電装置からは 3~4 個の中継器に給電できる。なお、トランスレス中継器により、小型化はかるとともに映像線で給電も行える中継器が開発されて

図 14 周波数配置

いる。

3.2 市内同軸ケーブル方式

1～2回線程度の需要に対しては、前記のような音声ケーブルによる方式が経済的であるが、数回線以上の需要に対しては別の方式を考慮する必要がある。この一例として、最近市内同軸ケーブル方式によるシステムが利用されている。

市内同軸ケーブル方式は、市内同軸ケーブルを用いて多数のテレビ信号を VHF 帯域に変調して多重伝送する方式である。この方式は回線の途中分岐が容易なこと、テレビ・音声信号の同時伝送ができること、1本の同軸心で双方向通信ができること等の長所がある。伝送容量は、下り 11 ch, 上り 4 ch で、その周波数配置を図 14 に示す。下りチャンネルの周波数配置は放送用テレビと同一であるので、伝送されたテレビ信号をそのまま市販のテレビ受像機で受信できるのも特徴のひとつといえる。

市内同軸ケーブルには 25 dB/km および 50 dB/km の架空ケーブルを用いる。下り方向の標準中継間隔はそれぞれ 880 m および 440 m である。また、上り方向は低域側を使用するため、下り方向の 1 中継おきに増幅器を挿入する。伝送可能距離は約 20 km, 最大 25 中継を目標としている。中継器に対する給電は、同軸ケーブルの内部導体と外部導体を用い、保守局および特定端末から交流 60 V により並列給電を行っている。表 2 に市内同軸

表 2 総合伝送特性

項 目	規 格	備 考
全帯域振幅周波数特性	± 2 dB	最終中継器出力まで
チャンネル内振幅周波数特性	± 1 dB	
ランダム雑音 $C/N \left(\frac{rms}{rms} \right)$	46 dB	上り下り総合
単一周波数雑音 $C/D \left(\frac{rms}{rms} \right)$	55 dB	
混変調雑音 $C/X \left(\frac{p-p}{p-p} \right)$	50 dB	
ハム変調雑音 $\left(\frac{p-p}{p-p} \right)$	54 dB	
ゴースト	35 dB	上り下り総合 搬送波対不要波比

ケーブル方式の総合伝送特性を示す。

本方式の適用例に教育用のものがある。教育センターと市内の幼稚園、小・中学校、公民館など 38 端末を結び、センターから端末方向に 3 ch, 逆方向に 1 ch が用いられている。市内同軸ケーブル総延長は 46 km に達し、中継器は全部で 54 個使用されている。テレビ用音声は映像同時伝送されるが、打合質問用には

別途音声ケーブルが用いられる。

なお、本方式は一般に CCTV (平衡対ケーブル方式を含む) と呼ばれ、CATV と同じようにすでに有線テレビ伝送方式で確立されている残留側帯波方式による映像多重伝送であるが、CATV がテレビ再送信を主としたオープンサーキットであるのに対し、クローズドサーキットによる一般映像伝送用である点が異なっている。

4. 今後の伝送方式

現行の音声ケーブルでは、前章に述べたように心線の収容制限、適用距離などの制約がある。このため今後は需要の動向にもよるが、心線選択が不要で、伝送距離の延長が可能なケーブルが必要となる。この場合、所要特性として次のような仮定を用いたとき、広帯域平衡対ケーブルと同軸ケーブルを対象として減衰量と価格の相対値の相互の比較を示すと図 15 のようになる。

広帯域用ケーブルに要求される特性

(i) 漏話特性

近端漏話 120 dB 以上 (4 MHz 以下)

遠端漏話 70 dB/km 以上 (")

(ii) 電波誘導

－75 dBm 以下

(iii) ケーブル損失

図 15 減衰量と価格の関係

20 dB/km 以下 (4 MHz)

図 15 から同一減衰量に対する 1 心線当りの価格を比較すると、広帯域平衡対ケーブルが半分以下となる。また同一減衰量において、管路 1 条内に収容しうる心線数を比較すると、広帯域平衡対ケーブルは同軸ケーブルの約 2 倍の心線を収容することができ、特性および経済性から局間中継ケーブル等にその適用が期待される。

また、テレビなど映像伝送用には、以上述べたアナログ伝送方式のほかに PCM 方式がある。PCM 方式は、映像信号間にある相関関係を利用して、帯域圧縮をはかり効率の良い伝送をしようとするもので、1544 Mb/s を基礎 1 次群とする 3 次群 (32 Mb/s) に白黒映像を、4 次群 (100 Mb/s) にカラー映像を伝送するよう考えられている。

今後はこれらの方式を駆使して、近距離区間では広帯域平衡対ケーブルを含めた音声ケーブルによるベースバンド伝送方式、長距離区間には PCM 方式の活用が期待される。

5. む す び

以上、ごく簡単に最近における有線によるテレビ伝送方式についてふれた。本稿ではふれなかったが、より狭帯域の 1 MHz でのテレビ電話も、万博用として、約 65 台の端末を 0.4 mm 市内ケーブルに約 90 個 (9 ルート) の中継器を設置して接続し、会場内案内、通訳、迷子サービス用に使用された。

また最近、映像回線の一端に小型交換機を設置したグループテレビ電話も試行サービスとして行われている。本年度は東京・大阪間で合計 50 端末程度を設置し、1 MHz, 4 MHz テレビ電話の試供試験が実施される予定である。また、近くテレビ会議サービスの提供*も考えら

* 相隔った地点にある会議室にテレビカメラ、受像機、スピーカ、マイク等をおき、会議室相互間を伝送路で結んで、互いにテレビ画像および音声等を相手側へ伝送することにより、両者が同一室内にいるような雰囲気での会議等を行うことをねらいとした画像応用技術である。

れており、いよいよ聴覚通信から視覚通信への移行時代を迎えようとしている。今後、早急かつ健全な画像通信サービスの実現を期待しているものである。

本機会に終始ご協力を賜った関係各位に深く感謝いたします。

(昭和 48 年 9 月 8 日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) テレビジョン工学ハンドブック、テレビ学会、オーム社
- 2) 青江：産業テレビジョンの有線伝送、テレビ誌、22, 10 (1968)
- 3) 青江、藤尾ほか：画像通信機器の試用試験、施設、20, 4 (1968)
- 4) 青江ほか：東名高速道路用監視テレビ方式の商用試験結果について、施設、21, 5 (1969)
- 5) 青江、池部、秦、小川：12 MHz 同軸方式における VSB-TV 伝送について、施設、22, 1 (1970)
- 6) 青江、近藤、堀口：新しい同軸ビデオ方式、施設、20, 7 (1968)
- 7) Claude F Buser: Coaxial cable will unlock the door to total communication, Telephony, Jan.(1968)
- 8) G.L. Hamburger: The Development of a pay-Television System and Equipment, REE, 4 (1947)
- 9) 青江、近藤、堀口：C-1 Tr 形同軸ビデオ方式について、昭 41 年電気四学会連大
- 10) 青江ほか：CP-2-Tr 映像伝送方式について、昭 44 年電気四学会連大
- 11) 青江、近藤、堀口、石川：市内ケーブルによる映像伝送方式について、昭 44 年電気四学会連大
- 12) 青江：最近の同軸ビデオ方式、テレビ誌、18, 10 (1964)
- 13) 重井：多重電話信号とテレビの同時伝送について、研実報、8, 6 (1959)
- 14) 家所ほか：ITV 形 A 映像端局装置、日電技報、No. 85 (1967)
- 15) 藤崎：広帯域伝送路における TV と電話の同時伝送上の問題、昭 43 年電気四学会連大
- 16) 熊谷ほか：C-60 M 方式、研実報、20, 5 (1971)
- 17) 青江、松本：映像伝送サービスの近況、施設、24, 5 (1972)
- 18) 堀口、江尻：平衡対ケーブルを用いたカラーテレビ信号伝送方式、施設、25, 6 (1973)