できない音切れないし音ずれをさけることができ、(d)編集、分解の作業を近代化することができる。

しかし、このためには、VTR のいっそうの高安定化が必要であり、また、ファイル容量を確保するために、ファイル用 VTR は高密度録画の開発によって 7.5 in 速度で十分な画質が得られる必要があらう。いずれにせよ、この方式は、少なくともファイル用 2 台、自動編集用 1 台、放送用 1 台、計 4 台の VTR が必要であり、高価な点が難点である。

6. む す び

現在行なわれている単体機器の自動化では、テレシネで毎日繰返される定形的な業務を完全に解消し得ないことは明らかである。そのためには漸新なテレシネ装置の開発が必要であり、大幅な設備の変更、更新が必要であって、決して短日月でなしうるものでないことも明白である。

〔参 考 文 献〕

- 1) フィルム自動装てんテレビ映写機, NHK 技術研究所研究紹介資料 (1964.5)
- 2) 佐藤: 16 ミリ映写機自動停止頭出し装置, NAB 技術月報, 8 (1963)
- 3) 大川: 光学フィルタを使用したコンマグフィルムの検出方法, 放送技術, 21, 1 (1968) 67
- 4) 鈴木: フィルム磁気録音帯の自動検出装置, 放送技術, 21, 1 (1968) 71
- 5) 草薙ほか: 16 m/m フィルムプロジェクターの瞬時起動および停止映写について, 第 1 回テレビ学会全大予, 5-8
- 6) RCA TP-77 カタログ B. 3050
- 7) 石井: 一連装てん式オペーク送像装置, 放送技術, 17, 5 (1964) 298
- 8) 小沢ほか: テロップ装置の自動化, 放送技術, 12, 12 (1959) 677
- 9) 森本ほか: TKF 4 形 FSS 装置 N-W 自動判別回路について, 第 22 回 NHK 全国技術報告会予稿 (1968)
- 10) R. R. Brook: Improving Automatic Sensitivity Performance in Color TV Film Camera, SMPTE, 76, 8 (1967) 792
- 11) 板垣ほか: RCA TK 27 カラーフィルムカメラ, 放送技術, 20, 7 (1967) 79
- 12) 浜崎ほか: カラーフィルム送像の色バランス自動補正方式, NHK 技研月報, 11, 11 (1968) 516
- 13) 山陽放送新放送会館における自動化, その 1, 放送技術, 15, 9 (1962) 35
- 14) 田中: 自動スポット編集装置, 放送技術, 17, 12 (1964) 56

特集 テレビジョン放送局における近代化

3-3 VTR の 自 動 化

芝電気株式会社 野々口綱紀

1. ま え が き

VTR が今日、放送番組制作および送出業務の重要な一環になっていることは論を待たないが、最近に至って、これを放送自動化システムの中に組み入れて使用する例が多くなった。

VTR はその構造、動作が純電子的なものではなく、テープ走行系、回転ヘッドなどの機構部を有するため、ビデオテープの着脱、起動時間、並列運転の精度など、自動化を阻害する要因も多い。

しかしながら、VTR ではこれら機構系と電気系とがきわめて有機的に結合し、起動から定常運転に入るまでに必要なプロセスがすべて自動的に行なわれ、また、運転中も各種の自動補償回路が働いて、正常動作を維持するように設計されているので、自動化システムと結合することは割合に容易である。

本稿では、これらの点を VTR の構成要素と関連づけつつ考察を行ない、あわせて将来に残された問題点などを検討してみたい。なお、番組制作における VTR 自動編集については、別稿「4-1 番組編集の近代化」でとり上げられているので、本稿では省略することとする。

2. VTR の構成要素と自動化

2.1 機構系¹⁾

VTR は音声用のテープレコーダーと異なり、回転ヘッド、真空吸引などのテープ走行系の複雑さのために、テープの着脱が困難で、カートリッジ化による自動化を望むにはほど遠い。また、テープ走行系のテープリール、キャプスタン、回転ヘッドなどの機械的慣性は、VTR の瞬間起動および停止を妨げ、これらの負荷変動は VTR の時間軸安定度を劣化させる要素となっている。

しかし、14 in リールで 7.5 in/sec のテープ速度を使用すれば、約 3 h の録画再生が可能となり、カートリッジ化できない欠点のある程度カバーするし、起動時間の

“3-3 Automation of VTR Operation” by Kohki Nonokuchi (Shiba Electric Co., Ltd., Hachioji, Tokyo)

問題にしても、あらかじめ所定の起動予備時間を設定すれば解決できる。また最近の VTR では、改良されたサーボ系と、映像位相安定器*(VPS)、カラー位相安定器**(CPS)などの自動補償回路の採用によって、時間軸の安定度もまったく問題のないところまで解決されている。

ここでさらに、機構系各部の自動化に対する適応性を考えてみよう。まず主駆動要素としては、

- (1) モーター類 (巻取りおよび供給リールモーター、キャプスタンモーター、ドラムモーター)
- (2) マグネット類 (巻取りおよび供給リールブレーキ用、ピンチローラー用、テープガイド用)

などが含まれるが、これらはいずれも系統制御指令によって、その起動停止が純電氣的に制御され、機械的リンク装置によるものではないから、VTR 自動化に有利な要件となっている。

次に補助的要素としては、

- (1) 空気供給系 (ヘッドブローア、真空ポンプ、エアベアリング用コンプレッサー)
- (2) ポスト類 (ビデオイレースヘッド、音声ヘッド、機械式または電子式テープタイマー)
- (3) その他 (テンションアーム、ストップ検出装置、チッププロジェクション機構)

などがあるが、これらのうち、空気供給系とテンションアームおよびストップ検出装置は、主駆動機構との間に安全装置のインターロックおよび警報回路を有し、自動

化を便ならしめている。各種のポスト類の取付精度もきわめて高く、VTR 間のテープ互換性を高めるとともに自動編集を行なう場合の各種制御信号のタイミング設定を容易にしている。また、テープタイマーの電子式のもの、テープ走行長を正確に時間でカウントするので、ただちに自動化システムの起動停止信号として利用できる。

2.2 サーボ系

VTR は回転ヘッドという特殊な構造を使用しているため、ヘッドとテープの相互の移動の状態をきめる初期位置、相対速度、テープ寸法変化などの要素を安定化しなければならぬ。このため、VTR のサーボ系には、ドラムサーボ、キャプスタンサーボ、テープガイドサーボの3種が使用されている。これらの動作解析については、すでに各種の文献²⁾³⁾に詳述されているので、本稿では主として自動化との関連において考察してみよう。

サーボ系は、そのタイミング基準のとり方によって、録画、再生それぞれ数種類ずつの動作モードを有し、自動化システムの構成に応じて適当なモードを選択できるが、VTR の起動時には、これら各モードのいずれにおいても、テープ駆動系のスタートとともに、自動的に同期プロセスのタイミングが行なわれ、所定の時間内に動作を確立する。図1にその模様を示す。

いま、最も多用される“VH ロック”再生を例にとりて、そのプロセスを説明すると、

図1 サーボ系の同期プロセス

* アンペックス社アムテック相当、以下同じ

** アンペックス社カラーテック相当、以下同じ

図2 映像信号系統図

(1) キャプスタンフレーミング

ドラムサーボは REF V/TACH の比較によって起動および位相同期を行ない、キャプスタンサーボは REF FRAME/CTL FRAME の比較によって、起動およびフレーム同期を行なう。この間、テープガイド圧着、EE/TAPE 切換えなどの制御指令が発せられる。

(2) ドラムフレーミング

フレームロックが完了すると、サーボ系は自動的にVロックに切り換わり、ドラムサーボは、REF V/TAPEV の比較によって垂直位相同期を行ない、キャプスタンサーボは TACH/CTL 240 Hz の比較によって制御される。

(3) Hロック

Vロックが完了すると次のステップに切り換わり、ドラムサーボは REF H/TAPE H の比較によって水平位相同期を行ない、キャプスタンサーボは前項の状態が続いて定常運転に入る。

(4) 何らかの原因で同期状態が乱されれば、1つ前のステップへ戻って動作を再確立する。また、各動作状態はランプ表示によって確認できる。

このように、起動から定常運転に移るまでに必要なプロセスが、すべて自動的に行なわれるので、所定の起動時間 (VH ロック再生で 5 sec 以内) を考慮に入れておけば、そのまま自動化システムに組み入れることができる。また、定常運転中の時間軸の安定度についても、最近のサーボ系では著しく改善されており、

ドラムサーボ 0.1 μ s p-p 以下

キャプスタンサーボ 100 μ s p-p 以下

テープガイドサーボ 0.05 μ s p-p 以下

の程度であるので、VPS、CPSなどを併用すれば、特に他機との並列運転で問題となることもなく、また、トラ

ッキングがはずれて再生映像の SN 比を劣化させることもない。

ただ、キャプスタンサーボの制御は、現状ではテープ走行速度の制御にとどまり、そのトラッキングの位相はテープまたはヘッドの交換ごとに手でセットしてやらねばならず、自動化の妨げとなっている。オートトラッキングはサーボ系で将来に残された問題であろう。

2.3 映像系^{4)~6)}

VTR の映像系は、テープ・ヘッドを介して入力映像を FM 記録し、これを再生して映像信号に戻す変復調系と、再生映像を放送に適する形にまで処理するプロセス系の 2 つに大別することができる。映像系の系統図を図 2 に示す。

最近の VTR の映像系は、ハイバンド化による性能向上と相まって、各所に自動補償回路が採用され、ほとんど無調整の安定なものとなっている。次に、これらを制御項目別に考察してみよう。

(1) 映像レベル

全系統を通じて、映像レベルの自動利得制御は行なわれていない。この点、自動化の難点といえようが、その代り各ユニットとも“ユニティーゲイン”の選択ができ入出力比 1:1 の機器としては完成している。

(2) FM 周波数

変調器の AFC 回路によって自動化されている。周波数偏移については、映像レベルできまる以上、前項と同じであるが、チェックパルスを内蔵し、その設定を容易にしている。

(3) 録画電流

最適録画電流の設定は、VTR 自動化の障害のひとつであるが、これにしても、そう頻度を要するものではな

い。最近、RECORD CURRENT OPTIMIZER (または VIDEO HEAD OPTIMIZER) と呼ばれるアクセサリが出現し、手動ながら設定時間を大幅に短縮した。

(4) 周波数特性

ヘッド共振の影響を除く FQ 補償は自動化が困難であるが、低インピーダンス録画再生回路の採用と、ヘッド共振点の上昇によって、近い将来、無調整化が実現されるであろう。なお、色度信号に対しては、自動チャンネル等化器 (または AUTO CHROMA) によって、各チャンネル間の偏差の自動補償を行なっている。

(5) 時間軸誤差

前述のドラムサーボの残留ジッターと、テープガイドの残留誤差および、その他の静的な位相誤差 (スキヤロッピングひずみ、ヘッドの 90° 分割誤差など) を補正するため、VPS では電圧制御可変ディレイラインを使用し復調器出力の水平同期信号と、外部から導いた基準水平同期信号の間の位相誤差で遅延量を制御する。これによって時間軸誤差は $0.03 \mu\text{s p-p}$ 程度に押えられ、他のテレビカメラやスタジオ機器との白黒の並列運転が可能となる。さらに、カラー再生に必要な安定度を得るため、CPS でも同様なディレイラインを使用し、VPS 出力のカラーバーストと、基準 3.58 MHz の間の位相誤差で遅延量を制御する。これによって最終的な時間軸誤差は $0.004 \mu\text{s p-p}$ (3.58 MHz の位相誤差で約 5°) 以下に押えられ、カラーの並列運転も可能となる。

(6) 速度誤差

ヘッドドラムとテープガイドの相対位置が、記録時と再生時とで異なることに基因する速度誤差 (1 水平期間中の位相変動) は、VPS や CPS では補正されないもので、別に色度変動補正器を使用する。メモリーコンデンサを利用した代表的な方式では、ドラムの 1 回転の間、VPS 誤差信号から各 H 間の差成分を取出して記憶させ、1 回転後にこれを読取って VPS 誤差信号に混合し、速度誤差を自動的に補正している。これによつてヘッド回りの調整がきわめて容易となり、テープの互換性を高めるとともに、自動化を容易にした。

(7) その他

映像系の FM スタンダード (HB(ハイバンド), LBC (ローバンドカラー), LBM(ローバンドモノクローム)) や入力選択は、いずれもリモートで制御でき、自動化に便である。さらに CPS はカラー、モノクローム識別回路を有し、白黒信号に対してはカラーキラーが動作して CPS およびプロセッサを制御する。

2.4 音声系²⁾

VTR の音声系は、記録される映像信号と完全に同期した連動動作を有し、また音声単独録音、キュー単独録

音の機能もリモートで制御できるので、自動化に際して特に問題はない。

音声レベルのセッティングについては、映像系の場合と同じく、自動利得制御回路はないが、“ユニティーゲイン”の選択ができる。

また、 $15 \text{ in}/7.5 \text{ in}$ のテープ速度の切換えと連動して、等化特性がリモートで制御される。

3. VTR の系統制御と自動化

VTR の系統制御は、前記各系を有機的に結びつけ、

- (1) 各系の動作モードの選択制御
- (2) これに伴う電源系統制御
- (3) 記録・再生時のモニター制御

を行なうものである。これらの機能の詳細については文献⁹⁾にゆずり、ここでは自動化に関連する事項について考察を加える。

VTR の動作モード制御には、PLAY (再生), REC (収録), STOP (停止), FAST FORWARD (早送り), REWIND (巻戻し), AUDIO ONLY REC (音声単独録音), AUDIO NORMAL (同上解除), CUE ONLY REC (キュー単独録音), CUE NORMAL (同上解除), CUE TONE (キュートーン信号記録) などが含まれるがこれらはリレー制御を中心にした純電氣的方式で、リレー電源は $\text{DC } 24 \text{ V}$ に統一されており、かつ、その制御は LOCAL/REMOTE のいずれによつても可能である。

スタート指令が与えられると、各部が図 3、図 4 に示したようなプログラムに従って動作を開始し、あるステップの完了を待って次のステップに入る必要のある場合は、各ステップの完了を検出し、それを指令信号として次のステップに入るようになっており、スタート指令後動作の完了までがすべて自動的に行なわれる。

一方、主要部にトラブルを発生した場合は警報表示がなされ、さらに重大な事故の原因となるトラブルの場合は、インターロック機構が働いて、停止状態に戻るようになってい

る。このように、制御がリモート化されていることと相まって、警報信号を自動化システムのフィードバック信号として組合せれば、容易に信頼度の高いシステムを実現させることができる。

4. VTR の信頼度と自動化

VTR の構成部品点数は、LBM の車載用で 5×10^3 、LBC の据置用で 1.7×10^4 (ハンダ付け点数はそれぞれこの約 2 倍となる) にも及ぶため、その MTBF は前者で 195 h 、後者で 137 h と報告されている⁹⁾¹⁰⁾。しかしこれらは計算値より相当低い値であり、さらに改善の余

映像ヘッドを装填し、規定圧に達するまで点灯、規定圧以下の場合はドラムは回転せず。

ヘッドまたはコンソールプロボウが異常な場合点灯。

テープを装填し、真鍮圧が正常になると消灯。

変調器の周波数調整が不完全な場合は異状時点灯。

テープ走行開始後、コントロールトラックレベルが規定値以下に低下した場合、またはフレームセンサが異常なとき点灯。

ドラムロックが完了すると消灯。

キャプスタンロックが完了すると消灯。

V位相が合致したら点灯し、H制御に移行する。

H位相が合致したら点灯し、サーボ系のロックアップ標示。

フレームセンサが完了するとキャプスタンに240制御に移行する。

TACA ロックが完了すると、上記のフレームロック指令とともにV制御移行を指令する。

コントロールトラックヘッドによる再生信号。

映像ヘッド、音声ヘッドによる再生信号。

図 3 VTR の系統制御と動作の流れ (その1—再生の場合)

地が残されていた。

特に、被制御機器としての VTR の信頼度の改善は、放送自動化に不可欠の要件でありユーザー、メーカーの共同の努力が続けられた結果、最近のハイバンド VTR では、使用部品、回路構成、ハンダ付け管理、工作精度などあらゆる点の改良により、著しく信頼度が向上している。しかし、まだ、ビデオヘッド、機構部、一部の電気部品など、故障率の高いものが残されており、今後の研究課題として早急に解決をはからねばならぬ。

さらにここで注意しなければならないことは、VTR が今まで述べてきたように、きわめて有機的に結合され、高度に自動化されたシステムである以上、これを制御する外部信号も決しておろそかにしてはならないということである。たとえば、システムのタイミング基準となる外部同期信号や副搬送波も、完全に NTSC 規格を満足するものでないと、VTR は正常動作を行なわないし、また、これらに変動分を含んでいると、ジッターが増えたり、クロマフリッカーを発生したりする要因となる。

5. む す び

以上、VTR の各部動作・機能と放送自動化との関連について、思いついたまま述べてきたが、まだ VTR としては、テープの自動装填、瞬間起動・停止、オートトラッキング、最適録画電流の自動設定、信頼度の向上など自動化に関して残された問題も多い。これらが早期に解決されることを期待するとともにこのまとまらない一文が何らかの形で関係技術者各位の参考になれば、著者の望外の幸いとするところである。

〔参 考 文 献〕

- 1) 野々口ほか：VTR 機構系（講座），テレビ誌，21，8（1967）584
- 2) 岩沢：サーボ系—その 1（講座），テレビ誌，21，6（1967）438
- 3) 同上—その 2，21，7（1967）508
- 4) 加納ほか：映像記録再生回路（変復調回路）—その 1（講座），テレビ誌，21，2（1967）
- 5) 同上—その 2，21，3（1967）199
- 6) 野々口ほか：映像信号回路系（講座），テレビ誌，21，5（1967）354
- 7) 加納ほか：音声回路（講座），テレビ誌，21，9（1967）651
- 8) 加納ほか：系統制御（講座），テレビ誌，21，11（1967）821
- 9) NHK 技術管理局保全部：SVTR の故障分析（昭42.6）
- 10) NHK 技術本部保全部：録画中継車運用状況について（その 2）（昭43.6）

図 3 の説明と同じ。

図 3 の説明と同じ。
①②③④ SIM CTL ヘッドによる再生レベルの低下およびフレイムパルスが異なる場合に点灯。
⑤ CTL ドラムサーボ系が異なる場合およびドラムタイミングが合わない場合に点灯。
⑥ DRUM 録画時のキャプスタンは TACH SIG を基準とした AFC 回路を構成し、これが異なる場合に点灯。
⑦ CAOST

図 4 VTR の系統制御と動作の流れ (その 2—録画の場合)