

解 説

CT-10 国際テレックス全電子交換システムのソフトウェア*

内山 春彦** 肥田 俊** 松下 温*** 久富 博昭***

1. ま え が き

情報化社会の発展に伴い、国際テレックスサービスは著しい需要の伸びを示している。CT-10 全電子国際テレックス交換システムは、国際中継線交換機としてKDD(国際電信電話株式会社)の国際関門局において、今後予測される巨大なトラヒックを処理し、さらに種々の新サービスの提供、新信号方式の導入などの新たな要求を満たすために開発された。CT-10 システムは複数プロセッサで構成された機能分散制御方式のシステムで、時分割キャラクタ交換方式を採用している。

本稿では、CT-10 システムのソフトウェアについて、従来の他交換システムと比較して、特徴となる点を中心に述べる。

2. システム概要

2.1 システム基本仕様

本システムは極めて多数の通信回線を有する大負荷の大型システムであり、テレックス交換機としては極めて多様な機能を備え、かつ高効率化と高信頼度化を目指して設計されている。基本仕様を表-1 に示す。

2.2 システム構成

本システムは交換処理を行う交換系と、接続記録(コールリスト)の蓄積、索出および管理データの処理を行う索出系の二つのサブシステムで構成される。交換系の構成上の特徴は、中央制御装置の制御により専用ならびに汎用のコンピュータ群を配置して機能分担を行っている点にある。この機能分散制御方式によって、制御機能の過度の集中により発生する種々の弊害を防止し、高度の信頼性、融通性および処理効率を確保している。交換系はその機能分担上三つのブロック

* Software System of the CT-10 Fully Electronic International Telex Switching System by Haruhiko UCHIYAMA, Takashi HIDA (Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd.), Yutaka MATSU-SHITA and Hiroaki HISATOMI (Oki Electric Industry Co., Ltd.).

** 国際電信電話 (株)
*** 沖電気工業 (株)

表-1 基本仕様

| 項 目 | 基 本 仕 様 | 記 事 |
|-----------|--|---------------------------|
| 通 用 領 域 | 国際テレックス中継線交換機 | |
| 規 模 | 発着有効呼数 | 250,000 呼/日 |
| | 最 繁 時 呼 数 | 70,000 呼/時 |
| | 最 繁 時 呼 量 | 3,500 アーラン |
| | 収容トランク数 | 8,192 |
| | 運用関係座席数 | 115 |
| | 取扱ルート数 | 300 |
| 取扱対地数 | 300 | |
| 通 信 速 度 | 50 ボー | 300 ボーまで付加可能 |
| 付 号 形 式 | 国際電信アルファベット No.2 (5単位) および 6 単位調歩式電信符号 | 8 単位まで処理可能 |
| 信 号 方 式 | 国内および国際信号方式 (CCITT 勧告 U ₁ , U ₁₁ , U ₁₂) | データ交換用 X70, V10 信号方式も付加可能 |
| 交 換 方 式 | 時分割キャラクタ交換方式 | |
| 交換キャラクタ遅延 | 135~180 ms | |
| 信 頼 度 | 不稼働時間 | 10年につき1時間以内 |
| 誤 処 理 率 | | 2×10 ⁻⁴ 以下 |

表-2 主要装置冗長構成一覽

| 装 置 名 | 冗 長 構 成 | 記 事 |
|----------------|----------------|---------------------|
| 中央制御装置 (CC) | 2重化方式 | 通常は同期運転を行う |
| メモリ (TM, PM) | " | " |
| データチャンネル (DCH) | " | " |
| 交換制御装置 (SWU) | 装置内2重化+待機予備方式 | 装置内2重化し同期運転を行う |
| 回線制御装置 (TCU) | 4+1群内無定位待機予備方式 | 5装置単位で1群を構成し最大8群になる |
| 磁気ドラム装置 (DRU) | 2重化方式 | |
| 磁気テープ装置 (MTU) | " | |
| 信号受信分配装置 (SRD) | 待機予備方式 | |

に大別できる。すなわち、回線を制御し呼のスイッチングを行う回線系、保守試験機能を分担する付帯系、およびシステム全体の制御を行う中央処理系である。本システムの機器構成の概略を図-1(次頁参照)に、主要装置の冗長構成を表-2 に示す。

交換系では交換動作を、その複雑さ、実時間性および発生頻度の3点から分析し、次のように3装置で分担制御するようにした。

- a. 中央制御装置 (CC): 接続処理や課金処理等、実時間性が比較的厳しくなく、かつ複雑な処理を

表-3 ソフトウェアの規模

| | ステップ数 |
|-------------|--------|
| 実行管理プログラム | 16 kW |
| システム制御プログラム | 25 kW |
| 呼処理プログラム | 20 kW |
| 保守運用プログラム | 52 kW |
| 診断プログラム | 62 kW |
| システムデータ | 40 kW |
| 局データ | 153 kW |
| 総計 | 368 kW |

注: DR 内セーブエリア (256 kW) は除く

ムは障害装置の自動診断を行いパッケージ単位での障害箇所を指摘を行う。表-3 に本システムのソフトウェア規模を示す。

3.2 ソフトウェアの特徴

本システムは、24 時間連続運転を行う高能率のオンラインリアルタイムシステムとして、①優先度法とラウンド・ロビン法による効率的タスク制御、②オーダリスト方式による効率の良い呼の実時間多重処理、③負荷の急激な変動に対しても呼損最少となる柔軟な応動メカニズム、④通信相手によりそれぞれ異なる信号条件に対する柔軟な対応および新信号条件の国別導入に対する稼動中における自由な変更を可能とするプログラム構造、⑤高度の回線系障害対策によるシステムの高信頼度化と回線管理におけるレーシング現象に対する対策、⑥オンライン稼動中における回線および装置の増設が可能であるなどの特徴を有する (4. 以下参照)。このほか次のような配慮を行った。

a. オーバヘッドの削減

オーバヘッドを左右する主要要素に割り込み処理方式とメモリ管理方式とがある。前者に対しては、入出力装置からの割り込みにロックイン方式を採用してオーバヘッドの消滅を図っている。後者に対しては、極力固定的なメモリ割付けを行いメモリの取得、解放に伴う無駄処理を省いている。

b. 運用開始後の機能拡張に対する対処

運用開始後、種々の外部条件の変更により必要となる機能拡張手段として、二重化された中央処理系の分離運転方式により回線系等の予備装置を利用したオフライン系でのデバック方式を実現した。この分離運転方式でのデバック対策としては、オンライン系からの干渉防止、オンライン系障害時の単一系 (オンライン系) への自動復帰、オフライン系サポートプログラムの充実等を講じてある。次にデバック終了後のファイル更新方式では、更新時の保守者介在による誤操作防止の観点から、すべてオンライン系でコマンドを使用

して行える方式を開発した。

c. マン・マシンインタフェースの充実

保守運用業務の自動化・省力化を目指して、次のようなマン・マシンインタフェースの充実を図った。

- コマンド言語の充実: キーワードパラメータ、文字表現を最大限に活用し、システムへのアクセス (増設、回線制御および稼動状態の表示等) を容易にした。
- 稼動状態の表示: 多数回線を有する本システムでは、従来のランプのみによる稼動状態の表示に代え、CRT ディスプレイの併用によりフロアスペースの大幅削減を図った。また定常状態表示のほか、保守者のコマンド操作により詳細な回線状態をダイナミックにディスプレイ表示する機能も用意し、回線を効率よく管理できるようにした。

d. 回線試験の自動化

交換機における回線保守試験は、回線の引き込み、および回線のインタフェース等複雑な要素が多く、その省力化は重要である。そのため次に示すように回線試験の自動化を行った。

回線の引き込みは、CC のプログラム制御により、任意の回線の自動引き込みを可能とし、被試験回線の属性は CC プログラムにより自動的に試験機 (TT) に与えられる。TT はミニコンピュータを使ったプログラム制御とし、種々の信号条件を共通に扱える。

4. 呼の実時間多重処理

本システムは、負荷を分散させるために、CC と TCU に呼処理機能を配分している。即ち、TCU が回線単位に実時間性の厳しい信号処理をするのに対し、CC は、CC の持つ各種の接続データに基づき複数の呼を時分割的に多重処理している。

本章では、CC での呼処理方式について述べる。

4.1 タスクの実行方式

オンラインリアルタイムシステムのタスク実行方式では、実時間多重処理を実現することに加えて、限られた計算機の処理時間を有効に利用することにも配慮が必要である。即ち、処理要求が既に発生しているにも拘らず、それに制御を渡せずに空転している時間 (遊び時間) が多く生じる方式は、多負荷時に処理効率の低下を招く危険があり好ましくない。

本システムでは、H, M, L (High, Middle, Low) の 3 レベルの優先順位を設けた。H, M レベルは処理の実時間性確保のため、ソフト時計によるタイムテーブ

ル起動方式とし、起動周期はプログラムごとに4~100 ms の間の最適値に設定している。Lレベルは、ファーストイン・ファーストアウトに基づく待行列方式とし、この待行列にはタスクの多様性を考慮して、優先度を持つ L_1, L_2, L_3 という3つのキューを配置している。しかしながら、この実行方式の欠点は、Hレベルがクロック割り込みを待たなければ走行できないため、割り込みまでの時間が遊び時間となり得ることである。そこで次の2方式について比較検討し、修正を加えている。

(1) CC 空転時点で処理要求の発生有無を判定し、次のクロック割り込みまでに処理可能な要求分だけの時間をHレベルに与える方式(図-5)。

(2) Hレベルでの1周期当りの処理要求を、クロック割り込み間隔に相当する時間分だけ十分多く受ける。ただし、それでM以下の処理が積滞したら、処理を中断し下位レベルに移移する方式(図-5)。

(1)は、遊び時間がほぼ解消できる点で(2)よりも優れているが、常々の判定処理がオーバーヘッドとなる難点がある。一方(2)は、処理が積滞した時初めてその処置を講じれば良いので、オーバーヘッドとはならない。また4.3で述べる処理のバランスをとることに有効であるので、本システムは、前述の実行方式を(2)で修正している。

4.2 呼の多重処理

ある1つの呼を捉えその動作に着目すると、呼の取り得る状態は、次の処理開始条件の発生を待って処理を休止している状態か、何らかの処理をしている状態かのいずれかである。呼の多重処理では、ある呼の処理において、CCの制御がその休止状態で他の呼の処理に移れると共に、再びその呼に制御が戻った時に以前の内容と矛盾なく処理できることが必要である。換言すれば、1つの呼の状態管理を正確に行えば多重処理は実現できる。一方、呼の処理は信号条件に従った交換制御を行うという本来の目的から、手順に沿った

処理の流れを実現することも必要である。そこで呼処理方式は、状態と処理過程とのいずれに着目したものとするか設計上の問題となる。その違いは次のようにいえる。

- (1) 呼の状態を交換リンクの形態等で定義し、処理要因と状態で次の処理を決定する状態優先の方式。
- (2) 予め処理の流れを定め、流れの途切れ(例えば発生タスクの待ちキュー状態)を状態とする処理過程優先の方式。

両方式のいずれを採用するかは、システムの交換方式に負う所が大である。本システムでは以下の理由で(2)の方式としている。

- a. 本システムは、TCUを介して回線の信号処理および接続処理がそのコマンド制御のできるもので、(1)の意味での状態定義は不要である。
- b. また、テレックス呼の処理の流れは各時点での分岐要因は多いが、分岐後の流れの種類は少ない。

この方式の実現にあたり、オーダーリスト(ODL)と呼ぶ処理テーブルを設けている。ODLは特殊な言語で信号条件の流れに沿った制御手順を記述したもので、そこには回線制御のためのTCUコマンドおよびその応答コマンドと、CCが分担する接続処理のための処理プログラムが、処理の順に記述されている。呼処理プログラムはこのODLを処理の中心に、TCUとコマンド授受を行うリードデータ処理プログラム(RDPROC)、個々の処理を実行する処理プログラム群(CC内処理)、および両プログラムの起動管理を行う状態遷移プログラム(TRANSP)からなっている。RDPROCはコマンドの群処理および実時間性の必要性から、Hレベルに配置されている。CC内処理は前者程の実時間性を必要としないのでL₁レベルに配置し、複数のプログラムで機能を分担している(図-6(次頁参照))。

そこで、呼の多重処理は、呼ごとに固有のトランザクションを与え、処理完了までその情報を引継いでプログラム間の処理矛盾をなくすと共に、TRANSPがODLの進行上休止状態、即ち応答コマンド待ちとCC内処理のODL復帰待ちを判定したら他の呼に制御を遷移することにより実現される。

4.3 処理の実時間性での配慮

大容量交換システムは、巨大なトラフィックを処理できると共に、急激なトラフィック変動で生じる弊害にも十分対処できることが必要である。その弊害の一つに

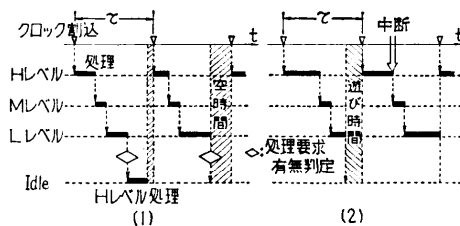


図-5 タスクの実行方式

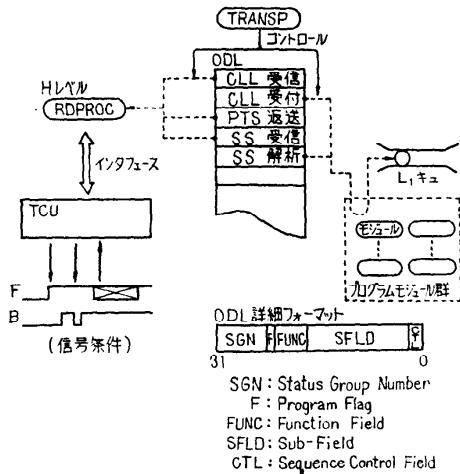


図-6 ODL と呼処理構成

呼損がある。従来のクロスバ交換機は選択信号 (SS) の受信・送出用のレジスタ等を取扱できないときに呼損を生じるが、電子交換機では処理要求を所定の時間内で処理できないときに呼損となる。本システムの呼処理方式では、CC での処理起動要因は、① TCU からのデータ (制御コマンドおよび信号としてのキャラクタ) (Hレベルの RDPROC が処理) と、② ODL が起動する CC 内処理 (L1 レベルの処理プログラム群で処理) とに区別できる。トラヒックの急増で処理要因が異常に集中した場合、その周期内に処理できないものが出る。①は前述のHレベル中断方式で次周期にまわして処理され、②はキューで待たされる。ここで問題となるのは、両処理が実時間性を必要とするため、この処理遅延を呼損につながらせないためには下位レベルがどの程度積滞したときにHレベルを中断するのが最良かという点である。なお、中断時点はトラヒック量と CC の処理量を最も端的に捉えているという理由で L1 キューの長さで判断している。この様な動的状況から最適解を得るには、システムを簡単なモデルに置き換えると考え易い。本システムは図-7 の待行列モデルで表現できる。ゲートを閉じることはHレベル処理の中断を意味する。①と②各々の1周期当りの要求数 D_n, T_n はトラヒック量にはほぼ比例し、 $D_n > T_n$ である。①の平均処理時間 S は、プログラム設計段階で実時間性を配慮して②のそれ s に比べて十分小さくしている。 R_e と r_e とは $(D_n, S), (T_n, s)$ およびゲートの開閉で定まる待合せシステムでの①、②の応答時間で、各々の許容時間の上限 R_M および r_M は、

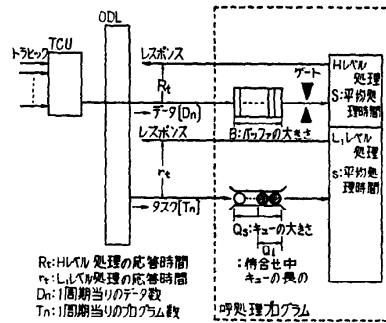


図-7 システムの簡略モデル

通信速度や信号条件によって異なるが、現在の負荷では R_M は 150 ms (50 ボー), r_M は 1 秒 (タイプ A, B), また、将来新しい負荷 (量は少ない) が加わると R_M は 33 ms (300 ボー), r_M は 350 ms (タイプ D) となる。データ受付用のバッファの大きさ B は、データ受信をポアソン到着として十分大きく見積った固定長である。L1 の最大待合せ可能プログラム数 Q_s は、 r_M をプログラム数に換算した値に安全係数をかけた値となっている。 Q_i はその変化量である。ゲートを閉じるときの Q_i の値を x とすると、呼損を最小にする問題は、 R_e が R_M を越す確率 P_R と r_e が r_M を越す確率 P_r との和が最小となる x を求めることである。

CC に処理要求が異常に集中している場合を想定して、図-7 のモデルの動作を考察する。 x を小さくすればゲートが閉じる機会が多くなるので、Hレベルの走行期間は削減される。その結果、 P_R は大となる。一方 Lレベルの走行機会が多くなるので P_r は小さい。しかも T_n が D_n に比べ小さくかつ r_M は R_M より大であるので、 P_r はほとんど零に等しいといえる。逆に、 x を大きくするとゲートが閉じる機会が少なくなり、 P_R は小となる。しかし、Lレベルの走行機会が減るので P_r が増すことになる。この様子を図-8 (次頁参照) に示す。本システムでは、 $D_n : T_n \approx 10 : 1$, $S : s \approx 1 : 4$ であり、かつ B を $\text{Prob}(D_n \leq B) = 0.999$ となるように定めた。この状態でゲート操作の実験を行ったところ、 x は B に近い値とするのが良いという結果が得られた。

5. 回線系障害処理

機能分担形の構成をとっているシステムにおいて、長期間の連続運転 (10 年間に 1 時間以内の不稼働時

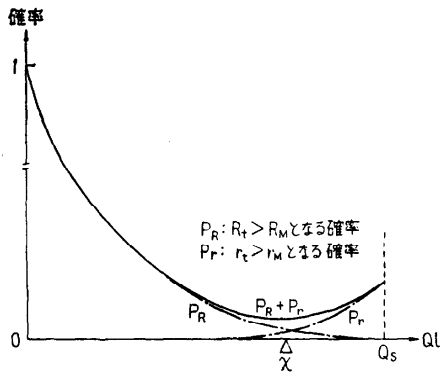


図-8 中断時期と呼損の関係

間)を保つための大きな要素に回線系障害、特に TCU 障害発生時の障害処理方式がある。TCU は本システムにおいて重要な位置を占めると共に装置数も最も多い。本システムでは 100 回線以上の同時ダウンをシステムダウンと見做しているが、TCU 障害は当該装置に収容された 256 回線が使用不能になりこの定義に該当する。従って TCU 障害時に予備装置との切替え時間を短縮し、短時間で回線を使用可能にすることがシステムの高信頼度化のために重要である。

5.1 TCU 障害処理方式上の問題点

TCU 障害発生時、予備装置と切替え 収容回線を正常な状態に回復するために必要な処理を以下に示す。

- 障害 TCU のオンライン系からの切離し (障害の 2 次波及防止)
 - 予備 TCU の回線メモリ内容の初期設定 (無定位置予備のために切替え時に初期設定する)
 - 当該回線使用中呼の強制復旧
 - 予備 TCU のオンライン系への組込み
 - 収容回線を使用可能にするための回線初期設定
- 上記処理中 b, c はドラムアクセス等を伴い処理時間が大きい。このため交換処理を中断して実行することは好ましくなく、交換処理と並行して実行する必要がある。しかしその結果、各処理間の実行順序に関するレーシングの問題が発生するので、これに対する回線管理上の対策が必要となる。TCU 障害処理は以上の観点から TCU 初期設定と回線管理に大別できる。

5.2 TCU 初期設定方式

本システムでは、①交換処理と並行して実行可能とする、②実行時間を極力短縮し、システムダウン状態になるのを防止する。③他 TCU 収容回線に対し悪影響を与えない、などの点を満足するため、DCH-予備

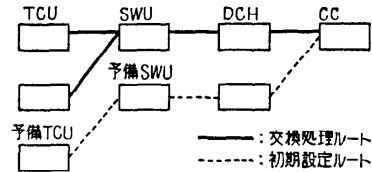


図-9 TCU 初期設定ルート

SWU 経由の初期設定方式 (図-9 参照) を採用している。この結果、通常の交換処理と TCU 初期設定のアクセスルートが分離できプログラム構成が簡略化されている。

5.3 回線管理方式

回線管理上での TCU 切替えに伴う回線状態の遷移要因には、TCU 障害によるもの以外にも保守者のコマンド投入によるシステム構成の変更等がある。使用中 TCU と予備装置との切替え時に必要な回線処理は、5.1 c 項のための復旧処理 (内部リソース解放のため) と e 項のための設定処理の二つに大別できる。回線管理上の回線レーシングは、TCU 障害等の要因により開始された回線処理が終了する前に他の回線状態遷移要因が発生した場合に起きる。本システムではこのようなレーシングの対策として、以下の処理を採用し回線管理上の矛盾を解消している。

- 障害発生時にオーダーリストを付替え、その時実行中の処理タスク終了後に復旧処理を行う。
- TCU 初期設定処理と復旧処理との間でプログラムの同期をとり、両処理の終了後に予備装置を組み込み回線初期設定処理を起動する。
- 回線初期設定タスクにレーシングチェック機能を持たせ、新たな遷移要因を検出した時点でレーシング防止のために回線初期設定タスク自身を消滅させて論理矛盾の発生を防止する。

6. オンライン回線増設

本システムではルート、対地および回線など、接続処理に必要な情報の中で外部条件で変更される情報を局データと呼び、システムで固有なプログラム、データと区別している。局データは多くの属性を有し、局データの更新、特に回線増設時には装置増設等の作業を必要とする場合がある。従ってその更新には、人為ミスによるシステムへの影響の防止、操作の容易性、および作業の省力化が要求される (図-10 次頁参照)。

6.1 局データの一元管理

局データは更新の頻度が高いことおよびそのための

人為ミスの減少を考慮し、交換機でのオンライン管理を採用した。これにより局データ更新がコマンド操作のみで可能となり、局データが必要などときにはいつでも管理表（各種回線管理表、ルート・対地管理表等）として出力できるようになった。

6.2 手順の明確化

保守作業の容易さ、誤操作防止のために、作業手順をより明確にし、手順に沿ったコマンドを豊富に用意した。例えば、CDF（中央配線盤）のジャンパ（布線）工事を必要とする回線増設では、工事の前後に投入する二種のコマンドを用意し、ジャンパ工事および入力データのミスによるオンライン稼動中回線への悪影響を防止している。コマンドは本システムの特徴であるキーワードパラメータおよび文字表現を最大限に使用し、更に内容のイリーガルチェックを充実させ、保守者の利便化を図った。

6.3 回線収容位置の自動割付けと工事表

回線の収容位置を決定するときには、装置の実装状態、回線の収容状態および装置障害時の危険分散を考慮する必要がある。本システムではプログラムによる回線自動割付けを行い（保守者指定も可能）、作業の省力化を図った。一方コマンド投入時には、CDF ジャンパ工事事用の工事表を出力し、入力データの再確認および工事の利便化等を考慮している。

6.4 増設プログラムの実行レベル

増設コマンドは、他のコマンド同様に L₂ レベルを

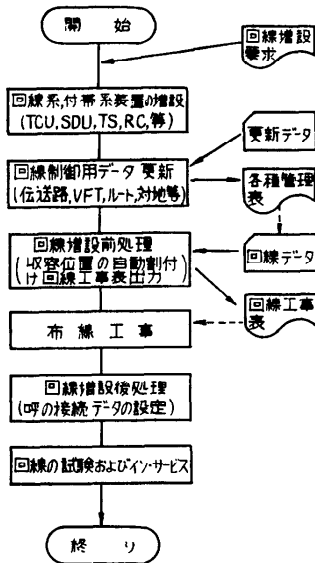


図-10 増設手順

使用している。しかし回線収容位置の自動割付け、管理表の出力等は、処理が非常にパッチ的（回線のソート処理等1ジョブが非常に長く、実時間性もない）なため、L₃ レベル（一般の OS プログラムと同様なタスク・コントロール・ブロック (TCB) によるタスク管理を採用している）を使用して、CC の空き時間を有効に利用している。

7. 交換証ファイル管理

呼ごとに作成される課金情報（交換証）は、一定周期（1秒）で磁気ドラムにセーブされ、ブロック単位（16件）で磁気テープに記録される。交換証は最も重要なデータであるため（交換証の粉失はシステムダウンと見做される）、記録媒体は冗長構成により二重化ファイルとしている。さらにシステム障害、装置の二重障害および保守者の誤操作等による交換証の粉失防止のため、以下のような対策をとっている。

7.1 システム障害および装置障害対策

- a. 装置障害対策：磁気テープ装置の片系障害時は正常の系で記録が横行されるが、この場合正常系に対しては一たん MT のクローズ処理を行いファイルを作成しておき、装置の二重障害にそなえている。MTC 両系障害対策としては、最繁時換算で約3時間の容量を存する予備ドラムでバックアップする（図-11, 12(次頁)参照）。
- b. システムリカバリ対策：交換証のソースデータである呼情報は、交換証が作成されドラムにセーブされるまで保存される。更に TCU には呼の復旧を CC に対し二度送る機能を用意し、これらにより CC 障害、プログラムバグ等によるシステムリカバリ時には交換証を再作成して交換証の粉失防止を図っている。
- c. システムダウン対策：システムダウン時には上記のような処理の連続性が保たれない。これに対処するため、磁気テープに記録された日付け情報をもとに、システムダウン発生までの交換証ファ

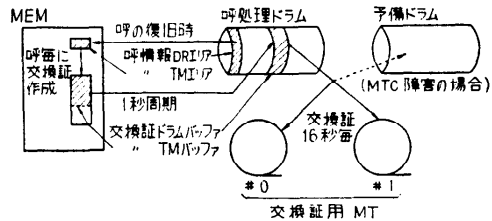


図-11 交換証データの流れ

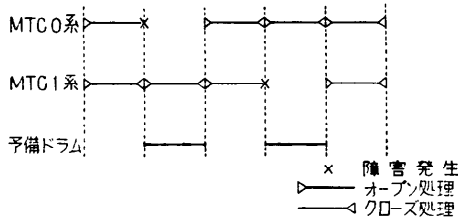


図-12 装置障害時のファイル構成

イルを再生する（有効情報のクローズ処理）機能を用意した。

7.2 保守管理上の対策

毎日発生する磁気テープの取付け、取外しおよび障害時の保守者操作用に、各種メッセージとコマンドを用意し会話形式の操作方法を採用した。これより操作ミスを防止し作業を容易にしている。

8. ソフトウェアの評価

ソフトウェアを評価する場合、その項目や尺度は多種多様であるが、ここではソフトウェアの動作面で評価を行う。使用データは、システムの完成期に多負荷試験装置と呼ぶ擬似呼発生機を用いて測定したもの。

8.1 処理能力

本システムは CC がシステムの大部分の機能を分担するために、システムの処理能力は CC のソフトウェアにより決まるといっても過言でない。処理能力は通常システムが円滑に動作し得る最大負荷で示される。

図-13 の①のグラフは、CC が 90% 以上の占有率においても動作可能であることを示している。通常のトラヒックでは完了呼は 50% であり、②のグラフが当てはまる。これより CT-10 システムは 70,000 呼/時以上の処理能力を持つといえる。

更に図-13 から以下のことがいえる。

- a. 空転時の占有率は 17% の低い値である。これはオーバヘッド削減策の成果である。
- b. プロット点で直線が引けることは、負荷の増加に伴う新たなオーバヘッドが生じないことを示している。

8.2 呼損率

呼損率はシステムの即応性の尺度といえる。

- a. 同時起呼では 100 コールまで起損なしであった（図-14）。その値は従来のクロスバ交換機と比較して約 5 倍良くなっており、電子交換機の強い一面である。
- b. 最大負荷 70,000 呼/時 での呼損率は、たび重

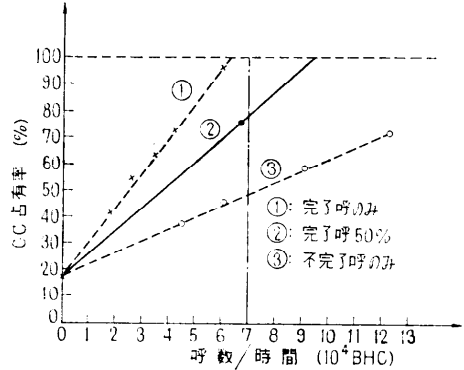


図-13 呼数に対する占 CC 有率

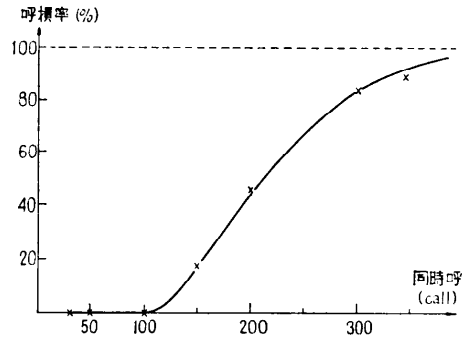


図-14 同時起呼での呼損率

なる測定の結果、平均 0.2/1000 となり目標の 1/1000 を上回る良い結果であった。

これらの点で、バランスのとれたソフトウェアが実現できたといえる。

9. あとがき

以上、極めて多数の通信回線を有する大型システムにおいて、効率化を追求した一つの例として、機能分散形に構成した CT-10 国際テレックス全電子交換システムのソフトウェアについて特徴となる点を中心に紹介した。本システムは昭和 51 年 3 月に完成し、8 月 16 日から世界最大級の国際テレックス交換システムとして順調に稼働している。

本システムの開発にたずさわった KDD, 沖電気工事(株), 富士通(株)の関係各位に対し、深甚なる感謝の意を表します。

(昭和 51 年 10 月 12 日受付)
(昭和 51 年 11 月 24 日再受付)