

高度無線呼出システム(FLEX-TD)特集

2 基地局系装置

高速化により周波数の有効利用（大容量化）を図るとともに、今後のさまざまなサービスにも柔軟に対応できる日本統一の「高度無線呼出システム（FLEX-TD）」によるサービスが開始された。本稿では、本システム用の基地局系装置の構成および各装置の機能概要・特徴について述べる。

いとう しょうご みずき たかゆき おおはし せつや にしかわ のぶひろ
伊藤 正悟・水木 貴教・大橋 節也・西川 信広

まえがき

無線呼出（ポケットベル）サービスの市場は、確実な成長を続け、日本国内の加入者数はすでに1千万を突破した。また、ポケットベルに送られるメッセージも多様化し、その情報量は著しく増加する傾向にある。このような需要の増加に対して無線呼出サービスに割当可能な周波数には限界があり、無線呼出方式の大容量化が必須となってきた。このため、高速化により周波数の有効利用（大容量

化）を図るとともに、今後のさまざまなサービスにも柔軟に対応できる高度無線呼出システム（FLEX-TD）が標準化された¹⁾²⁾。

本システム用基地局系装置の開発にあたっては、信号速度が従来システムと比べて大幅に高速化されていることから、位相同期精度の大幅な向上が必要であった。また基地局設備設置局舎が狭隘化している状況から、基地局系装置の小型化が強く望まれた。さらに、多数の基地局と中央局を結ぶ連絡回線コストの削減が課題であった。

本基地局系装置は、これらの課題に応えるべく開発されたものである。本稿では、基地局系装置の構成、および各装置の機能概要・特徴について述べる。

基地局系装置の構成と機能

■全体構成

図1にシステムの全体構成を、また基地局系装置の主要諸元を表1に示す。

基地局系装置は、中央局に設置される符号化装置(ENC)、無線呼出基地局に設置される同期装置(SYNC)および送信

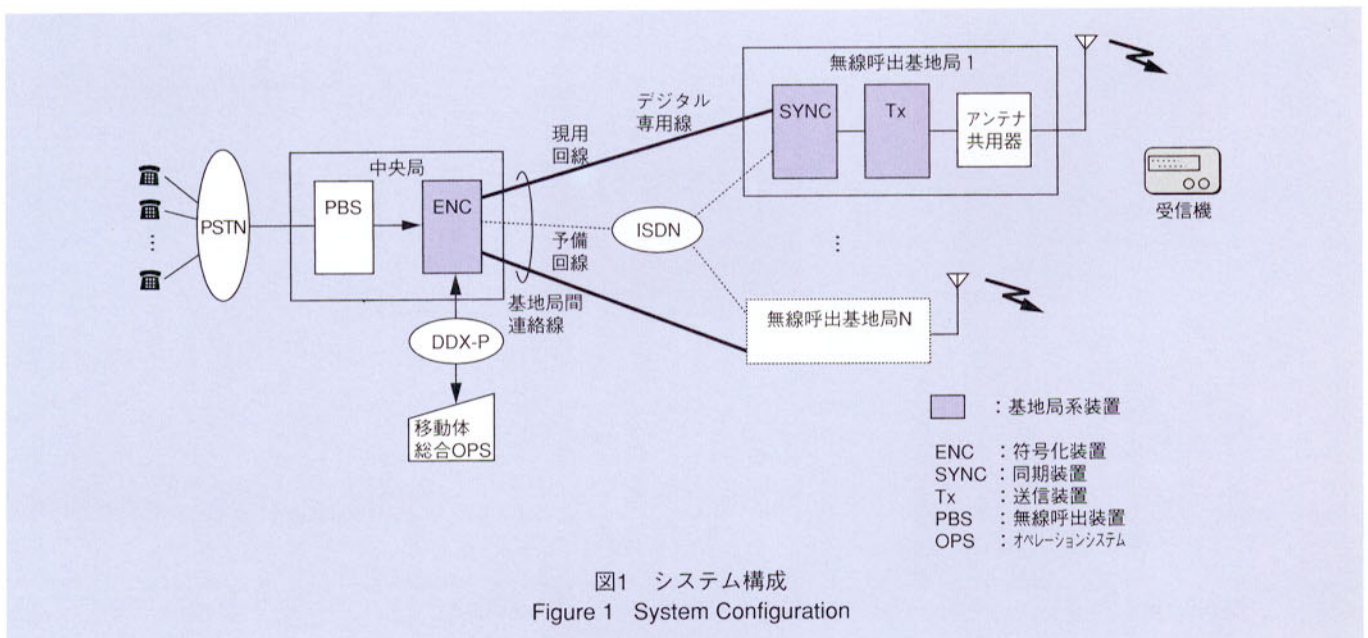


表1 システムの主要諸元
Table 1 Major Specifications

周波数帯	280MHz		
チャンネル間隔	25kHz		
送信回数	1～4回可変		
伝送速度	1600b/s	3200b/s	6400b/s
変調方式	2FSK	2FSKまたは4FSK	4FSK
加入者容量*1	6.6万	13.2万	26.4万
送信局数	最大128局		
基地局間連絡線	<ul style="list-style-type: none"> ・現用回線：デジタル専用線(64k) ・予備回線：デジタル専用線(64k)またはISDN(INSネット64) ・8システムの呼出信号および監視制御信号を多重 		
位相同期方式	GPSによる時刻同期制御方式		
オフセット方式	周波数オフセット方式		

*1：2回送信、数字15桁伝送、最繁時呼数=0.2の場合

装置(Tx)からなる。ENCは、最大128局の無線呼出基地局を接続可能である。各装置は、8システム構成を基本としている。

中央局に設置されている無線呼出装置(PBS)は一般電話網から呼を受け付け、加入者データと照合し、無線アドレスを付加してENCに転送する。ENCは、呼出情報を無線区間信号フォーマットに

符号化し、基地局連絡線を介して各無線呼出基地局に送る。

SYNCはGPS(Global Positioning System)から受信される高精度の時間信号を基準として呼出信号の位相を制御し、基地局間での位相同期を実現する。

Txは、呼出信号をFSK変調した後、増幅して280MHz帯で送信する。FLEX-TD方式では現行方式と同様、多数の基地

局から同一周波数で同時に呼出信号を送信する複数同時送信方式を採用しており、基地局数Nはサービスエリアにより異なるが、県域システムで10～20、広域システムで40～70程度である。

ENC、SYNCおよびTxの監視制御はENCに接続されている移動体総合オペレーションシステム(移動体総合OPS)により、DDX-P網を介して行われる。

以上の各装置は現行方式装置に比べて小形化を図っており、大容量化と併せて装置設置スペースを大幅に削減している。例として、50万加入、60基地局の場合の中央局/基地局の装置体積の比較を図2に示す。

■伝送速度/変調方式

および送信回数の可変機能

高度無線呼出システムにおいて規定される伝送速度および変調方式の組み合わせは1600b/s・2FSK、3200b/s・2FSK、3200b/s・4FSK、6400b/s・4FSKの4通りである。これらの組合せを柔軟に実現するため、Txの変調部にDDS(デジタルダイレクトシンセサイザ)を採用した。

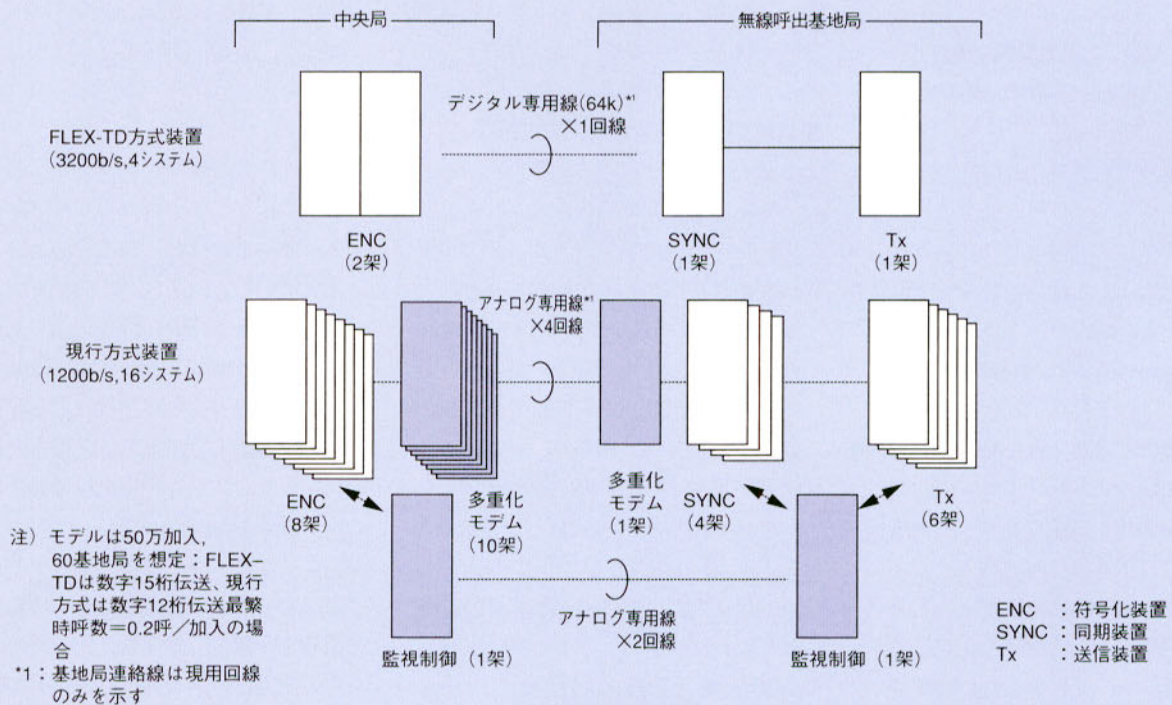


図2 基地局系装置の小型化

Figure 2 Volume Reduction of ENC, SYNC and Tx

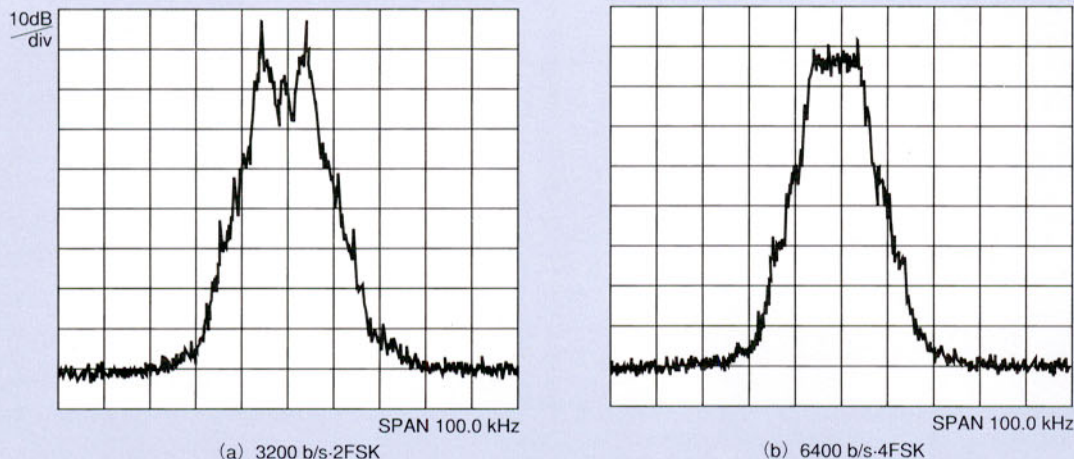


図3 送信スペクトル
Figure 3 Spectrums

これにより、高精度・高安定な多値FSK変調を実現し、隣接チャネル漏洩電力70 dB以上を達成している(図3)。

また、FLEX-TDでは1~4回の複数回送信が規定され、受信機において時間ダイバーシティ(Time Diversity)³⁾⁴⁾⁵⁾を用いて呼出率の向上を図っている。このためENCでは呼出回数も1~4まで設定可能としており、市場規模や置局に応じた柔軟なネットワーク構築を可能としている。

■GPS時に同期した基地局間同期方式

無線呼出方式では、多数の基地局から同一周波数で同時に呼出信号を送信する。この時、各局から送信される信号の位相差が存在する場合、受信率が低下する。従来の無線呼出方式で採用されている基地局間同期方式は、上位局の電波を下位局が監視し、上位局信号に下位局が従属して位相をあわせる方式が一般的であった。この方式では上位局の送信が停止すると、下位局の同期がとれなくなってしまうという問題があった。また、FLEX-TDでは信号速度が従来と比べて数倍高いので、より高精度の位相同期方法が必要である。さらに、高度無線呼出システムでは全世界でのローミングを想定しており、国やオペレータに依らない同期基準として実時間に同期することを原則としている。

これらを満たすため、GPSを採用し

た、GPSの採用により $\pm 5 \mu\text{s}$ 以下の高精度の時間基準が得られ、FLEX-TDの最高伝送速度である6400b/sに対して十分な位相精度を得ることができる⁶⁾。なお、時間基準としては、うるう秒がないGPS時を採用している。GPS時と世界標準時は現在11秒の差があるが、送信信号に定義されているブロック情報(Block Information)によりこの補正情報が報知される。受信機はこの情報と、同じくブロック情報で報知されるタイムゾーンから日本標準時を知ることができ、時計時刻を自動校正することができる。

■基地局連絡回線の効率的な使用

① 最大8システムの多重化

基地局連絡回線数の削減、伝送品質の維持を目的として、64kb/sのデジタル専用線を採用し、1回線あたり最大伝送速度6400b/sの信号を8システム多重化した。さらに従来、独立に設けていた基地局監視制御回線も上記専用線に多重化し、共用化を行った。

② ISDNを用いた予備回線構成

予備回線本数の削減および通信コストの低減を目的として予備回線にはISDN(INSネット64)の公衆回線網を適用した。

■送信装置(Tx)の小型化

送信装置(Tx)は1システムあたり250Wの送信出力を有している。このような大電力の送信回路での表面実装の採用、

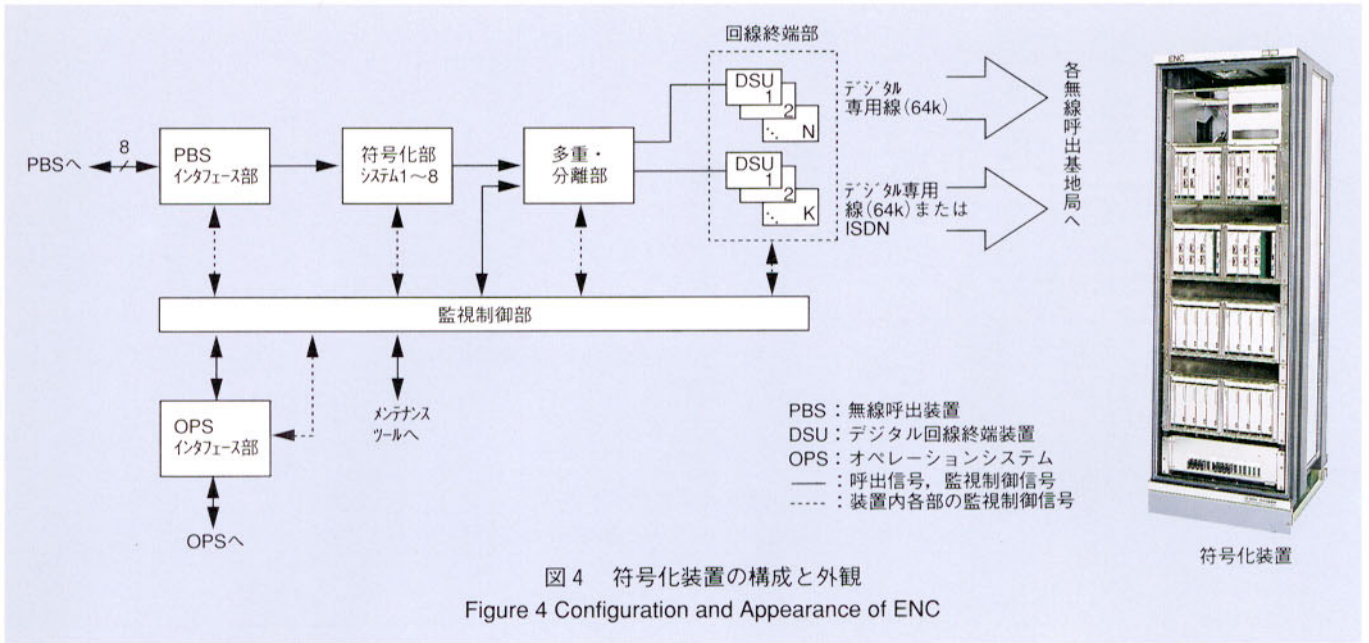
同軸切替スイッチの小形化などにより、ユニット単体の小形化を図った。さらに高密度実装を考慮した熱設計により、放熱効率を改善して小形化を実現した。

装置の概要

■符号化装置(ENC)

符号化装置の構成と外観を図4に示す。本装置は、PBSインタフェース部、符号化部、多重・分離部、回線終端部、監視制御部、およびOPSインタフェース部からなる。

PBSが受け付けたメッセージを含む呼出信号は、PBSインタフェース部を介して符号化部に入力される。符号化部では、メッセージの種類、長さ、およびトラヒックに応じてFLEX-TD方式のフレームフォーマットに従い符号化し、多重・分離部へ出力する。符号化部では最大8システムの符号化処理を行うことが可能である。多重・分離部では、符号化部からの最大8システムの呼出信号および監視制御信号を64kb/sの信号に多重した後、回線終端部を介して各無線呼出基地局に送出する。また各送信局からの監視制御信号を分離・収集する。回線終端部は現用/予備それぞれ最大128局分のDSUを実装することが可能であり、現用回線にデジタル専用線、予備回線にISDNを適用することも可能である。現用/予備回線



における多重数（8システム分の呼出信号と監視制御信号を多重している）が向上していること、現用回線による通信ができなくなった場合にのみ予備回線を使用すればよいことから、低い回線コストでの運用を可能としている。

また、本基地局系装置の監視制御を行う移動体総合OPSはDDX-Pを介してENCと通信するが、ENC内の監視制御部ではENC内各部の監視制御、およびENCに接続されているすべての無線呼出基地局（SYNC、Tx）の監視制御を集中して行い、効率化・小型化を実現している。

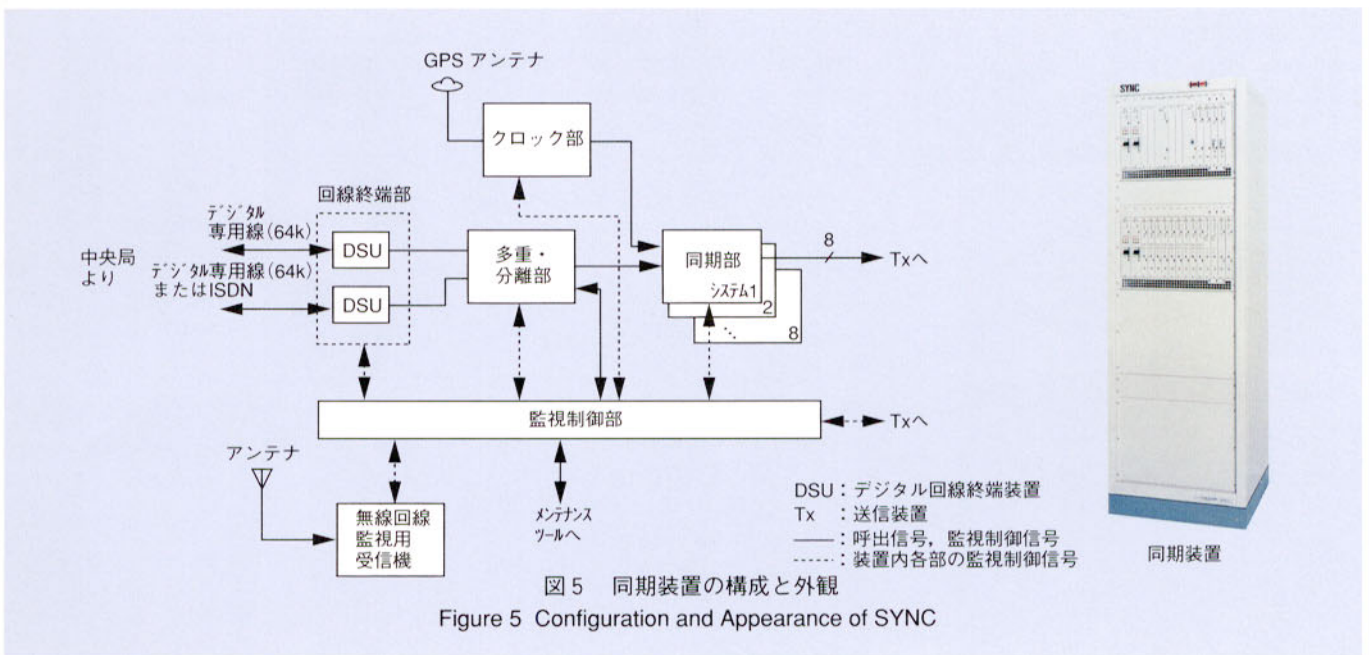
さらにラップトップパソコンを用いたメンテナンスツールによるENC各部の状態監視・制御が可能であり、保守の容易性および装置の小形化を実現している。

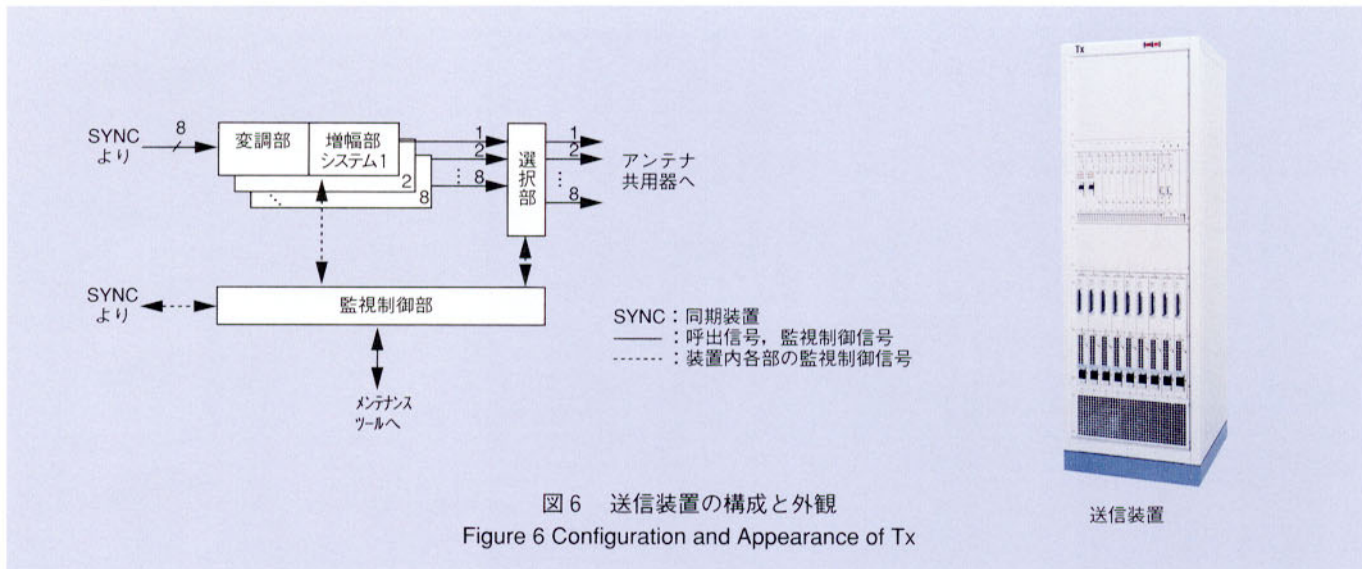
■同期装置（SYNC）

同期装置の構成と外観を図5に示す。本装置は、回線終端部、多重・分離部、同期部、クロック部、無線回線監視用受信機、および監視制御部からなる。

基地局連絡線を介して入力された64 kb/sの信号は、多重・分離部において8システム分の呼出信号およびENCからの監視制御信号に分離され、呼出信号はシ

ステムごとの同期部へ入力されるとともに、監視制御信号は監視制御部へ入力される（監視制御部からENCへの監視制御信号は多重・分離部において多重し、ENCへ送信する）。一方、クロック部はGPS受信機を有し、高い同期精度を有するパルスを同期部に供給する（隣接する無線呼出基地局間で $\pm 1 \mu\text{s}$ 以下の同期精度を有するパルスを得ることが可能）。同期部は上記パルスに同期して、接続するTxの遅延量を補償した呼出信号をTxに出力することにより、 $\pm 5 \mu\text{s}$ 以下の同期精度を有する局間同期を実現している。また、SYNC





は無線回線監視用受信機を有し、SYNCからTxを介して送信された8システム分の変調信号を受信するとともに、試験呼出信号を受信することにより無線回線の状態を監視することが可能である。

監視制御部ではSYNC内各部の監視制御、およびTxに対する監視制御信号の中継を集中して行う。また、基地局局舎施設の監視制御を行うことも可能である。さらにメンテナンスツールにより各部の状態監視・制御が可能である。

■送信装置 (Tx)

送信装置の構成と外観を図6に示す。本装置は、変調部、増幅部、選択部、および監視制御部からなる。

SYNCから入力された8システム分の呼出信号は、変調部にて対応する伝送速度および変調方式でFSK変調される。増幅部においては、変調後の信号を定格電力に増幅するとともに、高調波成分および相互変調成分を除去する。選択部では、各定格電力まで増幅された呼出信号をアンテナ共用器に出力する。

監視制御部ではTx内各部の監視制御を行う。また、メンテナンスツールによる各部の状態監視・制御が可能である。

あとがき

今春サービスを開始したFLEX-TD方式無線呼出基地局系装置の機能概要と主要諸元を示した。基地局系装置は基地局連絡回線の多重化、各装置の小形化などにより、経済化、省スペース化を達成した。今後も、さらに同期装置、送信装置の一体化を進め、さらなる小形・省スペース化を行っていく予定である。

文 献

- 1) “高度無線呼出システム標準規格 (案) RCR STD-43”, 平成6年11月
- 2) 伊藤, 坂井, 山尾, 水木: “新しい無線呼出システム—「高度無線呼出システム」—”, 本誌, VOL.3, No.2, p.15-21, JUL. 1995.
- 3) 平井, 野沢, 伊藤: “移動通信における時間ダイバーシチを用いた信号伝送特性”, 信学’93春大B-330
- 4) 伊藤, 大久保: “移動通信データ伝送における時間ダイバーシチの効果”, 信学’95総大B-402
- 5) S. Ito, S. Ohkubo, T. Sakai and Y. Yamao, “Time diversity improvements in FLEX-TD new generation paging system”, Proc. 46th IEEE VTC, 1996, (to be published)

- 6) 西川, 伊藤, 山尾: “GPSを用いた移動通信基地局間位相同期法”, 信学’96ソ大B-238