



DSM-R 装置における実装・構造技術

Mounting and structural technique for DSM-R device

小西 真人^{*1}
Konishi Masato

吉田 進^{*1}
Yoshida Susumu

長谷川 保友^{*2}
Hasegawa Yasutomo

百武 哲也^{*1}
Hyakutake Tetsuya

石川 研治^{*1}
Ishikawa Kenji

あらまし

マルチメディア時代の到来に伴い、通信に対する高速・広帯域化の需要が高まるなかで、より安く高品質な回線サービスの提供が望まれている。

また、通信装置についても設置される拠点に応じて、大規模型から小規模型までを選択できる必要性が生じ、今回は小規模の需要に適したタイプの開発が求められていた。

当社では、上記の要件に即した DSM-R 形専用サービスノード装置 (DSM-R : Dedicated Service handling Module-Remote office type) を開発した。

本稿では、DSM-R 形専用サービスノード装置における実装・機構関連の開発を中心に紹介する。

Abstract

Among increasing demand for high-speed and wide-band communication devices in accordance with the arrival of multimedia era, the supply of cheaper and high quality circuit service is desired.

Also, regarding the installation of equipment, the necessity of wide range of choice, such as large scale to small scale in correspondence with the installation space, has emerged. Now, the introduction of the devices which answer the demand for small scale is looked for.

We have developed a service node device for the exclusive use of DSM-R (Dedicated Service handling Module-Remote office type) which fulfills above requirements.

This thesis mainly presents the mounting and structure-related development in the service node device exclusive for DSM-R.

* 1 通信ネットワーク事業部 第1統括部 機器設計部

* 2 通信ネットワーク事業部 第1統括部 技術部

1. ま え が き

インターネットの普及に代表されるように、マルチメディア社会が実現されつつある近年、高速・大容量通信のニーズが高まるとともに、より低価格で高品質な回線サービスを提供することが求められている。

当社では、種々の回線サービスに柔軟に対応するクロスコネク（回線設定）によって、装置の経済化を図った DSM (Dedicated Service handling Module) 装置を提供している。

しかし、DSM 装置の普及に伴い、装置の規模を大規模需要から小規模需要まで対応する必要が生じてきた。

そこで、小規模需要に適した装置として、DSM-R (Dedicated Service handling Module-Remote office type) 装置の開発を行った。

DSM-R 装置は、DSM 装置と同一機能であるとともに、ユニット単位で既存設置架の空き領域等に設置可能とした構造であることが求められている。

2. 装 置 概 要

DSM-R 装置は、DSM 装置の小型タイプであり、従来の LD-SLT^{注1)}、SLM^{注2)} 等に収容されていた加入者

線を混在収容するとともに、LD-XC^{注3)}、CNE^{注4)}、中継伝送装置 (SDH)^{注5)}、ADM 装置等とのインタフェースを持ち、各回線をクロスコネクして接続することができる。

表 1 に DSM-R 装置の主要諸元、図 1 にシステム構成を示す。

小型化を踏まえた DSM-R 装置の開発コンセプトを、以下に示す。

- 1) DSM 装置と同一の各種サービス収容を可能とする。
- 2) 設置される拠点に応じた装置の省スペース化

表1 DSM-R装置の主要諸元

項 目	諸 元	
提供サービス	アナログ専用サービス(音声伝送 / 3.4kHz / 符号品目) デジタル専用サービス(インタフェース / デジタルアクセス)	
クロスコネク容量	2400CH(64kビット / 秒換算, 双方向通過容量)	
クロック	64k + 8k(- 0.4k)Hz	
電源	DC - 48V	
冗長構成	主信号系	二重化
	クロック系	二重化
	TSW部	二重化
	ユニット間接続	二重化
冷却方式	自然空冷, 強制空冷	
実装構造	Hi-PAS実装(ユニット単体の増設) DS鉄架およびDSM-U架に搭載可能	
UNIT構成	基本UNIT x 1, 増設UNIT x 4	
収容ブロック	基本	5ブロック
	増設	6ブロック

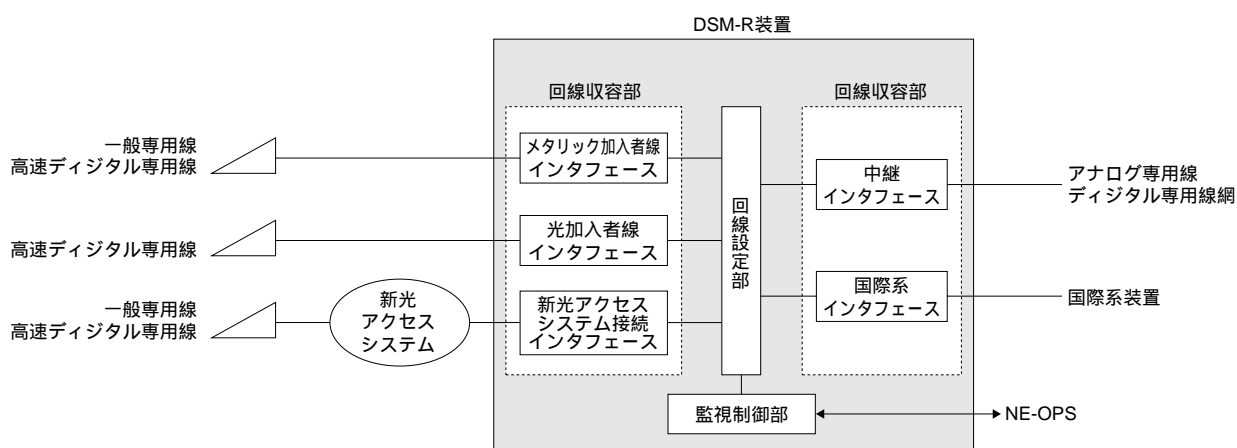


図 1 DSM-R 装置のシステム構成例

注 1) Low speed Data and analogue voiceband-Subscriber Line Terminal : 低速専用線回線終端装置。
 注 2) Subscriber Loop Multiplexing Module : 加入者モジュール装置。
 注 3) Low speed Data and analogue voiceband Cross-Connect : 低速専用線回線接続装置。
 注 4) Circuit Node Equipment : 専用回線ノード装置。
 注 5) Synchronous Digital Hierarchy
 注 6) Add-Drop Multiplexer

を実施する。

- 3) ユニット単位で VCCI クラス A を満足する。
- 4) 今後、提供されるサービスや新システムに対しても柔軟に対応可能とする。

3. 開発の課題

既に開発している DSM 装置は、日本電信電話株式会社（NTT）殿局舎内に設置されることで、装置の構造は専用架による実装方式としている。

専用架は、EMI 対策が施されており、架に搭載する基本ユニット（以下、MST-U）および増設ユニット（以下、SLV-U）では EMI 対策を講じる必要性が少なかった。

また、架内に收容するユニットにおいては、専用架搭載となることから寸法などの制約がなく、架内実装領域を自由に割り当てることができていた。

しかし、本開発の DSM-R 装置においては、ユニット単体での装置提供となることから、以下の課題があげられた。

- 1) ユニット単体での EMI 対策（VCCI クラス A の取得）
- 2) 既存設置架に柔軟に対応する小型化構造の実現。
- 3) 装置の設置・操作性を向上した、ケーブル（外線）処理構造の実現。

これらを実現するための、実装・構造面における主な開発内容を以下に記述する。

4. 開発の内容

4.1 EMI 対策

DSM-R 装置における MST-U、SLV-U は、共通部（クロック部、監視制御部、回線設定部または多重分離部）とブロック部（各種サービスに対応したインタフェース盤を收容）で構成している。

ブロック部は、4 スロットを 1 ブロックとして扱っており、MST-U には 5 ブロック、SLV-U は 6 ブロックの構成となっている。

これらのユニットおよびプリント配線板について実施した EMI 対策を以下に述べる。

4.1.1 クロック部の対策

クロック部は、装置動作に欠かせないクロック信号を供給している部分であるが、EMI としては、最もノイズを発生する根源でもあることから、

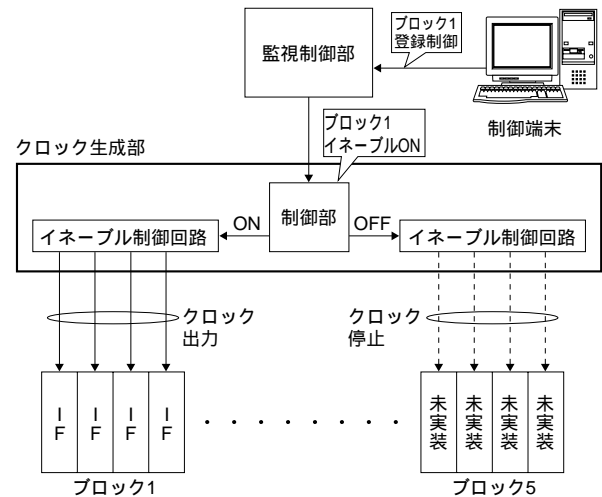


図2 イネーブル制御ブロック図

対策を講じる必要がある。

装置の運用状態によっては、ブロック部すべてにインタフェース盤が收容されるとは限らない。そのため、インタフェース盤が收容されていないブロック部には、高速のクロック信号が出力されている状態となり、その信号は開放状態となる。

開放状態で不安定なクロック信号がもたらす反射ノイズおよび放射ノイズを抑制する対策として、ブロック部に收容されるインタフェース盤の登録/未登録情報により、クロック出力バッファICをイネーブル制御することで、インタフェース盤未実装ブロック部へのクロック信号の出力を停止する機能を備えた（図2参照）。

4.1.2 高周波ノイズの抑制

高周波ノイズは、クロック信号等の波形にあるオーバーシュート/アンダーシュートに含まれる高周波成分に起因して発生する。

このオーバーシュート/アンダーシュートは、IC動作時の消費電力（スイッチング時に流れる瞬時電流）に起因するものと、プリント配線板上の信号パターン長やインピーダンスによる反射ノイズ等に影響することから、次の対策をとった。

従来技術では、クロックバッファICにACMOSを採用していたが、VHCMOSに置き換えることで、IC素子として消費電力を約2分の1に低減した。

さらに、バッファICの出力にダンピング抵抗（クロック割れを生じない適正な定数を選定）を挿入して波形成形を行い、オーバーシュート/ア

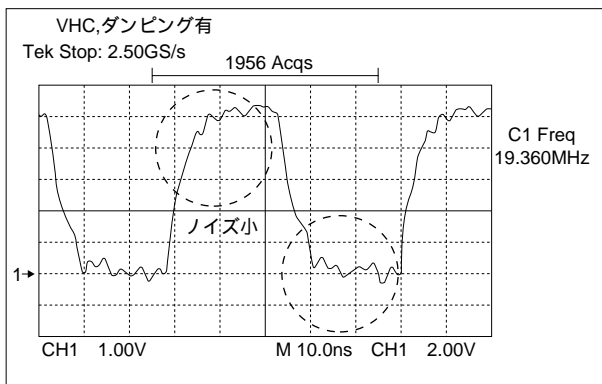
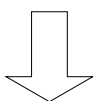
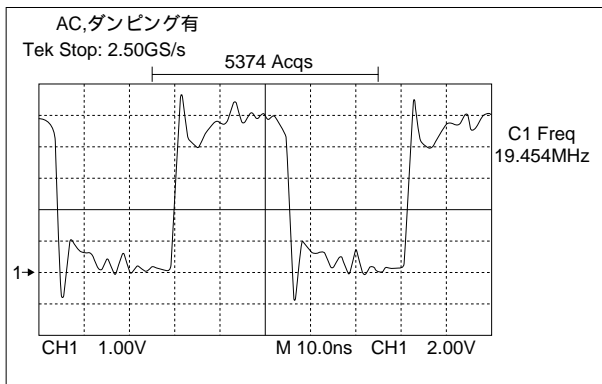


図3 クロック出力波形

ンダーシュートを最小限に止め，高周波成分を低減した。

図3に，実施前後のクロック出力波形を示す。

4.1.3 シールドプリント基板

高周波数のクロック信号やBUS信号等が集中するバックワイヤリングボードは，パターン長が最も長くなることから，放射ノイズが多く発生しやすい。

ノイズ抑制の対策として，すべての信号パターンをプリント配線板の内層に埋め込んで，表面層（表裏）にグランドプレーンを形成する。その表裏のグランドプレーンにプリント配線板の外周周囲をピア（スルーホール）接続することで，全面ストリップライン配線を実現した。

この効果から，パターンインピーダンスを低く抑えるとともに，シールド強化を図り，放射ノイズ

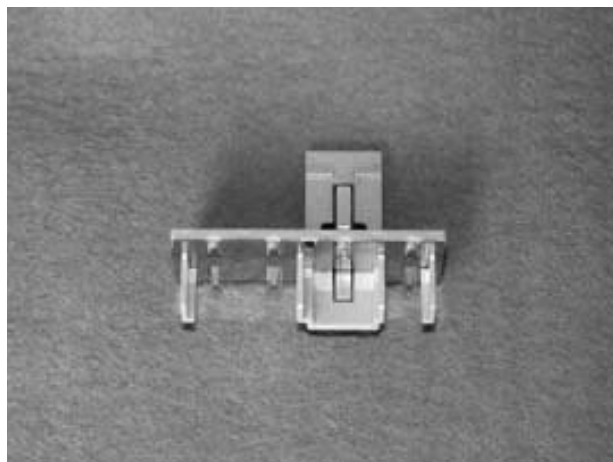


図4 シールドキャップ構造

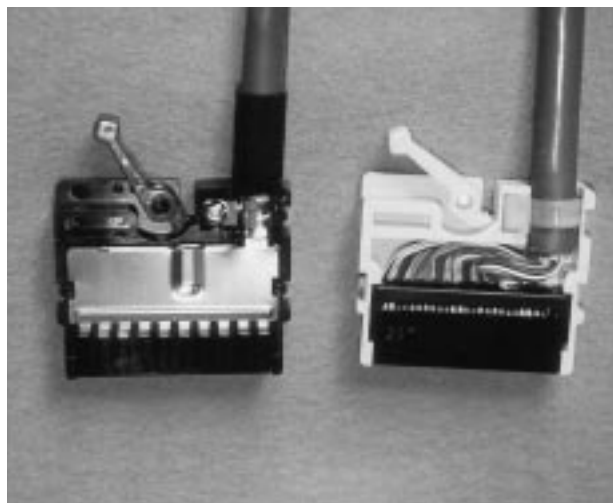


図5 給電コネクタ（右：既存品，左：シールド対策品）

ズの抑制を行った。

4.1.4 ケーブルコネクタ接続部の遮蔽

本装置に外線接続されるケーブルコネクタは，すべてユニット背面に位置し，ユニット背面にはシールドカバーを取り付けた構造としている。

接続されるケーブルコネクタを大別すると，MST-UとSLV-U間を接続するユニット間ケーブル，ブロック部に収容される各種インタフェース盤に接続する外線ケーブル，ユニット給電用の電源ケーブルがある。

4.1.1項でも述べたように，ブロック部には必ずしもインタフェース盤がすべて実装されるとは限らない。そのため，ケーブルコネクタ部は開口された状態となり，その部分から放射ノイズが漏れ

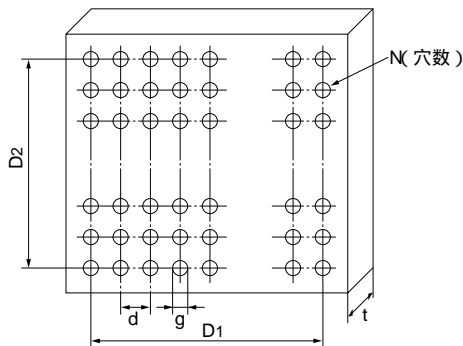


図6 シールドパンチングメタル構造と各部の寸法

ることになる。

これを遮蔽するため、ケーブルコネクタ開口部には、ユニット背面のシールドカバーにパネ接触するシールドキャップを取り付けた。

また、給電ケーブルにおいては、他コネクタとの誤挿入構造を持ち、さらにコネクタカバー内に金属製シールドカバーを設けたコネクタを新規に開発した。

図4にシールドキャップ構造、図5に給電コネクタを示す。

4.1.5 筐体の開口・継ぎ目

装置のノイズを遮蔽するには、ノイズの発生源であるプリント配線板を縫い目・継ぎ目のない密閉筐体への収容が有効となる。

しかし、いかなる装置においてもケーブルの引き込み部や放熱用の孔、および機械的な継ぎ目などのさまざまな隙間が発生する。これらは、すべてシールド効果を妨げる要因となる。

したがって、筐体のシールド効果を高めるためには、筐体を構成する材料・厚さを選定するよりも、隙間をなくす構造とする方が効果を期待できる。

本装置では、筐体の上下面に設けられた放熱用の開口部に、熱放出を極力妨げずにノイズを抑制するシールドパンチングメタル構造を採用している。シールドパンチングメタル構造は、装置から発生するノイズの周波数を考慮した孔径・ピッチを採用し、多数配置したものである。

シールド効果を高めるには、孔間のピッチを、

$$d < \lambda / 2$$

d : 孔間ピッチ

λ : 波長

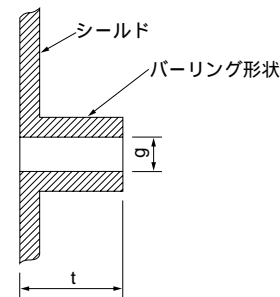


図7 パーリング形状と各部の寸法

にすることが大切である。

また、波長(λ)と周波数(f)との関係は、

$$\lambda(\text{m}) = 3 \times 10^8 / f(\text{Hz})$$

で表される。

これらをもとにすると、パンチングメタルのシールド効果(遮蔽減衰量)は、

① J.P.Quineの式から、

$$S[\text{dB}] = 32(t/g) + 3.8 + 20\log_{10}((D/g)^3/N)$$

または、

$$S[\text{dB}] = 32(t/g) + 3.8 + 20\log_{10}(g^2 D / d^3)$$

② Donald R.Whiteの式から、

$$S[\text{dB}] = 32(t/g) + 4 + 20\log_{10}((D/g)^3/N)$$

N : 全孔数

$$D = \sqrt{D_1 D_2}$$

t : 板厚

g : 孔径

となる。(図6参照)

①、②の式から、いずれかの減衰量Sと次式の減衰量Sとを比較して、値の小さい方を採用する。

$$S[\text{dB}] = 20\log_{10}(\lambda / 2g)$$

また、孔の奥行きにも減衰効果が現れる。孔が単なる板金を打ち抜いた板状のものよりも、厚みをもった管状の方が減衰効果を得ることができる。

管は遮断周波数をもっており、その周波数よりも低い周波数においては減衰器となる。

したがって、図7のようにパーリング状の管形状が望ましい。

③ J.P.Quineの丸形導波管の磁気遮蔽効率の式

$$S[\text{dB}] = 32t/g$$

④ 長方形導波管の磁気遮蔽効率の式

$$S[\text{dB}] = 27.2t/l$$

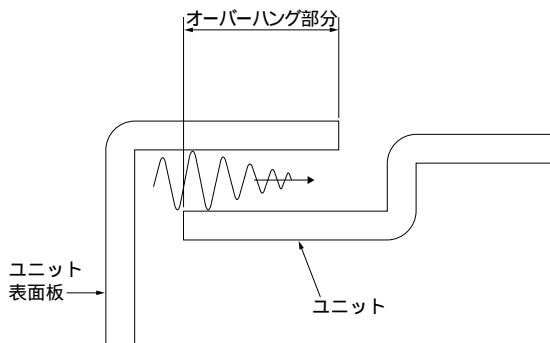


図8 オーバーハング構造

- g : 直径
- t : 管の長さ
- l : 管の断面の最大直線寸法

長方形導波管の磁気遮蔽効率の式によって、管断面の連続した直線部分を最小にすることで、一層の効果を得ることができる。

これらを応用し、本装置ではユニット表面板および背面カバーをオーバーハング構造とし(図8)、さらに、管断面の連続した直線部分を最小限に抑えるため、導電性ガスケットを採用した。

4.2 小型化構造

NTT 殿局舎に既に設置されている架は、主にDS鉄架であり、本架に搭載されるユニットの構造は、NTT 殿の通信装置用標準実装体系であるDS(Digital System)実装構造となる。

そのため1ユニットの寸法を、568(W) × 440(D) × 225(H)(mm)以内とすることが条件となる。

既開発のDSM装置では、1ユニットあたりのパッケージ実装数が37枚あり、ユニット寸法として599(W) × 375(D) × 225(H)(mm)になっており、既ユニット構造では、DS鉄架への搭載が不可能となる。

しかし、DSM-R装置は、DSM装置と同一機能(ブロック部の収容数は同じ)であることが開発条件となっていることから、共通部のパッケージ数を削減することを課題として、方式/回路設計の見直しを行い、MST-UとSLV-U間のユニット間インタフェース部(UIF盤)、回線設定/多重分離部(TSM盤)、試験器機能部(ACC盤)等の機能の集



図9 装置正面

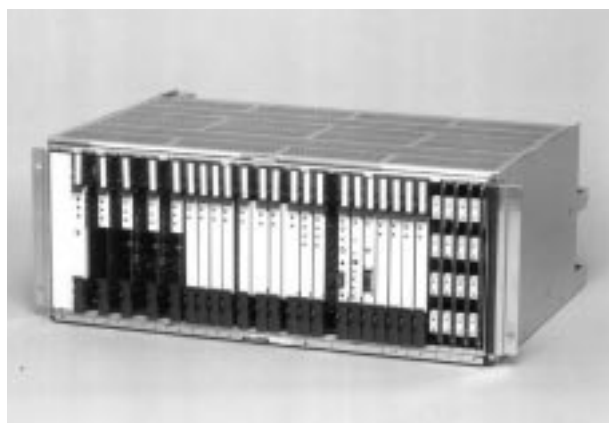


図10 装置正面(表面カバーを外した状態)

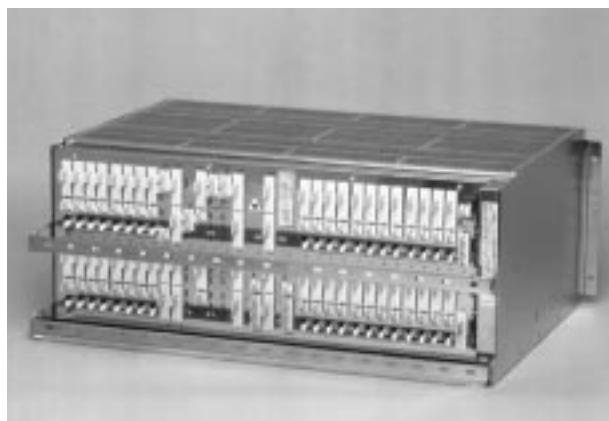


図11 装置背面

約化およびLSI化を図り、1ユニットあたりのパッケージ実装数を34枚とし、ユニット寸法を558.6(W) × 438(D) × 225(H)(mm)で実現した。

本構造によって、既存設置架への装置搭載が柔軟に対応可能となった。

本装置の外観を図9、図10、図11に示す。

4.3 ケーブル処理構造

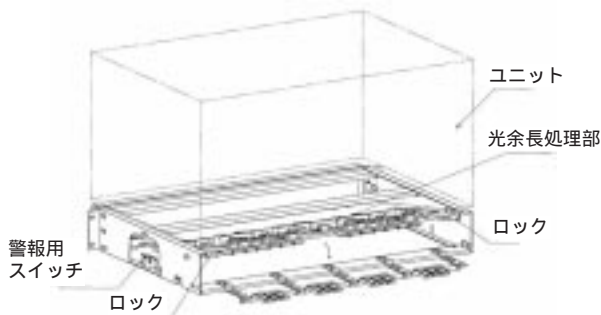


図12 光ケーブル余長処理および対流誘導板構造

本装置には、各種インタフェース盤に対応した外線ケーブルがユニット背面に接続される。この外線ケーブルの種類には、同軸ケーブル・ペアケーブル・光ケーブル（各ケーブルの1ユニット最大収容本数はそれぞれ96本・48本・96本）があり、これらのケーブルはユニット内で混載して導入される。

既設の架はこのように多くの外線ケーブルを1ユニットに収容するケースを想定していなかったため、架のケーブル収容スペースおよび処理を考慮していなかった。

一方、本装置はインタフェース盤と外線ケーブルを接続するコネクタに直接同軸ケーブルを接続できないため、コネクタ同軸変換アダプタを介して接続する必要がある。

しかし、従来のDSM装置と同等のコネクタ同軸変換アダプタを使用した場合、ケーブル処理エリアを含めると、装置全長（奥行き）は、既設の架の実装領域を遥かに超えてしまう。このため、小スペース内でケーブルの収容を実現するため、装置と同軸ケーブルを直接接続可能とする小型同軸変換コネクタを新規に開発した。

光ケーブルにおいては、余長処理部が最大の開発課題となる。従来の伝送装置においては、ユニット背面に光ケーブル余長処理構造を設ける場合が標準であるが、本装置のユニット背面は、同軸・ペアケーブルの導入エリアとして使用するため、同様の工法が実現できない。

そこで、本装置は光ケーブル余長処理部をユニット下段に搭載される対流誘導板内部に設けることで解決した。

また、光ケーブル余長処理作業を架背面から行うために誘導板を開閉式タイプとしている。

図12で明らかなように、装置運用時には対流誘導板として使用し、光ケーブルが接続されるときに誘導板背面のロックを解除して誘導板を下げ、内部で余長処理を行う構造とした。

誘導板内部の余長処理スペースは、光ケーブルの余長（約1m）を96本処理することが可能である。

また、作業終了後に誘導板をもとの状態に戻すことを忘れて下段装置の放熱を妨げ、破損しないように、警報スイッチを設けてある。

5. む す び

加入者線伝送装置としては、従来に例のないユニット単体でのVCCIクラスAを取得した装置を実現した。

また、操作性・保守性を考慮した新光ケーブル余長処理技術も確立できた。

今後も本装置の開発で培った技術を一層深め、コンパクトな装置の開発に取り組んでいく所存である。

参考文献

- 1) 電磁波対策ハンドブック編集委員会：電磁波対策ハンドブック，初版2刷，総合技術出版，1990.8.24.
- 2) 荒木康夫：電子機器のノイズ対策，エレクトロニクス技術集中基礎講座，日本工業技術センター，(1983)
- 3) HENRY.W.OTT,出口博一監訳：実践ノイズ遮減技法，初版，ジャテック出版，1990.8.10.
- 4) 武井正：耐ノイズプリントパターン設計技術，(株)トリケップス，1988.6.7.



[開発者] 前列左から，小西，吉田
後列左から，長谷川，石川，百武