

TTC標準
Standard

JT-G873.1

光トランスポートネットワーク(OTN):
リニアプロテクション

Optical transport network (OTN): Linear protection

第1版

2018年11月15日制定

一般社団法人
情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE



本書は、一般社団法人情報通信技術委員会が著作権を保有しています。
内容の一部又は全部を一般社団法人情報通信技術委員会の許諾を得ることなく複製、転載、改変、
転用及びネットワーク上での送信、配布を行うことを禁止します。

目次

<参考>.....	5
1 適用範囲.....	6
2 参考文献.....	6
3 定義.....	6
3.1 他で定義された用語.....	6
3.2 本標準で定義された用語.....	6
4 略語.....	7
5 規則.....	8
6 プロテクション特性.....	9
6.1 監視方法と条件.....	9
6.2 プロテクション切替性能.....	11
7 プロテクショングループコマンド.....	11
7.1 エンドツーエンドコマンドと状態.....	11
7.2 ローカルコマンド.....	12
8 プロテクションアーキテクチャ.....	13
8.1 片方向および双方向切替.....	13
8.2 APS/PCC チャネルの必要性.....	13
8.3 切戻しと非切戻し切替.....	13
8.4 プロビジョニング不一致.....	14
8.5 リニアプロテクションに対するプロテクションアーキテクチャの概要.....	14
9 APS プロトコル.....	16
9.1 APS チャネルフォーマット.....	16
9.2 APS プロトコルの送信と受信.....	16
9.3 要求タイプ.....	16
9.4 プロテクションタイプ.....	17
9.5 要求信号.....	18
9.6 ブリッジ信号.....	18
9.7 ブリッジの制御.....	18
9.8 セレクタの制御.....	18
9.9 予備系における信号故障.....	18
9.10 同優先度の要求.....	18
9.11 コマンドの受信と保持.....	18
9.12 ホールドオフタイム.....	19
9.13 試験動作.....	19
9.14 APSチャネル警報通知.....	19
9.15 SF継続タイム.....	19
付録 I オペレーションの例.....	20
I.1 1+1 片方向切替.....	20
I.2 1+1 双方向切替.....	20
I.3 1:N 双方向切替.....	21
I.4 EXERCISEコマンド操作.....	22
付録 II ODUK クライアントプロテクション.....	25
II.1 OTNリニアクライアントプロテクションのプロテクションアーキテクチャ概要.....	25
II.2 OTNリニアクライアントプロテクションのクライアントSNC/Ncプロテクションアーキテクチャのモデル.....	25
II.3 OTNリニアクライアントプロテクションのCLIENT SNC/Iプロテクションアーキテクチャモデル.....	26
付録 III 伝送媒体レイヤプロテクション.....	28
III.1 伝送媒体レイヤプロテクションの概要.....	28
III.2 伝送媒体レイヤプロテクションタイプ.....	28

参考文献..... 33

<参考>

1. 国際勧告との関係

本標準は、ITU-T勧告2017年10月版のG.873.1に準拠したものである。

2. 上記国際勧告等との相違

2.1 オプション選択項目

なし。

2.2 ナショナルマター項目

なし。

2.3 その他

なし。

3. 改版の履歴

版数	発行日	改版内容
第1版	2018年11月15日	初版制定

4. 工業所有権

本標準に関わる「工業所有権等の実施の権利に係る確認書」の提出状況は、TTCホームページでご覧になれます。

5. その他

(1)参照する勧告、標準など

なし。

6. 標準作成部門

伝送網・電磁環境専門委員会

光トランスポートネットワーク(OTN):リニアプロテクション

1 適用範囲

本標準は、光データユニット k (ODUk) レベルでの光トランスポートネットワーク (OTN) に対するリニアプロテクションスキームの自動プロテクション切替 (APS) プロトコルおよびプロテクション切替動作を定義する。これらのスキームは [ITU T G.808.1] にある一般的なリニアプロテクション仕様に基づいている。本標準で考えられるリニアプロテクションスキームは以下の通りである。

- 内在型監視をもつODUk サブネットワーク接続プロテクション (1+1, 1:n) ;
- 非侵入型監視をもつODUk サブネットワーク接続プロテクション (1+1) ;
- サブレイヤ監視をもつODUk サブネットワーク接続プロテクション (1+1, 1:n) ;
- 内在型監視をもつODUk 複合型リンクサブネットワーク接続グループプロテクション (1+1, 1:1) .

加えて、クライアントに関連したプロテクションアーキテクチャが記述される。

2 参考文献

以下のITU-T勧告およびその他の参考文献は、本標準内で参照され、本標準を構成する規定を含んでいる。本標準の発行時は、記載の版数が最新である。すべての勧告および他の参考文献は改訂されることがある。したがって、本標準の読者には、以下の勧告および他の参考文献の最新版を適用すべきか確認することを勧める。現時点で有効なITU-T勧告のリストは定期的に発行されている。本標準に記載の文献の参照は、独立した文献として、その勧告の状態を示すものではない。

- | | |
|-----------------|--|
| [ITU-T G.709] | Recommendation ITU-T G.709/Y.1331 (2016), Interfaces for the optical transport network. |
| [ITU-T G.798] | Recommendation ITU-T G.798 (2017), Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks. |
| [ITU-T G.798.1] | Recommendation ITU-T G.798.1 (2013), Types and characteristics of optical transport network equipment. |
| [ITU-T G.806] | Recommendation ITU-T G.806 (2012), Characteristics of transport equipment – Description methodology and generic functionality. |
| [ITU-T G.808] | Recommendation ITU-T G.808 (2016), Terms and definitions for network protection and restoration. |
| [ITU-T G.808.1] | Recommendation ITU-T G.808.1 (2014), Generic protection switching – Linear trail and subnetwork protection. |

3 定義

3.1 他で定義された用語

本標準では他で定義された以下の用語を使用する。

[ITU-T G.808] で定義された用語：

- APS channel ; APSチャンネル
- extra traffic signal ; エキストラトラフィック信号
- head-end ; 送信端
- normal traffic signal ; 通常のトラフィック信号
- null signal ; 無効信号
- protection communication channel ; プロテクション通信チャンネル
- protection group ; プロテクショングループ
- signal ; 信号
- tail-end . 受信端

3.2 本標準で定義された用語

なし。

4 略語

本標準では、以下の略語を使用する。

AIS	Alarm Indication Signal	アラーム表示信号
APS	Automatic Protection Switching	自動プロテクション切替
CBR	Constant Bit Rate signal	一定ビットレート信号
CL_SNCG/I	Compound Link Subnetwork Connection Group protection with Inherent monitoring	内在型監視の複合リンクサブネットワーク接続グループプロテクション
CSF	Client Signal Fail	クライアント信号故障
DNR	Do Not Revert	切戻し禁止
ETC3	Ethernet Coding 1000BASE-X	イーサネットコーディング1000BASE-X
EXER	Exercise	試験
FDI	Forward Defect Indication	前方障害表示
FS	Forced Switch	強制切替
HO	Higher Order	高次
LCK	Locked defect	ロック異常
LO	Lower Order	低次
LoP	Lockout for Protection	プロテクションロックアウト
MFAS	Multiframe Alignment Signal	マルチフレーム調整信号
MS	Manual Switch	手動切替
NIM	Non-Intrusive Monitor	非侵入型監視
NR	No Request	要求なし
OCI	Open Connection Indication	オープン接続表示
ODU[i]j_A	ODUkP to ODU[i]j Adaptation function	ODUkPからODU[i]j へのアダプテーション機能
ODU[i]j_A_SK	ODUkP to ODU[i]j Adaptation Sink function	ODUkPからODU[i]j へのアダプテーション終端機能
ODUj-21_A	ODUj payload type 21 Adaptation function	ODUjペイロードタイプ21アダプテーション機能
ODUk	Optical Data Unit k	光データユニットk
ODUk_A	Optical Data Unit Adaptation of rate K	レートKの光データユニットアダプテーション
ODUk_A_Sk	ODUk Adaptation Sink function	ODUkアダプテーション受信機能
ODUk[i]j	ODUj[i] Optical Data Unit of level j or i (i is optional; i < j)	レベルjもしくはiのODUj[i]光データユニット(iはオプションでi < jとする)
ODUkP	Optical Data Unit of level k, Path	レベルkの光データユニット、パス
ODUkT	Optical Data Unit of level k, Tandem connection sub-layer	レベルkの光データパスユニット、タンデムコネクションサブレイヤ
OPU	Optical Payload Unit	光ペイロードユニット
OTN	Optical Transport Network	光トランスポートネットワーク
OTUk	Optical Transport Unit k	光トランスポートユニットk
OTUkV	Functionally standardized Optical Transport Unit k	機能的に標準化された光トランスポートユニットk
OTUk[V]	OTUk or OTUkV	OTUkもしくはOTUkV
PCC	Protection Communication Channel	プロテクション通信チャネル
PMOH	Path Monitoring Overhead	パス監視オーバーヘッド
RR	Reverse Request	逆方向要求
SD	Signal Degrade	信号劣化
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同期デジタルハイアラキー
SF	Signal Fail	信号故障
SMOH	Section Monitoring Overhead	セクション監視オーバーヘッド
SNC	Subnetwork Connection	サブネットワーク接続
SNC/I	Subnetwork Connection with Inherent monitoring	内在型監視をもつサブネットワーク接続
SNC/Nc	Subnetwork Connection with Non-intrusive monitoring of Client signal fail	クライアント信号故障の非侵入型監視をもつサブネットワーク接続
SNC/Ne	Subnetwork Connection with Non-intrusive end-to-end monitoring	非侵入型エンドツーエンド監視をもつサブネットワーク接続
SNC/Ns	Subnetwork Connection with Non-intrusive Sublayer monitoring	非侵入型サブレイヤ監視をもつサブネットワーク接続
SNC/S	Subnetwork Connection with Sub-layer monitoring	サブレイヤ監視をもつサブネットワーク接続
SSD	Server Signal Degraded	サーバ信号劣化
SSF	Server Signal Fail	サーバ信号故障
TCM	Tandem Connection Monitoring	タンデム接続監視
TCMOH	Tandem Connection Monitoring Overhead	タンデム接続監視オーバーヘッド

TSD	Trail Signal Degraded	トレイル信号劣化
TSF	Trail Signal Fail	トレイル信号故障
TTI	Trail Trace Identifier	トレイルトレース識別子
WTR	Wait-to-Restore	復旧待ち

5 規則

なし。

6 プロテクション特性

6.1 監視方法と条件

プロテクション切替は冗長化されたドメイン内のトランスポートエンティティ (現用と予備) における何かしらの異常の検出によって生じる。これらの異常がどのように検出されるかは、装置警告 (例えば [ITU-T G.806] 及び [ITU-T G.798]) の主題である。プロテクション切替コントローラの目的のために、冗長化されたドメインの中のエンティティは、異常なし=OK、劣化 (信号劣化=SD)、もしくは故障 (信号故障=SF) の状態を持つ。

通例の監視方法は [ITU-T G.808.1] の11.2節、11.3節と [ITU-T G.798] の14.1節に示されており、以下のようにOTNでサポートされている。

Inherent - プロテクション切替はODUkリンク接続 (例えば、サーバレイヤトレイル、サーバ/ODUkアダプテーション機能) で検出された異常によって引き起こされる。(OTUk[V] もしくは ODUkP) サーバレイヤのトレイル終端は、SFやSDプロテクション切替基準に基づいた試験信号故障 (TSF) と試験信号劣化 (TSD) を OTUk[V]/ODUk_A, ODUkP/ODU[i]j_A, やODUkP/ODUj-21_A 機能を介して (SSF や SSDとして) 提供する。ODUk や ODU[i]j や ODUj信号自身では何の異常検知も行われない。それは、個々の、及び複合のリンクグループプロテクション (CL_SNCG/I) に用いることが出来る。

注1 - SDH SNC/Iとは異なり、より上流のサーバレイヤの異常の結果として生じるFDI/AIS異常は、サーバ/ODUkアダプテーション機能で検知されないため、ODUk SNC/Iは単一のリンク接続だけ設定することができる。SNC/Iプロテクションに対する一つのサーバレイヤトレイルの制限は、プロテクション切替基準として信号劣化 (SD) の使用によって与えられる。SDは、ローカルで終端されるOTUk[V] もしくはHO ODUkトレイルからのみ利用可能であり、更に上流のOTUk[V] やHO ODUkトレイルからは利用できない。更に、上流のOTUk[V] もしくは HO ODUkトレイルにある異常の情報を提供するFDI/AISは、OTUk[V]/ODUk_A_SkやODUkP/ODU[i]j_A_Skでは検出されない。LO ODUのサブネットワーク接続 (SNC) 切替に対する TSF TSD 転送の 機能要素の詳細については、[ITU-T G.798] を参照すること。

図6-1は、OTUkまたはOTUkV監視される ODUk SNC/Iプロテクション構成を示す。

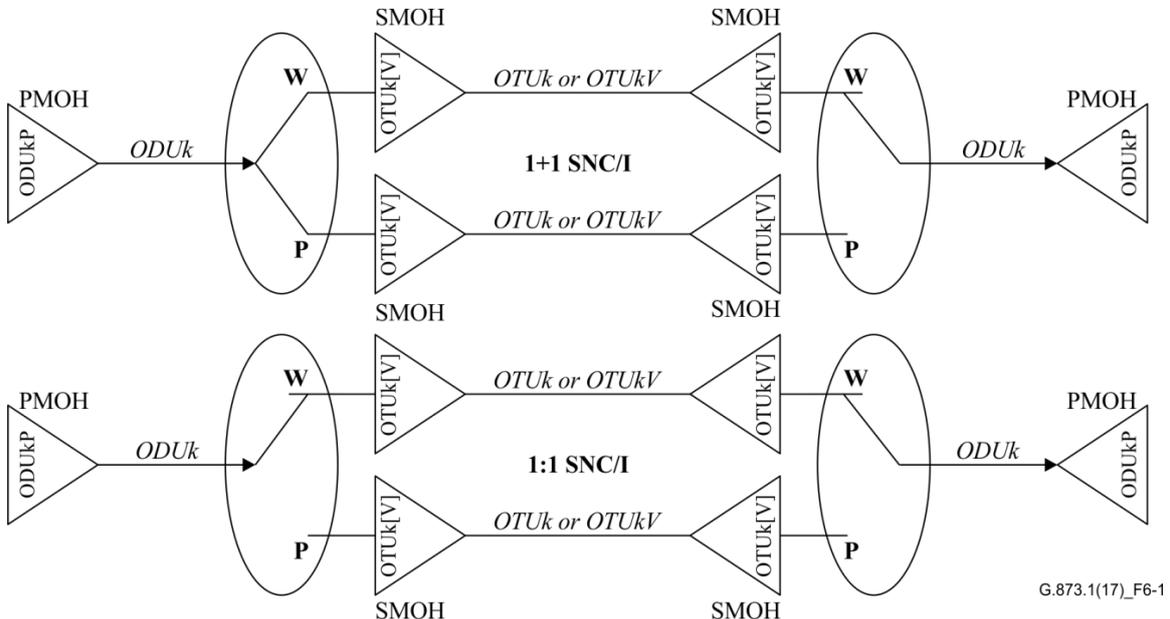


図6-1 - OTUkまたはOTUkV監視される ODUk SNC/Iプロテクション構成

図6-2は、サーバODUk監視される ODU[i]j/ODUj SNC/Iプロテクション構成を示す。

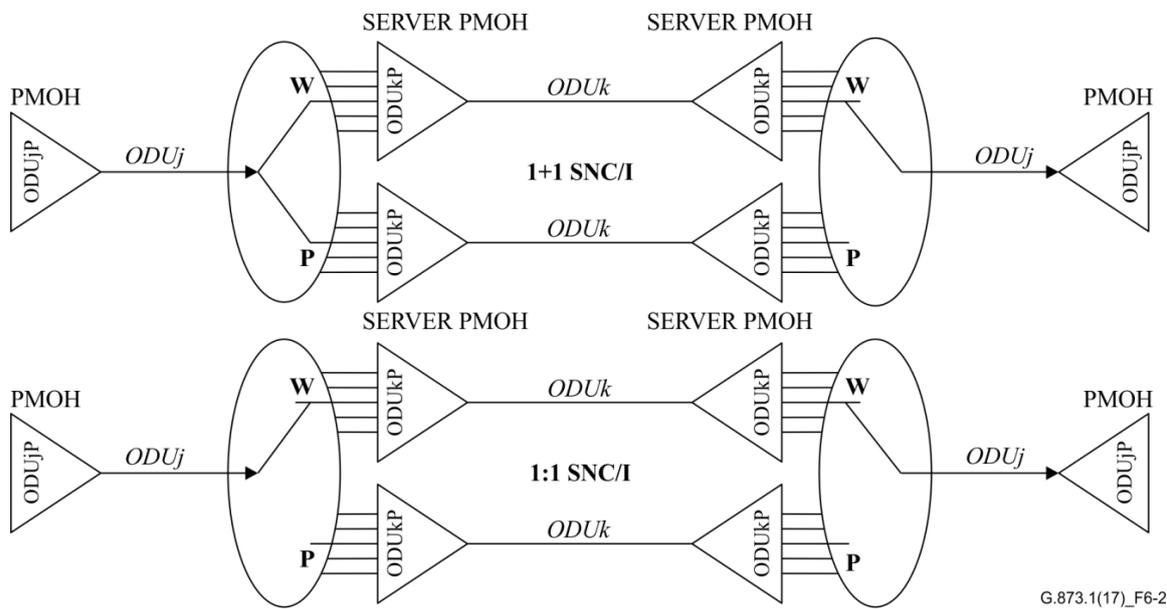


図6-2 - サーバODUk監視される ODU[ij]/ODUj SNC/Iプロテクション構成

Non-intrusive - プロテクション切替はプロテクショングループの受信端のODUkPトレイルもしくは ODUkT サブレイヤトレイルの非侵入型監視によって引き起こされる。

注2 - SNC/N切替については、[ITU-T G.798]に従った要因で実施される。これによって、ODUk AISが、ロックやオープン接続表示 (OCI) と同様に、ODU SNC/Nプロテクションの切替要因の一因となっていることを担保する。詳細については、[ITU-T G.798]の14.2節を参照すること。

図6-3は、ODUkP非侵入型監視されたODUk SNC/Ne及びODUkT監視されたODUk SNC/Nsプロテクション構成を示す。

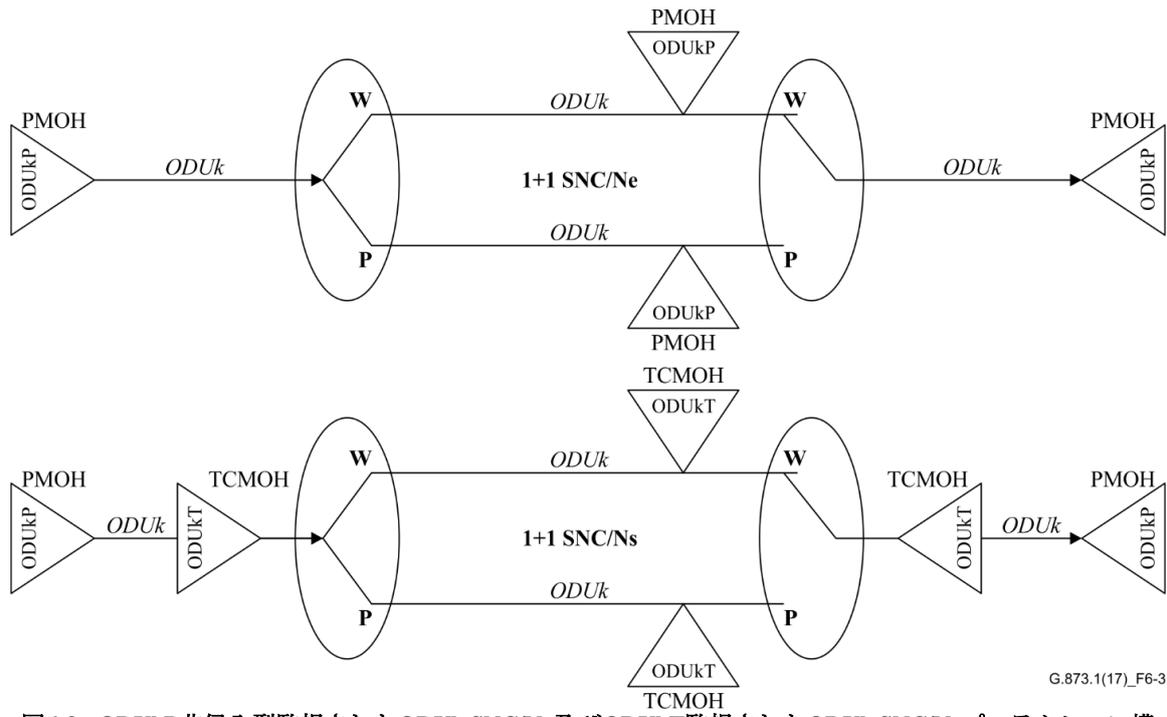


図6-3 - ODUkP非侵入型監視されたODUk SNC/Ne及びODUkT監視されたODUk SNC/Nsプロテクション構成

Sublayer - プロテクション切替はODUkT サブレイヤトレイル (TCM) で検出された異常によって引き起こされる。ODUkTサブレイヤトレイルはそれぞれの現用と予備エンティティに対して確立される。プロテクション切替は、それゆえ冗長化されたドメインの異常によってのみ引き起こされる。図6-4は、ODUkT監視されたSNC/Sプロテクション構成を示す。

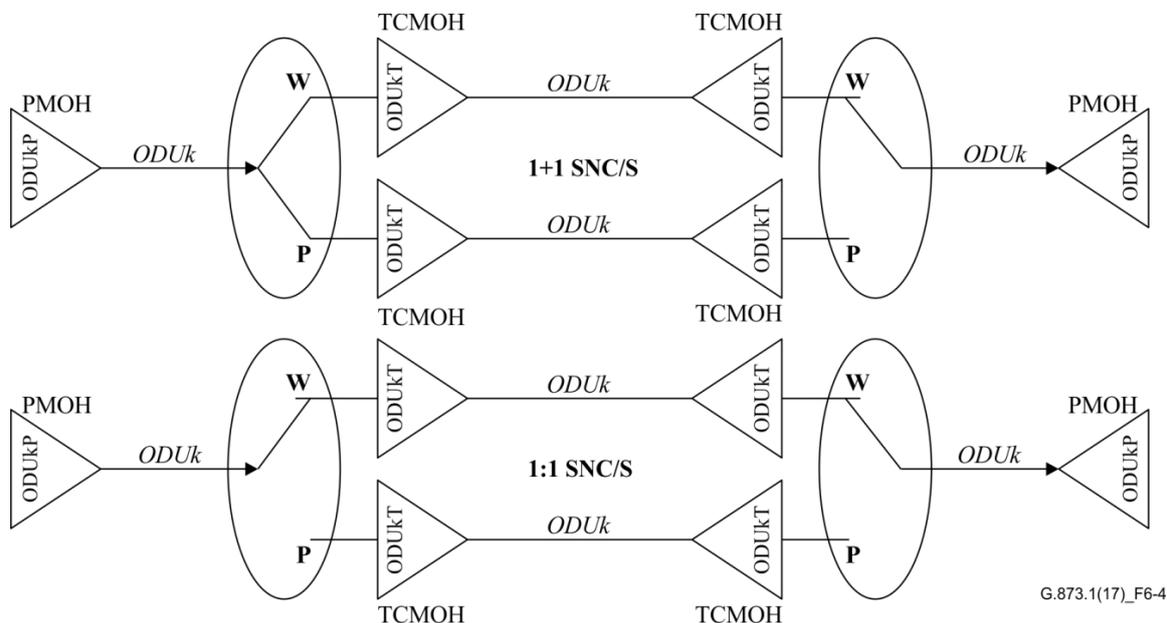


図6-4 - ODUkT監視されたSNC/Sプロテクション構成

プロテクション切替コントローラは、冗長化されたドメイン内のトランスポートエンティティに対する (OK, SD, SF) 情報が与えられる限り、どの監視手法が使われたかは問わない。いくつかのモニタやネットワークレイヤはSD検知手法を持たないかもしれない。この場合、異なるAPSプロトコルを使う必要もなく、単にSDを検出できない装置からSDが発出されることはないというだけである。APSプロトコルが使用されている場合、近端でモニタがSDを検出できないとしても、実装において遠端がAPSチャンネル上でSDを示すことを排除すべきでない。

注3 - [ITU-T G.709] において、サブレイヤ監視・ネスティング・カスケードはデフォルトの運用構成である。オーバーラッピングは試験目的のためだけの追加構成である。オーバーラップ監視接続は、非侵入型モードで運用されなければならない。プロテクション用に使用されてはならない。保守信号のODUk-AISとODUk-LCKは、オーバーラップ監視接続に対しては生成されてはならない。オーバーラップ監視接続にあるエンドポイントの一つがSNC冗長化されたドメインの中にあり、一方で他のエンドポイントが冗長化されたドメインの外にある場合、SNCプロテクションは、オーバーラップ監視接続のエンドポイントが現用系接続にあるときに現用系に固定され、エンドポイントが予備系接続にあるときには、予備系に固定される。

6.2 プロテクション切替性能

[ITU-T G.808.1] の13章に定義されるように、遷移時間 T_t は、1200kmを超過しないプロテクションスパン距離に対して、50msを超えてはならない。

7 プロテクショングループコマンド

7.1 エンドツーエンドコマンドと状態

本節では、プロテクショングループ全体に適用されるコマンドについて記述している。APSが存在する場合、これらのコマンドはコネクションの遠端に通知される。双方向切替では、これらのコマンドは両端のブリッジとセレクタに作用する。

Lockout of protection - このコマンドは、現用系の信号が予備系から選択されないようにする。これにより、プロテクショングループが事実上無効になる。エクストラトラヒック信号が予備系に存在する場合には、エクストラトラヒック信号は廃棄される。

Force switch normal traffic signal #n to protection - 必要なブリッジが存在すると、通常のトラヒック信号#nを予備系から選択するように強制する。

Force switch null signal - 1:nアーキテクチャの場合、同等以上の高優先切替コマンドが有効でない限り、無効信号を予備系に切り替える。予備系上に存在する通常のトラヒック信号は、その現用系に転送され、選択される。1+1アーキテクチャの場合、現用系から通常のトラヒック信号を選択する。

Force switch extra traffic signal - 同等以上の高優先切替コマンドが有効でない限り、エクストラトラヒック信号を予備系に切り替える。予備系上に存在する通常のトラヒック信号は、その現用系に転送され、選択される。

Manual switch normal traffic signal #n to protection - 現用系または予備系の障害がない場合、必要なブリッジが存在すると、通常のトラフィック信号#nを予備系から選択するように強制する。

*Manual switch null signal - 1:n*アーキテクチャの場合、他の系に障害状態が存在するか、または同等以上の高優先切替コマンドが有効でない限り、無効信号を予備系に切り替える。予備系上に存在する通常のトラフィック信号は、その現用系に転送され、選択される。1+1アーキテクチャの場合、現用系からの通常のトラフィック信号を選択する。

Manual switch extra traffic signal - 他の系に障害状態が存在するか、または同等以上の高優先切替コマンドが有効でない限り、エクストラトラフィック信号を予備系に切り替える。予備系上に存在する通常のトラフィック信号は、その現用系に転送され、選択される。

Wait-to-restore normal traffic signal #n - 切り戻し動作では、現用系#n上のSFまたはSDの解除後、復旧待ちタイマが満了するまで予備系から選択された通常のトラフィック信号#nを維持する。タイマが他のイベントまたはコマンドの前に満了すると、状態は要求なし (NR) に変更される。これは断続的な障害の場合にセレクトが頻繁に動作するのを防ぐために使用される。

Exercise signal #n - APSプロトコルの試験。信号は、セレクトを変更しないように選択される。

Do not revert normal traffic signal #n - 非切戻し動作では、予備系から選択された通常のトラフィック信号を維持するために使用される。

No request - すべての通常のトラフィック信号は、対応する現用トランスポート系から選択される。予備系は、無効信号、エクストラトラフィック、または1+1プロテクショングループの単一の通常のトラフィック信号のブリッジを運ぶ。

Clear - アクティブな近端のプロテクションロックアウト、強制切替、手動切替、WTR状態、またはExerciseコマンドを解除する。

7.2 ローカルコマンド

これらのコマンドは、プロテクショングループの近端にのみ適用される。APSが存在する場合、それらはAPSチャンネルを介して遠端に通知されていない。

Freeze - プロテクショングループの状態を凍結する。フリーズが解除されるまで、追加の近端コマンドは拒否される。状態の変更と受信したAPSバイトは無視される。フリーズコマンドが解除されると、プロテクショングループの状態は、状態と受信されたAPSバイトに基づいて再計算される。

Clear freeze

Lockout normal traffic signal #n from protection - 予備系から通常のトラフィック信号#nが選択されないようする。通常のトラフィック信号#nに対するコマンドは拒否される。SFまたはSDは、通常のトラフィック信号#nでは無視される。双方向1:n切替では、通常のトラフィック信号#nの遠隔ブリッジ要求は、プロトコル障害を防ぐために依然として受け入れられる。結果として、通常のトラフィック信号は、どちらかの端でコマンドまたは障害の結果として予備系から選択されないように、両端でプロテクションロックアウトされなければならない。これらのコマンドの複数は、異なる通常のトラフィック信号に対して共存することができる。

Clear lockout normal traffic signal #n from protection

8 プロテクションアーキテクチャ

リアプロテクションアーキテクチャでは、冗長化されたトレイルまたは冗長化されたサブネットワーク接続の2つの異なるエンドポイントでプロテクションスイッチングが行われる。これらのエンドポイントの間には、「現用」と「予備」系の両方が存在する。

指定された伝送方向に対して、冗長化された信号の「送信端」はブリッジ機能を実行することができ、必要に応じて通常のトラヒック信号のコピーを予備系に収容する。「受信端」は、セクタ機能を実行し、通常の現用系から、あるいは予備系から、通常のトラヒック信号を選択することが可能である。両方向の伝送が冗長化されている双方向伝送の場合、冗長化された信号の両端は、通常、ブリッジ機能とセクタ機能の両方を提供する。

次のアーキテクチャが可能である

1+1 - 1+1アーキテクチャでは、1つの通常のトラヒック信号が1つの予備系により冗長化される。送信端のブリッジは恒久的である。切替は完全に受信端で行われる。

1:n - 1:nアーキテクチャでは、1つ以上の通常のトラヒック信号が1つの予備系により冗長化される。プロテクションスイッチが必要となるまで、送信端のブリッジは確立されない。 $n>1$ の場合、冗長化された信号の1つで故障が検出されるまで、予備系にブリッジされるべき通常のトラヒック信号を識別することはできない。**1:n**アーキテクチャは、通常のトラヒック信号を冗長化するために使用されていないとき、予備系上でエクストラ（低優先度で、優先的な）トラヒック信号を運ぶことができる。 $n = 1$ (**1:1**) でも**1:n**アーキテクチャを使用できる。これは、**1:1**アーキテクチャがエクストラトラヒックを運ぶことができるので、より単純な**1+1**アーキテクチャ（プロテクショナルゴリズムの送信端の動作を必要としない）よりも選択される可能性がある。

m:n - このアーキテクチャでは、 m 個の予備系が n 個の現用系を冗長化するために使用される。これは将来の研究課題である。

より大きなAPSチャンネルを前提とすると、系番号「 n 」の符号化は、同期デジタルハイアラキー (SDH) の数ビットではなく、全バイトを使用する。256の値の2つが予約されており、0は無効信号または予備系を示すために使用され、0xFF (255) はエクストラトラヒックを示すために使用される。

接続の両端のアーキテクチャが一致している必要がある。

8.1 片方向および双方向切替

双方向伝送の場合、片方向または双方向切替を選択することが可能である。片方向切り替えでは、各端のセクタは完全に独立している。双方向切替では、片方向障害の場合でも、両方が同じブリッジとセクタ設定になるように両端を調整しようとする。双方向切替は、2つのエンドポイントを調整するために、APSおよびまたはプロテクション通信チャンネル (PCC) を常に必要とする。片方向切替は、2つの片方向障害を異なる系で反対方向にプロテクションすることができる。

8.2 APS/PCC チャンネルの必要性

APSおよびまたはPCCチャンネルを必要としない唯一の切替タイプは、**1+1**片方向切替である。送信端にパーマネントブリッジがあり、両端でセクタ位置を調整する必要がなく、受信端セクタは受信端で受け取った故障およびコマンドに従い完全に動作することが可能である。

双方向切替は常にAPSチャンネルを必要とする。**1:n**片方向切り替えでは、送信端ブリッジを受信端セクタと調整するためにAPSチャンネルが必要である。

8.3 切戻しと非切戻し切替

切り戻し動作では、切替の要因が解除された後、トラヒックは現用系に復旧される。コマンド（例えば、強制切替）を解除する場合、これは直ちに発生する。故障の解除の場合、これは一般的に、断続的な故障の場合のセクタのチャタリングを避けるために使用される「復旧待ち」タイマの満了後に発生する。

非切り戻し動作では、切替要因が解除された後でも、通常トラヒックが予備系上に留まることが許可される。これは、一般に、以前の切替要求を低優先度の「切戻し禁止 (DNR)」要求に置き換えることによって達成される。

プロテクションはどのケースにおいても完全に専用されているため、**1+1**プロテクションは非切り戻し型として設定されることが多く、これはトラヒックの2回目の「グリッチ」を避ける。しかしながら、これを切り戻し型に設定することがあるかもしれない（例えば、トラヒックが障害状態の間を除いてリング上で「短い」方向を使用できるように。また、特定のオペレータの方針は**1+1**でさえも切り戻し動作と定めている）。

通常、**1:n**プロテクションは切り戻し型である。確かに、予備系上でエクストラトラヒック信号が運ばれる場合、その動作は常に切り戻され、優先されたエクストラトラヒック信号を復旧することができる。**1:n**プロテクションに対して非切り戻し動作を許容する方法でプロトコルを定義することは確かに可能であるが、異なる通常のトラヒック信号を運ぶために予備系の使用を必要とする他系のグループ障害のときよりも、現用系が復旧されたときにトラヒックを切り戻してグリッチさせる方がよいとの期待である。

一般に、切り戻し/非切り戻しの選択は、プロテクショングループの両端で同一となる。ただし、このパラメータの不一致がインターワーキングを妨げることはないが、それは以下のように特異である。片側がその側から開始された切替の解除に対する復旧待ち (WTR) に遷移し、一方で他がその切替に対してDNRに遷移する。8.4節も参照のこと。

8.4 プロビジョニング不一致

プロテクショングループの設定に対する全てのオプションでは、両端の設定の間に不一致が生じる可能性がある。これらの設定の不一致は、いくつかの形態の1つをとる。

- 適切な動作が不可能となる不一致。
- 不一致にもかかわらず、片方または両方の側がある程度の相互運用性を提供するため の動作を適合させることができる不一致。
- 相互運用性を妨げない不一致。一例は9.4節で記述した切り戻し/非切り戻しの不一致である。

すべての設定の不一致が、APSチャネルを介した情報により伝えられ、検出されるわけではない。1:nプロテクショングループ内に最大254の現用系が存在する可能性があり、有効な系番号が多くありすぎて、全ての設定オプションの全可視性を容易に提供することはできない。しかし、不一致にもかかわらず、各端が相互接続するための動作を適合させることができる中間カテゴリの可視性を提供することが望ましい。たとえば、双方向切替に設定された装置は、相互接続性を許容するために片方向切替に縮退することが可能である。APSチャネルで1+1切替に設定された装置は、APSチャネルなしで1+1片方向切替で動作するように縮退できる。使用者は引き続き設定の不一致を通知され得るが、プロテクションレベルは引き続き装置により提供され得る。

注 - リニアおよび他のプロテクションメカニズムの構成に関するインタフェースの設定におけるAPSプロトコルの不一致を防止するためには、そのような状況を検出するために適切なトレイルトレース識別子 (TTI) 管理を使用すべきである。

8.5 リニアプロテクションに対するプロテクションアーキテクチャの概要

表8-1に、本標準で仕様によりサポートされているリニアOTNプロテクションタイプの概要を示す。可能なサポートされているプロテクションアーキテクチャに対し、関連してサポートされている切替タイプ、使用されているAPSチャネル、関連するサーバリヤおよび冗長化された系の情報を提供する。[ITU-T G.808.1]に規定されている複合リンクグループプロテクションは、冗長化されていないサービスのサポートを含んでいることに留意すべきである。この [ITU-T G.808.1]仕様は、複合リンクグループプロテクションクラスに対して考慮する必要がある。

表8-1 - リニアOTNプロテクションアーキテクチャおよび関連したモニタリングの概要

プロテクションアーキテクチャ	切替タイプ	プロテクションサブクラスと監視	プロテクション切替におけるODU系、単一/グループ	APSチャネルの使用とMFASのビット6~8	冗長化された系のサーバリヤ	プロテクション切替の系	使用されるトリガ要因
1+1	Unidir	SNC/I	Individual	No	One HO ODUk or one OTUk	ODUkP or ODUkT	ODU SSF/SSD
1+1	Bidir	SNC/I	Individual	111	One OTUk or one HO ODUk	ODUkP or ODUkT	ODU SSF/SSD
1:n	Bidir	SNC/I	Individual	111	One OTUk or one HO ODUk	ODUkP or ODUkT	ODU SSF/SSD
1+1	Unidir	SNC/Ne	Individual	No	One or more HO ODUk and/or OTUk	ODUkP	ODU TSF/TSD
1+1	Bidir	SNC/Ne	Individual	000	One or more HO ODUk and/or OTUk	ODUkP	ODU TSF/TSD
1+1	Unidir	SNC/Ns	Individual ⁴	No	One or more HO ODUk and/or OTUk	ODUkT	ODU TSF/TSD
1+1	Bidir	SNC/Ns	Individual ⁴	001-110	One or more HO ODUk and/or OTUk	ODUkT	ODU TSF/TSD
1+1	Unidir	SNC/S	Individual ⁴	No	One or more HO ODUk and/or OTUk	ODUkT or ODUkP	ODUkT SSF/SSD

表8-1 - リニアOTNプロテクションアーキテクチャおよび関連したモニタリングの概要

プロテクションアーキテクチャ	切替タイプ	プロテクションサブクラスと監視	プロテクション切替におけるODU系、単一/グループ	APSチャネルの使用とMFASのビット6~8	冗長化された系のサーバレイヤ	プロテクション切替の系	使用されるトリガ要因
1+1	Bidir	SNC/S	Individual ⁴	001-110	One or more HO ODUk and/or OTUk	ODUkT or ODUkP	ODUkT SSF/SSD
1:n	Bidir	SNC/S	Individual ⁴	001-110	One or more HO ODUk and/or OTUk	ODUkT or ODUkP	ODUkT SSF/SSD
1+1	Unidir	CL-SNCG/I	Group	No	One HO ODUk	LO ODU	HO ODUkP SSF/SSD
1+1	Bidir	CL-SNCG/I	Group	HO 000	One HO ODUk	LO ODU	HO ODUkP SSF/SSD
1:1	Bidir	CL-SNCG/I	Group	HO 000	One HO ODUk	LO ODU	HO ODUkP SSF/SSD

注1 - Bidir SNC / Nはサポートされているが、複数のプロテクションスキームおよび/またはプロテクションスキームインスタンスによりAPSチャネルを使用されるため、ネスト化されたプロテクションスキームの場合には注意が必要である。代わりに1+1 bidir SNC/Sを使用することを推奨する。

注2 - CL-SNCG/Iはすべての通常信号をNaサブグループに割り当て、Nbサブグループを空のままにすることができる。

注3 - 様々なアーキテクチャの装置モデルと必要な処理は、[ITU-T G.798] の14.1節の関連項に記載される。

注4 - SNC/Sアーキテクチャは、含まれた全てのLO ODU接続を切替ることによる回線交換の「エミュレーション」を有するHO/LO多重化がある場合に実現される。例は [ITU-T G.798.1] に示される。

9 APS プロトコル

9.1 APS チャンネルフォーマット

APSチャンネルは、ODUKオーバヘッドのAPS/PCCフィールドの先頭3バイトで運搬される。APS/PCCフィールドの4バイト目は予備である。8つの独立したAPSチャンネルが [ITU-T G.709] の15.8.2.4項に定義されているODUKPと6つのODUKT (TCM) レベルと1つのODUK SNC/Iプロテクションレベルのプロテクションをサポートするために使用可能である。

各フレームに含まれる4つのAPSバイト自身のフォーマットは、図9-1に定義される。APSチャンネルのフィールド値は表9-1に定義される。

1				2				3				4											
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
要求/状態				プロテクションタイプ				要求信号				ブリッジ信号				予備							
				A B D R																			

図9-1 - APSチャンネルフォーマット

表 9-1 - APSチャンネルのフィールド値

フィールド	値	記述	
要求/状態	1111	プロテクションのロックアウト (LoP)	
	1110	強制切替 (FS)	
	1100	信号故障 (SF)	
	1010	信号劣化 (SD)	
	1000	手動切替 (MS)	
	0110	復旧待ち (WTR)	
	0100	試験 (EXER)	
	0010	逆方向要求 (RR)	
	0001	切戻し禁止 (DNR)	
	0000	要求なし (NR)	
	Others	将来の国際標準のための予備	
プロテクションタイプ	A	0	APSチャンネルなし
		1	APSチャンネル
	B	0	1+1 (パーマネントブリッジ)
		1	1:n (非パーマネントブリッジ)
	D	0	片方向切替
		1	双方向切替
	R	0	非切り戻し動作
		1	切り戻し動作
要求信号	0	無効信号	
	1-254	通常トラヒック信号1-254	
	255	エクストラトラヒック信号	
ブリッジ信号	0	無効信号	
	1-254	通常トラヒック信号1-254	
	255	エクストラトラヒック信号	

9.2 APSプロトコルの送信と受信

APS/PCCプロトコルは、予備系を通して送信される。それは、等しく現用系からも送信してもよいが、受信側はそれを想定するべきでは無く、その現用系の情報を無視する機能を持つべきである。

8つのレベルそれぞれについて、独立した受信処理が行われるべきである。APSプロトコルは、4つのAPS/PCCバイトの先頭3バイトを介して運搬されるものであるため、受信処理ではこれらの3バイトのみが考慮される。新たなAPSプロトコル値は、与えられたレベルでこれらの3バイトが、3回連続で同一であった場合に取り込まれるべきである。

注1 - もし誤りが発生しなければ、取り込みは、2360 μs (ODU0), 1175 μs (ODU1), 298 μs (ODU2), 72 μs (ODU3), 28 μs (ODU4), 2936832/ODUflexビットレート μs (ODUflex) の後に達せられる。

注2 - APSメッセージの4番目のバイトは「予備」であるため、APSバイトの受信処理に含まれてはならない。

9.3 要求タイプ

APSバイトに反映され得る要求タイプは、SONETやSDHのプロテクション切替で伝統的にサポートされてきた「標準」タイプである。これらの要求は、最も優先度の高い条件、コマンド、または状態 (表9-2, 9-3

参照)を反映する。片方向切替の場合、これは近端点のみから決定される最も優先度の高い値である。双方向切替の場合、送信される要求/状態は、以下を表示すべきである:

- a) もし以下であれば、逆方向要求:
 - I. 遠端の要求が近端の要求より高優先である、
 - II. または、要求が同レベルであり(かつ、要求なし/切り戻し禁止よりも高優先である)、かつ送信された要求/状態が既に逆方向要求を示している、またはもし、
 - III. 要求が同レベルであり(かつ、要求なし/切り戻し禁止よりも高優先である)、かつ送信された要求/状態バイトは逆方向要求を示しておらず、かつ遠端の要求がより低いエンティティIDを示している;
- b) その他のすべてのケースでは、近端の要求

表9-2 - APSプロトコルを使う場合の要求/状態優先

要求/状態	優先度
プロテクションのロックアウト (LoP)	1 (最高優先)
信号故障 (SF) - 予備	2 (9.9節参照)
強制切替 (FS)	3
信号故障 (SF) - 現用	4
信号劣化 (SD)	5
手動切替 (MS)	6
復旧待ち (WTR)	7
試験 (EXER)	8
逆方向要求 (RR)	9
切り戻し禁止 (DNR)	10
要求なし (NR)	11 (最低優先)

表9-3 - APSプロトコルを使わない場合の要求/状態優先度

要求/状態	優先度
プロテクションのロックアウト (LoP)	1 (最高優先)
強制切替 (FS)	2
信号故障 (SF)	3
信号劣化 (SD)	4
手動切替 (MS)	5
復旧待ち (WTR)	6
切り戻し禁止 (DNR)	7
要求なし (NR)	8 (最低優先)

9.4 プロテクションタイプ

有効なプロテクションタイプは:

- 000x 1+1片方向, APS無し
- 100x 1+1片方向, APS有り
- 101x 1+1双方向, APS有り
- 110x 1:n片方向, APS有り
- 111x 1:n双方向, APS有り

この値は、デフォルト値(全て0)がAPS無し(1+1片方向)で動作し得るプロテクションのタイプと一致するように選ばれている。

1:nや双方向はAPSを必要とするため、010x, 001x及び011xは、無効であることに注意のこと。

もし”B”ビットが一致しない場合、1:nと1+1は非互換のため、セレクトは解放される。これは、警報と言う結果となる。[ITU-T G.798]の6.2.7.1.1及び14.1.1.1項を参照のこと。

もし”B”ビットが一致するのであれば:

もし”A”ビットが一致しない場合、APSを期待する側が、APS無しの1+1片方向切替に縮退する。

注1 - ノードがAPSチャンネルをサポートしない場合、[ITU-T G.709]の15章に規定されるように、APS/PCCフィールドは全て0パターンで表される。

もし”D”ビットが一致しない場合、双方向の側が、片方向切替に縮退する。

もし”R”ビットが一致しない場合、一方は”WTR”をクリアし、もう一方は”DNR”にクリアする。双方が相互運用し、トラヒックが守られる。

注2 - それぞれの端点は、たとえより低性能で動作するように縮退しても、そのプロテクションタイプフィールドでは常に最大の性能を送信する(すなわち、片方向切替のみをサポートする対向端点と相互運用する場合、双方向切替をサポートする側が片方向切替に縮退し、依然”D”ビットは”1”を送信する)。

9.5 要求信号

これは、予備系を通して運搬される、近端が要求した信号を示す。NRの場合、これは無効信号(0)またはエクストラトラヒック(255)の何れかである。LoPの場合、これは無効信号(0)にのみなり得る。試験の場合、NRから試験に置き換わる場合は無効信号(0)またはエクストラトラヒック信号(255)の何れかとなり、DNRから試験に置き換わる場合は通常トラヒック信号の番号となり得る。SFまたはSDの場合は、通常トラヒック信号の番号、または、予備系が故障または劣化していることを示すための無効信号(0)となり得る。他の全ての要求では、これは予備系で運ばれることが要求される通常トラヒック信号の番号となり得る。

9.6 ブリッジ信号

これは、予備系にブリッジされる信号を示す。1+1プロテクションにおいては、パーマネントブリッジを正確に反映し、常に通常トラヒック信号1を示すべきである。これは、1+1アーキテクチャのケースにおいて、2または3フェーズの切替ではなく、1フェーズ切替を可能にする。1:nプロテクションにおいては、これは予備系では何が実際にブリッジされているか(無効信号(0)、エクストラトラヒック(255)、または通常トラヒック信号の番号の何れか)を示す。これは、通常は遠端より要求されたブリッジとなる。

1:N双方向アーキテクチャの予備トランスポート系において、近端のSF条件が存在する場合、ブリッジは開放される。

1:N片方向アーキテクチャで、予備トランスポート系が近端のSF状態にあることを検出した場合、ブリッジは凍結される。

9.7 ブリッジの制御

1+1アーキテクチャでは、通常トラヒック信号は、常時、予備系にブリッジされる。通常トラヒック信号番号"1"が、APSチャンネルのブリッジ信号フィールドに常時表示される。

1:nアーキテクチャでは、ブリッジは、入力されたAPSチャンネルの「要求信号」フィールドに示されるものに設定される。一度ブリッジが確立すると、それは出力するAPSチャンネルの「ブリッジ信号」フィールドに表示される。

9.8 セレクタの制御

1+1片方向アーキテクチャ(APS有りまたは無し)では、セレクタは最も優先度が高い近端の要求に従い設定される。これは、単フェーズ切替である。

1+1双方向アーキテクチャでは、出力している「要求信号」と入力された「ブリッジ信号」の双方が通常トラヒック信号"1"を示すときに(本アーキテクチャでは、入力された「ブリッジ信号」は常に"1"を表示すべきである)、通常トラヒック信号は予備系から選択される。遠端は、近端により双方向切替が開始することをAPSバイトが示すまで、切替は行わない。これもまた、単フェーズ切替である。

1:n片方向または双方向アーキテクチャでは、出力している「要求信号」と入力された「ブリッジ信号」の双方に同じ番号"n"(または255)が現れる場合に、通常トラヒック信号"n"またはエクストラトラヒック信号255が予備系から選択される。これは、通常は3フェーズ切替の結果となる。

9.9 予備系における信号故障

予備系における信号故障は、通常伝送信号が予備系から選択され得るどの障害よりも高優先度である。APS信号が使用されている場合、(APS信号が通過する)予備系におけるSFは、強制切替を上回る優先度を持つ。ロックアウトコマンドは、SFよりも高い優先度を持つ。故障状態の間でも、ロックアウト状態はアクティブに保つべきである。

9.10 同優先度の要求

一般的に、要求に従い一度切替が完了すると、(最初に到来し、最初に採られた挙動と)同じ優先度の他の要求に覆われることは無い。同じ優先度の要求が同時に発生した場合、この競合は、最も低いエンティティ番号の要求に従い解決される。双方向切替では、より低いエンティティ番号のAPSチャンネルから受けた要求は、常により高いエンティティ番号の同優先度の近端の要求を常に無効にする。双方向プロテクショングループの両端からの同一のエンティティ番号の同優先度の要求は、どちらも有効で、近端の処理ポイントから受信した"RR"と等価と考えられる。

9.11 コマンドの受信と保持

CLEAR, LoP, FS, MS 及び EXERのコマンドは、先行のコマンドとの関係、プロテクショングループの現用及び予備系の状態、及び(双方向切替のみにおいて)受信したAPSバイトにより、受け付けまたは拒絶される。

CLEARコマンドは、近端のLoP, FS, MS, またはEXERコマンドが有効であるか、近端でWTR状態が存在する場合のみ有効で、それ以外は拒絶される。本コマンドは、近端のコマンドまたはWTR状態を除去し、次のより低い優先条件または(双方向切替で)生成されたAPS要求を許容する。

他のコマンドは、既に存在しているコマンド、条件、または(双方向切替での)APS要求より高優先でなければ拒絶される。新しいコマンドが受け付けられた場合、先行の無効となる低優先のコマンドは、忘れ

去られる。高優先コマンドが低優先条件や(双方向切替での)APS要求を無効化する場合、そのコマンドが解除された時点で、それら他の要求がまだ存在するのであれば再生成される。

コマンドが条件や(双方向切替での)APS要求により無効化された場合は、そのコマンドは忘れ去られる。

9.12 ホールドオフタイマ

複数のレイヤやカスケード接続されたプロテクションドメインに渡るプロテクション切替のタイミングを調整するために、ホールドオフタイマが要求され得る。目的は、サーバレイヤのプロテクション切替が、クライアントレイヤの切替の前に問題を修復する機会を持つことを許可するため、若しくは、上流のプロテクションドメインが、下流ドメインの前に切り替えることを許可するためである(例えば、障害に伴い同じリングで切替が生じるよう、2つのノードでの相互接続構成において、下流リングの前に上流リングを切り替えることを許可する)。

それぞれのプロテクショングループは、設定可能なホールドオフタイマを有するべきである。推奨の範囲と値は、0, 20msと、100ms刻みで100msから10秒([ITU T G.808.1]に則り±5 msの精度)である。

ホールドオフタイマの運用は、SDH標準で規定される「二度確認」手法を用いる。具体的には、新たな障害やより重度の障害(新たなSDやSF、またはSDがSFに遷移)が生じた場合、このイベントはホールドオフタイマの設定値が0以外の場合、即座にはプロテクション切替に通知されない。代わりに、ホールドオフタイマが開始される。ホールドオフタイマが満了すると、障害がまだそのタイマを開始させたトレイルに存在するか否かをチェックする。もし存在するならば、その障害はプロテクション切替に通知される。その障害は、タイマを開始させたものと同じである必要はない。

9.13 試験動作

試験は、APSチャネルが正しく動作しているかをテストするコマンドである。それはいかなる「実際の」切替要求よりも低優先である。双方向切替のときのみ有効であり、なぜならそれが応答を見ることで意味のあるテストが行える唯一の方法であるためである。

試験コマンドは、それが置き換えるNRまたはDNR要求と同じ要求及びブリッジエンティティ番号でコマンドを発行すべきである。有効な応答は、相当する要求及びブリッジエンティティ番号を伴うRRである。RRを検出させるためには、標準的なDNRへの応答はRRではなくDNRであるべきである。試験コマンドが解除された場合、それは要求エンティティ番号が0または255であればNRに、任意の通常トラヒック信号1から254であればDNRに置き換わる。

注 - OTNの試験動作は、SDHで定義された試験動作とは異なって定義される。

9.14 APSチャネル警報通知

APSを要求するグループの「プロトコルの故障」状況は、以下の通りである:

- 9.4節に記述される、完全な非互換監視("B"ビットの不一致)。
- 以下のプロテクションタイプに対し、[ITU-T G.798]の6.2.7.1.2項のdFOP-NRで定義される、>1sの間ブリッジ要求への応答無し。
- 1+1双方向において、送信"Requested Entity"と受信"Requested Entity"の不一致。
- 1:n片方向において、送信"Requested Entity"と受信"Bridged Entity"の不一致。
- 1:n双方向において、送信"Requested Entity"と受信"Bridged Entity"の不一致、同様に、送信"Requested Entity"と受信"Requested Entity"の不一致。

不明な要求、または無効なエンティティ番号の要求を受信した場合、それは無視される。近端からの無応答を通知するかは、遠端次第である。

1:N片方向アーキテクチャにおいて、無効信号のSF要求がAPSチャネル経由で受信された場合、送信「要求エンティティ」と受信「ブリッジエンティティ」の不一致は、「プロトコルの故障」と言う結果となるべきではない。

9.15 SF存続タイマ

SF存続タイマはカスケード接続されたODUk SNC/Sプロテクションドメインに渡るプロテクション切替のタイミングを調整することに使用され得る。このタイマは、カスケード構成の任意の上流プロテクションドメインでのプロテクション切替、若しくは、非プロテクトの入力ポートにおける信号故障条件の何れかによる、下流ODUk SNC/Sプロテクションドメインの切替を回避する。

伝送系毎に、信号故障(例えばSF=ODUKT_AI_TSF)の発生状態を、その状態が関連する存続フィルタへの入力において、検証期間の間常時存在することを検知した場合のみ、プロテクション制御処理(またはその後のホールドオフタイマ処理)に通知する。検証期間の長さは10ms以下であるべきである。

注 - SF存続タイマは、[ITU-T G.808.1]に記述されるようにT2時間の一部と考えられ、「SF存続時間及びホールドオフ時間がT2」と理解されるべきである。

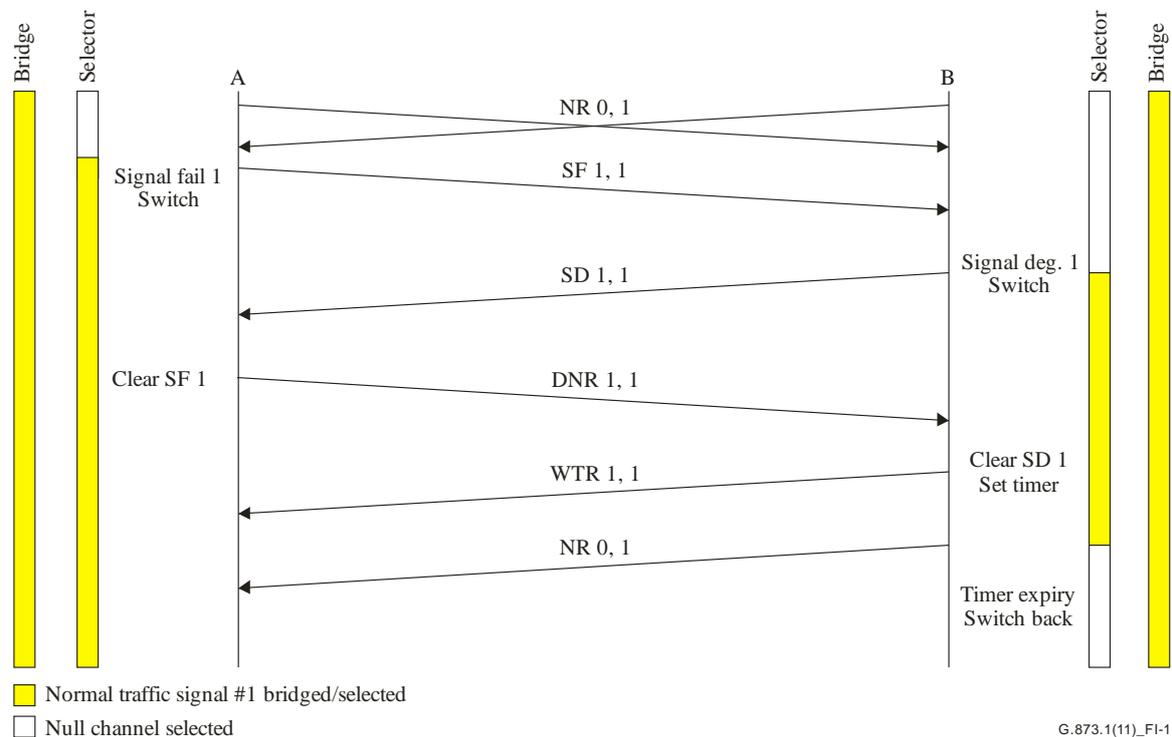
付録 I オペレーションの例

(この付録は、本標準化の必須事項を形成するものではない)

I.1 1+1 片方向切替

APSが存在する場合と、そうでない場合がある。もし、APSが存在せず、ブリッジは常置されていると仮定すると、切替はローカルの要求によって直ちに実行される。もし存在する場合、APSバイトは単なる情報であり、プロテクショングループの操作を制御しない。もしそれらが存在する場合、装置は遠端の状態更新を許容すべきである。

この例は、対向側からの重複するSFおよびSD要求を示している。図の例として、図I.1に切戻しなしで設定されたA端と、切戻りありで設定されたB端の不一致設定が示されている。

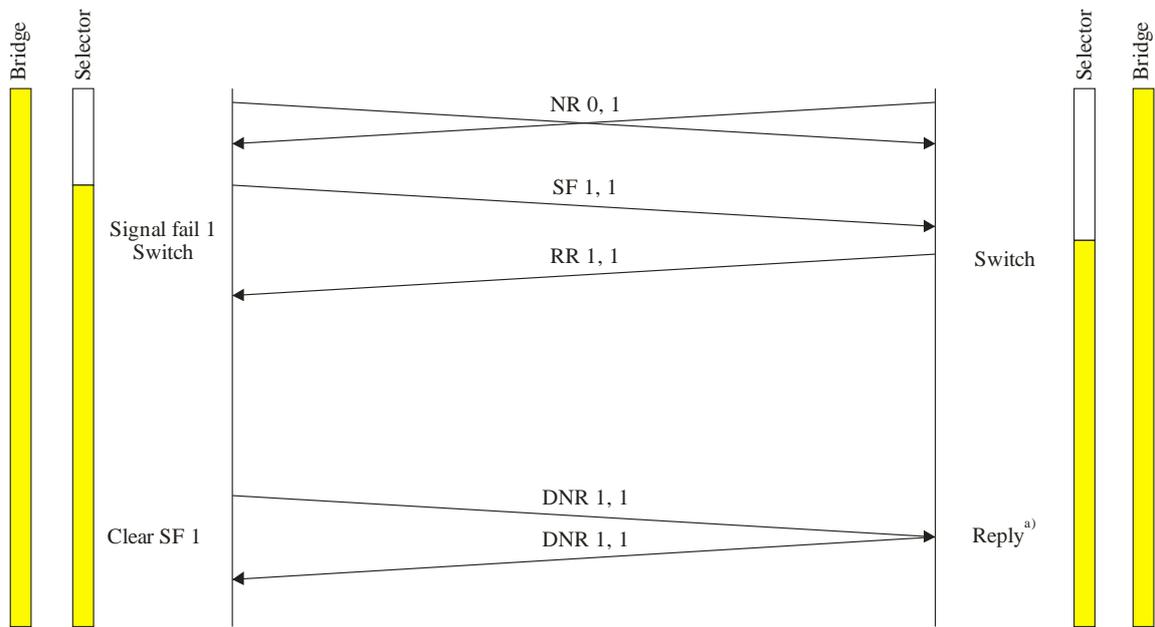


G.873.1(11)_FI-1

図I.1 - 1+1片方向切替におけるAPSメッセージフローの例

I.2 1+1 双方向切替

図I.2の例において、1+1双方向、切戻しなし設定の切替を図示している。パーマネントブリッジは初めからAPSバイトの中で示されているため、切り替えは2段階または3段階ではなく、1段階で行われる。



Normal traffic signal #1 bridged/selected
 Null channel selected

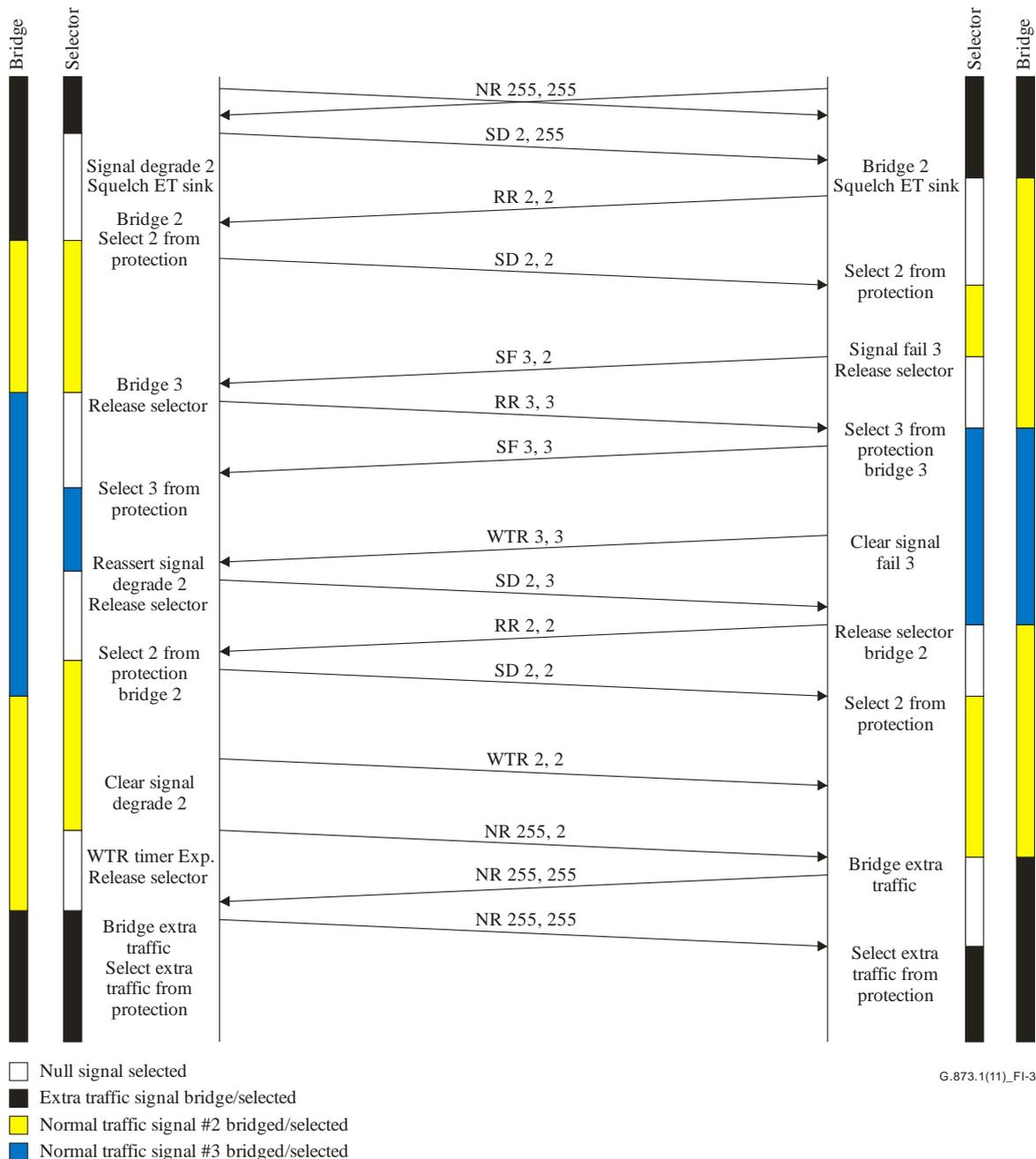
G.873.1(11)_F1-2

a) 履歴的に、DNRはRRによって承認される。ここで、DNRにDNRで応答することで、双方の状態における基本的な違いは生じることはなく、有意義な試験を実施することができる。

図I.2 - 1+1双方向切替におけるAPSメッセージフローの例

I.3 1:n 双方向切替

図I.3はエクストラトラフィック有りの1:n双方向切替の例を示している。#2で作用しているSDが#3で作用しているSFによって先取りされるケースが例示されている。

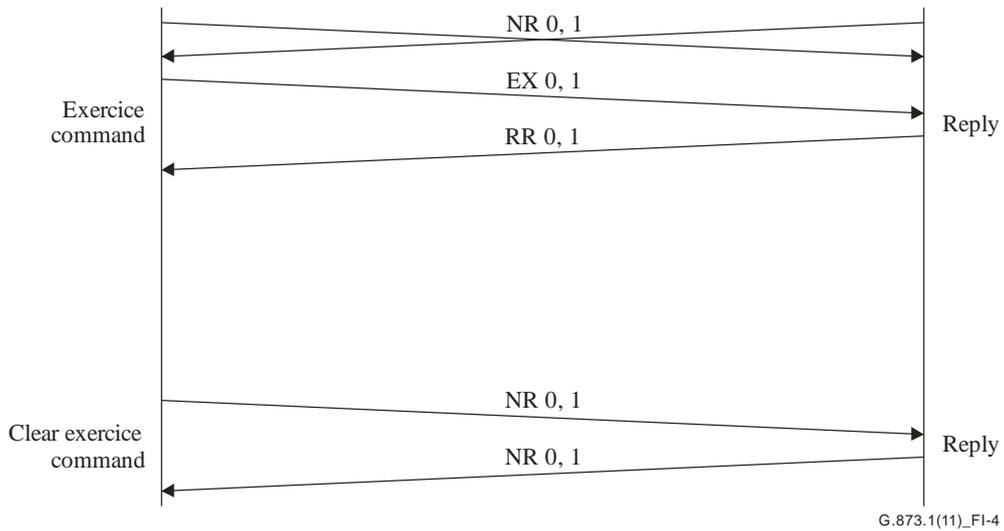


図I.3 - 1:n 双方向スイッチにおけるAPSメッセージフローの例

I.4 Exerciseコマンド操作

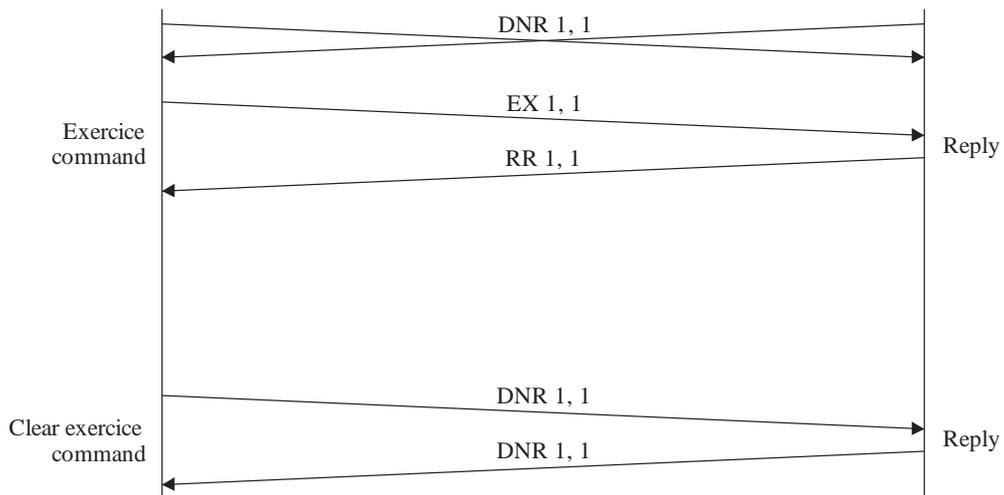
Exerciseコマンドは、遠端が選択操作せずに、双方向切替のAPSチャンネル要求に反応するかどうかをテストする。このコマンドはプロテクショングループの実際の運用を邪魔しないように低優先となっている。他のすべての要求よりも低優先となっているので、現在の要求がNRまたはDNRの場合のみに、有効となる。

図I.4, I.5, I.6 および I.7はExerciseコマンドの動き方の例を示している。すべての場合において、要求またはブリッジされたエンティティ番号はExerciseコマンドに付け替えられる。成功応答は同じエンティティ番号で”RR”を受信している。DNRにDNRと応答させることは、Exerciseコマンドが適切なRR応答を受信していることをテストする方法を提供していることに留意すること。



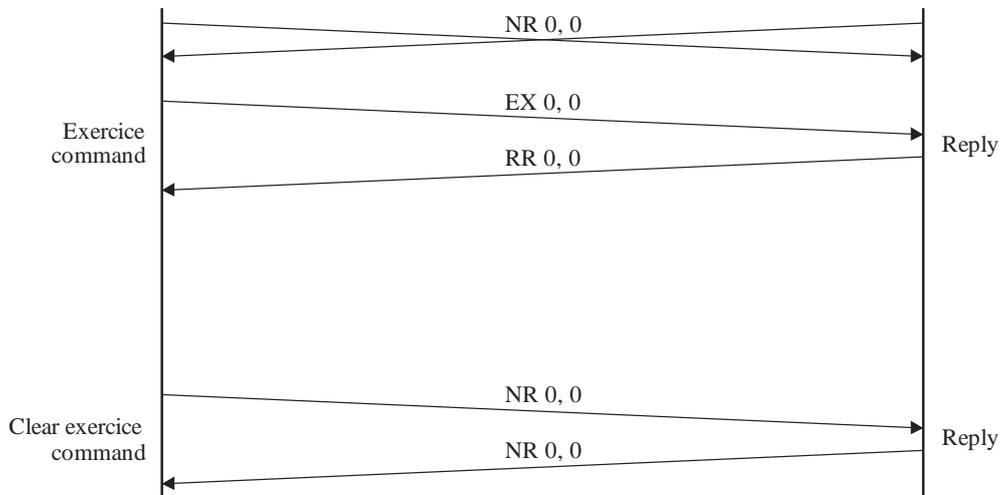
G.873.1(11)_FI-4

図I.4 - 1+1 NR状態からのExerciseコマンド例



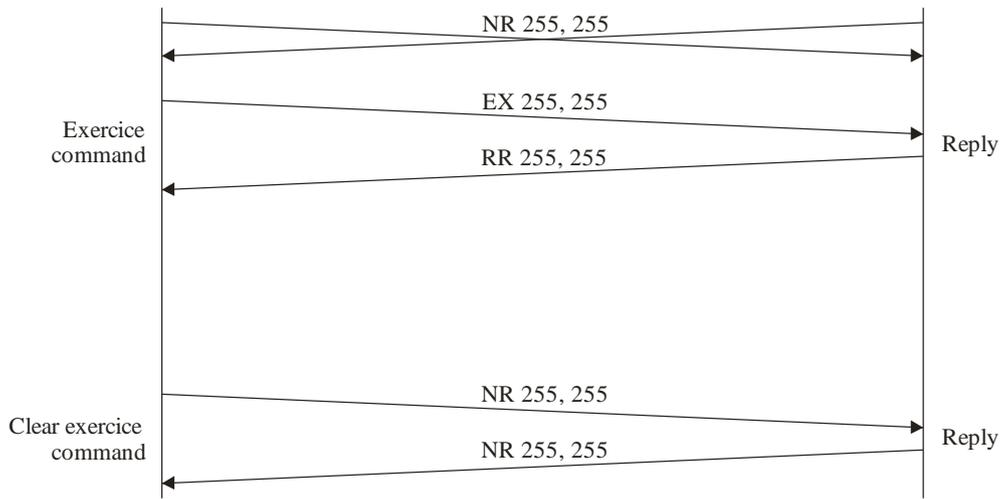
G.873.1(11)_FI-5

図I.5 - 1+1 DNR状態からのExerciseコマンド例



G.873.1(11)_FI-6

図I.6 - エクストラトラヒック無しの 1+n NR状態からのExerciseコマンド例



G.873.1(11)_FI-7

図I.7 - エクストラトラヒック有りの 1:n NR状態からのExerciseコマンド例

付録 II ODUk クライアントプロテクション

(この付録は、本標準化の必須事項を形成するものではない)

II.1 OTNリアクライアントプロテクションのプロテクションアーキテクチャ概要

表II.1は、この付録の解説でサポートされているリアOTNクライアントプロテクションのタイプの概要を示している。

表 II.1-リアOTNクライアントプロテクションアーキテクチャと関連する監視の概要

プロテクションアーキテクチャ	切替タイプ	プロテクションサブクラスと監視	プロテクション切替におけるODU系、単一/グループ	APSチャネルの使用MFASのビット6~8	冗長化されたのサーバレイヤ	プロテクション切替の系	使用トリガー要因
1+1	Unidir	SNC/Nc	Individual	No	One or more HO ODUk and/or OTUk	LO	LO ODU TSF/TSD + LO OPU-CSF
1+1	Unidir	SNC/I	Individual	No	One LO ODUk	Client	Client_CI_CSF Client_CI_SSD
1+1	Bidir	SNC/I	Individual	LO 000	One LO ODUk	Client	Client_CI_CSF Client_CI_SSD
1:1	Bidir	SNC/I	Individual	LO 000	One LO ODUk	Client	Client_CI_CSF Client_CI_SSD

II.2 OTNリアクライアントプロテクションのクライアントSNC/Ncプロテクションアーキテクチャのモデル

表II.1は、表II.1に表示されているクライアントSNC/Nc構成の概要を示している。このプロテクションは、予備系へのインプットとしてODU接続機能とODU NIM OTNのCI_SSF CI_CSF情報を使用する。これは1+1 ODUk SNC/Nプロテクション方法として特別なバージョンであり、オプティカルペイロードユニット(OPU)のクライアント信号故障(CSF)表示に符号化されるように、入力クライアント信号の状態が、追加の信号故障条件として使用されている。

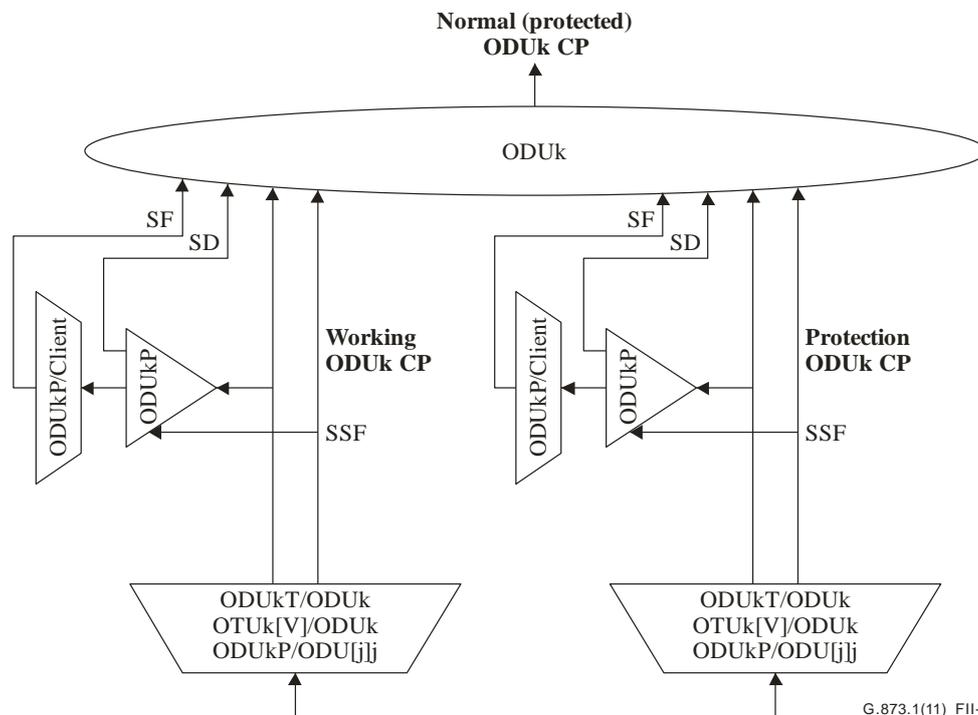
監視方法

Non-intrusive with client fail - プロテクション切替は、プロテクショングループの受信端でのODUkPトレイルとOPUk-CSFの非侵入型監視が契機となる。

注 - この監視タイプは、デュアルルート1+1 p2mpおよび片方向切替でSNC/Nc保護されたODUk接続におけるプロテクション切替もサポートすることを意図しており、これらはコンテンツ配布アプリケーションに実装されている。

プロテクションアーキテクチャ

Dual-root 1+1 - デュアルルート1+1アーキテクチャにおいては、同じ内容で、一般的にOTNの異なる箇所に適用された2つの単方向クライアント信号が保護される。一方のクライアント信号は現用系のODUkコネクションで運ばれ、もう一方のクライアント信号は予備系のODUk接続で運ばれる。切り替えは、ODUkとOPUkの監視によって受信端において完全に実施される。



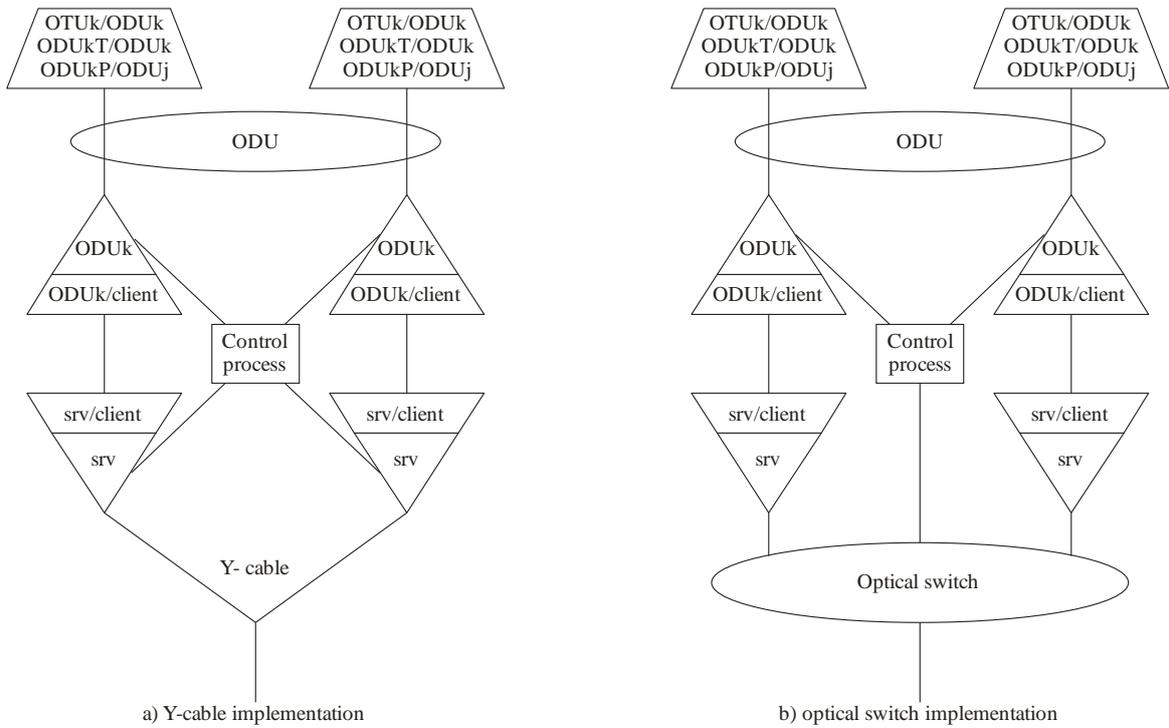
図II.1 - SNC/Ncプロテクションの機能要素

図 II.1は、SNC/Ncプロテクションに関連する機能要素を示している。OTUk[V]/ODUk_A、または ODUkT/ODUk_A、ODUkP/ODUj_A機能のいずれかに由来する現用系および予備系のODU_CIは、SFおよびSDプロテクション切替基準を規定するODUkPおよびODUkP/Clientの非侵入型監視により監視される。プロテクションは、クライアント信号の障害下でOPUK-CSFを有効化できる、特定のODUk/Clientアダプテーション生成機能に依存しなければならず、例として、1GEストリームの障害下でOPU0-CSFを有効化できるODU0P/ETC3_A_So機能がある。

II.3 OTNリニアクライアントプロテクションのclient SNC/Iプロテクションアーキテクチャモデル

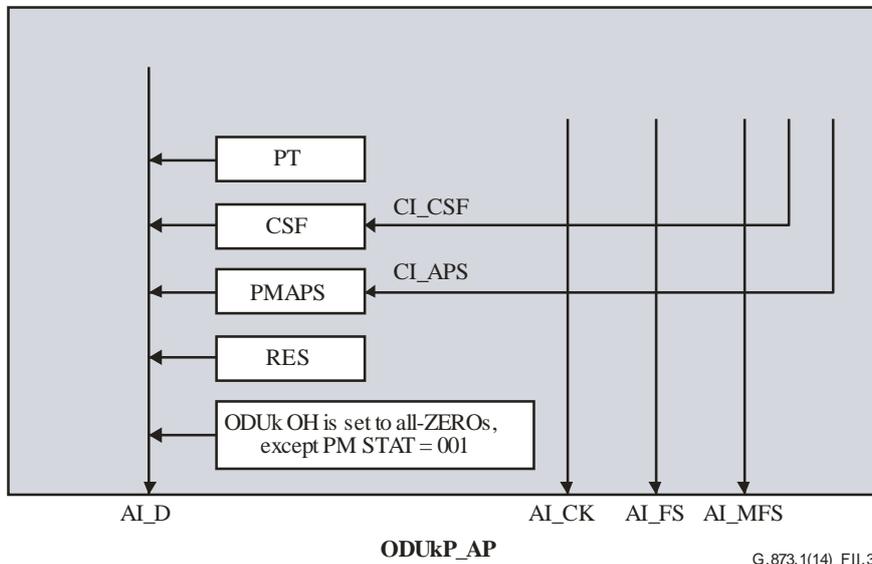
図II.2は表II.1に表示されているclient SNC/I構成のモデル概要を示している。このプロテクションは、予備系へのインプットとしてOTN外部のクライアント接続機能とOTNのOPU-CSF転送を使用する。

SNC/Iクライアントプロテクションは、クライアント信号を、クライアントからネットワーク方向において、2つの異なるポートに分岐させることを要件としている。各ポートはそのクライアントをODUkにマッピングし、その2つのODUkは、あたかも関係付けられておらず、冗長を取られていない信号のようにOTNを伝送する。遠端では、2つのODUkはそれぞれ終端され、クライアント信号は復元される。どちらか一方のクライアント信号はODUkオーバーヘッド (OPU-CSFを含む) の監視に基づいて伝送される。2つの異なる選択メカニズムは、図II.2で示される通り、可能である。オプション (a) は、Yケーブルを使用し、どちらがより良い信号を提供できるか、およびどちらがクライアントターミネーション機能 (srv_TT) を制御するか (2つのトランスミッターのうち1つだけがアクティブであるような) を決めるために、ODUkPトレイルターミネーション機能も使用する。オプション (b) は、外部の光スイッチをセレクタと共に使用し、ODUkPトレイル終端機能によって制御される。クライアントのAPS情報は、ODUk PM APSチャンネルで伝送される。このチャンネルへのアクセスは、[ITU-T G.798] に記されているODUkP/CBRアダプテーション機能の拡張バージョンを介して提供される。この拡張はODUk PM APS 挿入、および図II.3 と II.4に図示される抽出プロセスのサポートを含んでいる。



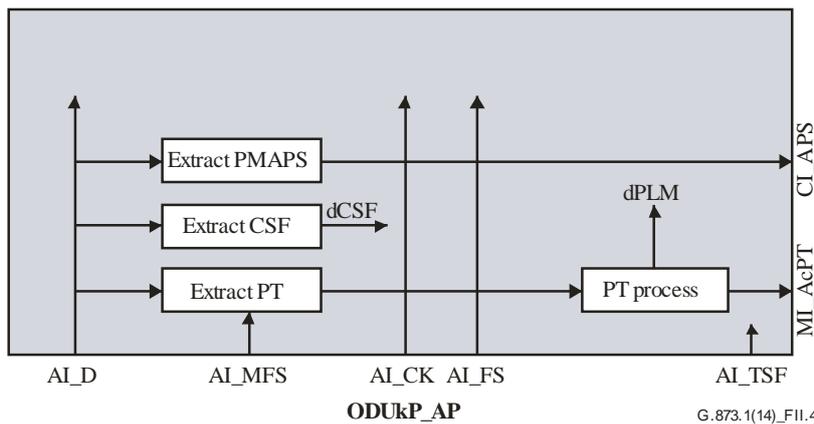
G.873.1(11)_FII-2

図II.2 - OTNクライアントSNC/Iプロテクションモデル



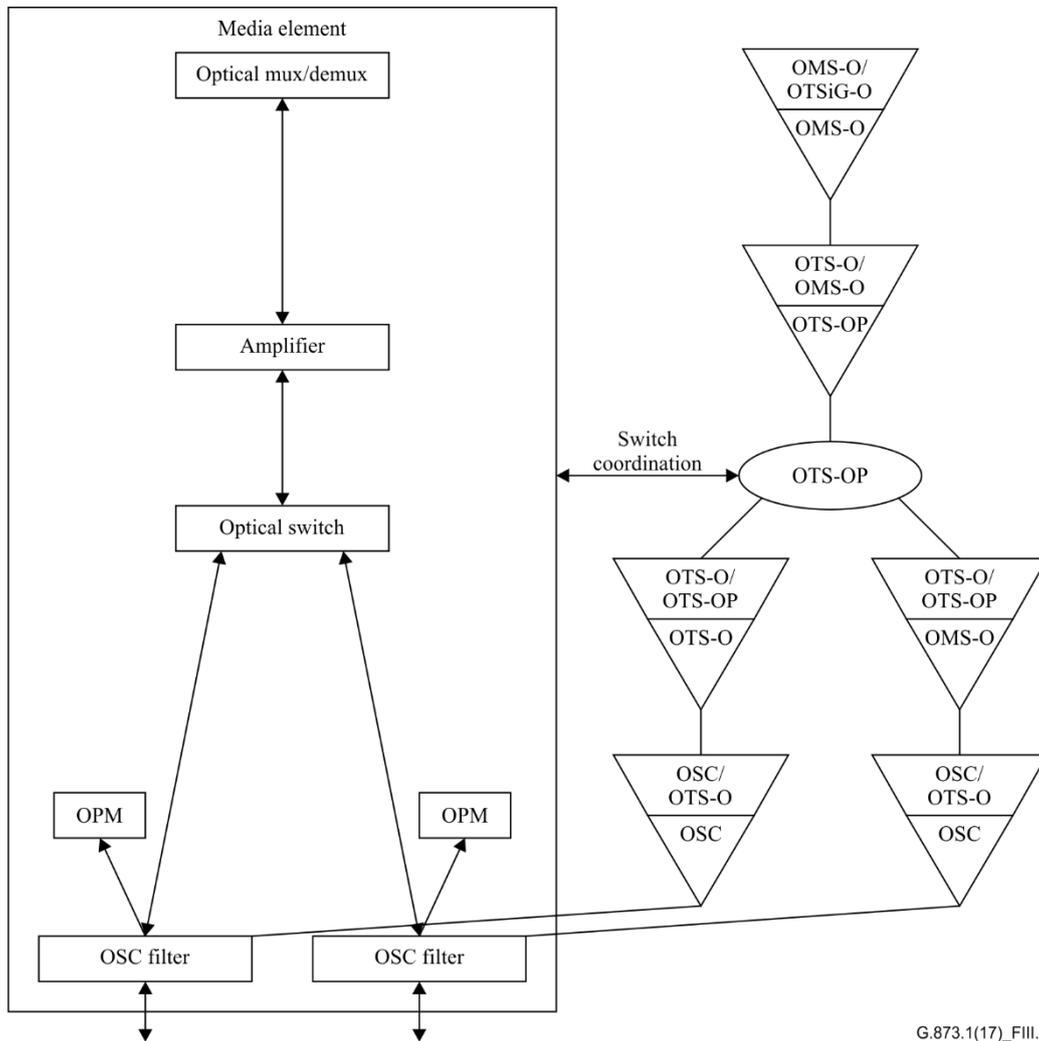
G.873.1(14)_FII.3

図II.3 - ODUkP/CBRアダプテーション生成機能におけるODUk PM APSアクセスのサポート



G.873.1(14)_FII.4

図II.4 - ODUkP/CBRアダプテーション終端機能におけるODUk PM APSアクセスのサポート

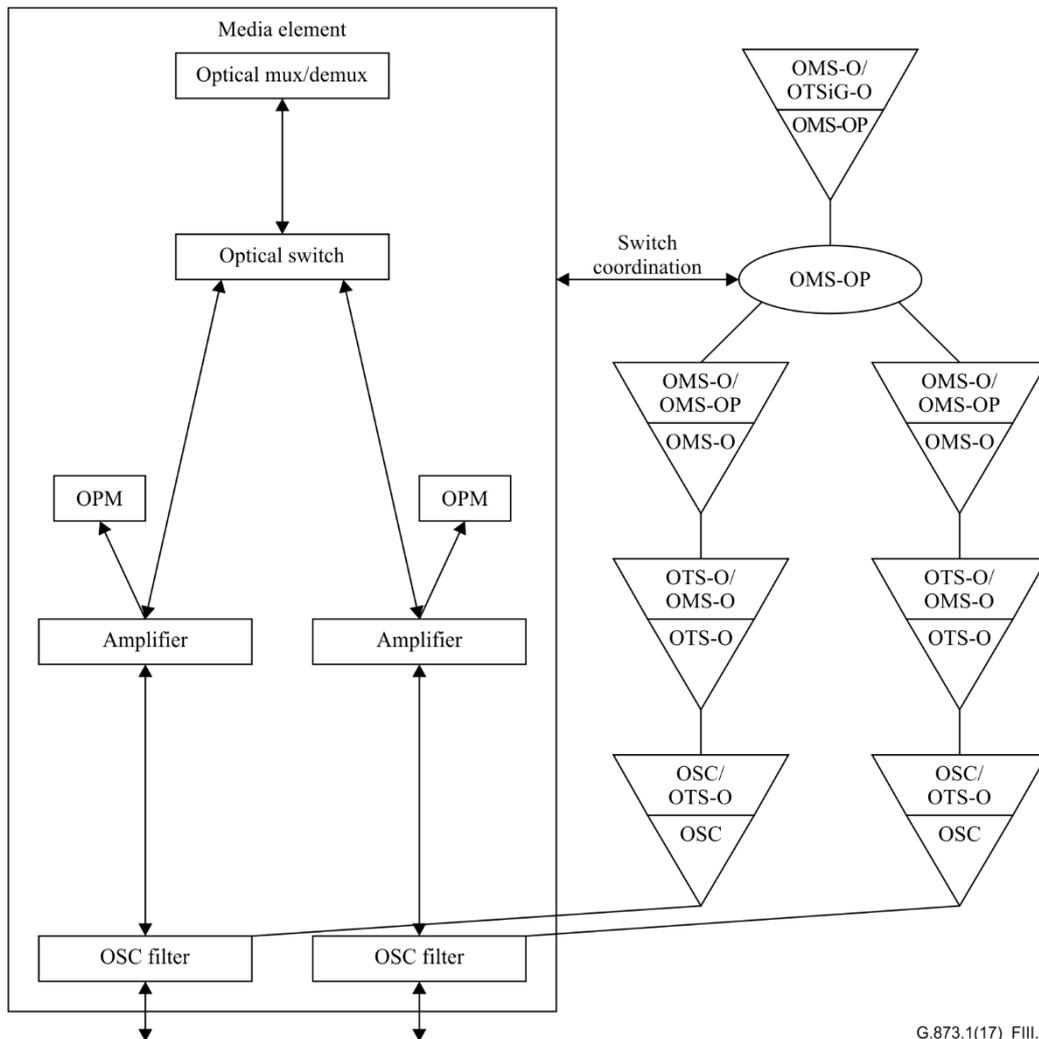


図III.2 - OTS OSME プロテクション

G.873.1(17)_FIII.2

OMS OSME protection

冗長化されたOMSのメンテナンス系は2つのノード間に提供される。このケースでは、現用系と予備系のリンクに、分離されたOSCチャンネルが存在し、伝送媒体上の要素はそれぞれのリンクに別々の増幅器を持っており、そして、それぞれのリンクに別々のOTS-Oオーバーヘッドがある。トレイルプロテクションはOMS-Oサブレイヤに使用される。光スイッチやOMS-Oトレイルプロテクションは、一緒に切り替わるように調整される。これは図III.3に示されている

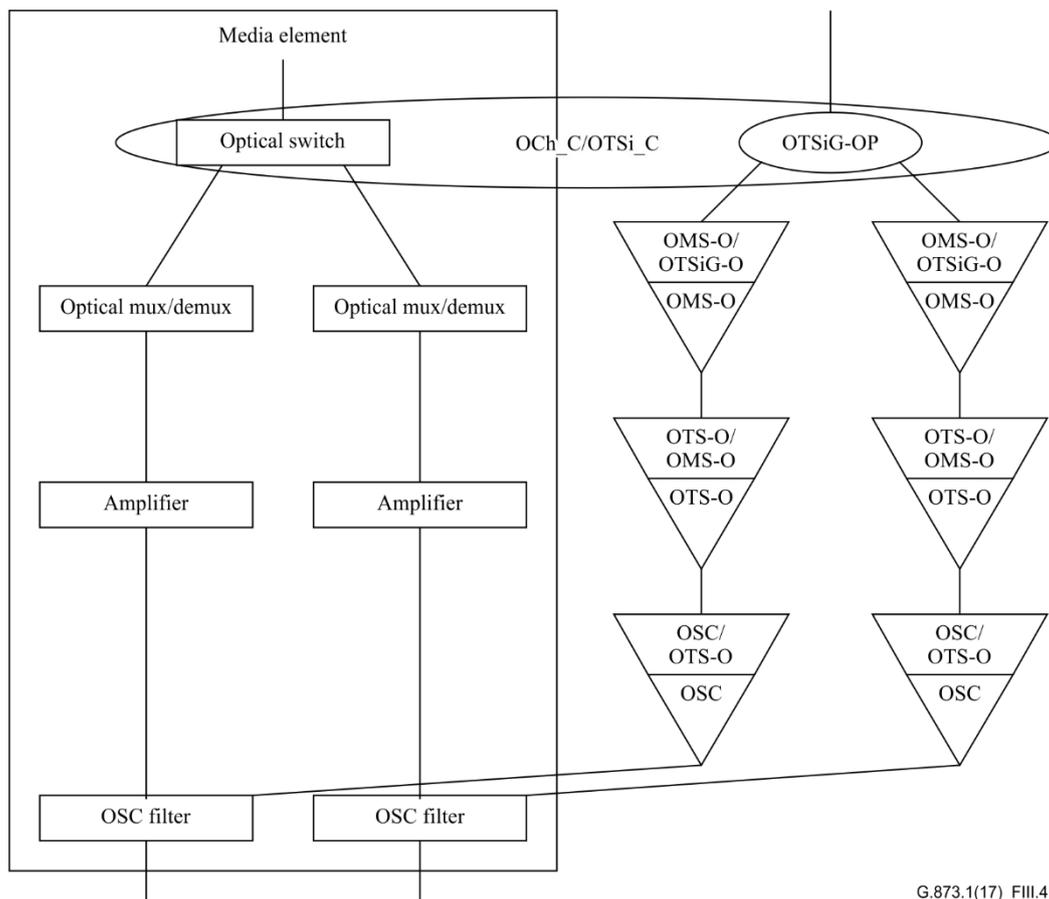


G.873.1(17)_FIII.3

図III.3 - OMS OSME プロテクション

Individual OTSi(G) protection

光スイッチ(またはそのようなスイッチー式)は個々のOTSi(またはOTSiGを構成する一式)を保護するために、光多重の前に使用されうる。このケースでは、それぞれのリンクに、分離したOMS-Oトレイルがあり、OTSiG-Oは保護される。旧モデル(G.798にととも詳細に述べられているOCh SNCプロテクションを示す)で継続性を維持するために、個々のOTSiプロテクションは、OChまたはOTSi SNCプロテクションとしてモデル化することができ、これは“光の接続”(言い換えれば、適切な媒体のチャネル)とオーバーヘッド接続は、設定および切り替えられる必要があるという理解のもと行われる。これは図III.4に示される。

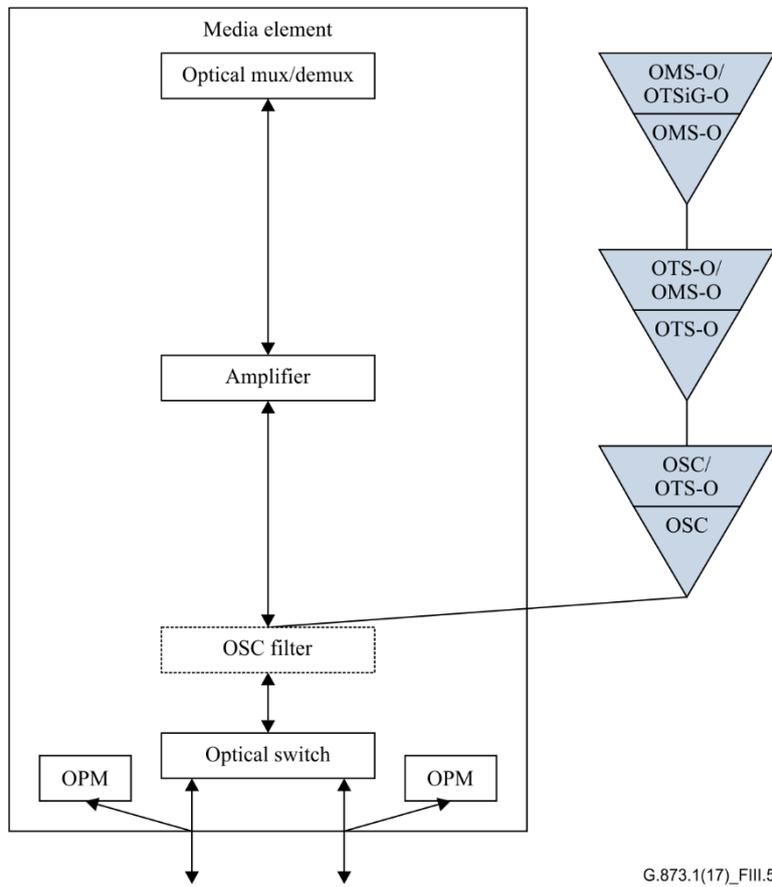


G.873.1(17)_FIII.4

図III.4 - OChまたはOTSi SNCプロテクション

Media protection below the OSC filter

このケースでは、OSCがまだ終端されていないため、プロテクションのオーバーヘッド部は無い。



G.873.1(17)_FIII.5

図III.5 - OSCフィルタ下の伝送媒体プロテクション

参考文献

- [b-ITU-T G.805] Recommendation ITU-T G.805 (2000), Generic functional architecture of transport networks.
- [b-ITU-T G.841] Recommendation ITU-T G.841 (1998), Types and characteristics of SDH network protection architectures.
- [b-ITU-T G.872] Recommendation ITU-T G.872 (2017), Architecture of optical transport networks.