

TTC標準
Standard

JT-G873.2

ODUk共有リングプロテクション

ODUk shared ring protection

第1版

2020年5月21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>	4
1 適用範囲	5
2 参考文献	5
3 定義	5
3.1 他で定義された用語	5
3.2 本標準で定義された用語	5
4 略語	6
5 規則	6
6 OTN共有リングプロテクションのアプリケーション	6
6.1 共有リングプロテクションの属性	6
6.2 プロテクション種別	7
6.3 アプリケーションの考察	10
6.4 エクストラトラヒックの使用	14
7 ODU SRP	15
7.1 2ファイバと4ファイバのODU SRPタイプ	15
7.2 ODU SRPにおける折り返し切替アプリケーション	19
7.3 ODU共有リングプロテクションの方路切替アプリケーション	40
8 相互運用アーキテクチャ	40
8.1 単一ノード相互接続	40
8.2 二重ノード相互接続	41
付属資料 A ネットワークオブジェクト	55
付録 I ODU SRPにおけるプロテクション切替の例	56
I.1 4ファイバリングにおける片方向の信号故障(スパン)	56
I.2 片方向の信号故障(リング)	58
I.3 双方向の信号故障(リング)	61
I.4 片方向の信号故障(リング)	63
I.5 ノード故障	65
I.6 隣接していないスパンにて片方向のSD-Sを先取りする片方向のSF-R	67
I.7 隣接スパン上の片方向SF-Rを先取りする片方向SF-S－非隣接ノードでのSF-SおよびSF-R 検出	69
I.8 隣接スパン上の片方向SD-Sを先取りする片方向SF-R	71
I.9 非隣接スパン上の片方向SF-Rと共存する片方向SF-R	74
I.10 エクストラトラヒック能力を持つリング上でのノード障害	75
I.11 隣接スパンの片方向SF-Rを先取りする片方向SF-S－隣接ノードで検出されるSF-SとSF-R	76
付録 II 一般化されたスケルチ論理	80
II.1 片方向(および双方向)回線のためのスケルチ	80
II.2 多重分岐と多重送信片方向回線のためのスケルチ	81
付録 III リング構成例	84
III.1 2-ファイバ/2-ラムダ、2-ファイバ/4-ラムダおよび4-ファイバ/4-ラムダSRP-Pリング (22SRP-P、24SRP-P、44SRP-P) 構成例	84
III.2 2ファイバ/4ラムダ、4ファイバ/4ラムダSRP-1リング(24SRP-1、44SRP-1) 構成例	85
III.3 ODU SRPグループプロテクションの例	85

<参考>

1. 国際勧告との関係

本標準は、ITU-T勧告2015年8月版のG.873.2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	2020年5月21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

1 適用範囲

本標準は、光トランスポートネットワーク (OTN) における光チャネルデータユニットk (ODUk) 共有リングプロテクション (SRP) をサポートするための自動プロテクション切替 (APS) プロトコルを規定する。

共有リングプロテクションはラムダ当たり1 ODUのSRP-1とラムダ当たりp ODUを持つSRP-pの二つの切替タイプを提供する。SRPはODUクロスコネクタの物理リング内のODUを保護する。

その相互接続は [ITU-Y G.709] で規定された一般的なタイプの光伝送モジュールn (OTM-n) である。そのネットワークオブジェクトは付属資料Aで与えられる。

2 参考文献

以下に列挙するITU-T 標準その他の参考文献には、本標準の本文で参照されることにより本標準の一部となる規定が記載されている。表示されている各版数は、本標準が公開される時点で有効であった版数を表す。標準その他参考文献は、いずれも変更される可能性があり、本標準を使用する際には、それぞれ最新版が発行されていないか確認すべきである。なお、有効なITU-T標準の一覧は定期的に公開されている。なお、本標準において特定の文書を参照する場合であっても、その文書を単独で標準として取り扱うものではないことに留意しなければならない。

[ITU-T G.709]	Recommendation ITU-T G.709/Y.1331 (2012), Interfaces for the optical transport network.
[ITU-T G.798]	Recommendation ITU-T G.798 (2010), Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks.
[ITU-T G.805]	Recommendation ITU-T G.805 (2000), Generic functional architecture of transport networks.
[ITU-T G.806]	Recommendation ITU-T G.806 (2006), Characteristics of transport equipment – Description methodology and generic functionality.
[ITU-T G.808.1]	Recommendation ITU-T G.808.1 (2014), Generic protection switching – Linear trail and subnetwork protection.
[ITU-T G.841]	Recommendation ITU-T G.841 (1998), Types and characteristics of SDH network protection architectures.
[ITU-T G.870]	Recommendation ITU-T G.870/Y.1352 (2012), Terms and definitions for optical transport networks.
[ITU-T G.872]	Recommendation ITU-T G.872 (2001), Architecture of optical transport networks.
[ITU-T G.873.1]	Recommendation ITU-T G.873.1 (2006), Optical Transport Network (OTN): Linear protection.
[ITU-T G.874]	Recommendation ITU-T G.874 (2001), Management aspects of the optical transport network element.

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。

- 3.1.1 APS-byte pass-through: APSバイトパススルー: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.2 APS channel: APSチャネル: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.3 crossing APS-bytes: 交差するAPSバイト: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.4 default APS code: デフォルトAPS符号: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.5 entity: エンティティ: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.6 extra traffic signal: エクストラトラヒック信号: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.7 full pass-through: 完全パススルー: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.8 head end: 送信端: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.9 normal traffic signal: 通常のトラヒック信号: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.10 null signal: 無効信号: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.11 protection communication channel: プロテクション通信チャネル: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.12 protection group: プロテクショングループ: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.13 signal: 信号: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.14 SRP-1: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.15 SRP-p: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.16 steering: 方路切替: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.17 tail end: 受信端: [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.18 pass-through: パススルー: [ITU-T G.841] 参照
- 3.1.19 ring switch: リング切替: [ITU-T G.841] 参照
- 3.1.20 span switch: スパン切替: [ITU-T G.841] 参照
- 3.1.21 wrapping: 折り返し切替 [ITU-T G.841] 参照

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
DNR	Do Not Revert	切り戻し禁止
ET	Extra Traffic	エクストラトラヒック
EXER	Exercise	試験
FS	Forced Switch	強制切替
GCC	General Communication Channel	汎用通信チャンネル
HO	Highest Order	高次
LO	Lowest Order	低次
MS	Manual Switch	手動切替
NE	Network Element	ネットワークエレメント
NIM	Non-Intrusive Monitor	非侵入型監視
NR	No Request	要求なし
NUT	Non-pre-emptible Unprotected Traffic	先取りされない非冗長トラヒック
ODUk	Optical channel Data Unit k	光チャンネルデータユニットk
OPU	Optical channel Payload Unit	光チャンネル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 channel Transport Unit k	光チャンネルトランスポートユニットk
PCC	Protection Communication Channel	プロテクション通信チャンネル
RR	Reverse Request	逆方向リクエスト
SD	Signal Degrade	信号劣化
SF	Signal Fail	信号故障
SNC	Sub-Network Connection	サブネットワーク接続
SNC/N	Sub-Network Connection with Non-intrusive monitoring	非侵入型監視を持つサブネットワーク接続
SNCP	Sub-Network Connection Protection	サブネットワーク接続プロテクション
SRP-n	Shared Ring Protection of n ODU per Lambda (n=1, p)	ラムダあたりn ODUの共有リングプロテクション(n=1, p)
TCM	Tandem Connection Monitoring	タンデム接続監視
WTR	Wait-To-Restore	復旧待ち

5 規則

この標準で使用されているように、高次 (HO) および低次 (LO) は共有リングサブネットワークの観点から指している。

6 OTN共有リングプロテクションのアプリケーション

6.1 共有リングプロテクションの属性

- ラムダ当たりp個の光チャンネルデータユニット (ODU) の共有リングプロテクション (SRP-p) の冗長切替は、リング上の全てのノード間において高次 (HO) ODUを基に行われる。低次 (LO) ODU信号の束は LO ODUkがリング上をHO ODUkによって運ばれる時に切り替えられる。各HO ODUkで自動プロテクション切替 (APS) が使用される。
- SRP-1冗長切替は、LO ODUが一つのOTUkによって、またはリング上をより高次の (HO) ODUサーバーのクライアントとして運ばれる時、そのODUkのリング上の入出力ポイント間でLO ODUkサブネットワーク接続 (SNC) 単位またはタンデム接続単位で行われる。
- SRP-pにおいて、考慮されるペイロードタイプはPT21である。一方、原則として、PT20もサポート可能だが、混在したペイロード構造を使用すると、相互接続の問題が発生するため、推奨されない。
- LO ODU SRPには、2ファイバと4ファイバでアーキテクチャ上の違いはない。現用系または予備系が同一でも異なっても、スパンに配線されたファイバ数の違いは、最終的な信頼性に影響するが、アーキテクチャまたは切替には影響しない。
- (HO ODUとしても引用されている) SRP-pには、2ラムダと4ラムダでアーキテクチャ上の違いがある。2ラムダアーキテクチャにおいて、HO OPUペイロードは現用系、予備系と先取りされない部分に分割されなければならない。4ラムダアーキテクチャにおいて、全ての現用系トラヒックは一つのHO ODUによって運ばれ、全ての予備系トラヒックは別のHO ODUによって運ばれる。ITU-T G.709 OTNでは、波長単位の障害モードは、現用系と予備系の ODUkが同じファイバ上にある場合でもスパン切替で対応すればよい。
- 与えられたリングにおける隣接ノード間の各接続は現用系エンティティと予備系エンティティから成る。これらのエンティティは同じファイバを介して、または隣接するノード間の2つの異なるファイバを介して提供されてもよい。

- 一つのファイバ内の多くのODUkが一つのグループに属している時、グループプロテクションは一つのファイバ内のAPSインスタンスの数を減らすことができる。グループプロテクションは [ITU-T G.808.1] の11.1.2項と11.3.1項に記載されている信号故障グループ/信号劣化グループ (SFG/SDG) 仕様に基づくトリガを契機に行うことができる。

6.2 プロテクション種別

本節では、本標準内で定義するODU SRPアーキテクチャの一般的事項について述べる。

ODU SRPは、内在型監視をもつODUリング型サブネットワーク接続グループプロテクション (SNCG/I) である。

図6-1は、N個のOPUkトリビタリスロット容量 (ODU SRP-p) の2ファイバ/2ラムダ ODUj SRPノードのモデルを表している。OTUkセクション監視とODUkパス監視の端点では、OTUkとODUk信号を終端する。ODUk内のODUj信号は、SRPによって冗長化されるか、または、先取りされる非冗長か先取りされない非冗長となる (先取りされるか先取りされない非冗長)。

図6-2は、2N個のOPUkトリビタリスロット容量の4ラムダODUj SRPのモデルを表している。4ラムダは、4本または2本のファイバにて伝送してもよい。2本のファイバで伝送される時、現用系と予備系は同じリスクを共有するグループとなり、2ファイバ/2ラムダ ODU SRPの倍の容量のバージョンとして提供される。OTUkセクション監視とODUkパス監視の端点では、OTUkとODUk信号を終端する。ODUk内のODUj信号は、SRPによって冗長化されるか、または、先取りされる非冗長か先取りされない非冗長となる (先取りされるか先取りされない非冗長)。

図6-3は、単一のODUk容量 (ODU SRP-1) の4ラムダODUk SRPのモデルを表している。OTUkセクション監視とODUkタンデム接続監視 (TCM) の端点では、OTUkとODUk TCMレベルを終端し、ODUkはSRPによって冗長化されるか、または、先取りされる非冗長となる (先取りされるか先取りされない非冗長)。

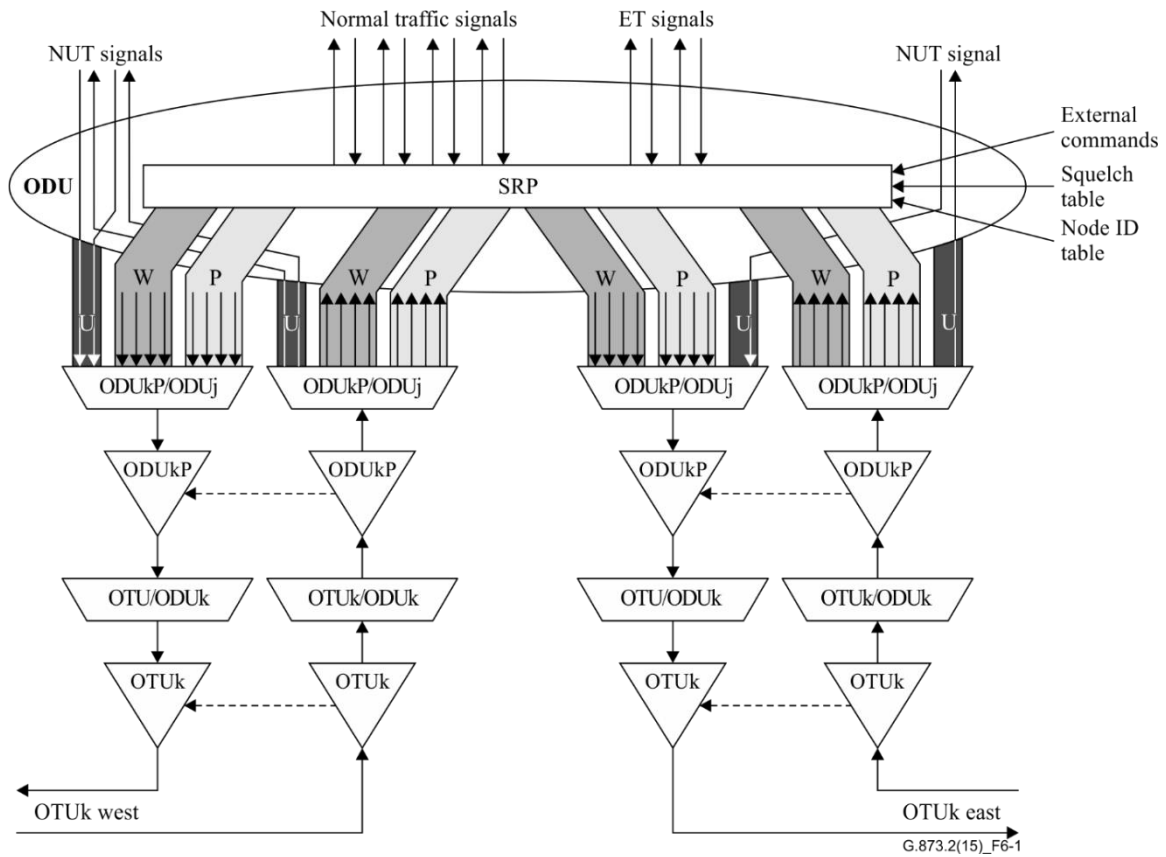


図6-1 先取りされない非冗長トラヒックとエクストラトラヒックを含むN OPUkトリビタリスロット容量を持つ2ファイバ/2ラムダプロテクションリングの機能モデル

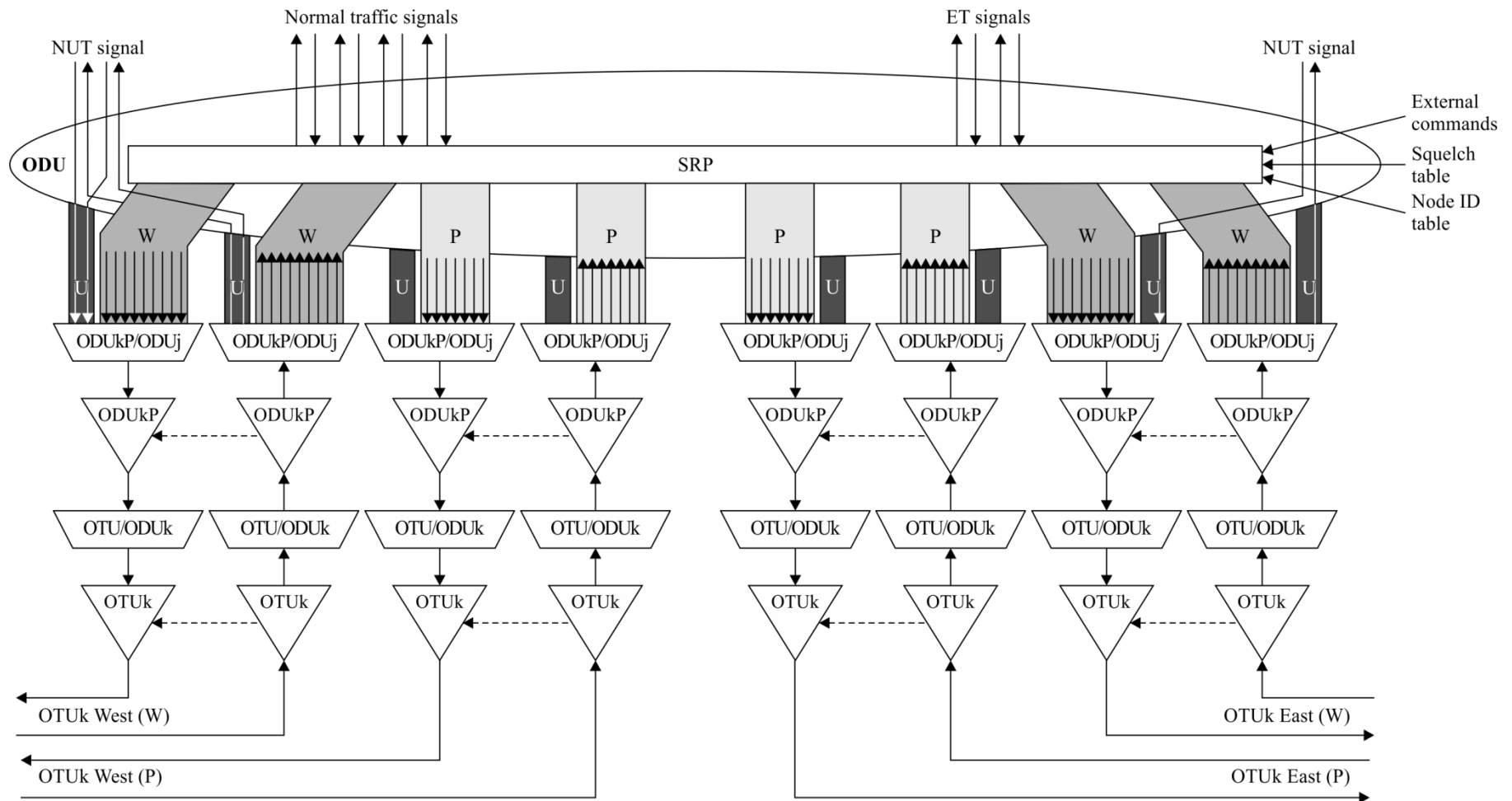
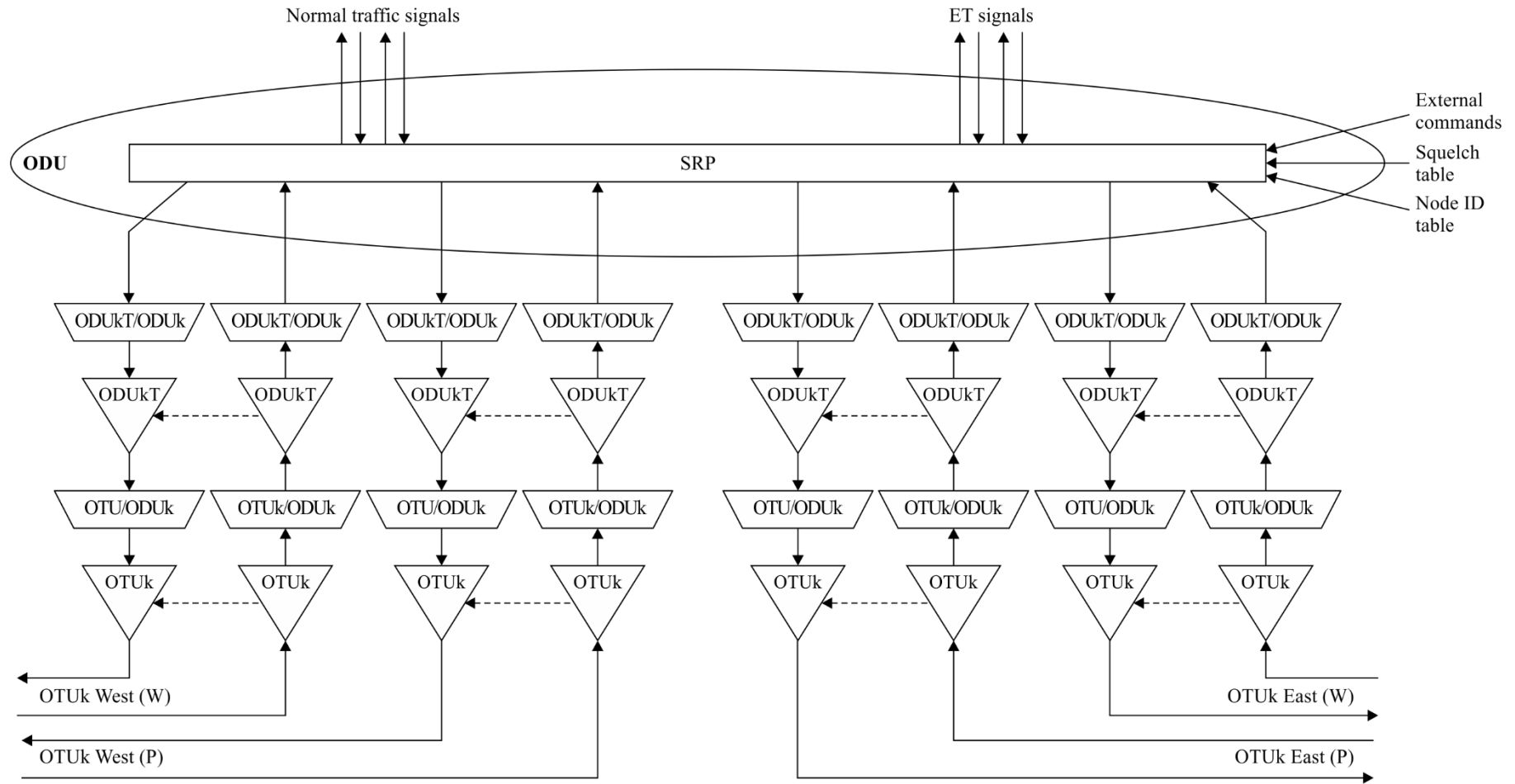


図6-2 先取りされない非冗長トラヒックとエクストラトラヒックを含む2N OPUkトリビタリスロット容量を持つ4ラムダODU SRPリングの機能モデル



G.873.2(15)_F6-3

図6-3 エクストラトラフィックを含む単一のODUk容量を持つ4ラムダODU SRPリングの機能モデル

6.3 アプリケーションの考察

この章では様々な冗長アーキテクチャによって得られる可能性のあるいくつかの利点について一般的事項を記述する。

6.3.1 ODU SRP (折り返し切替アプリケーション)

ODU SRPは次のタイプに分類される:2ファイバ/2ラムダ、2ファイバ/4ラムダ、4ファイバ/4ラムダ。リングのAPSプロトコルは全てのタイプに対応する。

ODU SRPにおいて、現用系のトリビタリスロットはこのサービスの冗長化のために予備系のトリビタリスロットが確保されている間、冗長化されている通常のトラヒック信号を運ぶ。予備系のトリビタリスロットは通常のトラヒックの冗長化のために使用されていないとき、エクストラトラヒック (ET) (すなわち、先取りされる非冗長トラヒック (PUT)) を運ぶのに使用されてもよい。通常のトラヒック信号はスパン上で双方向で伝送され、入力方向の通常のトラヒック信号は現用系のトリビタリスロットを一方方向に進むが、それと対の出力方向の通常のトラヒック信号は同じスパン上で反対方向に進む。

通常のトラヒック信号のペア (すなわち、入力と出力) は挿入/分岐される装置間のスパンの容量を使うだけである。よって、図6-4に示すように、これらのリングに配置される通常のトラヒック信号のペアのパターンはODU SRPに配置できる最大負荷に影響する。一つのスパンを通過する通常のトラヒック信号の合計は特定のスパンの最大のトリビタリスロット容量を超えることはできない。

通常のトラヒック信号のパターンによっては、(双方向の) ODU SRPに配置できる最大負荷は同じ光伝送速度と同じファイバ/ラムダの数の同じタイプの片方向リング (すなわち、SNC冗長) に配置できる最大負荷を超えることができる。通常のトラヒック信号がリング上の一つの装置だけに全て向けられている場合を除き、双方向リングと片方向リングが同じ場合、双方向リングには片方向リングに比べ容量の利点が与えられる。

ODU SRPの一つの利点は、このサービスがリングの長距離の経路と短距離の経路の2つの異なる方向のどちらか一方を通ることである。通常、短距離の経路が好まれるが、時にはそのサービスを長距離の経路に通すことが何らかの負荷分散機能を可能にする。

予備系のトリビタリスロットが通常のトラヒック信号の復旧のために使用されていないとき、それらはエクストラトラヒック信号を運ぶために使用することができる。冗長切替のイベントにおいて、現用系のトリビタリスロット上の通常のトラヒックは、予備系のトリビタリスロットからいくつかのエクストラトラヒックを削除させ、予備系のトリビタリスロットにアクセスする。

リング切替の間、障害のスパンに向けて送信された通常のトラヒックは一つの切替装置で予備系のトリビタリスロットへ切り替えられ、反対方向 (すなわち、障害から離れる) へ送信される。このブリッジされたトラヒックは予備系のトリビタリスロット上のリングの長距離の経路をもう一方の切替装置へ進み、予備系のトリビタリスロットの通常のトラヒックは現用系のトリビタリスロットに切り戻される。反対方向では、同様に通常のトラヒックのブリッジと切替が行われる。図6-5にケーブルが切れた場合の反応を示す。

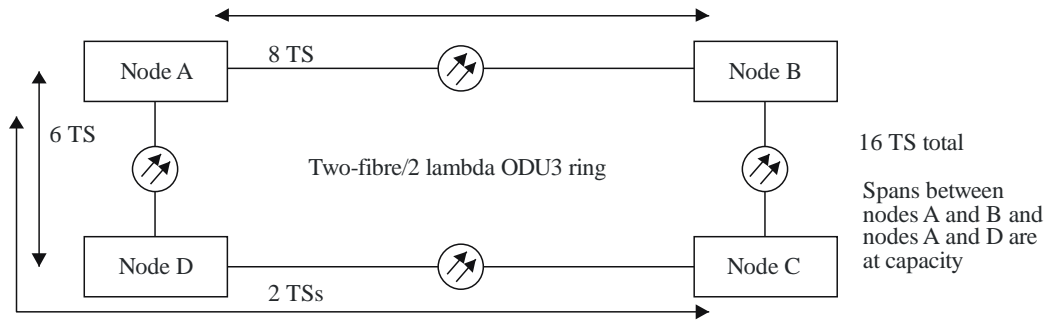
リング切替の間、障害のスパンは事実上、切替装置間の予備系のトリビタリスロットで置き換えられ、リングの長距離の経路を進む。各スパン (障害のスパンを除く) の予備系のトリビタリスロットは復旧に使用され、冗長の容量は事実上、全てのスパンで共有される。

ODU SRPプロトコルは利用可能な帯域幅を次の3つのトリビタリスロットのタイプに分割することを許可する:通常のトラヒックを運ぶために使用される現用系のトリビタリスロット、エクストラトラヒックを運ぶために使用される予備系のトリビタリスロット、先取りされない非冗長トラヒックを運ぶために使用される先取りされない非冗長トラヒック (NUT) のトリビタリスロット。通常のトラヒックはODU SRP APSプロトコルによって障害イベントに対して保護される一方、エクストラトラヒックは予備系のトリビタリスロット上を運ばれる先取りされる非冗長トラヒックである。冗長化目的のために予備系のトリビタリスロットを必要とする可能性のあるいくつかの障害イベントはエクストラトラヒックを先取りすべきである。

NUTはODU SRP APS冗長切替メカニズムによって管理されないトリビタリスロット (すなわち、現用系のトリビタリスロットとそれらに対応する予備系のトリビタリスロット) で運ばれる非冗長トラヒックである。これらのトリビタリスロットで運ばれるトラヒックは非冗長で先取りされない。よって、先取りされない非冗長トリビタリスロットで運ばれるNUTは、エクストラトラヒックに比べ、より高レベルの生存可能性を提供するが、通常のトラヒックに比べ、生存可能性のレベルは低い。

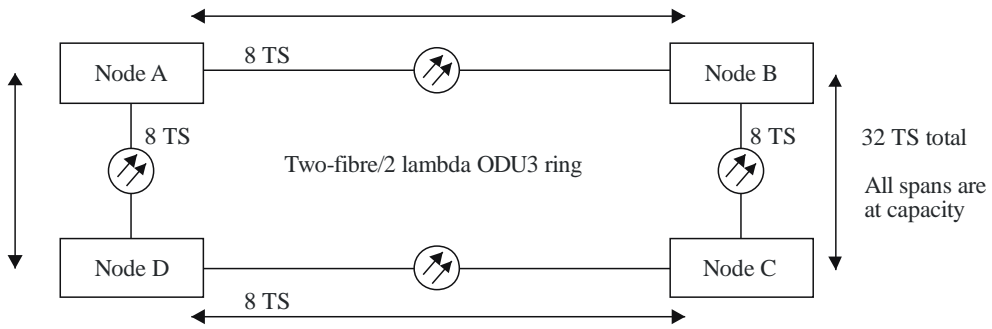
NUTトリビタリスロットの使用例を図6-6、図6-7に示す:

- 図6-6はNUTを使用しているODU SRPに部分的に組み込まれた冗長メカニズムとしてサブネットワーク接続プロテクション (SNCP) が使用される論理的なリングを表す。この配置は、不要な冗長化メカニズムのレイヤリングを回避し、NUTのない同じアプリケーションより帯域効率がよい。
- 図6-7は類似のアプリケーションだが、このケースでは、NUTトリビタリスロットはパケットトランスポートレイヤ (PTN) スイッチとのODU接続をサポートしている。PTNトラヒックは他の方法で冗長化されているか、冗長が不要であるとの仮定において、このNUTのアプリケーションは前の例と同じ利点を持つ。

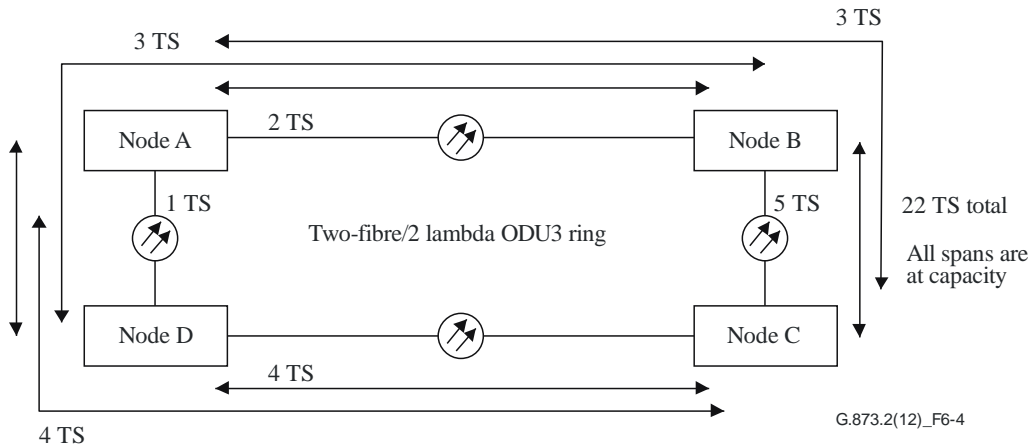


NOTE – Since all the traffic is destined for Node A, and the span between Node A and Node B is full, traffic from Node C routes through Node D, leaving the span between Node B and Node C vacant.

a) All traffic destined for one node, Node A



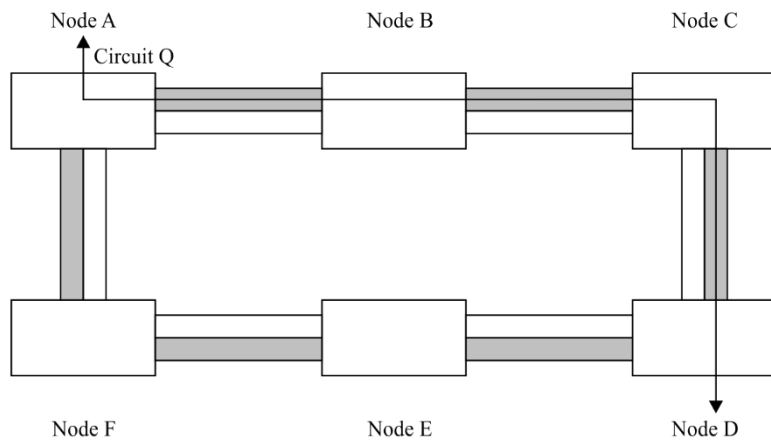
b) All traffic destined for adjacent nodes only



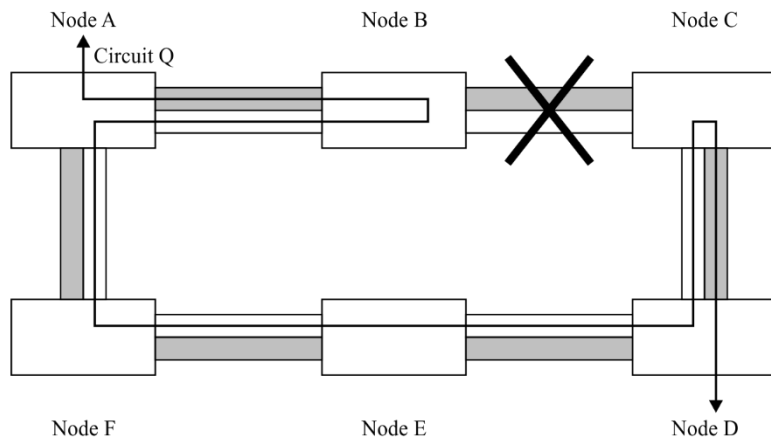
c) Mixed traffic pattern

図6-4 - 双方向ODU SRPの容量に対する需要パターンの影響

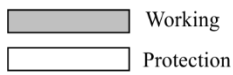
G.873.2(12)_F6-4



a) Normal state



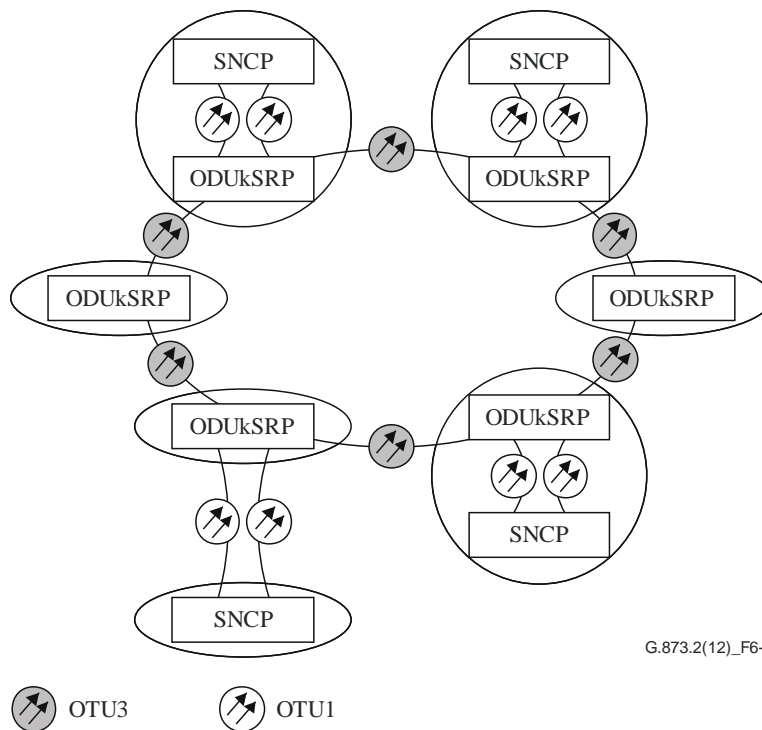
b) Failed state



←→ Circuit transporting service

G.873.2(15)_F6-5

図6-5 - リングスイッチの障害状態における迂回経路の例



G.873.2(12)_F6-6



図6-6 - ODU共有リングプロテクションに部分的に組み込まれた冗長メカニズムとしてSNCPが使用される論理的なリング

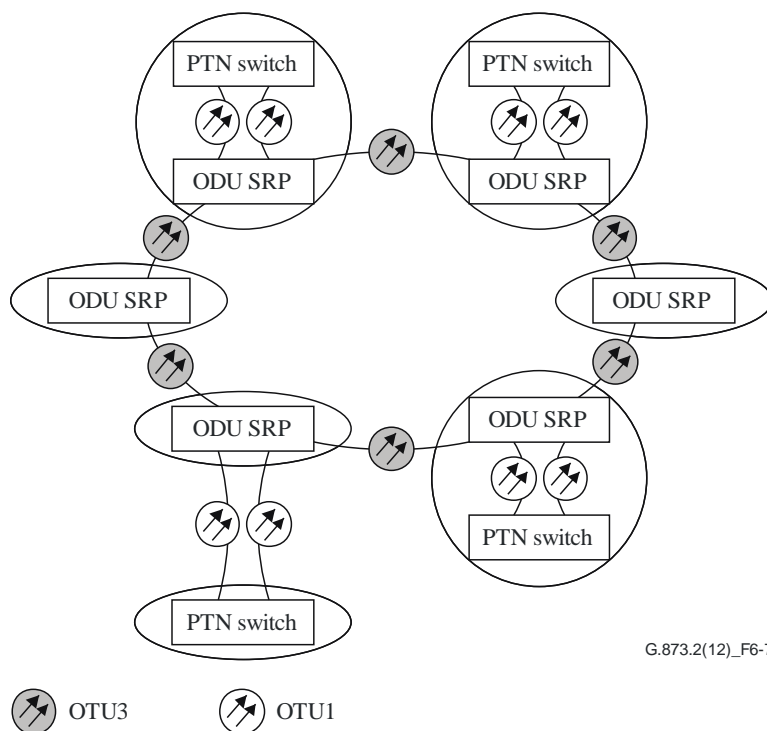


図6-7 - PTNスイッチとの間のODU接続をサポートするNUTチャネル

6.3.2 ODU SRP (方路切替アプリケーション)

このアプリケーションは、追加の要件と動作の特徴を含め、7.3節に記述される。長距離光トランスポートネットワークシステム、すなわち非常に長距離の伝送パス、の固有の特徴のために、一般的なODU SRPのために記述されたアプローチは不十分である。いくつかの障害タイプにおいて、一般的なODU SRPの完全な適合はリングを3回渡る伝送パスの復旧をもたらす。このようなアプローチにおける固有の遅延は性能の劣化をもたらすだけである。

それゆえ、”長距離アプリケーション”のオプションを実装するために要求される追加の詳細は、既存の Protokol を使用し、リング装置で切替手順を増やすことで、上記の問題が解消することを実証する。これらの問題はリング上の装置間の距離が1500kmを超える長距離ネットワークでのみ顕在化することに留意すべきである。この章は長距離アプリケーションの要求を満たすために開発されたが、この章の Protokol 変更は、ODU共有リングプロテクション内の他の高遅延スパンの要求を満たすために使用することができる。

長距離リングネットワークでリング切替が発生したとき、障害によって影響を受ける全ての通常のトラフィックのODUj信号は、それらの送信端装置で障害から遠ざかる予備系のトリビタリスロットにブリッジされる。図6-8に示すように、影響を受けたトリビタリは最後の宛先装置に到着したとき、元々の分岐点に切り替えられる。これは、ローカルの装置リングマップとAPSバイト Protokol を使用して成し遂げられる。図6-5と6-8の違いは予備系のトリビタリスロットの長さの違いを示す。

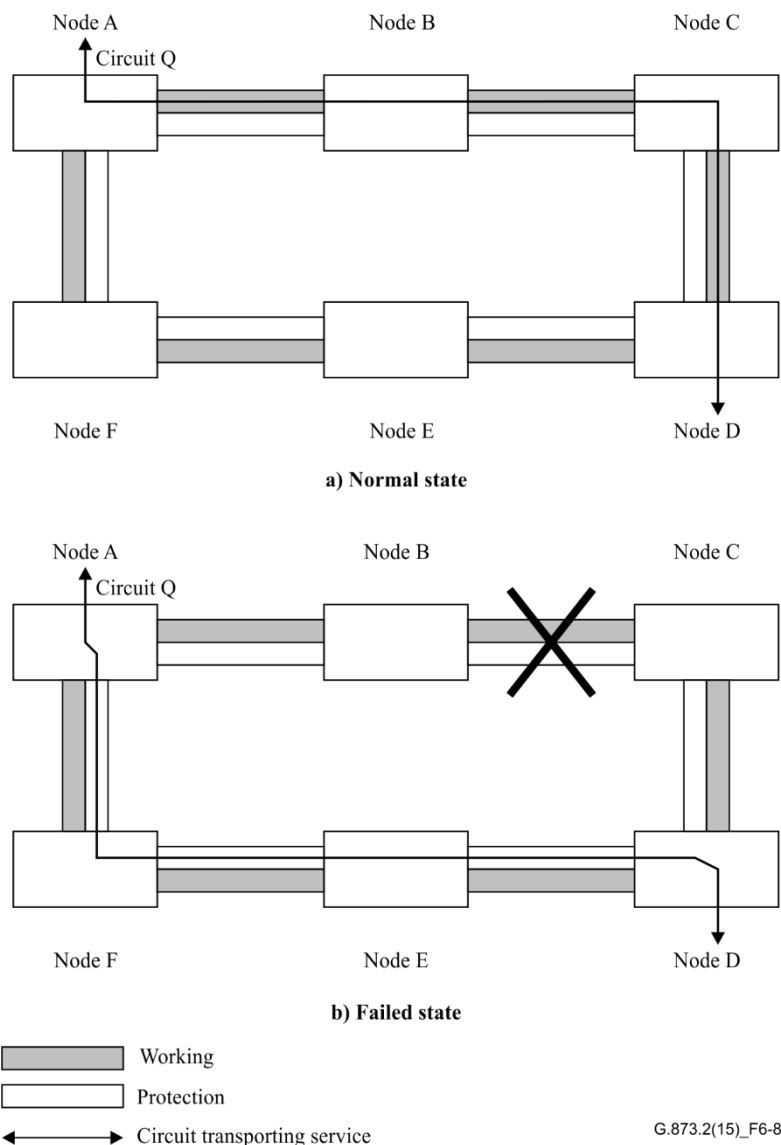


図6-8 - リングスイッチの障害状態における迂回経路の例 (長距離アプリケーション)

長距離でないリングネットワークでは、エクストラトラヒックは、障害が解消するまで、リングネットワークに残る。影響を受けた通常のトラヒックODUj信号だけがステアリングリングネットワークのために切り替えられるため、先取りされるエクストラトラヒックは通常のトラヒックを復旧するために使用されない予備系のトリビタリスロット上に再構築される。エクストラトラヒックを再構築するために使用されるシグナリングチャンネルは汎用通信チャンネル (GCC) またはODU冗長通信チャンネル (PCC) でありうる。

6.4 エクストラトラヒックの使用

故障がない状態において、現用系のトリビタリスロットの通常のトラヒックよりも優先度が低く、且つ、冗長化されていないエクストラトラヒックを運ぶのに予備系のトリビタリスロットを使用することが可能である。エクストラトラヒックを使用する主な利点は、ネットワークリソース利用の効率向上である。

エクストラトラヒックは、挿入/分岐ノードへの設定により、その利用が設定される。リングの中継ノードは、エクストラトラヒックODUk信号 (予備系のトリビタリスロットを使用する) が透過するように設定される (エクストラトラヒックを運ばない予備系トリビタリスロットは中継ノードで終端される)。

エクストラトラヒックを挿入、分岐、透過するノードは、APSバイト1のビット6-8にエクストラトラヒックのコードを挿入することでこれらのスパンにその存在を示す。容量がエクストラトラヒックに割り当てられる前に、対応する予備系のトリビタリスロットが予備系に切り替えられた通常のトラヒックに占有されていないか検証されなければならない。

予備系のトリビタリスロットを使用して通常のトラヒックを復旧させる必要があるとき (現用系パスの障害と対応する冗長動作、または、外部からの起動コマンドのため)、エクストラトラヒックは、冗長切替のために予備系のトリビタリスロットを要求するスパンで先取りされ、廃棄される。この先取りによって取り除かれた送信元ノードを含むエクストラトラヒックの回路は、ODU警報通知信号 (ODU-AIS) でスケルチ

されるべきである。これは、エクストラトラヒックと切り替えられた通常のトラヒックの誤接続を避けるために必要である。

影響を受けたノードやスパンがアイドル状態に戻った時、エクストラトラヒックは復旧されるべきである。

7 ODU SRP

7.1 2ファイバと4ファイバのODU SRPタイプ

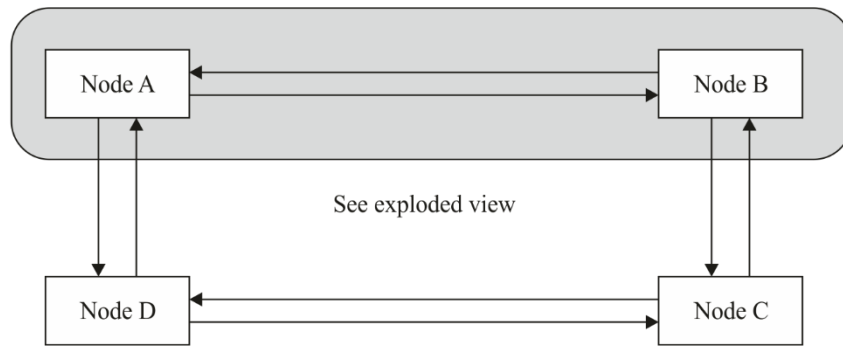
全てのODU共有リングプロテクションタイプはリング切替をサポートする。加えて、4ファイバのODU SRPタイプはスパン切替をサポートする。

7.1.1 2ファイバ/2ラムダのODU SRP (22SRP-p)

2ファイバ/2ラムダのODUスイッチリングはリングの各スパンに対し、2本のファイバと2つのラムダのみ必要とする。各ラムダは現用系のトリビタリスロットと予備系のトリビタリスロットの両方を運ぶ。各ラムダでは、半分のトリビタリスロットは現用系のトリビタリスロットとして定義され、もう半分は予備系のトリビタリスロットとして定義される。一つのラムダ内の現用系のトリビタリスロット上を運ばれる通常のトラヒックはリングを反対方向に回る予備系のトリビタリスロットによって冗長化される (図7-1参照)。これは通常のトラヒックの双方向伝送を可能にする。各ラムダでは一組のオーバーヘッドチャンネルだけが使われる。

2ファイバ/2ラムダのODU共有リングプロテクションタイプはリング切替のみをサポートする。リング切替が発生すると、通常のトラヒックは現用系のトリビタリスロットから予備系のトリビタリスロットの反対方向に切り替えられる。

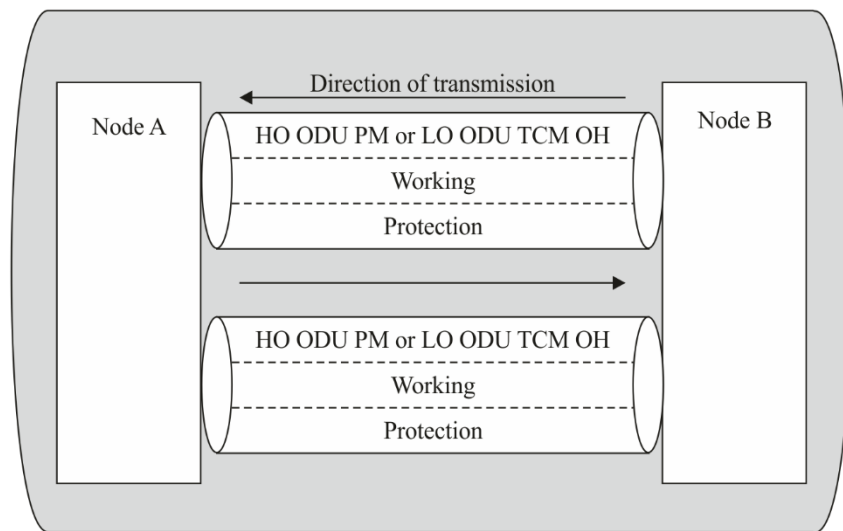
もし、NUTがサポートされている場合、現用系の帯域内の選択されたトリビタリスロットとそれらに対応する予備系のトリビタリスロットが先取りされない非冗長トリビタリスロットとして設定されてもよい。残りの現用系のトリビタリスロットは対応する予備系のトリビタリスロットによってまだ保護される。先取りされない非冗長トリビタリスロットにはODU SRPプロテクションはない。



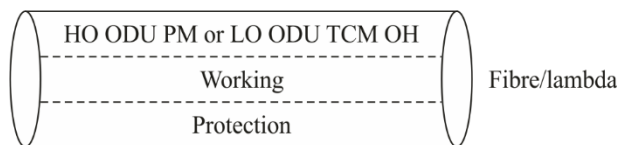
← Fibre (arrow indicates transmission direction)

NOTE – Each fibre/lambda carries both working and protection traffic, as shown in the exploded view.

a) View of entire ring



← Arrow indicates direction of transmission



G.873.2(15)_F7-1

b) Exploded view of the shaded portion of the ring
図7-1 - 2ファイバ/2ラムダのODU SRP (22SRP-p)

7.1.2 4ファイバ/4ラムダのODU SRP (44SRP-p)

4ファイバ/4ラムダのODU SRPはリングの各スパンに対し、4本のファイバを必要とする。図7-2に示すように、現用系と予備系のトリビタリスロットは異なるファイバで運ばれる：反対方向に送信する2つのODU_k (HO ODU) パスは現用系のトリビタリスロットを運び、一方、同様に反対方向に送信する2つのODU_k (HO ODU) パスは予備系のトリビタリスロットを運び。これは通常のトラヒックの双方向伝送を可能にする。現用系と予備系のトリビタリスロットは同じファイバ/ラムダ上で伝送されないため、ODU_k (HO ODU) パスオーバーヘッドは現用系と予備系のトリビタリスロットの両方で専用となる。

4ファイバ/4ラムダのODU共有リングプロテクションは、同時にではないが、スパン切替と同様、冗長切替としてリング切替をサポートする。一つのスパンに沿った予備系のトリビタリスロットだけが各スパン切替に使用されるため、複数のスパン切替がリング上に同時に存在することができる。特定の複数の障害(電子的な障害や現用系のトリビタリスロットだけ断するケーブル切断のようなスパンの現用系のトリビタリスロットだけに影響するもの)はスパン切替を使用して完全に冗長化することができる。

もし、NUTがサポートされている場合、各スパンにおいて、現用系のトリビタリスロット上の選択されたトリビタリスロットとそれらに対応する予備系のトリビタリスロットは先取りされない非冗長トリビタリスロットとして設定してもよい。残りの現用系のトリビタリスロットは、対応する予備系のトリビタリスロット

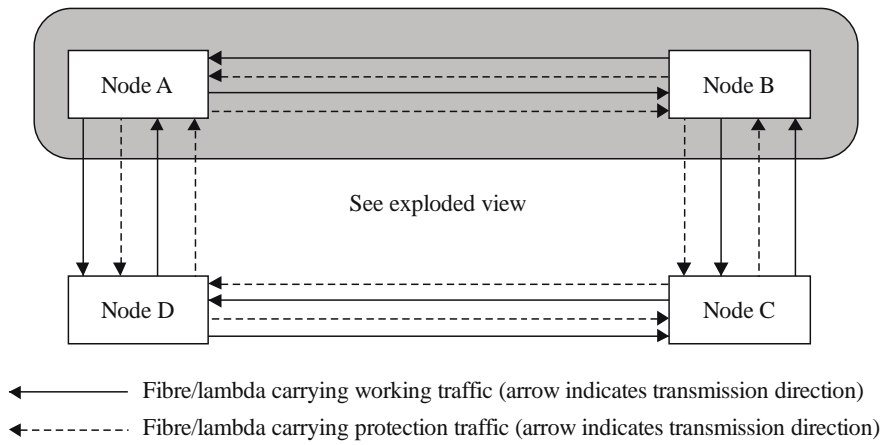
スロットによって、スパンおよびリング切替の両方に対して、まだ保護される。先取りされない非冗長トリビタリスロットへの影響は次のとおり。

- リング切替は(2ファイバの場合のように)そのリング上の全てのトリビタリスロットで無効となる。
- 設定されたスパン上のそのトリビタリスロットに対するスパン切替は無効となる。

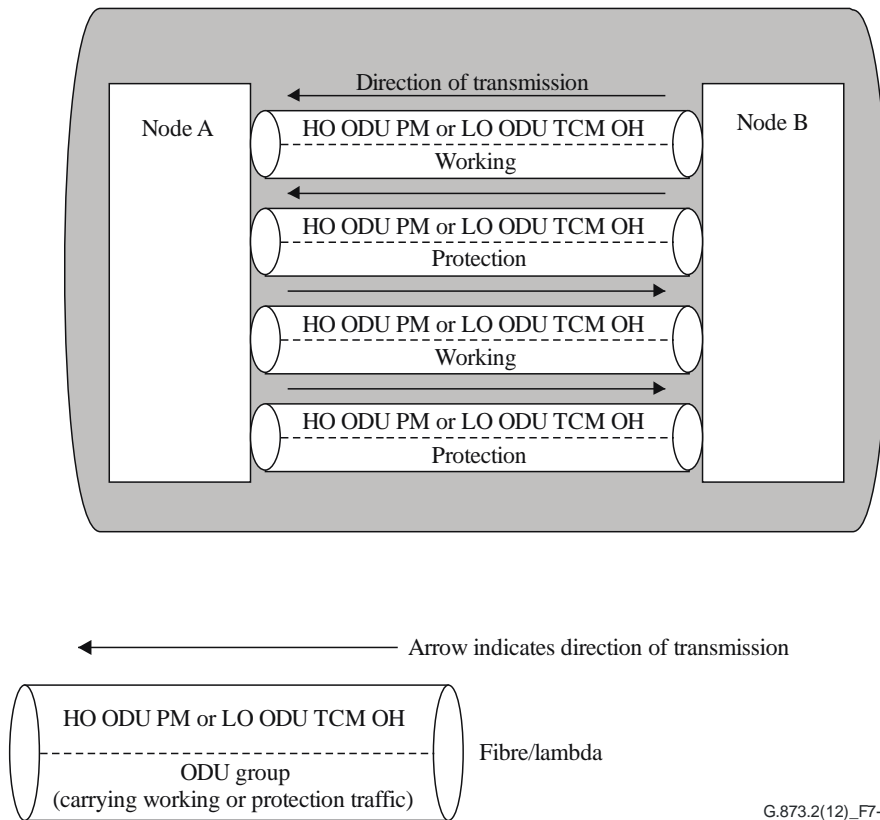
このため、NUTトリビタリスロットは設定されたスパン上にODU SRPを持たない。他のスパン上では、同じトリビタリスロット(もしNUTとして設定されていない場合)はスパン切り替えのみ可能である。もし、このトリビタリスロットが他のスパン上に現用系のトリビタリスロットとして設定されている場合、リング切替ができないため、他の現用系のトリビタリスロットより生存可能性が低い点に注意すること。

先取りされない非冗長トリビタリスロットの設定のサポートには、ODU SRP上の各ノードにNUTテーブルが存在する必要がある。図7-3はNUTテーブルの概念図と例を示す。このテーブルはNUTのために設定されているトリビタリスロットを識別するための情報を含み、NUTによって禁止されている切替のタイプ(すなわち、スパンまたはリング切替)を識別する。先取りされない非冗長のための現用系のトリビタリスロットの設定は対応する予備系のトリビタリスロットも先取りされない非冗長として設定されることが自動的に保証するため、現用系のトリビタリスロットIDだけをそのテーブルに格納する必要がある。2ファイバのオペレーションでは、対応するテーブルにリング切替の列だけを必要とする。

4ファイバ/4ラムダのODU SRPは、連続するリングとして全て接続されていない場合(すなわち、現在のトラフィックを保護するためにリング切替をロックアウトし、スパン切替のみ使用できる場合)、リニアに接続された分岐挿入多重装置(ADM)と同様の動作を可能としてもよい。他の全てのスパンが完全に動作可能になる前に、孤立したリングセグメントが確立されるため、この構成は存在するかもしれない。

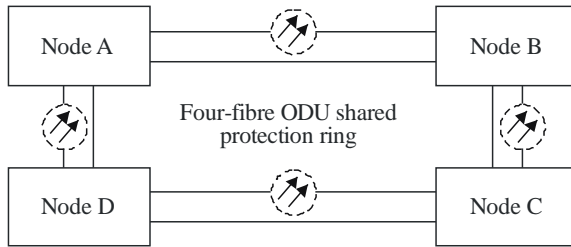


a) View of entire ring



b) Exploded view of the shaded portion of the ring

図7-2 - 4ファイバ/4ラムダのODU共有リングプロテクション



- All spans have NUT for TS #1
- The span between B and C has NUT on TS #2

Node A

TS #	Ring switch	Span switch	
		East	West
1	–	–	–
2	–		
3			
4			
5			
⋮			
⋮			
⋮			

Node B

TS #	Ring switch	Span switch	
		East	West
1	–	–	–
2	–	–	
3			
4			
5			
⋮			
⋮			
⋮			

Node C

TS #	Ring switch	Span switch	
		East	West
1	–	–	–
2	–		–
3			
4			
5			
⋮			
⋮			
⋮			

Node D

TS #	Ring switch	Span switch	
		East	West
1	–	–	–
2	–		
3			
4			
5			
⋮			
⋮			
⋮			

G.873.2(12)_F7-3

– Indicates that this facility is not available for protection switching.

NOTE – In this example, "West" refers to the counter-clockwise direction of the ring.

図7-3 - NUTテーブルの概念図と例

7.1.3 2ファイバ/4ラムダのODU SRP (24SRP-p)

将来の研究課題

7.1.4 4ファイバ/4ラムダのODU SRP (44SRP-1)

将来の研究課題

7.1.5 2ファイバ/4ラムダのODU SRP (24SRP-1)

将来の研究課題

7.2 ODU SRPにおける折り返し切替アプリケーション

7.2.1 アプリケーションアーキテクチャ (折り返し切替アプリケーション)

隣接ノード間のスパンの光チャネルデータトリビタリユニット (ODTU) グループは、現用系のトリビタリスロット、予備系のトリビタリスロット、NUTトリビタリスロットに分けられる。2ファイバ/2ラムダリングの場合、OTUKはN個のOPUKトリビタリスロット (TSs) の多重とみなせる。OPUK TSsは多重時に配置される順番に応じて、1からNに番号付けされる。番号1からN/2のOPUK TSsは現用系のトリビタリスロットとして割り当てられ、番号(N/2)+1からNのOPUK TSsは予備系のトリビタリスロットとして割り当てられる。さらに、現用系のトリビタリスロットmに運ばれる通常のトラヒックは、予備系のトリビタリスロット (N/2) + mに冗長される。例えば、OTU3は1から32に番号付けされる32個のOPU3 TSsの多重として考える。番号1から16のOPUK TSsは現用系のトリビタリスロットとして割り当てられ、番号17から32のOPUK TSsは予備系のトリビタリスロットとして割り当てられる。この割当は、図7-4に示すように伝送の両方向と全スパンの両方に適用される。

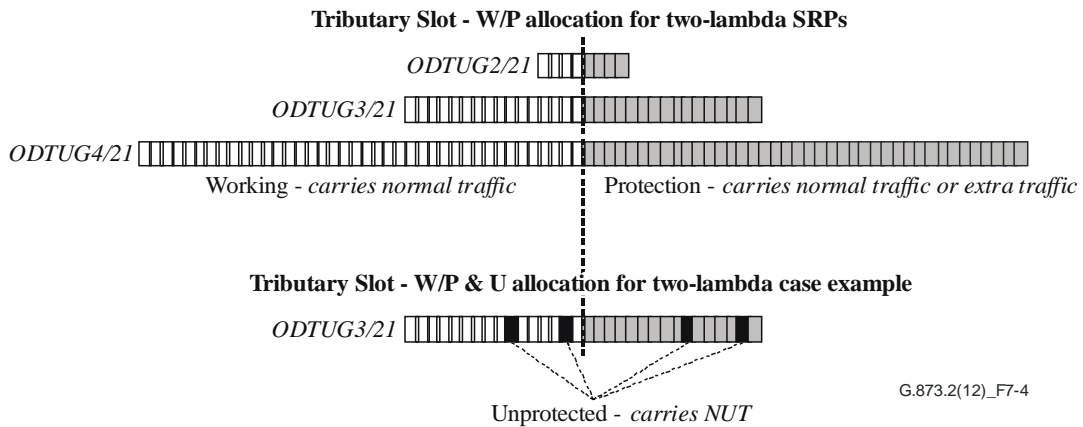


図 7-4 - 2ラムダODU SRPにおけるトリビタリスロットの割り当て

4ファイバリングの場合、それぞれの現用系・予備系のOTUKは別のファイバで運ばれる。

2ファイバ/4ラムダリングの場合、現用系・予備系のOTUKは同じファイバで運ばれる。

共有プロテクションリングAPSプロトコルは、ODUk (HO ODU) パス (マルチフレーム同期信号 (MFAS)=xxxx x000)、または、ODUk (LO ODU) タンデム接続 (MFAS=xxxx x110) オーバーヘッドのAPSバイトで運ばれる。4ファイバリングの場合、APSプロトコルは予備系チャンネルを運ぶラムダでのみ動作する。リアルタイム性を要求される機能およびプロテクション切替に必要な機能は、ODU APSバイトを使用するSRP APSプロトコルで定義される。

リングにおける個々のノードは、0から15 (オプションで127) で番号付けされるIDを割り当てられ、リングにおいて最大16ノード (オプションで128ノード) が許容される。IDは、リング上に配置されるノードの順番には依存しない。

リング上のノードは、通常トラフィックまたはエクストラトラフィックをどの方向のトリビタリスロットへも挿入、どの方向のトリビタリスロットからも分岐してもよい。また他ノードとの接続を許容する為に、トリビタリスロット内のODUシグナルを透過してもよい。ODU SRPはエクストラトラフィックをサポートできる為、この機能は現用系トリビタリスロット内の通常トラフィックのODU信号だけでなく、オプションとして予備系トリビタリスロット内のエクストラトラフィックのODU信号に適用してもよい。

個々のノードは、ローカルクラフトまたはオペレーションシステム (OS) により維持され、ノードが制御するトリビタリスロットの割り当てに関する情報を含むリングマップを保持している。そのようなリングマップの例は図7-5に、スケルチテーブルの例は図7-6に示される。

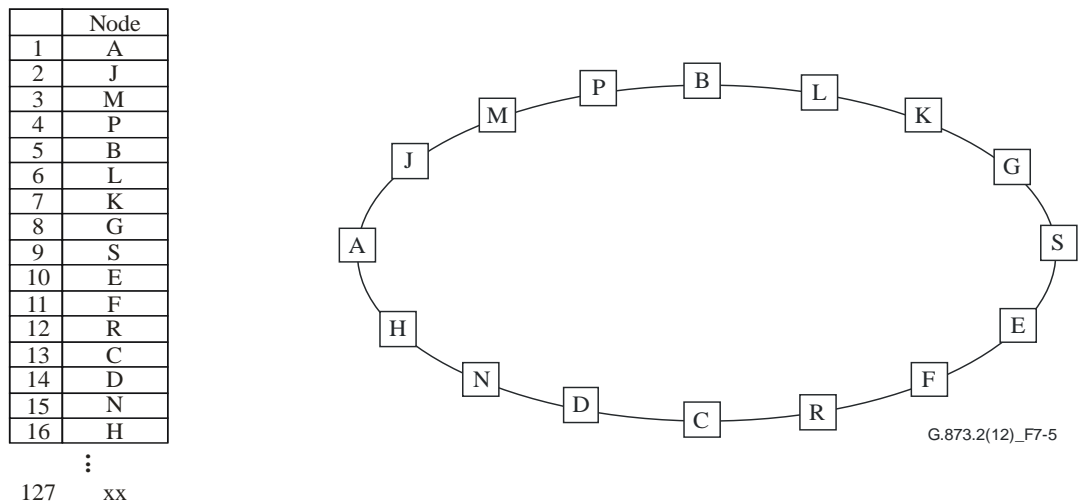
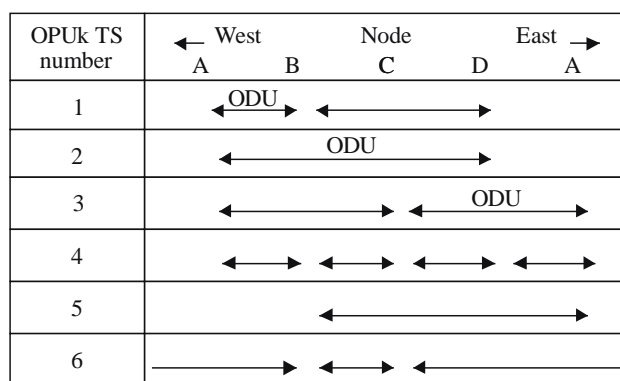


図 7-5 - リングトポロジマップの概念図



Sample traffic routing for a four node ring

Node A							Node B						
	West			East				West			East		
	Src	Dst	ODU	Src	Dst	ODU		Src	Dst	ODU	Src	Dst	ODU
1				A	B	✓	1	B	A	✓	B	D	
2				A	D	✓	2	D	A	✓	A	D	✓
3	A	C	✓	A	C		3	C	A		A	C	
4	A	D		A	B		4	B	A		B	C	
5	A	B					5				B	A	
6	B	C		C	B		6	B	C		B	C	

Node C							Node D						
	West			East				West			East		
	Src	Dst	ODU	Src	Dst	ODU		Src	Dst	ODU	Src	Dst	ODU
1	D	B	✓	B	D	✓	1	D	B				
2	D	A	✓	A	D	✓	2	D	A	✓			
3	C	A		C	A		3	A	C	✓	C	A	✓
4	C	B		C	D		4	D	C		D	A	
5	A	B		B	A		5	A	B		B	A	
6	C	B		C	B		6	B	C		C	B	

G.873.2(12)_F7-6

Src Node at which an ODUk enters the ring or is sourced
 Dst Node at which an ODUk exists the ring or is terminated
 ✓ Indicates an client ODU organized OPUk TS

NOTE – Marking of OPUk TS for client ODU access is optional. All connections in this example are bi directional.

図 7-6 ノードクロスコネクタマップの概念図

SRP-p リングにおいて、プロテクション切替が動作しない場合、個々のノードはどの方向についても、ブリッジ要求を示さないAPSバイトを送信する。一般に、個々のノードに送信される予備系のトリビタリスロットは、[ITU-T G.709]に規定されるように多重構造識別子 (MSI) 領域 (ペイロードタイプ21の場合) における“未配置の”表示を含む。例外は、通常のトラヒックと同様に挿入、分岐、透過されてもよいエクストラトラヒックのトリビタリスロットである。

SRP-1リングにおいて、プロテクション切替が動作しない場合、個々のノードはどの方向についても、ブリッジ要求を示さないAPSバイトを送信する。一般に、個々のノードに送信される予備系のODUkは、[ITU-T G.709]に規定されるようにコネクション開放表示 (ODUk-OCI) を含む。例外は、通常のトラヒックと同様に挿入、分岐、透過されてもよいエクストラトラヒックである。

切替は、7.2節にて定義された基準の一つによって起動される。APSプロトコルまたはコントローラの障害はプロテクション切替を起動しない。しかし、適切な警報は生成されると想定される。

2ファイバリングは、トラヒックを復旧するリング切替のみを使用する。4ファイバリングはスパン切替の追加オプションを有する。特に、4ファイバリングにおけるノードの視点から、2本の予備系チャネル(スパン切替に使用されるスパンの短距離パス、リング切替に使用されるリングを周った長い経路を通る長距離パス)が存在する。スパン切替によって、4ファイバリングにおける個々のスパンは1:1の保護されたリニアシステムと同様に動作することができる。それゆえ、予備系トリビタリスロットではなく現用系トリビタリスロットのみに影響する障害はスパン切り替えによって復旧できる。4ファイバリングは、複数のスパン切替が混在可能なように極力スパン切替を使用すべきである。それゆえ、スパン切替は同じタイプ(例えば、信号故障(SF)、信号劣化(SD)、強制切替(FS))のブリッジ要求によるリング切替より高い優先度を持っている。低い優先度のスパン切替は、より高い優先度のリングのブリッジ要求発生時は維持されないと想定される。

ノードが切替を必要と判断した場合、両方向(短距離パス、長距離パス)のAPSバイトにおいて適切なブリッジ要求を送信する。

単一方向の障害において、短距離パスにおけるシグナリングはより早い切替完了を可能とする。障害スパンを横切るノードは一般的に長距離パスのブリッジ要求ステータス(または、ブリッジ要求)より早く短距離パスのブリッジ要求を知見する。これにより、自身のブリッジ要求がより早く起動が可能である。4ファイバリングにおけるスパンのブリッジ要求の場合、長距離パスのシグナリングはリング上の他の位置にスパン切替があることをリング上のその他ノードに伝える。このメカニズムは、低い優先度のリング切替を拒否する。

宛先ノードは、障害スパンを横切る送信元ノードに隣接したノードである。宛先ノードでないノードが高優先のブリッジ要求を受け取った場合、そのノードは適切な透過状態となる。この場合、切替ノードは長距離パスにおいて、直接的なAPSバイト通信を維持できる。ケーブル切断のような双方向の障害の場合、宛先ノードはノード自身で障害を検知し、リング周りで反対方向にブリッジ要求を送信することに注意する。

宛先ノードはブリッジ要求を受信したとき、ブリッジとして動作する。ブリッジ要求がリングタイプの場合、そのノードが障害スパンに入っていたチャンネルを反対方向の予備系チャンネルへブリッジする。加えて、信号故障によるリング切替にて、そのノードは予備系チャンネルへの切替を行う。

例えば、B-C間が障害スパンとなっているA、B、C、Dの4ノードで構成されるリングを考える。このシチュエーションは図7-7に示す。2ファイバリングにて、BがBからCへ送信していた1からN/2番(現用系)のOPUkトリビタリスロットから、BからAへ送信し最終的にCへ戻るリングを周回するN/2+1からN番(予備系)のOPUkトリビタリスロットへ通常のトラヒックをブリッジする。この動作はブリッジ機能を示している。Cは通常トラヒックをBからAを経由して受信する予備系チャンネルからDに向けての現用系チャンネルへ切替える。この動作はスイッチ機能を示している。

この例におけるリング切替が4ファイバリングで発生した場合、BはBからCに向けた現用ファイバにて伝送されるトリビタリスロットから、BからAに向けた予備系ファイバにて伝送されるトリビタリスロットへ通常のトラヒックをブリッジする。同様に、CはDから受信する予備系ファイバに伝送されるトリビタリスロットからD向けの現用系ファイバに伝送されるトリビタリスロットへ通常トラヒックを切替える。

この例の最終的な結果としては、障害スパンを跨ぐBからCへ送られるトリビタリスロットにおける全ての通常トラヒックは、ノードAとDを通りリングを周回してBからCへ送信される。対称の動作によって、CからBへ送られるトリビタリスロットにおける通常トラヒックは復旧する。

障害が復旧した場合、ブリッジ要求を出しているノードは、要求と切替をそれぞれ破棄する。リング上のその他のノードは、予備系トリビタリスロット上の通常トラックとAPSバイトを透過することを止める。一般に、通常トラヒックは、予備系トリビタリスロットから現用系トリビタリスロットへ再び戻るのみである。特に、4ファイバリングにおいてリング切替が長距離の予備系チャンネルで動作した場合、短距離の予備系トリビタリスロットが利用可能となり、新しいブリッジ要求が長距離の予備系トリビタリスロットに取って代わらない限り、そのサービスは短距離の予備系トリビタリスロットに切り替わらない。

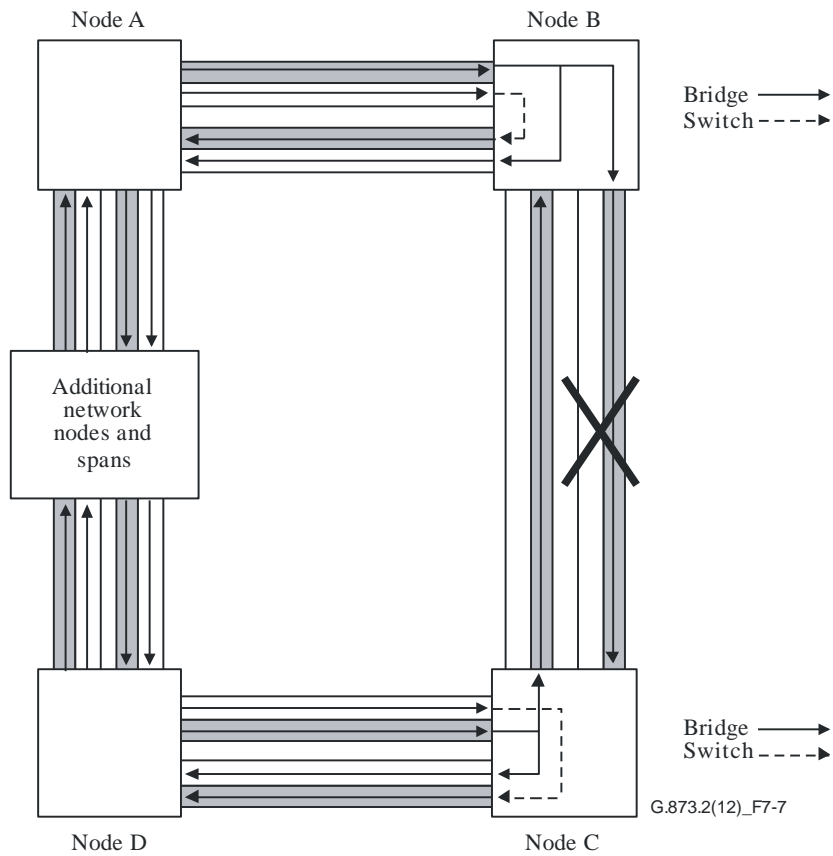
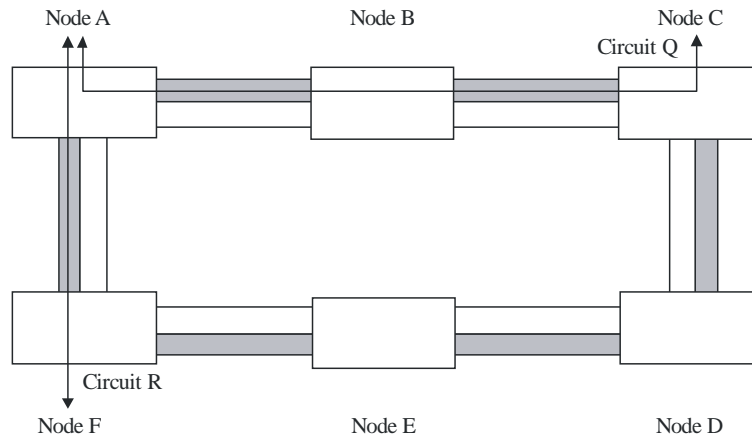


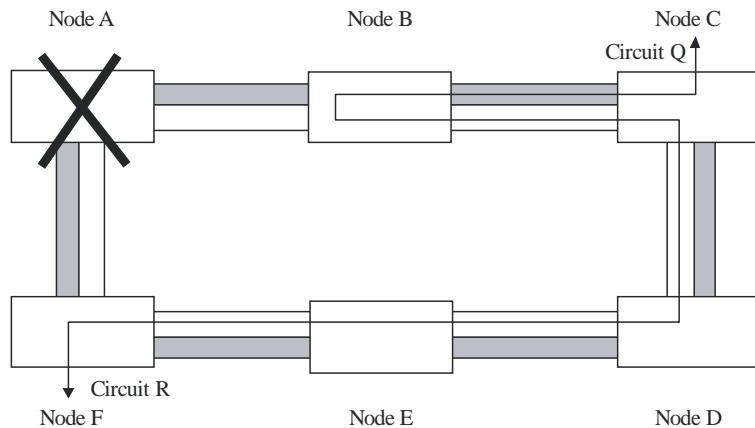
図 7-7 - 2ラムダODU SRP-pにおけるブリッジと切替

リング切替とスパン切替は、7.2.3.1節に示されるステータス情報に関する表7-1に決定づけられるより優先度の高いブリッジ要求によって先取りされる。例えば、スパン切替がそのスパンにおける信号劣化に起因して発生した場合を考えると、リング切替は現用系・予備系トリビタリスロット両方に影響する別スパンの障害によって要求される。リングのブリッジ要求が発生し、スパン切替は破棄され、リング切替が確立する。

ノードにおけるより高優先のAPS要求によって拒否または先取りされる外部からの起動コマンドは、保留が許されない。



a) Normal state before node failure



b) Misconnection after node failure

G.873.2(12)_F7-8

	Circuit	Time-slot assignment	Entity
	Q	1W	Working
	R	1W	Working
			

NOTE – Under the "Time-slot assignment" column, the designation "1W" indicates that it is the first time slot in the capacity reserved for working.

図 7-8 - 誤接続の例

要求なし (NR) より優先度の高い要求がノードより受信した直後に、その要求が試験リング (EXER-R) 以上のリング要求であるもしくはエクストラトラヒックを運ぶ予備系トリビタリスロットの使用を要求する場合のみ、エクストラトラヒックは先取りされる。

リング切替が発生し同等の優先度の障害がリング切替 (信号故障 (リング) (SF-R) と強制切替 (リング) (FS-R) の組み合わせを含む) を要求する異なるスパンで発生した場合、加えてブリッジ要求の優先度がSF-Rと同等またはそれ以上であるならば、両方のリング切替は確立され、リングが2つのセグメントに分割される。一方、ブリッジ要求の優先度がSF-Rより低い場合、新しいブリッジ要求は確立せず、最初の切替は破棄される。

一般的に、リングの適切な操作は、ノードがより優先度の高いブリッジ要求がない時、ブリッジ要求を先取りしないように全ノードがリングの状態を認識しているかに掛かっている。リング状態の認識を適切にするには、短距離パスに加えて、ブリッジ要求の間に長距離パスのシグナリングを使用する必要がある。例えば、スパンのブリッジは、短距離パスのシグナリングによってのみ確立するが、ブリッジの識別子はリング状態を他のノードに知らせる為、長距離パスにて送られる。加えて、GCCを通して伝送されるマネジメントプレーンおよび (または) コントロールプレーンのメッセージはリング状態に関する詳細を決定づけ得る。

7.2.1.1 エクストラトラヒック

障害がない状況で、追加の先取りされる非冗長トラヒックを運ぶために、予備系トリビタリスロットを使用することは可能である。エクストラトラヒックと呼ばれるこの追加トラヒックは、現用系トリビタリ

スロットにおける通常のトラヒックより優先度が低く、冗長化されない。エクストラトラヒックは、挿入/分岐ノードのトラヒック設定により設定される。リングの中継ノードは、予備系トリビタリスロットにおけるエクストラトラヒックのODUk信号を透過するように設定される(エクストラトラヒックを運んでいない予備系トリビタリスロットは中継ノードによって終端される)エクストラトラヒックを挿入、分岐、透過するノードは、APSバイト1のビット6-8にエクストラトラヒックのコードを挿入することでこれらのスパンにその存在を示す。そのNUTはエクストラトラヒックでないこととETコードを設定してはならないことに注意する。

予備系トリビタリスロットへの通常トラヒックをブリッジする必要がある場合(障害または外部からの起動コマンドによる)、エクストラトラヒックは先取りされ、プロテクション切替により要求された予備系トリビタリスロットをもつスパンを拒否する。この先取りによって取り除かれた送信元ノードを含むエクストラトラヒックの回路は、ODU-AISでスケルチされるべきである。影響のあったノードがアイドル状態へ戻る際に、エクストラトラヒックは復旧される。

7.2.1.2 誤接続によるトラヒックを回避するためのスケルチ

リング切替が動作するために、予備系トリビタリスロットは基本的にそれぞれのリングスパンの間で共有される。また、予備系トリビタリスロットが、現用系トリビタリスロット上を伝送されている通常のトラヒックを復旧するため、現在、使用されていない場合、エクストラトラヒックは予備系トリビタリスロットに存在する可能性がある。したがって、どの予備系トリビタリスロットも様々なサービス(異なるスパンにおける同じトリビタリスロットからのサービス、エクストラトラヒックからのサービス)に使用可能である。リング上にエクストラトラヒックがない場合、ノードが孤立するような特定の複数個所の障害がある状況で、サービス(同じタイムスロットだが、異なるスパン)は同じ予備系トリビタリスロットのアクセスと競合する可能性がある。また、これは、誤接続によるトラヒックを発生させる可能性がある。リング上にエクストラトラフィックがある場合、一か所でも障害があれば、現用系トリビタリスロットの通常トラフィックはエクストラトラフィックを運ぶ同じ予備系トリビタリスロットのアクセスと競合する可能性がある。また、これは、誤接続によるトラヒックを発生させる可能性がある。

誤接続を防止するメカニズムなしでは、連続に障害が発生する状況にて誤接続の発生が生じうる。図7-8のように、ノードA、F間とノードA、B間の両スパンが切断(ノードAが孤立)時は、QとRの回路が予備系チャンネルにおけるタイムスロット#1Pへアクセスを試みる。

発生し得る誤接続は、ブリッジ要求にて切替を行うノードを識別することや切替によって影響されるトラヒックを分析することによって解決できる。切替ノードはAPSバイトにあるノードアドレスから決まる。切替ノードはリングマップに含まれる情報や切替ノードの識別から、プロテクション切替によって影響を受けるトラヒックを決定する。誤接続は、誤接続によるトラヒックを発生させる可能性があるトリビタリスロットに適切なODU-AISを挿入することによってスケルチされるべきである。特に、障害によりリングから孤立したノードを送信元、宛先とするトラヒックをスケルチするべきである。ODUj レベルでのリング操作においては、このスケルチは切替ノードにて生じる。ODUレベルのスケルチは予備系トリビタリスロットの入出力における通常トラヒックまたはエクストラトラヒックにて発生する。(例えば、現用系トリビタリスロットの入出力における通常トラヒックはスケルチされない。)ODUi(i,j)アクセスを使用したリングでは、スケルチする位置は検討中である。

例として、3ノード(ノードA、B、C。ノードBは障害)を含むリングのセグメントを考える。一般的なシナリオとしては、AとC両方ともB向けのブリッジ要求を送信する。AがCからのブリッジ要求と(ノードマップから)AとCの間にBが設置されていることを確認した場合、リングからBが孤立していることを推定可能である。AとCがどのトリビタリスロットがBによって挿入または分岐されたODU信号を運んでいるかを調べるために、それぞれマップを使用する。ODU-AISの挿入によってリング切替が動作する前に、AとCがこれらのODU信号をスケルチする。それ故に、リング上のBと接続されるどのノードもそれらのトリビタリスロットにてAISを受信する。

この為、各々のリングマップは最低限以下の項目を含むべきである：

- 1) ノードがリング上に設置されるオーダに関する情報を含むリングマップ
- 2) ノードにて終端および透過されるトラヒックのOPUkトリビタリスロットへの割当を含むクロスコネクトマップ
- 3) リングにてトラヒックの出入りがある個々のOPUkトリビタリスロットやノードアドレスを含むスケルチテーブル
- 4) ODUjがリング上のどこかでODUiレベルで接続されているかどうかを示すオプションの表示

リングマップの一例を図7-5、7-6に示す。ODUiアクセスにおいて、マップ要求は検討中である。

オプションとして、ODU SRPは単一方向のトラヒックをサポートする。単一方向のトラヒックは以下の項目の1つである。

- あるノードを元に他のノードに終端される単一方向の接続
- 多重に分岐される回路(リングの相互作用にて使用される分岐や透過回路のようなもの(8節参照))
- 多重に挿入される回路(リングの相互作用の回路における逆方向の分岐と透過回路のようなもの)

ノード障害が発生したとき、スケルチは以下の項目のみに基づいてこれらの回路で実行される。

- (単一方向の接続において)送信元ノードの障害または宛先ノードの障害

- (多重に分岐される回路において) 送信元ノードの障害または最終分岐ノードの障害
- (多重に挿入される回路において) 最初の送信元ノードの障害または宛先ノードの障害

エクストラトラヒックの誤接続を防止するため、ブリッジまたは切替の操作は、ETコードがプロテクション切替にて要求されるスパンから除外されることを切替ノードが通知されるまで実行されない。

エクストラトラヒックを先取りするノードは、以下の方法にて先取りされたトリビタリスロットにてエクストラトラヒックのODUをスケルチするべきである。

- 予備系トリビタリスロットがプロテクション切替に必要でない限り、スパン上のエクストラトラヒックを先取りしてスパン切替を実行するノードにおいて、エクストラトラヒックは、そのノード(すなわち低速側)において分岐されるスパンからのエクストラトラヒックのトリビタリスロットにODU-AISが挿入され、そのノード(すなわち高速側)を透過するスパンからのエクストラトラヒックのトリビタリスロットにODU-AISが挿入されることでスケルチされる。
- リング切替を実行するノードにおいて、エクストラトラヒックはノード(すなわち、低速側)にて分岐されるエクストラトラヒックのトリビタリスロットにODU-AISを挿入することによって、スケルチされる。
- 完全パススルーの入力が入るノードにおいて、エクストラトラヒックはノード(すなわち、低速側)にて分岐されるエクストラトラヒックのトリビタリスロットにODU-AISを挿入することによって、スケルチされる。

7.2.2 切替起動の基準

プロテクション切替の実行要求は、外部からもしくは自動にて起動される。外部からの起動コマンドは、オペレーションシステム(OS)もしくは技術者用インタフェース(クラフトインタフェース)によって入力される。7.2.2.1節は、OSまたは技術者用インタフェース(クラフトインタフェース)もしくは両方にて利用可能なこれら外部からの起動コマンドを説明している。また、自動的な起動コマンドは、ODUk (HO ODU) パス、もしくは、ODUj (LO ODU) タンデム接続、機器性能の基準、受信したブリッジ要求、受信したブリッジ要求の状態情報を基に実施される。7.2.2.2節は、自動的な起動コマンドを規定する。

(プロテクションロックアウトを除いて) スパン切替に関連するブリッジ要求は、4ファイバODU共有リングプロテクションにおいてのみ使用される。要求なし(NR)コードは予備系チャネルを使用する必要がない場合に送信される。

7.2.2.1 外部からの起動コマンド

外部からの起動コマンドは、オペレーションシステム(OS)もしくは技術者用インタフェース(クラフトインタフェース)によってネットワークエレメント(NE)にて実行される。外部からの起動コマンドは、APSバイトやテレコミュニケーションマネジメントネットワークもしくは局所的な技術者用インタフェース(クラフトインタフェース)を通してNEに適用されて伝送される。ブリッジ要求は、プロテクション切替コントローラにおける優先度アルゴリズムで評価される。

7.2.2.1.1 APSチャネルにおけるシグナルを送信しないコマンド

外部からの起動コマンドの項目は、以下に規定する。

クリア (clear) : このコマンドは、コマンドの対象ノードにて外部からの起動コマンドや復旧待ち(WTR)を消す。外部からの起動コマンドを消した直後にNE-to-NEシグナリングは、NRコードを使用して実行される。

以下2コマンドは、1スパンがプロテクションのため過度の切替を行う場合に有効である。これらのコマンドのその他の使用方法としては、プロテクションが必要でないトラヒックのみを持ついくつかのスパンにおけるプロテクションアクセスのブロッキングもある。これらのコマンドは緊急を要さない。(例えば、それらコマンドは10ミリ秒以内に完了する必要はない。) 故に、これらのコマンドは各々影響されるNEに向けてマネジメントシステムを通して伝送される。

注釈-将来的にPCCの利用が標準化される場合、ODU PCCバイトは影響する宛先NE(7.2.3.2節を参照)へそれらコマンドを伝送するのに使用される。

現用系トリビタリスロットのロックアウト-リング切替(lockout of working tributary slots - ring switch) : このコマンドは、対象スパンを通る現用系トリビタリスロットからの通常トラヒックがリング切替における予備系トリビタリスロットへのアクセスすることを抑制する。どの種類のリングプロテクション切替でも要求可能なノードの機能を使用不可とすることで実施する。既に通常のトラヒックがプロテクションされている場合、リングのブリッジは現用系トリビタリスロットの状態にかかわらず、放棄される。その他ブリッジ要求がリング上にない場合、NRコードが伝送される。このコマンドは、その他スパンにおける予備系トリビタリスロットの使用について影響がない。例えば、ノードはどの透過モードにもなり得る。

現用系トリビタリスロットのロックアウト-スパン切替(lockout of working tributary slots - span switch) : このコマンドは、対象スパンを通る現用系トリビタリスロットからの通常トラヒックがスパン切替における

予備系トリビタリスロットへのアクセスすることを抑制する。既に通常のトラヒックがプロテクションされている場合、リングのブリッジは現用系トリビタリスロットの状態にかかわらず、破棄される。その他ブリッジ要求がリング上にない場合、NRコードが伝送される。このコマンドは、その他スパンにおける予備系トリビタリスロットの使用について影響がない。例えば、ノードはどの透過モードにもなり得る。

現用系トリビタリスロットのロックアウト-全スパン (lockout of protection - all spans) : このコマンドは、リング全体におけるプロテクション切替を抑制する。通常トラヒックがスパンにて予備側を使用するのならば、このコマンドは現用系トリビタリスロットの状態に関わらず、通常トラヒックを現用系トリビタリスロットへ切り戻させる。APSバイトはこのコマンドをサポートしていないことに注意する。これらのコマンドはPCCを通して個々のNEへ送信される。または、個々のNEへコマンドを送信するマネジメントシステムへ送信される。現用系トリビタリスロットのロックアウト-全スパン要求は、遠端にて動作を調整するために個々のNEによって使用される。

7.2.2.1.2 APSバイトを使用するコマンド

APSバイトを通して、以下のコマンドは伝送される。

プロテクションロックアウト-スパン (LP-S) (Lockout of Protection - Span (LP-S)) : このコマンドはどのプロテクション動作においてもスパンを使用することを抑制し、リング上での位置でもリング切替を使用することを抑制する。リング上でリング切替が発生した場合、このコマンドは切替を破棄する。このスパンにてスパン切替があった場合、それは破棄される。従って、全てのリング切替は抑制され(先取りされ)、スパン切替はロックアウトスパンにおいてのみ抑制される。

強制切替プロテクション-リング (FS-R) (Forced Switch to protection - Ring (FS-R)) : このコマンドは、コマンドが実行されたノードからコマンドにて決められる隣接ノードまでのスパンにおける予備系トリビタリスロットへ通常トラヒックのリング切替を実行する。この切替は、予備系トリビタリスロットがより高い優先度のブリッジ要求にて満たされていない限り、予備系トリビタリスロットの状態に関わらず実行される。

強制切替プロテクション-スパン (FS-S) (Forced Switch to protection - Span (FS-S)) : このコマンドは、該当スパンの現用系トリビタリスロットから予備系トリビタリスロットへ通常トラヒックを切り替える。この切替は、予備系トリビタリスロットがより高い優先度のブリッジ要求に満たされていないかまたは、信号劣化(もしくはAPS障害)が該当スパンの予備系トリビタリスロットにて発生していない限り、予備系トリビタリスロットの状態に関わらず実行される。

手動切替プロテクション-リング (MS-R) (Manual Switch to protection - Ring (MS-R)) : このコマンドは、コマンドが実行されたノードからコマンドにて決められる隣接ノードまでのスパンにおける予備系トリビタリスロットへ通常トラヒックのリング切替を実行する。この動作は、予備系トリビタリがSD状態になく、同等以上の優先度であるブリッジ要求(予備系トリビタリスロットの障害を含む)に満たされていない場合に実行される。

手動切替プロテクション-リング (MS-S) (Manual Switch to protection - Span (MS-S)) : このコマンドは、現用系トリビタリスロットからコマンドが実行されたスパンを通る予備系トリビタリスロットへ通常トラヒックを切り替える。この動作は、予備系トリビタリがSD状態になく、同等以上の優先度であるブリッジ要求(予備系トリビタリスロットの障害を含む)に満たされていない場合に実行される。

試験-リング (EXER-R) (Exercise - Ring (EXER-R)) : このコマンドは、実際にブリッジや切替を実行せずに、要求されたトリビタリスロットのリングプロテクション切替を試験する。このコマンドが実行されるとその応答を検査するが、通常のトラヒックは影響を受けない。

試験-スパン (EXER-S) (Exercise - Span (EXER-S)) : このコマンドは、実際にブリッジや切替を実行せずに、要求されたトリビタリスロットのスパン切替を試験する。このコマンドが実行されるとその応答を検査するが、通常のトラヒックは影響を受けない。

注釈-未検知の障害が関与した場合、切替が実施されるまでそれらの障害は明らかにならない。このような状況においては、最も必要な状況でもプロテクション設備は利用不可になる。ODU共有リングプロテクションにおいて、プロテクション設備がリング上の全ノードにて共有されないため、試験機能はより必要不可欠である。任意のスパンにて未検知の障害がある場合、リング上にある全てのスパンにてリング切替が不可能になる。この為、プロテクション切替コントローラを試験することによって、未検知の障害が発生している可能性を減らすことができる。試験中または診断ルーチン中にコントローラの障害が検知された場合、障害によるサービス影響がなければプロテクション切替の要求は実行されない。警報は迅速な復旧を促すために発せられる。

7.2.2.2 自動的な起動コマンド

APS要求は、HO ODUパスまたはLO ODUのタンデム接続、NEにて検知される機器性能の基準に基づいて実行される。全ての現用系および予備系トリビタリスロットは、障害または劣化の状態(すなわち切替が完了後、性能の監視は全て継続される)に関わらず、監視される。NEは自動的に以下のブリッジ要求を起動する。: 信号故障 (SF)、信号劣化 (SD)、逆方向リクエスト (RR)、復旧待ち (WTR)。ブリッジ要求は、NEからNEへ (OSからNEへではなく) 伝送される。

SFのブリッジ要求は障害によって影響される通常トラヒックをプロテクションするために使用され、一方で、SDブリッジ要求はビットエラーによる信号劣化に対してプロテクションするために使用される。ブリッジ要求は、短距離および長距離パスの両方において伝送される。どの中継ノードも長距離のブリッジ要求における宛先ノードのIDを検証し、ブリッジ要求を中継する。宛先ノードはブリッジ要求を受信し、優先度のレベルに従って動作し、そして、ブリッジの識別子を送信する。

WTRのブリッジ要求は、予備系トリビタリスロットと現用系トリビタリスロットが頻繁に切り替わることを抑制する。その意図は、切替中に衝突が発生するため、その変動を最小限することである。WTRのブリッジ要求は現用系トリビタリスロットにおける不具合の状態がクリアされた後に実行される。WTRは、SFまたはSD状態となった後にのみ生じ、外部からの起動コマンドを適用しない。

注釈 - 波長多重 (WDM) システムによるプロテクション手法を用いて相互接続するには課題がある。問題は、4ファイバ共有プロテクションリングのトラヒックがWDMシステムによって伝送され、故障したWDMリンクの復旧オーダに依存することである。これはプロテクション手法が現用系および予備系にてflapする要因となる。この課題は現在検討中である。

自動的に起動するブリッジ要求の定義や起動条件は以下にて規定する。

信号故障-スパン (SF-S) (Signal Fail - Span (SF-S)) : SFはITU-T G.798にて定義されるODUKPまたはODUKTトレイル終端機能によって発生するトレイル信号故障 (TSF) の状態として定義される。受信端にて障害を検出し、ブリッジ要求が発生させる。4ファイバリングにおいて、障害が現用系トリビタリスロットのみに影響する場合、トラヒックは同じスパンにある予備系トリビタリスロットへ切り替えることによって復旧される。SF-Sブリッジ要求は、4ファイバリングの現用系トリビタリスロットにおけるSFにてスパン切替を実行するために使用される。

信号故障-リング (SF-R) (Signal Fail - Ring (SF-R)) : 2ファイバリングにおいて、全てのSFs (スパン切替に前もって定義された) はリング切替によってプロテクションされる。4ファイバリングの場合、リング切替はトラフィックがスパン切替によって復旧できない場合のみ使用される。障害が現用系および予備系スロットの両方に存在した場合、リングのブリッジ要求を実行する必要がある。加えて、このコマンドは信号故障によるリング切替の要求に使用される。4ファイバリングにおいて、SF Rは現用系トリビタリスロット-スパン切替 (LOW S) のロックアウトと同じスパンにある検知または受信された現用系エンティティ障害の組み合わせ、もしくは、現用系および予備系エンティティにおける検知または受信された状況の以下組み合わせによって生じる。

- 現用系エンティティ障害と同じスパンの予備系エンティティ障害
- 現用系エンティティ障害と同じスパンの予備系エンティティ劣化
- 現用系エンティティ劣化と同じスパンの予備系エンティティ障害

信号故障-プロテクション (SF-P) (Signal Fail - Protection (SF-P)) : このコマンドは、SF状態である予備系トリビタリスロット (スパン切替に前もって定義された) を隣接ノードに示すのに使用される。SF-Pは4ファイバリングにおいてのみ使用される。

信号劣化-スパン (SD-S) (Signal Degrade - Span (SD-S)) : 信号劣化はITU-T G.798にて定義されるODUKPまたはODUKTトレイル終端機能によって発生するトレイル信号劣化 (TSD) の状態として定義される。4ファイバリングにおいて、劣化スパンにおける現用系トリビタリスロットは、同じスパンの予備系トリビタリスロットを使用することでプロテクション可能である。このブリッジ要求は、障害が発生している同じスパンにおける予備系トリビタリスロットへ通常のトラヒックを切り替える。

信号劣化-リング (SD-R) (Signal Degrade - Ring (SD-R)) : 2ファイバリングにおいて、劣化したODUK (HO ODU) パスまたはODUj (LO ODU) のタンデム接続は、リング切替を使用してプロテクションされる (劣化は上記のSD-Sで定義される)。4ファイバリングにおいて、SD-RはLOW Sと同じスパンにおける検知または受信された現用系エンティティ劣化の組み合わせ、もしくは、同じスパンにおける現用系または予備系エンティティの検知または受信された信号劣化の状態の組み合わせによって生じる。

信号劣化-プロテクション (SD-P) (Signal Degrade - Protection (SD-P)) : このコマンドは、NEが予備系トリビタリスロットにて劣化を検知し、現用系トリビタリスロットにてより優先度の高いブリッジ要求がない時に使用される (劣化は上記のSD-Sで定義される)。このブリッジ要求は4ファイバリングにおいてのみ使用される。

逆方向リクエスト-スパン(RR-S) (Reverse Request - Span (RR-S)) : このコマンドは短距離パスのスパンのブリッジ要求を受信した応答として受信端のNEへ送られる。このコマンドは、短距離パスにのみ送られる。

逆方向リクエスト-リング(RR-R) (Reverse Request - Ring (RR-R)) : このコマンドは短距離パスのリングのブリッジ要求を受信した応答として短距離パスで受信端のNEへ送られる。

復旧待ち(WTR) (Wait-To-Restore (WTR)) : このコマンドは、現用系トリビタリスロットがSDまたはSF状態となった後で復旧基準を満たした際に実行される。より高優先のブリッジ要求によって先取りされない限り、このコマンドはWTR時間の間、状態を維持するのに使用される。

7.2.3 プロテクション切替プロトコル

3バイトのODU APSオーバーヘッドはプロテクション切替に使用されるべきである。これらのバイトの使用方法についての詳細は7.2.4節を参照。

ODU APSは、予備系トリビタリスロットを運ぶOTUk におけるODUk (HO ODU) パスもしくはODUj (LO ODU) タンデム接続のオーバーヘッドの範囲で送信されるべきである。

ODU APSバイトは3フレーム連続で同一のバイトが受信されるときにのみ有効として受理される。

7.2.3.1 APS バイト1からAPSバイト3

ITU-T G.709にて定義される8フレームのマルチフレーム構成の一部において、APSのためにODUk フレーム内の3バイトが利用可能である。ODU SRP-1の場合、TCM APS level 6 (110) が使用される。またODU SRP-pの場合、Path APS level 0 (000) が使用される。

Byte 1								Byte 2								Byte 3								Byte 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	1	2	3	4	5	6	7	8
Bridge request				Status				Destination node ID				S	Source node ID				T/H	PCC byte													

G.873.2(15)_F7-9

図 7-9 - ODU SRPシグナリングにおけるAPS/PCCフォーマット

以下表7-1にあるように、最初の5ビットはAPS要求のタイプを示す

表7-1 - 要求のタイプ

要求	内容	オーダ
11111	プロテクションロックアウト-スパン (LP-S)	最高優先
11110	信号故障-スパン (SF-P)	↑
11101	強制切替プロテクション-スパン (FS-S)	
11100	未使用	
11011	強制切替プロテクション-リング (FS-R)	
11010	未使用	
11001	未使用	
11000	信号故障-スパン (SF-S)	
10111	未使用	
10110	信号故障-リング (SF-R)	
10101	未使用	
10100	信号劣化-プロテクション (SD-P)	
10011	未使用	
10010	信号劣化-スパン (SD-S)	
10001	未使用	
10000	信号劣化-リング (SD-R)	
01111	強制切替プロテクション-スパン (FS-S)	
01110	未使用	
01101	手動切替プロテクション-リング (MS-R)	
01100	未使用	
01011	未使用	
01010	復旧待ち (WTR)	
01001	試験-スパン (EXER-S)	
01000	未使用	
00111	試験-リング (EXER-R)	
00110	未使用	

要求	内容	オーダ
00101	未使用	
00100	逆方向リクエストスパン (RR-S)	
00011	未使用	
00010	逆方向リクエストリング (RR-R)	
00001	未使用	↓
00000	要求なし (NR)	最低優先

APSバイトにおける追加フィールドは以下とする:

状態:

要求を送信するノードの状態を示す。コード:

- 1xx 将来的な利用に向けての予約されたコード
- 011 予備系チャンネルにおけるエクストラトラヒック
- 010 ブリッジや切替 (Br&Sw)
- 001 ブリッジ (Br)
- 000 アイドル

宛先ノードのID:

宛先ノードのIDは、APSバイトのために決められたノードのID値が設定される。通常、宛先ノードのIDは隣接ノードのID値となる(標準APSコードを除く)。

L/S:

ブリッジ要求が短距離パスか長距離パスかを示す。コード:

- 0 短距離パスのコード (S)
- 1 長距離パスのコード (L)

送信元ノードのID:

送信元ノードのIDは、APSバイトを起源とするノードのID値に設定される(例外:標準APSコード):

T/H:

ブリッジ要求の送信において、送信元ノードが受信端のノードまたは送信端のノードとして動作しているかを示す。

- 0 送信端のノード (H)
- 1 受信端のノード (T)

これは、送信された長距離パスのリングにおけるブリッジ要求が局所的にそのノードに存在するかどうかを検知可能とするために使用される。また、このコードを使用する詳細な規定を確認し、その際に追加情報を評価すること。

APSバイトは、リングにてモニタリングされるTCMレベルにて挿入・回収される。透過状態のノードは、(TCM level 6に提案される) TCMレベルにて隣接スパンからその他隣接スパンへAPSバイトを送信可能とする必要がある。

設定された通常トラフィックとエクストラトラヒック信号間のマトリックス接続に加えて、それぞれのノードは以下のマトリックス接続が可能とならなければならない:

- (スパン切替にて) 同じ方向の予備系チャンネルへ挿入/分岐される通常トラフィック信号のブリッジ/選択
- (スパン切替にて) 同じ方向の予備系チャンネルへ直列接続された通常トラフィック信号のブリッジ/選択
- (リング切替にて) 反対方向の予備系チャンネルへ挿入/分岐された通常トラフィック信号のブリッジ/選択
- (操作が必要ないリング切替にて) 反対方向の予備系チャンネルへ直列接続された通常トラフィック信号のブリッジ/選択
- 多重に挿入/分岐された回路が追加のブリッジやサービス選択の要求
- (リング切替にて) 予備系チャンネルにおける東西間の直列接続
- 別目的にてパスのどの部位でも使用される場合におけるET信号のスケルチ

また、これらの回路はリングに現在のトラヒックトポロジに求められる以上のノードがあれば、直列接続のノードを含む可能性がある。

7.2.3.2 PCC バイト

ITU-T G.709にて定義される8フレームのマルチフレーム構成においてプロテクション通信のために1バイトが利用可能である。ODU SRP-1の場合、TCM PCC level 6 (110) が使用される。また、ODU SRP-pの場合、Path PCC level 0 (000) が使用される。

バイトの使用は、今後の課題である。

7.2.4 プロテクションアルゴリズムの操作

この節は、以下のように構成される。

まず初めに、一般的なAPSアルゴリズム規則について番号を付与して詳細な規則を続ける。7.2.4.1節ではリングノードの3段階のAPS状態やこれらの状態であるノードの定常動作を取り扱う。7.2.4.2節では、異なるリングノードのAPS状態間の遷移について示す。

これらの規則は、概念的にはノードで単一ODU共有リングプロテクションのAPSコントローラ操作に適用する。そして、両方向のAPSバイト信号、両側の検知された障害、機器故障、外部からの起動コマンドを基に行う切替の選択や信号の動作を示す。

一般に、この概念的コントローラが全ての入力情報を考慮して最優先の入力を選択し、選択した最優先入力を基に動作する。

図7-10は、ODU共有リングプロテクションAPSコントローラの概念的な操作を表現している。

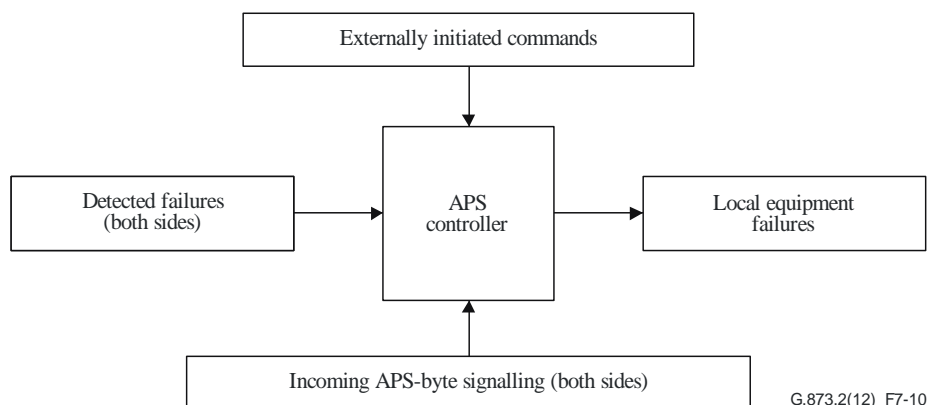


図7-10 - 概念的なODU共有リングプロテクションAPSコントローラ

一般的な規則にて以下のような項目を適用する。

Rule G #1 -ブリッジ要求の検証（ブリッジ要求やブリッジ要求の状態を以下のように定義する）：

Rule G #1a : (ブリッジ要求) 以下の場合に、APSバイト1ビット1-5に含まれる情報がブリッジ要求として扱われる：

- これらのビットがリングのブリッジ要求コードの1つを表し、APSバイト2ビット8が長距離パスのコードを示す場合。；もしくは、
- これらのビットがリングのブリッジ要求コードの1つを表し、APSバイト2ビット8が短距離パスのコードを示す場合。；もしくは、
- これらのビットがスパンのブリッジ要求コードの1つを表し、APSバイト2ビット8が短距離パスのコードを示す場合。

Rule G #1b : (ブリッジ要求の状態) 以下の場合に、APSバイト1ビット1-5に含まれる情報にてがブリッジ要求の状態として扱われる。：

- これらのビットがスパンのブリッジ要求コードの1つを表し、APSバイト2ビット8が長距離パスのコードを示す場合。

Rule G #1.c : 4ファイバリングのノードがSFRまたはSD R状態のとき、SFRまたはSD R要求は、そのノードにおいてより高優先の他のAPS要求が共に存在することが許されないため、送信されない。従って、ノードは検知または受信される予備系エンティティ状態をAPSコントローラの第2入力として扱う。ブリッジ要求コード間の関係性やブリッジ要求の状態の情報、APSバイトの数値を表7-2に示す。

表 7-2 - APSバイト2ビット8とバイト1ビット1-5との関係性

APSバイト2ビット8のコード	APSバイト1ビット1-5	
	リングブリッジコード	スパンブリッジコード
長距離パス	ブリッジ要求	ブリッジ要求の状態
短距離パス	ブリッジ要求	ブリッジ要求

7.2.4.1 リングノードAPS状態

リングノード状態には3つのクラスがある:アイドル状態、切替状態およびパススルー状態である。

7.2.4.1.1 アイドル状態

APS 要求またはブリッジ要求ステータスを生成または受信しておらず、かつ双方向からアイドルまたはET コードを受信している場合、ノードはアイドル状態にある。

Rule I #1 - APS バイト生成アイドル状態:

Rule I #1a : アイドル状態でエキストラトラヒックを挿入、分岐または透過しないノードは表 7-3 のように APS バイトを双方向に生成する。

表 7-3 – アイドル状態で生成される APS バイト 1,2 および 3 の値

バイト位置	値
APS byte 1 [1-5]	00000 (要求なしコード)
APS byte 2 [1-7]	宛先ノードID
APS byte 3 [1-7]	送信ノードID
APS byte 2 [8]	0 (短距離パスコード)
APS バイト 3 [8]	0/1 (送信/受信端ノード) [注釈: いずれの値も有効とみなされる]
APS バイト 1 [6-8]	000 (アイドルコード)

Rule I #1b : エキストラトラヒックを含むスパンにて送信される APS バイト 1 ビット 6-8 が値 011 (ET コード) をとることを例外として、アイドル状態でエキストラトラヒックを挿入、分岐、透過するいかなるノードも表 7-3 に示される APS バイトを生成する。

ノードはリングマップの情報を持つまで、Rule I-S 3 に従い動作する。立ち上げ状態でのシグナリングは将来の研究課題である。

Rule I #2 - APS バイト受信アイドル状態: アイドル状態のいかなるノードも双方向から APS を終端する。

7.2.4.1.2 切替状態

アイドル状態またはパススルー状態ではないノードが切り替え状態であると判断される。これはデフォルトシグナリング状態、例えば利用可能なリングマップがないノード立ち上げを含む。

Rule S #1 - APS バイト生成切替状態:

Rule S #1a : 切替状態であるいかなるノードも表 7-4 に示されるように APS バイトを生成する:

表 7-4 - 切替状態のノードにより生成される APS バイト 1,2 および 3 の値

バイト位置	値
APS byte 1 [1-5]	ブリッジ要求(ステータス)コード
APS byte 2 [1-7]	宛先ノードID
APS byte 3 [1-7]	送信ノードID
APS byte 2 [8]	0/1 (短距離/長距離パスコード)
APS byte 3 [8]	0/1 (送信/受信端ノード)
APS byte 1 [6-8]	ステータスコード

Rule S #1b : (スパンまたはリングブリッジ要求いずれかのための) 切替状態にあるいかなるノードも短距離パスへのブリッジ要求および長距離パスへのブリッジ要求(またはブリッジ要求ステータス)を生成する。ブリッジ要求およびブリッジ要求ステータスは両方とも同じ優先度を持ち(またはそれらの内一つが RR である)、同じスパンを保護する。一つのノードで有効になる複数の切替要求がある場合に、このことに対する例外が発生し得る。例外は次の通りである:

- Rules S #1c および S #1d に記載される孤立したノードのケース。
- ノード両側でのスパンブリッジ要求のケース、ノードは各短距離パスへのブリッジ要求を生成し、そのステータスビットは対応するスパンのためのブリッジおよび切替状態を示す。
- Rule S #2b に記載されるように隣接スパンへのスパンブリッジ要求を先取りするリングブリッジ要求のケース。
- SF P と SD P が同一スパンへのリング切替と共存するケース。表 7-5 がこれらのケースのためのシグナリングを定義する。

表 7-5 - 同一スパンへのリング切替と共存する SD-P と SF-P

最高次優先度リング 要求	短距離パス状態		短距離パスへ送信される 優先度
	現用	予備	
FS-R	クリア、SDまたはSF	SF	SF-P
FS-R	クリア、SDまたはSF	SD	SD-P
FS-R	クリア、SDまたはSF	SF-P または SD-P (APSバイト)	RR-S
SF-R(APS-byte)	クリア	SF	SF-P
SF-R(APS-byte)	クリアまたはSD	SD	SD-P
SD-R(APS-byte)	クリア	SD	SD-P
MS-R or EXER-R	クリア	SF	SF-P
MS-R or EXER-R	クリア	SD	SD-P
MS-R or EXER-R	クリア	SF-P または SD-P (APSバイト)	RR-S

Rule S #1c: 切替状態であるノードが、現在実行しているブリッジ要求に等しいか高次優先度の、同じスパン上の新しい短距離パス APS バイトブリッジ要求を隣接ノードから終端する場合はいつでも、そのノードは対応する長距離パス上に同じ優先度のブリッジ要求を生成する。ノードが両側の短距離パス上で隣接ノードからリングブリッジ要求を受信する場合はいつでも、短距離逆方向要求ではなく長距離パスブリッジ要求が送信される。このルールは同一ノードに複数のブリッジ要求があるケースで Rule S #1b に優先する(図 7-11a 参照)。

Rule S #1d: ノードがリング切替を求められる条件またはそのノードで適用されるリング切替の外部起動コマンドを検出した場合はいつでも、リングブリッジ要求が高次優先度のブリッジ要求によって先取りされない限り、そのノードは必ず短距離パスリング要求を短距離パスに生成する(図 7-11 b 参照)。このルールは Rule S #1c に優先する。ノードが片側への短距離リングブリッジ要求を一方から受信してもう一方から上述した条件の一つを検出する場合はいつでも、その条件に関連したブリッジ要求を送信することに注意する(図 7-11 c 参照)。

Rule S #1e: 切替状態にあるノードはエクストラトラヒックを運ぶスパン上の APS バイト 1 ビット 6-8 に ET コードを挿入する。

Rule S #2 - APS バイト受信切替状態: 切替状態にあるいかなるノードも双方向で APS を終端する。

Rule S #3 - 単方向ブリッジ要求受信通知: ブリッジ要求またはブリッジ要求ステータスを受信するとすぐに、そのあて先とされたノードは APS バイト 1 ビット 1-5 を短距離パス上で RR コードに、長距離パス上で受信ブリッジ要求優先度に変更することにより、ブリッジ要求を受けたことを知らせる。

Rule S #4 - 共存が許容される完了プロテクション切替:

Rule S #4a: 次の切替が共存を許される:

- あらゆるスパン切替と SD-P;
- 他のスパンに対するあらゆるスパン切替と LP-S または SF-P;
- 同じスパン上のいかなるリング切替と SF-P または SD-P;
- SD-P と LP-S;
- LP-S と LP-S;
- SF-P と LP-S;
- SD-P と SD-P;
- FS-R と FS-R (複数サブリングへのリング分割);
- SF-R と SF-R (複数サブリングへのリング分割);
- SF-R と FS-R (複数サブリングへのリング分割);
- 他のスパン切替とあらゆるスパン切替。

Rule S #4b: 異なるスパンにて SD-R、MS-R または EXER-R の複数の等しい優先度のブリッジ要求が同時に存在する場合、ブリッジまたは切替は実行されず、既存の切替およびブリッジは破棄される。(複数の SD-R 故障の場合は、全ての故障は報告されるか、警報が通知される。しかしこの動作は使用者に期待されるものであると考えらえることに注意する。) そのノードは APS バイト 1、ビット 1-5 でリングブリッジ要求を送信し、APS バイト 1 ビット 6-8 がアイドルに設定される。

Rule S #5 - リングブリッジ要求断: もしリングブリッジおよび切替を実行するノードがもはや有効なリングブリッジ要求を長距離パス上で受信しないなら、そのリングブリッジおよび切替を破棄し、最高次優先度の入力に基づいて送信および動作する。

Rule S #6 - スパンブリッジ要求断: もしスパンブリッジおよび切替を実行するノードが もはや有効なスパンブリッジ要求を(短距離パス上で)受信しないなら、スパンブリッジおよび切替を破棄し、最高次優先度の入力に基づいて送信および動作する。

Rule S #7 - エクストラトラヒック: もし LP-S、SF-P または SD-P 要求による切替状態でないなら、切替状態であるノードはエクストラトラヒックを透過しない。スパン切替のための WTR、または LP-S、SF-P、SD-P または EXER-S を除くあらゆるスパン要求により切替状態であるノードは、そのブリッジ要求の短距離パス上でエクストラトラヒックを生成または終端しない。リング切替のための WTR、または EXER-R を除くあらゆるスパン要求により切替状態であるノードは、エクストラトラヒックを送信または終端しない。

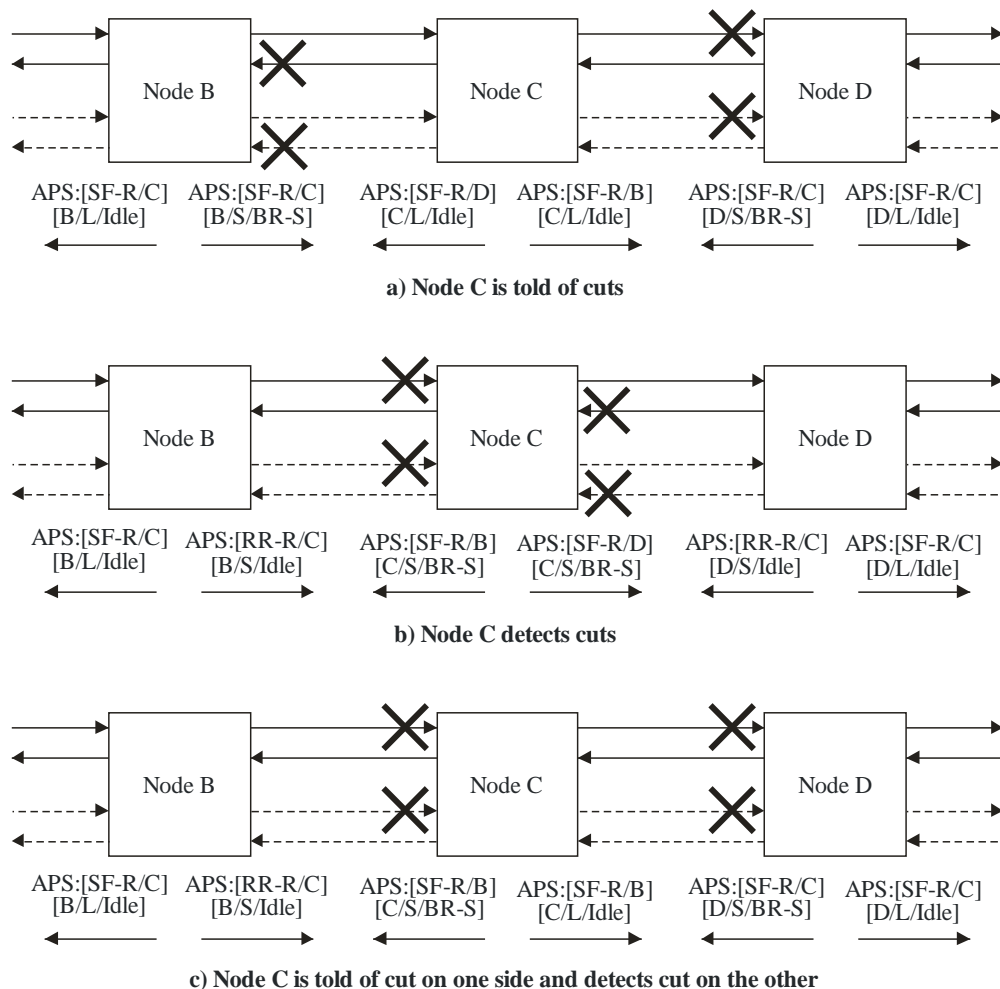
Rule S #8 - WTR 終端: WTR タイマーが満了する前に WTR 状態のノードがブリッジおよび切替を破棄する場合はいつでも、WTR をすぐに終端し、最高次の優先度入力に基づいて動作する。

Rule S #9 - 影響をうけるスパンのために現用系のトリビタリスロットリング切替をロックアウトする外部コマンド (LOW-R) を受信する、リング切替状態であるノードは、ブリッジおよび切替を破棄し、NR、SF-P または SD-P を送信する。LOW-R スパンから離れたスパンからのアイドルか ET コードまたはブリッジ要求ステータスのいずれかと組み合わせて NR を受信したとき、そのノードはそのスパンで先取りされたエクストラトラヒックを再挿入する。

Rule S #10 a: RR-S シグナリングの使用によりスパン切替ノードは受信端ノードと送信端ノード指示を挿入する。もし RR-S スパンブリッジ要求メッセージが送信されると、送信端ノード指示を運び、そして同じスパンに送られるスパンブリッジ要求ステータスメッセージについても同様である。もしスパン切替ノードが RR-S を送信しないなら、受信端ノード指示を持つスパンブリッジ要求とスパンブリッジ要求ステータスメッセージを送信する。

Rule S #10 b: ローカルに適用されるリング切替コマンドに従うか、スパンのためのリング切替要求に帰着するまたは結合される故障をローカルで検出するかのいずれかを行うリング切替ノードは、受信端ノード指示をこのスパンに関連した長距離パスリングブリッジ要求メッセージに挿入する。もし同じスパンのための短距離パスリングブリッジ要求メッセージが送信されるなら、同じ受信端ノード指示を持つ。スパンブリッジ要求が短距離パスで送信される場合、受信端指示は RR-S 以外の全てのスパンブリッジ要求のために送信される。これらの場合、ノードは受信端として動作している。他の全ての場合は、リング切替ノードは送信端として動作し、送信端指示がこのスパンに関連する長距離パスおよび短距離パスブリッジ要求/ブリッジ要求ステータスメッセージに挿入される。

Rule S #11 - ノードは最高次優先度入力を決定するためにそのノード宛の送信端ノード指示を持つ長距離パスリング切替要求を無視する。



————> Working channels
 - - - - -> Protection channels

G.873.2(12)_F7-11

図 7-11 - 孤立ノードシグナリング
 (ノード B および D がリングブリッジおよび切替を確立する前のシグナリング状態)

7.2.4.1.3 パススルー状態

最高次優先度の APS 要求が、自身が宛先ではないまたは生成していないブリッジ要求かブリッジ要求ステータスである場合、ノードはパススルー状態である。パススルーはその性質に応じて単方向か双方向のいずれかとなり得る。3種類のパススルーがある:単方向完全パススルー、双方向完全パススルーおよび APS バイトパススルーである(様々なパススルーの定義は3章参照)。

Rule P #1 - APS バイト生成および受信パススルー状態: ノードがパススルーである場合は、反対側から受信した APS バイトの全てまたは一部をもう一方側に転送する。APS バイトパススルー状態であるノードはエクストラトラヒックを運ぶスパン上の APS バイト 1 ビット 6-8 で ET コードを生成する。ET コードを受信している APS バイトパススルーノードは、もしエクストラトラヒックが反対側に存在しなければ、反対方向にアイドルを生成する。単方向完全パススルーとなるノードは、APS バイト 1 ビット 6-8 に適切なステータスコードを反映することを例外として、前で生成された APS バイトを反対方向に送り続ける。

Rule P #2 - シグナリング中のパススルー状態への残留: パススルー状態にある自身が宛先となる長距離パスリングブリッジ要求と、他のノードが宛先となる同じ優先度のもう一つの長距離パスリングブリッジ要求を受信する場合、そのノードは別の状態に遷移しない。(このルールはノード故障条件をクリアするシーケンスのために必要である。図 I.5 参照)

Rule P #3 - エクストラトラヒック: 完全パススルーするノードはエクストラトラヒックを生成も終端もしない。APS バイトパススルー状態にあるノードはエクストラトラヒックを送信、終端および透過できる。

7.2.4.2 リングノードAPS状態遷移ルール

7.2.4.1 項では三つのリングノード状態を記載した。この項ではこれらの異なる状態間の遷移ルールを記載する。リニア APS のように、次の基本ルールが適用されることに注意する:

Rule Basic #1 - 状態遷移トリガ: 入力 APS バイトの変更、WTR の満了、外部起動コマンドまたはローカルに検出された ODUk (HO ODU) パスまたは ODUj (LO ODU) タンデムコネクションまたは装置性能基準によりすべての状態遷移が起動される。

Rule Basic #2 - APS バイト検証: APS バイトを有効として受理する前に、三連続フレームの間に値が同一で受信する。

Rule Basic #3 - APS バイト 1 ビット 6-8 更新: もしスパンがエクストラトラヒックを運んでいないなら、APS バイト 1 ビット 6-8 を更新することによって全てのブリッジおよび切替動作が反映される。ノードはエクストラトラヒックを運ぶあらゆるスパンへ ET コードを送信する。

Rule Basic #4 - もしブリッジ要求が共存することを許されていないなら、ローカルに検出された故障、外部起動コマンドまたは受信 APS バイトによる APS 要求が表 7-1 に示される優先順序で APS 要求を先取りする。入力ブリッジ要求から生じる動作は、入力ブリッジ要求ステータスシグナリングから生じる動作に対して各々の優先度を無視して優先される。ブリッジ要求ステータスシグナリングは決してブリッジ要求を先取りしない。

7.2.4.2.1 アイドルおよびパススルー状態間の遷移

Rule I-P #1 - アイドルからパススルー状態への遷移:

Rule I-P #1a: 新しいブリッジ要求がそのノード自身を宛先としたものでない限り、アイドルから完全またはバイトパススルー状態への遷移は、どの方向でも、NR コードから他のブリッジ要求コードへの有効 APS バイト変更によって起動される。Rule I-P #1b に従い双方向でそれらは完全または APS バイトパススルーに移行する。

Rule I-P #1b: あらゆるスパンブリッジ要求ステータスまたは EXER-R ブリッジ要求のために、長距離パス上の中間ノードは APS バイトパススルーになる。EXER-R 以外の有効リングブリッジ要求を受信した時に中間ノードがとる動作は:

- エクストラトラヒックを持たない NE では、アイドル状態であるノードがどの方向でも、そのノード自身が宛先とならない有効リングブリッジ要求を受信した場合、そのノードは双方向完全パススルー状態になる;
- エクストラトラヒックを持つ NE では、アイドル状態にあるノードがどの方向でも、そのノード自身が宛先とならない有効リングブリッジ要求を受信した場合に、そのノードは双方向でエクストラトラヒックを分岐し、ブリッジ要求の方向のみで単方向完全パススルーになる。交差する APS バイトを受信する時、ノードは双方向完全パススルーになる。

Rule I-P #2 - パススルー状態からアイドル状態への遷移: 双方向から APS バイト 1 ビット 1-5 に NR コードと APS バイト 1 ビット 6-8 にアイドルまたは ET コードを検出した場合、ノードパススルー状態からアイドル状態に戻る。双方向で同時にパススルー状態からアイドル状態に戻る。先取りされたエクストラトラヒックは再挿入されて Rule I #1b に定義されるように ET コードが生成される。

7.2.4.2.2 アイドルおよび切替状態間の遷移

Rule I-S #1 - アイドル状態から切替状態への遷移:

Rule I-S #1a: アイドル状態から切替状態への NE の遷移は次の条件のうち一つによって起動される:

- NR コードから、長距離パスまたは短距離パス上のいずれかで受信され、その NE が宛先となるリングブリッジ要求コードへの有効 APS バイトの変更;

- NR コードから、短距離パス上で受信されその NE が宛先となるスパンブリッジ要求コードへの有効 APS バイトの変更;
- その NE に対する外部起動コマンド;
- その NE での故障検出。

Rule I-S #1b : 有効ブリッジ要求を受信した際に切替 NE がとる動作 (リングブリッジおよび切替を実行するために、ブリッジ要求が長距離パスで受信されることに注意する。Rule I-S #1c 参照) :

- FS-R ブリッジ要求に対し、ノードはスケルチングの必要があるかを調べて、それに従いスケルチし、ブリッジを実行して APS バイト 1 ビット 6-8 にブリッジコードを双方向で挿入する。ブリッジ要求パスの APS バイト 1 ビット 6-8 のブリッジコードを受信したとき、その NE は切替を実行して APS バイト 1 ビット 6-8 を両方のパスでそれに従って更新する;
- SF-R ブリッジ要求に対し、ノードはスケルチングの必要があるかを調べて、それに従いスケルチし、ブリッジと切替を実行して APS バイト 1 ビット 6-8 にブリッジおよび切替コードを長距離および短距離パスの両方に挿入する;
- SD-P、EXER-S、EXER-R、SF-P および LP-S を除いて、全ての他のブリッジ要求に対して、ノードはブリッジを実行して APS バイト 1 ビット 6-8 にブリッジコードを双方向に挿入する。ブリッジ要求パス上の APS バイト 1 ビット 6-8 でブリッジコードを受信した時、その NE は切替を実行して APS バイト 1 ビット 6-8 を両方のパスでそれに従って更新する;
- SD-P、EXER-S、EXER-R、SF-P および LP-S に対して、ノードは他のいかなるブリッジ要求と同じように送信するが、ブリッジまたは切替は実行しない。7.1.2 項参照;
- エクストラトラヒックは、リング切替のための全てのスパンまたはスパン切替のために予備系チャンネルが要求されるスパン上ですぐに破棄される。
- ブリッジおよび切替によって予備系チャンネルが要求されるスパン上で ET コードが受信される間は、ブリッジまたは切替が実行されない。

Rule I-S #1c : 短距離パスブリッジ要求でのみ、スパン切替は作られるか壊される。リング切替は長距離パスブリッジ要求にのみ作られるか壊される。

Rule I-S #2 - 切替状態からアイドル状態への遷移: 双方向から APS バイト 1 ビット 15 の NR コードと APS バイト 1 ビット 6-8 のアイドルまたは ET コードを検出した場合、ノードは切替状態からアイドル状態に戻る。切替状態からアイドル状態への遷移は 4 ステップ遷移となる。

- ステップ 1: ノードで WTR 時間が満了するか外部起動コマンドがクリアされて、そのノードが短距離スパンからの RR を受信する場合、そのノードは切替を破棄し、APS バイト 1 ビット 15 で NR コードと APS バイト 1 ビット 6-8 でブリッジコードを送信する。(このステップで切替状態からパススルー状態への遷移を実行しても良いことに注意する。)
- ステップ 2: NR コードと切替が破棄されたという指示を受信した際に、送信端ノードはそのブリッジと切替を破棄し、アイドルコードを双方向に生成する。スパンブリッジ要求のため短距離パス上でそしてリングブリッジ要求のため長距離パス上で切替が破棄したという指示が受信される。
- ステップ 3: 一度受信端が入力アイドルコードを検出すると、その受信端もまたブリッジおよび切替を破棄し、双方向でアイドルコードを生成する。先取りされたエクストラトラヒック再挿入されて ET コードが Rule I #1b に定義されるように生成される。
- ステップ 4: 一度送信端が双方向から入力アイドルコードを検出すると、アイドル状態に戻す。先取りされたエクストラトラヒック再挿入されて ET コードが Rule I #1b に定義されるように生成される。先取りされた予備系の信号故障による SF-P コードが再挿入される。
- リング上の他の条件によりブリッジまたは切替が実行されるべきではないケースがあることに注意する。これらのケースでは、要求を起動する NE (すなわち受信端) が NR コードを送信する。NR コードを受信したとき、送信端もまたアイドルコードを生成する。

Rule I-S #3 - リングの現在の状態に従い正規の APS シグナリングが可能となるまで、ノードはデフォルト APS コードを送信する。デフォルト APS コードはノードが正しく APS バイトを送信できず、このためプロテクション切替を正規に実行できないことを示すために使用される。

Rule I-S #4 - 短距離 (長距離) パス上でデフォルト APS コードを受信しているリング (スパン) 切替ノードは正規の APS コードが受信されるまで、そのパスに関連するシグナリングを変更せず、またいかなる動作もとらない。長距離 (短距離) パス上でデフォルト APS コードを受信しているリング (スパン) 切替ノードはそのブリッジと切替を破棄する。

Rule I-S #5 - ブリッジまたは切替していない切替ノードで、それ自身が宛先となる長距離パスリングブリッジ要求を両隣のノードから受信するものは、これらのブリッジ要求に基づいた動作をとらない。

Rule I-S #6 - もし切替ノードが両方向から自身が生成している APS バイトを受信しており、他の APS 要求を受信していないなら、アイドル状態に遷移する。そうでなければその切替ノードは最高次の優先度入力に従い送信する。

Rule I-S #7 - ノードが RR コードを保護されているスパンを通じて受信する場合、そして同じノードが RR コードを送信している場合は、信号故障および信号劣化優先度のブリッジ要求ステータスまたはブリッジ要求を除いて、Rule I-S #2 に記述されるブリッジおよび切替を破棄する。信号故障および信号劣化のために、そのノードは Rule S-S #3 に従い WTR 時間の満了後に切替およびブリッジを破棄する。

7.2.4.2.3 切替状態間の遷移

この項では最初に誤接続を生じさせずに切替を実行することを可能とするために、各リングノードが従う一式の要求ならびに目的について規定し、それから切替状態間の遷移を調整するために必要であるルールを規定する。

7.2.4.2.3.1 リングマップ及びスケルチテーブル情報

リング上の各ノードはリング接続を記述するリングマップと、全ての挿入、分岐および透過する ODU の送信元および宛先を示すローカルスケルチテーブルを維持する。

7.2.4.2.3.2 スケルチング

ODU スケルチングは ODU-AIS の挿入によって切替ノードで実行される。

切替ノードは、APS バイトアドレス (交差する APS バイト) をリングマップに含まれる情報と比較することで、ノードが失われているかを見分ける。この情報とスケルチテーブル情報から、切替ノードはこれらのノードでどの ODU が挿入および分岐されるかを見分け、それらを双方向でスケルチする。

7.2.4.2.3.3 遷移ルール

次の遷移ルールを適用する:

Rule S-S #1 - 切替状態から切替状態への遷移

Rule S-S #1a: 現在 SF-R 切替を実行している NE が、その NE が宛先ではない長距離パスへの別の SF-R または FS-R ブリッジ要求を受信した場合、NE はスケルチングの必要があるかどうかを調べてそれに従いスケルチを行う。NE はブリッジおよび切替が破棄された場合はスケルチングを止める。

Rule S-S #1b: 現在 FS-R 切替を実行している NE が、その NE が宛先ではない長距離パスへの別の FS-R または SFR ブリッジ要求を受信した場合、NE はスケルチングの必要があるかどうかを調べてそれに従いスケルチを行う。NE はブリッジおよび切替が破棄された場合はスケルチングを止める。

Rule S-S #1c: 現在リング切替を実行している NE が高次優先度のリング APS 要求 (ローカルで検出した故障、外部起動コマンドまたはその NE が宛先となるリングブリッジ要求による) を同じスパンで受信した場合、実行しているリング切替の優先度を受信したリングブリッジ要求の優先度に更新する。

Rule S-S #1d: 現在スパン切替を実行している NE が高次優先度のスパン APS 要求 (ローカルで検出した故障、外部起動コマンドまたはその NE が宛先となるスパンブリッジ要求による) を同じスパンで受信した場合、実行しているスパン切替の優先度を受信したスパンブリッジ要求の優先度に更新する。

Rule S-S #1e: 現在 EXER-R 要求を実行している NE が高次優先度のリング APS 要求 (ローカルで検出した故障、外部起動コマンドまたはその NE が宛先となるリングブリッジ要求による) を同じスパンで受信した場合、エクストラトラヒックを取り除く。ノードはその後 Rule I-S #1 に詳述されるように新しいリング APS 要求を実行する。

Rule S-S #1f: 現在 EXER-S 要求を実行している NE が高次優先度のスパン APS 要求 (ローカルで検出した故障、外部起動コマンドまたはその NE が宛先となるリングブリッジ要求による) を同じスパンで受信した場合、LP-S、SF-P および SD-P を除いて、エクストラトラヒックを短距離スパンから取り除く。ノードはその後 APS バイト 1 ビット 6-8 にアイドルコードを持つ新しいスパンブリッジ要求を短距離パス上に、新しいスパンブリッジ要求を長距離パス上に送信する。もし長距離パス上にエクストラトラヒックがあるなら、ET コードが APS バイト 1 ビット 6-8 で送信される。そのノードは Rule I-S #1 に詳述されるように新しいスパン APS 要求を実行する。

Rule S-S #2 - 切替先取り:

Rule S-S #2a: 現在スパン切替を実行している NE が、それが宛先であり同じスパンでより大きい優先度のリング APS 要求 (ローカルで検出した故障、外部起動コマンドまたはその NE が宛先となるリングブリッジ要求による) を受信した場合、その NE は:

- スパンブリッジおよび切替をすぐに破棄する;
- リング APS 要求を (Rule I-S #1 に詳述されるように) 実行する。

Rule S-S #2b: 現在スパン切替を実行している NE が、その NE が宛先である (ローカルで検出した故障、外部起動コマンドまたはその NE が宛先となるリングブリッジ要求による) リング APS 要求を受信し、実行しているスパン切替より大きい優先度を持ち、その隣接スパンに対する場合、その NE はスパン切替を破棄し、スパン APS 要求の方向に APS バイト 1 ビット 1-5 で NR と APS バイト 1 ビット 6-8 でブリッジを送信し、リング APS 要求の方向に APS バイト 1 ビット 1-5 でリング要求と APS バイト 1 ビット 6-8 でアイドルを送信する。

Rule S-S #2c: 現在スパン切替を実行している NE が、その実行しているスパン切替より大きい優先度を持ち、非隣接スパンに対するリング APS 要求を受信した場合、その NE はスパン切替を破棄し、双方向に APS バイト 1 ビット 1-5 で NR と APS バイト 1 ビット 6-8 でブリッジを送信する。

Rule S-S #2d: ブリッジおよび切替されているスパン切替ノードが NR およびそのスパンで切替が破棄されたという指示を受信する場合、そのノードはブリッジと切替を破棄し、もしそのノードの最高次優先度入力が:

- 宛先が自身であるスパンブリッジ要求ステータスまたは NR であるなら、その後そのノードは APS バイト 1 ビット 1-5 で NR を APS バイト 1 ビット 6-8 でアイドルを双方向に送信する;

- 隣接スパンへの APS 要求 (ローカルで検出した故障、外部起動コマンドまたはその NE が宛先となるスパンブリッジ要求による) であるなら、その後そのノードはその要求に従い送信する。;
- 隣接スパンへのリング APS 要求 (ローカルで検出した故障、外部起動コマンドまたはその NE が宛先となるリングブリッジ要求による) であるなら、その後そのノードはリングブリッジ要求を実行する;
- 他のノードが宛先である長距離パスリング APS 要求であるなら、その後そのノードは Rule S-P #1a または S-P #1b のいずれかに従い、ブリッジ指示が受信されているか否かに依存して送信する;
- 他のノードが宛先であるスパンブリッジ要求状態であるなら、その後そのノードは Rule S-P #1c または S-P #1d のいずれかに従い、ブリッジ指示が受信されているか否かに依存して送信する;
- 同一スパンへのスパン APS 要求 (ローカルに検出した故障または外部起動コマンドによる) であるなら、そのノードは APS バイト 1 ビット 1-5 でスパンブリッジ要求を APS バイト 1 ビット 6-8 でアイドルを送信する。

Rule S-S #2e: もしブリッジされているスパン切替ノードが NR をおよびそのスパンのために切替が破棄されたという指示を受信する場合、ノードはブリッジを破棄し、そしてもしノードの最高次優先度入力が:

- そのノード自身が宛先であるスパンブリッジ要求状態または NR なら、その後そのノードは NR を APS バイト 1 ビット 1-5 でアイドルを APS バイト 1 ビット 6-8 で双方向に送信する;
- 隣接スパンのためのスパン APS 要求 (ローカルで検出した故障、外部起動コマンドまたは自身が宛先となるスパンブリッジ要求による) なら、その後ノードはその要求に従い送信する;
- 隣接スパンのためのリング APS 要求 (ローカルで検出した故障、外部起動コマンドまたは自身が宛先となるリングブリッジ要求による) なら、その後そのノードはその要求を実行する;
- 他のノードが宛先である長距離スパンリングブリッジ要求なら、そのノードは Rule S-P #1a または S-P #1b のいずれかに従い、ブリッジ指示が受信されたか否かに依存して送信する;
- 他のノードが宛先であるスパンブリッジ要求状態なら、その後そのノードは Rule S-P #1c または S-P #1d に従い、ブリッジ指示が受信されたか否かに依存して送信する;
- 同一スパンへのスパン APS 要求 (ローカルで検出した故障または外部起動コマンドによる) なら、ノードはスパンブリッジ要求を APS バイト 1 ビット 1-5 でアイドルを APS バイト 1 ビット 6-8 で送信する。

Rule S-S #2f: 現在リング切替を実行している NE が、その実行しているリング切替より隣接スパンに対する大きい優先度のスパンまたはリング APS 要求 (ローカルで検出した故障、外部起動コマンドまたは自身が宛先となるスパンまたはリングブリッジ要求による) を受信する場合、その NE は:

- リングブリッジおよび切替をすぐに廃棄する;
- 高次優先度の APS 要求を (Rule I-S #1 に詳述されるように) 実行する。

Rule S-S #2g: 現在リング切替を実行している NE が、同じスパンに対する大きい優先度のスパンまたはリング APS 要求 (ローカルで検出した故障、外部起動コマンドまたは自身が宛先となるスパンブリッジ要求による) を受信する場合、その NE は:

- リングブリッジおよび切替をすぐに廃棄する;
- スパン APS 要求を実行する。

Rule S-S #2h: 4 ファイバリングに対して:もしリング切替ノードが実行されているリング APS 要求より高次優先度の APS 要求を受信し、そして二つの要求の共存が許されないなら、ノードは低次優先度の要求を破棄し、高次要求に加えてその検出または受信した予備系条件を考慮する。もし予備系の検出または受信した要求が高次優先度の APS 要求との共存を許されるなら、そして高次優先度の APS 要求が検出または受信した予備系チャンネル要求に対する隣接スパンでのスパン切替であるか、高次優先度の APS 要求が検出または受信した予備系チャンネル要求に対する同じスパンでのリング切替であるかのいずれかなら、その後ノードは予備系チャンネル要求と高次優先度の APS 要求の両方を個別のスパンに対応させる。このルールは Rule S-S #1c と Rule S-S #2f に優先する。

Rule S-S #3 - リングおよびスパン切替解除 (先取りなし):

Rule S-S #3a: もし以下に挙げる条件でないなら、故障条件がノードで解除された場合、ノードは WTR となり適切なタイムアウト間隔の WTR にとどまる:

- 1) WTR より高次優先度の異なるブリッジ要求が受信される; または
- 2) 他の故障が検出される; または
- 3) 外部起動コマンドが有効になる。

ノードは長距離および短距離パスの両方に WTR コードを送信する。

Rule S-S #3b: 入力 SD-S、SD-R、SF S または SF-R ブリッジ要求 (ローカルで検出した故障によるものではない) に反応して切替を実行するノードが WTR コードを受信する (単方向故障の場合)、短距離パスに RR および長距離パスに WTR を送信する

Rule S-S #4 - スパン切替タイムアウト: 2 ファイバ/4 ラムダまたは 4 ファイバ/4 ラムダまたは 4 ファイバ/4 ラムダリングにおいて、短距離パスでの受信通知がないため (タイムアウトの期間は装置の論点である)、または予備チャンネルが予備系の劣化が故障または LOW-S を含めて使用不能になるためか、SD-S または SF-S ブリッジ要求が実行できない場合は、適切なリング切替が試みられる。

Rule S-S #5 - 隣接ノードの両側から自身が宛先となるリングブリッジ要求を受信する切替ノードはそのブリッジと切替を破棄する。

Rule S-S #6 - SF-Pブリッジ要求を現在受信しているか、信号故障-プロテクションのためにSF-Pブリッジ要求を生成しているNEが外部起動リングブリッジコマンドを受信するか同一スパンの現用系故障を検出する場合、リングブリッジ要求の優先度を仮定する。

7.2.4.2.4 切替およびパススルー状態間の遷移

Rule S-P #1 - 切替先取りルール (切替状態からパススルー状態へ):

Rule S-P #1a: もしブリッジまたは切替していないスパン切替ノードがそのスパンへのブリッジコードを受信しており、最高次優先度の入力がある他のノードが宛先である長距離パスリングブリッジ要求であるなら、それからノードは両方向にAPSバイト1ビット1-5でNRとAPSバイト1ビット6-8でアイドルを送信する。

Rule S-P #1b: もしブリッジまたは切替していないスパン切替ノードが、ブリッジがそのスパンに分岐されたという指示を受信し、最高次優先度の入力がある他のノードを宛先とした長距離パスリングブリッジ要求であるなら、それから:

- エクストラトラヒックを持たないNEには、ノードは双方向完全パススルーになる;
- エクストラトラヒックを持つNEには、ノードが双方向でエクストラトラヒックを破棄し、ブリッジ要求の方向のみ単方向完全パススルーになる。交差するAPSバイトを受信する時、ノードは完全パススルーになる。

Rule S-P #1c: もしブリッジまたは切替をしないスパン切替ノードがそのスパンへのブリッジコードを受信しており、その最高次優先度の入力がある他のノードが宛先でありスパンブリッジ要求ステータスであるなら、それからノードは両方向にAPSバイト1ビット1-5でNRとAPSバイト1ビット6-8でアイドルを送信する。

Rule S-P #1d: もしブリッジまたは切替をしないスパン切替ノードが、ブリッジがそのスパンに廃棄されたという指示を受信し、最高次優先度の入力がある他のノードを宛先としたスパンブリッジ要求であるなら、それからノードはAPSバイトパススルーに入る。その後、先取りされたエクストラトラヒックを再挿入する。

Rule S-P #1e: 現在リング切替を実行しているノードが、自身が実行しているリング切替より大きい優先度の非隣接スパンのための長距離パスリングブリッジ要求を受信する場合、そのブリッジと切替をすぐに破棄し、それからノードは双方向完全パススルーになる。

Rule S-P #1f: 現在リング切替を実行しているノードが、最高次優先度の入力として双方向から自身が宛先とならない長距離パスリングブリッジ要求を受信し、そのブリッジと切替をすぐに破棄し、それからノードは双方向完全パススルーになる。

Rule S-P #1g: ブリッジまたは切替がないリング切替ノードが、最高次優先度入力として他のノードが宛先であるスパンブリッジ要求ステータスを受信する場合、ノードはAPSバイトパススルーになる。そのノードは先取りされたエクストラトラヒックを再挿入する。

Rule S-P #2 -パススルーから切替への遷移:

Rule S-P #2a: 完全パススルーから切替へのノード遷移は以下の条件により起動される:

- 1) 優先度が等しいか高次の、または共存が許容される外部起動コマンド;
- 2) 優先度が等しいか高次の、または共存が許容される故障の検出;
- 3) 優先度が等しいか高次の、または共存が許容される、そのNEが宛先であるブリッジ要求の受信;
- 4) そのNEによって生成されたAPSバイトの検出。

Rule S-P #2b: APSバイトパススルーから切替へのノード遷移は以下の条件により起動される:

- 1) 外部起動コマンド;
- 2) 故障の検出;
- 3) そのNEが宛先であるブリッジ要求の受信

Rule S-P #2c: もし完全パススルー状態であったノードが現在Rule S-P #2aによるスパンブリッジ要求を生成しているなら、そのノードはリング切替が破棄されたことを示す指示を受信するまで、影響を受けるスパンに隣接するスパンの予備系チャンネルにODU-AISを挿入する。

Rule S-P #3 - もしノードがリング上でのSF-RまたはFS-R要求によりパススルー状態であり、そのノードが現在はSF-RまたはFS-Rブリッジ要求を(Rule S-P #2aにより)生成しているなら、そのノードは:

- 1) スケルチングの必要があるかどうかを決定し、それに従いスケルチを行なう;そして
- 2) リングブリッジおよび切替を実行する。

Rule S-P #4 - もしパススルーノードが少なくとも一方向から送信元IDが自身であるAPSバイトを受信するなら、そのノードは両方向にアイドルを生成する。

7.2.4.2.5 パススルー状態間の遷移

この章ではバイトパススルー状態から完全パススルー状態へ変更するために、逆もまた同様に必要なルールを規定する。

次の遷移ルールが適用される:

Rule P-P #1 -APSバイトパススルーから完全パススルーへの遷移:

- エクストラトラヒックを持たないNEに対し、APSバイトパススルーであるノードはそのNE自身が宛先であるEXER-R以外の長距離リングブリッジ要求を受信し、ノードは双方向完全パススルーになる。

- エクストラトラヒックを持つNEに対し、ノードはエクストラトラヒックを双方向で分岐し、ブリッジ要求の方向のみ単方向完全パススルーになる。交差するAPSバイトを受信する際、ノードは双方向完全パススルーになる。

Rule P-P #2 - 完全パススルーからAPSバイトパススルーへの遷移: 自身が宛先でないスパンブリッジ要求ステータスを受信する双方向完全パススルーであるノードはAPSバイトパススルーになる。

7.2.5 例

付録Iに基本的な例の一式で上述のルールを適用する方法を示す。

7.3 ODU共有リングプロテクションの方路切替アプリケーション

将来の研究課題。

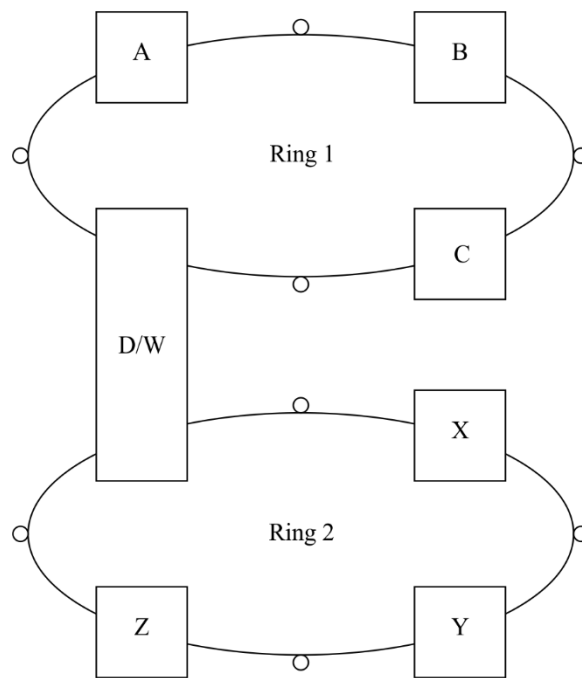
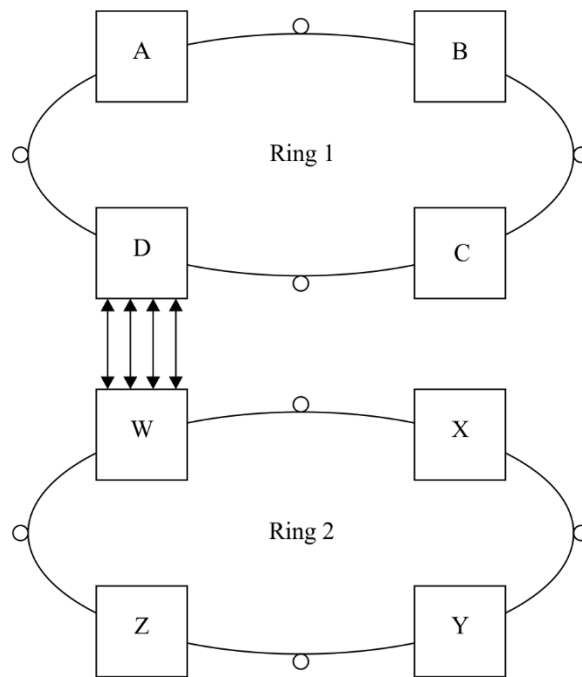
8 相互運用アーキテクチャ

この章では複数ネットワークノードを横切る同一ネットワークレイヤ内での、プロテクションアーキテクチャの複数インスタンス間での相互運用を記述する。

8.1 単一ノード相互接続

単一ノード相互接続は各リングの一つノードが相互接続された二つのリング間でアーキテクチャである。

このアーキテクチャは(図8-1に示すように)リング相互接続ポイントでの単一ポイント障害を持つ。相互接続プロテクションは光多重セクションプロテクションまたは内在監視型(ODUk SNC/I)の相互接続スパンを持つOTUk監視ODUk SNCプロテクションにより提供されるが、いずれかの相互接続ノードの故障によりプロテクションは利用できなくなる。代わりにDおよびWが単一ノードでも、両リングをサポートする。



G.873.2(15)_F8-1

図 8-1 -単一ノード相互接続タイプ I および II の例

8.2 二重ノード相互接続

8.2.1 一般化されたアーキテクチャ

二重相互接続はそれぞれのリングで二つのノードが相互接続されている二つのリング間のアーキテクチャである。二つのリング間の二つの相互接続は一つのリングから他方へ横切るトラヒックの保護を提供するよう調整できる。二重相互接続の特別な形態は "リング相互運用 (ring interworking)" という用語により参照される。リング相互運用は各リングの二つのノードで二つのリングが相互接続されるネットワークトポロジであり、そのトポロジはこれら二つのノードのいずれかで現用系トラヒックの断を発生させる故障に対して動作する。

これは図 8-3 で説明される。この図は、ノード A から上のリングに入って出る ODU があり、そしてまたノード Z から下のリングに入って出る。以下の表記を使用する:

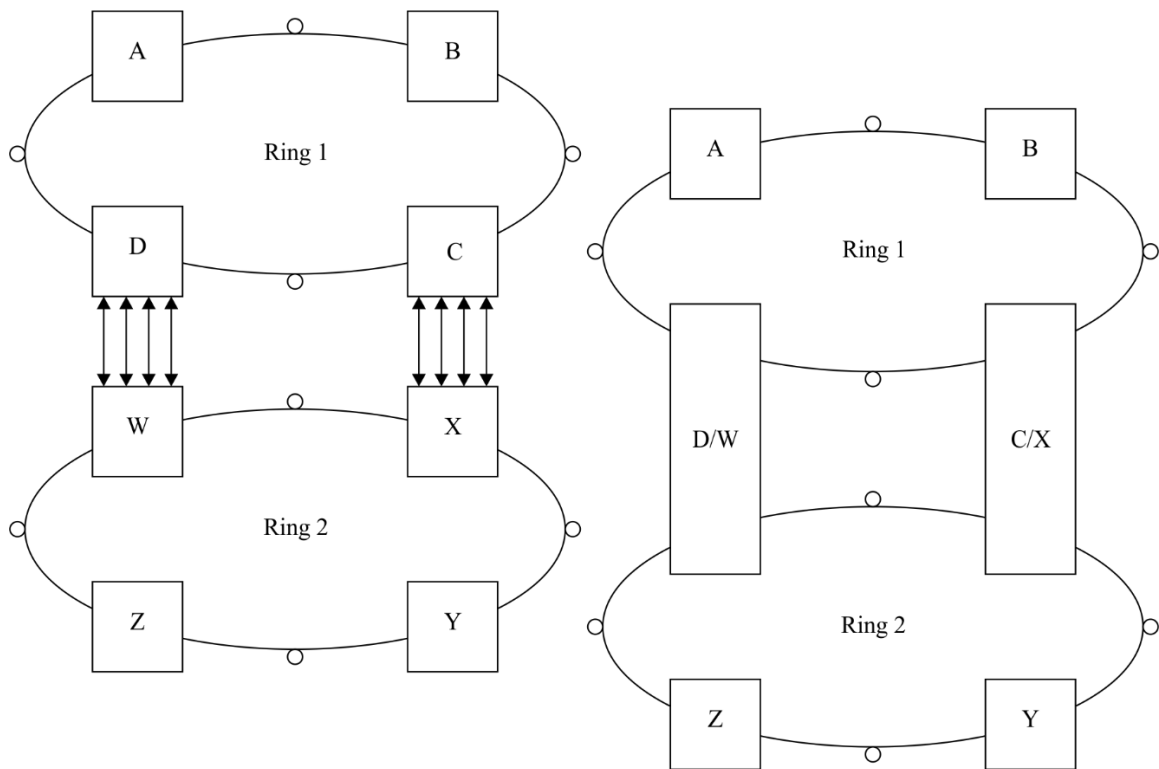
- TA = ノード A での送信信号;
- RA = ノード A での受信信号;

- TI1 = 相互接続ノードの一つでの送信信号;
- RI1 = 相互接続ノードの一つでの受信信号;
- TI2 = 他の相互接続ノードでの送信信号;
- RI2 = 他の相互接続ノードでの受信信号。

リング相互運用において、相互接続ノード二組の間のインタフェースは以下のようなものである:

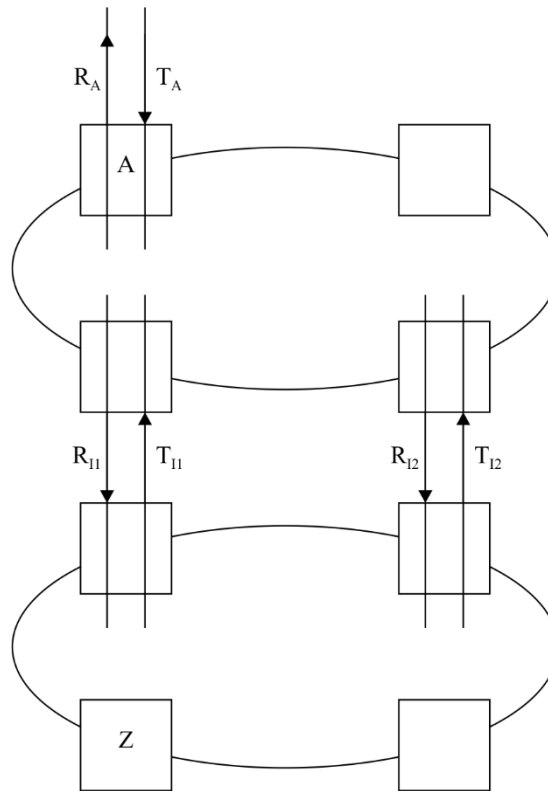
- RI1 = RI2 = TA;
- TI1 = TI2; および
- RA = TI1 または TI2.

言い換えれば、ノード A からノード Z へ転送される信号は両相互接続インタフェースに存在する。同じように、ノード Z からノード A に戻るよう転送される信号も両相互接続インタフェースに存在する。最終的にはそう接続インタフェースで複製された信号の一つのコピーのみノード A かノード Z のいずれかで選ばれる。リング相互運用アーキテクチャの仕様例は後述する。代わりにノード D とノード W が単一ノードそしてノード C とノード X が単一ノードでも、両リングをサポートする。



G.873.2(15)_F8-2

図 8-2 - 二重ノード相互接続タイプ I および II の例



Failure free state (from perspective of top ring)

$$R_{I1} = R_{I2} = T_A$$

$$R_A = T_{I1} \text{ or } T_{I2}$$

$$T_{I1} = T_{I2}$$

G.873.2(15)_F8-3

図 8-3 - 一般化されたリング相互運用

8.2.2 ODU 共有プロテクションリングのリング相互作用

8.2.2.1 アーキテクチャ

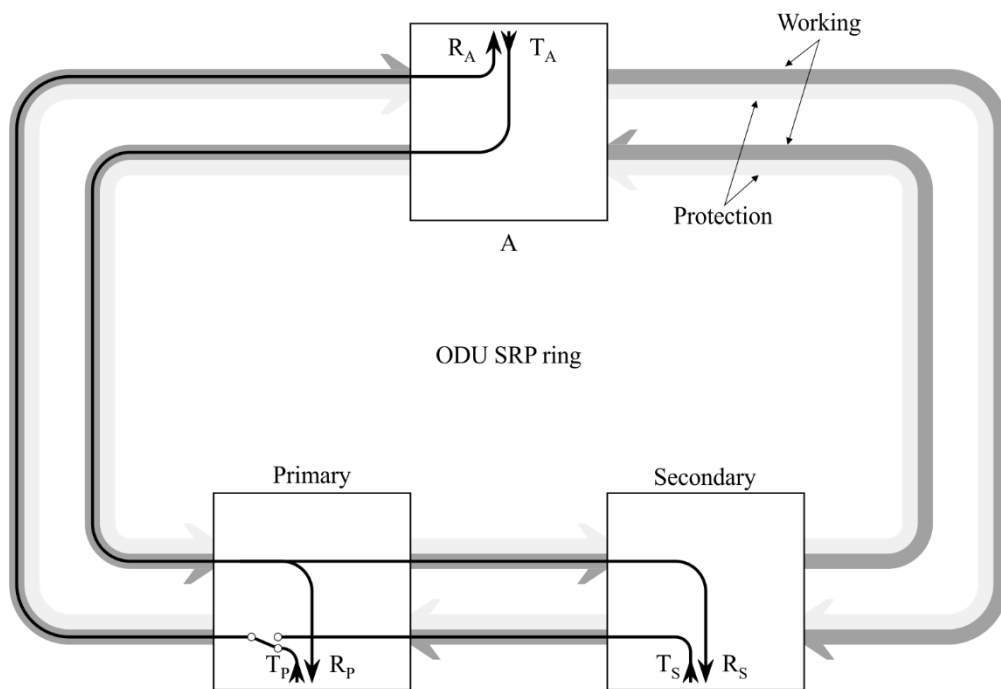
図 8-4 は、単純な ODU 共有リングプロテクションの故障無しの状態を示し、2つのリング相互接続ノードで受け渡し、ノード A で終端される特定のトリビタリを図示している。2つのリング相互接続ノードは、プライマリノードとセカンダリノードと呼ばれる。これらの相互接続ノードは、隣接する必要はない。図 8-4 の上から始めると、(一番上の) 終端ノード A からの双方向トリビタリはリングの底に対して反時計回りに割り当てられる。これらは、もう一方のリングの受け渡しにおいても対称であるが、プライマリノードは通常は、リングの方向性によらず、1つの”閉じた”終端ノードであるべきである。プライマリノードとセカンダリノードは、トリビタリ単位ごとに定義されるべきである。ODU 共有リングプロテクションは、図 8-4 に図示されるインタフェース要求を満たす限りどんなアーキテクチャとも接続できる。

このアーキテクチャは、以下の故障シナリオからの復旧を含む。

- 1) ODU 共有リングプロテクションにおいて、終端ノード、プライマリノード、セカンダリノードの外側のどんな故障も、標準的な振舞いで処理される。ODU 共有リングプロテクションは、7章で定義される動作をする。故障の性質は - 電氣的な故障、ケーブル断、ノードの故障にかかわらず - 終端ノード、プライマリノード、セカンダリノードの構成に影響しない。ケーブル断故障を図 8-5 に示す。
- 2) ODU 共有リングプロテクションにおけるプライマリノードの故障の場合、トリビタリのセカンダリ接続となる。通常、このようなトリビタリはスケルチされるが、このアーキテクチャでは、この特定のトリビタリはスケルチされないままである。他の全ての(望まれない)横切るトラヒックはスケルチされる。プライマリノードの故障は、図 8-6 に示される。この場合のリング相互作用の動作は、一方のリングのプライマリノードと、もう一方のリングの相互接続ノードの両方の故障を引き起こすような災害が十分大きい場合(例えば、中央局の消失)でも同様である。
- 3) セカンダリノードの故障の場合、終端ノード(図 8-7 のノード A 参照)のトリビタリは、プライマリノードからのトリビタリを受信するので影響を受けない。リング上のシグナリングのために、プライマリノードはセカンダリノードが故障状態であることを認識している。プライマリノードは、トリビタリとして、もう一方のリングから入力されるトラヒックを選択する。セカンダリノードは2つ目のリングへのトリビタリの Rs の送信を失敗する。この信号の故障は、リングのタイプによってはやむを得ず、2つ目のリングに切替を発生させてしまうかもしれない。
- 4) もう一方のリングから受信するどちらか一方の信号(すなわち、TI1 または TI2)の故障のために、ODU SRP 内のプライマリノードは、故障なしの方の信号を選択する。図 8-8 はセカンダリノードへの

受け渡しの故障の場合を図示している。ここでは、プライマリノードは、自ノードの正常な受け渡しの方へ切り替えたままである。図 8-9 は、プライマリノードへの受け渡しの故障の場合を示している。この場合、プライマリノードは、セカンダリノードからの正常なトリビタリを選択するよう切り替える。

- 5) このアーキテクチャは、二つのリング (すなわち、ODU 共有プロテクションリングと他のリング) 内の単独の故障に対しても保護し、これらの故障が、ノード故障とならないこと、あるいは、これらの故障が、リング間の両方の相互接続に影響を及ぼすように結び付かないことを提供する。



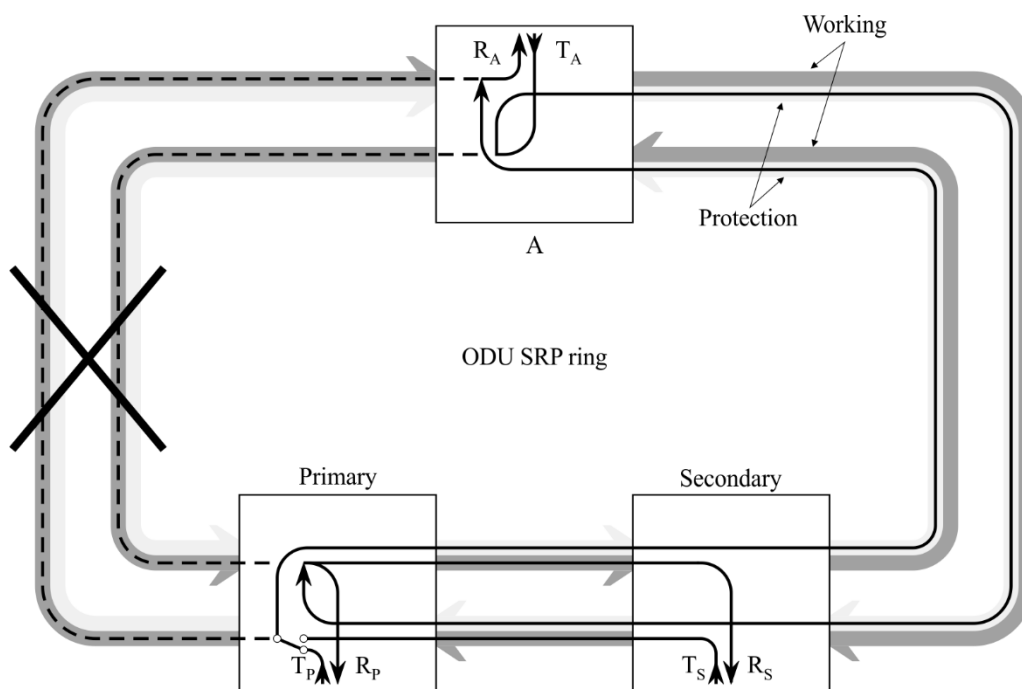
Nominal failure free state of A-Z tributary in ODU SRP ring:

$$R_p = R_s = T_A$$

$$R_A = T_p = (T_s)$$

G.873.2(15)_F8-4

図 8-4 ODU SRP リングのリング相互作用

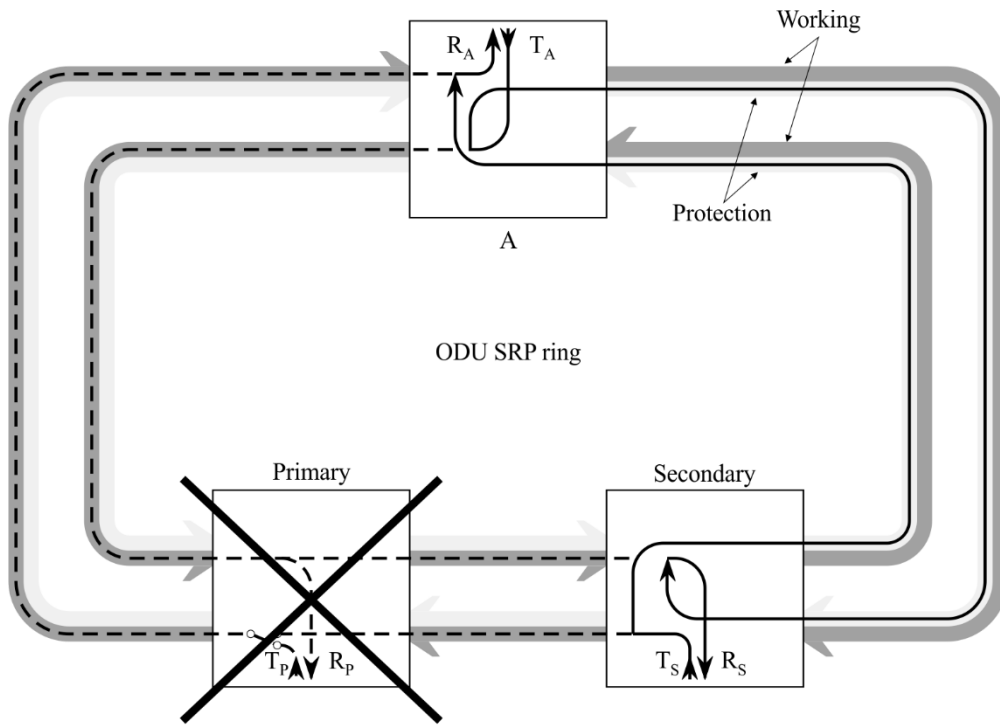


$$R_p = R_s = T_A$$

$$R_A = T_p = (T_s)$$

G.873.2(15)_F8-5

図 8-5 終端ノード、プライマリノード、セカンダリノード以外のリング故障の場合の信号の応答
(プライマリノードとノード A 間のケーブル断の場合)



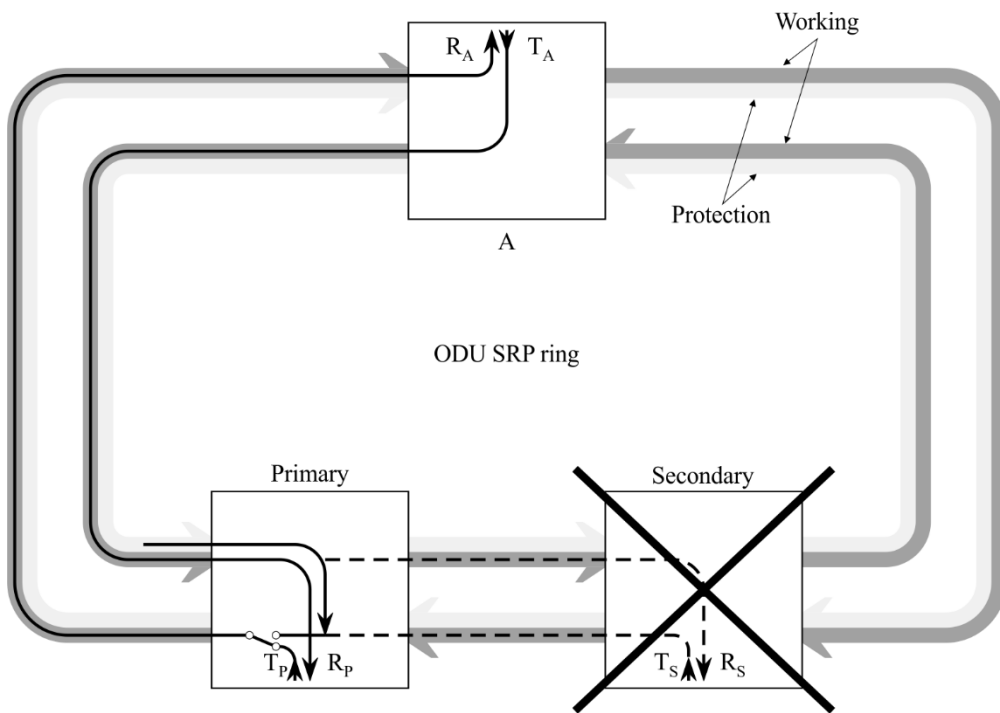
$$R_A = T_S$$

$$R_S = T_A$$

$$R_P = T_P = 0$$

G.873.2(15)_F8-6

図 8-6 プライマリノードが完全に故障した場合の信号の応答



$$R_A = T_P$$

$$R_P = T_A$$

$$R_S = T_S = 0$$

G.873.2(15)_F8-7

図 8-7 セカンダリノードが完全に故障した場合の信号の応答

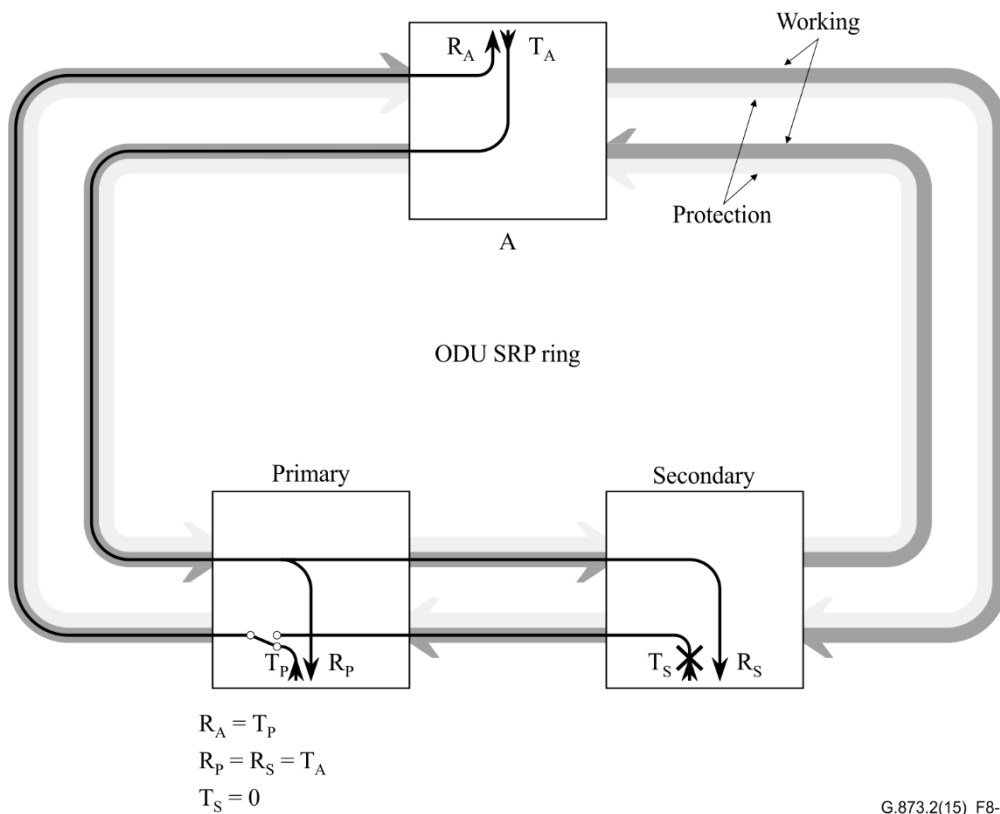


図 8-8 セカンダリノードの送信の受け渡しの故障

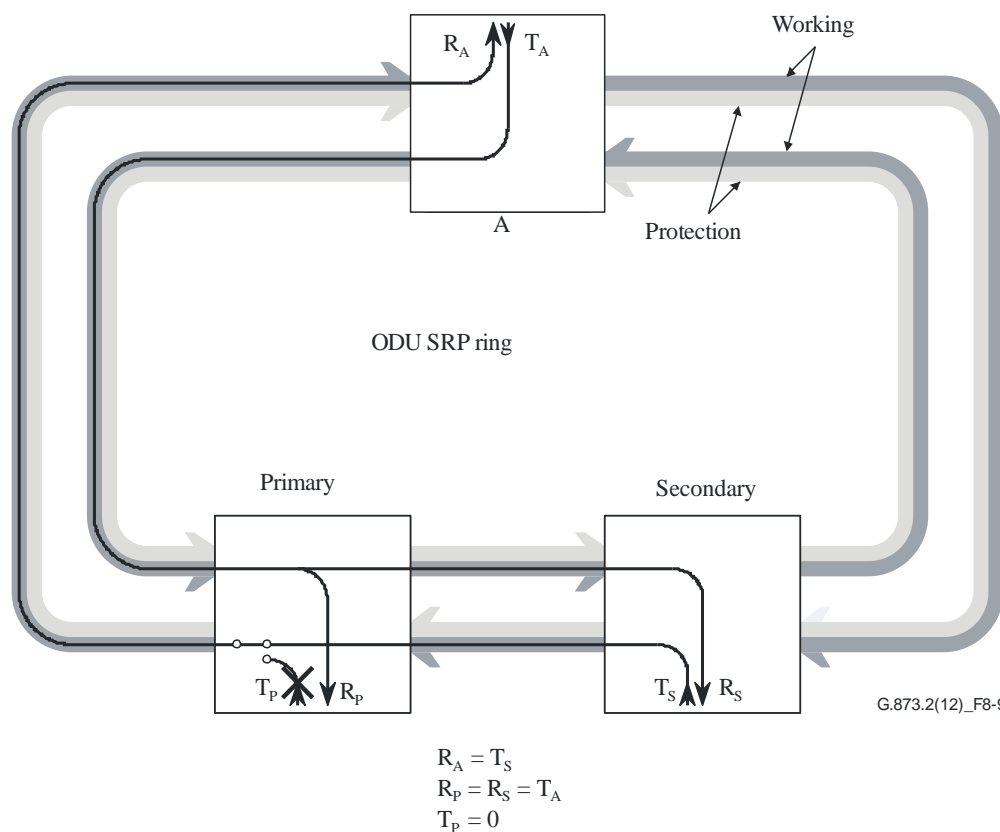


図 8-9 プライマリノードの送信の受け渡しの故障

8.2.2.1.1 現用系チャンネル上の全てのトラフィックの経路

ノード A から転送される片方向信号に対し、プライマリノードは、この信号を、自身のインタフェース方向と、セカンダリノードへの ODUk (HO ODU) 方向の両方へ送る。この機能は、分岐と透過として言及されている。もう一方の方向では、プライマリノードは、サービスセクタにおいて、他のリングからのプライマリノード及びセカンダリノードへの受け渡しから選択し、選択した信号を上の終端ノードに送信する。相互接続は OTM 光レベルである。セカンダリノードとプライマリノードの間で使用される ODUk

(HO ODU) 上の同じトリビタリスロット割り当ては、プライマリノードと終端ノードの間で使用されるのである。図 8-10 と図 8-11 は、二つのリング相互作用の例を示している。低次 SNCP リングを伴う MS 共有プロテクションリングの相互作用は、将来、検討が必要かもしれない。8.2.2.3 に示す切替基準や、8.2.2.4 に示すスケルチ論理を備えるこの相互接続アーキテクチャは、一方、もしくは両方の相互接続ノード(異なるリング上にあり、同じ相互接続を行う)、または、相互接続ノード間の接続の故障に対してプロテクションを提供する。さらに、その相互接続アーキテクチャは、リング間のシグナリングを必要としない。

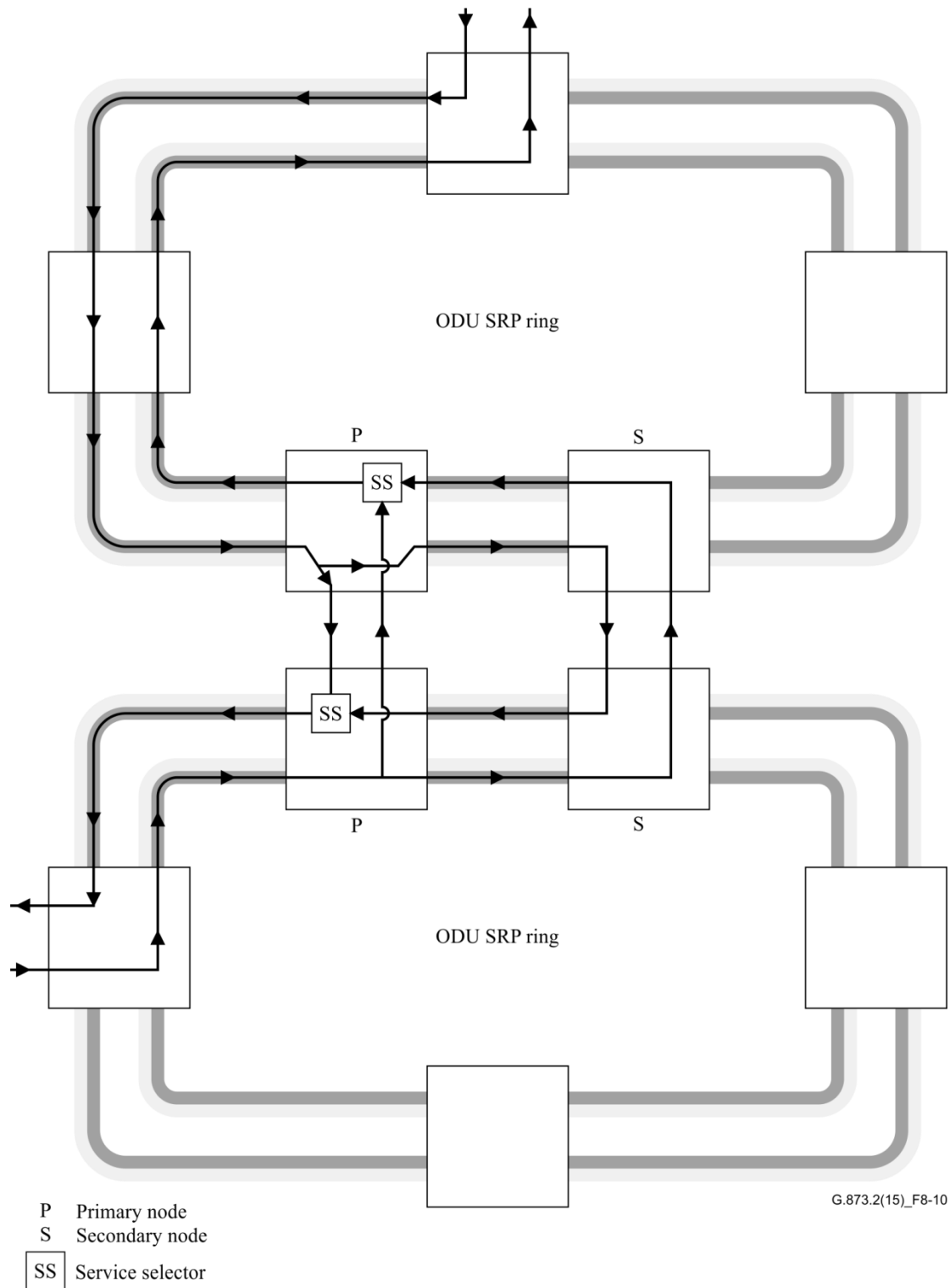


図 8-10 二つの ODU 共有リングプロテクションリング間のリング相互作用

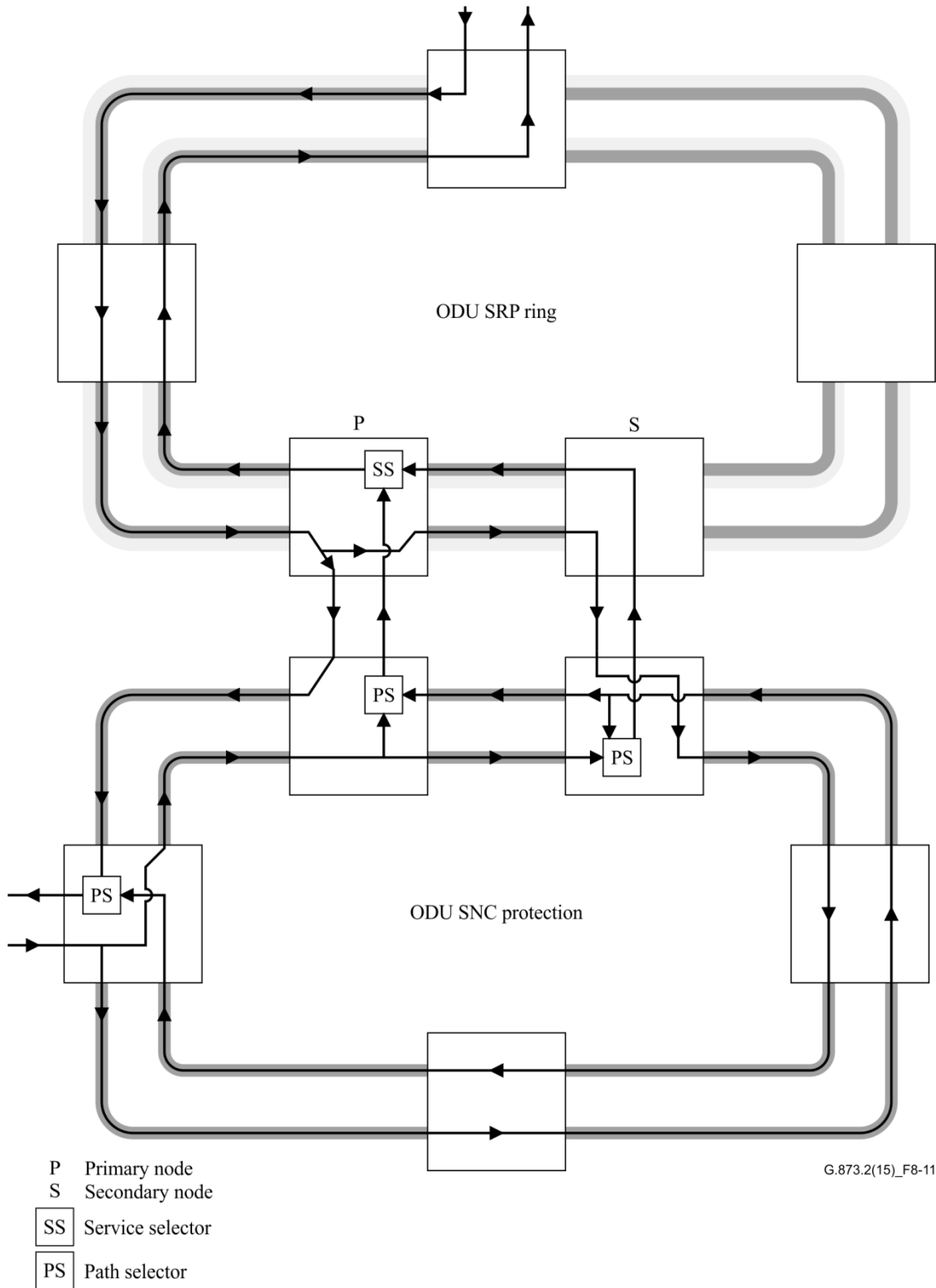


図 8-11 ODU SRP リングと ODU SNCP リング間のリング相互作用

8.2.2.1.2 プライマリとセカンダリノード間の予備系チャンネルでトラフィックを継続する経路

この節では、リング相互接続において予備系帯域を使用する際の一般的な考慮事項について記述する。予備系帯域を使用したリング相互作用のさらなる詳細が検討されている。

リング相互作用のこの代替方法は、ODU 共有リングプロテクションリング上のリング相互接続にサービスセクタとの関連で分岐と透過が使用される場合に発生する容量問題に対処するために、プライマリリング相互作用ノードとセカンダリリング相互作用ノードとの間の予備系帯域を利用する。これは図 8-12 に示される。その問題は、サービスセクタとの関連で分岐と透過に現用系帯域のみを使用した場合の、プライマリノードとセカンダリノード間の早期帯域枯渇の一つである。

その問題は、二つの相互接続された ODU 共有リングプロテクションリングを示す図 8-10 を参照して説明することが出来る。各 ODU 共有リングプロテクションリングにおける二つの相互接続リングノードは、

二重ノードリング相互作用を可能とするそれらの間にエクストラ経路のための現用系帯域を使用する。すなわち、(セカンダリノードからプライマリノードのサービスセクタへの)他のリングからの重複フィードと共に、(プライマリノードからセカンダリノードへの)分岐と透過の“透過”部分の組み合わせである。このエクストラ経路はセカンダリ経路と呼ばれている。

ODU共有リングプロテクションリング上の相互接続ノード間の予備系帯域の利点を生かすと、リング相互接続における現用系帯域のみを使用する方法と比較して、より少ない現用系帯域が消費される。例えば、図 8-10 のセカンダリ経路のいずれか、または両方に、現用系帯域を使用する代わりに、プライマリノードとセカンダリノードの間の予備系帯域を使用できる。ODU共有リングプロテクションリング上のプライマリノードとセカンダリノード間の予備系帯域は、他の相互接続されたリングが ODU SNCP リング (図 8-11 参照) であっても使用できる。

相互接続リングノード間 (すなわちプライマリノードとセカンダリノード間) の現用系帯域と予備系帯域の組み合わせを使用したリング相互作用のための以下のオプションが可能である：

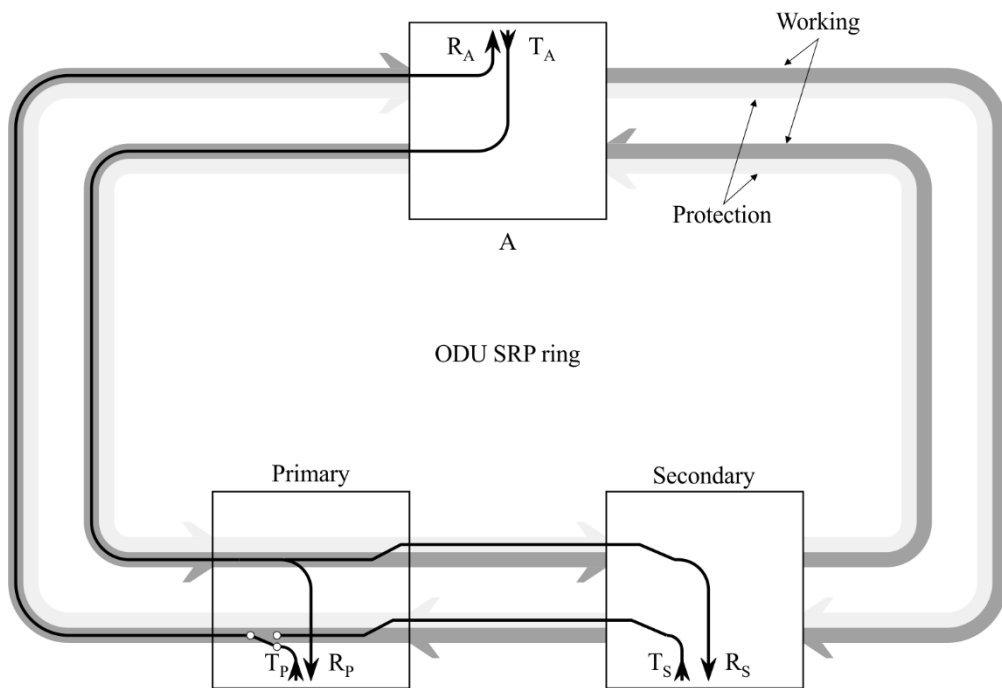
- a) 現用系帯域のみを使用したリング相互接続
- b) 一方のリング内で現用系帯域を使用し、他方のリング内で予備系帯域を使用するリング相互接続。そして、
- c) 両方のリング内で予備系帯域を使用するリング相互接続

これらのリング相互作用オプションは、同じ側または、反対側の経路を持つ相互接続されたリングで使用される。同じ側の経路は図 8-10 に示され、反対側の経路は図 8-6 に示される。同じ側の経路は二つのエクストラまたはセカンダリ経路を要求する、すなわち、デュアルノード相互作用 (図 8-10) の場合はリング毎に一つ、反対側の経路では、一つのエクストラまたはセカンダリ経路 (図 8-13 参照) のみを要求する。図 8-13 に示す下側のリングでは、トラフィックは反対側のリング相互作用のためにプライマリノードとセカンダリノード両方をすでに通過している。これは、サービス経路として知られている。反対側の経路では、セカンダリ経路のエクストラ帯域は一つのリングでのみ使用される (すなわち、図 8-13 で示される上側のリング)。

現用系帯域のみを使用するオプションは、最高レベルの生存可能性を提供する。低減された生存可能性が許容できる場合、相互接続するリングノード間の予備系帯域を利用する特定のオプションを使用することができるかもしれない。

- a) 現用系上の一つのセカンダリ経路と予備系上の一つのセカンダリ経路を持った同じ側のリング相互作用
- b) 予備系上の両方のセカンダリ経路を持った同じ側のリング相互作用
- c) 現用系上のサービス経路と予備系上のセカンダリ経路を持った反対側のリング相互作用

サービス経路に反対側のリング相互作用上の予備系帯域を割り当てることは推奨されない。



Nominal failure free state of A-Z tributary in ODU SRP ring:

$$R_P = R_S = T_A$$

$$R_A = T_P = (T_S)$$

Tributary assignment for secondary connection = protection tributary for working path

G.873.2(15)_F8-12

図 8-12 - 予備系容量を使用したリング相互作用

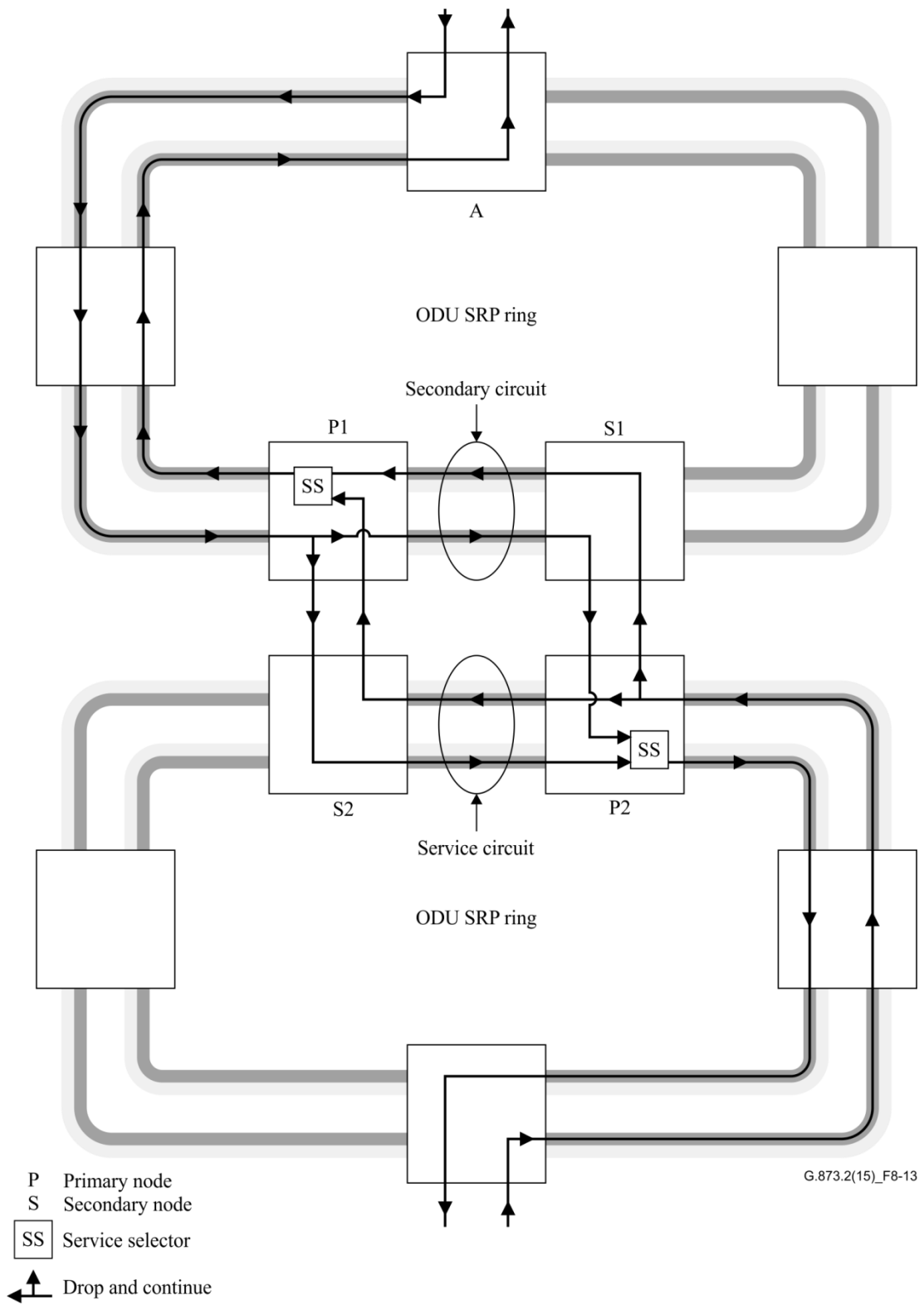


図 8-13 - 反対の経路を通る二つの ODU 共有プロテクションリング間のリング相互作用

8.2.2.2 機能モデル

図 8-14 は ODU 共有プロテクションリングのプライマリノードに関連付けられた機能モデルを示す。この例では、OTUk 信号は ODU XC 装置のトリビタリ側で接続され、2 つの OTUk 信号は west 方向と east 方向の両方の回線側と接続される。

ODUk 信号の外の ODUj は、west 方向の ODUk 信号の外の ODUj と関係する 1+1 片方向切替の非侵入型監視のサブネットワーク接続 (SNC/N) プロテクションを持つ；選択された ODUj 信号は east 側の ODUk 信号と接続される。反対方向では、east 方向の OTUk 信号で関係する ODUk は、トリビタリの OTUk と west 方向の OTUk 信号の両方に転送される。トリビタリの OTUk の外の ODUj も ODUj 非侵入型監視 (NIM) 機能を持つインタフェースと接続する。同様に、west 方向の OTUk の外の ODUj も ODUj NIM 機能と接続される。

図 8-15 は” サービスセクタ” を実現する ODU_C 内のマトリックス接続を示す。ODUj SNC/N のために、5つのマトリックス接続：(1)…(5)を必要とする。

注 - ODU_C は図 8-14 で同じインタフェースを表す図 8-15 の A, B, C, D, E とインタフェースする。

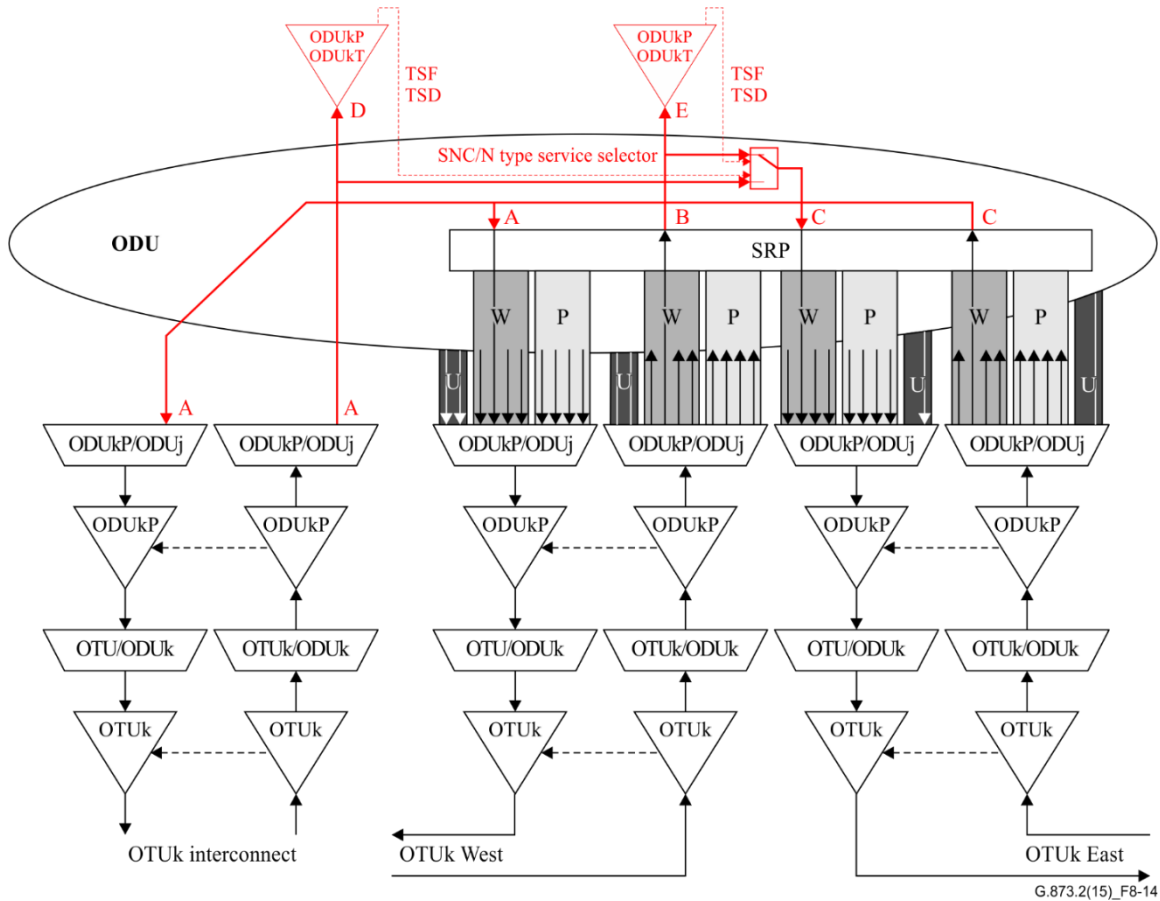


図 8-14 - SNC/N タイプのサービスセクタを持つネットワーク要素の機能モデルの例

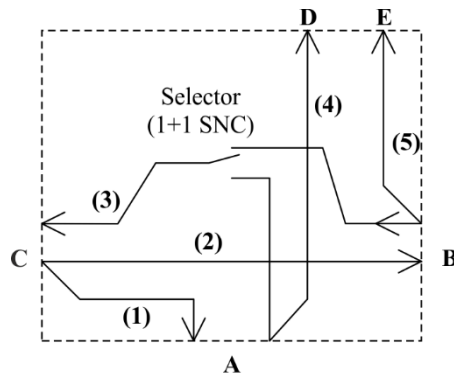


図 8-15 - サービスセクタの ODU_C 接続

図 8-16 は SNC 冗長されたリングまたはサブネットワークの相互接続ノードに関連付けられた機能モデルを示す。この例では、OTUk 信号は ODU XC 装置のトリビタリ側で接続され、2つの OTUk 信号は west 方向と east 方向の両方の回線側と接続される。

East 方向の ODUk 信号の外の ODUj は、west 方向の ODUk 信号の外の ODUj と関係する 1+1 片方向切替の SNC/N プロテクションを持つ；選択された ODUj 信号は OTUk 信号と接続される。反対方向では、OTUk 信号内の関係する ODUj は、east 方向の OTUk 信号と接続される。East 方向の OTUk 信号内の受信した ODUj も west 方向の OTUk 信号と接続される。East 方向と west 方向の OTUk 信号の外の ODUj 信号も ODUj NIM 機能を持つインタフェースと接続される。

図 8-17 は” パスセクタ” を実現する ODU_C 内のマトリックス接続を示す。SNC/N の場合のために、5つのマトリックス接続：(1)…(5)を必要とする。

注 - ODU_C は図 8-16 で同じインタフェースを表す図 8-17 の A, B, C, D, E とインタフェースする。

図 8-16 と図 8-17 を以下に示す。

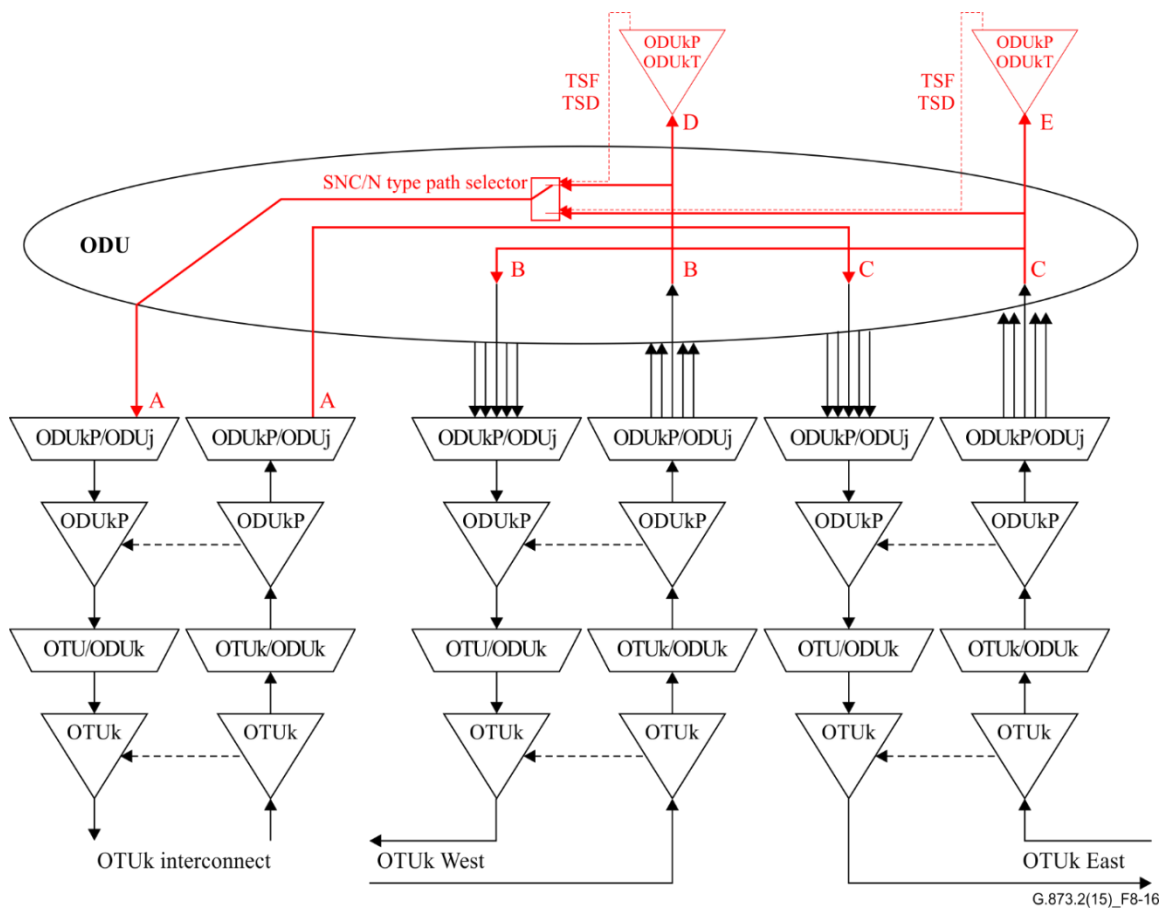


図 8-16 - SNC/N タイプのパスセレクタを持つネットワーク要素の機能モデルの例

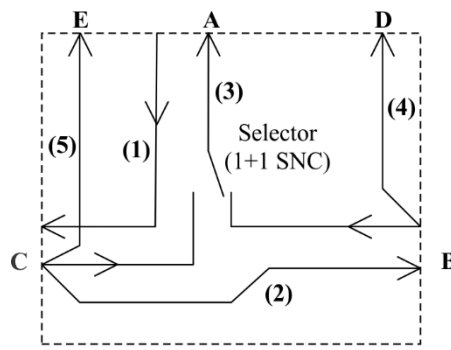


図 8-17 - パスセレクタの ODU_C 接続

8.2.2.3 切替要因と動作

プライマリノードにおいて、サービスセレクタは2つの入力トリビタリ、すなわち、相互接続回線からのトリビタリまたはセカンダリノードからのトリビタリのより良い方を選択するために使用される。サービスセレクタは [ITU-T G.798] で定義される ODU レイヤの要因をトリガとする。切替の階層は、同じ ODU 上の異なるレベルで発生している複数の障害の中で、最も影響を受けていない信号を選択しなければならない。

サービスセレクタは切り戻しと非切り戻しの動作を可能とすべきである。既知の障害がない状態を得るには、切り戻し可能なサービスセレクタを持つのが望ましいかもしれない。両方の入力 ODU から同じ重要度が到着する状態の場合、サービスセレクタは、切り戻し動作の場合は優先される経路を、非切り戻し動作の場合は現在の (すなわち、アクティブまたは現在選択されている) 経路を選択すべきである。これはホールドオフタイムの影響を受けるかもしれない。

8.2.2.4 スケルチ論理

プライマリノードの障害の場合、終端ノード A とセカンダリノードの間の信号の接続は維持される。これはセカンダリ接続と呼ばれる。

ここに記述されている一種のリング相互作用を提供している ODU 共有リングプロテクションのリングは、特定のアプリケーションや経路に必要なノード障害の場合に、セカンダリ接続を許可するか、トラフィックをスケルチするかを ODU 単位で設定できなければならない。ノード A が障害の場合またはセカンダリ

リノードが障害の場合にのみ、切替ノードがチャネル(図 8-4 参照)をスケルチすべきであるため、リング相互作用経路のスケルチは単純に相互接続された経路のどちらかの終端点の障害に基づく。もし、セカンダリノードが障害かつプライマリノードが切替ノードの場合、プライマリノードはセカンダリノードに向かう信号について双方向にスケルチするが、プライマリノードからノード A への双方向接続は維持される。

相互作用が予備系容量を使用するときのスケルチ論理の規則は将来の研究課題である。

付属資料 A ネットワークオブジェクト

(本付属資料は、本標準の必須項目である。)

ネットワークオブジェクトは以下に定義される。

- (i) 切替時間
SRPの切替完了時間に一般的な要件がある場合、実際の完了時間は、伝搬時間や伝送遅延に関わるリングノード数のため、全ファイバの長さに依存する。従って、以下の要件が切替時間の妥当性を確認するには必要となる。
リング上に追加トラヒックがない場合、全ノードが空き状態(すなわち、何も障害が検知されていない、自動または外部コマンドが実行されていない、NRのAPS要求のみが自受信されている)かつファイバの長さが1200km以下で、単一区間の障害(リング間)の切替完了時間は16ノードで50ms以下となる。その他には、エクストラトラヒックを取り除く時間を供給するため、既存のAPS要求を無視もしくは両立して、切替完了時間が50ms以上になる可能性がある(検知する具体的な時間間隔によって)。
- (ii) ホールドオフタイム
複数のレイヤまたは多段プロテクションドメインをまたぐプロテクション切替時間を調整するため、ホールドオフタイマーが必要となる可能性がある。このホールドオフタイマーはクライアントレイヤにて切替る前に問題を解決する機会としてサーバーレイヤのプロテクション切替を許可する、または、下流ドメインの前に上流プロテクションドメインが切り替えることを許可する。どのプロテクショングループも予めホールドオフタイマーを設定すべきである。新しいまたはより厳しい不具合が発生した場合(新しいSDまたはSFまたはSFとなるSD)、事前設定のホールドオフタイマーの値が零でないならば、このイベントは直ちに通知されない。その代わりに、ホールドオフタイマーは開始する。ホールドオフタイマーが期限切れとなった時、タイマーを開始した経緯にて不具合が現存するか判断するために確認される。そのような事象が発生した場合、その不具合はプロテクション切替へ通知される。不具合は、タイマーを開始させるものと同様である必要はない。
- (iii) 伝送遅延
伝送遅延は、追跡する物理距離と追跡中の処理機能に依存する。双方向のプロテクション切替動作における対象の切替完了時間が満たされるならば、伝送遅延の制限が課される可能性がある。
- (iv) プロテクション度
単一個所の障害において、障害が発生していないと同様に障害区間を通過する全てのトラヒックがリングに復旧される。同じ優先順位の複数のブリッジ要求があっても(FS-RとSF-Rの組み合わせを含む)、リングには可能な限りトラヒックが復旧される。
- (v) 切替タイプ
これは双方向のプロテクション切替の提供を可能とする。

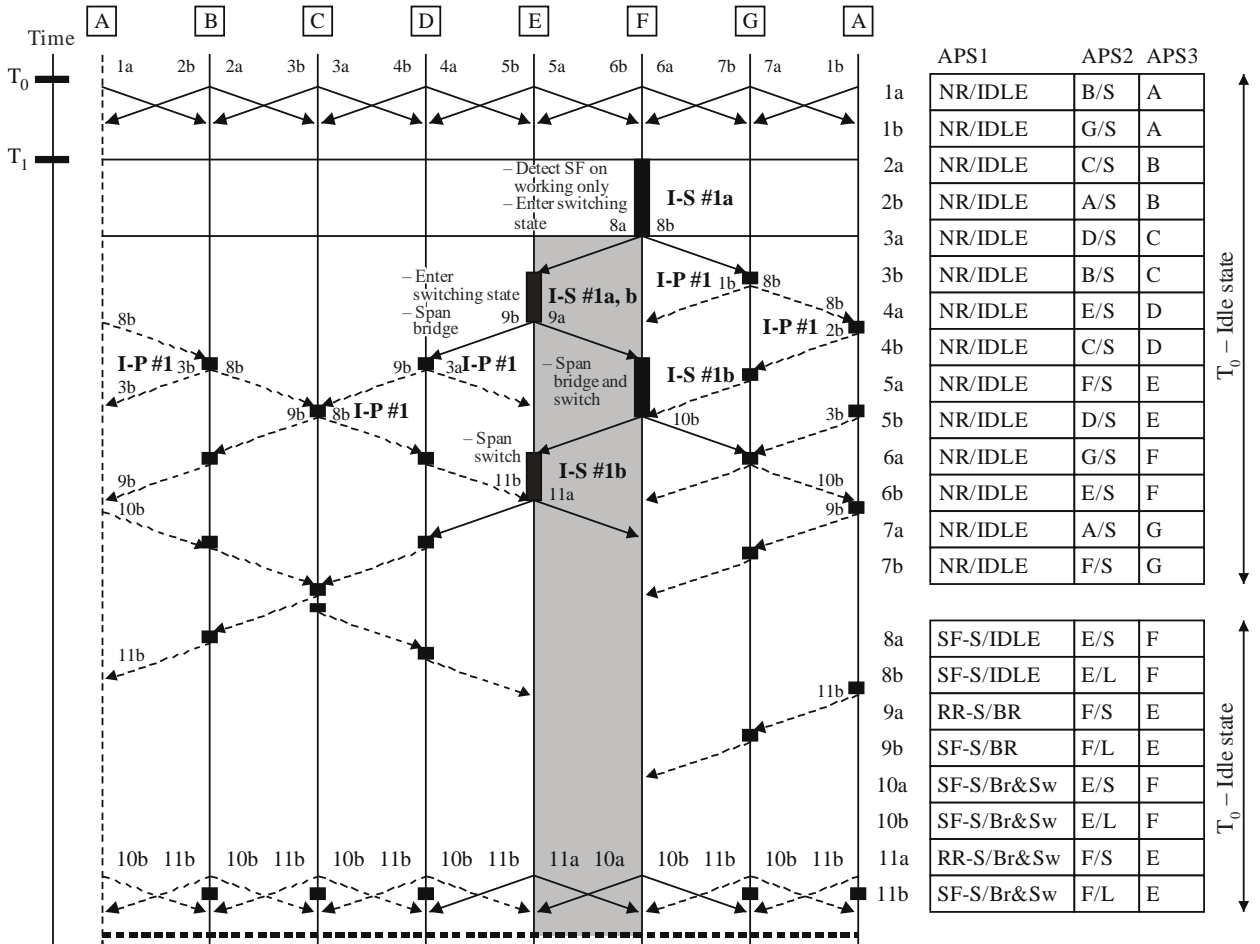
付録 I ODU SRPにおけるプロテクション切替の例

(本付録は、本標準の必須項目ではない。)

本付録は、リング切替が実行されるために状態変化の規則がどのように使用されるかを示す例を提供する。

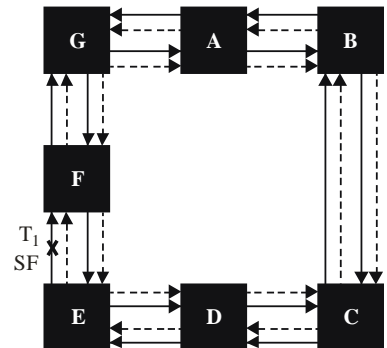
I.1 4ファイバリングにおける片方向の信号故障(スパン)

図I.1を参照。



	APS1	APS2	APS3
1a	NR/IDLE	B/S	A
1b	NR/IDLE	G/S	A
2a	NR/IDLE	C/S	B
2b	NR/IDLE	A/S	B
3a	NR/IDLE	D/S	C
3b	NR/IDLE	B/S	C
4a	NR/IDLE	E/S	D
4b	NR/IDLE	C/S	D
5a	NR/IDLE	F/S	E
5b	NR/IDLE	D/S	E
6a	NR/IDLE	G/S	F
6b	NR/IDLE	E/S	F
7a	NR/IDLE	A/S	G
7b	NR/IDLE	F/S	G
8a	SF-S/IDLE	E/S	F
8b	SF-S/IDLE	E/L	F
9a	RR-S/BR	F/S	E
9b	SF-S/BR	F/L	E
10a	SF-S/Br&Sw	E/S	F
10b	SF-S/Br&Sw	E/L	F
11a	RR-S/Br&Sw	F/S	E
11b	SF-S/Br&Sw	F/L	E

—————> Node sourcing APS
 - - - - -> Node in APS-byte pass-through
 Key for steering application only:
 - - - - - Restore part-time traffic, as applicable, using GCC



NOTE – The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.

図 I.1a - 4ファイバ/4ラムダ ODU SRP - EからFへの動作における片方向の故障(スパン)

G.873.2(12)_Fl.1a

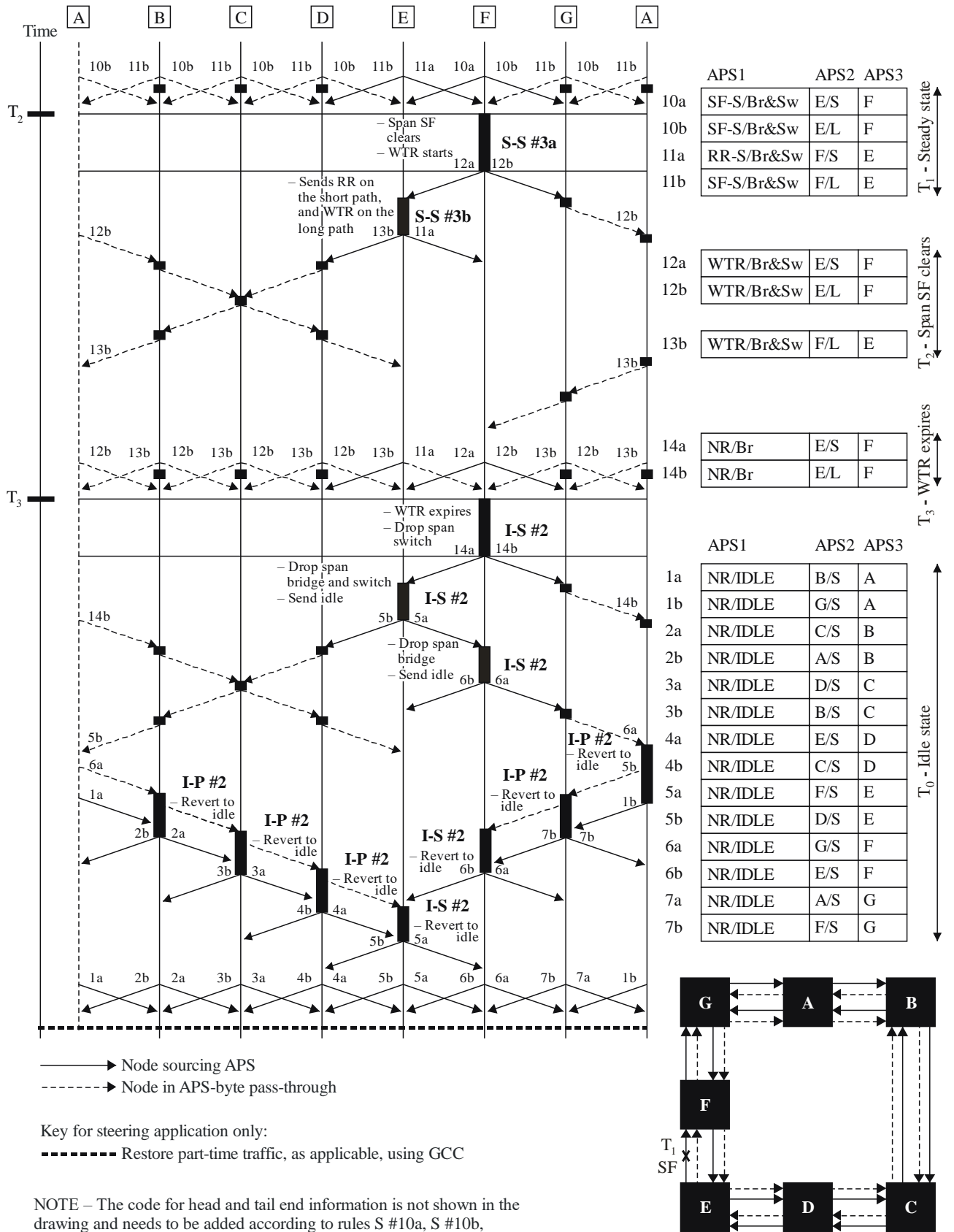


図 I.1b - 4ファイバ/4ラムダ ODU SRP - EからFへの動作(完了)における片方向の故障(スパン)

この例では、スパン切替が実行され、4ファイバリングにおいて現用系チャンネルのSF状態が解消される。リングの初期状態は、アイドル状態である。時間T₁に、ノードFは現用系チャンネルにてSF状態を検知する。そのノードが切替ノードとなり(規則 I-S #1)、ブリッジ要求を両方向へ送信する(規則 S #1)。ノードGと長距離パスにおける連続の中間ノード全てはAPSバイトパススルーとなる(規則 I-P #1)。ノードEは、短距離パスにおいてノードFのブリッジ要求を受信した上で、スパンブリッジを実行し、長距離パス上にSFスパン

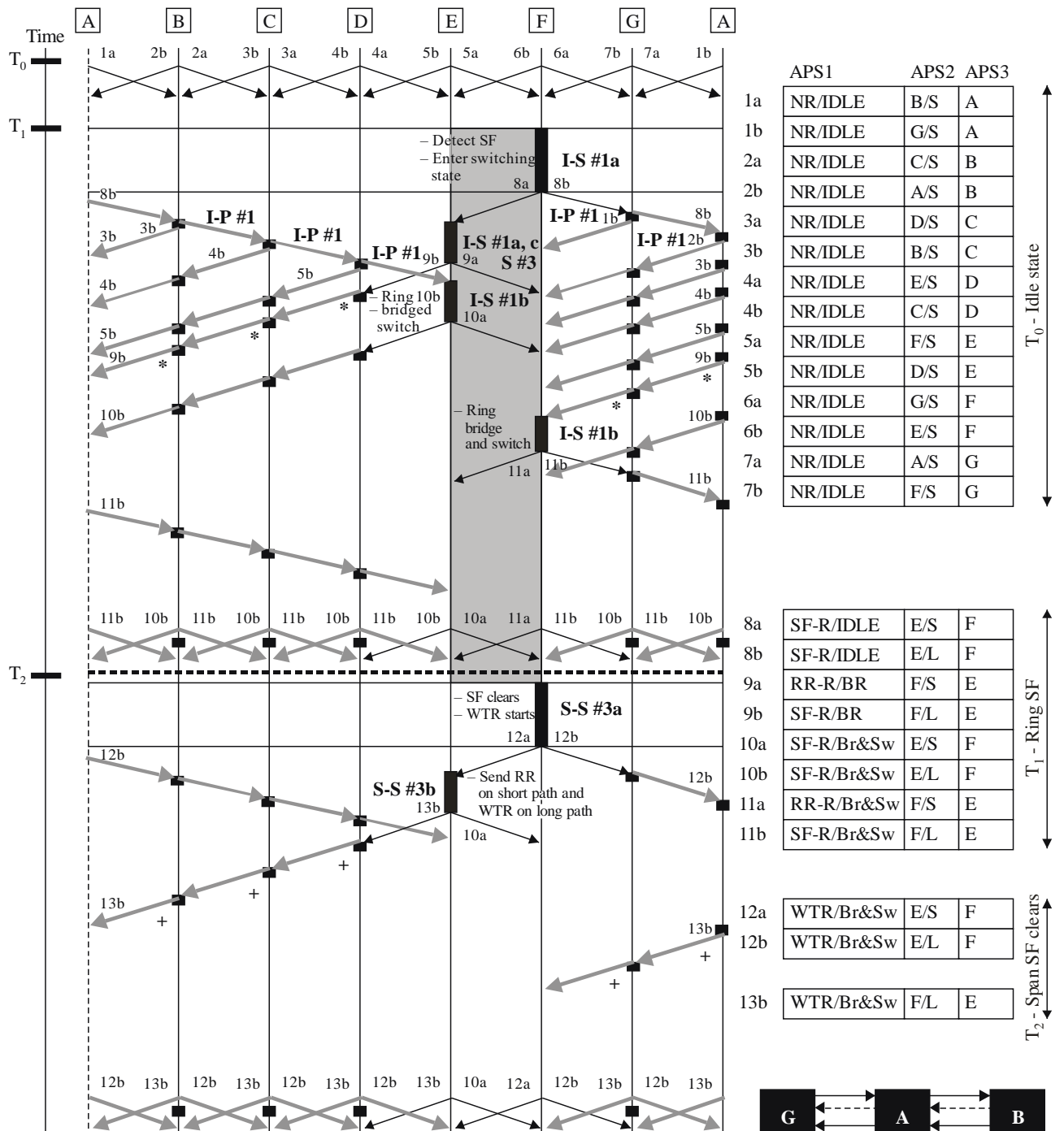
ブリッジ要求を送信し、短距離パス上にPRを送信する（規則 S#3、S #1、I-S #1b）。ノードFは、短距離パス上のノードEよりブリッジの検知を受信した上で、自身のAPSバイトシグナリングを更新する（規則 I-S #1b）。ノードEは、短距離パス上のノードFよりブリッジおよび切替の通知を受信した上で、切替を完了する。シグナリングは定常状態に達する。

方路切替アプリケーションに関して、切替動作は中間ノードで実行される。現用系チャンネルをプロテクションに使用されていない全プロテクションTSにて、エクストラトラヒックはGCCを使用して復旧される。

時間 T_2 にてスパンSF状態は解消され、ノードFはWTR状態となり、両方向へ新しい状態を送信する（規則 S-S #3a）。ノードEは、短距離パス上のノードFよりWTRブリッジ要求を受信した上で、短距離パス上へPR・長距離パス上へWTRを送信する（規則 S-S #3b）。時間 T_3 にて、WTR間隔が期限切れとなる。ノードFはスパン切替を拒否し、NR符号を送信する（規則 I-S #2）。ノードEは、短距離パス上のノードFよりNR符号を受信した上で、ブリッジおよび切替を拒否し、アイドル符号を送信する（規則 I-S #2）。ノードFは、短距離パス上のアイドル符号を受信した上で、ブリッジを拒否し、アイドル符号を送信する。その後、全てのノードはアイドル状態に戻る。

I.2 片方向の信号故障 (リング)

図I.2を参照。



	APS1	APS2	APS3
1a	NR/IDLE	B/S	A
1b	NR/IDLE	G/S	A
2a	NR/IDLE	C/S	B
2b	NR/IDLE	A/S	B
3a	NR/IDLE	D/S	C
3b	NR/IDLE	B/S	C
4a	NR/IDLE	E/S	D
4b	NR/IDLE	C/S	D
5a	NR/IDLE	F/S	E
5b	NR/IDLE	D/S	E
6a	NR/IDLE	G/S	F
6b	NR/IDLE	E/S	F
7a	NR/IDLE	A/S	G
7b	NR/IDLE	F/S	G

8a	SF-R/IDLE	E/S	F
8b	SF-R/IDLE	E/L	F
9a	RR-R/BR	F/S	E
9b	SF-R/BR	F/L	E
10a	SF-R/Br&Sw	E/S	F
10b	SF-R/Br&Sw	E/L	F
11a	RR-R/Br&Sw	F/S	E
11b	SF-R/Br&Sw	F/L	E

12a	WTR/Br&Sw	E/S	F
12b	WTR/Br&Sw	E/L	F
13b	WTR/Br&Sw	F/L	E

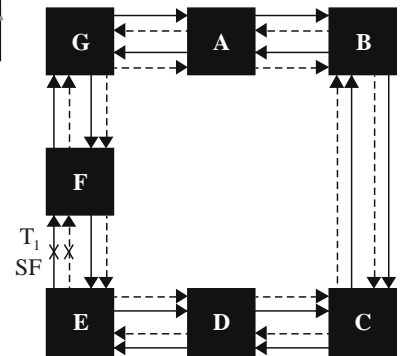
→ Node sourcing APS
 → Node in full pass-through, APS and protection channels

Key for transoceanic application only:

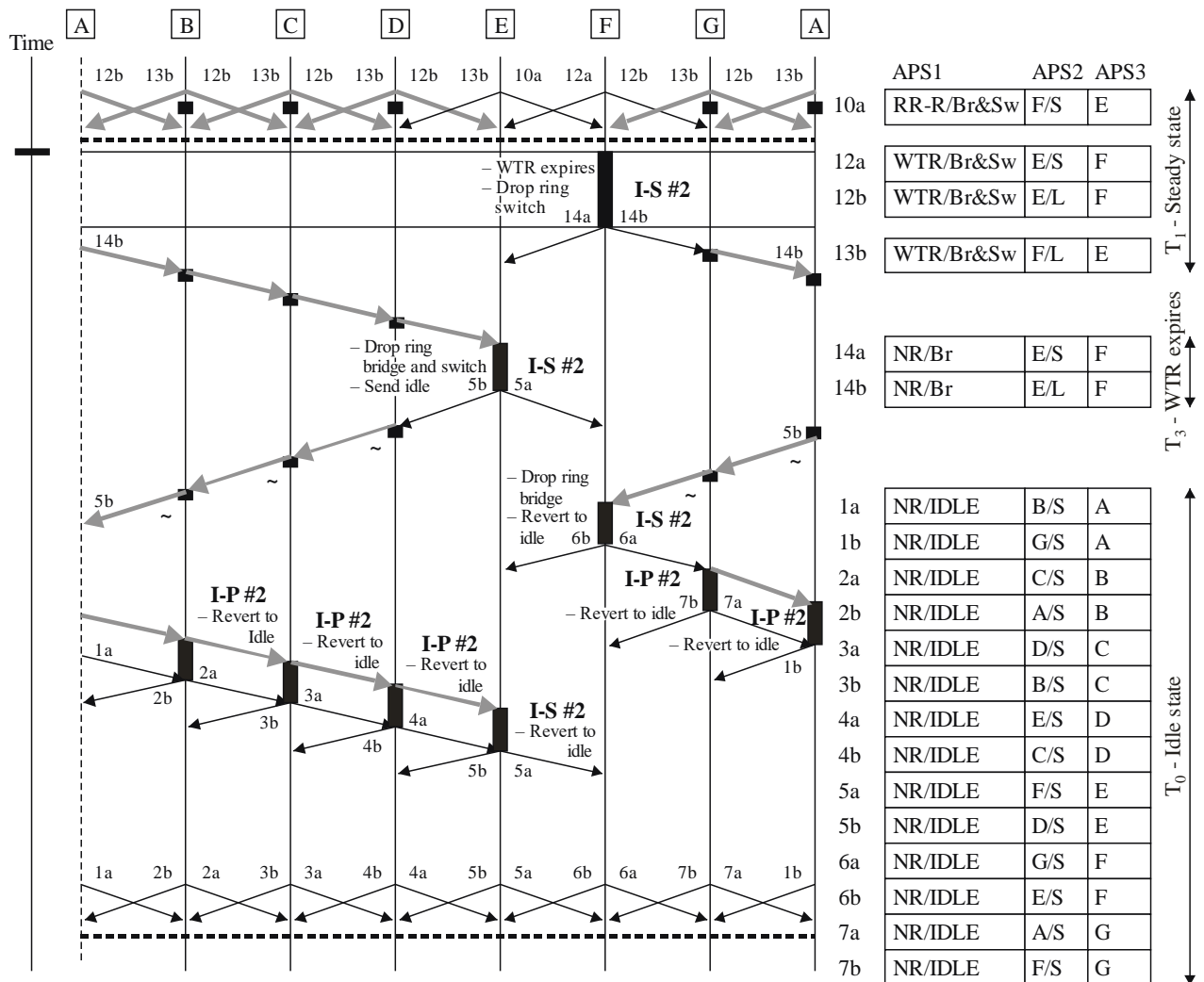
- * Br and Sw at intermediate nodes if working traffic is affected by failure
- Restore part-time traffic, as applicable, using GCC
- + Start local WTR interval at intermediate nodes if they have active Br and Sw

NOTE - The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.

図 I.2a - 2または4ファイバ/4ラムダ ODU SRP - 片方向のSF (リング)



G.873.2(12)_Fl.2a



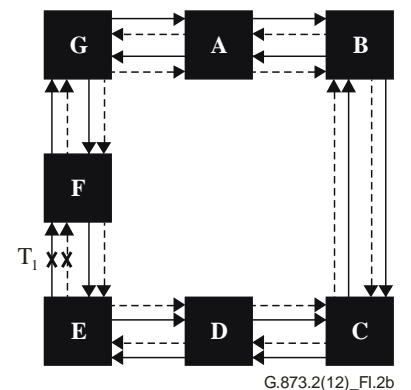
→ Node sourcing APS
 → Node in full pass-through, APS and protection channels

Key for steering application only:

- Drop Sw at intermediate nodes at WTR/2, if applicable
- ~ Drop Br at intermediate nodes, if applicable
- Restore part-time traffic, as applicable, using GCC

NOTE - The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.

図 I.2b - 2または4ファイバ/4ラムダ ODU SRP - 片方向のSF (リング) (完了)



この例は、2ファイバリングにて片方向のSF状態の場合と4ファイバリングにて現用系および予備系チャンネル両方に片方向のSF状態の場合を対象とする。リングの初期状態は、アイドル状態である。時間 T_1 にて、ノードFは現用系および予備系チャンネルの両方でSF状態を検知する。それは切替ノードとなり(規則 I-S #1)、両方向へブリッジ要求を送信する(規則 S #1)。ノードGは、短距離パス上のノードFよりブリッジ要求を受信した上で、完全なパススルーとなる(規則 I-P #1)。ノードEは、短距離パス上のノードFよりブリッジ要求を受信した上で、リングブリッジと切替を実行し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則 I-S #1b)。ノードFは、長距離パス上のノードEより通知を受信した上で、リングブリッジと切替を実行し、APSバイトシグナリングを更新する(規則 IOS #1b)。シグナリングは定常状態に達する。

方路切替アプリケーションに関しては、切替動作は中間ノードにて実行される。現用系チャンネルをプロテクションに使用されていない全プロテクションTSにて、エクストラトラヒックはGCCを使用して復旧される。

時間 T_2 にてリングSF状態が解消され、ノードFはWTR状態となり、両方向へ新しい状態を送信する(規則 S-S #3a)。ノードEは、短距離パス上のノードFよりWTRブリッジ要求を受信した上で、短距離パス上へ

PR・長距離パス上へWTRを送信する(規則 S-S #3b)。時間T₃にて、WTR間隔が期限切れとなる。ノードEは、長距離パス上のノードFよりNR符号を受信した上で、リング切替を拒否し、アイドル符号を送信する(規則 I-S #2)。ノードFは、長距離パス上のアイドル符号を受信した上で、ブリッジを拒否し、またアイドル符号を送信する。その後、全てのノードはアイドル状態に戻る。

1.3 双方向の信号故障(リング)

図I.3を参照。

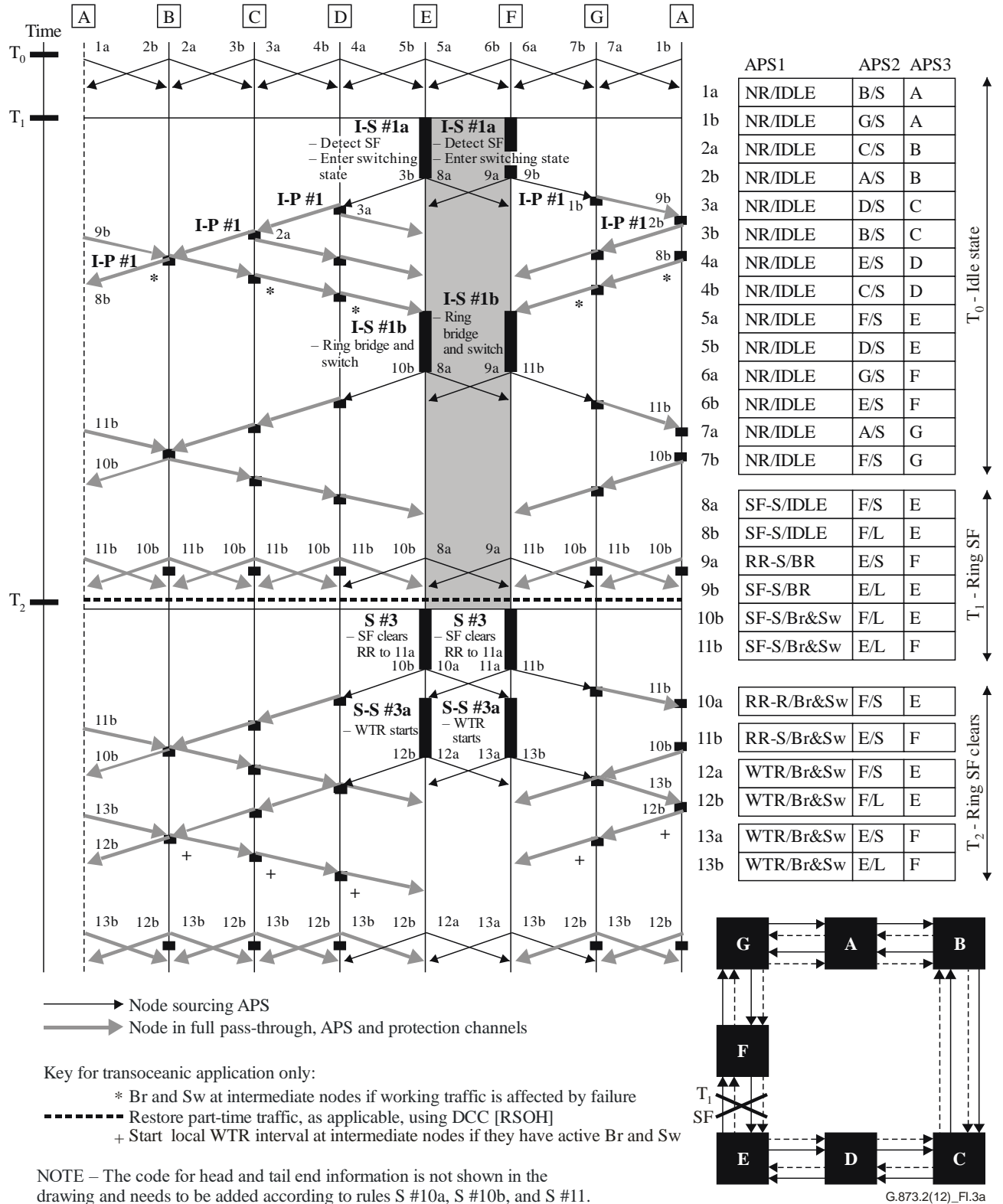
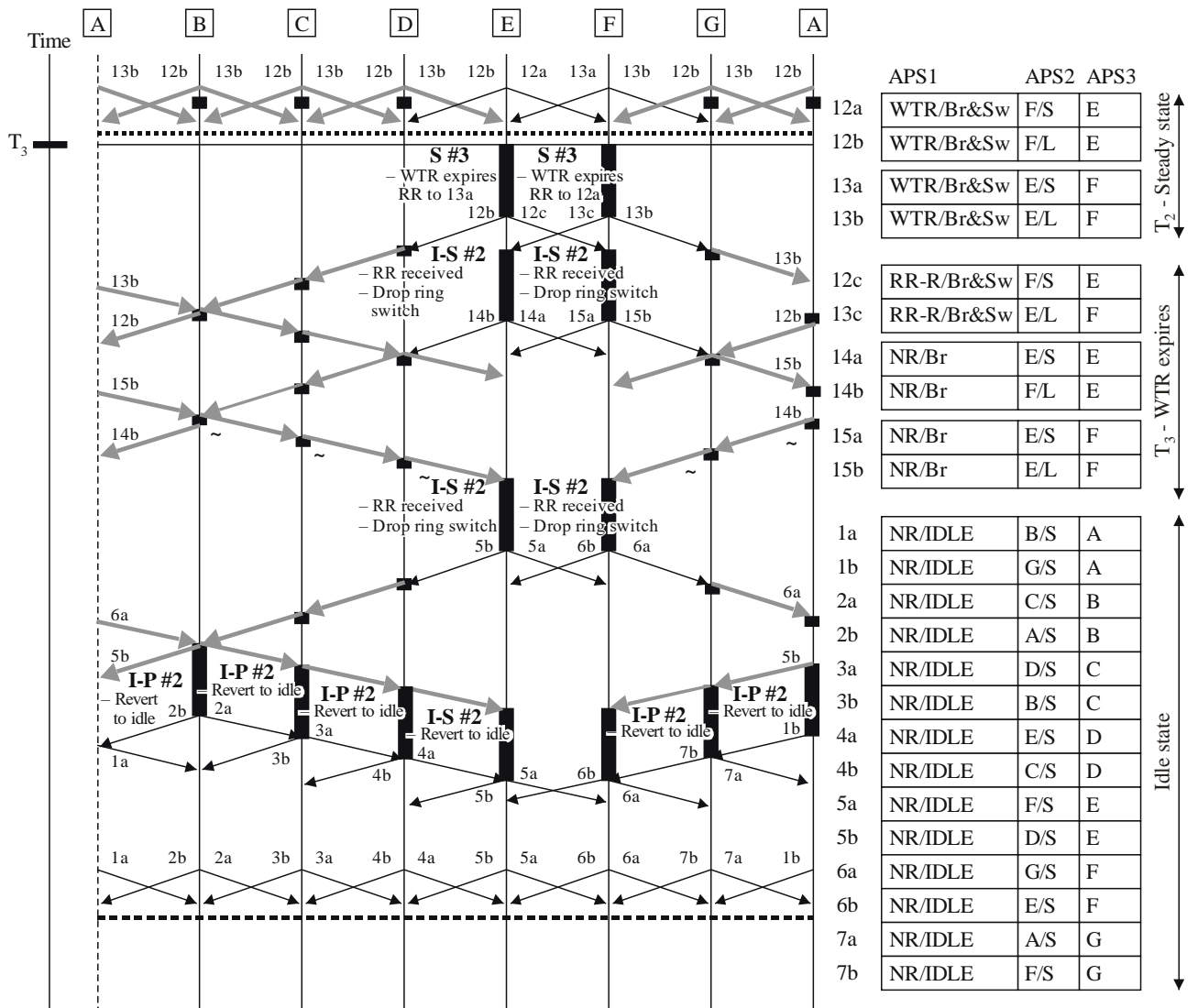


図 I.3a - 2または4ファイバ/4ラムダ ODU SRP - 双方向のSF(リング)



→ Node sourcing APS
→ Node in full pass-through, APS and protection channels

Key for steering application only:
 Drop Sw at intermediate nodes at WTR/2, if applicable
 ~ Drop Br at intermediate nodes, if applicable
 - - - - - Restore part-time traffic, as applicable, using GCC

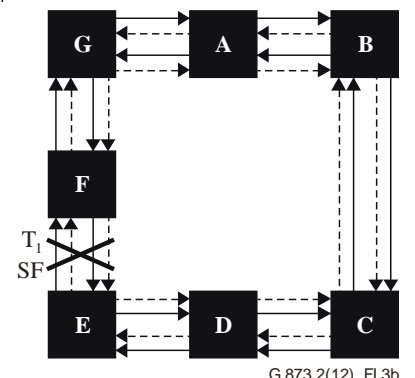
NOTE - The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.

図 I3b - 2または4ファイバ/4ラムダ ODU SRP MS共有プロテクションリング- 双方向のSF (リング) (完了)

この例は、2ファイバリングにて双方向のSF状態の場合と4ファイバリングにて現用系および予備系チャネル両方に双方向のSF状態の場合を対象とする。

リングの初期状態は、アイドル状態である。時間 T_1 にて、ノードEとノードFは現用系および予備系チャネル上にSF状態を検知する。それらノードは切替ノードとなり(規則 I-S #1)、双方向にブリッジ要求を送信する(規則 S #1)。ノードDとノードG、長距離パス上の連続する中間ノード全ては、完全なパススルーとなる(規則 I-P #1)。ノードE、長距離パス上のノードFよりブリッジ要求を受信した上で、リングブリッジと切替を実行し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則 I-S #1b)。ノードFは、長距離パス上のノードEよりブリッジ要求を受信した上で、リングブリッジと切替を実行し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則 I-S #1b)。シグナリングは定常状態に達する。

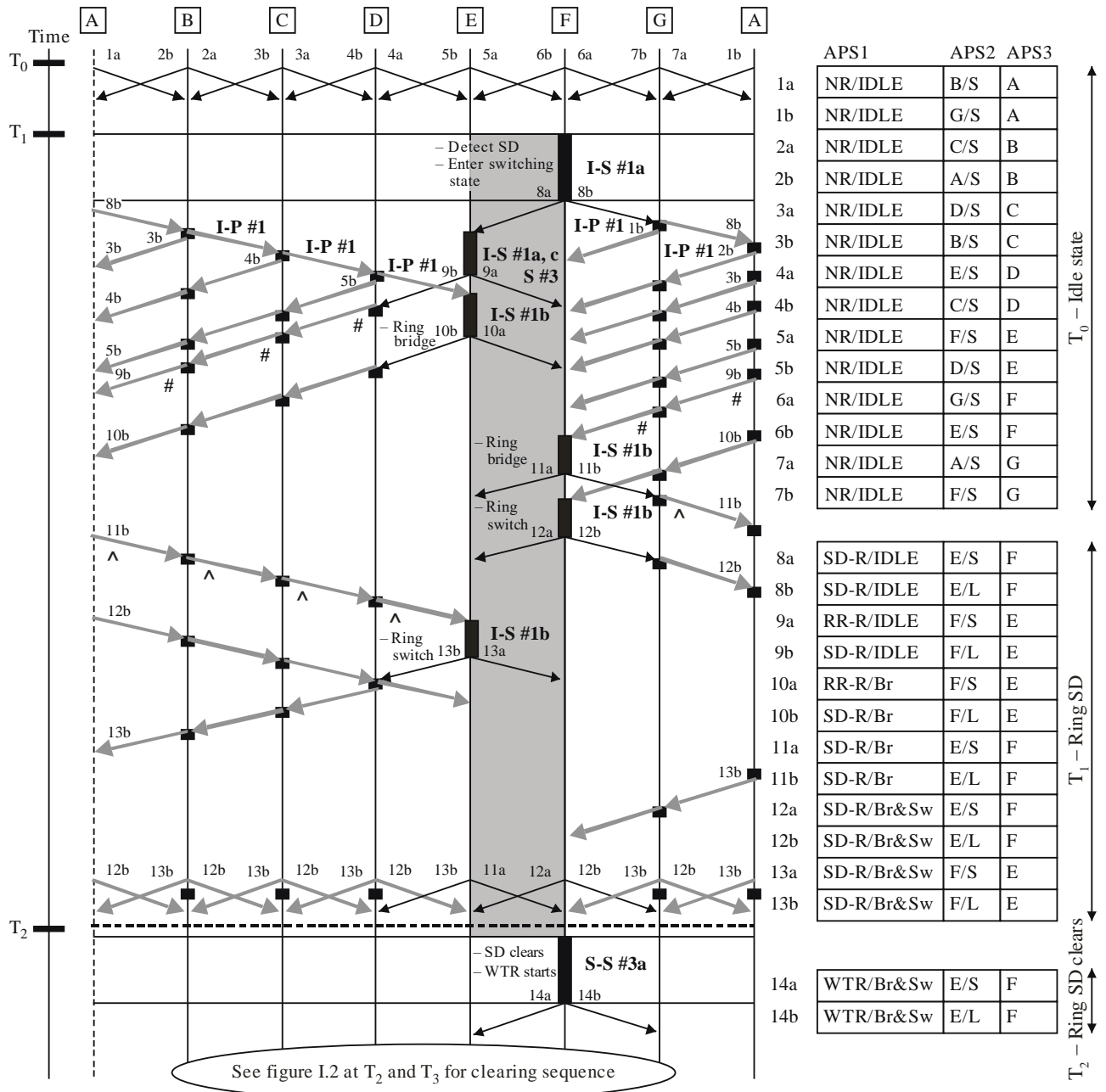
方路切替アプリケーションに関しては、切替動作は中間ノードにて実行される。現用系チャネルをプロテクションに使用されていない全プロテクションTSにて、エクストラトラヒックはGCCを使用して復旧される。



時間 T_2 にてSF-R状態が解消され、ノードEとノードFが受信するAPSバイトの値は、ノードEとノードFの両方へスパン上における片方向のSF状態の送信端であること示す。これはWTRを先取りする。この状態で、長距離パス上へSF-R優先度・短距離パス上へRR-Rが送信されなければならない(規則 S#3)。これらの動作は、ノードEとノードFの間にある単距離パス上へRR-Rを横切る要因となる。両方の送信端におけるWTR間隔(同時に解消による)は、受信端であるノードから横切るRR-Rを受信した後に入力される。時間 T_3 にて、WTR間隔が期限切れとなる。両ノードとも、長距離パス上へWTR優先度・短距離パス上へRR-Rを供給することによって、WTRにおける送信端として反応する。横切るRR-Rを受信した上で、ノードEとノードFはリング切替を拒否し、NR符号を送信する(規則 I-S #2)ノードEは、長距離パス上のノードEよりNR符号を受信した上で、ブリッジを拒否し、アイドル符号を送信する(規則 I-S #2)。ノードFは、長距離パス上のノードEよりNR符号を受信した上で、ブリッジを拒否し、アイドル符号を送信する(規則 I-S #2)。その後、全てのノードはアイドル状態に戻る。

1.4 片方向の信号故障(リング)

図1.4を参照。



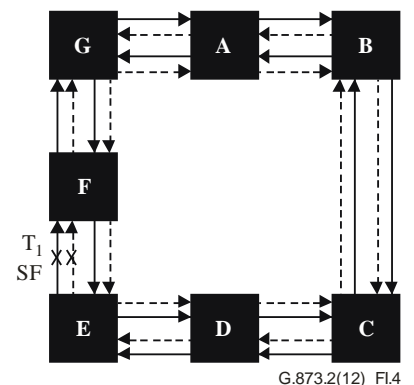
—————> Node sourcing APS
 —————> Node in full pass-through, APS and protection channels
 Key for steering application only:
 # Br at intermediate nodes if working traffic is affected by failure
 ^ Sw at intermediate nodes if working traffic is affected by failure
 - - - - - Restore part-time traffic, as applicable, using GCC

NOTE – The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.

図 I.4 - 2または4ファイバ/4ラムダ ODU SRP- 片方向のSD (リング)

この例では、リング切替が実行され、2ファイバリングにおけるリングのSD状態と4ファイバリングにおける現用系と予備系チャンネルに関するリングのSD状態が解消される。

リングの初期状態は、アイドル状態である。時間T₁にて、ノードFはリングのSD状態を検知する。ノードFは切替ノードとなり(規則 I-S #1)、双方向へブリッジ要求を送信する(規則 S #1)。ノードGと長距離パス上の連続する中間ノード全ては、完全なパススルーとなる(規則 I-P #1)。ノードEは、短距離パス上のノードFよりブリッジ要求を受信した上で、長距離パス上へSDリングのブリッジ要求・短距離パス上へPRを送



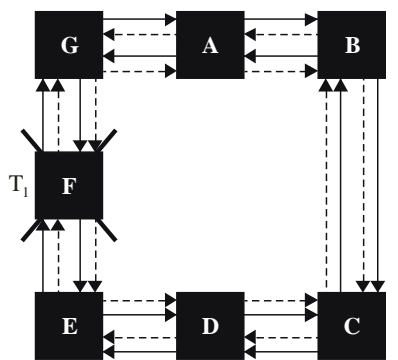
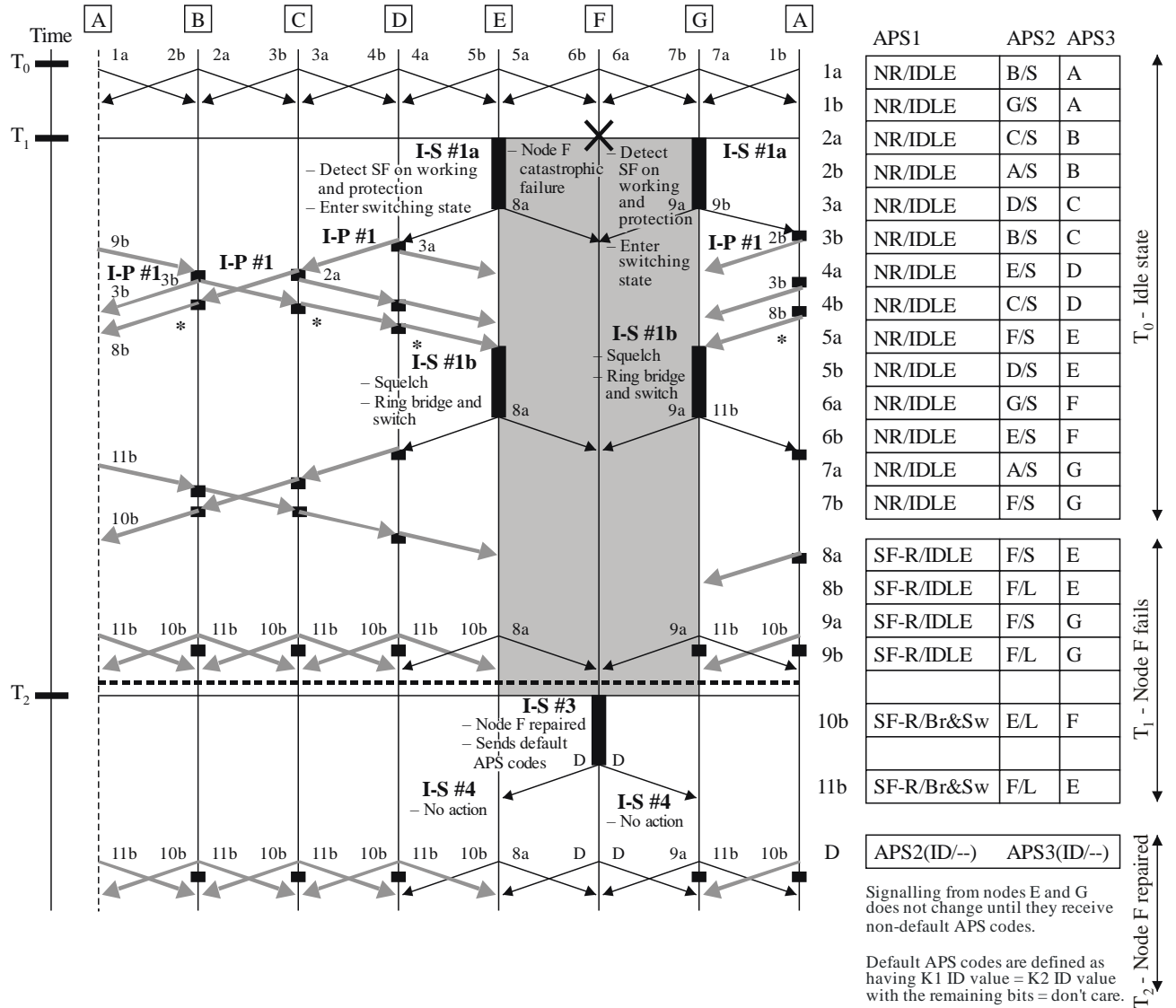
信する(規則 S #3)。ノードEは、長距離パス上のノードFよりブリッジ要求を受信した上で、リングブリッジを実行し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則 I-S #1b)。ノードFは、長距離パス上のノードEよりブリッジの検知を受信した上で、リング切替を実行し、APSバイトシグナリングを更新する(規則 I-S #1b)。ノードEは、ノードFより短距離パス上のブリッジの通知を受信した上で、切替を完了する。シグナリングは定常状態に達する。

方路切替アプリケーションに関しては、切替動作は中間ノードにて実行される。現用系チャンネルをプロテクションに使用されていない全プロテクションTSにて、エクストラトラヒックはGCCを使用して復旧される。

解消は、片方向のSF-R状態の解消と同一である。

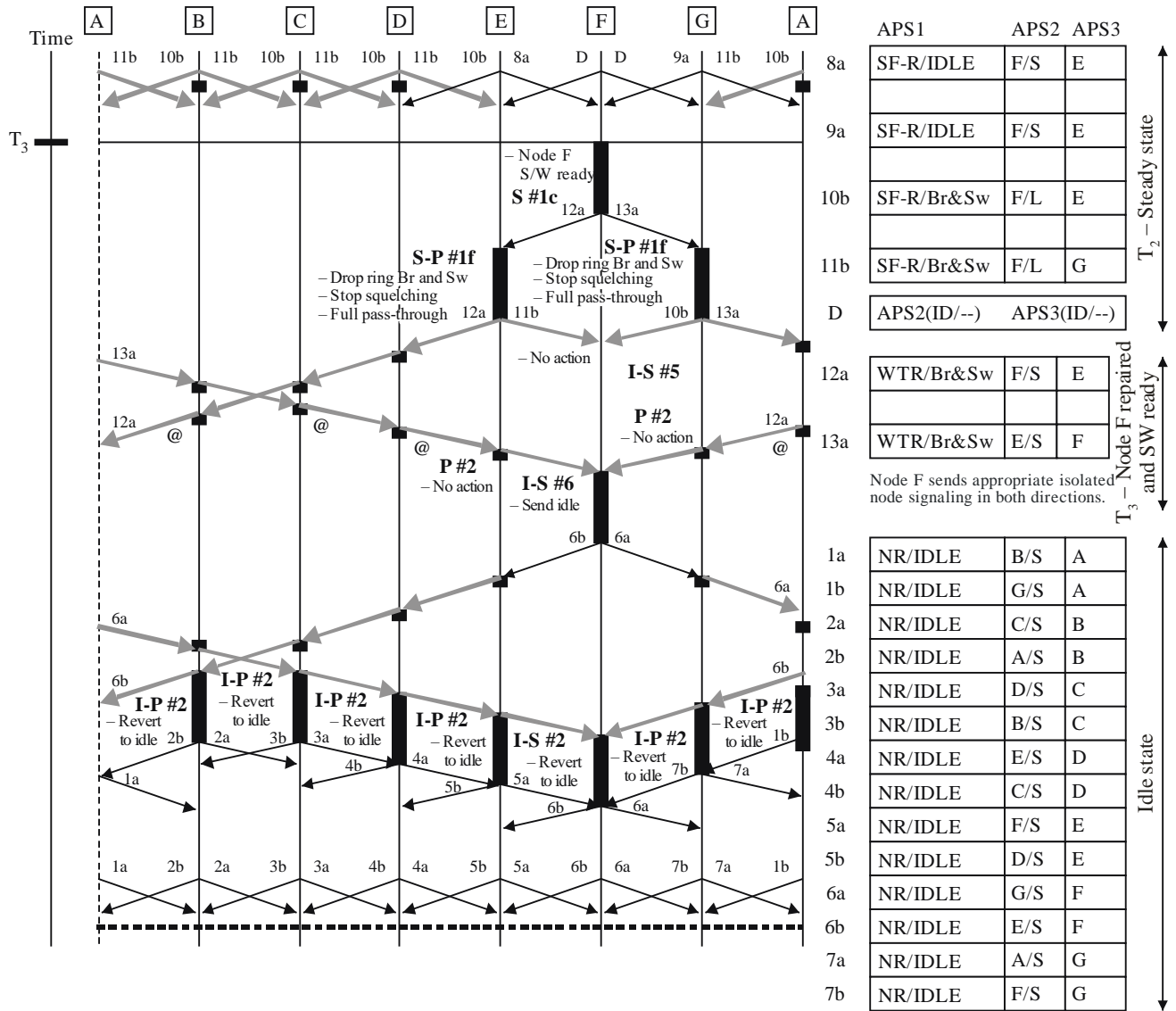
1.5 ノード故障

図I.5を参照。



G.873.2(12)_Fl.5a

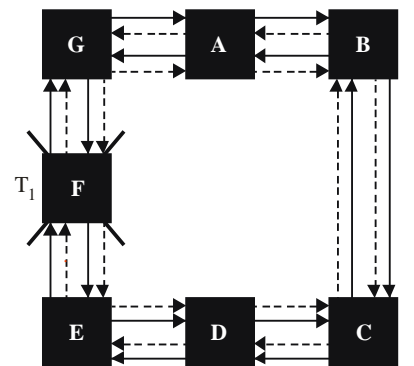
図 I.5a - 4ファイバ/4ラムダ ODU SRP- ノード故障



→ Node sourcing APS
 → Node in full pass-through, APS and protection channels

Key for steering application only:
 @ Drop Br and Sw at intermediate nodes, if applicable
 ----- Restore part-time traffic, as applicable, using GCC

NOTE – The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.



G.873.2(12)_FI.5b

図 I.5a - 4ファイバ/4ラムダ ODU SRP- ノード故障 (完了)

この例では、2ファイバおよび4ファイバリングでのノード故障の場合を対象としている。ノード故障は、故障ノードの送受信にて入力と出力両方の全伝送が失敗し、現用系および予備系チャンネル両方へ影響を与え、故障ノード自身が設定情報を全て失っている状態を指す。

リングの初期状態は、アイドル状態である。時間T₁にて、ノードEとノードG両方が現用系および予備系チャンネル上にSF状態を検知する。それらノードは、切替ノードとなり(規則 I-S #1)、単距離および長距離パス上両方にブリッジ要求を生成送信する(規則 S #1)。ノードAとノードD、長距離パス上の連続する全ての中間ノードは完全なパススルーとなる(規則 I-P #1)。ノードEは、長距離パス上のノードGよりブリッジ要求を受信した上で、誤接続の可能性のある全てのトラヒックをスケルチし、リングブリッジと切替を実

行し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則 I-S#1b)。ノードGは、長距離パス上のノードEよりブリッジ要求を受信した上で、誤接続の可能性のある全てのトラヒックをスケルチし、リングブリッジと切替を実行し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則 I-S#1b)。シグナリングは定常状態に達する。

方路切替アプリケーションに関しては、切替動作は中間ノードにて実行される。現用系チャンネルをプロテクションに使用されていない全プロテクションTSにて、エクストラトラヒックはGCCを使用して復旧される。

時間T₁にて、故障ノードは物理的に復旧していたが設定情報が完全に復旧しておらず、復旧中ノードが適切なAPSバイトシグナリングするのを妨げる。復旧中ノードが現状のリング状態に従って適切なAPSバイトシグナリングを行えるようになるまで、デフォルトAPS符号が送信される(規則 I-S #3)。ノードEとノードGは物理的な解消の信号符号を検知し、デフォルトAPS符号もまた受信する。ノードEとノードGはデフォルトAPS符号を受信し続ける限り、それらノードは故障の解消を示さない(規則 I-S #4)。シグナリングは定常状態に達する。

時間T₃にて、ノードFは完全に復旧し、適切にシグナリングを行う。ノードEとノードGはデフォルトでないAPS符号を受信し、故障の解消を示す。ノードEとノードGにてWTR間隔がより高い優先度の長距離パス上のブリッジ要求によって先取りされ、ノードEとノードGがリングブリッジと切替を拒否する要因となり、スケルチを停止し、完全なパススルーとなる(規則 S-P #1f)。ノードEとノードGが完全なパススルーとなった後に、ノードFはノードF自身に向けた長距離パス上のブリッジ要求を受信し、何も動作しない(規則 I-S #5)。ノードFはノードFが送信しているものと同じ信号を受信した時、両方向へアイドル符号を送信する(規則 I-S #6)。その後、全てのノードはアイドル状態に戻る。

1.6 隣接していないスパンにて片方向のSD-Sを先取りする片方向のSF-R

図I.6を参照。

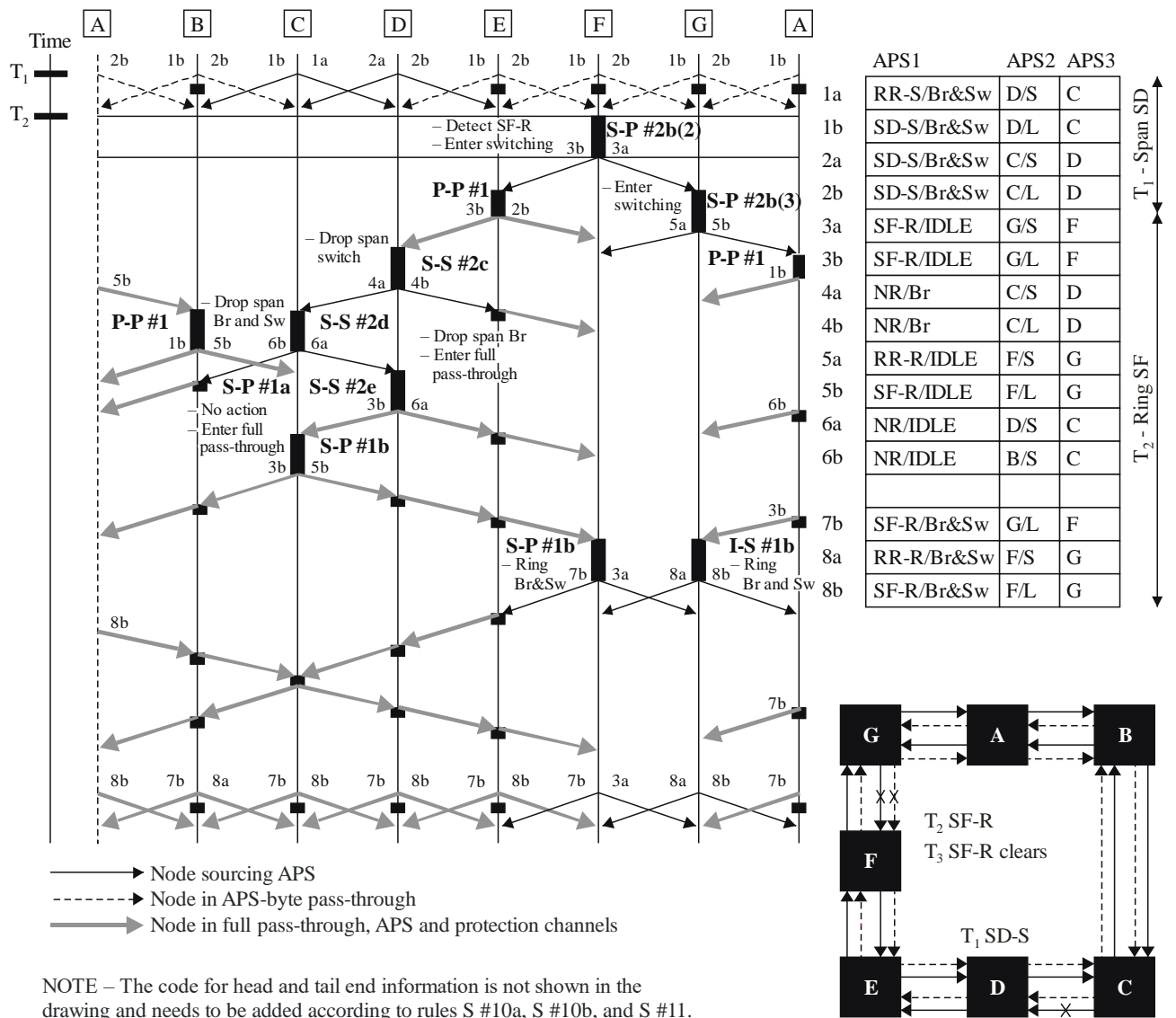


図 I.6a - 4ファイバ/4ラムダ ODU SRP - 隣接していないスパンにて片方向のSD-Sを先取りする片方向のSF-R

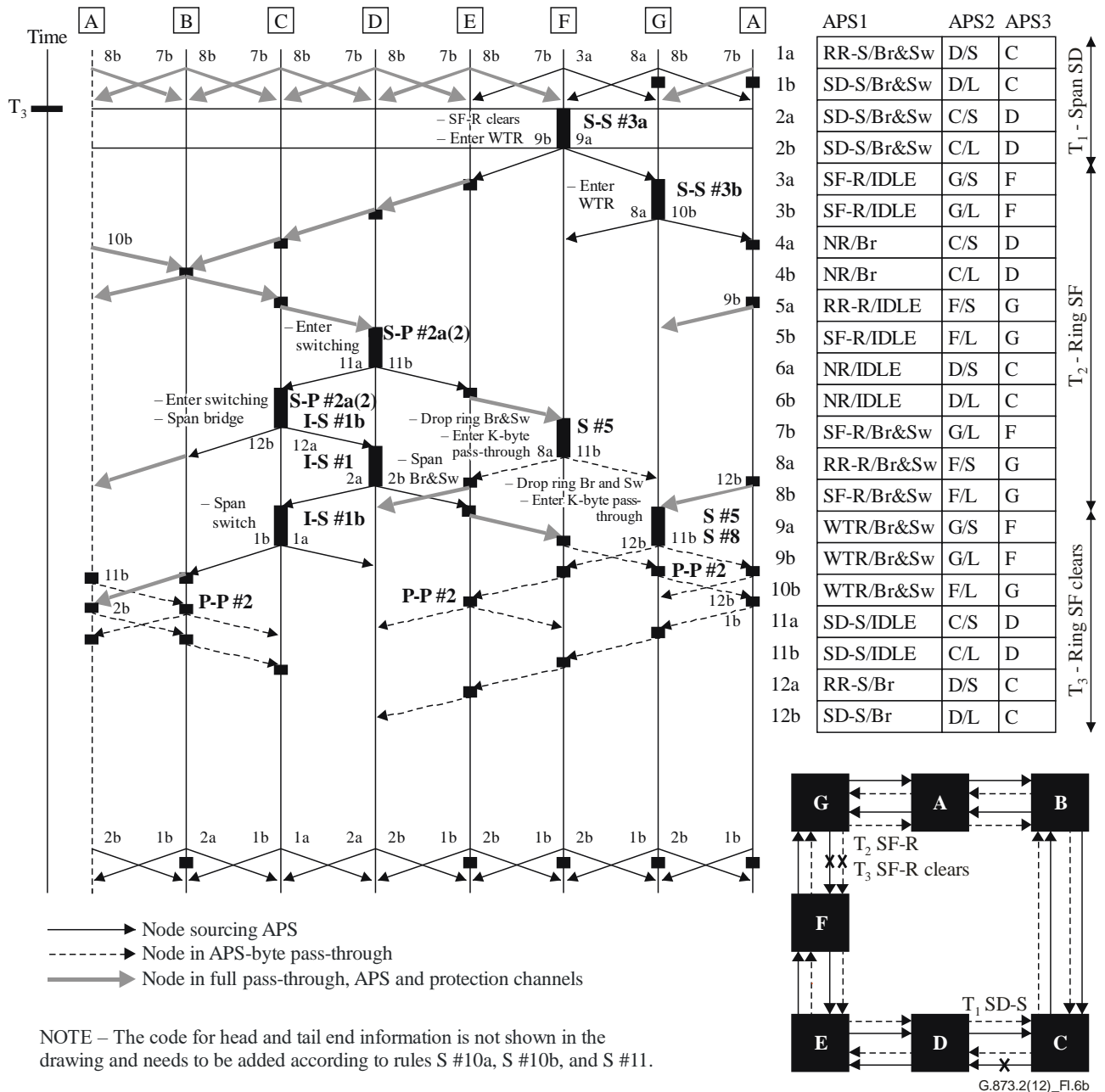


図 I.6a - 4ファイバ/4ラムダ ODU SRP - 隣接していないスパンにて片方向のSD-Sを先取りする片方向のSF-R (完了)

この例では、隣接していないスパンに前もって存在する片方向のSD-S状態を先取りする4ファイバリング上にて単一SF-R状態の場合を対象とする。

リングの初期状態は、アイドル状態である。時間T₁にて、ノードDはノードCからノードDの現用系チャンネル上にて、SD-S状態を検知する。シグナリングは図I.1に示すように進行する、以下の場合を除く。

- 1) 切替ノードがノードEとノードFを除く、ノードCとノードDとなる。
- 2) ブリッジ要求はSF-Sではなく、SD-Sとなる。

シグナリングは定常状態に達する。

時間T₂にて、ノードFはノードGより現用系と予備系チャンネル上にてSF状態を検知する。ノードFは切替ノードとなり(規則 S-P #2b)、両方向へブリッジ要求を送信する(規則 S #1)。ノードGもまたノードFより短距離パスのリング要求を確認した上で、切替ノードとなる(規則 S-P #2b)。ノードGは短距離パス上へPR・長距離パス上へSF-Rを送り返す(規則 S #3)。中間ノードA・B・Eは、APSバイトパススルーから完全なパススルーへと変わる(規則 P-P #1)。ノードDは、より高い優先度のリングブリッジ要求を確認した上で、スパン切替を拒否し、APSバイト1ビット6-8を更新し、両方向へNRを送信する(規則 S-S #2c)。ノードCはNRとノードDより拒否された切替を確認した上で、ブリッジと切替を拒否し、APSバイト1ビット6-8を更新し、NRの送信を最高優先度の入力(規則 S-S #2d、ファーストポイント)として動作する。ノードCは最終的にノードFに向けてのリングブリッジ要求を確認するが、ノードCのシグナリングを変えることはない(規則 S-P #1a)。ノードDは、ノードCにて拒否された切替を確認した上で、ブリッジを拒否し、完全なパス

スルーとなることを最優先度の入力(規則 S-S #2e)として動作する。ノードCは、ノードDより拒否されたブリッジを確認した上で、完全なパススルーとなることを最優先度の入力(規則 S-P #1b)として動作する。完全なパススルーである全ての間中ノードで、ノードFとノードGは最終的に長距離パス上のリングブリッジ要求を受信する。ノードFとノードGはそれぞれブリッジと切替を実行し(規則 I-S #1b、セカンドポイント)、APSバイト1ビット6-8を更新する。シグナリングは定常状態に達する。

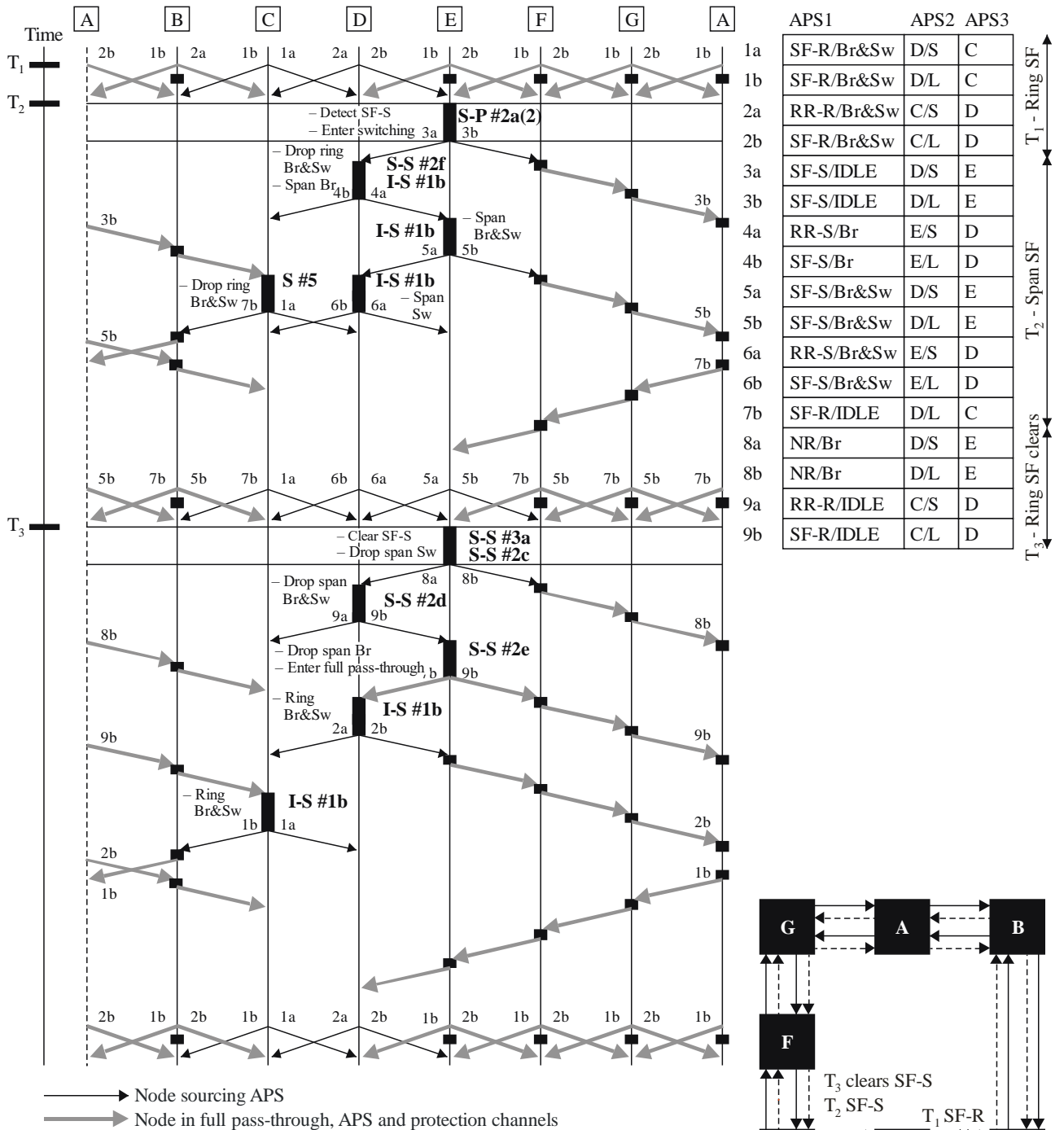
時間T₃にて、ノードEからノードFへの現用系および予備系チャンネル上におけるSF状態が解消される。ノードFはWTRとなる(規則 S-S#3a)。ノードGは、ノードFよりWTRブリッジ要求を確認した上で、WTRとなる(規則 S-S#3b)。ノードDは、局所的に検知されるSD状態より低い優先度である2つのWTRブリッジ要求を確認した上で、切替ノードとなり(規則 S-P #2a、ポイント2)、適切にシグナルを行う。ノードCは、より優先度の高いノードCに向けたスパンブリッジ要求を確認した上で、ノードCも切替ノードとなり(規則 S-P #2a、ポイント2)、スパンブリッジを実行し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則 I-S #1b)。ノードFはノードDからのスパンブリッジ要求状態により、長距離パス上のリングブリッジ要求を失う。ノードFはブリッジと切替を拒否し(規則 S #5)、WTRシグナリングを終了し、APSバイトパススルーとなる(規則 S #8)。同様に、ノードGが長距離パス上のリングブリッジ要求を失う時、ノードGはブリッジと切替を拒否し(規則 S #5)、WTRシグナリングを終了し、双方向のAPSバイトパススルーとなる。ノードDは、ノードCから短距離パス上のブリッジ符号を確認した上で、スパンブリッジおよび切替を実行し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則 I-S #1b)。ノードCは、ノードDからブリッジおよび切替符号を確認した上で、スパン切替を実行することで進行を完了し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則 I-S #1b)。その後、中間ノードA・E・Bは完全なパススルーからAPSバイトパススルーへ移行する。シグナリングは、時間T₁と同じく定常状態に達する。

時間T₄にて(示されていない)、ノードCからノードDへの現用系チャンネル上のスパンSD状態が解消される。シグナリングは図I.1における時間T₂にて示されるように進行する、以下の場合を除く。

- 1) 切替ノードはノードEとノードFを除く、ノードCとノードDとなる。
- 2) ブリッジ要求がSF-Sでなく、SD-Sとなる。

1.7 隣接スパン上の片方向SF-Rを先取りする片方向SF-S—非隣接ノードでのSF-SおよびSF-R検出

図I.7を参照。



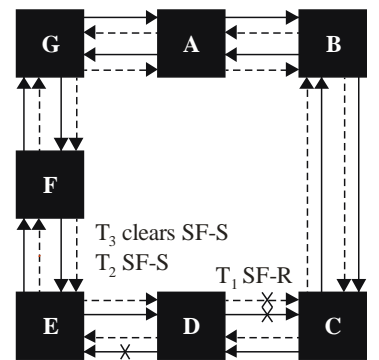
NOTE - The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.

図I.7 - 4ファイバ/4ラムダODU SRPリング- 隣接スパン上の片方向SF-Rを先取りする片方向SF-S

この例は隣接スパンに前から存在した片方向SF-R条件を先取りする4ファイバリング上の片方向SF-S条件を対象とする。

リングの初期状態はアイドル状態である。時刻T₁において、ノードCはノードDからの現用系および予備系チャンネルのSF条件を検出する。切替ノードがノードCおよびDとなり、ノードEとFにはならないことを除き、図I.2に示す方法で(図の時刻T₁において)シグナリングは進行する。シグナリングは定常状態に達する。

時刻T₂において、ノードEはノードDからの現用チャンネルにSF条件を検出する。ノードEは切替ノード(規則S-P #2a, ポイント2)となりノードDへ向けたスパンブリッジ要求とノードFへ向けたスパンブリッジ要求ステータスを送信する(規則S #1, G #1)。ノードCは、このスパンブリッジ要求ステータスを確認した上で、もはや長距離バスリングブリッジ要求を受信しないことから、リングブリッジと切替を破棄する(規則S #5)。ノードCは、それが最高次プライオリティ入力であることから、APSバイト1ビット6-8を更新してAPSバイト1をSF-Rとして送信する(規則S #5)。ノードDは、ノードEからの最高次プライオリティスパンブ



G.873.2(12)_Fl.7

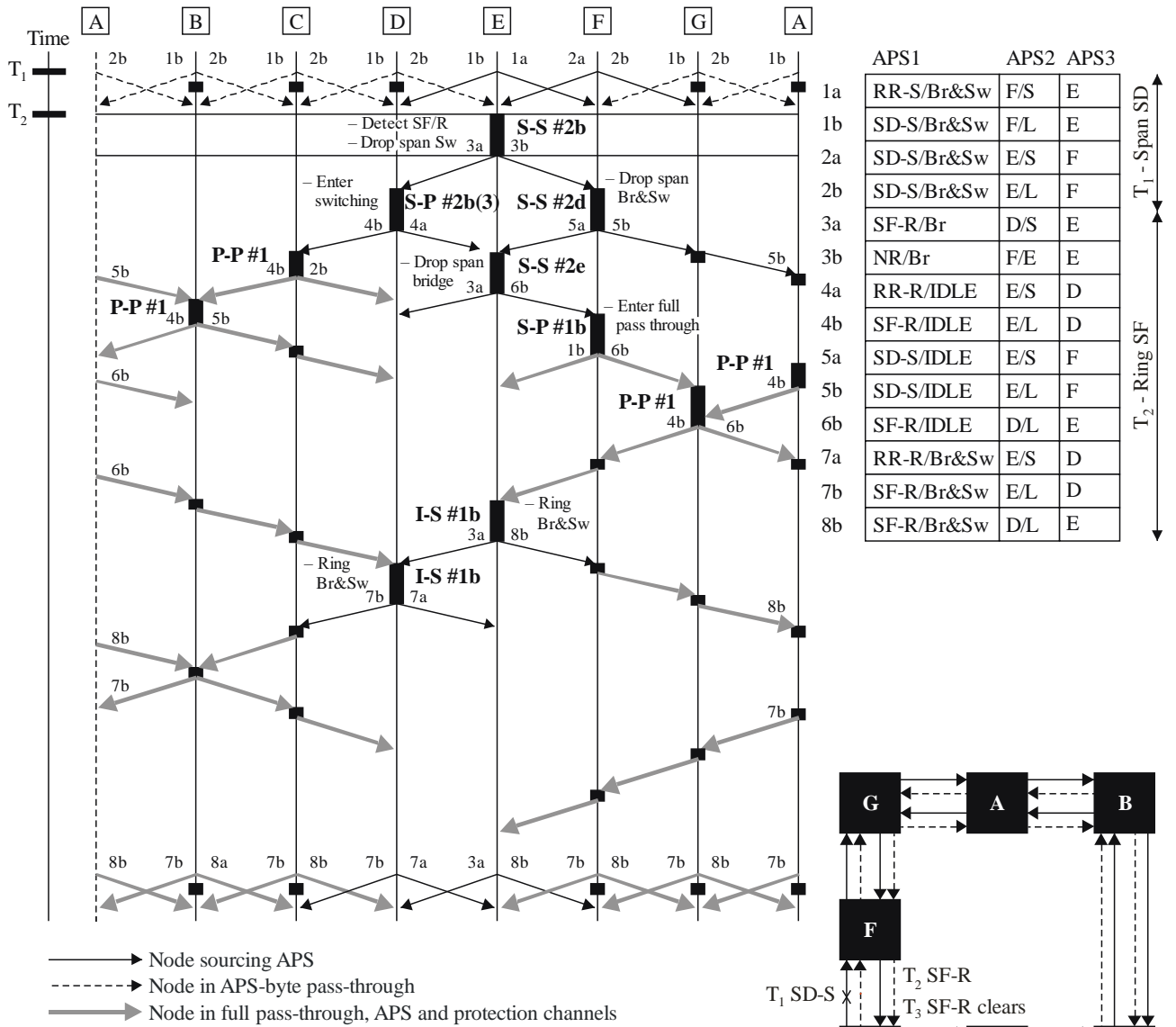
リッジ要求を確認した上で、リングブリッジおよび切替を破棄し、ノードEへのスパンブリッジを実行し(規則S-S #2f)、それに従い送信する(規則I-S #1b、ポイント3および規則S #3)。ノードEは、ノードDからのブリッジ符号を確認した上で、リングブリッジおよび切替を実行してAPSバイト1ビット6-8を更新する(規則I-S #1b、ポイント3)。ノードDは、ノードEからのブリッジ符号を確認した上で、切替を実行して、それに従いAPSバイト1ビット6-8を更新する(規則I-S #1b、ポイント3)。シグナリングは定常状態に達する。

時刻T₃において、ノードDからノードEへの現用系チャンネルのSF条件は解除される。ノードEはWTRに入るが、他の障害を検出する(規則S-S #3a)。ノードEは、ノードDを宛て先としたSF-Rブリッジ要求を確認した上で(非隣接スパンのため)、スパン切替を破棄し、APSバイト1をNRとして、APSバイト2をブリッジとして通信する(規則S-S #2c)。ノードDは、ノードEからのNRおよびブリッジ符号を確認した上で、スパンブリッジと切替を破棄し、ノードCにリングブリッジ要求を返信するためノードCからの入力を有効にする(規則S-S #2d)。ノードEは、ノードDが切替を破棄したことを確認した上で、ブリッジを破棄する(規則S-S #2e)。ノードEはまたノードDを宛て先とした長距離パスリングブリッジ要求を確認し、ノードEもまた完全パススルー状態になる(規則S-S #2e、ポイント4)。ノードDは、ノードCからの長距離パスリングブリッジ要求を確認した上で、リングブリッジおよび切替を実行してAPSバイト1ビット6-8を更新する(規則I-S #1b)。ノードCは、ノードDからの長距離パスリングブリッジ要求を確認した上で、リングブリッジおよび切替を実行してAPSバイト1ビット6-8を更新する(規則I-S #1b)。シグナリングは同じ定常状態に達する。

時刻T₄において(図に示されない)、ノードDからノードCへの現用系および予備系チャンネルのSF条件が解除される。切替ノードがノードCおよびDとなり、ノードEとFにはならないことを除いて、図I.2(図の時刻T₂において)に示される方法でシグナリングは進行する。

I.8 隣接スパン上の片方向SD-Sを先取りする片方向SF-R

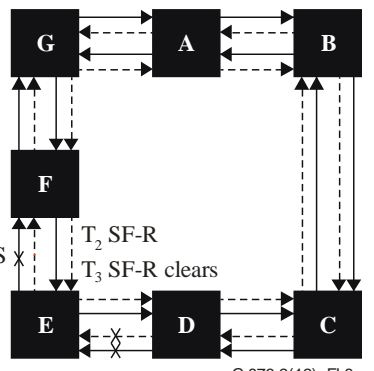
図I.8を参照。



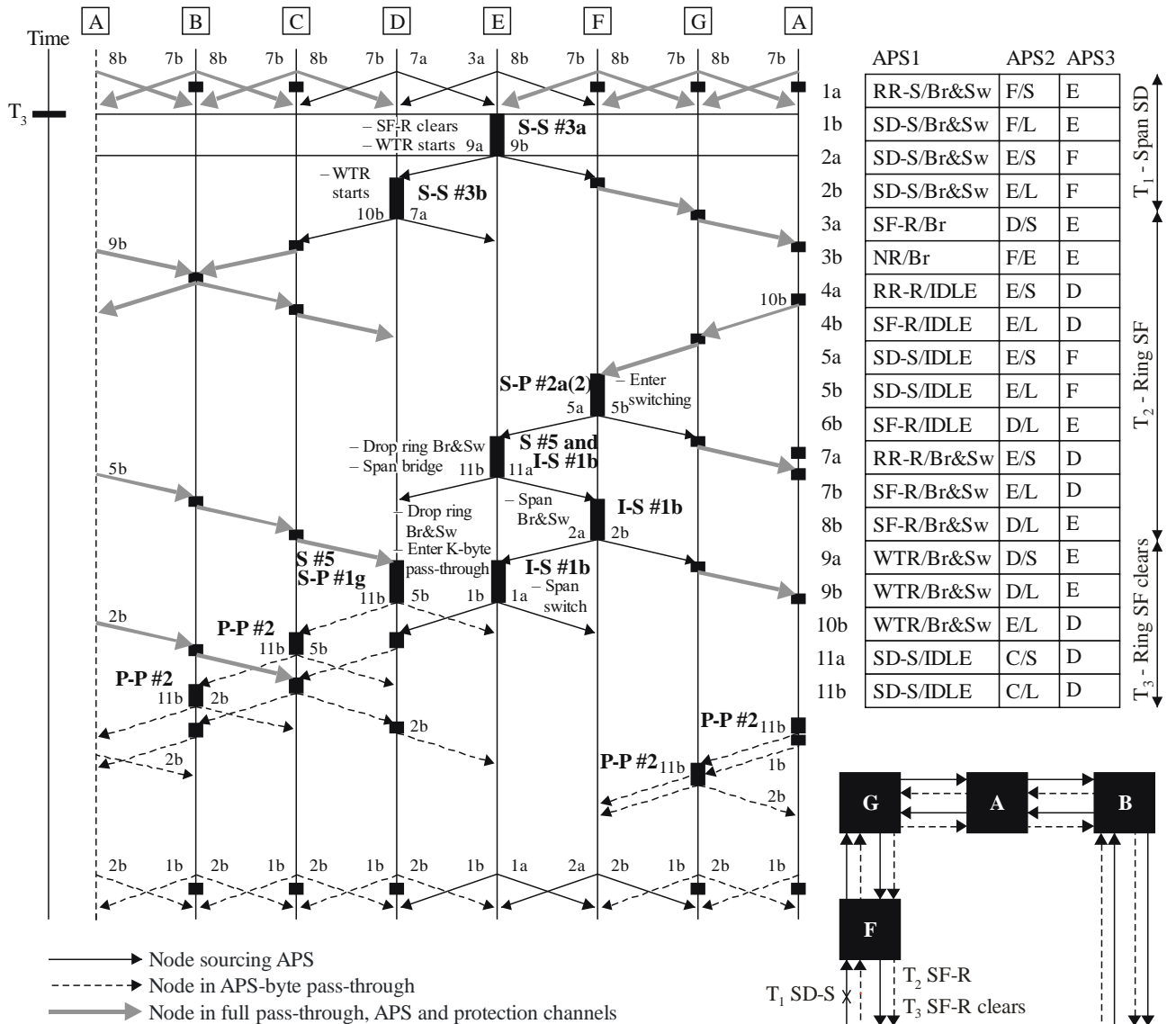
	APS1	APS2	APS3
1a	RR-S/Br&Sw	F/S	E
1b	SD-S/Br&Sw	F/L	E
2a	SD-S/Br&Sw	E/S	F
2b	SD-S/Br&Sw	E/L	F
3a	SF-R/Br	D/S	E
3b	NR/Br	F/E	E
4a	RR-R/IDLE	E/S	D
4b	SF-R/IDLE	E/L	D
5a	SD-S/IDLE	E/S	F
5b	SD-S/IDLE	E/L	F
6b	SF-R/IDLE	D/L	E
7a	RR-R/Br&Sw	E/S	D
7b	SF-R/Br&Sw	E/L	D
8b	SF-R/Br&Sw	D/L	E

NOTE – The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.

図I.8a - 4ファイバ/4ラムダODU SRP-非隣接スパン上の片方向SD-Sを先取りする片方向SF-R



G.873.2(12)_Fl.8a



NOTE – The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.

図I.8b - 4ファイバ/4ラムダODU SRP-非隣接スパン上の片方向SD-Sを先取りする片方向SF-R (完了)

この例は隣接スパン上に前から存在した片方向SD-S条件を先取りする4ファイバリング上の片方向SF-R条件を対象とする。

リングの初期状態はアイドル状態である。時刻T₁において、ノードFはノードEからの現用系チャンネルのSD条件を検出する。切替要求がSD-Sとなり、SF-Sにはならないことを除いて、図I.1に示す方法で(図の時刻T₁において)シグナリングは進行する。シグナリングは定常状態に達する。

時刻T₂において、ノードEはノードDからの現用系チャンネルおよび予備系チャンネルにSF条件を検出する。ノードEはスパン切替を破棄し、SF-Rブリッジ要求(APSバイト1)とブリッジ(APSバイト1)をノードDに送信し、ノードFにNR(APSバイト1)およびブリッジ(APSバイト1)を送信する(規則S-S #2b)。ノードDは切替ノード(規則S-P #2b, ポイント3)となる。ノードDは短距離パスへのRRおよび長距離パスへのSF-Rブリッジ要求を送信する(規則S #3)。長距離パスリングブリッジ要求はノードC、BおよびAをAPSバイトパススルーから完全パススルーへ変更する(規則P-P #1)。ノードFは、ノードEからのNRおよび切替破棄を確認した上で、ブリッジおよび切替を破棄し、APSバイト1ビット6-8を更新し、ノードEへ向けたSD-Sブリッジ要求を送信するために最高次プライオリティ入力で行う(規則S-S #2d, 最終ポイント)。ノードEは、ノードFでの切替破棄を確認した上で、ブリッジを破棄し、APSバイト1ビット6-8を更新し、双方向へのリングブリッジ要求を送信するために最高次プライオリティ入力で行う(規則S-S #2e, ポイント3)。ノードFは、ノードEからの切替破棄を確認した上で、完全パススルー状態になるため最高次プライオリティ入力で行う(規則S-P #1b)。これは長距離パスリングブリッジ要求がノードGへ到達することを許し、ノードGがAPSバイトパススルーから完全パススルーに変化する(規則P-P #1)。全ての間中ノードが完全パススルーなら、ノードEとDは最終的に長距離パスリングブリッジ要求を受信する。ノードEおよびDは各々ブリッ

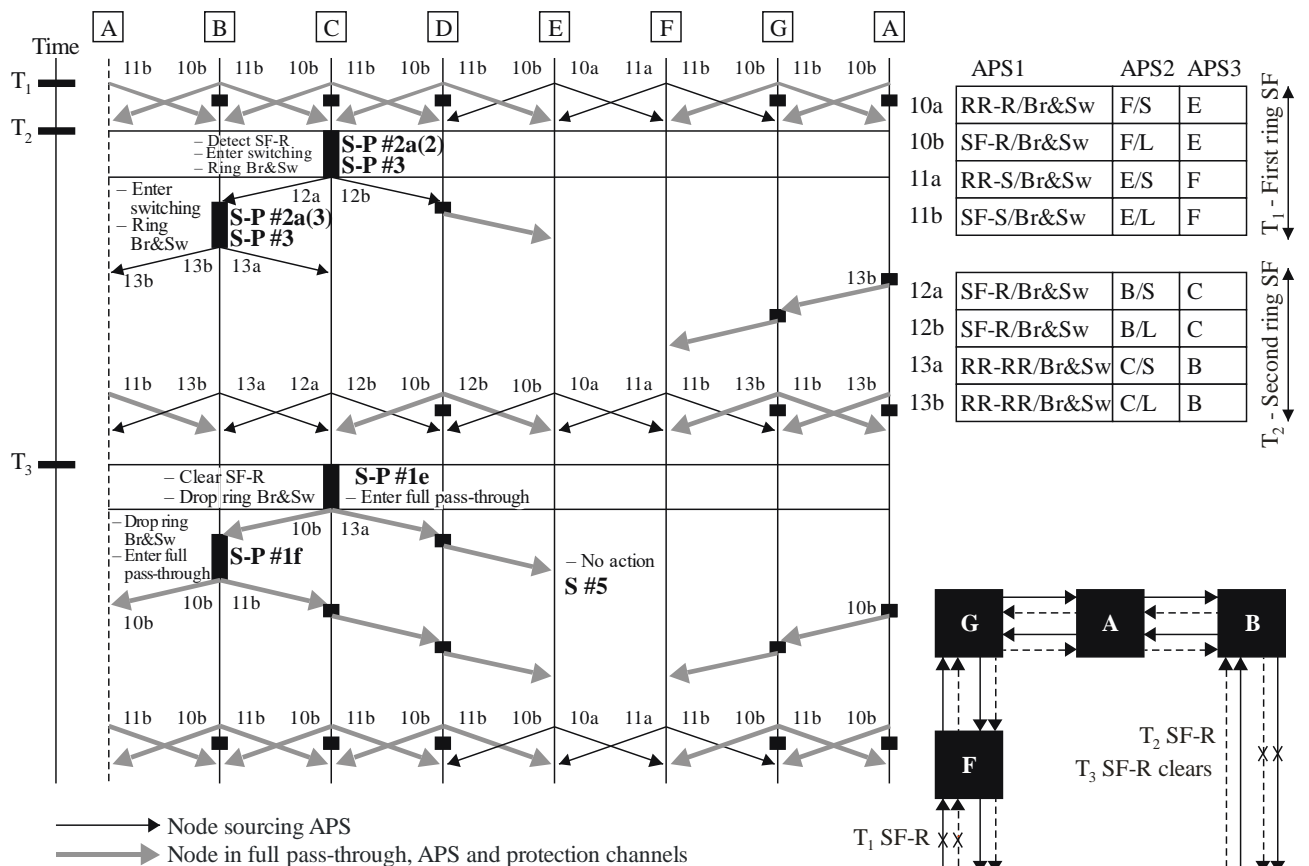
ジおよび切替を実行し(規則I-S #1b、ポイント2) APSバイト1ビット6-8を更新する。シグナリングは定常状態に達する。

時刻T₃において、ノードDからノードEへの現用系チャネルのSF条件は解除される。ノードEはWTR期間に入り、それを通信する(規則S-S #3a)。ノードDもまた、ノードEからWTRブリッジを確認した上で、WTR期間を開始し、それを通信する(規則S-S #3b)。ノードFは、双方向からのWTRブリッジ要求を確認した上で、ローカルSD-S条件が高次プライオリティであるという事実に基づき動作し、スパン切替ノードになる(規則S-P #2a、ポイント2)。ノードEは、ノードFからのスパンブリッジ要求を確認した上で、ノードDからの長距離ブリッジ要求を失う。ノードEはそのため、自身のリングブリッジおよび切替を破棄し(規則S #5)、スパンブリッジを実行することによりノードFからのスパンブリッジ要求で動作する(規則I-S #1b、ポイント3)。ノードFは、ノードFからのブリッジ符号を確認した上で、スパンブリッジおよび切替を実行し、APSバイト1ビット6-8(規則I-S #1b、ポイント3)を更新する。ノードEは、ノードFからのブリッジ符号を確認した上で、スパンブリッジおよび切替を実行し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則I-S #1b、ポイント3)。ノードEは、ノードFからのブリッジおよび切替符号を確認した上で、スパン切替およびAPSバイト1ビット6-8(規則I-S #1b、ポイント3)を更新することにより処理を完了する。その間に、ノードDは、ノードFからのスパンブリッジ要求を確認した上で、ノードEからの長距離リングブリッジ要求を失う。ノードDはこのためリングブリッジおよび切替を破棄し(規則S #5)、APSバイトパススルーに入ることでノードEを宛て先としたスパンブリッジ要求ステータスで動作する(規則S-P #1g)。中間完全パススルーノードA、B、CとGは最終的に自身が宛て先でない双方向からのスパンブリッジ要求ステータスを受信し、このためそれらはAPSバイトパススルーに移行する。シグナリングは同じ定常状態に達する。

時刻T₄において(図に示されない)、ノードEからノードFへの現用系チャネルのSD条件が解除される。ブリッジ要求がSD-Sとなり、SF-Sにはならないことを除いて、図I.1(図の時刻T₂において)に示される方法でシグナリングは進行する。

I.9 非隣接スパン上の片方向SF-Rと共存する片方向SF-R

図I.9を参照。



NOTE – The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.

図I.9 - 4ファイバ/4ラムダODU SRPリング-非隣接スパン上での片方向SF-Rへの片方向SF-R追加

この例は非隣接スパン上に前から存在した片方向SF-R条件に共存する4ファイバリング上の片方向SF-S条件を対象とする。

リングの初期状態はアイドル状態である。時刻T₁において、ノードFはSF条件を現用系および予備系チャンネルに検出する。図I.2に示す方法で(図の時刻T₁において)進行する。シグナリングは定常状態に達する。

時刻T₂において、ノードCは現用系および予備系チャンネルのSF条件を検出する。ノードCは切替ノードとなり(規則S-P #2a、ポイント2)、もし必要であればトラヒックをスケルチし、リングブリッジおよび切替を実行し、双方向にリングブリッジ要求を送信する(S-P #3)。ノードBは、ノードCからのブリッジ要求を確認した上で、切替ノードになる(規則S-P #2a、ポイント3)。ノードBはまた必要であればトラヒックをスケルチし、リングブリッジおよび切替を実行し、双方向にリングブリッジ要求を送信する(S-P #3)。ノードBとCからの長距離パスリングブリッジ要求はノードEとFでのブリッジと切替に影響を与えない、なぜなら複数SF-R切替が共存することが許容されるからである(規則S #4a、規則S #5)。シグナリングは定常状態に達する。

方路切替アプリケーションでは、発生する追加のシグナリングがある。図I.10に示されるように、時刻T₂において、ノードCはSF条件を現用系および予備系チャンネルSF条件を検出する。ノードCは切替ノードになり(規則S-P #2a, point 2)、もしエクストラトラヒックが存在すれば破棄し、最初の障害により影響を受けるトリビュタリ上のリングブリッジおよび切替を維持し、双方向にリングブリッジ要求を双方向に送信する(方路切替7.3節規則S-P #3)。ノードBは、ノードCからのブリッジ要求を確認した上で、切替ノードになる(規則S-P #2a、ポイント3)。ノードBはまた存在するならエクストラトラヒック破棄し、最初の障害により影響を受けるトリビュタリ上のリングブリッジおよび切替を維持し、双方向にリングブリッジ要求を双方向に送信する(方路切替7.3節規則S-P #3)。ノードE (F) は、ノードC (B) からのブリッジ要求を確認した上で、存在するならエクストラトラヒックを破棄し、最初の障害により影響を受けるトリビュタリ上のリングブリッジおよび切替を維持し、APSバイト1ビット6-8をアイドル符号に更新する(規則S #1a、ポイント2、方路切替7.3節)。ノードC (B) は、ノードE (F) からのリングブリッジ要求およびアイドル符号を確認した上で、APSバイト1ビット6-8をブリッジおよび切替に更新する([規則S #1a、ポイント2、方路切替7.3節])。ノードE (F) は、ノードC (B) からのリングブリッジ要求および切替符号を確認した上で、APSバイト1ビット6-8をブリッジおよび切替に更新する(規則S #1a、ポイント3、方路切替7.3節)。図I.9に記載されるようにシグナリングは同じ定常状態に達する。

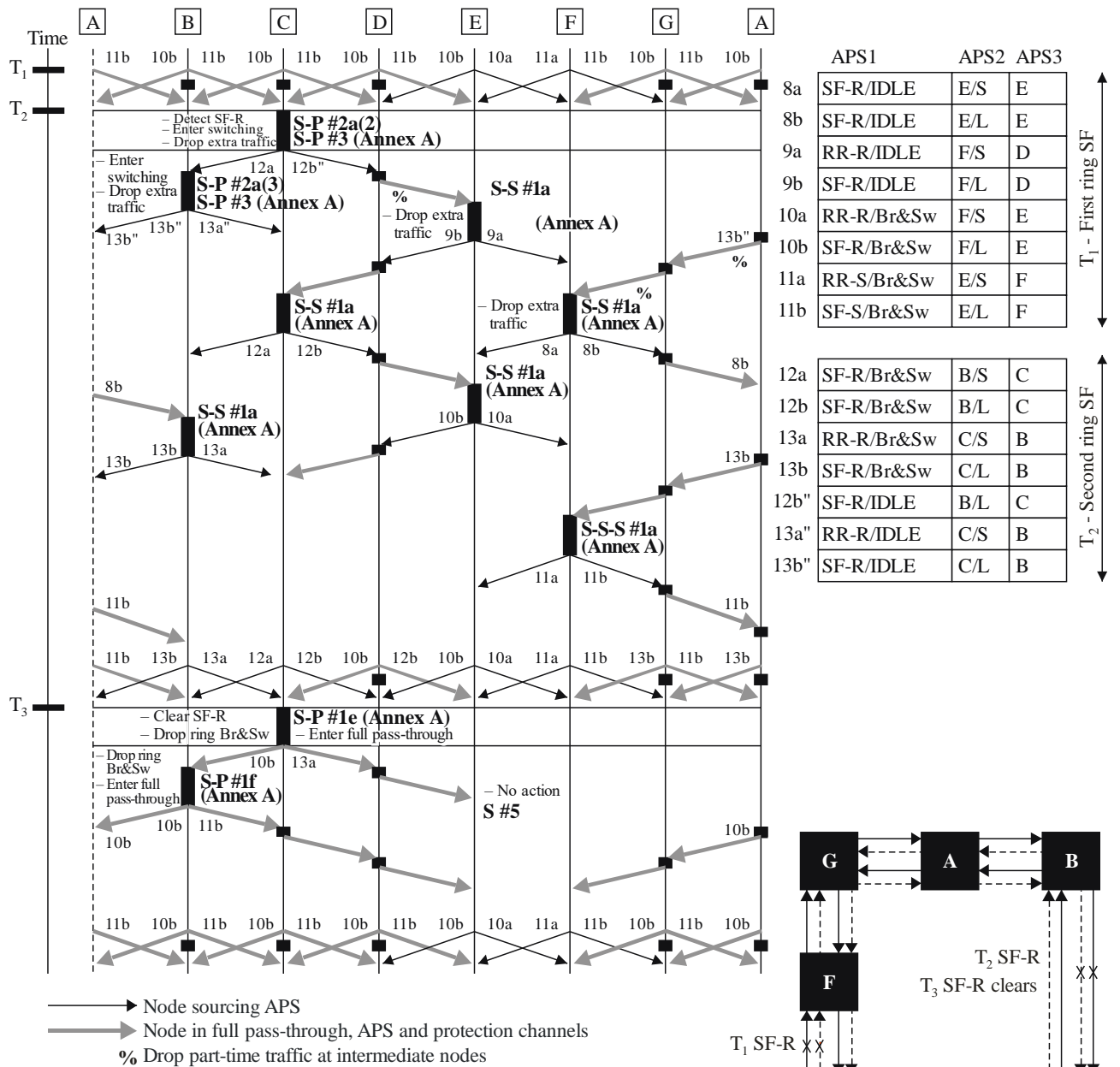
時刻T₃において、ノードBからノードCへの現用系および予備系チャンネルのSF条件は解除される。ノードCはノードDからの非隣接スパンのためのリングブリッジ要求を確認してする。これはローカル(WTR)条件より高く、このためノードCはブリッジと切替を破棄して完全パススルーに移行する(規則S-P #1e)。これはノードBからの短距離パスリングRR信号がノードEへ到達させる。ノードEはまだこれが有効なリングブリッジ要求であるとみなし、このためノードEはリングブリッジおよび切替(規則S #5)を維持する。ノードBは、自身を宛て先としない双方向ブリッジ要求を受信した上で、ブリッジと切替を破棄し完全パススルー(規則S-P #1f)に移行する。シグナリングは時刻T₁と同じく状態に達する。

方路アプリケーションにおいて、シグナリングは同一であるが、ノードは追加のアクションを実行する。図I.10に示されるように、時刻T₃において、ノードBからノードCへの現用系および予備系チャンネルでのSF条件が解除される。ノードCはノードEとFの間の最初のSF-RによるノードDからの非隣接スパンのためのリングブリッジ要求を確認する。これはローカル(WTR)条件より高いプライオリティであり、このためノードCは最初の障害によって影響を受けるトリビュタリ上でのリングブリッジおよび切替を維持し、完全パススルーに移行する(規則S P #1f、ポイント1、方路切替7.3節)。これはノードBからの短距離パスリングRR信号がノードEへ到達させる。ノードEはまだこれが有効なリングブリッジ要求であるとみなし、このためノードEはリングブリッジおよび切替(規則S #5)を維持する。ノードBは、EとFの間の最初のSF-Rによる自身を宛て先としない双方向ブリッジ要求を確認する。ノードBは最初の障害によって影響を受けるトリビュタリ上でのリングブリッジおよび切替を維持し、完全パススルーに移行する(規則S P #1f、ポイント1、方路切替7.3節)。図I.9に記載されるようにシグナリングは同じ定常状態に達する。

時刻T₄において(図に示されない)、ノードEからノードFへの現用系および予備系チャンネルのSF条件が解除される。図I.2(図の時刻T₃において)に示される方法でシグナリングは進行する。

I.10 エクストラトラヒック能力を持つリング上でのノード障害

図I.10は2または4ファイバリングのいずれかでのノード障害後にリング上でスケルチされるエクストラトラヒックを対象とする。ここでのノード障害は、ノードへそしてノードからの、入力および出力の両方を含む全ての伝送が故障し、現用系および予備系チャンネルの両方に影響し、ノード自身が全ての設定された情報を失うことを意味する。



NOTE – The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.

図I.10 - 4ファイバ/4ラムダODU SRP-非隣接スパン上の片方向SD-Rに加わる片方向SF-R (方路切替アプリケーション)

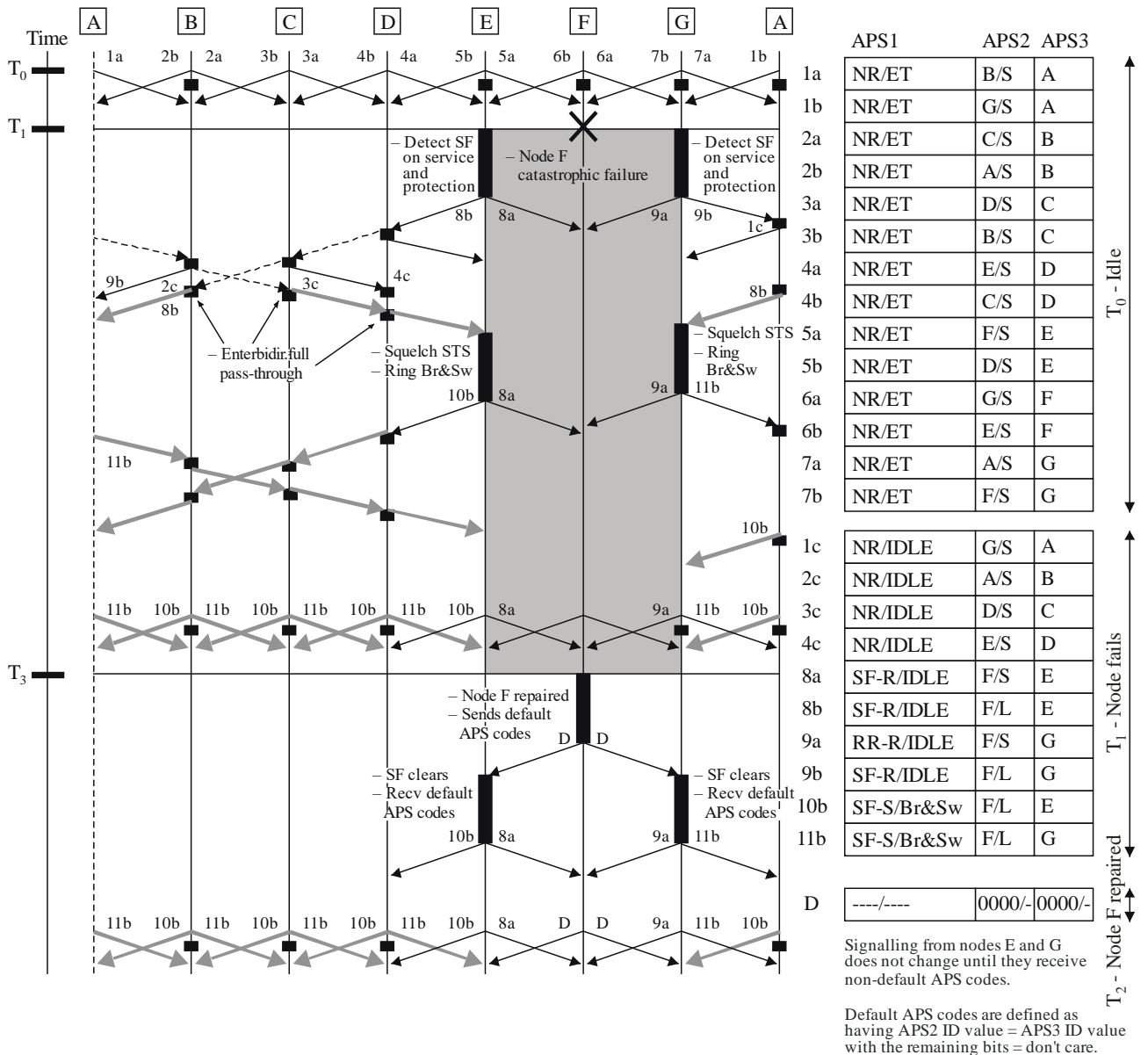
リングの初期状態はアイドル状態である。エクストラトラヒックはリングを周る予備系チャンネルでサポートされる。時刻T₁において、ノードEおよびGの両方はそれらの現用系および予備系チャンネルのSF条件を検出する。ノードEおよびGはエクストラトラヒックを双方向で破棄し、切替ノードとなり(規則I-S #1a、S #7)、長距離および短距離パスへブリッジ要求を送信する。全ての中間ノードは双方向でエクストラトラヒックを破棄し、片方向完全パススルーに移行する(規則I-P #1)。交差するAPSバイトを受信したとき、ノードは双方向完全パススルーに移行する。ノードEは、長距離パスでGからブリッジ要求を受信した時、全ての潜在的な誤接続トラヒックをスケルチし、リングブリッジおよび切替を実行し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則I-S #1b)。ノードGは、長距離パスでEからブリッジ要求を受信した時、全ての潜在的な誤接続トラヒックをスケルチし、リングブリッジと切替を実施し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則I-S #1b)。シグナリングは定常状態に達する。

時刻T₂において、障害ノードが復旧して復旧シーケンスが通常のノード復旧の通りに進行する。エクストラトラヒックはノードがNRを受信した場合スケルチされず、ノードは双方向からアイドルまたはET符号を受信する。

I.11 隣接スパンの片方向SF-Rを先取りする片方向SF-S - 隣接ノードで検出されるSF-SとSF-R

図I.11を参照。

この例は隣接スパンに前から存在する片方向SF-R条件を先取りする4ファイバリングでの片方向SF-S条件を対象とする。



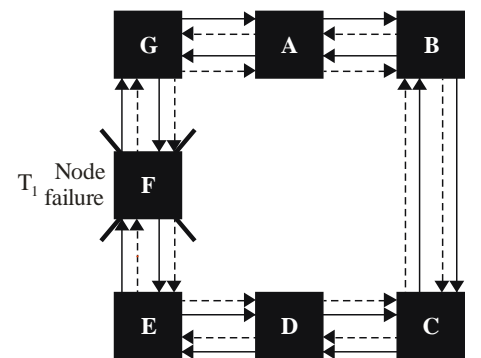
- Node sourcing APS
- Node in full pass-through (bidirectional); APS and protection channels
- Node in full pass-through (unidirectional)

NOTE – The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.

図I.11 - 4ファイバ/4ラムダODU SRP - エクストラトラヒックを持つリングでのノード障害

リングの初期状態はアイドル状態である。時刻T₁において、ノードDはノードCから現用系および予備系チャンネルのSF条件を検出する。切替ノードがノードCおよびDとなり、ノードEとFにはならないことを除いて、図I.2に示す方法で(図の時刻T₁において)シグナリングは進行する。シグナリングは定常状態に達する。

時刻T₂において、ノードEはノードDからの現用チャンネルにSF条件を検出する。ノードEは切替ノード(規則S-P #2a)となりノードDへ向けたスパンブリッジ要求とノードFへ向けたスパンブリッジ要求ステータス

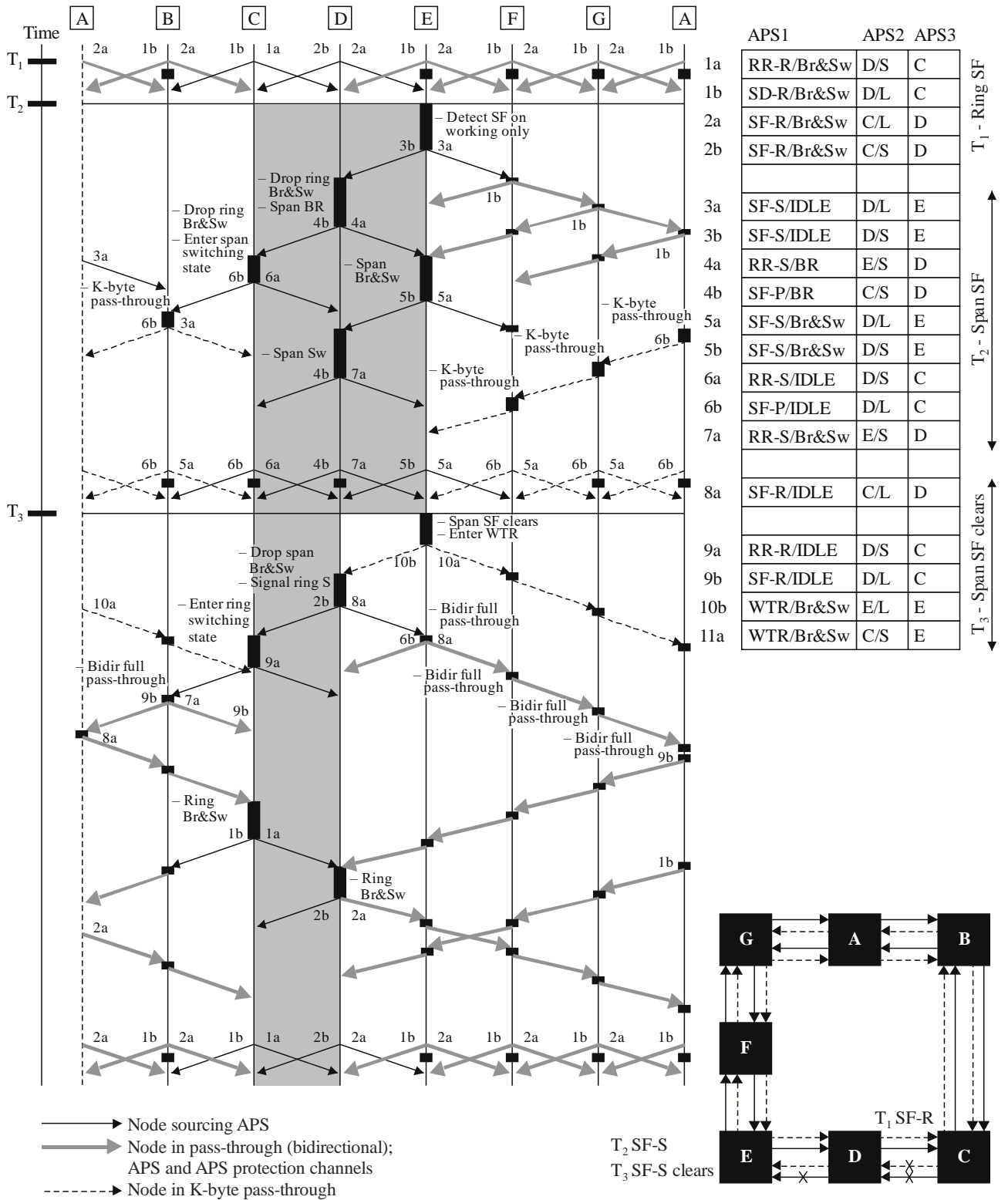


G.873.2(12)_F1.1

を送信する(規則S#1, G#1)。ノードDは、ノードEからの高次プライオリティスパンブリッジ要求を確認した上で、リングブリッジと切替を破棄し、最高次の共存が許されるAPS要求(規則G #1c, S-S #2h)に基づいて送信する。共存が許されるノードDの最高プライオリティ入力ノードEからのSF-S要求と、ノードCから検出されるSF-Pである(規則S S #2 h)。それはノードEへのスパンブリッジを実行し(規則S-S #2f)、したがって送信する(規則I-S #1b, S #3)。SF-P とSF-Sは共存が許されているため(規則S #4 a, S-S #2 h)、ノードDはまたSF-PとブリッジをノードCに通信する。ノードCは、リングブリッジ要求を失い短距離パスで自身を宛て先としないSF-Pを確認して、スパン切替ノードとなり、スパン要求に従い応答する(規則S-P #2 b, S #1b)。ノードEは、ノードDからのブリッジ符号を確認した上で、スパンブリッジと切替を実行し、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則I-S #1b)。ノードDは、ノードEからのブリッジ符号を確認した上で、切替を実行し、APSバイト1ビット6-8をそれに従い更新する(規則I-S #1b)。交差するAPSバイトを検出した時(規則P P #2)、中間ノードはAPSバイトパススルーに移行する。シグナリングは定常状態に達する。

時刻T₃において、ノードDからノードEへの現用系チャンネルのSF条件は解除される。ノードEはWTRに入り、それに従い送信する(規則S-S #3a)。ノードDは、ノードEからのWTR符号を確認した上で、スパンブリッジおよび切替を破棄し、全ての入力で動作し、それは検出されたSF-RとノードEからの低次のWTR要求である。ノードDはノードCに向けて長距離および短距離パス(規則S-S #2d)の両方でリングブリッジ要求を送信する。ノードEは、他のノードを宛先としたリングブリッジ要求を確認した上で、双方向パススルーに移行する(規則S-P #1e)。ノードCは、スパンブリッジ要求を失いノードDからの長距離パスリングブリッジ要求を確認した上で、リングブリッジおよび切替を実行してAPSバイト1ビット6-8を更新する(規則S #6, I-S #1b)。ノードDは、ノードCからの長距離パスリングブリッジ要求を確認した上でまた、リングブリッジおよび切替を実行して、APSバイト1ビット6-8を更新する(規則I-S #1b)。シグナリングは、時間T₁と同じく定常状態に達する。

時刻T₄において(図に示されない)、ノードCからノードDへの現用系および予備系チャンネルのSF条件が解除される。切替ノードがノードCおよびDとなり、ノードEとFにはならないことを除いて、図I.2の時刻T₂に示される方法でシグナリングは進行する。



NOTE – The code for head and tail end information is not shown in the drawing and needs to be added according to rules S #10a, S #10b, and S #11.

図I.12 - 4ファイバ/4ラムダODU SRP - 隣接スパンの片方向SF-Rを先取りする片方向SF-S - 隣接ノードで検出されるSF-SおよびSF-R

G.873.2(12)_FI.12

付録 II 一般化されたスケルチ論理

(本付録は本標準の必須項目ではない。)

この付録は単純な双方向特性ではない回線のための一般化されたスケルチロジックを提供する。一般化されたスケルチロジックは基本的な片方向回線へのスケルチ、そして複数の分岐された片方向回線へのスケルチの理解から引き出される。双方向切替およびこの規格の他の部分に記載されるHO ODUパスまたはLO ODUタンデムコネクションシェアドプロテクションリング切替プロトコルはこの一般化によって影響を受けない。スケルチ論理の拡張は形式的に、より多様なサービスにこの規格で提供されることを可能とする。

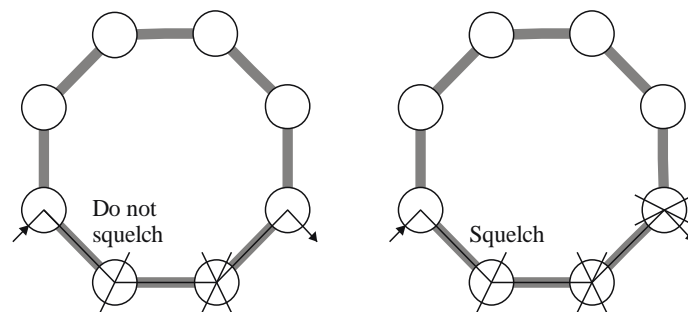
明確化のため、この付録のスケルチ要求は切替ノード側観測者の観点で議論する。単純化のため、図は単にノード障害の片側の切替ノードのみを示す。

II.1 片方向(および双方向)回線のためのスケルチ

以下の二つの規則が単純な片方向回線スケルチのために求められる:

- 1) 切替ノードに関して、障害は片方向回線の方向だと仮定する。もしノード障害シナリオが片方向回線のための出口ノードを含む場合にのみ、回線をスケルチする(障害から離れた方向へブリッジされるため、AISを回線の対応する予備系チャンネルに挿入する)。図II.1を参照せよ。
- 2) 切替ノードに関して、障害は片方向回線から反対方向だと仮定する。もしノード障害シナリオが片方向回線のための入り口ノードを含む場合にのみ、回線をスケルチする(AISを回線の対応する現用系チャンネルに挿入する)。図II.2を参照せよ。

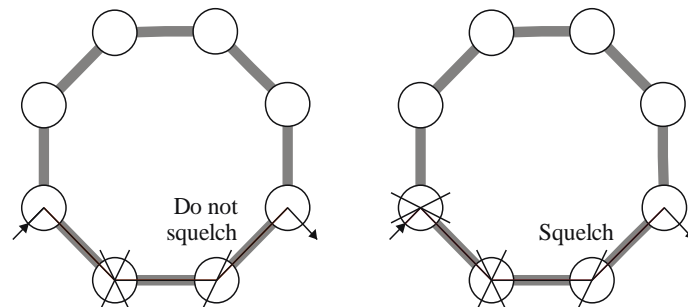
もし回線が障害ノードで終端されるなら、この2つの規則の組み合わせが切替ノードでの双方向回線の双方向スケルチのための現在の規則を示すことに注意する。図II.3を参照せよ。



× Node failure
| Switching node

G.873.2(12)_FI.1

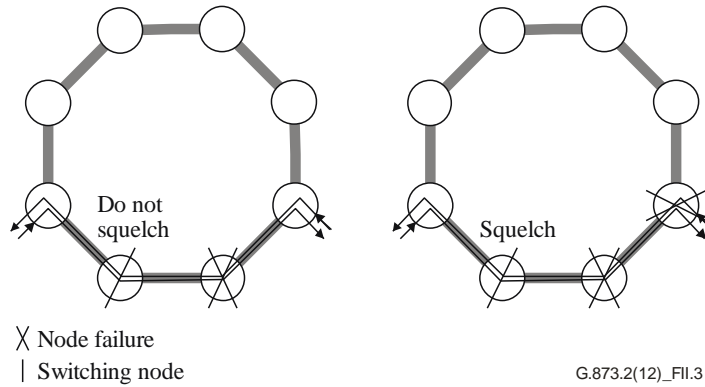
図II.1 - 片方向回線の方向に障害がある片方向回線スケルチの例



× Node failure
| Switching node

G.873.2(12)_FI.2

図II.2 - 片方向回線から反対方向に障害がある片方向回線スケルチの例



図II.3 - 双方向回線スケルチの例

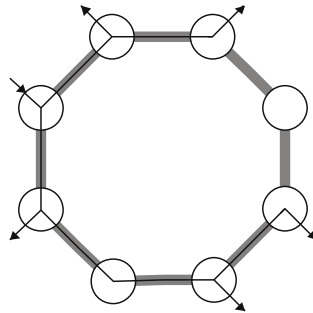
II.2 多重分岐と多重送信片方向回線のためのスケルチ

II.2.1 複数分岐単方向片方向回線

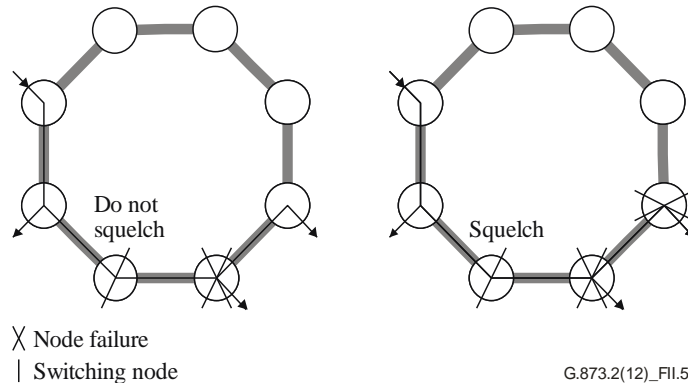
図II.4に複数分岐片方向回線を示す。直感的に、障害の存在により、スケルチ論理は回線が可能な限り多くの分岐を配することを許すべきである。対応するスケルチ規則は単純な片方向回線のための規則に類似する:

- 1) 切替ノードに関して、障害は複数分岐片方向回線の方向だと仮定する。もしノード障害シナリオが複数分岐片方向回線のための出口ノードを含む場合にのみ、回線をスケルチする(障害から離れた方向へブリッジされるため、AISを回線の対応する予備系チャンネルに挿入する)。図II.5を参照せよ。
- 2) 切替ノードに関して、障害は複数分岐片方向回線の方向から反対方向だと仮定する。もしノード障害シナリオが複数分岐片方向回線のための入り口ノードを含む場合にのみ、回線をスケルチする(障害から離れた方向へブリッジされるため、AISを回線の対応する現用系チャンネルに挿入する)。図II.6を参照せよ。

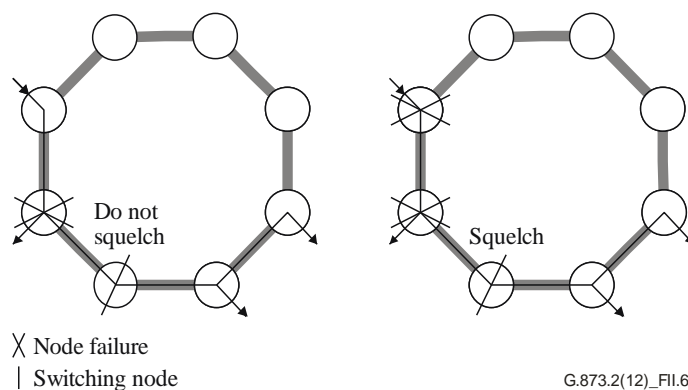
片方向ブロードキャストはスケルチ処理では二つの独立した片方向回線として扱われる。



図II.4 - 複数分岐片方向回線の例



図II.5 - 障害が片方向回線の方向である複数分岐片方向回線スケルチの例

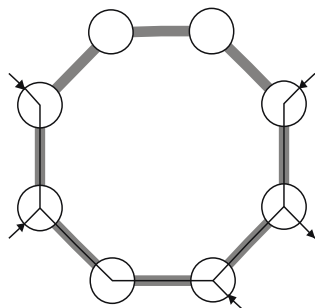


図II.6 - 障害が片方向回線の逆方向である複数分岐片方向回線スケルチの例

II.2.2 複数送信片方向回線

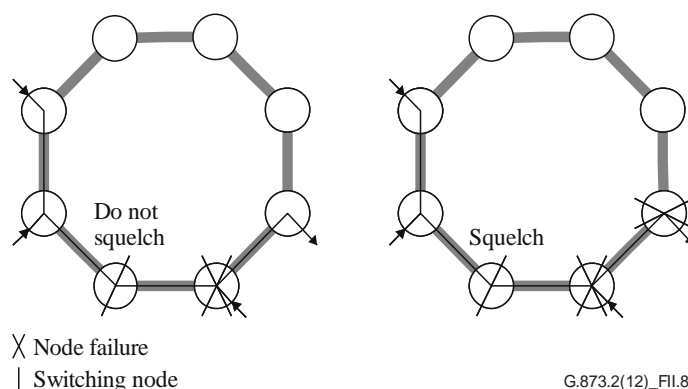
図II.7に複数送信片方向回線を示す。以下の議論はどの送信元が実際に最終ノードに送信されるか、またその決定がなされるおよび実装される方法とは独立している。スケルチ論理の目標は、障害が存在する場合、少なくとも一つの送信元がある限りは分岐ノードに回線が配される。対応するスケルチ規則は単純な片方向回線での規則に類似する：

- 1) 切替ノードに関して、障害は複数送信片方向回線の方向だと仮定する。もしノード障害シナリオが複数送信片方向回線のための出口ノードを含む場合にのみ、回線をスケルチする(障害から離れた方向へブリッジされるため、AISを回線の対応する予備系チャンネルに挿入する)。図II.8を参照せよ。
- 2) 切替ノードに関して、障害は複数送信片方向回線の方向から反対方向だと仮定する。もしノード障害シナリオが複数送信片方向回線のための入り口ノードを含む場合にのみ、回線をスケルチする(AISを回線の対応する現用系チャンネルに挿入する)。図II.9を参照せよ。

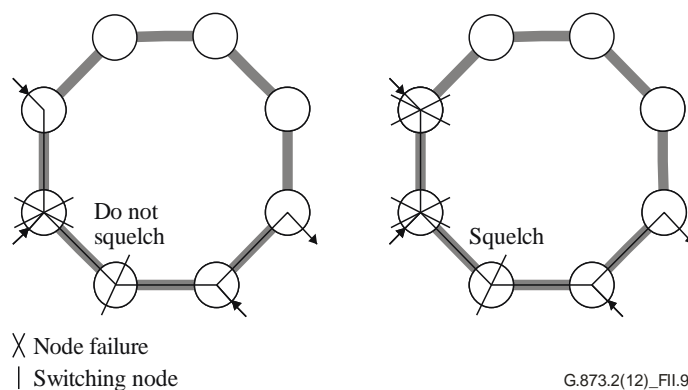


G.873.2(12)_Fl.7

図II.7 - 複数送信片方向回線の例



図II.8 - 障害が片方向回線の方向である複数送信片方向回線スケルチの例



図II.9 - 障害が片方向回線の逆方向である複数送信片方向回線スケルチの例

II.2.3 リング相互作用のアプリケーション

8章に記載したリング相互作用において、双方向相互作用回線は二つの分岐(分岐および透過)を持つ複数分岐回線であり、もう一方の方向に2つの送信元を持つ複数送信回線である。リング相互作用のスケルチは正確には前述の複数分岐および複数送信回線のスケルチの組み合わせである。さらに一般的には、ここで議論されるスケルチ規則は複数分岐、複数送信または複数ブロードキャストを持つ片方向回線に拡張される。

付録 III リング構成例

(本付録は本標準の必須項目ではない。)

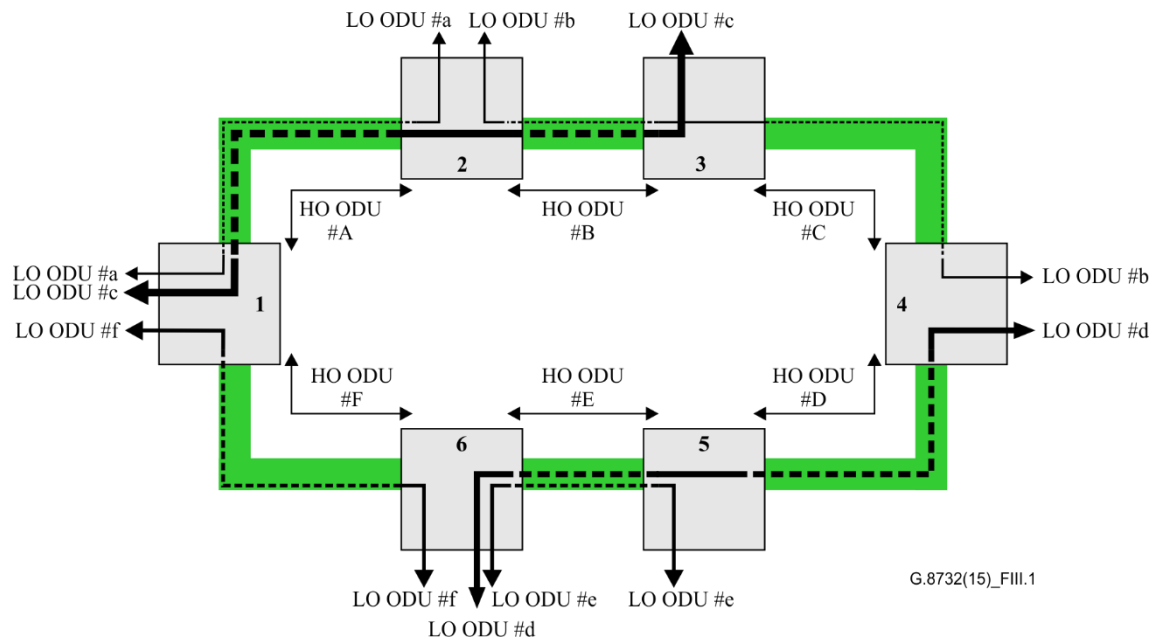
この付録ではいくつかのリング構成例を記載する。

III.1 2-ファイバ/2-ラムダ、2-ファイバ/4-ラムダおよび4-ファイバ/4-ラムダSRP-pリング (22SRP-p、24SRP p、44SRP-p) 構成例

第1段階はリング内の隣接ノード間の光伝送区間/光多重区間 (OTS_n/OMS_n) トレイルと/または光物理区間 (OPS_n) トレイルを設定することである。第2段階はリングノードに有効にされた隣接ODU SRP-p間でHO ODUトレイルを設定することである。それからODU SRP-pリングによって保護されたLO ODU信号を追加する。

図III.1は#aから#fへの双方向LO ODU接続がサポートされるXCリングノードが有効にする隣接ODU SRP-p間で、#Aから#fへの双方向HO ODUトレイル (緑) のつながりの概念を示している。これらのLO ODU接続は異なる帯域(□ 1.25G)を持つことも可能である; 図内ではこれは実/点線の太さにより示される。

エクストラトラヒックも同様に存在してもよく、そのため通常のトラヒック信号の論理リングと同じ経路に沿って低次の、先取り可能な信号が共存する。図III.1はそのようなエクストラトラヒックは示していない。



図III.1 -SRP-p のためのHO ODUトレイルおよびLO ODU通常トラヒックの例

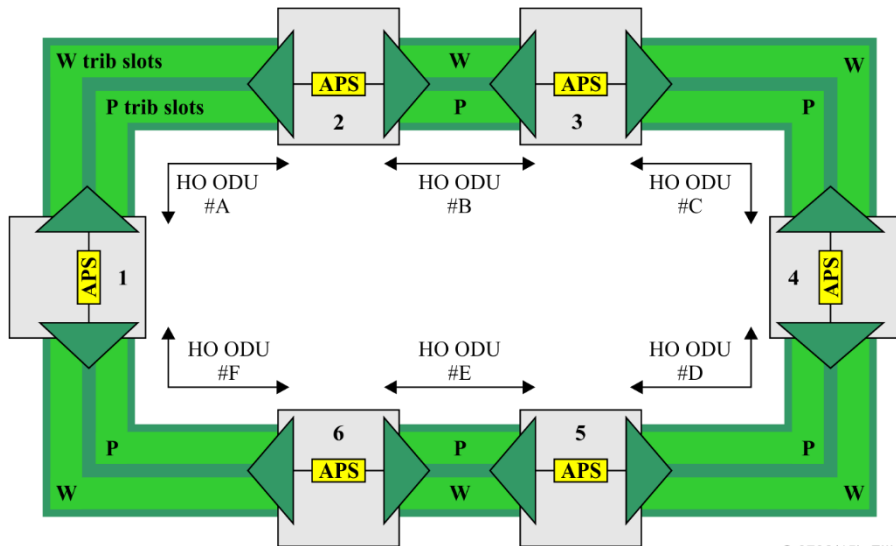
すべてのHO ODUkはSF/SD条件プロテクション切替を提供するために監視される。HO ODUトレイルの最後でODUK_{TT}機能はこの監視タスクを実行する (図III.2およびIII.3参照)。HO ODUで運ばれるLO ODU信号はODU SRP-pのためには監視されない; リングノード内でのLO ODUの接続障害はODU SRP pでは保護されない。

ODU SRP-pリングは2または4ファイバを使用してよい。

- 2ファイバの場合、これらのファイバはリング内の二つの隣接ノード間のひとつか二つの双方向HO ODUk信号を運んでもよい。
- 4ファイバの場合、これらのファイバはリング内の二つの隣接ノード間の2つの双方向HO ODUk信号を運んでもよい。

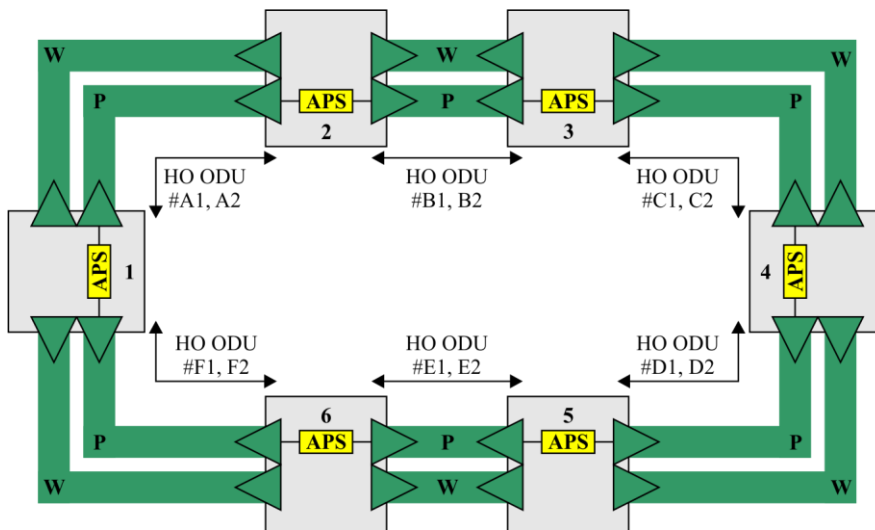
ODU SRP-pリング切替のためのAPSコントローラは次のように配置される:

- 各リングノードにAPSコントローラが配置される。
- そのリングのため監視が行われるHO ODU PMレベルで、APSは挿入および復元される。
- APSバイトは4ラムダODU SRP p (図 III.3を参照) の場合は予備系HO ODUkを通じて2ラムダODU SRP p (図 III.2を参照) の場合はHO ODUkを通じて交換される。



G.8732(15)_FIII.2

図III.2 - 22SRP-p切替のためのAPSコントローラ的位置



G.8732(15)_FIII.3

図III.3 - 24SRP-pおよび44SRP-p切替のためのAPSコントローラ位置

III.2 2ファイバ/4ラムダ、4ファイバ/4ラムダSRP-1リング (24SRP-1、44SRP-1) 構成例

第1段階はリング内の隣接ノード間のOTS_n/OMS_nトレイルと/またはOPS_nトレイルを設定することである。その後、ODU SRP-1リングによって保護されるLO ODU信号を追加する。LO ODU_kの追加はリング内の関連する現用系および予備系OChおよびOTU_k [V] 接続の設定も含む。

エクストラトラヒックも同様に存在してもよく、そのため通常のトラヒック信号の論理リングと同じ経路に沿って低次の、先取り可能な信号が共存する。

III.3 ODU SRPグループプロテクションの例

OTN ネットワークのファイバ内には多数の波長があり、リング内で多数のODU SRP-pおよびODU SRP-1プロテクションインスタンスとなる可能性がある。図III.4は2つのODU SRP-pと2つのODU SRP-1インスタンスを持つリングの例を表しており、両方とも4ファイバSRPアーキテクチャを使用している。

図示されたリングは16ラムダを含み、8つが時計回りに8つが反時計回りにODU信号を運んでいる。

2ファイバリングで各々のファイバは8ラムダを運ぶ(結果としてW およびPは同じ共有リスクリンググループのメンバとなる)。

4ファイバリングでの各々のファイバは4ラムダを運び、WおよびP接続は異なる共有リングリンクグループになる。

2つのODU SRP-1インスタンスは例えばW4/P4を通してLO ODU2s (#13, #35, #61b)を、W3/P3を通してLO ODU3s (#12, #24, #61a)を運ぶ。

2つのODU SRP-pインスタンス(W1/P1)のうち一つが異なる帯域でLO ODU信号(#a, #b, #c, #d, #e, #f)のいくつかを運ぶ。

図III.4に示されるように各リングノードが複数のODU SRP APS処理を含む。

リングプロテクションの目標はリング内のAPSインスタンスの数を最小化することである。HO ODU SRPの観点からは、HO ODUを通じて伝送されるLO ODUのグループのためのただ一つのAPS処理である

ことにより得られる APS 処理の削減がある。しかしリング毎には、まだかなりの数の有効な APS 処理がある;すなわち ODU SRP インスタンス毎の一つである。SRP グループプロテクションが展開された場合は更に APS インスタンス数を削減できる。

リング内のすべての HO ODU および LO ODU 信号は同じセットのリンク障害を経験し、そして完全な複数ラムダリングのための単一 APS プロセスを展開することは可能である。

SRP グループプロテクションは [ITU T G.808.1] の 11.1.2 項および [ITU T G.808.1] の 11.3.1 項の SFG/SDG 規定に基づいて起動される。すなわち、各 HO ODU PM 終了点と LO ODU TCM 終了点の SF および SD 通知は SF/SD グループ信号にまとめられ、これを全ての HO および LO ODU SRP インスタンスのためのプロテクションを起動するために使用する。また別の方法として、全ての ODU SRP-p および SRP-1 インスタンスのセットからの一つの SF/SD 通知がグループの全てのメンバーへのプロテクションのトリガとして使用される。

ODU SRP グループプロテクションは全ての ODU SRP-p インスタンスで可能である。HO ODU ラムダの一つが HO ODU SRP グループ APS チャンネルをサポートするよう選択される。

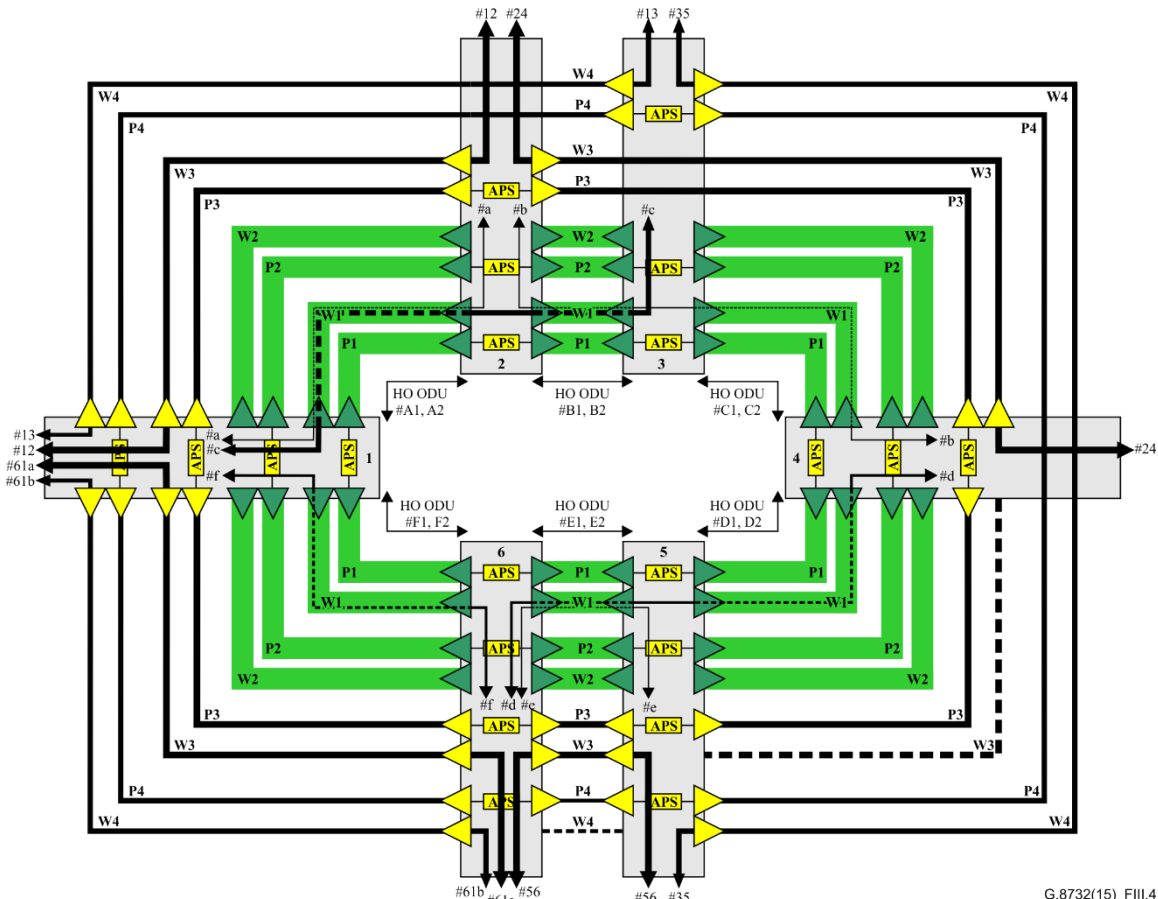
もしそれらのインスタンスが同一ノード内で LO ODU TCM トレイル開始/終了を持つなら、ODU SRP グループプロテクションは全ての ODU SRP-1 でもまた可能である。この条件は図 III.4 の例に合致しない。

もし全ての ODU SRP-1 インスタンスが同一ノード内で LO ODU TCM トレイル開始/終了を持つなら、ODU SRP グループプロテクションは全ての ODU SRP-p および ODU SRP-1 でもまた可能である。この条件は図 III.5 の例に合致しない。

後者は ODU SRP-1 リングがアーキテクチャとして ODU SRP-p リングに類似していることを示唆する。ODU TCM トレイルは ODU PM トレイルと同じ位置で終端される。ODU SRP-p と ODU SRP-1 リングの主要な差はこのため、ラムダによって運ぶことができる LO ODU の数である。ODU SRP-1 リング内ではこの数は 1 であり、一方 ODU SRP-p リングではこの数は $n > 1$ である。

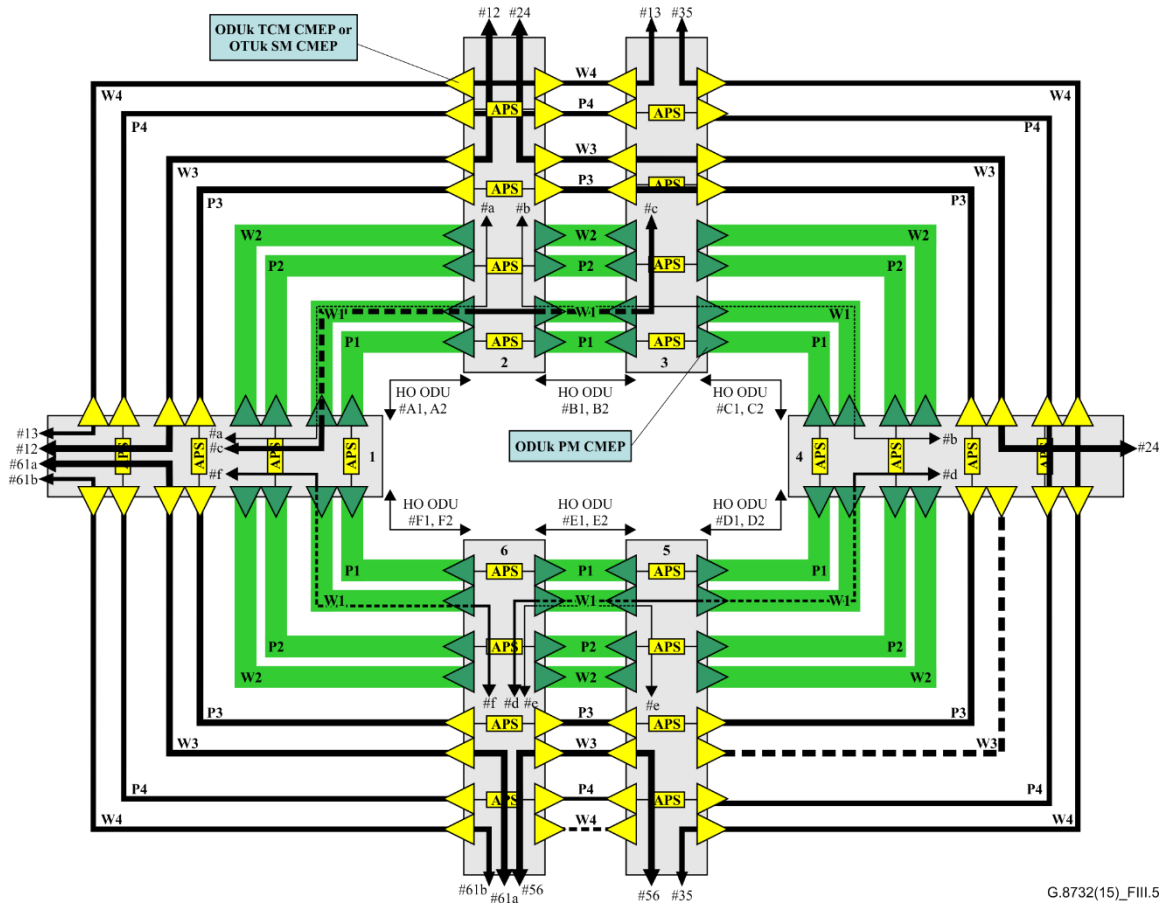
後者のケースでは単一の ODU SRP-p/SRP-1 グループ APS チャンネルを図 III.6 に示すように展開が可能である。APS チャンネルはこの例ではプロテクション #1 (P1) HO ODU 接続によってサポートされる。

そのケースでは ODU SRP-1 インスタンスは保守終了ポイントをすべてのリングノードに持ち、2つの隣接ノード間の LO ODU リンク接続を監視するために OTUk SM オーバーヘッドを (ODUk TCM OH の一つのレベルの代わりに) 展開することが可能である。二つの隣接するリングノード間に位置する 3R 再生機能がないなら、OTUk SM OH を (ODUk TCM OH の代わりに) 使用することができる。



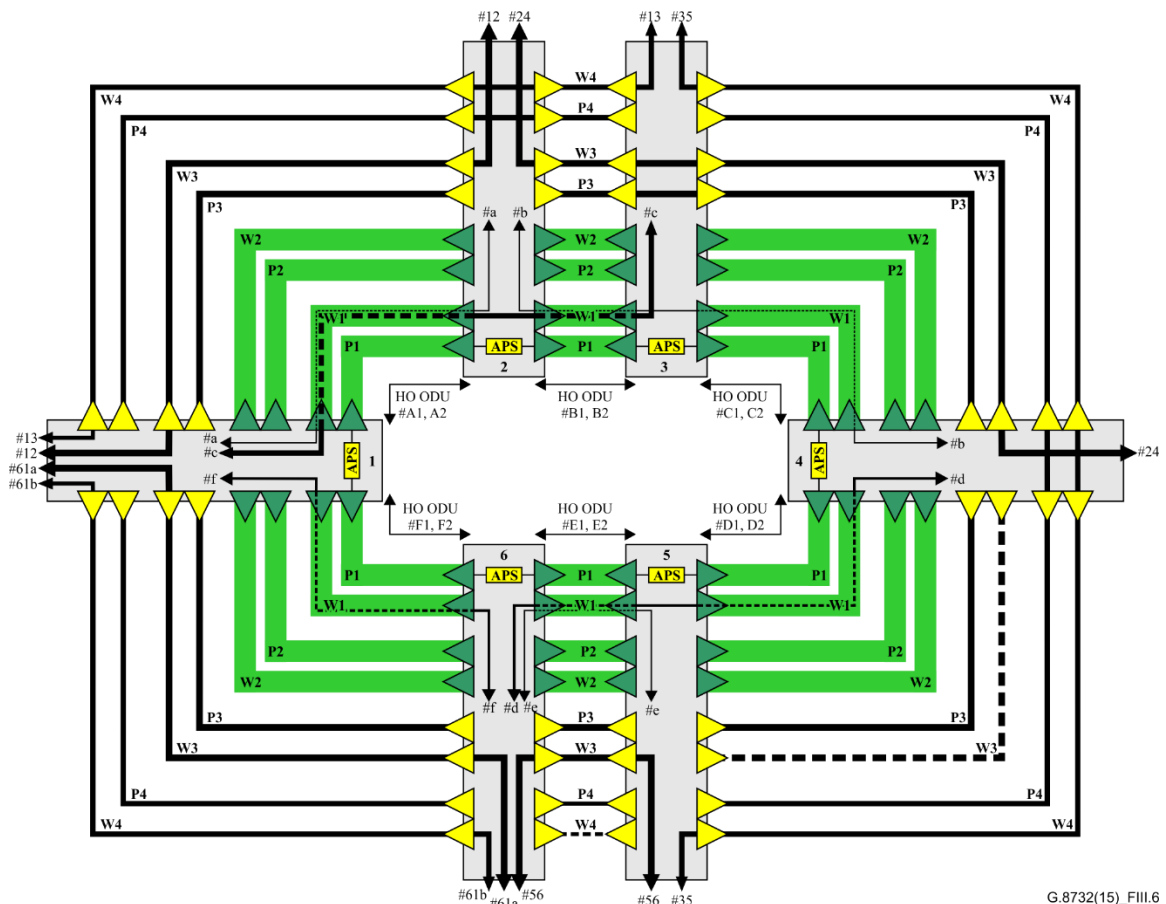
G.8732(15)_FIII.4

図 III.4 - 選択されたリングノード内で ODU SRP APS 処理を持つ 4-ラムダ SRP-p および SRP-1 の例



G.8732(15)_FIII.5

図 III.5 -全てのリングノード内で ODU SRP APS 処理を持つ4-ラムダ SRP-p および SRP-1 の例



G.8732(15)_FIII.6

図 III.6 -リングノード毎に単一の ODU SRP グループ APS 処理を持つ4-ラムダ SRP-p および SRP-1 グループの例