

TTC標準
Standard

JT-G8031

イーサネットリニアプロテクション
切替

Ethernet Linear Protection Switching

第1版

2011年5月31日制定

一般社団法人

情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE



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

目次

<参考>	5
概要	6
1 適応範囲	6
2 参考文献	6
3 定義	8
4 略語	10
5 記法	11
5.1 オクテット表現	11
6 イントロダクション	12
7 ネットワークの目的	12
8 プロテクションの特性	13
8.1 監視方法と条件	13
9 プロテクショングループコマンド	14
9.1 エンド・トゥ・エンドコマンドと状態	14
9.2 ローカルコマンド	14
10 プロテクションアーキテクチャ	15
10.1 片方向切替と双方向切替	15
10.2 APS通信の必要性	15
10.3 切り戻し切替と非切り戻し切替	15
10.4 設定不一致	16
10.5 プロテクション切替トリガ	16
10.5.1 信号故障検出条件	17
10.6 プロテクション切替モデル	17
10.6.1 1+1 双方向プロテクション切替	19
10.6.2 1+1 片方向プロテクション切替	20
10.6.3 1:1 双方向プロテクション切替	21
11 APS プロトコル	22
11.1 APSフォーマット	22
11.2 1-位相 APSプロトコル	23
11.2.1 動作原則	23
11.2.2 切り戻しモード	25
11.2.3 非切り戻しモード	25
11.2.4 APSの送信と受信	25
11.3 要求タイプ	26
11.4 プロテクションタイプ	26
11.5 要求信号	26
11.6 ブリッジ信号	27
11.7 ブリッジの制御	27
11.8 セレクタの制御	27
11.9 非運用系の信号故障	27
11.10 等しい優先度の要求	27
11.11 コマンドの受理と保持	28

11.12	ホールドオフタイム	28
11.13	復旧待ちタイム	28
11.14	演習動作	29
11.15	プロトコル故障の障害	29
付属資料 A	プロテクション切替の状態遷移表	30
A.1	1:1双方向切替 (切り戻しモード)の状態遷移	31
A.1.1	ローカル要求	31
A.1.2	遠端要求	33
A.2	1:1双方向切替 (非切り戻しモード)の状態遷移	35
A.2.1	ローカル要求	35
A.2.2	遠端要求	37
A.3	1+1双方向切替 (切り戻しモード)の状態遷移	39
A.3.1	ローカル要求	39
A.3.2	遠端要求	41
A.4	1+1双方向切替 (非切り戻しモード)の状態遷移	43
A.4.1	ローカル要求	43
A.4.2	遠端要求	45
A.5	1+1片方向切替 (切り戻しモード)の状態遷移	47
A.5.1	ローカル要求	47
A.6	1+1片方向切替 (非切り戻しモード)の状態遷移	48
A.6.1	ローカル要求	48
付録 I	1-位相 APSプロトコルの動作例	50
I.1	はじめに	50
I.2	動作シナリオ例	50
I.2.1	切り戻しモード	50
I.2.2	非切り戻しモード	50
I.2.3	信号故障と強制切替	50
I.3	APS プロトコルの例	50
付録 II	イーサネットプロテクション切替とSTP間の相互作用	53
付録 III	プロテクション切替環境のためのMIP	55
III.1	はじめに	55
III.2	考察	55
III.3	構成例	56
付録 IV	SDLを用いた状態遷移図	58
IV.1	はじめに	58
IV.2	SDL図	58
IV.2.1	1:1 双方向プロテクション切替	58
IV.2.2	1+1双方向プロテクション切替	67
IV.2.3	1+1片方向プロテクション切替	74

<参考>

1. 国際勧告との関係

本標準は、ITU-T勧告2009年11月版のG.8031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	2011年5月31日	制定(ITU-T G.8031(09/11)準拠)

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

ITU-T勧告 G.805, G.806, G.808.1, G.809, G.841, G.870/Y.1352, G.8010/Y.1306, G.8021/Y.1341, M.495, Y.1731

IEEE標準 802-2001, 802.1D-2004, 802.1Q-2005

6. 標準作成部門

情報転送専門委員会

概要

本標準はイーサネットVLAN信号のリニアプロテクション切替の仕様について記述する。ETHリニアプロテクション特性、アーキテクチャ、APSプロトコルに関する事項の詳細を含む。本標準で検討されているプロテクションスキームは以下の通りである。

- サブレイヤ監視を伴うVLANベースイーサネットサブネットワークコネクションリニアプロテクション

1 適応範囲

本標準は、イーサネット伝送網上でポイント・トゥ・ポイント間VLANのETH SNCにおける自動プロテクション切替(APS)プロトコルおよびリニアプロテクション切替メカニズムに関して規定する。それ以外のプロテクション構成、ポイント・トゥ・マルチポイントやマルチポイント・トゥ・マルチポイントは将来検討事項である。

本標準のこの版では、片方向切替および双方向切替を伴うリニア1+1および1:1プロテクション切替アーキテクチャを規定する。それ以外のイーサネットネットワークアーキテクチャ（たとえばリングやメッシュなど）のためのAPSプロトコルとプロテクション切替オペレーションは将来検討事項とする。

2 参考文献

以下に列挙するITU-T勧告その他の参考文献には、本標準の本文内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。勧告その他参考文献は、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勧告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、その文書を単独で勧告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.780] 勧告 ITU-T G.780/Y.1351 (2008), 同期デジタルハイアラキーの用語と定義
- [ITU-T G.805] 勧告 ITU-T G.805 (2000), 伝送ネットワークの一般的アーキテクチャ
- [ITU-T G.806] 勧告 ITU-T G.806 (2009), 伝送装置の特性- 記述法と一般的な機能性
- [ITU-T G.808.1] 勧告 ITU-T G.808.1 (2006), 汎用プロテクション切替 - リニアトレイルとサブネットワーク切替
- [ITU-T G.809] 勧告 ITU-T G.809 (2003), コネクションレイヤネットワークの機能アーキテクチャ
- [ITU-T G.841] 勧告 ITU-T G.841 (1998), SDH網切替アーキテクチャの種類と特性
- [ITU-T G.870] 勧告 ITU-T G.870/Y.1352 (2008), 光伝送網の用語と定義
- [ITU-T G.8010] 勧告 ITU-T G.8010/Y.1306 (2004), イーサネットレイヤネットワークのアーキテクチャ
- [ITU-T G.8021] 勧告 ITU-T G.8021/Y.1341 (2007), イーサネット伝送網の各装置機能ブロックの特性
- [ITU-T M.495] 勧告 ITU-T M.495 (1988), 伝送復旧と伝送路ダイバーシティ：用語と一般公理
- [ITU-T Y.1731] 勧告 ITU-T Y.1731 (2008), イーサネットのOAM機能とメカニズム
- [IEEE 802] IEEE 標準 802-2001, ローカルエリアネットワークとメトロポリタンエリアネットワークのIEEE標準：概説とアーキテクチャ
- [IEEE 802.1D] IEEE 標準 802.1D-2004, ローカルエリアネットワークとメトロポリタンエリアネットワークのIEEE標準：メディアアクセスコントロール(MAC)ブリッジ

- [IEEE 802.1Q] IEEE 標準 802.1Q-2005, ローカルエリアネットワークとメトロポリタンエリアネットワークのIEEE標準：仮想ブリッジローカルエリアネットワーク

3 定義

本標準では[ITU-T G.780]で定義された以下の用語を用いる。

- bidirectional protection switching 双方向プロテクション切替
- unidirectional protection switching 片方向プロテクション切替

本標準は[ITU-T G.805]で定義された以下の用語を用いる。

- adapted information アダプテーション情報
- characteristic information 特徴的情報
- link リンク
- link connection リンクコネクション
- tandem connection タンデムコネクション
- trail トレイル
- trail termination トレイル終端

本標準では[ITU-T G.806]で定義された以下の用語を用いる。

- atomic function アトミックファンクション
- defect 障害
- failure 故障
- server signal fail (SSF) サーバ信号故障
- signal degrade (SD) 信号劣化
- signal fail (SF) 信号故障
- trail signal fail (TSF) トレイル信号故障

本標準では[ITU-T G.870]で定義された以下の用語を用いる。

- APS protocol APSプロトコル
- 1-phase 1-位相
- protection class プロテクションクラス
- individual 単一
- group グループ
- network connection protection ネットワークコネクションプロテクション
- subnetwork connection protection サブネットワークコネクションプロテクション
- sublayer monitored (/S) サブレイヤ監視
- non-intrusive monitored(/N) 非割り込み監視
- inherent monitored(/I) 個別監視
- test monitored (/T) テスト監視
- trail protection トレイルプロテクション
- switch 切替
- component コンポーネント
- protected domain 保護ドメイン
- bridge ブリッジ
- permanent bridge パラメータブリッジ
- selector bridge セレクタブリッジ
- selector セレクタ
- selective selector 選択セレクタ
- merging selector 統合セレクタ

- head end	ヘッドエンド
- tail end	テイルエンド
- sink node	シンクノード
- source node	ソースノード
- intermediate node	中間ノード
- architecture	アーキテクチャ
- 1+1 protection architecture	1+1 プロテクションアーキテクチャ
- 1:n protection architecture	1:n プロテクションアーキテクチャ
- (1:1) ⁿ protection architecture	(1:1) ⁿ プロテクションアーキテクチャ
- signal	信号
- traffic signal	トラフィック信号
- normal traffic signal	通常トラフィック信号
- extra traffic signal	エクストラトラフィック信号
- null signal	無効信号
- time	時間
- detection time	検出時間
- hold-off time	ホールドオフ時間
- wait-to-restore time	復旧待ち時間
- switching time	切替時間
- transport entity	トランスポートエンティティ
- protection transport entity	非運用系（プロテクション）トランスポートエンティティ
- working transport entity	運用系（ワーキング）トランスポートエンティティ
- active transport entity	アクティブトランスポートエンティティ
- standby transport entity	スタンバイトランスポートエンティティ
- protection	プロテクション
- impairment	損傷
- protection ratio	プロテクション率
- revertive (protection) operation	切り戻し（プロテクション）動作
- non-revertive (protection) operation	非切り戻し（プロテクション）動作

本標準では[ITU-T G.809]で定義された用語を用いる。

- adaptation	アダプテーション
- flow	フロー
- flow domain	フロードメイン
- flow point	フローポイント
- flow termination	フロー終端
- layer network	レイヤネットワーク
- link flow	リンクフロー
- network	ネットワーク
- port	ポート
- transport	トランスポート
- transport entity	トランスポートエンティティ
- termination flow point	フロー終端ポイント

本標準では[ITU-T G.8010]で定義された用語を用いる。

- Ethernet characteristic information (ETH_CI) イーサネット特徴的信息
- Ethernet flow point (ETH_FP) イーサネットフローポイント
- maintenance entity メンテナンスエンティティ
- maintenance entity group メンテナンスエンティティグループ
- maintenance entity group level MEGレベル

本標準では[ITU-T G.8021]で定義された用語を用いる。

- Ethernet flow forwarding function (ETH_FF) イーサネットフロー転送機能

本標準では[ITU-T M.495]で定義された用語を用いる。

- transfer time (Tt) 切替時間(Tt)

本標準は[ITU-T G.8010]および[ITU-T Y.1731]で定義された用語を用いる。

- maintenance entity group end point (MEP) MEGエンドポイント

4 略語

本標準では、以下の略語を使用する。

AI	Adapted Information	アダプテーション情報
APS	Automatic Protection Switching	自動プロテクション切替
CCM	Continuity Check Message	導通チェックメッセージ
CI	Characteristic Information	特徴的信息
DNR	Do Not Revert	切り戻し禁止
EC	Ethernet Connection	イーサネットコネクション
ETH	Ethernet layer network	イーサネットレイヤネットワーク
ETH-AIS	Ethernet Alarm Indication Signal function	イーサネット警報表示信号機能
ETH-APS	Ethernet Automatic Protection Switching function	イーサネット自動プロテクション切替機能
ETH-CC	Ethernet Continuity Check function	イーサネット導通チェック機能
EXER	Exercise	演習
FS	Forced Switch	強制切替
FT	Flow Termination	フロー終端
LCK	Locked	ロック
LO	Lockout for protection	ロックアウトプロテクション
LOC	Loss Of Continuity	導通断
LSB	Least Significant Bit	最下位ビット
MEP	Maintenance entity group End Point	MEGエンドポイント
MI	Management Information	管理情報
MIP	Maintenance entity group Intermediate Point	MEG中間ポイント
MS	Manual Switch	手動切替
MSB	Most Significant Bit	最上位ビット
NR	No Request	要求なし
OAM	Operation, Administration and Maintenance	運用、管理、保守
PDU	Protocol Data Unit	プロトコルデータユニット
PS	Protection Switching	プロテクション切替
RR	Reverse Request	切り戻し要求

RSTP	Rapid Spanning Tree Protocol	高速スパニングツリープロトコル
SD	Signal Degrade	信号劣化
SF	Signal Fail	信号故障
SF-P	Signal Fail for Protection	非運用系信号故障
SNC	Subnetwork Connection	サブネットワークコネクション
SNC/I	Inherently monitored Subnetwork Connection	個別監視サブネットワークコネクション
SNC/N	Non-intrusively monitored Subnetwork Connection	非割り込み監視サブネットワークコネクション
SNC/S	Sublayer monitored Subnetwork Connection	サブレイヤ監視サブネットワークコネクション
SNC/T	Test-trail monitored Subnetwork Connection	テストトレイル監視サブネットワークコネクション
TCM	Tandem Connection Monitoring	タンデムコネクション監視
VID	VLAN Identifier	VLAN識別子
VLAN	Virtual LAN	仮想LAN
WTR	Wait to Restore	復旧

5 記法

5.1 オクテット表現

オクテットは[IEEE802.1D]の定義に基づき表記している。連続的なオクテットでバイナリー値を表現する際は、低位のオクテット番号は最も大きな桁の値を担う。オクテット内のビットには1から8までの番号が割り当てられ、番号1は最低位ビット(LSB)で番号8は最上位ビット(MSB)である。

6 イン트로ダクション

本標準は、[ITU-T G.8010]に記載されたVLANベースのイーサネットネットワークに適用されるリニアプロテクション切替のメカニズムについて規定する。プロテクション切替は、完全冗長の救済機構である。つまり、選択された運用系エンティティのために、非運用系エンティティの経路や帯域が完全に確保されるという意味で、完全冗長である。リニアプロテクション切替は高速かつシンプルな救済機構を提供する。プロテクション切替用いるネットワークでは、例えばRSTPなどの他の救済メカニズムよりも、ネットワーク運用者はネットワークの状態（例えば、アクティブなネットワークトポロジ）を容易に把握することができる。

本標準はリニア1+1プロテクション切替アーキテクチャ、および1:1プロテクション切替アーキテクチャを規定する。リニア1+1プロテクション切替アーキテクチャは、片方向切替、双方向切替のいずれでも運用できる。リニア1:1プロテクション切替アーキテクチャは双方向切替により運用できる。

リニア1+1プロテクション切替アーキテクチャでは、非運用系トランスポートエンティティは運用系トランスポートエンティティごとに専有される。通常のトラヒックは、保護ドメインの送信側における固定ブリッジでコピーされ、運用系トランスポートエンティティと非運用系トランスポートエンティティに入力される。運用系トランスポートエンティティと非運用系トランスポートエンティティのトラヒックは共に保護ドメインの受信端へ送信され、そこで、サーバ障害通知などの事前に決められた基準で運用系トランスポートエンティティと非運用系トランスポートエンティティの選択がなされる。

リニア1+1プロテクション切替アーキテクチャでは保護ドメインの受信端のみにて現用系の選択が行われるため、特に双方向1+1プロテクション切替では両端で同一のエンティティを選択するためにAPS協調プロトコルが必要である。それに対して、片方向1+1プロテクション切替ではAPS協調プロトコルは必要としない。

リニア1:1プロテクション切替アーキテクチャでは、非運用系トランスポートエンティティは運用系トランスポートエンティティに専有される。しかしながら、通常のトラヒックは、保護ドメインの送信側のセレクトブリッジにより選択された運用系トランスポートエンティティ若しくは非運用系トランスポートエンティティのどちらか一方に送信される。保護ドメインの受信端セレクトは通常のトラヒックを伝送しているエンティティを選択する。それにより、送信側と受信側のセレクトブリッジが同じエンティティを選択するように送信側と受信側が協調する必要があるため、APS協調プロトコルを必要とする。

7 ネットワークの目的

- 1) イーサネットリニアプロテクション切替は、1つのETHフロードメインにある2つのETHフローポイント間の接続を提供するETH SNCベースのポイント・トゥ・ポイント間VLANベースETH SNCに適用できなくてはならない。VIDは、ETHリンク間のポイント・トゥ・ポイントVLANベースETH SNCを識別するために使うことができる。ETHのさらなる詳細と関連するアトミックファンクションは[ITU-T G.8010]および[ITU-T G.8021]を参照のこと。他のエンティティのプロテクションは将来検討事項である。
- 2) 保護ドメインでは、運用系エンティティの障害により損なわれたトラヒックを100%保護するように設定されるべきである。
- 3) 切替時間(Tt)は50m秒未満であるべきである。
- 4) 運用系トランスポートエンティティおよび非運用系トランスポートエンティティのETHレイヤの接続性は、定期的に監視すべきである。
- 5) プロテクション切替イベントの後には、順序を保存してフレームを送出すべきである。

注) プロテクション切替イベントの直後、フレームはパス遅延差により一時的に破棄されたりや2重に送出されたりすることがある。

- 6) 単独のおよび、グループ単位のプロテクション切替をサポートすべきである。
- 7) 切り戻しおよび、非切り戻し切替はネットワークオペレータのオプションとしてサポートすべきである。
- 8) 近端と遠端のブリッジ/セクタ位置の不一致を検知できるべきである。
 - ローカルネットワークエレメントのブリッジ/セクタの不一致を検知して通知すべきである。
 - ブリッジ/セクタの不一致は、ネットワークオペレータがクリアすべきである。
- 9) ロックアウト、強制切替、手動切替コマンドなどのオペレータ要求をサポートすべきである。
- 10) 信号故障(SF)とオペレータ要求の間で優先制御されたプロテクションをサポートすべきである。
- 11) プロテクション切替動作開始を操作者が遅らせることができる”ジェネリックホールドオフ機能”を提供すべきである。

8 プロテクションの特性

8.1 監視方法と条件

保護ドメイン内のトランスポートエンティティ（運用系と非運用系）において一定の故障を検知するとプロテクション切替が動作する。これらの故障検知方法は、装置に関する勧告(例えば[ITU-T G.8021])で論ぜられている。プロテクション切替を実行するため、プロテクション切替の目的のために、保護ドメイン内のトランスポートエンティティは、OK(正常)、故障(信号故障=SF)、適用するならば劣化(信号劣化=SD)の3つの状態を有する。

慣例上の以下のような監視手法がある。

Inherent (個別型) – 個別型監視は終端点のトレイル終端ファンクションもしくはアダプテーションファンクションにより検知された故障を基に行われる。個別型イーサネットサブネットワークプロテクション(SNC/I)は個別型監視を基に行われる。

Non-intrusive (非割込み型) – プロテクショングループの終端点での非割込み型監視によりプロテクション切替が発生させられる。これは、始点および終点に制約されることなくトレイル内の区間の保護を可能とする。非割込み型モニタのイーサネットサブネットワークプロテクション(SNC/N)は、非割込み型モニタリングを基に行われるリニアプロテクションである。非割込み型監視はレイヤまたはサブレイヤの監視（例えば、TCM非割込み型監視）を基に行われる場合もある。

Sub-layer (サブレイヤ型) – サブレイヤ型イーサネットサブネットワークプロテクション(SNC/S)はサブレイヤ監視に基づくリニアプロテクションアーキテクチャである。それぞれのシリアル複合リンク接続は、トラヒック状況に依存せずに障害状態の状況を探るために、タンデムコネクション監視(TCM)もしくは区間終端/アダプテーション機能により拡張される。保護されたセグメントにおける故障によってのみプロテクション切替がなされるように、TCMをサポートしているネットワークレイヤが保護区間を正しく通過するトレイルのTCM監視区間のインスタンスを生成することは魅力的である。SNC/Sは、保護区間の上流で発生する故障をプロテクション切替のために可視化できないSNC/Nに対するさらなる優位性を有する。

Test Trail (テストトレイル型) – 故障はエクストラテストトレイルを用いて検知される。サブネットワーク接続の保護グループを含む保護ドメインの送信端と受信端の間にエクストラテストトレイルは設定される。テストトレイル型イーサネットサブネットワークプロテクション(SNC/T)はグループプロテクションのみに適用可能なテストトレイル監視を基に行われる。

保護ドメインのトランスポートエンティティの情報（OK、SF、適用するばならSD）が与えられれば、プロテクション切替コントローラはどのような監視手法用いているかを関知しない。いくつかの監視方法もしくはネットワークレイヤではSD検知方法を持たなくてもよい。この場合、異なるAPSプロトコルを使用す

る必要はない。これは単純にSDを検知できない装置ではSDは起こらないためである。APSプロトコル使用時に、例えば近端のSD監視が出来なくとも、APSプロトコルを介した遠端のSDを除外する必要はない。

本標準のこの版では、ポイント・トゥ・ポイントVLAN ベースETH SNCに対して、SNC/S監視アーキテクチャをサポートする。他のモニタ手法、例えばSNC/I、SNC/N やSNC/Tは将来検討事項とする。

9 プロテクショングループコマンド

9.1 エンド・トゥ・エンド コマンドと状態

本章はプロテクショングループ全体に適用するコマンドについて記載する。APSプロトコルが存在する時、これらのコマンドは接続の遠端に伝えられる。双方向切替においては、これらのコマンドは両端のブリッジ/セクタに影響を与える。

ロックアウトプロテクション - 本コマンドは、運用系信号が非運用系トランスポートエンティティから選択されている状態になることを阻止する。ロックアウトはプロテクショングループを事実上無効にする。

通常トラヒック信号の非運用系への強制切替 - 強制的に通常トラヒック信号が非運用系トランスポートエンティティから選択されている状態にする。

通常トラヒック信号の非運用系への手動切替 - 運用系トランスポートエンティティおよび非運用系トランスポートエンティティに障害がない状態において、通常トラヒック信号が非運用系トランスポートエンティティから選択されている状態にする。

通常トラヒック信号の運用系への手動切替 - 非切り戻し動作であって、運用系トランスポートエンティティおよび非運用系トランスポートエンティティに障害がない状態において、通常トラヒック信号が運用系トランスポートエンティティから選択されている状態にする。

通常トラヒック信号の復旧 - 切り戻し動作において、運用系トランスポートエンティティのSF(適用するならばSDも)が回復後、復旧待ちタイマが経過するまでは非運用系トランスポートエンティティから選択された通常トラヒック信号を保持し続ける。他のイベントやコマンドが発生する前に、タイマが経過した場合には、本状態はNRへ遷移する。これは間欠障害時における頻繁なセクタ切替を防止するのに使われる。

演習信号 - APSプロトコルの演習。この信号はセクタの変更をしないように選ばれる。

通常トラヒック信号の切り戻し禁止 - 非切り戻し運用において、通常トラヒック信号が非運用系トラヒックエンティティから選択されている状態を保持するために使われる。

要求無し - 要求無しは、(復旧と非切り戻しを含む)いかなるローカルプロテクション切替要求もアクティブでない様な全ての条件下で、ローカル優先により遷移すべき状態である。通常トラヒック信号は一致するトラヒックエンティティから選択される。

クリア - 有効な、近端のプロテクションのロックアウト、強制切替、手動切替、WTR状態、演習コマンドを解除する。

9.2 ローカルコマンド

これらのコマンドは、プロテクショングループの近端のみに適用される。APSプロトコルがサポートされる場合でさえも遠端には送信されない。

フリーズ - プロテクショングループの状態をフリーズさせる。フリーズがクリアされるまでは、さらなる近端コマンドは拒絶される。状態変化および受信したAPS情報は無視される。フリーズコマンドがクリアされた時、プロテクショングループの状態は、状態および受信したAPS情報を基に再計算される。

フリーズの解除

非運用系から通常トラヒック信号のロックアウト - 通常トラヒック信号が非運用系エンティティから選択された状態になることを阻止する。通常トラヒック信号に対するコマンドは拒否される。通常トラヒック

信号において、SF(適用するならばSDも)の検出は無視される。双方向切替において、通常トラヒック信号のリモートブリッジ要求は、プロトコル失敗を防ぐため受け付ける。結果として、片端点におけるコマンド若しくは障害により非運用系トランスポートエンティティが選択された状態となることを防ぐために、通常トラヒック信号は両端で非運用トランスポートエンティティからロックアウトされなくてはならない。

非運用系から通常トラヒック信号のロックアウトの解除

10 プロテクションアーキテクチャ

本標準のこの版に定義されたリニアプロテクションアーキテクチャでは、プロテクション切替はポイント・トゥ・ポイントVLANベースETH SNCの2つの異なる終点にて行われる。これらの終点間には、“運用”と“非運用”の両方のトランスポートエンティティがあることになる。

与えられた送信方向において、保護されたエンティティの“ヘッドエンド”は、必要に応じて非運用系トランスポートエンティティに通常トラヒック信号のコピーを配置するブリッジ機能として振舞うことができる。“テイルエンド”はセクタ機能として振舞い、通常の運用系トランスポートエンティティもしくは非運用系トランスポートエンティティの1つから受信する通常トラヒック信号を選択することができる。2つの送信方向の両方もが保護される双方向伝送方式の場合には、保護されたエンティティの両端は、それぞれブリッジ機能と切替機能の両方を提供する。

以下のアーキテクチャが許容される。

1+1 アーキテクチャ - 1+1アーキテクチャでは、非運用系トランスポートエンティティは、通常トラヒック信号を保護するために使用される。ヘッドエンドでは、ブリッジが恒久的に存在し、テイルエンドでは、排他的に切替が発生する。

1:1 アーキテクチャ - 1:1アーキテクチャでは、非運用系トランスポートエンティティは、通常トラヒック信号を保護するために使用される。ヘッドエンドでは、プロテクション切替が必要になるまで、ブリッジは確立されない。

保護ドメインでは各終点のアーキテクチャは一致していなければならない。

10.1 片方向切替と双方向切替

双方向伝送の場合では、片方向切替と双方向切替のどちらかを選択可能である。片方向切替では、各終端点のセクタは完全に独立である。双方向切替では、片方向の故障であっても、同一のブリッジ機能と切替部設定を持つ2終端点間の整合を試みる。双方向切替においては、2終端点間の整合を取るために必ずAPS情報を必要とする。片方向切替では、異なるエンティティ上の逆方向の2つの片方向故障を救済できる。

10.2 APS通信の必要性

APS通信を必要としない唯一の切替方法は1+1片方向切替である。ヘッドエンドに恒久的なブリッジを持ち、2端点間のセクタの向きの整合を取る必要が無いことにより、テイルエンドのセクタは、テイルエンドにおける故障とコマンドの受信のみによって動作することができる。

双方向切替では必ずAPS通信が必要である。

10.3 切り戻し切替と非切り戻し切替

切り戻し運用において、切替を引き起こした状態の回復後に、通常トラヒック信号は運用系トランスポートエンティティへ復帰させられる。(例えば、強制切替の)コマンドをクリアする場合には、復帰動作はただちに動作する。障害回復の場合は、復帰動作は一般的に”復旧待ち”時間を経過後に実施され、”復旧待ち”時間は間欠故障時にセクタのバタつきを回避するために使われる。

非切り戻し運用において、切替要因回復後も、通常トラヒック信号は非運用系トランスポートエンティティ上にあることが許容される。これは一般的に、先の切替要求を低優先の”切り戻し禁止(DNR)”要求に置き換えることで実現する。

1+1プロテクションはしばしば非切り戻し運用として設定され、これにより、どのような場合でも、保護は完全になされ、通常トラヒック信号の2度目の”瞬断”を回避する。しかしながら、切り戻し運用に設定する理由がある場合もある。(例えば、障害状態を除いて、正常な信号が”短い”経路を使用する。ある運用者の方針では、1+1運用であってさえも切り戻し操作を必要とする。)

1:1プロテクションは通常切り戻し運用される。1:1プロテクションで非切り戻し運用を認めるようなプロトコルを定義することは可能である。しかしながら、運用系トランスポートエンティティは、(例えば、遅延とリソースの観点から)遅延特性や需要予測をもとに、一般的には非運用系トランスポートエンティティよりも最適化が行われるため、運用系トランスポートエンティティが回復された時には、通常トラヒック信号を瞬断させても復旧させるほうがよい。

一般的に、切り戻し/非切り戻し運用はプロテクショングループの両端で同じものが選択される。しかしながら、不一致となっても相互に妨げることはないが、一方がDNRに遷移するときに、もう一方が、その側から始めた切替回復のためにWTRに遷移するというのは例外的なことである。

SNC/Sプロテクション切替の切り戻し/非切り戻し運用は、ETH_MI_PS_OperTypeを介して設定されなくてはならない。

10.4 設定不一致

プロテクショングループのすべてのオプション設定において、両端間の設定が不一致となる可能性がある。これらの設定不一致は、いくつかの場合に起こる。

- 適切なオペレーションが不可能なため発生する不一致
- 不一致にもかかわらず、僅かながら共働作用が発生したために、片端または両端がそのオペレーションに適合したために発生する不一致。
- 共働作用を防げない不一致。例えば、10.3節および11.4節で議論された切り戻し/非切り戻しの不一致。

すべての設定不一致が、APS通信を通して渡された情報によって伝えられるとは限らず、検出できるとは限らない。有効なトランスポートエンティティ番号の組み合わせは多すぎるため、完全にはすべての設定オプション可視化することはできない。しかしながら、望ましいことは中間のカテゴリーに可視化を提供することであり、そこでは、不一致であったとしても共働作用するためにそれらの操作を適合させることができる。例えば、双方向切替に設定された装置は、共働作用を許容するために、片方向切替に後退することがあり得る。APS通信を備えた1+1切替に設定された装置は、APS通信を伴わない1+1の単方向切替のオペレーションに後退することもあり得る。使用者は今まで通り設定不一致の通知を受けることができるが、装置によっては、プロテクションレベルは今までどおりを提供される。

10.5 プロテクション切替トリガ

例えば、プロテクション切替は以下の場合に行なわれるべきである。

- 他のローカル要求あるいは遠端要求より高い優先権を持っている場合、保守者の制御(例えば、強制切替、手動切替)による場合に。
- 動作中トランスポートエンティティでSFが通知され、かつ待機中トランスポートエンティティでは通知されない場合であって、検出されたSF状態は、他のローカル要求あるいは遠端要求より高い優先順位を持っている場合。
- 双方向1+1や1:1アーキテクチャにおいて、受信APSプロトコルが、他のローカル要求より高い優先順位を持つ切替要求をした場合。

他の場合は付属資料Aに状態遷移として記述される。

10.5.1 信号故障検出条件

ETHトレイル信号故障が検出された時、SFが通知される。ETHトレイル信号故障状態は[ITU-T G.8021]で明確にされている。

10.6 プロテクション切替モデル

図10-1に、本標準で定義されるVLANベースETH SNC/Sプロテクション切替モデルの例を示す。他のネットワークシナリオは許容される。

ETHコネクション機能 (ETH_C)では、ETH SNCプロテクション切替過程がETHコネクション(EC)を保護することを例示する。プロテクション切替がEC、すなわち保護されたETH SNCのために構成される時、それは図10-1の様に2つのETHフローポイント(ETH_FP)間で定義される。各々の例示されたSNCプロテクション切替過程は、保護されたETH_CIが転送されるETH_FPの出力先を決定する。

例えば、1:1プロテクション切替構成の場合には、保護されたETHに対するETH_CIは、ETH_C内のETH SNCプロテクション切替過程により、運用系トランスポートエンティティ若しくは非運用系トランスポートエンティティの一方へ転送される。

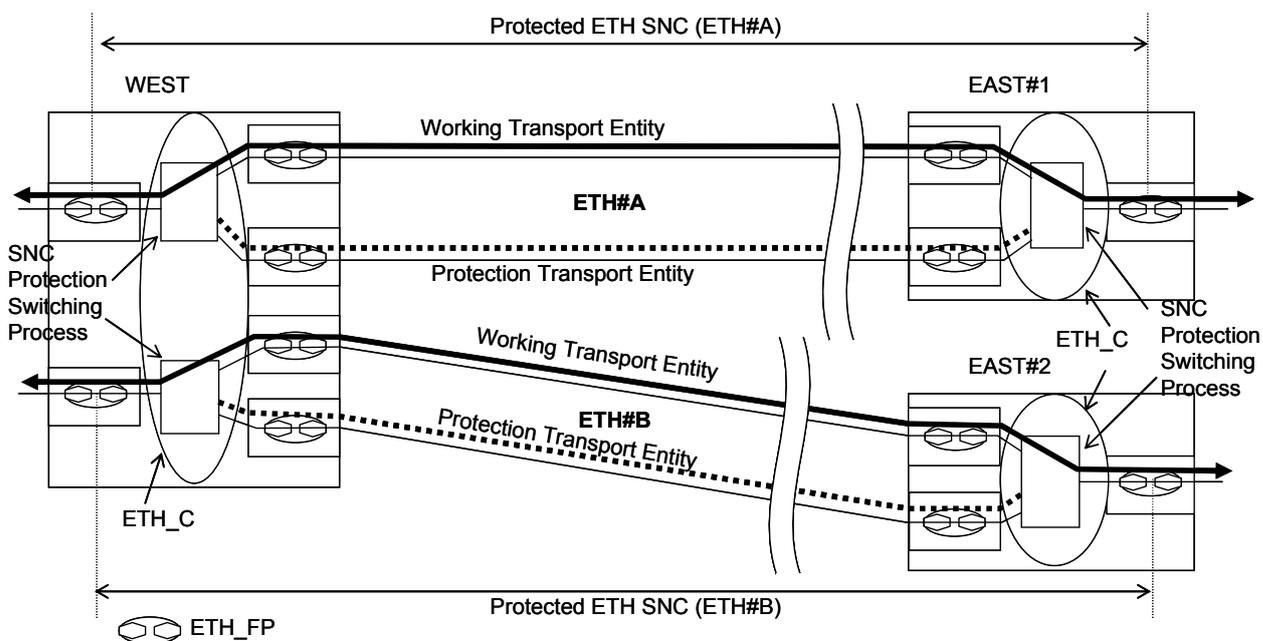


図 10-1/JT-G8031 – ETH SNC/S プロテクション切替アーキテクチャ (ITU-T G.8031/Y.1342)

SNCプロテクション切替過程に対する運用系トランスポートエンティティおよび非運用系トランスポートエンティティは、ETH_MI_PS_WorkingPortIdとETH_MI_PS ProtectionPortIdを介して設定されなくてはならない。

プロテクション切替のメカニズムは運用系トランスポートエンティティと非運用系トランスポートエンティティの両方の監視を必要とするので、運用系と非運用系トランスポートエンティティを監視するために、MEPを起動することを必要とする。両方のトランスポートエンティティは、独立して、図10-2が示すように[ITU-T Y.1731]に定義されるCCMを交換することで監視される。

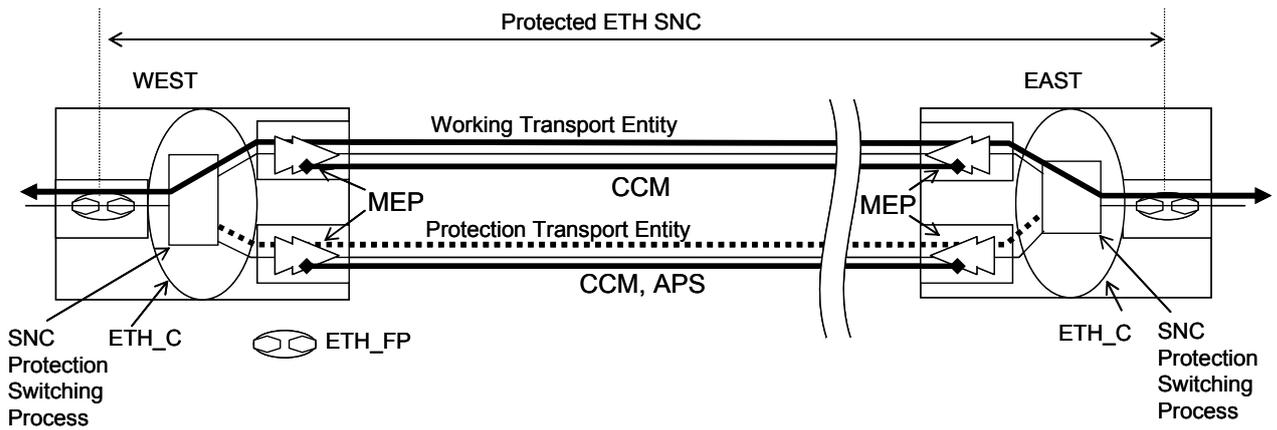


図10-2/ JT-G8031 – プロテクション切替アーキテクチャにおけるMEPs (ITU-T G.8031/Y.1342)

1+1片方向プロテクション切替でないプロテクション切替アーキテクチャである場合、プロテクション切替過程は保護ドメインの他の終端の切替動作を協働させるためにAPS通信を必要とする。APS PDUは、CCMが監視のために送信される非運用系トランスポートエンティティの同一MEPペアの間で送受信される。APS情報と障害状態は、MEPの受信機能によって終端/検出され、図10-3に示されるようにプロテクション切替過程へ入力することができる。

MEPがSF異常状態の原因となる異常性を検出すれば、障害状態が検出されたことをプロテクション切替過程へ通知する。CCMおよびLCK([ITU-T Y.1731]に定義されている)は、ETH_FTアトミックファンクションによって終端される。ETH_FTが障害状態を検出する場合、ETH_AI_TSFは、ETHアダプテーション受信端(ETH(x)/ETH_A_Sk)を通してETH(x)に伝えられ、その後ETH(x)/ETH_A_SkはETH_CI_SSFを生成する。ETH(x)/ETHアダプテーション機能は、信号障害状態にあるETH_C内のETH SNCプロテクション切替過程に通知するために、このETH_CI_SSFを用いる。

APS PDUは、MEP内のETH(x)/ETH_A_Sk機能によって終端される。その後、ETH(x)/ETH_A_Sk機能は受信APS PDUからAPS特定情報を抽出し、次に、APS特有情報(ETH_CI_APS)としてETH SNCプロテクション切替過程にそれを転送する。

プロテクション切替過程は、ETH_CI_SSFまたはETH_CI_APS受信した後、新しい切替状態を決定し、必要に応じて保護されたETH_CIを転送するETH_FPの出力先を決定する。

運用系と非運用系トランスポートエンティティの両方のためのETH(x)/ETHアダプテーション機能の管理状態は固定してはいけないことに注意すべきである。

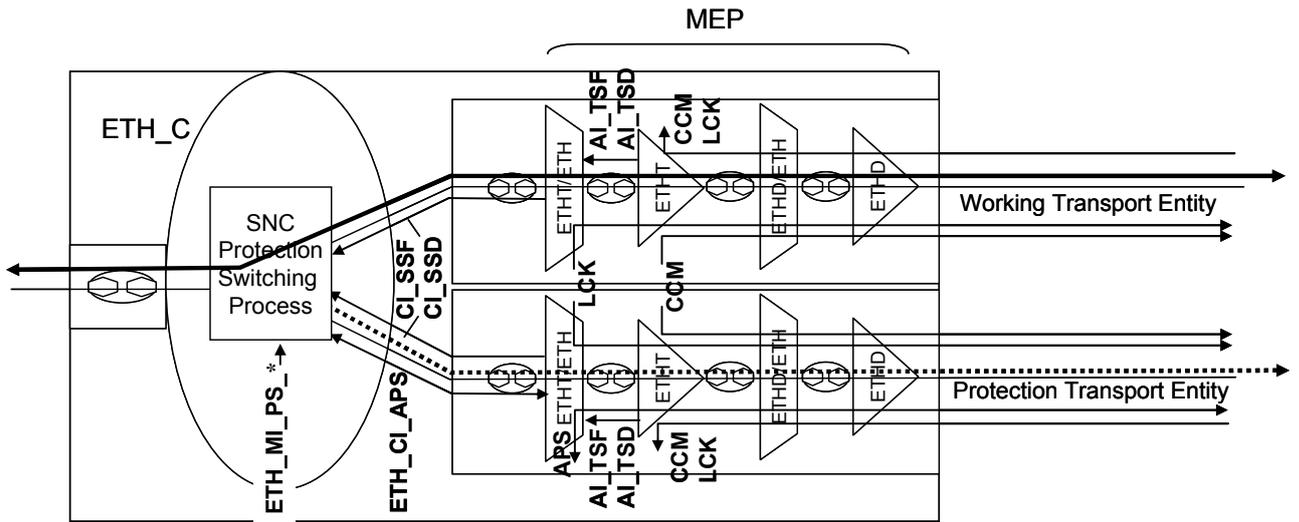


図10-3/ JT-G8031 - プロテクション切替アーキテクチャにおける MEPとSNC両方のプロテクション切替過程の振舞い (ITU-T G.8031/Y.1342)

SNC/Sプロテクションはサブネットワーク接続のみに制限されているわけではない。ネットワーク接続と同様に単一のリンクコネクションもサポートするようにこのプロテクションメカニズムを拡張することは可能である。

10.6.1 1+1 双方向プロテクション切替

図10-4に1+1双方向リニアプロテクション切替アーキテクチャを示す。保護されたETH_CIトラフィックは、運用系トランスポートエンティティと非運用系トランスポートエンティティに恒久的にブリッジされる。この図では、トラフィックは運用系エンティティからのみETH_C経由で受信することを示している。図10-5に、運用系トランスポートエンティティで信号故障状態が原因で発生したプロテクション切替の状態を示す。片方向で不具合が発生した時でさえ、両方向で切替わることを注意すべきである。このするためにAPS調整プロトコルが必要となる。

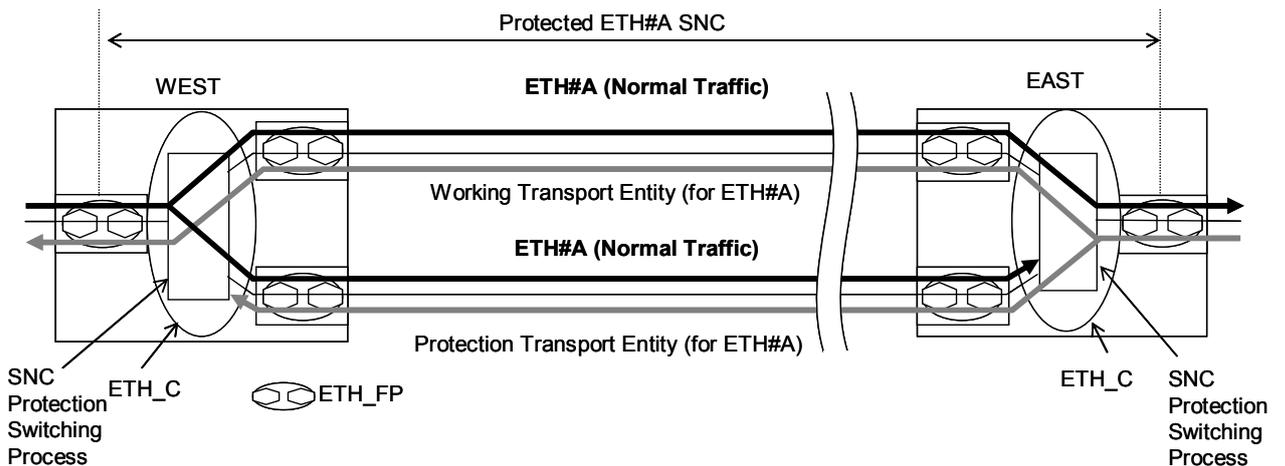


図10-4/ JT-G8031 - 双方向プロテクション切替アーキテクチャ (ITU-T G.8031/Y.1342)

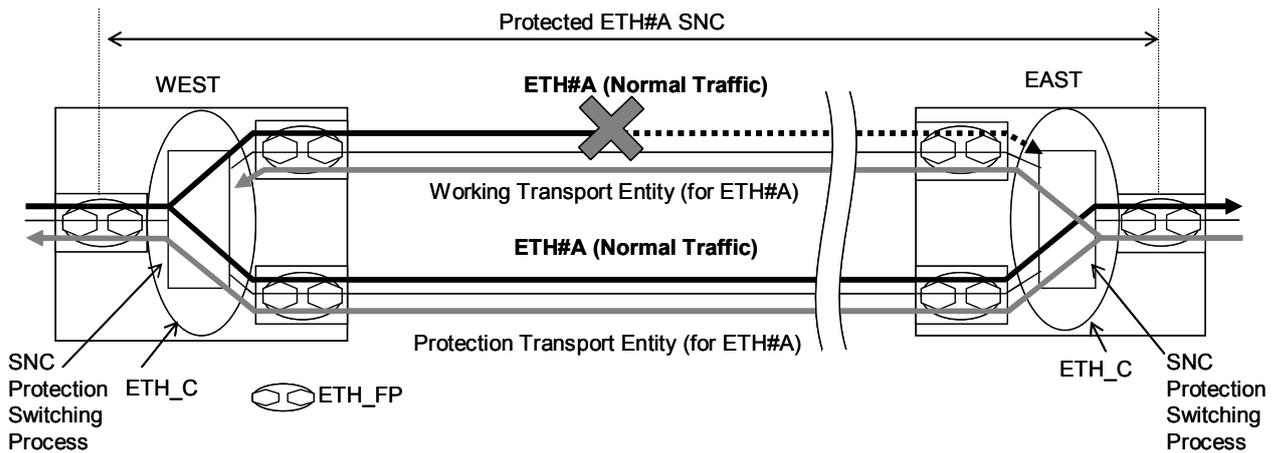


図10-5/ JT-G8031 – 1+1 双方向プロテクション切替アーキテクチャ – 運用系エンティティの信号故障条件 (ITU-T G.8031/Y.1342)

10.6.2 1+1 片方向プロテクション切替

図10-6に1+1片方向リニアプロテクション切替アーキテクチャを説明する。保護されたETH_CIトラヒックは、運用系トランスポートエンティティと非運用系トランスポートエンティティに恒久的にブリッジされる。この図では、両方向ともにトラヒックは、ETH_C経由で運用系トランスポートエンティティからのみ受信することを示している。

図10-7は、WestからEastでの運用系トランスポートエンティティで信号故障状態が原因で発生されたプロテクション切替の状態を示している。EastからWestへの通常トラヒックは、運用系トランスポートエンティティ経由で受信され続けている。片方向プロテクション切替では、各々の方向はそれぞれ独立に切替えられる。保護ドメインの受信側セクタは、ローカル情報のみを基に動作する。従ってAPSの調整プロトコルは必要とならない。

図10-8に、WestからEastへの運用系トランスポートエンティティに信号故障状態が存在した場合と、EastからWestへの非運用系トランスポートエンティティに信号故障状態が存在した場合を説明する。片方向プロテクション切替、双方向プロテクション切替では対応できないこの種の2重故障状態も保護できる。

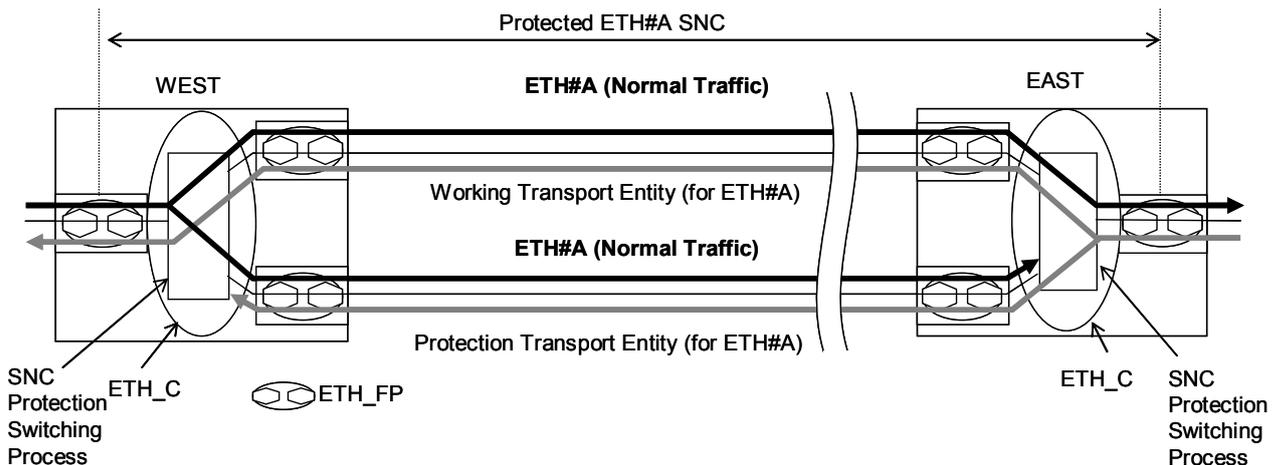


図10-6/ JT-G8031 – 1+1 片方向プロテクション切替アーキテクチャ (ITU-T G.8031/Y.1342)

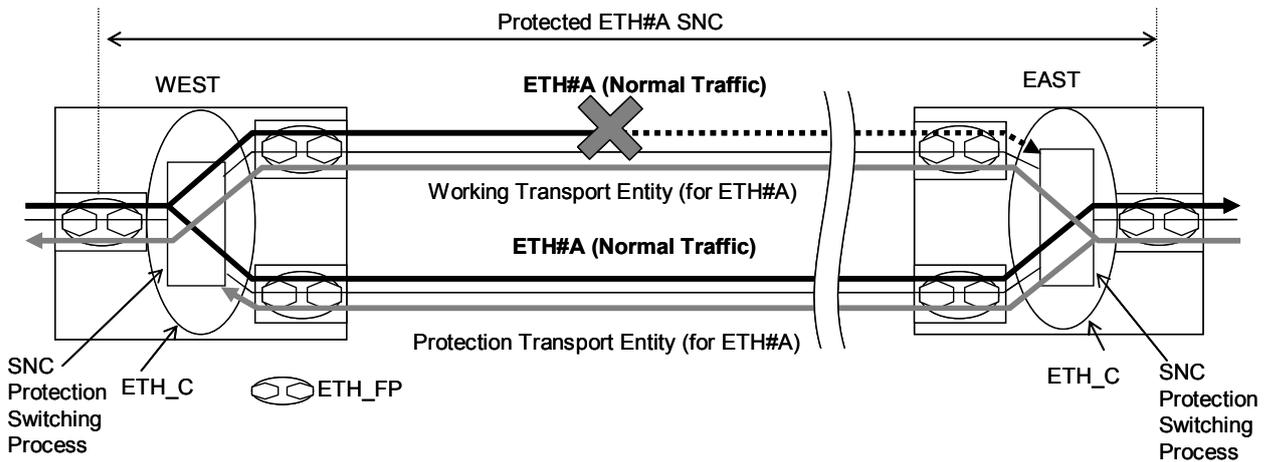


図10-7/ JT-G8031 – 1+1 片方向プロテクション切替アーキテクチャ –
westからeast方向での運用系エンティティの信号故障条件 (ITU-T G.8031/Y.1342)

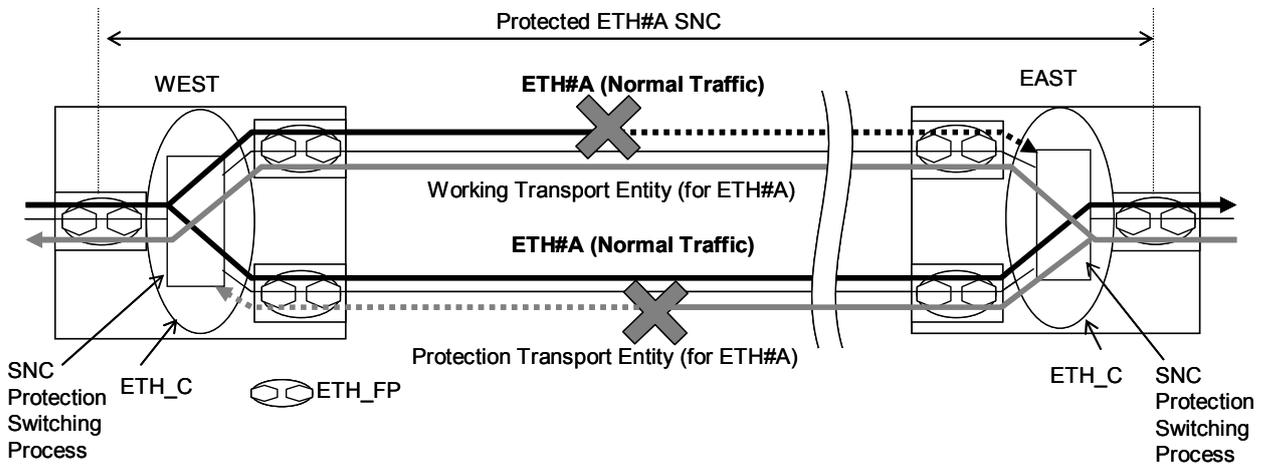


図10-8/ JT-G8031 – 1+1 片方向プロテクション切替アーキテクチャ –
双方向での信号故障条件 (ITU-T G.8031/Y.1342)

10.6.3 1:1 双方向プロテクション切替

図10-9は通常トラフィック (ETH#A)が運用系トランスポートエンティティを経由し送信されている時の1:1リニアプロテクション切替アーキテクチャを説明している。

図10-10は、運用系トランスポートエンティティの信号故障状態を理由に発生したプロテクション切替の場合を説明している。送信側ノードでは、通常トラフィック (ETH#A)は、非運用系伝送エンティティへ転送される。受信側ノードでは、通常トラフィック (ETH#A)は非運用系伝送エンティティから受信される。プロテクション切替動作中に、保護されたドメインの両端でブリッジ/切替部間で一時的な不整合は起こりえる。しかしながら、VIDに基づいて、トラフィックがETH_Cを介して常に正確に転送されるので、ETH#A用のETH_CIと他のETH_CIの間の誤接続は起こり得ない。この転送動作を実現させるために、保護されたETH#Aおよび保護されていないETHトラフィックのために、非運用系伝送エンティティで異なるVIDを設定しなければならないことに注意すること。

ETH_C機能のVIDによるトラフィック転送では、1:1アーキテクチャによるトラフィック誤接続は決して起こりえない。両端間で双方向切替を完了するのに要求される1つの情報を交換するだけでよいことから、プロテクション切替プロトコルを非常に単純化できる。すなわち1-位相プロトコルを可能にする。

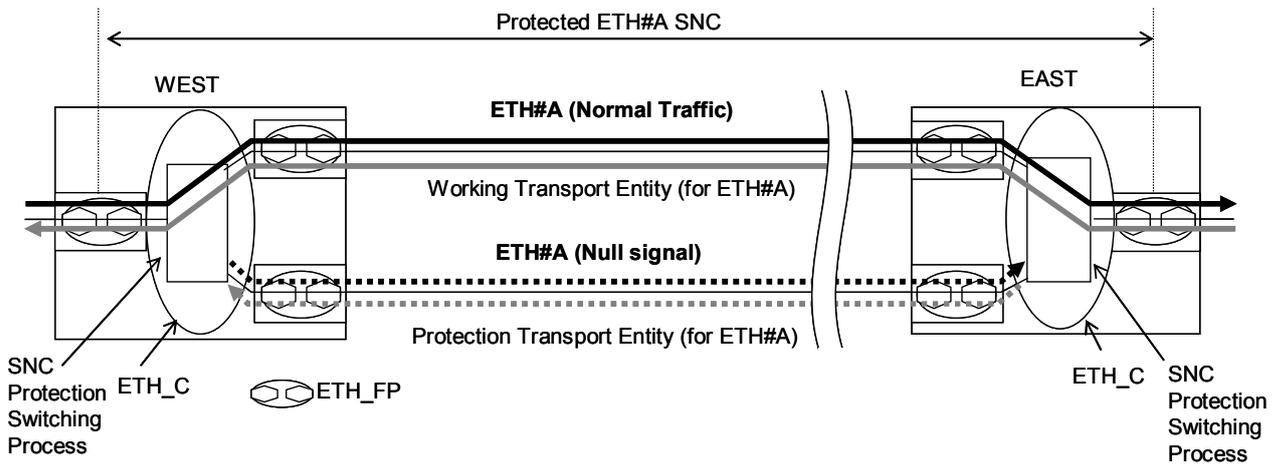


図 10-9/JT-G8031 – 1:1 プロテクション切替アーキテクチャ (ITU-T G.8031/Y.1342)

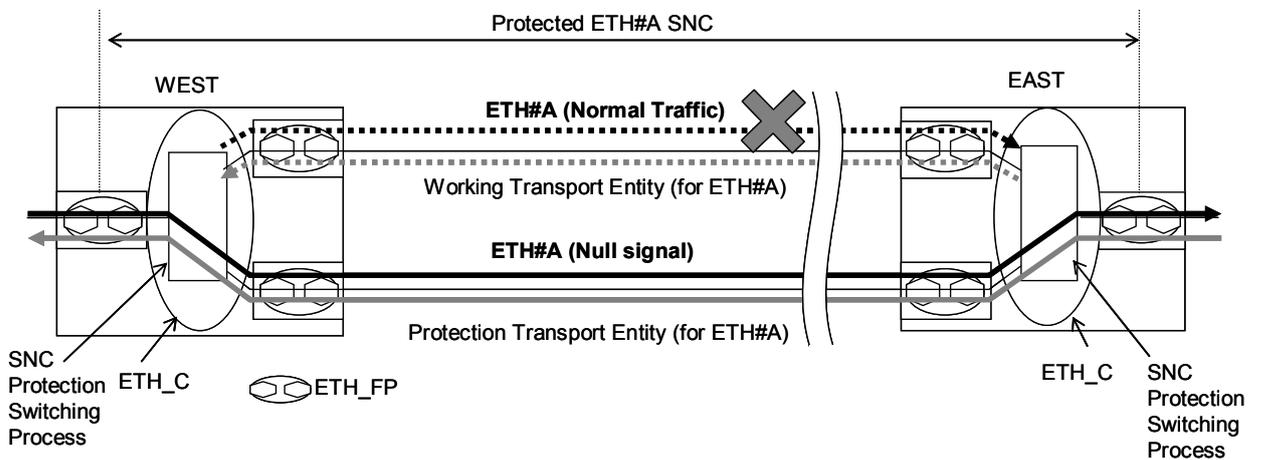


図 10-10/JT-G8031 – 1:1 プロテクション切替アーキテクチャ –
運用系トランスポートエンティティの信号故障状態 (G.8031/Y.1342)

11 APS プロトコル

11.1 APSフォーマット

イーサネット OAM PDU の一部である APS PDU を通じて APS 情報が伝達される。イーサネット OAM 動作の各タイプに対する OAM PDU フォーマットは、[ITU-T Y.1731] において定義される。APS 固有情報は、APS PDU の特定フィールドの中で送信される。APS PDU は、特定のイーサネット OAM OpCode により認識される。本標準のこの版において、APS PDU の 4 オクテットが、APS 特有情報を運ぶのに用いられる (図 11-1)。さらに、本標準のこの版では、TLV Offset フィールドは、0x04 に設定する必要があることに留意すべきである。

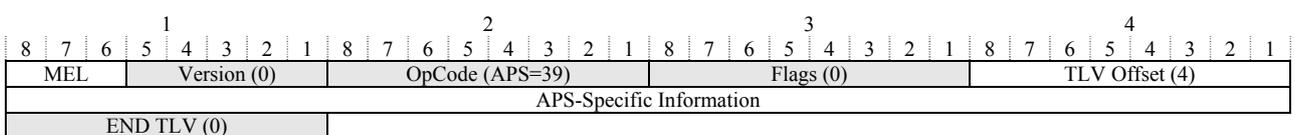


図 11-1/JT-G8031 – APS PDU フォーマット (ITU-T G.8031/Y.1342)

Version、OpCode、FlagsおよびEND TLVのような他のフィールドでは、[ITU-T Y.1731]で定義されるように、以下の値が使用されるべきである。

- Version: 0x00
- OpCode: 0d39 (=0x27)
- Flags: 0x00
- END TLV: 0x00

MELフィールドでは、APS PDUのMEGレベルが挿入される。

各APS PDU中のAPS特有情報のフォーマットは、図11-2に従って定義される：

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

図 11-2/JT-G8031 – APS-特有情報フォーマット(ITU-T G.8031/Y.1342)

APS特有情報のコードポイントと値について、表11-1に記述する。

表 11-1/JT-G8031 – APS特有情報に対するコードポイントおよびフィールド値 (ITU-T G.8031/Y.1342)

要求/状態	1111	非運用系ロックアウト (LO)	優先度
	1110	非運用系信号故障(SF-P)	最も高い
	1101	強制切替(FS)	
	1011	運用系信号故障(SF)	
	1001	信号劣化(SD) (注1)	
	0111	手動切替(MS)	
	0110	運用系手動切替(MS-W)	
	0101	復旧待ち(WTR)	
	0100	演習(EXER)	
	0010	切り戻し要求(RR)	
	0001	切り戻し禁止(DNR)	
	0000	要求無し(NR)	最も低い
	Others	Reserved for future international standardization	
	プロテクションタイプ	A	0
1			APSチャンネル
B		0	1+1 (パーマネントブリッジ)
		1	1:1 (非パーマネントブリッジ)
D		0	片方向切替
		1	双方向切替
R		0	切り戻し無し動作
		1	切り戻し動作
要求信号	0	無効信号	
	1	通常トラヒック信号	
	2-255	(将来使用のための予備)	
ブリッジ信号	0	無効信号	
	1	通常トラヒック信号	
	2-255	(将来使用のための予備)	

注1 – SDは将来の検討課題

第10章で記述されたサポートされたプロテクションアーキテクチャに対しては、1-位相APSが使用されるべきである。

11.2 1-位相 APSプロトコル

11.2.1 動作原則

1+1/1:1リニアプロテクション切替アルゴリズムの原理を、図11-3に示す。このアルゴリズムは、保護されたドメインの両端 (WESTとEAST) のネットワーク要素にて実行される。双方向切替は、APS特有情報の

最初のオクテットの「要求/状態」を介して、遠端へローカル切替要求が送信されることにより実行される（図11-2参照）。APS特有情報の第2および第3のオクテットにおいて送信された「要求状態」および「ブリッジ信号」は、ローカルのブリッジ/セレクタ状態情報を含み、したがって、両端の間の持続的なミスマッチは検出されて、警報に至る。

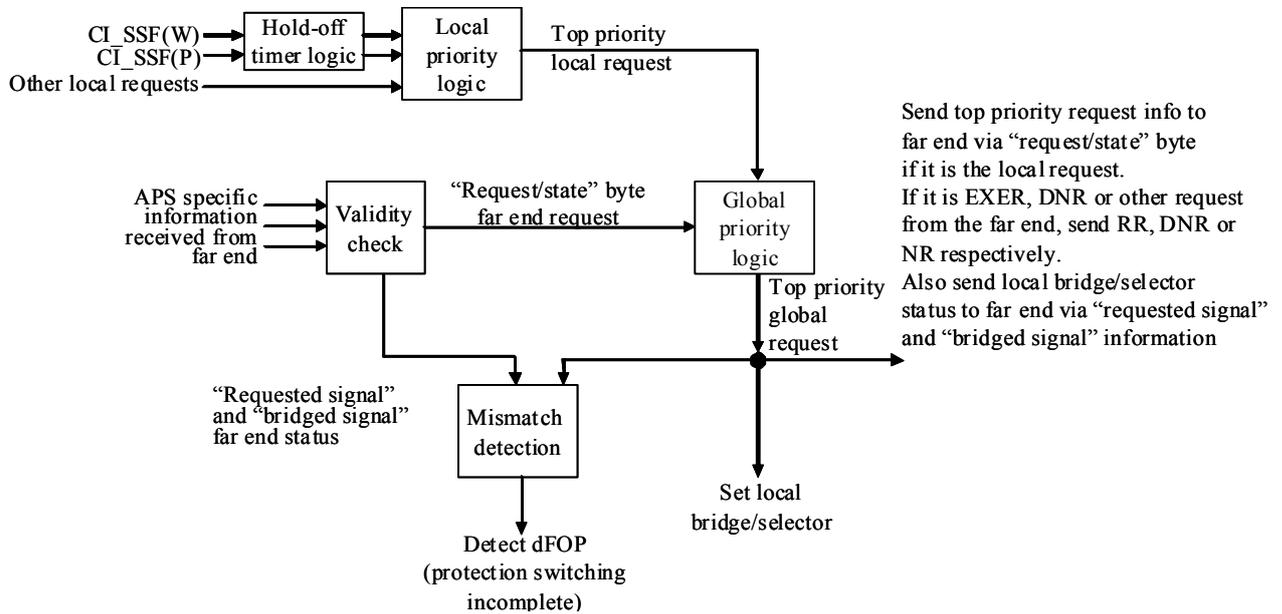


図11-3/JT-G8031 -1+1/1:1 リニアプロテクション切替アルゴリズムの原則 (ITU-T G.8031/Y.1342)

詳細における機能は以下のとおりである（図11-3参照）：

ローカルのネットワーク要素では、（9.1節と9.2節に記載したように）一つ以上のローカルプロテクション切替要求が動作中になるかもしれない。「ローカル優先度論理」は、表11-1に示す優先順序を使用して、これらの要求のうちどれが最優先事項かを決定する。この最優先のローカル要求情報は、「グローバル優先度論理」に伝えられる。CLEARコマンドが受信されたならば、SF(-P)の解除あるいはWTRタイマの満了がローカル優先度論理により処理されるべきではなく、処理のためにグローバル優先度論理へ送られるべきであることに注意すること。

設定されたホールドオフタイマの値が零でないならば、ホールドオフタイマ論理が新規CI_SSF情報を受信したとき、この情報を直ちにローカル優先度論理へ報告しない。その代わりにホールドオフタイマが開始されるだろう（11.12節参照）。

ローカルネットワーク要素は、APS特有情報を介して、遠端のネットワーク要素から情報を受信する。受信されたAPS特有情報は有効性チェックを受ける（11.2.4節参照）。「グローバル優先度論理」は、最優先のグローバル要求を決定するために、最優先のローカル要求と、受信された「要求/状態」情報の要求とを（表11-1に示す優先順序に従って）比較する。グローバル優先度論理において、3つのローカル要求、CLEARコマンド、SF(-P)の一扫およびWTRタイマの満了の1つによる状態遷移は、最初に計算されるべきであり、そしてさらに、最後に受信された遠端の要求による状態遷移が計算されるべきである。

もし最優先のグローバル要求が、ローカル要求であれば、それは「要求/状態」フィールドに示される。最優先のグローバル要求が、遠端からのEXER、DNRあるいは他の要求ならば、RR、DNRあるいは「NR」がそれぞれ示されるであろう。最優先のグローバル要求は、受信された「要求/状態」情報は片方向プロテクション切替の動作に影響するべきではないので、片方向プロテクション切替の場合には、最優先のローカル要求と厳密に同一となる。そしてこの要求は、次のようなローカルネットワーク要素のブリッジ/セレクタの位置（または状態）を決定する：

- 1+1アーキテクチャでは、セレクトアの位置のみ制御される。1:1アーキテクチャでは、両方のブリッジ/セレクトアの位置は、同じ位置を選択することで維持される;
- 最優先のグローバル要求が運用系のための要求であるならば、関連する運用系トラヒックは、非運用系へあるいは非運用系からブリッジあるいは切替られ、すなわち、ローカルネットワーク要素に関連するブリッジ/セレクトアは、非運用系を選択する。運用系に対する切替要求は、運用系から非運用系へ切替るための要求を意味する。

ブリッジ/セレクトア状態は、表11-1に示すコードを伴って「要求信号」と「ブリッジ信号」を介して遠端に伝えられる。それは、受信された「要求信号」と「ブリッジ信号」によって示されるように遠端のブリッジ/セレクトア状態とも比較される。

上記のように、プロテクション切替プロセスの状態遷移は「グローバル優先論理」において計算される。最優先のグローバル要求に起因する全ての状態遷移は付属資料Aで定義される。

リニアプロテクション切替アルゴリズムは、入力信号（図11-3参照）の1つが変更する毎に、すなわち、ローカル要求の状態が変化したり、遠端から異なったAPS特有情報を受信したりしたとき、即座に開始されることに注意すること。また、アルゴリズムの必然的な動作、すなわち、ローカルのブリッジ/セレクトア位置の変更（必要ならば）、新しいAPS特有情報の送信（必要ならば）、または、プロテクション切替が11.15節で規定された期間内で完了しない場合には、dFOPの検出も即座に開始される。

11.2.2 切り戻しモード

片方向プロテクション切替動作の切り戻しモードでは、運用系トラヒックが非運用系を経由して受信されている状態において、ローカルのプロテクション切替要求（図11-3参照）が以前には活性であったものが、現時点で不活性となる場合、ローカルの復旧待ち状態に入る。この状態は、現在の最優先のローカル要求を表すので、それは送信された「要求/状態」情報で示され、切替状態を維持する。

双方向プロテクション切替の場合には、遠端から受信された復旧待ち状態よりもより高い優先度の要求がないときのみ、ローカルの復旧待ち状態に入る。

この状態は、復旧待ち状態のタイマが切れた後、通常タイムアウトして、要求のない状態になる。より優先度の高いローカルの要求が、この状態を先取りするならば、復旧待ちタイマは前に非活性化される。

非運用系エンティティへの切替は、「要求/状態」情報を介して受信されたローカルの復旧待ち状態あるいは遠隔要求（復旧待ちあるいはその他）により保持される。それゆえに、運用系で双方向の故障が発生し、その後の修理が行われた場合、運用系への双方向の切り戻しは、両端の両方の復旧待ちタイマが切れるまで行われない。

11.2.3 非切り戻しモード

片方向プロテクション切替動作の非切り戻しモードの動作で、運用系トラヒックが非運用系を介して伝送されている状態において、ローカルのプロテクション切替要求（図11-3参照）が以前に活性で、現在不活性となる場合、ローカルの「非切り戻し状態」に入る。この状態は、現在最も高い優先度のローカル要求を意味するので、それは送信された「要求/状態」情報において示され、切替を維持し、従って、要求がない状態下の非切り戻しモードにおいて、開放されたブリッジ/セレクトア位置に戻ることを防いでいる。

双方向プロテクション切替動作の場合には、非切り戻し状態よりも遠端から受信された要求の高い優先度がないとき、あるいは、ローカル状態および遠端の状態の双方が要求信号番号1のNRであるとき、ローカルの非切り戻し状態に入る。

11.2.4 APSの送信と受信

APS PDUを運ぶトラヒック単位は、APSフレームと呼ばれる。APSフレームは、非運用系のみを介して転送され、プロテクション領域のヘッドエンドによって挿入されて、プロテクション領域のトレイルエンドにより抽出される。

新しいAPSフレームは、伝送された状態の変化（図11-3参照）が起こると即座に送信されなければならない。

たとえ1つか、2つのAPSフレームが失われるか壊れても、高速プロテクション切替が可能のように、送信されるべきAPS情報が変更されたならば、できるだけ早く最初の3つのAPSフレームが送信されなければならない。50msの高速プロテクション切替のために、最初の3つのAPSフレームの間隔は、高速故障検出のためのCCMフレームと同じ間隔の3.3msであるべきである。最初の3つのフレーム後のAPSフレームは、5秒の間隔で送信されるべきである。

有効なAPS特有情報が受信されなかった場合、最後に受信された有効な情報が依然として適用される。非運用系トランスポートエンティティにおいて信号故障状態が検出されている場合、受信したAPS特有情報は評価されるべきである。

プロテクション終端点が運用系からAPS特有情報を受信する場合、この情報を無視し、ローカルネットワーク要素のプロトコル故障を検出するべきである（11.15節参照）。

11.3 要求タイプ

要求タイプは最も高い優先度の条件、コマンドあるいは状態を反映する。片方向切替の場合には、これは近端のみから決定された最も高い優先度の値である。双方向切替の場合には、ローカルの要求は、APS通信を介した遠端から受信された任意の要求と同じ高さか、より高いときにのみ指示され、それ以外では、NRが指示されるであろう。1-位相APSプロトコルにおいては、近端が、遠端からのEXERコマンドに対応して切り戻し要求を伝えるであろう。

11.4 プロテクションタイプ

有効なプロテクションタイプは以下のとおりである

000x 1+1 片方向、APS通信無し

100x 1+1 片方向、APS通信有り

101x 1+1 双方向、APS通信有り

111x 1:1双方向、APS通信有り

デフォルト値（全ゼロ）はAPS（1+1片方向）なしで動作可能なプロテクションタイプのみと適合するように、値は選ばれる。

1:1および双方向はAPS通信を必要とするので、010x、001x、011xは無効であることに注意すること。

「B」ビットが不一致の場合、1:1と1+1は互換性がないので、セレクトは開放される。これは、結果として故障となる。

「B」ビットが一致で：

- ビットが不一致の場合、APSを予期している側は、APS通信なしの1+1片方向切替に後退する。
- 「D」ビットが不一致の場合、双方向の側は片方向切替に後退する。
- 「R」ビットが不一致の場合、一方は「WTR」への切替をクリアし、他方は「DNR」への切替をクリアする。2つの側は相互に作用し、トラヒックはプロテクションされる。

SNCプロテクション切替処理のプロテクションタイプは、ETH_C_MI_PS_Protタイプを介して構成されるべきである。

11.5 要求信号

これは、近端の要求が予備パス上で運ばれる信号を示す。これは、遠端が非運用系エンティティに通常トラヒック信号をブリッジしていない場合、NRに対しては無効信号である。遠端が非運用系エンティティに通常トラヒック信号をブリッジしているとき、要求信号はNRに対して通常トラヒック信号であり、LOにとっては無効信号のみ可能である。演習に対しては、演習がNRや、演習がDNRとかわる場合の通常トラヒック信号と替わるとき、これは無効信号でありうる。SF（または、適用可能な場合のSD）に対しては、これ

は通常トラヒック信号か、あるいは、非運用系が故障または劣化したかを示すための無効信号になる。すべての他の要求に対しては、これは非運用系上で運ばれることを要求された通常トラヒック信号となる。

11.6 ブリッジ信号

これは、予備パスへブリッジされている信号を示す。1+1プロテクションに対しては、これは常に通常トラヒック信号を示し、正確に永久的なブリッジを反映している。1:1プロテクションに対しては、実際に何が（無効信号か通常トラヒック信号いずれか）非運用系にブリッジされるかを示す。これは、一般的に、遠端より要求されたブリッジである。

11.7 ブリッジの制御

1+1アーキテクチャでは、通常トラヒック信号は永久に非運用系にブリッジされる。通常トラヒック信号は、常にAPS情報のブリッジ信号フィールドで示される。

1:1アーキテクチャでは、ブリッジは、入力のAPS情報の「要求信号」フィールドによって示される一つで設定される。一旦、ブリッジが確立されたならば、これは出力されるAPS情報の「ブリッジ信号」フィールドに示されることとなる。

11.8 セレクタの制御

1+1片方向アーキテクチャ（APS通信の有無にかかわらず）では、セレクタは最も高い優先度のローカル要求に従って完全に設定される。これは、1一位相切替である。

1+1双方向アーキテクチャでは、出力している「要求信号」が通常トラヒック信号を示す場合、通常トラヒック信号は非運用系から選択される。

1:1双方向アーキテクチャでは、出力している「要求信号」に番号が現れる場合、通常トラヒック信号は非運用系から選択される。

11.9 非運用系の信号故障

非運用系の信号故障は、非運用系から選択される通常トラヒック信号に発生するどのような故障よりも高い優先度である。APS信号が使用中である場合のために、非運用系（その上にAPS信号がルートされる）上のSF-Pは、強制切替より優先される。ロックアウトコマンドは、SF-Pより高いプライオリティを持つ：故障状態の間、ロックアウト状態は維持される。

11.10 等しい優先度の要求

一般的に、一旦、切替が要求により完了されているならば、同じ優先度のもう一つの要求により無効にされない（早い者勝ちのふるまい）。双方向予備グループの両側からの等しい優先度の要求は、以下のよう
に両方有効であると見なされる。

- ローカル状態が要求信号番号1のNRで、遠端の状態が要求信号番号0のNRならば、ローカル状態は要求信号番号0のNRへ遷移する。これは、予備系トランスポートエンティティへ切替えるための遠隔要求がクリアされたときに適用される。
- ローカルと遠端の状態がともに要求信号番号1のNRならば、ローカル状態は、適切な新しい状態（非切り戻しモードに対しては11.2.3項、切り戻しモードに対しては11.13節参照）へ遷移する。これは、古い要求が両端で解除されたときに適用される。
- ローカルと遠端の状態がともに同一の要求信号番号のRRならば、両端は、要求信号番号に従った適切な新しい状態へ遷移する。これは、両端からEXERの同時非活性化のときに適用される。
- その他の場合においては、同じ優先度の要求が両端から活性化されたとしても、状態遷移は生じない。要求信号番号1および0のMSは異なる優先度を持つことに注意すること。

11.11 コマンドの受理と保持

コマンドCLEAR、LO、FS、MS、EXERは、前のコマンドや、プロテクショングループの運用系および非運用系の条件や、（双方向切替においてのみ）受信したAPS情報との関係によって、受け入れられるか拒絶される。

近端のLO、FS、MSまたはEXERコマンドが有効であるか、あるいは、WTR状態が近端で存在している場合のみCLEARコマンドは有効であり、それ以外は拒絶される。このコマンドは近端のコマンドあるいはWTR状態を取り除き、次に低い優先状態または（双方向切替では）アサートされるべきAPS要求を許容する。

以前に存在するコマンド、条件または（双方向切替では）APS要求よりも、それらが高い優先度でない限り、他のコマンドは拒絶される。新しいコマンドが受理されるならば、前に無効にされたどのような低いプライオリティのコマンドも忘れられる。より高い優先度のコマンドが、低い優先度の条件または（双方向切替では）APS要求を無効にするならば、その他の要求は、そのコマンドがクリアされたときに、まだ存在するならば、再びアサートされる。

コマンドが、状態または（双方向切替では）APS要求によって無効にされるならば、そのコマンドは忘れられる。

各々の外部コマンドは、ETH_C_MI_PS_ExtCMDを介してSNCプロテクション切替処理へ入力されるべきである。

11.12 ホールドオフタイム

複数のレイヤ、またはカスケードされたプロテクションドメインを越えて、プロテクション切替のタイミングを調整するために、ホールドオフタイムは必要であろう。目的は、クライアントレイヤで切替わる前に、サーバレイヤプロテクション切替に問題を解決する機会を与えることを許容するためか、下流のドメインの前に、上流のプロテクションドメインに切替ることを許可するためである（例えば、二重ノード相互接続構成において、故障として同じリングで切替が発生できるように、下流のリングの前に、上流のリングに切替ることを許可するため）。

各々のプロテクショングループは、提供可能なホールドオフタイムを持っていなければならない。ホールドオフタイムの推奨範囲は、100ms（±5msの正確さ）ステップで0～10秒である。

新しい故障またはより深刻な故障が発生するとき（新しいSF（または、適用できるならばSD））、設定されたホールドタイムの値がゼロ以外であるならば、このイベントはプロテクション切替に即座に通知されないであろう。その代わりに、ホールドオフタイムが開始される。ホールドオフタイムが切れたとき、タイムを始動したトレイルに故障がまだ存在するかどうかを検定される。故障がまだ存在するならば、プロテクション切替に故障が通知される。故障は、タイムを始動したものと同じである必要はない。

このホールドオフタイムメカニズムは、運用系および非運用系トランスポートエンティティの両方に適用されるべきである。

SNCプロテクション切替処理のホールドオフタイムは、ETH_C_MI_PS_HoTimを介して構成されるべきである。

11.13 復旧待ちタイム

切り戻しモードの動作では、断続的な障害によるプロテクション切替の頻繁な動作を防ぐために、故障した運用系は、故障がなくならなければならない。故障した運用系がこの基準を満たした後、通常トラヒック信号がそれを再び使用する前に一定の期間が経過するべきである。この期間は復旧待ち（WTR）期間と呼ばれ、1分のステップで5分から12分の間でオペレータにより設定されるだろう。デフォルト値は5分である。SF（あるいは適用できるならばSD）条件は、WTRを無効にする。両端が同時にSFの解除を検出するときでも、WTRタイムを適切に起動するために、要求信号番号1のSFからNRへローカル状態が遷移するとき、以前のローカル状態SFは記憶されなければならない。ローカル状態と遠端状態が共に要求信号番号1の

NRであるならば、ローカル状態は、以前のローカル状態がSFの時のWTRのみに遷移する。それ以外では、ローカル状態は要求信号番号0のNRへ遷移する。

切り戻しモードの動作では、プロテクションがもはや要求されないとき、すなわち、故障した運用系がもはやSF（適用できるならばSD）条件でないとき（そして他の要求しているトランスポートエンティティがないことを仮定すれば）、ローカルの復旧待ち状態が起動する。この状態は、最優先になるので、それはAPS信号（適用できるならば）上で示され、以前に故障した運用系からの通常トラヒック信号を非運用系トランスポートエンティティ上に維持する。この状態は、通常タイムアウトし、要求のない状態となる。任意の高い優先度がこの状態を先取りするときは、復旧待ちタイマはすぐに非活性化する。

SNCプロテクション切替処理の復旧待ちタイマは、ETH_C_MI_PS_WTRを介して構成されるべきである。

11.14 演習動作

演習は、APS通信が正しく動作しているかどうかを試験するためのコマンドである。それは、任意の「本当の」切替要求よりも低い優先度である。これは、応答を探すことによる有意なテストを実施できる唯一の手段であるため、双方向切替において実際に有効な演習である。

演習コマンドは、それにとって代わるNR、RRかDNR要求と同じ要求およびブリッジ信号番号を伴うコマンドを発行するべきである。1-位相APSプロトコルでは、有効な応答は、対応する要求およびブリッジ信号番号を伴うRRになるであろう。演習コマンドが両端で入力されるときには、RRの代わりにEXERが両端から送信される。

DNRへの通常の応答は、NRよりもDNRなるべきである。演習コマンドが解除されたとき、もし要求信号番号が0ならばNRまたはRR、要求信号番号が1ならばDNRまたはRRに入れ替えられる。

11.15 プロトコル故障の障害

APSを要求するプロテクションタイプに対するプロトコル故障の状況は以下のとおりである

- 完全に矛盾したプロビジョニング（11.4節に記述された「B」ビット不一致）
- 運用系／非運用系の構成不一致（11.2.4項で記述）
- 50msを超えるブリッジ要求への応答欠落（すなわち、送信した「要求信号」および受信した「要求信号」における一致無し） 50ms

完全に矛盾したプロビジョニングおよび運用系／非運用系の構成不一致は1つのAPSフレームのみを受信することにより検出される。プロトコル故障の障害の検出と解除はITU-T G.8021/Y.1341に定義される。

無効な要求あるいは無効な信号番号に対する要求が受信された場合には、それらは無視されるであろう。

付属資料 A プロテクション切替の状態遷移表

本付録では、以下のプロテクション切替設定に対する状態遷移表を示す。

- 1:1双方向(切り戻しモード、非切り戻しモード)
- 1+1双方向(切り戻しモード、非切り戻しモード)
- 1+1片方向(切り戻しモード、非切り戻しモード)

本状態遷移表に記載されていない他の如何なるグローバル要求もしくはローカル要求は如何なる状態遷移をも引き起こさない。

A.1 1:1双方向切替(切り戻しモード)の状態遷移

A.1.1 ローカル要求

表A.1は切り戻しモードの1:1プロテクション切替におけるローカル要求による状態遷移を示す。

表 A.1/JT-G8031 –ローカル要求による状態遷移(1:1 双方向 切り戻しモード)(ITU-T G.8031/Y.1342)

状態	APS通信	ローカル要求										
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	
		ロックアウト	強制切替	運用系の信号故障	運用系信号故障からの回復	非運用系信号故障	非運用系信号故障の回復	非運用系への手動切替	クリア	演習	復旧待ちタイマ切れ	
A	要求無し 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	NR [r/b=null]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	N/A	→K	N/A
B	要求無し 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	NR [r/b=normal]	→C	→D	→E	O	→F	N/A	→G	N/A	O	N/A
C	ロックアウト 運用系/アクティブ 非運用系/Standby	LO [r/b=null]	O	O	O	O	O	O	O	→A or →E ^{b)} or →F ^{c)}	O	N/A
D	強制切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	FS [r/b=normal]	→C	O	O	O	→F	N/A	O	→A or →E ^{b)}	O	N/A
E	信号故障(W) 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	SF [r/b=normal]	→C	→D	N/A	→I	→F	N/A	O	N/A	O	N/A
F	信号故障(P) 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	SF-P [r/b=null]	→C	O	O	O	N/A	→A or →E ^{b)}	O	N/A	O	N/A
G	手動切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	MS [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	O	→A	O	N/A
I	復旧 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	WTR [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→A	O	→A
K	演習 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	EXER [r/b=null]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→A	O	N/A
M	切り戻し要求 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	RR [r/b=null]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	N/A	→K	N/A

注1-"N/A"は、その状態においてイベントが発生しないことを示す。もし、イベントが起きたとしてもそれは無視される。

注2-"O"は、その要求が同じか低い優先度であるために現在の状態が優先されることを意味する。

注3-"(→X)"は、状態が変化せず同じ状態のままになることを示す。

a) ホールドオフタイムが切れた後も信号故障が継続している場合に限り、運用系若しくは非運用系の信号故障はローカル優先度論理への入力となる。

b) SFが再検出されている場合

c) SF-Pが再検出されている場合

A.1.2 遠端要求

表A.2は切り戻しモードでの1:1双方向プロテクション切替におけるAPS通信によって受信される遠端からの要求による状態遷移を示す。

表 A.2/JT-G8031 –遠端要求による状態遷移(1:1 双方向 切り戻しモード) (ITU-T G.8031/Y.1342)

状態	APS通信	受信した遠端要求										
		k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	
		LO [r/b=null]	SF-P [r/b=null]	FS [r/b=normal]	SF [r/b=normal]	MS [r/b=normal]	WTR [r/b=normal]	EXER [r/b=null]	RR [r/b=null]	NR [r/b=null]	NR [r/b=normal]	
A	要求無し 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	NR [r/b=null]	(→A)	(→A)	→B	→B	→B	N/A	→M	(→A)	(→A) or →E ^{a)} or →F ^{b)}	(→A)
B	要求無し 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	NR [r/b=normal]	→A	→A	(→B)	(→B)	(→B)	(→B)	N/A	N/A	→A or →E ^{a)}	→A or →I ^{c)}
C	ロックアウト 運用系/アクティブ 非運用系/Standby	LO [r/b=null]	(→C)	O	O	O	O	O	O	O	O	O
D	強制切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	FS [r/b=normal]	→A	→A	(→D)	O	O	O	O	O	O	O
E	信号故障(W) 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	SF [r/b=normal]	→A	→A	→B	(→E)	O	O	O	O	O	O
F	信号故障(P) 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	SF-P [r/b=null]	→A	(→F)	O	O	O	O	O	O	O	O
G	手動切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	MS [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	(→G)	O	O	O	O	O
I	復旧 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	WTR [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	→B	(→I)	O	O	N/A	O
K	演習 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	EXER [r/b=null]	→A	→A	→B	→B	→B	N/A	(→K)	(→K)	O	N/A
M	切り戻し要求 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	RR [r/b=null]	→A	→A	→B	→B	→B	N/A	(→M)	→A	→A	N/A

注1 - "N/A"は、その状態においてイベントが発生しないことを示す。もし、イベントが起きたとしてもそれは無視される。

注2-"O"は、その要求が同じか低い優先度であるために現在の状態が優先されることを意味する。

注3-"(→X)"は、状態が変化せず同じ状態のままになることを示す。

a) SFが再検出されている場合、b) SF-Pが再検出されている場合

c) 直前のローカル状態がSFである場合 (11.13節参照)

A.2 1:1双方向切替 (非切り戻しモード)の状態遷移

A.2.1 ローカル要求

表A.3は、非切り戻しモードでの1:1双方向プロテクション切替におけるローカル要求による状態遷移を示す。

表 A.3/JT-G8031 –ローカル要求による状態遷移(1:1 双方向 非切り戻しモード)(ITU-T G.8031/Y.1342)

状態	APS通信		ローカル要求									
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
			ロックアウト	強制切替	運用系の信号故障	運用系信号故障の回復	非運用系の信号故障	非運用系信号故障の回復	非運用系への手動切替	運用系への手動切替	クリア	演習
A	要求無し 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	NR [r/b=null]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	N/A	→K
B	要求無し 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	NR [r/b=normal]	→C	→D	→E	O	→F	N/A	→G	O	N/A	O
C	ロックアウト 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	LO [r/b=null]	O	O	O	O	O	O	O	O	→A or →E ^{b)} or →F ^{c)}	O
D	強制切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	FS [r/b=normal]	→C	O	O	O	→F	N/A	O	O	→J or →E ^{b)}	O
E	信号故障(W) 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	SF [r/b=normal]	→C	→D	N/A	→J	→F	N/A	O	O	N/A	O
F	信号故障(P) 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	SF-P [r/b=null]	→C	O	O	O	N/A	→A or →E ^{b)}	O	O	N/A	O
G	手動切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	MS [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	O	O	→J	O
H	手動切替 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	MS [r/b=null]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	O	→A	O
J	切り戻し禁止 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	DNR [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	N/A	→L
K	演習	EXER	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	→A	O

	運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	[r/b=null]										
L	演習 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	EXER [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	→J	O
M	切り戻し要求 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	RR [r/b=null]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	N/A	→K
N	切り戻し要求 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	RR [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	N/A	→L

注1-"N/A"は、その状態においてイベントが発生しないことを示す。もし、イベントが起きたとしてもそれは無視される。

注2-"O"は、その要求が同じか低い優先度であるために現在の状態が優先されることを意味する。

注3-"(→X)"は、状態が変化せず同じ状態のままになることを示す。

a) ホールドオフタイマが切れた後も信号故障が継続している場合に限り、運用系若しくは非運用系の信号故障はローカル優先度論理への入力となる。

b) SFが再検出されている場合

c) SF-Pが再検出されている場合

A.2.2 遠端要求

表A.4は非切り戻しモードでの1:1双方向プロテクション切替におけるAPS通信によって受信される遠端からの要求による状態遷移を示す。

表 A.4/JT-G8031 –遠端要求による状態遷移(1:1 双方向 非切り戻しモード)(ITU-T G.8031/Y.1342)

状態	APS通信	受信した遠端要求														
		k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	
		LO [r/b=null]	SF-P [r/b=null]	FS [r/b=normal]	SF [r/b=normal]	MS [r/b=normal]	MS [r/b=null]	WTR [r/b=normal]	EXER [r/b=null]	EXER [r/b=normal]	RR [r/b=null]	RR [r/b=normal]	NR [r/b=null]	NR [r/b=normal]	DNR [r/b=normal]	
A	要求無し 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	NR [r/b=null]	(→A)	(→A)	→B	→B	→B	(→A)	→B	→M	N/A	(→A)	N/A	(→A) or →E ^{a)} or →F ^{b)}	(→A)	N/A
B	要求無し 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	NR [r/b=normal]	→A	→A	(→B)	(→B)	(→B)	N/A	(→B)	N/A	N/A	N/A	N/A	→A or →E ^{a)}	→J	→J
C	ロックアウト 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	LO [r/b=null]	(→C)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
D	強制切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	FS [r/b=normal]	→A	→A	(→D)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
E	信号故障(W) 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	SF [r/b=normal]	→A	→A	→B	(→E)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
F	信号故障(P) 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	SF-P [r/b=null]	→A	(→F)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
G	手動切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	MS [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	(→G)	O	O	O	O	O	O	O	O	O
H	手動切替 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	MS [r/b=null]	→A	→A	→B	→B	→B	(→H)	O	O	O	O	O	O	O	O
J	切り戻し禁止 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	DNR [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	→B	→A	→B	N/A	→N	N/A	(→J)	O	O	(→J)
K	演習 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	EXER [r/b=null]	→A	→A	→B	→B	→B	→A	→B	(→K)	N/A	(→K)	N/A	O	N/A	N/A

L	演習 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	EXER [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	→B	→A	→B	N/A	(→L)	N/A	(→L)	N/A	O	O
M	切り戻し要求 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	RR [r/b=null]	→A	→A	→B	→B	→B	→A	→B	(→M)	N/A	→A	N/A	→A	N/A	N/A
N	切り戻し要求 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	RR [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	→B	→A	→B	N/A	(→N)	N/A	→J	N/A	N/A	→J

注1-"N/A"は、その状態においてイベントが発生しないことを示す。もし、イベントが起きたとしてもそれは無視される。

注2-"O"は、その要求が同じか低い優先度であるために現在の状態が優先されることを意味する。

注3-"(→X)"は、状態が変化せず同じ状態のままになることを示す。

a) SFが再検出されている場合

b) SF-Pが再検出されている場合

A.3 1+1双方向切替 (切り戻しモード)の状態遷移

A.3.1 ローカル要求

表A.5は切り戻しモードでの1+1双方向プロテクション切替におけるローカル要求による状態遷移を示す。

表 A.5/JT-G8031 –ローカル要求による状態遷移(1+1 双方向 切り戻しモード)(ITU-T G.8031/Y.1342)

状態			ローカル要求									
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
APS通信			ロックアウト	強制切替	運用系の信号故障	運用系信号故障の回復	非運用系の信号故障	非運用系信号故障の回復	非運用系への手動切替	クリア	演習	復旧待ち タイマ切れ
A	要求無し 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	NR [r=null, b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	N/A	→K	N/A
B	要求無し 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	NR [r/b=normal]	→C	→D	→E	O	→F	N/A	→G	N/A	O	N/A
C	ロックアウト 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	LO [r=null, b=normal]	O	O	O	O	O	O	O	→A or →E ^{b)} or →F ^{c)}	O	N/A
D	強制切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	FS [r/b=normal]	→C	O	O	O	→F	N/A	O	→A or →E ^{b)}	O	N/A
E	信号故障(W) 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	SF [r/b=normal]	→C	→D	N/A	→I	→F	N/A	O	N/A	O	N/A
F	信号故障(P) 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	SF-P [r=null, b=normal]	→C	O	O	O	N/A	→A or →E ^{b)}	O	N/A	O	N/A
G	手動切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	MS [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	O	→A	O	N/A
I	復旧 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	WTR [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→A	O	→A
K	演習 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	EXER [r=null, b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→A	O	N/A
M	切り戻し要求 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	RR [r=null, b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	N/A	→K	N/A

注1-"N/A"は、その状態においてイベントが発生しないことを示す。もし、イベントが起きたとしてもそれは無視される。

注2-"O"は、その要求が同じか低い優先度であるために現在の状態が優先されることを意味する。

注3-"(→X)"は、状態が変化せず同じ状態のままになることを示す。

a) ホールドオフタイムが切れた後も信号故障が継続している場合に限り、運用系若しくは非運用系の信号故障はローカル優先度論理への入力となる。

b) SFが再検出されている場合、 c) SF-Pが再検出されている場合

A.3.2 遠端要求

表A.6は切り戻しモードでの1+1双方向プロテクション切替におけるAPS通信によって受信される遠端からの要求による状態遷移を示す。

表 A.6/JT-G8031 –遠端要求による状態遷移(1+1 双方向 切り戻しモード)(ITU-T G.8031/Y.1342)

状態	APS通信	受信した遠端要求										
		k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	
		LO [r=null, b=normal]	SF-P [r=null, b=normal]	FS [r/b= normal]	SF [r/b= normal]	MS [r/b= normal]	WTR [r/b= normal]	EXER [r=null, b=normal]	RR [r=null, b=normal]	NR [r=null, b=normal]	NR [r/b= normal]	
A	要求無し 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	NR [r=null, b=normal]	(→A)	(→A)	→B	→B	→B	N/A	→M	(→A)	(→A) or →E ^{a)} or →F ^{b)}	(→A)
B	要求無し 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	NR [r/b=normal]	→A	→A	(→B)	(→B)	(→B)	(→B)	N/A	N/A	→A or →E ^{a)}	→A or →I ^{c)}
C	ロックアウト 運用系/アクティブ 非運用系/Standby	LO [r=null, b=normal]	(→C)	O	O	O	O	O	O	O	O	O
D	強制切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	FS [r/b=normal]	→A	→A	(→D)	O	O	O	O	O	O	O
E	信号故障(W) 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	SF [r/b=normal]	→A	→A	→B	(→E)	O	O	O	O	O	O
F	信号故障(P) 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	SF-P [r=null, b=normal]	→A	(→F)	O	O	O	O	O	O	O	O
G	手動切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	MS [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	(→G)	O	O	O	O	O
I	復旧 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	WTR [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	→B	(→I)	O	O	N/A	O
K	演習 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	EXER [r=null, b=normal]	→A	→A	→B	→B	→B	N/A	(→K)	(→K)	O	N/A
M	切り戻し要求 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	RR [r=null, b=normal]	→A	→A	→B	→B	→B	N/A	(→M)	→A	→A	N/A

注1 - "N/A"は、その状態においてイベントが発生しないことを示す。もし、イベントが起きたとしてもそれは無視される。

注2 - "O"は、その要求が同じか低い優先度であるために現在の状態が優先されることを意味する。

注3 - "(→X)"は、状態が変化せず同じ状態のままになることを示す。

a) SFが再検出されている場合

b) SF-Pが再検出されている場合

c) 直前のローカル状態がSFである場合 (11.13節参照)

A.4 1+1双方向切替 (非切り戻しモード)の状態遷移

A.4.1 ローカル要求

表A.7は非切り戻しモードでの1+1双方向プロテクション切替におけるローカル要求による状態遷移を示す。

表 A.7/JT-G8031 –ローカル要求による状態遷移(1+1 双方向 非切り戻しモード)(ITU-T G.8031/Y.1342)

状態		APS通信	Local request									
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
			ロックアウト	強制切替	運用系の信号故障	運用系信号故障の回復	非運用系の信号故障	非運用系信号故障の回復	非運用系への手動切替	運用系への手動切替	クリア	演習
A	要求無し 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	NR [r=null, b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	N/A	→K
B	要求無し 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	NR [r=b=normal]	→C	→D	→E	O	→F	N/A	→G	O	N/A	O
C	ロックアウト 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	LO [r=null, b=normal]	O	O	O	O	O	O	O	O	→A or →E ^{b)} or →F ^{c)}	O
D	強制切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	FS [r=b=normal]	→C	O	O	O	→F	N/A	O	O	→J or →E ^{b)}	O
E	信号故障(W) 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	SF [r/b=normal]	→C	→D	N/A	→J	→F	N/A	O	O	N/A	O
F	信号故障(P) 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	SF-P [r=null, b=normal]	→C	O	O	O	N/A	→A or →E ^{b)}	O	O	N/A	O
G	手動切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	MS [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	O	O	→J	O
H	手動切替 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	MS [r=null, b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	O	→A	O
J	切り戻し禁止 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	DNR [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	N/A	→L
K	演習	EXER	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	→A	O

	運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	[r=null, b=normal]										
L	演習 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	EXER [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	→J	O
M	切り戻し要求 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	RR [r=null, b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	N/A	→K
N	切り戻し要求 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	RR [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	N/A	→L
<p>注1 - "N/A"は、その状態においてイベントが発生しないことを示す。もし、イベントが起きたとしてもそれは無視される。</p> <p>注2 - "O"は、その要求が同じか低い優先度であるために現在の状態が優先されることを意味する。</p> <p>注3 - "(→X)"は、状態が変化せず同じ状態のままになることを示す。</p> <p>a) ホールドオフタイマが切れた後も信号故障が継続している場合に限り、運用系若しくは非運用系の信号故障はローカル優先度論理への入力となる。</p> <p>b) SFが再検出されている場合、 c) SF-Pが再検出されている場合</p>												

A.4.2 遠端要求

表A.8は非切り戻しモードでの1+1双方向プロテクション切替におけるAPS通信によって受信される遠端からの要求による状態遷移を示す。

表 A.7/JT-G8031 –遠端要求による状態遷移(1+1 双方向 非切り戻しモード)(ITU-T G.8031/Y.1342)

状態		APS通信	受信した遠端要求													
			k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x
			LO [r=null, b=normal]	SF-P [r=null, b=normal]	FS [r/b= normal]	SF [r/b= normal]	MS [r/b= normal]	MS [r=null, b=normal]	WTR [r/b= normal]	EXER [r=null, b=normal]	EXER [r/b= normal]	RR [r=null, b=normal]	RR [r/b= normal]	NR [r=null, b=normal]	NR [r/b= normal]	DNR [r/b= normal]
A	要求無し 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	NR [r=null, b=normal]	(→A)	(→A)	→B	→B	→B	(→A)	→B	→M	N/A	(→A)	N/A	(→A) or →E ^{a)} or →F ^{b)}	(→A)	N/A
B	要求無し 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	NR [r/b=normal]	→A	→A	(→B)	(→B)	(→B)	N/A	(→B)	N/A	N/A	N/A	N/A	→A or →E ^{a)}	→J	→J
C	ロックアウト 運用系/アクティブ 非運用系/Standby	LO [r=null, b=normal]	(→C)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
D	強制切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	FS [r/b=normal]	→A	→A	(→D)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
E	信号故障(W) 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	SF [r/b=normal]	→A	→A	→B	(→E)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
F	信号故障(P) 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	SF-P [r=null, b=normal]	→A	(→F)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
G	手動切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	MS [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	(→G)	O	O	O	O	O	O	O	O	O
H	手動切替 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	MS [r=null, b=normal]	→A	→A	→B	→B	→B	(→H)	O	O	O	O	O	O	O	O
J	切り戻し禁止 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	DNR [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	→B	→A	→B	N/A	→N	N/A	(→J)	O	O	(→J)
K	演習	EXER	→A	→A	→B	→B	→B	→A	→B	(→K)	N/A	(→K)	N/A	O	N/A	N/A

	運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	[r=null, b=normal]														
L	演習 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	EXER [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	→B	→A	→B	N/A	(→L)	N/A	(→L)	N/A	O	O
M	切り戻し要求 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	RR [r=null, b=normal]	→A	→A	→B	→B	→B	→A	→B	(→M)	N/A	→A	N/A	→A	N/A	N/A
N	切り戻し要求 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	RR [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	→B	→A	→B	N/A	(→N)	N/A	→J	N/A	N/A	→J
<p>注1-"N/A"は、その状態においてイベントが発生しないことを示す。もし、イベントが起きたとしてもそれは無視される。</p> <p>注2-"O"は、その要求が同じか低い優先度であるために現在の状態が優先されることを意味する。</p> <p>注3-"(→X)"は、状態が変化せず同じ状態のままになることを示す。</p> <p>a) SFが再検出されている場合</p> <p>b) SF-Pが再検出されている場合</p>																

A.5 1+1片方向切替 (切り戻しモード)の状態遷移

A.5.1 ローカル要求

表A.9は切り戻しモードでの1+1片方向プロテクション切替におけるローカル要求による状態遷移を示す。

表 A.9/JT-G8031 –ローカル要求による状態遷移(1+1 片方向 切り戻しモード)(ITU-T G.8031/Y.1342)

状態		ローカル要求									
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
		ロックアウト	強制切替	運用系の信号故障	運用系信号故障からの回復	非運用系の信号故障	非運用系信号故障の回復	運用系への手動切替	クリア	演習	復旧待ちタイマ切れ
A	要求無し 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	N/A	N/A	N/A
C	ロックアウト 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	O	O	O	O	O	O	O	→A or →E ^{b)} or →F ^{c)}	N/A	N/A
D	強制切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	→C	O	O	O	→F	N/A	O	→A or →E ^{b)}	N/A	N/A
E	信号故障(W) 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	→C	→D	N/A	→I	→F	N/A	O	N/A	N/A	N/A
F	信号故障(P) 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	→C	O	O	O	N/A	→A or →E ^{b)}	O	N/A	N/A	N/A
G	手動切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	O	→A	N/A	N/A
I	復旧 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→A	N/A	→A

注1 – "N/A"は、その状態においてイベントが発生しないことを示す。もし、イベントが起きたとしてもそれは無視される。
注2 – "O"は、その要求が同じか低い優先度であるために現在の状態が優先されることを意味する。
a) ホールドオフタイマが切れた後も信号故障が継続している場合に限り、運用系若しくは非運用系の信号故障はローカル優先度論理への入力となる。
b) SFが再検出されている場合
c) SF-Pが再検出されている場合

A.6 1+1片方向切替 (非切り戻しモード)の状態遷移

A.6.1 ローカル要求

表A.10は非切り戻しモードでの1+1片方向プロテクション切替におけるローカル要求による状態遷移を示す。

表 A.10/JT-G8031 –ローカル要求による状態遷移(1+1 片方向 非切り戻しモード)(ITU-T G.8031/Y.1342)

状態		ローカル要求									
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
		ロックアウト	強制切替	運用系の信号故障	運用系信号故障の回復	非運用系の信号故障	非運用系信号故障の回復	非運用系への手動切替	運用系への手動切替	クリア	演習
A	要求無し 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	N/A	N/A
C	ロックアウト 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	O	O	O	O	O	O	O	O	→A or →E ^{b)} or →F ^{c)}	N/A
D	強制切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	→C	O	O	O	→F	N/A	O	O	→J or →E ^{b)}	N/A
E	信号故障(W) 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	→C	→D	N/A	→J	→F	N/A	O	O	N/A	N/A
F	信号故障(P) 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	→C	O	O	O	N/A	→A or →E ^{b)}	O	O	N/A	N/A
G	手動切替 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	O	O	→J	N/A
H	手動切替 運用系/アクティブ 非運用系/スタンバイ	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	O	→A	N/A
J	切り戻し禁止 運用系/スタンバイ 非運用系/アクティブ	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	→G	→H	N/A	N/A

注1 – "N/A"は、その状態においてイベントが発生しないことを示す。もし、イベントが起きたとしてもそれは無視される。
注2 – "O"は、その要求が同じか低い優先度であるために現在の状態が優先されることを意味する。
a) ホールドオフタイムが切れた後も信号故障が継続している場合に限り、運用系若しくは非運用系の信号故障はローカル優先度論理への入力となる。

- b) SFが再検出されている場合
 - c) SF-Pが再検出されている場合
-

付録 I 1-位相 APS プロトコルの動作例

I.1 はじめに

ここでは、1-位相APSプロトコル(1:1での切り戻し、または非切り戻しモード)の動作例を示す。

I.2 動作シナリオ例

I.2.1 切り戻しモード

この例は以下の動作シナリオを仮定する。

- 1) 保護ドメインは障害の無い状態で動作している（運用系エンティティを選択中）。
- 2) このとき、信号故障（SF）がWESTからEAST方向において発生する（非運用系エンティティに切替）。
- 3) その後、障害が復旧する（WTR状態に移行し非運用系エンティティ選択状態が維持される）。
- 4) その後、WTR時間が経過する（運用系エンティティに切り戻る）。

I.2.2 非切り戻しモード

この例は以下の動作シナリオを仮定する。

- 1) 保護ドメインは障害の無い状態で動作している（運用系エンティティを選択中）。
- 2) このとき、信号故障（SF）がWESTからEAST方向において発生する（非運用系エンティティに切替）。
- 3) その後、障害が復旧する（DNR状態に移行し非運用系エンティティ選択状態が維持される）

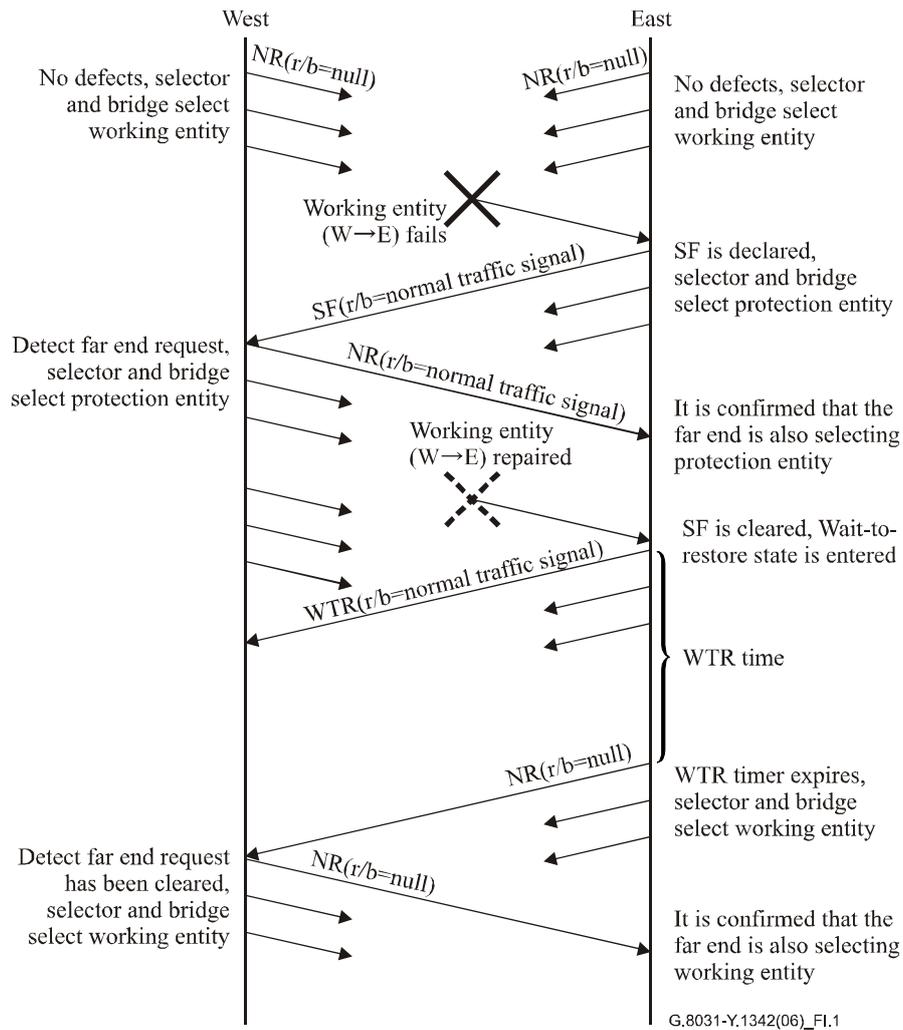
I.2.3 信号故障と強制切替

この例は以下の動作シナリオを仮定する。

- 1) 信号故障（SF）がWESTからEAST方向において発生する（非運用系エンティティに切替）。
- 2) その後、強制切替（FS）コマンドがEAST側にて受信される（FS状態に移行する）。
- 3) その後、FSがEAST側にて解除され、SFがEASTにおいて再度検出される。

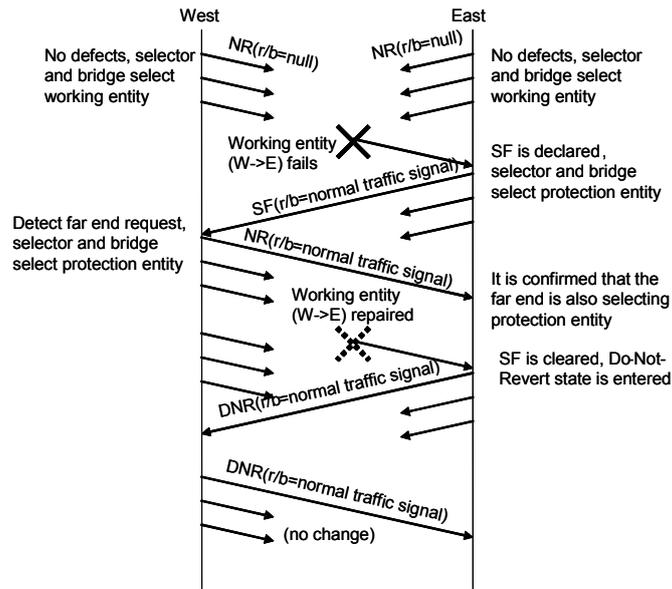
I.3 APS プロトコルの例

APSプロトコルの例を図I.1(切り戻しモード)、図I.2(非切り戻しモード)、図I.3（SFとFS）に示す。



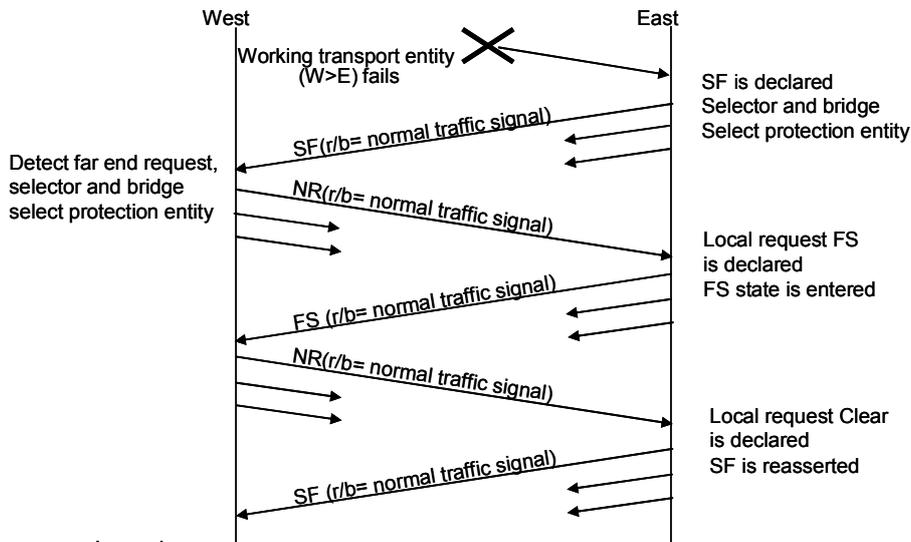
DNR: Do-Not-Revert
 NR: no request
 r/b: requested signal/bridged signal
 SF: signal failure
 WTR: Wait-To-Restore
 W→E: west to east direction

図 I.1/JT-G8031 - プロトコル例(切り戻しモード) (ITU-T G.8031/Y.1342)



Legends:
 NR: no request
 r/b: requested signal/bridged signal
 SF: signal failure
 WTR: Wait-To-Restore
 DNR: Do-Not-Revert
 W->E: west to east direction

図 I.2/JT-G8031 - プロトコル例(非切り戻しモード) (ITU-T G.8031/Y.1342)



Legends:
 NR: no request
 r/b: requested signal/bridged signal
 SF: signal failure
 FS: forced switch
 W->E: west to east direction

図 I.3/JT-G8031 - プロトコル例(SFとFS) (ITU-T G.8031/Y.1342)

付録II イーサネットプロテクション切替とSTP間の相互作用

ここでは、STPとイーサネットプロテクション切替の間における不要な相互作用を回避するために、保護ドメイン内のブリッジポートが、STPドメインに参与してはいけないことを示す。これを回避する1つの方法は、保護ドメイン内のSTPを無効にすることである。しかし、保護ドメインの外にあるドメインはSTPが有効に設定されると考えられる。もう1つ方法は、ワーキングとプロテクションのトランスポートエンティティが異なるSTPドメインに属することである。本付録では、これら2つのシナリオについて議論する。

図 II.1は上述の1つ目の方法を示している。つまり、保護ドメインとSTPドメイン(#1と#2)が縦に区切られており重複していない。保護ドメインとSTPドメインの端に位置するブリッジ#Aと#Bは、ループ問題の無い状態においてSTPドメイン間で相互接続される。

上述の二つ目のケースは図 II.2に示される。STPドメイン(#1と#2)は横に区切られており、イーサネットプロテクション切替のための二つのトランスポートエンティティを提供する。図II.3はイーサネットプロテクション切替のためのワーキングおよびプロテクショントランスポートエンティティが、異なるSTPドメイン内で独立して配備されている。この例では、それぞれのVLANとネットワークリソースが、有効に利用されるだろう。

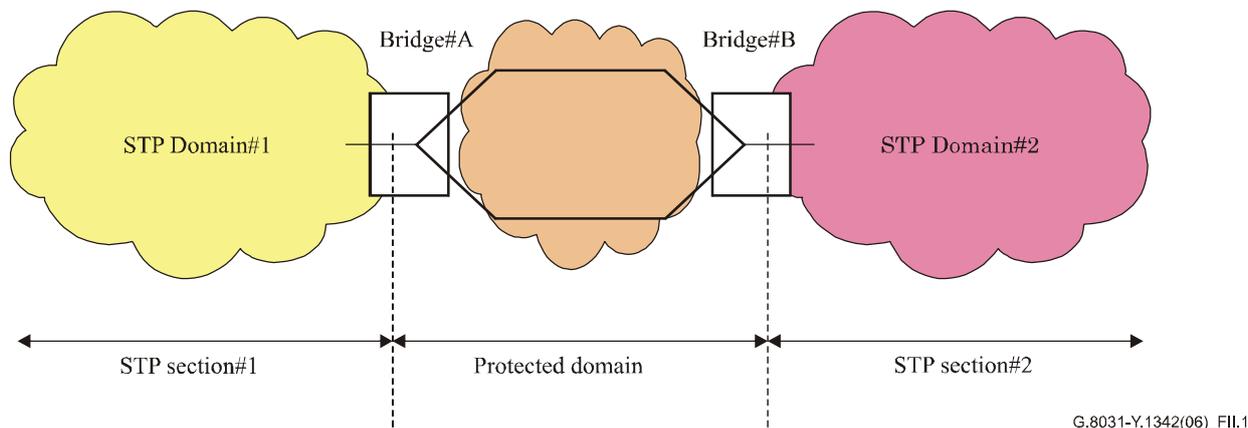


図 II.1/JT-G8031 -保護ドメインとSTPドメイン間で重複が無いケース(ITU-T G.8031/Y.1342)

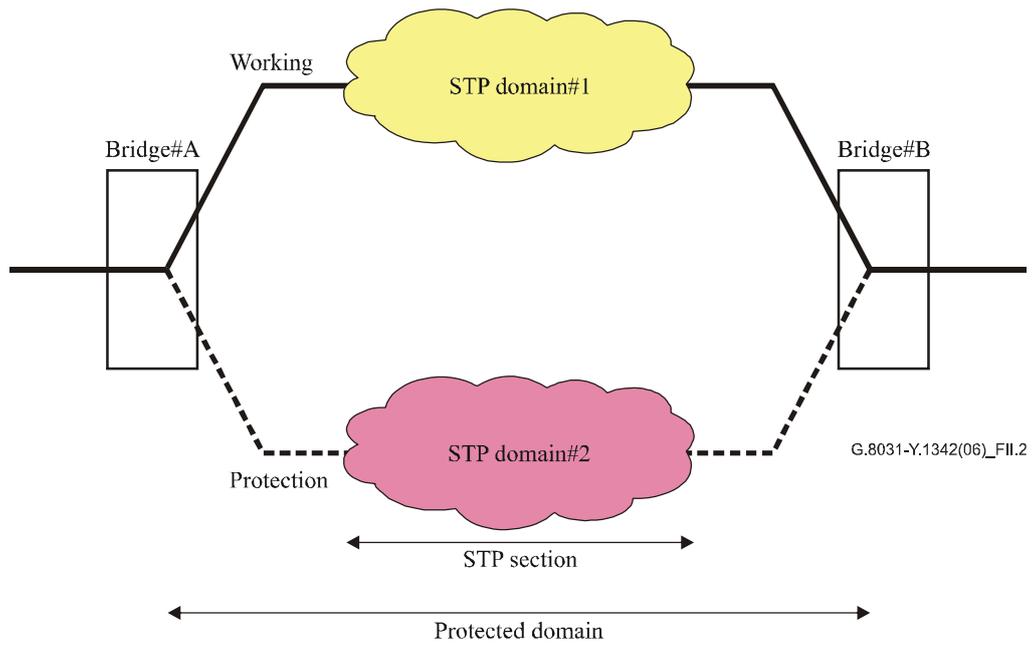


図 II.2/JT-G8031 -保護ドメインとSTPドメイン間で重複が有るケース(ITU-T G.8031/Y.1342)

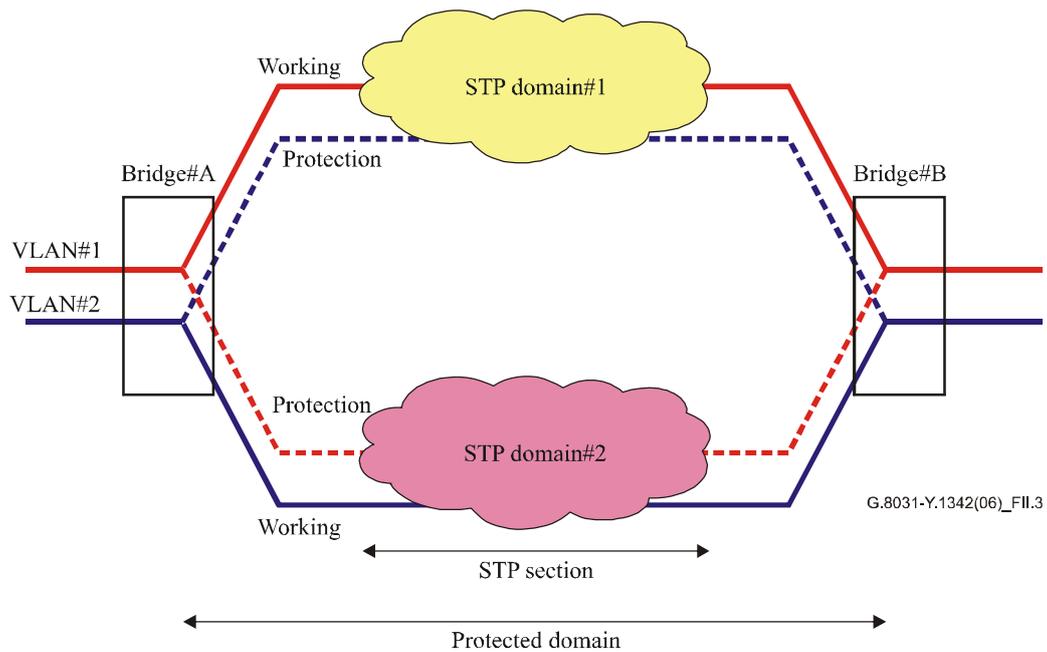


図 II.3/JT-G8031 - VLANごとに保護ドメインとSTPドメイン間で重複が有るケース(ITU-T G.8031/Y.1342)

付録 III プロテクション切替環境のためのMIP

III.1 はじめに

この付録では、プロテクション切替環境のためのMEG中間ポイント（MIP）の考察と構成例を示す。

III.2 考察

図 III.1は、プロテクション切替のためのMEPおよびMIPの構成例を示している。図 III.1において、MEPsの2つのペアはワーキングとプロテクションの両方のトランスポートエンティティをMEGレベルNで監視するために構成されている。MEGレベルN+1も同様に、MEPsとMIPsがそれぞれのポートにおいて図のように構成される。

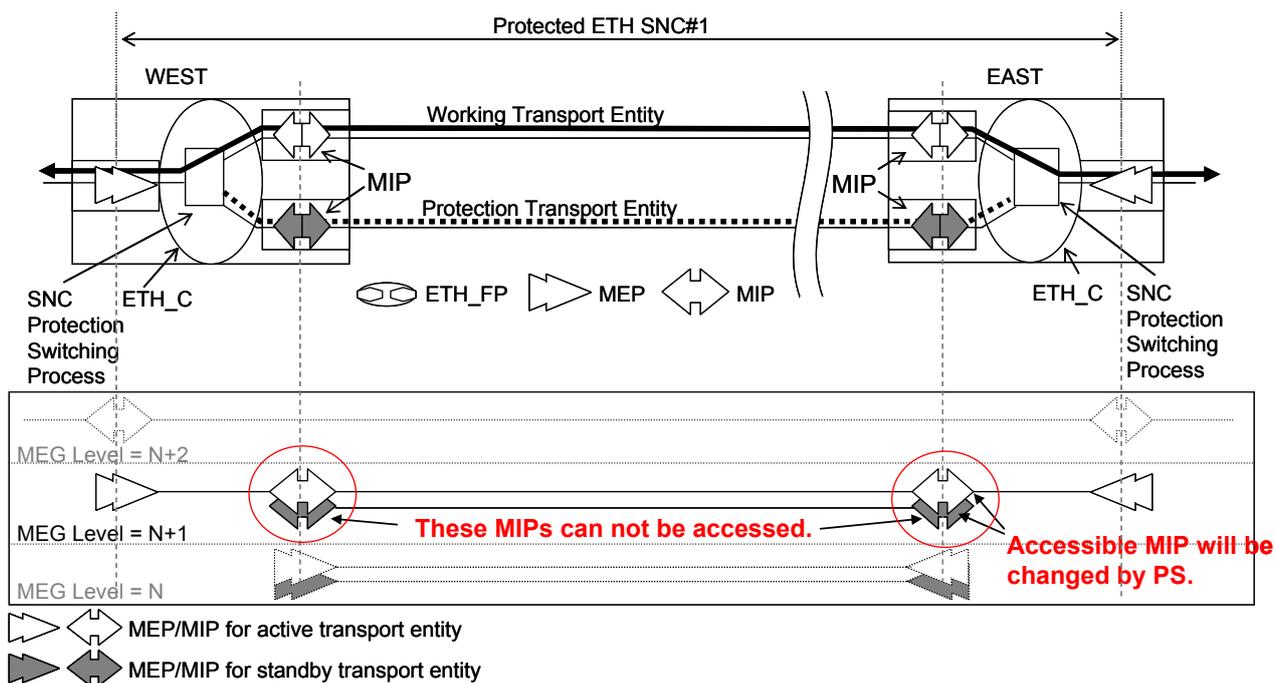


図 III.1/JT-G8031 –双方向プロテクション切替のためのMEPとMIP (ITU-T G.8031/Y.1342)

もし、1:1プロテクション切替が構成される場合、待機側のトランスポートエンティティにおけるMEGレベルN+1のMIPsは、同一のMEGに対してMEPsによってアクセスすることはできない。そして、アクセス可能なMIPsはプロテクション切替によって切替わるだろう。そのため、図III.1に示されるMEGレベルN+1のMIPsは不要であることが分かる。

図III.2は1+1片方向プロテクション切替環境のためのMEPsとMIPsの構成を示している。このケースでは、MEPとMIP間の要求/応答の通信を正しく行うことができない。そのため、図III.2に示されるMEGレベルN+1のMIPsは不要であることが分かる。

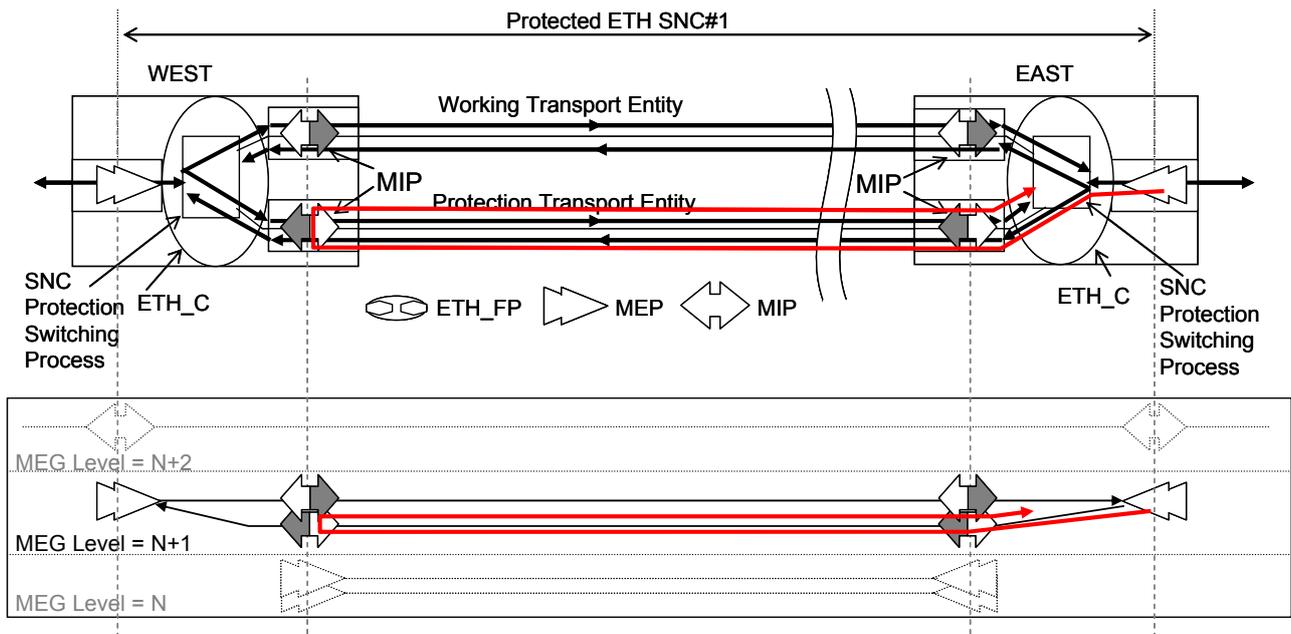


図 III.2/JT-G8031 – 1+1片方向プロテクション切替のためのMEPとMIP (ITU-T G.8031/Y.1342)

上述のように、ワーキングとプロテクション両方の伝送エンティティを監視するMEPのそれよりも高次のMEGレベルに対して、保護ドメイン内のどこにMIPを構成しても不要であることが分かる。

III.3 構成例

図III.3は有効なMEPとMIPの構成例を2つ示す。

図III.3の中段にある最初の例は、MEGレベルN+1においてMIPsは構成されないが、代わりにMEPsが構成される。このケースでは、MEGレベルN+1のMEGは保護ドメインを表す。

図III.3の下段に二つ目の例が示されている。この構成では、MIPsは保護ドメインの端点においてMEGレベルN+1内で構成される。

両例で示されるMEPsとMIPsは、それぞれが同じ保護ドメイン内で構成されないため、アクセス可能である。

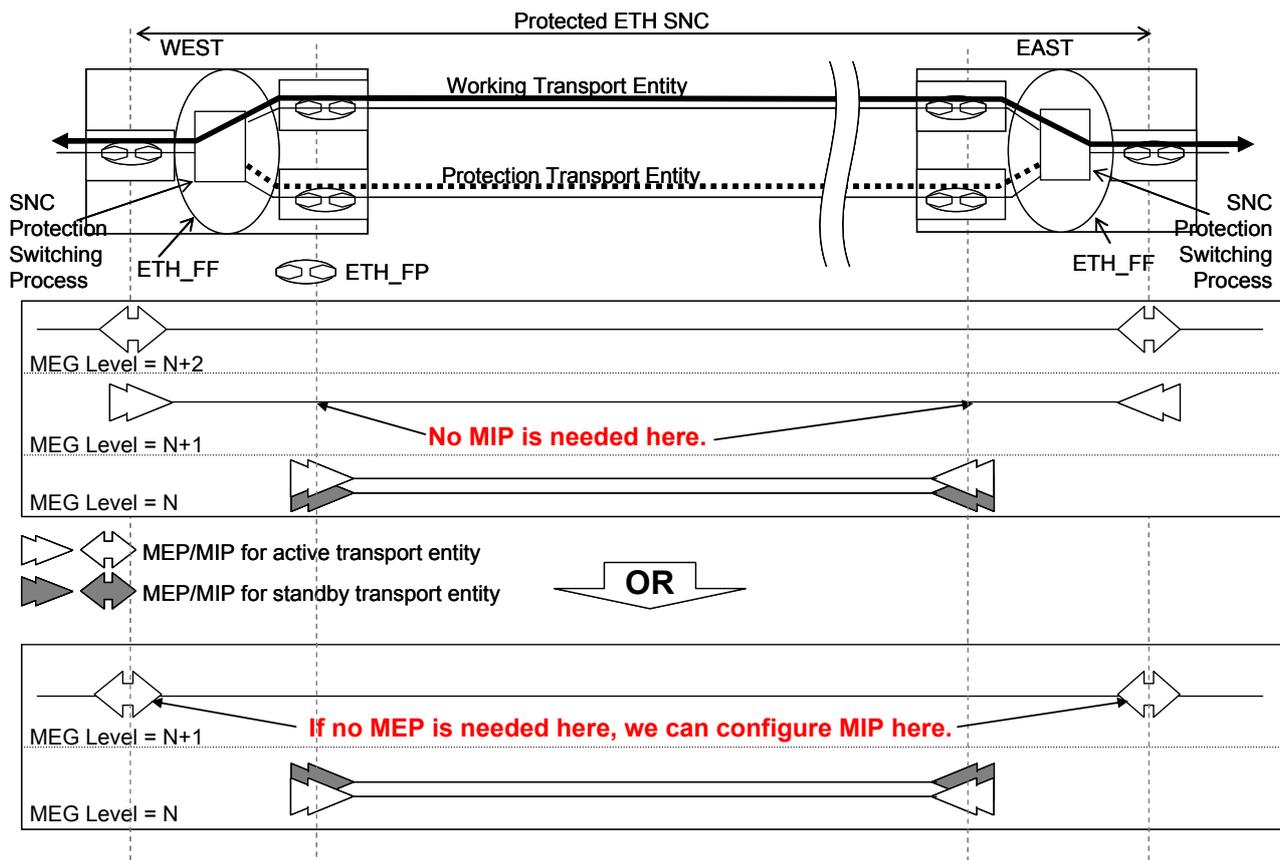


図 III.3/JT-G8031 –プロテクション切替環境のためのMEPとMIPの構成例(ITU-T G.8031/Y.1342)

付録 IV SDLを用いた状態遷移図

IV.1 はじめに

本付録では、付属資料Aで定義された状態遷移について、SDLを用いた図を提供する。

IV.2 SDL図

IV.2.1 1:1 双方向プロテクション切替

下記の図は、切り戻しモードおよび非切り戻しモードの両方について、1:1双方向プロテクション切替の状態遷移を定義する。

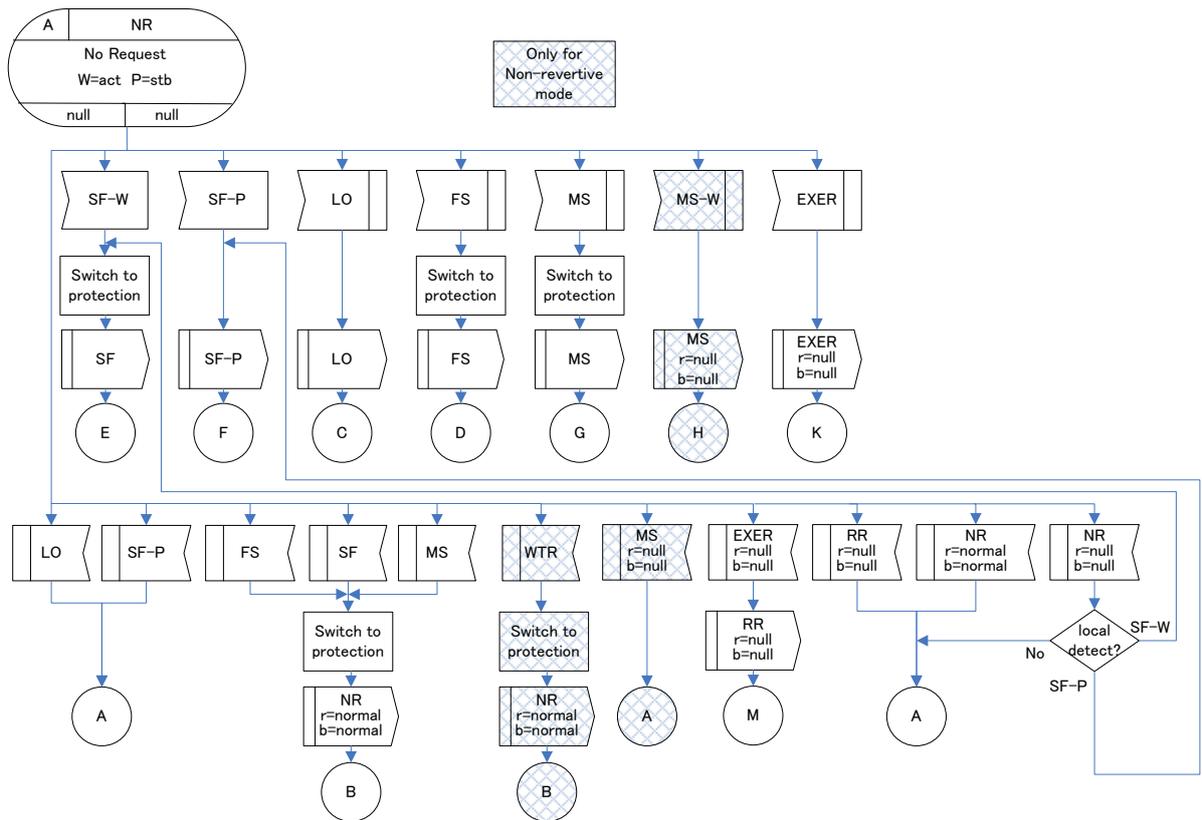


図 IV.1/JT-G8031 – 1:1双方向プロテクション切替におけるNR(r/b=null)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

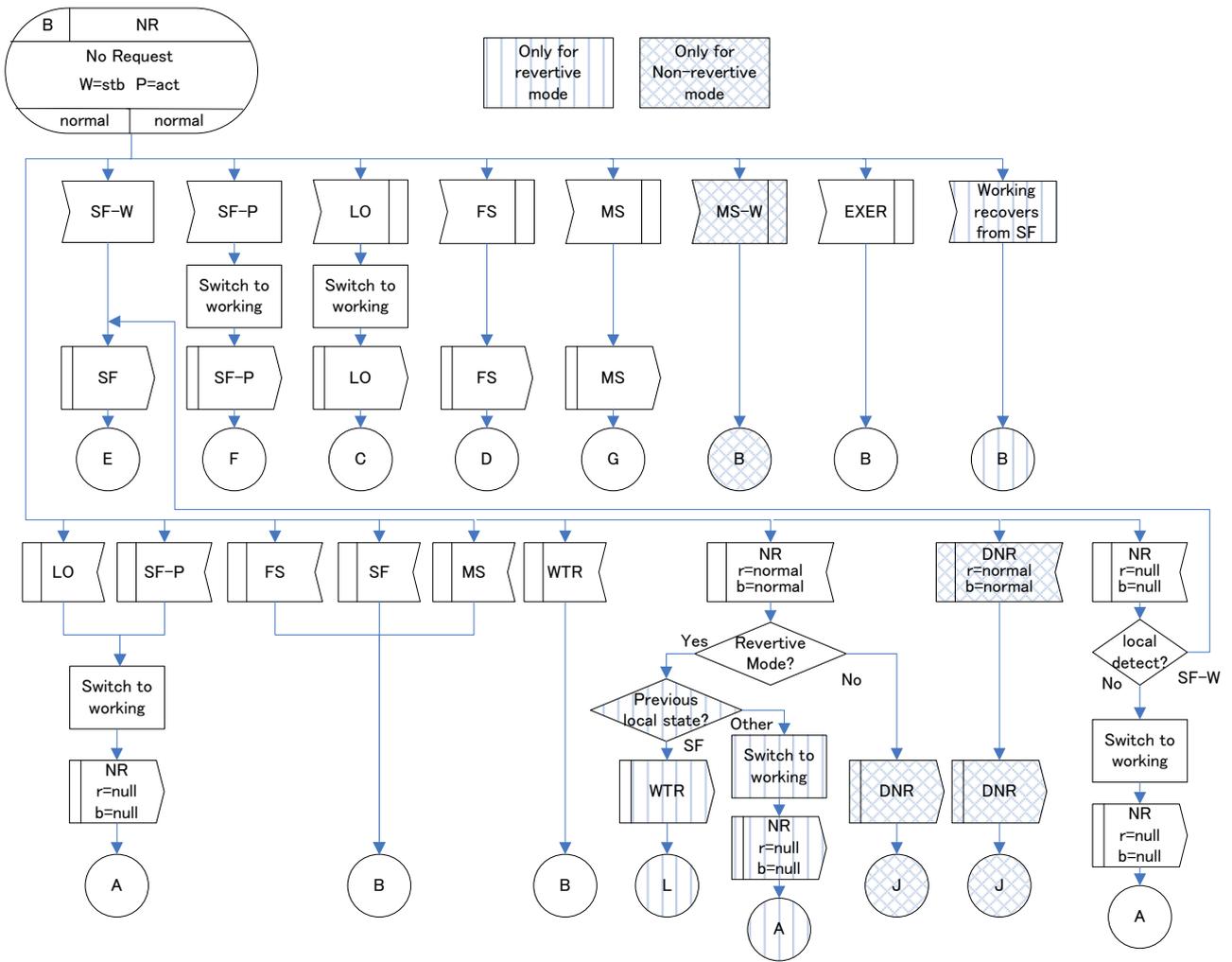


図 IV.2/JT-G8031 - 1:1双方向プロテクション切替におけるNR(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

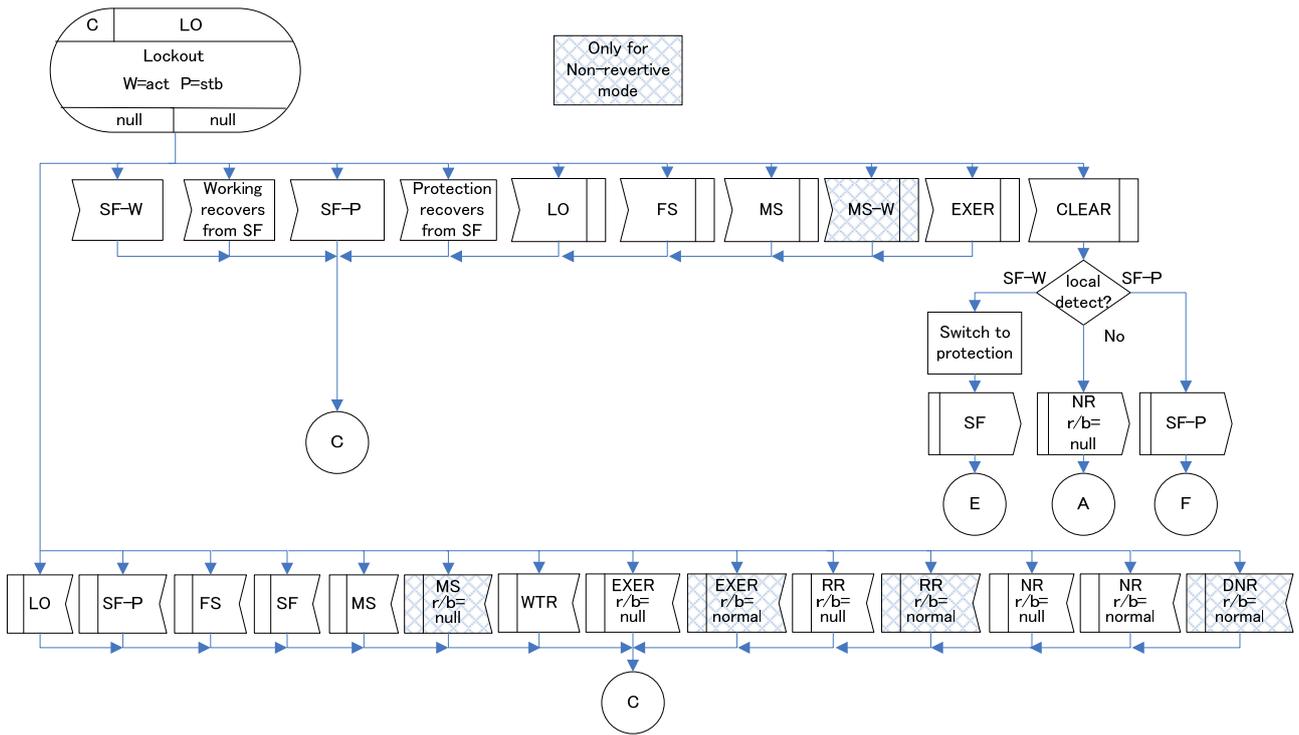


図 IV.3/JT-G8031 – 1:1双方向プロテクション切替におけるLO (ITU-T G.8031/Y.1342)

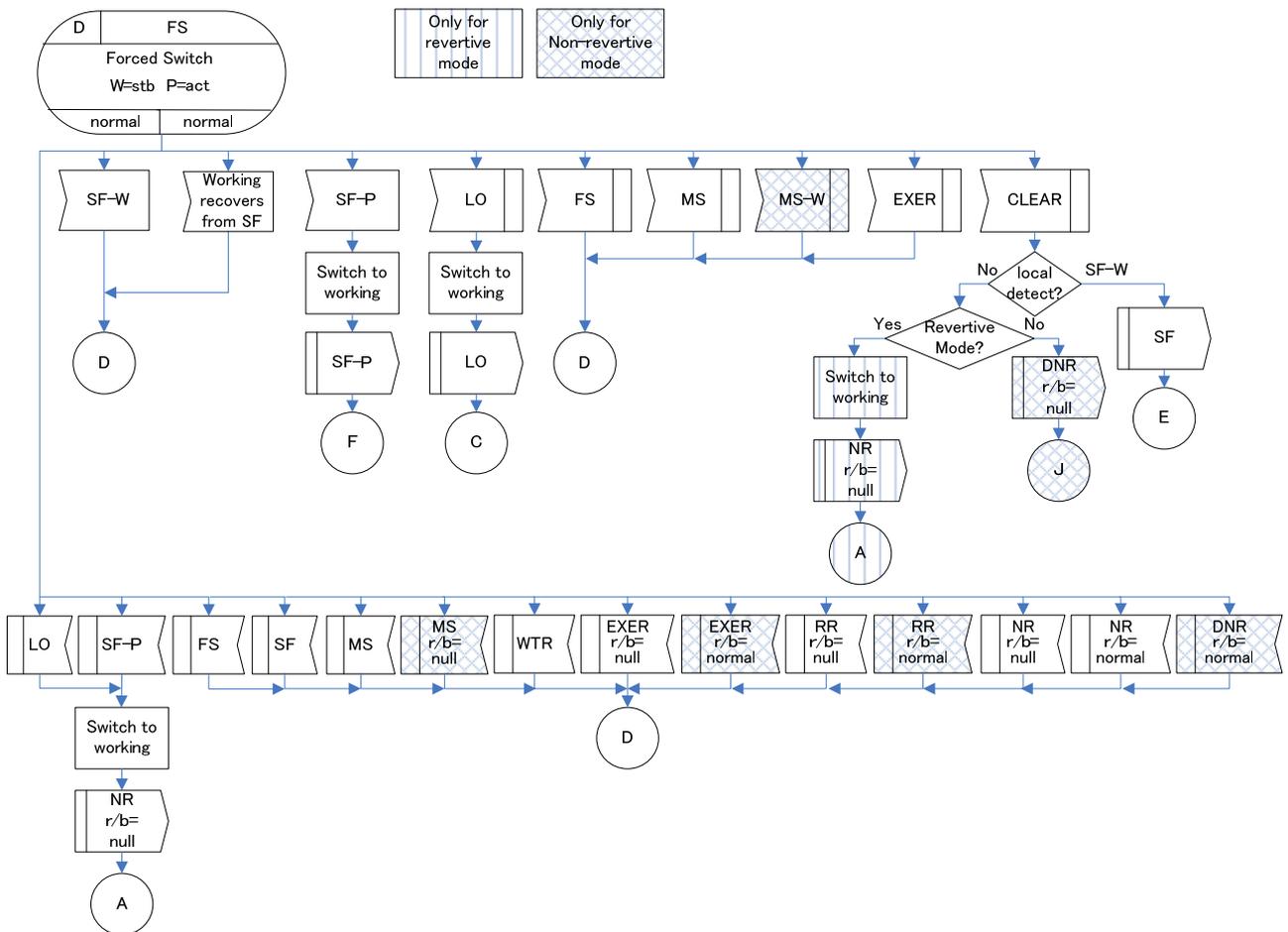


図 IV.4/JT-G8031 – 1:1双方向プロテクション切替におけるFS(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

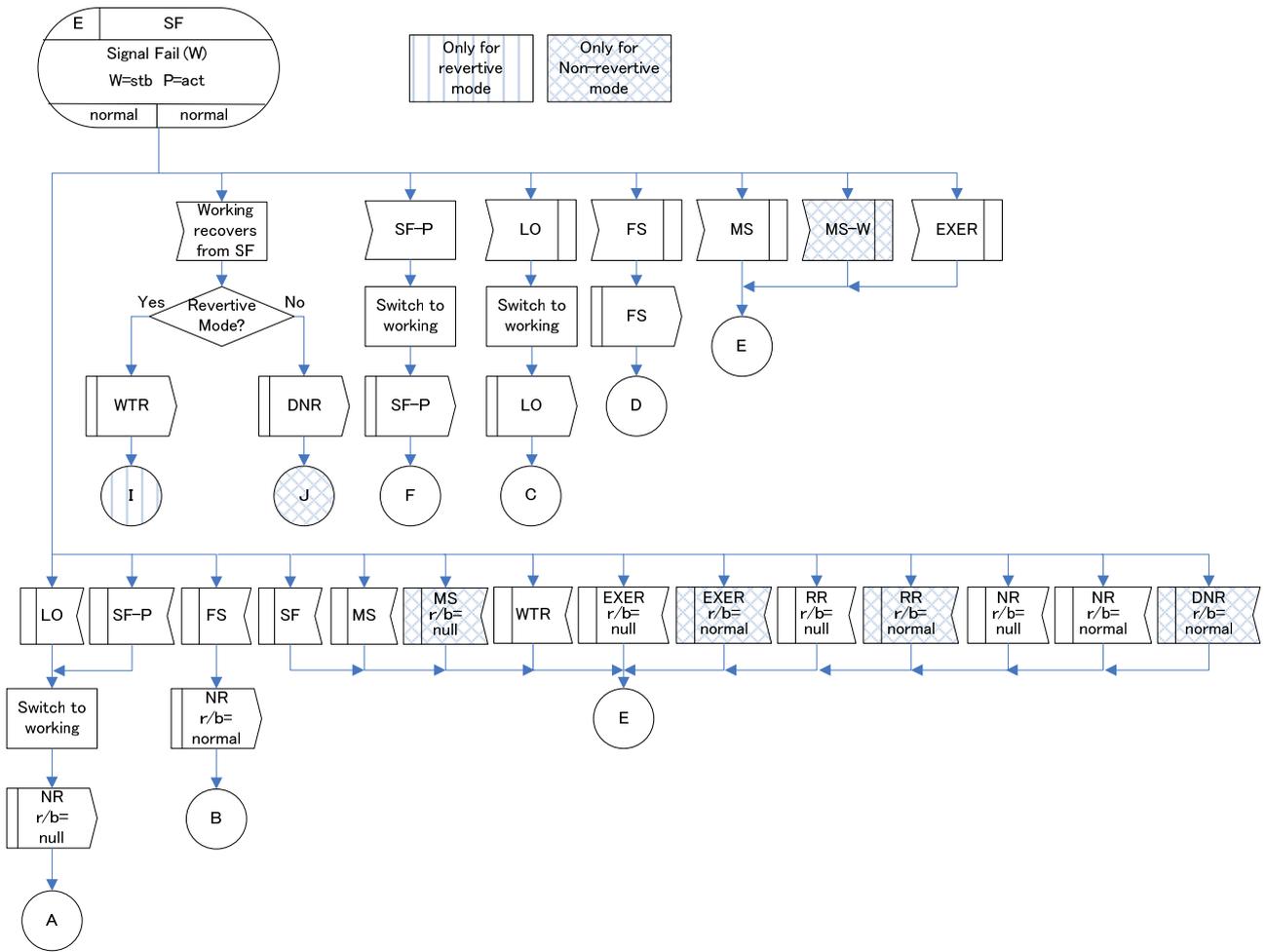


図 IV.5/JT-G8031 - 1:1双方向プロテクション切替におけるSF(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

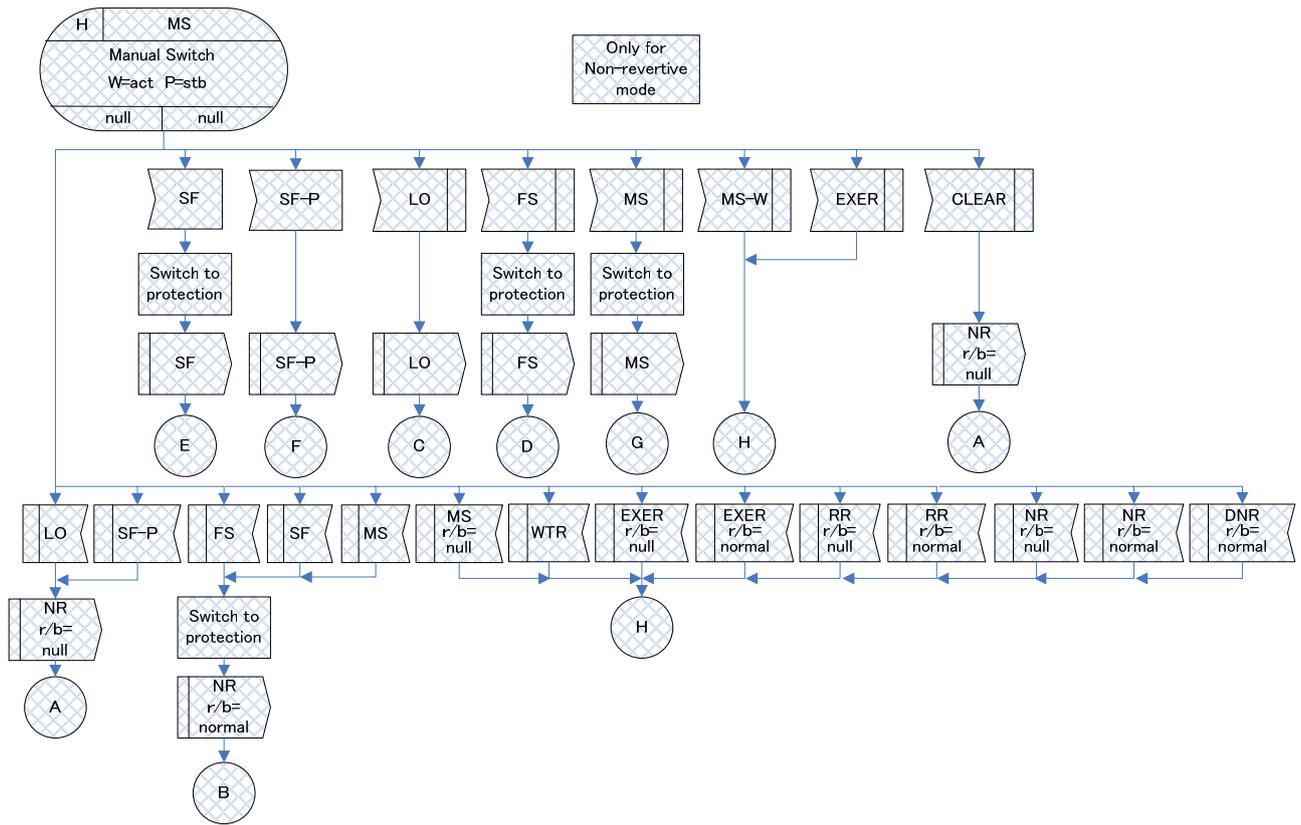


図 IV.8/JT-G8031 -1:1双方向プロテクション切替におけるMS(r/b=null)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

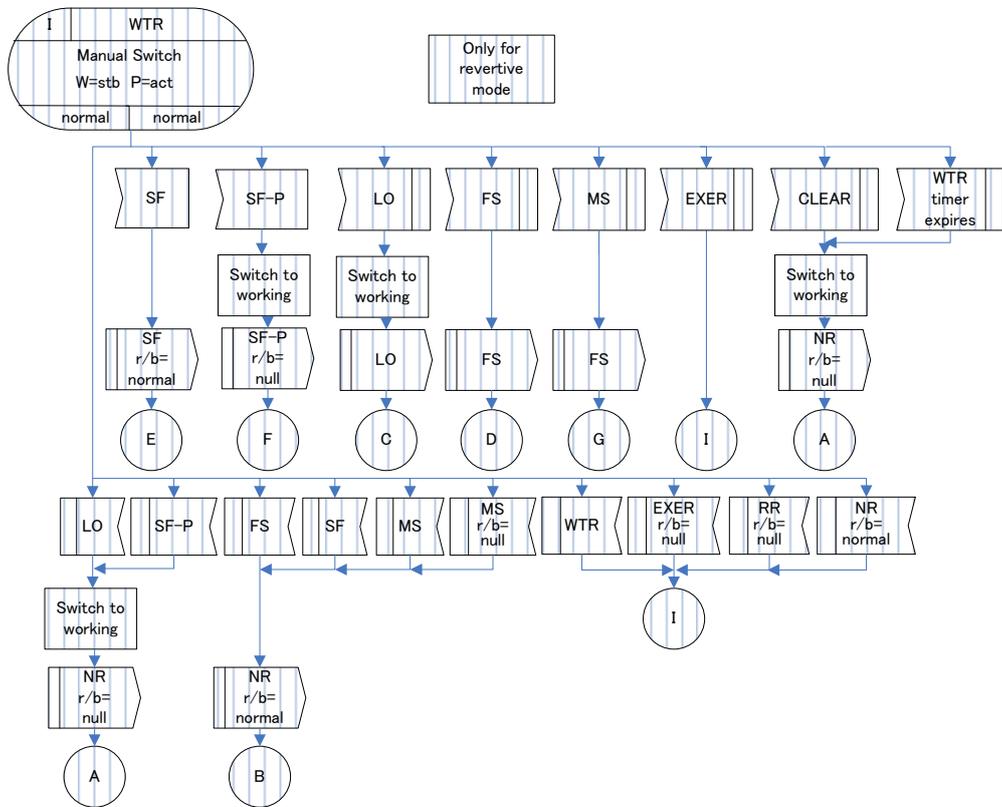


図 IV.9/JT-G8031 - 1:1双方向プロテクション切替におけるWTR(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

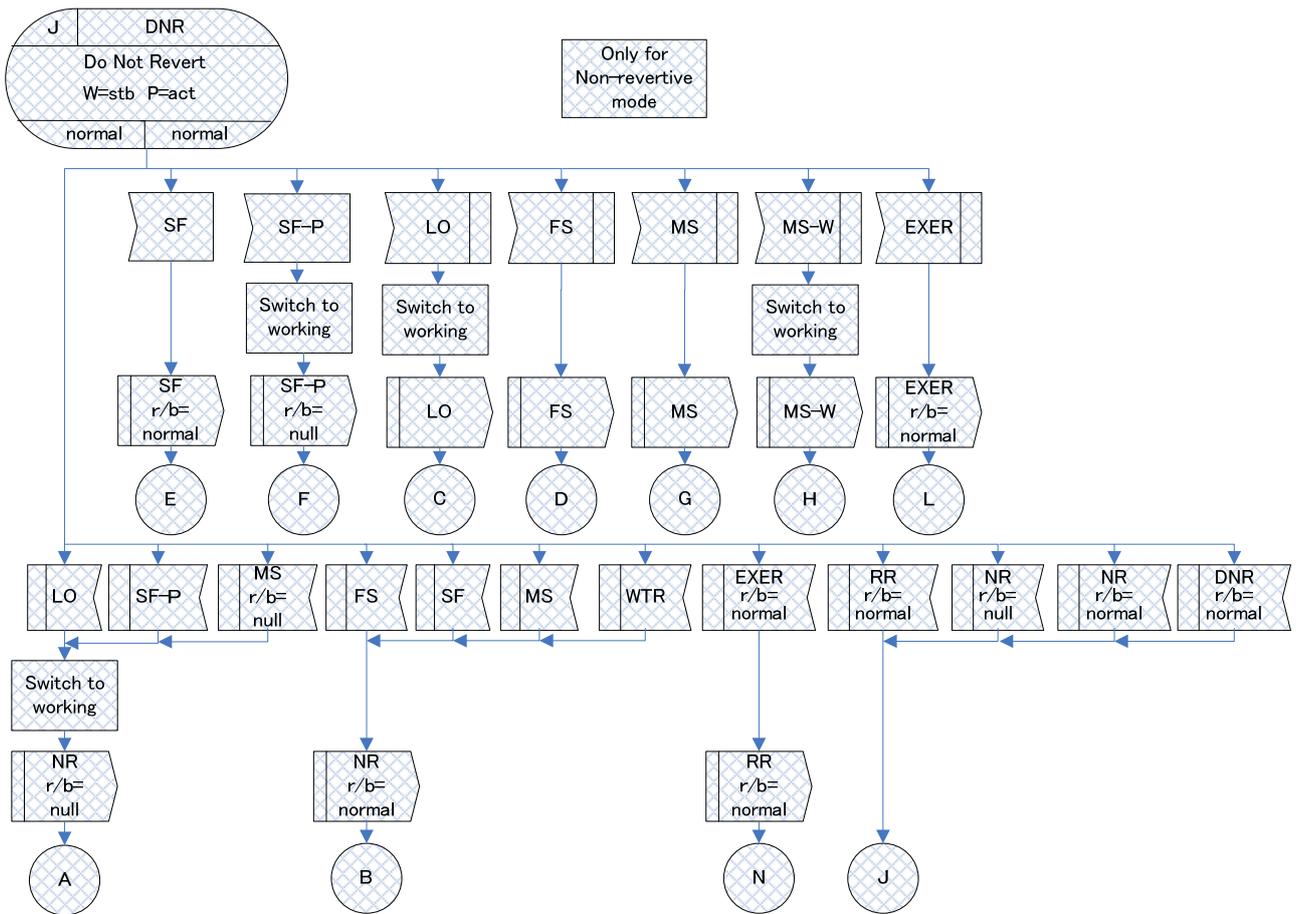


図 IV.10/JT-G8031 – 1:1双方向プロテクション切替におけるDNR(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

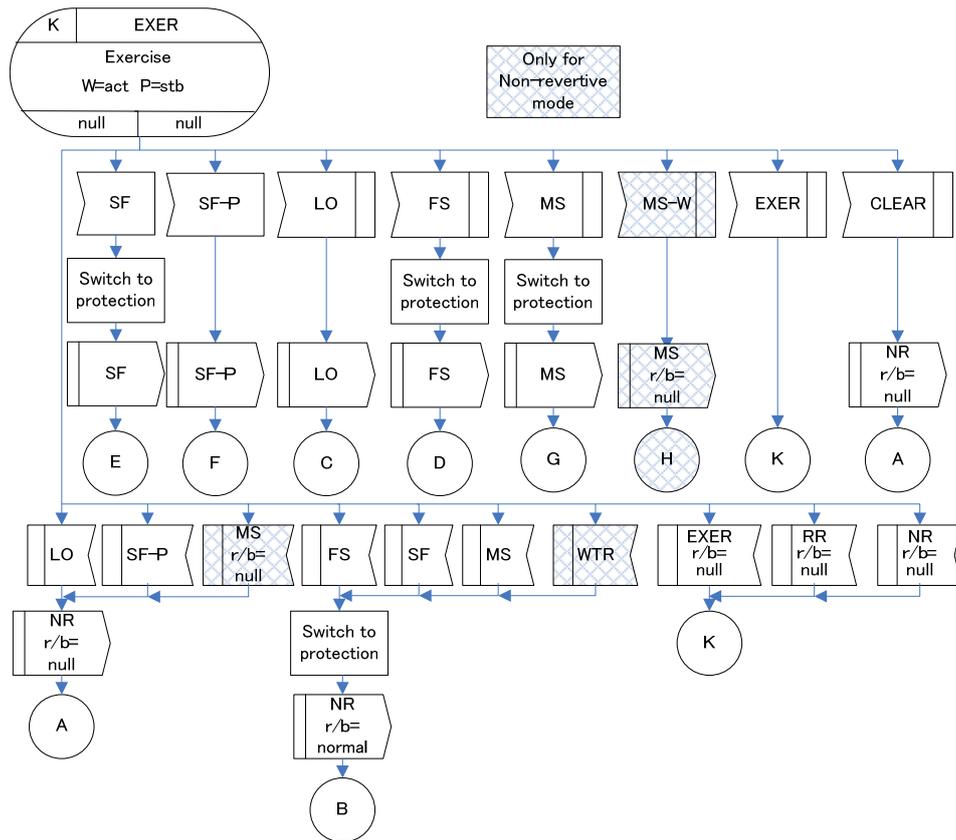


図 IV.11/JT-G8031 - 1:1双方向プロテクション切替におけるEXER(r/b=null)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

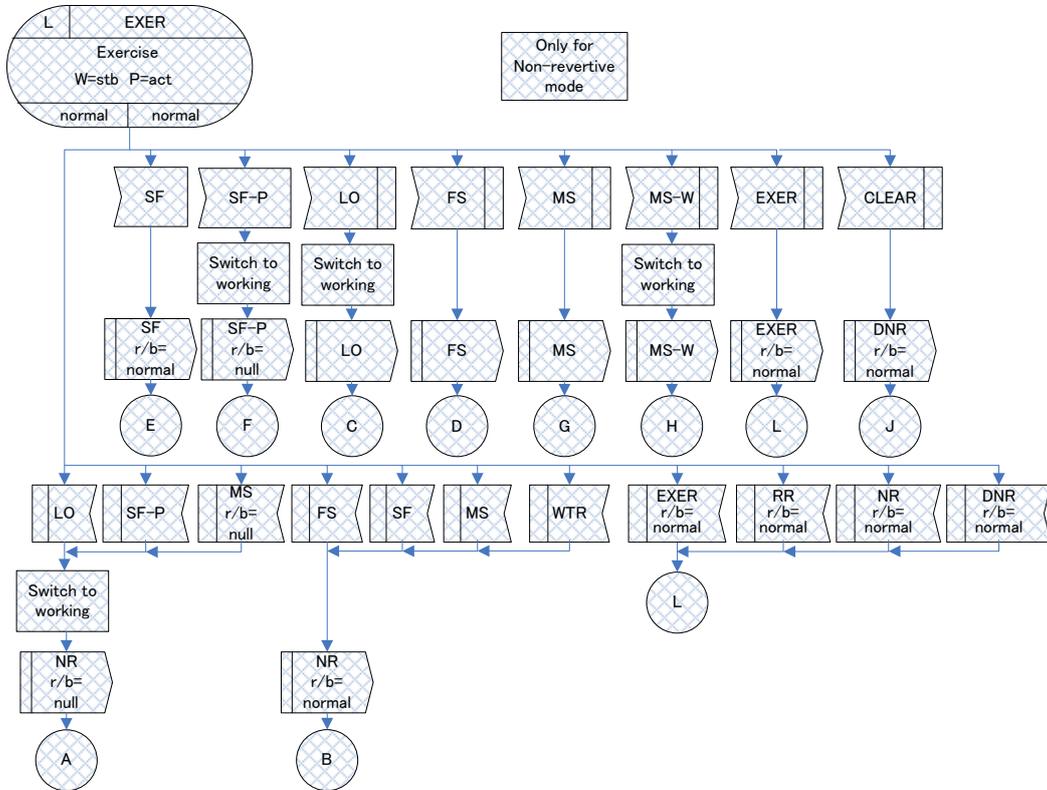


図 IV.12/JT-G8031 - 1:1双方向プロテクション切替におけるEXER(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

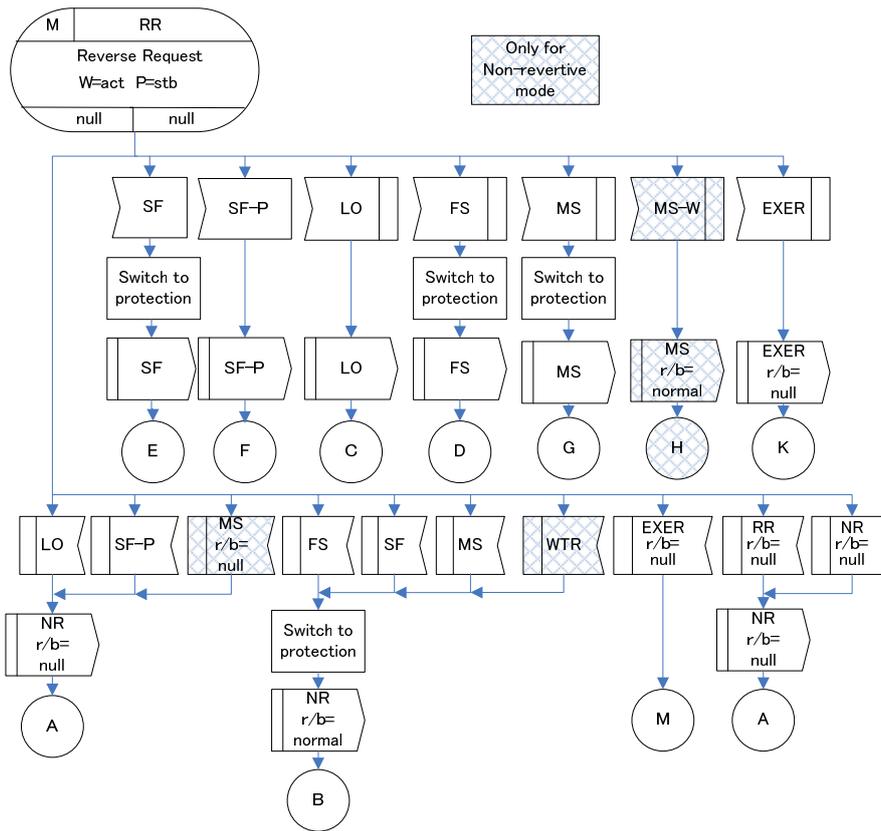


図 IV.13/JT-G8031 – 1:1双方向プロテクション切替におけるRR(r/b=null)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

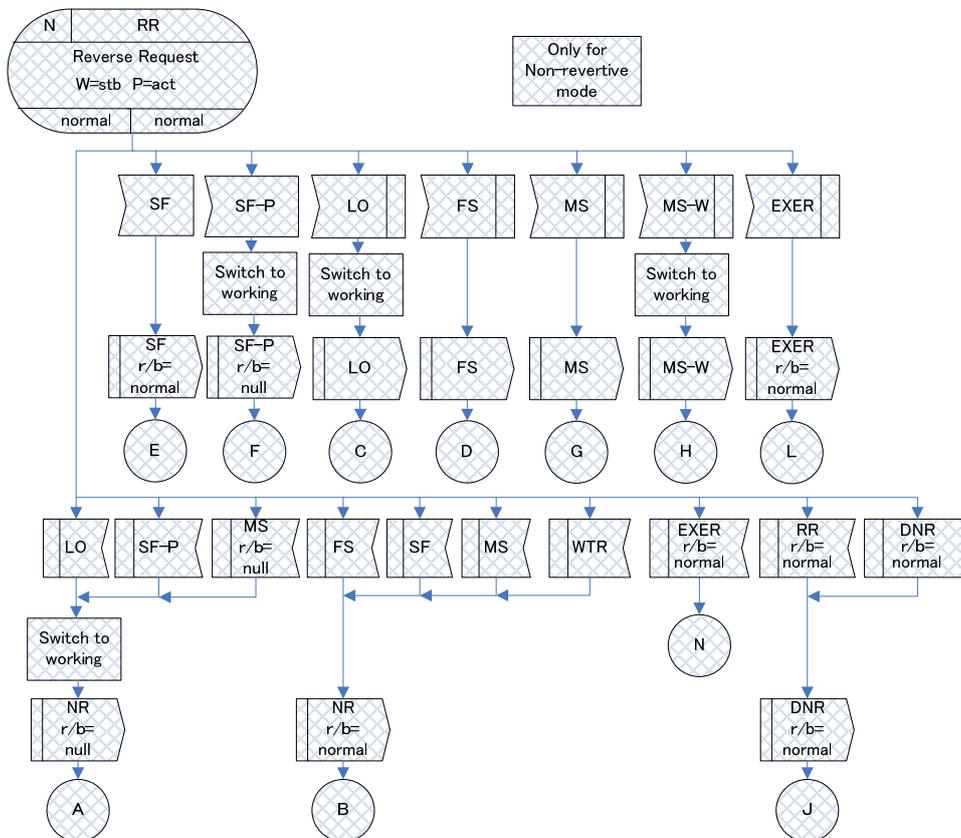


図 IV.14/JT-G8031 – 1:1双方向プロテクション切替におけるRR(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

IV.2.2 1+1双方向プロテクション切替

下記の図は、切り戻しモードおよび非切り戻しモードの両方について、1+1双方向プロテクション切替の状態遷移を定義する。

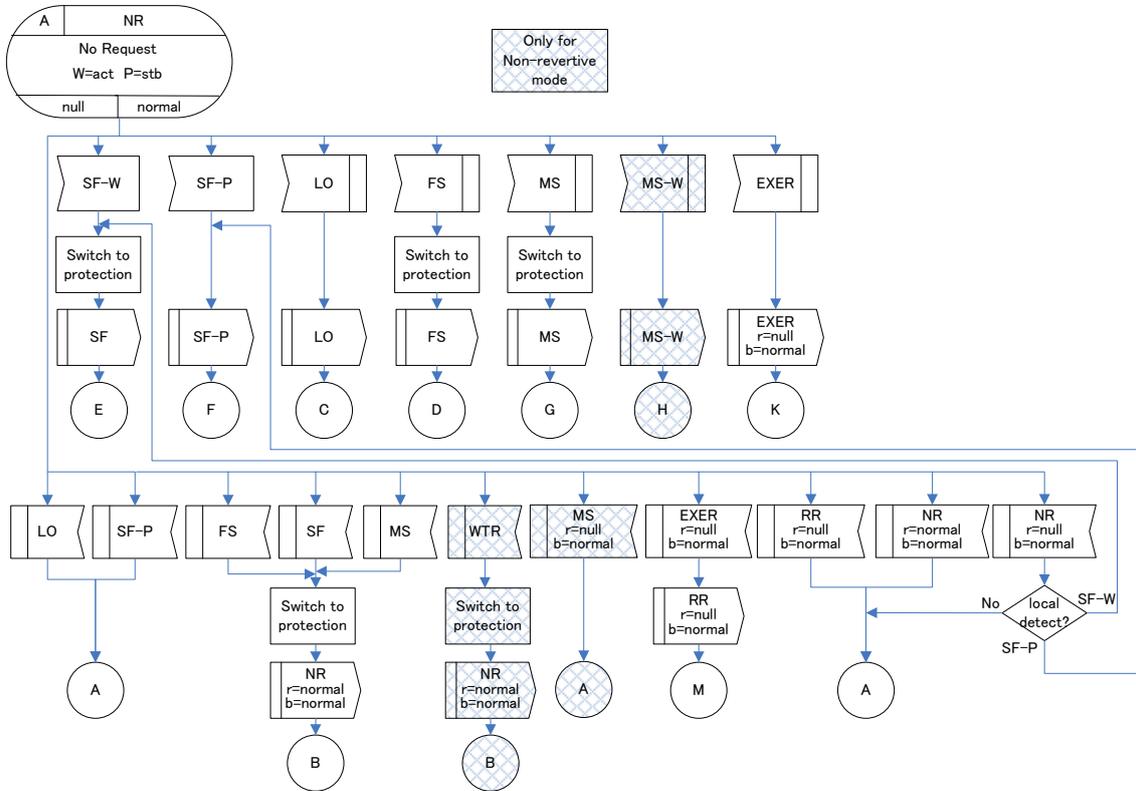


図 IV.15/JT-G8031 - 1+1双方向プロテクション切替におけるNR(r=null, b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

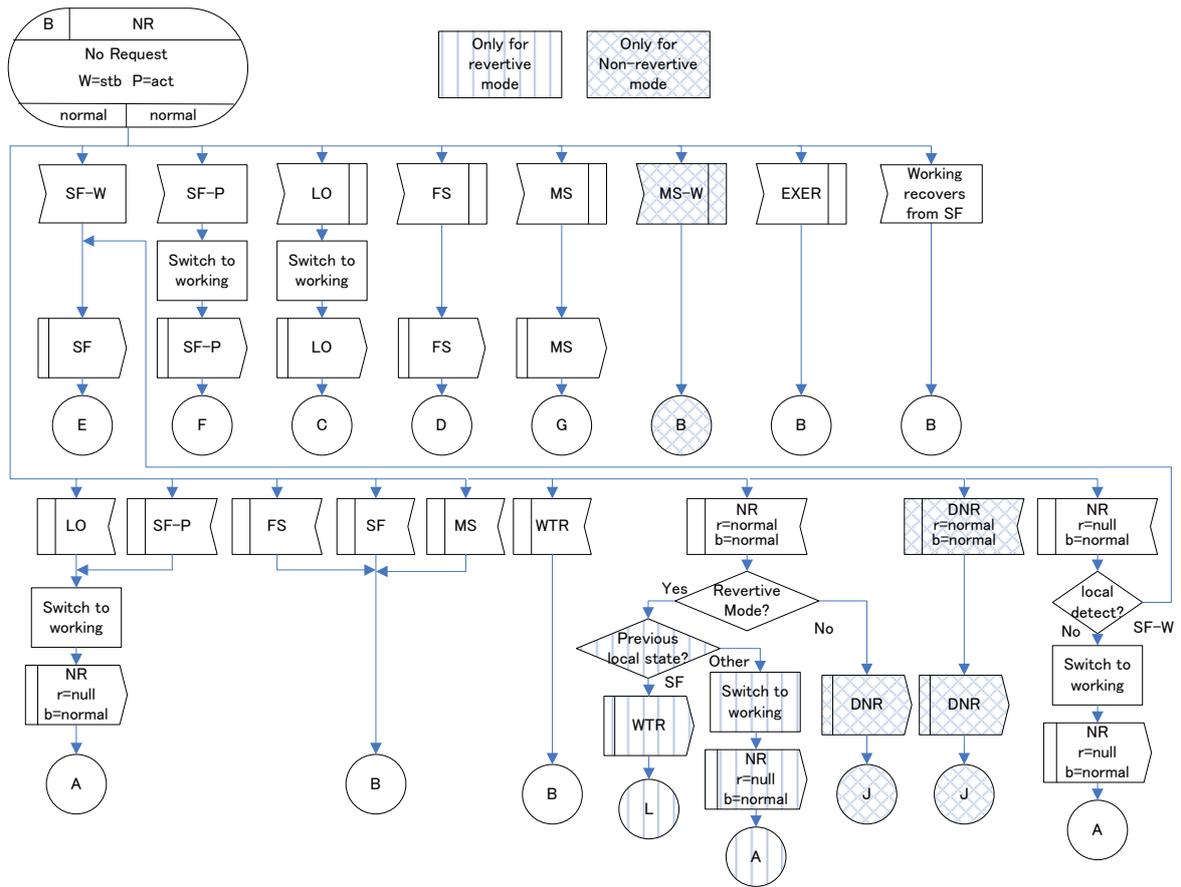


図 IV.16/JT-G8031 - 1+1双方向プロテクション切替におけるNR(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

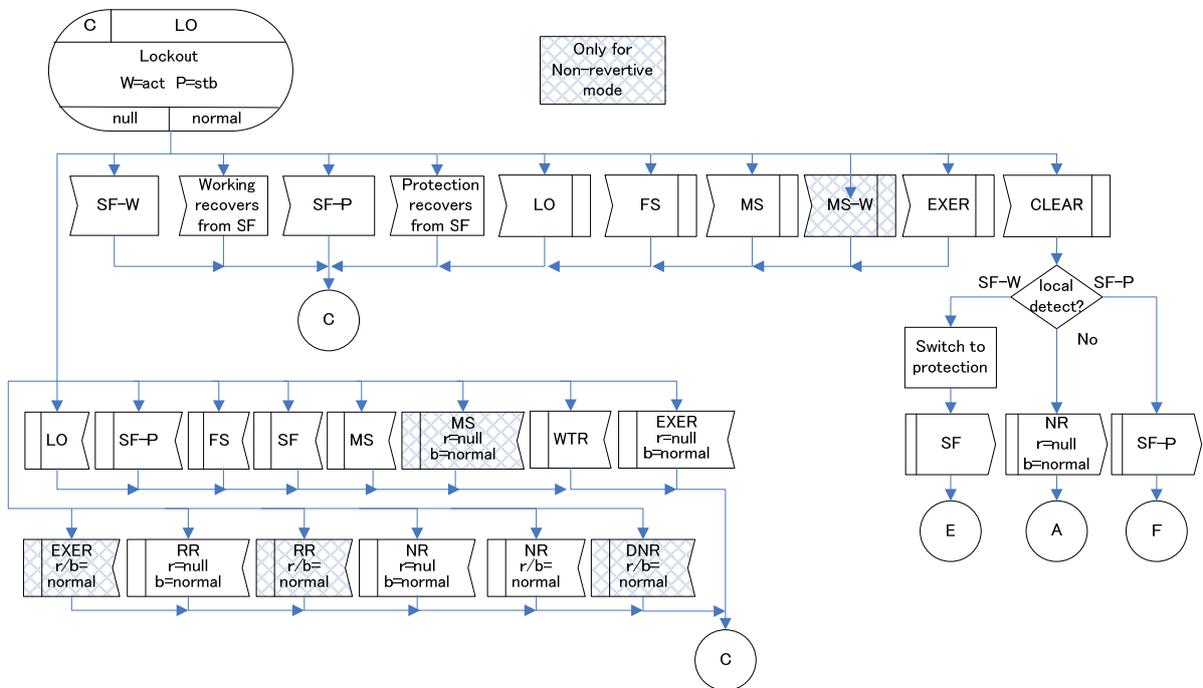


図 IV.17/JT-G8031 - 1+1双方向プロテクション切替におけるLO(r=null, b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

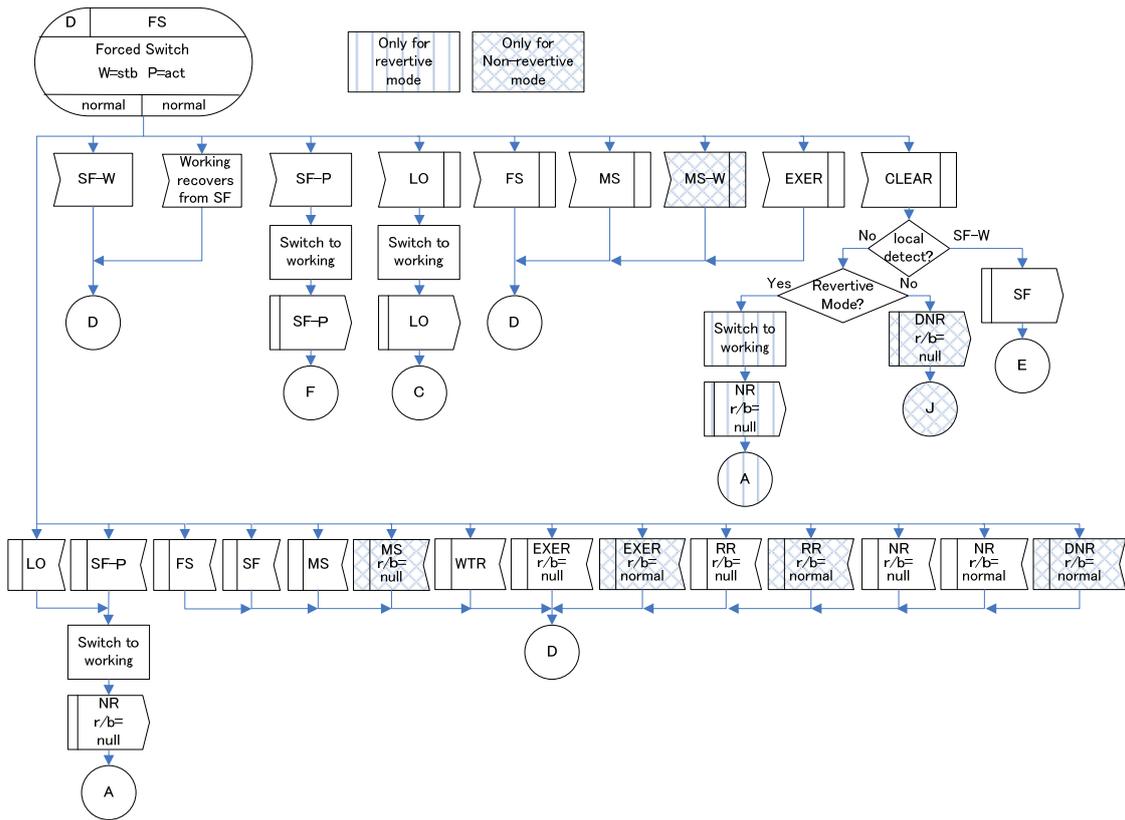


図 IV.18/JT-G8031 - 1+1双方向プロテクション切替におけるFS(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

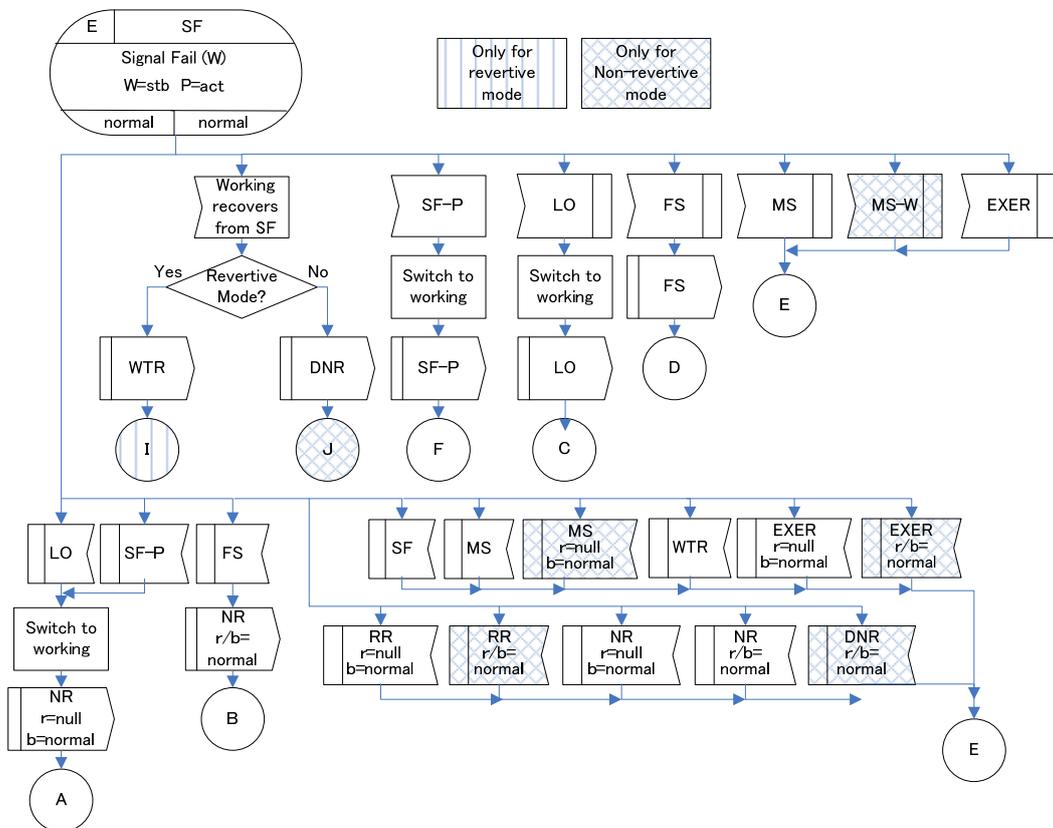


図 IV.19/JT-G8031 - 1+1双方向プロテクション切替におけるSF(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

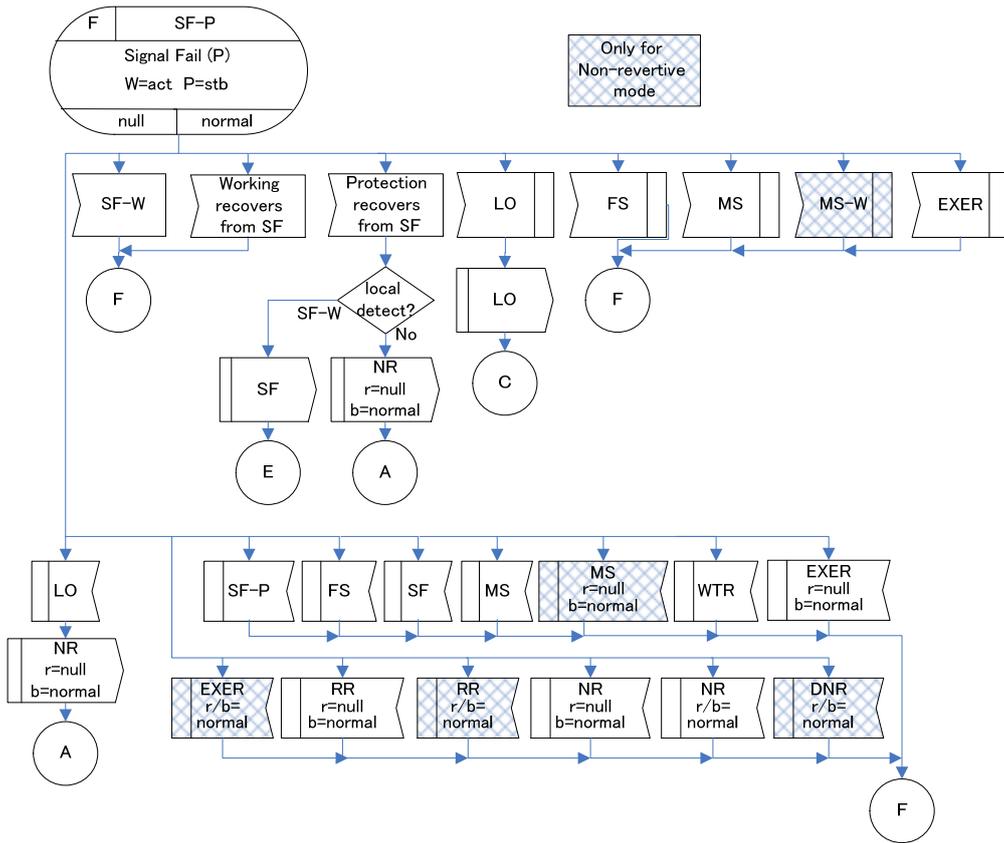


図 IV.20/JT-G8031 - 1+1双方向プロテクション切替におけるSF-P(r=null, b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

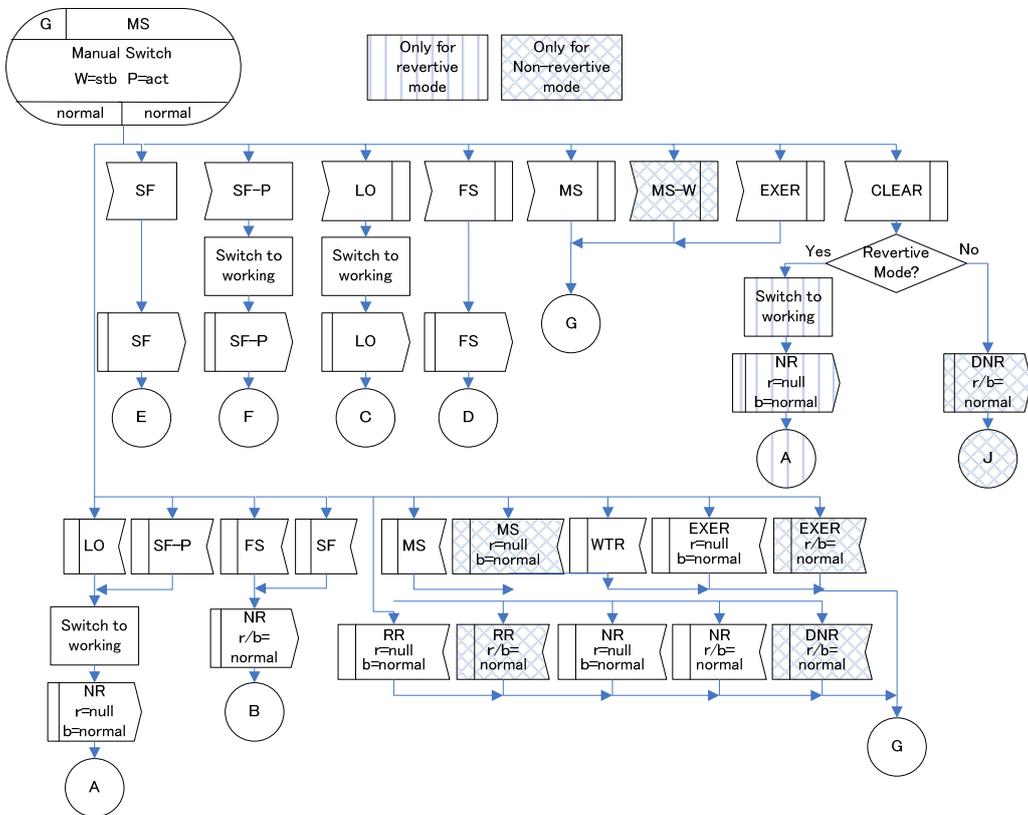


図 IV.21/JT-G8031 - 1+1双方向プロテクション切替におけるMS(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

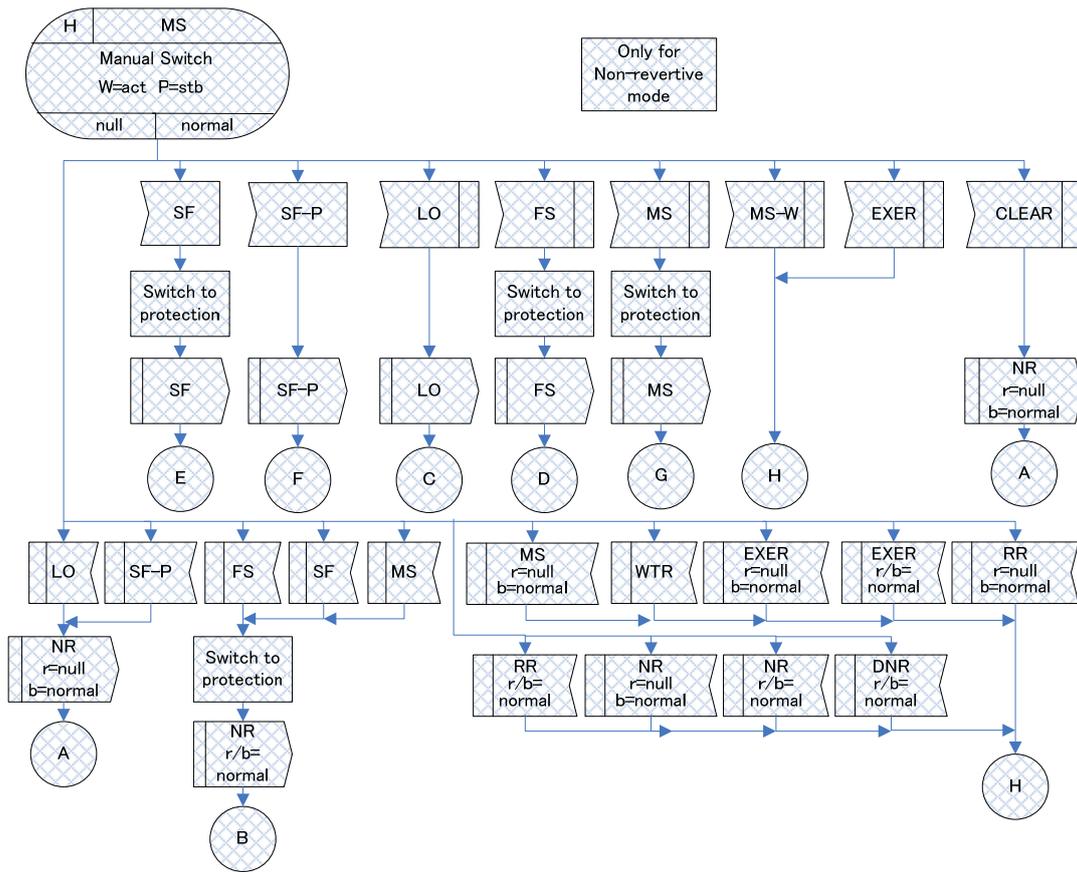


図 IV.22/JT-G8031 – 1+1双方向プロテクション切替におけるMS(r=null, b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

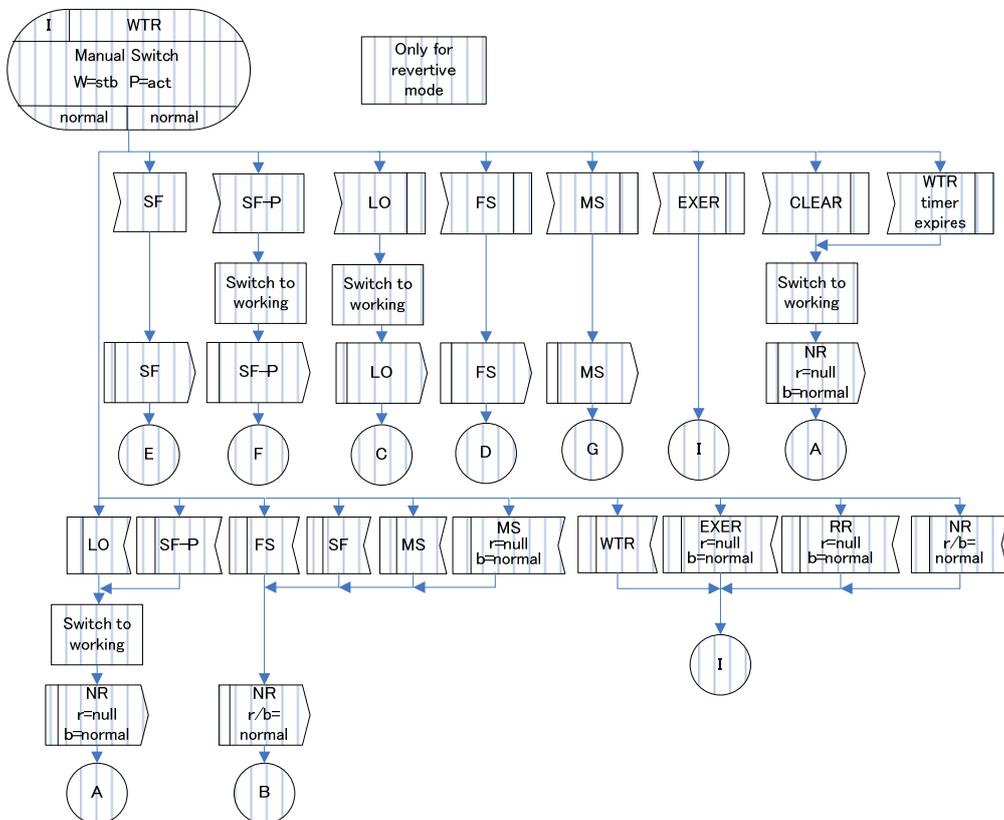


図 IV.23/JT-G8031 – 1+1双方向プロテクション切替におけるWTR(r=b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

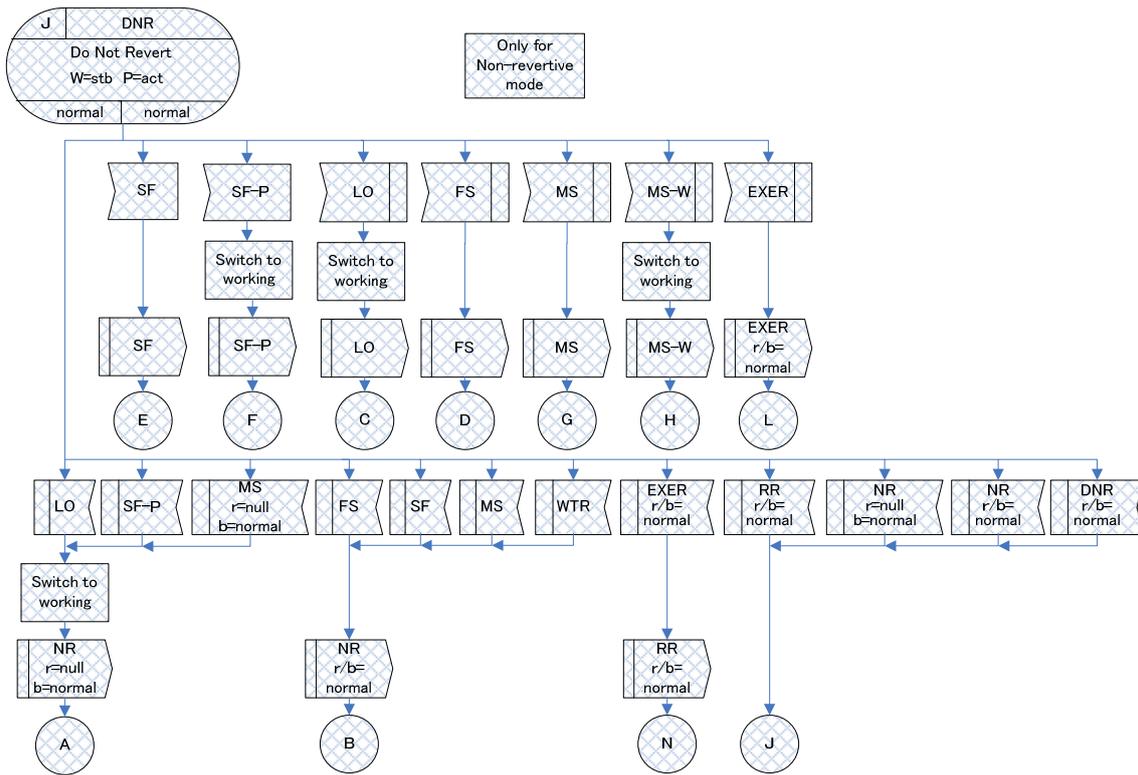


図 IV.24/JT-G8031 - 1+1 双方向プロテクション切替における DNR(r/b=normal) 状態 (ITU-T G.8031/Y.1342)

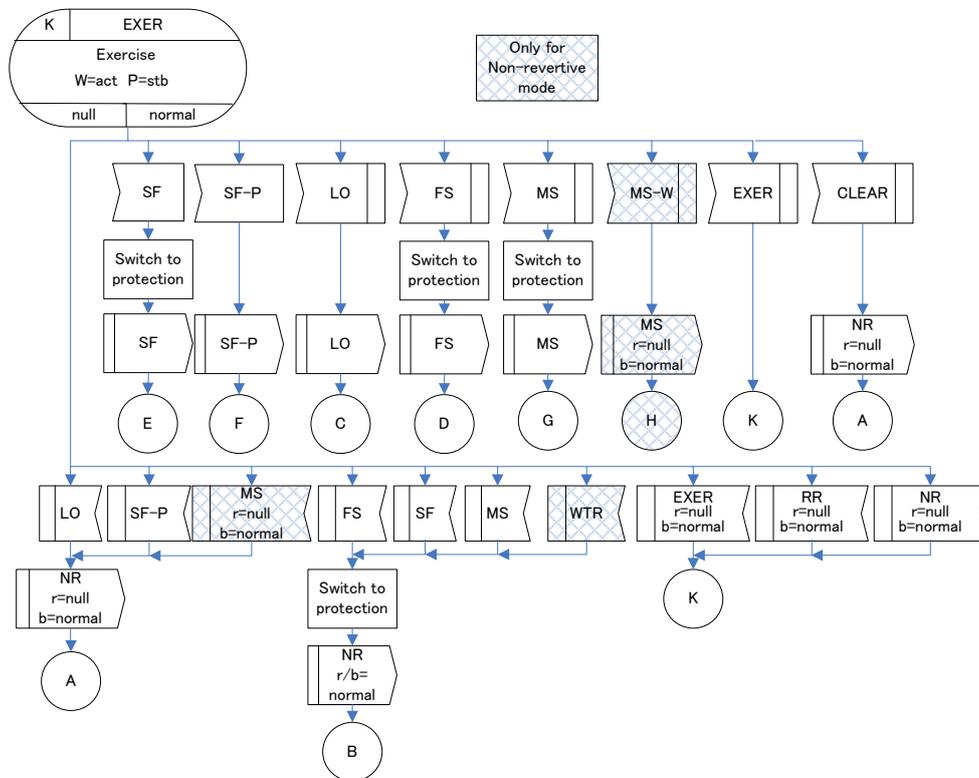


図 IV.25/JT-G8031 - 1+1 双方向プロテクション切替における EXER(r=null, b=normal) 状態 (ITU-T G.8031/Y.1342)

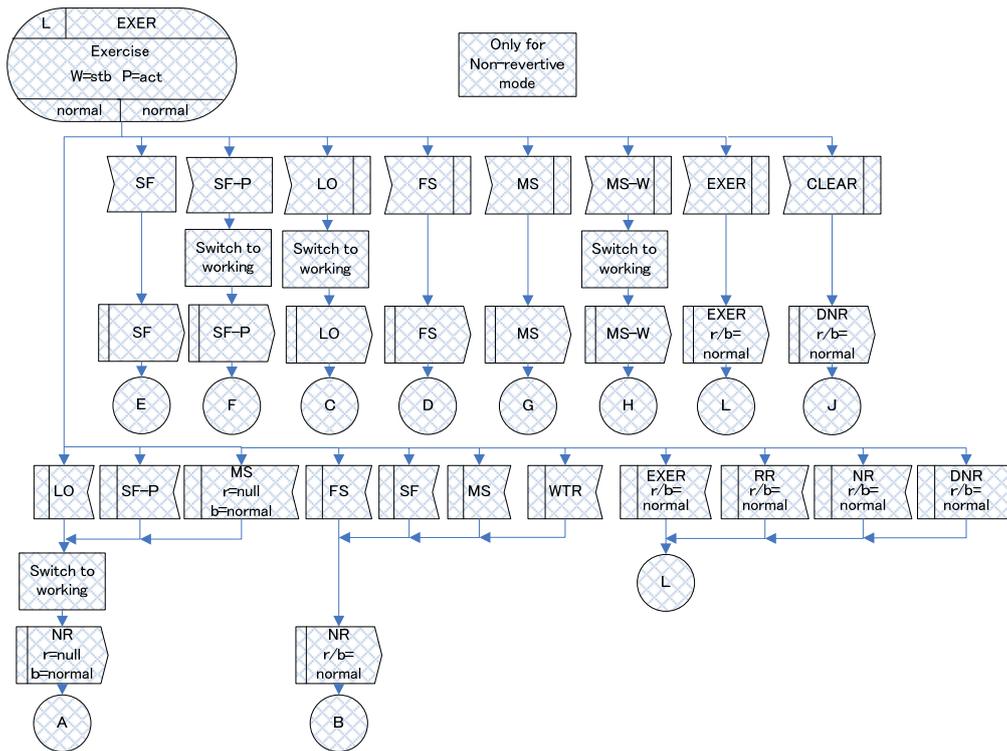


図 IV.26/JT-G8031 - 1+1双方向プロテクション切替におけるEXER(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

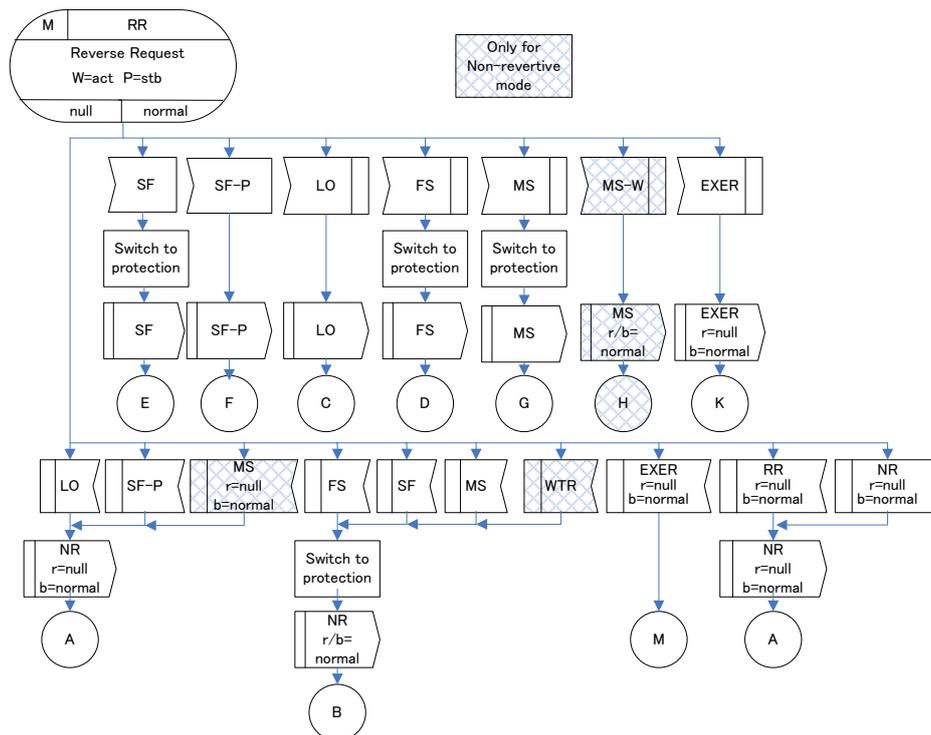


図 IV.27/JT-G8031 - 1+1双方向プロテクション切替におけるRR(r=null, b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

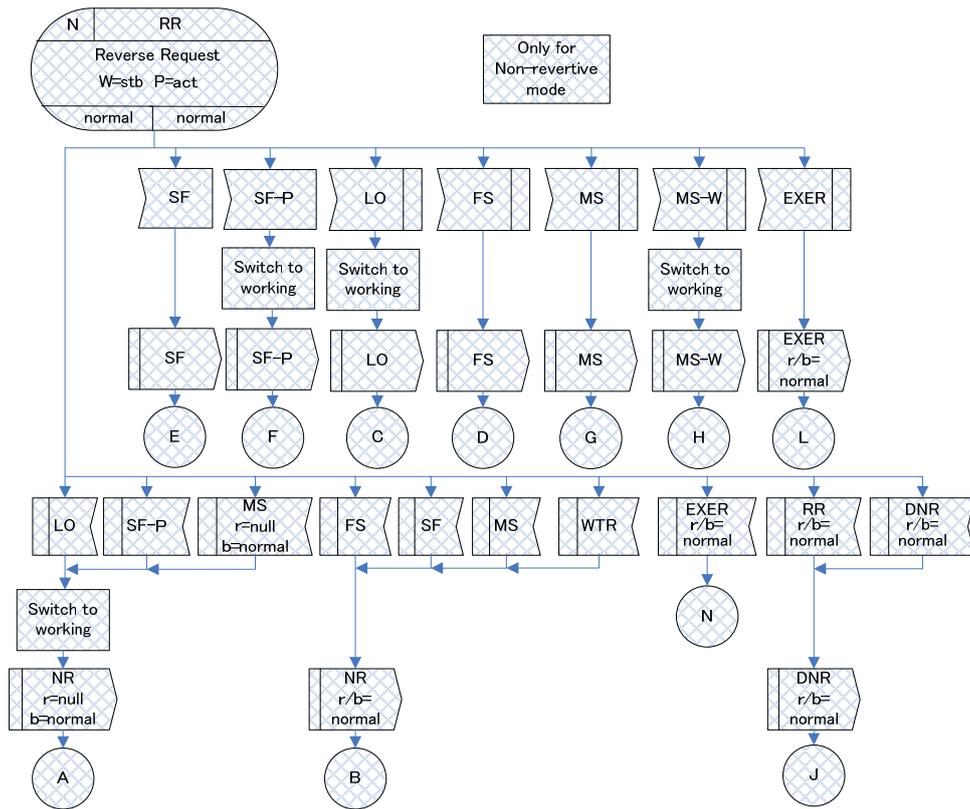


図 IV.28/JT-G8031 – 1+1双方向プロテクション切替におけるRR(r/b=normal)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

IV.2.3 1+1片方向プロテクション切替

下記の図は、切り戻しモードおよび非切り戻しモードの両方について、1+1片方向プロテクション切替の状態遷移を定義する。

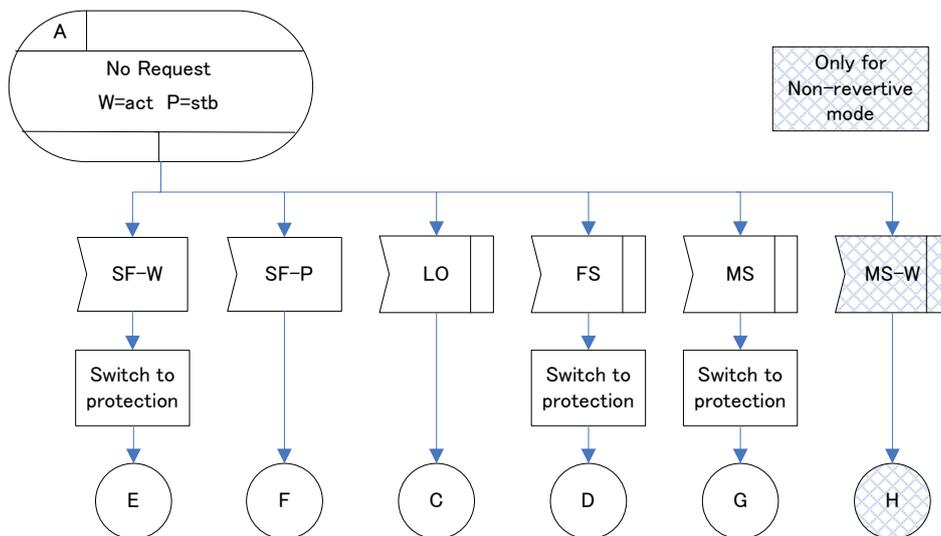


図 IV.29/JT-G8031 – 1+1片方向プロテクション切替におけるNR(W=act / P=stb)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

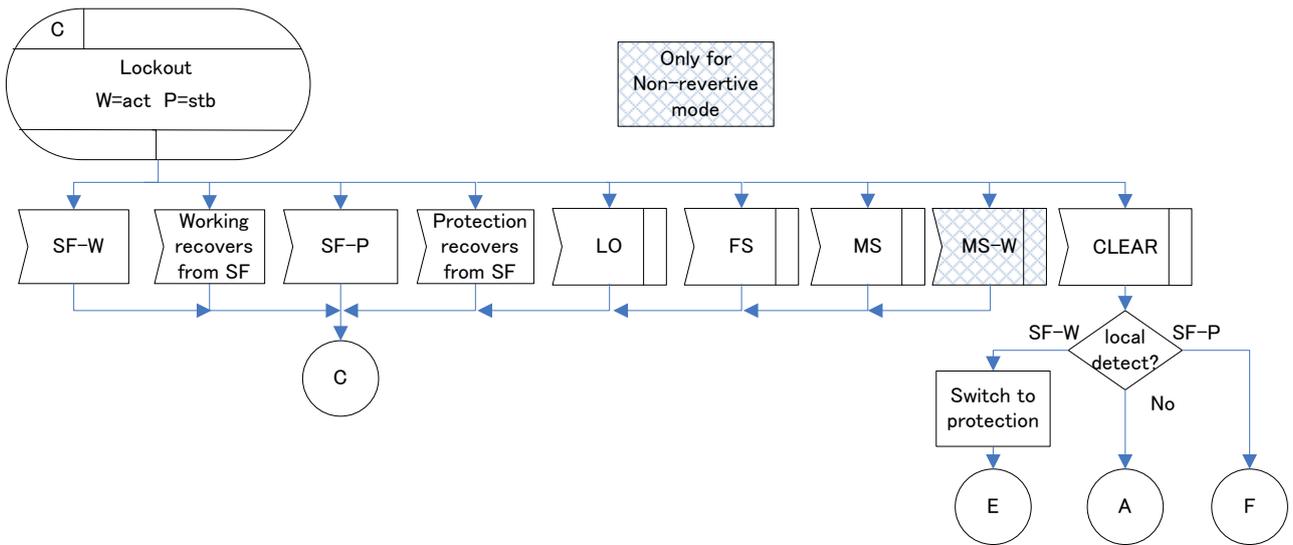


図 IV.30/JT-G8031 – 1+1片方向プロテクション切替におけるLO(W=act / P=stb)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

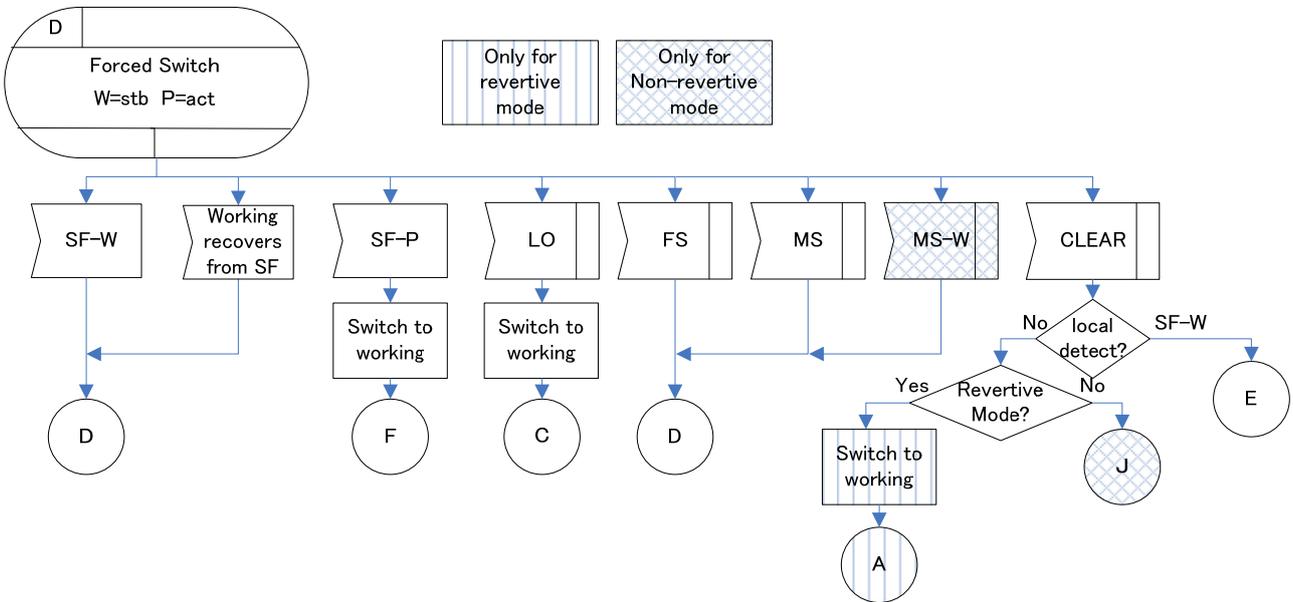


図 IV.31/JT-G8031 – 1+1片方向プロテクション切替におけるFS(W=stb / P=act)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

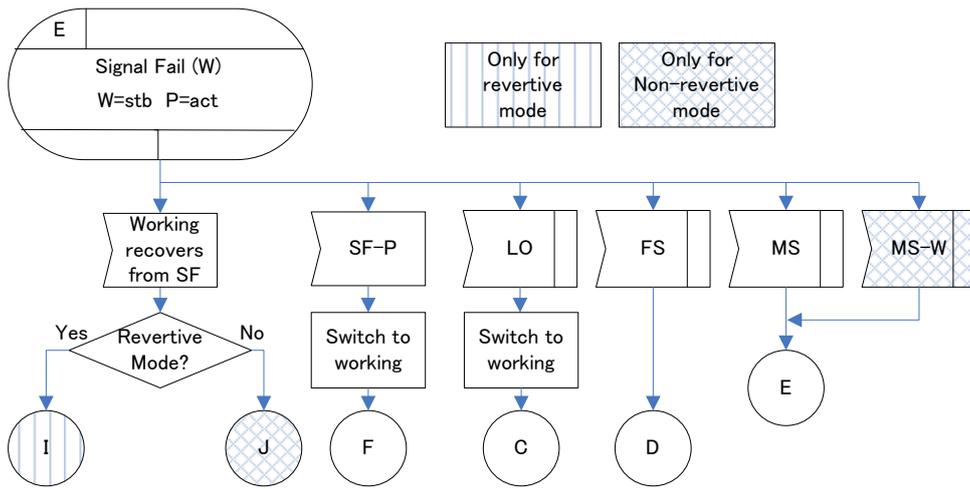


図 IV.32/JT-G8031 -1+1片方向プロテクション切替におけるSF(W=stb / P=act)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

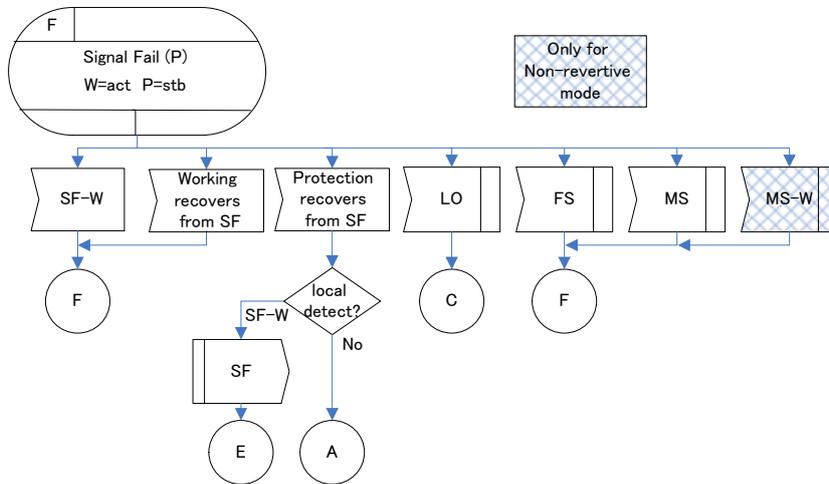


図 IV.33/JT-G8031 -1+1片方向プロテクション切替におけるSF-P(W=act / P=stb)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

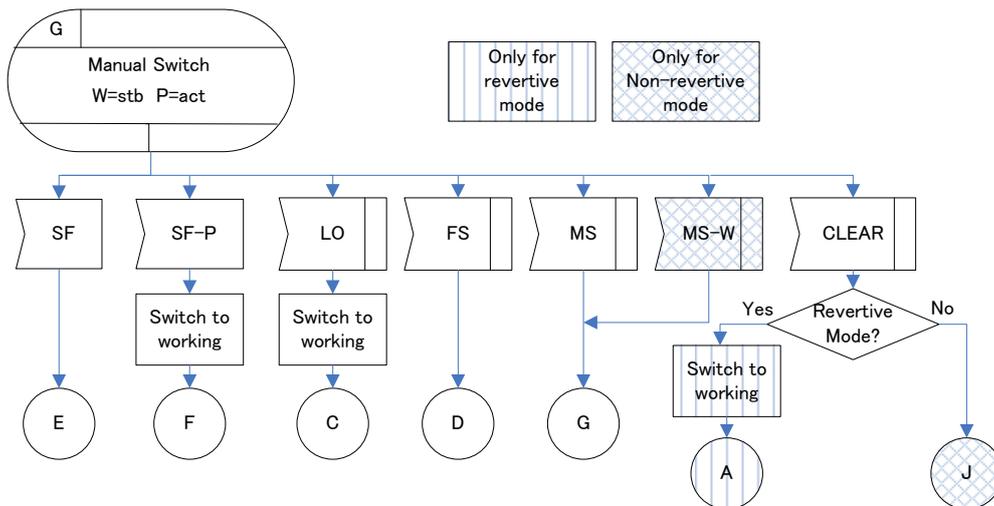


図 IV.34/JT-G8031 -1+1片方向プロテクション切替におけるMS(W=stb / P=act)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

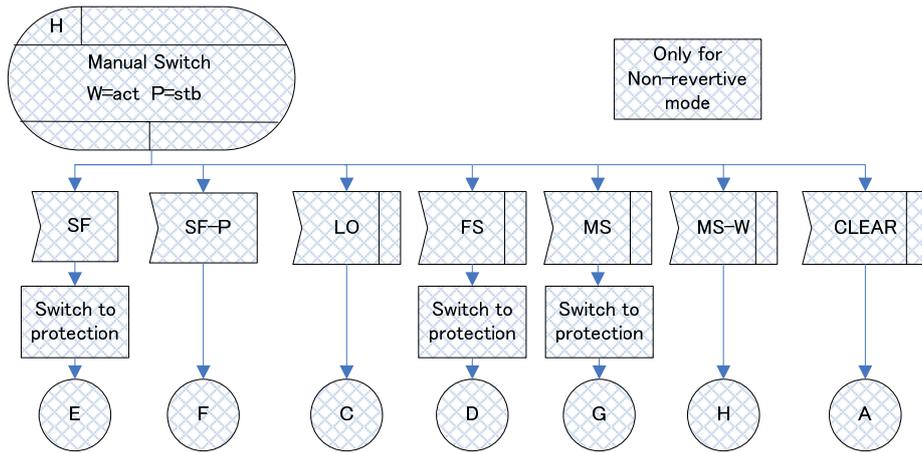


図 IV.35/JT-G8031 -1+1片方向プロテクション切替におけるMS(W=act / P=stb)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

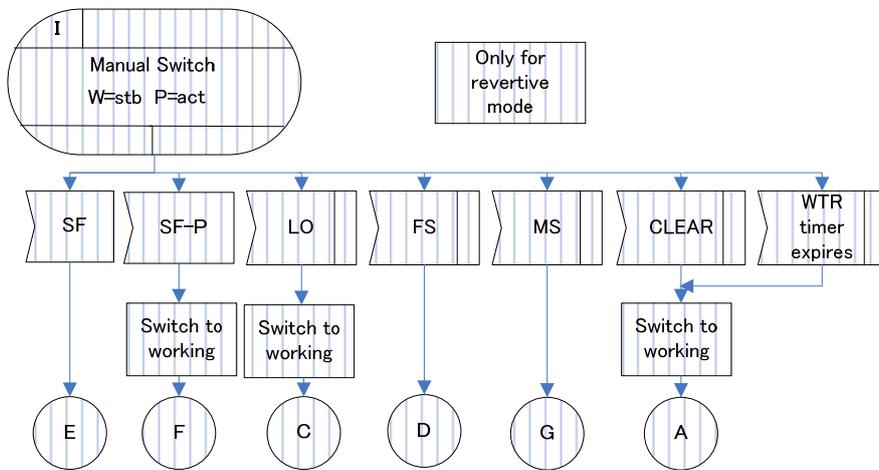


図 IV.36/JT-G8031 -1+1片方向プロテクション切替におけるWTR(W=stb / P=act)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)

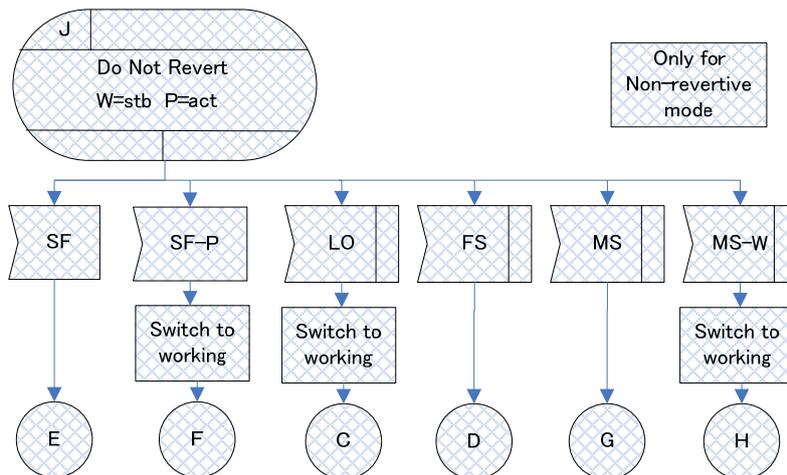


図 IV.37/JT-G8031 -1+1片方向プロテクション切替におけるDNR(W=act / P=stb)状態(ITU-T G.8031/Y.1342)