

第 1 1 章 発電機トリップ事故

11-1	ロックアウトリレー動作によるトリップ	11-1
11-2	ロックアウトリレー以外によるトリップ	11-2



第11章 発電機トリップ事故

11-1 ロックアウトリレー動作によるトリップ

1. 事故概要

発電機、主変圧器 (MT r) 等の保護リレー作動により発電機ロックアウトリレー (86G) が動作するとタービン発電機がトリップし、所内電源の自動切替が行われる。

タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の45%相当圧力以上のとき、タービンのタービン主蒸気止め弁 (MSV) 閉又はタービン蒸気加減弁 (CV) 急閉条件にて原子炉はスクラムする。

本事象は、発電機事故を扱っており86G作動にて故障箇所は隔離停止されるため、通常停止操作でよいが86Gのリセット及び固定子冷却水ポンプの再起動は、十分な原因究明及び対応処置後実施されることとなる。

2. 操作のポイント

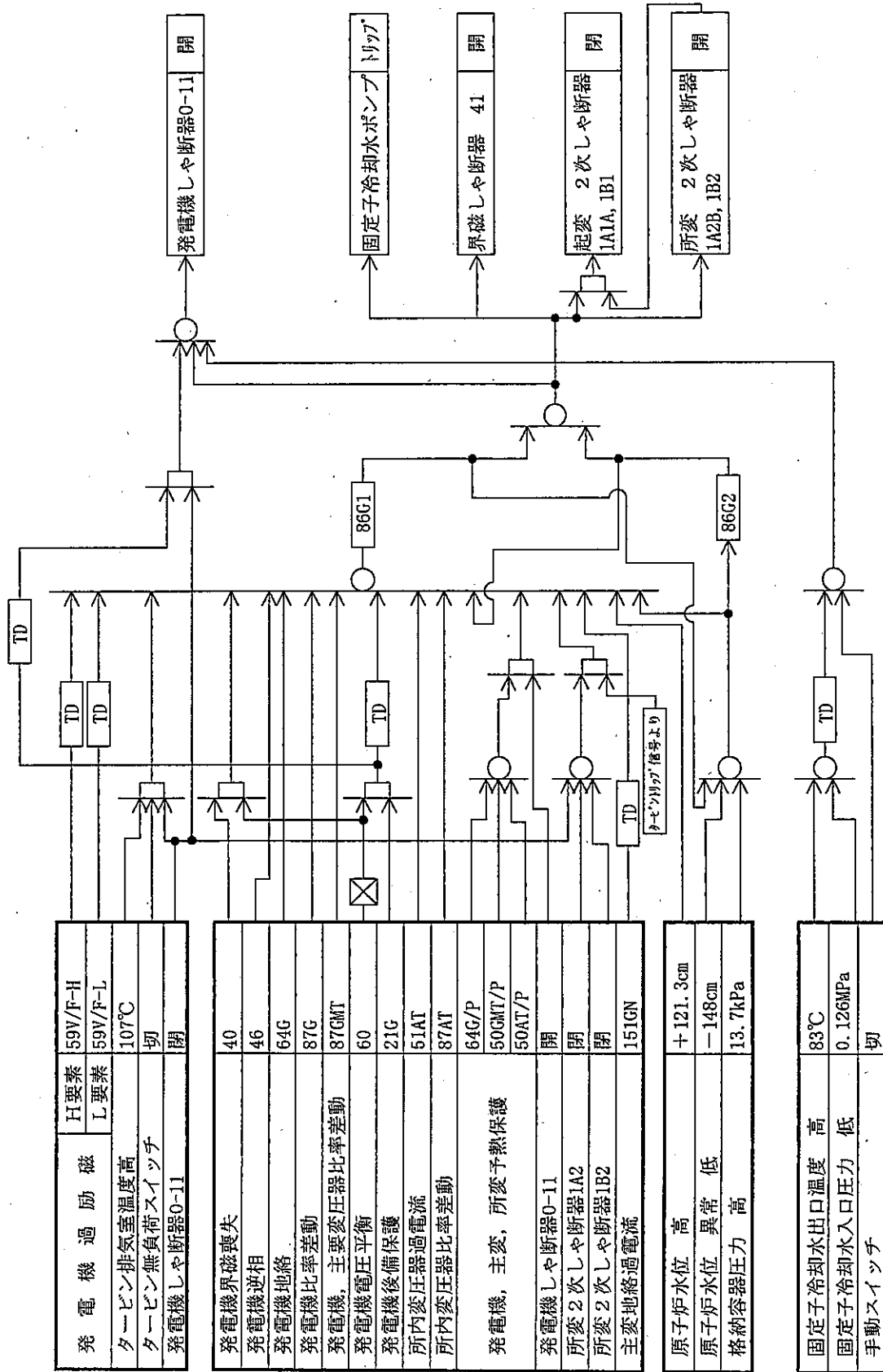
- (1) 原子炉圧力は、タービンバイパス弁により制御されていることを確認する。
- (2) 86Gリセット及び固定子冷却水ポンプの再起動に関しては、原因を充分究明し、対応処置を行った後復旧する。

3. 関連インターロック、設定値及び関連規定

- (1) 警報
 - a. 「GENERATOR LOCK OUT REL OPERATED」
- (2) インターロック
次項参照
- (3) 関連規定
なし

(2) インターロック

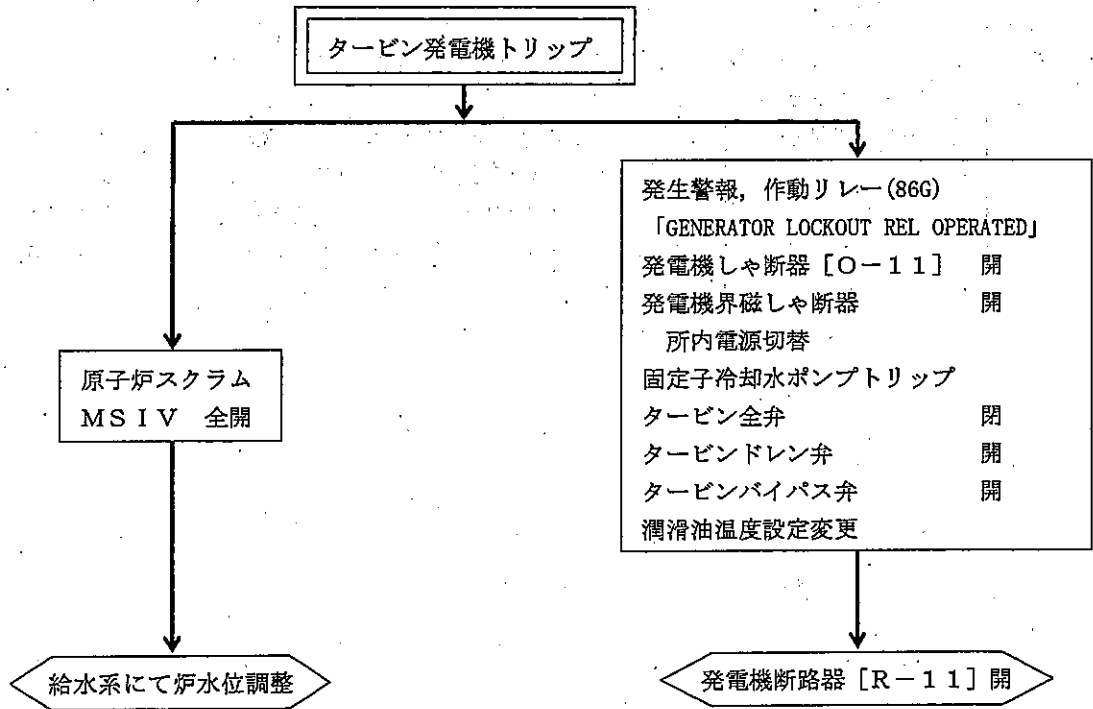
福島第一原子力発電所1号機 発電機トリップインターロック図



第11章 発電機トリップ事故

11-1 ロックアウトリレー動作によるトリップ

4. フローチャート



主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
<p>1. タービントリップ, 原子炉スクラム</p> <p>2. 所内電源切替</p>	<p>1. タービン発電機トリップ及び原子炉スクラム確認</p> <p>2. 原子炉スクラムページング放送</p> <p>3. MSIV全開確認</p> <p>4. 原子炉スクラム後の処置操作指示</p> <p>5. 所内電源切替確認</p>	<p>1. 原子炉「スクラム」確認, 報告</p> <p>(1) 警報 「REACTOR AUTO-SCRAM CHANNEL A」 「REACTOR AUTO-SCRAM CHANNEL B」</p> <p>(2) 表示灯 全制御棒炉心状態表示器 (1) 全挿入 ㊟ ランプ「点灯」 全制御棒炉心状態表示器 (2) スクラム ㊞ ランプ「点灯」 システム状態表示 全制御棒全挿入 ㊟ ランプ「点灯」</p> <p>(3) スクラム排出容器I/IIドレン弁, 排出ヘッダベント弁「閉」</p> <p>(4) APRM 指示「減少」 IRM/APRM/RBM 記録計 (905 705-10B/C) IRM/APRM 記録計 (905 750-10A/D)</p> <p>2. MSIV (内, 外)「全開」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ㊟ ランプ「点灯」</p> <p>3. 原子炉モードスイッチ「RUN」から「SHUT DOWN」へ「手動切替」実施, 報告</p> <p>4. SRV「作動」確認, 報告</p> <p>(1) 警報 「AUTO BLOW DOWN RELIEF VALVE LEAKING」(150℃)</p> <p>(2) 表示灯 ㊟ ランプ「点灯」</p> <p>5. 原子炉水位及び原子炉圧力を確認, 報告</p> <p>(1) 原子炉水位 REACTOR LEVEL A~C 指示計 (905 LI-640-29A~C) REACTOR VESSEL LEVEL/REACTOR PRESS 記録計 (905 LR/PR-640-26) RPS LEVEL A/B 指示計 (905 LI-263-100A/B)</p> <p>(2) 原子炉圧力 REACTOR PRESS/TURB STM FLOW 指示計 (905 FR/PR-640-28) REACTOR PRESS A/B 指示計 (905 PI-640-25A/B) REACTOR PRESS/REACTOR VESSEL LEVEL 記録計 (905 LR/PR-640-26)</p> <p>6. PCIS 作動状況確認, 報告</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. 86G1・86G2「動作」及びタービン・発電機「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 警報 「GENERATOR LOCKOUT REL OPERATED」 「VACUUM TRIP #1 OPERATED」</p> <p>(2) MSV 「閉」 (3) CV 「閉」 (4) ISV 「閉」 (5) IV 「閉」 (6) 抽気逆止弁 「閉」 (7) M.SJAE A 空気入口弁 (MOV-B-3A) 「閉」 「点灯」 (8) 復水器スプレイ弁 「開」 表示灯 ◎ ランプ 「点灯」</p> <p>2. 発電機しゃ断器 [O-11] 「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ 「点灯」</p> <p>3. 所内電源「切替」確認, 報告</p> <p>(1) 6.9KV 起変受電しゃ断器 「投入」 [1A-1A, 1B-1] (2) 6.9KV 所変受電しゃ断器 「開放」 [1A-2B, 1B-2]</p> <p>4. 界磁しゃ断器 「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ 「点灯」</p> <p>5. 発電機断路器 [LS-11] 「手動開放」実施, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ 「点灯」</p> <p>6. AVR 「除外」確認, AVR 運転スイッチ 「手動切」実施, 報告</p> <p>(1) 表示灯 VOLTAGE REGULATOR ◎ ランプ 「点灯」 (2) サイリスタ出力電圧 THY VOLTAGE 指示計 (907 EI-9)</p> <p>7. 固定子冷却水ポンプA (B) 「トリップ」確認, ポンプ (A, B) CS 「引保持」実施, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ 「点灯」</p>	<p>警報の確認が完了するまで警報 「確認」ボタンを押してはならない</p> <p>開度指示計の読みにて各弁の全閉 を確認する</p> <p>事故時の状況判断は単一の計器だ けにたよらず, 複数個以上の計器 により総合判断する</p> <p>所内切替後の 6.9KV 1S, 2SB 母線 の負荷を確認する</p> <p>別紙-1 参照</p> <p>別紙-2 参照</p>

2010年 1月16日 (102)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
<p>3. 未臨界確認</p>	<p>6. 事故状況を給電及び関係箇所へ連絡 (1) 事故発生時刻 (2) 事故発生時の電気工作物 (3) 事故概要</p> <p>7. 未臨界確認</p>	<p>7. P L R ポンプ「20%ランバック」確認, 報告</p> <p>8. 原子炉給水制御系にて正常制御確認, 報告 (1) FCV-A/B 制御器「手動全閉」 (2) LFCV 制御器「手動調整」 (3) 給水制御モード「3要素」より「単要素」に切替</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px; display: inline-block;">目標値 原子炉水位+200 mm付近</p> <p>9. I R M・S R M検出器「手動挿入」, I R Mレンジ「手動切替」し, 原子炉「未臨界」を確認, 報告 (1) I R M 指示「減少」 (905 750-10B/C) I R M/AP R M/R B M 記録計 (905 750-10A/C) I R M/AP R M 記録計 (2) S R M 指示「減少」 対数係数率 A~D 指示計 (905 750-3A/B/C/D) S O U R C E R A N G E M O N I T O R L E V E L 指示計 (905 C H-21, 22, 23, 24) S O U R C E R A N G E M O N I T O R L E V E L 記録計 (905 750-2)</p> <p>10. 下記ポンプの健全運転を確認, 報告, トリップしていた場合, 隔離時以外は速やかに起動し, 報告 (1) C R D ポンプ (2) C U W ポンプ</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>8. 主タービンAOP及びTGOP「手動起動」実施, 報告</p> <p>9. 高圧タービンのグランドシール蒸気がなくなるので下記操作実施, 報告 (1) 「STEAM SEAL REG UNLOADING V」 「手動閉」 (2) エバポ SEAL TIE 弁(V-7-28A, 28B) 「手動開」</p> <p>10. 主変圧器A/B「停止」を確認, A群又はB群を「手動起動」実施, 報告</p> <p>11. IPB冷却ファンA(B)「トリップ」確認, 報告 (1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>12. タービン回転速度「降下」確認</p>	<p>CUW系が隔離された場合は, 事故状況により当直長の指示に基づき隔離解除する</p>

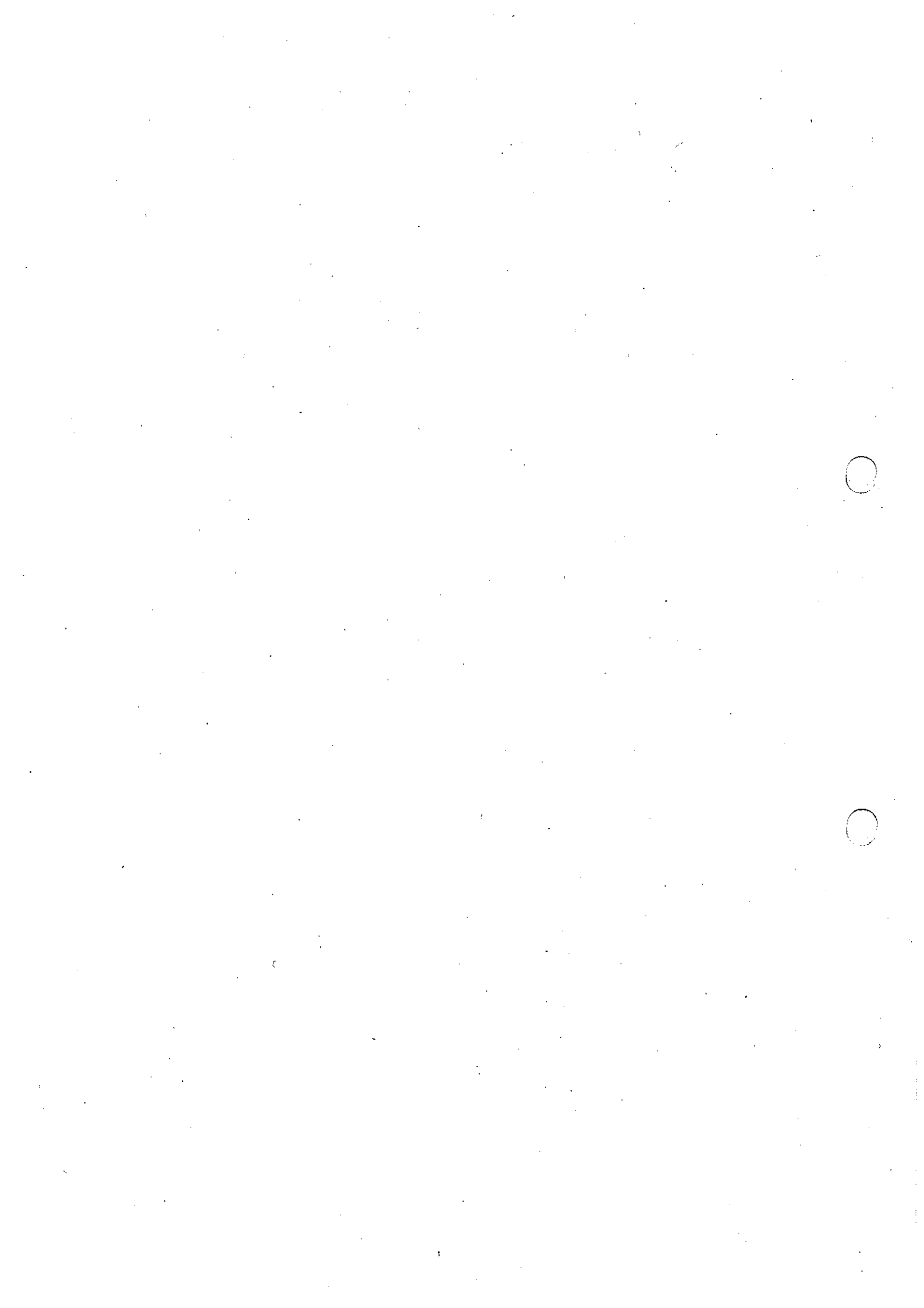
主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)

操 作 員 (B)	備 考
<p>13. 主タービン油温度設定「手動変更」を確認, 報告</p> <p>(1) タービン発電機軸受給油温度 TURB LUBE OIL COOLER TEMP CONTROL 調節計 (931 TIC-4-95)</p> <p>(2) 発電機巻線温度 GENERATOR TEMPERATURES 記録計 (931 TR-10-1)</p> <p>14. タービン振動及び復水器真空度確認, 必要なときは復水器真空度「手動調整」実施, 報告</p> <p>(1) タービン振動 VIBRATION #1~#9 BRG 記録計 (907 VBR-10-1~3)</p> <p>(2) 復水器真空度 COND N RANGE 指示計 (907 PI-1-23A) COND W RANGE 指示計 (907 PI-1-25B)</p> <p>(3) M. SJAЕ A 空気入口弁 (MOV-E-3A) 「閉」確認</p> <p>(4) CONDENSER VAC BREAKER V (MOV-2-11) 「調整開」</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">復水器真空度は「8.0~10.7kPaabs」の範囲で調整すること</p> <p>(5) 復水器真空度が「13.3kPaabs」を超えた場合</p> <p>a. CONDENSER VAC BREAKER V (MOV-2-11) 「手動閉」</p> <p>b. 排ガス再循環弁 (906 PCV-1001) 「手動閉」</p> <p>c. M. SJAЕ A 空気入口弁 (MOV-E-3A) 「調整開」</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">排ガス流量は20Nm³/hを超えないこと</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">OFF GAS TO STACK FLOW 記録計 (934 FR-240-133) 排ガス流量記録計 (1号活性炭ホールドアップ制御盤 FR-1-6)</p> <p>d. 主排気筒放射線レベルに注意 STACK GAS RAD LEVEL CH-1,2 記録計 (902 1705-19)</p>	<p>(1) 危険速度 940~1320rpm</p> <p>(2) 主復水器の真空度はできるだけ維持し, タービンバイパス弁を通して主蒸気を主復水器へ逃がすことにより, 給水系を併用し, かつ水位維持する</p> <p>(3) 真空破壊弁の開操作は復水器真空度計を連続的に監視しながら間欠的に行い, 目標値に近づいたら連続的に閉操作を行い全閉とする</p> <p>(4) タービントリップ後170秒経過するとSJAЕの空気入口弁が開できるので, 真空調整するときは, OG系の充分な放射能減衰の確保と過大流量防止のため空気抽出器入口弁を真空破壊前のOG流量付近となるよう徐々に調整する。また, OG流量を増加させる必要があるときは, 流量変化を確認しながら系統圧力を負荷に維持するようPCV-1-1を調整する。</p> <p>(5) 活性炭ホールドアップ装置定格流量20Nm³/hr</p> <p>(6) 弁開閉時間 V-2-11 約29.5秒 MOV-E-3A 約143秒</p> <p>(7) 復水器真空破壊操作時は適時, 関連放射能モニターを監視し, 異常のないことを確認する</p>
<p>15. タービン・発電機の状態を確認, 報告</p> <p>(1) タービン制御油圧 「約1.57MPa」 OPR OIL PRESS 指示計 (907 PI-10-5)</p> <p>(2) タービンバイパス弁 「制御中 (全閉)」</p> <p>(3) 復水器真空度 「13.3kPaabs 以下」</p> <p>(4) ホットウェル水位 「±0mm付近」 COND HOTWELL LEVEL 記録計 (906 LR-2-1)</p> <p>(5) タービン振動 「収束中」</p> <p>(6) タービン伸び・伸び差 「正常範囲」 TEMP BCC EXPANSION 記録計 (907 R-2)</p>	<p>別紙1参照</p>

2010年 1月16日(102)

主要項目	当直長(当直副長)	操 作 員 (A)
4. ユニットの状態確認	8. ユニットの状態確認指示	<以下、事故時運転操作手順書第1章原子炉スクラム1-1(A) 「主蒸気隔離弁開の場合」の項参照 但し、86G1,86G2リセット前に 86G1,86G2作動の原因究明を実施する>
5. ロックアウトリレー作動原因究明	9. 86G1,86G2動作原因究明指示	
6. ロックアウトリレーリセット	10. 86G1,86G2動作原因究明 11. 86G1,86G2リセット指示	

操 作 員 (B)	備 考
<p>(7) タービン軸受油圧力 「約0.27MPa」 BRG OIL PRESS 指示計 (907 PI-10-6)</p> <p>(8) タービン軸受油温度 「約32℃」 TURB LUBE OIL COOLER TEMP CONTROL 指示計 (907(TI-4-95)</p> <p>(9) グランドシール蒸気圧力 「0.027MPa」 SEAL PRESS 指示計 (907 PI-10-3)</p> <p>(10) タービン排気室温度 「正常範囲」 TEMP ECC EXPANSION 記録計 (907 R-2)</p>	
<p><以下、事故時運転操作手順書第1章原子炉スクラム1-1(A)</p>	
<p>「主蒸気隔離弁開の場合」の項参照 但し、86G1,86G2リセット前に 86G1,86G2 作動の原因究明を実施する></p>	
<p>16. 86G1,86G2 動作原因究明</p>	
<p>(1) 86G1,86G2 動作時の発生警報再確認 (2) O'Dタイパー打出し確認 (3) CRT表示確認</p>	
<p>17. 86G1,86G2 動作の原因を確認、報告</p>	
<p>18. 発電機関係「手動リセット」実施、報告</p>	
<p>(1) 発電機ロックアウトリレー[86G1,86G2] 「手動リセット」 (2) 固定個冷却水ポンプA(B) 「手動起動」 (3) 主変圧器冷却ファンA(B) 「手動起動」</p>	<p>吐出弁を絞って起動すること</p>



第 1 1 章 発電機トリップ事故

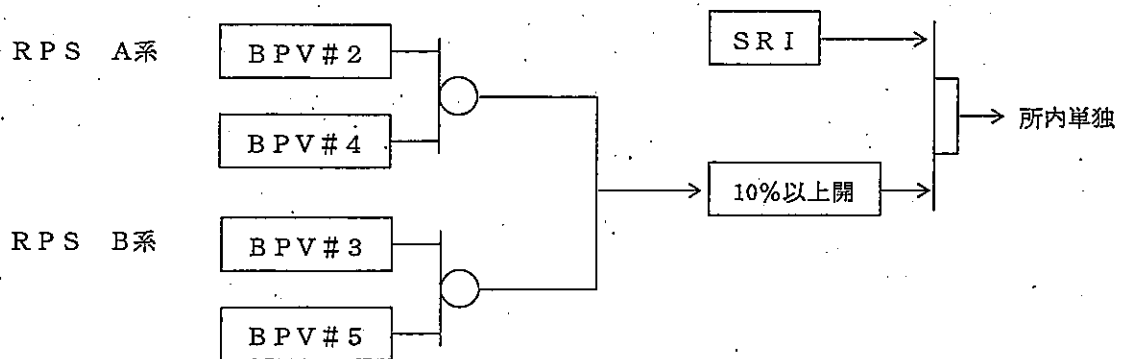
11-2 ロックアウトリレー以外によるトリップ

(タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の45%相当圧力以上の場合)

1. 事故概要

ここで扱いイベントは、発電機ロックアウトリレー以外によるトリップで、所内単独運転に成功した場合に適用する。所内単独失敗の場合は発電所全停事故となる。(12章参照)

発電機ロックアウトリレー動作以外により発電機しゃ断器 [O-11] が開となり、発電機負荷喪失後 0.2 秒内にタービンバイパス弁 (#2, #3, #4, #5の内) が3弁, 10%以上開いて所内単独運転となる。



2. 操作のポイント

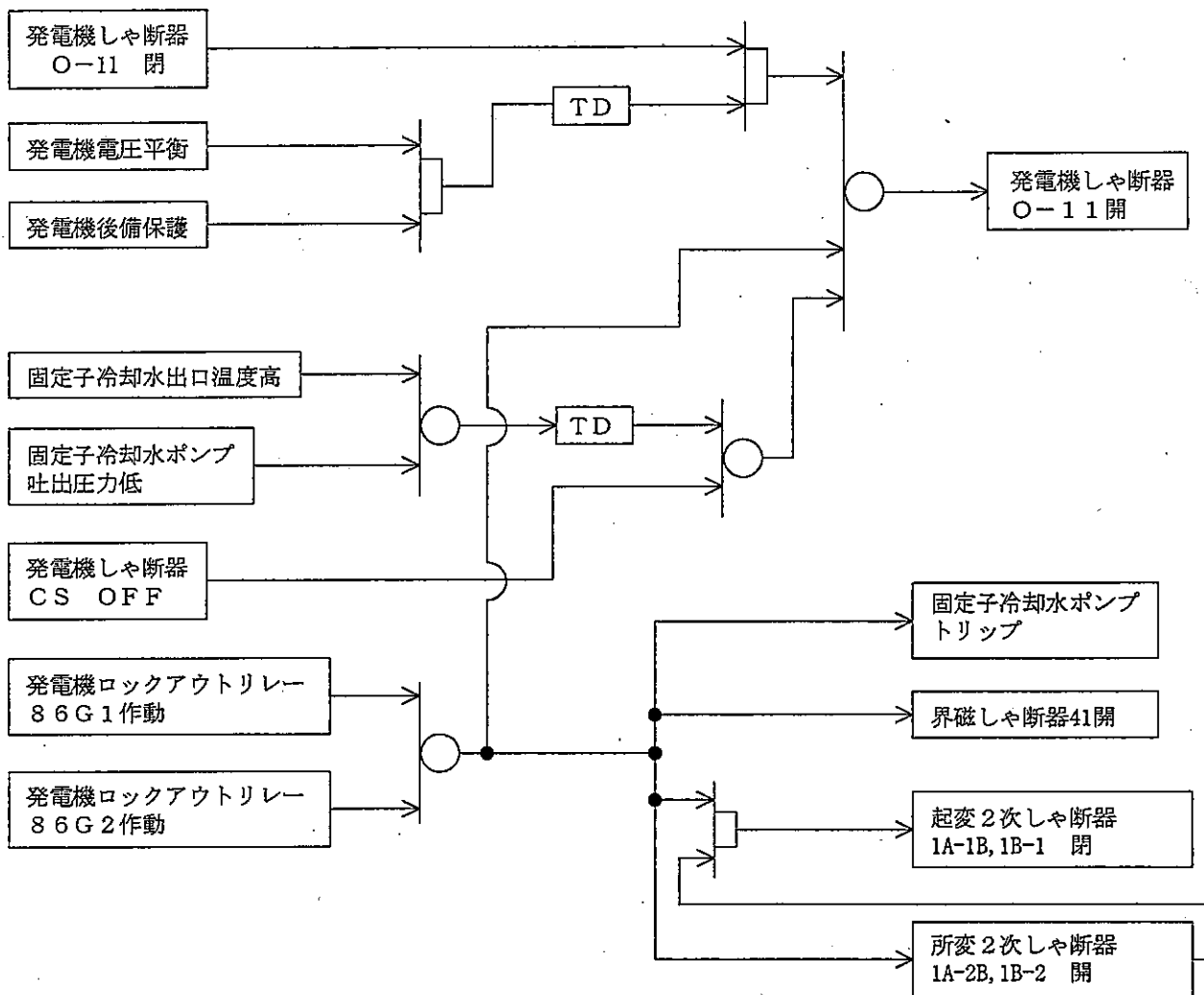
- (1) 選択制御棒全挿入後の原子炉の水位, 圧力及び圧力の変動を監視する。
- (2) 原子炉水位が回復に向かったら, 流量一定制御を早急にリセットする。
- (3) 所内常用電源による負荷急変に伴う主タービンの振動, 伸び差等を点検し, タービンバイパス弁開度や, 排気室温度の監視を行う。

3. 関連インターロック, 設定値及び関連規定

(1) 警報

- a. 1 L 主保護No.1, No.2トリップ
- b. 1 L 母線保護トリップ
- c. 1 L 後備短絡トリップ
- d. 1 G 脱調分離リレートリップ

(2) インターロック



(3) 関連規定

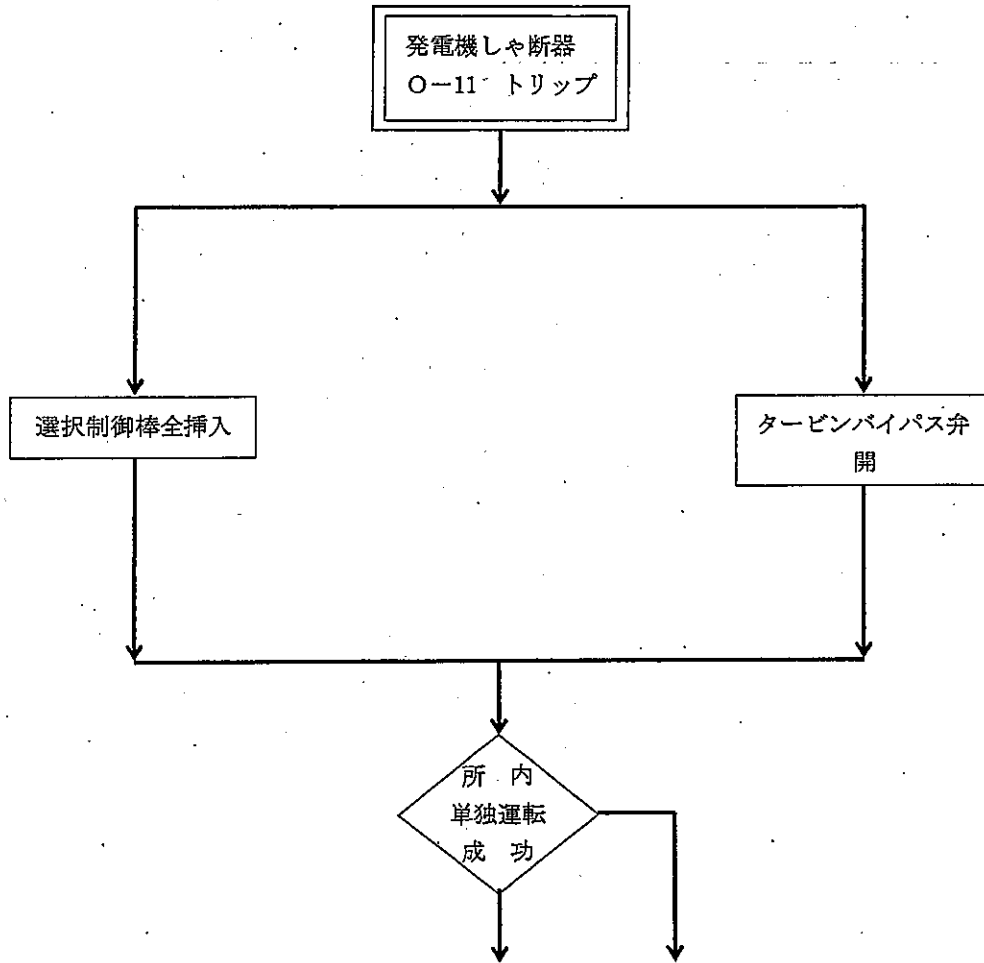
なし

第11章 発電機トリップ事故

11-2 ロックアウトリレー以外によるトリップ

(タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の45%相当圧力以上の場合)

4. フローチャート



事故時運転操作手順書 第12章 事故時運転操作手順書 第12章
12-3「所内単独運転」の項へ 12-1「発電機全停」の項へ

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
<p>1. O-11 トリップ</p>	<p>1. 発電機しゃ断器開 確認, 原因調査及び プラント状況確認 指示</p>	<p>1. 次の事項を確認, 報告</p> <p>(1) 警報 「TURB PRESS GENERATOR LOAD REJECTION BYPASS」</p> <p>(2) 選択制御棒全挿入</p> <p>2. 次の状況を確認, 報告</p> <p>(1) 原子炉出力 (APRM, 熱出力 OD-3)</p> <p style="padding-left: 40px;">IRM/APRM/RBM 記録計 (905 750-10B/C)</p> <p style="padding-left: 40px;">IRM/APRM 記録計 (905 750-10A/D)</p> <p>(2) 原子炉水位</p> <p style="padding-left: 40px;">REACTOR LEVEL A~C 指示計 (905 LI-640-29A~C)</p> <p style="padding-left: 40px;">REACTOR VESSEL LEVEL/REACTOR PRESS 記録計 (905 LR/PR-640-26)</p> <p style="padding-left: 40px;">RPS LEVEL A/B 指示計 (905 LI-263-100A/B)</p> <p>(3) 原子炉圧力</p> <p style="padding-left: 40px;">REACTOR PRESS/TURB STM FLOW 指示計 (905 FR/PR-640-28)</p> <p style="padding-left: 40px;">REACTOR PRESS/A/B 指示計 (905 PI-640-25A/B)</p> <p style="padding-left: 40px;">REACTOR PRESS/REACTOR-VESSEL LEVEL 記録計 (905 LR/PR-640-26)</p> <p>(4) SELECT ROD INSERT 30 秒後</p> <p style="padding-left: 40px;">APRM 高トリップセットダウン確認</p> <p style="padding-left: 80px;">「APRM リセット」 ボタン点灯</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. 発電機しゃ断器 [O-11] 「トリップ」 確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ㊟ ランプ 「点灯」</p> <p>(2) 警報</p> <p> 「1 L 主保護 No. 1, No. 2 トリップ」</p> <p> 「1 L 母線保護 トリップ」</p> <p> 「1 L 後備短絡 トリップ」</p> <p>(3) 発電機出力 「急減少」</p> <p>(4) タービンバイパス弁 「開」</p> <p> B CHEST BYP V₁ 指示計 (907 POI-10-5)</p> <p> SPEED/CONT V CAM POS BYPASS V CAM POS 記録計 (907 R-3)</p> <p> A CHEST BYP V₂ 指示計 (931 BV-2)</p> <p> B CHEST BYP V₁ 指示計 (931 BV-1)</p> <p>2. 次の事項を確認, 報告</p> <p>(1) 発電機出力</p> <p> GEN POWER 指示計 (907 EI-3)</p> <p> GEN WATT 記録計 (931 R-500)</p> <p>(2) タービンバイパス弁開度</p> <p> B CHEST BYP V₁ 指示計 (907 POI-10-5)</p> <p> SPEED/CONT V CAM POS BYPASS V CAM POS 記録計 (907 R-3)</p> <p> A CHEST BYP V₂ 指示計 (931 BV-2)</p> <p> B CHEST BYP V₁ 指示計 (931 BV-1)</p> <p>(3) ATTEMPERATOR SPRAY VALVE 「開」 (907)</p> <p>(4) 発電機周波数</p> <p> GEN FREQUENCY 指示計 (907 EI-5)</p> <p>(5) 発電機電圧</p> <p> GEN VOLTAGE 指示計 (907 EI-2)</p> <p>(6) タービン排気室温度</p> <p> TEMP ECC EXPANSION 記録計 (907 R-10-2)</p> <p>(7) タービン伸び・伸び差</p> <p> TEMP ECC EXPANSION 記録計 (907 R-10-2)</p> <p>(8) 主復水器真空度</p> <p> COND N RANGE 指示計 (907 PI-1-23A)</p> <p> COND W RANGE 指示計 (907 PI-1-25B)</p> <p>(9) 所内電源及び所内負荷</p> <p> 送電盤及び所内電源盤 (275KV 大熊線 1号系統操作盤 & PNL908)</p> <p>(10) オシロ作動状態</p>	<p>別紙-1 参照</p>

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
	<p>2. 原子炉出力減少指示</p>	<p>3. 主タービンバイパス弁開度を監視し、原子炉再循環ポンプにより原子炉出力「減少」実施、報告</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>目標値 原子炉再循環ポンプ 速度 20%</p> </div> <p><以下の操作は、事故時運転操作手順書 第12章 12-3 「所内単独運転」の項参照。 所内単独運転失敗の場合は、事故時運転操作手順書 第12章 12-1 「発電所全停事故」の項参照></p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>(11) タービン振動 VIBRATION #1～#9 BRG 記録計 (907 VBR-10-1～3)</p> <p>3. 発電機電圧周波数を定格値に「調整」実施, 報告</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>目標値 発電機定格電圧 18.0KV 発電機定格周波数 50.0Hz</p> </div> <p>4. 排気室温度「上昇」する場合, 排気室スプレイバイパス弁「手動開」実施, 報告</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px 0;"> <p>制限値 タービン排気室温度高トリップ 107℃</p> </div> <p><以下の操作は, 事故時運転操作手順書 第12章12-3「所内単独運転」の項参照。 所内単独運転失敗の場合は, 事故時運転操作手順書 第12章12-1「発電所全停」の項参照></p>	<p>「EXHAUST HOOD TEMPERA TURE HI」 警報 80℃</p>

