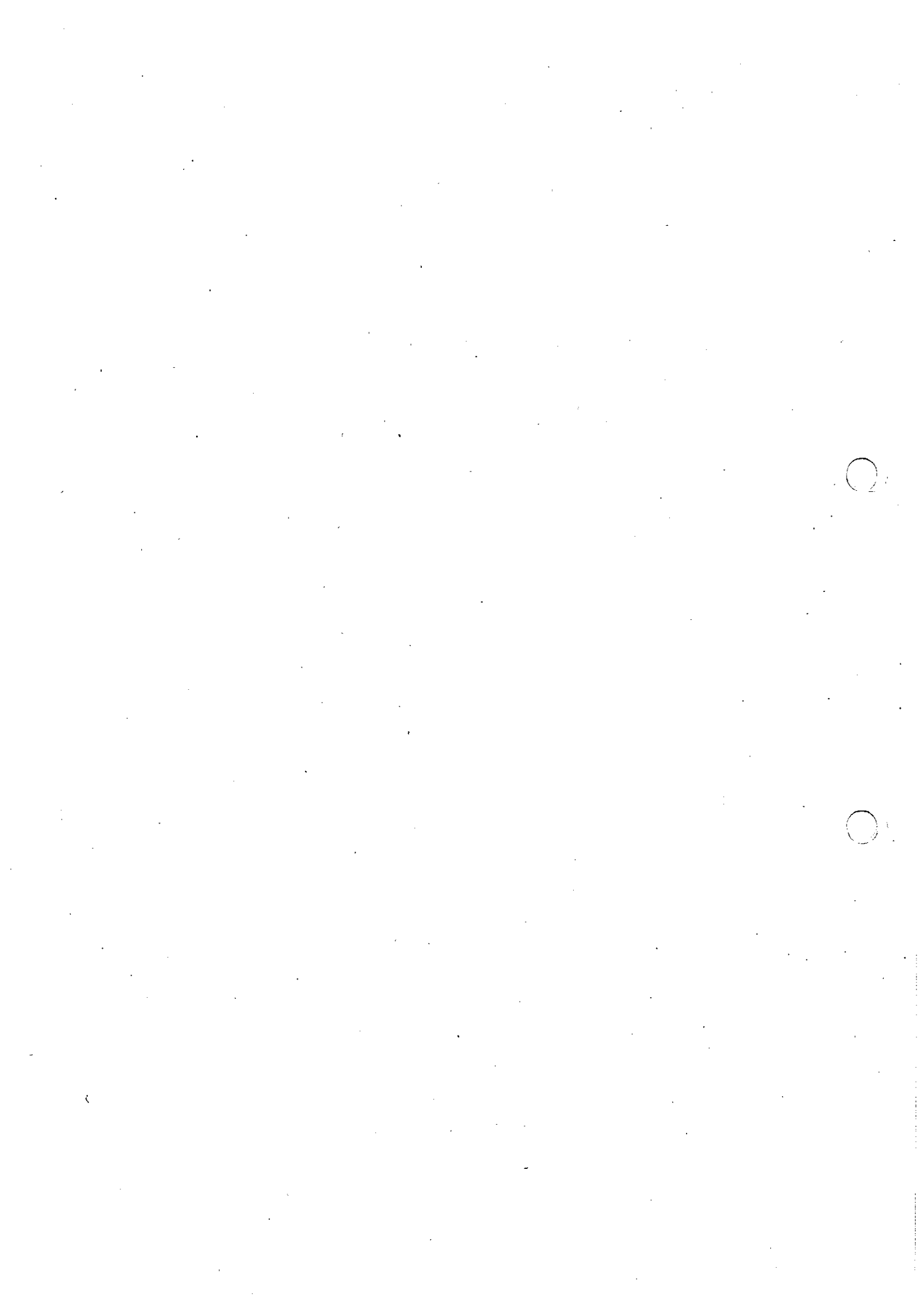


## 第9章 タービントリップ事故

- 9-1 タービントリップ後再並列不可能の場合
  - (A) (タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力以上の場合) …… 9-1 A
  - (B) (タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力未満の場合) …… 9-1 B
  
- 9-2 タービントリップ後再並列可能の場合
  - (タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力未満の場合) …… 9-2



## 第9章 タービントリップ事故

## 9-1 タービントリップ後再並列不可能の場合

## (A) タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力以上の場合

## 1. 事故概要

出力運転中にタービントリップが発生すると、発電機ロックアウトリレー86Gが動作して発電機しゃ断器がトリップする。同時に、所内電源が自動切替され、所内負荷は所内変圧器(HTr)側より起動変圧器(STr)側に受電切替される。

タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力以上の場合は原子炉スクラムし、30%相当圧力未満の場合には原子炉スクラムがバイパスされる。

タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力以上の場合タービントリップが発生すると、タービン主蒸気止め弁(MSV)の閉鎖により原子炉圧力が上昇し、ボイドがつぶれて原子炉出力が上昇するが、「主蒸気止め弁閉」の信号により原子炉はスクラム、同時に再循環トリップ系(RPT)作動により原子炉再循環系(PLR)ポンプはトリップするため、炉心流量は急減しボイドが急増する。その結果、スクラムによる負の反応度印加と共にボイドによる負の反応度により、中性子束の過度の増加は抑えられる。

また、タービントリップ直後の原子炉圧力の上昇は、タービンバイパス弁(BPV)の作動及び逃がし安全弁(SRV)の作動により抑制される。

原子炉水位は、原子炉スクラムにより急激にL-3程度まで低下するが、PLRポンプトリップによるボイド増加により上昇し、その後給水系(FDW)の運転継続により安定に向かう。

## 2. 操作のポイント

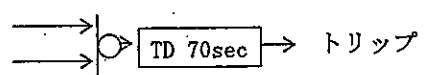
- (1) MSV、タービン蒸気加減弁(CV)、タービン中間塞止加減弁(IV)、タービン中間塞止弁(ISV)が全閉し、タービンが確実にトリップしたことを確認する。
- (2) 全制御棒全挿入により原子炉が、確実にスクラムしたことを確認する。
- (3) RPT作動により、PLRポンプがトリップしたことを確認する。
- (4) BPV及びSRVの作動状態と、原子炉圧力の動向に注意すると共に、電気油圧式制御装置(EHC)圧力制御が正常であることを確認する。
- (5) 原子炉スクラム時の主蒸気隔離弁(MSIV)開閉状態を、操作員全員に周知する。
- (6) タービンが安全に停止することを確認する。

タービン振動を抑制するため復水器真空を調整する場合は、蒸気式空気抽出器(SJAE)空気入口弁を閉にし、復水器真空破壊弁の開度調整を行う。(この際、気体廃棄物処理系(OG)へ過度の影響を与えないようにすること)

3. 関連インターロック, 設定値及び関連規定

(1) 警報

a. タービン手動トリップ	—
b. タービン加速度トリップ	111%
c. タービンバックアップ加速度トリップ	111.5%
d. 復水器真空低下	25.3kPaabs
e. タービンスラスト軸受摩耗	0.055MPa
f. タービン排気室温度高	107°C
g. 発電機ロックアウトリレー動作	—
h. EHC 高圧油圧低	7.60MPa (TD 0.5sec)
i. EHC 制御電源喪失	— (TD 5sec)
j. 固定子冷却水喪失	入口圧力 0.21MPa (TD 5sec) → 出口温度 83°C →
k. 湿分分離器水位高	鏡板底面より +1384 mm (+10sec)
l. タービン振動大	25/100 mm (「タービン発電機軸受振動の異常」の項参照)
m. 主油ポンプ吐出圧力低	0.73MPa (タービン回転速度 1100rpm 以上)
n. EHC 制御機能喪失	—



(2) インターロック

第23章「参考資料」参照

(3) 関連規定

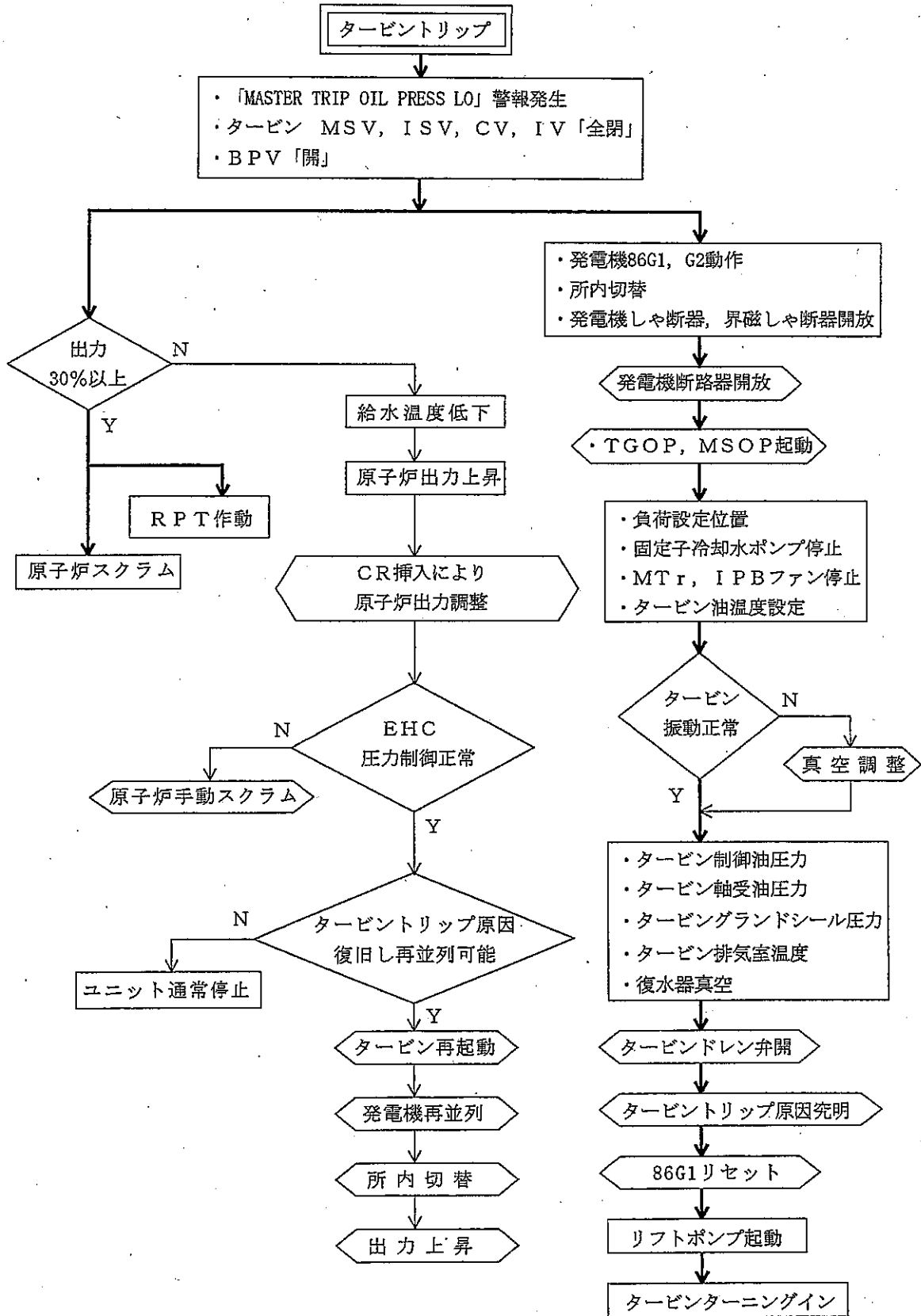
なし

第9章 タービントリップ事故

9-1 タービントリップ後再並列不可能の場合

(A) タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力以上の場合

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シング放送</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>△</p> <p>1. タービン・発電機トリップによる原子炉「スクラム」確認, 報告</p> <p>(1) 警報 「SYSTEM A AUTO SCRAM TRIP」 「SYSTEM B AUTO SCRAM TRIP」</p> <p>(2) 表示灯 全制御棒炉心状態表示ユニット(1)全挿入 ㊟ ランプ「点灯」 全制御棒炉心状態表示ユニット(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A/B ドレン弁, 排出ヘッダベント弁「閉」</p> <p>(4) APRM 指示「減少」 SRNM/APRM/RBM 記録計 (9-5 NR-7-46B/C) SRNM/APRM 記録計 (9-5 NR-7-46A/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 「SAFETY/BLOWDOWN VALVE LEAKING」(150°C)</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 REAC WTR LEVEL A~C 指示計 (9-5 LI-6-94A~C) REACTOR WATER LEVEL A/B 指示計 (9-5 LI-2-3-85A/B)</p> <p>(2) 原子炉圧力 REACTOR PRESS A/B 指示計 (9-5 PI-6-90A/B) REAC PRESS/TURB STM FLOW 記録計 (9-5 FR/PR-6-98)</p> <p>6. PCIS 作動状況を確認, 報告</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. タービン・発電機「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 警報  「MASTER TRIP OIL PRESS LO」(5.50MPa)  「GENERATOR LOCK OUT RELAY G1 OPERATED」  「GENERATOR LOCK OUT RELAY G2 OPERATED」</p> <p>(2) 主蒸気止め弁 「閉」  (3) 蒸気加減弁 「閉」  (4) 中間塞止弁 「閉」  (5) 中間塞止弁加減弁 「閉」  (6) 抽気逆止弁 「閉」  (7) EHC コントロールパネル 全弁閉 ◎ ランプ「点灯」  (8) タービンバイパス弁 「開」  BYPASS VALV CAM POSITION 指示計 (9-7 POI-30-14)  TURB ECC SPEED CONT BYPASS VA POS 記録計 (9-7 R-30-20-1)  EHC テストパネル開度指示計 (BPV 開度 1～3)  (9) ATTEM SPRAY VALVE 「全開」</p> <p>2. 発電機しゃ断器 [O-2]「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」  [2A-3B, 2B-2]  (2) 6.9KV 所変受電しゃ断器「開放」  [2A-1B, 2B-1]</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-2]「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 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>7. タービン回転速度「降下」確認, 報告</p> <p>(1) TURB ECC SPEED CONT BYPASS VA POS 記録計 (9-7 R-30-20-1)</p> <p>8. MSOP及びTGOP「手動起動」実施, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ® ランプ「点灯」</p>	<p>△  トリップ原因が「タービンEHC電源喪失」の場合には, 警報「MASTER TRIP OIL PRESS LO」及びEHCテストパネルの表示灯「トリップ」は点灯しない  警報の確認が完了するまで「LAMP ACKNOWLEDGE」ボタンを押してはならない  開度指示計の読みにて各弁の全開を確認する</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  原子炉水位低(L-2)又は原子炉圧力高(7.41MPa)にてARI及びATWS-RPTが作動する</p> <p>別紙-1参照</p> <p>別紙-2参照</p>

2010年 3月10日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
<p>3. 原子炉未臨界</p>	<p>6. 事故状況を給電に連絡すると共に関係箇所に連絡                      (1) 事故発生時刻                      (2) 事故発生の電気工作物                      (3) 事故概要</p> <p>7. 原子炉未臨界確認</p>	<p>7. PLRポンプ (A, B) 「トリップ」 確認, CS 「引保持」 実施, 報告</p> <p>8. 原子炉水位回復開始後, T/D RFP 2台順次 「手動トリップ」 実施, 報告                      (1) T/D RFP 1台目 「手動トリップ」</p> <p style="text-align: center;">目標値 原子炉水位 「0mm」 付近</p> <p>(2) M/D RFP (A, B) 「起動」 及びミニマムフロー弁 「手動開」                      (3) T/D RFP 2台目 「手動トリップ」</p> <p style="text-align: center;">目標値 原子炉水位 「+500mm」 付近</p> <p>(4) T/D RFP (A, B) 吐出弁 「手動閉」</p> <p>9. 原子炉水位の制御状態を確認, 及び原子炉水位を確保                      (1) 原子炉水位設定 「変更」 (設定水位+857mm) 確認                      (2) 原子炉水位設定 「手動リセット」                      (3) M/D RFP 1台 「手動停止」                      (4) 原子炉給水モード 「三要素」 から 「単要素」 へ 「手動切替」</p> <p>△</p> <p>10. SRNMにより原子炉 「未臨界」 確認, 報告                      (1) SRNM 指示, レンジ 「減少」                          SRNM/APRM/RBM 記録計 (9-5 NR-7-46B/C)                          SRNM/APRM 記録計 (9-5 NR-7-46A/D)                      (2) SRNM レンジモード 「切替」                          「中間領域」 → 「中性子源領域」</p>



操 作 員 (B)	備 考
<p>△</p> <p>9. 高圧タービングランドシール蒸気を確保, 報告</p> <p>(1) グランドシールアンローディングバルブ(MO-B)「閉」確認</p> <p>(2) グランド蒸気高圧側 SSH 入口弁(MO-SSH-6A, 6B)「手動開」</p> <p>(3) グランドシールリークオフ制御圧力設定「手動変更」 PIC-60-4 (0.021→0.027MPa)</p> <p>(4) 蒸化器主蒸気入口弁(MO-3-101)「開」確認</p> <p>10. 主変圧器冷却ファン(A, B)「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>11. IPB冷却ファンA(B)「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>12. 固定子冷却水ポンプA(B)「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>13. タービン油温度設定「変更」確認(45℃→32℃)</p> <p>(1) タービン発電機軸受給油温度 主タービン発電機軸受給油温度制御器 (9-75 TIC-60-30)</p> <p>(2) タービン発電機軸受排油温度 TURB GEN WINDING TEMPERATURE 記録計 (9-31 TR-60-1)</p> <p>14. T/D RFP(A, B)「手動トリップ」後の確認, 及び軸受給油温度設定「変更」確認(45℃→32℃)</p> <p>(1) T/D RFP(A, B)吐出弁 「閉」</p> <p>(2) RFP-T(A, B) 高圧止め弁 「閉」</p> <p>(3) RFP-T(A, B) 低圧止め弁 「閉」</p> <p>(4) RFP-T(A, B) 加減弁 「閉」</p> <p>(5) RFP-T(A, B) 軸受給油温度 RFP-T A/Bタービン軸受給油温度制御器(9-75 TIC-60-31A/B)</p> <p>15. タービン振動及び復水器真空度を確保, 必要なときは復水器真空「手動調整」実施, 報告</p> <p>(1) タービン振動 振動記録計 (9-75 S/VBR-30-20-3~7)</p> <p>(2) 復水器真空度 COND 2B VACUM NARROW RANGE 指示計 (9-7 PI-51-8B) COND 2B VACUM WIDE RANGE 指示計 (9-7 PI-51-9B)</p> <p>(3) M. SJAЕ A(B), 空気入口弁(MO-2-1A(B)) 「手動閉」</p> <p>(4) 復水器真空破壊弁 (MO-2-51) 「調整開」</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">復水器真空度は「8.0~10.7kPaabs」の範囲で調整すること</p>	<p>タービン第一段圧力30%以上の時にタービンがトリップした場合, PLR ポンプ(A, B)はトリップする</p> <p>原子炉水位設定変更信号 原子炉スクラム+TD 20秒 タービントリップにより「カスケードモード」で自動的に設定変更される</p> <p>T/D RFPトリップにより「カスケードモード」で自動的に設定変更される</p> <p>(1) 危険速度 800~1350rpm (2) 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復水器へ逃すことにより給水系を併用し, かつ水位を維持する (3) 真空破壊弁(MO-2-51)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真空に近づいたら連続的に開操作し全閉とする</p>

2010年 3月10日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
	<p>8. ユニット状態確認 指示</p>	<p>△</p> <p>11. 原子炉の状態を確認, 報告</p> <p>(1) 原子炉出力 (SRNM 指示) 「ほぼ一定」</p> <p>(2) 原子炉水位 「通常レベルで制御中」</p> <p>(3) 原子炉圧力 「Tb BPV にて制御中」</p> <p>(4) 主蒸気流量 「ゼロ付近」</p> <p>STEM FLOW A~D 指示計 (9-5 FI-6-88A~D)</p> <p>REAC STM FLOW FDW FLOW 記録計 (9-5 FR-6-96)</p> <p>(5) 給水流量 「ゼロ付近」</p> <p>FD WTR FLOW A/B 指示計 (9-5 FI-6-89A/B)</p> <p>REAC STM FLOW FDW FLOW 記録計 (9-5 FR-6-96)</p> <p>(6) 格納容器圧力 「通常値」</p> <p>DRYWELL MAKE UP N<sub>2</sub> FLOW/PRESS 記録計 (9-25 FR/PRC-16-105)</p> <p>DRYWELL TORUS PRESSURE 記録計 (9-25 PR-16-103)</p> <p>(7) MSIV (内, 外) 「全開」</p> <p>(8) PCIS (内, 外) 「作動の有無」</p> <p>(9) 放射線モニタの指示 「通常値」</p> <p>a. STACK GAS RAD LEVEL CH-1, 2 記録計 (1u 902 1705-19)</p> <p>b. 主蒸気放射線モニタ A~D 記録計 (9-2 RR-17-252)</p> <p>c. 排ガス復水器出口放射線モニタ A/B 記録計 (9-2 RR-17-152A)</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>(5) 復水器真空度が [13.3kPaabs] を超えた場合</p> <p>a. 復水器真空破壊弁 (MO-2-51) 「手動閉」</p> <p>b. 排ガス再循環弁 (PCV-364A,B) 「手動閉」</p> <p>c. M. SJAE A(B) 空気入口弁 (MO-2-1A(B)) 「調整開」</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>排ガス流量は 30Nm<sup>3</sup>/h を超えないこと</p> <p>排ガス抽出器入口流量記録計 (H/U 制御盤 FR-2-6)</p> <p>OFF GAS FILTER INLET FLOW 記録計 (9-34 FRS-24-133)</p> </div> <p>d. 主排気筒放射線レベルに注意</p> <p>STACK GAS RAD LEVEL CH-1,2 記録計 (1u 902 1705-19)</p>	<p>(4) オフガス系の十分な放射能減衰の確保と過大流量防止のために M. SJAE 入口弁 (MO-2-1A(B)) を閉操作し、真空調整前のオフガス流量付近となるよう調整する。また、オフガス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圧に維持するよう PCV-2-1 を調整する</p> <p>(5) 活性炭ホールドアップ装置 定格流量 30Nm<sup>3</sup>/h</p> <p>(6) 弁開閉時間 MO-2-51 約 88 秒 MO-2-1A(B) 約 138 秒</p> <p>(7) 復水器真空調整時は適時関連放射線モニタを監視し異常のないことを確認する</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・主排気筒放射線モニタ</li> <li>・活性炭ホールドアップ装置出口放射線モニタ</li> </ul>
<p>16. 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 10.98MPa」 HYD FLUID PRESSURE 指示計 (9-7 PI-30-20-106)</p> <p>(2) タービンバイパス弁 「制御中」</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 (9-6 LR-52-5)</p> <p>(5) タービン振動 「収束中」 主タービン軸受振動/回転速度記録計 (9-75 S/VBR-30-20-3~7)</p> <p>(6) タービン伸び・伸び差 「正常範囲」 TURBINE SHELL TEMP EXP 記録計 (9-7 R-30-20-2)</p> <p>(7) タービン軸受油圧力 「約 0.23MPa」 TB BRG OIL HDR PRESSURE 指示計 (9-7 PI-60-2)</p> <p>(8) タービン軸受油温度 「約 32℃」 主タービン発電機軸受給油温度制御器 (9-75 TIC-60-30) TURB GEN WINDING TEMPERATURE 記録計 (9-31 TR-60-1)</p> <p>(9) T-RFP 軸受油圧力 「約 0.09MPa」 TDRFP 2A/2B P BRG OIL PR 指示計 (9-6 PI-58-14A/B)</p> <p>(10) RFP-T 軸受油圧力 「0.12MPa」 TDRFP 2A/2B P BRG OIL PRESS 指示計 (9-6 PI-58-13A/B)</p>	<p>別紙-1 参照</p> <p>別紙-2 参照</p>

2010年 3月10日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
		<p>d. 排ガス減衰タンク出口放射線モニタ A/B 記録計 (9-2 RR-17-152B)</p> <p>e. 活性炭ホールドアップ装置出口放射線モニタ A/B 記録計 (9-2 RR-2-727)</p> <p>f. タービン衛帯蒸気排ガス放射線モニタ記録計 (9-2 RR-17-951)</p> <p>g. 原子炉建屋換気系放射線モニタ A/B 記録計 (9-2 RR-17-455)</p> <p>h. 格納容器雰囲気放射線モニタ A~D 記録計 (9-84 RR-22-101A/B)</p> <p>i. エリア放射線モニタ記録計 (9-2 RR-18-55A/B)</p> <p>j. 格納容器内ドレンサンプモニタ記録計 (9-2 RR-17-612)</p> <p>k. サービス水放出口放射線モニタ / 原子炉補機冷却系放射線モニタ (9-2 RR-17-353)</p> <p>l. 非常用ガス処理系排気放射線モニタ記録計 (9-2 RR-17-354)</p> <p>(10) 圧力抑制室水位 「+7~-3 cm以内」 SUPPRES CHAMB LEVEL 指示計 (9-3 LI-16-132)</p> <p>(11) 圧力抑制室水温 「32℃以下」 ESS-I, サプレッションプール水温度記録計 (9-85 TRS-16-720A) ESS-II, サプレッションプール水温度記録計 (9-85 TRS-16-720B)</p> <p>(12) 全制御棒 「全挿入」</p> <p>(13) SRV 排気温度 (作動弁以外) 「通常値」 RELIEF &amp; SAFETY VLVS LEAKAGE TEMPS 記録計 (9-21 TRS-2-166)</p> <p>12. 下記ドレン弁「開」確認及び「手動開」実施 (1) 主蒸気管内側ドレン弁 (MO-2-74) 「手動開」 (2) 主蒸気管外側ドレン弁 (MO-2-77) 「手動開」 (3) 主蒸気ドレン弁 (MO-2-79) 「手動開」 (4) 主蒸気ドレン弁 (MO-2-78) 「開」</p> <p>13. 下記ポンプの健全運転を確認, 報告 トリップの場合, 隔離以外は速やかに「手動起動」実施, 報告 (1) CRD ポンプ A(B) (2) CUW ポンプ (A, B)</p>

操 作 員 (B)	備 考
(11) T/D RFP 軸受油温度 「約32℃」	
RFP-T A/B タービン軸受給油温度制御器 (9-75 TIC-60-31A/B)	
RFP 軸受温度記録計 (9-20 TRS-52-2)	
(12) グランドシール蒸気圧力 「0.027MPa」	
STEAM SEAL HDR PRESS 指示計 (9-7 PI-60-4)	
タービングラウンドシール制御盤制御器 (9-70 PIC-51-218)	
(13) タービン排気室温度 「正常範囲」	
TURBINE SHELL TEMP EXP 記録計 (9-7 R-30-20-2)	
(14) RFP-T(A, B) 「ターニング中」	
(15) タービン回転速度 「降下中」	
TURB ECC SPEED CONT BYPASS VA POS 記録計(9-7 R-30-20-1)	
△	
17. 下記ドレン弁「開」確認及び「手動開」実施	
(1) STOP VALVE BEFORE SEAT DR VALVE (SV-1, 3, 5, 7) 「手動開」	
(2) CONTROL VALVE BEFORE SEAT DR VA (CV-1, 3, 5, 7) 「手動開」	
(3) MAIN STEAM LEADS TURB END VA (S-4) 「手動開」	
(4) MAIN STM HEADER DRAIN VA (LCV-51-1) 「手動開」	
(5) TDRFP 2A/2B HPCV ST DR VALVE (V-17-13A/B) 「手動開」	
(6) TDRFP 2A/2B HPSV ST DR VALVE (V-17-12A/B) 「手動開」	
(7) TDRFP 2A/2B HPSV ST DR VALVE (V-17-14A/B) 「手動開」	
(8) TDRFP 2A/2B LPSV ST DR VALVE (V-6-3A/B) 「手動開」	
(9) TDRFP 2A/2B LPCV ST DR VALVE (V-6-4A/B) 「手動開」	
(10) TDRFP 2A/2B LPCV CH DR VALVE (V-6-5A/B) 「手動開」	
(11) TDRFP 2A/2B TURB 1ST STAGE DRAIN V (V-6-9A/B) 「手動開」	
(12) MOISTUR SEPARATOR DRAIN V (AO-11-11i~114) 「開」	
(13) MOIST SEPARATER DRTK A/B LEVEL (LIC-53-22A/B) 「25%開」	
	<p>発電機出力10%以下で全開となる                      発電機出力10%以下で25%開となる                      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>

2010年 3月10日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
4. 86G1 リセット	9. タービントリップ原因究明指示  10. タービントリップ原因確認及び関係箇所に連絡  11. 86G1 リセット指示  12. 原子炉スクラム信号クリアー確認  13. ARI リセット指示	14. 警報「SCRAM DISCH VOL HI WTR LEVEL TRIP」を除き、全ての原子炉スクラム信号が「クリアー」されたことを確認、報告  15. ARI 「手動リセット」実施、報告 (1) 手動ARIセレクタスイッチA,Bを「INSERT」にし、その後「NORMAL」位置に戻す (2) ARI リセットを確認 a. 「ARI SYS A OPERATED」及び「ARI SYS B OPERATED」警報「クリアー」確認
5. 原子炉スクラムリセット	14. 原子炉スクラムリセット指示  15. 原子炉スクラムリセット確認	16. 原子炉スクラム「手動リセット」実施、報告 (1) DISCH VOL HIGH WATER BYP キースイッチ「バイパス」位置 a. 「SCRAM DISCH VOL HI WTR LEVEL TRIP BYPASS」警報確認 (2) 原子炉スクラムリセット操作スイッチ「手動リセット」 (3) 原子炉スクラムリセットを確認 a. スクラム警報「クリアー」確認 b. 全制御棒炉心状態表示ユニット(2) スクラム ⑤ ランプ「消灯」確認 c. スクラム排出容器A/Bドレン弁、排出ヘッダベント弁「開」確認 d. アキュームレーター充填完了により 全制御棒炉心状態表示ユニット(2) 「アキュームレーター異常」 ⑧ ランプ「消灯」確認 (4) 「SCRAM DISCH VOL HI WTR LEVEL TRIP」及び、 「SCRAM DISCH VOL A(B) NOT DRAINED」警報「クリアー」確認 (5) DISCH VOL HIGH WATER BYP キースイッチ「通常」位置 a. 「SCRAM DISCH VOL HI WTR LEVEL TRIP BYPASS」 警報「クリアー」確認

操 作 員 (B)	備 考
<p>18. タービントリップの原因究明            (1) タービントリップ時の発生警報再確認            (2) アラームタイパー打出し確認            (3) CRT 表示確認            (4) EHC ファーストヒット確認</p> <p>19. タービントリップの原因を確認, 報告</p> <p>20. 発電機関係「手動リセット」実施, 報告            (1) 発電機ロックアウトリレー(86G1), (86G2) 「手動リセット」            (2) 固定子冷却水ポンプA(B) 「手動起動」            (3) 主変圧器冷却ファンA(B)群 「手動起動」</p> <p>21. ヒータードレンポンプ(A~C)「トリップ」確認, ポンプ吐出弁「手動閉」実施, 報告</p> <p>22. 原子炉水位制御の状態を確認し, 停止可能な状況であれば, HPCP, LPPを各1台「手動停止」後, 操作スイッチ「引保持」位置実施, 報告(それぞれ1台運転, 1台待機とする)</p> <p>23. コンデミ3塔通水に減塔を操作員補機に指示</p> <p>24. タービン回転速度「1000rpm」にてリフトポンプNo.1~8「起動」確認            (1) 表示灯 ⑧ ランプ「点灯」</p> <p>25. 発電機水素純度計アナライザー戻り弁(G-26)「手動閉」, アナライザーベント弁(G-27)「手動開」を操作員補機に指示</p> <p>26. タービン, T/D RFP(A, B)「ターニングイン」確認, 報告            (1) 表示灯 ⑧ ランプ「点灯」</p> <p>27. 共用所内ボイラ2台運転を3号中操に依頼</p>	<p>吐出弁を絞って起動すること</p>

2010年 3月10日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
	16. PLRポンプ再起動指示	17. PLRポンプ (A, B) 起動前点検を実施, 報告 (1) 原子炉水と停止ループの温度差 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">28°C以内</span> CLEANUP TEMPS 指示計 (9-4 TI-12-137 #1) RECIRC PUMP A & B SUCTION TEMP 記録計 (9-4 TR-2-165) (2) RPV 上部, 下部温度差 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">80°C以内</span> REACTOR VESSEL TEMPERATURE 記録計 (9-21 TR-2-3-89) 上部 圧力容器の圧力に対する飽和温度, 下部 圧力容器下部ドレン冷却材温度 打点9 (3) PLR-INV 2A(B) 関連警報発生の有無
6. PLRポンプ再起動	17. PLRポンプ再起動確認	18. PLRポンプ (A, B) 「手動起動」実施, ユニットの状態を確認, 報告
7. 原子炉冷温停止	18. 原子炉冷温停止指示	19. 原子炉冷温停止  <以下, ユニット操作手順書 第5章「通常停止」の項参照>



操 作 員 (B)	備 考
<p>28. 原子炉冷温停止</p> <p>&lt;以下, ユニット操作基準 第5章「通常停止」の項参照&gt;</p>	<p>PLR-INV 起動前の現場確認</p>

Q

Q

## 第9章 タービントリップ事故

### 9-1 タービントリップ後再並列不可能の場合

#### (B) タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力未満の場合

#### 1. 事故概要

出力運転中にタービントリップが発生すると、発電機ロックアウトリレー86Gが動作して発電機しゃ断器がトリップする。同時に、所内電源が自動切替され、所内負荷は所内変圧器(HTr)側より起動変圧器(STr)側に受電切替される。

タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力以上の場合は原子炉スクラムし、30%相当圧力未満の場合には原子炉スクラムがバイパスされる。

タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力未満の場合、タービントリップが発生しても原子炉はスクラムせず、原子炉圧力はタービンバイパス弁(BPV)により制御される。

また、タービントリップにより抽気がしゃ断されるため給水温度が低下し、正の反応度印加により原子炉出力が徐々に上昇する。このため、出力上昇に注意しながら制御棒(CR)挿入により原子炉出力を降下させ、ユニットを通常停止する。

尚、BPVが正常に動作しない場合は、「原子炉圧力高」あるいは「中性子束高」にて原子炉はスクラムする。

#### 2. 操作のポイント

- (1) タービン主蒸気止め弁(MSV)、タービン蒸気加減弁(CV)、タービン中間塞止加減弁(IV)、タービン中間塞止弁(ISV)が全開し、タービンが確実にトリップしたことを確認する。
- (2) 原子炉がスクラムしていないこと及び、原子炉再循環系(PLR)ポンプが運転中であることを確認する。
- (3) 給水温度低下による原子炉出力上昇に注意し、CR挿入により出力を降下させる。
- (4) 原子炉圧力の変化及び、BPVの作動状態に注意し、電気油圧式制御装置(EHC)圧力制御が正常に行われていることを確認する。EHC圧力制御の異常により原子炉圧力が低下し、主蒸気管圧力5.86MPa以下となる恐れのある場合は、原子炉を手動スクラムすると共に圧力降下を確認し、必要であれば主蒸気隔離弁(MSIV)を手動閉にする。
- (5) タービンが安全に停止することを確認する。  
タービン振動を抑制するため復水器真空度を調整する場合は、蒸気式空気抽出器(SJAE)空気入口弁を閉にし、復水器真空破壊弁の開度調整を行う。(この際、気体廃棄物処理系(OG)へ過度の影響を与えないようにすること)

3. 関連インターロック, 設定値及び関連規定

(1) 警報

a. タービン手動トリップ	—
b. タービン加速度トリップ	111%
c. タービンバックアップ加速度トリップ	111.5%
d. 復水器真空低下	25.3kPaabs
e. タービンスラスト軸受摩耗	0.055MPa
f. タービン排気室温度高	107℃
g. 発電機ロックアウトリレー動作	—
h. EHC 高圧油圧低	7.60MPa (TD 0.5sec)
i. EHC 制御電源喪失	— (TD 5sec)
j. 固定子冷却水喪失	入口圧力 0.21MPa (TD 5sec) → 出口温度 83℃ → TD 70sec → トリップ
k. 湿分分離器水位高	鏡板底面より+1384 mm (+10sec)
l. タービン振動大	25/100 mm (「タービン発電機軸受振動の異常」の項参照)
m. 主油ポンプ吐出圧力低	0.73MPa (タービン回転速度 1100rpm 以上)
n. EHC 制御機能喪失	—

(2) インターロック

第 23 章「参考資料」参照

(3) 関連規定

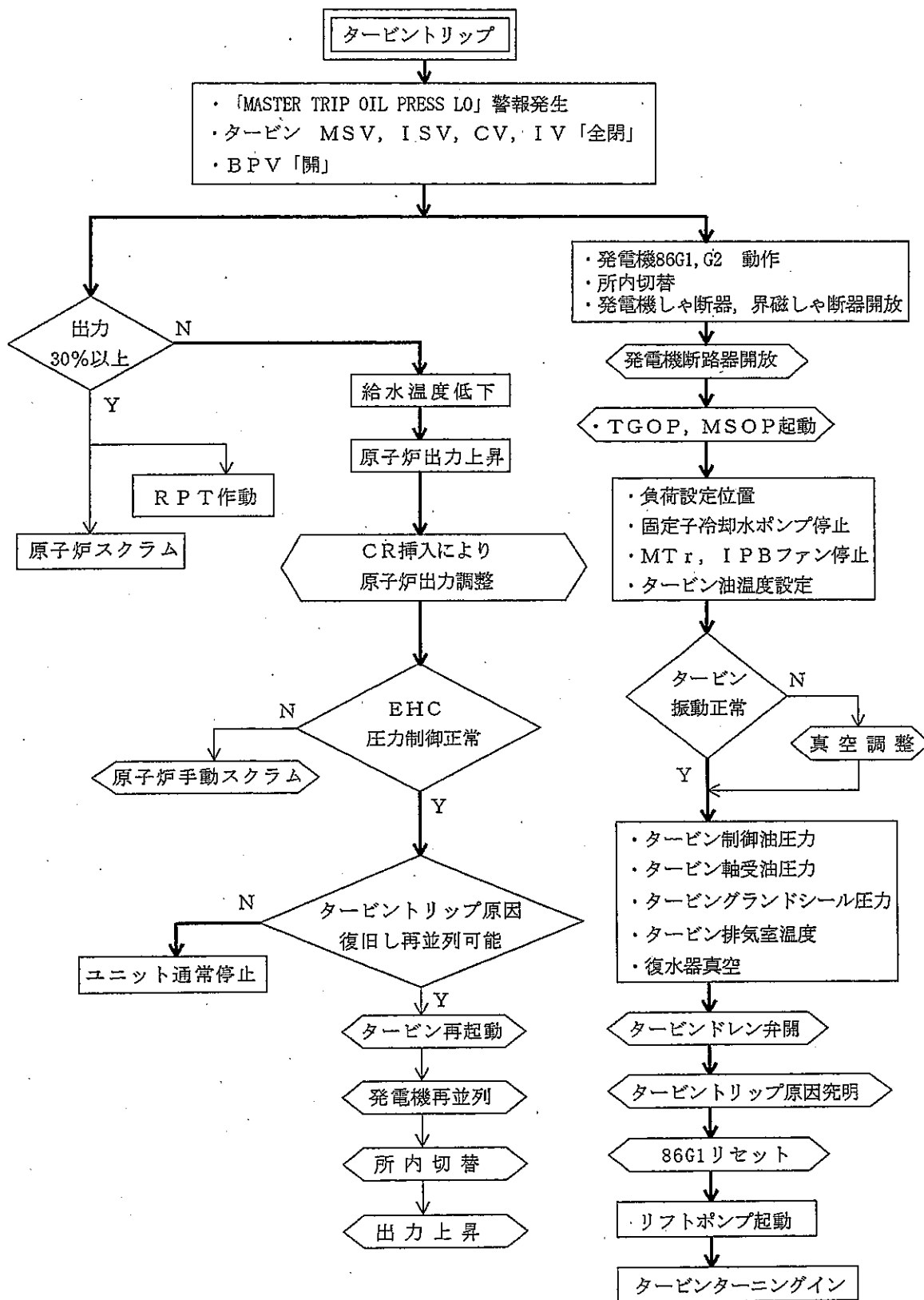
なし

第9章 タービントリップ事故

9-1 タービントリップ後再並列不可能の場合

(B) タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力未満の場合

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</p> <p>2. プラント状況確認</p> <p>3. 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安定運転中を確認</p> <p>2. タービントリップ後の処置操作指示</p> <p>3. 所内電源切替確認</p> <p>4. 事故状況を給電に連絡すると共に関係箇所に連絡</p> <p>(1) 事故発生時刻</p> <p>(2) 事故発生の電気工作物</p> <p>(3) 事故概要</p>	<p>△</p> <p>1. 原子炉安定運転中を確認, 報告</p> <p>(1) 原子炉出力</p> <p style="padding-left: 20px;">SRNM/APRM/RBM 記録計 (9-5 NR-7-46B/C)</p> <p style="padding-left: 20px;">SRNM/APRM 記録計 (9-5 NR-7-46A/D)</p> <p>(2) 原子炉水位</p> <p style="padding-left: 20px;">REAC WTR LEVEL A~C 指示計 (9-5 LI-6-94A~C)</p> <p style="padding-left: 20px;">REACTOR WATER LEVEL A/B 指示計 (9-5 LI-2-3-85A/B)</p> <p>(3) 原子炉圧力</p> <p style="padding-left: 20px;">REACTOR PRESS A/B 指示計 (9-5 PI-6-90A/B)</p> <p style="padding-left: 20px;">REAC PRESS/TURB STM FLOW 記録計 (9-5 FR/PR-6-98)</p> <p>(4) 主蒸気流量</p> <p style="padding-left: 20px;">STEM FLOW A~D 指示計 (9-5 FI-6-88A~D)</p> <p style="padding-left: 20px;">REAC STM FLOW FDW FLOW 記録計 (9-5 FR-6-96)</p> <p>(5) 復水, 給水流量</p> <p style="padding-left: 20px;">COND PURIFIC SYST OUTLET FLOW 記録計 (9-6 FR/DPR-52-1A)</p> <p style="padding-left: 20px;">FD WTR FLOW A/B 指示計 (9-5 FI-6-89A/B)</p> <p>(6) 炉心流量</p> <p style="padding-left: 20px;">CORE PRESSURE DROP JET PUMP FLOW 記録計 (9-5 DPR/FR-2-3-95)</p> <p>(7) PLR ポンプ (A, B) 速度</p> <p style="padding-left: 20px;">再循環速度制御器 PLR ポンプ A/B (9-4 SI-2-184-151A/B)</p> <p>(8) 給水温度</p> <p style="padding-left: 20px;">MAIN STM CONDENSATE TEMP 記録計 (9-20 TR-51-1)</p> <p>2. 給水温度低下による原子炉出力「上昇」の有無を確認</p> <p>3. 必要により制御棒「手動挿入」実施, 原子炉出力「減少」確認, 報告</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px; display: inline-block;">目標値 原子炉出力 25%</p> <p>4. 原子炉水位の制御状態を確認, 報告</p> <p>(1) 原子炉水位</p> <p>(2) 必要により給水制御「手動調整」</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px; display: inline-block;">目標値 原子炉水位 L-4~L-7</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. タービン・発電機「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 警報  「MASTER TRIP OIL PRESS LO」(5.50MPa)  「GENERATOR LOCK OUT RELAY G1 OPERATED」  「GENERATOR LOCK OUT RELAY G2 OPERATED」</p> <p>(2) 主蒸気止め弁 「閉」  (3) 蒸気加減弁 「閉」  (4) 中間塞止弁 「閉」  (5) 中間塞止弁加減弁 「閉」  (6) 抽気逆止弁 「閉」  (7) BHC コントロールパネル 全弁閉 ㊟ ランプ「点灯」  (8) タービンバイパス弁 「開」  BYPASS VALV CAM POSITION 指示計 (9-7 POI-30-14)  TURB ECC SPEED CONT BYPASS VA POS 記録計 (9-7 R-30-20-1)  EHC テストパネル開度指示計 (BPV 開度1~3)  (9) ATTEM SPRAY VALVE 「全開」</p> <p>2. 発電機しゃ断器 [O-2]「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」  [2A-3B, 2B-2]  (2) 6.9KV 所変受電しゃ断器「開放」  [2A-1B, 2B-1]</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-2]「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 ㊟ ランプ「点灯」</p> <p>7. タービン回転速度「降下」確認, 報告</p> <p>(1) TURB ECC SPEED CONT BYPASS VA POS 記録計 (9-7 R-30-20-1)</p> <p>8. MSOP及びTGOP「手動起動」実施, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ㊟ ランプ「点灯」</p>	<p>△</p> <p>トリップ原因が「タービンEHC電源喪失」の場合には、警報「MASTER TRIP OIL PRESS LO」及びEHCテストパネルの表示灯「トリップ」は点灯しない 別紙-1参照</p> <p>警報の確認が完了するまで「LAMP ACKNOWLEDGE」ボタンを押してはならない 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>

2010年 3月10日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)



操 作 員 (B)	備 考
<p>△</p> <p>9. 高圧タービンランドシール蒸気を確保, 報告</p> <p>(1) グランドシールアンローディングバルブ(MO-B)「閉」確認</p> <p>(2) グランド蒸気高圧側 SSH 入口弁(MO-SSH-6A, 6B)「手動開」</p> <p>(3) グランドシールリークオフ制御圧力設定「手動変更」 PIC-60-4 (0.021→0.027MPa)</p> <p>(4) 蒸化器主蒸気入口弁(MO-3-101)「開」確認</p> <p>10. 主変圧器冷却ファン(A, B)「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>11. IPB冷却ファンA(B)「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>12. 固定子冷却水ポンプA(B)「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>13. タービン油温度設定「変更」確認(45℃→32℃)</p> <p>(1) タービン発電機軸受給油温度 主タービン発電機軸受給油温度制御器 (9-75 TIC-60-30)</p> <p>(2) タービン発電機軸受排油温度 TURB GEN WINDING TEMPERATURE 記録計 (9-31 TR-60-1)</p> <p>14. タービン振動及び復水器真空度を確保, 必要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 振動記録計 (9-75 S/VBR-30-20-3~7)</p> <p>(2) 復水器真空度 COND 2B VACUM NARROW RANGE 指示計 (9-7 PI-51-8B) COND 2B VACUM WIDE RANGE 指示計 (9-7 PI-51-9B)</p> <p>(3) M. SJAE A(B) 空気入口弁 (MO-2-1A(B))「手動閉」</p> <p>(4) 復水器真空破壊弁 (MO-2-51)「調整開」 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. 復水器真空破壊弁 (MO-2-51)「手動閉」</p> <p>b. 排ガス再循環弁 (PCV-364A, B)「手動閉」</p> <p>c. M. SJAE A(B) 空気入口弁(MO-2-1A(B))「調整開」 排ガス流量は30Nm<sup>3</sup>/hを超えないこと 排ガス抽出器入口流量記録計 (H/U 制御盤 FR-2-6) OFF GAS FILTER INLET FLOW 記録計 (9-34 FRS-24-133)</p>	<p>タービントリップにより「カスケードモード」で自動的に設定変更される</p> <p>(1) 危険速度 800~1350rpm</p> <p>(2) 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復水器へ逃すことにより給水系を併用し, かつ水位を維持する</p> <p>(3) 真空破壊弁(MO-2-51)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真空に近づいたら連続的に閉操作全閉とする</p> <p>(4) オフガス系の十分な放射能減衰の確保と過大流量防止のためにM. SJAE 入口弁(MO-2-1A(B))を閉操作し, 真空調整前のオフガス流量付近となるよう調整する</p> <p>また, オフガス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</p>

2010年 3月10日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
	<p>5. ユニット状態確認 指示</p>	<p>5. 原子炉の運転状態を確認, 報告</p> <p>(1) 原子炉出力 (APRM 指示) 「ほぼ一定」</p> <p>(2) 原子炉水位 「通常レベルで制御中」</p> <p>(3) 原子炉圧力 「Tb BPV にて制御中」</p> <p>(4) 主蒸気流量 「ほぼ一定」</p> <p>(5) 給水流量 「ほぼ一定」</p> <p>(6) 格納容器圧力 「通常値」</p> <p>    DRYWELL MAKE UP N2 FLOW/PRESS 記録計 (9-25 FR/PRC-16-105)</p> <p>    DRYWELL TORUS PRESSURE 記録計 (9-25 PR-16-103)</p> <p>(7) 格納容器温度 「通常値」</p> <p>(8) 圧力抑制室水位 「+7 ~ -3 cm以内」</p> <p>    SUPPRES CHAMB LEVEL 指示計 (9-3 LI-16-132)</p> <p>(9) 圧力抑制室水温 「32℃以下」</p> <p>    ESS-I, サプレッションプール水温度記録計 (9-85 TRS-16-720A)</p> <p>    ESS-II, サプレッションプール     水温度記録計 (9-85 TRS-16-720B)</p> <p>(10) MSIV (内, 外) 「全開」</p> <p>(11) PCIS (内, 外) 「作動の有無」</p> <p>(12) 放射線モニタの指示 「通常値」</p> <p>    a. STACK GAS RAD LEVEL CH-1, 2 記録計 (1u 902 1705-19)</p> <p>    b. 主蒸気放射線モニタ A~D 記録計 (9-2 RR-17-252)</p> <p>    c. 排ガス復水器出口放射線モニタ A/B 記録計 (9-2 RR-17-152A)</p> <p>    d. 排ガス減衰タンク出口放射線モニタ A/B 記録計 (9-2 RR-17-152B)</p> <p>    e. 活性炭ホールドアップ装置出口放射線モニタ A/B 記録計 (9-2 RR-2-727)</p> <p>    f. タービン帯蒸気排ガス放射線モニタ記録計 (9-2 RR-17-951)</p> <p>    g. 原子炉建屋換気系放射線モニタ A/B 記録計 (9-2 RR-17-455)</p>

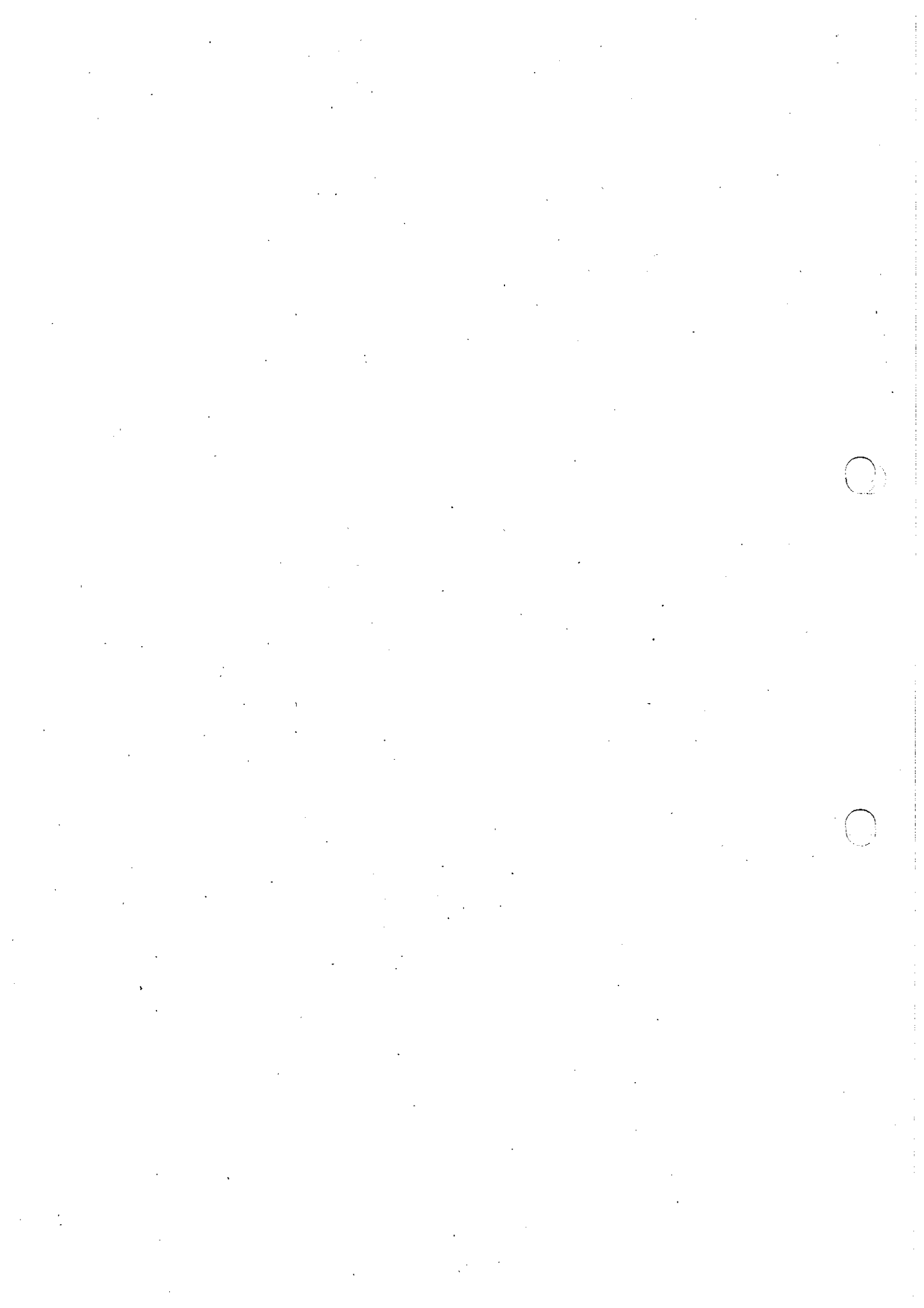
操 作 員 (B)	備 考
<p>d. 主排気筒放射線レベルに注意 STACK GAS RAD LEVEL CH-1,2 記録計 (1u 902 1705-19)</p>	<p>圧に維持するよう PCV-2-1を調整する (5) 活性炭ホールドアップ装置 定格流量 30Nm<sup>3</sup> (6) 弁開閉時間 MO-2-51 約 88 秒 MO-2-1A/B 約 138 秒 (7) 復水器真空調整時は適時間 連放射線モニタを監視し異常のないことを確認する ・主排気筒放射線モニタ ・活性炭ホールドアップ装置出口放射線モニタ</p>
<p>15. タービン・発電機の状態を確認, 報告</p> <p>(1) タービン制御油圧 「約 10.98MPa」 HYD FLUID PRESSURE 指示計 (9-7 PI-30-20-106)</p> <p>(2) タービンバイパス弁 「制御中」</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 (9-6 LR-52-5)</p> <p>(5) タービン振動 「収束中」 主タービン軸受振動/回転速度記録計 (9-75 S/VBR-30-20-3~7)</p> <p>(6) タービン伸び・伸び差 「正常範囲」 TURBINE SHELL TEMP EXP 記録計 (9-7 R-30-20-2)</p> <p>(7) タービン軸受油圧力 「約 0.23MPa」 TB BRG OIL HDR PRESSURE 指示計 (9-7 PI-60-2)</p> <p>(8) タービン軸受油温度 「約 32℃」 主タービン発電機軸受給油温度制御器 (9-75 TIC-60-30) TURB GEN WINDING TEMPERATURE 記録計 (9-31 TR-60-1)</p> <p>(9) T-RFP 軸受油圧力 「約 0.09MPa」 TDRFP 2A/2B P BRG OIL PR 指示計 (9-6 PI-58-14A/B)</p> <p>(10) RFP-T 軸受油圧力 「0.12MPa」 TDRFP 2A/2B P BRG OIL PRESS 指示計 (9-6 PI-58-13A/B)</p> <p>(11) グランドシール蒸気圧力 「0.027MPa」 STEAM SEAL HDR PRESS 指示計 (9-7 PI-60-4) タービングランドシール制御盤制御器 (9-70 PIC-51-218)</p> <p>(12) タービン排気室温度 「正常範囲」 TURBINE SHELL TEMP EXP 記録計 (9-7 R-30-20-2)</p> <p>(13) タービン回転速度 「降下中」 TURB ECC SPEED CONT BYPASS VA POS 記録計 (9-7 R-30-20-1)</p>	<p>別紙-1 参照</p> <p>別紙-2 参照</p>

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
<p>4. 86G1 リセット</p>	<p>6. タービントリップ 原因究明指示</p> <p>7. タービントリップ 原因確認及び関係 箇所に連絡</p> <p>8. 86G1 リセット指 示</p>	<p>h. エリア放射線モニタ記録計 (9-2 RR-18-55A/B)</p> <p>(13) SRV 排気温度 「通常値」</p> <p>RELIEF &amp; SAFETY VLVS LEKAGE TEMPS 記録計 (9-21 TRS-2-166)</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>△</p> <p>16. 下記ドレン弁「開」確認及び「手動開」実施</p> <p>(1) STOP VALVE BEFORE SEAT DR VALVE (SV-1, 3, 5, 7) 「手動開」</p> <p>(2) CONTROL VALVE BEFORE SEAT DR VA (CV-1, 3, 5, 7) 「手動開」</p> <p>(3) MAIN STEAM LEADS TURB END VA (S-4) 「手動開」</p> <p>(4) MAIN STM HEADER DRAIN VA (LCV-51-1) 「手動開」</p> <p>(5) TDRFP 2A/2B HPCV ST DR VALVE (V-17-13A/B) 「手動開」</p> <p>(6) TDRFP 2A/2B HPSV ST DR VALVE (V-17-12A/B) 「手動開」</p> <p>(7) TDRFP 2A/2B HPSV ST DR VALVE (V-17-14A/B) 「手動開」</p> <p>(8) TDRFP 2A/2B LPSV ST DR VALVE (V-6-3A/B) 「手動開」</p> <p>(9) TDRFP 2A/2B LPCV ST DR VALVE (V-6-4A/B) 「手動開」</p> <p>(10) TDRFP 2A/2B LPCV CH DR VALVE (V-6-5A/B) 「手動開」</p> <p>(11) TDRFP 2A/2B TURB 1ST STAGE DRAIN V (V-6-9A/B) 「手動開」</p> <p>(12) MOISTUR SEPARATOR DRAIN V (AO-11-111~114) 「開」</p> <p>(13) MOIST SEPARATER DRTK A/B LEVEL (LIC-53-22A/B) 「25%開」</p> <p>17. タービントリップの原因究明</p> <p>(1) タービントリップ時の発生警報再確認</p> <p>(2) アラームタイパー打出し確認</p> <p>(3) CRT 表示確認</p> <p>(4) BHC ファーストヒット確認</p> <p>18. タービントリップの原因を確認, 報告</p> <p>19. 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」</p> <p>(2) 固定子冷却水ポンプ A(B) 「手動起動」</p> <p>(3) 主変圧器冷却ファン A(B)群 「手動起動」</p> <p>20. 原子炉水位制御の状態を確認し, HPCP及びLPCPが2台運転中の場合, 停止可能な状況であれば, 各1台「手動停止」後, 操作スイッチ「引保持」位置実施, 報告(それぞれ1台運転, 1台待機とする)</p> <p>21. タービン回転速度「1000rpm」にてリフトポンプNo.1~8「起動」確認</p> <p>(1) 表示灯 ⑧ ランプ「点灯」</p> <p>22. 発電機水素純度計アナライザー戻り弁(G-26)「手動開」, アナライザーベント弁(G-27)「手動開」を操作員補機に指示</p>	<p>発電機出力10%以下で全開となる 発電機出力10%以下で25%開となる</p> <p>吐出弁を絞って起動すること</p>



操 作 員 (B)	備 考
<p>23. タービン「ターニングイン」確認, 報告 (1) 表示灯 ㊟ ランプ「点灯」</p> <p>24. タービン・発電機「再並列不可能」確認, 報告</p> <p>25. 所内ボイラ2台運転を操作員補機に指示</p> <p>&lt;以下, ユニット操作手順書 第5章「通常停止」の項参照&gt;</p>	





## 第9章 タービントリップ事故

## 9-2 タービントリップ後再並列可能の場合

(タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力未満の場合)

## 1. 事故概要

出力運転中にタービントリップが発生すると、発電機ロックアウトリレー86Gが作動して発電機しゃ断器がトリップする。同時に、所内電源が自動切替され、所内負荷は所内変圧器(HTr)側より起動変圧器(STr)側に受電切替される。

タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力以上の場合は原子炉がスクラムし、30%相当圧力未満の場合には原子炉スクラムがバイパスされる。

原子炉スクラムがバイパスされるケースにおいて、タービントリップの原因が特定でき、異常事象の拡大防止、プラントへの影響評価等の措置が行われ、再並列が可能と判断した場合には、タービンを再起動させ発電機を並列する。

また、タービントリップにより抽気がしゃ断されるため給水温度が低下し、正の反応度印加により原子炉出力が徐々に上昇する。このため、出力上昇に注意しながら制御棒(CR)挿入により原子炉出力を調整し、タービンの再起動に備える。

尚、タービンバイパス弁(BPV)が正常に動作しない場合は、「原子炉圧力高」あるいは「中性子束高」にて原子炉はスクラムする。

## 2. 操作のポイント

(1) タービン主蒸気止め弁(MSV)、タービン蒸気加減弁(CV)、タービン中間塞止加減弁(IV)、タービン中間塞止弁(ISV)が全閉し、タービンが確実にトリップしたことを確認する。

(2) 原子炉がスクラムしていないこと及び、原子炉再循環系(PLR)ポンプが運転中であることを確認する。

(3) 給水温度低下による原子炉出力上昇に注意し、CR挿入により出力を調整し、タービンの再起動に備える。

(出力目標値：初期の原子炉出力が25%以上であった場合は、BPV容量の25%を目標出力とする。)

初期の原子炉出力が25%未満の場合は、初期の出力を目標出力とする。)

(4) 原子炉圧力の変化及び、BPVの作動状態に注意し、電気油圧式制御装置(EHC)圧力制御が正常に行われていることを確認する。EHC圧力制御の異常により原子炉圧力が低下し、主蒸気圧力が5.86MPa以下となる恐れのある場合は、原子炉を手動スクラムすると共に圧力降下を確認し、必要であれば主蒸気隔離弁(MSIV)を手動閉にする。

(5) タービンが安全に停止することを確認する。

タービン振動を抑制するため復水器真空度を調整する場合は、蒸気式空気抽出器(SJAE)空気入口弁を閉にし、復水器真空破壊弁の開度調整を行う。(この際、気体廃棄物処理系(OG)へ過度の影響を与えないようにすること)

3. 関連インターロック, 設定値及び関連規定

(1) 警報

a. タービン手動トリップ	—
b. タービン加速度トリップ	111%
c. タービンバックアップ加速度トリップ	111.5%
d. 復水器真空低下	25.3kPaabs
e. タービンスラスト軸受摩耗	0.055MPa
f. タービン排気室温度高	107°C
g. 発電機ロックアウトリレー動作	—
h. EHC 高圧油圧低	7.60MPa (TD 0.5sec)
i. EHC 制御電源喪失	— (TD 5sec)
j. 固定子冷却水喪失	入口圧力 0.21MPa (TD 5sec) → トリップ 出口温度 83°C → TD 70sec → トリップ 鏡板底面より +1384 mm (+10sec)
k. 湿分分離器水位高	25/100 mm (「タービン発電機軸受振動の異常」の項参照)
l. タービン振動大	0.73MPa (タービン回転速度 1100rpm 以上)
m. 主油ポンプ吐出圧力低	—
n. EHC 制御機能喪失	—

(2) インターロック

第 23 章「参考資料」参照

(3) 関連規定

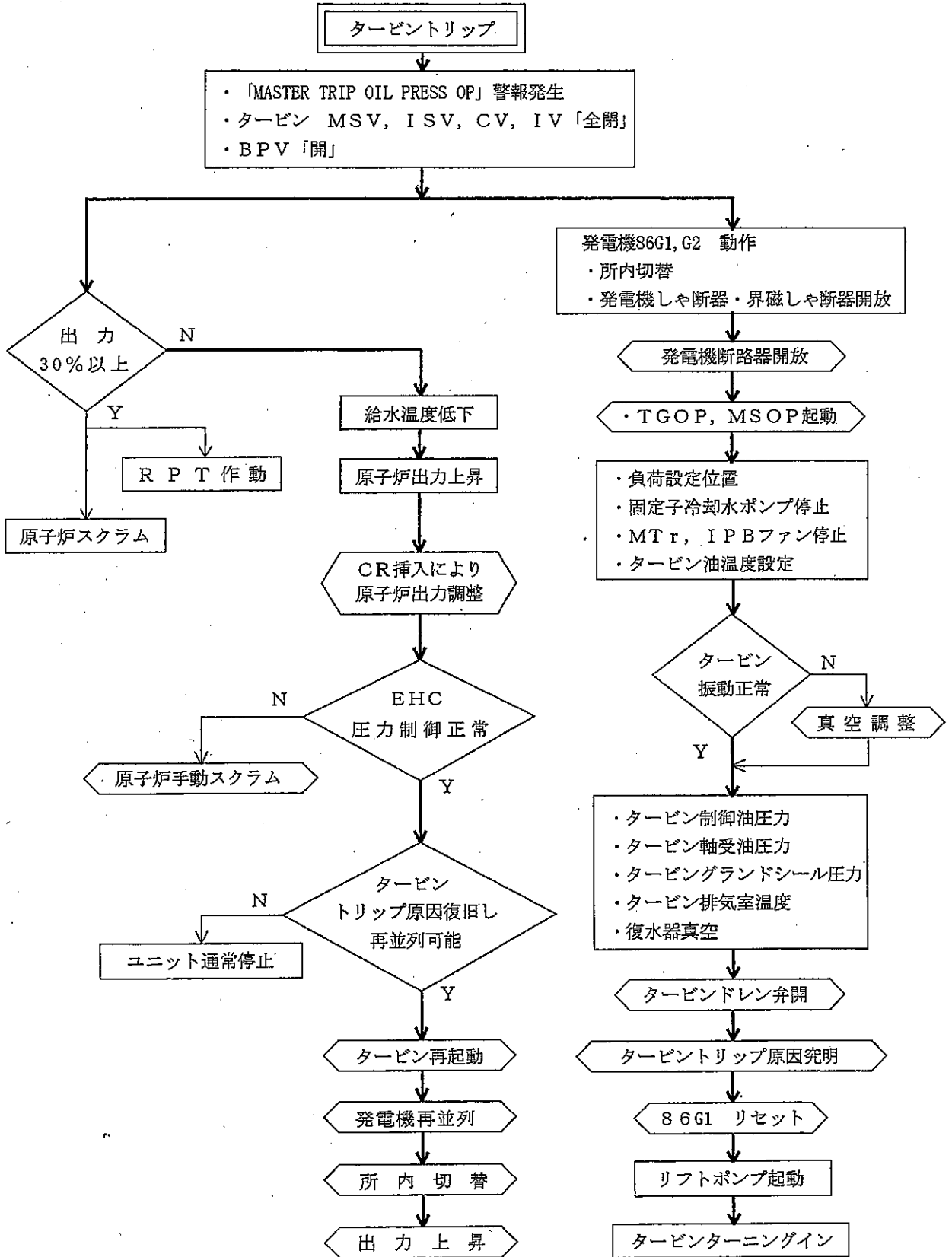
なし

第9章 タービントリップ事故

9-2 タービントリップ後再並列可能な場合

(タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力未満の場合)

4. フローチャート



(タービン第1段蒸気圧力が定格原子炉出力の30%相当圧力未満の場合)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
1. タービントリップ  2. プラント状況確認  3. 所内電源切替	1. タービン発電機トリップ及び原子炉安定運転中を確認  2. タービントリップ後の処置操作指示  3. 所内電源切替確認  4. 事故状況を給電に連絡すると共に関係箇所に連絡 (1) 事故発生時刻 (2) 事故発生時の電気工作物 (3) 事故概要	△ 1. 原子炉安定運転中を確認, 報告 (1) 原子炉出力 SRNM/APRM/RBM 記録計 (9-5 NR-7-46B/C) SRNM/APRM 記録計 (9-5 NR-7-46A/D) (2) 原子炉水位 REAC WTR LEVEL A~C 指示計 (9-5 LI-6-94A~C) REACTOR WATER LEVEL A/B 指示計 (9-5 LI-2-3-85A/B) (3) 原子炉圧力 REACTOR PRESS A/B 指示計 (9-5 PI-6-90A/B) REAC PRESS/TURB STM FLOW 記録計 (9-5 FR/PR-6-98) (4) 主蒸気流量 STEM FLOW A~D 指示計 (9-5 FI-6-88A~D) REAC STM FLOW FDW FLOW 記録計 (9-5 FR-6-96) (5) 復水, 給水流量 COND PURIFIC SYST OUTLET FLOW 記録計 (9-6 FR/DPR-52-1A) FD WTR FLOW A/B 指示計 (9-5 FI-6-89A/B) (6) 炉心流量 CORE PRESSURE DROP JET PUMP FLOW 記録計 (9-5 DPR/FR-2-3-95) (7) PLR ポンプ(A, B)速度 再循環速度制御器 PLR ポンプ A/B 速度 (9-4 SI-2-184-151A/B) (8) 給水温度 MAIN STM CONDENSATE TEMP 記録計 (9-20 TR-51-1)  2. 給水温度低下による原子炉出力「上昇」の有無を確認  3. 必要により制御棒「手動挿入」実施, 原子炉出力「減少」確認, 報告  目標値 原子炉出力 25%  4. 原子炉水位の制御状態を確認, 報告 (1) 原子炉水位 (2) 必要により給水制御「手動調整」  目標値 原子炉水位 L-4~L-7

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. タービン・発電機「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 警報  「MASTER TRIP OIL PRESS LO」 (5.50MPa)  「GENERATOR LOCK OUT RELAY G1 OPERATED」  「GENERATOR LOCK OUT RELAY G2 OPERATED」</p> <p>(2) 主蒸気止め弁 「閉」  (3) 蒸気加減弁 「閉」  (4) 中間塞止弁 「閉」  (5) 中間塞止弁加減弁 「閉」  (6) 抽気逆止弁 「閉」  (7) EHC コントロールパネル 全弁閉 ㊟ ランプ「点灯」  (8) タービンバイパス弁 「開」  BYPASS VALV CAM POSITION 指示計 (9-7 POI-30-14)  TURB ECC SPEED CONT BYPASS VA POS 記録計(9-7 R-30-20-1)  EHC テストパネル開度指示計 (BPV 開度 1~3)  (9) ATTEM SPRAY VALVE 「全開」</p> <p>2. 発電機しゃ断器 [O-2]「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」  [2A-3B, 2B-2]  (2) 6.9KV 所変受電しゃ断器「開放」  [2A-1B, 2B-1]</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-2]「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 ㊟ ランプ「点灯」</p> <p>7. タービン回転速度「降下」確認, 報告</p> <p>(1) TURB ECC SPEED CONT BYPASS VA POS 記録計 (9-7 R-30-20-1)</p> <p>8. MSOP及びTGOP「手動起動」実施, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ㊟ ランプ「点灯」</p>	<p>△  トリップ原因が「タービン EHC 電源喪失」の場合には, 警報  「MASTER TRIP OIL PRESS LO」及  び EHC テストパネルの表示灯「トリップ」は点灯しない  別紙-1 参照</p> <p>警報の確認が完了するまで  「LAMP ACKNOWLEDGE」ボタンを押してはならない  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>

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)

操 作 員 (B)	備 考
<p>△</p> <p>9. 高圧タービンランドシール蒸気を確保, 報告</p> <p>(1) グランドシールアンローディングバルブ(MO-B)「閉」確認</p> <p>(2) グランド蒸気高圧側 SSH 入口弁(MO-SSH-6A, 6B)「手動開」</p> <p>(3) グランドシールリークオフ制御圧力設定「手動変更」 PIC-60-4 (0.021→0.027MPa)</p> <p>(4) 蒸化器主蒸気入口弁(MO-3-101)「開」確認</p> <p>10. 主変圧器冷却ファン(A, B)「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>11. IPB冷却ファンA(B)「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>12. 固定子冷却水ポンプA(B)「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>13. タービン油温度設定「変更」確認(45℃→32℃)</p> <p>(1) タービン発電機軸受給油温度 主タービン発電機軸受給油温度制御器 (9-75 TIC-60-30)</p> <p>(2) タービン発電機軸受排油温度 TURB GEN WINDING TEMPERATURE 記録計 (9-31 TR-60-1)</p> <p>14. タービン振動及び復水器真空度を確保, 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 振動記録計 (9-75 S/VBR-30-20-3~7)</p> <p>(2) 復水器真空度 COND 2B VACUM NARROW RANGE 指示計 (9-7 PI-51-8B) COND 2B VACUM WIDE RANGE 指示計 (9-7 PI-51-9B)</p> <p>(3) M. SJAE A(B) 空気入口弁 (MO-2-1A(B))「手動閉」</p> <p>(4) 復水器真空破壊弁 (MO-2-51)「調整開」 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. 復水器真空破壊弁 (MO-2-51)「手動閉」</p> <p>b. 排ガス再循環弁 (PCV-364A, B)「手動閉」</p> <p>c. M. SJAE A(B) 空気入口弁 (MO-2-1A(B))「調整開」 排ガス流量は30Nm<sup>3</sup>/hを超えないこと 排ガス抽出器入口流量記録計 (H/U 制御盤 FR-2-6) OFF GAS FILTER INLET FLOW 記録計 (9-34 FRS-24-133)</p>	<p>タービントリップにより「カスケードモード」で自動的に設定変更される</p> <p>(1) 危険速度 800~1350rpm</p> <p>(2) 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復水器へ逃すことにより給水系を併用し, かつ水位を維持する</p> <p>(3) 真空破壊弁(MO-2-51)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真空に近づいたら連続的に閉操作し全閉とする</p> <p>(4) オフガス系の十分な放射能減衰の確保と過大流量防止のために M. SJAE 入口弁(MO-2-1A(B))を閉操作し, 真空調整前のオフガス流量付近となるよう調整する</p> <p>また, オフガス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</p>

2010年 3月10日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
	<p>5. ユニット状態確認指示</p>	<p>5. 原子炉の運転状態を確認, 報告</p> <p>(1) 原子炉出力 (APRM 指示) 「ほぼ一定」</p> <p>(2) 原子炉水位 「通常レベルで制御中」</p> <p>(3) 原子炉圧力 「Tb BPV にて制御中」</p> <p>(4) 主蒸気流量 「ほぼ一定」</p> <p>(5) 給水流量 「ほぼ一定」</p> <p>(6) 格納容器圧力 「通常値」            DRYWELL MAKE UP N<sub>2</sub> FLOW/PRESS 記録計 (9-25 FR/PRC-16-105)            DRYWELL TORUS PRESSURE 記録計 (9-25 PR-16-103)</p> <p>(7) 格納容器温度 「通常値」</p> <p>(8) 圧力抑制室水位 「+7 ~ -3 cm 以内」            SUPPRES CHAMB LEVEL 指示計 (9-3 LI-16-132)</p> <p>(9) 圧力抑制室水温 「32℃以下」            ESS-I, サプレッションプール水温度記録計 (9-85 TRS-16-720A)            ESS-II, サプレッションプール水温度記録計 (9-85 TRS-16-720B)</p> <p>(10) MSIV (内, 外) 「全開」</p> <p>(11) PCIS (内, 外) 「作動の有無」</p> <p>(12) 放射線モニタの指示 「通常値」</p> <p>a. STACK GAS RAD LEVEL CH-1, 2 記録計 (1u 902 1705-19)</p> <p>b. 主蒸気放射線モニタ A~D 記録計 (9-2 RR-17-252)</p> <p>c. 排ガス復水器出口放射線モニタ A/B 記録計 (9-2 RR-17-152A)</p> <p>d. 排ガス減衰タンク出口放射線モニタ A/B 記録計 (9-2 RR-17-152B)</p> <p>e. 活性炭ホールドアップ装置出口放射線モニタ A/B 記録計 (9-2 RR-2-727)</p> <p>f. タービン衛帯蒸気排ガス放射線モニタ記録計 (9-2 RR-17-951)</p> <p>g. 原子炉建屋換気系放射線モニタ A/B 記録計 (9-2 RR-17-455)</p>



操 作 員 (B)	備 考
<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 (1u 902 1705-19)</p>	<p>圧に維持するよう PCV-2-1を調整する (5) 活性炭ホールドアップ装置 定格流量 30Nm<sup>3</sup>/h (6) 弁開閉時間 MO-2-51 約 88 秒 MO-2-1A/B 約 138 秒 (7) 復水器真空調整時は適時間 連放射線モニタを監視し異常のないことを確認する ・主排気筒放射線モニタ ・活性炭ホールドアップ装置出口放射線モニタ</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 10.98MPa」 HYD FLUID PRESSURE 指示計 (9-7 PI-30-20-106)</p> <p>(2) タービンバイパス弁 「制御中」</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 (9-6 LR-52-5)</p> <p>(5) タービン振動 「収束中」 主タービン軸受振動/回転速度記録計 (9-75 S/VBR-30-20-3~7)</p> <p>(6) タービン伸び・伸び差 「正常範囲」 TURBINE SHELL TEMP EXP 記録計 (9-7 R-30-20-2)</p> <p>(7) タービン軸受油圧力 「約 0.23MPa」 TB BRG OIL HDR PRESSURE 指示計 (9-7 PI-60-2)</p> <p>(8) タービン軸受油温度 「約 32℃」 主タービン発電機軸受給油温度制御器 (9-75 TIC-60-30) TURB GEN WINDING TEMPERATURE 記録計 (9-31 TR-60-1)</p> <p>(9) T-RFP 軸受油圧力 「約 0.09MPa」 TDRFP 2A/2B P BRG OIL PR 指示計 (9-6 PI-58-14A/B)</p> <p>(10) RFP-T 軸受油圧力 「0.12MPa」 TDRFP 2A/2B P BRG OIL PRESS 指示計 (9-6 PI-58-13A/B)</p> <p>(11) グランドシール蒸気圧力 「0.027MPa」 STEAM SEAL HDR PRESS 指示計 (9-7 PI-60-4) タービングランドシール制御盤制御器 (9-70 PIC-51-218)</p> <p>(12) タービン排気室温度 「正常範囲」 TURBINE SHELL TEMP EXP 記録計 (9-7 R-30-20-2)</p> <p>(13) タービン回転速度 「降下中」 TURB ECC SPEED CONT BYPASS VA POS 記録計 (9-7 R-30-20-1)</p>	<p>別紙-1 参照</p> <p>別紙-2 参照</p>

2010年 3月10日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
<p>4. 86G1 リセット</p>	<p>6. タービントリップ原因究明指示</p> <p>7. タービントリップ原因確認及び関係箇所に連絡</p> <p>8. 86G1 リセット指示</p>	<p>h. エリア放射線モニタ記録計 (9-2 RR-18-55A/B)</p> <p>(13) SRV 排気温度 「通常値」</p> <p>RELIEF &amp; SAFETY VLVS LEKAGE TEMPS 記録計 (9-21 TRS-2-166)</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>△</p> <p>16. 下記ドレン弁「開」確認及び「手動開」実施</p> <p>(1) STOP VALVE BEFORE SEAT DR VALVE (SV-1, 3, 5, 7) 「手動開」</p> <p>(2) CONTROL VALVE BEFORE SEAT DR VA (CV-1, 3, 5, 7) 「手動開」</p> <p>(3) MAIN STEAM LEADS TURB END VA (S-4) 「手動開」</p> <p>(4) MAIN STM HEADER DRAIN VA (LCV-51-1) 「手動開」</p> <p>(5) TDRFP 2A/2B HPCV ST DR VALVE (V-17-13A/B) 「手動開」</p> <p>(6) TDRFP 2A/2B HPSV ST DR VALVE (V-17-12A/B) 「手動開」</p> <p>(7) TDRFP 2A/2B HPSV ST DR VALVE (V-17-14A/B) 「手動開」</p> <p>(8) TDRFP 2A/2B LPSV ST DR VALVE (V-6-3A/B) 「手動開」</p> <p>(9) TDRFP 2A/2B LPCV ST DR VALVE (V-6-4A/B) 「手動開」</p> <p>(10) TDRFP 2A/2B LPCV CH DR VALVE (V-6-5A/B) 「手動開」</p> <p>(11) TDRFP 2A/2B TURB 1ST STAGE DRAIN V (V-6-9A/B) 「手動開」</p> <p>(12) MOISTUR SEPARATOR DRAIN V (AO-11-111~114) 「開」</p> <p>(13) MOIST SEPARATER DRTK A/B LEVEL (LIC-53-22A/B) 「25%開」</p> <p>17. タービントリップの原因究明</p> <p>(1) タービントリップ時の発生警報再確認</p> <p>(2) アラームタイパー打出し確認</p> <p>(3) CRT 表示確認</p> <p>(4) EHC ファーストヒット確認</p> <p>18. タービントリップの原因を確認, 報告</p> <p>19. 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」</p> <p>(2) 固定子冷却水ポンプ A(B) 「手動起動」</p> <p>(3) 主変圧器冷却ファン A(B) 群 「手動起動」</p> <p>20. 原子炉水位制御の状態を確認し, HPCP及びLPCPが2台運転中の場合, 停止可能な状況であれば, 各1台「手動停止」後, 操作スイッチ「引保持」位置実施, 報告(それぞれ1台運転, 1台待機とする)</p> <p>21. タービン回転速度「1000rpm」にてリフトポンプNo.1~8「起動」確認</p> <p>(1) 表示灯 ⑧ ランプ「点灯」</p> <p>22. 発電機水素純度計アナライザー戻り弁(G-26)「手動閉」, アナライザーベント弁(G-27)「手動開」を操作員補機に指示</p>	<p>発電機出力10%以下で全開となる 発電機出力10%以下で25%開となる</p> <p>吐出弁を絞って起動すること</p>

2010年 3月10日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
5. 再並列の準備	9. タービントリップ原因復旧確認  10. タービン発電機再並列可能を確認し、タービン起動、再並列準備指示※	<p style="text-align: center;">&lt;以下、ユニット操作手順書 第4章「ユニットの低温起動」の項参照&gt;</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>23. タービン「ターニングイン」確認, 報告                      (1) 表示灯 ⑧ ランプ「点灯」</p> <p>24. タービン「トリップ」原因復旧を確認, 報告</p> <p>※再並列判断基準                      「トリップの原因が特定でき, 異常事象の拡大防止, プラントへの影響                      評価等の措置が行われ, 再並列が可能と判断した場合再並列する」</p> <p>25. タービン起動準備操作</p> <p>&lt;以下, ユニット操作手順書 第4章「ユニットの低温起動」の項参照&gt;</p>	

Q

Q