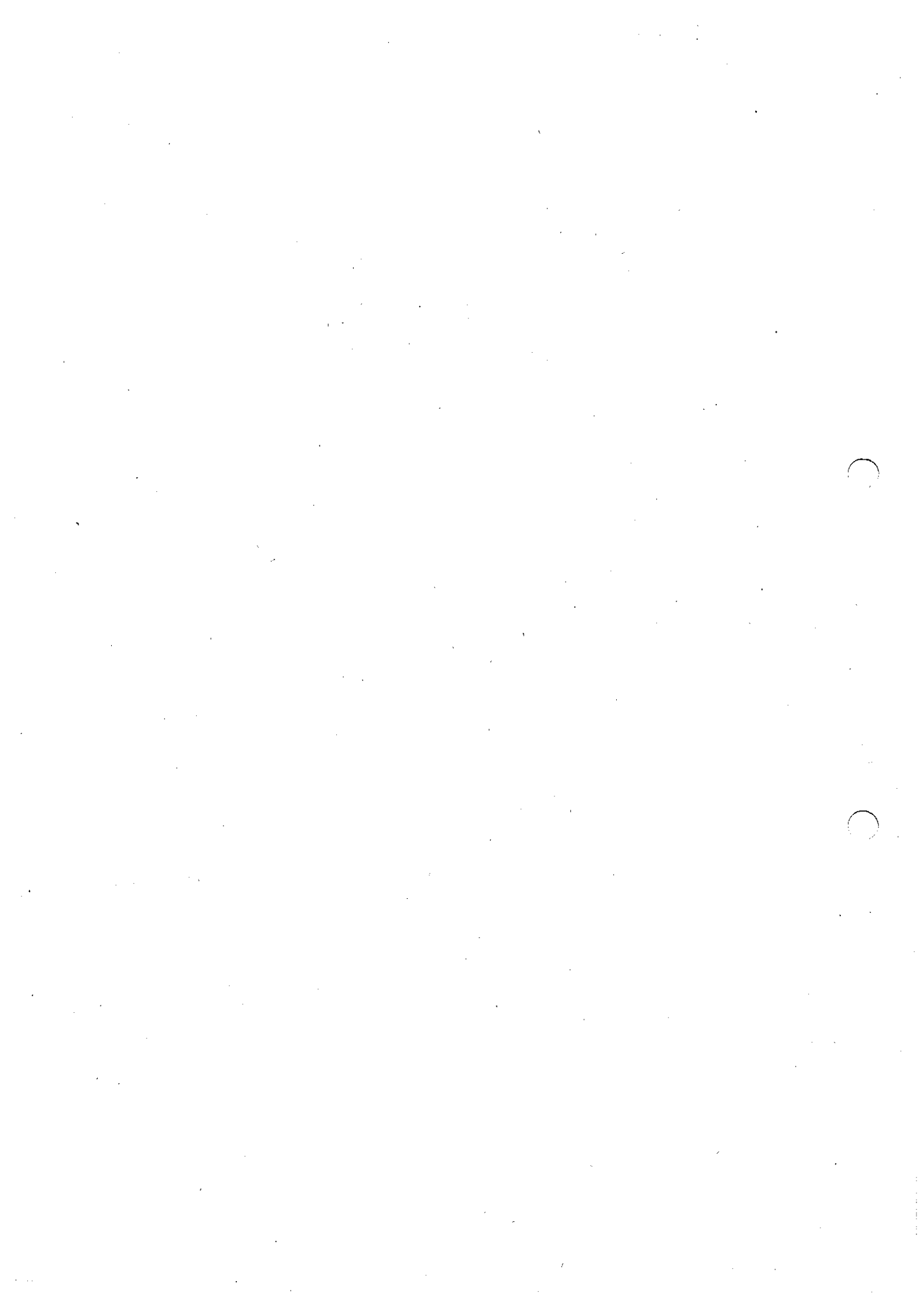


第6章 原子炉再循環系事故

6-1	原子炉再循環ポンプ1台トリップ	6-1
6-2	原子炉再循環ポンプ2台トリップ	6-2
6-3	原子炉再循環制御系のすくい管ロック	6-3
6-4	原子炉再循環ポンプ異常時の1台停止	6-4



第6章 原子炉再循環系事故

6-1 原子炉再循環ポンプ1台トリップ

△

1. 事故概要

出力運転中に何らかの原因により原子炉再循環系(PLR)ポンプが1台トリップすると、炉心流量は急速に減少しボイドが急増することにより、原子炉水位は上昇する。またこの際、選択制御棒挿入機構(SRI)が動作した場合(炉心流量が45%以下で原子炉出力が35%以上)は、SRI動作10秒後、原子炉水位設定が通常水位より200mm低下し、原子炉水位上昇は緩和される方向にある。

SRIが動作しない場合は、PLRポンプのトリップによる流路抵抗減少のため、健全側ループの流量が増加し、トリップした側のループは数秒で逆流し、炉心流量は定格の約46~54%になる。健全側ポンプの過流量防止及びトリップ側ポンプの逆転防止のため、健全側ポンプの速度低下操作を行うが、不必要なSRI動作を避けるため制御棒(CR)を挿入し、原子炉出力を30%まで低下させる。

炉心流量の低下により、運転点が運転範囲を逸脱及び中性子束振動発生の可能性があるため、CR挿入操作が必要になることもある。

2. 操作のポイント

- (1) PLRポンプ1台が停止した場合、CRの引き抜き及び炉心流量の増加(停止したPLRポンプの再起動時を除く)を行ってはならない。保安規定第28条(原子炉再循環ポンプ)
- △(2) トリップしたポンプのCSを引保持としてポンプ吐出弁を閉にし、約5分後に開とする。
(本操作は、逆転による軸受損傷の防止等のため)但し、圧力ロッキングによる弁固着防止のため、全閉してから原子炉圧力が0.98MPa以上低下しないうちに開操作する。
- △(3) PLRポンプ1台トリップ確認後、健全側のPLRポンプの過流量防止のため、速度を80%まで低下させる。尚、この操作においてSRIが動作する場合も生じる。ポンプ速度を低下させる時は原子炉水位上昇を考慮し、徐々に低下させること。
- △(4) 運転中のPLRポンプ速度を80%まで降速させた後、原子炉出力30%まで連続で制御棒を挿入する。続いて、停止したポンプの逆転防止及び健全側ループの流量を定格流量以内に抑えるため、運転中のポンプ速度を低下させるが、PLRループの温度低下を防ぐため50%までを目安とする。なお、この操作時にXeの蓄積によって、出力が一時的に低下し「給水流量低」によるPLRポンプランバック動作もあり得るので、動作した場合はPLRループと原子炉水及び原子炉压力容器(RPV)の上部、下部温度の温度差に注意する。
その後、原子炉出力低下に伴い、給水温度が低下し原子炉出力が徐々に上昇するので、原子炉熱出力及び炉心流量が運転範囲(保安規定第26条図26に定める運転範囲)を逸脱しないよう監視すると共に、状況によりCRの挿入を行う。また、中性子束振動を監視し異常増大が確認された場合は、原子炉を速やかに手動スクラムする。
- △(5) 中性子束振動異常増大の確認は下記により行う。
 - a. 平均出力領域モニタ(APRM)指示2~3秒周期で変動
APRMノイズ幅(Peak To Peak)「20%以上」
 - b. 局部出力領域モニタ(LPRM)指示2~3秒周期で変動
LPRMノイズ幅(Peak To Peak)「10%以上」
(指定された9ヶ所の制御棒を選択し炉心内LPRM監視)
- (6) 中性子束の振動徴候の有無を、下記関連パラメータにより確認する。
 - a. 起動領域モニタ(SRNM)ペリオド計A~H(微分ペリオドにて確認し、フィルタードペリオドも参考にする)
全チャンネル-100~+100秒の範囲を超え2~3秒周期でハンチング
 - b. 制御棒引抜監視装置(RBM)指示A/B(周辺以外の制御棒選択による)
2~3秒周期で通常のノイズ以上の変動
 - c. 警報「LPRM 高」発生

- (7) トリップ原因が特定でき、原因が除去されたならば、トリップ側 PLR ポンプの再起動に際して、健全側ポンプの速度を30%とする。
- (8) PLR ポンプを再起動する場合は、保安規定第37条(原子炉冷却材温度及び原子炉冷却材温度変化率)を遵守する。

3. 関連インターロック、設定値及び関連規定

(1) 警報

- a. 再循環 M-G セット駆動モータ A(B) シャ断器トリップ
- b. 再循環発電機 A(B) ロックアウトリレートリップ
- c. 再循環ループ A/B 片ループ運転中

(2) インターロック

a. 再循環 M-G セット駆動モータ A(B) シャ断器トリップ

- (a) 原子炉水位低(L-2)
- (b) ループ選択 (L-2 or D/W 圧力高) 13.7kPa 以上
- (c) M/C 低電圧 (駆動電動機低電圧 27) 4830V 以下
- (d) RPT シャ断器 開放(手動)
- (e) M-G セット発電機ロックアウトリレー(86G) 動作
- (f) 潤滑油圧力低(6秒後) 0.21MPa 以下
- (g) 潤滑油温度高 99°C 以上
- (h) 再循環ポンプ吐出弁(起動操作50秒後) 開度 90% 以下
- (i) 再循環ポンプ吸入弁 開度 90% 以下
- (j) RPT 作動(自動)
- (k) CS 「切」

b. 再循環発電機 A(B) ロックアウトリレートリップ

- (a) 発電機/ポンプ電動機差動継電器(87GM)
- (b) 発電機励磁機界磁過電流(76FA)
- (c) 発電機中性点過電圧(59N)
- (d) M-G 発電機過電流(50SR)(10秒後)
- (e) 発電機励磁機界磁電圧低(80F)(5秒後)
- (f) M-G 駆動電動機過電流(50/51)
- (g) 起動渋滞(15秒後)
- (h) 再循環ポンプ吐出弁開度25%以下(起動操作40秒後)

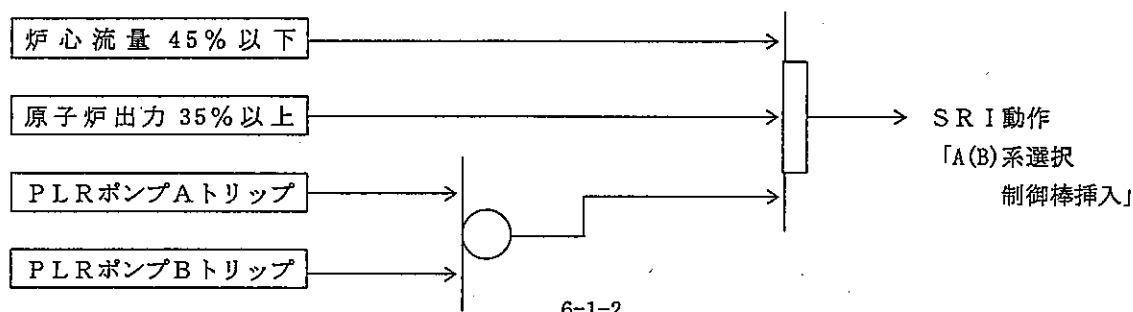
c. 再循環ポンプモータ A(B) トリップ [再循環トリップ系 A(B) 作動]

- (a) 主蒸気止め弁閉(90%開度以下) + タービン第1段圧力が定格原子炉出力の30%に相当する圧力以上
- (b) 加減弁急速閉 + タービン第1段圧力が定格原子炉出力の30%に相当する圧力以上

d. RPT A(B) 系バイパス

- (a) タービン第1段圧力が定格原子炉出力の30%に相当する圧力以下

△e. SRI 動作インターロック



f. PLR ランバック動作インターロック

給水流量 20%以下 (900t/h 以下)

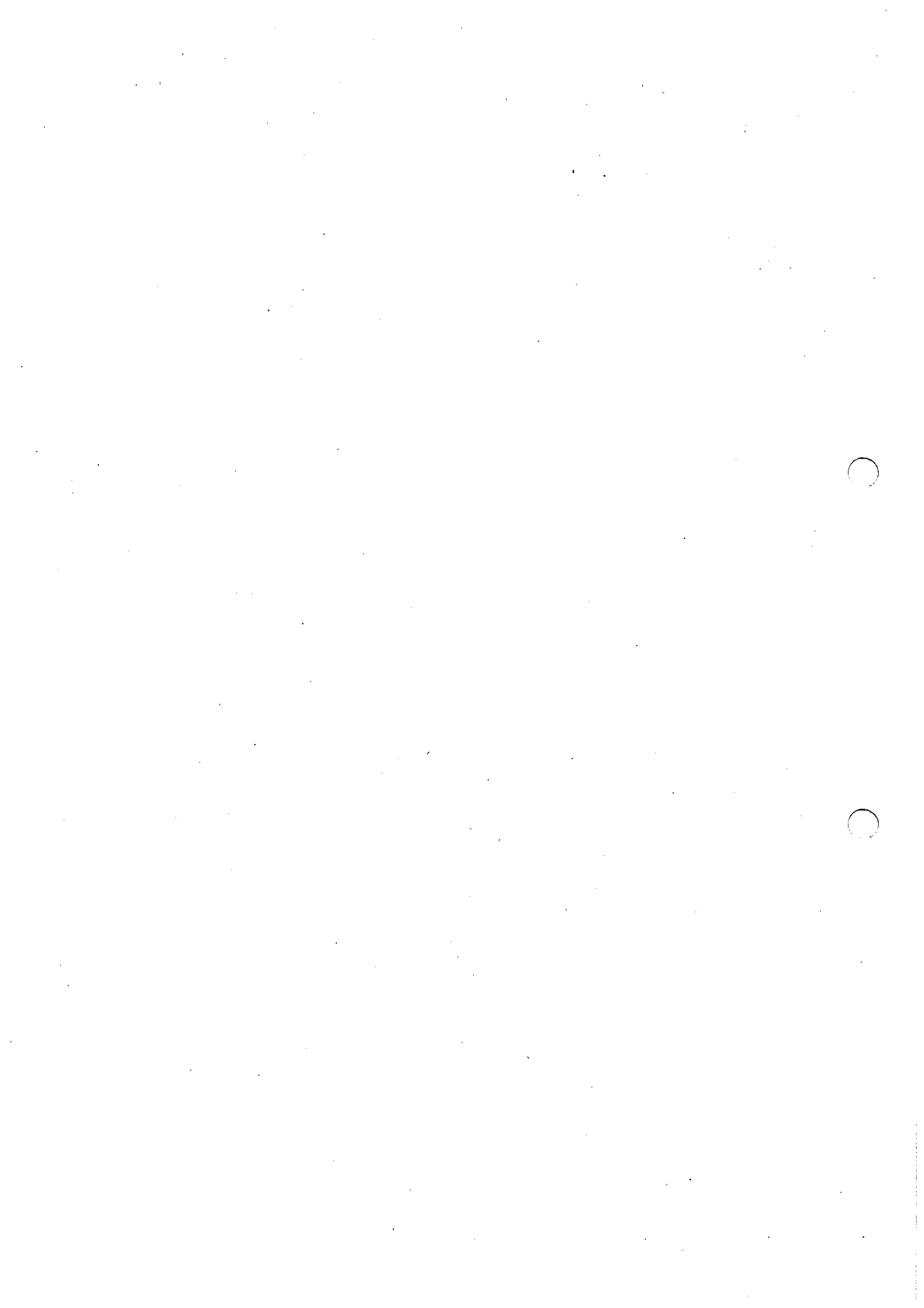
→ PLRランバック動作
「再循環 A(B)流量制限」

(3) 関連規定

保安規定第 26 条 (原子炉熱出力及び炉心流量)

保安規定第 28 条 (原子炉再循環ポンプ)

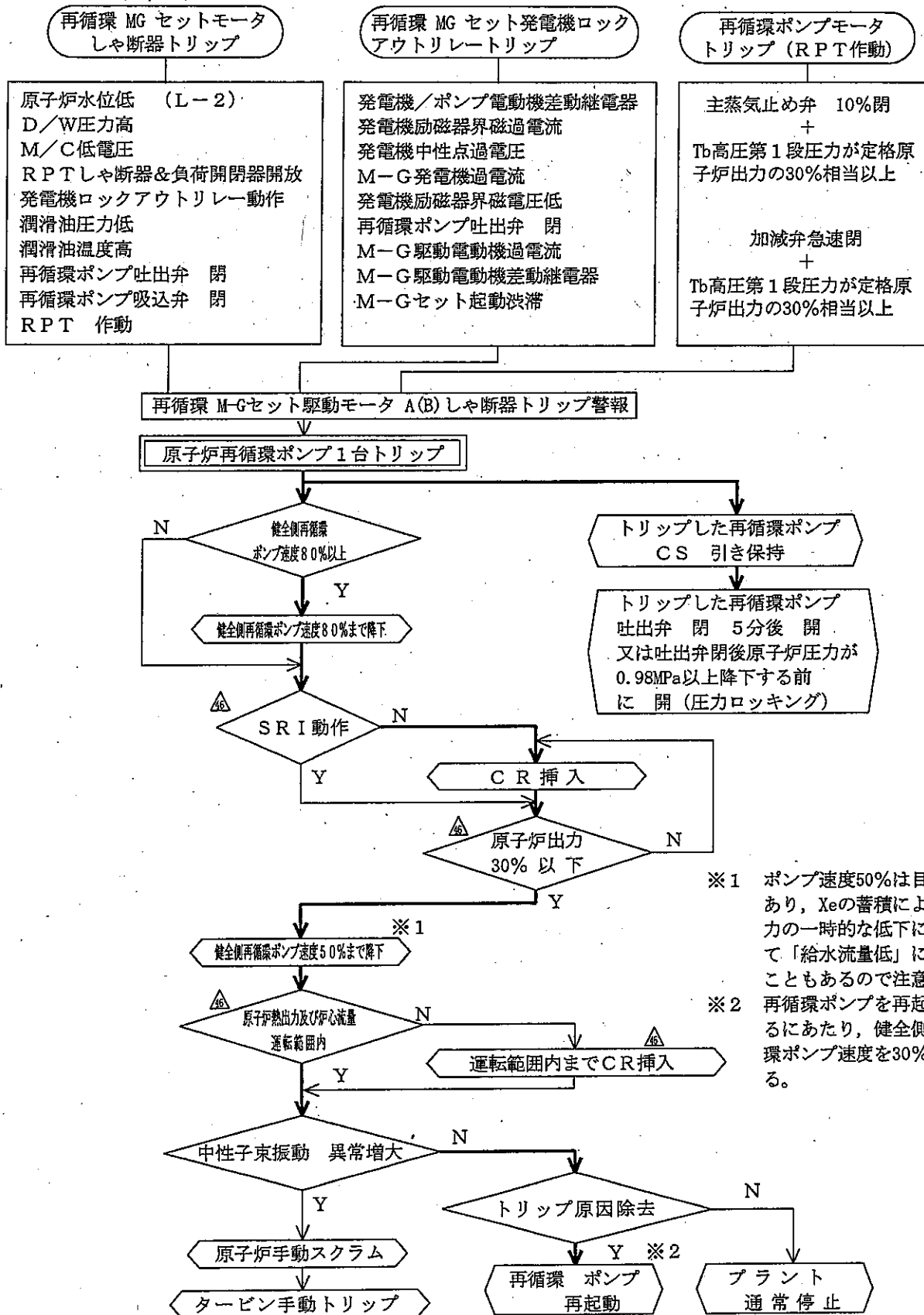
保安規定第 37 条 (原子炉冷却材温度及び原子炉冷却材温度変化率)



第6章 原子炉再循環系事故

6-1 原子炉再循環ポンプ1台トリップ

4. フローチャート



6-1-4

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
<p>1. PLR A (B) トリップ</p>	<p>1. PLRポンプA (B)トリップ確認</p> <p>2. ユニット監視, 処置操作指示</p>	<p>△</p> <p>※本事象において中性子束振動の異常増大が確認されれば, 原子炉をスクラムさせる必要があるため中性子束の監視を強化すること。</p> <p>1. PLRポンプA (B)「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 警報</p> <p>「再循環 M-Gセット駆動モータA(B)しゃ断器トリップ」</p> <p>「再循環発電機A(B)ロックアウトリレートリップ」</p> <p>「再循環ループA/B片ループ運転中」</p> <p>(2) 表示灯</p> <p>再循環 M-GセットA(B)駆動モーター © ランプ点灯</p> <p>(3) MGセット速度「降下」</p> <p>再循環操作パネルA(B)発電機速度 (9-4 SI-2-184-151A(B))</p> <p>(4) プロセスコンピュータ打ち出し</p> <p>2. トリップ側PLRポンプA (B)操作CS「引保持」実施, 報告</p> <p>3. 下記項目を確認, 報告</p> <p>(1) 原子炉水位</p> <p>原子炉水位A~C指示計 (9-5 LI-6-94 A~C)</p> <p>原子炉水位A/B指示計 (9-5 LI-2-3-85A/B)</p> <p>(2) 原子炉圧力</p> <p>原子炉圧力A/B指示計 (9-5 PI-6-90A/B)</p> <p>タービン蒸気流量/原子炉圧力記録計 (9-5 FR/PR-6-98)</p> <p>(3) 炉心差圧及び流量</p> <p>炉心差圧ジェットポンプ総流量記録計 (9-5 dPR/FR-2-3-95)</p> <p>(4) 再循環A/B流量</p> <p>再循環流量記録計 (9-4 FR-2-163)</p> <p>(5) 給水流量</p> <p>給水流量A/B指示計 (9-5 FI-6-89A/B)</p> <p>主蒸気流量給水流量記録計 (9-5 FR-6-96)</p> <p>(6) 原子炉出力</p> <p>SRNM/APRM/RBM記録計 (9-5 NR-7-46B/C)</p> <p>SRNM/APRM記録計 (9-5 NR-7-46A/D)</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. 発電機出力「降下」確認, 報告</p> <p>(1) 発電機出力</p> <p> 発電機電力指示 (9-7 EI-3)</p> <p> 発電機電力記録計 (9-31 R-100)</p> <p>2. 下記項目を確認, 報告</p> <p>(1) タービン振動</p> <p> 主タービン軸振動/回転速度記録計 (9-75 M-30-20-R3~8)</p> <p>(2) タービン排気室温度</p> <p> 主タービン温度/伸び/伸び差記録計 (9-7 M-30-20-R2)</p> <p>(3) 復水器真空度</p> <p> 復水器B真空指示計 (9-7 PI-51-8B)</p> <p> 復水器B真空指示計 (9-7 PI-51-9B)</p> <p>(4) 発電機出力</p> <p>(5) 発電機無効電力</p> <p> 発電機無効電力指示計 (9-7 EI-4)</p>	<p>別紙-1 参照</p>

2010年 3月18日(107)

主要項目	当直長(当直副長)	操 作 員 (A)
2. 出力降下	<p>△ 3. SRI動作の有無確認</p> <p>4. 出力降下開始条件確認, 出力降下指示※</p>	<p>△ 4. トリップ側PLRポンプA(B)の吐出弁M0-2-53A(B)「手動閉」実施, 報告</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">5分後又は原子炉圧力0.98MPa以上降下前「手動開」 (圧力ロッキングによる弁固着防止)</p> <p>5. トリップ側PLRポンプA(B)の速度制御器「起動モード」(自動, 手動共ランプ消灯), すくい管制御器の要求速度「50%位置」及び「自動」ランプ「点灯」確認, 報告</p> <p>6. 運転中のPLRポンプB(A)速度80%まで「手動減」実施, 報告</p> <p>△ 7. SRI動作の有無を確認, 報告</p> <p>※出力降下開始条件 (1) PLRポンプA(B)「トリップ」</p> <p>8. 原子炉熱出力計算(P1, OD-3)を要求し, 原子炉熱出力を確認, 報告</p> <p>△△ 9. 原子炉出力「降下」実施, 報告 (1) SRI動作時, 原子炉水位安定後, 設定「通常水位」に復旧 (2) 制御棒「手動連続挿入」 (3) 制御棒パターンは, 最終的に対象形となっていることを確認</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">目標値 原子炉出力 30%</p> <p>(4) 運転中のPLRポンプB(A)速度50%まで「手動減」</p> <p>△ 10. 原子炉熱出力及び炉心流量確認, 報告(第23章(23-18)参照) (1) CRTのP-Fマップにて, 現在の原子炉熱出力及び炉心流量確認 (2) 原子炉熱出力及び炉心流量が運転範囲内に入っていない場合, 制御棒「手動挿入」</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">目標値 運転範囲内</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>3. 発電機出力「降下」確認後、負荷設定「手動調整」、「手動」から「追従」へ「手動切替」実施、報告</p>	<p>メカシールの機能及び機構の保持のため、ポンプ出口弁、入口弁とも全閉する場合を除いてシール水は、ポンプ停止中でも注入を継続すること 但し、ループ温度差又は圧力容器の圧力に対する飽和温度と圧力容器の下部ドレン冷却材温度の差が規定値以上になるようであれば、シール水を停止する場合もある</p> <p>運転中の PLR ポンプが過流量にならないようにする</p> <p>ポンプ定格流量 7760t/h</p> <p>△</p> <p>SRI 動作時</p> <p>(1) 選択制御棒スクラム弁 A0-126, 127 弁「開」 10 秒後「閉」</p> <p>(2) SRI 動作 10 秒後原子炉水位 設定 957 mm (「通常水位」より「200 mm低下」)</p>
<p>4. 給水流量 37.5% (1650t/h) 以下を確認後、T/D RFP A (B) 「手動停止」実施、報告</p> <p>(1) T/D RFP A(B) トリップ選択 「A(B)」</p> <p>(2) T/D RFP A(B) 再循環弁 「手動開」</p> <p>(3) T/D RFP A(B) MGU 「自動」から「手動」</p> <p>(4) T/D RFP A(B) MGU 「手動減」し「0」</p> <p>(5) M/D RFP (A, B) CS 「引保持」</p> <p>(6) T/D RFP A(B) 「手動トリップ」</p> <p>(7) T/D RFP A(B) 吐出弁 「手動閉」</p> <p>(8) T/D RFP A(B) 再循環弁 「手動開」から「自動」</p> <p>(9) T/D RFP A(B) ドレン弁 「手動開」</p> <p>(10) T/D RFP A(B) 「ターニング結合」確認</p>	<p>PLR ポンプ 1 台停止時は制御棒引抜、炉心流量の増加(停止した PLR ポンプ再起動時を除く)を行ってはならない</p>

2010年 3月18日(107)

主要項目	当直長(当直副長)	操 作 員 (A)
3. 中性子束振動異常増大		<p>△</p> <p>11. 下記関連パラメータにて中性子束振動発生を確認, 報告</p> <p>(1) SRNM ベリオド指示計 A~D (微分ベリオドにて確認し, フィルタードベリオドも参考にする 「全チャンネル-100~+100 秒の範囲を超えて 2~3 秒周期でハンチング」)</p> <p>(2) RBM 記録計 A/B (周辺以外の制御棒選択による) SRNM-APRM/RBM 記録計 (9-5 NR-7-46B/C) 「2~3 秒周期で通常のノイズ以上の変動」</p> <p>(3) 警報 「LPRM 高」</p> <p>12. 中性子束振動異常増大を確認, 報告 ※ユニット緊急停止条件 (OR)</p> <p>(1) APRM 指示 2~3 秒周期で変動 APRM ノイズ幅(Peak To Peak) 「20%以上」</p> <p>(2) LPRM 指示 2~3 秒周期で変動 LPRM ノイズ幅(Peak To Peak) 「10%以上」 (指定された9ヶ所の制御棒を選択し炉心内監視)</p>
4. 原子炉スクラム	5. ユニット緊急停止条件確認, 原子炉手動スクラム指示※	<p>13. 原子炉「手動スクラム」実施, 報告</p> <p>(1) 警報 「A系原子炉手動スクラムトリップ」 「B系原子炉手動スクラムトリップ」</p>
5. タービントリップ	6. 原子炉スクラム及びタービン発電機トリップ確認	<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>
	7. 原子炉スクラムベージング放送 8. MSIV全開確認	<p>14. MSIV (内, 外)「全開」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ☉ ランプ「点灯」</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>5. 発電機出力「降下」確認, 報告 (1) 発電機出力 発電機電力指示計 (9-7 EI-3)</p> <p>6. 発電機出力「約 100MWe」にてタービン「手動トリップ」実施</p> <p>7. タービン・発電機「トリップ」確認, 報告 (1) 警報 「タービン非常油圧低トリップ」 「発電機ロックアウトリレー 86G1 動作」 (2) 主蒸気止め弁 「閉」 (3) 蒸気加減弁 「閉」 (4) 組合せ中間弁 「閉」 (5) 抽気逆止弁 「閉」 (6) BHC コントロールパネル 全弁閉 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>8. 発電機しゃ断器 [O-3]「トリップ」確認, 報告 (1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p>	<p>(LPRM 監視指定制御棒 9 本) 10-11, 26-11, 38-11 10-23, 26-23, 38-23 10-39, 26-39, 38-39</p> <p>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>

2010年 3月18日 (107)

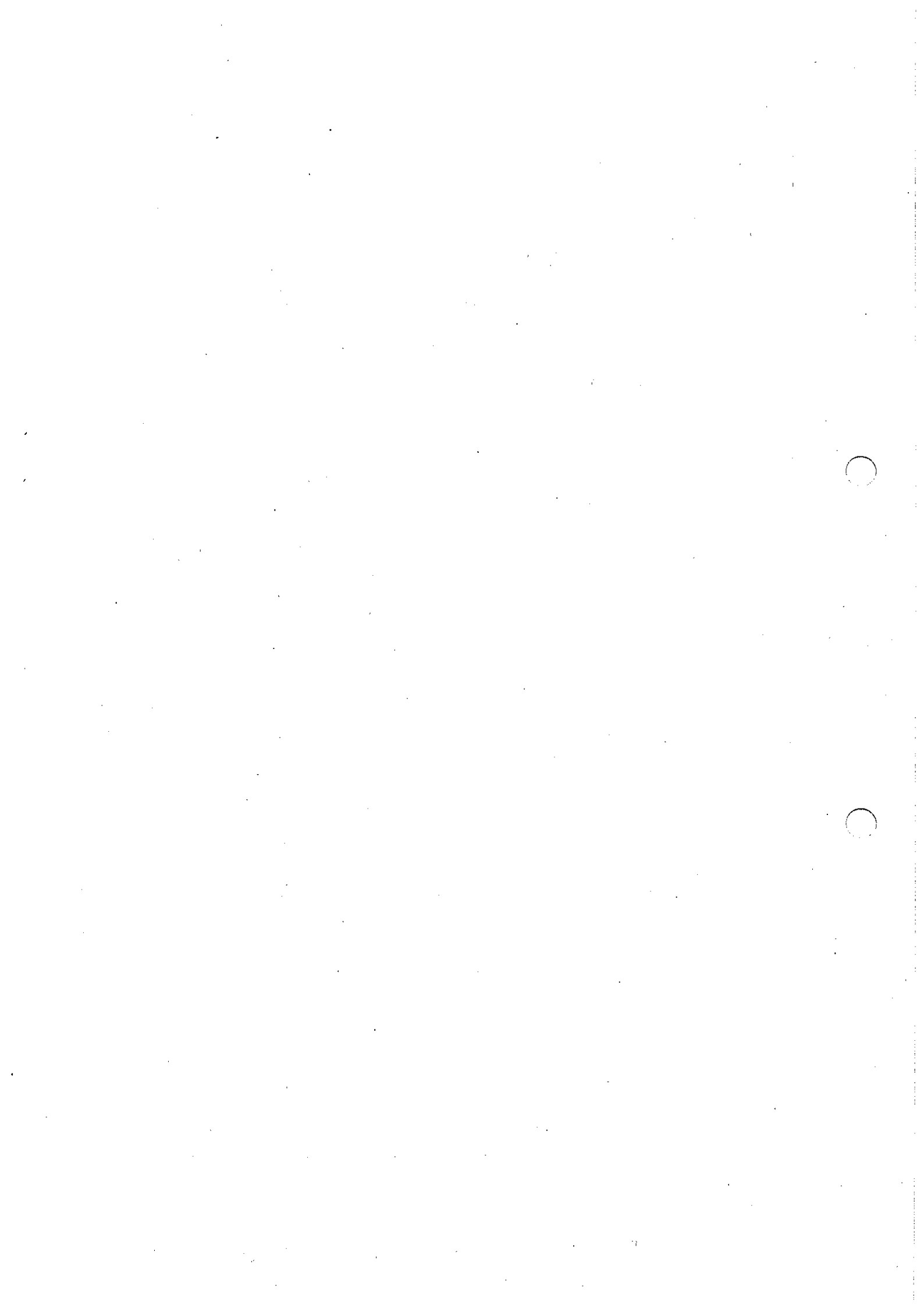
主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
6. 所内電源切替	9. 所内電源切替確認	<p><以下, 事故時運転操作手順書 第1章1-1 (A) 「原子炉スクラム事故 主蒸気隔離弁開の場合」の項参照></p> <p>《中性子束振動異常増大の発生が確認されない場合》</p> <p>15. プロセスコンピュータにて炉心パラメータを確認, 報告 (1) CMFCP 1.0 以下 (2) CMFLPD 1.0 以下</p>
7. 通常停止	10. PLRポンプトリップ原因調査指示 11. 原子炉通常停止指示	<p>16. PLRポンプA (B) トリップ原因を調査すると共に, 操作員補機に現場点検を指示</p> <p>△</p> <p>17. PLRポンプA (B) トリップ原因を特定できず状況の正確な把握ができない場合, 又はトリップ原因が除去できない場合は, プラント通常停止</p> <p><以下, ユニット操作手順書 第5章「通常停止」の項参照></p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>9. 所内電源「切替」確認, 報告 (1) 6.9KV 起変受電しゃ断器「投入」 [3A-3, 3B-3B] (2) 6.9KV 所変受電しゃ断器「開放」 [3A-1, 3B-1B]</p> <p>10. 界磁しゃ断器「トリップ」確認, 報告 (1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>11. 発電機断路器 [LS-3]「手動開放」実施, 報告 (1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p><以下, 事故時運転操作手順書 第1章1-1(A) 「原子炉スクラム事故 主蒸気隔離弁開の場合」の項参照></p> <p>《中性子束振動異常増大の発生が確認されない場合》</p> <p><以下, ユニット操作手順書 第5章「通常停止」の項参照></p>	<p>点検項目 (1) M/C しゃ断器及び保護リレー (2) MGセット本体 (3) MGセット制御盤 (4) MGセット潤滑油系 (5) MGセット冷却水系</p>

2010年 3月18日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
	<p>12. トリップ原因除去確認</p> <p>13. P L Rポンプ再起動指示</p>	<p>18. トリップ原因が特定でき、原因が除去されたことを確認、報告</p> <p>19. 運転中のP L RポンプB (A) 速度「5MWe/min」にて、30%まで「手動減」実施、報告</p> <p>20. 炉心流量の低下に伴いプロセスコンピュータにて炉心パラメータを確認、報告 (1) CMFCP 1.0 以下 (2) CMFLPD 1.0 以下</p> <p>21. P L R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 28℃以内 冷却材浄化系温度指示計 (9-4 TI-12-137 #1) 再循環ポンプ入口温度記録計 (9-4 TR-2-150) (2) RPV 上部, 下部温度差 80℃以内 原子炉圧力容器温度記録計 (9-21 TRS-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 M/G セット軸受温度(27~50℃) M-GセットA,B 軸受温度記録計 (9-21 TRS-2-184-25)</p>
<p>8. P L Rポンプ再起動</p>	<p>14. P L Rポンプ再起動確認</p>	<p>22. P L RポンプA (B) 「手動起動」実施、ユニットの状態を確認、報告</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>12. タービン・発電機の運転状態を監視, 報告</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) タービン振動 (2) タービン排気室温度 (3) 復水器真空度 (4) 給水流量 (5) 発電機出力 	<p>停止中ポンプ側の再循環ループ温度が必要以上に低下することを抑制するため, 運転中のポンプ速度は45%以下での長時間運転は避けること</p> <p>PLR M-G セット起動前の現場確認</p>
<p>13. PLRポンプA (B) 再起動によるユニットの状態を確認, 報告</p>	<p>ポンプ起動により原子炉水位が低下するので注意する 出口弁開によりAPRMの指示が20%~30%上昇する</p>



第6章 原子炉再循環系事故

6-2 原子炉再循環ポンプ2台トリップ

△

1. 事故概要

出力運転中に何らかの原因により原子炉再循環系(PLR)ポンプが2台トリップすると、炉心流量は急速に減少しボイドが急増することにより、原子炉水位は上昇する。この際、炉心安定性確保のため、選択制御棒挿入機構(SRI)が動作(炉心流量が45%以下で原子炉出力が35%以上)する。SRI動作10秒後原子炉水位設定が通常水位より200mm低下し、PLRポンプトリップ及びSRI動作による水位変動を緩和する。原子炉出力はPLRポンプトリップ及びSRI動作により約25~35%程度になる。

また、給水温度の低下により原子炉出力は徐々に上昇する。このことにより、原子炉熱出力及び炉心流量運転範囲逸脱及び中性子束振動発生の可能性があるため、制御棒挿入操作が必要になることもある。

2. 操作のポイント

(1) トリップしたポンプのCSを引保持とする。

△(2) PLRポンプトリップ及びSRI動作による原子炉出力低下に伴い、給水温度が低下し原子炉出力が徐々に上昇するので、原子炉熱出力及び炉心流量が運転範囲(保安規定第26条図26に定める運転範囲)を逸脱しないよう監視すると共に、状況により制御棒の挿入を行う。また、中性子束振動を監視し異常増大が確認された場合は、原子炉を速やかに手動スクラムする。

(3) 24時間に以内に高温停止すること。但し、停止操作中にPLRポンプ1台が起動した場合は、高温停止への移行は解除される。保安規定第28条(原子炉再循環ポンプ)

△(4) 中性子束振動異常増大の確認は下記により行う。

a. 平均出力領域モニタ(APRM)指示2~3秒周期で変動

平均出力領域モニタ(APRM)ノイズ幅(Peak To Peak)「20%以上」

b. 局部出力領域モニタ(LPRM)指示2~3秒周期で変動

局部出力領域モニタ(LPRM)ノイズ幅(Peak To Peak)「10%以上」

(指定された9ヶ所の制御棒を選択し炉心内LPRM監視)

(5) 中性子束の振動徴候の有無を、下記関連パラメータにより確認する。

a. 起動領域モニタ(SRNM)ペリオド計A~D(微分ペリオドにて確認し、フィルタードペリオドも参考に)

全チャンネル-100~+100秒の範囲を超え2~3秒周期でハンチング

b. 制御棒引抜監視装置(RBM)指示A/B(周辺以外の制御棒選択による)

2~3秒周期で通常のノイズ以上の変動

c. 警報「LPRM 高」発生

(6) PLRポンプを再起動する場合は、保安規定37条(原子炉冷却材温度及び原子炉冷却材温度変化率)を遵守する。

3. 関連インターロック、設定値及び関連規定

(1) 警報

a. 再循環M-Gセット駆動モータA(B)しゃ断器トリップ

b. 再循環発電機A(B)ロックアウトリレートリップ

c. 再循環ループA/B片ループ運転中

(2) インターロック

a. 再循環M-Gセット駆動モータA(B)しゃ断器トリップ

(a) 原子炉水位低(L-2) -1220 mm 以下

(b) ループ選択(L-2 or D/W圧力高) 13.7kPa 以上

- (c) M/C低電圧 (駆動電動機低電圧 27) 4830V以下
- (d) RPTしゃ断器 開放 (手動)
- (e) M-Gセット発電機ロックアウトリレー (86G)動作
- (f) 潤滑油圧力低 (6秒後) 0.21MPa 以下
- (g) 潤滑油温度高 99℃ 以上
- (h) 再循環ポンプ吐出弁 (起動操作 50秒後) 開度 90% 以下
- (i) 再循環ポンプ吸込弁 開度 90% 以下
- (j) RPT 作動 (自動)
- (k) CS 「切」

b. 再循環発電機 A(B)ロックアウトリレートリップ

- (a) 発電機/ポンプ電動機差動継電器 (87GM)
- (b) 発電機励磁機界磁過電流 (76FA)
- (c) 発電機中性点過電圧 (59N)
- (d) M-G発電機過電流 (50SR) (10秒後)
- (e) 発電機励磁機界磁電圧低 (80F) (5秒後)
- (f) M-G駆動電動機過電流 (50/51)
- (g) 起動渋滞 (15秒後)
- (h) 再循環ポンプ吐出弁開度 25%以下 (起動操作 40秒後)

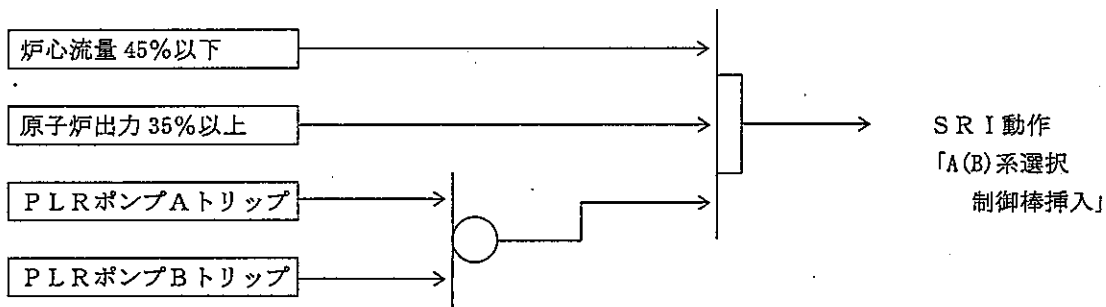
c. 再循環ポンプモータ A(B)トリップ [再循環トリップ系 A(B)作動]

- (a) 主蒸気止め弁閉 (90%開度以下) + タービン第1段圧力が定格原子炉出力の30%に相当する圧力以上
- (b) 加減弁急速閉 + タービン第1段圧力が定格原子炉出力の30%に相当する圧力以上

d. RPT A(B)系バイパス

- (a) タービン第1段圧力が定格原子炉出力の30%に相当する圧力未満

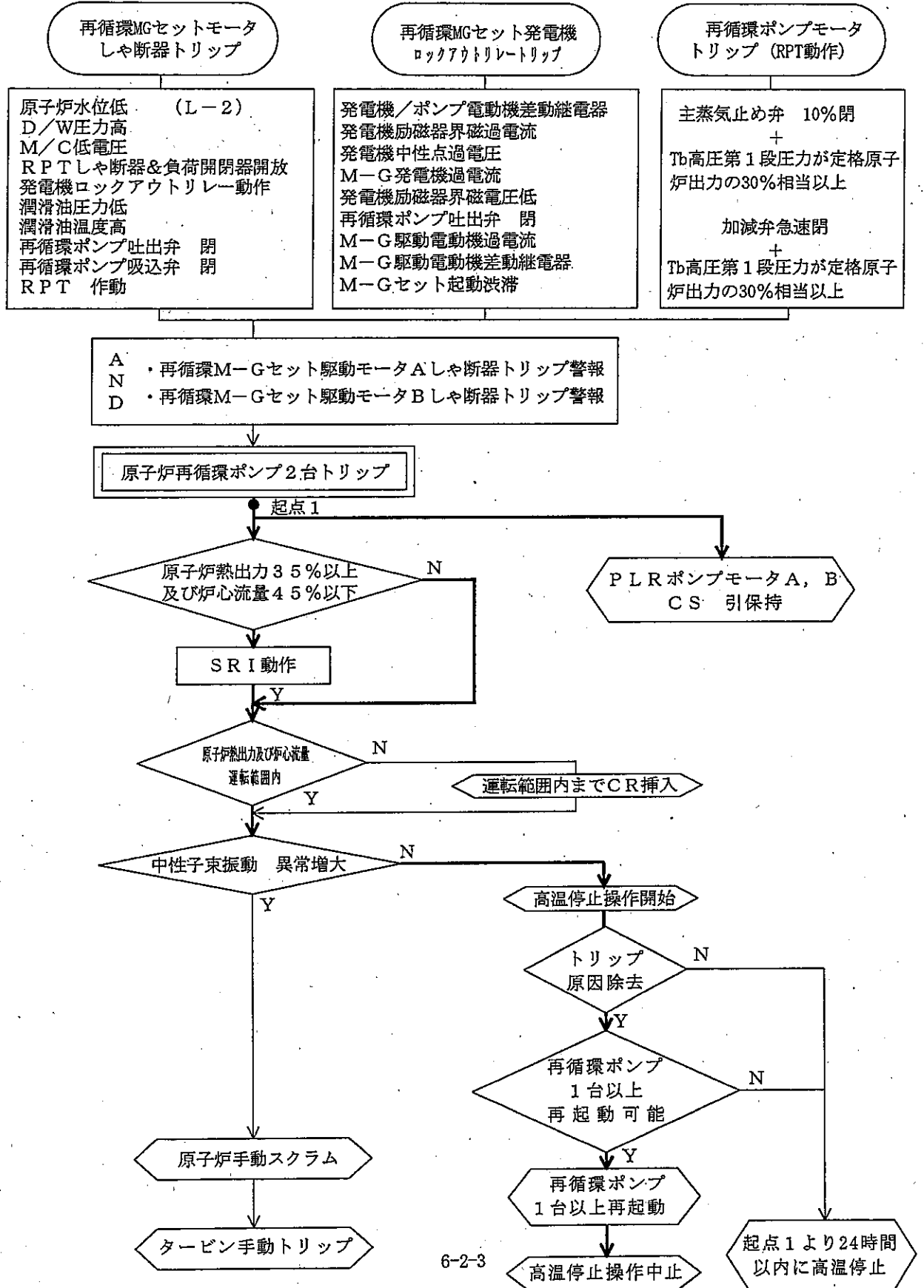
△e. SRI動作インターロック



関連規定

- 保安規定第26条 (原子炉熱出力及び炉心流量)
- 保安規定第28条 (原子炉再循環ポンプ)
- 保安規定第37条 (原子炉冷却材温度及び原子炉冷却材温度変化率)

第6章 原子炉再循環系事故
6-2 原子炉再循環ポンプ2台トリップ
4. フローチャート



2010年 3月18日 (107)

第6章 原子炉再循環系事故

6-2 原子炉再循環ポンプ2台トリップ

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
<p>1. PLR 2台トリ ップ</p>	<p>1. PLRポンプ2台 トリップ確認</p> <p>2. ユニット監視, 処 置操作指示</p>	<p>△ ※本事象において中性子束振動の異常増大が確認されれば, 原子炉をスクラムさせる必要があるため中性子束の監視を強化すること。</p> <p>1. PLRポンプ (A, B) 「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 警報 「再循環 M-G セット駆動モータ A/B シャ断器トリップ」 「再循環発電機 A/B / ロックアウトリレートリップ」</p> <p>(2) 表示灯 再循環 M-G セット駆動モータ ㊟ ランプ点灯</p> <p>(3) MG セット速度 「降下」 再循環操作パネル A/B 発電機速度 (9-4 SI-2-184-151A/B)</p> <p>(4) プロセスコンピュータ打ち出し</p> <p>2. PLRポンプ (A, B) CS 「引き保持」実施, 報告</p> <p>3. 下記項目を確認, 報告</p> <p>(1) 原子炉水位 原子炉水位 A~C 指示計 (9-5 LI-6-94 A~C) 原子炉水位 A/B 指示計 (9-5 LI-2-3-85A/B)</p> <p>(2) 原子炉圧力 原子炉圧力 A/B 指示計 (9-5 PI-6-90A/B) タービン蒸気流量 / 原子炉圧力記録計 (9-5 FR/PR-6-98)</p> <p>(3) 炉心差圧及び流量 炉心差圧ジェットポンプ総流量記録計 (9-5 dPR/FR-2-3-95)</p> <p>(4) 再循環 A/B 流量 再循環流量記録計 (9-4 FR-2-163)</p> <p>(5) 給水流量 給水流量 A/B 指示計 (9-5 FI-6-89A/B) 主蒸気流量給水流量記録計 (9-5 FR-6-96)</p> <p>(6) 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)</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. 発電機出力「減少」確認, 報告</p> <p>(1) 発電機出力</p> <p> 発電機電力指示計 (9-7 EI-3)</p> <p> 発電機電力記録計 (9-31 R-100)</p> <p>2. 下記項目を確認, 報告</p> <p>(1) タービン振動</p> <p> 主タービン軸振動/回転速度記録計 (9-75 M-30-20-R3~8)</p> <p>(2) タービン排気室温度</p> <p> 主タービン温度/伸び/伸び差記録計 (9-7 M-30-20-R2)</p> <p>(3) 復水器真空</p> <p> 復水器B真空指示計 (9-7 PI-51-8B)</p> <p> 復水器B真空指示計 (9-7 PI-51-9B)</p> <p>(4) 発電機出力</p> <p>(5) 発電機無効電力</p> <p> 発電機無効電力指示計 (9-7 EI-4)</p>	<p>別紙-1 参照</p>

2010年 3月18日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
2. 中性子束振動異常増大	<p>△ 3. SRI動作確認</p>	<p>4. PLR MGセット (A, B) 界磁しゃ断器「開放」確認, 報告</p> <p>5. PLRポンプ (A, B) の速度制御器「起動モード」(自動, 手動共ランプ消灯) で「すくい管制御器」の要求速度「50%位置」及び「自動」ランプ「点灯」確認, 報告</p> <p>△ 6. SRI「動作」確認, 報告 (1) 警報 「A系選択制御棒挿入」 「B系選択制御棒挿入」 (2) 選択制御棒挿入状態 (表示灯) 全制御棒炉心状態表示ユニット(1)全挿入 ㊸ ランプ「点灯」 全制御棒炉心状態表示ユニット(2)スクラム ㊹ ランプ「点灯」 (3) 10秒後原子炉水位設定「957mm」(「通常水位」より「200mm低下」)(SRI動作による, 選択制御棒のスクラム信号は10秒後自動リセットされる)</p> <p>△ 7. 原子炉熱出力及び炉心流量を確認, 報告 (第23章(23-18)参照) (1) CRTのP-Fマップにて, 現在の原子炉熱出力及び炉心流量確認 (2) 原子炉熱出力及び炉心流量が運転範囲内に入っていない場合, 制御棒「手動挿入」 (3) 原子炉水位設定「通常水位」に復旧</p> <p>△ 8. 下記の関連パラメータにて中性子束振動異常増大発生を確認, 報告 (1) SRNMペリオド指示計A~D (微分ペリオドにて確認し, フィルタードペリオドも参考にする) 「全チャンネル-100~+100秒の範囲を超えて2~3秒周期でハンチング」 (2) RBM記録計A/B (周辺以外の制御棒選択による) SRNM/APRM/RBM記録計 (9-5 NR-7-46B/C) 「2~3秒周期で通常のノイズ以上の変動」 (3) 警報 「LPRM 高」</p> <p>9. 中性子束振動異常増大確認, 報告 ※ユニット緊急停止条件 (OR) (1) APRM指示2~3秒周期で変動 APRMノイズ幅(Peak To Peak)「20%以上」 (2) LPRM指示2~3秒周期で変動 LPRMノイズ幅(Peak To Peak)「10%以上」 (指定された9ヶ所の制御棒を選択し炉心内監視)</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>3. 発電機出力「減少」確認後、負荷設定「手動調整」、「手動」から「追従」へ「手動切替」実施、報告</p> <p>△</p> <p>4. 給水流量 37.5% (1650t/h) 以下を確認後、T/D RFP A (B) 「手動停止」実施、報告</p> <p>(1) T/D RFP A(B) トリップ選択 「A(B)」</p> <p>(2) T/D RFP A(B) 再循環弁 「手動開」</p> <p>(3) T/D RFP A(B) MGU 「自動」から「手動」</p> <p>(4) T/D RFP A(B) MGU 「手動減」し「0」</p> <p>(5) M/D RFP (A, B) CS 「引保持」</p> <p>(6) T/D RFP A(B) 「手動トリップ」</p> <p>(7) T/D RFP A(B) 吐出弁 「手動開」</p> <p>(8) T/D RFP A(B) 再循環弁 「手動開」から「自動」</p> <p>(9) T/D RFP A(B) ドレン弁 「手動開」</p> <p>(10) T/D RFP A(B) 「ターニング結合」確認</p>	<p>メカシールの機能及び機構の保持のため、ポンプ出口弁、入口弁とも全閉する場合を除いてシール水は、ポンプ停止中でも注入を継続すること 但し、ループ温度差又は圧力容器の圧力に対する飽和温度と圧力容器の下部ドレン冷却材温度の差が規定値以上になるようであれば、シール水を停止する場合もある</p> <p>△</p> <p>SRI 動作時</p> <p>(1) 選択制御棒スクラム弁 AO-126, 127 弁「開」 10秒後「閉」</p> <p>(2) SRI 動作「10秒後原子炉水位設定 957 mm (「通常水位」より「200 mm 低下」)</p> <p>(LPRM 監視指定制御棒 9本)</p> <p>10-11, 26-11, 38-11 10-23, 26-23, 38-23 10-39, 26-39, 38-39</p>

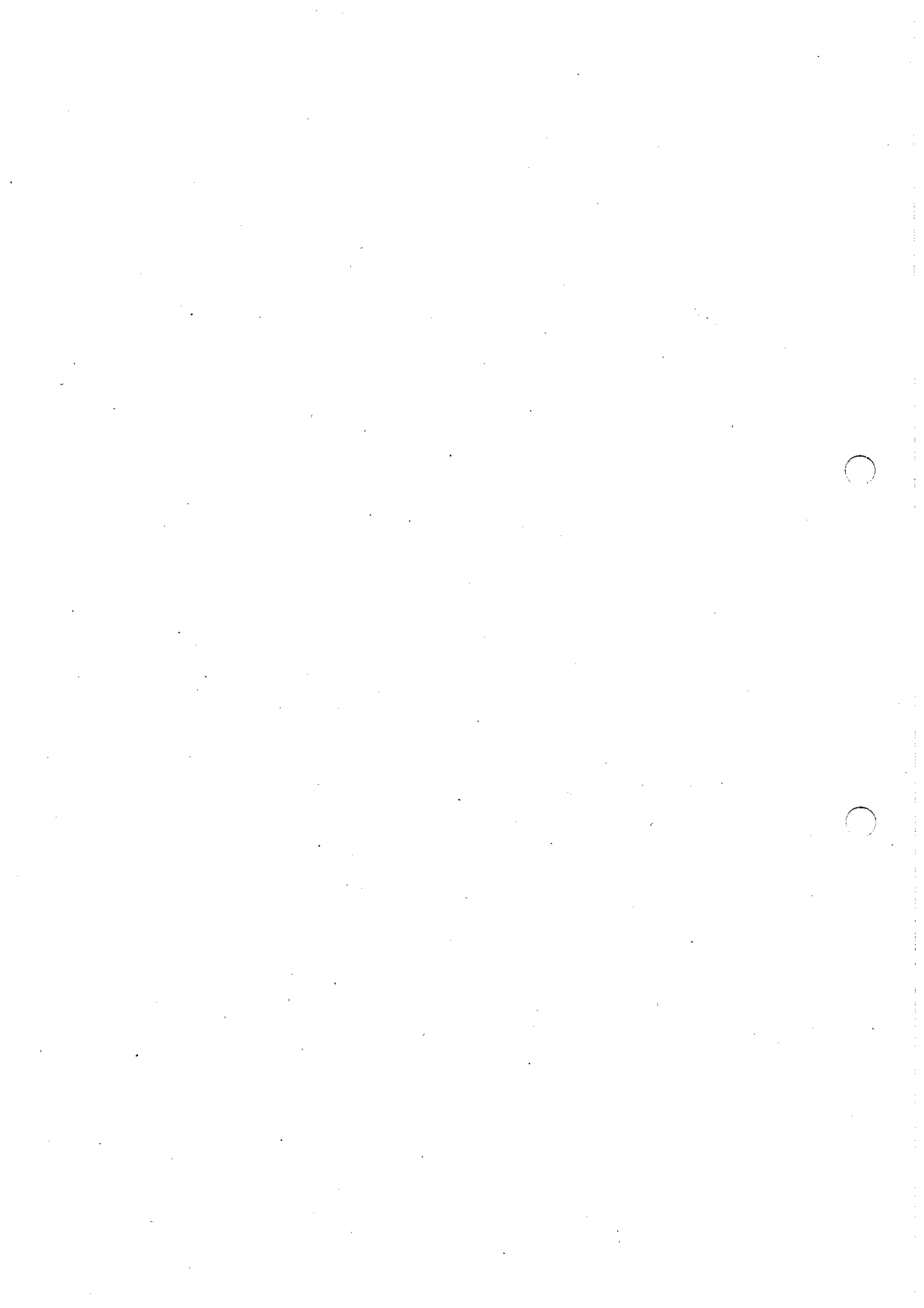
2010年 3月18日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
3. 原子炉スクラム 4. タービントリップ	4. ユニット緊急停止条件を確認し、原子炉手動スクラム指示※ 5. 原子炉スクラム及びタービン発電機トリップ確認 6. 原子炉スクラムペーシング放送 7. MSIV全開確認	10. 原子炉「手動スクラム」実施, 報告 (1) 警報 「A系原子炉手動スクラムトリップ」 「B系原子炉手動スクラムトリップ」 (2) 表示灯 全制御棒炉心状態表示ユニット(1)全挿入 ㊸ ランプ「点灯」 全制御棒炉心状態表示ユニット(2)スクラム ㊹ ランプ「点灯」 システム状態表示 全制御棒全挿入 ㊸ ランプ「点灯」 (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」 (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) 11. MSIV (内, 外)「全開」確認, 報告 (1) 表示灯 ㊺ ランプ「点灯」
5. 所内電源切替	8. 所内電源切替確認	<以下, 事故時運転操作手順書 第1章1-1 (A) 「原子炉スクラム事故 主蒸気隔離弁開の場合」の項参照>

操 作 員 (B)	備 考
<p>5. 発電機出力「減少」確認, 報告 (1) 発電機出力 発電機電力指示計 (9-7 EI-3)</p> <p>6. 発電機出力「約 100MWe」にてタービン「手動トリップ」実施</p> <p>7. タービン・発電機「トリップ」確認, 報告 (1) 警報 「タービン非常油圧低トリップ」 「発電機ロックアウトリレー86G1 動作」 (2) 主蒸気止め弁 「閉」 (3) 蒸気加減弁 「閉」 (4) 組合せ中間弁 「閉」 (5) 抽気逆止弁 「閉」 (6) EHC コントロールパネル 全弁閉 ㊟ ランプ「点灯」</p> <p>8. 発電機しゃ断器 [O-3]「トリップ」確認, 報告 (1) 表示灯 ㊟ ランプ「点灯」</p> <p>9. 所内電源「切替」確認, 報告 (1) 6.9KV 起変受電しゃ断器「投入」 [3A-3, 3B-3B] (2) 6.9KV 所変受電しゃ断器「開放」 [3A-1, 3B-1B]</p> <p>10. 界磁しゃ断器「トリップ」確認, 報告 (1) 表示灯 ㊟ ランプ「点灯」</p> <p>11. 発電機断路器 [LS-3]「手動開放」実施, 報告 (1) 表示灯 ㊟ ランプ「点灯」</p> <p><以下, 事故時運転操作手順書 第1章1-1 (A) 「原子炉スクラム事故 主蒸気隔離弁開の場合」の項参照></p>	<p>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>

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
6. 高温停止	9. 高温停止指示 10. PLRポンプトリップ原因調査指示 11. トリップ原因除去確認 12. PLRポンプ再起動指示	<p>《中性子束振動異常増大の発生が確認されない場合》</p> <p>12. 高温停止操作を開始する。</p> <p><以下、ユニット操作手順書 第5章「通常停止」の項参照></p> <p>13. プロセスコンピュータにて炉心パラメータを確認，報告 (1) CMFCP 1.0 以下 (2) CMFLPD 1.0 以下</p> <p>14. PLRポンプ (A, B) トリップ原因を調査すると共に，操作員補機に現場点検を指示</p> <p>15. トリップ原因が特定でき，原因が除去されたことを確認，報告</p> <p>16. 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 28℃以内 (9-4 TI-12-137#1) 冷却材浄化系温度指示計 再循環ポンプ入口温度記録計 (9-4 TR-2-150) (2) RPV 上部，下部温度差 80℃以内 原子炉圧力容器温度記録計 (9-21 TRS-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 M/G セット軸受温度 (27~50℃) M-G セット A, B 軸受温度記録計 (9-21 TRS-2-184-25)</p>
7. PLRポンプ再起動	13. PLRポンプ再起動確認	<p>17. PLRポンプ (A, B) 「手動起動」実施，ユニットの状態を確認，報告 ▲ (注) PLRポンプ1台目起動時，APRM指示上昇により再度SRIが動作する可能性がある</p> <p>18. PLRポンプ1台以上再起動して高温停止操作，解除</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>《中性子束振動異常増大の発生が確認されない場合》</p> <p><以下、ユニット操作手順書 第5章「通常停止」の項参照></p> <p>12. PLRポンプ(A, B)再起動によるユニットの状態を確認, 報告</p>	<p>点検項目</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) M/Cしゃ断器及び保護リレー (2) MGセット本体 (3) MGセット制御盤 (4) MGセット潤滑油系 (5) MGセット冷却水系 <p>PLR M-Gセット起動前の現場確認</p> <p>ポンプ起動により原子炉水位が低下するので注意する 出口弁開によりAPRMの指示が20%~30%上昇する</p>



第6章 原子炉再循環系事故

6-3 原子炉再循環制御系のすくい管ロック

△

1. 事故概要

制御信号の喪失等により、すくい管ロックが発生したら各パラメータを監視すると共に、正常なポンプの速度をロックされたポンプ速度に合わせる。

すくい管ロック条件が除去されたら、すくい管のロックリセットを行う。しかし、ロックリセットが不可能な場合は、すくい管駆動装置の電源を切り、現場ですくい管を手動にてゆっくり下げると共に、正常なポンプの速度をロック側ポンプ速度に合わせて40%速度まで下げる。その後、制御棒を挿入して原子炉出力を30%まで減少したのち、PLRポンプ最低速度まで降下しロック側ポンプを30%速度まで降下し停止する。

尚、最低速度(30%)になる前にランバック信号が入った場合はロック側ポンプを停止する。

2. 操作のポイント

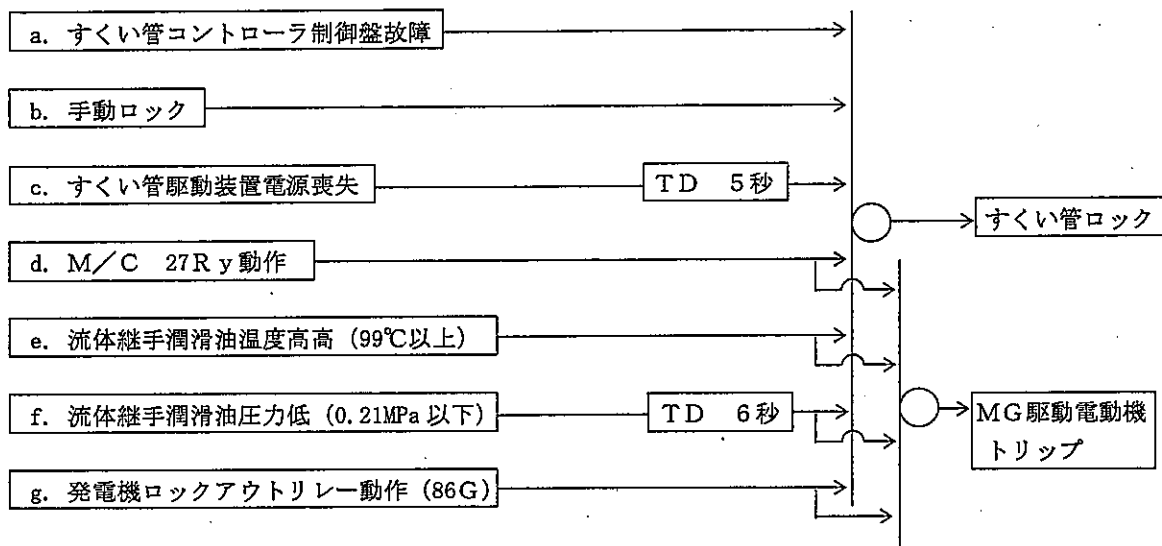
- (1) すくい管のロックリセットを行う場合は、すくい管位置設定信号と位置信号の偏差が「0」であることを確認してから行う。
- △(2) ポンプ速度を下げるときは、プラントへの影響を考慮しゆっくり操作し、ポンプ停止後は、給水温度低下により原子炉出力が徐々に上昇するため、原子炉熱出力及び炉心流量が運転範囲内であることを確認する。
- (3) ポンプ速度の降下は、停止ループ温度維持のため正常側は40%速度とし、ロック側ポンプ速度は保安規定第28条に定める運転許容範囲を遵守するため30%速度まで降下した後、停止する。
- (4) ポンプ速度を降下するときは、保安規定第26条に定める運転範囲を遵守すると共に、給水流量低下によるランバック信号に留意すること。
- (5) ポンプ停止後、すくい管ロック条件が除去されポンプを再起動する場合は、保安規定第37条に定める原子炉冷却材温度を遵守する。

3. 関連インターロック、設定値及び関連規定

(1) 警報

- a. 再循環 A(B) 流体継手油温度高 88℃以上
- b. 再循環 A(B) 流体継手油圧低 流体継手入口 0.21MPa MG軸受入口 0.096MPa
- c. すくい管コントローラ A(B) 制御盤故障
- d. 再循環流量制御装置故障
- e. すくい管コントローラ A/B 自動除外
- f. 再循環流体継手すくい管 A/B ロック
- g. 再循環 M-G セット A(B) 制御盤故障

(2) インターロック



(3) 関連規定

保安規定第 26 条 (原子炉熱出力及び炉心流量)

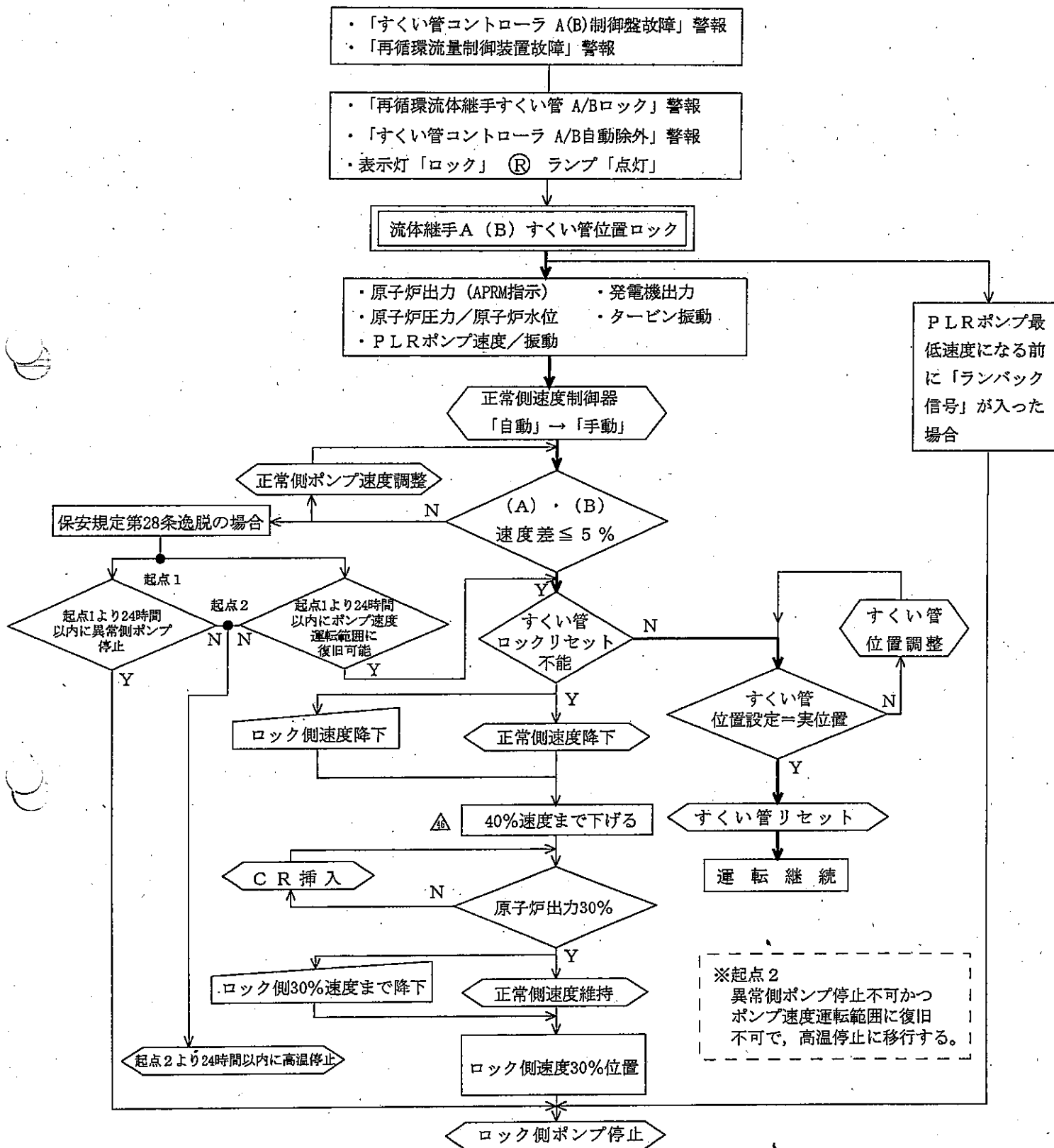
保安規定第 28 条 (原子炉再循環ポンプ)

保安規定第 37 条 (原子炉冷却材温度及び原子炉冷却材温度変化率)

第6章 原子炉再循環系事故

6-3 原子炉再循環制御系のすくい管ロック

4. フローチャート



※起点2
異常側ポンプ停止不可かつ
ポンプ速度運転範囲に復旧
不可で、高温停止に移行する。

主要項目	当直長(当直副長)	操 作 員 (A)
<p>1. すくい管ロック</p> <p>2. ユニットの監視と処置</p>	<p>1. PLRポンプA(B)すくい管ロック確認,各関係箇所に連絡</p> <p>2. ユニット監視,処置操作指示</p>	<p>1. PLRポンプA(B)「すくい管ロック」確認,報告</p> <p>(1) 警報 「再循環流体継手すくい管A/Bロック」 「すくい管コントローラA(B)制御盤故障」 「再循環流量制御装置故障」 「すくい管コントローラA/B自動除外」</p> <p>(2) すくい管制御器表示灯「ロック」$\text{\textcircled{R}}$ランプ「点灯」</p> <p>2. 原子炉の運転状態を監視,報告</p> <p>(1) 原子炉水位 原子炉水位A~C指示計 (9-5 LI-6-94 A~C) 原子炉水位A/B指示計 (9-5 LI-2-3-85A/B)</p> <p>(2) 原子炉圧力 原子炉圧力A/B指示計 (9-5 PI-6-90A/B) タービン蒸気流量/原子炉圧力記録計 (9-5 FR/PR-6-98)</p> <p>(3) 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)</p> <p>(4) MGセット速度 再循環操作パネルA/B発電機速度 (9-4 SI-2-184-151A/B)</p> <p>(5) PLRポンプ振動 再循環ポンプA/B振動記録計 (9-4 VbRS-2-77A/B)</p> <p>3. ロック側PLR MGセットA(B)点検を操作員補機に指示</p> <p>4. PLRポンプ制御系の「すくい管ロック」が1台の場合</p> <p>(1) 正常側速度制御器「自動」から「手動」へ「手動切替」 (2) 正常側PLRポンプ速度をロック側PLRポンプ速度に合わせる</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px; display: inline-block;">目標値 A/Bポンプ速度差5%以内</p> <p>5. すくい管ロック原因「除去」確認,報告</p> <p>(1) 警報 「すくい管コントローラA(B)制御盤故障」リセット 「再循環流量制御装置故障」リセット 「すくい管コントローラA/B自動除外」リセット</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. タービン・発電機の運転状態を監視, 報告</p> <p>(1) 発電機出力 発電機電力指示計 (9-7 EI-3) 発電機電力記録計 (9-31 R-100)</p> <p>(2) タービン振動 主タービン軸振動/回転速度記録計 (9-75 M-30-20-R3~8)</p>	<p>すくい管ロック条件</p> <p>(1) 6.9KV 母線電圧低(4830V) (2) 潤滑油温度高高(99℃) (3) 潤滑油圧力低(0.21MPa) (4) ロックアウトリレー-86G 動作 (5) ロック押しボタン「ロック」 (6) トルク大 (7) 上流信号異常 (8) 励磁電源両系断 (9) 位置信号両系異常 (10) インタラプタ入力偏差大 (11) モータ電源断 (12) インタラプタユニット異常 (13) サイリスタヒューズ断 (14) アナログメモリ異常 (15) DC 電源異常 (16) 制御電源異常 (17) インタラプタ変化率大</p> <p>別紙-1 参照</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <p>炉出力は 100%を超えない よう調整すること</p> </div>

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)							
3. すくい管ロックリセット不能	3. すくい管ロックリセット指示	6. ロック側PLRポンプA (B) のすくい管制御器設定値が実すくい管位置に「追従」確認, 報告 7. すくい管ロック「手動リセット」実施, 下記事項を確認, 報告 (1) 警報 「再循環流体継手すくい管A/Bロック」リセット (2) すくい管制御器表示灯「ロック」 [Ⓡ] ランプ「消灯」 (3) PLRポンプ速度 「A/B速度ほぼ一定」 (4) 炉心差圧及び流量 「ほぼ一定」 炉心差圧ジェットポンプ総流量記録計 (9-5 dPR/FR-2-3-95) (5) 再循環ループ流量 「A/Bほぼ同じ」 再循環流量記録計 (9-4 FR-2-163) (6) 原子炉出力 (APRM指示) 「ほぼ一定」							
	4. すくい管ロックリセット不能確認 5. PLRポンプ速度降下, 制御棒挿入にて発電機出力降下, ユニット監視と処置操作指示	8. すくい管ロックリセット不能を確認, 報告 △ 9. 下記操作を操作員補機に指示, 健全側ポンプ速度「手動降下」実施, 報告 (1) コントロールドライブ制御ユニット電源「手動切」 (2) ロック側PLRポンプMGセットA(B)のすくい管駆動装置駆動ハンドルにて速度をゆっくり「手動降下」 (3) 正常側PLRポンプ速度をロック側PLRポンプ速度に合わせて速度制御器「手動減」にて降下 <table border="1" data-bbox="598 1294 1114 1413"> <tr> <td>ポンプ速度</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>目標値 降下率 発電機出力</td> <td>5MWe/min</td> </tr> <tr> <td>A/Bポンプ速度差</td> <td>5%以内</td> </tr> </table> 10. PLRポンプ (A, B) 速度「40%」到達を確認, 報告 △ 11. 制御棒「手動挿入」実施, 報告 <table border="1" data-bbox="609 1599 970 1637"> <tr> <td>目標値</td> <td>原子炉出力 30%以下</td> </tr> </table>	ポンプ速度	40%	目標値 降下率 発電機出力	5MWe/min	A/Bポンプ速度差	5%以内	目標値
ポンプ速度	40%								
目標値 降下率 発電機出力	5MWe/min								
A/Bポンプ速度差	5%以内								
目標値	原子炉出力 30%以下								

操 作 員 (B)	備 考
<p>2. 負荷設定「手動」から「追従」へ「手動切替」実施, 報告</p> <p>3. タービン・発電機の運転状態を監視, 報告</p> <p>(1) 発電機出力</p> <p>(2) 発電機無効電力 発電機無効電力指示計 (9-7 EI-4)</p> <p>(3) タービン振動</p> <p>(4) タービン伸び差 主タービン温度/伸び/伸び差記録計 (9-7 M-30-20-R2)</p> <p>(5) タービン軸受メタル温度 主タービン軸受温度記録計 (9-70 TR-30-2)</p> <p>(6) 復水器真空度 復水器B真空指示計 (9-7 PI-51-8B) 復水器B真空指示計 (9-7 PI-51-9B)</p>	<p>指示計に差がある場合はリセットと同時に速度が急変するので偏差が「0」であること</p> <p>中性子束振動に注意すること</p>

2010年 3月18日 (107)

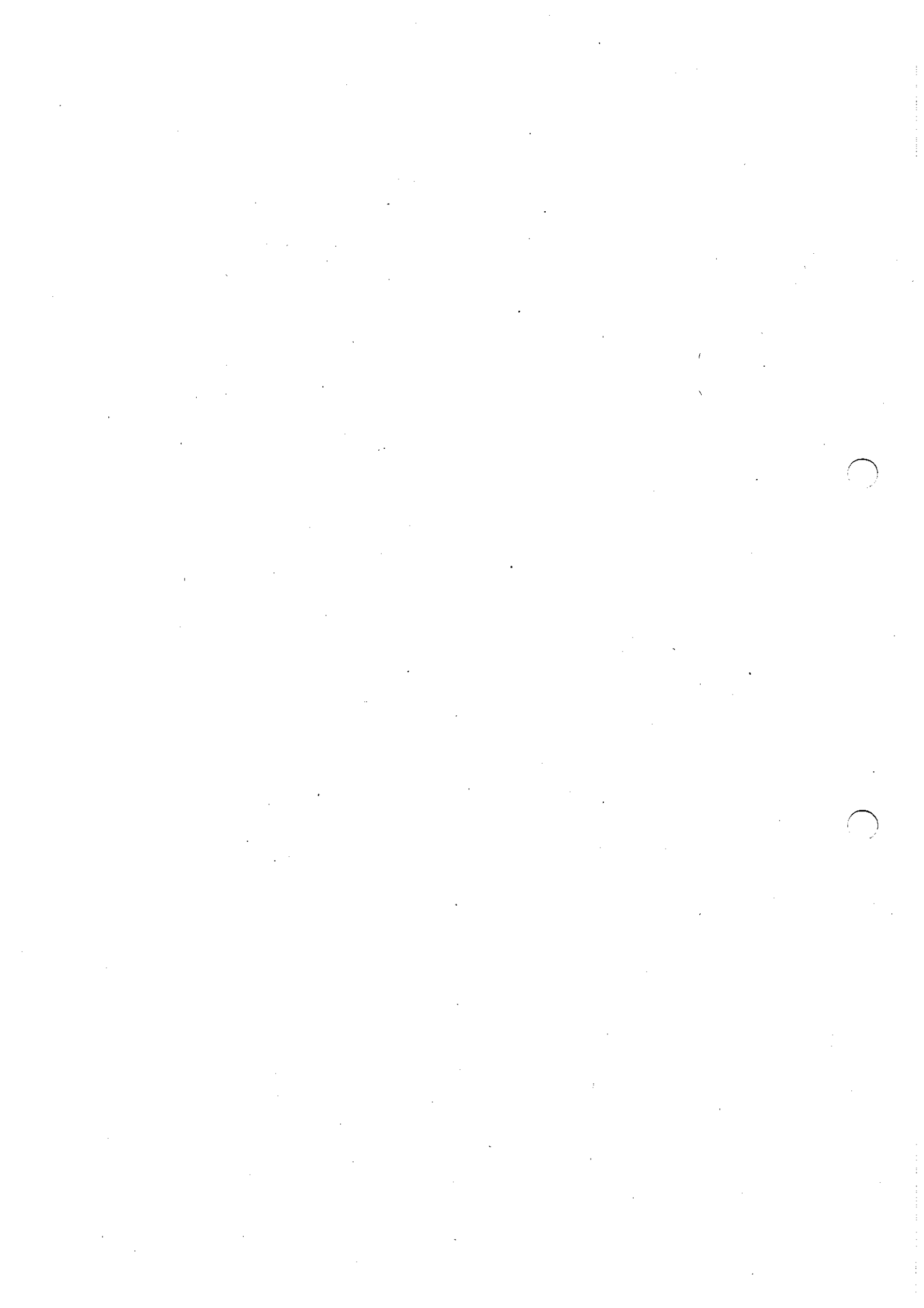
主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
	<p>6. ロック側ポンプ停止指示</p>	<p>12. 下記操作を操作員補機に指示</p> <p>(1) ロック側PLR ポンプMG セットA(B)のすくい管駆動装置駆動ハンドルにて速度をゆっくり「手動降下」</p> <p>(2) 正常側 PLR ポンプ速度維持</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">ロック側ポンプ速度 30%</p> <p style="text-align: center;">目標値 降下率 発電機出力 5 MWe/min</p> </div> <p>13. ロック側PLR ポンプA (B) 速度「30%」到達を確認, 報告</p> <p>14. ロック側PLR ポンプA (B)「手動停止」実施, 報告</p> <p>(1) PLR MG セットA(B)駆動電動機表示灯 ③ ランプ「点灯」</p> <p>(2) 停止した PLR ポンプA(B)操作CS「引保持」</p> <p>15. 停止したPLR ポンプA (B) の吐出弁 M0-2-53A(B)「手動閉」実施, 報告</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">5分後又は原子炉圧力0.98MPa以上降下前「手動開」</p> <p style="text-align: center;">(圧力ロッキングによる弁固着防止)</p> </div> <p><以下, 事故時運転操作手順書 第6章6-1 「原子炉再循環系事故 原子炉再循環ポンプ1台トリップ」の項参照></p>

操 作 員 (B)	備 考
<p><以下、事故時運転操作手順書 第6章6-1 「原子炉再循環系事故 原子炉再循環ポンプ1台トリップ」の項参照></p>	

2010年 3月18日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
<p>4. ランバック信号発生</p>	<p>7. PLRポンプランバック確認</p> <p>8. ロック側ポンプ停止, ユニット監視, 処置操作指示</p>	<p>16. すくい管ロック確認時よりPLRポンプ (A, B) 速度が30%になる前にランバック信号が入ったことを, 確認, 報告</p> <p>(1) 警報 「再循環A(B)流量制限」</p> <p>(2) 再循環操作パネルA/B発電機速度 (9-4 SI-2-184-151A/B) 正常側「30%」 ロック側「変化なし」</p> <p>(3) すくい管制御器 (9-4 POI-2-184-153A/B) 正常側「30%」 ロック側「変化なし」</p> <p>(4) 再循環操作パネルA(B)ランバック表示灯 ⑧ ランプ「点灯」</p> <p>17. ロック側PLRポンプA (B)「手動停止」実施, 報告</p> <p>(1) PLR MGセットA(B)駆動電動機表示灯 ⑨ ランプ「点灯」</p> <p>(2) 停止したPLRポンプA(B)操作CS「引保持」</p> <p>18. 停止したPLRポンプA (B) の吐出弁MO-2-53A(B)「手動閉」実施, 報告</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>5分後又は原子炉圧力0.98MPa以上降下前「手動開」 (圧力ロッキングによる弁固着防止)</p> </div> <p><以下, 事故時運転操作手順書 第6章6-1 「原子炉再循環系事故 原子炉再循環ポンプ1台トリップ」の項参照></p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>4. タービン・発電機の運転状態を監視, 報告</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 発電機出力(2) 発電機無効電力(3) タービン振動(4) タービン伸び差(5) 軸受メタル温度(6) 復水器真空度 <p><以下, 事故時運転操作手順書 第6章6-1 「原子炉再循環系事故 原子炉再循環ポンプ1台トリップ」の項参照></p>	



第6章 原子炉再循環系事故

△

6-4 原子炉再循環系異常時のポンプ1台停止操作

△

1. 事故概要

原子炉再循環系 (PLR) ポンプ又はジェットポンプ (JP) 系に何らかの異常を示す警報が発生し、関連パラメータの変化が認められ、機器本体の損傷を防止する観点から、速やかにポンプを停止する必要があると総合判断された場合

- ① PLRポンプの異常時は、PLRポンプの速度を最低速度まで手動高速減させ、ポンプを停止する。
- ② JP系の異常時は、PLRポンプを直ちに停止すると共にユニット停止操作に移行する。

△

2. 操作のポイント

- (1) 振動大によりPLRポンプを停止する必要がある場合は、直ちにポンプを停止する。
- (2) PLRポンプ停止にあたってポンプスピードを急速降下させる際、炉心流量の減少に伴いボイドが増加し、原子炉水位が上昇するので水位の急変に注意する。
- (3) PLRポンプ停止後、「原子炉再循環ポンプ1台トリップ」の項に移行する。
- (4) JP系異常の場合、計算機のバランス診断機能やPLR流量、JP流量、PLRポンプ差圧、PLRスピード、広帯域水位計等に変化が現れることが予想されるため、過渡現象記録装置により詳細を確認し、異常の有無を判断する。
- (5) PLRポンプルースパーツの恐れがあり停止した場合は、停止後速やかにポンプの出口弁を閉すると共にバージ弁も閉とし、隔離状態とする。

3. 関連インターロック、設定値及び関連規定

(1) 警報

△ a. 再循環ポンプ/モータ A(B) 振動大	モータ	112 μm (p-p)
	ポンプ	380 μm (p-p)
b. 再循環ポンプモータ A(B) 油溜油面 高/低	上部軸受	高 NOL+35 mm
		低 NOL-20 mm
	下部軸受	高 NOL+35 mm
		低 NOL-25 mm
c. 再循環ポンプモータ A(B) 冷却水流量低		530ℓ/min
d. 再循環ポンプ A(B) シール漏れ流量高		1.6ℓ/min
e. 再循環ポンプ A(B) 熱交換器冷却水流量低		135ℓ/min
f. 再循環ポンプモータ A(B) 冷却水漏れ高		175±10cc
g. 再循環ポンプ A(B) シールキャビティ圧力制御流量 高/低	高	3.8ℓ/min
	低	1.9ℓ/min
h. 再循環ポンプモータ A(B) 温度高 (一括)		
(a) モータ軸受		90°C
(b) モータ巻線		120°C
(c) シールキャビティ		77°C
(d) モータ冷却水・潤滑油冷却水		43°C
(e) ポンプシール冷却水		44°C

i. 再循環 M-G セット A(B) 固定子温度高		116℃
j. 再循環 M-G セット A(B) 軸受温度高		88℃
k. 再循環 A(B) 流体継手油温度高		88℃
l. 再循環 A(B) 流体継手油温度低		27℃
m. 再循環 A(B) 流体継手油圧低	流体継手入口圧力	0.21MPa
	MG 軸受入口圧力	0.096MPa

(2) インターロック
なし

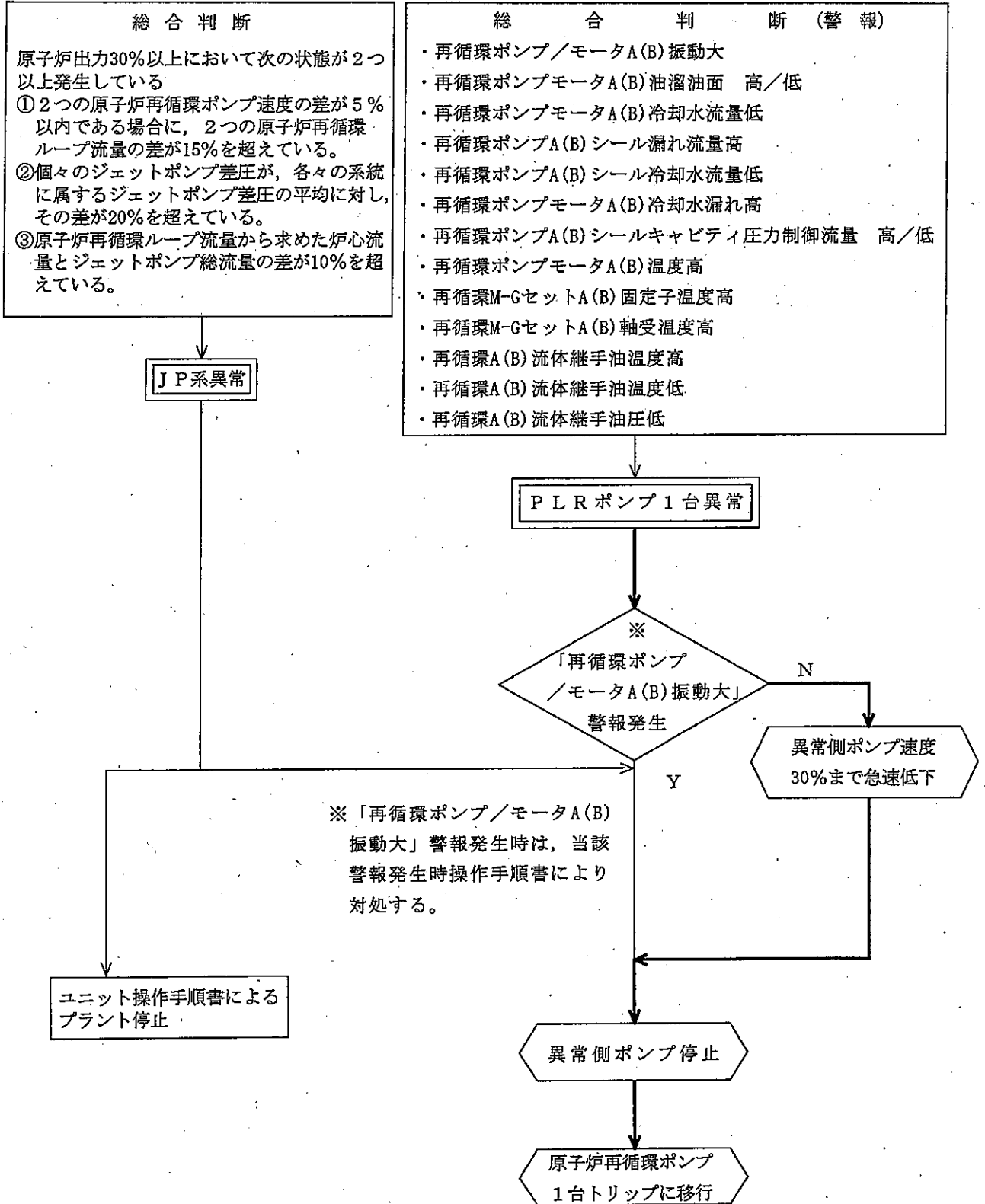
(3) 関連規定
保安規定第 26 条 (原子炉熱出力及び炉心流量)
保安規定第 28 条 (原子炉再循環ポンプ)
保安規定第 29 条 (ジェットポンプ)

第6章 原子炉再循環系事故

6-4. 原子炉再循環系異常時のポンプ1台停止操作



4. フローチャート



操 作 員 (B)	備 考

2010年 3月18日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
	2. ユニット運転状態 確認指示	2. 下記記録採取及び監視, 報告 (1) 原子炉出力 (APRM, 熱出力 OD-3) 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 原子炉水位 A~C 指示計 (9-5 LI-6-94 A~C) 原子炉水位 A/B 指示計 (9-5 LI-2-3-85A/B) (3) 原子炉圧力 原子炉圧力 A/B 指示計 (9-5 PI-6-90A/B) タービン蒸気流量/原子炉圧力記録計 (9-5 FR/PR-6-98) (4) 炉心差圧及び流量 炉心差圧ジェットポンプ総流量記録計 (9-5 dPR/FR-2-3-95) (5) 主蒸気流量 タービン蒸気流量/原子炉圧力記録計 (9-5 FR/PR-6-98) 主蒸気流量 A~D 指示計 (9-5 FI-6-88A~D) (6) 給水流量 給水流量 A/B 指示計 (9-5 FI-6-89A/B) 主蒸気流量給水流量記録計 (9-5 FR-6-96) (7) 再循環 A/B 流量 再循環流量記録計 (9-4 FR-2-163) (8) ジェットポンプ流量 A/B 系 ジェットポンプループ A/B 流量指示計 (9-4 FI-2-3-92A/B) (9) ジェットポンプ (1)~(20) 差圧 (9-38 dPI-2-3-78A~W) (10) PLR ポンプ A/B シールキャビティ圧力 シールキャビティ 1 圧力指示計 (9-4 PI-2-2-33 A/B) シールキャビティ 2 圧力指示計 (9-4 PI-2-2-32 A/B) (11) PLR ポンプ A/B 各部温度 原子炉再循環ポンプ A, B 温度記録計 (9-21 TRS-2-2-31) (12) CMFCP 1.0 以下 (OD-3) (13) CMFLPD 1.0 以下 (OD-3) < PLR ポンプ異常の場合 > ▲
2. PLR ポンプ速 度降下	3. 異常側ポンプ速度 30%まで急速降下 指示	3. 異常側 PLR ポンプ A (B) 速度「急速降下」実施, 報告 (1) PLR ポンプ A(B) 速度制御器「自動」から「手動」へ「手動切替」 (2) PLR ポンプ A(B) 速度制御器「急速手動減」 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;"> 目標値 異常側ポンプ速度 30% </div>

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. 下記記録採取及び監視, 報告</p> <p>(1) 発電機出力 発電機電力指示計 (9-7 EI-3) 発電機電力記録計 (9-31 R-100)</p> <p>(2) タービン振動 主タービン軸振動/回転速度記録計 (9-75 M-30-20-R3~8)</p> <p>(3) 復水器真空度 復水器B真空指示計 (9-7 PI-51-8B) 復水器B真空指示計 (9-7 PI-51-9B)</p> <p>2. 負荷設定「手動」から「追従」へ「手動切替」実施, 報告</p> <p>3. 発電機出力「降下」確認, 報告</p> <p>4. タービン・発電機の運転状態を確認, 報告</p>	<p>別紙-1参照</p>

