

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	原子炉再循環異常時のポンプ1台停止操作	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40%以上)は健全側ポンプがランバックすると共に、SRI動作20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り流路抵抗は減少し、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60%になる。このため、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を挿入し原子炉出力を35%まで低下させる。

炉心流量の低下により運転範囲逸脱及び中性子束振動発生の可能性があるので、制御棒(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) 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。

(2) PLRポンプ1台が停止した場合、制御棒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)

△(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35%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、ループ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、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。

△(5) 中性子束振動異常増大の確認は下記により行う。

a. APRM指示2~3秒周期で変動

APRMノイズ幅(Peak To Peak)「20%以上」

b. 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7ヶ所の制御棒を選択し炉心内LPRM監視)

第22章 参考資料17.「監視LPRMと指定制御棒」参照

- (6) 中性子束の振動微候の有無を下記関連パラメータにより確認する。
- a. SRM ペリオド計 A~D(755-503A~D)
 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. SRM 記録計 A~D(750-2)
 細線が太線に変化
 - c. RBM 指示 A/B(750-10C, 750-10B)
 2~3 秒周期で通常のノイズ以上の変動
 - d. 警報「LPRM HIGH」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 20%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

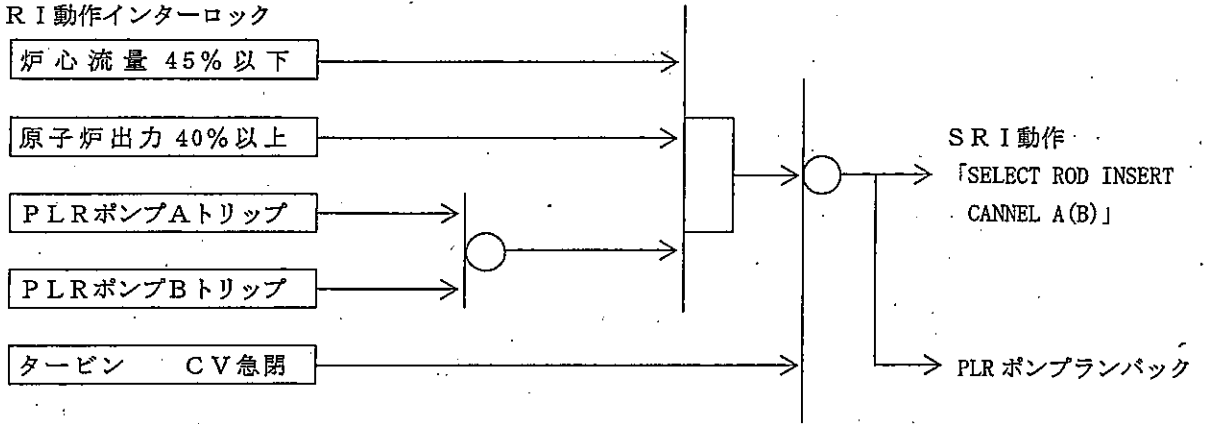
(1) 警報

- a. MG A(B) RECIRC PUMP A(B) DRIVE MOTOR TRIP
- b. MG A(B) GENERATOR LOCKOUT
- c. RECIRCULATION PUMP A(B) LOCKED ROTOR TRIP

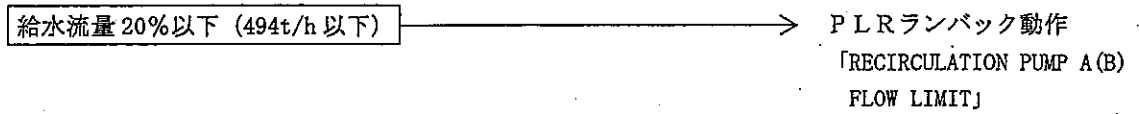
(2) インターロック

- a. MG A(B) RECIRC PUMP A(B) DRIVE MOTOR TRIP
 - (a) 駆動電動機過電流(50.51) 50 55A 51 8A
 - (b) 駆動電動機過負荷(49) 3.5A 4秒 (CT比 400/5)
 - (c) 原子炉水位低(L-L)
- b. MG A(B) GENERATOR LOCKOUT
 - (a) 発電機過電流(50G) 4A (CT比 800/5)
 - (b) 励磁機界磁過電流(202-60-137A(B)) 7A (CT比 800/5)
 - (c) 発電機中性点過電圧(64G) 12.5V (PT比 3000/240V)
 - (d) 発電機ポンプモーター差電流(87G) 2A (CT比 400/5)
 - (e) 発電機界磁喪失(80F) 4.5V
 - (f) 駆動電動機過電流(50.51) 50 55A 51 8A
 - (g) 駆動電動機差電流(87/RST) 0.2A
 - (h) 起動渋滞(出口弁開度 10%以下(界磁しゃ断器投入 30 秒後))
 - (i) 起動シーケンス異常(すくい管位置異常)
- c. RECIRCULATION PUMP A(B) LOCKED ROTOR TRIP
 - (a) 発電機過電流(50G) 4A (CT比 800/5)
- d. その他
 - (a) 再循環ポンプ出口弁開度 90%以下(界磁しゃ断器投入 145 秒後)
 - (b) 再循環ポンプ入口弁開度 90%以下
 - (c) 流体継手タンク油温度高高 100°C
 - (d) 流体継手軸受給油圧力低 0.177MPa

△ 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

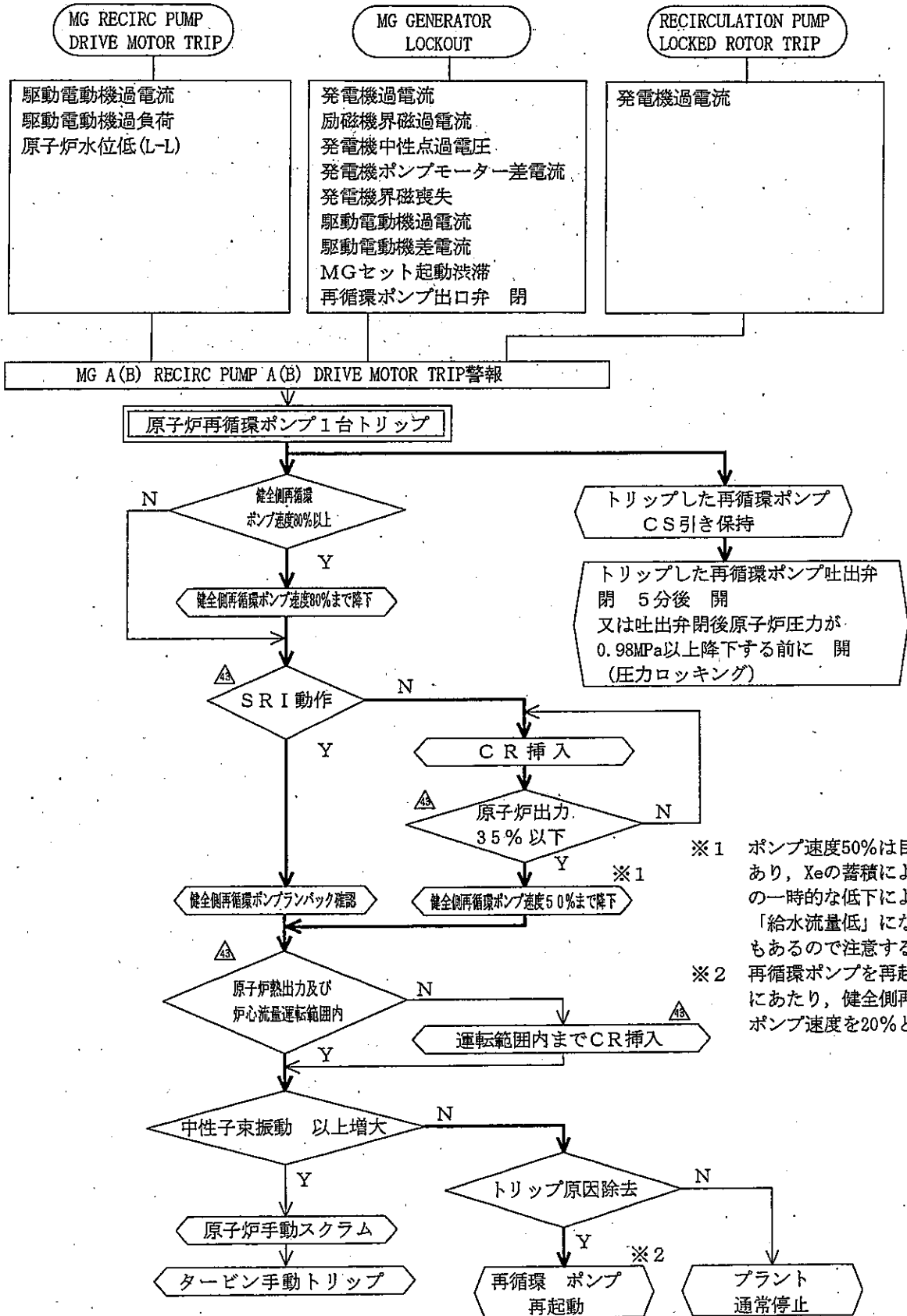


(3) 関連規定

- 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



※1 ポンプ速度50%は目安であり、Xeの蓄積による出力の一時的な低下によって「給水流量低」になることもあるので注意する。
※2 再循環ポンプを再起動するにあたり、健全側再循環ポンプ速度を20%とする。

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. ユニットの監視と処置操作を指示</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 「MG A(B)RECIRC PUMP A(B) DRIVE MOTOR TRIP」 「MG A(B)GENERATOR LOCK OUT」 「RECIRCULATION PUMP A(B) LOCKED ROTOR TRIP」</p> <p>(2) 表示灯 GENERATOR DRIVE MOTOR A(B)CONTROL ㊟ランプ「点灯」</p> <p>(3) MG 速度「降下」 速度制御器 MG 速度 (904)</p> <p>(4) プロセスコンピュータ打ち出し</p> <p>2. 「トリップ」したPLRポンプA (B) 操作CS「引保持」位置実施, 報告</p> <p>3. 下記項目確認, 報告</p> <p>(1) 原子炉水位 RPS LEVEL 指示計 (905 LI-263-100A.B) REACTOR LEVEL 指示計 (905 LI-640-29A~C) REACTOR PRESS REACTOR VESSEL LVL 記録計 (905 LR/PR-640-26)</p> <p>(2) 原子炉圧力 REACTOR PRESS REACTOR VESSEL LVL 記録計 (905 LR/PR-640-26) REACTOR PRESS TURB STM FLOW 記録計 (905 FR/PR-640-28) REACTOR PRESS A. B 指示計 (905 PI-640-25A. B)</p> <p>(3) 炉心差圧及び流量 JET PUMP FLOW REACTOR PRESS DROP 記録計 (905 dPR/FR-263-110) REACTOR D/P 指示計 (905 dPI-263-108)</p> <p>(4) 再循環 A/B 流量 RECIRC FLOW 記録計 (904 FR-260-7)</p> <p>(5) 給水流量 TOTAL FW FLOW TOTAL STM FLOW 記録計 (905 FR-640-27)</p> <p>(6) MG セット速度 速度制御器 MG 速度 (904)</p> <p>(7) 原子炉出力 (中性子束) IRM/APRM/RBM 記録計 (905 750-10B/C) IRM/APRM 記録計 (905 750-10A/D)</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. 発電機出力「減少」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. 下記項目確認, 報告</p> <p>(1) タービン振動</p> <p> VIBRATION #1~#9 記録計 (907 VBR-10-1~3)</p> <p>(2) タービン排気室温度</p> <p> TEMP ECC EXPANTION 記録計 (907 R-2)</p> <p>(3) 復水器真空度</p> <p> COND N RANGE 指示計 (907 PI-1-25B)</p> <p> COND W RANGE 指示計 (907 PI-1-23A)</p> <p>(4) 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>(5) 発電機無効電力</p> <p> GENERATOR REACTIVE POWER 指示計 (907 EI-4)</p>	<p>別紙-1 参照</p>

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. 出力降下開始条件を確認し出力降下開始指示※</p>	<p>△ 4. 「トリップ」したPLRポンプA (B) の界磁しゃ断器「開放」確認後、吐出弁 M0-2-5 A(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」したPLRポンプA (B) 速度制御器がMGセット界磁しゃ断器「開放」後、MG速度設定の要求速度が「50%位置」に設定確認、報告</p> <p>6. 運転中のPLRポンプB (A) 速度が80%以上の場合、ポンプ速度を80%まで「手動減」実施、報告</p> <p>7. 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>△ 8. SRI動作の有無確認、報告 (1) 運転中のPLRポンプB(A) 「ランバック」確認 (2) 原子炉水位設定変更確認</p> <p>※出力降下開始条件 (1) PLRポンプA(B) 「トリップ」</p> <p>△△ 9. 原子炉出力「降下」実施、報告 (1) SRI作動時、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 35%以下</p> <p>(4) 運転中のPLRポンプB(A)速度を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「減少」確認し, LL, SLC設定「手動調整」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 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下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>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> <p>運転中のPLRポンプが過電流にならないようにする</p> <p>△</p> <p>SRI 動作時</p> <p>(1) 選択制御棒 スクラム弁 A0-126, 127 「開」10秒後「閉」</p> <p>(2) 再循環ポンプ「ランバック」</p> <p>(3) 20秒後原子炉水位設定 「通常水位」より「200mm低下」</p>

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. 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 7ヶ所の制御棒を選択し炉心内監視)</p> <p>12. 中性子束振動異常増大発生に伴う下記関連パラメータ確認, 報告 (1) SRM ペリオド計 A~D 「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) SRM 記録計 A~D (905 750-2) 「細線が太線に変化」 (3) RBM 記録計 A/B IRM/APRM/RBM 記録計 (905 750-10B/C) 「2~3 秒周期で通常ノイズ以上の変動」 (4) 警報 「LPRM HIGH」</p>
4. 原子炉手動スクラム	5. 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※	13. 原子炉「手動スクラム」実施, 報告 (1) 警報 「REACTOR MANUAL SCRAM CHANNEL A」 「REACTOR MANUAL SCRAM CHANNEL B」 (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」 (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」 (4) APRM 指示「減少」 IRM/APRM/RBM 記録計 (905 750-10B/C) IRM/APRM 記録計 (905 750-10A/D)
5. タービントリップ手動トリップ	6. 原子炉スクラム及びタービン発電機トリップ確認	
	7. 原子炉スクラムペーシング放送	
	8. MSIV全開確認	14. MSIV (内, 外)「全開」確認, 報告 (1) 表示灯ⓐランプ「点灯」
6. 所内電源切替	9. 所内電源切替確認	

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 GEN POWER 指示計 (907 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, 報告</p> <p>7. タービン・発電機「トリップ」確認, 報告 (1) 警報 「GENERATOR LOCKOUT REL OPERATED」 「VACUUM TRIP #1 OPERATED」 (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-E-3A) 「閉」</p> <p>8. 発電機しゃ断器 [O-11] 「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 起動受電しゃ断器 [1A-1A, 1B-2] 「投入」 (2) 6.9KV 所変受電しゃ断器 [1A-1B, 1B-2] 「開放」</p>	<p>(LPRM 監視指定制御棒 7 本) 10-11, 22-23, 34-23, 30-11 10-27, 22-35, 34-35</p> <p>SJAE 空気入口弁 (MOV-E-3A) はタービントリップ後, 170 秒間は「OPEN」側にして開操作可能であるが「AUTO」に戻すと全閉になる</p>

主要項目	当直長(当直副長)	操 作 員 (A)
7. 通常停止	10. P L R ポンプトリップ原因調査指示 11. 原子炉通常停止指示 12. トリップ原因除去確認	<p><以下、事故時運転操作手順書第1章1-1A 「原子炉スクラム主蒸気隔離弁 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より炉心パラメータ確認, 報告 (1) CMFCP 1.0以下 (2) CMFLPD 1.0以下</p> <p>16. P L R 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. P L R ポンプA (B) の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> <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 ポンプ速度を5MW/minの割合いで20%まで低下実施, 報告</p> <p>20. 炉心流量低下に伴いプロセスコンピュータにより炉心パラメータ確認, 報告 (1) CMFCP 1.0以下 (2) CMFLPD 1.0以下</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>10. 発電機界磁しゃ断器「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[R-11]「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1-1A 「原子炉スクラム主蒸気隔離弁 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>12. 発電機出力低下確認, 下記項目監視</p> <p>(1) タービン振動 VIBRATION #1~#9 記録計 (907 VBR-10-1~3)</p> <p>(2) タービン排気室温度 TEMP ECC EXPANTION 記録計 (907 R-2)</p> <p>(3) 復水器真空度 COND W RANGE 指示計 (907 PI-1-25B) COND N RANGE 指示計 (907 PI-1-23A)</p> <p>(4) 給水流量 TOTAL FW FLOW TOTAL STM FLOW 記録計 (905 FR-640-27) FD WTR FLOW 指示計 (905 FI-640-24A/B)</p>	<p>(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> <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>

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
8. P L R ポンプ再 起動	13. P L Rポンプ再起 動指示 14. P L Rポンプ再起 動確認	21. P L Rポンプ (A, B) 起動前確認, 報告 (1) 原子炉水と停止ループの温度差 28°C以内 RECIRC LOOP TEMPS 記録計 (904 TR-260-11) (2) R P V上部, 下部温度差 80°C以内 SAFETY & BLOW DOWN VALVES TEMP 記録計 (921 TR-260-20) 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 4, 5 (3) P L R M/Gセット軸受温度 (27~50°C) P L R M G A (B) TEMPERATURE 記録計 (921 TRS-262-35A (B)) 22. P L Rポンプ A (B) 「手動起動」 実施, ユニットの状態に異常がないこ とを確認, 報告

操 作 員 (B)	備 考
13. PLRポンプA(B)再起動によりユニットの状態に異常がないことを確認、報告	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



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40%以上) する。

SRI動作20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。

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. APRM 指示 2~3 秒周期で変動

APRM ノイズ幅 (Peak To Peak) 「20%以上」

b. 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7ヶ所の制御棒を選択し炉心内LPRM監視)

第22章 参考資料17. 「監視LPRMと指定制御棒」参照

(5) 中性子束の振動異常増大に伴う関連パラメータは以下の通りである。

a. SRM ペリオド計 A~D (755~503A~D)

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. SRM 記録計 A~D (750-2)

細線が太線に変化

c. RBM 指示 A, B (750-10C, 750-10B)

2~3 秒周期で通常のノイズ以上の変動

d. 警報 「LPRM HIGH」 発生

(6) 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. MG A(B) RECIRC PUMP A(B) DRIVE MOTOR TRIP
- b. MG A(B) GENERATOR LOCKOUT
- c. RECIRCULATION PUMP A(B) LOCKED ROTOR TRIP

(2) インターロック

a. MG A(B) RECIRC PUMP A(B) DRIVE MOTOR TRIP

- (a) 駆動電動機過電流 (50.51) 50 55A 51 8A
- (b) 駆動電動機過負荷 (49) 3.5A 4秒 (CT比 400/5)
- (c) 原子炉水位低 (L-L)

b. MG A(B) GENERATOR LOCKOUT

- (a) 発電機過電流 (50G) 4A (CT比 800/5)
- (b) 励磁機界磁過電流 (202-60-137A (B)) 7A (CT比 800/5)
- (c) 発電機中性点過電圧 (64G) 12.5V (PT比 3000/240V)
- (d) 発電機ポンプモーター差電流 (87G) 2A (CT比 400/5)
- (e) 発電機界磁喪失 (80F) 4.5V
- (f) 駆動電動機過電流 (50.51) 50 55A 51 8A
- (g) 駆動電動機差電流 (87/RST) 0.2A
- (h) 起動渋滞 (出口弁開度 10%以下 (界磁しゃ断器投入 30秒後))
- (i) 起動シーケンス異常 (すくい管位置異常)

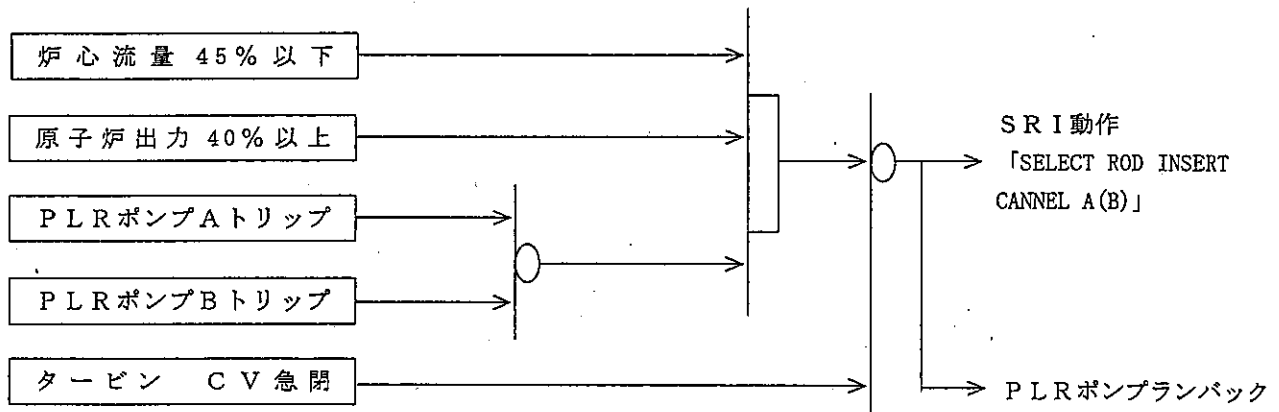
c. RECIRCULATION PUMP A(B) LOCKED ROTOR TRIP

- (a) 発電機過電流 (50G) 4A (CT比 800/5)

d. その他

- (a) 再循環ポンプ出口弁開度 90%以下 (界磁しゃ断器投入 145秒後)
- (b) 再循環ポンプ入口弁開度 90%以下
- (c) 流体継手タンク油温度高高 100°C
- (d) 流体継手タンク軸受給油圧力低 0.177MPa

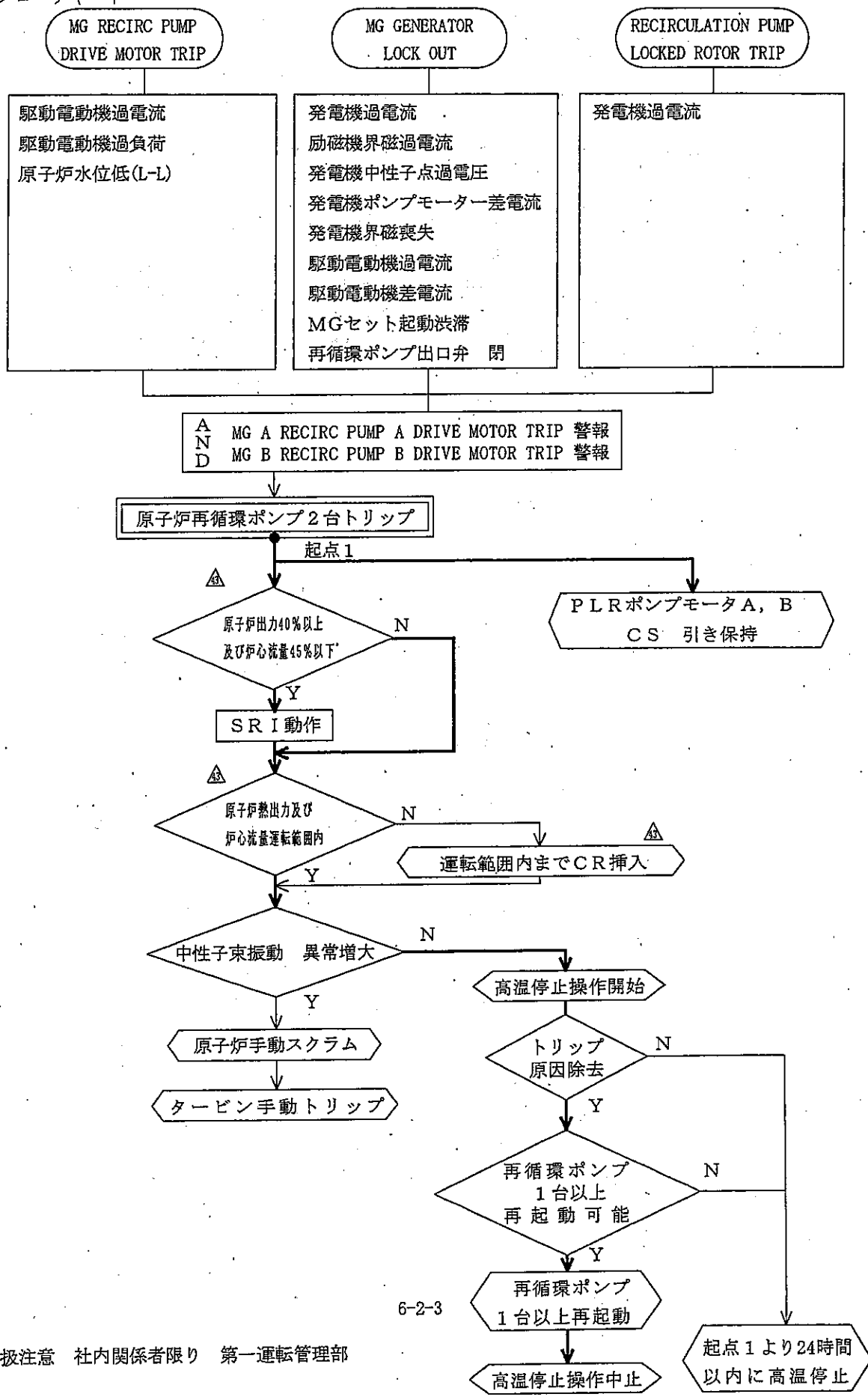
e. S R I 動作インターロック



(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
6-2 原子炉再循環ポンプ2台トリップ
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. P L R 2台トリ ップ</p>	<p>1. P L Rポンプ2台 トリップ確認</p> <p>2. ユニットの監視と 処置操作を指示</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. P L Rポンプ (A, B)「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 警報 「MG A(B) RECIRC PUMP A(B) DRIVE MOTOR TRIP」 「MG A(B) GENERATOR LOCK OUT」 「RECIRCULATION PUMP A(B) LOCKED ROTOR TRIP」</p> <p>(2) 表示灯 GENERATOR DRIVE MOTOR A(B) CONTROL ㊟ ランプ「点灯」</p> <p>(3) MG 速度「降下」 速度制御器 MG 速度 (904)</p> <p>(4) プロセスコンピューター打ち出し</p> <p>2. P L Rポンプ (A, B) 操作CS「引保持」位置実施, 報告</p> <p>3. 下記項目確認, 報告</p> <p>(1) 原子炉水位 RPS LEVEL 指示計 (905 LI-263-100A. B) REACTOR LEVEL 指示計 (905 LI-640-29A~C) REACTOR PRESS REACTOR VESSEL LVL 記録計 (905 LR/PR-640-26)</p> <p>(2) 原子炉圧力 REACTOR PRESS REACTOR VESSEL LVL 記録計 (905 LR/PR-640-26) REACTOR PRESS TURB STM FLOW 記録計 (905 FR/PR-640-28) REACTOR PRESS A. B 指示計 (905 PI-640-25A. B)</p> <p>(3) 炉心差圧及び流量 JET PUMP FLOW REACTOR PRESS DROP 記録計 (905 dPR/FR-263-110) REACT D/P 指示計 (905 dPI-263-108)</p> <p>(4) 再循環 A/B 流量 RECIRC FLOW 記録計 (904 FR-260-7)</p> <p>(5) 給水流量 TOTAL FW FLOW TOTAL STM FLOW 記録計 (905 FR-640-27)</p> <p>(6) MG セット速度 速度制御器 MG 速度 (904)</p> <p>(7) 原子炉出力(中性子束) IRM/APRM/RBM 記録計 (905 750-10B/C) IRM/APRM 記録計 (905 750-10A/D)</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. 発電機出力「減少」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. 下記項目確認, 報告</p> <p>(1) タービン振動</p> <p> VIBRATION #1~#9 記録計 (907 VBR-10-1~3)</p> <p>(2) タービン排気室温度</p> <p> TEMP ECC EXPANTION 記録計 (907 R-2)</p> <p>(3) 復水器真空度</p> <p> COND W RANGE 指示計 (907 PI-1-25B)</p> <p> COND N RANGE 指示計 (907 PI-1-23A)</p> <p>(4) 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>(5) 発電機無効電力</p> <p> GENERATOR REACTIVE POWER 指示計 (907 EI-4)</p>	<p>別紙-1 参照</p>

2010年 2月11日(103)

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>△</p> <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)速度制御器がMGセット界磁しゃ断器「開放」後, MG速度設定の要求速度が「50%位置」に設定確認, 報告</p> <p>6. SRI動作確認, 報告</p> <p>(1) 警報 「SELECT ROD INSERT CHANNEL A」 「SELECT ROD INSERT CHANNEL B」</p> <p>(2) SRI動作20秒後, 原子炉水位設定変更確認</p> <p>(3) SRI動作30秒後 APRM高トリップセットダウン確認 「APRMリセット」ランプ点灯</p> <p>(4) 選択制御棒挿入状態(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」</p> <p>(5) 選択制御棒不動作の場合, 直ちにSRI(A, B)系「手動動作」</p> <p>△</p> <p>7. 原子炉熱出力及び炉心流量確認, 報告(第23章(23-18)参照)</p> <p>(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</p> <p>(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>△</p> <p>8. 中性子束振動異常増大確認, 報告</p> <p>※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7ヶ所の制御棒を選択し炉心内監視)</p> <p>9. 中性子束振動異常増大発生に伴う下記の関連パラメータを確認, 報告</p> <p>(1) SRMペリオド計A~D 「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) SRM記録計 A~D (905 750-2) 「細線が太線に変化」</p> <p>(3) RBM記録計 A/B (905 750-10C, 10B) IRM/APRM/RBM記録計 「2~3秒周期で通常ノイズ以上の変動」</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>3. 発電機出力「減少」確認し, LL, SLC設定「手動調整」実施, 報告</p> <p>4. 給水流量 1000T/hにて給水ポンプ1台「手動停止」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 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下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 A0-126, 127 「開」10秒後「閉」</p> <p>(2) 20秒後原子炉水位設定 「通常水位」より「200mm低下」</p> <p>(LPRM 監視指定制御棒7本) 10-11, 22-23, 34-23 10-27, 22-35, 34-35 30-11</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>5. 発電機出力「減少」確認, 報告</p> <p>(1) 発電機出力 GEN POWER 指示計 (907 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, 報告</p> <p>7. 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 空気入口弁(MOV-E-3A) 「閉」</p> <p>8. 発電機しゃ断器 [O-11] 「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ③ ランプ「点灯」</p> <p>9. 所内電源「切替」確認, 報告</p> <p>(1) 6.9KV 起変受電しゃ断器 [1A-1A, 1B-1] 「投入」 (2) 6.9KV 所変受電しゃ断器 [1A-2B, 1B-2] 「開放」</p> <p>10. 発電機界磁しゃ断器「トリップ」確認, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ③ ランプ「点灯」</p> <p>11. 発電機断路器 [R-11] 「手動開放」実施, 報告</p> <p>(1) 表示灯 ③ ランプ「点灯」</p> <p><以下, 事故時運転操作手順書第1章1-1A 「原子炉スクラム主蒸気隔離弁 開の場合」の項参照></p>	<p>SJAE 空気入口弁(MOV-E-3A)はタービントリップ後, 170秒間は「OPEN」側にして開操作可能であるが「AUTO」に戻すと全閉になる</p>

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
7. P L R ポンプ再起動	9. 高温停止指示 10. P L R 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. P L R ポンプ再起動指示 13. P L R ポンプ再起動確認	<p>《中性子束振動異常増大の発生が確認されない場合》</p> 12. 高温停止操作を開始する <以下, ユニット操作手順書 第5章「通常停止」の項参照> 13. プロセスコンピュータによる炉心パラメータ確認, 報告 (1) CMFCP 1.0以下 (2) CMFLPD 1.0以下 14. P L R 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 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 16. P L R ポンプ (A, B) 起動前確認, 報告 (1) 原子炉水と停止ループの温度差 28°C以内 RECIRC LOOP TEMPS 記録計 (904 TR-260-11) (2) R P V 上部, 下部温度差 80°C以内 SAFETY & BLOW DOWN VALVES TEMP 記録計 (921 TR-260-20) 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4, 5 (3) P L R M/Gセット軸受温度 (27~50°C) PLR MG A(B) TEMPERATURE 記録計 (921 TRS-262-35A(B)) 17. P L R ポンプ (A, B) 「手動起動」実施, ユニットの状態に異常がないことを確認, 報告 △ (注) P L R ポンプ1台目起動時, APRM指示上昇により再度S R Iが動作する可能性がある



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%速度又は運転範囲下限まで下げる。その後、制御棒を挿入して原子炉出力を35%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停止する。

尚、最低速度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

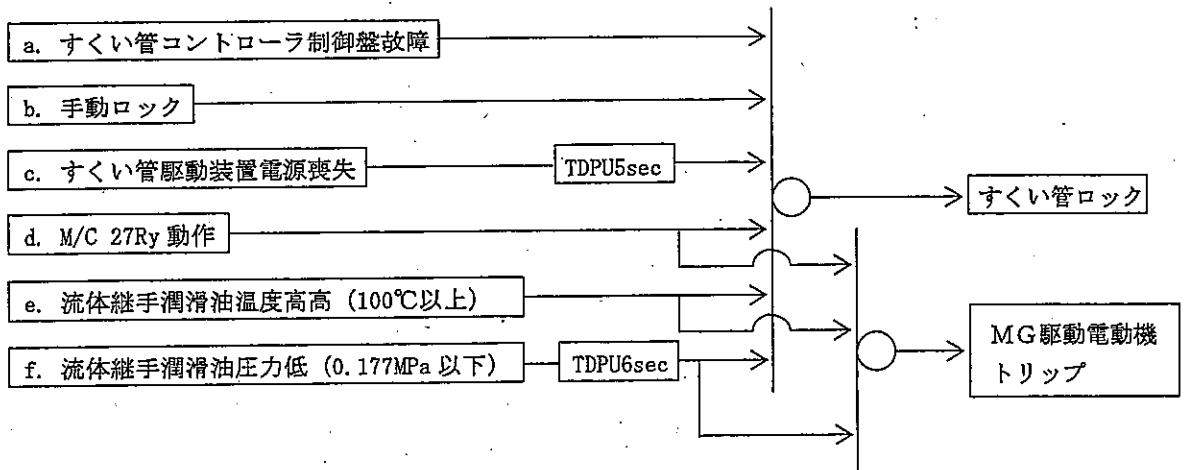
- (1) すくい管のロックリセットを行う場合は、すくい管位置設定信号と位置信号の偏差が“0”であることを確認してから行う。
- △(2) ポンプ速度の降下は、停止ループ温度維持のため正常側は40%速度とし、ロック側ポンプ速度は保安規定第28条に定める運転範囲を遵守するため30%速度まで降下した後、停止する。
- (3) ポンプ速度を降下する時は、保安規定第26条に定める運転範囲を遵守すると共に、給水流量低下によるランバック信号に留意すること。
- (4) ポンプ停止後、すくい管ロック条件が除去されポンプを再起動する場合は、保安規定第37条に定める原子炉冷却材温度を遵守する。

3. 関連インターロック、設定値及び関連規定

(1) 警報

- | | |
|---|----------|
| a. MG A(B) FLUID DRIVE OIL TEMPERATURE HIGH | 88℃ |
| b. PLR CONTROL DRIVE A(B) LIGHT FAILURE | |
| c. PLR CONTROL DRIVE A(B) HEAVY FAILURE | |
| d. MG A(B) SCOOP TUBE LOCK | |
| e. MG A(B) FLUID DRIVE LUBE OIL LOW PRESS | 0.177MPa |

(2) インターロック



(3) 関連規定

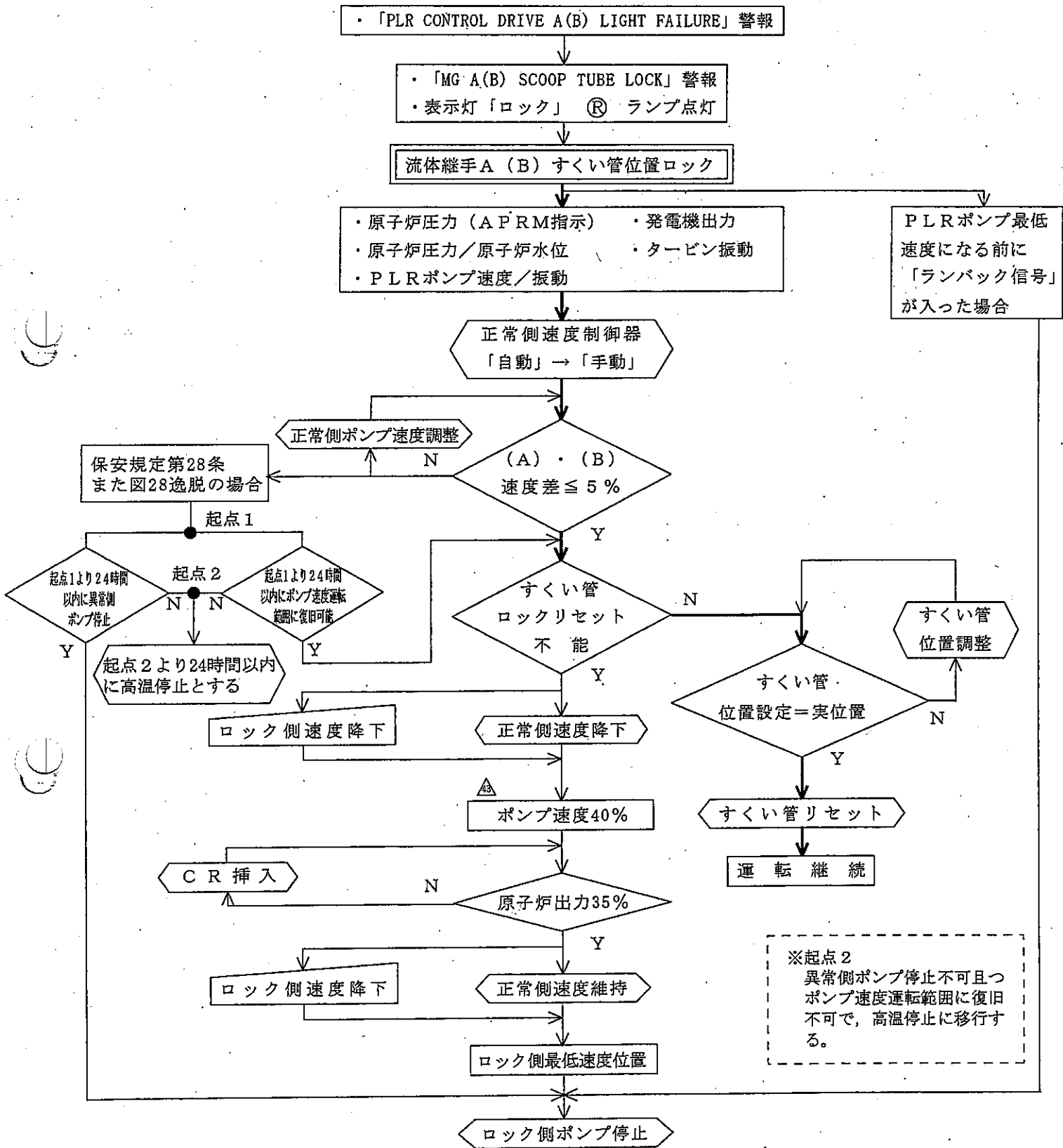
- 保安規定第26条 (原子炉熱出力及び炉心流量)
- 保安規定第28条 (原子炉再循環ポンプ)
- 保安規定第37条 (原子炉冷却材温度及び原子炉冷却材温度変化率)



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



主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
1. すくい管ロック	1. PLRポンプA (B) すくい管ロックを確認, 各関係箇所へ連絡	1. 原子炉再循環ポンプA (B) 制御系「異常」「すくい管ロック」確認, 報告 (1) 警報 「MG A(B) SCOOP TUBE LOCK」 「MG A(B) FLUID DRIVE OIL TEMPERATURE HIGH」 「PLR CONTROL DRIVE A(B) LIGHT FAILURE」 「PLR CONTROL DRIVE A(B) HEAVY FAILURE」 (2) すくい管制御器表示灯「ロック」 ⑧ ランプ「点灯」
2. ユニットの監視と処置	2. ユニットの監視と処置操作を指示	2. 原子炉の状態監視 (1) 原子炉水位 RPS LEVEL 指示計 (905 LI-263-100A.B) REACTOR LEVEL 指示計 (905 LI-640-29A~C) REACTOR PRESS REACTOR VESSEL LVL 記録計 (905 LR/PR-640-26) (2) 原子炉圧力 REACTOR PRESS 指示計 (905 PI-640-25A.B) REACTOR PRESS REACTOR VESSEL LVL 記録計 (905 LR/PR-640-26) REACTOR PRESS TURB STM FLOW 記録計 (905 FR/PR-640-28) (3) 原子炉出力 (中性子束) IRM/APRM/RBM 記録計 (905 750-10B/C) IRM/APRM 記録計 (905 750-10A/D) (4) MGセット速度 速度制御器 MG 速度 (904) (5) PLRポンプ振動 PLR-PUMP (A) (B) MOTOR & SHAFT VIB 記録計 (904 VBR-263-37A(B)) 3. PLR M-GセットA (B) の点検を操作員補機に指示 4. PLRポンプ制御系の「すくい管ロック」が1台の場合 (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 <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px; display: inline-block;"> 目標値 A/B ポンプ速度差5%以内 </div>

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. タービン発電機の状態監視</p> <p>(1) 発電機出力</p> <p style="padding-left: 20px;">GEN POWER 指示計 (907 EI-3)</p> <p style="padding-left: 20px;">GEN WATT 記録計 (931 R-500)</p> <p>(2) タービン振動</p> <p style="padding-left: 20px;">VIBRATION #1～#9 記録計 (907 VBR-10-1～3)</p>	<p>すくい管ロック条件</p> <p>(1) 6.9KV 母線低電圧 (4800V)</p> <p>(2) 潤滑油温度高高 (100℃)</p> <p>(3) 潤滑油圧力低 (TD 0.177MPa 以下)</p> <p>(4) ロック押しボタン「ロック」</p> <p>(5) 速度信号異常</p> <p>(6) マスク/スレグ制御信号異常</p> <p>(7) すくい管位置偏差大</p> <p>(8) 918 重故障 (コントローラ3台ダウン)</p> <p>別紙-1 参照</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 20px auto;"> <p>炉出力は100%を超えないよう調整すること</p> </div>

2010年 1月16日 (102)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)						
<p>3. すくい管ロックリセット指示</p> <p>3. すくい管ロックリセット不能</p>	<p>4. すくい管ロックリセット不能確認</p> <p>5. PLR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</p>	<p>5. 制御系の信号喪失原因「除去」確認, 報告</p> <p>(1) 警報 「PLR CONTROL DRIVE A(B) LIGHT FAILURE」リセット 「PLR CONTROL DRIVE A(B) HEAVY FAILURE」リセット 「MG A(B) FLUID DRIVE OIL TEMPARATURE HIGH」リセット</p> <p>6. ロック側PLRポンプA (B) のすくい管制御器の設定値が実すくい管位置に「追従」確認, 報告</p> <p>7. すくい管制御器のすくい管ロック「手動リセット」下記事項確認, 報告</p> <p>(1) 警報 「MG A(B) SCOOP TUBE LOCK」リセット</p> <p>(2) 速度制御器表示灯「ロック」 ランプ消灯</p> <p>(3) PLRポンプ速度「A/B速度ほぼ一定」</p> <p>(4) 炉心差圧及び流量「ほぼ一定」 JET PUMP FLOW REACTOR PRESS DROP 記録計 (905 dPR/FR-263-110)</p> <p>(5) 再循環ループ流量「A/Bほぼ同じ」 RECIRCULATION FLOW 記録計 (905 FR-2-163)</p> <p>(6) 原子炉出力 (APRM 指示)「ほぼ一定」</p> <p>8. すくい管ロックリセット不能の場合, 報告</p> <p></p> <p>9. 下記操作を操作員補機に指示, 健全側ポンプ速度降下実施, 報告</p> <p>(1) コントールドライブ制御ユニット電源「手動切」</p> <p>(2) ロック側PLRポンプM-G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>(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</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: right;">ポンプ速度</td> <td style="text-align: left;">40%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">目標値 降下率 発電機出力</td> <td style="text-align: left;">5MWe/min</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">A/Bポンプ速度差</td> <td style="text-align: left;">5%以内</td> </tr> </table> </div> <p>10. PLRポンプ (A, B) 速度「40%」到達確認, 報告</p>	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
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							

操 作 員 (B)	備 考
<p>2. タービン発電機の状態を監視</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 発電機出力 GEN POWER 指示計 (907 EI-3) (2) 発電機無効電力 GENERATOR REACTIVE POWER 指示計 (907 EI-4) (3) タービン振動 VIBRATION #1~#9 記録計 (907 VBR-10-1~3) (4) タービン伸び差 TEMP. ECC. EXPANTION 記録計 (907 R-2) (5) 軸受メタル温度 TRANSF & GEN LEADS TEMPARATURE 記録計 (931 TR-10-3) (6) 復水器真空度 COND W RANGE 指示計 (907 PI-1-25B) COND N RANGE 指示計 (907 PI-1-23A) <p>3. 発電機出力が減少するので「LOAD LIMIT」及び「SPEED LOAD CHNGR」を「手動調整」し、発電機出力+10%に「負荷設定」を設定実施、報告</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>

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>6. ロック側ポンプ停止指示</p> <p>7. PLRポンプランバック確認</p>	<p>△</p> <p>11. RWM「制御棒挿入選択」制御棒挿入シーケンスにより制御棒「手動挿入」、原子炉出力「降下」実施、報告</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">降下目標値 原子炉出力 35%以下</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M-G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> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">目標値 ロック側ポンプ速度 20% 降下率 発電機出力 5MWe/min</p> <p>13. ロック側PLRポンプA(B)速度「20%」到達確認、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) GENERATOR DRIVE MOTOR A(B) CONTROL表示灯 ◎ 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. RECIRC PUMP DISCH MOV-202-5A(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以上低下前「手動開」</p> <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> <p>16. すくい管ロック確認時よりPLRポンプ(A, B)速度が最低速度になる前にランバック信号が入った場合確認、報告</p> <p>(1) 警報</p> <p>「RECIRCULATION PUMP A(B) FLOW LOMIT」ノーマルランバック</p> <p>「SELCT RUD INSERT」ノーマルランバック</p> <p>「REACTOR AUTO-SCRM CHANNEL A(B)」ファーストランバック</p> <p>「REACTOR MANUAL SCRAM CHANNEL A(B)」ファーストランバック</p> <p>(2) 再循環速度制御器A(B) MG速度 正常側「20%」</p> <p> ロック側「変化なし」</p> <p>(3) 再循環主制御器 ランバック信号表示灯 ® ランプ「点灯」</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 1月16日 (102)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
	<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>17. ロック側PLRポンプA (B)「手動停止」実施, 報告 (1) GENERATOR DRIVE MOTOR A(B) CONTROL表示灯 ◎ ランプ「点灯」 (2) 停止したPLRポンプA(B)操作CS「引保持」</p> <p>15・RECIRC PUMP DISCH MOV-202-5A (B) 「手動閉」実施, 報告</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px; display: inline-block;">5分後又は原子炉圧力0.98MPa以上低下前「手動開」</p> <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. タービン発電機の状態監視</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>5. 発電機出力が減少するので「LOAD LIMIT」及び「SPEED LOAD CHNGR」を「手動調整」し、発電機出力+10%に「負荷設定」を設定実施、報告</p> <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、異常側ポンプ速度を降下させて停止する。

- 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にすると共に、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) 警報及び設定値

△a. RECIRC PUMP A(B) MOTOR/SHAFT VIBRATION HI	モーター112 μ m(P-P) ポンプ 380 μ m(P-P)
b. RECIRC PUMP A(B) MOTOR OIL LEVEL HIGH/LOW(OR SV.POWER FAILURE)	上部軸受 HI NOL+35 mm LO NOL-20 mm 下部軸受 HI NOL+35 mm LO NOL-20 mm
c. RECIRC PUMP A(B) CLOSE COOLING WATER FLOW LOW	83.3 ℓ /min
d. PUMP MOTOR A(B) CLOSED COOLING WATER FLOW LOW	340 ℓ /min
e. RECIRC PUMP A(B) SEAL LEAKAGE FLOW DET HIGH	1.0 ℓ /min
f. RECIRC PUMP A(B) CONTROL SEAL LEAKAGE LOW	1.9 ℓ /min
g. PUMP MOTOR A(B) CLOSED CLG WTR FLOW LEAKAGE HIGH	計量管底部より 318 mm
h. MG A(B) FLUID DRIVE LUBE OIL LOW PRESS	流体継手給油圧力 0.206MPa 0.177MPa 0.069MPa 発電機・電動機軸受潤滑油圧 0.049MPa
i. RECIRC PUMP A(B) CONTROL SEAL LEAKAGE HIGH	3.8 ℓ /min
j. MG A(B) FLUID DRIVE OIL TEMPERATURE HIGH	88 $^{\circ}$ C
k. MG A/B DRIVE MOTOR GENERATOR STATOR HIGH TEMP	
(a) 電動機 A(B) 固定子巻線温度	120 $^{\circ}$ C
(b) 発電機 A(B) 固定子巻線温度	120 $^{\circ}$ C

1. MG A/B DRIVE MOTOR GENERATOR BEARING HIGH TEMP

(a) 電動機 A(B) FC 側軸受温度	85°C
(b) 電動機 A(B) EX 側軸受温度	85°C
(c) 発電機 A(B) カップリング側軸受温度	85°C
(d) 発電機 A(B) 反カップリング側軸受温度	85°C
(e) 流体継手 A(B) 入力軸電動機側ラジアル軸受温度	85°C
(f) 流体継手 A(B) 入力軸スラスト軸受温度	85°C
(g) 流体継手 A(B) 入力軸発電機側ラジアル軸受温度	85°C
(h) 流体継手 A(B) 出力軸電動機側ラジアル軸受温度	85°C
(i) 流体継手 A(B) 出力軸スラスト軸受温度	85°C
(j) 流体継手 A(B) 出力軸発電機側ラジアル軸受温度	85°C
(k) 流体継手 A(B) 作動油給油温度	60°C
(l) 流体継手 A(B) 作動油排油温度	88°C
m. RECIRC PUMP A/B HIGH TEMP	
(a) PLR ポンプモーター A(B) MTR WINDING A/B	140°C
(b) PLR ポンプモーター A(B) MTR THRUST BRG 上/下	95°C
(c) PLR ポンプモーター A(B) MTR UPPER GUIDE BRG	95°C
(d) PLR ポンプモーター A(B) MTR LOWER GUIDE BRG	95°C
(e) PLR ポンプ A(B) #1 SEAL & BRG CAVITY	77°C
(f) PLR ポンプ A(B) #2 SEAL & BRG CAVITY	77°C
(g) PLR ポンプ A(B) MTR CLOSED COOLING WTR	85°C
(h) PLR ポンプ A(B) SEAL CLOSED COOLING WTR	44°C
(i) PLR ポンプ A(B) MTR WINDING CLOSED COOLING WTR	85°C

(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



総合判断
原子炉出力30%以上において、次の状態が2つ以上発生している。
①2つの原子炉再循環ポンプ速度の差が5%以内である場合に、2つの原子炉再循環ループ流量の差が15%を超えている。
②個々のジェットポンプ差圧が、各々の系統に属するジェットポンプ差圧の平均に対し、その差が20%を超えている。
③原子炉再循環ループ流量から求めた炉心流量とジェットポンプ総流量の差が10%を超えている。

総合判断 (警報)

- RECIRC PUMP A(B) MOTOR/SHAFT VIBRATION HI
- RECIRC PUMP A(B) HIGH/LOW
- PUMP MOTOR A(B) CLOSED COOLING WATER FLOW LOW
- RECIRC RUNP A(B) SEAL LEAKAGE FLOW DET HIGH
- RECIRC RUNP A(B) CONTROL SEAL LEAKAGE LOW
- PUMP MOTOR A(B) CLOSED CLG WTR FLOW LEAKAGE HIGH
- MG A(B) FLUID FRIVE LUBE OIL LOW PRESS
- RECIRC PUMP A(B) CONTROL SEAL LEAKAGE HIGH
- MG A(B) FLUID DRIVE OIL TEMPERATURE HIGH
- MG A/B DRIVE MOTOR GENERATOR STATOR HIGH TEMP
- MG A/B GENERATOR DRIVE MOTOR BEARING HIGH TEMP
- RECIRC PUMP A/B HIGH TEMP

J P系異常

PLRポンプ1台異常

※「RECIRC PUMP A(B) MOTOR/SHAFT VIBRATION HI」警報発生

※「RECIRC PUMP A(B) MOTOR/SHAFT VIBRATION HI」警報発生時は、当該警報発生時操作手順書により対処する。

異常側ポンプ速度20%まで急速低下

ユニット運転操作手順書によるプラント停止

異常側ポンプ停止

原子炉再循環ポンプ1台トリップに移行

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
<p>1. PLRポンプ又はJP系異常状態の確認</p>	<p>△ 1. 異常状況の確認給電及び関係箇所に出力降下操作及びPLRポンプ1台停止を連絡※ また、振動大警報発生の場合、警報発生時操作手順書により対処する</p>	<p>△ 1. PLRポンプA (B) の「異常」確認, 報告 (1) 警報 ※停止判断基準 パラメータによる総合判断 「RECIRC PUMP A(B) MOTOR/SHAFT VIBRATION HI」 「RECIRC PUMP A(B) MOTOR OIL LEVEL HIGH/LOW」 上部軸受 HI NOL+30 mm LO NOL-20 mm 下部軸受 HI NOL+30 mm LO NOL-20 mm 「RECIRC PUMP A(B) CLOSE COOLING WATER FLOW LOW」 83.3ℓ/min 「PUMP MOTOR A(B) CLOSED COOLING WATERFLOW LOW」 340ℓ/min 「RECIRC PUMP A(B) SEAL LEAKAGE FLOW DET HIGH」 1.0ℓ/min 「RECIRC PUMP A(B) CONTROL SEAL LEAKAGE FLOW」 1.9ℓ/min 「MG A(B) FLUID DRIVE LUBE OIL FLOW LOW」 0.07MPa 「RECIRC PUMP A(B) CONTROL SEAL LEAKAGE HIGH」 3.8ℓ/min 「MG A(B) FLUID DRIVE OIL TEMPERATURE HIGH」 88℃ 「MG A/B DRIVE MOTOR GENERATOR STATOR HIGH TEMP」 電動機 A(B) 固定子巻線温度 120℃ 発電機 A(B) 固定子巻線温度 120℃ 「MG A/B DRIVE MOTOR GENERATOR BEARING HIGH TEMP」 電動機・発電機 A(B) 各軸受温度 85℃ 流体継手 A(B) 各軸受温度 85℃ 流体継手 A(B) 作動油給油温度 60℃ 流体継手 A(B) 作動油排油温度 88℃ 「RECIRC PUMP A/B HIGH TEMP」 PLR ポンプモーターA(B) モーター巻線温度 140℃ PLR ポンプモーターA(B) 各軸受温度 95℃ PLR ポンプモーターA(B) モーター冷却水出口温度 85℃ PLR ポンプモーターA(B) モーター巻線冷却水温度 85℃ PLR ポンプA(B) シールキャビティ温度 77℃ PLR ポンプモーターA(B) シール冷却水出口温度 44℃</p>

操 作 員 (B)	備 考

主要項目	当直長(当直副長)	操 作 員 (A)
3. PLRポンプ停止	4. PLRポンプA(B)停止指示	4. PLRポンプA(B)「手動停止」実施, 報告 5. 運転中のPLRポンプB(A)に異常がないことを確認, 報告 6. 停止したPLRポンプA(B)の吐出弁MOV-202-5A(B)「手動閉」実施, 報告 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> 5分後又は原子炉圧力0.98MPa以上低下前「手動開」 (圧力ロックによる弁固着防止) </div>
4. 異常側JP系のPLRポンプ停止	5. 異常側JP系のPLRポンプ停止を指示	<JP系異常の場合> 1. 異常側JP系のPLRポンプ「手動停止」 <以下, 事故時運転操作手順書第6章6-1 「原子炉再循環ポンプ1台トリップ」の項参照>

