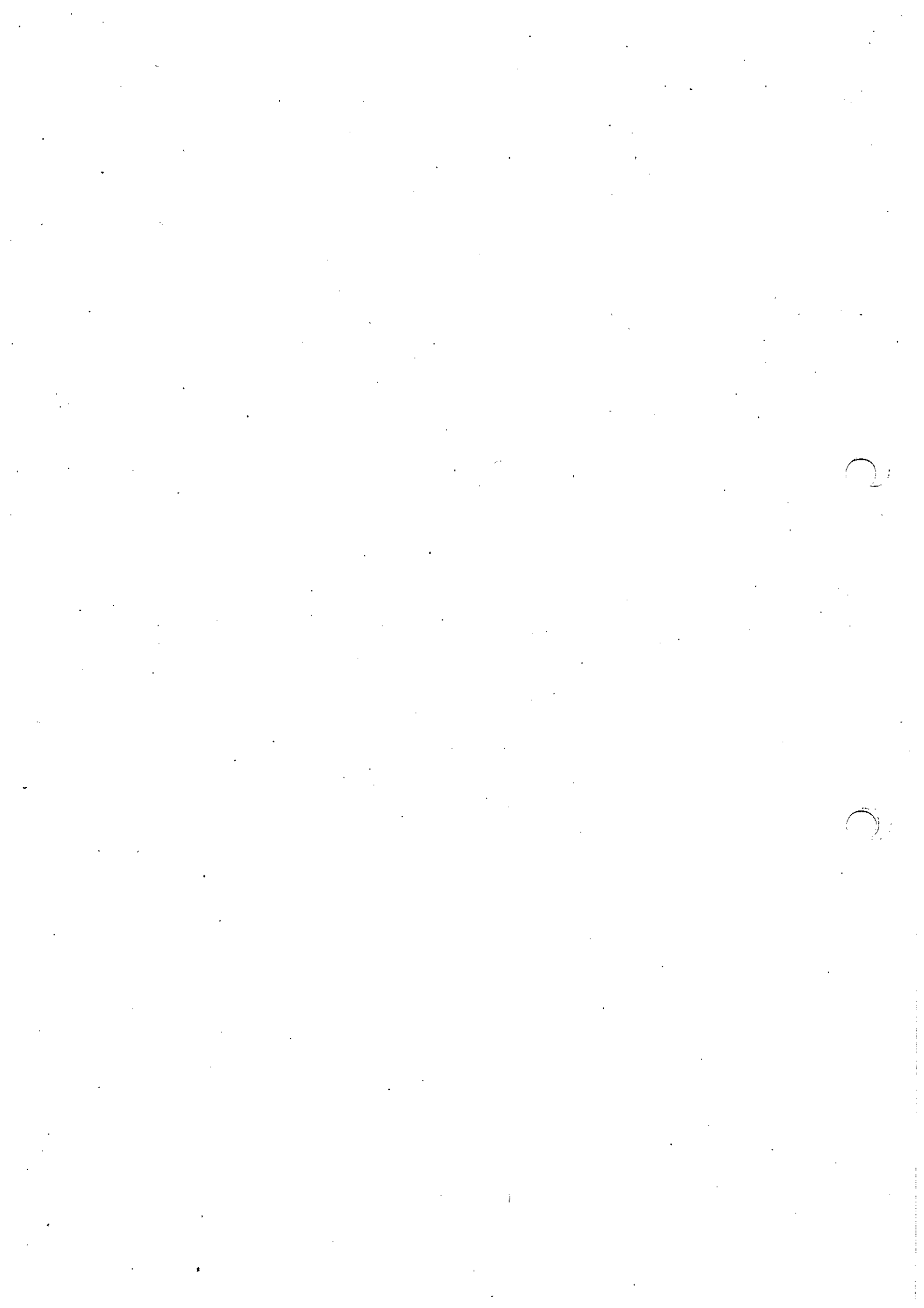


第 1 4 章 電気関係系統事故

14-1 発電機固定子冷却系故障

- (A) 固定子冷却水断の場合 14-1 A
- (B) 固定子冷却水導電率上昇の場合 14-1 B

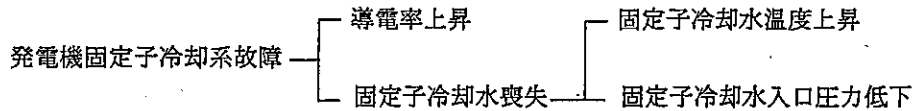


第14章 電気関係系統事故

14-1 発電機固定子冷却系故障

- (A) 固定子冷却水断の場合
- (B) 固定子冷却水導電率上昇の場合

1. 事故概要



固定子冷却系故障の前兆としては、固定子冷却水系故障一括警報の発生、タービン建屋補機冷却系(TCW)温度上昇、発電機固定子巻線温度上昇があげられる。TCW温度上昇または喪失は、固定子冷却水喪失の直接原因ではないが、固定子冷却水系の冷却用に使用していることから、固定子出口冷却水温度上昇、固定子巻線温度上昇と密接な関係にある。

固定子冷却水喪失すなわち、固定子冷却水入口圧力低下及び固定子出口冷却水温度上昇の場合、発電機固定子巻線保護のためにも発電機出力を降下させる必要があり、警報発生0.5秒継続後、タービンセットバック(負荷制限器90%)し、70秒継続後タービンはトリップする。

固定子冷却水導電率上昇の場合、冷却水が固定子コイル内を直接流れているため発電機の地絡、短絡事故に至る危険性がかなり高くなり、発電機を停止する必要があるためタービンを手動トリップする。

2. 操作のポイント

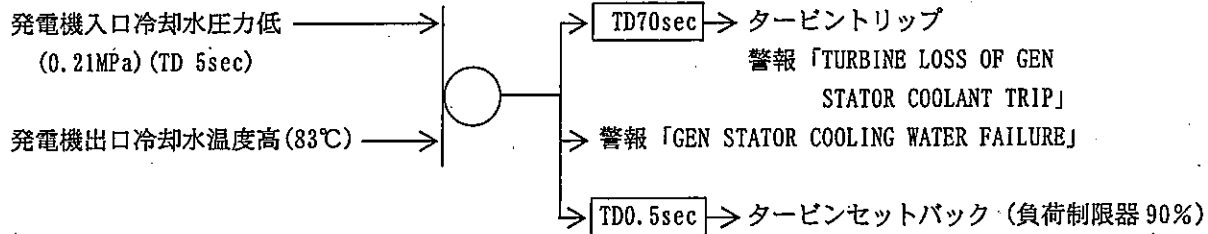
- (1) 「GEN COOLING WATER SYSTEM TROUBLE」または「GEN STATOR COOLIG WATER FAILURE」の警報が発生し予備機が自動起動しない場合は、固定子巻線温度記録計等を確認すると共に、必要に応じて予備機を手動起動し、現場発生警報を確認する。また固定子巻線温度が120℃を超えた場合は、タービン発電機を速やかに手動トリップする。
- (2) 出力降下時は、原子炉水位、圧力の変動及びタービンバイパス弁の開等に注意をする。
- (3) 固定子冷却水導電率が上昇した場合は、必要に応じてイオン交換樹脂塔通水量の調整(目標379L/min)を行うが、急激に導電率が上昇する場合は(9.9 μ s/cm以上)タービン発電機を速やかに手動トリップする。

3. 関連インターロック、設定値及び関連規定

(1) 警報

a. PNL9-7	GEN STATOR COOLING WATER FAILURE	0.21MPa/83℃
	GEN COOLING WATER SYSTEM TROUBLE	—
	TURBINE LOSS OF GEN STATOR COOLANT TRIP	0.21MPa/83℃
b. 現場盤	固定子冷却水入口流量低	1487 ℓ /min
	固定子冷却水入口圧力低	0.23MPa
	固定子冷却水入口温度高	48℃
	固定子冷却水出口温度高	78℃
	固定子冷却水ポンプ2Aトリップ	49X/74
	固定子冷却水ポンプ2Bトリップ	49X/74
	固定子冷却水予備ポンプ起動	—
	固定子冷却水タンク水位高/低	NWL \pm 100mm
	発電機固定子冷却水導電率高	0.5 μ s/cm
	発電機固定子冷却水導電率高高	9.9 μ s/cm

(2) インターロック



(3) 関連規定

なし

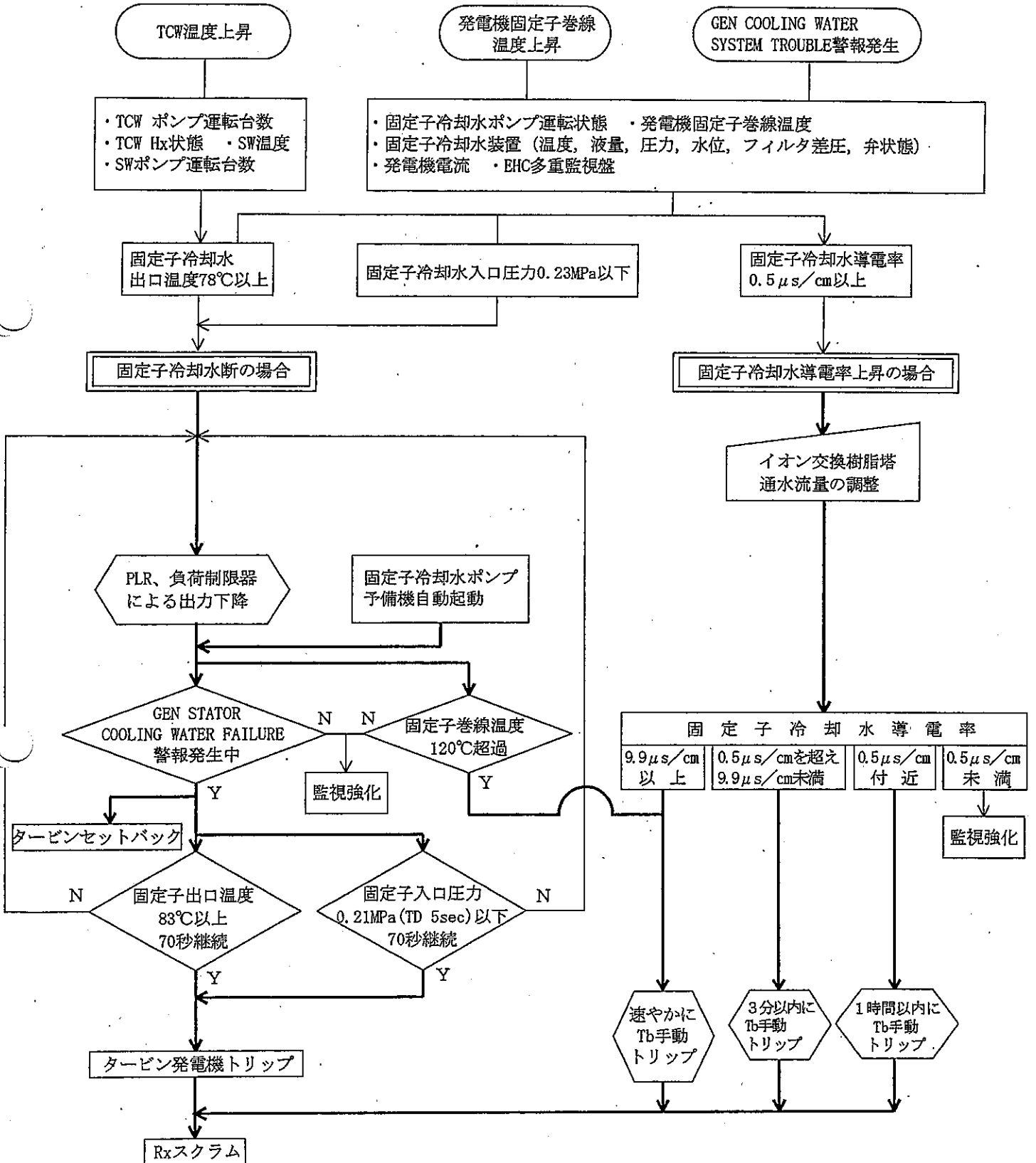
第14章 電気関係系統事故

14-1 発電機固定子冷却系故障

(A) 固定子冷却水断の場合

(B) 固定子冷却水導電率上昇の場合

4. フローチャート



第14章 電気関係系統事故

14-1 発電機固定子冷却系故障

(A) 固定子冷却水断の場合

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
1. 警報発生		
2. 状況把握	1. 発電機パラメータ確認指示 2. 現場発生警報確認及び固定子冷却水系点検指示	

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. 下記警報発生を確認, 報告</p> <p>(1) 「GEN COOLING WATER SYSTEM TROUBLE」</p> <p>2. 発電機固定子冷却水ポンプ予備機「起動」の有無を確認, 報告</p> <p>3. 発電機固定子巻線温度関連パラメータを確認, 報告</p> <p>(1) 発電機固定子巻線温度 TURB GEN WINDING TEMPERATURE 記録計 (9-31 TR-60-1)</p> <p>(2) 発電機水素ガス温度 ISOLATED PHASE BUS TEMPERATURE 記録計 (9-31 TR-60-2)</p> <p>(3) 発電機水素ガス圧力 H₂ PRESSURE 指示計 (9-7 PI-60-11)</p> <p>(4) TCW 熱交出口温度, 水素冷却器出口温度, 補機冷却用海水ポンプ出口温度 COOL WTR PUMP BRG TEMP 記録計 (9-6 TR-54-1)</p> <p>(5) TCW ポンプ運転台数</p> <p>(6) TCW 熱交使用状況(熱交差圧, 使用台数)</p> <p>(7) 補機冷却用海水ポンプ運転台数</p> <p>4. 現場発生警報確認を操作員補機に指示 (関連インターロック, 設定値 参照)</p> <p>5. 現場点検を操作員補機に指示</p> <p>(1) 固定子冷却水ポンプ A(B) 運転状態</p> <p>(2) 固定子冷却水タンク水位 (タンク 脇水面計)</p> <p>(3) 固定子冷却水入口流量 (25-526 FI-YFL-1)</p> <p>(4) 固定子冷却水ポンプ A(B) 吐出圧力 (25-529 PI-YGA-3)</p> <p>(5) 固定子冷却水フィルター差圧 (DPI-YGA-4/5)</p> <p>(6) 固定子冷却水入口圧力 (25-529 PI-YGA-2)</p> <p>(7) 固定子冷却水出入口温度 (25-526 TIS-T-1/2)</p> <p>(8) 固定子冷却水系導電率 (25-526 CRS-CDR-1)</p> <p>(9) 固定子冷却水イオン交換樹脂塔流量 (FI-YFL-2)</p> <p>(10) 固定子冷却水系温度, 圧力調整弁作動状況 (TCV-Y-07, PCV-Y-63) (TIC-63-Y-07, DPIC-63-Y-63)</p> <p>(11) 固定子冷却水系統弁状態</p> <p>(12) 漏洩の有無</p>	

2010年 3月10日 (107)

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
3. 出力降下	3. 事故状況確認 4. 関連パラメータ監視指示 5. 原子炉出力降下判断基準を確認し、原子炉出力降下指示 ※ 6. ユニット運転状態確認指示 7. 給電及び関係箇所に連絡	<p style="text-align: center;"><固定子冷却水導電率上昇の場合、事故時運転操作手順書 第14章14-1 (B)「固定子冷却水導電率上昇の場合」の項参照></p> <p>△</p> <p>1. 原子炉出力「降下」実施、報告 (1) PLR ポンプ(A, B)速度「手動減」</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px; text-align: center;">目標値 PLRポンプ (A, B) 速度 30%又は、運転領域下限</p> <p>△</p> <p>2. 原子炉の運転状態を確認、報告</p> <p>(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)</p> <p>(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)</p> <p>(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)</p> <p>(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)</p> <p>(5) 給水流量 FD WTR FLOW A/B 指示計 (9-5 FI-6-89A/B) REAC STM FLOW FDW FLOW 記録計 (9-5 FR-6-96)</p>

操 作 員 (B)	備 考
<p>6. 下記現場警報発生の有無を確認, 報告 「固定子冷却水入口圧力低」 「固定子冷却水出口温度高」</p> <p><固定子冷却水導電率上昇の場合, 事故時運転操作手順書 第14章14-1(B)「固定子冷却水導電率上昇の場合」の項参照></p> <p>7. 現場にて固定子冷却水出口温度, 入口圧力指示を確認, 報告</p> <p>8. 発電機固定子巻線温度上昇を確認, 報告</p> <p>9. 下記, 警報いずれかが継続発生にて, 固定子冷却水喪失とみなし, 報告 ※原子炉出力降下判断基準(OR)</p> <p>(1) 「固定子冷却水入口圧力低」 警報継続 (2) 「固定子冷却水出口温度高」 警報継続</p> <p>10. 負荷制限器設定「手動減」実施, 発電機出力「降下」及び, 下記項目を確認, 報告</p> <p>(1) 発電機出力 GENERATOR POWER 指示計 (9-7 EI-3) GENERATOR WATT 記録計 (9-31 R-100)</p> <p>(2) 加減弁開度 CONTROL VALV CAM POSITION 指示計 (9-7 POI-6-15) TURE ECC SPEED CONT BYPASS VA POS 記録計 (9-7 R-30-20-1) BHC テストパネル開度指示計 (CV 開度 1~4)</p> <p>(3) タービンバイパス弁開度 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)</p> <p>(4) 復水器スプレイ弁 上部スプレイ弁 「全開」 表示灯 ⑧ ランプ「点灯」</p> <p>(5) 復水器真空度 COND 2B VACCUM NARROW RENGE 指示計 (9-7 PI-51-8B) COND 2B VACCUM WIDE RENGE 指示計 (9-7 PI-51-9B)</p> <p>(6) タービン振動 No.1~No.10 軸振動/回転速度記録計 (9-75 S/VBR-30-20-3~7)</p> <p>(7) ホットウェル水位 COND HOTWELL LEVEL 記録計 (9-6 LR-52-5)</p> <p>(8) タービン排気室温度, タービン伸び・伸び差 TURBINE SHELL TEMP EXP 記録計 (9-7 R-30-20-2)</p> <p>(9) 発電機固定子巻線温度確認</p>	<p>タービンバイパス弁の開閉により 上部スプレイ弁が自動開閉する</p>

主要項目	当直長(当直副長)	操 作 員 (A)
4. 固定子冷却水喪失	8. 固定子冷却水喪失確認	
5. タービントリップ及び原子炉スクラム	9. タービン発電機トリップ及び原子炉スクラム確認 10. 原子炉スクラムペーシング放送	△ 3. 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 (1) 警報 「SYSTEM A AUTO SCRAM TRIP」 「SYSTEM B AUTO SCRAM TRIP」 (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」 (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)
6. 所内電源切替	11. 所内電源切替確認 12. MSIV全開確認 13. 原子炉スクラム後の処置操作指示 14. 事故状況を給電に連絡すると共に関係箇所へ連絡 (1) 事故発生時刻 (2) 事故発生時の電気工作物 (3) 事故概要 15. 固定子冷却水喪失原因調査指示	4. MSIV(内, 外)「全開」確認, 報告 (1) 表示灯 ⊗ ランプ「点灯」 5. 原子炉モードスイッチ「RUN」から「SHUT DOWN」へ「手動切替」実施, 報告

操 作 員 (B)	備 考
<p>11. 固定子冷却水出口温度, 入口圧力及び発電機固定子巻線温度を確認, 報告</p> <p>12. 「GEN STATOR COOLING WATER FAILURE」警報発生確認, 報告 (1) 0.5 秒後タービンセツトバック (負荷制限器 90%) a. 負荷制限器確認 b. タービンバイパス弁開度確認 c. 発電機出力確認 (2) 70 秒後タービン・発電機「トリップ」</p> <p>13. 固定子冷却水喪失により, タービン・発電機「トリップ」確認, 報告 (1) 警報 「MASTER TRIP OIL PRESS LO」 「GENERATOR LOCK OUT RELAY G1 OPERATED」 「GENERATOR LOCK OUT RELAY G2 OPERATED」 「TURBINE LOSS OF GEN STATOR COOLANT TRIP」 (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>14. 発電機しゃ断器 [O-2]「トリップ」確認, 報告 (1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>15. 所内電源「切替」確認, 報告 (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>16. 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>17. 発電機断路器 [LS-2]「手動開放」実施, 報告 (1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>18. 固定子冷却水喪失の原因調査, 報告 (1) EHC 多重監視盤「トリップ故障モニタ」確認</p>	<p>固定子巻線温度制限 120℃以下</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)
		<p><以下, 事故時運転操作手順書 第11章11-1「発電機トリップ事故 ロックアウトリレー動作によるトリップ」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11章 11-1 「発電機トリップ事故 ロックアウトリレー動作によるトリップ」の項参照></p>	

第14章 電気関係系統事故

14-1 発電機固定子冷却系故障

(B) 固定子冷却水導電率上昇の場合

主要項目	当直長 (当直副長)	操 作 員 (A)
1. 警報発生		
2. 状況把握	1. 発電機パラメータ確認指示 2. 現場発生警報確認及び固定子冷却水系点検指示	

操 作 員 (B)	備 考
<p>1. 下記警報発生を確認, 報告</p> <p>(1) 「GEN COOLING WATER SYSTEM TROUBLE」</p> <p>2. 固定子冷却水ポンプ予備機「起動」の有無を確認, 報告</p> <p>3. 発電機固定子巻線温度関連パラメータを確認, 報告</p> <p>(1) 発電機固定子巻線温度 TURB GEN WINDING TEMPERATURE 記録計 (9-31 TR-60-1)</p> <p>(2) 発電機水素ガス温度 ISOLATED PHASE BUS TEMPERATURE 記録計 (9-31 TR-60-2)</p> <p>(3) 発電機水素ガス圧力 H₂ PRESSURE 指示計 (9-7 PI-60-11)</p> <p>(4) TCW 熱交出口温度, 水素冷却器出口温度, 補機冷却用海水ポンプ出口温度 COOL WTR PUMP BRG TEMP 記録計 (9-6 TR-54-1)</p> <p>(5) TCW ポンプ運転台数</p> <p>(6) TCW 熱交使用状況 (熱交差圧, 使用台数)</p> <p>(7) 補機冷却用海水ポンプ運転台数</p> <p>4. 現場発生警報確認を操作員補機に指示 (関連インターロック, 設定値 参照)</p> <p>5. 現場点検を操作員補機に指示</p> <p>(1) 固定子冷却水ポンプ A(B) 運転状態</p> <p>(2) 固定子冷却水タンク水位 (タンク脇水面計)</p> <p>(3) 固定子冷却水入口流量 (25-526 FI-YFL-1)</p> <p>(4) 固定子冷却水ポンプ A(B) 吐出圧力 (25-529 PI-YGA-3)</p> <p>(5) 固定子冷却水フィルター差圧 (DPI-YGA-4/5)</p> <p>(6) 固定子冷却水入口圧力 (25-529 PI-YGA-2)</p> <p>(7) 固定子冷却水出入口温度 (25-526 TIS-T-1/2)</p> <p>(8) 固定子冷却水系導電率 (25-526 CRS-CDR-1)</p> <p>(9) 固定子冷却水イオン交換樹脂塔流量 (FI-YFL-2)</p> <p>(10) 固定子冷却水系温度, 圧力調整弁作動状況 (TCV-Y-07, PCV-Y-63) (TIC-63-Y-07, DPIC-63-Y-63)</p> <p>(11) 固定子冷却水系統弁状態</p> <p>(12) 漏洩の有無</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. 原子炉スクラム</p> <p>4. タービントリップ</p> <p>5. 所内電源切替</p>	<p>3. 事故状況確認</p> <p>4. 系統水入替, 関連パラメータ監視指示</p> <p>5. 固定子冷却水系導電率確認指示</p> <p>△</p> <p>6. タービントリップ条件を確認し, 原子炉手動スクラム指示※</p> <p>7. 原子炉スクラム及びタービン発電機トリップ確認</p> <p>8. 原子炉スクラムベージング放送</p> <p>9. 所内電源切替確認</p>	<p><固定子冷却水喪失の場合, 事故時運転操作手順書 第14章14-1 (A)「固定子冷却水断の場合」の項参照></p> <p>1. 原子炉「手動スクラム」実施, 報告</p> <p>(1) 警報 「SYSTEM A MANUAL SCRAM TRIP」 「SYSTEM B MANUAL 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 ⑤ 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>

操 作 員 (B)	備 考
<p>6. 下記, 現場警報発生の有無を確認, 報告 「発電機固定子冷却水導電率高」 「発電機固定子冷却水導電率高高」</p> <p><固定子冷却水喪失の場合, 事故時運転操作手順書 第14章 14-1 (A)「固定子冷却水断の場合」の項参照></p> <p>7. 固定子冷却水系統水「手動入替」を操作員補機に指示</p> <p>8. 固定子冷却水系導電率指示を確認, 報告 (現場盤 CRS-CDR-1)</p> <p>9. 固定子冷却水系導電率変化状況を確認, 報告 ※タービン手動トリップ条件 (OR)</p> <p>(1) $0.5 \mu\text{s}/\text{cm}$付近…………… 1時間以内 (2) $0.5 \mu\text{s}/\text{cm}$を超え$9.9 \mu\text{s}/\text{cm}$未満…………… 3分以内 (3) $9.9 \mu\text{s}/\text{cm}$以上…………… 即時</p> <p>10. 発電機出力「減少」確認, 報告 (1) 発電機出力 GENERATOR POWER 指示計 (9-7 EZ-3)</p> <p>11. 発電機出力「約100MWe」にてタービン「手動トリップ」実施</p> <p>12. タービン・発電機「トリップ」確認, 報告 (1) 警報 「MASTER TRIP OIL PRESS L0」 「GENERATOR LOCK OUT RELAY G1 OPERATED」 「GENERATOR LOCK OUT RELAY G2 OPERATED」 (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>13. 発電機しゃ断器 [O-2]「トリップ」確認, 報告 (1) 表示灯 ☉ ランプ「点灯」</p> <p>14. 所内電源「切替」確認, 報告 (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>固定子冷却水系導電率$9.9 \mu\text{s}/\text{cm}$以上の場合は, 原子炉スクラムを待たず即タービンを手動トリップする</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)
	<p>10. MSIV全開確認</p> <p>11. 原子炉スクラム後の処置操作指示</p> <p>12. 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 of 電気工作物 (3) 事故概要</p> <p>13. 固定子冷却水系水質悪化の原因調査指示</p>	<p>2. MSIV(内,外)「全開」確認,報告 (1) 表示灯 ⑧ 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><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>

操 作 員 (B)	備 考
<p>15. 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>16. 発電機断路器 [LS-2]「手動開放」実施, 報告 (1) 表示灯 ◎ ランプ「点灯」</p> <p>17. 固定子冷却水系水質悪化の原因を調査, 報告</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>	

