

5.2.2 スナイダー発電ユニット

ボイラ本体

	ス ナ イ ダ ー 1 号	ス ナ イ ダ ー 2 号
過 熱 器	<p>1) 1981年4月9日、2次過熱器のNo.13, 20, 31, 39, 24, 35 パネルの第1ループチューブの損傷があった。</p> <p>2) 1981年4月25日、現地溶接をした2次過熱器のNo.1とNo.7ループチューブに夫々損傷があった。</p>	<p>1981年2月25日から同年8月19日の定期修理期間中に下記のチューブパネルの取替えを実施している。</p> <p>1) No.27, 31, 32, 34, 36</p> <p>2) 上記以外のNo.9からNo.44までのNo.2ループチューブ。</p>
天 井 過 熱 器	_____	南から北へ14番目のベントチューブの取替。
再 熱 器	<p>1) 1981年5月22日 No.13 パネルのNo.1ループチューブに長さ<math>1\frac{1}{2}</math> 時のクラック発生。</p> <p>2) 1981年6月12日、No.10 パネルの内1本のチューブの損傷あり。</p>	1981年2月25日から同年8月19日の定期修理期間中に全パネルのボトムチューブの取替を実施。
炉 壁 管	数本の管列の乱れと過去の実績からチューブ内面にピッチングコロージョンによる欠陥が予知出来る。	7本のチューブからの漏洩があり、1981年9月15日から、1982年5月15日の間に応急の修繕を実施しているが、1983年のリハビリテーション計画による管取替を実施すべきである。
ボイラ. ケーシング	ボイラケーシングからのガス漏洩が非常に多い。	左記に同じ

	スナイダー 1号	スナイダー 2号
バ ナ	特別な問題はない。	左記に同じ
節 炭 器	節炭器とNo 6 高圧給水加熱器間に逆止弁が設置されている。	左記に同じ

	スナイダー 1号	スナイダー 2号
押込通風機	<p>A-押込通風機</p> <p>1) 1981年9月16日 スラストカラーの取替実施。</p> <p>2) 1981年9月20日 モータ内側ベアリングの過熱。</p> <p>B-押込通風機</p> <p>激しい振動事故がある。</p>	特別な問題はない。
ボイラ 給水ポンプ	<p>B-電動給水ポンプ</p> <p>1981年7月19日から同年8月4日の間に純水装置樹脂による給水ポンプ、サクションストレーナーのつまりがあった。</p> <p>タービン駆動給水ポンプ</p> <p>1) 1981年5月28日 タービン翼の欠損による振動事故を起している。</p> <p>1981年5月31日 最終段から2番目の段落動翼を翼端から1吋カットした。なお、この翼は既に翼根から5吋を残して切断されている。</p> <p>最終段の翼1枚は既に翼長4吋を残して切断されている。</p> <p>2) ターニングモーターの焼損事故を1981年6月22日に起している。</p> <p>3) 電動給水ポンプのミニマムフローとタービン駆動給水ポンプミニマムフローがコンモンとなっている。</p>	<p>タービン駆動給水ポンプ</p> <p>1981年12月24日から1982年4月10日の間に第1段から第17段までの静翼と第1段から第10段までの動翼の取替を実施、同時にミニマムフロー弁も取替えている。</p>

	スナイダー 1号	スナイダー 2号
ガス再循環ファン	特別な問題はない。	特別な問題はない。
空気予熱器	1) ゴールドエンドエレメントは 1981年8月13日に取替。 2) 空気予熱器の洗浄は過去頻繁に 行われている。	1) かって激しい振動を生じている。 2) 左記に同じ。
蒸気式 空気予熱器	温度制御弁は作動していない。	1) 温度制御弁は作動していない。 2) 1981年の定期修理中に、エレメ ントの取替を実施し、広範囲なロー ター修理を行っている。
燃料油ポンプ	特別な問題はない。	特別な問題はない。
灰搬出装置	灰搬出ラインはつまっていて役に立 っていない。	使用されていない。
補助蒸気	1) 配管、弁類の保温状況が悪い。 2) 蒸気制御弁は作動していない。 3) 現場自動制御も作動していない。	左に同じ
配管及び弁類	配管識別はされておらず、弁名称の 表示もなく又、保温も悪い。	左に同じ
煙風道	煙道からのガス漏洩がひどく又、保 温も悪い。	左に同じ
薬品注入装置	特別な問題はない。	特別な問題はない。

タービン本体

	スナイダー 1号	スナイダー 2号																												
タービン翼	<p>低圧タービン動翼欠損の状況は下記の通りである。</p> <p>発電機側</p> <p>1) 最終段 (翼長 625 mm)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>翼 No</th> <th>現存翼長 mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3</td><td>335</td></tr> <tr><td>4</td><td>335</td></tr> <tr><td>22</td><td>255</td></tr> <tr><td>23</td><td>255</td></tr> <tr><td>32</td><td>355</td></tr> <tr><td>33</td><td>355</td></tr> <tr><td>51</td><td>255</td></tr> <tr><td>52</td><td>255</td></tr> </tbody> </table> <p>この段の他の全動翼は既に翼根から 425 mm を残して切断されている。</p> <p>2) 最終段から第2番目のステージ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>翼 No</th> <th>現存翼長 mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>63</td><td>300</td></tr> </tbody> </table> <p>この段の他の全動翼は 1981 年 12 月 10 日翼根から 315 mm を残し切断されている。</p> <p>タービン側</p> <p>1) 最終段</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>翼 No</th> <th>現存翼長 mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>334</td></tr> <tr><td>47</td><td>334</td></tr> </tbody> </table> <p>他の動翼も全て切断されている。</p>	翼 No	現存翼長 mm	3	335	4	335	22	255	23	255	32	355	33	355	51	255	52	255	翼 No	現存翼長 mm	63	300	翼 No	現存翼長 mm	18	334	47	334	<p>1981年、1982年の定期修理中に低圧タービン動翼にクラックを発見、これらは臨時に下記の修理を行っている。</p> <p>LP-1 発電機側</p> <p>1) 最終段</p> <p>全動翼は翼根から 320 mm を残して切断。</p> <p>2) 最終段から第2番目のステージは全動翼設計長さのままであり、切断していない。</p> <p>タービン側</p> <p>1) 最終段</p> <p>全動翼は翼根から 320 mm を残して切断。</p>
翼 No	現存翼長 mm																													
3	335																													
4	335																													
22	255																													
23	255																													
32	355																													
33	355																													
51	255																													
52	255																													
翼 No	現存翼長 mm																													
63	300																													
翼 No	現存翼長 mm																													
18	334																													
47	334																													

	スナイダー 1号	スナイダー 2号																																						
	<p>2) 最終段から第2番目のステージ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>翼 No.</th> <th>現存翼長 mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>46</td><td>290</td></tr> <tr><td>8</td><td>290</td></tr> <tr><td>60</td><td>240</td></tr> <tr><td>61</td><td>240</td></tr> <tr><td>26</td><td>288</td></tr> <tr><td>27</td><td>243</td></tr> </tbody> </table> <p>他の動翼は全て315mmを残して切断されている。</p> <p>3) 最終段から第3番目のステージ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>翼 No.</th> <th>現存翼長 mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>260</td></tr> <tr><td>10</td><td>260</td></tr> <tr><td>11</td><td>260</td></tr> <tr><td>12</td><td>260</td></tr> <tr><td>18</td><td>260</td></tr> <tr><td>19</td><td>260</td></tr> <tr><td>29</td><td>260</td></tr> <tr><td>46</td><td>0</td></tr> <tr><td>54</td><td>260</td></tr> <tr><td>55</td><td>260</td></tr> <tr><td>56</td><td>260</td></tr> </tbody> </table>	翼 No.	現存翼長 mm	46	290	8	290	60	240	61	240	26	288	27	243	翼 No.	現存翼長 mm	4	260	10	260	11	260	12	260	18	260	19	260	29	260	46	0	54	260	55	260	56	260	<p>2) 最終段から第2番目のステージ</p> <p>全動翼は翼根から225mmを残して切断。</p> <p>LP-2</p> <p>1) 最終段の全動翼</p> <p>翼根から320mmを残して切断。</p> <p>2) 最終段から第2番目のステージの全動翼</p> <p>翼根から225mmを残して切断。</p> <p>HPタービン</p> <p>1981年11月28日 インパルス翼の欠損がある。タービンローターはマラヤ発電所1号のスペアと取替えており、欠陥ローターは修理のためKWUへ発送されている。</p> <p>1) 1981年9月21日</p> <p>HPCV-#2のスピンドルのチャタリングあり。</p> <p>2) 1981年9月25日</p> <p>HPCV-#2は使用不能となり、HPCV-#1と#4は溶接個所にクラックが発生。</p> <p>HPコントロール弁のスピンドルのチャタリングや破損が1981年に起っている。</p> <p>これらの問題はKWUの勧告によって設計変更したスピンドルや弁シートの取替えによって解決している。</p>
翼 No.	現存翼長 mm																																							
46	290																																							
8	290																																							
60	240																																							
61	240																																							
26	288																																							
27	243																																							
翼 No.	現存翼長 mm																																							
4	260																																							
10	260																																							
11	260																																							
12	260																																							
18	260																																							
19	260																																							
29	260																																							
46	0																																							
54	260																																							
55	260																																							
56	260																																							
主 弁	特別な問題はない。																																							

	スナイダー 1号	スナイダー 2号
調 速 機	E H G は手動では使用できるが、自動操作は不可能である。	左記に同じ
潤 滑 油 系 統	潤滑油の漏洩が認められる。	左記に同じ

タービン補機

	スナイダー 1号	スナイダー 2号												
主復水器	1982年7月25日付でプラグチューブ数255本、チューブ総数24,400本、プラグ率1.05%	1982年6月2日付でプラグチューブ数58本、チューブ総数34,800本、プラグ率0.17%。												
低圧給水加熱器	<p>№1 低圧給水加熱器 1980年7月10日付でプラグチューブ数1本、チューブ総数508本、プラグ率0.19%</p> <p>№2 低圧給水加熱器 1982年5月7日付でプラグチューブ数38本、チューブ総数539本、プラグ率7.05%</p> <p>№3 低圧給水加熱器 1982年5月6日付でプラグチューブ数233本、チューブ総数539本、プラグ率43.2%</p> <p>1982年度の来るべき定期修理期間中に給水加熱器全体を取替える予定である。</p>	<p>№1 低圧給水加熱器 1982年5月14日付でプラグチューブ数2本、チューブ総数835本、プラグ率0.24%</p> <p>№2 低圧給水加熱器 1981年7月24日付でプラグチューブ数135本、チューブ総数755本、プラグ率17.8%</p> <p>№3 低圧給水加熱器 1982年5月14日付でプラグチューブ数12本、チューブ総数906本、プラグ率1.32%</p>												
高圧給水加熱器	<p>5A-高圧給水加熱器 1982年3月19日付で</p> <table border="0"> <tr> <td>プラグチューブ数</td> <td>35本</td> </tr> <tr> <td>チューブ総数</td> <td>633本</td> </tr> <tr> <td>プラグ率</td> <td>5.33%</td> </tr> </table>	プラグチューブ数	35本	チューブ総数	633本	プラグ率	5.33%	<p>5A-高圧給水加熱器 1981年8月27日付で</p> <table border="0"> <tr> <td>プラグチューブ数</td> <td>295本</td> </tr> <tr> <td>チューブ総数</td> <td>749本</td> </tr> <tr> <td>プラグ率</td> <td>39.3%</td> </tr> </table> <p>1979年6月から8月の定期修理期間にチューブリークが激しくなったため、給水加熱器を取替えている。</p>	プラグチューブ数	295本	チューブ総数	749本	プラグ率	39.3%
プラグチューブ数	35本													
チューブ総数	633本													
プラグ率	5.33%													
プラグチューブ数	295本													
チューブ総数	749本													
プラグ率	39.3%													



	スナイダー 1号	スナイダー 2号
	<p>6 A - 高圧給水加熱器 1982年7月25日現在</p> <p>プラグチューブ数 12本 チューブ総数 633本 プラグ率 1.89%</p>	<p>5 B - 高圧給水加熱器 1981年8月20日現在</p> <p>プラグチューブ数 123本 チューブ総数 749本 プラグ率 16.3%</p> <p>であった。1982年3月 定期修理中 で給水加熱器全体の取替え実施。</p>
	<p>6 B - 高圧給水加熱器 1982年7月25日現在</p> <p>プラグチューブ数 33本 チューブ総数 633本 プラグ率 5.21%</p>	<p>6 A - 高圧給水加熱器 1981年8月28日現在</p> <p>プラグチューブ 229本 チューブ総数 707本 プラグ率 32.3%</p> <p>1982年3月の定期修理中に給水加熱 器全体を取替えている。</p>
	<p>6 B - 高圧給水加熱器 1982年7月25日現在</p> <p>プラグチューブ数 33本 チューブ総数 633本 プラグ率 5.21%</p>	<p>6 B - 高圧給水加熱器 1981年12月13日現在</p> <p>プラグチューブ数 324本 チューブ総数 707本 プラグ率 45.8%</p> <p>6 B - 高圧給水加熱器は、チューブ漏 洩過大のため使用を中止している。</p>
脱 気 器	特別な問題はない。	特別な問題はない。
復 水 ポンプ	ポンプサクシヨンストレーナー出入 口に圧力計が設置されていない。	特別な問題はない。

	スナイダー 1号	スナイダー 2号
循環水ポンプ	B-循環水ポンプは潤滑油圧低でトリップした事がある。	B-循環水ポンプ ポンプカラムケーシング取付ボルトが切断し、カラムケーシングがポンプサクシオンウェルに落下するという事故があった。
塩素注入装置 及びボール洗浄 装置	塩素注入装置は運転しておらず陳腐化している。 ボールクリーニング装置の設備はない。	左に同じ
機器軸受冷却水 装置	装置付属各弁からの漏洩が多い。 A及びB-熱交換器のプラグチューブは A-熱交換器 プラグチューブ数 2本 チューブ総数 1,840本 プラグ率 0.1% B-熱交換器 プラグチューブ数 124本 チューブ総数 1,840本 プラグ率 6.73%	左に同じ A及びB-熱交換器のプラグチューブは A-熱交換器 プラグチューブ数 117本 チューブ総数 1,857本 プラグ率 6.3% B-熱交換器 プラグチューブ数 118本 チューブ総数 1,857本 プラグ率 6.35%
深井戸ポンプ、 取水口機器	特別な問題はない。	左に同じ
その他	復水器ピットや復水ポンプピット、その他1階フロアの排水が極めて悪い。	左に同じ

電 気 関 係

	ス ナ イ ダ ー 1 号	ス ナ イ ダ ー 2 号
発 電 機	1981年12月11日、発電機— 低圧タービン継手のチェックのため ユニットを停止した。心合せにミス 及び発電機冷却用水素ガス・シール・ リングに損傷が見つかった。	1977年11月5日に発電機固定子の DCハイ・ポット・テストのためユニッ トを停止した。 水素ガス圧力を当初設計の45psiよ り60psiにあげている。 前回定期点検時、鉄心端部にDCホッ ト・スポットが起っていることがKWU によって報告されている。
励 磁 機	_____	_____
スイッチギア及び モーター・コント ロール・センター	1) ガードナー1号に同じ 2) ボイラ・コントロール・センタ ーはボイラの高湿空気ダクトに接近 し、加熱されている。 3) ガードナー1号に同じ。 4) ガードナー1号に同じ。 5) ガードナー1号に同じ。	1) 同 左    3) 同 左 4) 同 左 5) 同 左
直 流 電 源	蓄電池は比較的良く保守されている が、いくつかの蓄電池は寿命が来て いる。	スナイダー1号との共用設備。
非常用ディーゼル 発 電 機	ガードナー／スナイダー発電所の共 用設備。	同 左
変 圧 器	_____	_____
変 電 所	ガードナー／スナイダー発電所の共 用設備。	同 左

	スナイダー 1号	スナイダー 2号
保護継電器	1) 接地保護継電器 ガードナー 1号に同じ 2) 周波数低継電器 ガードナー 1号に同じ	1) 同 左 2) 同 左
そ の 他	1) 保守及び修理作業用電源箱 ガードナー 1号に同じ 2) ボイラカード照明 ガードナー 1号に同じ 3) 可燃性ガス警報盤 ガードナー 1号に同じ 4) 計器室 ガードナー／スナイダー発電所 の共用設備	1) 同 左 2) 同 左 3) 同 左 4) 同 左
燃料制御	ガードナー 2号に同じ	同 左
給水流量制御	ガードナー 2号に同じ	同 左
蒸気温度制御	制御弁からの多量のスプレイ水の漏洩により手動運転	同 左
空気流量制御	ガードナー 2号に同じ	同 左
起動バイパス制御	信号発信器故障及び制御器の応答遅れ (CV-103, CV-101) のため手動運転中。電動弁 (MV-3, MV-4 及び MV-5) は設計不良のため手動運転中。 フラッシュ・タンク圧力、水位制御は自動運転中。	信号発信器故障のため手動運転中。電動弁 (MV-4 及び MV-5) は設計不良のため手動運転中。フラッシュ・タンク圧力、水位制御は自動運転中。

	スナイダー 1号	スナイダー 2号
インターロック	<p>ボイラ・トリップ・インターロックに使われている高低圧給水加熱器ドレン・タンク・レベル・スイッチは全て壊れている。</p> <p>“節炭器入口給水圧力低”インターロックは減圧運転のため使用されていない。</p> <p>ボイラ炉内パージは空気流量スイッチ故障のため手動によりリセットされている。</p>	<p>ボイラ・トリップ・インターロックに使われている高低圧給水加熱器ドレン・タンク・レベル・スイッチは全て壊れている。</p>
計器及び記録計	<p>下記の計器が使用されていない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* ボイラ・メタル温度記録計 (仮設記録計により監視中)</li> <li>* pH 記録計</li> <li>* 節炭器出口O<sub>2</sub>記録計</li> <li>* 導電率計</li> </ul> <p>タービン抽気逆止弁開度指示計はスライド・ワイヤ故障のため指示が確実でない。</p>	<p>下記の計器が使用されていない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 節炭器出口O<sub>2</sub>記録計</li> <li>* ボイラ・メタル温度記録計</li> <li>* 導電率計</li> </ul>
ローカル制御	ガードナー 1号に同じ	同 左
計装用空気系	1台のみの空気圧縮機が設置され、アンローディング設定(90 psi)迄圧力が上がらない。所内空気ラインよりのバックアップ系統に逆止弁及びフィルターがない。	1台のみの空気圧縮機が設置され、アンローディング設定(90 psi)迄圧力が上がらない。所内空気からのバックアップ制御弁は既に取外してある。

	スナイダー 1号	スナイダー 2号
中央制御室及び リレー室	<p>ケーブル処理用開口部が詰められて いず、空調設備がしばしば故障する ため環境は非常に悪い。</p> <p>中央制御室内、リレー室内温度は各 々95°F(35℃)及び99°F(37.2 ℃)である。</p>	スナイダー1号との共用設備

5.2.3 マラヤ発電ユニット

ボイラ本体

	マラヤ 1 号	マラヤ 2 号
過熱器	2次過熱器チューブが劣化している。 これは次回、定期修理時チューブを取替る予定。	_____
再熱器	吊下げ型再熱器の下部わん曲部チューブ内面がデポジット付着により劣化している。次回定期修理時わん曲部チューブを取り替る予定。	_____
水冷壁	水冷壁チューブ劣化のため2790 psi. から2,100 psi. の減圧運転を行っている。 過熱によりいくつかのチューブが膨張し肉厚が1.2 mm減少している。メーカーより20%の水冷壁チューブを交換する様勧告が出されている。	1982年4月6日バップルウォールチューブ漏洩のため停止しているが、これ以後劣化したチューブを交換するまで減圧運転を実施中である。 (ドラム圧力160 kg/cm <sup>2</sup> )
ボイラ・ケーシング	下記の場所より燃焼ガス漏洩がある。 1) ボイラケーシングコーナー部 (1次過熱器と節炭器付近) 2) ガス再循環ダクトとボイラ底部接続部	_____
バーナ	バーナ室内に多量の燃焼ガスが充満している。又、バーナ部に燃料油が漏洩している。	バーナ部に燃料油が漏洩している。 自動バーナ装置の故障が多く使用出来ないバーナが多い。

	マ ラ ヤ 1 号	マ ラ ヤ 2 号
起 動 バ イ パ ス 系 統	起動バイパス系の弁類が手動で操作されている。起動バイパス系の弁のシート漏洩はない様だが弁本体や付属機器が燃焼ガスにより腐食されている。	設備なし
そ の 他	全体として燃焼ガスにより腐食している設備が多い。 グラント漏洩やピンホールによる箇所が多い。	1号に比較して燃焼ガス漏洩が少ないのでボイラ全体がきれいである。ただし、ボイラ上部は照明設備の不備により巡視点検ができにくい場所がある。



ボイラ補機

	マ ラ ヤ 1 号	マ ラ ヤ 2 号
押 込 通 風 機	<p>全体としてベアリング温度が高い。 特にB-押込通風機インボード側のベアリングは出力220MW時記録計の値(72.5℃)より明らかに高い。 記録計の点検をする必要がある。 又、定期修理時ファンの分解点検をする必要がある。</p>	<p>2A, 2B-押込通風機ファンのインボード側ベアリングの振動が大きい。 定期修理時ファンの分解点検をする必要がある。</p>
ガ ス 再 循 環 フ ァ ン	<p>ガス再循環ファン廻りに階段や足場がないので巡視点検できない。 すぐに設置する必要がある。</p>	<p>ファンのモーター側ベアリングの振動が大きい。 ガス再循環ファン廻りに保温材のくずが散乱している。すぐに除去整備すべきである。</p>
空 気 予 熱 器	<p>1B-空気予熱器ホットエンドのエレメント焼損のため、現在25%のエレメントが取りはずされている。</p>	<p>空気予熱器エレメント詰りのためユニット出力が制限されている。特に今年に入ってから急激に差圧が増加している。近いうちに空気予熱器エレメントを交換する必要がある。</p>
蒸気式空気予熱器	<p>補助蒸気の圧力調整弁や蒸気式空気予熱器の圧力調整弁の制御器不良のため自動制御出来ず手動操作になっている。</p>	<p>A側蒸気式空気予熱器のコイルがアイソレートされているため空気温度が上昇していない。 ドレンタンクレベル調整弁の制御器不良のため手動調整されている。</p>
燃 料 油 ポ ン プ	<p>主燃料油ポンプや加熱器の廻りが汚れている。 又、使用不能の指示計が多い。</p>	<p>同 左 定差圧燃料油ポンプがモーター過負荷、ポンプ振動、モーターベアリング過熱等により使用出来ない。</p>

	マ ラ ヤ 1 号	マ ラ ヤ 2 号
灰 処 理 装 置	灰処理装置は全ての装置が腐食しているため使用不能である。	同 左
補 助 蒸 気	蒸気漏洩個所が多い。	
空 気 圧 縮 機	1 A 所内空気圧縮機は 82 psi. で連続ローディングとなっている。 1 B 制御空気圧縮機は 86 psi. で連続ローディングとなっている。 制御空気バックアップ弁が除外されている。	2 A, 2 B 制御空気圧縮機が 6 kg/cm <sup>2</sup> で 2 台連続ローディングとなっている。 制御空気バックアップ弁が除外されている。
弁、配管類	弁、配管類の多くが腐食したり、漏洩したりしている。 節炭器入口の給水配管に逆止弁が設置されていない。	節炭器入口の給水配管に逆止弁が設置されている。
排ガスダクト、 空気ダクト	ダクトのガス漏洩や保温材、化粧板の脱落している個所が多い。	良 好
燃料油貯蔵タンク	燃料油貯蔵タンク付近の全ての制御機器が使用不能になっている。 これは制御空気ラインに燃料油が混入し制御機器を汚染したためである。	マラヤ 1 号との共用設備。
薬 注 装 置	運転中はヒドラジンが連続注入され、水質の状態によってアンモニアが使用されている。	運転中はヒドラジンが連続注入され、水質の状態によって第二、第三リン酸ソーダが使用されている。

タービン本体

	マ ラ ヤ 1 号	マ ラ ヤ 2 号
タービン	タービンスタンダード廻りが汚れている。 タービンランドシール部からの蒸気漏洩がある。 低圧タービンの動翼が破損したため一部がカットされている。	_____
主要弁類	弁廻りの保温材が破損、脱落している。	右側MSVのテスト用油圧パイロット弁が切断され、現在溶接で仮処理されている。
调速機	EHC装置がほこりで汚れている。	_____

タービン補機

	マ ラ ヤ 1 号	マ ラ ヤ 2 号
復 水 器	<p>A側復水器チューブ3%(517本)がチューブリークによりプラグされている。</p> <p>B側復水器チューブ3.05%(531本)がチューブリークによりプラグされている。</p>	<p>A側復水器チューブ31.52%(3,177本)がチューブリークによりプラグされている。</p> <p>B側復水器チューブ12.19%(1,229本)がチューブ漏洩によりプラグされている。</p> <p>チューブ漏洩は急速に増加する傾向にある。したがって、できるだけ早くチューブ交換する必要がある。</p>
低圧給水加熱器	<p>低圧第3給水加熱器は14.9%のチューブが漏洩のためプラグされている。</p> <p>低圧第2給水加熱器は2.66%のチューブが漏洩のためプラグされている。</p>	<p>低圧第2給水加熱器は8本のチューブがプラグされている。</p>
高圧給水加熱器	<p>高圧第5A給水加熱器は100%(全数)のチューブがプラグされている。したがって、このヒーターは系統から除外されている。</p> <p>高圧第5B給水加熱器は22.07%のチューブがプラグされている。</p> <p>高圧第6A給水加熱器は3.3%のチューブがプラグされている。</p> <p>高圧第6B給水加熱器は18.3%チューブがプラグされている。</p>	<p>_____</p>
脱 気 器	<p>タンクドレン弁がシート漏洩している。</p>	<p>_____</p>
循環水ポンプ		<p>2A-循環水ポンプは軸振動が大きい。</p>

	マ ラ ヤ 1 号	マ ラ ヤ 2 号
トラベリングスクリーン、塩素注入装置、復水器ボールクリーニング装置	塩素注入はポンベ入手不可能なため1979年3月27日より停止されている。	塩素注入なし。 復水器ボールクリーニング装置は予備ボール不足で使用されず、さらに上部下部スクリーンモーターが冠水して使用不能となっている。
軸冷水装置	軸冷水の圧力、温度制御装置が使用不能である。 100%容量のクーラーが2台共使用されている。 入口、出口の温度計が破損して温度確認出来ない。	スタンドパイプのレベル制御と流量計が使用不能である。 2Aクーラーは696本、2Bクーラーは67本、2Cクーラーは55本のチューブがプラグされている。
所内用水ポンプ	最近の点検でインペラと軸が破損していた。	_____
弁、配管類	予防保全が行なわれていないため保温材がはがれたり、脱落したりしている。	_____
深井戸ポンプ	深井戸の水が少ないので3台ある深井戸ポンプが全て吐出弁を微開として運転している。したがって補給水が不足している。	マラヤ1号との共用設備
その他	復水器下部ピットの排水が悪い。	同左 ボールクリーニング装置のスクリーンモーターや検塩装置などが排水不能のため冠水している。

電 気 関 係

	マ ラ ヤ 1 号	マ ラ ヤ 2 号
発 電 機	<p>水素圧力は45 psi. (設計値) より60 psi. に昇圧されている。</p> <p>水素冷却器の制御弁は負荷がわずか220MWですでに全開している。コイルの温度上昇は220MWで11℃です。まだ余裕はある。</p> <p>KWU より前回の定期修理時の点検で固定子端部にホット・スポット (部分的過熱) を生じていることが報告されている。</p>	_____
励 磁 機	_____	_____
水素系統及び冷却水系統	<p>水素供給量 2本/日</p> <p>ガス乾燥器が不使用である。</p>	同 左
スイッチ・ギヤ及びモーター・コントロール・センター	<p>予備ユニットが不完全な状態である。</p>	同 左
直 流 電 源	<p>電池が寿命末期にある。</p>	新規に蓄電池据付中。
非常用ディーゼル発電機	<p>自動起動装置なし</p>	同 左
主 変 圧 器	<p>230kV 避雷器の破損事故が頻発し、現在定格電圧192kVのOhio-brass製の避雷器に全て取替えられた。</p> <p>油洩れ箇所有り。</p> <p>相分離母線と変圧器の接続部のセンターリングにずれがある。</p>	同 左

	スナイダー 1号	スナイダー 2号
変電所	主変圧器出口の230kVしゃ断器及び断路器の碍子にはシリコンコンパウンドが塗布されていた115kVしゃ断器はMELARCOの所掌である。	マラヤ1号との共用設備
保護継電器	後備保護継電器の動作によりトリップの記録がある。 保護協調の再検討が必要。	1982年8月14日 地絡後備保護継電器によるトリップ事故
その他	発電所本館内は雨漏りがひどく、電気品への影響が懸念される。 大量のガスリークにもかかわらず、ほとんどの換気扇が運転されていないため電気品の設置環境は悪い。	マラヤ1号との共用設備

制御・計測装置

	マ ラ ヤ 1 号	マ ラ ヤ 2 号
燃 料 油 制 御	給水制御系のハンチングのため手動運転中。	自動運転中
給 水 流 量 制 御	タービン駆動ボイラ給水ポンプの調速装置にハンチングを生じ手動運転中。	自動運転中
蒸 気 温 度 制 御	給水制御ハンチングのため手動運転中。	温度検出器の応答不良のため手動運転中。
起 動 バ イ バ ス 制 御	応答が遅いため手動運転中。	設備なし
イ ン タ ー ロ ッ ク	<p>下記インタロックが不使用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・節炭器入口圧力低トリップ</li> <li>・高圧給水加熱器ドレンレベル高トリップ</li> <li>・低圧給水加熱器ドレンレベル高トリップ</li> <li>・周波数低トリップ</li> </ul>	<p>下記インタロックが不使用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全バーナ消火トリップ</li> <li>・点火不良、トリップ</li> <li>・周波数低下トリップ</li> </ul>
計 器 及 び 記 録 計	<p>pH 記録計、導伝率記録計、タービン駆動ボイラ給水ポンプ、軸受温度記録計等が不使用。</p> <p>現場計器のほとんどが故障しているか信頼できない。</p> <p>O<sub>2</sub> 記録計は JICA 調査団が滞在中に使用再開したが、標準ガスによる更正がなされておらず信頼性がない。</p>	O <sub>2</sub> 記録計、ボイラ給水ポンプ軸受温度記録計、pH 記録計等が不使用。
中 央 制 御 室 及 び 計 器 室	<p>中央制御室及び計器室</p> <p>計器室の温度は 25℃ で良好であるが中央制御室の温度は 33℃ であり高い。</p>	マラヤ 1 号との共用設備



## 5.3 発電所の問題点と対策

### 5.3.1 発電設備

#### 1) ガードナー／スナイダー発電所

##### a. ボイラ本体

##### (a) 炉壁、再熱器、過熱器

##### ガードナー1号

##### 1. 炉壁

1982年1月13日から1982年3月5日の間、定期修理のためユニットを停止し、定期修理完了後併入、営業運転に入ったが1982年5月11日発電機水素ガス漏洩の修理のため解列した。

上記修理完了後1982年5月12日再度併入したが、炉壁管の欠陥が確認されたので直ちにユニットを停止した。ボイラ冷却停止の後の調査結果は下記の通りである。

後壁北側No.59チューブの破損とともにNo.54チューブに5ヶ所、No.60チューブに3ヶ所の膨出を発見した。これ等のチューブは切断、取替を行い、ボイラの水圧テストを実施したが上記の同じチューブにピンホールからの漏洩を発見している。直ちにチューブ取替を行い、2回目の水圧を実施した結果、ボイラは2600Psiの水圧試験に合格し、ユニットは1982年6月15日併入営業運転に入れている。

併しながら、ボイラチューブがこのユニットの弱点である事から1800Psiのタービン入口圧力に対してドラム圧力を1600Psiに減圧し、運転することを検討した。この運転条件でユニット出力は減少し、定格出力が120MWとなった。

併しながら、僅か2.4時間運転後の1982年6月16日ボイラ補給水量が急激な増加を示し、他のチューブ漏洩が明らかであったのでユニットを非常停止している。先にバッチ当て修理した炉壁管のNo.49が破孔していた。

破孔ヶ所は先にチューブ事故を起した位置と同一であった。

修理後、連続運転を可能にするための手段として先に減圧したドラム圧力の1600Psiを1400Psiまで減圧する事に決定、この結果ユニットの最大出力は100MWに制限されている。

(i) 破孔／膨出チューブの性質は異常なチューブ内面のデポジットによると判断した。過熱器が原因であることを分析結果が示している。

膨出、クラックチューブ内デポジットの分析結果を下記に示す。

組 織	膨出管 重量%	クラックチューブ 重量%
不溶性酸類	4.72	2.605
SiO <sub>2</sub>	1.524	1.970
Cl	0.091	0.030
Cu	1.483	16.365

事故サンプルチューブから測定した炉壁管内デポジットの量或いは程度は、火炉及び反火炉側で各々71.12mg/cm<sup>2</sup>及び12.67mg/cm<sup>2</sup>であった。

火炉側秤量は最大計容限度を約42.04%超えている。

(ii) ガードナー1号は1968年8月1日営業運転に入ってから今日までの運転時間は90,000時間を超えており、営業運転開始から1982年6月30日までのボイラ事故によるユニット停止は13回を記録し、その内訳は1968年から1978年までが3回、1978年から1982年までは10回となっている。

この傾向は、ユニット停止の頻発がボイラ事故によることを示しており原因は下記の通りであるとされている。

考えられるボイラチューブ洩れの原因

- \* 水及び蒸気純度
- \* 自動燃焼制御、自動給水制御上の問題と困難さ
- \* 過熱器や再熱器スプレー不適切な運転
- \* 高、低温腐食
- \* 減圧運転の遅れ

前述の説明から、炉壁管の問題は広い範囲でユニット出力の制限にかかわりがあるものと判断する。

## ガードナー 2号

### i. 炉壁管

1982年6月16日、定期修理時の炉壁管検査の結果

(i) チューブ厚みは  $T_{sr}$  許容範囲内である。

＊ 火炉側にはエレファントスキンが見受けられる。

＊ 管内面には深さ 0.1mm から 0.3mm のピッチングコロージョンが数多く見受けられるが  $T_{sr}$  4.0 mm は満足している。

### ii. 吊下型再熱器

定期修理中に合計 241 本のループチューブを取替えている。古いチューブはエレファントスキンが見受けられチューブ内面には厚いスケール、デブリットが見受けられた。

### iii. 横置型再熱器

横置型再熱器管も 1982年6月から9月までの定期修理期間に点検したが水圧試験の結果 11 本のチューブ洩れがあり修理した。

チューブ内面を検査したところ、無視出来ない程度のピッチングコロージョンが見られた。

スナイダー 1号ボイラはガードナー 2号ボイラと類似しており、これからのユニット定期修理においてガードナー 2号ボイラ同様の検査を実施するよう提案する。

## IV. 二次過熱器

過熱器管 60 パネル全数を、今回の定期修理で取替えている。1981年2月14日から運転圧力 2700Psi から 2400Psi の減圧運転にたよっていたが更に 1982年1月1日から運転圧力を 2300Psi に減圧している。

## スナイダー 1号

### i. 過熱器、再熱器

スナイダー 1号は 1971年7月1日に営業運転を開始している。併しながら 1978年7月16日から9月までの定期修理完了後、しばしば過熱器や再熱器管の事故を記録している。これ等の事故を分けると、過熱器管事故は 7回、再熱器管事故は 2回となっている。1981年4月、No.1ルー

ブの№13, 20, 26, 27, 31, 35, 39のチューブが事故を記録している。次に掲げる事項が充分検討され、1982年度NAPOCORの発電所に関するリハビリテーションプログラムに包含されている。

(i) 2次過熱器管の60コイルはSUS製に取替計画

(ii) 再熱器下部ベンドと老朽化したチューブの取替計画

前述のチューブ漏洩状況を契機として定格運転圧力2700Psiから2300Psiの減圧運転が1980年11月に採用され以来このボイラ圧力が継続されている。

スナイダー2号

#### i. 過熱器

先の1981年2月25日から8月にかけての定期修理の間に下記の作業が行われている。

(i) パネルチューブ№27, 31, 32, 34, 36の新管取替

(ii) 上記パネルの下部ループを除く№9から№44パネルの下部ループの取替

定期修理記録には最初の4ループの一番目の直管とランダムに採取したチューブに金属組織調査やX線検査を行っていることを報告している。また、あるチューブの厚みは $T_{sr}$ を下廻っており、これらは次回定期修理時に取替を勧告している。

1982年3月22日付の他の報告書には下部ベンドには2~10mmのスケールデポジットが堆積している状態を報告している。

#### ii. 再熱器管

全パネルの下部或いは外側のループチューブは先の1981年2月25日から8月19日の間の定期修理で取替えられている。

#### iii. 炉壁管

1981年9月15日から1982年3月15日の約6ヶ月の間に計6本のチューブ事故があった。バーナスロート付近及び側壁の炉壁管は許容チューブ厚み内にあるが超音波検査の結果ではピッチングコロージョンが漸増していることを示している。

(b) ボイラ、ケーシング

ガードナー1号, スナイダー1, 2号共通事項

上記ユニットのボイラケーシングやダクトから過度なガス漏れが現場で見受けられた。

この様な周囲の環境の中では有効な運転の日常点検や予防保守の実行を非常に阻害している。原因は燃料中の高S分含有が不安定燃焼と共に、ボイラにおける腐食性物質の付着や堆積の結果、ガス漏れを生じている。

故に完全な日常点検の実行が重要であり、ガス漏れに関する日常点検記録や報告は定期修理中或いは早い機会に適切な修理を実施すべきである。

(c) 節炭器

ガードナー2号, スナイダー1, 2号

節炭器とNo.6 高圧給水加熱器の間のボイラ給水系統に逆止弁が設置されていない。

この設計ではボイラの消火又はユニット・トリップ時にボイラから高圧給水加熱器へ高温の流体が逆流し、高圧給水加熱器では急激な熱応力を受けることとなる。

b. ボイラ補機

(a) 空気予熱器、蒸気式空気予熱器

ガードナー1号

i. 空気予熱器を蒸気式空気予熱器の不良エレメントは1972年11月10日に取替え、なお蒸気式空気予熱器のエレメントは1981年12月30日に再度取替えている。

ii. 蒸気式空気予熱器の温度制御弁は動作していない。これはスナイダー1、2号とも同じ状態で、ガードナー2号は現在定期修理中である。

ガードナー2号

1981年9月3日空気予熱器に着火する事故があった。原因はエレメントに多量の煤と未燃炭化水素の蓄積によるものである。

これは空気予熱器のストブローアは常に設計の通り効果的な操作をすべきであることを示唆している。

不十分な空気予熱器洗浄は着火やエレメントのよごれをもたらすもので、空気予熱器のストブローアの回数は予熱器前後の圧力差をもとにして考慮すべきである。

スナイダー1号

1971年7月23日以来1982年6月まで空気予熱器洗浄による、ユニット停止を繰返している。

23回のユニット停止は、この著しい空気予熱器洗浄に起因している。

上記ガードナー2号の項で述べた勧告がこのユニットの空気予熱器に関しても採用されるよう提案する。

スナイダー2号

1972年7月21日から1982年6月まで32回のユニット停止は空気予熱器エレメントのつまりによるもので、このような場合の空気予熱器の洗浄は必要である。

(b) 燃料油ポンプ(定差圧燃料油ポンプを含む)

ガードナー1号

i. 定差圧燃料油ポンプは稼動していない。

オイルバーナはリタン・フロー・アトマイズ型であって圧力噴霧式ではな

い。定差圧燃料油ポンプなしでのボイラ連続運転は好ましくない。

ii. 重油加熱器ドレンを復水系統に回収しているが、これは適切な設計ではない。この状態では若し燃料油が重油加熱器内部のリークを生じた場合、復水系統が重油で汚染される恐れがある。

(c) 炭処理装置

ガードナー／スナイダー発電所の各ユニットの灰処理装置は灰の詰りがあり運転されていない。この不良部分は可能な限り早く充分な点検と、これに引続く修理を行い、運転可能な状態に復旧すべきである。

新たに計画する場合は次の事項に留意すべきである。

i. 灰の性状、及び生成量

ii. 輸送用空気の状態

iii. 附帯設備

(i) 貯灰設備

(ii) 灰焼却設備

(iii) 排水処理設備

(iv) アンモニア注入装置

iv. 環境基準

v. 電気集じん器設置の場合は、別途提出の資料を参照しメーカーと充分打合せを行なうこと。

(d) 補助蒸気

各ユニットの殆どどのコントロールバルブは運転されていないように見受けられる。詳細はローカルコントロールシステムの報告の項を参照されたい。

また、更に補助蒸気の十分な供給を確実にするための検討をされることを提案する。

(e) 配管及び弁類

i. 保温工事は現在行われている。

配管識別は発電所運営のためにも実施すべきである。

ii. 配管のコントラントハンガーやスプリングハンガーは、ボイラの休止時及び運転時の移動量を記録しておくべきである。

## (f) 安全弁

蒸気ドラム, 過熱器, 再熱器安全弁設定圧力

Unit : psig

Valve No.	Desired Popping	Actual Popping	Drawdown	Blowdown	
				Desired	Actual
G - 1					
Steam Drum BM - 1	2243	2210	2120	139	90
Steam Drum BM - 2	2212	2200	2100	133	100
BM - 3	2180	2155	1995	130	140
S.H. Outlet SH - 1	2070	-	-	110	-
SH - 2	2040	1840	1840	100	-
RH Inlet RH - 1	520	-	-	42	-
RH - 2	530	-	-	43	-
RH - 3	538	-	-	43	-
RH - 4	545	-	-	44	-
RH Outlet RH - 5	497	-	-	40	-

\* Recorded: March 4, 1982

Valve No.	Desired Popping	Actual Popping	Drawdown	Unit: psig	
				Blowdown	
				Desired	Actual
S - 2					
Flash Tank BV - 501	770	780	702		78
Flash Tank BV - 502	780	765	699		76
Flash Tank BV - 503	790	755	688		75
RH Inlet RH - 1	722	730	660		70
RH Inlet RH - 2	767	765	715		50
RH Inlet RH - 3	780	770	660		110
RH Inlet RH - 4	785	775	720		55
RH Inlet RH - 5	790	800	763		37
Sec. S.H. SH - 1	3500				
Primary SH SH - 2	3520				
Primary SH SH - 3	3535				
Primary SH SH - 4	3550				

Recorded: August 1981



(g) スートブロア

ボイラ運転中の火炉や空気予熱器の周期的なスートブローイングは必要である。これはボイラ効率を維持するための一助となるものである。

しかし、運転されているスートブロアの数は設備されているそれに対して非常に少ない。

この原因は、下記の通りである。

- ランステューブが取外されていて修復されていない。
- 付属弁やランステューブのパッキングからの蒸気もれがある。

それ故に不具合なスートブロアはユニット運転中の効果的な運用をするためにただちにかつ、適切な修理をなすべきである。

稼動しているスートブロアの設備数に対する割合は定期修理中のガードナー2号を除いて下記の通りである。

稼動スートブロワ数 ( ) 内空気予熱器用  
スートブロワ設備数

ガードナー1号	スナイダー1号	スナイダー2号
<u>15(2)</u>	<u>2(2)</u>	<u>3(2)</u>
24(2)	24(2)	20(2)

c. タービン

(a) 高圧、中圧、低圧タービン

i. ガードナー1号

タービン羽根の損傷はない。

ii. ガードナー2号

1981年12月28日、高圧タービンシャフトの振動が6ミルに増加している(振動記録計の第7打点)

1982年3月30日、A側コンデンサ上部に6本のコンデンサーチューブ漏れを発見。タービンを点検したところタービン側低圧最終段に、長さ夫々140mm, 110mmの切損した羽根を発見した。

低圧タービン、タービン側最終段動翼6枚を翼長485mmを残して切断している。

iii. スナイダー1号

(i) 1981年10月26日、低圧ケーシングの過度な振動発生によりユニット停止。タービン翼のマグナ・フラックステスト結果、数ヶ所の今まで現われていなかった小さいクラックを発見した。これらの羽根は切断したが正反対側の羽根は切断していない。

(ii) 数個のエキスパンション・ベローの損傷があり、これらは新しい予備品と取替えている。

取替えたベローズの取付位置は

1-No.2 低圧給水加熱器用抽気ライン

1-No.1 低圧給加熱用抽気ライン

1-左側クロスアンダーパイプのクラック発生溶接部

である。

(iii) No.4 ベアリングのパビット・メタル剝離がひどく取替えている。

(iv) 定速、負荷110MWでタービン試運転中、No.5軸受の振動が激しく、水平で5.2ミル、垂直で5.5ミルを記録している。

(v) これは先に切断した羽根の正反対側の羽根を切断していないことによるタービン羽根のアンバランスによる振動である。

(vi) マグナフラックスの結果による羽根の損傷を集約すると下記の通りであ

る。

タービン側	切損	クラック	へこみ跡	エロージョン
最終段翼	0	1	12	4
最終段から 第2段翼	1	9	32	0
最終段から 第3段翼	1	0	17	0
小計	2	10	61	4

発電機側	切損	クラック	へこみ跡	エロージョン
最終段翼	0	3	13	0
最終段から 第2段翼	0	1	2	0
合計	2	14	76	4

### 切断翼の寸法

翼	残存翼長mm	備考
タービン側		
1. 最終段		
羽根No. 18	334	翼根から346mmの位置にクラック発生
羽根No. 47	334	羽根No. 18の反対側翼
他の全翼は既に切断され残存翼長は425mmとなっている。		
2. 最終段から 第2段翼		
羽根No. 46		切断
羽根No. 8		羽根No. 46の反対側翼
羽根No. 60	240	過去に切断
羽根No. 61	240	"

翼	残存翼長 mm	備 考
羽根 No 26	288	過去に切断
羽根 No 27	243	"

他の全翼は既に切断され残存翼長315mmとなっている。

### 3. 最終段から

#### 第3段翼

羽根 No 4	260	切 断
羽根 No 10	260	へこみ跡
羽根 No 11	260	"
羽根 No 12	260	"
羽根 No 18	260	"
羽根 No 19	260	"
羽根 No 29	260	"
羽根 No 46	0	過去に切断
羽根 No 54	260	へこみ跡
羽根 No 55	260	"
羽根 No 56	260	"

#### 発電機側

#### 1. 最 終 段

羽根 No 3	335	翼根から337mmの位置にクラック発生
羽根 No 4	335	" 352mm
羽根 No 22	255	羽根 No 5.1 の正反対側
羽根 No 23	255	" No 5.2 "
羽根 No 32	355	羽根 No 3 の正反対側
羽根 No 33	355	" No 4 "
羽根 No 51	255	過去に切断
羽根 No 52	255	"

他の全翼は既に切断し残存翼長425mmとなっている。

翼	残存翼長 mm	備 考
2. 最終段から		
第 2 段翼		
羽根 No 63	300	翼根から 311 mm の位置にクラック発生 他の全翼の残存翼長は 315 mm となっている。
3. 最終段から第 3 段翼		
	切断翼なし	

#### IV. スナイダー 2 号

定期修理中、最終 2 段の接眼鏡検査で、クラックの兆候のある羽根があった。

低圧羽根のマグナフラックテストを行ったところ 6 枚の羽根が全て焼入れしたリーディング・エッジにクラックを発見した。

低圧 1 タービンの、タービン側最終段と最終段から第 2 段、発電機側最終段で最終段は翼長を 320 mm に、最終段から第 2 段は翼長を 225 mm に正確なバランスを持続するため、夫々切断、仕上げした。

同様に低圧 2 段タービンも最終段 2 段は之に相應して同じ長さに切断している。

1981 年 8 月 19 日

定期修理後ユニットを併入、営業運転入れている。

1981 年 12 月 28 日

1981 年 9 月 10 日と 1981 年 12 月 25 日の間にタービンは数ケースの過度な振動を起している。

HP コントロールバルブスピンドルのチャタリングも同様である。この期間中に保修を行い問題を修正している。

しかし、バランス調整後でさえタービン振動は持続している。下記の事項がタービン振動の原因であると考えられた。

- (i) タービンのアンバランス
- (ii) ベアリングの損傷
- (iii) タービンのその他の個所の損傷

最終的には過度のタービン振動はタービンの他の部分に悪影響を及ぼすため、再びユニットを定期修理することに決定。

ここに、1981年8月19日から1981年12月12日の間のユニットの事故報告書を添付する。

1981年8月23日

修理のためユニット停止

摩耗したNo.1コントロールバルブスピンドルとNo.2コントロールバルブスピンドル取替

1981年9月10日

No.1, No.2, No.4 HPコントロールバルブのハンチング

1981年9月13日

タービンEHCガバナ事故に起因する140 MWから0 MWまで出力低下によるユニット停止

1981年9月19日

ユニット併入

1981年9月21日

No.2 HPコントロールバルブスピンドルのチャタリング

1981年9月25日

給水中の塩分濃度増加によるユニット停止

この期間にNo.1, No.4 HPコントロールバルブの点検と修理実施

1981年10月8日

ユニット併入、No.2 HPコントロールバルブスピンドルはまだチャタリングが激しく使用を除外

1981年10月10日

過度なタービンNo.1軸受の振動によるユニット解列。下記の主な作業実施。

- i. ミスアライメントの発見された低温再熱器母管と逆止弁のアライメント調整
- ii. 低圧再熱器管系統の固定パイプハンガーのビーム・サポート取替
- iii. 全てのコンスタント・パイプ・ハンガーの点検と調整

1981年11月1日

ユニット併入

実施した主な観察

- i. No 2 HP コントロールバルブのチャタリングは従来通り、明らかで使用中止
- ii. タービンNo 1 軸受の振動はなお計容値を超えている。

1981年11月20日

ユニット停止

実施した主な修理

- i. 以前に調整した低温再熱器パイプハンガーを最初の位置へ復帰
- ii. No 1 HP コントロールバルブのねじ部での破損を発見

1981年11月28日

タービン発電機を3600回転中、激しい、異常音を聴取したのでタービンをハンドトリップ

1981年12月12日

ユニット併入、タービン振動は、いまだに制限値を超えていた。

d. タービン補機

(a) 主復水器

i. ガードナー 1号

チューブ総数	14,748本
プラグチューブ数 (1979年6月15日現在)	549本
プラグチューブ率	3.72%

1979年10月24日から1980年1月12日の定期修理期間中に全チューブをキューブロニッケルチューブに取替え。

なお、取替前のチューブはアドミラルティであった。

ii. ガードナー 2号

チューブ総数	24,400本
プラグチューブ数 (1982年8月4日現在)	266本
プラグチューブ率	1.09%

iii. スナイダー 1号

チューブ総数	24,400本
プラグチューブ数 (1982年7月25日現在)	255本
プラグチューブ率	1.05%

iv. スナイダー 2号

チューブ総数	34,800本
プラグチューブ数 (1982年6月2日現在)	58本
プラグチューブ率	0.7%

(b) 低圧給水加熱器 (LPH)

i. ガードナー 1号

(i) 低圧第1給水加熱器

チューブ総数	509本
プラグチューブ数 (1980年3月23日現在)	2本
プラグチューブ率	0.39%



(ii) 低圧第2給水加熱器	
チューブ総数	363本
プラグチューブ数(1982年1月22日現在)	2本
プラグチューブ率	0.55%
(iii) 低圧第3給水加熱器	
チューブ総数	229本
プラグチューブ数(1982年1月22日現在)	16本
プラグチューブ率	6.98%
ii. ガードナー2号	
(i) 低圧第1給水加熱器	
チューブなし	
(ii) 低圧第2給水加熱器	
チューブ総数	539本
プラグチューブ数(1982年6月24日現在)	3本
プラグチューブ率	0.55%
(iii) 低圧第3給水加熱器	
チューブ総数	540本
プラグチューブ数(1982年7月21日現在)	59本
プラグチューブ率	10.9%
iii. スナイダー1号	
(i) 低圧給水加熱器	
チューブ総数	508本
プラグチューブ数(1980年7月10日現在)	1本
プラグチューブ率	0.19%
(ii) 低圧第2給水加熱器	
チューブ総数	539本
プラグチューブ数(1982年3月7日現在)	38本
プラグチューブ率	7.05%

(iii) 低圧第3給水加熱器

チューブ総数	539本
プラグチューブ数(1982年3月6日現在)	233本
プラグチューブ率	43.2%

加熱器は、来るべき1982年定期修理中に取替予定である。

IV. スナイダー2号

(i) 低圧第1給水加熱器

チューブ総数	835本
プラグチューブ数(1982年5月14日現在)	2本
プラグチューブ率	0.23%

(ii) 低圧第2給水加熱器

チューブ総数	755本
プラグチューブ数(1981年7月24日現在)	135本
プラグチューブ率	17.8%

(iii) 低圧第3給水加熱器

チューブ総数	906本
プラグチューブ数(1982年5月24日現在)	12本
プラグチューブ率	1.32%

(c) 高圧給水加熱器(HPH)

I. ガードナー1号

(i) 高圧第1給水加熱器

チューブ総数	440本
プラグチューブ数(1981年11月6日現在)	57本
プラグチューブ率	12.9%

(ii) 高圧第6給水加熱器

プラグチューブなし

II. ガードナー2号

(i) 高圧第5A給水加熱器

チューブ総数	633本
プラグチューブ数(1982年7月10日現在)	1本

	プラグチューブ率	0.16%
(ii)	高圧第5B給水加熱器	
	チューブ総数	633本
	プラグチューブ数(1982年5月3日現在)	1本
	プラグチューブ率	0.16%
(iii)	高圧第6A給水加熱器	
	チューブ総数	633本
	プラグチューブ数(1982年3月21日現在)	40本
	プラグチューブ率	6.3%
(iv)	高圧第6B給水加熱器	
	チューブ総数	633本
	プラグチューブ数(1982年8月4日現在)	94本
	プラグチューブ率	14.3%
iii.	スナイダー1号	
(i)	高圧第5A給水加熱器	
	チューブ総数	633本
	プラグチューブ数(1982年3月19日現在)	35本
	プラグチューブ率	5.53%
(ii)	高圧第5B給水加熱器	
	チューブ総数	633本
	プラグチューブ数(1982年 現在)	46本
	プラグチューブ率	7.2%
	チューブ群は1977年3月から4月の定期修理中に取替えられている。	
	プラグチューブ率は16.74%であった。	
(iii)	高圧第6A給水加熱器	
	チューブ総数	633本
	プラグチューブ数(1982年7月25日現在)	12本
	プラグチューブ率	1.89%

(iv) 高圧第6給水加熱器

チューブ総数	633本
プラグチューブ数(1982年7月25日現在)	33本
プラグチューブ率	5.21%

IV. スナイダー2号

(i) 高圧第5A給水加熱器

チューブ総数	749本
プラグチューブ数(1981年8月27日現在)	295本
プラグチューブ率	39.3%

加熱器は1979年6月から8月の定期修理中に取替えられている。

(ii) 高圧第5B給水加熱器

チューブ総数	
プラグチューブ数(1981年8月20日現在)	
プラグチューブ率	

加熱器は1982年3月の定期修理中に取替えられている。

(iii) 高圧第6A給水加熱器

チューブ総数	
プラグチューブ数(1981年8月28日現在)	
プラグチューブ率	

加熱器は1982年3月の定期修理中に取替えられている。

(iv) 高圧第6B給水加熱器

チューブ総数	
プラグチューブ数	
プラグチューブ率	

加熱器は過大なチューブリークのため使用されていない。

(d) 復水ポンプ

ガードナー1号 B-復水ポンプ

復水ポンプ入口ストレーナ出口に圧力計が設置されていない。

スナイダー1号 A/B-復水ポンプ

ガードナー1号と同様である。

入口ストレーナのつまりを点検するために同ストレーナー入口、出口に圧力計を取付ることが推奨される。

(e) 循環水ポンプ

循環水ポンプ吐出管や復水器出口管のピッチングによる漏水は、パッチ当溶接修理が適用されている。薄肉不良部分の早期取替えは管厚測定によって実施されるべきである。

同時に逆洗弁の点検も行うべきであるガードナー2号のB-循環水ポンプは今回の定期修理中に取替えられ又逆洗弁の点検も行われた。

(f) 軸受冷却水冷却器

i. ガードナー1号

A-冷却水クーラ

チューブ総数 1,618本

プラグチューブ数 2本

プラグチューブ率 1.79%

B-冷却水クーラ

チューブ総数 1,618本

プラグチューブ数 261本

プラグチューブ率 16.3%

ii. ガードナー2号

A-冷却水クーラ

チューブ総数 1,840本

プラグチューブ数 110本

プラグチューブ率 5.79%

B-冷却水クーラ

チューブ総数 1,840本

プラグチューブ数 92本

プラグチューブ率 5%

iii. スナイダー1号

A-冷却水クーラ

チューブ総数 1,840本

プラグチューブ数	110本
プラグチューブ率	5.79%
B-冷却水クーラ	92本
チューブ総数	1,840本
プラグチューブ数	2本
プラグチューブ率	0.10%

#### IV. スナイダー 2号

A-冷却水クーラ	
チューブ総数	1,857本
プラグチューブ数	117本
プラグチューブ率	6.3%
B-冷却水クーラ	
チューブ総数	1,857本
プラグチューブ数	118本
プラグチューブ率	6.35%

#### (g) ボイラ給水ポンプ

脱気器へのミニマム・フロー配管はタービン駆動ボイラ給水ポンプと電動機駆動ボイラ給水ポンプに共通に設けてある。配管を2系統に分ける作業は非常に困難である。

従って、このミニマム・フロー配管にタービン駆動ボイラ給水ポンプ及び電動機駆動ボイラ給水ポンプ各々にオリフィスを取付けるべきである。

又、タービン駆動ボイラ給水ポンプの起動時にターニング・ギアがスティックを経験をもっている。従って次回定期修理時に詳細な点検をすべきである。

## 復水器の点検清掃およびチューブ検査について

### 1. 点 検

マンホールを開放したら直ちに手を加えない状態で次のような項目について内部の状況を点検しなければならない。

- (1) 汚れの程度、個所
- (2) 異物の状況、量の計測
- (3) ライニングの状況

これは機械、電気、化学の関係者が立合うこと。

又、写真を撮影しておくこと。

### 2. 清 掃

現在、チューブの清掃にはゴム製のピースを使っているが、チューブ内径との差が大きいため完全な掃除になっていない。

今後は、ブラシの使用の検討を推奨する。

### 3. 渦流探傷検査

現在の検査状態は不完全である。

次の事項を実行し確実な検査を実施すべきである。

- (1) 渦流探傷計器を正確に調整すること。
- (2) チャートにチューブ No. を確実に記入すること。

又、チューブにマーキングを確実に記入すること。

## 復水器チューブリングの検査手法

### 1. 準備

作業前に次のような工具や材料を準備する。

- (1) 上段のチューブに手が届くような足場材料
- (2) 安全な照明器具
- (3) 容量の大きい換気ファン 2台
- (4) 水室水洗用器具
- (5) 仮プラグ用のコルク栓 (500～1,000コ)
- (6) 粉石けん
- (7) 仮設電話
- (8) 復水器管配列図 2部

### 2. 検査

監督者は作業の指導、手順の確認、主要作業の立会を行なう。

- (1) 検査前の水室水抜き完了を確認する。
- (2) 防食電源を開放する。
- (3) 逆洗弁、連絡弁電動機の電源を開放する。
- (4) マンホールを開放する。(上、下および前後計4ヶ所)
- (5) ファンで冷却し乍ら水室を水洗する。
- (6) 500～1,000本ずつ適宜に全区面のチューブにプラグする。(プラグは検査後、  
取外しが出来るように軽くはめておくこと。)
- (7) プラグした位置を電話で確認し乍ら反対側に石けん液をスプレーする。
- (8) 泡を吸込むチューブがあれば相手方に電話連絡をして、そのチューブにプラグする。
- (9) このようにして管の区画毎に作業を進める。



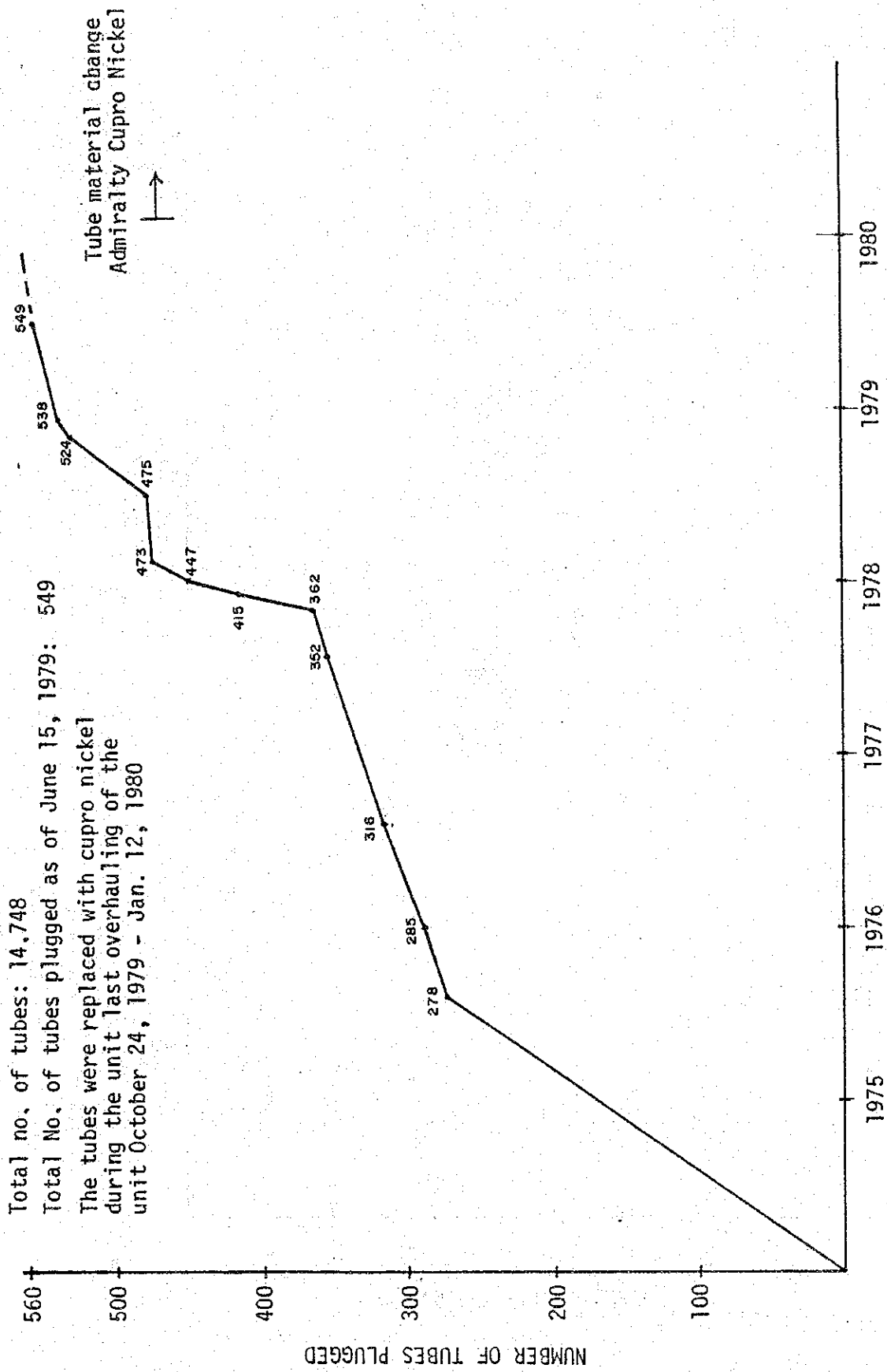
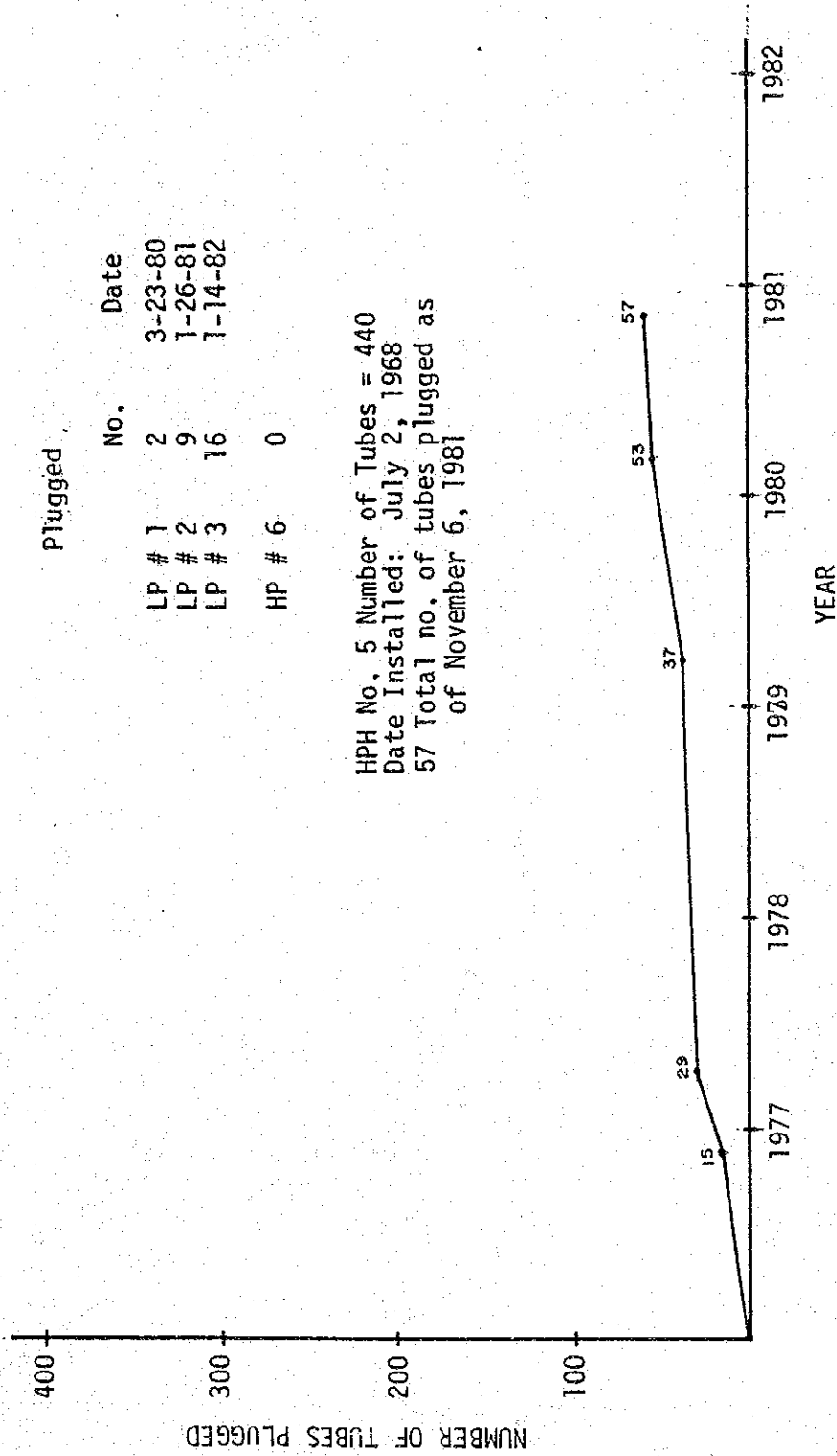


図 5 M-1 ガードナー1号 主復水器



Plugged	No.	Date
LP # 1	2	3-23-80
LP # 2	9	1-26-81
LP # 3	16	1-14-82
HP # 6	0	

HPH No. 5 Number of Tubes = 440  
 Date Installed: July 2, 1968  
 57 Total no. of tubes plugged as  
 of November 6, 1981

図 5 M-2 ガードナー 1 号 高圧給水加熱器 Ⅱ 5

G-2 Main Condenser NO. of Tubes: 24,400  
 Date Installed: Oct. 6, 1969  
 No. of Tubes Plugged as of Aug. 4, 1982 = 266

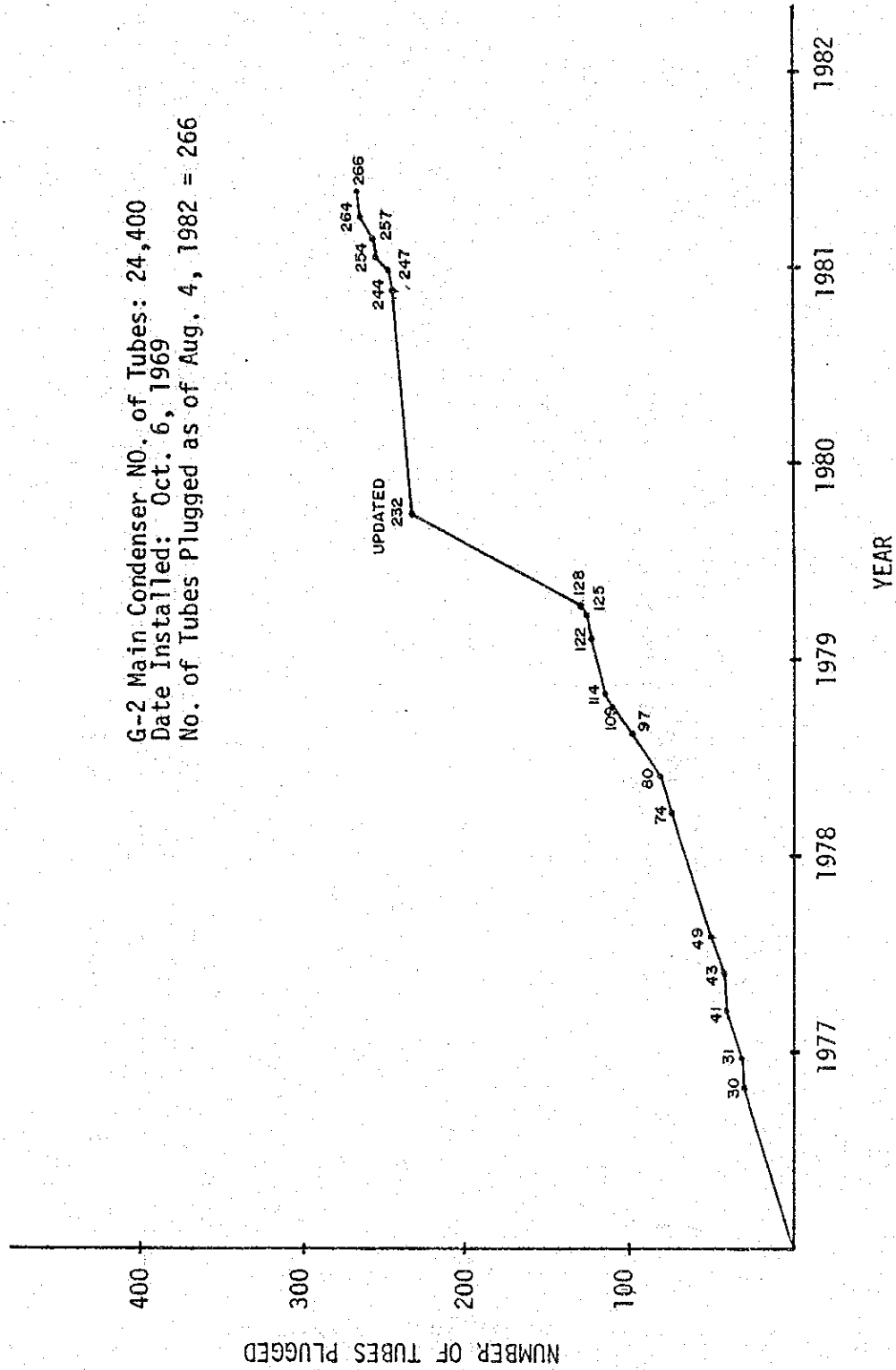


図 5 M-3 ガーランド-2号 主復水器

Plugging

LP #	No.
LP # 1	0
LP # 2	3

G-2 LPH No. 3 number of tubes = 540  
 Date Installed: Oct. 6, 1969  
 No. of Tubes Plugged as of July 21, 1982 = 59

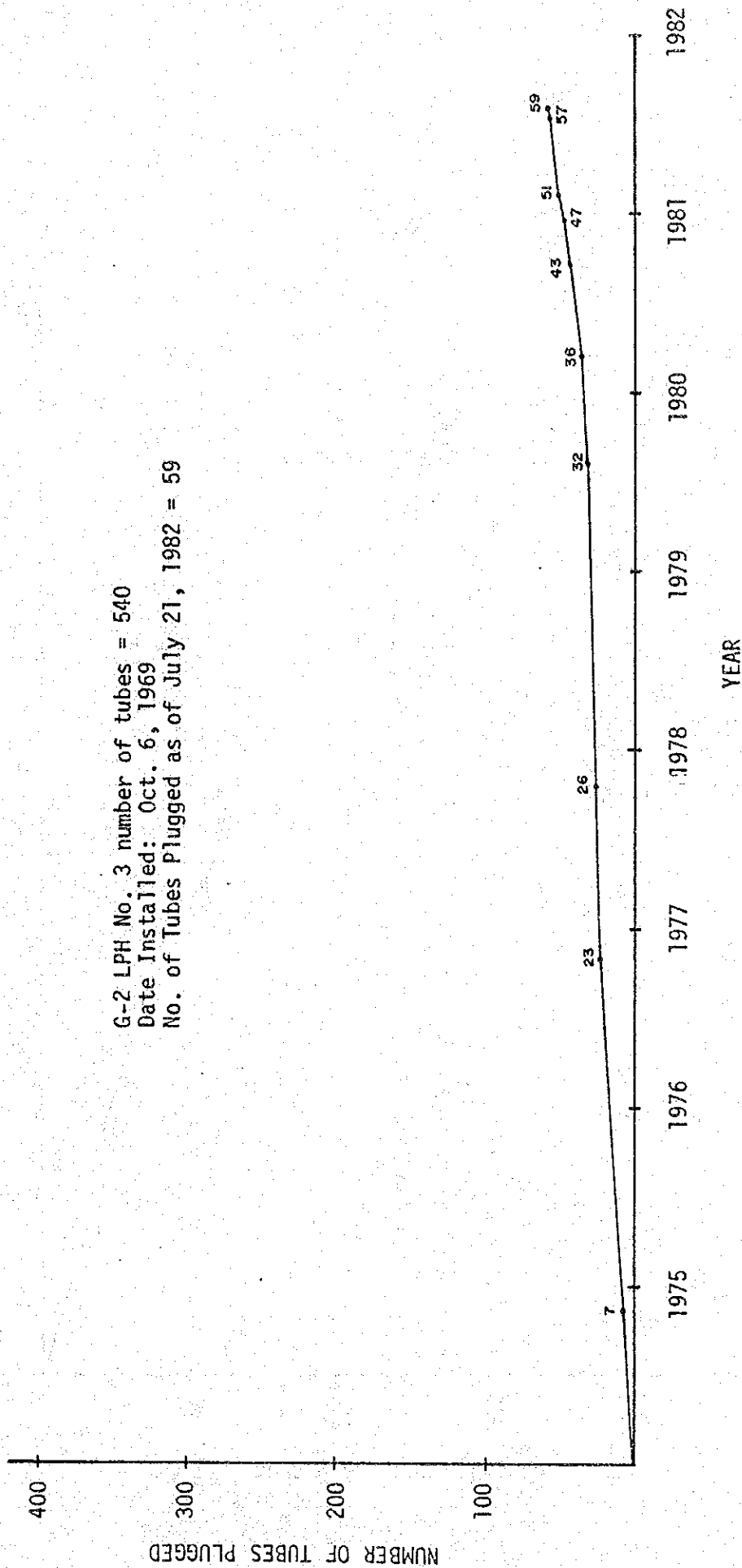


図5 M-4 ガードナー2号 低圧給水加熱器 No. 3

Total No. of Tubes: 633  
Total No. of Tubes Plugged as of July 10, 1982: 1 (one)

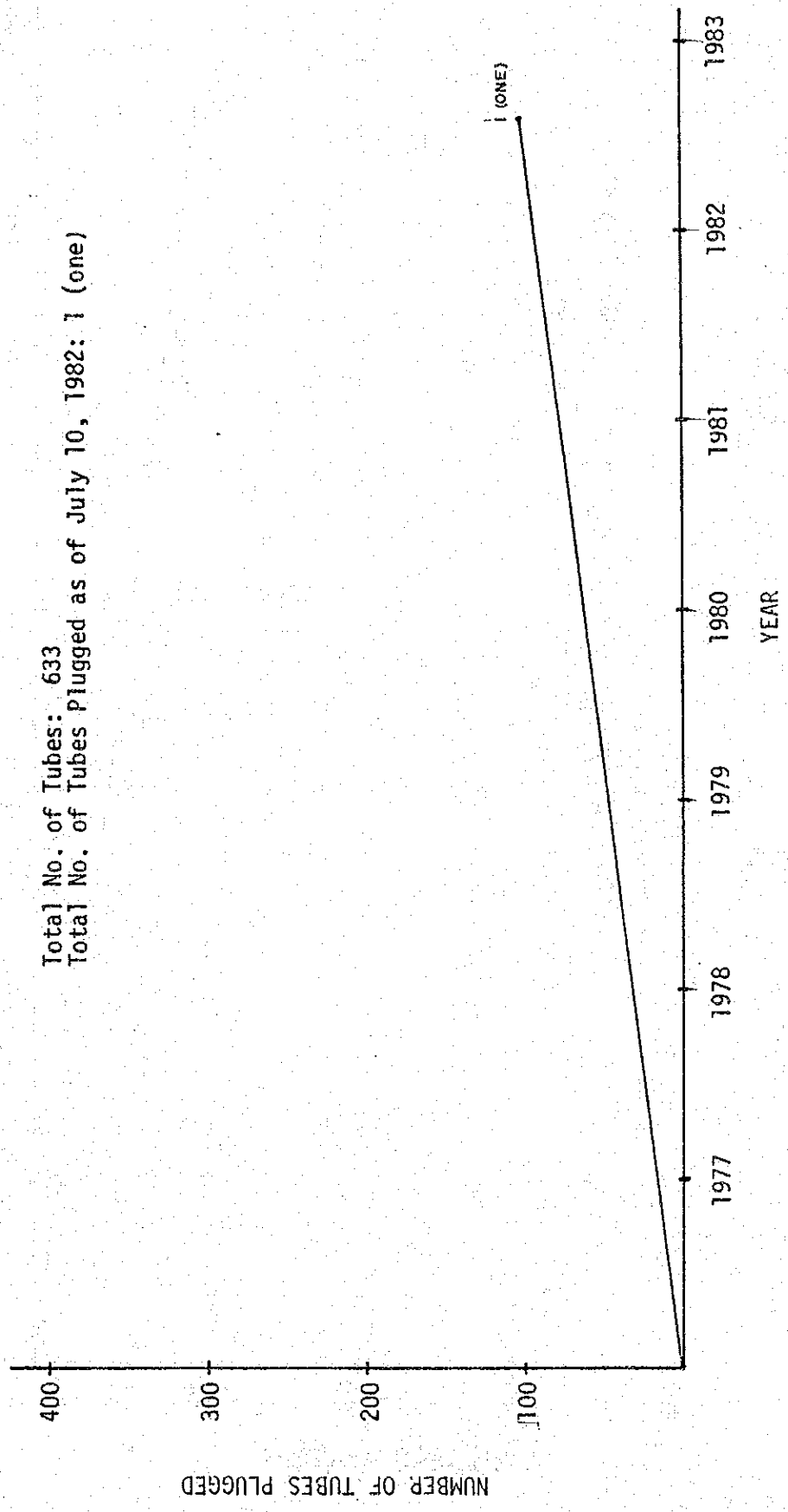


図 5 M-5 カードナー 2 号 高圧給水加熱器 5 A

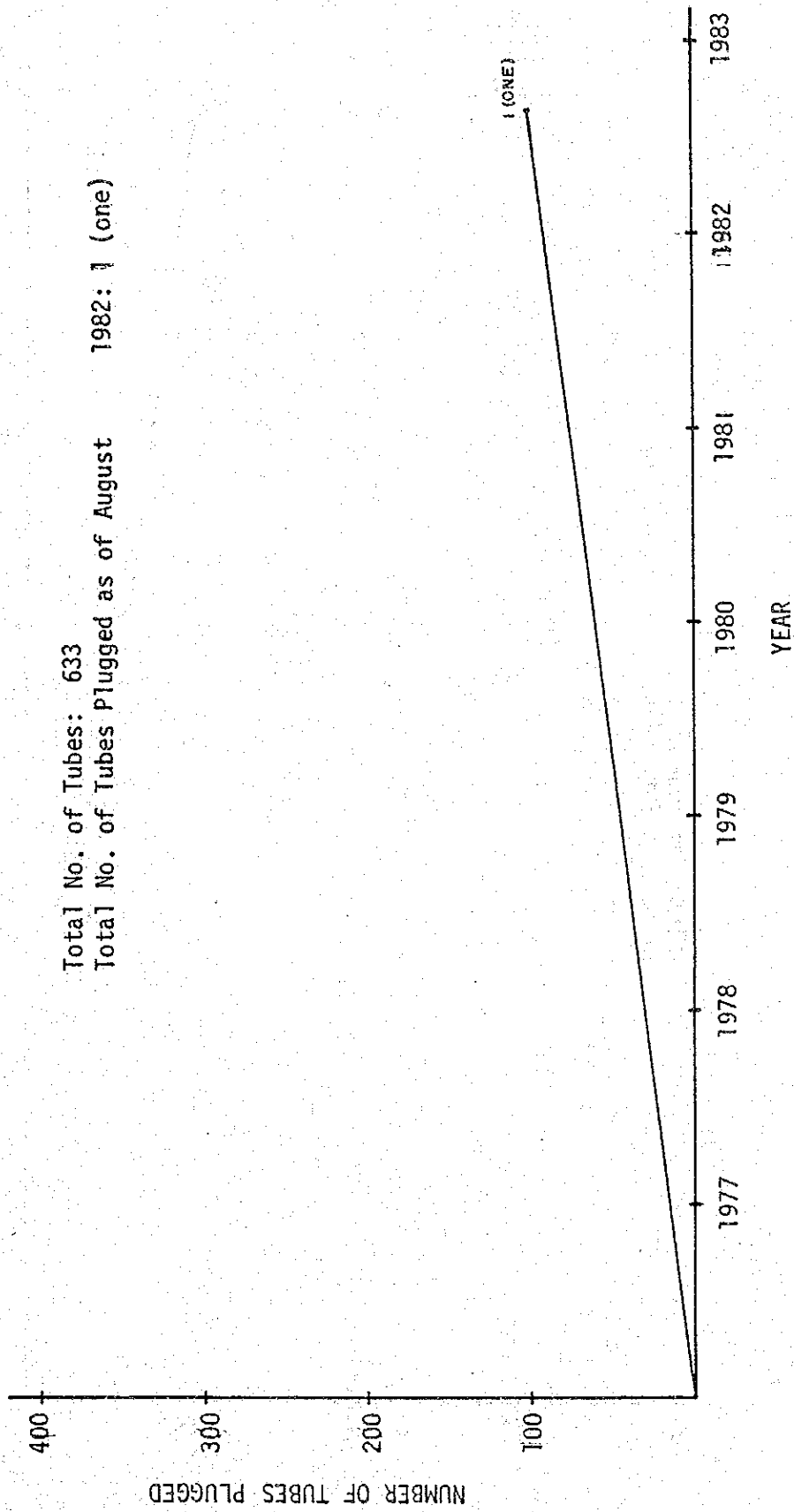


図 5 M-6 ガーディーナー 2 号 高圧給水加熱器 No. 5 B

HPH-6A No. of Tubes: 633  
Date Installed: Oct. 6, 1969  
No. of Tubes Plugged as of March 31, 1983 = 40

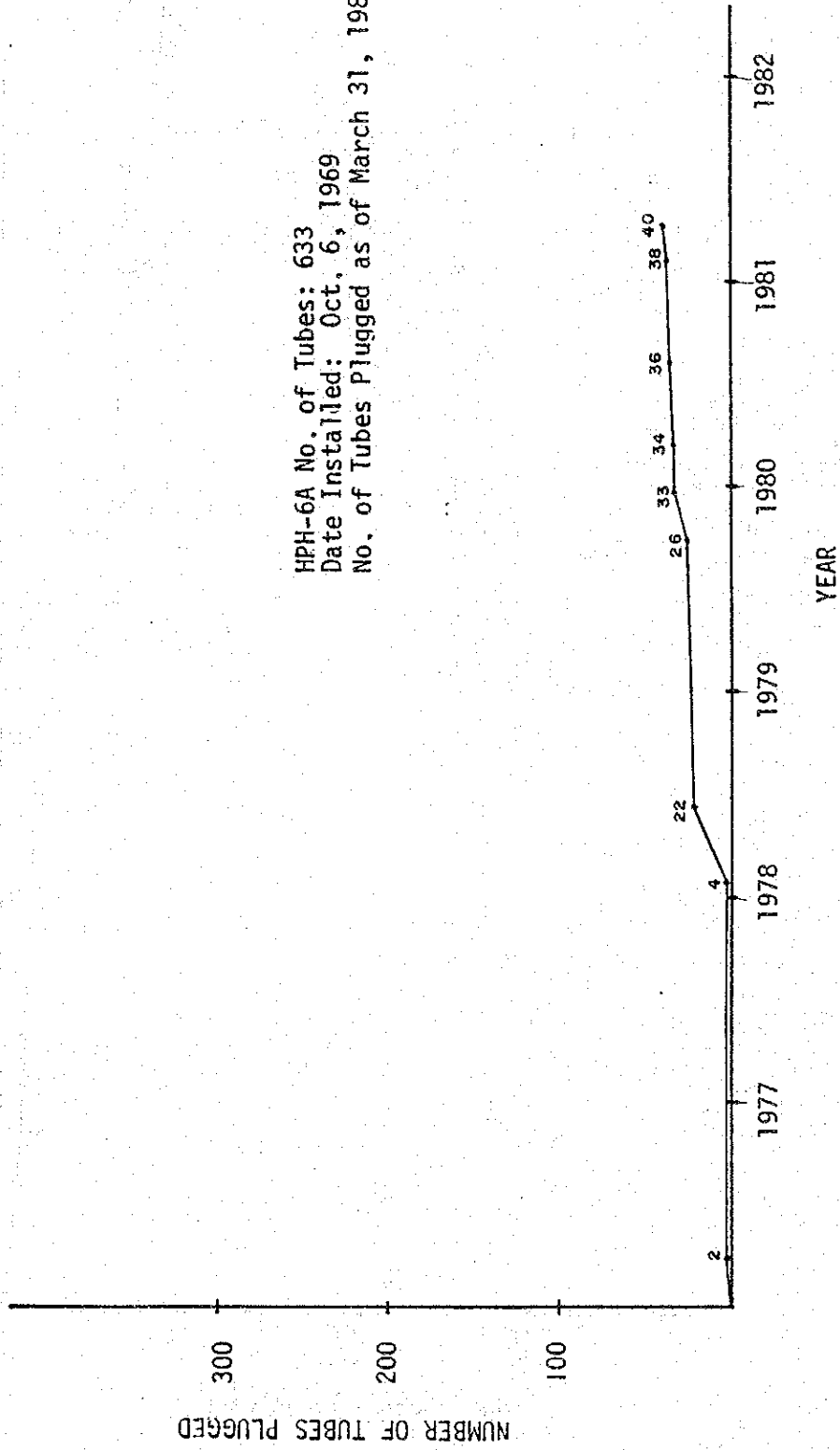
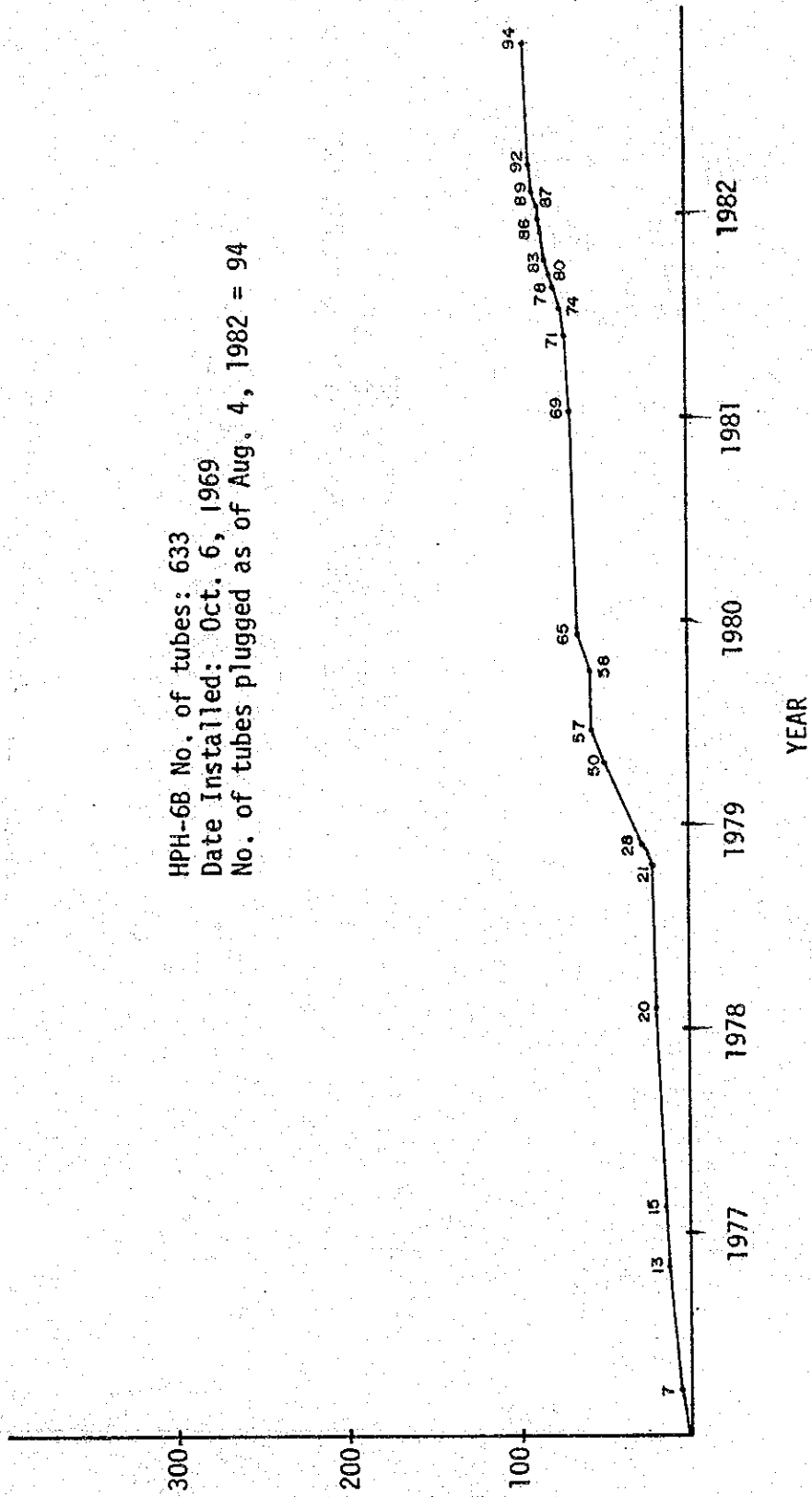


図 5 M-7 ガードナー 2 号 高圧給水加熱器 6 A

NUMBER OF TUBES PLUGGED



HPH-6B No. of tubes: 633  
Date Installed: Oct. 6, 1969  
No. of tubes plugged as of Aug. 4, 1982 = 94

図5M-8 カードナー2号 高压给水加热器 6B



Main Condenser no. of tubes: 24,400  
 Date Installed: April 17, 1971  
 Total no. of Tubes Plugged as of July 25, 1982 = 255

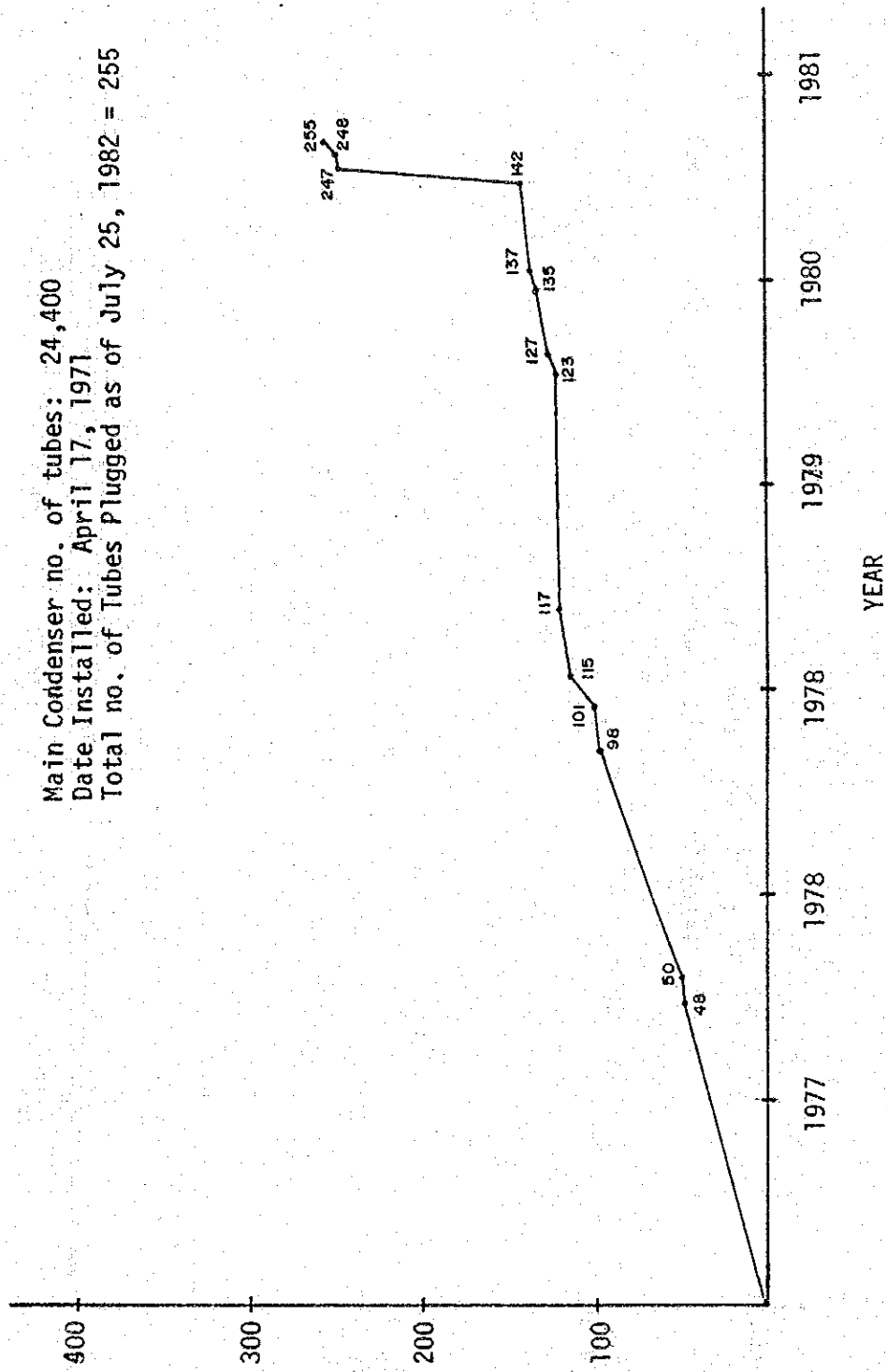


図 5 M-9 スナイダー-2号 主復水器

Total No. of Tubes: 508  
 Total No. of Tubes Plugged as of July 10, 1980: 1 (one)

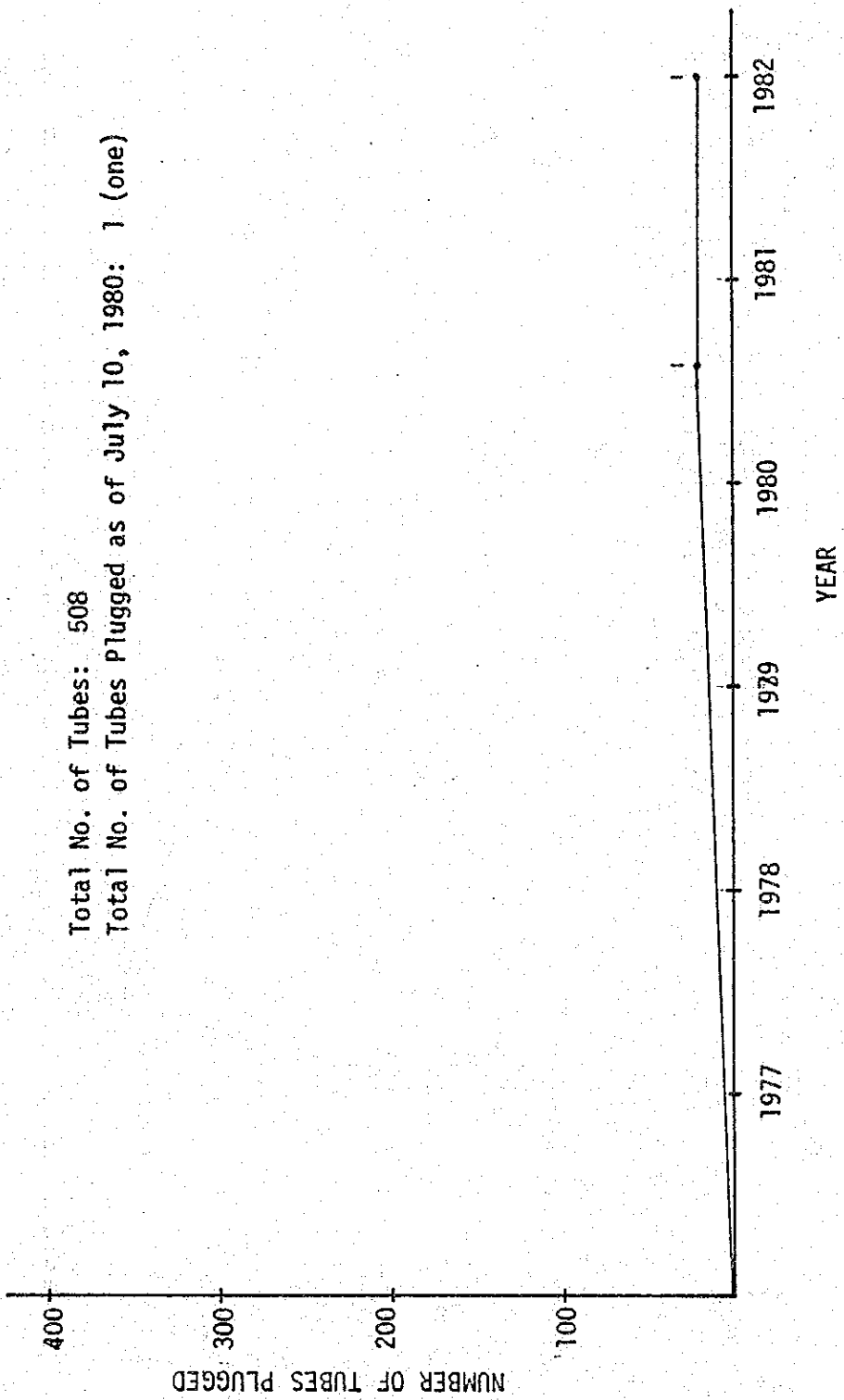


図 5 M-10 スナイダー 1 号 低圧給水加熱器 1

Total No. of Tubes = 539  
Total No. of Tubes Plugged as of March 7, 1982 = 38

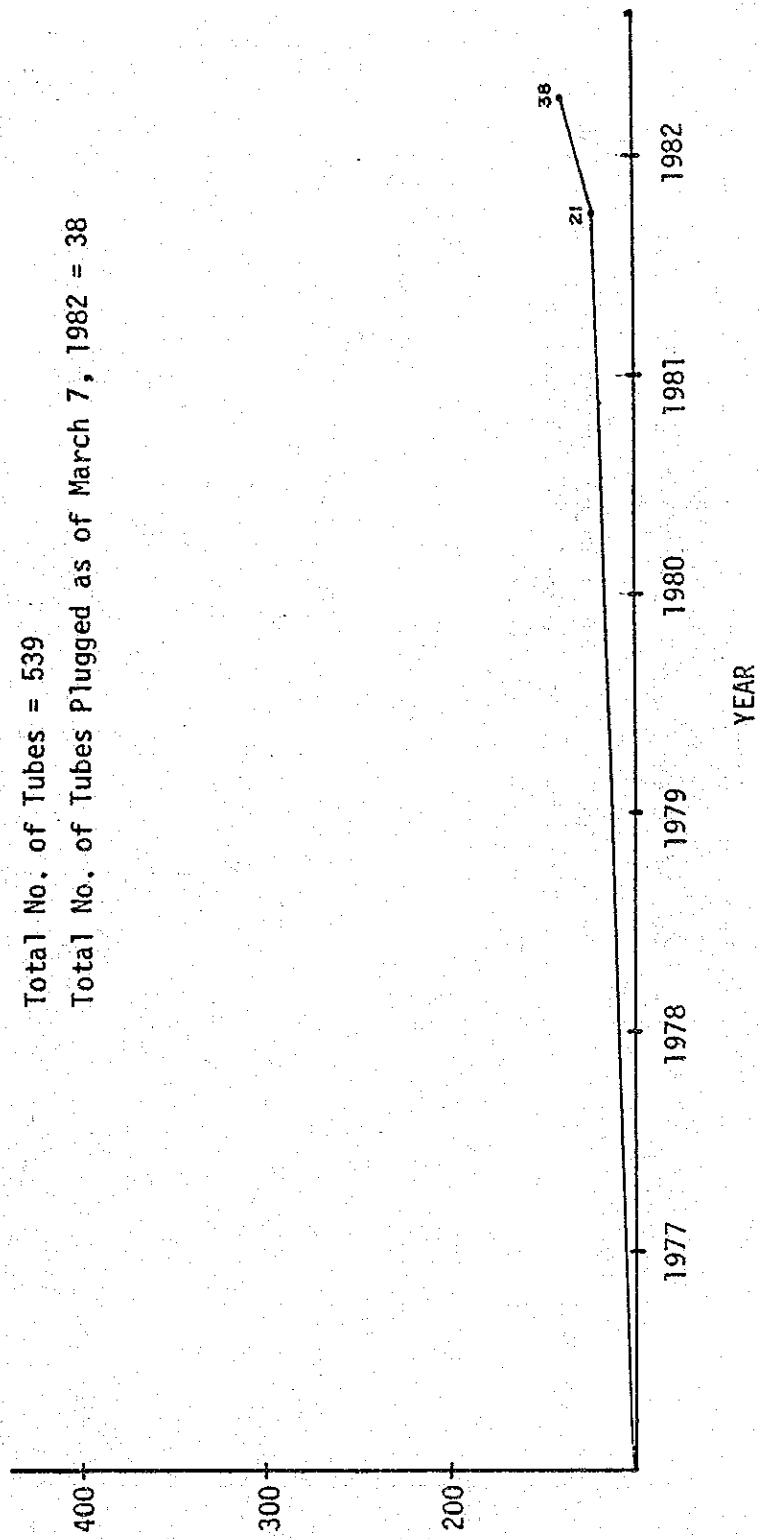


図5M-11 スナイダー1号 低圧給水加熱器 No. 2

LPH-3 No. of Tubes; 539  
 Date installed: April 17, 1971  
 No. of tubes plugged as of March 6, 1982 = 233

\*Whole heater will be replaced during the forthcoming unit overhauling. (Plan) '82 overhauling

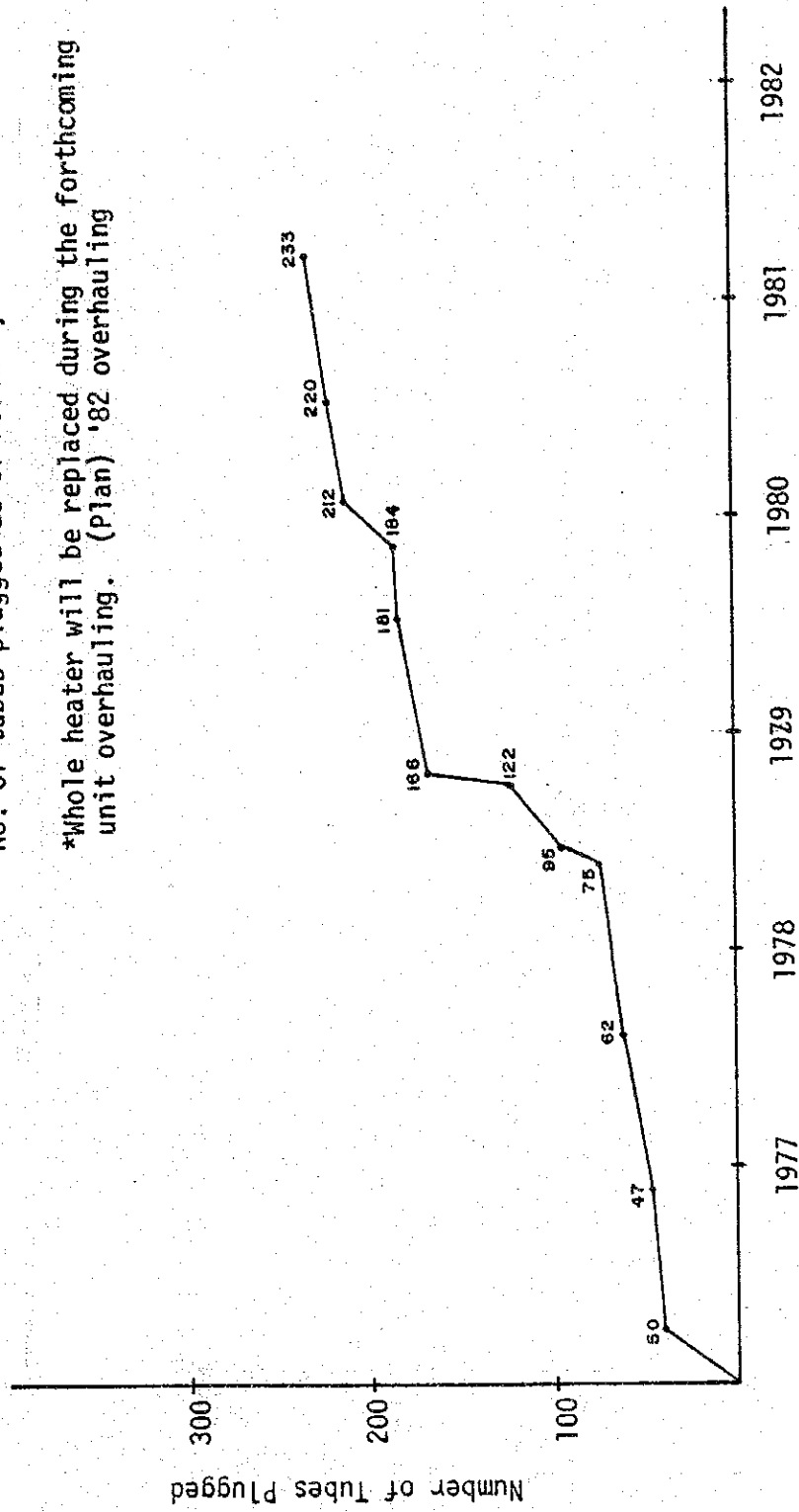


図 5 M-12 スカイダー 1 号 低圧給水加熱器 用 3

HPH 5A No. of Tubes: 633  
 Date Installed: March 17, 1979  
 No. of Tubes Plugged as of March 19, 1982 = 35

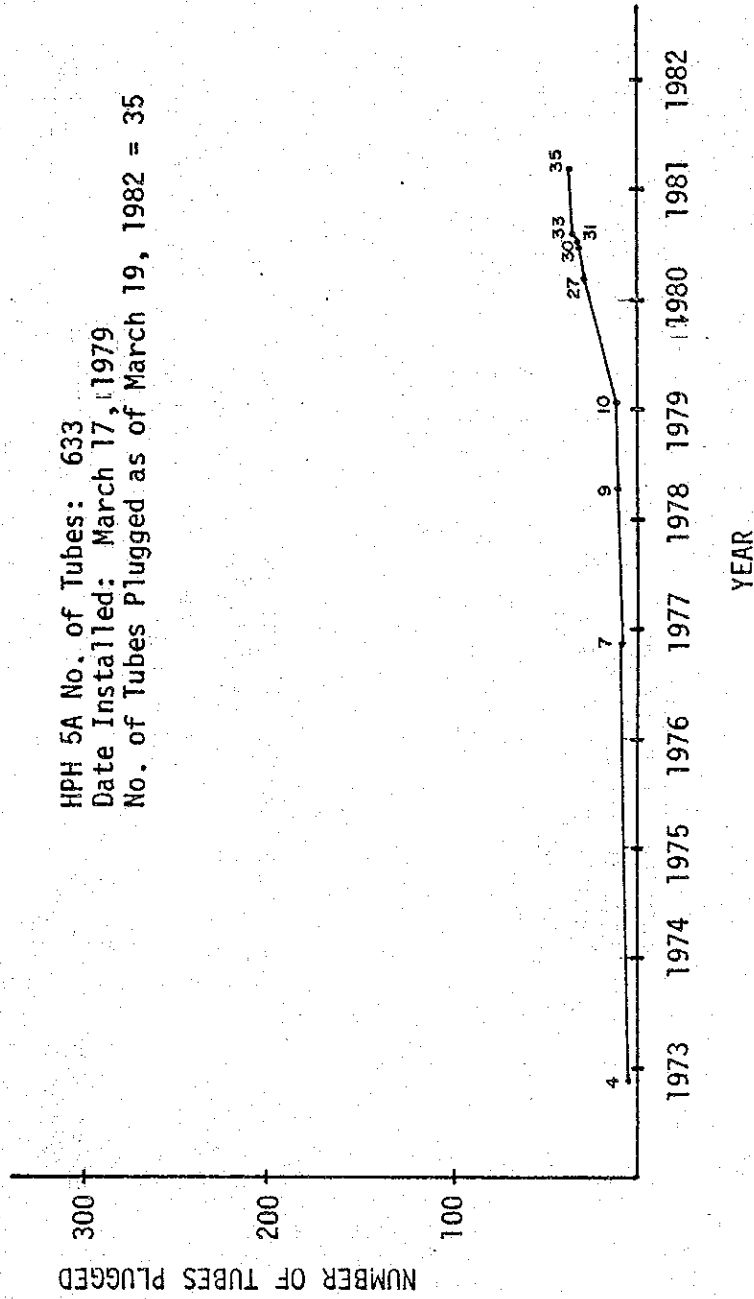


図 5 M-13 スナイダー 1 号 高圧給水加熱器 No. 5 A

HPH-58 No. of Tubes: 633  
 Date Installed: March 17, 1971  
 Total No. of Tubes Plugged, 46

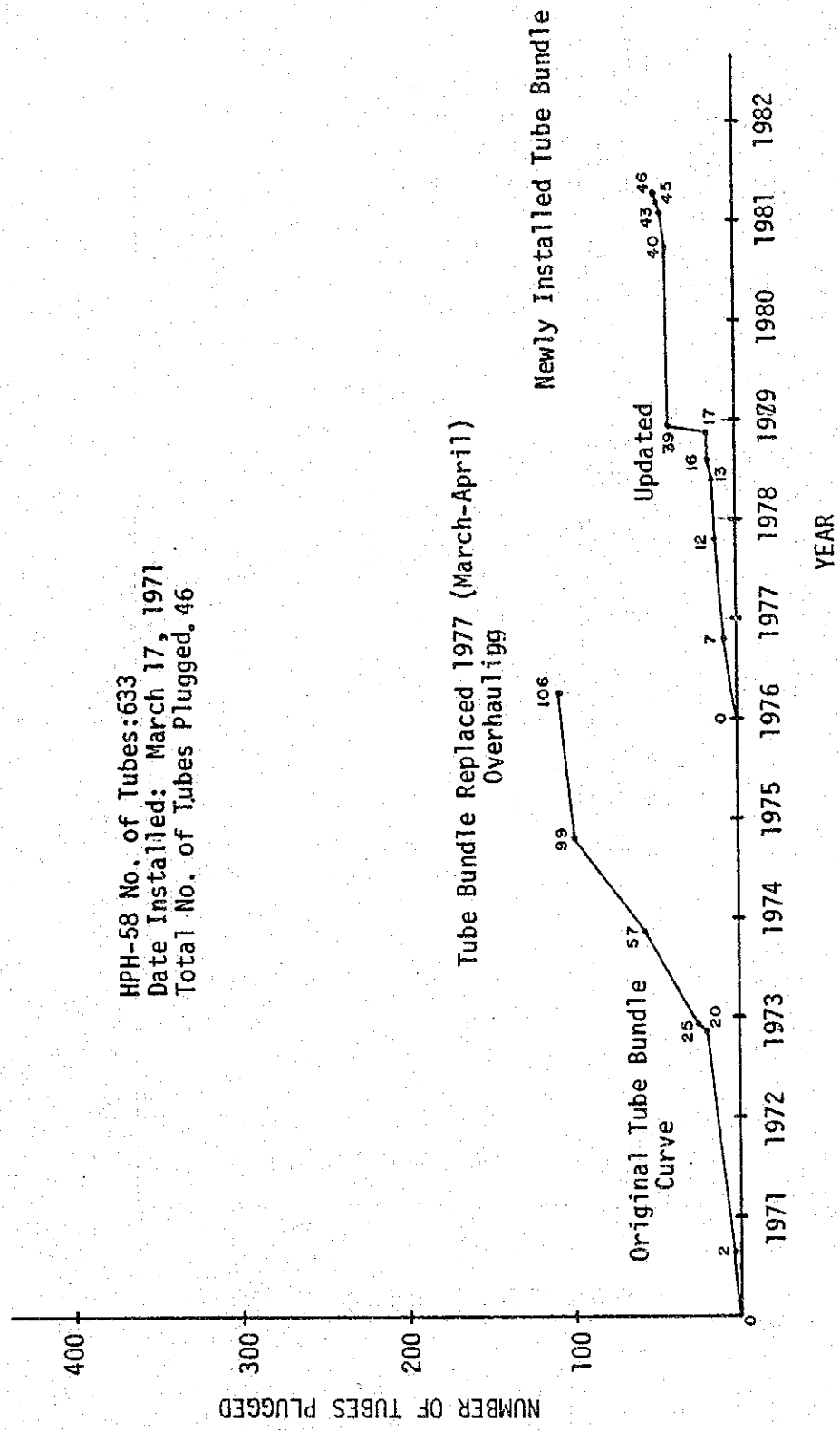


図 5M-14 スナイダー 1号 高圧給水加熱器 5 B

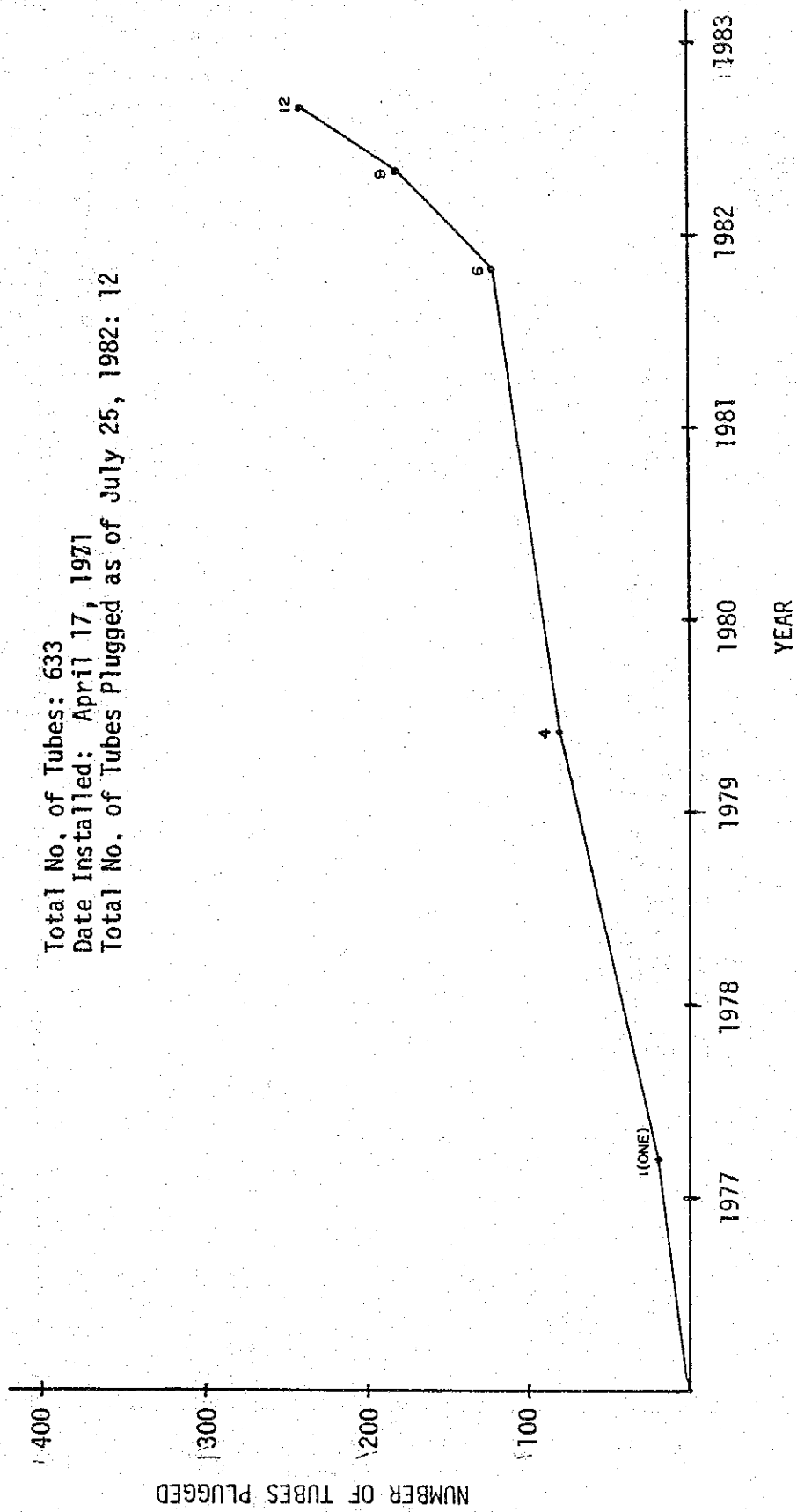
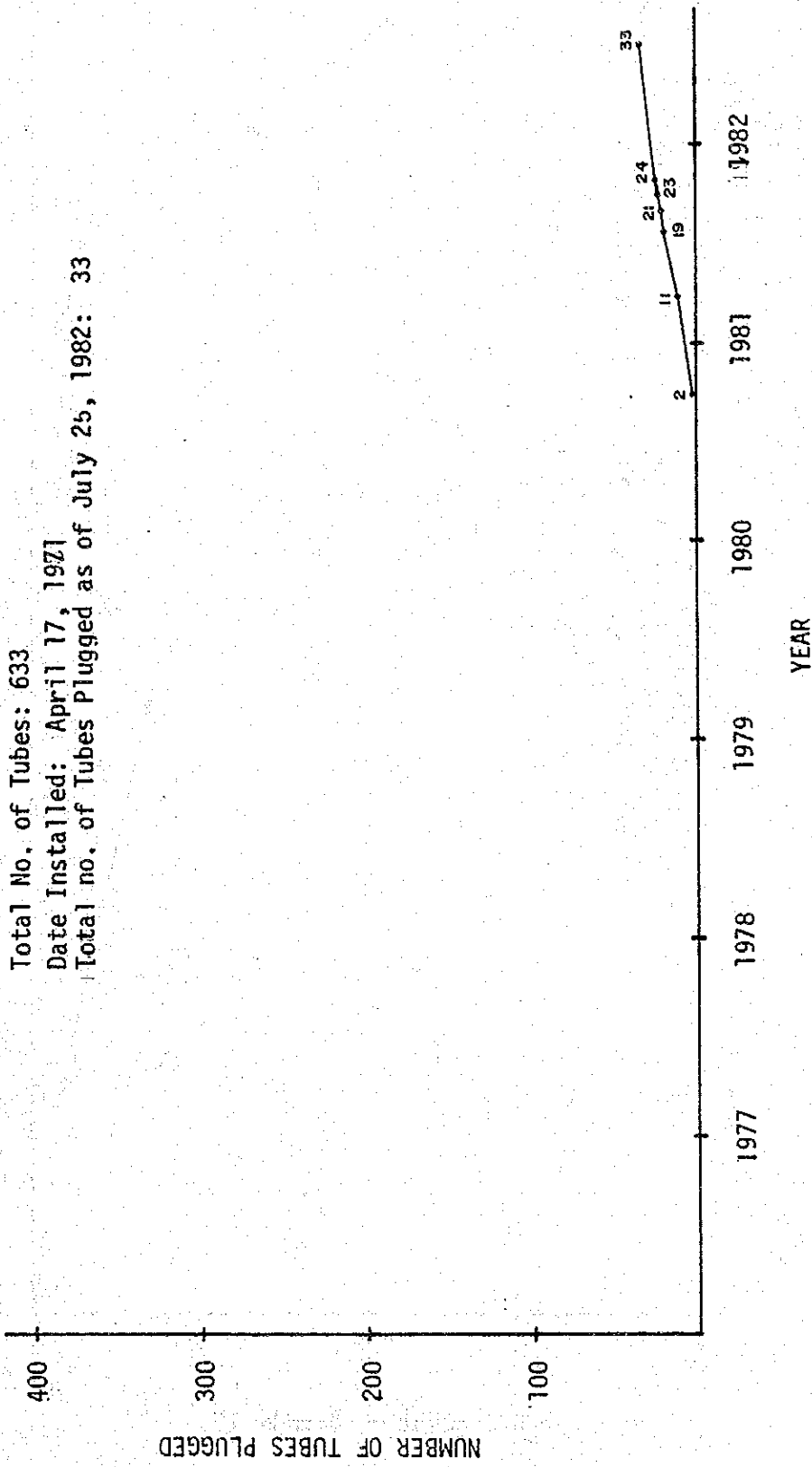


図 5 M-15 スナイダー 1 号 高圧給水加熱器 No. 6 A



Total No. of Tubes: 633  
 Date Installed: April 17, 1971  
 Total no. of Tubes Plugged as of July 25, 1982: 33

図 5 M-16 スナイダー-1号 高圧給水加熱器 No. 6 B



Main condenser total no. of Tubes = 34,800  
 Date Installed: June 6, 1972  
 Total no. of Tubes Plugged as of June 2, 1982: 58

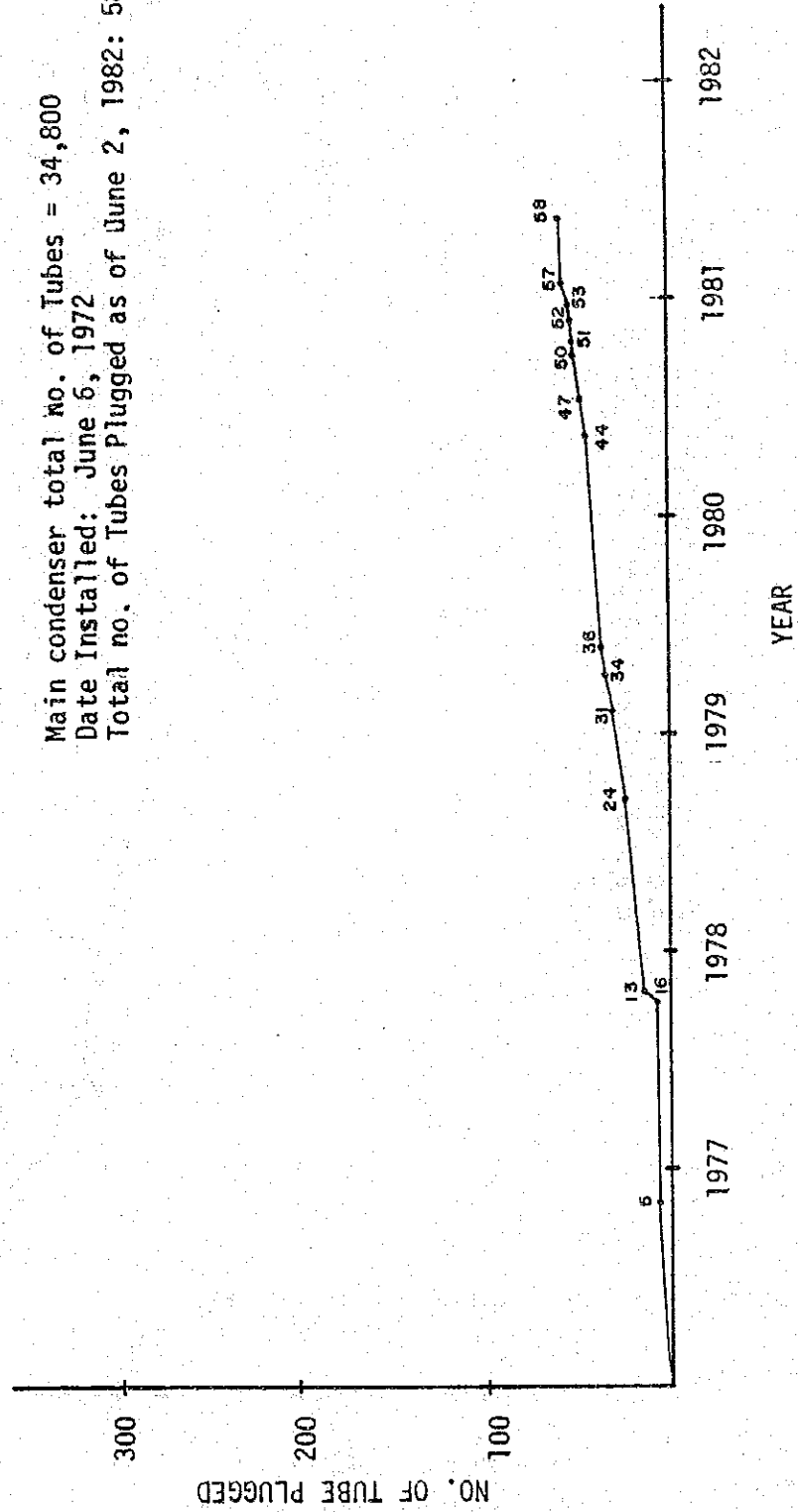


図 5M-17 スカイダ-2号 主復水器

LPH No. 2 Total number of tubes: 755  
 Date Installed: June 2, 1972  
 Total No. of tubes plugged as of July 24, 1981 = 135

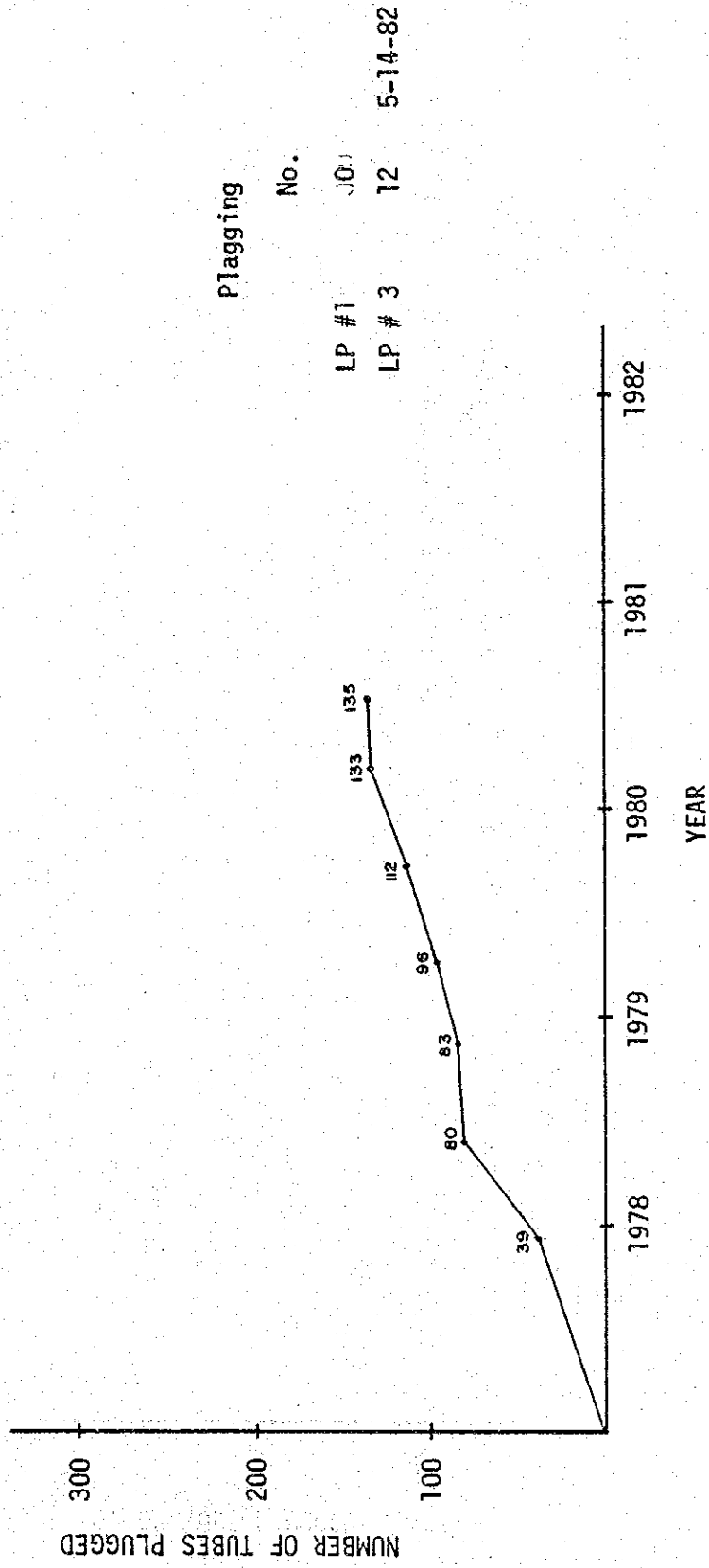


図 5 M-18 スナイダー 2 号 低圧給水加熱器 2

HPH-5A Total no. of Tubes: 749  
 Date Installed: June 2, 1972  
 Total no. of Tubes plugged as of Aug. 27, 1981 = 295

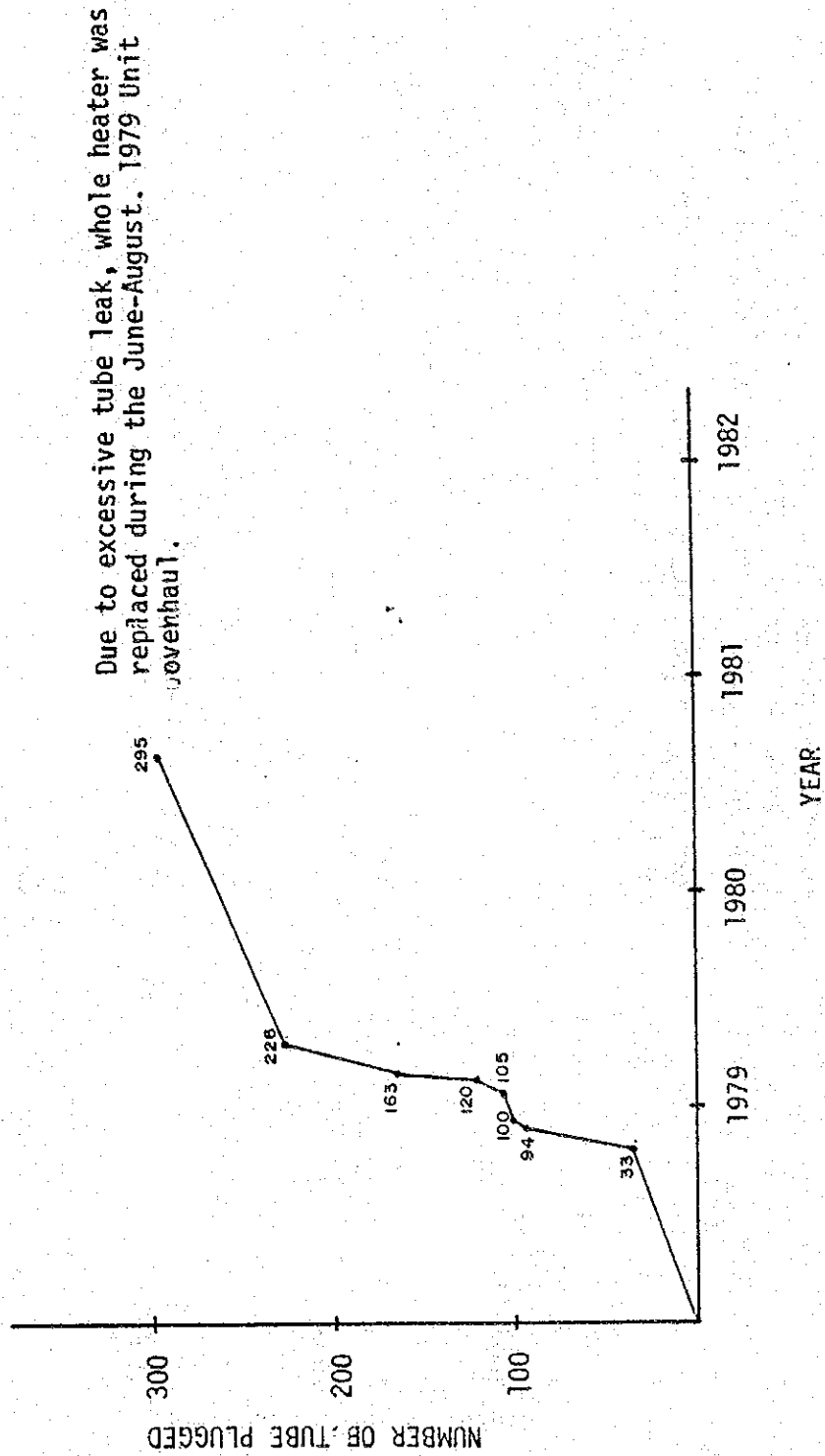


図 5.M-19 スナイター 2号 高圧給水加熱器 No. 5 A

HPH-5B Total No. of Tubes: 749  
 Date Installed: June 2, 1972  
 Total No. of Tubes Plugged as of Aug. 20, 1981 = 123

\*Heater was repalced during the unit overhauling  
 March 1982.

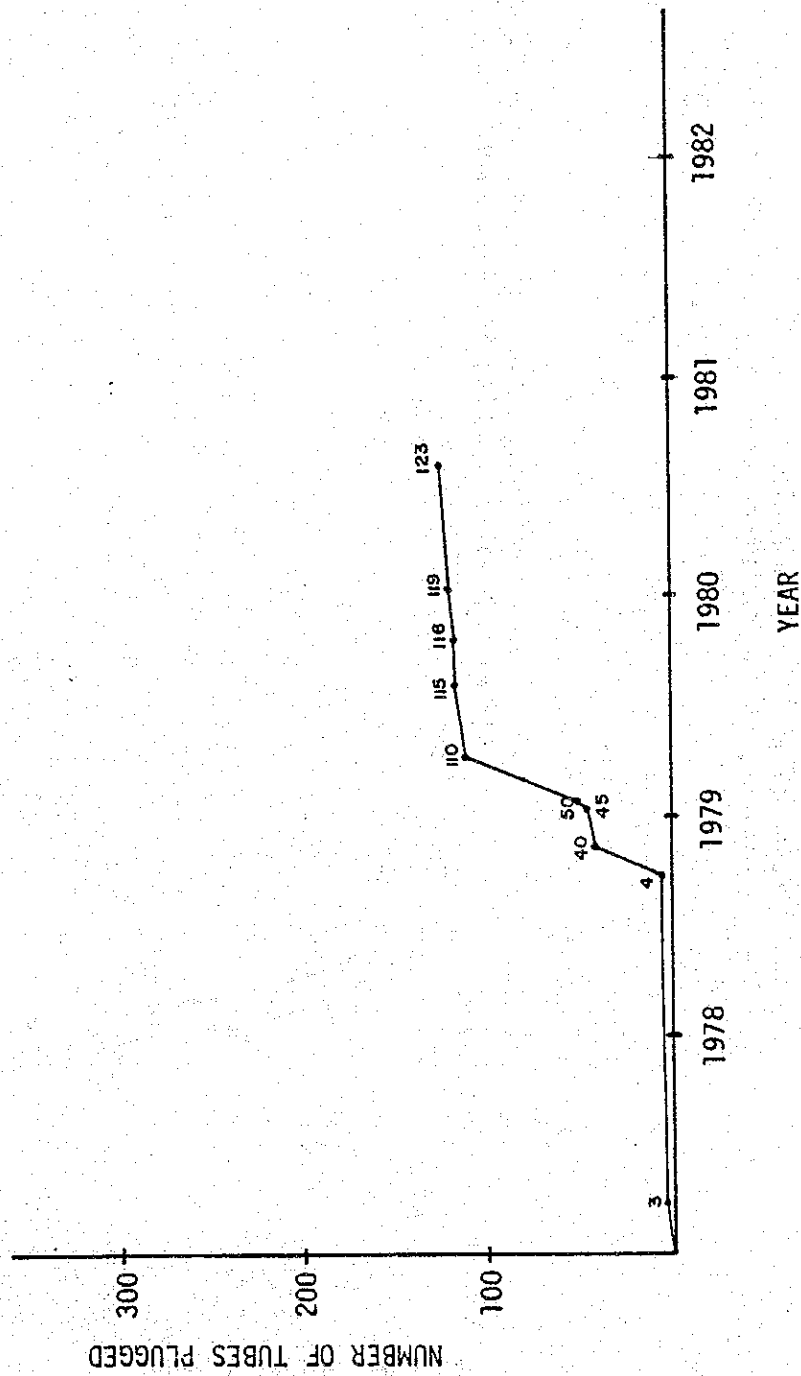


図 5 M-20 スナイダー 2 号 高圧給水加熱器 5 B

HPH6A total no. of Tubes = 707  
 Date Installed: June 2, 1972  
 Total no. of tubes plugged as of Aug. 28, 1981 = 229

\*Heater was replaced during the unit overhauling - March, 1982.

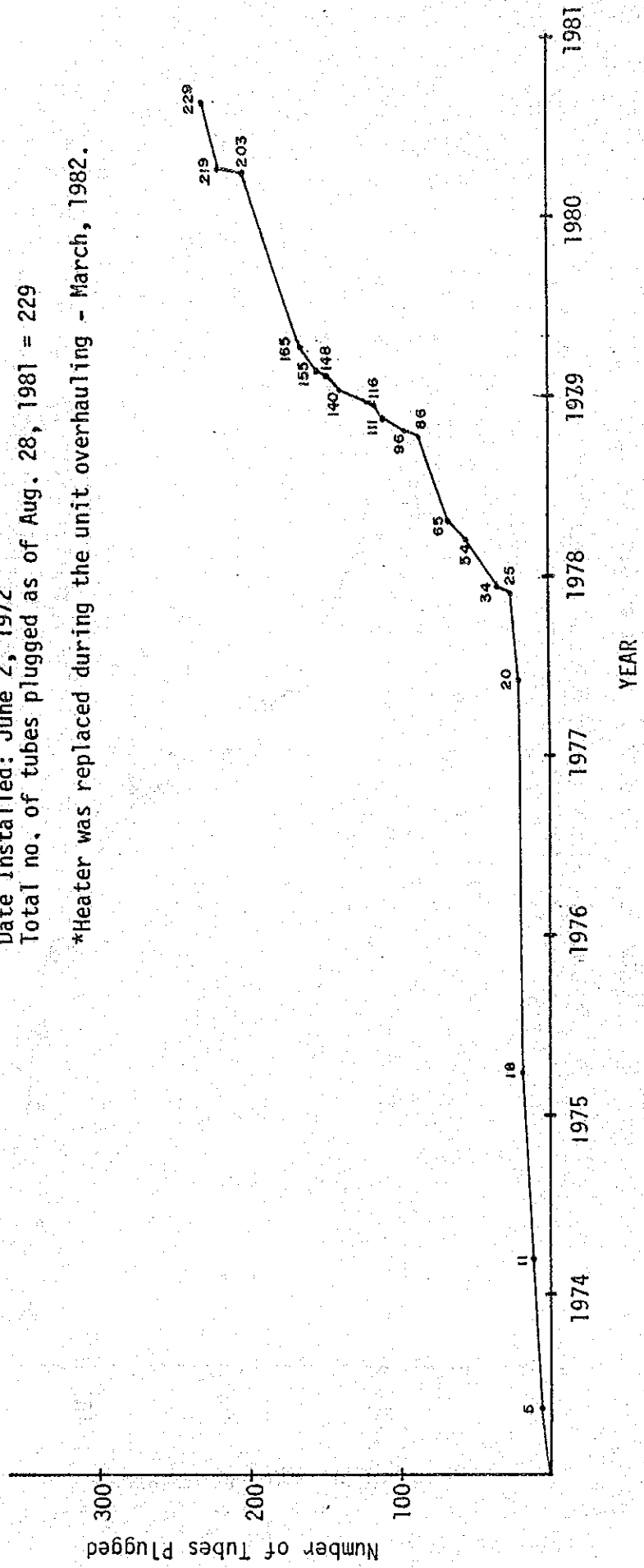


図 5M-21 スナイダー 2号 高圧給水加熱器 6A

HPH-6B Total no. of Tubes: 707  
 Date Installed: June 6, 1972  
 Total no. of Tubes Plugged as of Dec. 13, 1981

\*HPH-6B was put off to service as a result of excessive tube leak.

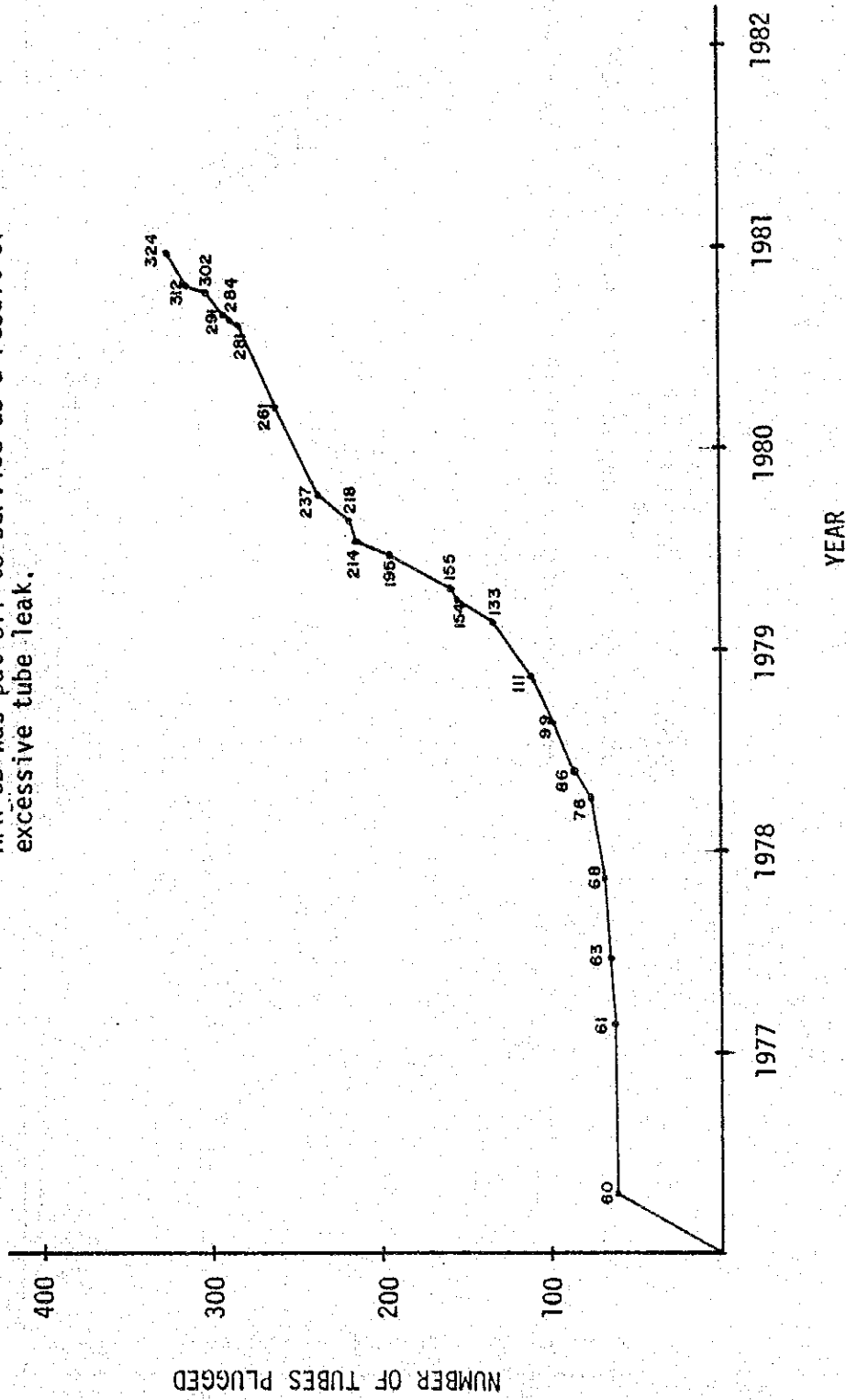


図 5M-22 スナイダー 2 号 高压给水加热器 6 B

e. 発電機

(a) 発電機本体

i KWUの報告によると前回の定期修理時に進相運転中に生じたと思われる固定子端部の局部過熱がスナイダー2号発電機で発見された。発電機は現在水素圧力を上昇し、新しくKWUが提案した可能出力曲線内で運転されている。

詳細な報告及勧告については「発電機固定子端部の過熱について」を参照されたい。

ii 過去に、送電力リレー動作による発電機トリップが9回生じている。このトリップはタービントリップ・インターロックの不具合によって生じたものと考えられる。

タービン主塞止弁のリミットスイッチ及び補助リレーを詳細点検し、調整すること。

iii ガードナー1号発電機はAVR故障によって生じたと思われる。過励磁又は不足励磁によって頻繁にトリップしている。そしてAVRは現在手動運転中である、不具合部の取替修理を緊急に実施すること又、防塵型AVRキュービクルの採用を検討すること。

IV 事故記録によると、発電機本体及び励磁機の故障は下記のとおりである。

ガードナー1号ユニット

1982年3月9日	ユニット停止	定期修理中 励磁機側、シールリングの不良が発見された。
-----------	--------	--------------------------------

ガードナー2号ユニット

1973年 9月22日	ユニット停止	14.4 kV相分離母線点検
1978年10月25日	〃	水素リーク大、修理
1978年11月 6日	ユニットトリップ	励磁機故障
1982年 6月 9日	ユニット停止	励磁機故障

スナイダー1号ユニット

1981年12月11日 ユニット停止 発電機 - 低圧タービン、カップリング  
点検、センタリング不良あり  
発電機シールリングの損傷発見

スナイダー2号ユニット

1977年11月 5日 ユニット停止 発電機直流高圧試験実施

1982年6月ガードナー2号発電機用励磁機がダイオードの焼損のため故障した、以降励磁機の絶縁抵抗のチェックを毎直実施している。しかし地絡検出リレーは接地抵抗が1000オーム以下にならないと運転中の接地事故を検出できない。従ってユニット停止直後及び起動前にメガーによる絶縁抵抗の測定を実施すべきである。

(b) 発電機保護継電器

i 発電機地絡保護継電器の設定 (64G)

\*地絡故障警報設定

$$20V \quad (20/138.5 \times 100 = 14.4\%)$$

\*地絡故障トリップ設定

$$68V + 0.1秒$$

$$68V \quad (68/138.5 \times 100 = 49.5\%)$$

警報設定は適切である。しかし64Gのトリップ設定は完全接地電圧の30%とし5~10分の時限をもたせることを推奨する。

$$40V + 10分タイマー$$

接地が発生した場合、運転員は発電機トリップを10分間以内に防止することができる。

注 完全接地電圧

$$\frac{14,400}{13} \times \frac{240}{14,400} = 138.5V$$



(c) 自動電圧調整装置 (ガードナー 1, 2号及びスナイダー 1, 2号)

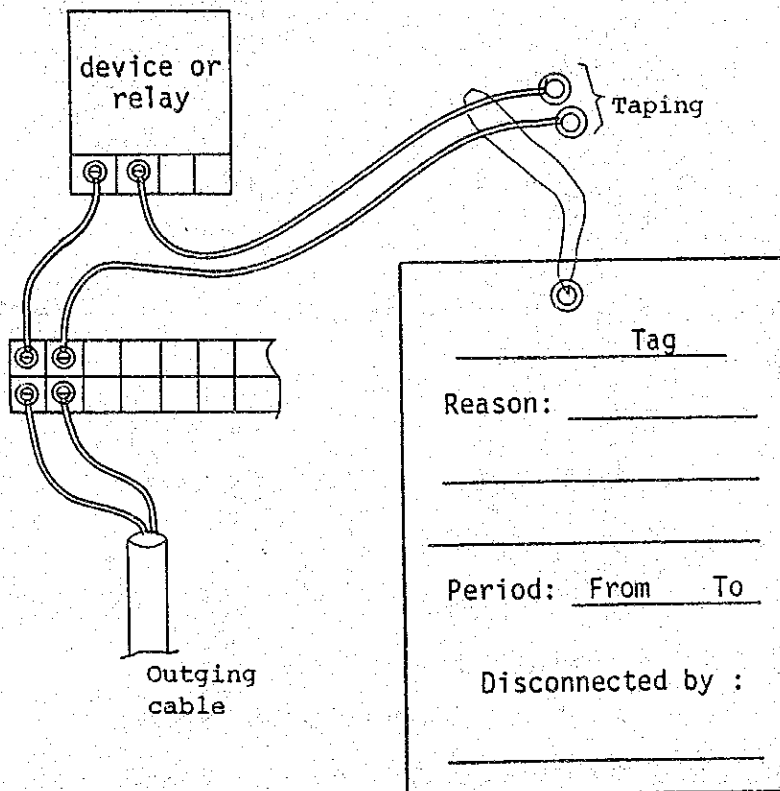
i 制御ユニット、電磁接触器及び接続端子から多数の線が仮に切離されているのが見受けられた、そしてこれらの切離された線はテーピングされていない。電線を切離す場合はテーピングを行ない将来の再接続もしくは修理のため、切離しの理由、期間等を記入したタグを取付けるべきである。

(図 5 E - 1 タグシステム参照)

ii 開放型補助リレーが使用されている。シール型補助リレーを、特に汚損されやすい場所や換気不十分な場所において使用することを推奨する。

iii ケーブル導入部の開口部がエポキシ又は耐熱性コンパウンドでシールされていない。これらの開口部は防塵のため上記シール材でシールすべきである。

図 5 E - 1 タグシステム



## 発電機固定子端部の局部過熱について

### 1. 経緯

NAPOCOR より受領した書類を検討した結果、その経緯は次のとおりである。

1978年7月14日

KWUよりの文書

スナイダー2号及びマラヤ1号と同型機の固定子コイルが鉄心端部の過熱により損傷した。この固定子端部の過熱は進相運転によって生じたものと考えられる。

KWUは水素圧力を設計の45Psiより60Psiに、又発電機出力を縮小された可能出力曲線の範囲内で運転するよう勧告した。

1979年7月16日

KWUよりの文書

KWUは上記勧告が無視されていると指摘、勧告の実施を強く再勧告した。

1979年7月16日

KWUの文書の添付書類

水素圧力上昇のために必要な部品の見積書が添付されていた。

1979年12月11日

スナイダー2号に低励磁制限装置を設置することがKWU及びNAPOCORの間で合意された。

1980年1月29日

発電機運転記録(毎時)の評価がKWUによって行なわれた、その結果は次のとおりである。

スナイダー2号のデータでは損傷のきざしはない、もし損傷があるならばこのデータ以前のものであろう。

マラヤ2号のデータではコアにわずかな損傷があるかも知れない。

KWUは水素圧力を60Psi以下にしないこと、発電機出力を決して新しい可能出力曲線以上で運転しないよう強く勧告した。

1980年2月-7月

マラヤ1号の定期修理実施

1980年7月17日

定期修理の結果、マラヤ1号発電機の固定子端部に局部過熱が発見された。

KWUは水素圧力の上昇及び新しい可能出力曲線の範囲内での運転を再び勧告した。

1981年2月-8月

スナイダー2号の定期修理実施

1981年4月1日

KWUはスナイダー2号の発電機にも局部過熱が発生していることを報告しマラヤ1号と同様に水素圧力の上昇及び可能出力曲線内での運転を勧告した。

1981年8月12日

KWUはスナイダー2号の点検報告書を提出し、この中で固定子端部の局部過熱はマラヤ1号の場合よりもひどいことが判明したことを報告している。KWUは、この現象はしばしば低励磁運転、もしくは進相運転が行なわれたか、又は水素圧力が45Psi以下であったか、水素純度が規定値を維持されていなかったかのいずれかであろうと述べている。

1981年11月8日

NAPOCORの技術者は総裁に当て60Psiの運転をスナイダー2号について開始したこと、マラヤ1号については容量の大きいシールオイルポンプが到着次第実施できることを報告した。固定子端部過熱問題の解決のためには三つの案がある。第1案は固定子を取替えること、第2案は故障が発生するまでこのまま待ち、故障が起ってから修理する、第3案は現地で固定子端部及びコイルの取替を実施すると言うものである。

結論として、危険な時間が短いこと、修理代が安いことなどの理由により第3案が推奨された。

1982年2月26日

NAPOCORの技術者は総裁あてに第3案の実施のため詳細な検討書をつけて推奨案を提出した。

1982年9月

本問題の解決のための行動は何もなされていない。

## 2. 勸告

解決の糸口をつかむためにNAPOCORは次の様な事項について質問しKWUと協議すべきであると考える。

- (1) もし水素圧力を60Psiに維持していたら固定子端部の損傷を防止できたか？
- (2) 同型の発電機において損傷を受けていない事例があるか？
- (3) KWUは過熱の原因を理論的に明確にすべきである。
- (4) 過熱を防止するためには新しい発電機の設計上どのような変更がなされているか質問すること。
- (5) KWUは同型機の修理状況すなわち、すでに修理された発電機の台数、修理されていないもの、修理予定のもの、台数、損傷の程度、などについて報告書を提出すべきである。

特にもしスナイダー2号と同程度の損傷を受けた発電機があればコイルの絶縁耐力試験のデータ、写真等について提出すべきである。

- (6) KWUは取替の範囲、鉄心及びコイルの取替方法、修理工程を明確にすべきである。
- (7) KWUは現在実施されている対策（水素圧力上昇、負荷制限、低励磁保護）の外に下記事項について再検討すべきである。
  - a. 水素ガスの流れの検討、回転子ファンの改造など
  - b. 固定子鉄心の材質コイル端部の部分的改造
  - c. 水素冷却器の追加
  - d. 過熱部の温度測定追加
  - e. その他
- (8) KWUはコイル及固定子端部の部分的な取替で可能出力曲線を当初のものに回復することができるかどうかを明確にすること。

## f. 制御と計装

### (a) 発電所の自動運転

現在ガードナー第1号ユニット(ドラム型ボイラ)の制御システムの1部が自動運転されているだけでその他の制御システムは自動運転は出来ない状況である。これがガードナー/スナイダー発電所の現状である。調査の結果として、これらの制御システムが自動運転できない理由は下記のようにまとめることが出来る。

その第1の原因は弁、ベーン及びダンパー類等の制御用駆動装置がそれらの目的とする制御機能を失っているということである。

第2番目の原因は温度、圧力、流量、レベル、その他信号伝送器類が既に信号を発生する機能を失っていることである。それらのいくつかは既に設置されていないものもあり、或は予備品が入手できないため修理されていないものもある。

第3番目は発電所設備自体が漏洩、閉塞及び故障といったような多くの故障箇所をもっていることである。従ってそれらの制御システムは自動運転を止めざるを得ないのである。

#### 既設制御システムの新型タイプへの取替に対する勧告

既設制御システムの取替が現在NAPOCORによって現在計画されている。制御システムの現状を考慮に入れ、既設の自動ボイラ制御及び起動バイパス・システムを新型タイプに取替ることを計画しているようである。しかしながら取替を実施する前に次に述べる自動運転を行ううえで必須でしかも基本的な条件が考慮され、計画されねばならない。

#### i. 新型タイプに適合する環境の徹底的な改善

空気式制御装置に比較すれば、熱、湿分、ガス及び化学物質によってより影響を受け易い要素から構成されている。従って新型制御装置に対しては適合する環境条件を確立するべきである。現状改善のためには、少く共次に述べる対策がとられるべきである。

#### (i) 中央制御室及びリレー室の空調設備の改善

リレー室に設置されている制御機器は大量のばいじんと高室温によって相当に悪影響を受けている。

特に高湿度を伴った高いばいじん濃度は継電器及びスイッチ類の接点部

に重大な故障を引き起している。又ボイラから漏洩したばいじん及びガスは電氣的接触部に悪影響を与える。従って中央制御室及びリレー室内部に高温ガス、空気及びばいじんの侵入を防止するためには、既存のボイラ室からではなく外部よりの新鮮空気を導入すべきである。

今後新規に設置される制御盤を含めて中央制御盤内のケーブル処理用の開口部、特にスナイダー1号及びスナイダー2号ユニットのそれらはエポキシ樹脂及び鋼製板で仕切る必要がある。具体的勧告案については5-

5- 頁に述べられている「中央制御室の改善」の項を参照のこと。

## (ii) ローカル制御装置の環境改善

ボイラ、特にスナイダー1号ボイラからの大量のガスリークによるボイラ周りの汚染は一時的な給水、ドレン及び蒸気の漏洩（特に二次過熱器出口ドレン及び空気抜弁ヘッダー）と共にローカル制御装置の物質的な寿命を縮めている。

- 新設のローカル制御盤を設けて、その内部に制御計装機器を納めること
- 制御計装機器への熱伝達防止のため配管及び圧力容器の完全な熱絶縁をはかること
- 制御計装機器は固定して取付けること
- 新鮮空気によるローカル制御盤の強制換気をはかること

## ii 火力発電所の将来運営に関する考慮

近い将来、マニラに於ける火力発電所は現在建設中の中央給電指令所による自動周波数制御によって運転されることになっている。

更には火力発電所の所内単独運転が考慮されるであろう。上述の現状を考慮し、制御装置の選定は水力、地熱及び原子力発電所を含めた発電所の運用の長期的観点から、なされるべきである。

自動周波数制御に対しては増負荷、減負荷率及び負荷の制御範囲を検討する必要がある。所内単独運転に対しては自動バーナ本数制御の採用及びその追従性について検討を要する。

### 制御装置の改造について

新型制御システムへの所内単独運転及び自動周波数制御機能の追加は容易

であらねばならない。改造の容易性から言えば今回のデジタル式制御装置の選定は、ケーブルの追加及び制御盤内配線の改造が少ないという面から非常に良かったと言える。この型の制御回路はプログラム・ローダーより容易に変更が可能である。

### iii. ボイラ・メーカー及びタービン・メーカーとの綿密な打合せと検討

制御装置の取替に伴う制御信号の整合、制御性及びいろいろな問題は NAPOCOR 及びメーカーとの間で取替作業を開始する前に解決すべきである。

特に電子油圧ガバナ制御装置 (EHC) 及び起動バイパス制御に関する問題は徹底的に解決されるべきである。

### iv. ローカル制御系統の完全な修復

ローカル制御系統は発電所の全自動運転を行う上で、ボイラ及びタービン制御装置等の重要な制御を支える、非常に重要な役目を果たすものである。

従ってローカル制御系統は自動ボイラ制御装置の取替と同時期に徹底的に修復されるべきである。

特に下記に述べるローカル制御系統は高い優先度でもって修復が必要である。

- 補助蒸気制御系統
- 蒸気式空気予熱器制御系統
- 復水器ホットウェル水位制御系統
- 燃料油母管圧力制御系統
- 高低圧給水加熱器及び脱気器水位制御系統

### v. 運転員及び保守技術者の再教育

自動ボイラ制御装置の取替の前に職場内訓練に基づいた運転員及び保守技術者の再訓練が行われるべきである。又保守技術者は設計、計画の時点で製作者工場に、運転員は既設発電所と同等の稼働中の実プラントに派遣されるべきである。

### vi. 定電圧定周波電源供給装置の追設

電子式制御装置は一般的に電源の電圧及び周波の変動に影響を受け易い。既設の制御電源供給装置は、その変動があるため適切な装置ではない。従って別の制御電源供給装置、即ち定電圧定周波電源供給装置が発電所の安全で

かつ安定な自動運転を行うために追設されるべきである。定電圧定周波電源装置への電源は、電源喪失及び供給信頼度を考慮に入れて二重化を計るべきである。更には将来追設されるであろう自動バーナ制御装置の電源容量を含めた容量を有すべきである。

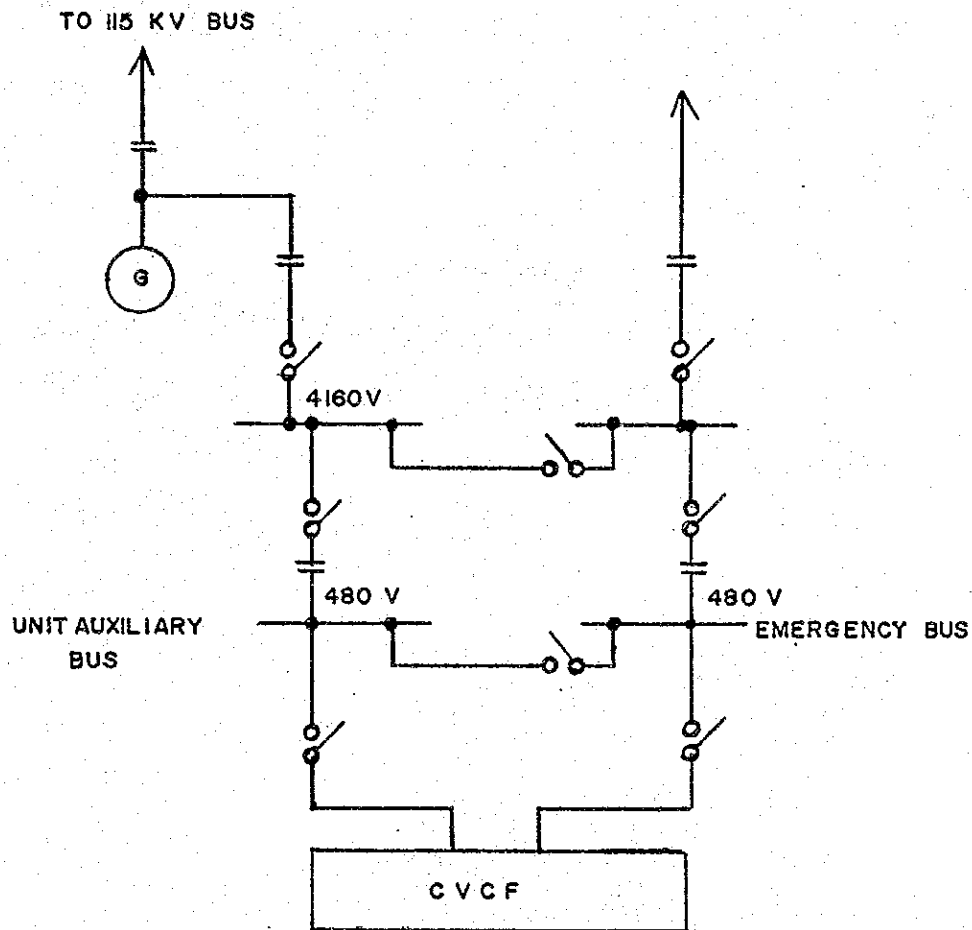


図 5 E - 2 定電圧定周波電源装置への電源供給

VII. 新型タイプ用の予備品

新型タイプの制御装置は多く集積回路を有するため、発電所現地では修理することは出来ないので、全ゆる種類の制御ユニット用の予備品カードを購入しておく必要がある。



従ってこれらの制御ユニットは製作者工場で修理されるべきである。又それらの予備品は中央制御室或いはリレー室と同一環境条件の状態に管理されなければならない。

(b) 燃料油制御系統 ( ガードナー 1, 2号及びスナイダー 1, 2号 )

i. 燃料油貯蔵タンク・ボトムヒータ制御

燃料油貯蔵タンク・ボトムヒータ制御装置は全て故障中であり、その内のいくつかは制御空気配管が取外されているものや、タンク側壁の熱電対が設けられていないものがあり、制御弁は手動で閉止され、そのバイパス弁が開けられている。満足な制御を行うためには次に述べる対策がとられるべきである。

— 制御弁の取替及び修理

— 温度制御用熱電対の取付け又は取替

— 制御空気圧力の測定及び制御空気出力の圧力のチェック

制御用空気は発電所用制御空気圧縮機より供給されており、供給空気管の長さは約 250メートルに及んでいる。

先づは制御器末端より制御空気配管内をブローした後、供給空気圧力を測定してみるべきである。もしもその圧力が相当に低下していれば、燃料油昇圧ポンプ・ヤードのような制御装置に近い所に小容量の空気圧縮機を別置して、制御空気を供給すべきであろう。

— 補助蒸気管のブロー及び蒸気ドレン・トラップの修理

燃料油加熱用の補助蒸気管上の蒸気トラップは全て故障している。全て取替えること。

フィリピンに於ける最低周囲温度は約摂氏 20度 ( 華氏 68度 ) に低下するであろう。従って燃料油の適切な温度保持のために、この制御装置は修理をなされねばならない。

ii. 主燃料油ローカル制御

燃料油ポンプ周り計装盤

主燃料油ポンプ、ストレーナ及び定差圧燃料油ポンプの出入口の圧力計はすべて壊れている。しかもその内の或るものは既に取外され、或るものは正確な指示をしていない。

上記に述べた圧力計は発電所の安全運転には少くとも必要なものであり、それらは新しいものと取替えるべきである。又軽い水銀の振動によって発電所をトリップさせないよう燃料油供給母管上の水銀式圧力スイッチはマイクロ・スイッチ形と取替えるべきである。更にストレーナ前後の差圧検出にマイクロ・スイッチ形差圧計を取付け、「油ストレーナ差圧高」の事前警報を追設すべきであろう。燃料油配管上の圧力計、圧力スイッチ及び圧力発信器等の計器は直圧式ではなく隔膜式検出法を採用すべきであろう。

### iii. 燃料油温度制御 (スナイダー 2号)

温度発信器を含めた燃料油温度制御装置は燃料油加熱器に非常に接近して設けられている。従って燃料油加熱器の熱絶縁の悪さによりこの温度制御装置は相当に加熱されている。この温度では制御弁内の駆動用ダイヤフラムは破損する。従って燃料油加熱器の保温工事をやり直すか、又は温度の影響を受けない他の場所に移すかする必要がある。

### iv. 定差圧燃料油ポンプ (ガードナー 1号及びスナイダー 1号)

定差圧燃料油ポンプは運転されていない。ガードナー 2号及びスナイダー 1, 2号の主燃料バーナはストレーナ・メカニカル・アトマイザー形のものではなくリターン・フロー・アトマイザー形で設計されている。このバーナを定差圧燃料油ポンプを運転せずに使用すれば長炎を引き起す可能性を有し、炉内で不完全燃焼の原因となり、ひいては空気予熱器エレメント上に未燃炭素の付着によって最悪の場合は空気予熱器の火災、又は空気予熱器の閉塞を引き起すことにもなる。

次回の定期修理期間中に必ず定差圧燃料油ポンプを修理し、運転するようにすべきである。

### v. 燃料油母管圧力制御 (スナイダー 1, 2号)

燃料油母管圧力制御は燃料油の安定燃焼を保つうえで非常に重要な制御である。しかしながらスナイダー 1, 2号の制御装置は湿分或いはドレンによって制御空気が汚染されているため自動運転がなされていない。

次回定期修理期間中に制御用空気配管の完全なブローが必要である。

### vi. バーナ母管圧力監視 (ガードナー 1, 2号及びスナイダー 1, 2号)

現在燃料油供給圧力は定差圧燃料油ポンプの出口で監視されている。バー

ナの点消火の正確な圧力を知るためには、将来の自動負荷変化を考慮に入れば、燃料油バーナにできるだけ近い供給圧力を監視すべきであろう。バーナ運用の至便性を考慮したバーナ供給母管圧力指示計、警報及び表示灯を含めた総合的監視盤の設置が望まれる。

#### VII. バーナ火炎の監視

既設の燃焼設備にはバーナ火炎検出器は設置されていない。従ってバーナ火炎を連続的に監視することが出来ない。バーナの安全運転を行い、燃料油の火炉内への漏洩及び火炉内爆発を防止する目的で、ガードナー1、2号及びスナイダー1、2号の中央制御室内に火炎監視テレビを設けるべきである。

#### VIII. ガードナー/スナイダー発電所の燃料油移送管内の燃料油温度監視

燃料油移送管上には温度計が設置されていないので、その監視はされていない。更には燃料油貯蔵タンク・ボトム・ヒータ制御装置はすべて破損している。しかもこの移送管は部分的に埋設管となっている。燃料油は固形化を防ぐために適切な温度に維持されねばならない。

温度を一定に保つ目的で貯蔵タンク・ヤード近くに位置する燃料油昇圧ポンプ監視室内に温度記録計を設置すべきである。温度信号発信器は燃料油供給ポンプ迄50メートル毎に設置すべきであろう。

#### (c) 給水制御

##### I. ボイラ給水ポンプ廻りの計装 (ガードナー1、2号及びスナイダー1、2号)

ボイラ給水ポンプ用のインターロック用圧力スイッチはすべて水銀式のものである。これらは軽い振動でさえ悪影響を受け、ボイラ給水ポンプを停止に至らしめ、最終的にはユニット停止を引き起すこともあり得る。既設の圧力スイッチの用途は下記の通りである。

潤滑油ポンプ自動起動用 (PS-28)

潤滑油ポンプ圧力低警報用 (PS-14)

潤滑油ポンプ停止用 (PS-15)

ボイラ給水ポンプ起動インターロック用 (PS-13)

ボイラ給水ポンプは発電所の補機のうちでも非常に重要な補機である。従って既設圧力スイッチは、軽い振動や熱膨脹による誤動作を防止する意味で

すべてマイクロスイッチ形に取替えるべきである。又上記の問題に加えて水銀形圧力スイッチは圧力の設定及び調整が困難である。その点マイクロスイッチ形は標準圧力試験器によって設定、調整は簡単にできる。

## ii. 給水流量制御弁

ガードナー 1 号

給水制御弁の弁座及びシートは前回定期修理期間中に新品と取替えられている。

この制御装置は MERALCO 時代に 3～5% MCR/分 の負荷変化率でもって自動周波数による負荷変化試験の経験をもっている。現在も比較的良好な状況のもとで自動運転が行われている。

ガードナー 2 号及びスナイダー 1 号

ガードナー 2 号及びスナイダー 1 号の給水制御弁からは相当の給水の漏洩がある。ガードナー 2 号のそれは現在定期修理中である。

弁が全閉の状態でも両ユニットの弁とも約  $\frac{1}{3}$  MCR 相当の量が流れている。このような状態ではユニットの起動時は給水流量はまったく制御され得ない。スナイダー 1 号用給水制御弁は修理をすべきであり、或いは必要ならば取替えるべきであろう。

## iii. タービン駆動ボイラ給水ポンプ回転数制御

ガードナー 2 号及びスナイダー 1, 2 号

上記 3 ユニット用の回転数制御機構には遅れ時間が存在している。

従って負荷変動の自動追従が出来ず、自動制御運転は不可能である。この遅れ時間も下記の手動運転操作によって確認することが必要である。

中央制御盤上の操作器により給水流量を増減する。操作した時点から制御弁の作動開始迄の時間を計測すると共にガバナー制御用フォロー・アップピストン及びパイロット弁の動作を確認し、それらの出力信号圧力及び給水流量の変化を記録すること。

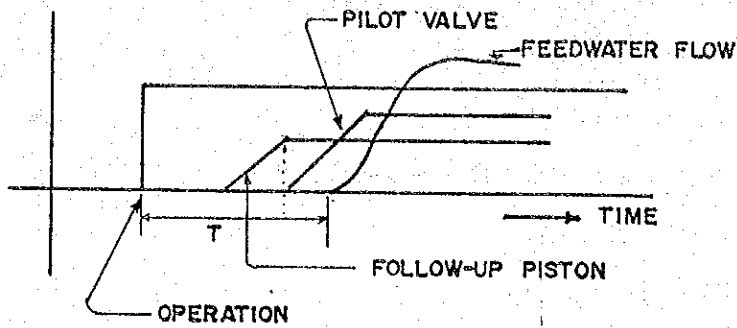


図 5 E - 3 タービン駆動給水ポンプ用ガバナー機構  
における遅れ時間

IV. 最低流量制御弁

現在の各ユニットの最低流量制御弁の現状は下記の通りである。

	ガードナー1号	ガードナー2号	スナイダー1号	スナイダー2号
タービン駆動給水ポンプ	設備なし			
○制御弁	—	油圧式弁に取替中	油圧式弁への取替を計画中	油圧式への取替中
○最低流量検出器	—	良好	故障中	良好
○運転状況	—	定期修理中	手動運転	自動運転 (全閉)
電動機駆動給水ポンプ				
○制御弁	故障中	油圧式弁に取替済	油圧式弁への取替を計画中	油圧式弁への取替を計画中
○最低流量検出器	故障中	良好	故障中	故障中
○運転状況	手動にて開 (50%開度)	良好	手動	手動

ガードナー1号の電動機駆動給水ポンプ用の両最低流量制御弁共故障しており、その流量検出器用の計器元弁は長い間閉められたままになっている。

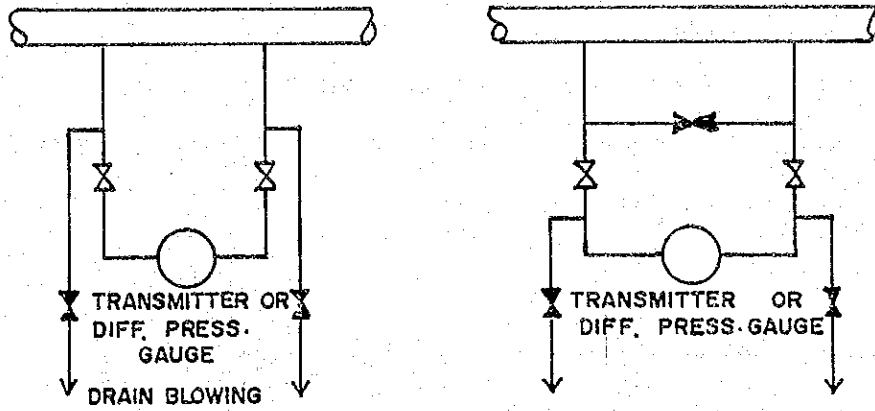
更に制御弁は中間開度(約50%開度)のまま機械的にロックされ、電磁弁は解線されている。従ってガードナー1号については電磁弁及び制御弁の修理が必要であり、制御弁は電動機駆動給水ポンプ動力節減のためにも全閉状態で保持すべきである。

#### V. 計器用元弁のハンドル(ガードナー1号)

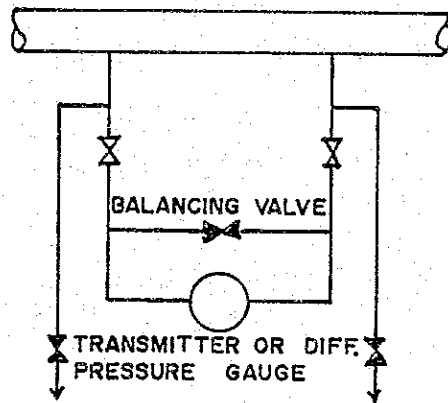
ガードナー1号の給水配管上には非常に多くの壊れた弁ハンドルがあり、あるものは既に取り外されたものや全く使えないもの或いは弁棒が歪んでいるものもある。これらの弁は計器テスト、調整及び保守の容易性を考慮し、修理するか又は新品と取替かすべきであろう。

#### VI. 差圧及び流量発信器用計器用配管

差圧及び流量発信器用計器配管ラインには数種類の配管系統が採用されている。計器用配管の方法としては下記に示すものは正しいものではない。将来の差圧発信器用の配管方法としては下図に示すものを推奨する。



既設配管（悪い例）



推奨配管

図 5 E - 4 差圧検出用計器配管

参考として日本に於ける蒸気、給水、油及び計器用空気配管の設計基準を付録 - 11 に示す。

(d) 空気流量制御

1. ガードナー1号

1982年8月30日現在、空気予熱器の閉塞により空気流量は自動で運転されていない。空気予熱器の負荷90 MW時の運転状況（A/B 空気及びガス側圧力）は下記に示す通りである。

単位：インチ水柱

	Air Side		Gas Side	
	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet
A	27~29	17~18	6~7	1.5~2.0
B	25~27	17~18	10~11	2.5~3.0

表 5 E - 1 空気及びガス側圧力

しかしながら空気予熱器が閉塞を起す前には、この空気流量制御は自動で運転されていた。

本制御系統には制御信号の多少の脈動を除けば問題はない。この脈動信号を防止し、滑らかな信号伝送のためのいくつかの推奨案をここで述べることにする。

安定な信号伝送

制御装置への安定な空気信号伝送のために下記に述べる2つの設備の追加設置が考慮されるべきである。

— 発信器と計器用元弁の間にオリフィスと信号緩衝器の追設（下記の図を参照）

— 発電所雑用空気ラインからのバージ用空気管の追設

このバージ空気ラインは検出配管には非常に重要なものであり、各配管内を完全にバージするためには検出空気管毎に元弁を設けることが必要である。更にバージは毎週1回実施すべきである。これは空気流量制御を連続で行なうためには必須のルーチン作業である。



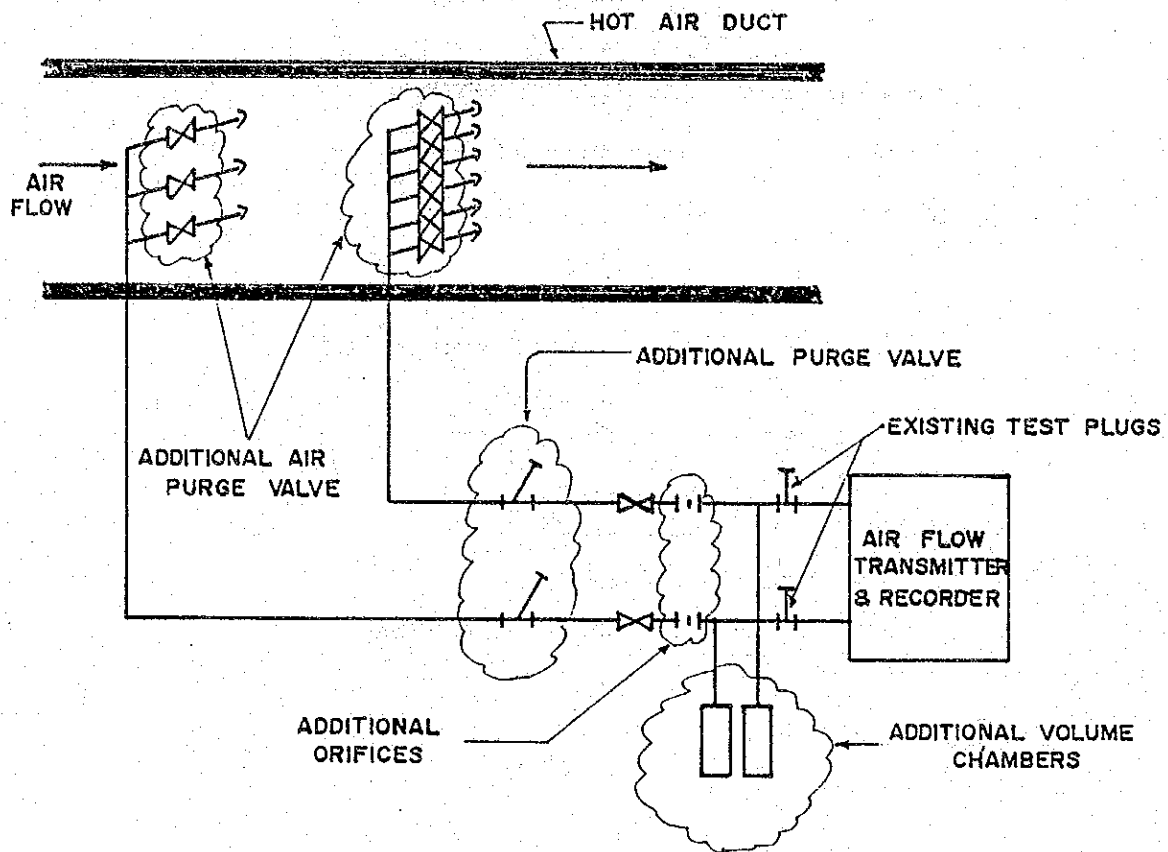


図 5 E - 5 ガードナー 1 号の空気流量信号伝送器

ii . ガードナー 2 号及びスナイダー 2 号

当初の設計によると空気流量制御は 33% ~ 100% MCR の範囲で自動制御が行えるようになっている。

しかしながらガードナー 2 号及びスナイダー 1, 2 号の空気流量制御系統は、流量信号発信器の信号脈動が理由で長い期間中手動で運転されている。更には既設信号伝送器用の予備品は既に時代遅れのものとなっている。ガードナー 1 号の項で述べたと同じ推奨事項が適用されるべきである。

- オリフィス及び信号緩衝器の追設
- 毎週空気管パージを行うこと

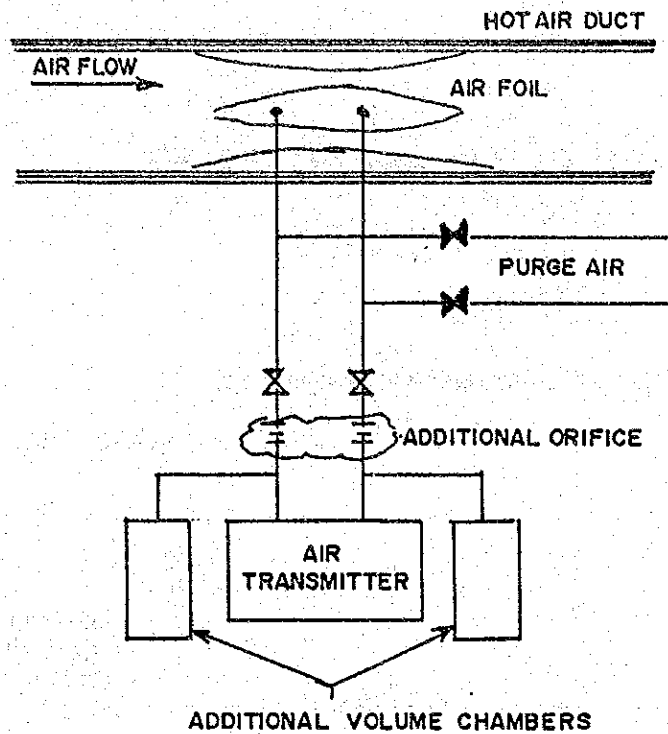


図 5 E-6 ガードナー 2 号及びスナイダー 2 号用空気流量信号伝送器

保守及び空気管パージを容易にするために既設検出空気管はグレーチングの上に布設すべきである。

### III. スナイダー 1 号

両側の当初設計の空気信号伝送器は既に取り外され、既存の検出点は信号の脈動と検出管が閉塞するという理由から押込通風機の入口側に変更されていた。この信号検出点は当初設計の設置点、即ち空気予熱器の出口側に戻すべきである。何故ならば燃焼空気のカス側への漏洩分が考慮されないことになり、燃焼空気の計測には不適當な検出だからである。

空気信号脈動及び検出管の閉塞は、オリフィス及び信号緩衝器の追設と空気管を毎週パージすることで解決しうるものである。

### IV. ガス $O_2$ 信号伝送器 (ガードナー 1, 2 号及びスナイダー 1, 2 号)

現在、中央制御室内の  $O_2$  パーセント記録計を含めてガス  $O_2$  信号伝送器はまったく動いていない。これは燃料の完全燃焼、低  $O_2$  運転及び大気汚染の防止を目的として新品と取替えるべきである。

既設のガス・サンプリングポンプは2階に位置しているがそのサンプリング点(4点)は約40メートル離れた5階に設けてある。

O<sub>2</sub> 信号伝送器を取替える場合、信号伝送遅れを防止する目的からサンプリングポンプはサンプリング点に出来るだけ近いところに設けるべきである。更に付け加えればO<sub>2</sub> 信号伝送器の日常整備は毎週実施すべきである。

(e) 過熱器スプレイ制御

ガードナー2号及びスナイダー1, 2号の過熱器スプレイ制御は自動運転がされていない。過熱器スプレイ制御弁は微開の状態でも相当の流量が流れている。制御技術者がスプレイ流量信号伝送器のカムをBからAに移してみたが、流量特性に少しの改善もみられなかった。(下記の図を参照)

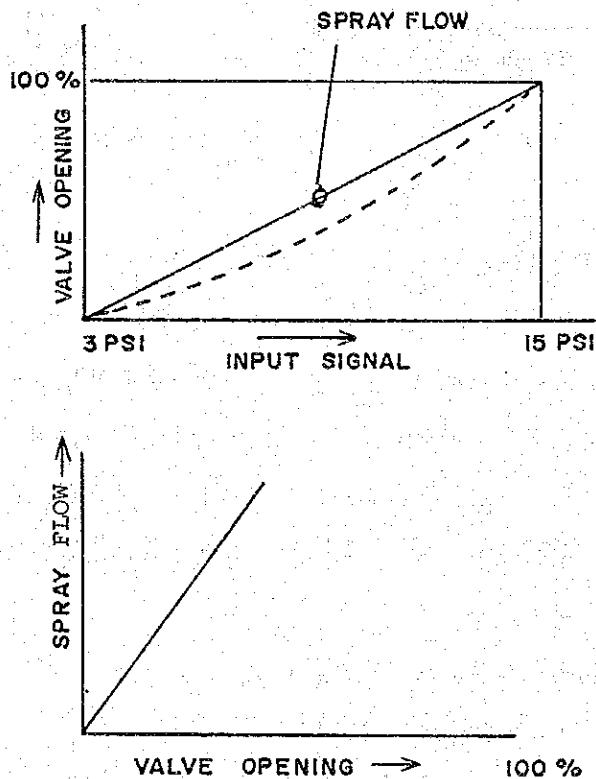


図 5 E - 7 制御弁特性

これらの制御特性の改善の過程から判断するとこの制御系統の問題は弁の容量選定にあるのではないと思われる。制御弁の容量選定についての検討は“事前調査報告書”の11~27頁に述べられている。

これらの制御弁はユニット非常停止時のしゃ断弁の役目も兼ねている。一般

的に制御弁は給水を完全閉止する能力は持っていない。従って完全閉止を行うために別置の非常用シャ断弁を設けるべきであり、制御弁を修理することが肝要である。

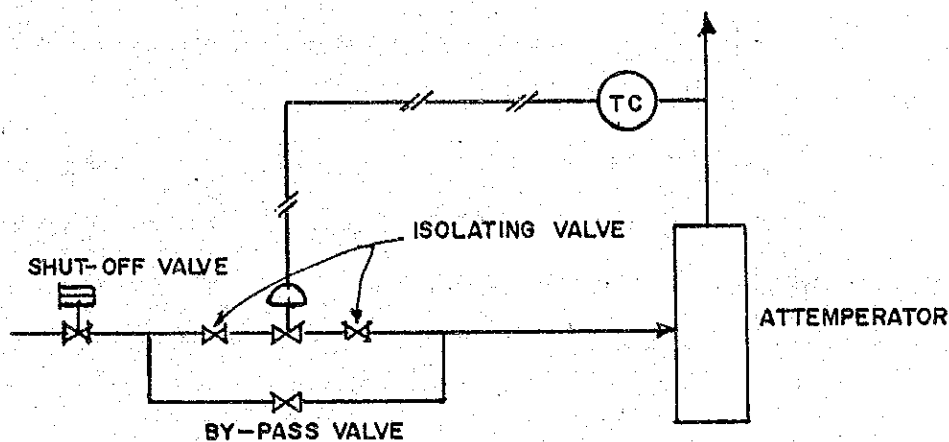


図 5 E - 8 スプレイ制御系統

(f) 起動バイパス制御 (ガードナー 2号及びスナイダー 1, 2号)

ガードナー 2号及びスナイダー 1, 2号用起動バイパス制御系統は、いくつかの制御系を除けば設定値制御である。ユニットの起動過程に於いては、ユニットの起動手順に従って運転員が設定値を調整する方法である。上記の制御系統に加えて、圧力、水位又は制御弁の開度をもって電気的インターロックにより制御される電動弁がある。これらの電動弁は適切でない設計のため自動運転がなされていない。

それらの電動弁の名前は下記の通りである。

MV - 3 : 減圧弁入口止弁

MV - 4 : 低圧過熱器バイパス弁

MV - 5 : フラッシュタンク出口電動止弁

例えば、MV - 3 弁は制御弁 CV - 103 の弁開度によって開閉がなされている。しかしながら CV - 103 弁はセクション過熱器の圧力を制御しているので、CV - 103 弁の開度はその圧力によって変化する。従って CV - 103 弁の開度が 5% 以上で開くが 5% 以下ですぐに全閉となる。その上中央制御室には弁の停止スイッチが設けられていない。

従って運転員のとるべき手段は電源のしゃ断器を切る外にない。この電動弁に対しては下記の改善策がとられるべきである。

- a) 弁の停止スイッチを設けること
- b) 自動／手動切替スイッチを設けること
- c) 同一のリミットスイッチの a 接点 b 接点を開閉用制御信号に使用しないこと。

改善策の例

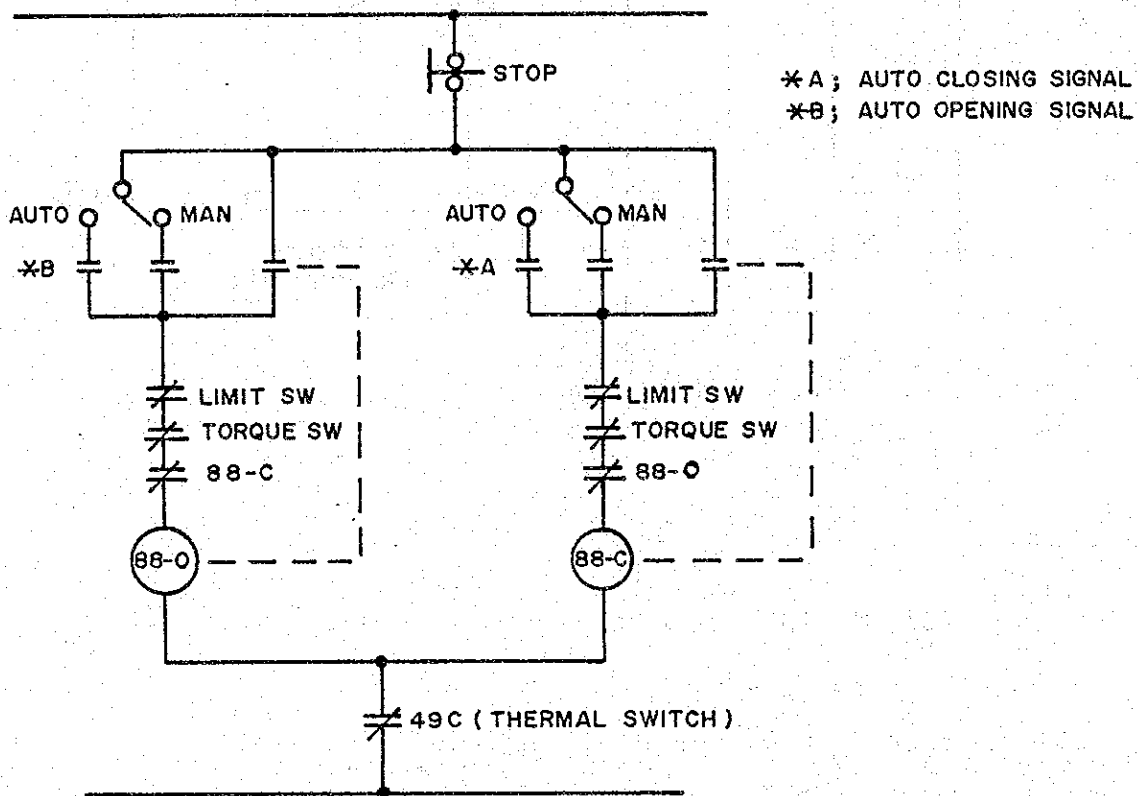


図 5 E - 9 電動弁の制御回路

その他の電動弁即ちMV-4及びMV-5にはユニット起動時の制御として、極めて細かいインテング操作等の採用が必要となる。

ユニット起動バイパス制御系統に於いて、1台の信号発信器より警報用やインターロック用のモニタースイッチが数多く分岐されている。もしもその1台の信号発信器が故障でもすると弁の制御が出来ないばかりかプラントの状態監視も出来なくなる。従って信号発信器は制御用と監視用は別々に設けられるべきである。

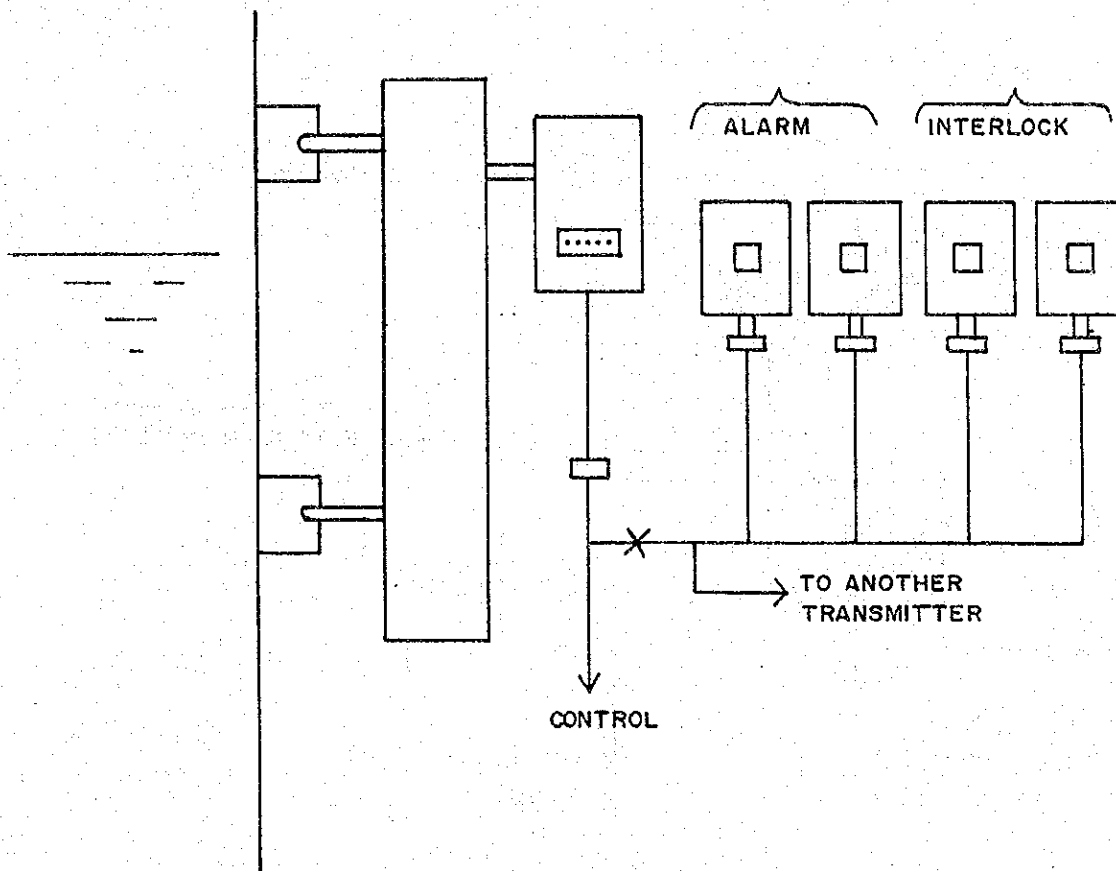


図 5 E - 10 制御用とインターロック用の計装

(g) 制御計装用空気 ( ガードナー 1, 2号及びスナイダー 1, 2号 )

1. 制御空気圧縮機

既設制御空気系統はガードナー 1号用を除いて 1台だけの空気圧縮機を有している各制御空気圧縮機はアンロード設定圧力 ( 90 ポンド ) 迄圧力を昇圧することが出来ず常に連続負荷運転をしている。従って制御空気圧縮機はユニットの通常運転中は修理をすることが出来ない。制御空気喪失の場合はバックアップとして所内用空気系統から供給されることになっている。しかしながら所内用空気系統には除湿装置が設置されていず、しかも制御空気と比較して汚れた空気である。従って少く共スナイダー 1, 2号に対しては次に述べる改善策が施されるべきである。

— 空気式制御装置、信号発信器及び電磁弁への清浄空気供給のためにはスナ

イダー 1, 2号共用に 1 台の空気圧縮機をバックアップとして追設すべきである。

一 所内用空気系統からのバックアップ・ラインには少く共逆止弁が追設され、所内用空気は最悪の状態の時のみ使用すべきである。

しかしながら雑用空気系統からの非常用バックアップ電磁弁は故障中であり、スナイダー 2号用は既にその設備がなくなっている。

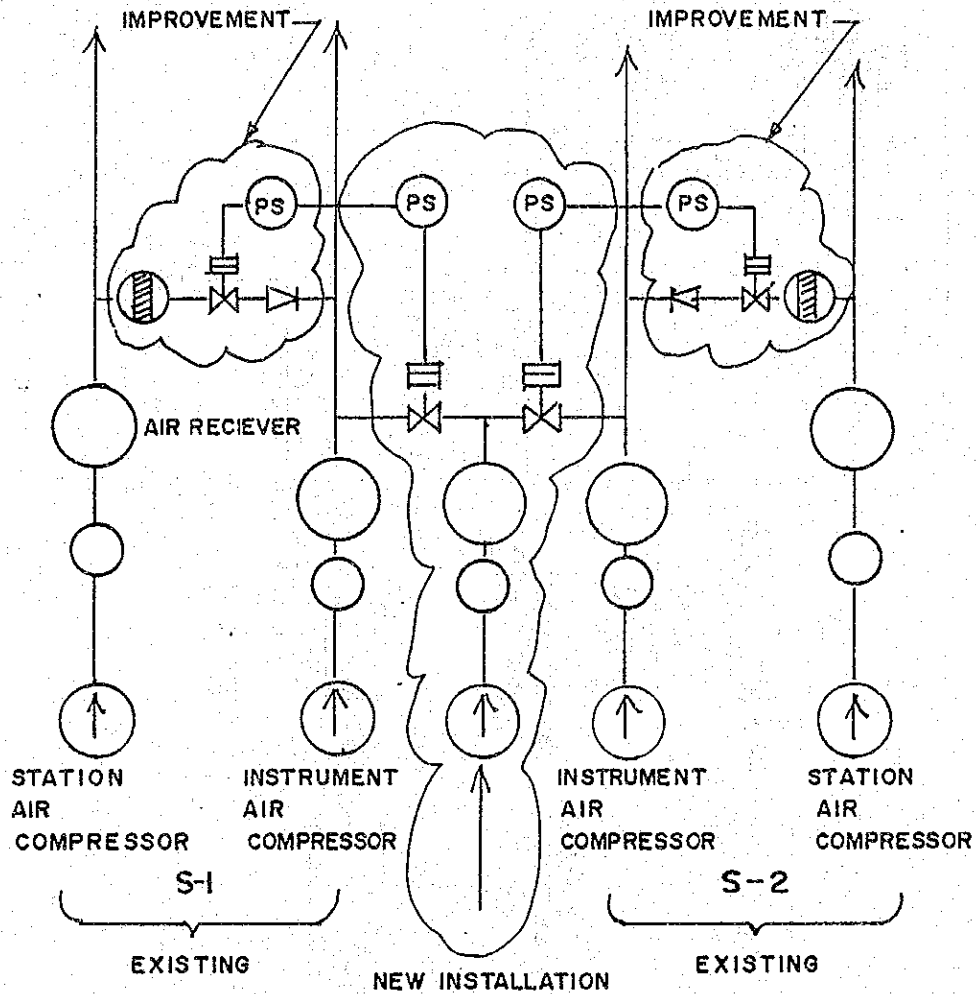


図 5E-11 制御空気のバックアップ系統

更に将来の設備に対しては下記の制御空気系統が採用されるべきである。

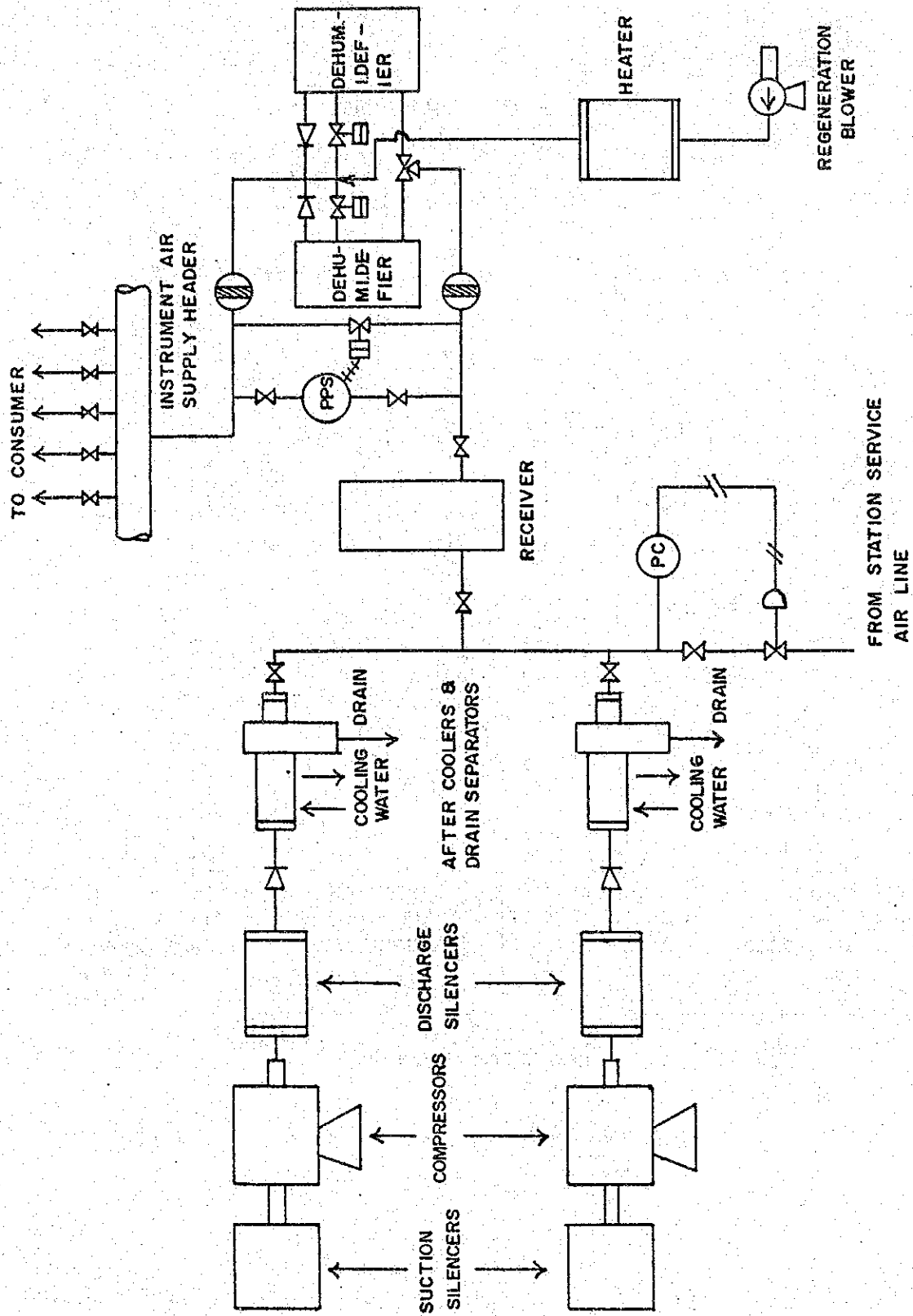


図5E-12 制御空気圧縮機系統



ii. 計装用空気配管

既設の計装用空気の供給は分岐管より更に分岐した空気管よりなされており、非常に複雑な系統となっている。従って、もしも1つの分岐管が空気漏洩を引き起すとその下流側の管はすべて使用不能となり、制御器、発信器及び制御弁は自動制御を行うことが出来なくなる。この欠点を改善するために次に述べる推奨案が長期修復計画に組み込まれるべきである。

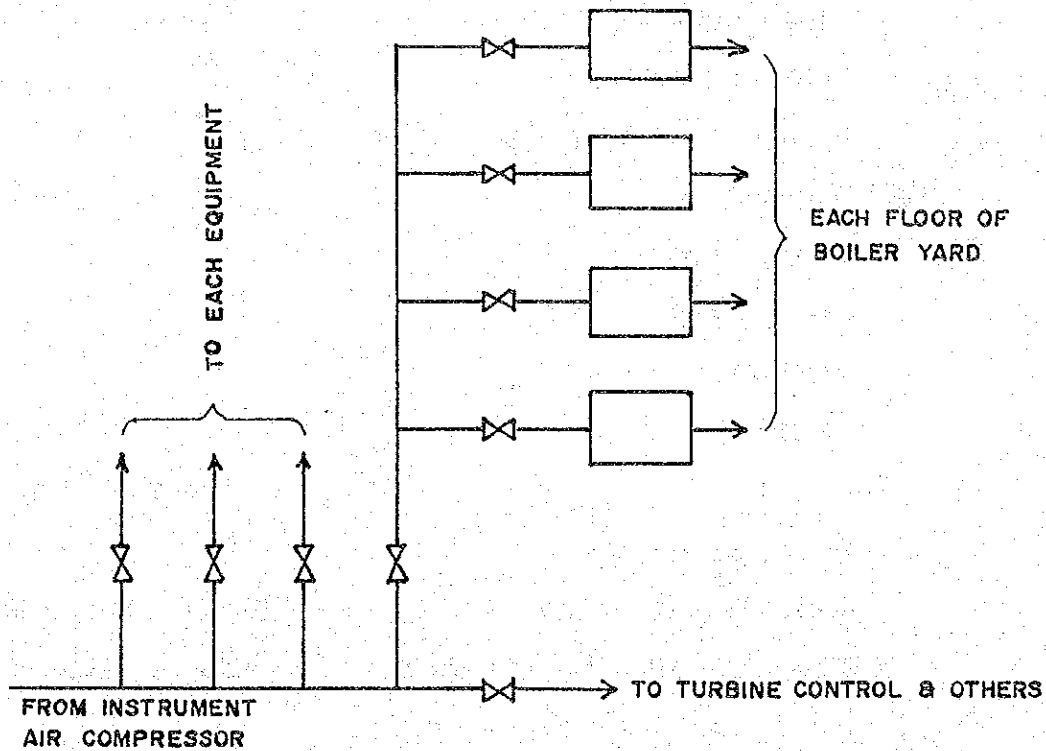


図5E-13 計装空気配管

少くも計装用空気は母管から各装置へ供給されるべきである。現場計装盤が制御器、伝送器及び制御弁に出来るだけ近いボイラの各階に設けられ、その計装盤から制御弁その他へ供給されるべきである。詳細な配管系統及び設計基準が付録-11に示されている。現場設置の制御装置も含めて計装用空気のブロー及びパージが自動制御システムの安全及び安定運転のために是非必要である。

(h) ローカル制御系統

修復されねばならない全ユニットに共通の事項

ガードナー-1, 2号及びスナイダー-1, 2号のほとんど全てのローカル制御

装置が自動運転をしていない。

更に制御弁用に設けてある前後の止弁及びバイパス弁が設けられていないものがあるので制御弁の修理すら出来ない。更にそのいくつかの系統には計装用空気の漏洩がみられる。全ユニットに共通の故障制御系統は下記の通りである。

- 制御弁開度指示計
- 空気圧力指示計
  - 供給圧力指示計
  - 制御出力空気圧指示計
  - 入力信号空気圧指示計
- 空気配管
  - 供給空気配管
  - 信号空気配管
- 信号伝送器
- 制御弁

1. ガードナー1号

- 蒸気式空気予熱器

蒸気式空気予熱器の蒸気源は他のユニットと共通に使用されている補助蒸気母管よりの蒸気である。何故ならばタービン抽気よりの蒸気配管はその元より切り外されているからである。

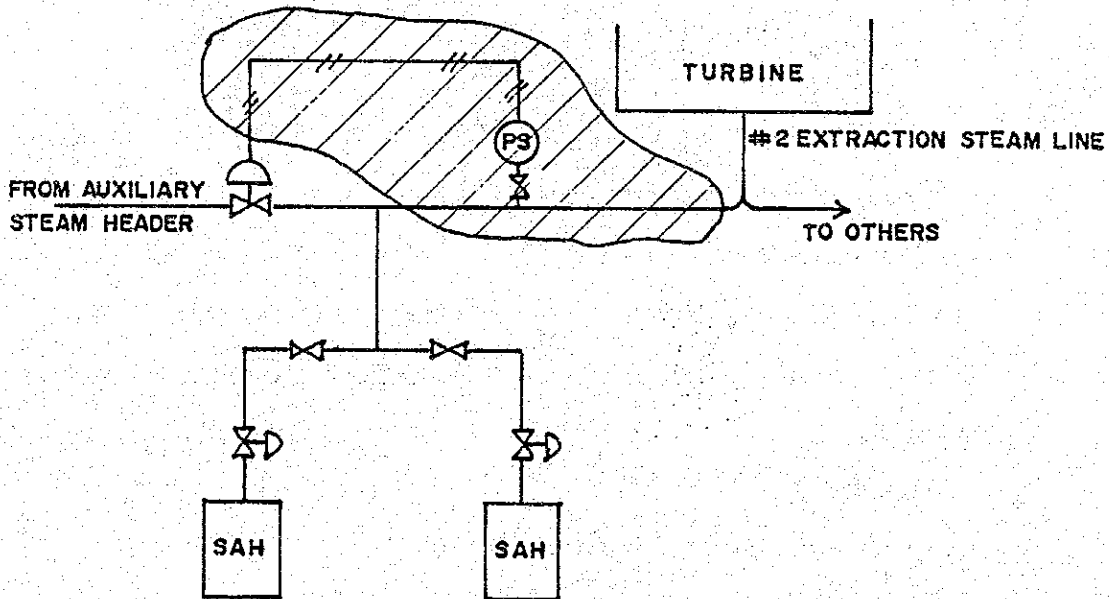


図5E-14 蒸気式空気予熱器の蒸気源

現在燃焼用空気は補助蒸気だけで加熱されているが、その制御弁は完全に壊れており、入口止弁の手動調整によって温度制御がなされている。燃焼用空気の温度は下記の表に示される通り燃料油の燃焼安定に適したものである。

	Inlet Air °F (°C)	Outlet air °F (°C)
A side	90 (32)	140 (60)
B side	94 (34)	140 (60)

表5E-2 蒸気式空気予熱器の温度制御

この制御装置は空気予熱器の保護、即ち腐蝕及び閉塞防止のため発電所にはなくてはならないものである。従って、これらの制御弁は早急に新品と取替えるべきである。

一 高低圧給水加熱器ドレンレベル制御

高低圧給水加熱器のレベル発信器或いは制御弁が殆んど全部故障中であるため、給水加熱器のドレンレベルは自動制御されていない。その上例えば制御弁の故障が発見されたとしても制御弁の前後止弁及びバイパス弁が設けていないものがあり、制御弁の修理が出来ない状態である。尚、故障しているレベル制御装置は下記の通りである。

- 一 低圧第3給水加熱器ドレンレベル制御（低圧第1給水加熱器行）
- 一 低圧第3給水加熱器ドレンレベル制御（低圧第2給水加熱器行）
- 一 低圧第2給水加熱器ドレンレベル制御（低圧第1給水加熱器行）
- 一 燃料油加熱器ドレンレベル制御（低圧第1給水加熱器行）
- 一 高圧第5給水加熱器ドレンレベル制御（低圧第2給水加熱器行）
- 一 高圧第5給水加熱器ドレンレベル制御（低圧第3給水加熱器行）
- 一 高圧第5給水加熱器ドレンレベル制御（脱気器行）
- 一 高圧第6給水加熱器ドレンレベル制御（脱気器行）

一 補助蒸気圧力制御

補助蒸気圧力制御はバイパス弁を使って手動によって行われている。壊れているものの予備品がないからである。この補助蒸気制御は各設備に供給する補助蒸気の圧力を制御している為非常に重要なものである。これらの制御弁及び信号伝送器は新品と取替える必要がある。

一 復水器ホットウェル水位制御

本制御装置は比較的良好な状態で現在自動により運転されている。

ii. ガードナー 2号

現在、ローカル制御装置は定期修理中で調整がなされている最中である。しかしながら制御弁のみを調整している。定期修理中には制御弁の開度と制御信号との関連もチェックすべきであり、又ユニットの起動時或いは通常運転中に制御対象との関連を再調整及び微調整をしなければならない。

しかもその調整記録を将来のデータ比較のために保存することが必要である。これらの手順をきちんと守らねば新品に取替えたとしても自動運転することは出来ないであろう。現在実施中の定期修理以前の故障していたローカル制御装置は下記の通りである。

- 一 低圧第3給水加熱器ドレンレベル制御
- 一 低圧第2給水加熱器ドレンレベル制御
- 一 高圧第6A/B給水加熱器ドレンレベル制御
- 一 高圧第5A/B給水加熱器ドレンレベル制御
- 一 脱気器スピルオーバー制御
- 一 復水器ホットウェル水位制御
- 一 非常用補給水制御
- 一 脱気器オーバーフロー制御
- 一 補助蒸気圧力制御
- 一 蒸気式空気予熱器温度制御

iii. スナイダー 1号

- 一 蒸気式空気予熱器温度制御

蒸気式空気予熱器温度制御弁は長い間取外されたままとなっており、燃焼用空気は補助蒸気圧力制御弁のバイパス弁を使って制御されている。

従って、補助蒸気制御系統は完全に壊れていると言える。

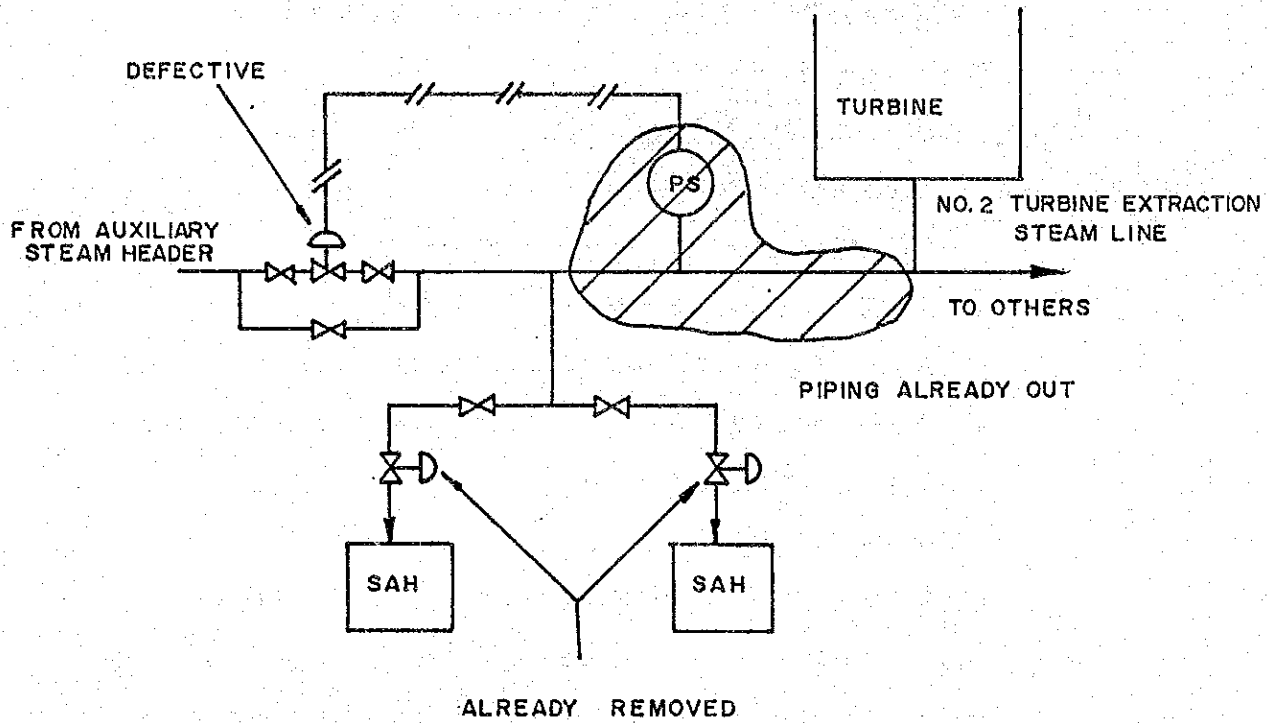


図5E-15 スナイダー1号蒸気式空気予熱器の蒸気源

一 高圧低圧給水加熱器ドレンレベル制御

故障を起している制御装置は下記の通りである。

- 一 高圧第5A/B給水加熱器ドレンレベル制御（低圧第3給水加熱器行）
- 一 高圧第6A/B給水加熱器ドレンレベル制御（低圧第5給水加熱器行）
- 一 脱気器オーバーフロー制御
- 一 脱気器スピルオーバー制御

上述の制御装置はガードナー2号の項で述べたと同様の手順によって修理、調整及び微調整がなされねばならない。

一 補助蒸気圧力制御

ガードナー1号と同じ状態である。

#### IV. スナイダー 2号

##### 一 蒸気式空気予熱器温度制御

制御用駆動装置がまだ設けてあるという点を除けば他はスナイダー 1号とまったく同じ状態である。

##### 一 高低圧給水加熱器ドレンレベル制御

一 低圧第 3 給水加熱器ドレンレベル制御

一 低圧第 2 給水加熱器ドレンレベル制御

一 高圧第 5 A / B 給水加熱器ドレンレベル制御

上記の制御装置はすべて故障中である。(制御弁、供給空気ライン及び制御器)特に低圧給水加熱器廻りの計装は非常に悪い設置環境であり、その保守も非常に制約を受ける。

##### 一 補助蒸気圧力制御

補助蒸気圧力及び低温再熱蒸気圧力制御弁は故障しており、その圧力制御はバイパス弁を使って手動調節によって行われている。特に低温再熱蒸気圧力制御用の供給空気減圧弁より相当量の計装空気が漏洩している。これは空気源喪失によるユニットトリップを防止するため早急に修理を要するものである。

#### (i) ガードナー 1, 2号及びスナイダー 1, 2号用可燃性ガス警報盤

全ユニットの可燃性ガス警報盤は故障しており、ボイラヤードのバーナ廻り(6点)、燃料油ポンプ室(3点)及び排油溜(1点)に設けてあるガス吸引ポンプはすべて運転されていない。

C重油燃焼の屋外ボイラでは問題は少ないが、換気の悪い条件下の屋内ボイラに於いては、通常運転及びユニット起動時の両面を考慮して、可燃性ガス検出器を設けるべきである。発電所の安全上、ガス吸引ポンプを含めた可燃性ガス検知システムを修理、調整或いは新品と取替えるべきである。

#### (j) 発電所非常停止インターロック・システム

##### 1. 発電所非常停止インターロック

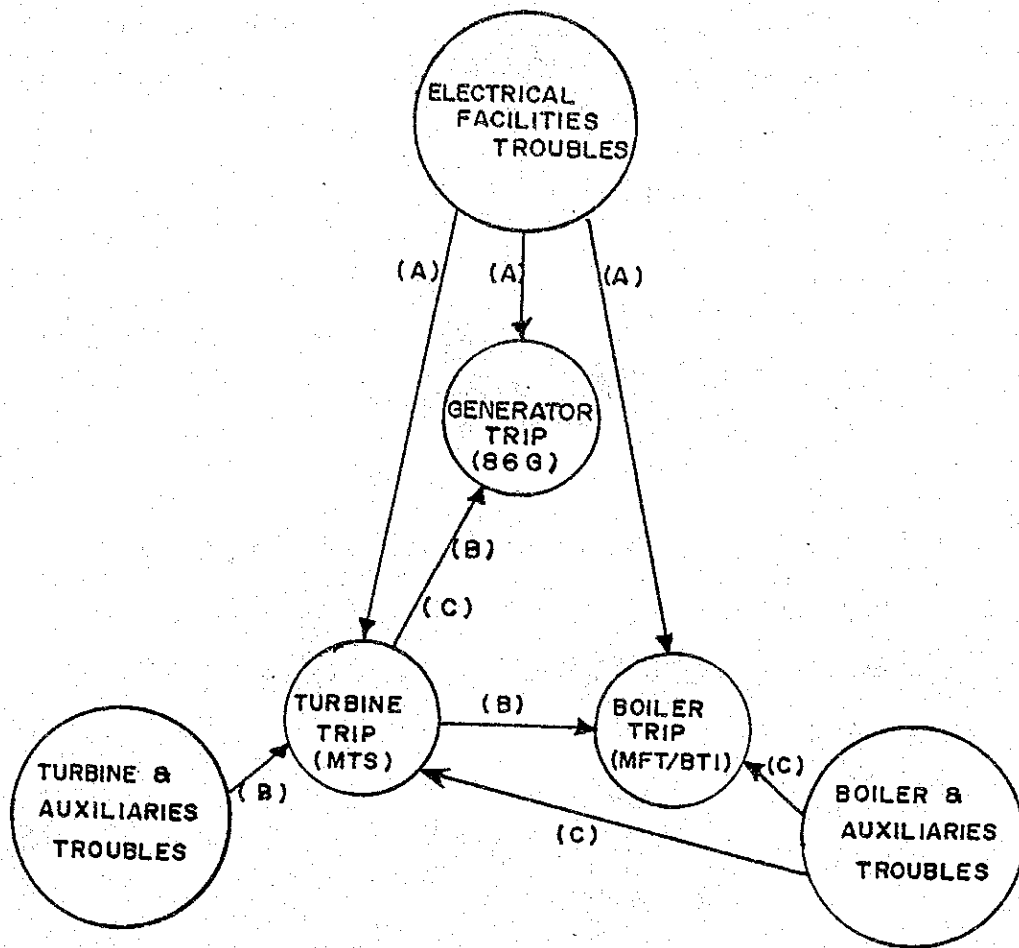
発電所非常停止インターロックは発電所を重大事故から防止し安全に停止するために設けられるものであり、一般的には下記に述べる三つのインターロック・システムより構成される。

- 一 電気設備事故
  - 発電機
  - 励磁機
  - 主変圧器
  - 所内／起動変圧器他
  - 送電線母線
- 一 ボイラ及び補機類
- 一 タービン及び補機類

上記三種類のインターロック・システムは相互に次の関係をもたねばならない。

- (A) 電気設備事故が起きた場合は、発電機しゃ断器を開放し、同時にボイラ及びタービンを停止しなければならない。
- (B) タービン及び補機事故が起った場合は、発電機しゃ断器を開放し、かつマスター・トリップ・ソレノイド(MTS)を通してボイラ及び補機類を停止しなければならない。
- (C) ボイラ及び補機類事故が起きた場合タービン及び補機類はただちに停止し、発電機しゃ断器はMTSを通して開放されねばならない。

貫流ボイラを有するガードナー2号及びスナイダー1, 2号の発電所非常停止インターロックに於いては、ボイラ及び補機類はタービン停止リレー及び逆相電力リレーを介して停止するようになっている。この逆相電力リレーは発電所非常停止インターロックには不必要なものであり、発電機のモータリング防止のためにのみ使用されるべきである。



注：( )内のアルファベット記号は前頁の記号に対応する。

図5E-16 発電所非常停止インターロック・システム

ボイラ・トリップ・インターロック (BTI) リレーは運転員による手動でリセットされている。しかしながらこのリレーは少く共炉内のページが完了した後下記に述べる項目を条件に自動リセットをすべきである。

- \* ボイラ・トリップ信号が発生していないこと
- \* 炉内ページ完了
- \* 全燃料油シャ断弁閉
- \* 全燃料油バーナ弁閉
- \* 全エア・レジスター・ダンパー用
- \* 空気流量 25% MCR 以上



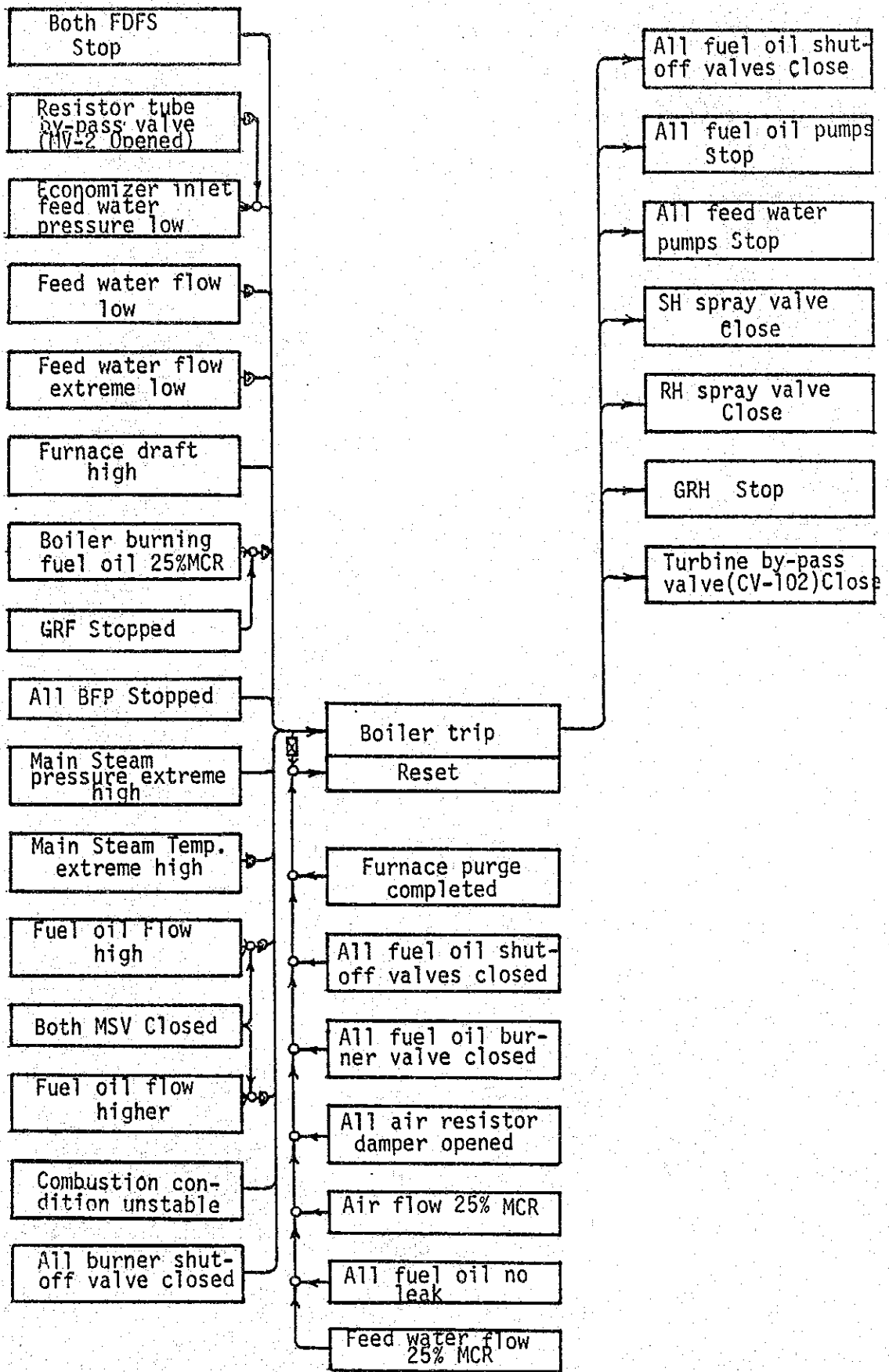
- \* 全燃料系統漏洩なし
- \* 給水流量 25% MCR 以上

既設の発電所非常停止インターロック・システムには下記のトリップ・インターロックの追加が考慮されるべきであろう。

ー ボイラ保護に対して

- \* 全給水ポンプ停止
- \* 主蒸気圧力極高
- \* 主蒸気温度極高
- \* 再熱器保護
- \* 燃焼不安定
- \* 全燃料油しゃ断弁閉

図 5 E-17 ボイラー・トリップ・インターロック



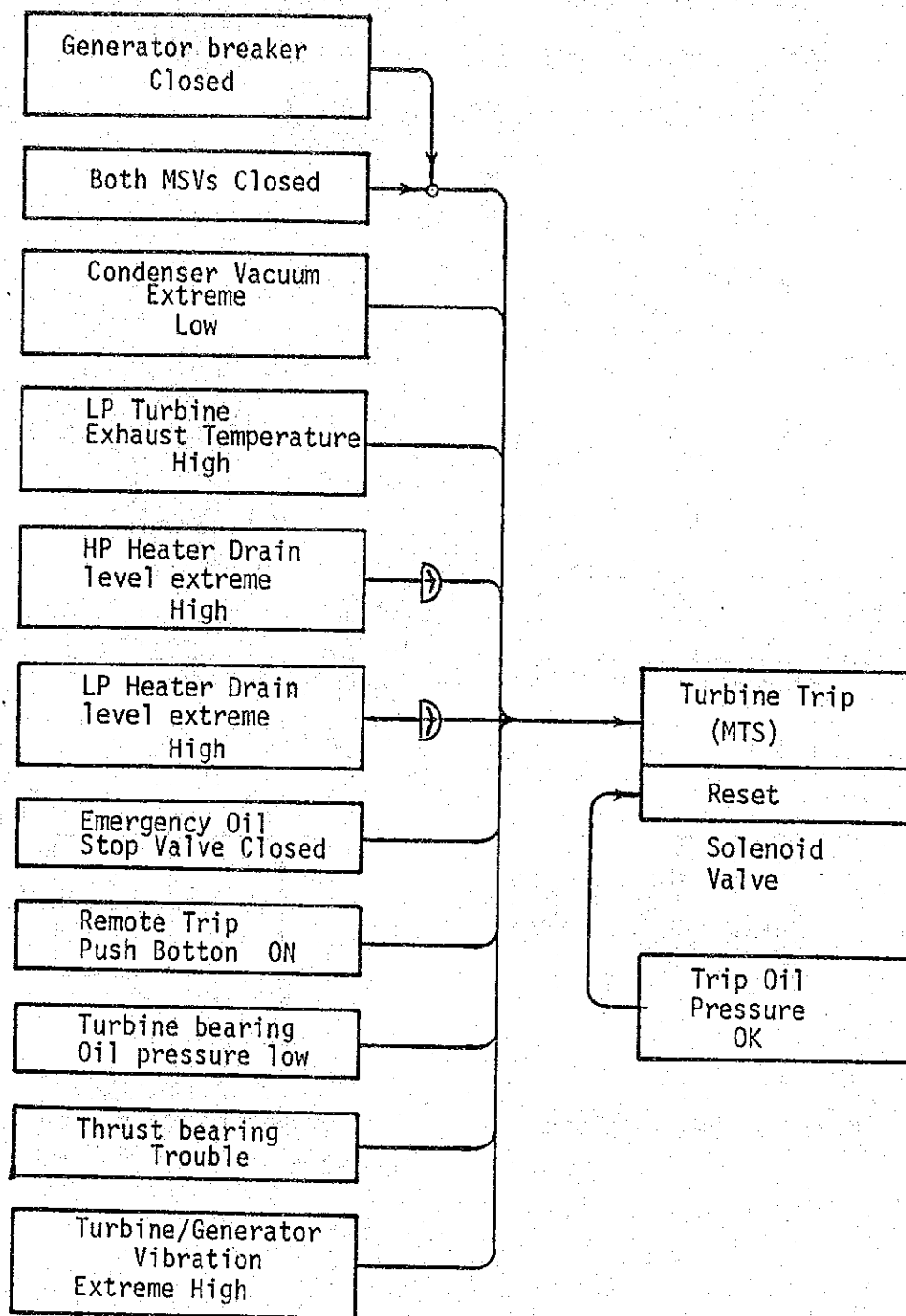


図5E-18 タービン・トリップ・インターロック

事故の際は発電所非常停止インターロックは発電所を安全に、かつ円滑に停止するため、確実に動作しなければならない。更に事故が起きていないの

に検出器自体の誤動作によって発電所が停止するような事態を起すべきではない。上記の問題を回避するために、信頼性の高い検出器を選定すべきであり、信頼性の高いシステムが発電所非常停止インターロックに採用されるべきである。

このリハビリテーション後の将来のシステム改善計画に対しては、現場検出器から直接伝送されてくるトリップ信号は2 out of 3システムによって構成されるべきである。

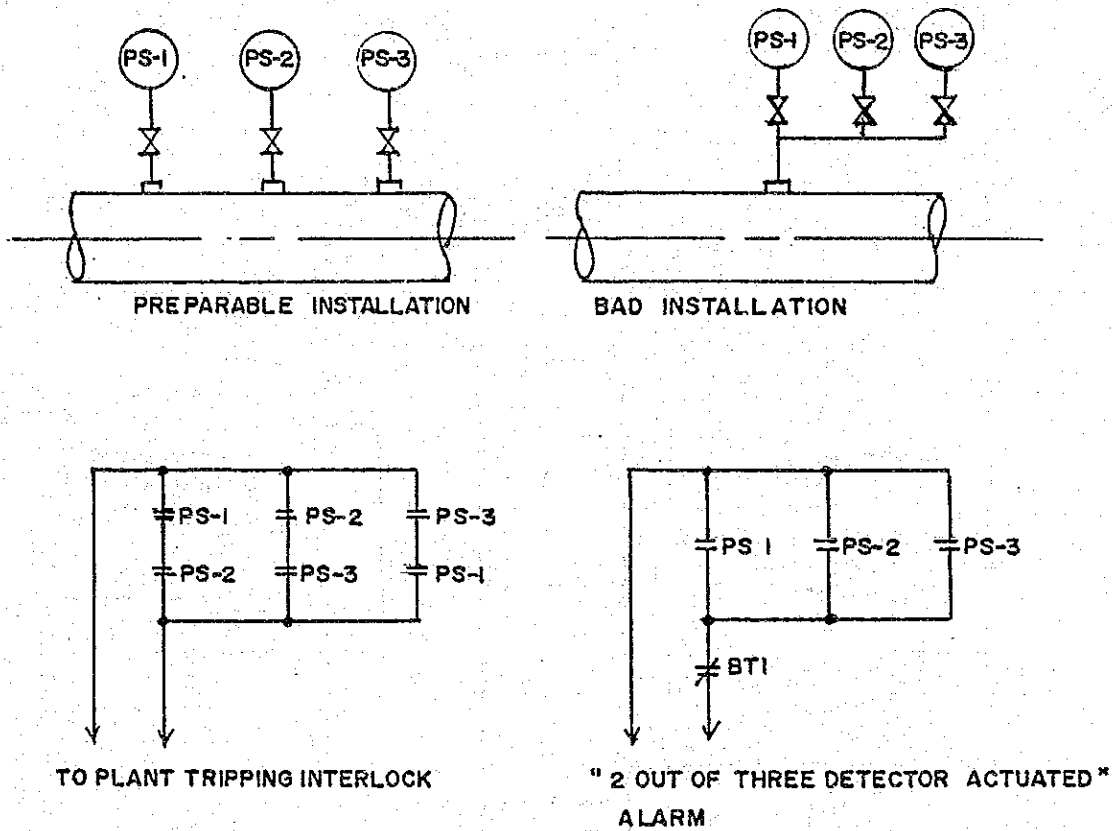


図5E-19 2 out of 3 システム

更に上記に加えて、2 out of 3 検出器が1台のみ動作した場合は、運転員へ検出器の誤動作を報知する。

" 2 out of 3 検出器動作 " なる警報を中央制御室内に設けるべきであろう。尚 2 out of 3 システムは下記に掲げる検出器に適用されるべきである。

- \* 節炭器入口給水圧力スイッチ
- \* 給水流量スイッチ
- \* 炉内ドラストスイッチ
- \* 燃料流量スイッチ（バーナヘッダー流量）
- \* 主蒸気圧力スイッチ
- \* 主蒸気温度スイッチ
- \* 燃料流量スイッチ（しゃ断弁前）
- \* 復水器真空度スイッチ
- \* 低圧タービン排気室温度スイッチ
- \* 給水加熱器ドレン・レベル・スイッチ
- \* タービン軸受油圧力スイッチ

## ii. 第1事故原因表示灯

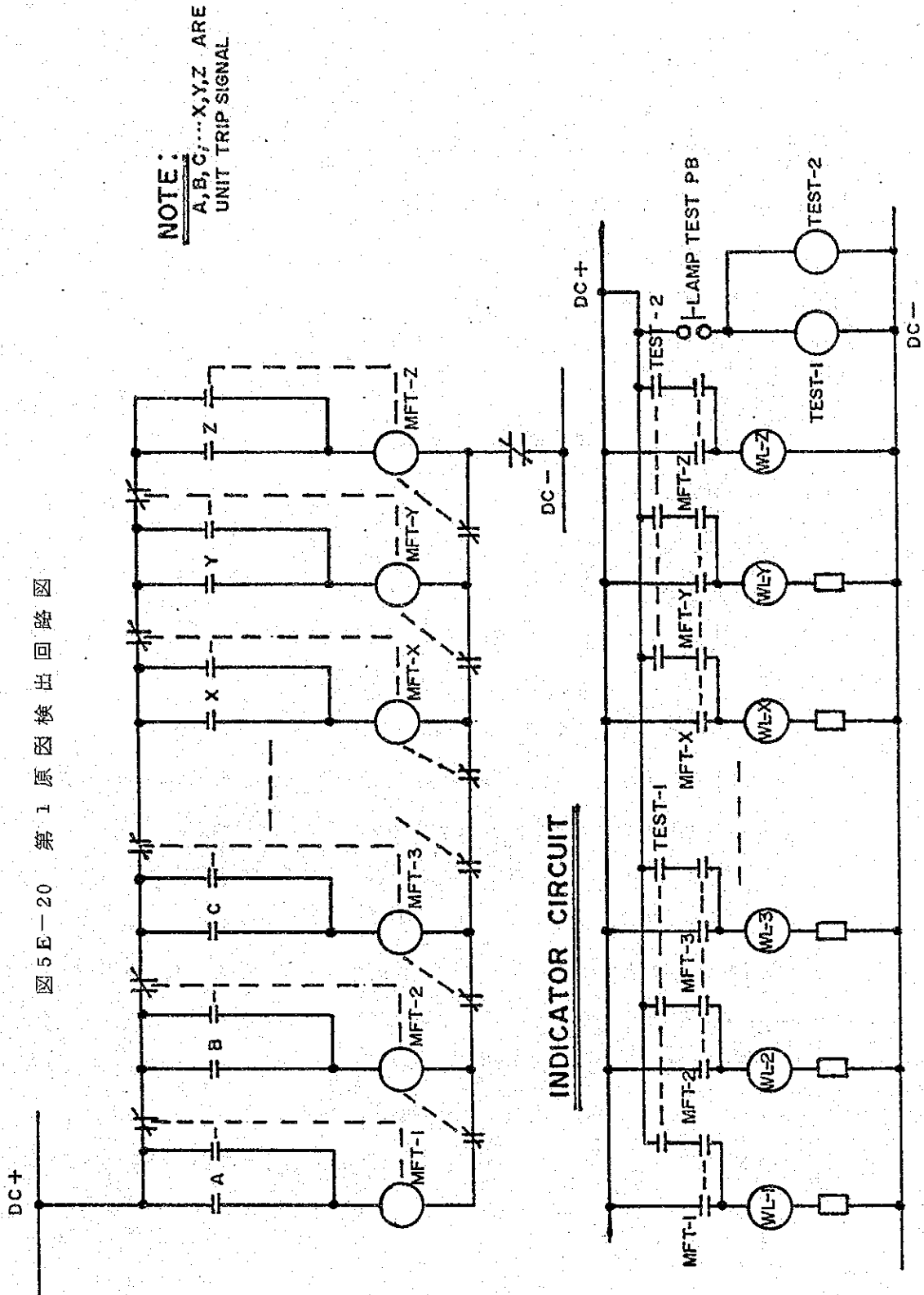
ガードナー／スナイダー発電所にはユニット・トリップの第1原因を確認するための事故記録計が設置してある。

しかしながら1982年9月8日に3ユニットのトリップ事故（ガードナー1号及びスナイダー1，2号）の際、この事故記録計は作動しなかった。事故の第1原因は、二度と同じ事故を繰り返さない様に徹底的に調査し、解析するとともに、その原因に対する適切な対策がとられるべきである。

ユニット・トリップの第1原因を確実に知るために、第1原因表示灯を中央制御室に設けることを推奨する。この原因表示灯は第1原因のみを表示し、ユニット起動時の炉内バージが完了する迄リセットすることが出来ないものである。第1原因表示灯の概略展開接続図を次頁に示す。又第1原因表示灯については設計時点で次の配慮が考慮されるべきである。

- 第1原因検出回路及び表示灯回路には最も信頼度の電源を使用すること。
- 事故の発生順序を間違わないよう同じ特性をもった電磁リレーを使用すること。
- この回路には、ユニット・トリップ信号はすべて取り入れること。

图 5E-20 第 1 原因检出回路图



iii. 火炉バージ・インターロック

火炉バージ・インターロックの現状は下記の表の示す通りである。

	<u>Purge Timer</u>	<u>Air Flow Switch</u>	<u>Purge Interlock</u>
G-1	Good	Good	Good
G-2	Defective	Under simulation	Defective
S-1	Good	Defective	Defective
S-2	Good	Good	Good

表5E-3 火炉バージ・インターロック

既設の火炉バージの条件にはガス再循環ファン (GRF) のガス・ダクトが考慮されていない。

可燃性ガスはGRFのガス再循環ダクトには残留し易い。従ってこのダクト・ラインはボイラの炉内爆発を防止するため完全にバージをすべきである。更に可燃性ガス検出器をボイラの底部に設けるべきである。炉内バージ操作ブロック線図は少く共下記のように構成すべきである。

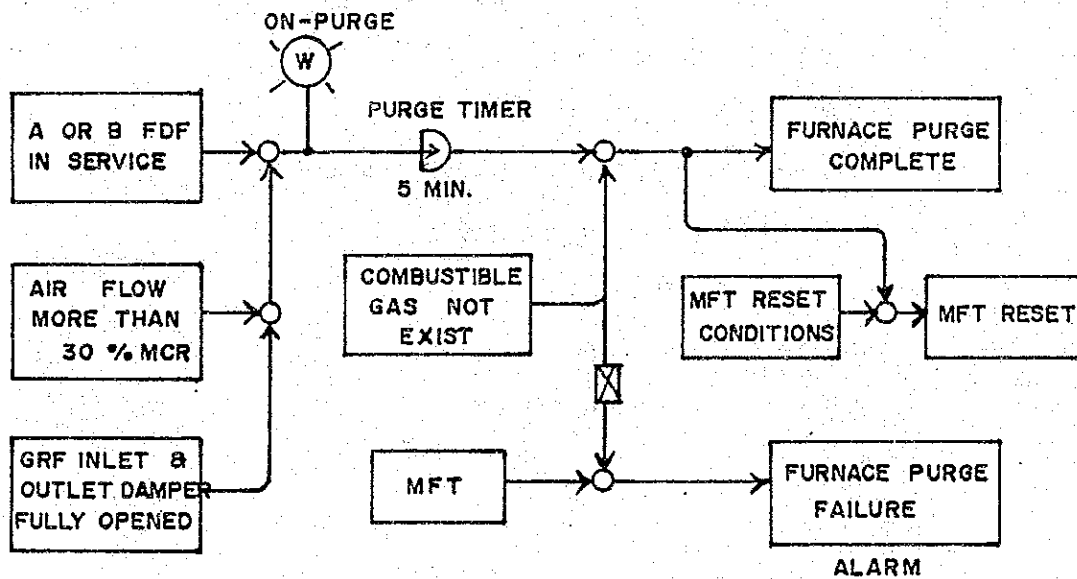


図5E-21 火炉バージ操作ブロック線図

ボイラ底部に可燃性ガスの存在によって炉内バージが完了しない場合はバーナの点火を禁止するため、「炉内バージ失敗」なる警報を中央制御室に設けるべきである。

炉内バージが正常に完了した場合、少く共ボイラの炉内爆発を起さないバーナ点火に必要なMFTのリセット条件が必要である。この条件については図5E-1.7に示すボイラ・トリップ・インターロックを参照のこと。

#### IV. 既設補助リレーの取替

既設のシーケンス制御、即ちアナログ信号とデジタルの変換リレー、メタル・クラッド・スイッチギヤ(M/C)、パワー・センター(P/C)及びコントロール・センター(C/C)回路には開放型電磁リレーが使われている。殆んどこれらのリレーの接点部はばいじんやすすによって汚されている。これは電氣的接触不良を起すもとである。特にスナイダー1, 2号中央制御室裏の盤側面のリレーは汚れがひどく、又自動復水脱塩装置制御用のドラム・スイッチはカバーがなく、電気接点上に相当のばいじんが積もっている。こういう現状では全く自動運転が出来ないのは当然のことである。

発電所非常停止インターロックを含めてシーケンス制御機器の現状を考慮し、下記事項の実施を勧告するものである。

- 既設補助リレーをソールイン或いはハーメチック(密封)形リレーに替えること。更にこれらのリレーは故障時の保修又は取替の容易性を考慮してプラグイン形とすべきである。
- これらリレーを盤内に設けること。

上記に述べた勧告案は下記に掲げる制御系統/盤に採用されるべきである。

- タービン制御及びユニット起動制御
- 自動ボイラ制御(ABC)
- 発電所非常停止インターロック及び火炉バージ・インターロック
- メタル・クラッド・スイッチギヤ
- パワー・センター
- コントロール・センター
- 復水脱塩装置制御盤
- 薬品注入装置制御盤



一 純水装置制御盤

V. 検出スイッチの取替

インターロック及び警報用に水銀式検出スイッチが使われている。この水銀式検出スイッチは振動に対して信頼性が低く、設定が非常に困難である。

従って発電所非常停止インターロック及び重故障警報に対してはマイクロ・スイッチ形に取り替えるべきである。

(k) 警報装置

警報は3つの盤に分割してある。即ちボイラ及び補機、タービン及び補機、発電機とその補機及び所内電源盤である。警報装置は比較的良好な状態であり、警報テストも各直数回実施されている。しかしながら各発電ユニットは通常リセットされていない警報がいくつかある。それは各ユニット毎に列記すると下記の如くなる。

i. ガードナー1号

- “軽油圧力低”
- “制御空気乾燥器故障”
- “所内雑用空気圧力低”
- “タービン入口圧力低”
- “復水貯蔵タンク水位高低”
- “復水戻り貯蔵タンク水位高低”
- “所内用水タンク水位高低”
- “軸冷水タンク水位高低”
- “4160Vモーター過負荷”
- “440Vモーター過負荷”

ii. ガードナー2号

定期修理中

iii. スナイダー1号

- “軽油圧力低”
- “計装用電源断”
- “4160Vモーター過負荷”
- “制御盤制御電源断”