

1 MW蒸気発生器試験施設 第2次1 MW蒸気発生器運転報告書(I)

1974年8月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター

システム開発推進部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technology Management Section, O-arai Engineering Center, Power Reactor
and Nuclear Fuel Development Corporation 4002, Narita O-arai-machi Higashi-
Ibaraki-gun, Ibaraki, 311-14, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development
Corporation)

1974年8月26日

1 MW蒸気発生器試験施設 第2次1 MW蒸気発生器運転報告書(I)

報告者 保田 仁 司※
山田 栄 吉※ 泉 喜郎※
中山憲太郎※ 白土清一※
平野 晴 義※ 佐藤 聰※
谷田部敏男※ 市川栄司※
土屋 毎 雄※ 吉川雄治※

期 間 1972年5月1日～1974年6月30日

目 的 第2次1 MW蒸気発生器試験の運転経過，およびその過程で経験した問題点についての概要をまとめ今後の参考に供する。

要 旨 第1次SG試験（1971年6月～1972年4月）に引き続いて種々の改造をほどこしたSGを用いての第2次試験を1973年1月より開始した。これは1 MW規模でのさらに精度の高い諸性能データを得ると同時に運転・操作等についての問題点を見極めようとの目的で行われたものであるが1974年6月末に一応の目的を達成して運転を停止した。この1年6ヶ月の経過は次の通りであった。

- (1) 1973年1月～4月；機器，計器調整運転およびNa純化運転
- (2) 4月～7月；第2回水の小リーク事故発生に伴う諸検査，解体・補修工事
- (3) 7月～11月；Na純化運転，Na純化系ライン閉塞に伴う諸作業
- (4) 11月～3月；第2回水の小リーク事故発生に伴う諸検査，解体補修工事
- (5) 1974年3月～6月；静特性，動特性，最低負荷，不安定現象等の各性能試験

これらの運転の過程で2回にわたる水の小リーク事故，Naラインの閉塞，SGのNaによる洗浄等のSGあるいはNaループに特有な多くの問題についての貴重な経験を得ることができ諸性能試験のデータとあわせて今後のSG開発に対する大きな成果を得ることができた。

目 次

第1章 第2次試験の概要	1
1-1 概 要	1
1-2 経 過	2
第2章 第2次SG初期運転	8
2-1 第一種圧力容器の官庁検査	8
2.1.1 変更検査	8
2.1.2 定期検査(使用再開検査)	8
2-2 水系の運転と水質管理	9
2.2.2 水分析について	12
2.2.3 水系機器の問題点	12
2-3 Na系の運転と純度管理	13
2.3.2 Na,ガス系機器計装の問題点	14
2-4 総合運転と小リーク発生(第1回)	15
2-5 1973年1月～4月の実動時間	15
1) SG運転時間	16
2) Na純化運転時間	16
3) 水系採水運転時間	16
2-6 小リークの原因と対策および改造(第1回)	16
第3章 第1回SG小リーク補修工事期間の運転とNa純化系閉塞	33
3-1 SG補修期間の運転	33
3-2 SGの洗浄運転	33
3-3 SG復元工事検収と運転開始	34
3-4 Na純化系の閉塞,解除操作	35
3.4.1 純化系統と経過概要	35
3.4.2 閉塞の徴候	35
3.4.3 閉塞時の状況	35
3.4.4 閉塞解除の操作	36
3.4.5 コールドトラップの交換	36
3.4.6 コールドトラップ交換後の閉塞	36

1) 閉塞時の状況	36
2) 閉塞解除操作	36
(1) ループ側Arガス加圧	37
(2) 冷却時の温度変化チェック	37
(3) Na検出器(ニスコ社製)による閉塞部分推定	37
(4) 純化系のヒーター増設とC. T. 保温材補強	37
(5) 純化系の導通確認	37
3) 閉塞解除のまとめ	38
3-5 Na系の運転と機器	38
1) コールドトラップ	38
2) 隔膜式水素計	38
3) Naサンプリング装置の設置	38
4) その他	38
3-6 水系補修工事	39
1) 安全弁	39
2) 過冷却器	39
3) 手動小型弁	39
4) 脱気水ポンプ	39
第4章 第2回SG小リークと補修工事	73
4-1 第2回SG小リーク発生	73
1) 第2回SG小リーク発生時の状況	73
2) リーク個所の推論	74
4-2 SG小リークの確認試験	74
4-3 解体及び洗浄による観察	75
1) 解体方法	75
2) 管束を上げた状態での諸試験	75
3) ダウンカマーとカバーガス管切断	76
4) リーク個所検査と試料採取	76
4-4 リークの原因と改造	77
1) 原因の調査	77
(1) 液体浸透試験	77
(2) 硬度試験	77

(3) 顕微鏡検査	77
(4) 調査結果の検討	77
(5) 破損原因に対する考察	78
2) 対策および改造	78
4-5 補修復元工程	78
4-6 1973年5月～12月運転時間	79
1) SG運転時間	79
2) Na純化運転時間	79
3) 水系採水運転時間	79
第5章 第2次SG諸性能試験運転	101
5-1 Na系電磁流量計増設	101
5-2 定期点検工事および官庁検査	101
1) 定期点検工事	101
2) 官庁検査	102
5-3 SGNa純化運転および試験運転	102
5-4 各種伝熱流動試験	102
1) 水単相流試験	103
2) 二相流静特性試験	103
3) 動特性試験	104
4) 最低負荷試験	105
5) 流動不安定試験	105
5-5 試験期間の計装と機器の保守補修	106
1) 計装	106
2) 機器	107
3) 機器の問題点 給水ポンプ	107
(1) 経過	107
(2) 流量計チェックと修理	108
a 流量計チェック	108
b 給水ポンプ性能チェック	108
c 給水ポンプ再チェック	108
d ACC (アキュムレーター) 圧力変化とFIC202	109
e 給水ポンプ補修工事	109

f 補修後の流量試験	111
5-6 1974年1月～6月運転時間	112
1) SG運転時間	112
2) Na温度450℃以上の運転時間	112
3) Na温度500℃以上の運転時間	113
4) Na純化運転時間	113
5) 採水運転時間採水量	114
5-7 不安定現象による熱衝撃サイクル	114
第6章 まとめ	141
附 記	145
第2期SG運転工程表	145

図 表 リ ス ト

図 番	名 称	
1-1	第2次SG運転経過	5
1-2	第2次の運転概要	7
2-1	第2次SG改造変更部フローシート	19
2-2	第一種圧力容器フローシート	21
2-3	流量計実流量試験	23
2-4	水質管理記録	24
(1)~(4)		
2-5	Na純化運転記録	28
(1)~(3)		
2-6	SG総合運転	31
(1)(2)		
資料 1	N ₂ H ₄ ループ中の濃度算出法	13
" 2	N ₂ H ₄ ポンプ性能曲線	11
3-0	Na ループ純化運転記録	40
(1)(3)		
3-1	1 MW SG 第1回小リーク補修工事	44
(1)~(3)		
3-2	SG洗浄運転記録	47
(1)~(14)		
3-3	(第1回)小リーク個所(ダウンカマー図)	61
3-4	純化系配管系統図	63
3-5	純化系閉塞解除経過概要	64
3-6	純化系冷却による閉塞チェック	65
3-7	" "	66
3-8	冷却法によるNa分布	67
3-9	純化系温度計測点	68
3-10	Na検出器による分布	69
3-11	入口ドレンライン導通時の温度パターン	70
3-12	出口ライン導通時の温度パターン	71
3-13	Na サンプルングフローシート	72
4-0	Na純化運転(純化系閉塞時)	80
4-1	SG小リーク現象(第2回)	86
4-2	下降管カバーガス層温度	87
4-3	下降管図リーク個所(第2回)	89

4-4	A管切断寸法（下降管）.....	91
4-5	F管切断寸法（下降管）.....	92
4-6	伝熱管採取片位置	93
4-7	事故品および健全品の組織撮影と硬さ測定位置	94
4-8	硬さ分布	95
4-9	改造下降管.....	97
4-10	SG第2回小リーク補修工事工程実績	99
5-1 (1)~(19)	SG総合運転記録	116
5-2	第2次SG1MW SG試験計画.....	135
5-3	給水流量計チェック	137
5-4	給水ポンプ回転数と流量（4月10日）.....	138
5-5	" " （4月11日）.....	139
5-6	" " （4月17日）.....	140
6-1	1974年6月現在の第2次SG運転温度と時間.....	143
6-2	1974年7月以降1MW SG試験施設運転計画.....	144
表 番	名 称	
2-1	給水の標準値.....	12
2-2	水分析の結果.....	12
4-1	A管のHeリークテスト結果	75
5-1	静特性試験の実績.....	104
5-2	動特性試験の実績.....	105
5-3	流動不安定試験条件.....	106

第 1 章 第 2 次 試 験 の 概 要

1-1 概 要

第 1 次 1 MW 蒸気発生器（以下 SG と略称する）は 1972 年 4 月末、3600 時間の運転後初期の試験目的を達成し無事運転を終了した。この SG は引続いて解体・洗浄を行ない構造上の問題点を明らかにすべく諸検査を実施したがさらに諸材料試験を行ない実際の運転を経験した実規模 SG での材料上の問題点を明らかにすることを試みた。

これらのハードの問題点の解明と並行して伝熱流動上の諸性能の把握を行なうために試験で得られたデータの整理を行なったがその結果についてはすでに報告している。

これらの過程で第 1 次 1 MW SG についての多くの問題点が指摘されたが同時に今後の SG の効率的開発をはかる上で 1 MW SG で実施しておくべき項目についての議論もなされ従来の 1 MW SG に以下に示す項目についての改造・追加工事をほどこし第 2 次 1 MW SG 試験を行なうことが決定された。

- (1) ダウンカマ部収熱が設計時（全伝熱量の約 10 %）の 2 ～ 3 倍（全伝熱量の約 20 ～ 30 %）にも達したため SG 内の熱流束分布が大巾に変化しこのことから初期の伝熱性能が得られず、同時に水側流動の不安定現象の発生する大きな原因の 1 つとなった。そこで通水管ダウンカマ部を 2 重管にしアニュラー部に Ar ガスを満たすことによって熱遮蔽を行ない Ar ガス圧によりダウンカマ部の Na レベルを制御しダウンカマの収熱状態を任意に変えられるようにした。
- (2) 将来の大型 SG の Na レベル制御方式を確立するためにカバーガス圧による Na レベル制御を採用した。
- (3) より精度の高い伝熱流動性能の評価が行われるように熱電対その他の計装を充実させた。
- (4) 伝熱流動性能の評価を容易にするために従来は伝熱管の肉厚が途中でかわっていたものを同一なものとした。
- (5) Na-水反応検出方式を確立するために Na 中隔膜式水素計をとりつけ実機での諸データを得ることとした。
- (6) 水系のフラッシング効率を高めるために補助給水ポンプを設置した。
- (7) その他水系の給水加熱器の効率を良くするため二次側配管を 1B より 2B に改良した。

1972 年末にこれらの改造をほどこした 1 MW SG が現地に設置され 1972 年 12 月より隔膜式水素計その他の機器の調整運転、水系フラッシング、Na 純化運転が順次実施された。引続いて SG 性能試験を開始したが伝熱管に通水後まもなく 4 月中旬の水単相流試験中に SG に小リークが発生し運転を中止した。

以降種々の方法でこのSGのリーク確認試験を行ない更にSGを解体してリーク個所を確認しさらにリーク個所を切出してそのクラック発生状況の観察その他により原因究明を試みた。一方リーク個所がダウンカマ部であったため現地で管束部をひき上げた状態で作業を行ない9月末に補修工事を完了した。尚この補修工事の期間中にSG内のNaOH等の洗浄を行う目的でSGNa循環運転を行なった。

6月より9月にかけては、上記SG小リークに伴う工事以外に水系機器の補修工事、Na電磁流量計の誤指示問題の究明、隔膜式H₂計の破損補修工事及びNaサンプリング装置の増設等を行なった。10月より復旧したSGの調整運転を開始しNa純化運転を実施した。この間C・Tが閉塞したためその新しいC・Tによる交換工事を行ない、Na純化運転を行なったが11月中旬に再度SGに小リークが発生した。前回と同様な手法によるリーク個所確認試験SG解体後のリーク個所確認、原因究明のための諸検査を行なった。小リーク発生個所が前回と同様にダウンカマ部であったことから補修工事は現地で行なうこととし、1974年1月より開始し2月中旬に完了した。その後運転を再開し、Na純化運転を経て3月中旬より静特性試験に入り以後、動特性試験、不安定現象試験等一連の試験を行ない6月末に一応運転を終了した。

1月から2月にかけてNa電磁流量計の誤指示問題を再度解明するためダクト洗浄及びホットレグへの新規流量計の増設工事を行なった。

又2月には水系装置の定期点検工事を実施し官庁検査（第一種圧力容器）を受検し合格した。今後は今までの運転でのとり残し試験および材料試験を目的にしたNa循環運転を年度一杯行なう予定である。

図1-1および図1-2に第2次SG運転の経過の概要を示してある。その概略内容を以下に示すが詳細については次章以降で述べる。

1-2 経 過

(1) 第2次SG運転試験（その1）

48年1月より開始した第2次SGの調整運転を経て、水単相流試験等のSG性能試験を行ないデータを取り始めた所、3月末コールドトラップNaリーク更に4月中旬にSGに小リークが発生し運転を中止した。

(2) SG小リーク発生・解体検査

4月中旬、SGに小リークが発生し、運転停止後直ちに、リーク確認試験を行ない、2本の通水伝熱管のうちの1本にリークが確認された。引続いて4月下旬より5月上旬にかけて、SGを解体し、リーク個所を確認し、リーク個所を採取その原因究明と補修対策を検討した。

(3) Na純化運転

SG小リークの原因究明および補修対策検討期間を利用して、5月中旬より下旬にかけてSG小リークで汚れたNaの純化をするため、SGをバイパスしたループのみで、Na純化をするため、Na純化運転を実施した。

(4) SG小リーク補修工事（前半）

補修方針決定後、6月初旬より小リーク個所の補修工事を開始したが、工事途中でNa潮解による付着物の伝熱管への悪影響が問題となり、SG内部をNaによって洗浄することとした。そのため水系配管接続工事等を残して、NaによるSG洗浄の準備工事を引続いて行ない、この前半の補修工事を7月中旬完了した。

(5) SG洗浄運転

カバーガス領域の伝熱管表面の付着物を洗浄するためNa液面をSG頂部近くまで上げて運転する方式をとり、7月中旬より開始し、9月初旬までSG洗浄運転を実施した。尚、この間、コールドトラップが閉塞し、7月下旬より8月初旬にかけてコールドトラップを交換した。

(6) SG小リーク補修工事（後半）

SG洗浄運転完了後、水系配管の接続工事等を9月中旬より開始し、9月末に今回のSG小リーク補修工事を完了した。

(7) Na純化運転

10月初めよりSGに水、Naを通してのNa純化運転を開始した。途中コールドトラップの交換等を実施して、Na純化運転を継続中、11月中旬に、再度SGに小リークが発生し運転を中止した。

(8) SG小リーク発生（第2回）・解体検査

11月中旬に2回目のSG小リークが発生し、運転停止後、前回同様直ちにリーク確認試験を行なった。引続いて11月下旬より12月上旬にかけてSGを解体し、リーク個所を採取、その原因究明と補修対策を検討した。49年1月より現地補修工事に着手し、2月中旬に完了した。

(9) 第2次SG試験運転（その2）

第2回目のSG小リーク補修工事完了後、49年2月下旬より運転を再開し、水系フラッシング、Na純化運転を経て、3月中旬よりSG静特性試験を開始し6月末初期の目的を一応達成し運転を停止した。

(10) 水系機器補修工事および定期点検工事

SG小リーク（第1回）補修工事期間を利用して、これまでの運転にて不具合となった。

水系機器（安全弁過冷却器等）の補修工事を実施した。又、49年2月には水系装置の定

期点検工事を実施し第1種圧力容器としての官庁検査を受検し合格した。

(11) Na電磁流量計

第2次SGの調整運転中に実施したNa電磁流量計の実流量試験の結果、指示値が低下していることが判明し、この原因を解明すべく解体調査すると共に、ダクトを新規のものと交換した。(1973年6月中旬～下旬)

その後、再度指示値が低下する現象が現われたため、49年1月から2月にかけて既設流量計を増設した。

(12) 隔膜式H₂計

SG洗浄運転中、1973年8月下旬隔膜式H₂計のセンサ部が破損し、その補修工事を9月中旬より下旬にかけて実施した。

(13) Na サンプリング装置の増設

当試験装置にはON-LINEのNa サンプリング装置がなくSGの材料試験やNaの純度管理の点で不備であったため、今回、このNa サンプリング装置を増設した。

(1973年7月下旬～8月初旬)

(14) 給水ポンプ補修工事

回転数に比較して給水流量の低下および流量計の異状指示現象がみられたため給水ポンプのバルブのすり合わせおよびパッキンとりかえ工事を行なった。(1974年4月)

1-1 1-1 (その2)

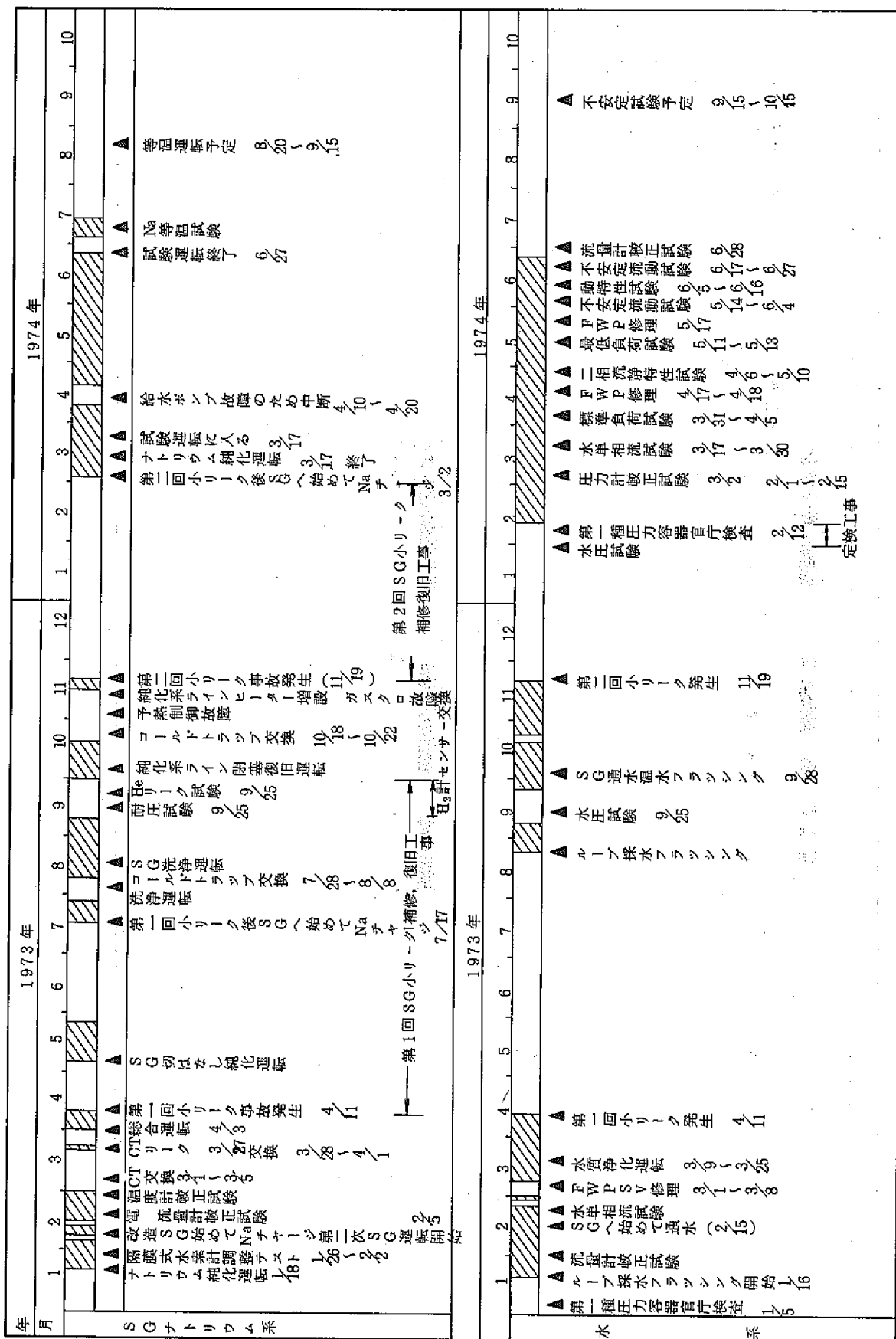


図 1-1 第 2 次 SG 運転経過 (その 2)

(48年度実績)

1 2 3				4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
項目																		
第2次SG試験運転(その1)																		
SG小リーク発生・解体検査																		
Na 純化運転																		
SG小リーク補修工事(前半)																		
SG洗淨運転																		
SG小リーク補修工事(後半)																		
Na 純化運転																		
SG小リーク(第2回)発生・解体検査																		
SG小リーク(第2回)補修工事																		
第2次SG試験運転(その2)																		
水系機器補修工事																		
水系装置定期点検工事																		
Na 電流量計(ダクト交換)																		
水系装置定期点検工事(ダクト洗淨および増設)																		
隔膜式H ₂ 計(補修工事)																		
Na サンプリング装置の増設																		

図1-2 第2次SG運転経過の概要(Ⅱ)

第 2 章 第 2 次 SG 初期運転

1972 年末に復元工事および定期検査を完了した第 2 次 1 MW SG は 1973 年 1 月より、運転を開始した。水系 Na 系の諸計装の較正試験を行なった後、水単相流試験更に定格運転を行なったがその後安全弁の漏洩のため低圧運転を行っていた 4 月 11 日に SG 内に水リークが発生し運転停止した。(運転経過表参照)

以下、水系 Na 系の純化運転、総合運転の経過をグラフを参照しながら説明すると共にこの間に生じた水系、Na 系機器の問題点を列記し検討資料とする。

2-1 第一種圧力容器の官庁検査

1 MW SG 施設の第一種圧力容器に関して改造変更部の変更検査及び施設運転開始のための使用再開検査をそれぞれ行なった。

2.1.1 変更検査

期 日 1972 年 12 月 26 日

検査官 所轄労働基準監督署長

1) 変更する部分変更部分を図 2-1 に示す。

(1) 蒸気発生器伝熱管肉厚変更(安全弁吹出圧変更)

従来の伝熱管の肉厚は予熱部、沸騰部が 4.2 mm、過熱部が 5.0 mm であったが今回過熱部を 4.2 mm に変更し同一肉厚の伝熱管とした。これに伴ない設計温度が 540℃ から 520℃ に、設計圧力が 185 kg/cm²g から 182 kg/cm²g にそれぞれ変更されさらに安全弁の吹出圧が 183 kg/cm²g に変更された。

(2) 補助給水ポンプの増設

(3) 復水配管サイズ変更

(4) 安全弁系にフラッシングライン追加

(5) 脱気器使用検査(材質変更)

(6) 凝縮器と復水タンク間の配管改造(仕切弁、安全弁、ドレン管の追加)

2) 試験検査

(1) 開放検査

(2) 耐圧試験

3) 結果 合格

2.1.2 定期検査(使用再開検査)

期日

1973 年 1 月 5 日

検査官

所轄労働基監督署長

検査範囲

第一種圧力容器の認可を受けている範囲 (図2-2)

試験, 検査

変更検査に於て実施済みであるため省略された。

結果 合格

有効期間

自 昭和48年1月5日

至 昭和49年1月4日

2-2 水系の運転と水質管理 図2.2-(1)(2)(3)参照

2.2.1

水系ループは1972年5月から1973年1月運転開始まで官庁検査の水圧試験時を除いて、 N_2 ガス置換により長期停止の保管状態にあった、水質の監視機構は給水側の電導度計PH計の連続監視及ミルポアフィルター(0.45 μ メッシュ)による不純物の濃度検出及卓上型PH計によるPHの測定、全鉄 シリカの定量分析等である。脱気、PH調整にはヒドラジンを使用している。

補給水流量等のデーター不足もあって管理グラフはループの鋼材表面の汚れと $N_2 H_4$ 濃度との関連を示すまでには至らなかったが補給水流量は通常、170 $\ell/H \sim 230 \ell/H$ なのでここでは平均200 ℓ/H として処理した。

1月中旬より始まった水系の浄化運転では相当の汚れが予想されたので24000 ppmの濃度(タンク濃度)の $N_2 H_4$ を注入しループ $N_2 H_4$ 濃度約18 ppm(計算資料添付1)で採水ブローを行いループ中のクラッド濃度を監視しながら約8 ppmの $N_2 H_4$ でSGに通水した。この間に純水を約127.3 tonを採水しブローした。

$N_2 H_4$ の脱気器に於ける蒸発量が不明であるがループのPH電導度と温度との関連から予想することができる。

温水フラッシングについてみると2月1日クラッド濃度が0.1 ppmとなったが昇温により電導度が上昇しさらに2月11日にはループのクラッド濃度が悪化し、 $N_2 H_4$ 注入量を増し、ループ温度も下げている2月15日のSG通水時はクラッド濃度は0.1 ppmと大体よいがPH及び電導度が10以上と高くなったこれは、昇温により $N_2 H_4$ の分解が進行したためと思われる。

以上のように $N_2 H_4$ の濃度はPH電導度に大きな影響を与えることが判明した。そして

PH10以上ではループ鋼材へのアルカリ脆化の恐れがありPH8.5以下はループの水の汚れ（酸化）に影響を与え N_2H_4 の調整は非常に困難である。今後も運転の手法技術を再検討し水質の規準を確立してゆく必要がある。

1月25, 26日メ-カにより給水ポンプの運転時の再調整が行われ1月30, 31日水系流量計の較正試験を行った。

水系流量計較正試験の結果は図2-3に示すように日立側MA pi 側共に実流量に近い結果が得られた。

2月16日よりNa水系共総合運転に入り水単相流試験、蒸気側温度計の較正試験を行ったがこれらの試験中の2月21日にSG安全弁がもれさらに2月25日には給水ポンプの弁カバーより水もれが生じたため運転を停止した。

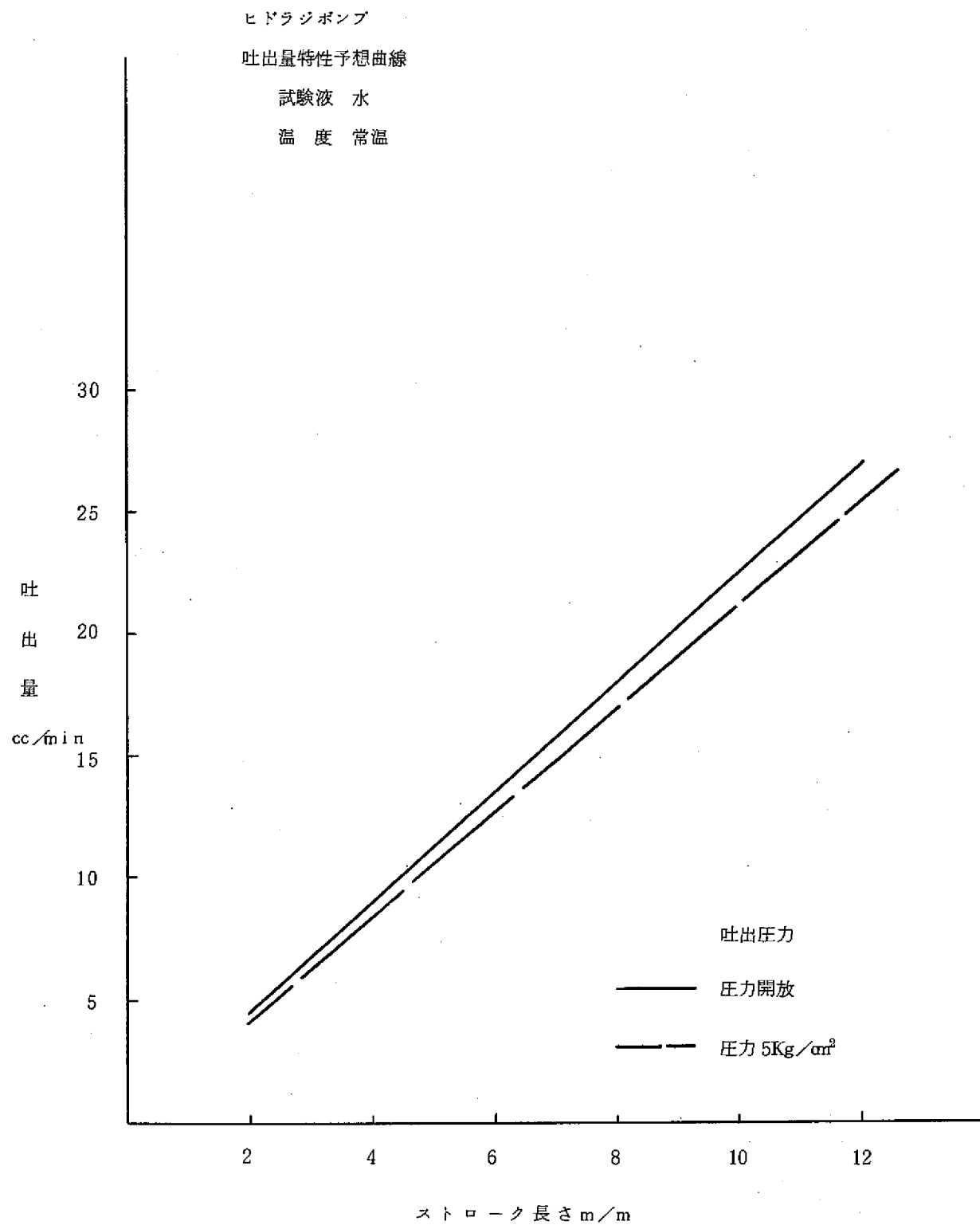
水単相流試験にNa SG入口温度350℃とし、給水下降管のNaレベルをSGNaレベルと同一条件として行なった。3月SG安全弁給水ポンプの修理後Na水系の総合運転を行う直前に水質が劣化しSG通水条件が満足されなくなり3月8日から3月25日までをフラッシング運転に費した採水ブローの純水量は約86.6 tonである。

通常1MW SGの常温フラッシングはPH8.5-9.0で行なわれていたがこの時の通水はクラッド濃度が5ppm以上と悪く、常温より150℃～200℃に昇温したとき汚れは更にひどくなった。

常温フラッシング時のPHが8.5～9.0でループ内 N_2H_4 濃度が3～4 ppmでは錆を止めることはできない。一搬には N_2H_4 を100～200 ppm位入れるとPHは9.5位に上がるが汚れは止り系内に銅を使用してなければこの方法でフラッシングして問題はない。又、310℃以上になると N_2H_4 は H_2 を発生し水素アタックを生ずる心配があるので N_2H_4 濃度を下げしてから昇温を行なわなければならない。PH9.5（弱アルカリ性）位で鋼の表面に水酸化第一鉄（ FeOH ）溶液が皮膜となり錆の発生を防止している等の資料があるが給水のP・Hを、 N_2H_4 濃度調整により9.5近くにした所水質はクラッド濃度で0.05 ppmまで純化された。今後の運転には、常温時と昇温時の水質管理について再検討する必要があるかと思われる。但し、P・Hの上昇は、電導度の上昇ともなるので、この間の調整が困難である。

4月初旬より水側の蒸気出口条件を飽和に保つ方法により蒸気側温度計較正試験を行なったがその後、定格運転へ出力を上昇（蒸気圧力173 kg/cm² 蒸気温度480℃ 給水流量1.8 T/H）させたところ4月8日SG安全弁が設定圧以下で吹出したため負荷を下げることを余儀なくされた。4月11日SG内水リークが発生し全ループ停止した小リークについては別途詳細を報告する。

資料2



2.2.2 水分析について

表 2-2 水分析結果

採水月日	採水箇所	全 鉄	シリカ	全 銅
48. 2. 3	復水タンク	27.5 ppb	6.0 ppb	2.0 ppb
" 2. 7	"			
" 2. 7	"			
" 2. 12	"	1338 ppb		
" 3. 9	原 水	17.5 ppb		
" "	ポリシヤ II	26 ppb		

1 MWSG は一体貫流型であるので、表 2-1 に示す貫流ボイラーの水質規準値を目標として給水管理を行なっている。

表 2-1 給水の標準値 (ボイラー協会)

圧力	150<	鋼合金使用の場合
PH(25℃)	8.5~9.0	
	9.0~9.5	
溶存酸素	<0.007ppm	
全 鉄	<0.02ppm	
全 銅	<0.003ppm	
ヒドラジン	>0.01ppm	
シリカ	<0.02ppm	
導電率(25℃)	0.3μS/cm	

表 2-2 は 1973 年 1 月から 4 月の小リーク発生により運転を停止するまでの間に行なった水分析の結果を示したものである。厳密にみると全銅以外の全鉄、シリカ共標準値をわずかに上まわっておりかならずしも十分な水質管理がなされていたとは言い難い状態であった。

2.2.3 水系機器の問題点

1972 年 1 月から 4 月までの運転を通して生じた水系機器についての問題点を以下に列記する。

1) 給水ポンプ

- (1) バルブカバーガスケット部に水もれが生じた。仕上工程上のミスと思われる。
- (2) 高圧グランドパッキンの交換。今回改良の J. M. 改良型の耐久性については、一応

メーカーの提案する、パッキング厚(11×6)mmの二割(13mm)の摩耗を生じた時を交換の目安とした。

(3) プランジャーの寿命についても4000時間を交換の目安とした。

2) SG安全弁

今回の運転中にSG安全弁は2回作動した。1度は設定圧以下で吹出したもので2度目は操作ミスによるものであった。作動後完全に締め切りが行なわれず水もれが生じたためすりあわせ、圧力設定等を必要とした。

3) 過冷却器

3月の運転中過冷却器、管板腐食により蒸気もれが発生した。この過冷却器は約4000時間運転したものである。その他再生熱交換器も同仕様なのでもれの恐れが残っている。原因として、冷却水が原水であり塩分等が混入していたためと考えられる。

資料1

N₂H₄ ループ中の濃度算出法

例1 ポンプストローク 平均2として性能表より5cc/min 補給水流量平均150ℓ/H=2.5ℓ/m とすれば

(N₂ H₄ タンク濃度 2400ppm)

$$\frac{2400 \times 5}{2500 + 5} = 4.79 \text{ ppm}$$

参考 溶存酸素 1 ppmを除くためにはN₂H₄ 1ppmを必要とする。

2-3 Na系の運転と純度管理

通常Na系の純化運転はループのみ(SGをのぞく)のNa純化運転を先行し、一定の規準以下の不純物濃度に達した後SGへNaチャージし、再び精製を行っている。

1973年1月からのループNa純化運転では隔膜式水素計の調整テスト及計器較正を行なうため、Na純度をSG入口Na温度210℃圧力1at プラグ温度140℃に於て行った。詳細は別冊隔膜式水素計参照のこと。

2月の第二次SG内初期のNa不純物濃度は、Na温度230℃に対してプラグ温度218℃、Na温度260℃でプラグ温度第1 240℃、第2 205℃、Na温度300℃でプラグ温度第1 265℃、第2 200℃、Na温度350℃で第1 260℃、第2 190℃、Na温度360℃でプラグ温度第1 240℃、第2 175℃であった。又、これらの順序で浄化運転を行いC. T. の流量等を監視した。この間にレベル制御系の配管の一部手直、電磁流量計の較正試験SG内計装温度計の確認試験(較正)を行った。

3月初日よりC. T. の取替工事を行ったが、このC. T. は第1次1MWSG試験時の1972年4月8日に取付けられた後20日間運転を行い、1973年1月まで停止・保管状態におかれていたものである。

C. T. の不純物補獲量を酸素不純物として算出したとき(添付4) Na_2O にして約1.632 kg, 酸素量にして約408gとみられる。この計算では第1プラグの不純物は算出してない。

水系の水質浄化が遅れたため、3月26日Naをチャージしたがその20時間後にC. T. (日立製)本体の表面にクラックを生じ再取替を行った(3/28~4/1)

2.3.2 Naガス系機器、計装の問題点

1) ドレン弁

SGへのNaチャージ後のNaレベルはドレン弁のもれにより、降下するのでストレージタンクガス圧 1.2 kg/cm^2 を保持し、もれ対策とした。

2) 電磁流量計

流量計OUTPUTの信号の誤差が大きすぎ、指示値を校正カーブで読み替えた。
(詳細は別冊参照)

3) ガスクロ計

計器の校正は1ヶ月1度となっているが、今回のリークの状況により判断してその都度する必要がある。

4) コールドトラップ

別冊、事故報告参照 Naリーク事故

5) D. C. レベル制御系

Naチャージの時DCガス層上部までオーバーチャージした。対策として、差圧計元弁均圧弁を、開としSGガス層と、DCガス層をバイパスさせNaチャージを行うことにした。

6) プラギング計

自働測定によっては、第1と第2プラグ温度を自働測定はできなかった。
手働による測定は安定している。

添付資料4

コールドトラップ充填物算出法

不純物濃度を酸素としてのみ算出した。(第1, 第2ダブルプラグの場合は第2プラグについてのみ) Na中の酸素溶解曲線はclaxtonより引用。

S47. 4/12~4/28

$$\text{Na } 500^\circ\text{C at } (17-10) \text{ ppm} \times 5 \text{ m}^3 \times 838.1 \text{ kg} \times 10^{-6} = 29.3335 \text{ g O}_2$$

プラグ温度 176℃-148℃

Na₂O 117.334g

S48.1/18より

Na 200℃ at (25-8) × 5 × 903 × 10⁻⁶ = 76.755g O₂

プラグ温度 190℃-140℃

Na₂O 307.02g

Na 350℃ (40-15) × 5 × 869.4 × 10⁻⁶ = 108.675g O₂

プラグ温度 220℃-170℃

Na₂O - 434.7g

Na 400℃ (70-17) × 5 × 858.8 × 10⁻⁶ = 193.23g O₂

プラグ温度 250℃-175℃

Na₂O - 772.92g

total Na₂O 1.632kg

酸素量 408g

温度によるNa比重

200℃…… 903kg/m³ 350℃…… 869.4 kg/m³

400℃…… 858.8 kg/m³ 500℃…… 838.1kg/m³

注①第1プラグ析出生成物について、成分が判明していないので算出はしない。

②充填物をNa₂Oとして推定した。

2-4 総合運転と小リーク発生(第1回)

3月27日のC. T. Naリークの対策としてメーカーは本体の肉厚3m/mを6m/m(SUS27)に改造して取りつけた。

水, Naの総合運転は2月初旬にNaの純化を目的に行なわれているが, SGの性能試験を目的としては4月3日以降に行なっている。

Na流量および蒸気側T/C較正試験後4月7日から標準状態での定格および部分負荷試験4月9日に水単相流試験を行なった。4月10日20時頃よりガスクロH₂濃度が急上昇し一度は濃度が降下したが23時頃より上昇し隔膜式水素濃度(N.P.圧異常)PL温度155℃より

200℃に上昇C.T.流量は7.0ℓ/Mより6.5ℓ/Mに降下しそれぞれ異常を示し総合的に検討の結果, 小リークと判断, 4月11日9時緊急ドレンにより運転を停止した。

2-5 73年1月~4月の実働時間

以上述べてきた運転についてその実働時間をまとめると以下に示す通りである。

1) SG運転時間

Na チャージ		Na ドレン		時間数	延時間数
月日	時刻	時刻			
2/5	10:00	2/11	24:00	158	
2/16	9:00	2/28	20:00	299	457
4/3	9:30	4/11	9:00	191.5	648.5

450℃以上

4/3	12:00	4/8	12:00		24
-----	-------	-----	-------	--	----

- (注) 1. SGは通常 200℃前後に予熱された水を先に SG に通しておき, Na を後からチャージする起動方法をとる, 又逆に停止時は通常先に Na を SG よりドレンし, 水はあとから停止する。
2. 上記のことからこの時間は“SGにて蒸気が発生されている”時間ではない。

2) Na純化運転時間

Na チャージ		Na ドレン		時間数	延時間数
月日	時刻	月日	時刻		
1/18	14:00	2/2	15:00	211	211

3) 水系採水運転時間

採水開始		採水停止		採水時間	延採水量
月日	時刻	月日	時刻		TON
1/16	10:00	2/26	20:00	994Hr	
3/9	18:00	4/11	10:00	784Hr	
				1778Hr	計 355.6TON

注 1) 採水量は流量 200ℓ/Hとして算出した。

2-6 小リーク(第1回)原因と対策改造

1) 原因調査

SG解体およびリーク個所(図3-3に示す)試験片採取後原因を調査した結果顕微鏡組織検査より, 応力腐食割れが有力な原因と考えられた。

2) 対策改造

下降管の構造上伝熱管溶接部における拘束力が大きいという事が判明し、次の諸点で改造を行なうことにした。

(1) D. C. カバーガス管と伝熱管の固定を鍛造品削り出しとする。図 4-9 ①に示す。

(2) D. C. カバーガス供給管の材質とサイズ変更

STBA 24 (25.4 ϕ) を SUS 27 (15.9 ϕ) に改良し伝熱管への拘束力を少なくした。

図 4-9 供給管参照

(3) SG 鏡部のノズル構造変更

給水ノズルについても隅肉溶接をさけるため(1)の同一構造に改良された。

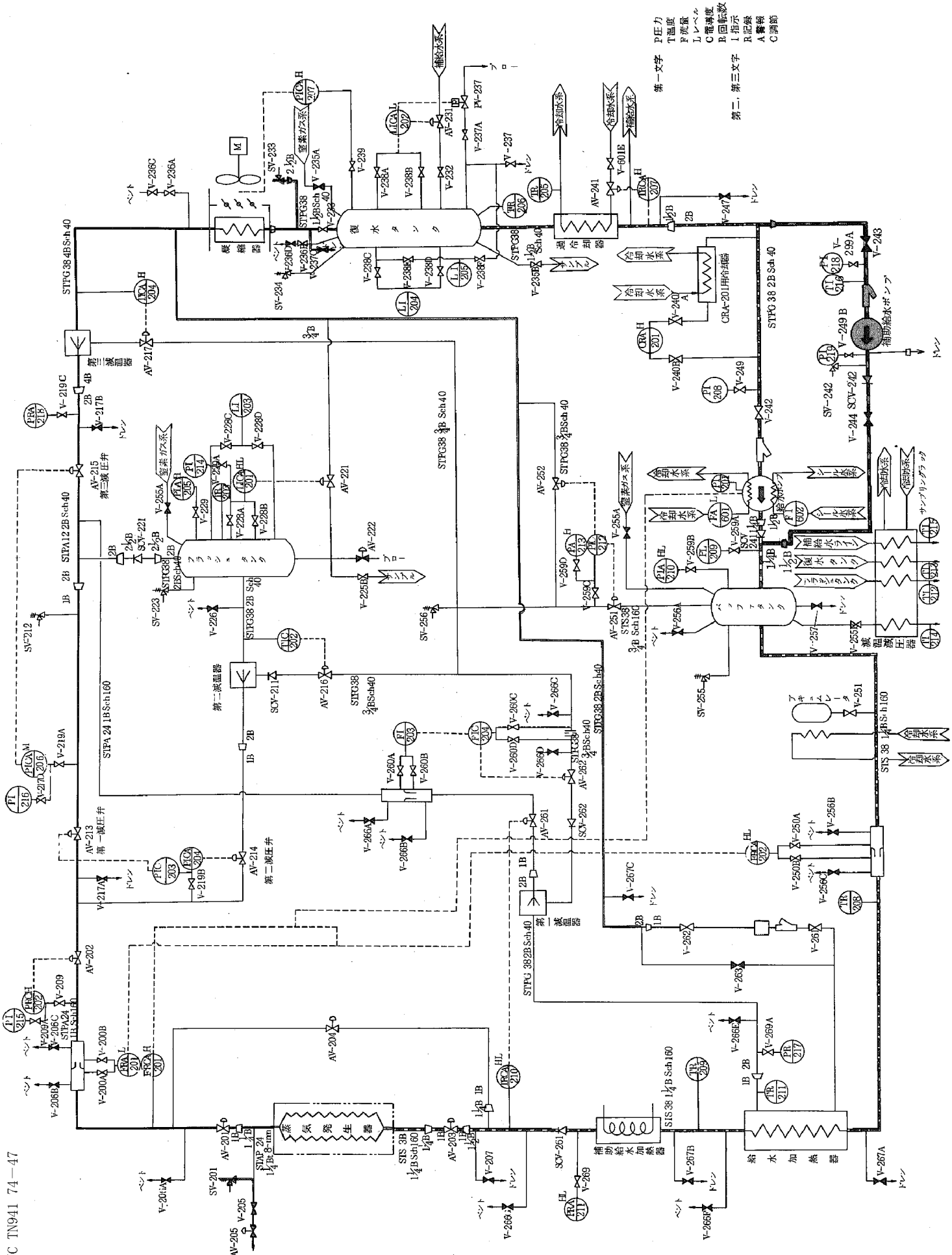


図 2-1 第 2 次 S/G 改造変更部

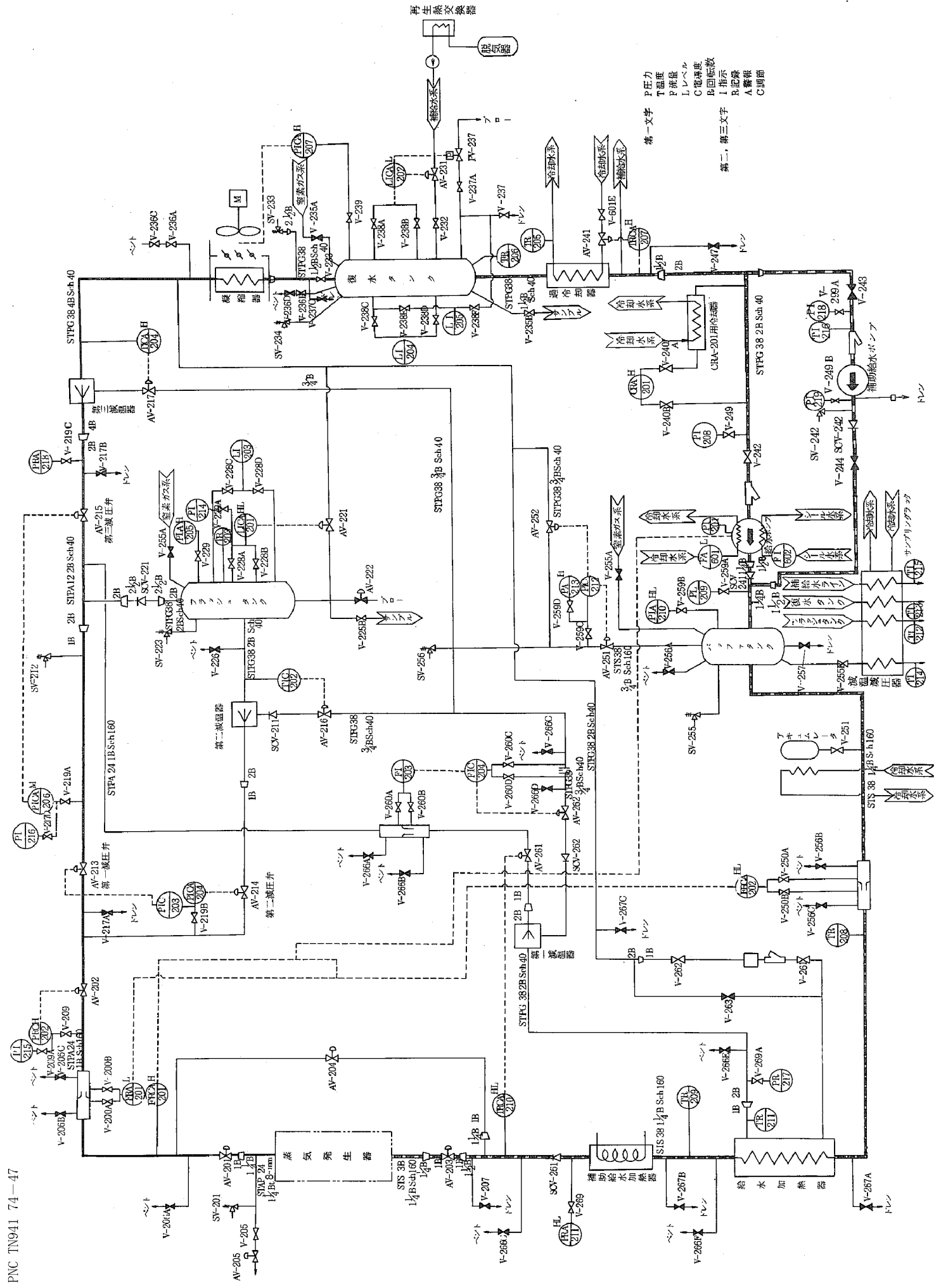


图2-2-2 第1樫庄刀容器フロート

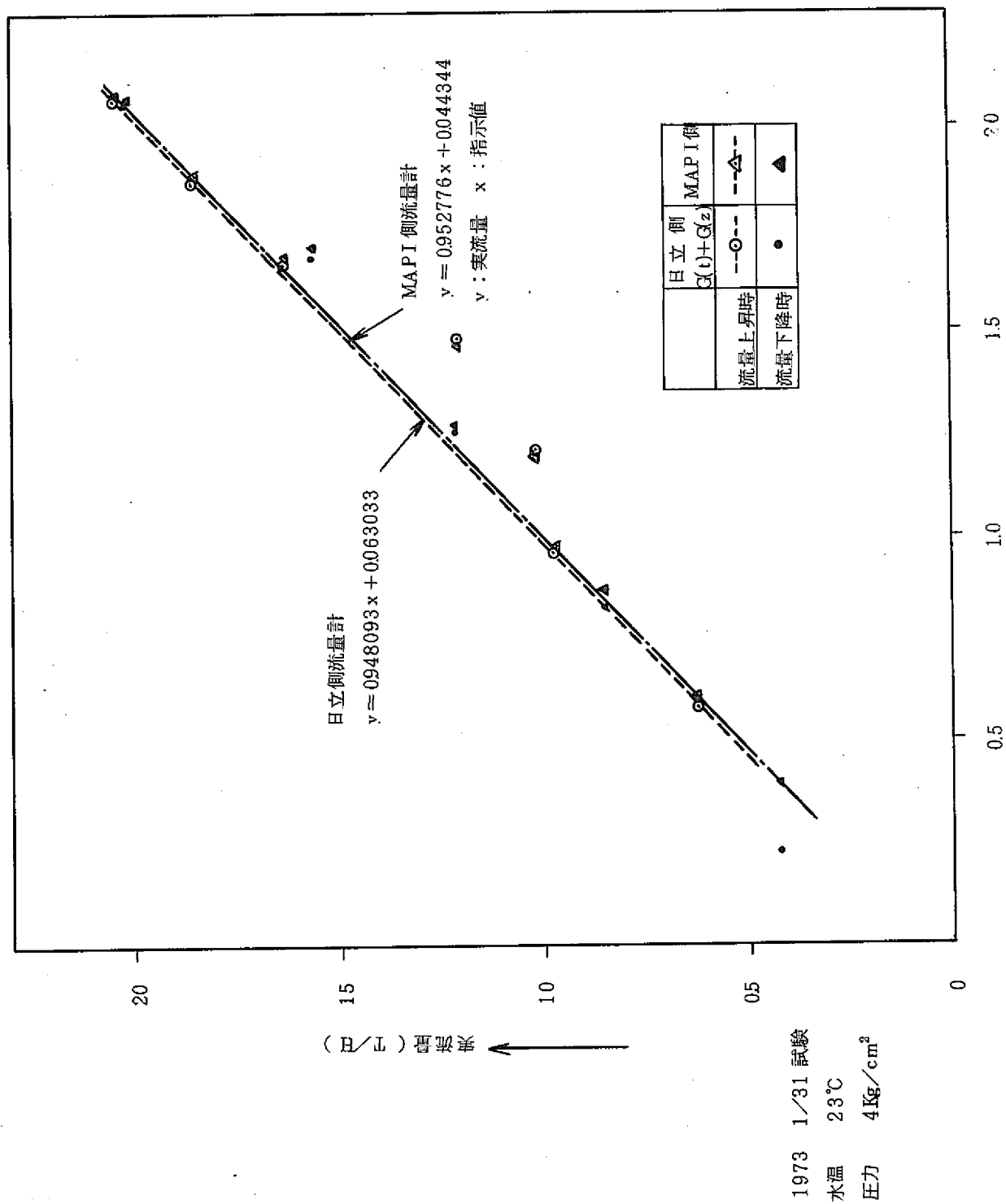


図 2 - 3 流量計の較正試験 (実流量試験)

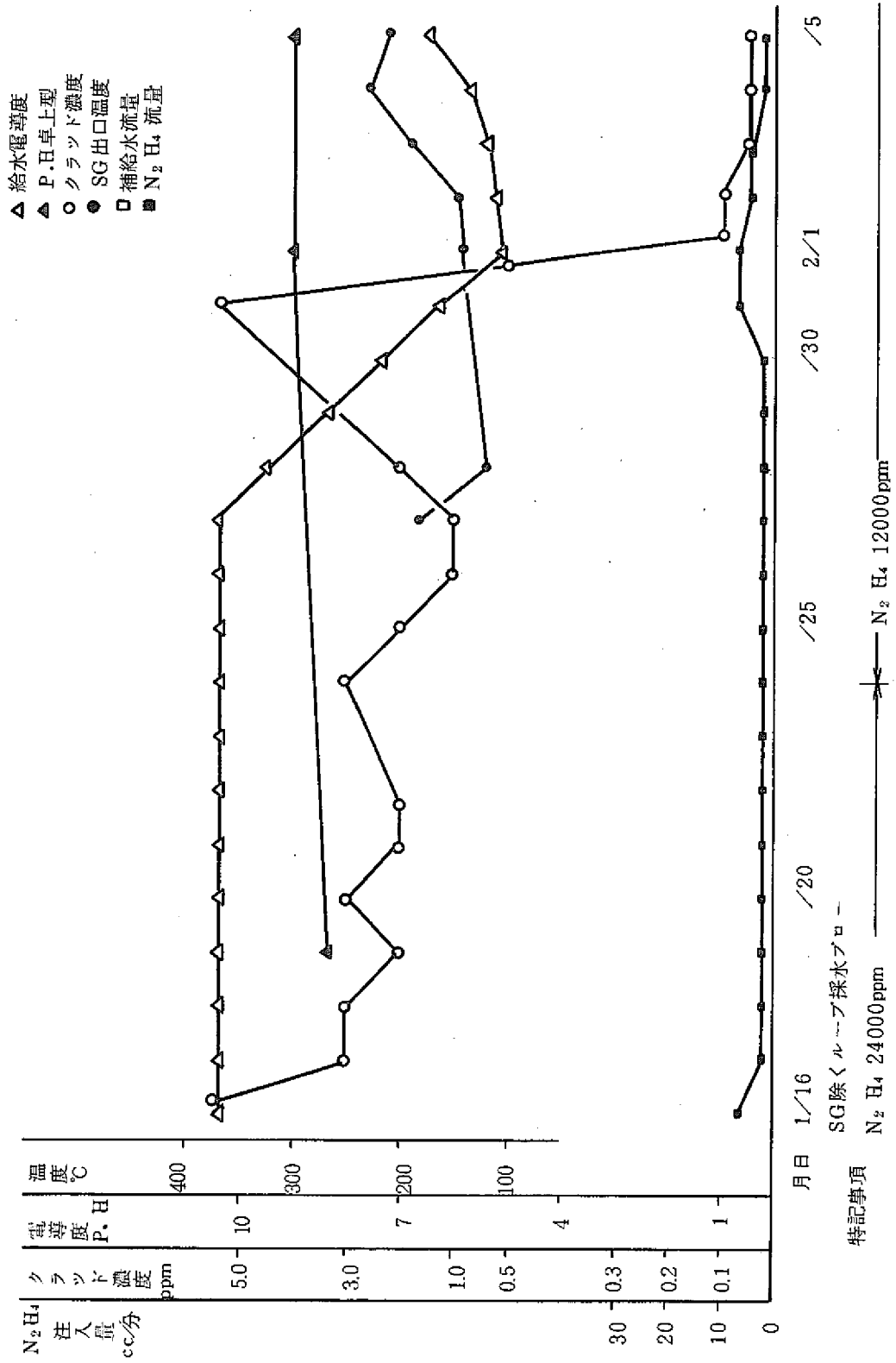


図 2-4 (1)水質管理記録

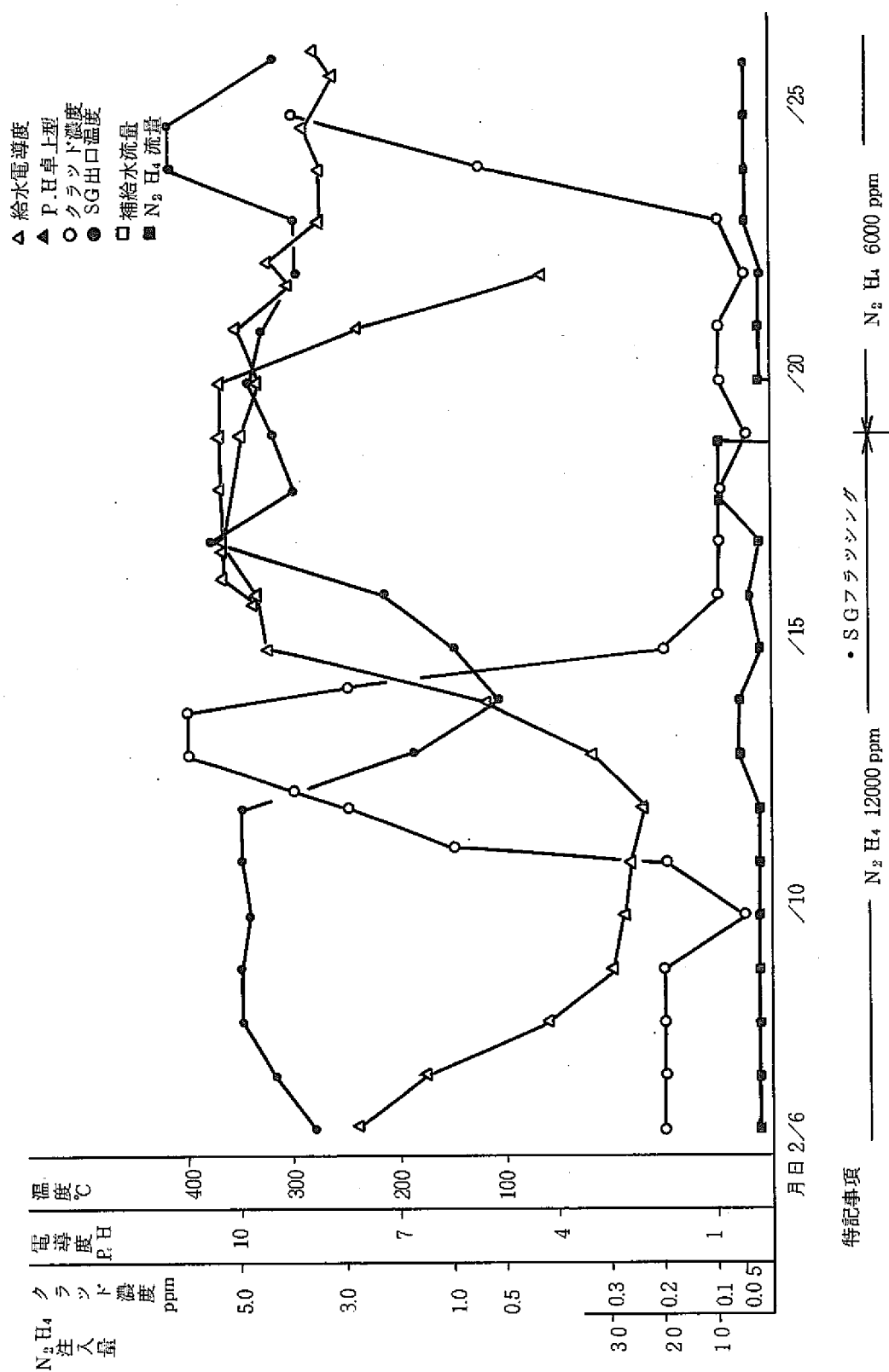


図2-4 (2) 1MW SG 水質管理記録 (S48 月)

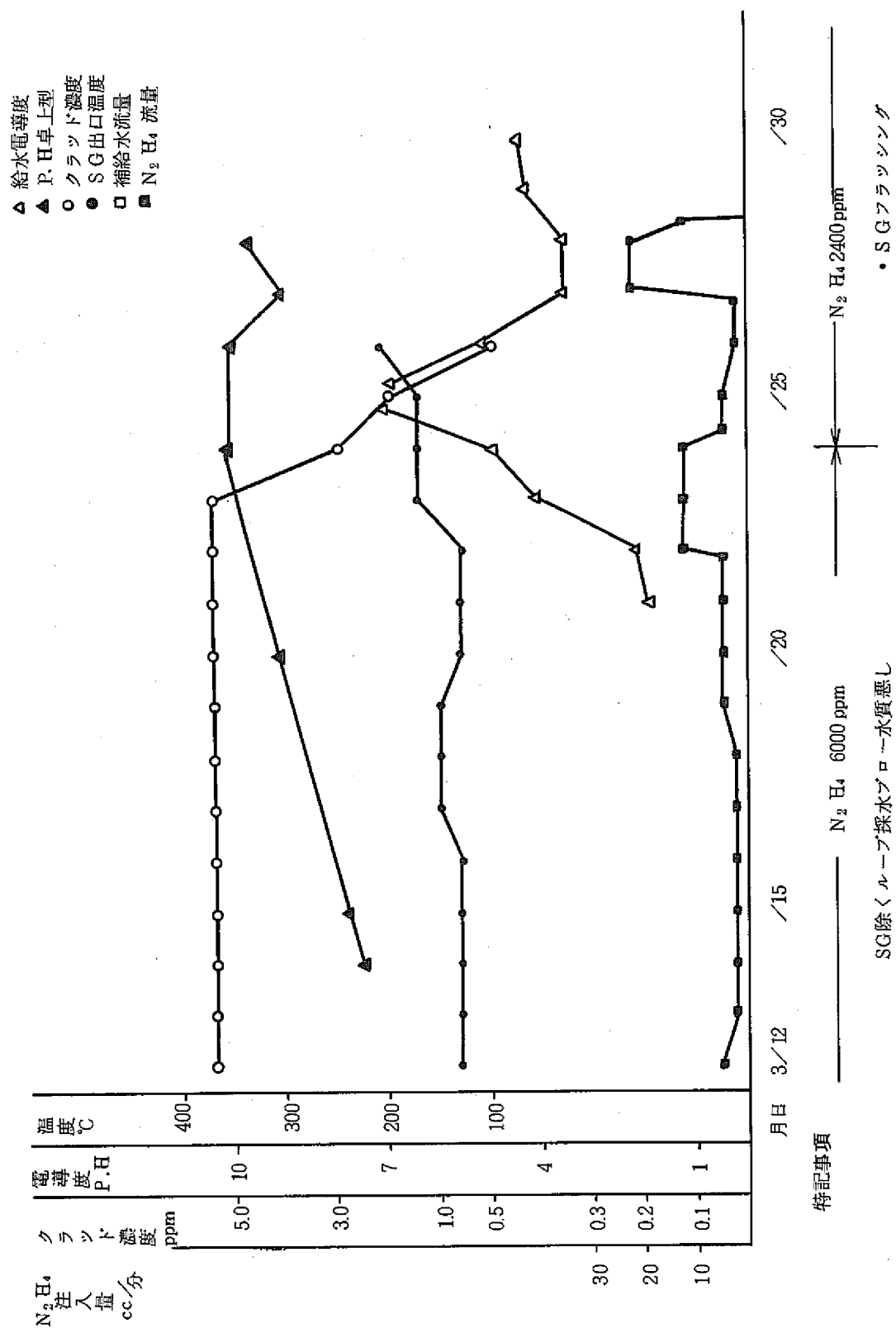
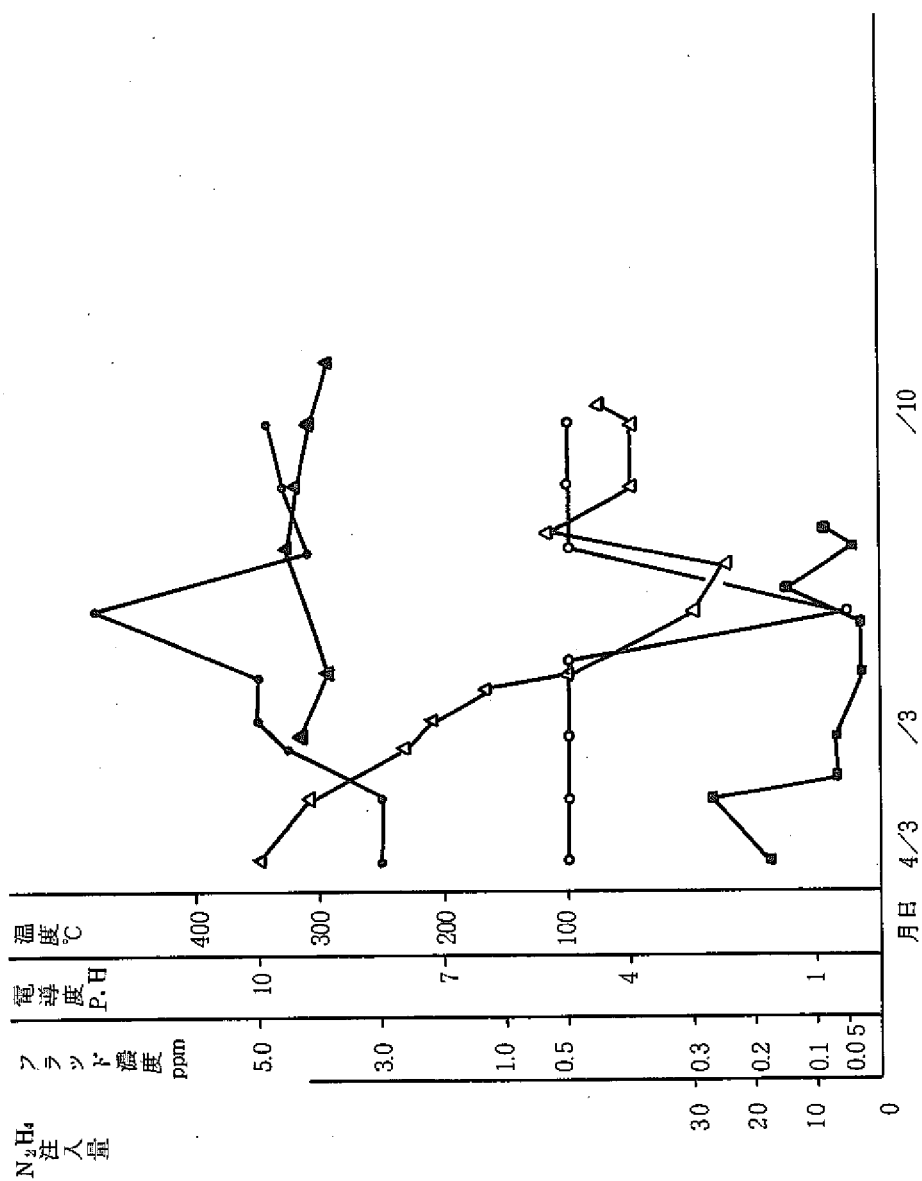


図 2-4 (3) 1MW SG 水質管理記録 (S 48 月)

△ 給水電導度
 ▲ P. H卓上型
 ○ クラッド濃度
 ● SG出口温度
 □ 補給水流量
 ■ N₂ H₄ 流量



特記事項
 N₂ H₄ 2400 ppm

図 2-4 (4)1MW SG 水質管理記録 (S48 月)

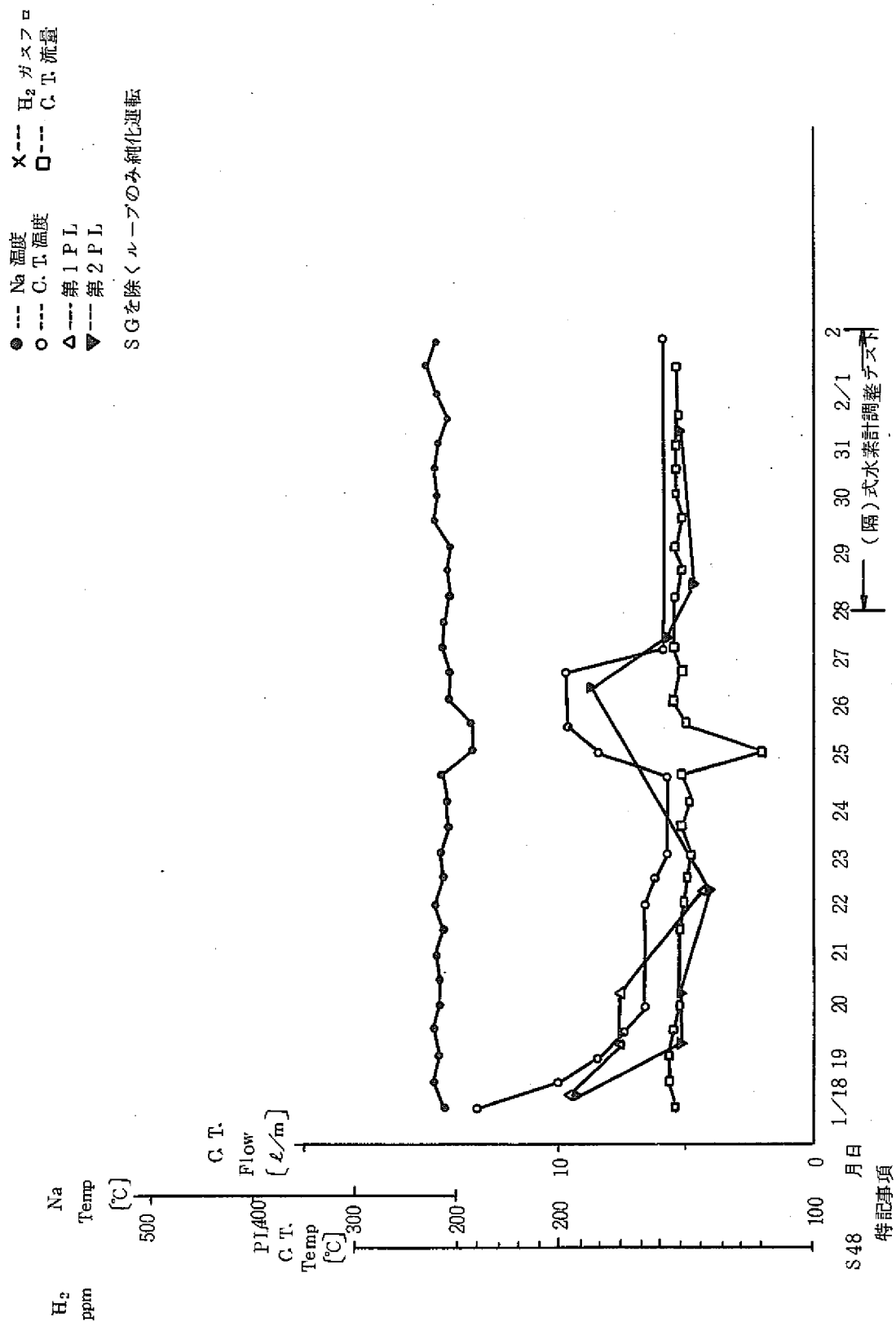


図 2-5 (I) 1 MW SG Na 純化運転

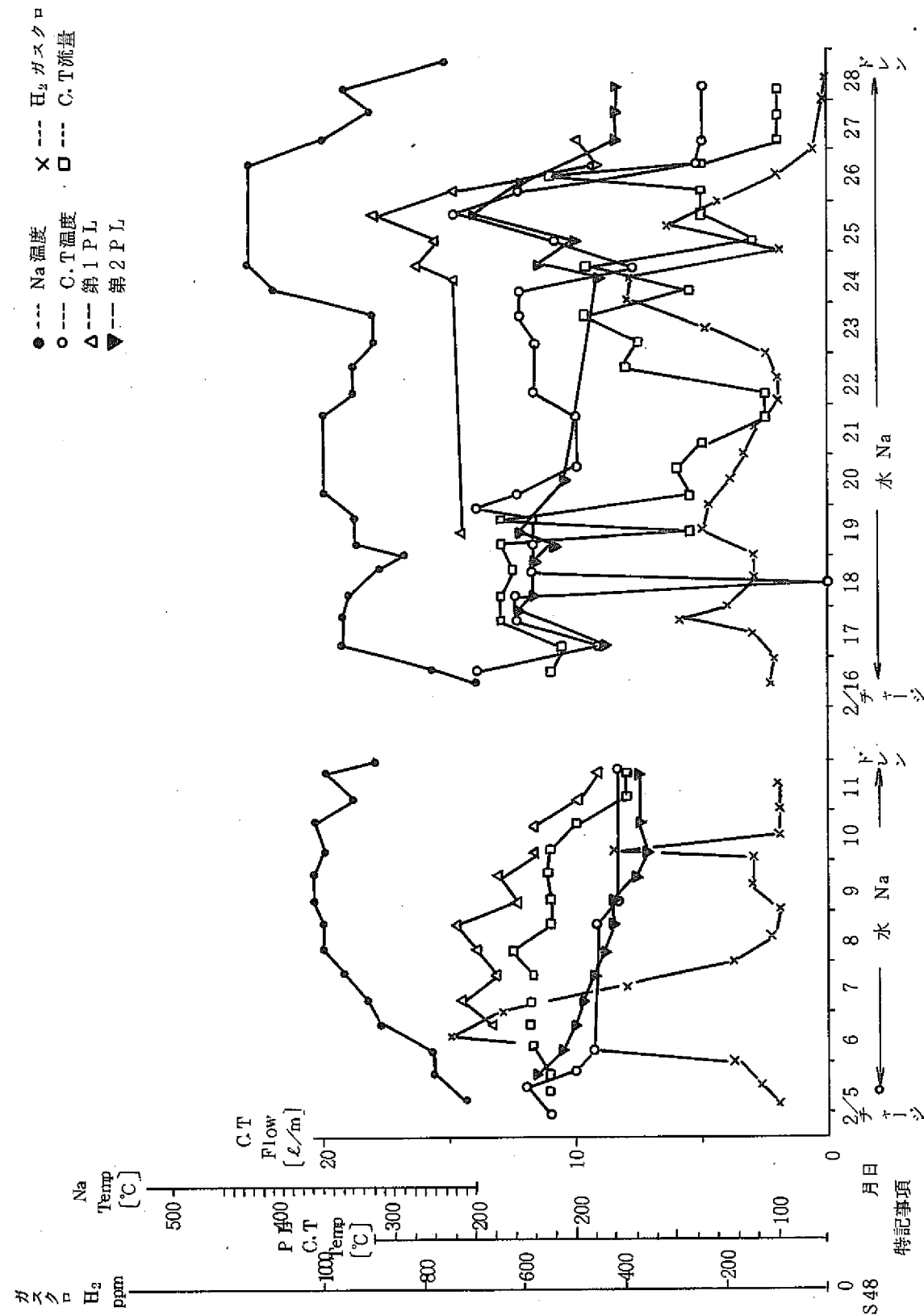


図 2-5 (2) 1MW SG Na 純化運転

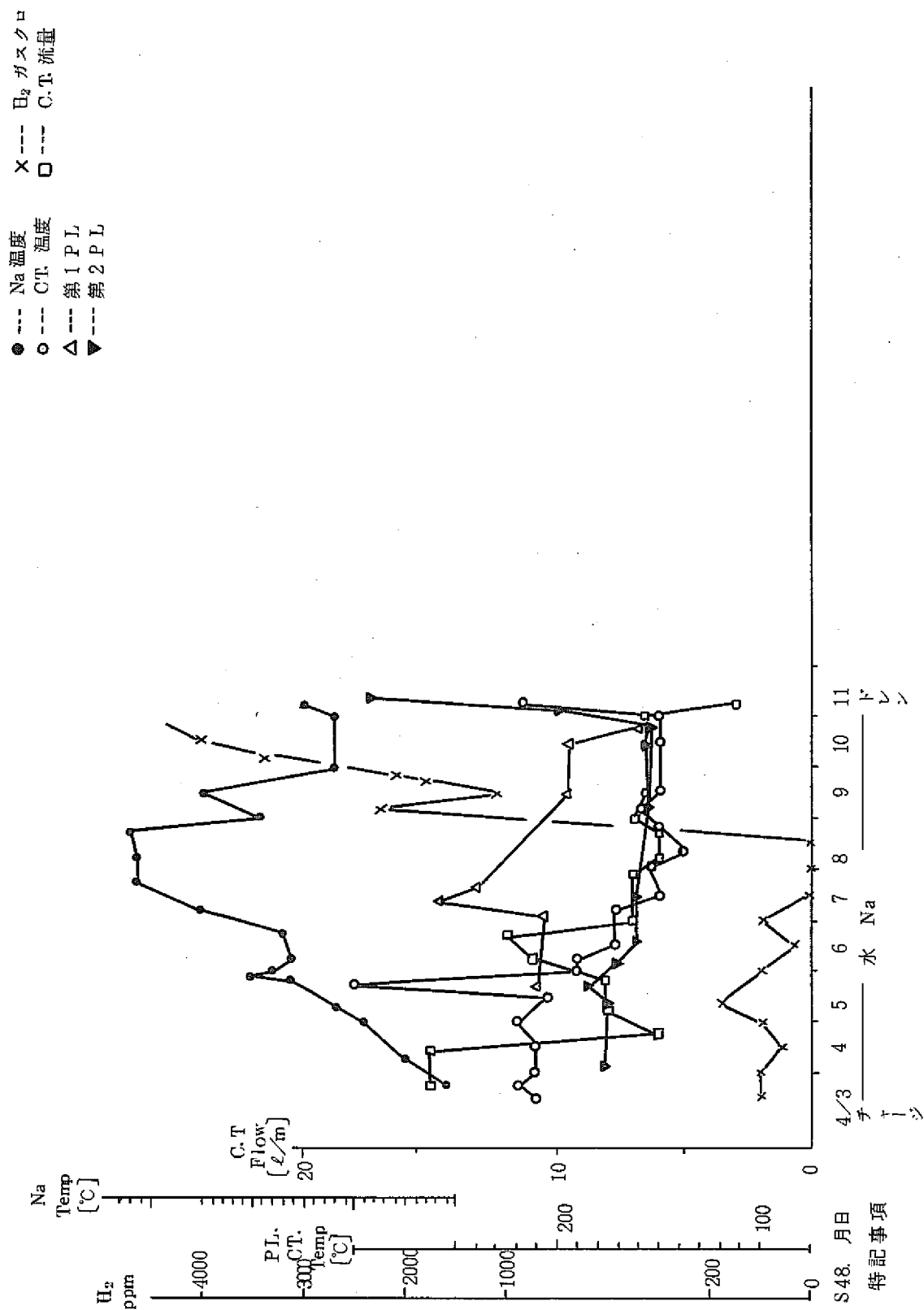


図 2-5 (3) 1 MW SG Na 純化運転

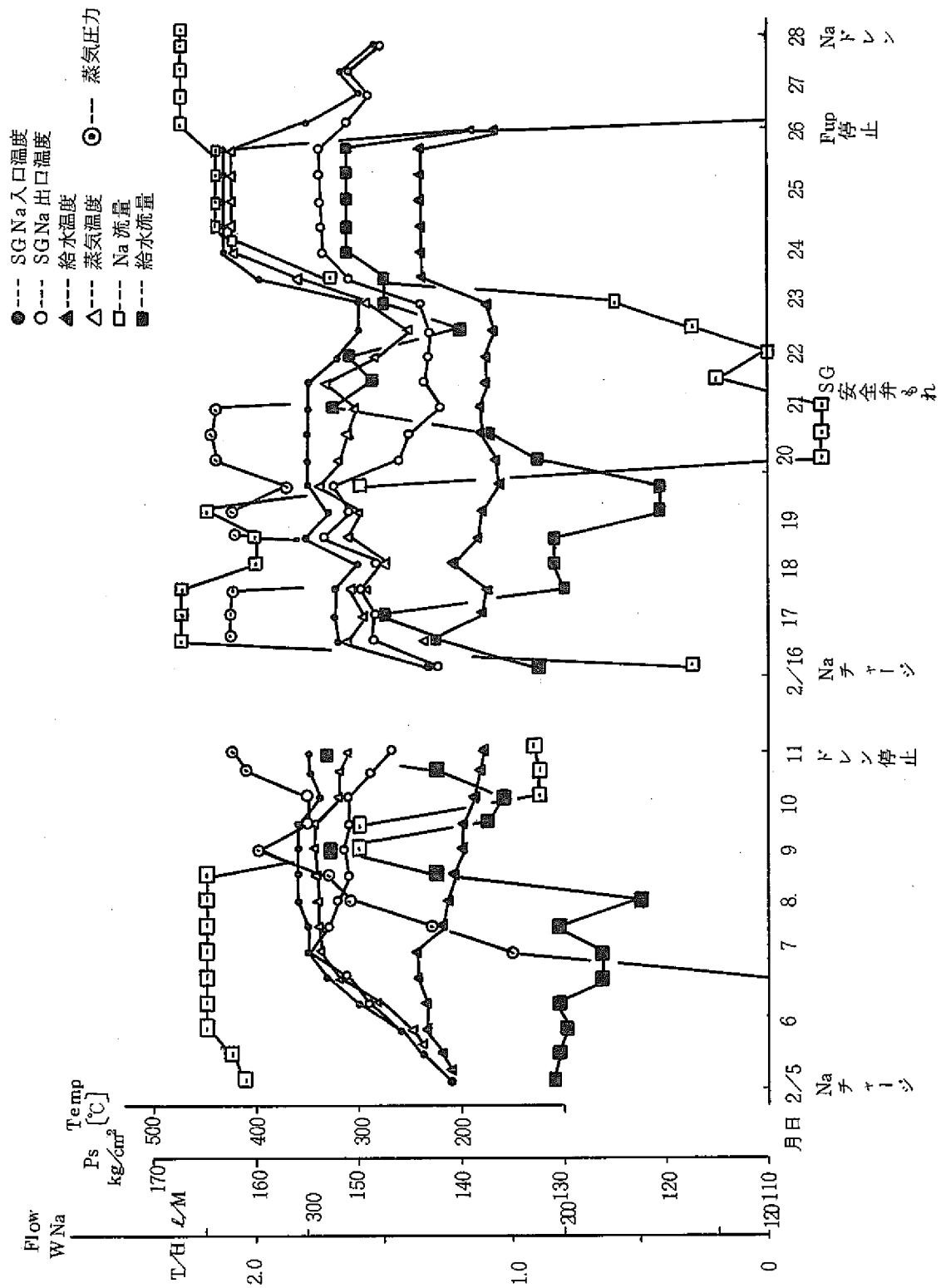


図 2-6 (1) 1 MW SG 総合運転

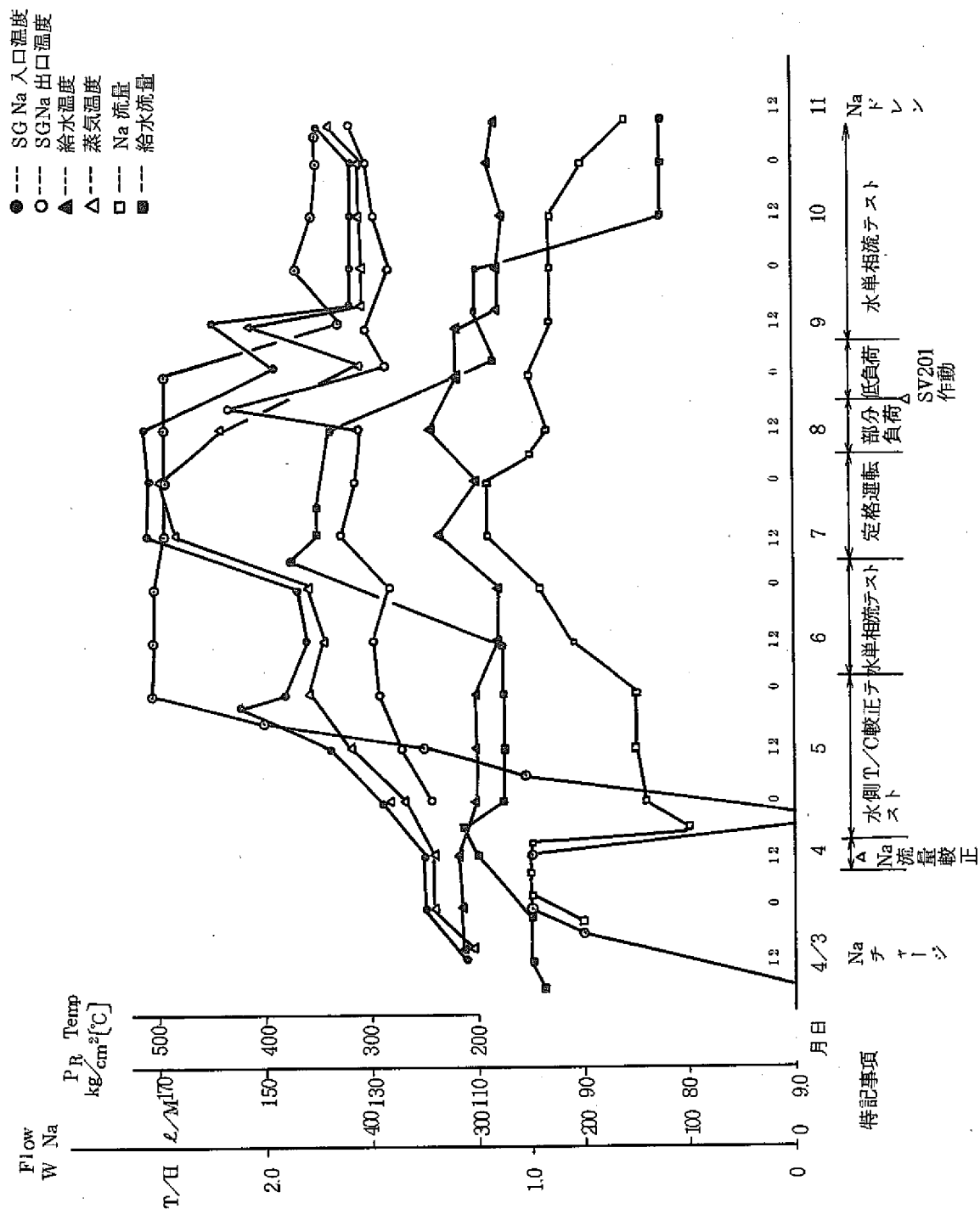


図 2-6 (2) 1MW SG 総合運転

第3章 第1回 SG 小リーク補修工事期間の運転と Na 純化系閉塞

第1回 SG小リークは、我国のSGの運転開始以来初めての経験であり、実機におけるリークを想定しそのために利用できる資料を得ることを目的にあらゆる角度から慎重に検討を重ね多くの貴重なデータを得ることができた。（詳細は別途報告書参照のこと）同時に運転の日程がつまっているため補修工事が急がれたが1973年5月より解体、リーク個所の補修改造を行ない引き続いて6月から復元工事に着手した。

工程中、リークによるNaの汚れの純化運転SG内の洗浄運転を行い9月末復元工事は完了した。さらにこの補修工事期間を利用して、水系の補修工事（過冷却器安全弁、給水ポンプパッキング）を行ないNaについてはオンラインでのNaサンプリング装置の増設を実施した。

復元後のSG運転に於て、純化系のNa閉塞を起こし、10月8日より11月10日まで33日間の復旧期間を要した。以下これらの経過について述べる。

3-1 SG補修期間の運転

図3-1(1)(2)(3)に第1回小リーク事故時の補修工事の工程実績を示す。1973年4月の第1回小リーク補修工事は4月末より解体及びリーク個所の確認補修を施工し、6月初旬から復元工事を開始した。

それに並行して小リーク発生によるドレン後のNaの純度測定及びNa純化を目的にNaループ（SGを除く）を循環させてのNa純化運転を行った。この純化運転についての手法を種々検討した結果、リークにより汚れたNaがループの壁に附着しているであろうと判断しそれらを取除くため、Naのチャージ、及びドレンを18回に亘りくり返し行い5月8日より約17日間の運転で最終的にはプラグ温度で159℃まで純化することができた。図3.0-(1)-(4)は記録を示す。この運転で第1、第2、第3のプラグ温度が測定されたがこれらの要因となっている元素が何であるかについては十分な解明はされていない。

又、第1プラグ温度と称する析出物についてもNa温度が300℃近傍ではトラップされなため、純化運転では第2プラグ温度を基準にして運転を行った。

3-2 SGの洗浄運転

小リークの発生個所は図3-3に示すようにSG給水下降管(A)の熱遮蔽管溶接部であった。この原因を慎重に検討し補修工事を行ったが、ここで新たに重要な問題を提起された。それはNaOHの対策である。SGの構造上工事はビニールシート内のArガス雰囲気中で行なったが溶接、焼鈍等の作業において、空気にさらされる事が多く作業終了時にNa溶液は約4kgも採取された。又、管束部の表面及びガス層部には白い乾燥したNaOHとみられる附

着物があり、 5 cm^2 当り 135 mg 採取されたがこれより計算すると附着物は全表面で約 1 kg と推定された。(洗浄運転打合資料)

鋼材に対するアルカリ脆化、又は NaOH の熱分解による水素アタック等の悪影響を取除く手法について従来のボイラー等の経験技術を参考に論議されたがその結果、構造上及び作業性等から Na による内部洗浄が最善の策であろうと考えられた。

この方法によると従来 Na の液面下にあった部分については問題ないが伝熱管シェル貫通部から Na 液面部までの従来カバーガス中にあった部分についての特別な洗浄を必要とする。

さらにどの時点で洗浄が終了したと判断するかが問題となる。これらの問題点を解決するためまず SG のシェル頂部近くまで Na を上昇させることができるように放出系ノズル口に接点式レベル計を 2 本取りつけた。

第 2 に NaOH 溶解液に浸漬 (10 Hr) した試験片 (5 ケ) 2 本をそれぞれ Na 中、ガス層に放置しこれらを観察することによって洗浄の度合を見極めることとした。

Na 純化運転は 1973 年 7 月 17 日より 9 月 7 日迄 (この間 C. T. 交換工事の 11 日間を含む) の間に図 3-2 (1) ~ 3.2-4 (14) に示した様に Na 温度をそれぞれ 200°C 250°C 300°C 350°C の 4 段階で行ないプラグ温度および隔膜式水素計による水素濃度、ガスクロによる水素濃度を測定又は監視を続け Na 温度が 350°C で第 1 プラグ温度が 300°C 、第 2 プラグ温度が 130°C になった時点で Na 純化運転が完了したものと判断し Na ドレンを行なった。運転時間は計 697 時間 40 分を要した。

試験片取り出後の観察はビニール袋内 Ar ガス雰囲気で行った。白い粉末がさらさらと落ちる部分と Na 中に浸ったためとみられる黒く濡れた部分が存在したこの試験片の観察によって SG 内部の NaOH が一掃されたかどうかの判定を行なうことは困難であった。

ファイバースコープによる SG 内部の観察を行った所下降管は黒くぬれており誘導式液面計の外管について小径の穴は白い粉末が残っていた数多い熱電対の線も同様であった。

詳細については別途報告を参照のこと。

3-3 SG 復元工事検収と運転開始

復元工事は He リークテスト、耐圧テスト予熱テスト等諸々のテストを行ないこれらの全てのテストに合格した 1973 年 9 月末をもって終了した。図 3-1-(3) に工程を示す。

運転開始前の水系は N_2 ガス置換による停止状態におかれていた。8 月末より SG を除く水系のフラッシングを始め 9 月上旬で、第一段階のフラッシングを終了した。その後水系は SG 運転迄の間満水状態で保管された。10 月始めより温水フラッシングを行なったが同時に Na 系も低温純化運転を開始し各種計器の較正試験を行う予定で、水、 Na の同時運転に入った。

10 月 2 日の Na 流量計較正試験中に Na 主流量計に異状指示を示す現象が生じ、10 月 8

日再度校正試験を行った。Na 流量計の異状指示現象についての詳細は別途報告書参照のこと。

3-4 Na 純化系の閉塞，解除操作

10月8日のNa 流量計校正試験時に Na 純化系コールドトラップラインに閉塞が生じた。可能な限り予熱を高くしさらに主Naラインのポンプを使ってのおし出し操作等種々の作業を試みたが流量を復帰することはできなかった。ライン閉塞解除のために約1ヶ月を費やしたが結果的には閉塞ラインを500℃前後に昇温することにより解決することができた。Naラインの閉塞は1MWSG試験施設の運転以来初めての経験であり閉塞個所の推定，解決法等種々の試みがなされたが今後のNaループの取扱いの参考に供するために以下にまとめる。

3.4.1 純化系統と経過概要

Na 純化系コールドトラップ 系路は次に示す通りである。(図3.4参照)

EMP 出口主管 → 入口ライン (3/4 B) → 流量調節弁 (V101) → エコマイザー
一次側 → C. T. 入口管 (3/4 B) → コールドトラップ (容量 100 ℓ) → C. T. 出口管 (3/4 B) → エコマイザー二次側 → 出口ライン (3/4 B) → 流量計 → EMP 入口主管

純化系のNaの流れは主ポンプ出口の分流であるため，主ポンプ流量の大小によって左右される。コールドトラップ系路の閉塞解除の経過を図3-5に示す。

3.4.2 閉塞の徴候

- 10月1日Naチャージ後の純化系はスタート時から流れの具合が悪くラインのどこかで閉塞の徴候があったと考える。
- この時のC. T. は運転時間約620Hr，不純物補獲量推定Na₂O 182 grであって，閉塞の要因とは思えない。
- 温度分布チェックの結果から特に低温の所はない。
- 10月7日には純化系のNa流量が正常になっている。汚れにより閉塞した部分が高純度のNaによって洗い流されたと推定される。

3.4.3 閉塞時の状況 10月8日～9日

Na 流量計の校正試験時に 主ポンプをとめて自然落下方法により校正を行なって再度生ポンプを起動したところコールドトラップラインが閉塞しNaの流動が停止した。この時のコールドトラップラインの状態は次の通りであった。

- Na 温度 260℃ から 200℃ に
- 主ポンプは停止していた。
- SGは通水状態にあった。
- プラグ温度は 159℃ ～ 160℃ であった。
- 純化系温度 CT 本体 160℃ 他ライン 170℃ ～ 210℃ であった。

3.4.4 閉塞解除の操作 10月9日～10月16日

次の順序で閉塞解除の操作を行なうこととした。

- 1) 純化系の温度チェックし 200℃ 以上であることを確認する。
- 2) Na 充填状態で主ポンプ圧 (4 kg/cm²) により系にショック圧をかける。
- 3) 高純度の Na で徐々に洗い流す。

結果的には以上の操作では閉塞は解決できなかった。原因として Na の不純物溶解温度が予熱温度より高かったためと考えられる。

3.4.5 コールドトラップの交換 10月18日～10月23日

閉塞解決法を種々検討した結果、コールドトラップを切りはなしラインに閉塞している Na を取除いて復旧をはかることが早期解決をはかる上で有効であろうと判断した。

出口ラインより約 1.5 kg の Na が、入口ラインからは約 100 gr の Na が押し出され、導通していることを確認し新品の C. T. を取りつけたドレンラインは Ar ガスを圧入することで導通を確認した。

3.4.6 コールドトラップ交換後の閉塞

1) 閉塞時の状況

各ラインの導通を確認して、10月27日 Na のチャージを行ったが純化系は閉塞状態にあった。この原因として

- (1) 工事中純化系に空気が混入した。
- (2) ライン内の閉塞部が完全に導通してなかった等が推定される。

Na チャージ後 3 時間で Na ドレンを行なった。

Na チャージの状況を温度変化から判断すると

- (1) ドレンラインが閉塞しており Na は入口ライン からチャージされた。
- (2) 出口ラインが閉塞しており Na はコールドトラップから出口配管の途中まで流れた。

これらの状態で主ポンプを起動させても Na の流れは生じなかった。

2) 閉塞解除操作

以上の経過から本格的な閉塞解除操作を実施することが必要となり種々の方法を検討した結果以下に示す操作を順次実施することとした。

(1) ループ側 Ar ガス加圧 10 月 28 日～10 月 30 日

この操作はループ圧とストレージタンクの差圧(1.5k～2k)を利用して押出す方法である。44 回にわたりくり返し行い同時に V 102 の開閉のショック操作を行ったが閉塞が解除するには至らなかった。

CT 本体温度 350℃, ライン温度 295℃～380℃であった。

(2) 冷却時の温度変化のチェック 10 月 30 日～31 日

この時の様子を図 3-6, 3-7 に示す。

この操作は予熱の状態から冷却を行い Na の凝固点が 97.8℃であることから閉塞部分を推定しようとするもので冷却時間と温度から判定すると図 3-8 に示した部分の閉塞が推定された。なお計測点は図 3-9 に示す様に 0.5m 間隔とした。

(3) Na 検出器(ニスコ製)による閉塞部分推定 10 月 31 日 純化系の冷却の終了した時点で Na 検出器によるチェックを行い、図 3-10 に示す結果を得た。

この原理は Na の入っていない管の電気抵抗を零とし Na の入っている管の電気抵抗を比較する方法である。

(2)(3)のチェック結果から

- C. T. ドレン配管が局部的であるが 100% 閉塞している。
- C. T. 出入口管は導通がある。
- C. T. 内及びエコノマイザー内に Na が有る。

との結果が得られた。

(4) 純化系のヒーター増設と C. T. 保温材補強

以上のチェックの結果から閉塞解除の手段として純化系の温度を設計温度 500℃ 迄上げる案が残されるだけとなった。

(2)(3)項の推定部分を中心にヒーターを増設しさらに CT 本体は冷却空間に保温材を補充した。

その結果全コールドトラップループを 550℃ まで昇温することができた。

(5) 純化系の導通確認 11 月 6～7 日 図 3-11 3-12 参照

(4)の作業により昇温した状態で、Na ループ側を真空に引き(2 torr)ストレージタンクを加圧した。(4P 2kg/cm²) この時のストレージタンク Na 温度は 133℃ であった。この結果純化系のドレンライン, 入口ラインに導通を認めることができた。

確認は温度が 400～500℃ から 150℃～250℃ に降下することによって行なった。出口ラインも 4P 2.6 kg/cm² で再度上述の操作を行い導通を認めることができた。

3) 閉塞解除のまとめ

以上の結果をまとめると次の通りであった。

- (1) 不純物溶解温度は 500℃ 近傍であった。
- (2) 閉塞時以前より不純物が推積していた。
- (3) 不純物は C. T. 本体エコノマイザー等の容量の大きい部分より管径の細い部分に推積し易い。

以上の点を総合すると予熱温度を設計する上であるいは材料の材質の選択には余裕のある配慮をしておくことが必要であると考えられる。

3-5 Na系の運転と機器

1) コールドトラップ

SG復元工事完了前の運転に於て、純化系のコールドトラップが閉塞したため7月下旬コールドトラップの交換工事を行った。

このコールドトラップは1973年4月より運転のもので合計運転時間844 Hr, Na₂Oの補獲量推定3.3 kgであった。

2) 隔膜式水素計

SGの洗浄運転中(8月24日)隔膜式水素計センサー部にNaリークが発生した。出入口の弁を閉じ水素計系統の予熱温度を下げた状態でSG洗浄運転を続行, 9月下旬Naドレンを行った後センサー部の交換及び真空計改造(ION7 増設)を行った。(詳細隔膜式水素計参照)

3) Na サンプリング装置の設置

期間 1973年7月31日～8月9日

Na ループ純化系入口ラインに図3-13に示すNa サンプリング装置を設置した。

仕様は次の通りである。

サンプリングチューブ	$12.7^{0D} \times 10.7^{1D} \times 1000^L$ SUS 27
取替機構	スウェーヂロック
予熱ヒーター	0.6 kw × 2, 0.4 kw × 1
止弁	1/2 B 2ヶ

4) その他

その他, SG本体の計装でNaK置換式圧力計の取扱において予熱の必要性があり, 更にキャピラリーチューブの位置を圧力計位置より下に取りつけた。また誘導式Naレベル計(1)(2)のノイズが大きい事は以前から検討されていたがこの期間にそれぞれのケーブルを単独にダクトに入れる事によって, 相互干渉をなくすことができた。

さらにガスクロの濃度指示異常の問題点についてメーカーに検討を依頼した。問題の発端はSG内のHeリーク試験後のガスクロ水素濃度が異常に上昇することである。

メーカーの検討によればガスクロの仕様又は機構上、Arガス中の水素のみでなく、他の元素例えばHe（分子は水素に近い）又はN₂ O₂ 等も検出する事が判明した。

カラムの改良を行なうことによりこの問題は解決可能であるが諸制約から現状で行くこととした。10月末にガスクロサンプルラインに吸入ポンプ（5ℓ/M）を設置し、SGカバーガス中の水素濃度検出時間を12分から1分30秒に短縮する様に改造を行った。

3-6 水系補修工事

1973年6月12日～6月16日に以下の補修工事を行なった。

1) 安全弁

○ SG安全弁

弁一式取替 弁本体溶接部SR r Ray

○ 中圧ライン安全弁 すり合せ

○ フラッシュタンク安全弁 弁一式取替

2) 過冷却器 中間胴部新作取替

3) 手動小型弁 V 266 A V 257 分解すり合せ

V 262 V 255 B V 244 グランド補修

4) 脱気器ポンプ 一式取替

但し、安全弁取外し品SV201については工場持帰り再封鎖し1973年10月受領したSG安全弁耐圧テスト保温工事は9月25日完了した。

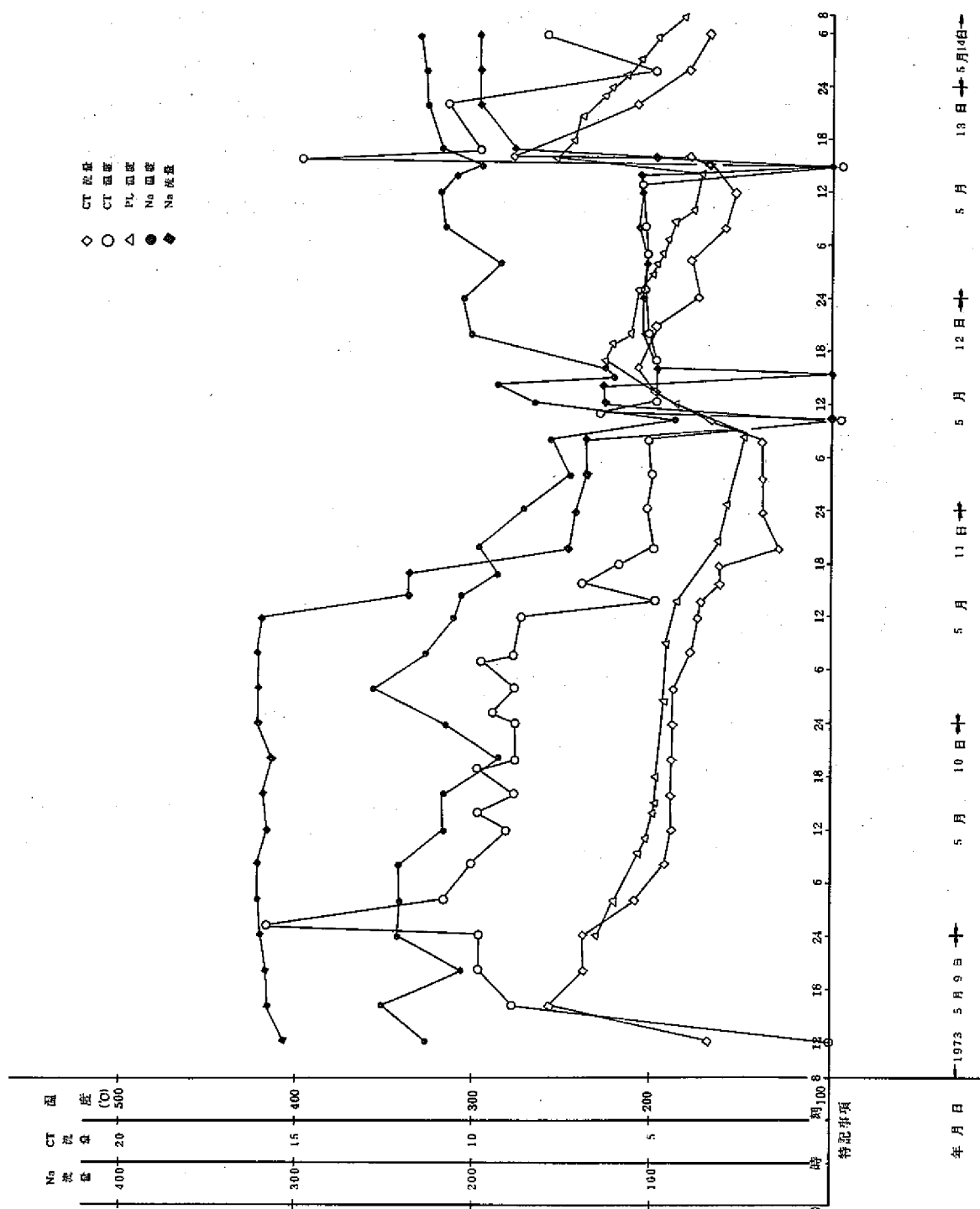


図3-0-0-(1) 第1回小リクループ純化運転 (SG除く)

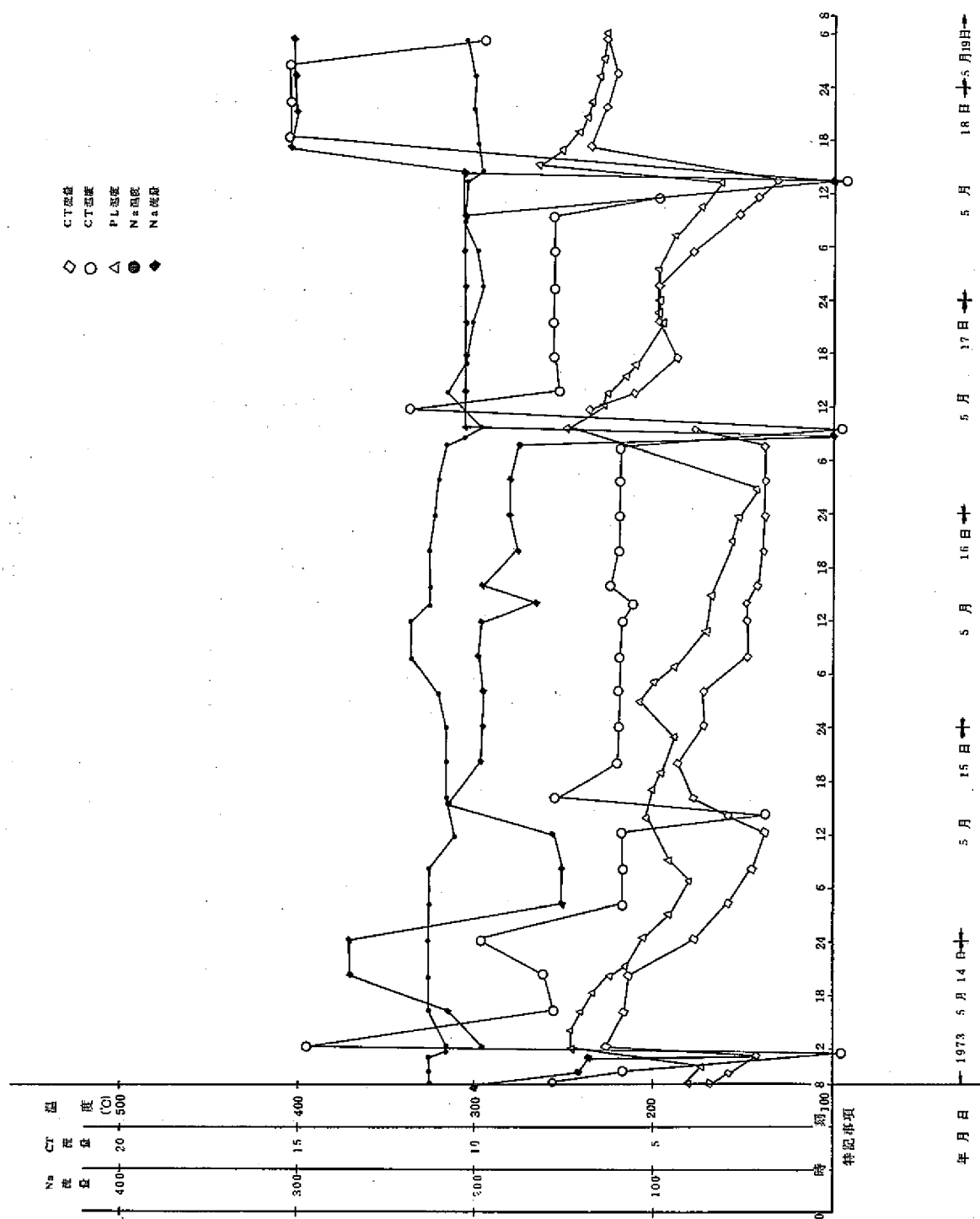


図 3-0-(2) ループ純化運転

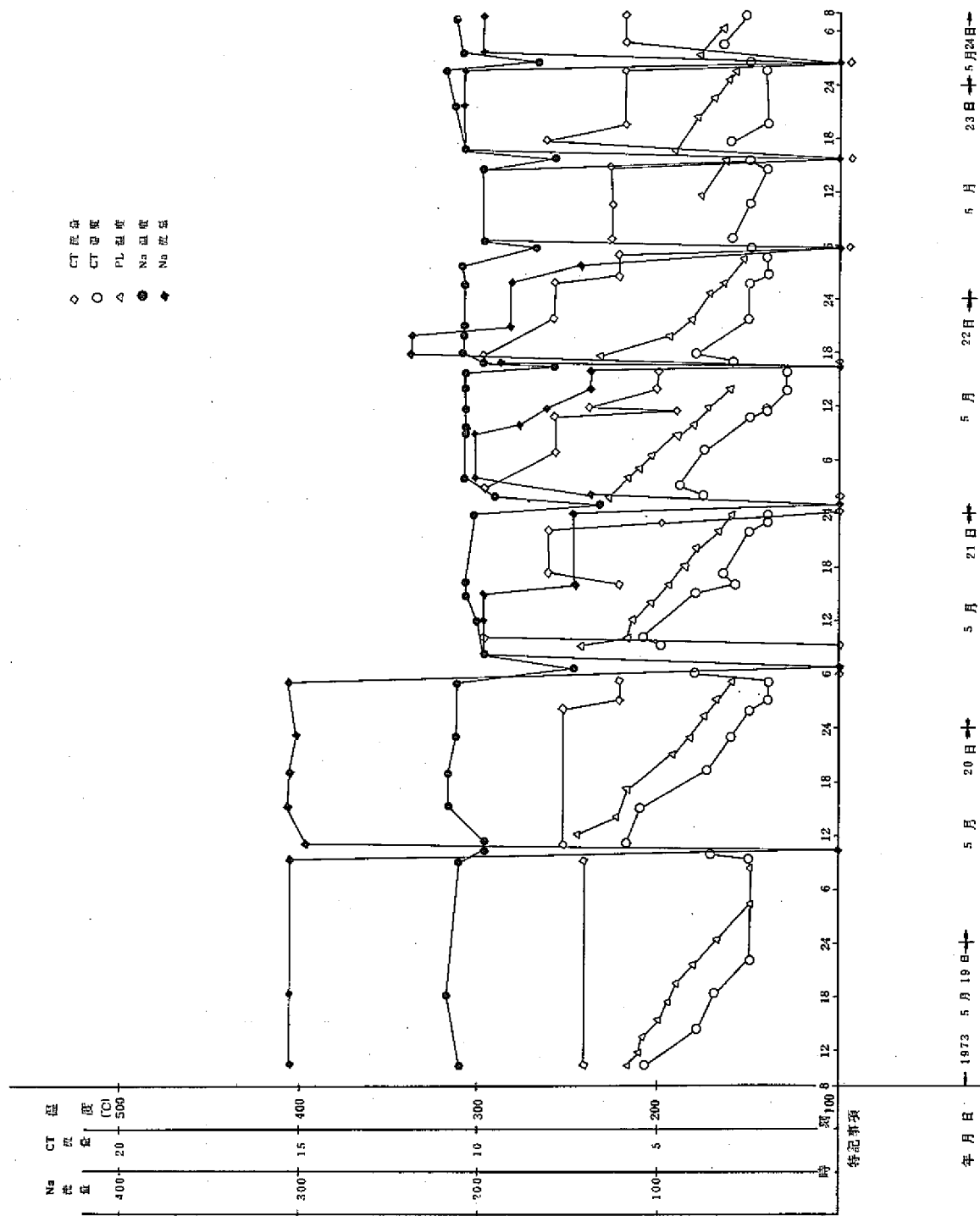


図3-0-0-(3) ループ純化運転

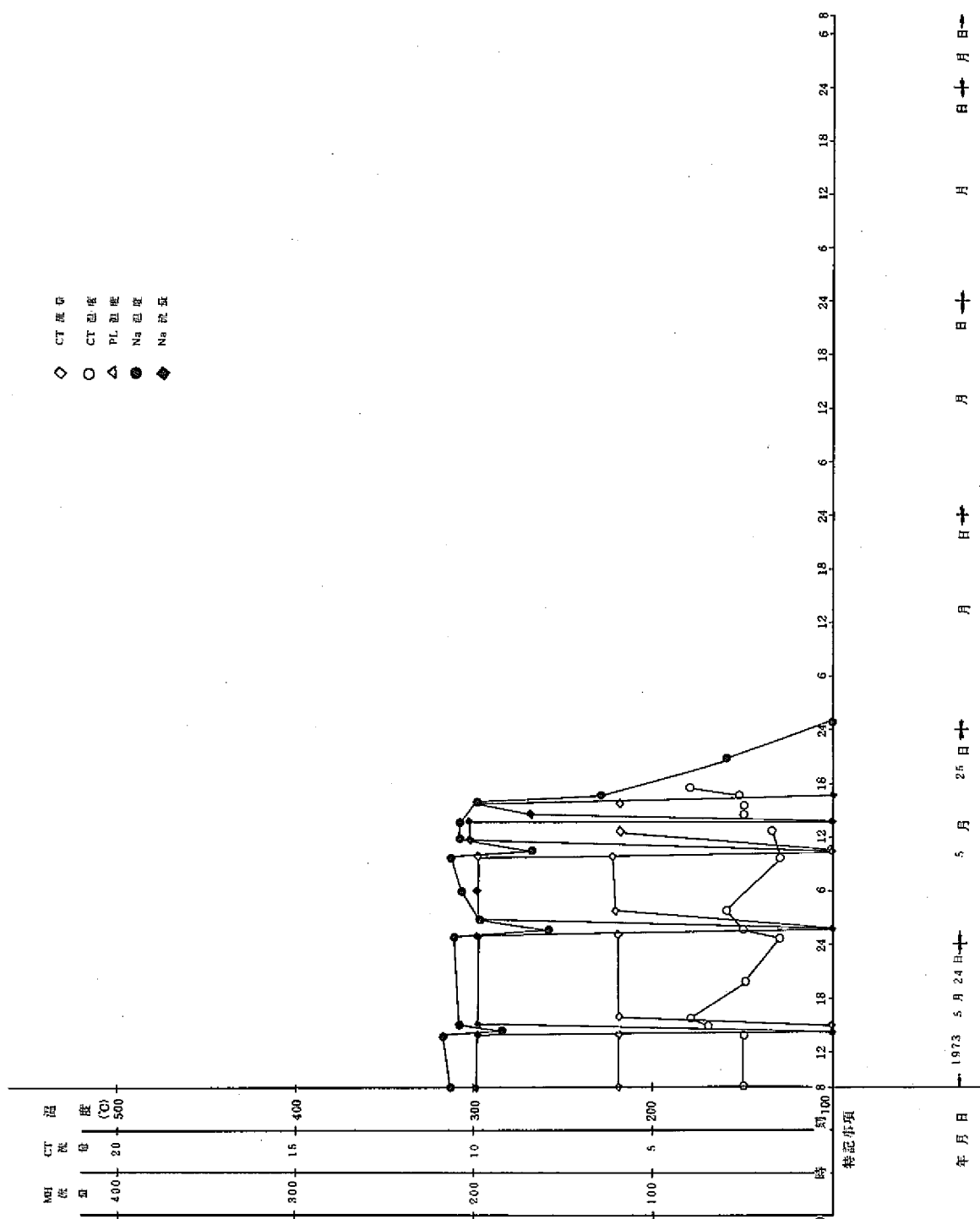


図 3-0-(4) ループ純化運転

[illegible]

図3.1(1) 1MWSG第1回小リーク事故補修工事

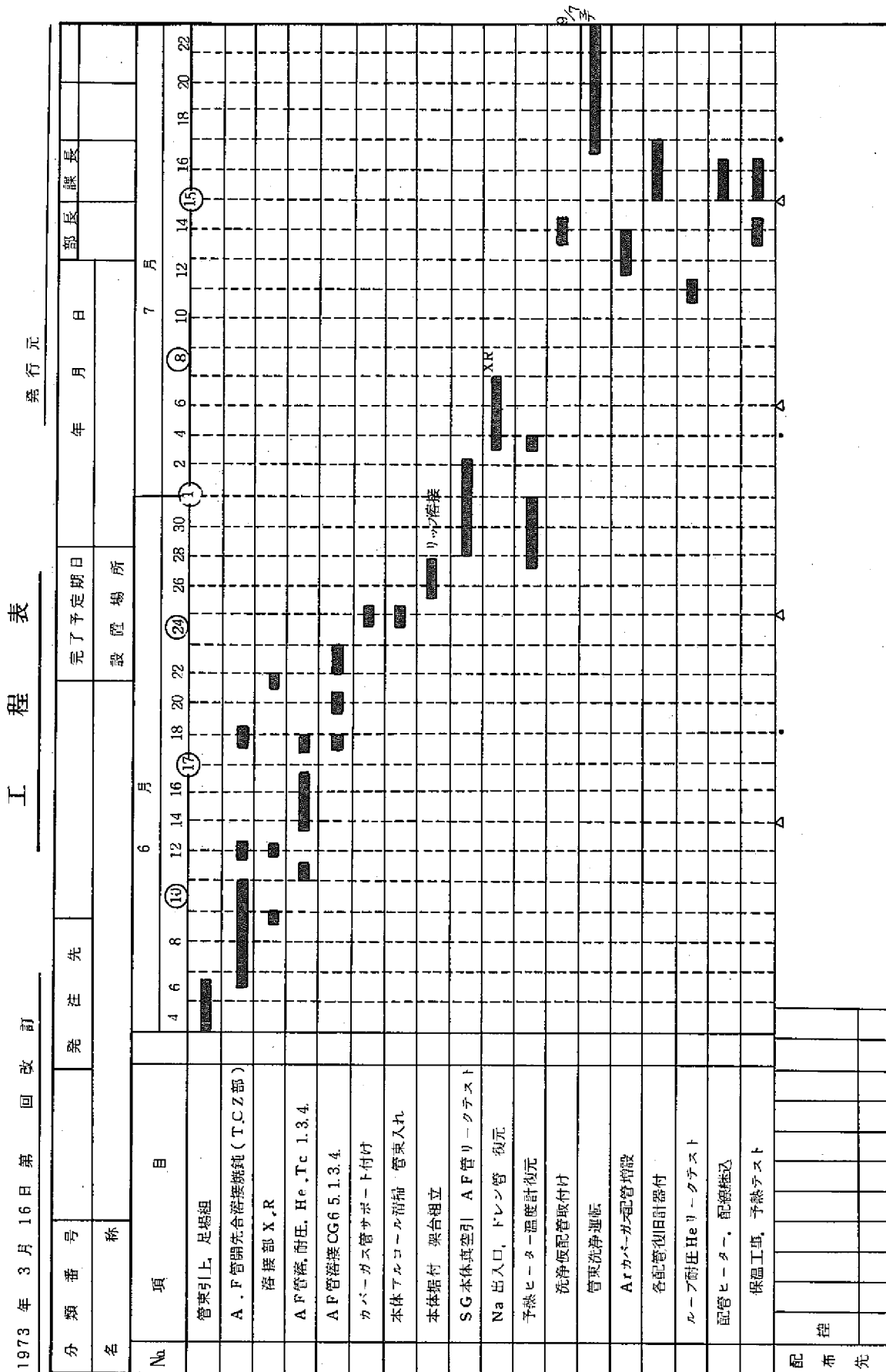


図 3.1 (2)

年 月 日 第 回 改 訂 工 程 表 発行元

分類番号	名称	発注先	完了予定期日		設置場所		年月日		部長	課長																
			月	日	年	月	日																			
No.	項目	月日	昭和48年 9月										10月													
			10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3
	サンプル採取																									
	給水管Heリークテスト																									
	放出系復旧																									
	ガス系モーターリフ復旧																									
	給水蒸気管復旧																									
	計装配管																									
	Ar系増設																									
	予熱ヒータ取付																									
	配線復旧																									
	Na系XR, He 耐圧																									
	水系耐圧PT																									
	保温復旧																									
	シーケンズチェック																									
	予熱テスト																									
	その他																									
	BECレベル計工事																									
	NaK圧力計校正																									
	ガスクロ計チェック																									
配布先	配																									

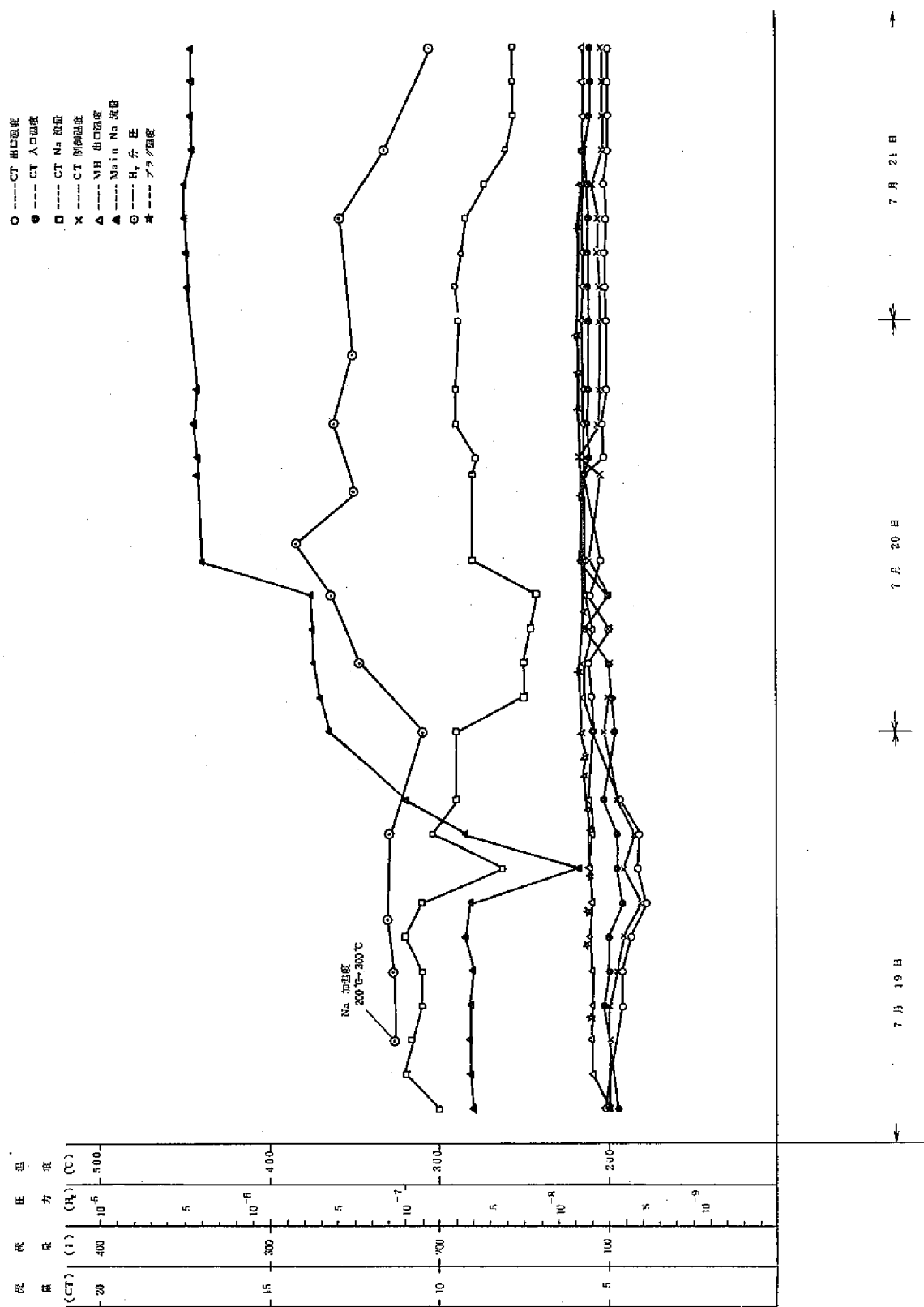
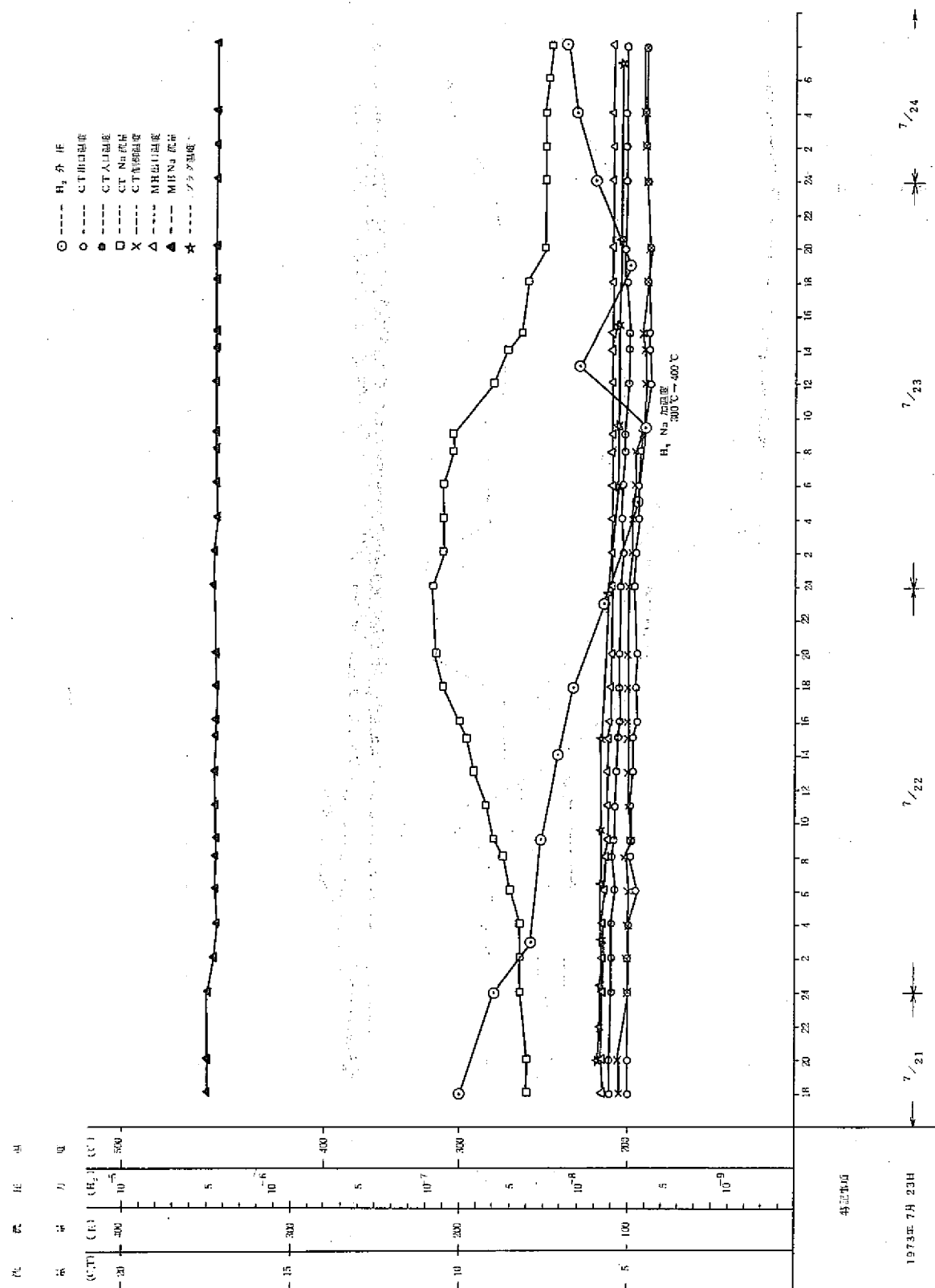


図 3.2. (1) SG洗淨運転



☒ 3.2.(2) S G 洗淨運轉

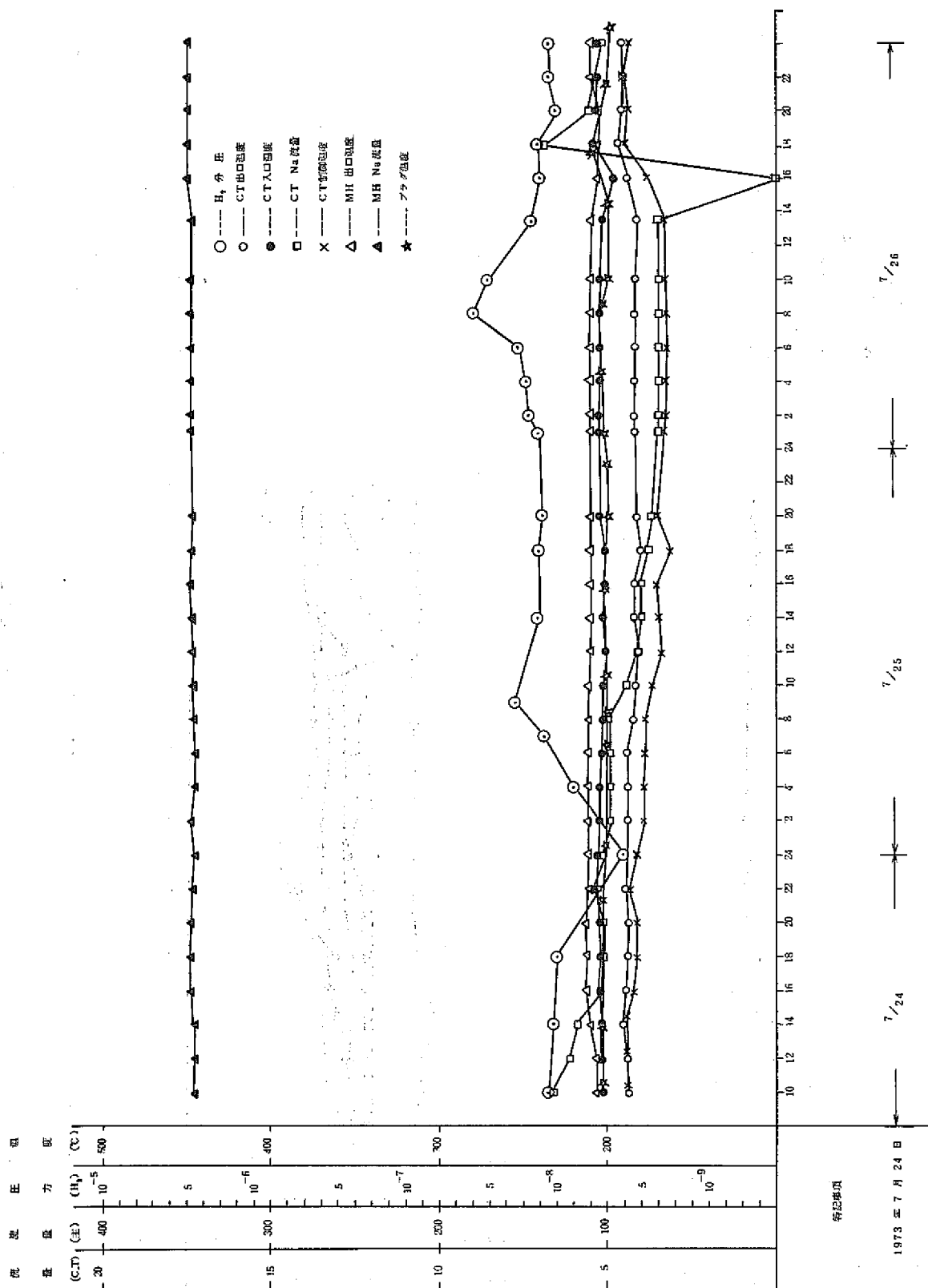
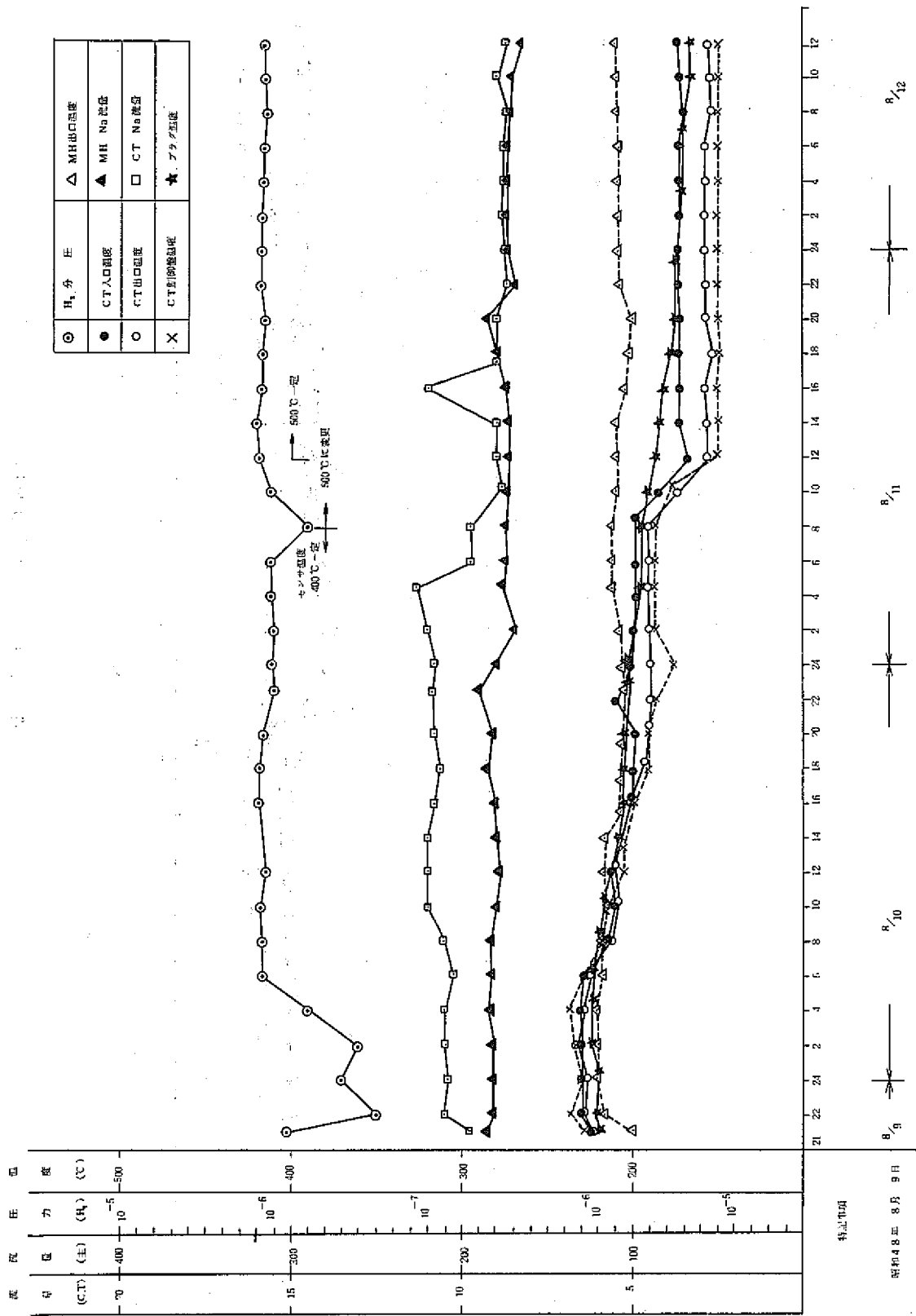


図 3.2 (3) SG洗淨運転



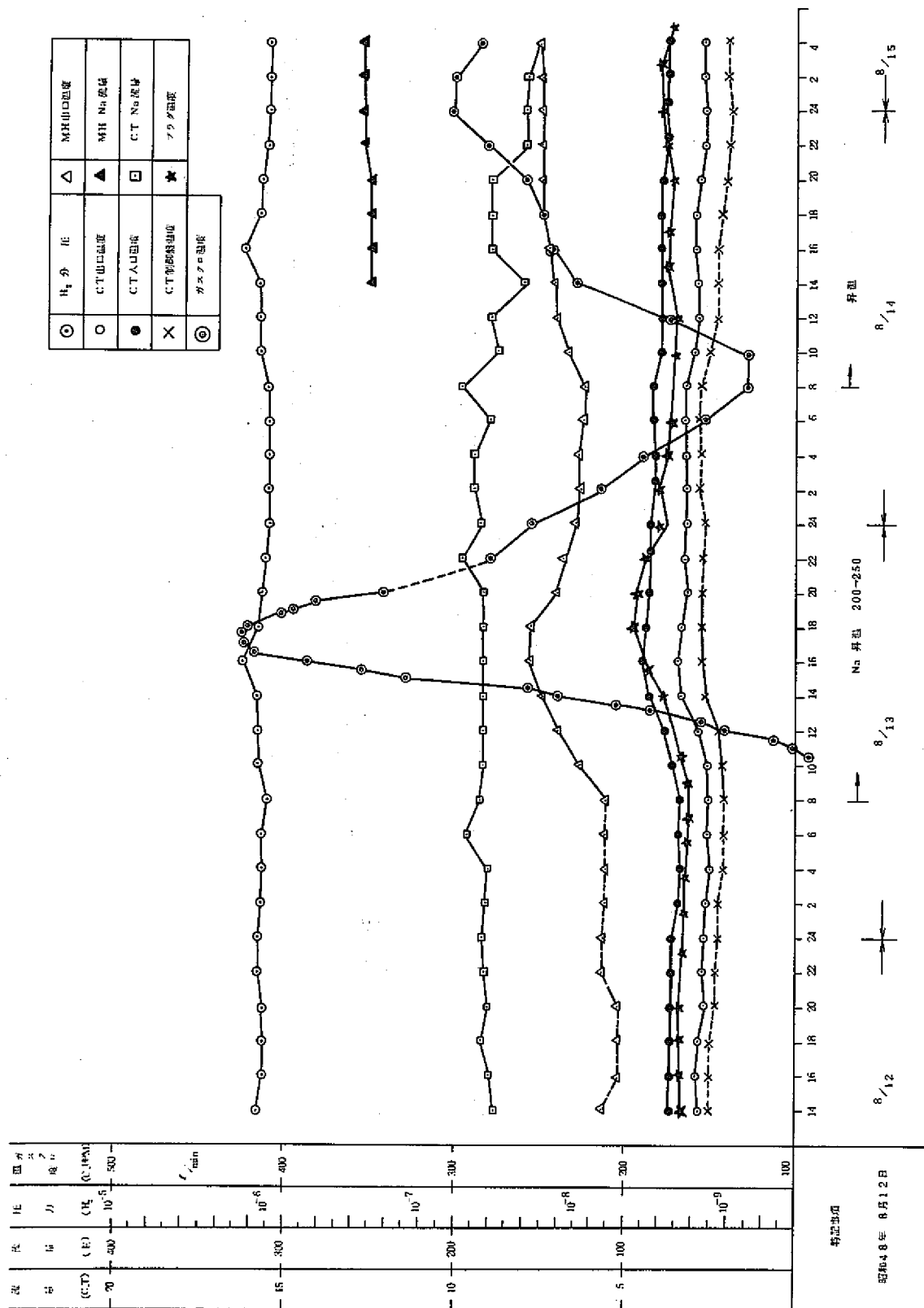


図 3.2 (6) S Q 洗浄運転

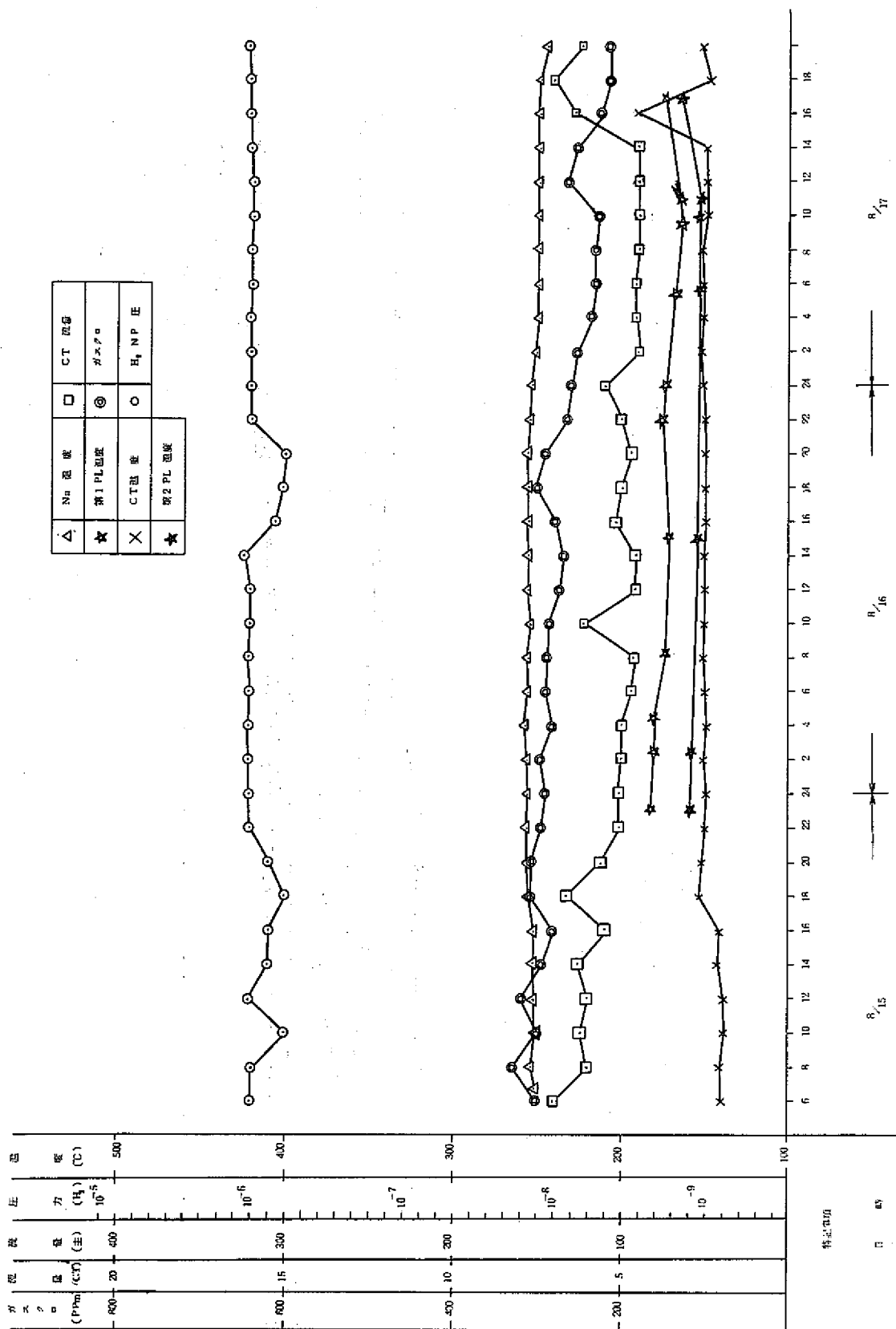


図 3.2 (7) S G 洗淨運転

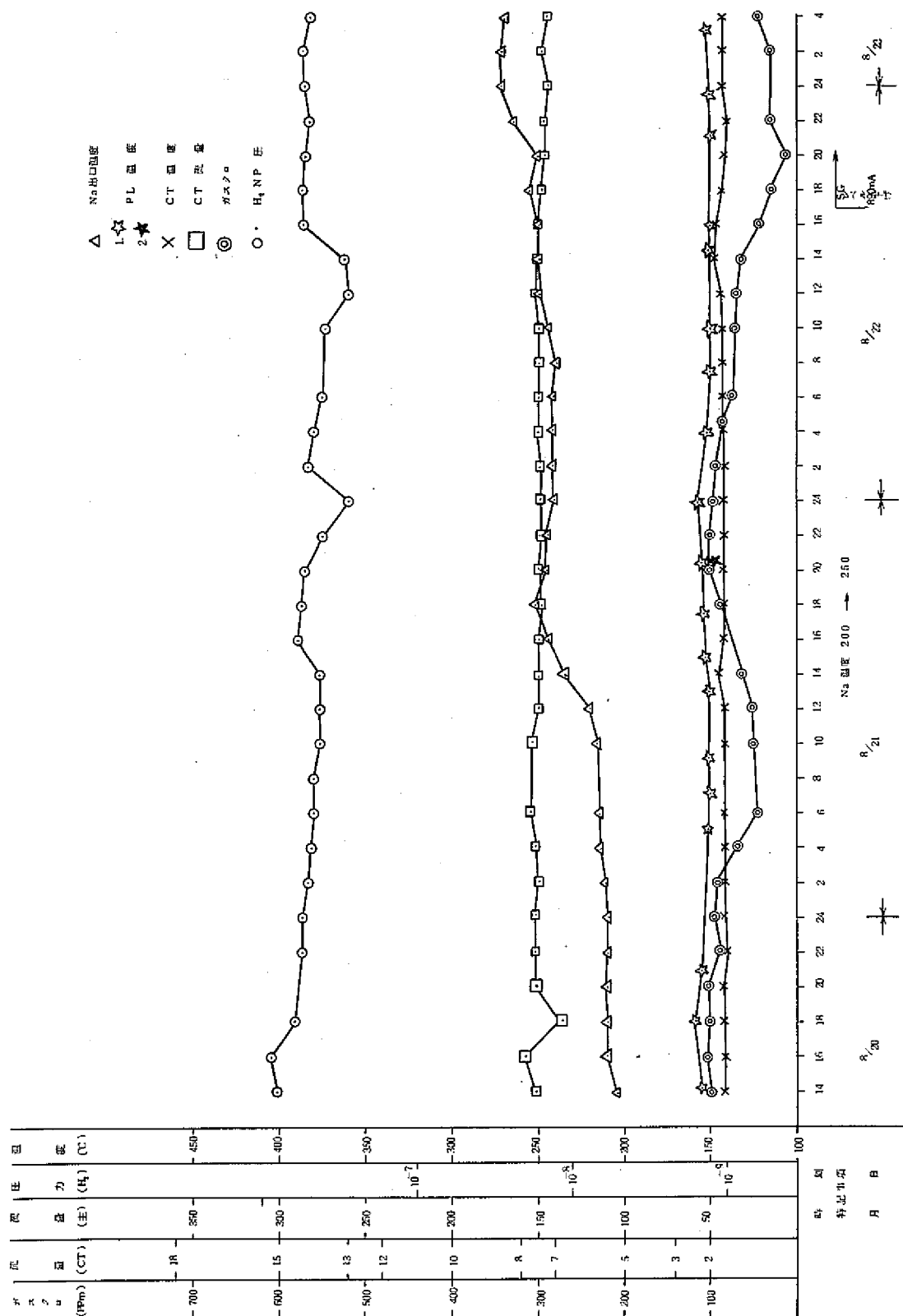


図 3.2 (9) S Q 洗浄運転

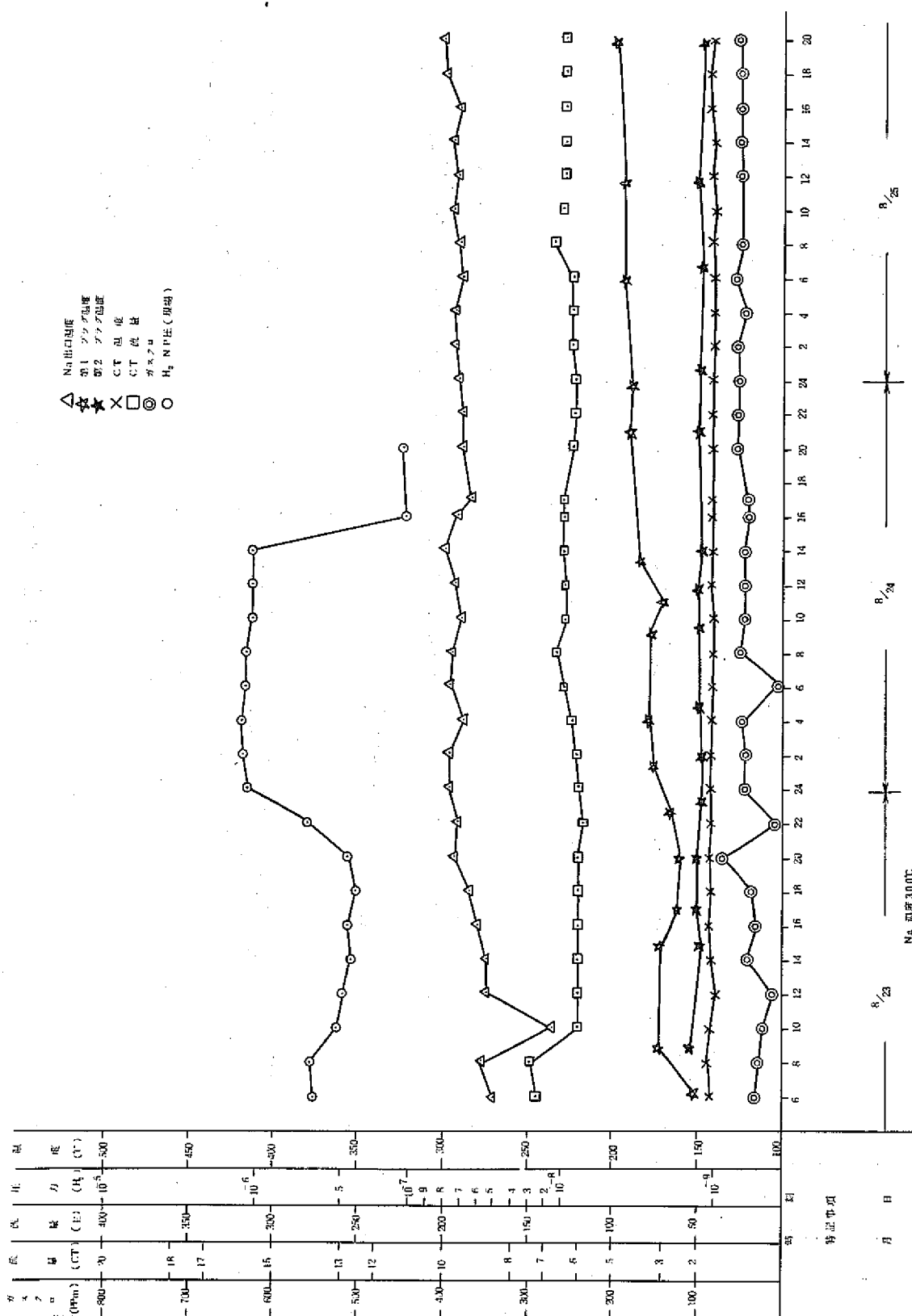


図 3.2. (10) S G 洗浄運転

図 3.2.(11) SG 洗浄運転

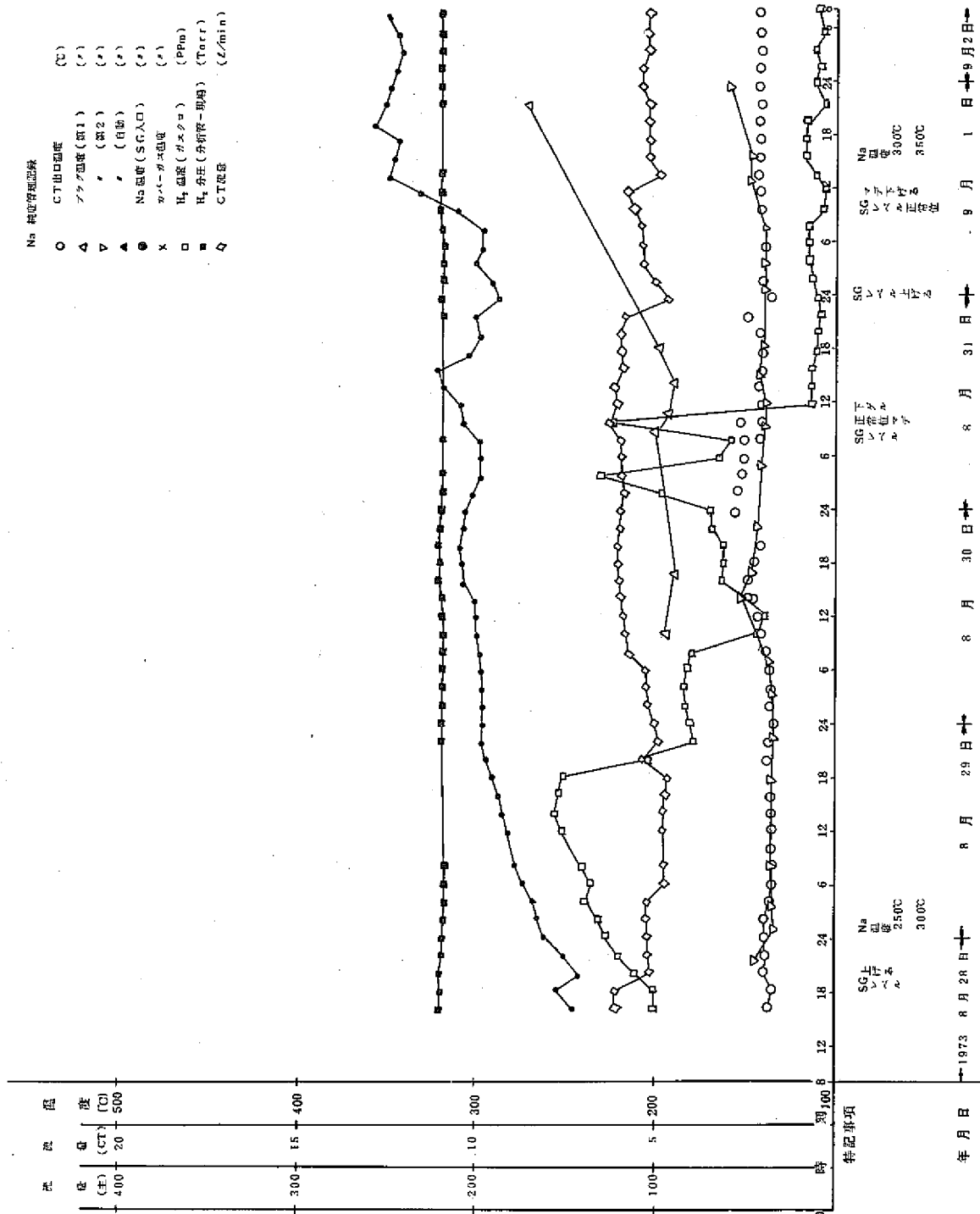


図 3.2 (12) SG 洗浄運転

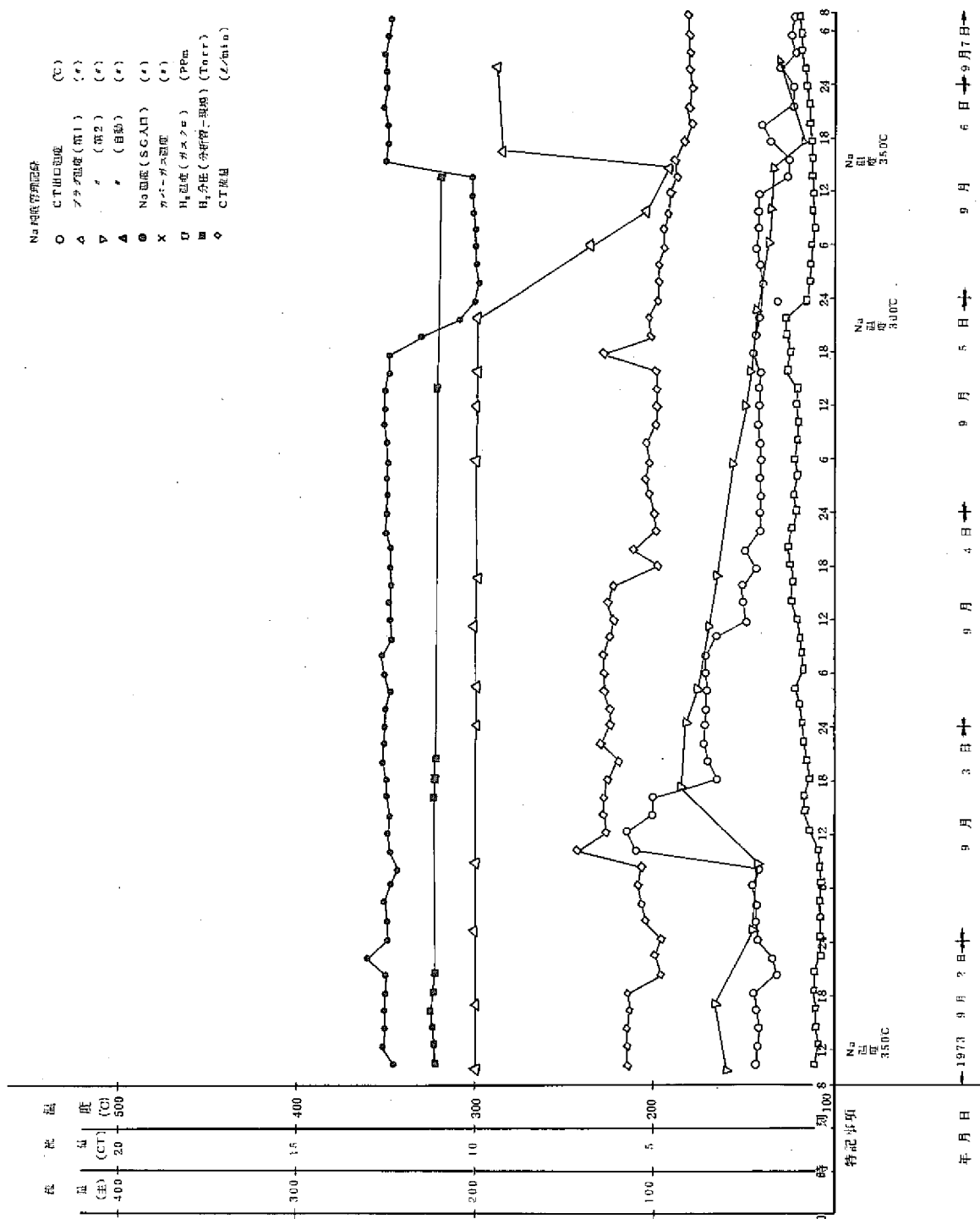


図 3.2.(13) S G 洗浄運転

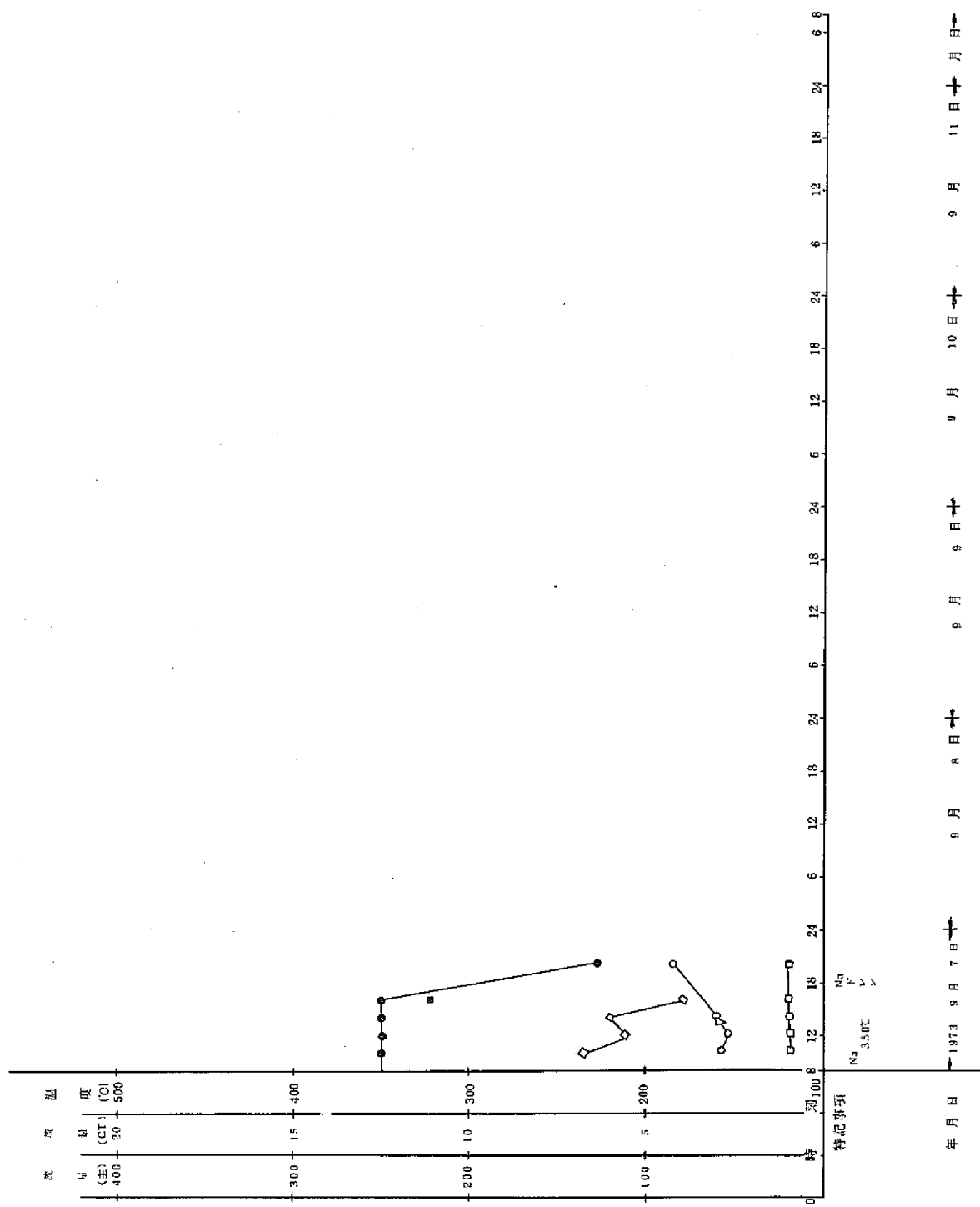
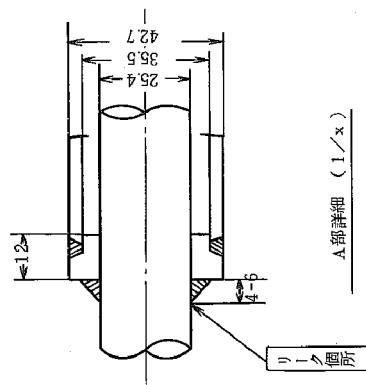
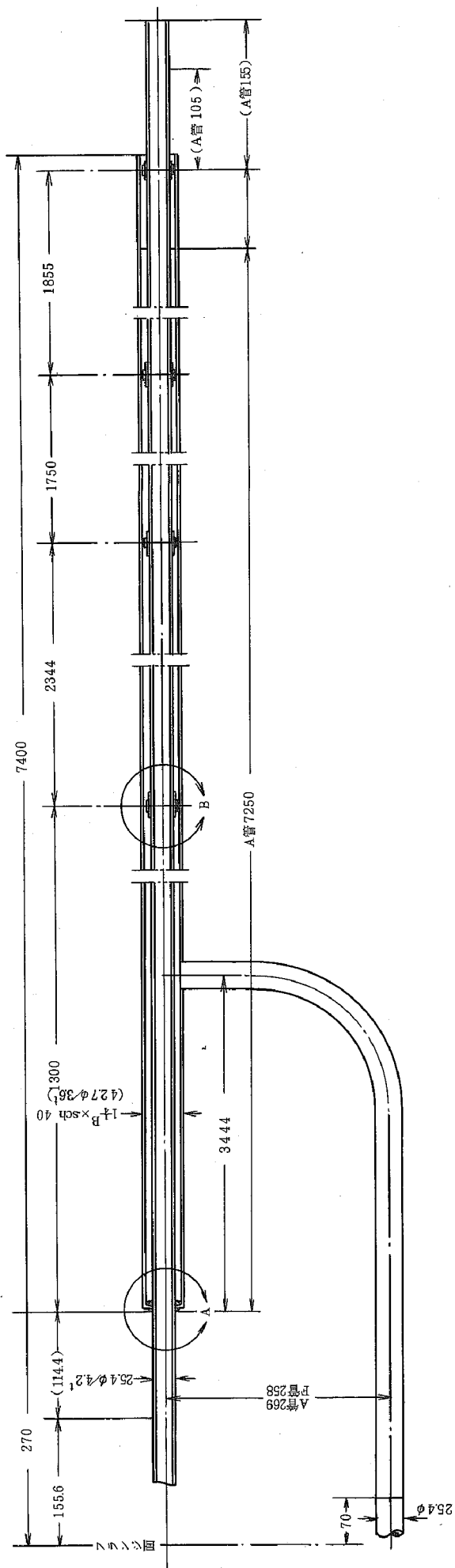
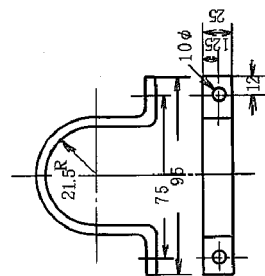


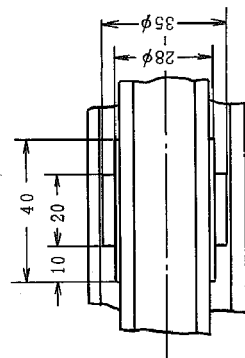
図 3.2 (14) SG洗淨運転



A部詳細 (1/x)

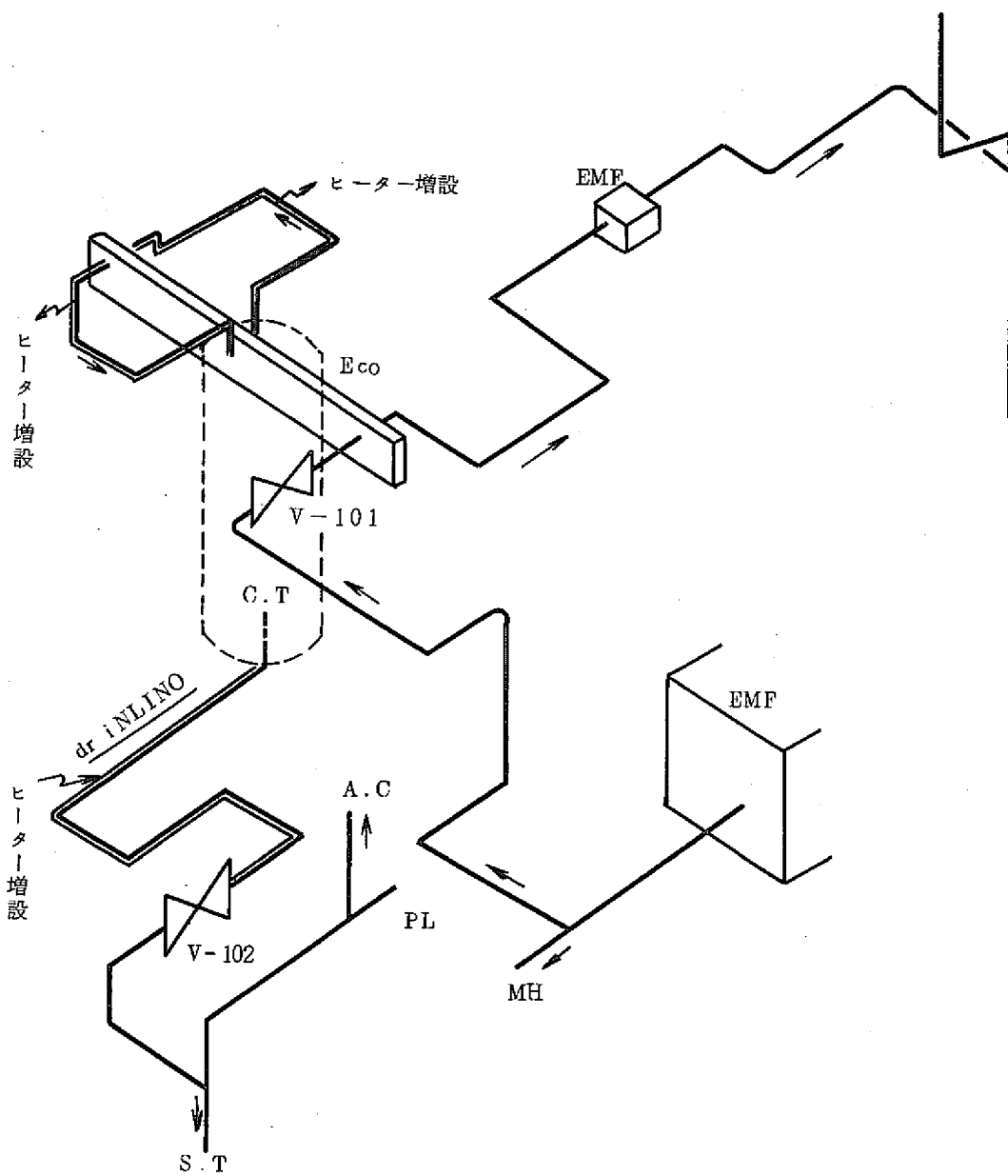


カバーガス管挿入金具



B部詳細 (1/x)

図 3 - 3 第 1 回小リーク箇所



3-4 図 純化系配管系統図

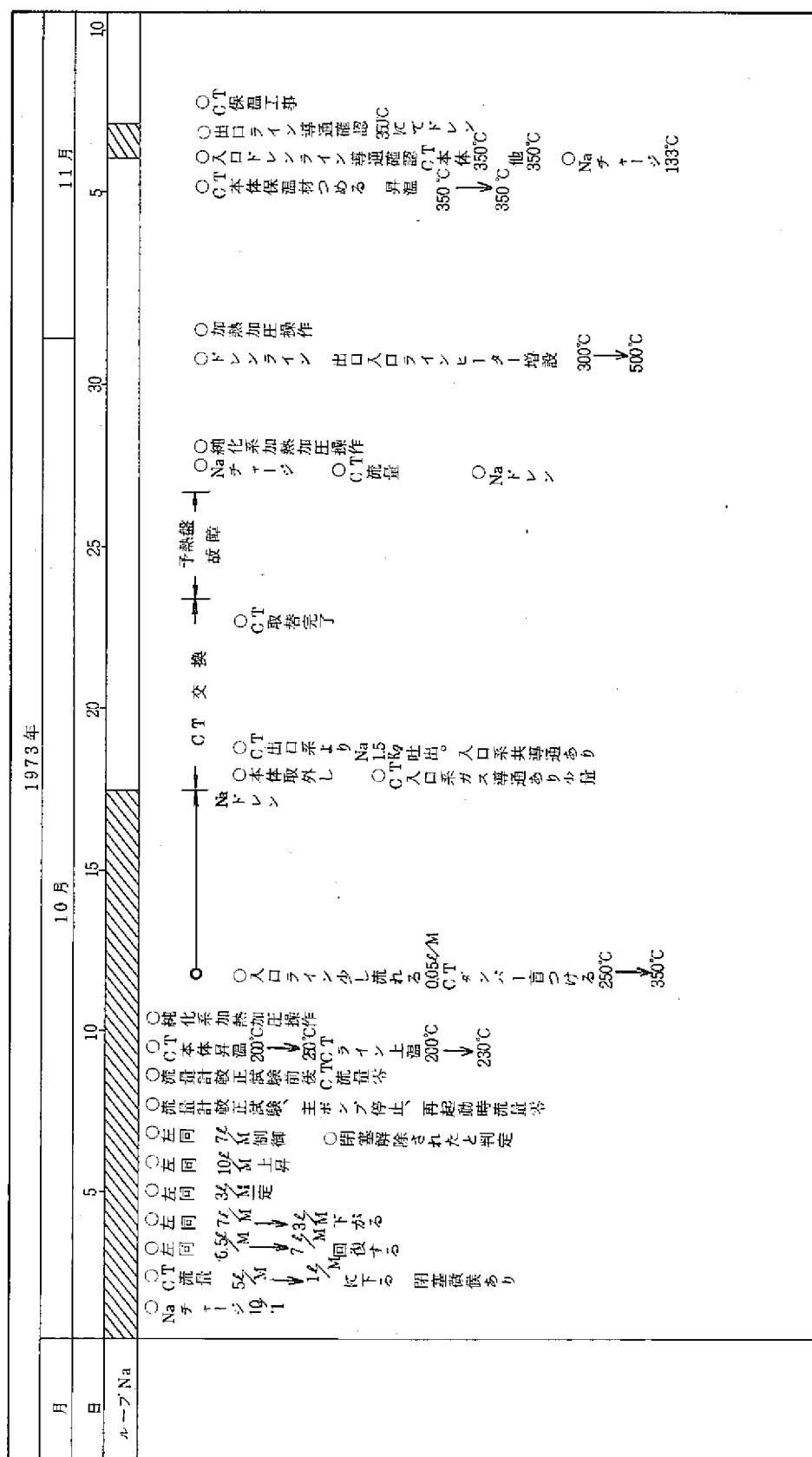


圖 3-5 純化系閉塞解除經過概要

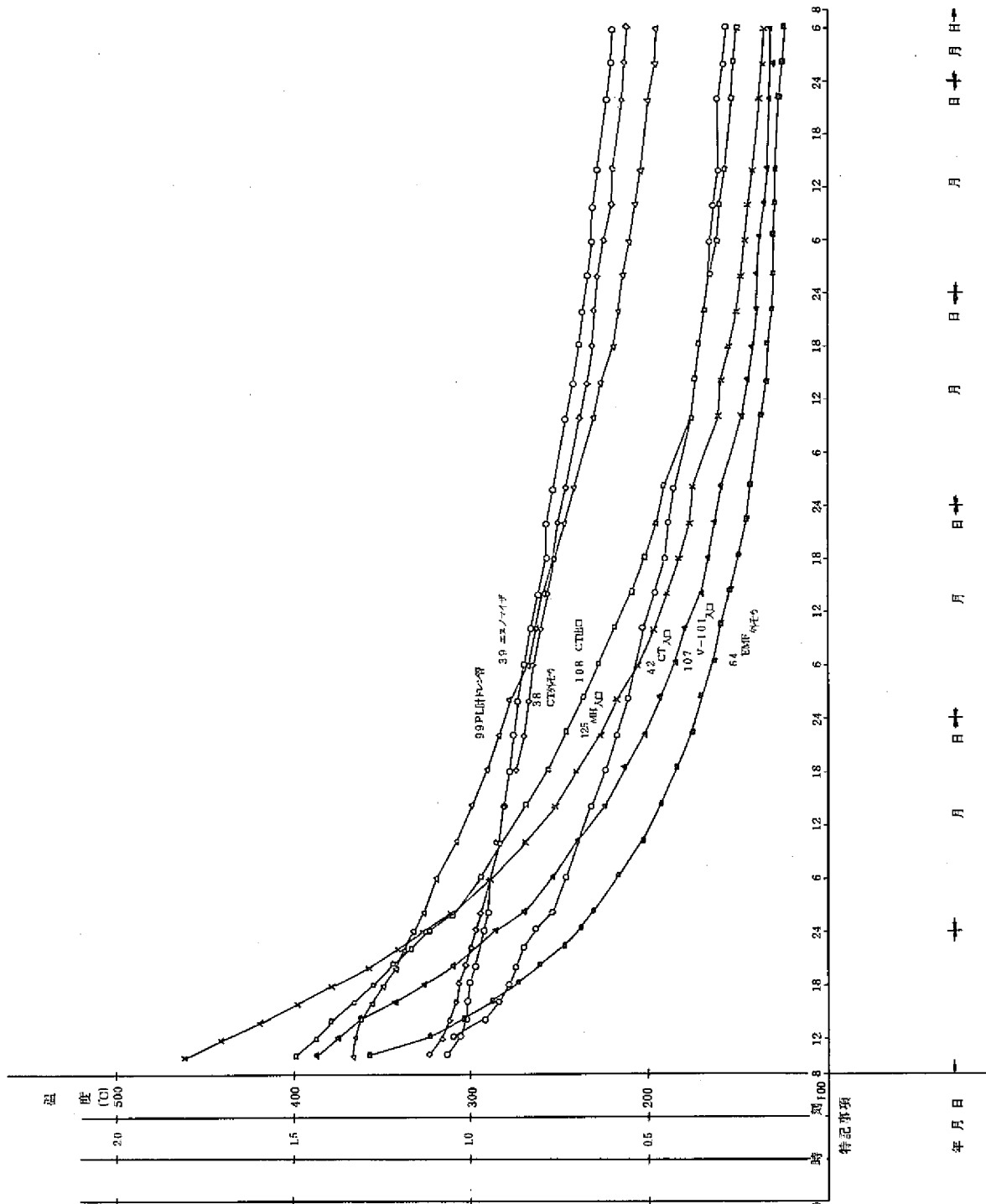


図 3-6 純化系冷却による閉塞チェック

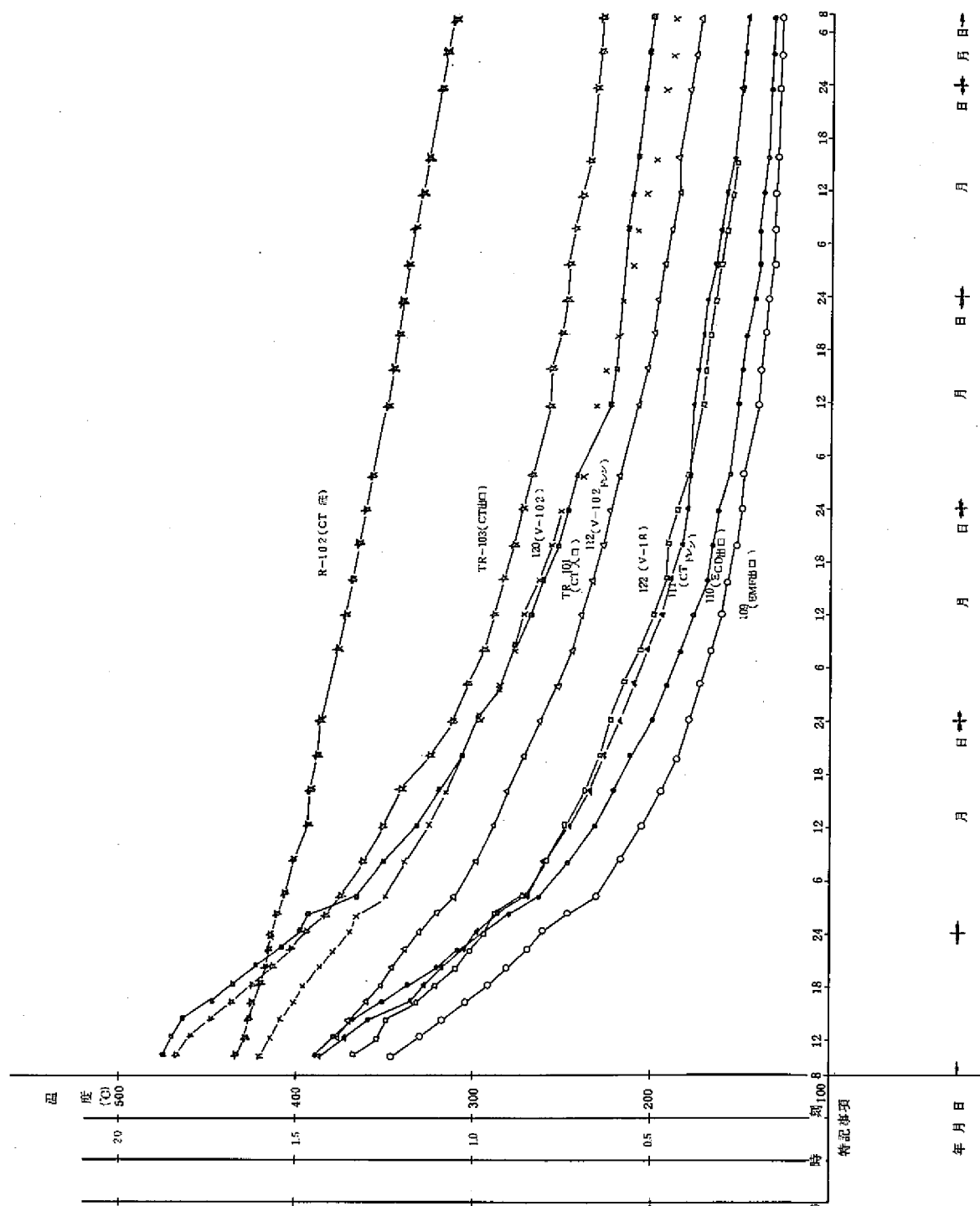


図 3-7 CT 系統冷却による閉塞チェック

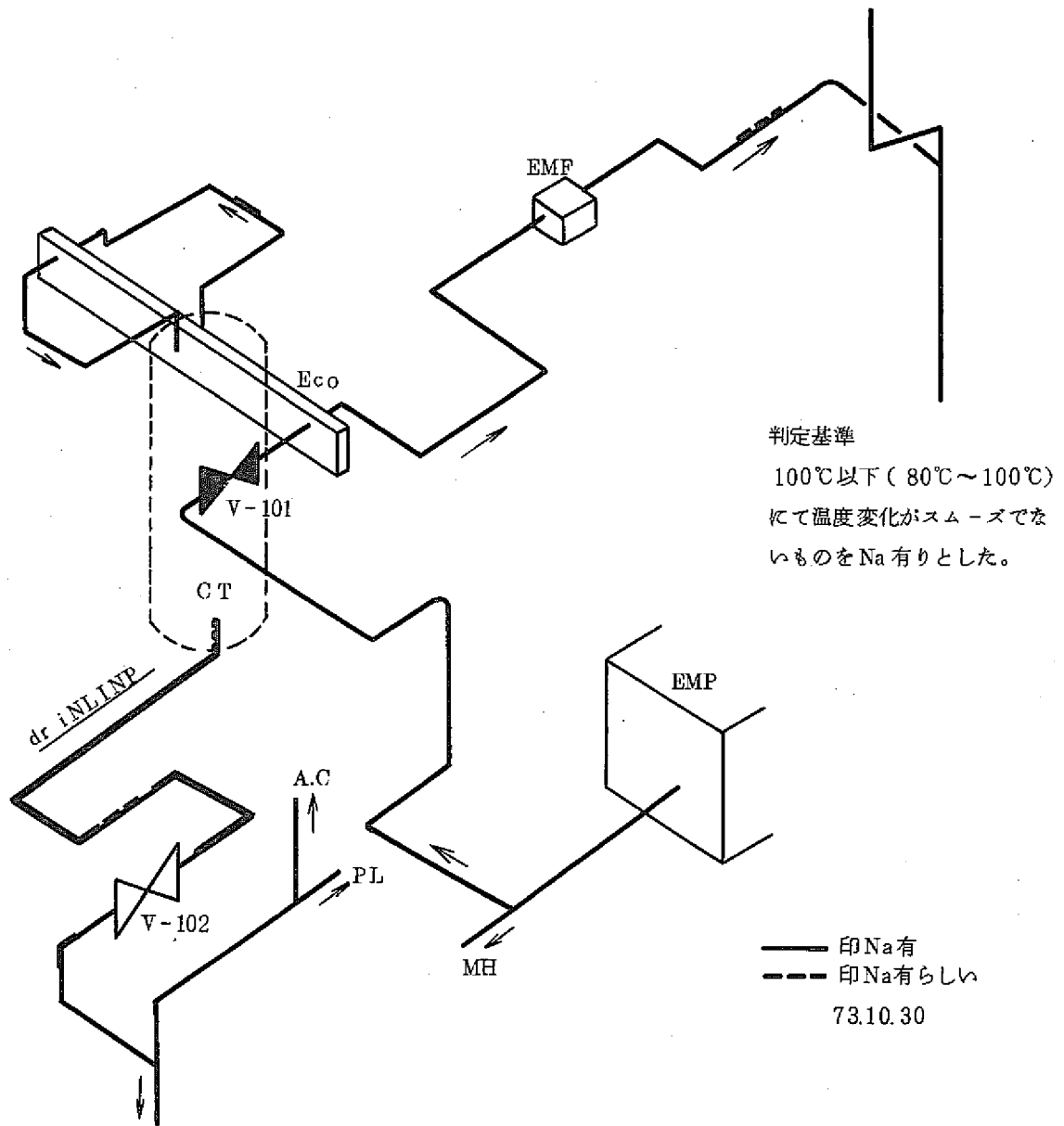
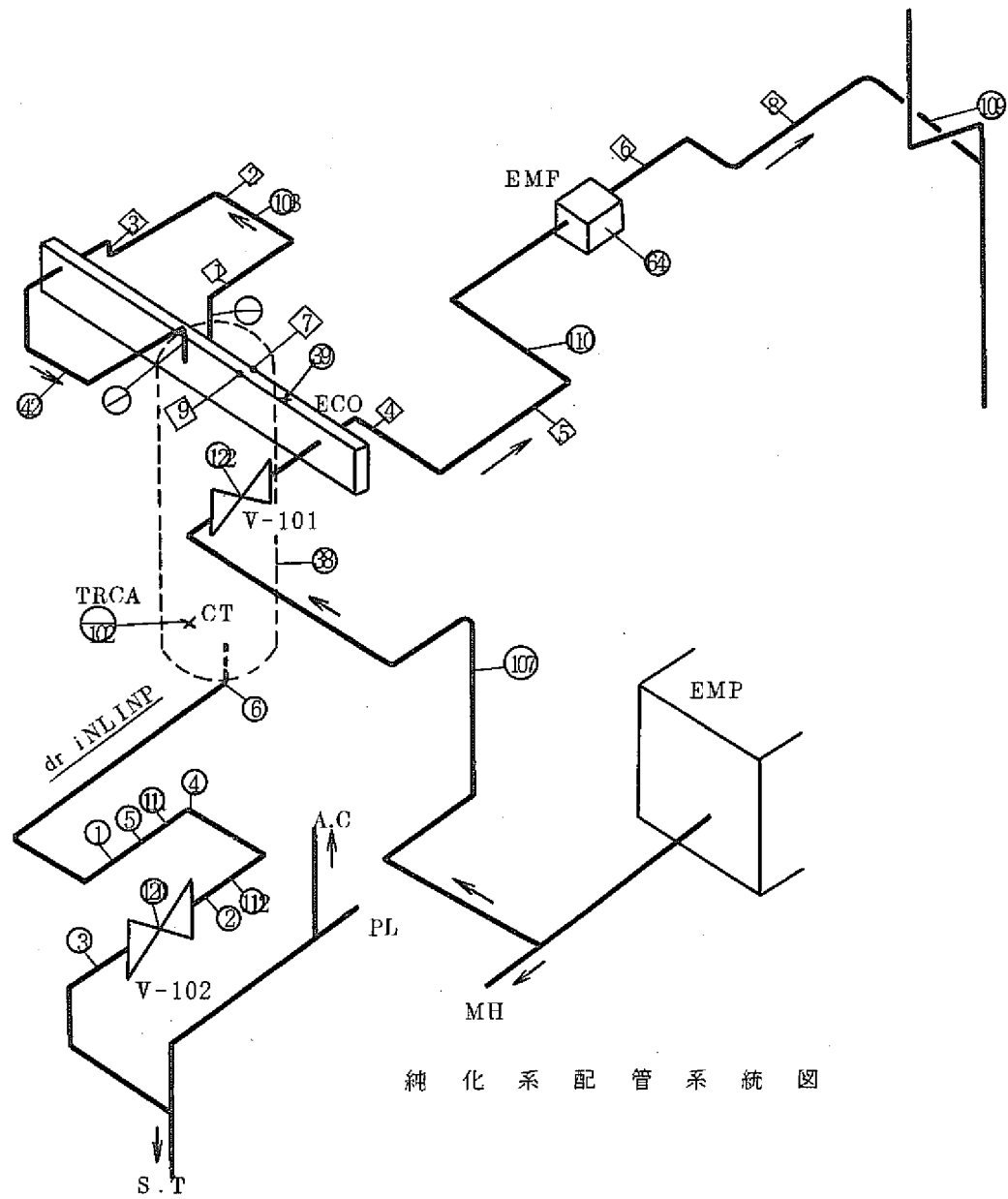


図3-8 冷却法によるNa分布



純化系配管系統図

図 3 - 9 温度計測点

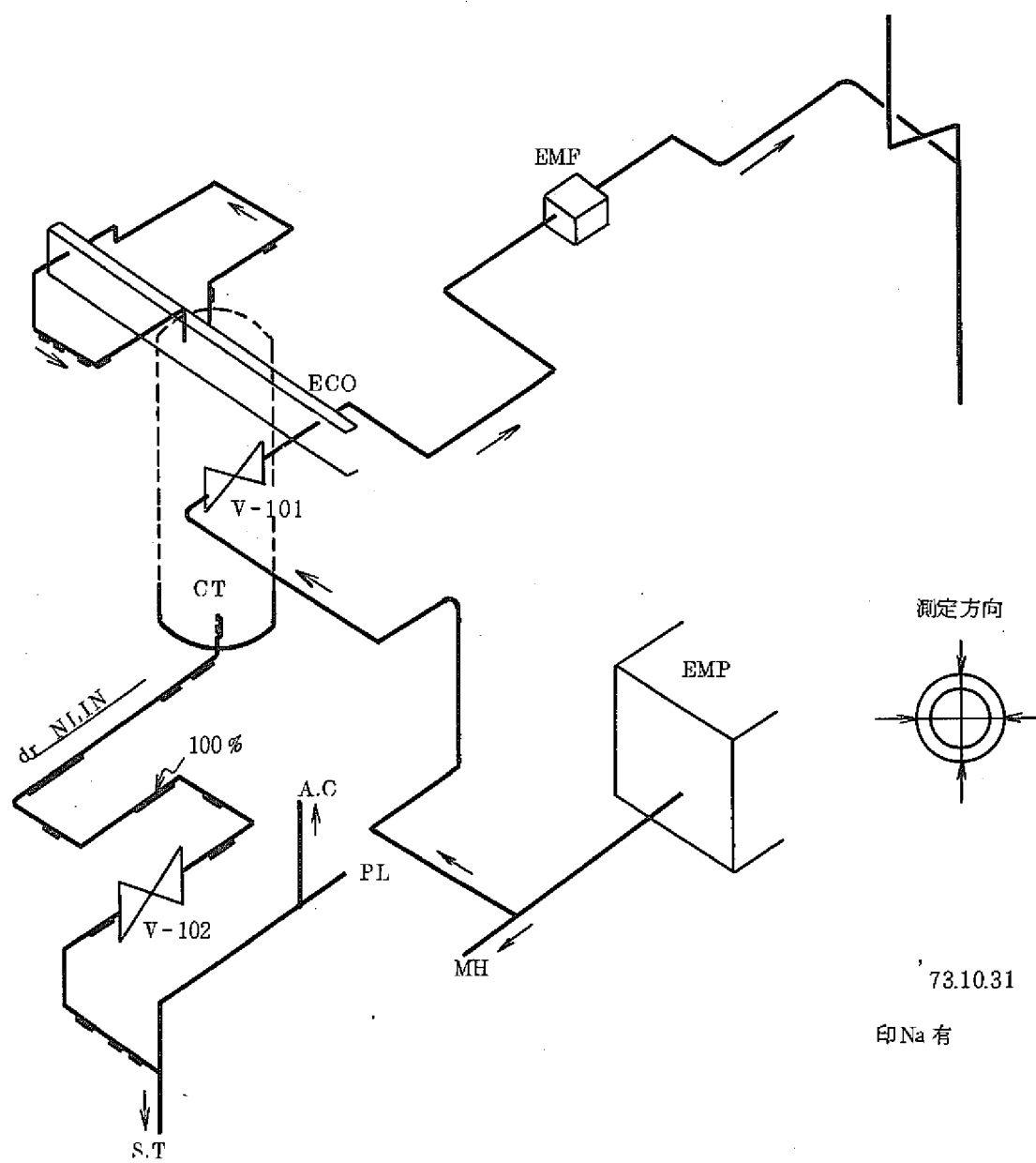


図 3 - 10 Na 検出器による分布

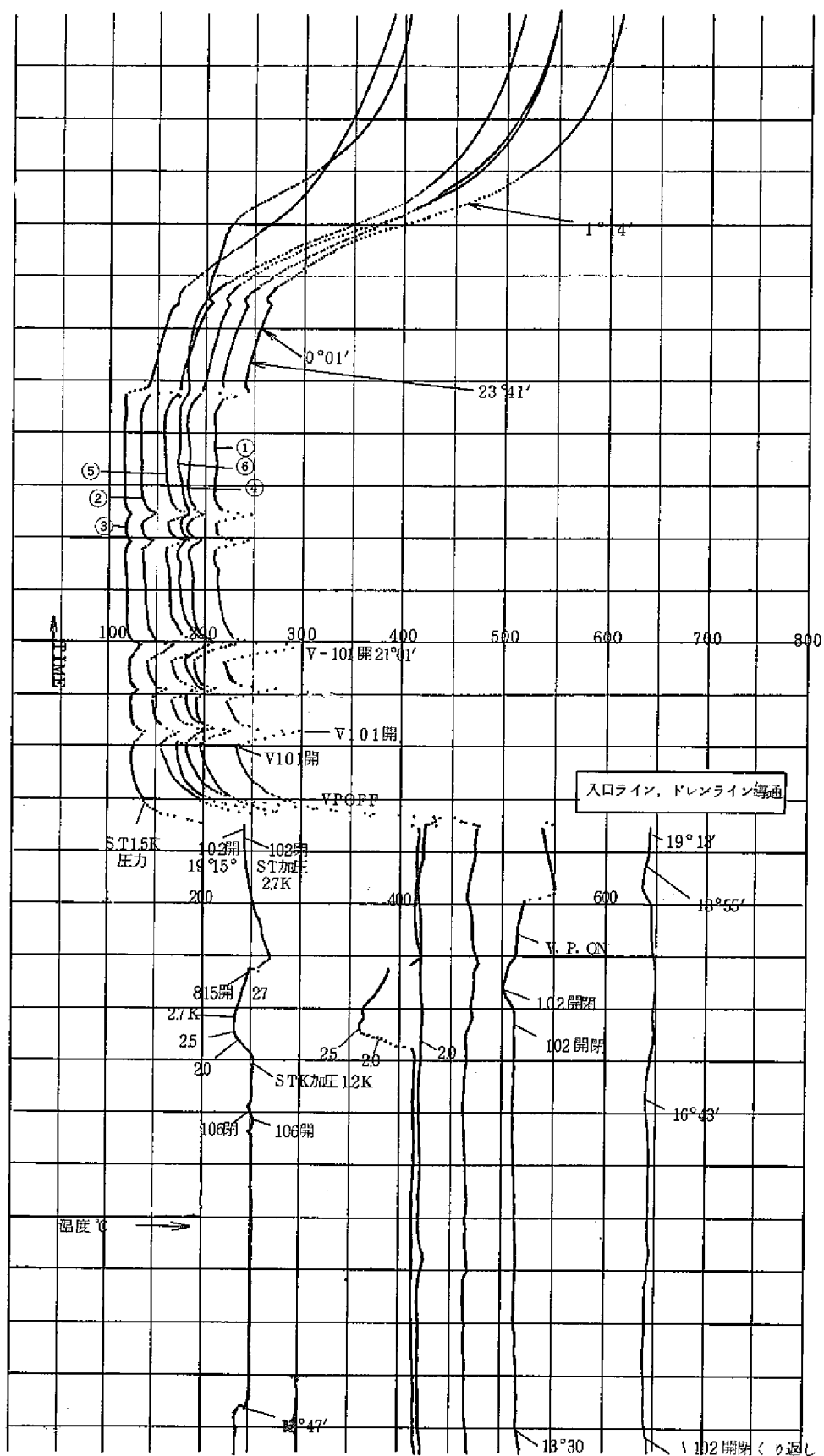


図 3-11 入口ドレンライン導通時温度パターン

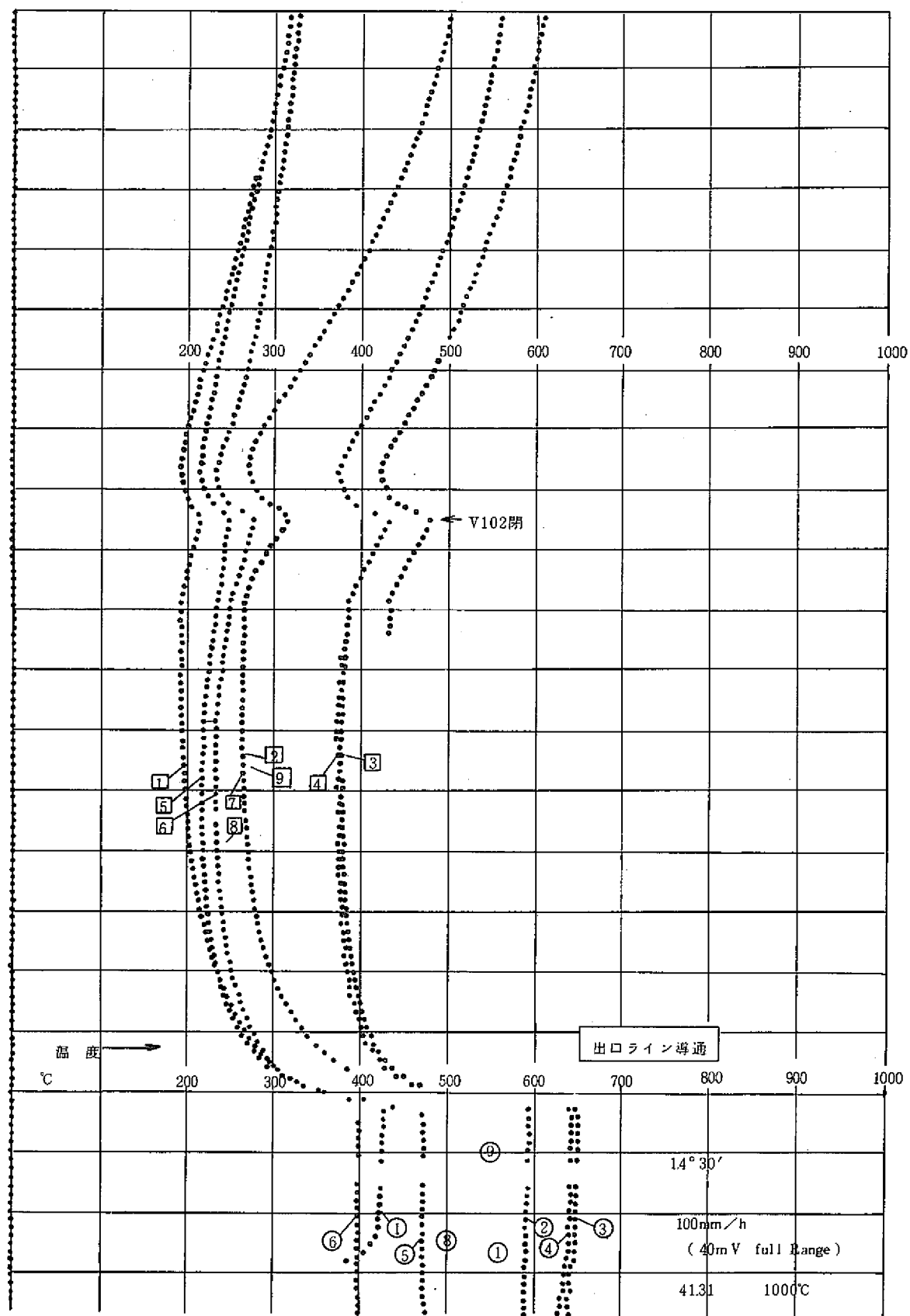


図 3-12 出口ライン導通時温度パターン

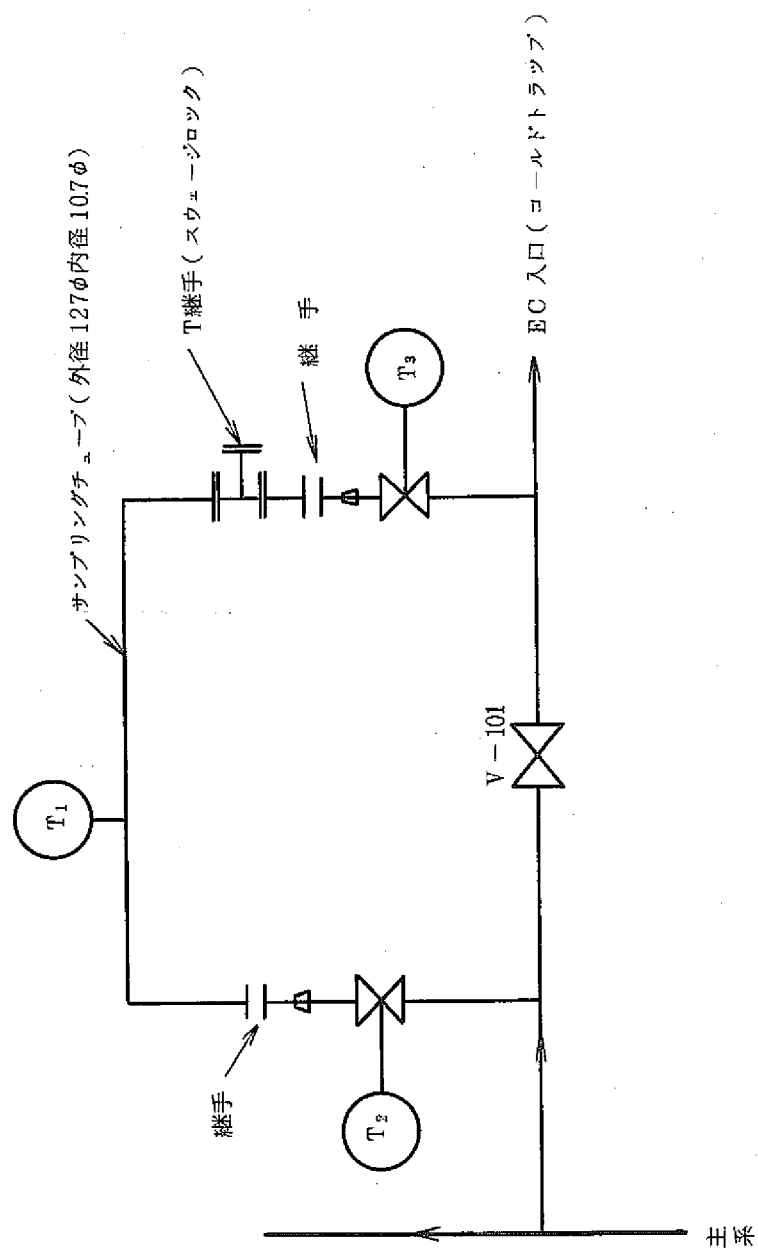


図 3-13 サンプル装置フローシート

第4章 第2回 SG小リークと補修工事

9月末SG復元完了後、水系はフラッシングを続行していたがNa系の諸トラブルが解決した時点でただちにNaをチャージし低温でのNa純化運転に入いった。低温での純化運転が進みNaを昇温してゆく時点で(290℃→345℃)小リークが発生し緊急ドレンを行った。

この後リークの確認試験(11月19日～11月24日)を行ない、He漏洩試験によるリークを確認した。解体工事、リーク部の確認及び補修復元工事は第一回リーク時の工程を基に順調に進められ1974年2月中旬完了した。

以下これらの経過について述べる。SG小リーク(第2回)についての詳細は別途報告書を参照のこと。

4-1 第2回 SG小リーク発生

1) 第2回 SG小リーク発生時の状況

第1回小リーク補修工事に並行して約700時間のSG洗浄運転を行なったが工事完了後10月1日よりSGに水とNaを通した状態でNaの純化運転を開始した。

純化運転はNa温度約250℃から開始しプラグ温度が150℃～160℃に下がると順次Na温度を20℃～40℃上げていった。小リーク発生前のNaチャージは11月16日に行ったが初めてNa温度を350℃に上げた11月19日に第2回目の小リークが発生した。

発生前後の運転条件は次の通りであった。

(発生時は11月19日2時20分と推定される)

11/19 時刻	1 : 45	3 : 30
T _{Na}	300℃	350℃
Q _{Na}	270 ℓ/H	一定
T _w (IN)	210℃	220℃
T _w (OUT)	315℃	340℃
P _w	125 kg/cm ²	158 kg/cm ²
Q _w	1.15 T/H	1.05 T/H

10月1日～11月19日の運転状況は図4-0(1)～(4)に示す。図4-0(5)～4-0(6)はリーク時の詳細状況の記録である。

図4-1に示すように小リーク発生時には次の様な現象が生じていた。

- (1) (1)のガスクロが1550 ppmより異状上昇した。(3時45分頃)
- (2) (2)隔膜式水素計(N・P)(3)隔膜式水素計(ION7)が同時に異状上昇した。(4時25分頃)

(3) (7)C・T 流量が $6.5 \ell/M$ から $4.8 \ell/M$ に下がった。(4時2分頃)

(4) 図4-2のSG内温度記録結果によると下降管カバーガス層の温度計(4点)のうち2点が明らかに異常降下している。

2) リーク個所の推論

小リークの確認試験に入る前に1)の現象からおよび前回の小リークの経験からリーク個所を推論してみた。その結果下降管カバーガス層の溶接部である図4-3のⒶあるいはⒷにリークが発生したものと推定された。

4-2 SG小リークの確認試験

SG運転停止後リークを確認するため、Heリークディテクター等を使い次の三段階に分けて試験を行った。

1) 水側のSG出入口弁を閉とし伝熱管をHeで加圧した結果リーク確認A管、F管のどちらかは不明。

2) 伝熱管2本(A、F管)をSG出入口にて切断し各管毎に独立してHe加圧し圧力の降下を測定すると共に、シュール側でHeリークディテクタによりHeの漏洩を検出した。

結果

F管……圧力降下なし、Heリークなし

A管……圧力降下 $120k \rightarrow 116k$ (1時間後)、Heリークあり。

3) SGにNaをチャージしカバーガス層とダウンカマガス層を隔離してA管にHe加圧し圧力の降下を測定すると同時にHeリーク(カバーガス層およびダウンカマガス層)テストを行った。

結果

圧力降下あり $121k \rightarrow 118k$ (1時間後)

Heリーク—ダウンカマガス層にHeリーク有り

以上の事からA管下降管(ダウンカマガス層)部分にリーク個所を推定した。

4-3 解体及洗浄による観察

11月27日～12月5日

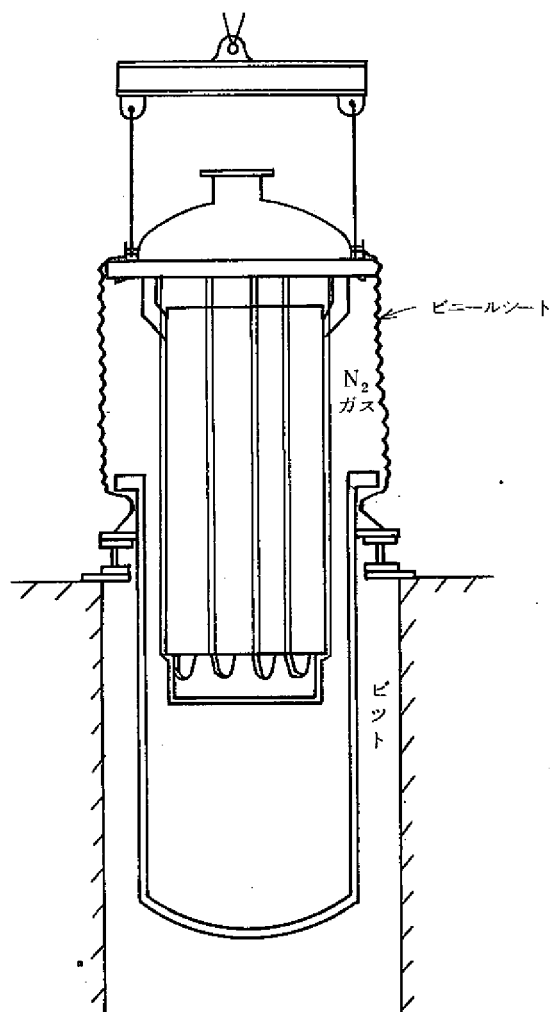
1) 解体方法

Na, 水系配管を切り離し盲板溶接づけ後 SG 本体をビットに据付けてフランジ部のボルトを外し、リップ溶接を切りはなした。管束の引抜きは右図の様にビニールシート内に N_2 ガスを補給し乍ら行った。

管束の引上げは無理なく容易に進められた。ビニール外側から観察すると分離シェラウド表面上にクリーム色の粉末状の付着物が A, F の下降管に沿って広範囲にみられた他はネズミ色の粉末が付着していた。

管束部上面には表面白色の Na の塊が多数あった。

F 管ダウンカマのカバーガス管下端には反応生成物と考えられる錆色の塊状の付着物があった。さらにその上部の Na 液面部にも同様な錆色の塊状の付着物が存在していた。A 管カバーガス下端にはネズミ色の粉末だけで塊はなかった。

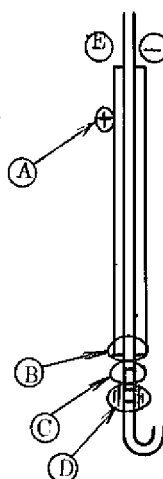


2) 管束を上げた状態での諸試験 12月4日

配管を切離す前に He ディテクタによるリークテストを行った。伝熱管に He ガスを加圧し下図に示す4点でリークを測定したが結果は表 4-1 に示す通りであった。

表 4-1

	A	B	C	D	E
A 管	有大	有小	なし	なし	なし
F 管	有小	有小	なし	なし	なし



これからA管の①点近傍にリーク個所ありと断定できた。

3) ダウンカマとカバーガス管切断 12月5日

AおよびF管のダウンカマをSG本体より切り離し、Na処理室にて、外面をアルコールにて洗浄しカバーガス管の切放し作業を行った。

このカバーガス管はA・F管共反応生成物がつまっていたため0.4m～1.6mの長さで切断し、更に縦に切断しなければ伝熱管から離すことができなかった。

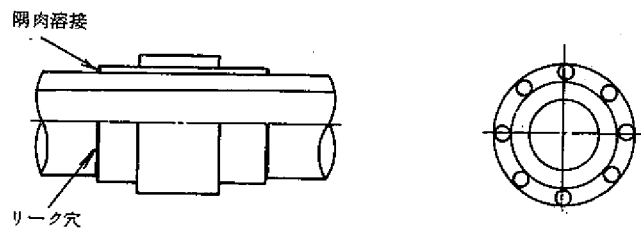
図4-4、4-5にA管F管の切断位置を示す。

4) リーク個所検査と試料採取

カバーガス管切断後粒状又は塊状の反応生成物は、蒸気により容易に溶解し洗浄することができた。目視による検査で溶接部を注意してみると、A管の上より#1のスペーサー部隅肉溶接部に針の穴状欠陥が4点観察された。

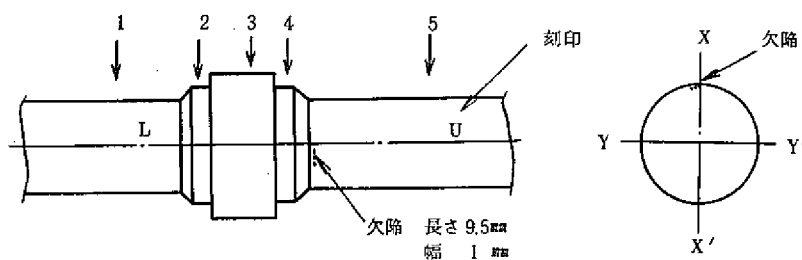
ダウンカマの一端を閉じ一方より加圧してバブルテストを行いリーク個所を確認した。F管についても観察を行ったが異状はなかった。

A、F管下降管は洗浄の後メーカーにて欠陥部検査のため搬出した。



スペーサー部構造とリーク個所

欠陥部の寸法測定結果を次に示す。



	X	Y
1	25.4φ	25.5φ
2	27.9	28.0
3	35.1	35.1
4	27.9	27.9
5	25.4	25.4

4-4 リークの原因と改造

1) 原因の調査

原因の調査はメーカーである(株)日立製作所によって行なわれた。試験片採取位置を図4-6に示す。スペーサー部#1と健全であった#2スペーサー部をそれぞれ1ケづつ採取し次の試験を行った。

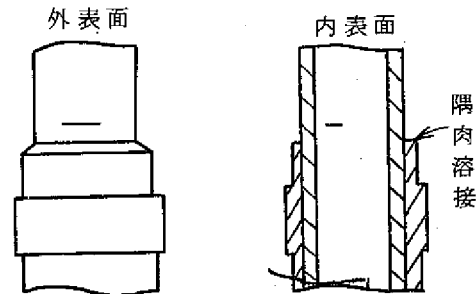
(1) 液体浸透試験

結果

外表面横に 9.5mm

内表面横に 1mm

の割れが確認された。



(2) 硬度試験 図4-7 a)に測定位置を図4-8にその結果を示す。

測定結果溶接熱影響部は母材 ($Hv \div 150$) の2倍位である ($Hv \div 300 \sim 320$) 割れの近傍、溶接部、HAZ部、および伝熱管スペーサ母材部について割れの発生した採取片と同形状の採取片(健全部)とに差はない。

(3) 顕微鏡検査

割れ部、溶接部、溶接熱影響部、母材部について図4-7 b)に示す位置で顕微鏡写真撮影を行った。その結果この割れは貫粒割れであることが知られた。

(4) 調査結果の検討

a) 割れ開始点

顕微鏡写真から割れの開始点は管外表面 (Na側) の溶接境界付近から発生していることが知られた。但し割れの開始点が粒界か又は粒内かは腐食のために明確ではないが、粒界が支配的である。

b) 割れの経路及び形状

割れは粒内及び粒界を経路とし、末端は粒内を貫いて管内面に達している。巾の狭い割れであり、割れの近傍に型性伸びはなかった。

c) 硬度

割れが発生した溶接止端部における硬度は比較的高くなっている。

d) 応力

伝熱管と熱遮蔽管との間に拘束はなくスチックの形跡は見られず異常な負荷応力は加わっていなかったと推定される。硬度が高いことから残留応力は比較的高かったと判断される。

e) 変形

前ページに示す寸法検査の結果によると異常な変形はみられなかった。割れの形状

経路、割れの近傍に塑性変形はなかった。

(5) 破損原因に対する考察

顕微鏡検査の結果、応力腐食割れと判断される。溶接部の硬度が高いため残留応力が高くさらに前回事故後欠陥補修時に生成された。

NaOHが完全に除去されず、伝熱管表面にわずかながらこのNaOHが残っていてアルカリによる応力腐食割れが急速に進展したものと思われる。

2) 対策および改造

対策を協議検討の結果次の諸点を改造することにした。

- (1) 熱電対取付座は熱遮蔽管外側より挿入する
- (2) スペーサーは熱遮蔽管側に2ヶ所ボルト(3本)で取付ける。
- (3) フリュードヘッドは鍛造品削り出しとする。(火SFA24)
- (4) 熱遮蔽管材質をSUS304とし熱電対スリーブも同材質にて溶接性をよくする。

フリュードヘッドと熱遮蔽管との間に短管を入れ予めインコネルの肉盛りをし焼鈍を行った後SUS304を溶接する。

図4-9は改造図を示す。

4-5 補修復元工事工程

図4-10に工程実績を示す。

第1回小リーク復旧工事の経験があり、作業も能率がよく進めることができた。材料の手配、製作を順調に進めることができたのはメーカーに伝熱管(STBA24)材料の在庫があったことが1因と云える。SGフランジ部のOリングは納期に2ヶ月必要であったため工程はこのOリングの入手によって支配され少々の遅れを生じた。

大洗における工事日数工数は次の通りである。

工事歴日数	121日	自	1973.11.19
		至	1974.2.19
作業日数	46日		
作業工数	532工数	(PNCを除く)	

4-6 '73年5月～12月運転時間

1) SG運転時間

Na チャージ		Na ドレン		時間数	延時間数
月 日	時 刻	月 日	時 刻	Hr	Hr
10/1	18:00	10/17	21:18	387	
10/27	11:00	10/28	11:00	14	
11/2	14:00	11/2	15:00	1	
11/7	15:00	11/7	19:48	5	
11/16	13:25	11/19	5:00	63.5	1119.0

計 470.5

注) 1 2-5-a 注参照

2 Na温度500℃以上運転時間なし

2) Na 純化運転時間

Na チャージ		Na ドレン		時間数	延時間数	備 考
5/9	10:00	5/25	16:26	382		左の項ドレン チャージ18回 くり返し SG洗浄時間
7/18	21:23	7/28	16:30	222		
8/9	14:06	9/7	16:53	1139	1954	

小計1743

3) 水系採水運転時間

採水開始		採水停止		採水時間	採水量
月 日	時刻	月 日	時刻	Hr	ToN
8/27	10:00	9/9	11:00	313	
9/19	10:00	9/19	16:22	6	
9/20	11:00	9/20	16:57	38	
9/21	11:19	9/21	16:28	5	
9/28	10:00	10/18	16:41	465.7	
10/25	9:00	11/19	4:45	591	
				1418.7	計283.74
				計3196.7	延計639.34

注) 1 採水量は流量200ℓ/Hとして算出した。

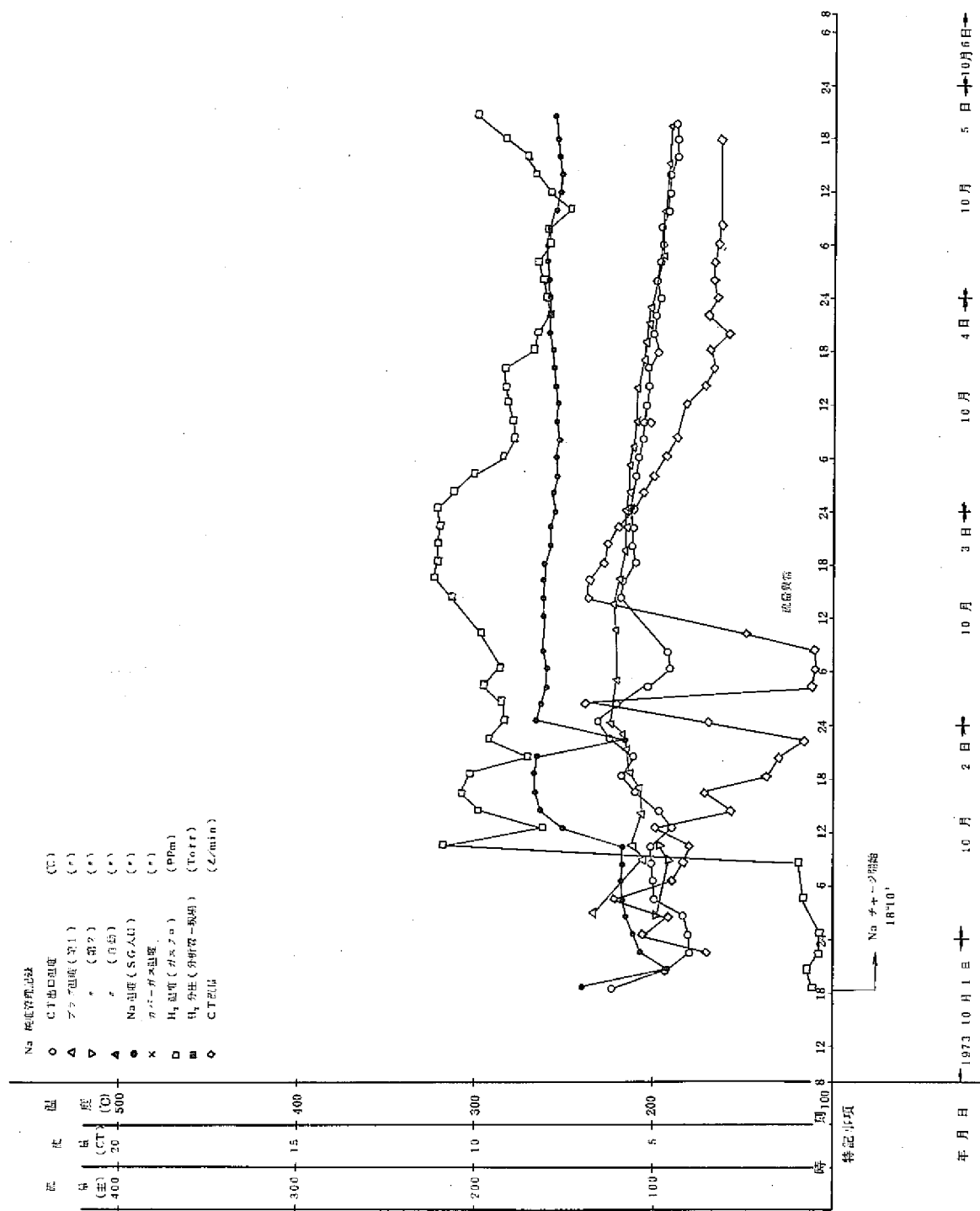


図 4-0-(1) Na系運転 (純化系閉塞)

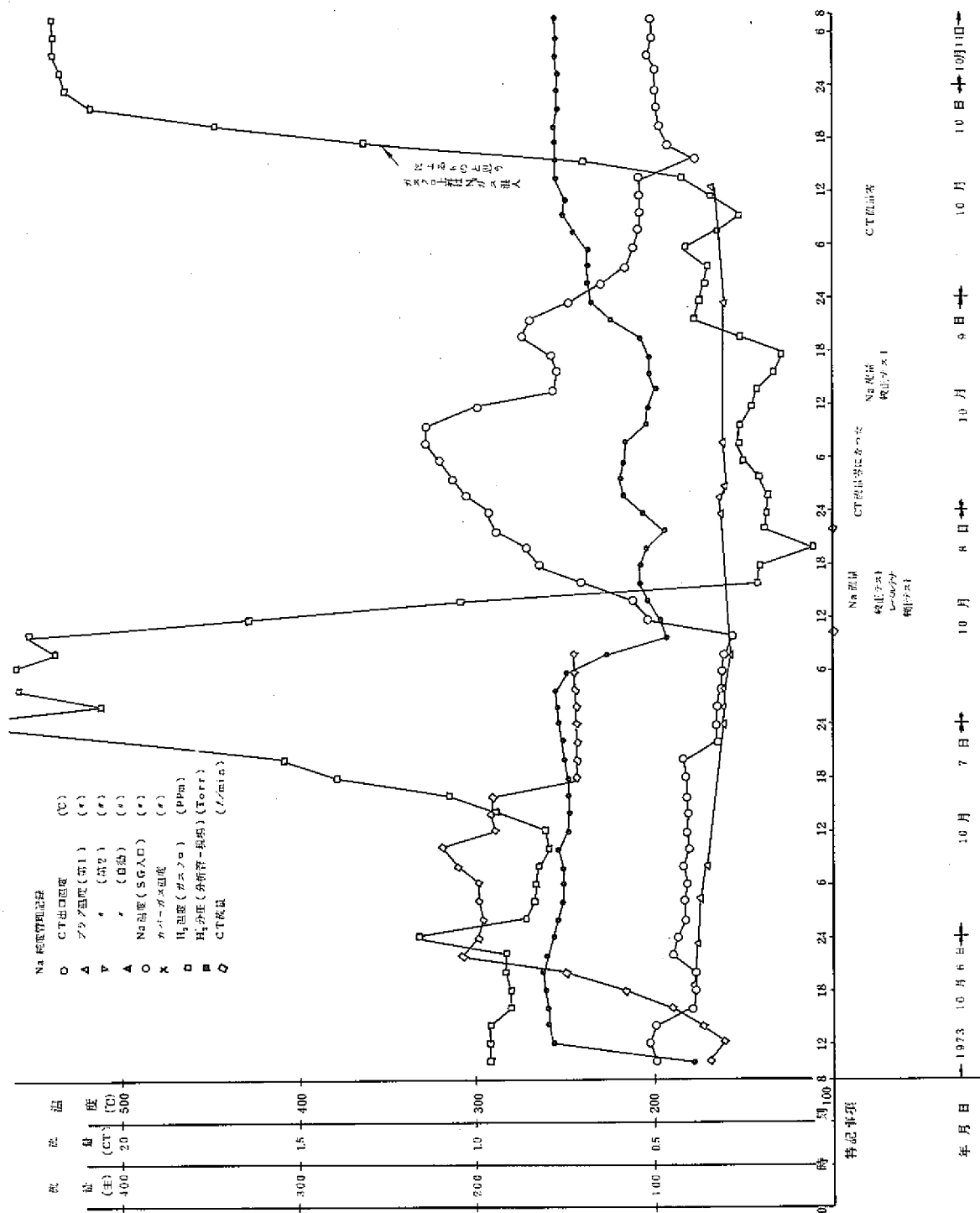


図 4-0-(2)

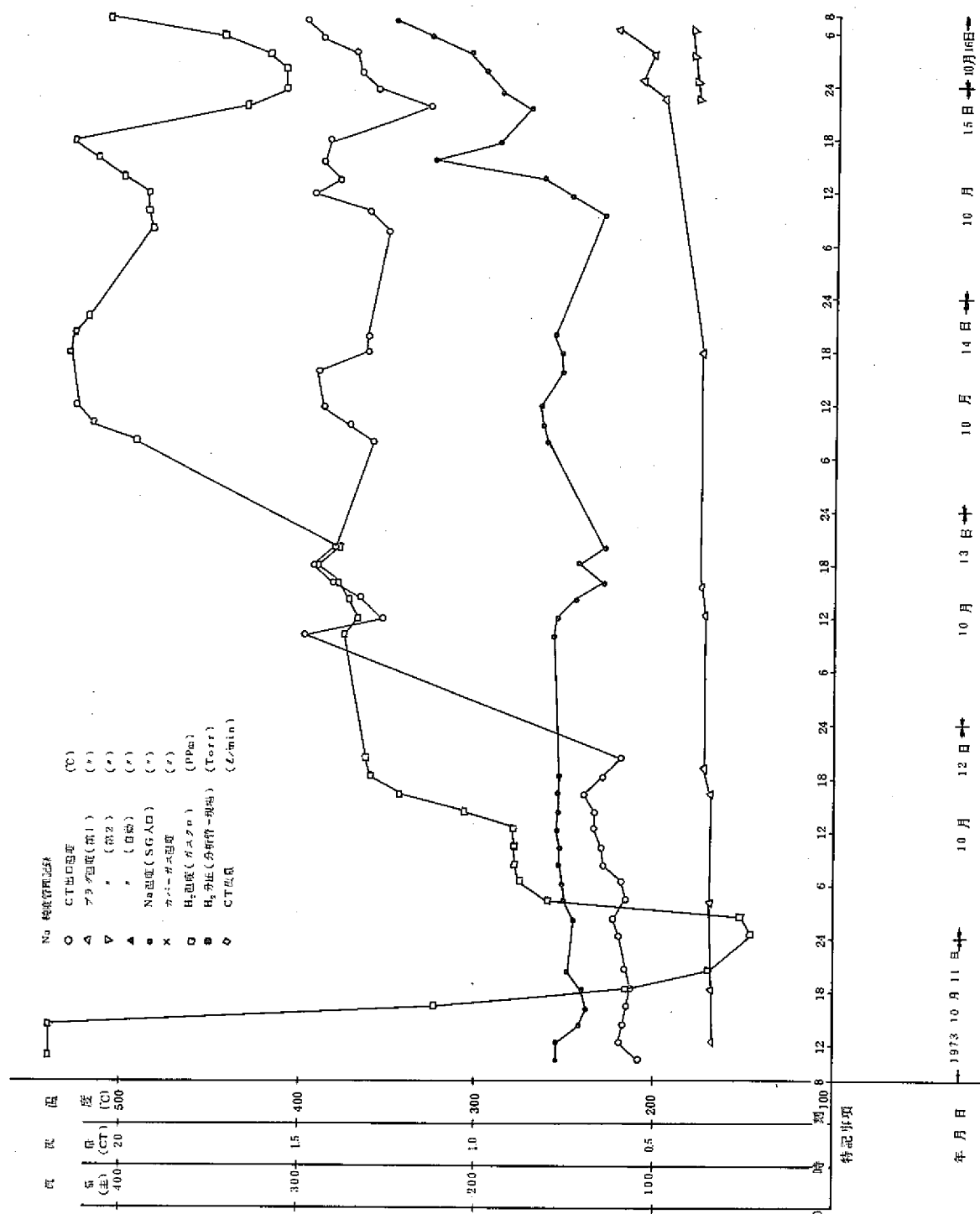


図4-0-0-(3) ゴールドトラップライン閉解除操作

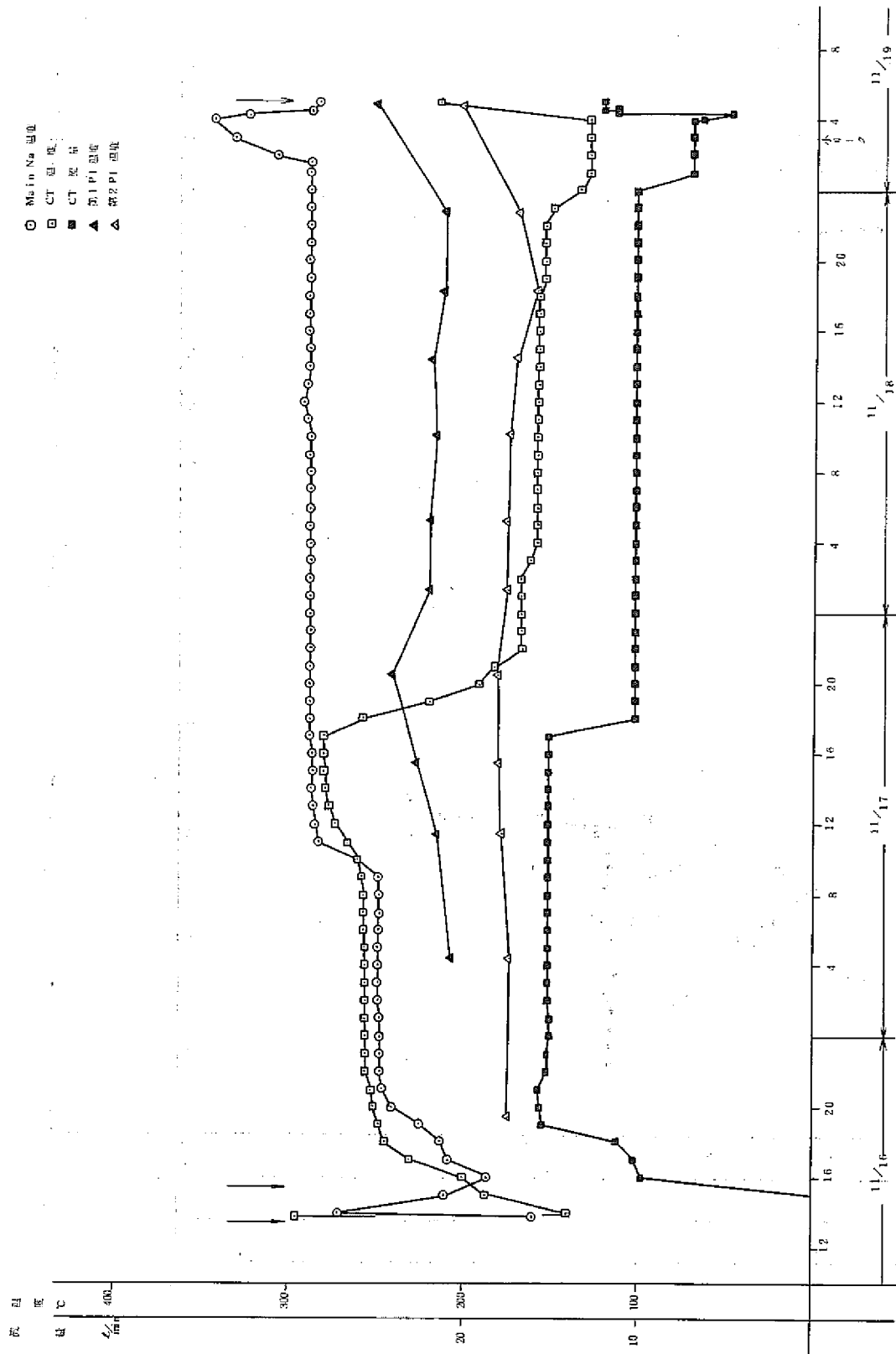


図 4-0-0-(5) SG小リーク (第2回) 時Na純化運転

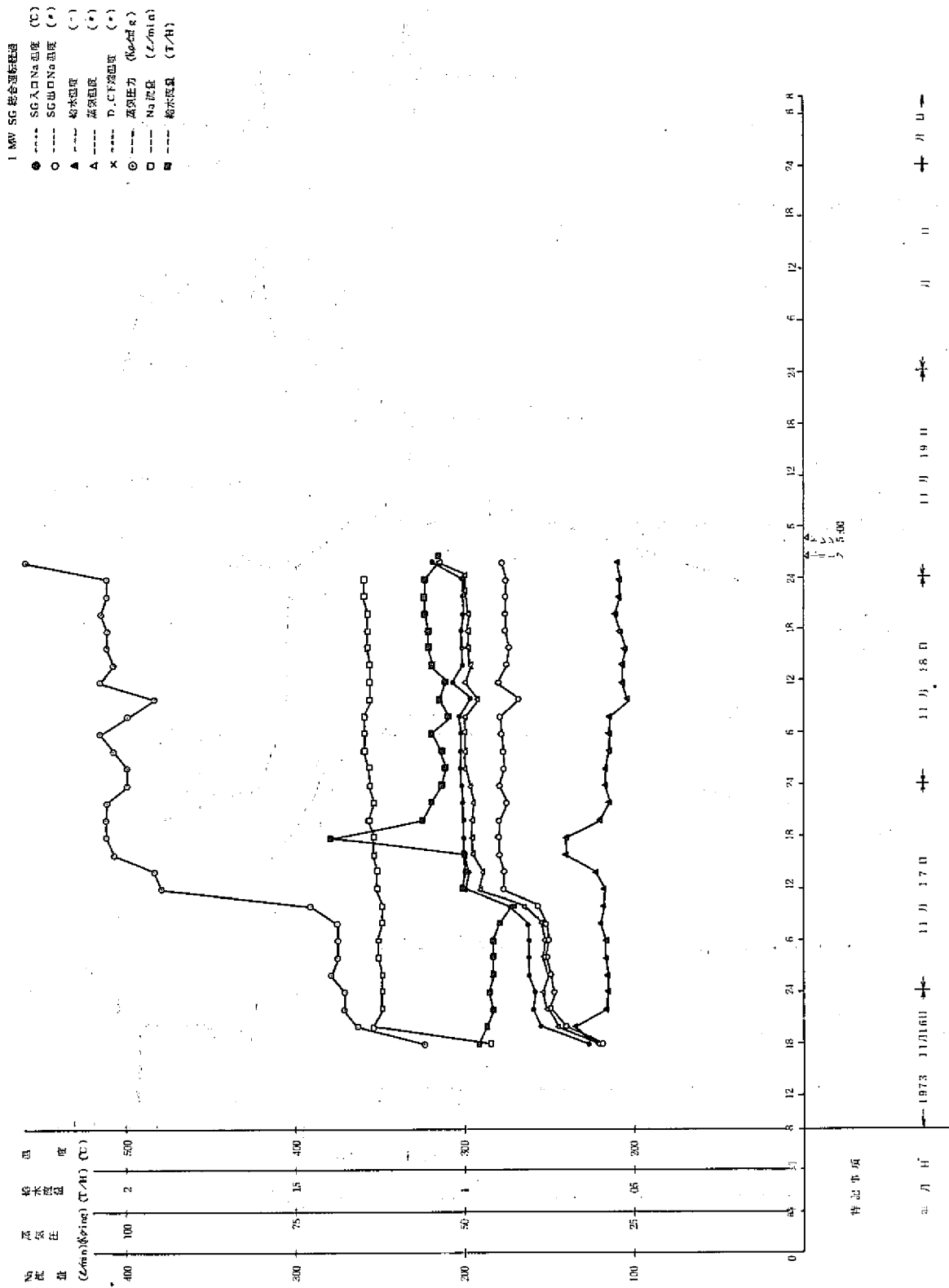


図4-0-0-(6) SG小リーク(第2回)時のSG運転

SG小リーク現象

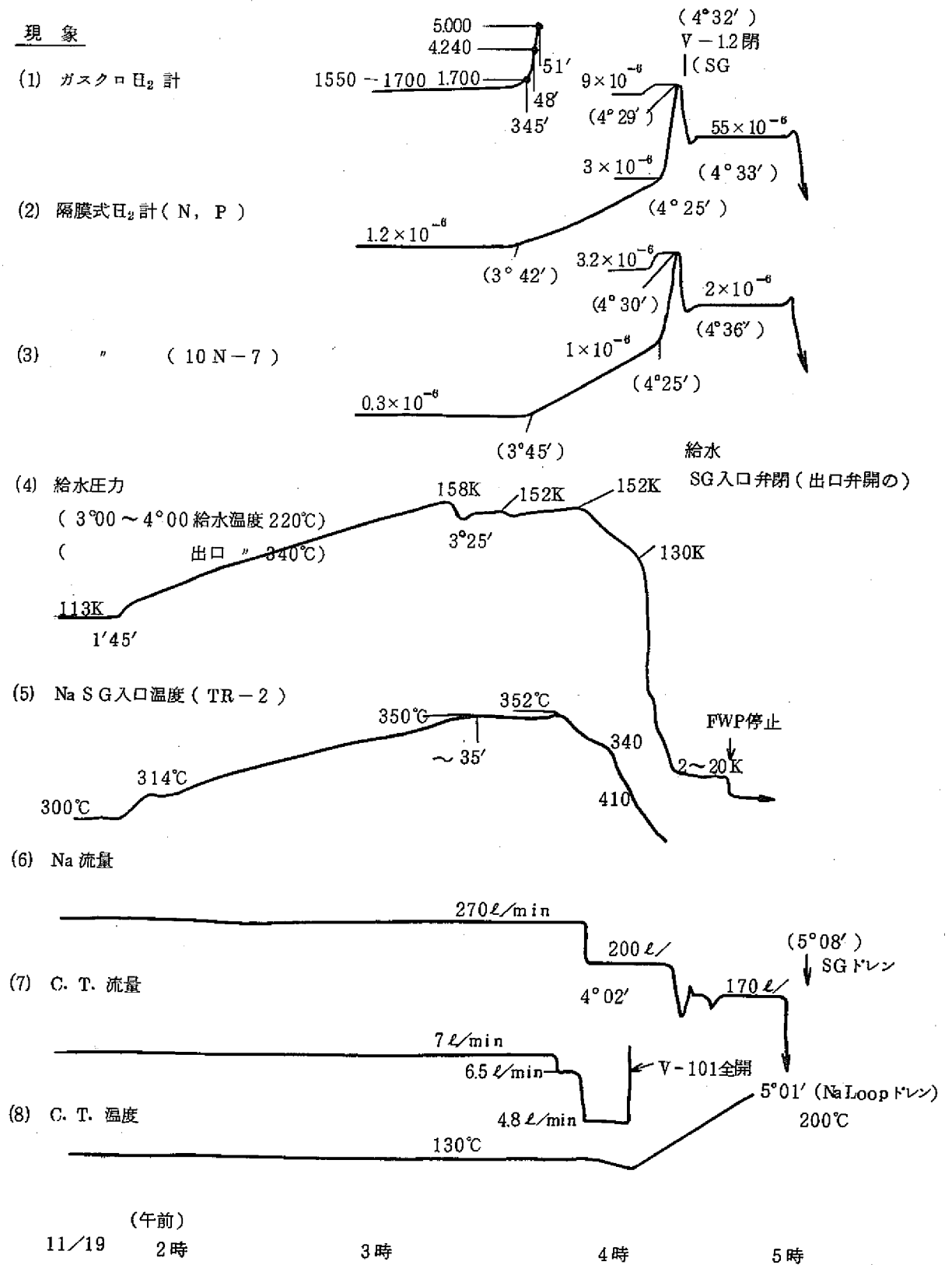


図4-1 SG小リーク現象 (第2回)

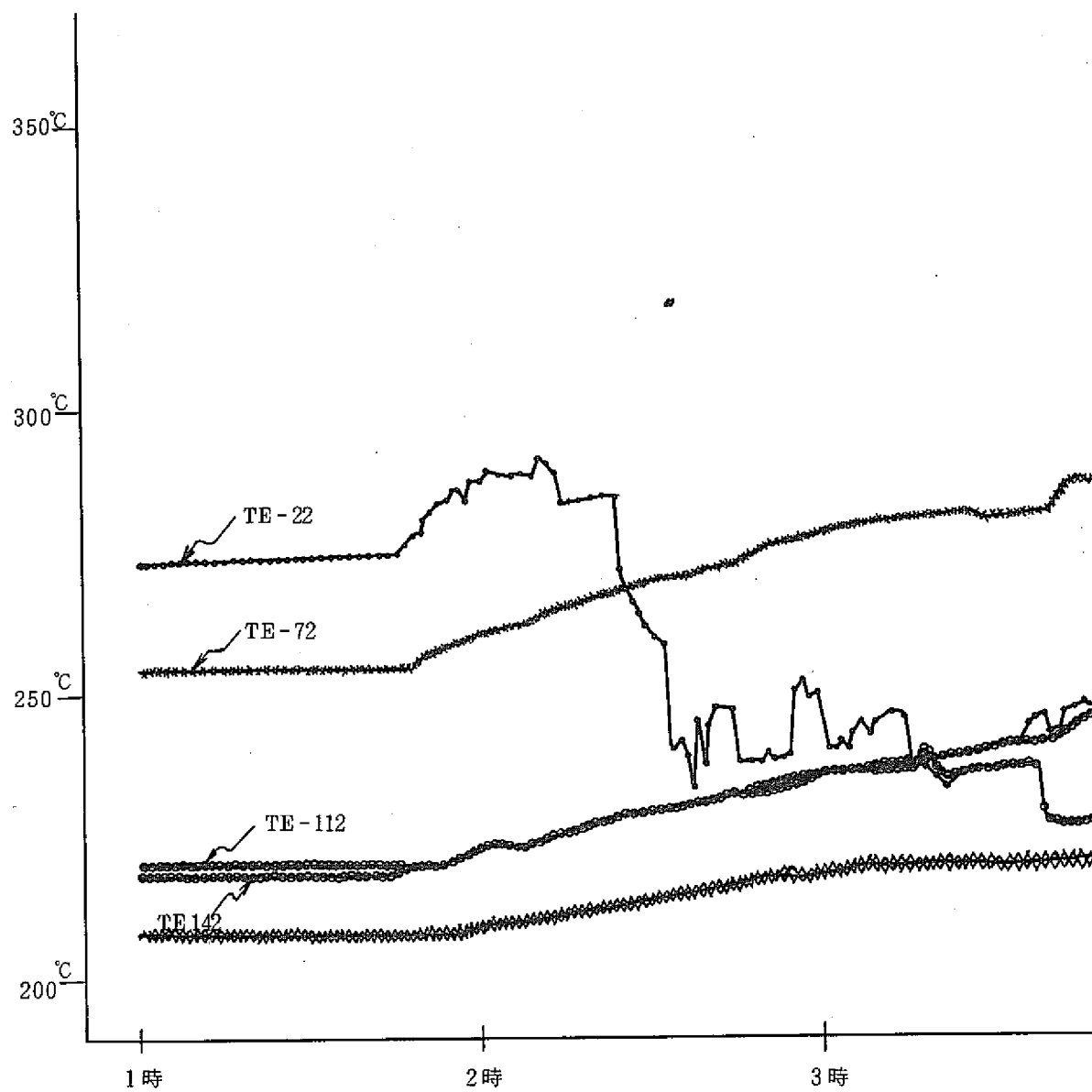
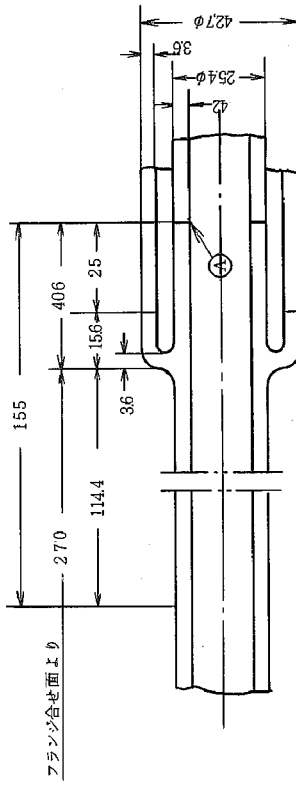
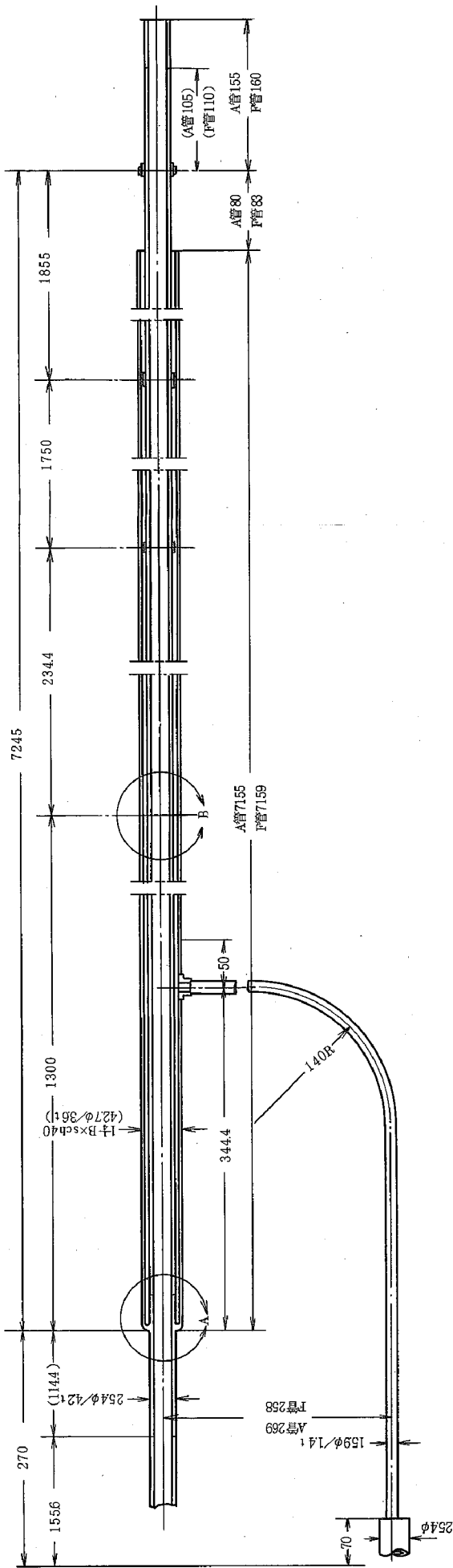
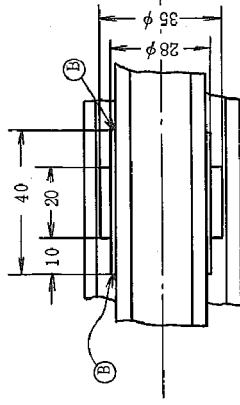


図 4 - 2 下降管カバ-ガス層温度



A部詳細 (1/x)



B部詳細 (1/x)

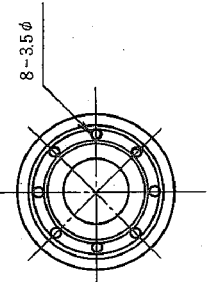


図 4 - 3 下 降 管

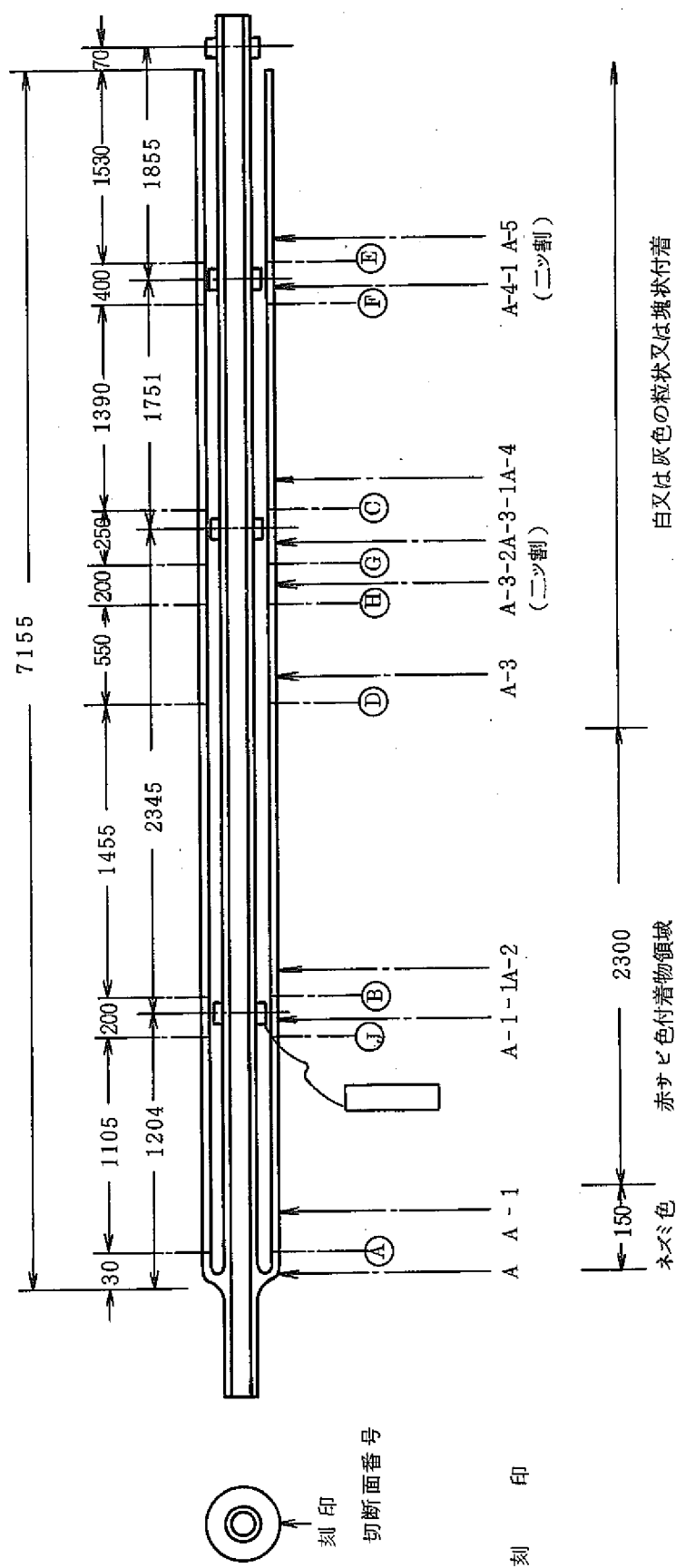


図 4 - 4 A 管切断寸法及び刻印

48-12-6

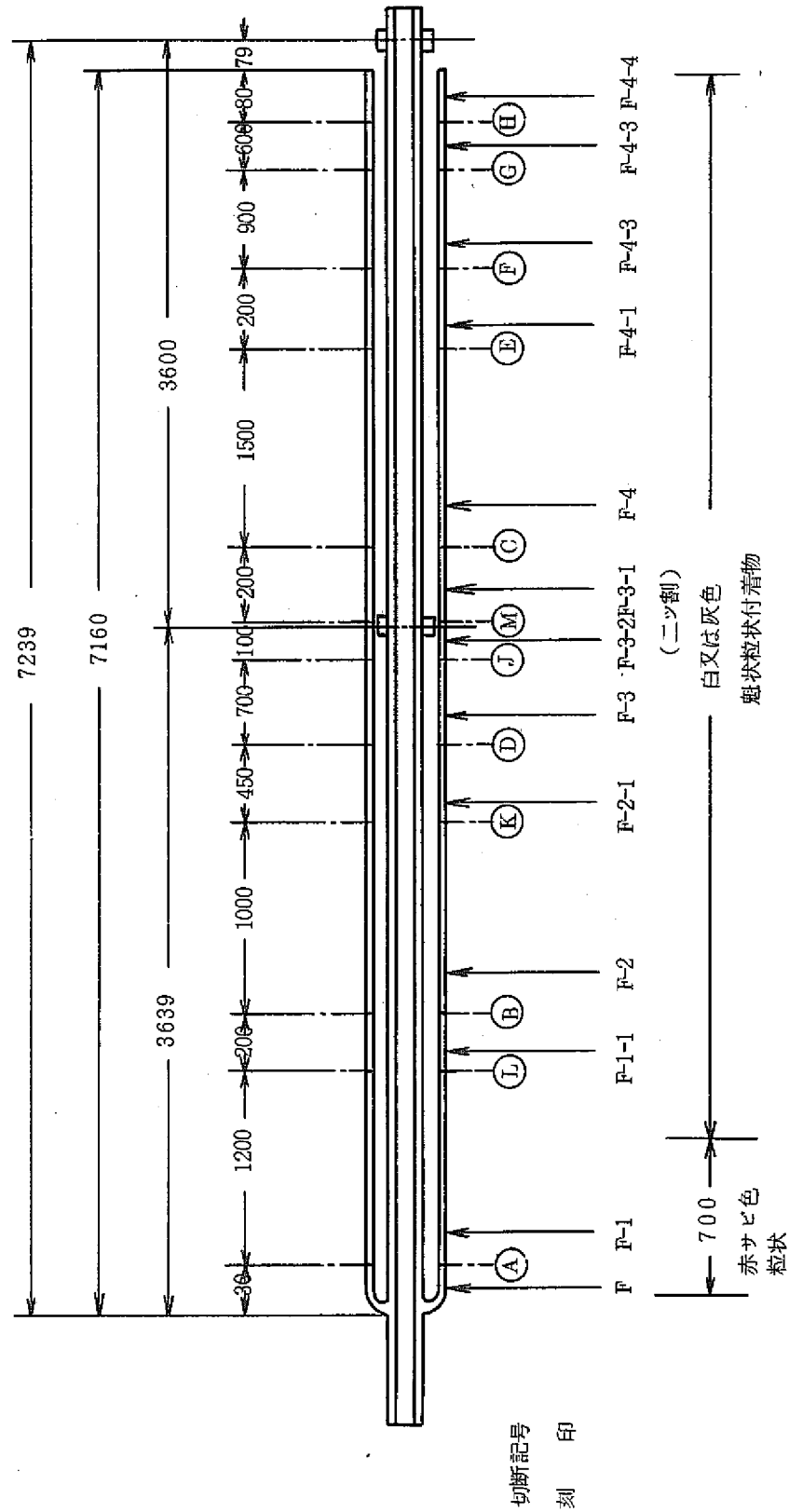


図 4 - 5 F 管切断寸法および刻印図

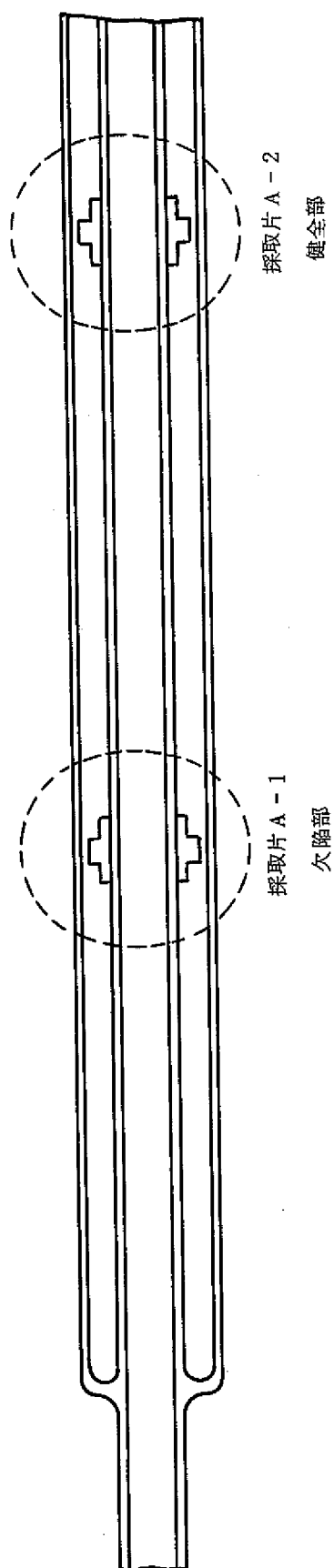
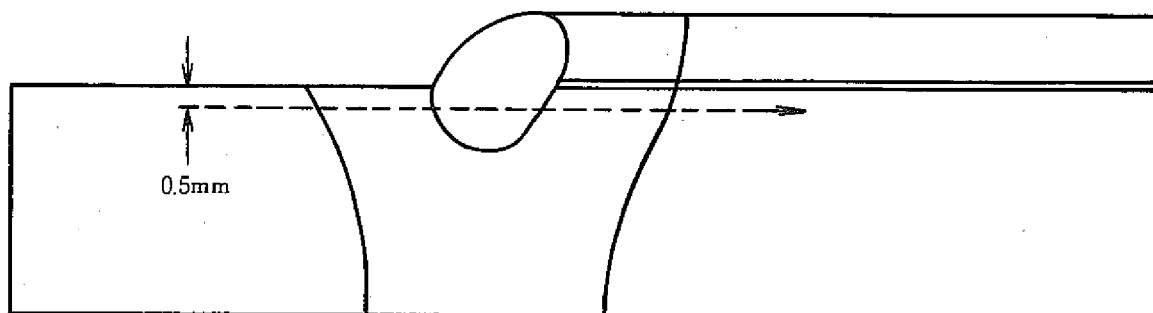
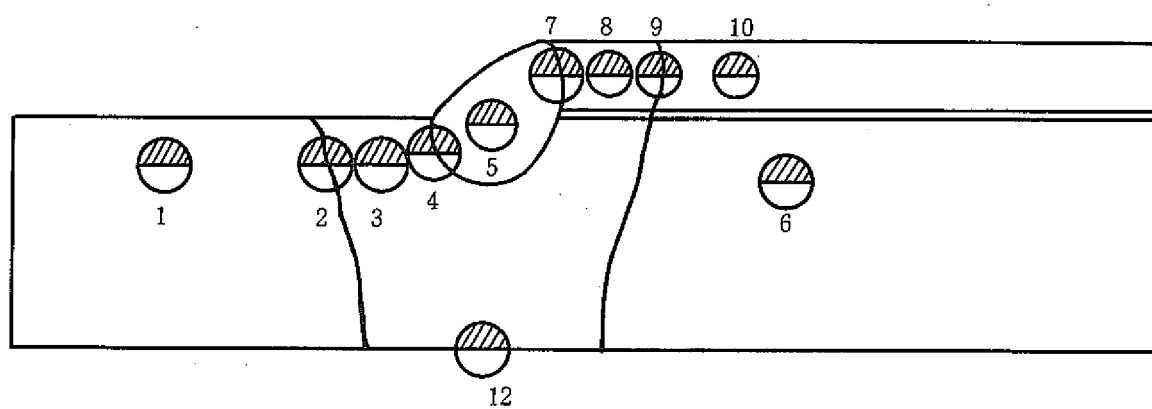


図 4 - 6 伝熱管採取片位置



(a) 硬さ分布測定位置



(b) 顕微 写真撮影位置

図 4 - 7 1 MW SG事故品および健全品の組織撮影と硬さ測定位置

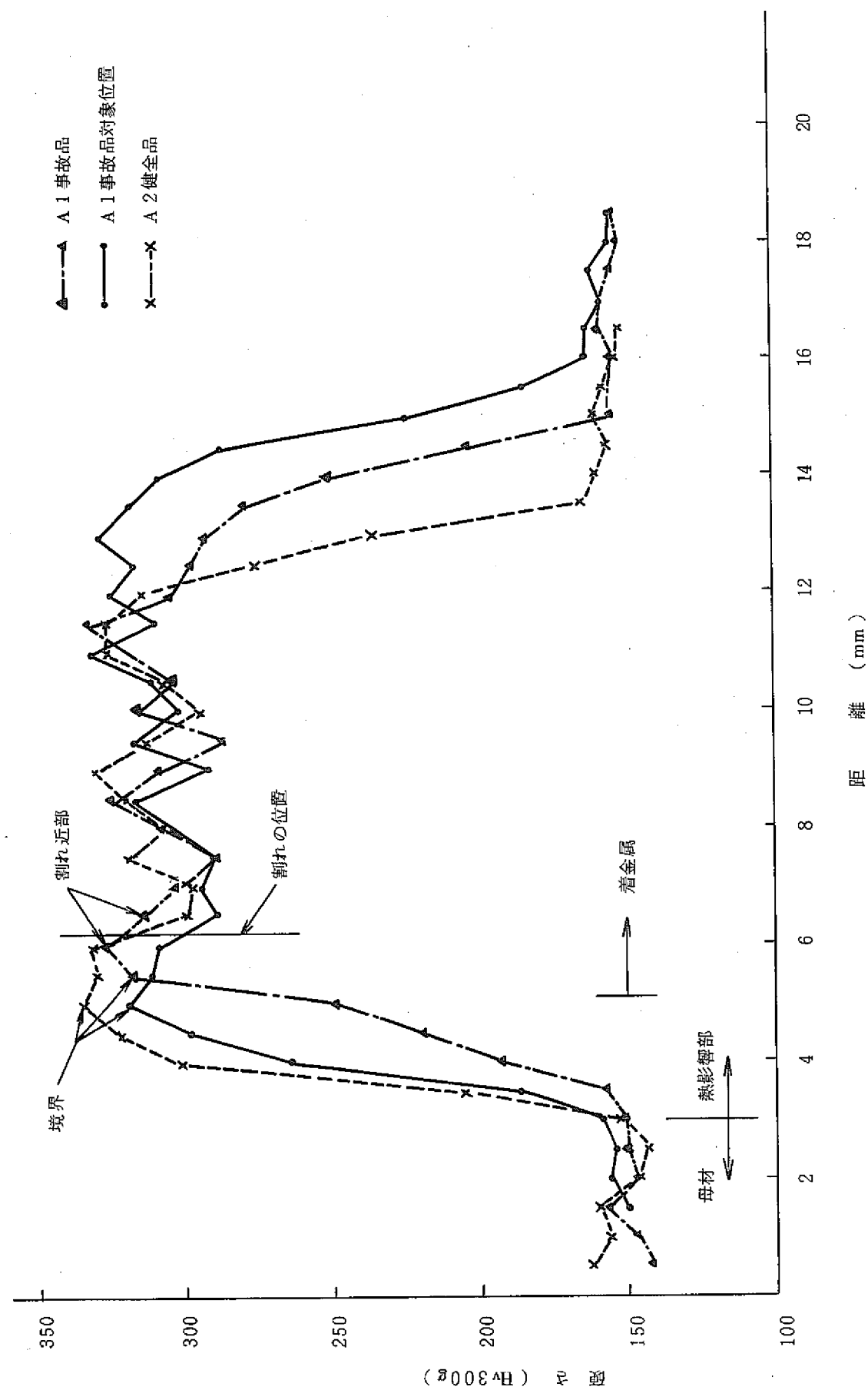


図 4-8 1 MW SQ 事故および健全品溶接部近傍の硬さ分布測定結果

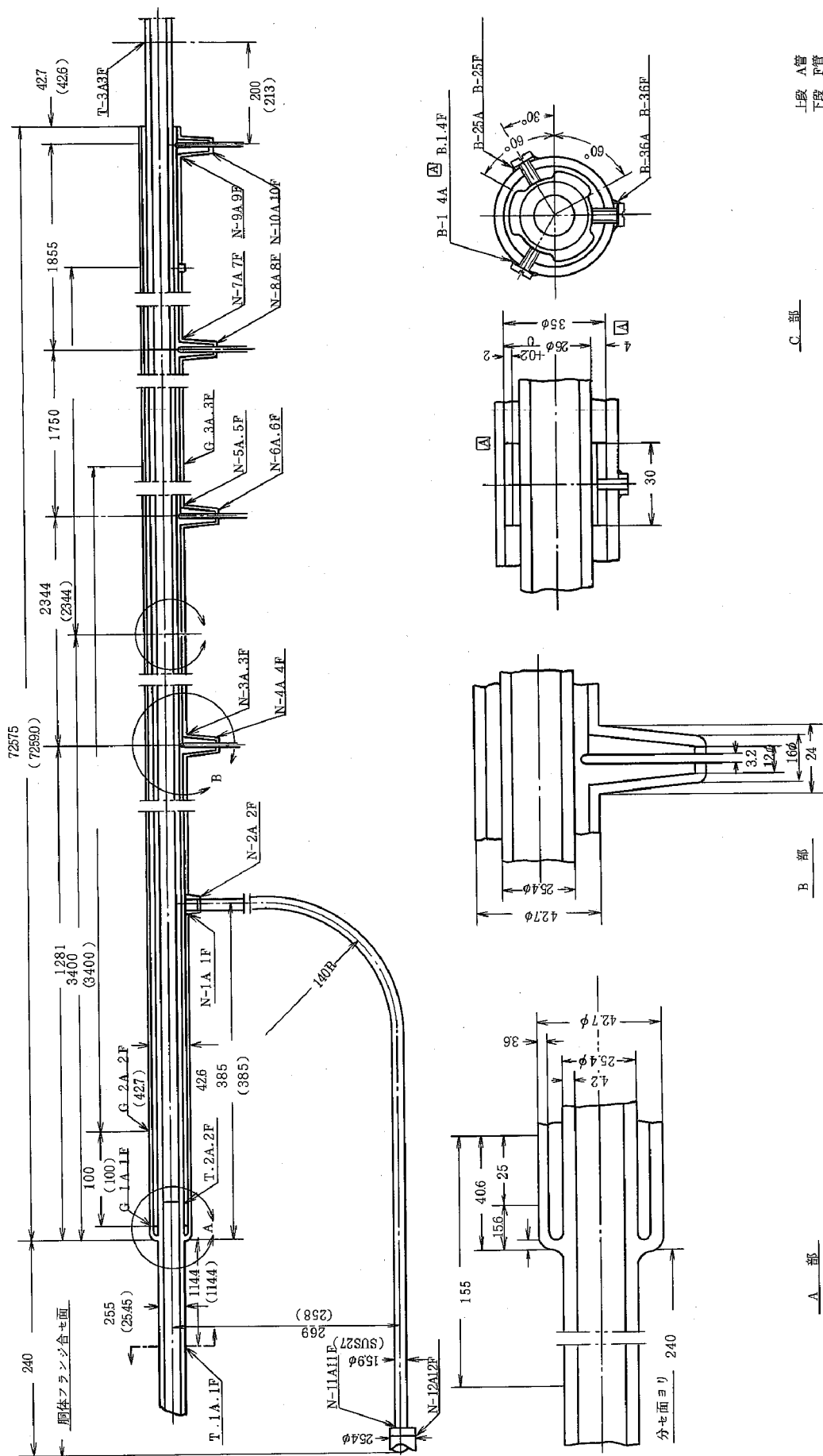


図 4 - 9 改造下降管

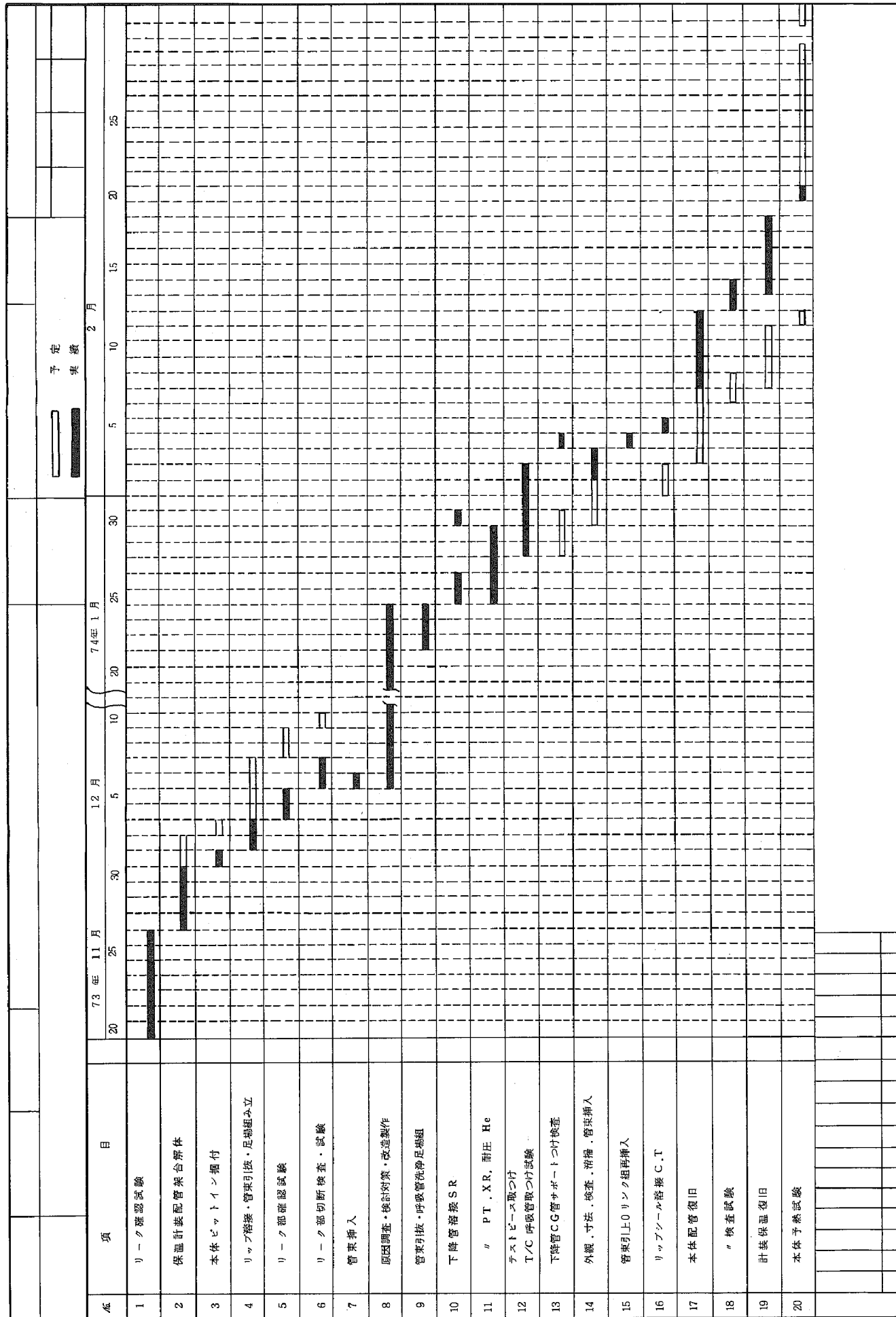


図 4 -10 SG (第2回)小リーク補修工事工程実績

第 5 章 第 2 次 SG 諸性能試験運転

第 2 回 SG 小リーク補修工事完了前の 1974 年 2 月 水系装置の定期点検工事を実施し、第一種圧力容器としての官庁検査（使用再開検査）を受検し合格した。又、1 月下旬～2 月上旬の期間に Na 系の電磁流量計の異状指示現象の解明およびそれに附随して、ホットラインへの新たな流量計の増設を行なった。1974 年 2 月下旬運転を再開し、水系フラッシング Na 純化運転を経て 3 月中旬より SG 静特性試験を開始した。以来水系に二、三のトラブルが生じたがこれらについては無事解決することができ、以後静特性、動特性不安定現象についてのそれぞれの試験を実施し、6 月末に一応試験を終了することができたとの判断のもとで、運転を停止した。

5-1 Na 系電磁流量計増設

1) 期 間 74 年 1 月 25 日～2 月 1 日

2) 設置場所 主加熱器出口ライン

3) 電磁流量計仕様

型 式	永久磁石式 FM2B-400 型
設計流量	400 ℓ/M 保証±5%
使用流体	液体ナトリウム
使用温度	150℃～600℃
導管材質	SUS 27 TP
導管寸法	2B Sch 20 S (OD 60.5 mm, 3.5 t)
重 量	約 3.5 Kg
予熱ヒータ	シースヒータ, 使用電圧 200V, 予熱温度 200℃以上
熱電対	C-A シース熱電対 (接地型)

4) 試験, 検査

(1) 配 管 X.R. 耐圧バブルテスト, He リークテスト

(2) 性能試験 3 月 4 日

流量試験を行ない、設計仕様内であることを認めた。

5-2 定期点検工事及び官庁検査

1) 定期点検工事

期 間 1974 年 2 月 1 日～2 月 20 日

目 的 官庁検査のための整備点検工事である。

整備項目

- (1) 凝縮器 清掃, 点検グリス入
- (2) 復水タンク, フラッシュタンク — 開口, 内部点検
- (3) 給水加熱器 配管切断, 開口, 内部清掃補修
- (4) 脱気器 開口, 内部清掃
- (5) 冷却器 2ヶ " "
- (6) 安全弁 分解手入れ
- (7) 空気作動弁 17ヶ

2) 官庁検査 2月12日

検査範囲 水系機器第一種圧力容器認可を受けている範囲 図2-2参照

試験検査 開放検査

圧力試験(2月15, 16日実施)

結果 合格

認可期間 自 昭和49年2月15日

至 昭和50年2月14日

5-3 SG Na 純化運転および試験運転

SG復元工事は, 計装チェック, 予熱試験を以て完了とし, 2月26日復元後初めてのNaチャージ(Na温度212℃)を行ない3時間循環運転後ドレンを行なった。2月28日NaループおよびSGの汚れをとる目的でストレージタンク温度150℃にてNaチャージ, 250℃にてドレンし3月2日より純化運転を開始した。水系は2月19日より採水ブロー及びSGフラッシング運転を続行し, 3月2日よりNa系水系のSG総合運転(低温)を開始し, 3月17日以降水単相流試験を経て静特性試験, 低温負荷試験, 動特性試験および不安定現象試験を行ない6月27日迄に一応のデータを採取した。6月27日Na用電磁流量計実流量試験及び6月28日給水流量計実流量試験を行ない全ループを停止した。

図5-1(1)~5-1(19)は1974年3月16日より6月27日までの総合運転記録である。

5-4 各種伝熱流動試験

第2次SG試験計画は関係方面との協力, 検討の結果, 第1次SG試験のデータを基に立案計画された。1MW SG設計条件での性能試験はもとより, 50MW SG.EVの条件, 水単相流および圧力を広範囲に変えた静特性試験, ダウンカマの熱遮蔽した状態での動特性試験及び第1次SG運転に於ても懸案であった各種パラメータをかえての水側流動不安定現象試験を行なった。図5-2にその試験計画および実績を示す。

1) 水単相流試験

目 的 ; 伝熱管の水側あるいはNa側の汚れおよび粗さの状態を把握するための試験である。

試験期間 ; 3月17日～3月30日

試験条件 ; 表 5 - 1 に示す

ダウンカマ熱遮蔽ガス有り 19 ケースデータ採取

ダウンカマ熱遮蔽ガス無し 29 ケースデータ採取

この試験の実績が延長されたのは、ダウンカマのガス層の収熱が高いことから調査した結果、差圧指示は 0.6 Kg/cm^2 であるのに実際はガス系の間でNaベーパーが詰っていてガス層にはNaが入っていたと考えられる。ダウンカマガス給供ライン (SG外部) を昇温 (200°C) した結果完全に導通した。従って再試験を行なったものである。

2) 二相流静特性試験

目 的 ; 第1次1MW SGの設計条件を模擬した運転条件による定格および部分負荷時における伝熱流動の特性、又は単体の蒸発器とした時の条件での特性を求める試験である。

2) - a 水単相試験

期 間 3月31日～4月5日

試験条件 蒸気圧力 $170 \text{ Kg/cm}^2\text{g}$

Na レベル 600 mm 一定

3 ケースデータ採取

2) - b 標準定格試験及部分負荷試験

期 間 4月6日～5月10日

試験条件 試験条件を蒸気圧力で区分すると

圧力 170 Kg/cm^2 32 ケース

140 Kg/cm^2 15 ケース

100 Kg/cm^2 11 ケース

70 Kg/cm^2 9 ケース

表 5 - 1 に試験条件とデータ採取数を示す。

表 5 -1 静特性試験の実績

試 験 名	ダウン・カマ 熱 遷 蔽	SG出口圧力 (kg/cm^2) 負荷 (%)	170	160	140	100	70
二相流試験	有	100	4		3	2	1
		90	1		1	1	
		80	7		3	2	2
		70	1		1	1	
		60	5		3	2	3
		50	2		1	1	1
		40	8		3	2	2
	無	100	1				
		80	1				
		60	1				
		40	1				
水単相流 試 験	有			20			
	無			30			

注) 内の数字は実際に採取された試験総数である。

3) 動特性試験

目 的 SGの熱交換器としての応答性を求めると共に制御性についてもデータを得る。

更には、原子炉のスクラム、Naループの機器の規定事故時に対してSGの挙動を見ることと50MW SGが分離型になったことに関連しSGの出口蒸気が湿り状態をさける条件を得ることも目的の一つである

期 間 6月5日～6月16日

試験条件 表 5-2 に試験条件を示す

計 30 ケースデータ採取

表 5-2 動特性試験の実績

シリーズ名	主変化量	初期負荷 (%)	80	60
		試験内容		
1	Na 流 量	up	1	1
		down	1	1
2	Na 温 度	up	1	1
		down	2	3
3	給 水 流 量	up	1	1
		down	3	2
4	給 水 温 度	up	1	2
		down	1	1
5	出 口 蒸 気 圧	up	1	2
		down	2	1
6	Na 流 量	up および down を繰返す ノコギリ状変化	1	
7	給 水 流 量	同 上	1	

注) 1. 内の数字は実際に採取された試験総数である。

2. 蒸気圧力の初期値は負荷にかかわらず全て 140ata とした。

3. 主変化量の変化はランプ状である。

4) 最低負荷試験

目 的 1MW SG 及び 50MW SG EV の定格蒸気を安定に発生し得る最低負荷条件を求めるための試験である。最低負荷は主として流動不安定現象で制限されるので、この試験は不安定発生の限界を求める試験でもある。

期 間 5月11日～5月13日

試験条件 スタート点 1MW SG 60% 定格, 50MW SG EV 100% 定格 とし, Na 流量, 給水流量をパラメーターにより降下させる。

4 ケース (各ケース A～E 又は G) 採取

5) 流動不安定試験

目 的 1972年4月, 第1次SG運転に於て不安定現象が発生したが, 以来この現象がSG関係者の注目を集め, この現象の発生条件を見極めることがSG設
1次SG運転に於ける試験(不安定)の不足データおよびより精度の高い設計上重要な問題であると認識されたため, 人為的にこの現象を発生させ, 第

ータを計画的に補充するための試験である。

第2次SG試験の目標；

- (1) 正確な沸騰開始点（予熱部長さ等）を求める。
- (2) 不安定発生前の静的特性を正確に求める。
- (3) 正確な発生限界を求める。
- (4) 統一的なデータとする。

第2期SG不安定試験期間；

5月14日～6月 3日

6月17日～6月25日

表5-3に示す各条件についてのデータが得られた。

表5-3 流動不安定試験条件

シリーズ	試験名	変 化 パラメータ	$P_s 165 \text{ Kg/cm}^2$			$P_s 143 \text{ Kg/cm}^2$				$P_s 100 \text{ Kg/cm}^2$		負荷%
			100	80	40	100	80	60	40	80	40	
1	総合試験	G_W 小	○	○	○	○	○	○	○	○	○	注 ○ A.F. 管絞 ○ 下管全閉
		G_{Na} 大		○			○	○	○			
		P_W 低							○	○	○	
		T_W 高				○	○		○			
2	収熱効果試験 ダウンカメラ	D.C 部 Na レベル $1/2$ G_W 小				○	○	○	○			
		G_{Na} 大										
		P_W 低										
		D.C 部 Na レベル 1 G_W 小		○		○	○	○	○	○		
		G_{Na} 大					○		○			
		P_W 低				○	○	○	○			
		小 計	1	3	1	7	8	7	9	3	2	41ケース

5-5 試験期間の計装と機器の保守・補修

1) 計装については次の保守・補修を行なった。

(1) デジタル集録計（データーロガーNo1）

チャート紙送り機構破損 交換

(2) データーレコーダー

テープ送りベルト切れ 交換

(3) SG Na レベル計 誘導式(2)

指 示 不 良 調整中

(4) SG放出計 酸素濃度計

指示不良 修理中

(5) プラギング計

温度指示不良(サーボモーター) 交換

(6) 隔膜式水素計

指示不良, 分析管, フィラメント 交換調整

プリアンプ 調整

(7) ガスクロ

切換バルブ用ノックピン脱落 交換

2) 機器については次の保守・補修がなされた。

(1) 水 系

a 給水ポンプ

バルブ不良 すり合せ補修

パッキン摩耗 交換

b 蒸気流量計

三方弁 交換

(2) Na 系

a 純化系入口弁(V 101)

ポジショナー 調整

3) 機器の問題点 給水ポンプ

2) (1) a の給水ポンプバルブ不良について

1974年2月～6月の運転期間において、試験を中断させられた要因の機器として、給水ポンプがあげられる。中断期間は4月9日～4月21日(13日間)である。

以下、流量計試験とポンプ修理後の試験について詳細に述べる。

(1) 経 過

S47. 12月 給水ポンプ部品一式取替整備

S48. 1月より 運転, 約4362時間経過

S49. 4月6.8.9日 流量指示(F)(202)異常

ポンプ回転数に対する流量低下現象

S49. 4月10日 流量計チェック

" " アキュムレーター圧力と脈動のチェック

" 11日 流量計再チェック

" 17～19日 ポンプバルブすり合せ修理

" 17日 流量計チェック 正常

" 21日 流量計再チェック 正常

(2) 流量計チェックと修理

a 流量計チェック

期 日 S49. 4. 10

方 法 補助給水ポンプを使用して MAPI 側流量計 (FIC202) と, 日立側流量計①+②の指示値を比較。但し AV 251 10%開 系統略図参照

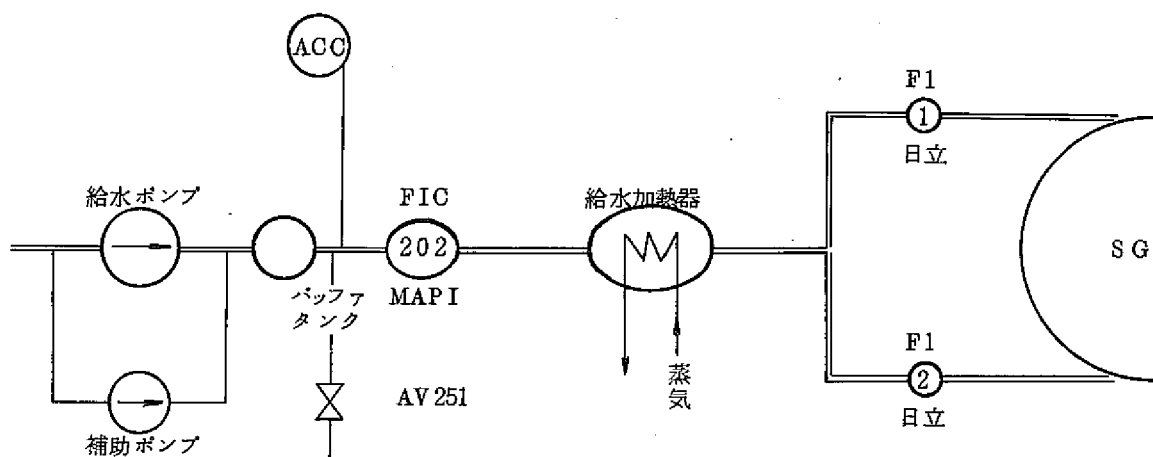
結 果 図 5 - 3 に示す

流量計指示値は問題なしと判断する。

b 給水ポンプ性能チェック

期 日 S49. 4. 10

方 法 給水ポンプ使用。日立側 F1. ①②を正值として, ポンプ回転数と流量指



給 水 系 略 図

示値の関連をチェックする。

結 果 図 5 - 4 に示す。

ポンプ回転数に対する流量の低下が大体判明した。但し, AV 251 10%開であったので断定はできない。

c 給水ポンプ再チェック

期 日 S49. 4. 11

方 法 2)による。但し, AV 251 全閉

結 果 図 5 - 5 に示す。

正規吐出曲線は工場組立時の試験値である。図 5 - 5 により平均 35 %

の流量低下が確認された。給水ポンプの構造上、バルブのリークが考えられる。

d ACC (アキュムレーター) 圧力変化と FIC202

期 日 S49. 4. 10

方 法 給水ポンプ吐出圧の脈動を少しでも解消するため、ACC 圧力を増加又は減少して FIC202 の指示をチェック。

ACC テスト前 圧力 100 Kg/cm^2 …… FIC202 1.3 T/H 以下指示不良

a' ACC 圧力 110 Kg/cm^2

圧力	回転数	日立① T/H	日立② T/H	FIC202 T/H
146	700	0.27	0.26	0.8
142	800	0.37	0.36	0.83
148	900	0.495	0.495	1.04
145	1000	0.60	0.60	1.30

結果 700 rpm 以下で FIC202 指示不良

b' ACC 圧力 123 Kg/cm^2

圧力	回転数	日立① T/H	日立② T/H	FIC202 T/H
92	590	0.18	0.155	0.76
111	650	0.22	0.2	0.69
131	700	0.27	0.26	0.7
160	695	0.35	0.33	0.8
144	800	0.37	0.36	0.815

c' ACC 圧力 134 Kg/cm^2 g

圧力	回転数	日立① T/H	日立② T/H	FIC202 T/H
70	500	0.08	0.055	0.45
100.5	600	0.2	0.175	1.01
126	700	0.27	0.26	0.65

結果 ACC 圧力に関係なく、流量指示不良であった。

e 給水ポンプ補修工事

期 日 4 月 17 日～19 日

a' ポンプ解体前の音響検査 給水量 50 K 流量 1.1 T/H

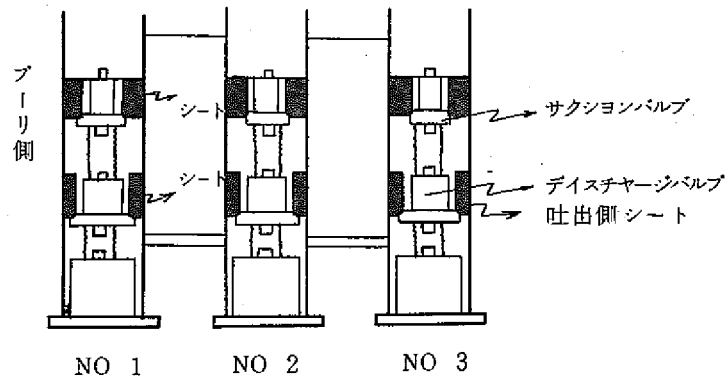
- 1) No 1 プランジャー 正常
- 2) No 2 プランジャー 正常
- 3) No 3 プランジャー 正常

4) クランク部

正常

特に異常なし

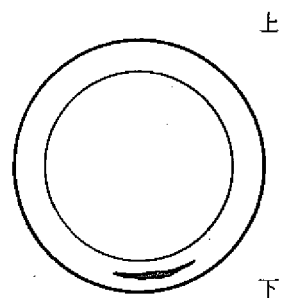
b' バルブ室解体



b'-1 バルブ当り面の検査

	No 1	No 2	No 3
サクシヨン	良	良	良
デイスチャージ	不良	不良	やや不良

当り面不良部の概略



No1. 2. 3. 共に下面円周方向に約2cm 位エロージョンを生じている。以前もこの現象があったことから、バルブの特性かもしれない。

メーカーはごみのかみ込みによるものと説明しているが、3ヶ所共同じ所にかむものとは考えられない。

原因について検討の要ありと思われる。又、シート面も同様にエロージョンが生じていた。

b'-2 バルブのすり合せ

今回たて傷がみられないことからすり合せ可能とし、不良のものについてすり合せを行なった。バルブ及びシートの共摺りとし、コンパウンドは#100 #400を使用した。

すり合せバルブ ○印

	No 1	No 2	No 3
サクシヨン		○	
吐出弁	○	○	○

b'-3 すり合せ後の当り面チェック

朱肉をぬりつけバルブシートを一回転すれば、当りの悪い所は朱肉が残るので
一様に薄く残ればこれを良しと判断する方法で行なった。

c' 組立て復旧

組立てはガスケットの交換（3枚）のみで部品は以前のものの使用。

f 補修後の流量試験

試験条件 AV251閉 AV217 AV262 AV216閉

FWP回転数～流量テスト（給水圧 100K 150K ACC圧 135K）

を行なった。

結 果 図5-6の如く、工場テストによる曲線に近い結果が出た。

5-6 '74年1月～6月運転時間

1) SG運転時間

Naチャージ		Naドレン		時間数	延時間数
月日	時刻	月日	時刻	Hr	Hr
3/2	16°56'	4/10	1°40'	920.0	
4/21	10°00'	6/28	1°30'	1623.5	3662.5
				小計 2643.5	

(注) 2.5.a参照

2) Na温度450℃以上の運転時間

自		至		時間数	延時間数
月日	時刻	月日	時刻	Hr	Hr
4/1	6°00'	4/6	17°00'	105.0	
4/7	8°30'	4/9	4°00'	40.5	
4/22	20°00'	4/26	2°00'	80.0	
4/27	9°00'	4/28	7°00'	22.0	
4/29	4°00'	4/30	4°00'	24.0	
4/30	16°00'	5/1	14°00'	22.0	
5/1	21°00'	5/2	20°00'	23.0	
5/3	5°00'	5/5	14°00'	57.0	
5/5	19°00'	5/7	8°00'	37.0	
5/8	8°00'	5/8	14°30'	5.5	
5/9	6°00'	5/9	14°30'	7.5	
5/10	12°00'	5/13	20°00'	80.0	
5/13	23°30'	5/16	22°30'	71.0	
5/18	11°00'	6/4	2°00'	419.0	
6/5	3°00'	6/8	12°00'	81.0	
6/10	8°00'	6/11	20°00'	36.0	
6/10	23°30'	6/11	22°30'	23.0	
6/12	0°30'	6/20	23°30'	215.0	
6/21	3°00'	6/21	20°00'	17.0	
6/22	10°00'	6/23	24°00'	38.0	
6/24	22°30'	6/26	23°00'	49.0	
6/27	5°00'	6/27	14°00'	9.0	1485.5 Hr

3) Na 温度 500℃以上の運転時間

自		至		時間数	延時間数
4/ 1	8°00'	4/ 4	8°30'	72.5	
4/ 4	23°00'	4/ 5	21°30'	23.5	
4/ 6	2°00'	4/ 6	7°00'	5.0	
4/ 7	12°00'	4/ 8	3°00'	15.0	
4/ 8	7°00'	4/ 8	14°30'	7.5	
4/22	22°00'	4/23	4°00'	6.0	
4/30	16°30'	5/ 1	11°00'	18.5	
5/ 3	7°00'	5/ 3	23°00'	16.0	
5/ 5	6°00'	5/ 5	14°00'	8.0	
5/ 5	19°00'	5/ 6	8°00'	11.0	
5/10	12°30'	5/12	0°30'	36.0	
5/14	5°00'	5/16	20°00'	63.0	
5/18	13°00'	6/ 2	11°00'	358.0	
6/ 3	9°00'	6/ 3	24°00'	15.0	
6/ 5	9°00'	6/ 6	24°00'	39.0	
6/10	16°00'	6/10	19°00'	3.0	
6/11	5°00'	6/11	18°00'	13.0	
6/14	3°00'	6/15	20°00'	41.0	
6/16	24°00'	6/20	22°30'	94.5	
6/21	6°00'	6/21	16°00'	5.0	
6/22	20°00'	6/23	13°00'	17.0	
6/25	6°00'	6/25	24°00'	18.0	914.5 Hr

4) Na 純化運転時間

Na チャージ		純化 終		時間数	延時間数
月 日	時 刻	月 日	時 刻	Hr	Hr
3/ 2	17°00	3/17	12°00	355.0	2309.0
				小計 355.0	2309.0

5) 採水運転時間・採水量

自		至		時間数	採水量
月 日	時 刻	月 日	時 刻	Hr	ton
2/14	20° 00	2/17	17° 00	69.0	
2/20	10° 00	2/26	9° 00	143.0	
2/26	12° 00	3/ 1	13° 00	73.5	
3/ 1	18° 00	5/17	10° 00	1864.0	
5/17	17° 00	6/28	20° 00	1011.0	
				3160.5	632.1
				延計 6357.2	延計 1271.4

(注) 採水量 1Hr 当 200ℓ

5-7 不安定現象による熱衝撃サイクル

1) SG伝熱管 2 本 (A.F 管) に流れる水がバランスをくずし、交互に 0～200% の給水流量が流れる現象が、或る運転条件にて発生する。この不安定現象は、SG の構造上の面からは伝熱管にとって、繰り返し熱衝撃となり、熱サイクル疲労の原因ともなる。

以上の観点で、試験中の不安定現象の時間とサイクル数をまとめた。不安定現象時のサイクル数は逆転条件により異なるが、概略の繰返数を求めた。

回数	月/日	時 刻	時間	回数	月/日	時 刻	時間
1	5/ 5	3:39 ~		15	5/23	14:22 ~	
2	5/14	0:50 ~		16	5/23	20:43 ~	
3	5/14	22:17 ~ 22:18	61分	17	5/24	22:35 ~	
4	5/15	19:36 ~ 20:20	44分	18	5/24	5:00 ~	
5	5/16	15:00 ~ 16:06	66分	19	5/25	19:13 ~	
6	5/18	~ 6:57		20	5/26	7:00 ~	
7	5/19	0:10 ~		21	5/26	20:58 ~	
8	5/19	16:57 ~		22	5/27	~ 11:22	
9	5/20	15:12 ~ 15:20	8分	23	5/27	13:52 ~ 15:13	81分
10	5/20	17:17 ~ 17:35	18分	24	5/29	15:40 ~	
11	5/21	~ 13:16		25	5/30	4:30 ~	
12	5/21	18:10 ~ 18:23	13分	26	5/30	11:08 ~	
13	5/23	1:00 ~		27	5/30	11:12 ~	
14	5/23	5:00 ~ 5:23	23分	28	5/30	~ 17:43	

回数	月/日	時刻	時間	回数	月/日	時刻	時間
29	5/31	13:10 ~ 14:26	76分	43	6/24	13:50 ~	
30	5/31	16:00 ~ 16:20	20分	44	6/24	15:14 ~	
31	5/31	22:50 ~		45	6/24	23:00 ~	
32	6/ 2	17:10 ~		46	6/25	20:10 ~ 20:30	20分
33	6/ 2	20:10 ~		47	6/25	23:22 ~	
34	6/ 3	9:36 ~ 10:24	48分	48	6/25	11:21 ~ 11:30	11分
35	6/ 4	0:05 ~		49	6/25	13:44 ~	
36	6/17	22:20 ~		50	6/25	14:40 ~	
37	6/18	9:53 ~ 9:56	3分	51	6/26	1:10 ~	
38	6/18	15:28 ~		52	6/26	1:29 ~	
39	6/20	~ 8:10		53	6/26	4:15 ~ 4:20	5分
40	6/20	~ 23:28		54	6/27	4:00 ~	
41	6/21	16:25 ~ 16:28	3分	55	6/25	3:41 ~	
42	6/21	16:50 ~ 17:04	14分	56	6/25	7:57 ~	

熱衝撃サイクル数

不安定 1 回の平均時間 10 分として

$$56 \times 10 \text{ 分} = 560 \text{ 分}$$

1 サイクル時間 2 ~ 6 秒

$$6 \text{ c/s} \quad \frac{560 \times 60}{6} \quad 56 \times 10^2 \text{ 回}$$

$$2 \text{ c/s} \quad \frac{560 \times 60}{2} \quad 168 \times 10^2 \text{ 回}$$

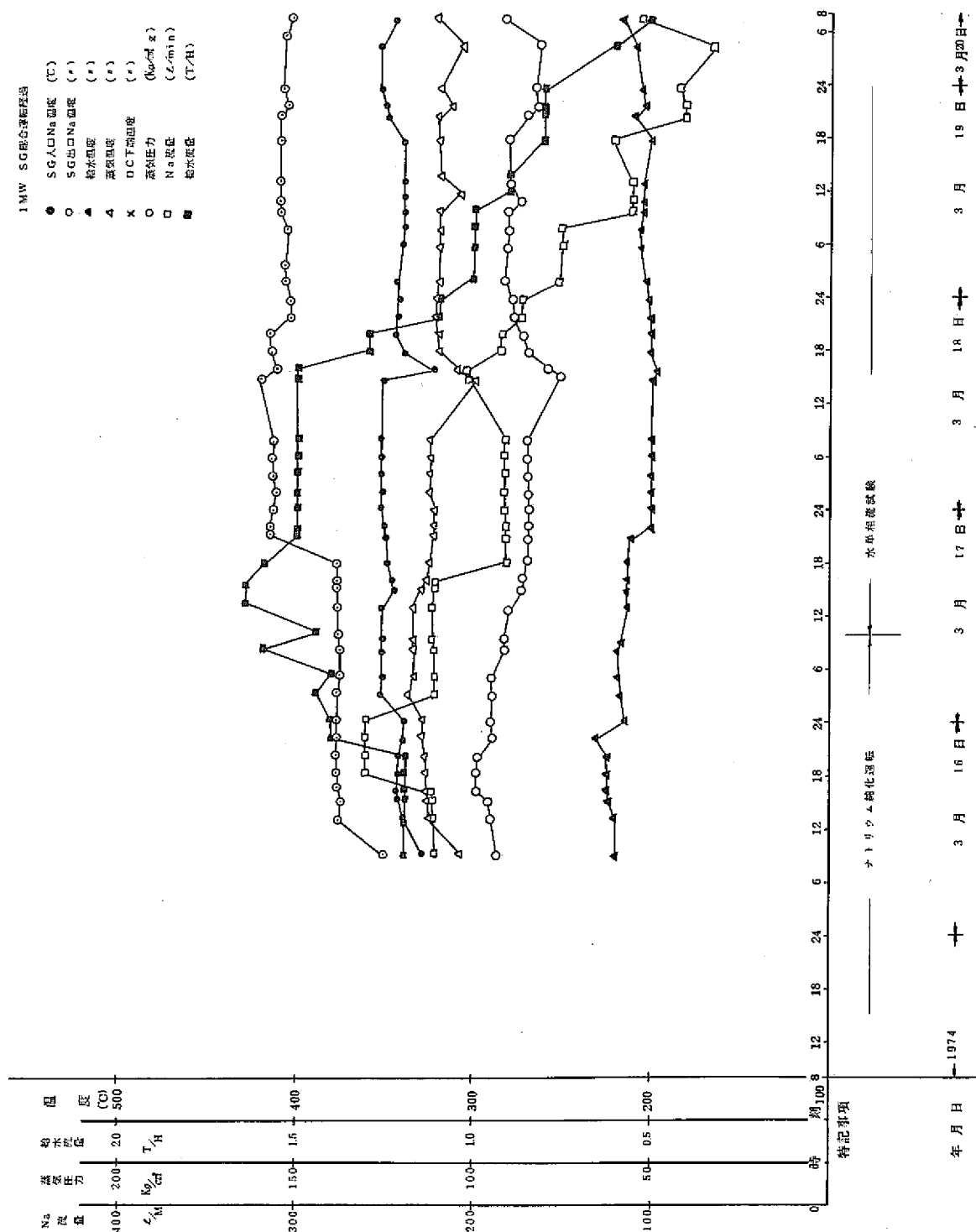


図 5.1 (1) 1MW SG総合運転経過

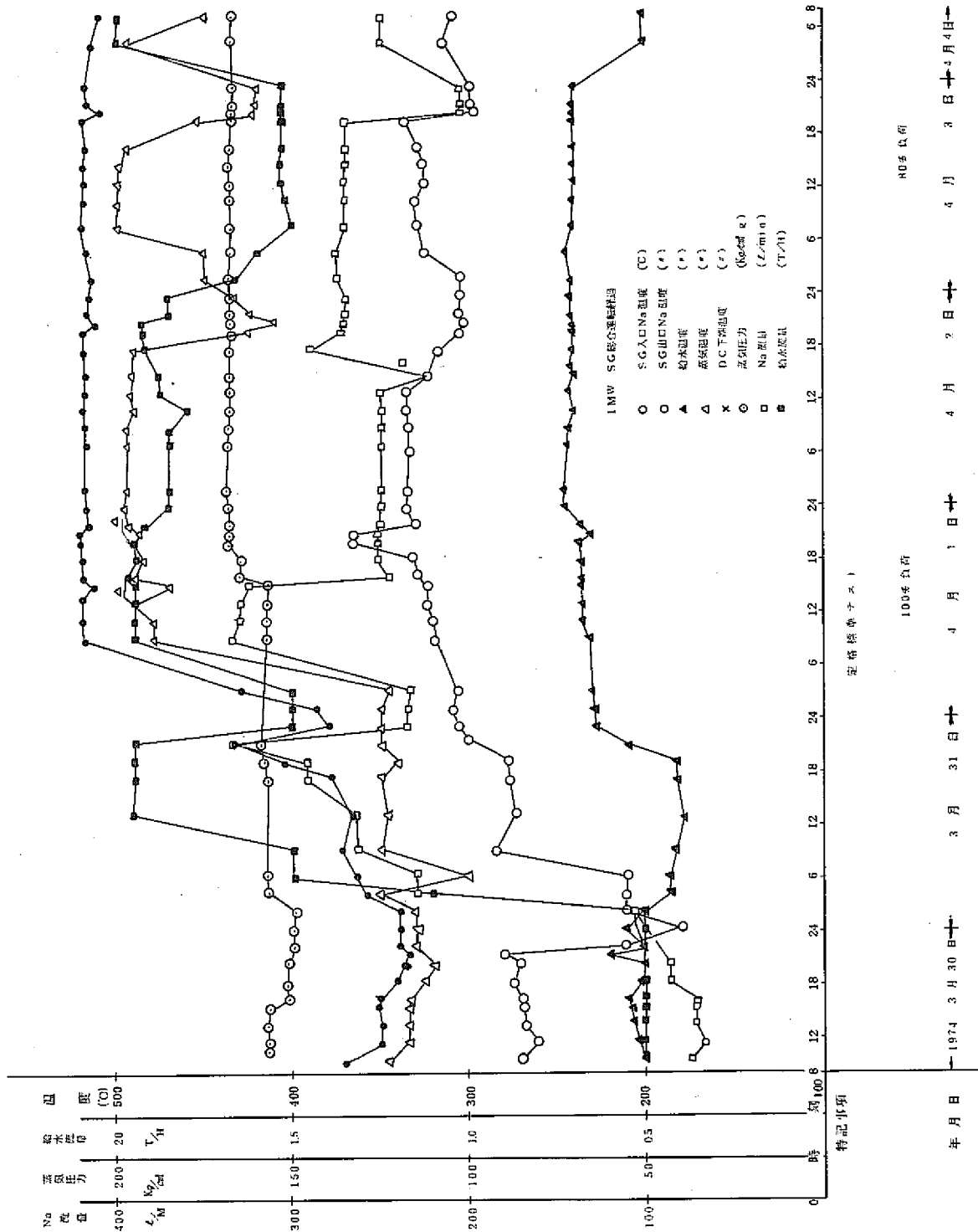


図 5.1 (4)

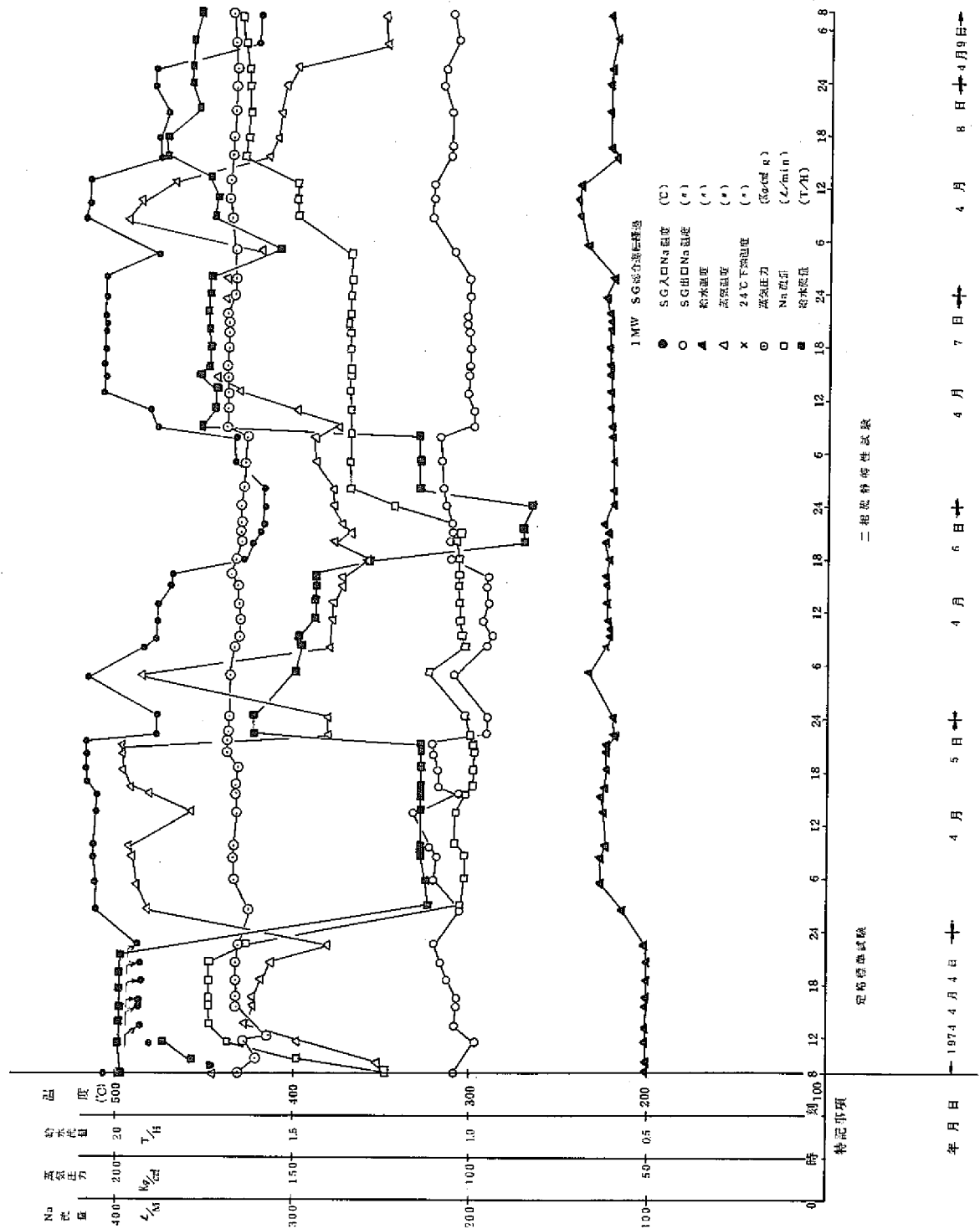


図 5.1 (5)

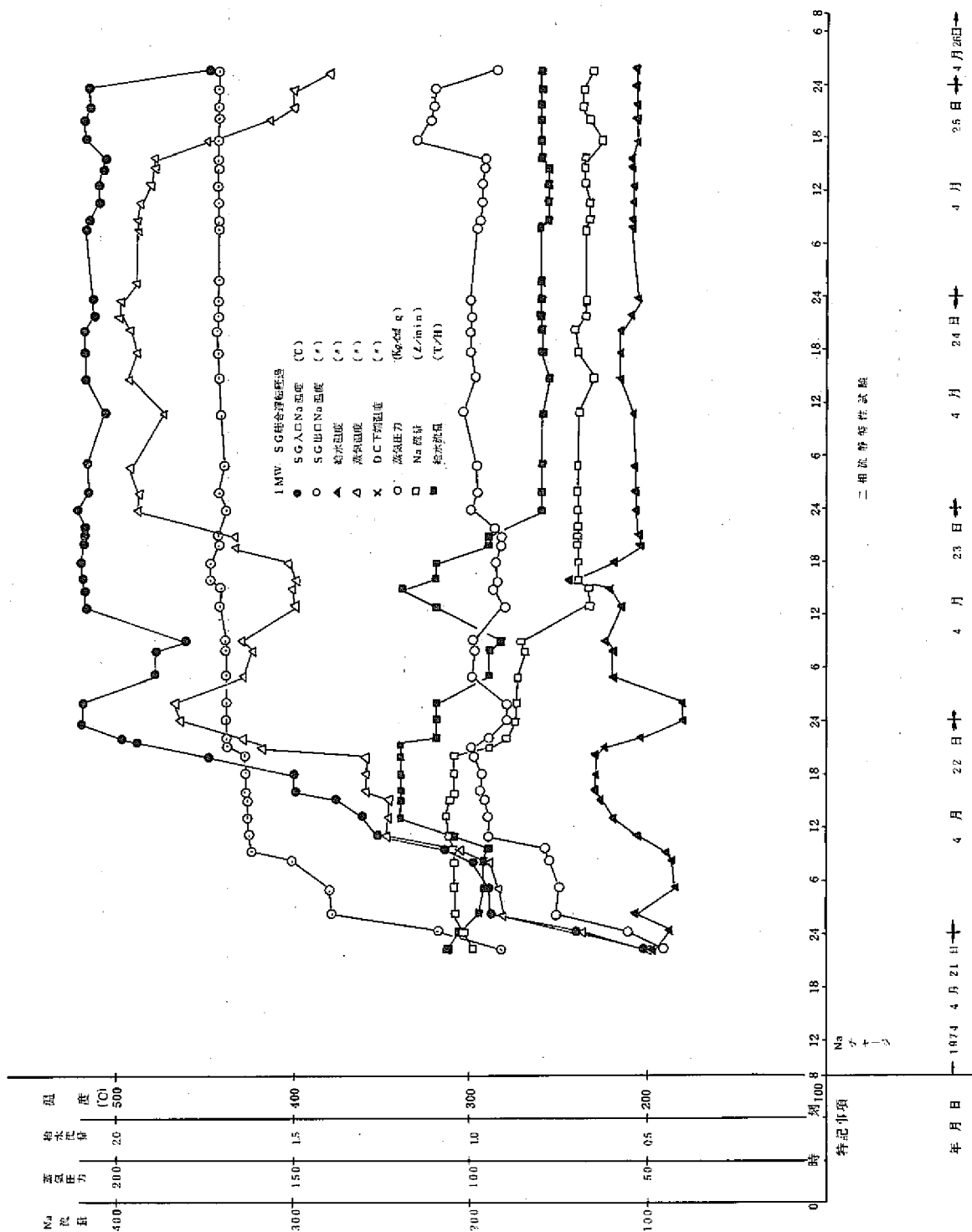


図 5.1 (6)

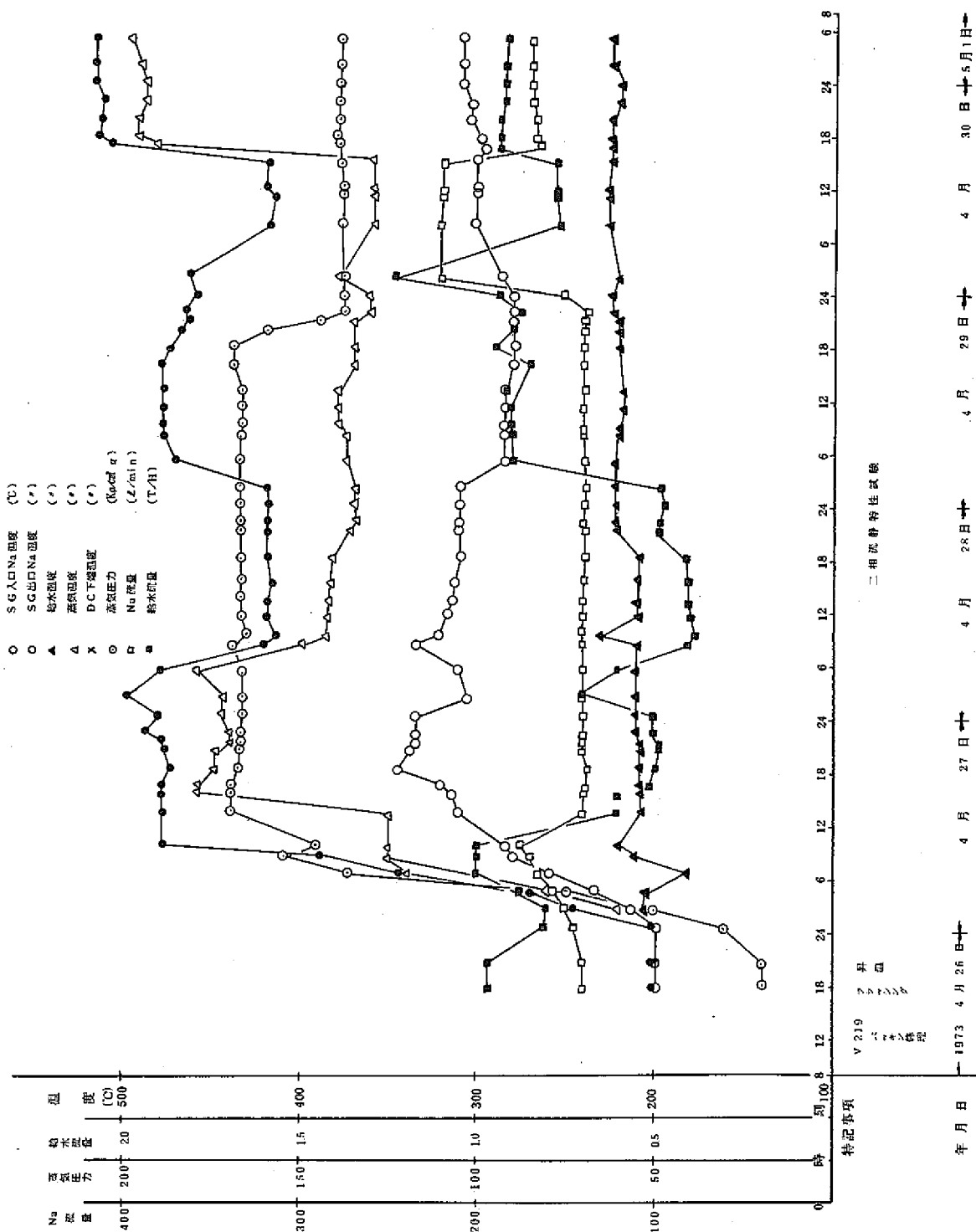


図 5.1 (7)

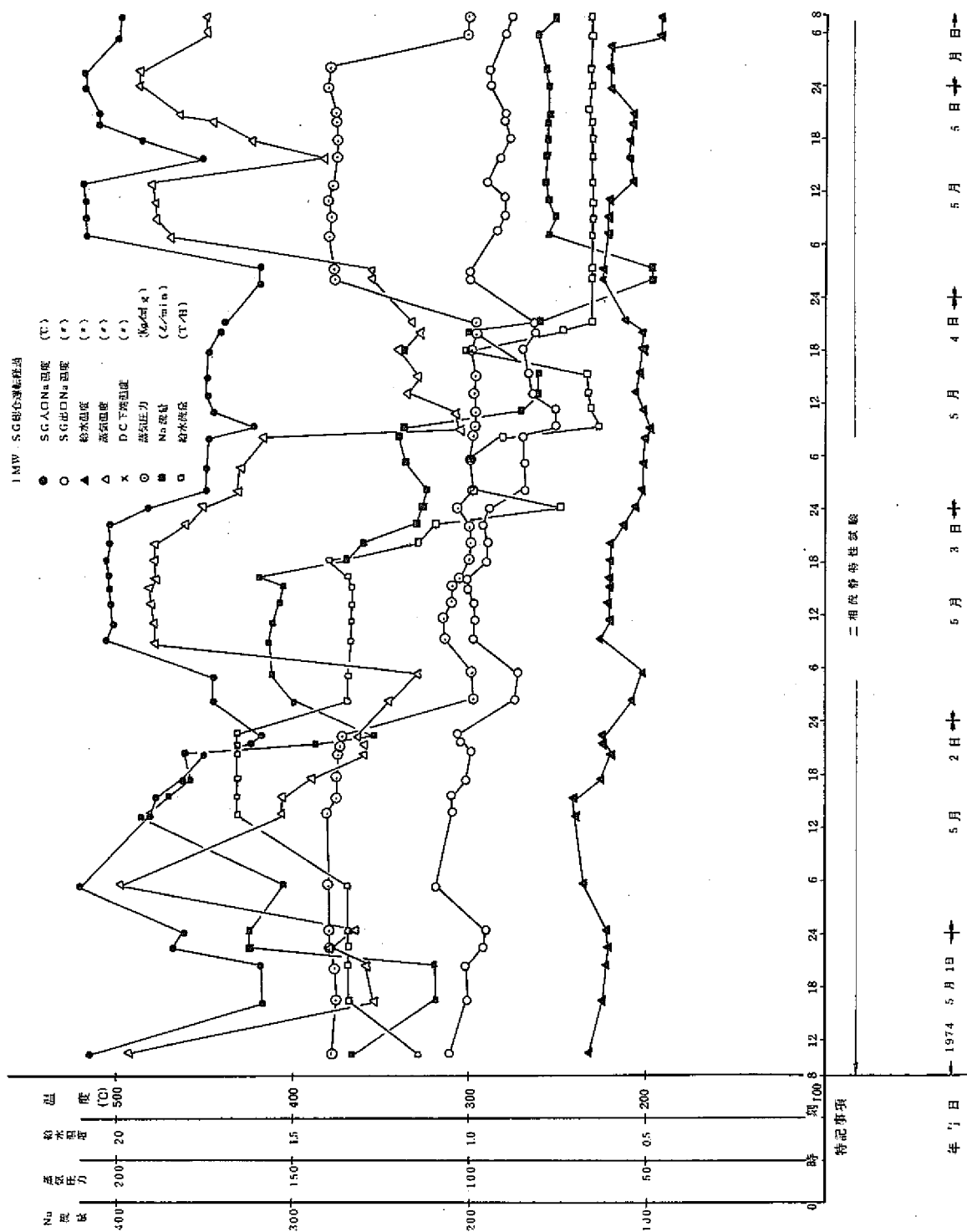
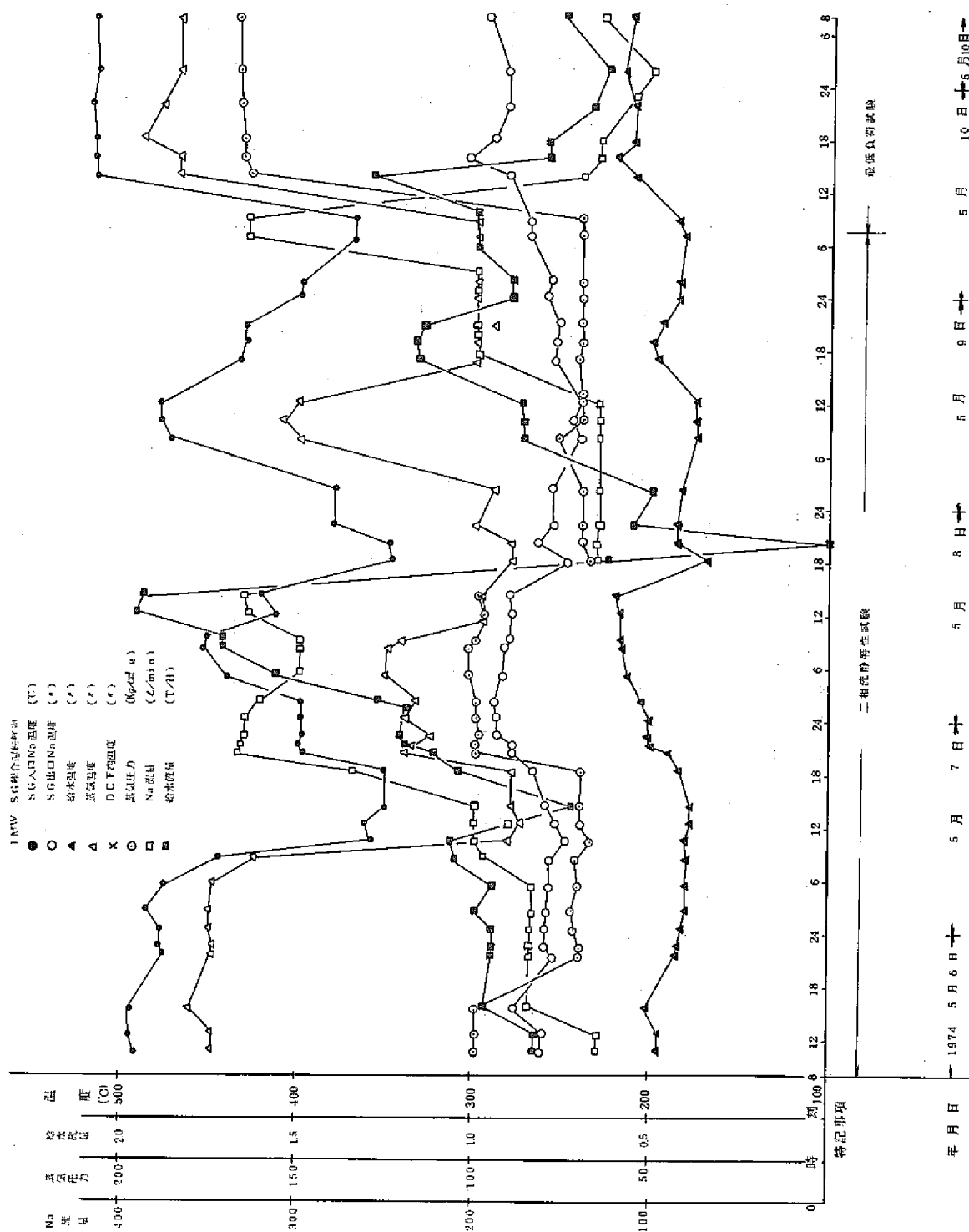


図 5.1 (8)



☒ 5.1 (9)

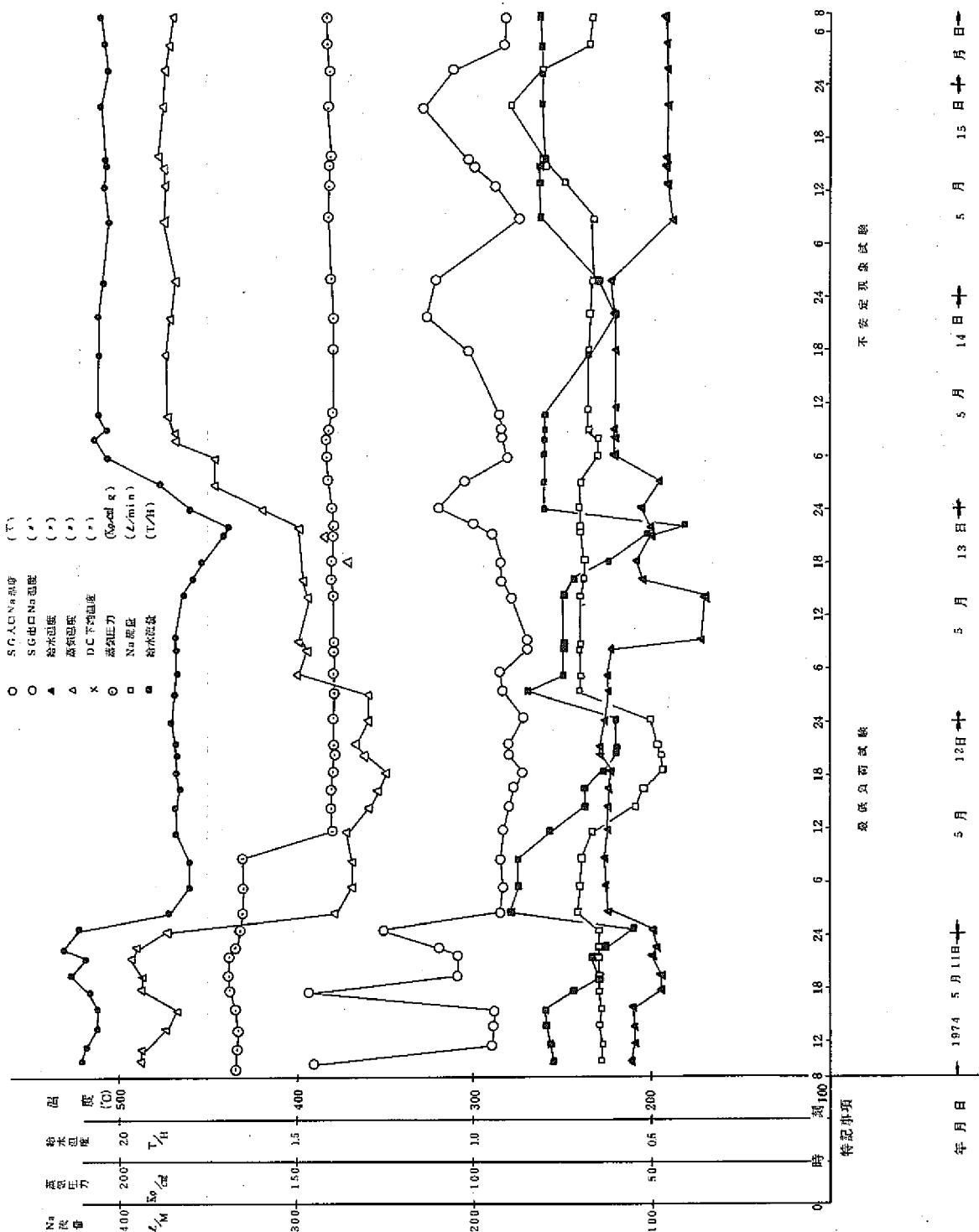


図 5.1 (10)

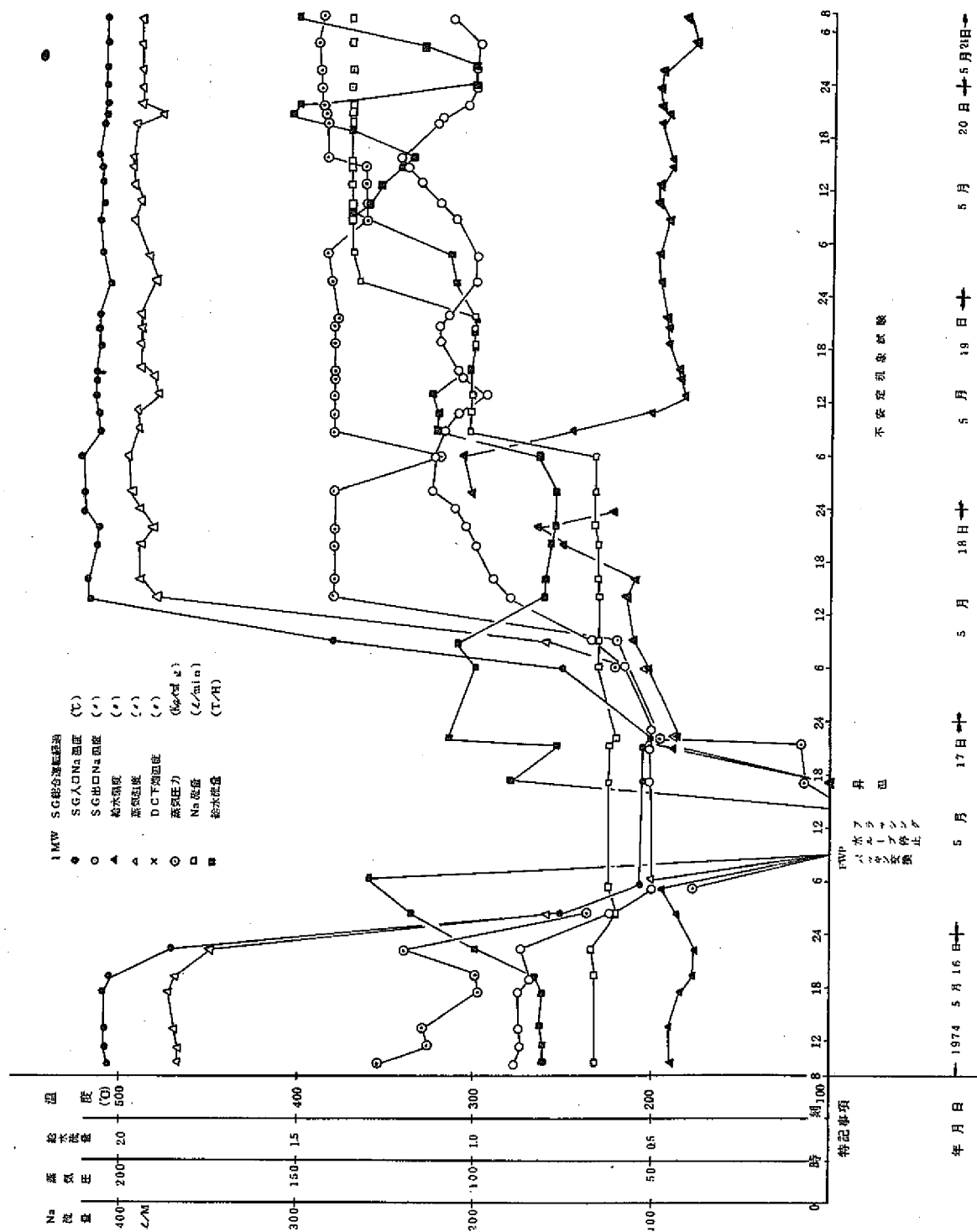
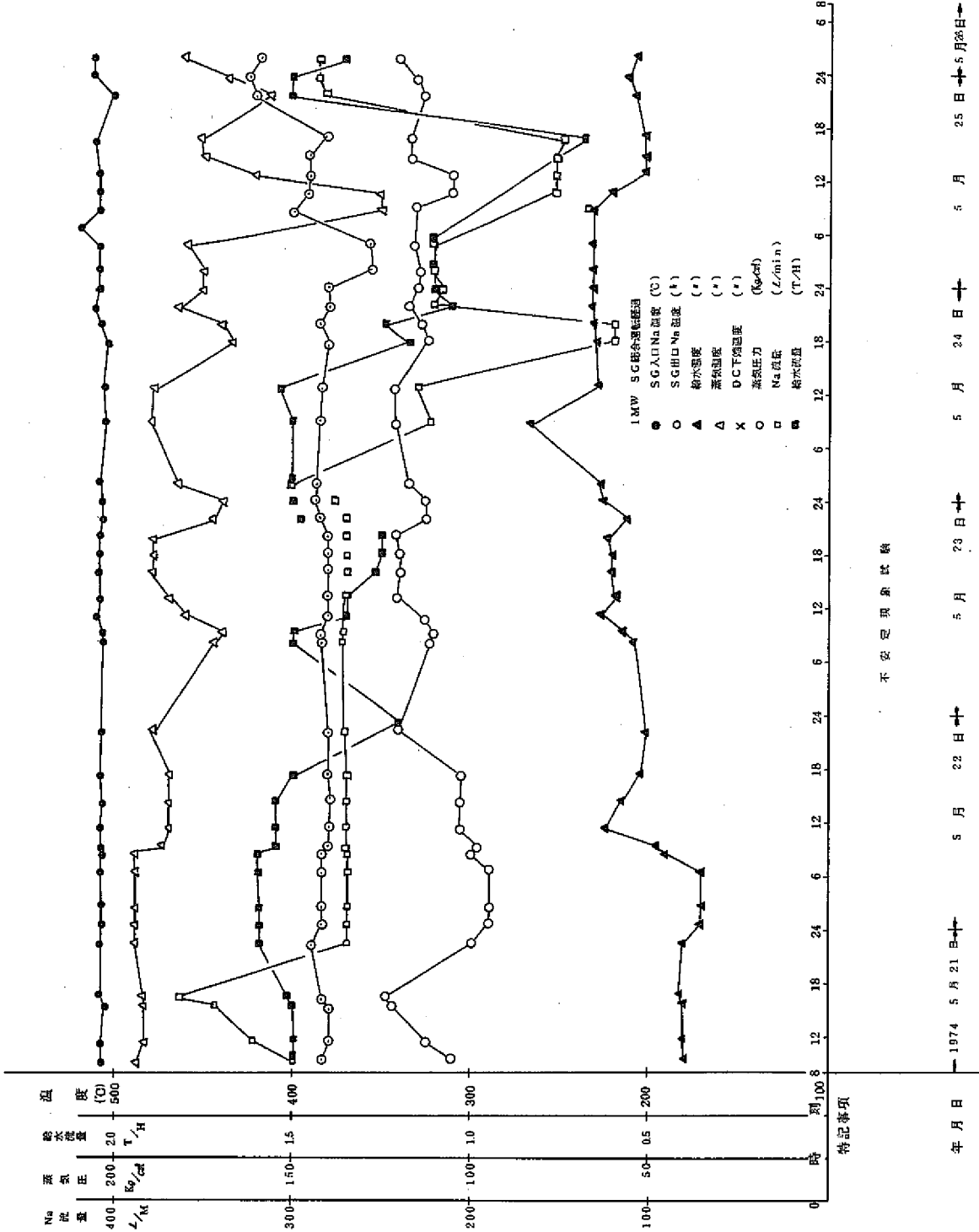


図 5.1 (11)





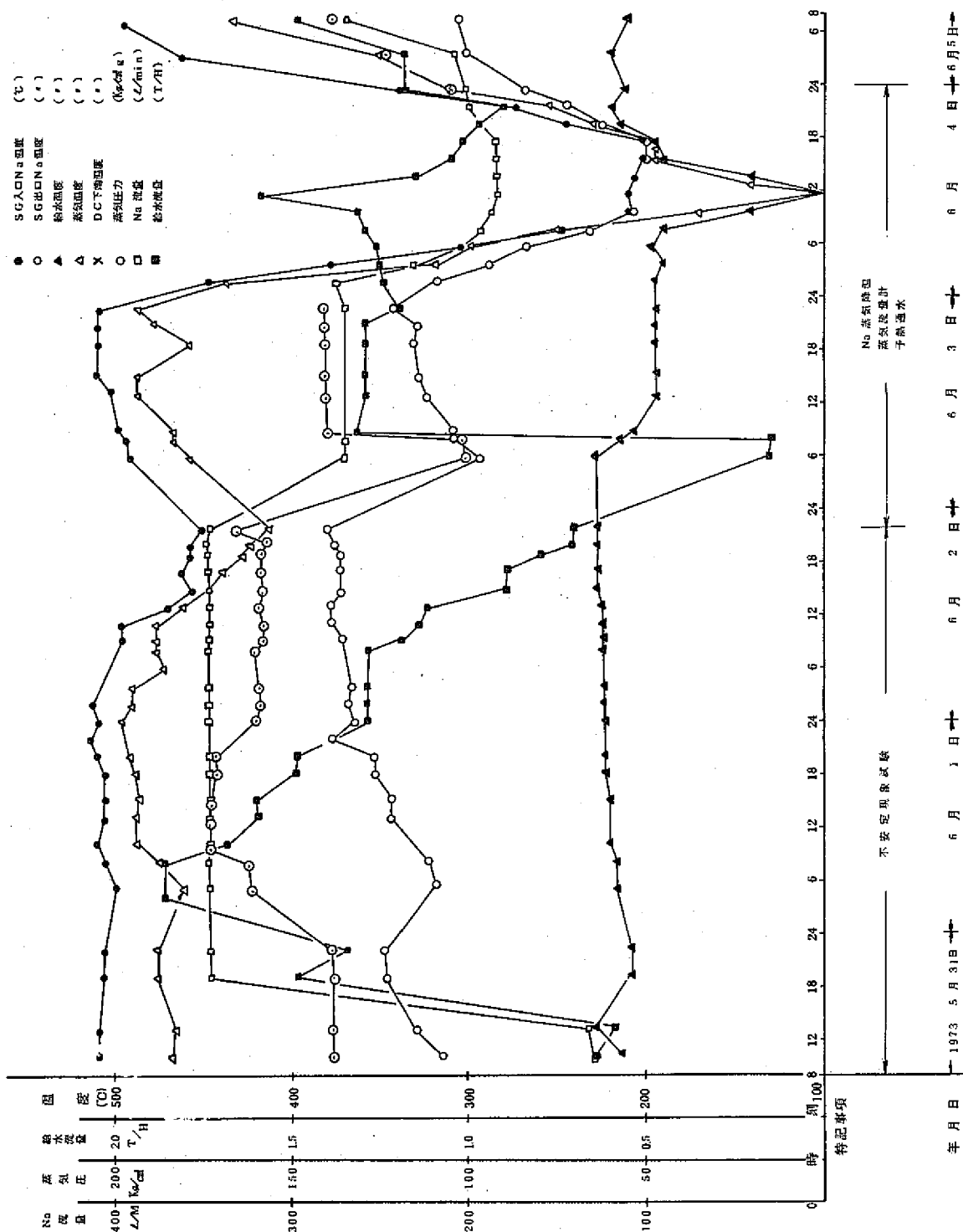


図 5.1 (14)

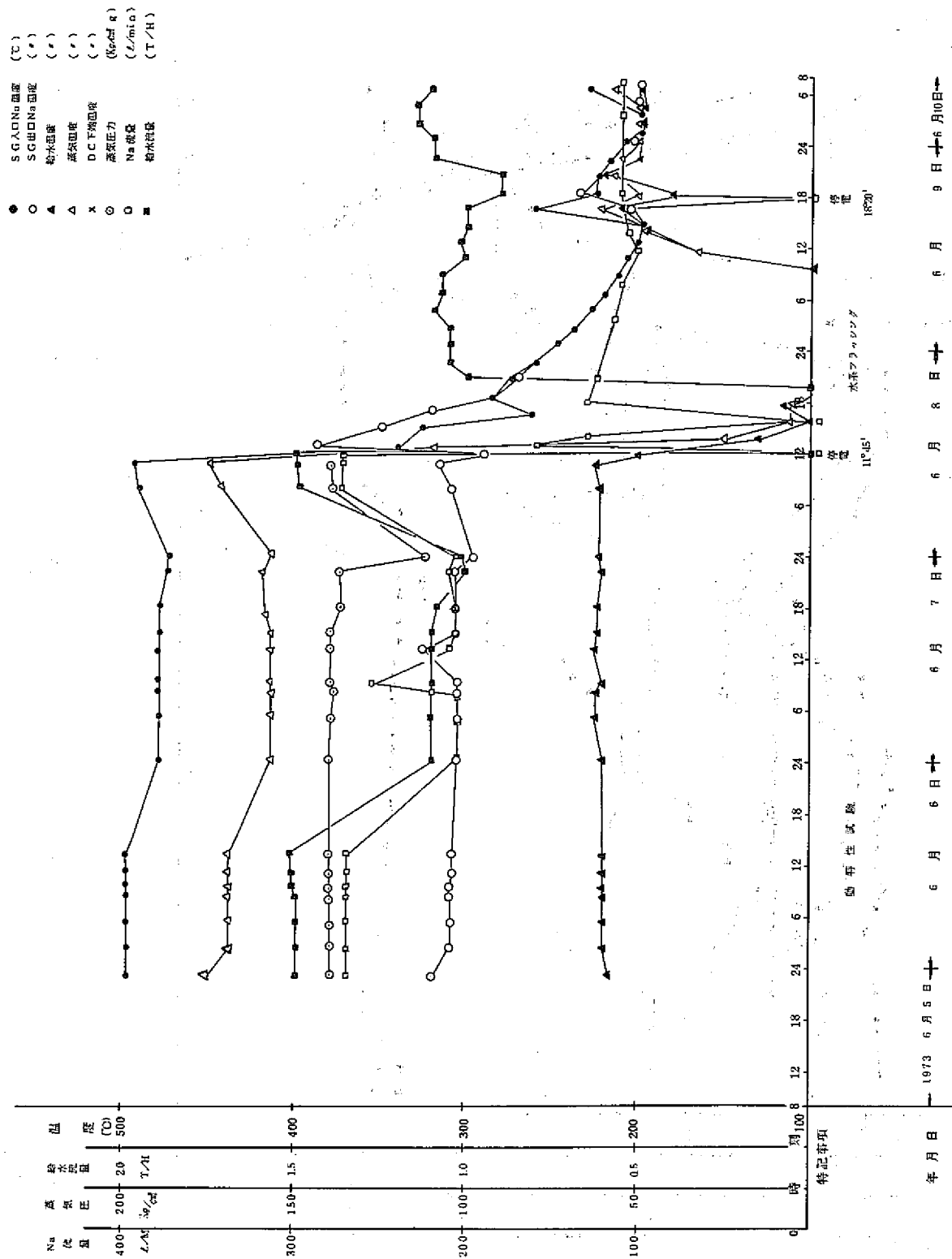


図 5.1 (15)

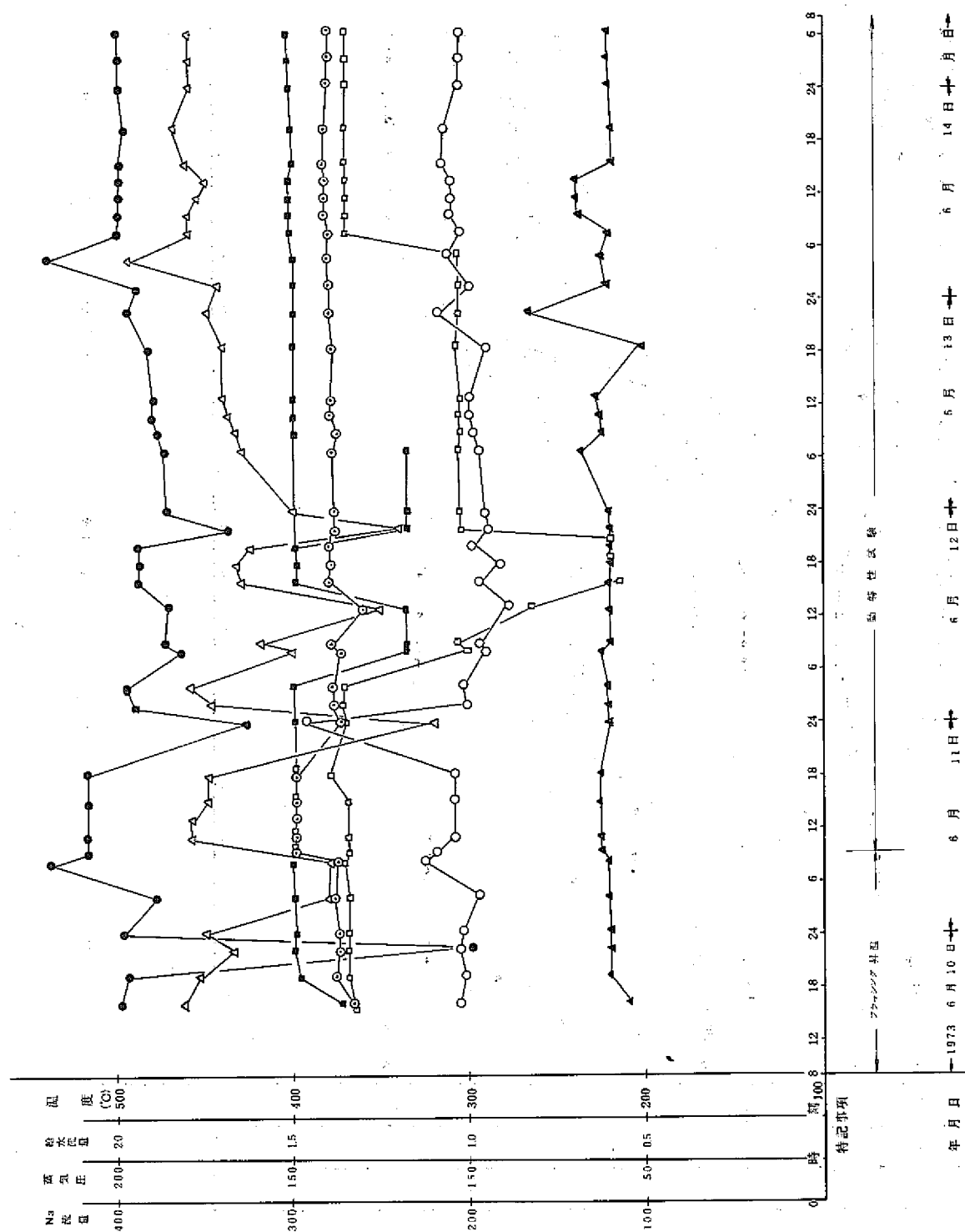


図 5.1 (16)

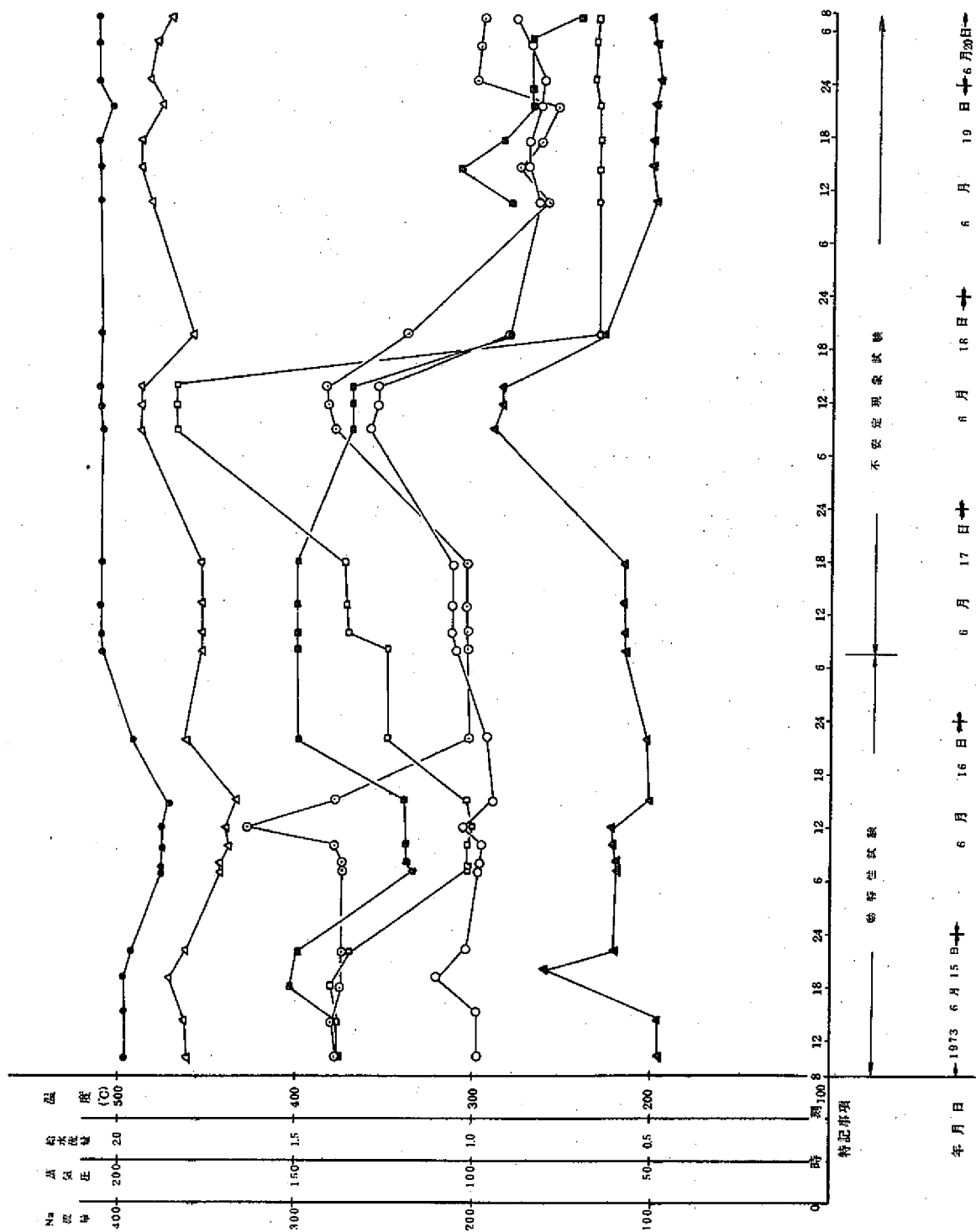


図 5.1 (17)

[illegible]

図 5-2(1) 試験計画

[illegible]

{ pump 入口流量 70℃
 { SG 入口温度 160℃
 { 圧力 10K

結論；流量計指示値は問題なし

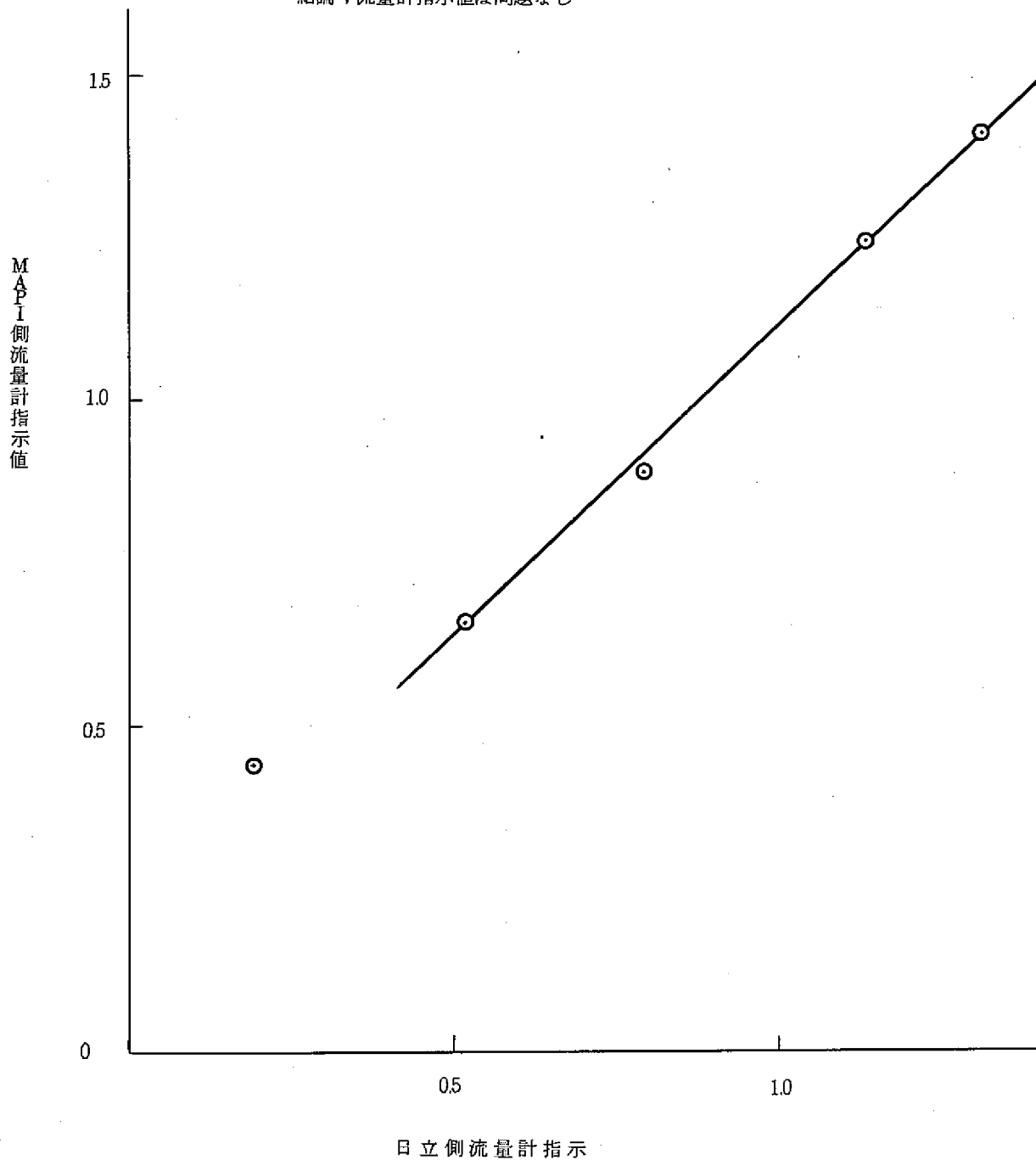


図 5 - 3 補助給水 Pump を用いての日立, MAPI 流量計の指示値比較

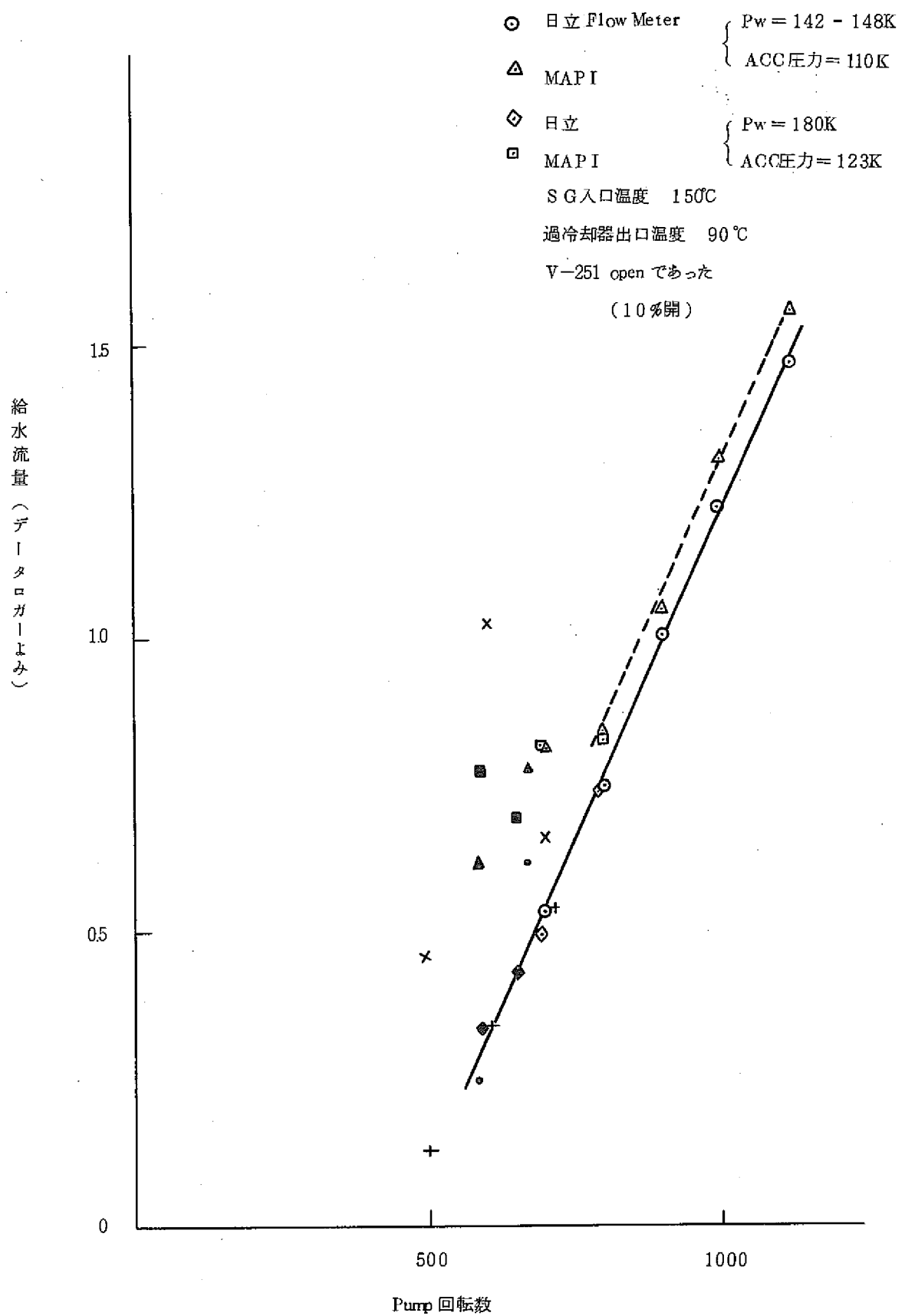


図 5 - 4 給水 Pump 異状出力指示調整

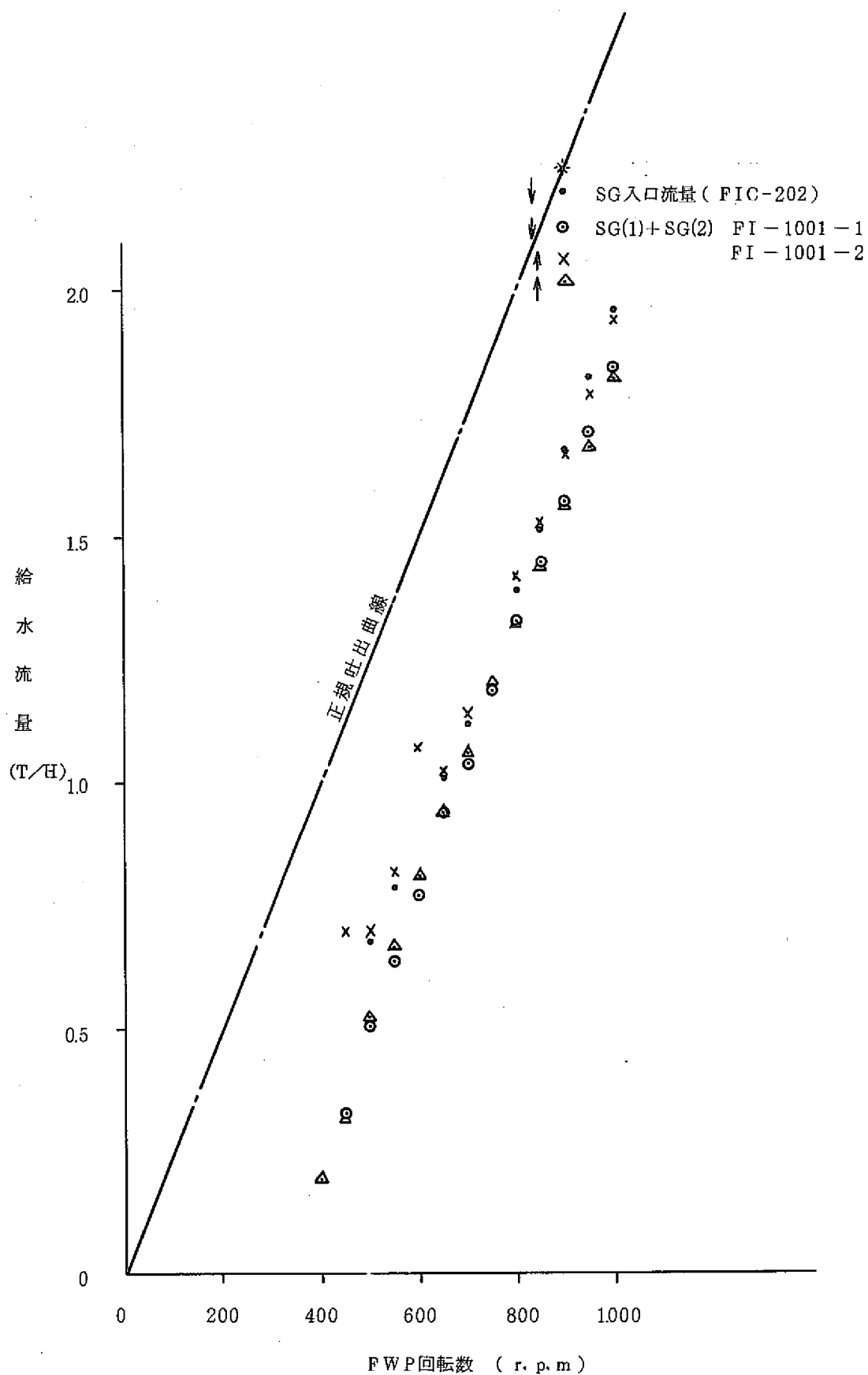


図5-5 FWP回転数～流量テスト(第2回) 49.4.11

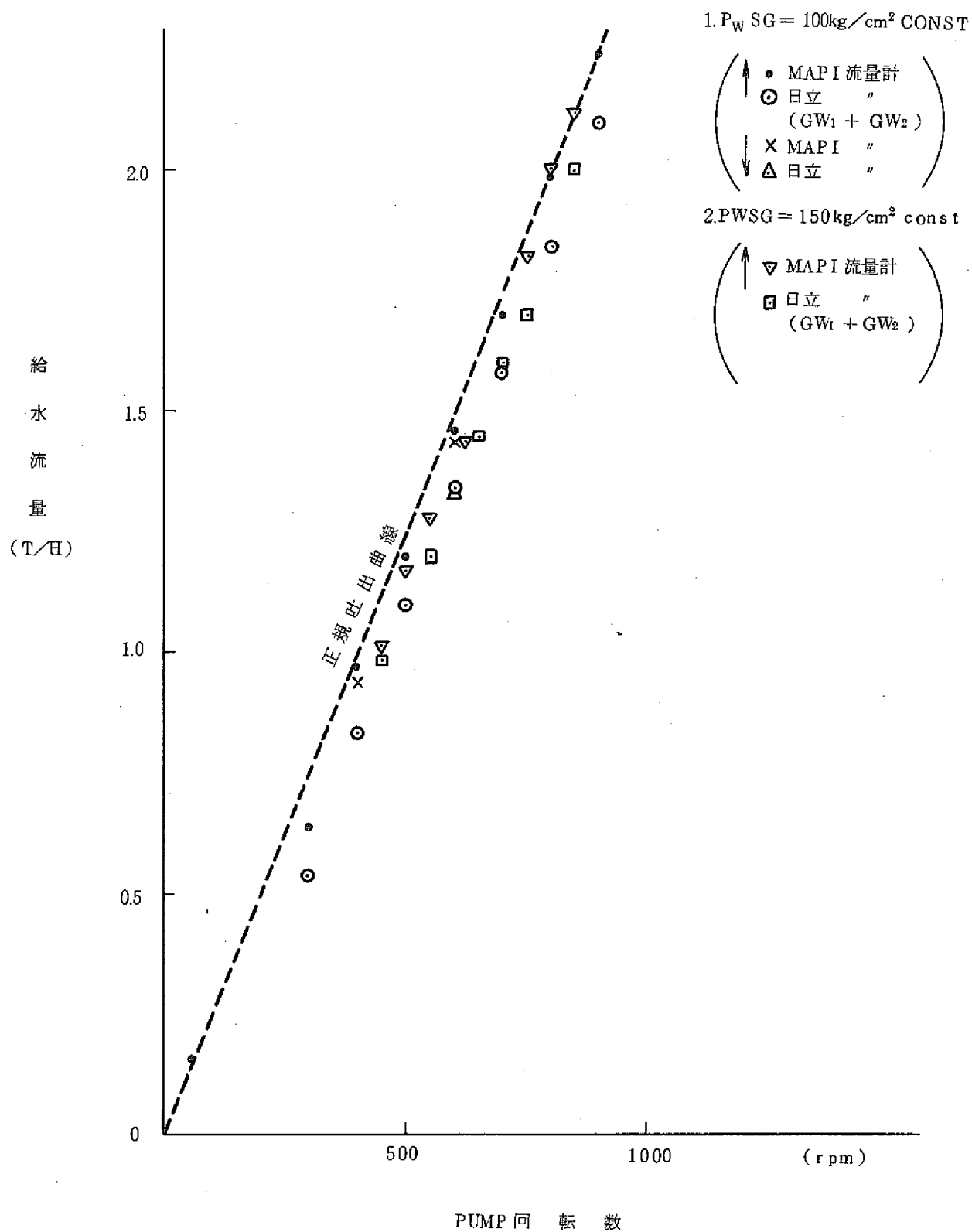


図 5 - 6 FWP 回転数～流量テスト (FWP 補修後)

第 6 章 ま と め

1 MW SG 試験施設においては第 1 次 SG 試験 (1971 年 6 月～1972 年 4 月) に引き続いて種々の改造をほどこした SG を用いての第 2 次試験を 1973 年 1 月より開始した。これは 1 MW 規模でのさらに精度の高い諸性能データを得ると同時に運転・操作等の問題点を見極めようとの目的で行なわれたものである。1974 年 6 月末に一応の目的を達成して運転を停止したが、この 1 年 6 ヶ月の間に 2 度にわたる水の小リーク事故と Na 循環系の閉塞等 SG あるいは Na ループに特有の多くの問題についての経験をし、それに伴ない小リークの確認手法、解体・補修工事等の技術の習得、さらには Na 閉塞解除の手法の確立をはかることができ今後の SG 開発の上で貴重な数多くの体験を得ることができた。さらに不安定現象を始めとする諸静特性、動特性最低負荷試験等の伝熱性能試験を行ないこの種の装置における数多くの画期的なデータを得ることができた。

その後これらの試験によって得られた諸データについての解析作業が鋭意進められているが今後順次個々の結果について報告する予定である。本報告書は、上述の運転経過について整理しその過程で発生した問題点について概要をまとめたものであり、それらの各問題についてはその詳細を別途報告する。

図 6-1 は今期運転の全期間を通しての運転状況をまとめたものである。6 月末現在まで SG に Na が入っていた時間は 5971 時間であり、そのうち 450℃ 以上が 1485 時間を占めている。SG 内に Na と水が共存していた時間は 3662 時間であった。これらの経過をふまえさらに今後の SG 開発における 1 MW SG の役割を考慮し、図 6-2 に示すような今年度の 1 MW SG 試験施設の運転計画を作成したが、今後 1 MW SG においては Na 水系ループの諸改造を行ない引き続いて Na 系循環運転、不安定現象試験を中心とした取残しデータの採取、不安定連続試験等の諸試験を行なう計画である。ここに、Na 循環運転はループ側の可能な限り SG 及 Na 温度を高温に保ち (450～500℃ 目標、通水はしない) 連続運転し、実機における材料上の問題点を明確にする目的で行なうもので、現在までの運転を含めて 7000～8000 時間を目標に運転する予定である。不安定連続試験は連続的に人為的不安定現象を発生させそれに伴って生ずる伝熱管でのくりかえし熱衝撃によりどのような影響が生ずるかを観察しようとするもので 20～30℃ の温度を 10 万回を目標に与える。この試験においては同時に伝熱管の支持機構による振動、フレットィング等への影響についてのデータも得ようと考えている。これらの諸試験終了後 SG は解体洗浄工事を行ない、引き続いて解体検査、材料試験を行なう予定である。

今期の運転においては前述の様に多くの問題が発生した。工程上の多少の遅れは生じたがこれらの問題を一つ一つ解決し無事初期の目的を達成することができた。これは SG 本体の製作者である(株)日立製作所およびループの製作者である三菱原子力工業(株)を始めとする多くの人達

の協力によってなしとげられたものであることを記しこの場をおかりして心からの感謝の意を表します。1MWSG試験施設の運転、保守・補修および運転経過のまとめは当時小型蒸気発生器室に在籍していた室員全員（吉川雄治，佐野彰，保田仁司，八木沢秀治，山田栄吉，土屋毎雄，永瀬進，久保田　，山下英俊，黒羽光男，本名竹雄，平野晴義，中山憲太郎，谷田部敏男，泉喜郎，白土清一，佐藤聰，市川栄司，長井秋則，増子実，甲高義則，松本正樹，川又美津子）および常陽産業の運転助勢員（石井秀敏，川野辺健郎，堀江富寿，小松崎勉，作久間卓大）によって行なわれたものである。

附 記

第 2 期 S G 運 転 工 程 表

47年 12月 5日 第 回 改 訂 工 程 表 発行元 小型蒸気発生器試験室

分類番号	発注先	完了予定日	年	月	日	部長	課長				
名称	SGおよび水系の最終工事工程		設置場所								
No	項目	12/1	3	5	10	13日	15	17	20	25	30
	SG復元工事										
	水系改造工事										
	(SG安全弁、補助ポンプ)										
	Na系ガス減れチェック										
	脱気水の採水										
	(復水タンクへ)										
	水圧試験(1) 日立										
	水圧試験(2) 三菱										
	監督者立会										
	SG予熱試験										
	SGレベル制御系工事										
配布先											
配											
控											
先											

12	1	3	5	10	13日	15	17	20	25	30
						</				

22日中に完了
22日夜より復水タンク水張り
23日 SG安全弁 Flaming line

○印 休日
(1) 補助ポンプ出入口弁工事
(2) ガスクロロおよび定機工程
(3) SGレベル制御弁工事

工 程 表

元行苑

- 146 -

發行元 48年2月分

分類番号	発注先	完了予定期日	年月日	部長	課長																												
名称	設置場所																																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4																														

48年3月 日 第 回 改 訂										工 程 表										発行元 小型SG 3月分																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
分類番号		名 称		発 注 先		完了予定期日		設 置 場 所		年 月 日		部長		課長																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

48年 4月 抵日 返回 訃告

- 149 -

48年6月1日第 回改訂

[illegible]

48年7月第1回改訂

[illegible]

48年8月第 日 改訂

[illegible]

工程表

48年9月H第回改訂

[illegible]

48年 11月 第 回 改訂

[illegible]

49 年 1 月 日 第 回 改 訂			工 程 表			発行元 小型 SG																									
分類番号	発注先	完了予定期日	年	月	日	部長	課長																								
名 称	設置場所																														
項 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
SG 修役工事																															
EMF 校正試験																															
EMF 検査・取付																															
C.T 解体検査																															
配布先																															

49年 2月 日 第 回 改 訂				工 程 表										発行元 小 型 SG				部長 課長																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
分類番号		発注先		完了予定期日		年 月 日																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
名 称		運 転 実 績		設 置 場 所																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
項 目																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
SG 修復工事		TP1 作成																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

49 年 4 月 日 第 回 改 訂				工 程 表										発行元 小型 SG																		
分類番号	発注先	完了予定期日	年月日	部長	課長																											
名 称	運転実績	設置場所																														
項 目																																
Na	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	
Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	Na 系	
水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	水 系	
その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他	その他
配 布 先	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	吉川新室長 4/1 ~	

49年5月 日 第 回 改 訂										工 程 表										発 行 元													
分 類 番 号		発 注 先		完 了 予 定 期 日		年 月 日		部 長 課 長																									
名 称		運 転 実 績		設 置 場 所																													
項 目																																	
Na	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
	一相流静特性試験											不安定現象試験											中断										
SG	最低負荷試験																																
Na系	全日運転											温度バックアップ											プログラミング修理										
水系	運転											給水ポンプ交換											運転										
その他	2304	2306	2307	2308	2215	2310	2309	2408	2408	2408	4611	4612	4401	4612	9622	4403	4603	4603	4818	4824	4824	4419	4829	4829	4411	4812	4812	4109	4807	4807	4807		
データ採取	2208	2207	2206	2311	2311	2308	2308	2408	2408	2408	4611	4612	4612	9622	4403	4603	4603	4818	4824	4824	4419	4829	4829	4411	4812	4812	4109	4807	4807	4807	4807		
	2208	2207	2206	2311	2311	2308	2308	2408	2408	2408	4611	4612	4612	9622	4403	4603	4603	4818	4824	4824	4419	4829	4829	4411	4812	4812	4109	4807	4807	4807	4807		
	2208	2207	2206	2311	2311	2308	2308	2408	2408	2408	4611	4612	4612	9622	4403	4603	4603	4818	4824	4824	4419	4829	4829	4411	4812	4812	4109	4807	4807	4807	4807		
	2208	2207	2206	2311	2311	2308	2308	2408	2408	2408	4611	4612	4612	9622	4403	4603	4603	4818	4824	4824	4419	4829	4829	4411	4812	4812	4109	4807	4807	4807	4807		
配布先	2208	2207	2206	2311	2311	2308	2308	2408	2408	2408	4611	4612	4612	9622	4403	4603	4603	4818	4824	4824	4419	4829	4829	4411	4812	4812	4109	4807	4807	4807	4807		

49年6月 日 第 回 改 訂

工 程 表

樂 行 元 小 型 S G

[illegible]

49年 7 月 日 第 回 改 訂			工 程 表										発 行 元 小 型 SG																	
分 類 番 号	運 転 実 績	発 注 先	完了予定期日										年	月	日	部長	課長													
名 称											設 置 場 所																			
項 目																														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
SG											Na 等温運転																			
Na 系											1430																			
											Na 封入保管																			
水 系											Na 封入保管																			
その他											50 MWe 工式																			
配 布 先																														