

JAERI-M
7488

ROSA III 試験の予備解析〔II〕
(再循環配管破断)

1978年2月

北口 秀美*・鈴木 光弘・傍島 真
安達 公道・斯波 正誼

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしてください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

ROSA III試験の予備解析〔II〕

(再循環配管破断)

日本原子力研究所東海研究所安全工学部

北口 秀美^{*}・鈴木 光弘・傍島 真

安達 公道・斯波 正誼

(1977年12月22日受理)

前報¹に引き続いてROSA III試験の予備解析をRELAP4Jコードを用いて行った。本報は、再循環配管破断の単純ブローダウン過程を対象としたもので、特にROSA IIIの種々の運転方法に重点をおいて解析したものである。

* 東京芝浦電気株式会社

Preliminary Analysis of ROSAIII Experiment (II)

Hidemi KITAGUCHI,* Mitsuhiro SUZUKI, Makoto SOBAJIMA,
Hiromichi ADACHI and Masayoshi SHIBA

Division of Reactor Safety, Tokai Research
Establishment, JAERI

(Received December 22, 1977)

Loss-of-coolant accident (LOCA) experiments to be performed in ROSAIII has been examined with computer code RELAP-4J concerning the experimental conditions.

From the results (1) to (3), the needs (4) to (6) are there.

- (1) Initial enthalpy distribution is important for simulation of break flow of an actual BWR.
- (2) The simulations of lower plenum flashing and pressure transient in pressure vessel are good except when power is lacking.
- (3) The simulation of the cladding temperature transient is difficult because of lack of physical properties.
- (4) The initial pressure distribution in the facility for different core flow rates up to 72 lb/sec must be attained to analyze accurately.
- (5) Reverse core flow detectors and reverse jet pump flow detectors are necessary to compare flow pattern of recirculation loops between calculation and experiment.
- (6) Further information is necessary on physical properties of the fuels.

Keywords: ROSAIII, LOCA, RELAP-4,
Cladding Temperature, Blowdown,
Simulation, Pressure Transient

* Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.

目 次

1. はじめに	1
2. 計算コードのインプット面からみた実炉とROSA IIIのハード上の比較	1
3. 解析条件の決定について	1
3.1 再循環ポンプ	2
3.2 主蒸気管流量	2
3.3 給水流量	3
3.4 炉心熱出力	3
3.5 圧力容器内流量	3
3.6 ROSA IIIの実験方法	4
3.7 まとめ	4
4. ROSA IIIの予備解析結果	5
5. 解析結果の検討及び結論	7
5.1 下部プレナム圧力の比較	7
5.2 ダウンカム水位の比較	7
5.3 破断口における流れの比較	8
5.4 ジェットポンプまわりの流れの比較	8
5.5 炉心模擬について	8
5.6 ケース毎の検討	8
6. 実験への指針	9
7. 今後の計画	10
参考文献	10
APPENDIX	80
実炉ケースの破断口レベルの変更	80

CONTENTS

1. Introduction	1
2. Comparison of the dimensions of ROSA III and BWR	1
3. Description of Analytical Condition	1
3.1 Recirculation Pump	2
3.2 Main Steam Line Flow	2
3.3 Feed Water Flow	3
3.4 Power	3
3.5 Flow in Pressure Vessel	3
3.6 Experimental Method of ROSA III Test	4
3.7 Summary	4
4. Results of Preliminary Analyses of ROSA III Test	5
5. Investigation and Conclusions of Preliminary Analyses	7
5.1 Comparison of Lower Plenum Pressure	7
5.2 Comparison of Water level in Downcomer	7
5.3 Comparison of Break Flow	8
5.4 Comparison of Flow nearby Jet Pump	8
5.5 Core Simulation	8
5.6 Investigation of Cases	8
6. Proposals for ROSA III experiment	9
7. Future Plan	10
References	10
APPENDIX	80
Alteration of Break Elevation in BWR	80

1. はじめに

ROSAⅢ実験装置は、沸騰水型軽水炉（BWR）の冷却材喪失事故（LOCA）の模擬実験装置である。

前回の報告¹（JAERI-M 6703）では、ROSAⅢが実炉における冷却材喪失事故を十分よく模擬できる設計になっているかどうかの検討にあった。今回の予備解析は、ROSAⅢ実験装置の主要諸元がほぼ決った段階において、前報の計算インプット値を修正し、以下に示すようにROSAⅢの運転方法に重点をおいて解析を行ったものである。（ただし非常用炉心冷却装置の効果については、今回の解析では考慮していない。）これは、ROSAⅢ実験装置が供給電源や製作上の理由等により、実炉（BWR/6）と一部構造が異なるため、この相異点をもたらす実験結果への影響を評価し、かつ実炉で想定されるLOCA現象にできるだけ近い実験を行なう実験条件、方法を検討するために行なったものである。

本報告では、実炉とROSAⅢのハード上の比較をした後、実験方法にそった解析結果を示す。使用したコードは、RELAP4Jである。

2. 計算コードのインプット面からみた実炉とROSAⅢのハード上の比較

ROSAⅢの基本設計方針を以下に示す。

1. 炉心は、4チャンネルであり、長さは、実炉の1/2とする。
2. ジェットポンプは、圧力容器の外側に置く。
3. 各部の体積比を、実炉に合わせる。
4. 各機器の対応位置関係をできるだけ実炉に合わせる。
5. 各部の流動抵抗は、炉心で実炉の1/2流速時に、同じ抵抗値となるようにする。

しかし、設計上等の理由から若干修正され、Table 1に示すようになっている。

実炉とROSAⅢの主要なループを、Fig. 1, Fig. 2に示す。

実炉とROSAⅢの圧力容器を、Fig. 3, Fig. 4に示す。

3. 解析条件の決定について

実炉とROSAⅢでは、主要機器の構造、大きさが異なるため、その特性が異なる。以下に予備解析上、重要な影響を持つと考えられる機器及び実験条件を取り上げ、実炉とROSAⅢ予備解析条件とのLOCA挙動の比較を示す。

1. はじめに

ROSAⅢ実験装置は、沸騰水型軽水炉（BWR）の冷却材喪失事故（LOCA）の模擬実験装置である。

前回の報告¹（JAERI-M 6703）では、ROSAⅢが実炉における冷却材喪失事故を十分よく模擬できる設計になっているかどうかの検討にあった。今回の予備解析は、ROSAⅢ実験装置の主要諸元がほぼ決った段階において、前報の計算インプット値を修正し、以下に示すようにROSAⅢの運転方法に重点をおいて解析を行ったものである。（ただし非常用炉心冷却装置の効果については、今回の解析では考慮していない。）これは、ROSAⅢ実験装置が供給電源や製作上の理由等により、実炉（BWR/6）と一部構造が異なるため、この相異点をもたらす実験結果への影響を評価し、かつ実炉で想定されるLOCA現象にできるだけ近い実験を行なう実験条件、方法を検討するために行なったものである。

本報告では、実炉とROSAⅢのハード上の比較をした後、実験方法にそった解析結果を示す。使用したコードは、RELAP4Jである。

2. 計算コードのインプット面からみた実炉とROSAⅢのハード上の比較

ROSAⅢの基本設計方針を以下に示す。

1. 炉心は、4チャンネルであり、長さは、実炉の1/2とする。
2. ジェットポンプは、圧力容器の外側に置く。
3. 各部の体積比を、実炉に合わせる。
4. 各機器の対応位置関係をできるだけ実炉に合わせる。
5. 各部の流動抵抗は、炉心で実炉の1/2流速時に、同じ抵抗値となるようにする。

しかし、設計上等の理由から若干修正され、Table 1に示すようになっている。

実炉とROSAⅢの主要なループを、Fig. 1, Fig. 2に示す。

実炉とROSAⅢの圧力容器を、Fig. 3, Fig. 4に示す。

3. 解析条件の決定について

実炉とROSAⅢでは、主要機器の構造、大きさが異なるため、その特性が異なる。以下に予備解析上、重要な影響を持つと考えられる機器及び実験条件を取り上げ、実炉とROSAⅢ予備解析条件とのLOCA挙動の比較を示す。

1. はじめに

ROSAⅢ実験装置は、沸騰水型軽水炉（BWR）の冷却材喪失事故（LOCA）の模擬実験装置である。

前回の報告¹（JAERI-M 6703）では、ROSAⅢが実炉における冷却材喪失事故を十分よく模擬できる設計になっているかどうかの検討にあった。今回の予備解析は、ROSAⅢ実験装置の主要諸元がほぼ決った段階において、前報の計算インプット値を修正し、以下に示すようにROSAⅢの運転方法に重点をおいて解析を行ったものである。（ただし非常用炉心冷却装置の効果については、今回の解析では考慮していない。）これは、ROSAⅢ実験装置が供給電源や製作上の理由等により、実炉（BWR/6）と一部構造が異なるため、この相異点をもたらす実験結果への影響を評価し、かつ実炉で想定されるLOCA現象にできるだけ近い実験を行なう実験条件、方法を検討するために行なったものである。

本報告では、実炉とROSAⅢのハード上の比較をした後、実験方法にそった解析結果を示す。使用したコードは、RELAP4Jである。

2. 計算コードのインプット面からみた実炉とROSAⅢのハード上の比較

ROSAⅢの基本設計方針を以下に示す。

1. 炉心は、4チャンネルであり、長さは、実炉の1/2とする。
2. ジェットポンプは、圧力容器の外側に置く。
3. 各部の体積比を、実炉に合わせる。
4. 各機器の対応位置関係をできるだけ実炉に合わせる。
5. 各部の流動抵抗は、炉心で実炉の1/2流速時に、同じ抵抗値となるようにする。

しかし、設計上等の理由から若干修正され、Table 1に示すようになっている。

実炉とROSAⅢの主要なループを、Fig. 1, Fig. 2に示す。

実炉とROSAⅢの圧力容器を、Fig. 3, Fig. 4に示す。

3. 解析条件の決定について

実炉とROSAⅢでは、主要機器の構造、大きさが異なるため、その特性が異なる。以下に予備解析上、重要な影響を持つと考えられる機器及び実験条件を取り上げ、実炉とROSAⅢ予備解析条件とのLOCA挙動の比較を示す。

3.1 再循環ポンプ

実炉の安全解析では、「再循環ポンプは、LOCA後0秒でトリップし、ポンプの時定数にしたがって、回転数は低下してゆく。」として解析する。実際にLOCAが起った場合、上記よりも、時間的におくれたふるまいが予想される。つまり、想定されるポンプトリップ時刻は、外部電源が健在ならば、3～30秒である。この値の中は、破断口面積による。

一方ROSAⅢでは、ポンプトリップは、タイマーにより行なわれる。トリップ後のポンプ回転数を関数制御させる。(ポンプの時定数は5秒に設定出来る)タイマーの設定時刻は、0～20秒である。

本予備解析では、最大口径破断を仮定し、ポンプトリップ時刻は、外部電源健在時の最小値である3秒を用いる。ポンプ時定数は、5秒とする。Table 2に、解析に用いたポンプ特性を示す。

3.2 主蒸気管流量 (ROSAⅢの場合蒸気放出流量)

実炉の安全解析では、「主蒸気隔離弁(MSIV)が、LOCA後0秒で閉じ始め、5秒で完全に閉じる」としている。蒸気流量は、コントロールバルブによっても制限されるようになっている。実際に安全解析に用いられる流量は、Fig. 5に示すようになっている。

実炉でLOCAが起った場合に想定されるふるまいは、次の様になる。炉水位が、ある設定値以下になると、MSIV閉信号が出るが、MSIVが閉じ始める前にタービン入口蒸気流量を調節するコントロールバルブが閉じ始める。コントロールバルブの開閉は、タービン入口圧力によって決まる。

一方、ROSAⅢの蒸気放出系はFig. 6に示すように定常運転時は、CV130で、スチームドーム圧力 P_D が、1040Psiaになるように手動で、蒸気流量を調節している。この蒸気流量は、炉心出力不足のため実炉の $\frac{1}{424}$ よりも小さく $\sim \frac{1}{1000}$ 程度である。LOCA後は、ただちに実炉相当(実炉の $\frac{1}{424}$)の蒸気流量を放出させるために別にラインをもうけており、そのバルブ(AV165)を開にする(CV130の応答時間がおそいためである)。このバルブは、タイマーにより0～20秒のいつでも開にできる。(バルブの開は0.1秒以下で完全に行なわれる。)この動作と同時にAV168を閉にする。このバルブは、タイマーにより0～5秒の間、いつでも閉動作が可能である。AV169(ADS)は、タイマー(0～100秒)又は、PV水位低の信号後、タイマー(0～200秒)で開する。オリフィスは、流量調節用である。

本予備解析では、次のようにする。ROSAⅢのLOCA後の蒸気流量は、Fig. 5の様に変化さすべきであるが、ROSAⅢでは、現在蒸気放出系の複雑なコントロールは出来ない。そこで、一応の目安としてFig. 7の様に変化させた。これはAV165の開時間が、2秒位であるという根拠による。閉動作の開始時間は、全蒸気放出量がFig. 5と同じ程度になるようにした。

3.3 給水流量

実炉の安全解析³では、「給水流量は、LOCA後0秒から減少し、4秒で0になる。」としている。Fig. 8にその変化を示す。

実際にLOCAが起った場合に想定されるふるまいは、次の様になる。給水ポンプは主蒸気管からの蒸気によりタービン駆動しており、主蒸気管蒸気流量の減少に伴いポンプ回転数は低下し、給水流量も減少してゆく。Fig. 9にその定性的な変化を示す。

ROSAⅢでは、Fig. 10に示すように、定常運転時、常温水の純水を給水している。破断後は、給水タンク(FWT)より、実炉相当のエンタルピーを持つ純水が、給水される。給水は、約100秒間可能である。

本予備解析では、Fig. 8の様な給水の制御は、ROSAⅢでは現在出来ないので、Fig. 11に示す様に変化させた。この値は、バルブ(AV112)の閉時間が2秒であること、及び、全給水流量が、Fig. 8と同じようになることにより決めた。

3.4 炉心熱出力

実炉では、1チャンネルあたり平均4.48MWの熱出力である。ROSAⅢは、炉心長さが実炉の1/2であるから、単位長さあたりの熱出力を同じにするためには、1チャンネルあたり2.24MWの熱出力が必要であり、4チャンネル分だと、8.96MW必要である。ROSAⅢ実験では、供給電源の制約から最大4.2MWしか用いることができない。それゆえ本予備解析では、破断前の出力を、電力ロス及び配線を考慮して3.82MWとした。

実炉は、核加熱であり、ROSAⅢは、ヒーター加熱である。核燃料棒及びヒーター燃料棒の断面をFig. 12に示す。物性値の違いをFig. 13, Fig. 14に示す。もう一つの大きな相違点は、核加熱には、崩壊熱が長く尾を引くが、ヒーターには、そのような性質がない。

以上の様に、実炉とROSAⅢの燃料棒の熱出力及び熱特性が異なる。それゆえ、実炉のLOCA時の熱出力を模擬するための次の様な解析上の工夫を試みた。熱出力のLOCA時の減衰は、実炉のsurface heat fluxに比例して減衰させた。熱出力の不足分は、カットした。(Fig. 15)この方法は、ヒーター加熱の欠点を補う一つの方法であり、今後さらに検討の必要がある。

3.5 圧力容器内流量

本予備解析に使用した、実炉及びROSAⅢの炉心流量を、Fig. 16, Fig. 17に示す。

ROSAⅢの圧力容器内流量は、実炉の1/424の場合と、炉心出口クオリティーを実炉に合わせた場合の流量の2ケースを示す。

3.6 ROSAⅢの実験方法

実験方法は、主に ROSAⅢの熱出力上の制約に起因して定められる。

定常運転時の実験方法に、二つの方法が考えられる。一つは、炉心出口クオリティーを実炉に合わせ、系全体のエンタルピ分布を模擬して、運転する方法である。この場合、炉心流量は、実炉の $\sim \frac{1}{1000}$ になると、予想される。もう一つは、実炉と同じ単位長さあたりの出力にした場合（これは、ROSAⅢの電源でも一部の燃料棒についてなら可能である。）において、炉心流速を実炉の $1/2$ にして運転する場合である。これは ROSAⅢの炉心長が、実炉の $1/2$ であることによるものであり、この運転条件の場合、炉心出口クオリティーは、実炉の 0.1485 に対し、 0.037 程度になる。

上記二つの方法とも、スチームドーム圧力が、実炉の圧力（ 1040 psia ）と同じになるように、蒸気の大気放出を、手動でコントロールする。蒸気の大気放出は、実炉の主蒸気管からの蒸気流出に相当する。給水は、蒸気の大気放出に見合った量だけ、常温水で補給する。

再循環系破断の模擬は、ラプチャーディスクを使用し二つの破断口を同時に槍で破いて、その間を弁によって遮断し、両端破断を模擬する。

LOCA後の給水及び蒸気放出流量についても、二つの方法が考えられる。一つの方法は、給水および放出流量を、それぞれ実炉の $1/424$ にする方法である。もう一つは、ROSAⅢの熱出力相当分の流量を、給水および放出する方法である。この場合の流量は、実炉の約 $1/1000$ になる。

3.7 まとめ

以上をまとめると、解析上で考慮すべき実炉と ROSAⅢとの相違点は、以下のとおりである。

- (イ) ROSAⅢは、炉心の長さが、実炉の $1/2$ である。
- (ロ) 1チャンネルあたりの平均出力は、実炉の $1/4$ 程度である。単位長さあたりの平均熱出力は、実炉の $1/2$ 程度である。
- (ハ) ROSAⅢの燃料棒は、シーズヒーターであり、実炉の燃料棒と材質が異なる。
クラディングの熱伝導率は、ほぼよく似た値であるが、熱容量は、ROSAⅢの方が ~ 2 倍の値である。実炉の UO_2 に相当する ROSAⅢの絶縁材（BN）の熱伝導率は、 UO_2 の $3 \sim 4$ 倍であり、熱容量は、 $\sim 1/2$ である。（Fig. 13, 14 参照）
さらに、 UO_2 とクラディングの間の GAP に相当する部分が、ROSAⅢのシーズヒーターにない。
- (ニ) ROSAⅢの燃料棒が、電気加熱であるために、リード線の部分が、よぶんな体積をしめ、Heat Slab として、解析に寄与しそうである。
- (ホ) ROSAⅢのジェットポンプは、圧力容器の外に位置する。
- (ヘ) 定常運転時、ROSAⅢは、発生した蒸気を大気に放出する。その流量は、実炉の $1/424$ よりも少く $\sim \frac{1}{1000}$ である。
- (ト) ROSAⅢは、定常運転時、圧力容器への給水は、純水タンクより常温水が、供給される。

LOCA後は給水タンクより、実炉相当のエンタルピーを持つ純水が供給される。

4. ROSAⅢの予備解析結果

計算ケースを、Table 3に示す。

実炉ケースは、ROSAⅢの解析結果と比較する標準となるものである。それゆえ、あえてLOCA後の給水流量及び、主蒸気管流量を、ROSAⅢと同じ変化をさせた。

ケース①は、何らかの方法で炉心出口クオリティーを実炉相当の0.1485に出来た場合の解析である。たとえば、破断直前まで、ケース④の様な炉心流量で運転し、短時間でケース①の炉心流量を与えた場合である。このような理由で、インプットの初期炉心出口クオリティーには、矛盾がある。

ケース②は、ROSAⅢ装置の設計基準値通りの実験を行った場合の解析である。定常時の炉心流速は、実炉の1/2であり、給水流量は、炉心流量が相対的に小さいことと常温水の給水域であるため、実炉に比べて～0.3倍の2858 lb/secとなる。定常時の蒸気放出流量は、給水流量と同じである。破断後の給水流量は、実炉の1/424の値であり、その時間変化は、Fig. 11とした。破断後の蒸気放出流量は、実炉の1/424の値であり、その時間変化は、Fig. 7とした。炉心出口クオリティーは、実炉より低く、0.0374である。

ケース③は、定常時は、ケース②と同じである。破断後の給水流量及び、蒸気放出流量を、実炉の流量に対し炉心熱出力比で与えてある。すなわち、実炉流量の $\frac{3.82(\text{MW})}{3800(\text{MW})} \cong \frac{1}{1000}$ を、破断後の流量として与え、その時間変化は、ケース②と同じである。

ケース④は、定常時の炉心出口クオリティーを実炉と一致させるような実験を行った場合の解析である。それゆえ炉心流量は、ケース②③に比べて小さく、実炉の $\sim \frac{1}{1086}$ である。破断後の給水及び蒸気放出流量は、ケース②と同じで、実炉の $\frac{1}{424}$ とする。

ケース⑤は、定常時は、ケース④と同じで、炉心出口クオリティーを実炉に一致させる。破断後は、ケース③と同じで、実炉流量の $\sim \frac{1}{1000}$ を与える。

実炉に対するノード分けを、Fig. 18に示す。このノード分けは、前報(JAERI-M6703)と同じである。

ROSAⅢに対するノード分けを、Fig. 19に示す。このノード分けと、前報との違いは炉心部を3ノードから8ノードにしたことである。これは、ROSAⅢの炉心出力が、8ステップのコサイン熱出力分布になっていることによる。ジェットポンプが、圧力容器の外に置かれているため、実炉にない配管が、ROSAⅢにあるが、この違いは、単なる圧力損失の増因とみなしノード分けには、あえて入れなかった。

インプットリスト例を、Table 4, Table 5に示す。実炉のインプット例(Table 4)と、前報とは、炉心流量が、修正されている。Table 5は、ケース⑤のインプット例である。

解析結果をFig. 20～Fig. 99に示す。図の記号の意味は、Table 6に示す。

Fig. 20～30は、実炉のケースを示す。

Fig. 21は、実炉の圧力容器側破断口流量を示す。3秒付近の流量の低下は、ダウンカマの

LOCA後は給水タンクより、実炉相当のエンタルピーを持つ純水が供給される。

4. ROSAⅢの予備解析結果

計算ケースを、Table 3に示す。

実炉ケースは、ROSAⅢの解析結果と比較する標準となるものである。それゆえ、あえてLOCA後の給水流量及び、主蒸気管流量を、ROSAⅢと同じ変化をさせた。

ケース①は、何らかの方法で炉心出口クオリティーを実炉相当の0.1485に出来た場合の解析である。たとえば、破断直前まで、ケース④の様な炉心流量で運転し、短時間でケース①の炉心流量を与えた場合である。このような理由で、インプットの初期炉心出口クオリティーには、矛盾がある。

ケース②は、ROSAⅢ装置の設計基準値通りの実験を行った場合の解析である。定常時の炉心流速は、実炉の1/2であり、給水流量は、炉心流量が相対的に小さいことと常温水の給水域であるため、実炉に比べて～0.3倍の2858 lb/secとなる。定常時の蒸気放出流量は、給水流量と同じである。破断後の給水流量は、実炉の1/424の値であり、その時間変化は、Fig. 11とした。破断後の蒸気放出流量は、実炉の1/424の値であり、その時間変化は、Fig. 7とした。炉心出口クオリティーは、実炉より低く、0.0374である。

ケース③は、定常時は、ケース②と同じである。破断後の給水流量及び、蒸気放出流量を、実炉の流量に対し炉心熱出力比で与えてある。すなわち、実炉流量の $\frac{3.82(\text{MW})}{3800(\text{MW})} \cong \frac{1}{1000}$ を、破断後の流量として与え、その時間変化は、ケース②と同じである。

ケース④は、定常時の炉心出口クオリティーを実炉と一致させるような実験を行った場合の解析である。それゆえ炉心流量は、ケース②③に比べて小さく、実炉の $\sim \frac{1}{1086}$ である。破断後の給水及び蒸気放出流量は、ケース②と同じで、実炉の $\frac{1}{424}$ とする。

ケース⑤は、定常時は、ケース④と同じで、炉心出口クオリティーを実炉に一致させる。破断後は、ケース③と同じで、実炉流量の $\sim \frac{1}{1000}$ を与える。

実炉に対するノード分けを、Fig. 18に示す。このノード分けは、前報(JAERI-M6703)と同じである。

ROSAⅢに対するノード分けを、Fig. 19に示す。このノード分けと、前報との違いは炉心部を3ノードから8ノードにしたことである。これは、ROSAⅢの炉心出力が、8ステップのコサイン熱出力分布になっていることによる。ジェットポンプが、圧力容器の外に置かれているため、実炉にない配管が、ROSAⅢにあるが、この違いは、単なる圧力損失の増因とみなしノード分けには、あえて入れなかった。

インプットリスト例を、Table 4, Table 5に示す。実炉のインプット例(Table 4)と、前報とは、炉心流量が、修正されている。Table 5は、ケース⑤のインプット例である。

解析結果をFig. 20～Fig. 99に示す。図の記号の意味は、Table 6に示す。

Fig. 20～30は、実炉のケースを示す。

Fig. 21は、実炉の圧力容器側破断口流量を示す。3秒付近の流量の低下は、ダウンカマの

クオリティーが少し上昇したためである。14秒付近からの急な流量低下は、再循環系の圧力容器ノズルまでダウンカマ水位が低下したためである。

Fig. 22は、実炉の再循環ポンプ側破断口流量である。破断後、急激に流量が減少し、8秒付近のジェットポンプサクションアンカバーにより、さらに流出流量が低下する。

Fig. 23は、炉心入口及び出口流量を示す。下部プレナムフラッシングが、17秒付近で起っているのがわかる。フラッシングは、炉心出口流量に対して、やや緩慢な変化として現われる。

Fig. 24は、燃料棒表面温度を示すが、炉心を大まかに3ノードに切っているため、平均的な温度である。炉心上部で、燃料棒表面温度は、 $\sim 400^{\circ}\text{C}$ まで上昇しているが、18秒付近で、下部プレナムフラッシングのため、炉心流量が、増加し再び $\sim 300^{\circ}\text{C}$ まで低下している。

Fig. 25に燃料棒表面熱流束を示す。炉心上部では、炉心下部に比べて、斜線の部分だけ、熱流束が小さい。この分が、燃料棒表面温度の上昇として、Fig. 24に表われている。熱流束が小さくなったのは、核沸騰から、膜沸騰に、4秒付近で移ったためである。18秒付近で再び核沸騰になり、熱流束が増加している。これと同時に、Fig. 24の燃料棒表面温度は下っている。

Fig. 26に、炉心クオリティーを示す。クオリティーの変化は、炉心流量の変化(Fig. 23)と定性的によく合っている。

Fig. 27に、ダウンカマ水位と、下部プレナム圧力及びクオリティーを示す。ダウンカマ水位は、破断後しばらく一定値を示すのは、ノードわけのためで、上部ダウンカマ(ノード③)に、まだ水位が形成されているためである。Fig. 27では、上部ダウンカマ水位が0になってから、水位の下降が始まる。7.5秒のジェットポンプサクション位置まで、下降をつづけ、ここで、下降速度が、少しおくなり、再循環ポンプサクションノズル位置まで下降する。下部プレナム圧力は、破断後、冷却材流出のため低下するが、流出が少くなると再び圧力は上昇し始める。(～3秒) ジェットポンプサクション露出のため流出流量が低下し、圧力の上昇はなくなる。(～7.5秒) 再循環ポンプサクションノズル露出のため、さらに流出流量が低下し、圧力は、下降をし始める。(～14.5秒) 下部プレナムのクオリティーが上昇を始める時刻は、17秒であり、Fig. 23に示した下部プレナムフラッシング時刻と一致する。

Fig. 28, 29, 30は、破断側ジェットポンプ付近の流れ及びクオリティーを示す。ジェットポンプドライブラインの流量は、0.5秒で逆流となり、～5秒まで下部プレナムからの水が逆流しているが、Fig. 29, 30の流量の差をとるとわかる。5～8秒までは、ダウンカマからの逆流であることが、Fig. 28とFig. 29の流量を比較するとわかる。16秒付近からの逆流は、Fig. 30の流量が、ほとんど0であることから、すべて、ダウンカマよりの流れである。～7.5秒でのジェットポンプサクションのクオリティー変化と、ジェットポンプドライブラインのクオリティーの変化は、本来流れの方向から考えると、同じであるはずだが、流れの下流側に、ジェットポンプのノードを介して、ジェットポンプドライブラインに流れる計算になっているため、クオリティーの上昇は少しおくれて、変化の様子もゆっくりしている。

Fig. 31, 32, 33は、健全側ジェットポンプ付近の流れ及びクオリティーを示す。ジェットポンプドライブラインの流量は、ポンプトリップ時刻3秒まで、ほぼ一定である。以後は、

ポンプのコストダウンにより、流量は低下する。ジェットポンプサクシヨンラインの流量は、破断後下部プレナム圧力の低下により、増加するが、再循環ポンプトリップにより、(3秒)急激に減少する。ジェットポンプサクシヨン露出により、(7.5秒)以後流れは、ほとんどなくなる。15秒からは、下部プレナムからジェットポンプを通過して、サクシヨンノズルに逆流しているのが、クオリティーの変化からわかる。

Fig. 34~47に、ケース①の結果を示す。

Fig. 48~60に、ケース②の結果を示す。

Fig. 61~73に、ケース③の結果を示す。

Fig. 74~86に、ケース④の結果を示す。

Fig. 87~99に、ケース⑤の結果を示す。

5. 解析結果の検討

5.1 下部プレナム圧力の比較 (Fig. 100)

圧力容器(PV)の代表圧力として、下部プレナムを例にとる。

LOCA直後の圧力降下が、実炉に近いケースは、③⑤である。ケース②④は、実炉に比較して、早く圧力が降下する。③⑤と②④の違いは、LOCA後の給水及び蒸気放出流量である。

LOCA直後の圧力降下は、破断口からの流出流量、給水量及び、蒸気放出量による。破断口からの流出流量は、後述するように、③⑤及び②④の組には、分けられない。蒸気放出系からの放出量の方が、破断口流出量より50~100倍多い。給水流量も同様に多いが、エンタルピーが低いから、蒸気放出量に比べると、その圧力への寄与は低いと思われる。したがって、初期の圧力降下は、主に蒸気放出量に支配されている。蒸気放出量が、③⑤の場合、実炉の約 $1/1000$ であり、②④の場合、実炉の $1/424$ である。よって②④は、LOCA直後圧力が急に低下した。

LOCAの終り近く30~40秒付近のふるまいは、ケース②③と④⑤の組に分れる。④⑤の方が、実炉に近いふるまいを示す。この組の差は、初期の炉心流量の違いにある。④⑤の方が、炉内の初期エンタルピーは高く、より実炉に近い。このことは、5.3-3,でも述べる様に、LOCA後半のふるまいを、実炉に近づけている。

以上より、蒸気の放出は、ROSAⅢと実炉の出力比で決めるのがよい。LOCA後半の圧力を、実炉に近づけるには、炉内エンタルピーを、実炉に近づける方がよいことがわかる。これは、ROSAⅢの場合、炉心流量を設計値より小さくすることに相当する。

5.2 ダウンコマ水位の比較 (Fig. 101)

実炉とROSAⅢの比較は、ダウンコマ長さが異なるため、直接には出来ないが、ROSAⅢ解

ポンプのコーストダウンにより、流量は低下する。ジェットポンプサクションラインの流量は、破断後下部プレナム圧力の低下により、増加するが、再循環ポンプトリップにより、(3秒)急激に減少する。ジェットポンプサクション露出により、(7.5秒)以後流れは、ほとんどなくなる。15秒からは、下部プレナムからジェットポンプを通して、サクションノズルに逆流しているのが、クオリティーの変化からわかる。

Fig. 34~47に、ケース①の結果を示す。

Fig. 48~60に、ケース②の結果を示す。

Fig. 61~73に、ケース③の結果を示す。

Fig. 74~86に、ケース④の結果を示す。

Fig. 87~99に、ケース⑤の結果を示す。

5. 解析結果の検討

5.1 下部プレナム圧力の比較 (Fig. 100)

圧力容器(PV)の代表圧力として、下部プレナムを例にとる。

LOCA直後の圧力降下が、実炉に近いケースは、③⑤である。ケース②④は、実炉に比較して、早く圧力が降下する。③⑤と②④の違いは、LOCA後の給水及び蒸気放出流量である。

LOCA直後の圧力降下は、破断口からの流出流量、給水量及び、蒸気放出量による。破断口からの流出流量は、後述するように、③⑤及び②④の組には、分けられない。蒸気放出系からの放出量の方が、破断口流出量より50~100倍多い。給水流量も同様に多いが、エンタルピーが低いから、蒸気放出量に比べると、その圧力への寄与は低いと思われる。したがって、初期の圧力降下は、主に蒸気放出量に支配されている。蒸気放出量が、③⑤の場合、実炉の約 $1/1000$ であり、②④の場合、実炉の $1/424$ である。よって②④は、LOCA直後圧力が急に低下した。

LOCAの終り近く30~40秒付近のふるまいは、ケース②③と④⑤の組に分れる。④⑤の方が、実炉に近いふるまいを示す。この組の差は、初期の炉心流量の違いにある。④⑤の方が、炉内の初期エンタルピーは高く、より実炉に近い。このことは、5.3-3,でも述べる様に、LOCA後半のふるまいを、実炉に近づけている。

以上より、蒸気の放出は、ROSAⅢと実炉の出力比で決めるのがよい。LOCA後半の圧力を、実炉に近づけるには、炉内エンタルピーを、実炉に近づける方がよいことがわかる。これは、ROSAⅢの場合、炉心流量を設計値より小さくすることに相当する。

5.2 ダウンコマ水位の比較 (Fig. 101)

実炉とROSAⅢの比較は、ダウンコマ長さが異なるため、直接には出来ないが、ROSAⅢ解

析ケース別には比較出来る。ダウンカマ水位の変化は、ジェットポンプサクシヨン露出時刻及び再循環系への出口ノズル露出時刻を比較する目安となる。

解析結果は、ケース②④と③⑤に組分けられる。破断後の給水流量が、2つの組で異なる。ケース②④の方がケース③⑤に比較して、給水量は2.36倍である。蒸気放出量も③④の方が多いが、ダウンカマ水位に対し、影響は少いと推測される。

ジェットポンプサクシヨンが露出する時刻を実炉と比較すると、Table 7の様になり、ケース②⑤が実炉に近い時刻を与える。

5.3 破断口における流れの比較 (Fig. 102, 103)

ケース②③と④⑤の組に分けられる。この組の違いは定常時(破断前)の炉心内流量である。炉心出力は、同じであるから、PV内のエンタルピーは、④⑤が高い。よって、破断後のクオリティーの上昇が、④⑤の方が大きく、流出流量に影響を与えている。

破断後の流出流量を比較すると、ケース④⑤の方が実炉に近い値である。これは、ケース④⑤が、流出クオリティーをよく模擬しているためである。(破断口における流れは臨界流であるため、破断口のあるノードの圧力の影響はない。)

この結果より、流出流量の模擬をよくするには、破断口での流出クオリティーを、実炉に合わせるのがよい。このためには、初期炉心流量をケース④⑤における値にするのがよい。

5.4 ジェットポンプ流量

ジェットポンプまわりの流れの変化を、Fig. 104~109に示す。これより各ケースで、微妙に流れの方向が違ってくる。これがわかる。

ジェットポンプ各部の流れに、下部プレナムフラッシングの影響が、顕著に表われていない。この結果は予想外で、検討の必要があるように思える。

5.5 炉心模擬について

ROSAⅢは、電気加熱でありしかも実炉と比較すると1チャンネルあたりの出力は小さい。よって、ROSAⅢと実炉の燃料棒表面温度、炉心クオリティー、炉心流量を、直接比較するのは困難である。

炉心入口流量は、ROSAⅢのどのケースも、実炉をあまり模擬していないが下部プレナムフラッシング開始時刻を比較すると、Table 7の様になる。ケース①②④では、フラッシング開始後、一時期フラッシングが止り、又フラッシングが開始する現象が起きる。

5.6 ケース毎の検討

ケース②

初期の設計通りの実験を行った場合、炉心クオリティーは、実炉に比較して小さいことは、手計算でわかっていた。破断口流出流量については、定量的には予想が困難であったが、今回の予備解析では、破断口におけるクオリティーが実炉に比較して小さいため、流出流量が、初期の1～2秒間は、実炉の $\frac{1}{424}$ の流量より、2～3割増加することがわかった。したがってケース②の実験を行った場合、炉心及び再循環系の定常時の圧力分布及び圧力損失は、実炉をよく模擬するだろうが、破断後の模擬はよくない。よって、このケースの実験は、実炉の模擬という立場からは推奨されない。

ケース③

定常時の炉心クオリティーは、ケース②と同じで、実炉に比較して小さいので、破断口流量の模擬は、ケース②と同様よくないが、破断後の給水及び蒸気放出流量を、炉心出力に比例して小さくしているため、破断後15秒位までは、圧力容器内圧力については実炉を模擬している。したがって、ケース③は、破断後15秒位までのLOCAのふるまいを、よく模擬する可能性があるゆえ、実験実施が推奨される。

ケース④

定常時の炉心内エンタルピーを、実炉に合わせてあるが、各ジャンクションの流量は、設計値より小さい。破断後は、破断口流出流量について実炉をよく模擬している他は、あまりよく実炉を模擬していない。したがって、実炉の模擬という立場からは推奨出来る実験ではない。

ケース⑤

定常時は、ケース④と同じであるが、破断後の給水及び蒸気放出流量については、炉心出力に比例して小さくしているため、圧力容器内圧力及び破断口流出流量ともよく実炉を模擬している。したがってこのケースは、最も推奨される実験ケースである。

ケース①

このケースは、現在実験の実施は困難であるが、予備解析結果より、模擬がよくないことがわかる。

6. 実験への指針

予備解析結果より明らかになったことをまとめると、以下のようなになる。

1. 破断口流出流量の模擬に関しては、圧力容器内エンタルピー分布を、実炉に合わせるのがよい。このためには、定常時の炉心流量をケース④⑤程度にするのがよい。
 2. ケース⑤の場合炉心出力不足が、根本的な原因となり、下部プレナムフラッシング及び、炉内圧力変化を模擬出来ても、炉心流量の模擬はよくない。
 3. 燃料棒表面温度の模擬は、熱出力の時間変化の設定方法の問題及び、燃料棒材質の違いに加えて、上で述べた炉心流量の模擬がよくないゆえ、本解析においては判断出来ない。
- 以上のことから、解析結果より明らかにされたが、実験計画を進める上で留意すべきことがいくつかある。それを上げると以下の様になる。

初期の設計通りの実験を行った場合、炉心クオリティーは、実炉に比較して小さいことは、手計算でわかっていた。破断口流出流量については、定量的には予想が困難であったが、今回の予備解析では、破断口におけるクオリティーが実炉に比較して小さいため、流出流量が、初期の1～2秒間は、実炉の $\frac{1}{424}$ の流量より、2～3割増加することがわかった。したがってケース②の実験を行った場合、炉心及び再循環系の定常時の圧力分布及び圧力損失は、実炉をよく模擬するだろうが、破断後の模擬はよくない。よって、このケースの実験は、実炉の模擬という立場からは推奨されない。

ケース③

定常時の炉心クオリティーは、ケース②と同じで、実炉に比較して小さいので、破断口流量の模擬は、ケース②と同様よくないが、破断後の給水及び蒸気放出流量を、炉心出力に比例して小さくしているため、破断後15秒位までは、圧力容器内圧力については実炉を模擬している。したがって、ケース③は、破断後15秒位までのLOCAのふるまいを、よく模擬する可能性があるゆえ、実験実施が推奨される。

ケース④

定常時の炉心内エンタルピーを、実炉に合わせてあるが、各ジャンクションの流量は、設計値より小さい。破断後は、破断口流出流量について実炉をよく模擬している他は、あまりよく実炉を模擬していない。したがって、実炉の模擬という立場からは推奨出来る実験ではない。

ケース⑤

定常時は、ケース④と同じであるが、破断後の給水及び蒸気放出流量については、炉心出力に比例して小さくしているため、圧力容器内圧力及び破断口流出流量ともよく実炉を模擬している。したがってこのケースは、最も推奨される実験ケースである。

ケース①

このケースは、現在実験の実施は困難であるが、予備解析結果より、模擬がよくないことがわかる。

6. 実験への指針

予備解析結果より明らかになったことをまとめると、以下ようになる。

1. 破断口流出流量の模擬に関しては、圧力容器内エンタルピー分布を、実炉に合わせるのがよい。このためには、定常時の炉心流量をケース④⑤程度にするのがよい。
 2. ケース⑤の場合炉心出力不足が、根本的な原因となり、下部プレナムフラッシング及び、炉内圧力変化を模擬出来ても、炉心流量の模擬はよくない。
 3. 燃料棒表面温度の模擬は、熱出力の時間変化の設定方法の問題及び、燃料棒材質の違いに加えて、上で述べた炉心流量の模擬がよくないゆえ、本解析においては判断出来ない。
- 以上のことから、解析結果より明らかにされたが、実験計画を進める上で留意すべきことがいくつかある。それを上げると以下の様になる。

1. 解析コードの検証という面から次のことが要求される。予備解析における系内の初期圧力分布は、計算値からの推定値であり、実験を実施した場合、コードのインプット値と異ることが予想される。それゆえ、定常時のインプット値を決定する上で、炉心流速を実炉相当でパラメトリックに変化させた場合の圧力分布をあらかじめ、データとして知っておく必要がある。さらに各部分の圧力損失も必要である。
2. 炉心流が、逆流するケースが予備解析結果にある。このような現象も計測出来るようにするのがよい。
3. 再循環系の流れのパターンを、実験と解析で対比することにより、ジェットポンプまわりのコードの改良が出来る。それゆえ流速の計測について、逆流も測定出来るようにすべきである。(現在破断側ジェットポンプ出口だけが、逆流を測定出来る。)
4. 燃料棒表面温度の模擬に関し、ROSAⅢと実炉の燃料棒の物性値が、明確に知れていない。それゆえ、コードで正しく算定するためには、物性値を正確に把握する必要がある。

7. 今後の計画

以上の解析を実行している間にも、ROSAⅢの炉心まわりに多少の変更があり、又、実炉にも修正を必要とする所が見出された。次の予備解析では、上記を修正した後、炉心以外にも、ヒートスラブをもうけ、さらに非常用炉心冷却系(ECCS)を働かせた場合および中小口径破断などを計画している。

参考文献

1. 田坂完二, 傍島真, 鈴木光弘, 斯波正誼, “冷却材喪失事故におけるROSA-ⅢとBWRとの相似性の検討(ROSA-Ⅲの予備解析)”, “JAERI-M 6703(1976)”
2. “General Electric Standard Safety Analysis Report, BWR/6,” DOCKET-STN-50531-22, GENERAL ELECTRIC COMPANY.
3. “General Electric Company Analytical Model for Loss-of-Coolant Analysis in Accordance with 10 CFR 50 APPENDIX K” NEDO-20566(1976)

1. 解析コードの検証という面から次のことが要求される。予備解析における系内の初期圧力分布は、計算値からの推定値であり、実験を実施した場合、コードのインプット値と異なることが予想される。それゆえ、定常時のインプット値を決定する上で、炉心流速を実炉相当でパラメトリックに変化させた場合の圧力分布をあらかじめ、データとして知っておく必要がある。さらに各部分の圧力損失も必要である。
2. 炉心流が、逆流するケースが予備解析結果にある。このような現象も計測出来るようにするのがよい。
3. 再循環系の流れのパターンを、実験と解析で対比することにより、ジェットポンプまわりのコードの改良が出来る。それゆえ流速の計測について、逆流も測定出来るようにすべきである。(現在破断側ジェットポンプ出口だけが、逆流を測定出来る。)
4. 燃料棒表面温度の模擬に関し、ROSAⅢと実炉の燃料棒の物性値が、明確に知れていない。それゆえ、コードで正しく算定するためには、物性値を正確に把握する必要がある。

7. 今後の計画

以上の解析を実行している間にも、ROSAⅢの炉心まわりに多少の変更があり、又、実炉にも修正を必要とする所が見出された。次の予備解析では、上記を修正した後、炉心以外にも、ヒートスラブをもうけ、さらに非常用炉心冷却系(ECCS)を働かせた場合および中小口径破断などを計画している。

参考文献

1. 田坂完二, 傍島真, 鈴木光弘, 斯波正誼, “冷却材喪失事故におけるROSA-ⅢとBWRとの相似性の検討(ROSA-Ⅲの予備解析)”, “JAERI-M 6703(1976)”
2. “General Electric Standard Safety Analysis Report, BWR/6,” DOCKET-STN-50531-22, GENERAL ELECTRIC COMPANY.
3. “General Electric Company Analytical Model for Loss-of-Coolant Analysis in Accordance with 10 CFR 50 APPENDIX K” NEDO-20566(1976)

1. 解析コードの検証という面から次のことが要求される。予備解析における系内の初期圧力分布は、計算値からの推定値であり、実験を実施した場合、コードのインプット値と異なることが予想される。それゆえ、定常時のインプット値を決定する上で、炉心流速を実炉相当でパラメトリックに変化させた場合の圧力分布をあらかじめ、データとして知っておく必要がある。さらに各部分の圧力損失も必要である。
2. 炉心流が、逆流するケースが予備解析結果にある。このような現象も計測出来るようにするのがよい。
3. 再循環系の流れのパターンを、実験と解析で対比することにより、ジェットポンプまわりのコードの改良が出来る。それゆえ流速の計測について、逆流も測定出来るようにすべきである。(現在破断側ジェットポンプ出口だけが、逆流を測定出来る。)
4. 燃料棒表面温度の模擬に関し、ROSAⅢと実炉の燃料棒の物性値が、明確に知れていない。それゆえ、コードで正しく算定するためには、物性値を正確に把握する必要がある。

7. 今後の計画

以上の解析を実行している間にも、ROSAⅢの炉心まわりに多少の変更があり、又、実炉にも修正を必要とする所が見出された。次の予備解析では、上記を修正した後、炉心以外にも、ヒートスラブをもうけ、さらに非常用炉心冷却系(ECCS)を働かせた場合および中小口径破断などを計画している。

参考文献

1. 田坂完二, 傍島真, 鈴木光弘, 斯波正誼, “冷却材喪失事故におけるROSA-ⅢとBWRとの相似性の検討(ROSA-Ⅲの予備解析)”, “JAERI-M 6703(1976)”
2. “General Electric Standard Safety Analysis Report, BWR/6,” DOCKET-STN-50531-22, GENERAL ELECTRIC COMPANY.
3. “General Electric Company Analytical Model for Loss-of-Coolant Analysis in Accordance with 10 CFR 50 APPENDIX K” NEDO-20566(1976)

Table 1. Primary Characteristics of BWR 6 and ROSA-III

Comparison of Major Design Parameters

	BWR 6 (251/848)	ROSA-III	Ratio ($\frac{\text{BWR 6}}{\text{ROSA-III}}$)
Reactor Type	BWR	Simulated BWR	
Number of			
Recirc. Loops	2	2	1
Steam Lines	4	1	4
Jet Pumps	24	2	12
Separators	251	1	251
Core Heat-up	Nuclear Fission	Electric Heater	
Total Power (KW)	3800×10^3	4240	896
Active Fuel Length (m)	3.759	1.880	2
Number of Fuel Assemblies	848	4	212
Operating Condition			
Pressure (kg/cm^2) (in Dome)	72.8	<91	
Core Flow (kg/sec)	15430	<364	>424
Steam Flow (kg/sec)	2060	<486	>424
Recirc. Pump Flow Rate Per 1 Pump (m^3/sec)	297	< 7.01×10^{-3}	>424
Feed Water Temperature (C)	215.6	215.6	1
Upper Plenum & Steam Dome			
Steam Part (m^3)	2031	0.461	441
U. Downcomer (m^3)	231	0.0459	480
L. Downcome (m^3)	1025	0.216	
Mixing Part & Steam			
Separator	52.51	0.0555	946
Core (in Channel)	35.42	0.0829	427
Core Bypass	24.36	0.129	189
Lower Plenum	122.9	0.107	1149
Loops & Jet Pumps	29.62	0.154	192
Total Volume (m^3)	6213	1.378	451
PV Dimension			
Inner Height (m)	2.22	5.995	3.703
Water Level (m)	14.05	4.56	3.081
Jet Pump Suction Level (m)	8.29	2.814	2.946
Lower Core End Level (m)	54.94	1.540	3.568
Recirc. Line Level (m)	33.53	0.938	3.575
Recirc. Loop Pipe I. D. (cm)	54.76	4.95	11.06

(Table 1. Continued)

Thermal Characteristics

	BWR (251/848)	ROSA-III	Ratio ($\frac{\text{BWR 6}}{\text{ROSA-III}}$)
Core Length (m)	4176	2088	2
Active Length (m)	3759	1880	2
Number of Rods	54272	256	212
Rods Array	8×8 square	8×8 square	
Fuel Rod O. D. (mm)	1252	1252	1
Cladding Thickness (mm)	0.864	*1.3	0.665
Fuel Rod Pitch (mm)	16.26	16.26	1
Total Fuel Heat Transfer Area (m ²)	8026	1893	424
Clad Material	Zirconium	Inconel 600	
Core Coolant Flow Rate (kg/sec)	15430	<364	424
Core Inlet Flow Speed (m/sec)	224	≤224	
Total Core Flow Area (m ²)	848	0.04	212

* 本解析では0.864 mmを使用した。

Table 2 Pump Specifications

再循環ポンプの仕様

	ROSA3 (定常)	この値は設計値として 未定である。	BWR/6 (推定値)	
流 量	116745	lb/sec (517)	4.95×10 ⁸	lb/sec
	111.1	gal/min (492)	47111	gal/min
	@ 535°F			
Pwmp 差圧	809.0	f _t /in ² (809.0)	805.2	f _t /in ²
回 転 数	4200	RPM (4200)	1485	RPM
水力トルク Th	215	lb _f ·f _t /rad (952)	2565×10 ⁴	lb _f ·f _t /rad
摩擦トルク Tf	2.15	lb _f ·f _t /rad (0.952)	2565×10 ²	lb _f ·f _t /rad
慣性モーメント I	865	lb _m ·f _t ² /rad (383)	299 ×10 ⁴	lb _m ·f _t ² /rad ²

注) ()内は、炉心出口 quality を 0.1485 (実炉相当)とするための値。

ただし炉出力は3.82 MWTとする。

Table 3 Analysis Case

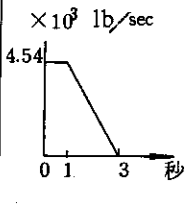
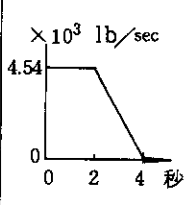
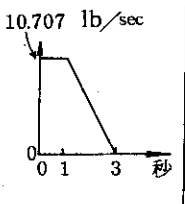
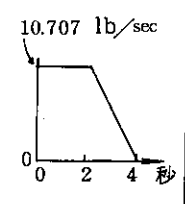
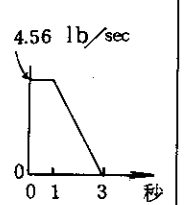
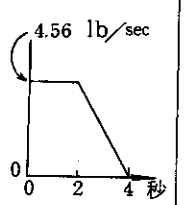
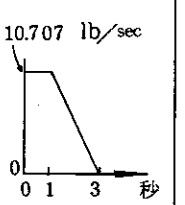
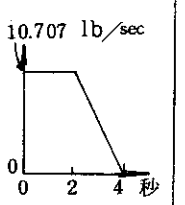
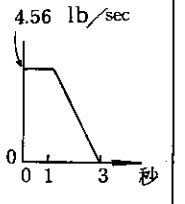
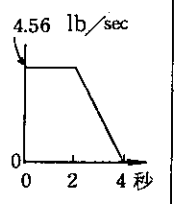
	定常時の 炉心流出	給水流量		蒸気放出流量		炉心出口 クオリティ
		定常時	LOCA後	定常時	LOCA時	
実炉 BWR 6	3.049×10^4 lb/sec	2.06×10^3 Kg/sec 4.54×10^3 lb/sec	$\times 10^3$ lb/sec 4.54 	2.06×10^3 lb/sec 4.54×10^3 lb/sec	$\times 10^3$ lb/sec 4.54 	0.1485
ケ ー ス ①	71.913 lb/sec	2858 lb/sec	10.707 lb/sec 	2858 lb/sec	10.707 lb/sec 	0.1485
ケ ー ス ②	同上	同上	同上	同上	同上	0.0374
ケ ー ス ③	同上	同上	4.56 lb/sec 	同上	4.56 lb/sec 	同上
ケ ー ス ④	28.07 lb/sec	3144 lb/sec	10.707 lb/sec 	3144 lb/sec	10.707 lb/sec 	0.1485
ケ ー ス ⑤	同上	同上	4.56 lb/sec 	同上	4.56 lb/sec 	同上

Table 4 Input List of BWR

```

LISTING OF INPUT DATA FOR CASE 1
1
2 * BWR(3800MWT)
3 * PROBLEM DIMENSION
4 010001 0 9 3 5 19 2 0 27 2 1 2 1 3 1 3 3 0
5 010001 -2 9 3 5 19 2 0 27 2 1 2 1 3 1 3 3 0
6 CARD ABOVE IS REPLACEMENT CARD.
7 010001 -2 9 3 5 19 2 0 27 2 1 1 2 3 1 3 3 0
8 CARD ABOVE IS REPLACEMENT CARD.
9 * PROBLEM CONSTANT
10 010002 3800.0 1.0
11 010005 0 1
12 * EDIT VARIABLE
13 020000 W0 2 W0 3 W0 4 Fw 1 Fw 2 SF 1 SF 2 SF 3 SF 4
14 * TIME STEP
15 030010 1 10 2 0 0.01 0.000001 0.5
16 030020 20 50 2 0 0.005 0.000001 13.0
17 030030 20 50 2 0 0.005 0.000001 50.0
18 * TRIP CONTROL
19 040010 1 1 0 0 20.0 0.0 * END PROBLEM
20 040020 2 1 0 0 3.0 0.0 * CLOSE STEAM LINE
21 040030 3 1 0 0 0.0 0.0
22 040040 4 1 0 0 0.00 0.0
23 040050 1 -4 1 0 14.22 0.0 * BREAK OF PRIMARY LOOP
24 * END PROBLEM ON LOW PRESSURE IN VOL 1
25 * VOLUME DATA
26 050011 0 0 1076.0 535.0 -1.0 4338.0 18.025 18.025 0 105.1 0.620 0.0
27 050021 0 0 1073.0 -1.0 0.021 417.0 4.56 4.56 0 91.3 0.043 18.025
28 050031 0 0 1069.0 -1.0 0.081 417.0 4.57 4.57 0 91.3 0.043 22.585
29 050041 0 0 1082.0 -1.0 0.141 417.0 4.57 4.57 0 91.3 0.043 27.155
30 050051 0 0 1084.0 535.0 -1.0 860.0 13.7 13.7 0 81.7 0.11 18.025
31 050061 0 0 1057.0 -1.0 0.1485 989.0 5.0 5.0 0 237.0 17.4 31.725
32 050071 0 0 1053.0 -1.0 1.485 1854.0 13.92 13.92 0 133.2 0.67 36.725
33 050081 2 0 1040.0 531.0 -1.0 5980.0 20.0 0.0 0 343.6 4.2 52.915
34 050091 2 0 1045.0 -1.0 0.0 2408.0 10.33 3.50 0 122.0 0.54 42.585
35 050101 2 0 1031.0 535.0 -1.0 3619.0 32.585 32.585 0 117.0 1.33 10.0
36 050111 0 0 1070.0 535.0 -1.0 146.0 17.2 17.2 0 10.0 1.0 10.0
37 050121 0 0 1070.0 535.0 -1.0 146.0 17.2 17.2 0 10.0 1.0 10.0
38 050131 0 0 1043.0 535.0 -1.0 149.2 32.17 32.17 0 3.14 2.0 -20.17
39 050141 0 0 1172.0 535.0 -1.0 42.4 2.0 2.0 0 3.14 2.0 -20.17
40 050151 0 0 1279.0 535.0 -1.0 185.4 47.87 47.87 0 3.14 2.0 -20.17
41 050161 0 0 1043.0 535.0 -1.0 106.8 32.17 32.17 0 3.14 2.0 -20.17
42 050171 0 0 1172.0 535.0 -1.0 42.4 2.0 2.0 0 3.14 2.0 -20.17
43 050181 0 0 1279.0 535.0 -1.0 185.4 47.87 47.87 0 3.14 2.0 -20.17
44 050191 0 0 1045.0 535.0 -1.0 42.4 2.0 2.0 0 3.14 2.0 10.0
45 * BUBBLE DATA
46 060011 0.0 3.0
47 060021 0.8 -3.0 1.0
48 * JUNCTION DATA
49 080011 1 2 0 0 3.0627E+4 91.3 18.025 0.11 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 2
50 080021 2 3 0 0 3.0627E+4 91.3 22.585 0.05 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 3
51 080031 3 4 0 0 3.0627E+4 91.3 27.155 0.05 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 3
52 080041 4 6 0 0 3.0627E+4 91.3 31.725 0.036 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 1
53 080051 1 5 0 0 3.4030E+3 61.7 18.025 0.20 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
54 080061 5 6 0 0 3.4030E+3 61.7 31.725 0.12 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
55 080071 6 7 0 0 3.4030E+4 133.2 36.725 0.15 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
56 080081 7 9 0 0 3.4030E+4 133.2 50.645 0.12 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
57 080091 9 8 0 0 3.4030E+3 343.6 52.915 1.00 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
58 080101 9 10 0 0 2.9490E+4 122.0 42.585 0.131 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
59 080111 10 13 0 0 4.9500E+3 3.14 11.0 0.0 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
60 080121 13 14 -2 0 4.9500E+3 3.14 -19.17 0.0 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
61 080131 15 2 0 0 4.9500E+3 3.14 -19.17 0.0 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
62 080141 15 11 0 0 4.9500E+3 0.54 27.2 0.0 0.6 8 0 1 2 2 0.57 1 0 1
63 080151 10 11 0 0 1.2085E+4 3.0 27.2 3.89 0.117 0 0 2 0.0 0.0 1 0
64 080161 11 1 0 0 1.7015E+4 16.2 10.0 0.0 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
65 080171 19 16 0 1 4.9500E+3 3.14 11.0 0.0 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
66 080181 16 17 -1 0 4.9500E+3 3.14 -19.17 0.0 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
67 080191 17 18 0 0 4.9500E+3 3.14 -19.17 0.0 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
68 080201 18 12 0 0 4.9500E+3 0.54 27.2 0.0 0.6 8 0 1 2 2 0.57 1 0 1
69 080211 10 12 0 0 1.2085E+4 3.0 27.2 3.89 0.117 0 0 2 0.0 0.0 1 0
70 080221 12 1 0 0 1.7015E+4 16.2 10.0 0.0 0.0 0.0 3 0.0 0.0 0.0 1 0
71 080231 10 19 0 0 4.9500E+3 3.14 11.0 0.0 0.0 0.0 1 3 0.0 0.0 1 0
72 080241 8 0 1 0 4.95E+3 17.1 34.415 0.029 0.0 0.0 1 0 0.0 0.0 1 0
73 080251 0 8 2 0 4.95E+3 17.1 54.415 0.029 0.0 0.0 1 0 0.0 0.0 1 0
74 CARD ABOVE IS REPLACEMENT CARD.
75 080251 0 10 1 0 4.9400E+3 2.1795 40.585 0.089 0.0 0.0 0 0 0 0.0 1 0
76 080261 16 0 1 0 0.0 3.14 11.0 0.0 1.5 0 1 3 0.0 0.57 1 0 1
77 080271 19 0 1 0 0.0 3.14 11.0 0.0 1.5 0 1 3 0.0 0.57 1 0 1
78 *
79 * PUMP CURVE INPUT INDICATOR
80 100000 0 0 0 0
81 *
82 * PUMP DESCRIPTION
83
84 090011 1 2 1 1 1485. 1.0 4*300. 805.2 2.6E+4 2.9E+4 0.0 2.6E+3
85 090021 1 2 1 1 1485. 1.0 4*300. 805.2 2.6E+4 2.9E+4 0.0 2.6E+3
86 *
87 * PUMP HEAD MULTIPLIER
88 091000 4 0 0 1 0 0.3 1.0 1.0 1.0
89 *
90 * PUMP TORQUE MULTIPLIER
91
92 092000 4 0 0 1 0 0.3 1.0 1.0 1.0
93 * VALVE DATA
94 110010 4 0 0 0 0 0.0 * PRIMARY LOOP (J17)
95 * LEAK TABLE
96 120100 -3 4 14.22 0.0 0.0 0.1 1.0 20.0 1.0
97 * FILL TABLE
98 130100 -4 3 0 0 1025. 420. 0.0 2083. 1.0 2083. 3.0 4.0 50.0 0.0
99 130200 -4 3 0 0 830. 551. 0.0 -265.497 2.0 -265.497 4.0 0.0 50.0 0.0
100 *
101 * KINETIC CONSTANTS
102 140000 2 120.0 0.0
103 *
104 * SCRAM TABLE
105
106 141000 -5 4 0 0 0 0 0.9 0.0 1.25 -1.0 3.26 -20.0 100. -20.0
107 * DENSITY REACTIVITY TABLE
108 142000 0
109 * DOPPLER TABLE
110 143000 0
111 * REACTIVITY COEFFICIENT
112 140010 0 0 0 0 0 0.0
113 140020 0 0 0 0 0 0.0
114 140030 0 0 0 0 0 0.0
115 * HEAT SLAB
116 150011 0 2 1 0 0 0 26776. 274.0 0.0 0.043
117 150021 0 3 1 1 0 0 31486. 323.4 0.0 0.043
118 150031 0 4 1 1 0 0 26776. 275.0 0.0 0.043
119 * CORE SECTION
120 160010 1 1 4 9 4.56 0.00283 0.053 0.265
121 160020 2 1 4 9 4.57 0.00283 0.053 0.470
122 160030 3 1 4 9 4.57 0.00283 0.053 0.265
123 * SLAB GEOMETRY
124 170101 2 3 1 3 0 0 0 0.0175 1.0
125 170102 1 2 2 0 0.000375 0.0
126 170103 0 3 3 0 0.00283 0.0
127 * THERMAL CONDUCTIVITY
128 180100 20
129 180101 100. 5.06256 300. 3.994 500. 3.3282 * U02

```

JAERI-M 7488

128	180102	700.	2.85408	900.	2.50128	1100.	2.22948
129	180103	1300.	2.01528	1500.	1.84356	1700.	1.7040
130	180104	1900.	1.5918	2100.	1.4652	2300.	1.386
131	180105	2500.	1.3356	3000.	1.2708	3500.	1.2384
132	180106	3700.	1.2384	4000.	1.26	4300.	1.314
133	180107	4700.	1.404	5100.	1.5048		
134	180200	5	32.0 0.0895	192.0	156 1472.0	.212 2192.0	.250 3272.0 .298
135	180300	15					* ZIRCALLOY
136	180301	100.	7.9092	300.	8.2224	500.	8.676
137	180302	700.	9.27	900.	10.0	1100.	10.872
138	180303	1300.	11.8872	1500.	13.0356	1700.	14.328
139	180304	1800.	14.652	2000.	16.02	2200.	17.892
140	180305	2500.	21.132	2900.	26.28	3300.	32.22
141	* VOLUMETRIC HEAT CAPACITY						
142	190100	20					* UO2
143	190101	100.	57.74	300.	65.4	500.	69.14
144	190102	700.	71.43	900.	73.06	1100.	74.32
145	190103	1300.	75.43	1500.	76.39	1700.	77.28
146	190104	2500.	79.70	2700.	81.0	3000.	85.0
147	190105	3200.	84.1	3500.	95.0	3800.	111.6
148	190106	4100.	126.5	4400.	140.3	4600.	147.4
149	190107	4800.	193.0	5100.	196.2		
150	190200	1	32.0 0.00833				* ZIRCALLOY
151	190300	11					
152	190301	100.	14.248	300.	43.908	500.	46.158
153	190302	700.	47.886	900.	49.388	1100.	50.73
154	190303	1300.	52.014	1500.	53.258	1700.	54.468
155	190304	1800.	52.2	3300.	54.2		
156	* LINEAR EXPANSION COEFFICIENT						
157	200100	1	32.0 3.6E-6				
158	200200	1	32.0 0.0				
159	200300	1	32.0 3.3E-6				
160							

Table 5 Input List of ROSA III

LISTING OF INPUT DATA FOR CASE 1

```

1 * ROSA-3
2 *
3 *
4 * PROBLEM DIMENSION
5 010001 -2 9 3 5 24 2 0 33 2 1 2 1 8 1 3 8 0
6 010002 -2 9 3 6 24 2 0 33 2 1 1 2 8 1 3 8 0
7 * PROBLEM CONSTANTS
8 010002 3.62 1.0
9 010005 0 1
10 * EDIT VARIABLE
11 020000 AP 15 AX 21 ST 21 ST 17 PO 0 JW 21 ML 5 JW 32 JW 33
12 * TIME STEP
13 030010 10 2 0 0.01 0.000001 0.5
14 030020 20 50 2 0 0.005 0.000001 13.0
15 030030 40 50 2 0 0.002 0.000001 13.0
16 * CARD ABOVE IS REPLACEMENT CARD.
17 030030 20 30 2 0 0.005 0.000001 50.0
18 * TRIP CONTROL
19 040010 1 1 0 0 50.0 0.0 * END PROBLEM
20 040020 2 1 0 0 0.0 0.0 * CLOSE STEAM LINE
21 040020 2 1 0 0 3.0 0.0 * PUMP TRIP
22 * CARD ABOVE IS REPLACEMENT CARD.
23 040030 1 -4 1 0 14.22 0.0 * BREAK ON PRIMARY LOOP
24 040030 5 -3 5 0 12.596 0.0 * END PROBLEM ON LOW PRESSURE IN VOL 1
25 * CARD ABOVE IS REPLACEMENT CARD.
26 040060 1 -4 1 0 14.22 0.0 * END PROBLEM ON LOW PRESSURE IN VOL 1
27 * VOLUME PRESUR TEMP SQUAL VOLUME ZVOL ZM AREA DIAMV ELEV
28 050011 0 0 1041.3 -1.0 0.1485 4.484 2.297 0 1.431 1.312 11.647
29 050021 0 0 1040.3 -1.0 0.1485 1.980 3.660 0 0.180 1.61 13.944
30 050031 2 0 1040.0 -1.0 0.0 13.647 4.085 0.483 0 3.254 1.77 14.476
31 050041 2 0 1039.7 535.0 -1.0 4.265 1.109 0.0 0 4.141 2.30 18.561
32 050051 2 0 1042.0 535.0 -1.0 7.627 12.855 12.855 0 1.055 0.0682 1.021
33 050061 0 0 1043.2 535.0 -1.0 0.449 10.269 10.269 0 0.0207 0.0 -7.11
34 050071 0 0 1162.0 535.0 -1.0 0.187 1.0 1.0 0 0.0207 0.0 -7.847
35 050081 0 0 1275.0 535.0 -1.0 1.023 18.51 18.51 0 0.0207 0.0 -7.847
36 050091 0 0 1042.5 535.0 -1.0 0.802 8.584 8.584 0 0.04 0.0 0.797
37 050101 0 0 1042.5 535.0 -1.0 0.420 4.802 4.802 0 0.0207 0.0 -1.643
38 050111 0 0 1040.0 535.0 -1.0 0.704 5.467 5.467 0 0.0207 0.0 -7.11
39 050121 0 0 1155.0 535.0 -1.0 0.187 1.0 1.0 0 0.0207 0.0 -7.847
40 050131 0 0 1266.0 535.0 -1.0 0.864 18.51 18.51 0 0.0207 0.0 -7.847
41 050141 0 0 1043.5 535.0 -1.0 0.802 8.584 8.584 0 0.04 0.0 0.797
42 050151 0 0 1046.0 535.0 -1.0 3.784 4.935 4.935 0 0.436 0.0431 0.0
43 050161 0 0 1044.0 535.0 -1.0 4.559 10.816 10.816 0 0.243 0.04 0.928
44 050171 0 0 1044.3 -1.0 0.0 0.4550 1.043 1.043 0 0.436 0.0431 4.935
45 050181 0 0 1044.0 -1.0 5.149-3 0.3363 0.771 0.771 0 0.436 0.0431 5.978
46 050191 0 0 1043.8 -1.0 0.0326 0.3363 0.771 0.771 0 0.436 0.0431 6.749
47 050201 0 0 1043.6 -1.0 0.05755 0.3363 0.771 0.771 0 0.436 0.0431 7.520
48 050211 0 0 1043.4 -1.0 0.08855 0.3363 0.771 0.771 0 0.436 0.0431 8.291
49 050221 0 0 1043.2 -1.0 0.11955 0.3363 0.771 0.771 0 0.436 0.0431 9.062
50 050231 0 0 1042.9 -1.0 0.1445 0.3363 0.771 0.771 0 0.436 0.0431 9.833
51 050241 0 0 1042.7 -1.0 0.1601 0.4550 1.043 1.043 0 0.436 0.0431 10.604
52 * BUBBLE DATA
53 060011 0.0 3.0
54 060021 0.8 -3.0 5
55 * JUNCTION FLOW AREA L/A FF. RF. VH CH CA DIA CD IC IE
56 080011 1 2 0 0 31.4 0.186 13.944 0.0 0.9 1.2 0 0 2 0 0.0 0.0 1 0
57 080012 2 3 0 0 31.4 0.161 17.604 0.0 1.2 0.7 0 0 2 0 0.0 0.0 1 0
58 080021 3 4 0 0 3.144 0.125 18.561 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 0
59 080022 3 5 0 0 28.256 2.152 14.476 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 0
60 080042 5 6 0 0 5.08 0.0207 3.078 489.0 0.0 0.0 1 1 1 0 0.0 0.0 1 0
61 080052 6 7 -2 0 5.08 0.0461 -7.11 682.0 0.0 0.0 0 0 1 0 0.243 0.0 1 0
62 080062 7 8 2 0 5.08 0.0052 -7.83 1357.0 0.0 0.0 0 0 1 0 0.162 0.0 1 0
63 080072 8 9 0 0 5.08 1.19-3 9.233 1321.0 0.72 0.45 0 1 0 2 0.0 .57 1 0 1
64 080082 5 9 0 0 10.62 0.0249 9.233 485.0 0.00 0.00 2 0 2 0 0.0 0.0 1 0
65 080092 9 15 0 0 15.7 0.0194 0.797 349.0 1.16 1.16 0 0 0 0 0.243 0.0 1 0
66 080102 5 10 0 0 5.17 0.0207 3.078 518.0 0.0 0.0 1 1 1 0 0.0 0.0 1 0
67 080112 10 11 0 1 5.17 0.0207 -1.643 1214.0 0.0 0.0 0 0 1 0 0.0 0.0 1 0
68 080122 11 12 -1 0 5.17 0.0461 -7.11 943.0 0.0 0.0 0 0 1 0 0.243 0.0 1 0
69 080132 12 13 1 0 5.17 0.0062 -7.83 1210.0 0.0 0.0 0 0 1 0 0.162 0.0 1 0
70 080142 13 14 0 0 5.17 1.19-3 9.233 1174.0 0.72 0.45 0 1 0 2 0.0 .57 1 0 1
71 080152 5 14 0 0 10.53 0.0249 9.233 485.0 0.00 0.00 2 0 2 0 0.0 0.0 1 0
72 080162 14 15 0 0 15.7 0.0242 0.797 365.0 1.06 1.06 0 0 2 0 0.243 0.0 1 0
73 080172 15 16 0 0 0.88 0.07 0.928 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 0
74 080182 15 16 0 0 2.45 0.18 4.770 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 0
75 080192 16 1 0 0 3.33 0.243 11.746 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 0
76 080202 16 1 0 0 3.33 0.243 11.746 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 0
77 080211 15 17 0 0 28.07 0.136 4.935 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 2
78 080221 17 18 0 0 28.07 0.436 5.978 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 3
79 080231 18 19 0 0 28.07 0.436 5.749 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 3
80 080241 19 20 0 0 28.07 0.436 7.520 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 3
81 080251 20 21 0 0 28.07 0.436 8.291 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 3
82 080261 21 22 0 0 28.07 0.436 9.062 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 3
83 080271 22 23 0 0 28.07 0.436 9.833 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 3
84 080281 23 24 0 0 28.07 0.436 10.604 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 3
85 080291 24 1 0 0 28.07 0.136 11.647 0.0 0.0 0.0 0 0 3 0 0.0 0.0 1 1
86 080301 0 4 2 0 -3.144 0.0207 19.67 0.0 0.0 0.0 0 2 0 0.0 0.0 1 0
87 080311 0 5 1 0 3.144 0.0125 14.217 0.0 0.0 0.0 0 2 0 0.0 0.0 1 0
88 080321 10 0 1 0 0.0 7.55-3 -1.643 0.0 1.0 0.5 0 1 2 0 0.0 .57 1 0 1
89 080331 11 0 1 0 0.0 7.55-3 -1.643 0.0 1.0 0.5 0 1 2 0 0.0 .57 1 0 1
90 080341 11 0 1 0 0.0 7.55-3 -1.643 0.0 1.0 0.5 0 1 2 0 0.0 .57 1 0 1
91 * PUMP CORVE INPUT INDICATOR
92 100000 0 0 0
93 * PUMP DESCRIPTION
94 090011 1 2 1 1 4200. .4351 111.1 809.0 21.5 8.65 0.0 2.15
95 090021 1 2 1 1 4200. .4351 111.1 809.0 21.5 8.65 0.0 2.15
96 090011 1 2 1 1 4200. 1.0 42.9 809. 9.52 3.83 0.0 0.952 * 1/2 FLOW

```

```

127 CARD ABOVE IS REPLACEMENT CARD.
090021 1 2 1 1 4200. 1.0 42.9 809. 9.52 3.83 0.0 0.992 * 1/2 FLOW
CARD ABOVE IS REPLACEMENT CARD.
128 * PUMP HEAD MULTIPLIER
129 *
130 091000 4 0 0 1 0 0.3 1.0 1.0 1.0
131 *
132 * PUMP TORQUE MULTIPLIER
133 *
134 092000 4 0 0 1 0 0.3 1.0 1.0 1.0
135 * VALVE DATA
136 110010 4 0 0 0 0 0.0 0.0 * PRIMARY LOOP (J17)
137 * LEAK TABLE
138 120100 -3 * 14.22 0.0 0.0 0.1 1.0 50.0 1.0
139 * FILL TABLE
140 130101 -4 3 0 0 1055. 420. 0. 856.56 1. 856.56 3. 0.0 50.0 0.0
141 130200 -4 3 0 0 630. 551. 0. -517.25 2.0 -517.25 4.0 0.0 50.0 0.0
142 130100 -4 3 0 0 1055. 420. 0. 1713.12 1. 1713.12 3. 0.0 50.0 0.0
CARD ABOVE IS REPLACEMENT CARD.
143 130200 -4 3 0 0 630. 551. 0. -1034.5 2.0 -1034.5 4.0 0.0 50.0 0.0
CARD ABOVE IS REPLACEMENT CARD.
144 130100 -4 3 0 0 1055. 420. 0. 365.12 1. 365.12 3. 0.0 50.0 0.0
CARD ABOVE IS REPLACEMENT CARD.
145 130200 -4 3 0 0 630. 551. 0. -220.48 2.0 -220.48 4.0 0.0 50.0 0.0
CARD ABOVE IS REPLACEMENT CARD.
146 * KINETIC CONSTANTS
147 140000 0 0.0 0.0
148 * POWER HISTORY
149 * SURFACE FLUX BASE
150 141000 14 *
151 141001 0.0 1.0 10.0 1.0 11.0 0.915 12.0 0.651 13.0 0.795
152 141002 14.0 0.748 13.0 0.706 18.0 0.603 20.0 0.537 25.0 0.401
153 141003 30.0 0.321 33.0 0.267 40.0 0.258 50.0 0.231
154 * HEAT SLAB
155 150011 0 17 1 0 0.0 25.0631 0.25743 0.0 0.043
156 150021 0 18 1 1 0.0 25.0631 0.25743 0.0 0.043
157 150031 0 19 1 1 0.0 25.0631 0.25743 0.0 0.043
158 150041 0 20 1 1 0.0 25.0631 0.25743 0.0 0.043
159 150051 0 21 1 1 0.0 25.0631 0.25743 0.0 0.043
160 150061 0 22 1 1 0.0 25.0631 0.25743 0.0 0.043
161 150071 0 23 1 1 0.0 25.0631 0.25743 0.0 0.043
162 150081 0 24 1 1 0.0 25.0631 0.25743 0.0 0.043
163 * CORE SECTION
164 160010 1 1 4 8 0.771 0.0 0.053 0.05848
165 160020 2 1 4 8 0.771 0.0 0.053 0.11237
166 160030 3 1 4 8 0.771 0.0 0.053 0.15247
167 160040 4 1 4 8 0.771 0.0 0.053 0.17668
168 160050 5 1 4 8 0.771 0.0 0.053 0.17668
169 160060 6 1 4 8 0.771 0.0 0.053 0.15247
170 160070 7 1 4 8 0.771 0.0 0.053 0.11237
171 160080 8 1 4 8 0.771 0.0 0.053 0.05848
172 * SLAB GEOMETRY
173 170101 2 4 3 0.0 0.01002 0.0
174 170102 0 2 1 0.00262 1.0
175 170103 0 1 1 0.00275 0.0
176 170104 0 3 3 0.00511 0.0
177 * THERMAL CONDUCTIVITY
178 180101 8 212.0 12.1 392.0 11.1 752.0 10.4 1112.0 9.41 1472.0 8.94
179 180102 2192.0 8.74 3272.0 8.47 5432.0 8.20
180 180201 3 68.0 10.1 212.0 8.00 4712.0 6.72
181 180301 5 68.0 8.53 400.0 10.1 800.0 11.4 1600.0 16.6 3200.0 20.8
182 * VOLUMETRIC HEAT CAPACITY
183 190101 3 212.0 31.2 1832.0 43.7 5432.0 74.9
184 190201 3 68.0 37.4 212.0 55.6 4712.0 37.4
185 190301 6 68.0 35.6 400.0 61.2 1000.0 68.7
186 190302 1400.0 74.9 1600.0 81.2 3200.0 93.6
187

```

Table 6 Meanigs of Symbol

SYMBOL	MEANINGS
PO	POWER
JW	JUNCTION FLOW
JX	JUNCTION QUALITY
AP	AVERAGE PRESSURE
ST	SURFACE TEMPERATURE
AX	AVERAGE QUALITY
ML	MIXTURE LEVEL
PS	SATURATION PRESSURE
JXX	JUNCTION XX
VXX	VOLUME XX

Table 7 Comparison of Characteristic Times

	実炉 BWR/6	ケース ①	ケース ②	ケース ③	ケース ④	ケース ⑤
ジェットポンプ サクション露出 (秒)	7.5	6	8	6	9	7
下部プレナム フラッシング開始 ()内は、再フラッ シグ開始(秒)	17	2 (6.5)	2 (9)	7	2 (16)	16
PV側破断口の流出 流量が、クオリティ 増加のため減少する 時間 (秒)	14.5	13	14	12.5	14	12.5

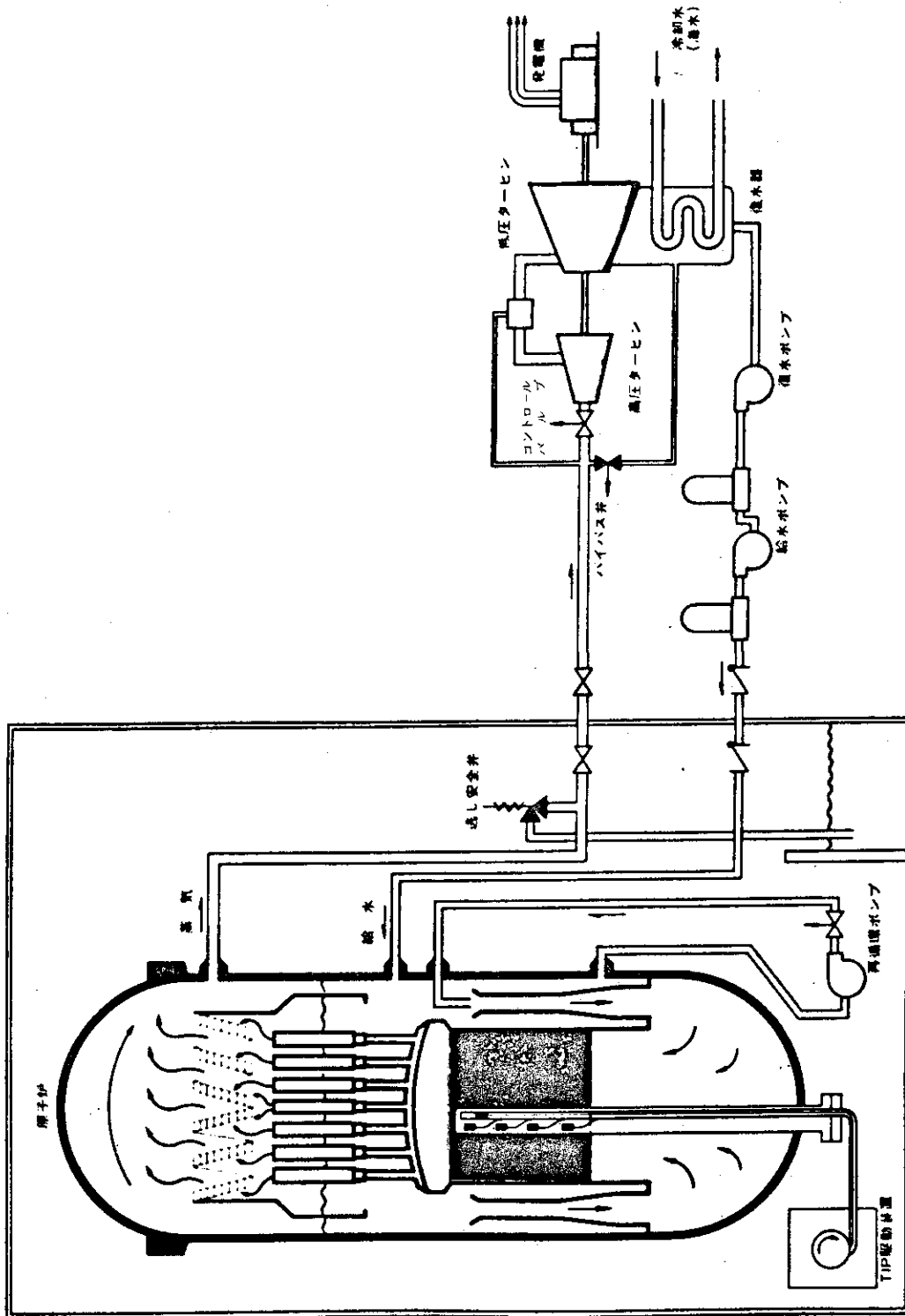


Fig. 1 Schematic Representation of BWR

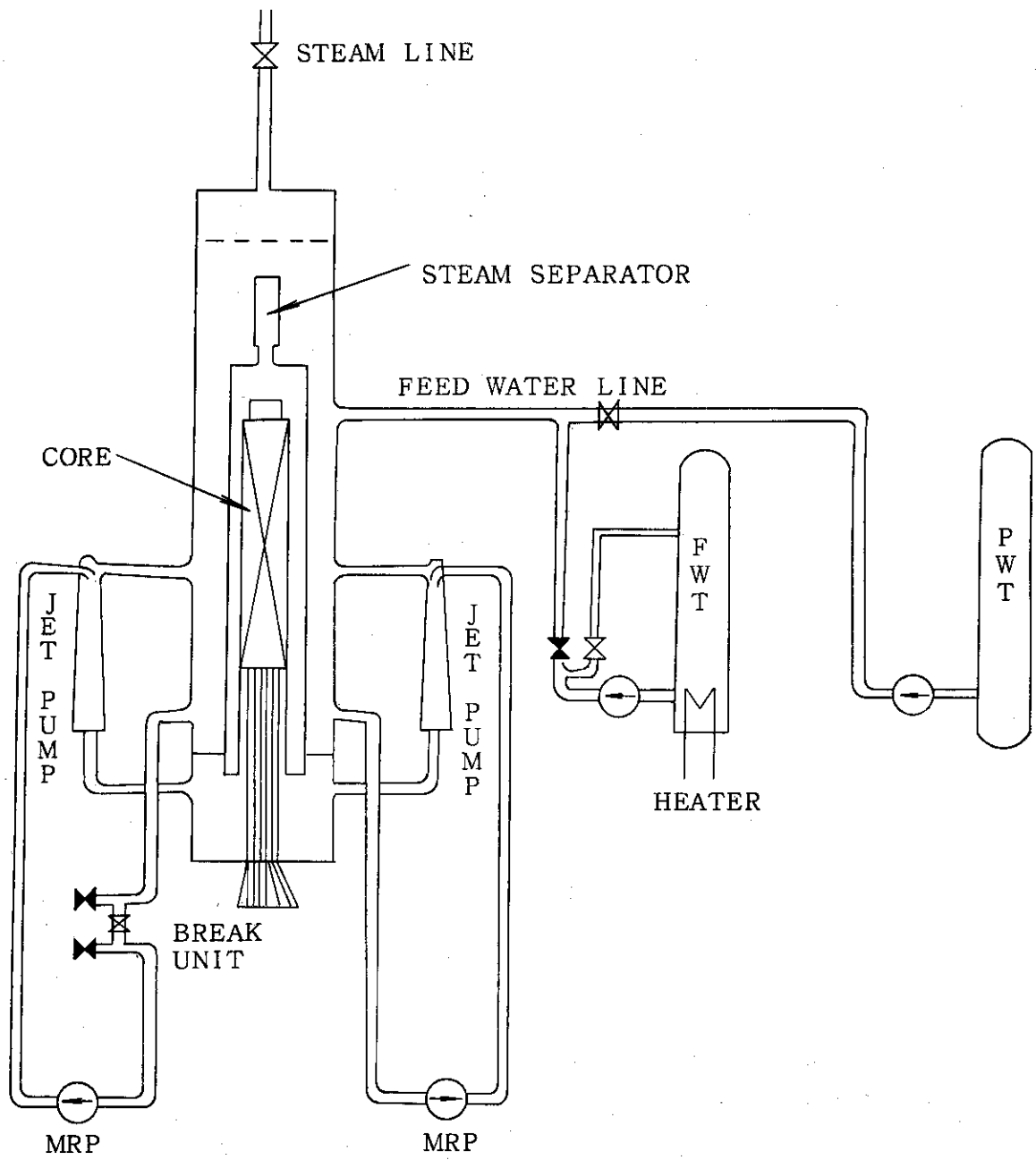


Fig. 2 Schematic Representation of ROSAIII

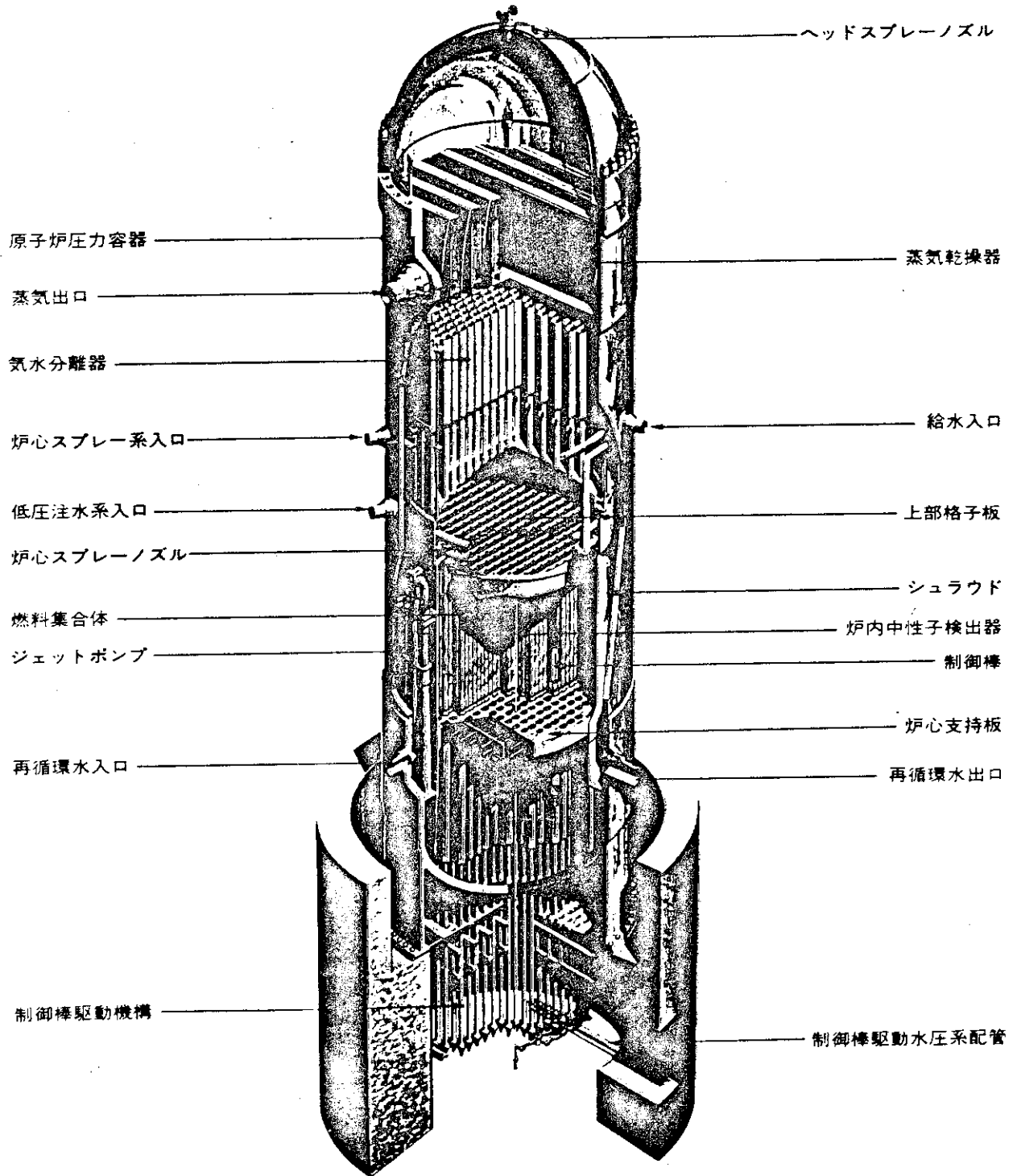


Fig. 3 Pressure Vessel of BWR

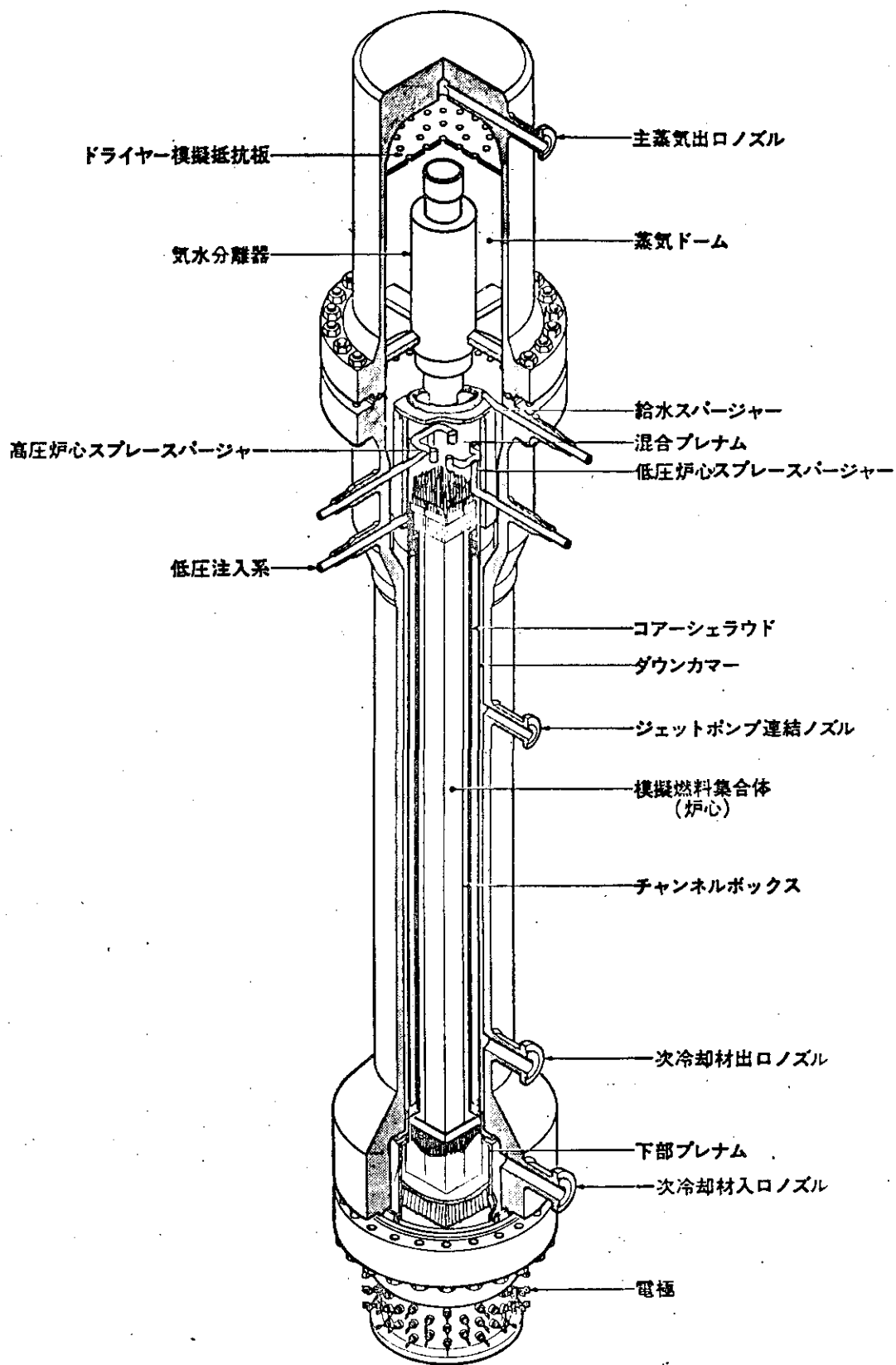


Fig. 4 Pressure Vessel of ROSA III

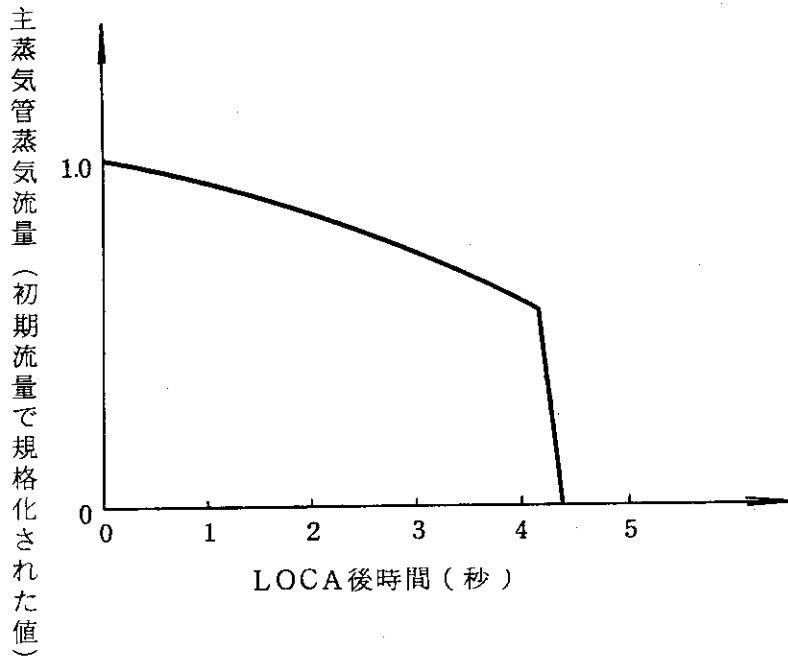


Fig. 5 Main Steam Line Flow Rate of BWR

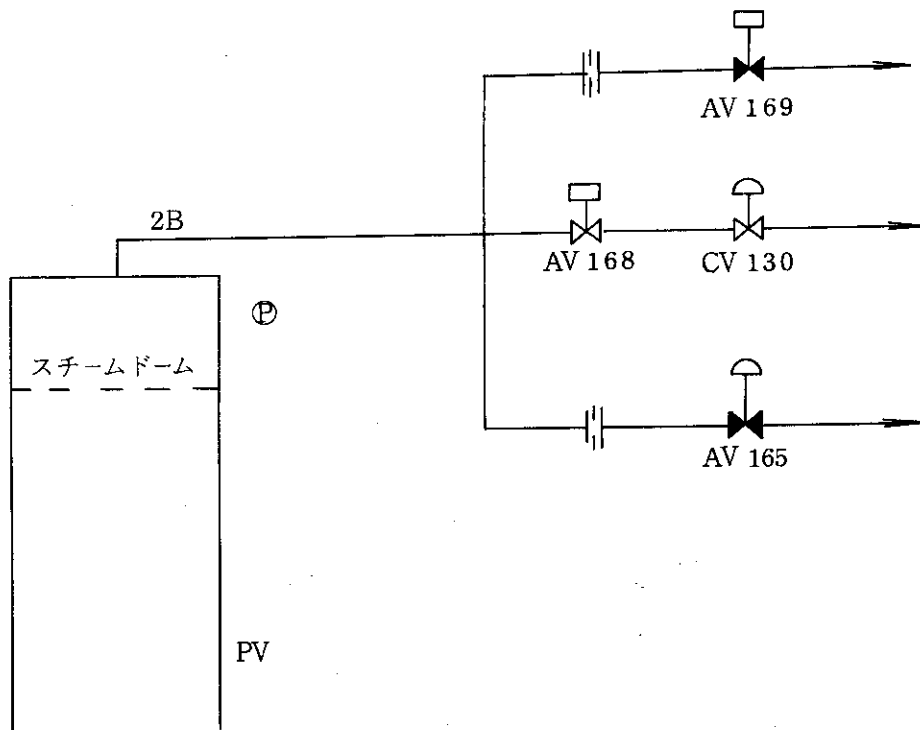


Fig. 6 Main Stem Discharge Line of ROSAIII

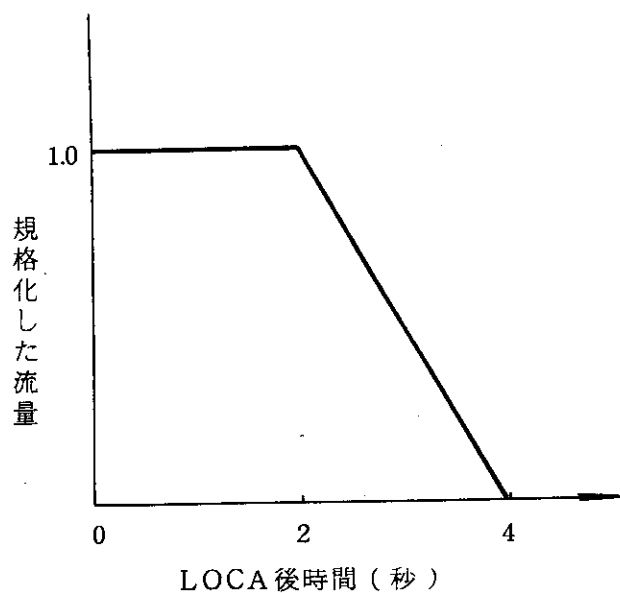


Fig. 7 Main Steam Line Flow used in the Analysis

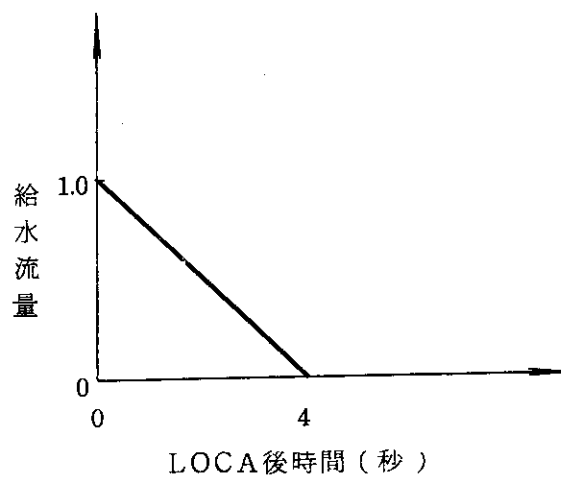


Fig. 8 Feed Water Flow used in Safty Analysis

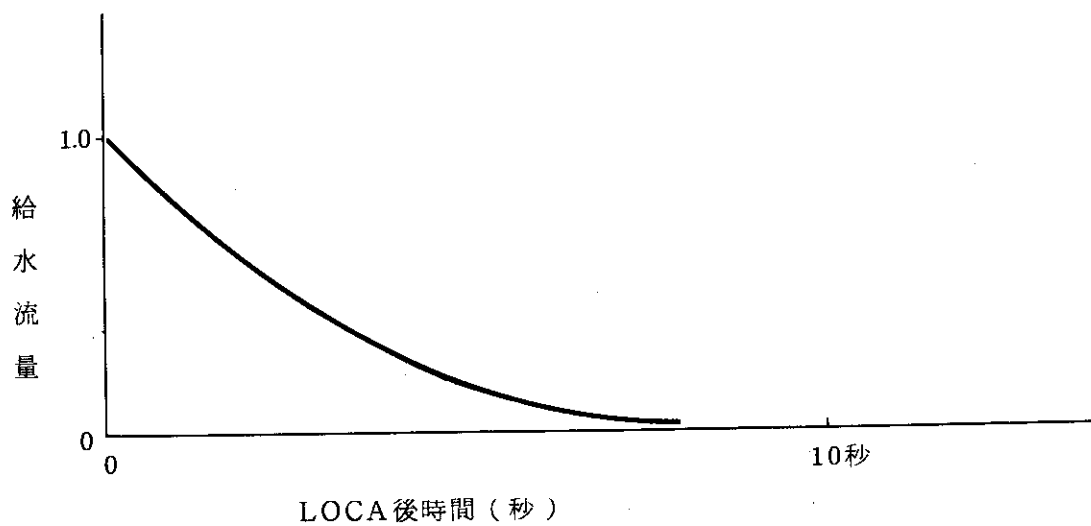


Fig. 9 Feed Water Flow of BWR after LOCA

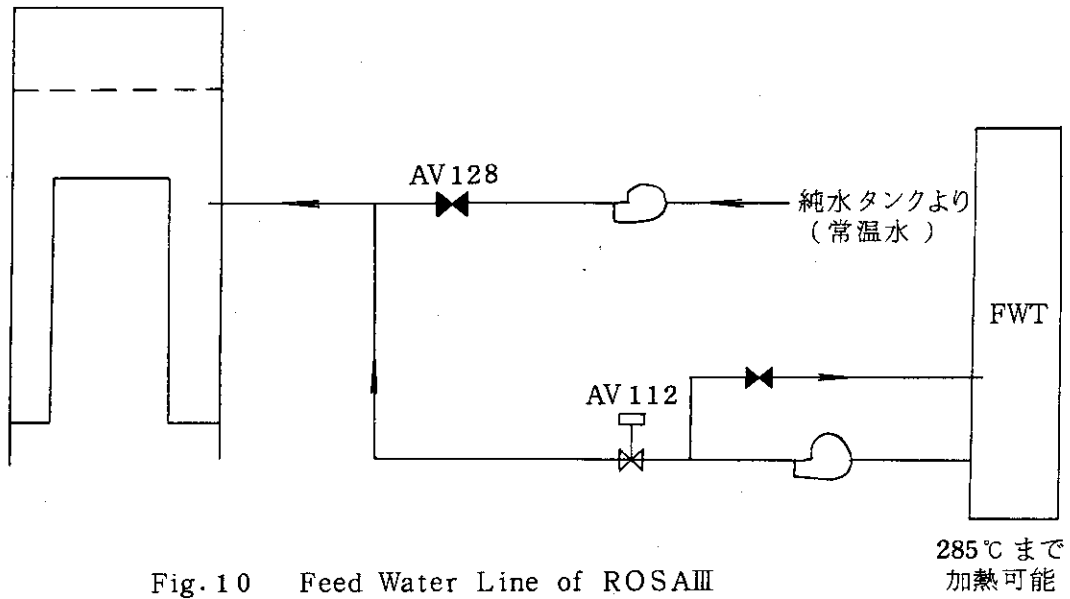


Fig. 10 Feed Water Line of ROSAM

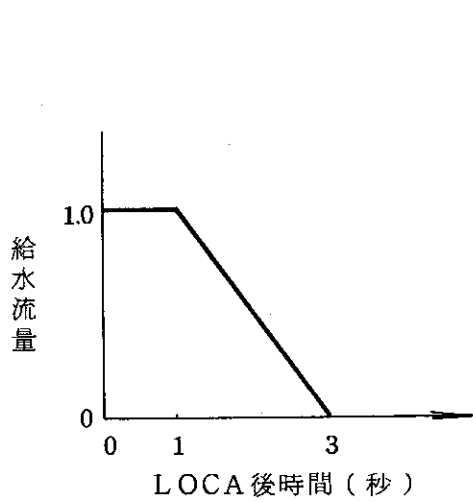


Fig. 11 Feed Water Flow used in this Analysis

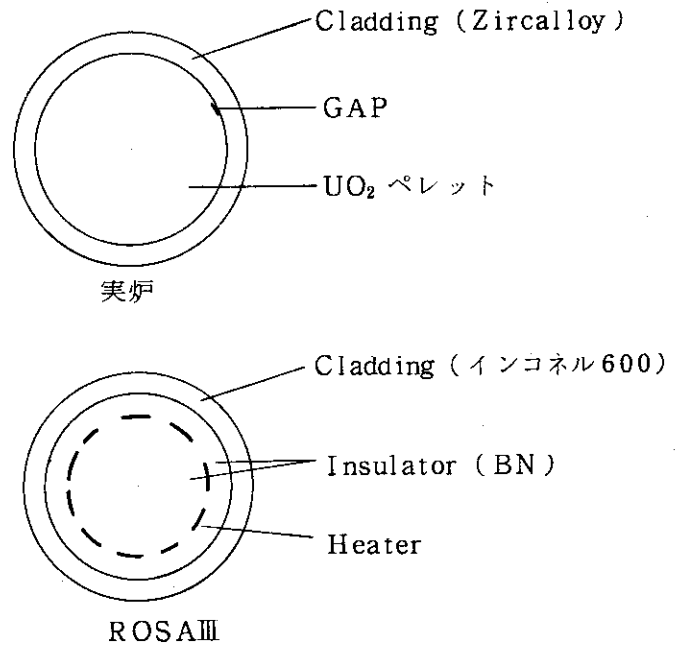


Fig. 12 Cross Section of the Fuel Pin

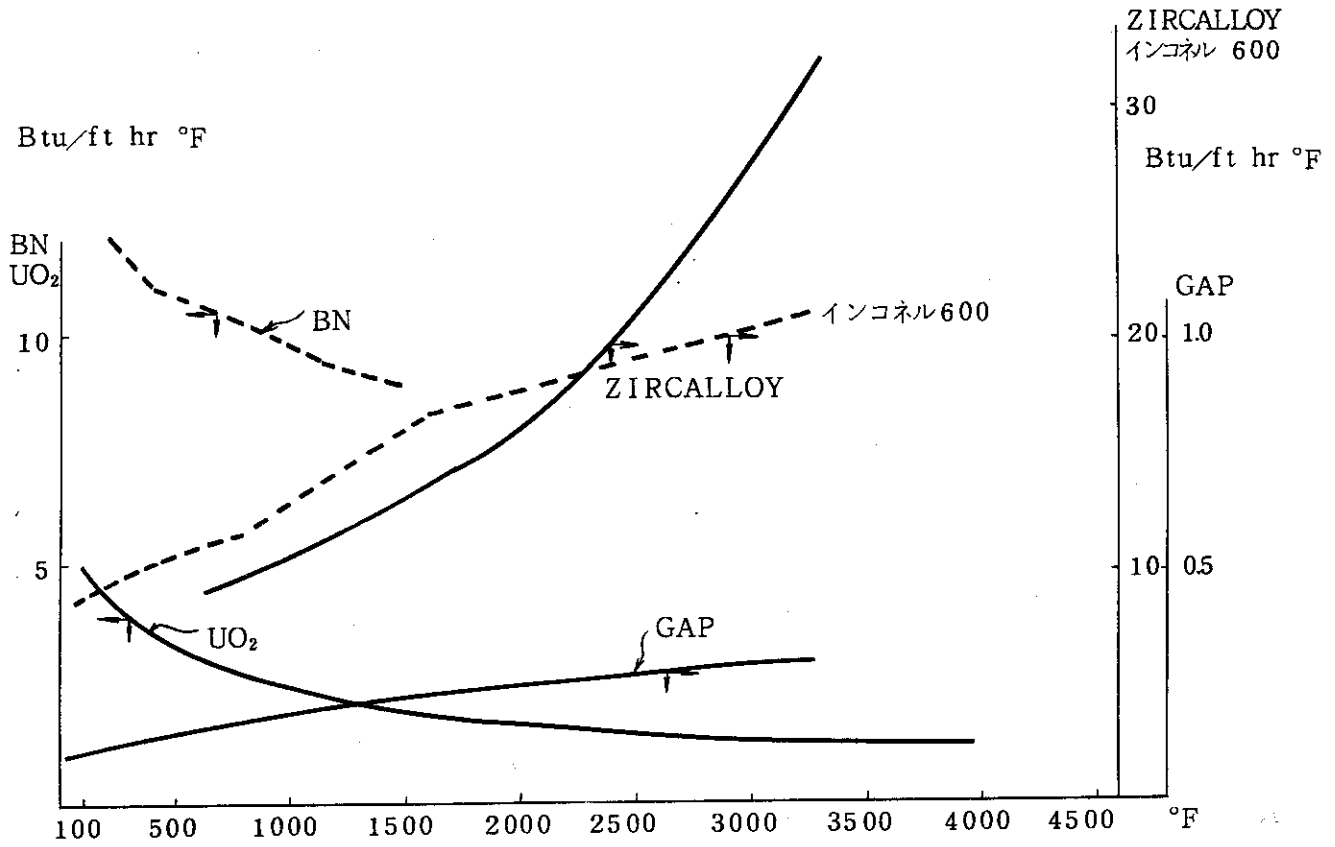


Fig. 13 Thermal Conductivity

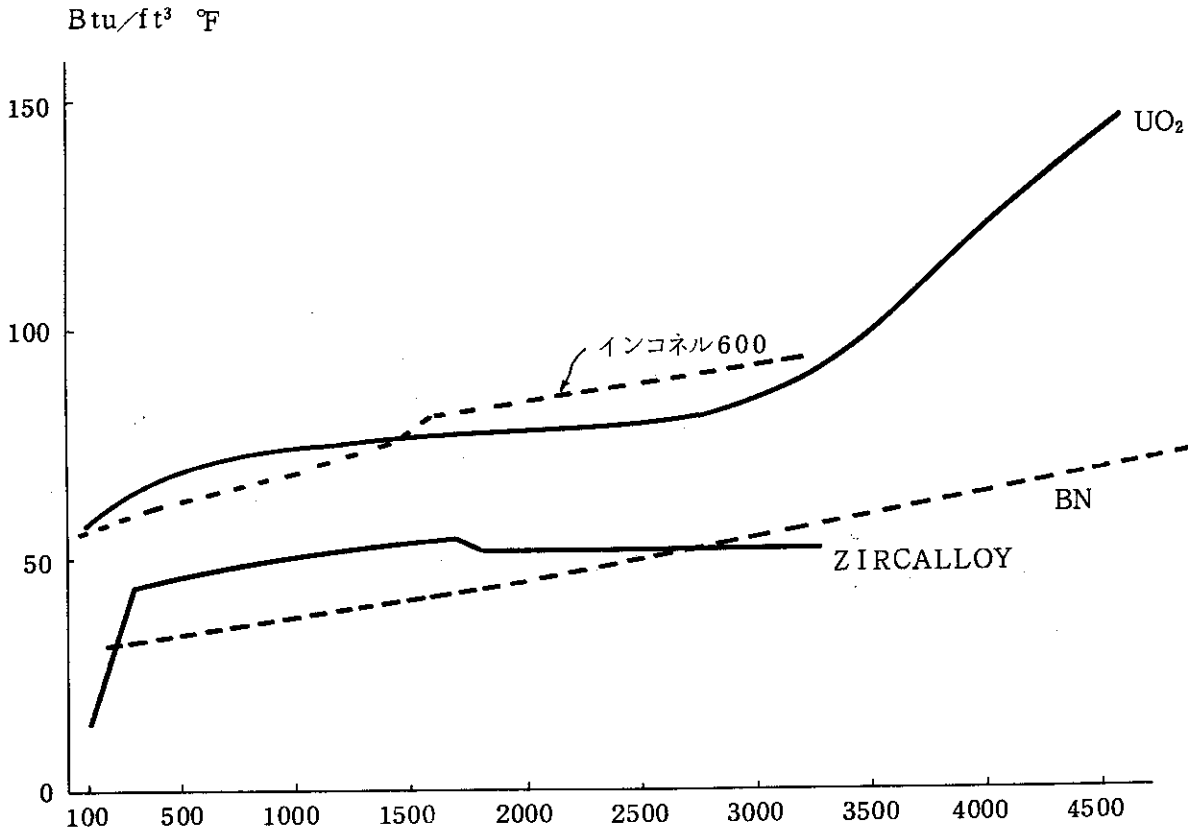


Fig. 14 Volumetric Heat Capacity

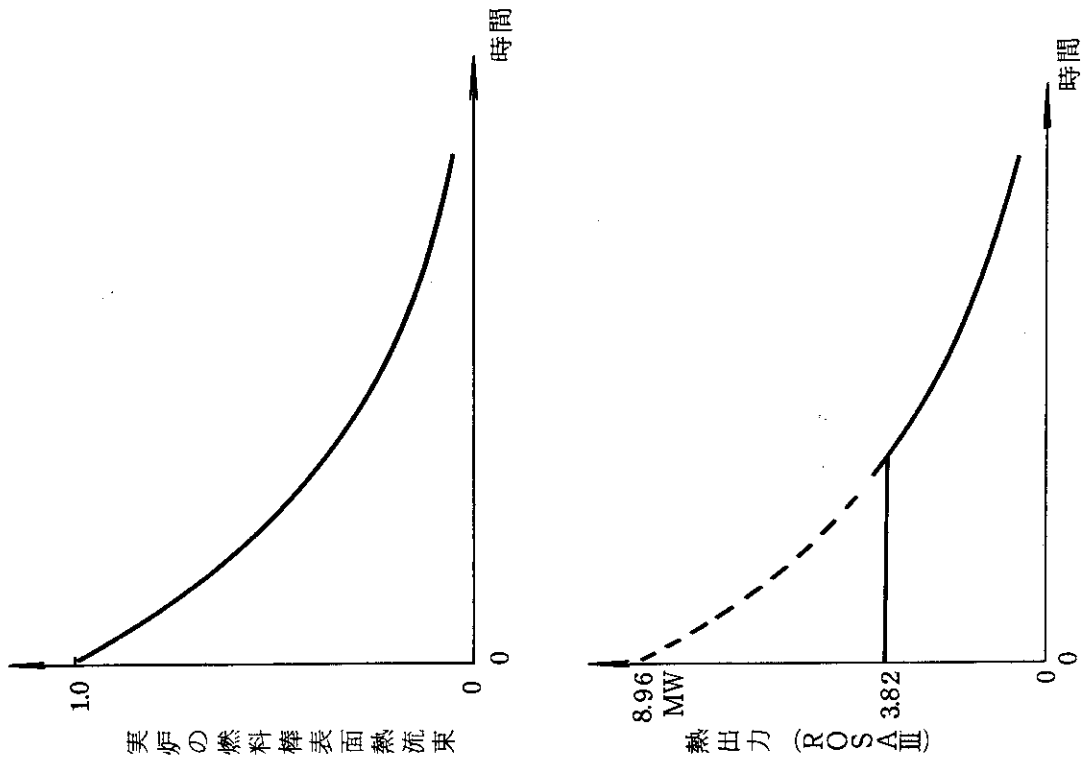


Fig. 15 Power Supply Curve for ROSA III

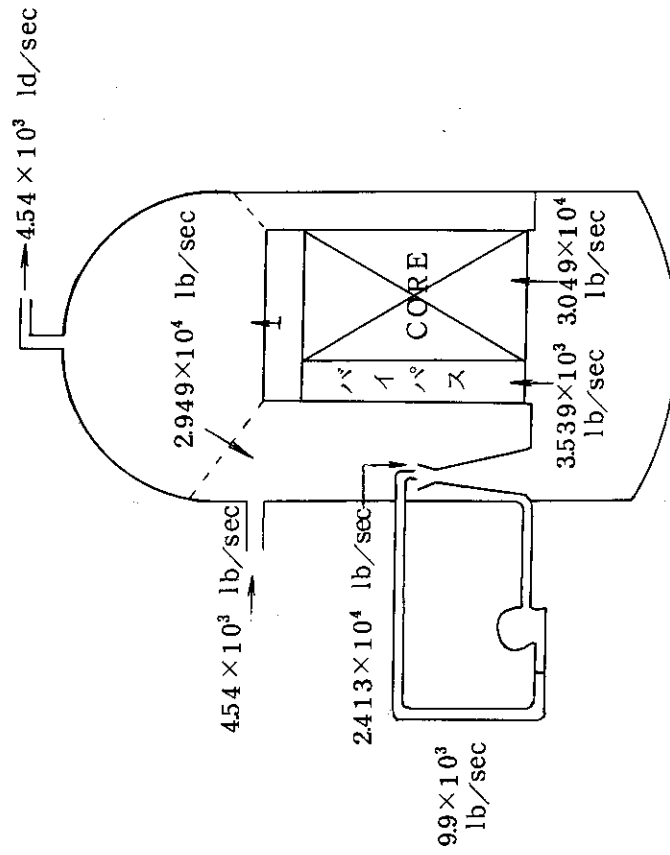
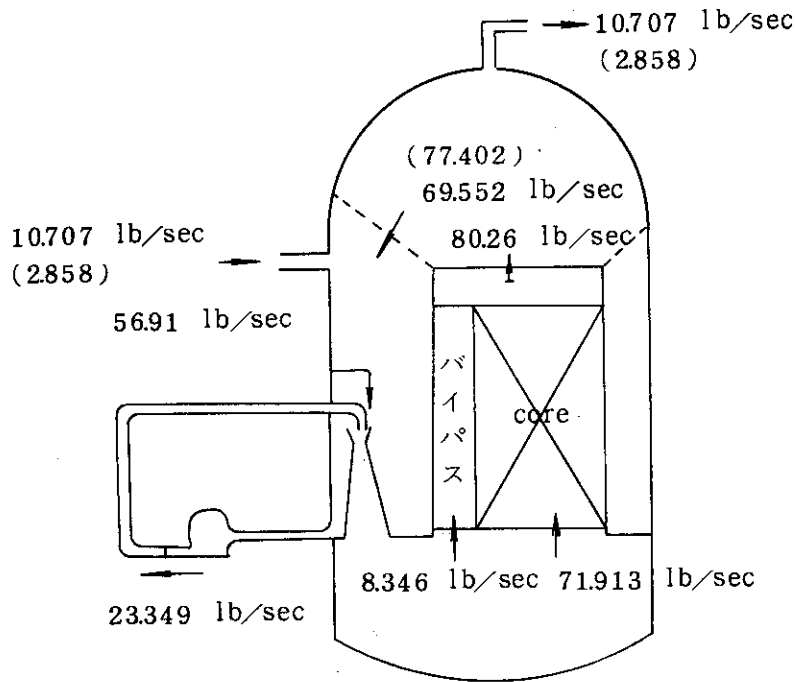


Fig. 16 Flow at Rated of BWR

炉心流量を実炉の $\frac{1}{424}$ とした場合の各部の流量

()内は、ROSA3の定常運転時のもの(炉心出口 quality 0.0374)



炉心出口 quality を BWR/6 なみの 0.1485 にするための流量

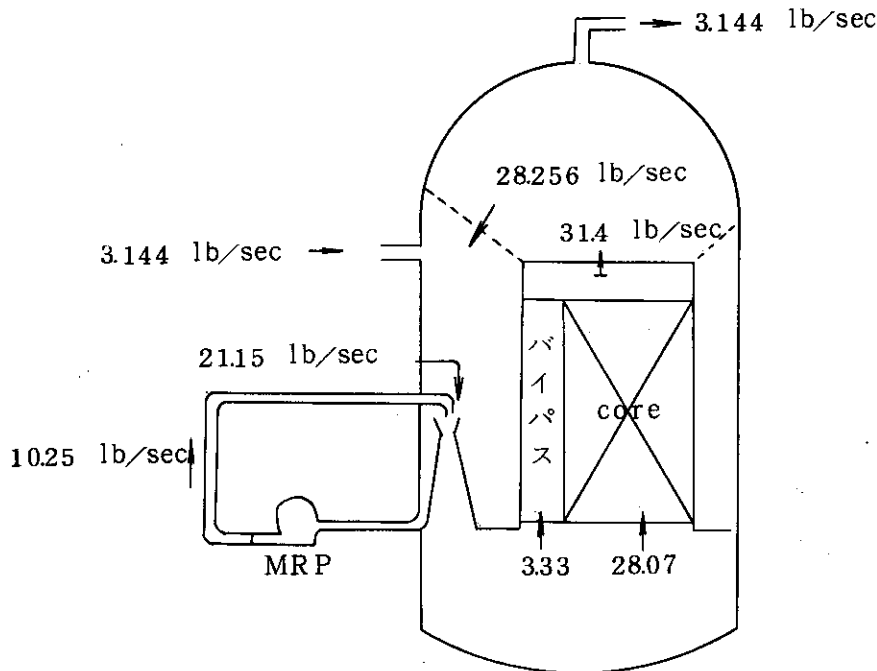


Fig. 17 Flow of Rated Power of ROSAIII

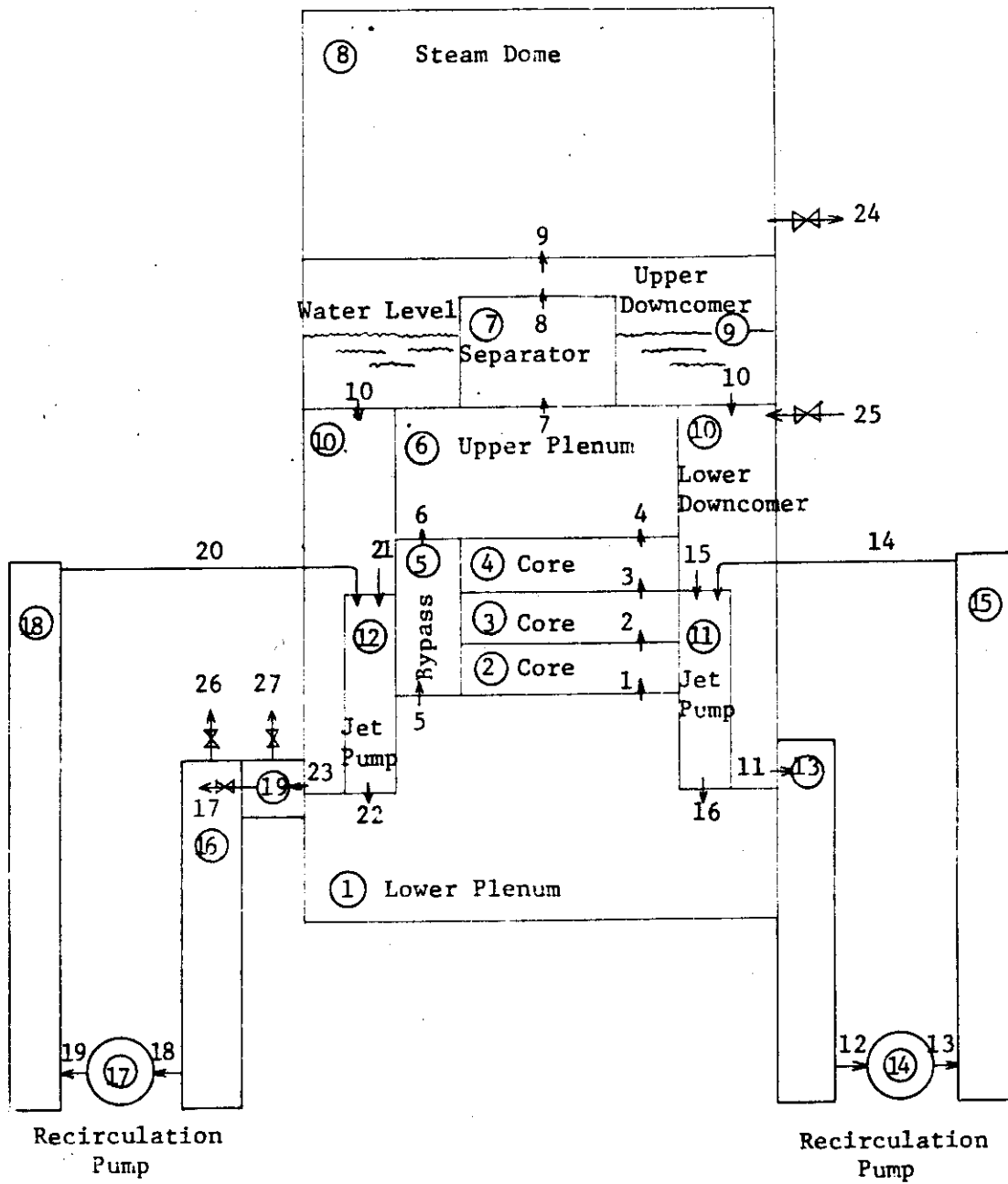


Fig. 18 BWR Fluid System Model for RELAP-4J Calculations

VÖLVME. JUNCTIÖN

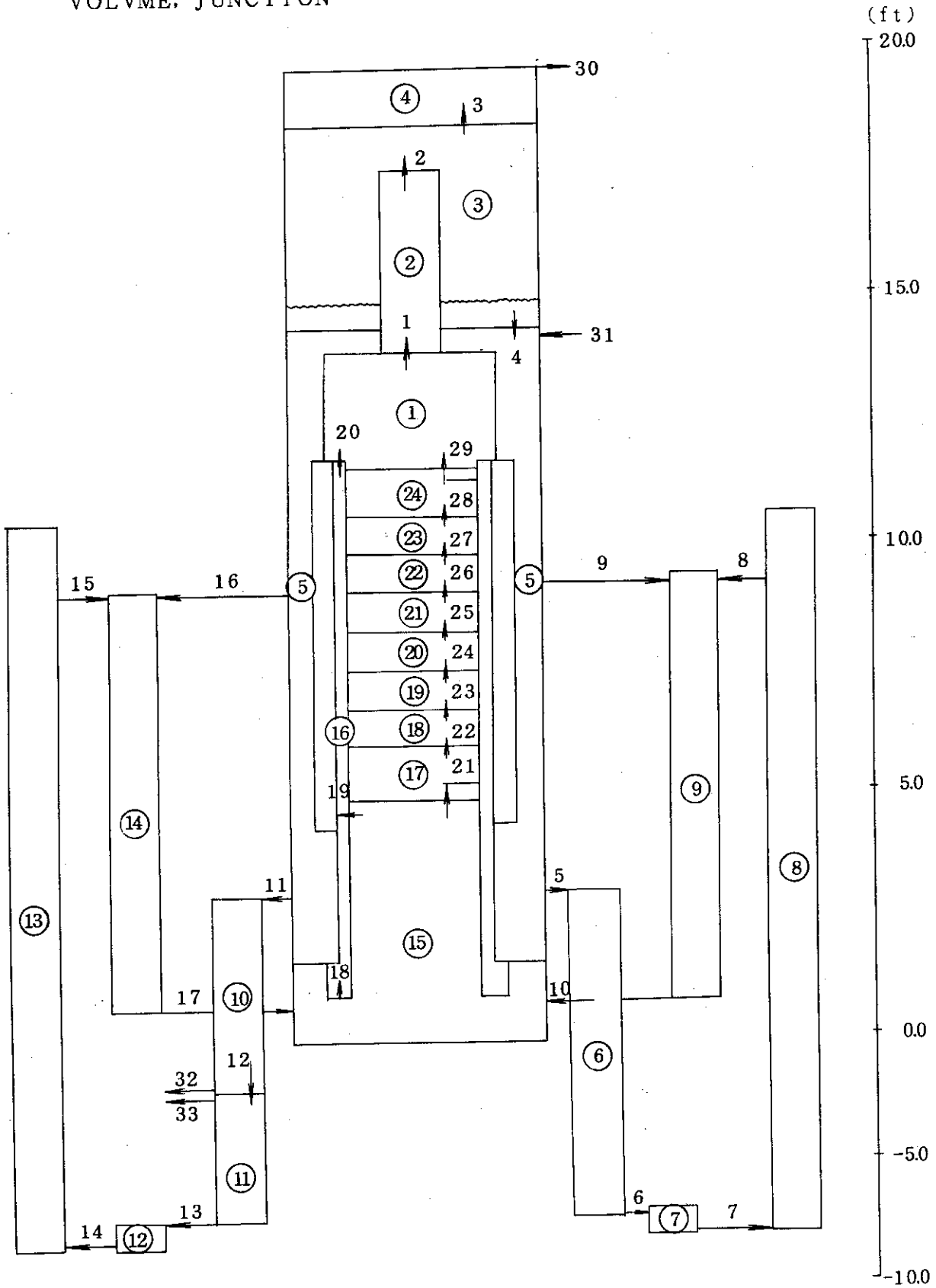


Fig. 19 ROSAM Fluid System Model for RELAP-4J Calculations

BWR(3800MW)

OR P0

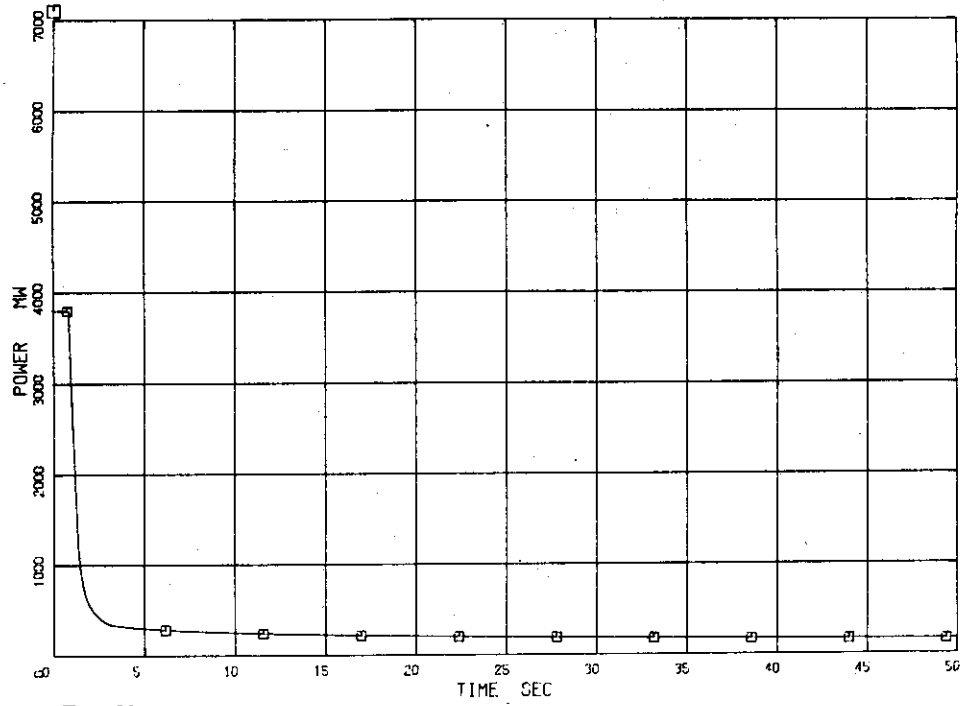


Fig. 20

BWR(3800MW)

OR JWJ27 OR JXJ27

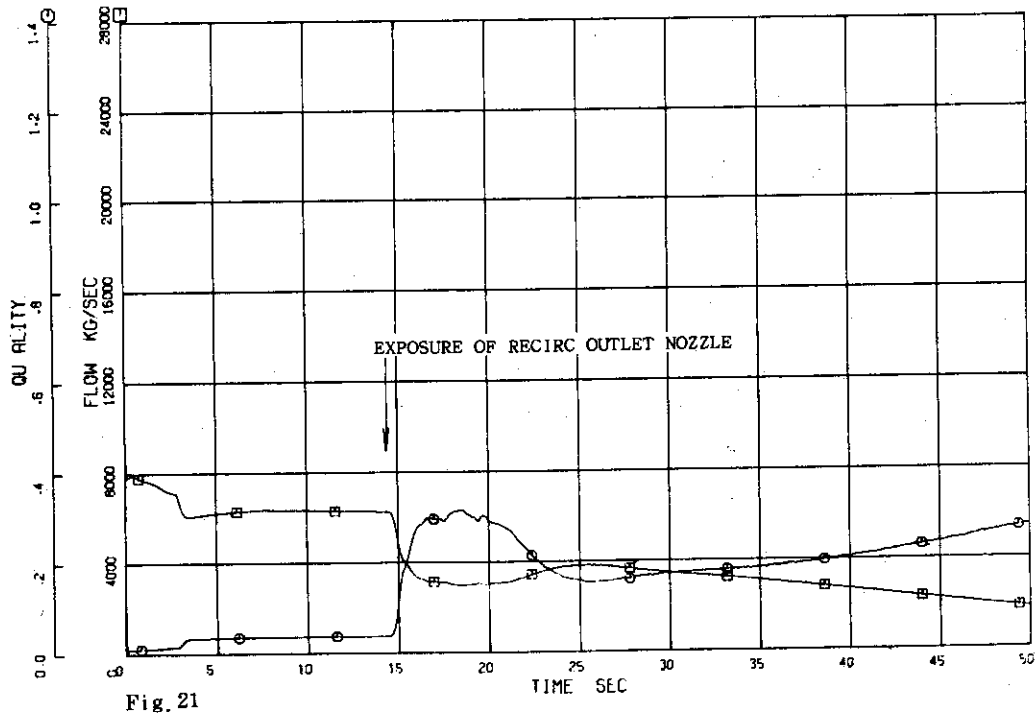


Fig. 21

BWR(3800MW)

□ JR JWJ26 ○ JR JXJ26

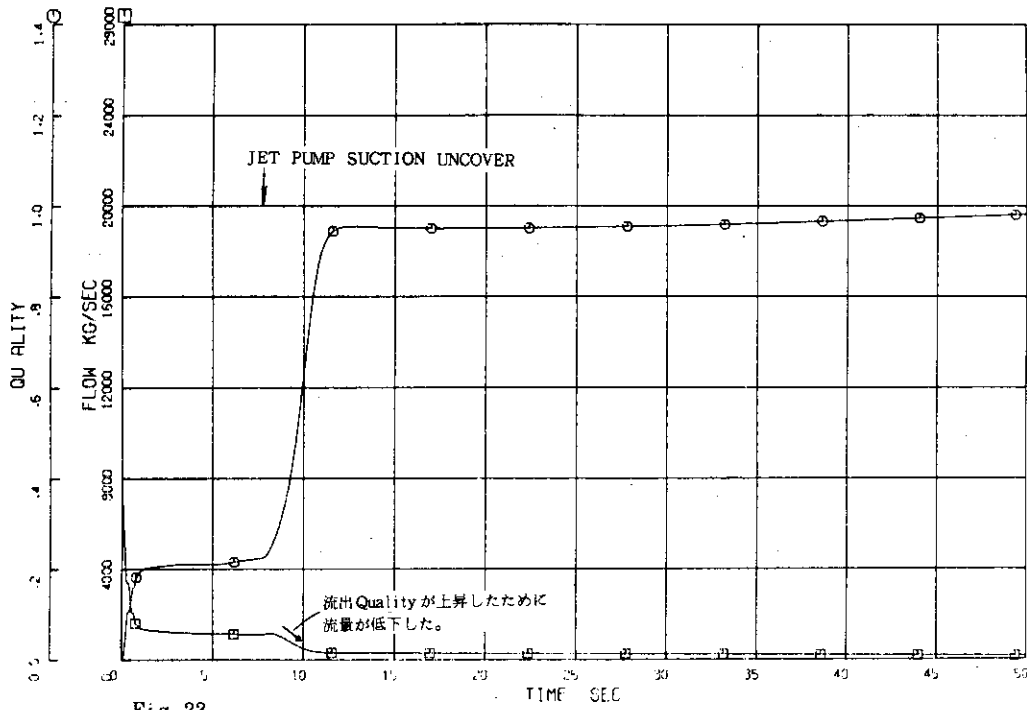


Fig. 22

BWR(3800MW)

□ JR JWJ1 ○ JR JWJ4

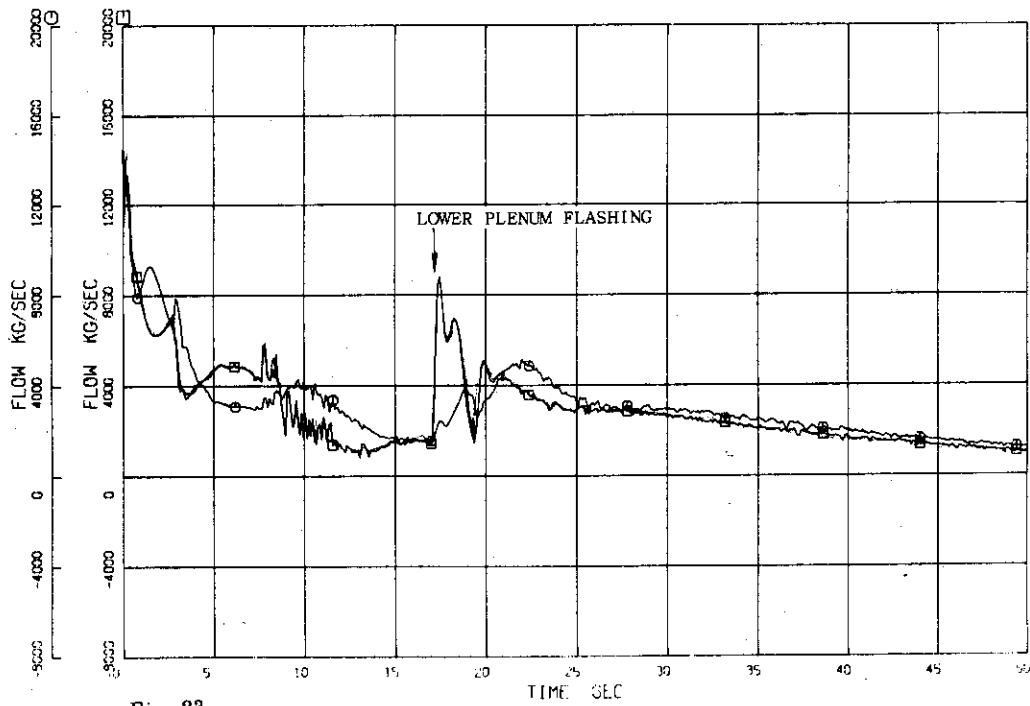


Fig. 23

BWR(3800MW)

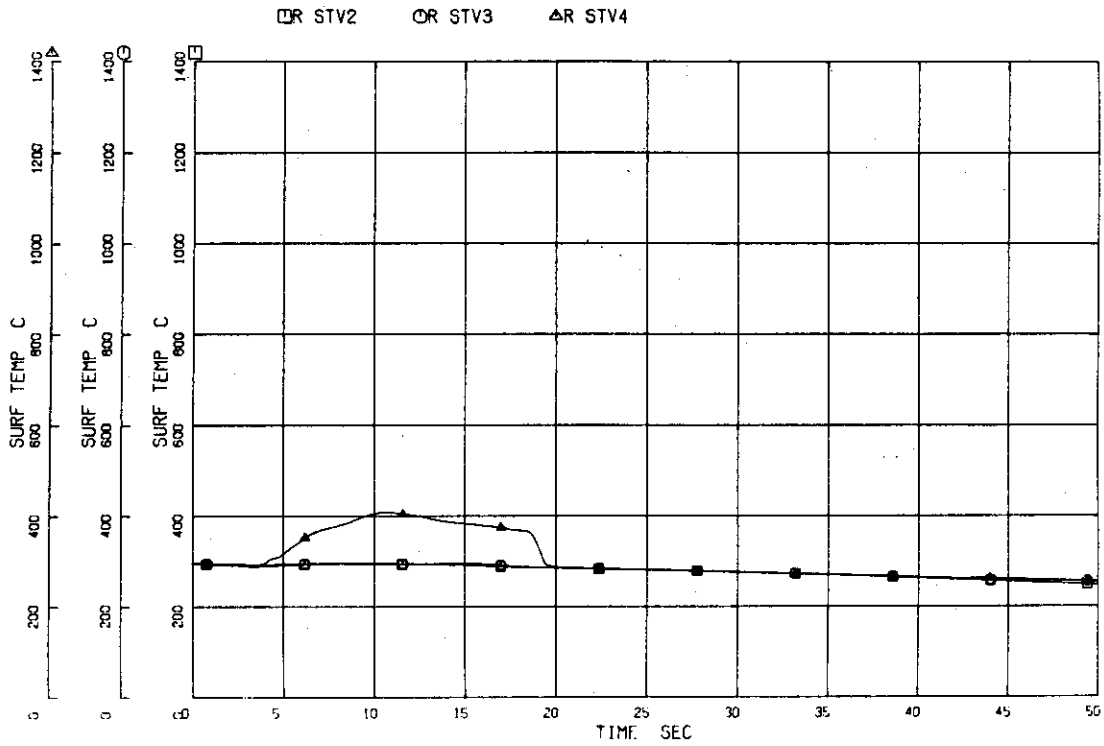


Fig. 24

BWR(3800MW)

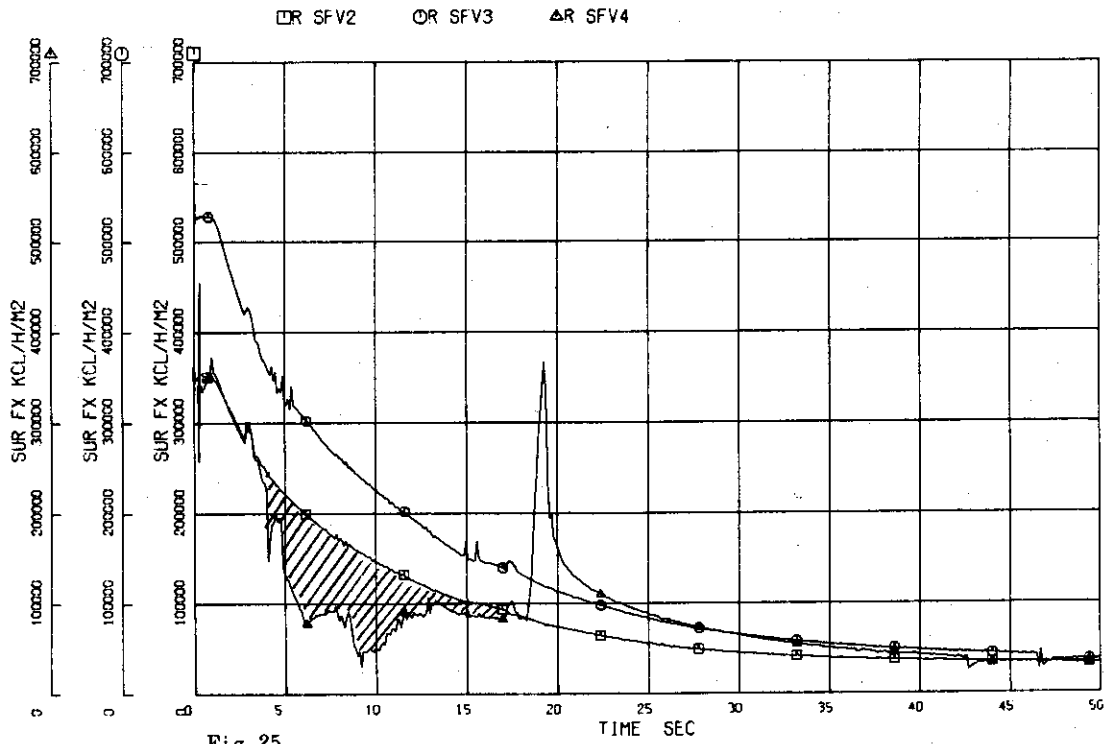


Fig. 25

BWR (3800MW)

□ AXV2 ○ AXV3 △ AXV4

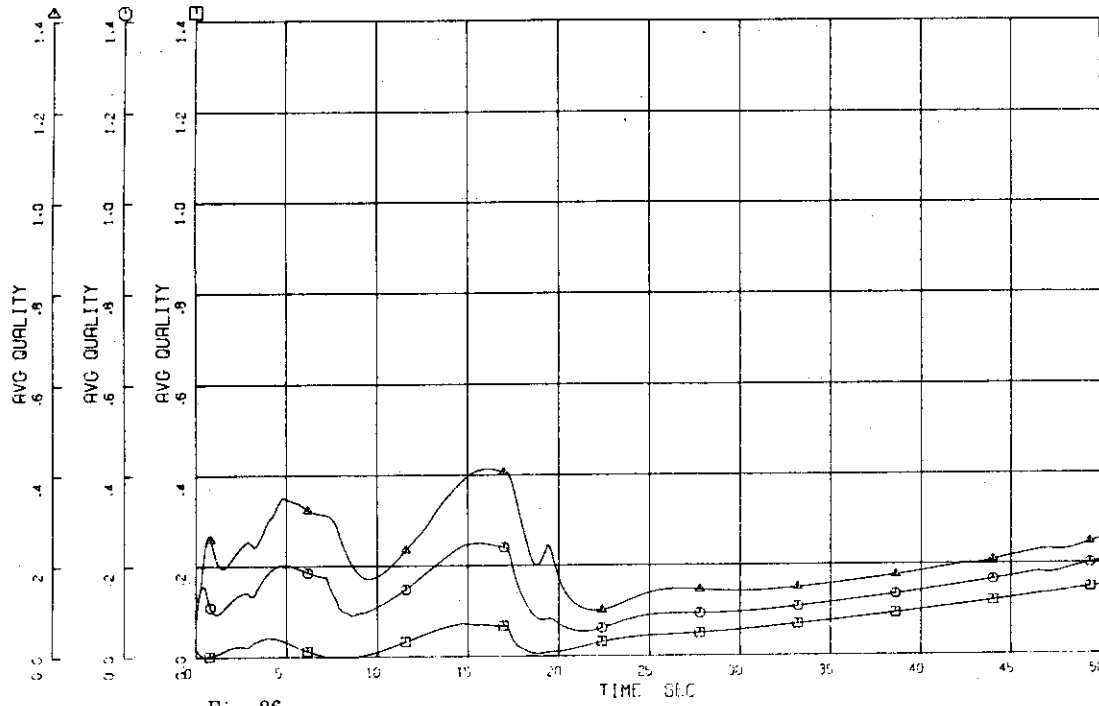


Fig. 26

BWR (3800MW)

□ MLV10 ○ RPV1 △ AXV1

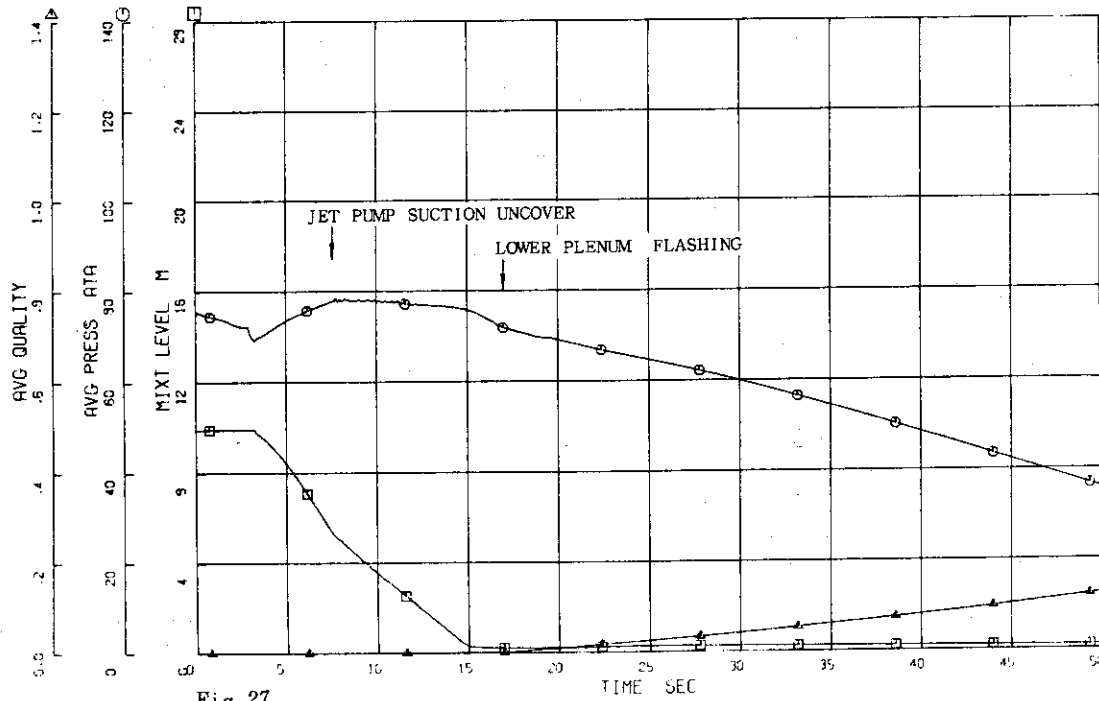


Fig. 27

BWR(3800MW)

□ JWJ20 ○ JXJ20

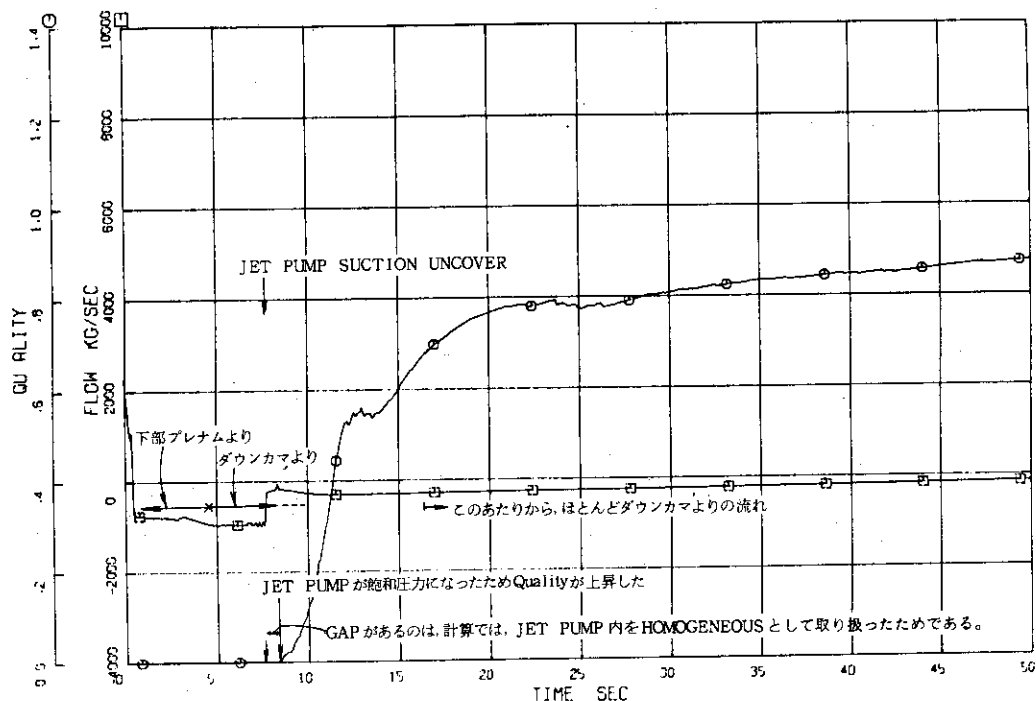


Fig. 28

BWR(3800MW)

□ JWJ21 ○ JXJ21

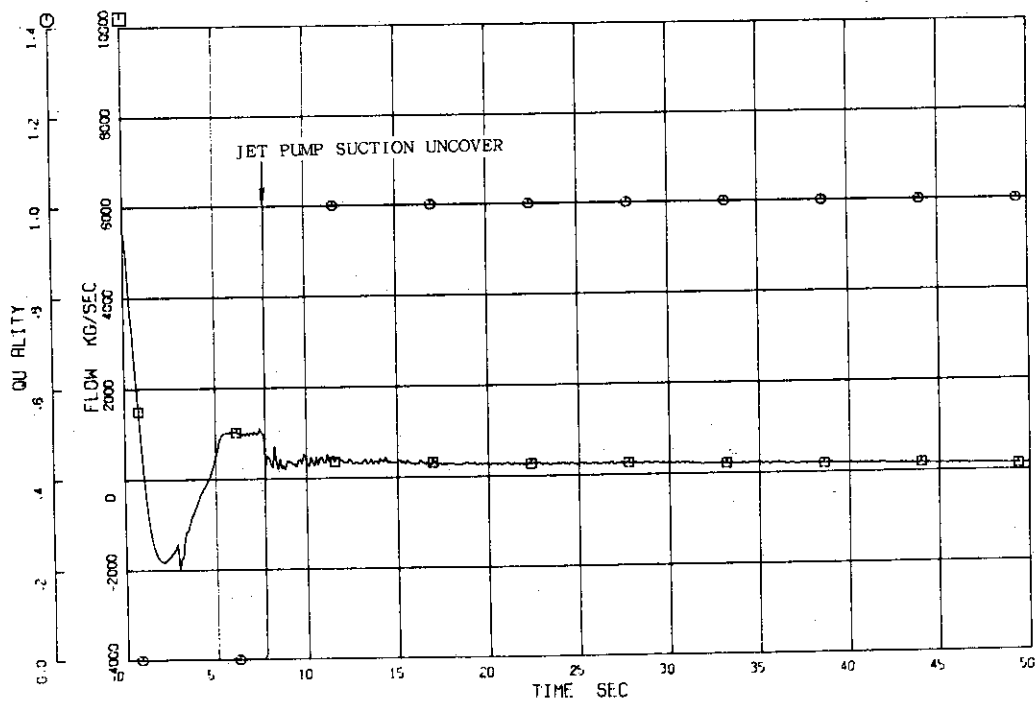


Fig. 29

BWR(3800MW)

□ JWJ22 ○ JXJ22

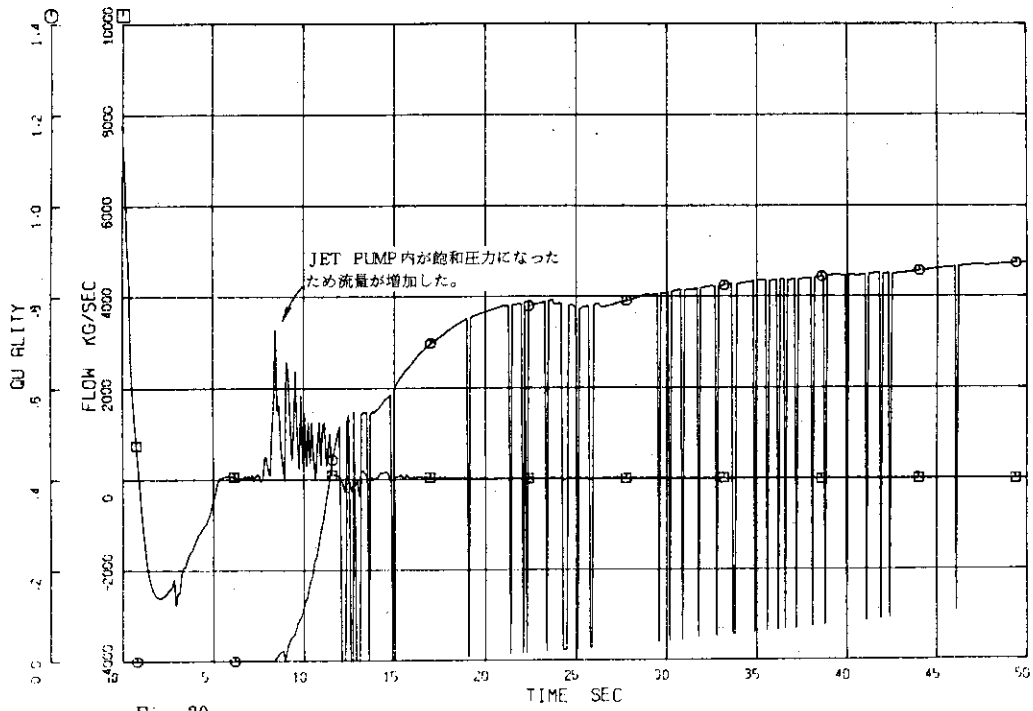


Fig. 30

BWR(3800MW)

□ JXJ14 ○ JWJ14

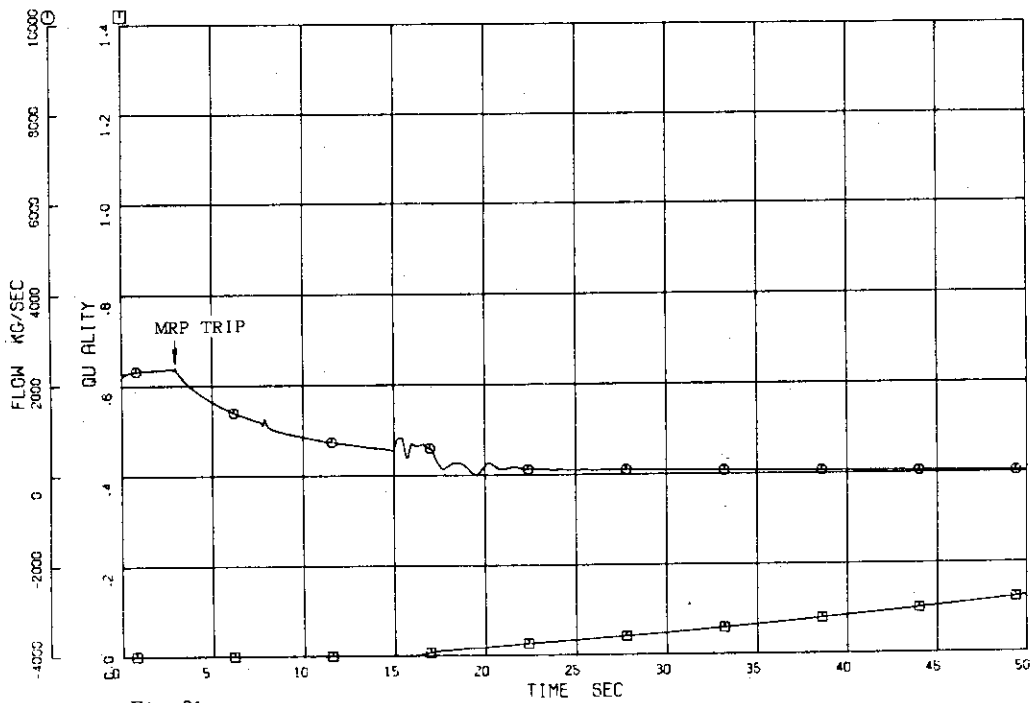


Fig. 31

BWR(3800MW)

□ JXJ15 ○ JWJ15

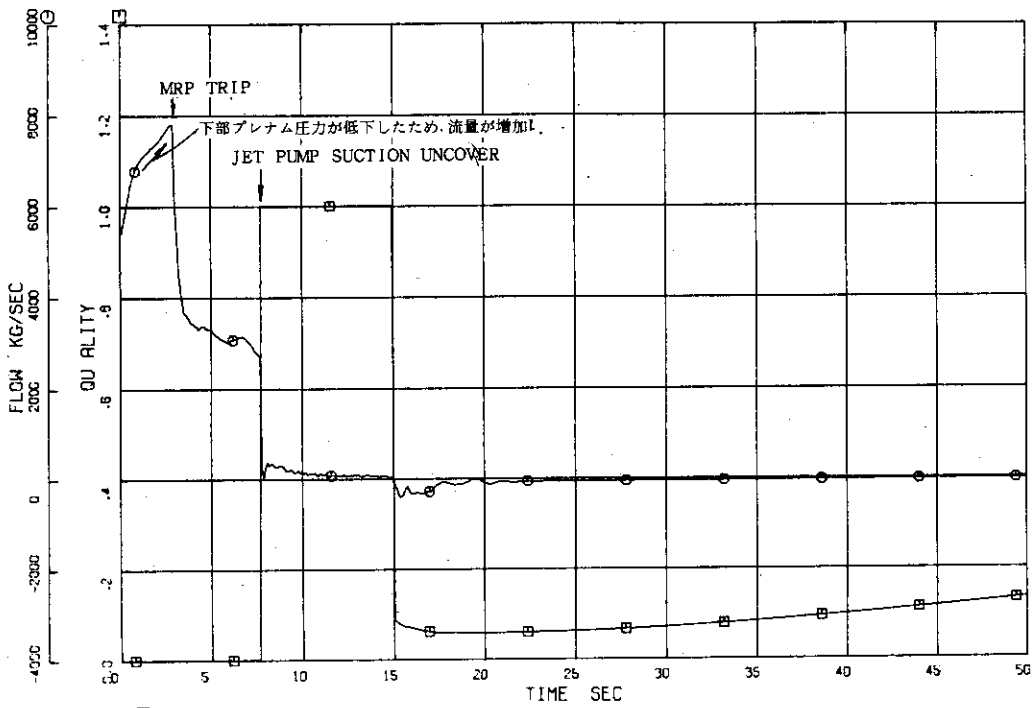


Fig. 32

BWR(3800MW)

□ JWJ16 ○ JXJ16

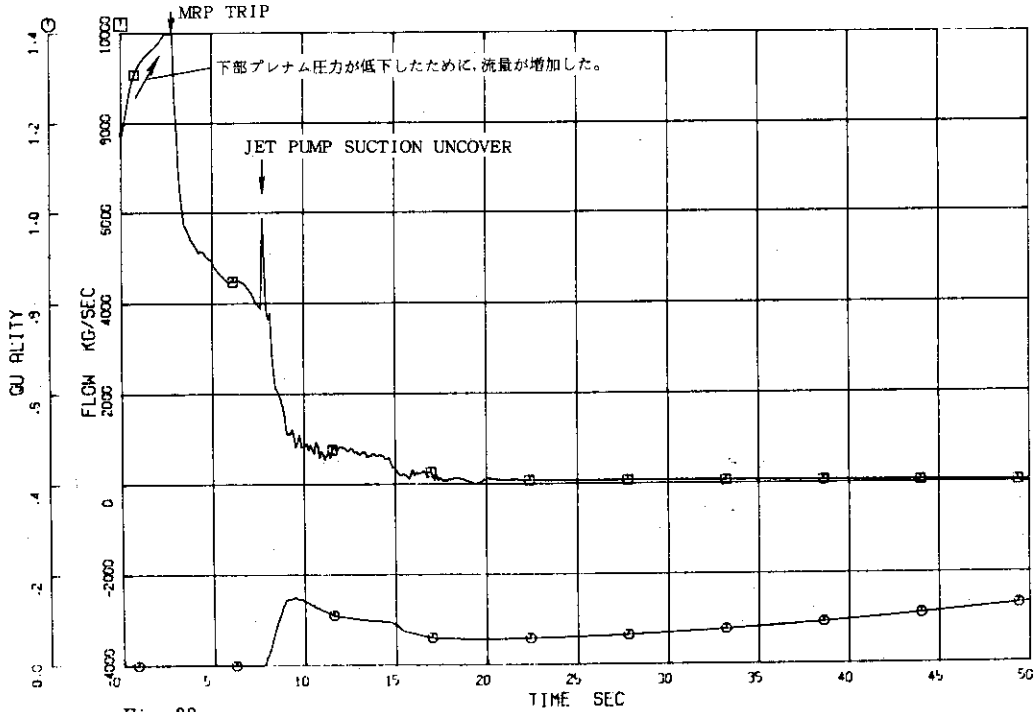


Fig. 33

ROSA3

□ OR P0

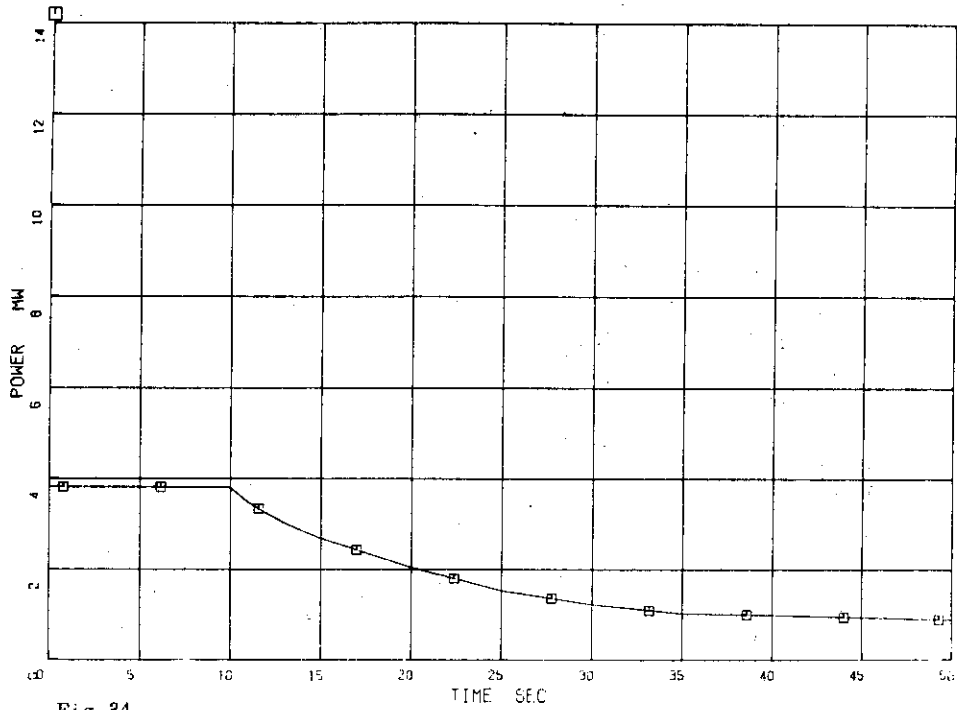


Fig. 84

ROSA3

□ OR JWJ32 ○ OR JXJ32

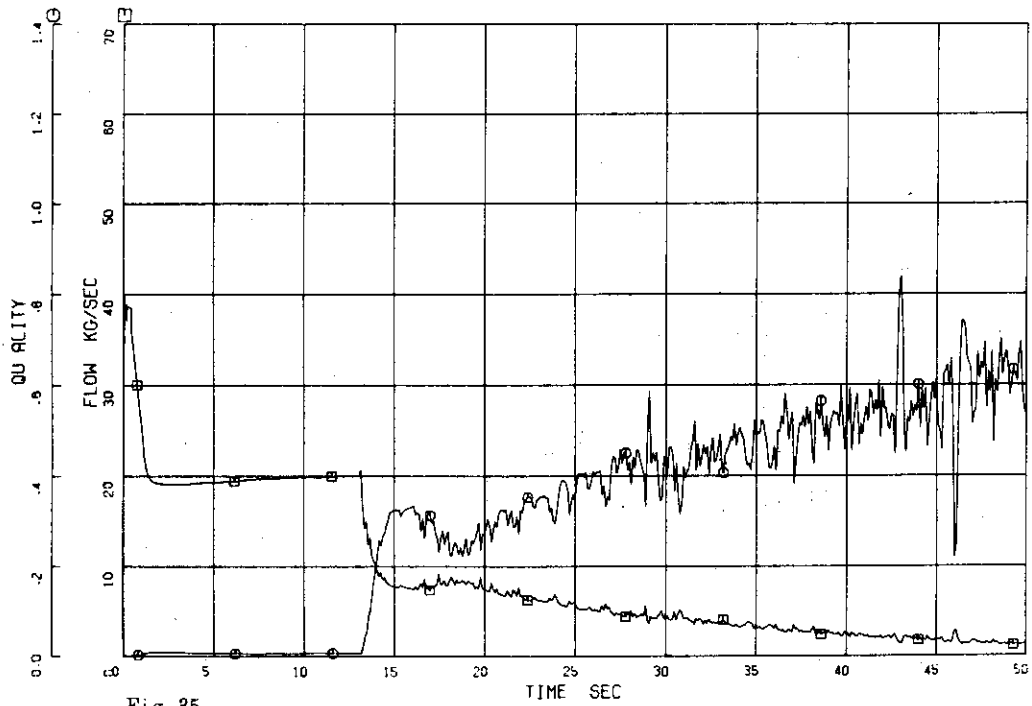


Fig. 85

ROSA3

□ R JWJ33 ○ R JXJ33

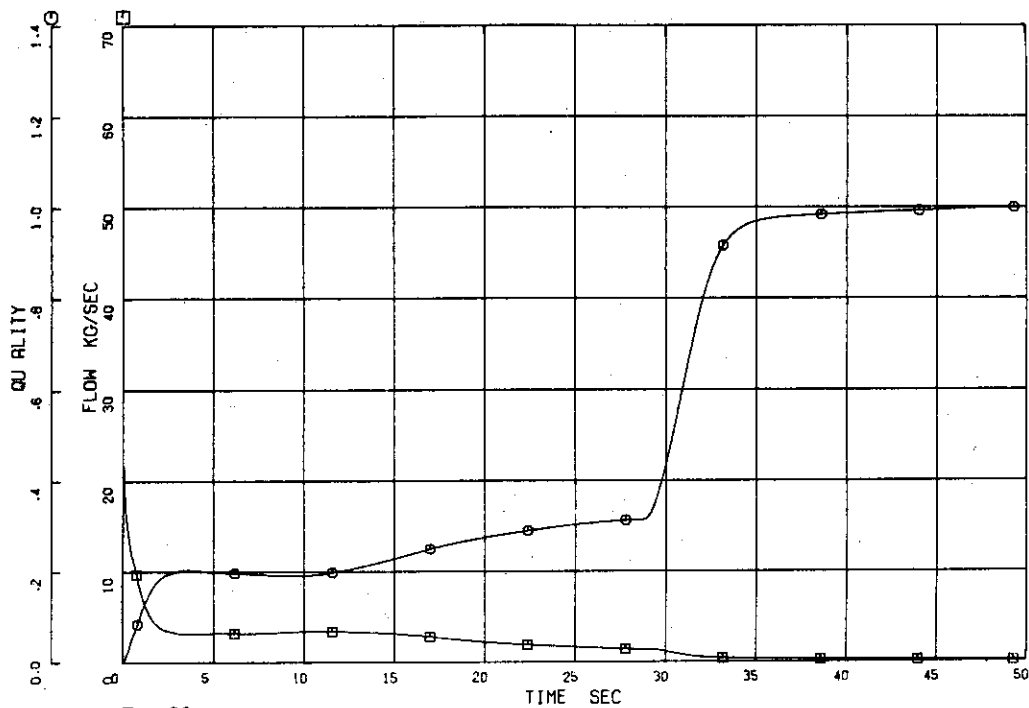


Fig. 36

ROSA3

□ R JWJ21 ○ R JWJ29

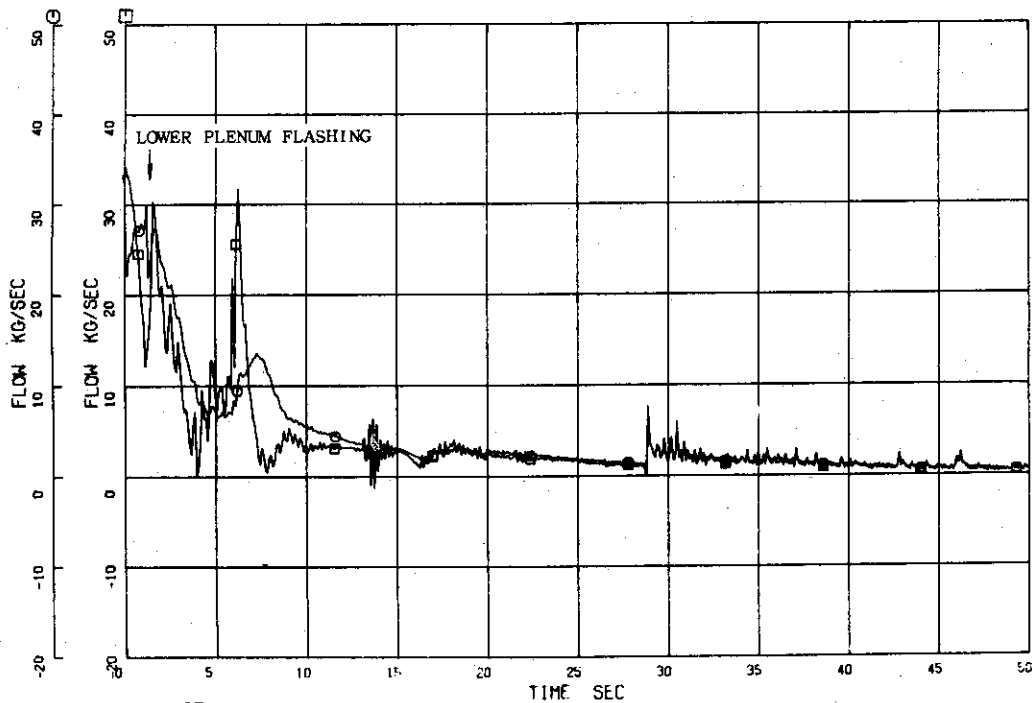


Fig. 37

ROSA3

□ R STV17 ○ R STV21 ▲ R STV24

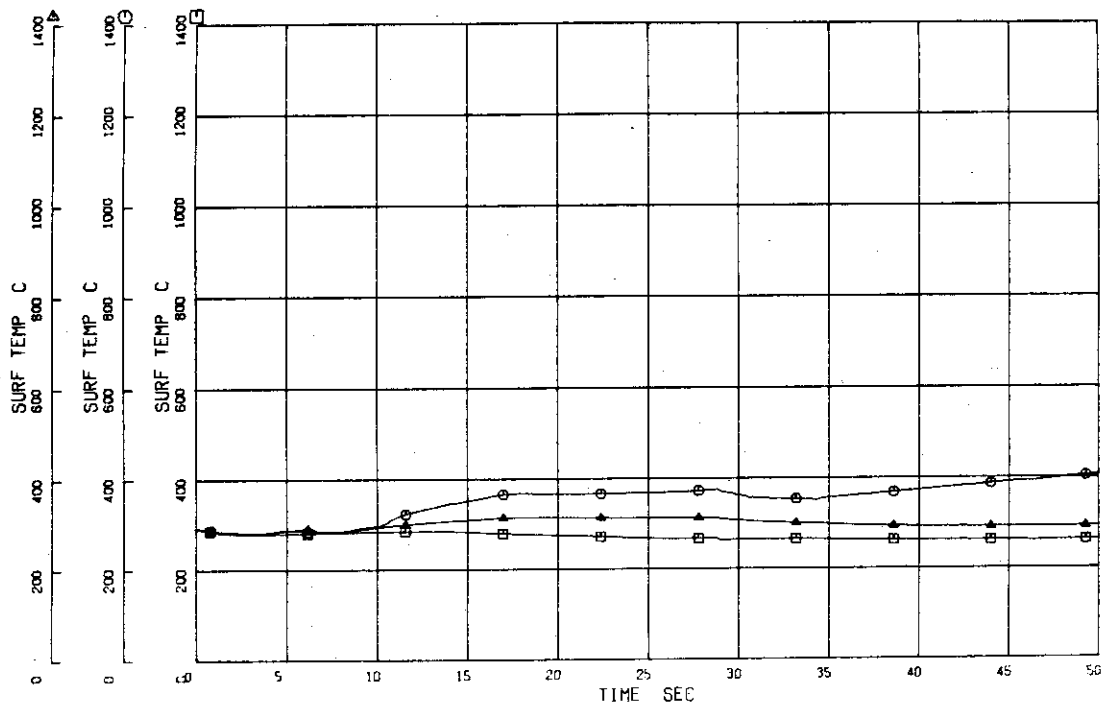


Fig. 38

ROSA3

□ R SFV17 ○ R SFV21 ▲ R SFV24

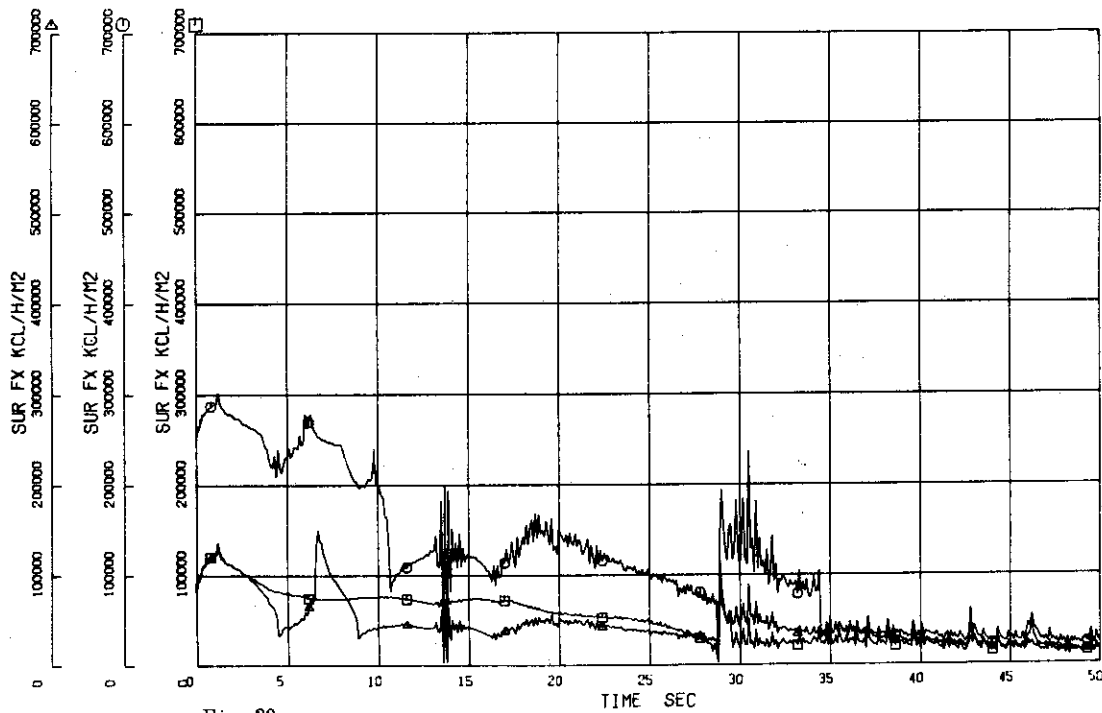
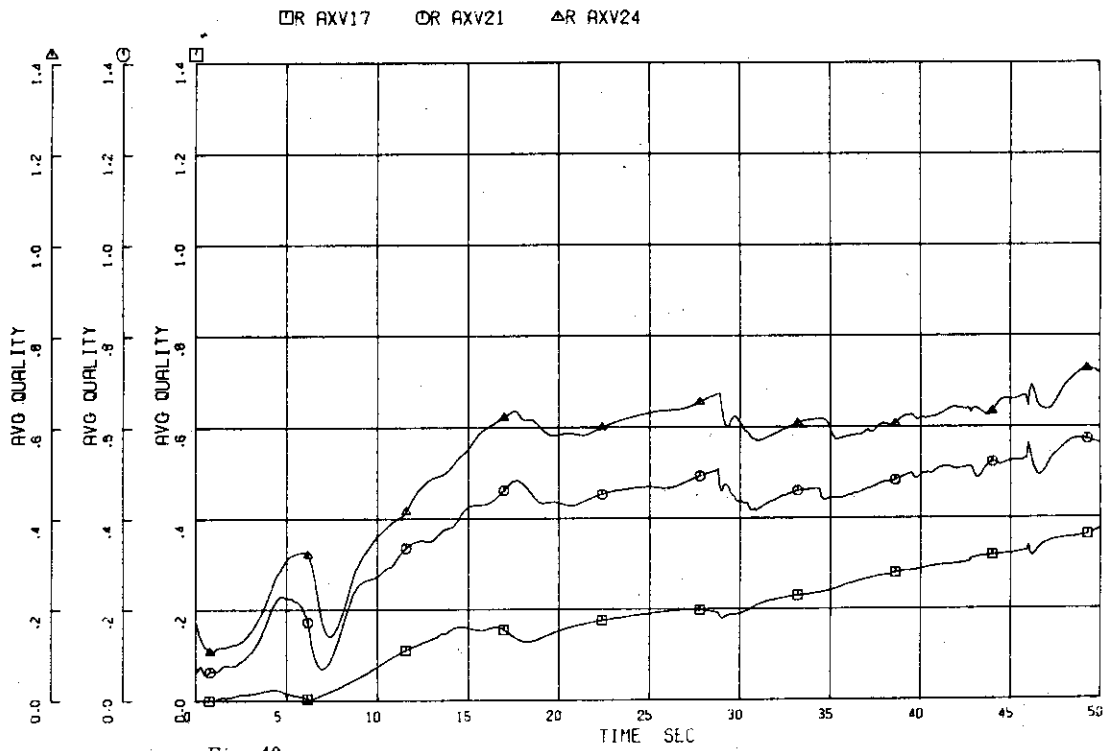
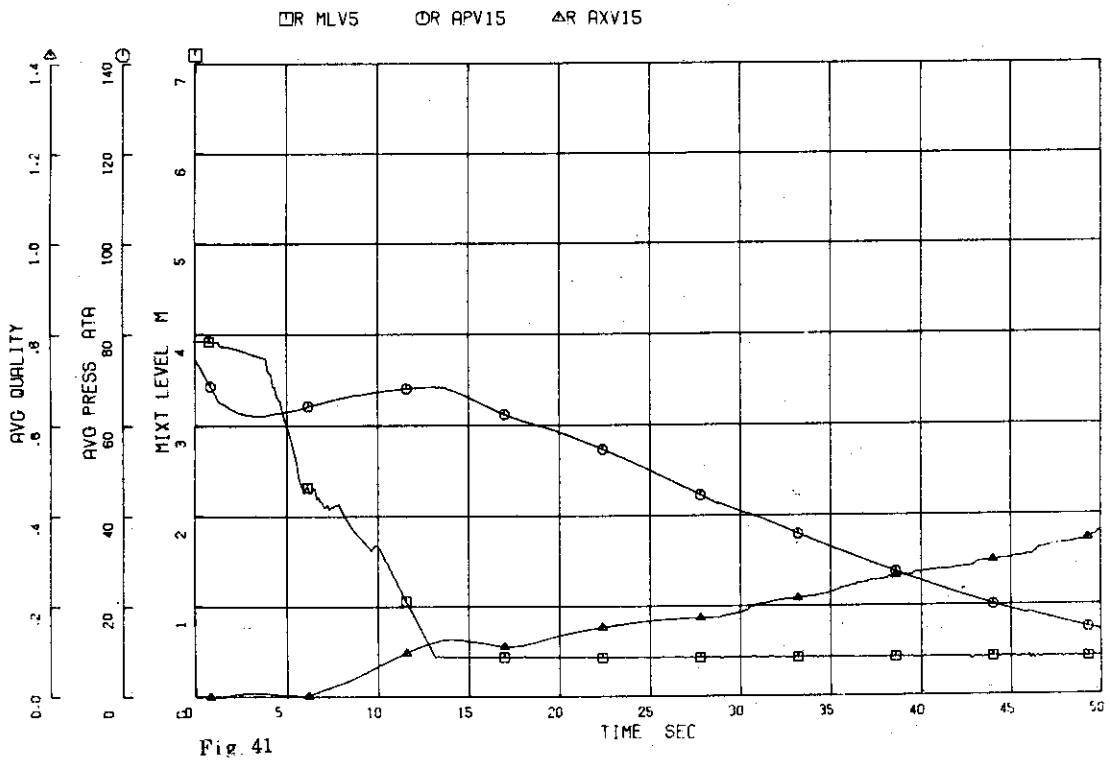


Fig. 39

ROSA3



ROSA3



ROSA3

□ JWJ15 ○ JXJ15

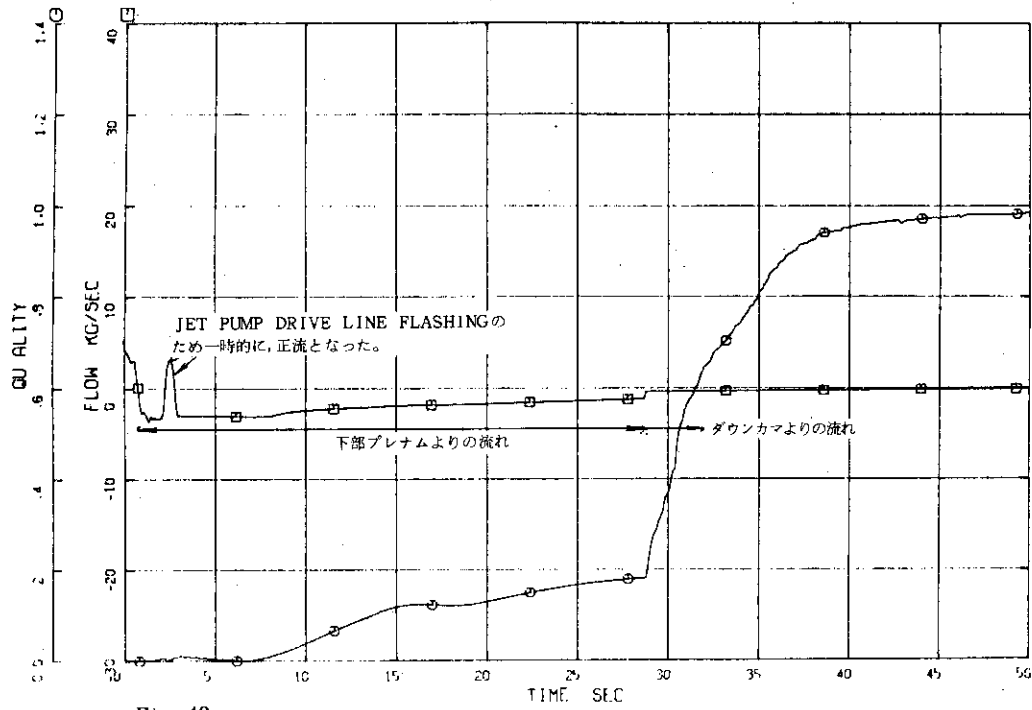


Fig. 42

ROSA3

□ JWJ16 ○ JXJ16

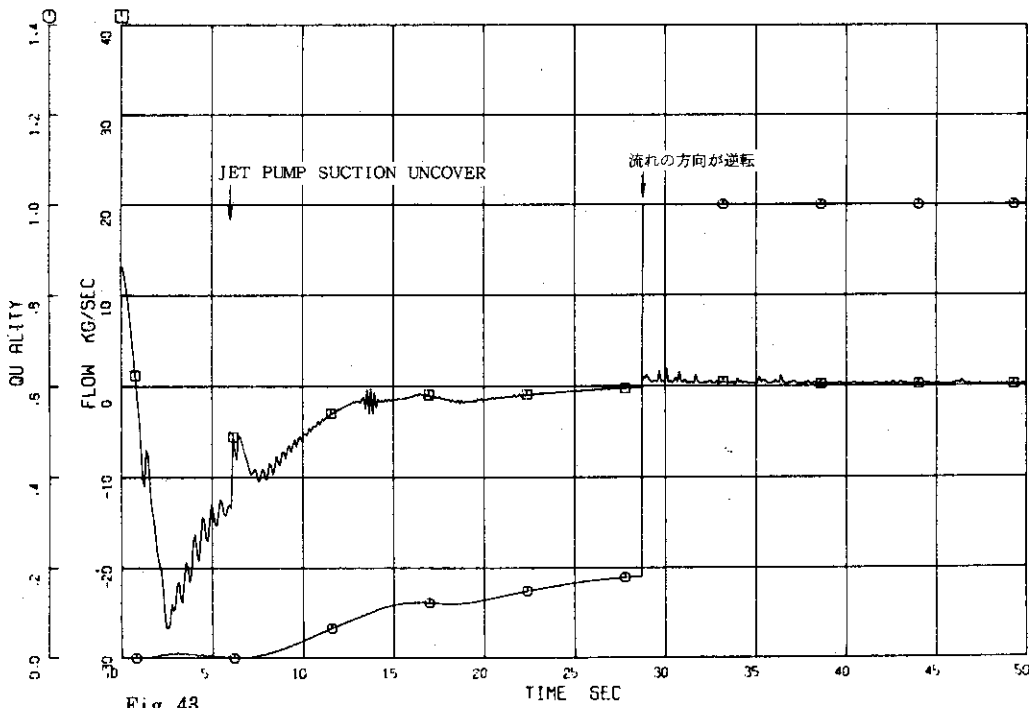


Fig. 43

ROSA3

□ JWJ17 ○ JXJ17

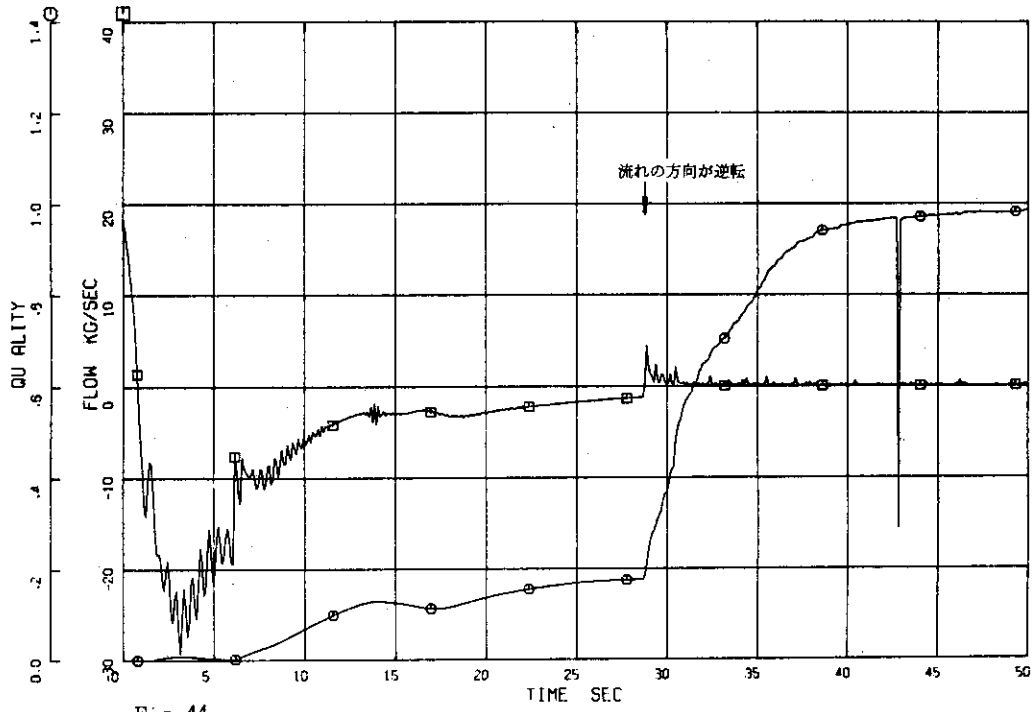


Fig. 44

ROSA3

□ JWJ8 ○ JXJ8

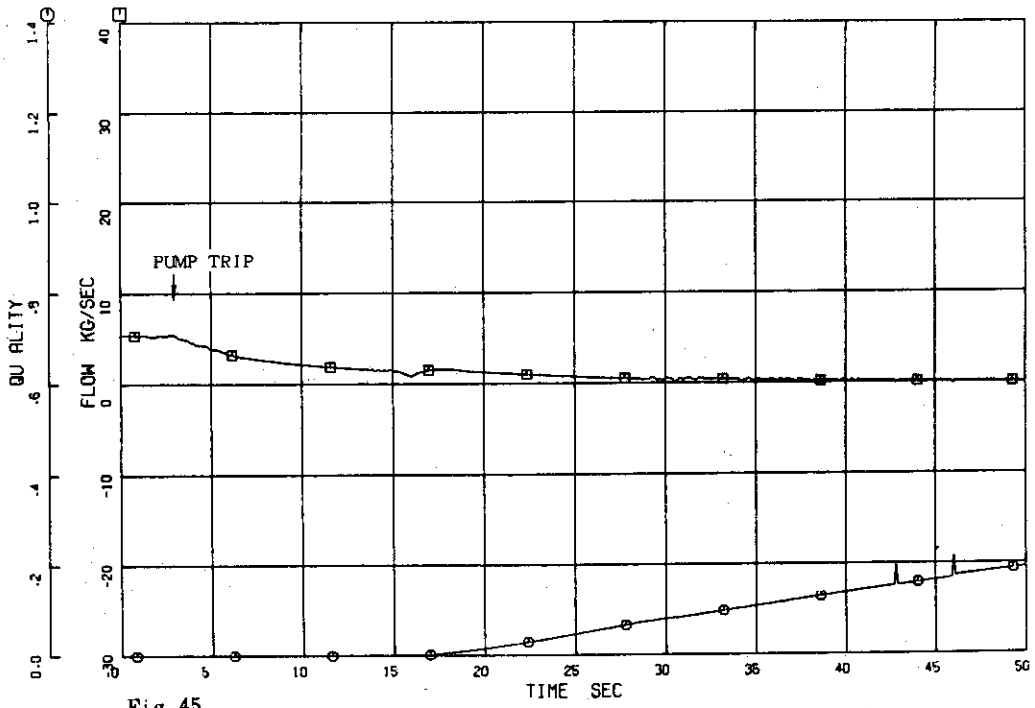


Fig. 45

ROSA3

OR JWJ9 OR JXJ9

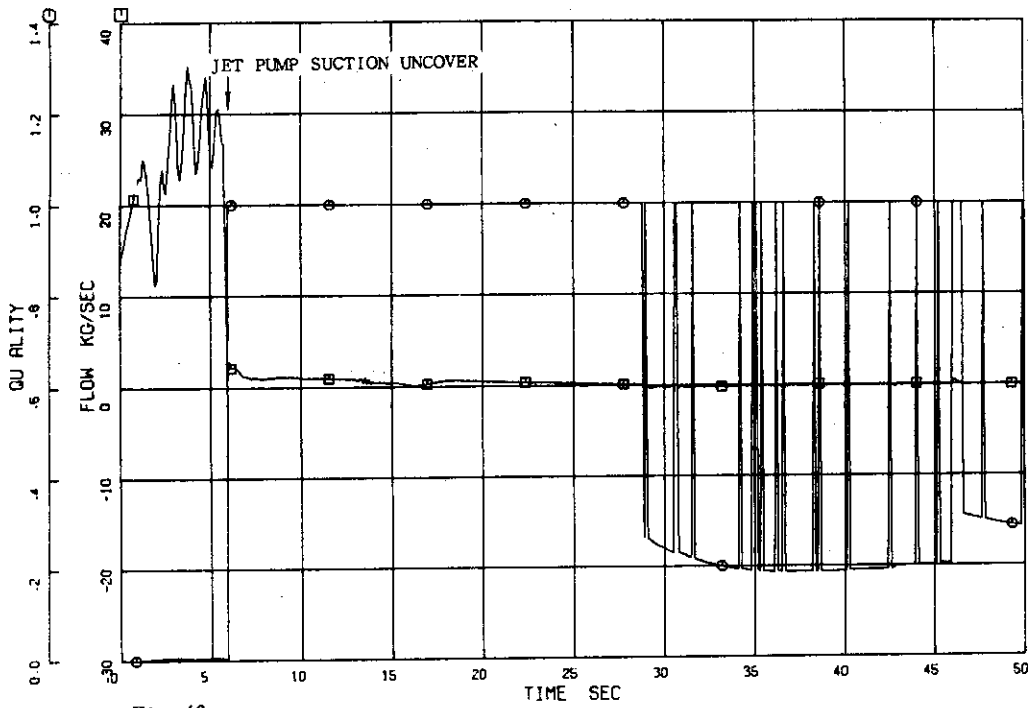


Fig. 46

ROSA3

OR JWJ10 OR JXJ10

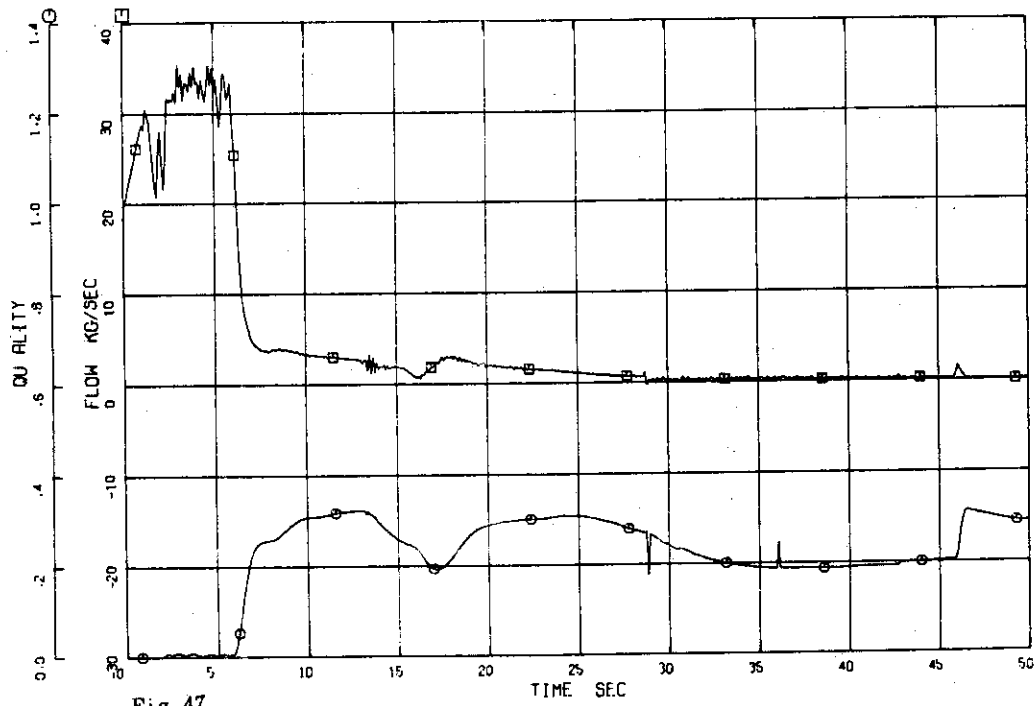


Fig. 47

ROSA3

□ JWJ32 ○ JXJ32

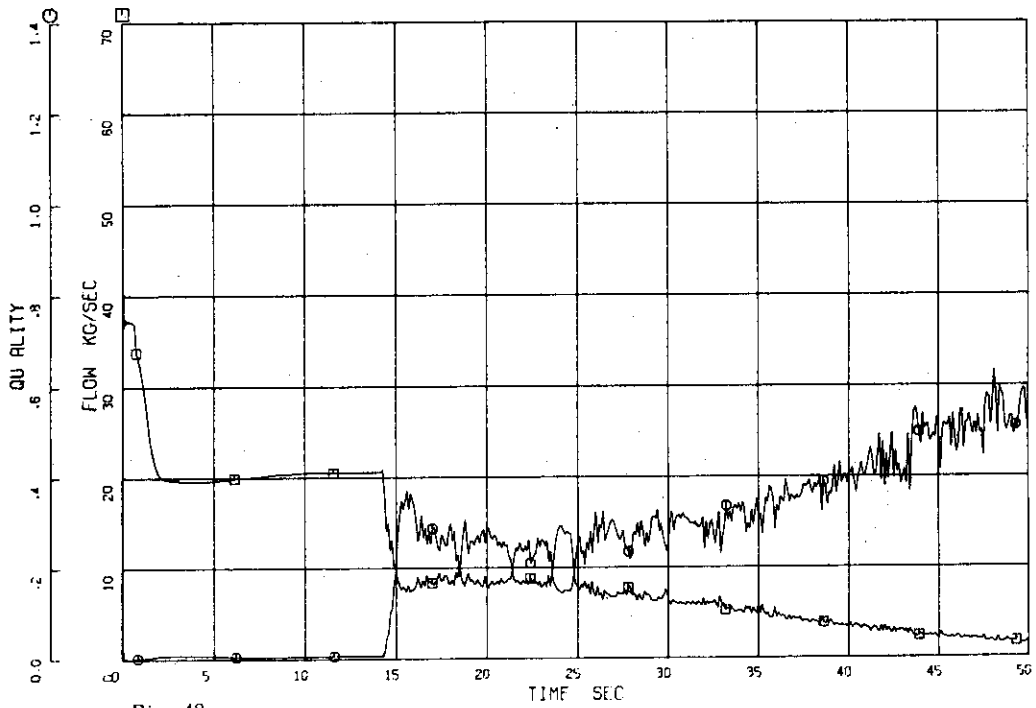


Fig. 48

ROSA3

□ JWJ33 ○ JXJ33

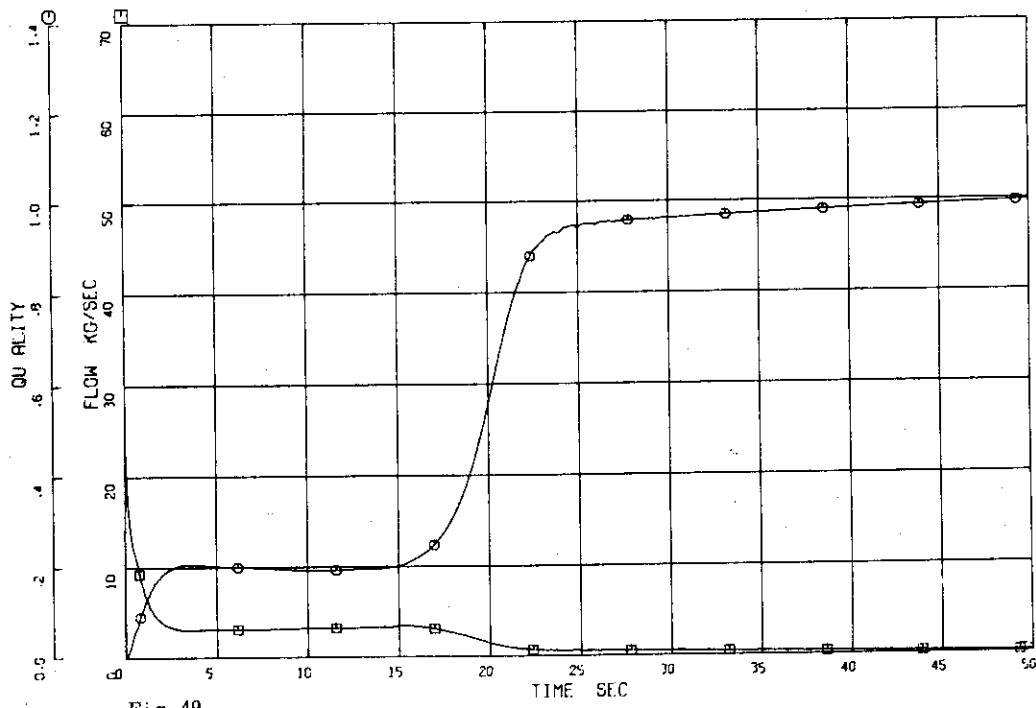


Fig. 49

ROSA3

□ JWJ21 ○ JWJ29

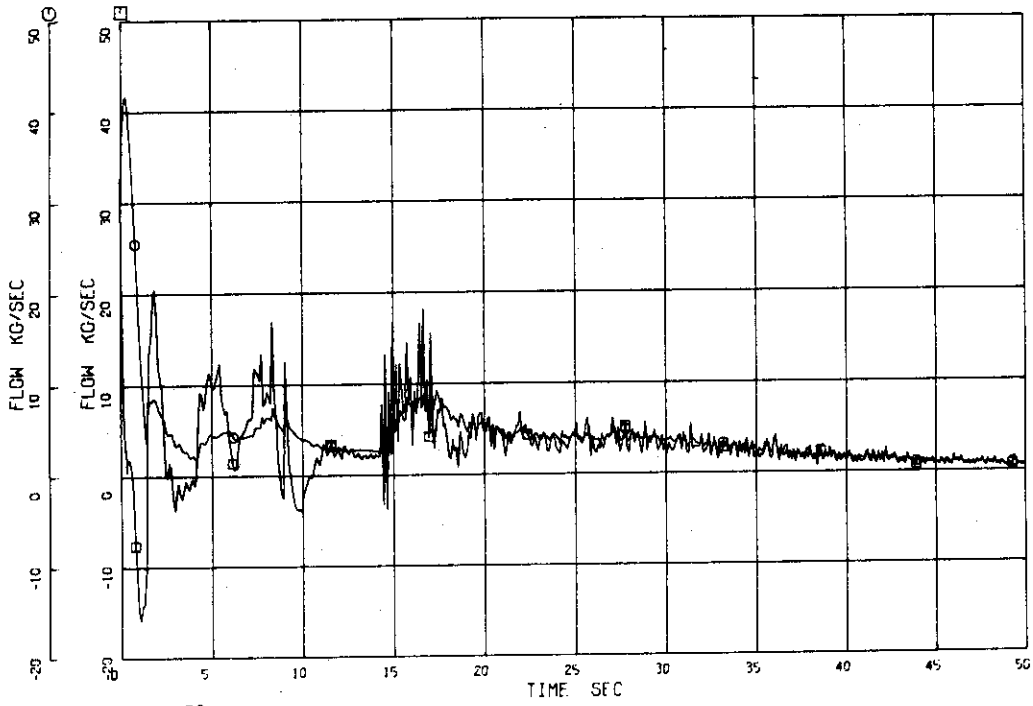


Fig. 50

ROSA3

□ STV17 ○ STV21 △ STV24

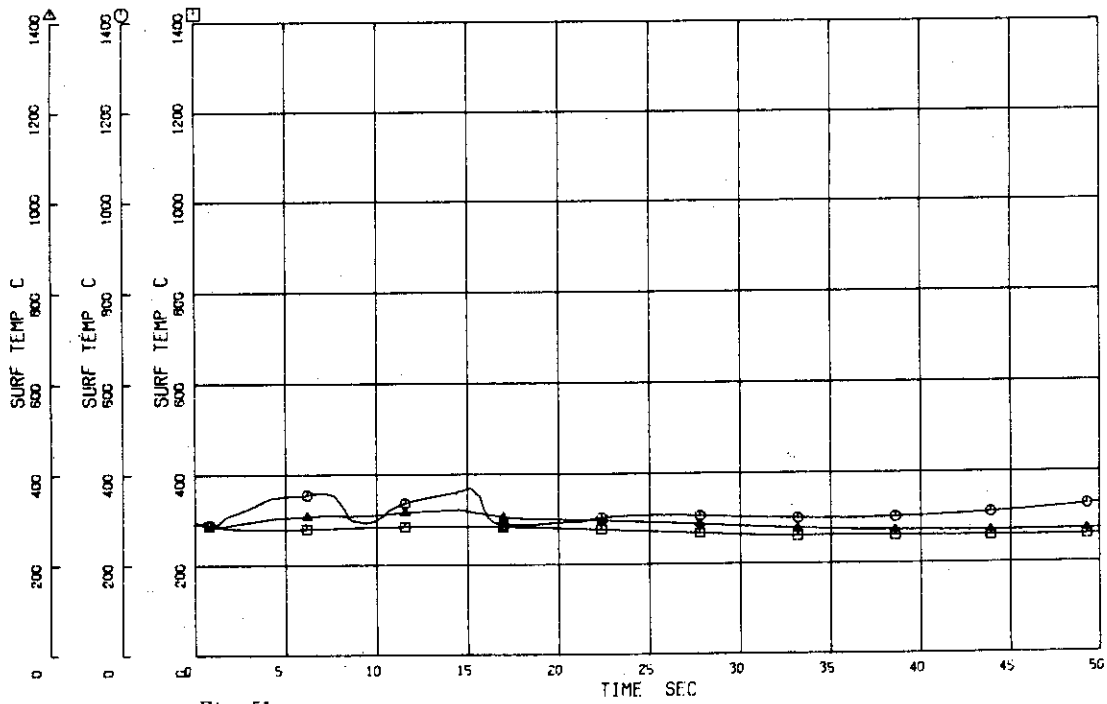
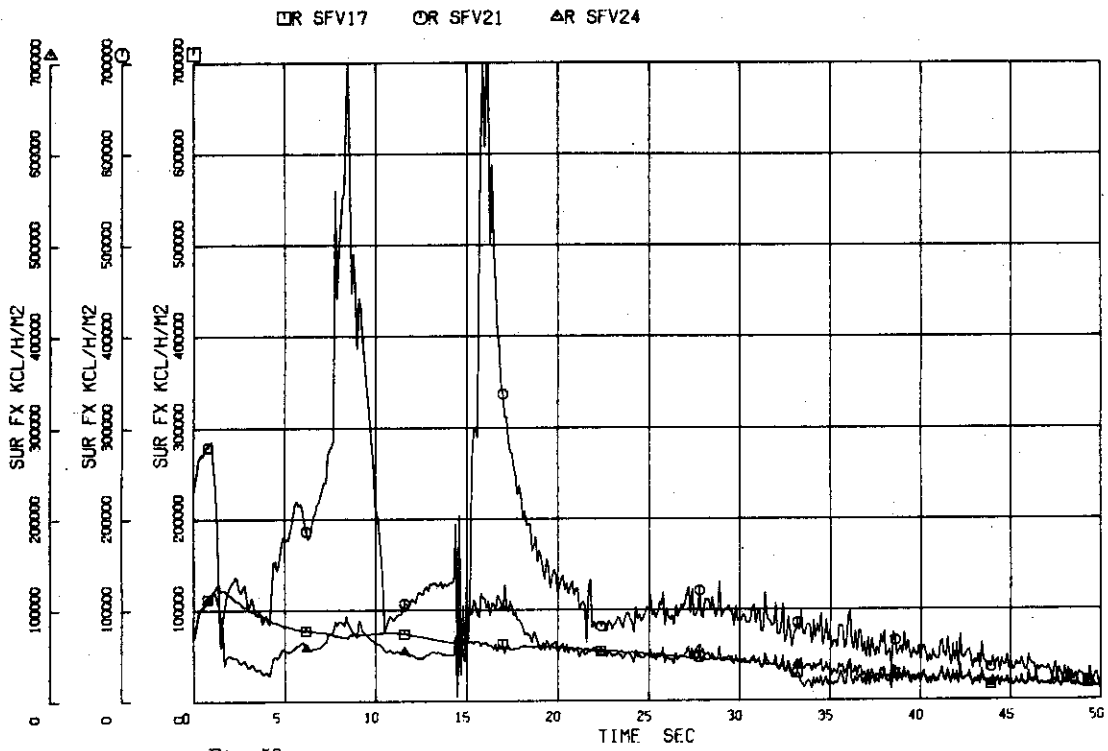
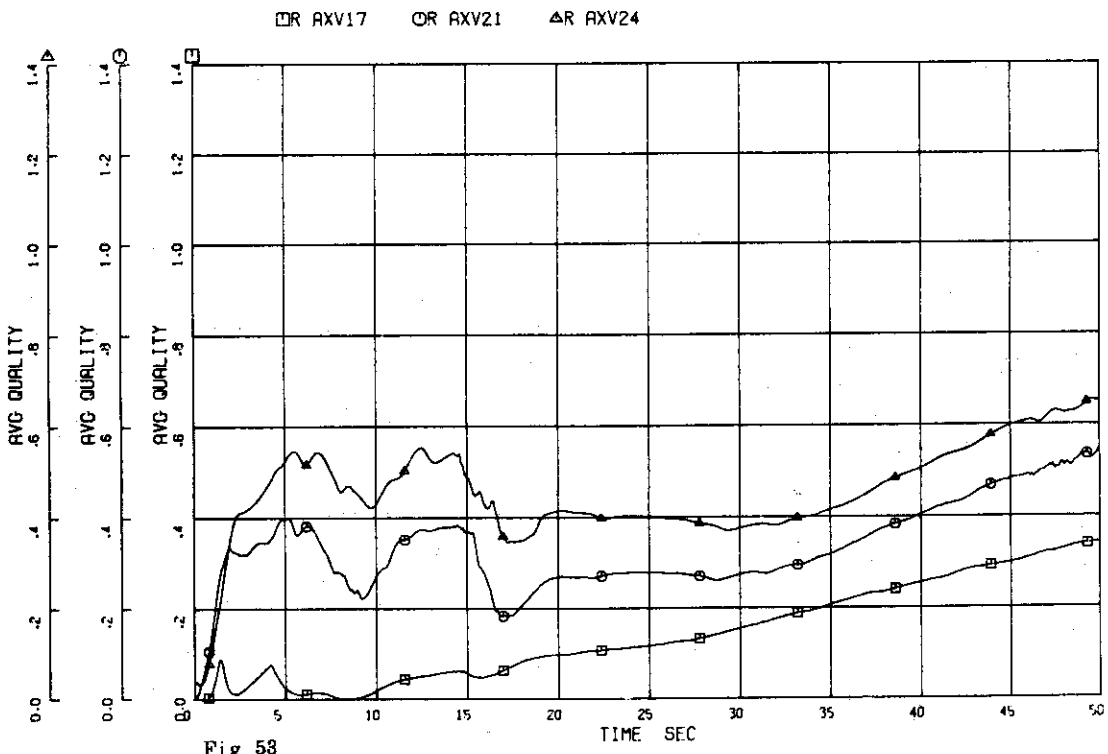


Fig. 51

ROSA3



ROSA3



ROSA3

□ OR MLV5 ○ OR APV15 △ OR AXV15

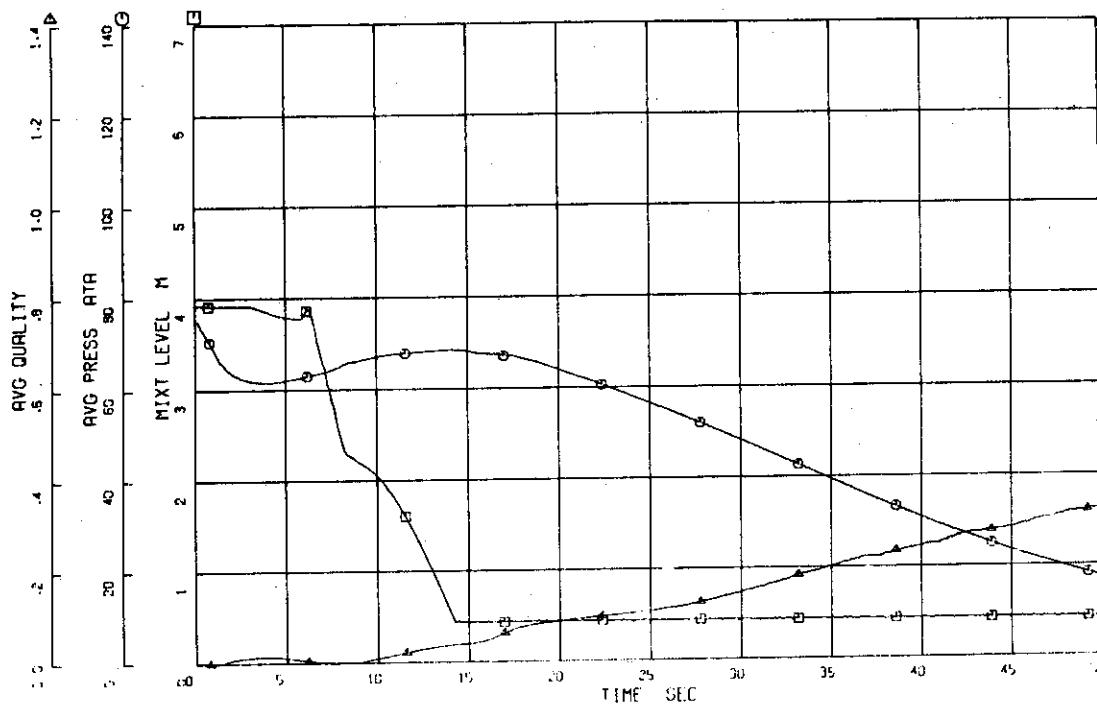


Fig. 54

ROSA3

□ OR JWJ15 ○ OR JXJ15

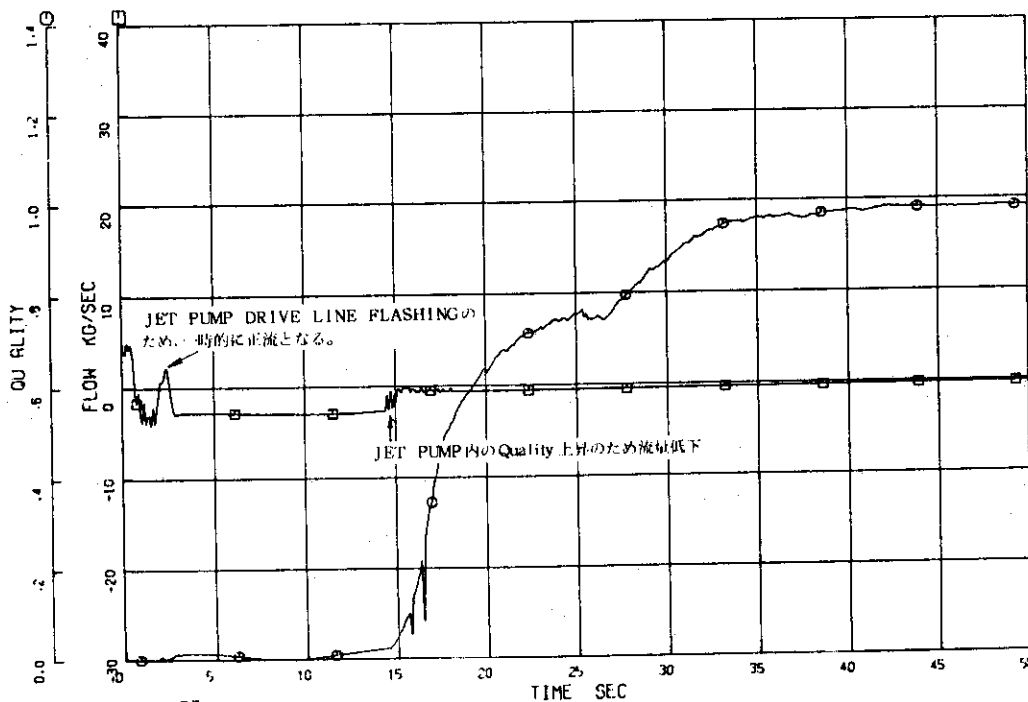


Fig. 55

ROSA3

OR JWJ16 OR JXJ16

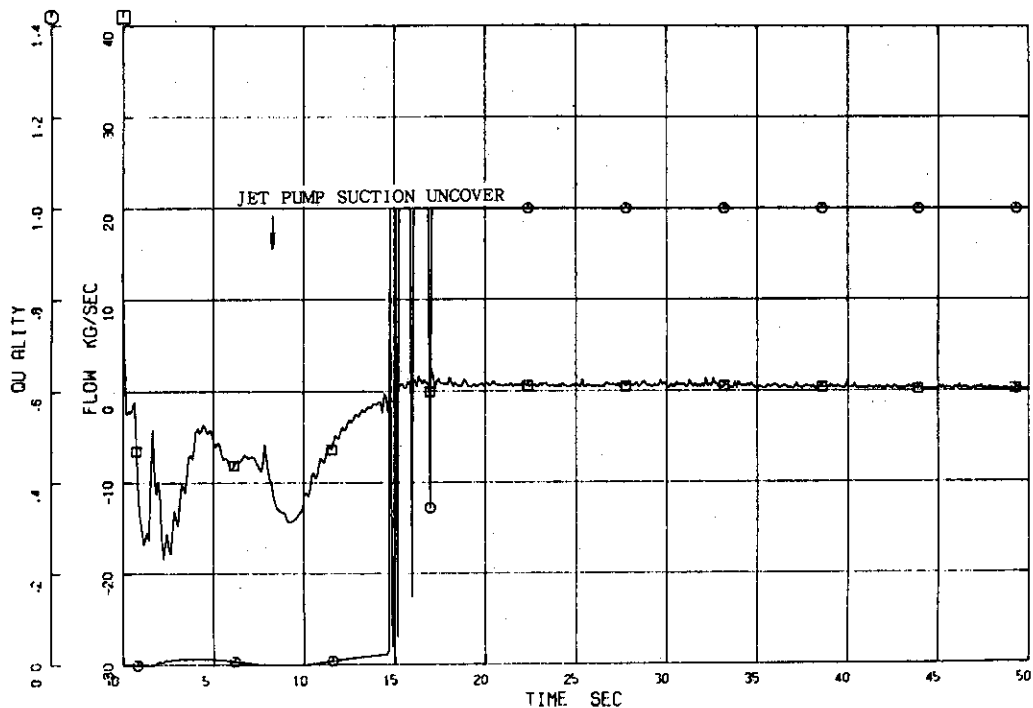


Fig. 56

ROSA3

OR JWJ17 OR JXJ17

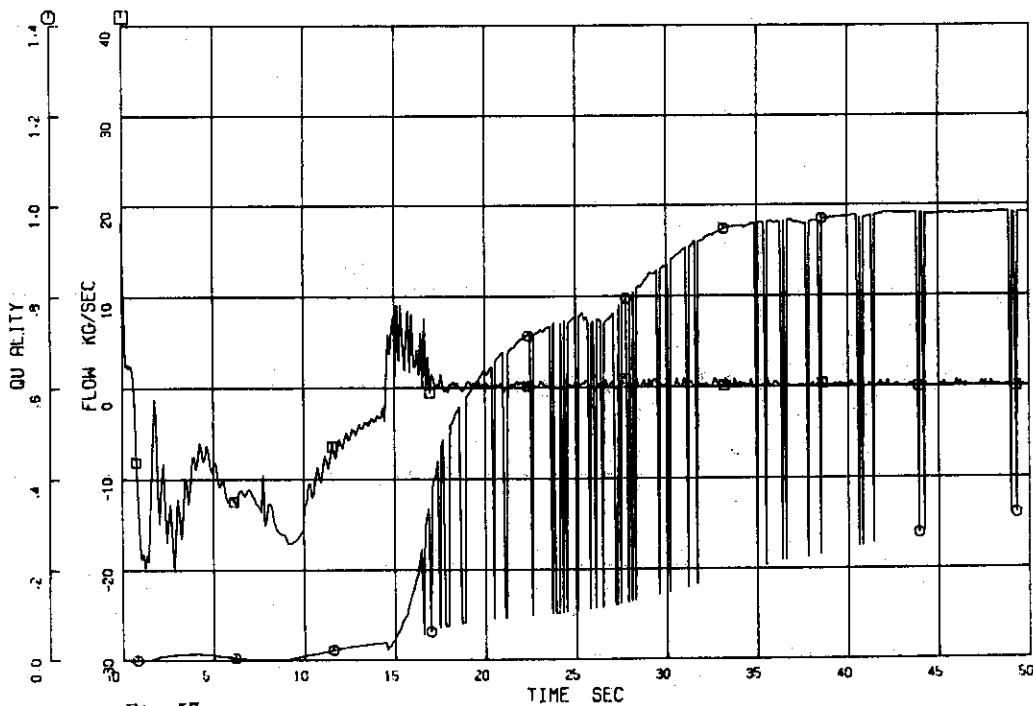


Fig. 57

ROSA3

OR JWJ8 OR JXJ8

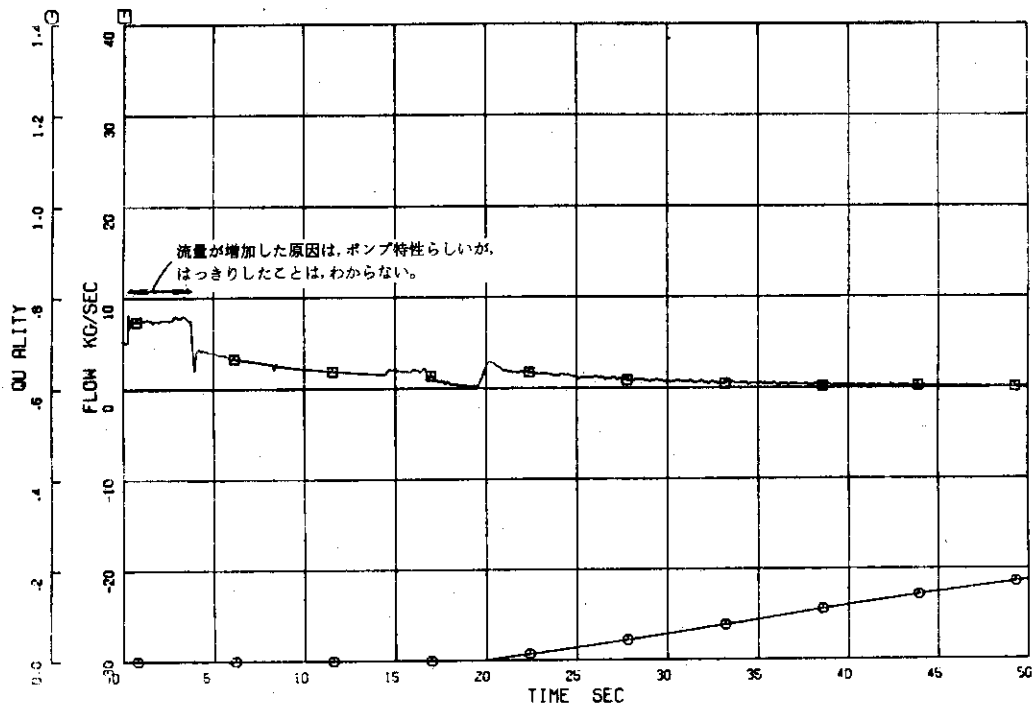


Fig. 58

ROSA3

OR JWJ9 OR JXJ9

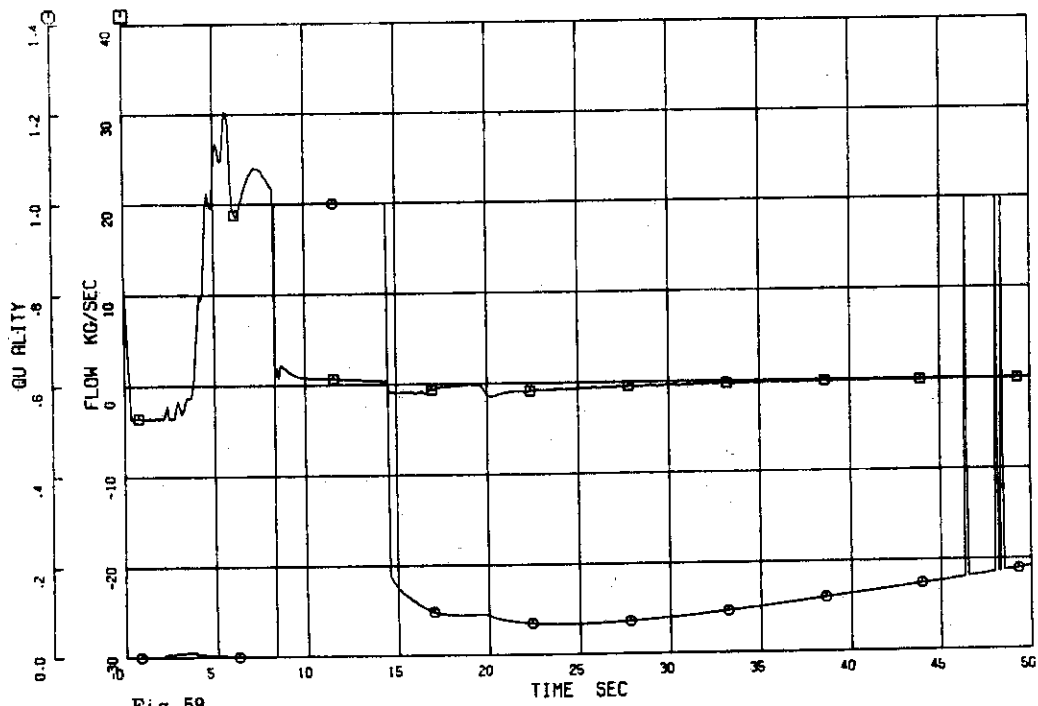


Fig 59

ROSA3

□ JWJ10 ○ JXJ10

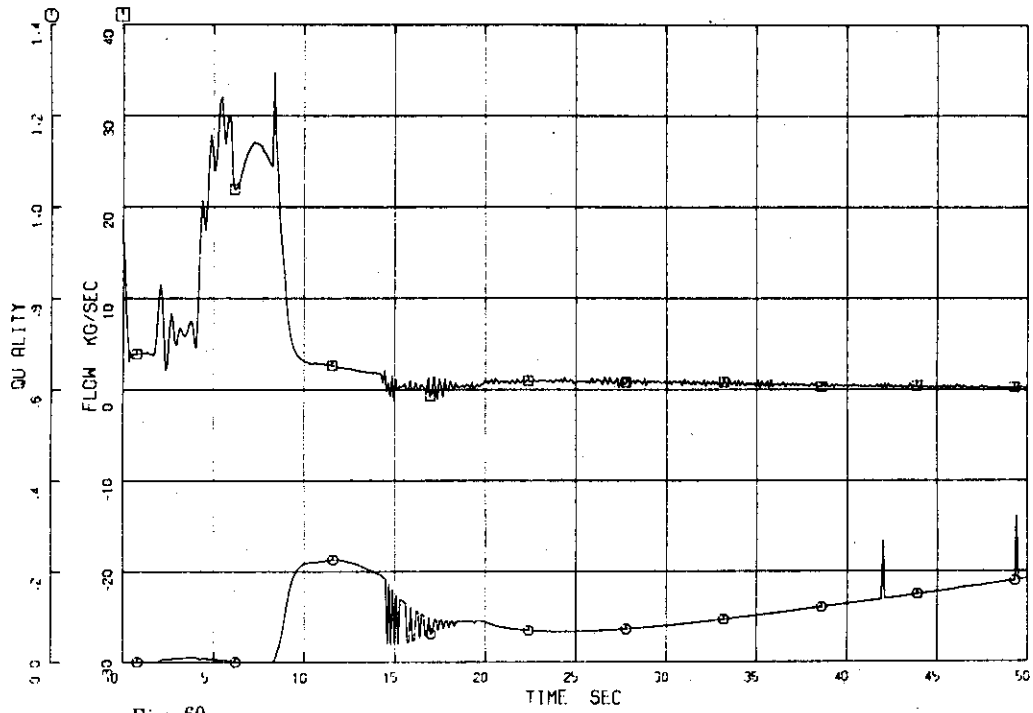


Fig. 60

ROSA3

□ JWJ32 ○ JXJ32

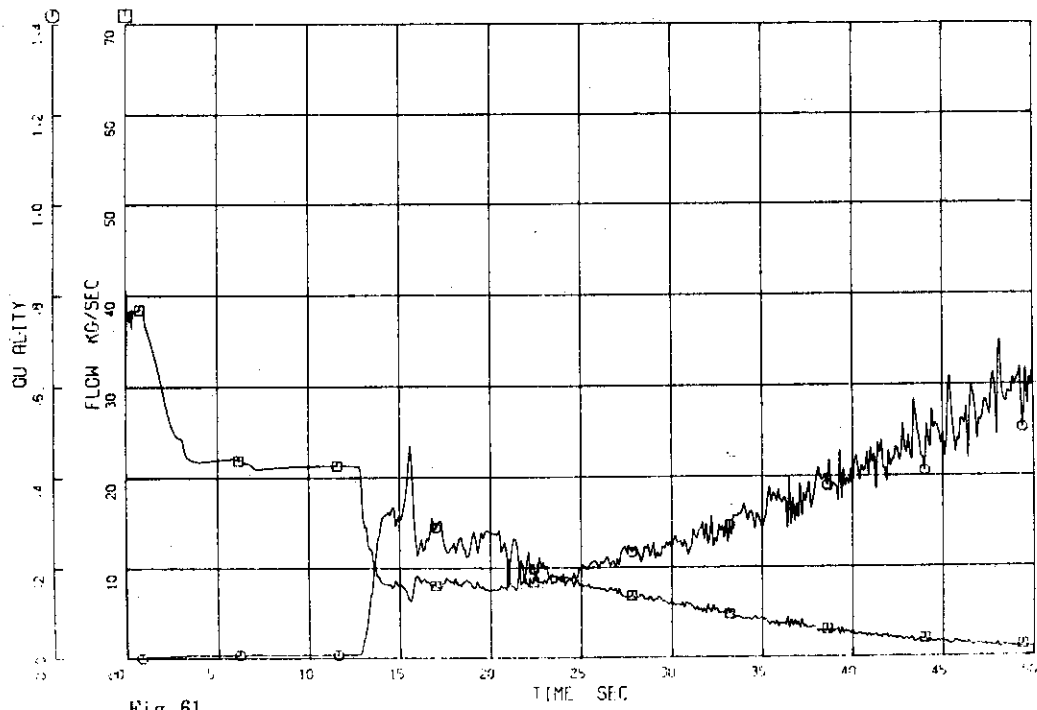


Fig. 61

ROSA3

□ OR JWJ33 ○ OR JXJ33

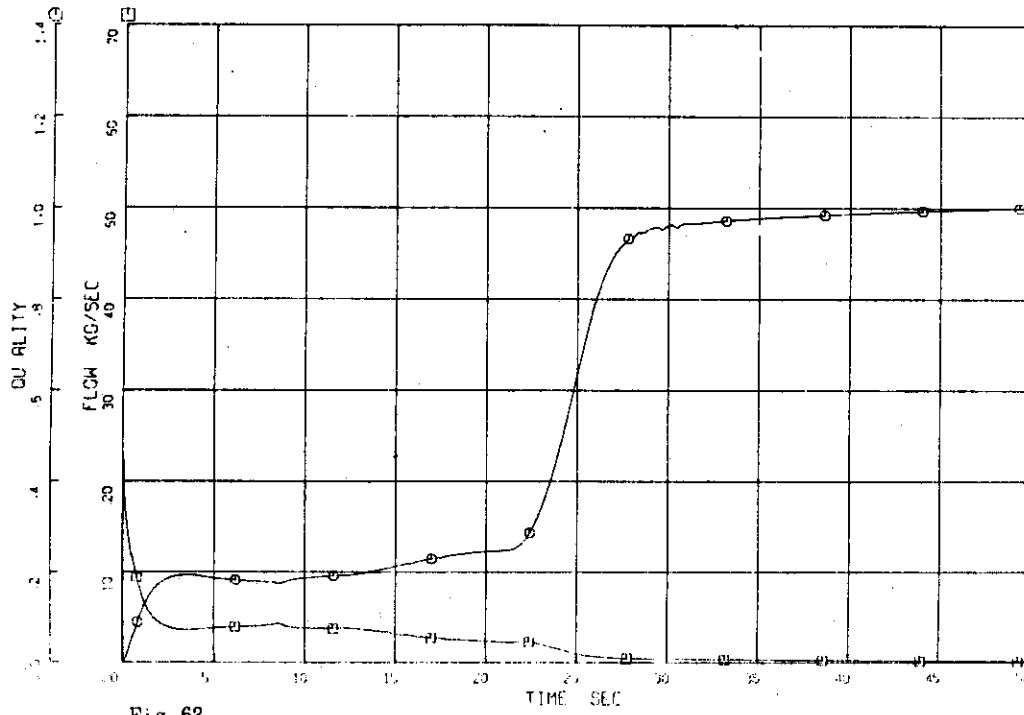


Fig. 62

ROSA3

□ OR JWJ21 ○ OR JWJ29

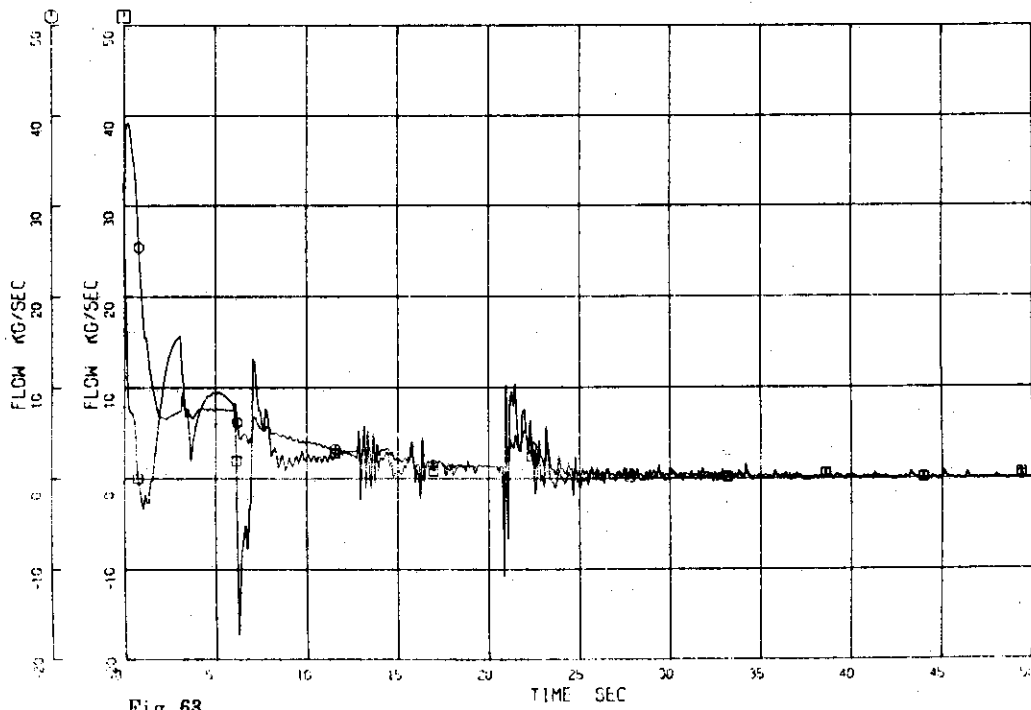


Fig. 68

ROSA3

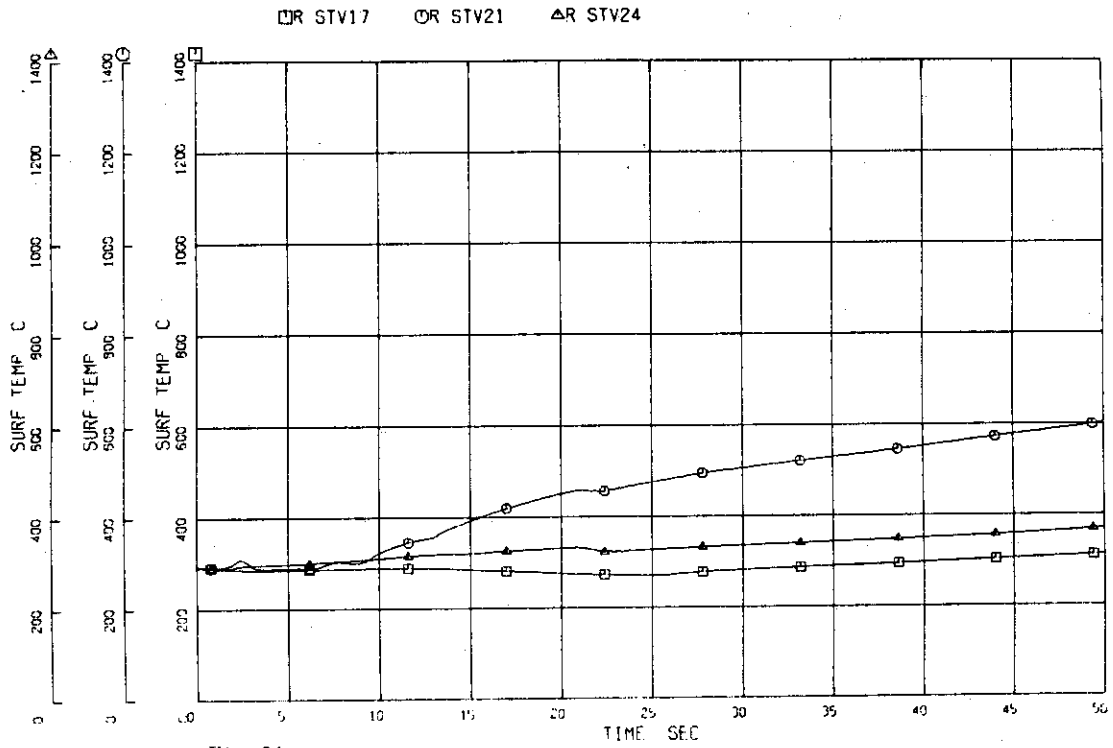


Fig. 64

ROSA3

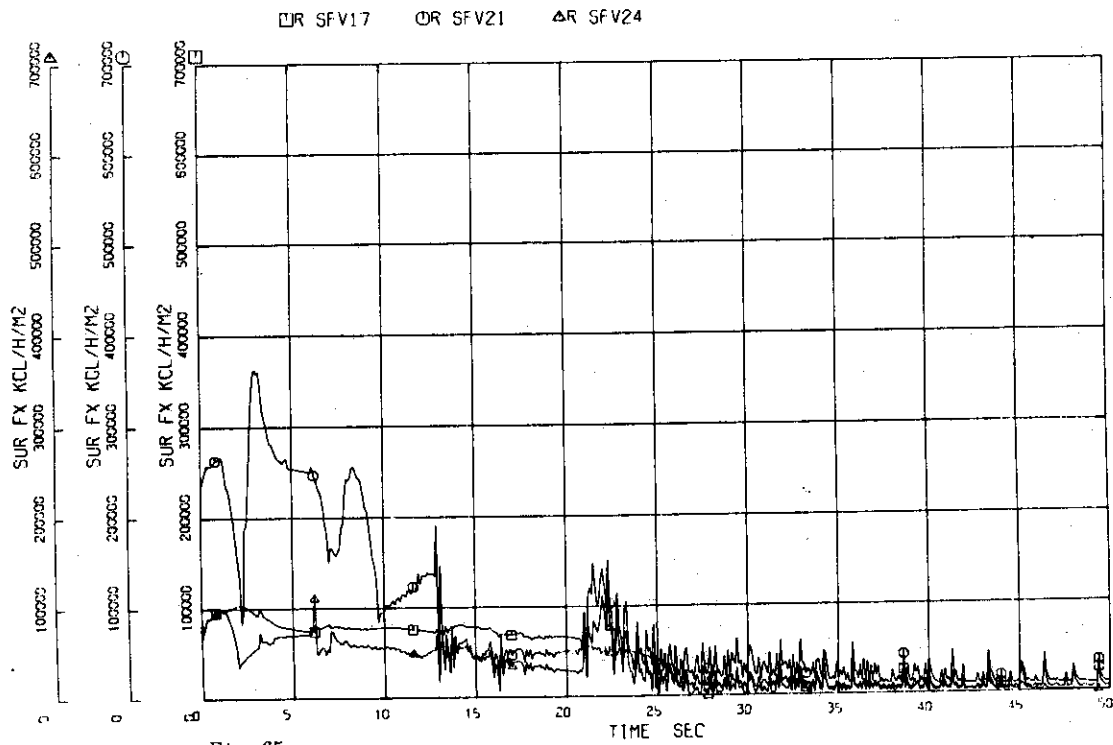


Fig. 65

ROSA3

□ AXV17 ○ AXV21 △ AXV24

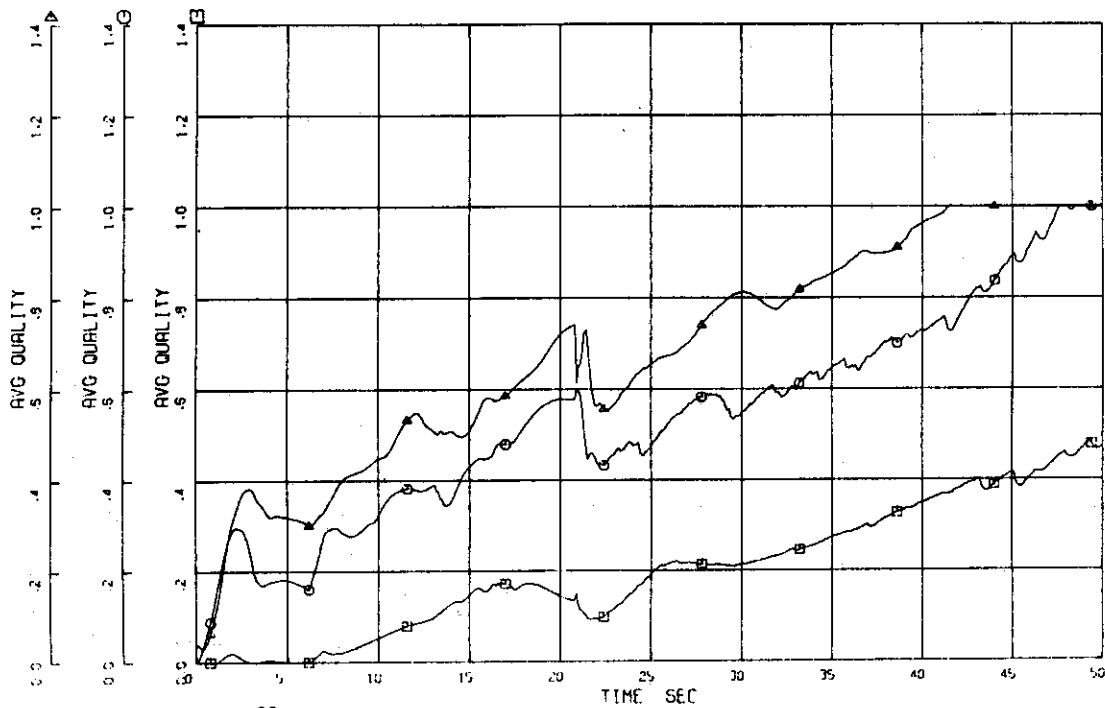


Fig. 66

ROSA3

□ MLV5 ○ RPV15 △ PSV15 +R AXV15

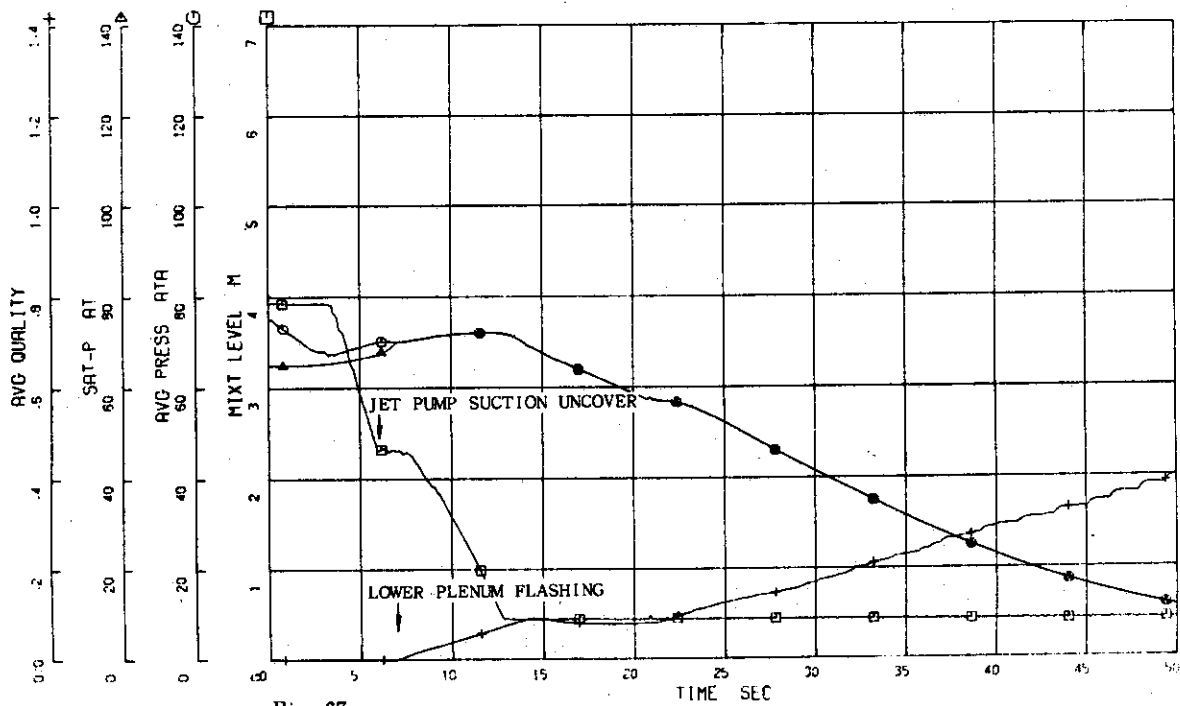


Fig. 67

ROSA3 3

□ JWJ15 ○ JXJ15

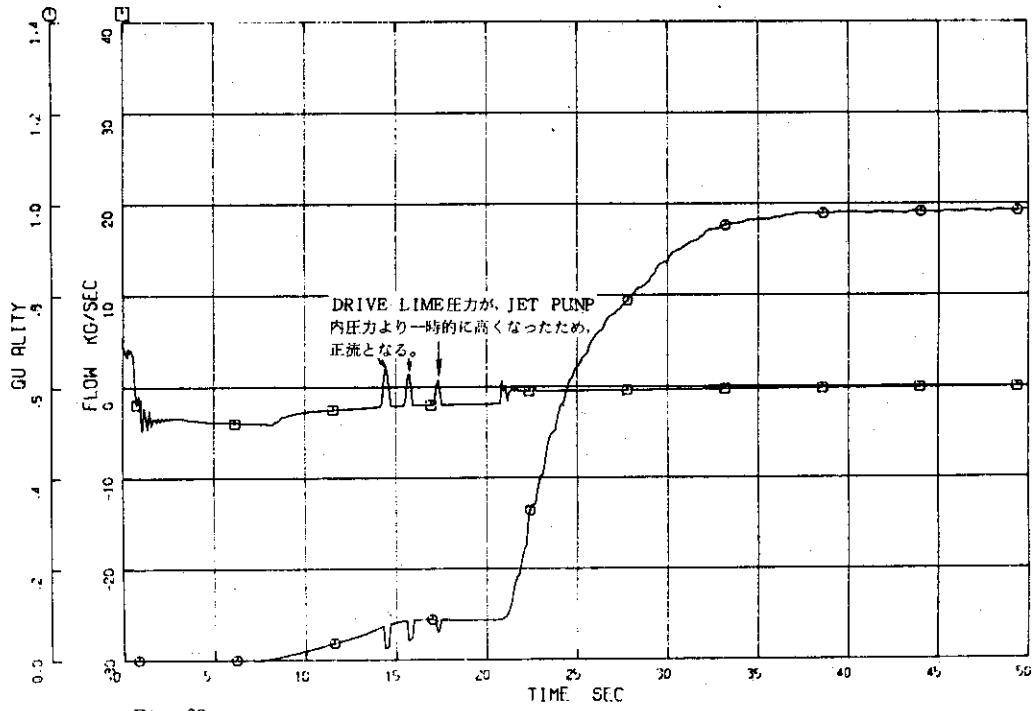


Fig. 68

ROSA3 3

□ JWJ16 ○ JXJ16

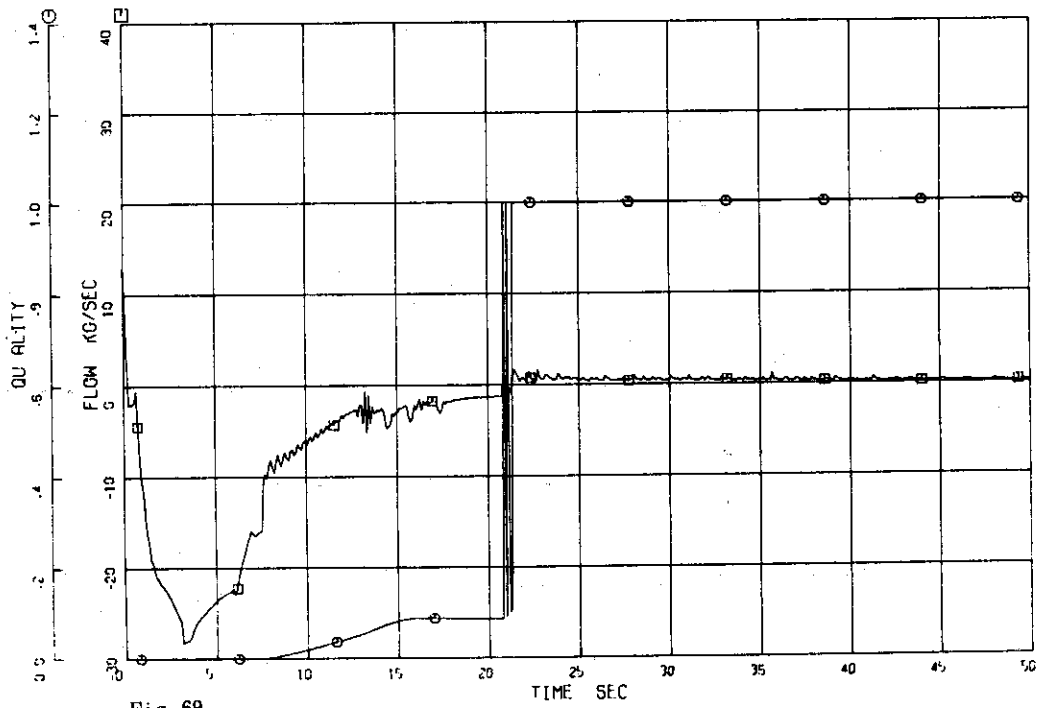


Fig. 69

ROSA3 3

OR JWJ17 OR JXJ17

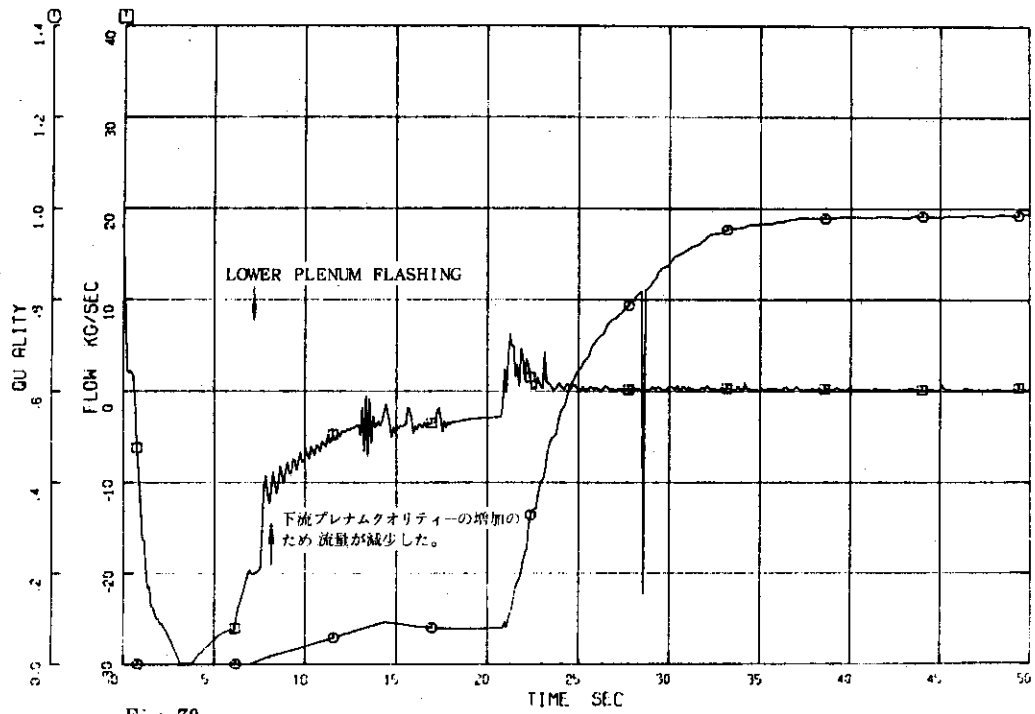


Fig. 70

ROSA3 3

OR JWJ8 OR JXJ8

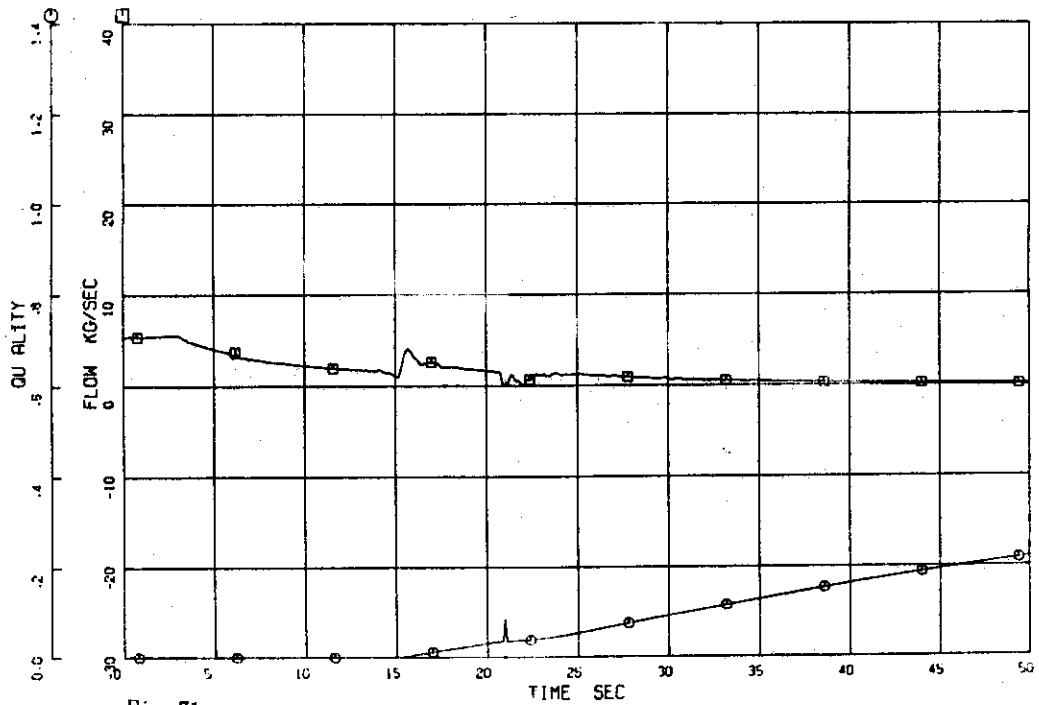


Fig. 71

ROSA3 3

□ JWJ9 ○ JXJ9

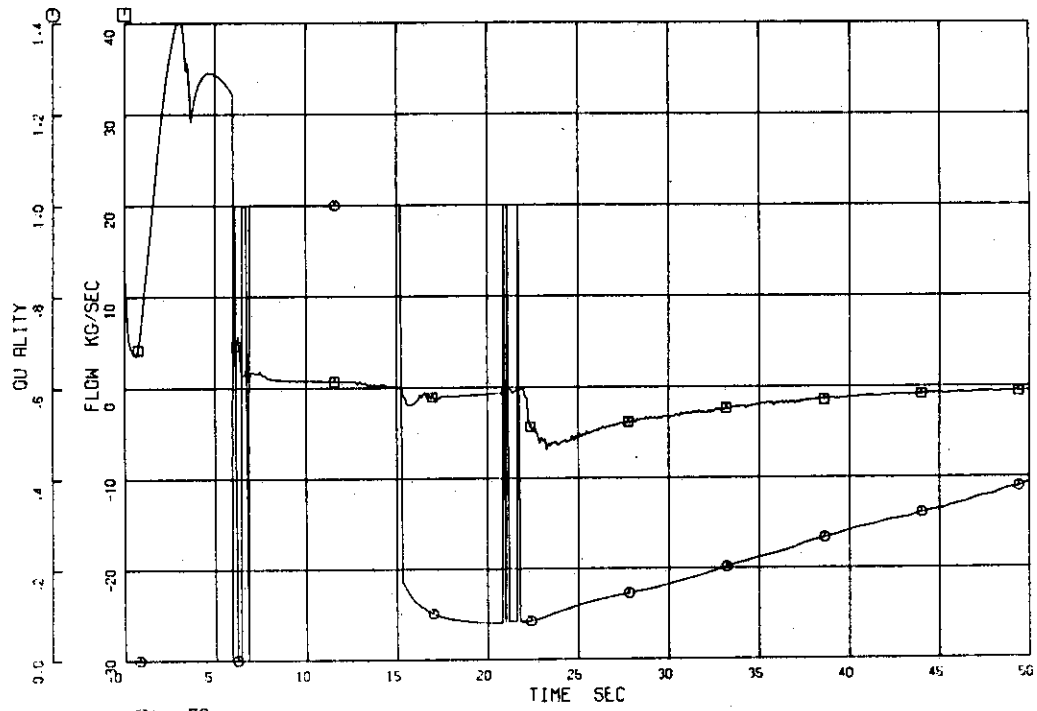


Fig. 72

ROSA3 3

□ JWJ10 ○ JXJ10

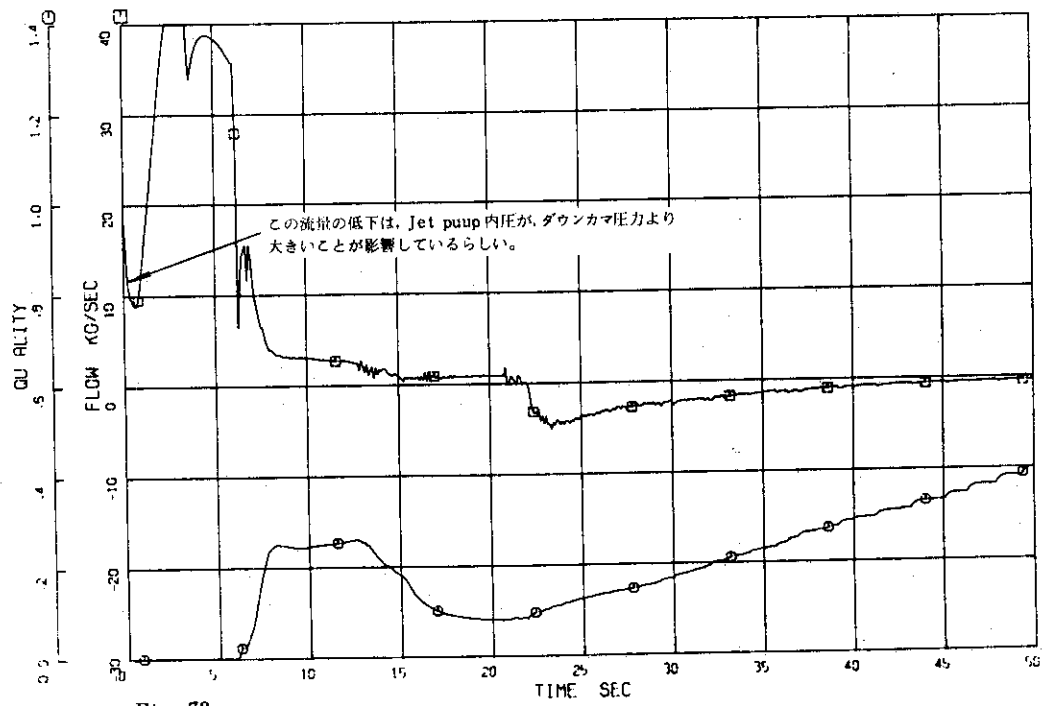


Fig. 78

ROSA3

□ JWJ32 ○ JXJ32

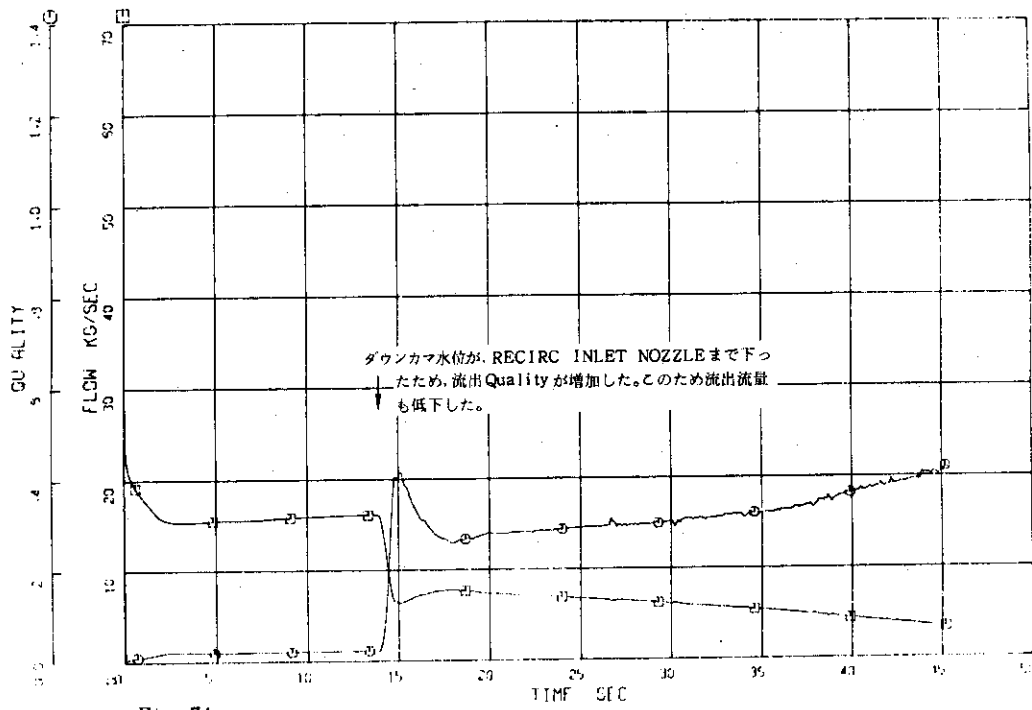


Fig. 74

ROSA3

□ JWJ33 ○ JXJ33

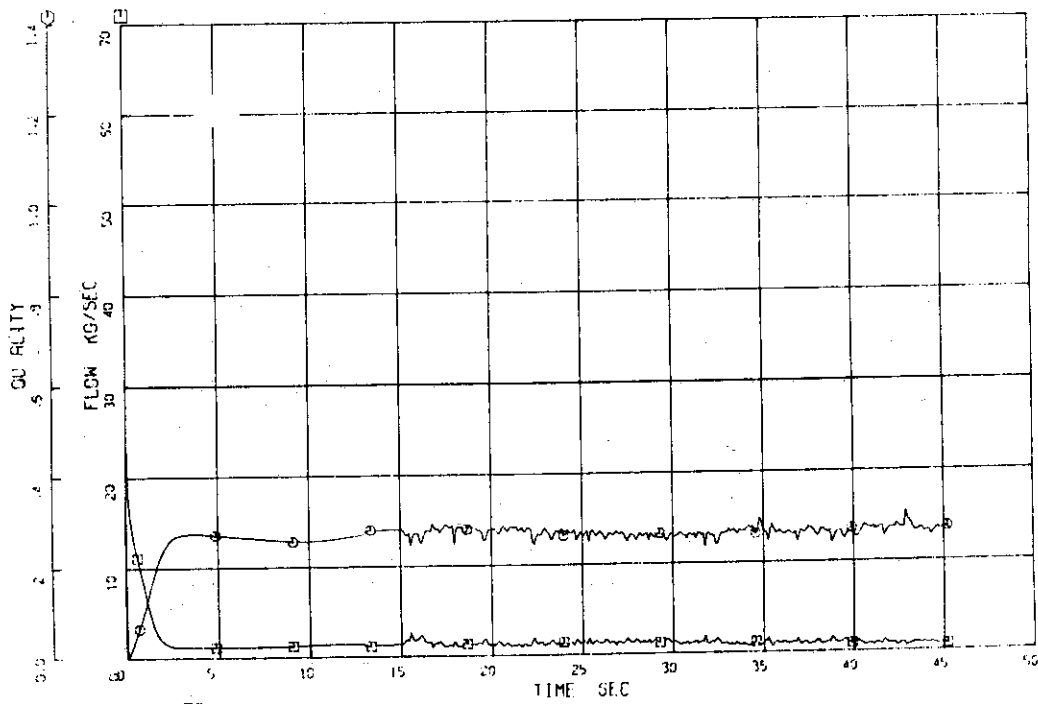


Fig. 75

ROSA3

OR JWJ21 OR JWJ29

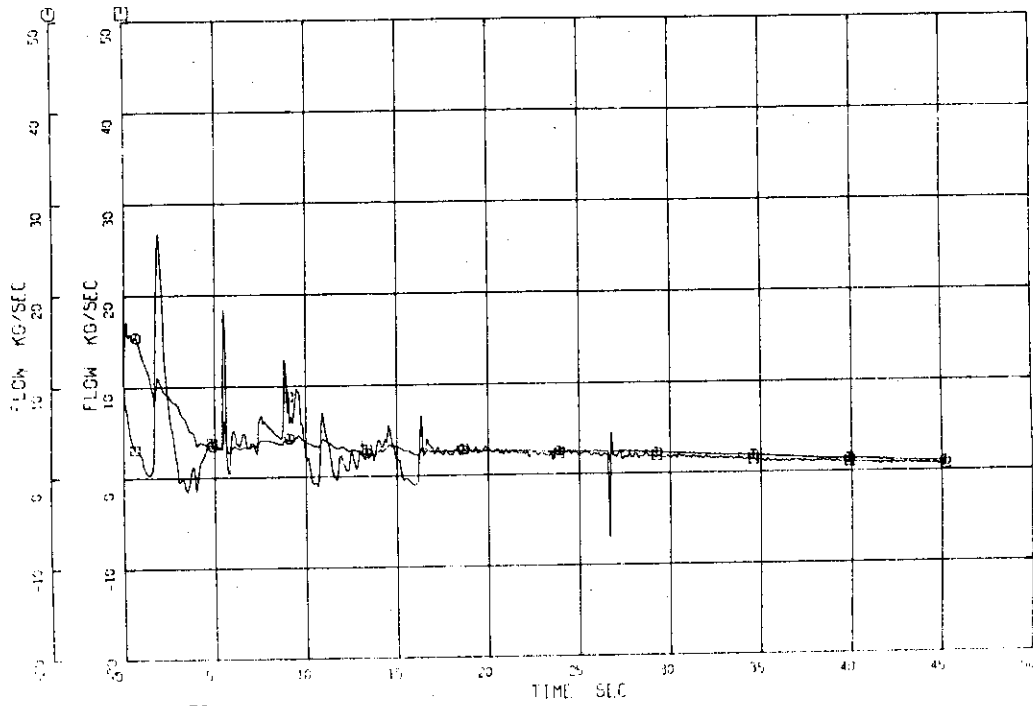


Fig. 76

ROSA3

OR STV17 OR STV21 OR STV24

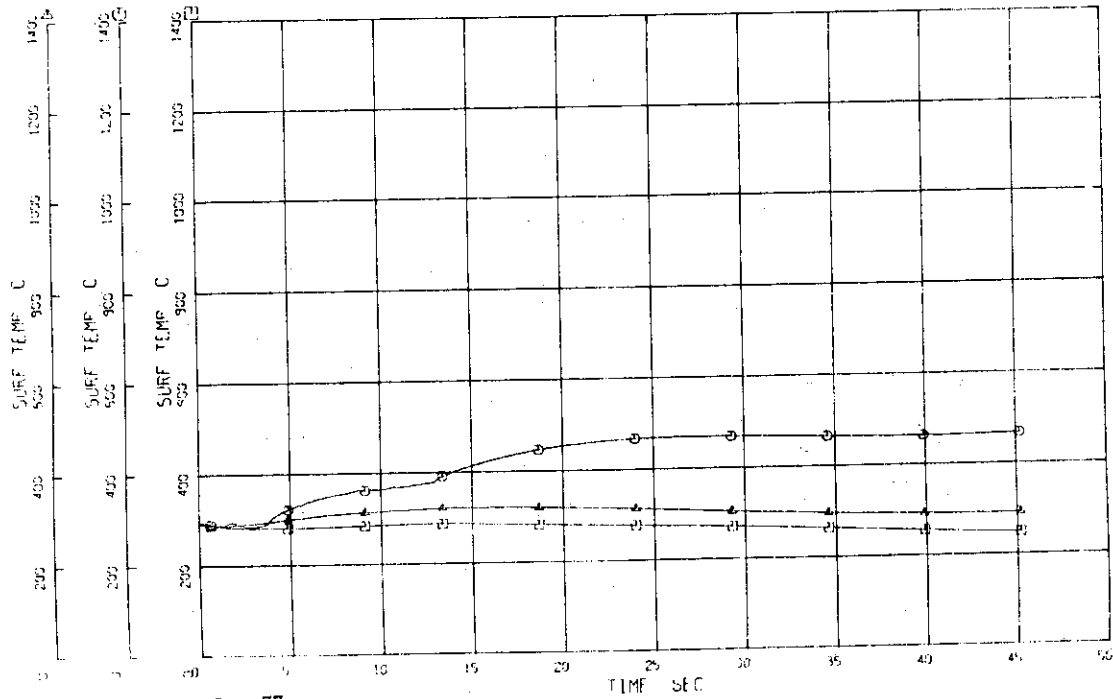


Fig. 77

ROSA3

□ SFV17 ○ SFV21 △ SFV24

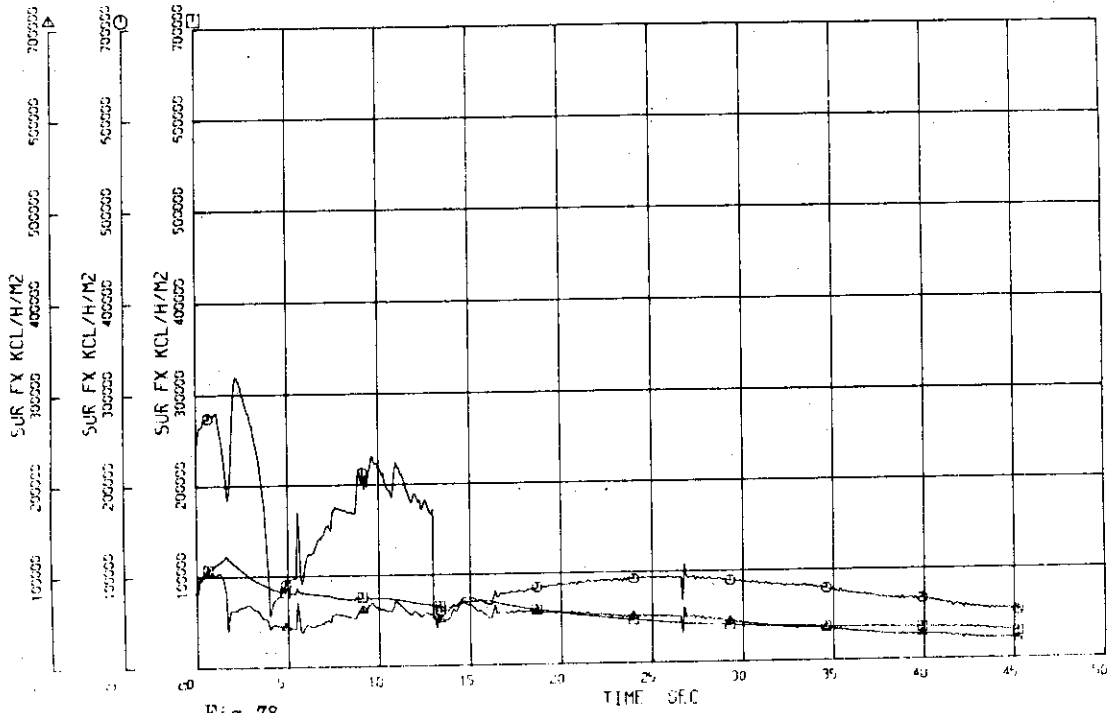


Fig. 78

ROSA3

□ AXV17 ○ AXV21 △ AXV24

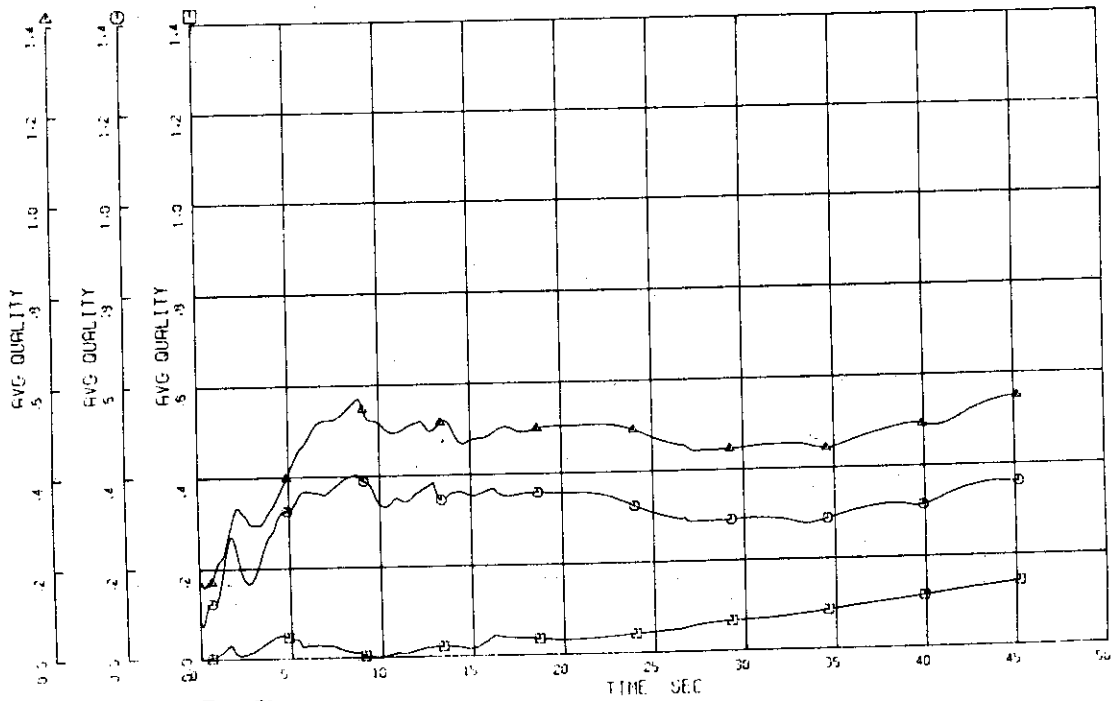
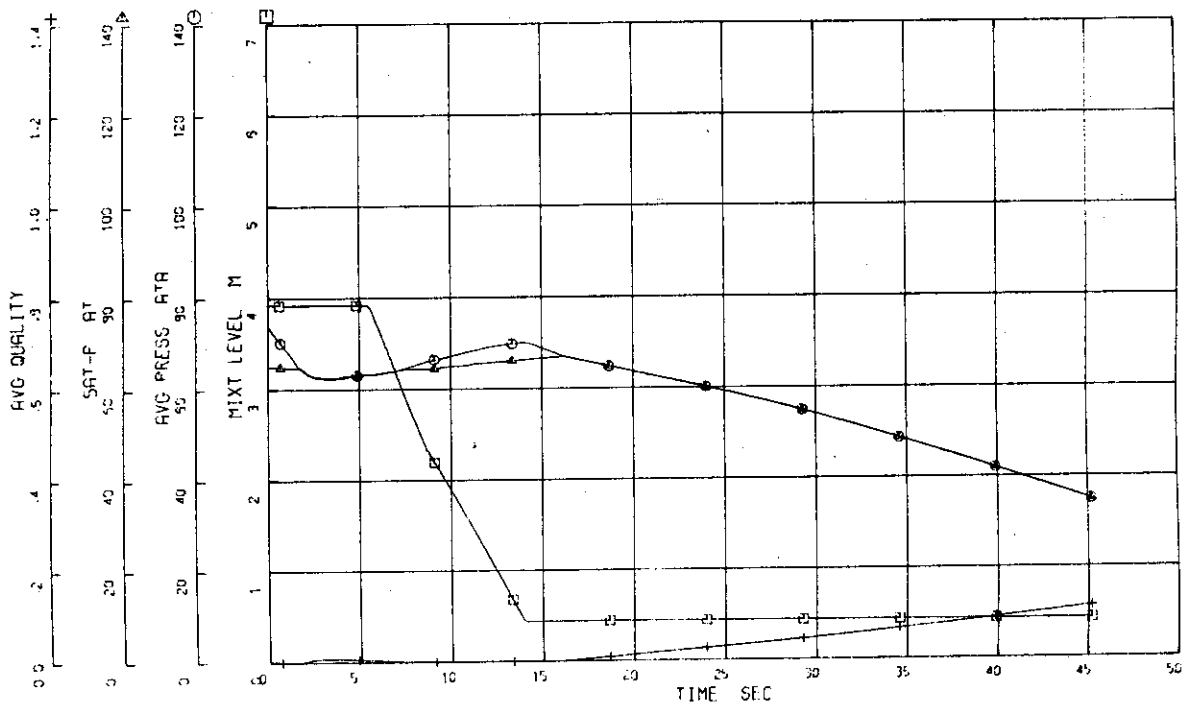


Fig. 79

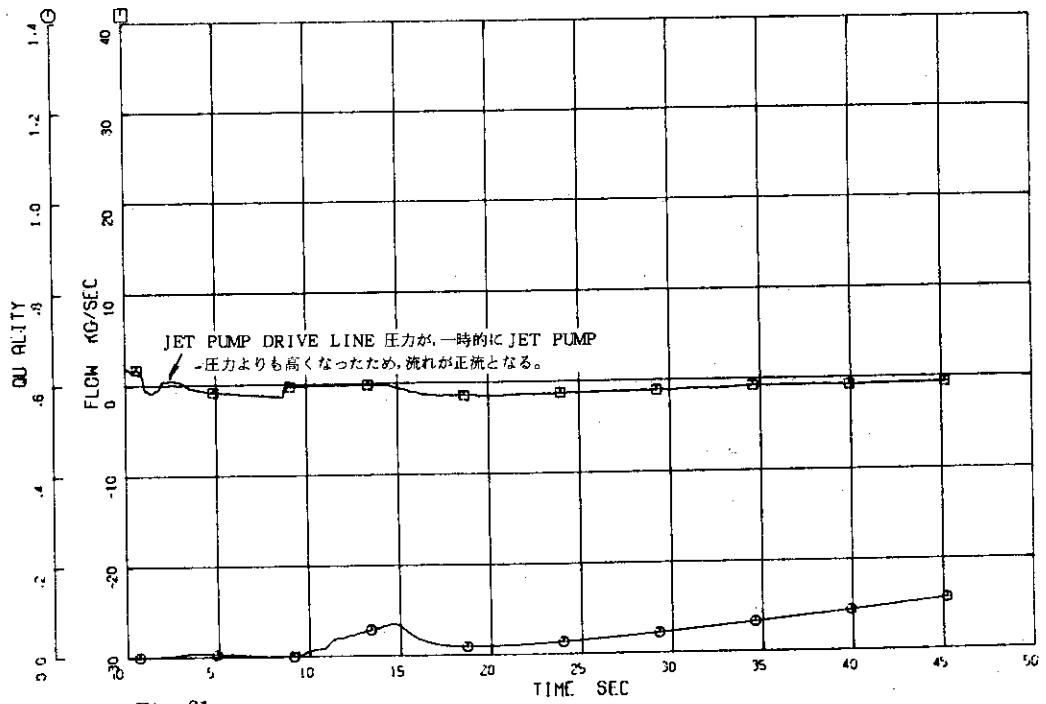
ROSA3

□ MLV5 ○ RPV15 △ PSV15 +R AXV15



ROSA3

□ JXJ15 ○ JXJ15



ROSA3

OR JWJ16 OR JXJ16

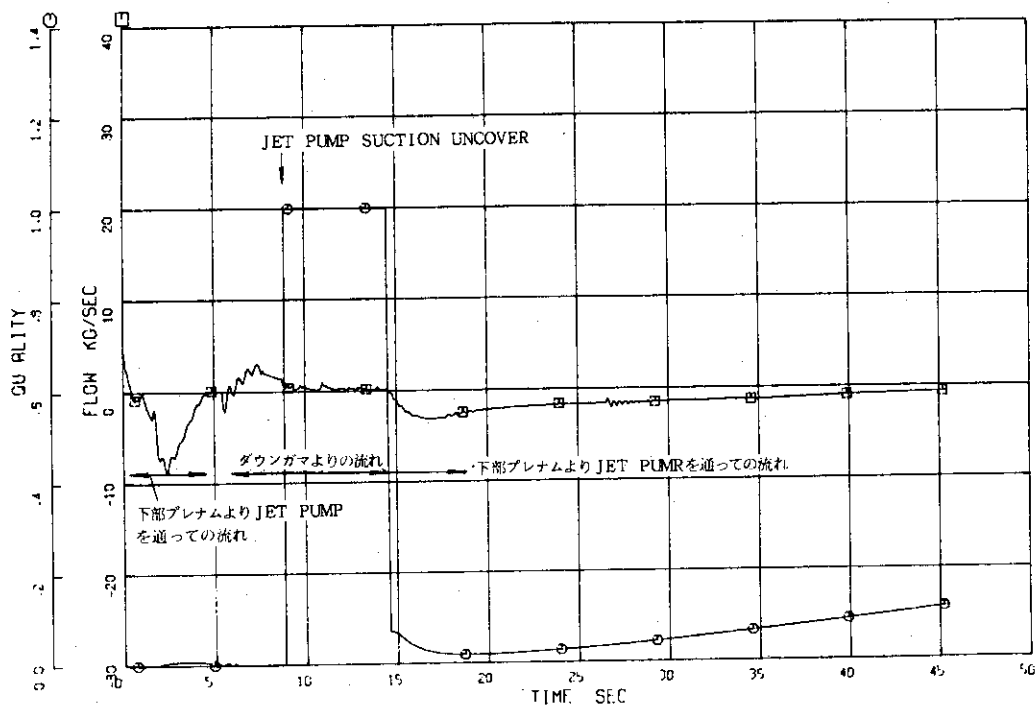


Fig. 82

ROSA3

OR JWJ17 OR JXJ17

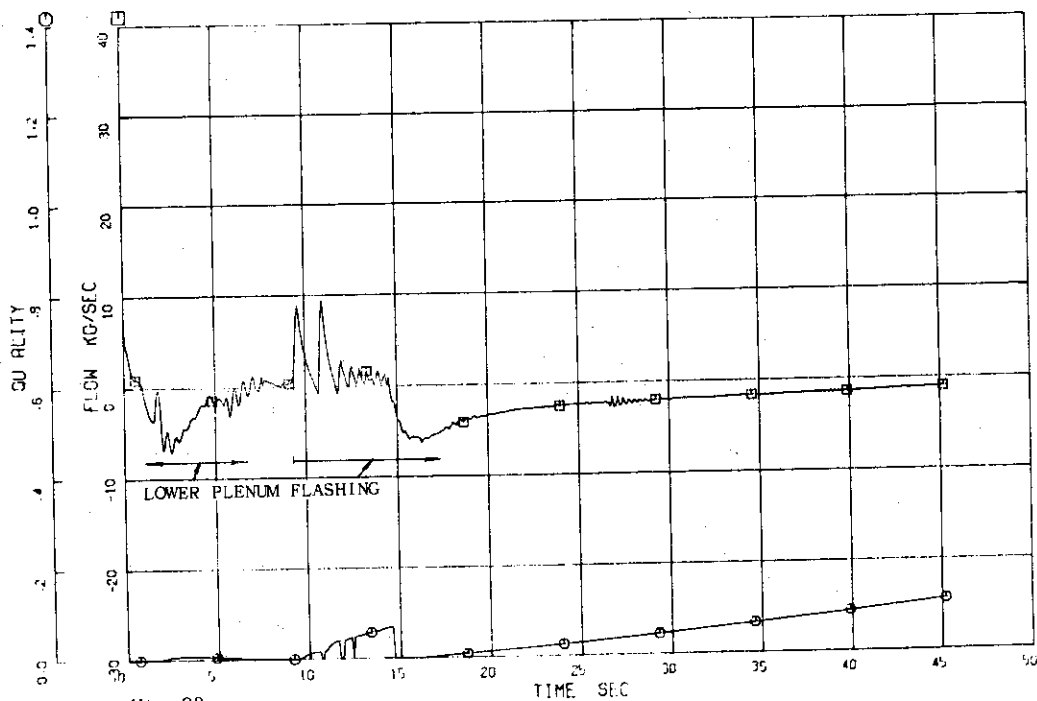


Fig. 83

ROSA3

□ JWJ8 ○ JXJ8

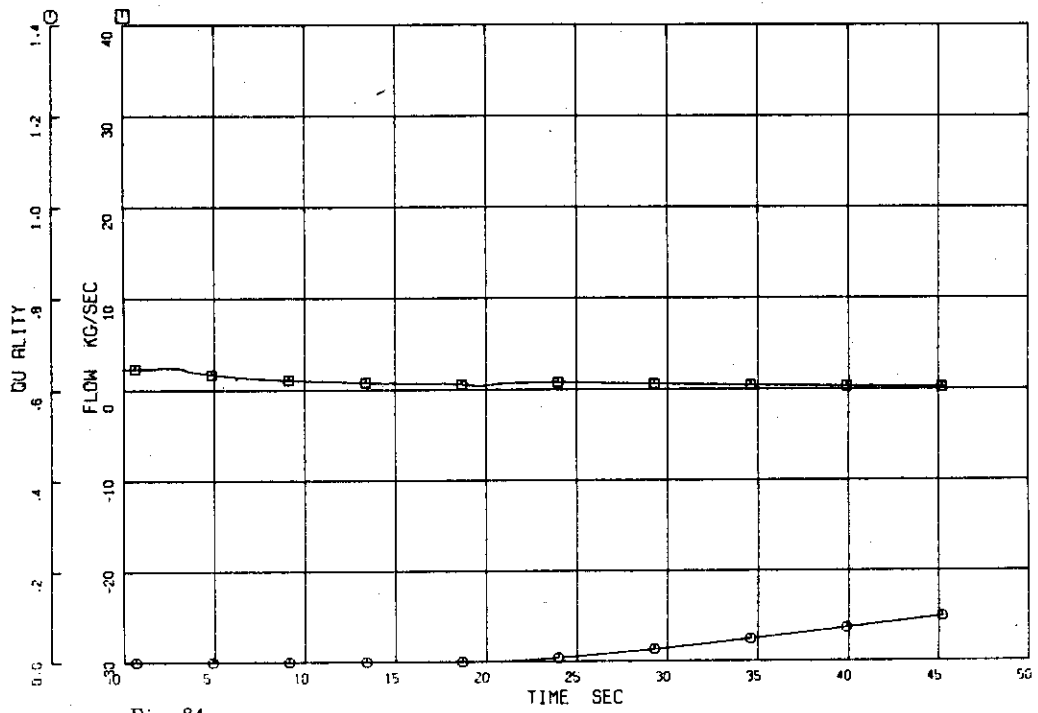


Fig. 84

ROSA3

□ JWJ9 ○ JXJ9

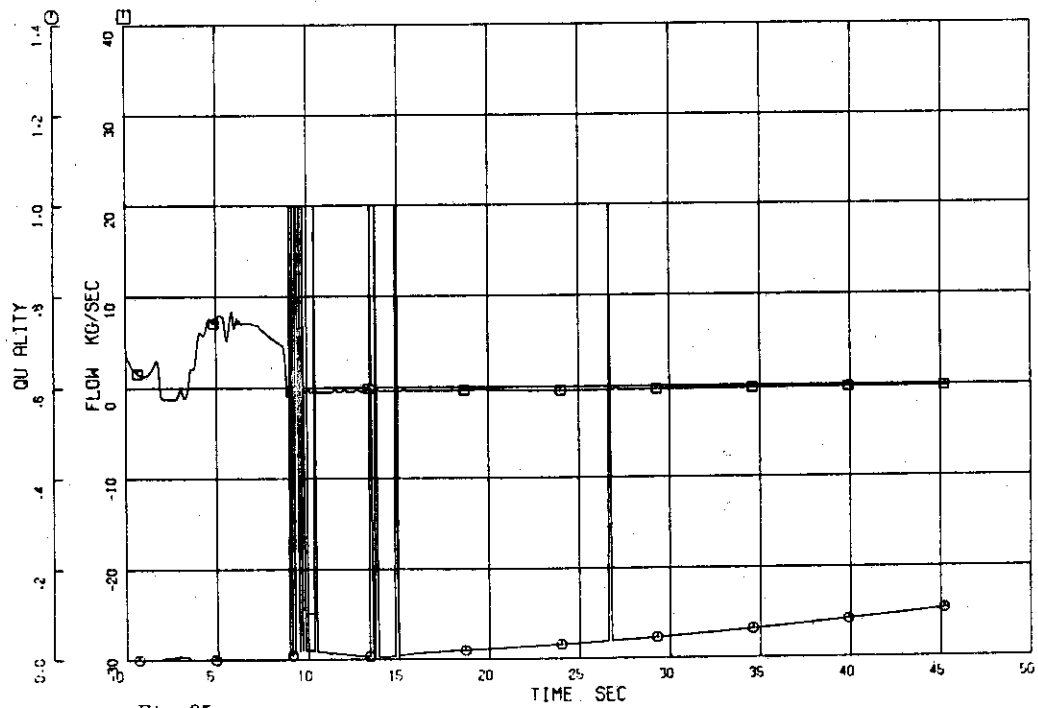


Fig. 85

ROSA3

□ JWJ10 ○ JXJ10

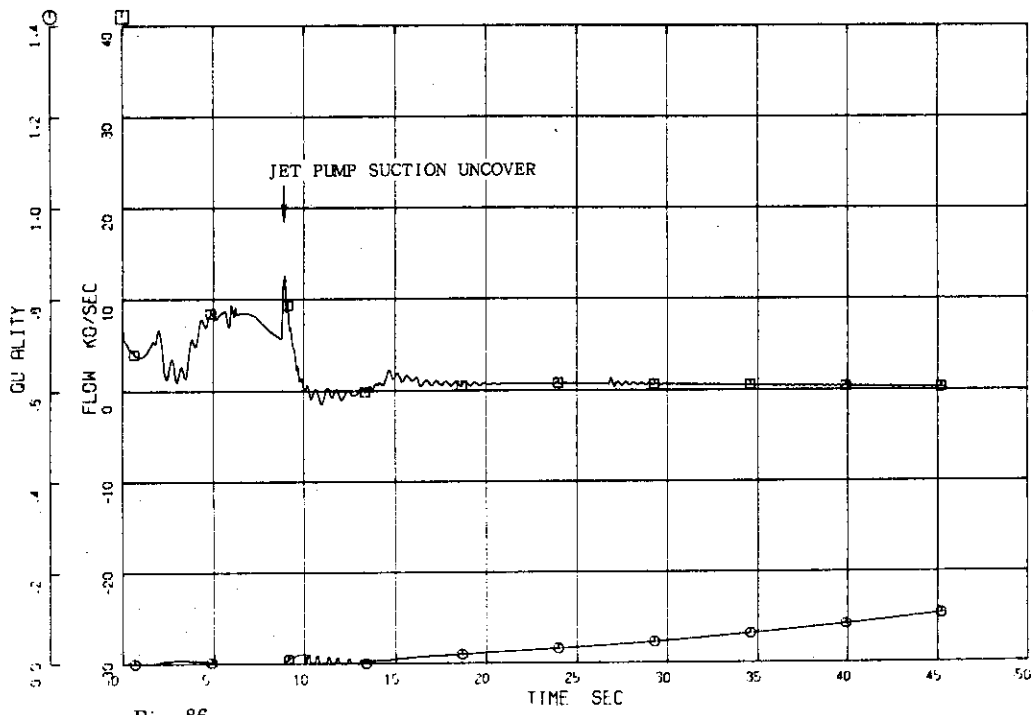


Fig. 86

ROSA3

□ JWJ32 ○ JXJ32

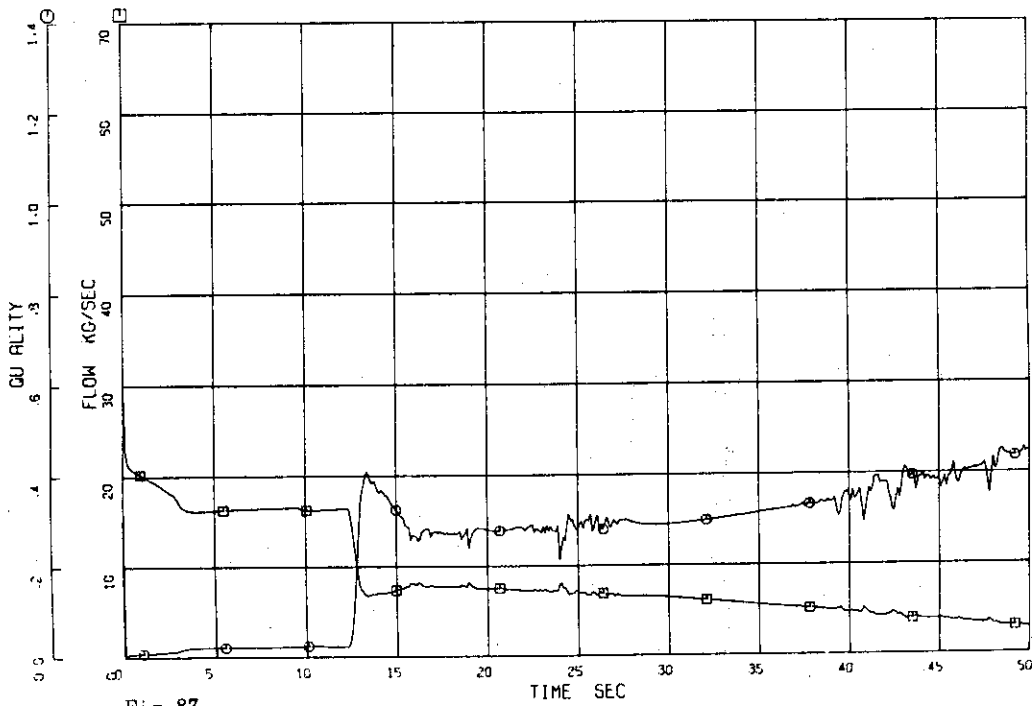


Fig. 87

ROSA3

□ JWJ33 ○ JXJ33

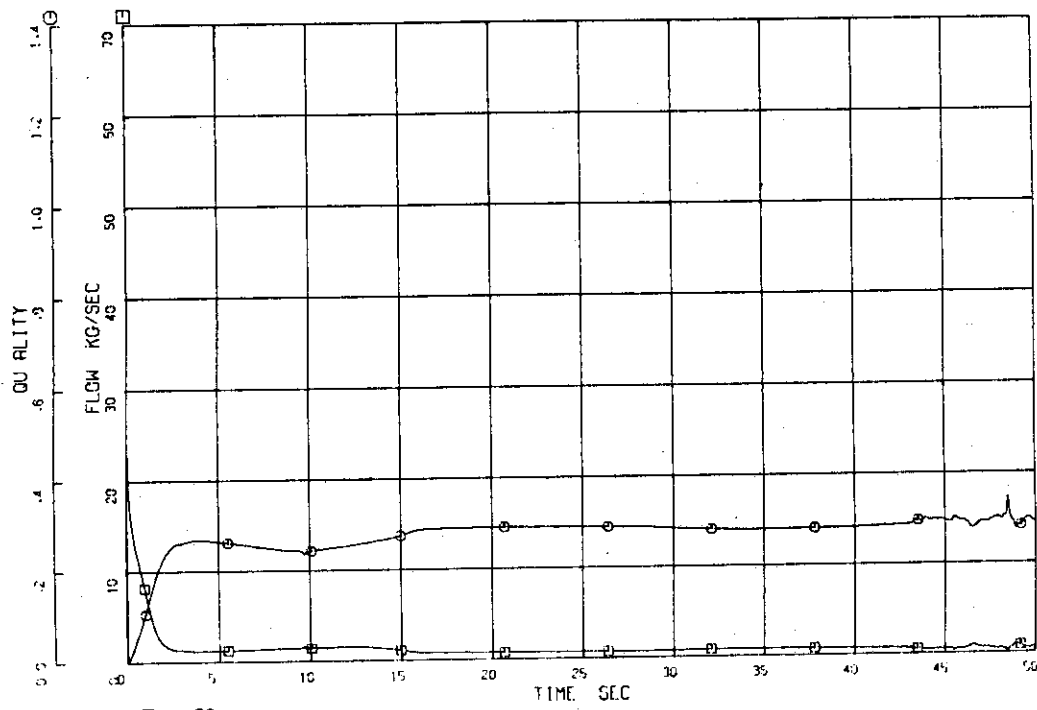


Fig. 88

ROSA3

□ JWJ21 ○ JWJ29

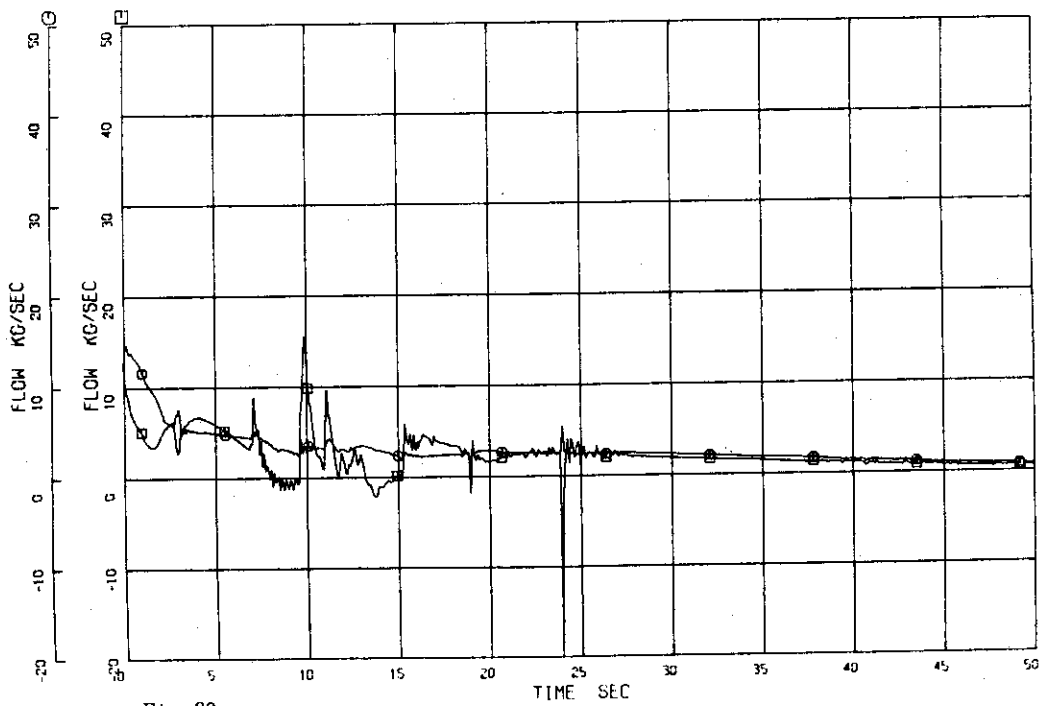


Fig. 89

ROSA3

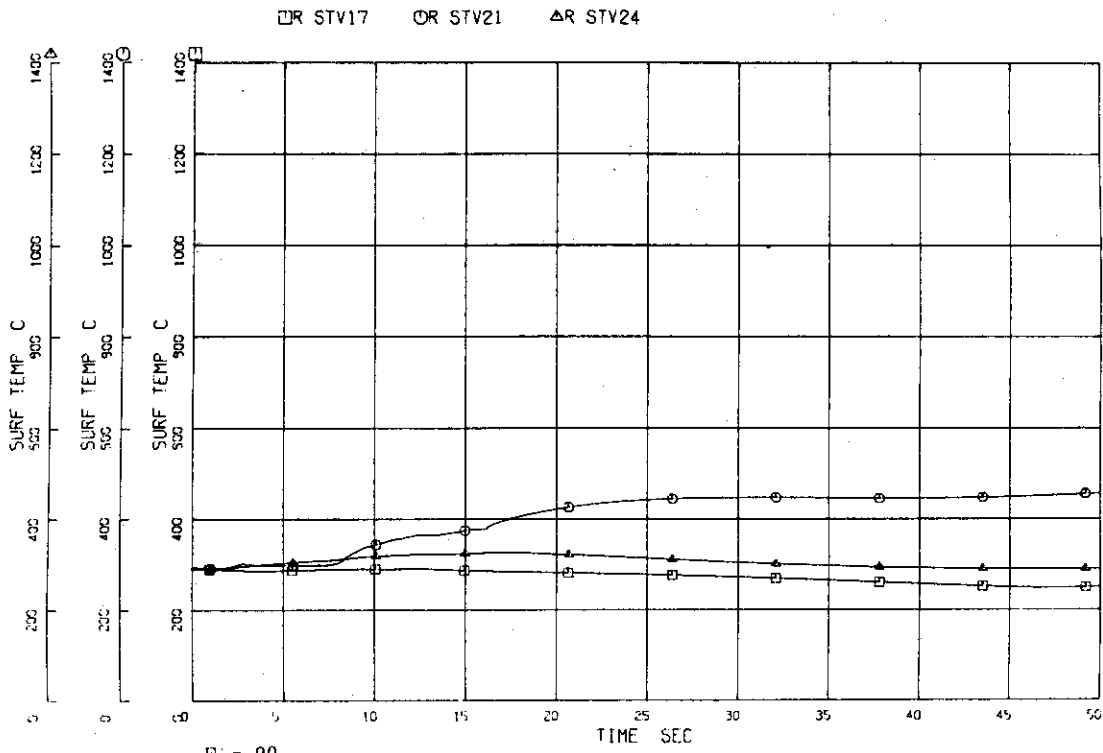


Fig. 90

ROSA3

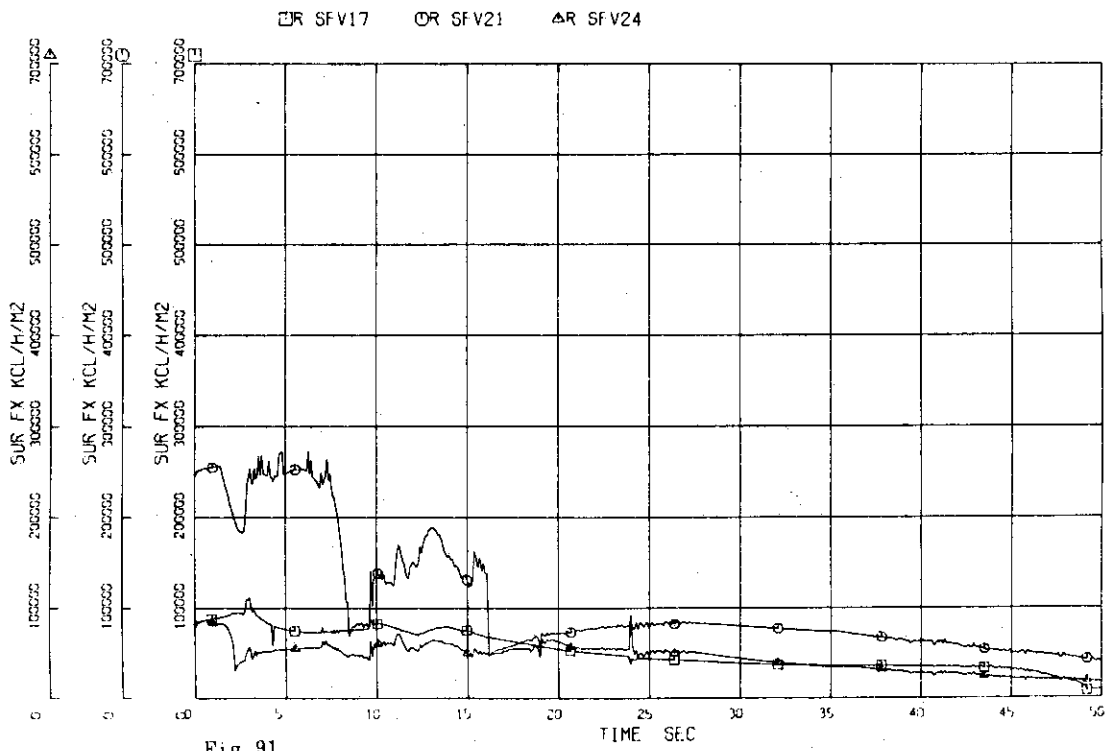


Fig. 91

ROSA3

□ AXV17 ○ AXV21 △ AXV24

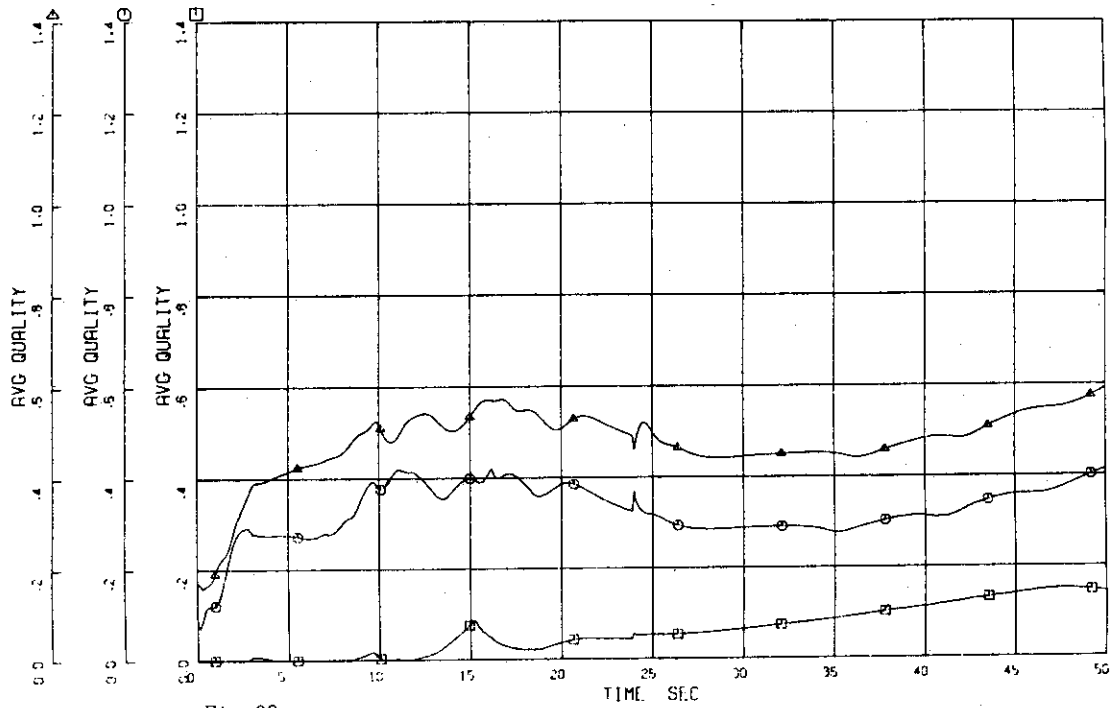


Fig. 92

ROSA3

□ MLV5 ○ APV15 △ PSV15 +R AXV15

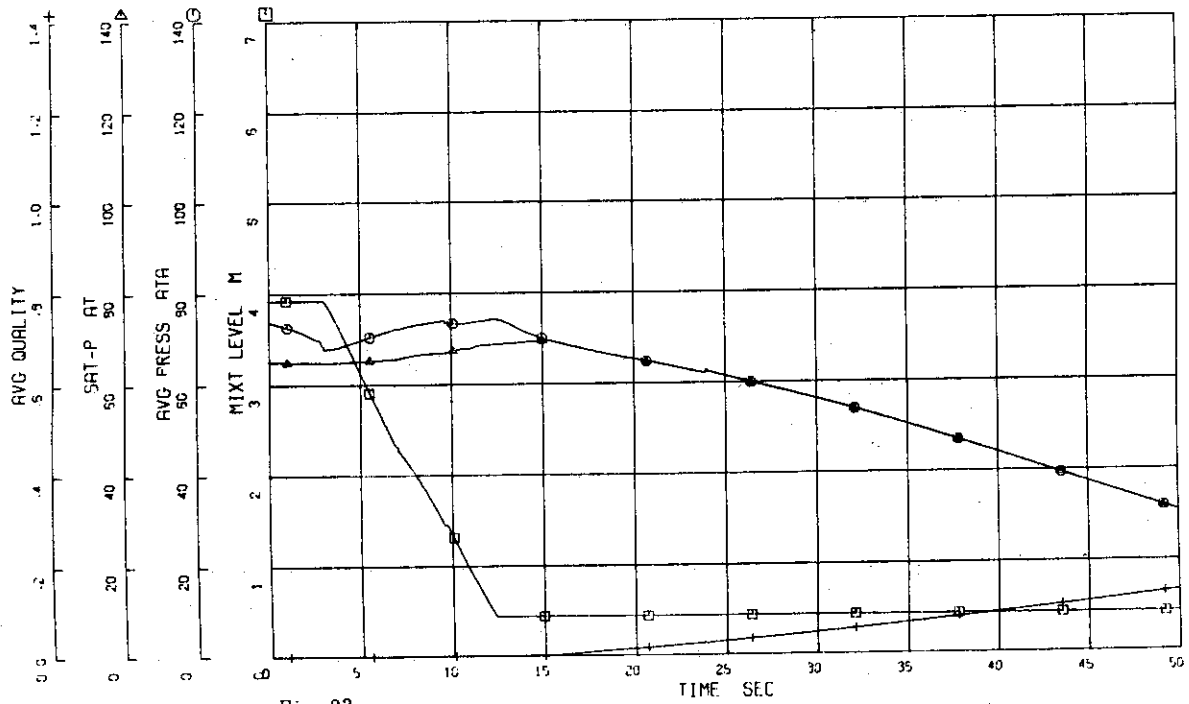


Fig. 93

ROSA3

□ JWJ15 ○ JXJ15

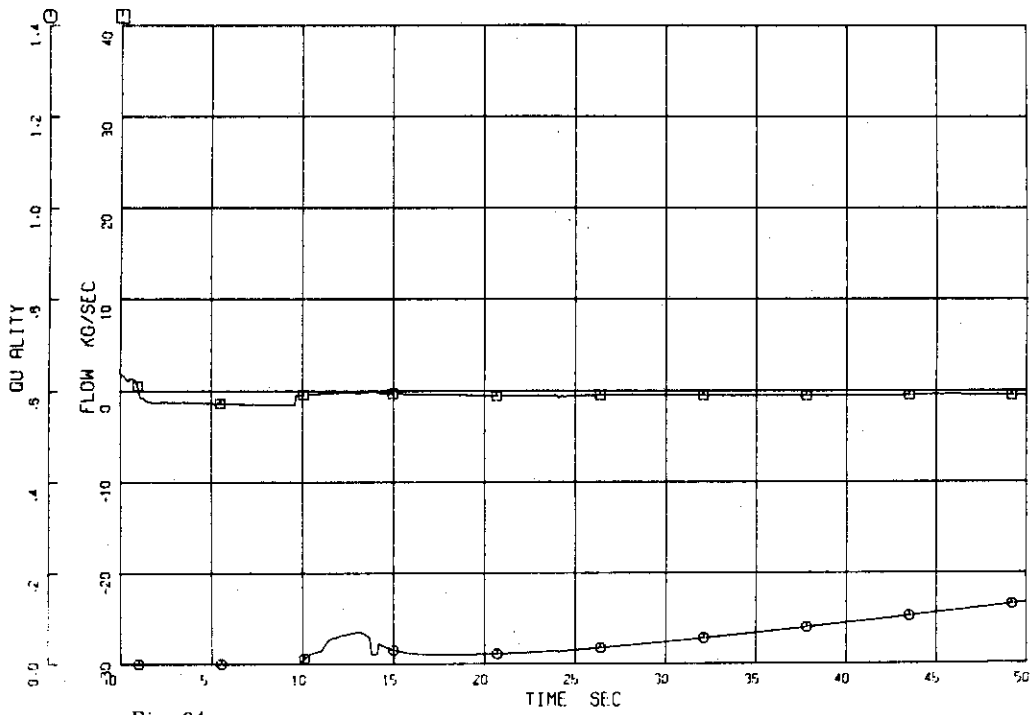


Fig. 94

ROSA3

□ JWJ16 ○ JXJ16

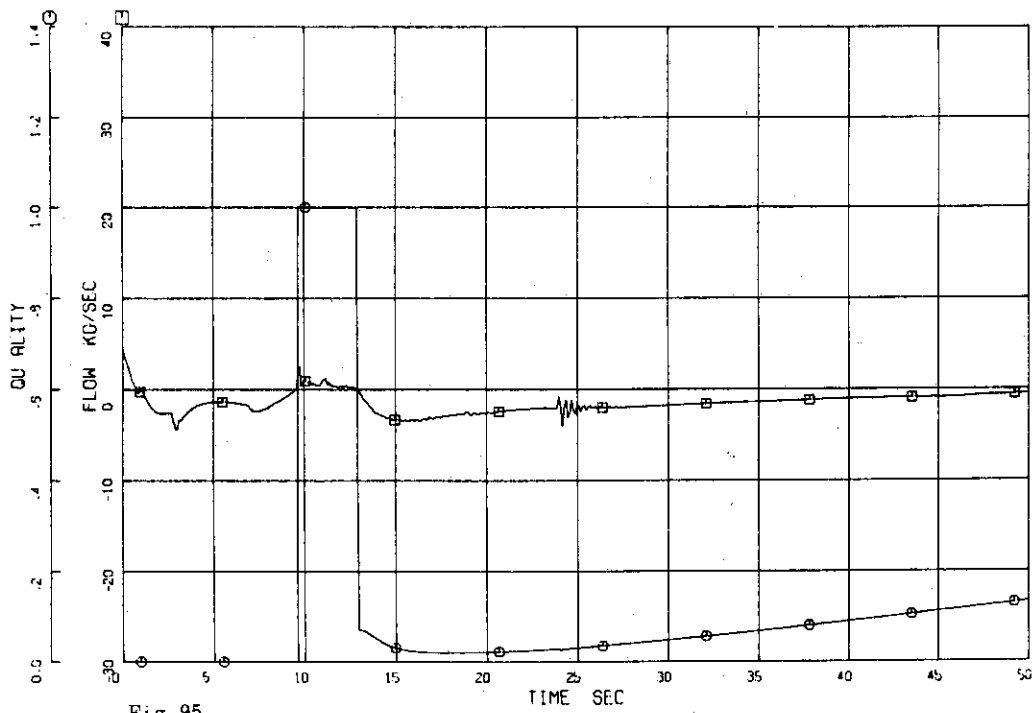


Fig. 95

ROSA3

□ JR JWJ17 ○ JR JXJ17

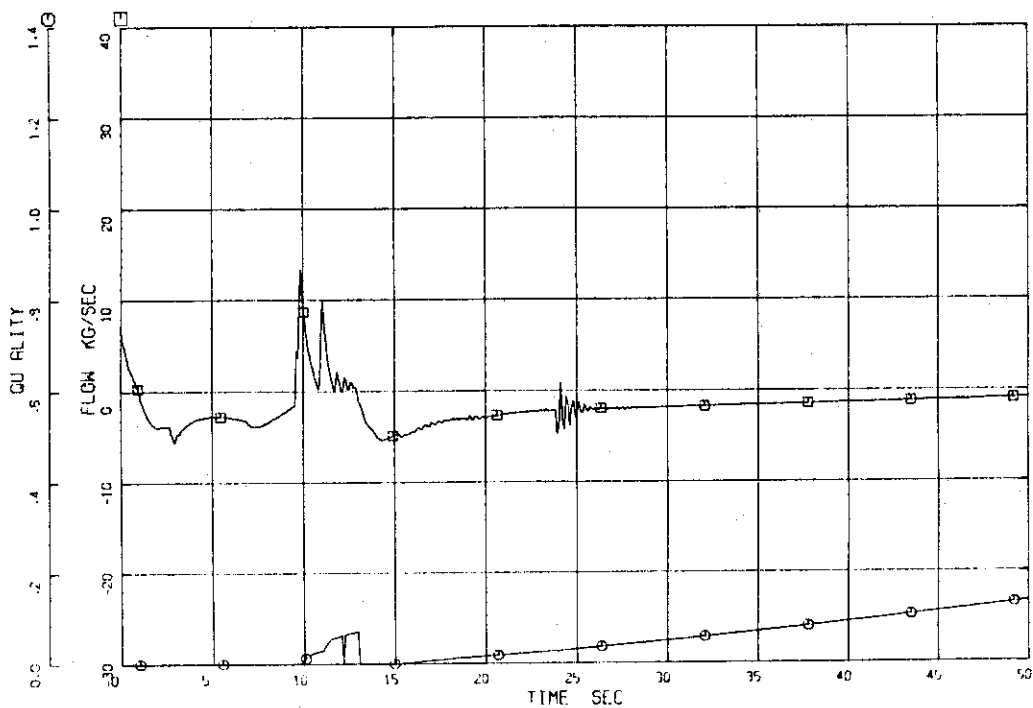


Fig. 96

ROSA3

□ JR JWJ8 ○ JR JXJ8

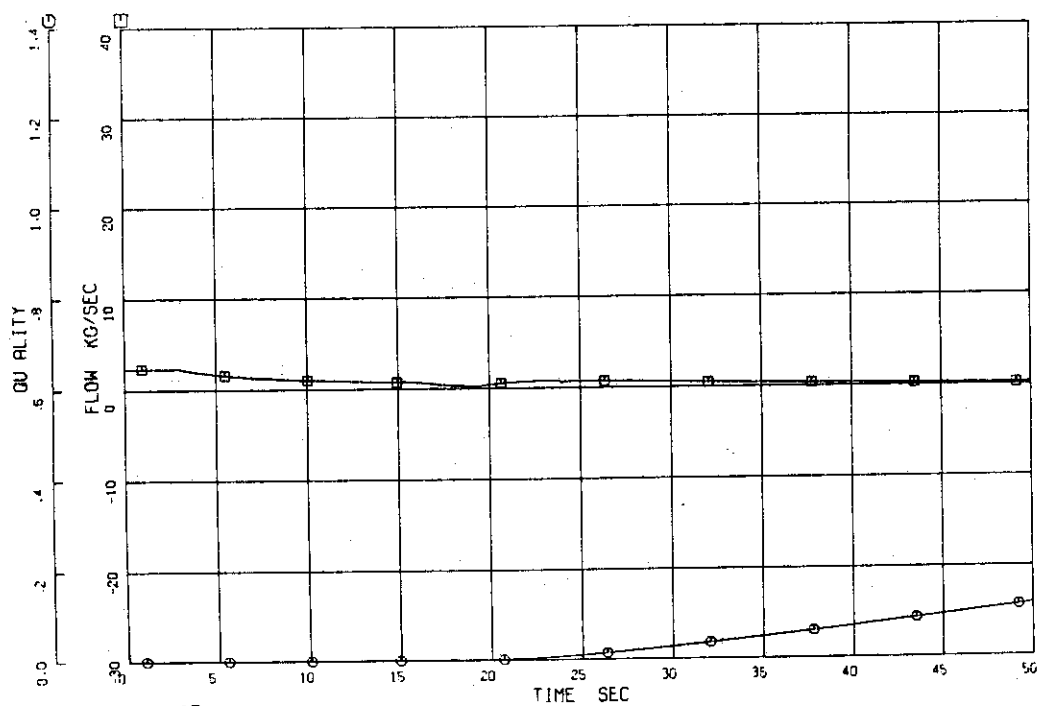


Fig. 97

ROSA3

OR JWJ9 OR JXJ9

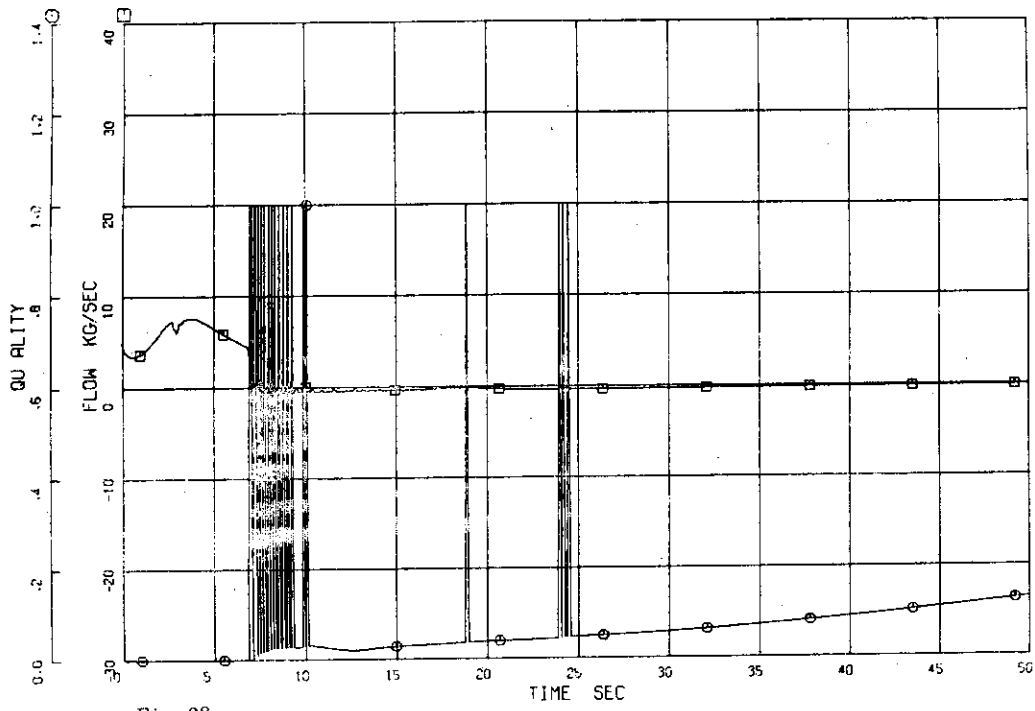


Fig. 98

ROSA3

OR JWJ10 OR JXJ10

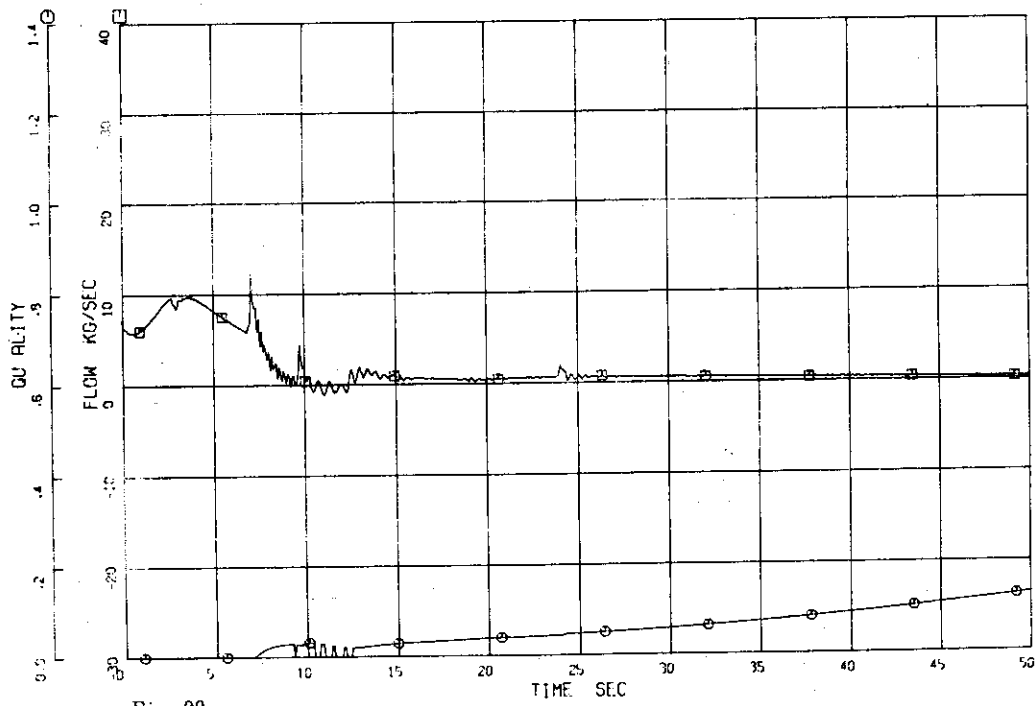


Fig. 99

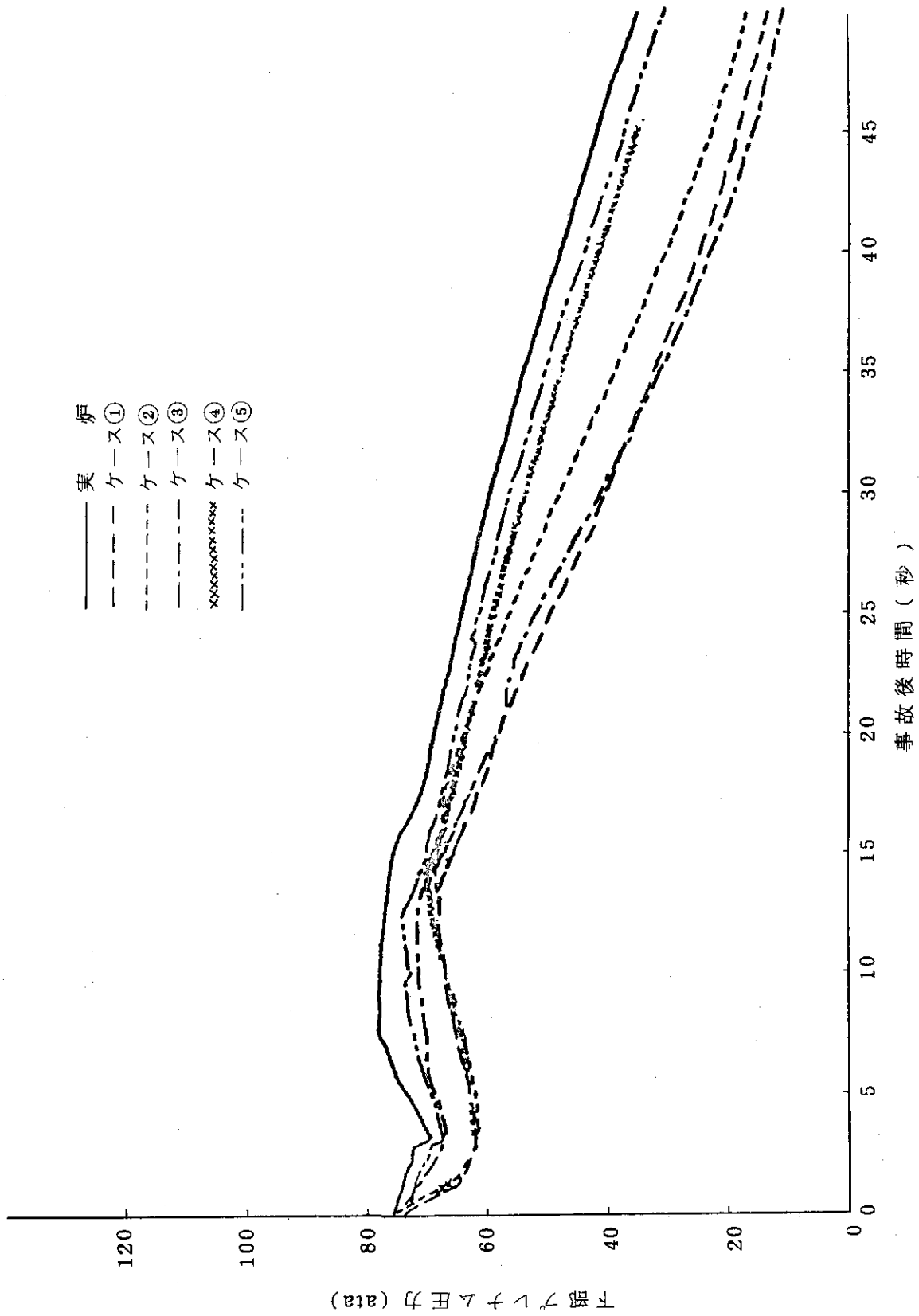


Fig. 100 Comparison of Lower Plenum Pressure

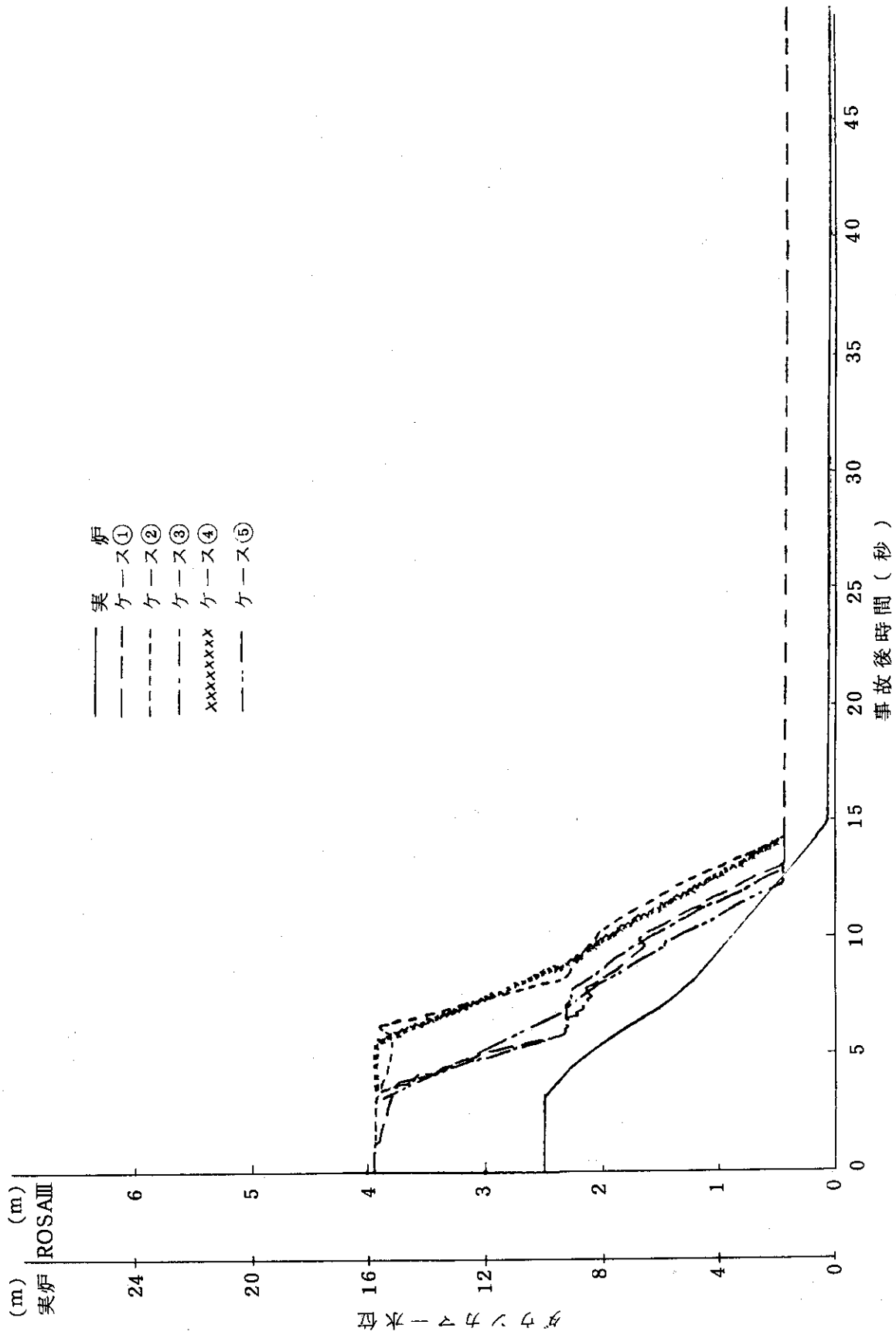


Fig.101 Comparison of Lower Downcomer Water Level

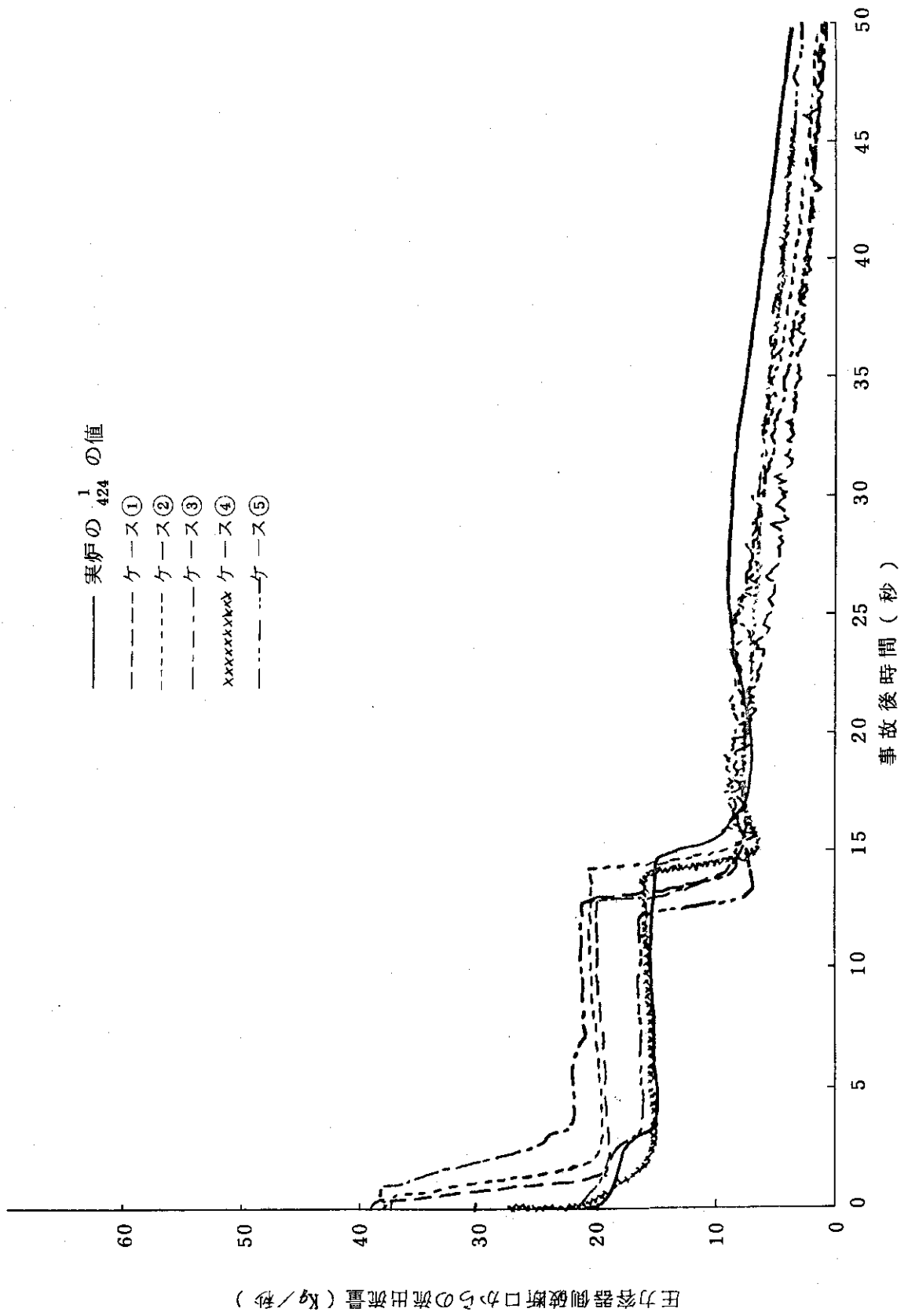


Fig. 102 Comparison of Break Flow from Vessel

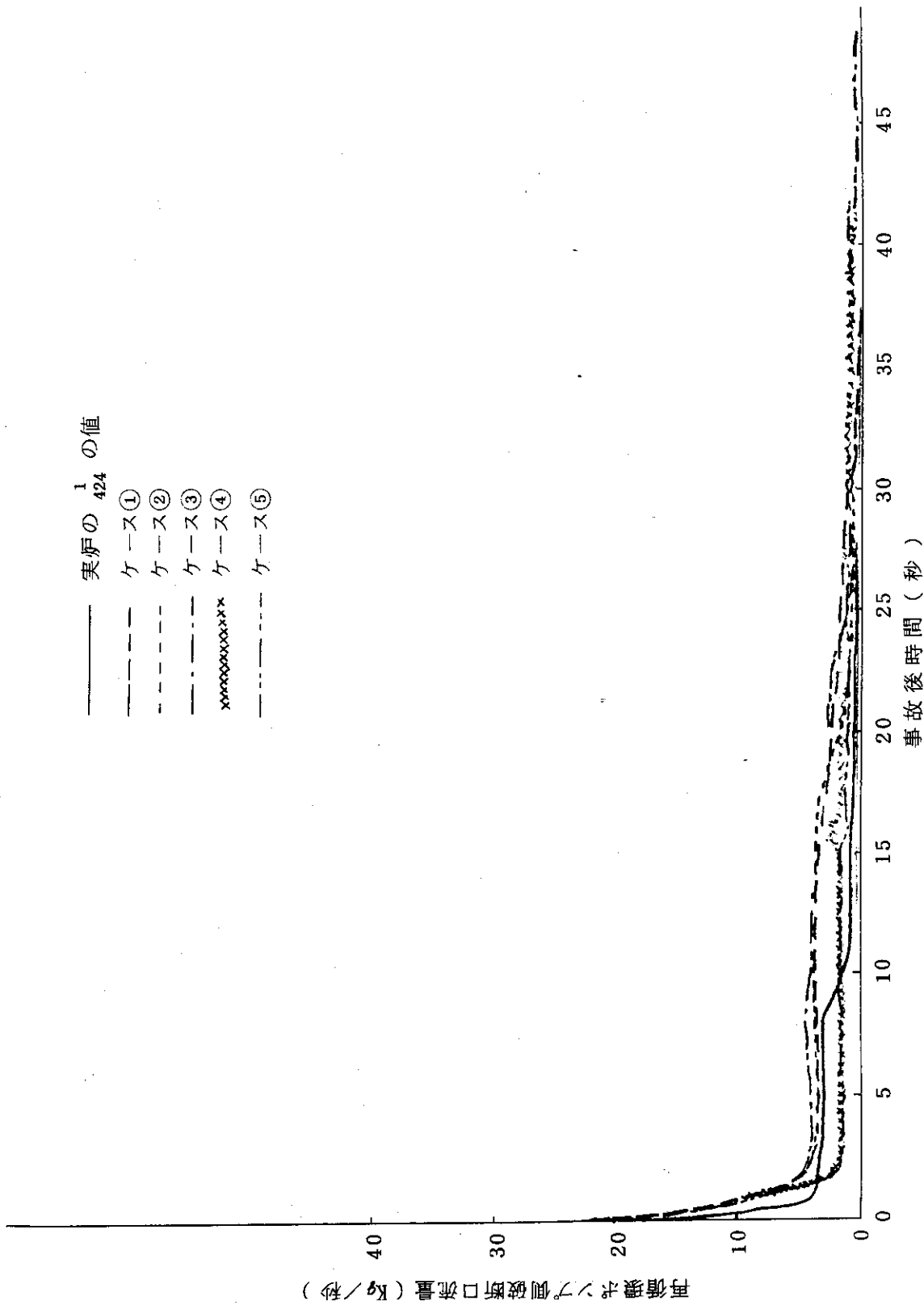


Fig. 1.03 Comparison of Break Flow from Recirculation Loop

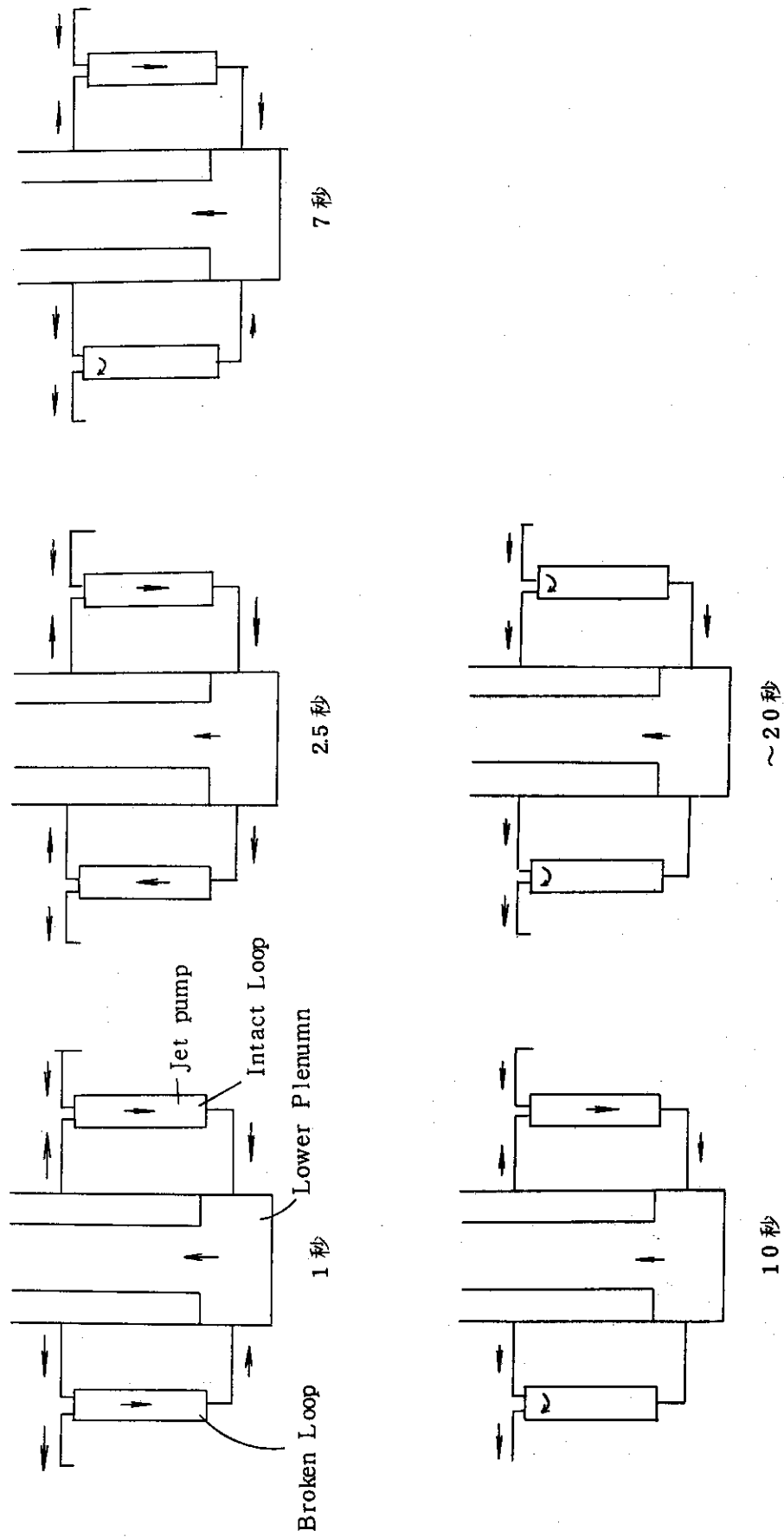


Fig. 104 Flow Pattern near Jet pumps in BWR Analysis

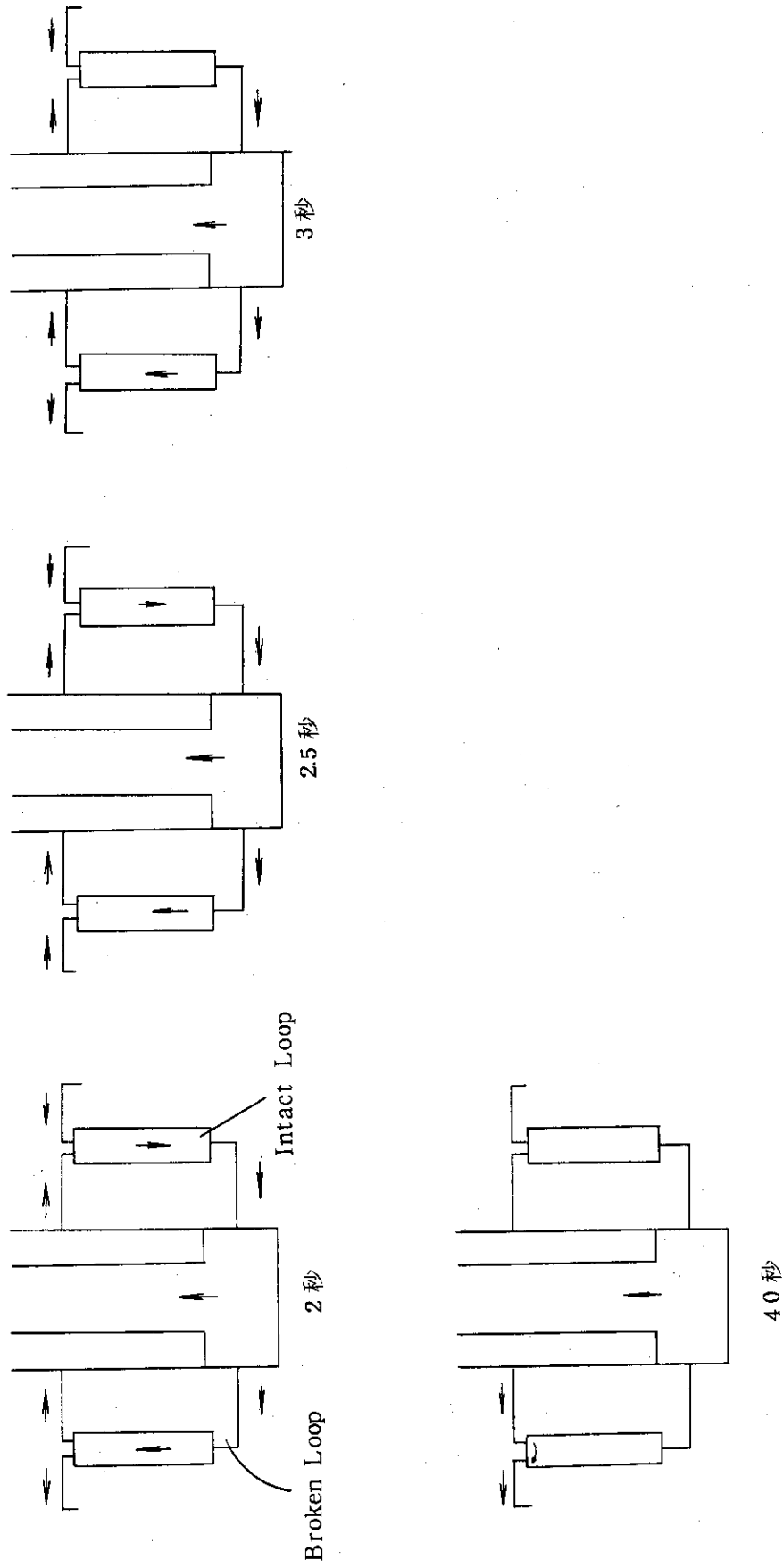
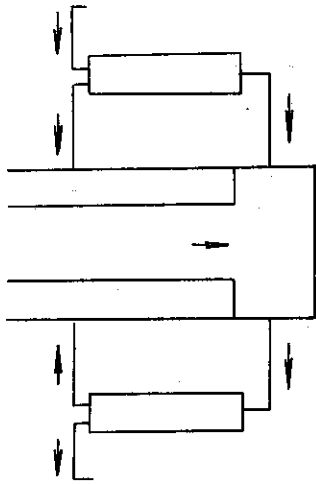
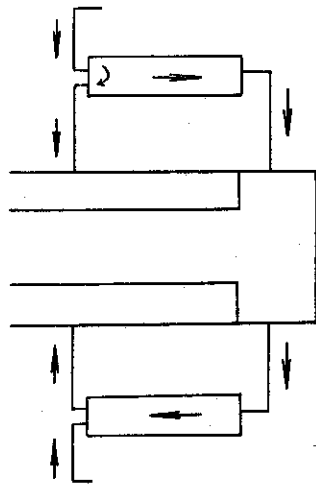


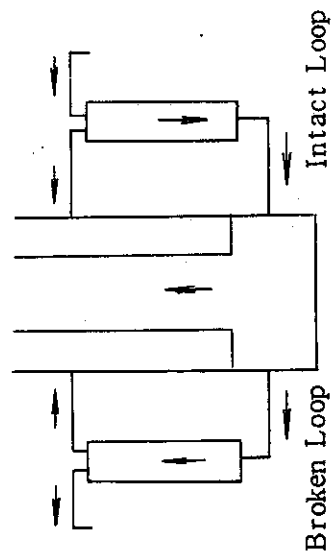
Fig. 105 Flow Pattern near Jet Pumps in Case ①



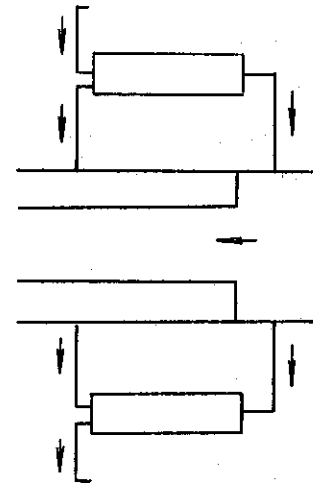
3 秒



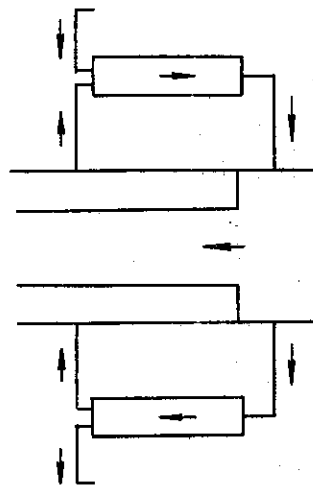
2.5 秒



2 秒



30 秒



5 秒

Fig. 106 Flow Pattern near Jet Pumps in Case ②

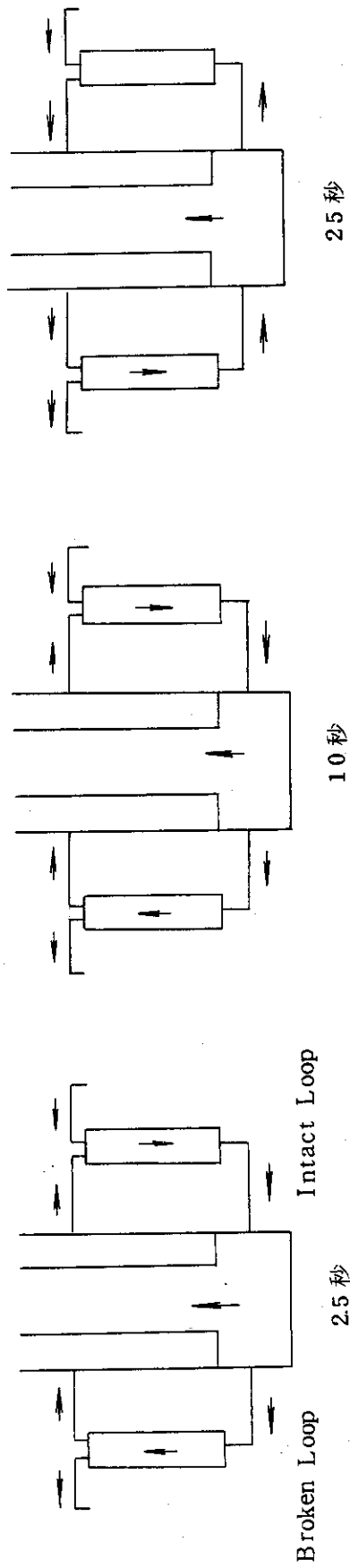


Fig. 107 Flow Pattern near Jet Pumps in Case ③

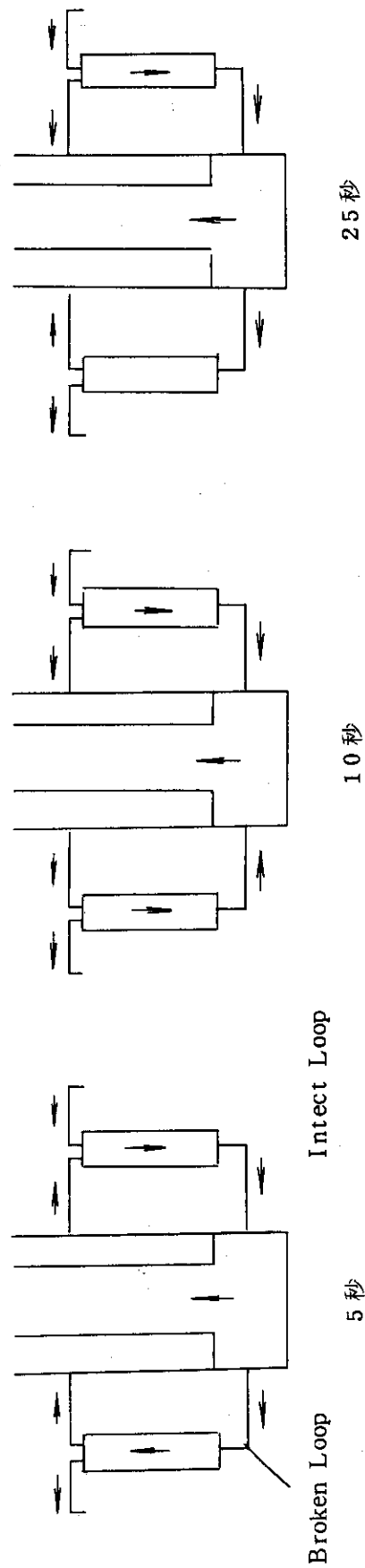


Fig. 109 Flow Pattern near Jet pumps in Case ⑤

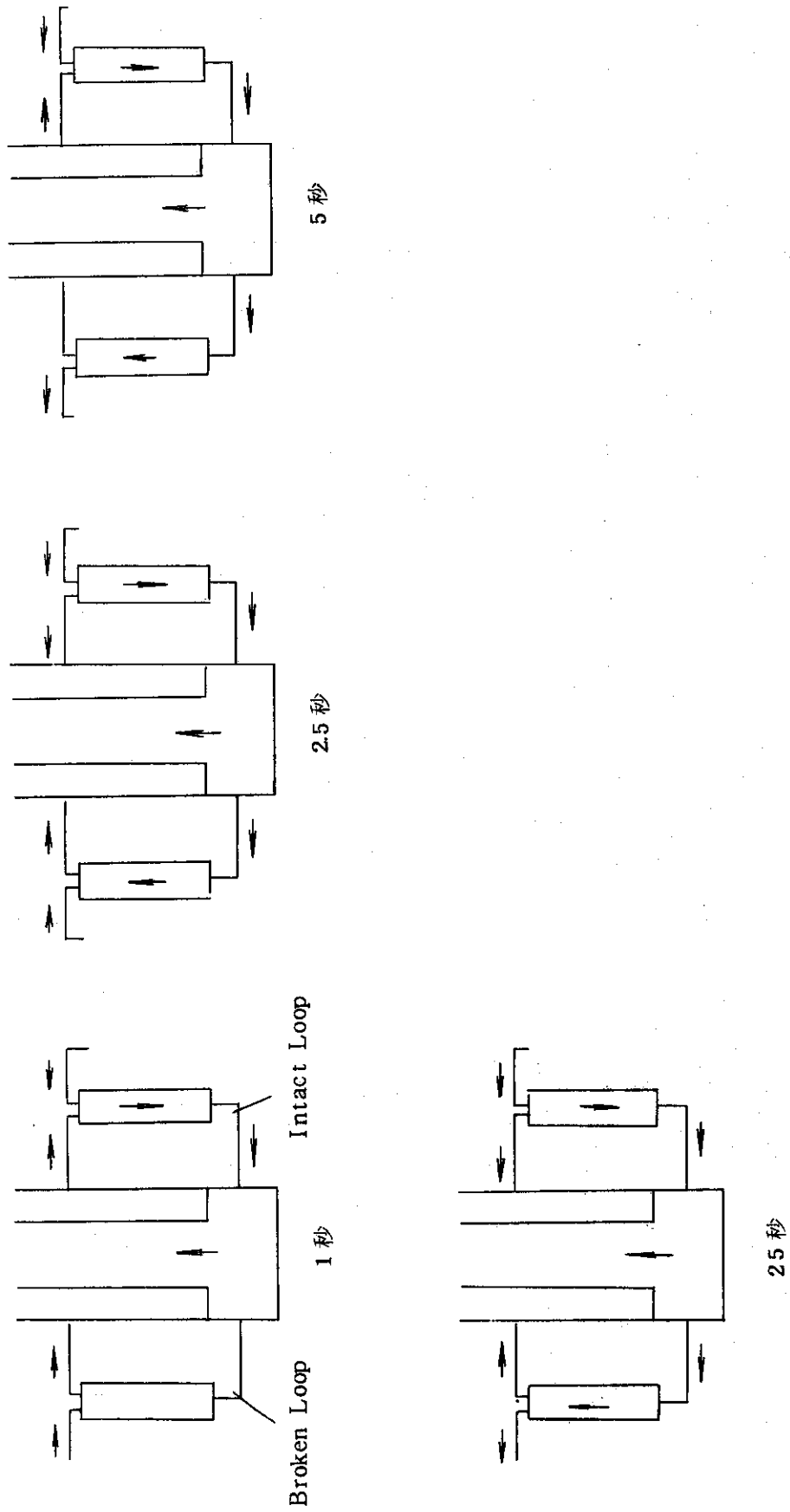
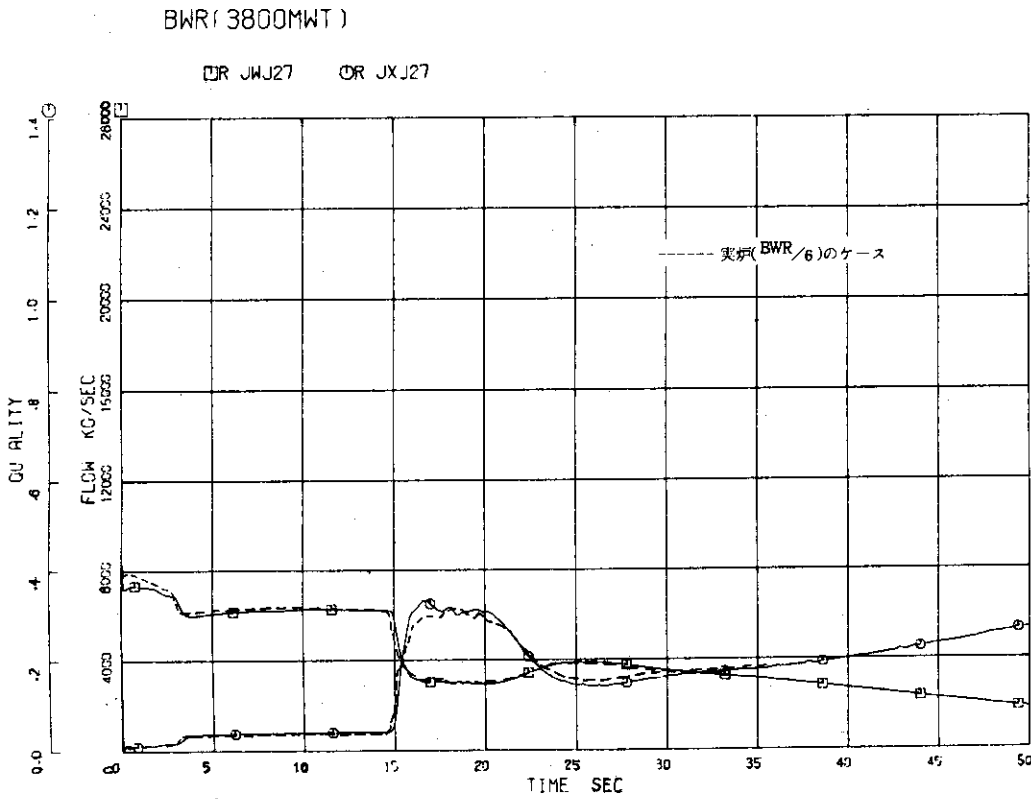


Fig. 108 Flow Pattern near Jet Pumps in Case ④

APPENDIX

実炉ケースの破断口レベルの変更

実炉(BWR/6)の破断口の高さは、RECIRC INLET NOZZLEと同じとして解析した。
 ROSA IIIの破断口の高さは、破断ユニットにより決っている。(NOZZLEより約 1.5 m下方)
 破断口の高さの影響を調べるため、実炉の破断口の高さを、ROSA IIIと同じ高さ割合になるよ
 うに決め、解析を行った。結果をFig.110～118に示す。これより、実炉における破断口高さの
 影響は、微妙に効いていることがわかる。



BWR(3800MW)

□ JWJ26 ○ JXJ26

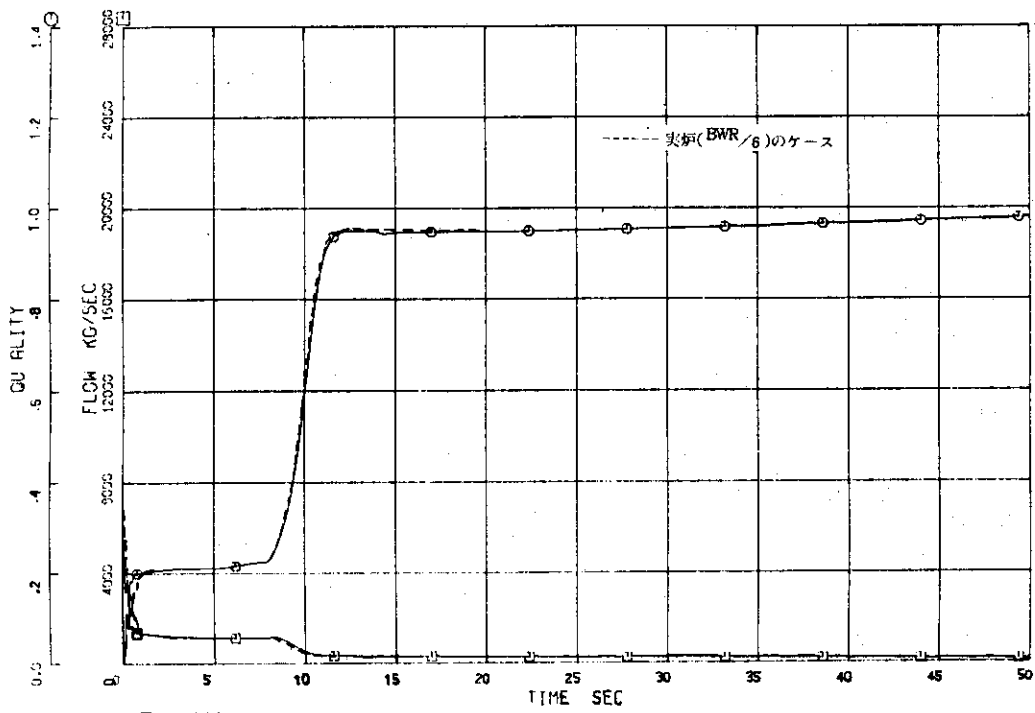


Fig. 111

BWR(3800MW)

□ JWJ1 ○ JWJ4

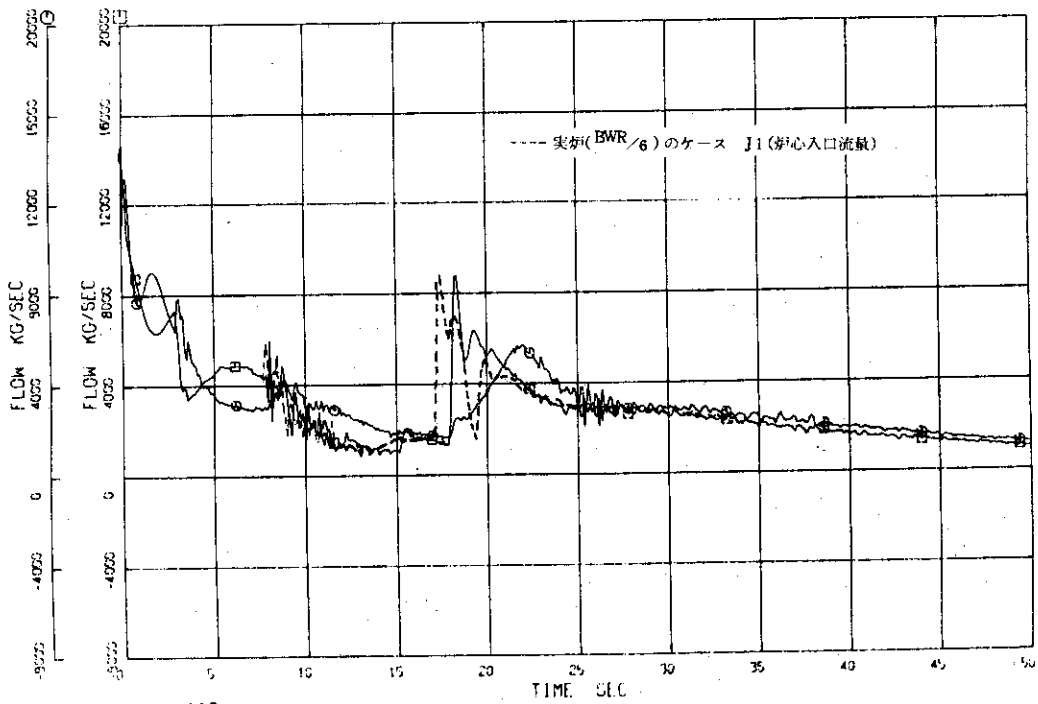


Fig. 112

BWR(3800MW)

□ STV2 ○ STV3 △ STV4

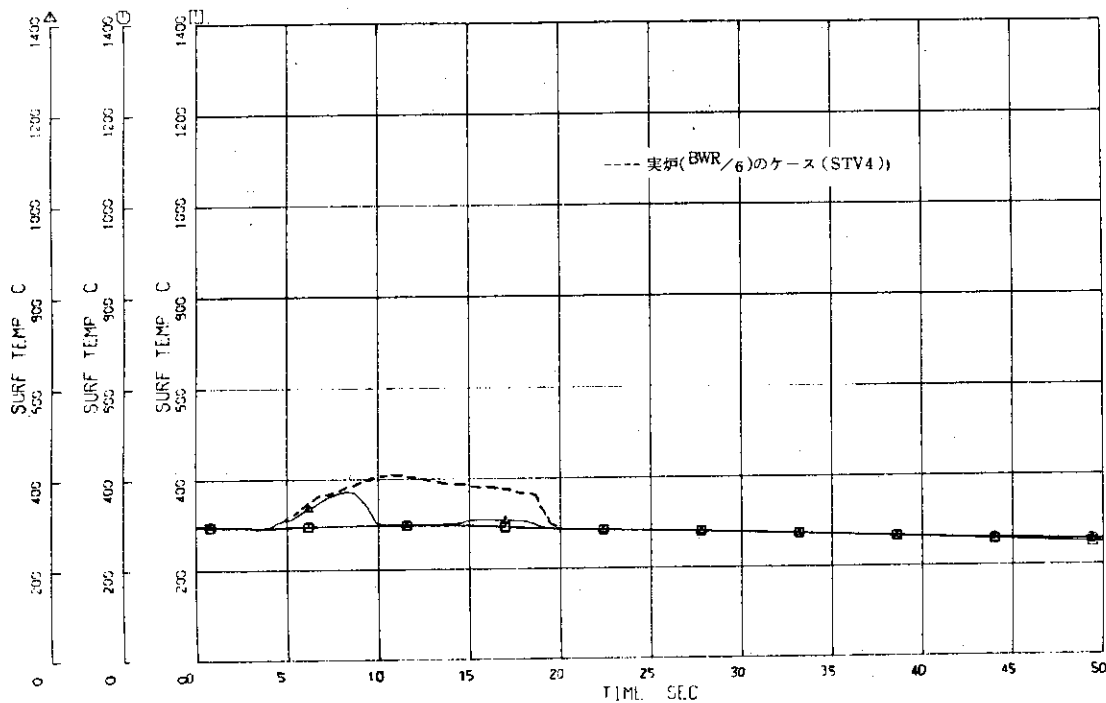


Fig. 118

BWR(3800MW)

□ SFV2 ○ SFV3 △ SFV4

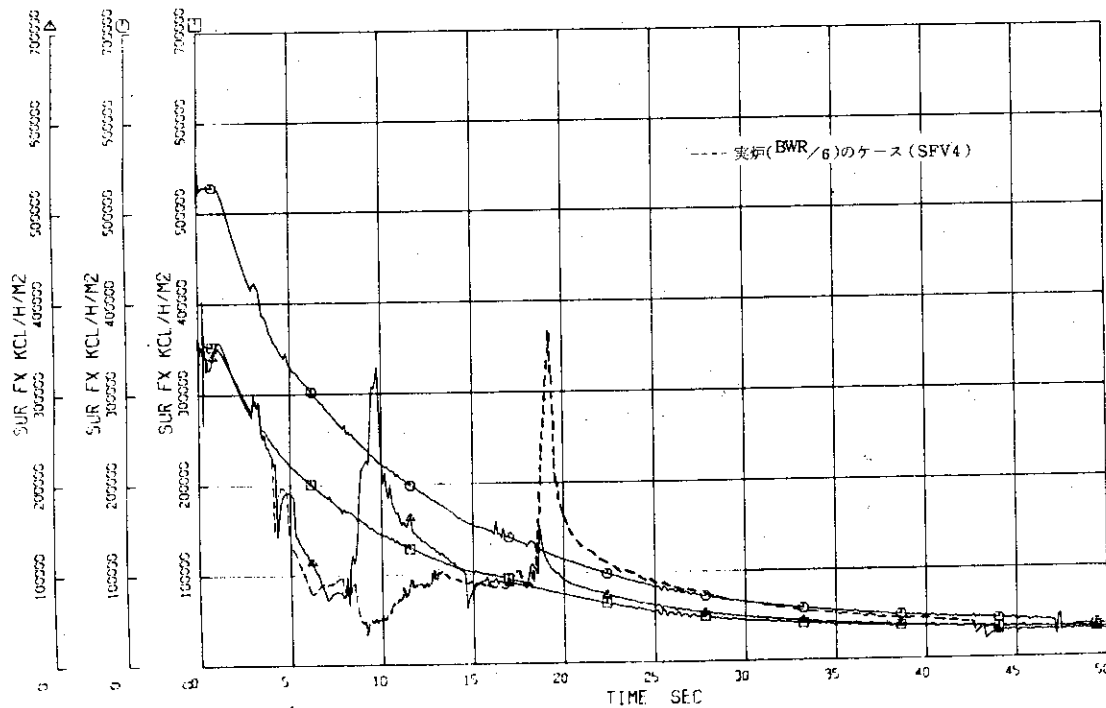


Fig. 114

BWR(3800MW)

□ AXV2 ○ AXV3 △ AXV4

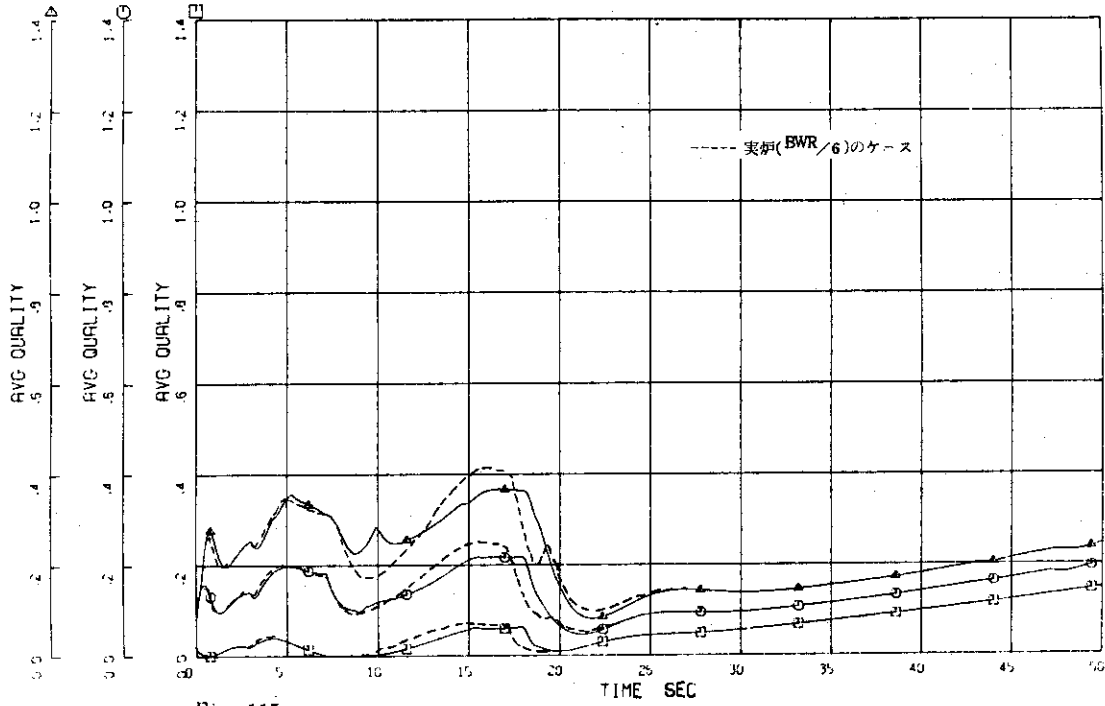


Fig. 115

BWR(3800MW)

□ MLV10 ○ APV1 △ FSV1 +R AXV1

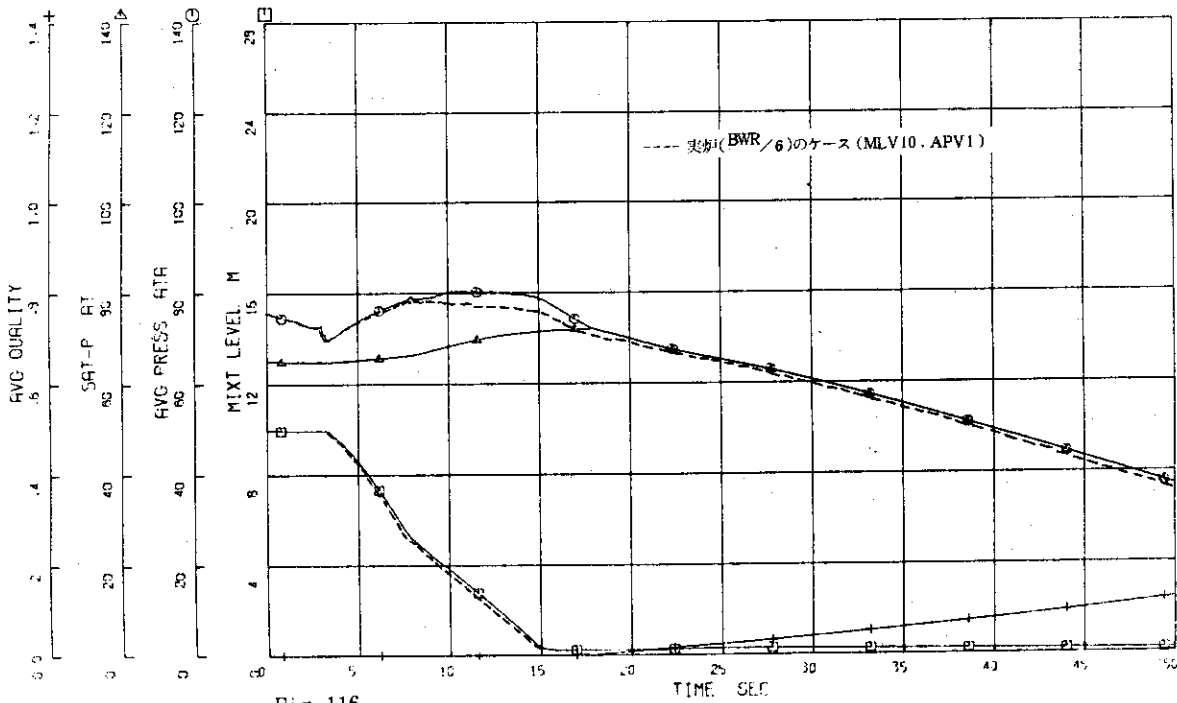


Fig. 116

BWR(3800MW)

□ JR JWJ20 ○ R JWJ21 △ R JWJ22

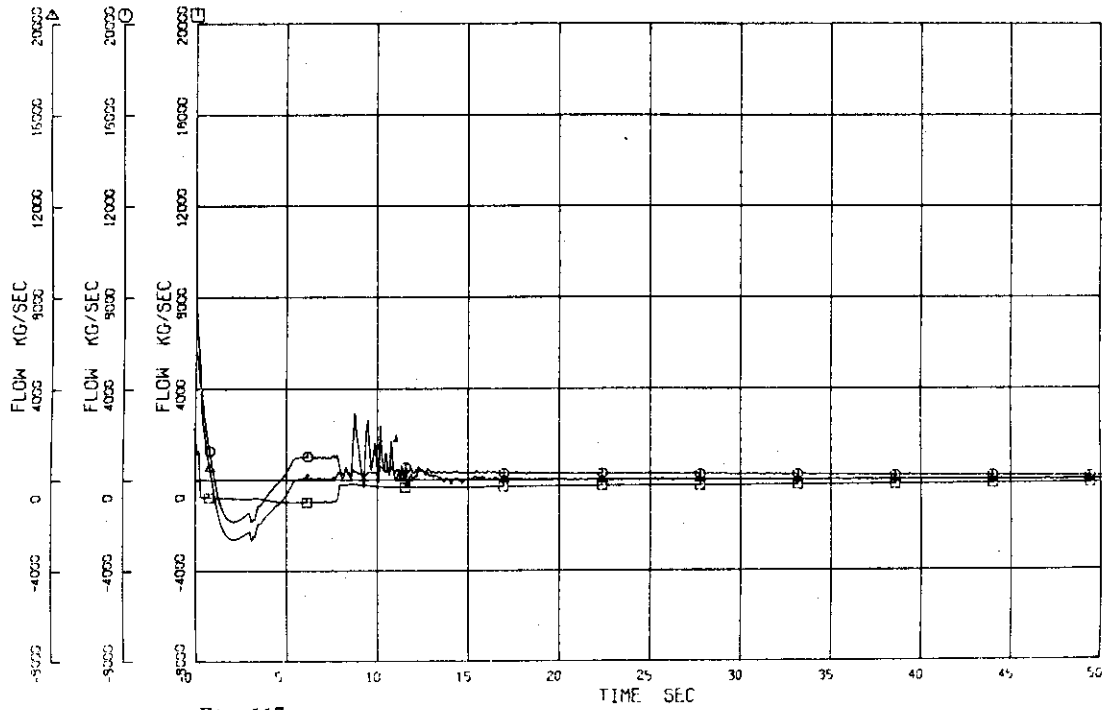


Fig. 117

BWR(3800MW)

□ JR JWJ14 ○ R JWJ15 △ R JWJ16

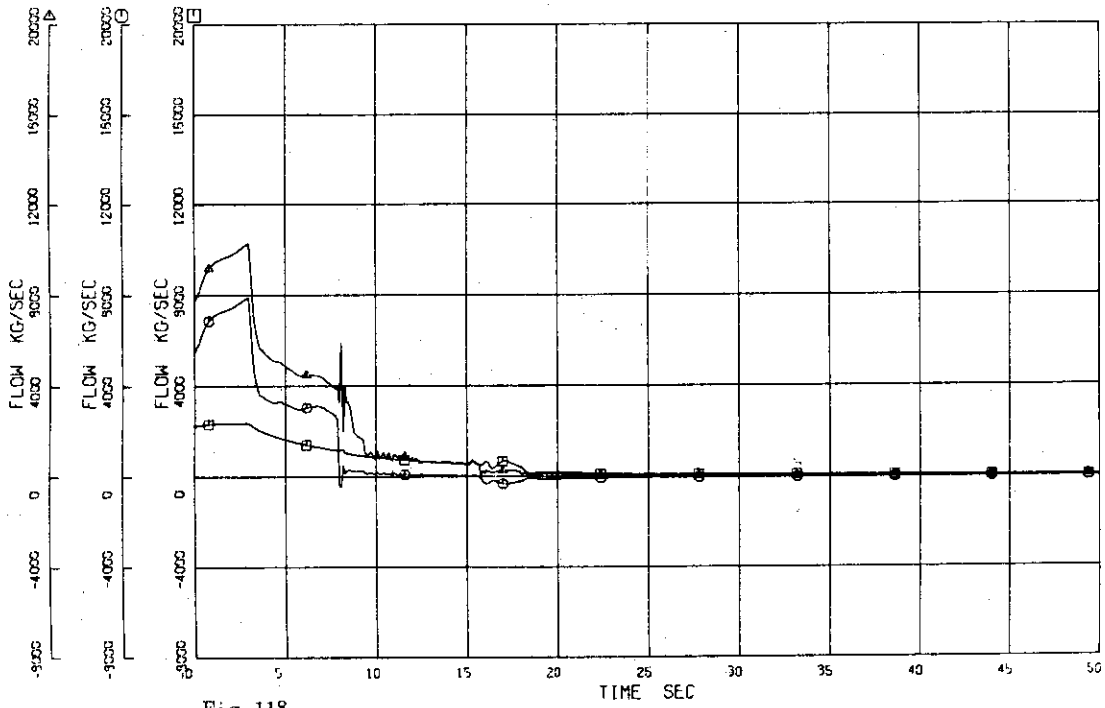


Fig. 118