

版	分	変	更
年	月	日	

遠心速抽出器の開発

—遠心速抽出器の基礎試験結果—

1988年4月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに配布するものです。ついては供覧、複製、転載、引用等を絶対に行わないよう厳重に管理して下さい。なお、開示制限が解除になった場合は、その旨通知しますが、それ以前に関連業務が終了した場合は直ちに返却して下さい。

開示制限
PNC 841088-023
1988年4月

遠心速抽出器の開発 —遠心速抽出器の基礎試験結果—

実施責任者 林 正太郎*
報告者 巖渕 弘樹,* 上田 吉徳 *
川口 尊,* 根本 慎一*

要旨

リサイクル機器試験施設における遠心速抽出器の適用を目的として、昭和60年度に試作第1号機を製作して以来現在まで改良を行って来ている。

本報告書は、昭和62年度に製作した速抽出器（処理能力 100 kg HM／日相当）を用いてポンプ性能、相分離性能等の基礎性能試験を実施し、以下の結果を得たので報告する。

(1) ポンプ性能

- ・パイプ式及び壁式堰とともに十分な液排出能力を有しており、ポンプ能力はロータ下部からの吸込能力に制限されている。
- ・ミキシング部液面を高くすることでポンプ性能の向上が期待される。

(2) 相分離性能

- ・流量 50～110 ℥／h、有機相／水相流量比 0.5～7 の範囲でエントレインメントは認められなかった。
- ・堰構造の違い（パイプ構造と壁構造）による堰特性の違いを把握した。堰の流路抵抗により有機相－水相の界面変動は大きく影響を受けるため、スケールアップに際しては十分考慮する必要がある。

(3) その他

- ・本速抽出器のインベントリーは 300～350 mL／段であった。

* 技術開発部 機器材料開発室

目 次

1. 概 要.....	1
2. 試験装置の概要.....	2
3. 試験概要、結果及び考察.....	3
3.1 壞特性試験.....	3
3.2 ポンプ性能試験.....	5
3.3 相分離性能試験.....	6
3.4 インペントリーの測定.....	8
3.5 モータ特性試験.....	8
3.6 振動及びベアリング温度の測定.....	9
4. ま と め.....	10
5. 引用文献.....	11

1. 概 要

高速炉燃料リサイクル試験施設への遠心速抽出器の適用を目的として、昭和 60 年度に試作機を製作、基礎研究を開始し、昭和 62 年度には処理能力 100 kg HM / 日相当の改良機を試作した。この装置を用いて基礎性能試験を実施し、以下の結果を得た。

- ポンプ性能については、回転数 3000 rpm で、試験流体に水を使用し、堰本数（パイプ式堰）を 2 ~ 4 本、堰半径 13.5 ~ 20 mm で変化させ流量を測定した。堰半径の増加に伴い流量は増えるが、堰本数に対してはほとんど変化がなかった。このことよりポンプ性能はローター下部からの吸込能力により制限されていると考えられ、処理能力を向上するためには、下部吸込部の構造を十分検討する必要がある。
- 相分離性能に大きな影響を与える堰特性については、回転数 3000 rpm で、試験流体に水を使用し、流量と堰乗り越え高さの関係を測定し、堰係数及び流路の抵抗を推算した。堰係数は、パイプ式堰では約 0.6、壁式堰では約 0.1、又パイプ式堰の流路抵抗は流量係数で約 0.1 と推算された。
- 相分離性能については、回転数 3000 rpm、試験流体に 0.5 N-硝酸及び 30 vol-% TBP を使用し、有機相 / 水相流量比（以降 O / A と呼ぶ）を 0.5 ~ 7、トータル流量を 50 ~ 110 ℥ / h の範囲で変化させ、エントレインメントの測定を行った。これらの条件ではすべてエントレインメントは認められなかった。但し、有機相 - 水相の界面位置の変動は、堰係数あるいは堰の流路抵抗により大きく影響を受けるため、スケールアップに際しては十分留意する必要があることが判った。
- 回転数 3000 rpm、試験流体に 0.5 N 硝酸及び 30 % TBP を使用して、O / A = 1 で流量を変化させてインベントリーの測定を行った。ケーシング構造の違いにより特性は若干異なるが、流量の増加に伴いインベントリーは増加するが、この増加はケーシングの改良によりおさえることが可能であることが判った。現状でのインベントリーは 300 ~ 350 ml / 段であった。

2. 試験装置の概要

試験に使用した速抽出器 (TYPE A, TYPE B と呼ぶ) の構造を図-1 及び図-2 に示す。

TYPE A と B の違いは、有機相の堰構造が TYPE B では、従来試験に使用してきたパイプ式堰であるのに対し、TYPE A は壁式堰になっていることである。

図-3 に試験装置の概要を示す。速抽出器は 4 段 1 ユニット型を使用し、液の供給はギヤポンプを使用し、流量測定はローターメータとメスシリンダーによる測定を併用した。又モーターは、図-4 に示す構造で、コイル被覆、グリスに耐放射線材料を用いて試作したものを使用し、回転数はインバーターにより周波数を設定し、3000 rpm とした。

3. 試験概要、結果及び考察

3.1 堤特性試験

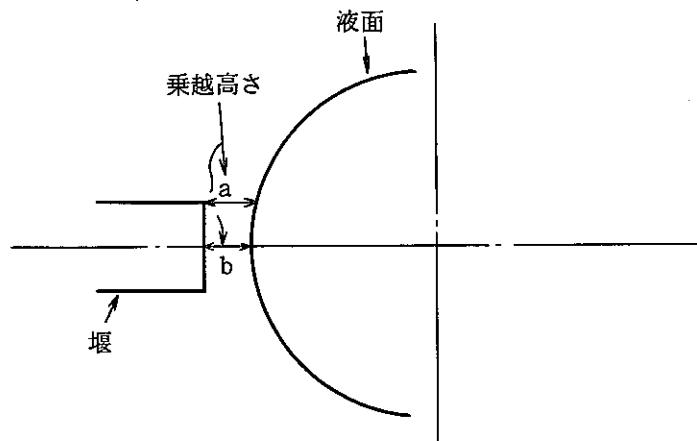
3.1.1 試験条件

回転数 3000 rpm

使用流体 水道水

3.1.2 試験方法

水相堤半径と有機相堤半径を適当に調整しておき、流量を徐々に増してゆく。堤半径の小さい堰より流出し始めた流量を記録し、両堰半径の差より、その流量での堰乗越え高さを推定した。尚、パイプ式の堰については、下記の様に補正した。



測定乗越え高さは a であるが、 b を計算にて求め、 a と b の平均値を乗越え高さとした。

3.1.3 試験結果及び考察

測定結果及び下式による堰係数の計算結果を表-1に、又流量と堰係数の関係を図-5に示す。

$$K = \frac{Q}{\ell \times h \times \left\{ 2 \left(r - \frac{h}{2} \right) \omega^2 h \right\}^{1/2}}$$

K : 堤係数 (一)

Q : 流量 (m^3/sec)

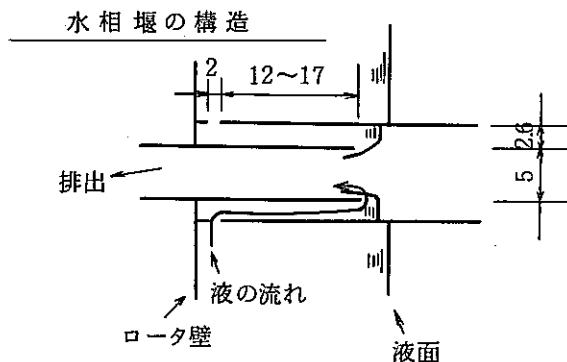
ℓ : 堤長さ (m)

h : 堤乗越え高さ (m)

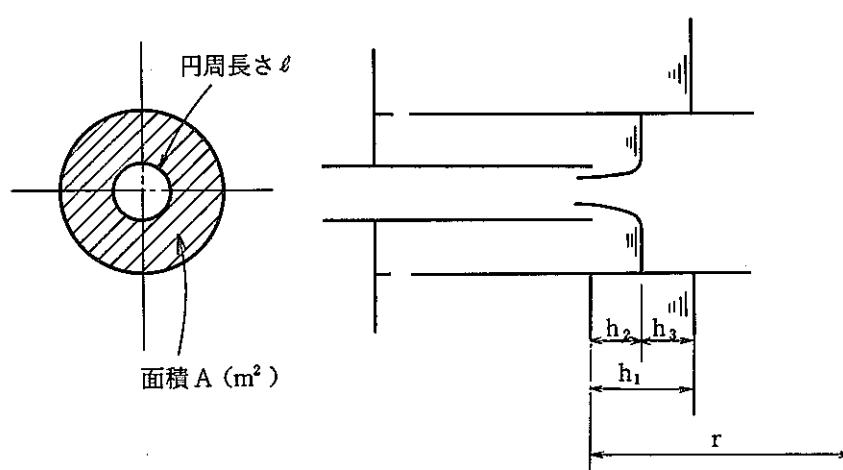
r : 堤半径 (m)

ω : 角速度 (rad/sec)

(1) 水相堰係数については、相当のバラツキがあるが、図-5に示す様に、流量に対しては負の相関がある。これは、下図に示す水相堰の構造上、流路抵抗が大きいものと考えられる。



そこで、堰流路の抵抗係数及び堰係数を下式の様に考え、



$$Q = K \cdot \ell \cdot h_2 \cdot \left\{ 2 \left(r - \frac{h_2}{2} \right) \omega^2 \cdot h_2 \right\}^{1/2}$$

$$\frac{Q}{A} = C \cdot \left\{ 2 \left(r - h_2 - \frac{h_3}{2} \right) \omega^2 \cdot h_3 \right\}^{1/2}$$

C : 流量係数

測定結果より、最小二乗法により流量係数及び堰係数を求めると、

$$K = 0.61, \quad C = 0.11 \quad \text{となった。}$$

この係数による計算結果と測定結果の比較を図-6に示す。

(2) 有機相堰 (TYPE A) については、堰係数は平均 0.127 で、バラツキも少ない。しかし、水相堰係数と比較すると値が小さい。この原因の 1 つとしては、有機相堰部には、液体に遠心力を十分に与えるためのブレードがないため、液体がスリップしていることも考えられる。

3.2 ポンプ性能試験

3.2.1 試験条件

回転数 3000 rpm

使用流体 水道水及び 30% TBP, 0.5 N-HNO₃

3.2.2 試験方法

- (1) TYPE A 及び TYPE B それぞれに, O/A = 0.5~1.5 の範囲で両相を流し, ミキシング部液面と流量の関係を測定した。
- (2) TYPE A と B のケーシングの違いによるポンプ性能への影響を無くすために, TYPE B のケーシングを用いて, 水道水により TYPE A 及び B のポンプ性能を上記と同様に測定した。尚, ミキシング部の液面は, 給液室の液面と等しいとして, 給液室液面高さを測定した。
- (3) 水道水を用いて, 水相堰のみの堰本数と流量の関係を測定した。

3.2.3 試験結果及び考察

- (1) 給液室液面高さと処理流量の測定結果を表-2 及び図-7 に示すが, 得られた結果は概略下記の通りであった。

最大処理流量 TYPE A : 110~120 l/h

TYPE B : 95~105 l/h

安定運転領域 TYPE A : 90~100 l/h

TYPE B : 70~80 l/h

以上の様に, TYPE A と B の処理量の差は, 約 20~25 l/h である。これは図-7 からわかる様に, 給液室の設置レベルの違いによる所が大きいと考えられる。尚, 給液室単独(ミキシング部に液が無い状態)では, 200 l/h でも液面は 6 mm 程度しか上昇しなかった。

- (2) そこで, 同一ケーシング (TYPE B) を用いた, 水相のみの流量の測定結果を表-3 及び図-8 に示したが, 同一ケーシングを用いても 10~15 l/h の差があった。
- (3) 堰本数と流量に関する測定結果を表-4 及び図-9 に示したが, 堰本数を増やしても, 流量の増加は顕著ではなかった。 5 cm^{ϕ} R.C. 性能との比較を図-10 に示す。堰本数 2 本では同等の流量を示しているが, 3 本での流量は, 5 cm^{ϕ} では堰本数に比例しているが, 5.5 cm^{ϕ} では, 2 本とほとんど変わらなかった。いずれにせよ堰本数を増加しても, 流量に限界があると云うことは, 流量を制限しているのは, 堰からの吐出能力ではなく, ローター下部からの吸込(押込)能力であると考えられる。又, 堰半径の減少に伴い, 限界流量が低下している点からは, ローター下部の穴から流入した液体は速かに遠心力を与えられ排除されなければならないが, 堰半径の減少すなわちローター内液面の上昇により, 遠心力を受けることを妨害しているか, あるいは, ローター内へ流入する際の抵抗になっていることが考えられる。

又、この点については、ローター下部の穴径も重要な因子と考えられる。

3.3 相分離性能試験

3.3.1 試験条件

回転数 3000 rpm

使用流体 30% TBP 及び 0.5 N-HNO₃

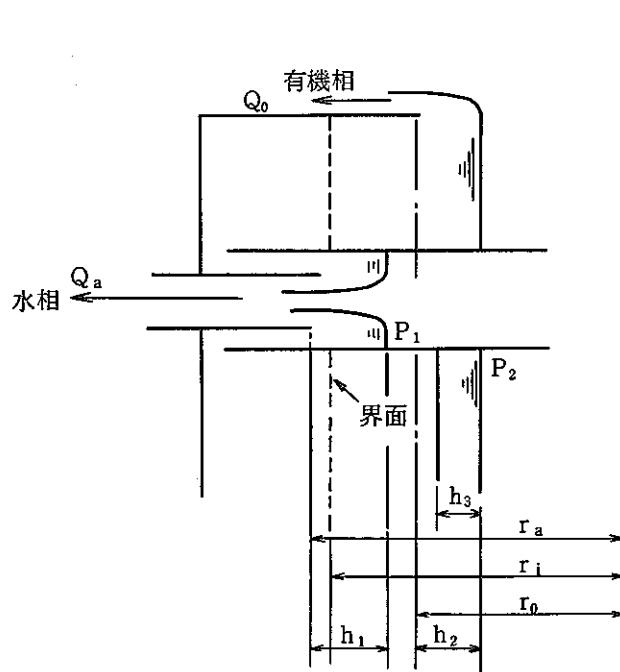
3.3.2 試験方法

各堰半径を、図-11に示す通り、水相-有機相の界面がほぼ中央に来る様に調整し、流量及びO/Aを変化させてエントレインメントを測定した。尚、測定はメスシリンダー法により測定した。

3.3.3 試験結果及び考察

流量及びO/Aの試験条件を図-12に、測定結果を表-5に示す。TYPE Aでは流量約50~110ℓ/h, O/A 0.5~7, TYPE Bでは流量約70~100ℓ/h, O/A 0.5~1.5の範囲でエントレインメント測定を行ったが、すべての条件で、両相ともエントレインメントは認められなかった。尚、流量については、速抽出器ポンプ性能に限界があり、これ以上の流量でのエントレインメントの測定はできなかった。

流量及びO/Aと有機相-水相の界面位置との関係は、3.1項で推定した堰係数及び流量係数を用いて、下式により推定できる。



- Q_o : 有機相流量 (m^3/sec)
- Q_a : 水相流量 (m^3/sec)
- P_1 : 水相堰内部圧力 (N/m^2)
- P_2 : " 外部圧力 (N/m^2)
- r_o : 有機相堰半径 (m)
- r_a : 水相堰半径 (m)
- r_i : 界面半径 (m)
- h_1 : 水相堰乘越高さ (m)
- h_2 : 有機相堰乘越高さ (m)
- h_3 : $P_2 = P_1$ となる所から液面までの高さ (m)
- ρ_o : 有機相密度 (kg/m^3)
- ρ_a : 水相密度 (kg/m^3)

圧力バランスを取ると、

$$\begin{aligned} P_2 - P_1 &= \int_{r_0 - h_2}^{r_i} \rho_0 \omega^2 r dr - \int_{r_a - h_1}^{r_i} \rho_a \omega^2 r dr \\ &= \frac{1}{2} \rho_0 \omega^2 \{ r_i^2 - (r_0 - h_2)^2 \} - \frac{1}{2} \rho_a \omega^2 \{ r_i^2 - (r_a - h_1)^2 \} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{又, } P_2 - P_1 &= \int_{r_0 - h_2}^{r_0 - h_2 + h_3} \rho_0 \omega^2 r dr \\ &= \frac{1}{2} \rho_0 \omega^2 \{ (r_0 - h_2 + h_3)^2 - (r_0 - h_2)^2 \} \end{aligned}$$

$$\text{故に, } r_i = \left\{ \frac{\rho_a (r_a - h_1)^2 - \rho_0 (r_0 - h_2 + h_3)^2}{\rho_a - \rho_0} \right\}^{1/2}$$

尚, h_1, h_2, h_3 は 3.1 項より、下式の通りとなる。

$$\begin{aligned} h_1 &= \left\{ \frac{Q_a}{k_a \cdot \ell_a \cdot \omega \cdot \sqrt{2(r_a - \frac{h_1}{2})}} \right\}^{2/3} & k_a : \text{水相堰係数} & (-) \\ h_2 &= \left\{ \frac{Q_0}{k_0 \cdot \ell_0 \cdot \omega \cdot \sqrt{2(r_0 - \frac{h_2}{2})}} \right\}^{2/3} & k_0 : \text{有機相堰係数} & (-) \\ \therefore h_3 &= \frac{\frac{Q}{A} \{ 2(r_0 - h_2 + \frac{h_3}{2}) \omega^2 h_3 \}^{1/2} - 2(r_0 - h_2) + \left\{ 4(r_0 - h_2)^2 + 4 \left(\frac{Q_a}{A \cdot C \cdot \omega} \right)^2 \right\}^{1/2}}{2} & \ell_a : \text{水相堰長さ} & (m) \\ & & \ell_0 : \text{有機相堰長さ} & (m) \\ & & C : \text{水相堰流量係数} & (-) \\ & & A : " \text{断面積} (m^2) & \\ & & \omega : \text{角速度} & (\text{rad/s}) \end{aligned}$$

これらの式からもわかる様に界面の位置は、

- (1) 水相堰流路抵抗が大きくなると、有機相側へ移動する。
- (2) 水相堰係数が小さくなると有機相側へ移動する。
- (3) 有機相堰係数が大きくなると有機相側へ移動する。
- (4) Q/A が大きくなると、水相側へ移動する。

更に、堰係数は大きいほど、堰流路抵抗は小さいほど、 Q/A 及び流量の変化に対して界面の位置は安定する。

尚、上式による計算結果の例を、図-13~15に示した。本試験条件においてエントレインメントが無かったことは、図-13に示した計算結果からもうなづける。(但し、エマルジョン層の広がりは考慮していない。) しかし、本計算の妥当性は、堰半径を変えることにより、エントレインメント発生限界を測定し、エマルジョン層の広がりも含めて、補正、確認する必要がある。

3.4 インベントリーの測定

3.4.1 試験条件

回転数 3000 rpm
使用流体 30% TBP 及び 0.5 N-HNO₃
O/A 1

3.4.2 試験方法

各堰半径を図-11に示す様に調整し、O/A = 1で両相を流しインベントリーを測定した。測定は、4段連続運転を行い、流量が安定した時点で、ローターの回転と液供給をほぼ同時に停止し（ローターは約3秒で停止する）、中間の2段のケーシング内の液をメスシリンダーに採取、測定し、インベントリーとした。

3.4.3 試験結果及び考察

測定結果を表-6に示す。TYPE Aでは流量50～90ℓ/hの範囲で、インベントリーは300～350mℓ/段であったが、TYPE Bでは低流量で300～350mℓ/段であるが流量の増加と共にインベントリーも増加した。ローター内のインベントリーは約160mℓ/段（計算値）で、その他はケーシング部のインベントリーとなる。

図-16にインベントリー測定結果と、図-7に示した給液室液面高さより推定した給液室のインベントリーを示した。流量増加に伴うインベントリーの増加は、給液室のインベントリー（推定値）の増加と良く一致している。給液室の設置レベルを高くすることによって、給液室液面の上昇をおさえ、かつ処理量の増加に伴うインベントリーの増加も防止することができる。

3.5 モータ特性試験

3.5.1 試験条件

使用モーター 三相インダクションモーター（2P）（図-4を参照）
周波数制御 インバーター（富士電機 FVR-G5）

3.5.2 試験方法

- (i) インバーターにより周波数を変化させ、回転数の変化を測定した。
- (ii) ローターのみの負荷で3000 rpmにて回転させておき、手操作にて、外部からローターにゴム板を押し当てて、負荷を増加させ回転数と電流、電力の関係を測定した。

3.5.3 試験結果及び考察

- (i) 周波数と回転数の測定結果を表-7 及び図-17に示す。周波数と回転数は非常に良い直線性を示した。又、同一周波数でのモーターの個性による回転数のばらつきは、標準偏差で0.5%以下であった。
- (ii) 負荷増加時の回転数と電流、電力の測定値を表-8に、回転数と電流の関係を図-18に示した。

負荷の増加に伴い、回転数は低下、電流は増加する。モーター1とモーター2の測定値の違いは、モーターの個性か、あるいは手操作によるための測定精度の問題かは不明である。いずれにせよ負荷増加時の回転数と電流には相関があり、モーターの個体差による電流のばらつき、経時間な電流の変化あるいは放射線劣化による電流の変化等が無視できれば、ベアリングの抵抗増加等の過負荷による回転数異常は、電流により監視が可能と考えられる。

3.6 振動及びベアリング温度の測定

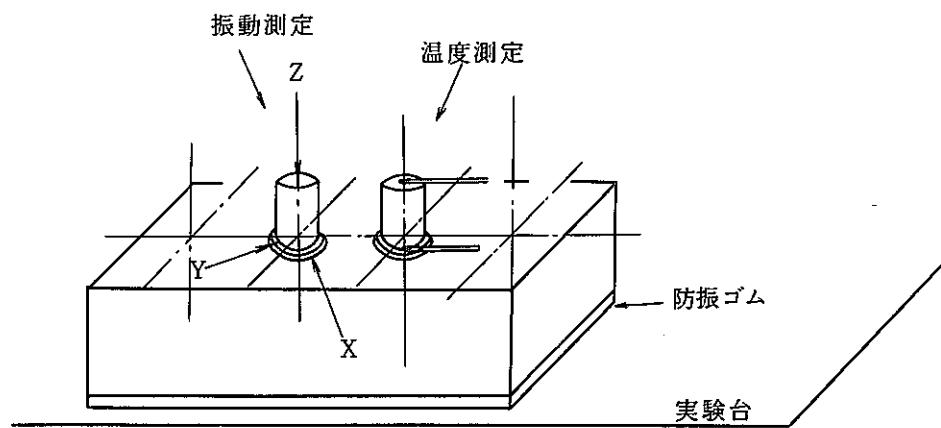
3.6.1 試験条件

回転数 3000 rpm

負荷 流量 70ℓ/h (O/A = 1)

3.6.2 試験方法

上記条件において、速抽出器の連続運転を行い、振動及びベアリング温度を測定した。振動については、現状ではローターの振れを測定できないため、モーター部の振動を測定した。下図にそれぞれの測定位置を示す。



3.6.3 試験結果及び考察

測定結果を表-9 及び図-19(1)~(8)に示す。温度はモーターNo.02D~07Dと011D~014Dでは多少違いはあったが、相方共35~40℃でおちついた。振動については、全振幅で最大40μ程度であり、静寂という感じではなかった。

4. ま　と　め

本機は当初の目標である処理能力 100 kg HM／日を、ポンプ性能及び相分離性能でほぼ満足したもの、改良すべき点はまだ残されている。

今後、更に改良を進め、抽出性能評価を行うと共に、日米共同研究の中で、RETF向プロトタイプ機（処理能力 240 kg HM／日）の開発を行う。

4.1 ポンプ性能

- (1) 水相堰に使用している現状のパイプ式の堰は、十分な液排出能力を有しているが、流路抵抗が大きいと思われるため、スケールアップに際しては十分な排出能力を維持する様、又、流路抵抗により水相－有機相界面の位置が大きく変化することも考え合わせて、流路抵抗を十分考慮した設計をする必要がある。
- (2) ポンプ能力を制限しているのは、堰からの吐出能力ではなく、ローター下部からの吸込（もしくは押込）能力であると考えられる。液の吸込みは、ローター外部で回転により遠心力を受けた液体が、ケーシング底部のブレードに沿って慣性力で流れるか、あるいはブレードにより遠心力を受けにくいため、圧力勾配を生じ低圧部であるケーシング中心部に流入し、中心部に流入した流体は圧力差及び、その断面積を減少させられることによって盛り上がり、ローター下部の穴から押し込まれもしくは吸込まれ、遠心力を受けて堰より排出されると考えられる。従って遠心力を受けた流体がブレード部へ更に流れやすい構造、及び中心部で盛り上がった流体がローター外部で遠心力を受けず、ローター内部で速やかに遠心力を受け排除されやすい構造が可能であれば、ポンプ能力は更に増大すると考えられる。
尚、 5.5 cm^ϕ と 5 cm^ϕ の速抽出器の比較で、 5.5 cm^ϕ のポンプ性能が劣っていることからも、細部の構造、寸法がポンプ性能に大きな影響を与えることは、十分考えられるため、スケールアップに際しては、十分な検討が必要と考えられる。
- (3) 給液室単独（ミキシング部に液が無い状態）での液流動特性は、 $200 \ell/h$ でも液面高さは 6 mm 程度であり、給液室の厚みを薄くしても問題なく、そうすることによって臨界管理上改善される。更に有機相及び水相のコレクター部も薄くして、給液室の設置レベルを上げることによってポンプ性能の向上も期待できる。

4.2 相分離性能

- (1) 相分離性能については、TYPE A, TYPE B ともに、ポンプ能力の範囲では、エントリメントは認められなかった。

- (2) 今後の改良によるポンプ能力の増大、あるいはスケールアップに際しては、現状の堰流路の流量係数では、流量変動に伴う有機相－水相の界面位置の変動が大きくなるため、堰流路の抵抗を小さくする必要があると考えられる。

4.3 その他の

- (1) インペントリーは、300～350 ml/段でローター内のインペントリーの約2倍となっている。ポンプ性能の向上あるいは臨界管理の問題を合わせて、ケーシングの無駄な場所を無くすことにより、更にインペントリーを少なくすることができる。
- (2) 振動については、今までの運転では特に問題とはなっていないが、長時間運転を考えた場合は、芯出し精度あるいはバランス精度等を改善し、振動を小さくする必要があると考えられる。

5. 引用文献

- (1) 権田 浩三 速抽出器の基本動特性と再処理抽出工程への応用 N 851-72-06 (PNC社内資料) 1972年7月22日

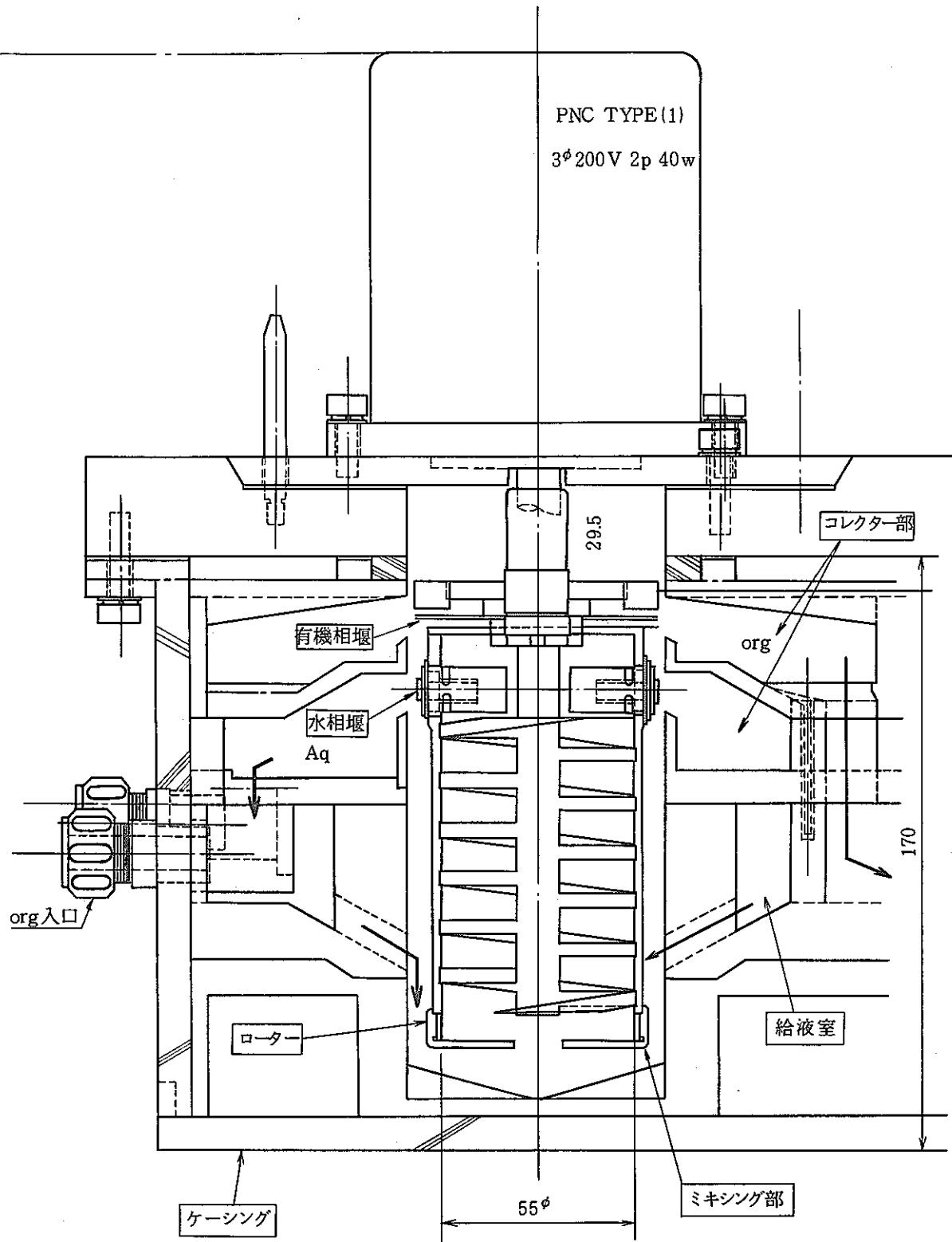


図-1 TYPE A 速抽出器

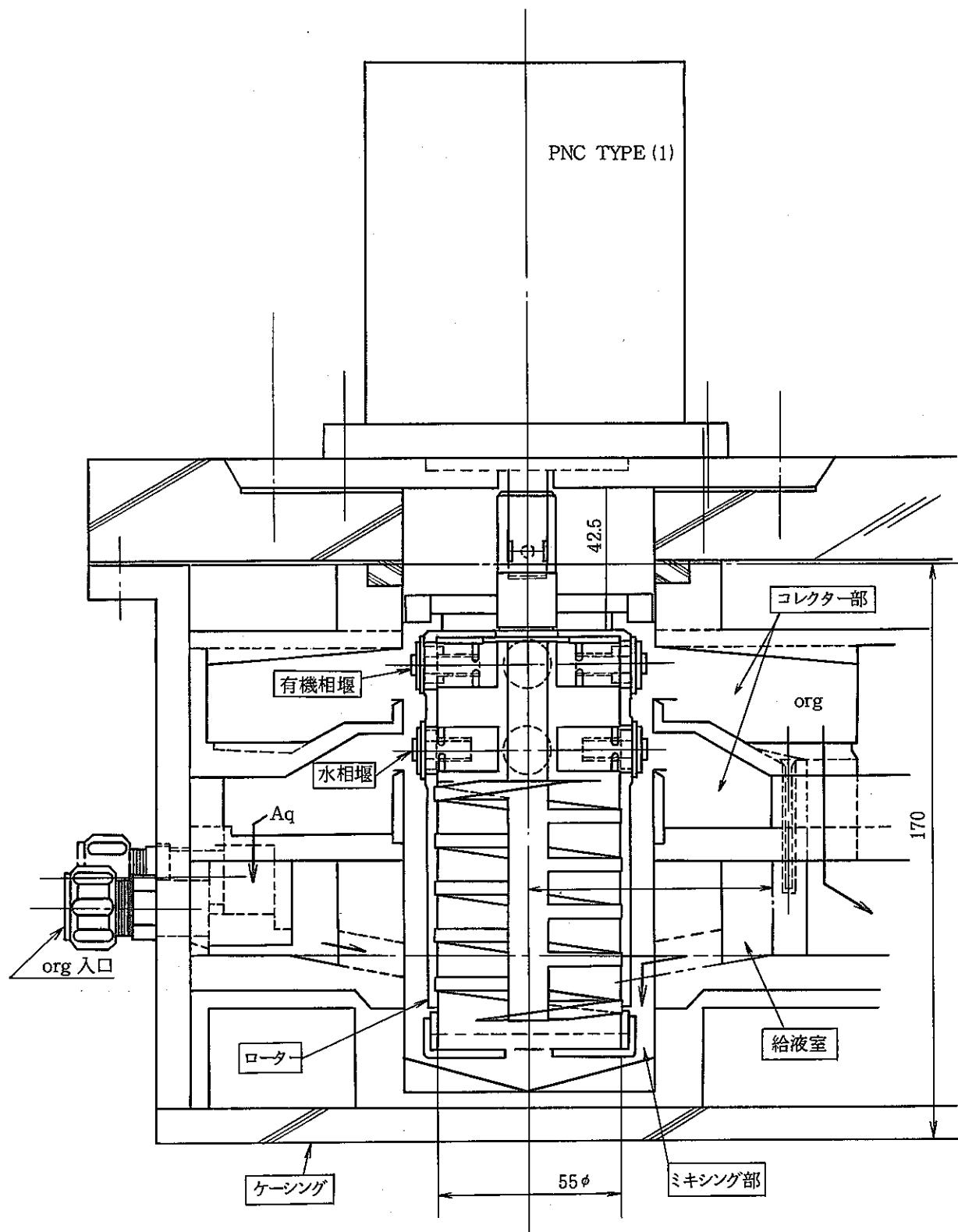


図 - 2 TYPE B 速抽出器

4段型速抽出器

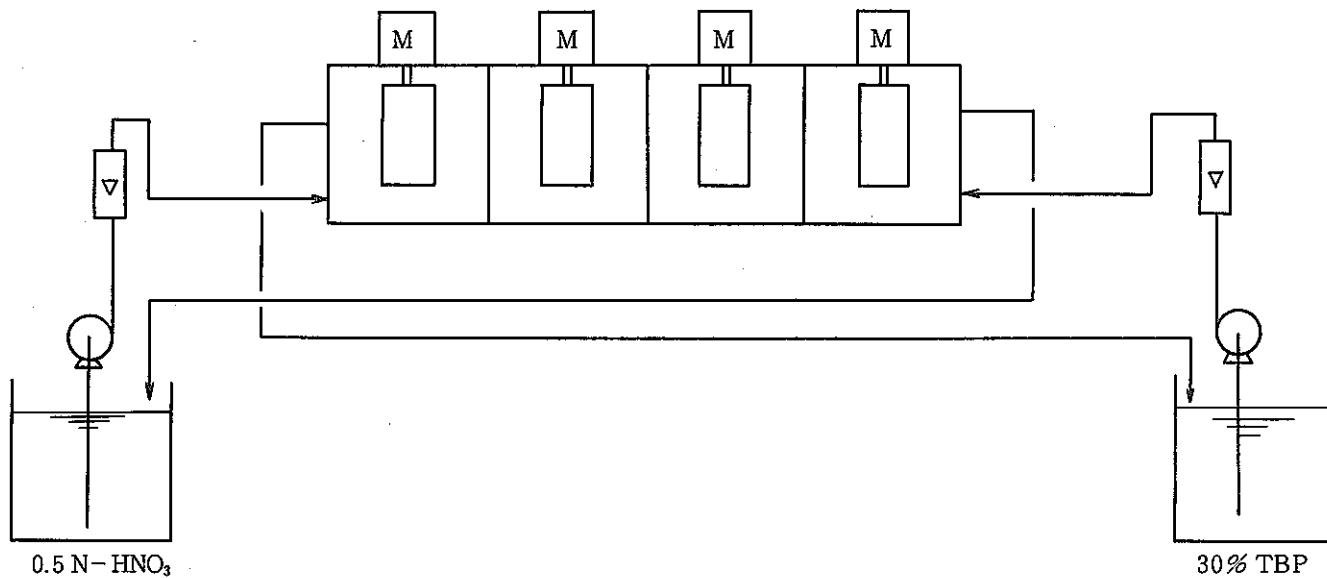


図-3 試験装置の概要

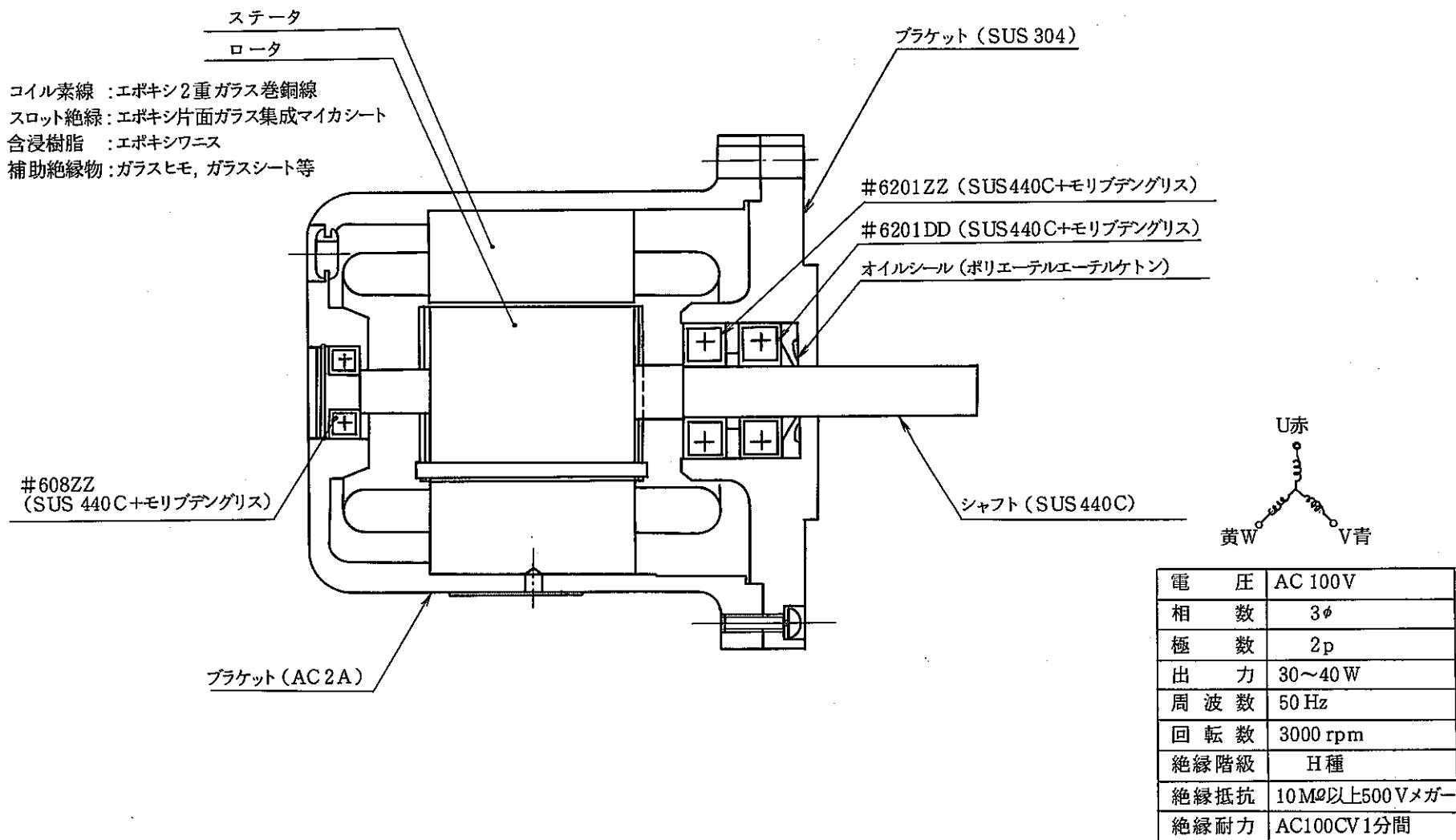


図-4 速抽出器用モータ

三相インダクションモータ組立図

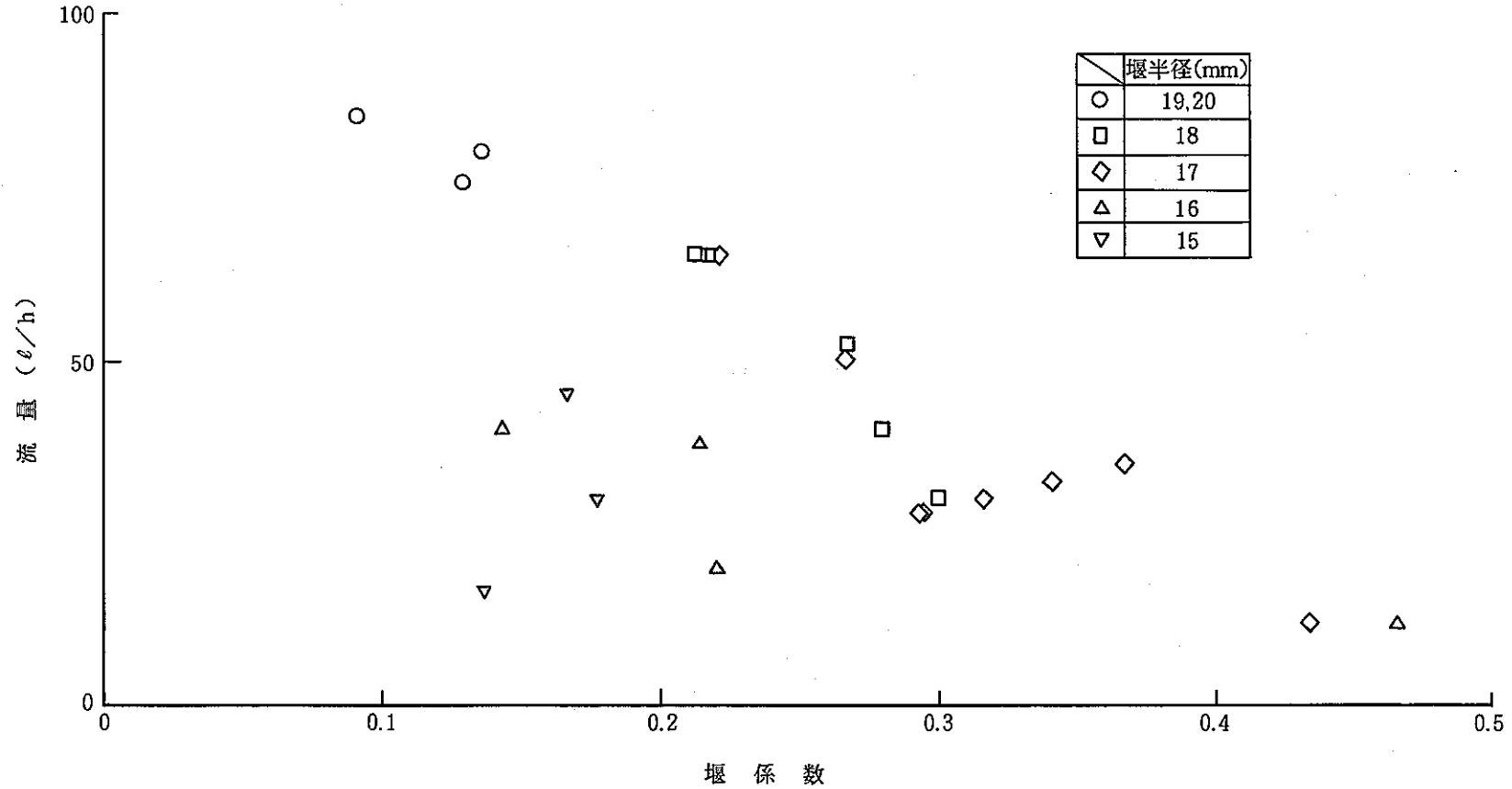


図-5 流量と水相堰係数(実測乘越高さによる)

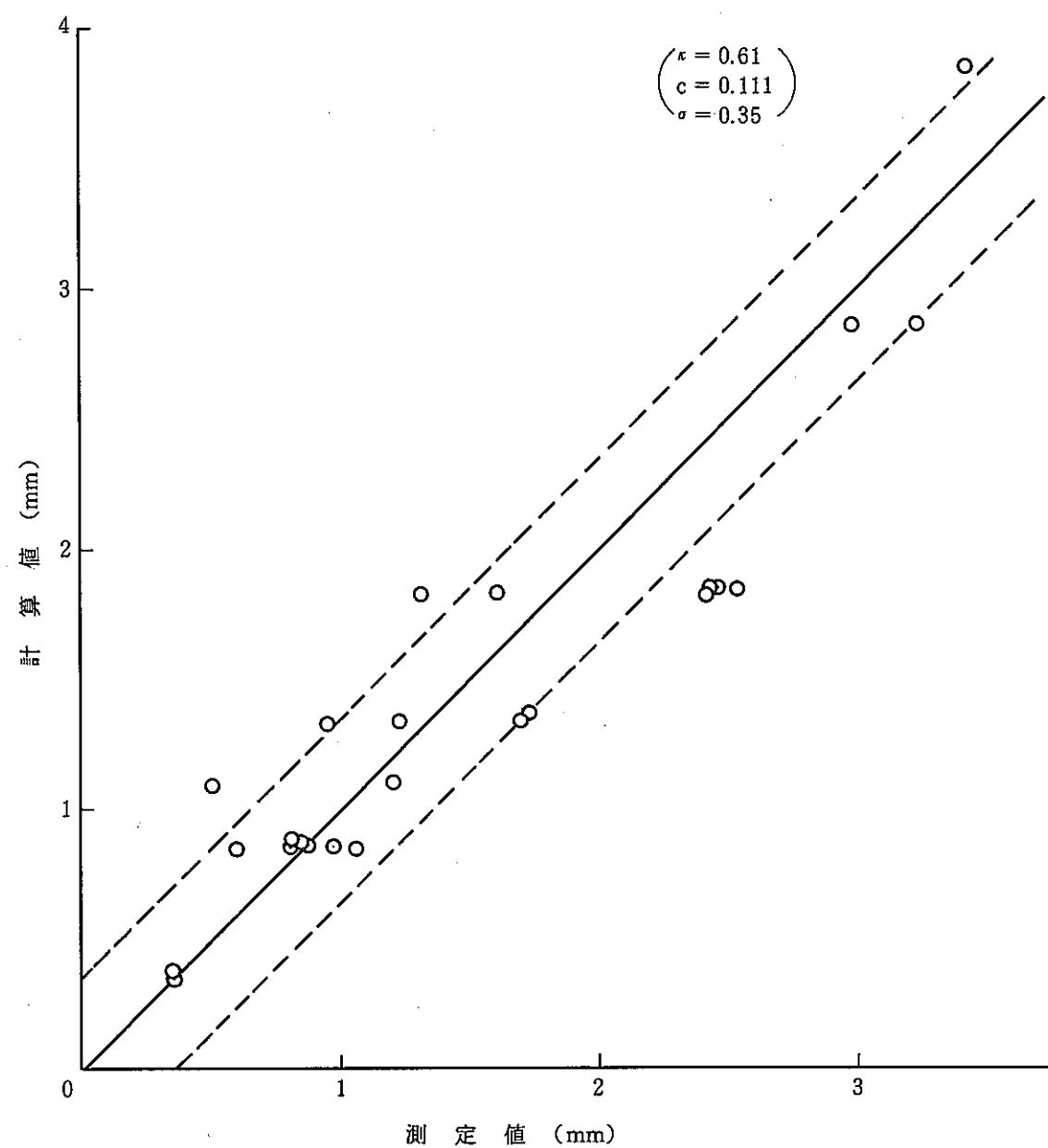


図-6 水相堰半径と液面半径の差

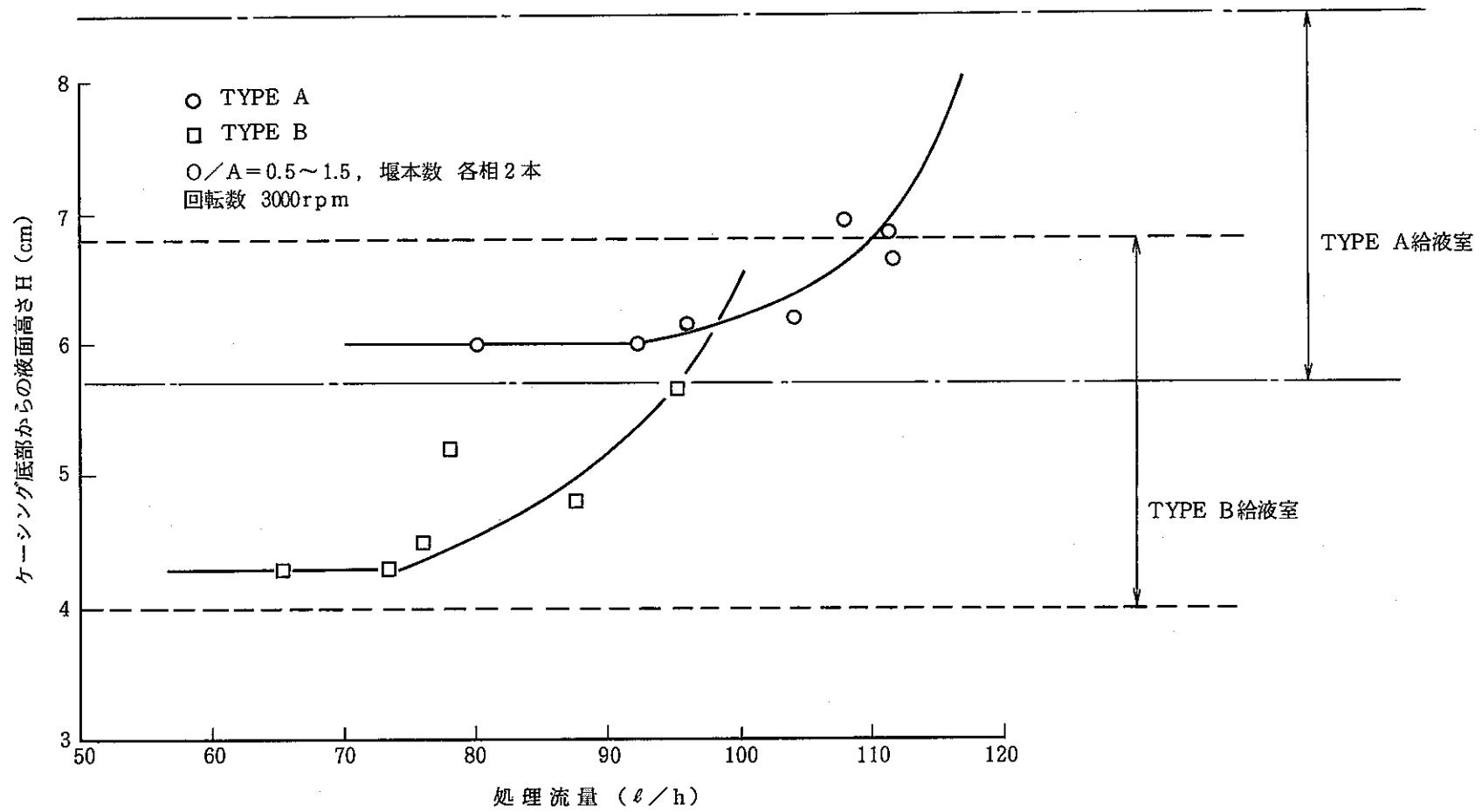


図-7 給液室液面高さと流量

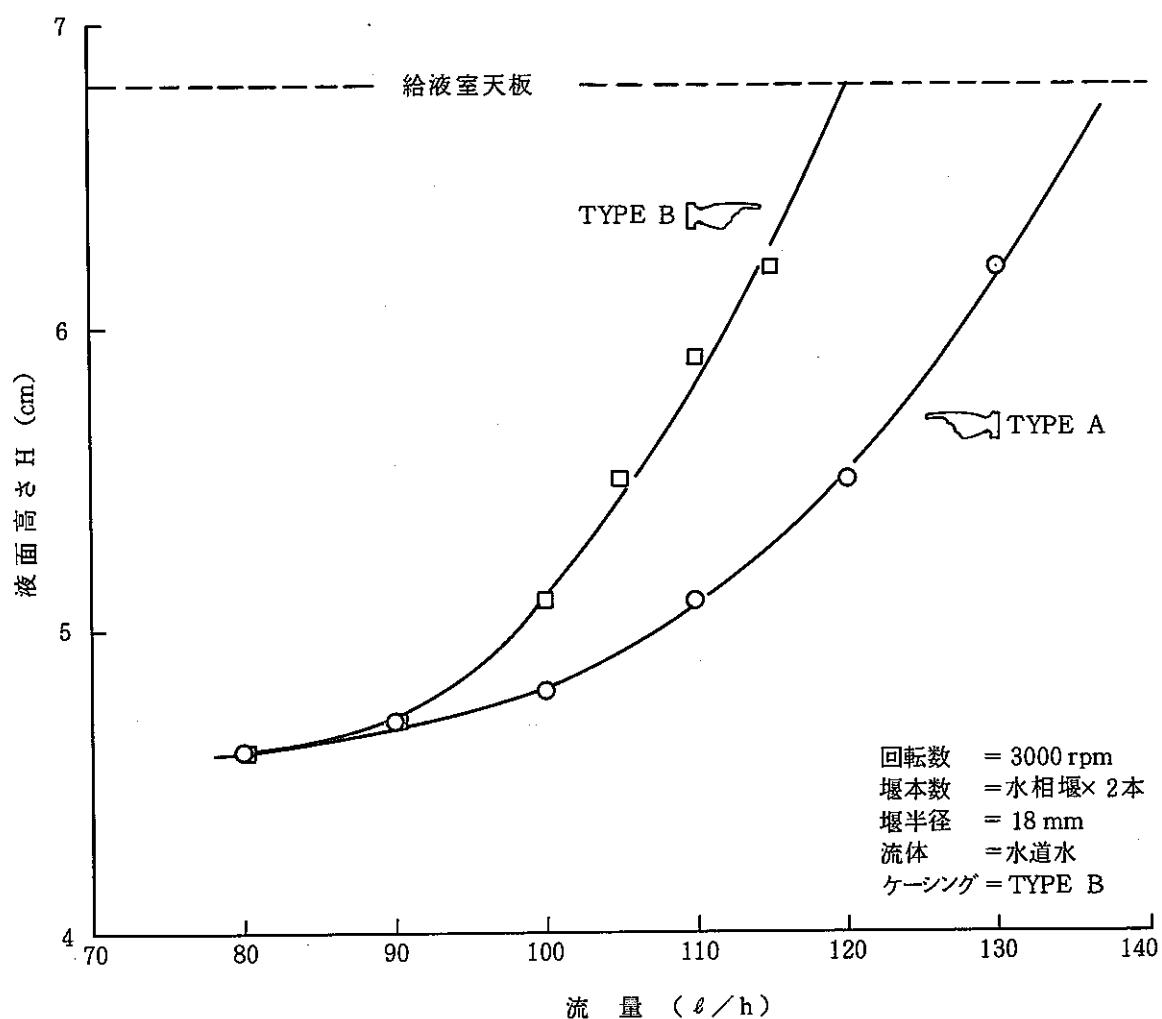


図-8 ロータの違いと処理量の関係

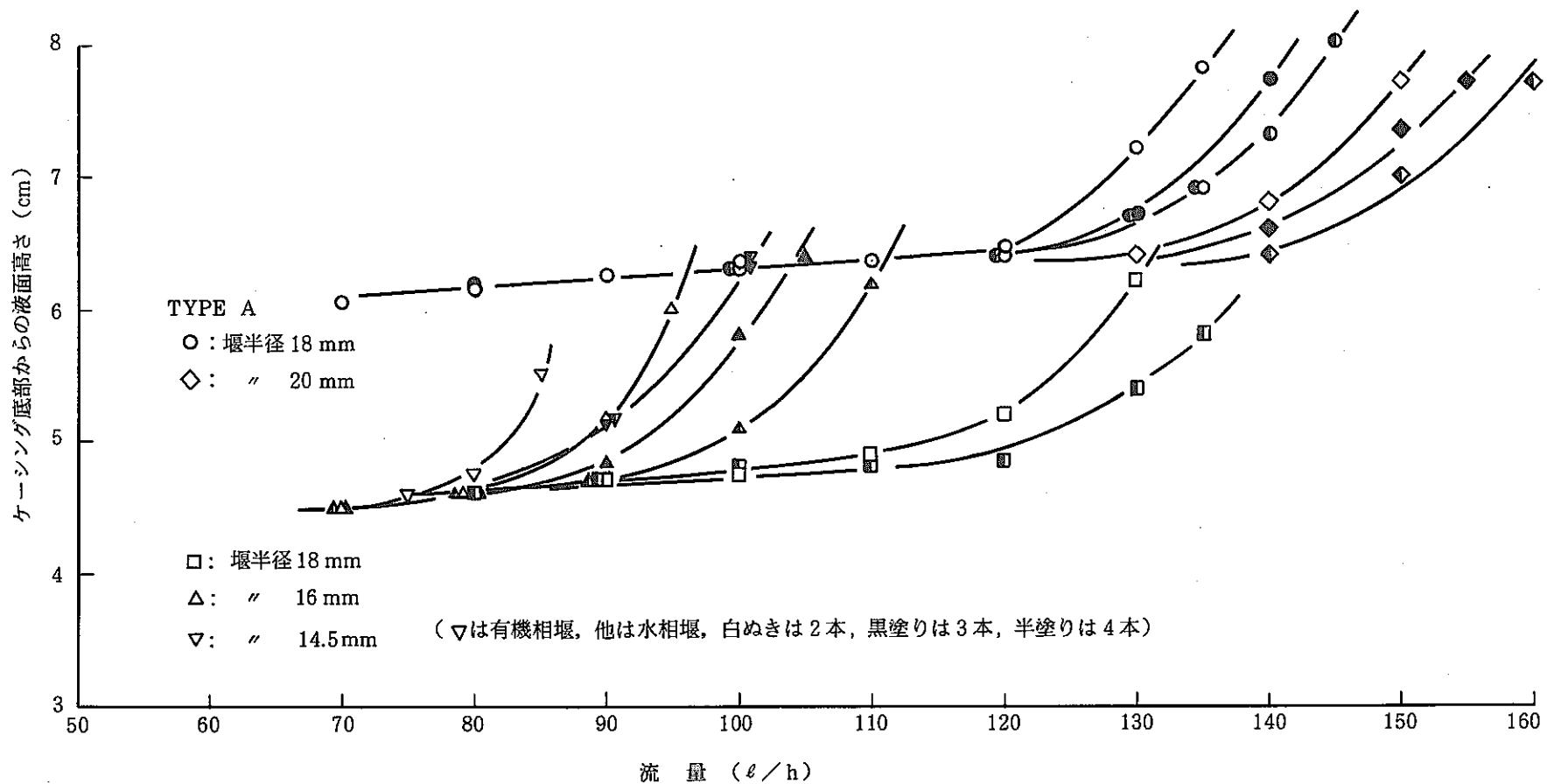


図-9 堰本数と流量 (回転数 3000 rpm)

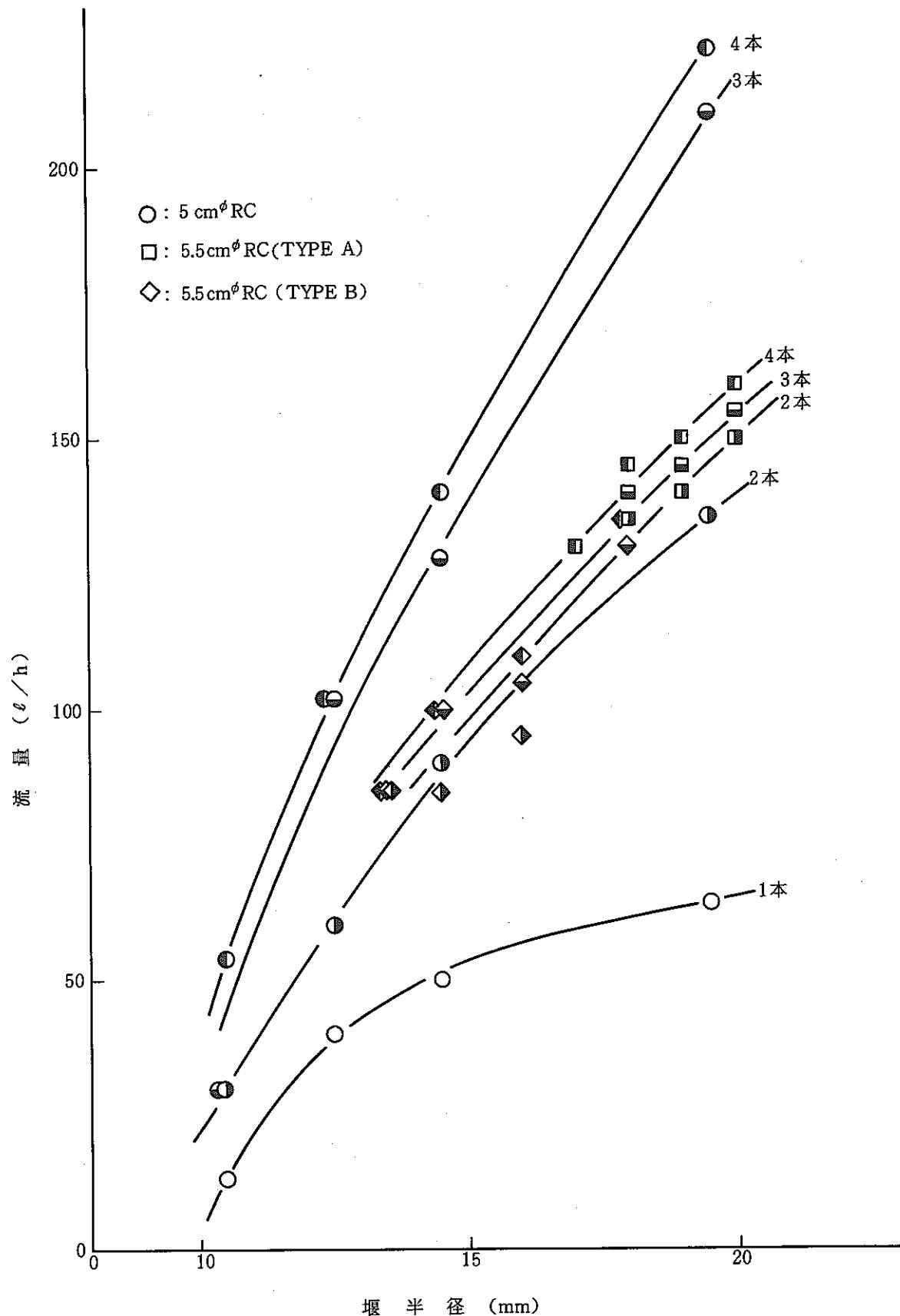


図-10 堤本数と流量

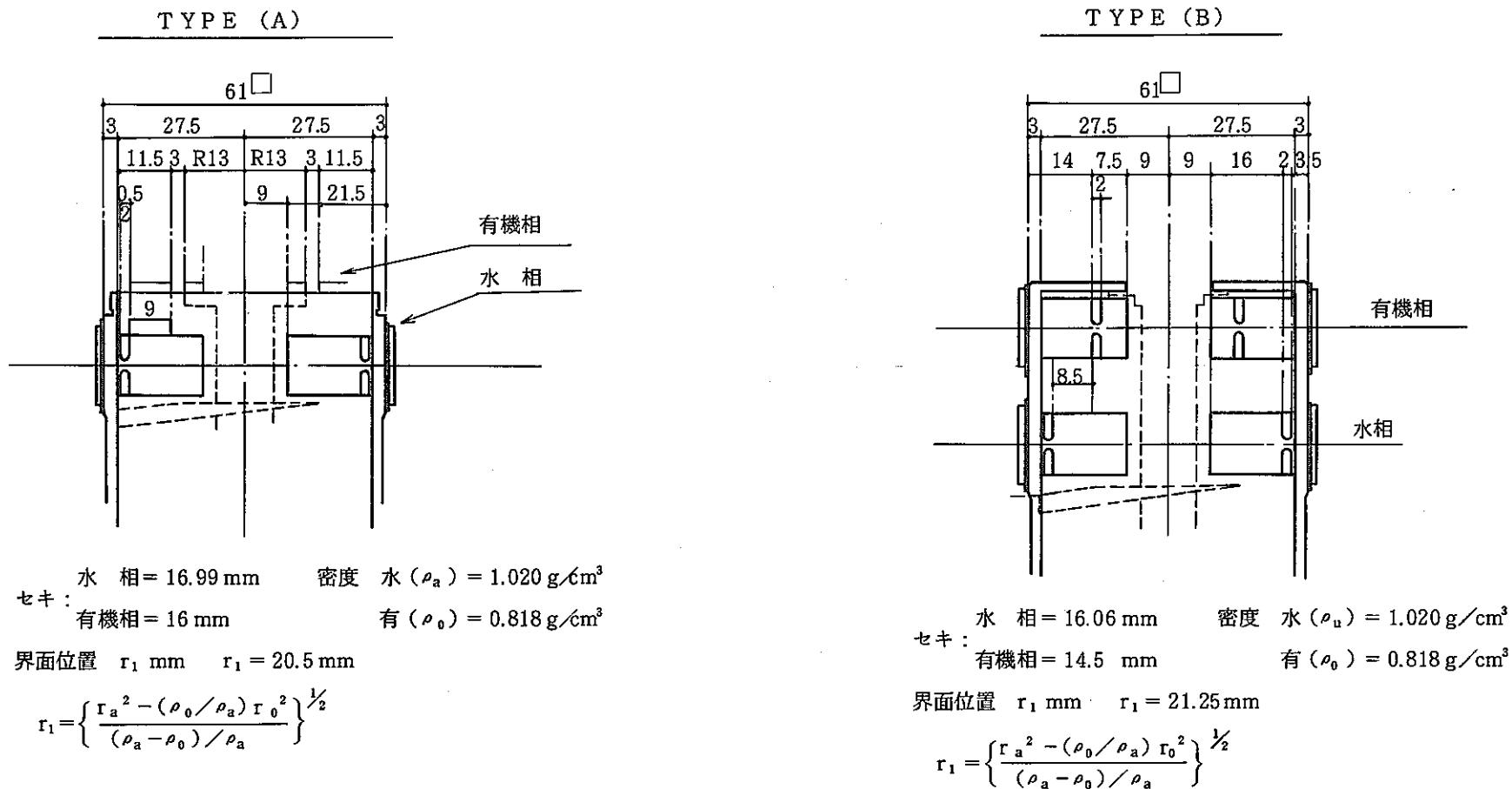


図-11 壁半径の設定

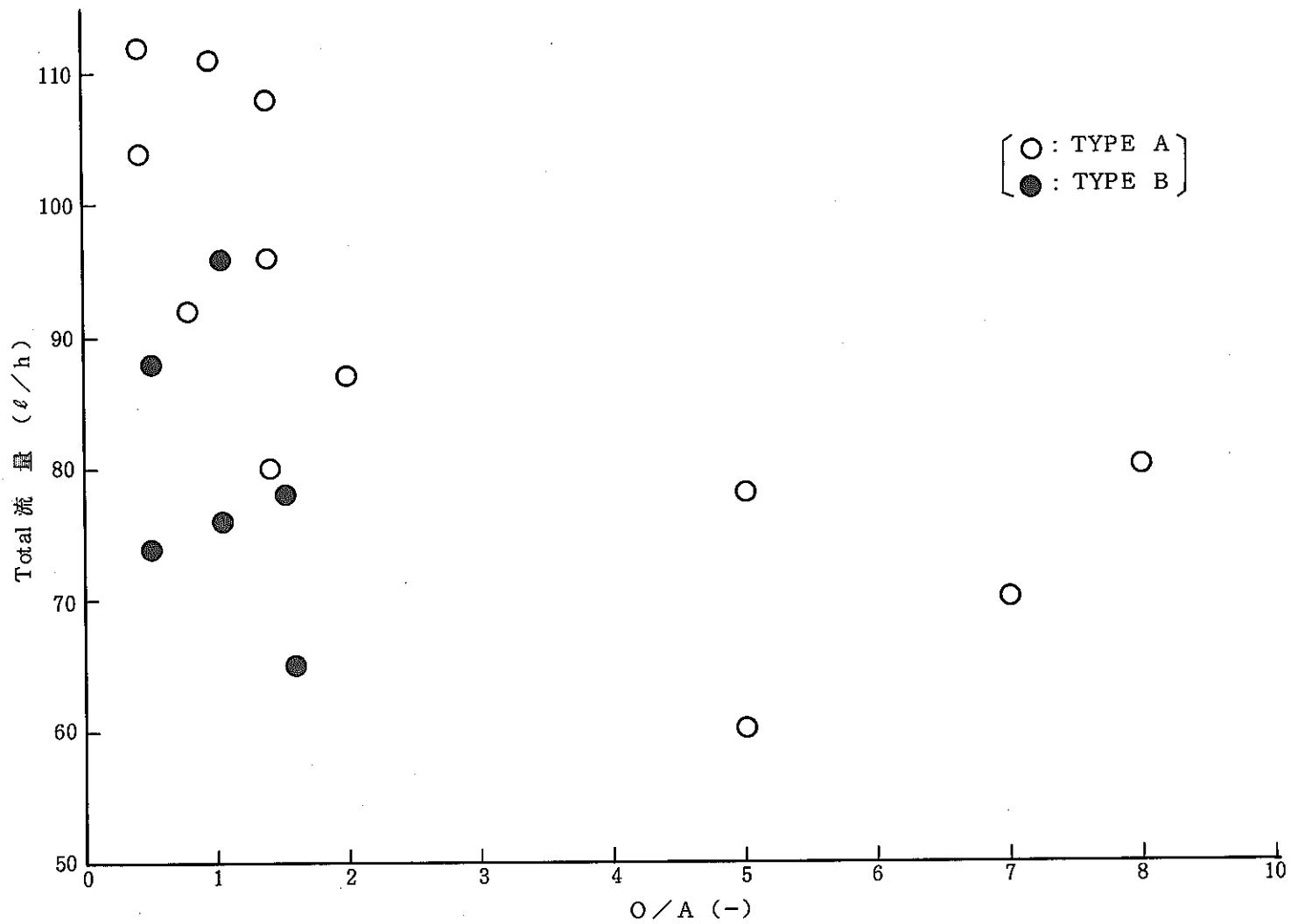
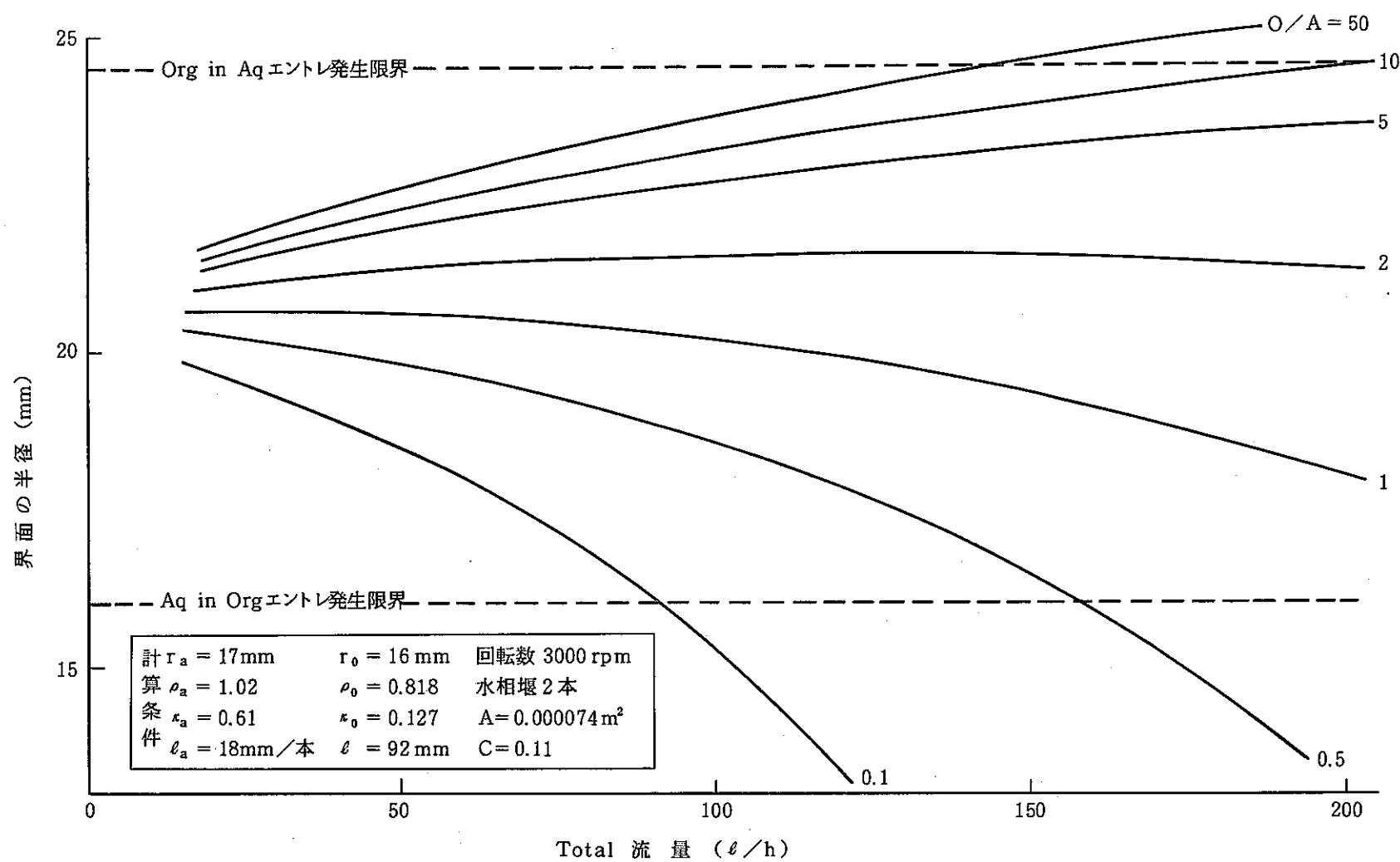
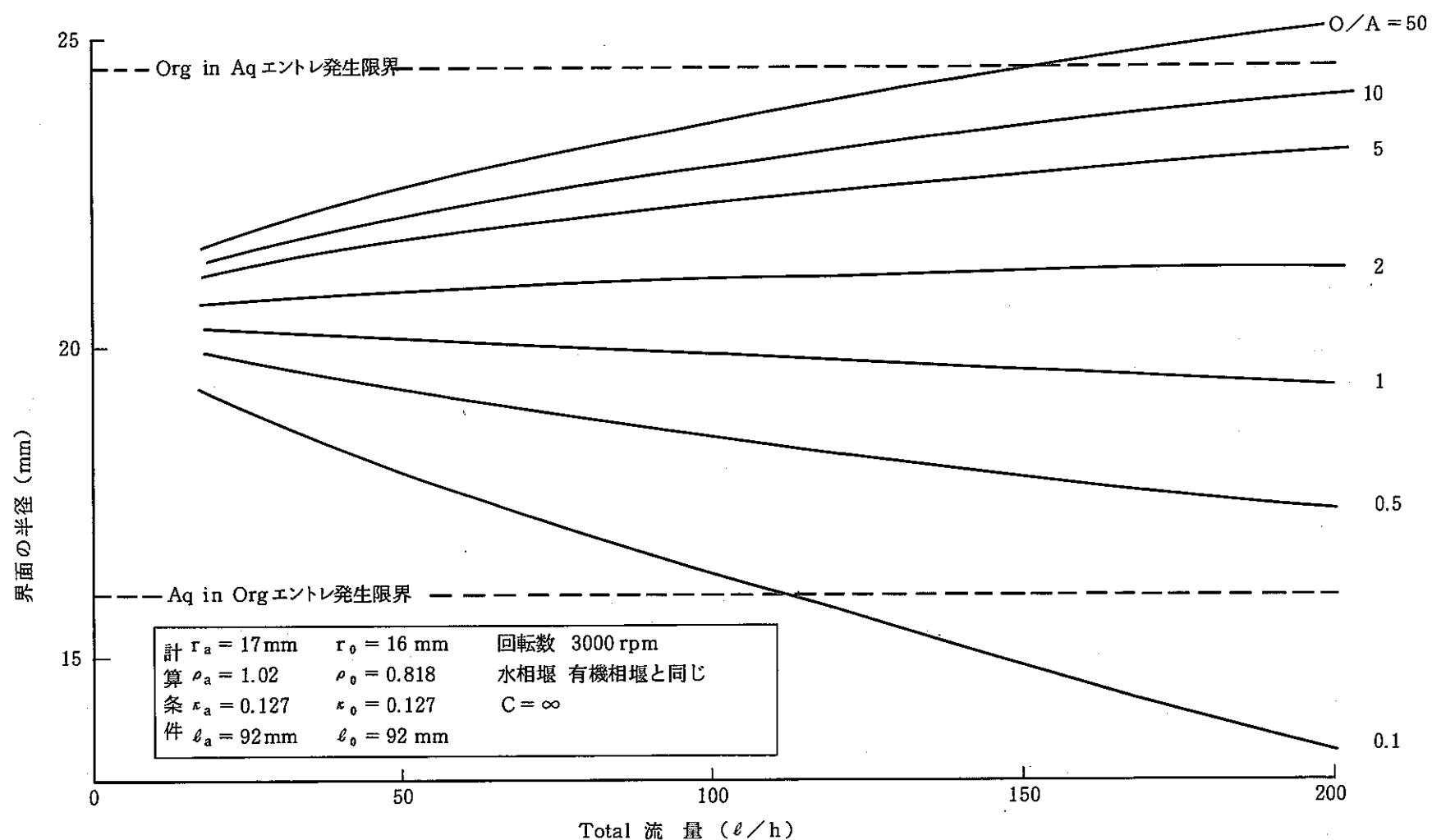
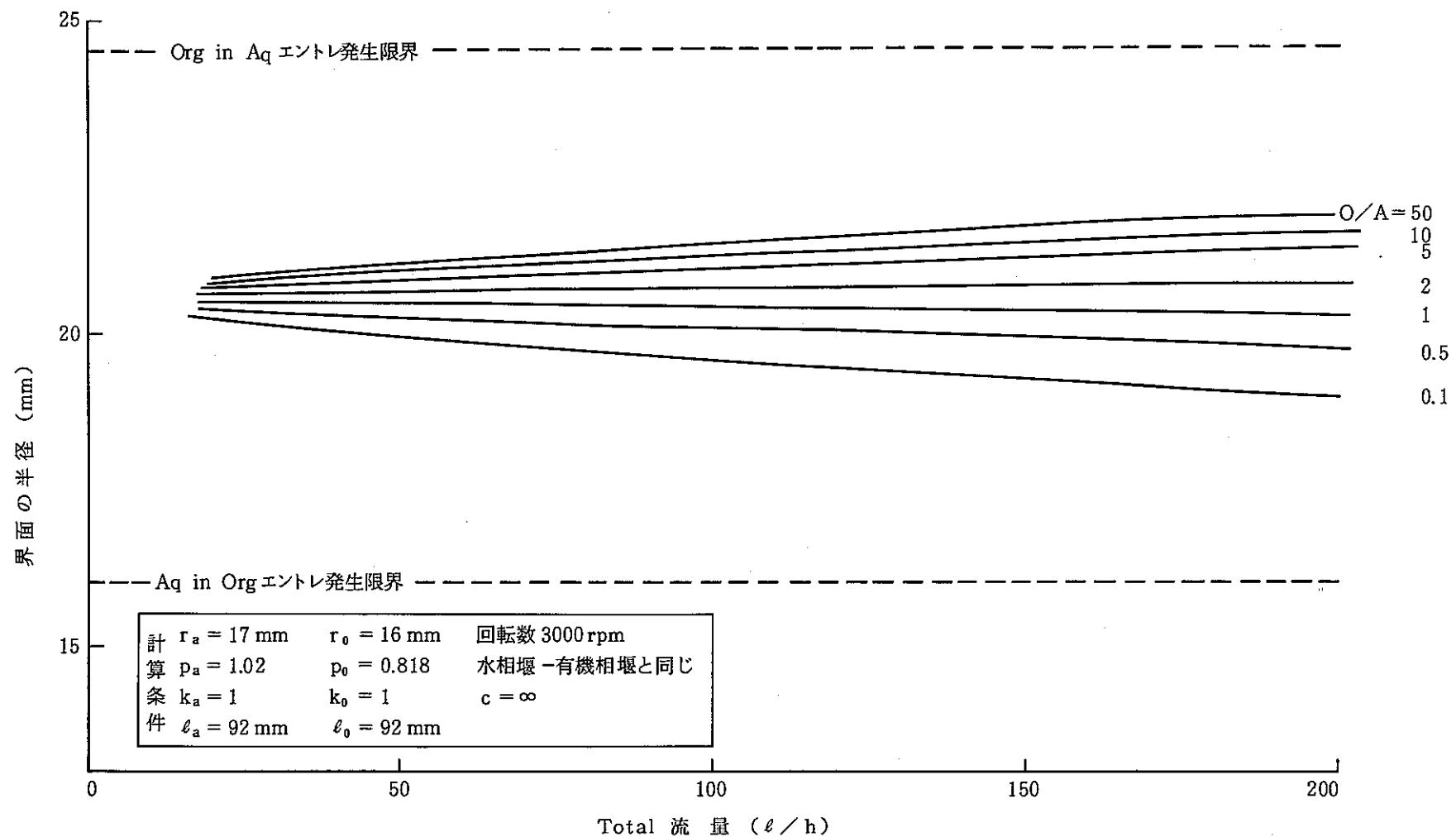


図-12 エントレインメント測定条件

図-13 TYPE A の O/A 及び流量と界面位置 (計算値)

図-14 O/A 及び流量と界面位置 (計算値)

図-15 O/A 及び流量と界面位置（計算値）

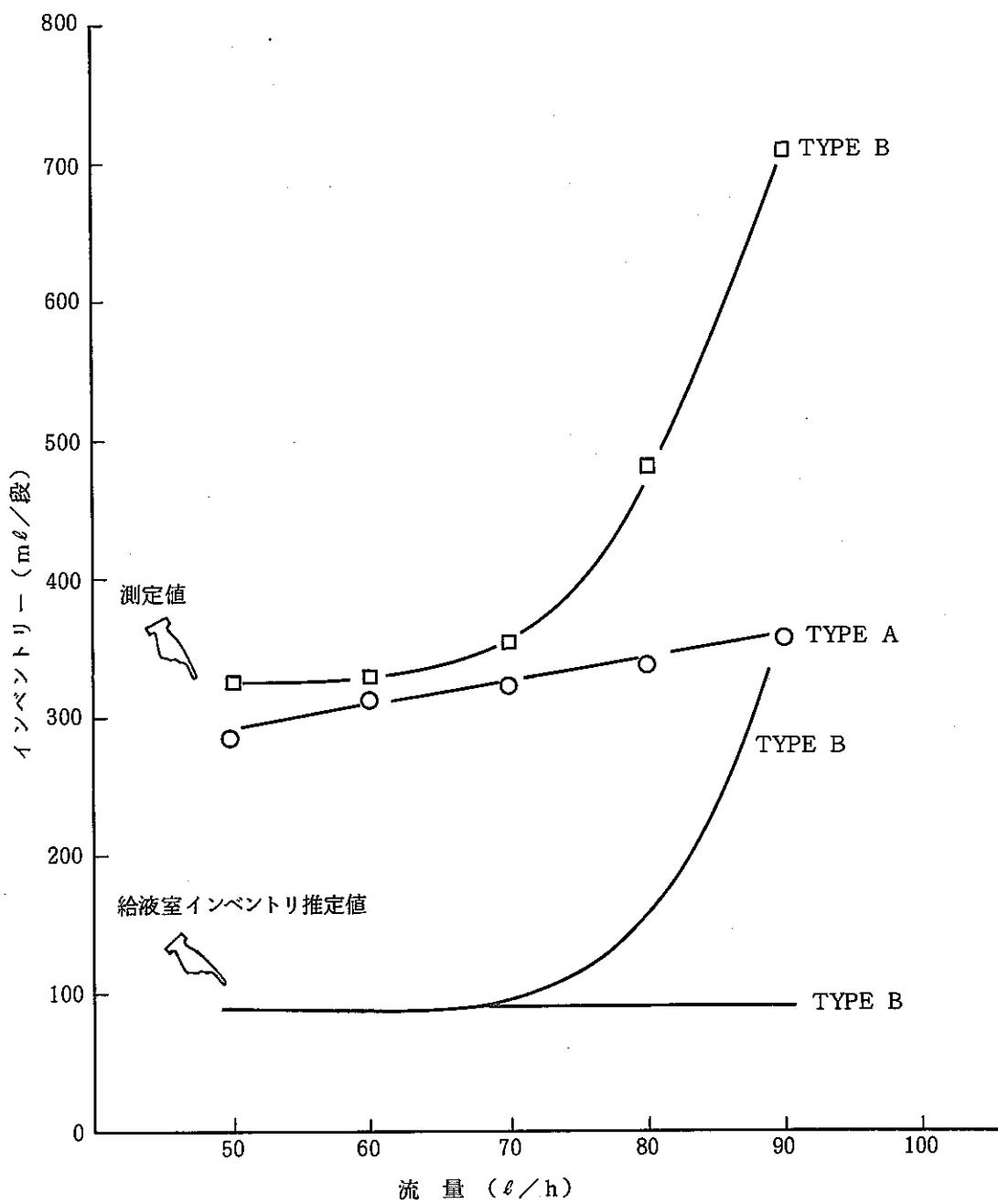


図-16 流量とインベントリー

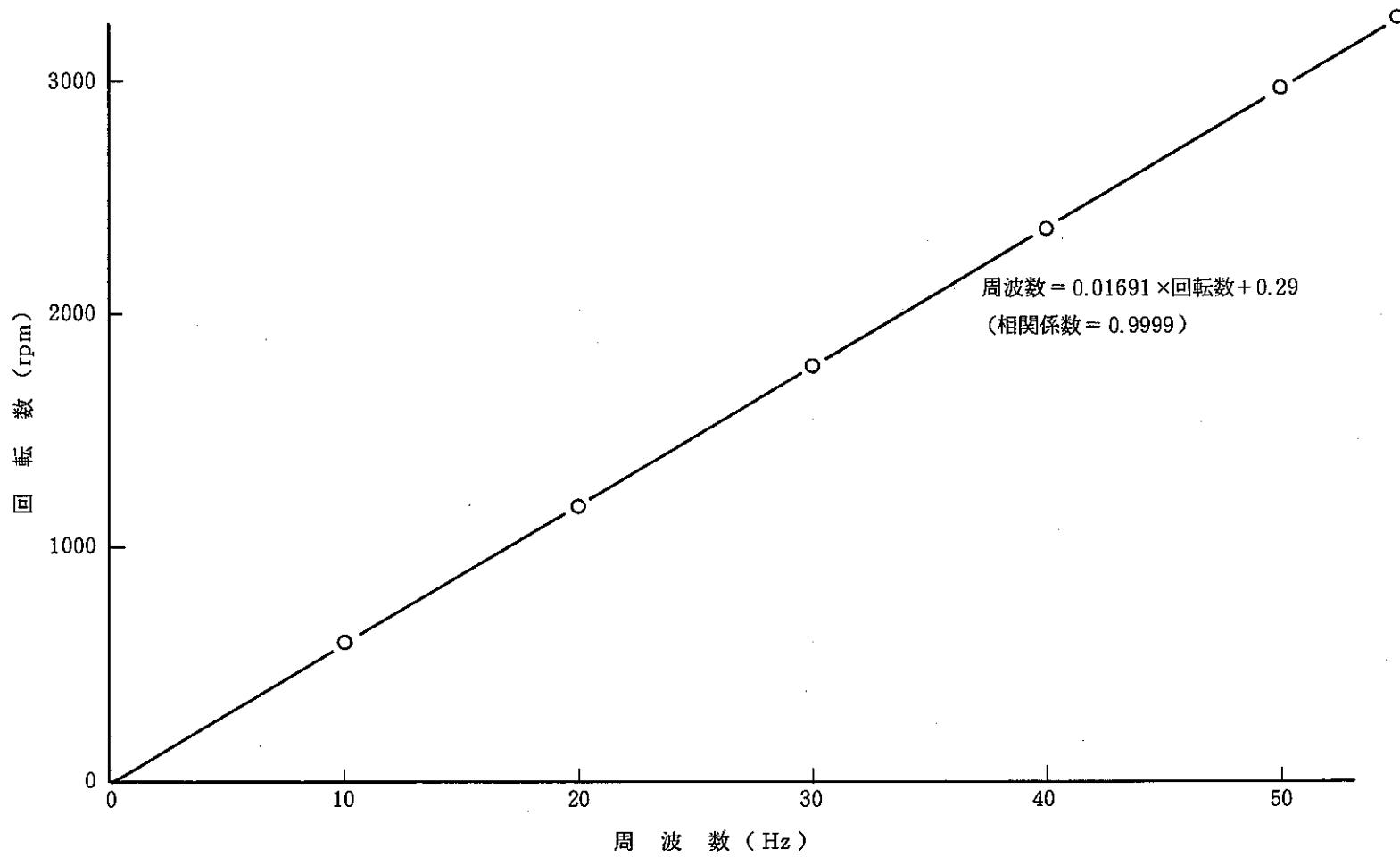


図-17 周波数と回転数

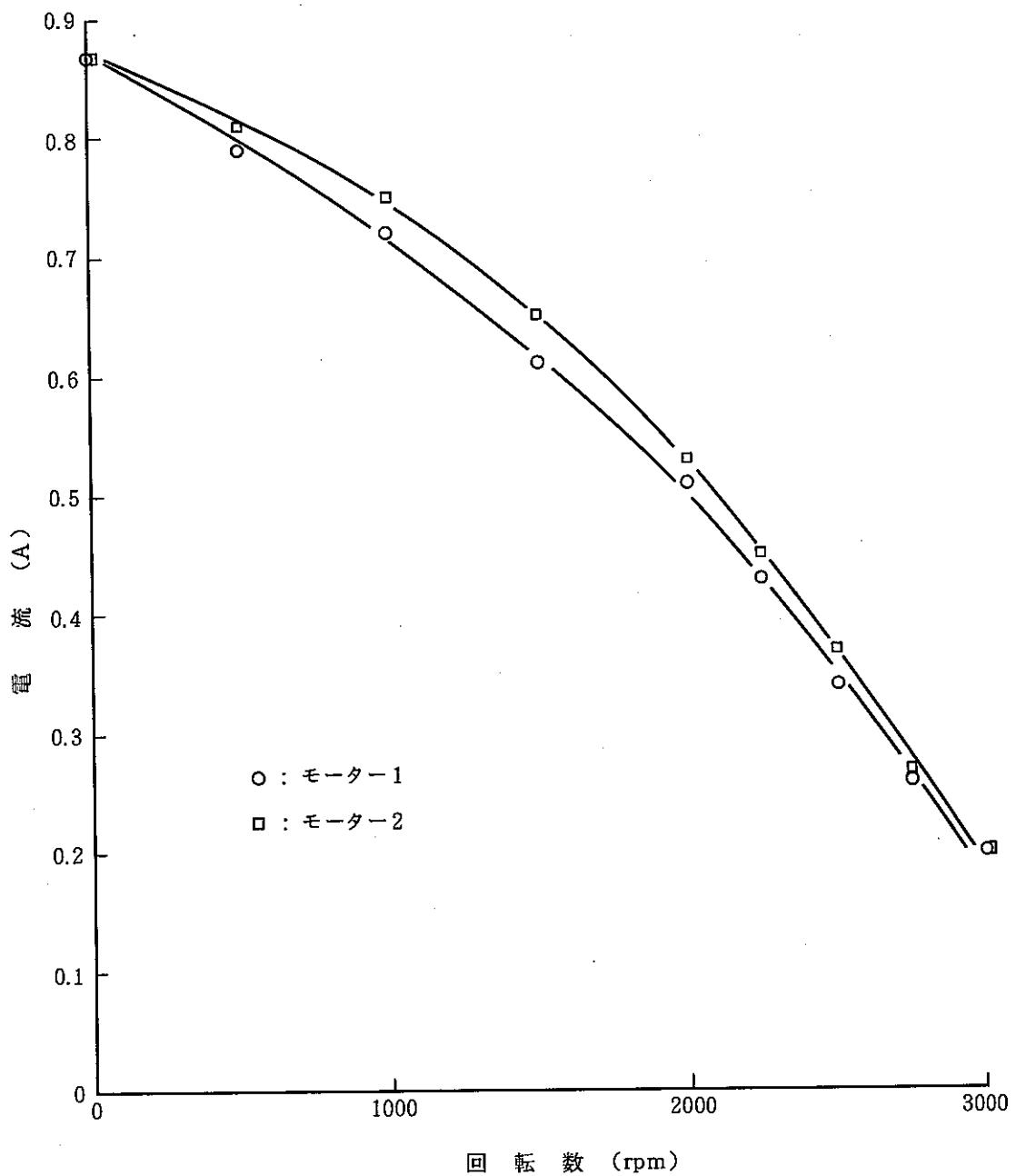


図-18 負荷増加時の回転数と電流

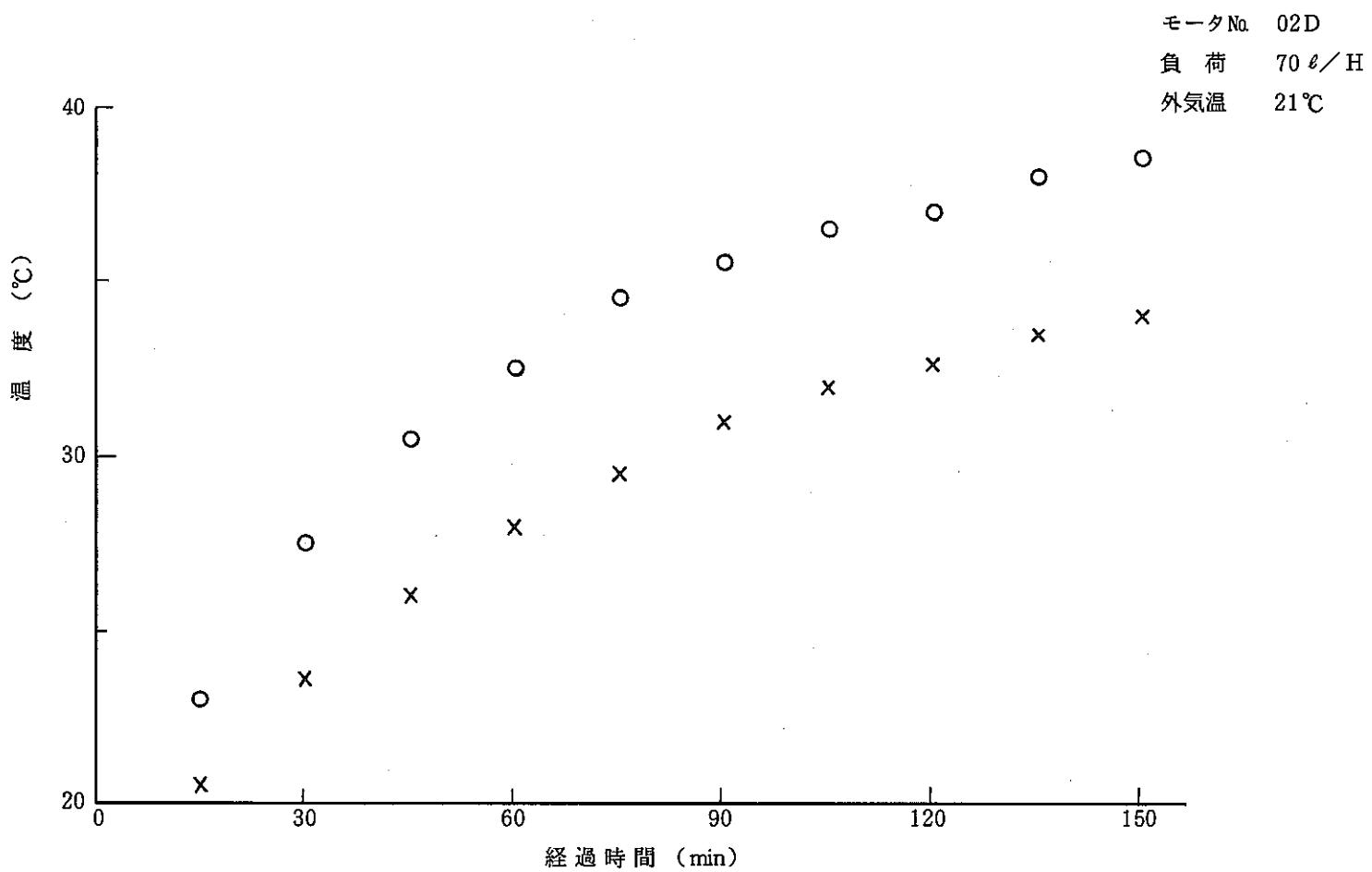


図-19(1) ヒートラン測定結果

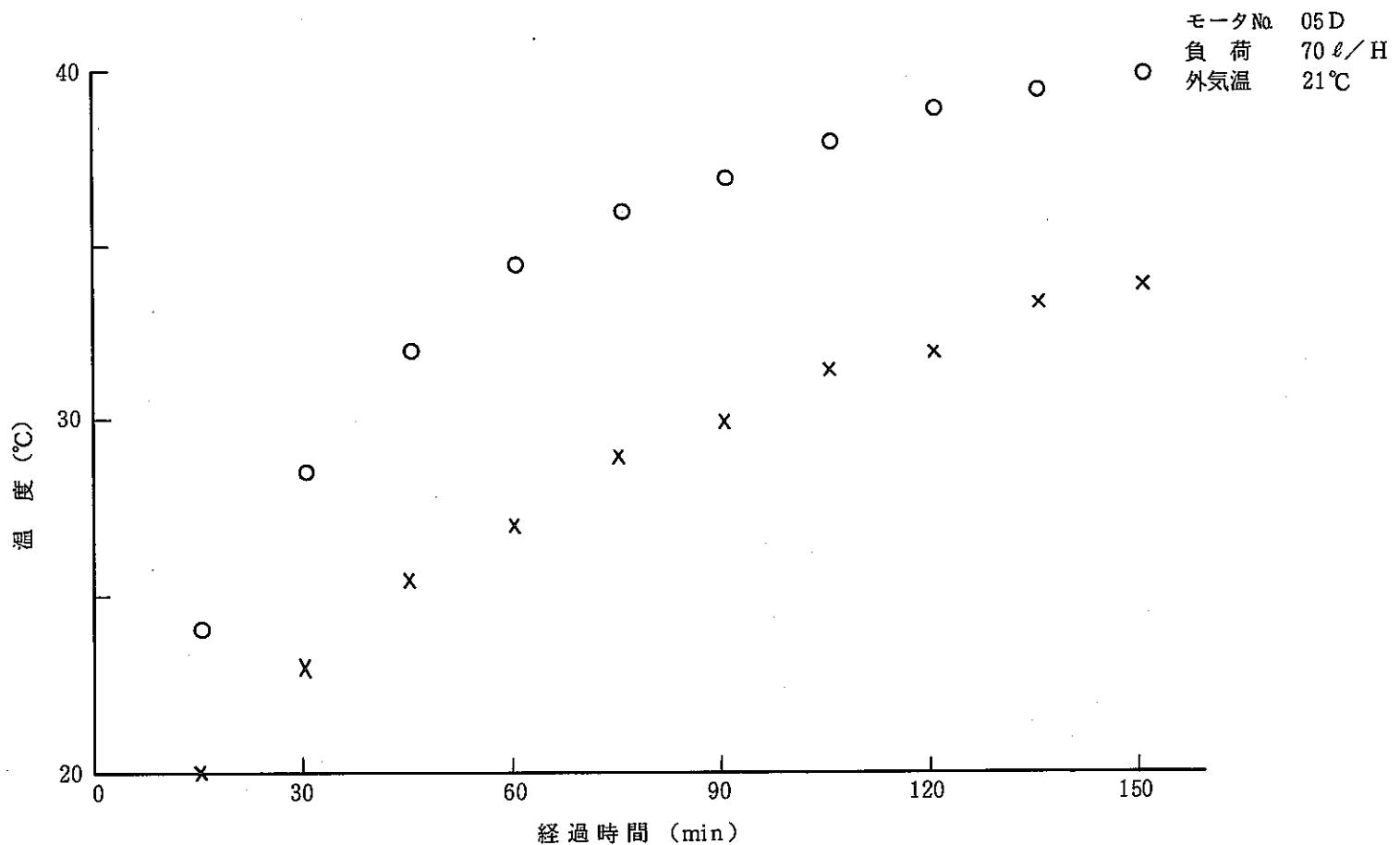


図-19(2) ヒートラン測定結果

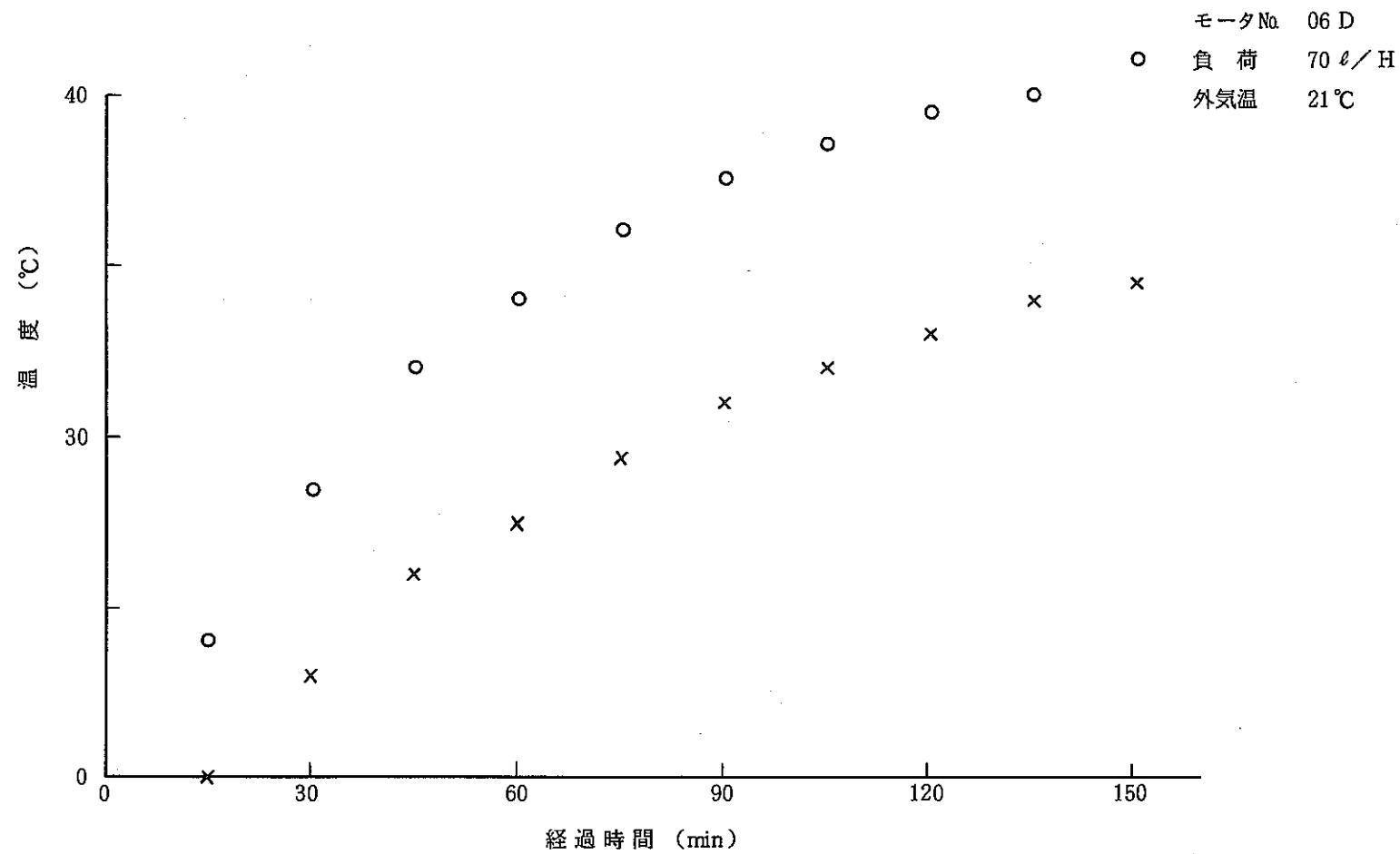


図 - 19(3) ヒートラン測定結果

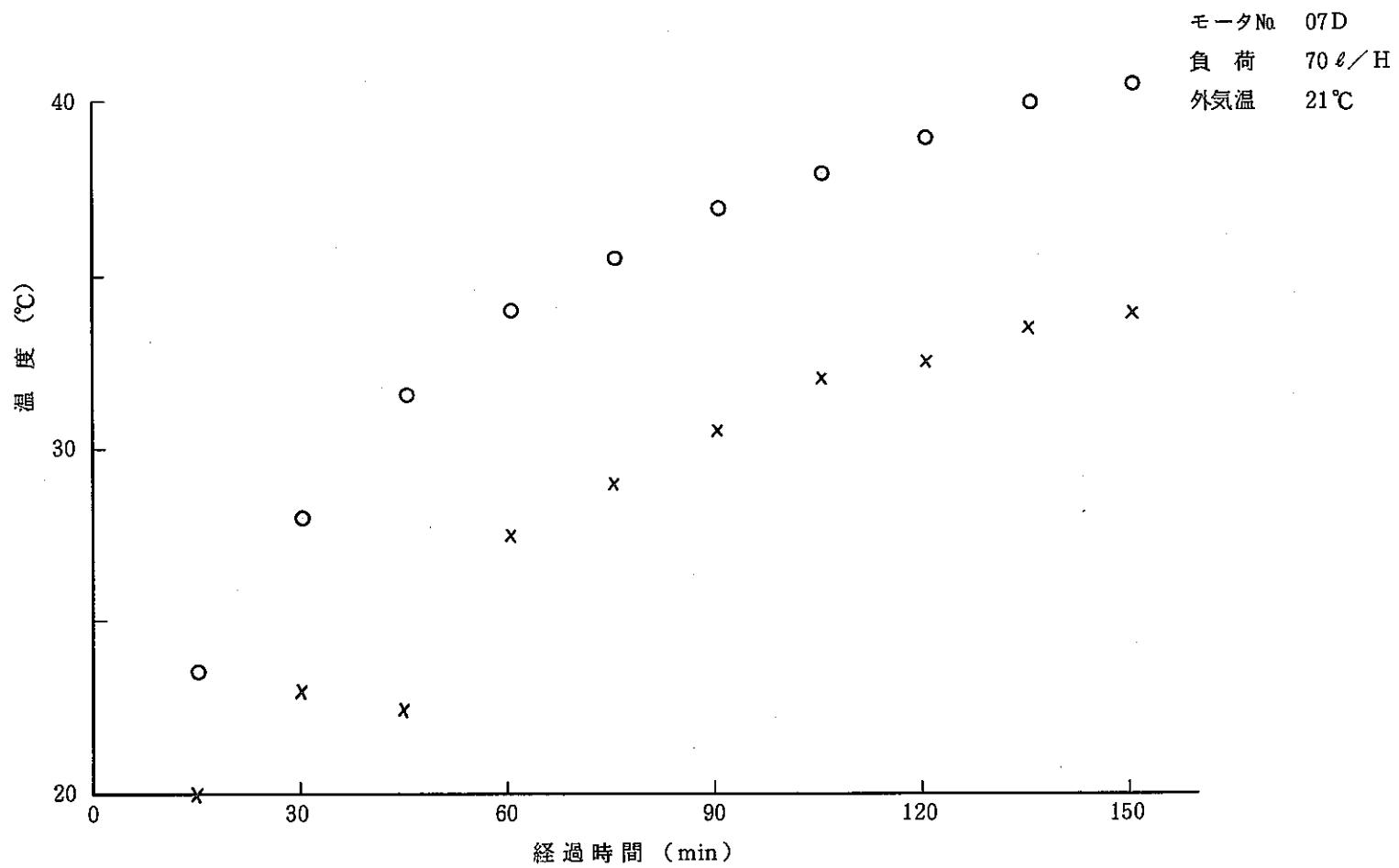


図-19(4) ヒートラン測定結果

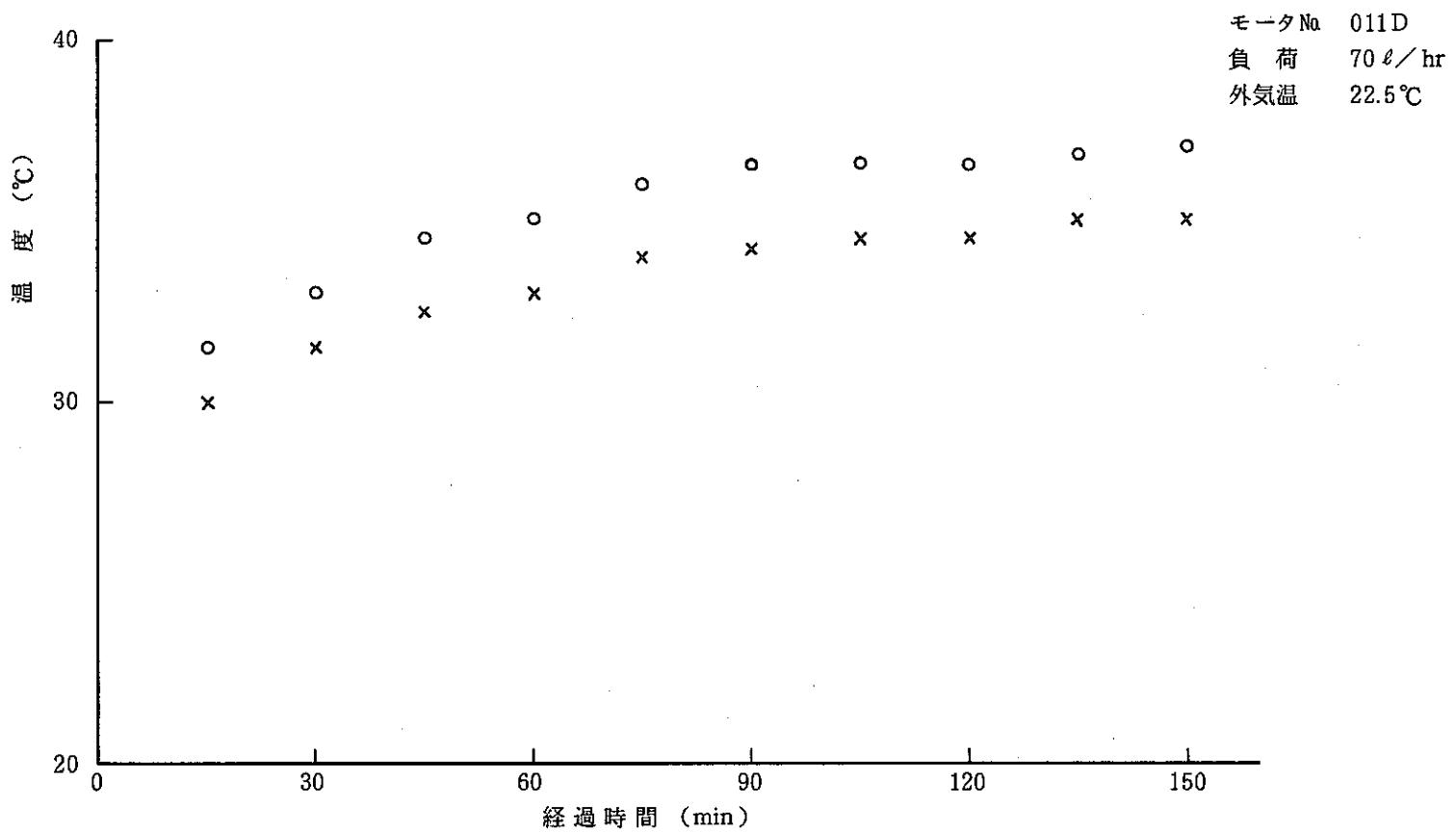


図-19(5) ヒートラン測定結果

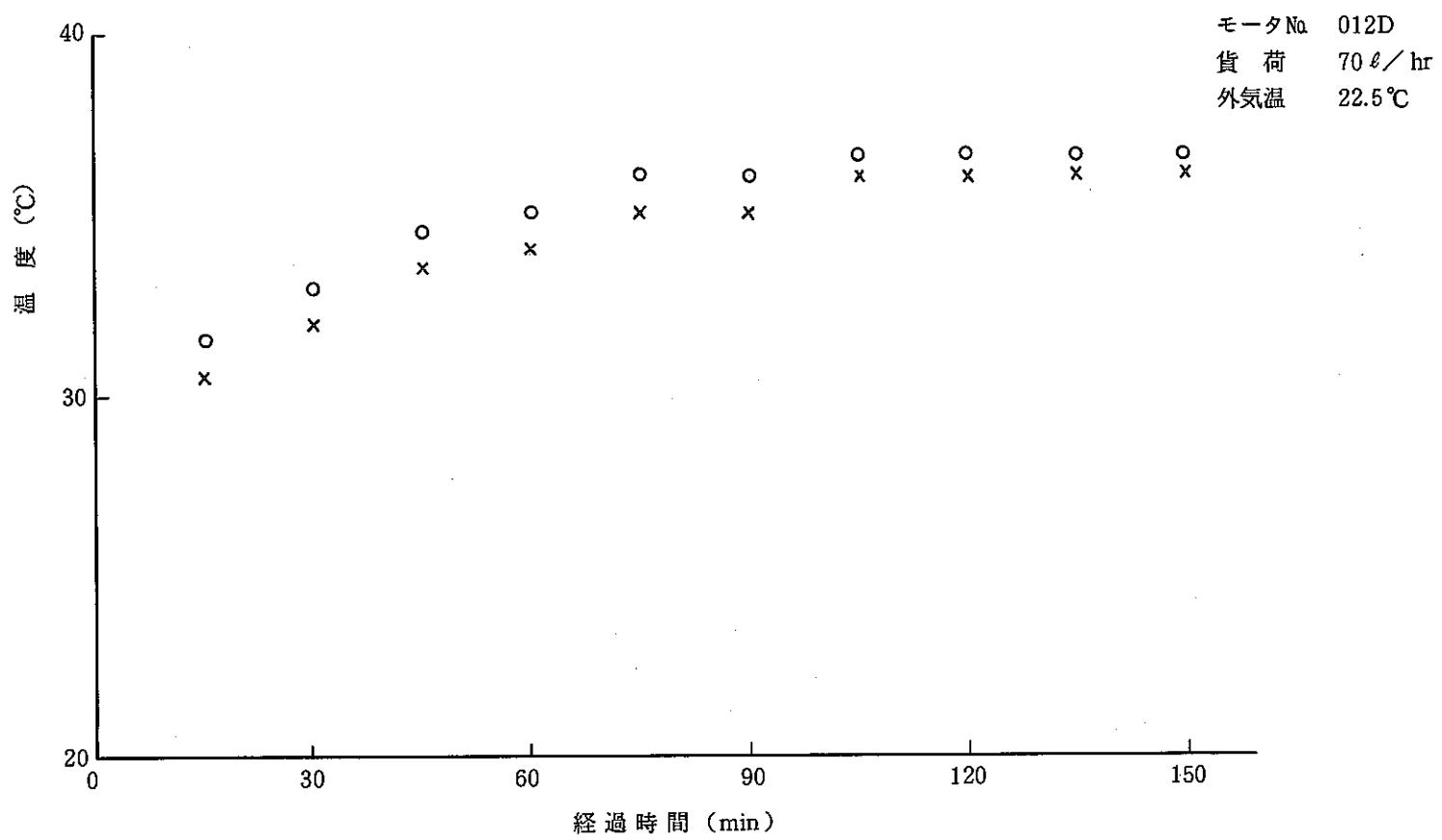


図-19(6) ヒートラン測定結果

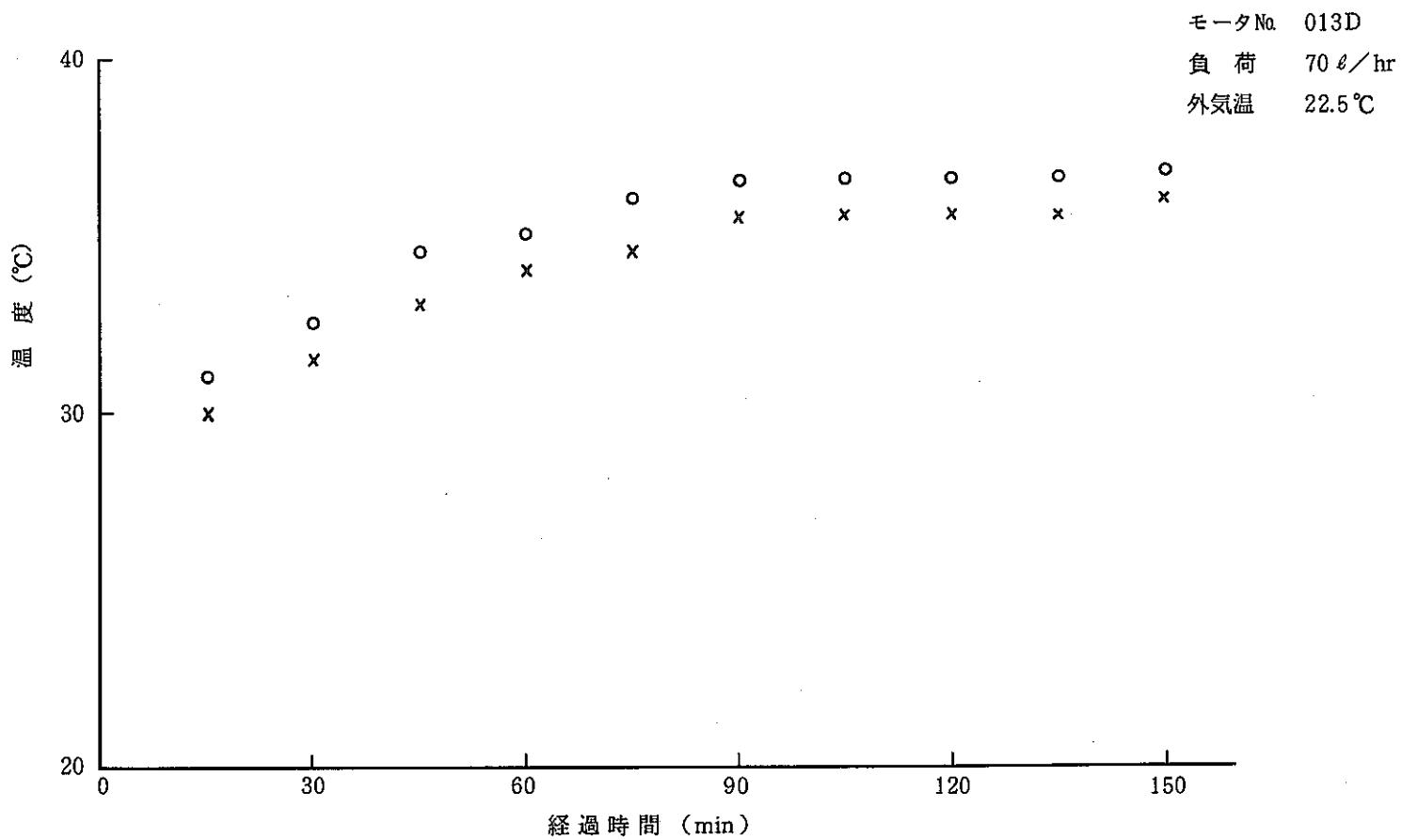


図-19(7) ヒートラン測定結果

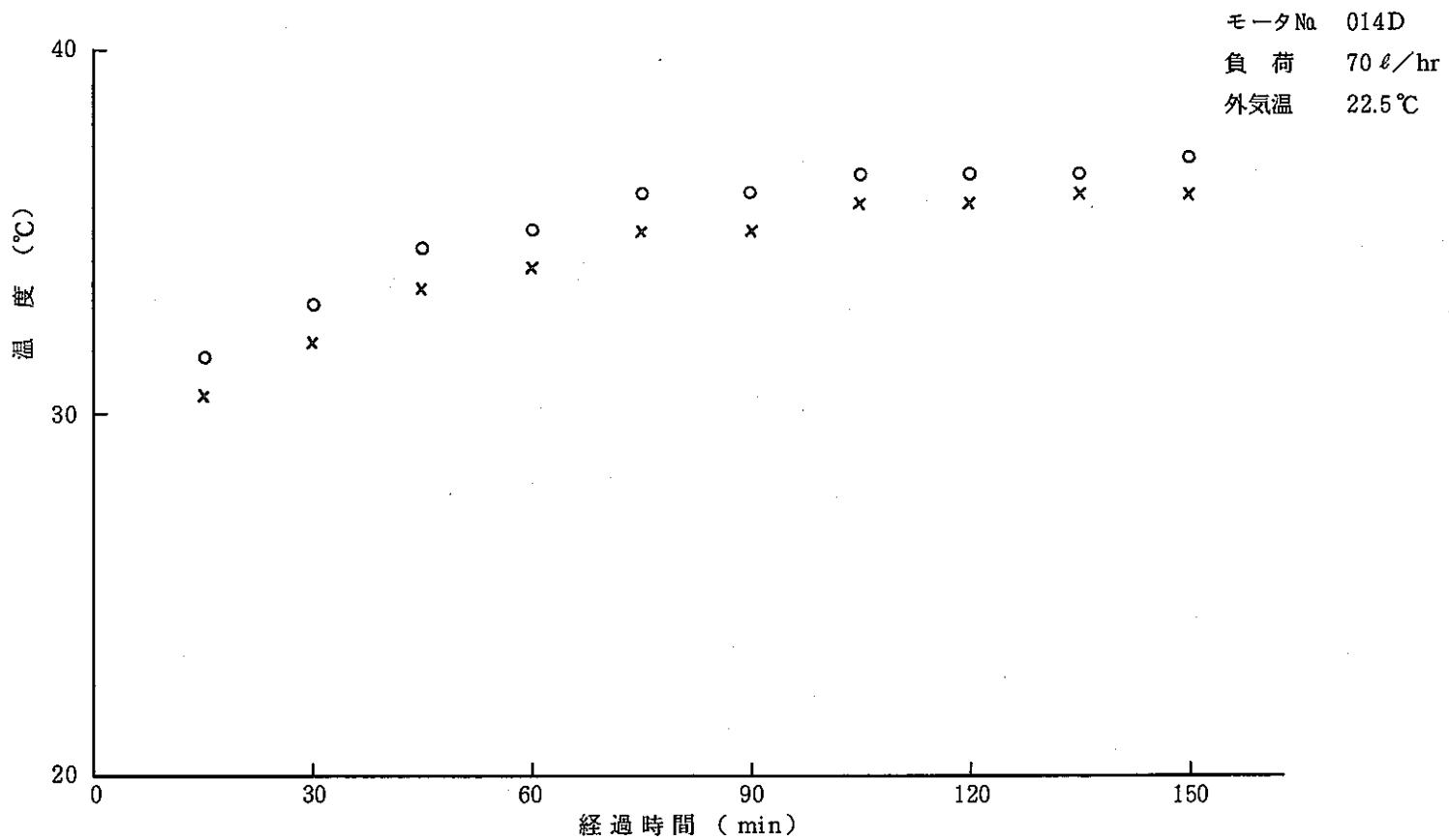


図-19(8) ヒートラン測定結果

表-1 堤定数測定結果

R.C. 及び 堰の種類	堰半径 (mm)	流量 (ℓ/h)	乗越高さ (mm)	堰係数 (—)	堰本数
TYPE A 水相堰	20	85	3.87	0.091	1
	19	76	2.87	0.129	
	19	160	2.87	0.136	
	17	28	0.87	0.295	
	17	60	0.87	0.315	
	17	105	0.87	0.368	
	17	130	0.87	0.342	
	18	65	1.87	0.213	
	18	130	1.87	0.213	
TYPE B 水相堰	16	12	0.37	0.465	1
	16	20	0.86	0.220	
	16	38	1.35	0.215	
	16	40	1.84	0.143	
	17	12	0.38	0.433	
	17	28	0.88	0.289	
	17	50	1.37	0.267	
	17	65	1.86	0.221	
	18	30	0.88	0.300	
	18	40	1.12	0.280	
	18	52	1.38	0.267	
	18	65	1.84	0.218	
	15	17	1.09	0.136	
	15	30	1.34	0.177	
	15	45	1.84	0.166	
TYPE A 有機相堰	16	30	0.5	0.145	
	16	48	0.78	0.120	
	16	75	0.99	0.131	
	16	90	1.25	0.112	

(堤長さ = 水相堰 = 0.018 m, 有機相堰 = 0.092 m)
 角速度 = 100π rad/s

表-2 純液室液面高さと流量の関係

R . C TYPE	堰 半 径 (mmφ)	O / A (—)	Total 流 量 (ℓ/h)	液 面 高 さ H (cm)
A	有機相 16 水 相 16.99 ± 0.05	0.81	92.4	6.0
		0.97	111.3	6.7~7.0
		0.45	104.1	6.0~6.4
		0.43	111.6	6.4~6.9
		1.45	80.1	6.0
		1.42	96.0	6.2
		1.4	108.0	6.7~7.2
B	有機相 14.5 ± 0.05 水 相 16.06 ± 0.05	1.07	76.0	4.3~4.7
		1.05	95.1	5.5~5.8
		0.52	87.6	4.4~5.2
		0.51	73.2	4.3
		1.55	78.0	5.2
		1.60	65.4	4.3

*回転数 3000 rpm, 堰本数 各相 2 本

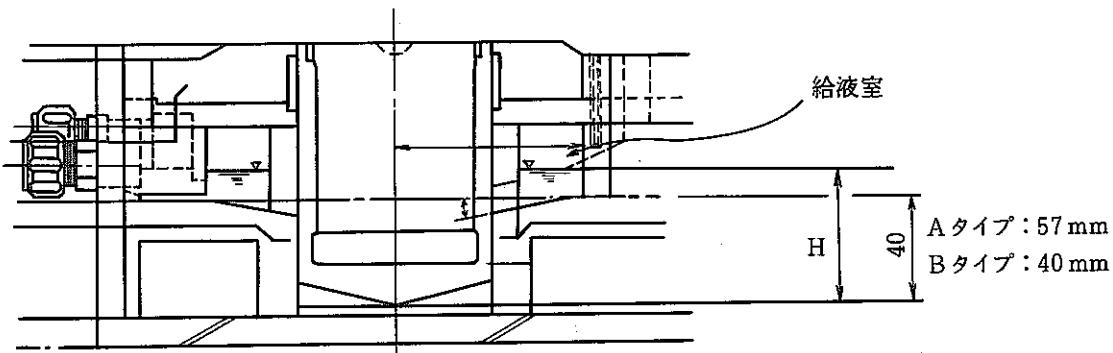


表-3 TYPE BのケーシングによるTYPE A,Bのローター
の処理量

流 量 (ℓ/h)	液面高さ H (cm)	
	TYPE A	TYPE B
80	4.6	4.6
90	4.7	4.7
100	4.8	5.1
105	—	5.5
110	5.1	5.9
115	—	6.2
120	5.5	6.8
130	6.2	—
140	6.8	—

回転数 3000 rpm

堰本数 水相堰×2本

堰半径 18 mm

流 体 水道水

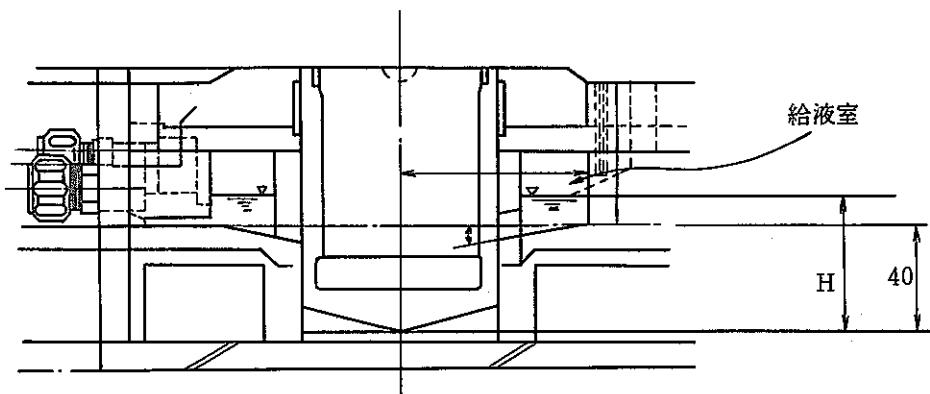


表-4 堤本数と流量

R.C. TYPE	堰半径 (mm)	堰本数 (本)	流量 (ℓ/h)								
			ケーシング底部からの液面までの高さ(cm)								
A (水相堰)	18	2	70 6.05	80 6.15	90 6.25	100 6.35	110 6.35	120 6.45	130 7.2	135 7.8	
		3	80 6.2	100 6.3	120 6.4	130 6.7	135 6.9	140 7.7			
		4	100 6.3	120 6.4	130 6.7	135 6.9	140 7.3	145 8.0			
	19	2	80 6.2	100 6.35	120 6.45	130 6.7	135 7.0	140 7.7			
		3	100 6.3	120 6.4	130 6.5	140 7.3	145 7.6				
		4	100 6.35	120 6.4	130 6.45	140 7.1	145 7.35	150 7.7			
	20	2	100 6.4	120 6.4	130 6.4	140 6.8	150 7.7				
		3	100 6.35	120 6.35	130 6.35	140 6.6	150 7.35	155 7.7			
		4	100 6.35	130 6.4	140 6.4	150 7.0	160 7.7				
	17	2	70 ℓ/h で有機相堰から流出								
		3	100 6.35	110 6.4	115 ℓ/h で有機相堰から流出						
		4	100 6.35	110 6.4	120 6.8	130 8.0					
B (水相堰)	18	3	90 4.7	100 4.75	110 4.9	120 5.2	130 6.2				
		4	80 4.6	90 4.7	100 4.8	110 4.8	120 4.85	130 5.4	135 5.8		
	16	2	70 4.5	80 4.6	90 5.2	95 6.0					
		3	70 4.5	80 4.6	90 4.85	100 5.8	105 6.4				
		4	70 4.5	80 4.6	90 4.7	100 5.1	110 6.2				
B (有機相堰)	14.5	2	70 4.5	75 4.6	80 4.75	85 5.5					
		3	70 4.5	80 4.6	90 5.15	100 6.3					
		4	70 4.5	80 4.6	90 5.2	100 6.4					
	13.5	2	60 4.45	70 4.75	75 5.2	80 5.9	85 6.5				
		3	60 4.5	70 4.5	75 5.0	80 5.35	85 6.2				
		4	60 4.5	70 4.55	75 4.8	80 5.3					

表-5 エントレ測定結果

TYPE	流量 (ℓ/h)			O/A (-)	エントレ
	30%TBP	0.5N-HNO ₃	Total		
A	41	51	92	0.80	無し
	55	56	111	0.98	"
	32	72	104	0.44	"
	34	78	112	0.44	"
	47	33	80	1.42	"
	56	40	96	1.40	"
	63	45	108	1.40	"
	58	29	87	2	"
	50	10	60	5	"
	60	10	70	7	"
	70	10	80	8	"
	65	13	78	5	"
B	39	37	76	1.05	"
	49	47	96	1.04	"
	25	49	74	0.51	"
	30	58	88	0.52	"
	40	25	65	1.60	"
	47	31	78	1.52	"

回転数 3000 rpm

表-6 インベントリー測定結果

 $O/A = 1$

-43-

TYPE	流 量 (ℓ/h)	インベントリー (mℓ)								
		2 段 目			3 段 目			平 均		
		水 相	有機相	合 計	水 相	有機相	合 計	水 相	有機相	合 計
A	50	165	122	287	170	113	283	167.5	117.5	285
	60	185	135	320	180	125	305	182.5	130	312.5
	70	190	135	325	185	135	320	187.5	135	322.5
	80	200	150	350	185	140	325	192.5	145	337.5
	90	220	155	375	195	145	340	207.5	150	357.5
	50	172	148	320	175	155	330	173.5	151.5	325
B	60	170	150	320	190	150	340	180	150	330
	70	175	155	330	200	180	380	187.5	167.5	355
	80	245	200	445	270	250	520	257.5	225	482.5
	90	330	330	660	410	350	760	370	340	710

表-7 周波数と回転数の測定結果

(単位: rpm)

モータNo. 周波数 (Hz)	002 D	005 D	006 D	007 D	011 D	012 D	013 D	014 D	平均	標準偏差
10	579	579	575	575	579	579	577	581	578	2.1 (0.36%)
20	1166	1164	1153	1158	1164	1164	1159	1167	1161.9	4.8 (0.41%)
30	1755	1755	1746	1750	1756	1756	1753	1755	1753.3	3.5 (0.2 %)
40	2347	2352	2338	2345	2352	2354	2358	2350	2349.5	6.1 (0.26%)
50	2941	2948	2930	2939	2947	2938	2958	2942	2942.9	8.3 (0.28%)
55	3242	3243	3219	3230	—	—	—	—	3233.5	11.3 (0.35%)

表-8 負荷増加時のモーター特性測定結果

モータ	測定項目	負荷時の回転数 (rpm)										
		3000 (無負荷)	3000 (ローターのみ)	2750	2500	2250	2000	1500	1000	500	0	
1	電圧 (V)	V ₁	170.8	172.3	170.1	169.4	168.4	168.0	167.9	167.1	167.0	167.8
		V ₃	170.6	172.1	170.0	169.3	168.4	168.1	167.3	167.5	167.0	168.2
		平均	170.7	172.2	170.1	169.4	168.4	168.1	167.6	167.3	167.0	168.6
	電流 (A)	A ₁	0.18	0.19	0.25	0.34	0.43	0.51	0.61	0.72	0.79	0.87
		A ₃	0.19	0.20	0.26	0.34	0.43	0.51	0.61	0.72	0.78	0.86
		平均	0.19	0.20	0.26	0.34	0.43	0.51	0.61	0.72	0.79	0.87
	有効電力 (W)	W ₁	-2.4	-2.5	13.5	23.1	31.2	36.7	44.5	49.2	52.9	56.3
		W ₃	17.4	17.6	30.4	40.5	49.6	56.5	70.1	80.4	87.9	97.0
		合計	15.0	15.1	43.9	63.6	80.8	93.2	114.6	129.6	140.8	153.3
2	電圧 (V)	V ₁	175.1	174.9	173.1	172.5	172.1	171.8	171.6	171.5	171.5	171.5
		V ₃	174.8	174.6	172.7	172.2	172.0	171.7	171.3	171.2	171.3	171.2
		平均	175.0	174.8	172.9	172.4	172.1	171.8	171.5	171.4	171.4	171.4
	電流 (A)	A ₁	0.20	0.20	0.27	0.37	0.45	0.53	0.65	0.75	0.81	0.87
		A ₃	0.20	0.20	0.27	0.37	0.45	0.53	0.64	0.74	0.80	0.86
		平均	0.20	0.20	0.27	0.37	0.45	0.53	0.65	0.75	0.81	0.87
	有効電力 (W)	W ₁	-0.10	-0.56	14.65	27.08	33.37	38.4	47.2	52.9	56.8	59.9
		W ₃	19.30	19.81	32.55	45.58	53.29	60.0	73.4	83.9	92.5	98.9
		合計	19.20	19.25	47.2	72.66	86.66	98.40	120.6	136.8	149.3	158.8

周波数は、モーター1では50.7Hz、モーター2では50.9Hz

表-9 振動測定結果

経過時間(min)	モータNo.	振幅(p-p μm)			加速度(g)			備考
		X	Y	Z	X	Y	Z	
5	002D	14~35	16	13~26	0.18	0.20	0.45	
	005D	26~31	6~9	8	0.20	0.15	0.49	
	006D	18~30	4~6	4~7	0.18	0.16	0.78	
	007D	17~23	9	15~17	0.20	0.15	0.70	
	011D	7~13	5~9	12~17				
	012D	9~14	3~6	7				
	013D	7~11	5	3				
	014D	5~11	6	7~11				
60	002D	35	12~20	32	0.16	0.32	0.28	
	005D	17~33	5	5~8	0.20	0.18	0.27	
	006D	15~30	3~7	5~11	0.17	0.19	0.46	
	007D	14~34	6~15	28~37	0.19	0.20	0.32	
	011D	7~18	5~14	10~20	0.33	0.17	0.34	
	012D	8~18	3~5	5~8	0.22	0.21	0.35	
	013D	7~18	3~8	2	0.20	0.23	0.27	
	014D	7~18	7~16	5~14	0.19	0.31	0.34	
120	002D	38~41	12~19	13~33	0.18	0.17	0.35	
	005D	33	13	7	0.16	0.20	0.19	
	006D	21~29	4~10	11	0.23	0.18	0.51	
	007D	17~30	7~19	18~27	0.22	0.29	0.58	
	011D	6~13	7~10	8~18	0.20	0.12	0.30	
	012D	6~18	3~8	4~10	0.18	0.16	0.40	
	013D	6~14	3~8	2	0.18	0.16	0.28	
	014D	7~19	8~19	6~8	0.22	0.27	0.38	