

JAERI-Tech

JP0550076

2004-075



放射線グラフト重合捕集材合成装置および
ガス吸着材合成反応装置の製作と設置

2005年1月

瀬古 典明・武田 隼人*・笠井 昇・玉田 正男
長谷川 伸・片貝 秋雄・須郷 高信*

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問合せは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越しください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1195, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 2005

編集兼発行 日本原子力研究所

放射線グラフト重合捕集材合成装置およびガス吸着材合成反応装置の製作と設置

日本原子力研究所高崎研究所材料開発部

瀬古 典明・武田 隼人^{*1}・笠井 昇・玉田 正男・長谷川 伸・片貝 秋雄・須郷 高信^{*2}

(2004年11月5日受理)

合纖不織布や織布を基材として放射線グラフト重合技術を利用して合成した纖維状吸着材は、極低濃度の重金属や有害気体成分に対する選択吸着特性に優れている。モノマーの液相グラフト重合反応によって基材に各種官能基の導入を行って重金属選択捕集機能を導入するための装置として捕集材合成反応装置を設置した。また、モノマーを含浸した基材を一定温度に保った反応装置内に滞留させることによりグラフト重合反応を行う装置としてガス吸着材合成反応装置を設置した。

捕集材合成反応度装置は、反応槽内部の酸素濃度を設計値の100ppmまで低下させることができた。また、槽内温度も設計値の80°Cまで上昇できることを確認した。基材の走行は良好で1~10m/minの範囲での運転が可能であった。ガス吸着材合成反応装置も、反応槽内部は設計値の100ppmまで酸素濃度を低下させることができた。槽内温度も設計値の80°Cまで上昇できることを確認した。基材の走行は安定しており、GMAのグラフト重合反応を行った結果、グラフト率は40~70%の範囲で制御できることが確認できた。

両方の装置は、基材の幅は最大2000mm、基材ロールの直径は最大1mであり、実用化規模の合成技術の実証を行うのに適した装置であることが確認できた。

高崎研究所：〒370-1292 群馬県高崎市綿貫町1233

*1 進和テック（株）

*2 株環境浄化研究所

Production and Installation of Equipments for Radiation-induced
Graft Polymerization in Liquid Phase and Dipping Techniques

Noriaki SEKO, Hayato TAKEDA^{*1}, Noboru KASAI, Masao TAMADA,
Shin HASEGAWA, Akio KATAKAI and Takanobu SUGO^{*2}

Department of Material Development
Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Watanuki-machi, Takasaki-shi, Gunma-ken

(Received November 5, 2004)

Fibrous adsorbent which is synthesized by radiation induced graft polymerization on the trunk polymers such as polymer nonwoven fabrics and woven cloths exhibits an excellent selective adsorption against heavy metal ions and toxic gases at extremely low concentrations. Two equipments were installed to synthesize the metal-ion and gas adsorbents by means of the radiation-induced graft polymerization in the liquid phase and the dipping, respectively. In the reaction chamber of the liquid phase reactor, the oxygen decreased to 100ppm. The inside temperature was elevated at 80C. These characteristics satisfied the specification. The fabric transport can regulate the rate in the range from 1 to 10 m/min. The reactor for the dip grafting could reduce the inside oxygen to 100ppm and inside temperature could reach to 80C, also. The transport system is stable during the dip grafting reaction. The grafting of glycidyl methacrylate was carried out as a characteristic test. The degree of grafting was controlled in the range of 40-70%. The both equipments can graft the trunk polymer, 2000mm in maximum width and 1m in maximum diameter. This size is enough for confirmation practical scale synthesis.

Keywords : Fibrous Adsorbent, Graft Polymerization, Adsorption, Adsorbent, Transport System

*1 : Shinwa Corporation

*2 : Environmental Purification Institute, Inc.

目次

1. 緒言	1
1.1 経緯	1
1.2 目的	1
1.3 各装置の特徴	1
1.4 装置の構成と設置場所	2
2. 仕様	2
2.1 スケジュール	2
2.2 装置の概要	2
2.3 装置の仕様	2
3. 製作と設置	13
3.1 製作	13
3.2 設置	14
4. 検査および特性試験	14
4.1 納入時検査	14
4.2 試運転・運転講習	15
4.3 特性試験	15
4.4 排気試験	16
5. 許認可・届出	16
5.1 クレーン	16
5.2 ボイラー	16
5.3 LPG 貯蔵庫	16
6. まとめ	17
6.1 仕様および製作・設置について	17
6.2 検査および特性試験について	17
6.3 許認可・届出について	17
謝辞	17

Contents

1. Introduction	1
1.1 Background	1
1.2 Objective	1
1.3 Characteristics	1
1.4 Composition and Installation of Equipments	2
2. Specification	2
2.1 Work Schedule	2
2.2 Outline of Equipment	2
2.3 Equipment Specification	2
3. Inspection and Installation	13
3.1 Production	13
3.2 Installation	14
4. Inspection and Characteristics Test	14
4.1 Inspection at Delivery	14
4.2 Trial Operation and Operation Course	15
4.3 Characteristic Test	15
4.4 Exhaust Operation	16
5. Authorization and Notification	16
5.1 Crane	16
5.2 Boiler	16
5.3 LPG Storage Space	16
6. Conclusions	17
6.1 Specification, Production and Installation	17
6.2 Inspection and Characteristics Test	17
6.3 Authorization and Notification	17
Acknowledgement	17

表目次

Table 1. 1	捕集材合成反応装置とガス吸着材合成反応装置の比較	19
Table 2. 1	捕集材合成反応装置全体工程表	20
Table 2. 2	ガス吸着材合成反応装置全体工程表	21
Table 4. 1	捕集材合成反応装置 合成反応装置検査結果	42
Table 4. 2	捕集材合成反応装置 後処理装置検査結果	43
Table 4. 3	ガス吸着材合成反応装置検査結果	44
Table 4. 4	ガス吸着材合成反応装置による合成反応結果	46
Table 4. 5	捕集材合成反応装置の排気装置性能試験結果	47
Table 4. 6	2号加速器棟の排気状況の確認結果	49
Table 5. 1	装置の設置・運転に関する許認可・届出事項調査結果	51

図目次

Fig. 1. 1	捕集材・ガス吸着材の合成工程	18
Fig. 2. 1	捕集材合成反応装置 合成反応装置の構造図	22
Fig. 2. 2	捕集材合成反応装置 後処理装置の構造図	22
Fig. 2. 3	合成反応装置の全体図	23
Fig. 2. 4	合成反応装置の外観	24
Fig. 2. 5	合成反応装置の操作手順フロー	25
Fig. 2. 6	合成反応装置の配管図	26
Fig. 2. 7	ミシンの外観	27
Fig. 2. 8	合成反応装置の制御・操作盤の外観図	28
Fig. 2. 9	後処理装置の全体図	29
Fig. 2. 10	後処理装置の外観	30
Fig. 2. 11	静電気除去装置の外観	31
Fig. 2. 12	後処理装置の制御盤の外観図	32
Fig. 2. 13	後処理装置巻出部操作盤の外観図	33
Fig. 2. 14	後処理装置巻取部操作盤の外観図	34
Fig. 2. 15	ガス吸着材合成反応装置の構造図	35
Fig. 2. 16	ガス吸着材合成反応装置の全体図	36
Fig. 2. 17	ガス吸着材合成反応装置の外観	37
Fig. 2. 18	ガス吸着材合成反応装置の薬液配管図	38
Fig. 2. 19	ガス吸着材合成反応装置の制御盤の外観	39
Fig. 2. 20	ガス吸着材合成反応装置巻出部操作盤の外観図	40
Fig. 2. 21	ガス吸着材合成反応装置巻取部操作盤の外観図	41
Fig. 4. 1	捕集材合成反応装置の酸素濃度の変化	45

Fig. 4.2 捕集材合成反応装置の反応槽温度の変化	45
Fig. 4.3 排気装置の外観	48
Fig. 4.4 2号加速器棟中試室のダクト等の配置図	50

Contents of Tables

Table 1.1 Characteristics of equipment for liquid phase grafting and dip grafting	.....19
Table 2.1 Work schedule of equipment for liquid phase grafting	.....20
Table 2.2 Work schedule of equipment for dip grafting	.....21
Table 4.1 Inspection results of synthesis part in equipment for liquid phase grafting	.....42
Table 4.2 Inspection results of wash and dry part in equipment for liquid phase grafting	.....43
Table 4.3 Inspection results for dip grafting	.....44
Table 4.4 Results of synthesis with equipment for dip grafting	.....46
Table 4.5 Evaluation of exhaust performance around equipment for liquid phase grafting	.....47
Table 4.6 Evaluation of exhaust performance around equipment for dip grafting	.....49
Table 5.1 Details for authorization and notification related to installation and operation of equipment	.....51

Contents for Figures

Fig.1.1 Synthesis process fro adsorbent with radiation induced graft polymerization	.....18
Fig.2.1 Structure of synthesis part in equipment for liquid phase grafting	.....22
Fig.2.2 Structure of wash and dry part in equipment for liquid phase grafting	.....22
Fig.2.3 Whole structure for equipment for dip grafting	.....23
Fig.2.4 Appearance for equipment for dip grafting	.....24
Fig.2.5 Operation flow for equipment for dip grafting	.....25
Fig.2.6 Plumbing of equipment for dip grafting	.....26
Fig.2.7 Appearance of sewing machine	.....27
Fig.2.8 Controller and operation board of equipment for liquid phase grafting	.....28
Fig.2.9 Whole structure of wash and dry parts in equipment for liquid phase grafting	.....29
Fig.2.10 Appearance of wash and dry parts in equipment for liquid phase grafting	.....30
Fig.2.11 Appearance of removal part for static electricity	.....31
Fig.2.12 Operation panel of wash and dry parts in equipment for liquid phase grafting	.....32
Fig.2.13 Sending operation panel of wash and dry parts in equipment for liquid phase grafting	.....33
Fig.2.14 Winding operation panel of wash and dry parts in equipment for liquid phase grafting	.....34
Fig.2.15 Structure of equipment for liquid phase grafting	.....35
Fig.2.16 Outline of equipment for liquid phase grafting	.....36
Fig.2.17 Appearance of equipment for liquid phase grafting	.....37
Fig.2.18 Plumbing of equipment for liquid phase grafting	.....38
Fig.2.19 Operation board of equipment for liquid phase grafting	.....39

Fig.2.20 Sending operation panel of equipment for liquid phase grafting	.....40
Fig.2.21 Winding operation panel of equipment for liquid phase grafting	.....41
Fig.4.1 Substitution characteristic of oxygen concentration in equipment for dip grafting	.....45
Fig.4.2 Heating characteristic in equipment for dip grafting	.....45
Fig.4.3 Appearance of exhaust part for equipment for liquid phase grafting	.....48
Fig.4.4 Exhaust duct around equipment for dip grafting	.....50

1. 緒言

1.1 経緯

産業廃水中に極微量含まれる有害重金属を効率的に分離回収する技術の確立は、地球環境保全の観点から急務である。特に、1971年(昭和46年)に制定された排水基準は1994年(平成6年)2月に改訂され、鉛、砒素の規制値が一段と厳しくなり、セレンも追加された。水道水の水質基準も排水基準と同様に厳しく規制されているが、2003年にWHO(世界保健機構)の「飲料水水質ガイドライン」に合せて鉛の水道水質基準は現在の0.05 mg/Lから0.01 mg/Lと更に厳しくなった。このように厳しい基準に対しては、従来の廃水処理設備では基準を達成することが困難であり、一日も早い高性能な分離回収技術の開発が待たれている。

一方、大気汚染に関しては、トンネル排気ガスの処理は困難を究め、人体への影響だけでなく、山林の枯死が大きな問題となっている。しかし、活性炭等による従来技術では、窒素酸化物や硫黄酸化物、有機系ガス等の効果的な除去は殆ど不可能であった。

合織不織布や織布(以下、基材という)に対して放射線グラフト重合技術を利用して合成した繊維状吸着材は、極低濃度の重金属や有害気体成分に対する選択吸着特性に優れているため、産業廃水処理技術や大気汚染浄化材料への実用化を図るために実証規模での合成技術の開発を行なう必要がある。

本報告書は、このような技術開発を行なうための装置の設計仕様の検討、設計、製作、設置および特性試験の結果をまとめたものである。

1.2 目的

捕集材合成反応装置とガス吸着材合成反応装置は、放射線グラフト重合技術を利用して、基材に重金属選択捕集機能やガス吸着機能を幅方向と長さ方向及び断面の方向に対して、均一に効率良く導入する装置であり、重金属選択捕集材(以下、捕集材という)や高性能ガス吸着捕集材(以下、ガス吸着材という)を製造する為の実証試験を行うものである。

1.3 各装置の特徴

捕集材やガス吸着材は、Fig. 1.1に示すとおり基材に γ 線または電子線を照射してラジカルを発生させたのちモノマー液を含浸してグラフト重合反応を行い、必要に応じてさらに官能基の導入を行い合成する。捕集材合成反応装置は、Fig. 1.1に示す工程のうち、グラフト反応と各種官能基の導入を行なうことができる装置であり、ガス吸着材合成反応装置は連続的にグラフト重合反応を行なうことができる装置である。両方の装置の比較表をTable 1.1に示す。

1.4 装置の構成と設置場所

捕集材合成反応装置は、合成反応装置および後処理装置の2台の装置から構成され、ガス捕集材合成反応装置は1台の装置で構成される。それぞれ高崎研究所内の次の場所に設置した。

- 捕集材合成反応装置：モックアップ棟（合成反応装置）および2号加速器棟中試室（後処理装置）
- ガス捕集材合成反応装置：2号加速器棟中試室

2. 仕様

2.1 スケジュール

捕集材合成反応装置とガス吸着材合成反応装置の設計、製作、設置に関する全体スケジュールをTable 2.1とTable 2.2に示す。

2.2 装置の概要

捕集材合成反応装置は、液相反応によって基材にグラフト反応と各種官能基の導入を行なって重金属選択捕集機能を導入するものであり、合成反応装置と後処理装置から構成される。

ガス吸着材合成反応装置は、モノマーを含浸した基材を一定温度に保った反応装置内に滞留させることによりグラフト重合反応を行なう装置である。

それぞれの装置には、基材着脱用のホイストクレーン、加熱熱源用ボイラ、酸素置換用液体窒素気化器等を備える。

2.3 装置の仕様

2.3.1 捕集材合成反応装置

捕集材合成反応装置は、合成反応装置と後処理装置から構成される。

合成反応装置は、反応槽内の繰出し・巻取りロールを一対とした測長・最小径検出制御方式による可逆式基材搬送工程と、反応液を基材に均一に馴染ませる含浸搾液工程を有する。合成反応装置の構造をFig. 2.1に示す。合成反応装置は、未反応のモノマーを洗浄するための洗浄装置を備え、排気装置付きのビニールハウス内に収納してある。

後処理装置は、巻出水洗装置、乾燥装置、巻取装置から構成され、合成反応装置によりグラフト反応や各種官能基の導入を行なった基材の洗浄、乾燥および巻き取りを行なう装置である。後処理装置の構造をFig. 2.2に示す。

(1) 基本仕様

- 基材

基材種類	: 合織不織布および織布
基材巾	: 最大 2000 mm
基材目付	: 50~100 g/m ²
ロール径	: 最大 φ1000 mm
- 反応条件

加工速度	: 1~10 m/min
反応温度	: 30~80°C
反応装置用熱源	: 蒸気 [0.6 MPa(飽和蒸気温度 : 158°C)]
反応条件	: 常圧、加圧防止付き、窒素雰囲気中
- 水洗・乾燥

水洗方式	: バイブロ・ワッシャ方式
脱水方式	: マングル(ゴム・ロールのエアシリンダ加圧)による 擠液方式
乾燥方式	: 薄肉シリンダによる接触乾燥方式
乾燥装置入口基材含水率	: 150 %(基材目付 75 g/m ²)
乾燥装置出口基材含水率	: 約 2 %(計算基準)
乾燥温度	: 100~120°C
乾燥用熱源	: 蒸気 [0.19 MPa(飽和蒸気温度 : 131°C)]
- 卷取制御

卷取方式	: 2 本ロール方式間接巻取
卷取耳揃え方式	: 卷取台車追従片耳制御
基材揃速方式	: 張力およびダンサー制御
- 材質

接液部	: SUS304
接液部以外	: SS
- ユーティリティ

圧縮空気	: 0.7 MPa
電源	: 200 V、50 Hz、3 相、12.9 kW(合成反応装置)、38.4 kW(後処理装置)

(2) 装置の構成および主要機器の仕様

(a) 合成反応装置

合成反応装置は、可逆式基材搬送ユニット、含浸液槽、マングル、揃速制御装置、洗浄装置、排気装置、制御・操作盤などから構成される。

合成反応装置の全体図を Fig. 2.3、外観を Fig. 2.4、操作手順フローチャートを Fig. 2.5、合成反応装置の配管図を Fig. 2.6 に示す。

(i) 可逆式基材搬送ユニット

- 卷径検出 : 測長・最小径検出制御方式(繰出し、巻取りローラーを一対として制御)
- 駆動 : 1.5 kW ギヤード・モータ(インバータ制御)(各 1 式)
- コアー : コアー軸(SUS304)
- コアー・セット : チャック・ユニット
- 巷取径 : 最大 ϕ 1000

(ii) 含浸液槽

- 含浸本槽 : 1.43 m^3
- 貯液・温度調整槽 : 温度 30~80°C
- フィルタ槽 : 1 槽
- ポンプ : 一式
- 反応用熱源 : 蒸気(0.6 MPa)
- 窒素配管 : 一式
- 蒸気配管 : 一式
- 温度センサーおよび
温度調節器 : 一式
- シワ対策 : エキスパンダ・ロール(2 本)
- 循環ファンおよび循環
ダクト : 一式

(iii) マングル

- 上ロール : ϕ 200、SUS304 製
- 下ロール : ϕ 200、SUS304 製
- 加圧力 : 最大 29400 N
- 加圧方式 : エアシリンダおよびレバー
- 駆動 : 2.2 kW ギヤード・モータ(インバータ制御)
- 搾液受皿 : 含浸浴ヘリターン

(iv) 摺速制御装置

- エアシリンダ式ダン : 一式
サー・ロール・ユニット

(v) 洗浄装置

- 洗浄用スプレーノズル : SUS304、250 個
- 洗浄液供給タンク : 容量 1t、ポリエチレン製、1 個
- 排液タンク : 容量 3t、ポリエチレン製、1 個

(vi) 排気装置

- 排気用ビニールハウス : $5800\text{W} \times 10300\text{L} \times 5150\text{H}$ 、鉄骨枠にビニール
シート張り
- 吸引口及び排気ダクト : 2 式

- 排気ファン : 30 m³/min、1470 Pa(2式)

(vii) ボイラー

合成反応装置の反応用熱源として水蒸気を発生するために使用する。

- 燃料 : LPG
- 最高圧力 : 0.69 MPa
- 種類 : 簡易貫流ボイラー
- 相当蒸発量 : 160 kg/h
- 燃料消費量 : 4.1 Nm³/h

(viii) クレーン

基布ロールの質量は、最大 600～700 kg になるため、ロールを装置に装着したり、取り外したりするために使用する。

- 容量 : 1 t
- 揚程 : 4 m
- 卷上電動機 : 1.6 kW
- 横行電動機 : 0.4 kW
- 数量 : 1 台

(ix) ミシン

合成反応装置等にセットされた基布を装置内に通すために、あらかじめ装置内にセットされている導布と基布を縫製して接続するために使用する。(1台)

ミシンの外観を Fig. 2.7 に示す。

(x) 空気圧縮機

ダンサーロール等のエアシリング駆動用圧縮空気発生用として使用する。(1台)

(xi) 液体窒素氣化器

合成反応装置等の内部を窒素と置換するための窒素発生装置として使用する。

(1台)

(xii) 制御・操作盤

制御・操作盤は、合成反応装置の運転条件の設定、制御および運転状態の表示を行うもので、以下の機能を有する。制御・操作盤の外観を Fig. 2.8 に示す。

機能	ネームプレート表示
合成反応槽内室温設定	「室温設定」
合成反応槽内液温設定	「液槽温度」
貯液タンク温度設定	「貯液タンク温度」
基材主速設定	「主速設定」
投光器スイッチ	「投光器」
非常停止スイッチ	「非常停止」
基材張力設定・制御器	「A 軸」、「B 軸」
スクリューロール速度微調整	「スクリューロール A(B)」

電源表示灯	「電源」
ブザーリセットボタン	「ブザーリセット」
運転確認スイッチ	「運転確認 入/切」
排気ファンスイッチ	「局所排気ファン 1(2) 入/切」
次の各項目の設定および運転状態の表示	GOT(グラフィック・オペレーション・ターミナル)
単独運転	
測長運転	
連続運転	
補機設定	

(b) 後処理装置

後処理装置は、巻出水洗装置、乾燥装置、巻取装置、制御盤および操作盤等から構成される。後処理装置の全体図を Fig. 2.9 に、外観を Fig. 2.10 に示す。

(i) 巷出水洗装置

本装置は、合成反応装置で重金属選択捕集機能を導入した基材を蛇行修正しながら水洗工程へ送り出し、基材に残留した余剰の反応液を洗い流す装置である。巻出水洗装置は、以下の主要機器から構成される。

● 巷出ユニット

巻出径	: 最大 ϕ 1000 mm
巻軸	: 76 mm(呼称径 3")、SUS304
ブレーキ	: パウダー・ブレーキ
コア・セット	: チャック・ユニット
耳揃え制御	: 片耳基準方式

● 送出フィードロール

ϕ 200、SUS304 にセラミック溶射、2 本駆動、0.75 kW ギヤード・モータ
(インバータ制御)

● 振動式水洗ユニット(3式)

ガイド・ロール	: 一式
内部ロータ回転	: 7.5 kW モータ (インバータ制御)
外筒駆動	: 1.5 kW ギヤード・モータ (インバータ制御)
流れ方向	: カウンター・フロー方式

● マングル

上・下ロール材質	: NBR ゴム
加圧力	: 9800 N(二式)、および 49000 N(一式)
加圧方式	: エアシリンダ
駆動	: 0.75 および 2.2 kW ギヤード・モータ (インバータ制御)
給水シャワー	: 各水洗層へ据付

搾液受皿 : 各水洗層ヘリターン

- 摻速制御 (3式)

エアシリンダ式ダンサー・ロール・ユニット

(ii) 乾燥装置

本装置は、巻出水洗装置によって洗浄されて、水分を含んだ基材を6本の乾燥シリンダ(加熱したロール)に接触させて乾燥させる装置である。乾燥装置は、以下の主要機器から構成される。

- 乾燥シリンダ(6本)

シリンドラ径 : φ572 mm

材質 : SUS304

シリンドラ配列 : 千鳥

蒸気配管(減圧弁含む) : 一式

駆動 : 2.2 kW ギヤード・モータ(インバータ制御)

温度センサーおよび温度 : 一式

調節器

- 摻速制御

エアシリンダ式ダンサー・

ロール・ユニット : 一式

(iii) 巻取装置

本装置は、乾燥装置で乾燥した基材を蛇行修正しながら、2本の駆動ロール上に載せて巻き取る装置である。

巻取径 : 最大 φ1000 mm

巻取ロール : φ300×2200 mm

巻取張力 : 45~133 N/m

巻軸 : 76 mm(呼称径3")、SUS304

耳揃え制御 : 巻取台車追従・片耳基準方式

駆動 : 1.5 kW ギヤード・モータ(インバータ制御)

払出台車 : 一式

(c) クレーン

基布ロールの質量は、最大600~700 kgになるため、ロールを装置に装着したり、取り外したりするために使用する。

- 容量 : 1 t
- 揚程 : 4 m
- 卷上電動機 : 1.6 kW
- 横行電動機 : 0.4 kW
- 数量 : 2台

(d) 静電気除去装置

乾燥装置によって基布を乾燥するときに発生する静電気を除去することにより、基布の走行や巻取の異常および静電気の放電による障害を防止するために使用する。(2台)

静電気除去装置の写真をFig. 2.11に示す。

(e) 制御盤および操作盤

制御盤および操作盤は、運転条件の設定、制御および運転状態の表示を行うもので、以下の機器により構成する。制御盤の外観を Fig. 2.12、巻出部操作盤の外観を Fig. 2.13、巻取部操作盤の外観を Fig. 2.14 に示す。

● 制御盤

機能	ネームプレート表示
電源表示灯	「電源」
投光器スイッチ	「投光器」
非常停止スイッチ	「非常停止」

● 巻出部操作盤

機能	ネームプレート表示
ブザーリセットボタン	「ブザーリセット」
主速設定	「主速設定」
運転準備スイッチ	「運転準備 入/切」
ライン運転スイッチ	「ライン運転 入/切」
振動式水洗ユニット 1 速度微調整	「バスケット 1 速度微調整」
マングル速度微調整	「マングル 1 速度微調整」
振動式水洗ユニット 2 速度微調整	「バスケット 2 速度微調整」
振動式水洗ユニット 3 速度微調整	「バスケット 3 速度微調整」
耳揃え制御スイッチ	「ウェブアライナー ON/OFF」
耳揃え制御自動/センター	「ウェブアライナー自動/センター」
非常停止スイッチ	「非常停止」
装置の運転状態表示	シグナルタワー
GOT(グラフィック・オペレーション・ターミナル)	
通常運転の設定・表示	
単独運転の設定・表示	

● 巻取部操作盤

機能	ネームプレート表示
乾燥シリンダ表面温度設定・調整	「シリンダー温度調節計」
巻取速度表示	「巻取速度表示計」
ブザーリセットボタン	「ブザーリセット」
巻取速度微調整	「巻取微調整」
巻取単独運転スイッチ	「巻取単独運転入/切」
正転巻取寸動	「正転寸動」
逆転巻取寸動	「逆転寸動」
耳揃え制御スイッチ	「ウェブアライナー ON/OFF」
耳揃え制御自動/センター	「ウェブアライナー 自動/センター」
非常停止スイッチ	「非常停止」

2.3.2 ガス吸着材合成反応装置

ガス吸着材合成反応装置は、モノマーを含浸した基材を一定温度の気相合成反応装置内に滞留させることによりグラフト重合反応を行う装置である。ガス吸着材合成反応装置は、基布巻出装置、含浸装置、重合反応装置、水洗・巻取装置、その他から構成される。

装置の構造図を Fig. 2.15、全体図を Fig. 2.16 に、外観を Fig. 2.17 に示す。

(1) 基本仕様

- 基材

基材	: 合纖不織布および織布
基材幅	: 最大 2000 mm
基材目付	: 50~100 g/m ²
巻ロール径	: 最大 φ1000 mm
- 反応条件

加工速度	: 0.5~5 m/min
酸素濃度	: 最大 100 ppm
含浸方式	: 2 連式含浸槽およびニップ・ロール
反応温度	: 30~80°C
反応装置用熱源	: 蒸気 [0.6 MPa(飽和蒸気温度 : 158°C)]
反応圧力	: 常圧、加圧防止付
反応時間	: 12~120min
反応装置内滞留長	: 約 60 m
- 水洗

水洗方式	: バイブロ・ワッシャ方式
脱水方式	: マングル(ゴム・ロールのエアシリンダ加圧)による搾液方式
- 卷取制御

卷取方式	: 1 軸直接巻取
基材揃速方式	: 張力およびダンサー制御
- 材質

接液部	: SUS304
接液部以外	: SS
- ユーティリティ

圧縮空気	: 0.7 MPa
電源	: 200 V、50 Hz、3 相、38.0 kW

(2) 装置の構成および主要機器の仕様

(a) 基布巻出装置

基布巻出装置は、あらかじめ放射線を照射した基材をロール状に巻いたものを巻出室にセットして、一定張力になるように調整しながら、含浸装置へ搬送するための装置である。巻出室には、繰出ロール・ユニット、液体式シール・ユニットなどを備える。

- 卷取径 : 最大 $\phi 1000\text{ mm}$
- ブレーキ : パウダー・ブレーキ
- 張力設定・制御 : 「張力設定」、「基材厚さ」、「初期径」の条件設定により、巻径検出式張力制御装置にて制御
- コアー : 紙管内にコア一軸を挿入し、両端をテープで固定
- コアー・セット : チャック・ユニット
- 卷ロール回転数 : エンコーダ
- 残量検出 : 光電センサー
- 卷出室
密閉・窒素封入式
液体式シール・ユニット
繰出ロール・ユニット
駆動 1.5 kW ギヤード・モータ (インバータ制御)

(b) 含浸装置

含浸装置は、巻出装置より搬送されてきた基材に、モノマー液槽を通過させ、ニップル・ロールによる搾りによって、均一に含浸させるための装置で、貯液槽、フィルタ槽、ポンプを備える。含浸室は窒素封入式である。薬液配管図を Fig. 2.18 に示す。

- 含浸液槽 : 1 式
2 連式本槽
貯液槽
フィルタ槽
ポンプ
- 搾りロール : 2 式
上ロール : $\phi 200$ 、SUS304 製
下ロール : $\phi 200$ 、SUS304 製
シワ対策 : エキスパンディング (拡布)・ロール
加圧力 : 最大 14700 N
加圧方式 : エアシリングおよびレバー
共通駆動 : 2.2 kW ギヤード・モータ (インバータ制御)
- 含浸室 : 1 式
密閉・窒素封入式

(c) 重合反応装置

重合反応装置は、含浸装置によりモノマーを含浸した基材を一定温度の装置内に滞留させることにより、グラフト重合反応を行うための装置である。本反応においては、反応の進行に伴って基材の伸縮が生じるため、伸縮の状況をダンサー・ロールによって検知して揃速の制御を行う。揃速の制御は各ロール・プロック間と反応室-水洗・巻取装置間の 2ヶ所で行う。

- 反応温度 : 30~80°C
- 反応装置用熱源 : 蒸気 [0.6 MPa(飽和蒸気温度 : 158°C)]
- 反応条件 : 常圧
- 反応時間 : 24~120 min
- 反応装置内滞留長 : 約 60 m
- ロール本数 : 上段ロール 16 本、下段ロール 12 本、ガイドロール 2 本、全ロール駆動
- 駆動 : 29000 Nm、トルクモータ 4 台 (インバータ制御)
- 摺速制御 : エアシリンダ式ダンサー・ロール・ユニット
各ロールブロック間 4 式
反応室、水洗ユニット間 1 式
- シワ対策 : ベンディング・タッチ・バー 23 本
- 反応室
密閉・窒素封入式
ウォータシール
駆動 1.5 kW ギヤード・モータ (インバータ制御)
排気および循環ファン

(d) 水洗巻取装置

水洗巻取装置は、重合反応装置内で重合されなかった未反応モノマーを洗浄し、張力制御を行いながら、所定の長さになるように巻き取る装置であり、バイブルロ・ワッシャ方式によって洗浄した後、マングルにて搾液し、ダンサー・ロールによる張力制御を行う。

- 送出フィードロール
Φ200、SUS304 にセラミック溶射 : 2 本
駆動 : 0.75 kW ギヤード・モータ (インバータ制御)
- 振動式水洗ユニット (バイブルロ・ワッシャ)
ガイド・ロール
内部ロータ回転 : 7.5 kW ギヤード・モータ (インバータ制御)
外筒駆動 : 1.5 kW ギヤード・モータ (インバータ制御)
- マングル
上下ロール材質 : ゴム (NBR)
加压力 : 49000 N
加压方式 : エアシリンダ
駆動 : 3.7 kW ギヤード・モータ (インバータ制御)
搾液受皿
- 摺速制御 (水洗ユニット、巻取機間)

エアシリンダ式ダンサー・ロール・ユニット：1式

- 卷取径 : 最大 $\phi 1000$ mm
- 張力制御 : エアシリンダ式ダンサー・ロール制御
- コアー : 紙管内にコアー軸を挿入し、両端をテープで固定
- コアー・セット : チャック・ユニット
- 卷径検知 : 光電センサー
- 駆動 : 0.75 kW ギヤード・モータ (インバータ制御)

(e) ボイラー

ガス吸着材合成反応装置の反応用熱源として水蒸気を発生するために使用する。(捕集材合成反応装置後処理装置と共に用)

- 燃料 : LPG
- 最高圧力 : 0.69 MPa
- 種類 : 簡易貫流ボイラー
- 相当蒸発量 : 350 kg/h
- 燃料消費量 : 9.3 Nm³/h

(f) クレーン

基布ロールの質量は、最大 600~700 kg になるため、ロールを装置に装着したり、取り外したりするために使用する。

- 容量 : 1 t
- 揚程 : 4 m
- 卷上電動機 : 1.6 kW
- 橫行電動機 : 0.4 kW
- 数量 : 2 台

(g) ミシン

ガス吸着材合成反応装置等にセットされた基布を装置内に通すために、あらかじめ装置内にセットされている導布と基布を縫製して接続するために使用する。(1 台)

(h) 空気圧縮機

ダンサーロール等のエアシリンダ駆動用圧縮空気発生用として使用する。(1 台)

(i) 液体窒素気化器

ガス吸着材合成反応装置等の内部を窒素と置換するための窒素発生装置として使用する。(1 台)

(j) 制御盤および操作盤

制御盤および操作盤は、ガス吸着合成反応装置の運転条件の設定、制御および状態の表示を行うもので、以下の機器により構成する。制御盤の外観を Fig. 2.19、卷出部操作盤の外観を Fig. 2.20、卷取部操作盤の外観を Fig. 2.21 に示す。

- 制御盤

機能	ネームプレート表示
電源表示灯	「電源」
投光器スイッチ	「投光器」
非常停止スイッチ	「非常停止」
● 卷出部操作盤	
機能	ネームプレート表示
卷出槽酸素濃度表示	「卷出槽酸素濃度表示」
含浸槽酸素濃度表示	「含浸槽酸素濃度表示」
ブザーリセットボタン	「ブザーリセット」
主速設定	「主速設定」
運転確認スイッチ	「運転確認入/切」
ライン運転スイッチ	「ライン運転入/切」
振動式水洗ユニットスイッチ	「バイブルランナ運転入/切」
卷出ロール速度微調整	「フィードロール 1 速度微調整」
ガイドロールユニット速度微調整(3 個)	「ガイドロール 1(2、4) 速度微調整」
基材張力調整設定・制御	「張力制御装置」
装置の運転状態表示	シグナルタワー
GOT(グラフィック・オペレーション・ターミナル)	
通常運転の設定・表示	
単独運転の設定・表示	
ファン・ポンプ設定	
振動式水洗ユニット設定	
ダンサーダイマ設定	
● 卷取部操作盤	
機能	ネームプレート表示
酸素濃度計	「重合反応槽前部酸素濃度表示」
酸素濃度計	「重合反応槽後部酸素濃度表示」
重合反応槽温度調節	「重合反応槽温度調節計」
水洗部速度表示	「水洗部、マンガルの速度表示」
卷取単独運転スイッチ	「卷取単独運転入/切」
正転巻取寸動	「正転寸動」
逆転巻取寸動	「逆転寸動」
非常停止スイッチ	「非常停止」

3. 製作と設置

3.1 製作

機器は、トラックで輸送できる大きさに分割して工場で製作して、装置の設置場所で組み立てた。

3.2 設置

3.2.1 準備

装置を設置する前に、各装置の設置場所についてつぎのとおり準備を行なった。

- モックアップ棟：捕集材合成反応装置の合成反応装置を設置
 - 電源工事：200V、50Hz、3相、15kW および 100V、50Hz、単相、15A×2 の電源工事を行なった。
 - LPG ガス配管工事：4.1 Nm³/h の供給が可能な LP ガスボンベ置き場と配管の工事を行なった。
- 2号加速器棟：捕集材合成反応装置の後処理装置およびガス吸着材合成反応装置を設置
 - 消火栓移設工事：捕集材合成反応装置後処理装置の設置予定位置付近に消火栓と火災報知器が設置されていたため、消火栓と火災報知器の使用に際して支障のない位置に移設した。
 - 電源工事：200V、50Hz、3相、40kW×2 および 100V、50Hz、単相、15A×4 の電源工事を行なった。
 - LPG ガス配管工事：9.3 Nm³/h の供給が可能な LP ガスボンベ置き場と配管の工事を行なった。

3.2.2 設置

装置の搬入、設置は、Table 2.1 および Table 2.2 に示す工程表に従って実施した。

4. 検査および特性試験

4.1 納入時検査

設置された装置は、次の項目について納入時検査を実施して、問題がないことを確認した。

- 外観検査
- 尺寸検査
- 性能検査
 - 単体試験：機器単体での作動試験
 - 漏えい試験：空気、水、水蒸気等による漏えい試験
 - 連続運転試験：各機器を連結した状態での総合運転

検査結果を Table 4.1、4.2、4.3 に示す。

4.2 試運転・運転講習

装置の検査後、装置の製造者が講師となって、照射利用開発室員に対して装置の運転講習を実施した。講習内容は次のとおりであった。

(1) 全体説明

図面類、文書等により運転操作の概略説明。

(2) 実運転の説明

次の項目について、実際に運転。

- (a) 装置の立ち上げ、運転、停止までの基本操作
- (b) ロール類ファン類の駆動方法及び調整方法
- (c) 電気操作盤の操作方法

4.3 特性試験

4.3.1 捕集材合成反応装置

(1) 試験項目

- (a) 酸素濃度
- (b) 反応槽温度
- (c) 走行試験

(2) 試験方法

- (a) 酸素濃度：合成反応装置に窒素ガスを導入して、酸素濃度計によって酸素濃度の経時変化を記録した。
- (b) 反応槽温度：反応槽に水を注入して液槽温度を 80°C に設定した。加熱開始後、反応槽温度の経時変化を記録した。
- (c) 走行試験：基材ロールを装置にセットして、測長運転および往復運転を行なった。

(3) 試験結果

- (a) 酸素濃度：約 6 時間で仕様値の 100 ppm 以下に到達した。Fig. 4.1 に酸素濃度の変化を示す。
- (b) 反応槽温度：170 分で目標温度まで上昇した。Fig. 4.2 に反応槽の温度変化を示す。
- (c) 走行試験：測長運転および往復運転は異常なく運転できることを確認した。

4.3.2 ガス吸着材合成反応装置

(1) 試験項目：グラフト重合反応

(2) 試験方法：次の条件で行なった。

- (a) 基材：PP-PE 芯鞘不織布 (EX01-2 および EX02)
- (b) 照射条件：約 100 kGy
- (c) モノマー：GMA:MeOH(比率 2.5:7.5)

(d) 反応条件：温度 50～56°C、時間 50 min

(3) 試験結果：次のとおり安定したグラフト反応を行なうことができた。Table 4.4 に反応条件と反応結果を示す。

- 基材として Ex01-2 を用いた試験では、照射線量 96 kGy、反応温度 56°C、反応時間 50 min でグラフト率は約 59～69% で平均値は 63.9% であった。
- 基材として Ex02 を用いた試験では、照射線量 102 kGy、反応温度 50°C、反応時間 50 min でグラフト率は約 45～57% で平均値は 51.4% であった。

4.4 排気試験

捕集材合成反応装置の合成反応装置を収納したビニールハウスの排気装置の性能を確認するために、排気風量およびビニールカーテン下部の吸い込み風速の測定を行った。また、ビニールハウス内で煙発生装置によって煙を発生して排出状態の目視確認を行なった。試験結果を Table 4.5 と Fig. 4.3 に示す。

捕集材合成反応装置後処理装置とガス吸着材合成反応装置を設置した 2 号加速器棟中試室については煙発生装置によって発生した煙の排出状態の目視確認を行なった。試験結果を Table 4.6 と Fig. 4.4 に示す。

5. 許認可・届出

試験装置を設置または運転するにあたって必要な許認可・届出に関する調査を行なった。調査結果を Table 5.1 に示す。

5.1 クレーン

各装置に設置した 1t クレーン(5 台)は、クレーン等安全規則第 11 条の規定により、「(クレーン)設置報告書」を高崎労働基準監督署長宛に提出した。

5.2 ボイラー

モックアップ棟と 2 号加速器棟に設置したボイラーは、簡易貫流ボイラーであるため、高崎市等広域市町村圈振興整備組合火災予防条例第 64 条(火を使用する設備等の設置の届出)の規定によるボイラーの設置届は不要であるが、消防局の指導により、「ボイラー設置届出」を高崎市等広域消防局長宛に提出した。

5.3 LPG 貯蔵庫

LPG 貯蔵庫は、モックアップ棟と 2 号加速器棟に設置したボイラー用にそれぞれ設置した。

- モックアップ棟に設置した LPG 貯蔵庫は、50 kg ボンベ ×8 本(合計 400 kg)、2 号加速器棟に設置した LPG 貯蔵庫は、50 kg ボンベ ×18 本(合計 900 kg) どちらも 300 kg 以上であ

るため、消防法第9条の2(危険物の規制に関する規則第1条の5)の規定により、「圧縮アセチレンガス等の貯蔵又は取り扱いの開始届出書」を高崎市等広域消防局長宛に提出した。

- 2号加速器棟に設置したボイラー用のLPGは、50 kg ボンベ×18本(合計900 kg)で500 kg以上であるため、液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律施行規則第87条の規定により、「液化石油ガス設備工事届」を群馬県知事宛に提出した。

6.まとめ

6.1 仕様および製作・設置について

放射線グラフト重合により合纖不織布や織布の基材に重金属選択捕集機能を導入するための装置として捕集材合成反応装置、ガス吸着機能を導入するための装置としてガス吸着材合成反応装置をそれぞれ設計・製作・設置した。

装置で処理できる基材の幅は最大2000 mm、ロールの直径は最大1000 mmであり、最大約6000 m²の基材を処理することができるので、実用規模の捕集材製造技術の開発に適したものとなった。機器は、トラックで輸送できる大きさに分割して工場で製作して、設置現場で組み立てた。

6.2 検査および特性試験について

装置は、設置後に外観検査、寸法検査、性能検査を実施して、問題がないことを確認した。

反応装置内の酸素濃度はグラフト重合に酸素の阻害が生じない100 ppmまで下げることができた。反応槽の温度は80℃まで上昇することができた。GMAを用いて平均約58%のグラフト重合物を作成することができた。グラフト率の変動は約±12ポイントであった。

捕集材合成反応装置の排気装置の排気風量を測定して仕様値を上回る風量が得られていることを確認し、また煙発生器で発生した煙の排気状況を目視で確認して濁みがなく一様に排気されていることを確認した。捕集材合成反応装置後処理装置とガス吸着材合成反応装置を設置してある2号加速器棟の排気状況を煙発生器を使用して確認したところ一様に排気されていることを確認できた。

6.3 許認可・届出について

試験装置を設置または運転するにあたって必要な許認可・届出に関する調査を行なったところ、クレーン、ボイラー、LPG貯蔵庫(ボイラー燃料用)について必要なことがわかり届出を行なった。

謝辞

本装置の検討から設置に関して、株式会社荏原総合研究所 河津秀雄氏、上野山機工株式会社 四方静二氏、廣田徹雄氏、岡井修氏はじめ多くの方々より支援ご協力をいただきました。心より感謝いたします。また、制御盤・操作盤の設計、設置に関して、株式会社松本電機製作所 立林寛氏よりご支援ご協力をいただきました。心より感謝いたします。運転に関し、株式会社環境浄化研究所 白石朋文氏、友谷正樹氏、今野貴博氏、太田博之氏に心より感謝いたします。

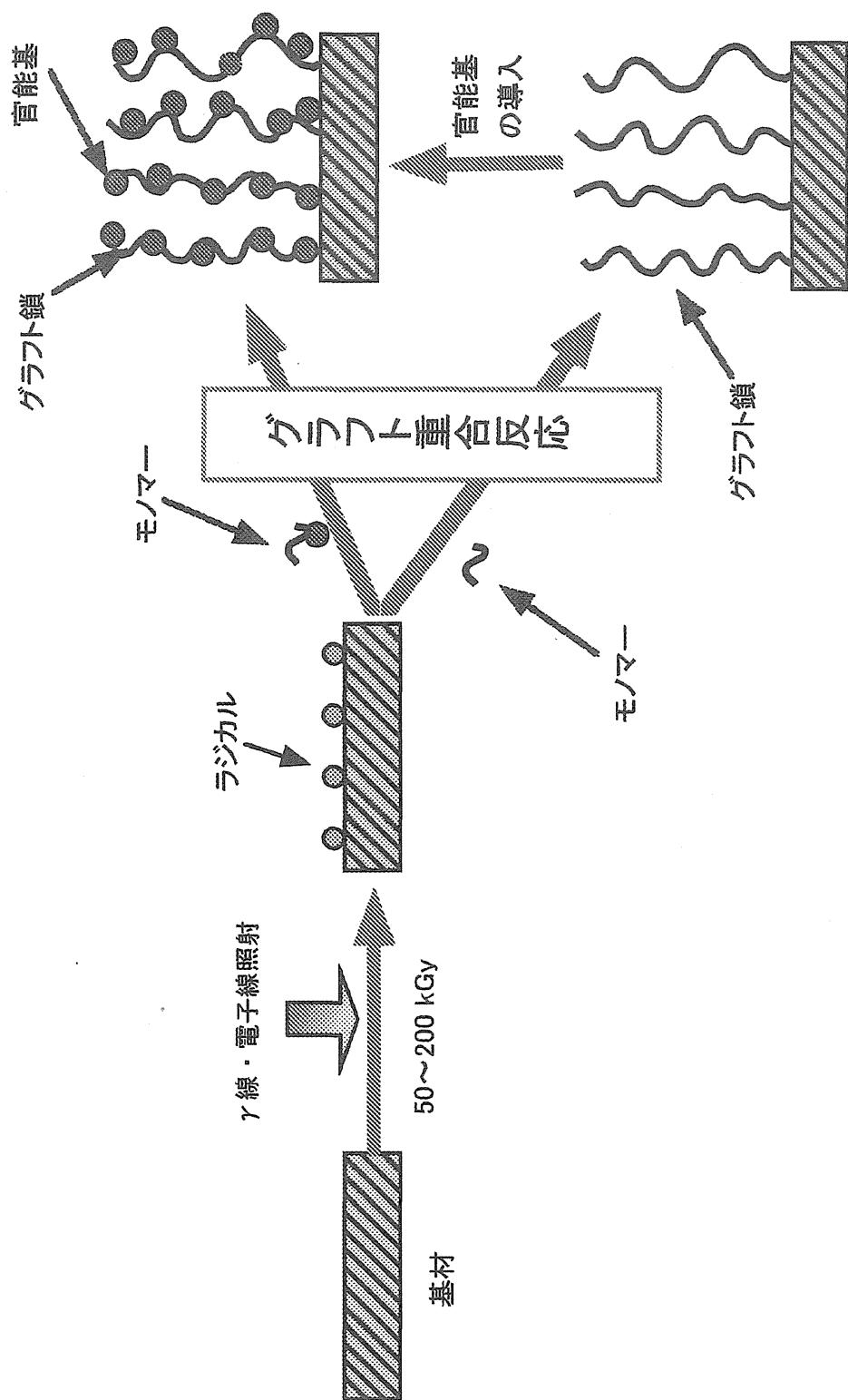


Fig. 1.1 捕集材・ガス吸着材の合成工程

Table 1.1 捕集材合成反応装置とガス吸着材合成反応装置の比較

項目	捕集材合成反応装置	ガス吸着材合成反応装置
目的	重金属選択捕集材製造のための技術開発	高性能ガス吸着材製造のための技術開発
装置の構成	合成反応装置、巻出水洗装置、乾燥装置、巻取装置	基布巻出装置、含浸装置、重合反応装置、水洗巻取装置
反応の主目的	グラフト重合反応・各種官能基の導入	連続グラフト重合反応
反応相	液相反応	気相反応
反応装置の構造	反応液を基材に均一に含浸させる含浸擣液工程と、繰り出し巻き取りロールを一対として測長・最小径検出方式により制御する可逆式基材搬送工程を反応槽内に設置して、液相でのグラフト重合や化学反応によって基材に重金属選択機能を導入する。	含浸装置によりモノマーを含浸した基材を一定温度の気相合成反応装置内に滞留させることによりグラフト重合反応を行う。

Table 2.1 捕集材合成反応装置全体工程表

作業・工事 項目	月 日	4月			5月			6月			7月			8月		
		10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
構想検討		—														
基礎設計		—	—													
機械設計・作図		—														
購入部品調達			—													
機械部品製作			—													
電気設計・作図				—												
電気制御・操作盤製作					—											
塗装						—										
社内組立							—									
運送・現地据付組立								—								
二次側・機側配線工事 〔現地〕									—							
二次側・配管工事〔現地〕										—						
総合調整・試運転											—					

Table 2.2 フラス吸着材合成反応装置全体工程表

作業・工事 項目	月 日	4月			5月			6月			7月			8月		
		10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
構想検討		—														
基礎設計																
機械設計・作図			—													
購入部品調達																
機械部品製作				—												
電気設計・作図					—											
電気制御・操作盤製作						—										
塗装							—									
社内組立								—								
運送・現地据付組立									—							
二次側・機側配線工事 〔現地〕										—						
二次側・配管工事〔現地〕											—					
総合調整・試運転												—				

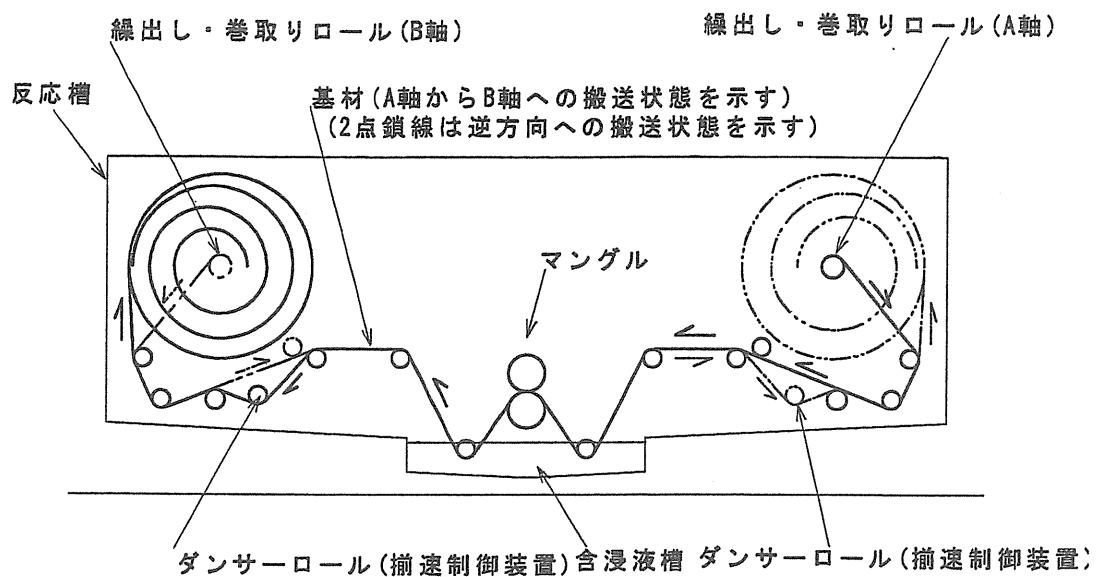


Fig. 2.1 捕集材合成反応装置 合成反応装置の構造図

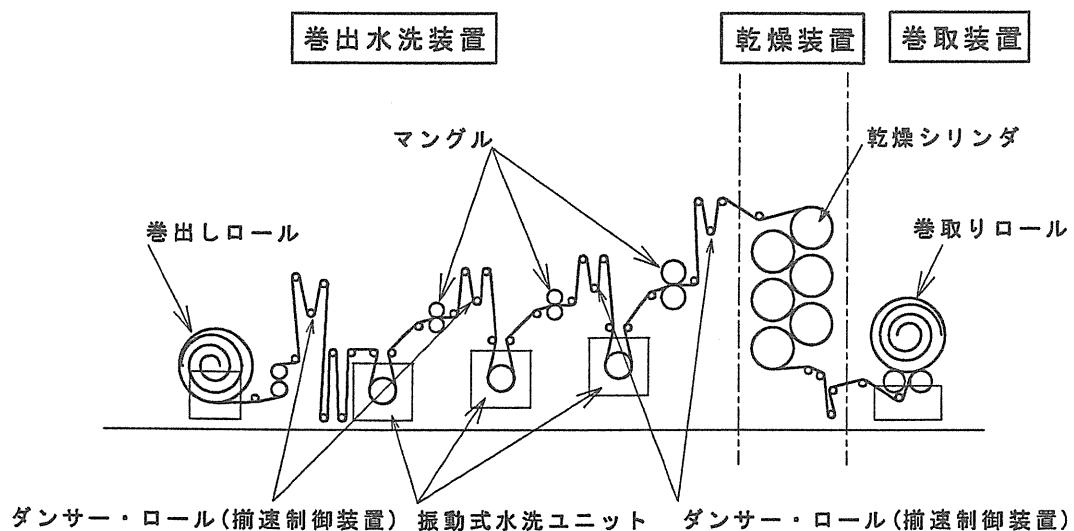


Fig. 2.2 捕集材合成反応装置 後処理装置の構造図

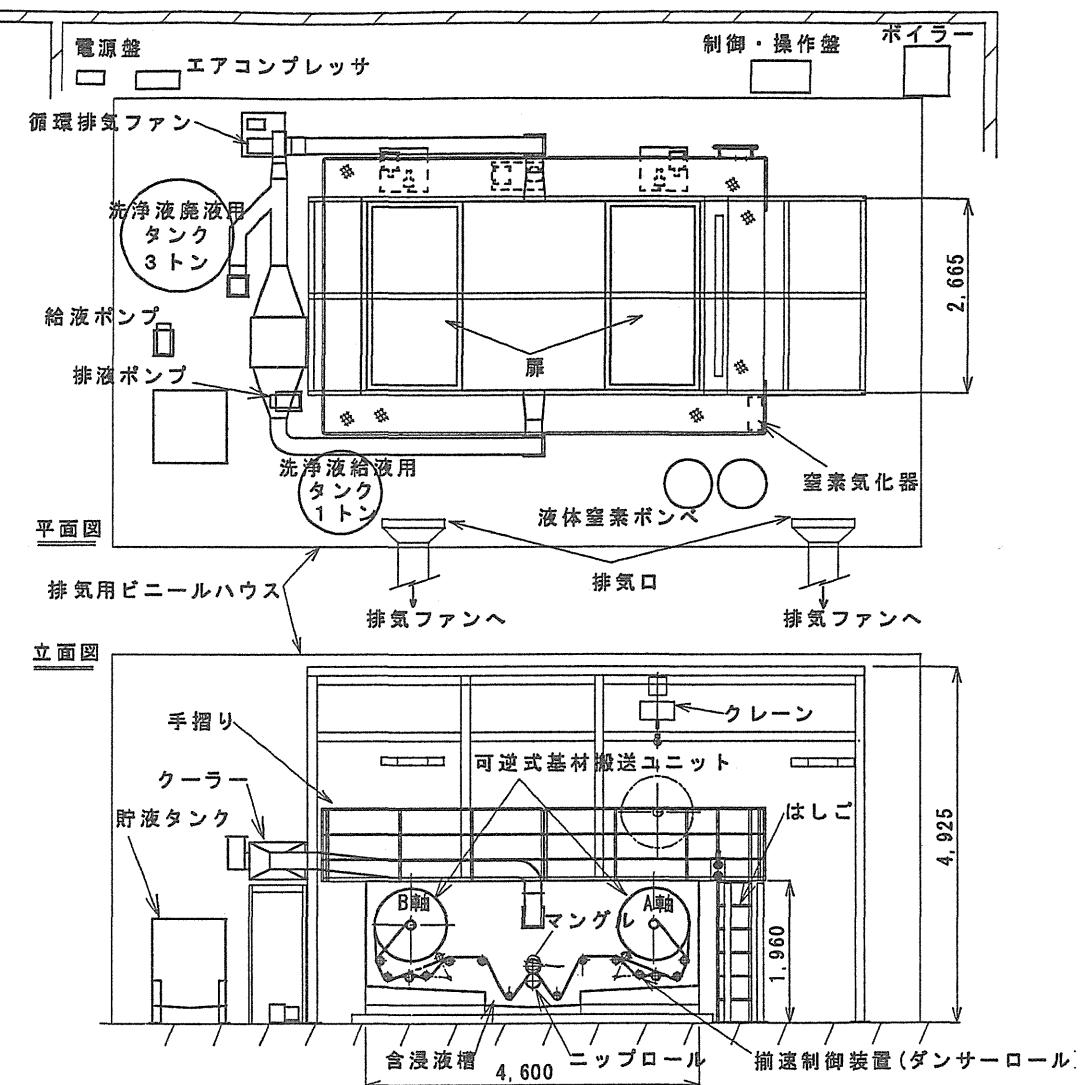


Fig. 2.3 合成反応装置の全体図

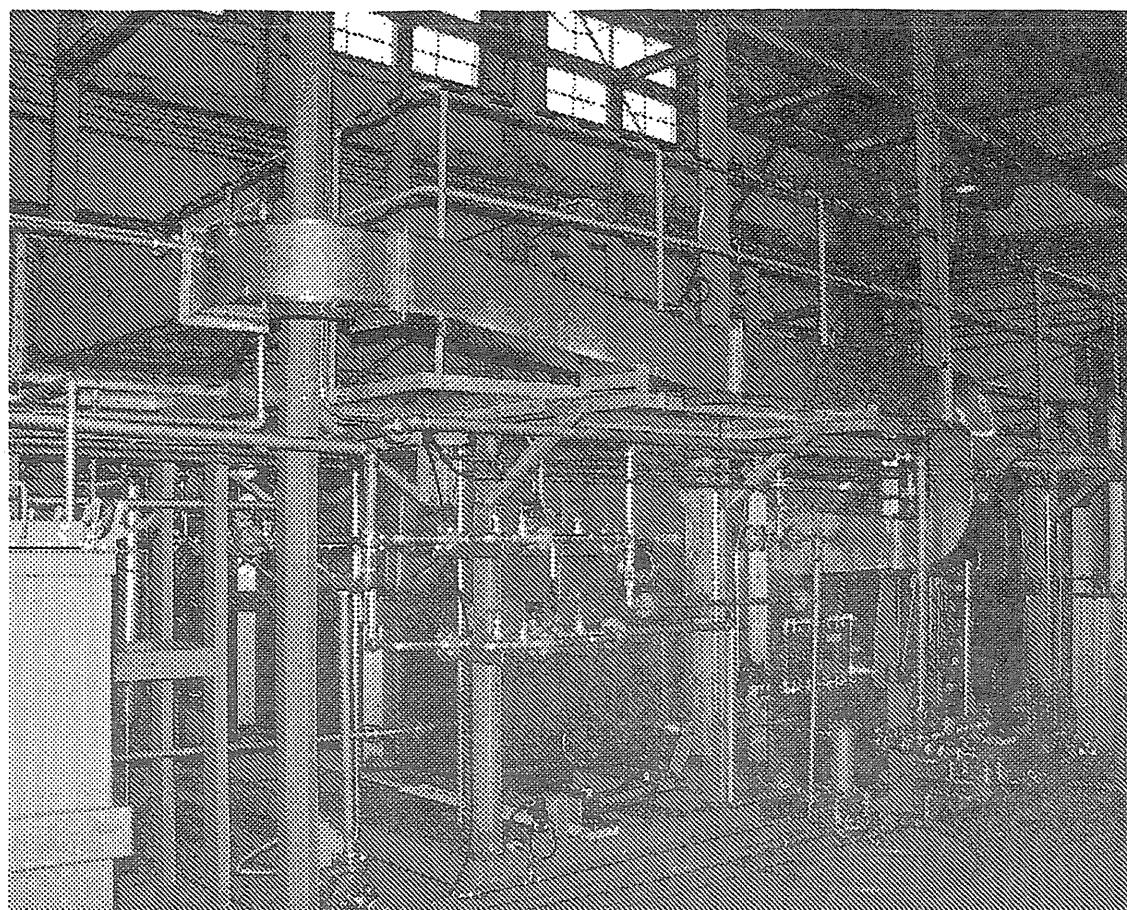


Fig. 2.4 合成反応装置の外観

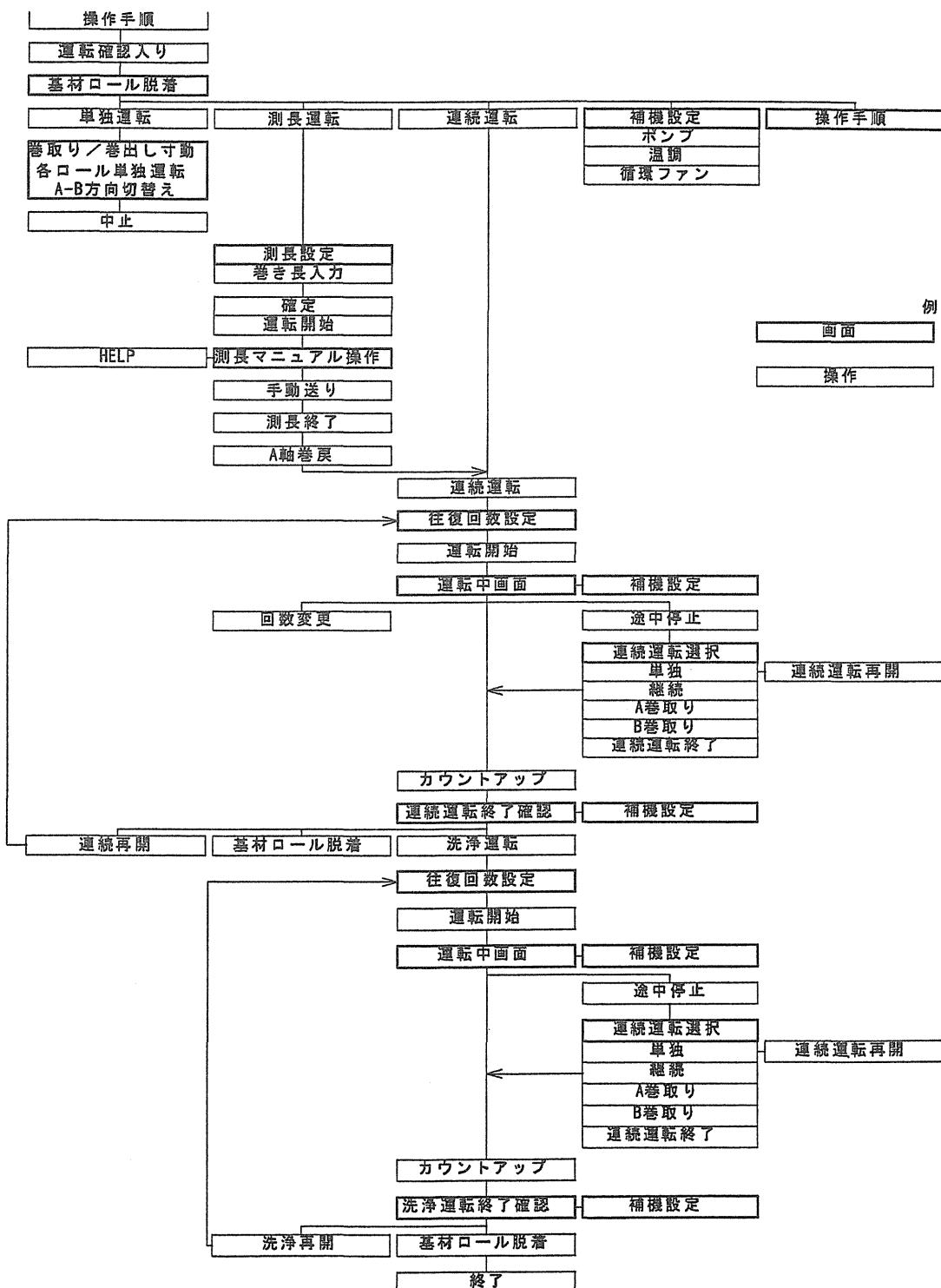


Fig. 2.5 合成反応装置の操作手順フロー

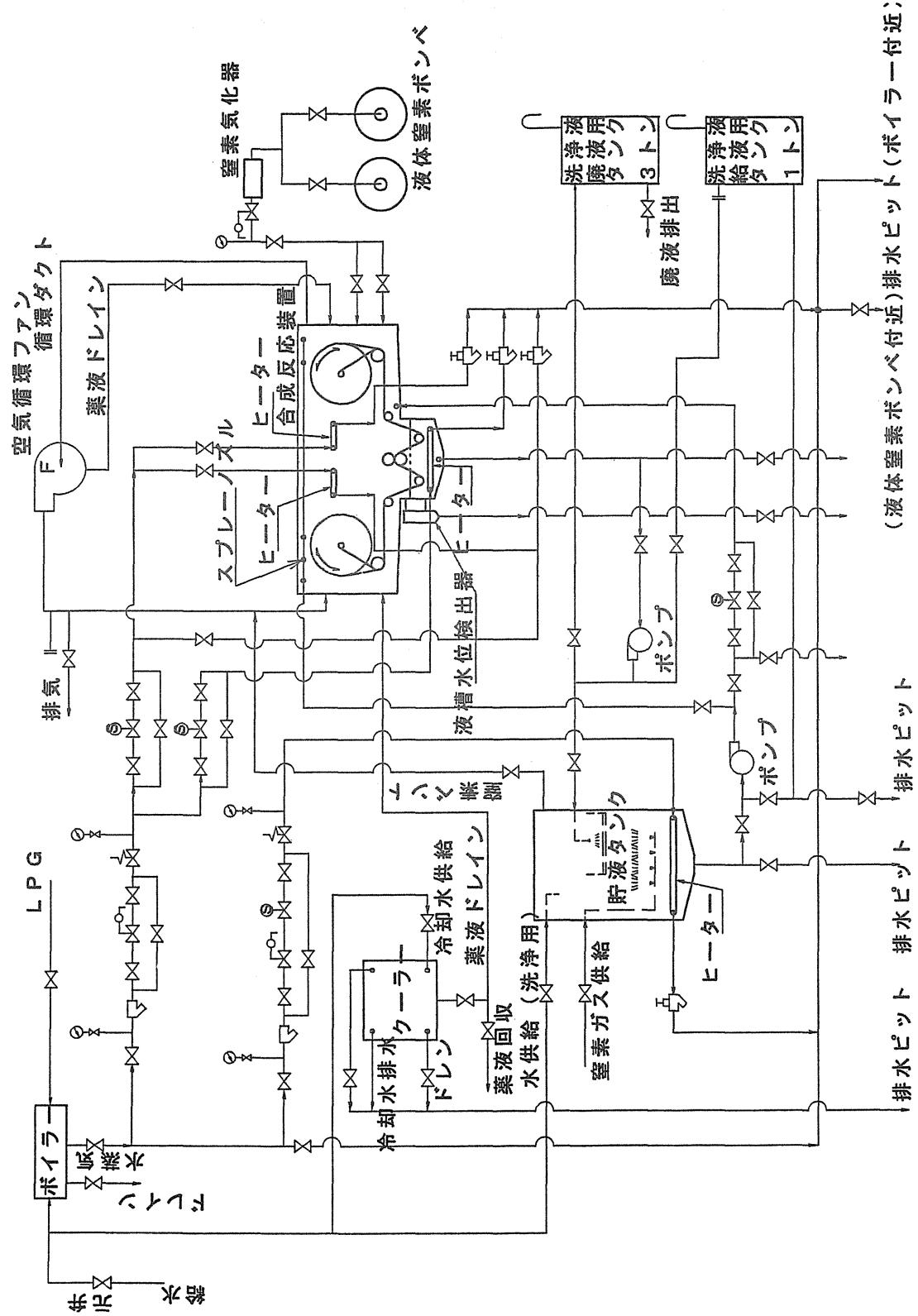
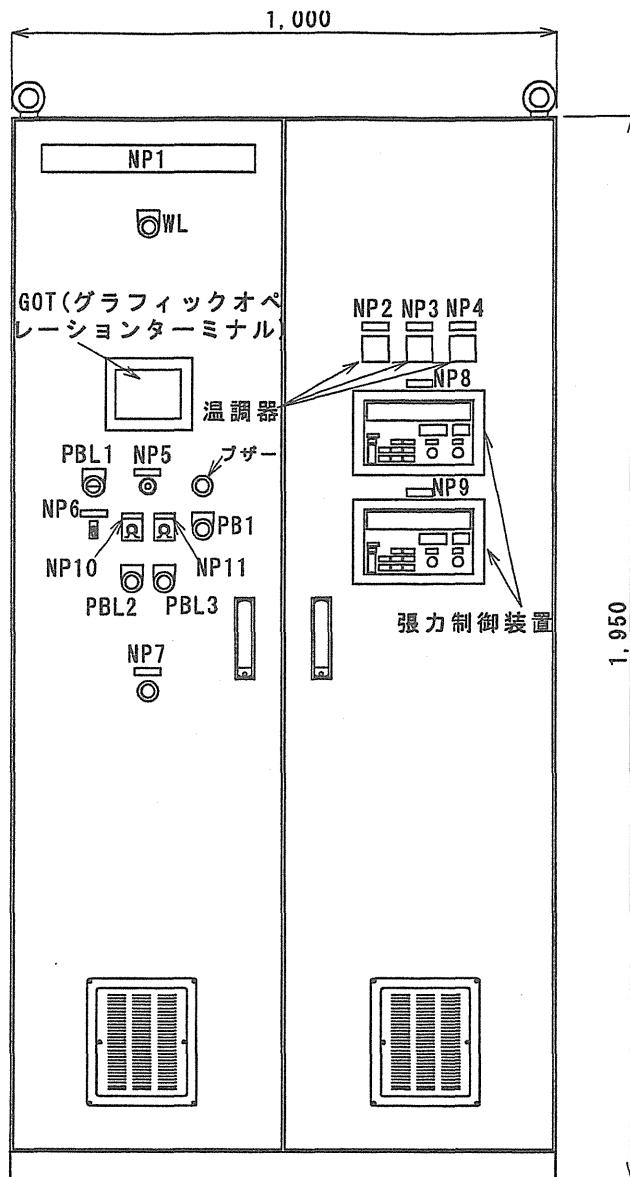


Fig. 2.6 合成反応装置の配管図



Fig. 2.7 ミシンの外観



記号	記入文字
NP1	捕集材合成反応装置合成反応装置制御盤
NP2	室内温度
NP3	液槽温度
NP4	貯液タンク温度
NP5	主速設定
NP6	投光器
NP7	非常停止
NP8	A 軸
NP9	B 軸
NP10	スクリューロールA
NP11	スクリューロールB
WL	電源(WL)
PB1	ブザーリセット(Y)
PBL1	運転確認入/切(RL)
PBL2	局所排気ファン1入/切(RL)
PBL3	局所排気ファン2入/切(RL)

Fig. 2.8 合成反応装置の制御・操作盤の外観図

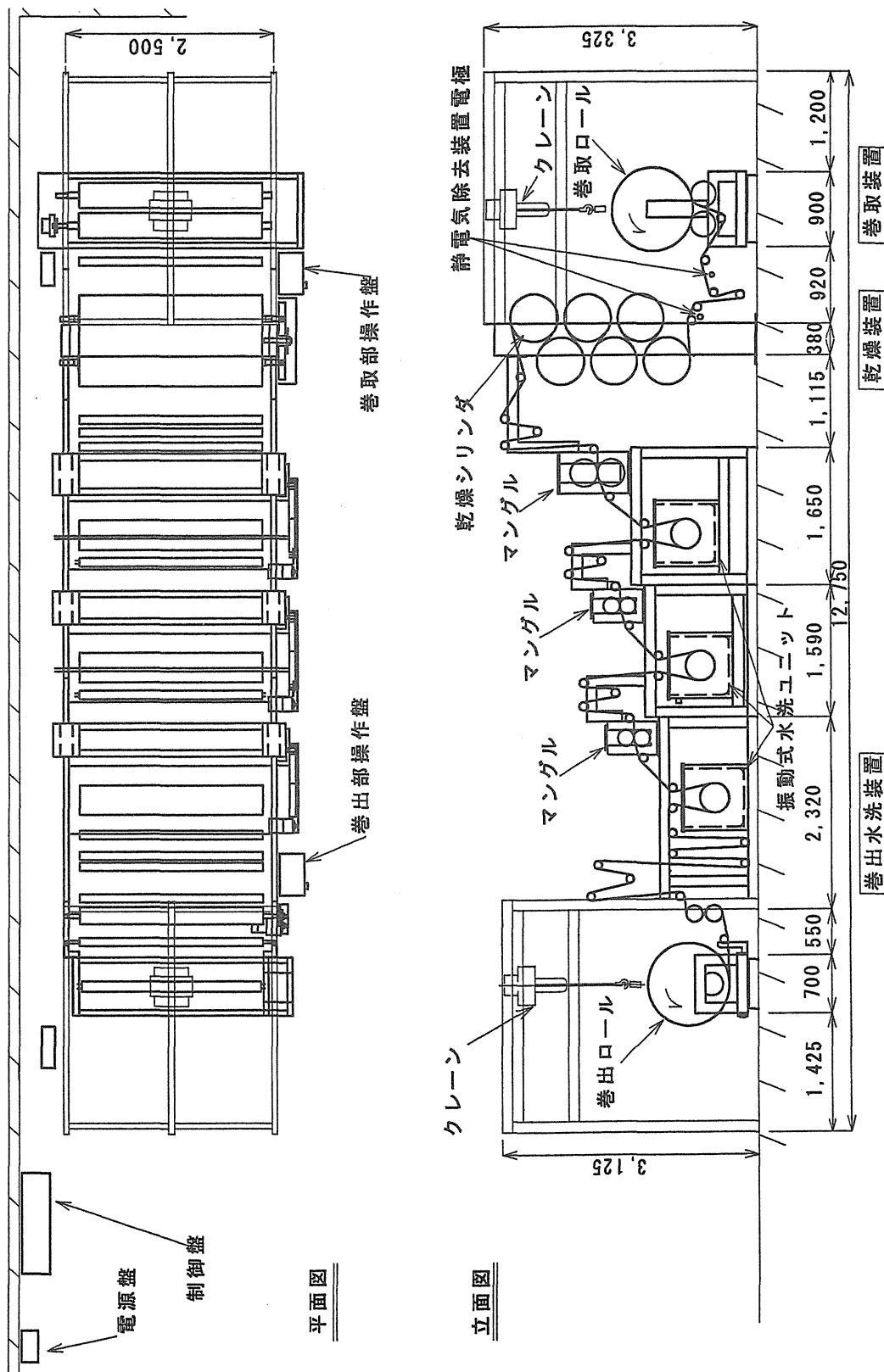


Fig. 2.9 後処理装置の全体図

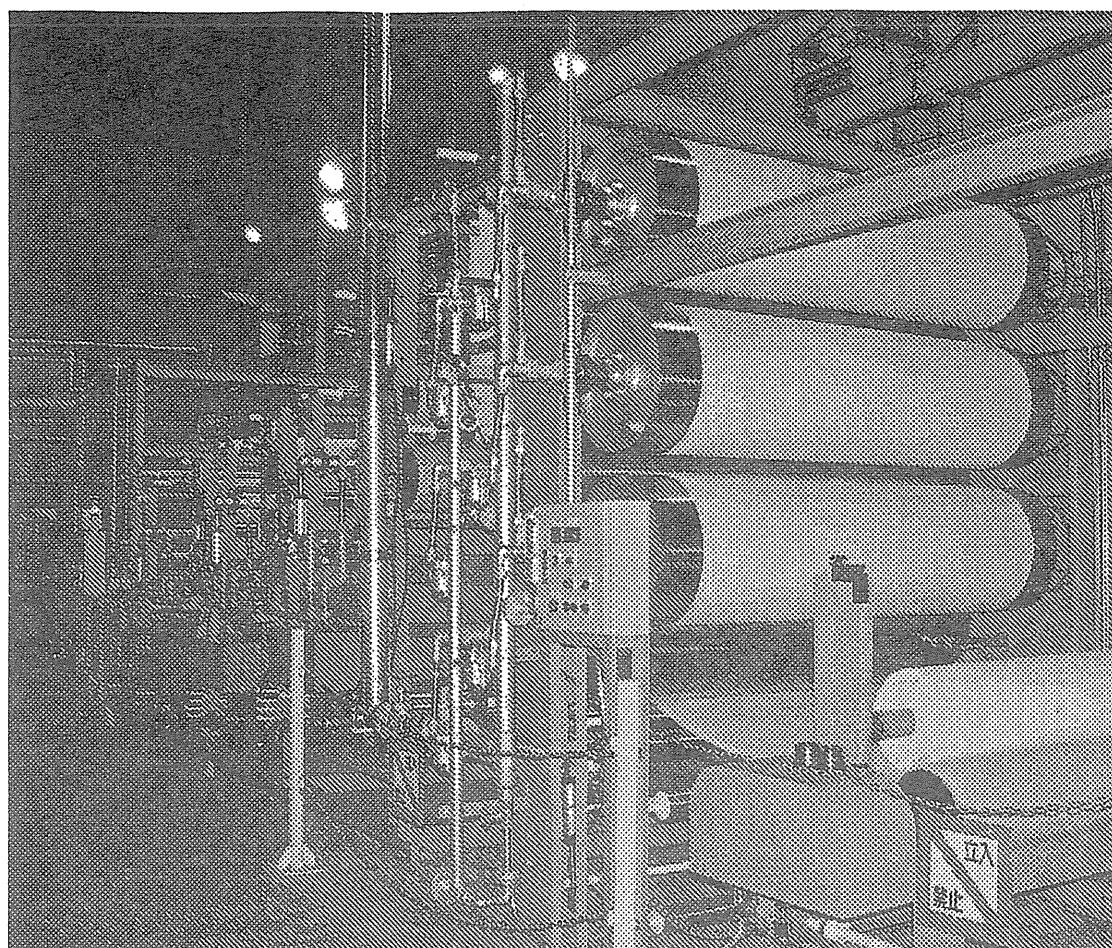
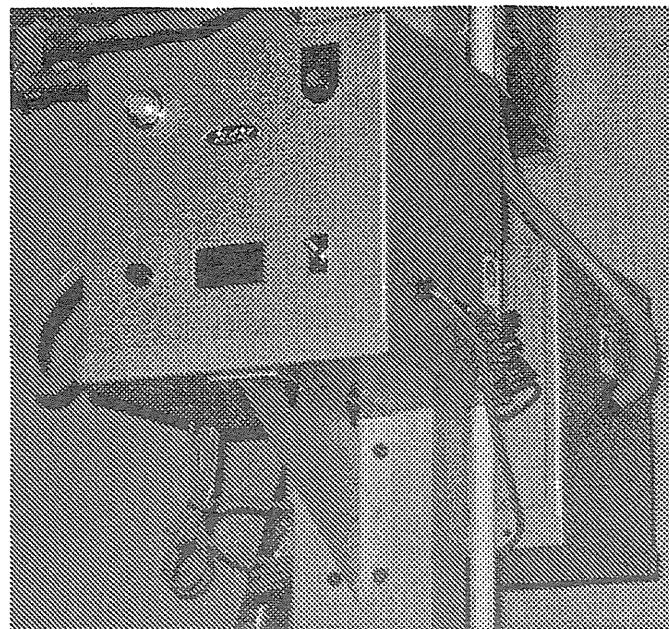
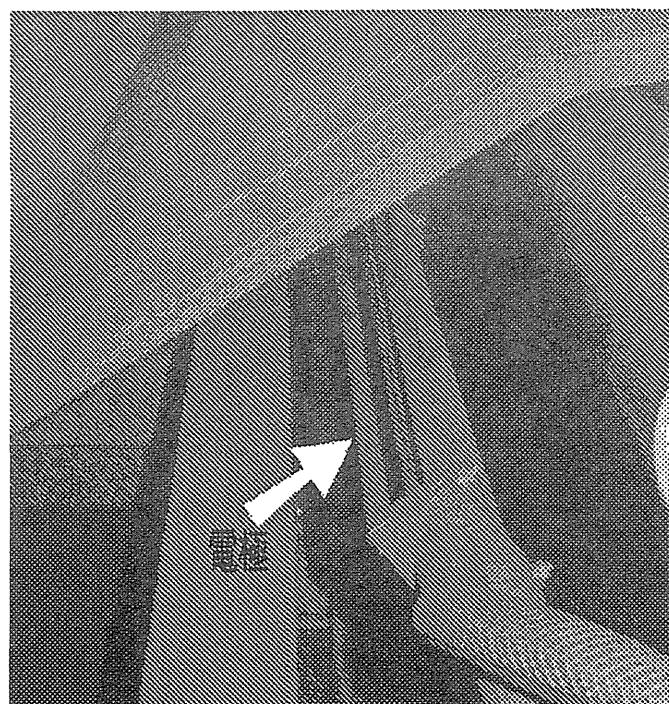


Fig. 2.10 後処理装置の外観

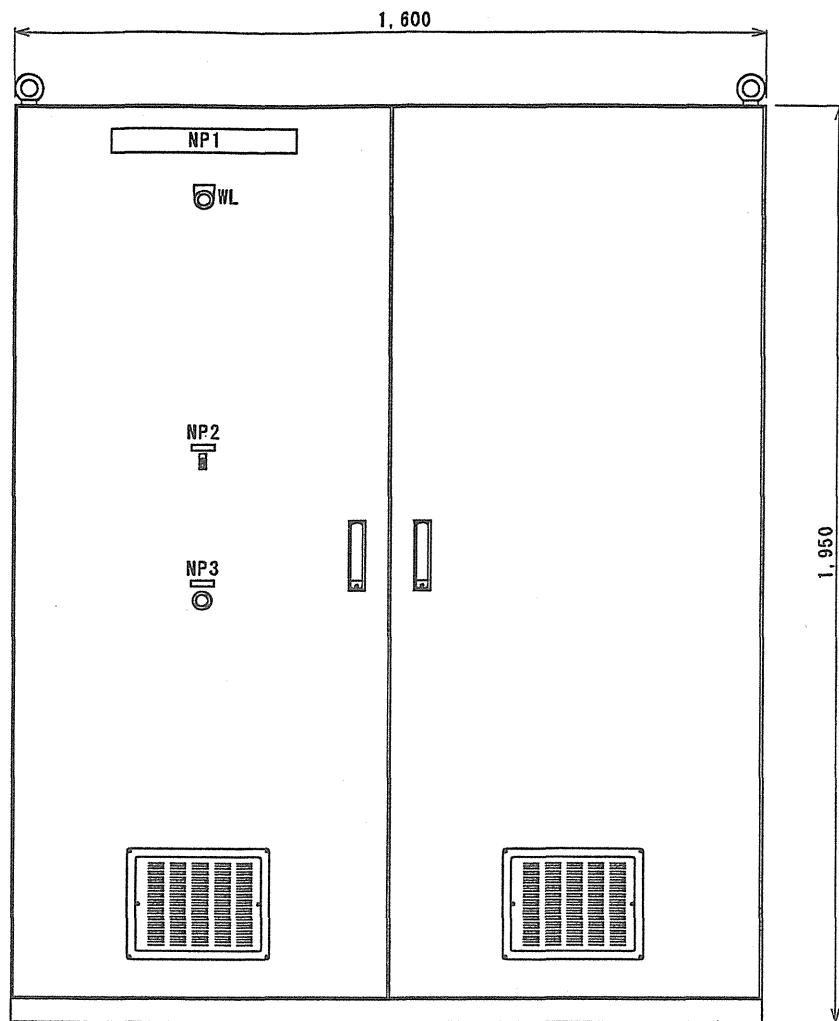


電源部(柱の手前と奥)



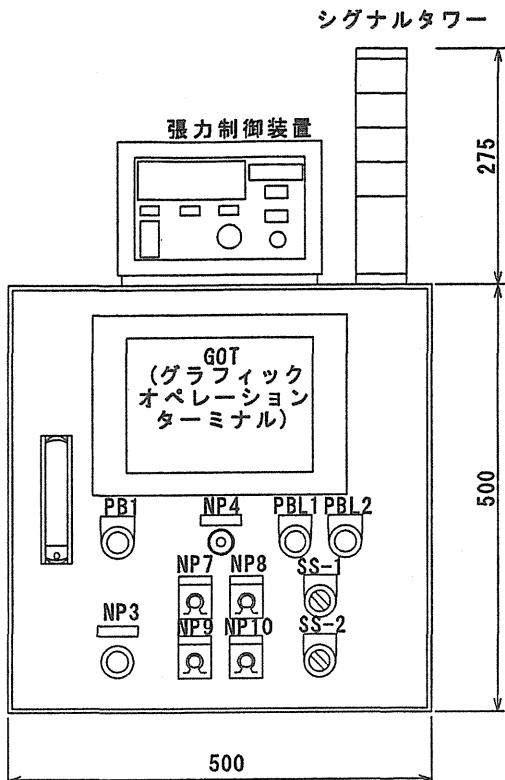
電極

Fig. 2.11 静電気除去装置の外観



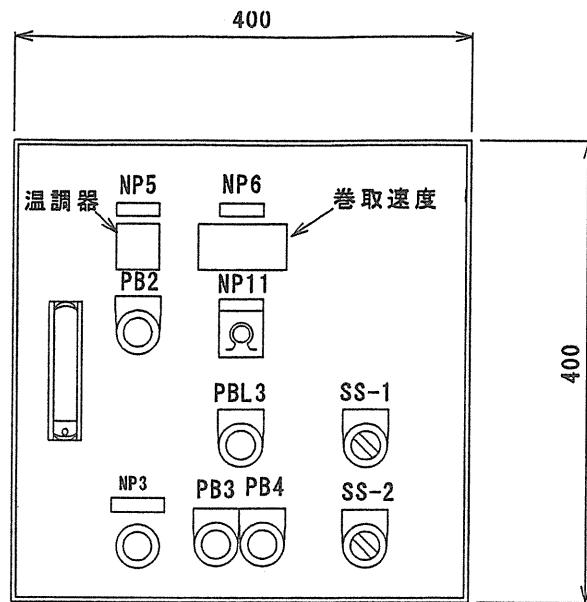
記号	記入文字
NP1	捕集材合成反応装置後処理装置制御盤
NP2	投光器
NP3	非常停止
WL	電源

Fig. 2.12 後処理装置の制御盤の外観図



記号	記入文字/品名
GOT	グラフィックオペレーションターミナル
PB1	ブザーリセット
NP4	主速設定
PBL1	運転準備入/切
PBL2	ライン運転入/切
NP7	バスケット1速度微調整
NP8	マンギル1速度微調整
NP9	バスケット2速度微調整
NP10	バスケット3速度微調整
SS-1	ウェブアライナーON/OFF
SS-2	ウェブアライナーアクション/センター
NP3	非常停止

Fig. 2.13 後処理装置巻出部操作盤の外観図



記号	記入文字
NP5	シリンドー温度調節計
NP6	巻取速度表示計
PB2	ブザーリセット
NP11	巻取微調整
PBL3	巻取単独運転入/切
PB3	正転寸動
PB4	逆転寸動
SS-1	ウェブアライナー ON/OFF
SS-2	ウェブアライナー自動/センター
NP3	非常停止

Fig. 2.14 後処理装置巻取部操作盤の外観図

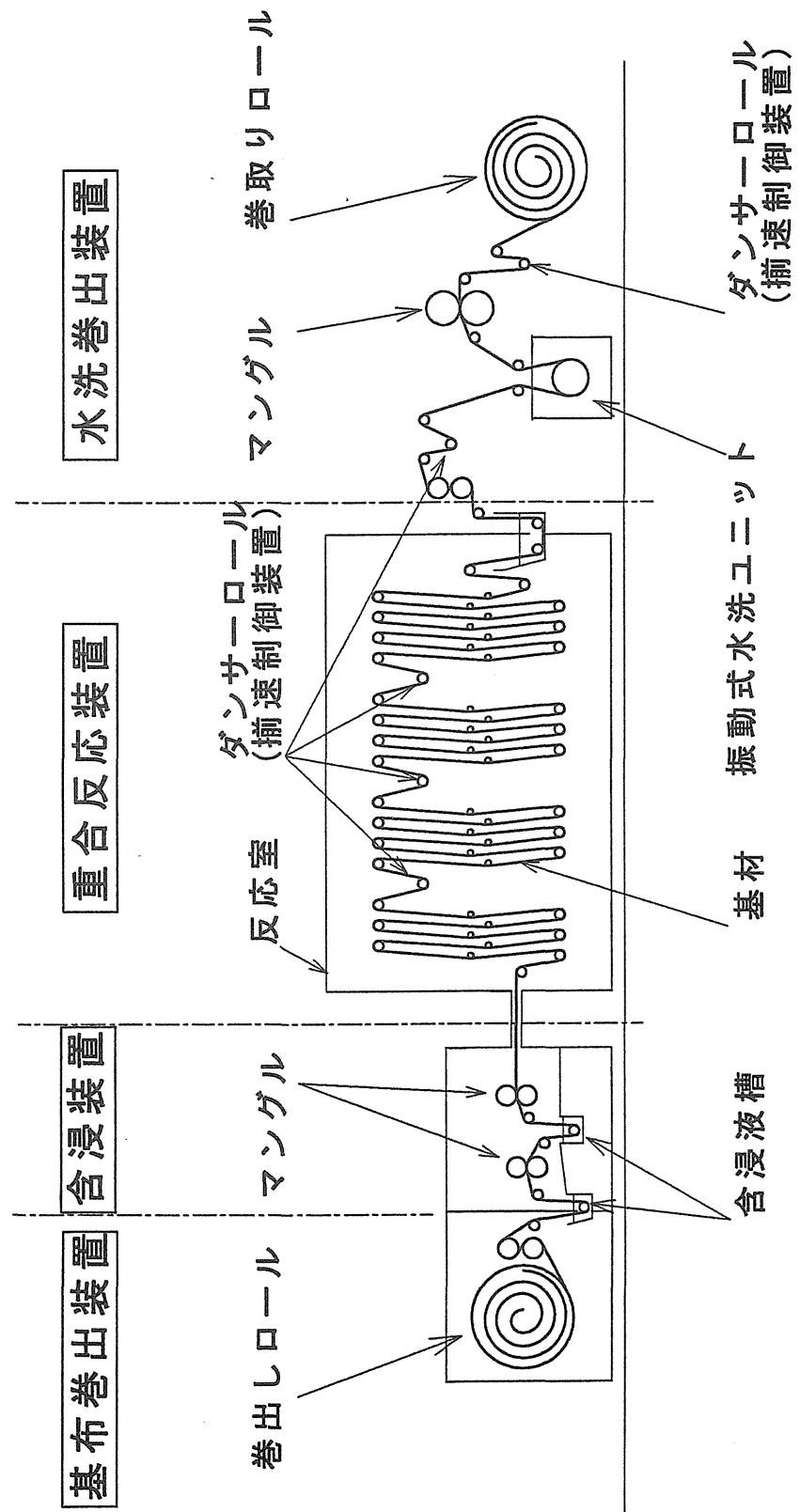


Fig. 2.15 ガス吸着材合成反応装置の構造図

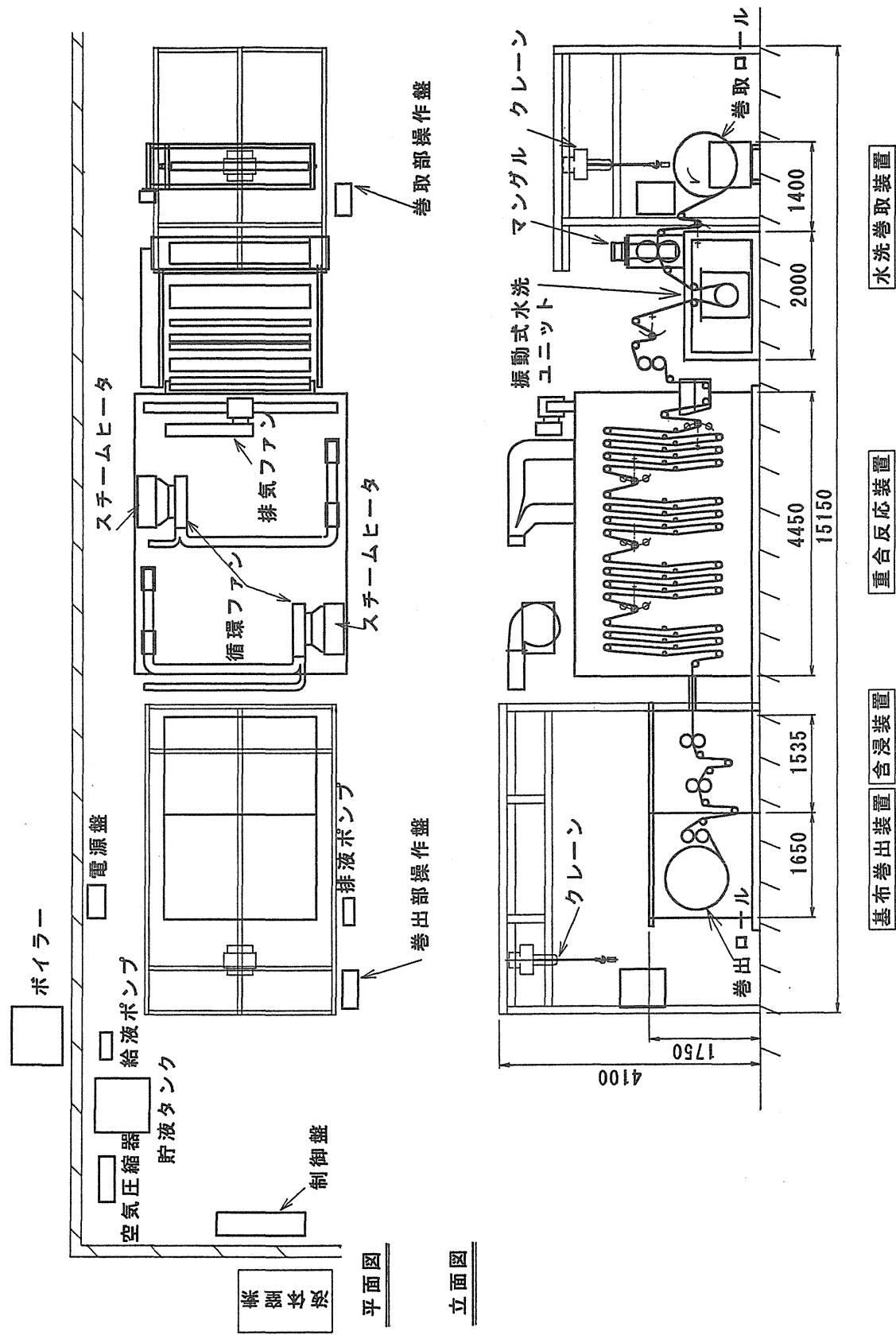


Fig. 2.16 ガス吸着材合成反応装置の全体図

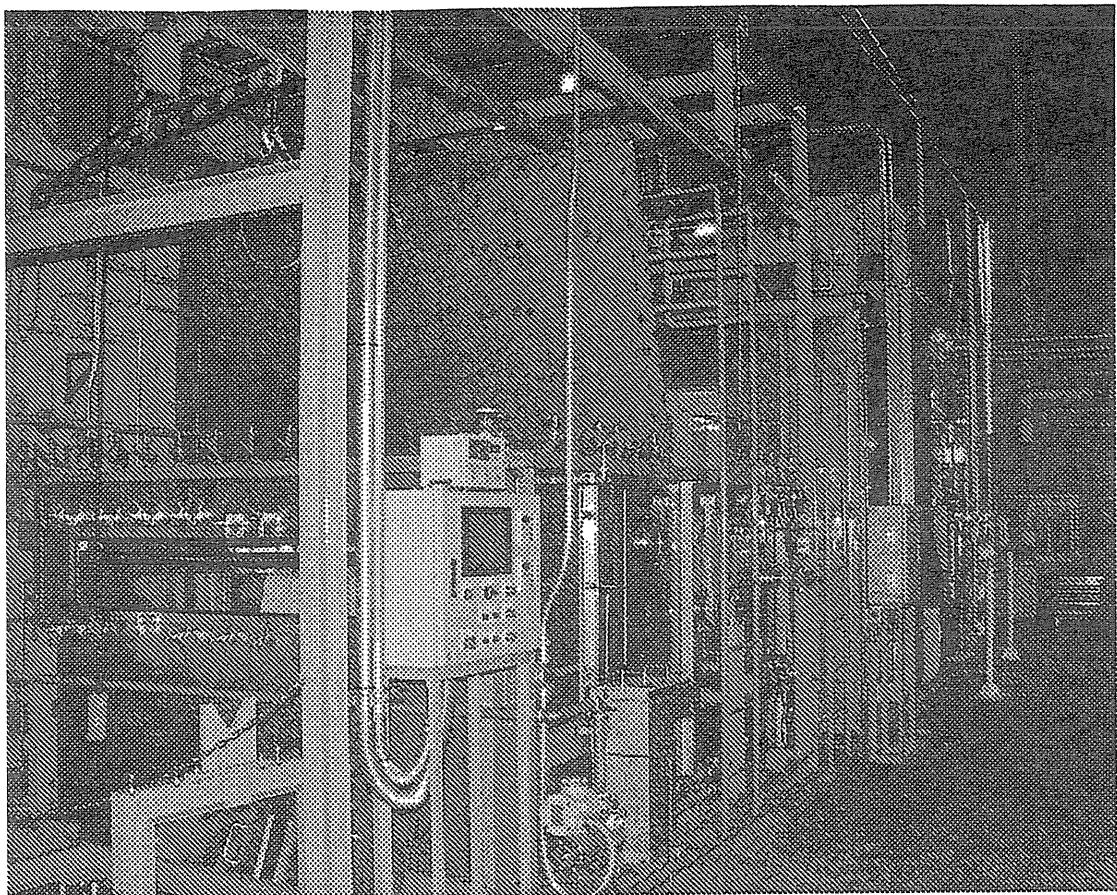


Fig. 2.17 ガス吸着材合成反応装置の外観

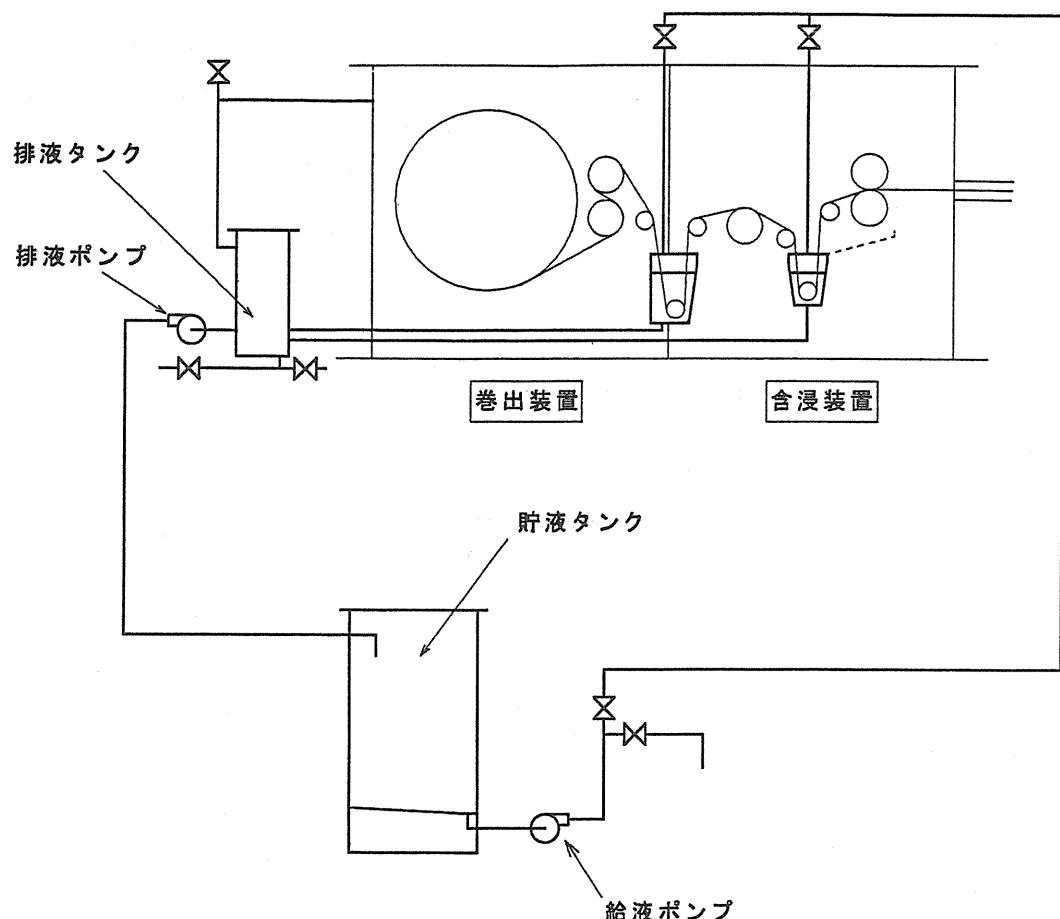
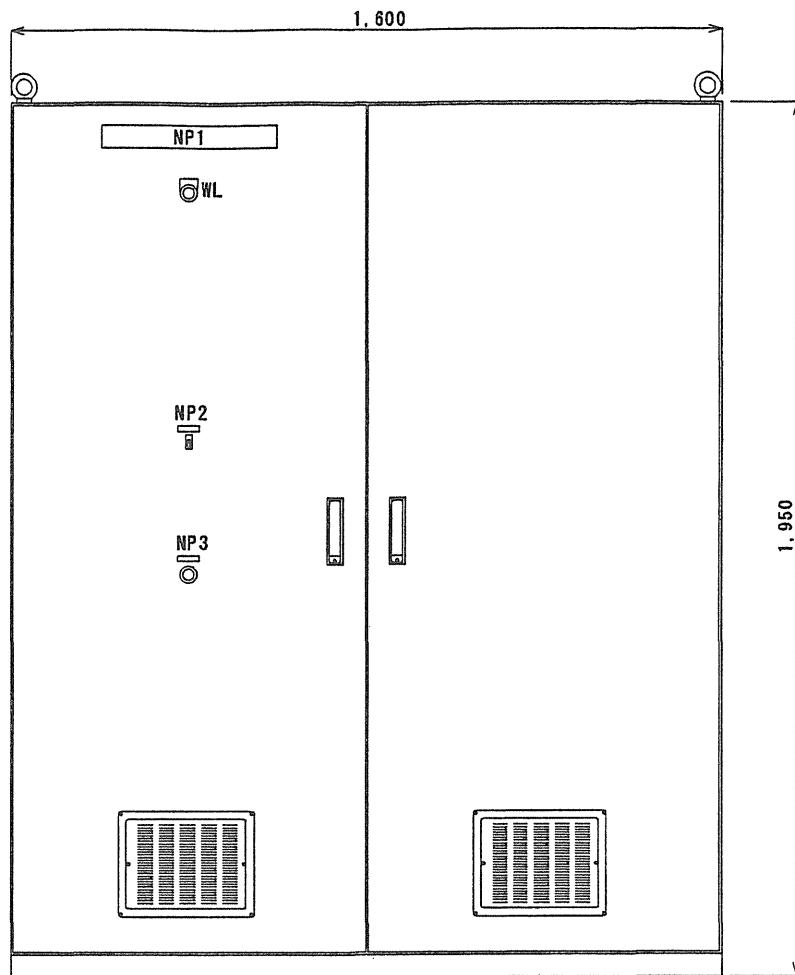
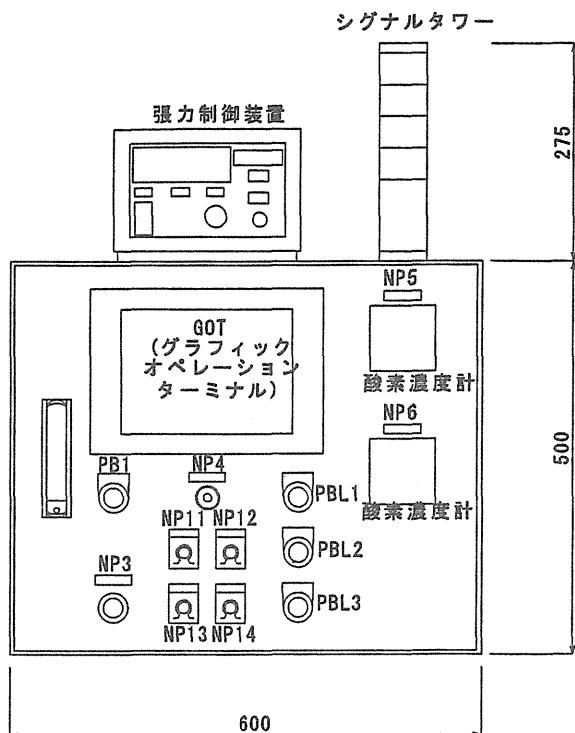


Fig. 2.18 ガス吸着材合成反応装置の薬液配管図



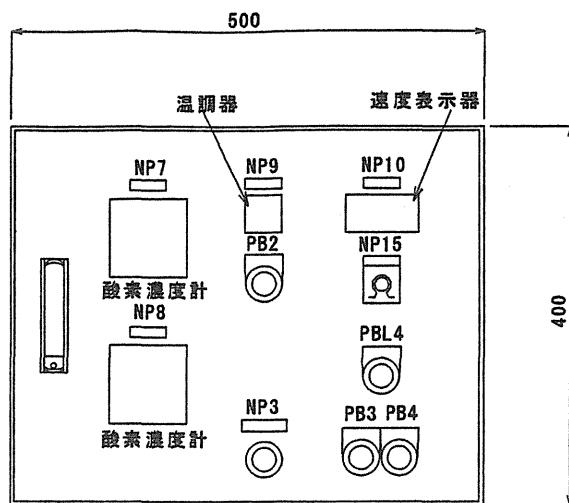
記号	記入文字
NP1	ガス吸着材合成反応装置制御盤
NP2	投光器
NP3	非常停止
WL	電源

Fig. 2.19 ガス吸着材合成反応装置の制御盤の外観



記号	記入文字/品名
GOT	グラフィックオペレーションターミナル
NP5	巻出槽酸素濃度表示
NP6	含浸槽酸素濃度表示
PB1	ブザーリセット
NP4	主速設定
PBL1	運転確認入/切
PBL2	ライン運転入/切
PBL3	バイブルランナ運転入/切
NP11	フィードロール1速度微調整
NP12	ガイドロール1速度微調整
NP13	ガイドロール2速度微調整
NP14	ガイドロール4速度微調整

Fig. 2.20 ガス吸着材合成反応装置巻出部操作盤の外観図



記号	記入文字
NP7	重合反応槽前部酸素濃度表示
NP8	重合反応槽後部酸素濃度表示
NP9	重合反応槽温度調節計
NP10	水洗部、マングルの速度表示
PB2	ブザーリセット
PBL4	巻取単独運転入/切
PB3	正転寸動
PB4	逆転寸動
NP3	非常停止

Fig. 2.21 ガス吸着材合成反応装置巻取部操作盤の外観図

Table 4.1 捕集材合成反応装置 合成反応装置検査結果

捕集材合成反応装置 合成反応装置				
検査項目	検査方法	合格基準	検査結果、データ	合否
1. 外観検査	目視	形状、仕上がり状態に異常がないこと	形状、仕上がり状態に異常がなかった。	合
2. 漏洩検査	目視	各部からの水、蒸気の漏洩がないこと	水、蒸気の漏洩はなかった。	合
3. 性能検査				
(1) 原反の蛇行	目視・測定	後処理に支障なきこと。±10% 以下	蛇行がなかった。±5% 以下であった。	合
(2) 拡布性能	目視	シワなきこと	シワの発生がなかった。	合
(3) 卷長検出	測定	±1% 以下。	-0.7% であった。	合
(4) 反転タイミング	設定	設定値であること	設定値どおりであった。	合
(5) 往復回数	回数設定	設定どおりのこと	設定どおりであった。	合
(6) 液槽温度調節	測定	MAX80°C	80°C に設定して 80°C になった。	合
(7) 貯液タンク温度調節	測定	MAX80°C	80°C に設定して 80°C になった。	合
(8) 液槽の液面調節	測定	設定値であること	設定液面でポンプが作動した。	合
(9) 貯液タンクの液面調節	測定	設定値であること	設定液面でポンプが作動した。	合
(10) 循環ファン設定	設定	設定値であること	設定周波数でファンが作動した。	合
(10) 排気ファン設定	設定	設定値であること	設定周波数でファンが作動した。	合
(11) 連続運転操作	目視	設定値であること	装置全体が設定どおり作動した。	合

Table 4.2 捕集材合成反応装置 後処理装置検査結果

捕集材合成反応装置 後処理装置				
検査項目	検査方法	合格基準	検査結果、データ	合否
1. 外観検査	目視	形状、仕上がり状態に異常がないこと	形状、仕上がり状態に異常がなかった。	合
2. 漏洩検査	目視	各部からの水、蒸気の漏洩がないこと	水、蒸気の漏洩はなかった。	合
3. 性能検査				
(1) 速度(揺速)	目視(ダンサー角度)	±10%	±2%以下であった。	合
(2) ダンサー制御	目視	±30°	±5°以下であった。	合
(3) 蛇行	目視	後処理に支障なきこと	蛇行がなく後処理に支障ない。	合
(4) 卷出張力	設定	設定値であること	適正な張力であった。	合
(5) 卷出反末予告	目視	反末が外れなきこと	反末のはずれはなかった。	合
(6) マングル絞り調節	目視	速度調整	左右の動作速度が均一であった。	合
(7) 乾燥状態	測定	乾燥度確認	乾燥状態は適切であった。	合
(8) 卷取巻かたさ調整	目視	触感	巻き取り堅さは適度であった。	合
(9) 連続運転操作	目視	設定値であること	装置全体が設定どおり作動した。	合

Table 4.3 ガス吸着材合成反応装置検査結果

ガス吸着材合成反応装置				
検査項目	検査方法	合格基準	検査結果、データ	合否
1. 外観検査	目視	形状、仕上がり状態に異常がないこと	形状、仕上がり状態に異常がなかった。	合
2. 漏洩検査	目視	各部からの水、蒸気の漏洩がないこと	水、蒸気の漏洩はなかった。	合
3. 性能検査				
(1) 原反の蛇行	目視・測定	後処理に支障なきこと。 $\pm 10\%$ 以下	蛇行がなかった。 $\pm 5\%$ 以下であった。	合
(2) 拡布性能	目視	シワなきこと	シワの発生がなかった。	合
(3) 室内温度調節	測定	MAX80°C	80°C に設定して 80°C になった。	合
(4) 液槽の液面調節	設定	設定値であること	設定液面でポンプが作動した。	合
(5) 貯液の液面調節	測定	設定値であること	設定液面でポンプが作動した。	合
(6) 速度 (揃速)	目視	(ダンサー角度) $\pm 10\%$	$\pm 3\%$ であった。	合
(7) ダンサー制御	目視	$\pm 30^\circ$	$\pm 5^\circ$ 以下であった。	合
(8) 卷出張力	設定	設定値であること	適正な張力であった。	合
(9) 卷出反末予告	目視	反末が外れなきこと	反末の外れはなかった。	合
(10) マングル絞り調節	目視	速度調整	左右の動作速度が均一である。	合
(11) 水封槽の液面調節	測定	設定値であること	液面は設定値で制御された。	合
(12) 循環ファンの設定	設定	設定値であること	設定周波数でファンが作動した。	合
(13) 排気ファンの設定	設定	設定値であること	設定周波数でファンが作動した。	合
(14) 卷取巻かたさ調節	目視	触感	巻き取り堅さは適度であった。	合
(15) 連続運転操作	目視	設定値であること	装置全体が設定どおり作動した。	合
(16) 窒素封入、酸素濃度	測定	100 ppm 以下であること	95 ppm であった。	合

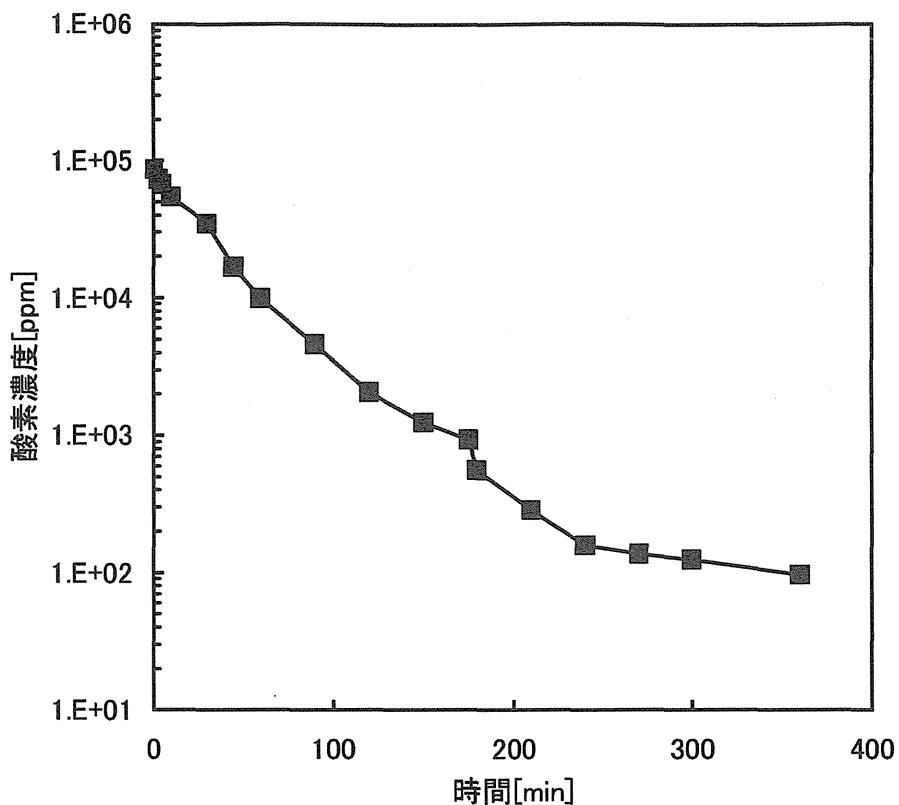


Fig. 4.1 捕集材合成反応装置の酸素濃度の変化

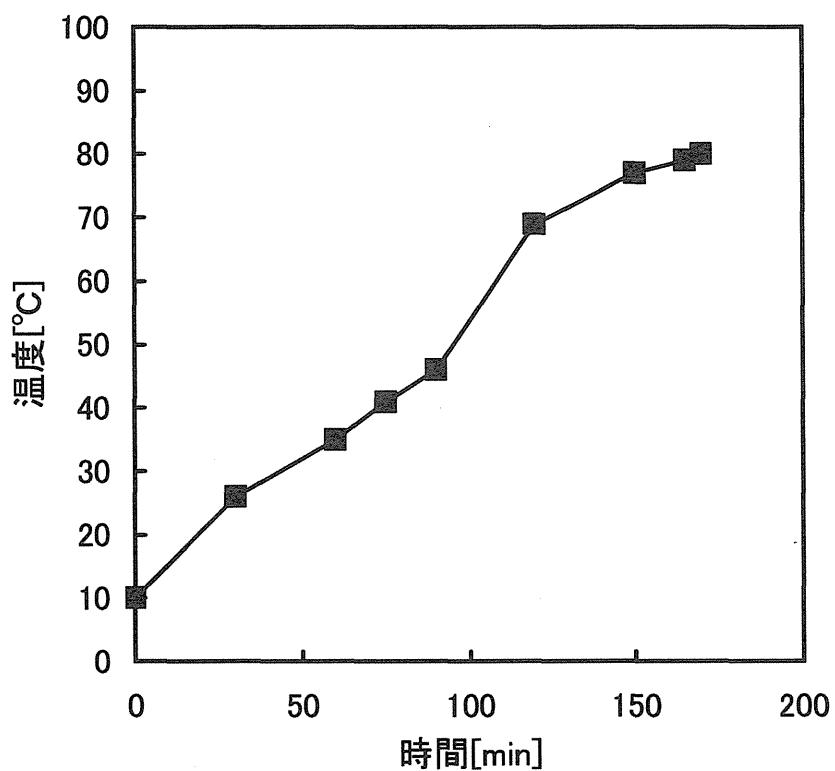


Fig. 4.2 捕集材合成反応装置の反応槽温度の変化

Table 4.4 ガス吸着材合成反応装置による合成反応結果

基材名称	モノマー	比率	照射条件 [kGy]	反応条件		グラフト率 [%]
				[°C]	[min]	
EX01-2	GMA:MeOH	2.5:7.5	96	56	50	69.3
EX01-2	GMA:MeOH	2.5:7.5	96	56	50	63.3
EX01-2	GMA:MeOH	2.5:7.5	96	56	50	59.1
EX02	GMA:MeOH	2.5:7.5	102	50	50	52.5
EX02	GMA:MeOH	2.5:7.5	102	50	50	44.7
EX02	GMA:MeOH	2.5:7.5	102	50	50	57.0

Table 4.5 捕集材合成反応装置の排気装置性能試験結果

(1) 試験結果の概要																												
(a) ビニールカーテン下部の、床との隙間の風速は約 1 m/sec で、場所によるばらつきがないことが確認できた。																												
(b) 排気ファンの風量は、2 台共約 42 m ³ /min であり、仕様値を上回っていた。																												
(c) ビニールハウスの内部の煙の排気状況は、よどみ箇所もなく一様であった。																												
(2) 試験用器具、装置																												
(a) 热線式風速計: AP110-A 型 ((株) 日吉電機製作所)																												
(b) 煙発生装置: ロスコ-1600 型 (rosco 1600) スモークマシン (日本コーバン(株))																												
(3) 排気ファンの風量測定																												
排気ファンは 2 台同時に運転して各排気口の風量を熱線風速計で測定した。																												
風量は次のとおりであった。風速測定点を Fig. 4.3 に示す。																												
ファン 1 : 41.8 m ³ /min																												
ファン 2 : 42.0 m ³ /min																												
(4) カーテン下部の吸い込み風速の測定																												
ビニールカーテン下部と床との隙間の風速を測定した。																												
風速の測定結果は次のとおりで、ほとんどばらつきはなかった。(単位:m/s)																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>①</th><th>②</th><th>③</th><th>④</th><th>⑤</th><th>⑥</th><th>⑦</th><th>⑧</th><th>⑨</th><th>⑩</th><th>⑪</th><th>⑫</th><th>⑬</th><th>⑭</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.9</td><td>0.9</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>0.9</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>0.9</td><td>0.9</td><td>1.0</td></tr> </tbody> </table>	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭															
0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0															
(5) 煙と目視による排気状態の確認																												
ビニールハウスの内部で煙を発生して外部に漏れないかどうか、内部の気流に渦みの発生する場所がないかを目視で確認した。																												
(a) スモークマシンで煙を発生して、扇風機を 2 台運転して煙をビニールハウス内部に拡散した。このとき、1~2 m 先が見えない程度の煙量であった。																												
(b) 排気ファンを 2 台運転して、煙がビニールカーテンの外部に漏れないか、よどみが発生する場所はないか、煙の吸引状態は適当か確認した。																												
(c) 煙は 2 箇所の排気口から吸引され、ビニールハウス内部は下のほうから煙が薄くなっていた。																												
(d) 約 15 分後には、煙が目視で確認できない程度まで排気された。																												

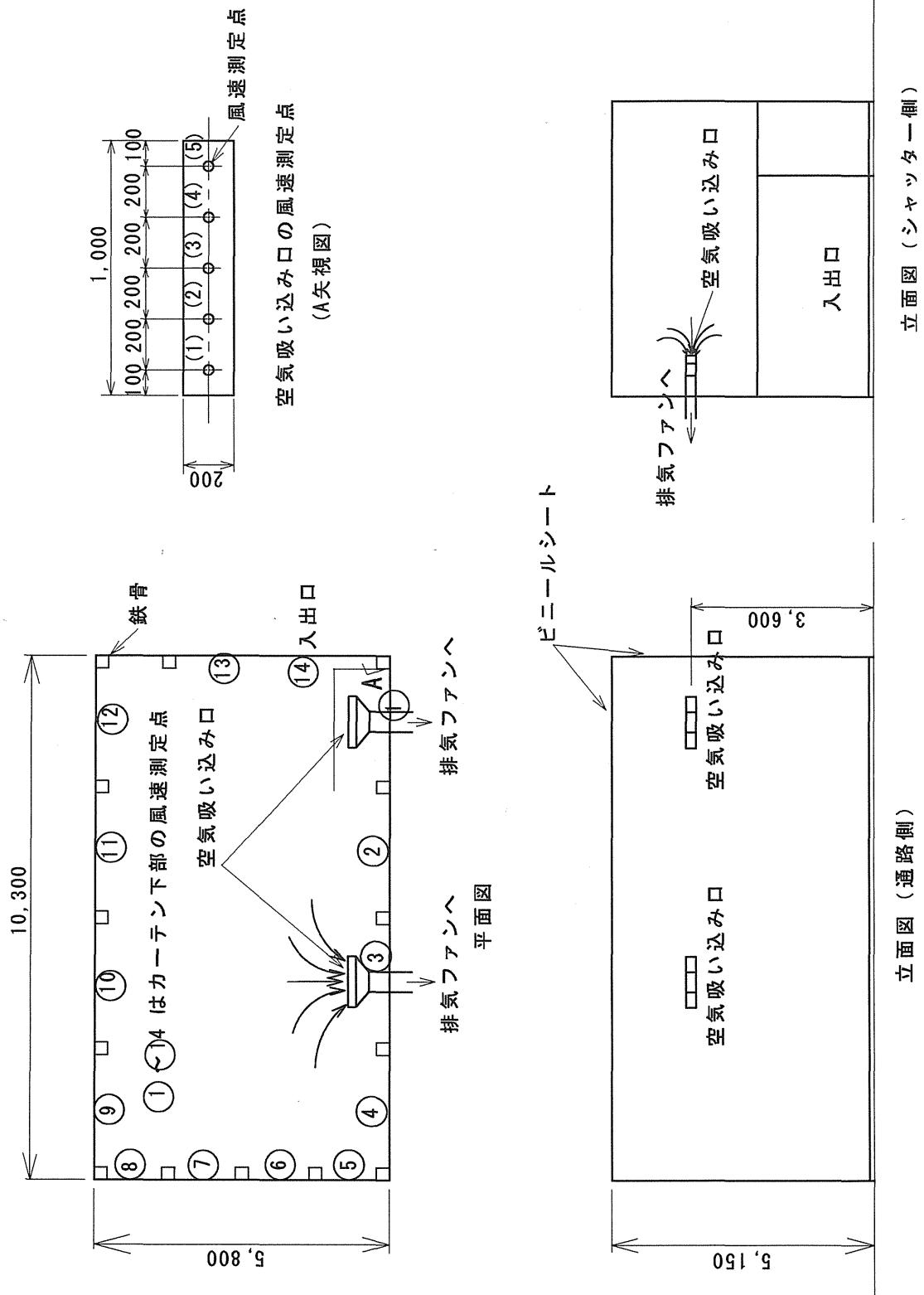


Fig. 4.3 排気装置の外観

Table 4.6 2号加速器棟の排気状況の確認結果

(1) 試験用器具

煙発生装置: ロスコ-1600型 (rosco 1600) スモークマシン (日本コーバン(株))

(2) 煙と目視による排気状態の確認

(a) 2号加速器棟中試室の排気ファン2台と、天井に設置されているファン付暖房機を運転した。

(b) 東側ドアのみ開放し、他のドアは閉鎖してスモークマシンで煙を約1分間発生した。発生位置は東側入口付近 (Fig. 4.4 参照)。

(c) 煙は天井に設置されたファンでほぼ一様に混合拡散されている状況が確認できた。排気ファンにより排気されるため煙の色は徐々に薄くなる状態が確認できた。

(d) 約30分で煙が目視できない程度まで排気された。

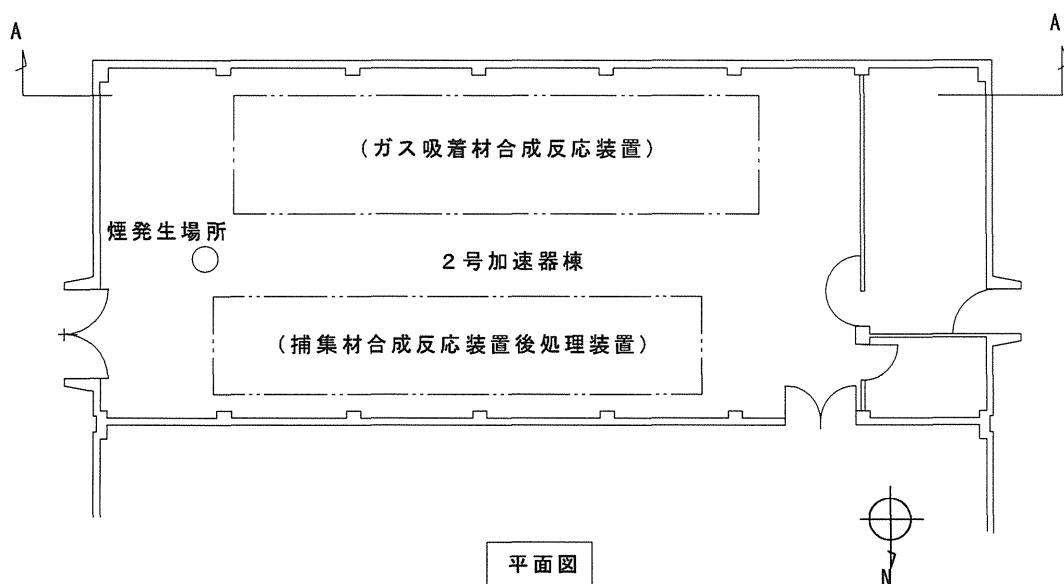
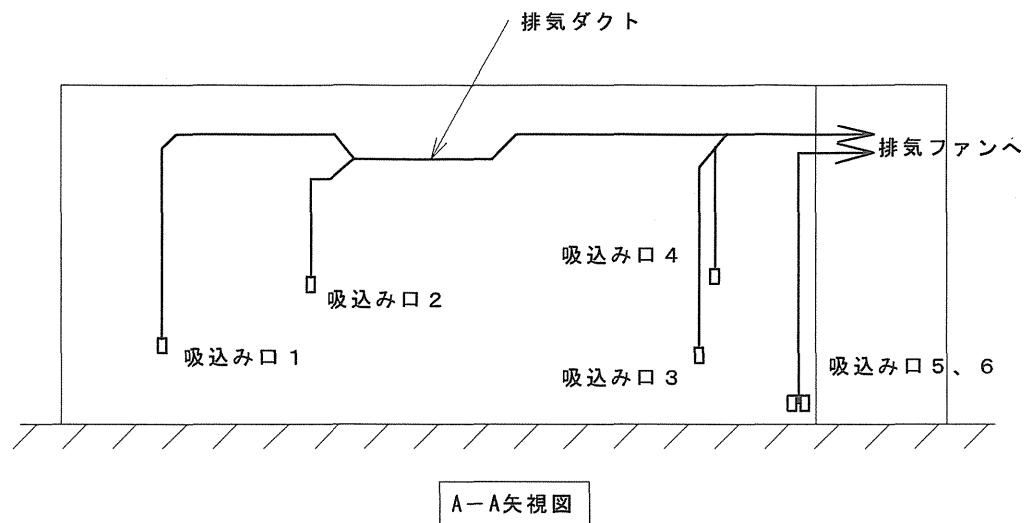


Fig. 4.4 2号加速器棟中試室のダクト等の配置図

Table 5.1 装置の設置・運転に関する許認可・届出事項調査結果

許認可・届出事項	適用法令	届出官庁	備考
クレーン設置報告書	クレーン等安全規則(労働安全衛生法)	労働基準監督署長	0.5t 以上、3t 未満のクレーン
ボイラー設置届	高崎市等広域市町村圏振興整備組合火災予防条例(消防法)	消防局長	労働安全衛生法施行令第1条第3号に定めるボイラー
圧縮アセチレンガス等の貯蔵又は取り扱いの開始届	危険物の規制に関する規則(消防法)	消防局長	LPG 300kg 以上
液化石油ガス設備工事届	液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律	県知事(消防局長)	LPG 500kg 以上

This is a blank page.

国際単位系 (SI) と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光强度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s^{-1}
力	ニュートン	N	$m \cdot kg/s^2$
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m^2
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	$N \cdot m$
工率, 放射束	ワット	W	J/s
電気量, 電荷	クーロン	C	$A \cdot s$
電位, 電圧, 起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラード	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンス	S	A/V
磁束密度	ウェーバ	Wb	$V \cdot s$
磁束密度	テスラ	T	Wb/m^2
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	$^{\circ}C$	
光束度	ルーメン	lm	$cd \cdot sr$
照度	ルクス	lx	lm/m^2
放射能	ベクレル	Bq	s^{-1}
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量等量	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名 称	記 号
分, 時, 日	min, h, d
度, 分, 秒	$^{\circ}, ', ''$
リットル	L
トントン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

$$1 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10^{18}	エクサ	E
10^{15}	ペタ	P
10^{12}	テラ	T
10^9	ギガ	G
10^6	メガ	M
10^3	キロ	k
10^2	ヘクト	h
10^1	デカ	da
10^{-1}	デシ	d
10^{-2}	センチ	c
10^{-3}	ミリ	m
10^{-6}	マイクロ	μ
10^{-9}	ナノ	n
10^{-12}	ピコ	p
10^{-15}	フェムト	f
10^{-18}	アト	a

(注)

- 表1～5は「国際単位系」第5版、国際度量衡局1985年刊行による。ただし、1eVおよび1uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里、ノット、アール、ヘクタールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは、JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- EC閣僚理事会指令ではbar、barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

名 称	記 号
オングストローム	\AA
バーン	b
バル	bar
ガル	Gal
キュリ	Ci
レンチゲン	R
ラド	rad
レム	rem

$$1 \text{ \AA} = 0.1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$1 \text{ b} = 100 \text{ fm}^2 = 10^{-28} \text{ m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 0.1 \text{ MPa} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm/s}^2 = 10^{-2} \text{ m/s}^2$$

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

$$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

$$1 \text{ rad} = 1 \text{ cGy} = 10^{-2} \text{ Gy}$$

$$1 \text{ rem} = 1 \text{ cSv} = 10^{-3} \text{ Sv}$$

換 算 表

力	N(=10 ⁵ dyn)	kgf	lbf
	1	0.101972	0.224809
9.80665	1	2.20462	
4.44822	0.453592	1	

$$\text{粘度 } 1 \text{ Pa}\cdot\text{s}(N\cdot\text{s}/\text{m}^2) = 10 \text{ P(ボアズ)}(\text{g}/(\text{cm}\cdot\text{s}))$$

$$\text{動粘度 } 1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St(ストークス)}(\text{cm}^2/\text{s})$$

圧	MPa(=10bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg(Torr)	lbf/in ² (psi)
	1	10.1972	9.86923	7.50062 × 10 ³	145.038
力	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.33322 × 10 ⁻⁴	1.35951 × 10 ⁻³	1.31579 × 10 ⁻³	1	1.93368 × 10 ⁻²
	6.89476 × 10 ⁻³	7.03070 × 10 ⁻²	6.80460 × 10 ⁻²	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J(=10 ⁷ erg)	kgf·m	kW·h	cal(計量法)	Btu	ft·lbf	eV	1 cal = 4.18605J (計量法)
	1	0.101972	2.77778 × 10 ⁻⁷	0.238889	9.47813 × 10 ⁻⁴	0.737562	6.24150 × 10 ¹⁸	= 4.184J (熱化学)
9.80665	1	2.72407 × 10 ⁻⁶	2.34270	9.29487 × 10 ⁻³	7.23301		6.12082 × 10 ¹⁹	= 4.1855J (15°C)
3.6 × 10 ⁶	3.67098 × 10 ⁵	1	8.59999 × 10 ⁵	3412.13	2.65522 × 10 ⁶		2.24694 × 10 ²⁵	= 4.1868J (国際蒸気表)
4.18605	0.426858	1.16279 × 10 ⁻⁶	1	3.96759 × 10 ⁻³	3.08747		2.61272 × 10 ¹⁹	仕事率 1 PS(仏馬力)
1055.06	107.586	2.93072 × 10 ⁻⁴	252.042	1	778.172		6.58515 × 10 ²¹	= 75 kgf·m/s
1.35582	0.138255	3.76616 × 10 ⁻⁷	0.323890	1.28506 × 10 ⁻³	1		8.46233 × 10 ¹⁸	= 735.499W
1.60218 × 10 ⁻¹⁹	1.63377 × 10 ⁻²⁰	4.45050 × 10 ⁻²⁶	3.82743 × 10 ⁻²⁰	1.51857 × 10 ⁻²²	1.18171 × 10 ⁻¹⁹		1	

放射能	Bq	Ci	吸收線量	Gy	rad
	1	2.70270 × 10 ⁻¹¹		1	100
	3.7 × 10 ¹⁰	1		0.01	1

照 射 線 量	C/kg	R
	1	3876

線量当量	Sv	rem
	1	100

線量当量	0.01	1
------	------	---

(86年12月26日現在)

放射線グラフト重合捕集材合成装置およびガス吸着材合成反応装置の製作と設置

