

1210

本資料は 01 年 6 月 20 日付けで登録区分、
変更する。

[技術情報室]

高温高压ガラス固化体 特性試験装置の開発(Ⅲ)

(昭和59年度)

概要報告書

1985年6月

三菱金属株式会社

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

注意を払って下さい。なお、この資料の供覧、複製、転載、引用等には事業団の承認が必要です。

配布限定

PNC^T_{SJ} 121 85-05 (1)

1985年6月28日



高温高圧ガラス固化体特性試験装置の開発 (Ⅲ) *

打越 肇**

要 旨

本研究は、高レベル廃棄物地層処分環境条件下におけるガラス固化体の長期的な挙動を評価する浸出試験方法及び試験装置、特にTRU核種を含むガラス固化体及び実固化体を評価するホット試験装置の開発を目的とする。

前年度までに、既往の試験研究からホット試験の内容及び試験装置の開発課題を明らかにするとともに、グローブボックス内に設置する試験装置について、操作性、機器の保守管理及び安全性等の観点から、装置上の改良点の抽出及びそれに対応する改善方法の検討を行った。

本年度は、前年度の成果を踏まえ、グローブボックス内に設置する試験装置の基本設計を行うとともに、57年度製作した高温高圧ガラス固化体特性試験装置を用いて連続運転を実施し、グローブボックス内に設置する試験装置の設計に資するデータを収集する。

また、57年度実施した固化体評価ホット試験設備の設計について、調整設計を行う。

報告書は以下の2部よりなる

第一部 連続運転の実施

第二部 設備の基本設計

* 本報告は、三菱金属株式会社が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究の成果である。

** 三菱金属原子力事業部



Development of the Test Apparatus for Leachability of Vitriified Wastes under High Temperature and High Pressure (III) *

Hajime Uchikoshi **

Abstract

The purpose of this work is to develop the leaching test method and its apparatus to evaluate long-term performance of vitriified wastes under the simulated surrounding conditions of geologic disposal of high level wastes, especially to evaluate that of vitriified wastes containing TRU nuclides and that of vitriified real hot wastes.

By the last fiscal year, contents of the hot test and subjects to be developed on the test apparatus had been cleared based on the results of the existing researches. And also, points to be improved on the apparatus were picked up and the corresponding improving methods had been studied from a view point of maintenance, safety and operatability of the test apparatus stored in a glove box.

In this fiscal year, under consideration of the last year results, a basic design of the test apparatus stored in a glove box, continuous operation using the test apparatus manufactured in 1983 for leachability of vitriified wastes under high temperature and high pressure, and a collection of available data for design of the test apparatus stored in a glove box, were performed.

In addition, for evaluation of Solidified Plutonium Contaminated Waste (II) which had been made in 1983, an adjusting design was performed.

This report is divided into the following two sections.

Section 1 Performance of continuous operation.

Section 2 Basic design of the apparatus.

* Work performed by Mistubishi Metal Corporation under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

** Mitsubishi Metal Corporation Nuclear Energy Division

目 次

第1部 連続運転の実施	1
1. 目的及び概要	1
2. 実施内容	2
3. 結果	4
第2部 設備の基本設計	7
1. 概要	7
2. 設計要件	8
3. 安全設計	15
4. プロセス設計	18
5. 機器設計	21
6. 検査項目及び検査立会区分	26
7. 設備建設費の概算	28
8. 添付図面	29

第 1 部 連続運転の実施

1. 目的及び概要

本運転は、57年度製作した高温高压ガラス固化体特性試験装置を用いて連続運転を実施し、本装置の長期にわたる運転性能を確認するとともに、別途進めているグローブボックス内に設置する試験装置の設計（第2部 設備の基本設計）に資するデータを収集することを目的とする。

58年度は、57年度製作した試験装置を操作、運転し、高温高压浸出試験装置システムをグローブボックス内へ組み込むため、その操作性、機器の保守管理、安全性等の検討を行うとともに、48時間の連続運転を実施した。

本年度は、チタン製のオートクレーブを用いて、通算1ヶ月間程度の連続運転を実施し、本装置の長期にわたる運転性能を確認した。また、圧力の異常上昇による破裂板作動を模擬した条件でバッファタンク等の表面温度を測定した。なお、本装置の運転は三菱金属株式会社那珂原子力開発センター内において実施した。

使用したオートクレーブの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 オートクレーブの仕様

適用規格	小型圧力容器
容 量	800cc (有効容量508cc)
材 質	チタン第3種
圧 力	250kg/cm ² (通常使用圧力200kg/cm ²)
温 度	250℃ (通常使用温度200℃)
蓋締め方式	クランプ方式
シール	エナシール (エコノール+テフロン/17-7PHスプリング)

2. 実施内容

2.1. 連続運転

表2-1に示す運転条件に従い連続運転を実施し、各段階において下記の事項について測定及び観察等を行う。

1) オートクレーブ内の温度及び圧力

打点記録計により自動記録する。

2) 機器表面の温度

図2-1に示す位置に熱電対を貼り付け、運転期間中における機器表面等の温度を測定する。測定には、自動記録器を用い、2時間間隔でデジタルプリントして記録した。

本装置は密閉型グローブボックス内で使用することを想定したものであるが、今回グローブボックスパネルは装着せずに室温雰囲気において運転を行った。

3) オートクレーブのシール部等からの水漏れの有無

目視にて観察する。

4) 流量

流水状態で運転した第3・4段階においては、バッファタンクに貯留された水量をメスシリンダで測定し、その量を流水時間で除し、平均流量を求めた。

2.2. バッファタンク底板温度測定

圧力の異常上昇による破裂板の作動を模擬するため、温度250℃、圧力250kg/cm²に設定し、バッファタンクに通じるバルブを開放させ、オートクレーブ内の圧縮水をバッファタンクへ流入させる。その際、バッファタンク底板及び配管等に貼り付けておいた熱電対により、機器表面の温度を測定する。

なお、バッファタンクは耐圧構造ではないので、予めタンク内に所要の水張りを行い蒸気の吸収を図る。

表 2-1 運転条件

段 階	設定温度 (°C)	設定圧力 (kg/cm ²)	運転状態	備 考
予備段階	100~200	100~200	静水 流水	設定温度、圧力に達した後順次昇温、昇圧又は降温、降圧する。
第1段階	100~240	100~240	静水	100 °C, 100 kg/cm ² ↓ 200 °C, 200 kg/cm ² ↓ 240 °C, 240 kg/cm ² ↓ 200 °C, 200 kg/cm ² ↓ 100 °C, 100 kg/cm ² 上記の各設定温度、圧力を約1日間維持する。
第2段階	200	200	静水	約6日間維持する。
第3段階	100~240	100~240	流水	100 °C, 100 kg/cm ² ↓ 200 °C, 200 kg/cm ² ↓ 240 °C, 240 kg/cm ² ↓ 200 °C, 200 kg/cm ² ↓ 100 °C, 100 kg/cm ² 上記の各設定温度、圧力を約1日間維持する。
第4段階	200	200	流水	約10日間維持する。

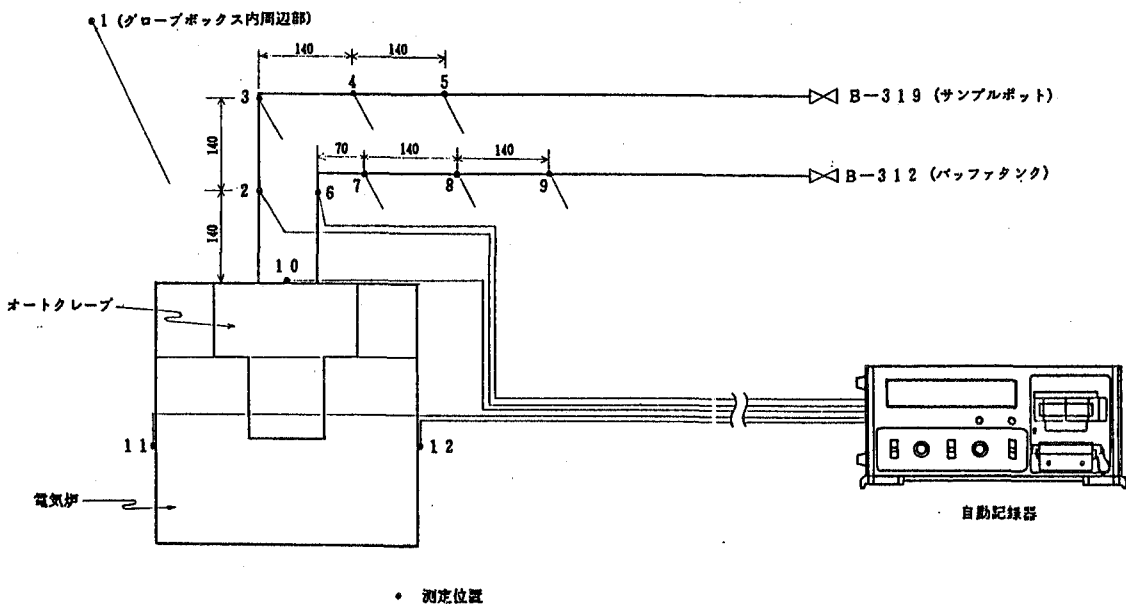


図 2 - 1 熱電対の設置位置及び測点番号

3. 結果

3.1. 連続運転

通算 1 ヶ月にわたる連続運転においては、オートクレーブのシール部及び配管等からの水漏れは観察されず、運転性能は良好であることが確認された。今後、さらに長期の連続運転を実施し、シール材の耐久性等を確認する必要があると思われる。

オートクレーブ内圧力変動が、わずかな温度変化に伴い生じているようであるが、これに対しては第 2 部における設計では、蓄圧器を装置に組み込むことが考慮されているのでこれにより改善されるものと思われる。

機器表面の温度については、第 1・3 段階の測定結果より設定温度変化に伴う変化があること、また、第 2・4 段階の測定結果より周辺温度の影響を受けることがわかった。表 3-1 に、連続運転において 60℃ 以上及び 100℃ 以上になった測点をまとめて示した。こうした温度変化に対しては、周辺温度を一定に保持することにより安定させることができると考えられる。また、機器表面の高温箇所には、断熱等の対策が必要であると考えられる。

表 3-1 機器表面の高温箇所

段 階	設定温度 (℃)	設定圧力 (kg/cm ²)	運転状態	日 数	測 点 番 号												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	100	100	静水												○		
	200	200	静水							○					◎	○	○
	240	240	静水			○				○				◎	○	○	
	200	200	静水							○					◎	○	○
	100	100	静水							○					○	○	○
2	200	200	静水	1						○					◎	○	○
				2						○					◎		○
				3						○					◎	○	○
				4						○					◎	○	○
				5						○					◎	○	○
				6						○					◎	○	○
3	100	100	流水							○				○	○	○	
	200	200	流水							○	○	○		◎	○	○	
	240	240	流水							◎	○	○	○	◎	◎	○	
	200	200	流水							◎	○	○		◎	○	○	
	100	100	流水							○				○		○	
4	200	200	流水	1						◎	○	○		◎	◎	○	
				2						◎	○	○	○	◎	○	○	
				3		○				◎	○	○	○	◎	○	○	
				4						◎	○	○	○	◎	○	○	
				5						○	○	○		◎	○	○	
				6						○	○	○	○	◎	○	○	
				7						○	○	○		◎	○	○	
				8						○	○	○		◎	○	○	
				9						◎	○	○		◎	○	○	
				10						○	○	○		◎	○	○	

◎ 100℃以上

○ 60℃以上

3.2. バッファタンク底板温度測定

圧力の異常上昇による破裂板の作動を模擬して行った試験においては、オートクレーブからバッファタンクまでの配管では、バルブ開放後10数秒後に100℃以上のピークに達し、その後徐々に温度は低下し、約7分後には60℃以下となった。バッファタンクの底板及び側面では、バルブ開放後、温度は上昇するが、いずれも50℃以下であった。従って、オートクレーブからバッファタンクまでの配管には、断熱等の対策が必要であると考えられる。

なお、バッファタンクのエアメントから蒸気が吹き出すかどうか目視にて観察したが、バッファタンク内から多少音が発生したものの、エアメントからの蒸気の吹き出しは観察されなかった。

第 2 部 設備の基本設計

1. 概 要

本設計は、動力炉・核燃料開発事業団殿（以下、貴事業団と記す）の東海事業所プルトニウム燃料部第一開発室に新たに設置が計画されている、プルトニウムを添加した焼却灰等を溶融固化し、プルトニウムの固定状態および固化体中プルトニウムの浸出機構について研究するための試験設備、および地層処分環境条件下においてガラス固化体の浸出特性に関するデータを収集するための装置に関するものである。

本試験装置は次の工程よりなる。

- ・ 固化体製造工程 — プルトニウムを添加した焼却灰またはガラスを溶融固化する。
- ・ 試験試料作成工程 — 固化体の切断等を行い試験試料を作成する。
- ・ 試験試料計測工程 — 固化体の重量・寸法等を計測する。
- ・ 静的浸出試験工程 — MCC-1法により固化体の浸出特性を試験する。
- ・ 高温高圧浸出試験工程 — 地層処分環境条件を模擬し固化体の浸出特性を試験する。
- ・ 容器洗浄工程 — 使用容器を洗浄し再利用可能とする。

なお、固化体製造、試料作成及び試料計測迄の三工程は57年度実施した固化体評価ホット試験設備の設計にもとづくものとし、高温高圧浸出試験工程は57年度製作した高温高圧ガラス固化体特性試験装置の運転成果の利用に努めるものとする。

2. 設計要件

グローブボックス内に設置する高温高圧浸出試験装置の基本設計を行うとともに、57年度実施した固化体評価ホット試験設備の設計（以下、57年度設備設計と呼ぶ）について調整設計を行う。両設備は同一場所に設置されることが予定されていることから、本設計では、両設備をドッキングし、全体の設備として取り扱うこととする。

2.1 設備能力

設備能力は、固化体製造能力で代表する。

設備能力 約100g / バッチ

2.2 設置場所

貴事業団東海事業所 プルトニウム燃料部第一開発室 R-230 室

図2.1に当該室の大きさを示す。現在当該室に設置されている機器は撤去されるものとして設計する。

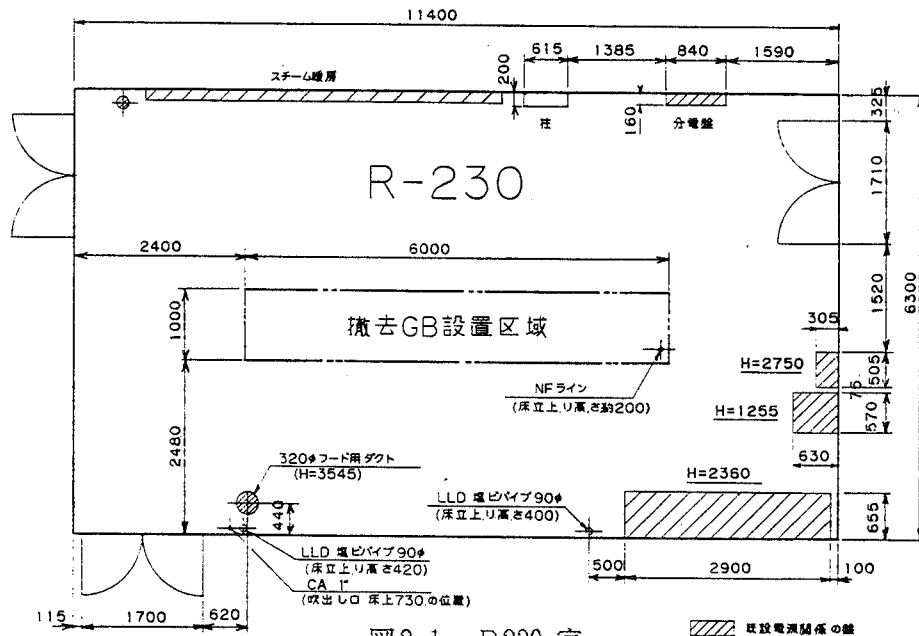


図2.1 R230 室

2.3 設計基準

2.3.1 準拠法規、規格および基準

本試験装置の設計上、準拠すべき主要な法規、規則類を調査しまとめた。

2.3.2 耐震設計基準

(1) 基本方針

本設備（構築物、機器・配管系）は、規定される地震力に対して十分耐えられるように設計し、原則として剛構造となるようにするものとする。

本設備の耐震設計にあたっては、建築基準法施行令を基本とし、本耐震設計基準にもとづいて実施するものとする。

(2) 水平震度と適用

安全上重要な設備はBクラスとし、その他の設備についてはCクラスとする。
耐震安全性の評価にあたっては鉛直震度は考慮しない。

次の静的水平震度を用いて耐震性の評価を行う。

- | | | | | |
|-----|------|-------|----|---------------------------|
| (a) | Bクラス | 1.8 K | 適用 | グローブボックス及びオープンポート
ボックス |
| (b) | Cクラス | 1.2 K | 〃 | Bクラス以外のもの |

高温高圧浸出試験用グローブボックスについて動的解析を行いその耐震性を確認する。

2.3.3 臨界管理基準

臨界管理は質量管理で行うものとする。

2.4 設計の範囲

2.4.1 設計範囲

- (1) 工程系統図の作成
- (2) 機器及び設備（2.5.1記載）の設計図書作成
- (3) 安全解析書の作成
- (4) コスト積算

上記につき報告書を作成する。

2.4.2 設備範囲

- (1) 固化体製造工程
- (2) 試験試料作成工程
- (3) 試験試料計測工程
- (4) 静的浸出試験（MCC-1法）工程
- (5) 高温高圧浸出試験工程
- (6) 容器洗浄工程
- (7) 上記機器類を収納するグローブボックス及びオープンポートボックス
- (8) 上記工程及び装置の運転に必要な電気計装設備
- (9) 上記工程及び装置の運転に必要な配管・ダクト設備

2.5 機器及び設備の設計条件

2.5.1 固化体製造工程

原料として焼却灰、ガラス粉末、添加試薬及びPuO₂等を受け入れ、混合粉を熔融固化し、固化体を製造する工程で、主な機器としては、秤量器、混合器、熔融炉等からなる。

主な仕様は、57年度設備設計にもとづくものとする。

原料処理能力 100 g / バッチ

2.5.2 試験試料作成工程

固化体を切断し、試験及び測定に必要な試験試料を作成する工程で、主な機器としては、切断機、研磨機、洗浄器及び乾燥器等からなる。

主な仕様は、57年度設備設計にもとづくものとする。

2.5.3 試験試料計測工程

試験試料の物理量等を計測するとともに、浸出液の性質を評価する工程で、主な機器としては、秤量器、比重計及びpH・Ehメータ等からなる。

主な仕様は、57年度設備設計にもとづくものとする。

2.5.4 静的浸出試験 (MCC-1法) 工程

固化体の浸出特性を静的条件下で試験する工程で、主な機器としては恒温槽からなる。

恒温槽の主な仕様は以下のとおりとする。

- (a) 温度 : 40~120℃ 温度
- (b) 圧力 : 常 圧
- (c) 容量 : 浸出試験用容器 (150cc 程度) が同時に30個程度収納できる容量
- (e) 試料 : モノリシック状 約1cm角ブロック

2.5.5 高温高压浸出試験工程

固化体の浸出特性を高温高压条件下で試験する工程で、主な機器としては、高温高压浸出試験装置及びサンプリング装置等からなる。

主な仕様は以下のとおりとする。

- (a) 適用規格 : 小型压力容器
- (b) 温度 : 常温～200℃程度
- (c) 圧力 : 通常使用圧力200kg/cm²程度、最大圧力250kg/cm²
- (d) 流水速度 : 地層処分環境条件を考慮した速度
- (e) 連続運転期間 : 数ヶ月間程度
- (f) 浸出液のサンプリング
: 压力容器からの直接サンプリング及び回収ボックスからのサンプリング
- (g) 浸出液 : 蒸留水又は、岩石・バックフィル材浸漬液 (PH-3～11)
- (h) 試料 :

本装置の試験対象試料はガラス固化体、ミニキャスタ入ガラス固化体及び緩衝材などとし、压力容器の容量を考慮して、浸出データなどが適切に収集できる大きさとする。1例として

① ガラス固化体 15mm×23mm×30mm ブロック

② ミニキャスタ入りガラス固化体

25mmφ×50mm max H 及び半割

の形状のものが試験できるものとする。

共存物質としては、次の3種類を考えている。

① 岩石

サンプリング時などに、飛散しない程度の大きさに砕いたもの又は、板状小片が試験できること。

② ベントナイト、ゼオライトなどのバックフィル材

これらは直接共存させると飛散する可能性があるため、セル (50mmφ×50mmH 程度) に詰めて共存させる方法を考えている。

③ 金属片

キャニスタ／オーババック材の小片又は同筒状のもので、形状は30mmφ×50mmmax.H程度で、これが試験できること。

2.5.6 容器洗浄工程

試験終了後の浸出試験用容器等を洗浄する工程で、主な機器は洗浄関連器等からなる。

テフロン容器の洗浄工程

酸 洗 : 3N-硝酸 浸漬 1日放置

蒸留水リンス

熱水洗浄 : 80℃蒸留水 浸漬 8時間以上

乾燥・保管

圧力容器の洗浄はライン洗浄とし、本洗浄工程では取り扱わない。

2.5.7 グローブボックス及びオープンポートボックス

固化体製造工程、試験試料作成工程及び高温高压浸出試験工程用にグローブボックス合計3台配置し、グローブボックスの容量は合計で6 m³程度とする。

また、試験試料計測工程、静的浸出試験（MCC-1法）工程及び洗浄工程用にオープンポートボックスを配置する。

以下にグローブボックス設計の主要な設計基準を示す。

- (1) 許容リーク率 0.1 vol %/時 以下
- (2) 換気回数 15回/時 以上
- (3) 開口部 吸込速度 45 m/分 以上

(グローブ1個がポートより外れた場合)

- (4) 負圧管理 -30 ± 5 mm H.0

差圧の監視・警報システムを設置。

- (5) ボックス内温度 60℃ 以下

火災検知用温度検出器およびN₂ ガス消火システムを設置。

(グローブボックス及び熱源のあるオープンポートボックスについて)

- (6) フィルタの設置

吸排気口 プレフィルタ及び HEPA フィルタ 1段

排気口のフィルタの前後に差圧監視警報システムを設置。

- (7) その他

溶液等の漏洩に対し十分に耐えられる材料・構造とするとともに、除染時の作業性も十分に考慮する。

3. 安全設計

3.1 臨界管理

本設備で取扱う核燃料物質のうち、臨界管理上、考慮すべきものは、PuO₂およびUO₂である。

本設備での総取扱い量は、年間PuO₂50g (Pu 44g) , UO₂ 200g (²³⁵U 100 %として ²³⁵U 176g) であり、総取扱い量の面から考え、本設備の臨界管理は、PuO₂に対しては、Pu-水系 (²³⁹Pu 100%) , また、UO₂ に対しては、²³⁵U-水系 (²³⁵U 93.5 %) を適用し、いずれも質量管理を実施する。

質量管理上の制限値は TID-7016 Rev.1 (1961) ⁽¹⁾ に示された値を用いる。

	最小臨界質量	臨界安全質量	備 考
Pu-水系	0.51 kgPu	0.22 kgPu	²³⁹ Pu 100 %
U-水系	0.82 kg ²³⁵ U	0.35 kg ²³⁵ U	²³⁵ U 93.5 %

いずれも上記の臨界安全質量を下回っている。

3.2 被 ば く

本設備には、3基の主要なグローブボックスがある。PuO₂またはUO₂の取扱い量を比較し、このうち、最も取扱い量が多い、GB-100 (固化体製造グローブボックス) を対象とし、このグローブボックス内の秤量器および、V型混合器中のPuO₂粉末 (1g PuO₂) による、グローブボックス表面の線量率を、手計算により推定した結果、本設備に対しては、最も取扱い量の多いグローブボックス表面でも、

中性子線量率 8.52×10^{-3} mrem/h

γ 線量率 2.48×10^{-2} mrem/h

となり、特別な遮蔽あるいは、被ばく管理上の対策を講じる必要はないと考えられる。

3.3 負圧管理

本設備で取扱う放射性物質の閉じ込め機能を確保するため、グローブボックスを採用し、負圧管理を実施する。

グローブボックスの設計条件（指針）は2.5.7項に記載してあるが、負圧管理に関しこれらの設計条件を十分満足させる設計を行った。

3.4 火災・爆発・圧力上昇

本設備においては、火災・爆発の発生防止を第1に考慮し、かつ、万一発生した場合にも検知、消火、拡大防止のための対策を講じた設計を行う。

本設備には、原則として不燃性または難燃性の材料を用いている。火災防止のために、ボックス内への可燃性物質の持ち込みを最小限にしており、爆発可能性のある有機溶剤等は使用していない。

本工程にて起り得る事故として配管破断やオートクレーブの破壊が発生し、内部の高温高圧水フラッシュによる圧力と温度の上昇がある。本想定事故に対する解析を行ったが、計算結果によると影響は少いと思われる。

3.5 耐震

本設備の耐震設計は、グローブボックスとオープンポートボックスは水平震度0.36、それ以外は0.24の地震荷重に対して静的解析を行った。さらに高温高圧浸出試験グローブボックス（GB-500）についてはコンピュータを用いて動的解析を実施し、その安全性を確認した。

3.6 工程及び設備の安全対策

工程上の安全配慮については、後述のプロセスの説明や P.I.D. に示されているが、ここでは前項迄の内容も含めて、工程及び設備の安全対策についてまとめる。

対 象	項 目	対 策
溶 融 炉	温度コントロール 上 限 下 限	給電 ON-OFF 警 報 炉昇降装置とインターロック (起動条件)
	温 度 異 常 熱 電 対 断 線 冷 却 水 断 水	給電 OFF , 警 報 給電 OFF , " 給電 OFF , "
オートクレーブ & 電 気 炉	零 囲 気 ガ ス	運転時 アルゴンガス使用 冷却時 チッソガス 使用
	温度コントロール 上 限 圧力コントロール 圧 力 異 常	給電 ON-OFF 緊急遮断, 警 報 保圧弁 (機械式) 緊急遮断, 警 報 安全弁 } 2重のオートクレーブ保護 破裂板 }
	そ の 他	・ フラッシュスチームはバッファタンクに流入する。バッファタンクは十分な容量があり且つ冷却水がシールされているため瞬時に凝縮して圧力の上昇はない。 ・ コールド部分とオートクレーブの間にはチェック弁を2重に設け逆流の防止をはかる。
乾 燥 炉 恒 温 槽 ウ ォ ー タ バ ス	温度コントロール 温度コントロール 温度コントロール	給電 ON-OFF " " " "
切 断 機	起 動 条 件	冷却水ポンプ ON 飛散防止カバーセット
グローブボックス	異常圧力 (上限) 異常温度 (上限) そ の 他	警 報 警 報 チッ素ガスライン (消火用) を設ける。 但し運転は手動
オープンポート ボ ッ ク ス	異常温度 (上限)	警 報, 但し熱源のあるもののみ

4. プロセス設計

4.1 工程系統図 (P F D)

P F D にしたがって設備の概要を述べる。

(1) 固化体製造工程

焼却灰および添加剤又はガラス粉末は、予めグローブボックス外の秤量器 (M-101) によって1バッチ分ずつ秤量され、袋に入れられてGB-100へバッグインされる。PuO₂、UO₂ は秤量器 (M-102) によって秤量され、混合器 (M-104) によって焼却灰、添加剤又はガラス粉末と混合される。

混合粉はアルミナ製のるつぼに移され、るつぼは溶融炉 (Fu-105) に装荷され、雰囲気ガスのアルゴンを流しながら溶融・固化される。

炉の運転温度は約 1,600℃である。炉の冷却後るつぼは炉から取り出され、固化体および内側のるつぼはバックアウトされ、次工程へ送られる。

(2) 試験試料作成工程

固化体は切断機 (X-201) によってるつぼごと切断され、るつぼおよびるつぼとの反応部が切除される。切り出されたブロック試料は洗浄後、研磨機 (X-204) によって研磨され洗浄・乾燥後保管される。

(3) 試験試料計測工程

本工程は試験試料の物理量を計測するとともに、浸出液の性状を測定する工程で、秤量器・比重計・PHメータ・Ehメータ等からなる。

また、試料を浸出試験容器 (150cc 程度) に浸出液と一緒にいれ、次の浸出試験工程に送るとともに、浸出試験後の容器を受入れ種々計測するものである。

(4) 静的浸出試験工程

浸出試験は MCC-1P 法 (静的試験法) に従い行う。試験装置は恒温槽 (Fu-401) であり、40~90℃設定温度で、常圧にて長期間浸出試験を行う。

(5) 高温高圧浸出試験工程

静的浸出試験の他に高温高圧における浸出試験も行う。

オートクレーブ (V-505) へ固化体原水槽 (V-501) には地下水を模擬した水が

入っており、まず原水供給ポンプ（P-502）にて系内を満水させる。つぎに電気炉（Fu-506）を稼働させ運転温度（約200℃）迄オートクレーブを加熱する。通常運転圧力は200kg/cm²程度であり、所定の運転条件に達したら高圧ポンプ（P-503）を起動させる。オートクレーブを出た浸出液は流水フィルタ（F-508AB）を通り、圧力調整弁（PVC-501）にて減圧フラッシュし回収ポット（V-510）に補集され、バッグアウトして分析に供される。これとは別に浸出液はオートクレーブより直接サンプルポット（V-512AB）に補集される。

(6) 容器洗浄工程

静的浸出試験に用いるテフロン容器を主に洗浄する。

酸洗浄用、温水洗浄用及び乾燥用機器からなる。

4.2 廃棄物発生量

サイコロ試料（ブロック寸法 1 cm × 6ヶ/B）及び直方体試料（ブロック寸法 1.5 cm × 2.3 cm × 3.0 cm × 1ヶ/B）について廃棄物発生量を推定した。これを表4-1、4-2に示す。

表4-1 気体及び固体廃棄物発生量

種類及び 数量 発生場所	名 称	数 量	固 体 廃 棄 物		備 考
			(サイコロ試料)	(直方体試料)	
GB-100 溶融固化	アルゴン廃ガス *1	1 ℓ/min			*1 GB内に放出 *2 冷却時のみGB内放出
	窒素ガス *2 ダスト	20 ℓ/min	10 g/B	0 g/B	
GB-200 試料作成	切断粉末 *3		36 g/B	30 g/B	*3 ルツボ重量は含まない
	切断残部		37 g/B	39 g/B	
合 計			83 g/B	69 g/B	

表4-2 液体廃棄物発生量

種類及び 数量 発生場所	名 称	液 体 廃 棄 物			備 考
		(サイコロ試料)	(直方体試料)	*1 (埋込試料)	
GB-100 溶融固化	凝縮液	50 ml/B	30 ml/B		*1 検鏡用試料 切断残部より作成 *2 汚れたら交換
	シール水 *2	400 ml/B	400 ml/B		
GB-200 試料作成	冷却水	*3	*3		*3 循環使用 *4 エチルアルコール希釈液
	洗浄廃液 *4	600 ml/B	300 ml/B	100 ml/B	
	←	←	←		
	アルコール洗浄廃液 *4	100 ml/B	50 ml/B	50 ml/B	
OP-300 計 測	←	←	←		
	洗浄廃液	100 ml/B	50 ml/B		
GB-500 高温高圧試験	希硝酸廃液 *5		0.8 ℓ/B		*5 3N-HNO ₃
	洗浄廃液		1.0 ℓ/B		
OP-600 容器洗浄	希硝酸廃液 *6	3 ℓ/B			*6 3N-HNO ₃ 汚れたら交換 1パッチは 150cc 容器 6個を 1度に処理するとして計算
	洗浄廃液				
	水	3 ℓ/B			
合 計	熱 水	4 ℓ/B			
		11.4 ℓ/B	11.8 ℓ/B		

5. 機器設計

5.1 機器 表5.1に本設備の主要機器の一覧を示す。

5.2 構造強度計算

本設備の機器に関する構造強度計算を、以下に示す項目について実施し、その安全性を確認した。

- (1) グローブボックス架台および機器取付ボルトの強度計算
- (2) 熱交換器の強度計算
- (3) オートクレーブの強度計算
- (4) その他圧力機器強度計算

(1)項は、鋼構造設計基準（日本建築学会）にもとづきグローブボックス架台および各機器取付ボルトの強度計算を行なっている。

(2)項は、JIS B 8243（圧力容器の構造）にもとづき、冷却水熱交換器の構造強度計算を行なっている。

(3)項は、小型圧力容器構造規格（労働安全衛生法）にもとづきオートクレーブの構造強度計算を行っている。

(4)項に相当する機器として安全弁、蓄圧器（V-504）及びサンプルポット（V-512A,B）がある。

表5.1 機器一覧表

GB/OP No.	機器番号	機器名称	基数	用途	仕様	備考
—	GB-100	固化体製造 グローブボックス	1	固化体製造 工程用	1,068W×1,450L×1,560H 容量 2.4 m ³	
—	M-101	秤量器	1	ガラス粉末 焼却灰秤量	上皿電子天秤 容量 16VA 読み取り限度 0.01g 秤量範囲 0~420g	
GB-100	M-102	秤量器	1	PuO ₂ , UO ₂ 秤量	上皿電子天秤 容量 16VA 読み取り限度 0.01g/0.001g 秤量範囲 0~200g/0~20g	
—	Pr-103	プリンタ	1	M-102 秤量 結果印字用	汎用型デジタルプリンタ 桁数最大16桁	
GB-100	X-104	V型混合器	1	PuO ₂ , UO ₂ と 焼却灰等混合用	仕込混合量 150ml 容量 35W 回転数 25~60rpm	
GB-100	Fu-105	溶融炉	1	混合粉の溶融 固化	竖型電気炉 (水冷式) 容量 12kw 炉内温度 常用 1,500℃	
GB-100	V-106	トラップ	1	溶融炉排ガス 気液分離	竖型二重管冷却器 伝熱面積 0.05m ²	
GB-100	V-107	シールポット	1	溶融炉排ガス シール用	円筒平板型 容量 400ml	
機器一覧表					SHEET No. 1/8	

GB/OP No.	機器番号	機器名称	基数	用途	仕様	備考
—	V 108	冷却水循環槽	1	冷却水貯蔵	円筒平板型 容量 100ℓ	
—	E-109	冷却水熱交換器	1	循環冷却水 冷却用	固定管板式横型熱交換器 伝熱面積 0.59m ²	
—	P-110AB	冷却水ポンプ	2	冷却水循環用	キャンドモータポンプ 50ℓ/min×14mm×0.75kw	1台予備
GB-100		給気フィルタ	1	グローブボック ス給気用	D. O. P 99.97%以上 定格風量 1.4m ³ /min	
GB-100		排気フィルタ	3	グローブボック ス排気用	D. O. P 99.97%以上 定格風量 3.8m ³ /min	
—	GB-200	試験試料作成 グローブボックス	1	試験試料作成 工程用	1,068W×1,300L×1,068H 容量 1.5m ³	
GB-200	X-201	切断機	1	試料切断	ブレード径 200φ 容量 0.75kw 回転数 800~3,400rpm	
機器一覧表					SHEET No. 2/8	

GB/OP No	機器番号	機器名称	基数	用途	仕様	備考
GB-200	X-202	洗浄器	1	試料洗浄	小型超音波洗浄器 容量 45W 洗浄槽容量 250ml	
GB-200	X-203	ドライヤ	1	試料乾燥	ヘヤドライヤ 容量 300W	
GB-200	X-204	研磨機	1	試料研磨	研磨板回転式 容量 40W デスク径 150φ	
GB-200	Fu-205	乾燥器	1	試料乾燥	BOX型定温乾燥器 容量 300W 使用温度 50~130℃	
GB-200	V-206	デシケータ	1	試料保管用	角型デシケータ 容量 3.75ℓ	
GB-200		給気フィルタ	1	グローブボックス給気用	D. O. P 99.97%以上 定格風量 1.4m ³ /min	
GB-200		排気フィルタ	3	グローブボックス排気用	D. O. P 99.97%以上 定格風量 3.8m ³ /min	
機 器 一 覧 表						SHEET No. 3/8

GB/OP No	機器番号	機器名称	基数	用途	仕様	備考
—	OP-300	試験試料計測 オープンポート ボックス	1	試験試料計測 工程用	1.068W×1.068L×1.068H 容量 1.2 m ³	
OP-300	V-301	デシケータ	1	試料保管用	角型デシケータ 容量 3.75ℓ	
OP-300	M-302	秤量器	1	試料秤量	上皿電子天秤 容量 10VA 読み取り限度 0.01mg/0.1mg 秤量範囲 0~31g/0 ~162g	
—	Pr-303	プリンタ	1	M-302 秤量 結果印字用	汎用型デジタルプリンタ 桁数最大 16桁	
OP-300	M-304	比重計	1	試料比重測定	空気比較式比重計 正確度 0.1cc	
OP-300	M-305	PH計	1	浸出液のPH 測定		
OP-300	M-306	Ehメーター	1	浸出液の酸化 還元電位を測定		
機 器 一 覧 表						SHEET No. 4/8

OP No.	機器番号	機器名称	基数	用途	仕様	備考
—	OP-400	静的浸出試験 オープンポート ボックス	1	静的浸出試験 工程用	1,068W×1,068L×1,068H 容量 1.2 m ³	
OP-400	Fu-401	恒温槽	1		BOX型恒温槽 容量 1.0 kw, 0.1 kw 使用温度 40~90℃	
—	GB-500	高温・高圧 浸出試験 グローブボックス	1	高温・高圧浸出 試験工程用	1,068W×1,300L×1,668H 容量 2.3 m ³	
—	V-501	原水槽	1	原水一時貯蔵	円筒型 容量 10 ℓ	
—	P-502	原水供給ポンプ	1	原水張込用	プランジヤポンプ 0.1 ℓ/min ×250kg/cm ² ×0.75kw	
—	P-503	高圧ポンプ	1	原水移送用	プランジヤポンプ 1.54cc/min 250kg/cm ² ×40W	
—	V-504	蓄圧槽	1	脈動防止用	円筒型 容量 1 ℓ	
機 器 一 覧 表					SHEET No. 5/8	

GB/OP No.	機器番号	機器名称	基数	用途	仕様	備考
GB-500	V-505	オートクレーブ	1	高温高圧浸出 試験用	小型圧力容器 容量 800cc (有効 508cc)	
GB-500	Fu-506	電気炉	1	オートクレーブ 昇温用	容量 2.5kw	
GB-500	X-507	電気炉昇降装置	1	オートクレーブ 昇降用	リフトタイプ 0.4kw, 60w	
GB-500	F-508AB	流水フィルタ	2	懸濁物捕集用	公称限界粒径 2 ミクロン	
GB-500	F-509	サンプルフィルタ	1	同上	公称限界粒径 2 ミクロン	
GB-500	V-510	回収ポット	1	浸出液回収用	円筒型 容量 1 ℓ	
GB-500	V-511	バッファタンク	1	不要液貯蔵用	円筒型 容量 7 ℓ	
GB-500	V-512AB	サンプルポット	2	液サンプル 採取用	容量 10cc	
機 器 一 覧 表					SHEET No. 6/8	

GB/OP No	機器番号	機器名称	基数	用途	仕様	備考
GB-500	X-513	試料着脱装置	1	試料着脱用	電動式	
GB-500	X-514	チェンブロック	1	オートグレーブ 運搬用	定格荷重 100kg. 揚程 3M 昇降 電動式, 100W	
—	V-515	酸槽	1	酸貯蔵	円筒型 10ℓ	
GB-500		給気フィルタ	1	グローブボックス ス給気用	D. O. P 99.97%以上 定格風量 1.4m ³ /min	
GB-500		排気フィルタ	3	グローブボックス ス排気用	D. O. P 99.97%以上 定格風量 3.8m ³ /min	
—	OP-600	容器洗浄 オープンポート ボックス	1	容器洗浄工程用	1,068W×1,068L×1,068H 容量 1.2m ³	
OP-600	V-601	酸洗浄槽	1	容器洗浄	角型テフロンタンク 容量 3.3ℓ	
機 器 一 覧 表					SHEET No. 7/8	

GB/OP No	機器番号	機器名称	基数	用途	仕様	備考
OP-600	V-602	蒸留水リンス槽	1	容器洗浄	角型テフロンタンク 容量 3.3ℓ	
OP-600	V-603	ウォーターバス	1	容器洗浄	丸型ウォーターバス 1kw 容量 5ℓ	
OP-600	X-604	ドライヤ	1	容器乾燥	ヘアドライヤ 容量 300W	
OP-600	X-605	デシケータ	1	容器保管	角型自動再生デシケータ 6W 容量 40ℓ	
機 器 一 覧 表					SHEET No. 8/8	

6. 検査項目及び検査立会区分

◎ PNC 立会検査 ○ 契約者立会検査 △ 製作者自主検査

検査項目		材料検査	外観寸法検査	溶接検査	耐圧検査	気密検査	満水検査	性能検査	備考
機器名									
1. 秤量器	(M-101)	—	○	—	—	—	—	△	
	(M-102)								
2. プリンタ	(Pr-103)	—	○	—	—	—	—	△	
3. V型混合器	(X-104)	—	○	—	—	—	—	△	
4. 熔融炉	(Fu-105)	△	◎	○	◎	◎	—	◎	
5. トラップ	(V-106)	△	○	○	○	○	—	—	
6. シールポット	(V-107)	—	○	—	—	—	○	—	
7. 冷却循環槽	(V-108)	△	○	○	—	—	○	—	
8. 冷却水熱交換器	(E-109)	△	○	○	○	○	—	—	
9. 冷却水ポンプ	(P-110)	—	○	—	○	○	—	○	
10. 切断機	(X-201)	—	○	—	—	—	—	○	
11. 洗浄器	(X-202)	—	○	—	—	—	—	○	
12. 研磨器	(X-204)	—	○	—	—	—	—	○	

検査項目		材料検査	外観寸法検査	溶接検査	耐圧検査	気密検査	満水検査	性能検査	備考
機器名									
13. 乾燥器	(Fu-205)	—	○	—	—	—	—	○	
14. デシケータ	(V-206)	—	○	—	—	○	—	—	
15. デシケータ	(V-301)	—	○	—	—	○	—	—	
16. 秤量器	(M-302)	—	○	—	—	—	—	△	
17. プリンタ	(Pr-303)	—	○	—	—	—	—	△	
18. 比重計	(M-304)	—	○	—	—	—	—	△	
19. 恒温槽	(Fu-401)	—	○	—	—	—	—	○	
20. 原水槽	(V-501)	△	○	—	—	—	○	—	
21. 原水供給ポンプ	(P-502)	—	○	—	○	○	—	○	
22. 高圧ポンプ	(P-503)	—	○	—	○	○	—	○	
23. 蓄圧器	(P-504)	△	○	○	○	○	—	—	
24. オートクレーブ	(V-505)	△	○	—	◎	◎	—	—	

検査項目 機器名	材料検査	外観寸法 検査	溶接検査	耐圧検査	気密検査	清水検査	性能検査	備考
25. 電気炉 (Fu-506)	—	○	—	—	—	—	◎	オートグ レブ昇温
26. 電気炉昇降装置 (X-507)	—	○	—	—	—	—	○	
27. フィルタ (F-508, 509)	—	○	—	○	—	—	—	
28. 回収ポット (V-510)	△	○	○	—	○	—	—	
29. バッファタンク (V-511)	△	○	○	—	—	○	—	
30. サンプルポット (V-512)	△	○	—	○	—	—	—	
31. 試料着脱装置 (X-513)	—	○	—	—	—	—	○	
32. チェンブロック (X-514)	—	○	—	—	—	—	△	
33. 酸槽 (V-517)	△	○	—	—	—	○	—	
34. 酸洗浄槽 (V-601)	—	○	—	—	—	○	—	
35. 蒸留水リンス槽 (V-602)	—	○	—	—	—	○	—	
36. ウォータバス (V-603)	—	○	—	—	—	—	△	

検査項目 機器名	材料検査	外観寸法 検査	溶接検査	耐圧検査	気密検査	清水検査	性能検査	備考
37. デシケータ (V-605)	—	○	—	—	—	—	△	
38. グローブボックス (GB-100, 200, 500)	△	◎	◎	—	◎	—	—	
39. オープンポートボックス (OP-300, 400, 600)	△	◎	◎	—	—	—	—	
40. 配管	△	○	○	◎	◎	—	—	
41. 保圧弁 (PVC-501)	△	○	—	○	—	—	△	
42. 安全弁 (RV-502)	△	○	—	○	—	—	○	
43. 破裂板	—	—	—	—	—	—	△	
44. 電気計装盤	—	○	—	—	—	—	◎	

7. 設備建設費の概要

7.1 概 要

本資料は、「高温高圧ガラス固化体特性試験装置の基本設計」の一環として、その建設費の概算について記述したものである。

したがって、建設費の算出に当たっての機器仕様及び見積条件等は、本報告書に基づくものとする。

7.2 建設費概算

(a) 設 計

(1) 許認可資料作成費 (援助業務)	1,300 千円
(2) 詳細設計費	23,400 千円
小 計	24,700 千円

(b) 製 作

(1) 機器設備	160,800 千円
固化体製造工程	(39,300)
試験試料作成工程	(23,100)
試験試料計測工程	(10,100)
静的浸出試験工程	(6,900)
高温高圧浸出試験工程	(75,200)
容器洗浄工程	(6,200)
(2) 配管ダクト設備	16,400 千円
(3) 電気計装設備	27,300 千円
(4) 現地工事費	23,400 千円
(5) 施工管理費	15,200 千円
小 計	243,100 千円
(c)一般管理費 [((a)+(b)) ×20%]	53,600 千円
合 計 [(a)+(b)+(c)]	321,400 千円

8. 添付図面

全体機器配置図

GB-100 機器配置図

GB-200 機器配置図

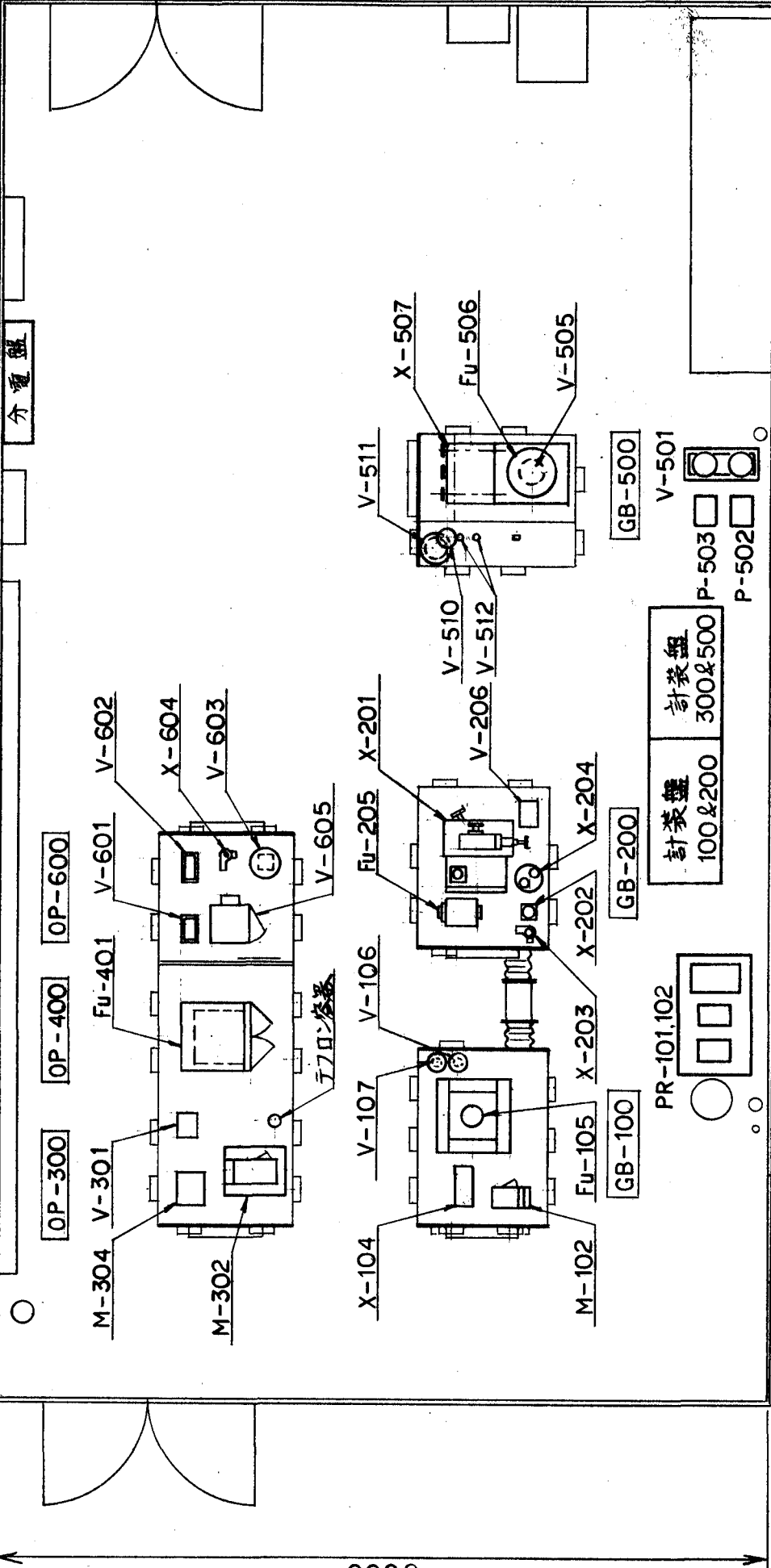
OP-300

400/600 機器配置図

GB-500 機器配置図

PFD

11 400

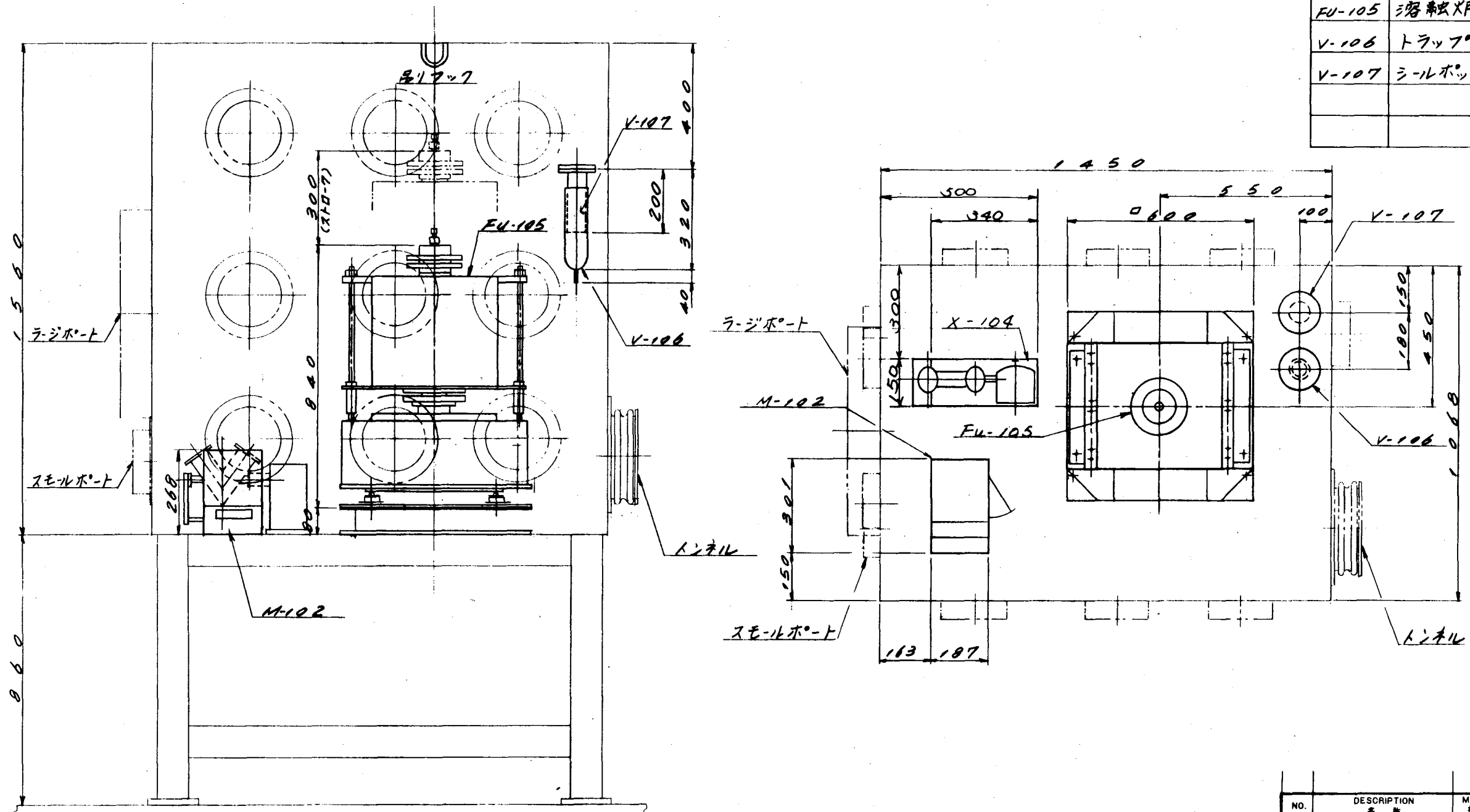


6 300

CUSTOMER & TITLE

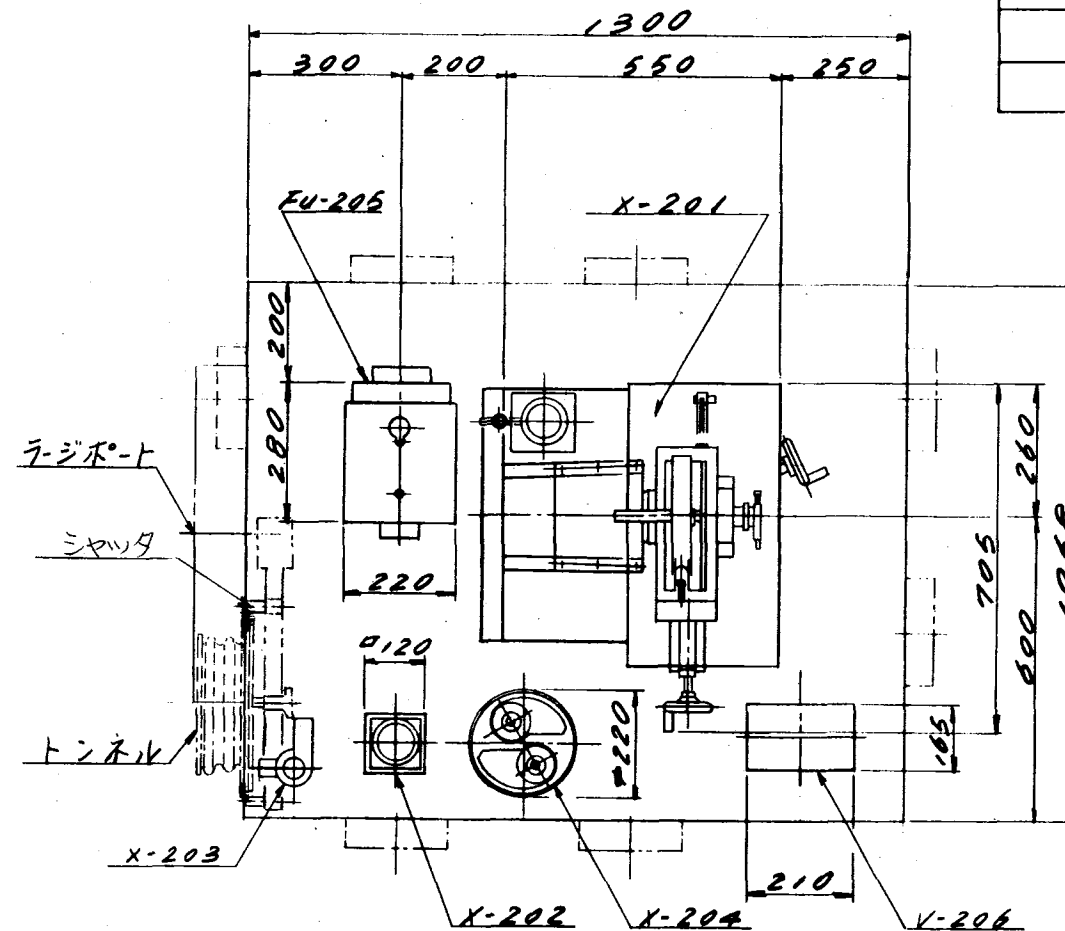
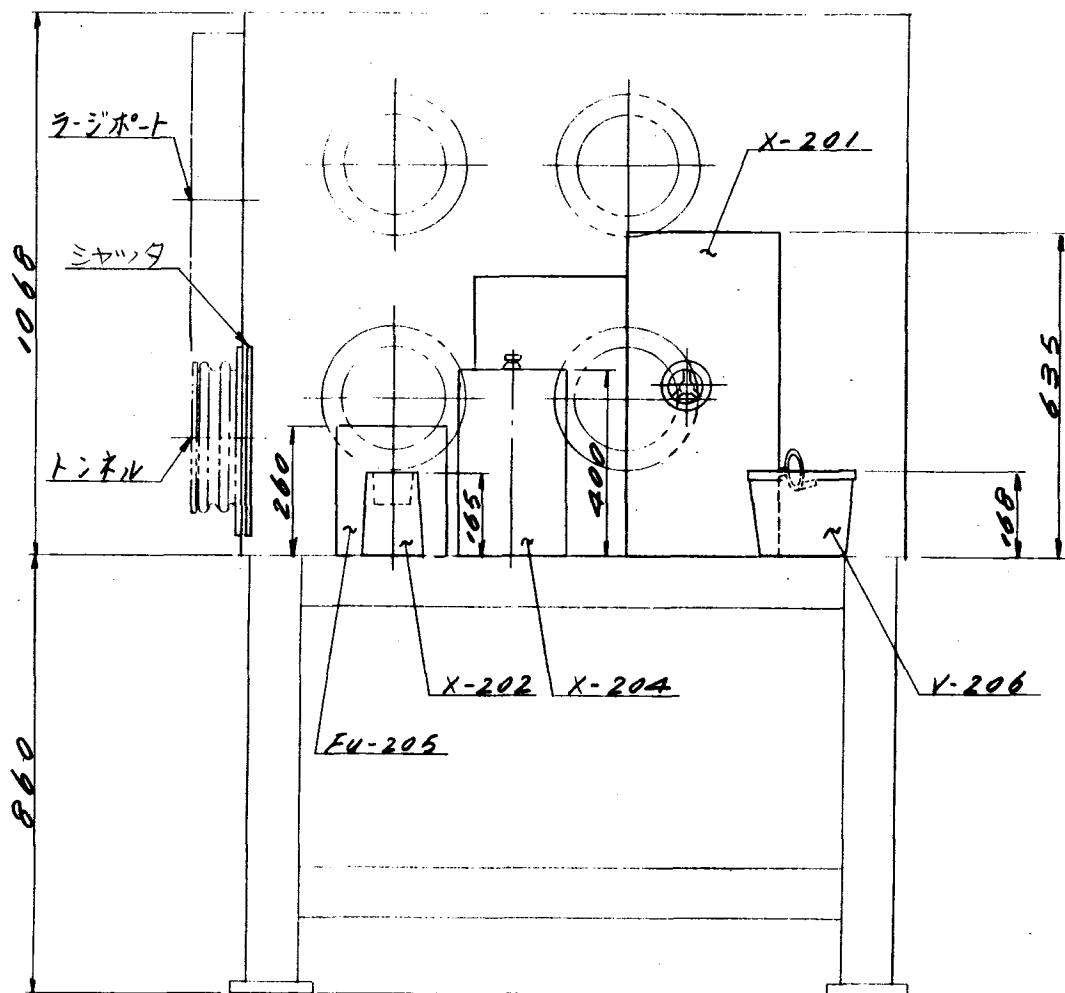
動力炉・核燃料開発事業団 殿
 高温高压ガラス固化体特性試験装置の開発(Ⅳ)
 全体機器配置図

機器番号	機器名称	数量	備考
M-102	秤量器	1	
X-104	V型混合機	1	
FU-105	溶融炉XP	1	
V-106	トラップ	1	
V-107	シールボット	1	

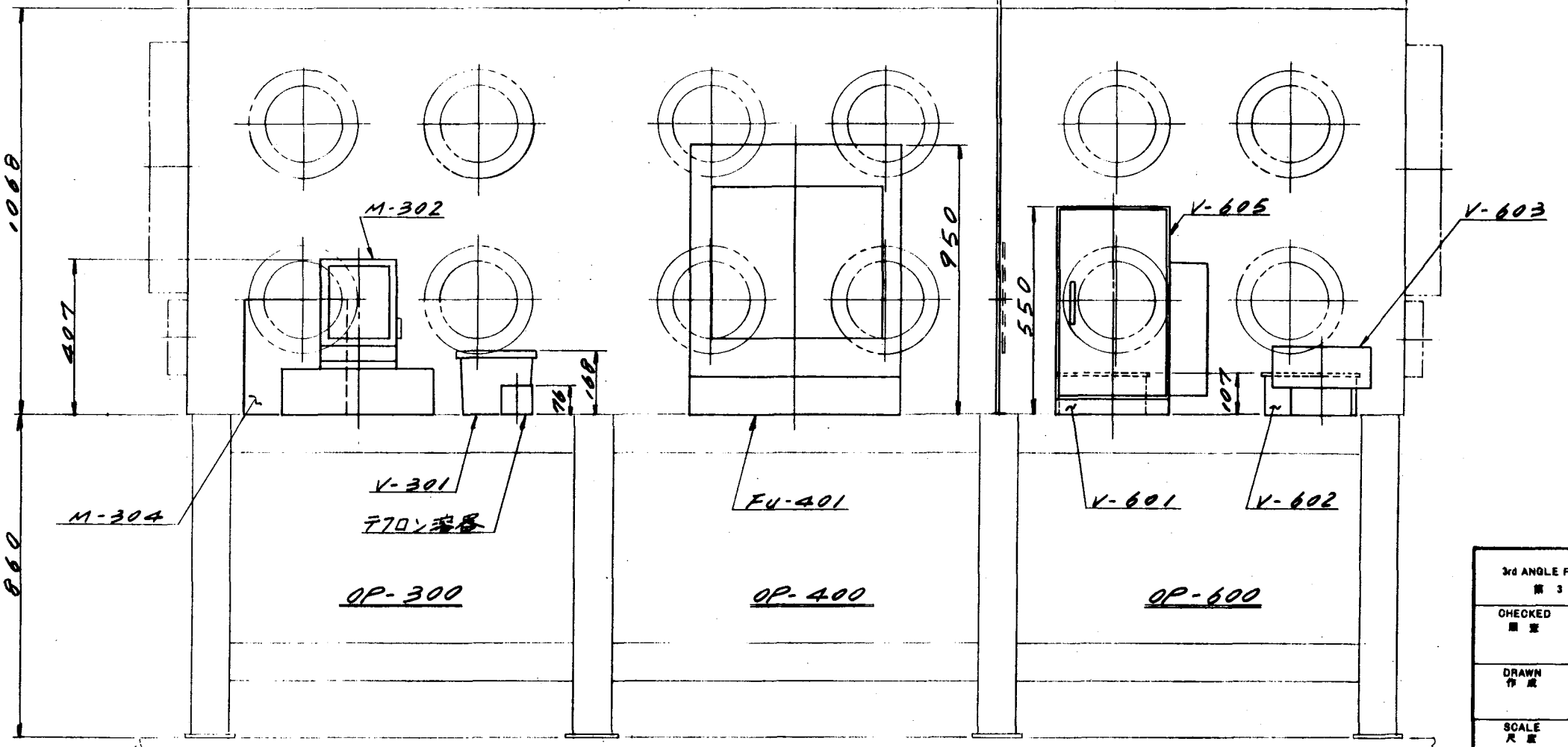
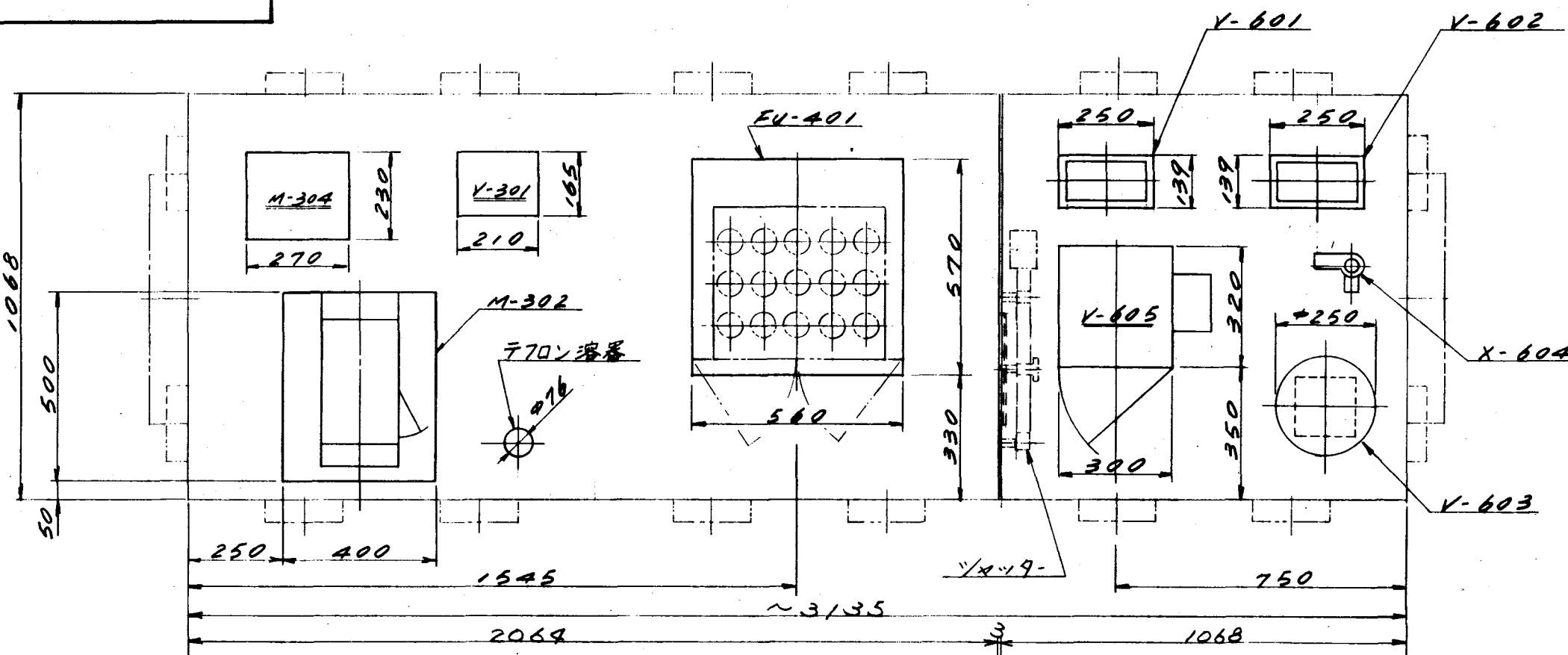


NO.	DESCRIPTION 名称	MATERIAL 材質	Q'TY 個数	REMARKS 記号
CUSTOMER 動力炉・核燃料開発事業団 殿				
TITLE 高温高压ガラス固化体特性試験装置の開発(Ⅲ) 4B-100 機器配置図				
DRAWN 作成		DESIGNED 設計		DWG. NO. M10-GB100-2
SCALE 尺数 1/10		DATE 日付		REV. 改訂
MITSUBISHI METAL CORPORATION				
				ISSUE 出図先

機番番号	機器名称	数量	備考
X-201	切断機	1	
X-202	洗淨器	1	
X-203	ドライヤ	1	
X-204	研磨器	1	
FU-205	乾燥器	1	
V-206	デシケータ	1	

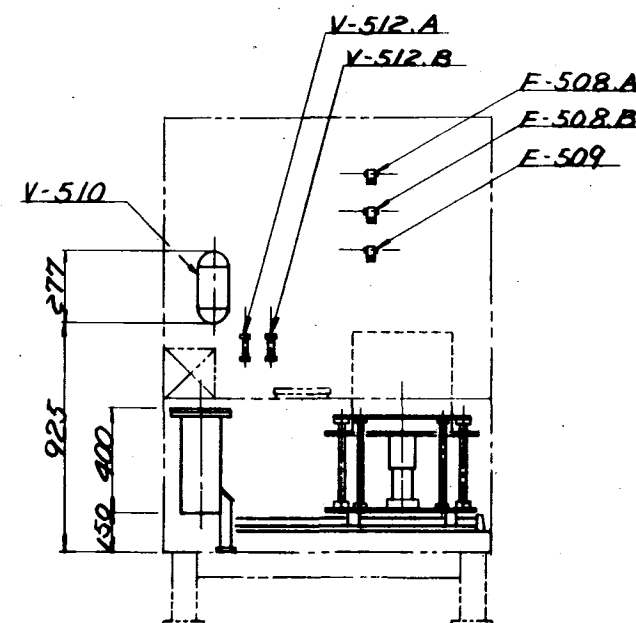
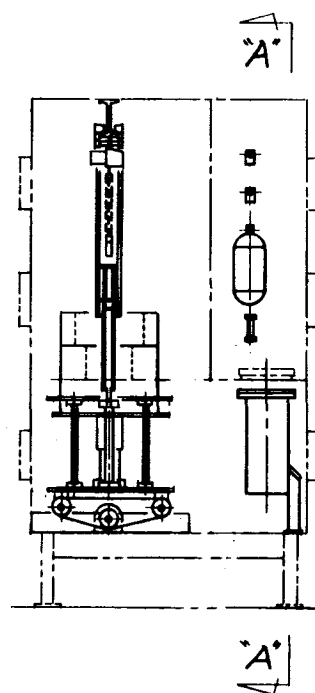
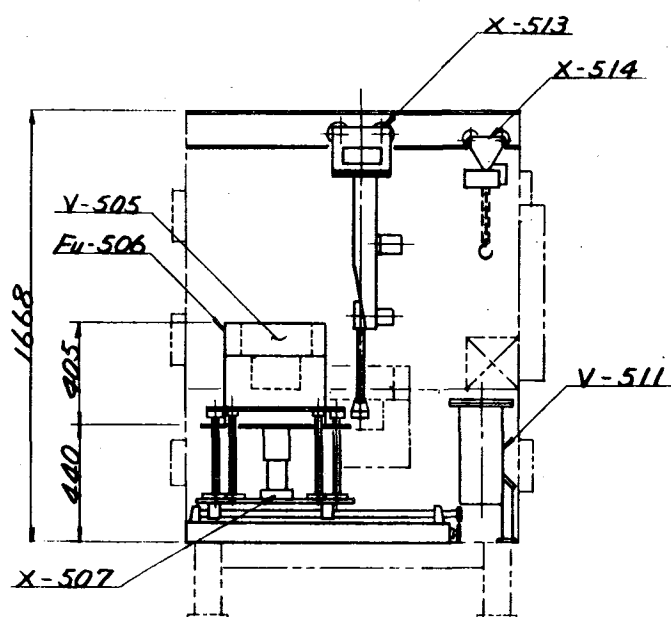
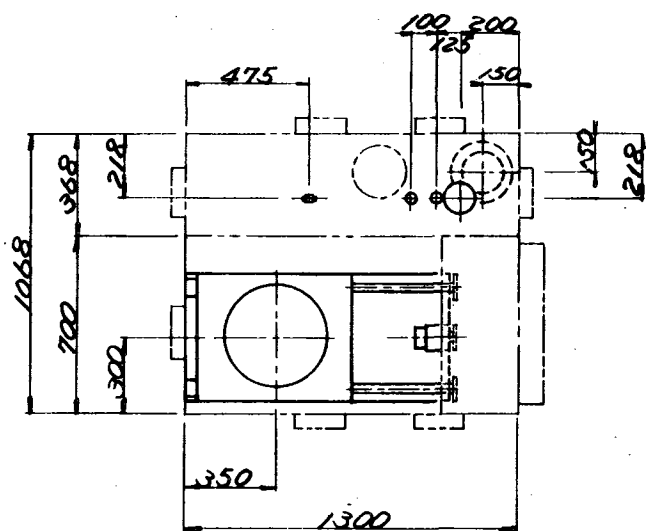


NO.	DESCRIPTION 名称	MATERIAL 材質	Q'TY 数量	REMARKS 記号
CUSTOMER 動力炉・核燃料開発事業団 殿				
TITLE 高温高压ガラス固化体特性試験装置の開発(Ⅲ) 4B-200 機器配置図				
3rd ANGLE PROJECTION 第3角法		DWG. NO. M10-GB200-2		
CHECKED 検査	APPROVED 承認	REV. 改訂		
DRAWN 作成	DESIGNED 設計	SCALE 1/10		
DATE 日付 60.6.9		MITSUBISHI METAL CORPORATION		



機器番号	機器名称	数量	備考
V-301	デシケータ	1	
M-302	秤量器	1	
M-304	比重計	1	
FU-401	恒温槽	1	
V-601	酸洗淨槽	1	
V-602	蒸留水貯槽	1	
V-603	オーガス	1	
X-604	ドライヤ	1	
V-605	デシケータ	1	

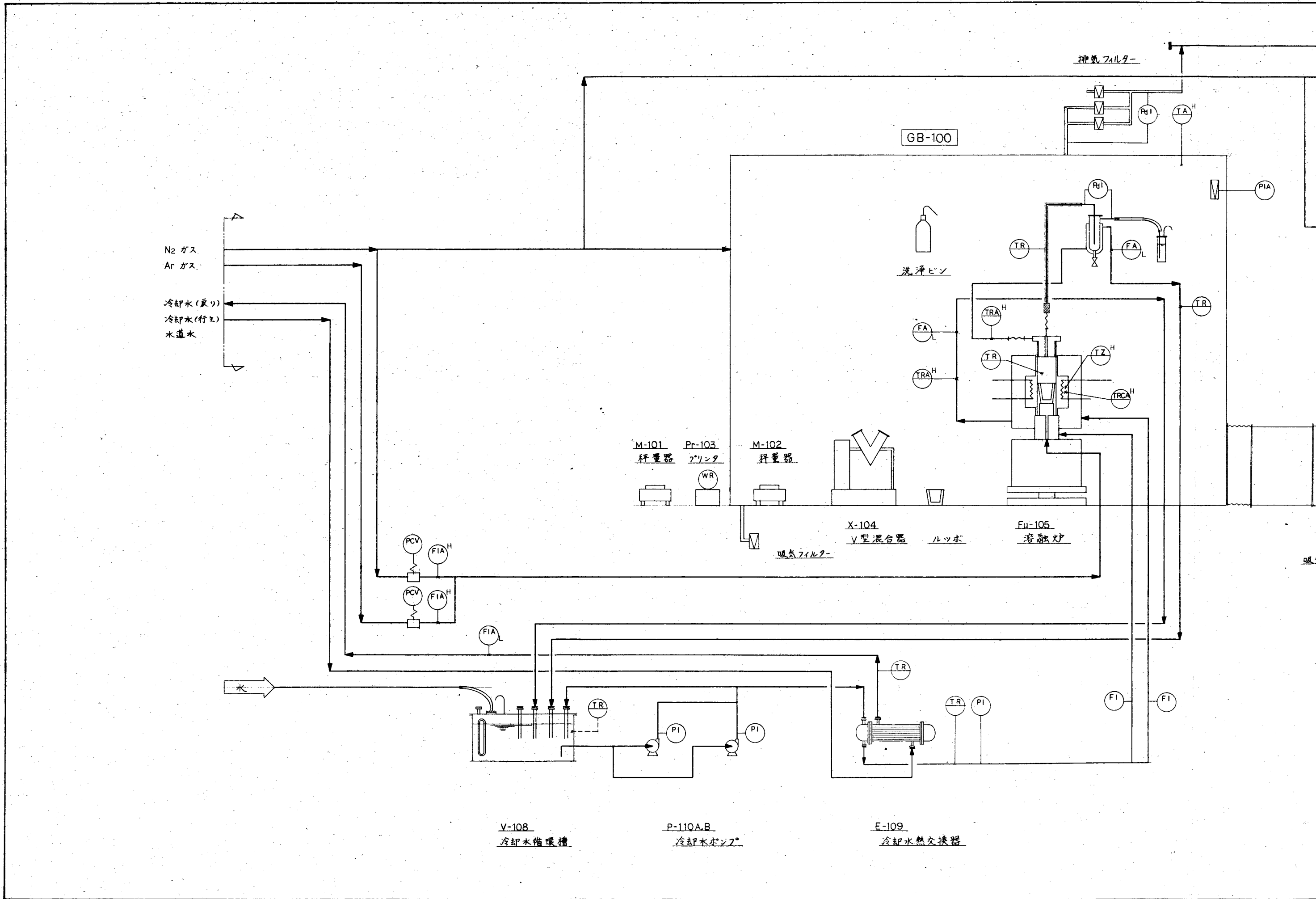
3rd ANGLE PROJECTION 第3角法		NO.	DESCRIPTION 名称	MATERIAL 材質	Q'TY 数量	REMARKS 記号
CHECKED 検査	APPROVED 承認	CUSTOMER 動力炉・核燃料開発事業団 殿				
DRAWN 作成	DESIGNED 設計	TITLE 高温高压ガラス固化体特性試験装置の開発(Ⅳ) OP-300, 400/600 機器配置図				
SCALE 尺度	DATE 日付	DWG. NO. M10-OP300-2		REV. 改訂		
1/10		MITSUBISHI METAL CORPORATION				

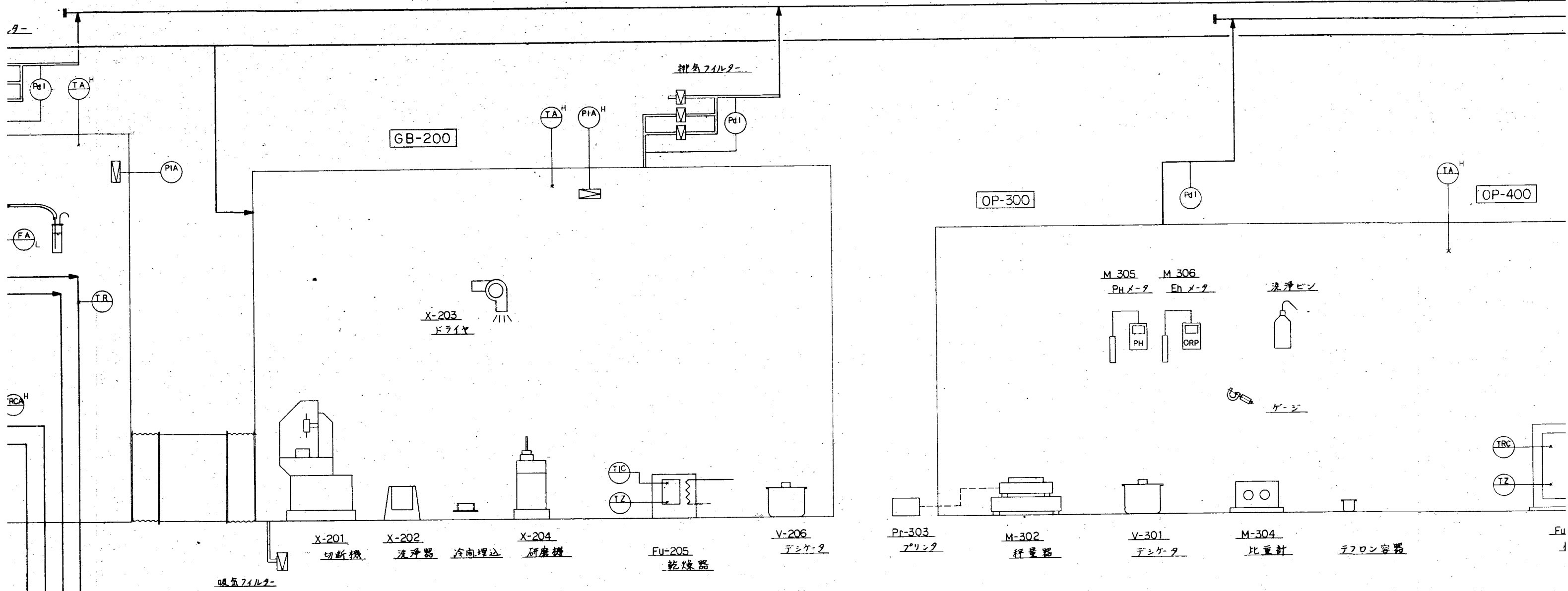


A-A 矢視

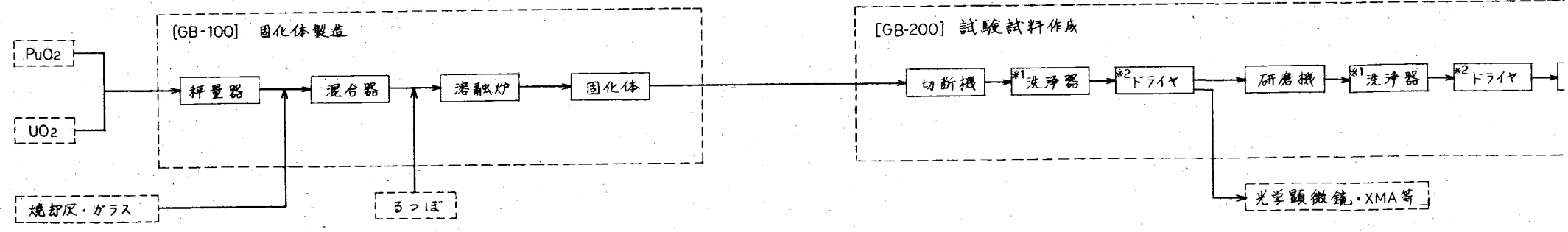
機器番号	機器名称	数量	備考
V-505	オートレベル	1	
Fu-506	電気炉	1	
X-507	電気炉昇降装置	1	
F-508.A,B	流水フィルタ	2	
F-509	サンプルフィルタ	1	
V-510	回収ポット	1	
V-511	バッファタンク	1	
V-512.A,B	サンプルホット	2	
X-513	試料脱着装置	1	
X-514	チェーンブロック	1	

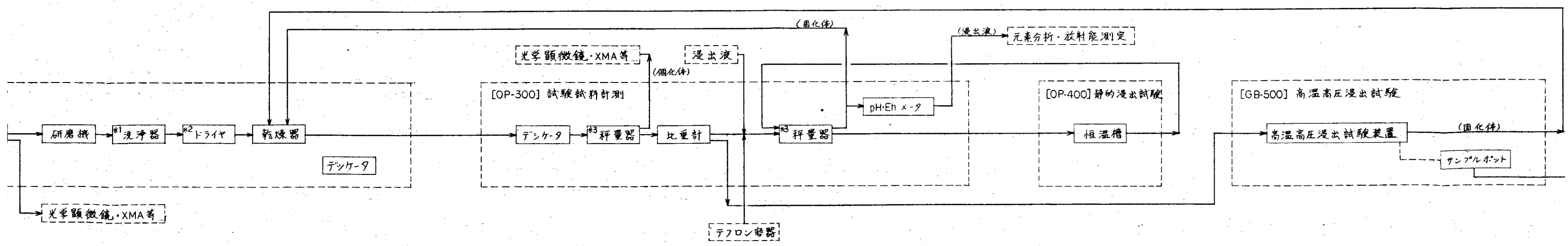
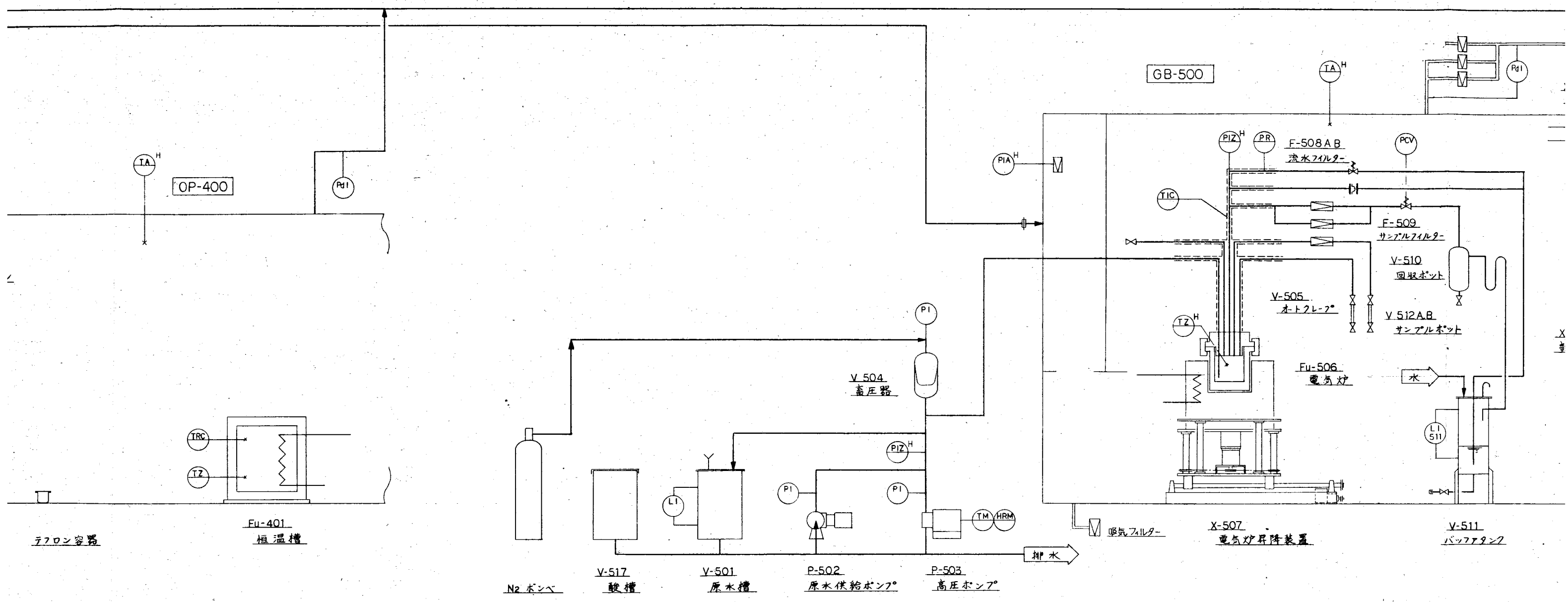
NO.	DESCRIPTION 名称	MATERIAL 材質	Q'TY 数量	REMARKS 記事
CUSTOMER 動力炉・核燃料開発事業団 殿				
TITLE 高温高压ガラス固化体特性試験装置の開発(Ⅳ) GB-500 機器配置図				
3rd ANGLE PROJECTION 第三角法		DWG. NO. M10-GB500-2-1		
CHECKED 検査	APPROVED 承認	REV. 改訂		
DRAWN 作成	DESIGNED 設計	MITSUBISHI METAL CORPORATION		
SCALE 尺数	DATE 日付	ISSUE 出図先		

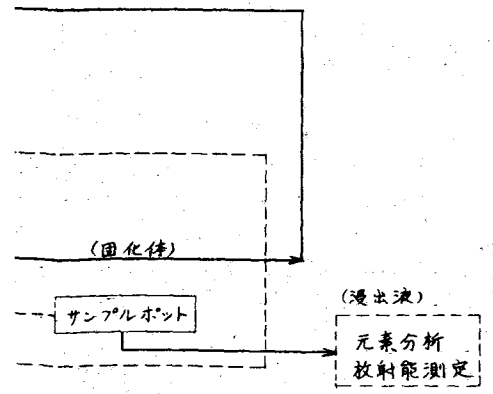
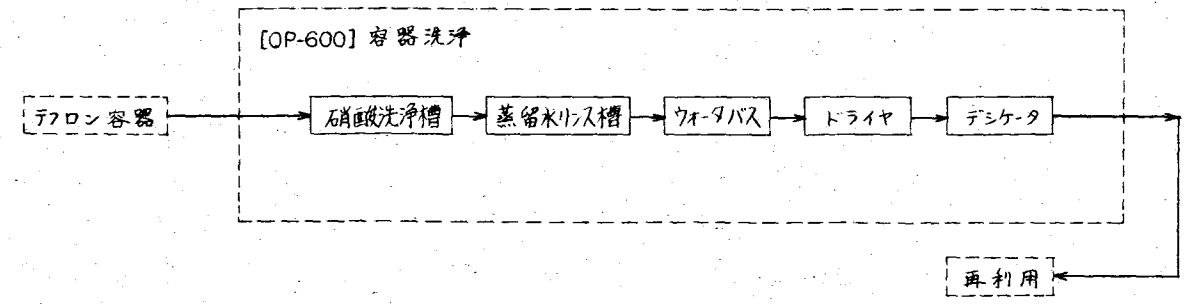
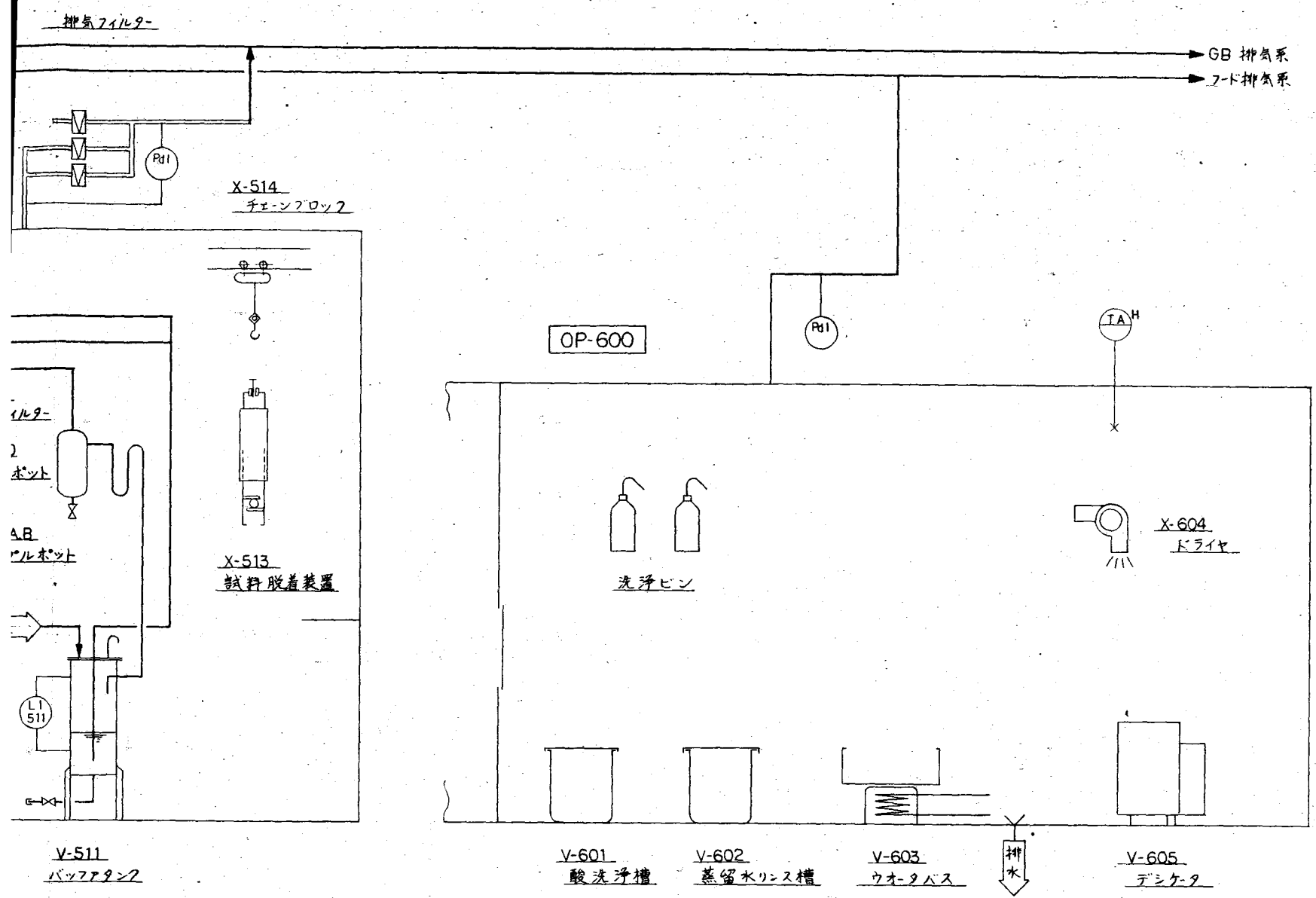




試料の流れブロック図







NO.	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
CUSTOMER 動力炉・核燃料開発事業団 殿				
TITLE 高温高压ガラス固化体特性試験装置の開発(Ⅱ)				
P.F.D				
G10-R230-0				
MITSUBISHI METAL CORPORATION				

3rd ANGLE PROJECTION 第3角法	CHECKED 検査	APPROVED 承認	DESIGNED 設計	DATE 日付	SCALE 尺度
------------------------------	---------------	----------------	----------------	------------	-------------