

本資料は 年 月 日付けで登録区分、  
変更する。 [技術情報室]

# 海外出張報告書

ガラス固化ホット試験設備の運転への参加

1985年10月

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所

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

布す  
この

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)  
2001

配 布 限 定

PNC SN860 85-08

1 9 8 5 年 1 0 月

## 海外出張報告書

### ガラス固化ホット試験設備の運転への参加



報告者 虎田 真一郎\*

#### 期 間

1984年8月20日～1985年8月31日

#### 目 的

PNC/DOE 間の技術協力契約に基き、米国ワシントン州ハンフォードの、バットルパシフィックノースウェスト研究所に1年間滞在し、同研究所で実施中のガラス固化ホット試験設備の運転に参加した。

#### 要 旨

米国の高レベル廃液ガラス固化プロセスの開発においては、ジュール加熱セラミックメルターが標準のプロセスとされており、同じ考え方のプロセス設備を採用して、高レベル廃液固化プラントの設計を実施している、動燃事業団と、米国での固化プロジェクトを統括する、エネルギー省(DOE)の間で、効率的な情報交換を実施して来た。1984年より、DOE 管轄の各固化プロジェクトを、技術的にサポートする目的で、ハンフォードの、バットルパシフィックノースウェスト研究所(PNL)において、ジュール加熱セラミックメルターのホット運転が開始された。この運転試験に参加し、ホットのガラス熔融設備の設計、運転に関する情報収集と、動燃固化プラント設計への反映を目的として、PNL に1年間滞在し、ホット試験、及びそのバックアップとして運転されている、コールド工学試験設備の運転に参加した。また、ハンフォード滞在の間に、米国の高レベル廃棄物地層処分場決定の動向に関しても、参考となる情報を入手したので併せて報告する。

---

\* 技術部 PSD

## 目 次

I	まえがき	1
II	米国における高レベル廃液固化処理技術開発	2
II-1	概 要	2
II-2	各プロジェクトのプロセス概要	5
II-2-1	ウェストバレイ固化プロジェクト(WVDP)	5
II-2-2	サバンナリバー(SRL/DWPF)	10
III	ハンフォードサイトでの廃棄物管理の現状について	16
III-1	サイトの廃棄物処理	16
IV	米国の高レベル廃棄物第一次処分場の選定について	20
V	バットル PNL での高レベル廃棄物固化処理技術開発	29
V-1	バットル PNL の組織	29
V-2	施設の概要	39
V-3	ガラス固化ホット試験設備	43
V-3-1	設備の目的	43
V-3-2	設備の概要	43
V-3-3	プロセス機器の概要	54
1.	ガラス溶融設備	54
1)	ガラス溶融炉	54
2)	電 極	64
3)	ガラス流出構造	68
4)	ガラス溶融炉の熱解析と冷却設計	71
2.	廃液供給システム	74
1)	供給タンク	74
2)	供給移送システム	74
3.	オフガス処理設備	76
1)	エジェクターベンチュリー	76
2)	エジェクターベンチュリースクラバータンク	76
3)	シールポット	81
4)	クエンチスクラバー	81
5)	スチームジェットイジェクター	82
6)	蒸発缶	82

7) 酸回収塔	86
8) プロセスオフガススクラバー	86
4. キャニスターハンドリング設備	88
1) ターンテーブル	88
2) ターンテーブルの気密性	88
5. 放射線によるガラスレベル計測システム	94
6. キャニスター及びキャニスター吊り具溶接機	96
1) キャニスターデザイン	96
2) キャニスター吊り治具	96
3) 溶接機	99
7. 配管コネクタ	101
1) ブロックコネクタ	102
2) PUREX コネクタ	105
3) ハンフォード遠隔フランジ	105
8. サンプリング	106
1) 液体サンプリング	106
2) 溶融ガラスサンプリング	106
3) ガス試料サンプリング	109
V-4 PNL での固化処理プロセス開発に関するトピックス	110
V-4-1 ガラス溶融炉	110
V-4-2 前処理 供給システム	117
V-4-3 多目的式ディップチューブ	124
V-4-4 ガラス溶融炉内監視 TV システム	126
V-4-5 温度監視	131
V-4-6 IR イメージシステム	133
V-4-7 電子式ガラスレベルモニタ	133
V-4-8 Submerged Bed Scrubber	135
V-5 RLFCM の運転試験	148
V-5-1 RLFCM の遠隔スタートアップ	148
V-5-2 スラリー供給ガラス溶融試験	157
VI あとがき	161
VII 謝 辞	167
参 考 文 献	168

Appendix A

HWVP の説明資料

PNL. D. H. Siemens 氏より受領 ..... 169

Appendix B

WVDP の概要

..... 173

Appendix C

HLW 第一次処分場選定とMRSの概念の説明

..... 175

Appendix D

セラミックメルターの比較表

..... 183

Appendix E

バッテリー PNL 化学技術部の業務概要

..... 185

Appendix F

RLFCM 運転計画書の抜粋

..... 193

Appendix G

バッテリー研究所 Editor に関する説明

..... 219

## 英語略号一覽

PNL	: Pacific Northwest Laboratory	169
INEL	: Idaho National Engineering Laboratory	
WVDP	: West Valley Demonstration Project	173
SRL	: Savannah River Laboratory	175
DWPF	: Defense Waste Processing Facility	183
HWVP	: Hanford Waste Vitrification Project	185
DOE	: Department of Energy	193
RLFCM	: Radioactive Liquid Fed Ceramic Melter	219

## I. ま え が き

米国の高レベル廃液ガラス固化技術開発は、DOE の監督の下に進められており、現在は標準プロセスとして、ジュール加熱セラミックメルターが選定され、国内の軍用／非軍用廃液の固化プロジェクトが、そのプロセス設計に採用している。

これらの実用固化プロジェクトを、技術的にサポートする目的で、研究開発用のセラミックメルターのホット試験が、バッチルパシフィックノースウェスト研究所 (PNL) で 1981 年より計画された。

試験設備の据付は 1984 年初頭から開始され、既存のホットセルに、遠隔で機器の据付が実施された。

この間に、日米間で、高レベル廃液固化プロセス開発の有効な推進の目的で、情報交換を実施する旨の話し合いが進められ、日米高速炉協定下の、廃棄物管理 W/G において、高レベル廃液ガラス固化プロセスに関する、日米間の情報交換について合意された。この合意に基づき、上記のホット試験に、動燃から技術者が参加するための契約が締結され、RLFCEM ホット試験と、その関連試験に立合う目的で、1 年間バッチル PNL 研究所に滞在した。この間に得られた、固化プロセス及び関連技術についての情報について報告する。

本レポートは 2 部に大別され、先づ、米国でのガラス固化技術と、ハンフォードサイトの現状を概説し、次に筆者が滞在し、米国内の各プロジェクトを技術的にサポートしている、バッチルパシフィックノースウェスト研究所での開発の状況を記す。

## Ⅱ 米国における高レベル廃液固化処理技術開発

### Ⅱ-1 概要

米国においては、高レベル放射性廃液は、商用、軍用の再処理から発生し、その発生量は'81年末の統計で図2-1-1のようになっている。

これらの各サイトでは、仮焼処理が実施されている INEL を除いては、タンク貯蔵が行なわれ各サイトでガラス固化処理プロジェクトが進行中である。

現在の各固化処理プロジェクトのスケジュールは、図2-1-2のとおりである。

ウェストバレイの固化プロジェクト (WVDP) は、1966年～72年の商用再処理工場の運転で発生した、約56万ガロンの高レベル廃液を処理することを目的としている。今後の再処理計画は無いので、約2年の運転で全てガラス固化した時点で、処理は終了する。

サバナリバー (SRL/DWPF) ハンフォード (HWVP) は、軍用再処理工場からの高レベル廃液の固化プロジェクトである。

以上のガラス固化プロジェクトは、いずれも米国エネルギー省 (DOE) の監督の下に推進されており、大規模のジュール加熱セラミックメルトで、ホウケイ酸ガラス固化を実施する予定である。

WVDP では、1984年12月から、コールド実規模のガラス熔融炉の試運転を開し、将来は周囲に遮蔽壁を設置して、そのままホットの処理施設とする予定である。

DWPF では、1985年現在建設の7%が終了し、1988年に試運転開始が予定されている。(E. I. Dupont 社の契約)

HWVP はロックウェルが中心となり、パッテル PNL が技術的にサポートすることにより、1985年現在、概念設計が実施されており、1994年操業開始が予定されている。(添付 Appx. A 参考)

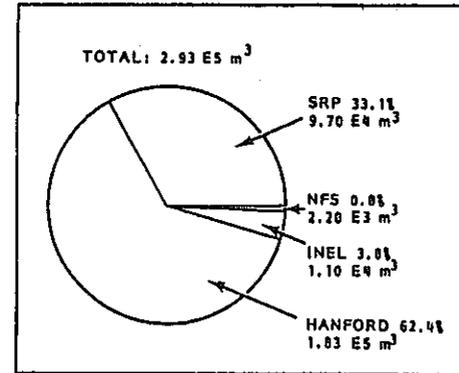
9. HIGH-LEVEL WASTE

SUMMARY OF CURRENT AND PROJECTED INVENTORIES AND CHARACTERISTICS OF HLW

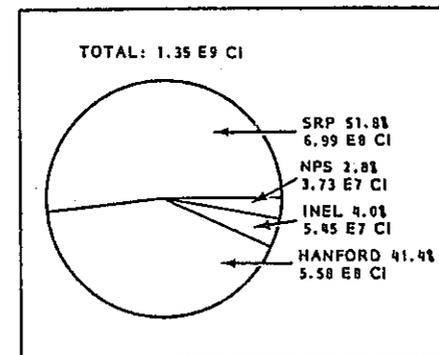
Site	End of Calendar Year				
	1980	1985	1990	1995	2000
	Volume, 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>				
<b>Defense Waste</b>					
Savannah River Plant	97	101	103	104	117
Idaho Chemical Processing Plant	11	9	11	13	14
Hanford	183	196	204	204	204
Subtotal	291	306	318	321	335
<b>Commercial Waste</b>					
Nuclear Fuel Services	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Total	293	308	320	323	337
	Radioactivity, MCi				
<b>Defense Waste</b>					
Savannah River Plant	700	780	860	900	920
Idaho Chemical Processing Plant	50	80	110	190	230
Hanford	560	490	800	540	470
Subtotal	1,310	1,350	1,770	1,630	1,620
<b>Commercial Waste</b>					
Nuclear Fuel Services	37	34	27	26	23
Total	1,347	1,384	1,797	1,656	1,643
	Heat Generation Rate, MW				
<b>Defense Waste</b>					
Savannah River Plant	2.1	2.3	2.5	2.6	2.7
Idaho Chemical Processing Plant	0.17	0.24	0.35	0.61	0.75
Hanford	1.1	1.4	2.1	1.5	1.3
Subtotal	3.4	3.9	5.0	4.7	4.8
<b>Commercial Waste</b>					
Nuclear Fuel Services	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07
Total	3.5	4.0	5.1	4.8	4.9

Source: DOE/NE-0017.

VOLUME OF HLW ACCUMULATED THROUGH 1980



RADIOACTIVITY OF HLW ACCUMULATED THROUGH 1980



TOTAL THERMAL POWER OF HLW ACCUMULATED THROUGH 1980

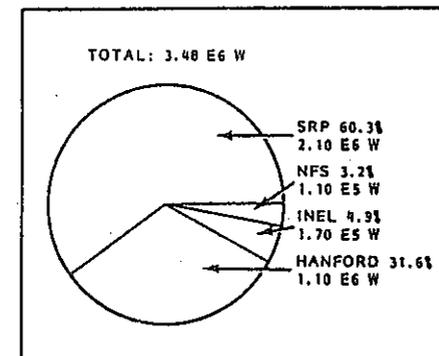


図 2-1-1 米国内各サイトの HLW 発生状況

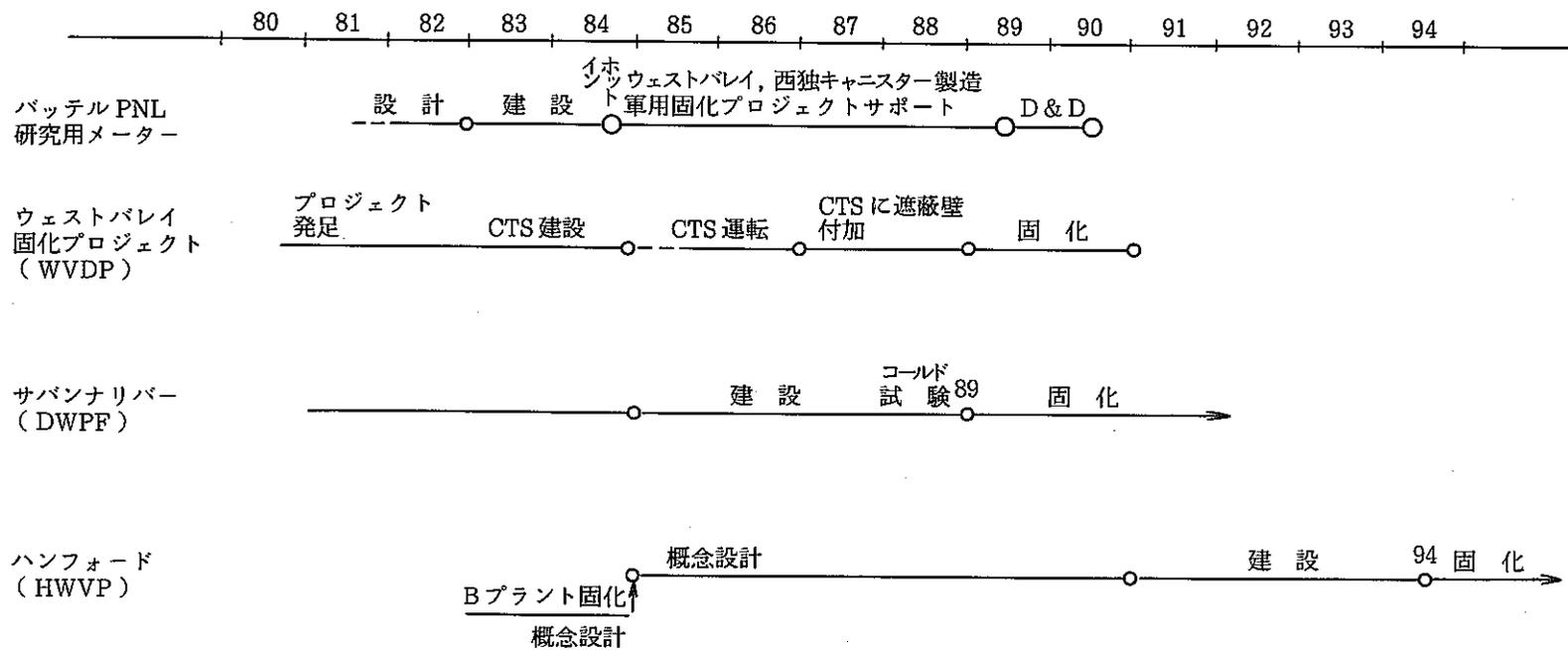


図-2-1-2 米国内のガラス固化プロジェクトのスケジュール

## II-2 各プロジェクトのプロセス概要

### II-2-1 ウェストバレイ固化プロジェクト (WVDP)

WVDP は、ニューヨーク州ウェストバレイ (Western New York Nuclear Service Center) において1966~1972年に操業した、商用 LWR 燃料再処理工場の HLW 固化を目的としている。

このプロジェクトは、DOE によって1980年に発足し、現在、ウェスチングハウスとその系列会社によって運営されている。

プロジェクトの主要任務は、① HLW の固化と貯蔵及び処分場への送り出し、②再処理工場の除染及びデコミショニング、③貯蔵プール中の使用済燃料の送還、④プロジェクトに関連して発生する低レベル廃棄物の処理処分である。(Appendix B.)

固化すべき高レベル廃液は、1966~1972年の操業で640トンの燃料を処理して発生したもので、中和 HLW が56万ガロン、酸性 HLW が12000ガロン貯蔵されている。

HLW の固化のプロセスフローの概略を、図2-2-1に示す。

HLW は、中和又は弱アルカリ性の状態で貯蔵されているため、沈殿物が発生し、上澄みと沈殿スラッジの2相に分離している。

ガラス固化プロセスでは、水分を蒸発させて熔融する過程を経るため、上澄みを予め水分として除去出来れば、プロセス効率は上がる。但し、上澄みには高放射性のセシウムが溶解しているため、各種の方法でセシウムその他の溶解性の放射性核種を除去分離し、分離後のセシウムと沈殿スラッジをガラス熔融炉に供給して固化する方法が検討されて来た。セシウム等アルカリイオンの分離には、沈殿、凝集剤、ゼオライト等の吸着剤やイオン交換が比較検討され、現状では、ゼオライト(IE-95)を使用してイオン交換分離するプロセスが採用される予定である。

中和廃液(タンク8D-2のPUREX Waste)は、沈殿スラッジと上澄みの分離を行なった後、上澄みはゼオライトIE-95でセシウム等溶解性の放射性核種をイオン交換処理し、放射性核種を含んだゼオライトを、沈殿スラッジ、及び酸性HLW(タンク8D-4)とともに、ガラス熔融炉に供給する。

供給液中の割合は、スラッジが約9割、イオン交換ゼオライトのスラリーが約1割と、若干量の酸性HLWの混合物となる。

WVDPのガラス熔融炉は、図2-2-2に示される構造で、キャニスターを交換するための密閉ターンテーブル容器と一体設計になっている点は、現在PNLでホット試験に入っているガラス熔融設備と同じ考え方に基づいている。

ガラス熔融炉は、スラリー処理能力150ℓ/hr(ガラス45kg/hr)を持つように設計されており、設計寿命は3年、この間に500トンのガラスを製造することが設計条件となっている。

設計上の特徴としては、逆ピラミッド形の溶解槽形状によって、大きな熔融表面積(=処理能

RECEIVED

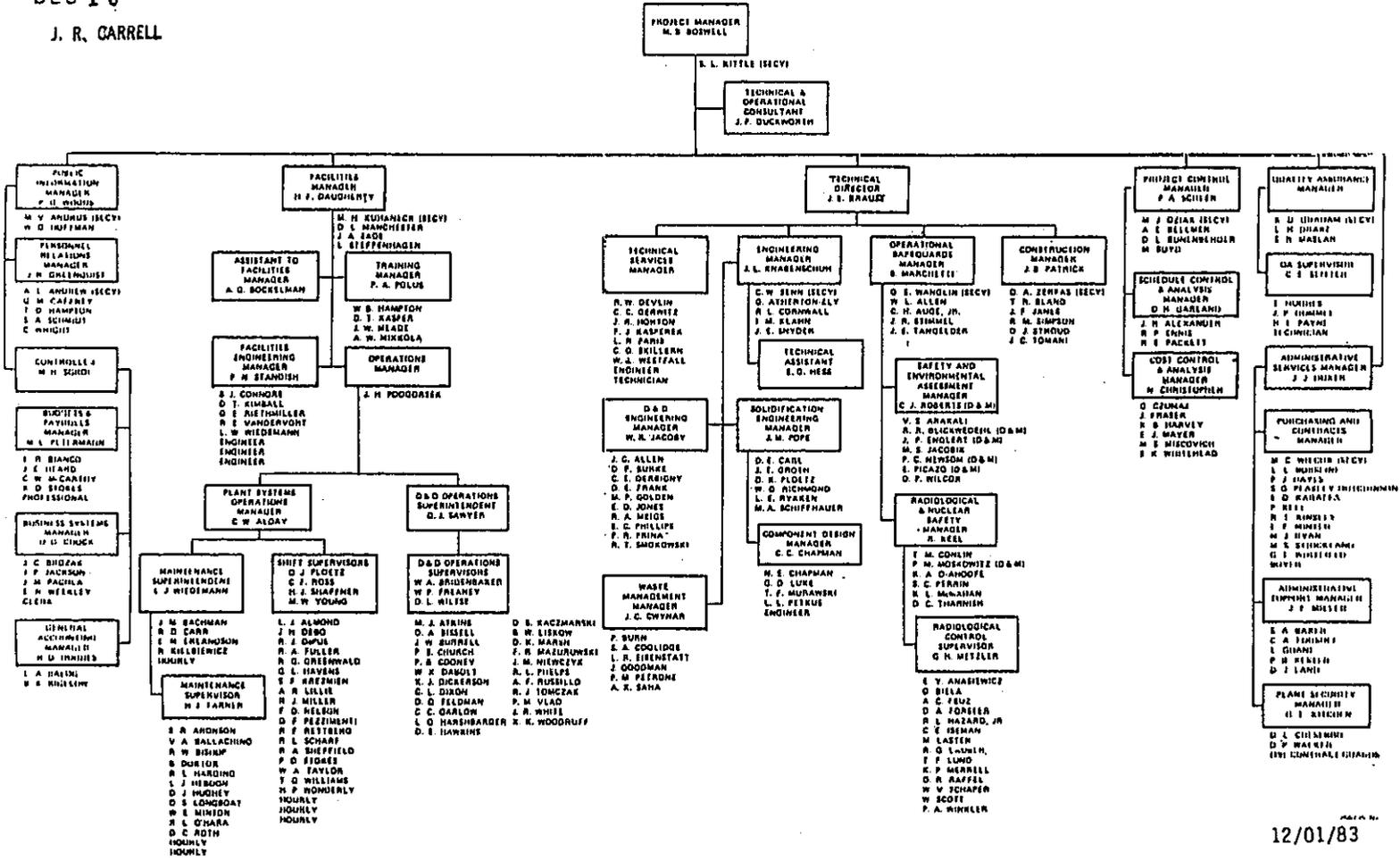
DEC 13

J. R. CARRELL



# WEST VALLEY NUCLEAR SERVICES COMPANY ORGANIZATION CHART

PNC SN860 85-08



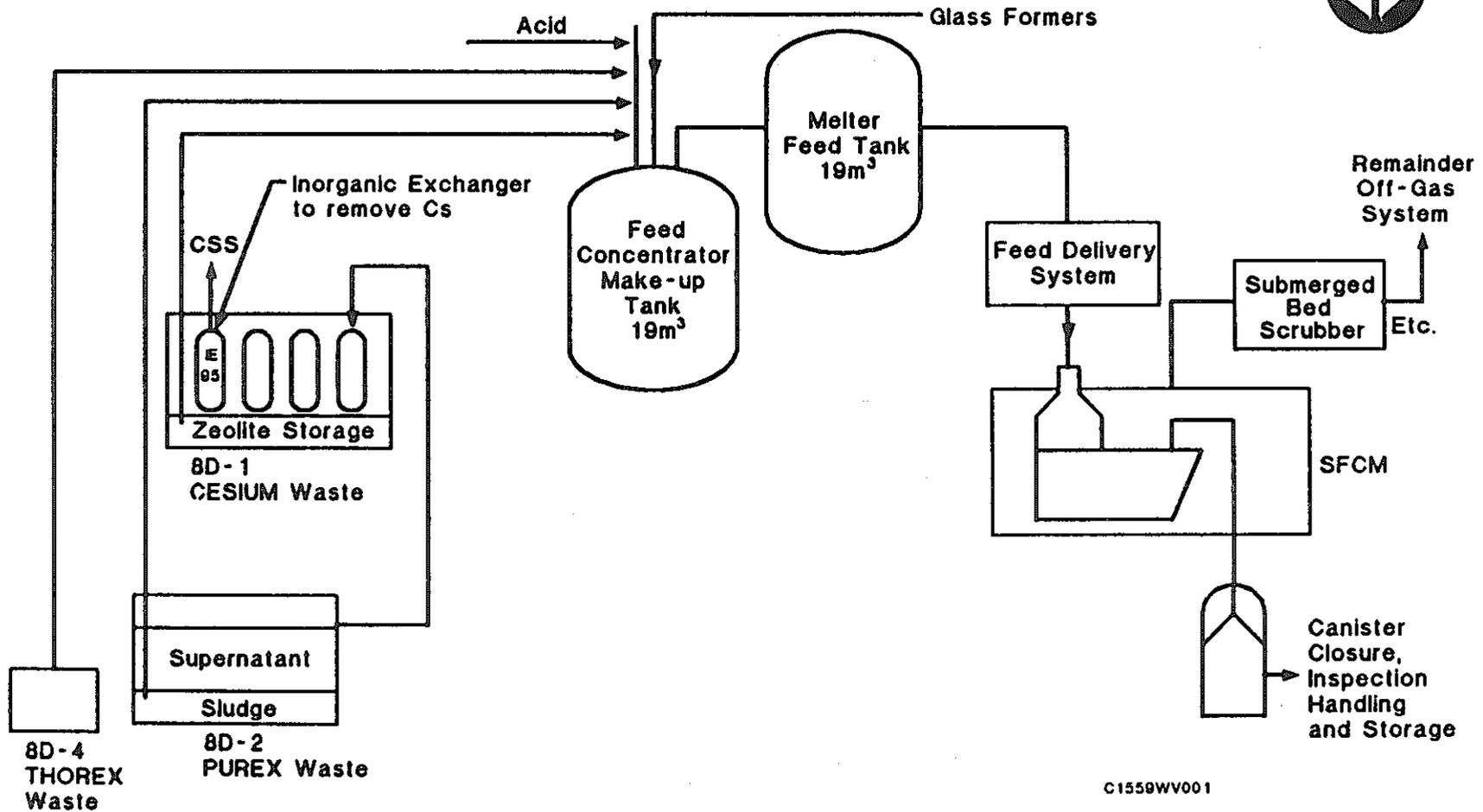
12/01/83

ウェストバレイ固化プロジェクトの組成

# WEST VALLEY HLW PROCESSING FLOW SHEET



PNC SN860 85-08



-7-

図 2-2-1 ウェストバレイ固化プロセスフローシート

力)と、炉内に保持するガラス量(=放射能量)の減少という、相反する設計必要条件を満足させ、同時に炉壁の倒れ込みに対する、構造上の強度を持たせる効果も期待している。

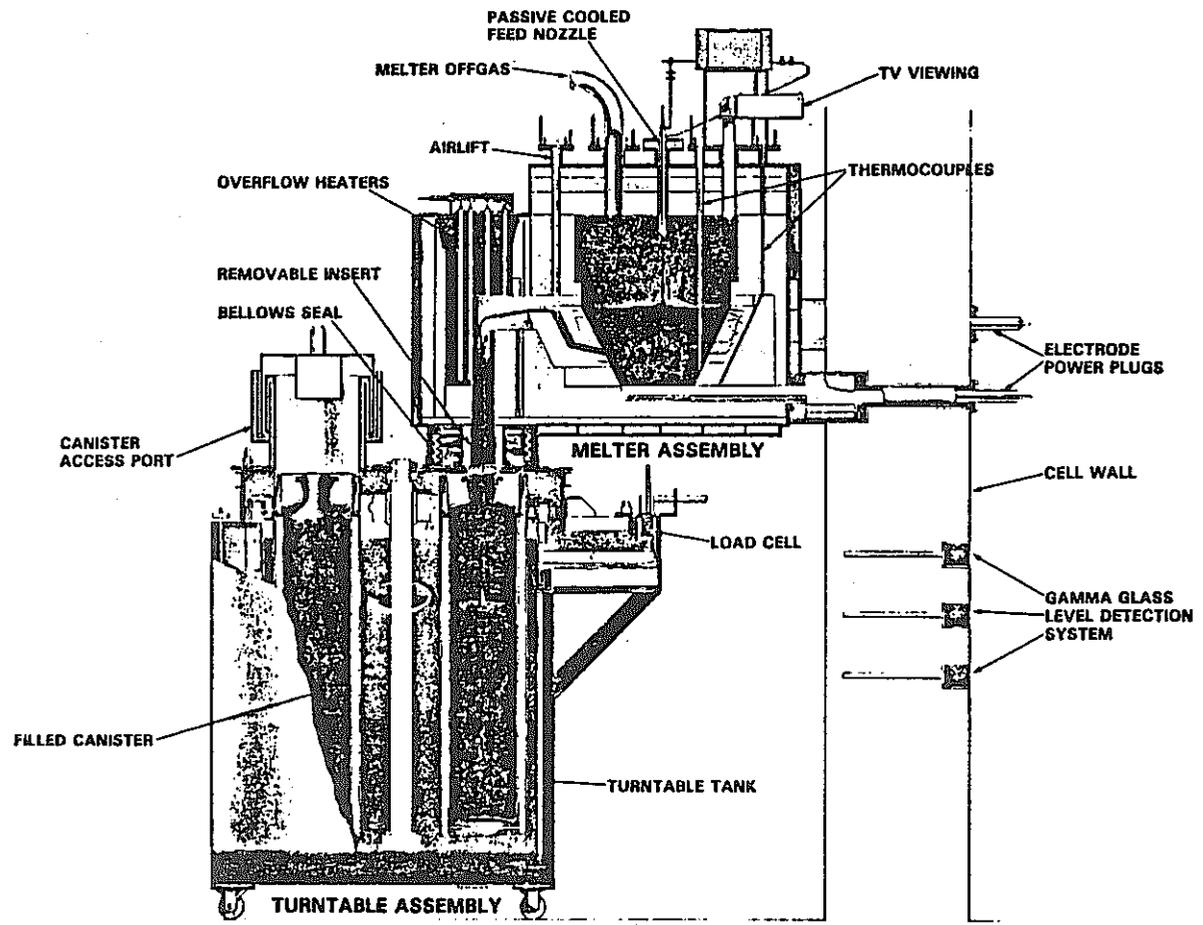
また、両側壁の1対の対向電極に加えて、炉底に第3の電極を持ち、逆ピラミッドの溶解槽における、直接通電加熱による発熱分布の均一化と、炉底に堆積する可能性のある、非ガラス質のスラッジに対する対策を構じている。

但し、これらの炉構造設計は、これまでの開発でも、運転確認されていないデザインであり1985年から開始されたCTS(Component Test Stand)におけるコールド試験で、その性能確認が行なわれつつある。

キャニスターは、ガラス溶融炉のオーバーフロー流出部(2式設置)と気密で接続されたターンテーブルに乗った状態でガラス注入が行なわれ、ターンテーブルを回転することにより、順次交換される。

注入後のキャニスターの熱処理(徐冷)は実施されないが、ターンテーブル内の温度解析と注入後のキャニスターの冷却特性が、計算解析されており、ターンテーブルを収める気密ベッセルの冷却(水冷)と、ターンテーブル上でキャニスターを支持する管(Thimble)の熱特性を変化させることにより、若干キャニスターの冷却条件を変化させられる可能性がある。

キャニスターの貯蔵については、自然冷却且つ固化体の発熱が小さいのでラック貯蔵される予定である。



West Valley Demonstration Project Waste Vitrification System.

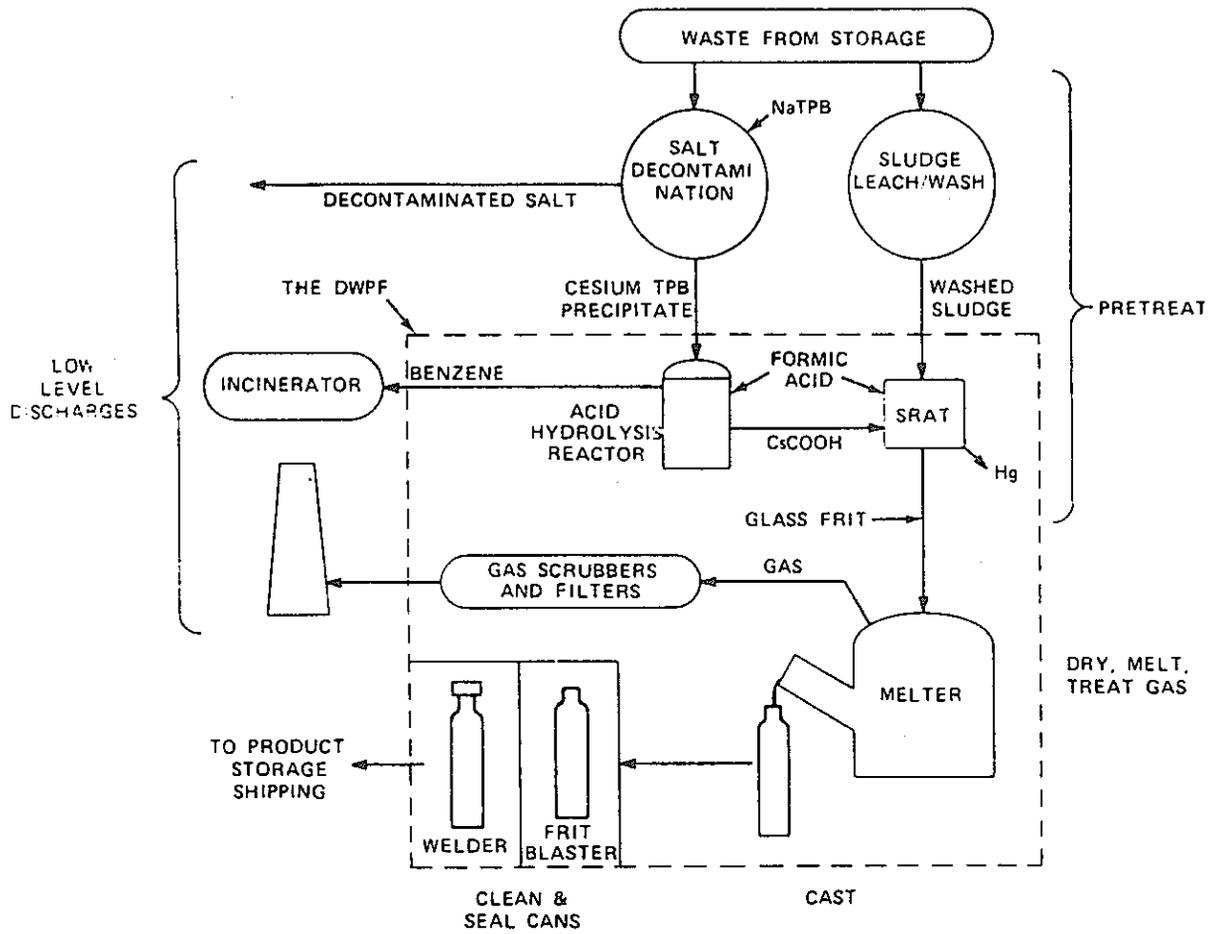
図 2-2-2 ウェストバレイ固化プロジェクトのガラス溶融システム

## II-2-2 サバンナリバー (SRL/DWPF)

DWPF (Defence Waste Processing Facility) は、サバンナリバープラント (軍用) の施設から発生する高レベル廃液をガラス固化するためのプラントで、1985年現在、実用プラントの設計がほぼ完了しており、プラントの建設も約7%まで進んでいる。このプラントでのコード試運転は1988年に予定されている。

プロセスの概略フローシートは、図2-2-3に示される $1/3$ スケールプロセス (1985年コードテスト開始) とほぼ同様と考えられる。

サバンナリバープラントの高レベル廃液も、中和状態で貯蔵されているため、予めスラッジと上澄みを分離し、上澄みは沈殿プロセス (テトラフェニル硼酸を加えてCs等溶解性の放射性元素を沈殿させる) を経て、放射性物質を含む沈殿のみが、ガラス固化プロセス (DWPF) に送られて来る。スラッジ成分は全てガラス固化工程に送り込まれ固化処理が実施される。



Defense High-Level Waste Treatment at the Savannah River Plant

図 2-2-3 サバンナリバー DWPF のプロセスフロー

DWPF のガラス溶融炉は、図 2-2-4 に示される。

水平断面は円形をしており、12枚の特別に成型した K-3 耐火物を円形に並べて構成されている。1本のオーバーフロー流出管と、溶解槽底部のボトムドレン口を持ち、その形状から“Teapot”メルターと呼ばれている。

円筒形の溶解槽は、耐火物組積構造の強度を得るための設計で天井部まで、金属製水冷ジャケットでカバーされている。

炉内のガラス保持量は、2300ℓで通常のガラス深さは 0.9m、炉の規模は内径6フィート(1.8m)、外径約8～8.5フィート(2.5m)、高さ9フィート(2.7m)である。

ガラスの溶解性能として、溶融表面積 2.6m<sup>2</sup>を持ちスラリー供給速度 620ℓ/hr(282kg/hr. 50～60%水分)で約 100kg/hr の製造速度が得られる。

主たる設計上の特徴は、円筒形構造の溶解槽、インコネル 690 のプレート電極を、上下 2 対設置していること、上部ヒーターとしてインコネルチューブに直接電流を流して発熱させ熱上げ及びスラリー供給中の補助熱源に用いていること、キャニスターへのオーバーフロー流下をキャニスター側の圧力を下げることによってキャニスターへ溶融ガラスを吸引する概念に基づいていることである。

上下 2 段の電極は、炉内の発熱分布を適正にコントロール出来るよう設計されたもので、上下 2 枚のプレート(巾10インチ)を上下に10インチ離して設置している。

電極加熱の最大電力は 150 KW で、通常運転ではこれに上部ヒータの電力(100～150 KW max)が補助加熱として加わる。

上部ヒータは、インコネル製パイプで、これに直接電流を流す(～6000A)ことによって発熱させ、炉のスタートアップと通常運転時の補助熱源(Boosting)に用いる。

ヒータは、8本設置され、2本1組で4つの電源を持っている、大電流のため、炉の直近に遮蔽付のトランスが設置されており、またヒーター自体の交換は不可能である。

キャニスターへの流下は、オーバーフロー流出の概念によって行なわれ、キャニスターをオーバーフロー管の先端に金属ベロースを介して密着させ、キャニスター側を減圧して吸引して流下を行なう。

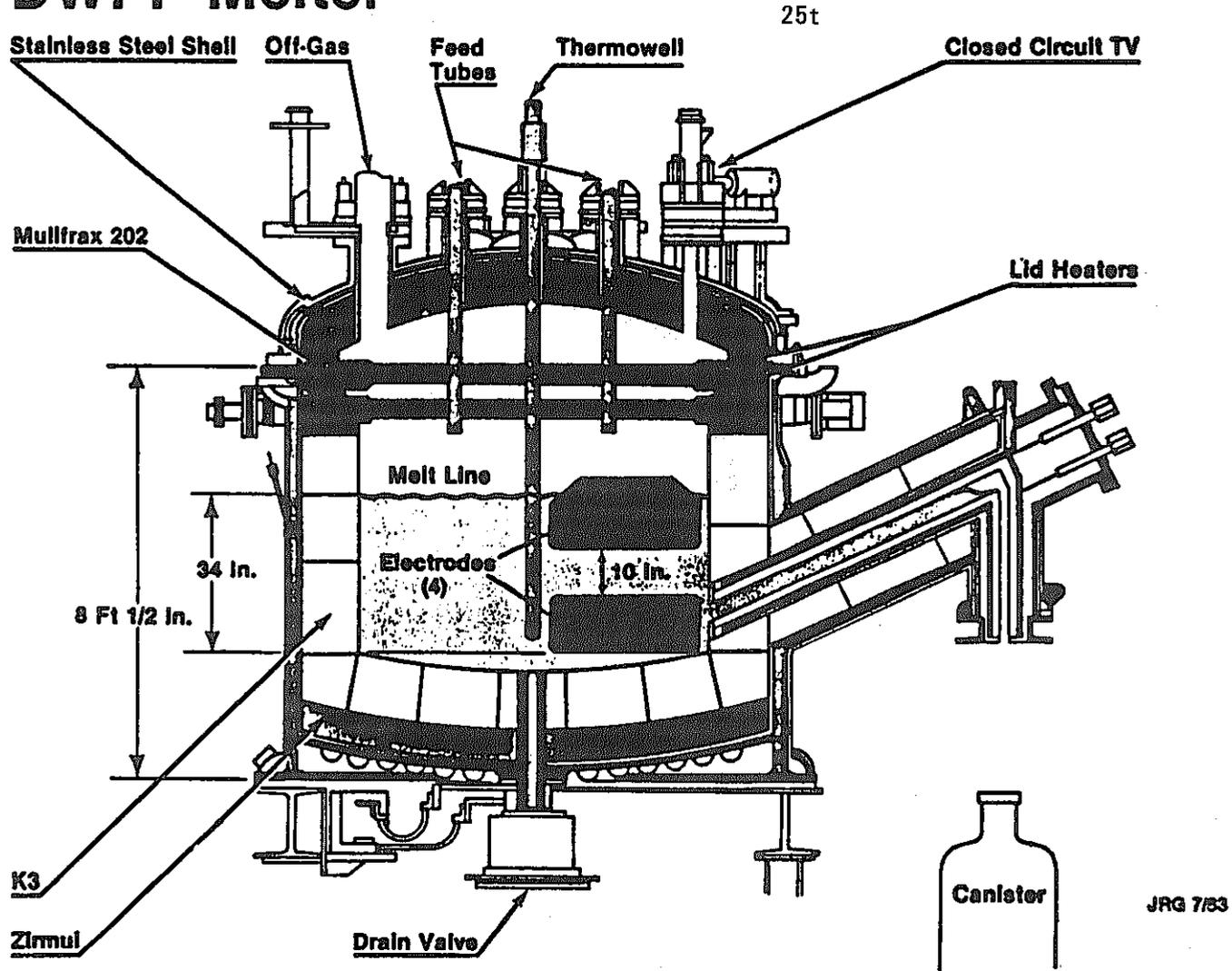
オーバーフロー管の先端には、インコネル製フリーズバルブが設置されており、流出に際しては、周囲に巻かれたインコネル製発熱体(インコネル平板をコイル状に周囲に巻いたもので、直接電流を通じて発熱させる)によって加熱する。

オーバーフロー管自体も、インコネル製ヒータで加熱される。

これら、上部加熱、流下ノズル加熱、オーバーフロー加熱のインコネル発熱体は、遠隔交換不可能で、炉寿命を決定する要因となる可能性を持っている。

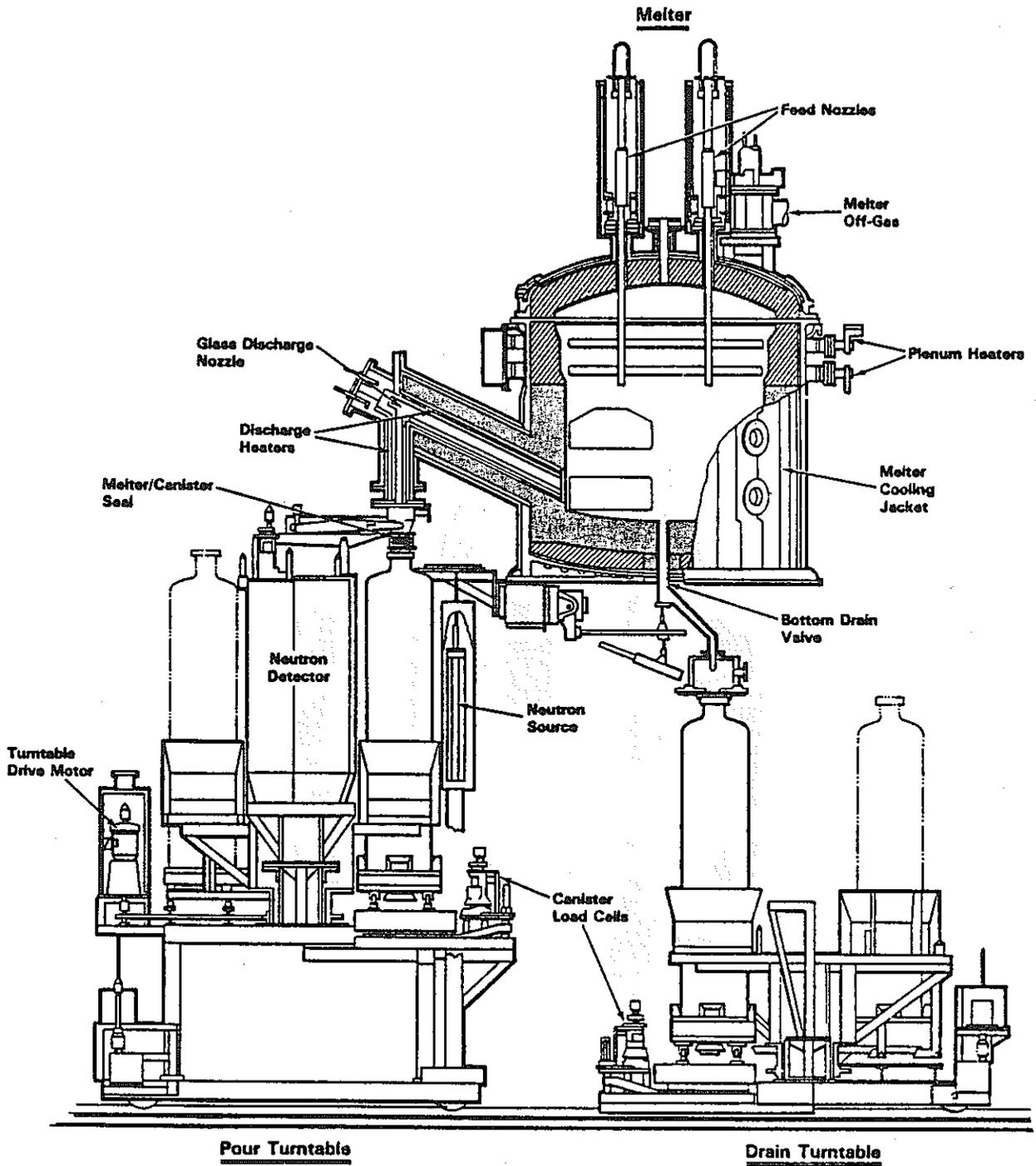
注入時のキャニスター内のガラス量は、ロードセルによるキャニスターの重量測定と、固化体から放射されるγ線を検出する方法、及び<sup>242</sup>Cf の中性子源を用い、ガラスの中性子吸収を

# DWPF Melter



PNC SN860 85-08

図 2-2-4 (1) DWPF のメルター



Defense Waste Processing Facility Melter and Turntable.

図 2 - 2 - 4 (2) DWPF のガラス溶融システム

利用して、キャニスター内のガラス面を検出する技術を併用する予定である。キャニスターの充填量は、85%を標準としている。

### Ⅲ ハンフォードサイトでの廃棄物管理の現状について

ハンフォードは、1940年代にサイトが設置され、当初は軍用プルトニウムの製造が主目的であったが、現在は DOE 管轄の下に原子力利用技術の開発施設が設置され、各種の研究開発も実施されている。

サイトの概略図を、図3-1-1に示す。

#### Ⅲ-1 サイトの廃棄物処理

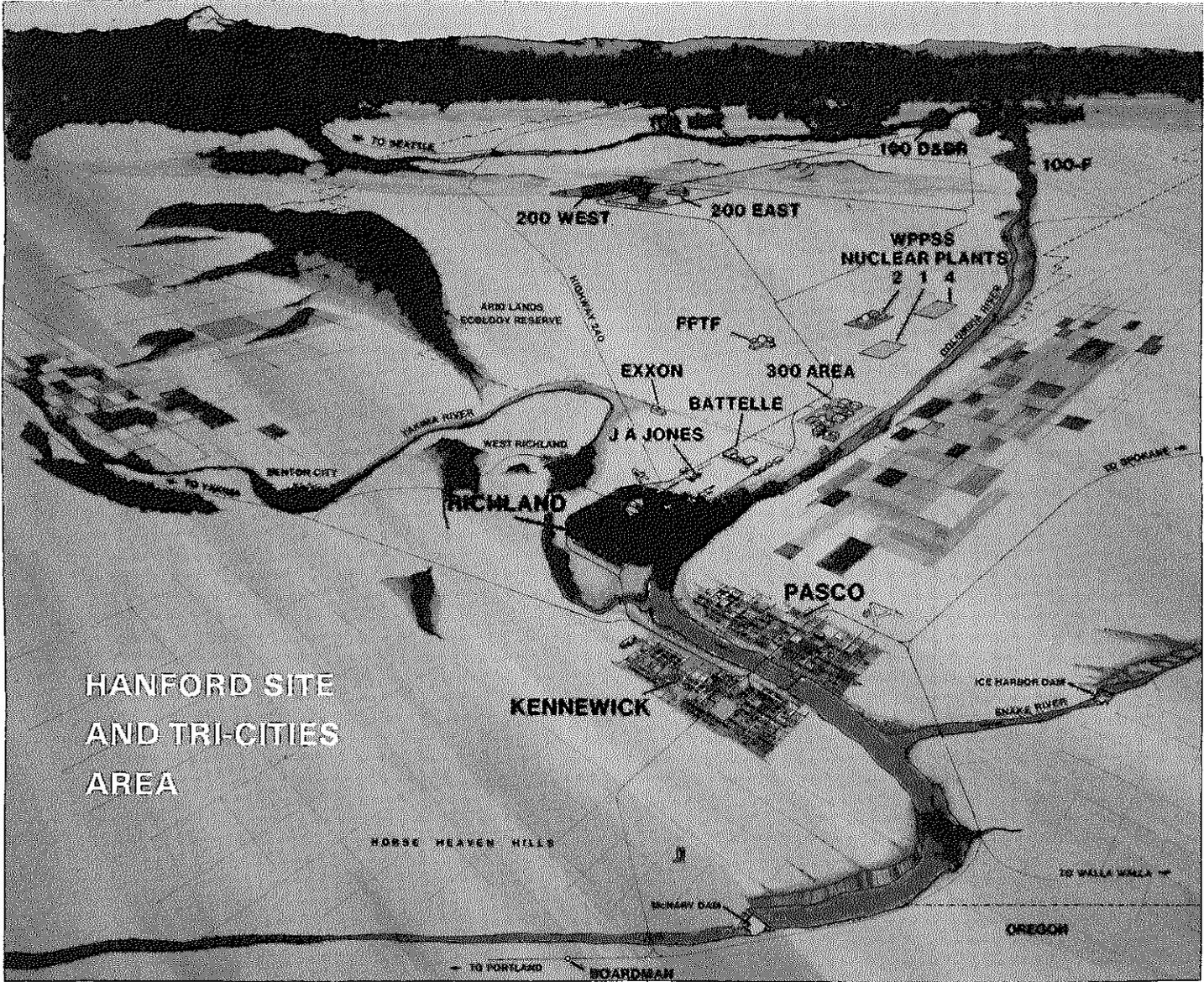
サイト内の放射性廃棄物は、主として 100, 200 エリアの原子炉及び再処理から発生しており、軍用 (Defence) 廃棄物としてサイト内に貯蔵されている。

再処理工場からの、高レベル廃液については、古いものは一重のカーボンスチールのタンクに貯蔵されていたが、最近貯蔵タンク内で廃液の水分を除去し、ケーキ状の乾燥体化してタンクの中に窓閉してしまう処理が順次実施されている。

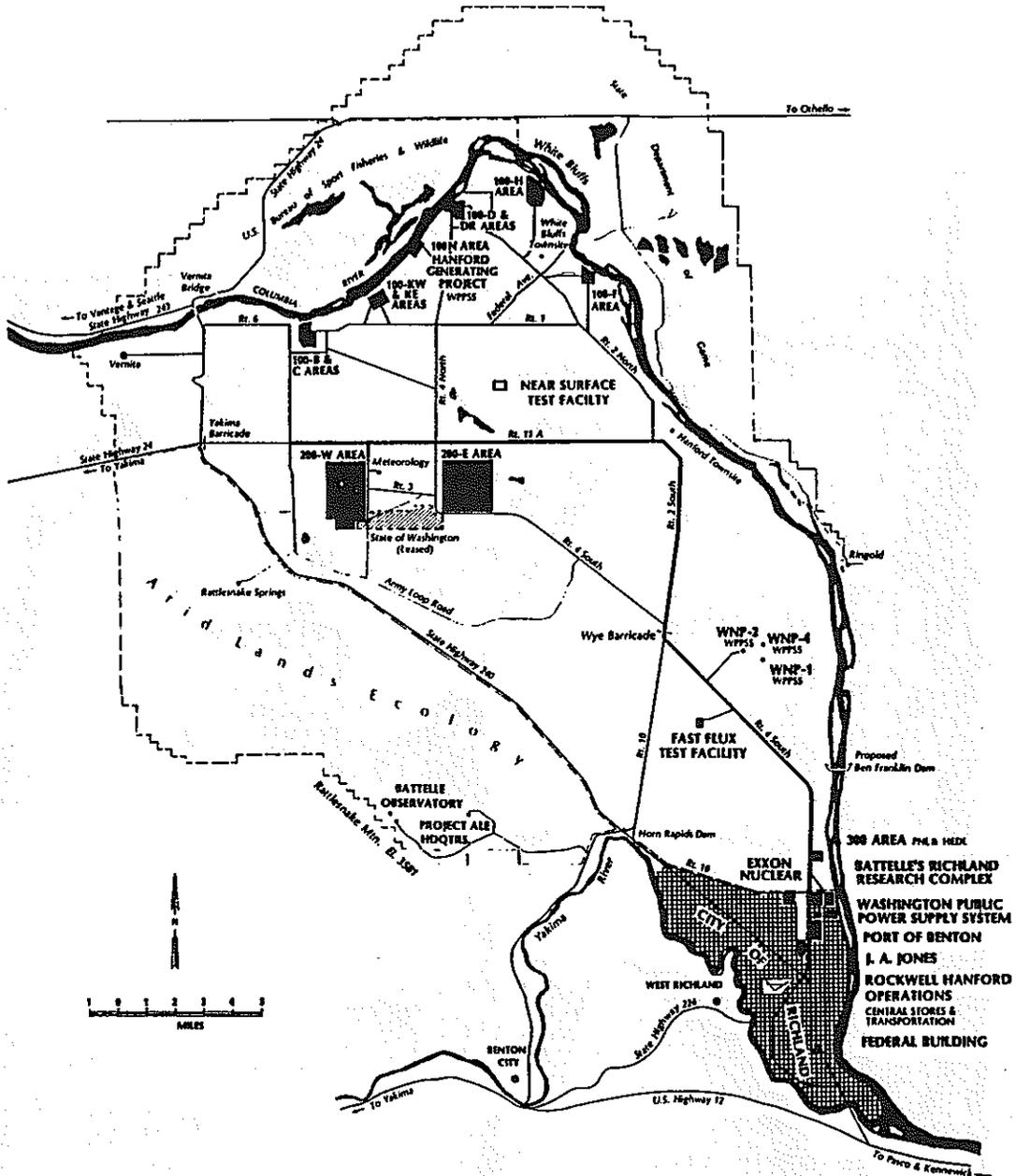
この処置は、“In place Stabilization” と呼ばれ廃液によるタンクの腐食と、液体のリークの恐れを無くすこと、また廃液自体が古く放射能レベルが低下していることから、タンクから回収して、固化体とする必要性が薄れているために取られている処置である。

84年現在、150のタンクのうち、約半数を処理し、1989年まで作業が継続される予定である。近年発生している高レベル廃液は、全て2重壁タンク (Retrievable double shell tank) に貯蔵されている。将来は、ガラス固化して、貯蔵・処分が実施される。この固化プロジェクトは、Hanford Waste Vitrification Project (HWVP) と呼ばれハンフォードの再処理 PUREX からの廃棄物取扱施設 (B-Plant) に併設され、1994年に操業に入る予定で、1985年現在概念設計が進行している。(添付 Appx. A 参照)

HWVP は、ロックウエルハンフォード (PUREX の操業を実施している) が中心となり、バットル PNL が技術的にサポートする形で、セラミックメルターを採用したガラス固化プロセスの設計検討を実施中である。現在設計中のガラス溶融炉の概念を、図3-1-2に示す。

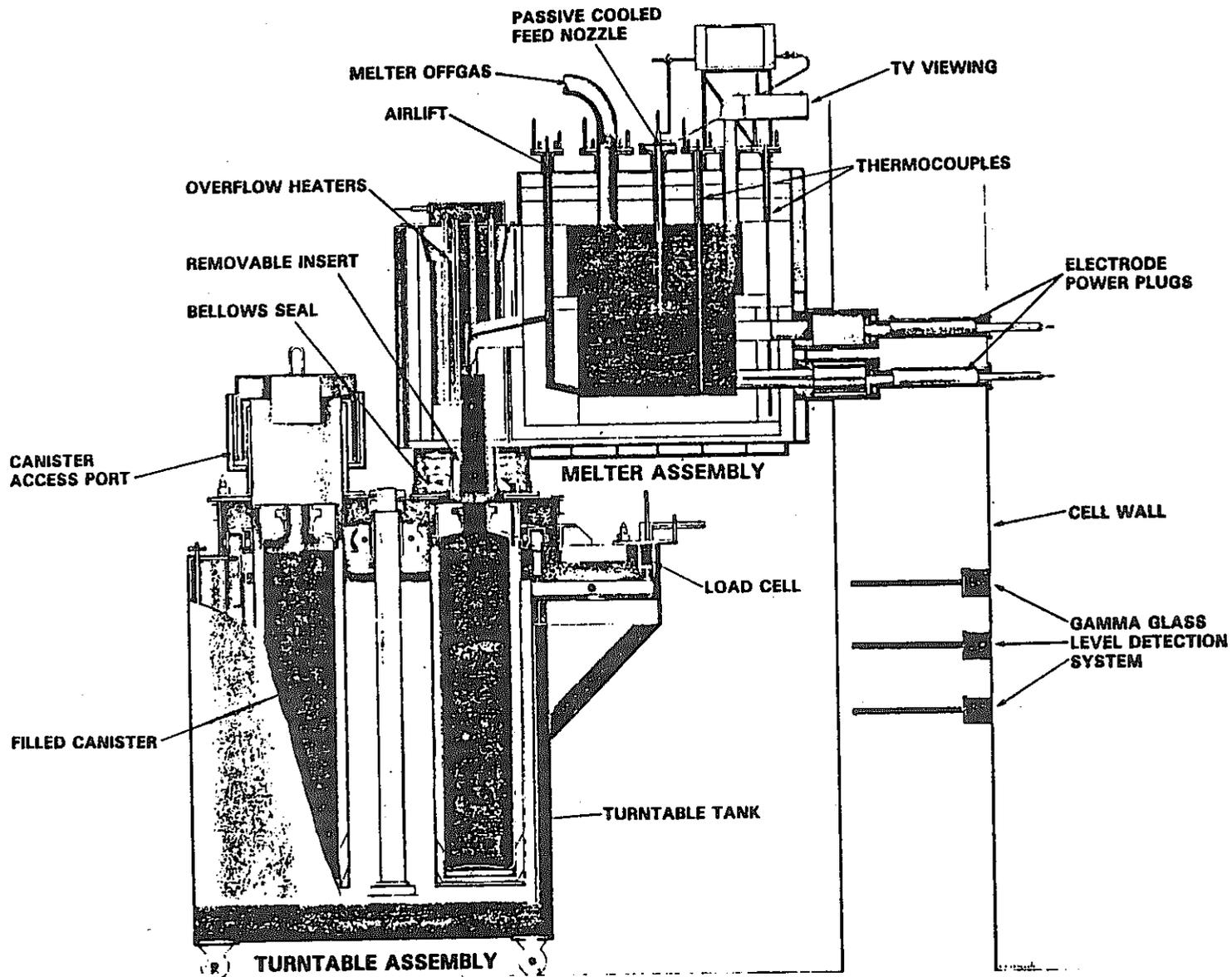


HANFORD SITE  
AND TRI-CITIES  
AREA



**HANFORD SITE**  
**Department of Energy**

図 3-1-1 ハンフォードサイト



B Plant Immobilization Pilot Plant Waste Vitrification System.

図 3-1-2 Hanford Waste Vitrification Project 用ガラス固化システム

## Ⅳ 米国の高レベル廃棄物第一次処分場の選定について

米国では、1982年制定の放射性廃棄物管理法に従って、高レベル廃棄物を国内の第一次処分場に1998年から受入れが開始されるよう、DOEによってサイトの選定評価が実施されている。第一次処分までのタイムスケジュールとそれに続く第二次処分のスケジュールを図4-1に示す。

国内の処分サイト地層としては、図4-2のように、岩塩(Salt)、凝灰岩(Tuff)、玄武岩(Basalt)、花崗岩(Granite)が従来から調査の対象とされて来た。

廃棄物管理法以降は、図4-3の9サイトについて、第一次処分場としての適性を評価するための、環境評価が実施されて来た。1985年1月には、DOEによって環境評価書のドラフトレポートが発行され、9サイトのうち3サイトを、この段階で、好ましいサイトとして選択した。1985年にはドラフトレポートに関するヒアリングの実施、コメントの収集が行なわれ、正式な報告書が、後日発行される予定である。

現在選択された3サイトは、テキサス、ネバダ、ワシントン州のそれぞれのサイトで、ヒアリングやコメントの収集をもとに正式なレポートが発行された時点で、更に詳細なサイト特性の調査が実施され、1990年には最終的なサイト決定が為される予定である。

ワシントン州では、ハンフォードサイト内200Wエリアに、処分場が想定され、[Reference Repository Location 図4-4] 調査のため、エリア内に試掘孔がDOEによって約40、他の機関によって100以上設置され、地層の調査が実施されている。

また、ハンフォードの玄武岩層の、処分条件下での特性を調査するために、比較的浅地層の玄武岩層を利用した評価試験がNSTF (Near Surface Test Facility) において実施されて来た。(図4-4(2))

ここでは、岩石の物理特性を把握するための試験が1980年以来行なわれている。

これら、ハンフォードでの、処分技術調査プロジェクトは、BWIP (Basalt Waste Isolation Project) として統括されている。

一方、最終処分のスケジュールの変更の際の代替案として、中間貯蔵の概念に基づく、監視下での回収可能な貯蔵 (Monitored Retrievable Storage) が検討されている。

現在は、その必要性とフィージビリティスタディの段階で、バットル PNL においても、そのスタディの一部を担当している。

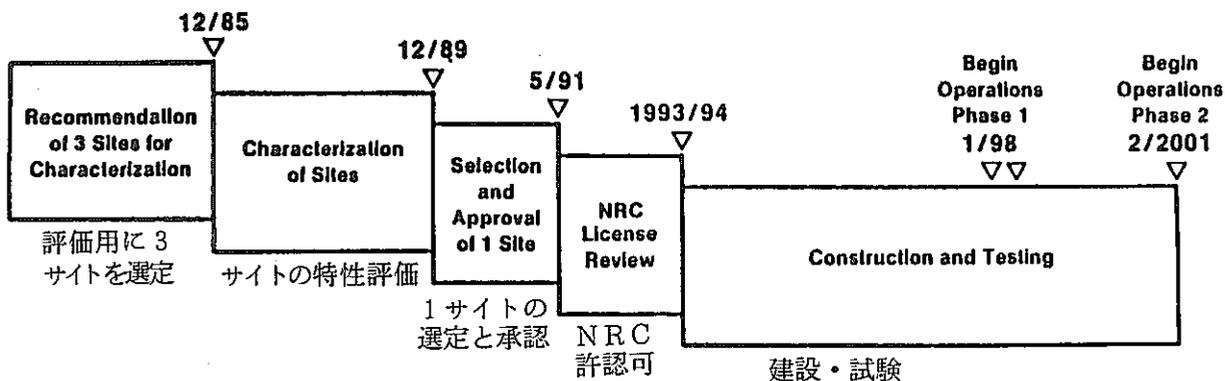
スケジュールは、1985年中に、議会にスタディの結果が報告され、1987年には、その必要性に関しての判断が為され、最終処分場に代替して1998年から貯蔵施設が操業する可能性も残されている。

図4-5は、バットル PNL のフィージビリティスタディでの概念の一例である。(PNL-5176) より引用。

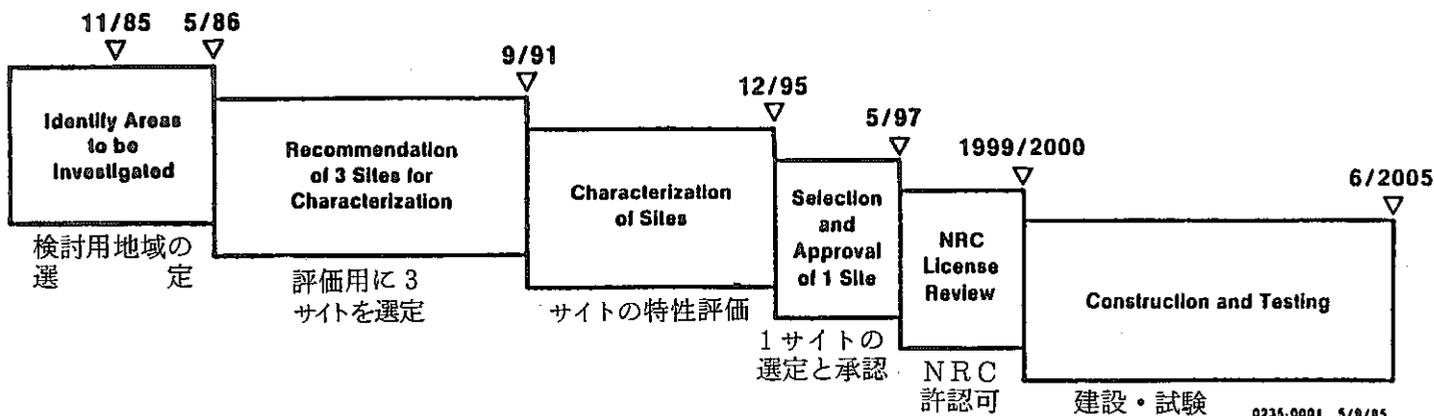
# Geologic Repository Reference Schedule



## FIRST REPOSITORY



## SECOND REPOSITORY



0235-0001 5/9/85

図4-1 米国のHLW処分場の選定および運転スケジュール

VARIOUS TYPES OF ROCK IN DIFFERENT REGIONS OF THE COUNTRY  
THAT HAVE BEEN OR ARE BEING STUDIED AS POSSIBLE  
LOCATIONS FOR REPOSITORIES

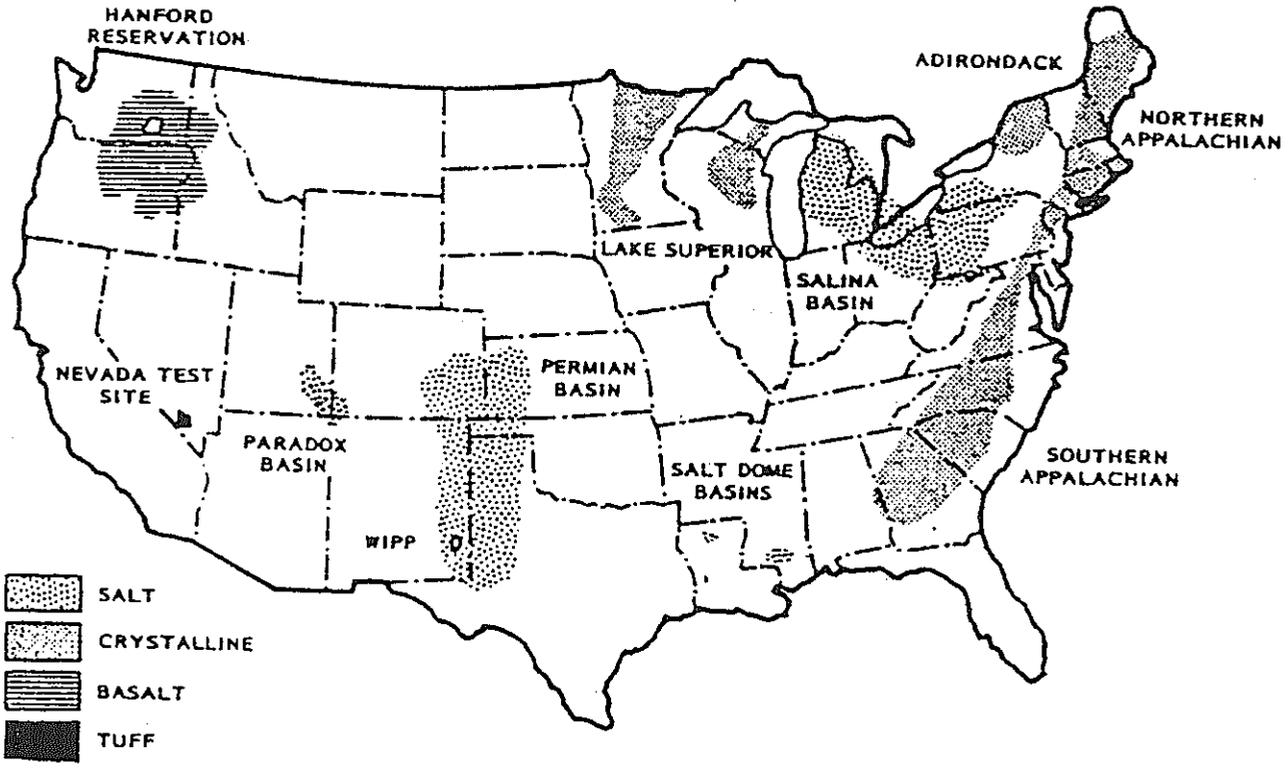
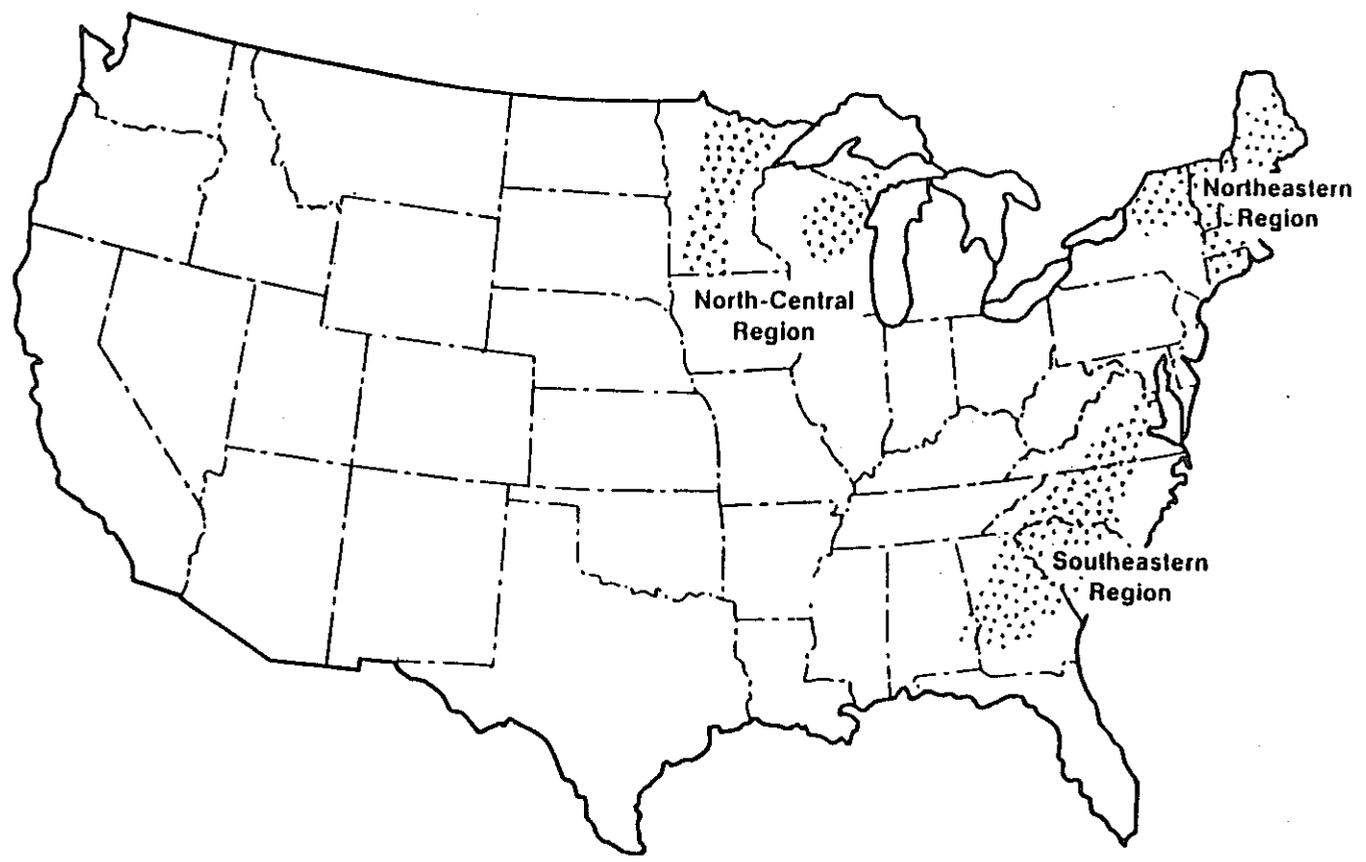


図4-2 米国内の高レベル廃棄物処理場の候補地層



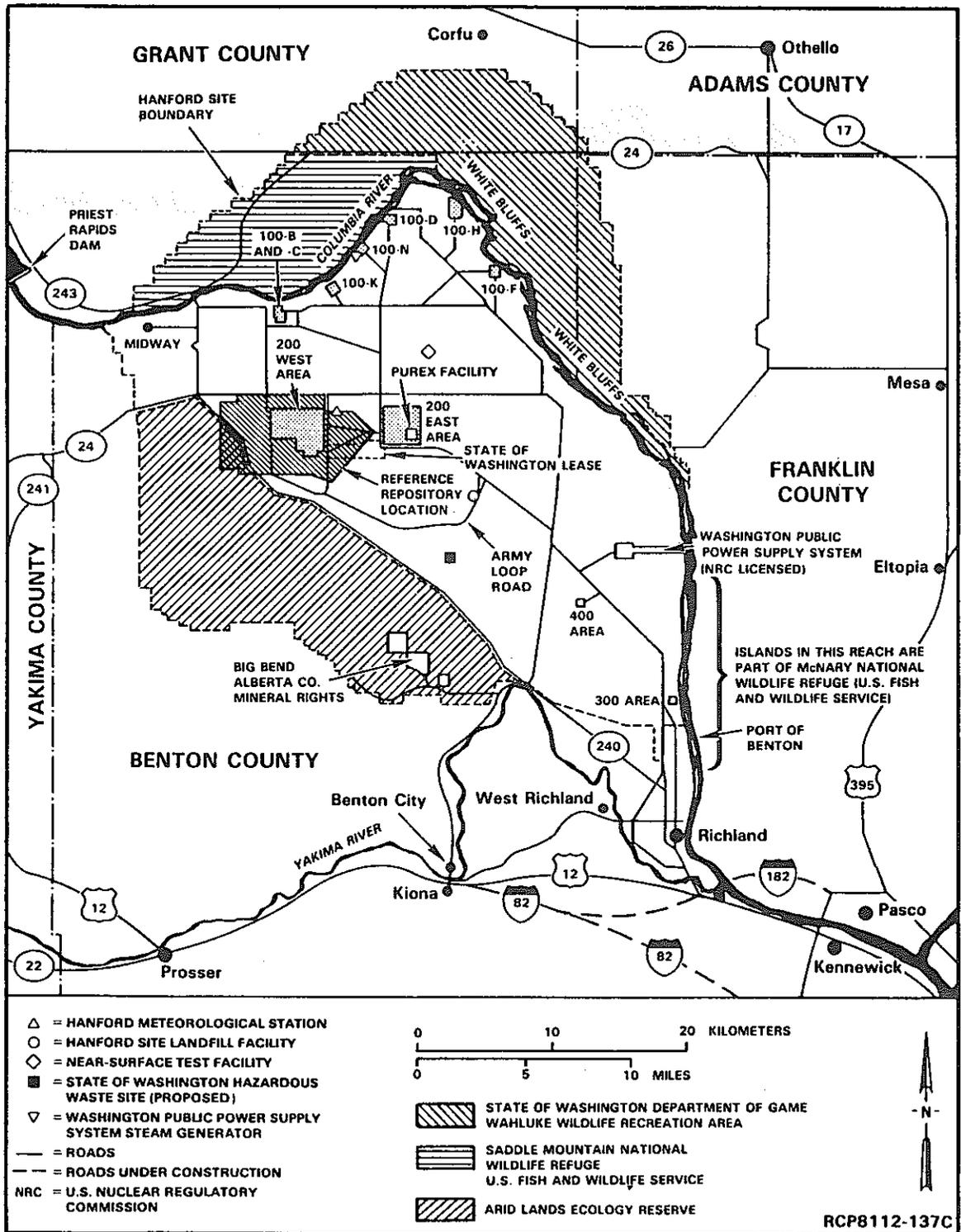
Potentially acceptable sites for the first repository.

図 4 - 3 (1) 第一次処分場候補地



**REGIONS BEING CONSIDERED FOR THE SECOND REPOSITORY**

图 4 - 3(2) 第 2 处分场候補地域



Map of the Hanford Site (including land use).

図4-4(1) ハンフォードサイトと処理場候補地

# BASALT



UNITED STATES  
DEPARTMENT OF ENERGY

## WASTE ISOLATION

## NSTF FACTS

The Near-Surface Test Facility (NSTF) is a full-scale demonstration facility to examine how basalt, a geologic formation, is affected by heat and radiation-induced stresses from the emplacement of commercial nuclear waste. Electric heaters have been used in the test program. The NSTF, which is located at Gable Mountain on the Hanford Site, near Richland, Washington, is one aspect of the Basalt Waste Isolation Project (BWIP). This project is operated by Rockwell Hanford Operations, a component of Rockwell International, for the U.S. Department of Energy (DOE).

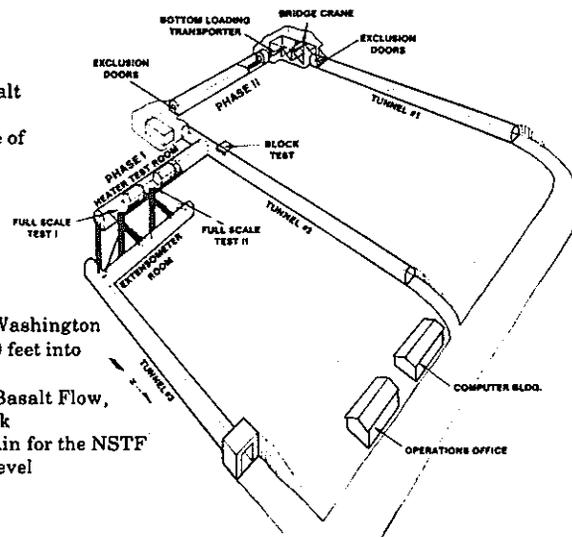
The project is in support of the Nuclear Waste Policy Act of 1982, a law that gives a mandate and a timetable for the responsible custody and permanent disposal of nuclear wastes in deep geologic formations. The law calls for the construction of two regional repositories in the United States to store commercial high-level nuclear wastes. The sites will be selected and repositories designed on the basis of extensive characterization work, and the repositories will be licensed by the U. S. Nuclear Regulatory Commission (NRC).

### OBJECTIVES

- Provide a multi-purpose facility for testing of basalt including tests to be conducted underground
- Determine thermomechanical rock mass response of basalt under operating, accelerated, and overload conditions

### GENERAL INFORMATION

- Gable Mountain is within the Hanford Site (a government-owned reservation) in Southeastern Washington
- NSTF is 150 feet below surface and penetrates 750 feet into Gable Mountain
- NSTF is located 50 feet below top of the Pomona Basalt Flow, which is 12 million years old and 150-180 feet thick
- 3,330 feet of linear excavation from Gable Mountain for the NSTF
- Summit of Gable Mountain is 900 feet above sea level
- Site covers approximately 43 acres

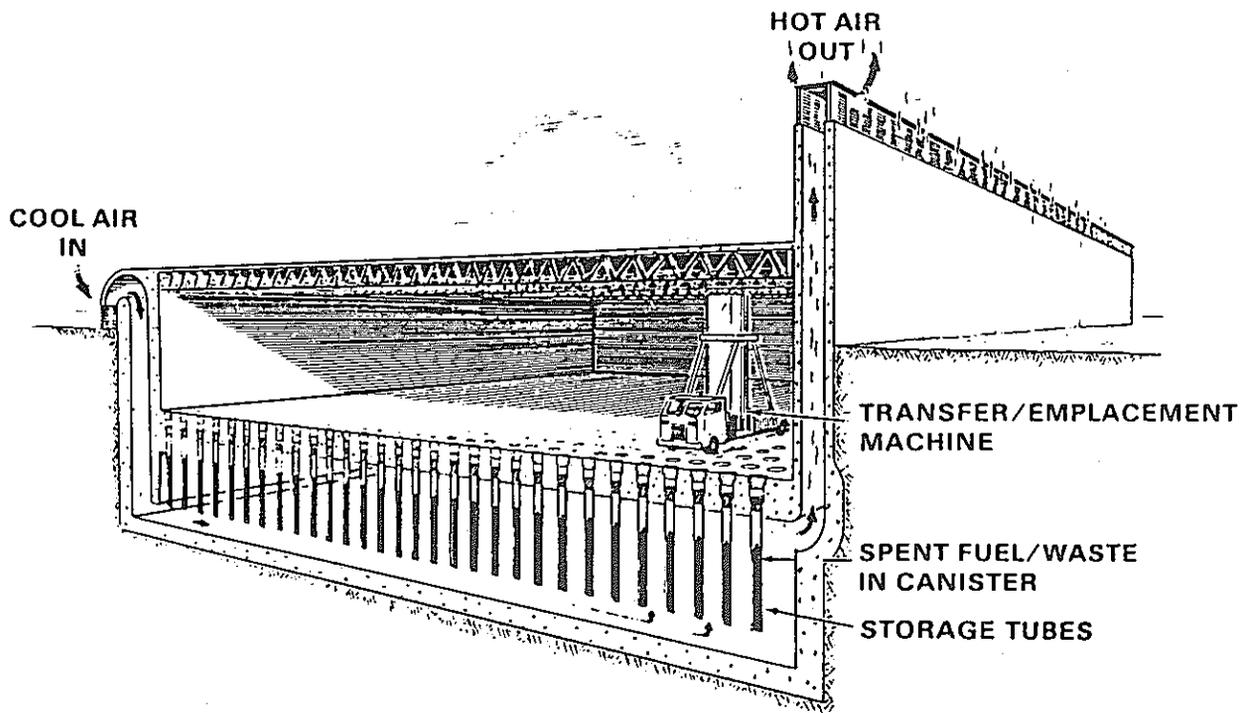


### DIMENSIONS OF THE NEAR-SURFACE TEST FACILITY

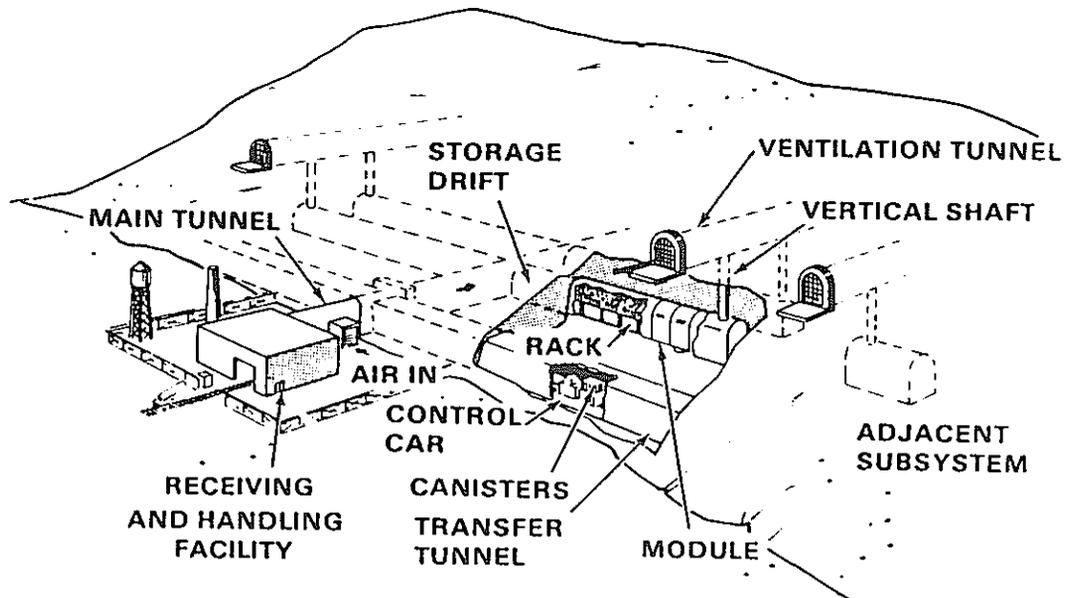
- Portal cuts: Tunnel portals - 50,500 cubic yards
- Entrance elevation - 655-670 feet above sea level
- All tunnels are horseshoe shaped

	Length (ft)	Cross Section (ft)	Volume Removed (cubic yds)
Tunnel #1	730	15 x 15	10,300
Tunnel #2	735	15 x 15	10,400
Tunnel #3	640	10 x 10	2,900
Phase II Area	385	16 w x 28 h	7,800
Phase I Area	350	17 x 17 23 x 23	6,500
Extensometer Room	165	14 w x 21 h	2,200
<b>TOTAL</b>	<b>3,005</b>		<b>40,100</b>

図 4 - 4 (2) NSTF 施設の概要

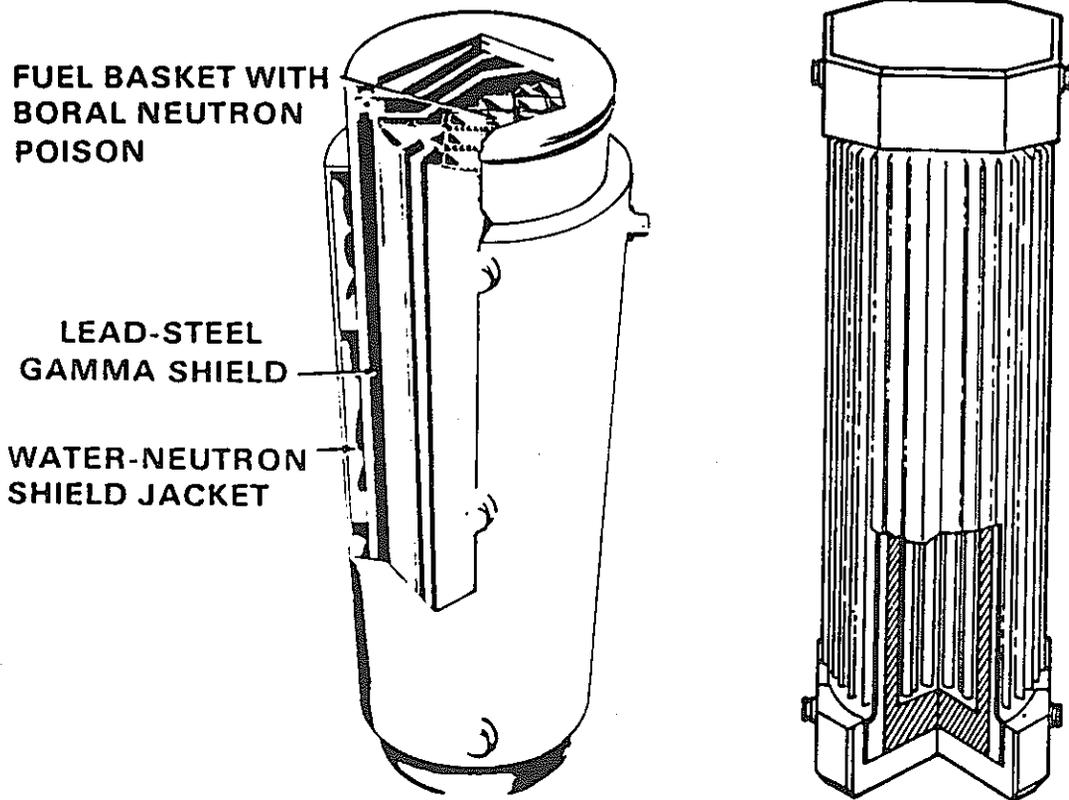


Open Cycle Vault Concept



Tunnel Rack Concept

図4-5 MRSの概念の一例



Metal Storage Cask Concept

図4-5(続)

## V バッテル PNL での高レベル廃棄物固化処理技術開発

### V-1 バッテル PNL の組織

バッテル PNL は、ハンフォードにおいて、主として基礎研究開発を担当し、その60%は DOE 関連の予算で運営されている。他に、NRC, DOD 等、対政府関係の契約に基づく予算に加え民間との個別の契約に基づく研究業務も実施している。

放射性廃棄物の処理処分に関連する研究開発は、DOE との契約のうちで最も大きな比重を占め、DOE 関連の PNL の84年度予算 200 M\$のうち約25%を占めている。

PNL の組織を、図 5-1-1 に示す。

組織は、大別して、企画計画を担当するプログラムオフィスと、実際の開発を担当する研究開発部門に分かれている。

#### 放射性廃棄物管理技術に関する PNL 予算 (DOE 予算)

(84 年度)

Civilian Nuclear Waste	11.6 M\$
Defence Waste Management	11.7 M\$
Retrievable Storage	11.3 M\$
Repository Research	9.1 M\$
Materials Characterization	4.0 M\$
Spent Fuel Management	5.6 M\$

放射性廃棄物の処理処分に關しては、Nuclear Fuel Cycle and Waste Management (表 5-1-1) が企画計画を担当し、研究開発部門として Chemical Technology (部), Materials (部), Earth Science (部) がそれぞれプロセス開発、材料や固化体評価、処分条件や環境評価といった関連分野の実際の研究開発を分担している。

高レベル廃液ガラス固化処理のプロセス開発は、Chemical Technology Department (化学技術部) で実施されており、20年間にわたって、仮焼技術やインーキャン溶融法の開発に引き続き、現在はジュール加熱セラミックメルトの開発を手がけている。

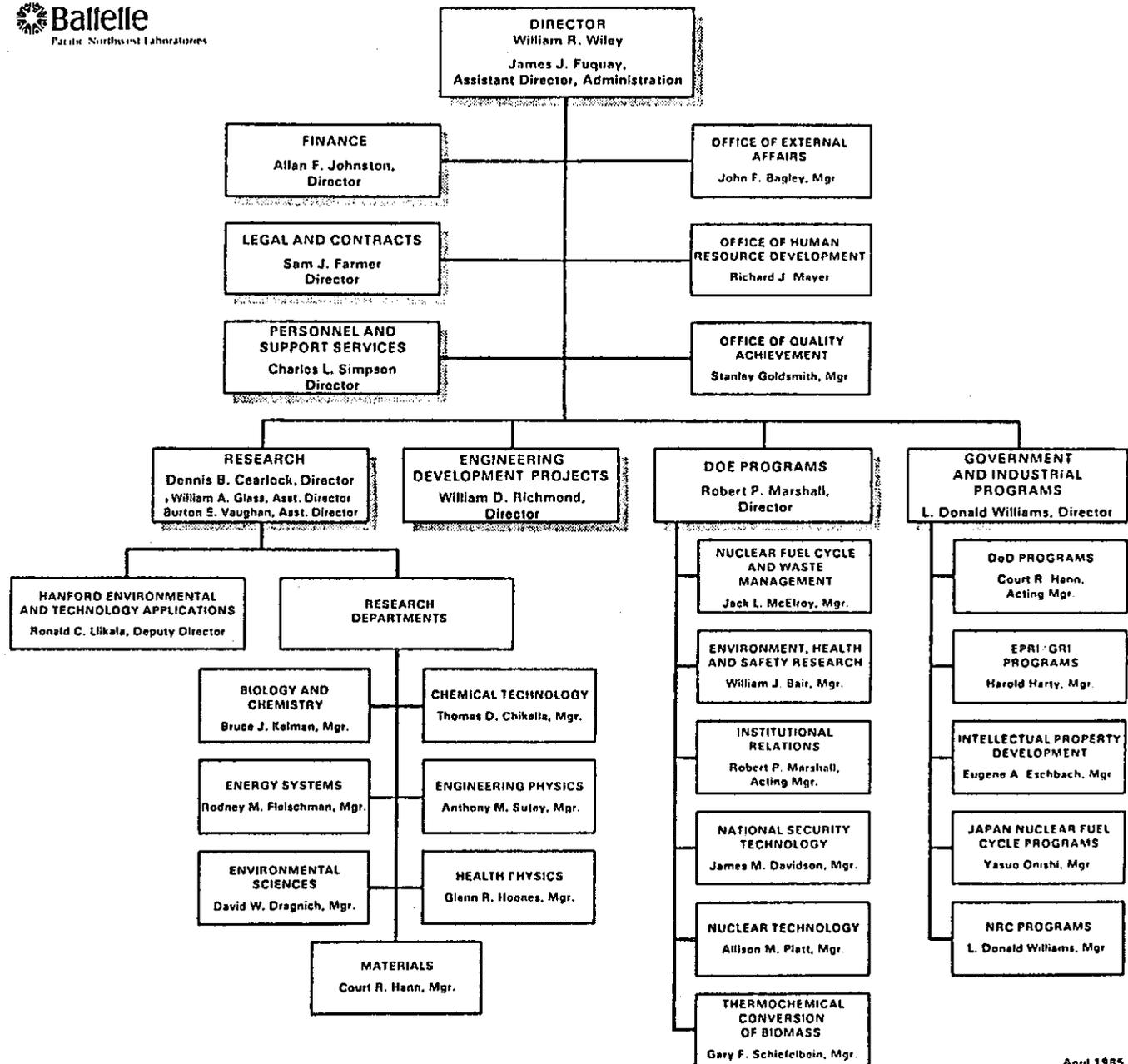
この間に、スラリー供給セラミックメルトを採用したガラス固化プロセスは、DOE 関連の軍用及び商用のガラス固化実証プロジェクトにおける標準プロセスとされ、米国内の高レベル廃棄物ガラス固化プロジェクトは、全てスラリー供給セラミックメルトを採用して、近い将来運転に入る予定である。

化学技術部の人員は約 200 名で (表 5-1-2, 5-1-3) そのうち約半数が DOE との契約

に基づく放射性廃棄物管理技術開発に関与している。

特に、Chemical Process Engineerig (Section) と Process Design and Application (Section) においては、ガラス固化プロセス技術の開発研究がその主要業務であり、それぞれ、クール施設と、ホット施設の運転試験を担当している。

それぞれの Section の組織を表 5-1-4、図 5-1-2、5-1-3 に示す。



April 1985

図 5-1-1 バッテル PNL の組織

## Nuclear Fuel Cycle and Waste Management Programs

( J. L. McElroy )

Commercial Spent Fuel Management

( D. F. Newmann )

Monitored Retrievable Storage

( R. J. Hall )

Geologic Repository Support

( M. R. Kreiton )

Systems, Transportation and Waste Fund  
Studies

( B. M. Cole )

Nuclear Waste Treatment

( H. C. Burkholder )

Materials Characterization Center

( J. E. Mendel )

International Program Support

( K. M. Harmon )

表 5 - 1 - 2 化学技術部の組織

Torata

PNC SN860 85-08

CHEMICAL TECHNOLOGY  
(7H30)

TD (Tom) Chikalla, Manager  
CL (Carol) Parks, Secretary

JE (Jim) Hansen, Program Development  
TE (Ted) Divine, Program Development

WD (Dale) Felix, Associate Manager††  
JM (Julian) Nielsen, Associate Manager  
RW (Dick) Perkins, Associate Manager  
RM (Rose) Garcia, Secretary

CHEMICAL PROCESS DEVELOPMENT  
(7H31)

PC (Paul) Walkup, Manager  
PM (Peter) Malton, Assoc. Mgr.  
TK (Teresa) Poole, Sec  
VB (Vicki) Bierschbach, Sec\*\*\*

Mineral & Fuel Processes

JM (Jim) Hartley, Group Leader:

TL (Terri) Stewart  
EG (Ed) Baker  
HD (Harley) Freeman  
RH (Ray) Moore\*\*\*  
LK (Lyle) Rudge  
HD (Mike) Brown  
OJ (Oz) Wick\*\*\*  
WF (Bill) Riemach  
WA (Wayne) Wilcox

Chemical & Energy Processes

LJ (John) Sealock, Group Leader

MA (Mike) Lilga  
RT (Rich) Hallen  
SE (Steve) Lyke  
RS (Scott) Butner  
AG (Alex) Fassbender  
DC (Doug) Elliott  
GA (Dave) Helson  
CA (Charlie) Rohrmann\*\*\*  
WD (Bill) Samuels\*\*  
RJ Robert Borders\*  
GG (Gary) Neuenschwander  
GL (Gary) Roberts

Bioprocesses

DE (Dave) Eakin, Group Leader

DB (Dan) Anderson  
JW (John) Pyno  
DN (Donna) Cash\*\*\*  
WF (Wil) Smith\*\*\*

Chemical Sciences

JA (Jim) Franz, Group Leader

DN (Don) Cameroni  
MS (Mikhail) Alnajjar  
DN (David) Roberts\*  
LA (Larry) Deardruff\*\*

ANALYTICAL AND  
NUCLEAR RESEARCH  
(7H32)

NE (Nate) Ballou, Manager  
JA (Jessie) Haeder, Sec  
BK (Bev) Branson, Sec

FP (Fred) Brauer  
BA (Bruce) Bushaw  
BD (Bret) Cannon  
GK (Gretchen) Garke  
RL (Dick) Gordon  
JM (Jim) Kaye  
JM (Jim) Kelley  
WA (Bill) Mitzlaff  
PL (Paul) Reeder  
DN (Dean) Robertson  
JJ (Jim) Stoffel(s)  
RS (Bob) Strebin  
DL (Dave) Styrtis  
H (Harvey) Tenny  
RA (Ray) Warner  
TJ (Tom) Whitaker

LA (Lee) Bond  
KJ (Kathrine) Carson  
DA (Dave) Cochran  
DR (Don) Ellis  
RM (Rose Ann) Graves  
RA (Bob) Kiddy  
MS (Mike) Rapids  
LA (Lorrie) Rogers\*\*\*  
CJ (Carol) Seaman  
SC (Shirley) Simpson

RADIOLOGICAL AND  
INORGANIC CHEMISTRY  
(7H33)

NA (Ned) Wogman, Manager  
NF (Maxine) Moss, Sec  
DL (Darcie) Campeau, Sec  
SA (Sharon) Clemetson, Sec\*\*\*

Radiation Instrumentation and  
Application

RL (Ron) Brodzinski, Tech. Leader

RH (Rush) Campbell  
DR (Don) Edwards  
UK (Walt) Mansley  
JK (Jim) Reeves  
HG (George) Rieck  
DN (Don) Brown  
RJ (Richard) Arthur  
H (Mark) Yuly\*  
JD (Jerry) Forsythe  
JE (John) Smart  
KT (Kathy) Hara\*\*

Radioanalytical Geochemistry

JC Laul, Tech. Leader

EA (Elwood) Lepel  
MR (Monty) Smith  
B (Bonnie) Lake\*  
JS (Joe) Schmitt

Chemical Process and  
Environmental Technology

DE (Dave) Robertson, Tech. Leader

KH (Keith) Abel  
PD (Pete) Jackson  
LJ ("Rip") Kirby  
VW (Bill) Thomas, Jr.  
JA (Jim) Young  
DC (Dave) Hetzer\*\*  
N (Nancy) Wynnoff \*\*  
CH (Chuck) Thomas  
AC (Art) Case  
BG (Chris) Christensen  
JG (Grant) Pratt †  
HL (Luis) Abbey  
GG (Gean) Brodaczynski

APPLIED  
CHEMISTRY  
(7H34)

WD (Dale) Felix, Manager††

LD (Loretta) Maki, Sec  
KH (Kathy) McCormack, Sec\*\*\*

LL (Lee) Burger, Tech. Leader  
Fuel Reprocessing

EJ (Earl) Wheelwright, Tech. Leader

LA (Lane) Bray  
JL (John) Green  
FT (Frank) Hara  
AW (Alan) Lautensleger  
EC (Earl) Martin  
CL (Carrie) Matsuzaki  
LG (Larry) Morgan  
JL (Jack) Ryan  
RD (Randy) Scheele  
JL (John) Swanson  
KR (Kristi) Ellis  
RJ (Bob) Etovich  
GM (Gladys) Gay  
TR (Tom) Myers  
D (Dave) Ortiz  
AD (Al) Peoples  
GH (Garry) Richardson  
DE (Donald) Rinehart  
TG (Tom) Walker

Total Number of Exempt = 137

Total Number of Nonexempt = 81

Total = 218

表5-1-2 (続)

CHEMICAL PROCESS ENGINEERING (7H35)

MF (Bill) Bonner, Manager  
MS (Mark) Hanson, Assoc. Mgr.

JA (Honi) Jansen, Sec  
DL (Duoia) Fuzh, Sec  
LE (Louisa) Meyer, Sec

Vitrification Technology

RA (Rick) Brouas, Group Leader

ST (Steve) Burnum\*\*\*  
RK (Rich) Farnsworth  
EK (Ron) Hakaaber  
JM (Joe) Perez  
ME (Mary) Peterson  
PA (Paul) Scott  
BA (Barry) Wise  
WC (Bill) Buchmiller  
JT (Jim) Jeffs  
KE (Ken) Eliason  
TD (Tom) Powell  
BM (Brad) Nelson\*\*\*

Hazardous Waste Stabilization

D (Don) McCarthy, Group Leader

RL (Russ) Treat  
HT (Tom) Blair  
MCM (Martin) Chan  
DM (Don) Mitchell  
CR (Chuck) Hymas  
GT (Glen) Thornton  
ED (Kerry) Muhlstein\*\*\*

In Situ Vitrification

VF (Vince) FitzPatrick, Group Leader

JL (Jim) Buelz  
JG (Gary) Cartar  
EH (Ken) Oma  
CL (Craig) Timmerman  
TD (Tom) Hinkle  
HL (Mike) Longaker  
SC (Steve) Liskala\*\*\*

CHEMICAL SYSTEMS ANALYSIS (7H36)

JM (John) Kozlovich, Manager

PJ (Pat) Skyrts, Sec  
ED (Elsie) Golding, Sec\*\*\*  
DF (Dorothy) Harding, Sec\*\*\*  
TM (Tanya) Whitehead, Clerk

Nuclear Waste Treatment Program

WA (Wayne) Ross, Program Manager

Process Analysis and Verification

DG (Dave) Coles, Group Leader

JS (Jackie) Allen\*\*\*  
CO (Clark) Hervey  
FH (Floyd) Hodges  
YB (Bruce) Katayama  
SG (Susan) McKinley\*\*\*  
GB (George) Mollinger  
JA (Janet) Schranked  
RC (Dick) Britton  
HJ (Jim) Cartmell  
CA (Charlie) Church

Process Modeling and Performance

WL (Bill) Kuhn, Group Leader

LJ (Lore) Ethridge  
DU (Duane) Falatti  
RD (Rich) Peters  
PH (Paul) Reimus  
SA (Scott) Simonson  
SC (Steve) Slate  
JH (Joe) Westsik, Jr.  
BM (Brenda) Thornton

PROCESS DESIGN AND APPLICATION (7H37)

DE (Don) Knowlton, Manager

MS (Minnie Sue) Anderton, Sec  
JE (Janet) Abbott, Sec  
SL (Sharon) Cluck, Sec

West Valley Support

JR (John) Carrall, Program Manager

Process and Equipment Design

DH (Dan) Siemens, Group Leader

DE (Don) Larson  
MO (Bill) Heath  
MR (Monte) Elmore  
G (Gary) Sevigny  
DN (Doug) Berger  
EH (Ed) Lane\*\*\*  
JE (Jim) Gose

Remote Process Testing

WJ (Bill) Bjorklund, Group Leader

GH (Garry) Bryan  
CA (Cheryl) Knox  
LK (Langdon) Holton  
NL (Nancy) Scharnhorst  
NM (Norm) Thomas  
RD (Richard) Diarks  
RM (Ron) Gales  
S (Shin) Torato  
CM (Cameron) Anderson  
GM (Galen) Buck  
EL (Ed) Doan  
JL (Jerry) Duce  
CM (Craig) Hall  
SD (Steve) Halstead  
JS (Jeff) Hamack  
FE (Frank) Haun  
RS (Ron) Holman  
JF (Jim) Hutchens  
DO (Dave) Jenkins  
MA (Mike) Mann  
WC (Bill) Rossitor  
RE (Randy) Thornhill

MAJOR PROGRAMS

HANFORD WASTE VITRIFICATION PROGRAM (7H39)

JE (Jim) Minor, Manager  
TB (Tracey) Webb, Sec

SUPPORT STAFF

Financial Office

WR (Walt) Allen, Senior Financial Special  
SA (Shelley) Olson, Clerk  
KK (Kathy) Harris, Clerk\*\*\*  
CF (Charlie) Stone, Clerk

Safety Engineer

RS (Rich) Hillier

Quality Engineers

LE (Leo) Thomson  
JE (Jeff) Smith

Technical Editor/Writers

NH (Hasti) Sherer  
AH (Andrea) McMakin

Facilities Operation

SJ (Steve) Kostorowski (324) Dept Coordn  
MJ (Mike) Puschner (325)  
AR (Art) Bruce (329/320)  
ER (Ernie) Job (PSL/RTL)

Contract Associates

SM (Sue) Lawless

LEGEND:

\*\*\*Hourly employee, included in total.  
\*S&E Program, included in total.  
#Assigned from another organization, not included in total.  
#NORCUS, not included in total.  
!Leave of Absence, not included in total.

!Dual assignment, included only once.  
\*Visiting Scientist, not included in total.

\*\*MS, COE, included in total.

CL, Group Leader

\*\*\*Postdoctoral appointee, included in total.

§§ Offsite, included in total.

表 5 - 1 - 3 Chemical Technology 部

T. D. (Tom) Chikalla.....375-2314	M. J. (Mike) Purschner.....376-4439
C. L. (Carol) Parks.....375-2728	J. H. (Jim) Jarrett.....375-2301
W. R. (Walt) Allen.....375-2408	S. J. (Steve) Kostorowski.....376-3693
K. K. (Kathy) Harris.....375-2437	J. L. (Jack) McElroy.....375-2532
S. A. (Shelley) Olson.....375-2437	J. E. (Jim) Minor.....376-8453
N. E. (Nate) Ballou.....376-3061	P. M. (Peter) Holton.....375-2927
H. C. (Harry) Burkholder.....375-2860	J. W. (Jeff) Smith.....376-9397
D. C. (Diane) Larson.....375-3986	J. L. (Ken) Sartain.....376-0381
T. E. (Ted) Irvine.....375-2567	N. H. (Naomi) Sherer.....376-1006
G. A. (Gary) Fisher.....376-3872	A. H. (Andrea) McMakin.....376-8884
C. A. (Ceffen).....375-2062	S. L. (Steve) Stein.....375-6812
J. E. (Jim) Hansen.....375-3622	P. C. (Paul) Walkup.....375-2432
J. M. (Julian) Nielsen.....375-6922	N. A. (Ned) Wogman.....376-3003
R. W. (Rick) Perkins.....376-3467	

Chemical Process Engineering - 324 Building (D7H35)

<u>324 Building</u>		
W. F. (Bill) Ronner.....376-3340	C. R. (Chuck) Hymas.....376-1528	
L. M. (Moni) Jensen.....376-3796	J. T. (Jim) Jeffs.....376-4296	
D. L. (Debbie) Futch.....376-0984	M. (Mat) Leigh.....	
H. T. (Tom) Blair.....376-5940	K. D. (Kerry) Muhlstein.....376-5740	
R. A. (Rick) Brouns.....376-0731	B. W. (Brad) Nelson.....Page	
S. T. (Steve) Burnum.....376-3409	T. D. (Tom) Powell.....376-5796	
R. K. (Rick) Farnsworth.....376-1410	G. T. (Glenn) Thornton.....376-8195	
M. S. (Mark) Hanson.....376-5956		
D. (Dan) McCarthy.....376-0911	<u>3764 Building</u>	
D. H. (Don) Mitchell.....376-0983	L. E. (Louise) Meyer.....376-0975	
R. K. (Ron) Nakaoka.....376-0471	J. L. (Jim) Ruel.....376-3926	
J. M. (Joe) Perez, Jr.....376-4579	J. G. (Gary) Carter.....376-0978	
M. E. (Mary) Peterson.....376-8258	V. F. (Vince) FitzPatrick.....376-0023	
P. A. (Paul) Scott.....376-8094	K. H. (Ken) Ona.....376-3097	
R. L. (Russ) Treat.....376-0330	W. L. (Bill) Partain.....376-3354	
R. M. (Barry) Wise.....376-5150	C. L. (Craig) Timmerman.....376-4658	
W. C. (Bill) Buchmiller.....376-0982	T. D. (Tom) Hinkle.....376-0970	
K. E. (Ken) Elfason.....376-0979	S. L. (Steve) Likala.....376-8172	
	M. L. (Mike) Longaker.....376-5929	

Process Design Application - 324 Building (D7H37)

D. E. (Don) Knowlton.....376-3525	N. M. (Norm) Thomas.....376-0575
M. S. (Minnie) Anderton.....376-0945	C. M. (Cameron) Andersen.....376-5411
J. E. (Janet) Abbott.....376-4110	G. N. (Galen) Buck.....376-4176
S. L. (Sharon) Cluck.....376-5207	A. R. Carlson.....(hourly)
D. N. (Doug) Berger.....376-0901	E. L. (Ed) Doan.....376-2881
W. J. (Bill) Bjorklund.....376-5674	J. L. (Jerry) Duce.....376-5759
G. H. (Garry) Ryan.....376-0548	J. E. (Jim) Gose.....376-3884
J. R. (John) Carrell.....376-0653	C. W. (Craig) Hall.....376-5759
R. D. (Richard) Nerks.....376-3337	S. D. (Steve) Halstead.....376-8733
M. R. (Monte) Elmore.....376-4295	J. S. (Jeff) Hammack.....376-3973
R. W. (Ron) Gales.....376-3941	F. E. (Frank) Haun.....376-0374
W. O. (Bill) Heath.....376-0554	R. S. (Ron) Holman.....376-0374
L. K. (Langdon) Holton.....376-5954	J. F. (Jim) Hutchens.....376-3973
C. A. (Cheryl) Knox.....376-4653	D. O. (Dave) Jenkins.....376-5817
D. E. (Don) Larson.....376-3090	E. M. (Ed) Lane.....376-3379
N. L. (Nancy) Scharnhorst.....376-1075	M. A. (Mike) Hann.....376-5818
G. J. (Gary) Sevigny.....376-0981	W. C. (Bill) Rossiter.....376-5946
D. H. (Dan) Siemens.....376-5497	R. E. (Randy) Thornhill.....376-5817
W. G. (Gordon) Simanton.....376-9971	S. (Shin) Torata.....376-3379

Chemical Systems Analysis - 3764 Building (D7H36)

J. M. (John) Latkovich.....376-3308	S. G. (Susan) McKinley.....376-3476/8470
P. J. (Pat) Styris.....376-3338	G. B. (George) Mellinger.....376-3397
E. D. (Elsie) Golding.....376-3338	R. D. (Rich) Peters.....376-0512
D. F. (Dorothy) Harding.....376-3338	P. W. (Paul) Reimus.....376-2799
T. M. (Tanya) Whitehead.....376-9782	W. A. (Wayne) Ross.....376-3644
J. S. (Jaclyn) Allen.....376-8470/1242	S. A. (Scott) Simonson.....376-3263
D. G. (Dave) Coles.....376-0982	S. C. (Steve) Slate.....376-5957
L. J. (Lore) Ethridge.....376-2639	J. M. (Joe) Westsik, Jr.....376-5985
D. W. (Duane) Faletti.....376-9697	R. C. (Dick) Britton.....376-8470/3403
F. M. (Floyd) Hodges.....376-4467	H. J. (Jim) Cartmell.....376-5947/8470
Y. R. (Bruce) Katayama.....376-5953	C. A. (Charlie) Church.....376-3510
W. L. (Bill) Kuhn.....376-4244	R. M. (Renda) Thornton.....376-7827

Applied Chemistry - 325 Building (D7H34)

W. D. (Dale) Felix.....376-3448	R. N. (Randy) Scheele.....376-0956
L. D. (Loretta) Maki.....376-3273	J. L. (John) Swanson.....376-3078
K. M. (Kathy) McCormack.....376-0559	E. J. (Earl) Wheelwright.....376-3441
L. A. (Lane) Ray.....376-0962	K. R. (Kristi) Ellis.....376-2628
L. L. (Lee) Burger.....376-3327	R. J. (Rob) Elovich.....376-3186
J. L. (John) Green.....376-3128	G. W. (Gladys) Gay.....376-3186
F. T. (Frank) Hara.....376-3186	T. R. (Tom) Myers.....376-5708
A. W. (Alan) Lautensleger.....375-2628	D. (Dave) Ortiz.....376-3186
E. C. (Earl) Martin.....376-3403	A. D. (Al) Peoples.....376-3078
C. L. (Carrie) Matsuzaki.....376-3186	G. M. (Garry) Richardson.....376-0962
L. G. (Larry) Morgan.....376-0475	D. E. (Donald) Rinehart.....376-3186
J. L. (Jack) Ryan.....376-3566	T. G. (Tom) Walker.....376-3186

表 5 - 1 - 4 RLFCMの運転を担当する

Process Design and Application section

05/20/85

PERSONNEL PHONE LISTING  
PROCESS DESIGN AND APPLICATION (D7H37)

Name	P.R.#	Location	Wk Ph #	Hm Ph #	Clrns.	Title
DE KNOWLTON (S)	37196	324/219	376-3525	375-0882	Q	Manager
MS ANDERTON	33411	324/218	376-0945	967-3976	Q	Sr Secretary II
JE ABBOTT	38671	324/234	376-4110	627-4814	L	Sr Secretary I
SL CLUCK	38941	324/234	376-5207	375-5443	Q	Sr Secretary I (735-1888)
DN. BERGER	31684	324/22	376-0001	783-0505	Q	Sr Specialist I
WJ BJORKLUND	34798	324/229	376-5674	783-4922	Q	Sr R&D Engineer/Prog Mgr
GH BRYAN (S)	34929	324/224	376-0548	783-2651	Q	Sr R&D Scientist
S BUTNER (Scott)	39958	324/???	376-???	943-6222	Q	Sr R&D Engineer (D7H31)
		PSL	375-2675		Q	Sr R&D Engineer
JR CARRELL (TS)	33002	324/217	376-0653	547-6616	Q	WVST Task Manager
RD DIERKS	30086	324/225	376-3337	943-3821	Q	R&D Engineer
MR ELMORE	38125	324/227	376-4295	967-9411	L	R&D Engineer
RW GOLES (S)	34567	324/228	376-3941	946-5402	Q	Sr R&D Scientist
WO HEATH (S)	39453	324/220A	376-0554	943-6470	L	Development Engineer
LK HOLTON	37344	324/232A	376-5954	582-6665	Q	Sr R&D Engineer
CA KNOX (S)	37785	324/236	376-4653	783-9924	Q	R&D Engineer
DE LARSON	35828	324/204	376-3090	735-1644	Q	Sr R&D Engineer
NL SCHARNHORST	38495	324/227	376-1075	943-6226	L	Development Engineer
GJ SEVIGNY	38775	324/233	376-0981	943-9302	L	R&D Engineer
DH SIEMENS (S)	30305	324/223	376-5497	783-6669	Q	Sr R&D Engineer/Tech Ldr
NM THOMAS	39752	324/233	376-0575	946-7633	L	R&D Engineer
CM ANDERSEN	39084	324/211	376-5411	375-5171	L	Sr Technician I
GN BUCK	31386	324/304	376-4176	783-6746	Q	Sr Technician III
EL DOAN	31013	324/303	376-2881	375-0924	Q	Sr Technician II
JL DUCE	31743	324/308	376-5759	946-5420	Q	Sr Technician II
JE GOSE	31595	324/308	376-3884	586-4697	Q	Sr Technician III
CW HALL	39712	324/B-Gal.	376-5759	943-9432	L	Technician II
SD HALSTEAD	39226	324/302	376-8733	627-5086	L	Sr Technician I
JS HAMMACK	38656	324/302	376-3973	627-1783	Q	Sr Technician I
FE HAUN	31439	324/303	376-0374	588-3358	L	Sr Technician III
RS HOLEMAN	3A307	324/D-Gal.	376-0374	967-5853	Q	Technician II
JF HUTCHENS	37857	324/302	376-3973	586-9229	Q	Sr Technician I
DO JENKINS	37516	324/301	376-5817	946-7267	Q	Sr Technician II
MA MANN	39961	324/308	376-5818	735-2747	L	Sr Technician I
WC ROSSITER	30276	3718-G	376-5946	547-2548	Q	Sr Technician II
WH TAYLOR	3A474	324/211	376-5411	627-1370	Q	Sr Technician I
RE THORNHILL	35932	324/301	376-5817	735-3941	Q	Sr Technician II
AB CARLSON	3A093	324/Hourly	376-0374	946-0848	L	Hourly Technician
EM LANE	39685	3763 Tr.1	376-3379	943-3467	Q	Hourly Professional
SHIN TORATA	01725	3763 Tr.1	376-3379	943-6974	WA	Exchange Engineer
Not in D7H37						
WALT R ALLEN	32510	PSL/1271	375-2408		Q	Financial Specialist
SJ KOSTOROWSKI	37391	324/109	376-3693	783-1993	Q	Sr Specialist I
SAM MORRIS	37445	324/	376-			Technician on Loan
ANDREA MC MAKIN		3763 Tr.1	376-1006			Editor
NAOMI SHERER	34302	3763 Tr.1	376-1006	946-5517	Q	Editor
WG SIMANTON	39756	324/235	376-9971	547-7268	Q	PMS Specialist
JW SMITH	39086	3763 Tr.1	376-9397	375-5411	Q	QA Engineer
D-Cell:	376-5534	Karen Goodman:	376-3451	Louise Meyer:	376-0040	
EDL: 376-5383	376-5721	Jim Hansen:	375-3622	Jim Minor:	376-8453	
324 Control Rm:	376-3334	Dorothy Harding:	376-3338	Shelley Olson	375-2437	
Vicki Bierschbach:	375-2114	Kathy Harris:	375-2437	Carol Parks:	375-2728	
Bill Bonner:	376-3340	Jim Jarrett:	375-2301	Teresa Poole:	375-2114	
Tom Chikalla:	375-2314	Moni Jensen:	376-3796	Pat Styris:	376-3338	
W Dale Felix:	376-3448	John Latkovich:	376-3308	Paul Walkup:	375-2432	
Debbie Futch:	376-0984	Loretta Maki:	376-3233	Tracey Webb:	376-8701	
Elsie Golding:	376-3338	Kathy McCormack:	376-0559	Tanya Whitehead:	376-9782	

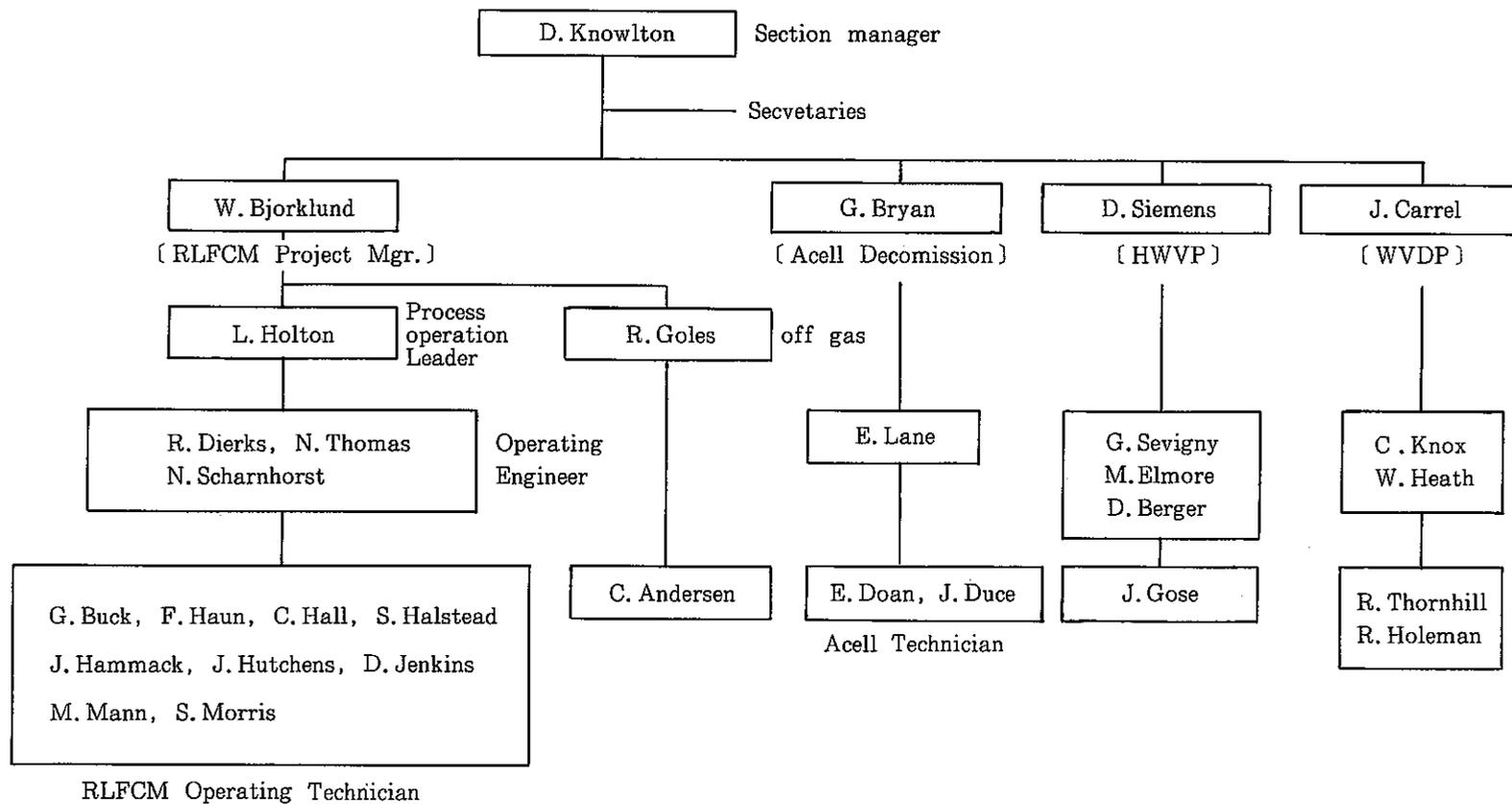


図 5 - 1 - 2 Process Design and Application Section  
ガラス固化ホット試験実施のための人員配置

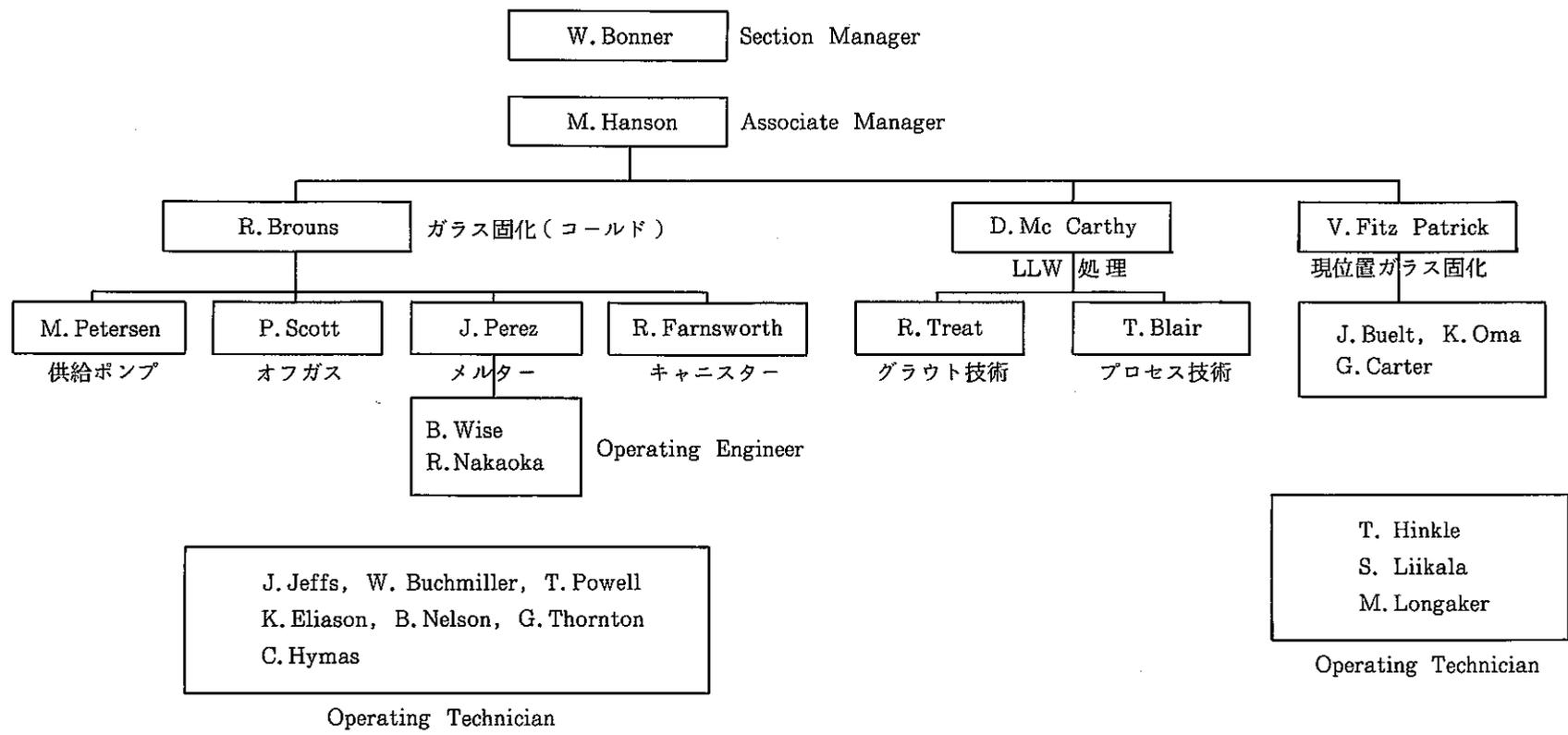


図 5 - 1 - 3 Chemical Process Engineering Section  
 廃棄物処理プロセス開発セクション(コールド試験)

## V-2 施設の概要

ハンフォードにおける、バットル PNL の施設は2種類に大別され1つは、バットル研究所独自の施設（3000 エリアと呼ばれる地区）で物理、生物、地質、エネルギー科学等の基礎研究が主として実施されている。

他の1つは、DOE のハンフォードサイトの施設をバットル研究所が契約により運転管理しているもので、ここでは原子力関係の研究開発が実施されている。

高放射性廃液ガラス固化試験は、ほとんどが後者に相当する施設内で実施されており、300 エリアと呼ばれる地区の施設に集中している。

図5-2-1に300 エリアの施設図を示す。

セラミックメルターを中心とする、ガラス固化プロセスの開発は、300 エリア内、324 施設で実施されている。

324 ビルの平面図を、図5-2-2に示す。

固化プロセスの開発は、このビル内の EDL、及び4つのホットセルを使用して実施されている。ホットセルの平面図及び、セラミックメルターによる、ホットのガラス固化試験設備が設置されているBセルの平面図をそれぞれ、図5-2-3、図5-2-4に示す。

各セルの用途は

- Aセル：プロセスで製造されたキャニスター他機器の貯蔵と除染、解体
- Bセル：メインプロセスセル
- Cセル：機器その他の一時貯蔵
- Dセル：受入燃料及び固化体の特性評価、放射線測定、分析セル

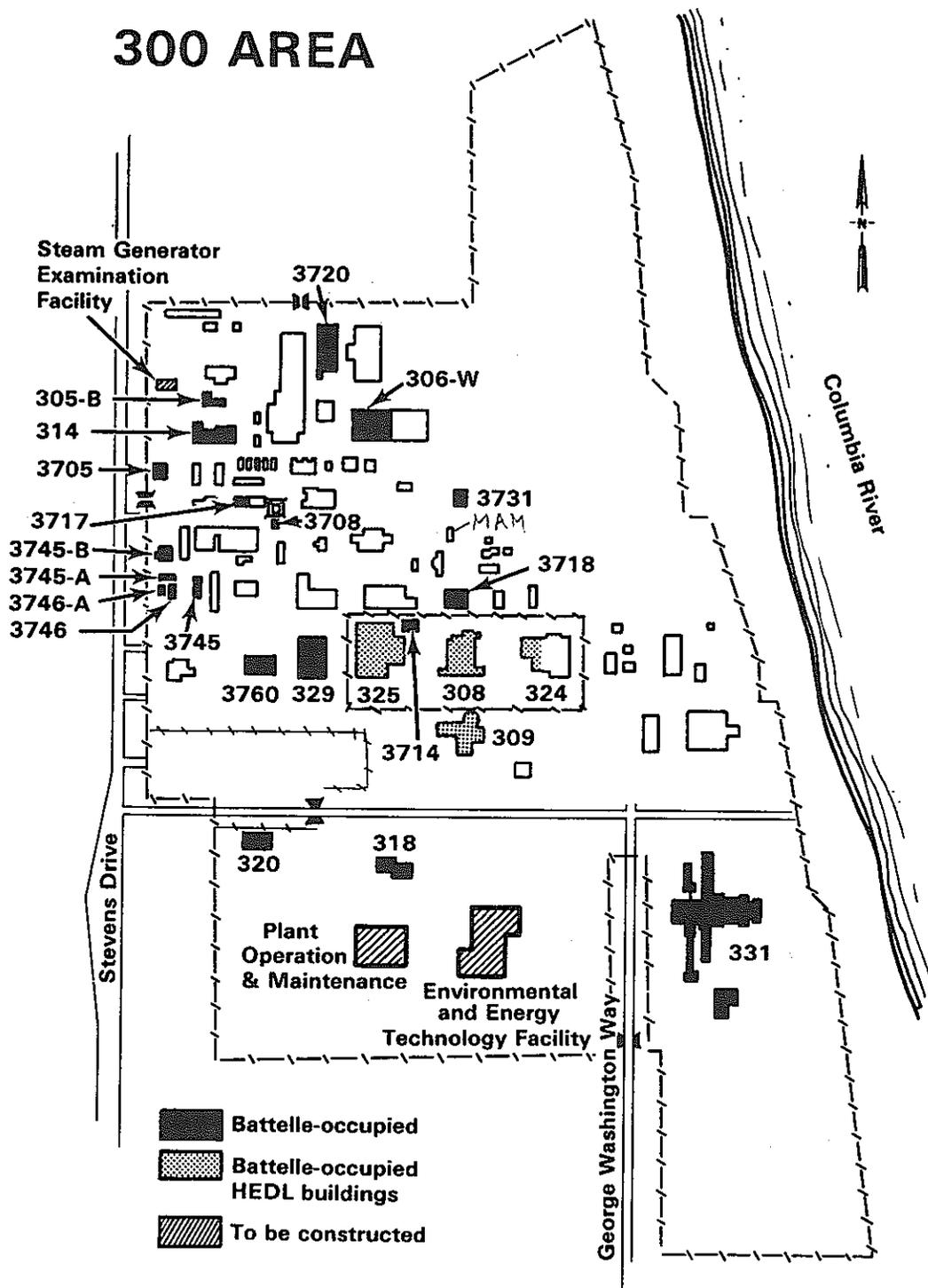
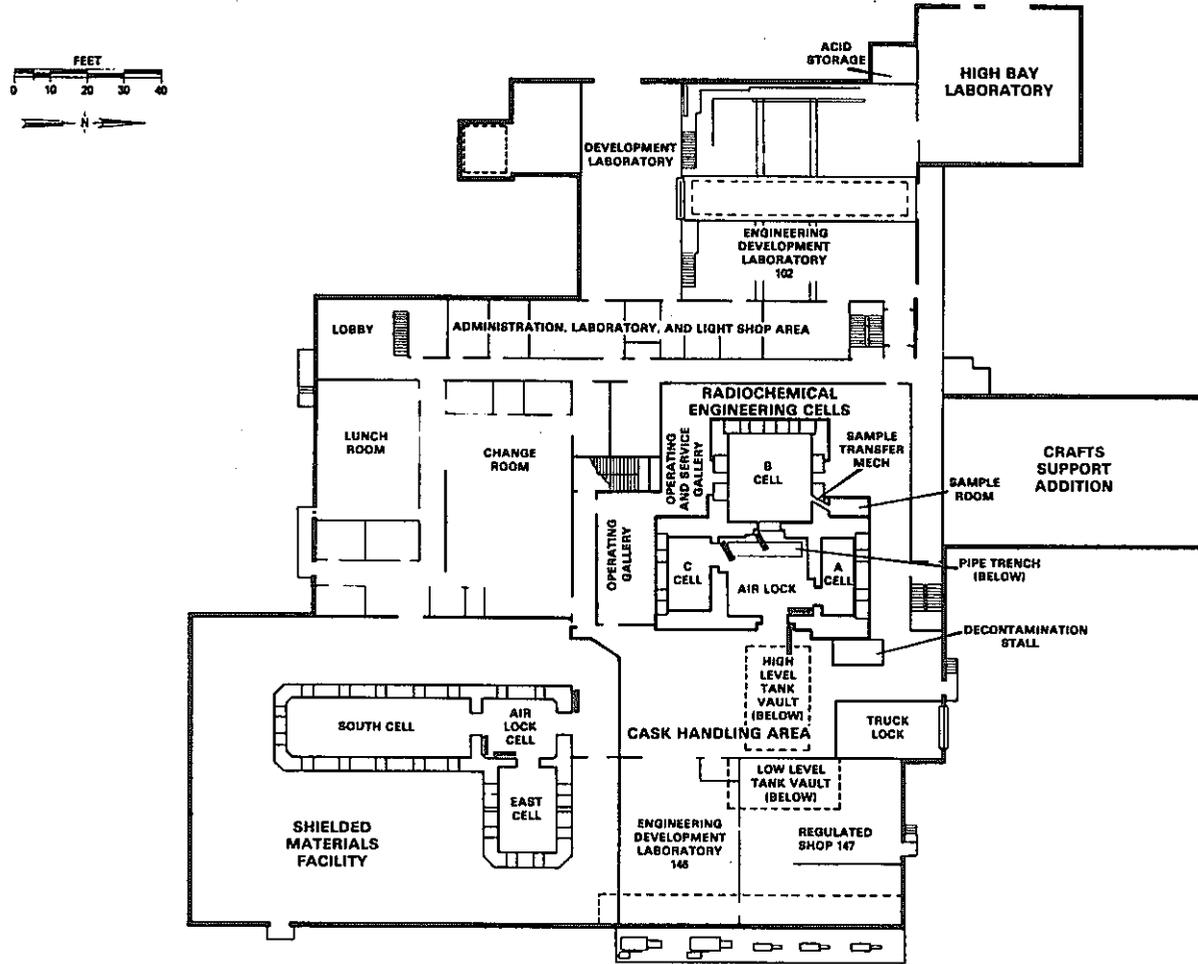
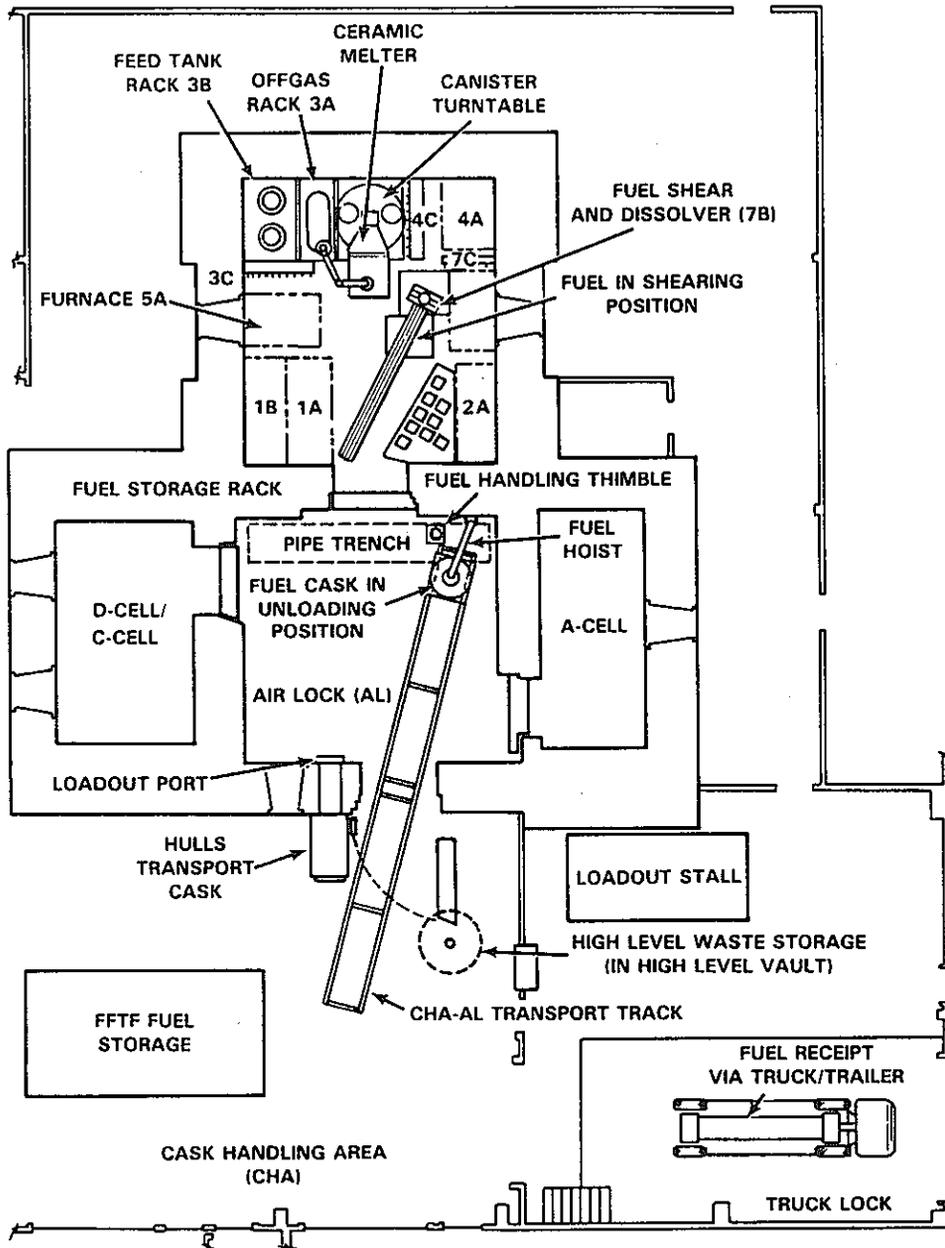


図 5-2-1 ハンフォード 300 エリア



First Floor Plan of the 324 Building

図 5-2-2 324 ビルディング 平面図



Plan View of the Radiochemical LFCM Pilot Plant Equipment in B-Cell

図5-2-3 324ビル内固化技術開発用ホットセル

### V-3 ガラス固化ホット試験設備の概要

(RLFCM ; Radioactive Liquid Fed Ceramic Melter)

#### V-3-1 設備の目的

本試験は、米国において高レベル廃液ガラス固化処理プロセスの標準 (reference) プロセスとされている、直接通電加熱セラミックメルターを使用した固化技術に関し、その開発の最終段階として工学規模でホットの運転試験を実施し、その成果を実用固化プラント建設運転に反映する目的を持っている。

実用プラントとしては、次のプロジェクトが進行中である。

WVDP : ウェストバレイ固化プロジェクト (商 用) 1989 運開予定

DWPF : サバナリバー施設 (SRL) (軍 用) 1989 //

HWVP : ハンフォード固化プロジェクト (軍 用) 1994 //

#### V-3-2 設備の概要

ガラス固化ホット試験設備は、バットル PNL 研究所が DOE との契約に基づきそのプロセス設計を実施し、ハンフォード 300 エリア内 324 ビルディングのセルに設置して運転試験を実施中である。324 ビルディング及びホットセルは、約20年前に建設され、従来から高レベル廃液の仮焼処理やインキャン式ガラス固化処理試験が実施されていた。

今回のセラミックメルターによるホット試験に際して、セル内を一部改造し、ラックの交換によって遠隔で新しい機器が据付けられた。

現在のセル内配置図を、図 5-3-1、図 5-3-2 に示す。

ガラス溶融炉及び、キャニスターハンドリング用ターンテーブルは、セルの中央で、しゃへい窓寄りに設置され、遠隔での旧機器の撤去と、新プロセスラックの据付けは、セルにある計5ヶ所の窓からの視野に基づいて、MS マニプレータとセルクレーンを用いて実施された。

今回のプロセス試験のために新設されたプロセス機器は、メルター及びターンテーブル、原料供給タンク及びオフガス処理の第一段機器であるエジェクタチュリースクラバーである。

これらの機器の構成とフローを、図 5-3-3 に示す。

また、全体プロセスの構成は、図 5-3-4 のブロックフローに示される。ガラス溶融炉及び、ターンテーブルの形状は、図 5-3-5 に示される。

供給槽は同じ形状のタンクが2基3Bラックに据付けられ、スクラバーは3Aラックに設置されている。

オフガスは、3Aラックのスクラバーを経由して、セルの反対側の1ABラックの機器で更に処理される。

オフガス系の主要機器構成とマテリアルバランスは、表 5-3-1 に示される。

上記のプロセス機器は、300 エリア内 324 ビルの B-セルに設置されている。B-セルの規模は、 $7.6\text{m} \times 6.7\text{m} \times 9.3\text{m}^{\text{高}}$ で壁は、高密度コンクリートの部分で1.2m、普通コンクリートで1.37mの厚さを持ち、 $10^6\text{R/hr}$ の遮蔽能力がある。

窓は、1階のメルターが設置されているフロアに3ヶ所、2階部分に2ヶ所設けられ、1階の3ヶ所の窓には、MS-マニプレータ (CRL-Type F) が各1対づつ設置されている。セル内機器の遠隔取扱は、これらの窓からの視野をもとに、MS マニプレータと、インセルクレーン(6t, 3tの2基)で実施される。このセルにはまた、メルター側の壁に、クローズドサーキットのテレビが設けられ、2階の操作フロアでモニタ出来る。

Bセル内の各機器は、図5-3-6に示されるようなラックシステムに組込まれてユニット化されている。

セル内の各ラックの名称と機能を一覧すると、表5-3-1のようになる。

324 BUILDING  
RADIOCHEMICAL ENGINEERING CELLS

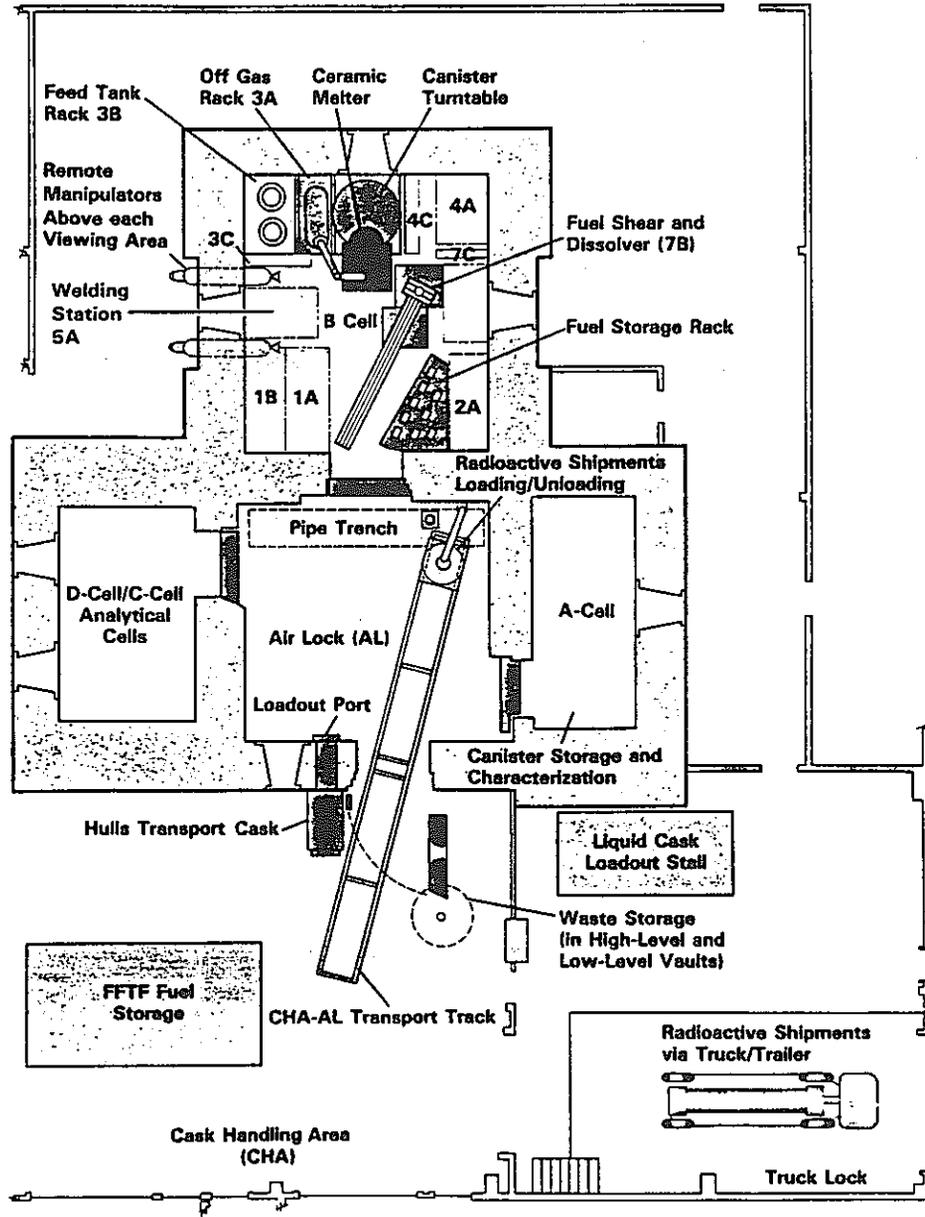


図 5 - 3 - 1 固化技術開発用ホットセル

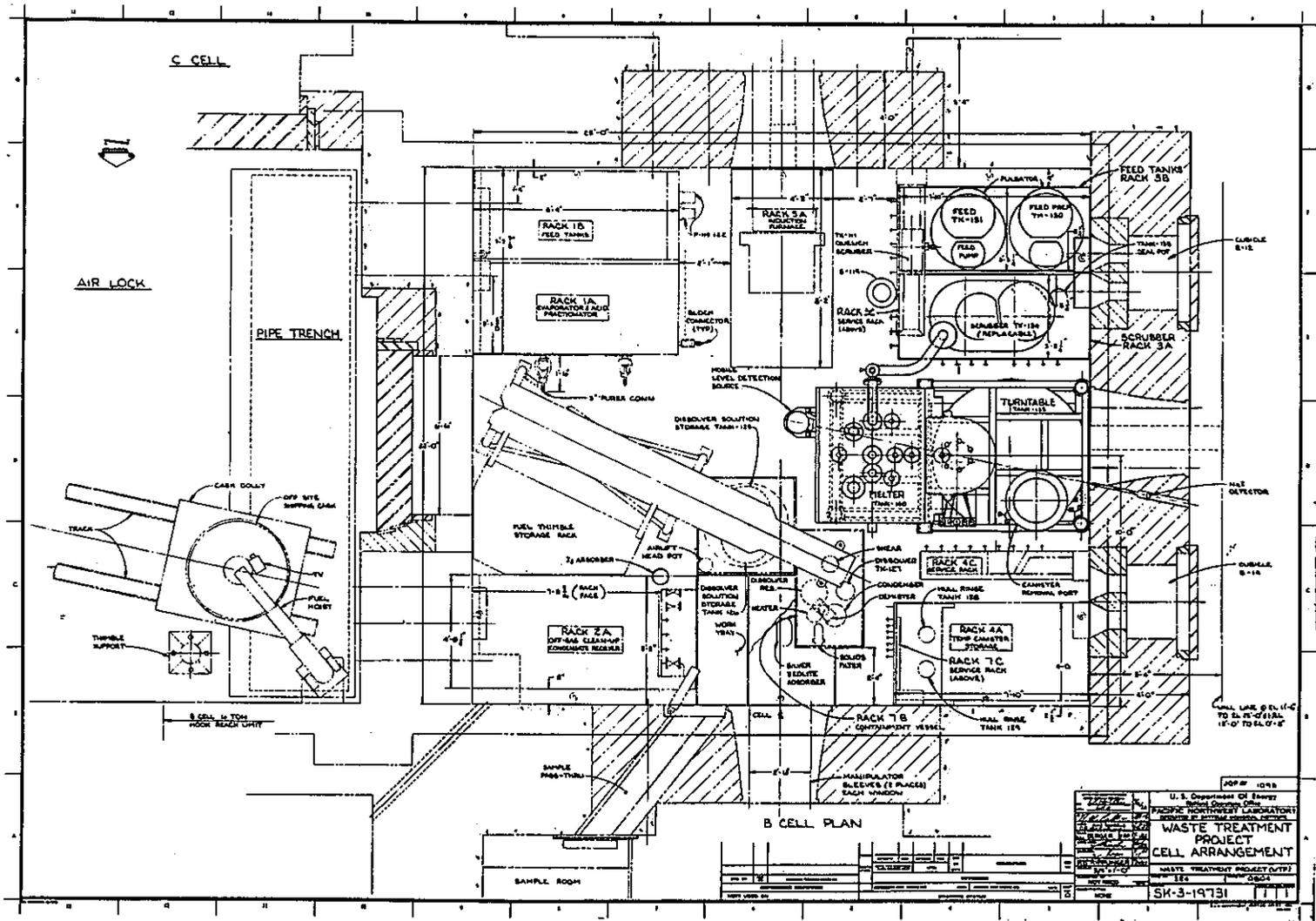
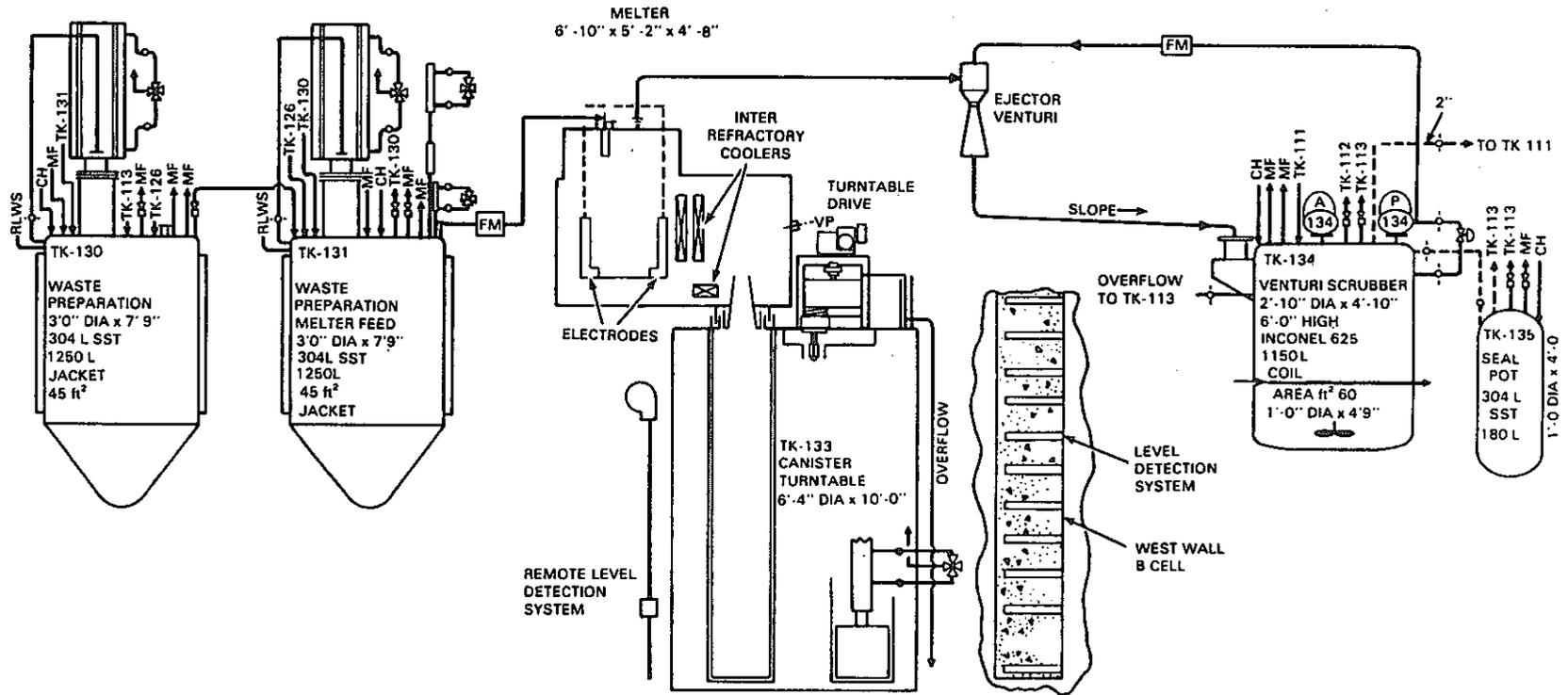


図 5-3-2 324 ビル内B セル内配置図



Simplified Engineering Flow Diagram of the Waste Preparation and Waste Vitrification

図 5-3-3 ホット試験用ガラス固化プロセスフロー

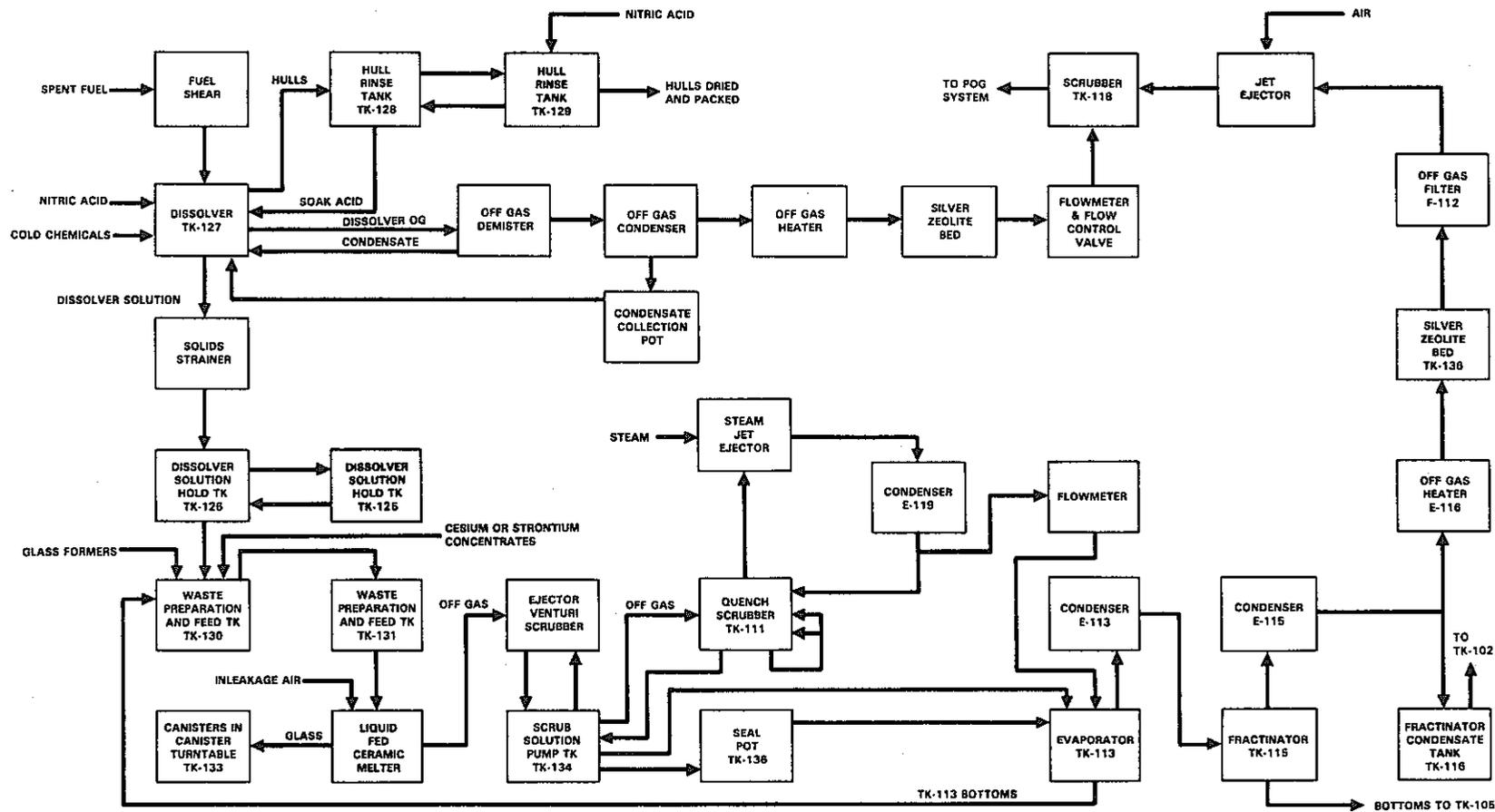
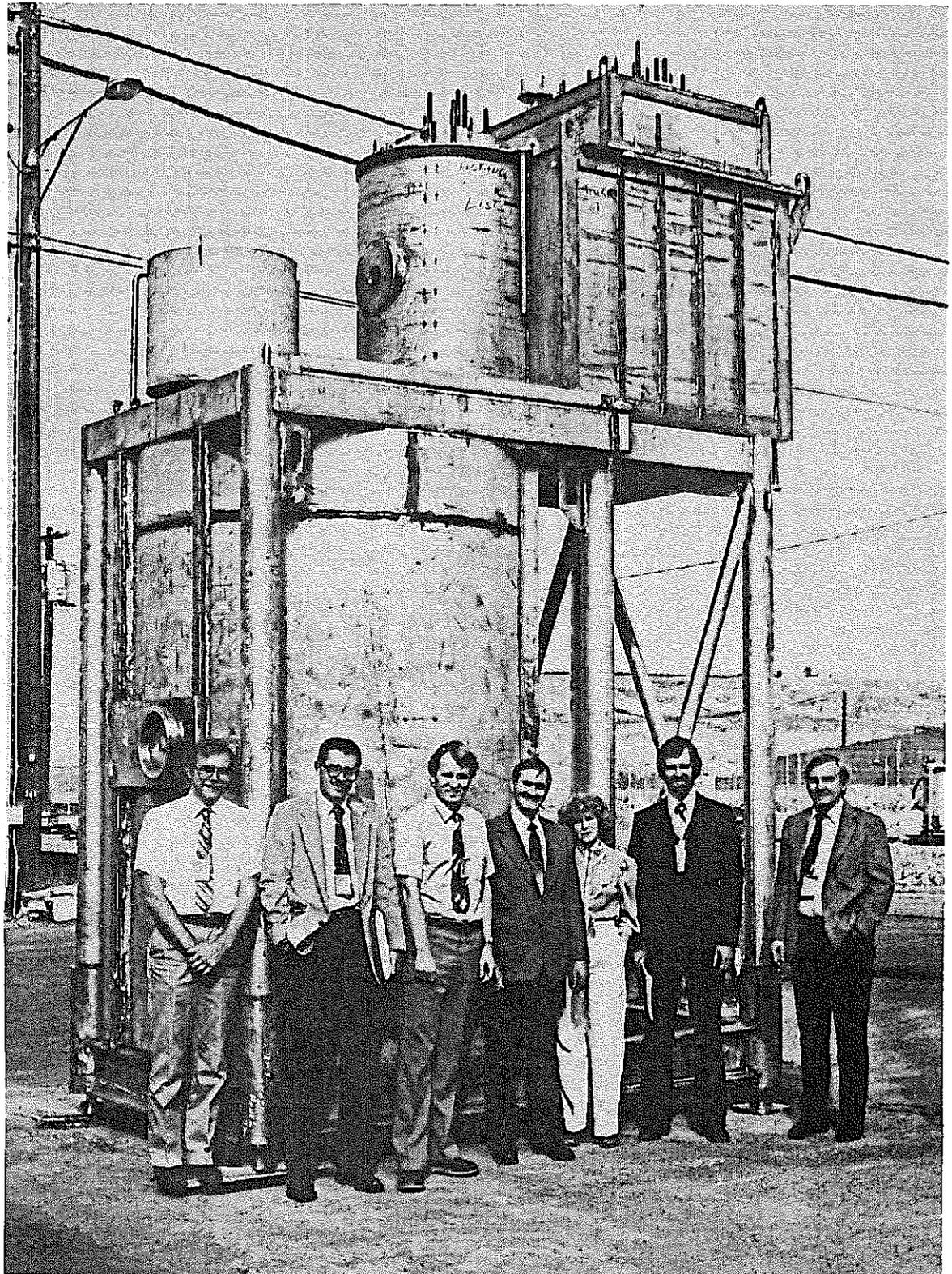
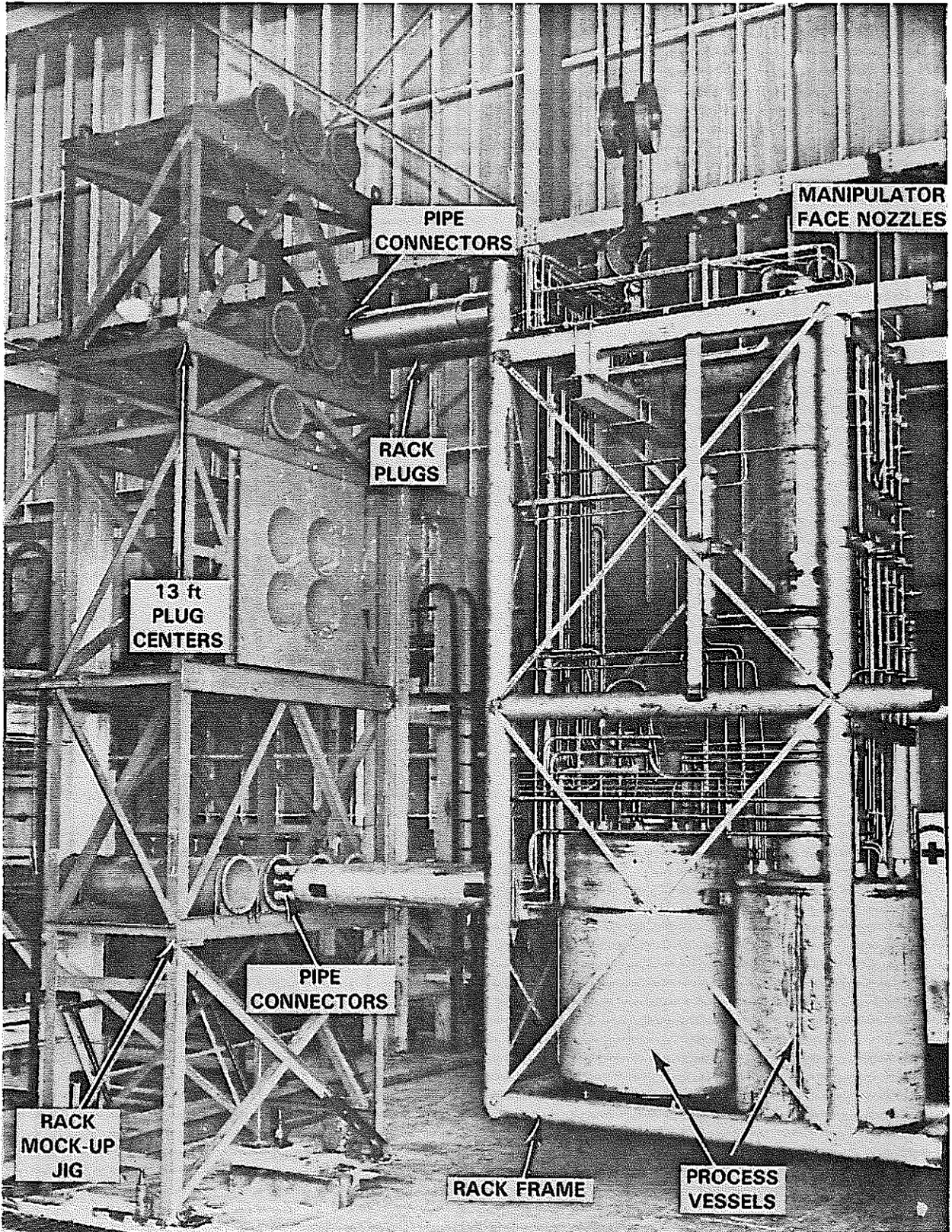


図 5-3-4 プロセスフローシート



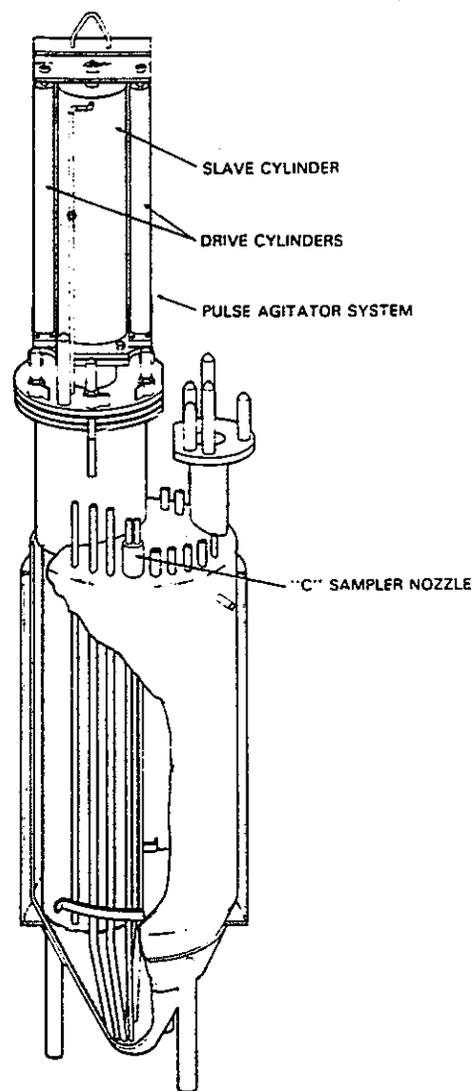
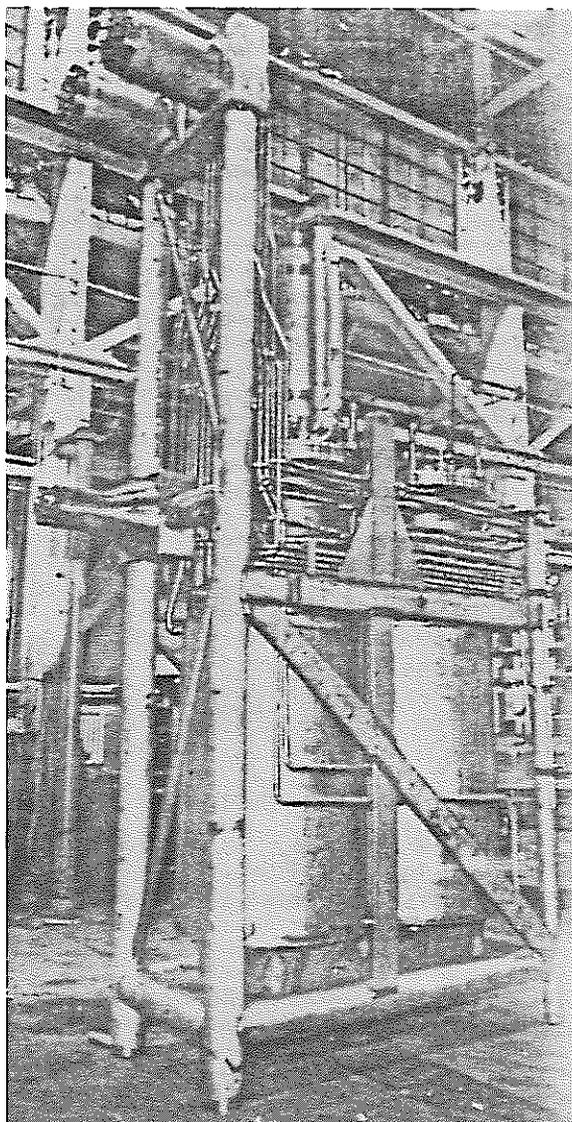
RLFCM MELTER AND TURNTABLE

図5-3-5 RLFCM及びターンテーブル



Equipment Rack 2A and Mockup Jig

図 5-3-6 セル内機器用プロセスラック



Waste Preparation System Rack and Detail of  
Pulse-Agitated Feed Tank

図 5 - 3 - 6 (2) 廃液調製システムラックと組み込まれている供給タンク

表5-3-1 各ラックの名称とその機能

## Equipment Racks and Function

Rack	Rack Function	Major Equipment in Rack
1A	Concentration and acid recovery	Waste concentrator and condenser, acid fractionator and condenser, evaporator bottoms and condensate tanks.
1B	Auxillary feed storage tanks	Two tanks and reflux condenser.
2A	Off-Gas System	Packed scrubber, off-gas preheaters, condensers, HEPA filtration, and condensate storage tank.
3C	Off-Gas System	Packed scrubber and condenser.
4A	Canister Storage	Water-filled canister storage rack for 10 canisters: 6 positions for 8-in.-dia canisters, 4 positions for 12-in.-dia canisters, 2 positions hold the fuel dissolver system hull rinse tanks.
7A	Spent Fuel Shearing and Dissolution	Fuel handling table and shear for PWR fuel elements, fuel dissolver, holding tanks and dissolver off-gas treatment, including condensers, demisters and silver zeolite beds for iodine sorption.
	Spent Fuel Storage	Water-cooled storage basin for up to nine PWF fuel bundles.
3A	Off-Gas Scrubbing And Condensation	Venturi scrubber and scrub solution recirculation tank.
3B	Waste Feed	Waste preparation and waste feed tanks for LFCM.
6A	RLFCM Waste Vitrification System	RLFCM, canister handling turntable and necessary supporting dunnage.
3C, 4C, 7C	Equipment Service Racks	Racks contain service piping and allow implementation of process services to the free standing racks (5A and 6A), and the fuel dissolution system.
5A	Tube Furnace	Induction-heated furnace (currently in standby)

表5-3-1 プロセスの物質収支

BASIS :		MATERIAL BALANCE																	
FEED RT	L/HR	25																	
350 GR OXIDE/L																			
ACTIVITY :																			
HEAT LOAD	CI/KG GLASS	0.24																	
PARAM	UNITS	INLEAK	MELTER FEED SLURRY	VENTURI OFFGAS INLET	VENTURI RECIRC SOLN	GLASS TO CAN	VENTURI GAS OUTLET	E-119 OVER-FLOW	TK-111 OVER-FLOW	TK-134 OVER-FLOW	E-119 GAS	E-119 OUTLET	E-115 OUTLET	TK-114 INLET	TK-136 OUTLET	E-112 OUTLET	TK-118 INLET	TK-118 OUTLET	
		IR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
LIQUID FLOW	L/HR		25	0	76	3.5		30	30	52.5		0	0	0					
SOLID FLOW	KG/HR		0.73	1.75E-02	2.53E-02	0.73	1.75E-03	1.75E-04	3.50E-04	1.54E-02	1.75E-03	3.50E-04	7.00E-03		3.50E-05	1.75E-07			
H2O FLOW	KG/HR		22.5	22.50	79.77		0	30	30	52.5		0	0	0					
GAS FLOW	LPH	600	0	700	0		700				700	700	700		700	700	1500	1	
SP GR			1.4		1.03	2.5	0.07		1.01	1.01				1					
TEMP	CENT.		35	350	40	1000	60	25	25	35	25	25	25	25	00	110	25		
PRESS	IN H2O		300	-3	1600	-3	-4	-0			-0	-10	-15	-2	-10	-11	-1		
VISCOSITY	POISE		10			100													
	MOLARITY		2		1.3					1.5		0.1	0.01	0.01					
TOTAL	CI/HR		510	1.40E+01		4.95E+02	1.40E+00	0.44E-02	1.27E+00	1.44E+01	1.40E-01	2.95E-02	5.91E-03		2.95E-03				
SOLIDA LIQUID	CI/ KG		1.42E+01	6.56E-01		5.47E+01	0.44E+02	2.81E-03	4.12E-02	2.79E-01	0.44E+01	0.44E+01	0.44E+01		0.44E+01				
	WATTS KG		0.1			0.24													
PARTICULATE	DFg		500					10	2	5		10	5	5		2	200		
CS	CI/HR		117	1.93		113.03	0.193												
CE&PR	CI/HR		161	0.322		160.678	0.0322												
RU	CI/HR		123	12.3		110.7	1.23												
SR	CI/HR		60	0.1		59.8	0.02												
CS	DF'S		60				10												
CE&PR	DF'S		500				10												
RU	DF'S		10				10												

### V-3-3 プロセス機器の概要

ここでは、今回ホット試験のために設計据付された機器の概略について述べる。

#### 1. ガラス溶融設備

##### 1) ガラス溶融炉

断面構造図を図5-3-7に外観を写真5-3-2に示す。

##### 機能

液体状原料（スラリー）を連続的に受入れ、ジュール加熱により水分の蒸発、溶融ガラス化を行う。

溶融均質化したガラスを、キャニスターに所定量注入することを繰り返し、連続運転を実施する。

原料としては、他に仮焼体、イオン交換体、粉末ガラス等乾燥原料も受け入れ可能であるが、これらはメルター天井部のフランジを外し、専用の漏斗によって供給する。

##### 処理能力及び運転条件

スラリーを、定常 25 ℓ/hr、最大 40 ℓ/hr で受入れ処理可能な能力を有する。溶融されるガラス特性は、1,150℃において粘性 100 poise を標準とし、通常操業で溶融温度 1,150℃、最高 1,300℃までの溶融が可能である。

##### 規模

##### 外寸法

$$1.52\text{m}^{\text{W}} \times 2.16\text{m}^{\text{L}} \times 1.19\text{m}^{\text{H}}$$

（長さ 2.16m のうち 0.66m は 0.91m $\phi$  の半円筒状オーバーフローセクション）

##### 内寸法

##### 溶融槽

$$0.61\text{m}^{\text{W}} \times 0.99\text{m}^{\text{L}} \times 0.36\text{m} \text{ (最大ガラス深さ)}$$

（0.99m<sup>L</sup> は 7.6cm 厚の板状電極が両側壁に設置され実質 0.84m となる）

最大ガラス保有量：180 ℓ

##### 電源 直接加熱

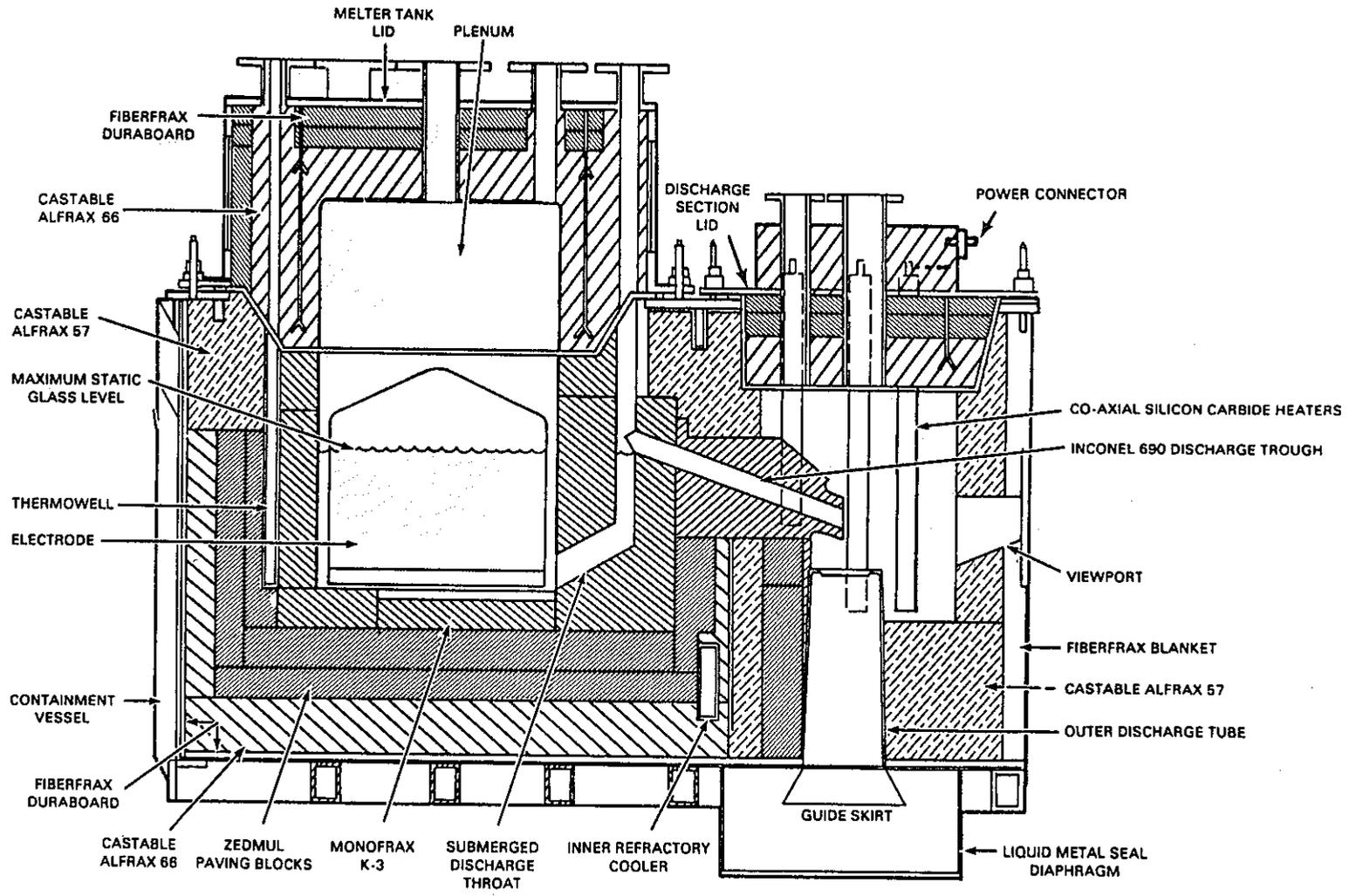
MAX 100 KVA

定常 75 KVA (90V 830A)

保持 35 KVA (50V 700A)

##### オーバーフロー間接加熱

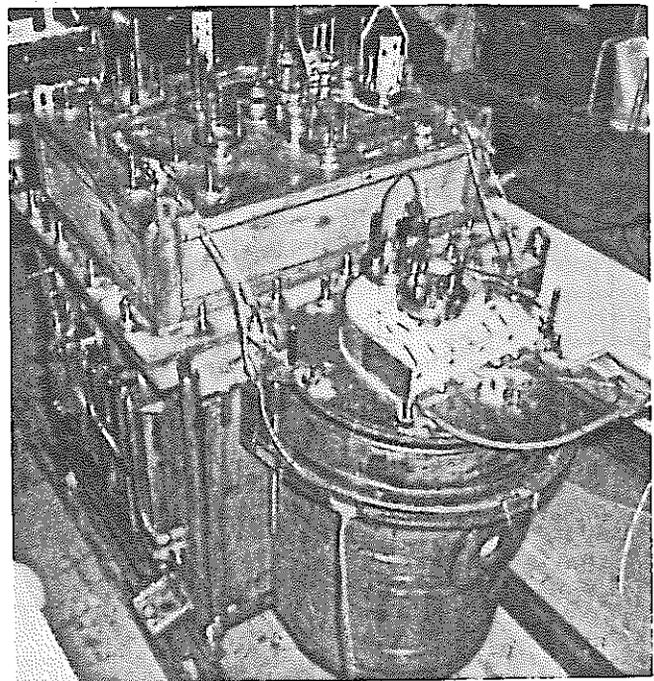
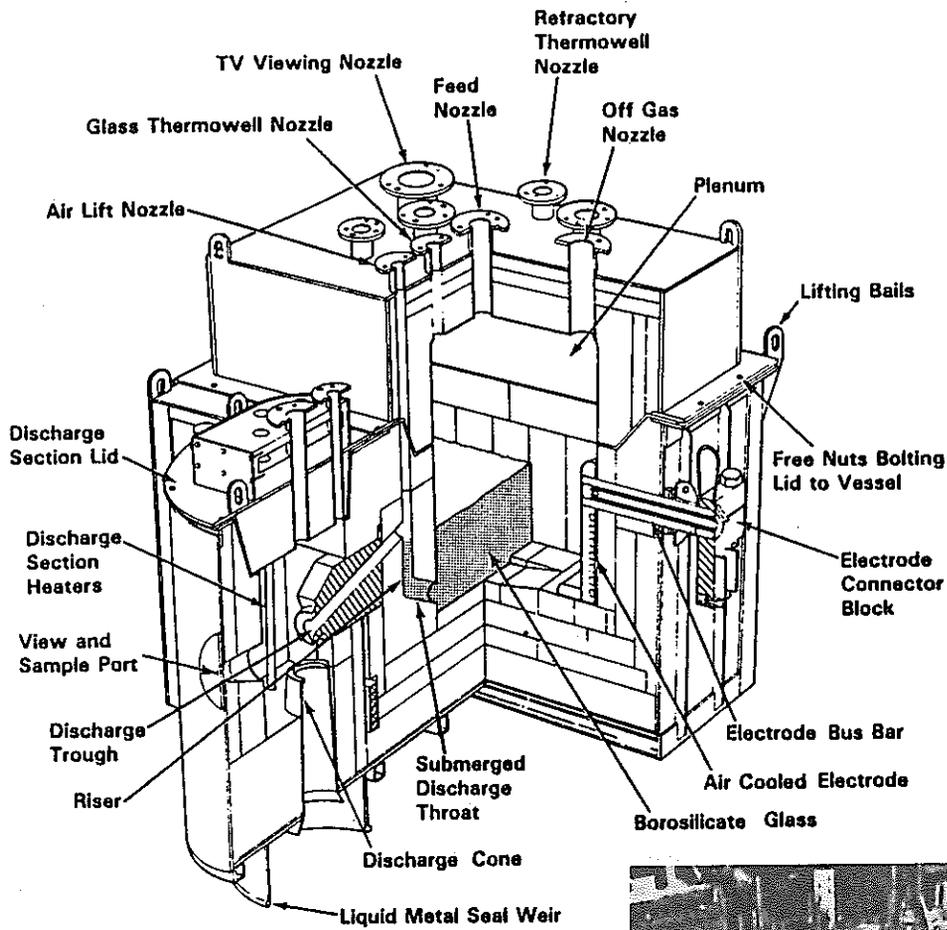
SiC ヒータ 6本 (～50 KVA)



- 55 -

RLFМ Lengthwise Vertical Section

図 5-3-7 ガラス溶融炉構造断面図



Liquid-Fed Ceramic Melter

写真5-3-2 ガラス溶融炉

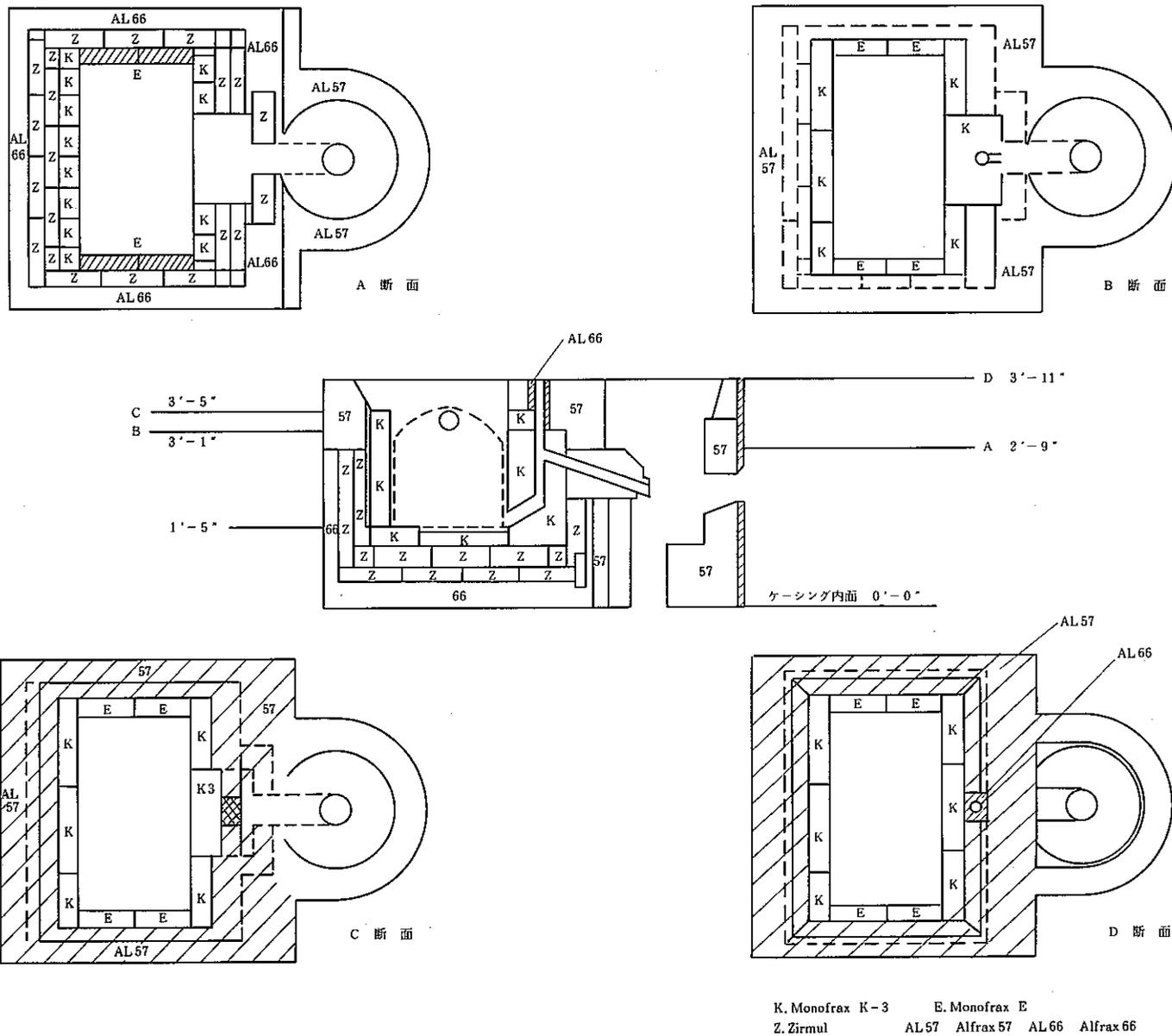


図5-3-8 RLFCM耐火物構造

構造材料及び主要構造

## 金属ジャケット（ケーシング）

## 自然空冷 - 重ケーシング

上部天井板	1 in	インコネル	690
流出口ブロック			
流出口回りのチューブ	3 / 16 in	インコネル	690
ターンテーブル接続部			
側面ケーシング	1 / 4 in	インコネル	601
床面ケーシング	3 / 16 in	インコネル	690

## その他の構造

## 強度材料

ステンレススチール

## 炉体構造（図5-3-8）

ガラスとの接触部	電鑄 $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$ モノフラックス E
電極後面	電鑄 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ モノフラックス E
バックアップ耐火物	Zedmul 20 ( $\text{Al} - \text{Zr} - \text{SiO}_2$ )
保温耐火物	Alfrax 66 ( $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{castable}$ ) Alfrax 57 (溶融発泡アルミナキャストブル)

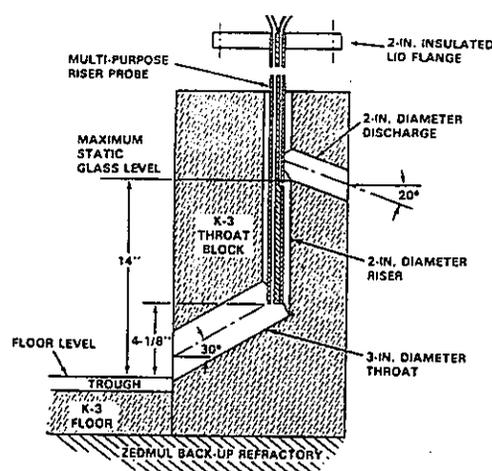
## 電 極

内部空冷式インコネル690平板電極

（電極設計については別項で述べる）

## 流出部構造

- ・スロート（K-31に2inの孔を穿孔した）を通してオーバーフローさせる。
- ・オーバーフロ後は、インコネル690ブロックに穿孔したトラフ（樋）を流れ、トラフの先端よりキャニスターに流下する。
- ・トラフの先端を囲んで6本のSiC吊下げヒータが設置され、流出時はこの部分の温度を約1,100℃に保つ。



Submerged Throat Block and Riser Probe

図5-3-9 スロート及びライザー部の構造

設計上特記すべき点を以下に記す。

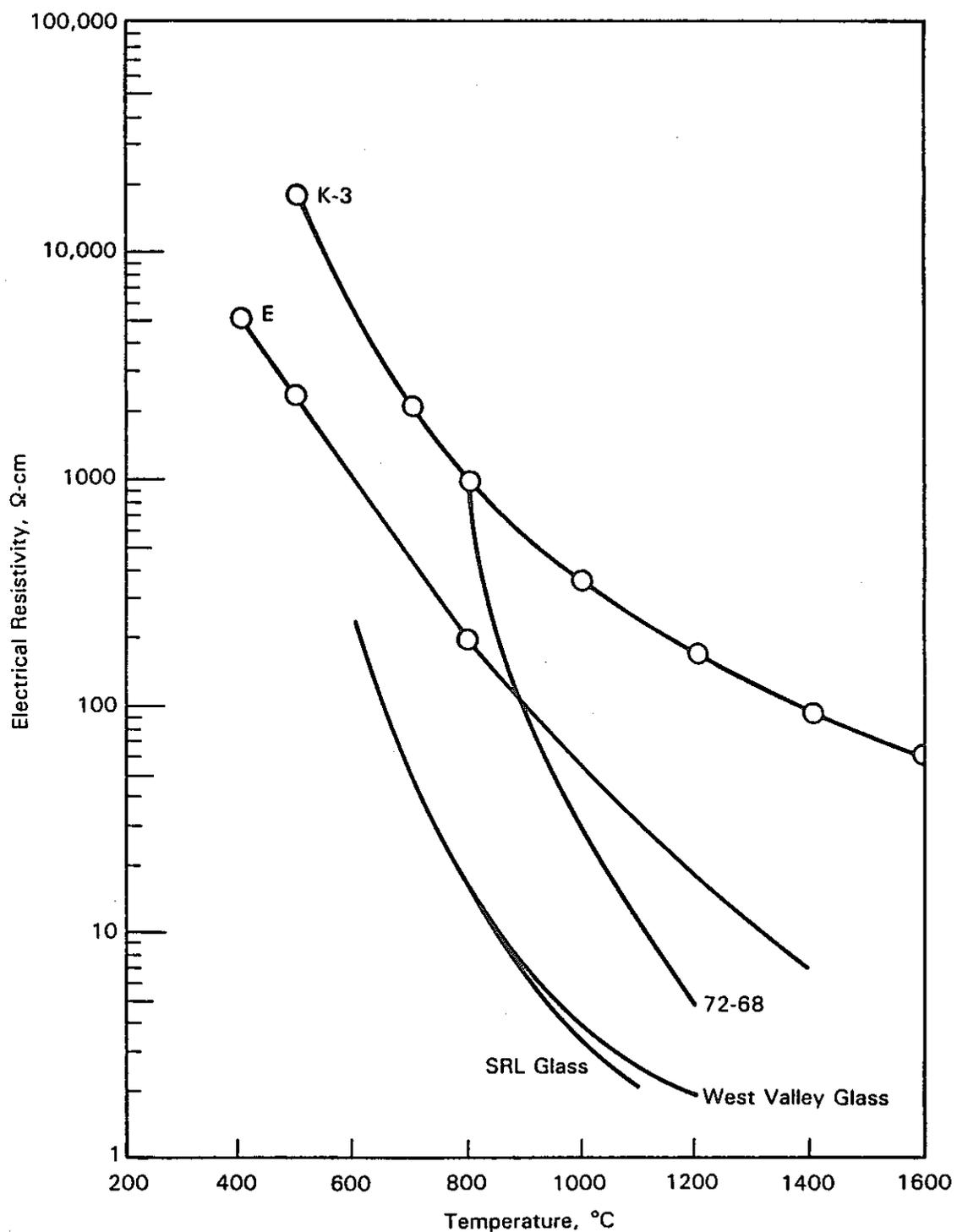
- a) 接液部耐火物として、クロムを含有し溶融ガラスに対する耐食性に優れたモノフラックス K-3 又は E を使用する。  
E のほうが、K-3 (浸食速度実績  $23 \mu\text{m}/\text{day}$  3 年の断続操業) よりも耐食性に優れるが、導電性が高い (図 5-3-10) ため溶融ガラスへの通電に影響を及ぼさない、電極後方の壁面だけに使用する。
- b) 接触部の K-3 (又は E) に、ガラス融液レベル (床から 14 in) 以下に水平の目地 (接合面) が無いよう、耐火物ブロックを組み合わせる。これは、ガラスの対流によって、水平目地において浸食が助長される現象が、これまで経験されているためである。
- c) Alfrax 66 と 57 の使い分けについては、ガラス融液レベルより上で、ガラスの浸透の可能性の少ない部分に発泡アルミナキャストブル (Alfrax 57) を使い、断熱性の向上と、炉全体の軽量化を目的とする。
- d) 設計上推定された温度分布は、炉内中心部が  $1,350^\circ\text{C}$  で対流を生じている条件下で、K-3 と Zedmul との界面で  $1,000^\circ\text{C}$ 、Zedmul と保温耐火物の間で  $715^\circ\text{C}$ 、保温耐火物とファイバーフラックスとの界面で  $450^\circ\text{C}$  となり、金属ケーシング表面は  $200^\circ\text{C}$  以下になるよう、断熱設計が為される。(天蓋面は例外とする) (図 5-3-11)
- e) 各耐火物の接触面での密着度は、耐火物ブロック表面を ANSI-63 に基づく表面荒さに仕上げ、接触面での平行度は、 $1/32 \text{ in}$  以下の間隙となるようにする。
- f) 金属折出物や、スラッジの沈殿に対しては、溶解槽底部に電極面と平行に、溝 (深さ  $2.5 \text{ cm}$ ) を設けて、スラッジを部分的に集中して沈降しやすくする。これにより、床の中央部にスラッジが溜まり、電極との接触がさけられると同時に、真空キャニスターによる吸引除去の際の、吸引の目標位置が明確になる。
- g) 上部空間は、 $25 \text{ in}$  ( $63.5 \text{ cm}$ ) の高さを持ち、粉じんがオフガスラインに飛散し難

い設計としている。

天蓋は、キャストアル Alfrax 66 を 4 in のファイバーフラックスと組み合わせ、逆 Y 字型のハンガーで固定している。

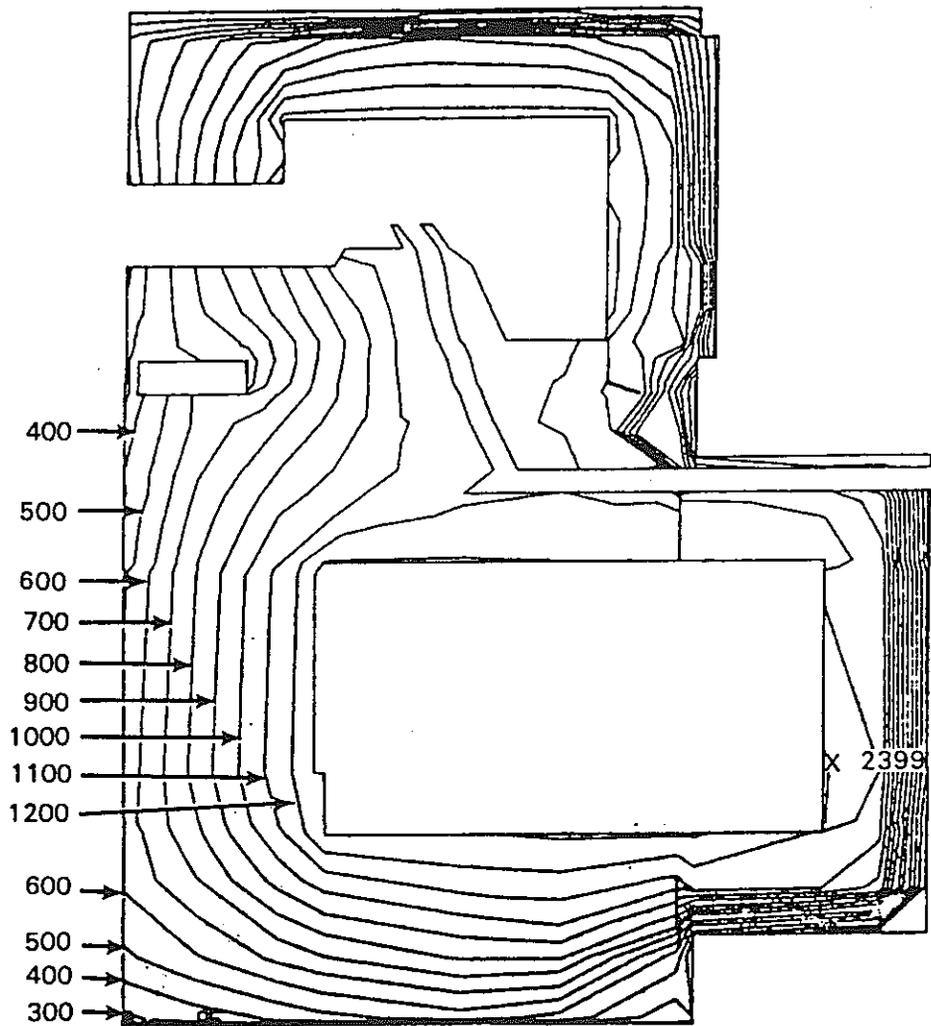
- h) メルター天蓋は、本体にフランジを用いてボルト止めされるが、この部分の気密を確保するために、2.5 cm 径のファイバーフラックスロープを使用する。ボルト締めにより、このロープを 1 cm の厚みまで圧縮し、気密を確保している。
- i) メルター天蓋に、10 ケ所のフランジ開口部（フィード、オフガス、計装用）、及び流出部天板に 2 ケ所（エアリフト、計装用）のフランジ付開口部を設ける。（図 5-3-11）

フランジには、Alfrax 57 製のスリーブを通し、装着物が天蓋の金属と絶縁されるようにする。



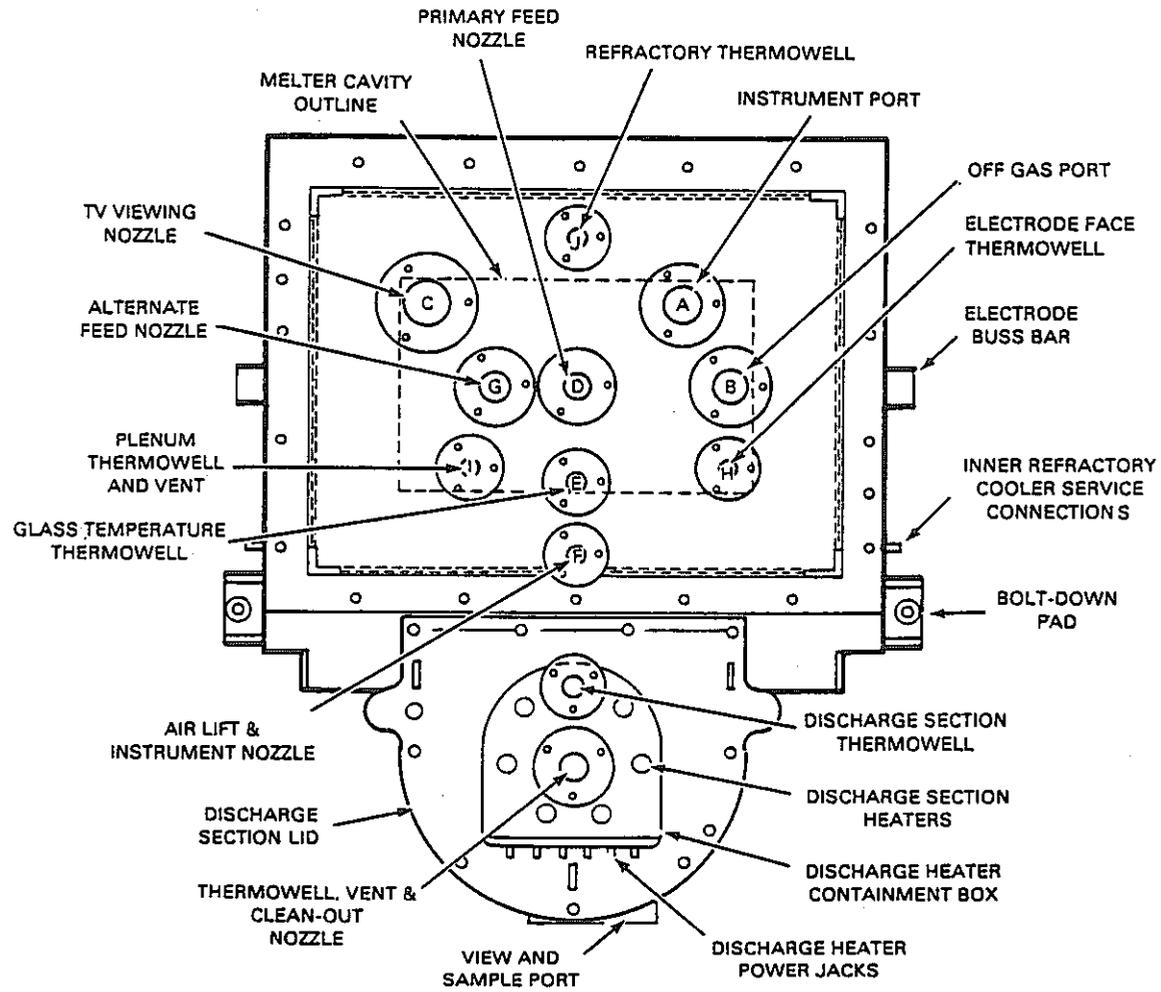
Monofrax E and K-3 Electrical Resistivity Versus Temperature

図 5 - 3 - 10 溶液耐火物と各種廃棄物ガラスの電気抵抗の温度特性



Centerline Computer-Predicted Temperature Profiles for the Back Wall and Floor

図5-3-11 炉体の温度プロフィール解析結果



LFCM Lid Nozzle Arrangement

図 5-3-12 メルター天蓋部の配置

## 2) 電 極

主電極は、内部空冷インコネル690製で、板状のものを1対設置する。

寸法は、厚さ3 in (7.6 cm)、巾22 in (56 cm)、高さ21 in (53 cm)で、炉底部側に“Foot”と呼ばれる高さ2 in (5 cm)、厚さ4 in (10 cm)の部分が溶接され、縦断面はL字形をしている。

また、電極側面は、メルターの両側壁から1 in (2.5 cm) ずつ離して、側壁近くに電流が集中することを避けるとともに、電極の前面側の角は、すべて1 in (2.5 cm) 半径の曲面にカットして電極表面の電流分布に偏りを起こさないよう配慮した。

電極及びその断面形状を図5-3-12に示す。

ブスバーは、直径4 in (10 cm) で内部に2.25 in 径の冷却エア流路を持ち更にここに冷却エア排出パイプ〔外径1.75 in × 内径1.12 in〕を通す設計となっている。

ブスバーは、電極の下端面から18 in (45.7 cm) の高さに、水平に溶接され耐火物を貫通して炉外に導かれる。

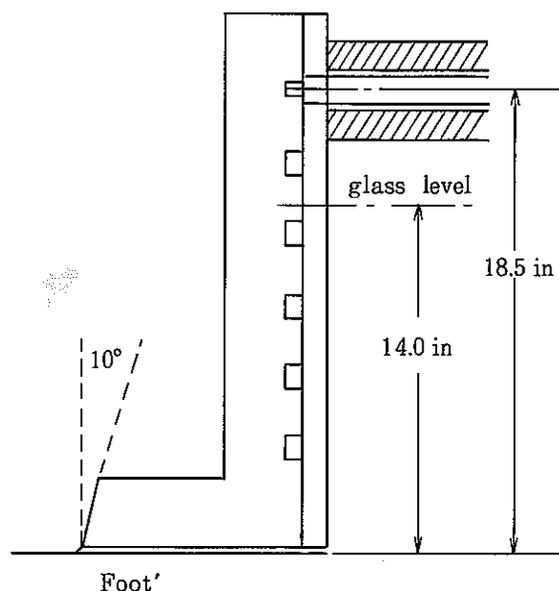
図V-3-8からも判るように、炉が室温の状態では、電極下面と炉の床面との間に0.5 in (1.25 cm) の間隙があり、炉温が

上昇した際には、耐火物と金属との熱膨張差でこの間隙が、ほとんど無くなることになる。電極の内部空冷は、断面1 in<sup>2</sup> (6.5 cm<sup>2</sup>) の空気流路を電極内に作ることによって行う。製作上は、2 1/2 インチの電極プレートに1 in × 1 in の溝を作り、1/2 in のインコネル板を裏張り溶接する。空気流路の長さは約143 インチ (3.6 m) となるよう設計された。従って、電極前面側の実質上の有効な金属の厚さは1.5 in (3.8 cm) となるがこれは、電極と炉の寿命から考えて十分な厚さである。

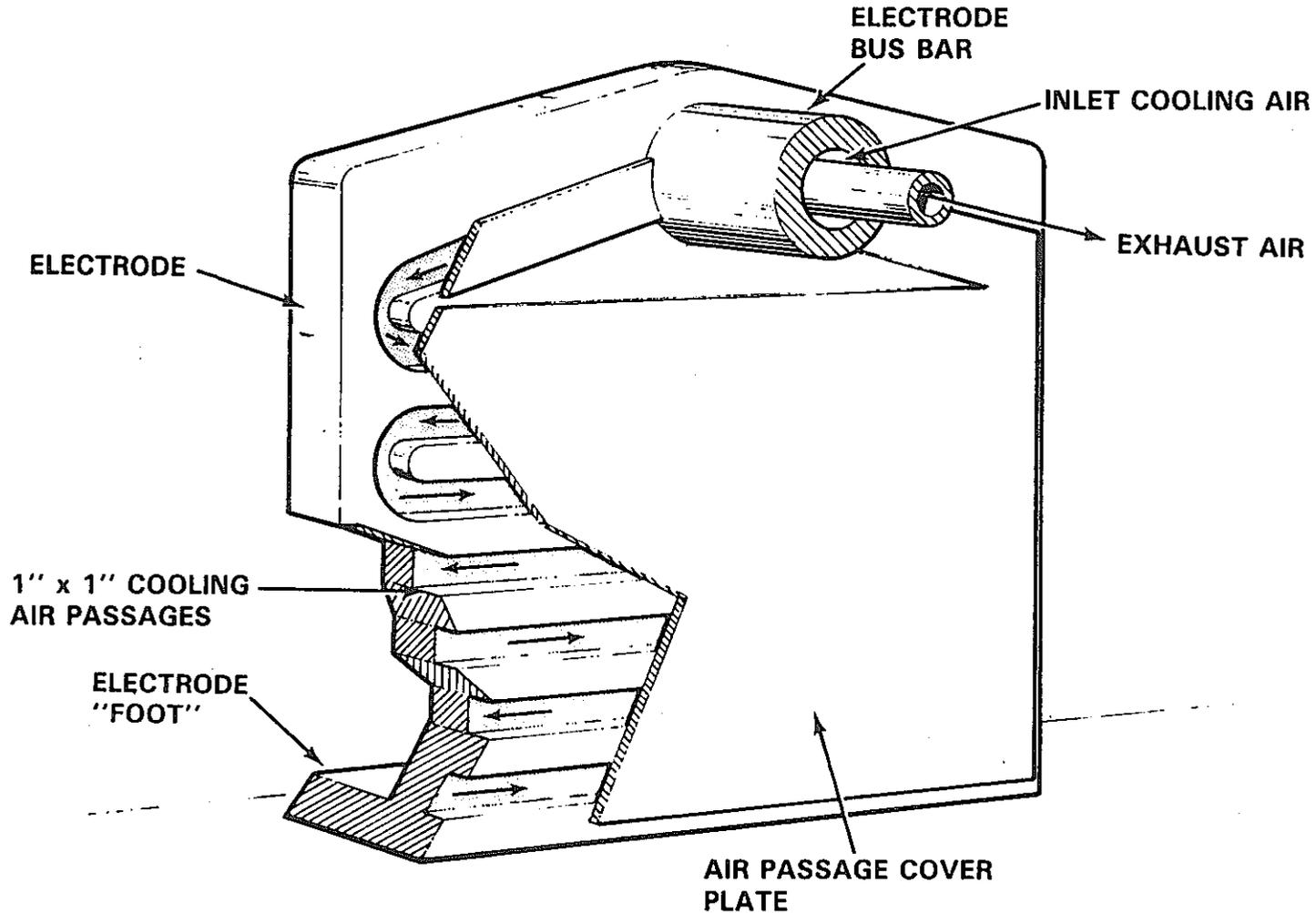
(注：PNC 3959 (Aug 1981) Materials and Design Experience in a Slurry Fed Electric Glass Melter でのインコネル690電極の浸食速度 Max. 0.11 cm/yr)

冷却エアの流路は、電極の上部から下部へと順次冷却されるよう作られており、ガラス温度の高いガラス表面部分で、高い冷却効果が得られるよう考慮されている。また、電極下部からブスバー中央に至るエアの戻り流路は、スロート側に来るよう炉内に設置し、オーバーフロー側に流出するガラスの温度が低下しないよう配慮している。

電極での温度モニタは、これまでの経験から、冷却エア出口温度が、電極の金属部の温度



〔図5-3-12〕 電極断面



Melter Electrode

図 5 - 3 - 12 内部空冷インコネル690 電極

と相関があることが判っているので運転初期に得た相関データをもとに、運転期間の大部分は、冷却エアの温度をフィードバックして電極温度を管理することになる。冷却エア温度と流量から、常時電極での熱除去率を算出する。

#### 電極用ケーブルコネクタ

電極の標準的な使用条件は、60 Hz ～ 90 V 1000 Aで、電極への継電は、各電極につき、3本の4/0フレキシブルケーブルを用いる。

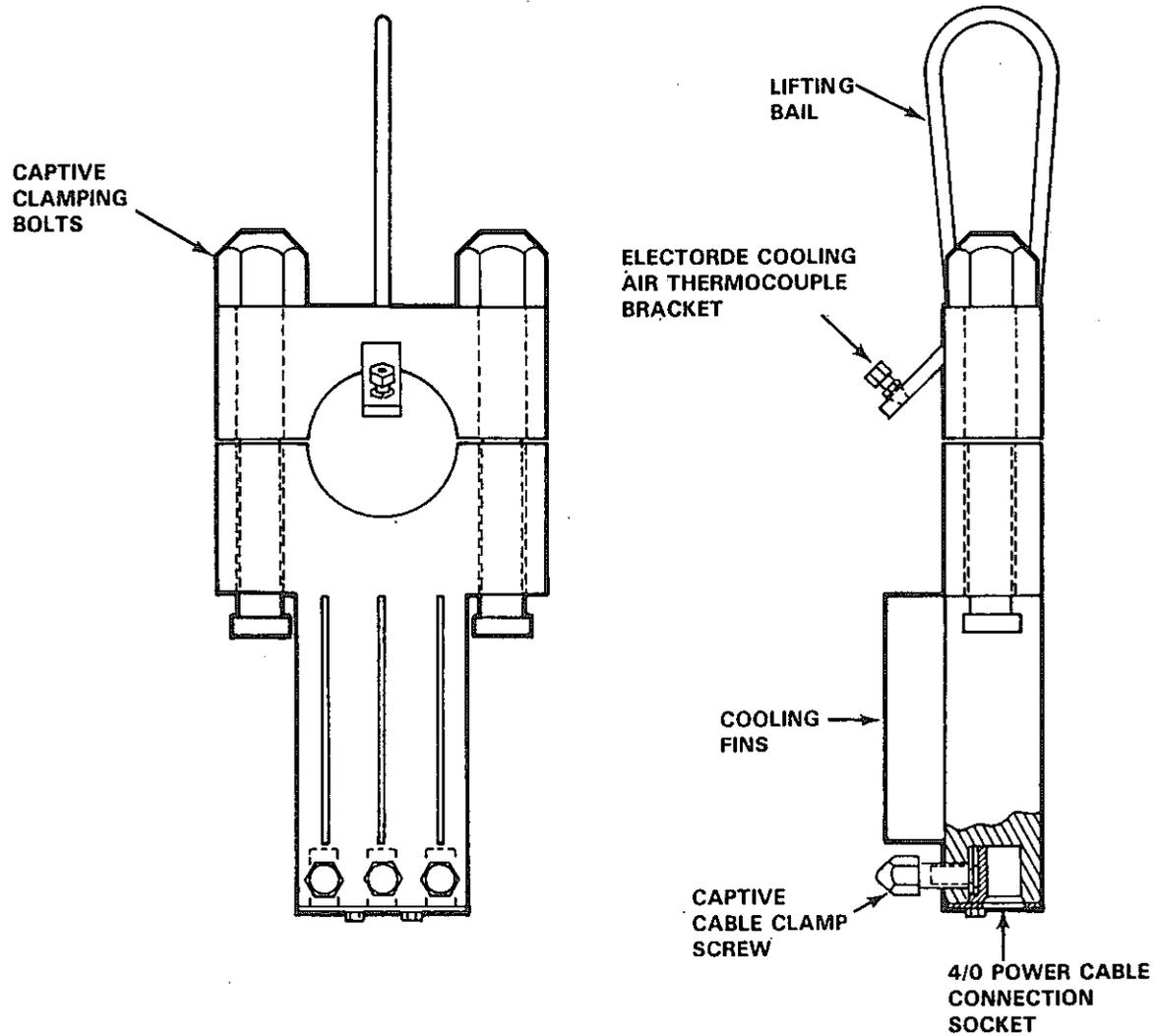
電極とケーブルとの接続には、図5-3-13に示すインコネル690製コネクタを使用している。

電極ブスバーとの接続には、遠隔ボルトを使用し30in<sup>2</sup> (200 cm<sup>2</sup>) の接触面積を確保する。最低限確保すべき接触面積は11 in<sup>2</sup> (73 cm<sup>2</sup>) で、銅のブスバーとインコネル690のコネクタの接触抵抗が $4 \times 10^{-7} \Omega$ 以上になれば、1,000 Aの電流時には40ワットの発熱があることになる。

ケーブルとの接続部は、0.75 in (1.9 cm)<sup>φ</sup>、1.76 in (4.45 cm)長さの円孔で、コネクタブロック下部に3つ設けられている。

ケーブルとの接続は、コネクタ前面のボルトを締めることによって、前記のコネクションソケットに入った、継電ケーブルの末端を挟みつける。

ケーブルとの接触面積は、各ケーブルについて2 in<sup>2</sup> (13 cm<sup>2</sup>) で、3本のケーブルで6 in<sup>2</sup> (40 cm<sup>2</sup>) が得られる。なおこの部分での抵抗に起因する発熱を冷却するため、コネクタブロックには、放熱用フィンが設けられている。



Electrode Power Cable Connector

図 5 - 3 - 13 電極用ケーブルコネクター

### 3) ガラス流出構造

#### スロート構造

スロート部の断面は図5-3-14のように18 in × 12 in × 24 in<sup>H</sup>のK-3ブロックに、ガラス流出孔をコアドリリングしたものである。

Throat : 3 in dia, 30°の上傾斜

Riser : 2 in dia

Discharge : 2 in dia 20°の下方傾斜

multipurpose のライザープローブの目的として

- ① エアリフトパイプ
- ② ライザー部の測温熱電対
- ③ 通常のガラスレベル下1/4 in (0.6 cm) と2 in (5 cm) 下にセットされる dip tube でのガラスレベル測定

がある。

また、スロートブロックの両側及び下側に、ガラスリーク防止のための厚さ2 inの冷却プレートが配置される。

#### 流出用トラフ (樋)

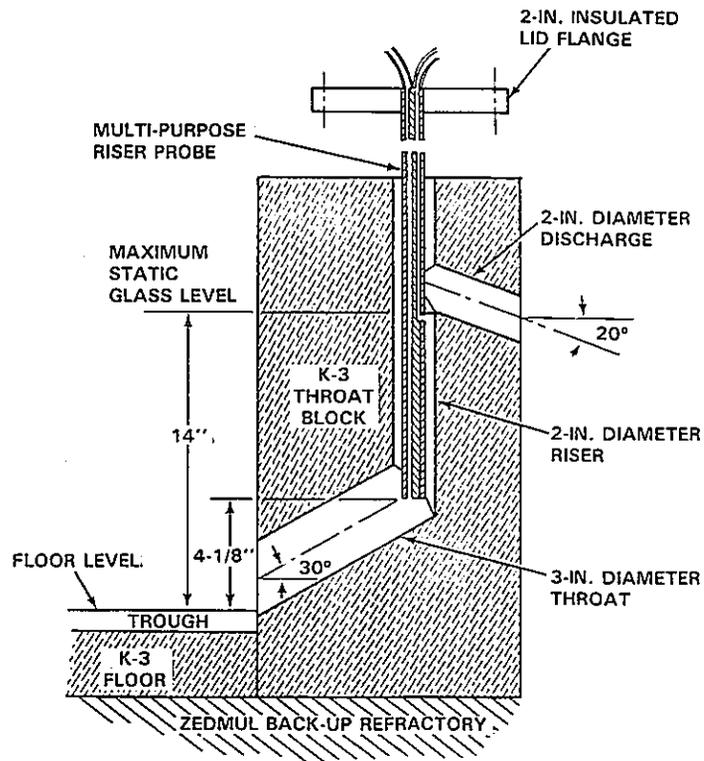
スロートの Discharge 部に接続してインコネル690製の流出用トラフが設置される。

流出用トラフは6 in<sup>H</sup> × 10 in<sup>W</sup> × 17 in<sup>L</sup>のインコネル690ブロックの切削加工により製作した。

流出チャンネルは2 in 径の孔をドリリングして、下向き20°の傾斜を持たせている。

Discharge lip はガラスの流れを一点に集めるよう Single Low point を形成するように加工している。(図5-3-15)

また、トラフには3/16インチ厚の“ダム”と呼ぶインコネル690プレートを溶接し、溶解槽側からの熔融ガラスのリークを防止している。(図5-3-16)



Submerged Throat Block and Riser Probe

図 5-3-14 スロート及びライザー部

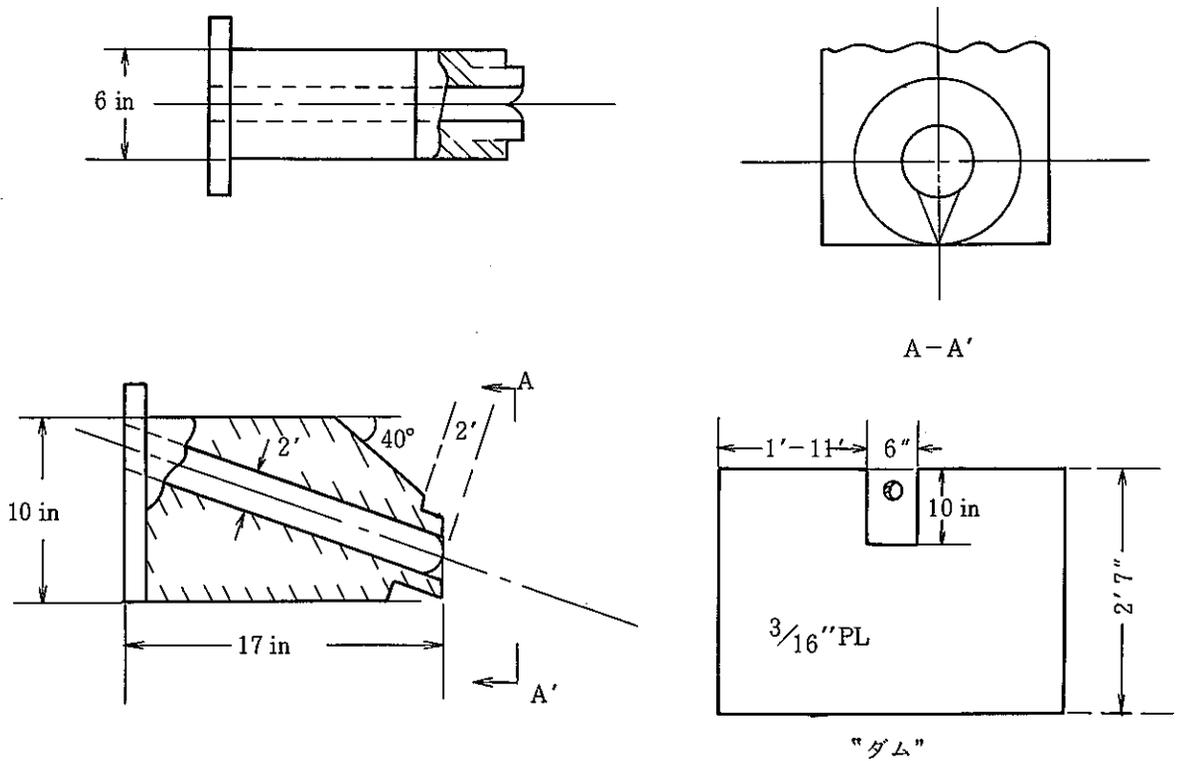
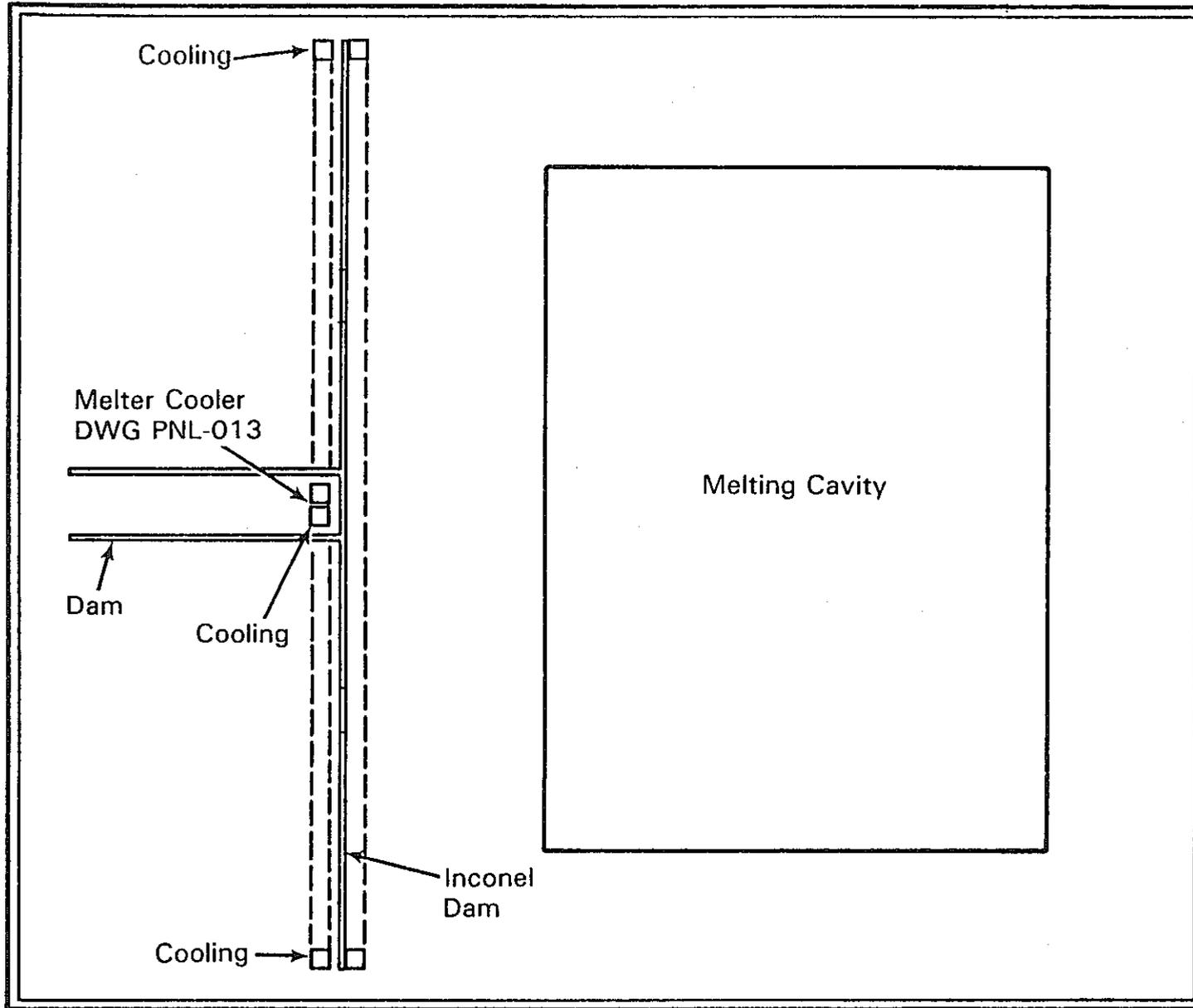


図 5-3-15 流出用トラフ (インコネル 690 製)



Discharge Dam Assembly

図5-3-16 ガラスリーク防止用“ダム”構造

### 流出部の構成

6本のSiC発熱体により、流出用トラフを $1050^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ に維持する。発熱体は、流出口の周囲を環状にとりまくように配置されており、これにより全ての発熱体がほぼ同じ温度条件で使用されるよう配慮している。

また、6本のヒータを、対称の位置にある2本ずつの3サーキットに分けて配線し、各サーキットの2本は並列となっている。

流出したガラスの流れは、2重のDischarge tubeの中を通過してキャニスターに注入する。

図5-3-7 メルター側に Outer discharge tube

図5-3-21 ターンテーブル側 Inner discharge tube

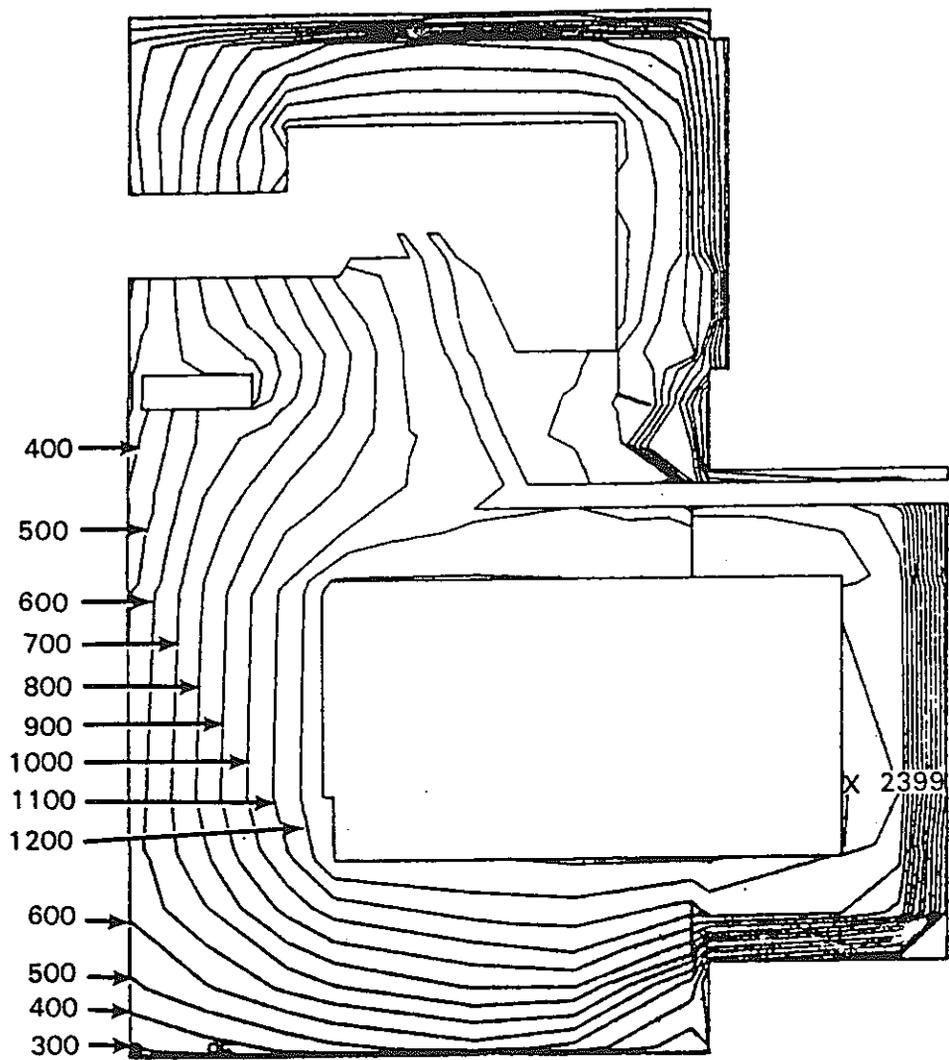
これらは、破損したヒータの破片等がキャニスターに落下し流下ガラスの障害とならないよう設けたものである。

View portは流下状況を、メルター正面の窓から観察するためと、MSマニプレータで操作するサンプリングユニットを設置するための開口部である。

#### 4) ガラス溶融炉の熱解析と冷却設計

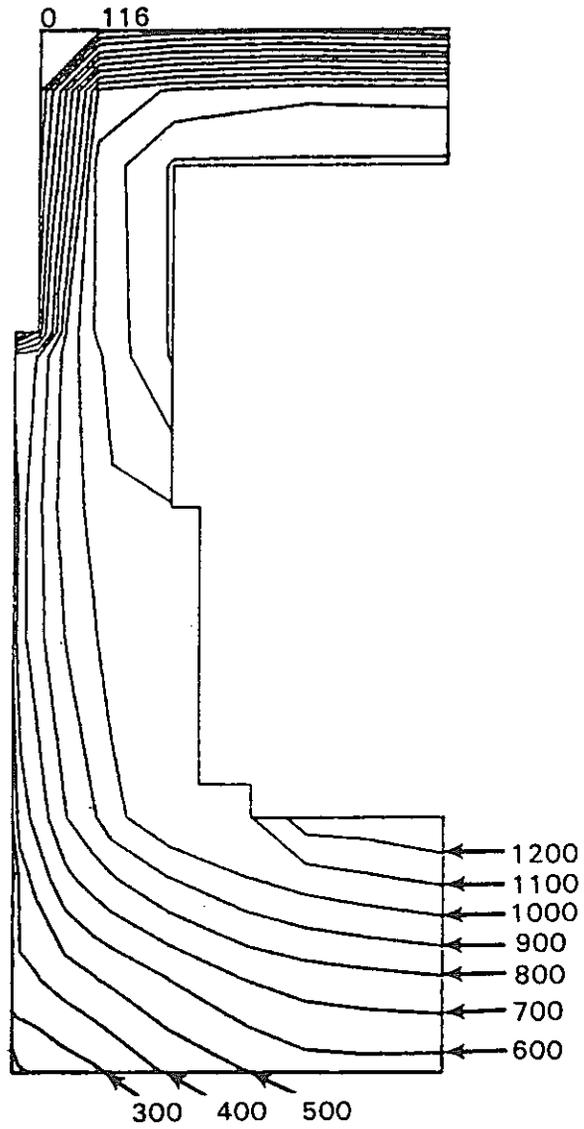
ガラス溶融炉は、次のような観点から、その熱解析と冷却設計が行われている。

- a) 外面は、自然空冷とし、側面主要部は $200^{\circ}\text{C}$ をこえない設計とする。これは、強制空冷設備を設けることによる、メルター本体の重量増を避ける意味と、運転時に冷却ユーティリティの確実なモニタリング（温度、放射能）の必要性を除くためである。
- b) 電極は、 $1300^{\circ}\text{C}$ でガラスが溶融されている際に、 $1100^{\circ}\text{C}$ をこえないよう冷却設計を実施した。モニタリングは、電極プレート（金属部）温度と、冷却エア出口温度の関係を運転初期に把握し、以後はエア温度に基いて行う。
- c) 溶解槽と、流出（オーバーフロー）槽の間に、3ヶ所の冷却設備を設け、インコネルプレートで物理的にガラスが浸み出すことを防止するとともに、ガラスを冷却して固め、流出槽側に目地を通して、リークしない設計とした。
- d) 熱解析は、PNLの所持するコンピュータコードANSYSによって実施し、図5-3-17(a)のような温度分布が推定されている。側面は大部分が $200^{\circ}\text{C}$ 、天蓋部も上面が $215^{\circ}\text{C}$ と推定される。電極が設置される方向は、Zedmulの保温が1層少ないこともあって図5-3-17(b)のように全体的に温度が高くなる。



Centerline Computer-Predicted Temperature Profiles for the Back Wall and Floor

図5-3-17(a) 炉体温度プロフィール解析結果



Predicted Temperature Profiles for Electrode Walls.

図5-3-17(b) 電極設置方向の温度分布

## 2. 廃液供給システム

### 1) 供給タンク

304 L SS

直径 3 ft (0.9m)

全高 7 ft 9 in (2.4m)

45 ft<sup>2</sup> (4.2 m<sup>2</sup>) の Cooling jacket が付く (熱交換面積)

容量 1250 ℓ (うち有効容積 1000 ℓ)

パルセータ Sch40 直径 16 in

長さ 7 ft 10  $\frac{5}{8}$  in

Displacement Volume ~ 60 ℓ

作動サイクル ~ 60 秒

この供給タンクの設計上の特徴点

- Conical Bottomとし、通常のタンク形状に比べ、固型粒子に対する攪拌性能を向上させた。

\* [タンクの断面図でBottomは開き 60° の cone 先端は 12 in 直径の hemispherical

- 機械式攪拌を行わないため、タンクでの発熱は decay heat だけとなり、外側の Cooling jacket の冷却で充分で内部の Cooling coil は削除出来る。

\* [本プラントでの廃液の標準発熱量 1.44 kw / ℓ である。]

- 供給液の攪拌は、パルセータの作動頻度と、パルスの強度 (ピストンの圧力で調整) を変えることにより調節可能。

更に、この方式は、スラリーの粘性と含有固体粒子の濃度の様々なケースに対応が可能。

### 2) 供給移送システム

供給タンクには 6 in (20 cm) のフランジがあり、各種のスラリー移送機器を設置できる。

その例として、

- ① Mechanically operated positive - displacement pump
- ② Air driven pumps (Air driven positive displacement pump)
- ③ Airlift

Air driven pump の概要

- ポンプ室容量 ~ 1 ℓ

供給能力 ~ 45 ℓ / hr

- ポンプ室は同軸の 2 本のパイプで構成 (304 SS)

外側 3 in<sup>D</sup> Sch 40 33 cm long

内側 1.5 in<sup>D</sup> (3.8 cm) 10 in long

- Check valve

6.35 cm<sup>D</sup> ball valve

1.5 in (3.8 cm) オリフィス で構成

### 3. オフガス処理設備

ホットのガラス固化試験設備においては、セラミックメルターからのオフガスを、先づベンチュリースクラバーで処理し以降は、従来から仮焼・インキャンメルターの試験で使用されていた、クエンチスクラバー等の処理プロセスに接続する設計となっている。

オフガス系の全体フローを図5-3-18に示す。

#### オフガス処理システム

本パイロットプラントは、フローシートに示されるエジェクターベンチュリまでのオフガス処理前 について設計を行った。

メルターからのオフガスの性状は、以下のように推定された。

#### 標準条件

- 45.4 scfm (77 Nm<sup>3</sup>/hr)
- 350 °C
- 55 kg/hr Air
- 27 kg/hr 水蒸気
- 1 kg/hr NO<sub>x</sub>
- Trace 塩素及イオン化合物
- 0.3 kg/hr 粒子 {~30 μm, 酸化物}

#### 最大条件

- 105.0 scfm (178 Nm<sup>3</sup>/hr)
- 109 kg/hr 水蒸気
- 他は同条件

#### 1) エジェクターベンチュリ (図5-3-19)

エジェクターベンチュリはメルターとスクラバー液タンク (TK-134) との間にあり、オフガス中の Condensable (Air を除く成分) の~95%を凝縮させることと、平均粒径1 μmの粒子の90%を除去することを目的とする。

#### 2) スクラバー液タンク (TK-134) (図5-3-20)

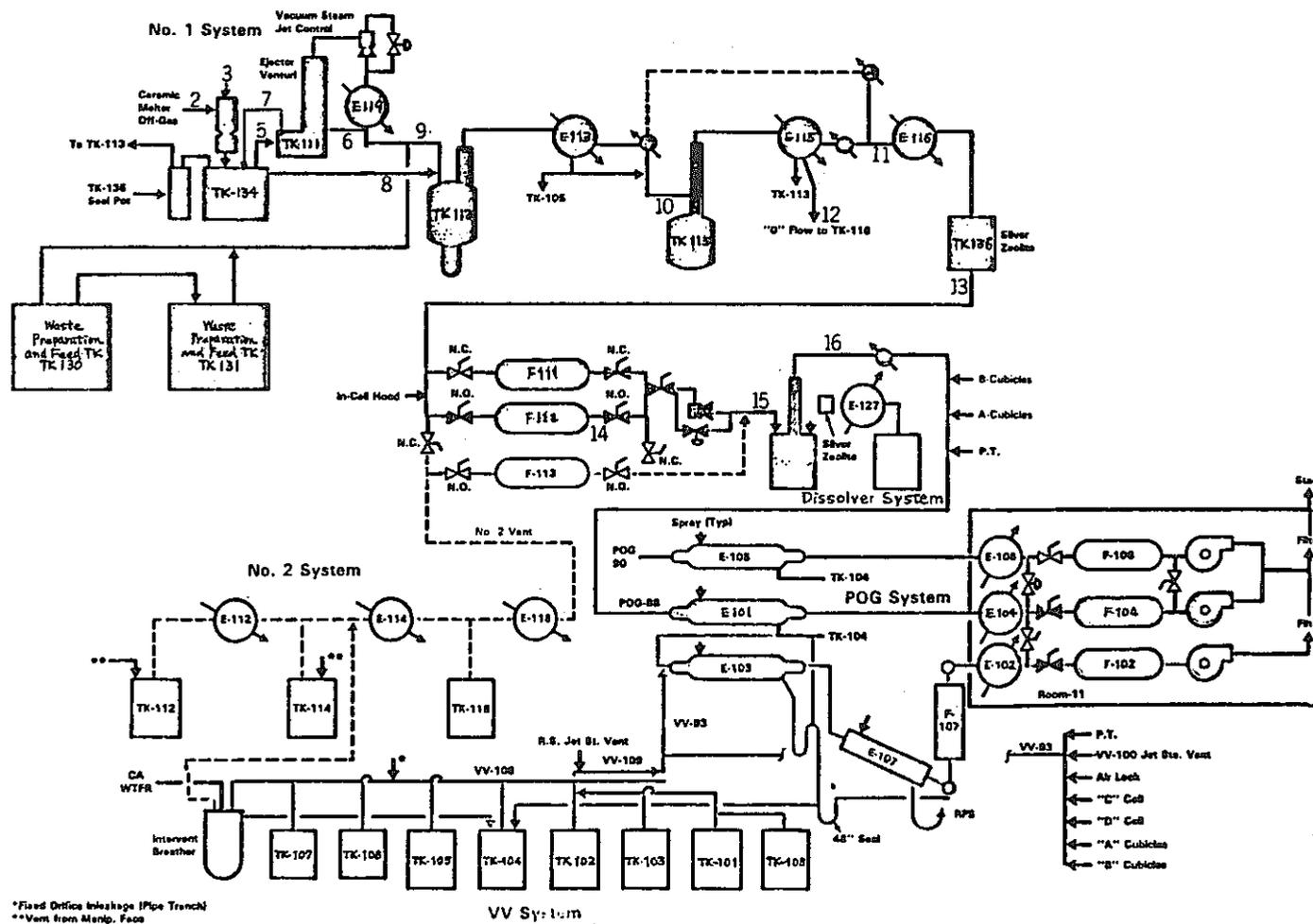
仕様 (86 cm × 147 cm) × 183 cm

スペースの制約で断面がだ円になっている。

容 量 2000 ℓ [液量 1700 ℓ]

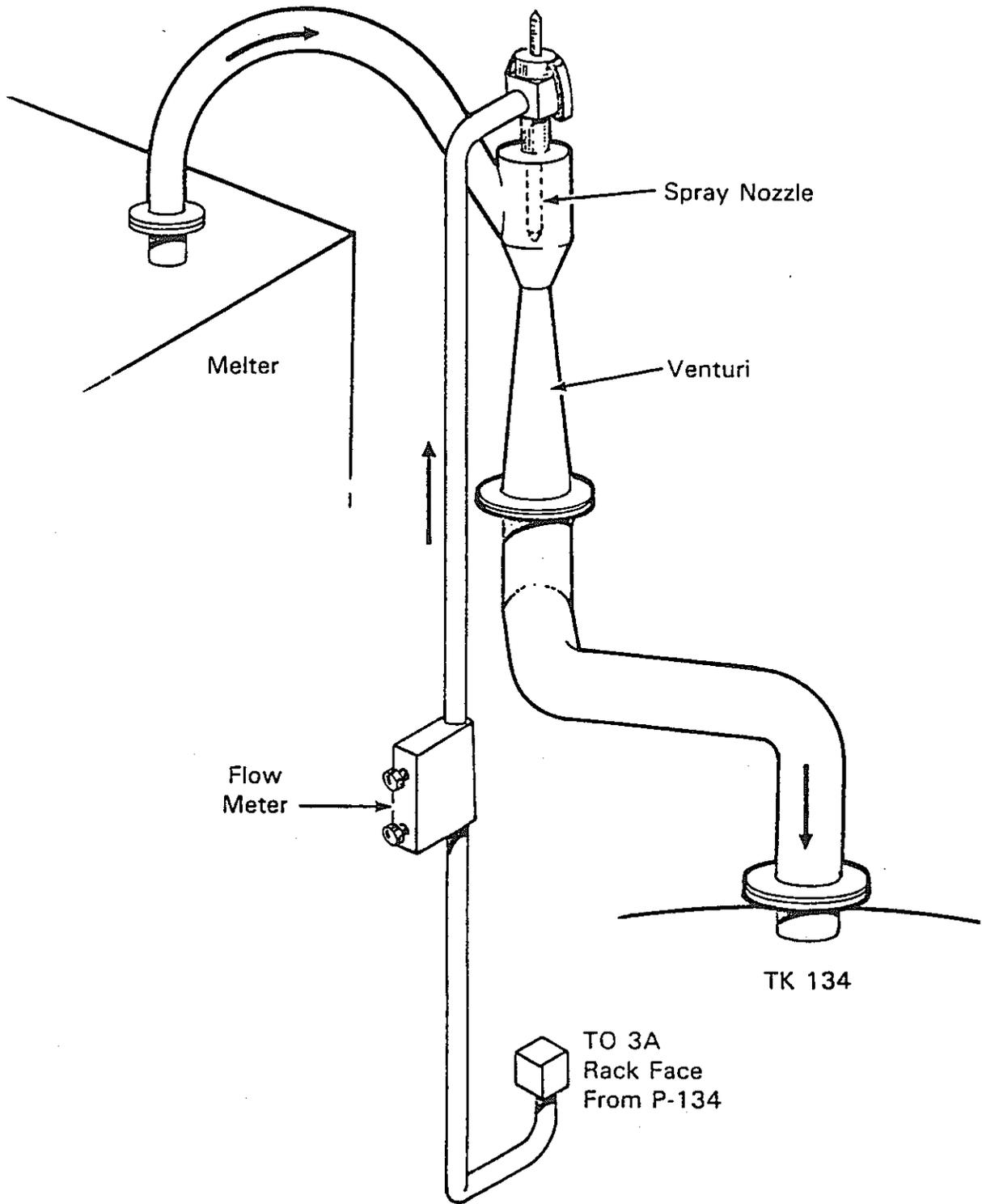
冷却コイル 1 in Sch40 C-276 パイプ 200 ft  
[熱交換面積 6.4 m<sup>2</sup>]

タンク材質 Inconel 625



Process Flow Diagram of the Pilot-Scale Radioactive LFCM Equipment

図 5-3-18 プロセスオフガス処理システムフローダイアグラム



Ejector Venturi Scrubber

図5-3-19 エジェクターベンチュリスクラバー

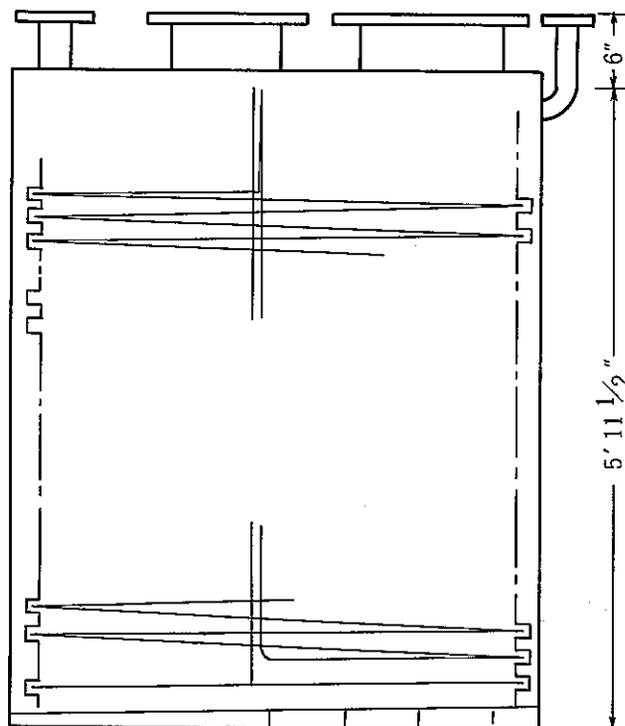
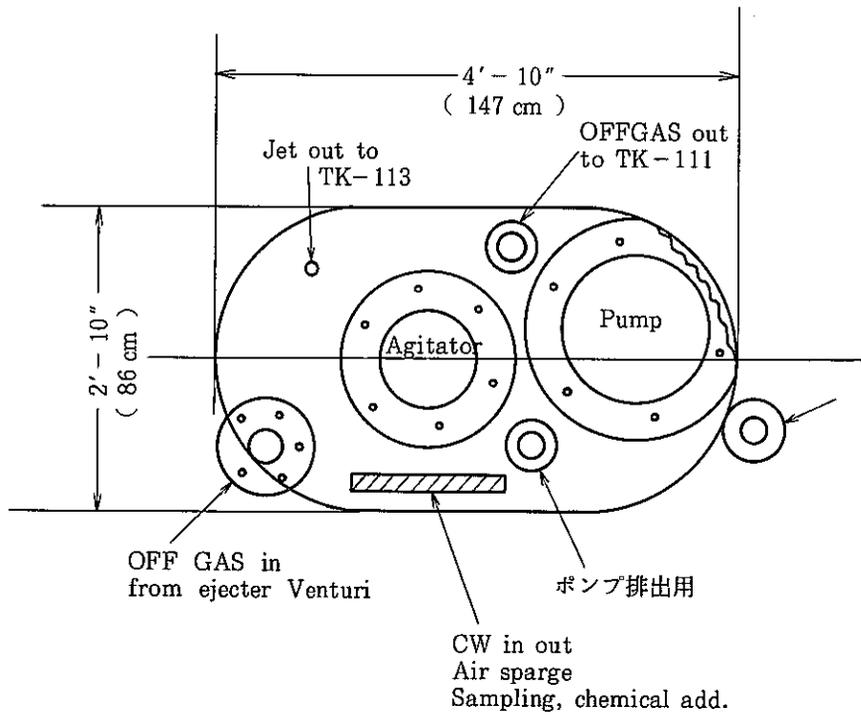


図 5 - 3 - 20 スクラバー液タンク (TK-134)

(インコネル600との比較試験, 5% HNO<sub>3</sub>, 1% NaCl 60°Cを実施した。)

他のタンク in : ejecter venturi  
 との接続 Quench Scrubber (TK-111) のオーバーフロー  
 out : TK-113  
 計 装 レベル計, 比重計 (dip tube)  
 オフガスとスクラバー液の温度  
 電気伝導度 (Conductivity probe)  
 攪 拌 機械式 11in propeller  
 Air sparger ring

エジェクターベンチュリーへの給液ポンプ

Cantilever pump [6.375 inのインペラー, 10 hpのモータから成る)

能力は 40 gallon/min で, 余剰分は TK-134 にリサイクルされる。

エジェクターベンチュリーの運転条件

オフガス 入口 350°C 出口 60°C

供給水 40°C 114 ℓ/min 80 psig

ベンチュリーでのドラフトカ

7.62 cm - H<sub>2</sub>O

材 料 インコネル625

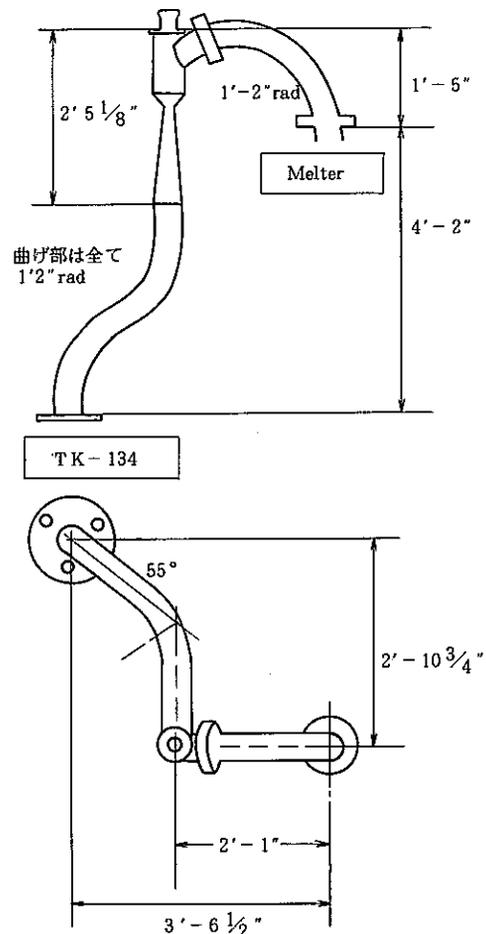
壁 厚 1/4 in

Commercial Use

"AMTEK FIG No.7010"

を使用

\*メルターからエジェクターベンチュリ,  
 スクラバー液タンクへの配管は右図の  
 ように曲がっているが, これはラック  
 配置と, 従来からある配管等を避けて  
 設置した結果である。



3) シールポット (TK-135)

TK-134とジャンパーで接続され、オフガス系前段の圧力上昇を防止する。

TK-135の 直径 8.625 in

高さ 44.5 in

Ventはセル又はTK-113に放出する。

材質 Inconel 625 又は Hastelloy C-276

以下3C, 1A, 2Aラックの機器の概要を記す。

これらは、従来の固化試験から継続して使用されているものである。(10年以上前のWSEPの処理設備を流用)

4) クエンチスクラバー (TK-111, 3C)

スプレー仮焼/インキャンメルターシステムのために設置された。

材質 SUS 304L

寸法 10in-dia. Sch. 20

5/8in 304L pall ring

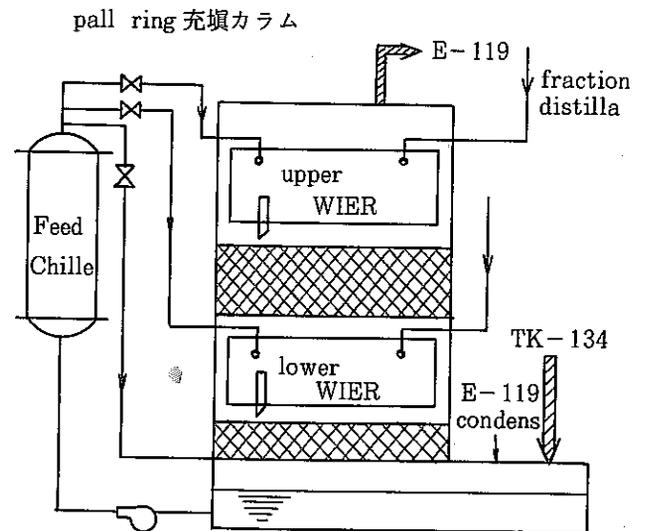
充填コラム

通常運転での圧損

4 in aq.

flooding point

55 kg/hr 60°Cで 2.2 L/sec



5) スチームジェットイジェクタ及びコンデンサ (E-119) [3C]

このスチームジェットによりメルター及びオフガス系前段の負圧をコントロールする。コンデンサでは残りの水蒸気を除去し、CondensateはTK-111(クエンチスクラバー)の循環液として戻す。コンデンサーの後段のベンチュリ-流量計でNoncondensableなガス量を連続測定する。

主要仕様

スチームジェット	市 販	Penberthy 1 1/4 in jet (20 in Hg)
コンデンサ	Downdraft	シェル/チューブ 304L
	伝熱面積	24.6 ft <sup>2</sup>
		38 Btu/ft <sup>2</sup> ·h·F
ガス温度	入側	130 °C
	出側	60 °C

ガラス熔融炉の負圧維持のため、次の2点を配慮した。

- 1) エジェクターベンチュリの能力を、通常必要なオフガス吸引量の3倍に設定したこと。
- 2) Vacuum boosting systemとしてクエンチスクラバーの後段にスチームジェットとりサイクル用のコントロールバルブを設ける。

プロセス後段オフガス機器

6) 蒸発缶 (Evaporator) [TK-113: 1Aラック]

蒸発缶は、このプラントでは次の3つの機能を持つ。

- 1) 原料HLLWの濃縮
- 2) 各タンク凝縮液の濃縮
- 3) オフガスのDecontamination

蒸発缶のTower部は4段から成り

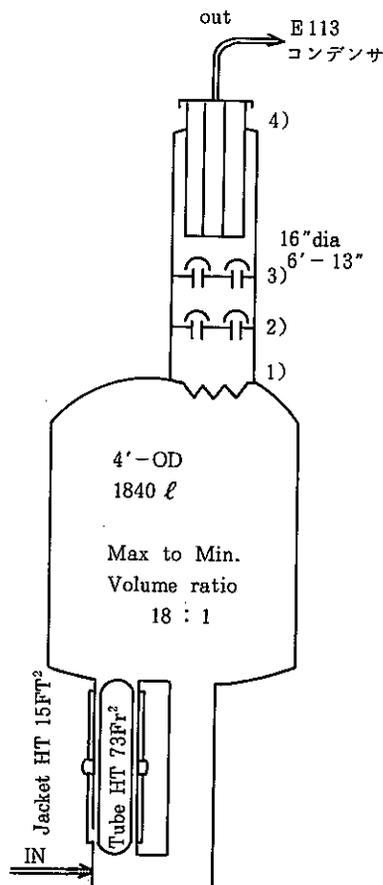
- 1) 最下段 Simple chevron baffle
- 2) 3) dry impingement cap
- 4) 遠隔交換可能なミストエリミネータ

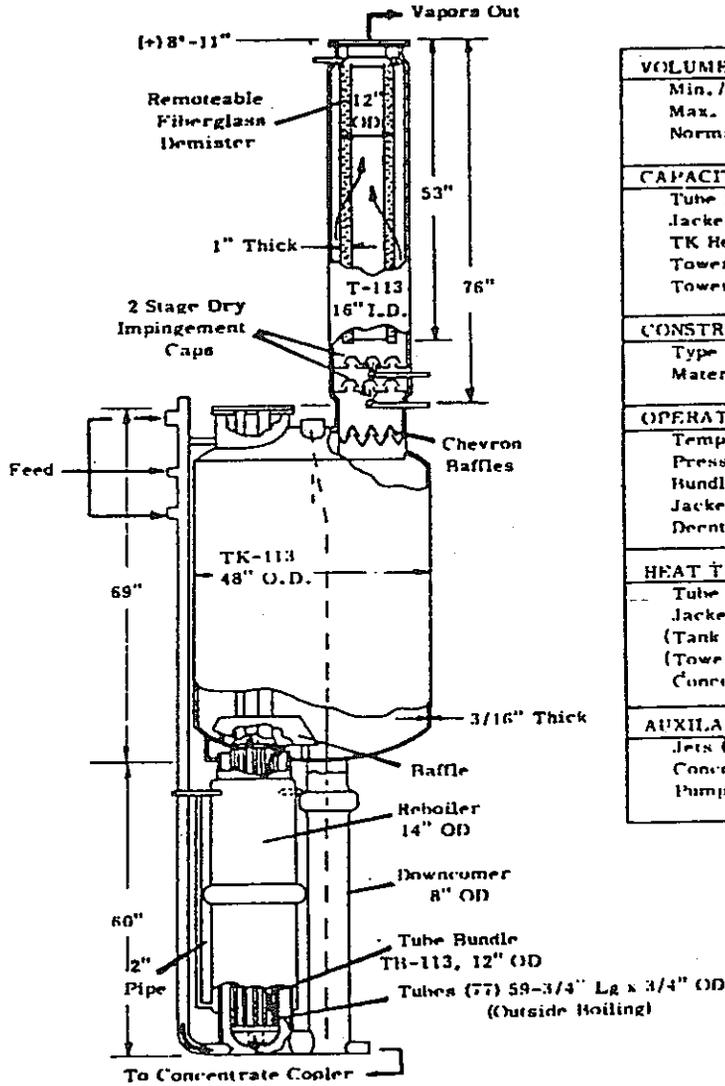
材 質 チタン

最大蒸発能力 500 ℓ/hr

impingement velocity [Aerosol removal effective dia.]

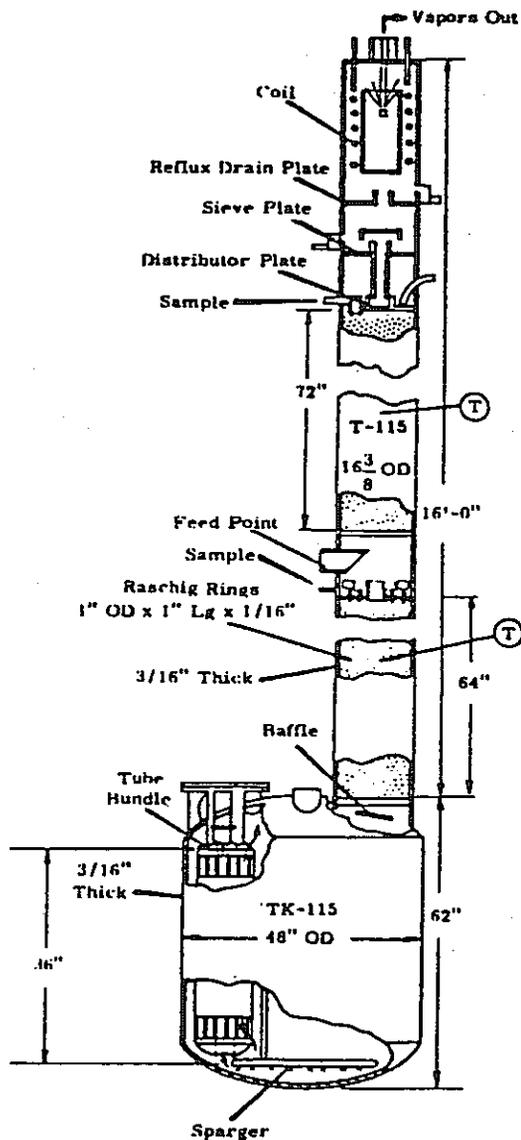
- 1) 11 m/sec [25 μ Aerosol]
- 2) 16 m/sec [7 μ]
- 3) 26 m/sec [4 μ]





<b>VOLUME</b>	
Min./Max. Oper.	70 / 1300 g
Max. Volume	1840 g
Normal Oper.	180 g / 100% Sub.
<b>CAPACITY</b>	
Tube Bundle	530 g/hr.
Jacket	140 g/hr.
TK Heat Losses (Reflux)	7.1 g/hr.
Tower at 12 in. Δ P	600 g/hr.
Tower Heat Losses (Reflux)	1.6 g/hr.
<b>CONSTRUCTION (ASME CODED)</b>	
Type	All Welded
Material	A-55 Titanium
<b>OPERATING</b>	
Temp.	115 °C
Press.	13 psia
Bundle	55 psig
Jacket	15 psig
Decrainment D. F.	~10 <sup>6</sup>
<b>HEAT TRANSFER AREAS</b>	
Tube Bundle	73 ft <sup>2</sup>
Jacket	15 ft <sup>2</sup>
(Tank Shell)	119 ft <sup>2</sup>
(Tower Shell)	27 ft <sup>2</sup>
Concentrate Cooler	7.5 ft <sup>2</sup>
<b>AUXILIARIES</b>	
Jets (1)	10 GPM
Concentrate Cooler 20 °C Δ T at 10 GPM	
Pump (Remoteable)	0-50 GPM

Thermosyphon Waste Evaporator (TK-113)



Nitric Acid Fractionator (TK-115)

VOLUME	
Min./Max. Oper.	480/1150 g
Max. Volume	1550 g
Normal Oper.	700 g/60% Sub
CAPACITY	
Tube Bundle	310 g/hr
Tk. Heat Losses	5.3 g/hr
Tower at 8 in. Δ P	600 g/hr
Tower Heat Losses (Reflux)	4 g/hr
Tower Reflux Coil	220 g/hr
Sieve Plate at 6 in. Δ P	600 g/hr
CONSTRUCTION (ASME CODED)	
Type	All Welded
Material	Titanium
OPERATING	
Temp.	115 °C
Press	13 psia
Tube Bundle Press	35 psig
Aerosol D-F	~10 <sup>5</sup>
HEAT TRANSFER AREA	
Tube Bundle	43 ft <sup>2</sup>
(TK Shell)	88 ft <sup>2</sup>
Tower Reflux Coil	12 ft <sup>2</sup>
(Tower Shell)	67 ft <sup>2</sup>
FRACTIONATION (NITRIC ACID)	
Feed	0.8-1.0 M
Bottoms (L/V = 1.1)	10 M
Overheads (L/V = 0.2)	0.1 M

E-113 コンデンサ 寸法 18" Did × 8' - 8" Length  
120 Ft<sup>2</sup> 熱交換面積  
材質 チタン

7) Acid fractionator (酸回収塔) [TK-115, 1 Aラック]

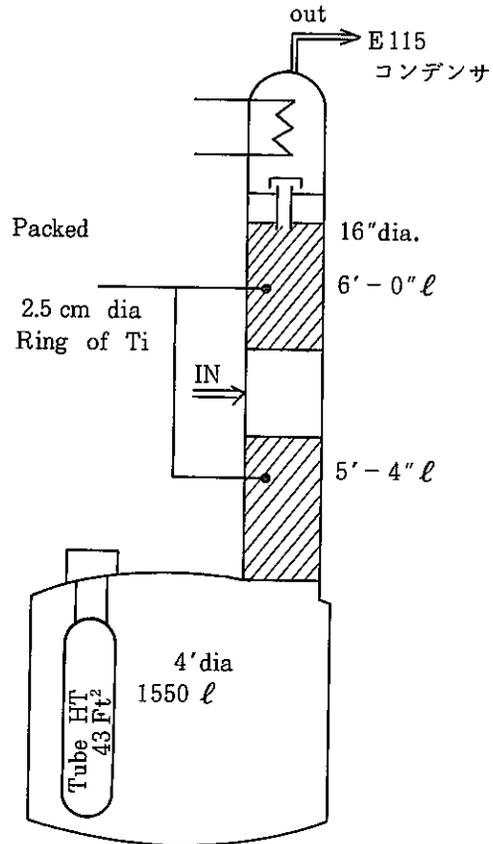
全チタン製で標準の reboil tank に充填塔を取り付けた構造をしている。reboil tank 中の Tube Bundle Heater は遠隔交換可能である。

酸回収塔としての設計条件は

feed 0.8 M HNO<sub>3</sub>  
 Overhead 0.01 M  
 Concentrate ~ 10 M

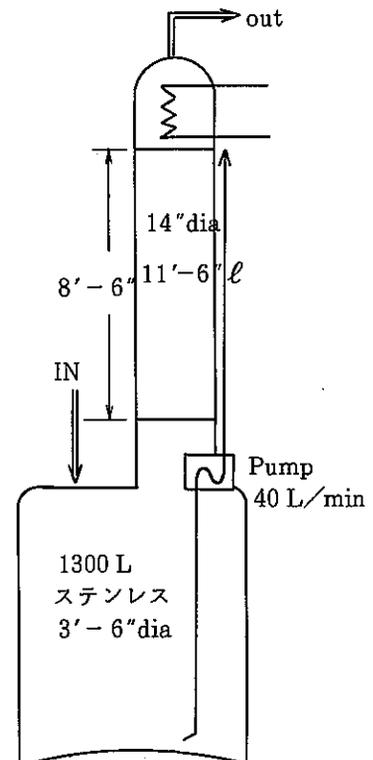
E-115 コンデンサ

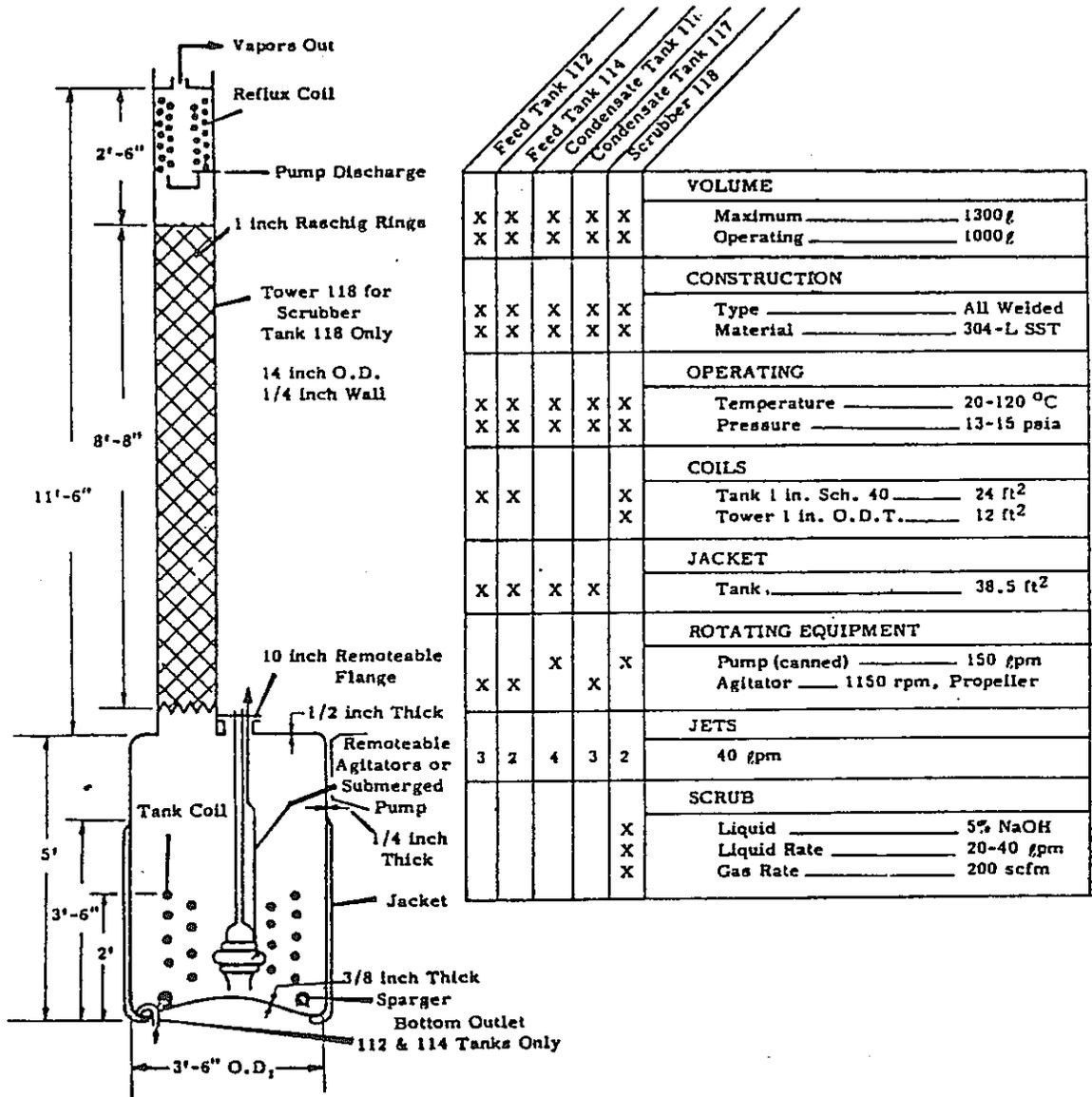
寸法 14" dia × 6' - 0" length  
 100 Ft<sup>2</sup> 熱交換面積  
 材質 ステンレス



8) プロセスオフガスクラバー [TK-118, 2 Aラック]

本スクラバは 1300 l タンクと 11 feet 6 in 充填塔から成る  
 循環ポンプにより液は 40 l/min で供給され  
 オフガス流量は 11.8 m<sup>3</sup>/min が acceptable  
 である。  
 材質はステンレス





	Feed Tank 112	Feed Tank 114	Condensate Tank 115	Condensate Tank 117	Scrubber 118	
<b>VOLUME</b>						
X	X	X	X	X	X	Maximum _____ 1300 g
X	X	X	X	X	X	Operating _____ 1000 g
<b>CONSTRUCTION</b>						
X	X	X	X	X	X	Type _____ All Welded
X	X	X	X	X	X	Material _____ 304-L SST
<b>OPERATING</b>						
X	X	X	X	X	X	Temperature _____ 20-120 °C
X	X	X	X	X	X	Pressure _____ 13-15 psia
<b>COILS</b>						
X	X				X	Tank 1 in. Sch. 40 _____ 24 ft <sup>2</sup>
					X	Tower 1 in. O.D.T. _____ 12 ft <sup>2</sup>
<b>JACKET</b>						
X	X	X	X			Tank _____ 38.5 ft <sup>2</sup>
<b>ROTATING EQUIPMENT</b>						
X	X	X	X	X	X	Pump (canned) _____ 150 gpm
						Agitator _____ 1150 rpm, Propeller
<b>JETS</b>						
3	2	4	3	2		40 gpm
<b>SCRUB</b>						
					X	Liquid _____ 5% NaOH
					X	Liquid Rate _____ 20-40 gpm
					X	Gas Rate _____ 200 scfm

Process Service Tanks (TK-118)

#### 4. キャニスターハンドリング機器

##### 1) ターンテーブル方式

キャニスターターンテーブルは、図5-3-21に示すように、3ヶ所にキャニスターをホールドするサポートを持つ回転テーブルでモータ駆動される。

センターシャフトは上下2ヶ所のベアリング部で支持され回転する。

3ヶ所のキャニスターホルド(thimble)は、直径40.7 cm、高さ2.64 mのキャニスターまで取り扱うことが出来る。

コンテナベッセルは0.47 cm厚(側面)、0.95 cm厚(底面)のSUS304L製で、外寸法は直径1.93 m、高さ2.83 mである。

このベッセルには

- (1) タンク中に溜まる液体の量を把握する dip tube
- (2) 溜まった液体を排出するためのジェット
- (3) 6本の熱電対

が備えられる。

6本の熱電対は3本ずつのセットになっており、注入位置での測温用の1セットと、冷却位置での1セットが設置されている。

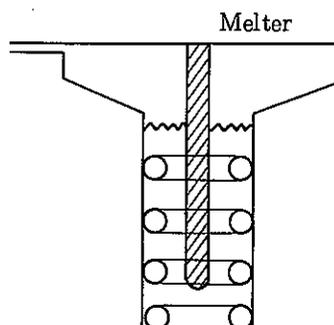
ターンテーブルを流出口の真下に120°づつ回転させストップする方法として、駆動装置に付属させたポテンショメータとターンテーブルに120°ごとに取り付け、ともに回転する線源放射線を外部から測定する2つの方法を用いる。

##### 2) ターンテーブルの気密

ターンテーブルのコンテナベッセルには2つの開口部がある。1つはメルターのオーバーフロー流出部との継ぎでもう一つはキャニスター取出し用の開口部である。

メルターとの継ぎ部の気密構造は次の概念で説明される。

- 低融点金属を溜めておく溝と温度コントロール用コイル
- 溝に入りシールするエッジ(Lip)
- 低融点(150℃)合金

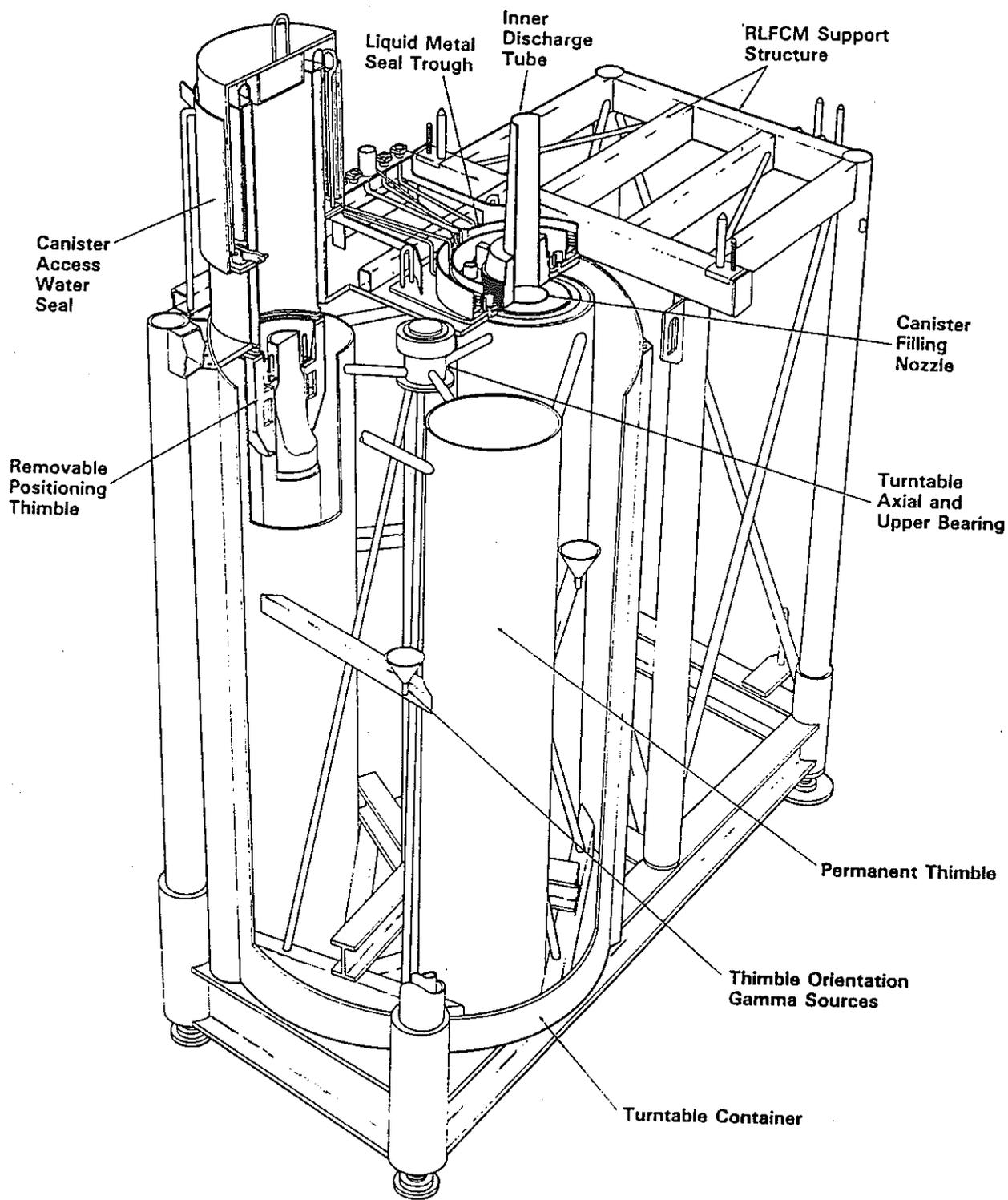


使用の概念として

- メルターとターンテーブルを結合する際に、コイルに加熱スチームを通じて溶融し、メル

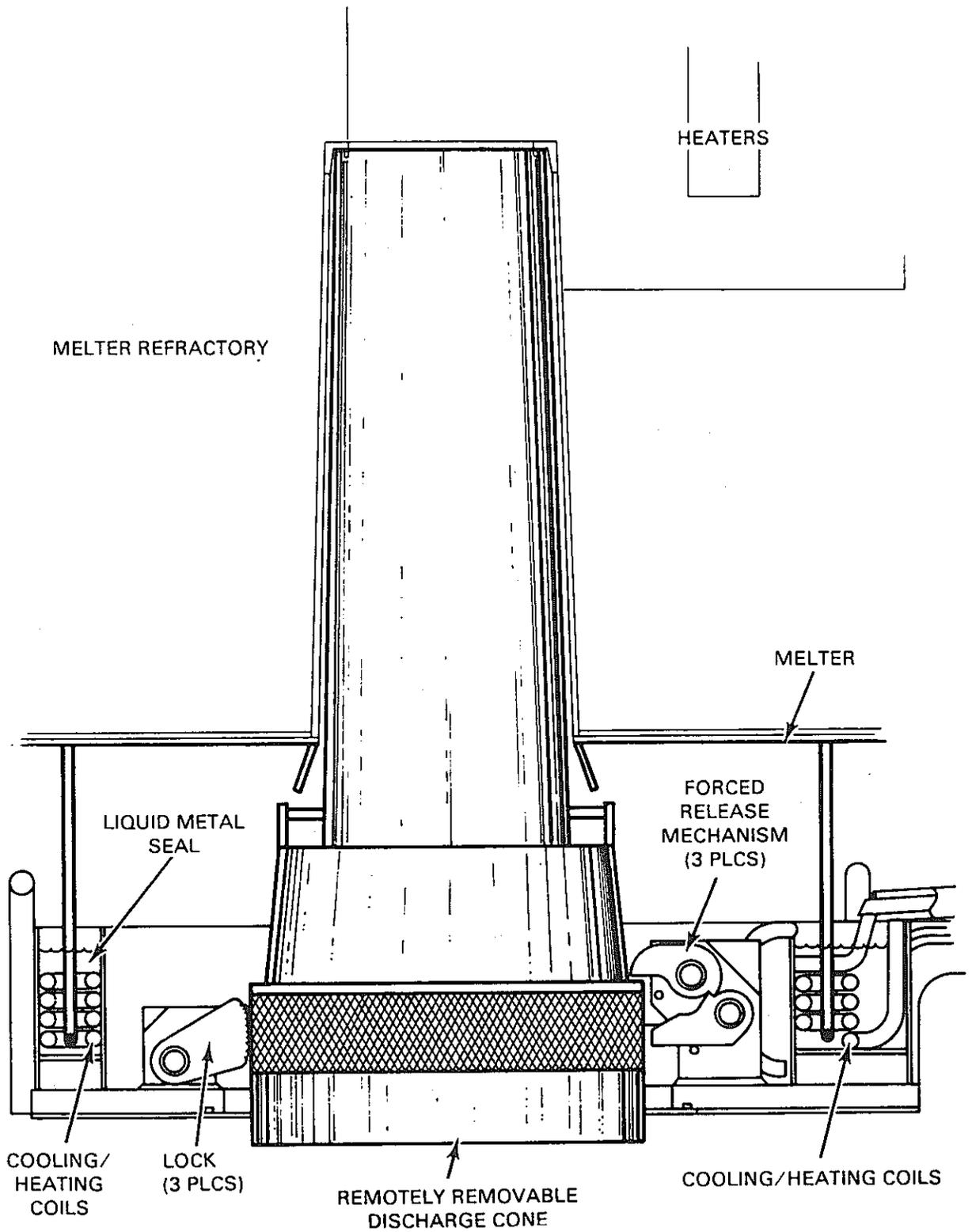
ター側のエッジを沈めてシール部を作る。

- メルター運転中はこの部分は温度が合金の融点以上に上がるので、コイルに冷却水を流し固めた状態でシールを維持する。シール部の状態を図5-3-22に示す。



Cutaway View of the Canister Handling Turntable

図5-3-21 キャニスターハンドリング用ターンテーブル

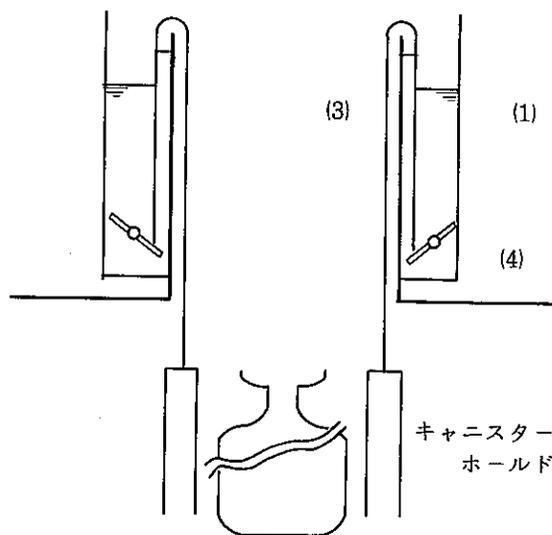


Metal Seal Concept - Connection of the RLFCM to the Canister Handling Turntable

図5-3-22 低融点金属シールの概念

もう1つのシール部はキャニスター取出し用開口部で24 inの水深を持たせた水封シールである。主要な構成パーツは次の4つである。

- (1) シール水を保持する溝
- (2) (1)の溝に入るエッジを持つ蓋
- (3) 蓋の取り外し時に気密を維持する  
フローティングシール
- (4) フローティングシールを動作させる  
カムシステム



キャニスターを出し入れする際には  
(3)フローティングシールとキャニスター  
ホルドの接触及び水封で必要最少限の  
気密を維持する。

以上の概念は図5-3-23(1)(2)に示される。  
蓋を閉じた場合には蓋のエッジによる水  
封でシールすると同時に、カムの働きで  
フローティングシールを持ち上げ、キャ  
ニスターホルドとは離れるのでターン  
テーブルは自由に回転する。

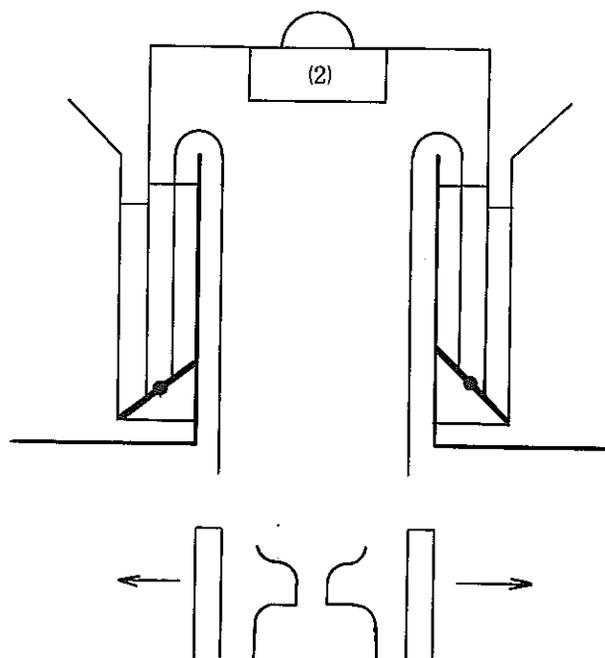
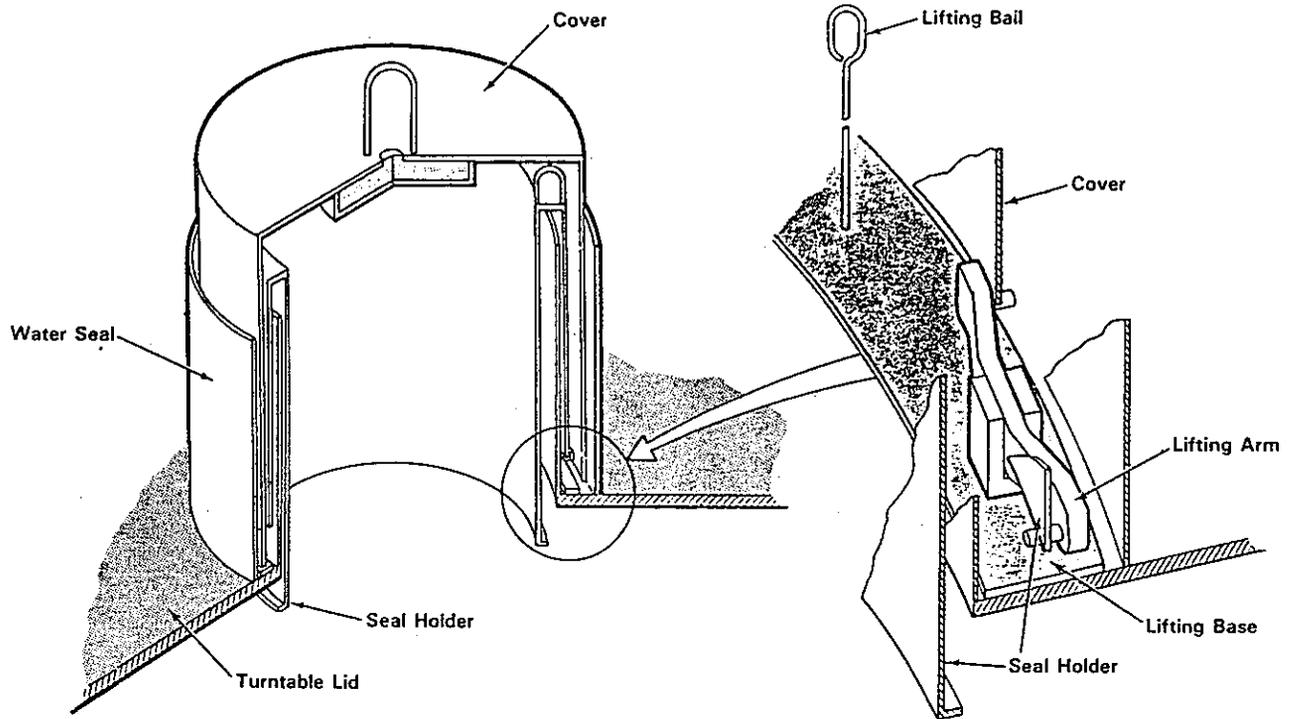


図5-3-23(1)



Canister Access Port Seal System

☒ 5 - 3 - 23(2)

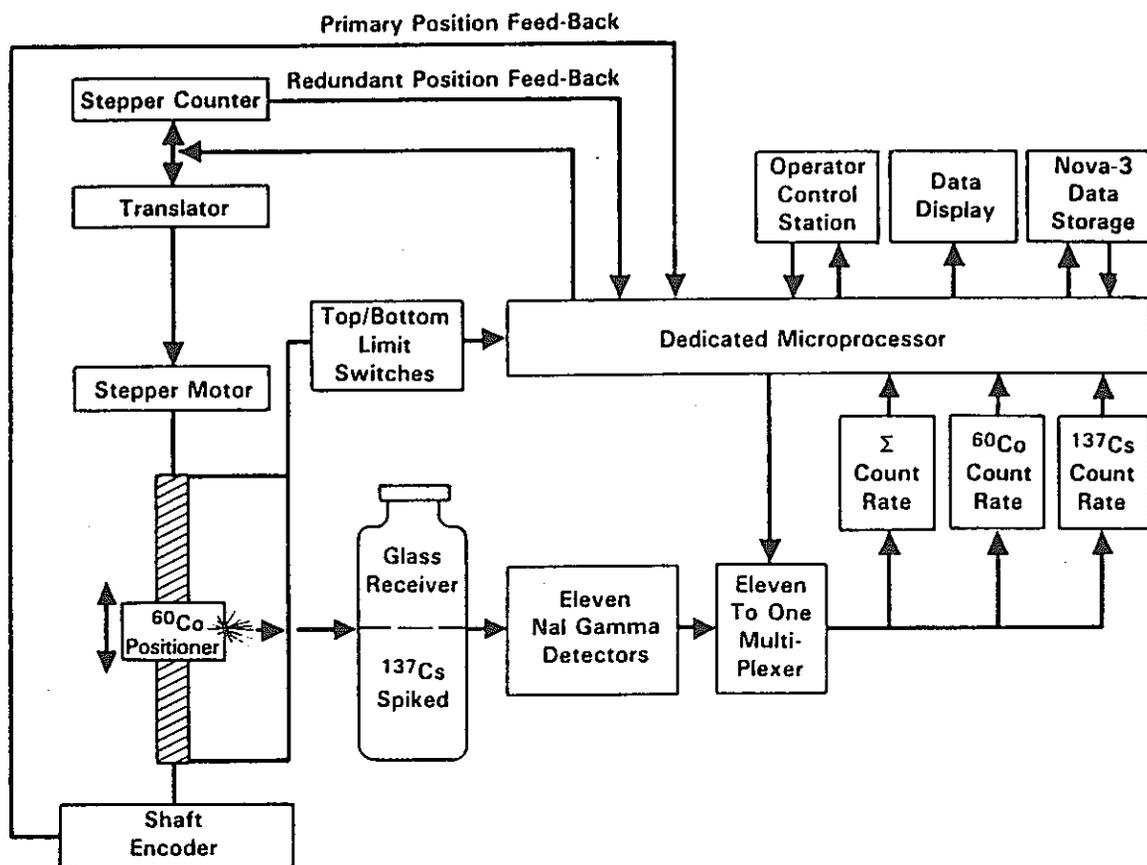
## 5. 放射線によるガラスレベル計測システム

ガラス溶融炉から、キャニスターに注入されるガラス量を計測し、キャニスターへのオーバーチャージを防止するためのガラス量計測システムがターンテーブルに付属して設置される。

原理としては、注入位置のキャニスターを透過してくるコバルト60線源の放射線をコリメータを通して測定し、注入ガラスによる減衰を把握する方法と、放射性ガラス身体から出るCs<sup>137</sup>の放射線をコリメートする方法の2通りを備えている。

コリメータは高さ8 ft 8 1/2 in (104 1/2 in) の標準キャニスターに対し、16, 31, 46, 61, 68, 75, 82, 86, 90, 94, 98 インチの高さに設置され、それぞれのレベルにガラスが達したことを検出できる。

システムフローを図5-3-24に示す。



Schematic of the Glass-Level Detection System

図5-3-24 放射線によるキャニスター内ガラス面計測システム

## 6. キャニスター及びキャニスター吊り治具

### 1) キャニスターデザイン

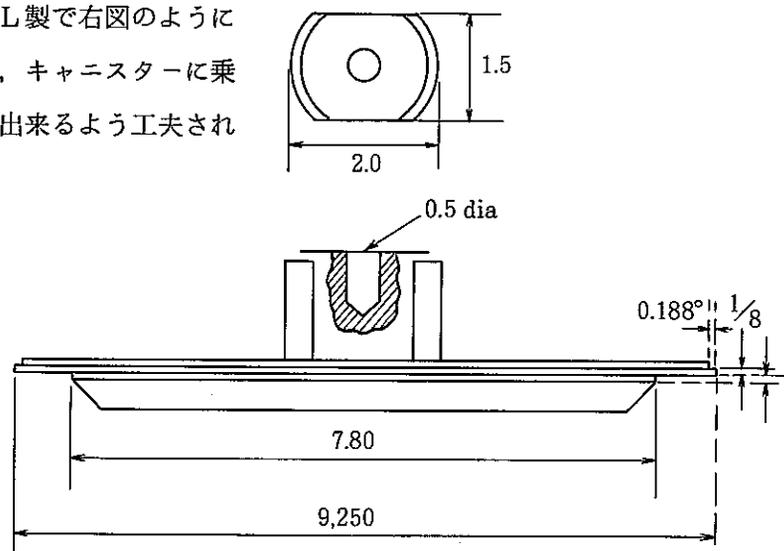
ガラス固化ホット試験に使用する標準キャニスターは、図5-3-25に示す直径32.3 cm、長さ2.64 mのものである。

このキャニスターは、直径12 in Sch. 40のSUS304Lを使用して製作する。底部は厚さ0.375 inの逆皿形状をしている。

上部フランジは、直径8 in 150ldのブランクフランジで flatness (平面度) は0.002 in、フランジと本体の間には、12×8 in Sch. 405のレジュース (reducer) を介している。

このキャニスターには2.4 mの深さまでガラスを注入し、ガラス量は約450 kgとなる。

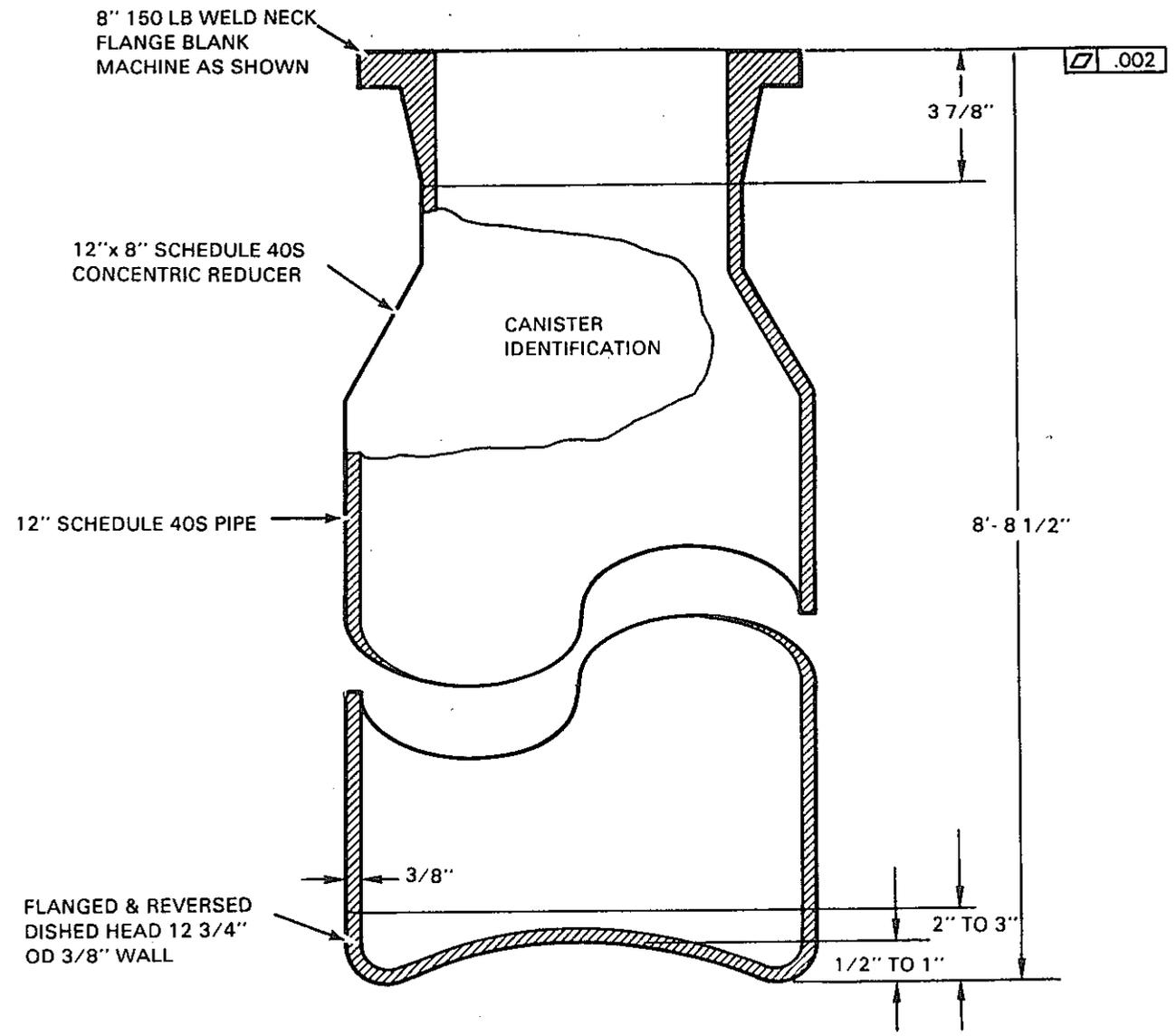
キャニスターの蓋は304L製で右図のようにネジを用いた治具で着脱し、キャニスターに乗せれば自然に Positioning 出来るよう工夫されている。



キャニスターは、高度の包蔵性が要求されるので、その製作には厳密な品質管理を必要とする。本プラントのキャニスターについては、ASME Boiler and Pressure Vessel Code の Sec. V III Div. 1 を用いた管理を行う。(hydrostatic test の部分を除く)

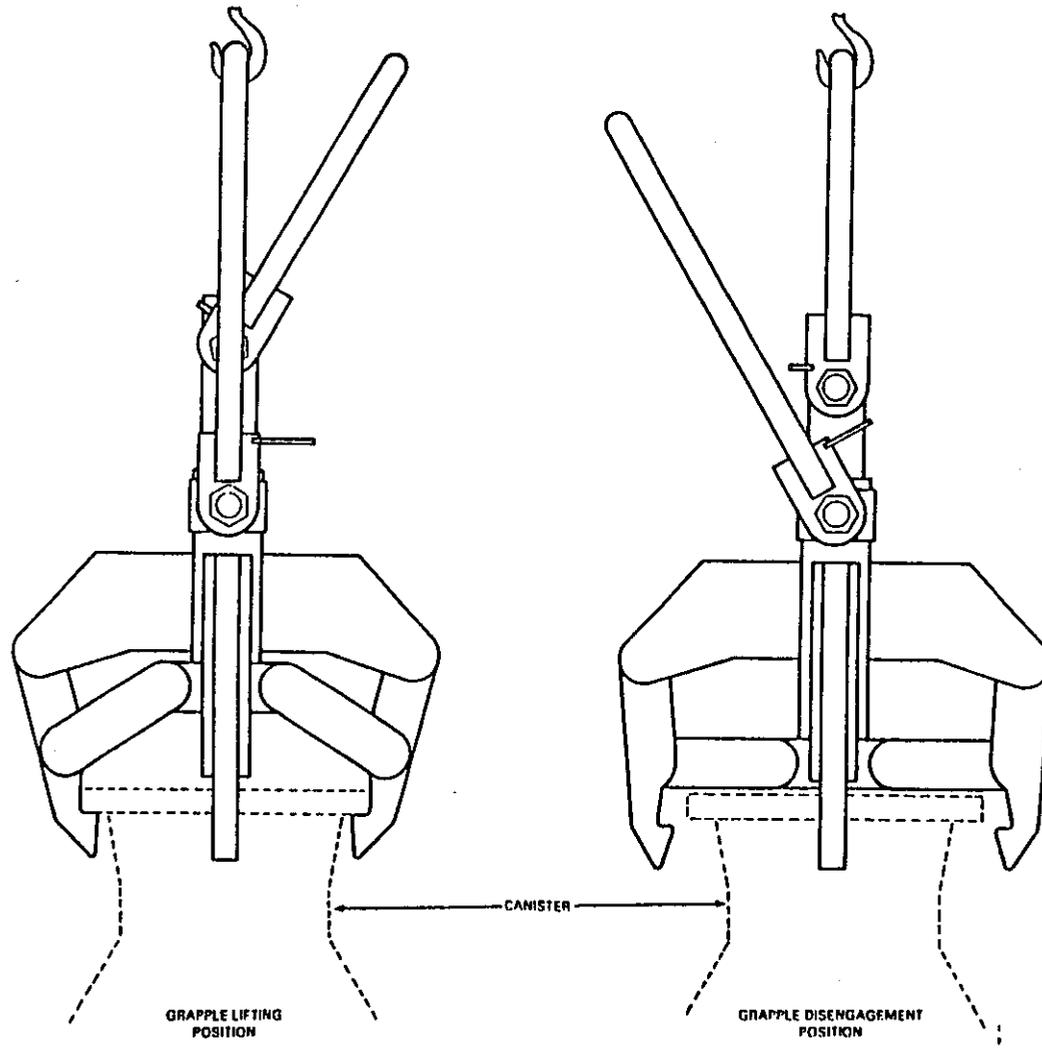
### 2) キャニスター吊り治具

キャニスター吊り治具は、図5-3-26に示す構造のものでBセルのクレーンだけを使用し、ハンドリング中のキャニスターへの Stress を最少にしかつ、安全に吊り上げ移送が可能な機構を有している。2つの取手を交互にクレーンフックで吊ることにより、4つの把み部がキャニスター上面のフランジを、把んだり離したりの動作を行う。



Reference Canister for the Radioactive LFCM Pilot Plant

図 5-3-25 ホット試験で使用中の標準キャニスター



Canister Handling Grapple Concept

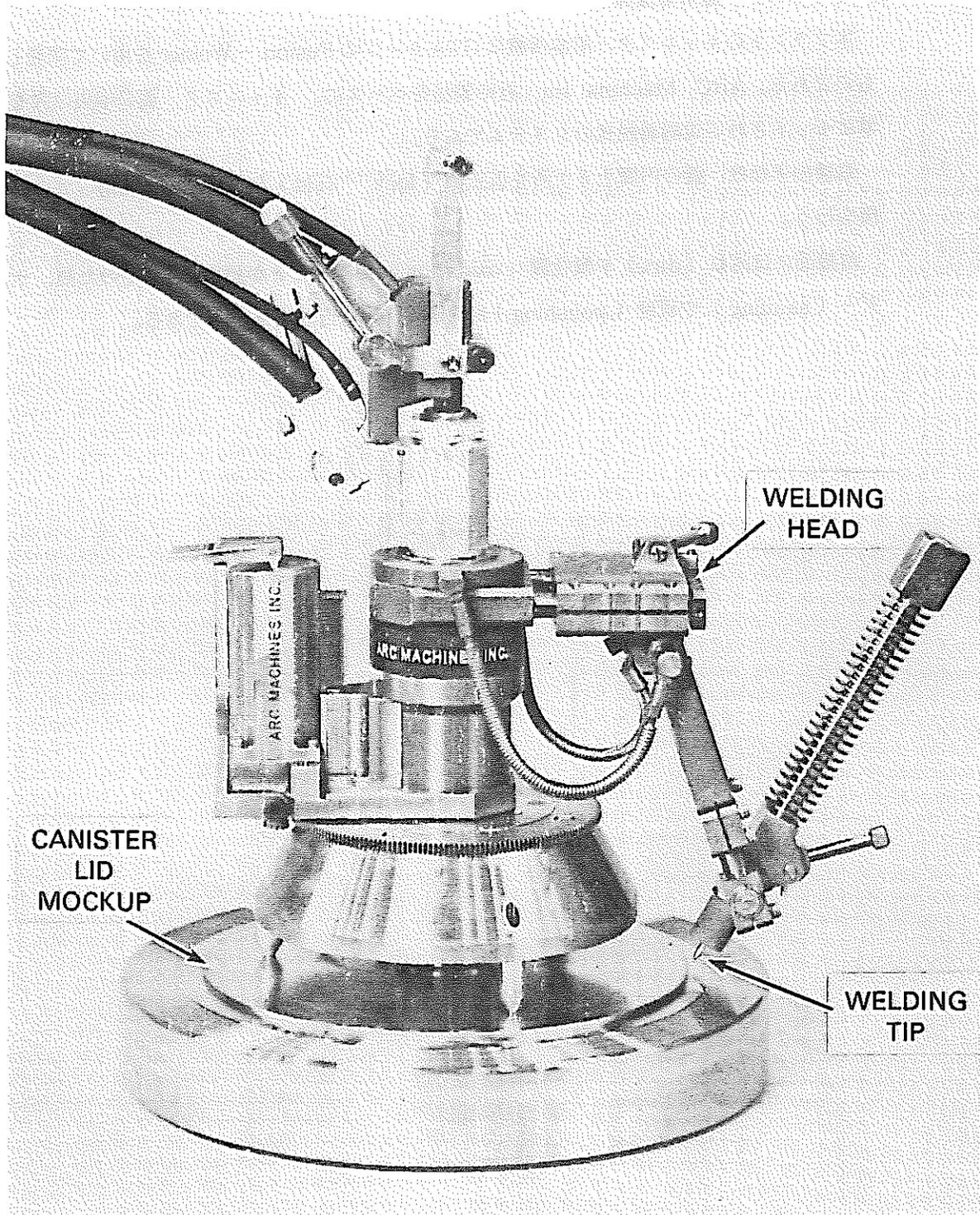
図 5 - 3 - 26 キャニスター吊り治具の機構

### 3) キャニスター蓋用溶接機

本プラントのキャニスター用溶接機はGTAタイプのFusion - Welderを用いて開発したものである。ARC Machine Inc.社の製品をベースに、キャニスター蓋の中央の穴を基準にセットされる遠隔着脱式のシステムである。

溶接の手順は、蓋の円周上4ヶ所を仮止め（lock - weld）し、次に円周に沿って自動溶接を行う。

溶接面には汚れ（dirt）や酸化膜（oxidation）が無いことが望ましく、そのため、サンダー（sanding）や研磨（polishing）や化学的な除去方法を検討中である。



Concept of GTA Fusion Welder for Canister Closure

图 5-3-27 溶 接 机

## 7. 配管コネクタ

本ガラス固化プロセスで使用される遠隔コネクタは、次の表に示される条件に適合するよう選択された。

配管コネクタの設計必要条件

プロセス	遠隔操作
<ul style="list-style-type: none"> <li>◎リークは 100 psig 以下のヘリウムリークテストにおいて <math>10^{-3}</math> cc/sec 以下であること。</li> <li>◎腐食速度は、接続するパイプより小さいものであること。</li> <li>◎<math>\gamma</math> 及び <math>\beta</math> 線の高線量下で耐久性があること。</li> <li>◎特殊な部分では 700 °C の温度に耐え、その他の部分では 200 °C に耐えること。</li> <li>◎コネクタ-気体、液体及びスラリーの輸送とシールが確保出来ること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎Bセル内の操作機器での操作が可能なこと。</li> <li>◎コネクタ-は考えられるダメージに対し</li> <li>◎コネクタ-は接続ミスを起こさないものであること。</li> <li>◎コネクタ-と操作治具はセルスペースに収納しうるよう、小型化するものとする。</li> <li>◎メンテナンスは最小限に止どめる。</li> <li>◎コネクタ-は、種々の性状の物質を1ヶ所で接続するのに適したものであること。</li> <li>◎サイズは <math>1/4</math> インチのパイプコネクタ-から 14 in のタンクノズルまでとする。</li> <li>◎コネクタ-は振動 (Vibration) 下でも機能するものとする。</li> </ul>

更にコネクタ-がマウントされるセル内の領域により2種類の分類が為される。

- 1) 全遠隔ゾーンで、オーバーヘッドクレーンとクレーンで操作するインパクトレンチだけが使用出来る領域。視界はほとんどモニタテレビによる。ラックの奥、上面、又はラック間の隙間の部分になる。
- 2) 半遠隔ゾーンで、オーバーヘッドクレーンと、少なくとも片方のマスタースレーブが使用出来る領域、視界は遮蔽窓から確保する。

以上の考察から

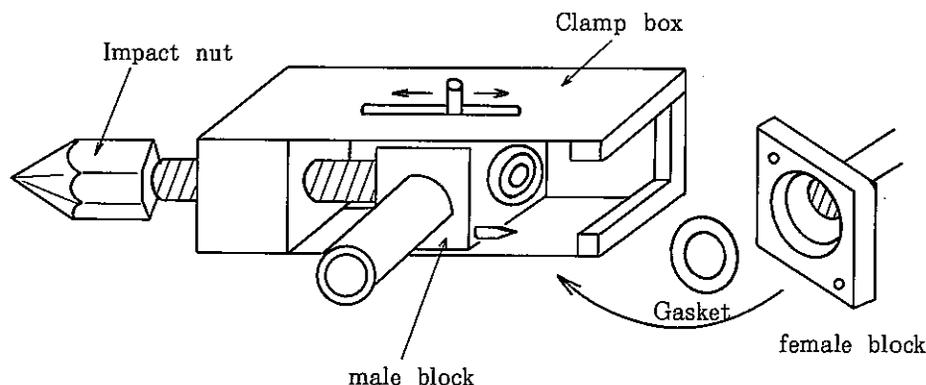
- ブロックコネクタ- (Block connector)
- ハンフォードコネクタ- (or PUREX connector)
- ハンフォード型遠隔フランジ (Remote Large flange)

- 改良パイプフランジ (Modified pipe flange)
  - Compression-type tubing fittings
  - Quick-disconnect fittings with and without integral shutoff
- が使い分けられている。

### 1) ブロックコネクター

ブロックコネクターはBセルのパイプラインの接続用にバツテルで開発されたもので、Bセルで最も良く使われるタイプのコネクターである。(図5-3-28)

このコネクターは、maleとfemaleのパイプコネクションブロックとU字形のボックス形状のクランプ、インパクトレンチ用締付けボルトから成る。femaleブロックは通常プロセスラック又は機器に溶接固定されている。



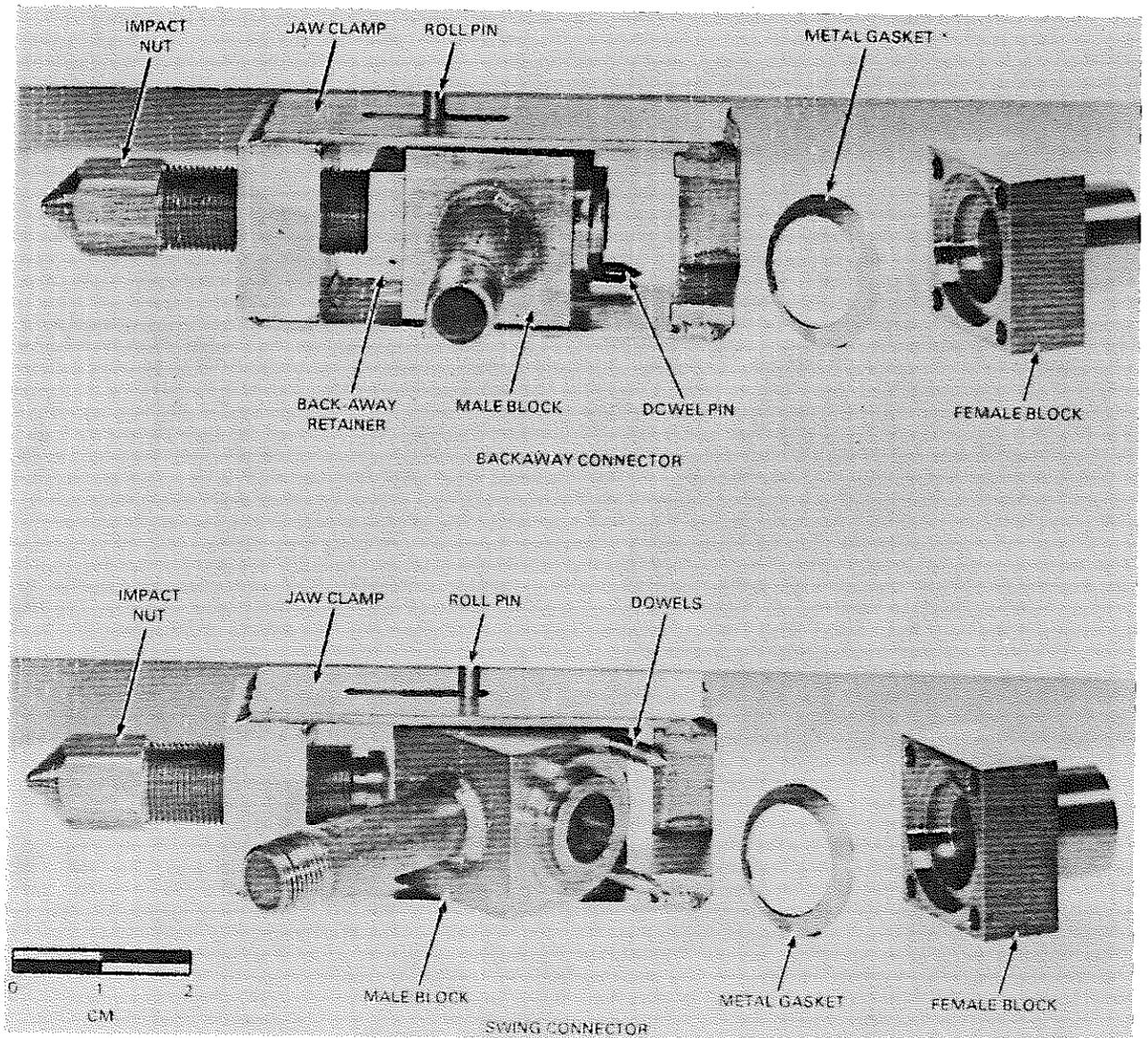
male及びクランプボックスとボルトはパイプジャンパーに接続されている。

ラックにマウントされたfemale blockは $1/16$ から $1/8$ インチの裕度を持って動き、misfitの狂いを吸収出来るようになっている。ガスケットはメタルで若干Conicalのものを使用し、ブロック間で押しつけられ平面になる作用で、高性能のシールを確保出来る。

(これはConosealという名称でパテントとなっている)

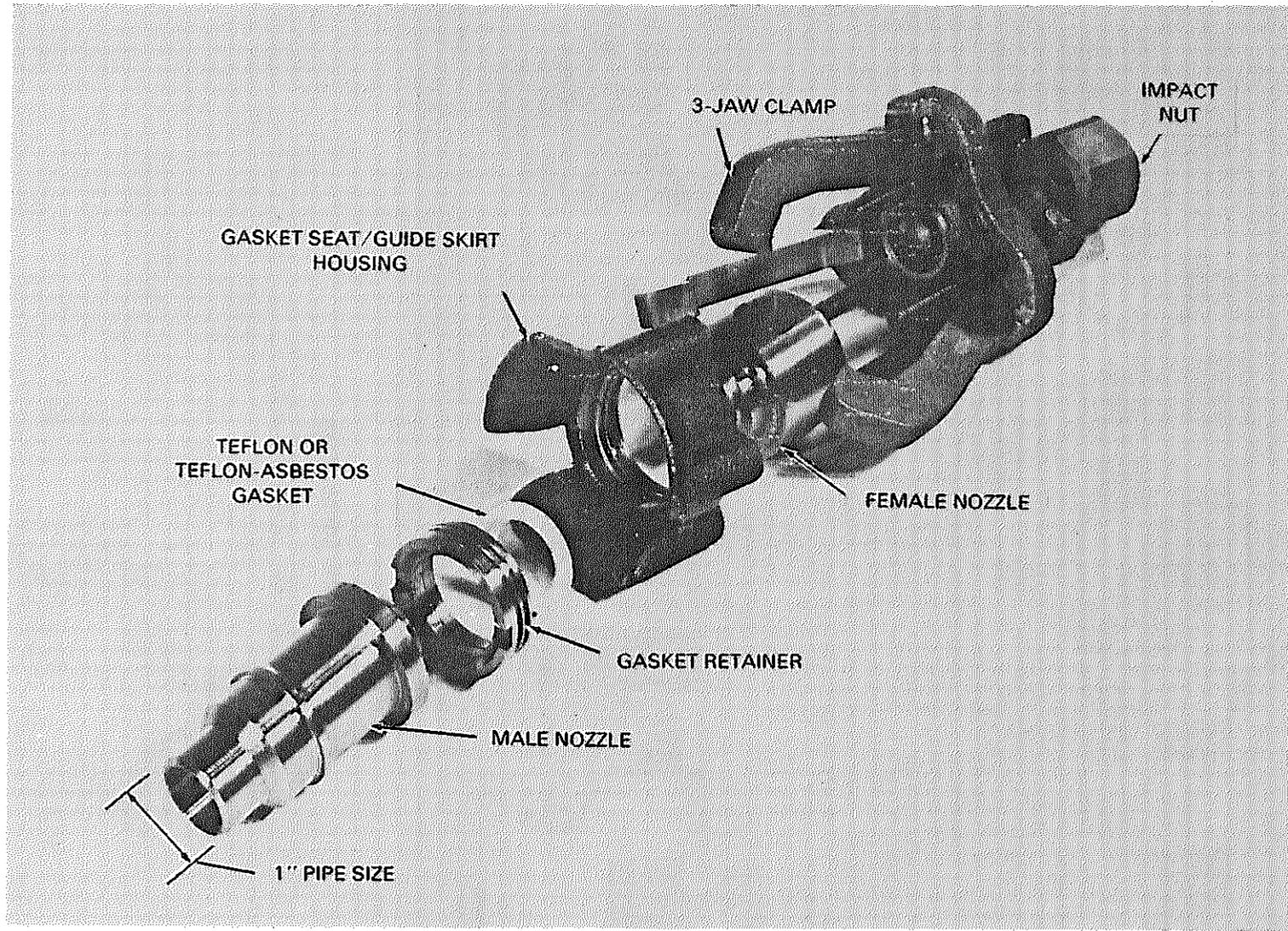
- ノズルはオーステナイトステンレス、チタンその他の材料から機械加工や溶接が可能で、Bセル中の多くの配管と異種材質のパイプの接続(ステンレス-インコネル-チタン)に適用出来る。
- シールの信頼性が、遠隔の条件下でも前記の設計条件を満たすものであること。
- 全金属のノズルは腐食、放射線高温に対し耐久性がある。
- シール表面が構造的に内側に保護され、遠隔での取り扱いでも、損傷を受ける可能性が低い。

このシール部には、テフロンやネオプレン、アスベスト等の軟質のガスケットも使用可能で、これら耐放性に劣る材質でもジョイント部の細造がContainmentを確保するように働き、



### Block Connectors

図 5-3-28 ブロックコネクター



PUREX Connector

☒ 5 - 3 - 29

ある程度までの使用には耐え得る。

## 2) Purex コネクター (ハンフォードコネクター)

Purex コネクターは、coarse なパイプラインの接続用で長年ハンフォードの化学プラントでの使用実績がある。(図5-3-29)

## 3) ハンフォード遠隔フランジ

この遠隔フランジは、PUREX コネクターが使用出来ず、かつ径の大きい(4 in 以上)部分の接続のために開発された。

WSEP (Waste Solidification Engroccing Prototype) では、ポンプや攪拌機、ノズルやチューブの束を装着する部分(10~16 in) に使用した。平面のシールにはステンレス/blue asbestos の繊維を用いたガスケットを使用する。

フランジは、厚さ  $3/4 \sim 1 1/4$  in で2本の対角線上のガイドピン(dowel) と4本の遠隔ボルト(stud) で固定される。

Stud には Acme threads とテーパを持つねじの lead-in が刻まれナットと容易に結合するようになっている。

ナットは6角で flat portion (平面部) 間のさしわたしが 2 in に規格化されている。更にヘッドにテーパが付けられ、インパクトレンチとの取り合いが容易なデザインを持つ。

フランジ上の、retaining cup がもう一方のナットを保持しており、stud との位置合わせを2本の異なる長さのガイドピン(dowel) により実施する。

## 8. サンプリング

液体、熔融ガラス、固体、気体のサンプリングに関して以下に述べる。これらはパイロットプラントの性格から、そのプロセスコントロールと特性評価の目的上、必須のものである。

### 1) 液体サンプリング

図5-3-30に示すサンプラーは、タンクからのサンプル液体をエアエジェクターによってサンプルボトルに吸引するものである。サンプラーは、3方向ブロックコネクタに組み込まれ、タンクとの接続ラインを除く全ての equipment がこの中に収まっている。

サンプル瓶の位置調整用のトグルクランプ、サンプル移送ジェット、ジェット用ガスのマニュアルバルブ、ジェット吸引パイプ、接続パイプである。

- ◎ 15 ml のガラス製サンプル瓶が、positioner cup の中にセットされ、ポジショナーの上下により2本のサンプリング用チューブを持つフランジのガスケットとサンプル瓶の口がシールされる。
- ◎ ジェットにエアが供給されサンプル吸引バルブが開とされる。
- ◎ 液体がタンクからサンプル瓶に引き入れられ更に循環してタンクに戻る。
- ◎ 十分に circulation を行いサンプルの性状がタンクと同じになったところ（約5分）でサンプルバルブを閉じて、瓶を外しネジ蓋を閉じる。
- ◎ サンプラーには、0.4 l/min の速度で循環し、ジェット用エア 15 l/min 90 psig で 3.96 m の揚程がある。スチームを使用した場合、流速は 4 l/min となり吸引用パイプ中の液体のホールドアップは  $1/2 \sim 1$  l から考え短時間のサンプリングが可能となる。

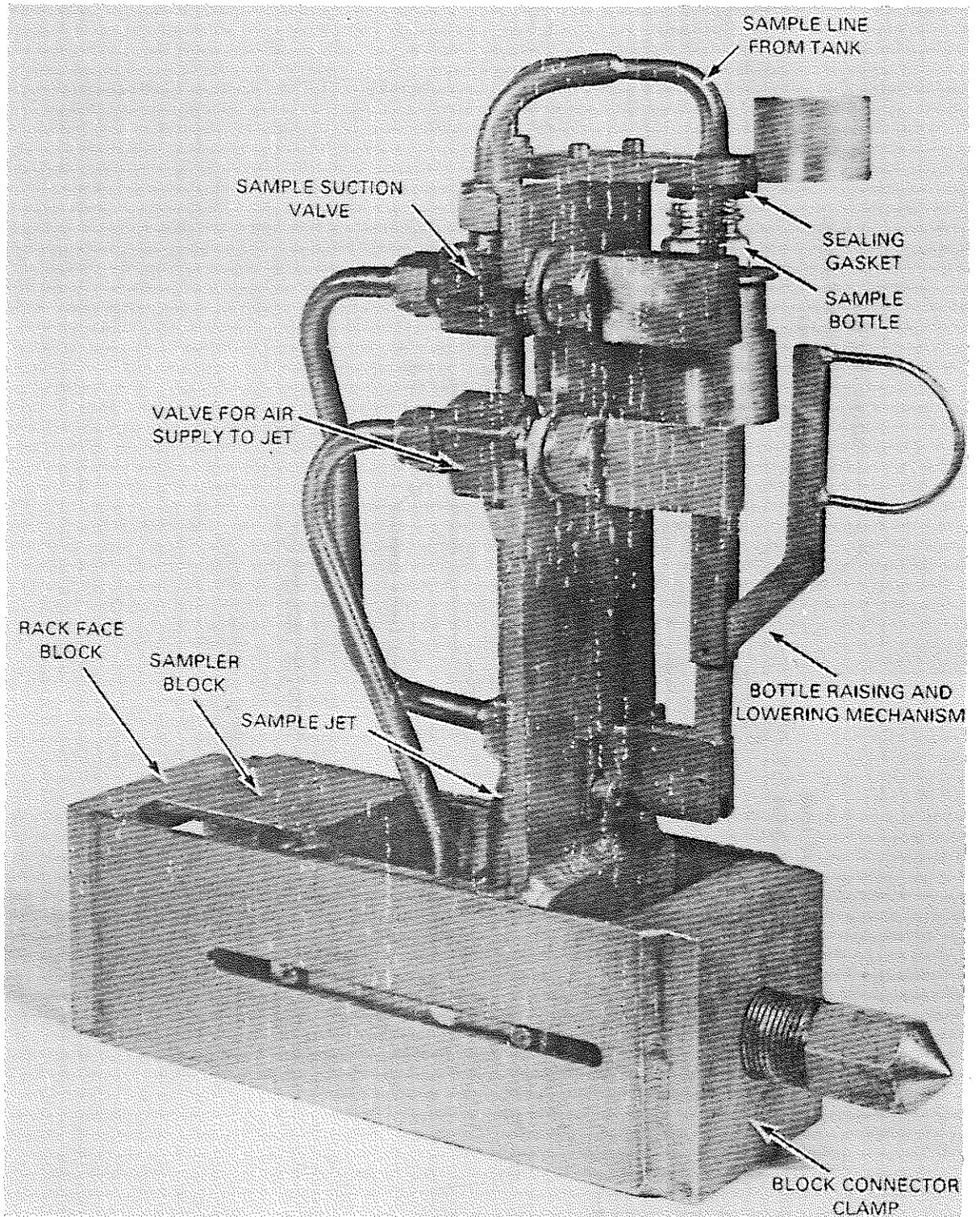
### 2) 熔融ガラスのサンプリング

熔融ガラスのサンプリング 熔融ガラスサンプルは、流出口からキャニスターに流入する熔融ガラスの流れの途中から採取する。

ガラスサンプラーは、メルター流出セクションにある Viewport にマウントされる。

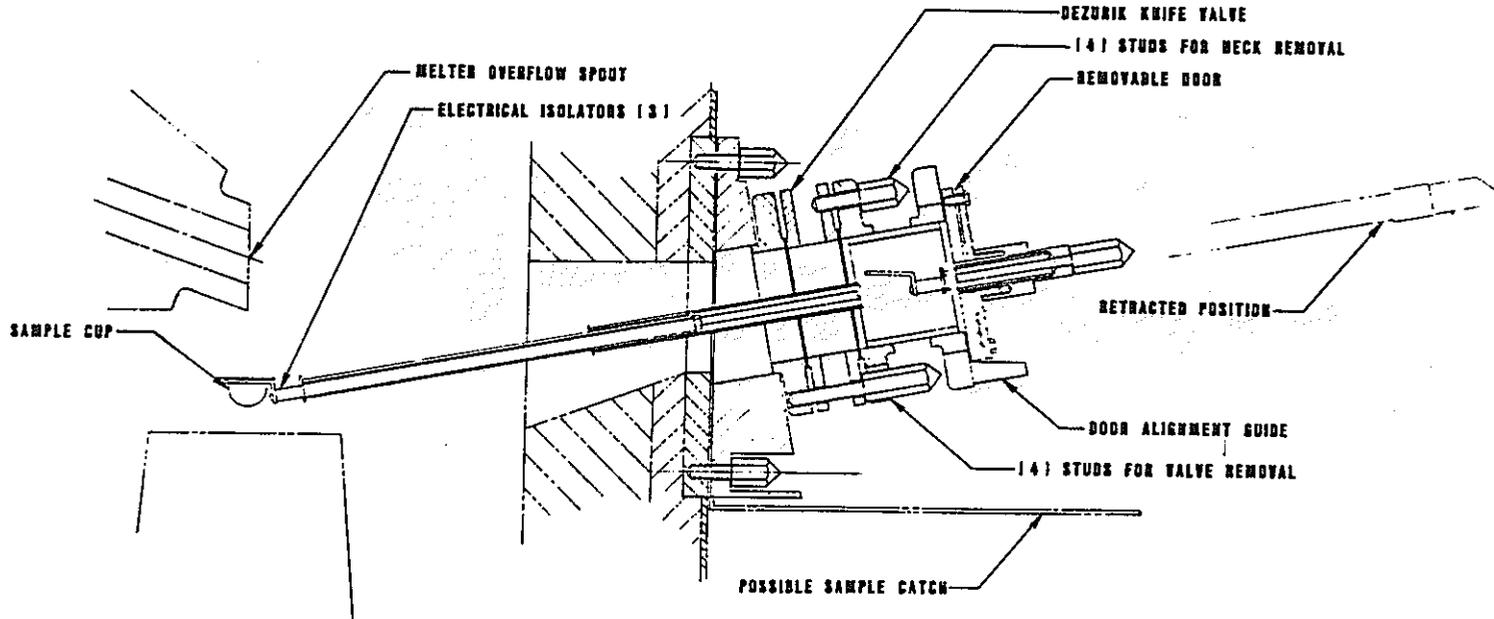
サンプラーは、ステンレスのカップを先端につけた Sliding rod が主要部分で、サンプリング時には、ステンレスカップを流下ガラスの流れを受けるよう移動させ、更にボールスクリーでカップの位置を再調整出来る。(最終的な流出口への突出し、引抜きはボールスクリー)

カップの上方に伸びた2本のワイヤーフィンガーで、カップからガラスが脱落するのを防止しながら、カップを手元に引き寄せる。カップが最も手前に来たところで、スライドバルブによって流出セクションと遮断し、サンプルフランジを開け、カップを横向けに回転させると、固まったガラスはカップから外れサンプルコンテナに落ちる。サンプル量は約 10 ml に設定している。



Liquid Waste Sampler Assembly

図 5 - 3 - 30 液体用サンプラー



Molten Glass Sampler Assembly

図 5-3-31 熔融ガラス用サンプラー

### 3) ガス試料サンプリング

ガス状サンプルは  $10 \sim 100 \text{ cm}^3/\text{min}$  の流速、コンデンサ又は吸着材（ホルムアルデヒド処理されたシリカゲルでの Ru 吸着等）、粒体用のフィルターを流れる。これらのサンプリングトラップは、取り外されγ線又は質量分析等が実施される。

更にダウンストリームのオフガスに関しては、放射性ヨウ素、微粒子のモニタを HEPA フィルタの前後で実施する。

微粒子サンプリングは、ガスを  $120 \text{ l}/\text{min}$  で連続フィルタ（continuous strip filter）中を流し、放射線量を記録する。

これと並行したサンプル流を  $35 \text{ l}/\text{min}$  で活性炭ベッド（ $1.27 \text{ cm dia} \times 3.5 \text{ cm long}$ ）を流し、ヨウ素の吸着と放射線量の記録を実施している。

この方法で、ガラスサンプリングを実施することにより、ガラスから連続的にサンプルを得ることが可能（キャニスターの首部に設置する受皿方式と比較しての話：訳者注）で、ガラスの品質としても、キャニスター中の固化体ガラスを代表していると言える。

従って、固化体そのものを破壊検査せずに代表サンプルを得る方式として望ましいものと言える。

#### ガス試料サンプリング

プロセス中を流れる気体と、セル中の空気は放射性物質の環境放出防止の観点から、サンプリングモニタされる。

プロセスオフガスは、RLFCEM そのもの、及び各主要オフガス処理機器の後段でサンプリングされる。

本プロセスのオフガスダウンストリームで Bセル外ではプロセスガスは、Waste tank の換気と混合してフィルタ処理される。

これらのプロセスガスは、他の施設からのセル換気と混合処理され、スタックからの放出前に、モニタリングされる。

Bセル中のサンプリングポイントにおいては、サンプリングラインがサンプリングジャンパーに接続されている。サンプリングジャンパーでは小さな吸引ジェットによりサンプルホルダーにガスを吸引する。

#### V-4 PNLでの固化処理プロセス開発に関するトピックス

324 ビルの、B セルに設置された、ホットのガラス固化試験設備とは別に、PNL ではガラス固化プロセスに関わる種々のプロセス機器及び計装機器の開発を実施している。

以下に、特徴的な機器について、その概要と開発状況を示す。

##### V-4-1 ガラス溶融炉

ガラス溶融炉としては、コールドで3基のセラミックメルターが現在稼動中である。工学規模のPSCM (Pilot Scale Ceramic Melter) 実験室規模のECM (Experimental Ceramic Melter), HBCM (High Bay Ceramic Melter) の3基が324 ビルの工学試験エリア (Engineering Development Laboratory) に設置されている。

PSCMはBセルのホット試験設備の原型となったもので、現在第21ラン (各ランは、特定の試験目的に基いて10日~20日継続される) まで終了している。

メルターの規模は、溶融表面積  $0.73 \text{ m}^2$ 、標準処理能力は  $40 \sim 50 \text{ l スラリー/hr}$  である。機能的な特徴は、Bセルの溶融炉と同様であるが、後述する各種計装類の予備試験はほとんどこの炉を使って実施されている。

図5-4-1、5-4-2にPSCMの全景及びプロセスフローを示す。

ECMは、図5-4-3に示される小型の溶融炉で、溶融表面積は、 $0.054 \text{ m}^2$  約  $5 \text{ l/hr}$  のスラリー処理能力を持つ。

ECMには、ガラス製のオフガスクラバが付設されており、メルターオフガスの挙動が直接観察出来るようになっている。

PSCMとECMは、ホットのガラス固化の予備試験や、ウエストバレイ等の実証施設の運転に反映するためのデータ採取、及びメルター計装設備の開発の目的で、頻繁に運転されている。

1985年には、PSCMでの第20ランとして、ホット試験設備で9月以降予定されている、西独向け放射性発熱キャニスター製造の予備テストが実施された。これは、放射性発熱キャニスター製造の予備テストが実施された。これは、放射性発熱を得るために、大量に添加する $^{137}\text{Cs}$ 及び $^{90}\text{Sr}$ によるプロセスへの影響を、先づコールドでCs, Srを多量に含有するガラス固化体を溶融して確認すること、西独製キャニスターのガラス注入時の熱特性を把握し、同時にコールドとホットのガラスの熱物性を、後日比較評価するためのデータを得るために実施されたものである。

更に、第21ランとして、ウエストバレイで1985年後半に開始されるコールド試験 (Component Test Stand) で使用する、ガラス組成のプロセス特性確認試験が、先づ小型のECMで実施され、続いてPSCMを使用して実施された。

HBCMは、溶融表面積  $0.25 \text{ m}^2$  を持つ中型の溶融炉でガラス保持量は約  $55 \text{ l}$  で、現在は特にハンフォードサイトの固化プロジェクト向けの試験が続けられている。(図5-4-4)

表5-4-1に最近のメルター運転試験で熔融されたガラス組成を一覧する。WVはウエストバレイ向けPSCM、RLF CMはそれぞれコールド、ホットの運転組成、SRLはサバンナリバー向けの組成、FRGは西ドイツとの契約に基づいて製作する放射性発熱キャニスター用の組成で、放射性Cs、Srを多量に含有するため含有率が他の組成に比べ、極端に大きくなっている。

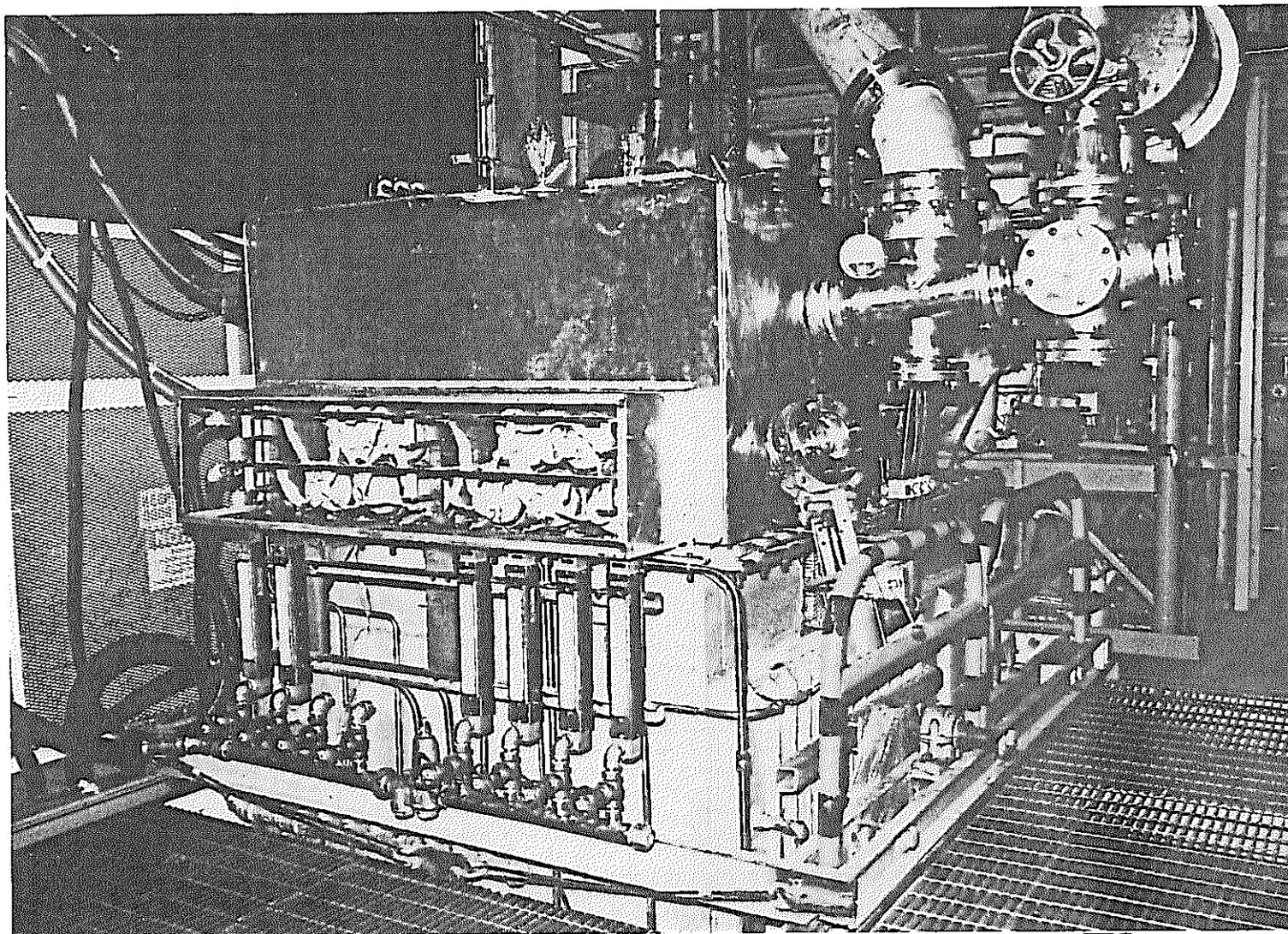
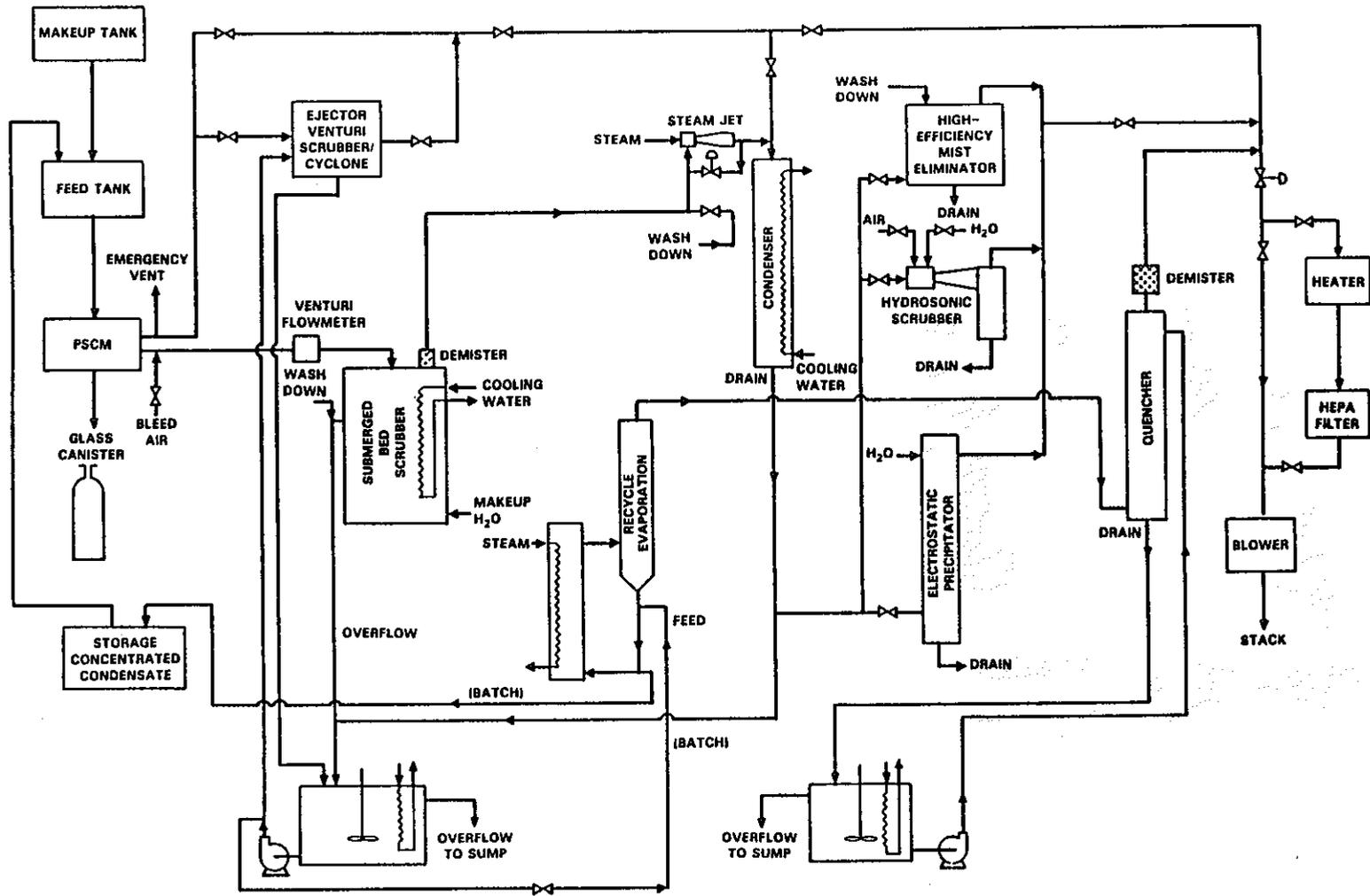
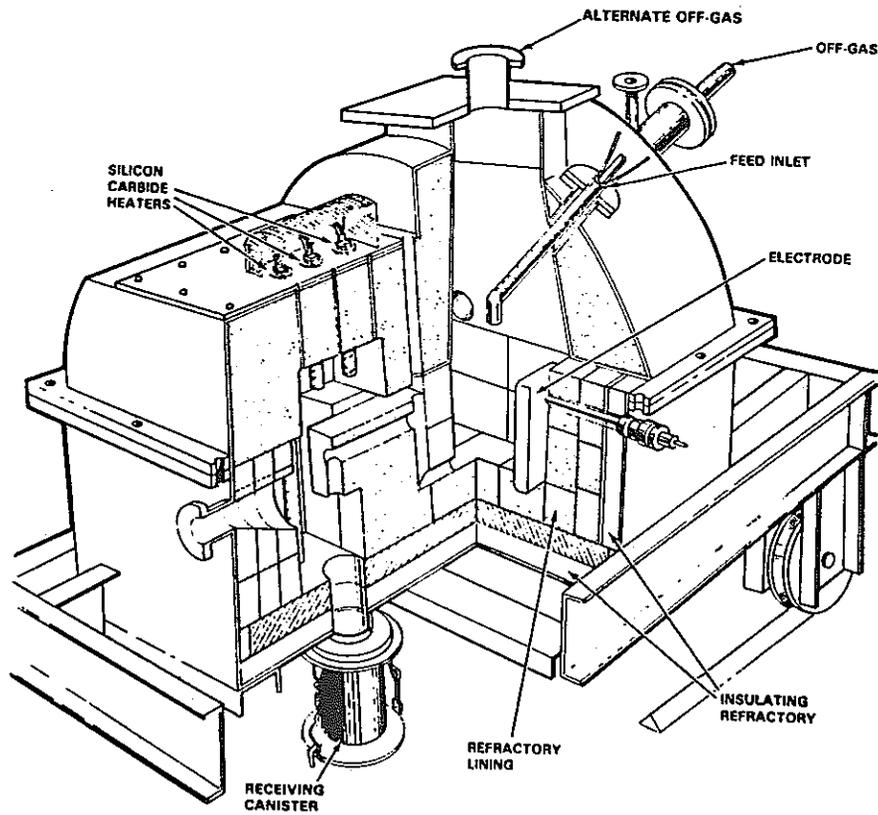
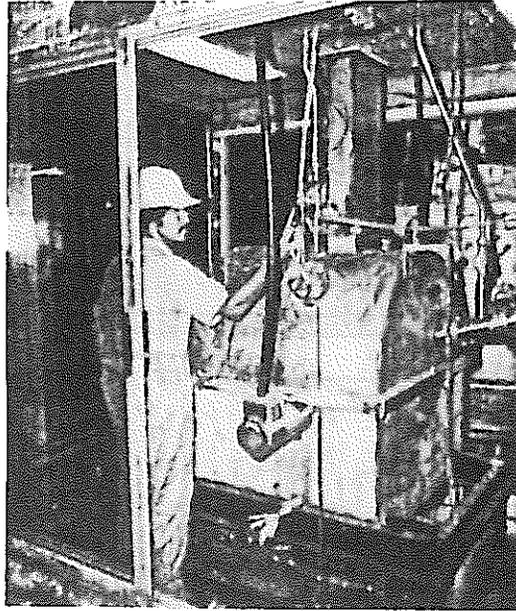


图 5-4-1 PILOT-SCALE NONRADIOACTIVE LIQUID-FED CERAMIC MELTER



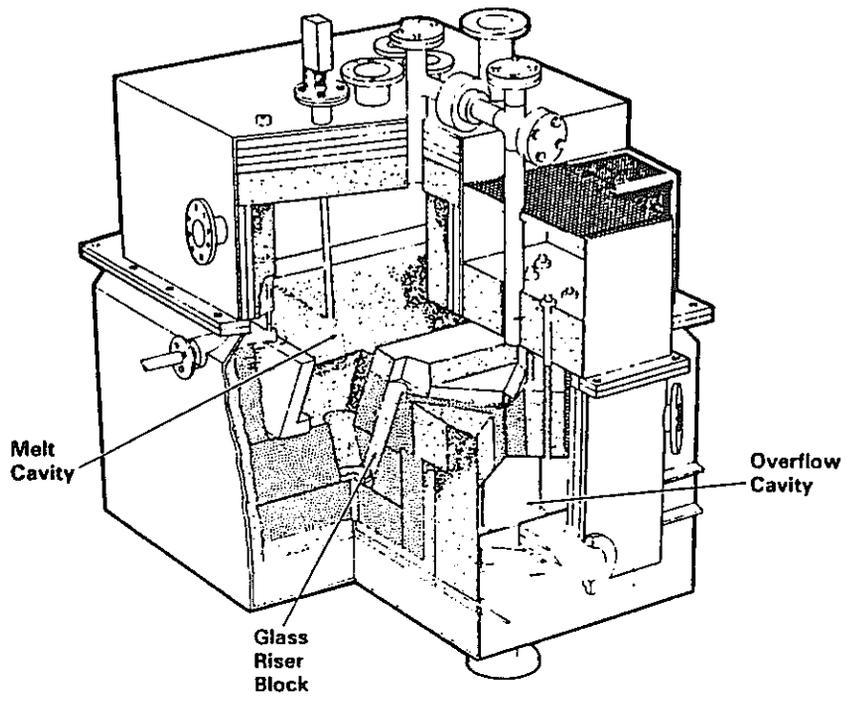
Flow Diagram of Pilot-Scale Developmental Off-Gas Equipment

図 5-4-2 PSCMプロセスフロー



Experimental Ceramic Melter (ECM)

☒ 5 - 4 - 3 ECM



Cutaway View of HBCM

図 5-4-4 HBCMの構造図

表5-4-1 GLASS COMPOSITIONS (wt %)

Oxide	WV-192	PSCM-16	RLFCM-3	SRL-165	FRG	WV-205
SiO <sub>2</sub>	44.71	45.15	45.7	51.37	45.0	45.2
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.56	8.70	9.4	7.09	15.0	9.96
Na <sub>2</sub> O	14.74	14.50	13.1	11.02	12.0	11.03
Li <sub>2</sub> O	0.00	3.71	3.7	4.95		3.05
TiO <sub>2</sub>						0.97
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.25	14.50	14.4	10.53	10.1	11.84
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.61	4.00	3.2	0.03		2.52
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.68	0.77	0.85	0.14	0.22	0.22
Cs <sub>2</sub> O	0.10	0.13	0.12	0.00	5.8	0.10
RuO <sub>2</sub>	0.08	0.00	0	0.10	0.05	0.08
ZrO <sub>2</sub>	3.17	2.50	2.6	1.52	0.07	0.17
MnO <sub>2</sub>	0.92	0.94	0.59	3.11	1.3	1.3
ThO <sub>2</sub>				0		3.62
NiO	0.85	0.50	0.56	0.85	0.3	0.27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.87	0.98	0.68	4.69	2.4	2.89
K <sub>2</sub> O	0.15	0.50	0.52	0.09		3.51
BaO	0.06	0.00	0	0.10	1.3	0.06
CaO	0.63	0.00	0	0.95	0.8	0.61
SO <sub>3</sub>	0.18	0.00	0.8	0.29	0.5	0.13
SrO	0.03	0.07	0.04	0.03	1.9	0.12
CeO <sub>2</sub>	0.17	0.47	0	0.14	0.29	0.16
MgO	0.08	1.10	1.3	0.83	1.3	1.31
Re-Mix		0.35	0.37		0	0.12
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.06	0.32	0.31	1.10	1.2	
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.04	0.48	0.43	0.60	1.07	
UO <sub>2</sub>					0	0.56
Sugar			70 g/ℓ		70 g/ℓ	70 g/ℓ

#### V-4-2 廃液前処理, 供給システム

PNLの固化処理試験においては、処理の対象がほとんど中和HLWであり、DWPF、ウェストバレイの項で前述したようにスラッジと上澄を分離してそれぞれ処理した後、高放射性物質を含む成分だけを再び混合して、ガラス溶融炉に供給する予定である。

従って、基礎試験としては、スラッジと上澄を処理した後の再混合や、その輸送性と、プロダクトの特性の確認に重点が置かれている。

輸送性の改良の面からは、スラリーのレオロジーの解析と特性の改良が行われ、またプロダクトの特性の面からは、スラリーの均質度や、ガラス素材の添加方法、酸化還元ポテンシャルとの関連性を実験室的に把握し、最適な供給の条件を検討している段階である。

コールドの工学試験では、供給原料はすべて試薬原料で調製しており、スラッジも酸化物や水酸化物の試薬で模擬して添加されている。従って実際のスラッジの性状とは若干異なると思われる。

ガラス素材は、供給系での固形分の沈降や、閉そくの可能性を極力無くするため、各成分毎に、水溶性の試薬の混合物で添加している。PSCMでの供給原料の一例を表5-4-2に挙げる。

PNLでは、供給槽からガラス溶融炉へのスラリー移送にはADSポンプ（Air Displacement Slurry Pump）を使用している。その構造と機能を図5-4-5、5-4-6に示す。

エアリフトによる輸送に比べての利点は、ポンプであるためタンクの液レベルの影響を受けて、供給速度が変動することが少ない点である。

従って、エアリフトシステムでは、2段エアリフトを用いたり、液深が一定の供給ベッセルを設置しなければならないところを1基の供給タンクと、ポンプだけで、安定した供給を維持出来るという特長を持つ。

ホットセルのプロセスにおいては、図5-4-6の概念に基いて図5-4-7のような構造のポンプが設置されていた。

このポンプでは、ポンプ室（Pump head）へのスラリーの吸引と排出を、エアシリンダー（Syringe）のピストンによる空気の吸引と押し出しの圧力によって行っていた。

しかし、シリンダーの容量を、ポンプ室とほぼ同じ（約1ℓ）に設計し運転を重ねるうち、1つはシリンダーの損耗により発生するリークにより、十分な吸引/排出が行えなくなって来たこと。もう一点は、この吸引/排出の効率低下をカバーするためにサイクルを短かくして、供給速度を増加させようとしても、シリンダーの動きと、スラリーの吸引/排出のモードが追従しないことなど、不都合が重なって来たため、このシリンダーに代えて、図5-4-8に見られるような、3ウェイバルブを取り付け、液の排出用の空気として、施設の圧縮空気供給ラインを使用するよう改造した。

液の吸引時は、バルブをタンクの上部空間側を開いてポンプ室内にスラリーを吸引する。液の排出時は、圧空ライン側を開き、ポンプ室に空気を送り込んで、スラリーをメルト側へ排

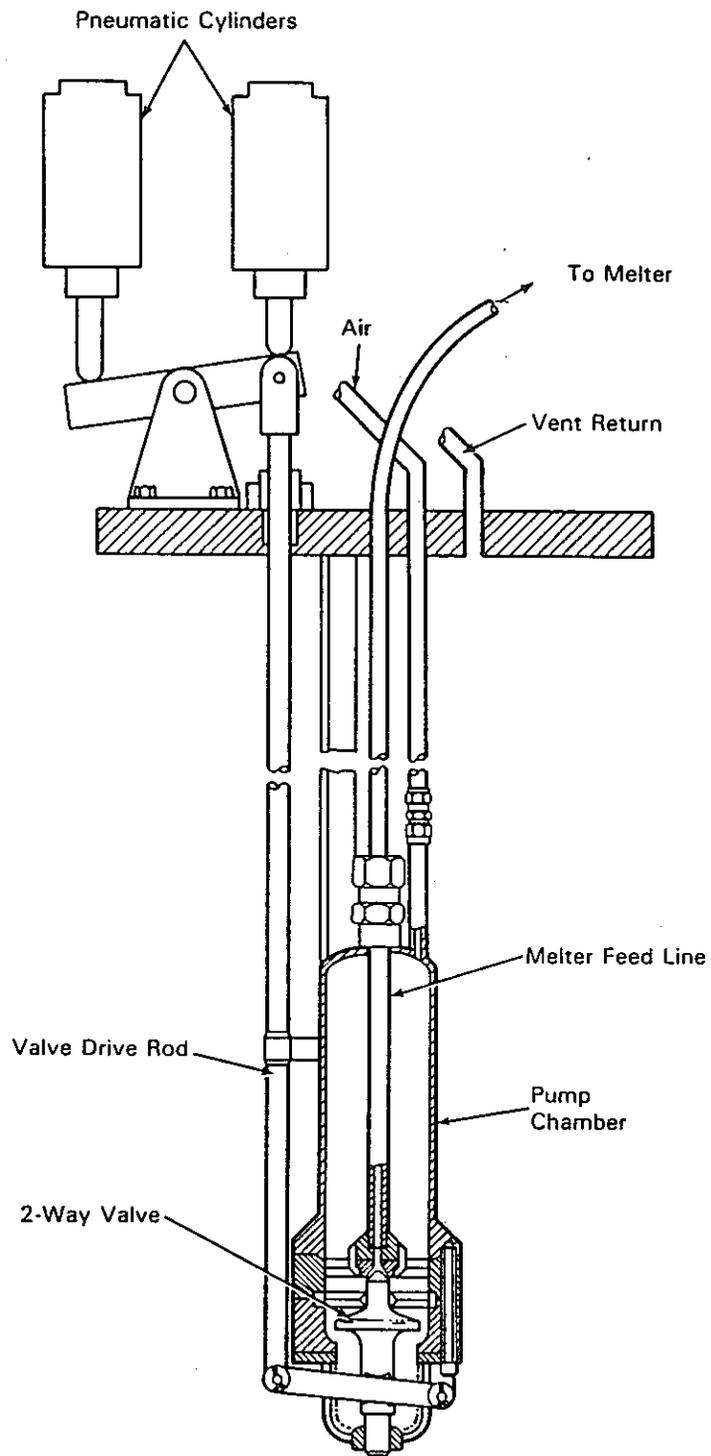
表5-4-2 PSCMでの供給原料組成の一例

Substituted Waste		Assumed Oxide		Waste Glass, Wt%
Compound	g/L	Compound	g/L	
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	235.19	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	46.5	14.16 ±0.5
NaNO <sub>3</sub>	89.95	Na <sub>2</sub> O	32.8	9.98(a)
HNO <sub>3</sub> (b)	126.00			
ZrO(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O(c)	16.26	ZrO <sub>2</sub>	7.5	2.28 ±0.5
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ·12H <sub>2</sub> O	0.70	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.4	3.17 ±0.5
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	14.17			
Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	14.94	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.8	0.85 ±0.05 0.5
Nd(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O(d)	3.65	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.4	0.43 ±0.05 0.5
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	16.18	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.2	0.67 ±0.25
Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	6.35	MnO <sub>2</sub>	1.9	0.58 ±0.05 0.5
Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	7.01	NiO	1.8	0.55 ±0.05 0.5
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4.60	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4.6	1.40 ±0.20
KNO <sub>3</sub>	3.65	K <sub>2</sub> O	1.7	0.52 ±0.50
CsNO <sub>3</sub>	0.55	Cs <sub>2</sub> O	0.4	0.12 ±0.50
Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0.27	SrO	0.13	0.04 ±0.50
RE(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (e)	2.36	(RE) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.2	0.37 ±0.50
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0.12	MoO <sub>3</sub>	0.07	0.02 ±0.50
SUBTOTAL	541.95		115.4	35.14
Glass Formers				
SiO <sub>2</sub> (-325 mesh)	147.65	SiO <sub>2</sub>	148.3	45.14 ±1.0
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ·5H <sub>2</sub> O	2.29	Na <sub>2</sub> O	14.2	4.32(a)
Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	43.93	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30.4	9.25 ±0.50
LiNO <sub>3</sub>	54.91	Li <sub>2</sub> O	11.9	3.62 ±0.25
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	27.35	MgO	4.3	1.31 ±0.50
ZrO(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	2.17	ZrO <sub>2</sub>	1.0	0.30 ±0.25
La(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	2.66	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.0	0.30 ±0.50
TiO <sub>2</sub>	2.00	TiO <sub>2</sub>	2.0	0.61 ±0.50
SUBTOTAL	282.96		213.1	64.85
TOTAL	824.91		328.5	100%

- (a) Total amount Na<sub>2</sub>O in both the substituted waste and glass formers can vary by ±0.5.
- (b) Nitric acid concentration to be 2M.
- (c) Thorium substitute.
- (d) Uranium substitute.
- (e) Rare earth nitrate mix, nominal oxide composition: Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 50%; La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 24.8%; Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 20%; Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub> - 5%; Misc. - 0.2%.

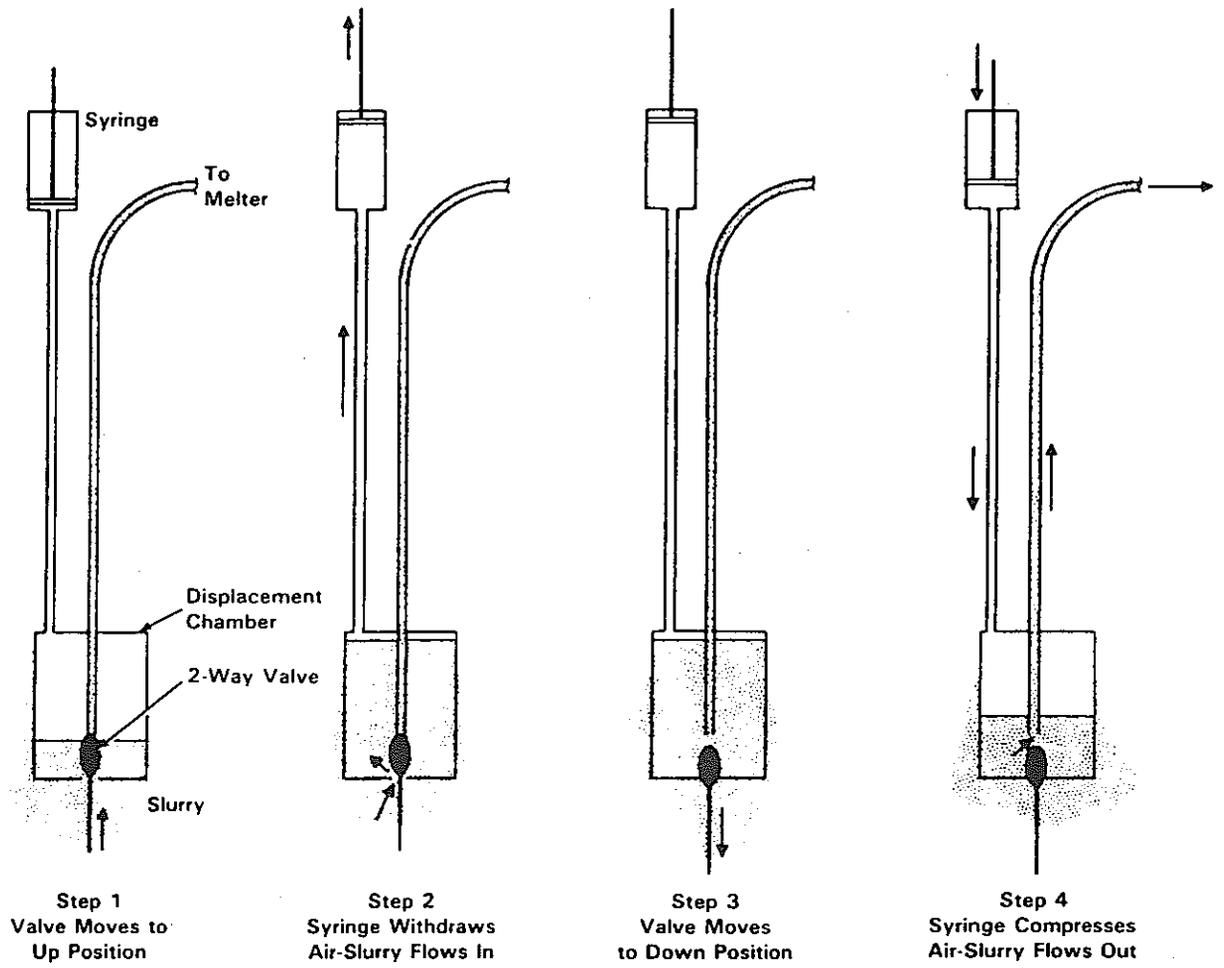
表5-4-2 RLFCEMでの供給スラリーの組成の一例

RLFCEM-4 SLURRY COMPOSITION						
WASTE/GLASS COMPOUNDS	WASTE (G/L)	COLD CHEMICALS (G/L)	COMBINED TOTAL (G/L)	ASSUMED OXIDE COMPOUND	OXIDE (G/L)	WASTE GLASS (WT%)
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> *9H <sub>2</sub> O	27.80	58.59	49.35	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.71	2.07
Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2.24	.00	0.67	BaO	0.40	0.12
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	12.32	2.98	5.78	CaO	1.98	0.61
Ce(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> *9H <sub>2</sub> O	3.85	0.01	1.16	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.39	0.12
Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> *9H <sub>2</sub> O	5.31	3.09	3.75	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.71	0.22
CsNO <sub>3</sub>	0.08	0.60	0.45	Cs <sub>2</sub> O	0.32	0.10
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> *9H <sub>2</sub> O	125.90	222.40	193.45	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38.23	11.80
FePO <sub>4</sub> *2H <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0.74	0.00	0.22	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	50.54	15.60
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0.00	0.00	0.00			
KNO <sub>3</sub>	1.60	0.01	0.49	K <sub>2</sub> O	0.23	0.07
La(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> *6H <sub>2</sub> O	2.49	.00	0.75	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.28	0.09
LiNO <sub>3</sub>	10.61	.00	3.18	Li <sub>2</sub> O	0.69	0.21
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> *6H <sub>2</sub> O	7.59	1.46	3.30	MgO	0.52	0.16
Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> *4H <sub>2</sub> O	10.46	12.76	12.07	MnO <sub>2</sub>	4.18	1.29
Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> *10H <sub>2</sub> O	0.00	195.80	137.06			
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.00	50.00	35.00			
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> *2H <sub>2</sub> O	4.44	.00	1.33	MoO <sub>3</sub>	0.79	0.24
NaNO <sub>3</sub>	62.11	6.73	23.34	Na <sub>2</sub> O	47.95	14.80
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> *12H <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00			
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> *5H <sub>2</sub> O	0.00	3.16	2.21			
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.00	1.06	0.75	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.75	0.23
Nd(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> *6H <sub>2</sub> O	4.98	0.04	1.52	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.58	0.18
Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> *6H <sub>2</sub> O	7.98	1.44	3.41	NiO	0.87	0.27
PbNO <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	PbO	0.00	0.00
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00
RE(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	0.00	1.05	0.74	RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.39	0.12
RuO <sub>2</sub>	1.33	.00	0.40	RuO <sub>2</sub>	0.40	0.12
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00
SeO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	SeO <sub>2</sub>	0.00	0.00
SiO <sub>2</sub> (-325 mesh)	2.78	204.35	143.88	SiO <sub>2</sub>	144.83	44.70
Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0.94	.00	0.28	SrO	0.14	0.04
TeO <sub>2</sub>	0.30	.00	0.09	TeO <sub>2</sub>	0.09	0.03
Th(NO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> *4H <sub>2</sub> O	0.00	34.84	24.39	ThO <sub>2</sub>	11.66	3.60
TiO <sub>2</sub>	1.32	2.30	2.01	TiO <sub>2</sub>	2.01	0.62
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00
ZrO(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> *2H <sub>2</sub> O	0.00	1.71	1.19	ZrO <sub>2</sub>	0.55	0.17
Sugar	0.00	0.00	0.00			
TOTAL	297.20	804.37	652.22		316.19	97.59



Air Displacement Slurry Pump

☒ 5 - 4 - 5 Air Displacement Slurry pump



Operating Cycles of an Air-Displacement Pump with Actuated Two-Way Valve

図 5-4-6 Air Displacement Pump の機能

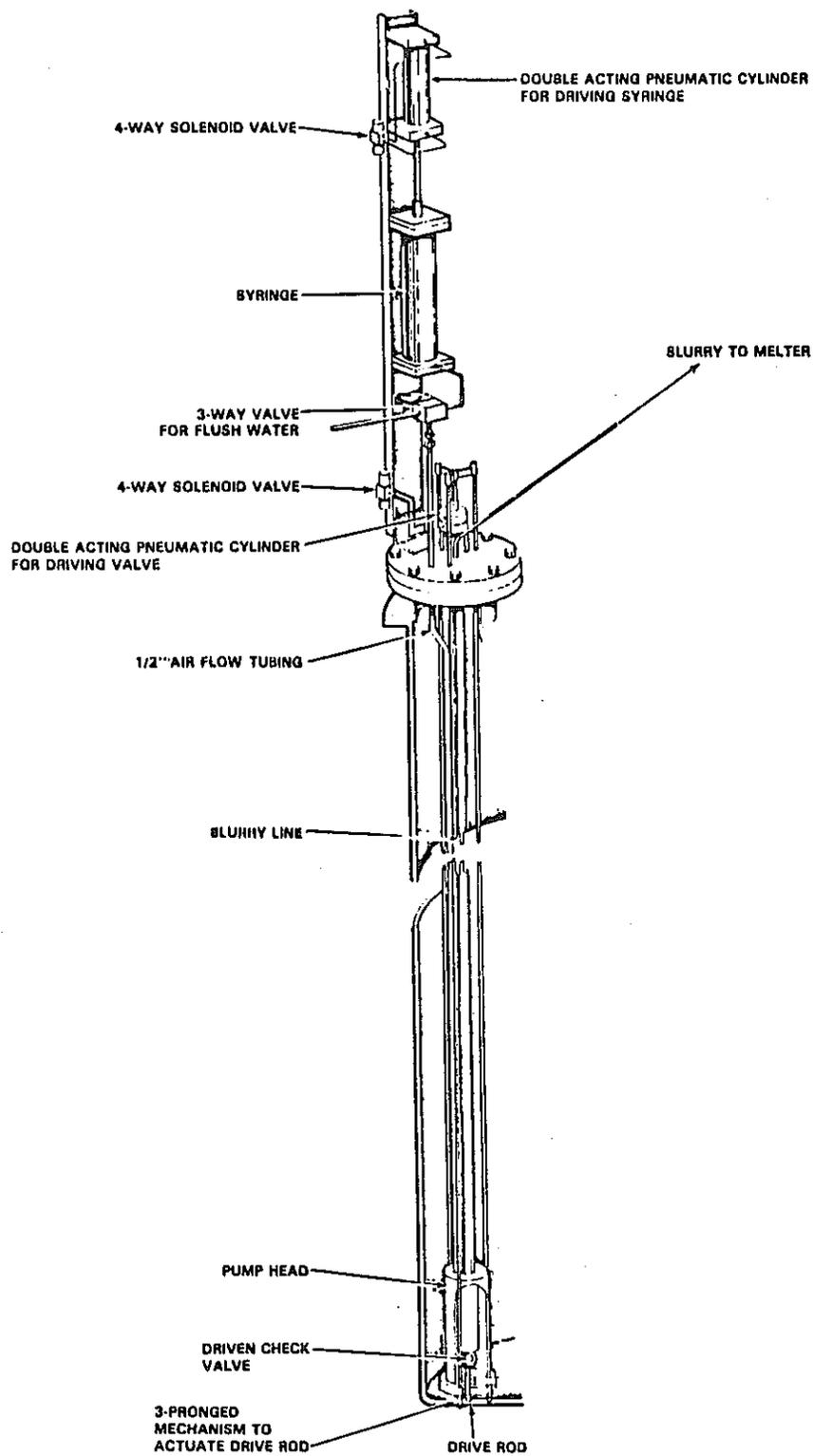


图 5 - 4 - 7 Air Displacement pump Concept

出する。これにより、シリンダーの容量やロスのために制限を受けて、スラリーの供給速度が不十分となる欠点は解消された。

操作上重要なファクターとしては、ポンプに送り込む圧空圧力が挙げられ、ホットセル開のポンプ（ポンプ室容量約1ℓ）では5 lb/in<sup>2</sup> で20～50 ℓ/hrの安定供給が実施された。

また、ホットセル用のポンプのデザインは、ポンプ室の2ウェイバルブとして、6.35 cm<sup>φ</sup>の球状バルブを使用しているが、コールドの試験では、図5-4-5に示されるような改造された形状のポンプが既にテストされている。

この改造されたポンプのデータをもとに、ウエストバレイ固化プロジェクト向けのポンプが設計されている。

設計仕様として、50 ℓ/hr～200 ℓ/hrの供給速度が要求されており、2 ℓのポンプ室、スラリーの供給ラインとして<sup>3</sup>/<sub>8</sub> in Sch - 40パイプが使用される予定である。

### V-4-3 多目的ディップチューブ (Multipurpose Dip-tube)

エアバブル式の液面計の概念に基いたもので、溶融ガラス中に異なった高さにバブルチューブを設置し、溶融ガラス液面計としてだけでなく、炉の運転状況のモニタにも利用可能とした。

システムの概念図は図V-4-9に示される。Weight Factor (Wt. F) は溶融ガラスの深さを指示するもので計器上はインチ水柱 (ガラスの密度で割ればガラス自体の深さとなる) で示される。

その他4ヶ所の異なったレベルの圧力差から次のような運転情報が得られる。

溶融ガラスの比重 (Sp. Gr)

コールドトップの生成量並びにガラスの異常発泡 (Foaming)

コールドトップを通しての発生ガスの放出状況 (Stability)

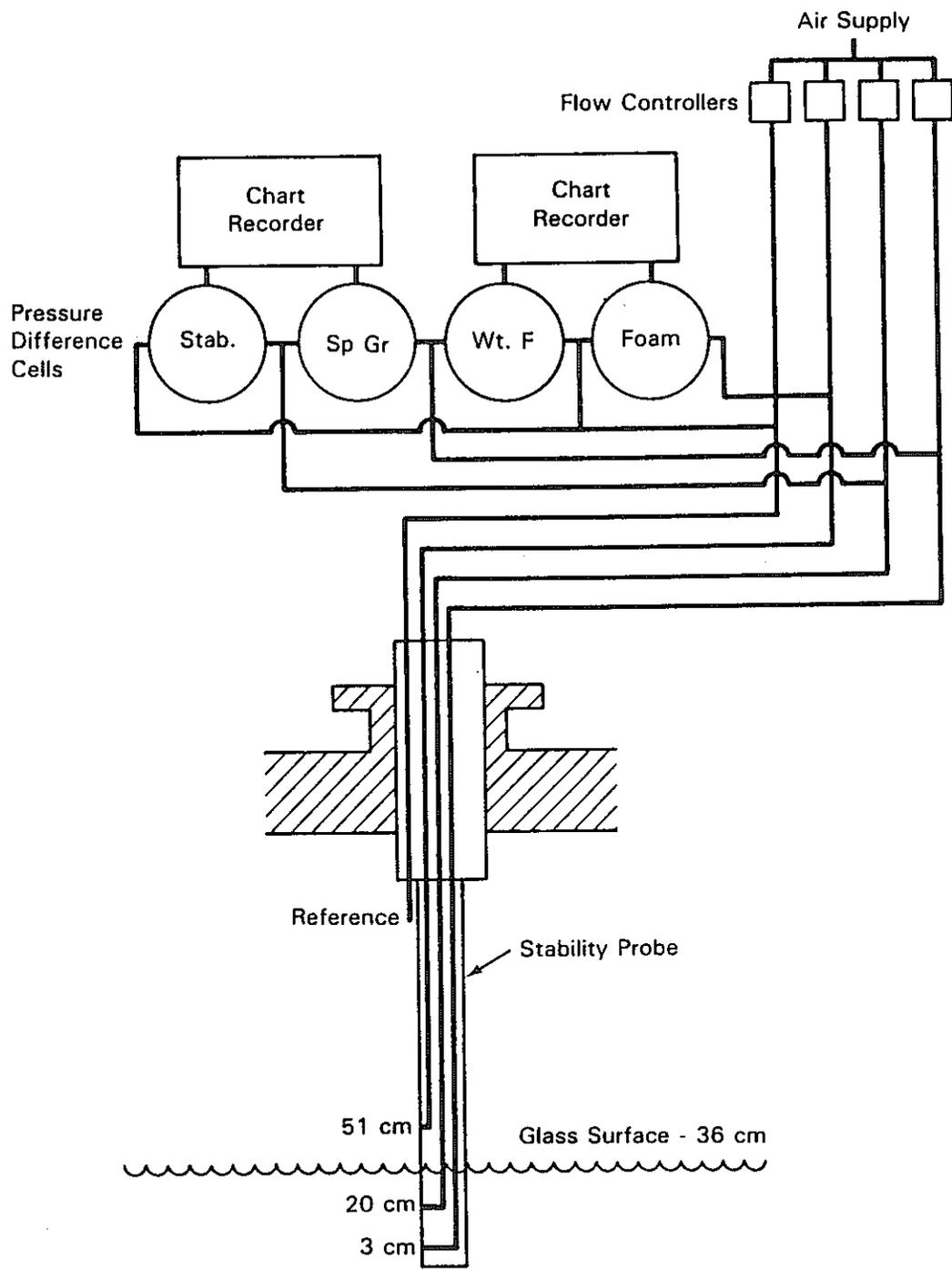
Wt. F.の指示は、溶融ガラス底部近くの dip tube と、上部空間にある標準指示の圧力差をもとに換算表示され、ガラスの量の増加に伴って指示が上昇し、流下時に下降する。但し、ガラス自体の深さを正確に読み取る精度は無く、ガラス量の増減を把握する目安として使用し、特に PNL では、流下を開始するガラス量に達したか否かの判断に用いていた。

Stabilityの指示は、比較的浅いガラス中の diptube の測定値に基いており、コールドキャップ付近のスラリーの沸騰による、表面付近のガラスの動きを検知可能である。従って、突沸等激しい表面での反応を検知して、適切な供給量の設定と、コールドキャップの状況を作るための運転操作にフィードバックされている。

Foaming (異常発泡) 検知は、通常のガラス面より若干上の上部雰囲気、dip-tube をセットし、ガラス表面が発泡して泡がこの tube のレベルに達した際に圧力指示が変化する事で検知される。

ホット試験用セラミックメルトーには Stability detector を除く3つの計器が備えられている。またウエストバレイメルトーにはライザー部に同様の dip tube を設置しオーバーフローレベルの監視を実施している。

Dip-tube の材質はインコネル690で1/2インチ Sch 160のパイプを束ねたものを使用している。PNLにおけるコールド試験では1年毎に交換を実施している。ホットのメルトーはスラリー供給時間が短かいのでスタート以来10ヶ月で特に異常は見られず交換の予定はない。



Multipurpose Dip Tube System

図5-4-9 多目的式ディップチューブ液面計

#### V-4-4 ガラス溶融炉内監視 TV システム

溶融炉内のガラス表面を、直接撮影して観察するための TV システムで、広角レンズと鏡を用いたペリスコープ、及び工業用 TV カメラより構成される。

PNL で用いられているシステムの構成を図 5-4-10 に示す。複合レンズ、赤外フィルター、調整可能な絞りをもち、レンズ面は冷却及びパーズエアーを備え、加えて付着物除去のための、スチームによる洗浄を実施出来る。

カメラは白黒の高分解能のもので、カメラのイメージチューブには、シリコンダイオードのターゲットが使用されている。

複合レンズで、像は正確にカメラに届くよう調整され、カメラ自体にはレンズは使用されていない。

炉内は 0.067in (1.7mm) の穴を通して観察される。

IR フィルターは、IR 領域で高感度なイメージチューブのために、IR の波長部分の強度を減少させるためのものである。

iris は可視領域の光の強度を調節するもので、ホットで使用の際には、予めコールドのメルターで調整後に設置することになる。

レンズに付着する可能性のある、炉内雰囲気中の飛散物に対しては、常時レンズ面にエアーを吹きつけて付着を防止し、加えて付着物をスチームで洗浄することにより対応する。

カメラシステムの冷却エアーはカメラの後方から入り、最も温度に sensitive な電子回路を冷却し、フィルター、絞り部、を通過したのち最終的に複合レンズ部を冷却して別のエア経路を戻ってセルに放出される。

エア流量は約 16scfm で複合レンズ系を約 215°C の温度以下に押える。(図 5-4-11)

複合レンズのうち外側のレンズは、付着物防止のために吹きつけるエアで冷却されることになりこのエア量は～2 scfm である。

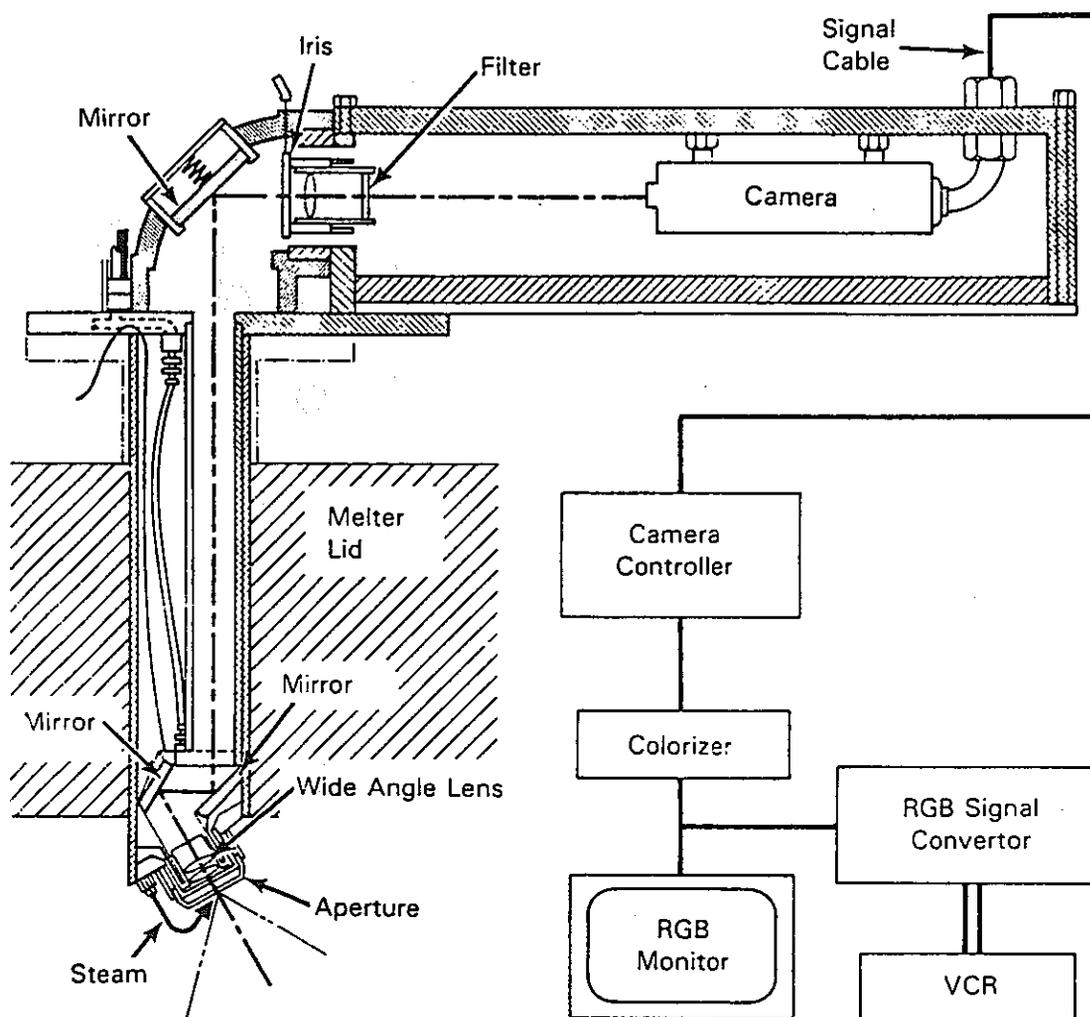
レンズの視角は約 60° で PSCM 設置のカメラは炉内表面の約 1/3 を監視している。

レンズ材料は、石英及び NB25, 36 を組み合わせて使用し、またカメラ本体は厚さ 1 インチの鉛板によって遮蔽されている。

SRL における炉内監視用カメラは図 5-4-12 のような構成で実規模のメルターには炉内表面の 35% の視野を持つシステムを 2 基取付ける予定である。

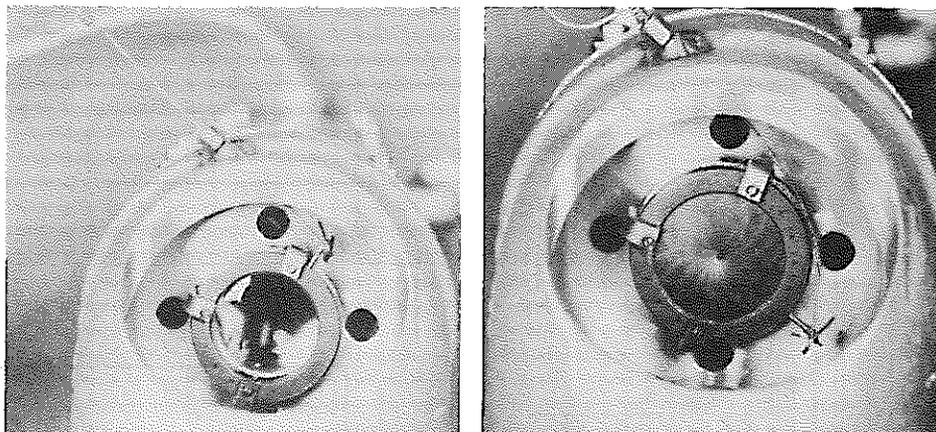
カメラは現状では白黒のもので Co<sup>60</sup> 放射線下で 10<sup>8</sup> rad までの耐久性を持つ。但しこれまでに熱的な影響でのトラブルを経験している。

SRL のメルターは上部雰囲気 750°C で運転されるので、システムは光学系に常時エアーを 30 cuft/min で流し冷却とダストの付着防止を行なっている。従ってシステム内部は 50°～60°C に保持されている。炉内雰囲気に接するガラス面の汚れは、PNL と同様スチーム洗浄出来るラインを設けている。

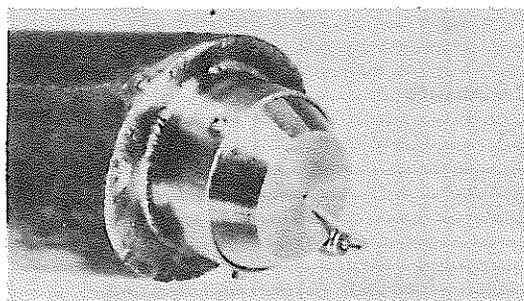


Melter Viewing System

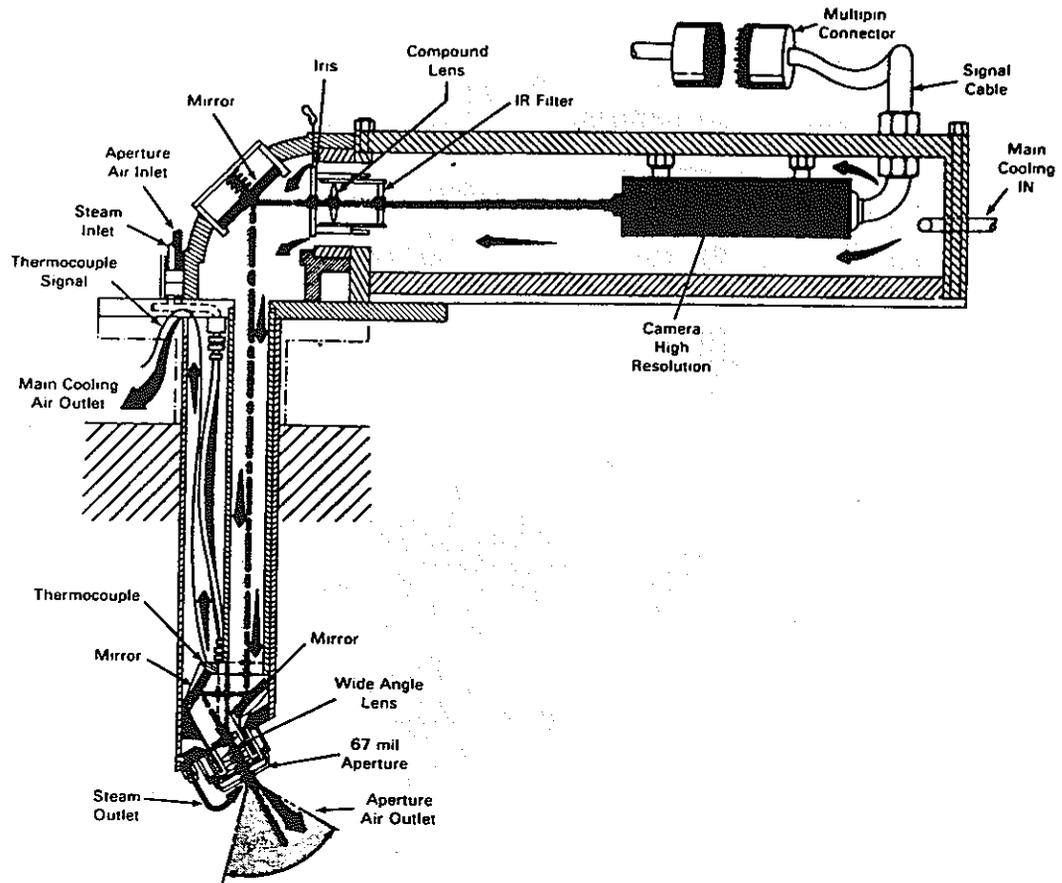
図 5-4-10 炉内監視用テレビシステム



Adjustable Iris Showing Open and Closed Positions

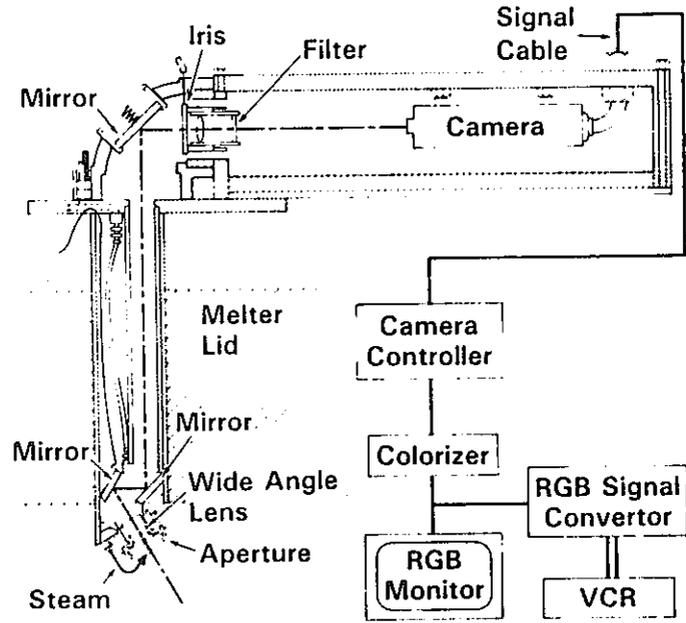


End Cap of Periscope Before Installation

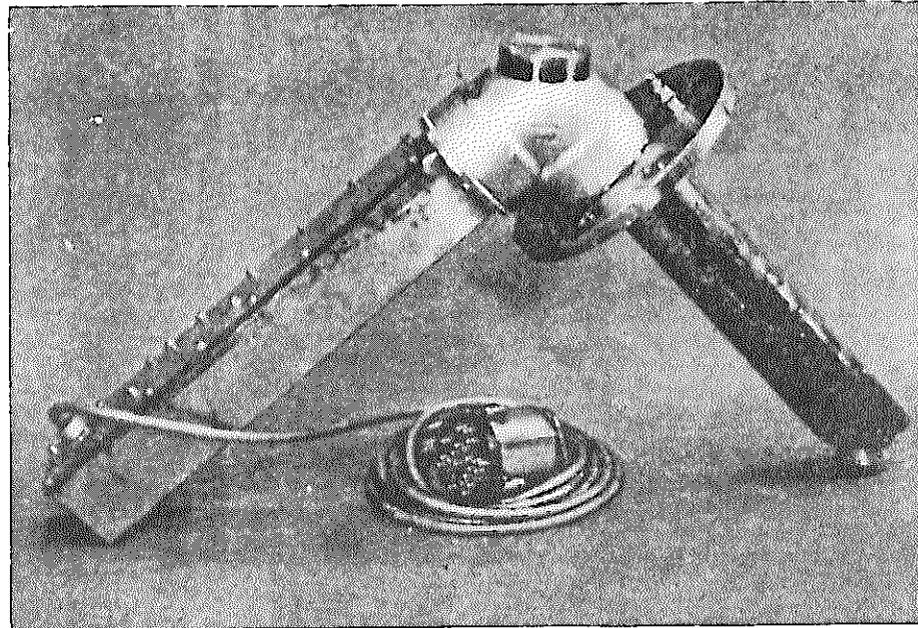


Melter Viewing System Components and Cooling Air Flow

炉内監視システムの冷却系および観察孔クリーニング



**Melter Imaging System**



**Camera Assembly**

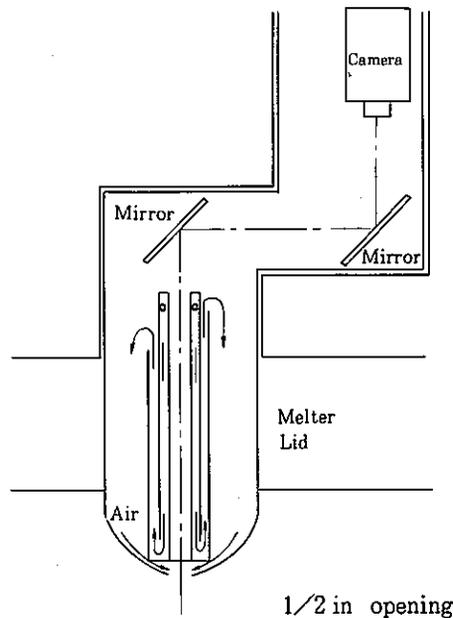


図 5-4-12 SRLの炉内監視用TVシステム

## V-4-5 温度監視

PNL及びWVDPのメルターでは、複数の熱電対を組合わせて保護管（インコネル製が多い）に収めた。Thermocouple Arrayが炉温監視に用いられている。

主たる温測場所は、熔融ガラス中、上部雰囲気、オーバーフロー及びガラス流出部、及び炉体耐火物の内部（接液レンガの後面）であり他に炉底、オーバーフロー室の底部、オフガス、電極などが単独の熱電対で测温されることになる。

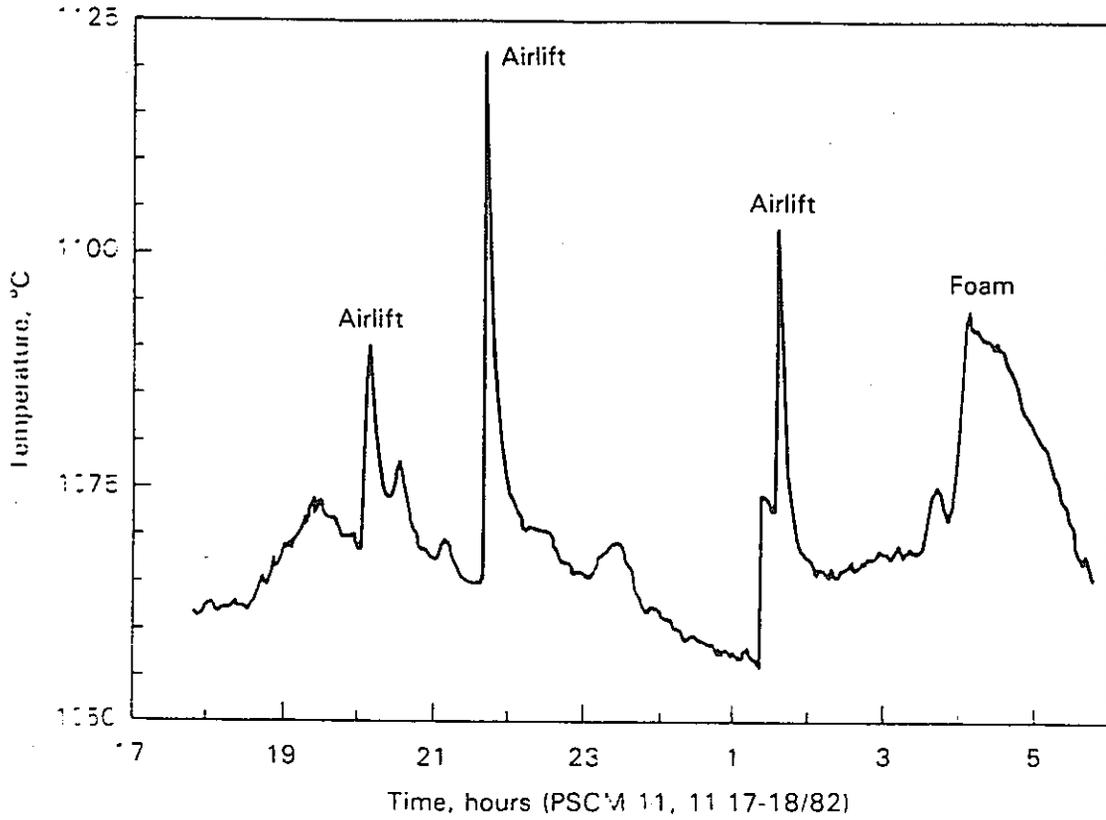
主たるガラス熔融炉運転状況把握の考え方としては、

- オフガス温度は、通常 300～450° が最適なコールドキャップの状況を反映しており、過剰なスラリー供給が実施されている場合、250°C以下に下降する。また極端な発泡現象を生じた場合、450°以上に急上昇することで判断が出来る。
- 溶解槽底部の温度は、ガラスの移動、特に流下時の一時的なガラスの流れによる底部の温度上昇、及び発泡現象発生時のガラス攪拌による底部の温度上昇（流下時の変化に比べると緩やかである）を示す。その変化は 25°C～50°Cである。（図 5-4-13）
- 熔融ガラスの温度分布曲線を、連続的に監視すれば、発泡現象の発生時に、熔融表面に近い部分のガラス温度の上昇と、全体の温度分布曲線の直線化（flatten）、又は不規則な乱れが見られる。（図 5-4-14参照）

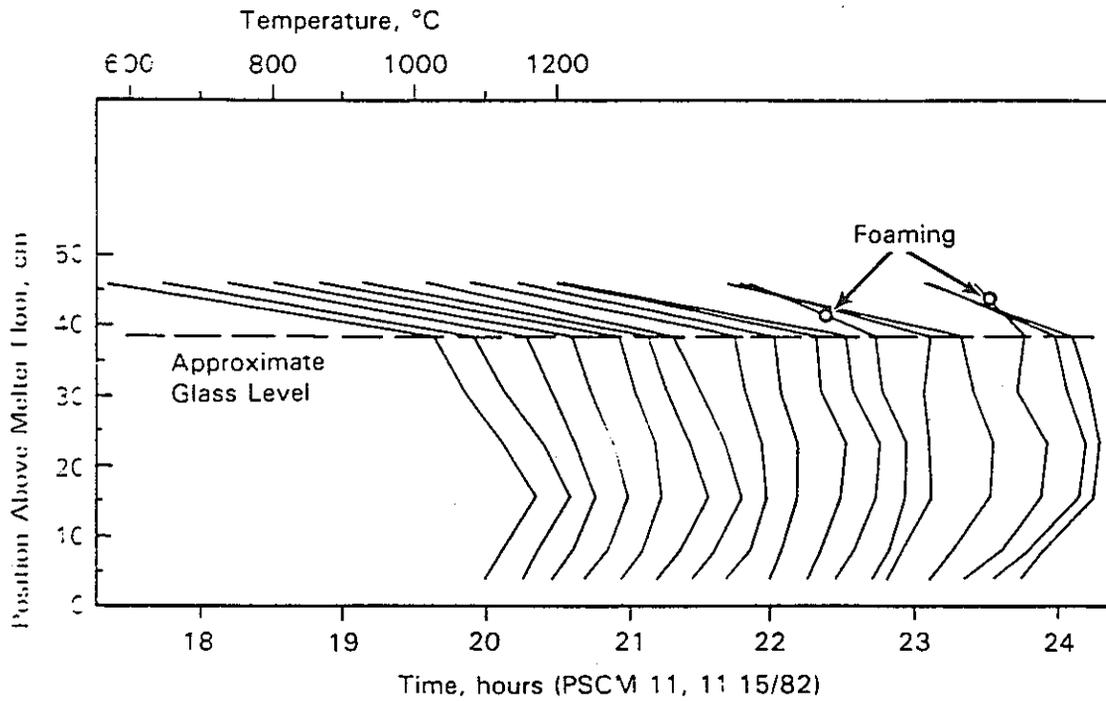
但し、コールドトップのブリッジ発生の際にも、同様の温度変化が観察される。これら2つの現象を見分けるために、オペレータはdiptubeによるstabilityモニタリング、TVシステムのモニタ、オフガス温度の変化を総合的に判断すれば良い。

- 接液耐火物後面の温度モニタとして利用出来る。経験上、K-3耐火物中の温度勾配は、通常の運転条件下で 20°C/cm であり、これより大きな温度勾配が計算上得られる場合は、耐火物の厚みの減少を推定することが出来る。

concentration



☒ 5-4-13 Temperatures from Near the Melter Floor Showing Glass Transfers and Foaming



☒ 5-4-14 Vertical Temperature Profiles in PSCM Glass Melter

#### V-4-6 IR イメージシステム

炉内監視用 TV システムの映像を用い、但し  $0.7\mu\text{m}$  より短波長をフィルターで除去するか、もしくは可視光より短波長をカットして解析に用いる。

システムは、特にスラリー供給時の、炉内に光源が少ない状況下で、高い分解能を持つことが特徴である。

カメラからの信号は、プロセッサで処理され、白黒の映像を 8 段階のカラーディスプレイに変換する。それぞれの色が、異なった温度を示すことになる。

これによりガラス溶融炉表面で、液状のスラリー、乾燥仮焼体、半溶融体、溶融ガラス面の区別が可能である。

#### V-4-7 電子式ガラスレベルモニタ

ガラス溶融炉内のガラス表面の位置を検出するためのモニタで、炉の天井からガラス面に達する 2 本の金属棒を導電体として、電気的なパルスを上方から送り、パルス反射されて戻るまでの時間を計測する。

システム概念を図 5-4-15(1) に示す。

電気的なパルスは金属棒を伝達され、反射パルスがガラス表面で戻ってくるまでの時間は、ガラス表面までの距離と、金属棒周辺の媒体の電気的定数によって定まる。このシステムは Time Domain Reflectometry と呼ばれ概念としては有線レーダーと同様である。

この方法の利点として、金属棒の腐食にほとんど影響されずに測定が実施出来ること、反射パルスの解析でガラス面の距離と同時に、反射パルスのカーブが媒体のインピーダンスによって変化し、図 5-4-15(2) ようにガラス表面のコールドキャップの状況を把握することが可能である。

一例としてガラスの発泡体が 2 本のインコネル棒の間に存在すれば、インピーダンスは通常のガラスだけの場合よりも高くなり、反射パルスは明確でなくなる。(less distinct)

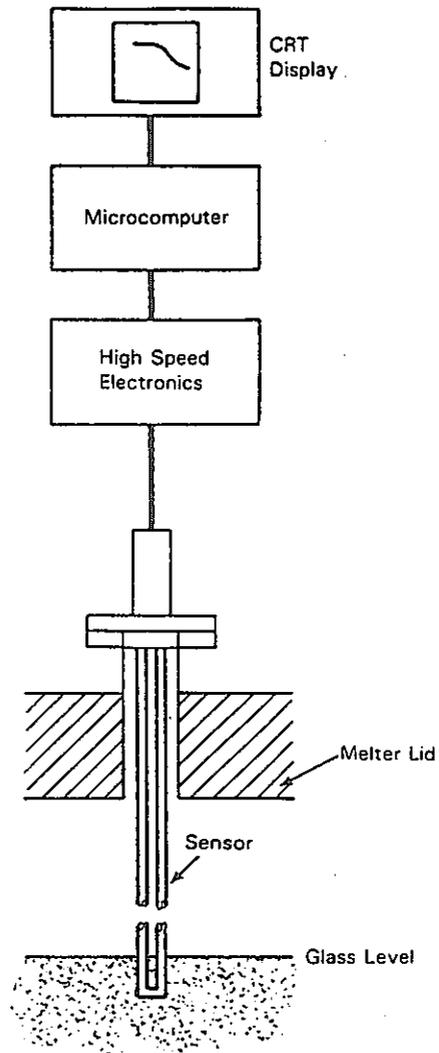
これはチャート上ではインピーダンスレシオ曲線が緩やかな傾斜を持って描かれる結果となる。

逆に溶融塩がガラス表面にあれば、インピーダンスはガラスよりも低くなり、反射パルスがシャープに捉えられるようになる。

実験室規模のテストでは、 $\pm 5\text{mm}$  以内の精度で液面を測定可能で、ガラス表面上の相分離も判断出来る見通しが得られている。

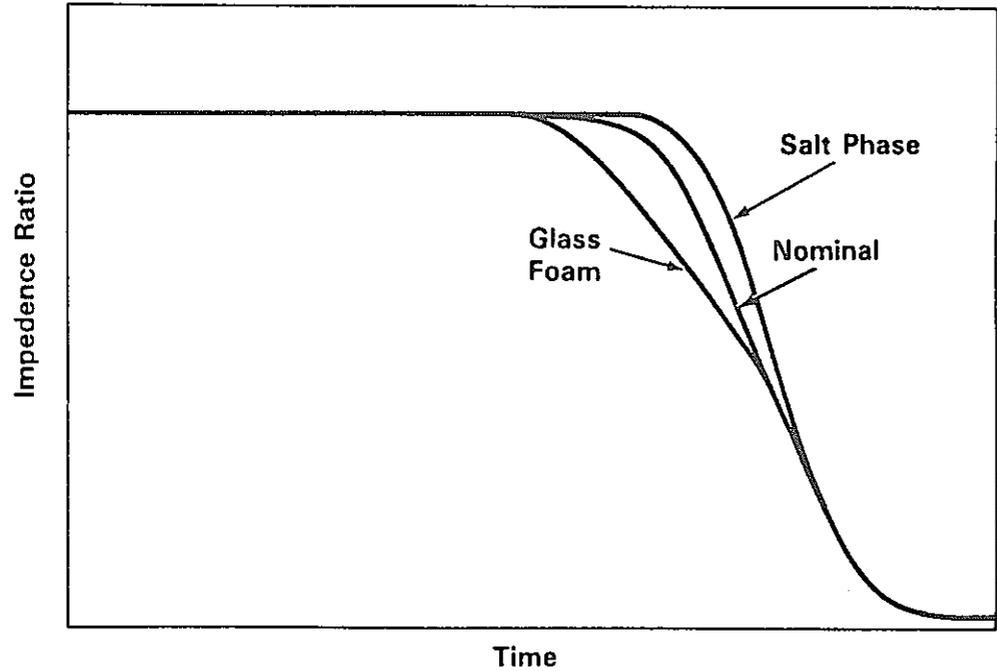
PSCM での実際の使用においては、約数秒間隔でパルスが放射され、ディスプレイには、ガラスの液面が何インチの深さにあるかを  $0.2\text{in}$  刻みで表示していた。

現状ではガラスのレベル計として使用し、表面状況の判断には他の手法と併用して用いる段階である。



Electronic Glass Level Monitoring System

図5-4-15(1) 電子式ガラスレベルモニター



Impedance Ratio Curves from Glass Level Monitor

図5-4-15(2)

#### V-4-8 Submerged Bed Scrubber (SBS)

スラリー供給ガラス溶融プロセスオフガスでの SBS は 3つの機能を持つ：(a)メルターから発生するガスの第1段洗浄 (b)ガスの冷却，凝縮成分の回収 (c)凝縮液の一時貯槽  
スクラバーの性能は次のデザインパラメータによって決定される。

- 充填ベッドの断面積
- 充填物のタイプ
- 高さ方向の寸法
- ベッドのサポートの形状
- 冷却コイルの構造
- 外側のオーバーフロータンクの容量

これらの検討に基いて決定された，ウェストバレイ CTS の SBS のデザインを図 5-4-16 に示す。

#### 充填ベッド断面積

ベッド断面積を決定する要因として，ベッドでのガスの面速度をいかに最適化するかが重要で，SBS でのガスと液流（循環量）との関係が図 5-4-17 のように得られている。

このプロットに基くと，ガスの流速は 30ft/min (0.15m/sec) 以下に下がらないように設計する必要がある。

低いガス流速では L/G は，ピークを持ち急激に減少して 0 に達する。

また 110ft/min 以下の流速でのデータは得られていないのでここでの SBS の流速設定は 30ft/min ~ 110ft/min の領域に設定することとする。

但しこの領域では L/G は，ガス流速とともに減少しており循環速度（液の）やスクラバーとしての性能から考えて，効率が低下する方向である事を考慮し，また 30ft/min 以下では前述のように不安定な運転領域に入るため，ここでは 75ft/min (0.32m/s) の流速を選定する。

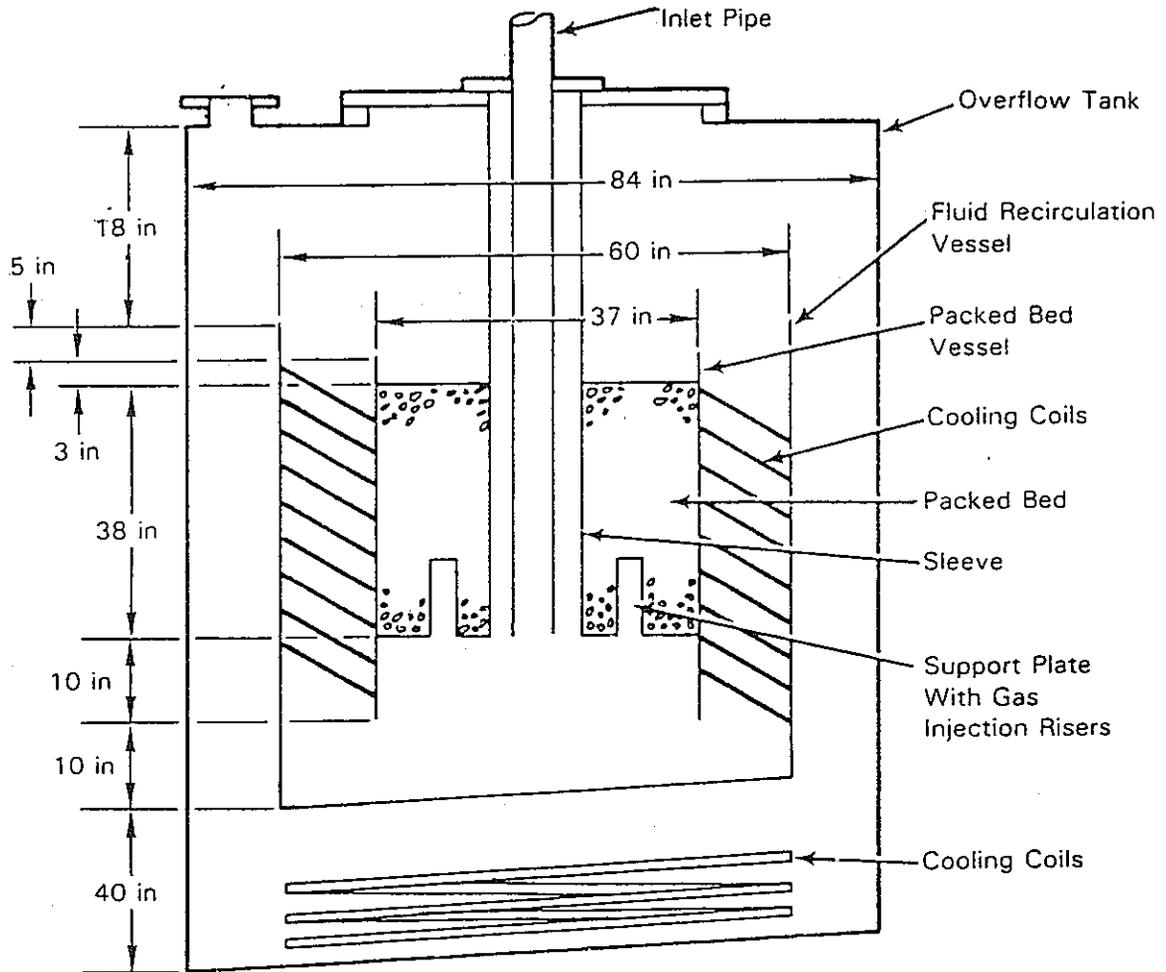
Hilliard らのデータに入ったガスは，ベッド中ですみやかに液と同じ温度まで冷却される。従って，ベッドは SBS の出口のガス温度が，液温と等しいと仮定して大きさが決定される。出口のガス量は次のファクターによって決定される。

SBS operating mode      60°C      adiabatic

水蒸気	115kg/hr
空気	340scfm (751kg/hr)
NO <sub>2</sub>	40kg/hr

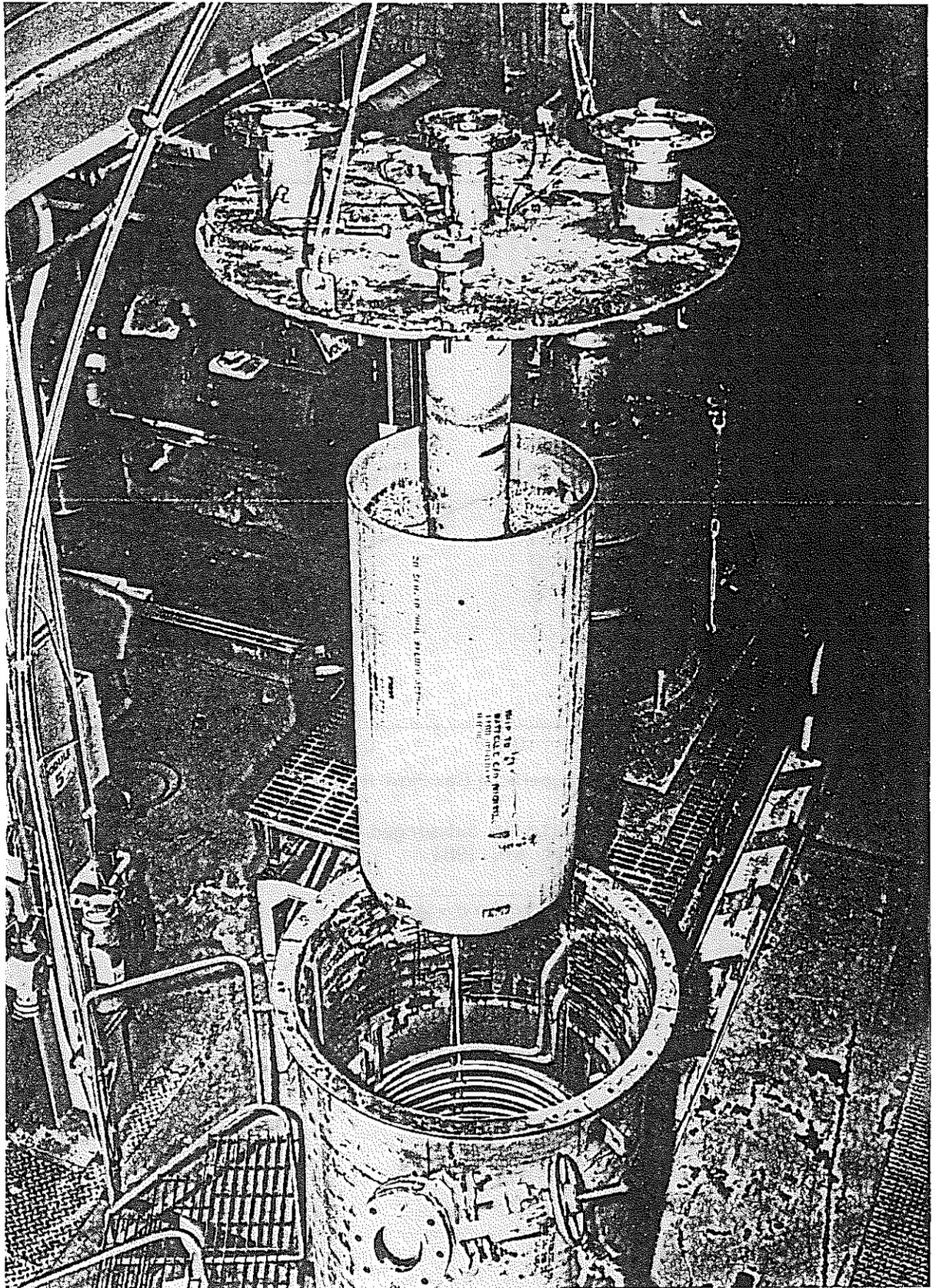
West Valley 向けの SBS の設計上は NO<sub>2</sub> の吸収は起こらないと仮定しており，従って上記のガスを含むオフガスの SBS 内での体積流速は 520ft<sup>3</sup>/min at 60°C となる。

従って 75ft/min のベッド内線速を確保するためにベッドの断面積は 6.9ft<sup>2</sup> に設定する。



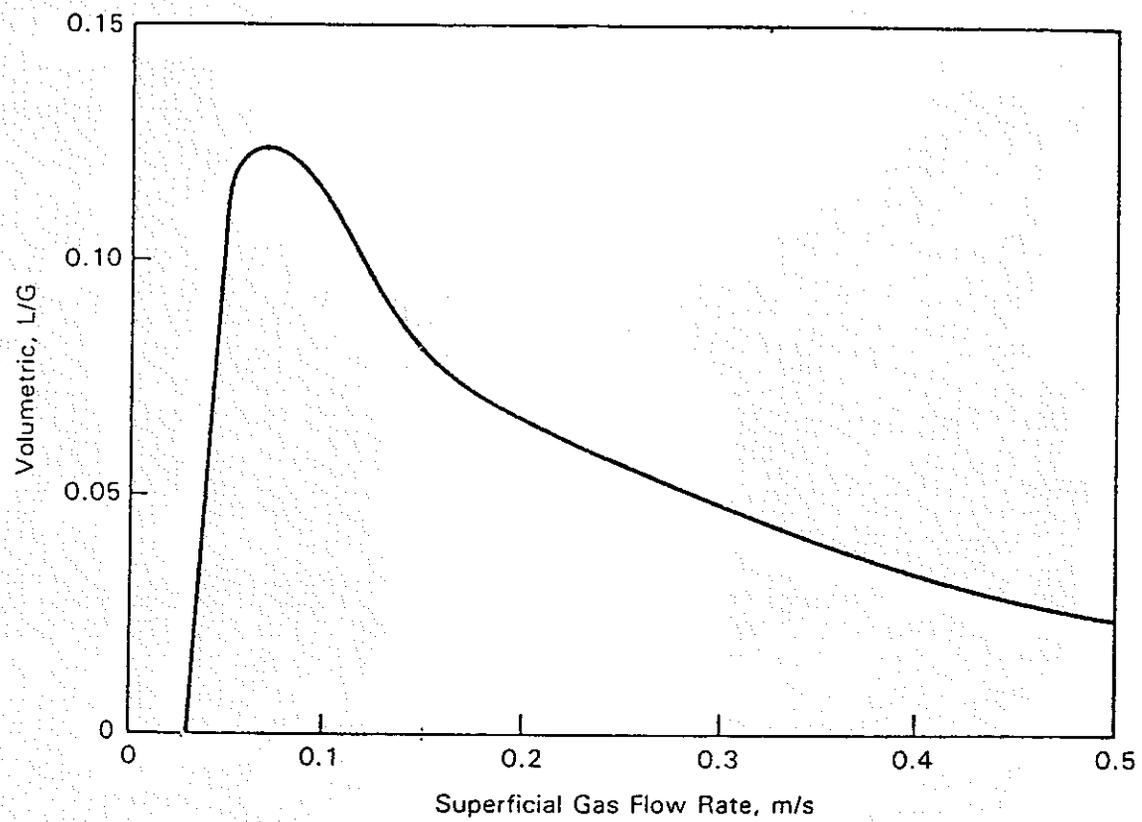
Schematic of the Submerged Bed Scrubber as Designed by PNL for West Valley Nuclear Services Component Test Stand (dimensions are in inches)

図5-4-16 ウェストバレイ施設CTSのSBSデザイン



8304181-6cn

Disassembly of SBS Following PSCM-15



Liquid to Gas Flow Rate in Submerged Gravel Scrubber as Reported by Hillard et al. 1981

図5-4-17 ベッドでのガス流速と液-ガス比の関係

ベッドは中心にオフガス吸込みパイプを持ち、円環状に充填される。オフガス吸込みパイプは直径 10in (10in sch40) なのでベッドの外径を 37in にすることにより断面積 6.9ft<sup>2</sup> を得る。

#### ベッド充填物の型式

Hilliard らは 2 種類の充填材をテストしている。

3/8 in のセラミックボールと破碎した玄武岩 (Basalt) であるが、PNL の PSCM では玄武岩は硝酸に対する耐久性に劣るという点から 3/8 in セラミックボールを使用している。

PNL のコールド試験での SBS のテスト結果は、現在解析中であるが (Perez etal '84 PSCM-19 run)

結果としては、性能上満足のゆくものであり、また充填物の特性を変えてテストする必要性は今のところ無いといえる。

また、球状の充填物は、ガス/液 接触効率から言えばベストのものではないが、オフガスやスクラバー液に含まれる固型物によるベッドのつまり発生の可能性から言って、利点を持っている。

これは、放射性物質を扱い、遠隔運転する機器である。このことを考慮した上で、重要なポイントであると考えられる。

#### Vertical Dimension (高さ方向の寸法設計)

設計上重要な寸法として、ベッドの上下のスカート (upper & lower skirt), ベッド部の浸液深さ (submergence), 及びベッド部の充填高さがある。

ここでは、以前に使用された Submerged Gravel Scrubber (SGS) 及びコールド試験用 PSCM-SBS のデザインを検討して、最適な SBS の寸法設計のアプローチを述べる。

下側のスカートとベッドの充填高さは、SGS のデザインを基本とし、ウエストバレイの SBS はガスの処理量が SGS よりも小さいことを考慮して、スカートを 12in から 10in に縮める。

スクラバー液、循環槽の底はスカートの下端より 10in 下に設計する。

ベッドの高さは 24in から 38in へと増加させる。これはガスと液の接触を増加させることに加えて、ベッドの底部にガス取入れ用の“ライザー”を 10in の高さでベッド中に設置するために必要な設計変更である。

PSCM の SBS では 24in のベッドを使用した。出口ガス温度は、スクラバー液温よりも 20~30°C 高かった。これはガスと液の接触不十分が原因と考えられる。

ウエストバレイの SBS では上部スカートは 3in で、その上端は 5in スクラバー液中に浸漬される。これは PSCM の SBS と同様であるが SGS は上部スカートは無くかつベッドの上部は浸漬されていなかった。上部スカートと、完全に液中に浸漬されたベッドのデザインは、ベッドの上部をガスが通過する際に発生する、ミストや液滴の発生を押える目的で採用された。

### Receiver Tank

SBS の最も外側で全システムを収容するベッセルで、同時に循環液ベッセルからのオーバーフロースクラビング液の貯槽となる。貯った溶液は、ジェットでバッチ的に排出される。

設計上の基準は、液の輸送を 24 時間に 1 回以内にすることである。またタンクは、充填ベッドおよび循環槽を中に収められる大きさで、一方セルスペースを考えると、高さは極力低いことが望ましい。

これらの考察の結果、タンクは高さ 11ft 4 in, 外径 8 ft, 容量 1450gal (5481ℓ) とし、通常運転でのメルターからの水蒸気発生量、115kg/h の 48 時間分を保持する容量とした。

Receiver tank は、冷却コイルを備え、冷却性能は容器中の液を 104°F に保持して、ジェットでの輸送に支障を来さないこと、またベッドからオーバーフローして来る液 (140°F 110kg/hr) を 98°F まで冷却することで、約 9000BTU/h が必要と見込まれる。この見積りは、全ての水蒸気が SBS で凝縮すると仮定しているため、若干余裕を持った値となっている。SBS が 140°F で運転されていれば全凝縮にはなり得ない。

冷却水は 90°F の条件で使用し、コイルの全熱交換量は 40BTU/hr-ft<sup>2</sup>-F と計算され、らせん状で、直径 68in 全表面積 50ft<sup>2</sup> の一重コイルを設置するものとした。

### ベッド充填材サポート

このサポートは 3/8 in 球が充填されたベッドを支持し、かつオフガスは、このサポートを通過してベッド中を上昇しながら、スクラバー液と接触することになる。

Fadel (1983) は平面 (flat) なサポートについて 2 つの欠点を指摘した。

- スクラビング液とオフガスが同じサポートの孔を通過する必要があるため、サポート板において余分な圧損を生じる。
- サポート板の上部の充填物が開口部をブロックしてしまい時には 90% ものパスを塞ぐ可能性がある。従って球状の充填物に対しては、板状のサポートは不適當である。ガス送込み式 (injection) のサポート板は、充填ベッドの断面積以上に free area を得ることが出来る。更にこの方式は平板に比べて、ガスと液が同じ板上の孔を通過する必要がなく、ガスの通過の点でも液との十分な接触という点でも利点を持っている。

PSCM の SBS は平板のサポートを使用しているが、ウエストバレイ CTS-SBS はガス送込み式のサポートを採用している。(図 5-4-16 参照)

Fadel はガスの入口側にあるサポートは少なくとも free area を充填層断面積の 80% 以上、出来れば 100% とすることが望ましいとコメントしている。これは、サポートの部分でのガスの停滞 (flooding) を防止する上で重要である。

CTS-SBS のサポート板は次のような特徴を持つ。

ガスインジェクションの数 2 (riser と呼ぶ)

riser の高さ	10in
riser の巾	4in
fiser slot opening の巾	1/4 in
free area	カラムの実断面積の 100%

### 冷却コイルの設計

必要とされる冷却コイルの熱交換断面積は、コイルの熱負荷熱伝達係数、使用する冷却水の状況で決定される。

熱負荷に関しては、最も余裕を持った見積りでは、全ての水蒸気がタンクにおいて凝縮することを仮定した場合で、ここでは更に次のような仮定に基いて設計を実施した。

1. セルへの放熱及びオーバーフロータンクへの放熱は無視する。
2. 攪拌、ジェットによる移送、ガスがベット内を移動する際の摩擦熱は無視する。
3. 化学反応から発生する熱は無視する。
4. SBS のスクラバー液は、オフガスと平衡状態となっている。
5. SBS の操作条件は
  - a) ガスの出口温度 125°F
  - b) フィルムクーラーの流量 1300 lb/hr (270scfm) at 90°F
  - c) ガラス溶融炉の蒸気発生量 308 lb/hr at 662°F
  - d) メルターのエアリーク (inleakage) 30scfm
  - e) メルターの NO<sub>2</sub> 発生量 108 lb/hr
6. 次却水温 90°F
7. コイルの熱伝達係数 100BTU/h-ft<sup>2</sup>-F
8. 一重コイルを用い、冷却水は SBS の液の流れに対し向流で通水するものとする。

上記の仮定に基いて設計計算を実施した結果、コイルの熱負荷は  $3.3 \times 10^5$  BTU/hr となり、必要なコイル面積として 150ft<sup>2</sup> が得られた。但し、実用上は余裕を持った冷却性能を得るため 3 分割で独立の冷却水系を持ったコイルを設置し、トータルで 250ft<sup>2</sup> の伝熱面積を持たせるものとした。

### 運転操作

SBS の運転上の特徴を以下に記す。

### 熱的及び流体学的挙動

上記の条件は、SBS においては、冷却コイルの冷却条件を変化させることによって、コントロールすることが出来、また間接的には、処理するオフガスの流量を調節（フィルムクーラーのエア流量及びメルター自体からの発生量）してコントロール出来る。

### スクラバー液の循環速度

循環ベッセル内の液の輸送は、ベッド内を上昇するガスの浮力による移動によって生じる。

この液の移動現象によってガスの冷却、洗浄と同時にベッド充填物を常に洗浄し、ベッド間隙の閉塞を防止する効果を得る。図 5-4-17, 18 はベッドにおけるガス流速に対する、液の循環速度の依存性を示したものである。

図 5-4-17 はガス/液の比に関して、断面積 0.69ft<sup>2</sup>の小型ベッドでのデータであり図 5-4-18 は 5.9ft<sup>2</sup>の CTS-SBS に対して液の循環速度を推定した結果である。

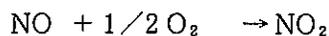
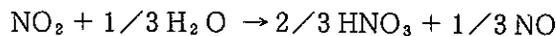
液の流量は 60,000 ~ 70,000lb/hr (120-140gal/min) と推定されるが、ガスの線速が 30ft/min 以下では急激に減少する。

### 熱特性

SBS の出口ガス温度は、入口温度、ガスの組成及び流速冷却コイルの冷却条件で決定される。図 5-4-19 のような機器内のフローをもとに、SBS 内で平衡に達するものとして、熱計算を実施した結果を図 5-4-20 に示す。

計算条件としては、メルターオフガスの成分を 253lb/hr の水蒸気及び 89lb/hr の NO<sub>2</sub> , 30SCFM の空気とし 662°F でメルターから発生するものとした。

NO<sub>2</sub> と空気と水との混合により、SCS 内で次の反応が起こることを仮定している。



標準エンタルピーに基いて計算すれば、反応熱は -594BTU/lb-NO<sub>2</sub> となる。

図 5-4-20 では、一定のコイル冷却条件のもとで、フィルムクーラのエア流量の増加に対して、出口ガス温度が低下することが示されている。

SBS の標準的な運転モードは、メルターから発生する水蒸気が凝縮しない温度で運転することである。

SBS 内での飽和温度の、フィルムクーラでのエア量に対する相関を図 5-4-21 に示す。

標準の水蒸気量 308lb/hr に加え 253lb/hr, 110lb/hr のケースに関しても、NO<sub>2</sub> が水蒸気量に比例して変化すると仮定して解析を実施した。

ベッドが飽和温度以上で運転されれば、SBS 内の液は蒸発し、また以下で運転されれば水蒸気が蒸発することになる。

### 故障モードと修復のための操作

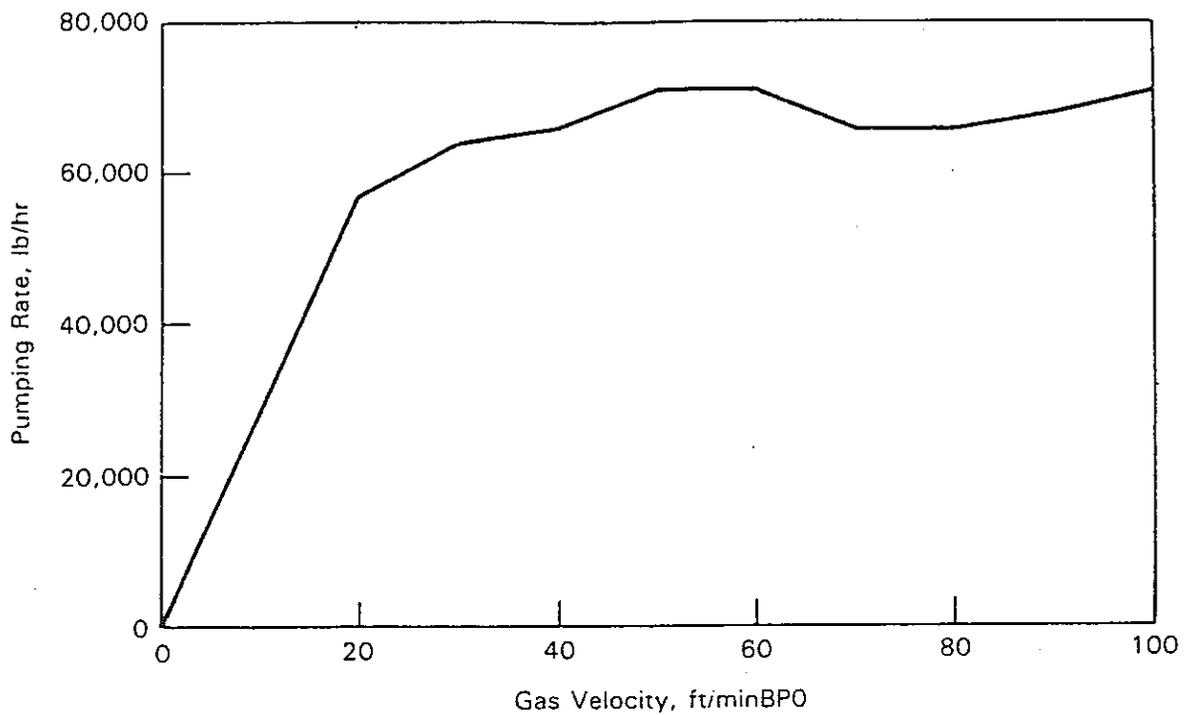
遠隔でホット運転の条件下で発生しうる、非定常の運転状況について記述する。

表 5-4-1 に、予想される非定常の運転状況とその修復操作を例記した。

これらの非定常状況を判断し修復を行なうためには次の計装器が正常に作動している必要が

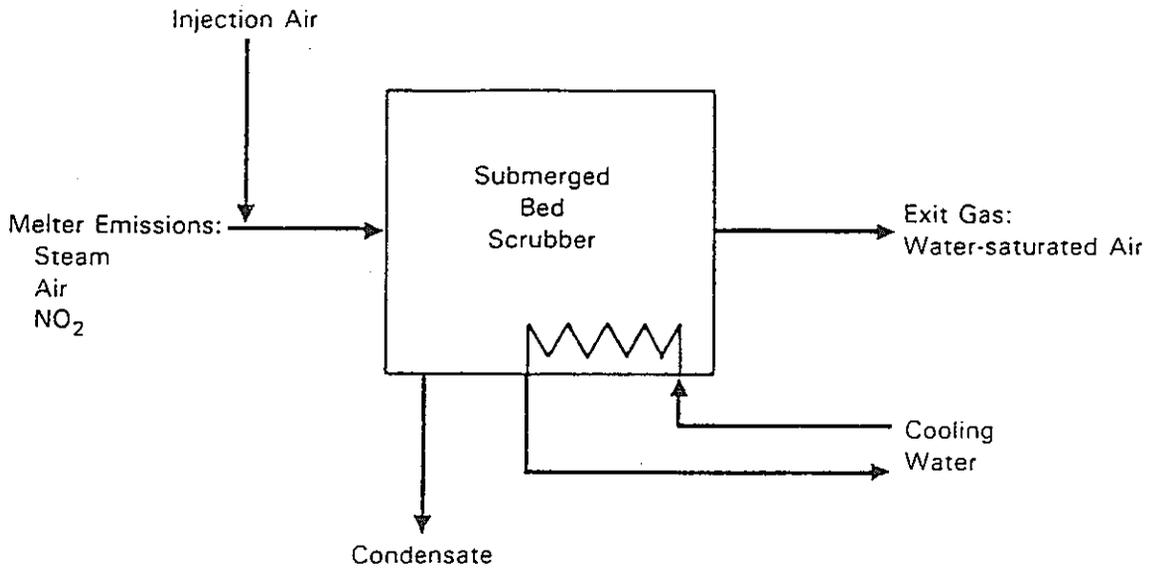
ある。同時にこれらの計器は SBS を遠隔で運転するのに最低限必要なものである。

- 温度： スクラバー液， 出口ガス， 冷却水
- 圧力： SBS における圧力損失
- 水位： 循環ベッセルとレシーバータンク（貯槽）の液位



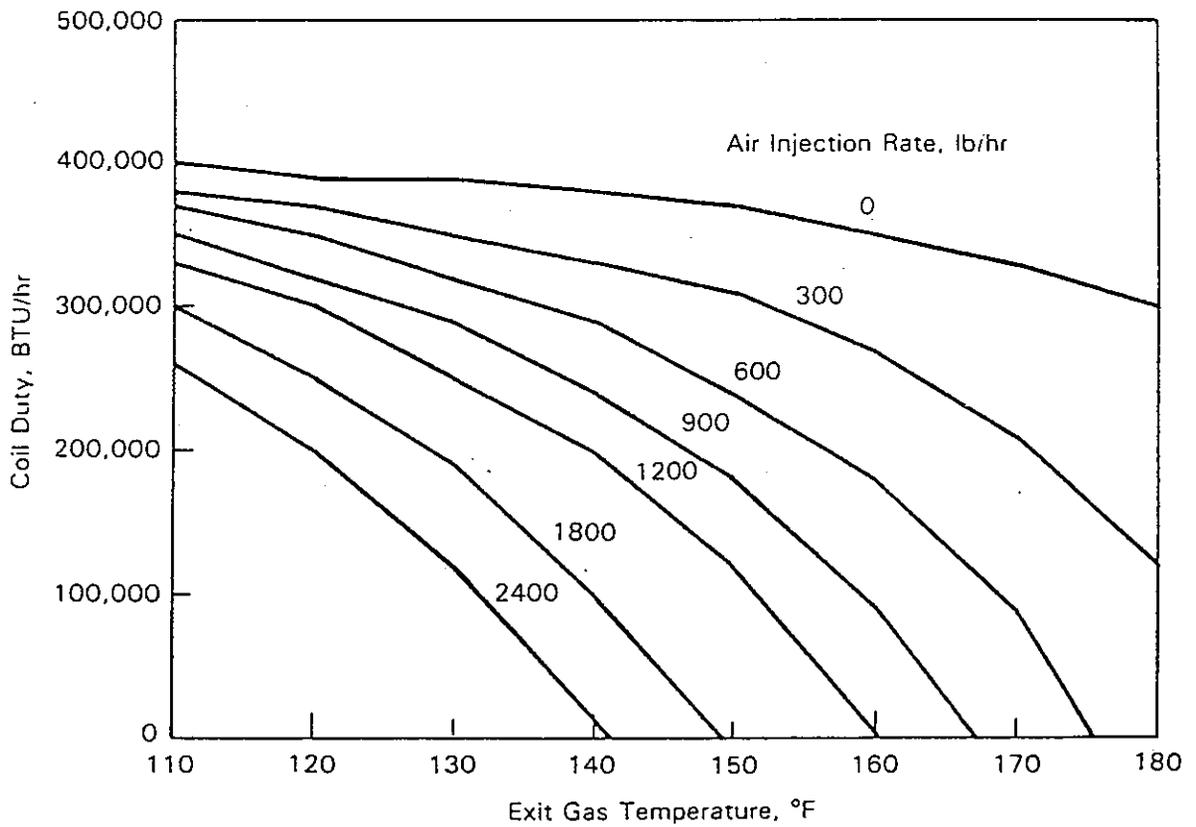
Induced Pumping Rate in CTS-SBS, Based on Extrapolation of Small-Scale Submerged Gravel Scrubber

図5-4-18 CTSにおけるガス流量とスクラバー液循環速度との関係 (小規模のSGS データからの推定曲線)



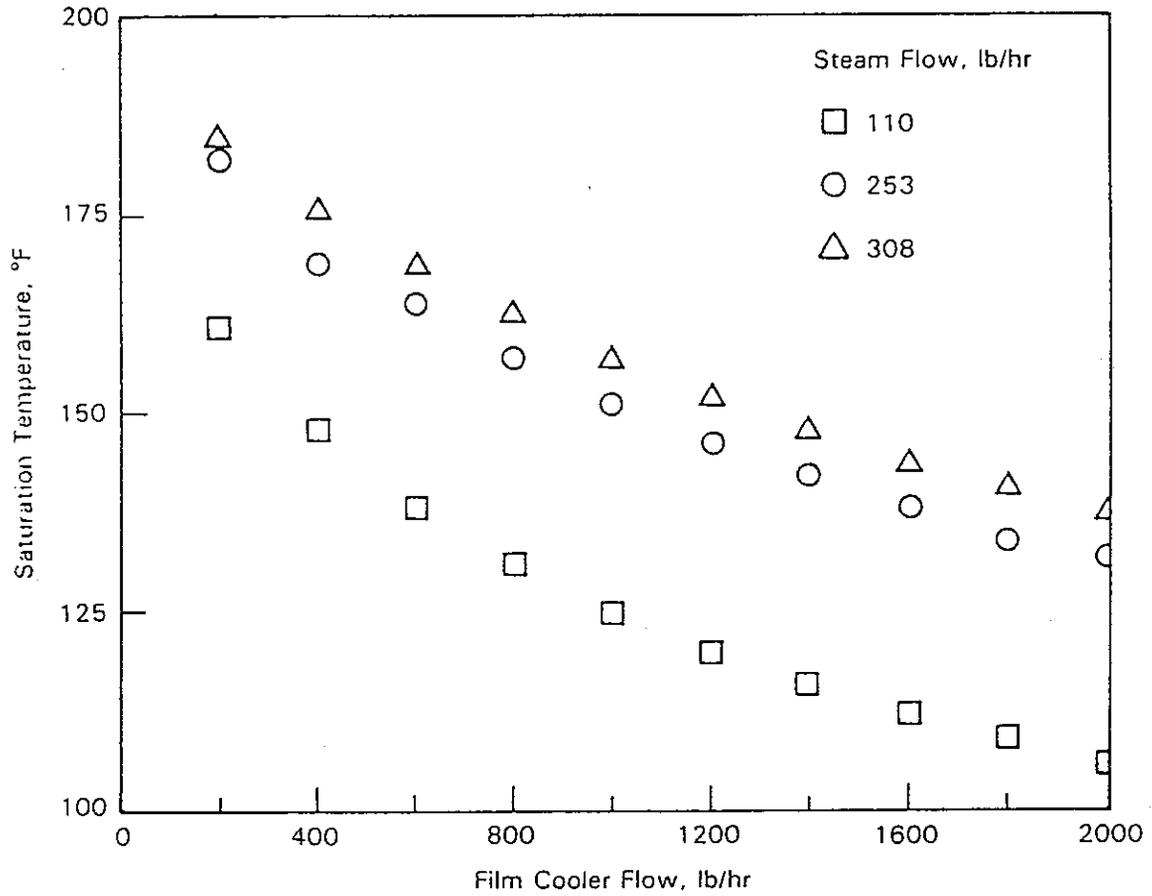
Schematic of Heat and Mass Balance on CTS-SBS

図5-4-19 SBSシステムの熱及びマスバランス概念



Cooling Coil Heat Load as a Function of Process Conditions in CTS-SBS. Steam Flow = 253 lb/h, Melter Inleakage = 30 SCFM, Melter Exhaust Temperature = 662°F.

図5-4-20 CTS-SBSにおけるコイルの冷却条件と出口ガス温度の関係



Air-Water Saturation Temperatures as a Function of Process Conditions in CTS-SBS. Melter Inleakage = 30 SCFM, Exhaust Temperature = 662°F.

図5-4-21 SBS内の飽和温度とフィルムクーラーのエア流量との関係

表5-4-1 SBSにおける非定常条件と復帰のためのアクション  
 Analysis of Upset Conditions, Possible Causes  
 and Corrective Actions for the CTS-SBS

<u>Sensor Reading</u>	<u>Possible Causes</u>	<u>Corrective Actions</u>
High/low exit gas temperature	Inadequate/excessive cooling via recirculation tank cooling coils	Increase/decrease cooling water flow
injection	Low/high film air injection rate	Increase/decrease air
Low exit gas temperature	Leak in recirculation tank coils (may be accompanied by cooling coil flow, temp or pressure upset)	Replace coils
Low recirculation tank liquid level	Gas-stripping due to high SBS operating temperature and/or excessive injection air	Increase cooling water flow and/or lower injection air rate and/or add make-up water
high pressure drop across SBS	Plugging of packing with suspended solids because of excess accumulation in scrub solution	Flush vessels with water, operate bed with air only to clean packing

## V-5 RLFCM の運転試験

324 ビル内の、ホットセル（Bセル）に遠隔据付されたガラス溶融炉及び前後の機器は、'84 年半ばから試運転を開始した。

ガラス溶融炉については、'84年 8 月に熱上げ運転を実施、約 1 週間で通常の直接通電による運転に入った。以下にその経過を記す。

### V-5 -1 RLFCM の遠隔スタートアップ

RLFCM を直接通電に至るまで予備加熱する。スタートアップ運転と、その設備に関して概説する。

#### スタートアップの条件及び設備

スタートアップにおいては、ガラス溶融は、～3-4 in の大きさの破碎されたガラスで満たされ（PSCM-16 ランで製造された模擬ガラス）ガラスは、インコネルプレート電極の上端まで投入された。

ガラス量としては 350kg で、これは RLFCM に保持可能なガラス量の 70% に相当する。

ガラスは、メルターをセルに設置する以前に前もって投入され、セル内に据付後、メルターの天蓋とヒーターは全て遠隔で取り付けられた。

ヒータは、SiC の吊下げ式抵抗発熱体（らせん状）を、2 本溶融炉天井の開口部（供給ノズルと、ディップチューブ式ガラス面計設置のためのもの）から吊り下げた。

ヒータの仕様は、SGR-41×24×2 $\frac{1}{8}$  in で定格出力 11.2kw のものである。（217VAC）

遠隔据付を行なうため、2 ヶ所のフランジ間隔に合わせて 2 本が一体にセットされ、(図 5-5-1) 且つ片方は 2 in 上方に固定されて、遠隔での据付が容易なよう配慮されている。

遠隔でのヒータ据付の予備試験は再三繰り返されたが、加えて RLFCM をセルに据付ける以前に、炉壁レンガに含まれる水分を蒸発させるための、“curing” と称する加熱を実施している。この加熱に際して、熱上げ用ヒータを用い、加熱が問題なく実施されるかどうかを確認した。

この時に使用した加熱ヒータは、同じ SiC であるが、定格出力 8.4kw の SGR-37×20×2 $\frac{1}{8}$ であった。

“Curing” は、約 30 日にわたって炉温を次第に高め 750°C まで上昇した。

図 5-5-2 はメルター内 18in の位置の温度とヒーターの電力との関係を示したものである。

このグラフより、実際の熱上げ運転に必要な発熱量を推定した。

実際の熱上げでは、ガラスが炉内に入り、且つ電極通電の際に上部雰囲気をも 1000°C まで昇温することも考慮しておかなければならない事を考えると、20～25kw の発熱電力を得る必要がある。

また以前のコールド試験炉の運転経験からも、通電に至る条件として、上の雰囲気気を950℃に24時間維持しガラス表面の温度を690℃に昇温することが必要とされるので上記の推定はほぼ妥当と結論される。

現実に“curing”の終了時に時には2本のSGR-37×20×2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>発熱体は計21.8kwと定格の130%の運転を行っていた。

これらの事実から、実際の熱上げ運転では定格出力11.2kwのSGR-41×24×2<sup>1</sup>/<sub>8</sub>を使用し、必要に際しては定格の122%、2本合計で27.4kwの出力を想定していた。

また、発熱体に関しては、“curing”時に編んだ銅線を直接SiC発熱体に接触させてリードを取っていたがSiCの表面層と銅が高温で反応し、電気抵抗の高い反応層を生じ、結果としてパワーのロスを生じていたことが判明した、代替のケーブルとして“high temperature”パワーケーブルと称するニッケル被覆の銅線があるが、硬度が大きくSiC発熱体の凹凸のある表面との接触が充分得られないという問題があり、結局は接触面積が不十分で接触抵抗が増加する可能性がある。

現状で、RLFCMに使用可能なリードとして、アルミニウムの網状線を選択した。アルミはSiCの表面との接触性も良好で、また、操作温度においては表面の酸化に対する耐性も充分であると言える。

#### スタートアップ操作

350kgの破砕ガラスが予め溶融槽内に投入されこれは、溶融槽内で電極の上部まで約19インチの深さに達した。但し、中央部だけは2インチの凹部を作り、吊り下げられたヒータとの間隙を持たせた。

ガラスを投入後、炉蓋及びヒータが遠隔で据付された。加熱は84年8月10日より開始され、2本のSiCヒータ及びオーバーフロー部の6本のSiCヒータ（常時据付）のパワーをONとした。図5-5-3はカレットの表面部の温度である。熱上げ時は測温用サーモウエルの先端はカレットの上に乗っており、測温位置の表示に関係無く、カレット表面付近を測温している。

スタートアップ初期の昇温速度は、炉上部（プレナム）温度を0.1℃/min（～150℃/day）の一定速度で上昇させるようMicon制御システムを作動させる予定であった。

これは100℃まで6～7日で昇温する速度で、耐火物中の温度分布発生に起因する熱応力発生を押えることが目的である。

但しMiconシステムの最低の制御レンジが1℃/minであったため、現実にはマニュアルで12時間毎に75℃づつステップ状に昇温している。

8月12日17:00の温度下降は、ハンフォード地域の火災のためのビル停電によって、一時的にMicon制御が自動から手動にシフトしてしまい出力ゼロの状態が続いたためである。

8月16日15:45にプレナム温度850℃、カレットの表面温度730℃に達し、ヒータのパワー

は定格の88%、約20kwに達した。

この時点で、最初の通電が試みられ、主電極用トランスの電圧出力350Vでマニュアル操作が実施された。Fig 5-5-4に電圧印加後の電流、パワーの変化の記録を示す。図5-5-5は電圧、電流の推移を示し通電後、加熱のパワーは15kwで維持し、ガラス量が少いことによる電流の集中等で電極の局部浸食が発生しないよう配慮した。

4時間後電極のパワーは、トランス電圧の切換(350V→240V)のため一時停止している。

8月17日2:00に電極パワーは30kwに再設定され更に8月17日8:12に電極のコントロールシステムを電極間低抗が0.2Ωに維持されるように設定した。

図5-5-5, 5-5-6に通電が開始されてから、定常の通電状態に至るまでの電気条件の変化を示す。約17時間を要している。図5-5-6のチャートで、電力に関してはマニュアルで一旦15kwに保持するよう設定、次に30kwに変更し最後に25kwに設定した結果である。

この状態で電極間抵抗0.2Ωをフィードバックの信号として、4~5日の間熔融ガラスの状態を定常に至らしめるために、保持状態の運転を実施した。

この間に、熔融ガラス部分は溶解槽全体に拡大し、天井から挿入された測温熱電対は、徐々にガラス中に沈んで所定の位置にセットされた。従って、この時点での信頼出来るガラス温度データは得られていない。

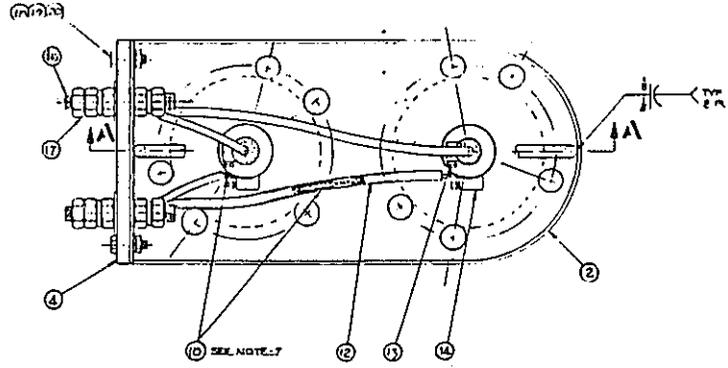
通電開始後4日を経て、炉の条件が定常に達したと判断されたため、熱上げ用発熱体の除去作業を行った。パワーケーブルがMSマニプレータで取外され、ヒータ自体は2本一組でインセルクレーンで吊り上げて廃棄された。

同様の発熱体セットは再スタート時に備えて保管されている。

その後、天井部からガラスカレットが追加され、炉内のガラス深さを所定の14.5インチまで高めて、次のスラリー供給運転に移行する準備が完了した。

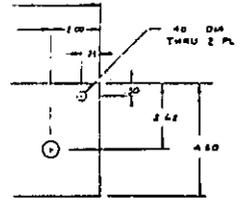
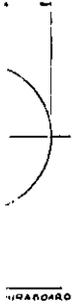
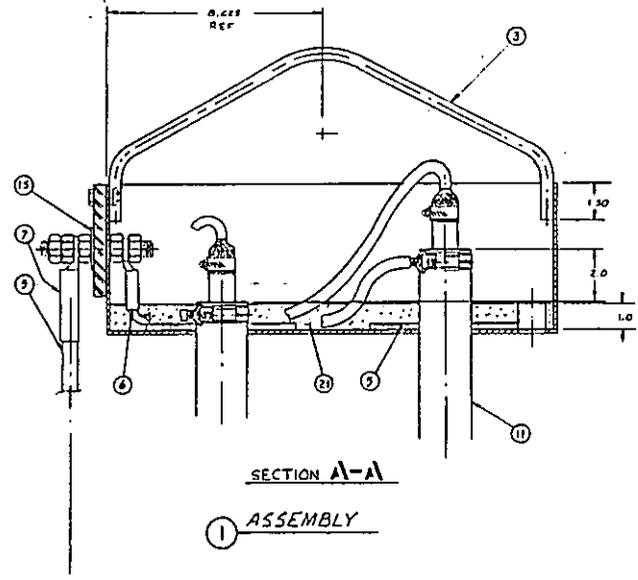
この一連の発熱体の除去作業に約16時間を費した。

QTY	NO	DESCRIPTION	UNIT
1	1	ASSEMBLY	
1	2	FAIRWIRE	SH
1	3	BAIL	SH
1	4	INSULATOR	SH
2	5	WIND	SH
2	6	COMPRESSION FITTING (MODIFIED)	SH
2	7	COMPRESSION FITTING (MODIFIED)	SH
2	8	PLUG, CRAMP SLAVE 10 SPI/21-10W	WELDN
2	9	POWER CABLE 10'0'LL 40 EEL-HEE	FAIRWIRE
2	10	WIRE, 70 AWG TINNED COPPER 5/32" DIA	ALPHA
2	11	CORVAL HEATING ELEMENT WELD	CORVAL
2	12	HEAT SHRINK TUBING	
2	13	HOSE CLAMP WORM DRIVE 1"	SET
2	14	HOSE CLAMP WORM DRIVE 3"	SET
4	15	WASHER FLAT	SET
2	16	STUD 1/2" UNF-2A X 4 1/2 L	DRWH
2	17	HEX NUT 1/2" UNF-2A	DRWH
2	18	HEX SD CAP SCREW 1/2" UNF-2A X 1 1/2 L	SET
2	19	HEX NUT 1/2" UNF-2A	SET
2	20	WASHER HEL LOCK	SET
2	21	ALPHA "66"	CORVAL



**GENERAL NOTES**  
(UNLESS OTHERWISE SPECIFIED)

1. DIMENSIONS & TOLERANCING PER ANSI Y14.6-75
2. TOLERANCES: DECIMALS: .005; FRACTIONAL: 1/16
3. ALL MACHINED SURFACES: IN ACCORDANCE WITH ANSI B46.1
4. REMOVE ALL BURRS; BREAK ALL SHARP EDGES.
5. ALL MATL TO BE AS SPECIFIED OR APPROVED EC
6. ALL WELDING PER AWS D11.1:1982 EXCEPT WELDER QUALIFICATION FOR STAINLESS STEEL (300 SERIES) SHALL BE IN ACCORDANCE WITH AWS B3.1:1977 OR ASME SECT IX 1982
7. BRAIDED WIRE, TWO ONE INSIDE THE OTHER, OUTER BRAIDED WIRE COVERED WITH SHRINK TUBING PHIE



REV

ITL / DE LEARN

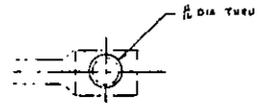
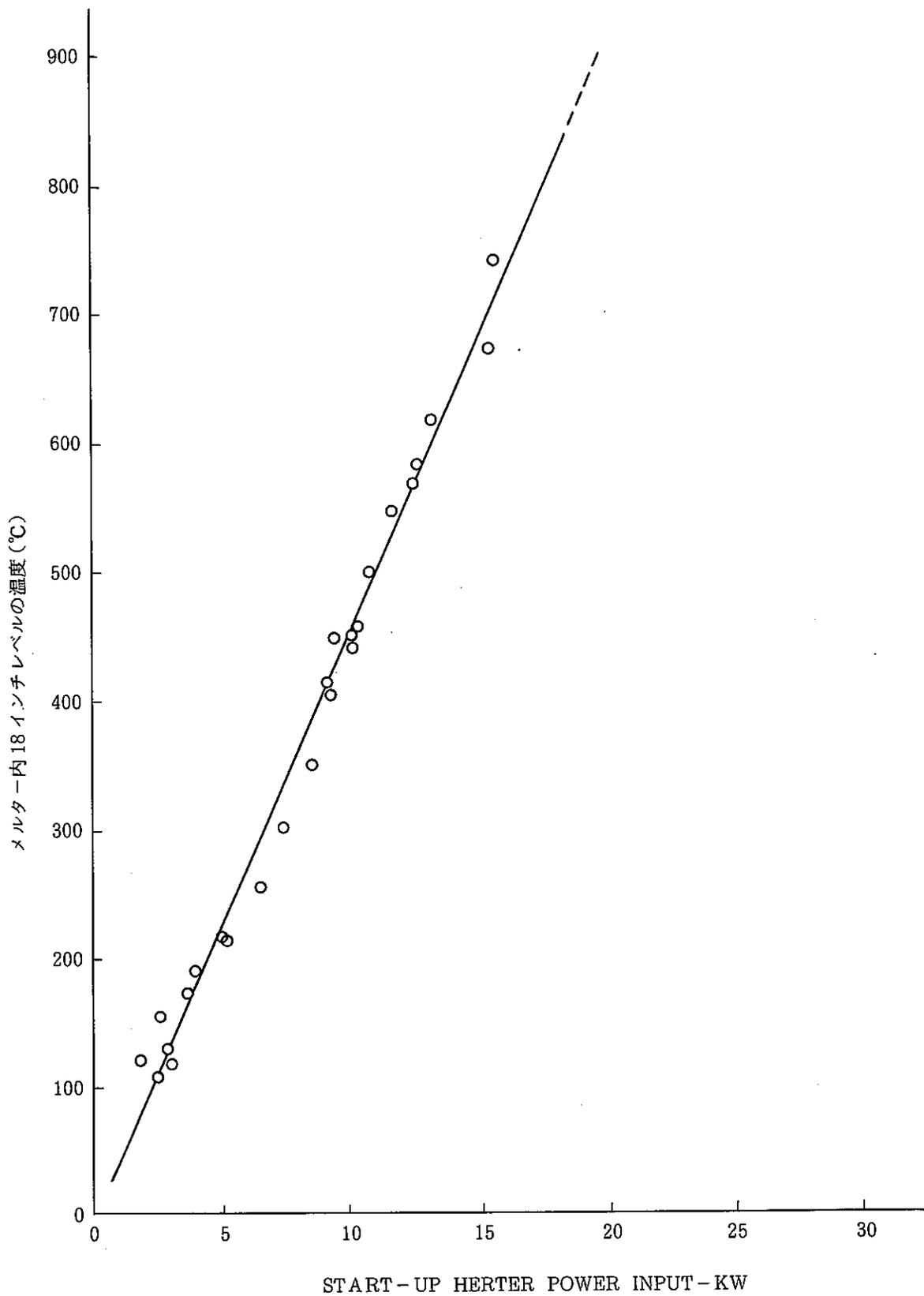


図 5-5-1 熱上げ用発熱体



MERTER PLENUM TEMPERATURE (18' LEVEL)  
VS START-UP HERTER INPUT POWER

図5-5-2 熱上げ時の炉内温度と発熱体パワーの相関

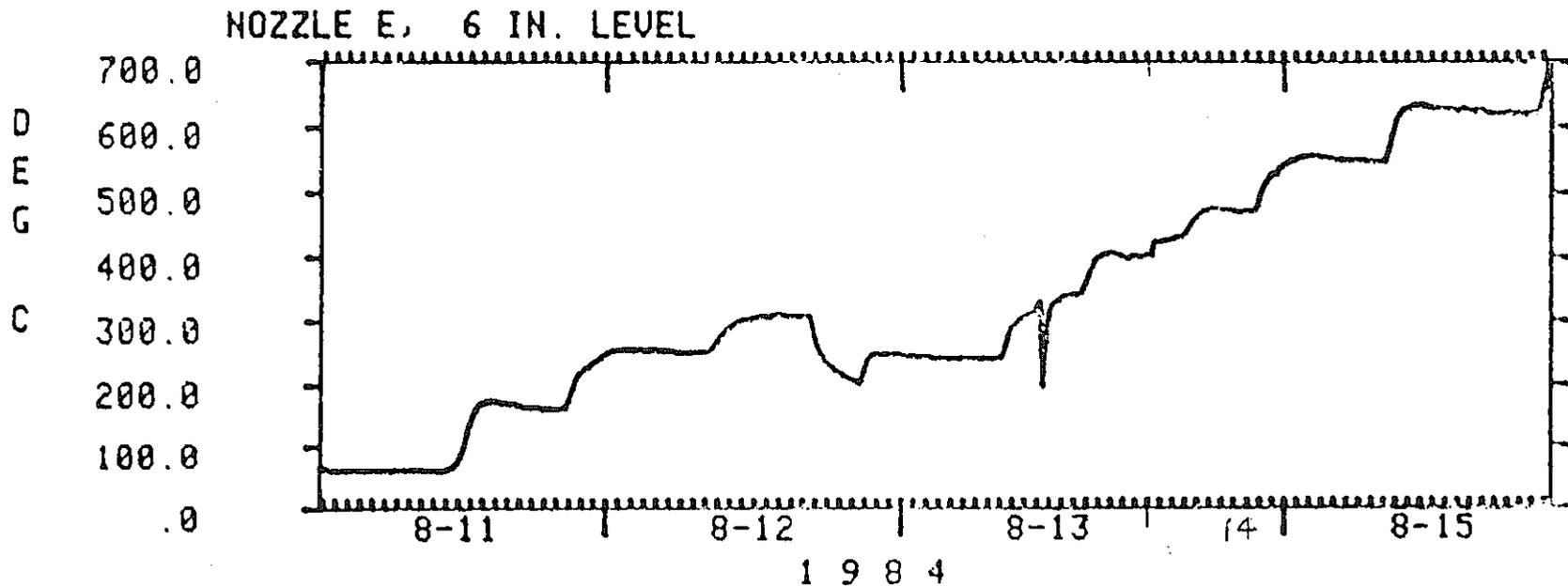
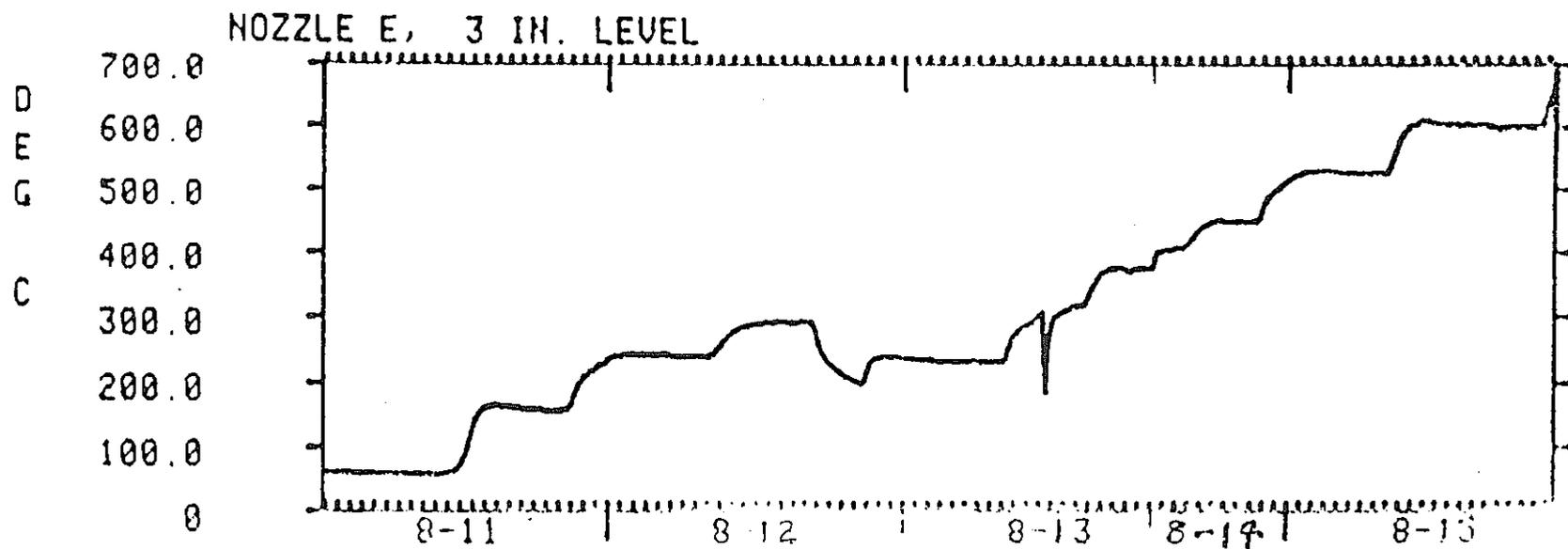


図 5-5-3 炉内各部の温度上昇経過

		Power / Kw		Counts Amps							
CH	84	ELECTRODE	TOTAL CURRENT	AUG:	1.0	STD DEV:	.00	8-16-84	15:57:23		
CH	84	ELECTRODE	TOTAL CURRENT	AUG:	1.0	STD DEV:	.00	8-16-84	15:58:5		
CH	84	ELECTRODE	TOTAL CURRENT	2.4	AUG:	13.9	6.9	STD DEV:	23.51	8-16-84	15:58:50
CH	84	ELECTRODE	TOTAL CURRENT	10.4	AUG:	59.6	29.5	STD DEV:	1.19	8-16-84	15:59:37
CH	84	ELECTRODE	TOTAL CURRENT	11.1	AUG:	63.7	31.5	STD DEV:	1.14	8-16-84	16:0:23
CH	84	ELECTRODE	TOTAL CURRENT	11.8	AUG:	67.6	33.5	STD DEV:	1.04	8-16-84	16:1:8
CH	84	ELECTRODE	TOTAL CURRENT	12.4	AUG:	71.2	35.2	STD DEV:	.97	8-16-84	16:1:52
CH	84	ELECTRODE	TOTAL CURRENT	13.0	AUG:	74.7	37.0	STD DEV:	.99	8-16-84	16:2:34
CH	84	ELECTRODE	TOTAL CURRENT	13.6	AUG:	78.0	38.6	STD DEV:	.79	8-16-84	16:3:10
CH	84	ELECTRODE	TOTAL CURRENT	14.1	AUG:	81.1	40.1	STD DEV:	.91	8-16-84	16:3:49
CH	84	ELECTRODE	TOTAL CURRENT	14.7	AUG:	84.4	41.8	STD DEV:	.96	8-16-84	16:4:29

		VOLTS	Counts						
CH	85	ELECTRODE VOLTAGE	351.0	AUG:	3003.7	STD DEV:	.00	8-16-84	16:5:19
CH	85	ELECTRODE VOLTAGE	"	AUG:	3003.8	STD DEV:	.00	8-16-84	16:5:57
CH	85	ELECTRODE VOLTAGE	"	AUG:	3005.0	STD DEV:	.00	8-16-84	16:6:35

図5-5-4 電極間通電直後の電流 (Amps) 電力 (KW) の推移

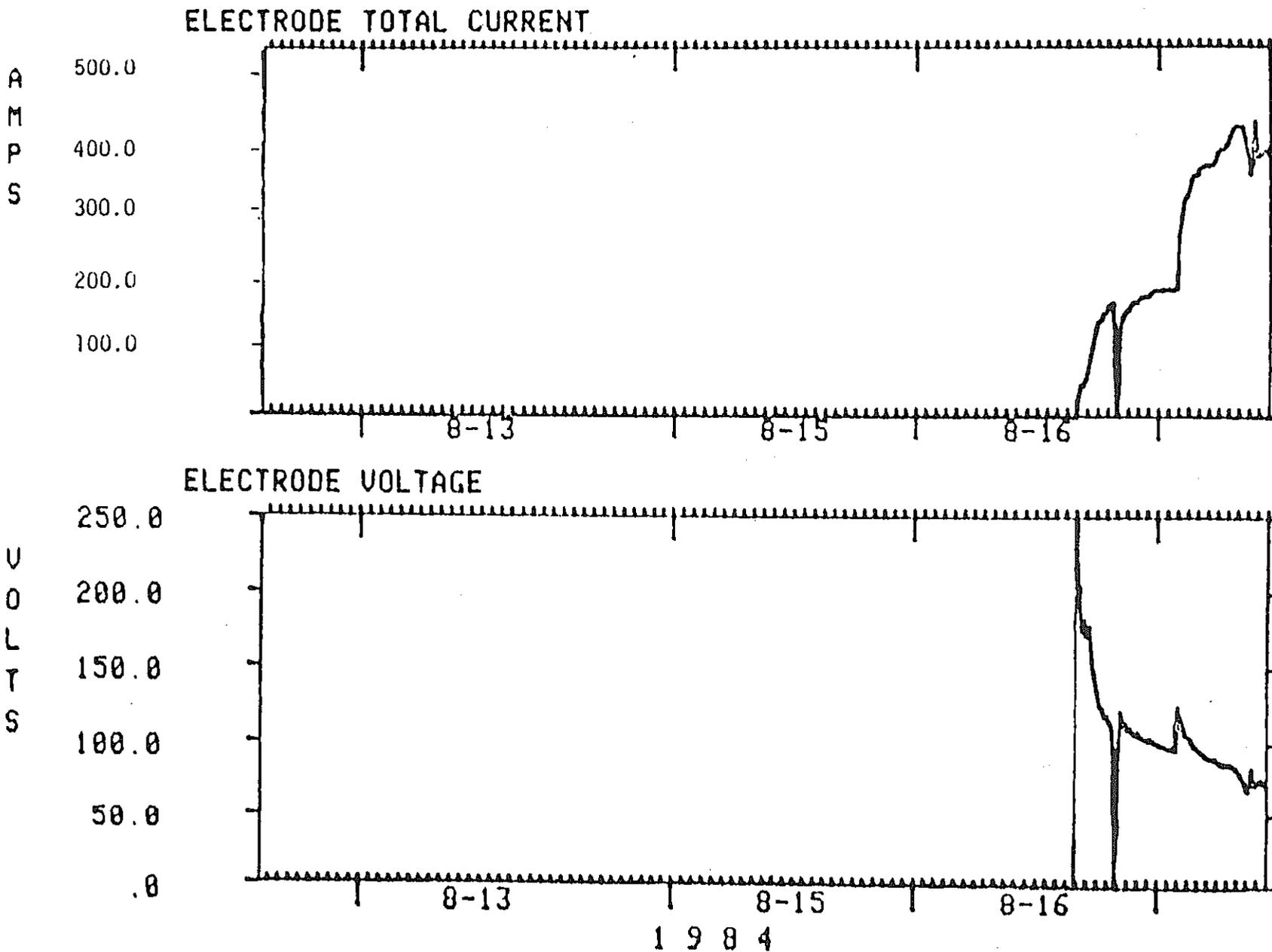


図 5 - 5 - 5 通電開始直後の電流電圧の変化

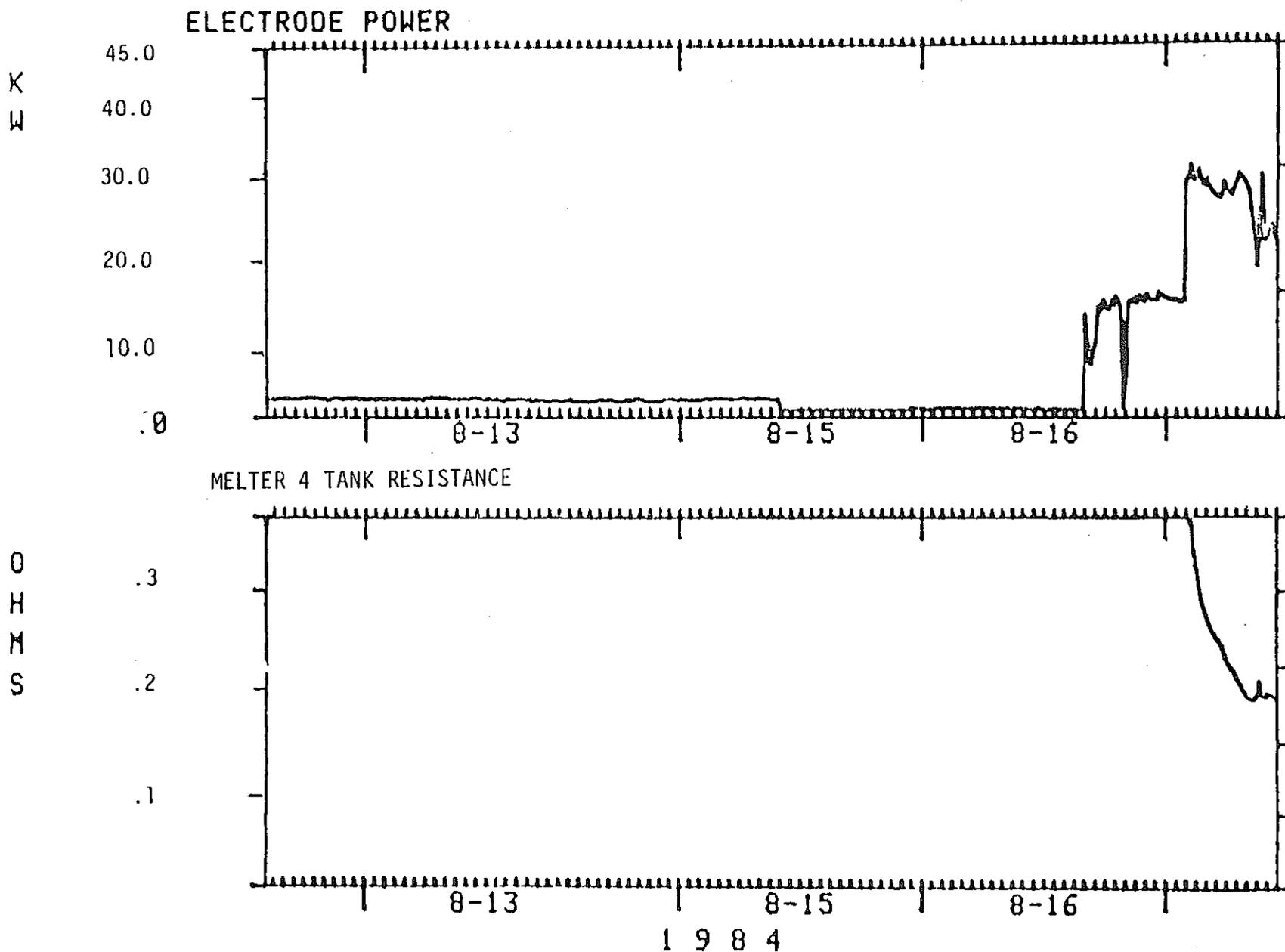


図 5-5-6 通電開始後の電力, 電極間抵抗の変化

## V-5-2 スラリー供給ガラス溶融試験

熱上げ終了後、炉周辺の各種計装機器の据付（エアリフト、液面計等はガラス溶融後に遠隔据付）を実施し、調整の後スラリー供給による試運転が実施された。これは、コールド原料を用いた Shakedown-test と呼ばれるもので、10月12日に約10時間連続して供給が行なわれた。

これらの試験の結果を見た上で、10月31日より放射性廃液（約10年前の仮焼試験に使用した溶解液の残り）を含む模擬廃液の供給を開始した。第1回の供給は約2時間で打ち切られ（深夜のため）た。

この後スラリー供給試験の経過は、次表5-5-1に示すように、主として供給系のトラブルと、施設が古く約20年前の設備であるための、換気系、マニプレータ等の故障が重なり、毎回、約数時間～10時間の供給が継続されたのみで、メルターを含め、全プロセスが定常の条件に達するまでには至らなかった。

スラリーの供給系に関しては、ADSのポンプの項（5-4-2）で述べるように、空気の供給用のシリンダーの容量不足が一因と考えられたため、シリンダーに代えて、施設の圧空ラインを使用するよう改造を実施した。

これらの改造を受けて、100時間の連続供給を目標とする運転試験 RFLCM-#5が8月13日より開始された。

運転計画書を Appendix F に添付する。

約35時間10～15ℓ/hrの連続供給を実施し、放射能量としても500Ci/hrの供給を行ない、8月15日午後に第1回の流下を行なった。流下はPM:1:45から開始され約3時間続いた。この間に、流下口よりガラス試料をサンプリングするためのサンプラー（図5-3-31）が初めて使用されたが、受皿の向きの確認が困難なことから、エアシリンダーで駆動する際に、受皿部が回転して試料が落下してしまうことなどで、10回近く試みたが1～2試料しか得られなかった。これは受皿の支持部の改良で、解決出来る見込みとの事である。

運転データは Appendix F に示されるような計器の測点データが毎時記録され、またデータ収録システムによって、コンピュータの磁気テープに自動的に記録される他、3台のディスプレイによって、必要な測定データ及び各種設定値の、経時変化を確認することが出来る。RFLCM-#5と称する運転試験は、途中オフガスサンプリング機器の据付等で中断したが、8月23日まで計140時間の供給を行った。

最終的な供給中止の理由は、今回の運転試験に際して、ADSポンプの供給性能改善のため設置したソレノイドバルブ（ポンプ室からのスラリー排出用の空気用バルブ：ADSポンプの項参照）の電気系が、液の浸入又はガスによる腐食のため作動不良を起こしたためである。これは、早急に交換し、同時にトラブル発生の原因を解析して機構の改良を行なう予定である。

表VI-5-1 RLFCMによるスラリー供給試験の経過

日 時	特 記 事 項
10/12	コールド模擬廃液の供給試験。
10/31 20:19-22:49	低レベルの放射性廃液を含む模擬廃液の供給，ガラス製造量約 29 kg と推定。
11/27	供給開始後すぐに供給ラインの閉塞で供給停止。 水圧で解除しても，閉塞が頻発するため試験を中止。
1/16~18 1/16 11:20~1/18	オフガスライン（TK-111 付近）でリーク発生。負圧維持が困難のため供給を停止。
2/11 20:12~22:18	スラリー供給ラインの閉そくが再度発生し試験を中止。パイプの内径 6 mmφの見直しを実施。
3月	3月に再度運転を予定したがセル換気系の不調とマニプレータの故障が重なり修復のため延期。
4月23日	スラリー供給ラインのフランジから供給液がリークしたため中止。メルター真上の 3 ボルトフランジが曲がって締められ隙間があったことが原因。
6/3 14:25~6/8 〔RLFCM # 4〕	断続的であるが約 8 時間の供給を実施。但し，ポンプの供給性能が不安定で，シリンダーによるスラリーの排出構造を改造しセルの圧空系から 3 ウェイバルブで圧空を送る構造に変更を決定。
7/20~	廃液の原料タンク TK-114 からのスチームジェットが閉塞し補修のため運転の延期。 原因は廃液中の $\text{PO}_4^-$ , $\text{SO}_4^-$ が金属イオンと塩の結晶を形成したためと推定される。
8/18~8/23 〔RLFCM # 5〕	改造を施した ADS ポンプ（セルの圧空系からの空気で，スラリーをメルターに押し出す）を使用し約 140 時間の供給を実施した。 最終的には圧空系と接続する 3 ウェイバルブ（ソレノイドバルブ）の電気系統が，液もしくは腐食性のヒュームで故障し作動しなくなり供給を中止した。

今後の予定

ポンプの作動機構を早急に修理し，9月の最後の週から，西ドイツ向け放射性発熱キャニスター 10本の製造を目的とするキャンペーンを実施する。

更に61年の4月までに合計32本のキャニスターを製造するための運転を断続的に実施する。

### 今後の運転予定

RLFCM<sup>#5</sup>までで、ホットのセラミックメルタープロセスの調整運転と、ウエストバレイ用のガラス組成の溶融テストを終了した。

次期の運転試験として、西独との契約に基づき、放射性発熱キャスターの製造が予定されている。

既に、施設内にはキャスクを用いて、ハンフォードの200エリアで分離回収されたセシウム137、ストロンチウム90がそれぞれ、20万Ci、30万Ci搬入されている。

製造スケジュールは、9月末頃に開始する運転で、10本の製造を予定し、'86年4月までに何回かのキャンペーンを通じ、計22本が製造される予定である。

一連の西独向けの試験においては、西独は、キャニスターの製造とその後の溶接、ハンドリング及び固化パッケージの各種測定には予算的なバックアップを行なったが、メリターの運転データそのものは欲しなかったため、特に運転データの詳細についてレポートを作る予定はなく、PNLとしてもこの作業にマンパワーを割く予定はない。

この西独向けの運転に対し、ウエストバレイは、ガラス組成が異なることを理由に、プロセス運転データを得るための金銭的なバックアップを行っていない。

また、サバンナリバーはプロセスの設計がDWPFとなり異なることを理由に、PNLの一連の試験に対して積極的に情報を得るための契約を結んで来ない状況で、ハンフォードのガラス固化プロジェクトを統括するロックウェルも、R&D予算を極力削減してプラント建設予算を貯えるため、契約が未成立である。

西独キャニスターの製造が終了したのちに、上記の各プロジェクト向けの運転をそれぞれ企画する予定であるが、未だスケジュールは確定していない。

表 RLFCM# 5 に使用された放射性廃液

TABLE 2. TK-114 ICP Analysis

<u>Oxide</u>	<u>Grams/l</u>	<u>Oxide</u>	<u>grams/l</u>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.78	MnO <sub>2</sub>	3.62
BaO	1.32	MoO <sub>3</sub>	2.64
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.67	Na <sub>2</sub> O	22.65
CaO	4.21	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.91
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.30	NiO	2.05
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.01	RuO <sub>2</sub>	1.33
Cs <sub>2</sub> O	0.06	SiO <sub>2</sub>	2.78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.88	SrO	0.46
K <sub>2</sub> O	0.75	TeO <sub>2</sub>	0.30
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.94	TiO <sub>2</sub>	1.32
Li <sub>2</sub> O	2.30	ZnO	0.80
MgO	1.19		
			83.27 g/l

TABLE 3. TK-114 GEA Analysis

<u>Radioisotope</u>	<u>Concentration (Ci/l)</u>	<u>Total Activity (Ci)</u>
Cs-134	0.87	657
Cs-137	24.7	18649
Eu-154	0.65	491
Pu-239,240	0.004	3
U	2.2g/l	

## VI あとがき

ジュール加熱セラミックメルターを利用した、ガラス固化プロセスのホット試験データを得るための試験設備の運転に、PNC/DOE間の技術協力契約に基づいて参加した。

試験設備の設計並びに運転経過については、既に述べたとおりで1982年から約2年で設計製作を実施し、1984年8月よりセラミックメルターの運転が開始された。従ってホット試験設備の、コールドからセミホットに至る初期の調整運転の期間に参加したことになる。

この調整運転は、図6-1のプロチャートに示すように各機器の性能確認及びソフト面での運転準備の各ステップ（milestone と呼称される）を押さえながら進められた。

前述したように、供給ポンプの性能が不十分で改造を要したこと及びオフガス系後段の機器が10数年前の仮焼試験以来使用されているものを流用したため、再三のラック間の接続、解体を経て機器の据付に歪みを生じ、リークの発生を起こしたことが主たる原因となって、4月に終了することが予定されていた連続100時間以上の供給試験が8月に遅れて実施されることとなった。

筆者は8月に実施された140時間連続供給試験の終了時まで運転に立会い、この間にガラス量で約200kg 7000Ciのガラス固化体の製造が行なわれた。

ホットの直接通電セラミックメルターは全てDDCによる集中制御で、炉内監視用テレビは製作中とのことで設置されていなかったが、運転操作は炉温、圧力、エアバブル式のガラス液面計を、操作員が随時チェックしながら続けられた。

運転に当る人員は、各シフトに担当エンジニア1名とテクニシャン（操作員）2名が配置されており、いずれもPNLのホットセルで固化プロセスの運転経験を少なくとも5年は積んでいるという人員が配置されている。

その他に電気計装、コンピュータ関連の技術員が計装、制御設備の調整のために適時運転に参加しこれら、メンテナンス要員もほとんどPNLの職員で、PNL内の各種設備運転のバックアップのために確保されているとの事であった。PNLでの一年の滞在中に、ガラス固化のホット試験設備の運転と同時に、そのバックアップの位置付けで運転されているコールドの工学試験溶融炉PSCM、及び実験室規模溶融炉ECMの運転にも参加した。ここではスラリー供給ガラス溶融や溶融ガラス流出の概念、計装制御の考え方を、実際のガラス溶融設備を前にして議論することが出来た。コールド設備のキャンペーンも年間2～3回計画されており、昨年1年間にはウエストバレイ廃液用ガラスの改良組成WV-205の溶融特性の確認、ホット設備で西独向けに放射性キャニスターを製造するに当たり、コールドでの予備試験とバックデータ収集のためのキャンペーンなど目的を絞った運転試験が実施された。

RLFCM WEST VALLEY RUN  
(APRIL RUN)

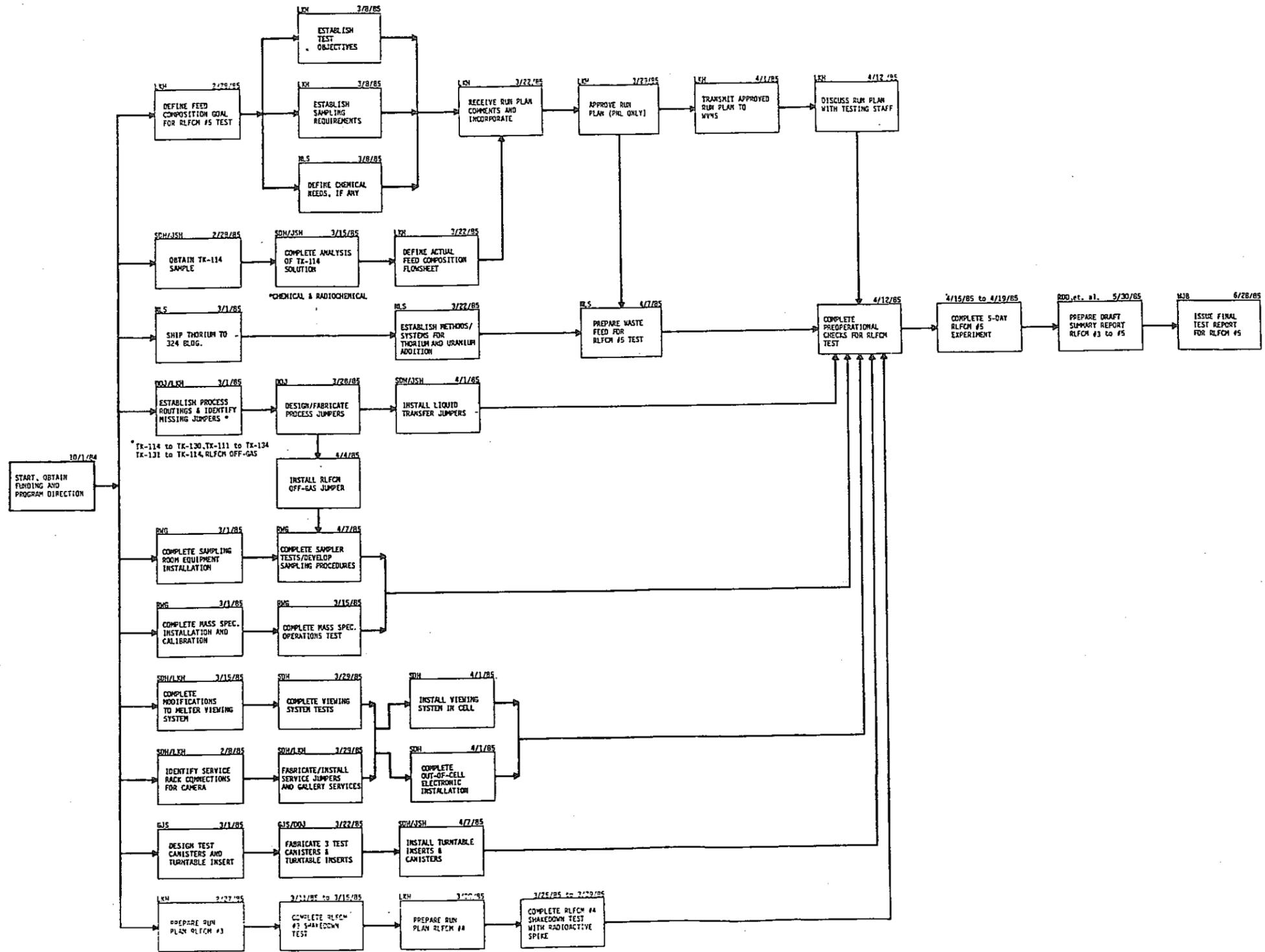


図6-1 ガラス固化ホット試験スケジュール

また、このコールド試験設備では、新規の開発項目機器が先づテストされるので、既に実証された機器だけを使用して運転が行なわれているホット試験設備に比較して、各種の計装機器が据付けられ、開発担当者の出入りも頻繁である。

筆者の滞在中には、赤外線カメラによる炉内観察と、赤外スペクトルの分光による炉内表面温度分布の画像上での表示や、TDS 炉内ガラス面測定システムの開発が実施されていた。

また、アコースティックエミッション（AE）測定器をガラス熔融炉に応用し、炉内のコールドキャップの沸騰状態と、ガスの発生状況をモニタするシステムの予備試験が開始されていた。更に供給ポンプ、オフガスのインライン分析等、ホットで使用されているものと同じ機器を設置し、常にホット設備の運転のバックアップが可能な体制が整備されていた。

筆者の PNL での滞在は、ホットのガラス固化試験（RLFCM）の技術協力として契約が締結されていたが、滞在中に同じ施設内で実施中の、コールド工学試験設備全般にわたって見学及び参加を認めてもらい、PNL での固化プロセス技術開発の全容に触れることが出来たと感じている。

PNL での研究設備の運転の実施に当っては、プロジェクトマネージャー又はその下のタスクリーダー（現場のエンジニアと操作員を統括する）が Run Plan（運転計画書）を作成し運転関係者全員に周知させた後に試験が開始される。この Run Plan は目的の異なる各キャンペーン毎に作成される。またマネージャーが内容を確認すると同時に、QA 活動の一環として QA 専門のエンジニアが、運転計画書に基づいて実施される試験と、そのデータの有効性の観点からチェックし承認するというプロセスを経て発効する。（Appendix F 参照）QA エンジニアは各セクションに 1 名又は各部に 2～3 名配置され専ら、試験研究計画と得られたデータの信頼性を向上させるという観点から、QA 専門に配属されているもので、現実の試験研究にはタッチしていない。

更に PNL 研究所の特徴的な人員配置として、報告書、原稿作成を専門に行う Editor の存在がある。試験データの技術的解析と、報告書の草稿は担当エンジニアが執筆するが、以後の図表の作成や、本文とのレイアウト、英文表現の訂正やタイプ校正作業を担当し、報告書の発行に至らしめるという編集者の役目を持つ。この Editor がやはり各部に 2～3 名居り、Chemical Technology Department では、各人が常時 10 件近くのレポートを担当し、エンジニアと相談しながらその編集に当たっていた。Appendix G に Editor の 1 人から入手したその役割についての説明書を添付する。

以上、述べたように当初ホットのガラス固化試験設備の運転への参加を目的として PNL に滞在したが、1 年にわたる滞在中に、PNL における廃棄物管理技術開発の体制、更にハンフォードサイトを含めた米国の廃棄物最終処分場選定の動向など、日本で入手していた情報について身近に接し、整理することが出来たと感じている。

また、バツテル PNL の研究組織、運営などを垣間見て、その研究開発の効率化、特に専門

のエンジニアを関連部門から適時招集してプロジェクトチームで業務を行なうこと、また、その研究成果の集約、発表のシステムなど、効率的に開発を進め、対外的に発表する体制を整えている点は、バットル研究所の評価と関連して、大変興味深かった。

## Ⅶ 謝 辞

I hereby wish to acknowlfdge Mr. J. L. McElroy, D. E. Knowlton and W. J. Jorklund in PNL for their advices and good arrangements for the completion of my work during staying in Battele PNL.

Also appreciate in valuable assistance of Mr. E. M. Lane.

最後に当たり、今回の実り多い米国滞在の機会を与えて頂き、また出張に当たり数多くの助言を頂きました。核燃料部並びに東海技術部の関係者の皆様に感謝し、今後もひきつづき有効な情報交換と協力関係が続けられることを祈って謝辞といたします。

参 考 文 献

- |                  |  |
|------------------|--|
| Waste Management | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuclear Fact Book : PNL-4239 June 1982</li> <li>• Commercial Waste Treatment Program Annual Report for FY 1983 : PNL-4963 Feb-1984, J. Mcerloy, H. Burkholder</li> </ul>  |
| Feed system      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Design &amp; Performance of Feed Delivery System for Simulated Rodioactive Waste Slurries : PNL-4423 Feb-1983, J. M. Perez</li> <li>• Design of Air-Lift Systems for Transfer and Measurement of Radioactive Liquid : AGNS-35900-3.2-77 1980 Allied General Nucl. Barmuell</li> </ul>   |
| Melter           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materials and Design experience in a Slurry Fed Ceramic Melter : PNL-3959 (1981), S. Barnes, D. Larson</li> <li>• Vitrification of Hanford Wastes, in a Joule heat Ceramic Melter and Evaluation of Resultont chanusterize Pord : PNL-2904 (1979) C. Chapman</li> <li>• Technical Summary Nuclear Waste Vitrificatin Project : PNL-3038 (1979), E. Wheelwright</li> <li>• Engineering Scale Vitrification of Commercial HLW : PNL-3375 (1980), W. Bonmer, W. Bjorklud, D. knowlton</li> <li>• Direct Liquid-Feeding of Defence Waste to a Continuous melter : PNL-SA-9047, R. Brouns</li> <li>• Design Features of Radioactive Liquid Fed Conamic Melter : PNL-5393 (1985 Mar), W. Bjorklund</li> </ul> |
| Off-gas system   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Off-gas characteriz ation Summary of WVNS Melter Tests : Nov. 1983 not published</li> <li>• Off-gas characteristics of Defence Waste Vitrificaton usigh Liquid-Fed Joule-heated cerarnic Melter : Sep. 1983 PNL-4819, R. Goles, G. Sevigny</li> <li>• Characteri 3 ation of Gasous and Particulate Effluents from Nuclear Waste Vitrification Project : PNL-3181 (1979)R. Goles</li> <li>• : PNL-4800</li> <li>• : PNL-4963</li> </ul>  |

# Appendix A

HWVPの説明資料

PNL. D. H. Siemens 氏より受領

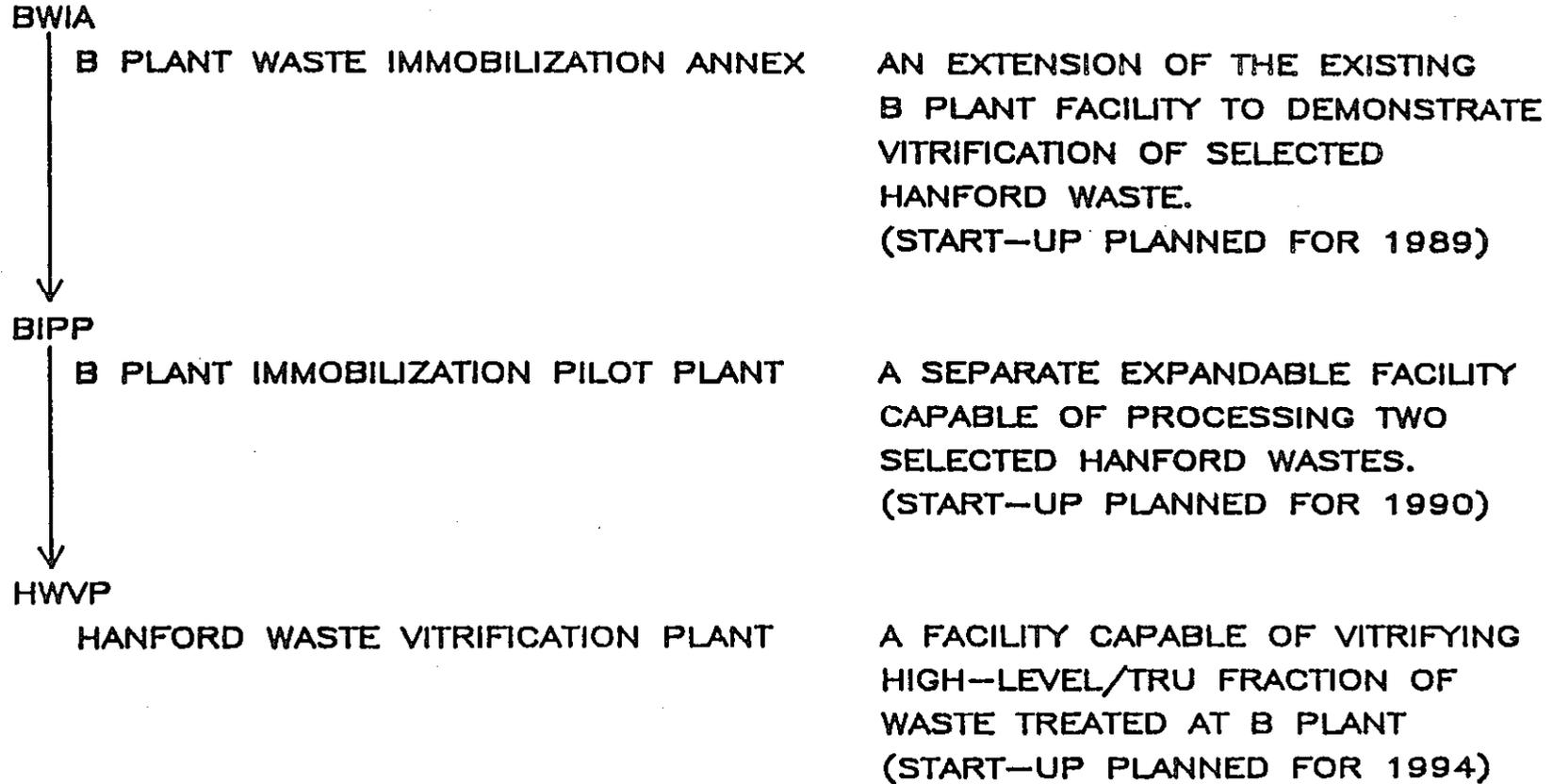
## INTRODUCTION

### MISSION AND RATIONALE

HWVP IS A PROPOSED VITRIFICATION PLANT THAT WILL IMMOBILIZE HANFORD DEFENSE HIGH-LEVEL AND TRANSURANIC LIQUID WASTE IN A BOROSILICATE GLASS FORM FOR GEOLOGIC DISPOSAL

HWVP WILL IMPLEMENT THE DEFENSE WASTE MANAGEMENT PLAN AND THE HANFORD WASTE MANAGEMENT PLAN

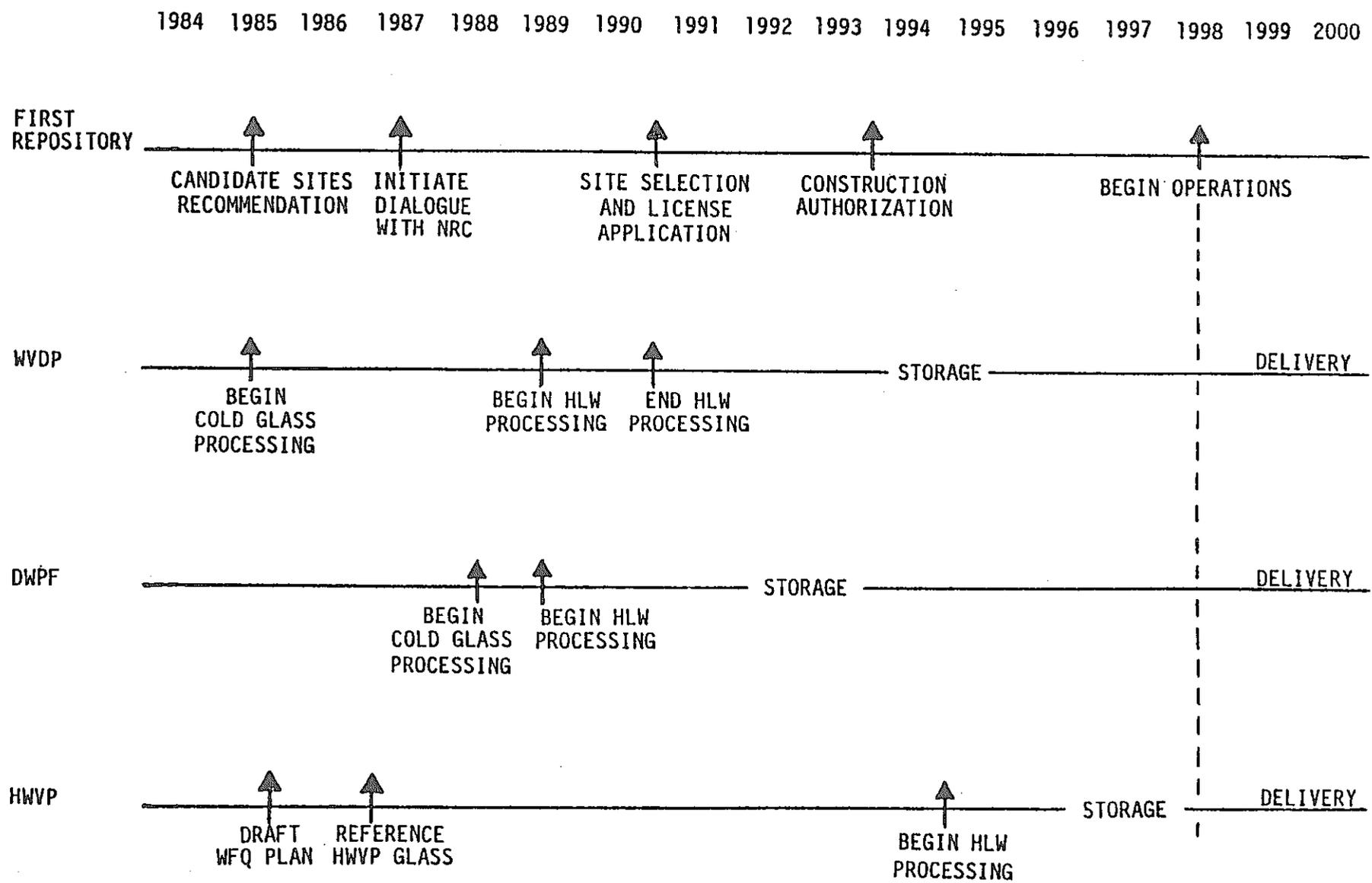
## HISTORY



# SCHEDULE OF RELATIONSHIPS

PNC SN860 85-08

-171-



# Appendix B

WVDP の概要

# PROJECT SCHEDULE - FY 1985



Component Test  
Stand/HLW  
Vitrification

Supernatant  
Processing

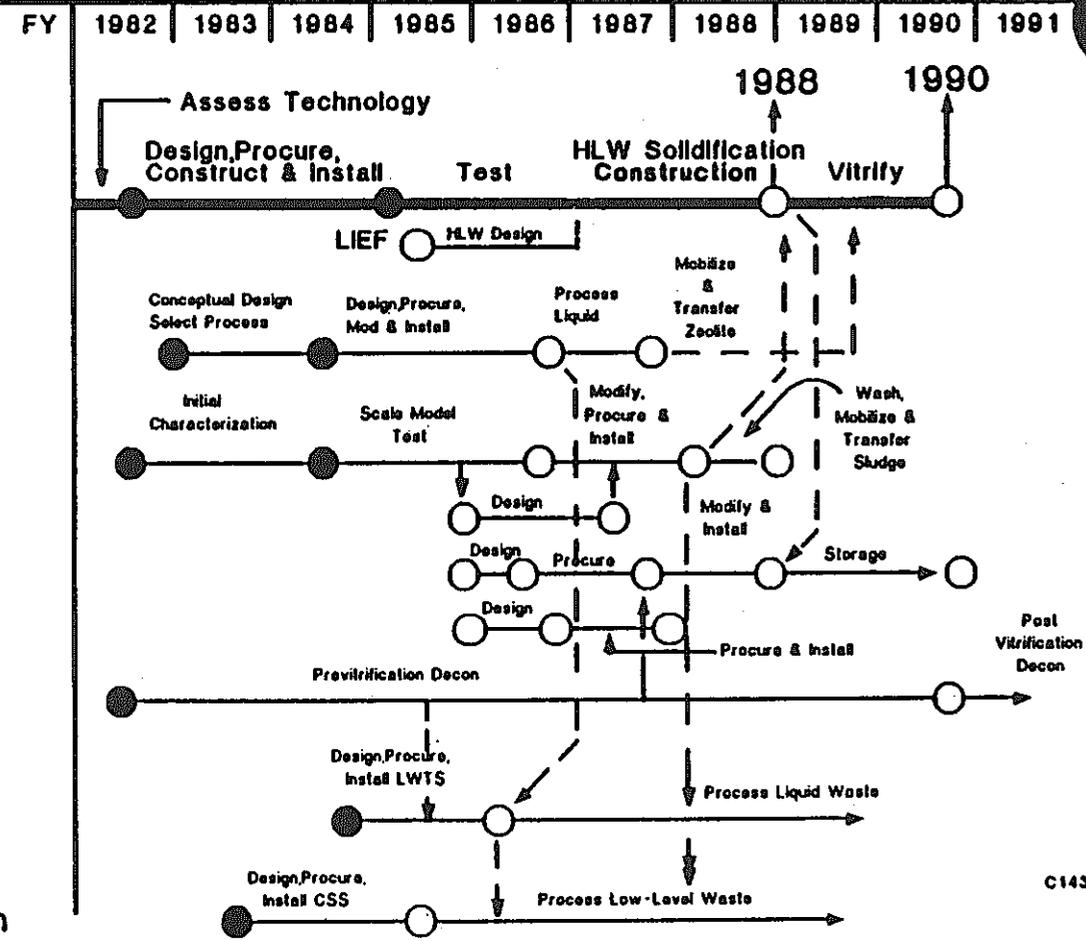
Sludge  
Mobilization

HLW Interim Storage  
Size Reduction &  
TRU Decon  
Decontamination &  
Decommissioning

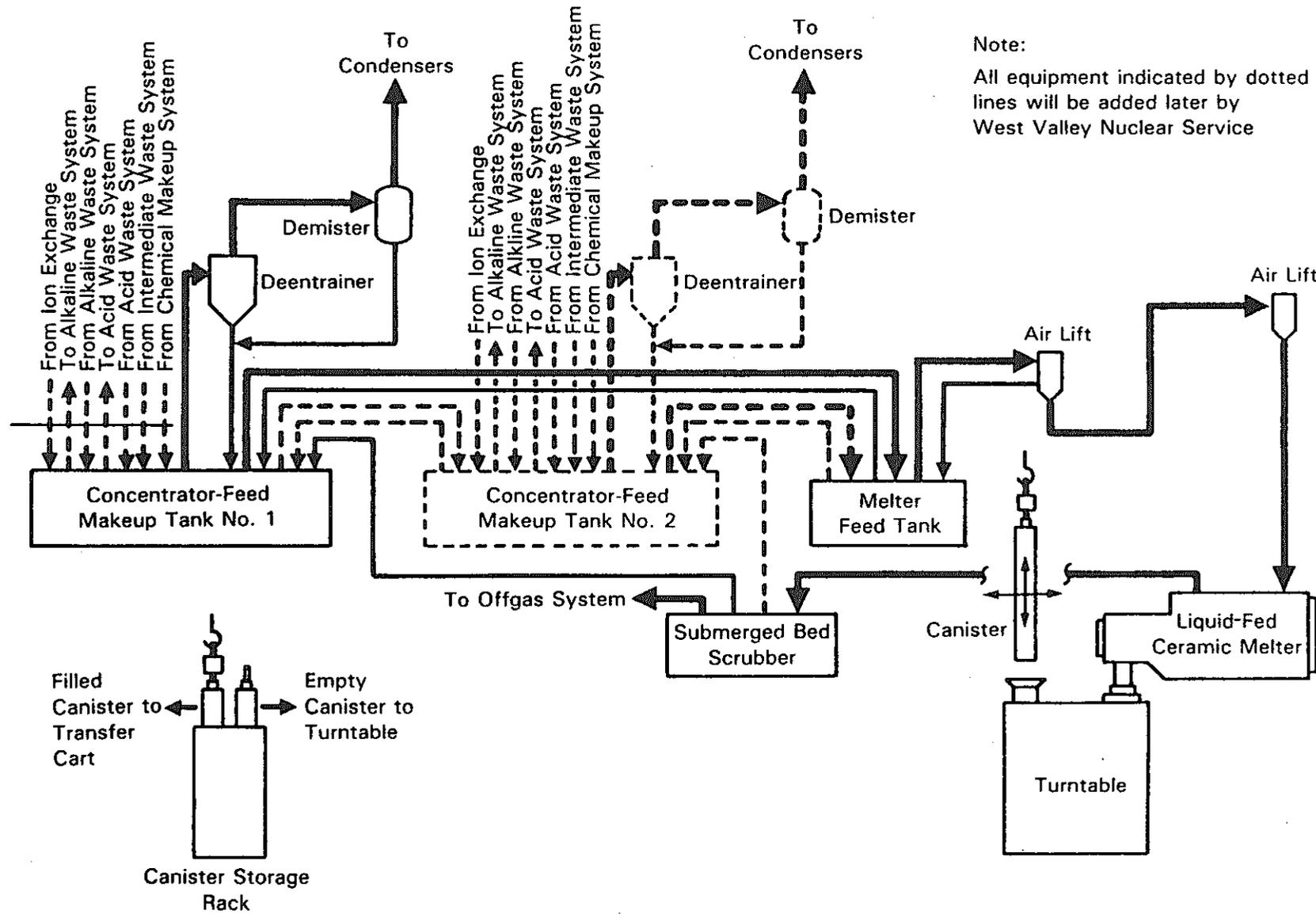
Radwaste Treatment

● Liquid Waste

● Cement Solidification



C1433WV030



Proposed Process Flow Diagram for the Component Test Stand (CTS)

# Appendix C

HLW第一次処分場選定とMRSの概念の説明

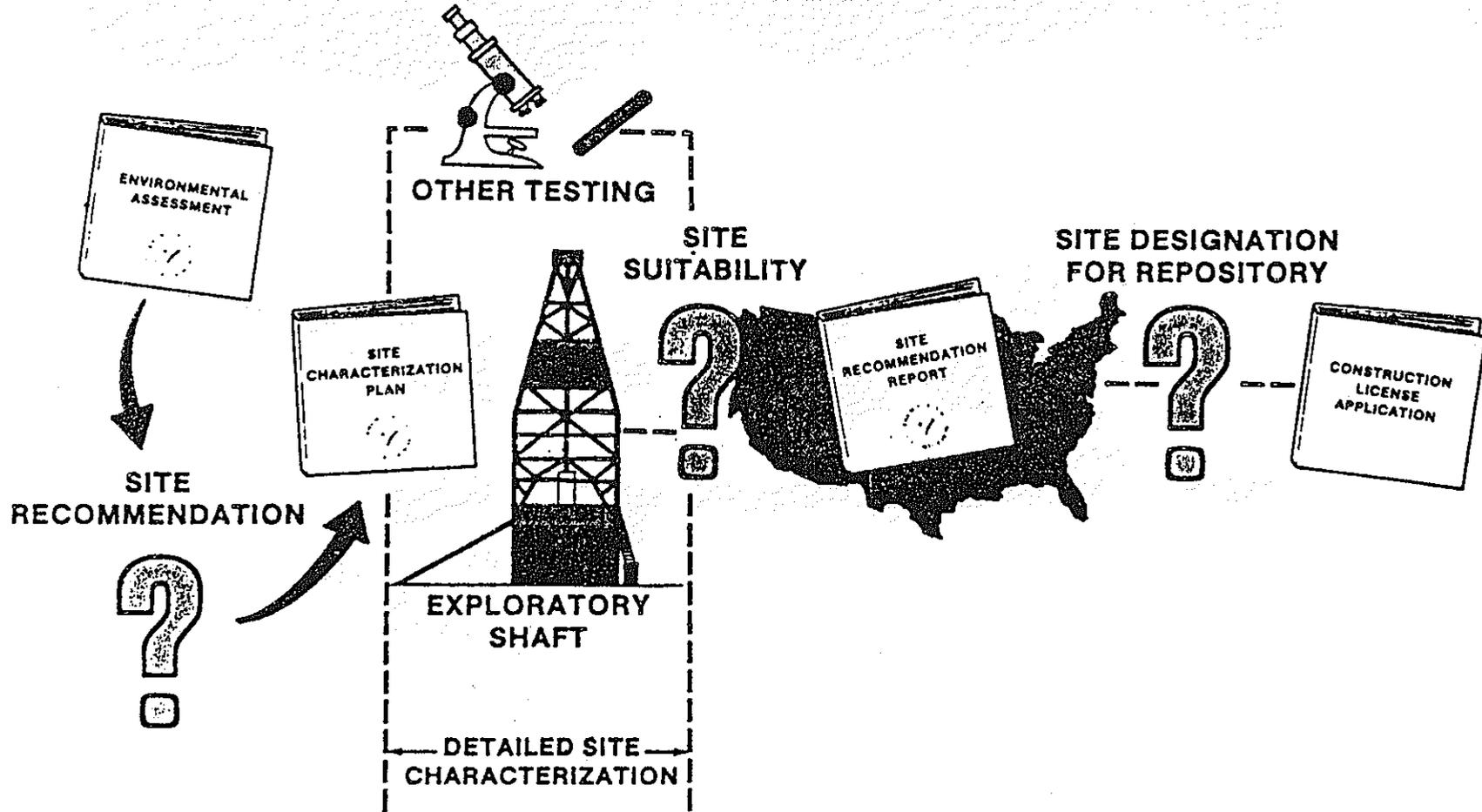
# PREFERRED SITES FOR NOMINATION AND RECOMMENDATION

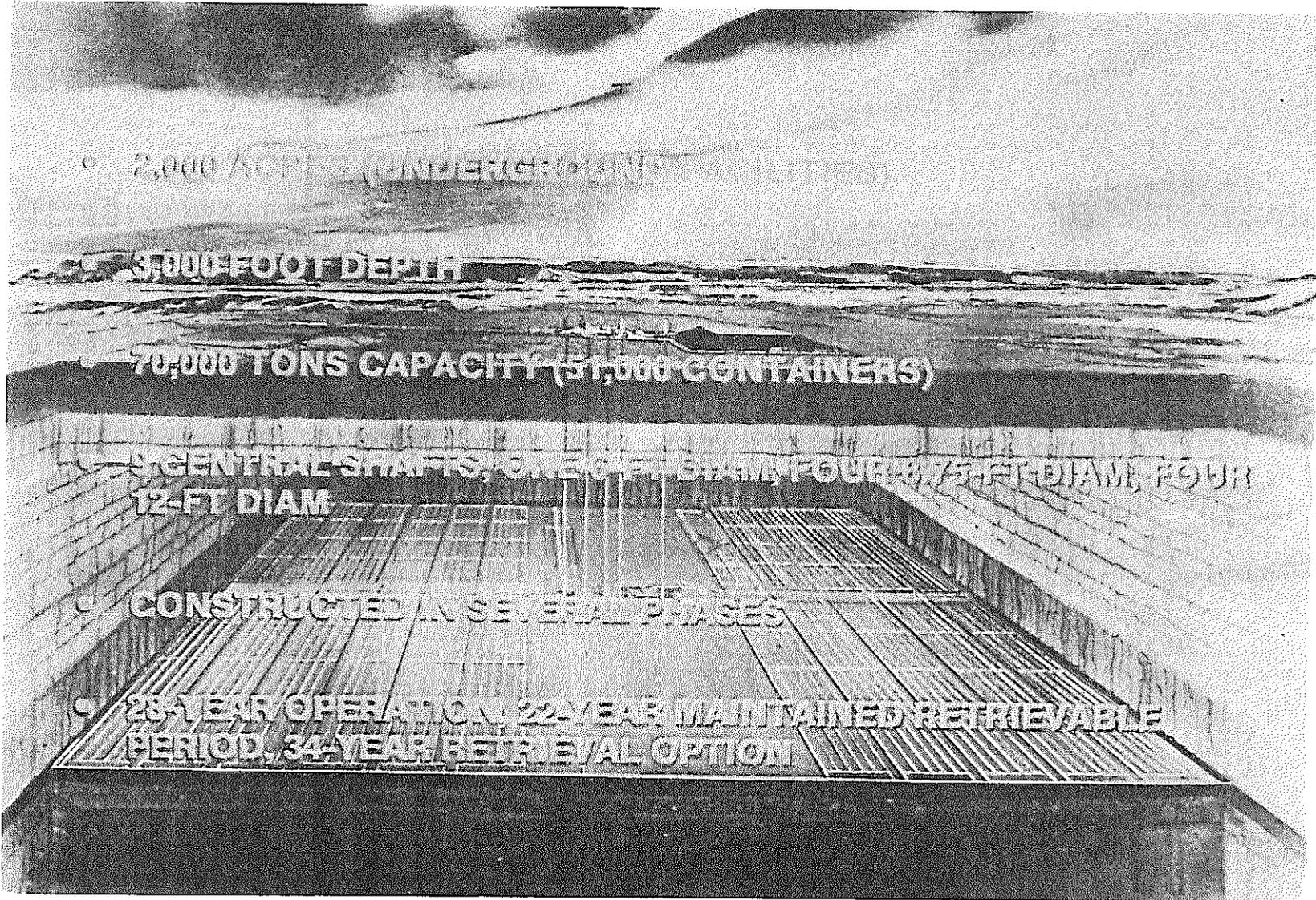
<u>POTENTIALLY ACCEPTABLE SITES</u>	<u>PREFERRED SITES FOR NOMINATION</u>	<u>PREFERRED SITES FOR RECOMMENDATION</u>
<u>GULF COAST</u>		
RICHTON DOME CYPRESS CREEK DOME VACHERIE DOME	RICHTON	NONE
<u>UTAH</u>		
DAVIS CANYON LAVENDER CANYON	DAVIS CANYON	NONE
<u>TEXAS</u>		
DEAF SMITH COUNTY SWISHER COUNTY	DEAF SMITH COUNTY	DEAF SMITH COUNTY
<u>NEVADA</u>		
YUCCA MOUNTAIN	YUCCA MOUNTAIN	YUCCA MOUNTAIN
<u>WASHINGTON</u>		
HANFORD	HANFORD	HANFORD

# **SCHEDULE FOR FIRST REPOSITORY SITING, CONSTRUCTION AND OPERATION**

- **EXPLORATORY SHAFT CONSTRUCTION INITIATED**
  - HANFORD SITE (SUMMER 1986)
  - YUCCA MOUNTAIN SITE (SUMMER 1986)
  - DEAF SMITH SITE (SPRING 1987)
- **ISSUE DRAFT EIS ON SITE SELECTION - 1990**
- **PRESIDENT RECOMMENDS SITE - 1991**
- **LICENSING COMPLETED - 1993/94**
- **COMPLETE PHASE I CONSTRUCTION - 1997**
- **BEGIN PHASE I OPERATION - 1998**
- **COMPLETE PHASE II CONSTRUCTION - 2000**
- **BEGIN FULL OPERATION - 2002**

# PROGRAM DECISIONS





2,000 ACRES (UNDER 100 FT. TALL)

3,000 FOOT DEPTH

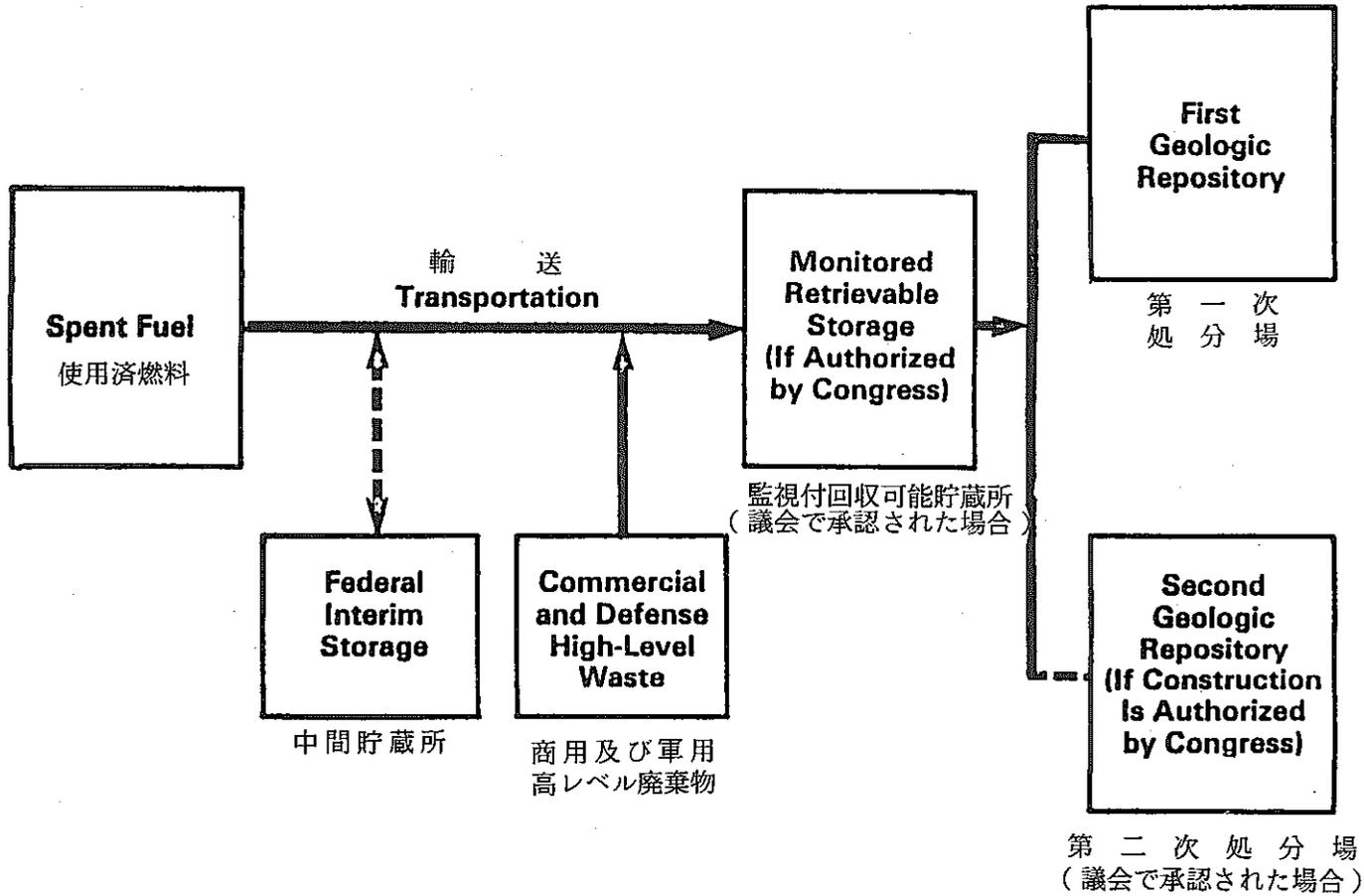
70,000 TONS CAPACITY (51,000 CONTAINERS)

4 CENTRAL SHAFTS, ONE 6 FT DIA, FOUR 8.75 FT DIA, FOUR 12 FT DIA

CONSTRUCTED IN SEVERAL PHASES

28 YEAR OPERATION, 22 YEAR MAINTAINED RETRIEVABLE PERIOD, 34 YEAR RETRIEVAL OPTION

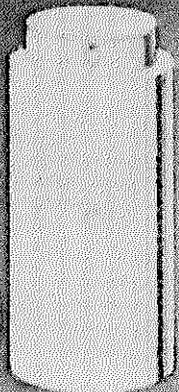
# Improved Performance System



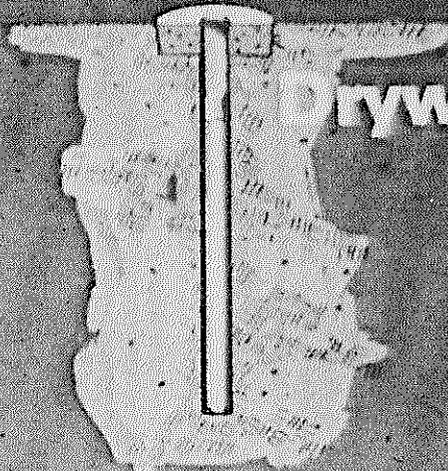
- **The Monitored Retrievable Storage (MRS) Program is:**

- performing a study of the need for and feasibility of one or more MRS facilities
- preparing a proposal for MRS facility construction
- preparing an Environmental Assessment to accompany the proposal

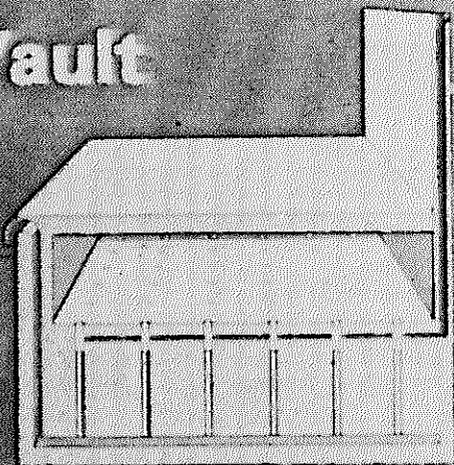
**Metal  
Cask**



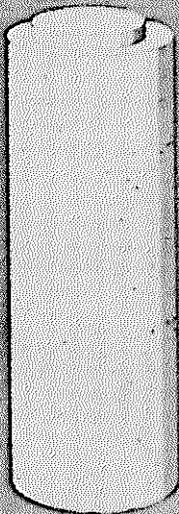
**Drywell**



**Vault**



**Silo**

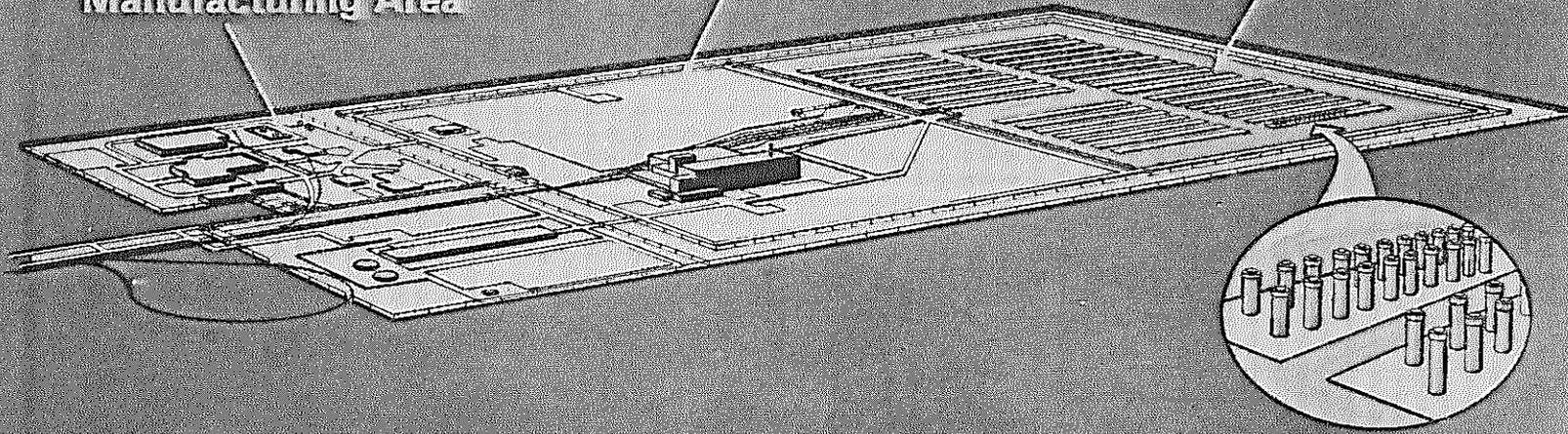


# Monitored Retrievable Storage Facility

Support Services  
and Cask  
Manufacturing Area

Receiving, Handling  
and Packaging Area

Storage Area



Artist's Concept

# Appendix D

セラミックメルトアの比較表



## Relative Size of Radioactive Plants/Facilities Planning LFCM Usage

<u>Plant/Facility</u>	<u>Surface Area, M<sup>2</sup></u>	<u>Feed Throughput, L/h Nominal/Maximum</u>	<u>Nominal Glass Production, Rate Kg/h</u>	<u>Relative Production Rate, % of DWPF</u>
DWPF (Savannah River)	2.6	215	104	100
WVDP (West Valley)	2.2	150/175	45	43
Pamela (FRG/Belgium)	0.77	30	19	18
HWVP (Hanford)	1.7	100/135	30	29
FBR (Hanford)	0.33	20/25	10	10
Tokai (Japan)	0.8	21/47	12.5	12
B-Cell RLFCM (Hanford - in Operation)	0.53	20/40	15	14

# Appendix E

バッテリーPNL 化学技術部の業務概要

APPENDIX I

Chemical Technology Department Capabilities

Area of Capability	Description	Special Equipment and Facilities	Coordinating Staff Member(s)
Chemical Process Economics	Estimation of capital and operating costs, return on investment calculations, and overall process feasibility evaluations		L. K. Mudge A. G. Fassbender
Molten Salt Technology	Application of molten salts to gas cleaning, refractory chemical destruction and chemical synthesis	Laboratory-scale contactors; pilot-scale gas scrubber	S. E. Lyke
Catalyst Technology	Evaluation of metal-organic homogeneous catalysts; measurement of heterogeneous catalyst performance, and measurement of catalyst properties	BET surface area; microcatalytic reactor; autoclaves; inert-atmosphere glove box; blast-shielded glove box	D. A. Nelson
Analysis of Complex Organic Chemical Mixtures	Determination and interpretation of chemical functional groups and bonds	NMR spectrometer; DTA system; vacuum distillation apparatus; molecular weight apparatus, gas chromatograph/mass spectrometer	J. A. Franz P. M. Molton
Coal Gasification and Liquefaction	Environmental control assessment; bench-scale research; process development; product property measurement	Pilot-scale fixed bed gasifier; high-pressure autoclaves	E. G. Baker
Mineral Technology	Laboratory- and bench-scale studies of grinding, smelting, refining, pollution control	Grinding laboratory; laboratory-scale classification equipment; scanning electron microscope with chemical probes	J. N. Hartley
Mineral Resource Location	Utilization of NORE data base for identification of deposits	ALDS and other extensive computerized data analysis capabilities	D. G. Coles J. J. Thomas
Mineral Resource Evaluation	Material requirements for developing energy technologies; processing of low-grade resources; material substitution evaluations		J. N. Hartley

### Chemical Technology Department (continued)

Area of Capability	Description	Special Equipment and Facilities	Coordinating Staff Member(s)
Biomass/Waste Residue Conversion and Utilization	Process development, economic evaluations, bench-scale research on thermochemical processes	Pilot-scale and laboratory-scale gasifiers, autoclaves, gas chromatograph/mass spectrometer analysis instruments, LC instruments	L. K. Mudge P. M. Molton D. E. Eakin
Food and Agriculture Sciences	Food processing and products; proteins, fats, oils, and cellulose chemistry; organoleptic, flavor and odor evaluations, waste beneficiation for use as animal feedstuffs; and chemicals production from low-quality and surplus food commodities	Autoclaves, foam separators, gas and liquid chromatographs, microwave dryer, calorimeter, vacuum evaporator, molecular still, automated spectrophotometer, scanning spectrophotometer, gas chromatograph/mass spectrometer	P. M. Molton
Food, Agricultural and Aquacultural Technology	Advanced agricultural production systems development, including controlled environment agriculture, hydroponics, microalgae production systems, marine energy farming, component and systems development and agriculture engineering	Controlled-environment crop growth chambers, hydroponics system, forced-circulation system for algal culture, corn steeping and fractionation system, irrigation system models, solar insolation filter system, 3-acre growth facility, and 35-by 50-ft greenhouse	D. E. Eakin
Food and Agricultural Economics	Market assessments/research in support of new technology products and processes; technology evaluation and research assessments; regional/industrial feasibility studies	Access to several computer-backed literature search indices; close liaison with research institutes in Europe, Japan, Taiwan (R.O.C.), Canada, etc.	T. E. Divine A. G. Fassbender
Industrial Natural Gas Technology Assessment	Identification and technical, economic, and commercial evaluation of foreign and domestic industrial natural gas technology		A. G. Fassbender
Gaseous Effluent Cleanup	Sampling, analysis, wet scrubbing techniques, condensation, acid fractionation, absorption, adsorption, filtration, denitration	Gas chromatograph, particle spectrometer, isokinetic samplers, venturi and packed-bed scrubbers, sand-bed filters, sintered metal filters, cyclone separators, acid fractionators, hot-cell facilities	R. W. Goles C. A. Knox L. K. Holton M. S. Hanson K. H. Oma J. L. Buel

### Chemical Technology Department (continued)

Area of Capability	Description	Special Equipment and Facilities	Coordinating Staff Member(s)
Solids Handling and Processing	Pneumatic conveyor, auger, pelletizing, bulk and drum handling, metal encapsulation of ceramics	Disc pelletizer, augers, bucket lifts, grout mixer, feeders, metal melters	H. T. Blair R. D. Dierks K. E. Eliason C. L. Timmerman S. C. Slate J. G. Carter D. E. Larson
Industrial Microbiology	Industrial chemicals from microorganisms; bacteria, fungi, algae protoplast fusion, recombinant DNA	Chemostats, growth chambers, laminar flow hood, algae culture systems up to 40,000 l	D. B. Anderson P. M. Molton
Glass Melter Technology	Design, construction and testing of joule-heated ceramic-lined melters, large metal crucible melters, liquid and powder feed systems, draining methods	Pilot-scale and full-scale in-can melters; full-scale continuous ceramic melter; lab-scale ceramic and in-can melters, glass-level detectors, volatiles retention, process instrumentation	R. A. Brouns J. L. Buelt S. M. Barnes W. J. Bjorklund R. L. Treat R. D. Dierks
Carbon Coating Technology	Carbon coating application and analysis	Fluidized bed coater, off-gas destructor	K. H. Oma
Glass Marble Technology	Glass bead/marble production technology, including design, construction and testing of equipment to produce and handle beads	Engineering-scale glass marble maker coupled to continuous electric glass melter	S. C. Slate
Spray Dryer/Calciner Technology	Design, construction and operation of spray calcination equipment, feed systems, atomizing nozzle, sintered stainless steel filters, formic acid denitration, volatiles retention, waste drying chemistry	Spray drier/calciners with feed rates from 1/2 to >500 l/hr	W. F. Bonner F. A. Miller M. S. Hanson D. E. Larson W. J. Bjorklund
Fluidized-Bed Drier/Calciner	Design, construction and operation of fluidized-bed calcination equipment, feed systems, in-bed combustion, atomizing nozzle applications, cyclone separation, sintered metal filters, composition testing, simplified operation with inert bed	Fluidized-bed drier/calciner	W. J. Bjorklund L. K. Holton

**Chemical Technology Department (continued)**

<b>Area of Capability</b>	<b>Description</b>	<b>Special Equipment and Facilities</b>	<b>Coordinating Staff Member(s)</b>
Waste Solidification Process	Conceptual design, feasibility studies, and cost estimations of waste solidification processes		R. L. Treat D. E. Larson
Pelletizing Technology	Pellet formation from powders, application of pellet coatings, sintering technology	Engineering-scale disc pelletizer, pin mixer and dust control equipment	C. L. Timmerman
Plasma and Flame Spray-Coating Technology	Preparation of substrate and coating deposition technology; analysis of coating integrity	Flame spray apparatus with both powder and wire feed systems, including plasma spray system, flame spray system, metalizing wire spray system	K. H. Oma R. L. Treat
Incineration/Vitrification Technology	Design, testing and analysis of incineration/vitrification systems; effluent analysis and treatment expertise	Electric-heated glass melters adapted for combustion; melting rates of 1 to 100 kg/hr	J. L. Buelt K. H. Oma D. E. Larson
Waste Canister Technology	Criteria identification; material selection; design, construction, testing; closure studies and design for weld inspections and leak testing; decontamination testing and evaluations; canister handling studies	Glass-filled canister receiving furnaces, core drilling equipment, remotely-operable canister welder	S. C. Slate H. T. Blair
Radioactive Process Verification	Operational verification of equipment for radioactive work; process and effluent sampling techniques, including remote equipment installations and development; remote maintenance procedures	Large hot-cell complex with remote-operated cranes, master slave manipulators and remote viewing, all items necessary for receiving, shearing and dissolution of spent nuclear reactor fuel and vitrification of resulting high-level liquid waste	D. H. Siemens W. J. Bjorklund M. S. Hanson L. K. Holton C. A. Knox
Hot-Cell and Remote Equipment Design	Expertise on detail design of remote-operated equipment for: 1) vitrification of liquid nuclear wastes, 2) handling, shearing and dissolution of power reactor fuels, and 3) treatment of process effluents; interface with AEs and industry for transfer of remote-design technology to industrial application	Complete facilities for design support and verification testing of remote-operated equipment	D. H. Siemens D. N. Berger

### Chemical Technology Department (continued)

Area of Capability	Description	Special Equipment and Facilities	Coordinating Staff Member(s)
Nuclear Waste Analyses	Repository safety, nuclide migration, waste management policy	Computer codes to model nuclide migration	J. H. Jarrett
Chemical Process Technology	Heat- and mass-transfer analysis, equipment design and testing, mathematical modeling of process and equipment	Laboratories for small- and large-scale experimentation; computer facilities	W. L. Kuhn R. D. Peters
Radioactive Waste Form Development	Development of materials, processes, and characterization methods for solidification of high-level and TRU radioactive wastes	Laboratories for handling all types of simulated and actual wastes	W. A. Ross G. B. Mellinger
Waste Form Characterization	Determination of waste form properties for disposal and during processing; emphasis on leaching, thermal, and radiation behavior	Laboratories and hot cells for low-level and high-level radioactive materials characterization	D. J. Bradley J. W. Westsik, Jr. G. B. Mellinger
Waste Form Quality Control	Development of quality control for manufacture of waste forms using process control and nondestructive examination	Laboratory-, pilot-, and full-scale waste solidification equipment, waste form characterization laboratories; NDE laboratory support; hot cells, computer facilities	W. L. Kuhn
Low-Level Waste Generation and Reduction	Expertise in analysis and evaluation of low-level waste generation and reduction techniques		R. L. Treat D. E. Larson M. J. Schliebe M. S. Hanson
In-Soil Barriers to Hazardous Material Migration	Development, design and testing of natural and man-made materials for use as barriers to migration of bulk stored hazardous materials, such as mine tailings, into ground water	Pressure chambers for accelerated testing of migration barriers	J. L. Buelt S. M. Barnes
Glass Composition Development	Development of glass compositions to obtain desired characteristics	High-temperature furnaces for laboratory melting studies	G. B. Mellinger
In-Situ Treatment of Hazardous Waste	Expertise in destruction of wastes and mobility barrier placement without exhumation of the waste	Portable in-situ vitrification pilot plant, grout mixing and handling equipment, support furnaces	V. F. Fitzpatrick R. L. Treat

**Chemical Technology Department (continued)**

<b>Area of Capability</b>	<b>Description</b>	<b>Special Equipment and Facilities</b>	<b>Coordinating Staff Member(s)</b>
Spent Fuel Characteristics	Determination of the leaching behavior of spent fuel	Laboratory-type hot cells with gamma counting capability	C. A. Knox Y. B. Katayama
Hazardous Materials Vitrification	Application of vitrification technology to fixation of hazardous materials	High-temperature furnaces	S. C. Slate G. B. Mellinger J. L. Buelt
Geology/Waste Interaction	Design, conduct and analysis of waste package interactions tests; interpretation of results and assistance in development of source term model	Autoclaves for testing under conditions of temperature, pressure, chemical composition and flow	D. J. Bradley D. G. Coles F. W. Hodges
Radioisotope Applications	Economic and technical analyses, separation and purification technology, materials of containment, biomedical devices	Glove box and hot-cell facilities, high-temperature furnaces, computer facilities	H. T. Fullam G. B. Mellinger C. A. Rohrmann
Plutonium Chemistry and Processing Technology	Evaluation, recommendation, development and operation of plutonium characterization, purification and conversion systems	Hot cells and glove boxes with associated filtration systems, radiation monitoring equipment	J. L. Ryan H. H. Van Tuyl G. H. Bryan
Fuel Element Processing Technology	Design, evaluation and operation of fuel processing and auxiliary systems for receipt of fuel element through final disposition of waste and SNM materials	Fuel reprocessing laboratories and plant equipment	D. E. Knowlton H. H. Van Tuyl E. J. Wheelwright M. O. Cloninger
Remote Operations Technology	Expertise in the use of hot cells to perform work on highly radioactive substances; knowledge of required task and other peripheral operations necessary for work activities	Hot cells	D. H. Siemens J. L. Green D. E. Berger J. G. Carter
Flowsheet Development for Chemical Processes	Chemical separation and purification of radio-materials; conception and demonstration of processing methods; radioactive materials handling	Radiochemical laboratories and counting equipment for tracer-scale or low-level activities and shielded hot cells	E. J. Wheelwright J. L. Swanson M. O. Cloninger

Chemical Technology Department (continued)

Area of Capability	Description	Special Equipment and Facilities	Coordinating Staff Member(s)
Solvent Extraction	Measurement of distribution coefficients, extraction kinetics, effects of solution and solvent composition; development and demonstration of solvent-extraction separation	Batch contactors, miniature centrifugal contactors, mixer settlers, pulse columns	J. L. Swanson L. A. Bray L. L. Burger
Ion Exchange	Measurement of distribution coefficients; loading and stripping kinetics; loading capacities; effects of solution composition, loading rate, column dimensions, and nature of exchanger	Laboratory- and development-scale columns and associated laboratory accessories	E. J. Wheelwright J. L. Ryan
Inorganic Analysis	Quantitative and semiquantitative analysis of inorganic solutions or solids; process control analysis; analysis of special samples	Atomic absorption; emission spectrograph; x-ray diffraction; UV, visible and IR spectrometers; automatic titrators; differential thermal analysis; thermogravimetric analysis	F. T. Hara C. O. Harvey H. H. Hollis
Organic Analysis and Synthesis	Qualitative and quantitative analysis of organic components of mixtures; synthesis and purification of organic compounds; study of organic reactions	UV, visible, IR, and NMR spectroscopy; gas, high-pressure liquid and paper chromatography; specialized distillation columns, elemental analyses; gas chromatograph/mass spectrometer	E. C. Martin L. L. Burger
Inorganic Synthesis, Reactions and Spectroscopy	Synthesis and characterization of inorganic compounds; study of reaction mechanisms and kinetics	General chemical laboratories; glove boxes and bags for hazardous or sensitive preparations; spectrometers, DTA, and TGA equipment	J. L. Ryan L. L. Burger
Pyrochemical Reactions	Study of chemical reactions in molten salts; determination of chemical species, reaction rates, and mechanisms	UV, visible, and IR spectroscopy of molten salts; controlled-atmosphere glove boxes; DTA-TGA-DSC equipment	L. G. Morgan L. L. Burger

# Appendix F

RLFCM 運転計画書の抜粋

RLFCM-5 RUN PLAN

REVISION 0.0

AUGUST 1985

APPROVED BY: *L. K. Holton*  
L. K. Holton, Task Leader RLFCM Operations

8-8-85  
Date

*N. M. Thomas*  
N. M. Thomas, Task Leader RLFCM Remote Systems

8-9-85  
Date

*D. P. Bjorklund for*  
W. J. Bjorklund, Program Manager RLFCM

8/8/85  
Date

*Jeff W. Smith*  
J. W. Smith, Program QA Engineer

8-8-85  
Date

RUN PLAN FOR THE B-CELL RLFCM-5 TEST

	<u>Page No.</u>
Introduction .....	3
Test Objectives .....	9
General Requirements .....	16
Operational Activities .....	18
References .....	28
Appendix A Data Sheets for RLFCM-5 .....	29

Run Plan for the B-Cell RLFCM  
West Valley Test (RLFCM-5)

Introduction

Completion of shakedown testing of the RLFCM system will be accomplished as part of RLFCM-5, a radioactive experiment being conducted with a waste feed composition used to approximate the West Valley Demonstration Projects' reference feed and glass composition. During RLFCM-5 all normally operated equipment systems which are part of the RLFCM facility (waste feed preparation, vitrification, off-gas treatment and effluent monitoring and sampling) will be tested for final process verification. A detailed description of these equipment systems can be found in PNL-5393 and the RLFCM-5 Run Book.

The first four radioactive tests in the RLFCM system (RLFCM 1-4) have used waste feed and glass compositions representing various stages of development of the reference West Valley flowsheet. These previously tested glass compositions are summarized in Table 1.0 along with the glass composition for RLFCM-5. Also summarized in Table 1.0 is the current reference West Valley Glass composition, WV-205. Summarized in Table 2.0 is the specific radiochemical composition of the reference West Valley glass.

The waste feed makeup sheet for RLFCM-5 feed slurry is presented in Table 3.0. This waste feed is being prepared from five waste feed sources. These are; cold chemicals, existing radioactive waste stored within B-Cell (TK-114 waste), cesium nitrate solution (TK-104),  $\text{Th}(\text{NO}_3)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  solution and a  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  solution prepared from depleted uranium. The specific activity of the radioactive waste feed simulant was adjusted using Cs-137 activity as the primary means to achieve a fission product activity level of ~65 Ci/Kg glass. The target radiochemical composition for the RLFCM-5 feed slurry is summarized in Table 4.0. Major isotopes are presented only.

West Valley Glass Compositions (in wt%)  
and Trend in RLFCM Operating Glasses

<u>Glass Oxide</u>	<u>RLFCM-1</u> <u>RLFCM-2</u>	<u>RLFCM-3</u> <u>RLFCM-4</u>	<u>RLFCM-5</u>	<u>WV-205</u>
SiO <sub>2</sub>	45.14	45.77	47.07	45.2
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.25	9.38	16.43	9.96
Na <sub>2</sub> O	14.30	13.11	15.58	11.03
Li <sub>2</sub> O	3.62	3.67	.21	3.05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.16	14.35	12.42	11.84
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.17	3.21	0.0	2.52
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.85	0.85	.24	.22
Cs <sub>2</sub> O	0.12	0.12	.11	.10
RuO <sub>2</sub>	0.00	0	.12	.08
RhO <sub>2</sub>	0.00	0	0.0	.01
ZrO <sub>2</sub>	2.58	2.62	.18	3.12
MnO <sub>2</sub>	0.58	0.59	1.36	1.73
ThO <sub>2</sub>	0.00		.94	.0
NiO	0.55	0.56	.29	.70
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0	0.0	.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.67	0.68	2.18	3.31
K <sub>2</sub> O	0.52	0.52	.07	3.51
BaO	0.00	0	.12	.06
CaO	0.00	0	.64	.61
SO <sub>3</sub>	0.80	0.8	.14	.13
SrO	0.04	0.04	.04	.12
CeO <sub>2</sub>	0.00	0	.17	.16
MgO	1.31	1.3	.17	1.31
Re-Mix	0.37	0.37	.13	.12
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0	---	---
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.30	0.31	.09	---
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.43	0.43	.18	---
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0	---	---
Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	0.00	0	---	---
TiO <sub>2</sub>	0.61	0.62	.64	.97
ZnO	0.00	0	---	---
AgO	0.00	0	---	---
PbO	0.00	0	---	---
CuO	0.00	0	---	---
UO <sub>2</sub>	0.00	0	.15	.56

Reference West Valley Glass<sup>(1)</sup>  
Radionuclide Concentrations

<u>Fission and Activation Products</u>	<u>Ci/Kg Glass</u>
Fe-55	2.04E-03
Ni-59	1.68E-04
Ni-63	1.31E-02
Co-60	2.46E-03
Se-79	7.56E-06
Sr-90	1.51E+01
Y-90	1.51E+01
Zr-93	4.70E-04
Nb-93m	4.70E-04
Tc-99	3.27E-03
Ru-106	2.66E-04
Rh-106	2.66E-04
Pd-107	2.45E-06
Sb-125	9.20E-03
Te-125m	2.04E-03
Sn-126	8.18E-05
Sb-126m	8.18E-05
Sb-126	1.14E-04
I-129	3.11E-07
Cs-134	2.95E-02
Cs-135	3.30E-04
Cs-137	1.61E+01
Ba-137m	1.50E+01
Ce-144	2.87E-05
Pr-144	2.87E-05
Pm-147	6.43E-01
Sm-151	4.29E-01
Eu-152	8.71E-04
Eu-154	2.71E-01
Eu-155	4.77E-02
<b>SUBTOTAL</b>	<b>6.29E+01</b>

(Continued)

Actinides

Th-232	7.97E-04
U-233	1.94E-05
U-234	8.79E-06
U-235	1.92E-07
U-236	5.72E-07
U-238	1.62E-06
Np-237	2.25E-05
Np-239	4.91E-03
Pu-238	1.44E-02
Pu-239	3.51E-03
Pu-240	2.68E-03
Pu-241	1.76E-01
Pu-242	3.50E-06
Am-241	1.48E-01
Am-242	4.29E-05
Am-242m	4.29E-05
Am-243	4.92E-03
Cm-242	4.50E-06
Cm-243	3.48E-04
Cm-244	4.50E-02
Cm-245	2.04E-05
Cm-246	8.79E-06
SUBTOTAL	4.00E-01
TOTAL	6.33E+01

(1) Specific Radionuclide Concentration in the Reference West Valley Glass is adapted from information in reference A and B. The total reference glass mass is assumed to be 487,516 kg.

A. West Valley Nuclear Services Co., Inc. TA-152. October 18, 1984, L. E. Rykken (WVNS) to J. R. Carrell (PNL), "Reference Radionuclide Content," West Valley Nuclear Services, West Valley, New York.

B. Letter. Carrell, J. R. (PNL) to J. L. Knabenschuh (WVNS). February 4, 1985, "Preliminary Computer Mass and Activity Balances for West Valley Vitrification System." WVST 85/58, Pacific Northwest Laboratory, Richland, WA 99352.

## Approximate Slurry and Glass Composition for RLFCM-5

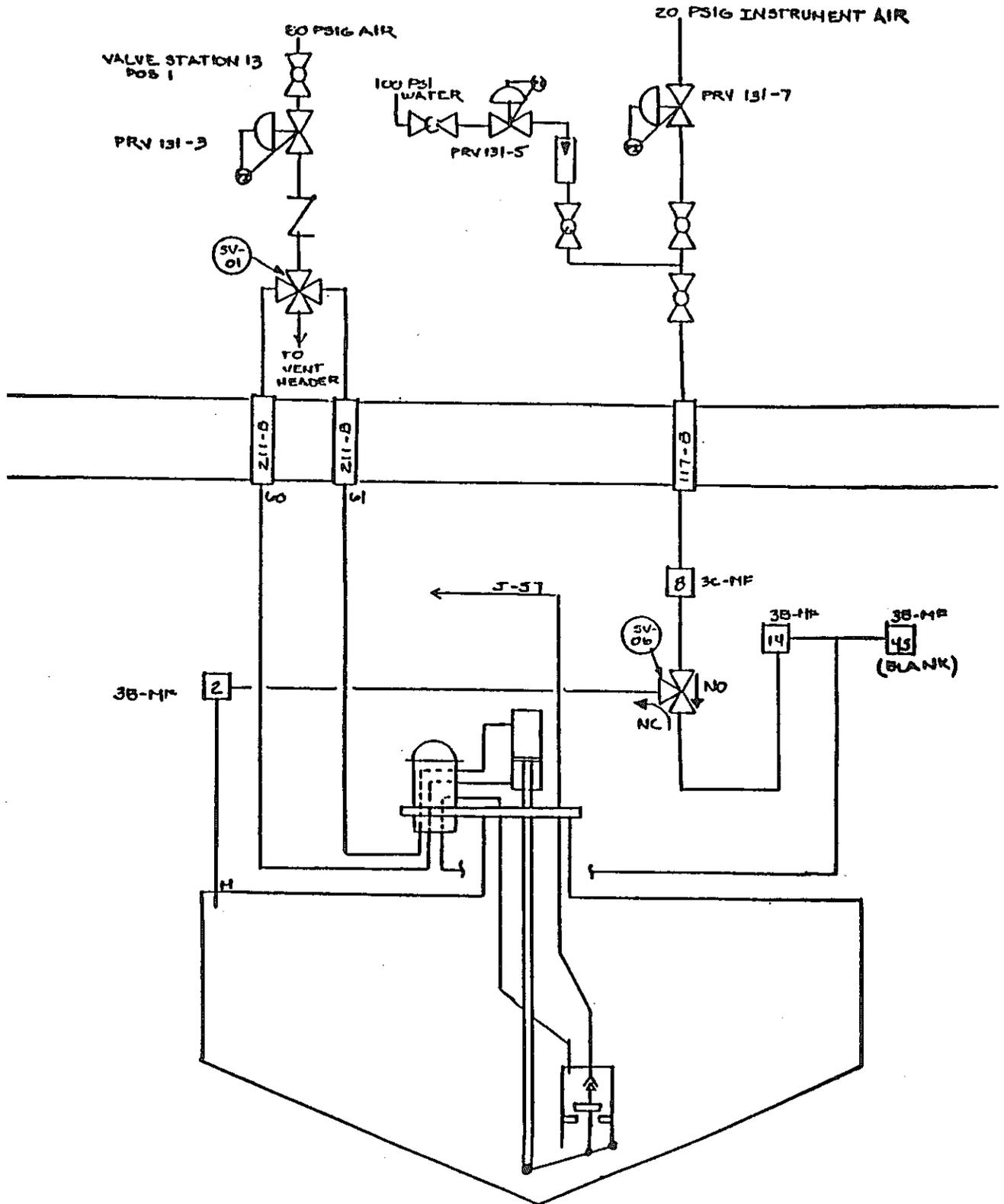
Waste/Glass Compounds	Tank-114 Waste (G/L)	Cold Chemicals (G/L)	Combined Total (G/L)	Assumed Oxide Compound	Oxide (G/L)	Waste Glass (WT%)
$Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	27.80	62.33	51.97	$Al_2O_3$	7.06	2.18
$Ba(NO_3)_2$	2.24	.00	0.67	BaO	0.40	0.12
$Ca(NO_3)_2$	12.32	3.39	6.07	CaO	2.07	0.64
$Ce(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	3.85	0.55	1.54	$Ce_2O_3$	0.52	0.16
$Cr(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	5.31	3.57	4.09	$Cr_2O_3$	0.78	0.24
$CsNO_3$	0.08	0.67	0.49	$Cs_2O$	0.36	0.11
$Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	125.90	236.92	203.61	$Fe_2O_3$	40.24	12.42
$H_3BO_3$	0.74	0.00	0.22	$B_2O_3$	53.23	16.43
$KNO_3$	1.60	0.01	0.49	$K_2O$	0.23	0.07
$La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	2.49	.00	0.75	$La_2O_3$	0.28	0.09
$LiNO_3$	10.61	.00	3.18	$Li_2O$	0.69	0.21
$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	7.59	1.75	3.50	MgO	0.55	0.17
$Mn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	10.46	13.69	12.72	$MnO_2$	4.41	1.36
$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	0.00	206.32	144.43			
$Na_2C_2O_4$	0.00	59.25	41.48			
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	4.44	.00	1.33	$MoO_3$	0.79	0.24
$NaNO_3$	62.11	0.00	18.63	$Na_2O$	50.48	15.58
$Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$	0.00	3.32	2.33			
$Na_2SO_4$	0.00	1.16	0.81	$Na_2SO_4$	0.81	0.25
$Nd(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	4.98	.00	1.49	$Nd_2O_3$	0.57	0.18
$Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	7.98	1.81	3.66	NiO	0.94	0.29
$RE(NO_3)_3$	0.00	1.14	0.80	$RE_2O_3$	0.42	0.13
$RuO_2$	1.33	.00	0.40	$RuO_2$	0.40	0.12
$SiO_2$	2.78	215.25	151.51	$SiO_2$	152.51	47.07
$Sr(NO_3)_2$	0.94	.00	0.28	SrO	0.14	0.04
$TeO_2$	0.30	.00	0.09	$TeO_2$	0.09	0.03
$Th(NO_3)_4 \cdot 4H_2O$	0.00	9.10	6.37	$ThO_2$	3.05	0.94
$TiO_2$	1.32	2.40	2.07	$TiO_2$	2.07	0.64
$UO_2$	0.00	0.69	0.49	$UO_2$	0.49	0.15
$ZrO(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$	0.00	1.81	1.26	$ZrO_2$	0.58	0.18
TOTAL	297.20	825.12	666.75		324.15	100.05

Radiochemical Activity of RLFCM-5  
Feed Slurry (Major Isotopes Only)

Isotope	Specific Activity in Waste Feed Target Value (Ci/l)	Specific Activity in Glass Target Value (Ci/Kg)	Specific Activity <sup>(a)</sup> in Reference WV Glass (Ci/Kg)
Cs-134	0.18	0.55	0.03
Cs-137	26.29	81.14	16.1
Ba-137M	25.24	77.84	15.0
(a) Th-232	$1.47 \times 10^{-7}$	$4.53 \times 10^{-7}$	.0008
(a) U (all isotopes)	----	----	$3 \times 10^{-5}$
Eu-154	0.13	0.40	$2.7 \times 10^{-1}$
Pu 239 & 240	0.0000	0.002	$6.2 \times 10^{-3}$

(a) Mass levels of these species in the reference glasses are as follows:

Species	Wt% in RLFCM Glass	Wt% in Reference WV Glass
ThO <sub>2</sub>	.94	3.6
UO <sub>2</sub>	.28	.56
PuO <sub>2</sub>	--	.007
Cs <sub>2</sub> O	0.28	.10
SrO	.004	.12



Schematic of the ADS Pump System

## Sampling Schedule for the RLFCM-5 Test (a)

<u>Sample Origin/Type</u>	<u>Frequency</u>
TK-134 - Scrub Solution	Beginning and end of test, during graveyard each day.
E-115 - Condensate	After 1A Rack startup and end of test.
TK-116 - Condensate/Scrub Solution	Beginning and end of test. Before transfer of TK-116 to TK-101.
TK-113 - Evaporator Concentrate	During heatup and end of test. Before any jet transfers.
TK-115 - Fractionator Concentrate	Beginning and end of test. Before any jet transfers.
TK-118 - Scrub Solution	Beginning and end of test. Before any jet transfers.
TK-130 - Waste Feed	Upon completion of feed makeup.
TK-131 - Waste Feed	Upon completion of feed makeup and at 1000L, 750L, 500L and 250L solution volumes.
RLFCM TK-140 Glass	Obtain one glass sample during each glass pour.
TK-133 Turntable Coupons	Coupons to be removed following test and placed in standard 10 mL sample bottles.
-- Coupons suspended in turntable	
-- Coupons suspended in canister	

(a) Duplicate liquid samples are to be taken from each tank.

## RLFCM Operating Parameters

<u>RLFCM</u>	<u>Normal</u>	<u>Minimum</u>	<u>Maximum</u>
Feed rate, L/h	25	0	40
Melter glass temp, °C			
3-in. level	1150	1050	1175
6-in. level	1150	1050	1175
9-in. level	1150	1050	1175
Overflow section temp, °C	1050	900	1150
Melter vacuum, in. H <sub>2</sub> O	5	1/2	8
WF, inch H <sub>2</sub> O	28	24	32
<u>TK-113</u>			
WF, in. H <sub>2</sub> O	70	55 (During Operation)	96
Sp gr	1.1	1.0	1.3
Temp, °C	105	--	115
Acidity(HNO <sub>3</sub> )	<u>5M</u>	--	<u>10M</u>
Vacuum (in. H <sub>2</sub> O)	10	1	20
<u>TK-115</u>			
WF, in. H <sub>2</sub> O	41	36 (During Operation)	50
Sp gr	1.18	1.0	1.35
Temp, °C	105	--	115
Reflux rate	2.2 L/min	--	--
Vacuum, in H <sub>2</sub> O	8	5	10
<u>TK-111</u>			
WF, in. H <sub>2</sub> O	6	3 (P-111 Operation)	6
Sp gr	1.0	1.0	1.1
Temp, °C	60	30	90
Vacuum, in H <sub>2</sub> O	3	1	10

(Continued)

	<u>Normal</u>	<u>Minimum</u>	<u>Maximum</u>
<u>TK-116</u>			
WF, in. H <sub>2</sub> O	--	17 (P-116 Operation)	51
Sp gr	1.0	1.0	1.1
Temp, °C	65	20	80
Vacuum, in H <sub>2</sub> O	8	5	10
<u>TK-118</u>			
WF, in. H <sub>2</sub> O	40	36 (P-118 Operation)	52
Recirculation rate, L/min	30	20	50
Wier WF, in. H <sub>2</sub> O	1.5	1.0	5
Temp, °C	50	30	80
Vacuum, in. H <sub>2</sub> O	18	10	25
<u>TK-130/TK-131</u>			
WF, in. H <sub>2</sub> O	--	15	64
Sp gr	1.35	1.1	1.5
Temperature °C	35	2.0	70
Vacuum, in. H <sub>2</sub> O	5	3	10
<u>TK-134</u>			
WF, in. H <sub>2</sub> O	57	42 (P-134 Operation)	57
Sp gr	1.05	1.0	1.2
Temp, °C	40	20	70
Vacuum, in. H <sub>2</sub> O	3	1	15
<u>TK-135</u>			
WF, in. H <sub>2</sub> O	10	5	20
Temp, °C	35	--	70
Vacuum, in. H <sub>2</sub> O	2	1	5
<u>TK-133 Water Seal</u>			
WF, in. H <sub>2</sub> O	8	5	12
<u>TK-133 Turntable</u>			
WF, in. H <sub>2</sub> O	0	0	1
Vacuum, in. H <sub>2</sub> O	1	.5	3

LIST OF RLFCM DATA SHEETS

1. RLFCM Data Sheet Panel 2
2. RLFCM Data Sheet Panel 3
- 3. RLFCM Data Sheet Panel 4
4. RLFCM Data Sheet Panel 5
5. RLFCM Data Sheet Panel 6
6. RLFCM Data Sheet Temp Recorder #1
7. RLFCM Data Sheet Temp Recorder #4
8. RLFCM Data Sheet Nova
9. RLFCM Data Sheet Micon Group 1 and 3
10. RLFCM Feed System Data Sheet
11. RLFCM Glass Transfer Log
12. RLFCM Data Sheet Tank 130 and Tank 131 Solution Transfer Log
13. RLFCM Sample Log



REL # 3

RLFCM  
DATA SHEET #2

1 # \_\_\_\_\_

(E ALL DATA IN PERCENT  
(less otherwise indicated)

Units	Description	By:					
0	TK-140 Wt Ftr	Date:					
1	TK-140 sp gr	Time:					
2	TK-140 Pressure	Units:					
3	TK-130 Wt Ftr						
4	TK-130 sp gr						
5	TK-131 Wt Ftr						
6	TK-131 sp gr						
7	TK-130 Pressure						
8	TK-131 Pressure						
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							

All data sheets are to be returned to the RLFCM Runbook upon completion.

Data Reviewed and Approved by: \_\_\_\_\_

Responsible Engineer

Date

EL # 4  
 I # \_\_\_\_\_

RLFCM  
 DATA SHEET #3

(E ALL DATA IN PERCENT  
 unless otherwise indicated)

nts	Description	Units:	By:	Date:	Time:				
0	TK-111 Vessel Pressure								
1	TK-111 Upper Weir Wt Ftr								
2	TK-113 Tower Outlet Pressure								
3	TK-111 Lower Weir Wt Ftr								
4	E-115 to TK-113 Flow								
5	TK-115 Tube Bundle Flow								
6	P-111 Scrubber Feed								
7	P-116 Feed to TK-111 Scrubber								
8	T-113 Pressure Alarm								
9	TK-113 Wt Ftr Control								
10	E-119 Jet Condenser Cooling H <sub>2</sub> O								
11	TK-113 Tube Bundle Flow Control								
12	TK-113 Down Comer Jacket Control								
13	Steam to TK-111 Jet Control								
14	E-113 Coil Control								
15	E-115 to TK-113 Flow Control								
16	E-113 Pressure								
17	TK-111 Tower Outlet Pressure								
18	TK-111 Vessel Wt Ftr								
19	TK-113 Wt Ftr								
20	TK-113 sp gr								
21	TK-113 Tube Bundle Flow								
22	TK-113 Pressure								
23	TK-113 Temp. - Liquid								
24	TK-113 Temp. - Vapor								
25	P-111	Amps							
26									
27									
28									
29									

All data sheets are to be returned to the RLFCM Runbook upon completion.

Data Reviewed and Approved by: \_\_\_\_\_

Responsible Engineer

Date

UL # 5

RLFCM  
DATA SHEET #4

I# \_\_\_\_\_

( ALL DATA IN PERCENT  
less otherwise indicated)

nts	Description	Units:	By:						
0	TK-115 Tube Bundle Flow Control								
1	TK-115 Coil Flow								
2	E-115 Inlet Pressure								
3	E-115 Wt Ftr								
4	T-115 Temp								
5	ΔP F-111 & F-112								
6	ΔP F-113								
7	T-118 Wier Wt Ftr								
8	Pressure POG								
9	TK-118 sp gr								
10	Pressure T-118								
11	TK-115 Wt Ftr Control								
12	TK-113 Temp Alarm								
13	No. 1 Vent ByPass Control								
14	No. 1 Vacuum Vent Control								
15	TK-118 Pressure Alarm								
16	E-115 Coil Flow Control								
17	T-118 Coil Flow Control								
18	TK-118 Coil Flow Control								
19	TK-115 Temp								
20	TK-115 Pressure								
21	TK-115 Wt Ftr								
22	TK-115 sp gr								
23	B-Cell ΔP								
24	No. 1 Vent Off-Gas Flow								
25	E-116 Pressure								
26	ΔP F-102								
27	ΔP F-104								
28	ΔP F-106								
29	TK-118 WF								
30	TK-118 Pressure								
31	P-118 Amp	Amps							

All data sheets are to be returned to the RLFCM Runbook upon completion.

Data Reviewed and Approved by: \_\_\_\_\_  
Responsible Engineer Date

EL # 6

RLFCM  
DATA SHEET #5

# \_\_\_\_\_  
E ALL DATA IN PERCENT  
(less otherwise indicated)

		By:					
		Date:					
		Time:					
		Units:					
nts	Description						
0	TK-116 sp gr						
1	TK-116 Jacket Control						
2	E-116 Coil Control						
3	TK-116 Wt Ftr						
4	TK-116 Pressure						
5	P-116	Amps					
6	B-102	Amps					
7	B-104	Amps					
8	B-106	Amps					
9	Rm-11 Kiethley	mR/hr					
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							

All data sheets are to be returned to the RLFCM Runbook upon completion.

Data Reviewed and Approved by: \_\_\_\_\_  
Responsible Engineer
Date

EL # Temp Recorder #1

RLFCM  
DATA SHEET #6

1 #  
E ALL DATA IN PERCENT  
(less otherwise indicated)

nts	Description	Units:	By:					
0	E-112 gas outlet (TR 1-2)	°C						
1	TK-116 liquid (TR 1-3)	°C						
2	E-116 gas inlet (TR 1-4)	°C						
3	E-116 gas outlet (TR 1-5)	°C						
4	T-115 top (TR 1-6)	°C						
5	T-115 middle (TR 1-7)	°C						
6	TK-118 gas outlet (TR 1-8)	°C						
7	E-118 gas inlet (TR 1-9)	°C						
8	TK-118 liquid (TR 1-11)	°C						
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								

All data sheets are to be returned to the RLFCM Runbook upon completion.  
 Data Reviewed and Approved by: \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
Responsible Engineer Date

NEL # Temp Recorder #4

RLFCM  
DATA SHEET #7

N # \_\_\_\_\_  
 MAKE ALL DATA IN PERCENT  
 (unless otherwise indicated)

Units	Description	Units:	By:	Date:	Time:
0	E-113 condensate to T-115 (TR4-7)	°C			
1	E-102 vapor outlet (TR4-8)	°C			
2	E-102 vapor inlet (TR4-9)	°C			
3	E-104 vapor outlet (TR4-12)	°C			
4	E-104 vapor inlet (TR4-13)	°C			
5	E-106 vapor outlet (TR4-16)	°C			
6	E-106 vapor inlet (TR4-17)	°C			
7	E-113 coil outlet (TR4-18)	°C			
8	E-111 coil outlet (TR4-20)	°C			
9	E-111 vapor outlet (TR4-21)	°C			
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					

All data sheets are to be returned to the RLFCM Runbook upon completion.

Data Reviewed and Approved by: \_\_\_\_\_

REL # Nova

RLFCM  
DATA SHEET #8

1 # \_\_\_\_\_  
IE ALL DATA IN PERCENT  
(unless otherwise indicated)

		By:					
		Date:					
		Time:					
Ints	Description	Units:					
0	North IRC cooling air (Nova #66)	cfm					
1	South IRC cooling air (Nova #67)	cfm					
2	SRC cooling air (Nova #68)	cfm					
3	North electrode cooling air (Nova #69)	cfm					
4	South electrode cooling air (Nova #70)	cfm					
5	Melter lid surface (Nova #120)	°C					
6	Discharge lid surface (Nova #121)	°C					
7	Cooling air header (Nova #122)	°C					
8	North IRC exhaust (Nova #123)	°C					
9	South IRC exhaust (Nova #124)	°C					
10	SRC exhaust (Nova #126)	°C					
11	North electrode exhaust (Nova #128)	°C					
12	South electrode exhaust (Nova #129)	°C					
13	Back wall surface (Nova #130)	°C					
14	Side wall surface (Nova #131)	°C					
15	Bottom surface (Nova #132)	°C					
16	Front wall surface (Nova #133)	°C					
17	Zirmul cold face - floor (Nova #155)	°C					
18	Zirmul cold face - back (Nova #156)	°C					
19	Zirmul cold face - side (Nova #157)	°C					
20	Cooling air header pressure	psig					
21	Melter WF dip tube purge rate	scfh					
22	Melter SG dip tube purge rate	scfh					
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							

All data sheets are to be returned to the RLFCM Runbook upon completion.

Data Reviewed and Approved by: \_\_\_\_\_

EL # MICON GROUP 1 + 3

RLFCM  
DATA SHEET #9

I # \_\_\_\_\_

ALL DATA IN PERCENT  
(less otherwise indicated)

		By:						
		Date:						
		Time:						
nts	Description	Units:						
0	TE-28 (3" glass level)	°C						
1	TE-29 (6" glass level)	°C						
2	TE-30 (9" glass level)	°C						
3	TE-31 (12" glass level)	°C						
4	TE-32 (15" glass level)	°C						
5	TE-33 (18" glass level)	°C						
6	TE-34 (Plenum Temp.)	°C						
7	Electric Current	Amps						
8	Electric Power	KW						
9	Electrical Resistance	ohm						
10	Melter Vacuum	In H <sub>2</sub> O						
11	SRB Flow	GPM						
12	TK-130 Temp.	°C						
13	TK-131 Temp.	°C						
14	Mass Flowmeter Totalizer (FEEDF)	kg						
15	TK-111 Steam Jet Recycle Control							
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								

All data sheets are to be returned to the RLFCM Runbook upon completion.

Data Reviewed and Approved by: \_\_\_\_\_

Responsible Engineer

Date

FEED SYSTEM  
DATA SHEET #10

1 #  
(E ALL DATA IN PERCENT  
unless otherwise indicated)

	By:						
	Date:						
	Time:						
	Units:						
Ints	Description						
0	TK-131 pulse frequency (downtime)	sec					
1	Maximum TK-131 vacuum						
2	Minimum TK-131 vacuum						
3	TK-130 pulse frequency (downtime)	sec					
4	Maximum TK-130 vacuum						
5	Minimum TK-130 vacuum						
6	ADS pump status	on/off					
7	TK-131 WF						
8	TK-131 SG						
9	TK-131 Volume	liters					
10	Time pump on	min					
11	Feed rate	l/hr					
12							
13	PRV 131-7	psig					
14	Outlet pressure from ratio relay	psig					
15	Slurry chamber fill time (Step 1)	sec					
16	Pressurize air to pump time (Step 3)	sec					
17	Maximum RLFCM vacuum						
18	Minimum RLFCM vacuum						
19							
20							
21							
22	TO BE FILLED OUT WHEN FLUSHING						
23	PRV 131-5 (water flush)	psig					
24	Rotometer setting	gph					
25	Total flushing time	sec					
26							
27							
28							
29							

All data sheets are to be returned to the RLFCM Runbook upon completion.

Data Reviewed and Approved by: \_\_\_\_\_





# Appendix G

バトル研究所Editor に関する説明

HOW AN EDITOR CAN HELP YOU WITH YOUR PUBLICATIONS

STEP

Planning

Organize data



Prepare outline

EDITOR CAN....

- Suggest ways to keep track of task development
- Suggest approach, suggest ways to portray data
- Do literature search
- Help design outline (especially if multi-author report)
- Give time and cost estimates for support groups and report production

Writing and Rewriting

Initial type



Rewrite for reviewers

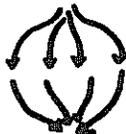
Prepare graphics

Receive peer and management comments

- Coordinate input from several authors
- Prepare text so word processor can understand instructions
- Coordinate with word processor
- Arrange for telecommunication of author PC text to word processor
- Edit for organization, clarity, consistency, completeness
- Suggest ways to visually portray data
- Prepare rough drafts so illustrators can understand instructions
- Coordinate with Graphics
- Coordinate comments. Assist author in resolving them, incorporate into master

Clearance

Receive clearance comments



- Coordinate with Clearance
- Incorporate comments into master

Final Production

Producing final document



- Prepare document for final printing
- Coordinate with Preprinting Review, Duplicating and Distribution

PUBLICATIONS IN ADDITION TO REPORTS

EDITOR CAN...

Articles

- Contact journal editors to determine whether they are interested in a particular article, what focus they want, what their specifications are
- Suggest ideas for articles and draft articles from existing material

Presentations

- Develop slide or vugraph presentations with accompanying script
- Critique presentations
- Work with author and illustrators on layout and content of posters

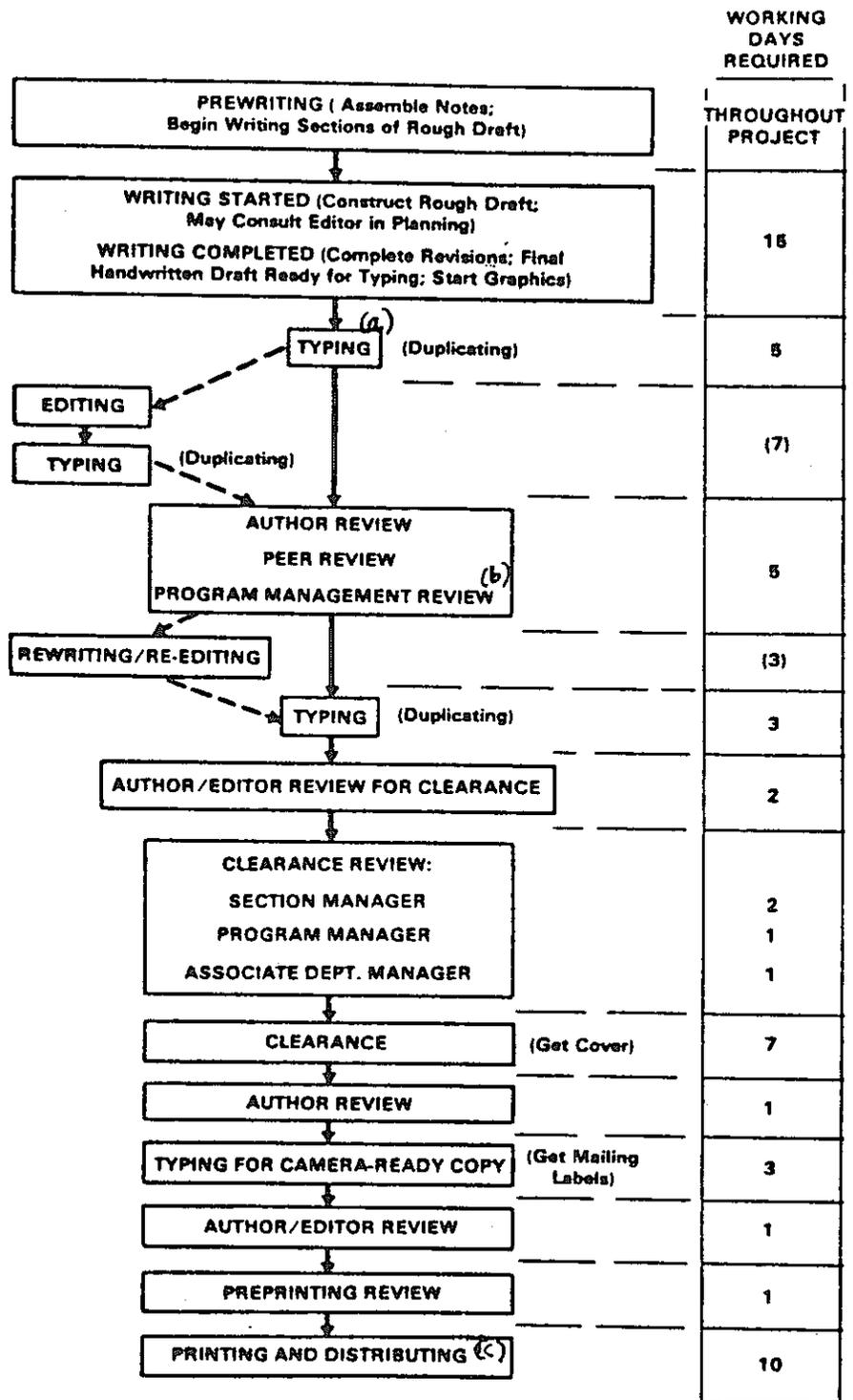
Marketing brochures

- Gather information and write draft  
Suggest graphics or photography
- Coordinate production with brochure editor

Proposals

- Assemble "boiler plate" information
- Update resumes
- Verify that all items specified in RFP are included in proposal

SCHEDULE/PROCESS FOR PUBLISHING A TYPICAL 100-PAGE PNL REPORT



TOTAL ABOUT 60 TO 75 WORKING DAYS  
(11 to 14 Weeks)

- (a) Word Processing estimates initial typing at 3pages/hr.
- (b) Allow 15 working days for projects that require a sponsor review.
- (c) The time needed for this step varies with contract requirements.

## LEVELS OF EDIT

Depending on time, money, author requirements, and publishing constraints, levels (depth) of edit can be placed in three categories:

### Basic edit (minimum standard for edited work)

- appropriateness for audience and use
- statement of purpose, objective
- adequate summary and/or conclusions
- grammar
- typos, spelling, punctuation
- completeness of callouts, tables, references, figures, distribution list
- format
- copy-marking for word processor

### Intermediate edit (all editing components considered)

- consistency of terms, abbreviations, units of measure, numbering
- clarity
- logic
- potential legal or patent issues
- political or managerial considerations
- emphasis and subordination of ideas
- coherence
- transitions
- word choice (specificity)
- style and tone
- accuracy and effectiveness of tables and figures
- reorganization and rewriting

### Comprehensive edit (most thorough level of edit)

- all of the above, in greater depth