

本資料は 年 月 日付けで登録区分、
変更する。 2001. 6. 20
[技術情報室]

キャニスター除染システムの概念設計

(CONCEPTUAL DESIGN OF CANISTER)
(DECON SYSTEMの抄訳)

1984年3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

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

キャニスター除染システムの概念設計

(CONCEPTUAL DESIGN OF CANISTER)
(DECON SYSTEM の抄訳)



JOB NO. 2051 1H1-1

実施責任者	技術部プラント設計開発室
	室 長 林 誠
	室長代理 岡本弘信
実施担当者	橋本憲隆
	市毛良明*
	諏訪登志雄*

要 旨 本報告書は、高レベル廃液固化パイロットプラント詳細設計Ⅰの「キャニスター除染システム」に対し、米国Oak RidgeのRemote Technology Corp. (REMOTEC) が遠隔保守技術の観点から行なった設計作業の結果の抄訳である。この設計作業を通じて「キャニスター除染システム」の概要が紹介されており、本システムは、高レベル廃液固化パイロットプラント詳細設計Ⅰに反映されている。したがって、今後の「キャニスター除染システム」に対する設計検討資料として用いることを目的として抄訳を行なった。

なお、REMOTEC社による遠隔保守技術の観点からの一連の設計作業は、この他、次の通りである。

1. 「大型除染ロックシステムの概念設計」 PNC SN851-84-04
2. 「インセルブリッジマニピュレータシステムの概念設計」 PNC SN851-84-02
3. 「脱硝濃縮器ラックおよびルテニウム吸着塔ラックの概念設計」

PNC SN851-84-01

TABLE OF CONTENTS

<u>Section</u>	<u>Page</u>
1. INTRODUCTION	1
2. SELECTION OF DECON METHOD	2
2.1 Pilot Plant Design Requirements	2
2.2 Experience at Other Facilities	3
2.2.1 Selection of DWPF Decon Technique	3
2.2.2 Selection of DWPF Blasting Technique ..	4
2.2.3 Prototype System for DWPF	4
2.3 Suggested Method for Pilot Plant	5
2.3.1 Oxide Removal From HLW Canisters	5
2.3.2 Final Decon of Canister	6
3. SELECTION OF EQUIPMENT ARRANGEMENT	11
3.1 Options Considered	11
4. CONCEPT DESIGN OF SELECTED SYSTEM	16
4.1 Design Requirements for Decon Lock	16
4.2 Design Requirements - Inspection Cell	17
4.3 Description of Overall System	18
5. OPERATING PHILOSOPHY	27
5.1 Preparation for Canister Decon	27
5.2 Canister Decon Operations	27
5.3 Canister Inspection	27
5.4 Canister Removal	28
6. MAINTENANCE PHILOSOPHY	29
6.1 Decon Cell	29
6.1.1 Transfer Cart	29
6.1.2 Shield Door	29

TABLE OF CONTENTS (Con't)

<u>Section</u>	<u>Page</u>
6.1.3 Sump Pump	30
6.1.4 Decon Cell Components	30
6.1.5 Inspection Cell	30
7. COST AND SCHEDULE ESTIMATE	32
8. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	34
APPENDIX A - EQUIPMENT SUPPLIER INFORMATION	
APPENDIX B - REFERENCE PAPERS	

LIST OF FIGURES

<u>Fig. No.</u>	<u>Title</u>	<u>Page</u>
Fig. 2-1	Canister Decontamination Techniques Considered by DWPF	7
Fig. 2-2	DWPF Testing of Abrasive Blasting	8
Fig. 2-3	Prototype DWPF Canister Decon System	9
Fig. 2-4	Comparison of DWPF and PNC Canisters	10
Fig. 3-1	Flow of Waste Canisters and Drums	13
Fig. 3-2	Pilot Plan Configuration	14
Fig. 3-3	Options for Canister Decon Lock	15
Fig. 4-1	Location of Canister Decon System	21
Fig. 7-1	Cost and Schedule Estimate	33

LIST OF DRAWINGS

<u>Dwg. No.</u>	<u>Title</u>	<u>Page</u>
E-2051-0001	Canister Decon Cell - Plan View	22
E-2051-0002	Canister Decon Cell - Section A-A	23
E-2051-0003	Canister Decon Cell - Section B-B	24
E-2051-0004	Canister Decon Cell - Decon Equipment Detail..	25
E-2051-0005	Canister Decon Cell - Decon Equipment Details.	26

1. 緒 言

REMOTE C社は、PNC高レベル廃液固化パイロットプラントの高レベル固化パッケージを遠隔で除染するシステムの概念設計を作成した。このシステムの主な目的は、キャニスターの外部表面がスミアブルな汚染からまぬかれる事である。この概念設計報告書の中に含まれるのは、設備配置のインターフェース、キャニスター移送装置、遮蔽扉および気密扉、除染装置、放射性物質スミア装置などを抽いた図面である。運転、保守概念、製作コスト、スケジュールについての概念の情報にプラスして装置についての記述が、書かれている。

2. 除染方法の選択

このセクションは、パイロットプラントで使うために提言するキャニスター除染概念の技術的基本を確立することを意図して述べられている。パイロットプラントデザインの必要条件、他の施設でのキャニスター除染経験、パイロットプラントに使用するに適している方法の概要の記述がこの中に含まれている。

2.1 パイロットプラントデザインの必要条件

キャニスターには2つのタイプがあり、スミアブリーククリーンな外部表面をもってセルから外へ及び底からローディングするキャスクへ移送しなければならない。

1. 高レベル固化体用キャニスター

- ・ サイズ：直径430mm 高さ1500mm
- ・ 空重量：190kg
- ・ 充填重量：560kg
- ・ 材質：SUS304L
- ・ 照射線量率：最高 1×10^5 R/h r (推定)
- ・ 発熱量：約1,500W/キャニスター
- ・ 最高温度：キャニスター中心 約450℃
- ・ 製造本数：1キャニスター/日
- ・ プラント運転：200日/年 (最高300日/年)
- ・ プロセス：キャニスターは、メルターで溶けたガラス(1000℃)で満たされ、キャップは、密封溶接され、溶接部は、B2Fプロセスセルで気密試験される。
- ・ キャニスターのハンドリング：キャニスターの上顎部に吊具を取り付けてキャニスターは、吊上げられる。

2. 固体廃棄物缶

- ・ サイズ：直径755mm 高さ900mm
- ・ 空重量：120kg (推定)
- ・ 充填重量：最高 3,000kgまで変化する (推定)
- ・ 材質：SUS304L (推定)
- ・ 照射線量率：最高 1×10^3 R/h rまで変化する (推定)
- ・ 発熱量：重要ではない
- ・ プラント運転：通常プラント運転で2缶/週 (推定)
- ・ プロセス：1Fアップープロセスセルで廃棄物缶に固体廃棄物が満たされる。廃棄物には、コンパクトな材料(フィルター、配管、ジャンパー、ルテニウム吸着

材，など…）や小さな破片に切られたスクラップ機器がある。廃棄物缶は，蓋が取付られたあとでは水密になると推定される。

- ・ 廃棄物缶のハンドリング：廃棄物缶の上端は，良くある廃棄物缶つかみ具を使用するために取っ手形状をなしていると推定される。

2.2 他施設の経験

高レベル固化体用キャニスターの除染システムを開発するため，アメリカでは目下大きな努力が払われている。DOEがスポンサーとなっている計画は，Defense Waste Processing Facility (DWPF) 用で，サバンナリバープラントで1988年にスタートアップする計画である。その計画の目的は，高レベル固化体用キャニスターの外側に付いた汚染を非常に低いレベルまで減らすことである。これによりキャニスターの輸送や貯蔵施設でのハンドリング中の汚染の広がりをさけるものである。

これら最近の計画の結果は，公表された文献に記述されている。（アペンディックスB参照）。私たちは，DWPFの技術者と議論し，次の理由のためにこれらは，PNCパイロットプラントに直接に適用されるべきであるとの結論に至った。

1. 両方のプラントは，同じタイプのガラス固化プロセスを用いている。すなわち，ジュール加熱されたセラミックメルター…など。
2. 両プラントのキャニスターは，同様な形状をもつステンレス鋼（304L）で作られている。
3. 両プラントは，キャニスターの外部表面に付いた汚染を非常に低いレベルまで減らすという目的を持っている。
4. DWPFの計画には，アメリカ（ハンフォード）やフランスなど他の廃棄物処理施設でのキャニスター除染経験の調査も含んでいる。
5. DWPFの計画には，原子力施設での他のタイプの機器の除染や工業的なクリーニング技術の調査も含んでいる。
6. DWPFの計画には，放射能で汚染された304Lサンプルを用いる除染の候補技術のテストも含んでいる。
7. DWPFは，現在フルスケールプロトタイプのキャニスター除染システムを設計しており，1983年の後期にはテストのために利用されると期待されている。

2.2.1 DWPF除染技術の選択

DWPFで考えられた除染技術のタイプは，Fig. 2-1にリストされている。それらによると，研磨ブラスティングが，高レベル固化体用キャニスターの除染にとって最高の技術であると強く結論づけられている。この結論は，次に続くテストで確かめられた。

1. 焼き付けられたアルファ汚染

タイプ304Lステンレス鋼試料(2.5×7.6 cm)は、アルファが400,000 dpmまで汚染された(硝酸プルトニウム溶液)。試料は、酸化被膜中にアルファを組み入れるために600℃で16時間空気中で焼かれた。4つのタイプのブラスティング技術が、試料を除染するために用いられた。

- ドライ研磨ブラスティング
- ウォーターアタッチメントを用いたドライ研磨ブラスティング
- ガラスフリットを用いた高圧水(690バール=70 kgf/cm²)
- 高圧水

最初の3つのタイプは、研磨材を用いているが、アルファ汚染をバックグランドレベル(4カウント/24時間以下)までに減らした。高圧水(フリットなし)は、アルファカウントを単に3,690 dpmまでに減らした。

2. 焼き付けられたアルファ/ベータ/ガンマ汚染

他のグループのタイプ304Lステンレス鋼試料(9.5mm×7.6 cm)は、メルターの蒸発する空間の内側にメルターがガラスを流下している間1200℃で20時間焼かれた。除染前に試料は、アルファカウントが4,000 dpmで、ベータガンマカウントが 9×10^5 cpm(225 mR/h)であった。同じ4つのタイプのブラスティングが、これらの試料に適用され同様な結果となった。すなわち、水ブラスティングは、アルファを354 dpmに、ベータガンマを 6.8×10^3 cpmに減らしただけであった。研磨材を使うこの3つのタイプは、汚染をバックグランドレベルまで減らした。

2.2.2 DWP Fブラスティング技術の選択

大規模な試験が、DWP Fによってなされ、研磨ブラスティング技術の候補技術をさらに評価した。その評価は、304Lステンレス鋼から酸化被膜を除去するにあたっての各ブラスティング法の効果の程に基づいて行なわれた。その結果は、Fig. 2-2に見られるように、ガラスフリットを低圧水で用いるのがベストである。フリットなしの高圧水(690バールまで)が、テストされ、酸化被膜を取り除けなかった事に気づくべきである。けれども高圧水は、ブラスティングのあとで粘着性のガラスフリットを取り除くのに有効である。

2.2.3 DWP Fのプロトタイプシステム

DWP Fで現在に設計されているシステムは、Fig. 2-3に示される。これらの計画は、1983年後期にプロトタイプの運転を行ない、次の様なパラメータを最適にするためさらに試験を行なうことになっている。すなわち、フリットのサイズ、形状、スラリー混合率、圧力、ブラスト角度、及びブラスト距離などである。

2.3 パイロットプラントのために提案された方法

高レベル固化体用キャニスター用除染システムを開発するためのDWPFの計画は、詳細でかつ技術的にも十分に立つ。

他の原子力施設と商業的なスチールクリーニング工業における除染経験が、組合わされているので、これは、現在の技術水準を代表している。試験には、放射能で汚染された試料が、含まれ、その結果から、現在設計されているプロトタイプシステムにまで論理的にスケールアップされるように思われる。ゆえに、パイロットプラントのための除染システムの設計に進み、キャニスター外表面のスミアブルな汚染をバックグラウンドレベルに減らすという高い確信を持つに至ることができる。

PNCパイロットプラントのために提案されたシステムは、以下の通りである。

2.3.1 高レベル固化体用キャニスターの酸化物除去

DWPFの計画で出くわした最も困難な問題は、キャニスター外表面についた酸化被膜汚染の除去である。その様な被膜がもし存在するなら、スミアブリクリーンなキャニスターを得るためには、そのような膜が除去されることが必須である。PNCキャニスターが酸化被膜を持っているであろうと予期するのには、強い理由がある。

DWPFとPNCキャニスターの比較が、Fig. 2-4に示される。PNCキャニスターは、DWPFキャニスターに含まれる廃棄物の単に約25%だけ含まれるというのは明らかである。けれども、PNCの廃棄物は、より高い放射能と発熱量を持っている。というのは、充填されたPNCキャニスターは、汚れているプロセスセルにいる間により高い表面温度となっているからである。次に、両プラントは、ガラス固化プロセスを用いガラスが溶けた状態（約1,000℃と推定される）でいる間に、キャニスターに注入する方法をとっている。

PNCの見積りでは、ガラス注入に2時間必要だった。そしてこの時間中に、一時的に外表面温度が約800℃に到達するのであるというのはいちももらしい。また、PNCキャニスター上部のフランジは、キャップ溶接中に、ずっと高温を受けるであろう。それゆえに、もしDWPFキャニスター上に酸化被膜が予期されるなら、なおさら、PNCキャニスターにも酸化被膜が、予期されるのは明らかと思われる。

パイロットプラントのための最も良い回答は、もしそれが必要なら、プロセスセルの中に別個に酸化物除去装置を設けることである。この装置は、密閉チャンバーのブラスティング装置であり、低圧または高圧のガラスフリットとウォータスラリーを用いることができる。キャニスター表面に深く刻み込まれたフリットを除くためにも高圧水スプレーを装備すべきであろう。装置からの排水は、セル内にあるタンクに集められ、必要な時にメルターにポンプ送水される。

2.3.2 キャニスターの最終除染

パイロットプラントは、2つのタイプの廃棄物用キャニスターをもち、2.1に述べられているようセルから外へと底からローディングするキャスクへ移送しなければならない。両タイプは、スミアブルクリーンな外表面にしておかなければならない。もし別の装置で高レベル固化体用キャニスターから酸化被膜が除去された事が推定されるならば、この操作に高圧水スプレーを使用することは可能であろう。

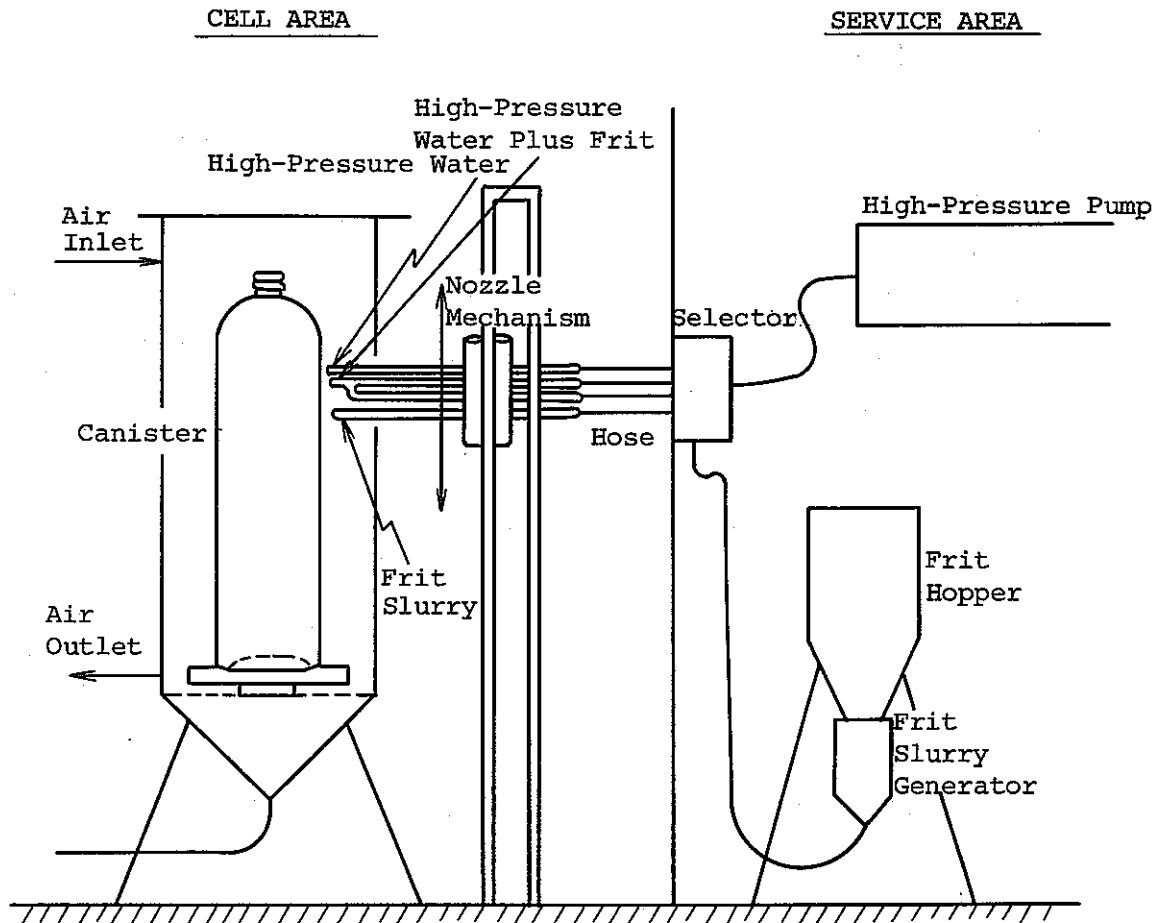
DWPFで提案された除染システム設計には、大きな問題がある。すなわち、キャニスターをきれいにしたあとで、キャニスターは、再び汚染された装置で取扱わざるを得なく、汚染されたセルを通して移送される。その結果、キャニスターが、再び汚染してしまうであろうという事はある事である。この問題は、PNCパイロットプラントでは2つのフェーズのアプローチを用いることでさける事が出来る。ステップ1では、2.3.1に述べられているように密閉ブラスティングチャンバーでキャニスターから酸化被膜を除去することである。ステップ2は、ロックチャンバー内での最終除染であり、プロセスセルとキャスク移送ポートを相互に結んでいる。両タイプの廃棄物キャニスターは、このロック内の高圧水スプレーで十分にきれいにされるであろう。それから、キャスクに装荷する前に検査され、クリーンセルに移送されるであろう。事実、これは、“ダーティドアイン”と“クリーンドアアウト”の移送ロックである。

Type of Decon	Process Description	Conclusions
1. High Pressure Water	<ul style="list-style-type: none"> o Uses water blasting at pressures up to 340 bar (4,930 psi) o Currently used in French HLW vitrification plant 	<ul style="list-style-type: none"> o Will not be effective in removing contaminated oxide films on the canisters
2. Electro-polishing	<ul style="list-style-type: none"> o Canister is made anode in an electrolytic cell o Uses phosphoric acid as the electrolyte o Currently industrial technique for decontamination of tools and equipment 	<ul style="list-style-type: none"> o Adds undesirable by-products (phosphate) to waste stream o Phosphate increases the liquidus temperature of borosilicate glass
3. Chemical	<ul style="list-style-type: none"> o Canister is immersed in a solution that dissolves outer surface layer o Used combination of hydrofluoric acid o Currently used for equipment decon at Savannah River Plant 	<ul style="list-style-type: none"> o Will remove baked-on contamination o Good for remote cell because of equipment simplicity o Major disadvantage is hydrofluoric acid attack on in-cell equipment and windows o Disposal of hydrofluoric is difficult
4. Abrasive Blasting	<ul style="list-style-type: none"> o Uses glass frit as abrasive material o Possible to blast with glass only or glass and water slurry o Used successfully in West Germany for decon of contaminated equipment 	<ul style="list-style-type: none"> o Will remove oxide film from canisters o Will remove adherent waste glass from canister o No extra waste processing equipment is needed o Best technique for DWPF canister decon

Fig. 2-1. Canister Decontamination Techniques Considered by DWPF.

Parameter	Dry (-80 Mesh) Frit (No Water)	Frit (-80 Mesh) With Water at 2.8 Bar	Frit (-80 Mesh) With Water at 138 Bar
1. Time to Remove Oxide From 1000 cm ²	~ 2 Minutes	~ 3 Minutes	~ 1 Minute
2. Frit Consumption per Canister	82 kg	282 kg	245 kg
3. Water Consumption per Canister	None	379 l	4164 l
4. Surface Finish	100 rms	100 rms	90 rms
5. Surface Topography	Unchanged	Unchanged	Unchanged
6. Frit Adhering to Canister Surface After Blasting	~ 33 cm ³	< 16 cm ³	< 16 cm ³
7. Frit Adhering to Canister Surface After Rinse	~ 3 cm ³ (Air)	~ 3 cm ³ (Water)	~ 3 cm ³ (Water)
8. Rinse Water	None	379 l	908 l
9. Estimated Nozzle Life	130 Canisters	500 Canisters	60 Canisters
10. Comments	o Major problem with dust control and removal from canister	o Produced the cleanest sur- face	o Most effective in removing molten glass

Fig. 2-2. DWPF Testing of Abrasive Blasting.



- o Glass frit with low pressure water blasting for decontamination
- o High pressure water blasting for rinsing
- o Glass frit with high pressure water blasting for spot decontamination
- o Effluent pumped to feed input line on glass melter

Fig. 2-3. Prototype DWPF Canister Decon System.

<u>Item</u>	<u>DWPF</u>	<u>PNC</u>
• Outside Diameter	610 mm	430 mm
• Height	3,000 mm	1,500 mm
• Material	SUS 304L	SUS 304L
• Empty Weight	475 kg	190 kg
• Full Weight	2,350 kg	560 kg
• Wet Weight	1,880 kg	370 kg
• Activity/Canister	290,000 ci	400,000 ci
• Heat/Canister	811 watts	1,500 watts
• Maximum Temperature	(Not Specified)	450°C (in Center of Canister)
• Process	Joule Heated Ceramic Melter	Joule Heated Ceramic Meter

Fig. 2-4 Comparison of DWPF and PNC Canisters.

3. 装置配置の選択

パイロットプラント外への高レベル固化体用キャニスターの流れは、Fig. 3-1に図式的に示されている。固体廃棄物缶は、（上部）保守セルで充填されシールされる。また、高レベル固化体用キャニスターもローアプロセスセルで同様に行なわれる。貯蔵ラックは、各セルで用意され、キャニスターへの充填と除染ロックの運転との間のスケジュールに対する依存を減らしている。両タイプの容器は、除染ロックを通して処理され、そして高圧水スプレーを受ける。それからそれらは、表面汚染検査（スミアテスト）のためにきれいな検査セルへ移送される。貯蔵ラックもまた、検査セルの中に設置され、除染ロックとキャスクローディングの操作の間への依存を最小にするようにされている。両方の缶とキャニスターは、検査セルから底からローディングするキャスクへ移送される。

この契約は、除染ロックとキャニスターハンドリング装置の概念設計だけである。しかし、容器の流れのシーケンスや、設備形状のインターフェースが除染ロック概念と一致することが、重要である。

3.1 考慮されたオプション

除染ロックが設置されるパイロットプラント建家の現在の外形が、Fig. 3-2に示されている。遮蔽除染セルを、約幅4m、深さ3mに用意した。その内側の高さは、約13mで、除染ロックと検査セルの両方にフィットしている。

最初のオプションで考えなければならない事は、キャニスターは、スプレー中に除染ロック内のエンクロージャーの中におかなければならないかどうかという事である。別のオプションは、Fig. 3-3に示されるようにオープンスペースでキャニスターをスプレーすることである。

オープンスプレーチャンバーは、次の理由により推薦される。

- 除染ロックのサイズは、極めて小さいので、スプレーエンクロージャの設計を複雑にしている。
- エンクロージャは、スプレー水の除染ロック内でのスプレー水の散乱を単に最小するのが目的である。けれども、除染ロック内部は、検査セルに汚染の持ち越しを防ぐためにぬらして洗い流すことができるようにしておくべきであるという点で前記のことは、疑わしい。
- ロボットスプレーアームのような装置は、除染ロック内部を洗浄する両方のオプションに必要である。
- 閉ざされたチャンバー内でキャニスターのスポット除染を行なうことは、困難になるであろう。
- 故障を遠隔で修復することは、閉ざされたチャンバーでは、もっと複雑になる。

キャニスター除染ロック設計のための他のオプションは、前に考えたものであったが拒否さ

れた。1つは、プロセスセルの壁内に小さな除染ロックを準備し、その中にキャニスターを入れ、ロックのインバータバルに、固定高圧スプレーで自動的に除染する事である。かわかした後に、キャニスターは、キャニスター移送キャスクに引き上げられる。このオプションは、現在の建家形状には一致していない。それらにもまた、遠隔装置でスミアサンプルをとること、スポット除染を行なうことに問題がある。

別の考えは、遮蔽したキャスクの中にキャニスターを引き上げ、その中で除染し、乾かし、直接貯蔵ピットに移送することである。これにもスミアサンプルを遠隔でとれない問題があり、また排水をセル内の廃液処理プロセスシステムへ戻すことに問題があり、より複雑にしている。また、これに廃棄物缶のために底からローディングするキャスクを用いる事は両立できない。概要にある、Fig. 3-3 に示されるようなオプションAは、パイロットプラントによる最も良い選択であるとして選ばれた。

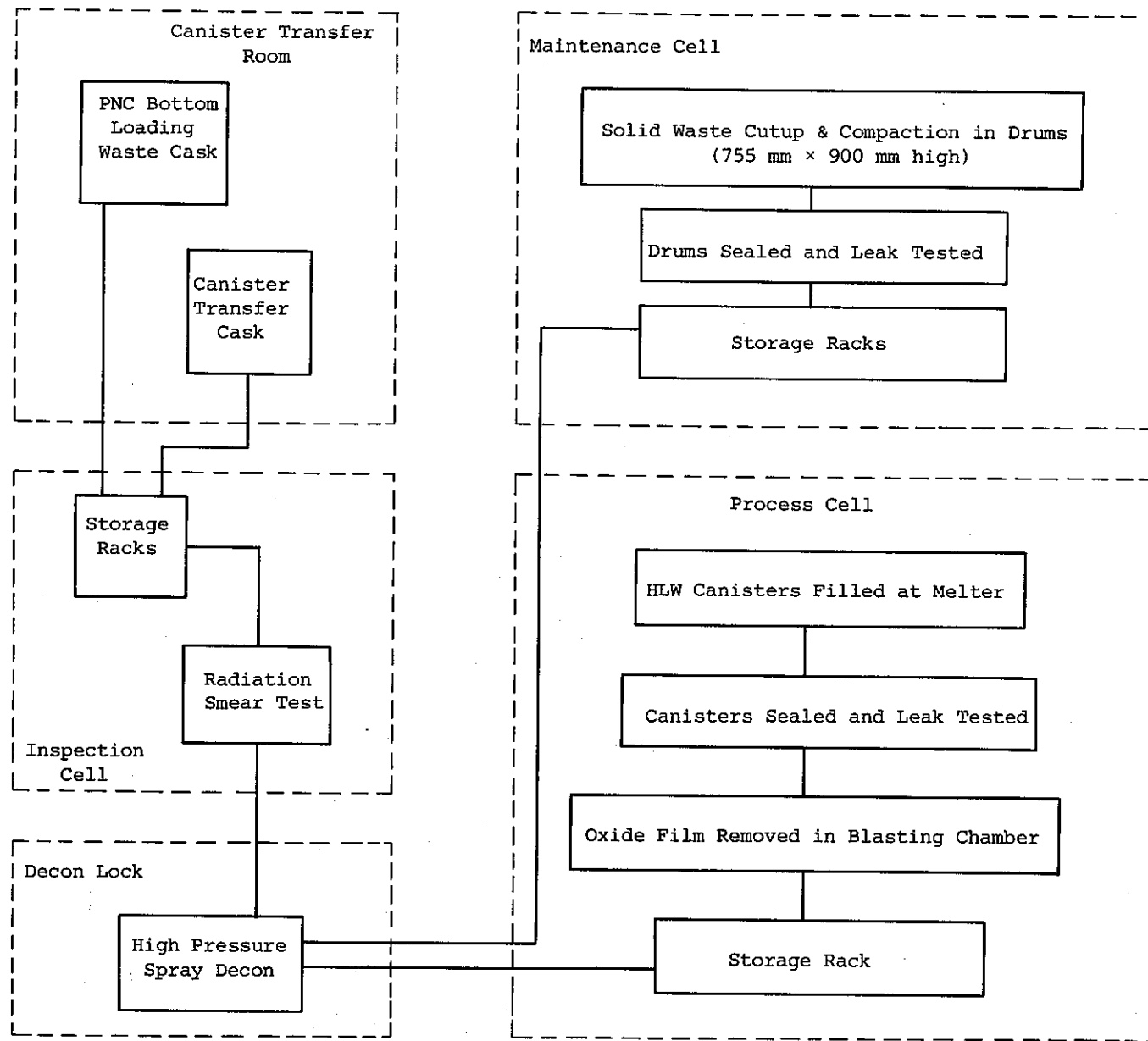


Fig. 3-1. Flow of Waste Canisters and Drums.

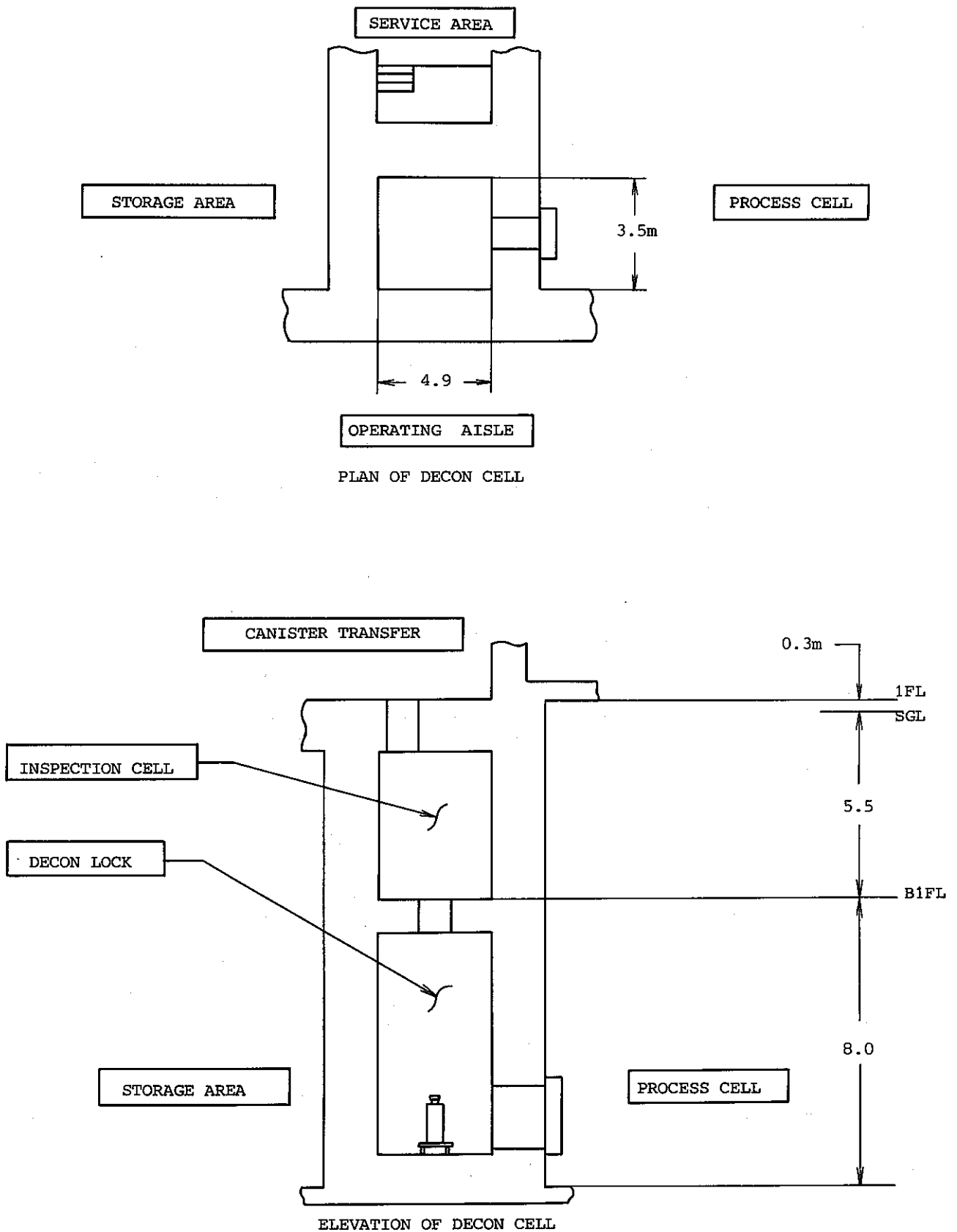
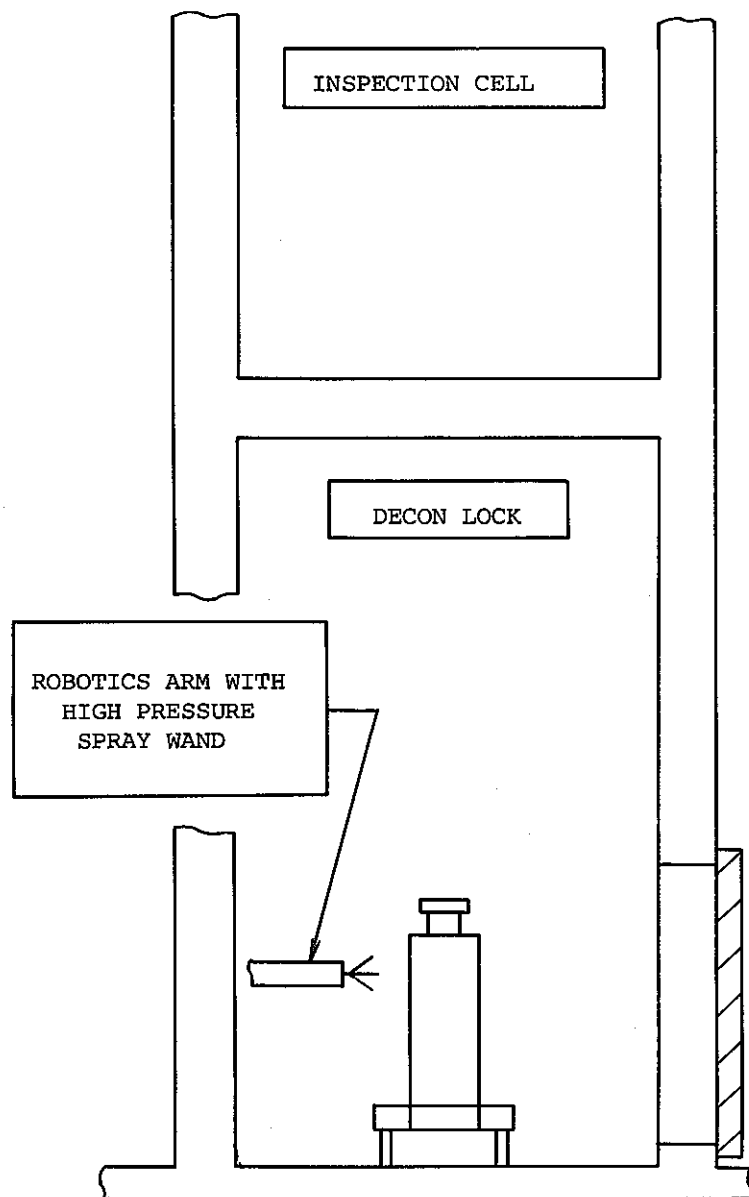
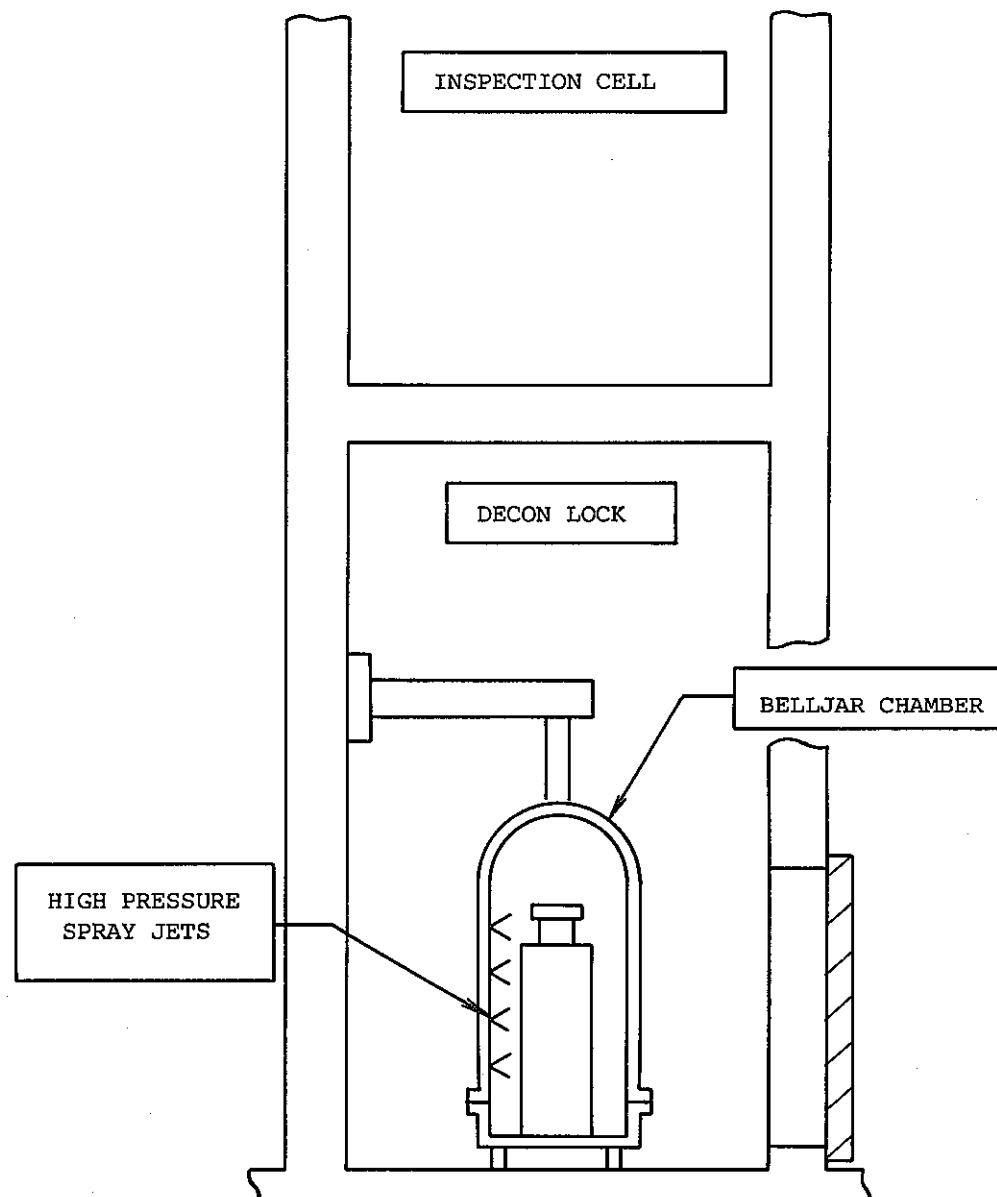


Fig. 3-2. Pilot Plan Configuration

-15-



A. OPEN SPRAY



B. CLOSED CHAMBER

Fig. 3-3. Options for Canister Decon Lock.

4. 選択されたシステムの概念設計

このセクションは、設計必要条件の表、キャニスター除染ロックと検査セルのために推薦された概念の記述を含んでいる。

4.1 除染ロックのための設計必要条件

ロックのための主な必要条件は、次の通りである。

1. B2Fフロアのローアプロセスセルの西壁に隣接し、B1Fの検査セルの直接下に位置すること。
2. 遮蔽壁が、ローアプロセスセルの壁と同等であること。
3. 全てのキャニスターハンドリングと除染操作が、ロックの南側のかべに位置した運転者用遮蔽窓を用い遠隔で行なえること。
4. 遮蔽扉は、プロセスセルへのハッチオープニングに備わっており、装置の直接補修のためにロックに入れる事を許していること。
5. 放射線源があり、人が入る事が禁ぜられる時には、ロック内での装置の故障を遠隔補修することが求められる。
6. プロセスセルへのハッチには、シール扉が必要である。そしてそれは防水性かつ気密性を有してなければならない。
7. ロックは、除染を容易にするためになめらかな仕上げのステンレス鋼で完全にライニングされること。
8. 床は、排水のために勾配がつけられること。ロック内部に残渣を集めるための遠隔で交換できるスクリーンバスケットを用意すること。
9. 排水は、ローアプロセスセル内にあるホールディングタンクへ重力流で送れること。
10. 1アームのテーチングロボットは、ロックの中でキャニスターとロックの内部表面の除染のために用いられること。
11. 高圧水スプレーは、遠隔交換できるノズルをもち、ロック内に設置されること。
12. 高圧スプレーポンプは、サービスエリアのセル外部に置かれること。スプレーシステムは、ワンスルーであること。
13. ロックは、高レベル固化体用キャニスター（直径430mm、高さ1500mm、重さ560kg）と固体廃棄物缶（直径755mm、高さ900mm、重さ3,000kg）を除染できること。
14. 充填されたキャニスターと缶をプロセスセルからロックへと遠隔で移送するためと、空キャニスターをロックからプロセスセルへ移送するために、装置が用意されること。
15. スプレーで除染している間にキャニスターと缶を引き上げたり回転させたりするため、装置がロック内に用意されること。

16. 遮蔽された換気ダクトは、除染ロックとプロセスセルの間に、除染ロック内側にペーパーデミスターをつけて用意されること。
17. セットダウンエリアが、B1Fフロアの検査セルへの移送ハッチの真下の除染ロック内に用意されること。
18. 風防ガラス用ワイパーが、遮蔽窓のセル内側に用意されること。
19. 除染ロック内の照明は、ウォータータイトであり、遮蔽窓を通る際の減衰ロスに基づいた照明であること。

4.2 検査セルの設計の必要条件

その主な必要条件は、

1. 検査セルは、除染ロックのすぐ上で1Fフロアの下に設置されること。
2. 遮蔽壁は、ローアプロセスセルの壁と同等であること。
3. 全てのキャニスターと缶の取扱いは、セルの南側の壁に設置した運転者用遮蔽窓から遠隔操作にて行なわれること。
4. 4つの高レベル固化体用キャニスターの徐冷炉に至るまでのスペースは、十分に用意されること。
5. キャニスターや缶を引き上げるためにセル床にポートが、用意されること。ポートは、ガスタイトで遮蔽カバーをされていること。
6. 放射線源があり人が入る事を禁じられている時には、装置の故障は、遠隔で修復できることが要求される。
7. 遮蔽アクセスドアは、装置を補修したり、セル内の除染をするために人が入室できるように用意されること。
8. ルーフポートは、キャニスターと缶を遮蔽されたキャスクへ引上げるために用意されること。
9. セル内表面は、除染を容易にするためステンレス鋼によってライニングされること。
10. ホイスト機構は、除染ロック、貯蔵ラック、キャスクローディングのためのセットダウンエリア間で、キャニスターと缶をつかみ、回転し、移送するために使うために用意されること。
11. MS マニピュレーターは、キャニスターと缶のスミア検査するために用いられること。
12. 放射能によるスミアサンプルは、セル壁に隣接して設置されているカウントステーションへ移送されること。セル内のスミア移送ポート末端は、マニピュレーターが簡単にとどく範囲に設置されること。
13. 貯蔵ラックを用意することで、小数のキャニスターと缶をセル内に用意しておけるようにし、除染ロックとキャスクハンドリングの操作を独立したスケジュールでできるようにす

ること。

14. 独立した排気ダクトが、セル用に用意されること。もし、ヘパフィルターがセルとルームの間に取り付けられたなら、直接補修室へ放出する事が出来るであろう。

4.3 全体システムの記述

キャニスター除染システムは、Fig. 4-1 に示されるようにロアプロセスセルの西側に置かれた。このシステムは、キャニスター除染セルやキャニスター検査セルからできている。

キャニスター除染セルは、-14mの高さに位置し、長さ4.9m、幅3.5m、高さ6mである。キャニスター除染セルは、ステンレス鋼で完全にライニングされている。床は、セルの東側の壁に沿ってドレン溝の方へ傾斜している。キャニスター検査セルは、除染セルの真上に置かれ7mの高さである。セルの寸法は、長さ4.9m、高さ5.5m、奥行1.02mである。検査セルもまた完全にステンレス鋼でライニングされている。

セルの全形状と機器配置は、図E-2051-0001, E-2051-0002, E-2051-0003 に示されている。

全ての装置の移送と除染操作は、各々のセルの南側の窓を通して制御され監視される。

キャニスターは、移送カート（図E-2051-0004 参照）によって除染セルの中へ運び込まれる。そのカートは、通常ロアプロセスセル内におかれる。カートの車輪は、レールに置かれ、プロセスセルからセル間のトンネルの端まで走る。カートは、ラックアンドピニオンによって作動する。カートの上部には、どちらのサイズの容器をも同じカートにのせられるようにした同心円のセットダウン具がついている。カートの上部は、カートの車台に相対して動く。これよりカートが、トンネルの端へ運転され、ロアプロセスセルとデコンセルを結び、キャニスターごとカートの上部を除染セル内へつき出させている。だから、カートレールは、除染セル内へ伸ばす必要はない。カートの上部は、ボールスクリュウアクチュエータによって駆動される。ロアプロセスセルと除染セル間の1mの段差により、プロセスセル内のレールにサポート構造を必要とする。除染セルのための遮蔽扉が、ロアプロセスセル側に置かれる。遮蔽扉は、図E-2051-0004 に示されるように、幅1.7m、高さ2.7m、厚さ0.5m、そして重さ177トンである。扉は、インセルマニピュレーターと20トンクレーンによって取り扱われ、遠隔補修と遠隔交換がなされている。カウンターウェイトが遮蔽扉を交換するのに必要とされた。なぜなら、クレーンフックが、扉の中央線にとどかないからである。扉は、レールの上に乗って動く2つの市販の車輪により支えられている。扉の車輪と駆動機構は、30トンの上部走行型の2組のボックスクレーンからなる。扉は、通常オープンで、除染セル内での直接保守をする時にだけ閉じられる。

ロアプロセスセルでの他の除染システムのコンポーネントは、25 gpmのポンプであり、除染操作からの排水をプロセス処理システムへポンプ引きするのに用いられた。セル壁に埋め

込まれた傾斜ドレン配管によりポンプを除染セルの水だめと結んでいる。そのポンプは、セル内のマニプレーターを用いて遠隔補修される。

除染セル内のシール扉は、図 E-2051-0005 に示されるように、除染セルとロープロセスセル間の水密やガスタイトのバリアをなしている。扉は、ウォータータイトリニアアクチュエーターでピボット式に閉じられパワー付クランプで戸締りされる。交換可能なゴムガスケットが用いられ、扉をシールする。

除染セル内のキャニスターのハンドリングは、壁掛け式 3 トンジブクレーンで行なわれる。これは、市販のクレーンで、かつ、移送カートがセル内にオーバハングする点から除染運転が行なわれるセル内の幾何学的中心までキャニスターを運ぶのに用いられる。クレーンは、パワーローティターグリップをもっている。各サイズのキャニスター用グリップが、セル内に貯蔵されている。

マニピュレーターは、北側のセル壁の垂直ブリッジに取り付けられる。このユニットは、PAR モデル 2000WP/SS ブームとブリッジ同等品である。マニピュレータは、4 つのセル壁全てに届く事が出来る。マニピュレータは、セル内での全ての除染操作と遠隔保守作業をなしとげる。マニピュレータは、除染操作のために回転する高圧スプレーノズルを操縦する。高圧水は、セルの西側の壁上の高圧ホースリールに、セル外ポンプから直接送り込まれる。そのホースは、マニピュレーターで取り出され、スプレーノズルを固定する。高圧ポンプは、B2F の操作室に置かれる。可動コンポーネントへの全ての電力と操作信号は、ケーブルとケーブルリールによって送られる。北側のセル壁の 2 つの電気用貫通により、セル内へ信号と電力が送られる。

遮蔽エアダクトは、除染セルとロープロセスセルを結んでいる。ダクトのプロセスセル端には、送風機と粗いフィルターがある。除染セル端には、デミスターがあり、セル内に存在する空気からの水蒸気を取り除いている。デミスターのドレンは、セルの水だめへ排水される。ダクトもまた、検査セルと除染セルを結んでいる。ヘパフィルターは、ダクトの両端に取り付けられる。空気の流れは、いつも検査セルから除染セル及びロープロセスセルの中へと流れる。

セルの南側壁の遮蔽窓は、可動遮蔽扉にはめ込まれている。遮蔽扉は、直接保守のため、除染セルに人が入れるようにしている。扉は、エアベアリングで動く。窓には、インセルワイパーがついている。

除染セルと検査セル間のハッチは、除染セル内のキャニスターを置く場所の真上に位置している。これにより検査セルの 3 トンブリッジクレーンが、キャニスター移送を行なう。ハッチは、遮蔽プラグとシール扉の 2 つの部分からできている。モータードライブのハッチカバーによりガスタイトシールを行なう。遮蔽プラグは、ブリッジクレーンで取り除ける。

キャニスターが、検査セルの中へ持ち上げられたとき、セルの南側壁のマスタースレープワークステーションの前に置かれる。キャニスターは、検査セルの中へ置かれる前に、よごとにおいてきれいな状態である事を保証するためにチェックされなければならない。スミアサンプルは、ワークステーションに隣接した投下装置に送られる。サンプルは、B2F の操作室にあるグローブ

ボックスの中へ落ちる。サンプルは、グローブボックス内のカウンターでチェックされる。クリーンキャニスターは、貯蔵場所に置かれる。ダーティな缶は除染セルに送り戻される。きれいな高レベル固化体用キャニスターは、また、セルの北側の端の4つの徐冷炉のうちの1つに直接入れられる。高レベル固化体用キャニスターのための4つの貯蔵場所と固体廃棄物用缶のための4つの場所が用意される。

ハンドリングオペレーションは、3トンブリッジクレーンで行われる。テレスコチューブ付マニピュレータは、ブリッジクレーンと同じ高さのレールで操縦される。セルは、直接保守であるが、故障を遠隔で修復させたり、クレーングリップのとりかえようなルーティンオペレーションのためにマニピュレータは、必要とされる。ブリッジ搭載のテレスコチューブマニピュレータは、ACTOR図面、#SKC-2374-01と同等品である。ブリッジクレーンは、スタンダードなAmerican Crane and Equipment Company (Aceco)の3トントップランニング duo-boxブリッジクレーンに基づいている。

信号と電力の伝達は、ケーブルやケーブルレールを経て行なわれる。マニピュレータブリッジのためのケーブルリールは、北側のセル壁に位置し、クレーンブリッジのケーブルリールは、南側のセル壁に位置する。電気用貫通は、南側のセル壁に位置している。

2つに分かれるポートは、セルからキャニスター移送ルームへ異なったキャニスターを移送するのに用いられる。高レベル固化体用キャニスター用ポートは、上部で徐冷炉の南側に位置する。固体廃棄物用缶は上部で、除染セルへのポートの西側に位置する。両ポートは、設計が同じであり単に直径が異なるだけである。各々には、モーター駆動のスライド遮蔽プラグやリフトからおろすときのシールハッチを備えている。

セル内のビューイングは、マスタースレーブワークステーションの窓からとテレビカメラから行なり。窓は、除染セルの窓と同じく可動の遮蔽扉に取り付けられている。

セルの中への空気の流れは、南側のセル壁の遮蔽ダクトを経てきている。ヘパフィルターが、ダクトのセル外の末端に置かれる。セル冷却システムが必要となるであろう。サイズは、徐冷炉や評価すべきものからのヒートロードに基づく。

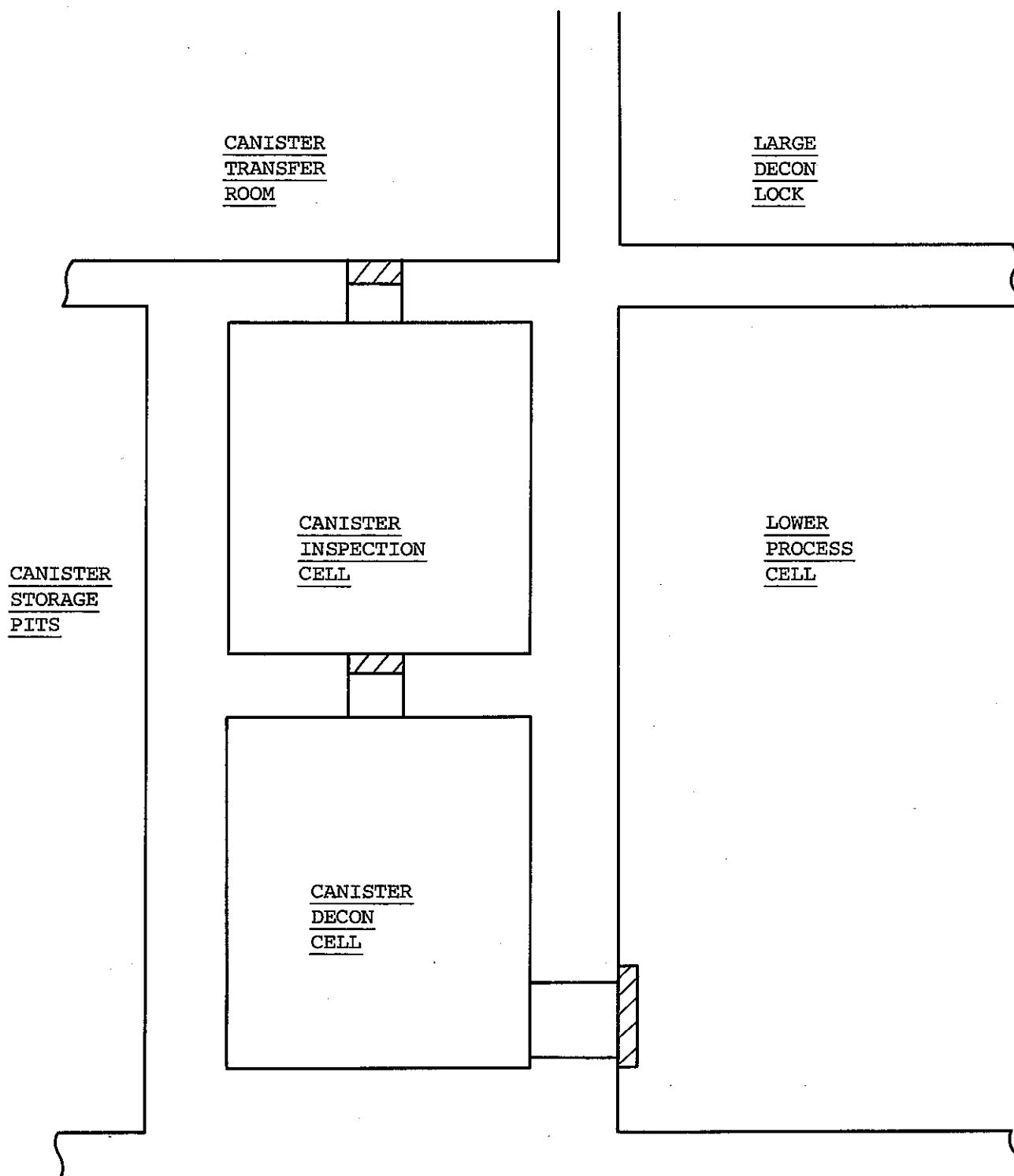
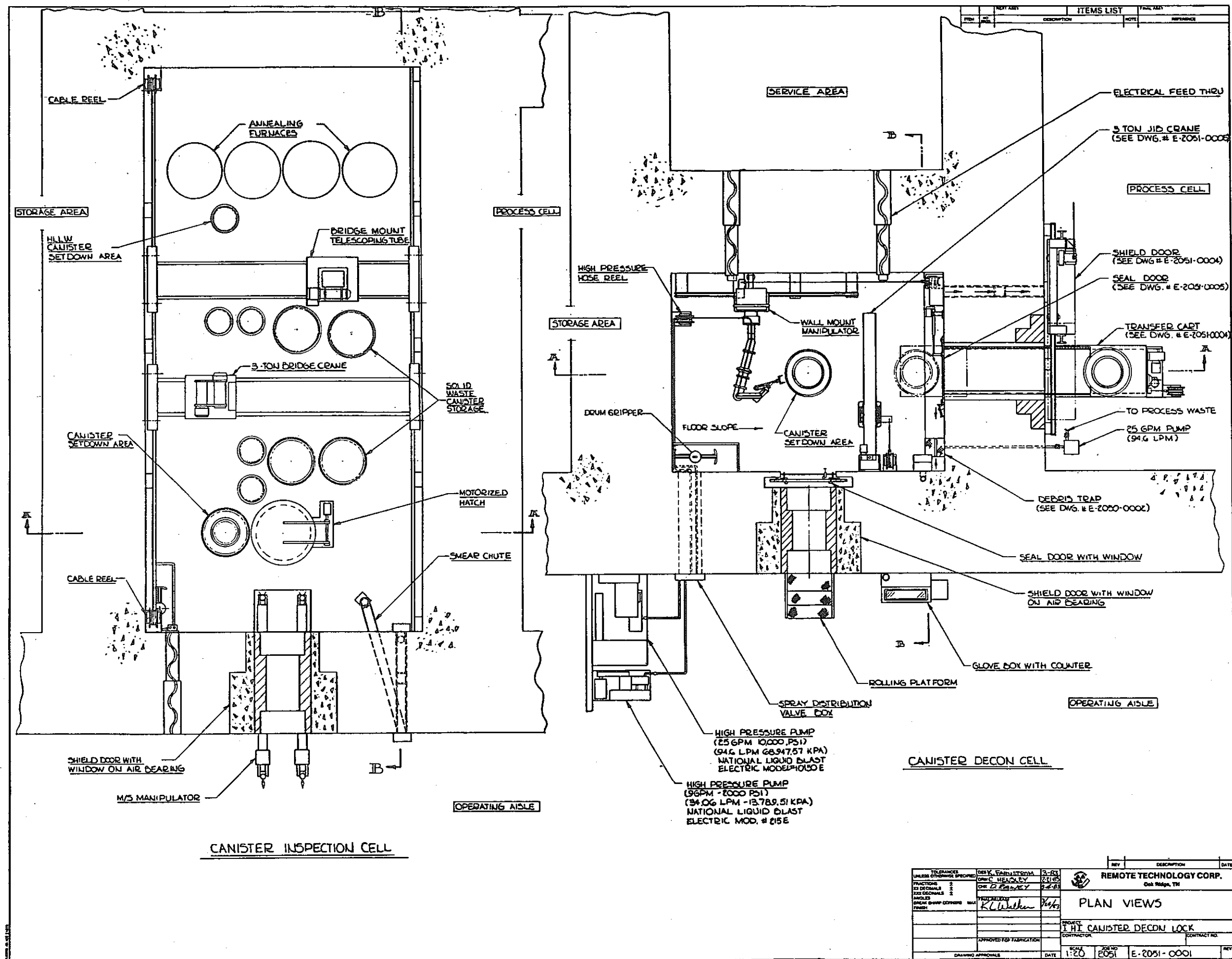
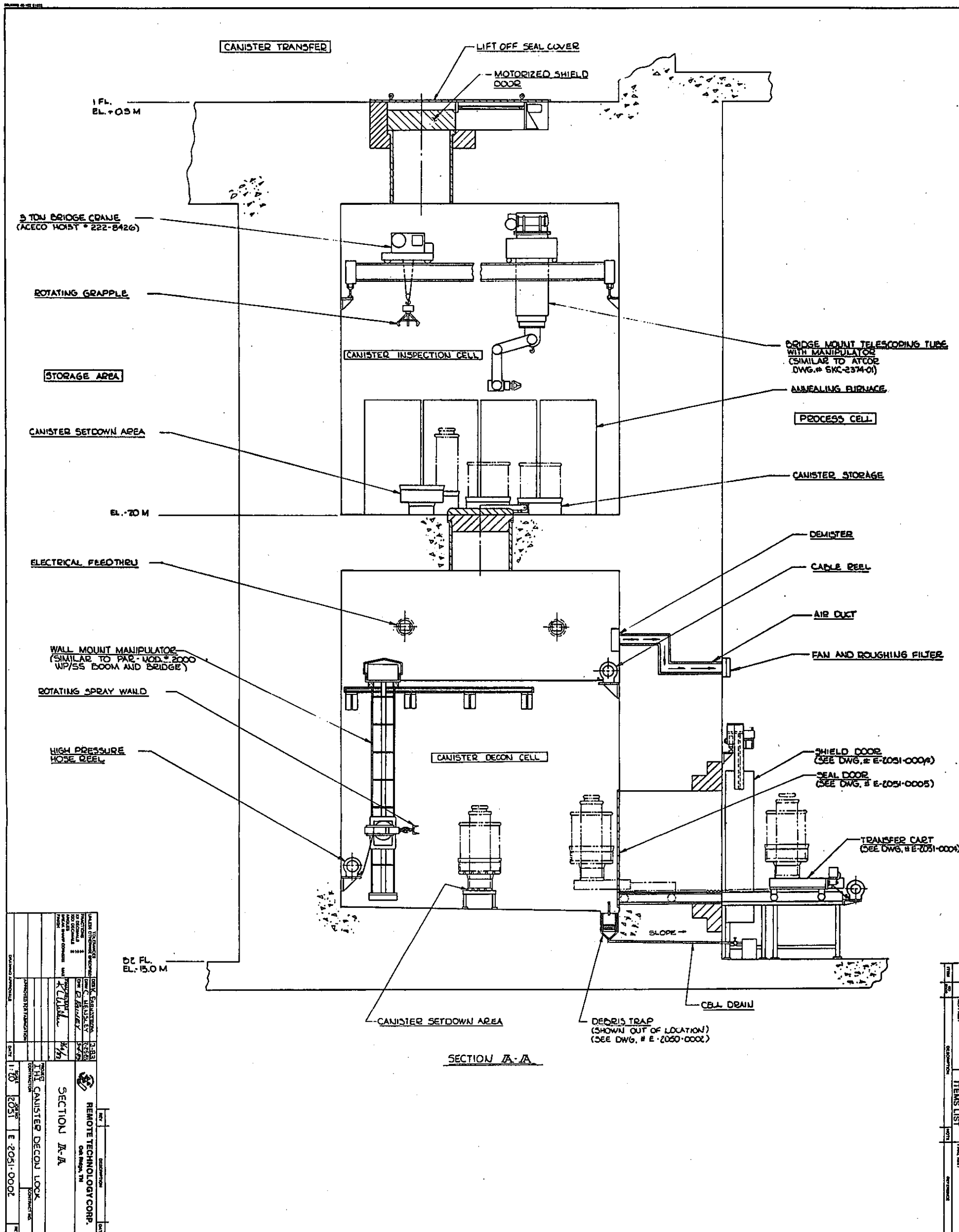
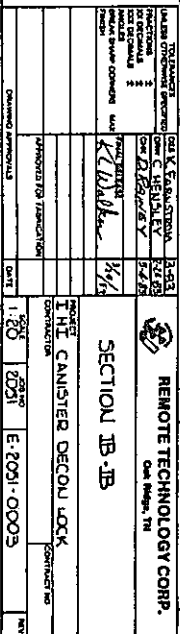
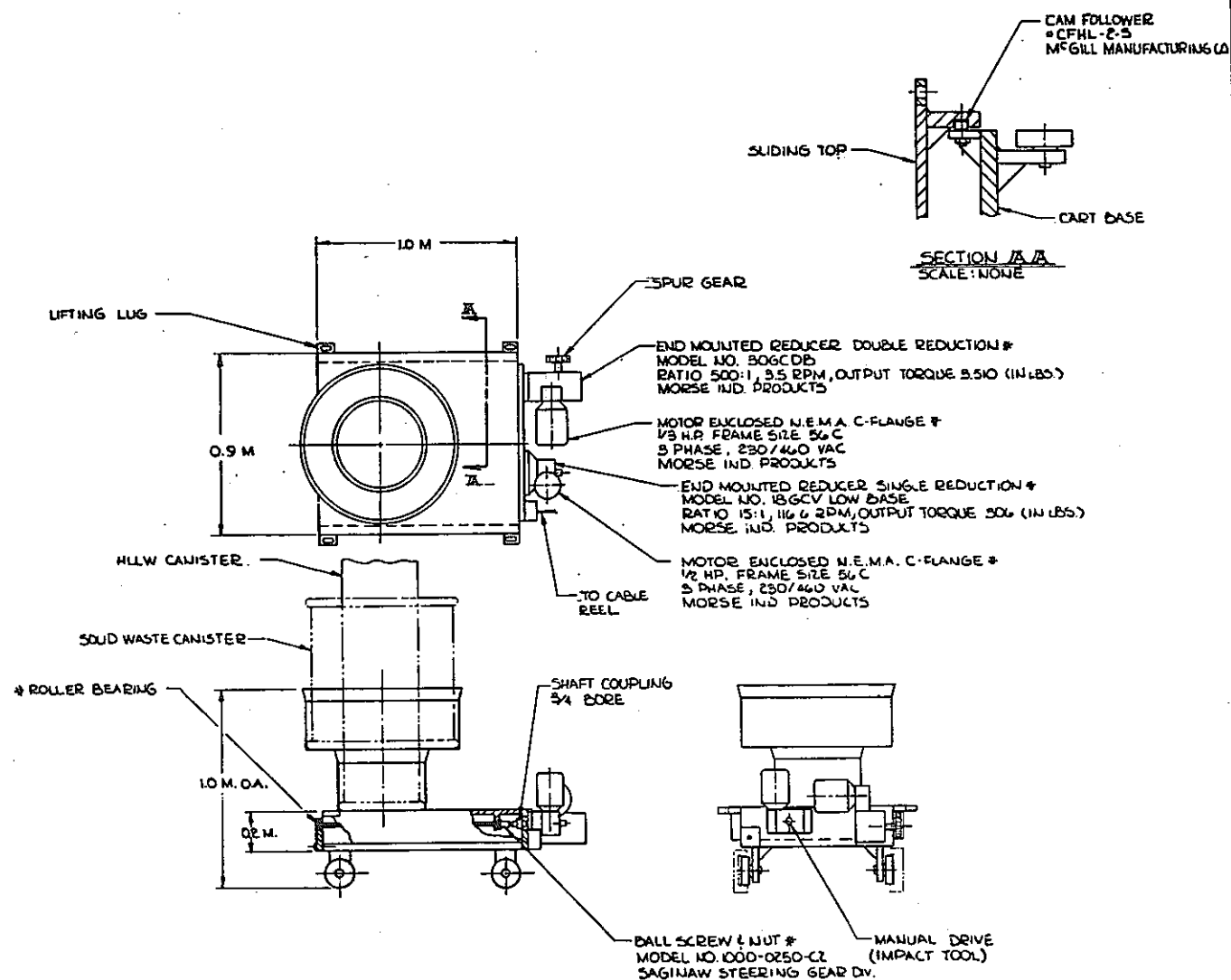
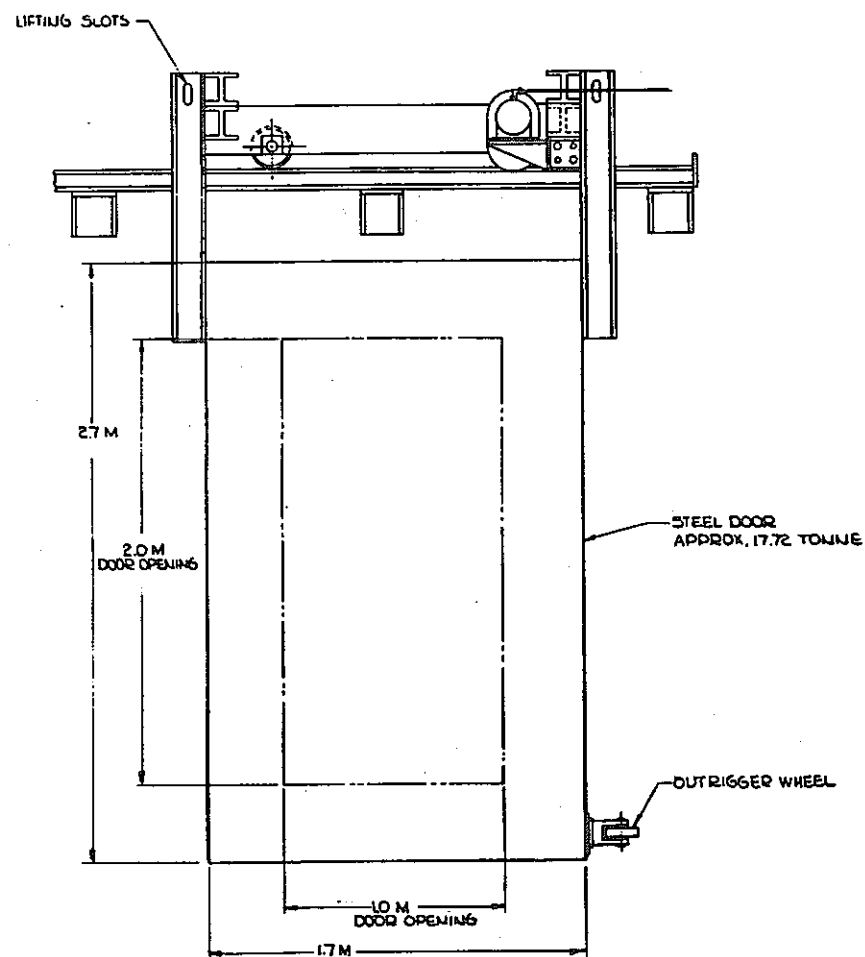


Fig. 4-1. Location of Canister Decon System.







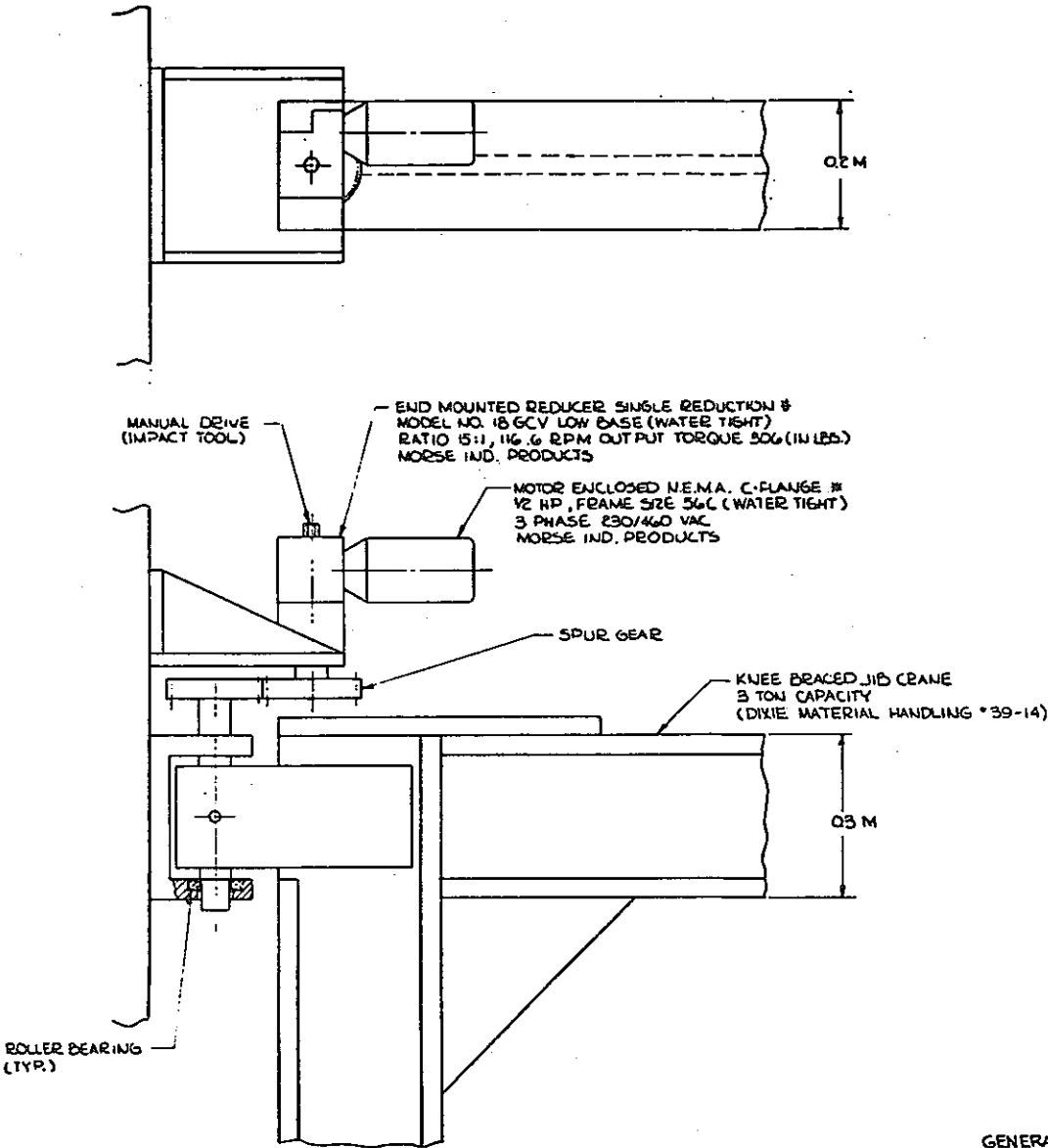


TRANSFER CART

GENERAL NOTES:

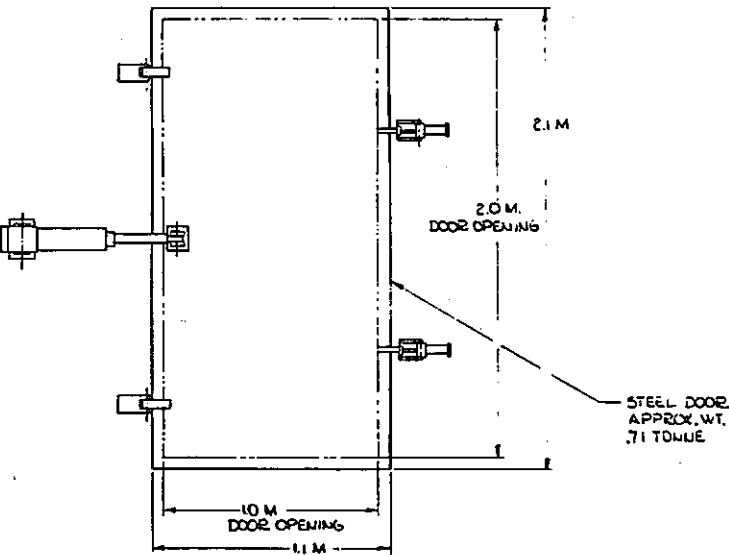
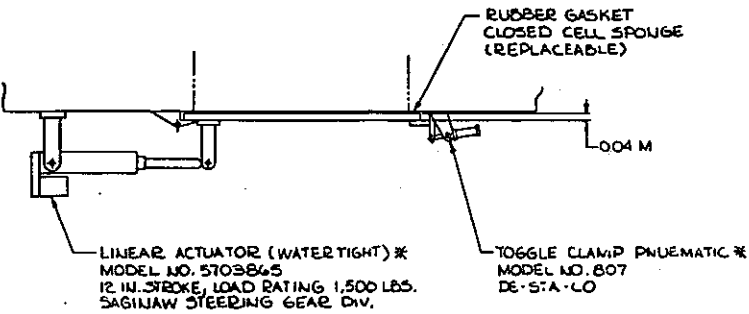
1. # INDICATES ITEMS OR ASSEMBLIES
THAT ARE REMOTELY REPLACEABLE.
2. COUNTER BALANCED LIFTING FIXTURE WILL BE
REQUIRED TO REMOVE SHIELD DOOR

[illegible]



JIB CRANE MODIFICATION

GENERAL NOTES
1. # INDICATES ITEMS OR ASSEMBLIES THAT ARE REMOTELY REPLACEABLE.



SEAL DOOR
DECON LOCK

REV	DESCRIPTION	DATE
1	REVISION	1-83
2	REVISION	2-83
3	REVISION	2-83
4	REVISION	2-83
5	REVISION	2-83
6	REVISION	2-83
7	REVISION	2-83
8	REVISION	2-83
9	REVISION	2-83
10	REVISION	2-83
11	REVISION	2-83
12	REVISION	2-83
13	REVISION	2-83
14	REVISION	2-83
15	REVISION	2-83
16	REVISION	2-83
17	REVISION	2-83
18	REVISION	2-83
19	REVISION	2-83
20	REVISION	2-83
21	REVISION	2-83
22	REVISION	2-83
23	REVISION	2-83
24	REVISION	2-83
25	REVISION	2-83
26	REVISION	2-83
27	REVISION	2-83
28	REVISION	2-83
29	REVISION	2-83
30	REVISION	2-83
31	REVISION	2-83
32	REVISION	2-83
33	REVISION	2-83
34	REVISION	2-83
35	REVISION	2-83
36	REVISION	2-83
37	REVISION	2-83
38	REVISION	2-83
39	REVISION	2-83
40	REVISION	2-83
41	REVISION	2-83
42	REVISION	2-83
43	REVISION	2-83
44	REVISION	2-83
45	REVISION	2-83
46	REVISION	2-83
47	REVISION	2-83
48	REVISION	2-83
49	REVISION	2-83
50	REVISION	2-83
51	REVISION	2-83
52	REVISION	2-83
53	REVISION	2-83
54	REVISION	2-83
55	REVISION	2-83
56	REVISION	2-83
57	REVISION	2-83
58	REVISION	2-83
59	REVISION	2-83
60	REVISION	2-83
61	REVISION	2-83
62	REVISION	2-83
63	REVISION	2-83
64	REVISION	2-83
65	REVISION	2-83
66	REVISION	2-83
67	REVISION	2-83
68	REVISION	2-83
69	REVISION	2-83
70	REVISION	2-83
71	REVISION	2-83
72	REVISION	2-83
73	REVISION	2-83
74	REVISION	2-83
75	REVISION	2-83
76	REVISION	2-83
77	REVISION	2-83
78	REVISION	2-83
79	REVISION	2-83
80	REVISION	2-83
81	REVISION	2-83
82	REVISION	2-83
83	REVISION	2-83
84	REVISION	2-83
85	REVISION	2-83
86	REVISION	2-83
87	REVISION	2-83
88	REVISION	2-83
89	REVISION	2-83
90	REVISION	2-83
91	REVISION	2-83
92	REVISION	2-83
93	REVISION	2-83
94	REVISION	2-83
95	REVISION	2-83
96	REVISION	2-83
97	REVISION	2-83
98	REVISION	2-83
99	REVISION	2-83
100	REVISION	2-83

5. オペレーティングフィロソフィー

このセクションは、キャニスター除染システムの使用にあたっての一連のステップの概念記述である。

5.1 キャニスター除染のための準備

次のステップは、キャニスター除染の準備の記述である。操作は、セルの南壁の監視窓からコントロールすべきである。ステップは、次の通りである。

1. ロアプロセスセル内の移送カートの位置を定める。
2. 除染セル内のジブクレーンへ正しいグリップを取り付ける。
3. ロアプロセスセル内の移送カートの上へキャニスターを設置する。
4. 除染セルのシール扉を開く。
5. 除染セルに缶を移送する。
6. ジブクレーンのグリップでキャニスターを取扱う。
7. キャニスターを吊り上げ、キャニスターのセットダウンエリアへ動かす。
8. プロセスセルへカートに戻す。
9. シール扉を閉める。

5.2 キャニスター除染操作

除染シーケンスのはじめに、キャニスターは、キャニスターセットダウンエリア上でジブクレーンによってつかまれる。

その除染ステップは、次の通りである。

1. 缶の底にスプレーノズルをあてる。
2. キャニスターの回転を始める。
3. 除染スプレーをスタートする。
4. サンプポンプをスタートする。
5. キャニスターとセットダウン用具の底と側面を除染する。
6. スプレーをストップし、セットダウン用具にキャニスターを置く。
7. ジブクレーンを開放し、ジブクレーンをしまい込む。
8. スプレーをスタートし、キャニスターのトップを除染する。

5.3 キャニスターの検査

キャニスターは除染され、検査のため準備される。そのステップは、次の通りである。

1. 3トンプリッジクレーンを検査セルの移送ハッチ上に位置する。

2. モーター駆動のシールハッチを開く。
3. ブリッジクレーンで遮蔽プラグをはずす。
4. ブリッジクレーンに正しいグリップを取り付ける。
5. 除染セルの中へグリップをおろしキャニスターをつかむ。
6. 検査セルの中のキャニスターを上げる。
7. MSマニピュレーターでキャニスター表面のスミアサンプルをとる。

NOTE：もし必要なら、キャニスターのスポット除染を簡単にするためにスミアの採取点をマークする。

8. 個々のスミアサンプルをスミア投下装置に入れる。
9. B2Fのグローブボックスでスミアサンプルを測定する。
10. もしきれいなら、貯蔵場所にキャニスターを移送する。

NOTE：高レベル固化体用キャニスターもまた、徐冷炉に直接入れる事が出来るであろう。

11. ポートに遮蔽プラグを再び置く。
12. モーター駆動ハッチを閉じる。

5.4 キャニスターの除去

検査セルからのキャニスターの除去は、底からのローディングタイプの移送キャスクによってなされるであろう。

そのステップは、次の通りである。

1. 検査セルの正しいセットダウンエリアにキャニスターを置く。
2. しまい込む場所にブリッジクレーンを動かす。
3. キャニスター移送ルームのポート上のシールカバーを手動で除去する。
4. キャニスター移送ルームのポート上にボトムローディングキャスク（BLC）を置く。
5. ポートとキャスクのスライディング遮蔽扉を開ける。
6. BLCからグリップをおろし、キャニスターをつかむ。
7. BLCの中へキャニスターを引き上げる。
8. 遮蔽扉を閉じる。
9. BLCを動かす。
10. シールカバーを再び置く。

6. 保守フィロソフィー

キャニスター除染システムのコンポーネントの修理は、除染セルと検査セルの両方に人が入り込んで直接保守することによって簡単に行なえる。しかしながら、そこで遠隔保守または故障を遠隔で修理させることが必要となるいくつかの特殊なケースもある。

6.1 除染セル

実際にロープロセスセルに置かれる除染セルに関連するコンポーネントは、遠隔保守されなければならない。

これらは、次の通りである。

- 移送カート
- 遮蔽扉
- サンプポンプ

6.1.1 移送カート

移送カートは、インセルクレーンとテレスコチューブマニピュレータを用いて遠隔保守させるように設計された。

その主要点は、次の通りである。

- ケーブルリールとモーターは、テレスコチューブマニピュレータを用い、カートのその場所で交換される。
- もしカートが、完全に移送トンネルに入らないとすれば、インパクトレンチをもったマニピュレータでカートを動かしてしまい込む場所へ戻ることができる。
- もしカートがトンネルの中で故障すると、クレーンでカートサポートテーブルとレールを引っ張り、カートをロープロセスセルへ戻ることができる。

NOTE：これらは、遮蔽扉を閉じるためにもできなければならない。

6.1.2 遮蔽扉

遮蔽とドライブコンポーネントは、遠隔保守できるように設計されなければならない。その主要点を次に示す。

1. ケーブルリールと駆動用モーターは、インセルテレスコチューブマニピュレータを用い、扉のその場所で遠隔で交換される。
2. もし駆動用モーターが故障すると、テレスコチューブマニピュレータとポータブルインパクトレンチを用いることによって扉の開閉は可能となる。
3. 上部支持車輪には、遠隔で取り換える事の出来るモデルが取り付けられる。しかし、

これらのモジュールを取り換えるため、壁レールから扉を取り外す事は、さけられないであろう。取り外しは、次のようにしてなされる。

- ケーブルをはずす。
- インセルクレーンで扉を取り外し、扉を回転させてセルフローに水平にする。
- テレスコチューブマニピュレーターを用いて車輪モジュールを交換する。
- 扉のフレームと遮蔽インサートを再び取り付け。

NOTE：別のアプローチとしては、扉を起こし、そこからテレスコチューブマニピュレーター（扉の取り外しには必要としない。）によって車輪モジュールを取り外すために遠隔でジャッキアップする装置を使うことになる。

6.1.3 サンプポンプ

ポンプは、テレスコチューブマニピュレーターによって遠隔交換される。これらは、次に示すことによってなされる。

- 2つの弁を閉じる。
- 電気ケーブルをはずす。
- 2つの配管継手を開ける。
- ポンプモジュールを再び置く。

6.1.4 除染セルのコンポーネント

除染セルのコンポーネントは、直接保守として設計される。しかし、セル内のキャニスターを吊っているジブクレーンが故障すれば、遠隔修復が要求されるであろう。壁掛けマニピュレーターには、ポータブルインパクトレンチによってクレーンを操作する能力がある。よごれたキャニスターは、移送カートに戻され、ロープロセスセルへ戻されるであろう。きれいな缶は、検査セルのブリッジクレーンによって検査セルへ移送できるであろう。移送カート用レールは、プロセスセルの遮蔽扉を閉じるためにトンネルから引き出されなければならない。他のコンポーネントの故障は、セルからキャニスターの取り除きを損なわないのであろうし、そして特別修復用設備を必要としないのであろう。

6.1.5 検査セル

セル内の機器は、直接保守されるであろう。これを行なうには、全てのキャニスターは、セルから取り去られなければならない。ブリッジクレーンは、キャニスターを移送するためにだけ必要なコンポーネントなので、その故障はきわめて危険なケースとなる。このケースでは、テレスコチューブマニピュレータは、ポータブルインパクトレンチを用いてクレーンホイストを操作出来る。もしクレーントロリーかブリッジドライブが故障すると、マニピュレータは、ド

ライブできなく、それを押すかまたは、クレーンブリッジを引かなければならない。テレスコチューブは、マニピュレーター重量を越えて吊上荷重1.5トンのキャパシティを持っている。これは、高レベル固化体用キャニスターを移送するのに用いる事が出来るであろう。1.5トンの重量を越える固体廃棄物用缶は、上記で論じた方法で回復されなければならない。

7. コストとスケジュールの評価

コストとスケジュールの評価は、キャニスター除染システムのために行なわれた。評価は、Fig. 7-1に要約して述べた。

コスト評価は、合衆国内で行なわれるエンジニアリング、購入、製作を1983年USAドルに基づいて行なわれる。

エンジニアリングコストには、設計製図、製作製図、そして製作仕様書が含まれる。

製作コストは、機械加工費、組立費、試験費を含む。

10パーセント(%)の利益マージンが製作とエンジニアリングのコストに含まれている。調達コストは、サプライヤーから受けたインフォメーションに基づいている。

小品のコンポーネントにはHEPAフィルター、デミスター、ケーブルリール、ポンプ、そして金物類を含む。

調達期間は、エンジニアリング製作と購入期間から成る。

コストとスケジュールに対する偶発性は含めなかった。

コスト評価は、徐冷炉、遮蔽窓、エアベアリング扉に建設に用いるのに考えられたいくつかの品々を含めていない。

また、コストには、機器の設置、輸送費や製造の連絡を含めていない。

ITEM	COMMERCIAL COMPONENTS & MATERIAL	FABRICATION	ENGINEERING	PROCUREMENT TIME	TOTAL
<u>DECON CELL</u>					
A. Seal Door*	\$ 5,600	\$ 5,800	\$ 12,000	6 Months	\$ 23,400
B. Jib Crane Assy.*	\$ 11,400	\$ 9,700	\$ 15,000	8 Months	\$ 36,100
C. Wall Mount Manipulator*	\$ 225,000	\$ 25,000	\$ 40,000	13 Months	\$ 290,000
D. Miscellaneous Equipment	\$ 6,400	\$ 20,000	\$ 38,200	7 Months	\$ 64,600
E. Shield Door*	\$ 34,900	\$ 28,800	\$ 29,000	9 Months	\$ 92,700
F. Spray System	\$ 53,900	\$ 15,000	\$ 24,900	5 Months	\$ 93,800
G. Transfer Cart*	\$ 8,800	\$ 12,300	\$ 37,000	10 Months	\$ 58,100
<u>INSPECTION CELL</u>					
A. 3 Ton Crane*	\$ 25,000	---	\$ 6,900	7 Months	\$ 31,900
B. Telescoping Tube*	\$ 850,000	\$ 5,900	\$ 7,500	15 Months	\$ 863,400
C. M/S Manipulator (Pair)*	\$ 130,000	---	\$ 6,200	10 Months	\$ 136,200
D. Manipulator Arm*	\$ 150,000	\$ 5,900	\$ 9,500	15 Months	\$ 165,400
E. Miscellaneous Equipment	\$ 6,600	\$ 7,500	\$ 10,000	7 Months	\$ 24,100
F. Glove Box	\$ 2,900	\$ 6,200	\$ 6,900	5 Months	\$ 16,000
TOTALS	\$1,510,500	\$142,100	\$243,100		\$1,895,700

*Control Systems Included

Fig. 7-1. Cost and Schedule Estimate.

8. 結論とリコメンデーション

キャニスター除染システムの主な目的は、高レベル固化体用キャニスターの外部表面をスミアブルクリーンにすることである。合衆国では、今、このタイプのシステムの開発に向けて大きな努力が払われている。この報告書で記述されているシステムは、現在までの合衆国の計画の結果に基づいている。合衆国の経験では、スミアブルクリーンな高レベル固化体用キャニスターを得るためには、2つのステップの除染プロセスが必要である。はじめのステップは、ガラスフリットと水を用いる研磨ブラストである。最後のステップは、高圧水スプレーである。合衆国での試験では、高圧水スプレーでは、廃棄物キャニスターの外部にこびりついた酸化物を除去出来ないであろう事を実証した。合衆国とPNCの間のガラス固化プロセス上の類似点から、合衆国のキャニスターにみられたこびりついた酸化物が、PNCキャニスターにもまたみられるということを指摘している。したがってPNCパイロットプラントには、ローアプロセスセルに研磨ブラスティングチャンバーを必要とするであろう。研磨に用いたフリットは、集められ、メルターに送り込まれる。このチャンバーの設計は、始められるべきである。この設計には、どんな新しい技術の開発をも必要としない。市販のコンポーネントを、遠隔保守のために改造するだけで用いる事が出来る。その設計は、合衆国での開発努力の結果を基にすべきである。その試験をリピートするために時間とお金をかけるのは、PNCにとって必要ではない。

この報告書に記述されたシステムは、除染プロセスの最後のステップに用いられるべきである。研磨ブラスティングチャンバーで高圧スプレーをふきかけても、キャニスターを取り出すとき結果としてキャニスターが再汚染される。したがって、2つのプロセスが必要である。これはまた、固体廃棄物缶が、高レベル固化体用キャニスターと同じパスを経ることを認めている。固体廃棄物缶は、研磨ブラスティングのステップを必要としない。この報告書で記述したキャニスター除染システムの設計は、両タイプのキャニスターに適応する。このシステムの設計は、現在市販されている機器に基づいて考えられている。機器は、直接保守用ではなく故障の場合、遠隔で修復できるように改造された。全ての設計の必要条件は、かなえられた。このシステムのための開発計画は、必要ない。マニピュレータアームのスピード、スプレーノズルと被対象物間の間隔、水の消費量といったパラメーターを実験的に決めるために、高圧スプレーシステムを取得することは望ましいことである。

APPENDIX A
EQUIPMENT SUPPLIER INFORMATION

EQUIPMENT

High Pressure
Spray System

Seal Door
Power Clamps

Jib Crane

Seal Door
Actuator

3 Ton Bridge Crane

SUPPLIER

National Liquid Blast
29830 Beck Road
Wixom, MI 48016

De-Sta-Co
350 Midland Avenue
Detroit, MI 48203

Hercules Ind.
Nashville, TN

Saginaw Steering Gear Div.
Actuator Products Group
Saginaw, MI 48605

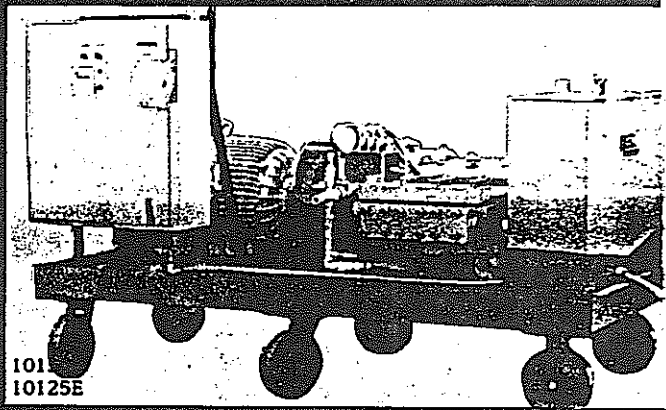
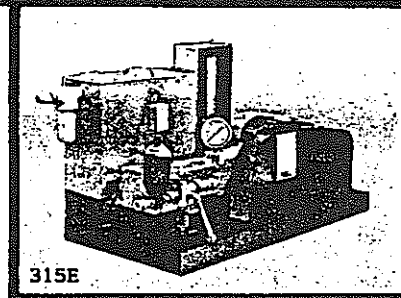
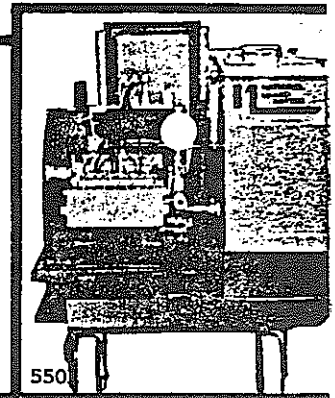
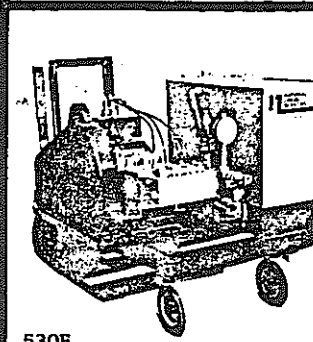
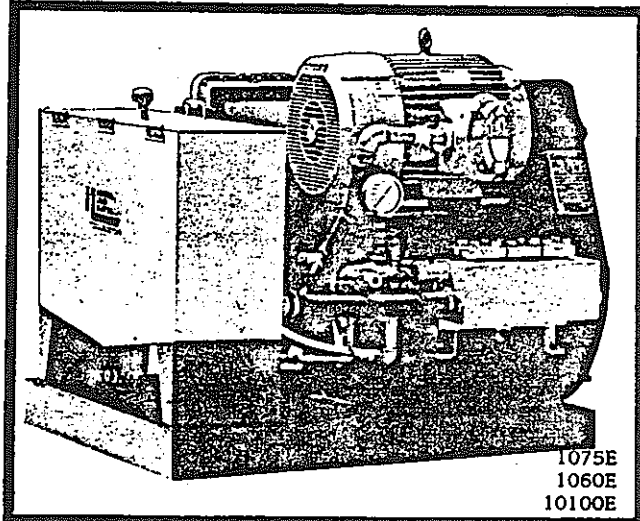
American Crane & Equipment Co.
605 Old Swede Road
Douglassville, PA 79518

NLB EQUIPMENT IS JOB-DESIGNED . . . SELECT THE RIGHT MODEL FOR THE JOB!

All NLB waterblasting models carry a one-year conditional warranty. Our industrial units, equipped with either diesel, gasoline or propane powered engines, are skid- or trailer-mounted. Electrical powered NLB blasters are available in drip-proof, TEFC*, or explosion-proof models, and may be skid- or dolly-mounted.

NATIONAL LIQUID BLAST
29830 BECK ROAD
WIXOM, MI. 48096 USA

*Totally Enclosed, Fan-Cooled



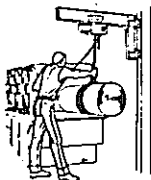
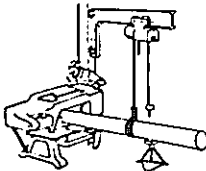
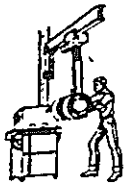
ELECTRICAL MODEL SELECTION GUIDE

Electrical Model	GPM	PSI
* 10150E	25	10,000
8150E	32	8,000
6150E	40	6,000
4150E	64	4,000
10125E	20	10,000
8125E	26	8,000
6125E	36	6,000
1075E	12	10,000
875E	16	8,000
675E	20	6,000
475E	32	4,000
1060E	10	10,000
860E	12	8,000
660E	16	6,000

Electrical Model	GPM	PSI
10100E	15	10,000
8100E	19	8,000
6100E	23	6,000
550E	14.75	5,000
350E	22	3,000
530E	9	5,000
330E	12	3,000
* 315E	7.5	3,000
* 215E	9	2,000
115E	10.5	1,500

KNEE-BRACE JIB CRANE

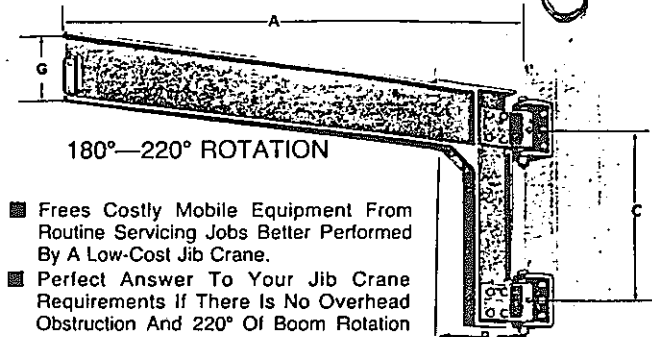
AFFORDS MAXIMUM HEADROOM



Model No.	A Ft.	B	C	G	Wt. Lbs.	Unit Price
1000 LB. CAPACITY						
38-85	8'0"	1'9"	3'6"	7"	341	444.00
38-86	10'0"	2'0"	3'6"	8"	403	470.00
38-87	12'0"	2'2"	3'6"	8" C	521	540.00
38-88	14'0"	2'6"	3'6"	10" C	622	685.00
38-89	16'0"	2'8"	3'6"	10" C	742	710.00
38-90	18'0"	3'2"	4'0"	12" C	926	860.00
38-91	20'0"	3'4"	4'0"	12" C	1015	895.00
2000 LB. CAPACITY						
38-92	8'0"	2'2"	3'6"	8"	393	510.00
38-93	10'0"	2'6"	3'6"	10"	469	540.00
38-94	12'0"	2'10"	4'0"	12"	597	690.00
38-95	14'0"	3'0"	4'0"	12" C	863	880.00
38-96	16'0"	3'2"	4'0"	12" C	999	920.00
38-97	18'0"	3'7"	5'0"	15" C	1263	1175.00
38-98	20'0"	3'9"	5'0"	15" C	1372	1195.00
4000 LB. CAPACITY						
39-06	8'0"	2'6"	5'0"	12"	561	744.00
39-07	10'0"	2'8"	5'0"	12"	616	772.00
39-08	12'0"	3'0"	5'0"	15"	815	860.00
39-09	14'0"	3'0"	5'0"	15" C	1143	1171.00
39-10	16'0"	3'0"	5'0"	15" C	1311	1278.00
39-11	18'0"	3'0"	5'0"	18" C	1579	1448.00
39-12	20'0"	3'0"	6'0"	18" C	1801	1589.00
6000 LB. CAPACITY						
39-13	8'0"	3'0"	5'0"	12"	691	885.00
39-14	10'0"	3'0"	5'0"	12"	759	928.00
39-15	12'0"	3'0"	5'0"	15"	975	1064.00
39-16	14'0"	3'0"	5'0"	15" C	1195	1204.00
39-17	16'0"	3'0"	6'0"	18" C	1481	1386.00
39-18	18'0"	3'2"	7'6"	20" C	1860	1627.00
39-19	20'0"	3'2"	7'6"	20" C	2270	1887.00
10,000 LB. CAPACITY						
39-20	8'0"	3'8"	6'0"	12"	1180	1308.75
39-21	10'0"	3'8"	6'0"	15"	1350	1426.25
39-22	12'0"	3'8"	6'0"	18"	1521	1499.95
39-23	14'0"	3'8"	6'0"	18" C	1794	1651.25
39-24	16'0"	3'10"	7'0"	20" C	2512	2052.50
39-25	18'0"	3'10"	8'0"	24" C	3020	2334.95
39-26	20'0"	3'10"	8'0"	24" C	3308	2496.25

The letter "C" in the G dimension column indicates beams which are channel capped.

ALLOW 3 - 4 WEEKS FOR SHIPMENT
FOB NASHVILLE
OR OHIO



- Frees Costly Mobile Equipment From Routine Servicing Jobs Better Performed By A Low-Cost Jib Crane.
- Perfect Answer To Your Jib Crane Requirements If There Is No Overhead Obstruction And 220° Of Boom Rotation Is Adequate.

Manufactured by
HERCULES industries
Nashville, Tennessee, U.S.A.

1000 TO 10,000 LB. CAPACITY for use where close hook approach to the vertical member is not necessary. This type of construction restricts trolley action to the furthest extremity of knee-brace but smaller capacity cranes have been modified to minimize this brace limitation. Jib crane is designed to be attached to a properly engineered building column, wall or similar support. Any standard trolley equipped with electric, pneumatic or hand chain hoist can be adjusted to operate on lower flange of jib boom.

ALL STEEL HINGE ASSEMBLIES are equipped with steel pins, bronze bearings and hardened thrust washers. All bearing surfaces are fitted for pressure lubrication, assuring free swinging jib under all loading conditions. Fabricated steel brackets clamp on both sides of vertical member of jib crane thus affording double shear on all parts of the hinge. Column mounted, this crane affords a 220 degree arc . . . wall mounted, 180 degrees. Bracket cannot turn full 220 degrees unless mounted away from upright surface. All these cranes bear our warranty as to workmanship but since each crane is fabricated upon receipt of specifications, the 10 day free trial privilege is waived and order is not subject to cancellation.

Beside dimensions are for general reference only. For specific installation dimensions please measure equipment when received or request a certified drawing.

200° BRACKET JIB CRANE

FREES COSTLY MOBILE EQUIPMENT FROM ROUTINE SERVICING JOBS BETTER PERFORMED BY A LOW-COST JIB CRANE.

ALL THESE CRANES BEAR OUR WARRANTY AS TO WORKMANSHIP BUT SINCE EACH CRANE IS FABRICATED UPON RECEIPT OF SPECIFICATIONS, THE 10 DAY FREE TRIAL PRIVILEGE IS WAIVED AND ORDER IS NOT SUBJECT TO CANCELLATION.

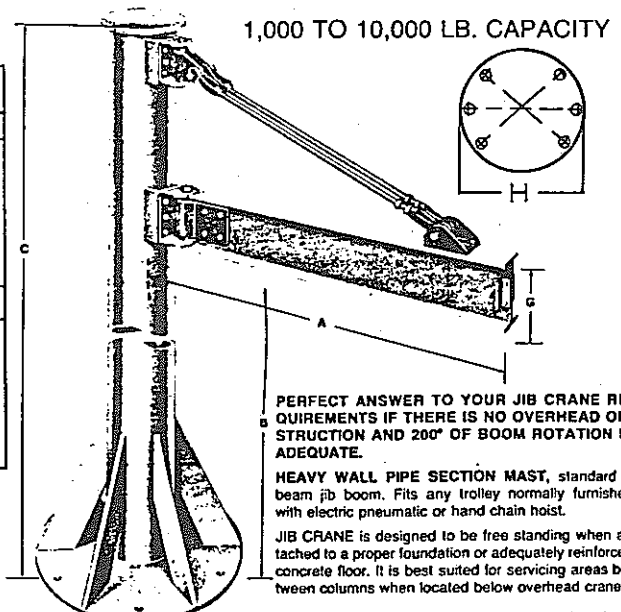
Model No.	"A" Ft.	"C" In.	"G" In.	"H" In.	Wt. Lbs.	Unit Price	Model No.	"A" Ft.	"C" In.	"G" In.	"H" In.	Wt. Lbs.	Unit Price
1000 Lb. Capacity—10" "B" Dimen.							2000 Lb. Capacity—10" "B" Dimen.						
37-80	8	13'5"	6	30	848	974.00	37-87	8	13'5"	6	38	1002	1060.00
37-81	10	14'0"	6	30	882	998.00	37-88	10	14'0"	6	36	1089	1236.00
37-82	12	14'6"	6	30	1000	1072.00	37-89	12	14'6"	6	42	1341	1370.00
37-83	14	15'0"	6	36	1181	1326.00	37-90	14	15'0"	7	42	1552	1522.00
37-84	16	15'8"	6	36	1245	1410.00	37-91	16	15'8"	7	42	1662	1586.00
37-85	18	16'2"	7	42	1715	1655.00	37-92	18	16'2"	8	48	2157	2062.00
37-86	20	16'10"	8	42	1814	1734.00	37-93	20	16'10"	10	48	2345	2156.00
4000 Lb. Capacity—12" "B" Dimen							6000 Lb. Capacity—12" "B" Dimen.						
38-01	8	15'5"	7	42	1634	1342.50	38-08	8	15'5"	8	48	2072	1528.75
38-02	10	16'0"	7	48	1972	1561.25	38-09	10	16'0"	8	48	2267	1622.50
38-03	12	16'6"	8	48	2195	1661.25	38-10	12	16'6"	10	54	2703	1837.50
38-04	14	17'0"	8	48	2395	1737.50	38-11	14	17'0"	10	54	3144	2058.75
38-05	16	17'8"	10	48	2596	1857.50	38-12	16	17'8"	10	54	3218	2094.95
38-06	18	18'2"	10	54	3404	2138.75	38-13	18	18'2"	12	54	3473	2187.50
38-07	20	18'10"	12	54	3481	2601.25	38-14	20	18'10"	12C	54	4274	2601.25
10,000 Lb. Capacity—12" "B" Dimen.							<div>ORDER NOW FOR THOSE AREAS IN YOUR PLANT THAT REQUIRE JIB CRANE LIFTING AND MOVING EFFICIENCY.</div>						
-15	8	16'10"	10	48	2964	2173.75							
-16	10	17'8"	12	54	3304	2297.50							
38-17	12	18'6"	12	54	4017	2484.95							
38-18	14	19'3"	12	60	4641	2617.50							
38-19	16	20'2"	12	60	4834	3013.75							
38-20	18	21'0"	15	60	5340	3268.75							
38-21	20	21'9"	15	60	5526	3503.75							

ORDER NOW FOR THOSE AREAS IN YOUR PLANT THAT REQUIRE JIB CRANE LIFTING AND MOVING EFFICIENCY.

Above dimensions are for general reference only. For specific installation dimensions please measure equipment when received or request a certified drawing. All boom sizes with the letter "C" indicates beams which are channel capped for additional stability.

PRICES ARE FOR YOUR ESTIMATING CONVENIENCE, PLEASE CALL OR WRITE FOR CURRENT QUOTATIONS.

FREE-STANDING—USEFUL WHERE LIMITED SWING IS APPLICABLE AND OVER HEAD SPACE WILL PERMIT



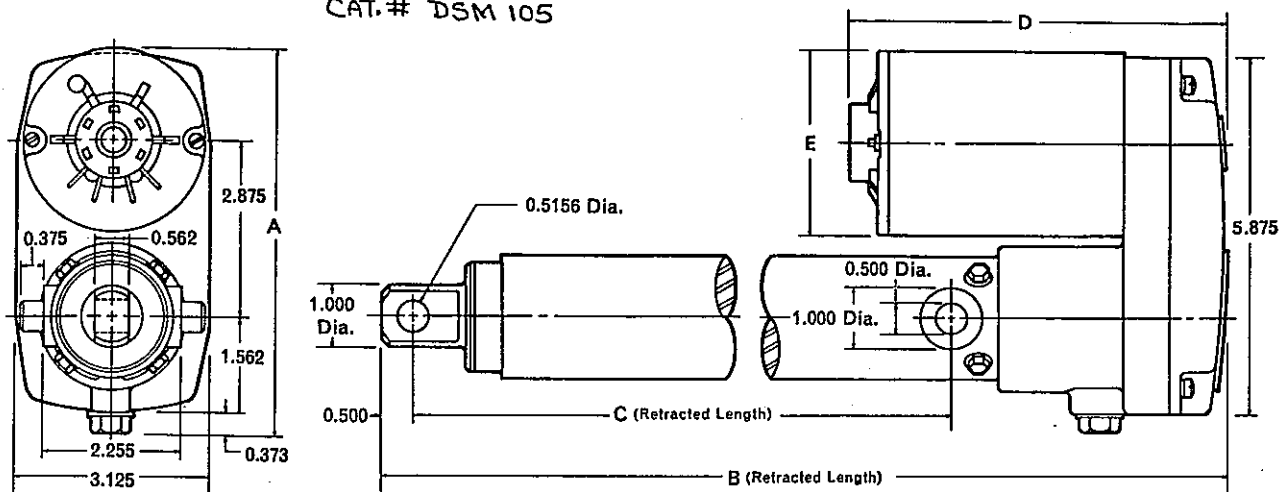
PERFECT ANSWER TO YOUR JIB CRANE REQUIREMENTS IF THERE IS NO OVERHEAD OBSTRUCTION AND 200° OF BOOM ROTATION IS ADEQUATE.

HEAVY WALL PIPE SECTION MAST, standard I-beam jib boom. Fits any trolley normally furnished with electric pneumatic or hand chain hoist.

JIB CRANE is designed to be free standing when attached to a proper foundation or adequately reinforced concrete floor. It is best suited for servicing areas between columns when located below overhead cranes.

ALL STEEL HINGE ASSEMBLIES are equipped with bronze bearings and hardened thrust washers. All bearing surfaces are fitted for pressure lubrication assuring a free-swinging jib under all load conditions. Diagonal tie-rods are furnished with long threaded adjustment for field leveling of boom.

FOB NASHVILLE AND OHIO

SAGINAW STEERING GEAR DIV.
CAT. # DSM 105

Choose the Performance Pak that Meets Your Job Requirements

Voltage	Load Rating	Stroke (In.)	Travel Rate* In./Sec.	Ampere Draw*	Life in Inches*	Part Number	A	B	C	D	E
12 vdc	750	4	1.1	22	160,000	5703605	6.248	13.766	8.828	6.000	2.500
12 vdc	750	12	1.1	22	160,000	5703552	6.248	21.766	16.828	6.000	2.500
12 vdc	1,500	4	0.4	15		5704114	6.248	13.766	8.828	6.000	2.500
12 vdc	1,500	12	0.4	15		5704273	6.248	21.766	16.828	6.000	2.500
110 vac	500	4	0.6	1.5	220,000	5703591	6.310	13.766	8.828	6.688	3.000
110 vac	500	12	0.6	1.5		5703551	6.310	21.766	16.828	6.688	3.000
110 vac	1,500	4	0.2	1.5	220,000	5703786	6.310	13.766	8.828	6.688	3.000
110 vac	1,500	12	0.2	1.5		5703865	6.310	21.766	16.828	6.688	3.000

*At rated load. Contact Saginaw Steering Gear where life is not given.

NOTE: 110 vac motors equipped with solenoid brake. Capacitor and capacitor mounting bracket supplied as separate items.

- **Static Load Capacity**—3,000 pounds.
- **Overtravel Limits**—Integral slip-clutch freewheels at ends of stroke.
- **External Stops**—External mechanical stops should not be used. Internal stops are provided at extreme ends of travel. Electrical limit switches can be used to limit stroke.
- **Duty Cycle**—Standard motors have 30% duty cycle rating (intermittent operation).
- **Modified Specifications**—Contact Actuator Products Group for availability of Performance Pak Actuators built to other than standard specifications.

HOIST DATA								CRANE DATA				
Cap. Ton	Hoist Type	Height of Lift	Hoist Speed FPM	Trolley Weight Lbs.	B	C	D	Span Feet	F	Bridge Weight Lbs.	Max. Wheel Load Lbs.	Trav. Wheel Dia.
2								-20	1'-1"	3900	3500	7"
								20-26	1'-3"	5100	3900	7"
	222-5326	26'-2"	26	1400	2'-1"	3'-4"	2'-4"	26-33	1'-4"	6800	4400	7"
	222-8326	38'-2"	26	1500	2'-1"	3'-4"	2'-4"	33-40	1'-4"	8800	4900	7"
								40-46	1'-9"	11200	5500	7"
								46-52	1'-11"	13100	6000	9"
								52-59	2'-2"	16400	6800	9"
3								* -20	1'-1"	4000	4500	7"
	222-5426	19'-8"	20	1500	2'-1"	2'-7"	2'-6"	20-26	1'-2"	5300	5000	7"
	222-8426	28'-8"	20	1600	2'-1"	2'-7"	2'-6"	26-33	1'-4"	7200	5600	7"
	2821B-1226	26'-3"	32	1700	2'-2"	3'-0"	2'-7"	33-40	1'-7"	9300	6100	9"
	2821B-2226	52'-6"	32	1800	2'-2"	3'-0"	2'-7"	40-46	1'-9"	11800	6800	9"
								46-52	1'-11"	14300	7400	9"
								52-59	2'-3"	17000	8000	9"
5								-20	1'-2"	5500	7000	9"
	222-8626	19'-1"	13	2000	2'-1"	3'-6"	2'-6"	20-26	1'-4"	7000	7600	9"
	2821B-1426	13'-1"	16	2100	2'-2"	3'-2"	2'-7"	26-33	1'-7"	9000	8200	9"
	2821B-2426	26'-3"	16	2200	2'-2"	3'-2"	2'-7"	33-40	1'-9"	11500	9000	9"
	223-1326	21'-10"	26	2200	2'-4"	4'-4"	2'-7"	40-46	1'-11"	14000	9800	9"
	223-2326	33'-10"	26	2300	2'-4"	4'-4"	2'-7"	46-52	2'-2"	17000	10400	9"
	2841B-1226	48'-0"	40	2700	2'-9"	4'-8"	2'-8"	52-56	2'-3"	20000	11000	12"
6								-20	1'-2"	5700	8200	9"
	2821B-1426	13'-1"	16	2100	2'-2"	3'-2"	2'-7"	20-26	1'-4"	7200	8700	9"
	2821B-2426	26'-3"	16	2200	2'-2"	3'-2"	2'-7"	26-33	1'-7"	9400	9500	9"
	223-1426	16'-4"	20	2300	2'-4"	3'-6"	2'-7"	33-40	1'-9"	12800	10500	9"
	223-2426	25'-5"	20	2400	2'-4"	3'-6"	2'-7"	40-46	2'-2"	14700	11000	12"
	2841B-1226	48'-0"	40	2700	2'-9"	4'-8"	2'-8"	46-54	2'-2"	18000	11800	12"
7½								-20	1'-3"	6000	9700	9"
	2821B-1626	8'-9"	11	2200	2'-2"	3'-9"	2'-7"	20-26	1'-4"	7600	10400	9"
	2821B-2626	17'-6"	11	2300	2'-2"	3'-9"	2'-7"	26-33	1'-9"	10200	11300	12"
	223-1426	16'-4"	20	2300	2'-4"	3'-6"	2'-7"	33-40	2'-0"	13200	12100	12"
	223-2426	25'-5"	20	2400	2'-4"	3'-6"	2'-7"	40-46	2'-0"	15000	12700	12"
	2841B-1326	32'-0"	26	2900	2'-9"	5'-6"	2'-9"	46-52	2'-3"	18900	13600	12"
	2841B-2326	50'-4"	26	3200	2'-9"	5'-6"	2'-9"					
10								-20	1'-4"	6200	12400	12"
	223-9426	25'-5"	13.5	2600	2'-4"	3'-8"	2'-7"	20-26	1'-7"	8100	13200	12"
	2841B-1426	24'-0"	20	3900	2'-9"	4'-4"	2'-10"	26-33	1'-9"	10900	14200	12"
	2841B-2426	37'-9"	20	4200	2'-9"	4'-4"	2'-10"	33-40	2'-0"	15000	15400	12"
								40-46	2'-2"	17300	15800	12"
								46-48	2'-3"	17900	16200	12"

AMERICAN CRAVE & EQUIPMENT CO.
CAT. # 55-1

Above listed hoists are our most popular units,
many others are available — see brochure no. 26-1.
Weight of bridge is without hoist.
Weights of hoists w/trolley are shown in brochure no. 26-1.
Maximum wheel load shown does not include impact.
ACECO reserves the right to make change without notice.

APPENDIX B
REFERENCE PAPERS

DECONTAMINATION PROCESSES FOR WASTE GLASS CANISTERS



W. NEVYN RANKIN *E. I. du Pont de Nemours & Company*
Savannah River Laboratory, Aiken, South Carolina 29808

Received December 14, 1981

Accepted for Publication May 13, 1982

A Defense Waste Processing Facility (DWPF) is currently being designed to convert Savannah River Plant liquid, high-level radioactive waste into a solid form, such as borosilicate glass. To prevent the spread of radioactivity, the outside of the canisters of waste glass must have very low levels of smearable radioactive contamination before they are removed from the DWPF. Several techniques were considered for canister decontamination: high-pressure water spray, electropolishing, chemical dissolution, and abrasive blasting.

An abrasive blasting technique using a glass frit slurry has been selected for use in the DWPF. No additional equipment is needed to process waste generated from decontamination. Frit used as the abrasive will be mixed with the waste and fed to the glass melter. In contrast, chemical and electrochemical techniques require more space in the DWPF, and produce large amounts of contaminated by-products, which are difficult to immobilize by vitrification.

INTRODUCTION

The Savannah River Plant (SRP), operated for the U.S. Department of Energy by E. I. du Pont de Nemours & Company, has produced nuclear materials for national defense and other applications since 1953. A program is currently under way at SRP to convert the liquid, high-level radioactive waste generated by these operations from a liquid into an immobile solid form. The Defense Waste Processing Facility (DWPF), expected to start up in 1988, is being designed to convert this liquid waste into a glassy solid, which has been selected as the reference waste form.

In the present reference process, waste slurry is mixed with glass frit and processed at 1150°C in a Joule-heated ceramic melter. At this temperature, the waste is dissolved in the molten glass. The molten product is then poured into Type 304L stainless steel canisters. To prevent the spread of radioactive contamination, canisters of waste glass will have to be decontaminated before they are removed from the processing facility.

This paper describes the development of frit blasting as the technique to decontaminate SRP waste glass canisters.

DECONTAMINATION TECHNIQUES CONSIDERED

The following decontamination techniques were considered for this application.

High-Pressure Water

High-pressure water blasting consists of spraying the surface of the canister with water at up to 340 bar (4930 psi). A process using high-pressure water is used by the French to clean the outside of their canisters of waste glass.¹

This process was not expected to provide sufficient decontamination for SRP waste glass canisters. Contamination is expected to be incorporated in an oxide film. The ability to remove waste glass adhering to the outside of the canister (in case of an accidental glass spill) was also desired.

Electropolishing

In electropolishing, the piece being decontaminated is made the anode in an electrolytic cell. This technique has been tested on actual contaminated canisters and is now being commercialized in the nuclear industry.²

There are disadvantages to this technique in the application at SRP.

1. Adherent glass is removed from a canister surface mostly by undercutting rather than by dissolution. A large cross section of the canister wall could, therefore, be lost.

2. These processes use chemicals, such as phosphoric acid, which add large amounts of by-products, such as phosphate, to the waste stream. High levels of phosphate increase the liquidus temperature of borosilicate glass.³

Since extensive development of this process had been undertaken at Pacific Northwest Laboratory, no further development at SRP was necessary.

Chemical Techniques

Chemical decontamination techniques are ideally suited to remote operations because of their simplicity. The canister is immersed in solutions that dissolve the contaminated outer portion of its surface. The canister is then rinsed to remove dissolved contamination.

A technique that includes the use of HNO_3 -HF and oxalic acid ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) was previously developed (Table I) at SRP to decontaminate stainless steel. The HNO_3 -HF was selected to remove the oxide film from the stainless steel. These acids are widely used as a standard practice for cleaning and descaling stainless steel parts.⁴ The $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ is extensively used for decontamination.⁵

Removing Baked-On Contamination

The ability of the HNO_3 -HF and $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ technique to remove baked-on contamination from Type 304L stainless steel specimens was evaluated. Specimens were contaminated up to 300 000 dis(alpha)/(min·dm²) by placing one drop of a plutonium nitrate solution in the center of one face of each specimen. The specimens were then heated for 16 h at 600°C in air to produce an oxide film similar to the film expected on the outside of canisters filled

with waste glass. Specimens were carried through the chemical decontamination process and were then smeared to determine the amount of contamination remaining.

The results of this evaluation showed that this chemical technique successfully removed the baked-on contamination. It was also noted that there was a correlation between oxide removal and decontamination. The amount of contamination remaining on the surfaces of specimens was proportional to the amount of oxide remaining on the surfaces.

Disadvantages

There are disadvantages to using hydrofluoric acid in a remote facility because of its corrosivity. Hydrofluoric acid vapor corrosion throughout the entire cell block is possible. Process vessels and exhaust ducts would have to be fabricated from more expensive, corrosion-resistant materials. Even the glass windows of the cells could be etched by the hydrofluoric acid. Disposal of hydrofluoric-acid-containing waste would also be difficult. Because of these disadvantages, alternative decontamination techniques were investigated.

Abrasive Blasting Techniques

Abrasive blasting effectively removes oxide films from metal surfaces. If the correlation between oxide removal and decontamination noted in tests with chemical techniques is true, then decontamination could be affected by this technique. Abrasive blasting would also remove adherent waste glass from canister surfaces. In abrasive blasting, a stream of abrasive material impinges on the surface to be decontaminated. The action can be varied to scour or polish the surface, depending on the type of abrasive and the condition of application.⁵ A slurry abrasive blasting technique is successfully used in Germany in a facility to decontaminate decommissioned radioactive equipment.⁶

TABLE I
Chemical Decontamination Process

Step	Solution	Concentration	Temperature	Time (h)
Etch	HNO_3 -HF	3.9 M HNO_3 - 0.4 M HF	Room temperature	1
Rinse	H_2O		Room temperature	
Clean	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	100 g/l	Boiling	1
Rinse	H_2O		Room temperature	
Etch	HNO_3 -HF	3.9 M HNO_3 - 0.4 M HF	Room temperature	1
Rinse	H_2O		Room temperature	
Clean	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	100 g/l	Boiling	1
Rinse	H_2O		Room temperature	

Rankin WASTE CANISTER DECONTAMINATION

Abrasive blasting would have several benefits compared to the $\text{HNO}_3\text{-HF}$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ process. If glass frit were used as the abrasive, no extra process equipment would be needed for waste from decontamination because the spent frit could be used to make waste glass (equipment for processing water and air would be shared with other processes). Less expensive materials of construction could be used in the DWPF, since resistance to HF would not be required.

Oxide Removal Test

The ability of abrasive blasting to remove an oxide film from Type 304L stainless steel was demonstrated with several abrasives, including the glass frit that will be used in waste glass production. Specimens were blasted with dry abrasive, water plus abrasive, and high-pressure water (no abrasive).

The results of this test show that abrasive blasting, with the glass frit as the abrasive, is very effective for removing oxide from Type 304L stainless steel. Blasting with both dry frit and water plus frit for only 5 s removed the oxide from 2.5- X 7.6-cm (1- X 3-in.) specimens. The change in specimen thickness was <0.0254 mm (0.001 in.). High-pressure water blasting (no abrasive) failed to remove any oxide in 30 s.

Decontamination Test

The ability of abrasive blasting techniques with glass frit to remove baked-on radioactive contamination from the surface of Type 304L stainless steel was demonstrated. Four blasting techniques were used in this test: dry-abrasive blasting, dry-abrasive blasting with water, high-pressure water blasting, and high-pressure water blasting with abrasive. Frit was used in all techniques with abrasive.

The following two types of specimens were used in these tests.

1. *Specimens with baked-on alpha contamination:* These specimens were 2.5- X 7.6-cm (1- X 3-in.) coupons of Type 304L stainless steel. The specimens were contaminated with up to 400 000 dis(alpha)/(min·dm²); then they were heated for 16 h at 600°C to incorporate this contamination in an oxide film similar to that expected on a canister containing waste glass.

2. *Specimens with alpha, beta, and gamma contamination:* These specimens were 9.5-mm X 7.6-cm (0.375- X 3-in.) coupons of Type 304L stainless steel that were suspended inside the vapor space of a melter for up to 20 h while the melter was producing waste glass at 1200°C.

These specimens were both oxidized and covered with a white film. Smearable contamination was 9×10^5 dis/min alpha, beta, and gamma. Gamma scan

analyses of acid solutions used to remove this material showed that the contamination removed was primarily ¹³⁷Cs. This is only one of the contaminants expected in the DWPF environment.

The results of the tests (Table II) showed that any of the blasting techniques, with frit, removed all smearable contamination from the Type 304L stainless steel specimens. Blasting with 69 bar (1000 psi) of water only (no abrasive) reduced, but did not eliminate, smearable contamination. This verified the correlation between decontamination and oxide removal observed in tests with chemical techniques.

The amount of glass frit and water necessary to decontaminate an entire canister was determined from the amounts used in these tests. These predictions showed that the amount of frit consumed by each process tested was well below the amount of frit in a canister of waste glass [>909 kg (2000 lb)]. The amount of water required for this process could be handled with equipment needed in the DWPF for other processes.

Equipment to contain radioactivity removed from canisters by abrasive blasting was designed from standard concepts for the nuclear industry. Both airborne and liquid radioactivity were successfully contained.

No disadvantage was identified in laboratory-scale tests of abrasive blasting decontamination techniques. It was, therefore, concluded that further investigation of the adaptability of these techniques to the DWPF was justified.

LARGE-SCALE TESTING OF ABRASIVE BLASTING TECHNIQUES

Four abrasive blasting processes and high-pressure water without an abrasive were investigated in large-scale tests to determine which technique was most suitable for the application at SRP. The processes were compared as to their ability to remove an oxide film from Type 304L stainless steel plates. The criteria used to evaluate the cleaning effectiveness were oxide removal, consumption rate (of abrasive and water), surface finish produced, surface topography produced, surface cleanliness (from adherent abrasive), and nozzle lifetime. The results of these tests are given in Table III and are summarized below.

Frit Blasting

A slurry of frit in water was propelled at 2.8 bar (40 psi) against the surface being cleaned. This low-pressure blasting technique produced the cleanest surface of all the processes tested. There was less loose frit on the surface and less frit observed in the surface topography. No dusting is associated with frit blasting, and it may be feasible to flush the

TABLE II
Results of Decontamination Tests

Decontamination Technique	Smearable Contamination						Projected Consumption Rate/Canister
	Before			After			
	Baked-On (α dis/min)	Melter		Baked-On (α dis/min)	Melter		
		(α dis/min)	(β - γ count/min ^a)		(α dis/min)	(β - γ count/min ^a)	
Dry-abrasive blasting	200 000 to 400 000	4000	9×10^5	Background ^b	Background ^b	Background ^b	227 kg (500 lb) frit
Dry-abrasive blasting with H ₂ O attachment	200 000 to 400 000	4000	9×10^5	Background ^b	Background ^b	Background ^b	227 kg (500 lb) frit 757 ℓ (200 gal) H ₂ O
High-pressure H ₂ O blasting (69 bar; 1000 psi)	200 000 to 400 000	4000	9×10^5	Up to 3690	Up to 354	Up to 68 000	189 250 ℓ (50 000 gal) H ₂ O
High-pressure H ₂ O blasting (69 bar; 1000 psi) with frit	200 000 to 400 000	4000	9×10^5	Background ^b	Background ^b	Background ^b	13 248 ℓ (3500 gal) H ₂ O 227 kg (500 lb) frit

^a1 mR/h = 4000 count/min.

^bThe smears from these specimens were counted in specially shielded counters where the background is <4 count/24 h alpha and <0.2 count/min β - γ from ¹³⁷Cs.

equipment clean enough for contact maintenance. These advantages outweigh the disadvantages of water disposal, wear on the feed system, and the additional equipment required when comparing frit blasting to dry-abrasive blasting.

High-Pressure Water Plus Frit Blasting

A slurry of frit in water was incorporated in a high-pressure water stream at 138 bar (2000 psi) directed at the surface being cleaned. This high-pressure technique is more powerful and effective than frit blasting for removing molten glass adhering to the outside surface of the canisters. The consumption rates of water and frit are higher than in frit blasting.

Dry-Abrasive Blasting

Abrasive particles were propelled by compressed air against the surface being cleaned. This is the easiest technique to implement because no water is required. This technique has the disadvantage, however, of covering the canister, the inside of the process vessel, and the associated duct work with dust. This dust cannot be sufficiently removed by blasting the surface with compressed air to produce

a clean surface to facilitate contact maintenance of equipment.

High-Pressure Water Blasting

The surface being cleaned was blasted with up to 690 bar (10 000 psi) water. High-pressure water without an abrasive did not remove the oxide film from the surface of Type 304L stainless steel and would, therefore, not be expected to remove radioactive contamination. This technique is, however, very effective for rinsing off any residual oxide or frit particles.

CO₂ Pellet Blasting

Solid CO₂ pellets were propelled by gaseous CO₂ or compressed air against the surface being cleaned.⁷ Blasting the surface with solid pellets of CO₂ as the abrasive removed oxide from Type 304L stainless steel. However, the removal rate was so slow that this process was unsuitable for canister decontamination.

PROCESS DESCRIPTION

Investigation of abrasive blasting techniques in larger scale tests showed that these processes could

Rankin WASTE CANISTER DECONTAMINATION

TABLE
Results of Evaluation

Decontamination Technique	Oxide Removal Rate (min/929 cm ²) (min/ft ²)	Projected Consumption Rate/Canister		Rinse Water [ℓ (gal)]	Surface Finish (rms ^a)	
					Frit	
		Frit [kg (lb)]	Water [ℓ (gal)]		-20 + 80 Mesh	-80 Mesh
Dry-abrasive blasting	~2	182 (400)	None	None	140	100
Frit blasting	~3	282 (620)	379 (100)	379 (100)	120	100
High-pressure water plus frit blasting	~1	245 (540)	4164 (1100)	908 (240)	Not tested	90
High-pressure water blasting	Does not remove oxide					
Solid CO ₂ pellet blasting	~1440					

^aSurface of plates before blasting 100 rms. (Here, rms is the root-mean-square average deviation from the mean surface. A layer

be adopted to canister decontamination. The operations adopted for the reference process were:

1. frit blasting for decontamination
2. high-pressure water blasting for rinsing
3. high-pressure water plus frit blasting for spot decontamination.

This process was chosen because (a) it produced the cleanest surface in large-scale tests and (b) equipment that could perform this process allowed the greatest flexibility in further development.

EQUIPMENT CONCEPTUAL DESIGN

Equipment necessary for decontaminating canisters with abrasive blasting will be located in both the service and cell areas of the DWPF (Fig. 1).

The main piece of decontamination equipment will be the decontamination chamber. A canister to be decontaminated will be put inside the chamber. The canister can then be picked up by the top flange and rotated. An array of nozzles on a single carrier can be moved vertically along the length of the rotating canister. Slurry, high-pressure water, or high-pressure water plus frit from the nozzles will be able

to contact every part of the canister as it is rotated. To clean the part of the flange under the grasping device on the canister, the canister will be lowered to the floor of the chamber, and the grasping device will be reoriented.

The waste from the decontamination process will be removed from the chamber; the excess water will be separated; and the frit, plus the stainless steel oxides, will be combined with the feed going to the glass melter. Before the top of the chamber can be opened and a decontaminated canister can be removed, air will circulate through the chamber to remove all airborne mist and to dry the canister.

After a decontaminated canister has been removed from the chamber, it is moved to a monitoring station where its surface is smeared to detect transferable radioactive contamination. The orientation of the canister in the monitoring station will be referenced to an orientation mark so that it can be returned to the decontamination chamber for spot decontamination of a specific area, if necessary.

The decontamination chamber will be supplied high-pressure water and a slurry of frit from equipment in the service area. The equipment in the service area does not become contaminated, thereby facilitating the maintenance of this equipment.

III

of Plate Surfaces

	Surface Topography		Surface Cleanness		Volume of Loose Frit on Surface [cm ³ (in. ³)]	Nozzle Lifetime (h)
			Frit Observed in Topography [cm ³ /canister (in. ³ /canister)]			
	Frit		Frit			
	-20 + 80 Mesh	-80 Mesh	-20 + 80 Mesh	-80 Mesh		
	Deep cuts	Unchanged	~164 (~10)	~33 (~2)	~3.3 (~0.2) after blowing with compressed air	300 (130 canisters)
	Deep cuts	Unchanged	~164 (~10)	<16 (<1)	~3.3 (~0.02) after rinsing with high-pressure water	500 (145 canisters)
	Not tested	Unchanged	Not tested	<16 (<1)	~3.3 (~0.02) after rinsing with high-pressure water	60 (65 canisters)
			Not applicable	Not applicable		100 (65 canisters)

value indicates a rougher surface.)

FUTURE WORK

Intermediate-scale tests of the slurry blasting technique will be carried out to determine optimum operating conditions for several process variables. The variables to be investigated are

1. frit particle size and shape
2. slurry composition
3. pressure (flow rate)
4. blast angle
5. blast distance.

Equipment to conduct these tests has been constructed. The equipment consists of a cabinet in which the test plates can be clamped on a rack. An X-Y mechanism will move a cluster of blasting nozzles in a controlled manner over the surface of the plates. Slurry, high-pressure water, and high-pressure water plus a slurry of frit can be delivered to the surface of the plates in a controlled manner through the nozzles.

Design of full-scale equipment for use in the proposed DWPF is in progress by the Du Pont Engineering Department. Equipment to clean the oxide from the surface of full-scale canisters containing

simulated waste glass is expected to be available in late 1983.

ACKNOWLEDGMENTS

The author would like to express his appreciation to the following people: R. R. Herries and R. S. Ondrejcin, E. I. du Pont de Nemours & Company, SRP, Aiken, South Carolina; J. R. Cherney and P. L. Heinemann, E. I. du Pont de Nemours & Company, Wilmington, Delaware; Ronald L. Brown, Brown Finishing Company, Statesville, North Carolina; Michael E. Mead, Stan Finn, and Claes Bergstrom, Vacu-Blast Corporation, Belmont, California; George Rankin and James F. Spuhler, Aqua-Dyne Engineering, Incorporated, Houston, Texas; Thomas F. McCarthy, John Lawson, and Ken Sparling, Manufacturing Research, Lockheed-California Company, Burbank, California.

This paper was prepared in connection with work done under contract DE-AC09-76SR00001 with the U.S. Department of Energy.

REFERENCES

1. M. M. CHOTIN et al., "Operational Experience of the First Industrial HLW Vitrification Plant," *Proc. Int. Symp. Ceramics in Nuclear Waste Management*, Cincinnati, Ohio, April 30-May 2, 1979, CONF-790420, p. 73 (1979).

Rankin WASTE CANISTER DECONTAMINATION

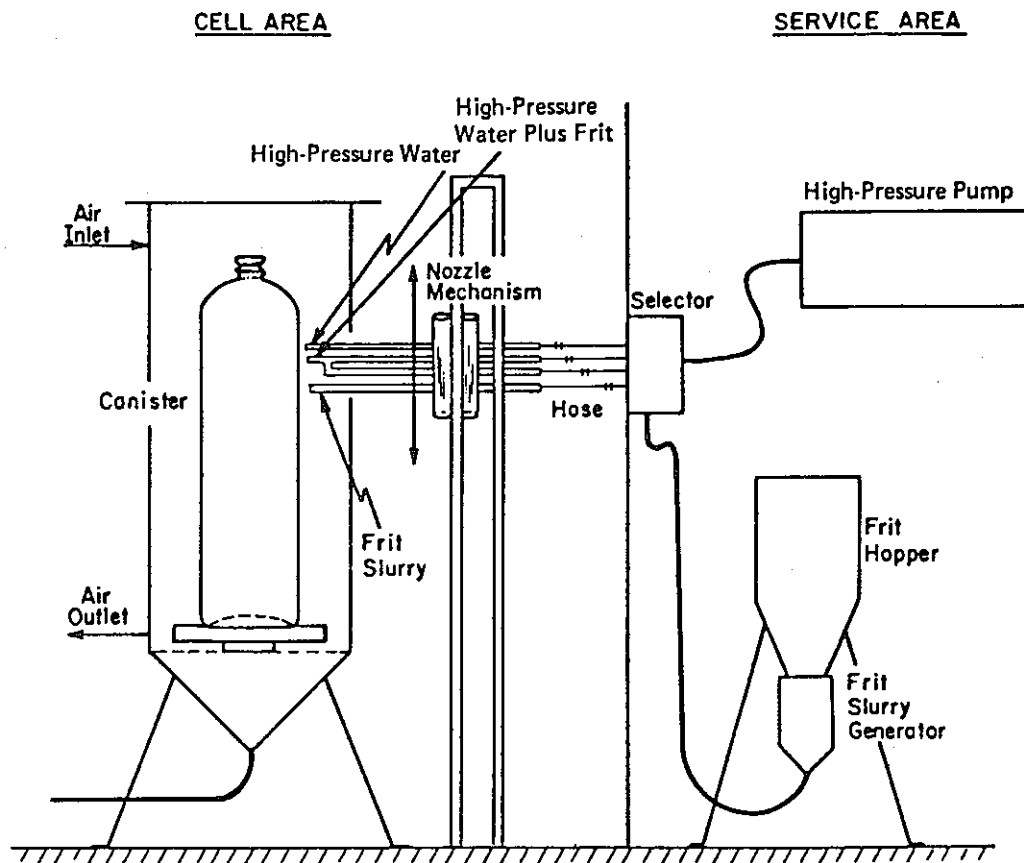


Fig. 1. Concept of equipment for decontamination with abrasive blasting.

2. J. F. NESBITT, S. C. SLATE, and L. K. FETROW, "Decontamination of HLW Canisters," PNL-3514, Pacific Northwest Laboratory (1980).

3. ERNEST M. LEVIN, CARL R. ROBBINS, and HOWARD F. McMURDIE, *Phase Diagrams for Ceramists*, Fig. 538, The American Ceramic Society (1964).

4. "Standard and Recommended Practice for Cleaning and Descaling Stainless Steel Parts, Equipment, and Systems,"

1980 *Annual Book of ASTM Standards*, Part 3, ANSI/ASTM A 380-78, American Society for Testing and Materials (1980).

5. J. A. AYRES, Ed., *Decontamination of Nuclear Reactors and Equipment*, Ronald Press Company, New York (1970).

6. M. LASER, Kernforschungsanlage Jülich, Private Communication (1980).

7. C. FONG, "Taking the Sand Out of Blasting," *Am. Mach.*, p. 67 (Oct. 14, 1974).

EQUIPMENT-DECONTAMINATION, MAINTENANCE, AND WASTE-TRANSFER PROVISIONS IN THE HFEF

J. R. WHITE and D. S. TAYLOR *Argonne National Laboratory
Idaho Falls, Idaho 83401*

KEYWORDS: decontamination, hot cells, maintenance

ABSTRACT

As an integral part of the cell complex of the Hot Fuel Examination Facility, a shielded cell is provided for the wet decontamination of both irradiated material and in-cell equipment. The cell contains provisions for spray or immersion decontamination using steam, water, and mixtures of detergents. Waste, capsules, and experiments are transferred into offsite shipping containers using double-cover (alpha-contained) transfer mechanisms. A contact-maintenance area complete with a tunnel suit, glove panels, and personnel change rooms is attached to the Decontamination Cell for repair and rebuilding of in-cell equipment.

INTRODUCTION

The Hot Fuel Examination Facility (HFEF), located on the EBR-II site at the National Reactor Testing Station in Idaho, is an alpha-gamma facility designed to service a wide range of LMFBR programs.^{1,2} In addition to supporting the irradiation programs in EBR-II, the facility will be used to disassemble and examine packaged sodium loops containing failed fuel elements from other reactors. Most of the operations and examinations on these irradiated components will be performed in the large argon-atmosphere Main Cell.

Auxiliary areas for supporting the Main Cell activities include a shielded air-atmosphere Decontamination Cell and contained equipment-repair rooms. These areas are coupled directly to the Main Cell and form the HFEF cell complex.

DESIGN REQUIREMENTS

The requirements of the specific programs being serviced by HFEF, and an evaluation of experiences at other hot-cell facilities, led to the establishment of the following design requirements for the HFEF Decon Cell and repair area:

1. The basic operating philosophy for the HFEF is that all routinely occupied personnel areas be maintained free of contamination so that personnel are not encumbered by wearing protective clothing. Hence the Decon Cell and repair area are directly coupled to the Main Cell, and contaminated components are transferred out of the primary containment envelope or cell complex only if being transferred out of the facility. This operating philosophy has been successfully employed since 1964 at the Fuels and Examination Facility, formerly called the Fuel Cycle Facility (FCF).^{3,4}

2. The Decon Cell decontaminates irradiated components for return to an irradiation facility or for salvage. These components include EBR-II subassemblies, capsules, and elements, and the 30-ft-long fuel element failure propagation loop.

3. The decontamination equipment in the Decon Cell must be capable of reducing the radiation level on in-cell equipment to permit contact maintenance. This equipment includes master-slave manipulator arms, crane and electromechanical-manipulator carriages, and a variety of examination devices.

4. Equipment is required in the Decon Cell for remotely packaging waste, capsules, and other items in uncontaminated containers that can be placed into non-gastight casks for off-site shipment.

5. A particle-tight repair wall containing a tunnel suit and glove panels is required through

EQUIPMENT DECONTAMINATION IN THE HFEF

21

which minor adjustments or repairs can be made on in-cell equipment.

6. A particle-tight room is required in which personnel wearing protective clothing can perform extended repairs or modifications on alpha-contaminated equipment. This includes refurbishing of master-slave manipulators and modifying examination equipment to meet new programmatic requirements.

DECON CELL

The Decon Cell is essentially an extension of the Main Cell, as shown in Fig. 1. It has shielding walls equivalent to those of the Main Cell, 4 ft

thick of 220 lb/ft³ concrete, and has inside dimensions of 30 ft wide × 20 ft deep × 25 ft high. The floor is lined with stainless steel and the walls with carbon steel to a height of 13 ft 6 in. The walls and ceiling are coated with epoxy paint. An overhead 5-ton crane and an electromechanical manipulator are used for in-cell material handling. Penetrations are provided for the introduction of service utilities and the transfer of equipment to the transfer tunnel, Main Cell, cask tunnel, repair area, and operating corridor.⁵

Four of the six work stations will be equipped with master-slave manipulators and windows at startup. Stations 1D and 2D are used for the remote packaging and transfer of waste into the clean area, station 3D is used to control transfers

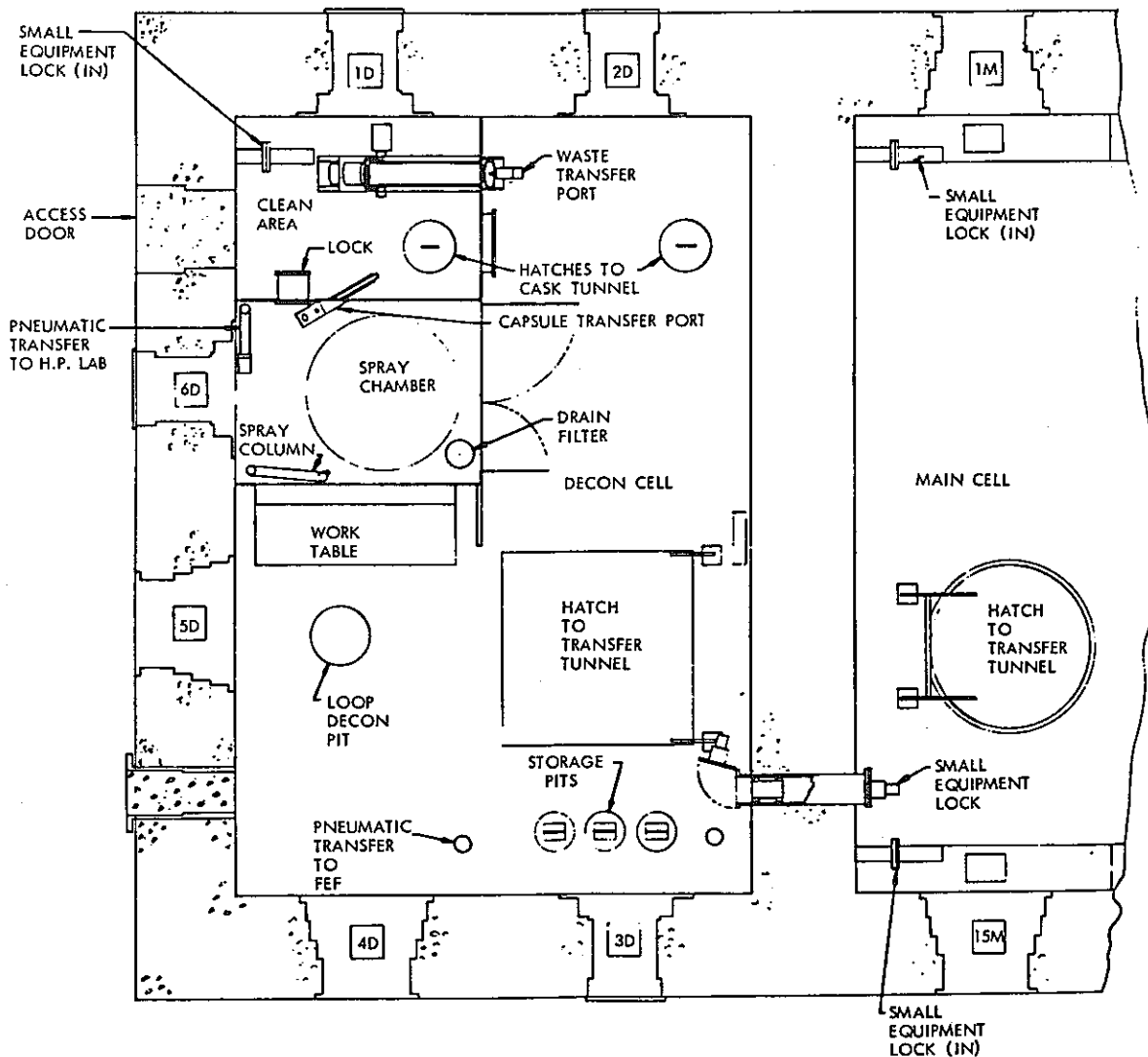


Fig. 1. Decon Cell floor plan.

to the transfer tunnel, Main Cell, and repair area, and station 6D is the control station for the spray chamber. Stations 4D and 5D will not be activated at startup.

A more detailed description of significant features of the cell follows.

Clean Area. Station 1D is totally enclosed by a steel structure that is seal welded to the cell liner. This station will be maintained free of contaminants and serves as the packaging room for waste, capsules, elements, small equipment, etc. being shipped out of the facility in non-gas-tight casks. The packaged items are transferred through a floor hatch into top-loading casks in the

cask tunnel. A 2-ton bridge crane and extended-reach master-slave manipulators are used in the clean area for handling. Flanged openings are provided in the enclosure walls for a waste-transfer mechanism, a transfer lock, a capsule-transfer mechanism, and a tunnel suit.

The waste-transfer mechanism uses a double-cover sealing technique, shown in Fig. 2, similar to that used in other hot cell facilities.⁶ The major change required for HFEF has been in designing the unit to be remotely operated on both sides of the containment wall and in increasing the size of the container to a 12-in. diam \times 6-ft length. This size will accommodate a full-length hexagonal can from an EBR-II subassembly. Because

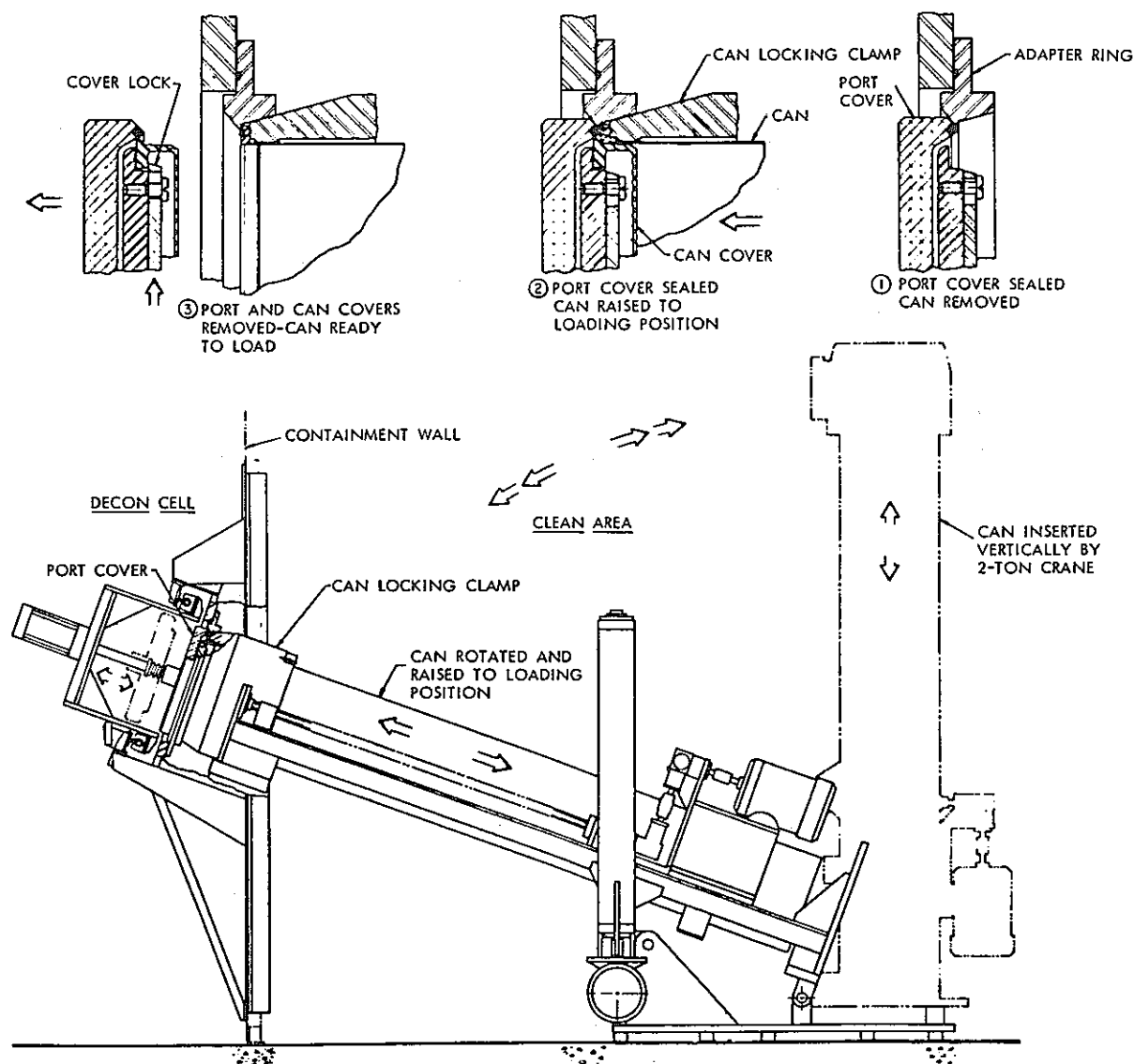


Fig. 2. Waste transfer mechanism.

of the container length, a positioning mechanism has been provided to rotate the container to an inclined position so that loading with the manipulators at station 2D is possible. The general features of the positioning mechanism and the sealing cover design are shown in Fig. 2. The capsule-transfer mechanism uses a similar technique to accommodate 60-in.-long capsules and is loaded from station 6D.

Spray Chamber. The spray chamber is perhaps the most innovative feature of the Decon Cell. It consists of a stainless-steel enclosure, about 8 ft wide × 7 ft deep × 11 ft high, around station 6D. The entire roof retracts over the clean area and

two vertical doors on the back wall open, as shown in Fig. 3. This permits the transfer of equipment into the chamber and the servicing of equipment in the chamber using the overhead crane and electromechanical manipulator. A 6-ft-diam turntable in the floor of the chamber is capable of supporting a 5-ton load. The turntable is driven by an electric motor through a worm-gear drive system under the table.

Both a high-pressure spray applicator and a low-pressure manipulator-held spray wand are provided in the chamber for wet decontamination of equipment. Decontamination fluids including steam, water, and mixtures of detergents are routed into the cell to the applicators through

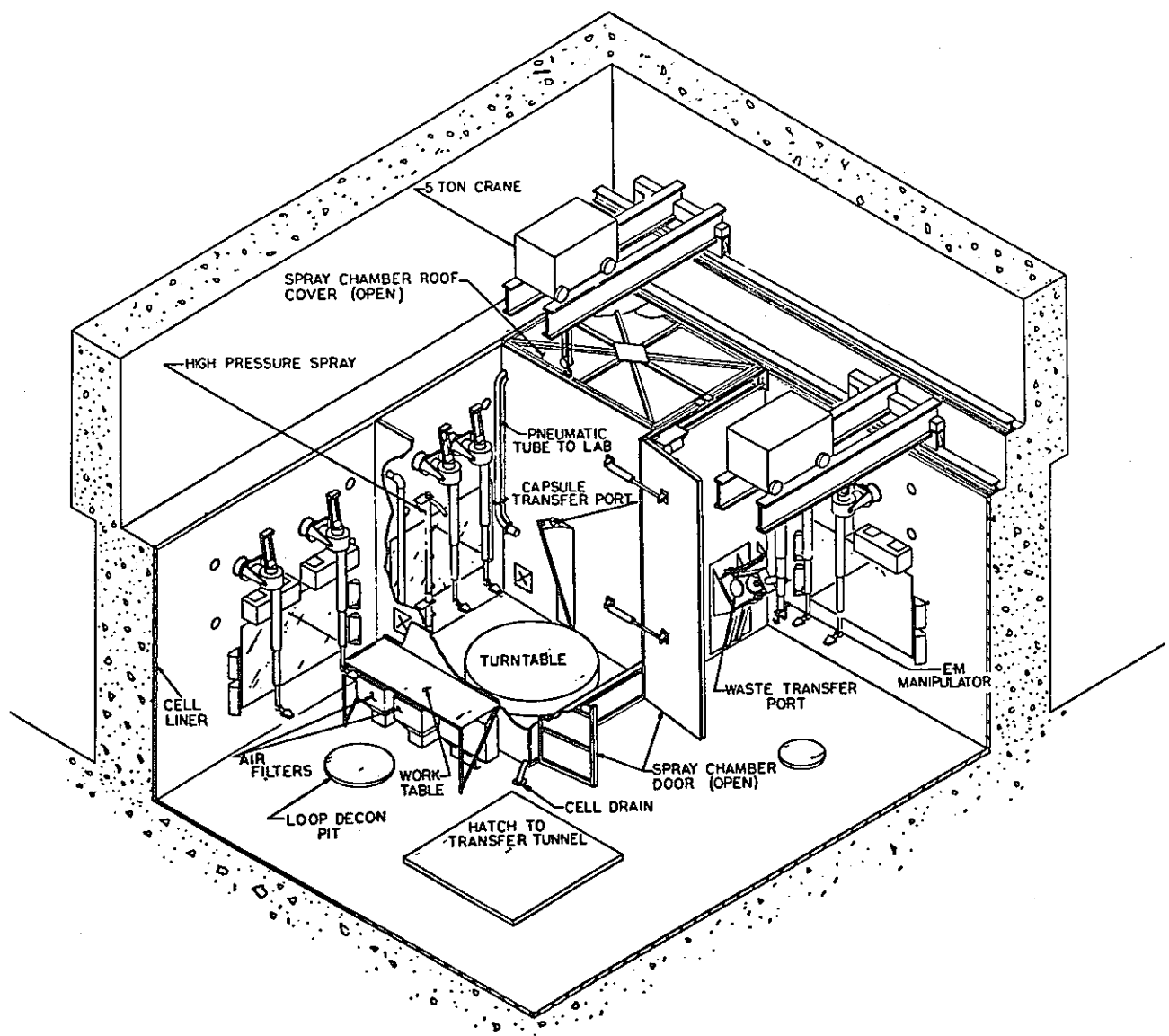


Fig. 3. Pictorial view of spray chamber.

shielded wall feedthroughs. Controls for the fluid supply, the turntable drive, and the chamber doors are located out-of-cell at station 6D. The floor of the spray chamber is elevated relative to the Decon Cell floor and is contoured to drain all condensate from the chamber to a floor drain. A screened basket in the floor of the chamber prevents equipment components and large particles from being washed into the drain.

A pneumatic transfer tube connects the spray chamber to a health physics laboratory. This permits surface smears to be taken on a decontaminated component and sent rapidly to the laboratory for measurement of residual activity. A lock interconnects the clean area and spray chamber for the introduction of small components and tools.

Contaminated Liquid Waste. The main features of the HFEF contaminated-liquid-waste system are shown in Fig. 4. All liquid effluents from the Decon Cell are discharged through a floor drain to a sump pit located in the floor of the transfer tunnel. The floor drain contains a remotely replaceable filter which restricts gross particulates to the shielded confines of the Decon Cell. Level indicators are installed in the sump pit to automatically actuate the sump pump and discharge the effluent to the holding tanks. A secondary cartridge-type filter is located in the sump pit of the transfer tunnel through which the effluent passes.

Other Features. A 30-ft-deep \times 36-in.-diam stainless-steel-lined pit is located in the floor of

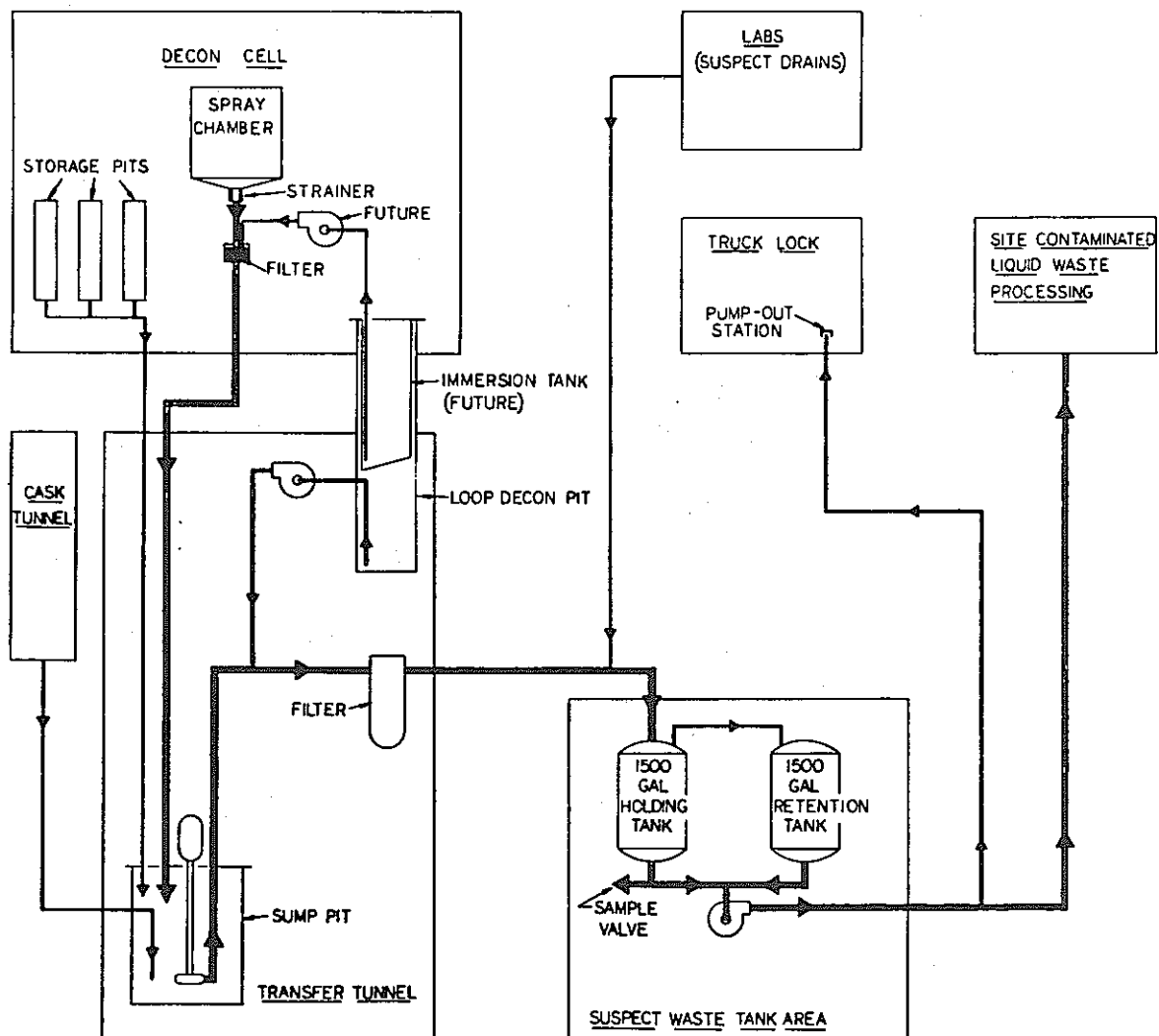


Fig. 4. Schematic diagram of contaminated liquid waste system.

the Decon Cell at station 5. This pit will be used for the immersion decontamination of loops and other long reactor components that can be lowered into the cell through a roof port directly above the pit. A shorter 10-ft-long insert, complete with heaters and ultrasonic transducers, can be placed into the pit for immersion decontamination of manipulator arms and other equipment if desired.

The general ventilation requirement for the HFEF is that the air flow always be directed toward the area with the highest probability of contamination. Hence, air inlets for the Decon Cell are from the repair area, the clean area enclosure, the transfer tunnel, the cask tunnel, and

the operating corridor. The Decon Cell is maintained at a negative pressure relative to these areas. The exhaust ducts are located in the cell floor at station 5D. Two of the ducts take air directly from the cell while the third takes air from the spray chamber. All of the ducts contain remotely replaceable High Efficiency Particulate Air (HEPA) filters and are routed to the building suspect-exhaust system. The spray chamber filter is protected by a vapor-demister filter.

Contact maintenance of equipment in the Decon Cell may be performed by personnel entering through the tunnel suit in the clean area walls. However, the effort and downtime involved in

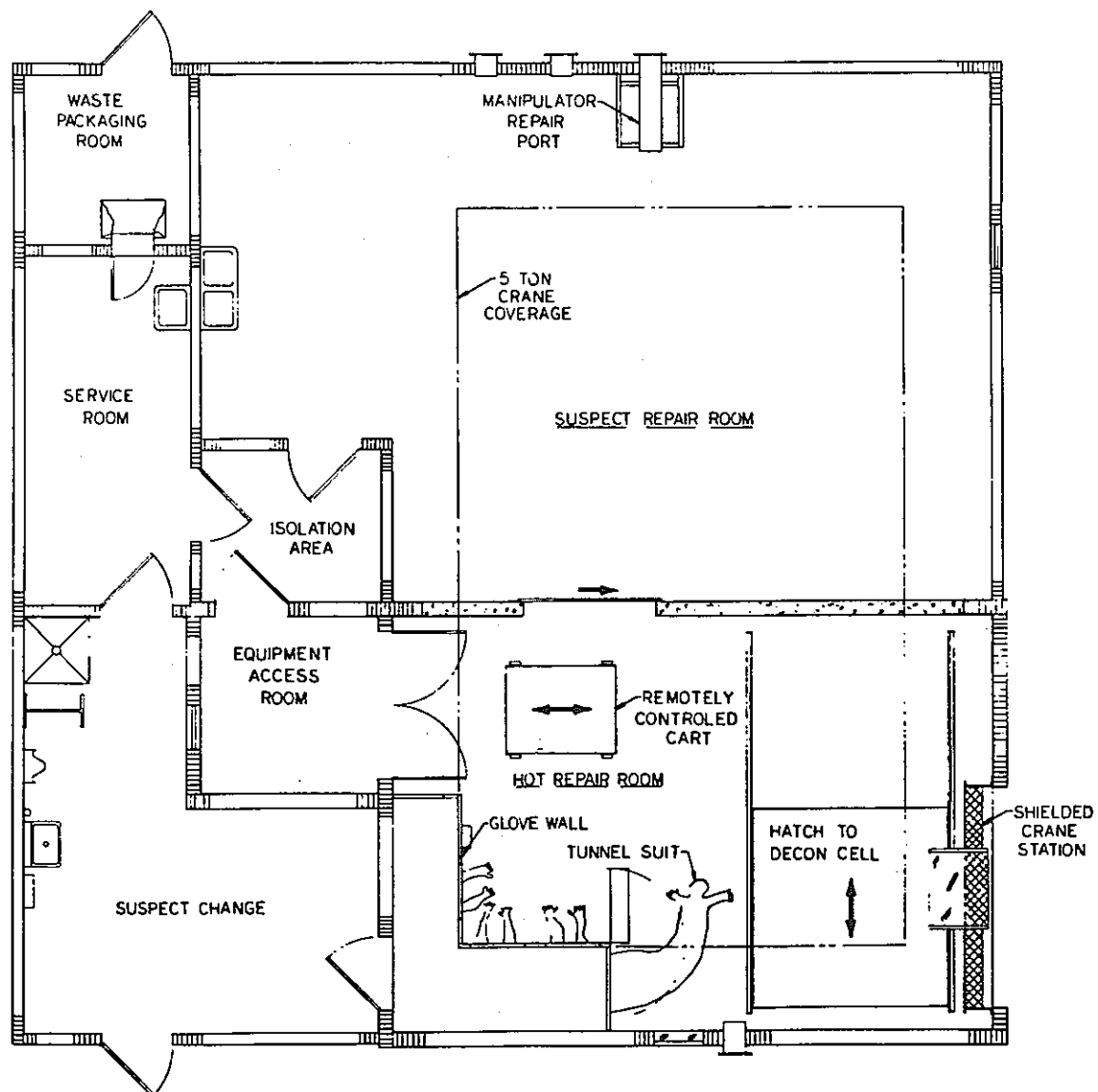


Fig. 5. Equipment repair area floor plan.

transferring out all radioactive material (filters, capsules, etc) and in remotely washing down the cell prevents personnel entry on a routine basis. Hence, all mechanisms with the cell, with the exception of the overhead bridges, are remotely maintainable.

REPAIR AREA

The repair area consists of a complex of rooms located directly above the Decon Cell within the High Bay Area of HFEF, as shown in Fig. 5. The actual repair of equipment will be performed in either the hot repair room or suspect repair room. A single 5-ton overhead bridge crane services both these rooms.

The hot repair room is 19 ft wide \times 27 ft long \times 20 ft high. It is equipped with a sealed wall containing a tunnel suit and glove panels. Equipment that requires only minor maintenance or that has not been completely decontaminated will be repaired in this room.

The suspect repair room is 23 ft wide \times 36 ft long \times 20 ft high and will be used for extensive repair or rebuilding of equipment that has been thoroughly decontaminated. Personnel working in this room will wear protective clothing and enter through the service room and isolation area. Space has been provided for the storage of suspect equipment components that may be reused.

Equipment transfers between the Decon Cell and repair area are made with the repair area

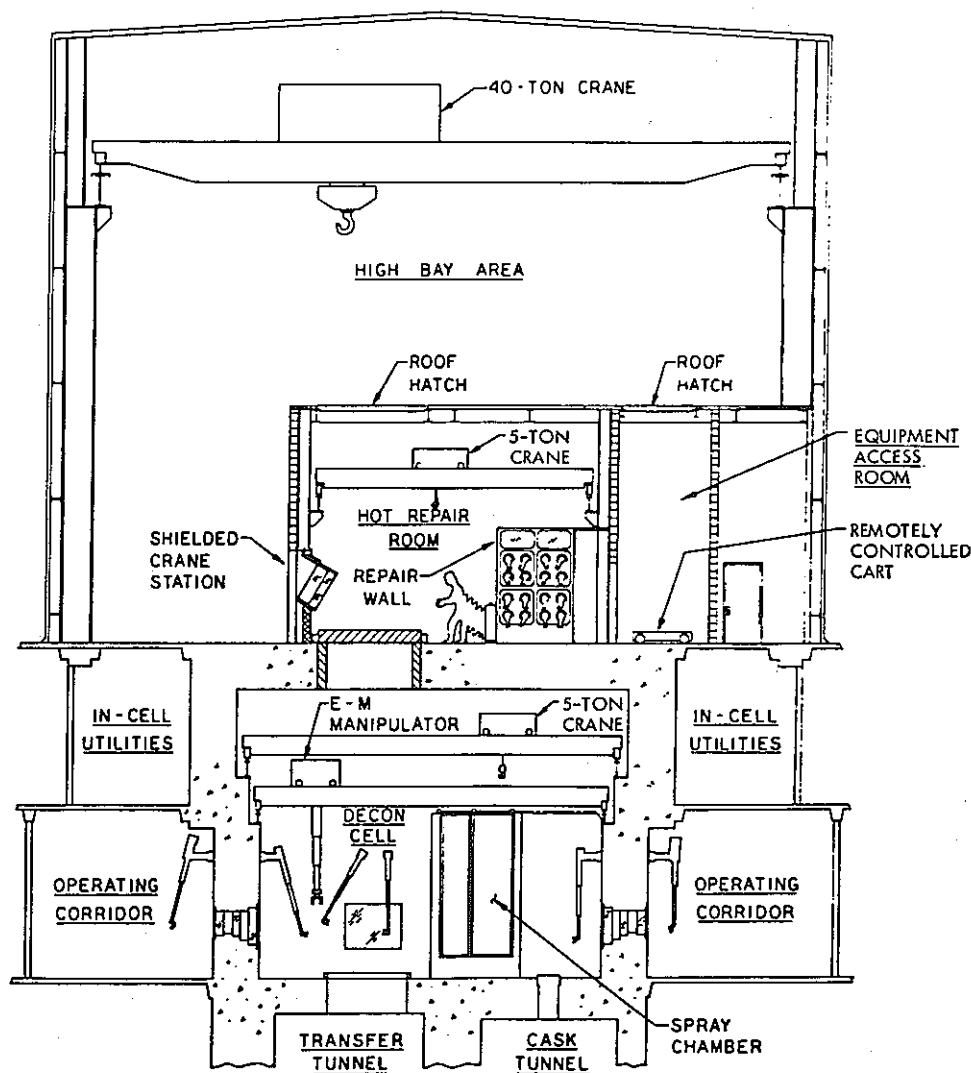


Fig. 6. Shielded crane-control station.

crane by personnel at the shielded crane-control station. This station, shown in Fig. 6, permits transfers to be made without requiring radioactive material in the Decon Cell to be relocated. Large uncontaminated equipment is introduced into the cell complex through the equipment access room using the 40-ton High Bay Area crane. A remotely controlled cart is used to move the equipment into the hot repair room for subsequent transfer to the Decon Cell without requiring personnel to enter the repair area.

CONCLUSIONS

The decontamination, maintenance, and waste-transfer equipment described in this paper has been fabricated and is scheduled for installation and operational checkout during the latter part of 1971. The overall goal of the equipment design has been to adapt existing techniques and operating philosophies, which have proved successful, to the specific HFEF programmatic requirements. The general approach selected—that is, requiring all in-cell equipment to be remotely installed and maintained, coupled with remote-decontamination and contact-maintenance facilities all within a single containment enclosure—should greatly increase the operating efficiency of the HFEF. Also, the ability to transfer capsules, elements, etc., in containers that have clean external surfaces will reduce the contamination-control problems both at HFEF and the off-site facilities.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to acknowledge the efforts of the Laboratory personnel, both at the

Illinois and Idaho sites, who participated in this work. Specific acknowledgment is made to W. J. Kann, S. B. Brak, W. Newman, and J. C. McGrath for their design contributions.

REFERENCES

1. N. J. SWANSON, J. F. LINDBERG, D. P. MINGESZ, R. C. WATSON, K. R. FERGUSON, and J. R. WHITE, "Preliminary Design of the Hot Fuel Examination Facility (HFEF)," *Proc. 17th Conf. Remote Syst. Technol.*, 131 (1969).
2. N. J. SWANSON, D. P. MINGESZ, and J. R. WHITE, "The Hot Fuel Examination Facility (HFEF)," *Proc. 19th Conf. Remote Syst. Technol.*, 3 (1971).
3. J. C. HESSON, M. J. FELDMAN, and L. BURRIS, "Description and Proposed Operation of the Fuel Cycle Facility for the Second Experimental Breeder Reactor (EBR-II)," ANL-6605, Argonne National Laboratory (April 1963).
4. D. C. HAMPSON, W. L. SALES, and L. F. COLEMAN, "Operating Experience with an Argon Atmosphere at the Fuel Cycle Facility," *Proc. 16th Conf. Remote Syst. Technol.*, 91 (1969).
5. W. J. KANN, S. B. BRAK, and J. R. WHITE, "Transfer Penetrations and Equipment for the HFEF Complex," *Proc. 19th Conf. Remote Syst. Technol.*, 14 (1971).
6. J. W. SCHULTE et al., "Methods used in the United States for Transferring Material Through Radiation Barriers," *Proc. Intern. Symp. Working Methods in High Activity Hot Labs.*, 2, 523, European Nuclear Energy Agency (June 1965).