

本資料は 年 月 日付で登録区分、  
変更する。

01.11.30

[技術情報室]

TJ 215 76-04 ADD

JN-75-036

分置

動力炉・核燃料開発事業団殿

「常陽」照射炉心用インパイルループ

およびFMFに関する

技術検討会

議事録

昭和50年9月

日本エヌ・ユー・エス株式会社

JAPAN NUS

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)

動力炉・核燃料開発事業団 殿

「常陽」照射炉心用インパイル・ルーフ  
および FMF に関する  
技術検討会

議事録

昭和50年9月

日本エヌ・エー・エヌ株式会社

目 次

	ページ
1. まえがき	1
2. 実施要領	1
出席者	3
3. 議事録	5
3-1. 動燃事業団本社における全般的検討 (8月25日, 月曜日)	5
3-2. 動燃大洗工学センターにおける討論 (8月26日, 火曜日)	7
(1) 既設FMF内装着諸試験検査機器 の見学と討論	7
(2) 既設FMFに関する全般討論	11
3-3. 動燃大洗工学センターにおける討論 (8月27日, 水曜日)	18
(1) HFEFの現状と今後の計画	18
(2) PNC質問書への回答①	26
(3) PNC質問書への回答②	33
3-4. 動燃大洗工学センターにおける討論 (8月28日, 木曜日)	38
常陽インパイル-7に関する討論	
(1) Associates側の希望	38
(2) PNC側の回答に対する討論	39
(3) Loop概念作成作業と合意された事項	42
(4) Loop基本概念に関するAssociates側の 説明と質疑	44

3-5. 動燃大洗工学センターにおける討論 (8月29日, 金曜日)	53
常陽インパルス炉に関する討論	
(1) Loop handling, loop transfer に関する討議	53
(2) Impulse loop systemの諸必要条件	57
(3) 合意事項	59
(4) CRDMに関する補足説明	60
(5) Joyo reactor container と FMF 増設部間の interface 等について	60
(6) その他	62

3-6. 結語	69
---------	----

添付資料	70
------	----

動燃事業団の質問書

## 1. まなび

本技術検討会は役務「常陽照射炉用インパイルメント  
 に関する調査」の一部として、当該炉の各サブシステムが  
 具備すべき基本的機能と必要条件について「常陽」原子炉の現  
 状と今後の計画を参考に詳細な検討を行い、本調査内容  
 の前提条件を明らかにすることが行なわれた。

本検討会は更に、既設FMF内装諸試験、検査機器並び  
 増設部における諸試験、検査機器の概念設計について  
 も行なわれ、既設機器の考察、増設部の諸概念設計、  
 常陽インパイルメントとの関連等、個々の問題点とその  
 対策から全般的な内容が検討された。

## 2. 実施要領

実施期日と場所:

(1) 昭和50年8月25日 : 本社

(2) 同年同月26日, 27日, 28日 および29日:

大洗瑞七ヶ丘-FMF

AGENDA OF

TECHNICAL MEETING

(議事日程)

ON

FMF EXTENSION EQUIPMENT CONCEPT

AND

JOYO IN-PILE LOOP CONCEPT

DATE	PLACE	TIME	ITLMS
25 Aug. ( Monday )	Headquarters of PNC	In the morning and afternoon	General
26 Aug. ( Tuesday )	FMF	In the morning  In the afternoon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Greetings</li> <li>• Scheduling</li> <li>• Inspection of Existing FMF</li> <li>• Discussion on Existing FMF</li> <li>• Inspection of JOYO</li> <li>• Discussion on Extension Equipment Concept</li> </ul>
27 Aug. ( Wednesday )	FMF	In the morning and afternoon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Present Status of HFEF</li> <li>• Discussion on Extension Equipment Concept</li> </ul>
28 Aug. ( Thursday )	FMF	In the morning and afternoon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussion on JOYO In-Pile Loop</li> <li>• Inspection of JOYO</li> </ul>
29 Aug. ( Friday )	FMF	In the morning  In the afternoon	<p>Discussion on JOYO In-Pile Loop</p> <p>Discussion on JOYO In-Pile Loop</p> <p>Summary</p>

出席者 (敬称略、順不同)

(1) 8月25日(月)

動燃・高速増殖炉開発本部:

植松、金子

・国際協力室

瓜島、諸岡

Swanson & Associates

J. R. White

C. C. Bolta

日本環工・環(株)

原子部: 野口、大野

(2) 8月26日(火)、27日(水)、28日(木)、29日(金)

動燃 大洗工学七号

・燃料材料試験部

石田

(FMF)

小林

黒木、島田、田地

松島(英)、長山、桧原

榎戸、松島(英)

今野、都築、小杉

中村



・高連実験炉部 福田 (28, 29日出席)

動燃、高連増殖炉開発部 金子、吉見  
(28, 29日出席)  
斎藤 (27日出席)

Swanson & Associates

J. R. White

C. C. Batta

日本原子力工業(株)

原子力部

森川 (28日出席)  
野口、大野

## 3. 議事録

3-1. 8月25日(月)、勸業本社にて

午前：勸業に於て勸業事業団の役割、諸研究開発計画、諸施設の紹介、

・実験炉“常陽”に關する全般的な説明

- ・現在諸機能試験中
- ・来年初期に臨界
- ・室温下の諸試験は順調
- ・第1段階では 15 MKW の熱出力を計画、
- ・第2段階では 75 MKW “ (77%)
- ・1979年頃には現在の Mark I 炉心を Mark II に変更、
- ・インパイルメントへの諸試験は Mark II 炉心で行う。従ってインパイルメントは冰期約5年の期間で設計・製作・組立・炉内設置組立おのおの予備試験を完了を計画する。

・既設 FHF について、

- ・燃料集合体の重量測定、外觀寸法測定、燃料コンの重量測定、外觀寸法測定、コンパンクヤ試験、およびクレーン、諸 handling equipment 等の試験操作と操作の習得が現在行なわれている。

・諸状態機能試験は常陽炉の25%レベルに合わせて行なわれる。

・White と Bolta 氏による説明

- Mini TRIKA は米国では1977年頃に運転され予定、従ってその時期にあれば多くの具体的な情報がえられる。
- HFDF における最新プログラムは今年11月中旬のANS セミナーで多く発表される。
- 本調査役務は常陽インパイルメントの具備すべき機能と必要条件を常陽炉に通ずるものとして明らかにすることである。その機能と必要条件が明らかになればそれに基づいた概念設計が次の作業として考えなければならぬ。
- 本技術検討会の議事日程の確認

午後：貴団 国際協力室 での挨拶

- 本技術検討会の議事日程の確認
- 議題の概略説明。

3-2, 8月26日(水) 動燃大洗工機センター, FMPにて

午前 9:00 ~ 12:00

・石田部長 = 本技術検討会の主旨説明.

・Mr. White = 常陽インバクルーゴに関する本役務に付いて次のことを明らかにした.

・常陽炉の現状見学が是非必要であること.

・本役務の遂行と報告書の作成には, PNCの常陽インバクルーゴと同じ必要とする基本的な条件を検討しなければならない.

・Mr. Belta によつてインバクルーゴの概念説明を行つたので, それをもとに PNCの考えを把握した.

(1) 既設 FMP 内装置諸試験検査機材の見学と討論 (Mr. White & Belta の傾向とコメント等)

① Y scanning

・ Associates:

・ピンラックを取付け方がよい. どのようなものを考えているか? 装置の高さは?

・コリメータスリット中の可変は good.

・ PNC: ・ X, Y, Z の位置はパルス数でカウントする.

・ ピンマガジンを変える.

・ コリメータスリット中は可変で, カン回転可能.

② Pin 寸法

・ Associates:

・ 下部キマックの目的は

・ 下部キマックの中央の孔の径が小さい. 厚さも薄い.

照射済燃料の曲がりが多い場合 その孔を通し  
かつ回転することができなくなる。

・測定値の精度は。

- ・ PNC
- ・ Bowed pin を下部スリットで固定するとき、その pin の向きを変えれば問題は無い。
- ・ 精度は  $\pm 0.005$  mm

Associates: good.

- ・ temperature sensor が付いている。

③ Pin ボンクナー装置

・ Associates:

- ・ ピンの出し入れ、シールが難しいだろう。
- ・ piping のバルブ、ジョイントの操作を試みたか。
- ・ リークテストを行なったか。
- ・ ボンクナー方式は

・ PNC:

- ・ バルブ、ジョイントの操作は現在進行中
- ・ リークテストは行なった。結果良好
- ・ ボンクナーはレーザー方式

Associates: good.

- ・ FP ガス分析はガスクロマトグラフを使う。

④ Pin 重量測定装置

- ・ 重量のバランスは装置内に備えてある。
- ・ 精度は  $\pm 0.2$  g at 4 kg.

⑤ 解体機付扇切断機

・ Associates:

- ・ 一番よく使用する装置だろう。

- ・切断精度は、切断して見たか。
- ・回転数が違、倍にできるか。
- ・chipの収集は

### ・PNC

- ・切断して見た。回転数は 300 rpm、倍にできる。
- ・切断精度は  $\pm 5 \mu m$  である。
- ・チップの収集は色々試みているが、まだ決め手はない。

## ⑥ ラジオグラフィ装置

### ・Associates:

- ・ワイヤが切れたらどうするか、その対策は
- ・ピンが何本取付けられるか、ピンラックを思い。
- ・シートが厚い (ラジオグラフィ、フィルム用)。
- ・pin holder は。

### ・PNC:

- ・ワイヤが切れる前に取り替える。ワイヤは定期的に  
取り替える予定。
- ・1回に2本のピンを取り扱う、2本以上も可能。
- ・S/A も取り扱える。
- ・pin holder は試作品があるが、良否は不明。
- ・シートは次年度予算にて取付けの予定。

## ⑦ Pin 切断機

### ・PNC:

- ・チップはどう集めるか、チップ集めが困難である。
- ・中のペレットが落ちるのか。
- ・1 cut に 20 min. かかる。
- ・Bending ではなく cutting 方式である。

⑧ 解体機

## • Associates :

- ノックバー下部で切断するのがよい(ノックバー引抜きは難しいはず)
- 横方向からの冷却ガス流量が足りない
- ヒーター付集合体でテストにする必要がある
- 冷却効果もよくするため、デザインを要する討議は早いか

⑨ 集合体寸法

## • Associates :

- 上部ノックで S/A をつかめるのか
- 冷却ガスは

## • PNC

- 上部ノックは S/A を押さえるだけである
- 冷却ガスは  $N_2$ , 下から上へ流れる

⑩ Pin 外観

## • Associates :

- どのステーションで外観検査するのか

PNC: W-5

- せまい、ペリスコプがどこに取付けられるのか
- ピン外観検査ステージが何回

⑪ 全体

Associates : シェル中がせまい。

・ HFEP では ダブルカバー 缶式 を止めた。その理由は信頼性がない。価格が高い割にはよくない。

⑫ L-2

PNC : パッキング。半周で distance piece を取付て折曲げて取付らねようとする。

⑬ ボイラー (L-2)

Associates : HFEP と FMF と同じように改造予定がある (5 tons)。

⑭ Cask car

・ port の下端 シェル面、cask 側の シェル面、および cask car 内面の除染方法が問題になった。

・ PNC は Associates にその方法を質問した。

冷却系配管は active 部分の蓄積がひどい。そのときは外側に遮蔽するか、切取って新しいものと交換するかをたのめたい。

午後 13:00 ~ 17:00

・ JOYO 炉見学

・ 既設 FMF に関する討論

(2) 既設 FMF に関する討論

Associates :

① 一般 ・ 去年から現在迄多くの機器が据付完了している。

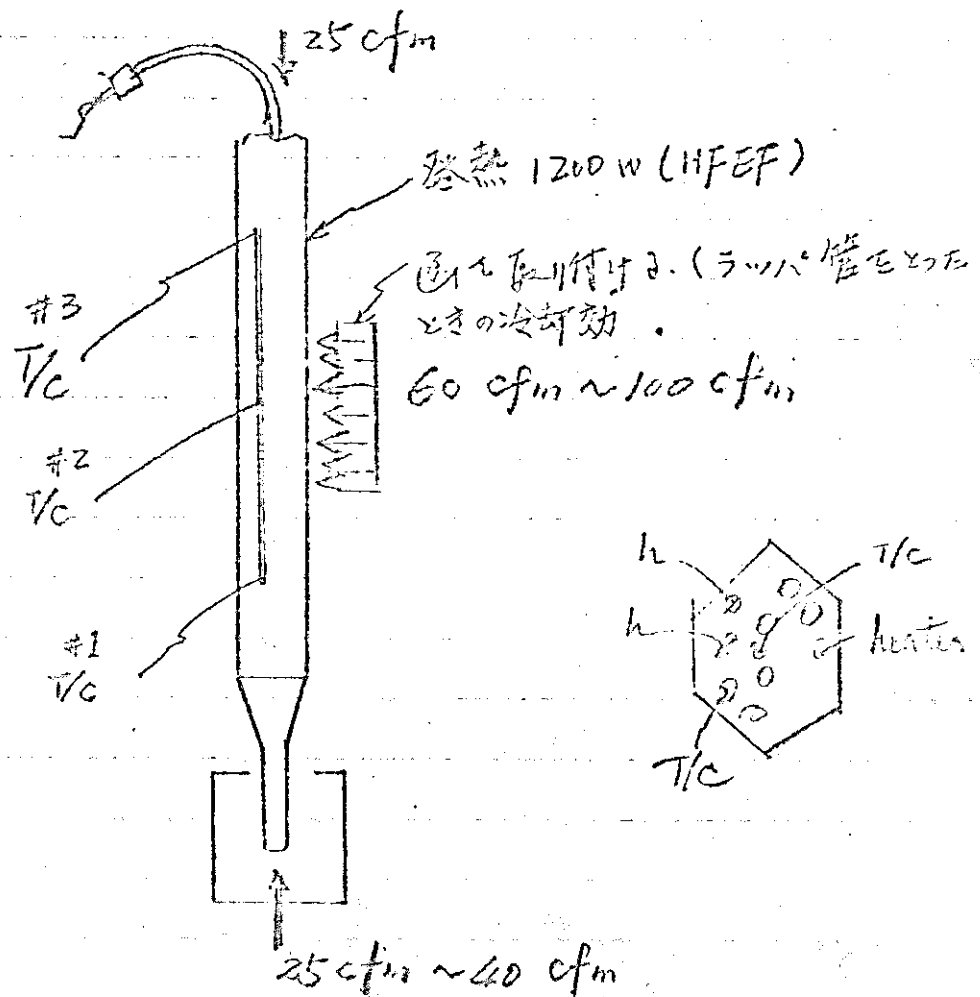
・ 今の mock up operation を行ない、操作等の練習を繰り返す必要がある。hot になる前にできるだけ時間をとること。



② S/A解体  
機内の冷却

- ・ 諸基本機がOK.
- ・ S/A 解体機における冷却効果が問題.  
 熱電対付加熱可能なS/Aで mock up test  
 を行い、冷却効果を確認する必要がある。これからこの  
 testを行なう方がよい。  
 現状では一旦ラッパ管を切断取りはずすと、下部か  
 らのみ冷却は効果を失い、不良になる。  
 HFEFではS/Aの横方向から長さ方向にある程度分  
 けて冷却ガスを吹き付けるようにしている。その流量は  
 60 cfmから現在100 cfmに増やした。その他下から  
 の吹き付け流量は25 cfmから40 cfmにした。  
 上部からは25 cfm吹き付けている。  
 ・ T/Cとheaterを組合せを概観図は次の通り。

	#1	#2	#3
〇	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...



- ・ HFEFでは一旦ラッパ管をS/Aの上半部迄推し上げると、  
 上下からの冷却だけでなく、横方向からの冷却を行なう。

• S/A の冷却は次の時臭でも必要になる

- storage pit におるとき
- 解凍時
- 外観検査時 (Profilemeter)
- Na 汚染時
- Gripper 操作時

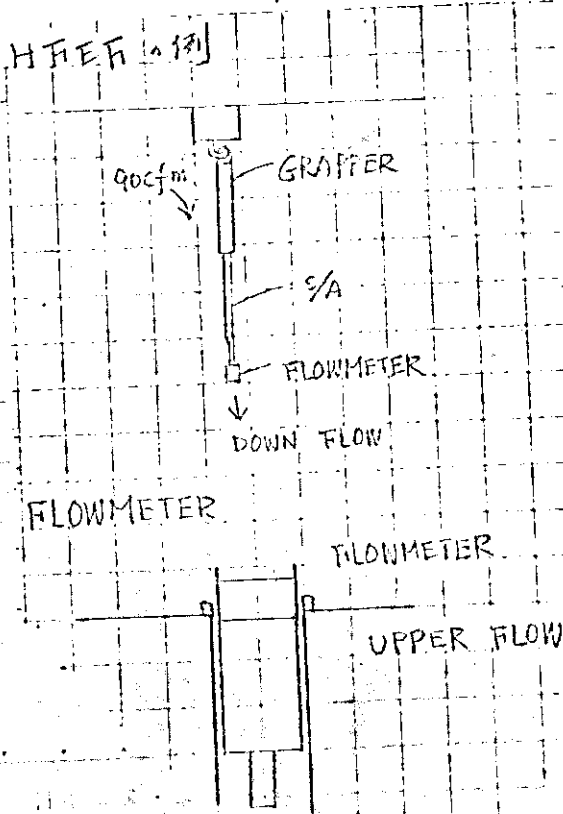
この場合は冷却と流量計を取り付け確認が必要になる。

PWC : cladding の表面温度は 370°C を最高と見ている。  
HFEF では 7" の位と見ているか。

Associates : normal 2" 900°F (≈ 482°C)  
emergency 2" 1200°F (≈ 649°C)

PWC : 500°C 近い温度は材料の annealing を引き起こす心配は無いが、安全を見込んで最大 370°C とした。

Associates : 最高 370°C に抑えられたことを確認する  
ために流量計が必要である。

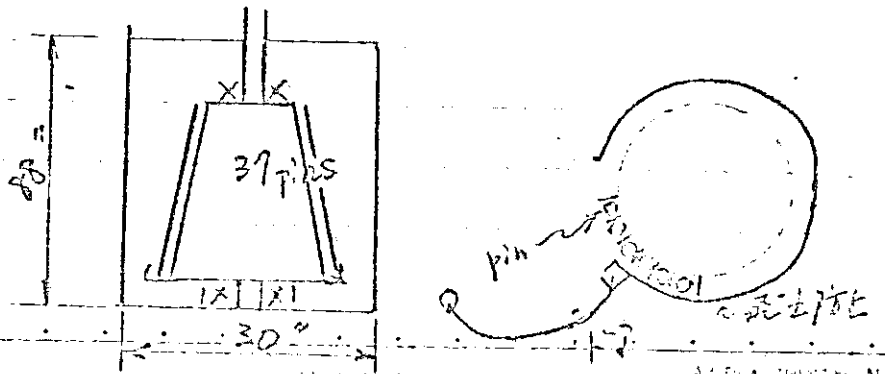


③ PIN MAGAZINE

・実験炉からの要求に応じてセル内には多数のピンが滞留することになる。

HFETの場合 3000ピン位にまでいる。このため pin magazine を設置した。この magazine は今までで最高のものであ

・HFET では各種 pin 検査場所に特殊 pin magazine を設置している。設置位置は pin を一旦つかるとは戻さないで取扱を得る範囲内にある。この magazine は cell 内における多くの pin の流れを大いに改善した。 magazine の概念図は下図の通り：



PNC : FMF ではセル内の総 pin 数は 385 本と定まっている。しかしこの限界がある。

PNC : pin magazine は pits に入れるのか。

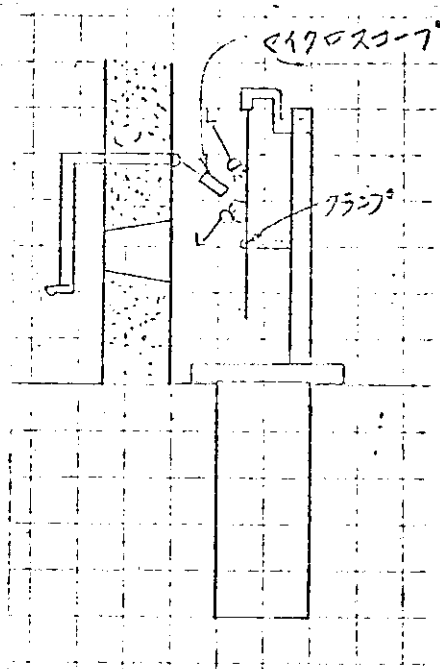
Associates :

pin magazine の pin はそのステーションにおける試験が終了すると、そのまま置かれる。pits にいちいち入れておくと pin を落したりする危険が多い。

End fitting は 1個 50 ドル位である。

④ Pin 外観検査について

- ・ 外観検査用のステージが良い。
- ・ Pin が実装部より高い必要、照明増強
- ・ 欠陥位置の読み取りが可能な形(背景暗部)
- ・ 光の反射をなくす工夫が必要。
- ・ 全ピンを観察した方がよい。
- ・ Telescope について
  - ・ 12倍率は defect を見つけた場合に役立つ。
  - ・ Optical マイクロスコフは解析に使われることはあるが、作業能率が下がるため使用上の選択が必要。
  - ・ テレスコフの位置が高い。



⑤ Radiography について

- ・ pin を film に平行な面に押し付ける必要。
- ・ pin、S/A の holder 用 cable の取り扱いを考慮必要。
- ・ 位置を位置表示できるようにする必要。
- ・ この位置で bowing pin の位置を正確に把握して必要。

① レーザービムによる再熔接部の健全性はどうか

Associates:

- ・レーザービムによる再熔接は肉厚の約90%迄しか熔接できた。
- ・再熔接部が end plug であれば強度的には問題ない。
- ・leak test を行えば健全性の確認ができる。



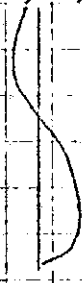
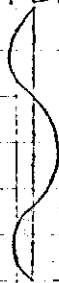
約90%迄の熔接可能。

② BOWING PIN について

8 スキャンピン寸法測定装置で大きな曲がりピンの測定ができる。



HFEHで1.5"の曲がりのピンについて、モックアップテストした。



PNC: HFEHでは2"までの曲がりを選定していた。

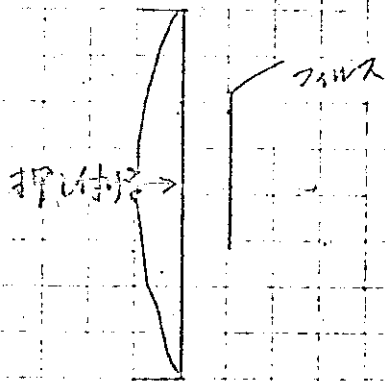
Associates: それ以上の曲がりのピンについてもテストしておく必要がある。

⑧ X RAY RADIOGRAPHY について

吊り下げ用ワイヤの切断対策、曲がりピンホルダー

ラジオグラフィの写真には、位置表示用のスタンダードを入れる。

ピンの曲がりがあれば、ホルダーを入れて押しつける



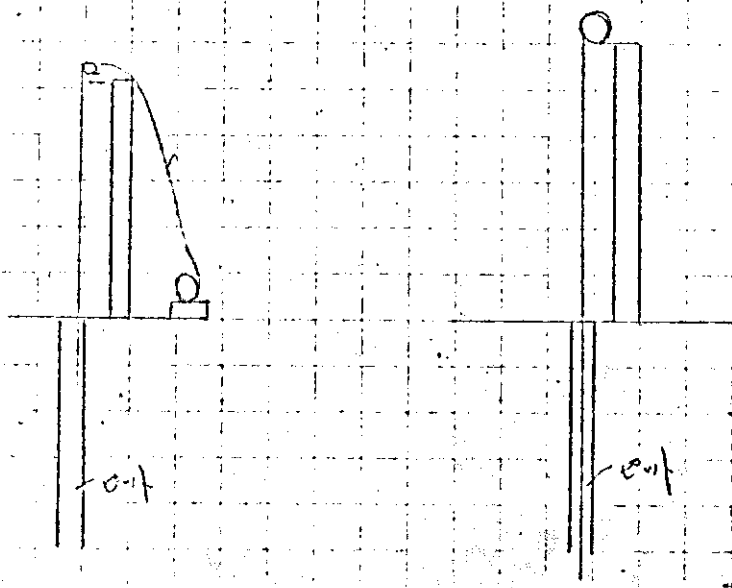
曲がりがあると、像が鮮明でない。

⑨ ラジオグラフィ・ピン駆動装置について

ワイヤが切れたときの対策を講じる。

今のまのワイヤ巻取方式はワイヤの交換が困難であるので、ワイヤドラムをTOPへもつていくのはどうか。

ワイヤを切れる前に取替えるというが、その時期の判断がむづかしい。



3-3. 8月27日(水)

動燃・大洗工務センター・FMF 122

午前 9:00 ~ 12:00

(2) HFEPの現状と今後の計画について、Associatesによる  
報告

① HFEP/NORTHで現在運転可能なもの:

- S/A gripper
  - S/A disassembly and reassembly
  - S/A visual
  - pin profilimeter
  - pin γ scan
  - pin transfer station (end fittings & magazines)
- end fitting = 400 4
- magazine = 24 4

- Milling machine
- Metallography sample preparation box.
- SLSF disassembly (sodium loop safety facility)
- Safety review 完了, startup approval 済
- 1975年4月に施設の1部 startup. (8 or more S/A 装置)  
問題は未だ残っている。
- 1976年6月に施設全部を startup
- HFEP/SOUTH の改造  
1977年1月 Clean Cell startup (非"予算はついている")
- Neutron radiography  
200万ドルの予算がつき, N-R Facility の設計を開始した。

② 新計画

a. Mini TRIGA : 1977年9月設置完了予定.

b. Pin fission gas

レ-ガ-ニウムを使う. drill/reweld 等.

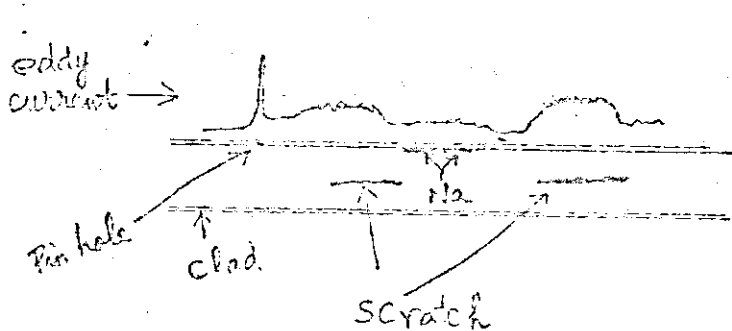
1976年12月頃に運転可能予定.

c. Pin eddy current :

Phase I : '76年7月に運転可能の予定.

defectの種類を判別できるようにするには約6ヶ月かかるだろう.

Phase II : '77年月月進捗にすべて電算機処理可能にする.



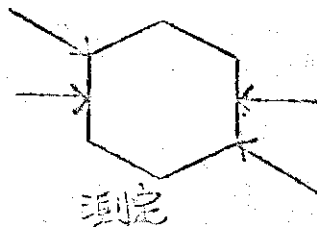
小さいscratchと meat-clad 部に  
入ったNaの區別等がつかず  
非常に解析が難しい。

d. S/A profilometer

EBR-II Type についで

横方向、斜角方向も含める. 1976年4月運転可能

Twist 測定可能.



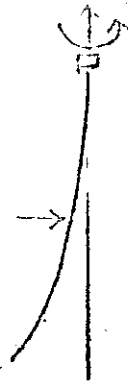
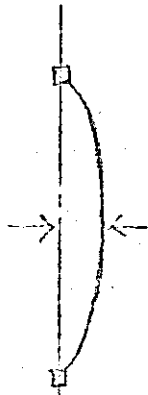


e. Pin bowing measurement

フェイスIV output, 1976年7月運転可能

Pin Bow —

'76年7月



pinの歪りについて2法ある。

f. Optical profilometer

・ト77"Vが別送した。従って現在は接触方式のものを使って  
いる。signal driftの問題がある。

・精度

0.174 ~ 0.250 in. dia. with  $\pm 50 \mu\text{in.}$

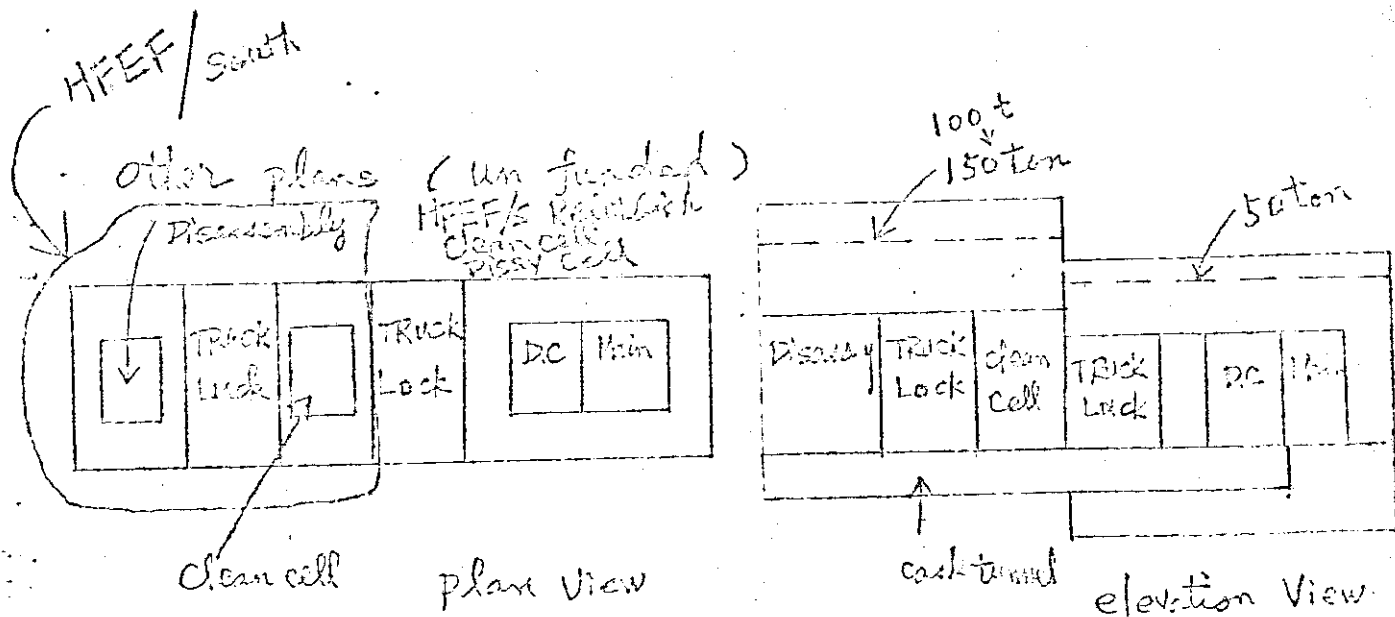
0.250 ~ 1.0 in. dia. with  $\pm 100 \mu\text{in.}$

・1976年8月運転可能

・Mr. White:

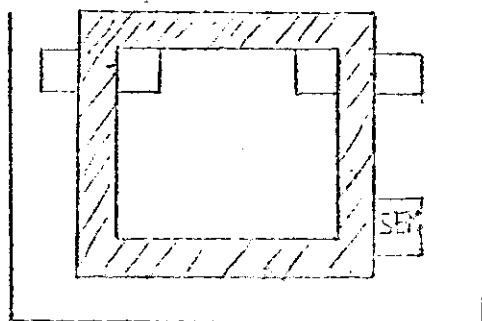
Pin profilometer については, M. Casares, "Remote  
Pin Profilometer" ANS (1972) を参照すると良い。  
その中に  $\pm 0.0002"$  (5 $\mu$ ) の精度で測定できると  
述べている。

g. HFEF/South を計画してこれが予算が未だ得られ  
ない。左には大さ clean cell と disassembly  
cell を作る。

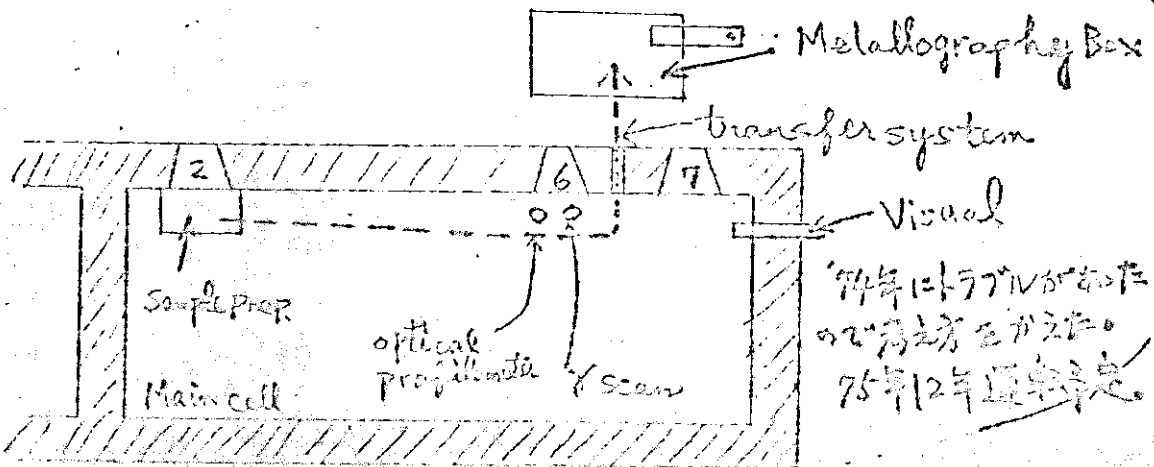


h. Metallography.

質問 = Metallography での EPMA と SEM を使う予定は。  
日本電子 が 独自におさめたもので 両方の能力を兼ね  
たものがある。



Mr. White  
君の様に SEM を設置予定。  
Metallography Box



74年にはTVが追加  
の2号機をかけた。  
75年12月遷移完了

質問: F.G. の分析で PNC はガスマトリファイしか用いてないが、HFEF では他の分析素を考えているか。

回答: セル内では  $\gamma$ -analysis。ガス分析は分析専用施設で行おう。

HFEF ではガスを採取するだけ。採取されたガスを分析専用施設に運ぶ。そこではガスクロ、ガスマス分析とも可能。

### i. HFEF の運転準備スケジュール

質問: HFEF の hot run 道 (73~75) の schedule はどうなるか。

回答:

- Facility づくり (購入と設置作業)

- windows

- M/S manipulators

- vent crane

- feedthrus

- filters

- In cell general purpose (testing program)

- Transfer locks

- S/A transfer

- Ar system

- Examination equipments (購入と試運転)

- Operational training program

- prepare manuals

- training people

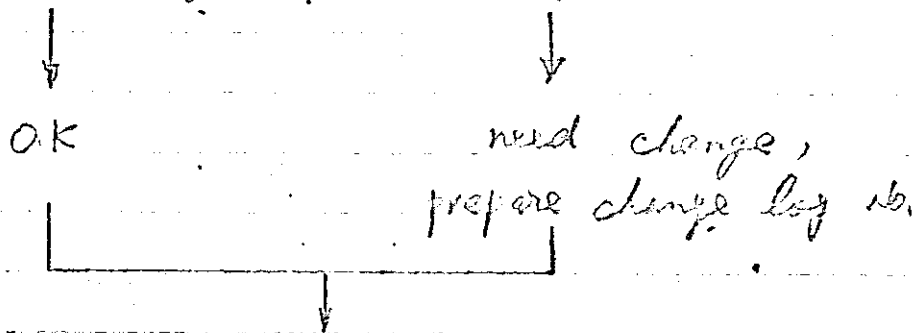
- For each equipment and system:
  - Prepare detailed qualification plan
    - Leak testing
    - calibration
    - procedures for normal operations and infrequent operations.
    - maintenance

↓

Approved test plan

↓

- Check out by technicians, all people to be in charge of the project.



start test

以下のとおりになる:

1973-75 (Buy & install)	Activation (Test)	(Buy & Test)	(operator)
Facility	In-Cell Gen. Equip	Exam Equip	training
Windows	Transfer Locks		Manuals
M/S.	S/S storage		people
New Crane	Argon system		↑
Feed drums			technician operate
Filters			

Safety Report & calculation

1- Detailed Qualification plan

- Leak Testing
- Calibration
- Normal operations
- infrequent operations
- maintenance

{ Hoist Fail  
gas filled transfer

	① Equip. Name	② Change needed	③ Techni. sign	④ inspect sign	⑤ Remarks	⑥ change log No.
1. Do something	X		JB, JK			
2. leak Test	-	-	-	-	-	-

機器の仕様 → 変更 → 検査等の経過をふり、operatorは Technician が行った操作した後、新人の training に入る。

- 昨年の7月期 これの繰返しである。
- 1つの機器につき通常 3~4日の繰返しもおこなっている。
- この方式の key point は Good Documentation System であり、この担当者 が しっかりしている必要がある。  
Hard job だ。
- 機器の手直し、変更をした場合、変更図面の作成は絶対に忘れないこと。

- 詳細な qualification は cell がまだ clean の状態の時期に完了したければならない。
- qualification test は 繰返し行い、負荷テストを必要である。
- Dry Air 下の test では、軟い金属と硬い金属間での lubrication とコネクタ-部 電気ア-キングの問題がある。

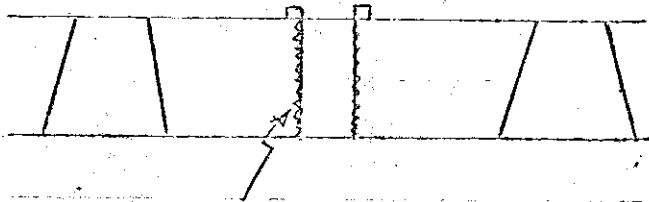
質問: leak test には気密と放射能の遮蔽を合せるのか。

回答: 両方を合せる。

γ-leak test については4つの cell について1972年  
に S/A を窓のところに持って来て試験し、トラブルはなかった。

PNC 質問: 貫通孔部での γ 線のリーク対策は、

回答: ペリスコプ貫通孔 (1300 mm length) ではペリスコプ  
の回りに遮蔽体を置き 10 万 2,000 位までできた。  
(セル完成後、大型貫通孔を取付けたことについて)。



セル壁にダイヤモンド・ドリルで孔をあける。孔径は  
埋込みスリーブより大きい。スリーブとセルライニング  
を溶接し間へき部に手作業で重コンをつめていく。  
γ線リークは全然ない。簡単で安価でかつ信頼性  
が高い。現行 FMP の予備スリーブはほとんど使  
ものにならないうらう。(scanning 用は)。

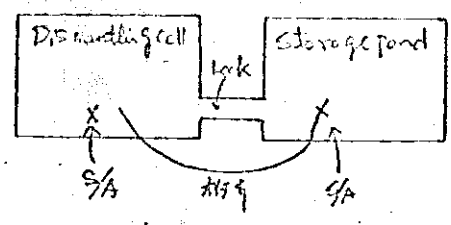
Hot run 前に絶対に改造すべき。

また試験セル天井にホトをつけることをすすめた。

(2) PNC 質問書への回答④ (PNC 質問書は別添を参照のこと。以下の Numbering は質問書通り)

Questions on The Conceptual Design of Testing Equipment for Fuel Monitoring Facility Extension. に対する Mr. White の回答

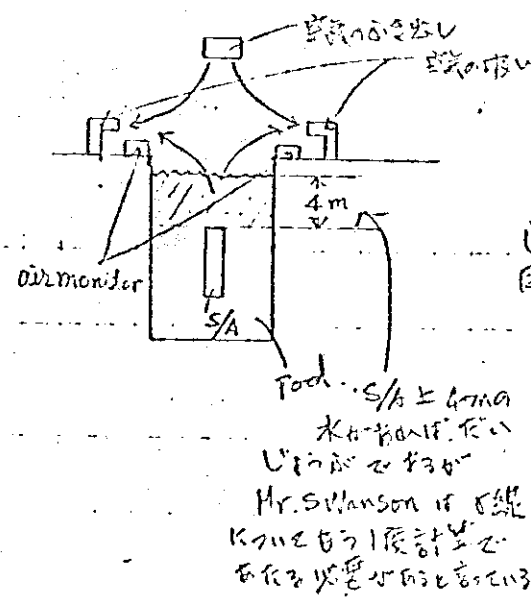
i)



貯蔵セルに S/A が入っている時  
 ケーシングを通過して水の leak を  
 発見して場合 S/A を Storage pond  
 に格納した後貯蔵セルの水を水  
 浴槽線にケージ管を透して  
 Vacuum chamber を用い leak 位置  
 の location を行おうとしたい。

⇒ FIF を使って格納して  
 質問書の水を抜いた状態での  
 leak 位置の迅速な検出法を開きたいと思っております。

ii)

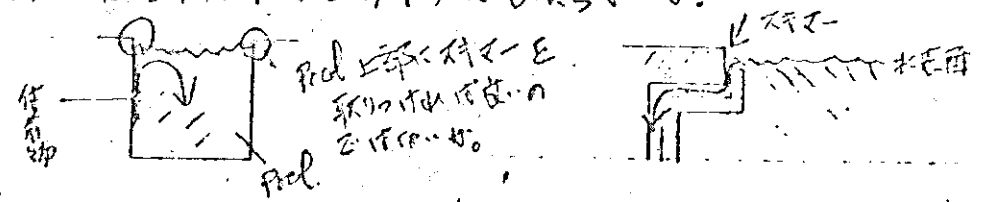


質問に答へた左図の様で望望シ  
 干渉を避けて Tool を格納した  
 椅子にすわった状態で handling  
 しても安全である。軽水炉でも  
 同じようにしている。(Side location)

この場合 FP が又について air  
 monitor を設置して燃料の  
 吸出し口を設ける。

iii)

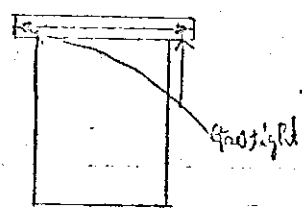
燃料について燃料貯蔵の操作に  
 (Tool を使って操作し Tool が長いが)  
 USA で Fermi 炉での handling で日本の技術者が  
 できる。水中では燃料貯蔵の影響を  
 操作に適合しているが、米国の作業は  
 much faster である。米国の燃料貯蔵は  
 (進捗度) 相当程度  
 日本の軽水炉で Tool のライニングの  
 付着物による燃料貯蔵の  
 影響を懸念しているがその  
 燃料貯蔵のライニング  
 の付着物の対策はどの程度か。



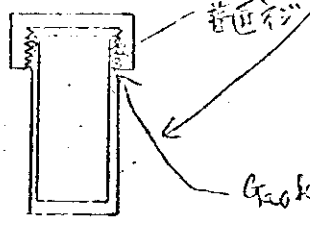
2. i) ANL と契約して

Holobeam, paramus, N, J の会社をやっている。

3. i) 2R コンテナについて標準仕様は① Metallic  
② Gas tight ③ no Y Damage のコンテナである。



2R コンテナ  
耐用年数が5年  
15年前までは現在の要求では Gas tight  
がしなくてもあるのが将来は必要か  
わからない。  
現在 HFEF では 2R コンテナは使って  
いない。



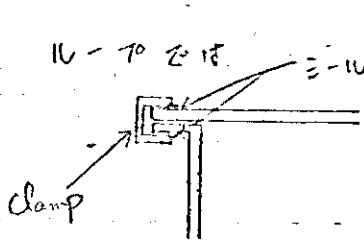
今はこのタイプのコンテナは使っていない。  
2R コンテナにこのタイプは向いておらず  
取り除くべき。

追加質問 担当 小形

Crack がラバー以外材料ではとんぱりかあるか。(ラバーは  
時にたぶらかける。)

SUS O ring を用いなければ結構なついでとある。

追加説明 Mr. Bolta



3-10 溶接 (10mil=0.25mm) がある方法が用いられている。

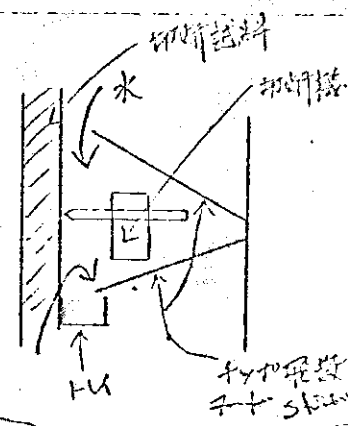
4. i) SUS が耐食性の悪くもある。封入は水中で開いているため SUS  
パッキンを用いるべき。 Ball Bearing は SUS A-304 が良い。

ii) 設計でパッキン用シリコンにする。必要の場合には天然ゴムを用いるべき。  
水の含有が非常にシリコンよりも低い。  
(Natural Rubber or Compound)

iii) 封入 No.1 ではない。水中での問題はない。腐食はない。水中では線速度が  
電気回路のケーブルは一般の製品がある。ケーブルのありようは  
場合、保護回路をつけるべき。



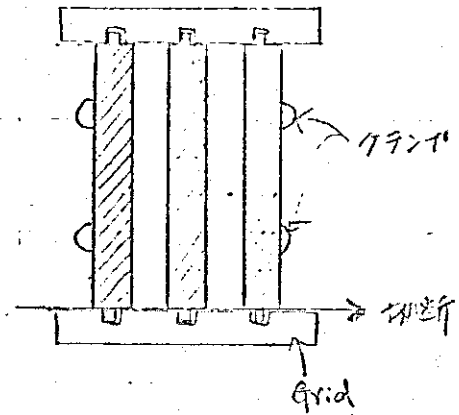
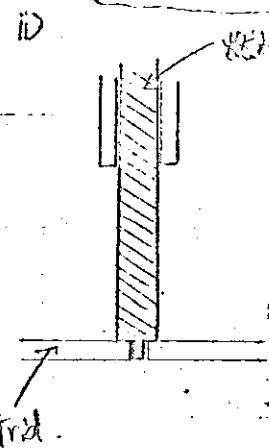
5. D



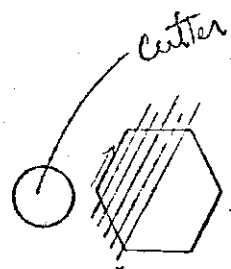
水中では燃料棒用グリッパを取り付け  
 燃料棒をT9トVに集めて回収する。

試験セル No.1 の問題があり 町いん  
 2. 燃料棒支持器はテストしている。

Gripper の 2 つの部品の 'Conceptual Design  
 of Testing Equipment for FMF Extension'  
 May, 1975 を参照してください。



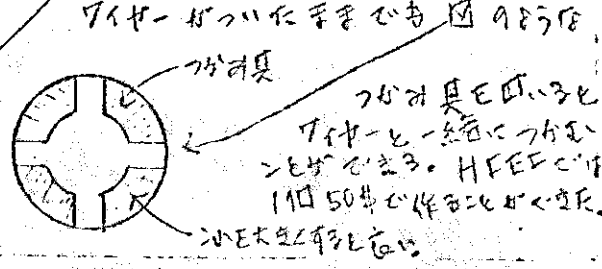
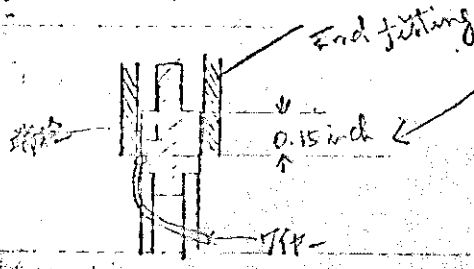
コンクリートクランプの Grid の近くを切斷する。  
 MONJU 燃料棒コンは 1本ずつ扱く以外に良い  
 方法がない。



MONJU S/A を 1列ずつ切斷していく。それにも 1本づつ  
 切斷-引き抜きの手直し。対象物の受け皿に流れてから  
 いて、1本につき 2~3本が 2本問題はないはず。

6. D HFEEF には 安全のため、位置固定のため End Fixturing が必要  
 としている。その場合の 117 は 150 inch pond をおいて 必要なら  
 250 inch pond をおくといい。 "Handling of Irradiated Elements  
 and Capsules in HFEEF" by J.P. White etc. を参照してください。

ii) 7インチが 2本ずつ 2本の部分に 0.15 inch (3.8 mm) 程度の 2本ずつ  
 が 2本の Fixturing が必要。



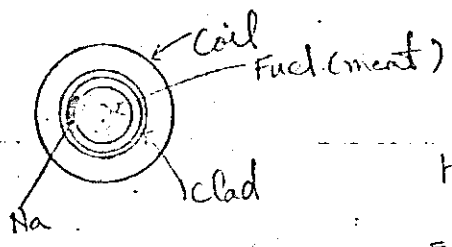
7インチが 2本の部分に 2本の部分  
 燃料棒 2本の部分に 2本の部分  
 7インチと 2本の部分に 2本の部分  
 2本の部分に 2本の部分。HFEEF の  
 110 50 本の部分に 2本の部分。  
 2本の部分に 2本の部分。

iii) 可能である。その場合重量用  $\gamma$  =  $2 \times 10^{-1}$  の検査である。

7. i) optical profilometer については  
Adam, Bucca, white, "Optical profilometer system"  
ANS (1972) に詳しく書いてある。

この装置を扱っている会社は Physitech Inc. New Jersey  
である。

ii) HFEF では Aerojet の coil-電子装置を入れている。  
Eddy current の報告書は、今年11月の ANS の meeting で  
発表される。6月から使用が計画。



検査結果の解析は大変である。  
clad - Fuel 間には Na が入っている  
場合毎に異なってくる。

HFEF での検査目的は  
clad の pin hole の検出 ( $1/1000$  mil  
= 25  $\mu$ ) が主たる目的である。27  $\mu$  50  $\mu$ 。  
これは非常に電圧が敏感な装置である。  $\uparrow$   
 $2/1000$  mil

8. i) 除染剤は Cl free のものがいい。  
USA では TURCO Corp の会社で出している Cl を入った HFEF の  
を用いている。会社の住所はわからない。会社年鑑で調べるといい。

ii) SWanson の話しでは ケイソウ土フィルター の効率 は 99.9% 程度  
である。それとしては filter が目詰まり という点である。  
この解決策として ケイソウ土フィルター を 2 つ 準備し 1 つ を 使用し  
他の 1 つ を ビックラッシュ して 次 に 使用 する。

追加質問 拙者 榎原  
Ceramic filter の 使用 について は どう ですか？

Mr. white  
Ceramic filter については 知り ません。

9. i) Neutron Radiography 用に Mini-TRIGA Reactor を 設置 する  
のは HFEF が 最初 である。  
現在 GA 社 が 設計 を 開始 し 来年 2~3 月に 最終 設計 終了。

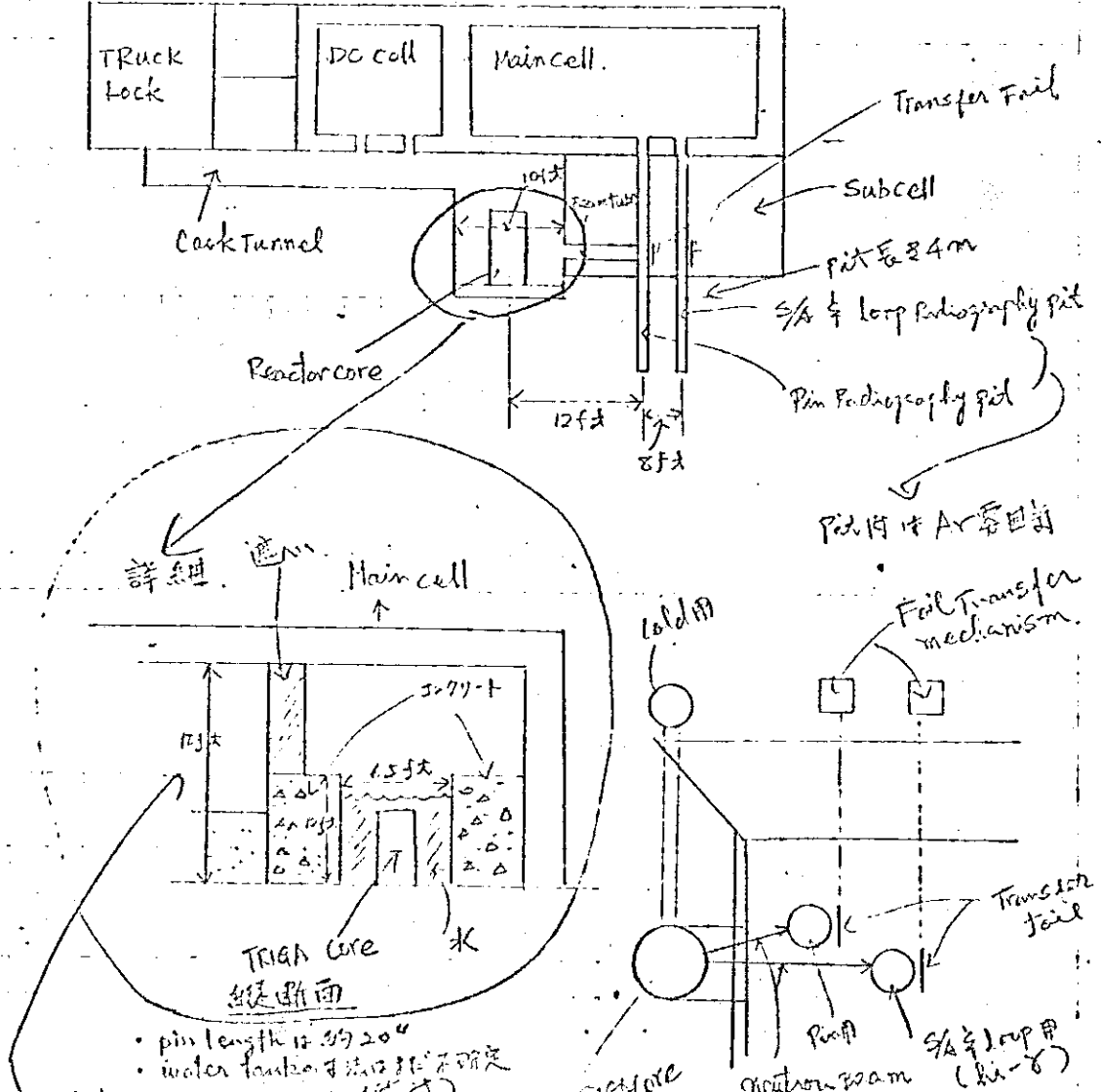
- Mini-TRIGA 以外の REACTOR を 使 っ て いる と ころ は
- o FTF (Hanford) --- 古い TRIGA 設置 (TRIGA Mark-I)
  - o Vallecitos GE --- NTR (TRIGA ではない)
  - o General atomic (Mark I 2基, Mark II 1基) 等 がある。
- \* FTF 調査 結果

ii) 出力低下の影響  
 Neutron flux が低下する。  
 => FHF を着たいに賛同者が十分理解しての爾答であった。

iii) 現在 Neutron Radiography at In cell 目的として 2Mpa 以上で建設予定 out cell を用いた Activation analysis 等がある様。1976年に概算として 1976年予算等に設置予定。  
 Mini-TRIGA 炉には Lazy Susan (Rotary specimen Rack), Pneumatic-transfer system, thermal column 設置可。  
 NR用は Lazy Susan は使用不可。

iv) Mr. White. 質問事項について 12月18日返す。

v) HFEF の Mini-TRIGA 設置場所



- pin length は 約 20"
- water tank の 高さ は 未確定

Maintenance の 必要 あり (設計)  
 TO-11 上の 設計 1975.10.10. maintenance 2.93.  
 (大. GA 社 作 成 の Concept Design 1 is Removal Cover 207.3)  
 \* FHF 調査 結果

追加質問 近き 概原

⑧

HFEFの mini-TRIGA REACTOR is special Design is.

Mr. white.

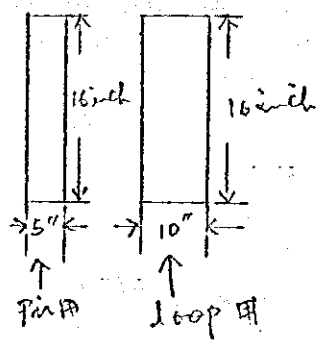
HFEFでは GA社に對し、構造を小さく、neutron fluxを高く  
にする事を要求している。

GAでは Reactor Tankの設計は LFRの設計に特別に設計して  
もさゆがけを付けた。HFEFでは設計する。

vi) TRIGA spent fuelの処分方法は one thru であり、2~5年を待たせ、  
HFEFでは 貯蔵箱が Idahoの再処理センターへ入送る。  
GAでは 取り扱わないであろう。

vii) Radiography以外のものはいい。

viii) 放射野は Pin用は 5 inch x 16 inch, loop用は 10 inch x 16 inch  
である。



HFEFでは Collimator ratio, appature  
の設計は 5~10 種類の手筈である。

Collimatorは 透電率の factor による  
設計は必要である。HFEFでは 来年夏に設  
計終了の手筈である。

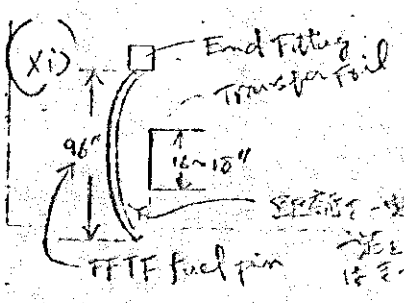
ix) Sample自体の放射能強度は  $1/8$  ratioから 15%の無理  
である。

追加質問 近き 概原

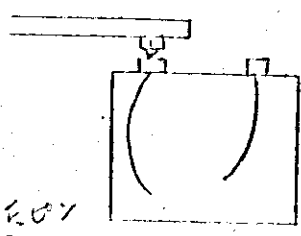
直接法を行おうとした。HFEFでは Beam port内から  
(Direct method)  
金属管を入れて 放射線系を戻して使うが。

Mr. white HFEFでは 直接法を行おう。

x) 筒内内容については GAに聞く。



SPRの管は UVの管に  
通す。管の両端は  
はみ出さずのさしこむ。



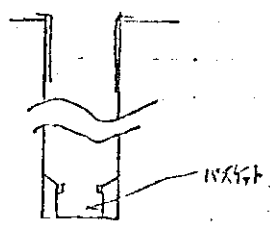
作業の throughput  
が 筒の End  
fitting 部分に  
さす 放射線。

撮影は一度にきりきり撮影して本位まで Magazine に出す。

追加質問 担当者 梶原

Radiography 撮影時にカサ管底部に RSi のゴミ等がたまりやすくなる。その場合どのようなゴミの回収法を考えたらいかがですか。

Mr. white

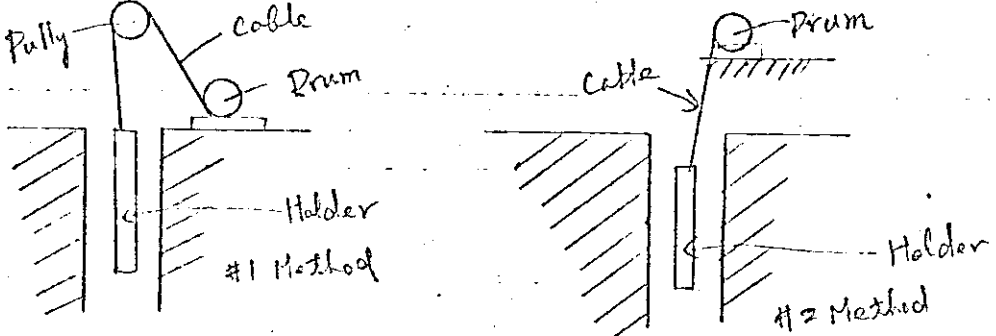


カサ管下部にゴミだめのバスケットを置いて回収するといふのでいいです。

FHF 側 カサ管にレベル等ありバスケットの設置はむづかしい。吸引するともむづかしい。結局、結論出す。

追加質問

試験機駆動装置のワイヤ交換法は?



#2 Method の様に Drum を高くしておいてワイヤの交換が楽か。

追加質問 担当者 梶原

Mini-TRIGA REACTOR を設置する場合 HFEEF, GA の設計の観点について教えてください。

Mr. white

HFEEF が全体的に Control 系。

Neutron flux 等にかかる GA に安全. Control system Safety system, Critical Dimension 等について GA が Design Report 提出する。それを HFEEF が Review, Approval する。最後に GA が Design Package として完成する。

functional Design を済ましてから HFEEF に渡すことになる。

Fuel Supply, Install 等は GA が負担。Water Tank の設計製作は HFEEF が負担。

(3) PNC 質問書への回答 (PNC 質問書は別添に参照のこと。以下の Numbering は質問書通り)

Questions to H.F.E.F. (Questions regarding to FMF Existing)

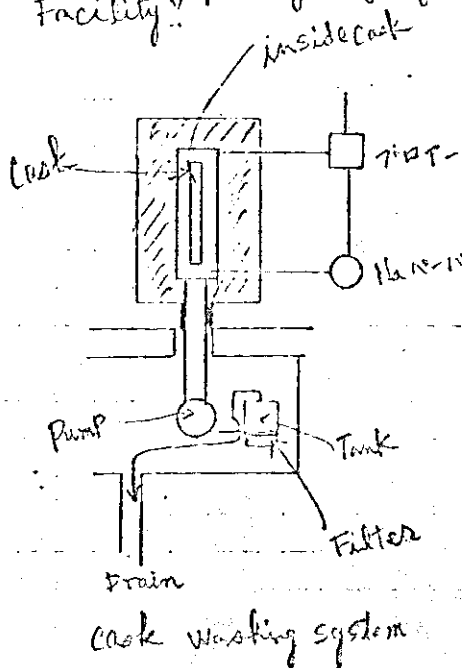
- i) HFEF の図面は出せたい。  
 ii) 参考文献を由天守の公望水に参照して欲しい。  
 参考文献  
 J. R. White, J. L. McClurkin, M. F. Adam, and B. F. Hill  
 "Handling of irradiated Elements and Capsules in HFEF/N"  
 iii) HFEF では 16 pins 以内を一つの connector にすること。線は一旦束にして  
 壁に固定し connector をつける。16 pins 以下 connector にすれば操作が容易  
 になる。参考文献を参照。  
 iv) 参考文献を参照。

参考文献

D. A. Tobias and C. A. Frickey, "Techniques For Remote Maintenance of In-cell Material-Handling System in the HFEF/N Main Cell"

2. 参考文献を参照して欲しい。

D. S. Taylor, G. M. Iverson, and J. R. White, "A unique Method of Transferring highly irradiated components from an Alpha Facility"

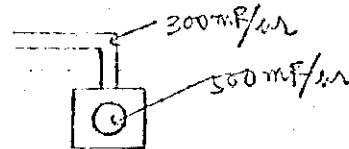


キャスク内の洗浄

(左図の様に)

洗浄液: キャスク内を循環して洗浄する。

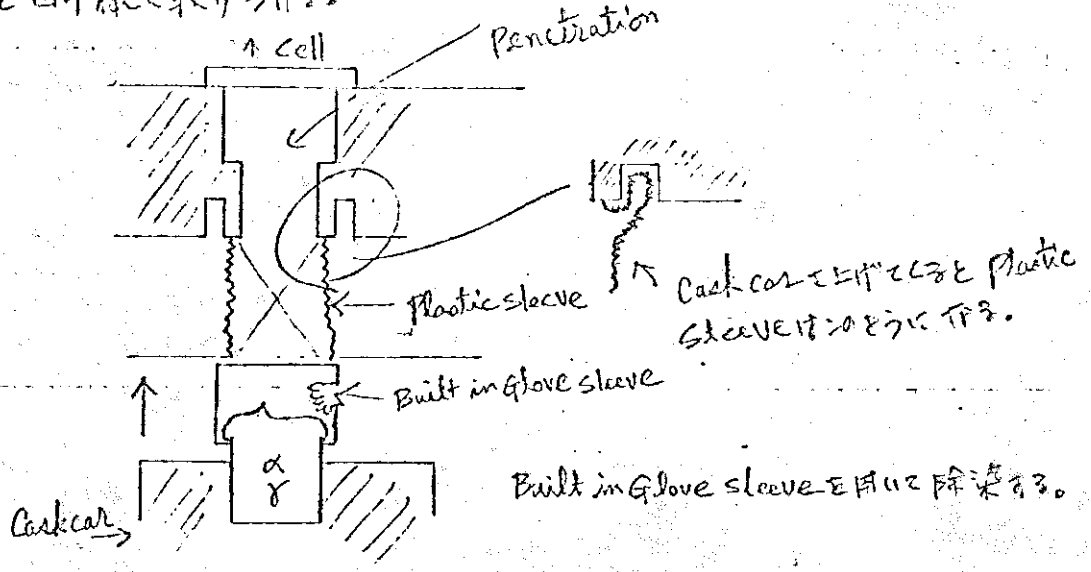
洗浄液は filter を通し Drain に流す。filter は放射能が高くなる。Pb の目二本で放射線を防ぐ。



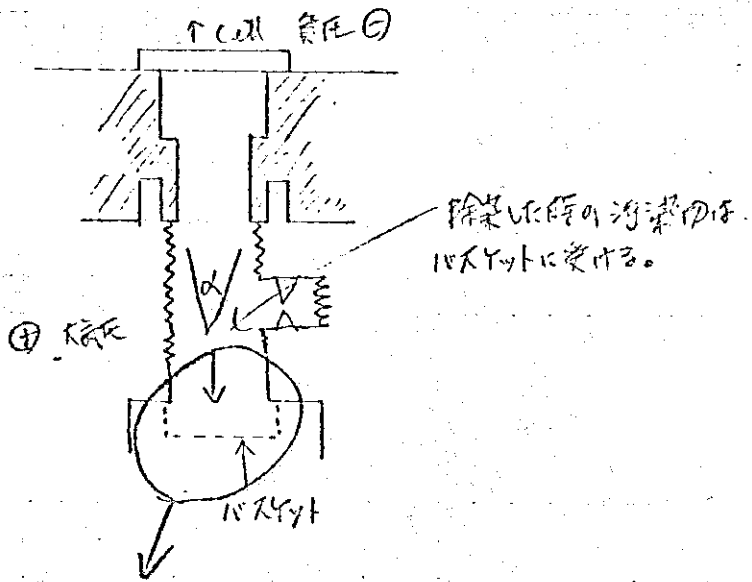
Washing system の 2 形部。継ぎ部等は 5 年ほど使用可能。二回の洗浄線電率も可能。

Cask と port の接触面の除染法

① Cell penetration 下部に plastic sleeve (Built-in Glove sleeve) を図の様に取り付ける。

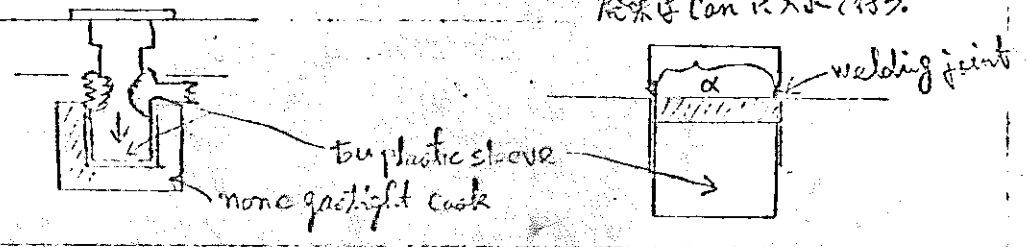


Built in Glove sleeve を用いて除染する。



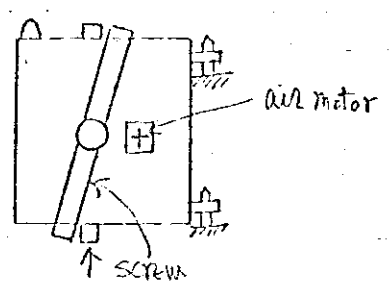
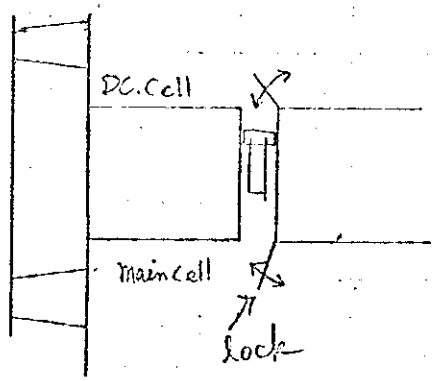
古い下口、下等は none gasket cask に受け入れ廃棄物として廃棄

廃棄物 can に入して行方。

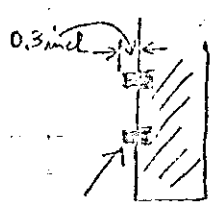


3. 昨年と同じであるが省路。現在FHFではターナーの高さにあるのがEFにだけmanipulatorで取り扱えるようにしたい。

4.



air motorでscrewを2mm clampする。H/S manipulatorでは10分で用いることが出来る。



HFEFのGasketは平ステンレスを用いている。(O-ringではない)

Gasket

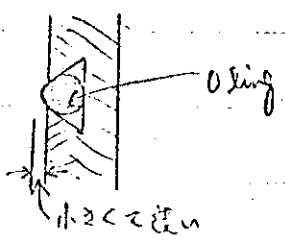
Eastman 310 (Trade name) 材料系のもの  
Glue 接着

追加箇所 班長 同地

FHF では Double O-ring を用いて 密封をたもつて行っているが O-ring がおたたく 部分に 密封が 行かない。 密封のためには 密封の方法は 異なる。

Mr. white

O-ring の 1/2 を 厚の 5/8 に して 密封を 行う。



追加箇所 班長 長山

Air motor と 電着 motor の 特異な ところ がある。

Mr. white

air motor 密封が 小さくて 1/2 が出る。 密封を 行う 部分 がある。 密封の 部分 がある。 密封の 部分 がある。

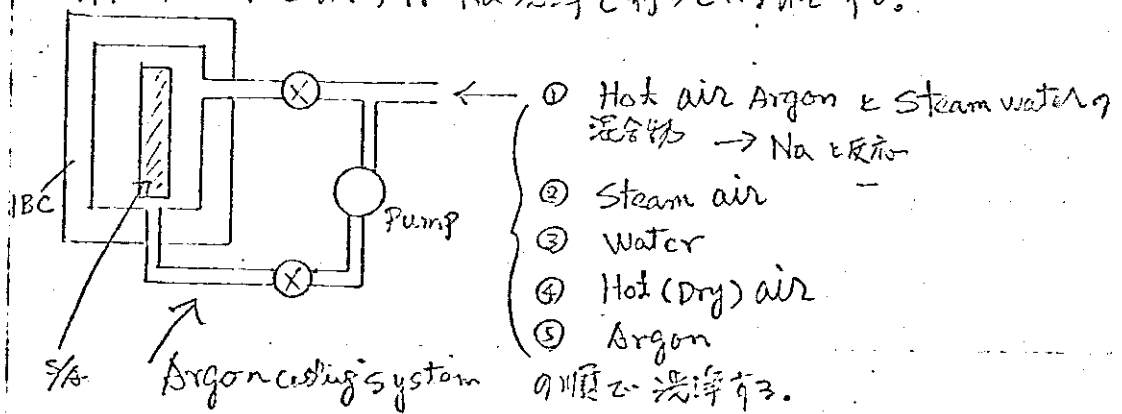


進出管尚 担当 中村

Par. manipulator の Telescopic tubes 伴うに発生故障した場合  
 の1様に下におろした方がいい。トリー-E回転しても下ろせばいい。  
 Mr. white

ゆからFEU。この件について必ずTPS 後程検査して答える。  
 FME側。検査をお願いしよう。

Na洗浄についての管尚 担当 小形  
 HFEFを1Fと2Fの間にNa洗浄を行ってほしいとのこと。



洗浄時間としては決った時点でTEC 経験的に1定時間を見ている。  
 Systemの中に流量計は無い。H gas 計測はしている。  
 この方法で完全にNaがとれるとはいえないが、空気中に出しても  
 急激な反応を起した経験はない。

他の試験に影響のない様に洗浄できるのか。(小形)  
 Pinと絡って1Fの場合も問題となる。この場合は<sup>Naを</sup>1Fと2Fの間にTestをする。  
 Leakがあるものは洗浄しないので直接Cellに持っていくのであろう。  
 この場合にも注意が必要になるらしい。

進出管尚 担当 松原

FME Existing での洗浄時に完全にコンクリートで囲われて1FのThermal  
 Expansion に影響はないか。

Mr. white  
 具体的な回答なし

Swanson & Associates から PNC に提出した参考資料一覧

- 1) Visual Examination Machine for HFEF/N  
by G. C. McClellan and G. M. Inverson
- 2) Neutron Radiography of a Grid-Type Subassembly  
by D. S. Taylor, L. J. Harrison, J. R. White
- 3) Handling of Irradiated Elements and Capsules in HFEF/N  
by J. R. White, J. L. McClurkin, M. F. Adam, and B. F. Hill
- 4) A Unique Method of Transferring High Irradiated Components from an Alpha Facility  
by D. S. Taylor, G. M. Inverson, J. R. White
- 5) Techniques for Remote Maintenance of In-Cell Material-Handling System in the HFEF/N Main Cell  
by D. A. Tobias, C. A. Frickey
- 6) Argonne National Laboratory's Sodium Loop Safety Facility  
Professional Safety March, 1975 Vol. 20, No. 3

3-4. 8月28日(木) 動燃大洗工学センター・FMF

## 常陽インパイルメントに関する討論

午前 9:00 ~ 12:00

常陽炉の現状とインパイルメントとの関連およびPNCの  
インパイルメントに関する留意、確認事項等

### (1) Associates側希望

次の4つに分けて確認したい。

- ① Closed loop - Open loop の比較
- ② Core のどの領域を用いるか
- ③ Reactor Top の利用可能 space
- ④ Other System

また、この Meeting では特に次の件を重視している

- ① PNC 必要条件を理解するための Tour of Joyo
- ② Associates 側質問に対する PNC 側の回答を充分理解する。

(2) PNC 回答に對する討論

A. JOYO Data に関して

Mr. Balta 質問

大目取物中の小目取物 吊設の 151 mmφ 以上のものをおたくに  
とらばどうか。

PNC 不可

JOYO Crane hook height

10ton  
100ton ) 鉤の高さ  
1.25ton 以下のみ (CRD取扱用)

東電設計 loop 用 Cask 80 ton Cask.

現状の missile shield 上に Cask をのせる場合 荷重を  
分散させる必要がある。

Mr. Balta

送料出入器 L-11 上に handling Bridge をのせて志す。

PNC

新 L-11 Bridge を吊設しては: 必要時のみ取り出し 使用して  
時は取りはかすことが必要。



L-11 と missile shield 間に 距離があり 結構的にこの方法  
は代りである。

B. EXPERIMENT DATA 図 L2

B-1. Loop test 時 pin 振動を発生した場合 FHF としての試験を停止せよ。  
 の継続有る --- OK ならば。

PNC.  
 両方の試験をせよ。

Mr. Bolta  
 SA 10 S/A failure (3/4 間の欠陥) の実験を計画しては  
 して行くべき。

B-2. Maximum steady state conditions

Mr. Bolta  
 a, b は Test 中の max 温度か。 YES (PNC)

PNC. b. Design margin を含んで 1170°C は温度が許し  
 電線は 1000 KFC time ので 600°C に変更する。

Mr. Bolta  $\Rightarrow$  700°C を超えては 電線が 融けるとしてある。

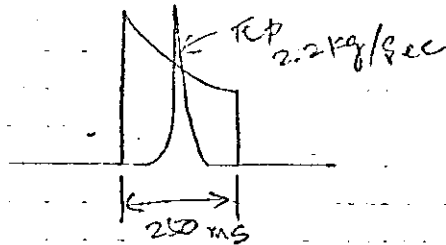
d. 19 pin Bundle の fission 力は 600 kW

e. 電線は 1000 kg/cm<sup>2</sup>

all 19 core S/A (Bundle) 2 kg/cm<sup>2</sup>

B-3. Massive Boiling あり YES (PNC)

B-4. 250 ms.  
 10ms transient --- response 緩和、T<sub>0</sub> 系必要



急激に pressure が上がる。安全  
 設計機構が必要。

B-5  
 Mr. Bolta 質問

PNC. Joyo の U-TO 設置の 最早の時期は?

1979 年 2/3. (PNC)

Mr. Bolta 質問

Mark II の fuel pin の core 部の 長さは何?

550 mm (PNC)

2.2: "Joyo" 建設の経緯について 概要 & 説明

高速実験炉 "Joyo" の建設目的

- ① 高速炉を設計 建設する。
- ② 炉物理実験を行う。運転経路をつむ。
- ③ 照射 Bed とする。



"Joyo" は照射 Bed には何いていいかある。

Mk-I から Mk-II に変更する場合は Reactor structure を変えたいという前提があり S/A の pin のみ変更できる。

Mr. Bolton

C-5 については Recommendation の形で 報告する。  
炉心内に建設の 10-70 設置す。しかし炉心の charge space が足りないのが問題だ。

C. MISCELLANEOUS DATA について

C-6. Class I, Class II の使用分け (区別) が明確な方がいいので 弁別 PNC として伝える。

C-7. first cooling は air でいいか。 OK (PNC)

C-8. a. loop data system  
 Joyo Computer { 1. logging 用.  
                           2. Experimental 用 (PNC) }  
 2. については free に使用可。

費用見積りの際 PDP-15 の使用を 2 cost estimation して 報告する。

PDP-15 : HFEF Data Read out system  
60 sec に 1 回 読み出す。

C-8-b.

- ① Na filled Gas
  - ② Na-Gas include ← operation 中
- Mr. Bolton. 下中の requirement が必要。

C-8-c. Electrical and power system  
10-70 からの場所はどこでもいい。

電圧変換等 炉以外の他の場所のピンを置くか 回答を要する。

3300V Transformer → Down OK (PNC)

全 HFEF 設置 350 KVA 電源. Joyo の場合 500 KVA (10-70 用)

(3) Loop 概念作成作業上留意された事項

上記(2)項の討論において確認された事項を下記に示す。

- 現在の missile shield の上は 50~60 ton の荷重をかけることができる。1 m dia. 位の孔があるが、インパイルループの handling に使用できそうもない。判用できむい場合 PVC は特に又別設計の missile shield を製作する必要がある。
- 4本の制御棒用 spare channel (51B) のインパイルループ用に供す。
- Loop handling に現在の燃料出入の制御用レールを、使ってもよい。但し、Tentative to Bridge であること。→ 結論として使わないことになった。
- Mark I 炉心から Mark II 炉に設計が進められた時、特に in-pile loop のための炉内 structure の変更あり。
- in-pile loop の設置は 1980 年頃になる。
- Associates は 1回に 1つ以上の test の可能性について記述する。
- 常陽には 2つの computer system がある。1つは reactor 専用で、1つは一般用のもので、油が使える可能性がある。In-pile loop 専用は 1つの computer system を考える場合の cost estimation を含めること。↙ (PDP-15 system)
- In-pile loop の 2次系には ASME Code Sec. III class 2 を適用してよい。
- Loop fuel a failure は cover gas で検出する。

PNCの希望は fuel が何時破損を起したかを検知できる  
ようにしたい。

- 電磁ポンプ等は 100 kW の電力が必要になる。電力源は  
JOYO reactor building 内で供給可能。
- 東芝設計の代りに新しい設計を許して貰う承。
- loop は多数回使用可能にすることを承。  
1回回りの loop では設計から紐込みまで 150 万ドル位は  
かかる。使い捨てるに不経済。  
(約  $4.5 \times 10^5$  円)
- 米國では loop の再使用の際 requalification が必要

• PNC 社 Swamin & Associates に次の資料が提出  
された。

1) JOYO data:

Experiment data

Miscellaneous data

2) 図面 (A-4 560-)

Fig. 1 Vertical cross section of reactor building

" 2 Vertical cross section of reactor structure

" 3 Na-flow in reactor vessel

" 4 Equipment arrangement in container

" 5 炉心構成要素配置 (標準平衡炉心)

" 6 Cross section of core hole (wrapper tube)

" 12 Equipment hatch of JOYO container.

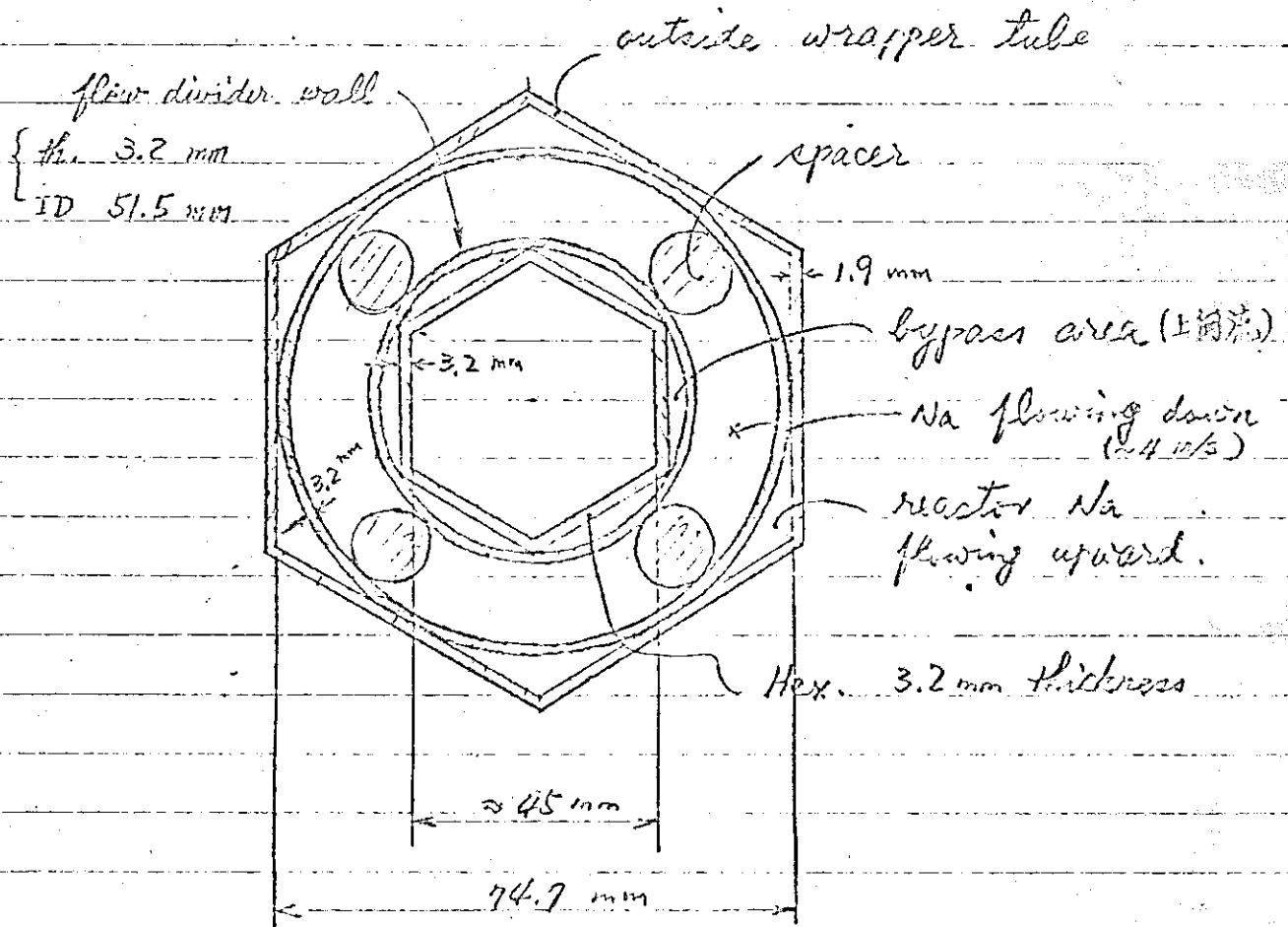


午後 13:00 ~ 17:00

(4) In-Pile Loop 基本概念に関する Associates 側の説明と質疑

Associates の Mr. Bolta により In-pile loop の基本概念について説明が行われ、PNC の注釈と要望を求め、loop 概念の確立が行われた。

• In-pile loop core hole の横断面概念図



• 各 wall size (thickness) は 8 卷熱および強度を考慮して best size を決定すべきである。

Mr. Bolta の loop の size がおおよそ 3.2 mm 程度が適当かもしらば。

• Hex. can 内上向流は outlet で 700°C, by-pass 上向流は低温, 両者を mix すると proper temp. になる (<550°C)。

従って下向流は SA 流量の 2 倍必要になる。

- Outside wrapper tube の内部に二重管を設け、内管に内接する Hex tube を設ける。
- 内部 Hex. tube 内には約 19 本の pin を作る。
- Reactor Na と loop Na の障壁は一重とする。もし一重でいけるならば外側 hex. と外側 tube の間に gas を流す必要が生じ、そのためのシステムが必要になる。
- pin の spacer wire を熱受対として考える。
- 流量計は出入口に 1 ヶずつ設ける。流量計の近くに圧力検出器、T/C を設ける。

- pin には leak 検出用の圧力検出器をつける。

(Eddy current type)

- 検出器の種類と数

19 ヶ T/C (fuel pin)

19 ヶ P/T ( " )

2 ヶ inlet P/T Ex. Tc: Thermo Couple

2 ヶ outlet P/T P/T: Pressure Transducer

1 ヶ inlet F/T F/T: Flow Transducer

1 ヶ outlet F/T

3 ヶ inlet T/C

3 ヶ outlet T/C

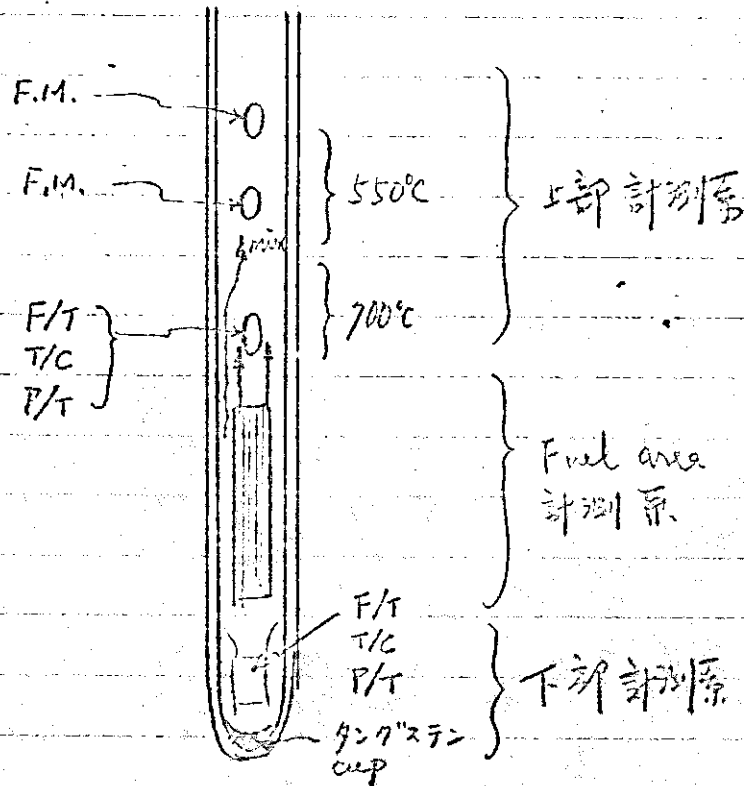
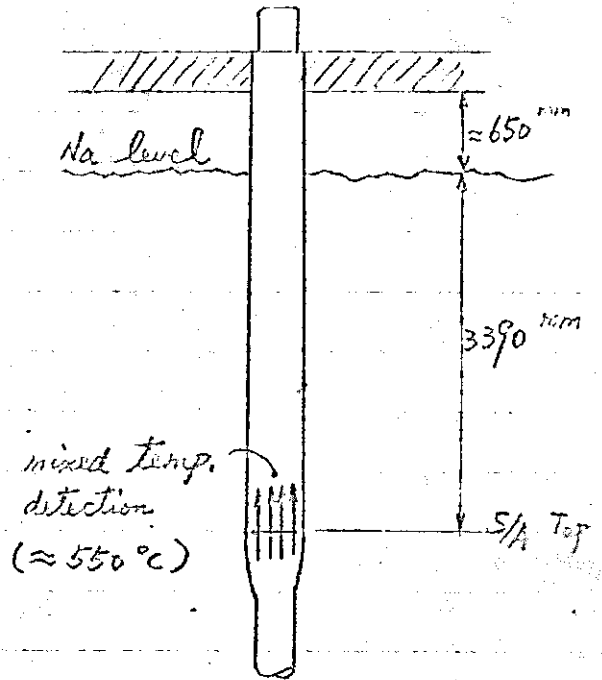
合計 50 本の lead 線になる。従って計測 cable の径は約 35 mm φ になる。(ETR のループでは 80 本)。

- 閉路としては 19 本の pin が入るかなが問題になる。

- Remote handling のため、上部は フランジ式にする。上向流と下向流の流路を中途で変換して reactor Na による冷却方式(東芝設計)を採用したい。

・炉心上部計測系

- 2 F.M. : 8 in. length each
- 6 T/C
- 2 ~ 3 P/T
- 3 P/T in gas plenum for safety



・炉上部を hex. tube to annular tube に変更。

・熱除去システム

正案：ループ内に heat exchanger を設ける。

NaK による二次冷却を行う。

NaK は炉外で空冷する。

代案：ループ Na を回転ドラッグ上のピットまで導き出す方法もあるが、これは安全層を越え受け入れ難い方法である (Mr. Balta)。

東芝設計との比較：

・本案

$$\Delta T = T_{inlet} - T_{outlet}, (\text{ループ出入口温度差})$$

と

$T_{inlet}$

の双方をコントロール出来、種々の実験条件の設定が可能。

$\Delta T$  は E-M pump の出力調整により、 $T_{inlet}$  は heat exchanger の二次 NaK の流量コントロールによって調整可能。

・東芝設計

二次冷却系がなく、炉上部 Na による冷却のみの pump 出力調整による  $\Delta T$  コントロールができず  $T_{inlet}$  は調整できない。

Heat Exchanger

ETR Loop の例

1500 kW heat exchanger を 12-7° 内に設置

これは 510 mm φ × 2100 mm L である。

Pump は 8 kg/s, 480 mm φ × 1500 mm L

長さとして 2100 + 1500 + 何らかんがて 600 = 4200 mm L

とっている。

これは現在 ETR にまきに装着している (第1号機)。

H.E. は Na → He である。

JOYO の場合

JOYO のスペースは 151 mm φ × 3000 mm L, だから

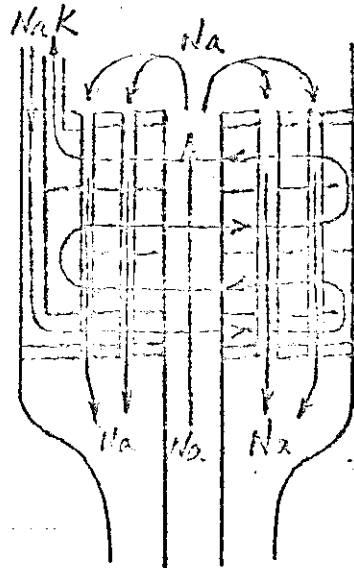
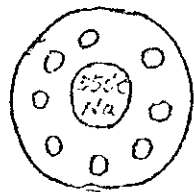
ETR Loop の例をあげてはめるのはスペースが足りな

すぎて困難。即ち Na → He はむり。

しEがって Na → NaK = 次冷却を考慮するべきである。

スペース的に困難な問題を唯一の solution である。

構造



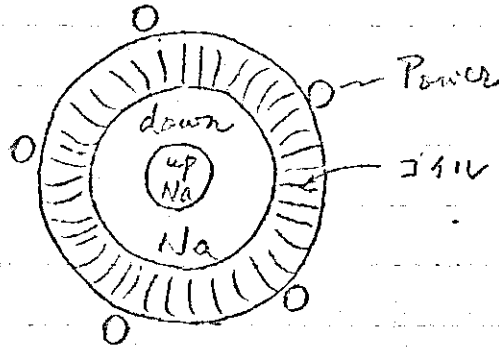
○ ポンプ

○ Linear annular pump (電磁ポンプ) しか選択はない。

○ 同格努力を要する。

○ Possible である。

ANL では このくらい (JOYO) のサイズで JOYO 要求の  
言能力のポンプの経験がある。



○ 大カニカルポンプ } 問題にならない。  
フラットポンプ }

寸法、シール、その他に問題があり、右めである。

○ 以上の概念を使えば、完全に独立した closed loop が得られる。それによって実験のパラメータが制御しやすくなる。東芝の設計は reactor sodium によって冷却されるので温度制御がむずかしい。

○ E-M pump: JOYO では 100 gpm 位になる。R 寸の費用がかかる。効率約 10% しかない。

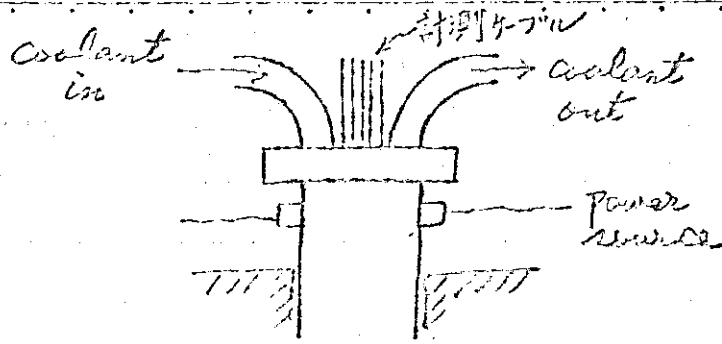
○ 全部で約 200 本の計測用電線 lead 線が必要になる。

その他に power source と piping が必要。それらの remote handling は大変。

参考文献: "Handling System for Large Sodium Loop at HFEF"  
by D. B. Hagmann, Nov. 1975 ANS meeting



別案:

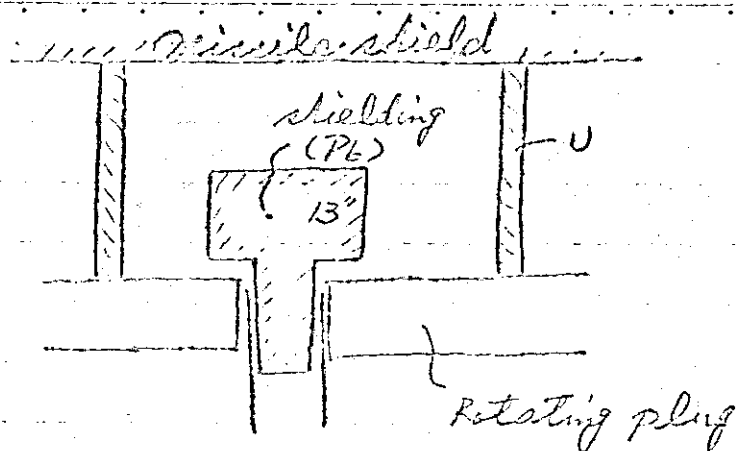


フランジ形

その他、頂部のしゃへいのための許容スペースによる。

- 2次系の coolant は NaK とすることに合意。
  - ガス冷却にすると 5"~6" の piping になる。
  - NaK とすると約 1" piping で済む。
  - NaK の場合、2重取りは少しはすれば放射能の心配はない。
  - (TAC の見解) NaK 以外に良い coolant が無いのであれば NaK でよい。
- loop の出入口温度差は E-M pump の power 調整による流量 control と熱交の流量 control による入口温度 control によって変化させることができる。
- NaK の activation の問題はない。
- streaming from penetration
  - qualified analyst による詳細な解析が必要。
  - 特に fuel pin failure 実験後 fuel がレフト上部に循環しているところ線レベルが高くなる。





- Impurity control of Na
  - reactor 内でばコントロールする。
  - portable Na filler purifier により Na filling facility で注入してもらう。
  - During operation, Na sampling is required.
  - Na purification, filling system は FMF extension としても必要 (10-70 再使用の場合)。
- Cover gas の tightness は, loop の フラッシュと回転 フラッシュ 用の metallic double "O" ring seal で 行なえる。  
loop handling 時は 工夫が必要。

### ◎ 常陽炉現場の見学

- JOYO in-pile loop 役務に必要な他の図面は 2 sheets PNC が提供する。後、JANUS 経由で Associates に郵送する。

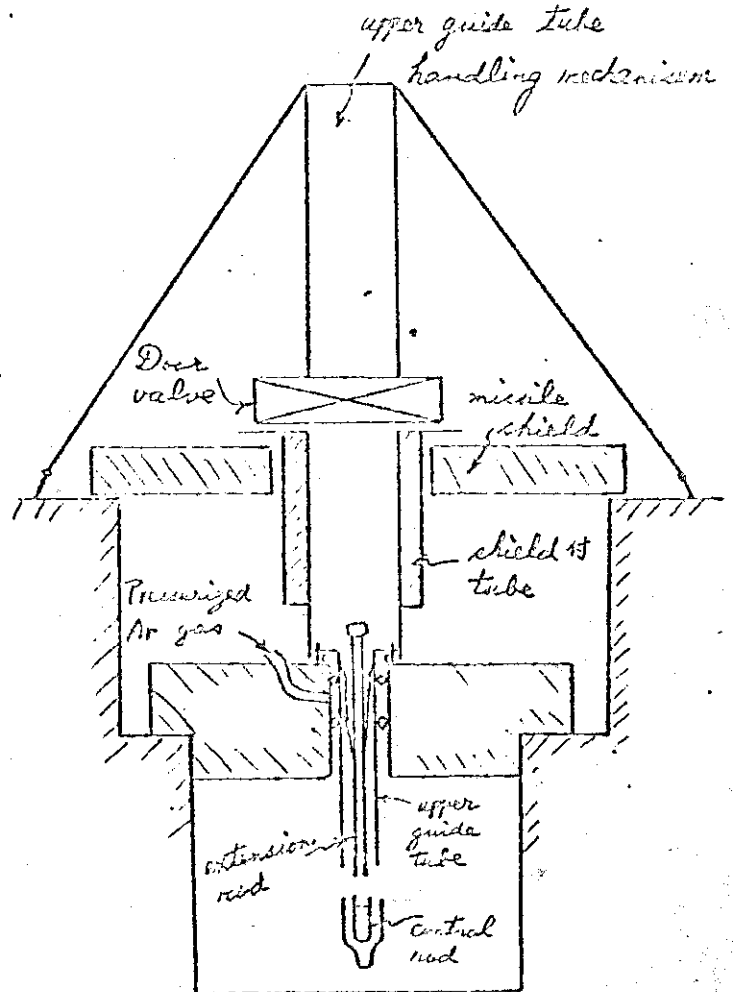
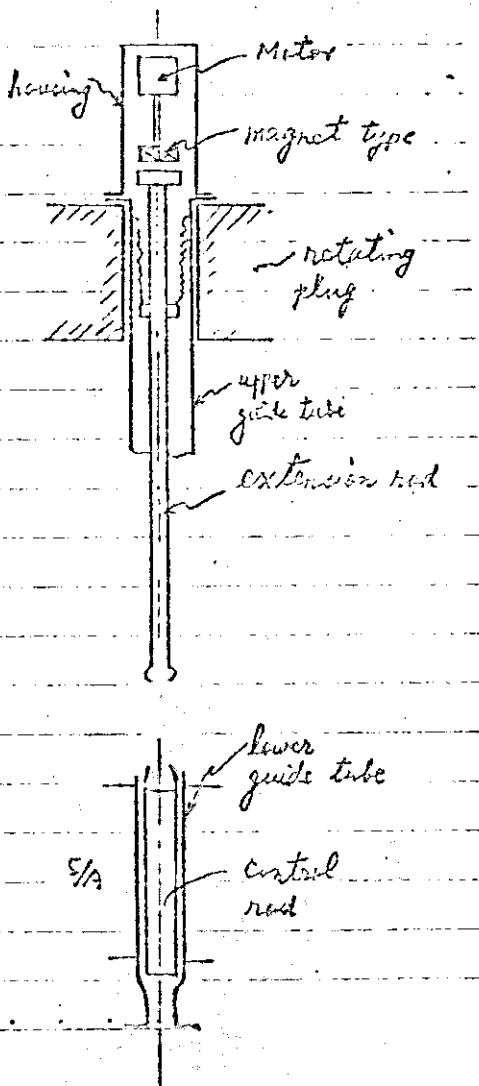
3-5. 8月29日(金) 動燃大洗工場セラー・FMF

- Control rod drive mechanism の説明と討論
- Loop handling, loop
- Other discussion on FMF
- Summarization

(1). Loop Handling, Loop Transfer に関する討論  
 午前 9:00 ~ 12:00

◎ Control rod drive mechanism の交換法の説明  
 (PNC) と loop handling (Associates).

• 概念図



## 制御構駆動機構交換法

1. Housing を crane で外す。
2. Extension rod と control rod は切り離しておく。
3. Upper guide tube の穴と missile shield の穴の center を合わせる。
4. Upper guide tube のボルトを外してから shield 付 tube を取りつける。
5. Upper guide tube handling mechanism を missile shield 上に据えつける。
6. Na level を通常 level (GL-6100) から S/A top 30 下4"。
7. Upper guide tube を取り除き, dummy plug の穴をいさじ。dummy plug は upper guide tube handling mechanism を使用して運ぶ。

Question: Upper guide tube を取り除くとき, Na が滴下して同軸プラグ上面や shield 付 tube 内面を汚染すると思うが, 除染法を考えているか。(Belta)

Answer: JOYO では現在考えている。

White の suggestion:

dummy plug を抜いて, 上の方からプラグのついたワイパーで拭き取ることも考えられる。しかしと線が問題。

## ①ル-7°ハンドリングの場合

- dummy plug を使った radiation の遮蔽を行おう (loop 取出中)
- dummy plug の handling equipment は loop handling に利用できる。
- loop handling のため missile shield に 300 mmφ の穴

が必要。(新たに missile shield を作る必要あり)

- loop handling のため少なくとも 3つの control rod housing を取り換える必要がある。
- 常陽は 45 日間の operation に 15 日間の shutdown を計画している。従って burst fuel loop test 後 2 日間の冷却期間可。又 loop handling の時間的余裕もある。
- Non-irradiated fuel の loop test は four reactor operation cycle が必要である。

• Pit area の shielding 設計条件は、100Mw operation 時  
 目撃値 32 mrem/hr 以下  
 設計基準値 3.2 mrem/hr (1/10)  
 で行おうと。(PNC)

Q: Loop に対する shield の設計条件も同じか (White)

A (by PNC): 同じである。

CRD のメンテナンスの際には人が近づく場合ルーフはそのまゝ炉に入れおく必要あり。

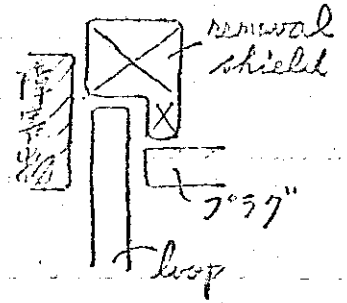
炉の運転をまたげなければならない場合は非常に悪条件下設計条件がある。

(Belta)

- ルーフの場合 shield は難しい問題である(径 151 mm)。
- cable 束の shield
- 破損燃料試験の場合、燃料がルーフ上部に目づくるので更に難しくなる。
- しかし炉の要求は満足させなければならない。
- ルーフ内部には障害物があるので、見えない shield を設けることはできないだろう。

- ループ外, 回転プラグと removal shield をおくと  
になる。

このシールドをおくと 3.2 mR/hr  
 以下の場合 100 mR/hr  
 程度のレベルになる(3)。



(PNC): やむを得ない(3)。

- In-pile loop 内で shield を設けたい場合, loop 上  
 に取りはつしのできる shield を設け control rod  
 handling 時に借用する必要がある。
- loop handling machine は 60~80 ton になる。  
 もし現在の missile shield が強度的に問題が  
 あれば PNC 側で対処できるという前提で考えてよい。  
 現在 missile shield の耐荷重設計値は 70 ton である。  
 70 ton あれば大丈夫であろう (White)。  
 missile shield の穴の位置の問題もあり, 新しくつくる  
 必要がある(3) (PNC)。
- loop handling mechanism は現在 JOYO の control  
 rod handling machine の基本に従って考える。
- JOYO reactor container 内と FMF extension 間  
 の loop transfer について。
  - 日本通運により 60 ton rubber tire 式トレー  
 の設計検討がある
  - loop transfer にも rubber tire 式トレーを  
 考える。

• Fuel handling machine の loop を handling してこのとき、F.H.M. を通じて loop に power leads を提供しなければならぬ。この点については合意が得られた。

• reactor container と FMF extension 間での transfer 中、loop 内の Na の凍結を避けるため、FMF から power source cable の Truck に電力を供給しなければならぬ。

• Na を凍結させた場合は、decay heat による局部的溶融を防ぐためには cooling power supply が必要。  
fan が必要。

## (2) In-pile loop system の諸必要条件 (summary).

### ① Loop assembly equipment

- Heat exchanger, E-M pump 等諸製造された部品を loop に組み立てる。
- Straightness と諸寸法のチェック。
- Instrumentation と electric leads の組み立て。
- leak test とその他諸試験検査。
- Na の予熱。
- Na の充填, loop 加熱, cover gas の供給。
- close, seal
- cable connection の check.

### ② In-pile tube

- Contain experimental fuel and Na.
- 設置条件にて Na を循環。

- Experimental fuel, Na, cover gas および 2次系, 在 reactor system から separate する。
- Na circulation, 温度保持, 熱除去の装置が必要。

### ③ Test assembly

- Houses experimental fuel bundle.  
(できれば 19 pin 2" のもの)
- Na 流量, 温度と圧力を計る計測器をつける。
- Na の down flow と up flow と分離。

### ④ Loop coolant system

- 600 ~ 800 kW の熱を loop から environment に放出。  
(2次冷却系)

### ⑤ Loop control system

- 定常状態に保つて。
- 過渡条件を与えられる。

### ⑥ Loop safety system

- unplanned accident をふせいで炉を守る。
- planned experiments を loop 内で実行するとき炉に損傷を与える事態を引き起こさないようにする。
- 実験条件を保持すべく, 設けられた design limits を守る。
- 実験開始前における system の安全を計る。

### ⑦ Loop data system

- 実験中すべての data の収集と計録。
- 重要 data の即時読取り。

## ⑧ Loop transport system

- 炉の格納容器内および FMF 増設部における loop の handling
- 上部両施設間における loop の運搬
- loop の装填と取り出し。

⑨ Remote disassembly system  
FMF 増設部で

- loop system と test assembly の分解
- Test assembly の検査
- Tube の検査
- fuel pin の解体取り出し。

⑩ Remote loop assembly equipments  
FMF 増設部で

- test assembly の組立
- 2次冷却系の組立 組立と再組立時
- Na cleaning のための除染系統 (PNC の要求)
- 炉に装荷する前の test assembly の qualification. (PNC の要求)

## (3) 合意事項

- Report は以上の functions と requirements を記述する。
- Definition of loop system
- List of functional requirements
- Cost estimation (in USA)  
--- rough ( $\pm 50\%$ ?)
- List of areas requiring development.
- Program plan (provide a chart)



- ・ 機器部品の提供業者の名称等は含まない。
- ・ sketch は意思伝達に使う程度にとどまる。
- ・ 材料の選択は通用 code を示す。
- ・ JOYO in-pile loop の長期計画の別方について  
も言及する。
- ・ 報告書として PNC へは、1976年1月中旬は項提出。

午後 13:00 ~ 17:00

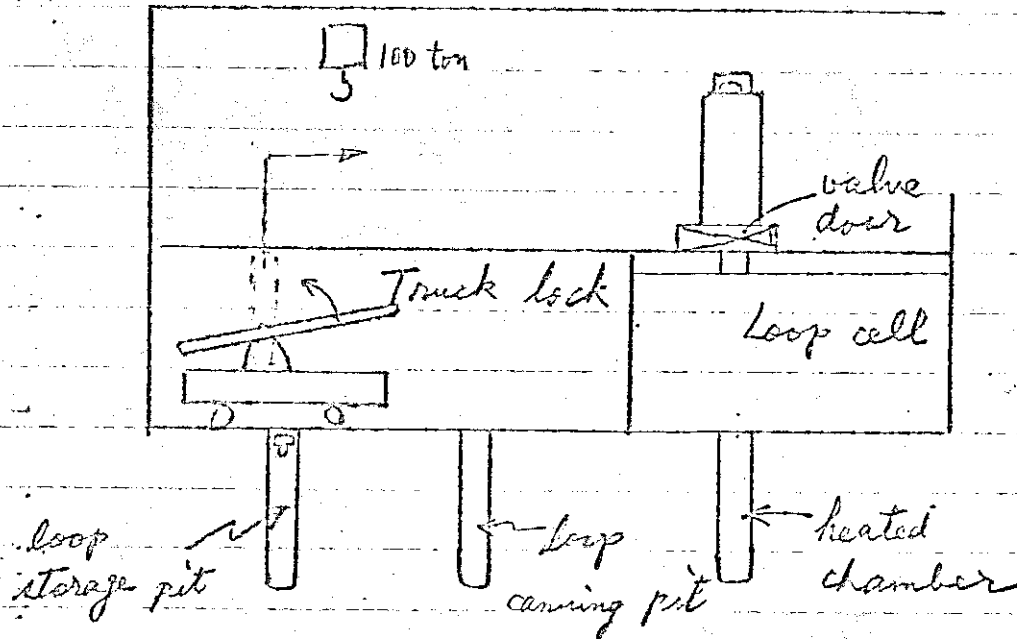
#### (4) CRDM に関する補足説明 (PNC)

主に upper guide Tube と rotating plug 間の seal 方法  
に関する説明。

#### (5) JOYO reactor container と FMF 増設部 間の interface 等について (Associates)

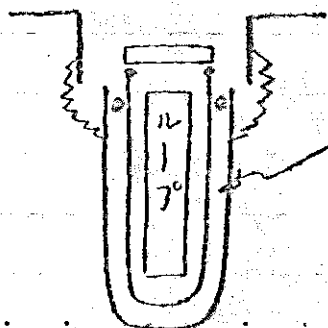
- ・ Rubber tire type の loop transfer truck が  
必要であろう
- ・ Truck はまず truck lock に入る。
- ・ Truck lock には loop の一時保管のための loop  
storage pit が必要。  
(pit 頂部は「しゃい」が必要)。
- ・ Contamination control のために又別の pit (loop canning  
pit) が必要。loop は loop cell に入る前一旦その pit  
で除染する。Double can method を利用することが出来る。  
そこで loop canning が行われる。
- ・ loop はその後 100 ton クレーンで loop cell の上方に移動  
される。

- Loop cell には pit が必要. heated chamber とする.  
Na を 添がすためである。



- loop を loop cell に搬入後, cell 内での各種作業が行われる。
- 組立 loop が loop cell から搬出される場合は逆の順に(右), reactor site 迄運搬される。

- Loop canning pit
  - loop を α クリーンに保つ。
  - instrument line をつらいて "qualification test" を行おう。
  - portable Na filling equipment
- Double can seal 法が用いられる。



• 汚染は この二重キャンの間におさまる(=)らう。

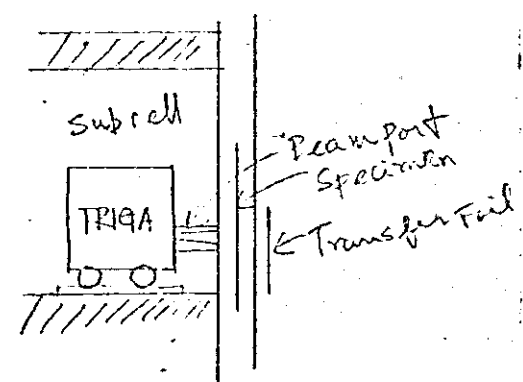
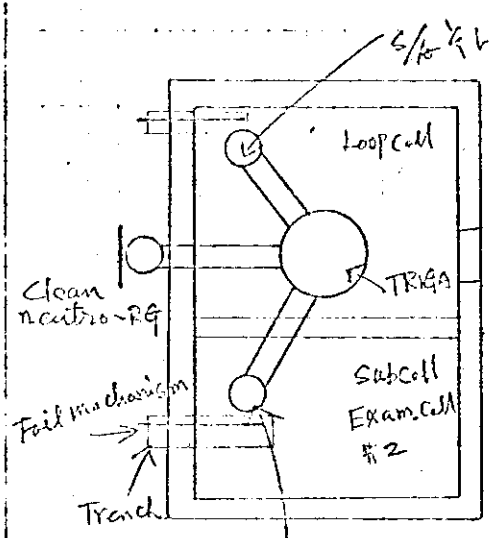
## (6). その他

## ① N radiography について

- Loop cell 内は Mini Triga を設置し, S/A, loop および pin 等の N radiography を行おうと。
  - Loop cell 内の pit は S/A と loop, および
    - Ex. cell No. 1 からの pin に使用する。
  - Sub-cell service area 内の pit は
    - Ex. cell No. 2 からの pin に使用する。
  - Out of cell pit は clean components に使用する。
- 
- $\gamma$  shield が必要である。
  - 被写体の同一平面化, foil の設置等に工夫が必要。
  - N beam の高さは約 40 cm.
  - N radiography に必要な項目
    - Collimator が重要なポイントの一つ。
    - N beam の大小を直接変えることは困難であるため, aperture による size change を行おうとしたい。
    - Mini TRIGA reactor には reactor control system, safety system が必要。
    - Foil と foil positioning mechanism が必要。
    - pin handling も考慮しなければならない。

< TRIGA REACTOR について説明 >

Mr. white

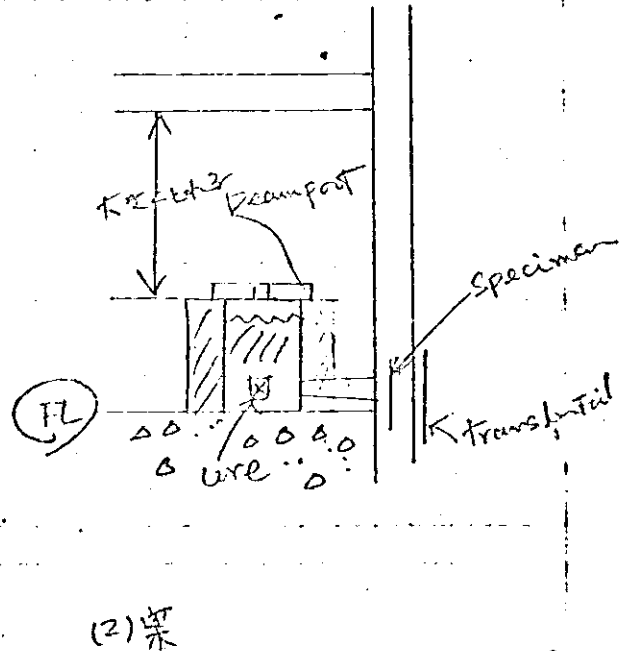
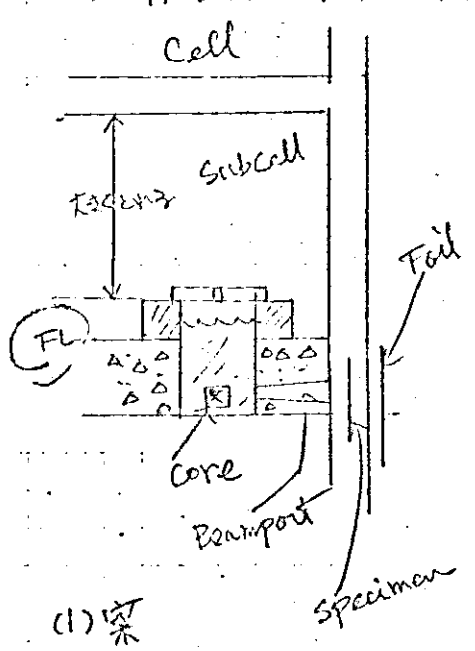


Purification Exam. cell #2  
(FMF Extension)

概念設計報告書の中二記の  
所に記載してあるが、日本国内事故  
及び安全性からこの方法が不適当  
であることがわかったため、次の二  
方法により固定形 Reactor を

設置する。良い。

- 1) Sub cell 内の Reactor Tank に相当する大きさの天井  
をつける。
- 2) 床全体を天井にする。



(1)案

(2)案

両案とも Reactor の maintenance の実施が容易な空間確保  
が必要。

Neutron Radiography を行う場合に考慮すべき factor とは

1. Collimator
2. Aperture size → change
3. Reactor control system → safety
4. Pin handling
5. Foil & Foil positioning.

考慮される。

笹岡 担当 松崎 (送)

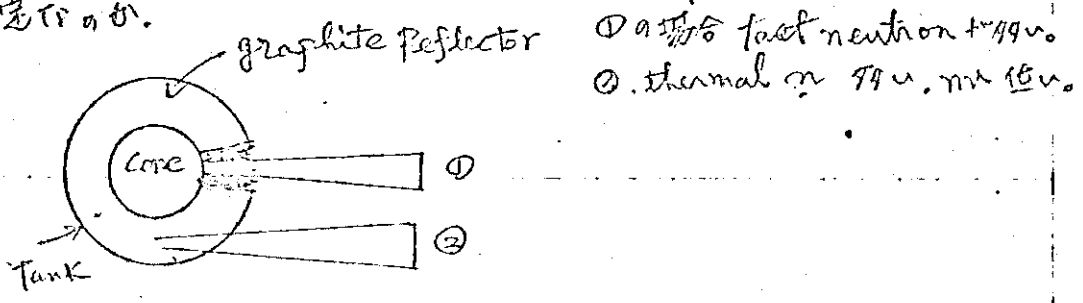
FMF EXTENSION Conceptual Design Report の中で、照射野が 1m<sup>2</sup> x 15cm の Radiography が出来ると有り、HFEEF の設置を予定しているのは 16 inch<sup>2</sup> x 5 inch (or 10 inch) 位の寸法が有り、寸法が有り、どうなるか。

Mr. white

HFEEF EXTENSION に関する Report は、75年2月に作成された。7月に HFEEF 用のものを設計した時の neutron flux をとるために 16 inch の径長の最適であるという事になり、当初お話ししている。

追加笹岡 担当 櫻原

HFEEF では Neutron を取り出す方法として図の①の方法を用いる予定なのか。



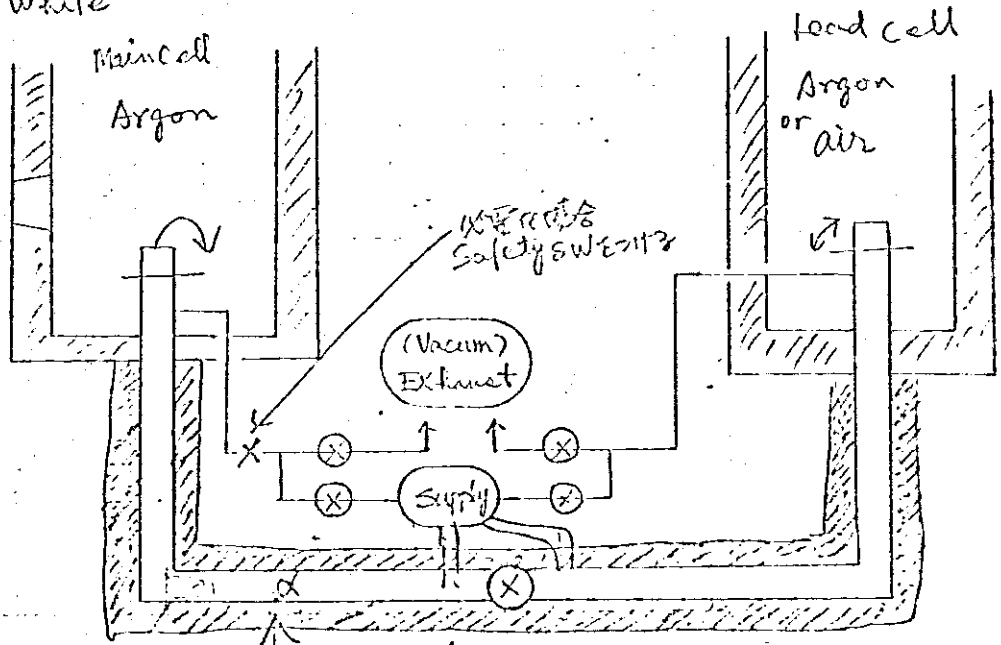
Mr. white

HFEEF では ①の方法による neutron を取り出し、S/A の調整が出来る。fast neutron は何の場合途中の赤い帯に減速材を置き、neutron energy を減速する。

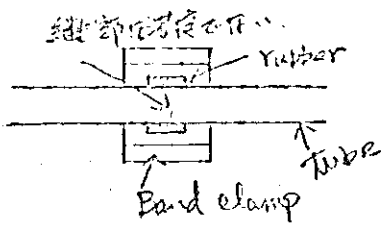
② HFEF's Pneumatic transfer system

FMF Existing の 鉛 Cell の 建設 中 の 設計 料 を Exam. Cell No.1 の 鉛 cell に pneumatic tube を 用い て 搬送 したい と 思っているが pneumatic tube system (Robot) に ついて 検討 したい。 拙者 同地

Mr. White



Sample 搬送時 気流 総量 率が  $10^4$  R/R と 18 R/R の pneumatic tube に 鉛 の 遮蔽 体 の 必要 である。



tube の 継部 密封 方法 上 図 の 様 子 で 接続 の 気密 を 保つ。

管 内 Capsule の 配管 の 途中 で 漏れ の 場合 どう して 取り 出す と 良い か (同地)

Mr. White

Cell の 壁 圧 に 付いて いる から 大 気 圧 で 逆 に おしこむ と ば ばい な ら ば 行 け る。 気 体 の 漏れ たら 配管 の 途中 を 止 め 棒 を 入れ 込 み おしこむ と ば ばい 行 け る。

→ FMF の 計 画 中 に いる Capsule を 見よ Mr. White

Capsule の 両 面 に オブジェクティブ 窓 を 設 け 鉛 の 遮蔽 体 を 設 ける 前 面 部 分 は JA の 計 画 中 の Capsule 全 体 を 鉛 の 遮蔽 体 中 に 設 け る こと が 必要 である。

HFEF の system について

J. McClurkin & D. Tobias, "HFEF Pneumatic Transfer System" ANS, Nov. ('75)

この 論文 中 に あり たい こと を 参考 と する と 良 い。

参考資料:

"HFET Pneumatic Transfer System"

by J. McClarkin & D. Tobias

ANS Vol. 75 Nov. 1975

- PVC の rabbit は 両端に flexible packing を付けた方がよい。それは気送をより確実にする。また、rabbit は Al で作る方がよい。（注）rabbit は Al で作る方がよい。また、rabbit は Al で作る方がよい。
- Rabbit が気送管内で stick した場合は、管の継手を取りはずし、外部から機械的に取り出すのがよい。その場合被曝防止の工夫が必要。

③ ETR impile loop について

- loop は製作終了している。
- 第1基目が本年8月最後の週に ETR に装荷される。
- 燃料は EBR-II で照射される(?)

loop の開発費用

• 開発費用約 3千万ドルであった。

開発期間 5年間。

そのうち

熱交換器 R&D に 120 万ドル

電磁ポンプ R&D に 150 万ドル かつた。

• 製作費用は

熱交換器 約 18 万ドル

電磁ポンプ 約 16 万ドル

計測器類 約 12 万ドル

材料 約 5 万ドル

であった。

• loop の各 element の長さ

• 全長 27 ft

頂部 3.5 ft

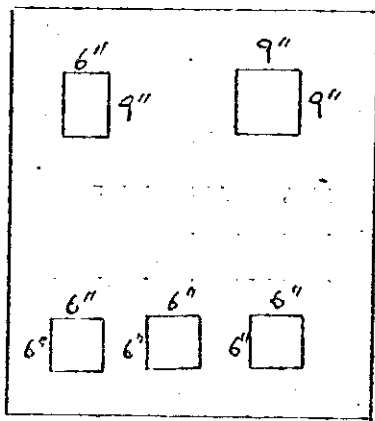
熱交換器 7 ft

電磁ポンプ 6.5 ft

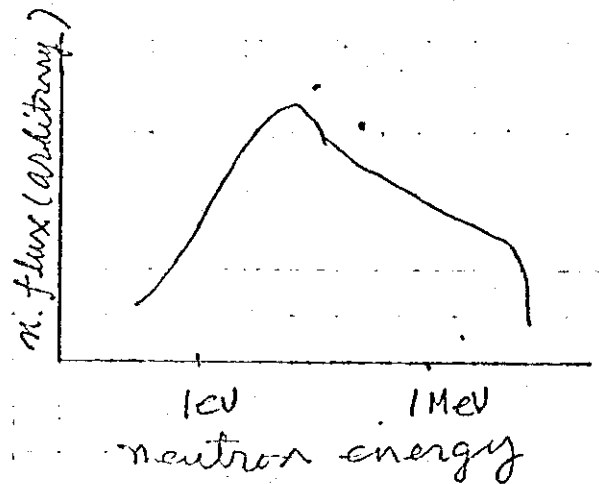
Test assembly 10 ft

4.08 inch の Cd shield を  $\pi$ -7° のまわりに  
巻いてある。

• ETR の照射穴は 5 つあり 下図の如くである。



loop の周りを Cd shield  
すると (thermal n cut)  
neutron energy spectrum  
は 次図のようになる。



この時の loop 内の fast neutron flux は  
 $2 \times 10^{15}$  nvt である。

(neutron energy, Cd cut off).



④ HFEF で par manipulator, in cell crane で大きく手直したものがあつて"する。(担当 梶原)

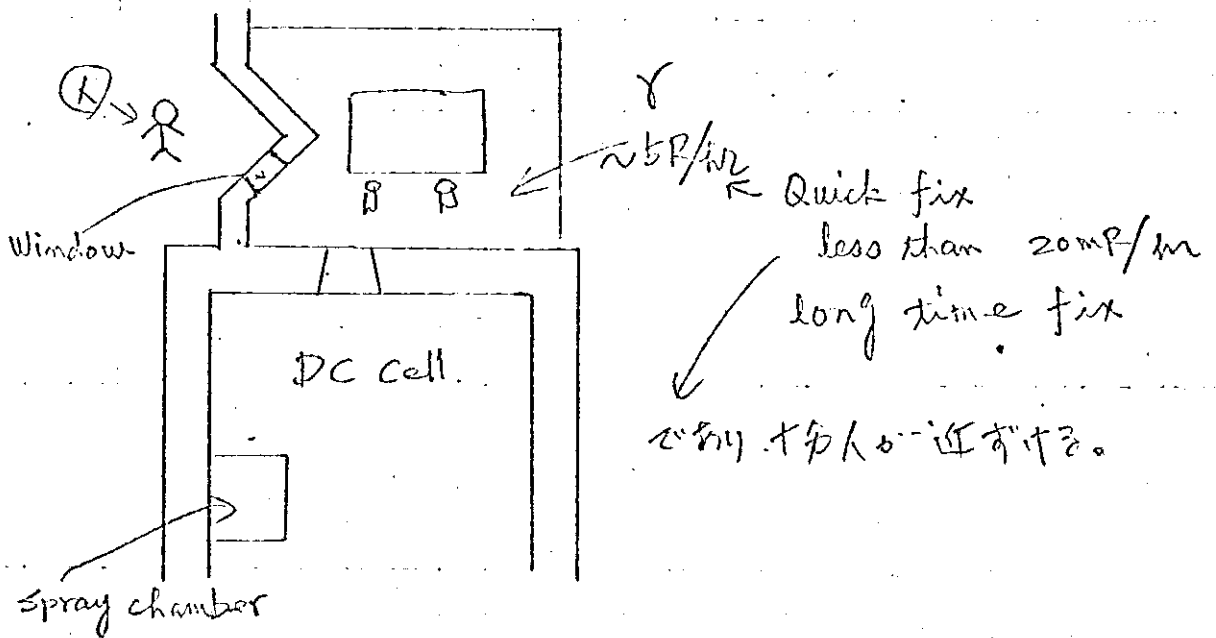
Mr. White:

手直しをしたことはいが connector 関係が悪く、動かなくなつたことはある。

⑤ Hot repair と contact repair room のα汚染の問題はどうですか、またα dose rate は人の近づける位にあるか。(担当 梶原)

Mr. White:

α汚染についてはまだわからぬ。



3-6. 結語

本技術検討会は常陽インパルスの機能と必要  
条件等基本事項からその概要について、常陽炉の  
現地見学も含めて多くのことが検討され、更に

(1) 既設 FMF の諸設備機器についても見学を通じ  
て具体的に内容及び疑問点、

(2) FMF 増設部の諸機器の概念、特に neutron  
radiography と Mini-TRIGA の現状、

(3) 常陽インパルスの「ハフリング」、FMF 増設部との関  
連、既存制御機駆動機構等、

(4) 常陽インパルスに関する報告書の全容、

について討論され、多くの成果を得ることができた。

以上。

添付資料

動燃事業団の貸同書

Questions on The Conceptual Design of Testing Equipment  
for Fuel Monitoring Facility Extension

August 5, 1975  
FMF, PNC/O-arai

1. On the Dismantling Cell and Storage Pond Equipment
  - i) In order to detect water leakage through stainless steel liner of Water Pool, Caisson Well, is provided at the bottom of the liner. This method enables the detection of water leakage from the part of the liner above the Caisson Well. Question is, how to find the leak location in order to be repaired.
  - ii) Conceptual Design recommends that during operation and handling of failed subassemblies or presumed failed items properly directed clean ventilation air and personnel Respiratory Protective Equipment should be necessary. Question is, whether these methods are sufficient and complete for the radiation protection of workers during their work above the water pools. Please show more concrete and practical examples for the radiation protection of workers in such above-the-water-pool-operation.
  - iii) Recommendation shows some special tools for Underwater manipulation. This manipulation seems to be considerably difficult and time consuming. It is undesirable if human radiation exposure increases due to the prolonged work with this manipulation. Please show the experience on radiation exposure by similar operations in U.S. and recommend more quick and safe/sure methods to direct and attach the tools to the Underwater Equipments.
2. On Fission Gas Analysis
  - i) One laser beam is used for both puncturing and rewelding of fuel pins. Please show the rewelding procedure, and the experience in the U.S.A.

3. Subassembly Leak Testing and Removal from 2R Container
- i) Please show the standard specification describing the structure and dimension of 2R Container used in the U.S.A.
4. Subassembly Visual Examination
- i) What kind of materials can be recommended as driving shaft, gear and supporting shaft for the Underwater Equipment ?
  - ii) Underwater Equipments need some sealing materials. What material can endure the radiation exposure of  $10^8$  rads ? And state the reason of your choice.
  - iii) Is it necessary to assume that the strength, insulation property, life etc, are reduced in water under a radiation exposure in comparison with those in other atmosphere ?
5. MONJU Subassembly Dismantling and Magazine Loading
- i) Cutting operation during machine testing at FMF has experienced a difficulty in preventing the chips from dispersing. Are there any good ways to prevent the dispersion of chips ?
  - ii) When the fuel pins are tried to be removed from the pin-bundle after cutting by our dismantling machine, the cut fuel pins have experienced difficulty to be pulled out of the bundle. An adequate gripper should be provided. What kind of gripper (mechanism) is used in the U.S.A. for this purpose ?
6. End Fitting
- i) What is the adjustable torque for the Collet Nut Tightening of each fuel pin ?
  - ii) Has Spacer Wire to be removed before attaching end fitting, or can it be attached without removing the spacer wire in case of MONJU subassembly ?
  - iii) Is it possible that a Fugen fuel pin (weight 4kg) or a fuel pin of DWR and FWR (weight 7kg) is lifted vertically with M/S manipulator into the end fitting ?

7. On Pin Visual Examination and Pin Mensuration

i) What is the principle of "Optical Profilometer" ?  
Please show the catalogue of this apparatus.

ii) We want to examine the present technological state of Eddy Current Tester and the significance of introducing "Pin Eddy Current Inspection".

Please send the published reports related to this matter and inform the experience of application of this examination.

8. On Cask Decontamination

i) What kind of decontamination agent is used for cask decontamination and what is the concentration of agent in decontaminating water ?

ii) What is the efficiency of diatomaceous earth filter ?

cf. Figure 5-8 was missing.

9. On Neutron Radiography

i) Please list up the facilities in U.S.A. where they are planning to install Mini-TRIGA for neutron radiography.

ii) Recommendation shows that the reactor is operated at 250KW. Are there any significant differences in radiographing performance if the operating power is reduced to 100KW ?

iii) Are there any other purposes using Mini-TRIGA reactor in H.F.E.F. other than the neutron radiography ?

iv) What is exchange cycle of Fission Chamber, Signal Cable, Water Conductivity Sensor in Mini-TRIGA Reactor ?

v) Please show conceptual drawings indicating the location of the reactor in H.F.E.F.

vi) }  
iv) How does one dispose the Mini-TRIGA spent fuels ?

vii) Mini-TRIGA will be used in FMF for other various purposes, for example, for neutron diffraction, activation analysis etc., What kind of examinations are limited by the dimension of FMF.

viii) Please show the size of neutron collimator in H.F.E.F.

- ix) Is it possible to take radiograph by Direct-Method at Out Cell Radiography Pit ?
- x) Please show the following properties of Mini-TRIGA  
Thermal neutron flux, Flux distribution, Cadmium ratio, Thermal neutron flux to Gamma dose rate ratio (n/r) at out of the neutron collimator and collimator ratio (in-let diameter to collimator length) in FMF Extension conceptual design.
- ix) Please show the pin elevation mechanism and pin clamping mechanism for neutron radiography in H.F.E.F.

Questions of H.F.E.F. (Questions regarding to FMT Existing)

1. On Par Manipulator and In-Cell Crane

Please send the following reference drawings of special tools being used in H.F.E.F.

- i) Pick-up Assembly Removable Tools.
- ii) Electrical Connector at Cell Wall Removable Tools..
- iii) Special tools for following purpose;  
in case of failure and stopping of drive unit in Bridge, carriage and/or trolley of the Par Manipulator or In-Cell Crane must be carried to under the Repair Hoist using other unfailed one. Is special tools for this purpose necessary ?

2. On Cask Car

- i) How to decontaminate the contact surfaces of cask and port ?

3. On Electrical Pluggs

- i) How to exchange the shielding pluggs, and what kind of cover box are used to exchange the pluggs ?

4. On Air Lock

- i) What is the clamping mechanism of air tight cover plate of Small Equipment Lock being located between Main-Cell and Decontamination Cell in H.F.E.F. ?