IN 241・70-29

開示制限

本資料は　年　月　日付けで登録区分、
変更する。　01.11.30
[技術情報室]

海外出張報告書

（米国の部）

昭和45年6月

動力炉・核燃料開発事業団

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)

海外出張報告

概要

米国のGE，BNWL，APDA－PRDC，USAEC，NuS，Plutonium Export Association，WHを訪問し，照射，燃料材料開発を主として討議してきたので，その内容について報告する。なお，ヨーロッパについては別に報告する。

報告者　植松邦彦
（高速増殖炉開発本部）

目　　次

A. GETR-Vallecitos 1

B. GE-Sunnyvale 7

C. BNWL 9

D. APDA-PRDC 16

E. USAEC, NUS 18

F. Pu Export Association 19

G. WH 21

海外出張報告

A. GETR－Vallecitos

Mr. Bohm

Mr. Robertson

1. GETR IRT(B)照射

GETR IRT(B)の照射后試験は完了しており、照射后試験項目の作業終了を確認した。現在最終報告書を作成中であり、5月末頃には報告書の提出ができるとの回答を得た。

残りの作業は、試料と中性子モニターワイヤーの日本への返送である。

モニターワイヤーは一部をGETRで溶解計測し、データを送つてもらうこととした。従つて、モニターワイヤーの日本側での計測データとの比較ができることとなつた。

2. GETR－Fermi 照射

5月初旬現在で、照射后試験は

燃料ピンの外観、長さ測定、直径測定、γ－スキャン、中性子ラジオグラフ、横断面三ケ所および縦断面1ケ所の切断と金相写真(100倍まで)

が終了していた。

動燃指定の500倍写真については100倍写真を動燃が受取りしだい指定個所の通知をすることとした。最終報告書は7月末頃となろう。

3. B_4C照射

5月末までにB_4C照射用Rigの製作図とstatus reportおよびRigに使用するフラックスワイヤーの詳細を送付してくることとなつた。

B_4CのPIEは1971年1月末までに終了するようGE側が努力するとの確約を得た。このためには、B_4C照射契約の締結の促進が重要である。

B_4Cの照射位置はH－7 positionを予定している。PIEの項目は樫原－GETR打合せの通りとする。

[B_4C照射 Rigの製作図面およびクラックスワイヤの詳細説明書はFBR燃材樫原氏保管]

4. GETR－T照射

GETR－T照射の内容についてFBR燃Memo 70－31について説明し、討論を行なつた。Memo 70－31の内容については別添1のごとく確認を行なつた。スケジュー

ルとしては9月末位までにPin の加工が終了すれば47年1月末までに全計画を終了しうる予定である。

なお、GETR－T用の燃料ピン外形状については連結の都合上と、照射后再組立の都合上から、GE側より提案があつた。これについては至急に回答する必要がある。

〔GE提案図面はFBR燃材樫原氏保管および東海事業所Pu燃に配布〕

5. Na Logging 照射（SLE）

SLE照射はGETRですでに何度か実施されており、SEFOR安全性確認照射の時のようなNa wire 埋込法は適当でなく、照射中にHot fuel 中にNa を注入する方法が適当であるとGETRでは判断している。この方式による照射が可能であり、現在GETRで照射試験が進行中であるので、この方式は実証ずみであるといえる。具体的方式については設計図を入手してある。

〔GE側設計図はFBR燃材樫原氏保管およびFBR安全大坪氏保管〕

6. 燃料安全実験（FSE）

FBR安全より質問のあつた項目については以下のごとき回答が得られた。

① 圧力測定器は試験部をはずせば、キャプセルのどちらの側（上又は下）にもつけられる。

② 燃料溶融を許す。

③ キャプセルはNa Boiling がおこつても大丈夫の設計になつている。

④ Na Void Detection は現状では不可能である。

⑤ キャプセル内で溶融燃料が移動しても炉の運転等にさしつかえない。

⑥ Loss of Flow Test は可能である。

⑦ Flow meter はキャプセルの両端につけられる。

⑧ 計測用リードは20回線までつけられる。

⑨ Local と Complete Flow Blockage の実験は可能である。

⑩ 現在は Pool position での照射のみ可能で、最大許容出力は70kWである。

⑪ In Core で照射出来るよう、現在炉外試験を実施中。

In Core だとより高い中性子束が得られ、キャプセルに5本の燃料ピン装荷が可能となる。1971年頃より使用可能となろう。

⑫ 現在このキャプセルは一本が照射中である。Defect なし。

⑬ 今年末までに更に3本を照射する予定である。この3本は全てDefectつき。

⑭ GETRは動燃のために実験をするが、解析は動燃でやつてもらわたい。実験データは全て動燃に渡す。

⑮ Flow meter, T/C, Pressure Sensor 等の Response Time については後刻データを知らせる。

⑯ キャプセルの製作は設計を含めて、現在約9ケ月必要であるが、1971年頃になると6ケ月位に短縮されよう。

⑰ 動燃より申し入れのタイムスケジュールについては、GETRで至急検討の上回答する。

⑱ Local Blockage についてはGETRで機構を考えて動燃へ提案する。

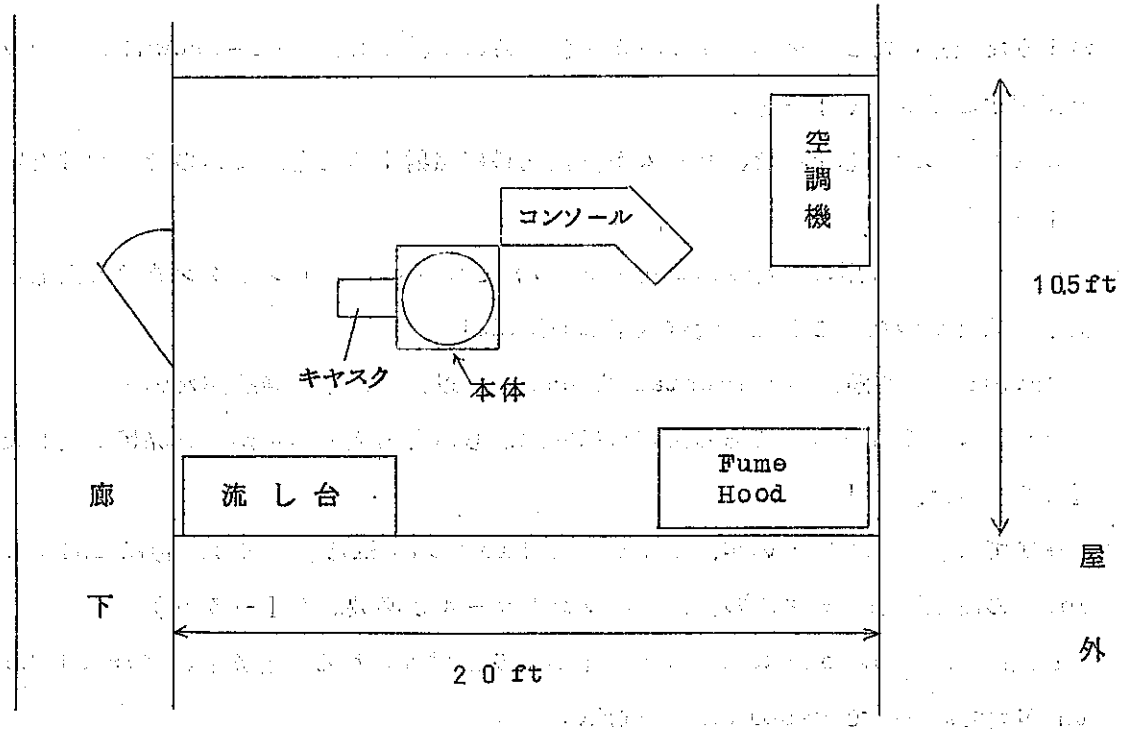
⑲ ピン接触についても同様に動燃へ提案する。

〔照射用 Na キャプセルの詳細図はFBR燃材樫原氏およびFBR安全大坪氏が保管〕

7. MAC 450 XMAについて

GEに設置されてあるXMAはMACの Proto type であり、この運転経験により現在のMACは改良が加えられている。

GEのXMA設置の情況は次図のとおり。



GEのMAC 450 XMA使用者の意見を聞いた結果は以下の通りである。

① 定電圧装置をもつことがのぞましい。

② アースは専用のものを持つべきであり、しかも、アースまでの距離は最短とする。アースよりノイズをひろうことが多いので、他のアースの近傍に専用アースをもうけないことが重要。

③ XMA内へのダストの混入は絶対にさけるべし。

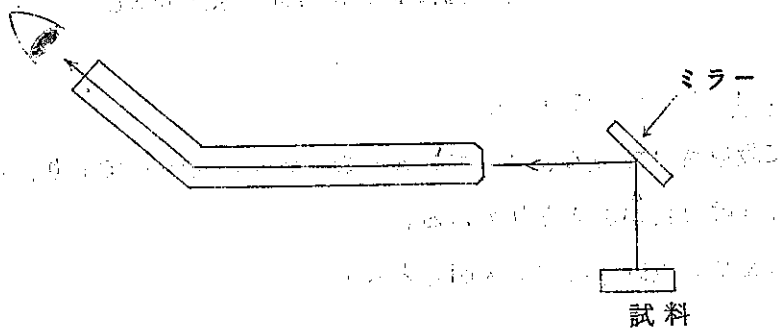
④ Carbon Coating は250Å、500Å で Normalize している。Coating 用には普通の蒸着装置（日本電子製）を使用している。

⑤ 現在、Al, Ni, Pt, Au の Coating も考えている。
これは酸素の多い雰囲気でも Coating がやれるから。

⑥ Carbon Coating はαコンタミの Barrier としても有効である。Na の存在は問題でない。

⑦ MAC450XMAでもつて Cold も Hot も両方のサンプルをあつかつている。

⑧ XMAの Light Microscope は



のような配置になつている。ミラーが変色するので、GE は Non-Browning ガラスを使用する予定。（I－1）

⑨ Switch off した場合、ビームが直接試料に照射することはないので心配はない。（I－2）

⑩ GEではXMA用の Crystal を Co^{60} のγでもつて 10^6 レントゲンまで照射したが、全く問題なかつた。この照射量は数年の使用に相当する。
Crystal の問題は Accidental な damage 以外には全く経験がない。
Crystal をはりつけてある接着材に問題があると考えていたが、実際には大した問題はなかつた。（I－3a）

⑪ GEでは経験していないが、Window の Blow out はありえよう。特に Thin window の時は問題。ガス圧の注意深いコントロールが必要。（I－3b）

⑫ Light Microscope にはポラロイドカメラが付けられる。しかし、Forcal Length が大であるので Resolution は悪い。
GEでは Scanning の写真をとることの方に重点をおいている。（I－5）

⑬ 試料は Hot Cell 中で Carbon Coating をやり、100cpm 以下までデコンタミをやつている。これで全く問題ない。ANLでは別添2のような気送管方式をとつているが、コンタミ等で問題をおこしている。Cask 方式をすすめる。（I－6）

⑭ XMAの使用については
National Conference on Electron Microprobe Analysis. Electron

Probe Analysis Society of America.

A.A. Chodos, Caltech − Geology, Pasadena, California, 91109,USA があり、すでに4回の論文集が出ている。第5回は7月22日に会議がある。これを利用することをすすめる。

⑮ Cask へ試料の Loading までの手順は、

デコンタミ → Carbon Coating → デコンタミ → α Box 外への移動 → Cask に入れる

でやつている。

Main Column を放射性汚染から防いでおれば Main Column の問題は殆んどない。

⑯ Spectrometer の leak についてはＭＡＣに送つて修理。これは特別の He leak 試験が必要だから。

その他の部の leak なら自分でなおせる。

Proportional Counter の修理を要したことはある。

⑰ 設置する部屋の高周波に対するシールドはどうしても必要。これは高周波炉などからのものだけでなく、最近はレーダー波のノイズをさけるためにも必要になつている。

高周波炉が近くにある場合、ノイズをアースよりピックアップする例が多いので、アースには十分注意する。

⑱ 磁界については通常の場所であれば問題ない。

但し、磁化しやすいもの、例えば steel 製品を常時持ちこむことは問題がある。これをさければ問題ない。

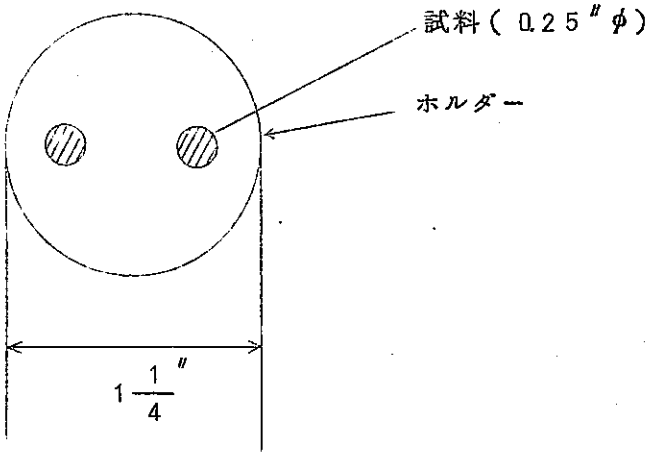
⑲ ＧＥの所有するＸＭＡは tube 式なので安定性に問題があつたが、最近のは全て Solid state なので問題はない。

⑳ 現在までＧＥで取扱つた最大放射能強度の試料は次の様なものである。

１３０,０００ＭＷＤ／Ｔ 燃焼のＦＢＲ燃料

0.25″径，0.1″厚，２０レントゲン／時・フイート

の試料を二個ホールダーに入れたもの。



㉑ ＭＡＣは現在８台を製作中であり、全て米国内の施設に供給するものである。注文が多いので納期は長くかかるのではなかろうか。

㉒ ＭＡＣ４５０ＸＭＡの要員訓練についてはＧＥＴＲの照射后試験の一部として短期間なら引受けられる。Hot Sample の取扱いだけを見れば十分ではないかと思う。

動燃からＭＡＣに人を派遣して必ず組立、分解の時に立合うべきである。これはその后のメインテナンス面からも絶対に必要。

B. GE－Sunnyvale

Mr. Ongman

Dr. Skarahl

1. 原　型　炉

GEは4月末にESADAに対して、原型炉計画を提案した。これをESADAは本年の9月までに検討することになつている。それまでは提案内容の詳細は発表出来ない。

AECのPDPが終ると Definite Cooperative Phase（DCP）が開始される。DCPには電力のサポートが必要であるが、PDPの終了までに9ヵ月しかないので、電力との交渉には時間が短かすぎると思つているようである。

電力とは1972年1月の建設契約をおこない、1978年第一四半期に臨界にしたい予定でいる。しかし、AECはPDP終了後の援助のやりかたについては決定していない。1973年度予算でAECが援助のための予算をとつてくれるであろうと希望している。

GEは電力と72年1月に契約したいが、AECの援助予算は72年7月からしか出ないので、心配であるといつている。

AECは議会の予算Hearingにおいて、原型炉用として、

80m$ ｛ 50m$ ： R&D用
　　 ｛ 10m$ ： 燃料の Use Charge の免除
　　 ｛ 20m$ ： AEC Facility の利用

を要求している。このことからして、GEとしては、AECは原型炉としては一つの炉しかサポートしないのだろうと判断している。

1978年に原型炉が出来れば、商業用炉は1980年頃に建設に着手できるのではなかろうかとGEは考えている。

DCP以后には電力のサポートが必要条件であるが、概略以下のような関係にある。

GE － ESADA，SEFORグループを通じ電力27社と強力な協調関係を作つている。

WH － GEのグループに属している電力27社のうち一部がWHとも協調している。WHは主として太平洋岸近辺、北西部の電力と協調している。どちらかといえば Loose connection である。

AI － GPU（General Public Utilities）と協調してやつてきたが、PDPで電力会社を更に追加している。しかし、その多くはGE，WHと協調している社とダブツテいる。AIが電力との協調においては最も出おくれている。

GEの原型炉計画に含まれているR&D内容については当分秘であるが、これは

D.T.P.（Development and Testing Program）

と呼んでおり、ＧＥが主体で実施する。ＧＥがＡＥＣの施設を使うときは、ＧＥの direct control の下に実験が進行することを強い条件にしてある。

D.T.P. の内容は

○設計の Proof Testing（Research ではない）

○ Confirmatory type（確性タイプ）の試験

であり、試験の結果から設計をやりなおすという式を全くとつていない。

〔注〕

ＧＥの原型炉計画は、１０年間で総額４００～５００ｍ$といつているが、これには Escalation は入つておらず、Escalation を入れると７００～８００ｍ$にもなる。

ＧＥ訪問后、米国各地で話を聞いた結果は、米国は現在非常に金づまりであり、７００～８００ｍ$を現在 committ する能力はないということであつた。米国の原型炉計画は非常に大きな資金的問題を含んでいるようである。

2. ＳＥＦＯＲ

ＳＥＦＯＲの現在の運転計画終了后の計画は、ＧＥが立案している。ＴＲＥＡＴのデータが高速炉に適用できるかどうかを確認するためにＳＥＦＯＲを使うこととなろう。

現在ＧＥ－ＳＥＦＯＲ間で計画の検討中であるので、近い将来（１９７０年７月頃）に公式の発表があることと思う。

その場合、動燃にも資料をもらえることに話をしてある。

3. Vented Fuel

ベント燃料については、原型炉の第一炉心に使用する考えは全く持つていない。平衡炉心については真剣に使用を考えて開発を行なつている。

4. そ の 他

① ＪＯＹＯは実験炉として高中性子束をねらうことが重要である。

② 燃料および材料のスエリングについては、設計面からは被覆材のスエリングは非常に重要である。これに比して燃料のスエリングはあまり問題でない。

③ 被覆材はやはり３１６主体で考えている。Ｖ合金については、ＡＥＣの研究機関がやつているので、ＧＥとしてはそれらの結果がでるのを待つているだけで積極的にはやつていない。

④ 原型炉の長尺ピンは加工上も、炉内挙動上もいろいろの問題があると考えている。

C. BNWL

1. 被覆材開発

Dr. Roake, Mr. Lobsinger, Mr. Claudson.

ＦＦＴＦ用の被覆材開発について検討した。

a) ＦＦＴＦ用の被覆材の仕様書を入手した。

〔仕様書はＦＢＲ燃材井上氏保管〕

前回の仕様との大きな差は

① ２０％冷間加工材の採用。

② 各元素の含有量を厳重に規定した。

これは炉外試験および照射データにもとずく変更である。

③ 表面けんまをしないことを明確に規定。

④ 工程中の取扱いおよび輸送方式について明確に規定。

⑤ 表面状態について明確に規定。

⑥ ダブルメルトの明確な規定。

等が明確になつていることである。

b) 被覆材開発について

① 標準欠陥

	軸方向	円周方向
外面欠陥深さ	0.5ミル 1.0ミル 1.5ミル	0.5ミル 1.0ミル 1.5ミル
内面欠陥深さ	0.5ミル 1.0ミル 1.5ミル	0.5ミル 1.0ミル 1.5ミル

欠陥は全て　３０ミル長さ

４ミル幅

である。Reject レベルは1.0ミルである。

これらの標準欠陥は加工法により非常に異なる形状の欠陥を与えるし、また読取り結果にも非常に差が生ずるので、矩形ミゾを指定している。

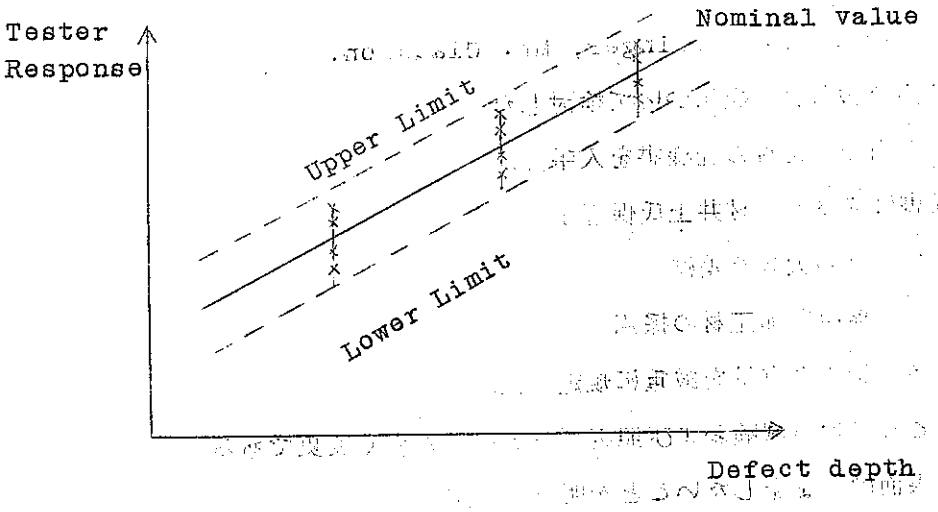
〔写真２葉をＦＢＲ燃材井上氏保管〕

② 欠陥信号の信頼度

非破壊検査装置の信頼度を調査するため、同一標準欠陥を用いて、信号レベルのド

リフトを検定している。これにより装置の信頼度を確立している。

ＰＮＣにおいてもこの種検定が必要。



ＢＮＷＬの装置（ＮＯＲＴＥＣ製）ではこの信号の標準偏差は　σ＝0.6　にまでなつている。

〔写真１葉をＦＢＲ燃材井上氏保管〕

③　Eddy Curreut 装置

ＢＮＷＬではＮＯＲＴＥＣ製のＥＣ装置ＮＤＴ－１を使用しているが、ＥＣ装置は超音波装置（ＵＴ装置）よりもよい成績を示している。

現在ＮＤＴ－１で0.4ミルまでの欠陥をみつけられるようになつている。

ＥＣ装置による欠陥の発見法、ＥＣ装置とＵＴ装置の欠隔に対する反応等については写真チャートがある。

〔写真６葉をＦＢＲ燃材井上氏保管〕

④　製造工程と欠陥

製造工程をＡからＪまで１０種類を指定してメーカーに被覆管を製造させ、製造法と欠陥の発生確率とを調査し、現在の仕様となつている。

ＢＮＷＬでは現在の仕様により製造した場合１０ミル以上の欠陥が発生する確率はパイプ１本当り、平均1.46個であるとしている。

〔写真２葉をＦＢＲ燃材井上氏保管〕

⑤　欠陥の重複の割合

現在のＥＣ装置の精度において1.0ミル深さの欠陥が内外面に同位置に発生又は近傍に発生した場合、相互影響によりこれを発見することは困難になる。これを検定しているが、④にのべたパイプ１本当り1.4個程度の欠陥発生率だと、欠陥の同時発生があり、欠陥のしき別が出来なくなる確率は　0.000003　であり、使用上問題がないとしている。

〔写真２葉をＦＢＲ燃材井上氏保管〕

⑥ 燃料ピン設計へのデータ

ＦＦＴＦ用被覆管としては次表のような数値を採用している。

	0.250″ 0D 0.218″ 1D	0.230″ 0D 0.200″ 1D
コロージョン，エロージョン フレッチング	0.001″	0.001″
欠　　陥	0.001″	0.001″
製造寸法偏差	0.001″	0.001″
Na－Clad 反応	0.001″	0.001″
燃料－Clad 反応	0.001″	0.001″
Contingency	0.001″	――

〔写真１葉ＦＢＲ燃材井上氏保管〕

⑦ ＦＦＴＦ用に開発したものと通常品との比較

④に示したような製造工程によつて製造したものと、特注品ではなく、通常工程で生産されたものはＵＴ、ＥＣの両検査により明確な差が出ている。従つてＦＦＴＦでは特注品とする必要があるとしている。

〔ＵＴ，ＥＣ検査結果はＦＢＲ燃材井上氏保管〕

⑧ 製品の取扱いについて

ＦＦＴＦでは Cleanig 時の取扱い、工程中での輸送、非破壊検査時の取扱い、輸送中の取扱いを定めている。この場合の基本的考え方は、パイプとパイプの接触がおこらぬこと、硬い物質と直接接触することはないことを原則としている。

〔写真１葉はＦＢＲ燃材井上氏保管〕

⑨ ＦＦＴＦ用製品の現状

米国のパイプメーカー３社 Carpenter, Superior, Wolverine が製作している。寸法精度としては、

0.25″ ± 0.001″ の仕様

は十分満足している。現実の製品は

0.25″ ± 0.0005″

におさまつており、メーカーとしては

0.25″ ± 0.0002″

を目標として現在工程をテスト中である。

⑩ ＦＦＴＦにおける被覆管の受入れから製品まで

ⓐ パイプは一本毎にプラスチックの袋に入れて密封され、さらに原紙の筒（厚さ１.５㎜、内径約２０㎜で非常に硬い）に三本づつをつめ、両端に衝撃吸収材をつめ（フォームラバーのようなもの）栓をしてこれをテープで固定している。これを非常にしつかりした木箱に入れて輸送している。

ⓑ 木箱からの取出しは検査室の前室でおこなう。

ⓒ 検査室はクリーンルームとなつており、取出されたパイプは厚紙の筒のままキャビネットに水平位置で貯蔵してある。

ⓓ 試料を採取して化学分析を実施

ⓔ 試料を採取してラプチャー試験と引張試験を実施

ⓕ 空気マイクロによる寸法測定

ⓖ ＵＴ、ＥＣによる検査

ⓗ 貯　蔵

ⓘ 定尺切断

ⓙ 洗滌と Degreasing

ⓚ 通常水による水洗

ⓛ １２０°Ｆ－２０％ HNO_3 による洗滌

ⓜ 通常水による水洗

ⓝ 蒸溜水による水洗

ⓞ Hot Air による乾燥

ⓟ 工場へ送り出し

⑪ ラッパ管

寸法測定はレーザータイプで測定。ラッパー管内対面寸法は±５ミル、肉厚は±５ミルが目標。ラッパー管はシームレスで Carpenter がスエージ法により加工。

ＦＦＴＦ用のパッド加工は実験炉設計とは非常にことなり、パッドは全周外面に厚板の溶接をおこなつている。溶接についてはＴＩＧ、プラズマ等を比較検討中である。

⑫ 被覆管製造工程における管理

ⓐ 製造業者に各プロセスの進行毎にＥＣ検査を要求

ⓑ 製造業者は全数 Hydrostatic Test を実施するとともに Hydrostatic Test 中の Acoustic Emission 測定を義務づける。加圧により被覆管より約３００Kc 程度の音波発生が認められ、この音波波形と健全性とに大きい関連のあることが知られている。

〔 Acoustic Emission の例についてＦＢＲ燃材井上氏資料保管 〕

2. ＢＮＷＬ－ＰＮＣ間の情報交換等

ＢＮＷＬの Dr. Roake と表記について打合せを行ない。その上でＵＳＡＥＣ本部と打合せをした結果次の様な確認を行なつた。

① 被覆管の交換について

ＰＮＣの開発結果とＢＮＷＬの開発結果を比較検討した結果、両者の開発成果は相互に情報交換としてバランスする程度にあるので、ＢＮＷＬおよびＰＮＣで購入したパイプを検査結果付きで交換することは原則的な了解が得られた。

正式にはＰＮＣからＵＳＡＥＣに対し、日米協定の線にそつて交換について申込をする。

ＵＳＡＥＣ本部のＤＩＡおよびＲＤＴと話合つた結果、上の原則的了解が確認されている。

② 非破壊検査技術者のＢＮＷＬでの訓練について

ＢＮＷＬで使用しているＮＯＲＴＥＣ社製のＵＴ、ＥＣ装置の購入に当つて、ＰＮＣ技術者をＢＮＷＬで短期訓練することについて原則的了解が得られた。

その后ＵＳＡＥＣ本部ＤＩＡおよびＲＤＴと話合つた結果、上の原則が確認され、ＵＳＡＥＣとしてもFavorableにConsider するとの回答を得た。

この件についてもＰＮＣからＵＳＡＥＣに対して正式に申し入れをする必要がある。

③ 専門家会議の件

日米セラミック専門家会議が１９７０.１０に開催されるので、時期としては１９７１年３月又は４月頃がのぞましい。場所は大洗とすることがのぞましいとのＵＳＡＥＣ側の希望であつた。

議題としてはセラミック専門家会議と重複しないよう検討した結果、内容として、

a） 照射后試験施設関連のもの

b） 被覆材、構造材の開発成果

c） 燃料照射結果

d） B_4C、黒鉛照射結果

とするのがのぞましいとする結論に達した。

ＵＳＡＥＣ本部ＤＩＡ、ＲＤＴと話合つた結果、上記の技術的検討の結果が確認された。

正式にはＰＮＣから申し込む事とする。

3. ＮＯＲＴＥＣ社

① ＮＯＲＴＥＣ社とはＵＴ、ＥＣ装置について検討をおこなつた。

② 具体的データを得るため、動燃から持参した被覆管についての試験を実施させ、その

データを取得した。

〔データチャートはＦＢＲ燃材井上氏保管〕

この結果、ＵＴ、ＥＣ装置ともその安定性および感度の点において非常に優秀であると判断された。

③ ＵＴ、ＥＣ装置の納期は装置そのものは２カ月で納入出来る。しかし、ＵＴ、ＥＣ装置の被覆管駆動装置はＮＯＲＴＥＣ社では製作していないので納期は４カ月程度かかる。

④ ＮＯＲＴＥＣ社としては、まとまつた量（３～４台）の発注があれば、据付、調整について日本に人を派遣することは可能である。

補修、修理についてはＵＴ、ＥＣ装置とも Maintenance Book, Operation Manual, Trouble Shooting Manual 等が完備しているので、日本において十分独自の補修、修理が出来るはずである。

⑤ ＥＣ装置はＮＤＴ－１をすでに約２０台納入しており、海外へは Sandvick 社と西独に輸出している。

ＵＣ装置についてはＮＤＴ－１０２はＢＮＷＬとＷＨに納入されており、他の施設にも多数納入されている。

⑥ ＵＴ装置は Radiating Noise には強いが Conducting Noise に弱いので、電源に注意を要する。

ＥＣ装置は逆に磁界変化と高周波に弱い。

ＥＣ Probe がアンテナの役割をするので、十分の高周波シールドが必要である。特に Induction 炉などの存在については注意を要する。

⑦ ＵＴ装置、ＥＣ装置の技術者訓練については、ＢＮＷＬと協力して受入れられるよう努力する。

4. Acoustic Mineral Co.

① ＡＭＣ社と内圧クリープ装置について検討した。現在照射材料試験施設で設計中の内圧クリープセルは現状通りで問題のないことが明確となつた。

〔詳細資料についてはＦＢＲ燃材井上氏保管〕

② 内圧クリープ装置は従来のものは燃料ピンについては実験出来なかつたが、現在の設計は燃料ピンについても実験出来るようになつている。ＢＮＷＬで実用中である。この方式について提案がある。

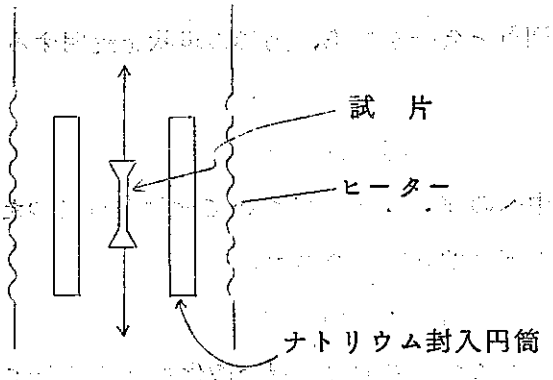
〔資料はＦＢＲ燃材井上氏保管〕

③ 未照射材料の内圧クリープは照射材料についての内圧クリープ装置と同様のものを使つている。

④ セル内の単軸クリープ装置については、空間を節約するため、高温炉の均熱部分を長

くする工夫がしてある。

このため、次図のごとき Na 封入円筒を用いている。



封入円筒内のナトリウムの対流により均熱部がこの円筒の高さと略同等になり、しかも試験温度のコントロールが非常に容易に出来ている。

⑤ 内圧クリープ試験は全て swagelock 方式でやつており、今までに全く問題をおこしていない。Swagelocking 方式についてはセル作業を見学したが、非常に容易な作業であつた。

⑥ セル内のクリープ装置については発熱量が大きいので、Hood をもうける等、冷却に十分の注意をはらうことが必要である。

D. APDA－PRDC

1. 派遣団員との会合

フエルミ炉派遣団員と会合を持ち、動燃の現状を説明するとともに各団員の経験について聞いた。

① 前田氏　　四国電力

- ナトリウム中へのF.P.放出について検討を行なつた。
- フエルミ炉の運開前試験に参加する。

② 岸田氏　　関西電力

- ナトリウム火災について検討。混合酸化物燃料集合体の安全解析に参加。
- フエルミ炉運開前試験に参加する。特にTransfer functionの測定。

③ 朝倉氏　　動燃

- フエルミ炉運転再開の準備に参加。
- フエルミ炉運開前試験に参加する。特に計測制御系の試験。

④ 二見氏　　東京電力

- 混合酸化物炉心の熱解析に参加。
- フエルミ炉運開前試験に参加する。

⑤ 井口氏　　東京芝浦電気

- Small leak testに参加。
- 今後については未定。

⑥ 駒田氏　　日立製作所

- 空間動特性解析、断面積平均法について検討。
- 今後については未定。

⑦ 田下氏　　電力中央研究所

- S.G.の熱、応力解析に参加。
- 今後については未定。

⑧ 大竹氏　　動燃

- 燃料集合体の流動実験および計算を実施。
- 今後も流動実験に参加する。

⑨ 斉藤氏　　東北電力

- 燃料照射について検討。
- フエルミ炉燃料のバーンアップ上昇について検討する。

⑩ 佐藤氏　　北海道電力

- Mulfunction Detectorの開発に参加。
- 今後も続ける予定。

⑪ 野 田 氏　　九 州 電 力

o　F.P.ガスの Entrainmert について検討。

o　フエルミ炉運開前試験に参加。

⑫ 宮 越 氏　　北 陸 電 力

o　Oscillator 実験の評価をおこなつた。

o　今後はフエルミ運開後のデータの解析法について検討する。

⑬ 加 藤 氏　　原 子 力 局

o　S.G.の試験方案を作成した。

o　今後については未定。

2. フエルミ炉について

新燃料の装荷が終了し、7月初旬には臨界になる予定である。その後約2ケ月の Nuclear Test をおこない、200 MWt の運転に入る予定である。

S.G.二台については問題がないが、一台に多少のもれがあり、水素の発生を認めているが、運転には問題がないと考えている。

今後の予定については検討中であり、詳細は未定である。

〔詳細資料はFBR燃材植松保管〕

E. USAEC, NUS

1. USAEC本部

DIA.　Mr. Steabler
　　Mr. Hoffman
RDT.　Mr. Simons
　　Dr. Cunningham
　　Dr. Gwilky

と会見し、BNWLでの検討結果について確認をおこなつた。BNWLの項参照。

2. NUS社

① 高速原型炉用の燃料サイクルコスト計算コードの導入について検討をおこなつたが、満足すべきものであると認められた。

〔Iu－Put, Out－Put, マニュアルはFBR燃材植松保管〕

② 燃料ピン設計コード（CYGRO）については、米国海軍が開発したものであり、特に最近はこの種コードの海外持出しが厳禁されており、輸出は困難である。但し、NUS社の持つCYGROコードの情報（NUS社は実用中であり、米国内むけにのみ使用を許されている）と動燃で開発中のコードを組合せてPNC－NUS共同開発コードとすれば問題のないことを確認した。

この方式による導入を検討することとした。

F. Pu Export Association

Mr. Briggs　　PEA

Mr. Trible　　Yaukee

Mr. Larson　　Con. Ed,

PEAは現にPuをPu Nitrateの形で持つている電力5社から形成されている。非常にLooseなAssociationである。メンバーは

Consolidated Edison　　(PWR)

Yankee Atomics　　(PWR)

Commonwealth Edison　　(BWR)

Consumer Power　　(BWR)

PG and E　　(BWR)

である。しかし、Loose Associationであるのでメンバーの追加は容易である。

PEAはこれら5電力のコオーデイネーターの役目をはたしている。Pu購入についての要求がPEAに来ると、PEAはメンバーに相談して誰が見積りを出すか調整して決める。見積りは発注先に対して電力会社が直接提出し、売買契約も電力会社が直接行なう。

PEAはこの方式で独のGfKに約100KgのPu Nitrateをすでに売却している。このPuは所有権はすでにGfKに移つているが、物そのものは未だNFS再処理工場の貯蔵庫に置いてある。

PEAがGfKに売却したPuは次表の通り。

バッチ毎数量	Fissile Conteut
20 Kg	73.7 %
18.3 Kg	74.9 %
26.6 Kg	73.6 %
28.9 Kg	73.7 %
6.1 Kg	75.8 %
～100 Kg	74.0 $^{+1.8}_{-0.4}$ % (加重平均)

であり、大量のストックの中からGfKの仕様に合致するものをえらび出して購入している。

現在米国で出てきている電力のPuは

Dresden炉　　～ 75% fissile

Dresden以外　　80～84%　〃

である。

ＰＥＡのメンバーは、１９７１年１月１日でもつて終了するＵＳＡＥＣの Pu Buy Back 政策の終了を目前にして、手持ちの Pu をどう処理するか決心をせまられている。従つて、ＰＥＡメンバーは７０年内に日本が購入の Committ をしてくれることを強く希望していた。

ＰＥＡメンバーが７０年中に手持ちになる Pu 量は

Fissile Content	Kg
～ ７５％	１０５Kg
～ ８２％	３５２Kg

であり、日本が９月末までに、Committ しなければ大部分をＵＳＡＥＣに売却することとなろう。

１９７１年以降の情況は次表の通りである。

電力会社	Puの出来る時期	Total Pu量(Kg)	Fissile (%)
Consumer	７１年 ２月	３０	８１.３％
Yankee	７１－ ４	９７	８４.５％
ＰＧ＆Ｅ	７１－ ８	１９.４	７３.６％
Consumer	７１－ ９	３０	７７.０％
Con Ed	７１－１１	１１９.０	６９.７％
Consumer	７２－ ９	１５.０	７７.０％
Yankee	７２－１０	１０５.０	８４.３％
	（７２－ ８）		
Con Ed	７２－ １	５５.０	８０.０％

従つて米国電力から Pu を購入する場合、「常陽」への Pu 供給は早急に手配をすれば量的に Fissile Content 的にぎりぎりで問題はない。手配がおくれると非常に問題になる。

この場合、Pu としては Fissile Content が８０～８３％±１％であろう。

米国のＮＵＭＥＣ社の Pu 均質化能力は Pu Nitrate で５０Kg最大であるので、この点も考慮を要する。

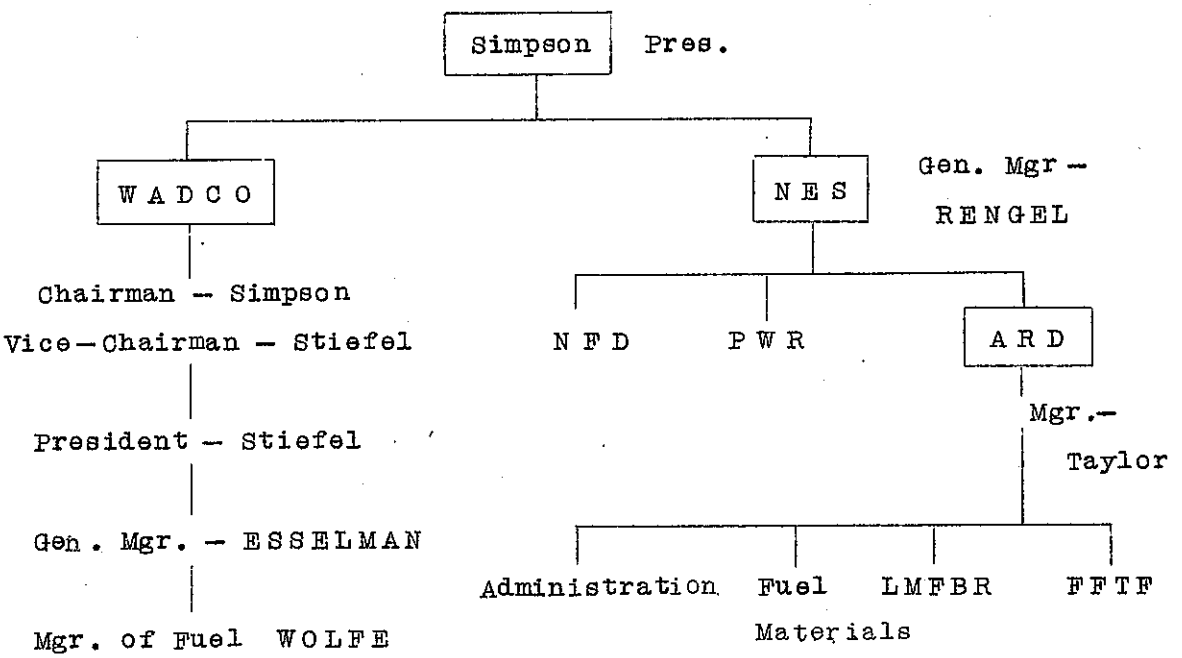
G. WH

WH社では Waltz Mill, Cheswick の両地区を訪問した。

WH社では最近人事移動があり、高速炉計画の主役であつた Kelly 氏は海洋開発に移り、J.J. Taylor 氏が新たに高速炉の担当となつた。

J.J. Taylor 氏は、WARDでPWRを従来担当して来た人物であり、数学が専攻であつて、MUFT, PDQ, TURBO 等のコード開発を行なつてきた人である。

WH社の現在の機構は

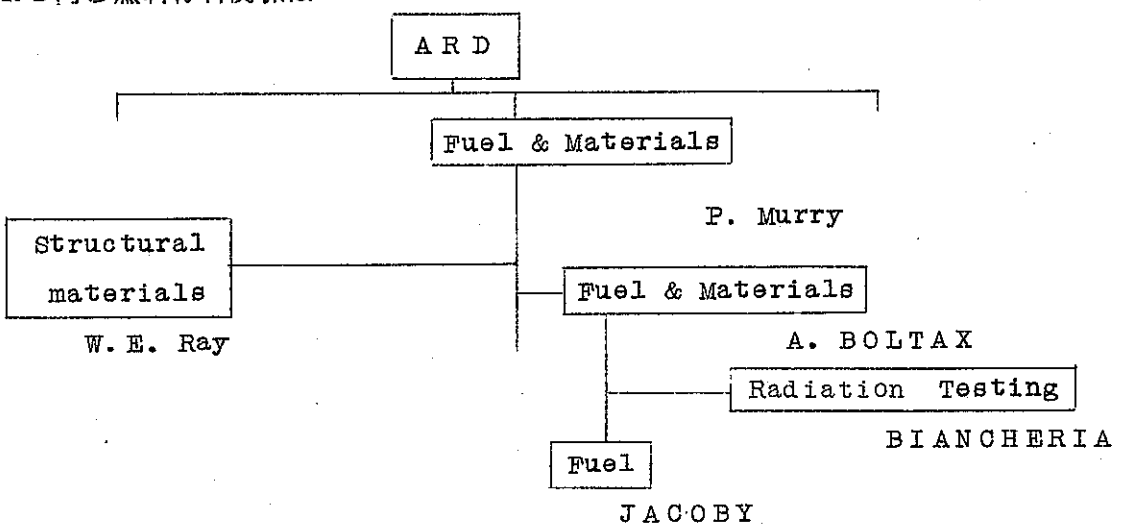


であり、WADCOがハンフォードの施設を運営することになる。しかし、WH社内においても

WADCO — LMFBR — FFTF

間をどのように調整運営するのか未決定である。

ARD内の燃料材料関係は



となつている。

ＷＨからは被覆管開発結果およびＳＧ用材料開発結果についての報告書をもらつている。

〔リポートはＦＢＲ燃材井上氏保管〕

別　　添　　1

原子炉の Over－Power を模擬する

照射実験（ＧＥＴＲ－Ｔ照射計画）

実　施　計　画（案）

1. 目　　的

ＪＥＦＲ燃料が相当の燃焼度に達した状態で運転されており、この時 Over－Power 状態がおこり燃料中心溶融をひきおこすような状態を模擬する燃料照射を実施する。かかる状態での燃料ピン挙動を解析し、炉運転および燃料安全性についての検討をおこなう。

2. 実　施　概　要

(1) 照　射　試　料

ＪＥＦＲ燃料ペレットと同種のペレットをつめたステンレス鋼被覆の短尺燃料ピン１６本（照射用１２本、スペア４本）。

① 設　　計　　ＰＮＣ（ＦＢＲ、Pu燃）とＧＥで協議決定

② 製　　造　　Pu燃

③ 照射前試験・評価　　Pu燃

(2) 試料の輸送（日本→米国）

国内商社と請負契約。

(3) 第１次照射用キャプセルの設計・製作の全部および燃料ピン照射前試験の１部ＧＥ社でおこない、ＵＳＡＥＣに対する安全審査資料を作成および照射ライセンスの取得をＧＥ社がおこなう。

(4) 第１次照射

ＧＥ社のＧＥＴＲの Core Position でおこなう。

目標燃焼度：３％

(5) 第１次照射後試験

ＧＥ社のＲＭＬでおこなう。

内容は非破壊試験のみ。

(6) 第２次照射用キャプセルの設計・製作

ＧＥ社でおこなう。

製作はＲＭＬ中でおこなう。

(7) 第２次照射

ＧＥ社のＧＥＴＲの Pool Position で Trail Cable を使つて行なう。照射は燃料中心溶融をひきおこす Power で、短時間照射。

(8) 第２次照射後試験

ＧＥ社のＲＭＬでおこなう。

(9) 試験済試料の返送（米国→日本）

国内照射と請負契約

(10) 国内照射後試験

大洗工学センター照射燃料試験室

3. 技術内容

(1) 試料

GETR－IRT(B)と同じような短尺燃料ピン4本を連結した燃料ピン(連結燃料ピン)を4組製造する。3組は照射用で1組はスペアとする。

燃料ピンはJEFR燃料と同じように18 w/o PuO_2－UO_2で、ウラン濃縮度は90%とする。被覆管および端栓材はAISI316である。

連結燃料ピンと短尺燃料ピンの概略図を図1.に示す。

(2) 第1次照射用キャプセル

3組の連結燃料ピンをトレフオイル型(三葉型)に配列して、それをひとつのNaK二重キャプセルに装荷する。Nak二重キャプセルはGETR－Fermi Type照射のキャプセルと同じようにカドミウム(Cd)で熱中性子をCut－Offする。

計装は各短尺燃料ピンの線出力および被覆管表面温度がわかるように熱電対を用いる。熱電対の本数および配置は今後の協議により決定する。

熱中性子束および高速中性子束測定用の中性子束モニタ・ワイヤ(Ni、Fe)をキャプセル中に装荷する。

キャプセル概略図を図2.に示す。

燃料ピン照射前試験は次の通り。

- ○ 中性子ラジオグラフイ(0°&90°)
- ○ 寸法測定(プロフイロメトリ：リニア・トレーシング 0°&90°／ローテーショナル・トレーシング 0.6cm間隔)

(3) 第1次照射

定常状態照射で最高3 a/o燃焼度まで照射する。

照射はGETRのCore PositionでThermal Cut－Offの状態でおこなう。

目標照射条件は下記の通り

◎ 最高燃焼度	3 a/o
◎ 線出力	500 watts/cm
◎ 被覆管最高温度	700℃以下
◎ 燃料最高温度	2,650℃

(4) 第1次照射後試験

第1次照射終了後の燃料ピンについて非破壊試験をおこなう。試験対象ピンは照射したすべてのピン(短尺ピン12本)。

試験項目は下記の通り。

① 中性子ラジオグラフイ(0°&90°)(連結燃料ピンの状態でおこなう。)

② ガンマ・スキャンニング (連結燃料ピンの状態でおこなう。)

③ 寸法測定(プロフイロメトリ) (連結燃料ピンの状態でおこなう。)

a. リニア・トレーシング (0°&90°)

b．ローテーショナル・トレーシング（0.6 cm間隔）

④ キャプセル解体

⑤ 燃料ピン外観目視検査および外観写真（0°、90°、180°＆270°）

⑥ 重 量 測 定

⑦ 燃料ピンの分離

(5) 第2次照射用キャプセル

第1次照射した短尺燃料ピン12本のうち8本をGETRの Pool Position にある Trail Cable Facility で照射する。キャプセル1ケには短尺燃料ピン1本を装荷する。従つて、照射用キャプセル8ケを製造する。

キャプセルはNak 二重キャプセルとし、組立作業にRMLでおこなう。

(6) 第 2 次 照 射

GETR Pool Position の Trail Cable Facility で8本のキャプセルを照射する。

照射条件としては照射時間を一定にして、Over－Power Level（出力）を変える方法をとる。

Over－Power Level（出力）としては

A．燃料中心溶融をおこさせるに必要な限界出力

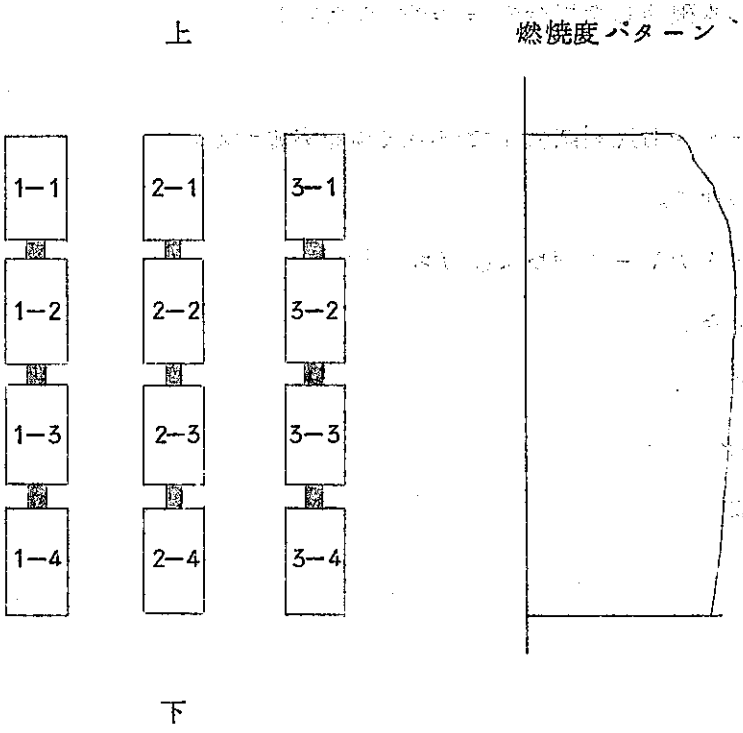
B．燃料直径の 1/3 を溶融させるに必要な出力

C．燃料直径の 2/3 を溶融させるに必要な出力

D．full melt

照射時間としては30分以下とする。

目標照射条件を次に示す。



（１－１、１－２、１－３、１－４　短尺燃料ピンは第１次照射のみ行なう。）

① ２－１、２－２　短尺燃料ピン

中心溶融がおこるかおこらないかの出力。　３０分照射

② ３－１、３－２　短尺燃料ピン

燃料直径の1/3を溶融させる出力。　３０分照射

③ ２－３、２－４　短尺燃料ピン

燃料直径の2/3を溶融させる出力。　３０分照射

④ ３－３、３－４　短尺燃料ピン

燃料直径の大部分を溶融させる出力。　３０分照射

(7) 第２次照射後試験

第２次照射終了後の燃料ピンについて非破壊試験をおこなう。試験対象ピンは照射したすべてのピン（短尺ピン８本）。

試験項目は下記の通り。

① キャプセル解体

② 燃料ピンの外観目視検査および外観写真（０°、９０°、１８０°、２７０°）

③ 中性子ラジオグラフイ（０°＆９０°）

④ ガンマ・スキャンニング

⑤ 寸法測定（プロフイロメトリ）

a. リニア・トレーシング（０°＆９０°）

b. ローテーショナル・トレーシング（０.６cm間隔）

⑥ Weeght（もしも破壊した場合の eheck のため）

(8) 国内照射後試験

大洗工学センター・照射燃料試験室で破壊試験を実施する。

試験項目は下記の通り。

① ＦＰガス・パンクチャー試験およびガス分析

② バーン・アップ分析

③ 金相試験

④ ＥＭＡ試験

⑤ 被覆材硬度試験

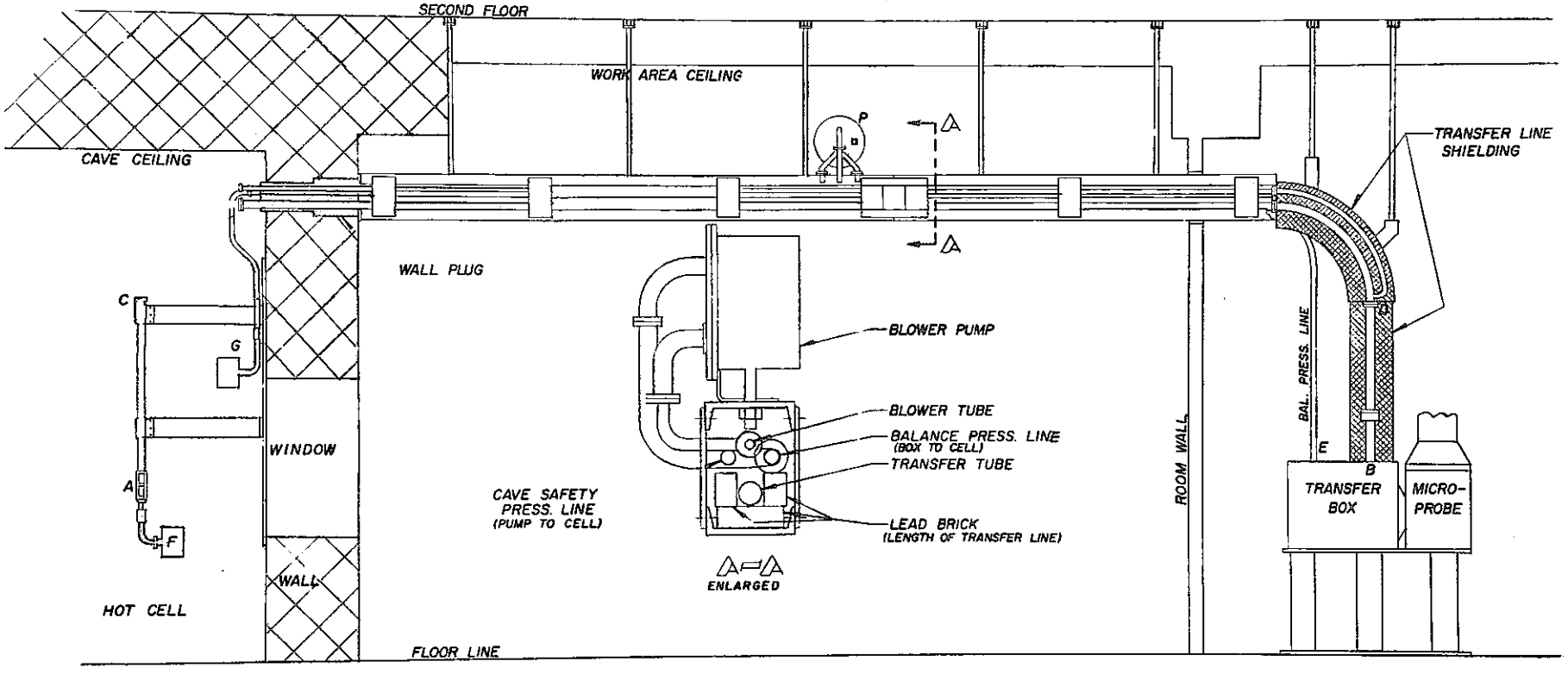


Fig. 1. The Pneumatic Transfer System for transferring radioactive solids.