

解体機、せん断機、溶解槽及び清澄機等に 係わる試験結果について

1992年1月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-11 茨城県那珂郡東海村大字村松 4-33

動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所

技術開発推進部・技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :
Technology Management Section Tokai Works Power Reactor and
Nuclear Fuel Development Corporation Tokai 4-33, Muramatsu,
Tokai - mura, Naka - gun, Ibaraki - ken 319 - 11, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development
Corporation) 1992

解体機、せん断機、溶解槽及び清澄機等に 係わる試験結果について

実施責任者 河田東海夫*
実施担当者 上田 吉徳*
中川 林司*

要旨

動燃事業団では、高速炉使用済み燃料の再処理技術に係わるプロセス及び必要となる各種装置類の開発の一環として、種々のコールドでの評価試験を行って来ている。

本書は、これらの評価試験のうちレーザ解体機における溶融断面積、ピンの損傷率、エアロゾル化率及び組枠部の切断幅、せん断機における粉末の発生率、溶解槽におけるハルに同伴する溶液体量、清澄機におけるスラリー中の液の移行率、残留液のリンシング性能、並びに劣化溶媒中 Zr, Ru, U のソルトフリー洗浄剤中の移行率に係わる試験結果を報告するものである。

* 再処理技術開発部 機器材料開発室

目 次

1. 解体機における溶融断面積	1
2. 解体機によるピンの損傷率	3
3. 解体機におけるエアロゾル化率	5
4. 解体機における組枠部の切断幅	7
5. せん断機における粉末の発生率	9
6. 溶解槽におけるハルに同伴する溶液量	11
7. 清澄機におけるスラリー中の液の移行率	13
8. 清澄機内残留液のリンシング性能	15
9. 劣化溶媒中Zr, Ru, Uのソルトフリー溶媒洗浄試験結果	16

1. 解体機における溶融断面積

1.1 目的

高速炉燃料集合体の解体は、レーザビームを切断具としてラッパ管の長手（燃料集合体の軸方向）及び周方向（燃料集合体の軸に対して垂直方向）への切断により行う。

この様な切断に伴って除去されるラッパ管の溶融断面積（レーザ切断によって除去された部分の面積）について把握することを目的に、ビーム固定型レーザ解体機及びビーム移動型レーザ解体機を用いて解体（レーザ切断）試験を実施した。

1.2 試験方法

図1.1に本試験で用いたビーム固定型レーザ解体機及び図1.2にビーム移動型レーザ解体機各々の概要図を示す。

ビーム固定型レーザ解体機は、最大出力1.5Kw（シングルモード）の炭酸ガスレーザ発振器を有しており、発振器より出射するレーザ光を反射鏡によりその進路を変更して所定の位置まで伝送し、モリブデン製の集光鏡によりレーザ光を集光し、対象物を加工するものであり、本装置では、燃料集合体全体を移動して長手方向の切断を行うことを特徴としている。

ビーム移動型レーザ解体機は、最大出力9Kw（マルチモード）の炭酸ガスレーザ発振器を有しており、ビーム固定型レーザ解体機と同様に、レーザ光を伝送、集光して対象物を加工するが、本装置ではレーザ光の集光部を移動して燃料集合体の長手方向切断を行うことを特徴としている。

これらの装置を用いて、高速原型炉「もんじゅ」炉心の模擬燃料集合体（ラッパ管及び被覆管はSUS316、内部ピンには Al_2O_3 ペレットを充填したもの）の長手方向切断を行った。尚、この時の切断条件は以下の2通りとした。

	使 用 装 置	レーザ出力	切 断 速 度
切斷条件①	レーザビーム解体工学試験装置	1Kw	1.7 cm/sec
切斷条件②	解体試験装置	2.5～3.1Kw	0.7 inch/sec (1.8 cm/sec)

尚、ラッパ管の溶融断面積は、レーザ切断したラッパ管の断面についてその横幅を（深さは、ラッパ管の厚さ3mmで一定）計測し求めた。

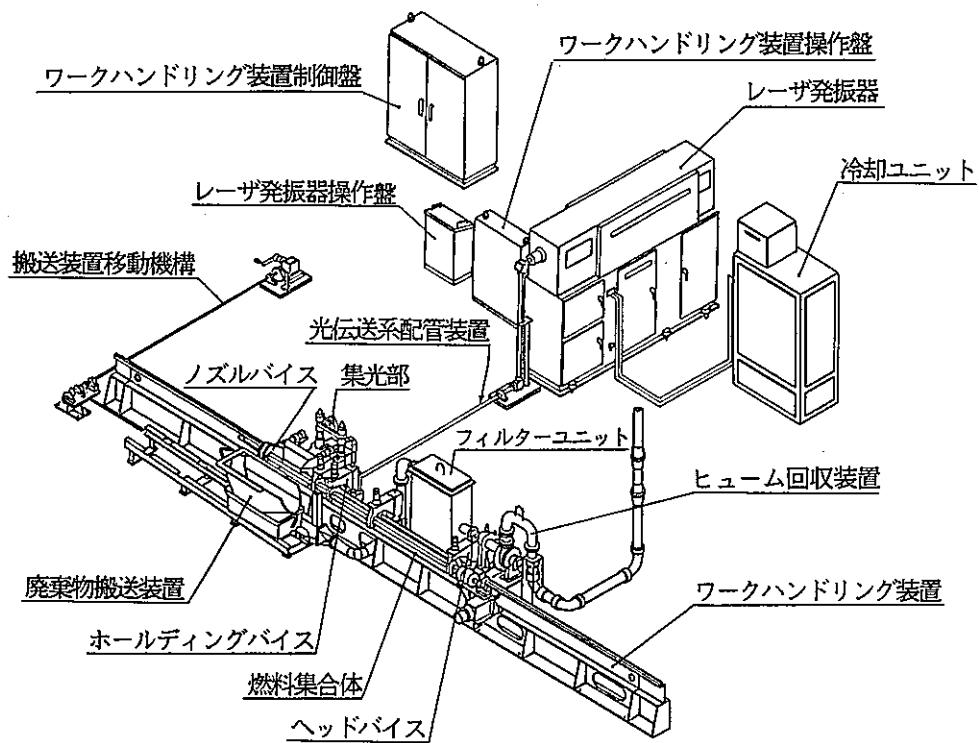


図1.1 ビーム固定型レーザ解体機概要図

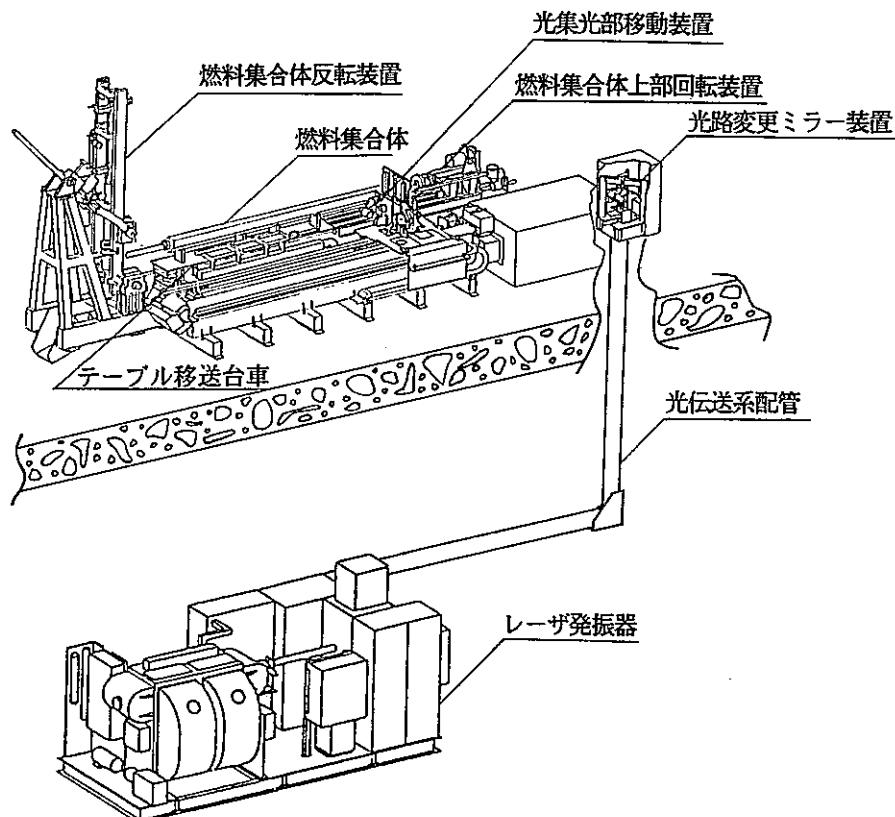


図1.2 ビーム移動型レーザ解体機概要図

1.3 試験結果

上記の条件で切断したラッパ管断面の切断巾を計測し、溶融断面積を求めた結果は以下の通りであった。

各々の条件におけるラッパ管切断時の
溶融断面積は、

$\left. \begin{array}{l} \text{切断条件①で } 2.6 \text{ mm}^2 \\ \text{切断条件②で } 4.2 \text{ mm}^2 \end{array} \right\}$ であった。

尚、これらの切断に伴って、ラッパ管内部にある燃料ピンも損傷を受けている。

レーザ出力1Kw, 切断速度1.7 cm/sec の切断条件①における、上記の損傷ピンより内部ペレットを一部取り出し、ペレット損傷部の溶融断面積を計測した結果、おおむね 0.13~0.8 mm² であり、ペレットの溶融断面積の平均値は、約0.6 mm² であった。

1.4 考 察

切断に伴う溶融断面積の相違は、切断条件①と切断条件②で、それぞれ使用した試験機のレーザ光の集光系（特に焦点距離）及び切断出力に違いのあることから、主にこの違いによる影響と推定される。

2. 解体機によるピンの損傷率

2.1 目 的

高速炉燃料集合体の解体における長手方向切断では、ラッパ管の切断とともに、内部燃料ピンへも損傷を与える可能性がある。このピンへの損傷の割合を調べる事を目的として、ビーム移動型レーザ解体機により模擬燃料集合体の解体（レーザ切断）試験を実施した。

2.2 試験方法

ビーム移動型レーザ解体機を用いて高速原型炉「もんじゅ」炉心の模擬燃料集合体（ラッパ管及び被覆管はSUS316製、内部ピンにはAl₂O₃ ペレットを充填している）を、いくつかの解体手順により解体した。

ここで言う解体手順は、①周方向切断の後長手方向切断を行ってラッパ管を除去する手順、②周方向切断と長手方向切断を交互に行って除去する手順であり、これは、ラッパ管の切断によって生ずる集合体全体の弛みによる、解体及び切断性能への影響の有無を各々の手順で評価する事も合わせて考慮した物であり、この時の切断条件は、以下の通りとした。

レーザ出力	2.5 Kw, 2.8 Kw, 3.1 Kw.
切断速度	長手及び周方向；0.7 inch/sec (約1.8 cm/sec)
切断長さ	長手方向；1705～1710mm.

2.3 試験結果

2.3.1 長手切断におけるピンの損傷割合

長手切断を数回行い、ピンの損傷部分の長さを計測し（燃料ピンの被覆管の表面の一部に破損の認められている部分の長さ）その割合を求めた。

$$\text{ここで損傷率} = \frac{\text{損傷したピンの損傷部分の長さ}}{\text{長手方向の切断長さ}} \times 100 (\%) \text{として}$$

表すと、以下に示す損傷率であった。

模擬燃料集合体	1体目	2体目	3体目	4体目
損傷率	約17%	約5%	約3%	約7%

又、周方向切断により損傷を受けたピン数は、最外周のピン本数(42本) 中の約30～98%であり、1本の被覆管の損傷部分の割合は最大で被覆管円周の約50%であった。

2.4 考 察

上記の結果によれば、ピンの損傷率にはいずれも相違があった。この原因として、ラッパ管の切断時に切断完了点の間口が広がる等のラッパ管の変形が生じ、これによってラッパ管とその下面にあるピンとの隙間がその都度変化し、ピンへのレーザ光の到達度に違いが生じ、結果として、ピンの損傷率に影響を与えたものと推定される。

さらに、上述したラッパ管切断箇所の変形状況は、解体する手順によっても違いがあり、これもピンの損傷率に影響を与えた要因と推定される。

3. 解体機におけるエアロゾル化率

3.1 目的

高速炉燃料集合体をレーザビームで切断する際には、切断力所は高温での溶融を伴うことから、溶融物（ドロス）及び蒸発物（エアロゾル）として切断除去されると考えられる。

このため、ビーム固定型レーザ解体機等を用いて、レーザ切断時のエアロゾルの発生量等を調査する試験を実施した。

3.2 試験方法

1) 試験装置：本試験に用いた試験装置の概要を図3. 1に示す。

図に示す試験装置本体は箱型構造をしており、密封してあるが、取付けてある供試体取付け管は左右に移動させる事が出来る。本体の中央部には、ビーム固定型レーザ解体機のレーザトーチ部がある（集光したレーザ光の出射部）。

又、試験装置の系内はH A P A フィルターを有した換気系によりレーザ切断によって発生するドロス及びエアロゾルを、この系内で捕集出来るようになっている。さらに、エアロゾルのサンプル採取を目的としたアンダーセンスタックサンプラ、H A P A フィルターからのエアロゾル通過の有無を確認する為のピエゾバランス粉塵計を設けている。

試験では、左右に移動可能な供試体取付け管に、種々の供試体をその都度取付け、これを移動してレーザ切断した。これらのレーザ切断により発生した、ドロス及びエアロゾルは試験後、以下の方法により回収しその発生量を求めた。

ドロスは、比較的に大きな粒子形状を呈しており、その大部分が装置本体内に飛散、堆積しており、これらを回収し秤量した。尚、秤量は、ドロスを化学組成分析し、この結果から金属元素重量に補正し求めた。

エアロゾルは、H A P A フィルター及びアンダーセンスタックサンプラでの捕集量を合量し発生量を求めた。

2) 供試体：構造材からのエアロゾルの評価用として、高速原型炉「もんじゅ」燃料集合と同じ材質のS U S 316 製、厚さ3mmの板材を用いた。又、MOX燃料のエアロゾル評価用の模擬物として、アルミナ(Al_2O_3) 及びジルコニア(ZrO_2)の板材を用いた。

3) 試験条件：ビーム固定型レーザ解体機の運転条件は以下の通りとした。

レーザ出力	1.0 Kw
切断速度	1.3 cm/sec

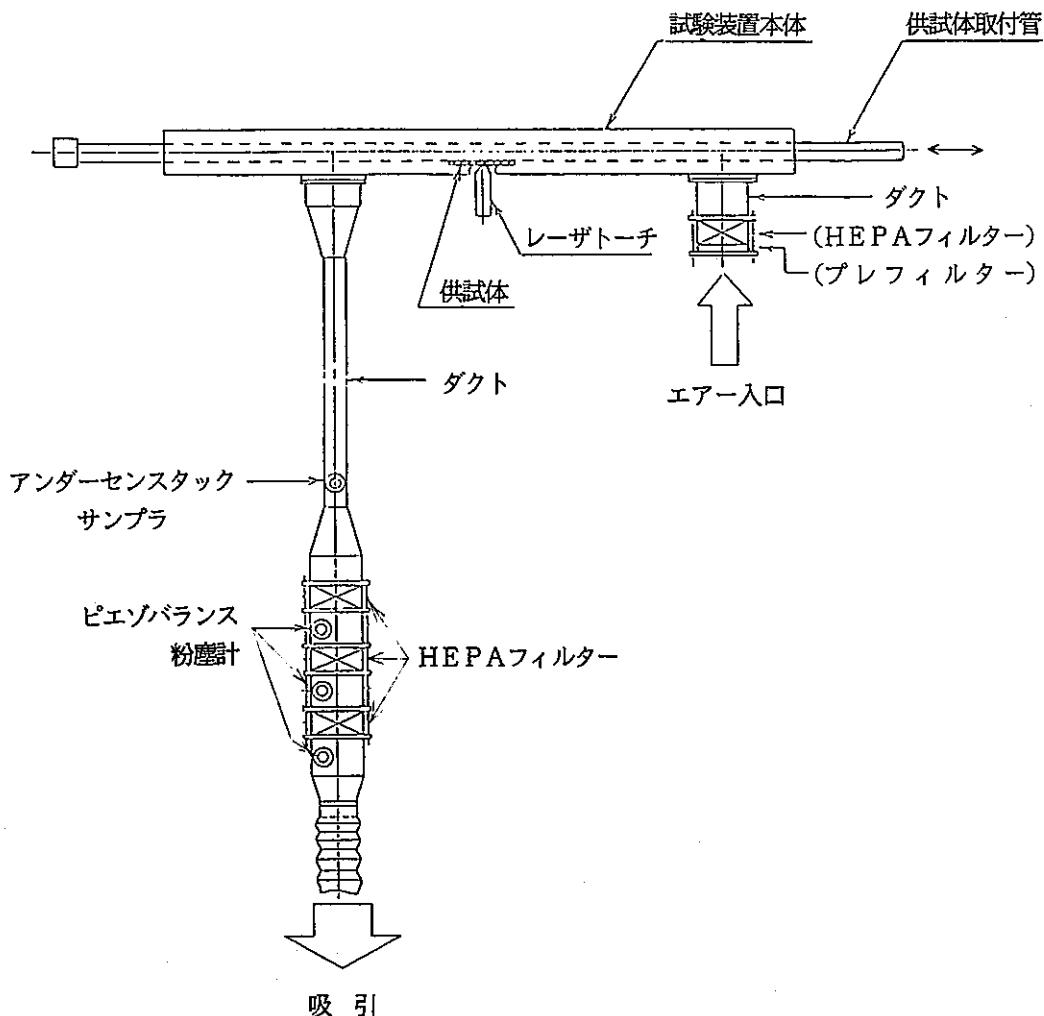


図3.1 エアロゾル等回収試験装置概要図

3.3 試験結果

1) 構造材： 厚さ3mmのSUS316製板材を切断した際のドロスとエアロゾルの発生量

切断長さ当たりの発生量 (g/m)

ドロス	51.6
-----	------

エアロゾル	0.232
-------	-------

従って、切断除去された成分の内、エアロゾルとして移行していく部分の割合は

$0.232 / (51.6 + 0.232) = 0.0045$ と計算される。

2) 酸化物: アルミナ (Al_2O_3 の板材) を切断した際のドロスとエアロゾルの発生量

切断長さ当たりの発生量 (g/m)

ドロス	4.72
エアロゾル	0.025

従って、切断除去された成分の内、エアロゾルとして移行していく部分の割合は
 $0.025 / (4.72 + 0.025) = 0.0053$ と計算される。

3) 酸化物: ジルコニウム (ZrO_2 の板材) を切断した際のドロスとエアロゾルの発生量

切断長さ当たりの発生量 (g/m)

ドロス	6.12
エアロゾル	0.028

従って、切断除去された成分の内、エアロゾルとして移行していく部分の割合は
 $0.028 / (6.12 + 0.028) = 0.0046$ と計算される。

3.4 考 察

試験の結果、レーザ切断に伴って発生する切断除去物の大半がドロスであった。

この事から、レーザ切断における切断除去物の多くは溶融物で、蒸発物はそれに比べ非常に少ないものと考えられる。

4. 解体機における組枠部の切断幅

4.1 目 的

高速炉燃料集合体の解体では、ラップ管を切断除去した後、エントランスノズル部とピン束との縁を切る為に、ピン束組枠部におけるピン端栓部（以下組枠部と記載）の切断を行う方法を考えられる。

尚、組枠の様に深部まで切断する必要のある物は高出力のレーザビームが必要と考えられる事から、現在市販されている最大出力を有したレーザ加工機を用いてレーザ切断による組枠部の切断可能性について評価することを目的に組枠部のレーザ切断試験を実施した。

4.2 試験方法

図4.1に試験に用いたレーザ加工機及び供試体を示す。本装置は最大出力10kWの炭酸ガスレーザ発振器を有しており、供試体は、高速原型炉「もんじゅ」炉心及びプランケット燃料

の組枠部と同一外径寸法、同一材料のSUS316材によって構成した模擬組枠部を用い切断試験を行った。

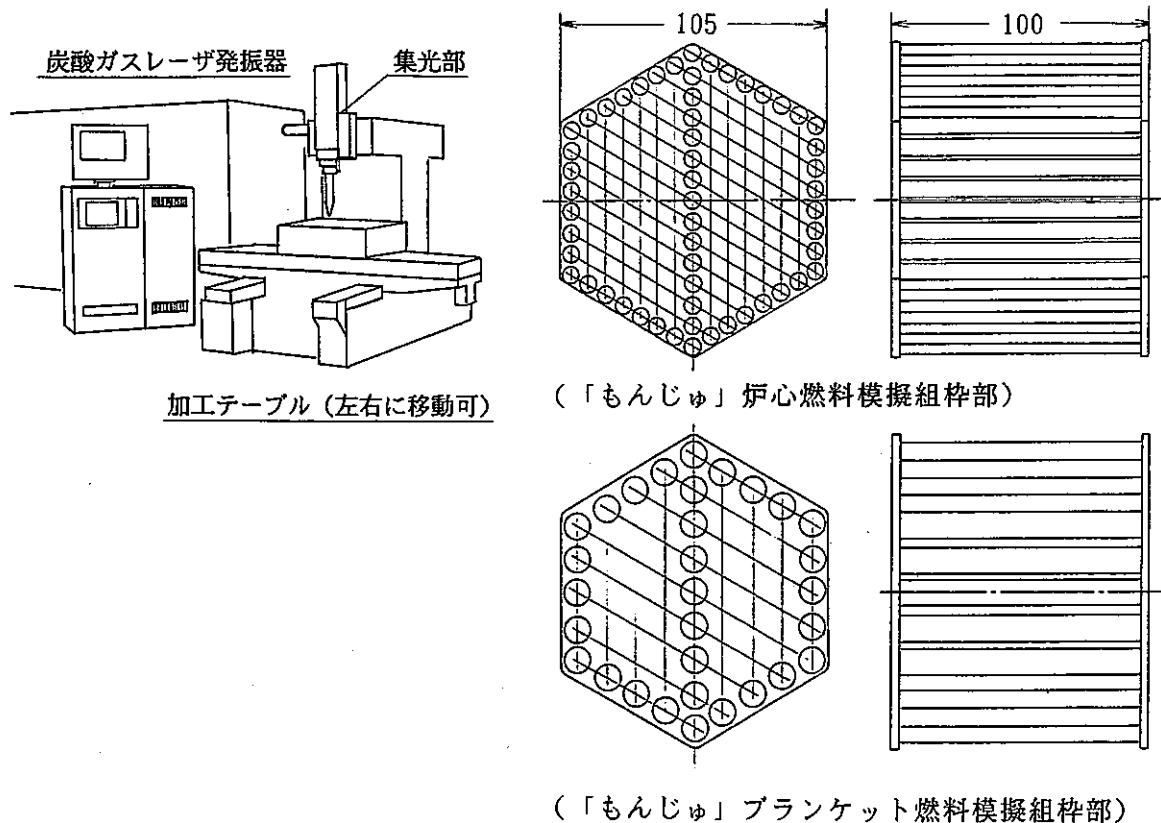


図4.1 10kWレーザ加工機及び供試体

4.3 試験結果

六角形の一面側から切断し、その後 180° 反転させ、その反対面側から更に切断するという方法で組枠部のレーザ切断は、充分可能であったが、六角形の一面側からのみの切断分離は出来なかった。尚、組枠部のレーザ切断幅を計測したところ、約5mm程度の幅である事が観察された。

4.4 考 察

組枠部の切断幅は、レーザ光集光部のその集光状況によって主に定まる物と考えられ、本試験の様に深部まで切断を要する場合には、レーザ光の集光を極力、鋭角的に行う事が有効と推定される。

5. せん断機における粉末の発生率

5.1 目的

解体機により解体された高速炉燃料集合体は、ピン束の形態を呈している。このピン束を溶解し易くする為に、せん断機により所定の長さにせん断するが、この際に発生する微細な金属粉の発生量について、せん断試験を実施し調査した。

5.2 試験方法

図5.1に試験装置の概要図を示す。本装置はせん断刃が最大推力100トンの油圧シリンダーによって駆動する水平押し切り型のせん断機である。

本装置を用いて、高速原型炉「もんじゅ」炉心及びプランケットの模擬燃料ピン束の燃料要素充填部（ミート部）を所定長さでせん断し、発生したせん断粉の中から金属粉を選別回収し秤量した。尚、試験は以下の三通りの条件において実施した。

1) 試験(I)

本試験は高速原型炉「もんじゅ」の炉心模擬燃料集合体をレーザ解体工学試験装置を用いて解体し、これで得られたピン束を用いてせん断試験を実施し、せん断特性及び発生したせん断粉の粒径等を評価したものである。

(1) せん断条件

- ① せん断刃 : 4段刃
- ② 運転操作 : 繰り返し自動せん断
- ③ せん断長さ : 30mm

2) 試験(II)

本試験は高速原型炉「もんじゅ」の炉心模擬燃料ピン束を用いて、せん断片の長さを一定とする方法（せん断長さ一定化方法）にて、せん断試験を実施し、せん断特性を把握したものである。

(1) せん断条件

- ① せん断刃 : ストップ付き2段刃
- ② 運転操作 : 繰り返し自動せん断
- ③ せん断長さ : 30mm

3) 試験(III)

本試験は、高速原型炉「もんじゅ」ブランケット模擬燃料集合体をレーザ解体工学試験装置を用いて解体し、これで得られたピン束を用いてせん断試験を実施し、せん断特性及びせん断片形状等について評価したものである。

(1) せん断条件

- ① せん断刃：4段刃
- ② 運転操作：繰り返し自動せん断
- ③ せん断長さ：30mm

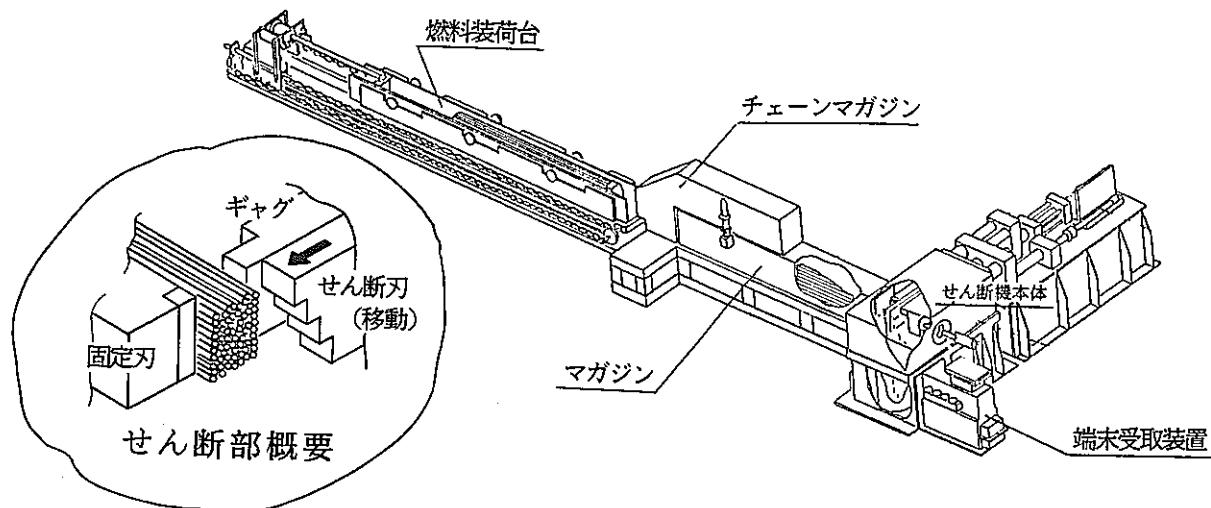


図5.1 せん断試験装置概要図

5.3 試験結果

上記のせん断条件下において発生した、各粒径毎の微細な金属粉の発生量は以下の通りであった。

1) 試験(I)

(ミート部せん断回数、57)

粒径 (μm)	105 以下	105 ~250	250 ~500	500 ~1000	1000 ~2000	2000 以上
重量 (g)	9.16	12.27	10.71	26.85	67.65	201.32

2) 試験(II)

(ミート部せん断回数、57)

粒径 (μm)	105 以下	105 ~250	250 ~500	500 ~1000	1000 以上
重量 (g)	0.42	2.06	3.28	14.14	116.59

3) 試験(III)

(ミート部せん断回数、57)

粒径 (μm)	105 以下	105 ~250	250 ~500	500 ~1000	1000 ~2000	2000 以上
重量 (g)	10.29	10.85	10.22	15.0	53.63	302.19

5.4 考察

- ① 試験(I)と試験(II)の比較において、せん断刃の段数が少ない方が、金属粉の発生量は、少ない傾向を示している事から、せん断刃の形状によって、金属粉の発生量に影響を与えている事が考えられる。
- ② 試験(I)と試験(III)の比較において、同一のせん断刃形状でも炉心及びブランケット模擬燃料ピン束では、炉心に比べピン径の大きいブランケットの方が2mm以上の金属粉の発生量が多くなっている。これは、せん断試験機におけるピン束のせん断は、ピンを何層かに積み上げた様な形状にして実施することから、ある部分のピンは引きちぎられる様にしてせん断されるものもあり、この時ピン被覆管の一部が破片となり金属粉として、発生するものと推定され、ピン径の大きいブランケットの方が大きい金属粉を発生する割合が高いと考えられる。

6. 溶解槽におけるハルに同伴する溶液量

6.1 目的

RET Fに設置する連続溶解槽の試作機であるプロトタイプ連続溶解槽を用いて排出するハルに付着する溶液量を把握するため、ハルの水切りの為に停止させる時間を主パラメータとして試験した。

6.2 試験方法

図6.1に試験装置図を示す。プロトタイプ連続溶解槽は、回転する円筒部内が螺旋により複数の部屋に分割されており、せん断片が一方から、また、他端からは硝酸が供給される。円筒は一定時間ロッキング(揺動)運動を繰り返し、燃料と硝酸の接触を促進させた後、一回転してせん断片を前方へ移動させる機構となっている。

本試験ではプロトタイプ連続溶解槽に水を供給し、1ステージ当たりに高速原型炉「もんじゅ」炉心燃料せん断片を模擬した、1352個のハル(中空SUSパイプ、外径6.35mm、長さ3

cm) をドラム内のステージに供給した後、ドラムを 260° の角度で 16~41 秒の間停止させて排出時の水切りを行い、その後、ドラムをさらに回転させハルを排出し、排出されたハルへの水の付着量を計測した。

試験条件は、以下の通りである。

- ・ 使用したハル：1ステージに 1352 個
- ・ 溶液：水
- ・ 水切りの為の停止角度： 260°
- ・ ドラムの回転加速度：10 r p m / s e c
- ・ ドラムの回転数：1 r p m
- ・ 溶液の供給量：30 l / H r
- ・ 水切りの為の停止時間：16~41 秒

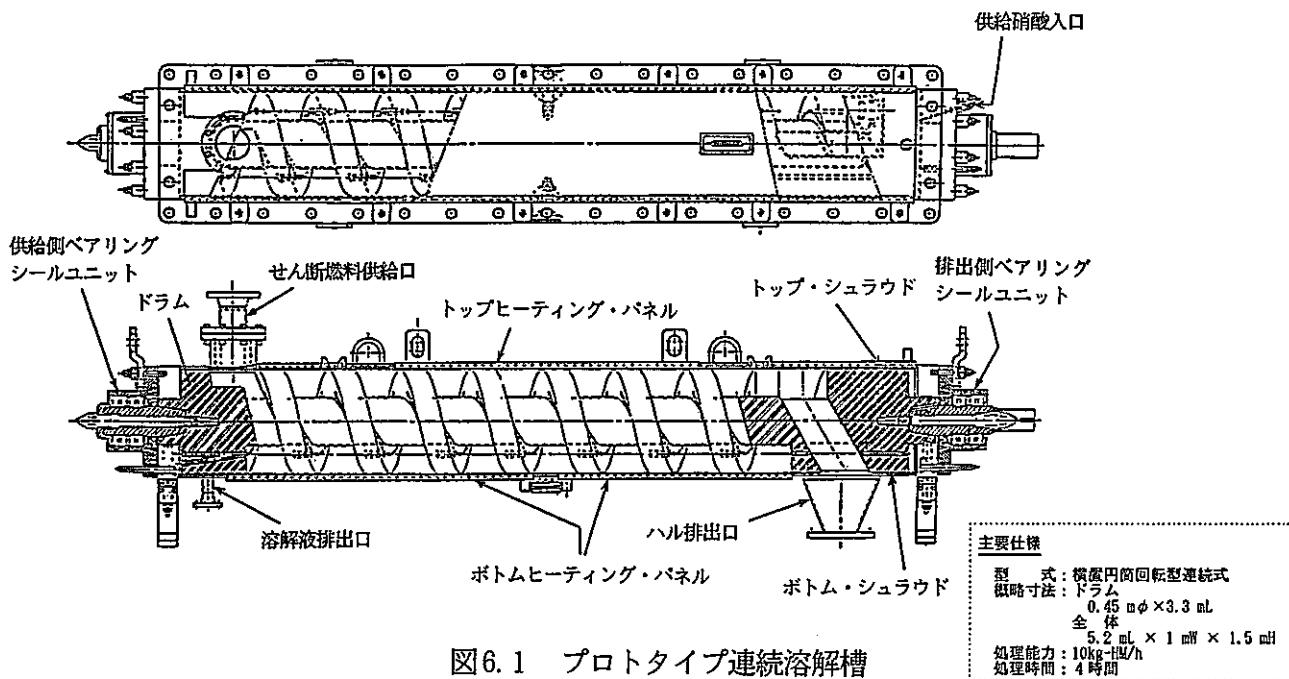


図 6.1 プロトタイプ連続溶解槽

6.3 試験結果

ハル水切り停止時間と排出されたハルに同伴した水の量は以下の通りであった。

水切り停止時間 ドラムの回転停止時間	1ステージ当たりのハルへの 水の同伴量
16~17 (秒)	41.1~56 (g)
26 (秒)	48.4~52.6 (g)
26.5~41 (秒)	46.5~50.8 (g)

6.4 考 察

ハルへの水の同伴量は、水切り停止時間には大きくは影響されない事が判った。尚、ハルに同伴した水は、ハル内に溜まっていた水と推定される。

7. 清澄機におけるスラリー中の液の移行率

7.1 目的

遠心清澄機は、清澄運転時において溶解液のスラッジ排出ラインへの漏れ（給液損失）が生じる。この給液損失は給液流速（給液ノズルからの噴出速度）に左右されると考えられる事から、最も給液損失量が少なくなる給液流速を確認する試験を実施した。

7.2 試験方法

図7.1に遠心清澄モックアップ装置概要図を示す。

遠心清澄機は、二つの軸受により上方から懸垂されたボウルをエアタービン駆動により回転させる機構であり、液の給液方法は、回転中のボウル下方より挿入した給液ノズルから行うものである。

本試験では、ボウルを清澄運転回転数（3000 rpm）で回転し、給液流速を変化させて給液損失量を測定した。試験条件は以下の通りである。

- ・試験液 : 純水
- ・運転時間 : 3 h
- ・清澄運転回転数 : 3000 rpm
- ・給液ノズル径 : 3 mm ϕ
- ・給液流速 : 1.2 ~ 7.4 m/s (30 ~ 180 l/h)

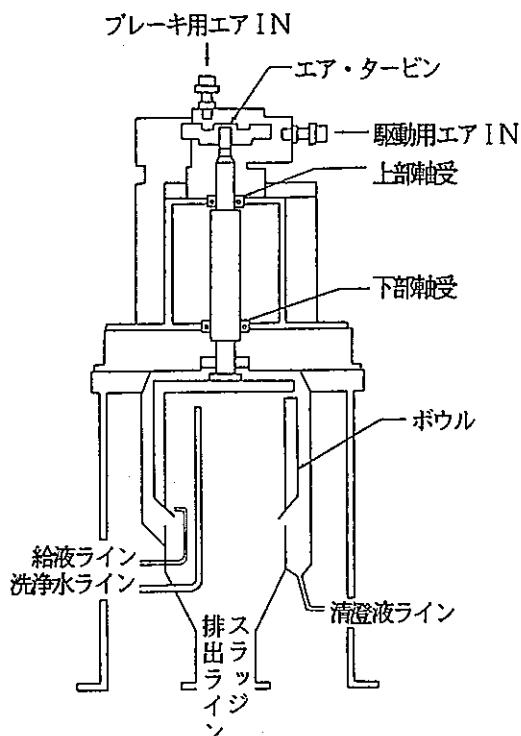


図7.1 遠心清澄モックアップ装置概要図

7.3 試験結果

図7.2に給液流速と給液リーク率の関係を示す。

給液流速4.1m/s(約100ℓ/h-RET条件)の時、給液リーク率^{*1}が最小となり、約0.016~0.035%となった。

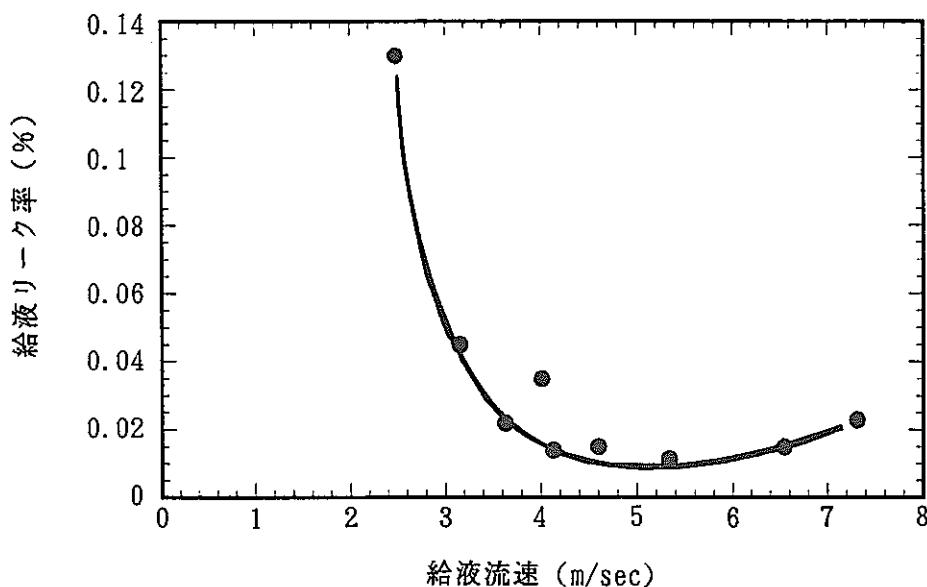


図7.2 給液流速に対する給液リーク率の変化

7.4 考 察

給液流速が小さい条件では、給液ノズルから直接スラッジ排出ラインへ漏れる量が大きく、それに反して、給液流速が大きい条件では、ボウルからの跳ね返り量が大きいことが給液損失量の増加に影響していると考えられる。その様な現象から、給液ノズル径3mmΦでは、給液流速4.1m/sの場合が給液損失量が最小(すなわち、給液リーク率最小)となると考えられる。

$$*1 \text{ 給液リーク率} = \frac{\text{給液損失量}}{\text{総給液量}} \times 100 \text{ (%)}$$

8. 清澄機内残留液のリンシング性能

8.1 目的

遠心清澄機のボウル内残留液中のU、Puの回収を目的として、清澄運転後、スラッジ洗浄を行う前に清澄運転回転数下で硝酸液を供給し、ボウル内残留液を追い出す（リンシング）必要がある。本試験では、リンシング液供給量をパラメータとしてボウル内残留液（電解質水溶液で模擬）の濃度を測定しリンシング性能を評価した。

8.2 試験方法

溶解液模擬液を用いた清澄試験後、電解質水溶液をボウル内に注水し電解質水溶液がボウル内に一様に攪拌するまで清澄機を回転させた後、定期的にボウル内に一定量のリンシング液（純水）を供給し、清澄液ライン側に排出される電解質水溶液の濃度測定を繰り返す。

試験条件は以下の通りである。

- ・給液ノズル径：3 mm ϕ
- ・ボウル内残留液：電解質水溶液（ヘキサメタリン酸ナトリウム）
- ・リンシング時の運転回転数：3 0 0 0 r p m
- ・リンシング液：純水（流量1.7 l/min）

8.3 試験結果

図8.1にリンシング液供給量と電解質水溶液濃度の関係を示す。

図より、リンシング液供給量15 lでボウル内残留液濃度が約1/5となった。

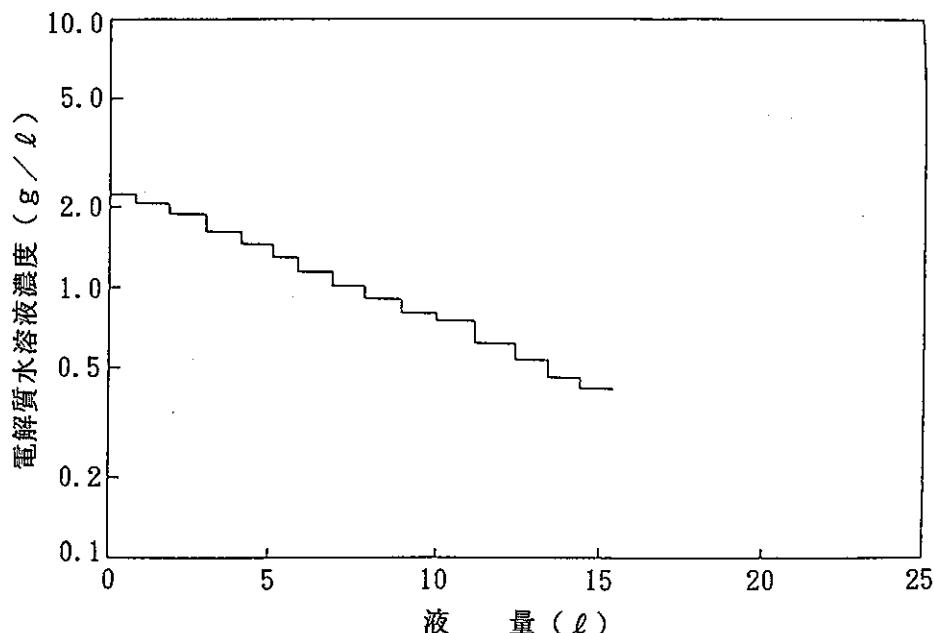


図8.1 ボウル内残留液のリンシング性能

8.4 考 察

試験結果より、ボウル内残留液濃度を1/10とするためには、リンシング液供給量が20ℓ必要であることが外そうできる。

9. 劣化溶媒中Zr, Ru, Uのソルトフリー溶媒洗浄試験結果

9.1 目 的

RETFでは、発生廃棄物量を低減化させるため、従来の炭酸ナトリウムにかえて分解可能なシュウ酸ヒドラジン、炭酸ヒドラジンを用いるソルトフリー溶媒洗浄システムを採用する。そこで、劣化溶媒中のZr, Ru等のソルトフリー洗浄剤中への移行率を測定するコールド試験を実施した。

9.2 試験方法

(1) 模擬劣化溶媒の調製方法

模擬劣化溶媒は、精製済の30%TBP/n-ドデカンを3N-HNO₃で飽和させた後、γ線(⁶⁰Co, 7×10⁴ Ci)を照射し、使用済溶媒中に含まれる代表的不純物(Zr, Ru, U)を抽出あるいは添加する方法で調製した。調製フローを図1に示す。

調製は、まず溶媒の劣化生成物であるDBPをZrと錯体化するために、照射済溶媒とZrO(NO₃)₂・2H₂O/3N HNO₃溶液を振盪混合し、照射済溶媒中にZrを抽出させ、次に、0.02N HNO₃溶液で同様の操作により、Zr-DBP錯体以外のZrを逆抽出させた。逆抽出操作は3回行ったが、これは、3回の逆抽出操作により照射溶媒中のZr濃度が平衡になるためである。Ru, Uについては添加する方式で調製を行い、RETFで予想される値の10倍の濃度とした。

ここで、Zr濃度を抽出・逆抽出操作により調製したのは、Zr⁴⁺のDBP錯体の安定度が他の元素に比べて非常に大きな為、Zr濃度は劣化溶媒中のDBP濃度に依存すると予想されたためである。

調整した模擬劣化溶媒の組成を表1に示す。

表1 模擬劣化溶媒組成

照射線量 (R)	Zr (mg/l)	Ru (mg/l)	U (mg/l)	DBP (mg/l)	NH ₄ O ₃ (mg/l)
0	20	8.8	440	73	560
10 ⁴	21	8.8	440	76	610
10 ⁵	26	9.0	450	96	580
10 ⁶	65	6.7	460	290	610
10 ⁷	390	9.4	470	1600	790

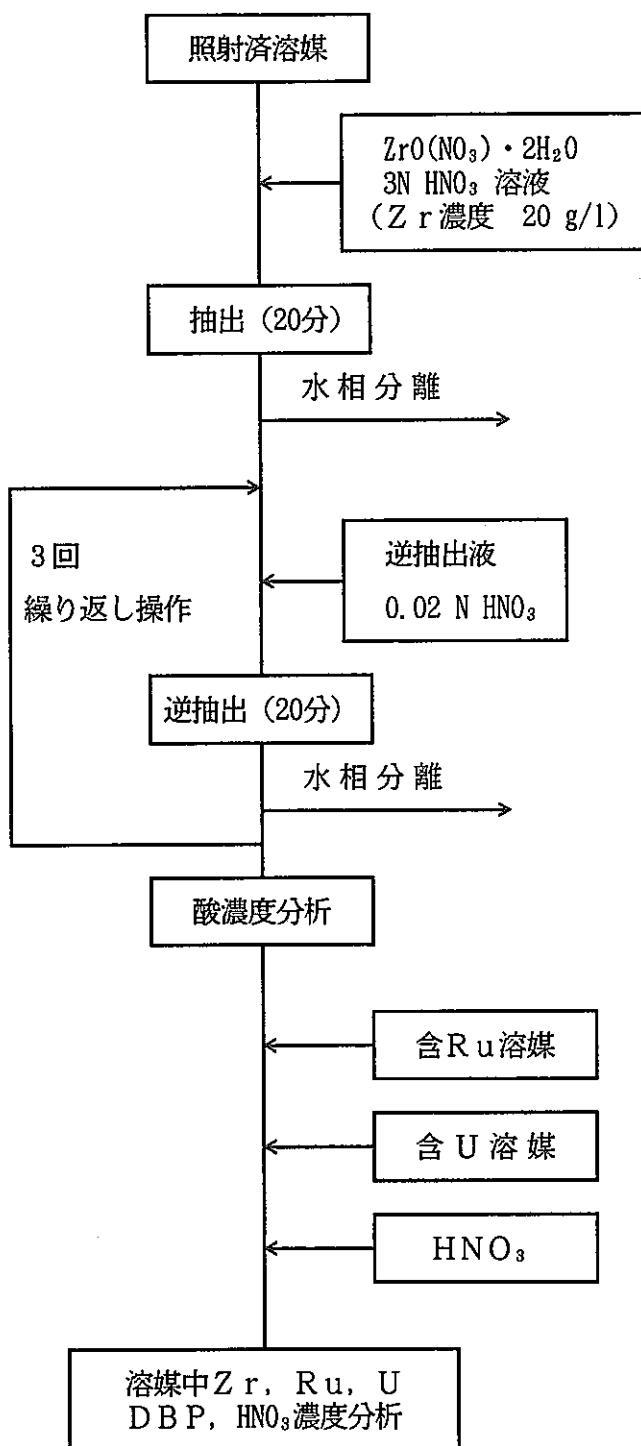


図1 模擬溶媒調整手順

(2) 洗浄試験方法

試験は、図2に示すように最初にシュウ酸ヒドラジンで洗浄し、次に炭酸ヒドラジンで洗浄する2段洗浄を行った。これは、RET Fの運転条件を模擬したものである。洗浄は容量100mlの分液ロートを用い、模擬溶媒30mlと洗浄剤30ml(0.2N)を入れ5分間振盪洗浄した。また、比較のために、炭酸ナトリウム(0.2N 30ml)による洗浄試験も実施した。

なお、試験温度は室温とした。

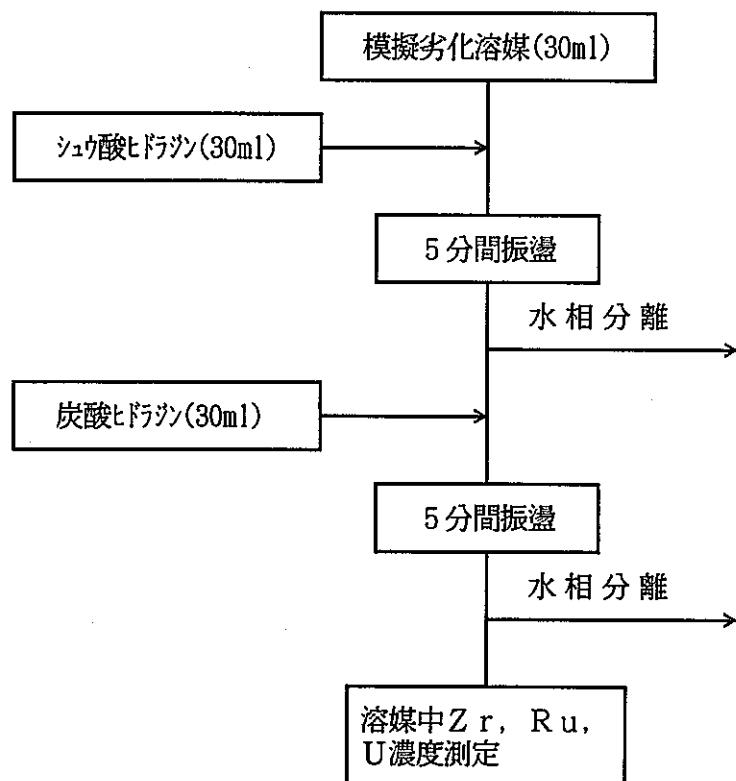


図2 試験手順

9.3 試験結果及び考察

- 試験結果を表2に示す。

試験結果より、溶媒への照射線量が 10^5 R以下であれば、ソルトフリー溶媒洗浄剤によって、従来の炭酸ナトリウムによる洗浄と同等の洗浄結果が得られることが明らかとなった。しかし、照射線量が 10^5 R以上となると除染係数(DF)の低下がみられ、特にRuにおいて顕著であった。

表2 溶媒洗浄試験結果

(1) Zr

照射線量 (R)	2段洗浄		炭酸ナトリウム		
	洗浄前濃度 (mg/l)	洗浄後濃度 (mg/l)	DF (-)	洗浄後濃度 (mg/l)	DF (-)
0	20	0.08	250	0.11	181
10^4	21	0.08	263	0.09	233
10^5	26	0.08	325	0.07	371
10^6	65	0.14	464	0.06	1083
10^7	390	4.8	81	1.2	325

(2) Ru

照射線量 (R)	2段洗浄		炭酸ナトリウム		
	洗浄前濃度 (mg/l)	洗浄後濃度 (mg/l)	DF (-)	洗浄後濃度 (mg/l)	DF (-)
0	8.8	0.1	88	0.1	88
10^4	8.8	0.1	88	0.1	88
10^5	9.0	0.1	90	0.1	90
10^6	6.7	0.3	22	0.1	67
10^7	9.4	0.8	12	0.1	94

(3) U

照射線量 (R)	2段洗浄		炭酸ナトリウム		
	洗浄前濃度 (mg/l)	洗浄後濃度 (mg/l)	DF (-)	洗浄後濃度 (mg/l)	DF (-)
0	440	0.5	880	0.5	880
10^4	440	0.5	880	0.5	880
10^5	450	0.5	900	0.5	900
10^6	460	0.5	920	0.5	920
10^7	470	0.5	940	0.5	940