

エンドピース酸洗浄槽におけるバスケットの一部変形について

目 次

1. 件 名.....	1
2. 発生日時.....	1
3. 発生場所.....	1
4. 発生事象の概要.....	1
5. 経 過.....	2
6. 点検・調査.....	4
7. エンドピース洗浄の通常動作.....	5
8. 推定原因.....	6
9. 対 策.....	7

添付資料

添付資料ー 1	再処理事業所 構内配置図
添付資料ー 2	せん断・溶解施設系統概要図
添付資料ー 3	エンドピース 通常流れ図
添付資料ー 4	エンドピース酸洗浄槽の状況図
添付資料ー 5	エンドピース酸洗浄槽の点検結果
添付資料ー 6	バスケット点検結果
添付資料ー 7	エンドピース酸洗浄槽内胴等点検結果
添付資料ー 8	エンドピース水洗浄槽 バスケット内確認結果
添付資料ー 9	モックアップによる調査
添付資料ー10	バスケットの一部変形及びエンドピース落下事象の推定原因説明図

1. 件 名

エンドピース酸洗浄槽におけるバスケットの一部変形について

2. 発生日時

平成 19 年 10 月 11 日（木） 15 時 30 分

3. 発生場所

再処理工場 前処理建屋 セン断・溶解施設 エンドピース酸洗浄槽
(添付資料- 1、2 参照)

4. 発生事象の概要

平成 19 年 10 月 1 日 21 時 59 分、PWR 燃料せん断運転中にエンドピース酸洗浄槽（A系）（以下、「酸洗浄槽」という。）のバスケットを上端位置から下降させていたところ「バスケット下降時間超過」注意報が発報し、上端位置付近で停止した。（添付資料- 3、4 参照）その後、せん断運転を停止した。

手動運転にてバスケットを昇降させたが、その可動範囲は限定されていた。そこで状況確認のため、カメラを使用して酸洗浄槽内部の点検を行い、バスケットの扉が変形していること及び酸洗浄槽底部にエンドピースがあることを確認した（10 月 5 日）。

その後、カメラを使用して酸洗浄槽の内部状況を詳細に点検し、詳細な検討を実施した。

検討の結果、今回の事象は、直ちに安全に影響を及ぼすおそれはないものの、本施設がアクティブ試験中であり、慎重な補修を実施するために時間を要することから、「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」 第 19 条の 16 に基づく報告をすることと判断した（10 月 11 日 15 時 30 分）。

なお、酸洗浄槽内の洗浄液については、後段の設備に移送した。本事象については、進展はなく、安全に影響を及ぼすことはない。また、本事象による作業員及び周辺環境への影響はなかった。

5. 経 過

10月1日

21時59分

「バスケット下降時間超過」注意報が発報

22時30分頃

～翌0時00分頃

警報対応手順書に基づき水圧ジャッキの通常圧力（以下、「通常圧力」という。）での手動運転でバスケットを昇降させたが、その可動範囲は通常に比べて限定されていた。

10月2日

01時00分頃

～2時30分頃

通常圧力での手動運転で復旧できなかったため、警報対応手順書に基づき、水圧ジャッキの圧力を高圧力（以下、「高圧力」という。）に変更し、手動運転でバスケットを昇降させたが、その可動範囲は通常に比べて限定されていた。

5時00分頃

～14時00分頃

カメラを使用してバスケット内部を点検したがエンドピースは確認できなかった。

10月3日

1時20分頃

～3時30分頃

バスケット等の吊り上げ作業を実施したところバスケットと酸洗浄槽内胴とが同時に吊り上がったため、作業を中止した。

9時00分頃

～21時00分頃

カメラを使用して酸洗浄槽内部を点検した結果、バスケットの扉が曲がっている可能性があることを確認した。また、エンドピース水洗浄槽（以下、「水洗浄槽」という。）内を点検したがエンドピースは確認できなかった。

10月4日

9時00分頃

～5日8時00分頃

カメラを使用して酸洗浄槽の排出シュート内部を点検したがエンドピースは確認できなかった。また、バスケット内部を詳細に点検した結果、扉が変形していることを確認した（バスケットの扉の変形が確認されたため、バスケットの補修が必要な可能性があることから、お知らせ情報（C情報）に至らないごく軽度な機器故障に該当すると判断し、翌平日（10月9日）にホームページにて公表した。）。

- 10月5日
9時00分頃
～12時00分頃
カメラを使用してせん断機から酸洗浄槽へのシュート及び酸洗浄槽の底部を点検したところ、酸洗浄槽の底部にエンドピースを発見した。
- 10月5日
～10月9日
カメラを使用してバスケットの内部、扉等の詳細点検を継続した。

水圧ジャッキ及び上部蓋の吊り上げ等、バスケット交換準備作業を行った。
- 10月9日
～10月12日
当社技術開発研究所に設置しているモックアップを用いて、バスケット吊り上げ手順及び治具の操作性を確認しながら、治具の改良を行った。
- 10月11日
15時30分頃
今回の事象は、直ちに安全に影響を及ぼすおそれはないものの、本施設がアクティブ試験中であり、慎重な補修を実施するために時間を要することから、「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」第19条の16に基づく報告を行うことを判断し、報告した。
- 10月13日
17時30分頃
～16日19時30分頃
扉が変形しており、吊り上げの際に扉が内胴と干渉するため、バスケットと扉の接続部の取り外し作業等を実施し、扉をバスケットから外し、バスケット内へ引き込む作業を実施した。
- 10月16日
8時頃
～19日8時頃
バスケット底部のモックアップを用いて、エンドピースがバスケット内に留まる条件の検証を実施した。
- 10月16日
19時35分頃
～20時15分頃
酸洗浄槽からバスケット及び扉を吊り上げる作業を実施した。
- 10月16日
21時30分頃
～18日16時00分頃
カメラを使用して、酸洗浄槽の内胴、バスケット及び扉の状況を点検・調査した。

10月17日

14時15分頃 酸洗浄槽底部にあったエンドピースを回収した。

～18日11時30分頃

10月20日

8時頃 水洗浄槽におけるエンドピースの有無を確認する方法として、水洗浄槽内部のカメラによる視認性の調査を実施した。

～21日17時頃

6. 点検・調査

6. 1 実機での点検・調査（添付資料－5参照）

遠隔操作により、バスケットから変形した扉を外し、バスケット及び扉を吊り上げ、カメラによりバスケット及び扉、酸洗浄槽内胴の点検・調査を行った。その結果を以下に示す。

なお、遠隔操作にあたっては、モックアップ設備等を使用し、手順の確認を行った上で実施した。

(1) バスケット及び扉（添付資料－6参照）

バスケットの扉は外側に膨らむように変形していたが、有意な傷は認められなかった。

また、バスケットの内部及び外部については、有意な傷、変形等は認められなかった。

(2) 酸洗浄槽内胴及び酸洗浄槽底部（添付資料－7参照）

内胴については、酸洗浄槽から水洗浄槽へのシュート開口部付近に擦り傷があることを確認した。確認された傷の間隔はエンドピースの幅とほぼ同じ寸法であった。なお、それ以外には、有意な傷、変形等は認められなかった。

また、エンドピースが落下した酸洗浄槽の底部については、有意な傷、変形等は認められなかった。

(3) 回収したエンドピース（添付資料－7参照）

回収したエンドピースについては、下部端面及びせん断面に擦り傷があることを確認した。

また、せん断面に短い突起があることを確認した。

(4) 水洗浄槽のバスケット内部（添付資料－8参照）

水洗浄槽のバスケット内部にグリッド^{※1}等の破片があることを確認した。

※1：グリッド：燃料集合体において、燃料棒を束ねるための薄い板

6. 2 モックアップによる調査

バスケット底部のモックアップを用いて、エンドピースがバスケット内に留まる条件の検証を行った。その結果、バスケット底面の傷や荒れた状態とエンドピースに突起がある状態を模擬した場合で、エンドピースが落下しないものがあることが確認された。このことから、エンドピース及びバスケット内面の状態を考慮するとエンドピースがバスケット内に留まる可能性があることを確認した（添付資料－9参照）。

6. 3 解析による調査

扉を拘束した状態で高圧力による下降操作を行った場合に、扉の変形が生じる可能性があること及び通常圧力で下降操作を行う場合には、扉が変形することがないことを解析により確認した。

なお、バスケットの扉が開いた状態でバスケットが下降して、扉の付け根の内面が内胴に接触した場合の評価を行った結果、強度上十分余裕があることを確認した。

6. 4 点検・調査結果

実機及びモックアップ等による点検・調査の結果から、以下のことが判明した。

- ①バスケットの底面の傷や付着物及びエンドピース表面の突起物等により、エンドピースがバスケット内部に留まる可能性があること。
- ②酸洗浄槽から水洗浄槽へのシュート開口部付近の内胴及びエンドピースに付いた擦り傷は、エンドピースがバスケットと酸洗浄槽（内胴）の隙間から酸洗浄槽底部に挟まって荷重がかけられた際についた傷と考えられること。
- ③扉を拘束した状態で高圧力による下降操作を行った場合に、扉の変形が生じる可能性があること。

7. エンドピース洗浄の通常動作

エンドピースは、添付資料－3に示すように、以下の流れで洗浄を行う。

- (1) せん断されたエンドピースはせん断機から酸洗浄槽内に設置されたバスケット内に投入(酸洗浄槽入口側のシュートに設置されたアコースティックセンサ^{※2}により検知)される（添付資料－3①）。
- (2) アコースティックセンサにより検知してから一定時間エンドピースを酸洗浄したことと、水洗浄槽内のバスケットが下端位置にあることと条件が成立した後、バスケットが酸洗浄槽上部まで上昇し、バスケット内の

- エンドピースが水洗浄槽側のバスケットへ排出される(添付資料-3②)。
- (3) エンドピースを酸洗浄槽のバスケットから排出(水洗浄槽に設置されたアコースティックセンサにより検知(添付資料-3③))した後、酸洗浄槽のバスケットが下降し、エンドピース受入れ位置(添付資料-3①)に戻る。
- (4) アコースティックセンサにより検知してから一定時間エンドピースを水洗浄したことを条件とし、運転員の許可操作により、バスケットが水洗浄槽上部まで上昇し、バスケット内のエンドピースが専用容器へ排出される(添付資料-3④)。

上記(1)～(4)の一連の動作は、自動制御により運転される。

※2：アコースティックセンサ：エンドピースが所定のシュートを通過したことを監視するために設置されているもので、通過を検知することで次動作を許可する信号を発信する。この検知原理は、エンドピースの落下に伴う振動の加速度の大きさから判断するものである。

8. 推定原因

- (1) 今回の事象において推定される動作(添付資料-10参照)

酸洗浄槽のバスケットの扉が変形し、エンドピースが酸洗浄槽下部に落下したメカニズムは、点検・調査の結果から以下のとおりと推定される。

- ①水洗浄槽のアコースティックセンサで、グリッド等の落下振動をエンドピースが酸洗浄槽から水洗浄槽に投入されたと検知し、酸洗浄槽のバスケットが下降を開始したが、エンドピースはバスケット内斜面に留まっていた。

ウラン試験において、実際にはエンドピースが落下したにもかかわらずそれを検知できないという事象が発生した。そこで、エンドピースの落下(酸洗浄槽から水洗浄槽への移動)を検知するアコースティックセンサの設定値を下げた。この結果、エンドピースが落下していないにもかかわらずアコースティックセンサが検知する事象が今回初めて発生した。その際、運転操作画面上には、エンドピースが水洗浄槽に移動したと表示された(10月1日21時57分)。

なお、運転員に確認したところ、セル内に設置されたマイクの音を聞いており、通常よりも音が小さいと感じていたとのことであった。

- ②酸洗浄槽のバスケットの扉が閉となる直前の位置で、エンドピースが扉先端と干渉したため、扉が閉とならなかった。

- ③バスケットの下降に伴い扉先端部が内胴に接触し、さらにバスケットが下降するのに伴い扉は半開きとなって、扉先端のサポート接続部に内胴が接触した。この位置でバスケットが停止したため、「バスケット下降時間超過」注意報が発報した。
- ④警報対応手順書に基づき、現場手動操作でバスケットの昇降を行った。この際、通常圧力では復旧しなかったため、引き続き警報対応手順書に基づき高圧力での手動運転により昇降操作を行った。この時、扉先端が内胴に接触した状態で、高圧力で下降させたことにより扉に荷重がかかり、扉が変形した。
- ⑤さらにバスケットを下降させる作業を実施したことにより、扉が変形するとともに扉の引っかかりにより、バスケットが傾いた。この際、バスケットと酸洗浄槽（内胴）との間に隙間が生じ、エンドピースがずれ落ち、酸洗浄槽底部に落下した。

(2) 事象の発生原因

上記(1)を踏まえ、今回の事象に関して原因として評価すべき点と、その要因に関して、以下のとおりまとめた。

- a. エンドピースがバスケット内斜面に留まったことの要因
- ・バスケット底面の表面が粗い。
 - ・エンドピースに突起物あり。
 - ・バスケットと内胴の間に挟まったグリッド等がエンドピース排出を妨げた。
- b. グリッド等の落下振動をエンドピースの落下と検知したことの要因
- ・設定値の調整が不十分であった。
- c. 通常圧でバスケットが昇降しなかったことの要因
- ・エンドピース、グリッド等によりブロッキングが発生した。
- d. 扉が変形したことの要因
- ・扉が閉まっていない状態でバスケット下降操作を高圧力で実施することにより扉に荷重を加えた。
- e. エンドピースが酸洗浄槽底部にあったことの要因
- ・扉が変形し扉が内胴に引っかかることにより、バスケットが傾き、エンドピースが落下する隙間ができた。

9. 対策

(1) 当該バスケットについて

遠隔操作にて予備品のバスケットに交換する。

(2) 今後の対策

本事象においては、「8. (2) 事象の発生原因」を考慮し、以下の対策を行う。

a. エンドピースがバスケット内斜面に留まったことに対する対策

本事象のように、エンドピースがバスケット内に留まって引っかかりが発生することは、偶発的な事象である。

これらの偶発的な引っかかりを防ぐためには、バスケット底面の角度を上げる、バスケット底面の表面処理を実施する、付着物を洗浄する等の方法が考えられるが、いずれも偶発的な引っかかりを防ぐために効果的な方法とはいえないと考える。その評価について以下に示す。

- ・現状の角度は摩擦係数から求められるエンドピースが落ちるために必要な角度を十分に上回っており、さらに、これ以上の角度を付けるためにはバスケットと取り合うシュート等の構造物の構造変更も必要となることから対応が困難であるうえ、底面の傷、付着物等による偶発的な引っかかりをなくすために効果的な方法とはいえない。
- ・バスケット底面を表面処理し摩擦を小さくしても、エンドピース等の落下の都度、表面の荒れが発生する。
- ・付着物を洗浄する方法については、運転中、バスケットは硝酸溶液中に浸され、ある程度付着物が除去されていることを考慮すると、さらなる洗浄による効果は期待できないと考える。
- ・バスケットと内胴の間に挟まったグリッド等がエンドピース排出を妨げることに對しては、バスケットと内胴の隙間をゼロにすることによりグリッド等が挟まることは防止できるが、バスケットが昇降動作で可動するためには内胴との間にある程度の隙間が必要であり、対策としては実施困難である。

したがって、偶発的な事象である引っかかりを効果的かつ確実に防止することは困難であることから、万一発生した場合には、「バスケット下降時間超過」注意報等により検知する。

b. グリッド等の落下振動をエンドピース落下と検知したことに対する対策

現状の設定値は、ウラン試験での調整結果に基づきエンドピースの落下を出来るだけ検知するよう振動加速度の落下判定レベルを設定してアクティブ試験においてその妥当性を確認してきた。今回グリッド等の落下振動をエンドピース落下と検知したことから、誤検知を少なくする方

向に設定値を再調整する。

c. 通常圧でバスケットが昇降しなかったことに対する対策

エンドピース、グリッド等の引っかかりが発生することは、偶発的な事象である。したがって、引っかかりを効果的かつ確実に防止することは困難であることから、万一発生した場合には、「バスケット下降時間超過」注意報等により検知する。

なお、エンドピース、グリッド等によりブロッキングが発生した際に扉が閉まらないということに対し、扉の開閉検知装置を設置し、扉の開閉状態等を把握できるようにするという対策が考えられるが、バスケットは酸にさらされる状態で使用されており、新たに装置を設置することは、設備の信頼性及び補修等の観点で好ましくない。

d. 扉が変形したことに対する対策

扉と内胴が干渉した状態でバスケットの下降操作を高圧力で行ったことが、今回の事象の直接的な原因であることから、下降操作に係る高圧力の設定値を扉が変形する値以下にする。

また、扉の変形を防止することにより、エンドピースの酸洗浄槽底部への落下は発生しない。

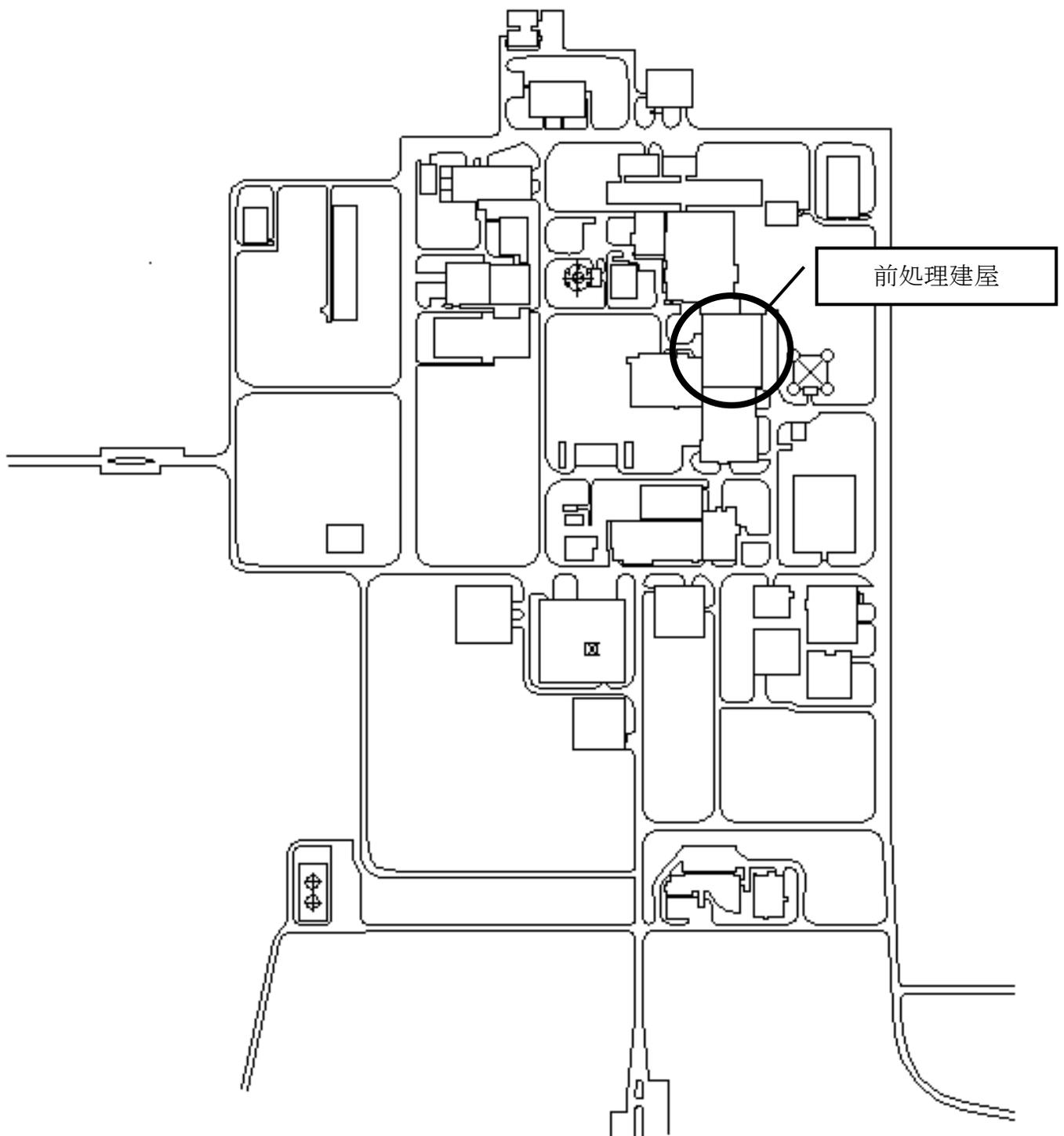
上記 a. ～ d. より、偶発的な事象である引っかかりを効果的かつ確実に防止することは困難であることから、

- ・ 万一発生した場合には、「バスケット下降時間超過」注意報等により検知し、その後、通常圧力及び高圧力（下降操作の設定値は、扉が変形する値以下にする。）でバスケットの昇降操作を行い復旧する。
- ・ 通常圧力及び高圧力でのバスケット昇降操作で復旧できない場合には、酸洗浄槽内部をカメラにて点検する。
- ・ 点検後、エンドピースの引っかかりが確認された場合、遠隔治具を用い、引っかかりを解除する。
- ・ 上記内容を警報対応手順書に反映する。
- ・ なお、今回の遠隔補修手順については、今後同様な事象が発生した際に使用できるよう手順書として制定するとともに、今回の補修方法を「定型的保守作業事例集」に反映する。

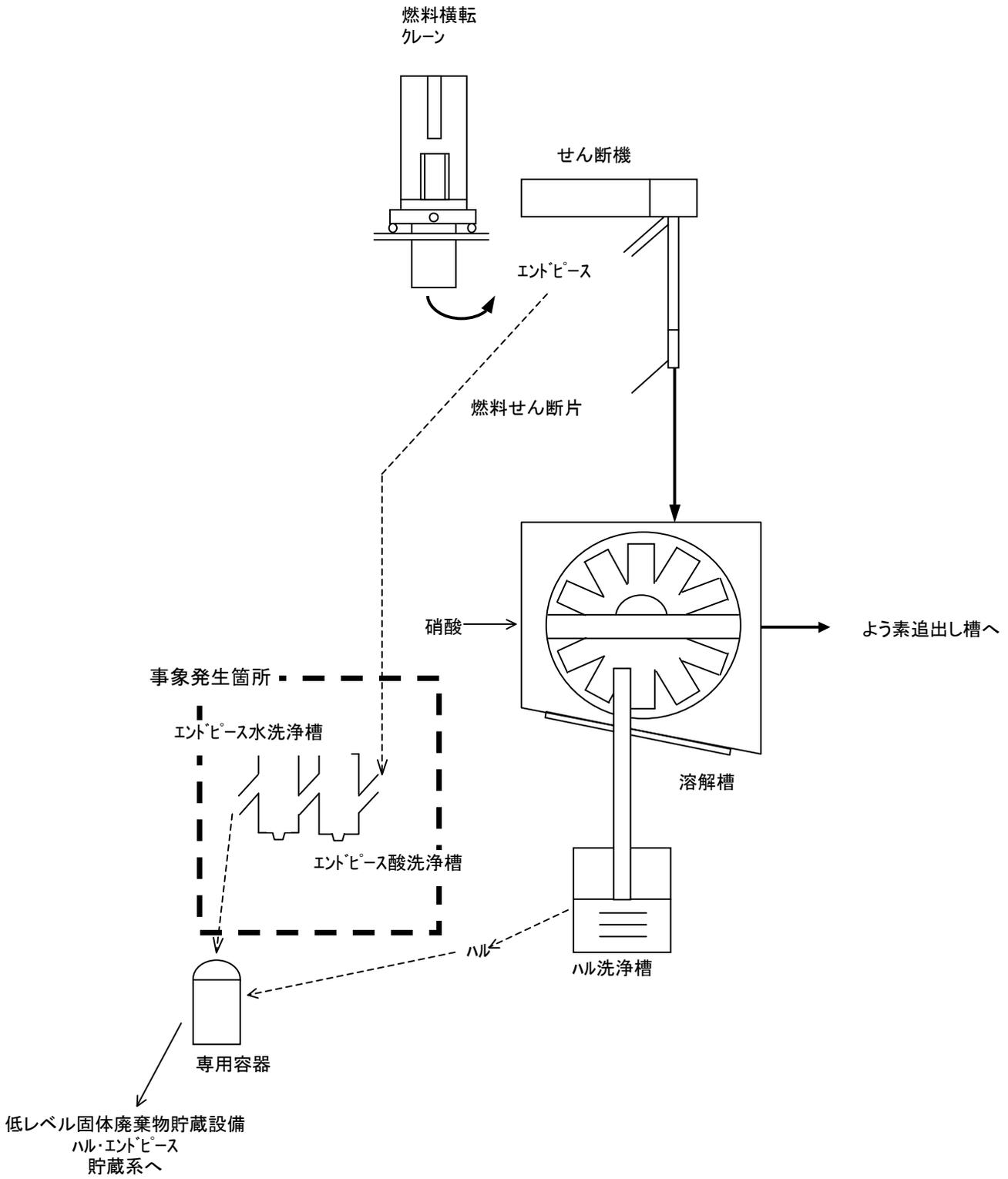
また、水洗浄槽のアコースティックセンサでグリッド等の落下振動をエンドピース落下と検知したことに対する対策として、誤検知を少なくする方向に設定値を再調整するため、この対策を行った結果、エンドピースが落下したにもかかわらず、アコースティックセンサが検知しない事象も想定される。この場合、酸洗浄槽・水洗浄槽のバスケットの昇降操作等によりエンドピースの所在の確認を行うが、この操作において、エンドピースの所在が確認できなかった場合の対策として、水洗浄槽内の状況を確認するためのカメラを今後計画的に設置する。

当該カメラの視認性について、調査を行った結果、照明位置及びバスケット位置の調整により、水洗浄槽内のバスケット底部にあるエンドピースを視認できる見込みを得た。

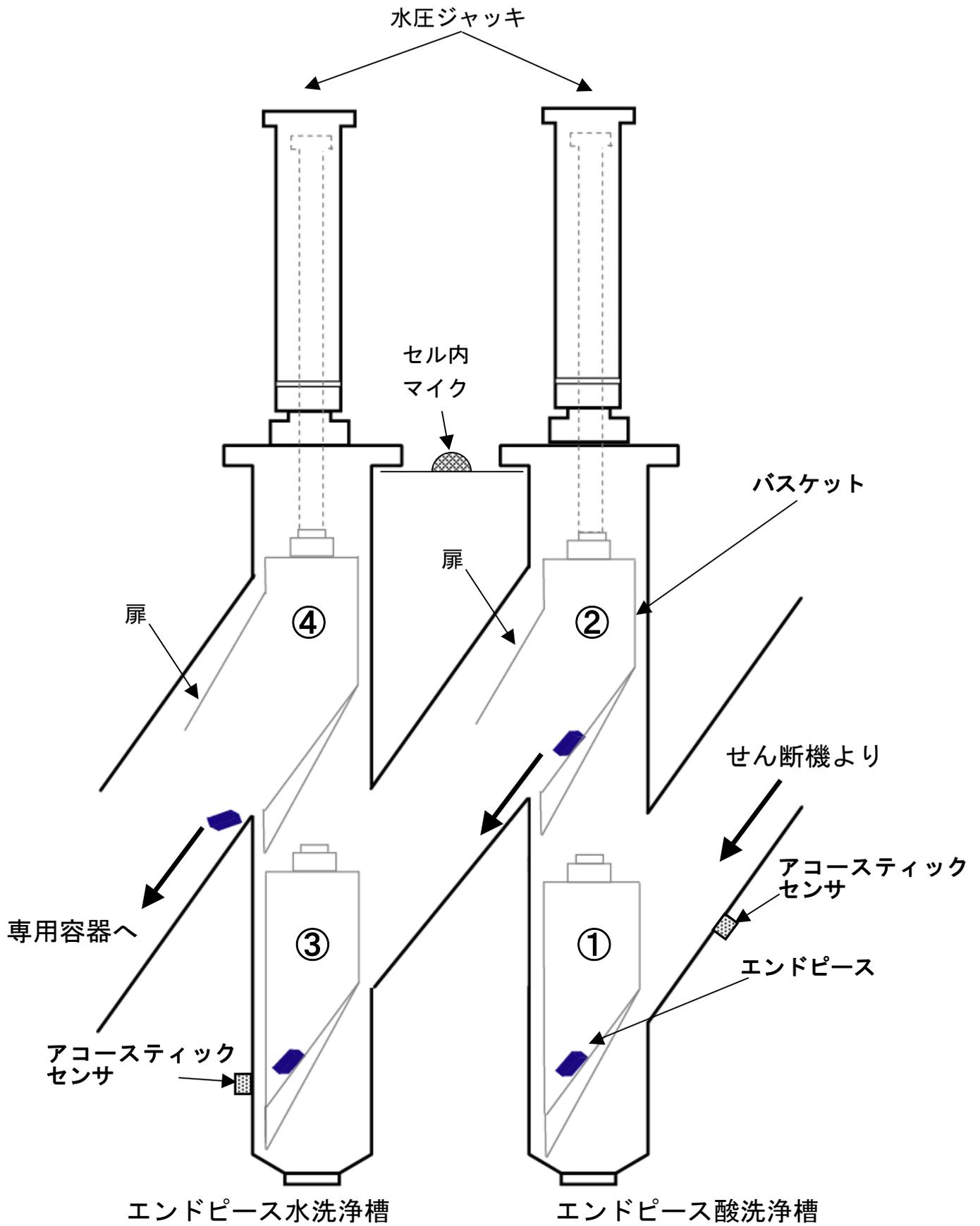
以 上



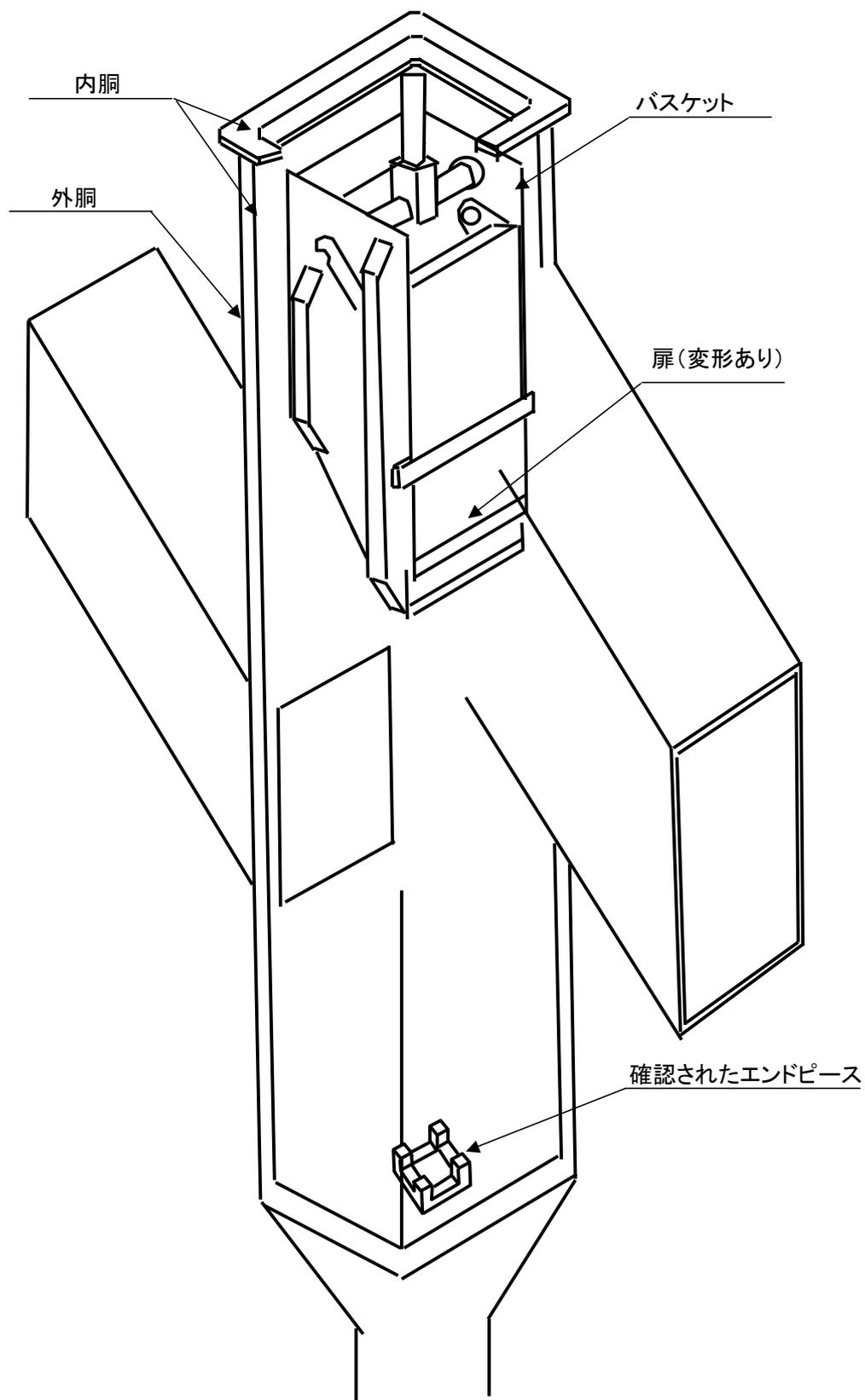
再処理事業所 構内配置図



せん断・溶解施設系統概要図



エンドピース 通常流れ図



エンドピース酸洗浄槽の状況図

エンドピース酸洗浄槽の点検結果

1) バスケット

No	項目	異常の有無
①	扉	×
②	扉	○
③	ガイドピン	○
④	バスケット底面	○
⑤	バスケット北板	○

2) 内胴

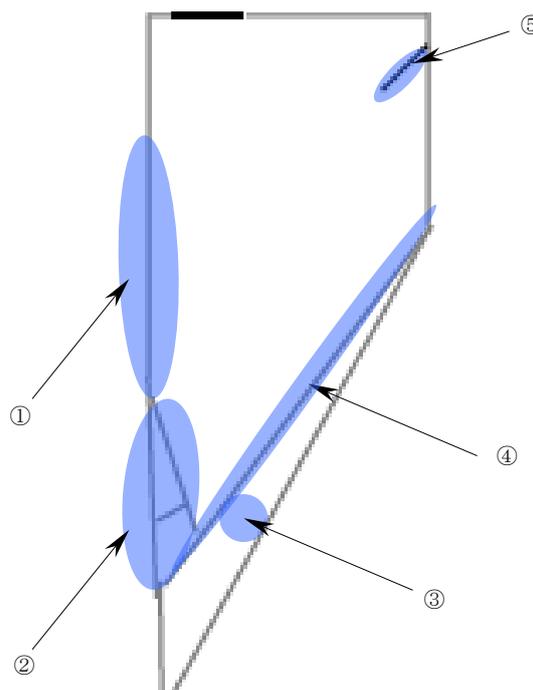
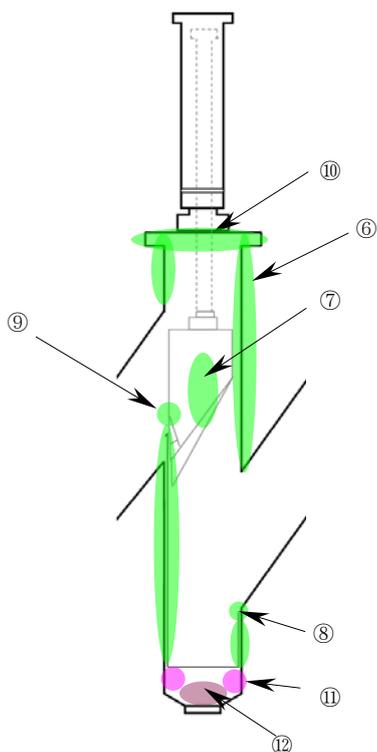
No	項目	異常の有無
⑥	内胴全体	○
⑦	ガイド	○
⑧	エンドピースシュート開口部近傍	○
⑨	連絡シュート入口部	○
⑩	上部フランジ内面	○

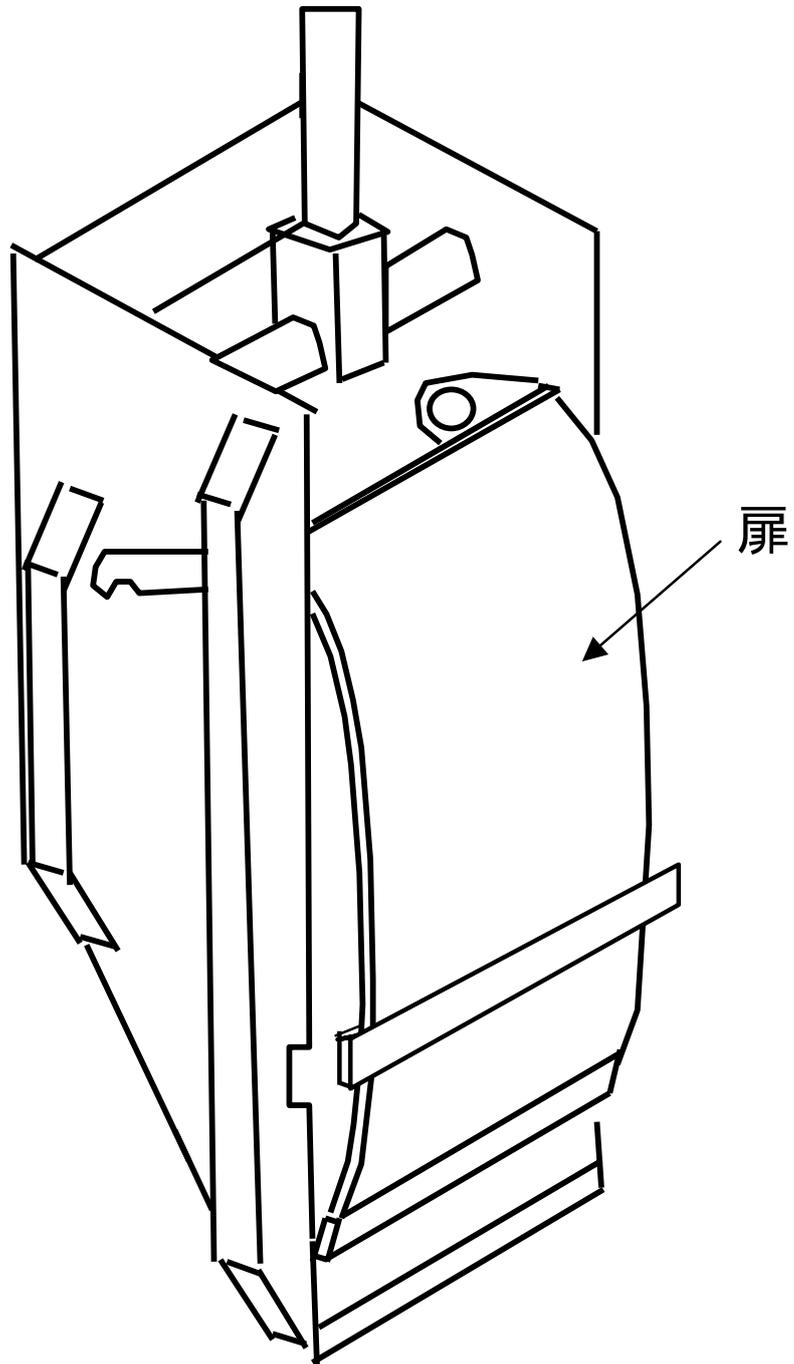
3) その他

No	項目	異常の有無
⑪	スワフバスケット支持部	○
⑫	スワフバスケット	○

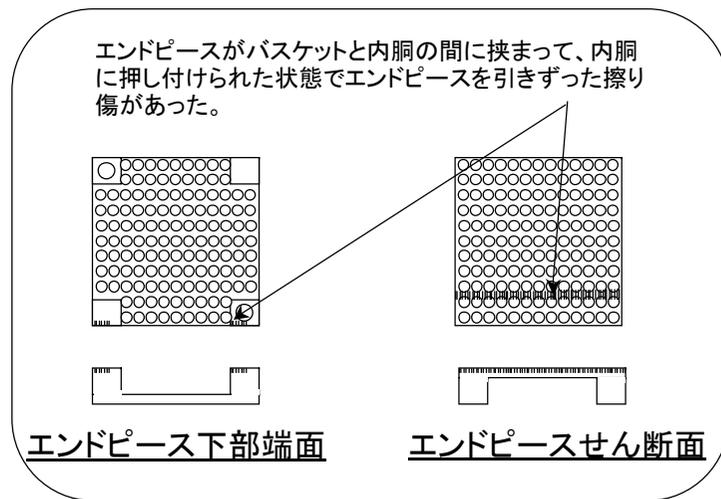
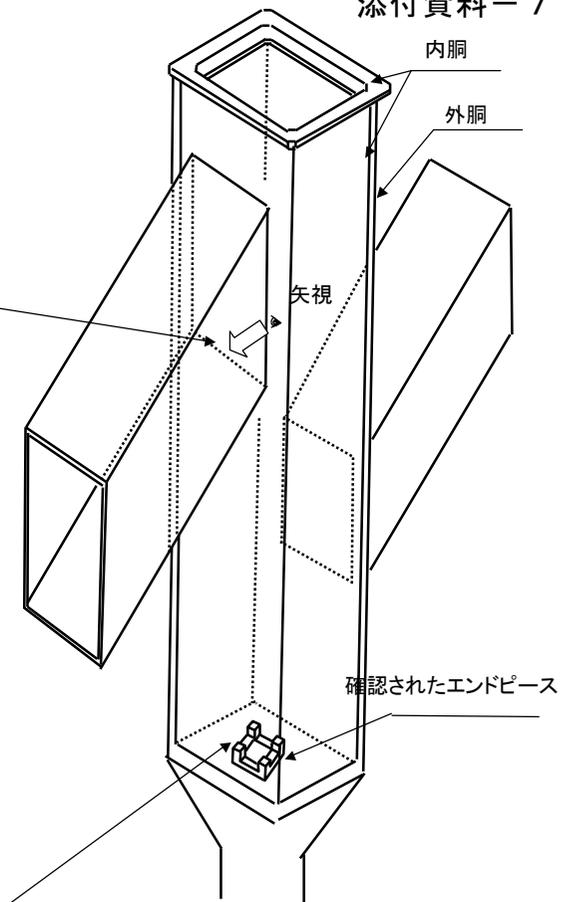
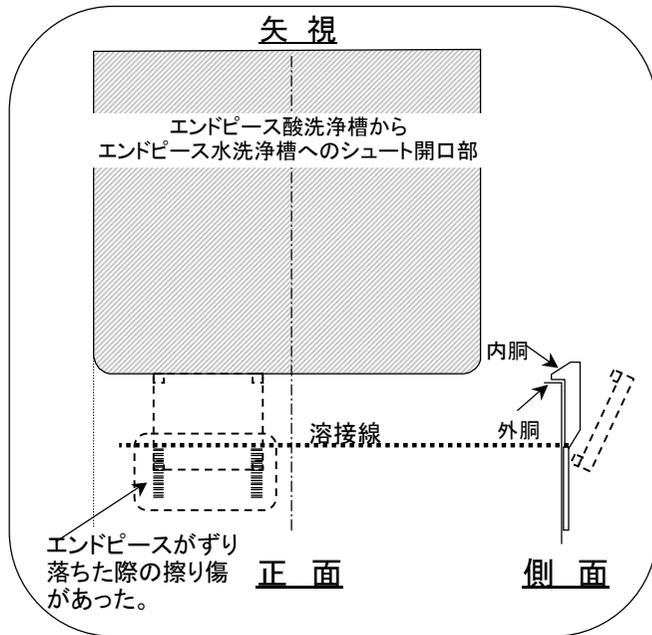
凡例：○→異常なし

×→異常有り

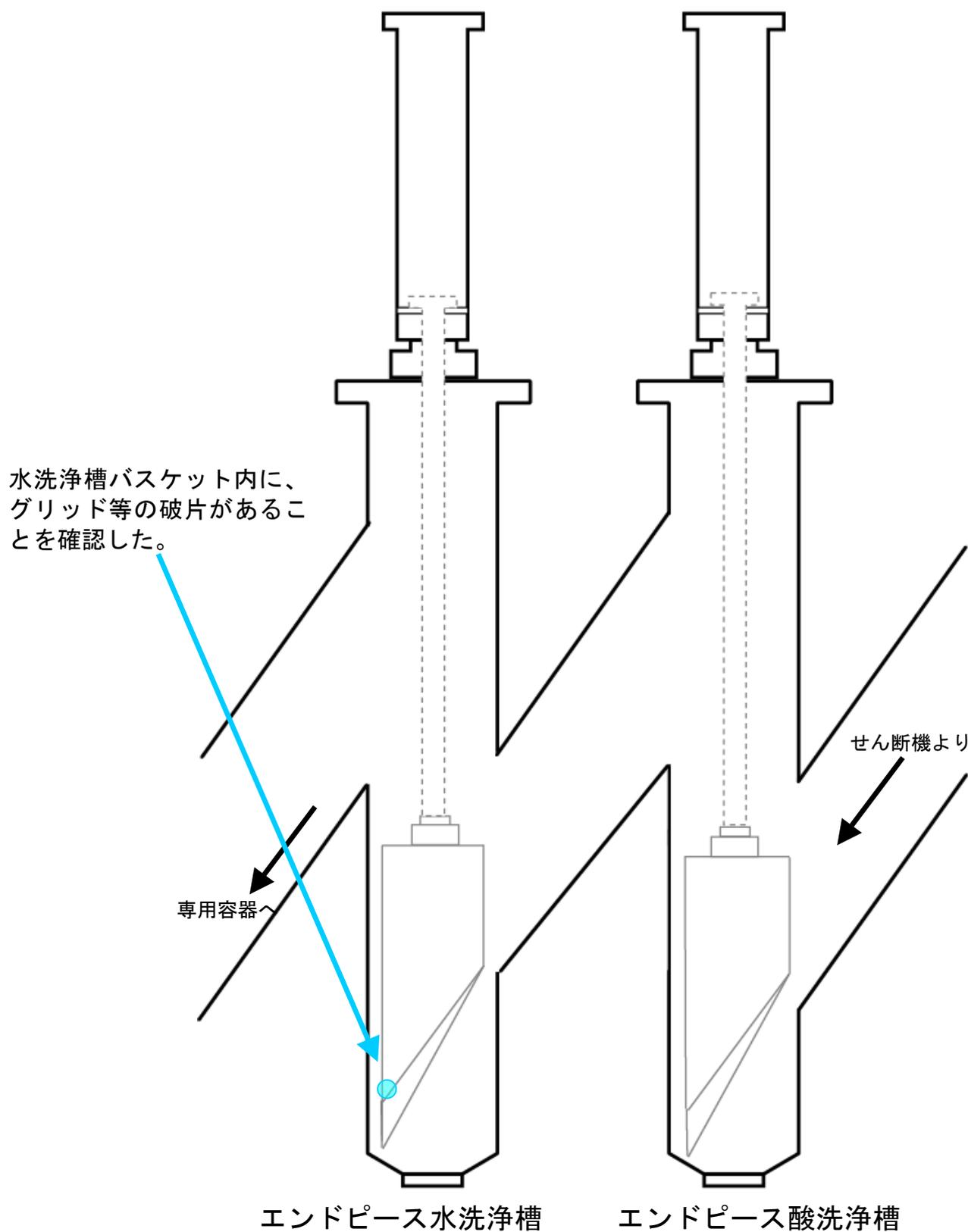




バスケット点検結果



エンドピース酸洗浄槽内胴等点検結果



エンドピース水洗浄槽 バスケット内確認結果

モックアップによる調査

添付資料－9

目的：バスケット底面の傾斜にエンドピースが留まる条件の検証

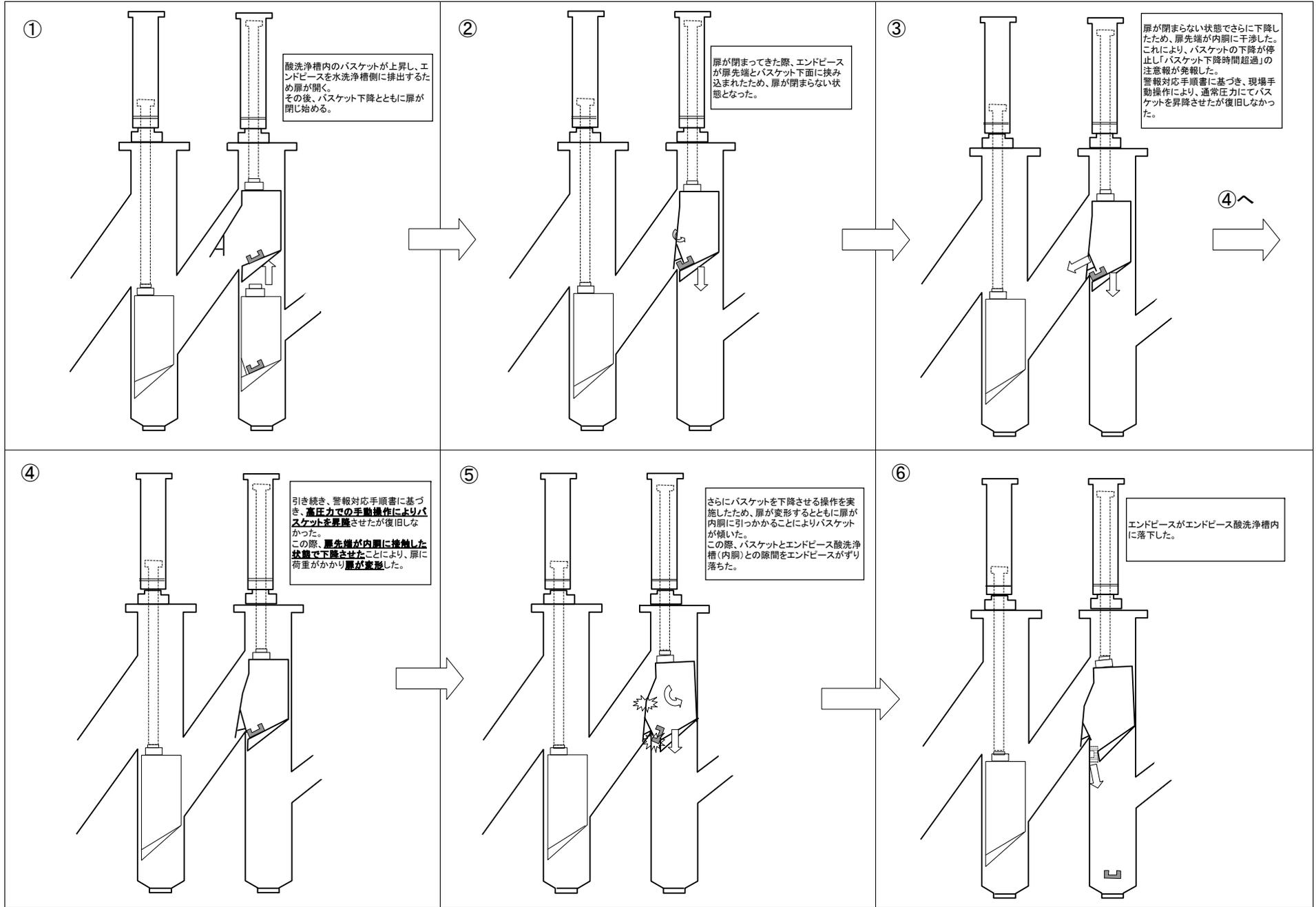
実施期間：平成19年10月16日～平成19年10月22日

調査結果

試験体	供試体 ステンレス板 (平滑)	ステンレス板 に擦り傷	ステンレス板に 2mmの突起	スコッチブラ イト不織布	#40 研磨紙	#80 研磨紙	ゴムシート
エンドピース	○	○	×	○	○	○	○
グリッド	○	×	×	×	×	×	○
グリッド+エンドピース	○	○	× エンドピースの水切り 穴部に2mm傷が 引っかかれば静止す るが、エンドピース の水切り穴部に引っ かからなければ静止 しない。	○	× エンドピースの下にグ リッドを配置して、エン ドピースが静止	○	○
針金付きエンドピース*	○	○	×	○	○	○	×
グリッド+ 針金付きエンドピース*	○	○	×	○	× 針金の付いたエンドピー スの下にグリッドを配置 してエンドピースが静止	○	○

記号説明 ×：静止 ○：落下

*針金は燃料下部案内シンプルがエンドピースに残った状況を模擬したもの



バスケットの一部変形及びエンドピース落下事象の推定原因説明図