

評価の詳細

研究開発課題名（研究機関名）：

燃料集合体解体及び燃料ピンせん断技術の開発

（日本原子力発電株式会社）

機関名：日本原子力発電(株)

代表者氏名：小林嗣幸

機関名：(独)日本原子力研究開発機構

代表者氏名：鷲谷忠博

研究期間及び予算額：平成18年度～平成21年度（4年計画）

1,145,860千円

平成18年度 239,022千円

平成19年度 577,559千円

平成20年度 203,469千円

平成21年度 125,810千円

項目	内容
1. 目的・目標	<p><b>【研究開発目標】</b></p> <p>(1) 燃料集合体解体システムの開発</p> <p>FS フェーズⅡでは、高速増殖炉燃料集合体からラップ管等の構造材を分離除去する等の機能を有する解体技術について、実用規模システムの概念構築を目標として技術開発を行った。</p> <p>本技術開発課題ではこの概念構築のため、工学規模試験装置で模擬燃料集合体（コールド）等を用いた試験を行い、解体システムの基本性能の実証を行う。なお、解体システムは、後述のせん断システムと一体化等により両設備全体としての合理化を図る。</p> <p>本技術開発課題において期待される成果は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>工学規模試験装置による模擬燃料集合体解体試験等にて、一連の解体手順、解体システムの成立性を示す。</li> <li>実用規模の解体システムの概念検討に資するシステム性能データを取得する。</li> </ul> <p>本技術開発課題における具体的な開発要件は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>切断不良がなく、燃料ピン損傷の可能性を極力排除（燃料ピン損傷は集合体1体あたり1ピン以下を目安）できる解体手順を考案すること。</li> <li>切断方法、ラップ管等の構造材の分離方法、燃料ピン束のハンドリング方法に関する要素技術開発を実施し、上述の解体手順の各段階及び手順全体としての操作の成立性を実証すること（燃料集合体1体あたり2時間以内を目安）。</li> </ul> <p>(2) 燃料ピン束短尺せん断技術の開発</p> <p>FS フェーズⅡでは、解体システムより受け入れた燃料ピン束を高濃度溶解システム（先進湿式法の晶析工程でウランを粗分離するためにウラン濃度の高い溶解液を作る溶解工程）で要求される燃料形態にせん断する技術について、実用規模システムの概念構築を目標として技術開発を行った。</p>

本技術開発課題では、解体システムからの燃料ピン束に対して、高濃度溶解システムで要求される燃料形態に対応可能なせん断技術である短尺せん断システム（通常の 3～5cm よりも短くせん断することで燃料ペレットを粉砕する）の概念構築のため、工学規模試験装置で模擬燃料集合体解体燃料ピン束（コールド）等を用いた試験を行い、短尺せん断技術の基本性能の実証を行う。

本技術開発課題において期待される成果は以下のとおりである。

- ・ 工学規模試験装置による短尺せん断試験にて、短尺せん断技術の成立性を示す。
- ・ 実用規模の短尺せん断システムの概念構築に資するシステム性能データを取得する。

本技術開発課題における具体的な開発要件は以下のとおりである。

- ・ 解体システムからの燃料ピン束の受け取りを行うことができ、所定の長さつつ（設定位置±5mm を目安）押し出せるせん断機マガジン構造を開発すること。（設定位置は 1cm）
- ・ 所定の長さで、連続的に処理できる短尺せん断技術を開発すること。
- ・ せん断システムの処理能力（溶解槽へのせん断片供給量）は 40kgHM/h 以上とする。
- ・ せん断片長さは 1cm（±5mm）を目安とする。

#### 【全体計画】

##### (1) 燃料集合体解体システムの開発

本技術開発課題においては、最初の 2 年間で解体切断操作の要素技術を開発するとともに、解体システム試験装置を設計・製作し、後半の 2 年間では、試験装置に改良を加えた上で、工学規模の解体試験を実施する計画とした。なお、原子力機構を再委託先とすることで、これまでの技術蓄積や既存施設を活用する。具体的な研究内容を以下に示す。

##### ① 解体要素技術開発

切断工具による切断（以下「機械式切断」という）を基本とする燃料集合体解体システムの要素技術開発として板材や試験体を用いた機械式切断試験を行う。また、レーザーの解体工程への適用可能性を検討するため、基礎的な切断試験とレーザーを導光するために用いる光ファイバーの  $\gamma$  線照射試験を実施する。

##### ② 解体システム技術開発

解体要素技術開発の成果を逐次反映して、解体システム試験装置を設計・製作し、これに改良を加えて原子力機構に設置する。続いて、模擬燃料集合体（コールド）等を用いた試験により機械式切断を基本とする燃料集合体解体システムの基本性能を工学規模で評価する。あわせて解体速度や切断工具の寿命等の実用規模の解体システムの概念構築のための基本データを取得する。

##### ③ 実用炉燃料向け解体システムの概念検討

開発成果に基づき、実用炉燃料集合体を対象とした解体システムの概念検討を行い、試験結果と合わせて実用性を評価する。

	<p>(2) 燃料ピン束短尺せん断技術の開発</p> <p>本技術開発課題においては、最初の2年間で燃料ピン装荷と短尺せん断の要素技術を開発し、後半の2年間で試験装置を改良・設置し、工学規模の燃料ピン移送試験や短尺せん断試験を実施する計画とした。なお、原子力機構を再委託先とすることで、これまでの技術蓄積や既存施設を活用するとともに、原子力機構の推進するFaCTプロジェクトに成果を反映する。具体的な研究内容を以下に示す。</p> <p>① 燃料ピン装荷要素技術の開発</p> <p>解体操作でラップ管から取り出され、拘束されていない状態の燃料ピン束をせん断装置のマガジンに装荷するためのハンドリング方式を具体化するため、燃料ピン装荷方式を検討し、要素試験を実施する。また、燃料ピンに巻かれているワイヤーをせん断前に除去するオプション工程についても基礎試験を実施し、処理速度や信頼性等の観点から実用性を評価する。</p> <p>② 短尺せん断技術の開発</p> <p>要素試験としてせん断条件をパラメータとしたせん断試験を実施し、短尺せん断に適したせん断条件を選定する。このためにパラメータ試験用マガジンの製作と既存のせん断試験装置の調整を行う。続いて、要素試験で使用した燃料ピン束の装荷装置とマガジンに改良を加え、模擬燃料ピン束（コールド）等を用いた試験により基本性能を工学規模で評価する。あわせて実用規模の短尺せん断システムの概念構築のための基本データを取得する。</p> <p>③ 実用炉燃料向けせん断システム概念検討</p> <p>開発成果に基づき、実用炉燃料ピン束を対象とした燃料ピン装荷装置と短尺せん断装置の概念検討を行い、試験結果と合わせて実用性を評価する。</p>
<p>2. 研究成果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 成果</li> <li>・ 副次的な成果</li> <li>・ 論文、特許等</li> </ul>	<p>【燃料集合体解体システムの開発】</p> <p>(1) 解体要素技術開発</p> <p>① 板材や試験体を用いた機械式切断の要素試験（平成 18, 19 年度）</p> <p>機械式切断を基本とする燃料集合体解体システムの要素技術開発として板材や試験体を用いた切断試験を実施し、切断工具として CBN 砥石を選定した。選定した解体手順ではラップ管の六面を順次周方向に切断するが、肉厚 5mm の汎用ステンレス鋼や実用炉のラップ管候補材料である PNC-FMS 鋼の板材を用いた切断試験により砥粒厚 5mm の CBN 砥石 1 枚で実用炉燃料集合体 5 体程度の周方向切断が可能であり、交換を前提とした砥石は実用的な寿命を有する見通しが得られた。また、燃料ピンの照射による膨れや曲がりによって周方向切断だけでは燃料ピンからラップ管が引き抜けない場合に実施するラップ管の軸方向切断については、汎用ステンレス鋼製板材を汎用切断架台に固定して実施した切断試験から実用炉燃料集合体 1 体程度の切断が可能であると評価された。一方、PNC-FMS 鋼製板材の下部に模擬ピンを配置した試験体を用いた軸方向切断試験を実施したところ、切断時の板材の変形に伴う切断工具の挟み込みによって、十分な長さ（2.3m）を切断することは困難であった。しかしながら、その後実施した解体システム試験において、肉厚 3mm の六角形状のラップ管の 1.5m 程度切断したところ切断工具の磨耗は殆ど生じなかったことより、切断工具</p>

の挟み込みは用いた試験体の構造によるものと判断し、継続して実施する解体システム試験でラップ管の六角形状を模擬する等、試験体を改良した上で再確認することとした。また、燃料ピン束端栓部の切断については実用炉の燃料ピン候補材料である ODS 鋼や汎用ステンレス鋼で製作した工学規模の 61 ピン試験体の切断は問題なく可能であり、砥粒厚 5mm の砥石 1 枚で試験体 5 体以上の切断が可能と推定された。一方、実用炉燃料のように切断本数が 255 ピンに増えた場合の切断試験では、切断に伴う発熱等の影響が著しく、切断が困難であった。このため継続して実施する解体システム試験において、実用炉規模の試験体について切断方法の改良や燃料集合体構造の局所的な変更により切断負荷の低減を図った上で再評価することとした。

#### ②レーザー切断試験と光ファイバー照射試験（平成 18, 19 年度）

レーザー切断については、切断試験とレーザーを導光するために用いる光ファイバーの $\gamma$ 線照射試験を実施した。切断試験の結果、後述の理由によりレーザー切断は、燃料ピン束を取り出した後のラップ管の減容切断に適用することとした。このためのレーザーとしては、最近急速に開発が進み性能が向上したファイバーレーザーを取り扱い性や信頼性の観点から選定し、出力 5kW のファイバーレーザーによる肉厚 5mm の汎用ステンレス鋼製の板材を用いた切断試験で十分な切断速度が期待できることが分かった。セル内に設置した光ファイバーの照射損傷については、1000 時間程度までの $\gamma$ 線照射試験を実施したが、実用装置で想定される 0.1kGy/h 程度の線量率では照射損傷の熱回復によって透過率の顕著な低下は観測されなかった。

機械式切断に比べて切断速度が速いレーザー切断をラップ管の軸方向切断へ適用するためには、ラップ管直下の燃料ピンの損傷を防止することが必要である。このため、レーザーの反射光をモニターし、レーザーがラップ管を貫通した瞬間に出力を停止するように制御して切断試験を実施したが、燃料ピンを損傷することなくラップ管のみを軸方向に切断するには新たな高速制御技術の開発が必要であり、現時点では成立性が見通しが持てないと判断した。さらに、現状のレーザー切断をスリットカットやクロップカットに適用する場合は、切断に伴う熱により切断部の融着が生じ、その後の解体操作が困難となると予想されるため、燃料を取り出した後で実施するためこれらの問題が生じないラップ管の減容切断に適用することとした。

### (2) 解体システム技術開発

#### ①解体システム試験装置の設計・製作・設置（平成 18-20 年度）

上記の解体要素技術開発の成果を逐次反映し、機械式切断を基本とする解体システム試験装置の基本設計・製作を完了し、模擬燃料集合体を用いて動作を確認した。具体的には、燃料ピンの損傷防止のためにラップ管の照射変形や切断工具の磨耗を考慮して切断深さを制御するとともに、システム試験で予想される一連の解体操作が可能であることを確認した。続いて、要素技術開発や動作確認の成果を反映して改良を加え原子力機構に装置を設置し、模擬燃料集合体を解体することで機能を確認した。

## ②解体システム試験（平成 21 年度）

解体システム試験装置を用いて工学規模試験を実施し、各解体操作の処理時間、切断工具の寿命と温度分布、燃料ピン損傷状態、切断粉回収率等のシステム性能データを取得し、後述の実用性評価に反映した。最初に実施した個別性能試験では、切断速度を主なパラメータとして、ラップ管の六角形状や実用炉燃料集合体の燃料ピン端栓部を局部的に模擬した試験体を用いた切断試験を実施し、切断速度の調整や端栓部を細径化することで切断が可能なことを確認した。

また、模擬燃料集合体を用いた一連の解体操作の通し試験を 4 回実施し、解体手順の妥当性と、それを具体化した解体システムの性能を確認することで、本研究の期待される成果を達成した。なお、ラップ管の周方向切断及び炉心燃料ピン端栓部の切断で発生した切断工具（砥石）の欠けについては、検証試験により、前者は六面目の切断に伴うラップ管の変形、後者は切断された端栓部と切断工具の干渉が原因であることが判明し、具体的な対策を提案した。今後はこれらの対策の有効性を工学的に検証することで、機械式解体システムの信頼性を向上することが可能となると考えられる。

摩耗した切断工具の交換については、遠隔交換を想定した要素試験を実施し、切断工具をマグネットによって保持した上で、簡単な操作でモータ回転軸に工具を固定できる油圧拡張式スリーブが有望であると評価し、この方式で交換した切断工具により試験体の切断が可能なことを確認した。

## ③実用炉燃料向け解体システム概念の検討（平成 20, 21 年度）

これまでの成果を反映して実用炉燃料集合体を対象とした解体システムの概念図を作成した。システム構成は解体システム試験装置を基本としたが、実用性を考慮して以下の改良を加えた。

- ・ 解体テーブル上の駆動部の削減
- ・ 切断工具が交換可能な切断粉飛散防止カバーの採用
- ・ 切断工具の遠隔交換機構の採用
- ・ ファイバーレーザーによるラップ管減容機能
- ・ 駆動部の保守性を考慮した駆動源の設置場所の選定
- ・ 解体工程におけるラップ管装着状態と引抜き状態に対応した崩壊熱の除去機構

## ④解体システムの実用性評価（平成21年度）

解体時間については、切断速度の自動制御や燃料ピン端栓部の細径化による高速化を考慮することで 2 時間程度となる見通しが得られ、切断工具寿命についても、後述する不具合を改善できれば、1 枚の砥石で実用炉燃料集合体 1 体以上解体できる能力はあると評価された。また、燃料ピン損傷率は燃料集合体 1 体当たり 1 本以下、切断粉回収率は 90%程度、切断工具交換時間も 1 時間以内と評価され、本研究の開発要件を満足できる見通しは得られた。

ただし、模擬燃料集合体を使用した一連の解体操作の通し試験では、切断に伴うラップ管の変形や端栓部の脱落等による切断工具（砥石）の欠けも確認され、今後の実用化段階における解体機設計及び集合体構造の検討に反映すべき点が明らかとなった。

**【燃料ピン束短尺せん断技術の開発】**

(1) 燃料ピン装荷要素技術の開発

① 燃料ピン装荷方法の検討（平成 18, 19 年度）

解体後の燃料ピン束のせん断機マガジンへの装荷方法と燃料ピン束の拡がりを抑制可能なマガジンの構造について要素試験を実施し、一連のハンドリングが可能なことを確認した。

具体的には、トレイを利用した燃料ピンの装荷試験でトレイ転倒速度、トレイ形状が装荷性に及ぼす影響を評価し、トレイの形状は皿型が有利であることが分かった。また、マガジン内における燃料ピンの挙動試験では、マガジン内での燃料ピンの押送り状況及び模擬ギャグによる燃料ピン束圧縮状況を確認し、マガジン幅等の影響を評価し最適なマガジン構造を選定した。

② ワイヤ除去工程の検討（平成 18, 19 年度）

燃料ピンをせん断する前に燃料ピンに螺旋状に巻かれているワイヤを除去することでワイヤによる再処理工程への悪影響の可能性を排除することを目指したオプション工程の検討を実施した。

具体的には、有望な複数の除去方式について基礎試験を実施し、その成果を反映して改良を加えた装置概念を作成し、この工程の実用性を評価した結果、燃料ピン 1 本あたりのワイヤ除去の処理時間は数分程度となり処理能力的には十分であるが、信頼性に課題が残っていると判断した。また、現時点では再処理工程におけるワイヤ除去の必要性が明確でないことから、ワイヤ除去のオプション工程は不採用とした。

(2) 短尺せん断技術の開発

① 短尺せん断パラメータ試験（平成 18, 19 年度）

既設のせん断試験装置を調整し、新たに製作した簡易マガジンを接続してせん断試験を実施した。具体的には長さ 1.5m 程度の模擬燃料ピン等を用い、燃料ピン本数、マガジン幅、せん断設定長さ、せん断速度等をパラメータとして短尺せん断試験を実施し、せん断片の長さ・開口率、せん断後に放出された燃料片の粒径分布、せん断時の燃料ピン束の挙動データを取得した。その結果、燃料ピンを 1cm 程度の間隔で短尺せん断することは可能で、マガジン内の燃料ピン充填率を高めることによりせん断長さの変動を ±5mm 程度に低減できる見通しが得られた。

② マガジン及び装荷機構付き搬送台車の改良・設置（平成 20 年度）

マガジンの改良（模擬ギャグの削除、マガジン長さの延長、据え付け台の製作）と装荷機構付き搬送台車の改良（トレイ形状の改良、昇降機能の付加）を実施した。これらを用いて模擬燃料ピンによる機能確認試験を行い、解体装置から燃料ピンを確実に受け取り、マガジンに払い出せることを確認した。特に、トレイ形状の改良とトレイ昇降機能の付加により燃料ピンの受け入れ時の跳ね返り等による不揃いが低減され、改良前に比べて一連の操作の信頼性が向上した。

③ 燃料ピン束の移送試験（平成 21 年度）

上記により改良した搬送台車を用いて、解体後の模擬燃料ピン束を解体システム試験装置からマガジンへ移送する個別性能試験では、燃料ピン径、燃料ピンの変形、マガジン幅等をパラメータ

として試験を多数実施し、いずれの場合においても燃料ピンをすべてマガジンに装荷できることを確認した。さらに、一部の燃料ピンのワイヤーが切断されていても燃料ピンの飛び出しや落下等なしに、正常に移送できることを確認した。また、解体システム試験で得られた模擬燃料ピン束を利用した移送操作の通し試験においても同様の結果が得られ、トレイ方式の装荷機構付き搬送台車を用いた移送技術の成立性と信頼性の見通しが得られた。

#### ④短尺せん断試験（平成 21 年度）

模擬燃料ピン束を 1cm 程度の長さに短尺せん断する個別性能試験と解体操作の通し試験（解体）から得た模擬燃料ピン束をせん断する通し試験（せん断）をそれぞれ実施し、開発された短尺せん断技術について信頼性を確認するとともにせん断片の長さ、せん断片の開口率、模擬ペレットの粉化率、模擬燃料ピンの強度、せん断刃の磨耗等のシステム性能データを取得し、後述の実用性評価に反映した。

個別性能試験では、照射済み燃料ピンの強度を考慮した模擬ペレットを使用した模擬燃料ピンを使用し、マガジンの幅をパラメータとして短尺せん断試験を行い、以下に示す模擬燃料ピンのピン径や被覆管材料の影響を評価した上で、マガジン内のピン占有率を高めることによりせん断片の長さの変動を±5mm 程度にできることを確認した。

- ・ 工学規模燃料ピン（SUS316 製被覆管、外径 6.5 mm、169 ピン）
- ・ 実用炉燃料集合体 1/2 体分の燃料ピン（SUS316 製被覆管、外径 10.4 mm、128 ピン）
- ・ 実用炉燃料用の被覆管を使用した模擬燃料ピン（ODS 鋼製被覆管、外径 10.4 mm、60 ピン）

また、解体システム試験で取り出した燃料ピン束を用いたせん断装置のマガジンに装荷するまでの通し試験を 4 回実施し、その内の 1 回では、短尺せん断試験まで実施し、移送方式も含め開発された短尺せん断手順の妥当性を確認した。以上により本研究の期待される成果を達成した。

### (3) 実用炉向けせん断システム概念検討（平成 21 年度）

#### ①実用炉向けせん断システム概念の検討

これまでの成果を反映して実用炉燃料集合体を対象としたせん断システムの概念図を作成した。せん断システムの構成は、前述の試験に用いた搬送台車とマガジン及びせん断装置を基本としたが、実用性を考慮して以下の改良を加えた。

- ・ 実用炉燃料ピンの燃料ペレットがガスプレナム部の上部にあるため、燃料ピン上端からせん断が可能ないように燃料ピン払い出し側の解体システムと受け取り側のマガジンの配置関係を変更
- ・ せん断試験で選定したピン占有率を満足するようにマガジン形状を選定
- ・ 燃料ペレット部とガスプレナム部のせん断片の分別機能の追加
- ・ 駆動部の保守性を考慮した駆動源の設置場所の選定

#### ②せん断システムの実用性評価

解体システムからせん断システムへ燃料ピン束の移送時間は 5 分程度、せん断時間は連続溶解槽に合わせた間欠的な供給としても 4 時間 30 分程度となり平均的なせん断処理能力は 40kgHM/hr 程

度と評価された。また、短尺せん断試験により燃料ピンを所定の長さ1cmに対して±1mm程度の精度で押し出せることとせん断片長さを信頼度95%で1cm(±5mm)にできることを確認した。また、せん断片の開口率と模擬燃料ペレットの粉化率については、一部確認する必要があるものの、これまで実施された使用済燃料の溶解試験からは、高濃度溶解が可能な範囲であると予想される。

保守性については、実用炉向けせん断システム概念の検討で具体化した。せん断装置自体は、すでに実用化されている軽水炉燃料のせん断装置と同様の構造であり、搬送台車も構造概念が簡素化されているので大きな問題はないと考えられる。これらの成果は、本研究における開発要件を満足しており、コールド試験の範囲では実用上大きな問題点はないと評価した。

#### 【事業全体】を通して

燃料集合体解体及び短尺せん断技術に関する要素試験を実施し、これを反映して改良した試験装置により模擬燃料集合体を用いた工学規模の解体試験、移送試験、短尺せん断試験を実施した。さらに、実用装置概念を検討し試験データと合わせて開発された解体技術と短尺せん断技術の実用性を評価した。ただし、一連の解体操作の通し試験では、模擬集合体構造に起因する切断砥石の不具合も確認され、今後の実用化段階における解体機設計及び集合体構造の検討に反映すべき点が明らかとなった。

(当初予定していなかったが副次的に(あるいは発展的に)得られた成果)

機械式切断の負荷を低減する方法として、モータ電流を切断速度にフィードバックする切断技術を開発し有効性を確認できた。また、実用炉燃料ピンの端栓部を細径化することで切断負荷を低減することを提案した。さらに、切断粉の回収方法を開発し、吸引力の強化や回収トレイの配置により90%程度の回収率を期待できることや、移送台車のトレイに回収機構を設置することで、切断粉が燃料ピンに付着してせん断工程に運ばれることをほぼ完全に防止できることを確認した。

#### 【得られた成果の外部発表】

##### 特許1件

- ・ 使用済み核燃料要素からのスパーサーワイヤー除去装置 (特願2007-227946)

##### 口頭発表19件

- ・ 燃料集合体解体及び燃料ピンせん断技術の開発(1)～(3) (原子力学会2007年度秋の大会、2007年9月)
- ・ 燃料集合体解体及び燃料ピンせん断技術の開発(4)～(8) (原子力学会2008年度秋の大会、2008年9月)
- ・ 燃料集合体解体及び燃料ピンせん断技術の開発(9)～(11) (原子力学会2009年度秋の大会、2009年9月)



	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Development of Disassembly &amp; Pin Chopping Technology for FBR Spent Fuels (16<sup>th</sup> Pacific Basin Nuclear Conference, 2008 年 10 月)</li> <li>▪ DESIGN AND FABRICATION OF THE FBR FUEL DISASSEMBLY SYSTEM (ICONE 17-75117, 2009 年 7 月)</li> <li>▪ DEVELOPMENT OF SHORT STROKE SHEARING TECHNOLOGY FOR FBR FUEL PINS (ICONE 17-75125, 2009 年 7 月)</li> <li>▪ Development of Mechanical Disassembly and Shearing Systems for FBR spent fuel in FaCT Project (Global 2009-9245, 2009 年 9 月)</li> <li>▪ 燃料集合体解体及び燃料ピンせん断技術の開発(12)～(15) (原子力学会 2010 年度秋の大会、2010 年 9 月)</li> </ul> <p>ポスター発表 2 件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Development of Disassembly Technology for FBR fuel assembly (International Workshop on Asian Nuclear Project、2008 年 10 月)</li> </ul> <p>Development of shearing technology for FBR fuel pin bundle (International Workshop on Asian Nuclear Project、2008年10月)</p>
<p>3. 事後評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 研究開発の成果</li> <li>• 技術の卓越性</li> <li>• 成果の発展性</li> </ul>	<p><b>【研究開発の成果】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 実施予定の項目は概ね計画通りになされ、相応の成果が得られている。</li> <li>• 実用炉燃料集合体に対しては、具体的な開発要件の達成に向けた新たな提案を前提にシステムの性能が確認されており、開発目標が達成されたと判断する。</li> </ul> <p><b>【技術の卓越性】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 適用した要素技術はこれまで提案検討されてきた公知技術ではあるが、解体からせん断に至る一貫システムの成立性をその信頼性と限界まで定量的に明らかにした点は高く評価できる。</li> <li>• 要素試験からシステム試験まで、実用規模のシステムの問題構築に資するシステム性能データの取得と新たな課題に対する対応策の提案など、今後の詳細設計・製作設計における仕様決定に重要な指標を定量的に示しており、評価に値する具体的な成果が得られていると認められる。</li> </ul> <p><b>【成果の発展性】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 解体・せん断技術について、構成する要素技術を選定したことと、工学規模試験装置でシステム試験まで行い、システム化の問題点を幅広く定量的に明らかにしたことは、このような機械処理プロセスを実用化するにあたって必須の開発ステップであり、今後の詳細設計・製作設計の仕様を決める上で指標を与えるものである。</li> <li>• 具体的な改良案を提案し将来の道筋を具体的に示していることから、今後の発展が期待される。</li> </ul>

4. その他	<ul style="list-style-type: none"><li>• 解体しやすい燃料集合体構造は、結果として粉塵の発生もしにくい再処理システムを構築できることになるので、FaCTにおいては、再処理の前処理工程における解体処理も考慮した燃料集合体の構造（燃料端栓部の細径化）に関する検討のように、炉側と燃料製造及び再処理側とを含めた核燃料サイクルシステム全体の最適化という視点での検討を是非進めてもらいたい。</li><li>• また、連続運転に向けた課題の整理と、燃料集合体解体時に定常的に発生する切断粉の回収については、解体システム内でできるだけ全量が回収できるよう、環境負荷の少ないシステムの実現に向けさらなる改良が望まれる。</li></ul>
--------	---