



技術小論

# 「もんじゅ」ブランケット取替用燃料 集合体輸送容器の開発

柴田 寛<sup>\*3</sup> 大内祐一郎<sup>\*</sup> 松崎 壮晃<sup>\*2</sup>  
奥田 芳久<sup>\*3</sup>

本社核物質管理部  
\* 東海事業所技術開発推進部  
\*2 東海事業所プルトリウム燃料工場  
\*3 もんじゅ建設所技術課

資料番号: 96-2

Development of Packagings for "MONJU" Blanket Fuel  
Assemblies

Kan Shibata<sup>\*3</sup> Yulchiro Ouchi<sup>\*</sup> Masaaki Matsuzaki<sup>\*2</sup>  
Yoshihisa Okuda<sup>\*3</sup>  
(Nuclear Material Control Division  
\* Technology Development Co-ordination Division, Tokai Works  
\*2 Tokai Fuel Plant, Tokai Works  
\*3 Reactor and Systems Engineering Section, Monju Construction  
Office)

「もんじゅ」のブランケット燃料集合体は、劣化ウランを用いることから、燃料加工メーカーで製造されているが、輸送にあたっては、その設備の関係で輸送容器を横置きにして収納する必要がある。それに対し、「もんじゅ」側ではブランケット燃料集合体を縦置き状態で取り出すように設備が造られたため、取替用以降は、両者で取り扱い可能となるような輸送容器を開発する必要が生じた。

輸送容器は、2年弱の開発期間をかけて平成7年3月には製作を完了し、平成7年6月に実施された第1回取替用ブランケット燃料集合体の輸送に供することができた。  
本報では、その輸送容器の概要および開発における各種確認試験等を紹介する。

## 1. はじめに

「もんじゅ」のブランケット燃料集合体は、国内の燃料加工メーカーで製造し、「もんじゅ」に輸送し、炉に装荷する。

その場合、加工メーカーおよび「もんじゅ」では、燃料集合体の取り扱い方法が異なるため、それに対応できる輸送容器を開発する必要性が生じた。

今般当該輸送容器を開発したので、その概要および開発における各種確認試験等を紹介する。

なお、ブランケット燃料集合体が初めて「もんじゅ」に輸送された際には、「もんじゅ」が建設段階にあり、加工メーカーおよび「もんじゅ」両方で取り扱うことが出来る輸送容器は必要なかった。

## 2. 専用輸送容器開発の必要性

国内燃料加工メーカーでは、ブランケット燃料

集合体を輸送容器に収納する場合、設備上、輸送容器を床面に横置きし、輸送容器の上蓋を開口し、集合体を水平状態にして収納する。

一方、集合体を搬入する炉サイトでは、輸送容器を輸送容器取扱装置に搬せ、床面下のピットで90°回転し直立（縦置き）にし、端面の横蓋を開けた状態で、クレーンで燃料集合体だけを垂直に引き抜く方式をとっており、加工メーカーで実施している方式はスペースおよび輸送容器取扱装置との取り合上採用できない。

したがって、上述の基本的に異なる取り扱い方式を満たす輸送容器を製作する必要があった。

また、輸送容器は輸送中の振動の緩和、共振の防止のため、収納物を輸送容器内で適切に固定するように設計する必要があり、かつ、作業効率向上を図るため自動固定が可能な構造が求められた。

さらに、本輸送容器を車両に固定する専用の固縛装置も合わせて設計、製作した。

表1 燃料集合体の主要仕様

項目	仕様
(1) 燃料集合体 全長 外径寸法 重量 材質 燃料要素数	約 4,200mm 約 110.6mm 約 192kg ステンレス鋼材 61本
(2) 燃料要素 全長 外径 材質	約 2,800mm 約 16.6mm ステンレス鋼材
(3) 核燃料物質 種類 性状 ウラン濃縮度	二酸化ウラン 焼結ペレット 約 0.2wt%

3. 収納物の仕様

収納する「もんじゅ」ブランケット燃料集合体の主要仕様および概略構造をそれぞれ表1および図1に示す。

「もんじゅ」ブランケット燃料集合体は、正六角形断面のラッパ管内に燃料要素61本を所定のピッチで三角格子状に配列し、下部端栓で固定した構造となっている。燃料要素には、ブランケット燃料ペレットが充填され、両端を上・下部端栓で溶接密封している。

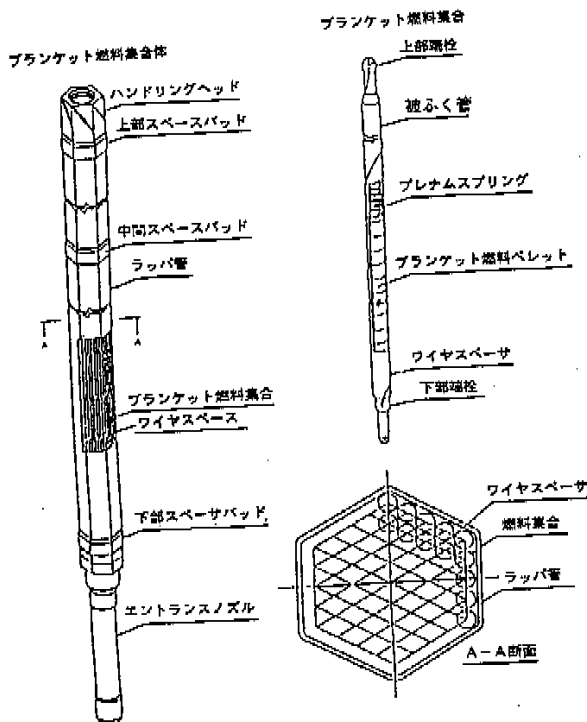


図1 「もんじゅ」ブランケット燃料集合体構造図

表2 輸送容器の概略仕様

項目	仕様
輸送対象燃料 輸送容器の名称 輸送容器の種類 輸送物の総重量 輸送容器の外寸法 全長 全幅 全高 輸送容器の主要材質 容器本体 上蓋、横蓋 燃料ホルダ	「もんじゅ」ブランケット燃料集合体 MONJU-BLK型 A型輸送物 約 2,500kg 約 4,800mm 約 650mm 約 750mm ステンレス鋼 ステンレス鋼 ステンレス鋼、緩衝ゴム

4. 輸送容器の設計基準

本輸送容器は、「核原料物質、核燃料物質および原子炉の規制に関する法律」に基づき国が定めている「A型輸送物」に係わる技術上の基準を満足するように設計した。

5. 輸送容器の構造、機能

5.1 燃料集合体収納体数

本輸送容器は「もんじゅ」ブランケット燃料集合体を4体収納することができ、輸送時にはトラック荷台に固定した専用の固縛装置上に3基積載できる。

5.2 構造

本輸送容器の概略仕様および外観をそれぞれ表2および写真1に示す。

輸送容器の主な構成要素は、容器本体、上蓋、横蓋および燃料ホルダである。



写真1 輸送容器の外観

容器本体はステンレス鋼製の直方体（箱型）形状であり、落下衝撃等から燃料集合体を保護するための機能を有している。輸送容器を横置きした状態で燃料集合体の出入れを行うため、容器本体の上側に設けられた開口部に上蓋、縦置きした状態で出入れを行うため長手方向端面部の開口部に横蓋が取付けられている。

燃料ホルダは、容器本体内に収納された状態から、ホルダ下端部を支点として、垂直に起こすことができる機構となっている。

なお、輸送中の燃料集合体への結露を防止するために、これらの蓋には不活性ガスを注入したり、パージするためのノズルが取付けられている。

### 5.3 特徴

本輸送容器は、従来の新燃料集合体輸送容器と比べ以下の特徴を有している。

#### (1) 燃料集合体の収納および取出し方式

輸送容器への燃料集合体の収納・取出方法が異なる燃料加工メーカーと炉サイトのどちらでも使用できるようにするため、容器横置きおよび容器縦置き状態のどちらの姿勢からでも収納、取出が可能のように、容器本体上側面および長手方向端面の2ヶ所に開口部が設けられている。

##### 1) 燃料加工メーカーでの収納

燃料加工メーカーでの収納方法を図2に示す。

燃料加工メーカーでの収納作業は、輸送容器を横置きにして、容器本体の上蓋を取外し、クレーン操作により燃料ホルダを縦に起こしておき、垂直吊りした集合体をホルダの側面から装着し、燃料ホルダを倒し、集合体を水平にした状態で、輸送容器に収納する。

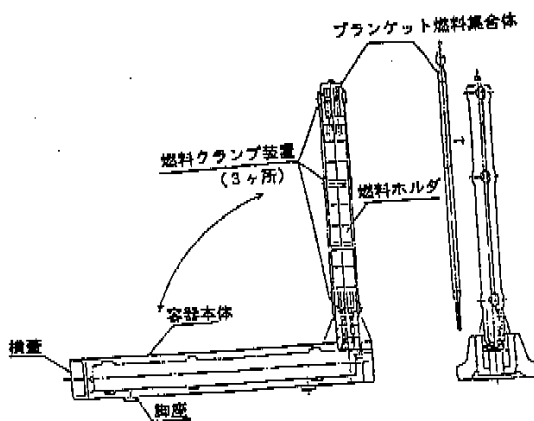


図2 燃料加工メーカーでの集合体収納方法

なお、この場合、輸送容器を縦置きにすると設備上、集合体の収納ができない。

#### 2) もんじゅサイトでの取出し

一方、炉サイトでの取出作業は、容器本体の一方、炉サイトでの取出作業は、容器本体の横蓋を取外し、輸送容器取扱装置を用いて輸送容器本体を床面下のピット内に振り下げ、垂直とし、遠隔自動操作によるクレーンで集合体を垂直に引き抜くように取出すことが可能である。

#### (2) 燃料ホルダ固定機構

炉サイトでは容器本体を垂直とし、遠隔自動操作により集合体を取り出すため、容器本体に燃料ホルダを収納したままの状態、集合体の固定を解除する必要がある。

このため、本燃料ホルダによる固定には、ホルダ上端部からウォーム駆動軸を回転させる操作のみで、燃料集合体を2体ずつ同時に固定あるいは解除できる機構を採用している。

本燃料ホルダの本固定機構の概略を図3に示す。

本固定機構は、クランプ装置、ウォーム、ウォームホイールおよびウォーム駆動軸より構成される。クランプ装置は、3ヶ所の燃料集合体パッド部位置に設けられており、集合体はクランプ装置の開閉によりパッド部が挟み込まれるようにして固定される。このクランプ装置の開閉には、ウォームとウォームホイールの機構を利用し、各クランプ装置に設けたウォームホイールに連結しているウォーム駆動軸を回転させることで作動する構造となっている。

本機構の採用により、従来のボルトによる固定方式に比べ、作業量の大幅な軽減化につながった。また、炉サイトでは燃料ホルダを容器本体から取出すことなく、集合体の固定解除が行えるようになった。

### 6. 輸送容器設計、製作の妥当性確認、開発における確認

設計および製作の妥当性および詳細仕様の確定を行うために本輸送容器の製作途中において、試作容器を用いて炉サイトおよび燃料加工メーカーでの取扱いを確認する必要があった。

さらに、燃料集合体を炉に装荷する際には、輸送後の燃料集合体の品質を保証する必要がある。

このため取り扱い確認試験および輸送試験を実施し、輸送容器の妥当性の確認を行った。

なお、開発期間が約2年弱であり、設計段階で決定した基本構造をもとに実機製作を進めると

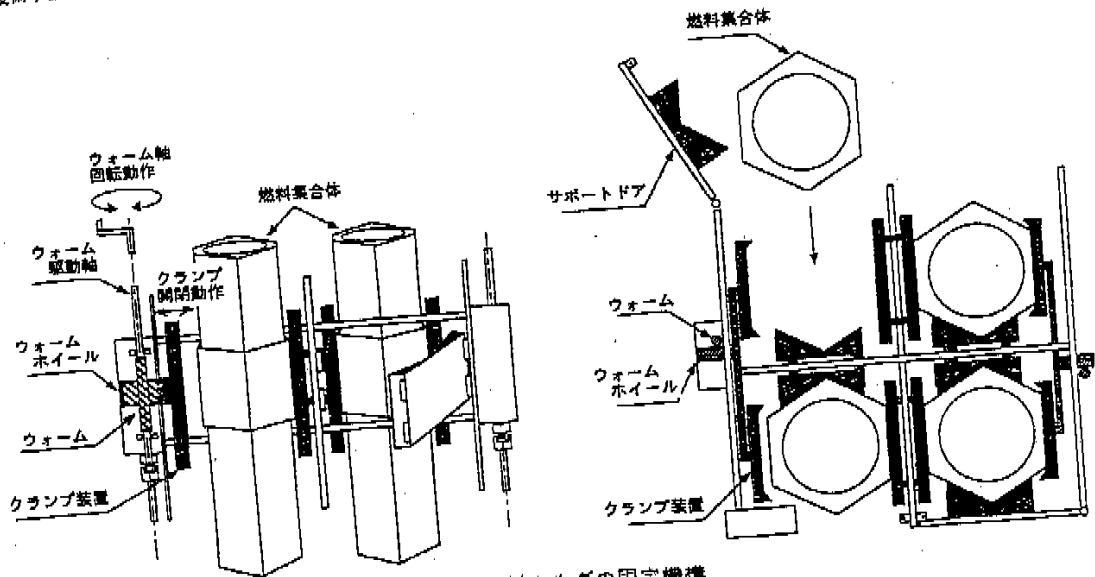


図3 燃料ホルダの固定機構

もに、並行して試作容器を用いて両施設での取扱確認試験を実施し、取合いに係わる詳細仕様を確定した後、実機全数の製作を行うこととした。

### 6.1 取り扱い確認試験

取扱確認試験は、「もんじゅ」および燃料加工メーカーで試作容器（模擬燃料集合体を含む。）を用い実際の取り扱いを模擬し、集合体の装荷、取り出しを行い基本構造に問題ないことを確認した。

なお、実際の取り扱いを確認することで、輸送容器の重心の微妙な調整の必要性が確認されたこと等詳細仕様の確定のためには必須のものであった。

### 6.2 輸送試験

実際に輸送する場合と同一の輸送状態で輸送試験を実施するため、模擬燃料集合体を使用した輸送試験を実施した。

輸送試験では、模擬集合体を収納した試作容器および残り2基の輸送容器を模擬するため重量を合わせた2基の模擬体を一緒に、トラック荷台上

の専用固縛装置に積載し、一般道・高速道路を走行した。試験中はトラック荷台、固縛装置、容器本体、燃料ホルダおよび模擬集合体に取り付けた振動加速度計により各部位に生ずる加速度データを計測した。本試験により、輸送前後におけるクランプ装置の固定の状況および集合体の健全性を確認することができ、また輸送中に生ずる最大加速度は集合体の設計条件以下となることが確認できた。

### 7. おわりに

本開発の設計、製作については種々制約があったものの、綿密な調査、試作容器を用いた取り扱い確認試験等を経て輸送容器が開発できた。

輸送容器開発について、改めて、関係者との綿密な連携、実際の確認試験の重要性を強調したい。

なお、本開発において炉サイト、燃料加工メーカー等多数の関係者の協力を頂いたが、それらの協力があった開発できたものであり、ここで改めて感謝の意を表したい。