



平成11年8月11日  
日本原子力発電株式会社

### 敦賀発電所1号機のシュラウド取替工事計画に係る事前了解について

当社は、敦賀発電所1号機のシュラウド取替工事計画について、平成11年5月28日に福井県及び敦賀市ご当局へ「原子力発電所周辺環境の安全確保等に関する協定書」に基づく「事前了解願い」を提出しておりましたが、本日、福井県及び敦賀市ご当局より了解を賜りました。

今後は、関係ご当局をはじめ地元の皆様のご理解、ご協力を得て本計画を進めて参る所存です。

計画の概要については、別紙のとおりです。

以上

#### 【用語説明】

シュラウドとは原子炉圧力容器内において、原子炉冷却水の流路を形成するため、炉心の外周部に設置された円筒形のステンレス構造物をいう。

---

参 考 計画に係る経緯・工事計画認可の概要  
別 紙 敦賀発電所1号機 シュラウド取替工事計画について

(参 考)

<計画に係る経緯>

- 平成11年5月28日 福井県及び敦賀市ご当局へ「原子力発電所周辺環境の安全確保等に関する協定書」に基づく「事前了解願い」を提出
- 6月24日 電気事業法に基づき、工事計画認可申請書を通商産業大臣
- 8月5日 工事計画の認可を通商産業大臣より受領
- 8月11日 福井県及び敦賀市ご当局より「原子力発電所周辺環境の安全確保等に関する協定書」に基づく「事前了解」を受領

<工事計画認可の概要>

対象発電所名	敦賀発電所1号機
申請内容	<p>a. 炉心に係る次の事項</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 炉心支持構造物（シュラウド、シュラウドサポート、トップガイド、炉心サポート、周辺燃料支持金具）の材料および主要寸法の一部を変更。</li></ul> <p>b. 圧力容器に係る次の事項</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 圧力容器内部構造物（炉心スプレイスパージャリング、毒物注入スパージャリング、炉心スプレイ系配管、差圧検出／毒物注入系配管、炉内計測案内管、フローバッフル）の材料および主要寸法の一部を変更</li><li>・ 圧力容器付属構造物（炉内計測ハウジング）の主要寸法の変更</li></ul>
変更理由	<p>シュラウドの応力腐食割れに対する予防保全として、耐力腐食割れ性に優れた材料に取替えることにより一層の信頼性向上を図る。</p> <p>また、このシュラウド取替えの際、工法上取外し・取付けが必要となる部位は、シュラウドの取替えに合わせて耐力腐食割れ性に優れた材料に取替えることにより一層の信頼性向上を図る。</p>
強度評価	応力評価の結果、上記変更内容について、「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（通商産業省告示第501号）」を満足する。
工 程	平成11年9月～平成12年5月

## 敦賀発電所1号機 シュラウド取替工事計画について

### (1) 発電所名

敦賀発電所1号機

### (2) 施設名

シュラウド

### (3) 取替理由

敦賀発電所1号機のシュラウドは、海外や国内での応力腐食割れ（SCC）事象に鑑み、定期的な検査により健全性を確認するとともに、炉水への水素注入により腐食環境の緩和を実施するなど、これまでも予防保全に努めてきている。

今回、シュラウドの一層の信頼性向上の観点から、耐SCC性に優れた材料（SUS316L等）を使用したものに取替える。

### (4) 設置場所

敦賀発電所1号機 原子炉建屋 原子炉圧力容器内

### (5) 構造及び設備

シュラウドは原子炉圧力容器内において、原子炉冷却水の流路を形成するため、炉心の外周部に設置された円筒形の構造物である。

なお、取替えに際し材料はSUS316L等を使用するが基本的な構造や主要寸法に変更はない。

### (6) 取替工事期間

平成11年9月中旬～平成12年5月中旬（第26回定期検査時）

### (7) 工事概要

本工事はSCCに対する予防保全を目的として、シュラウド等を耐SCC性に優れた材料（SCC316L等）を使用したものに取替えるものである。

取替範囲は、国内外の損傷事例等を考慮してシュラウドを取替えるとともに、シュラウド取替の工法上取り外しが必要となるトップガイド、炉心サポート等とする。

工事期間は約240日を予定しており、主な手順は次の通りである。

- ・ 原子炉圧力容器内の化学除染を実施する。
- ・ 既設シュラウド等は、シュラウドサポート部で既設構造物から切り離し撤去する。撤去した既設シュラウド等は、保管容積を少なくするため更に切断する。
- ・ 新シュラウドの据付作業は、シュラウド等を炉内に吊降ろし、シュラウドサポート部で既設構造物と溶接にて接続する。

### (8) 線量当量低減対策

本工事では、化学除染、水中での遠隔作業及び炉壁遮へい板を設置する等の線量当量低

減対策を実施し、計画総線量当量を6人Svとする。

(9) 放射性廃棄物

取替えに伴い発生する放射性固体廃棄物のうち、放射能の高いシュラウド、トップガイド、炉心サポート等約39トン<sup>1</sup>は保管容積を少なくするため水中で更に切断し収納箱に入れ、1号機サイトバンカプール（水中）に保管する。

また、放射能の低いフローバツフル等約7トン<sup>2</sup>は気中で更に切断し鉄箱に収納し、固体廃棄物貯蔵庫に保管する。

添付資料1	<u>炉内機器の取替範囲及び構造</u>
添付資料2	<u>シュラウド取替工事の主要手順</u>
添付資料3	<u>施設の安全設計に関する説明</u>
添付資料4	<u>周辺環境への影響に関する説明</u>
添付資料5	<u>線量当量低減対策</u>
添付資料6	<u>シュラウド取替工事に係る補足説明資料</u>
参考資料1	<u>シュラウド取替工事工程</u>

## 炉内機器の取替範囲及び構造

### 1. 取替範囲

本工事にて取替える炉内機器は以下の通りであり、取替範囲を図 1-1 に示す。

(1) SCC に対する予防保全の観点から取替える機器。

#### 1. シュラウド

(フローバッフル及びシュラウドサポートリングを含む)

(2) 工法上取外しが必要となるために取替える機器

1. トップガイド
2. 炉心サポート
3. ガイドロッド
4. 炉心スプレイ配管
5. 炉内計測案内管
6. 炉内計測案内管スタビライザ
7. 差圧検出系&毒物(ほう酸)注入系配管
8. シュラウドサポート(ステンレス部)

### 2. 取替機器の材料、構造

(1) 材料

取替機器の材料は、耐 SCC 性に優れた以下の材料を使用する。

1. 板 材 : SUS316L  
SUS316 (C : 0.02% 以下)  
NCF600
2. 棒 材 : SUS316L
3. 管 材 : SUS316LTP
4. 鍛造品 : SUSF316L
5. 鋳造品 : SUS19A

(2) 主要機器の構造・寸法

表 1-1 に主要機器の主要寸法及び材料を示す。

なお、各機器の構造・主要寸法については、基本的に既設品と同一である。

---

図 1-1 取替範囲図

表 1-1 主要機器の主要寸法及び材料

取替範囲図

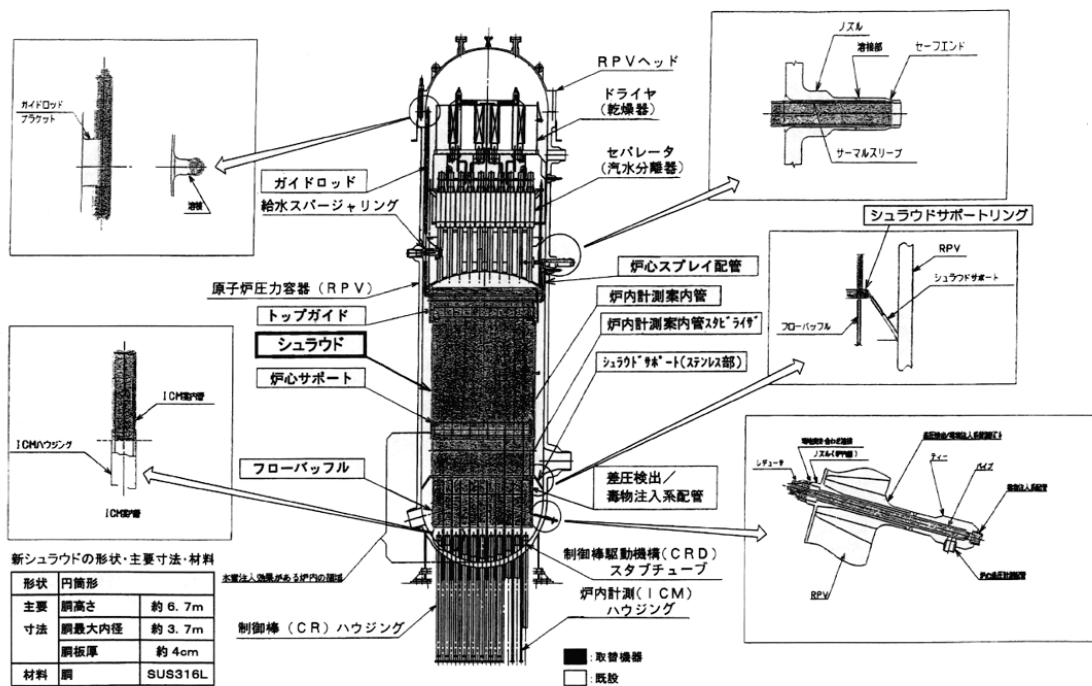


図 1 - 1 取替範囲図

表 1 - 1 主要機器の主要寸法及び材料

No	機器名	項目	仕様	既設品仕様(参考)	
1	シュラウド	種類	円筒形	同左	
		主要寸法	胴高さ	約6.7m	同左
			胴最大内径	約3.7m	同左
			胴板厚	約4cm	同左
		材料	胴	SUS316L	SUS27HP
			下部リグ	NCF600	-
個数	1	同左			
2	トップガイド	種類	格子形	同左	
		主要寸法	外径	約3.6m	同左
			高さ	約0.4m	同左
		材料	リム胴	SUS316L	SUS27HP
			グリッドプレート	SUS316L	SUS27CP
		個数	1	同左	
3	炉心サポート	種類	円板形	同左	
		主要寸法	外径	約3.4m	同左
			高さ	約0.5m	同左
		材料	リム胴	SUS316L	SUS27HP
			支持板	SUS316L	SUS27HP
			補強ビーム	SUS316	SUS27HP
個数	1	同左			
4	シュラウドサポート	種類	円錐形	同左	
		主要寸法	リング外径	約3.6m	約3.6m
			高さ	約3.0m 炉心底部(ベント) からの高さ	同左
		材料	リング	NCF600	SUS27
			シュラウドサポート上部	NCF600	SUS32
		個数	1	同左	

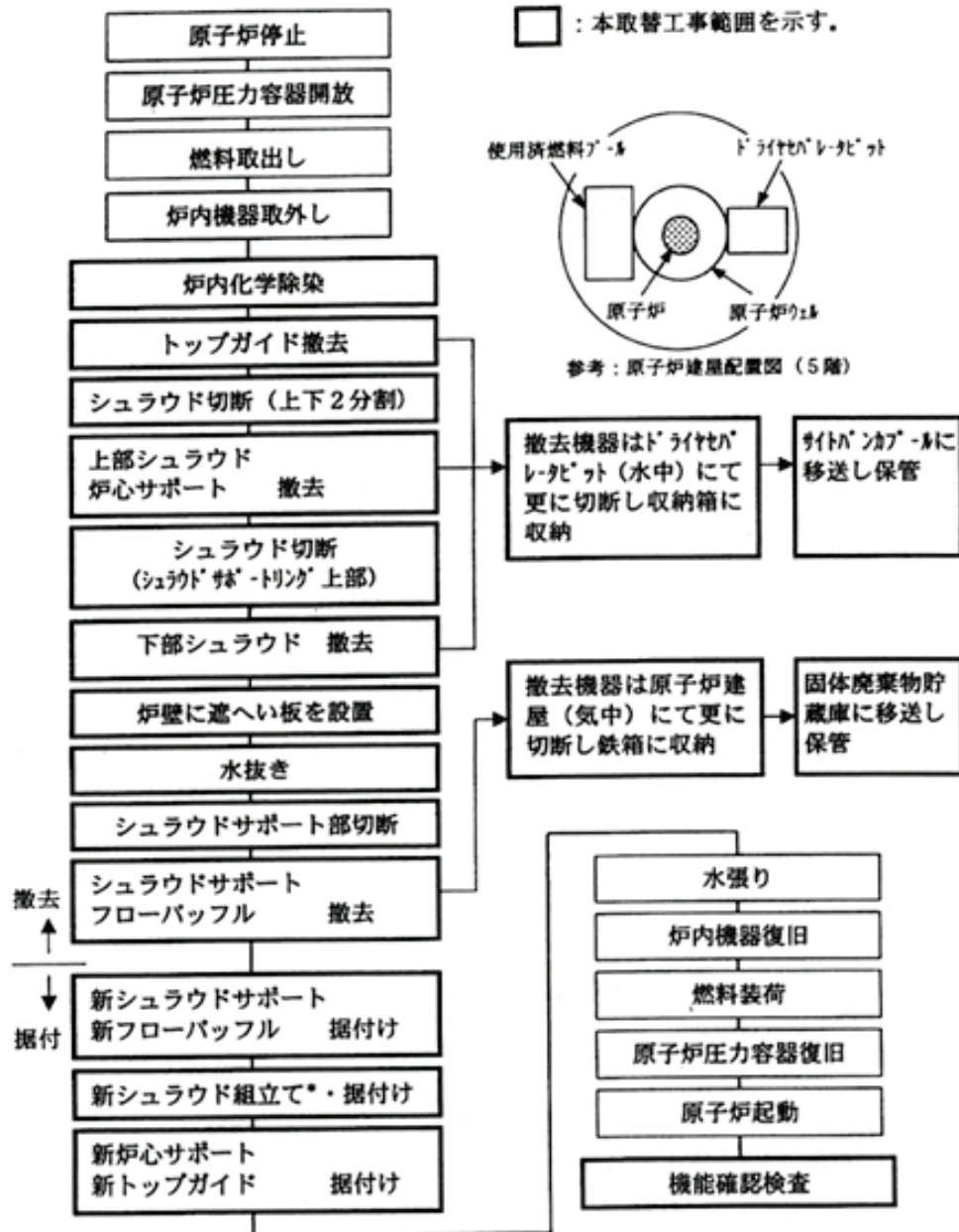
### シュラウド取替工事の主要手順

シュラウド取替工事の手順は次の通りである。

- ・ 原子炉圧力容器内の化学除染を実施する。
- ・ 水中で既設シュラウドを上下 2 分割に切断し、上部シュラウド等を撤去した後、シュラウドサポートリング上部を切断し下部シュラウドを撤去する。
- ・ 撤去した既設シュラウド等は原子炉隣のピット（ドライヤセパレータピット）に移動し、保管容積を少なくするため水中で更に切断する。
- ・ 新シュラウド等の据付け等は気中で行うため、炉壁に遮へい板を設置し放射線を遮へいする。
- ・ 気中において既設フローバツフル等をシュラウドサポート部で既設構造物から切り離し撤去する。
- ・ 新シュラウドの据付作業は、まず新フローバツフル等を炉内に吊降ろし、シュラウドサポート部で既設構造物と溶接にて接続する。
- ・ 新シュラウドは上下 2 分割で原子炉建屋内に搬入し、予め溶接により一体構造物に組立てた後、炉内に吊降ろしシュラウドサポートリングにて接続する。



シュラウド取替工事主要手順フロー



\*新シュラウドの組立ては原子炉建屋内で事前に実施する。

### 施設の安全設計に関する説明

シュラウドは原子炉圧力容器内において、原子炉冷却水の流路を形成するため、炉心の外周部に設置された円筒形のステンレス構造物である。

取替えに際し基本的な構造や主要寸法に変更はないことから、原子炉冷却水の流路等は変わらないため原子炉の安全設計に変更はなく、原子炉の安全に影響を与えるものではない。

また、その他、炉心サポート、トップガイド、炉心スプレイ配管、毒物（ほう酸水）注入系配管等の取替機器についても基本的な構造や主要寸法に変更はないことから、燃料集合体の支持機能、制御棒の挿入機能、炉心スプレイ系・毒物（ほう酸水）注入系の注入機能等は変わらないため原子炉の安全設計に変更はなく、原子炉の安全に影響を与えるものではない。

## 周辺環境への影響に関する説明

## 1. 放射性廃棄物

シュラウド取替工事で発生する炉内構造物の放射性固体廃棄物は、約46トンと推定される。

この内、炉心中央部で中性子照射により放射化され放射能が高いシュラウド、トップガイド、炉心サポート等約39トンは保管容積を少なくすため水中（ドライヤセパレータピット）で更に切断し収納箱に入れる。

収納箱のままでは線量当量率が高く輸送基準（ $2\text{mSv/h}$ 以下）を超えるため、遮へいを考慮した輸送容器に収納箱を入れ構内輸送し、1号機サイトバンカープール（水中）で保管する。これらの固体廃棄物は水中で保管するため、プール水の遮へい効果により、雰囲気線量当量率の上昇は極めて低い。

一方、炉心から離れており放射化の程度が低く放射能の低いフローバッフル等約7トンは更に気中で切断し、鉄箱に収納して、固体廃棄物貯蔵庫で保管する。

これら固体廃棄物の扱いは、固体廃棄物貯蔵庫で従来保管している固体廃棄物と同様である。

以上のことから、シュラウド取替工事による周辺環境への影響はない。

表4-1に主な廃棄物の発生量・保管場所を、図4-1に放射性固体廃棄物の保管場所の位置を示す。

表4-1. 主な廃棄物の発生量・保管場所

主な機器	発生量 (箱の容積)	保管場所
シュラウド	約39トン	サイトバンカープール
トップガイド	〔収納箱約27箱〕 約28m <sup>3</sup>	
炉心サポート		
フローバッフル	約7トン	固体廃棄物貯蔵庫
シュラウドサポート	〔鉄箱約8箱〕 約12m <sup>3</sup>	

## 2. 仮設建物における仮置について

(1) 使用済燃料プールプラグ、ドライヤセパレータピットプラグの仮置き  
本工事期間中に原子炉建屋5階の作業場所を保管するために、使用済燃料プールプラグ及びドライヤセパレータピットプラグを、1号機新廃棄物処理建屋横（管理区域）の仮設建物に仮置きする。

### (2) 炉壁遮へい板の仮置き

本工事にて炉壁に設置した遮へい板は、2号機原子炉補助建屋横の仮設建物（管理区域に設定）に仮置きし、汚染のないことを確認した後、発電所構外に搬出する。

尚、(1)(2) 項の仮置きによる周辺環境への影響はない。

---

図4-1 放射性固体廃棄物の保管場所

### 線量当量低減対策

本工事では、化学除染、水中での遠隔作業及びろ壁遮へい板を設置する等の線量当量低減対策を実施することにより、水抜き後の炉内中心部の目標線量当量率を $0.7\text{ mSv/h}$ 以下とし、計画総線量当量は $6\text{ 人Sv}$ としている。

なお、個人の計画線量当量は工事期間を通じて最大で $25\text{ mSv}$ 、1日あたり最大で $3\text{ mSv}$ に設定し管理する。

シュラウド取替工事に係る補足説明資料

1. シュラウド取替工事の主要ステップ

シュラウド取替工事の主要ステップ

ステップ(1)～(3)

ステップ(4)～(6)

ステップ(7)～(9)

2. シュラウド取替工事に採用する工法例

既設シュラウドの切断作業工法

新シュラウド据付時の自動溶接

3. 主要な取替機器の構造図

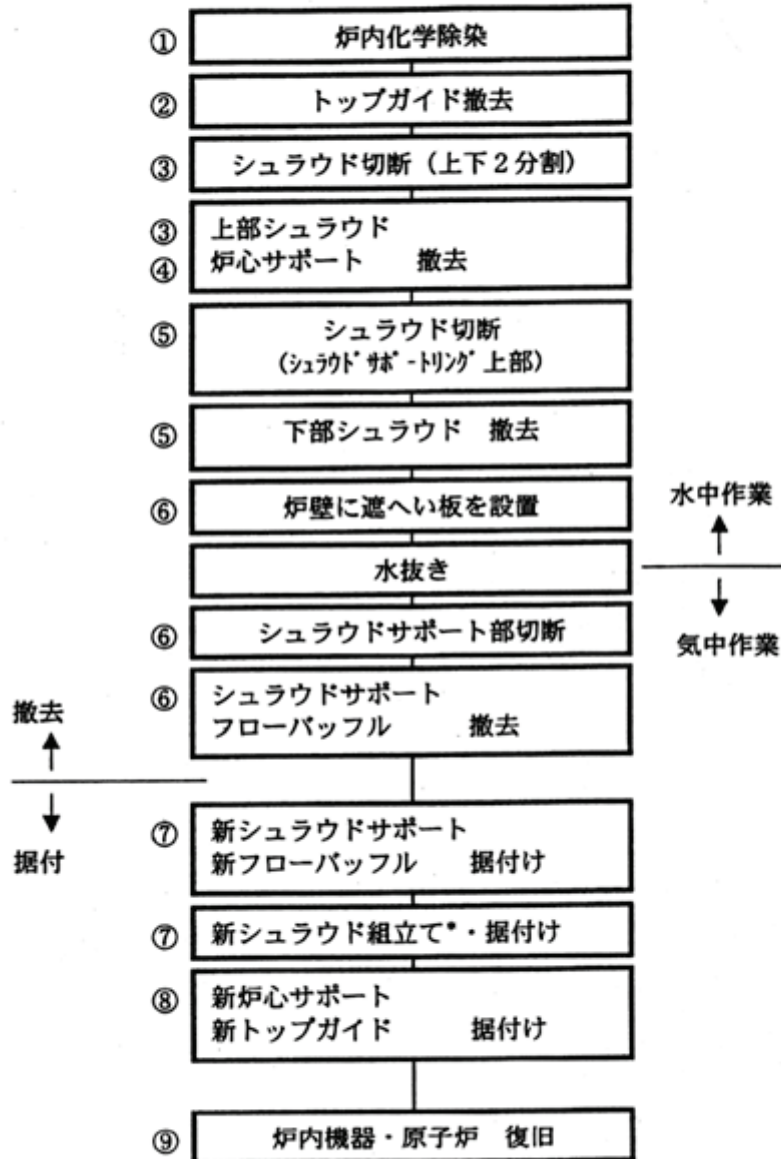
シュラウド構造図

トップガイド構造図

炉心サポート構造図

シュラウドサポート構造図

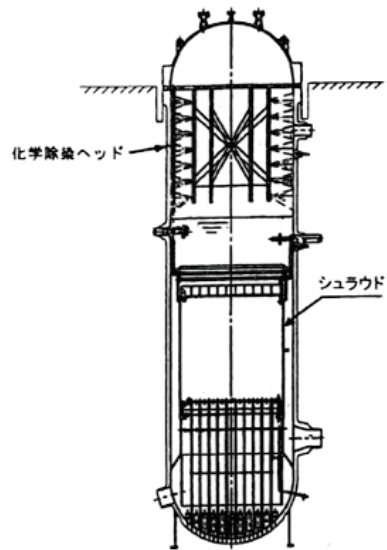
シュラウド取替工事の主要ステップ



丸数字は添付図の番号を示す。

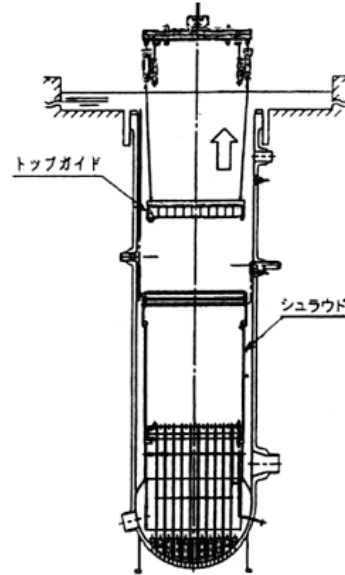
\*新シュラウドの組立ては原子炉建屋内で事前に実施する。

①炉内化学除染



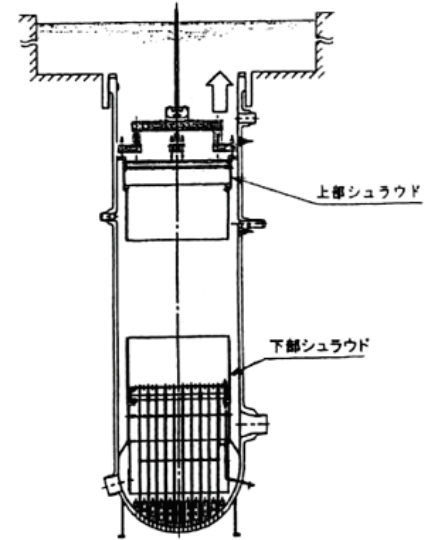
- ・燃料及び炉内機器を取外す。
- ・炉内の化学除染を実施する。
- ・炉上部は化学除染ヘッドにより除染水を吹き付け除染する。
- ・炉下部は還元・酸化剤を添加した除染水を循環させ除染する。

②トップガイド取外し



- ・トップガイドを取外し、搬出する。

③上部シュラウド取外し

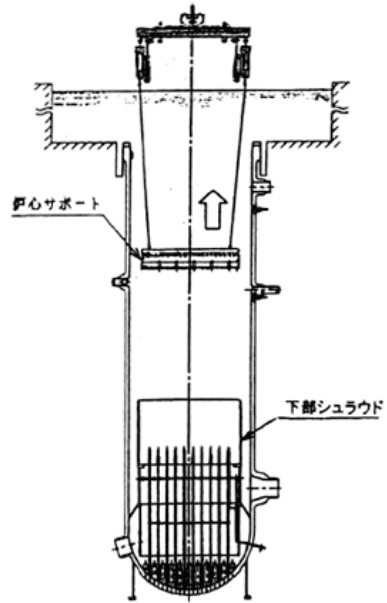


- ・既設のシュラウドの中央部をEDMにより切断する。
- ・上部のシュラウドを取外し、搬出する。

EDM(放電加工装置)

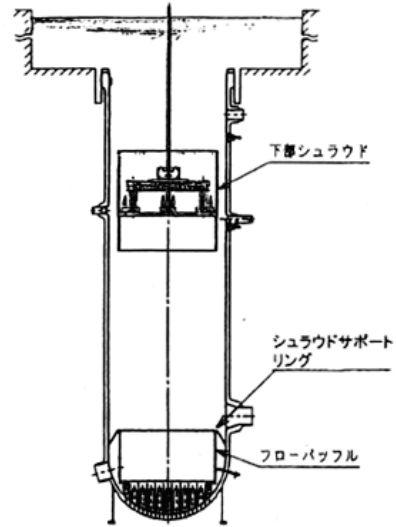


④ 炉心サポート取外し



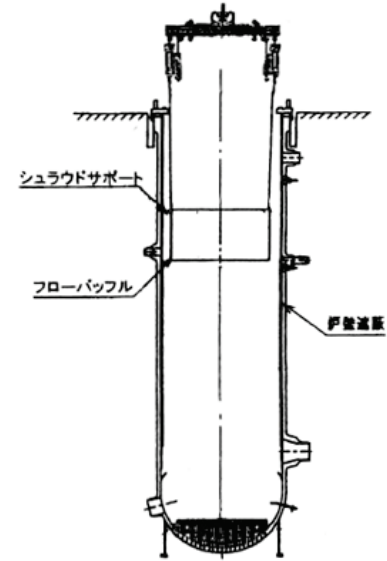
- ・炉心サポートを取外し、搬出する。

⑤ 下部シュラウド取外し



- ・シュラウドサポートリングの上部でシュラウドを切断する。
- ・下部シュラウドを取外し、搬出する。

⑥ 炉壁遮へい板設置  
及びシュラウドサポート、フローバツフル取外し

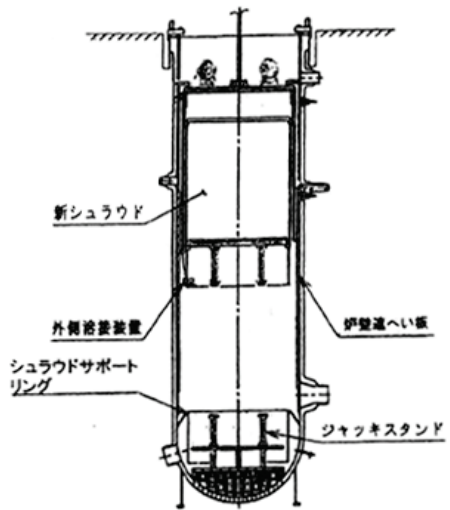


- ・炉壁に遮へい板を取付ける。
- ・炉内の水を抜く。
- ・シュラウドサポート部を切断し、シュラウドサポート及びフローバツフルを取外し、搬出する。

〔 炉壁遮へい板は長さ約8mで、その構造は、厚さ11cmの鉛板を厚さ0.5cmのステンレス板で挟み込んだもの 〕

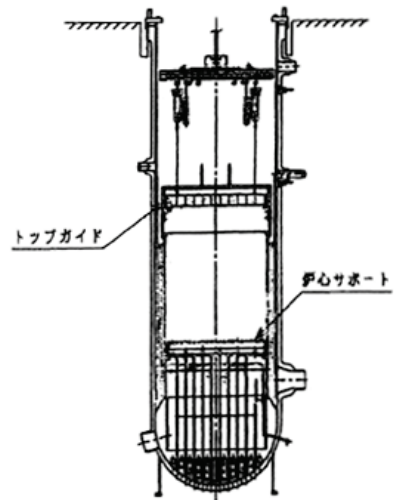
⑦新シュラウドサポート  
新フローパツフル 据付け

新シュラウド 据付け



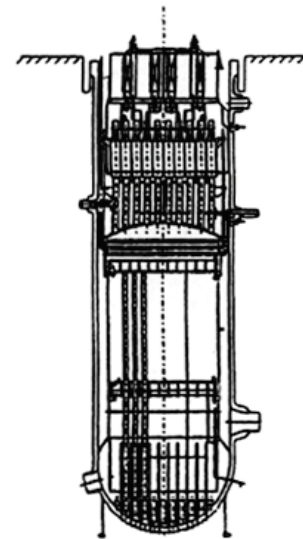
- ・新シュラウドサポート・新フローパツフル (一体もの)を溶接により据え付ける。
- ・炉内にジャッキスタンドを設置する。
- ・新シュラウドを溶接により据付ける。

⑧新炉心サポート  
新トップガイド 据付け



- ・新炉心サポート、新トップガイドを据付ける。

⑨炉内機器  
原子炉 復旧



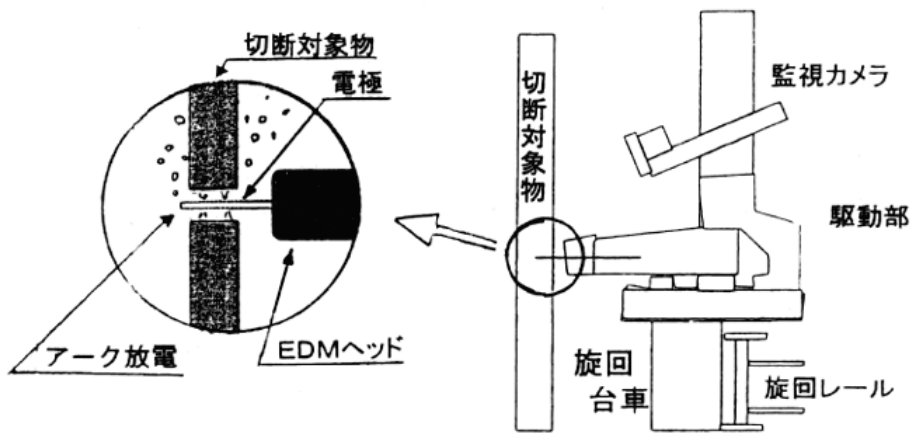
- ・炉内機器を復旧後、燃料を装荷し原子炉を復旧する。

## シュラウド取替工事に採用する工法例

### (1) 既設シュラウドの切断作業工法

#### 原子炉内(水中)でのシュラウド切断工法

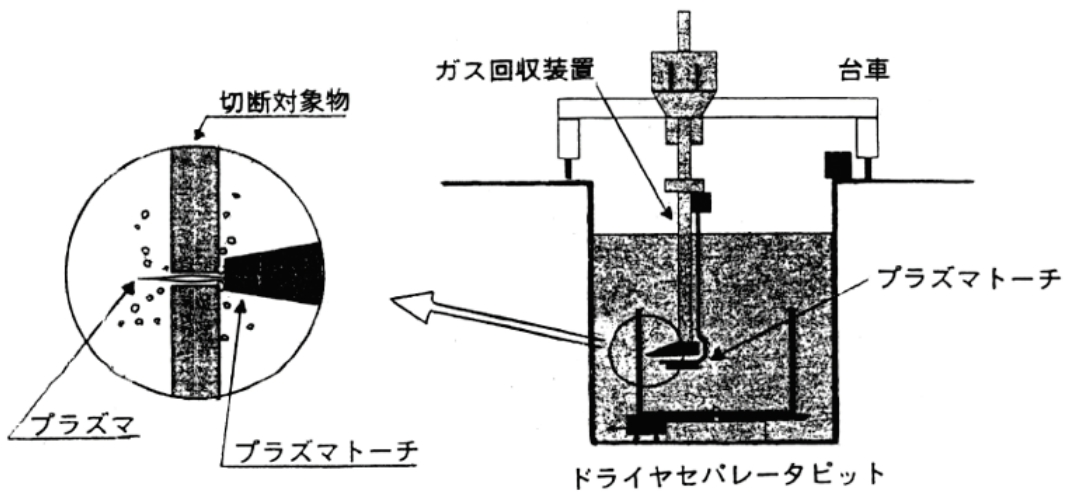
EDM(放電加工装置)とは、加工電極を水中でシュラウドと対向させ、アーク放電を繰り返すことによって切断する装置をいう。



EDM切断概念図

#### ドライヤセバレータビット(水中)での取外し機器の切断工法

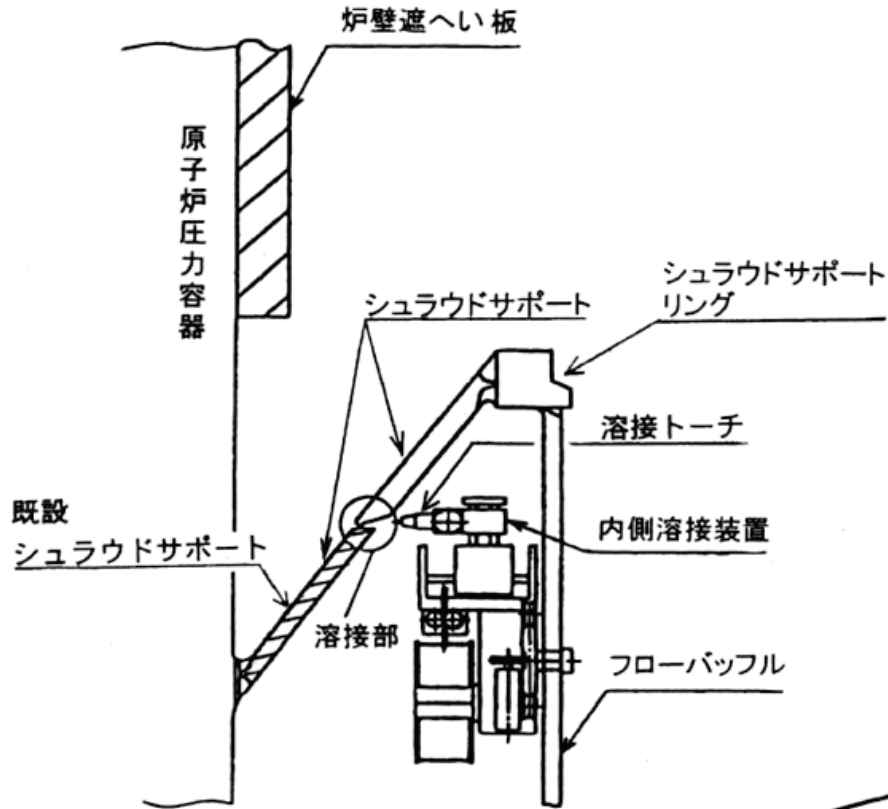
プラズマトーチとは、電極間で発生したプラズマを作動ガスによって安定化させ、被切断物を溶融し、切断する装置をいう。



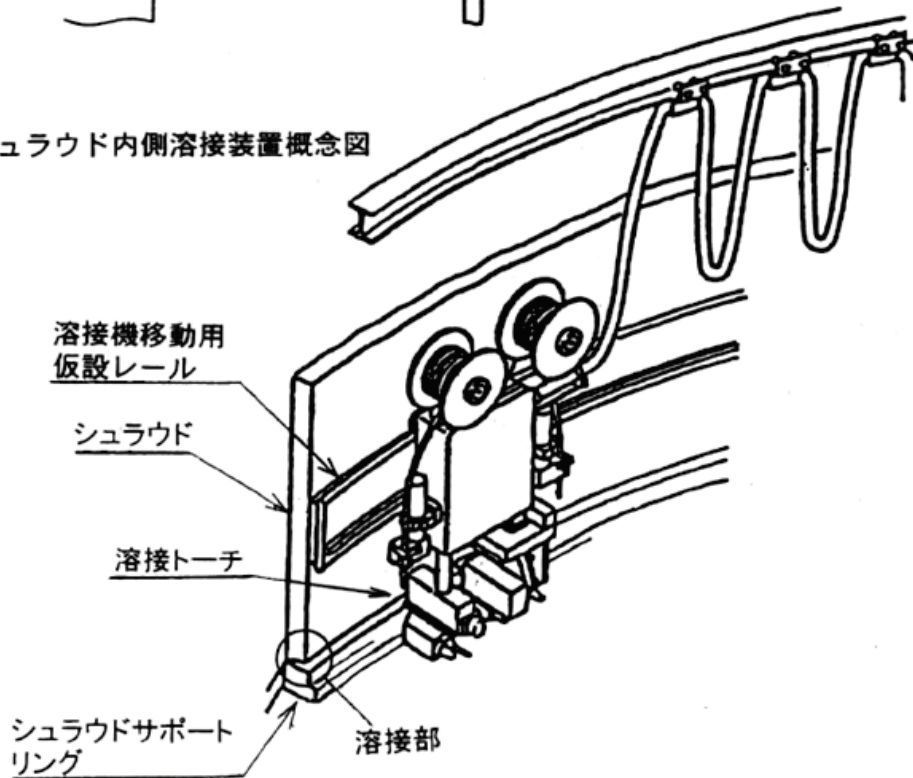
プラズマ切断概念図

## (2) 新シュラウド据付時の自動溶接

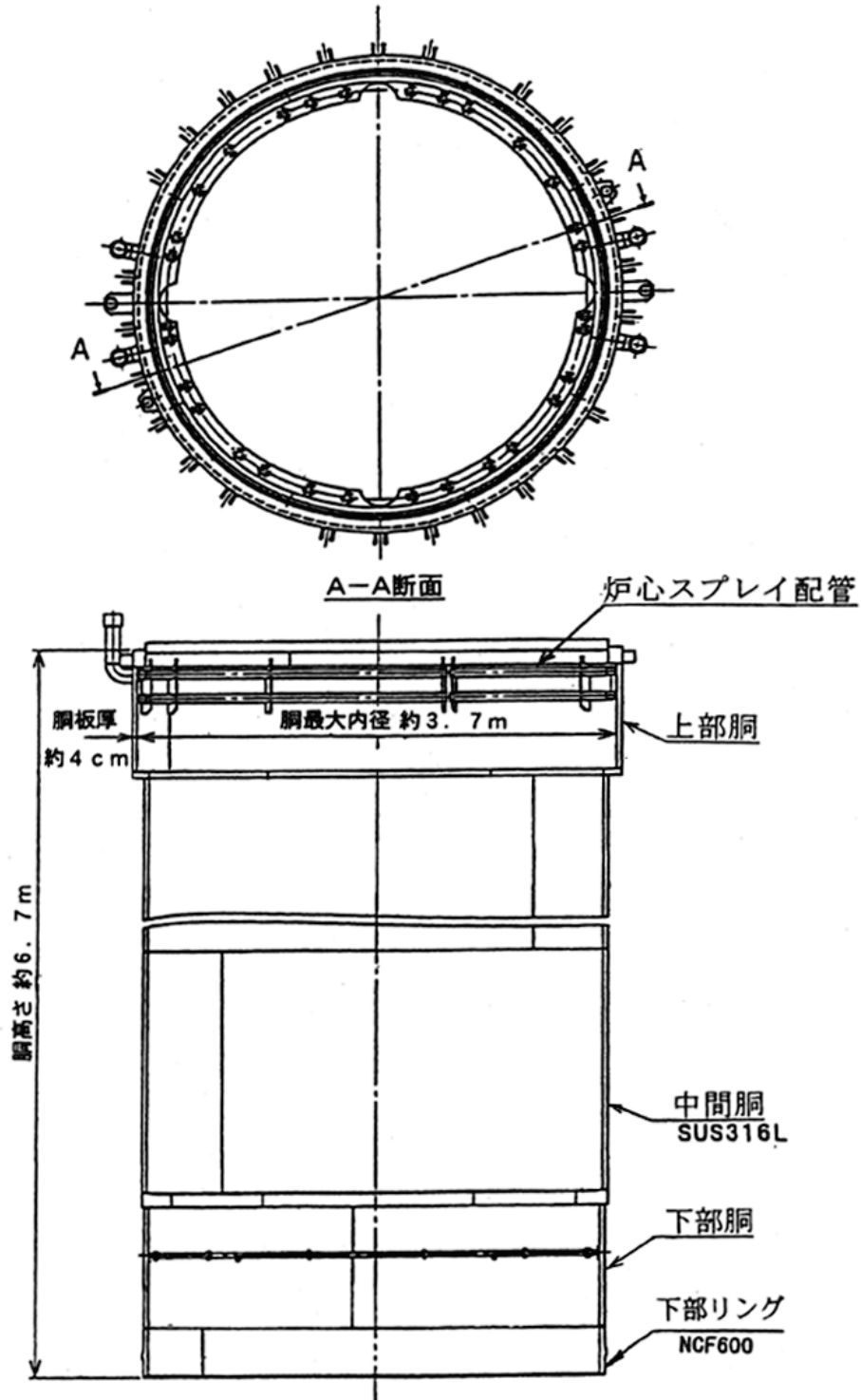
シュラウドサポート内側溶接装置概念図



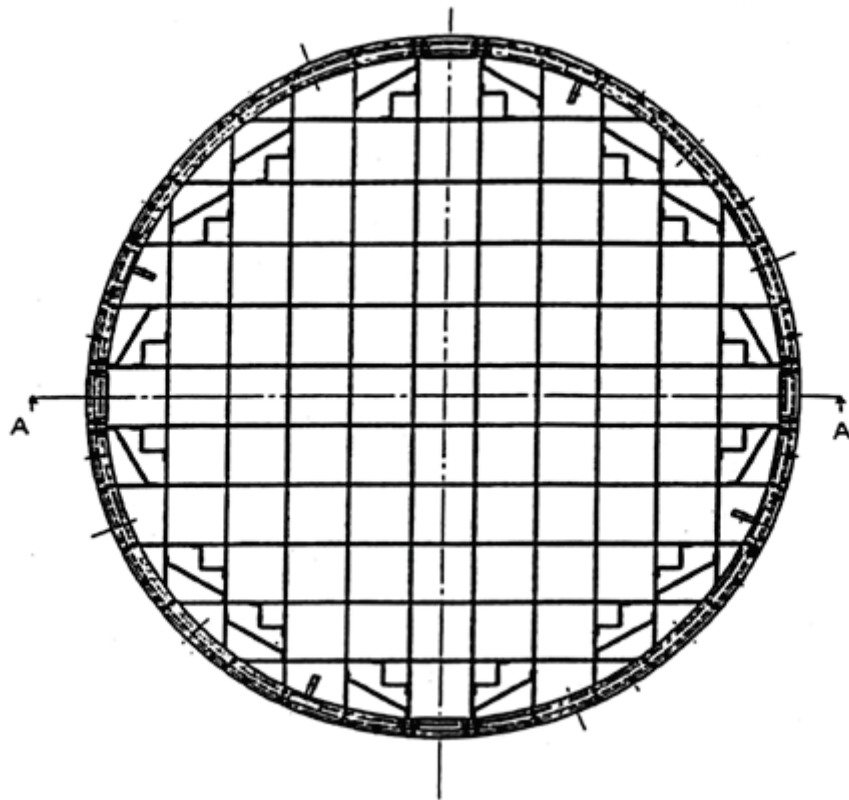
シュラウド内側溶接装置概念図



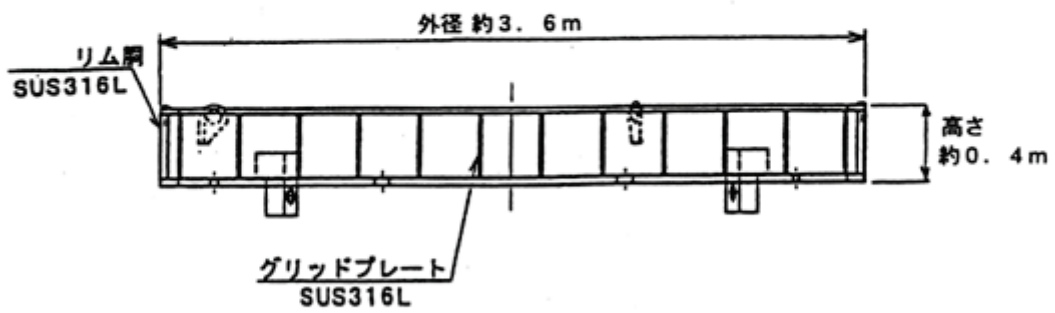
主要な取替機器の構造図



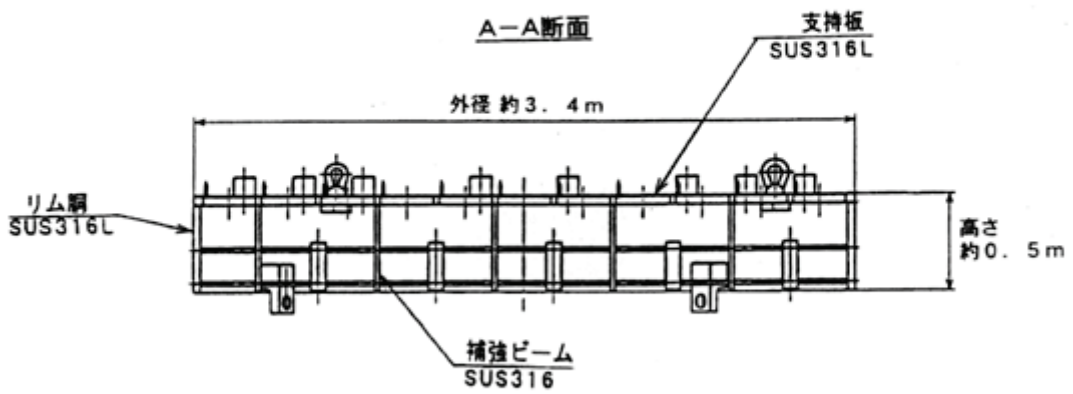
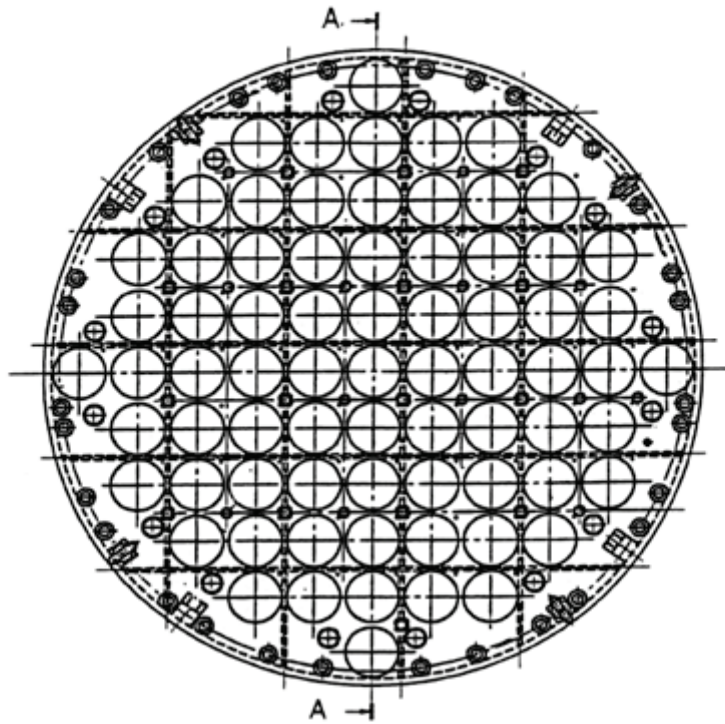
(1) シュラウド構造図



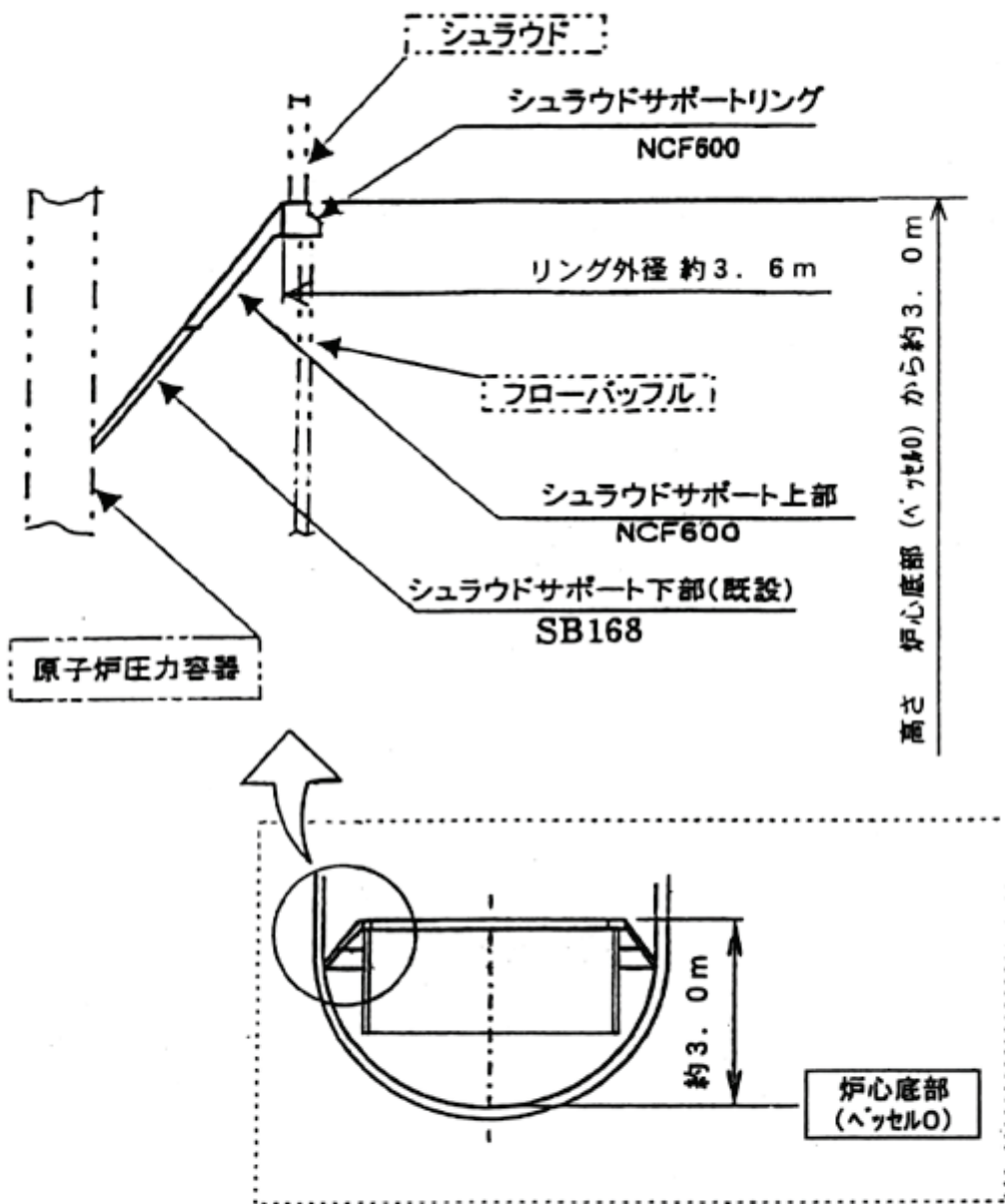
A-A断面



(2) トップガイド構造図



(3) 炉心サポート構造図



(4) シュラウドサポート構造図



シュラウド取替工事工程

