

# 炉心シュラウドにかかる 特殊設計施設認可について

平成15年10月2日  
原子力安全・保安院

# 炉心シュラウドの点検結果及び健全性評価

	ひび割れの発生部位	ひび割れの状況	ひび割れの進展	健全性評価結果	事業者が行う対策
柏崎刈羽 1号機	中間部リングのアライブケットと上部格子板用ベースの直下に9カ所		停留	健全性に影響を及ぼすものではない (第7回健全性小委、資料7-1)	-
	中間胴 H4	内側1カ所 外側3カ所	停留せず	十分な強度を有しているうちに補修 (同上)	ひび割れ除去工事 (実施中)
柏崎刈羽 2号機	上部リングのシュラウドヘッドホルブケットの直下に1カ所		停留	健全性に影響を及ぼすものではない (第7回健全性小委、資料7-1)	-
	中間胴 V16	外側1カ所 (上部縦溶接線近傍)	停留せず	十分な強度を有しているうちに補修 (同上)	ひび割れ除去工事 (準備中)
	下部リング H6a	外側ほぼ全周に断続的に存在	停留	適切な頻度で点検が必要 (同上)	特殊施設設計認可 申請(予定)
	サポートリング H7	内側ほぼ全周に断続的に存在	停留せず	十分な強度を有しているうちに補修 (同上)	ひび割れ除去工事 (実施中)
柏崎刈羽 3号機	下部リング H6a	外側ほぼ全周に点在	停留	適切な頻度で点検が必要 (第5回健全性小委、資料5-1)	特殊施設設計認可 申請(審査中)
	サポートリング H7	内側ほぼ全周に断続的に存在	停留せず	十分な強度を有しているうちに補修 (同上)	ひび割れ除去工事 (完了)
柏崎刈羽 4号機	なし	-	-	-	-
柏崎刈羽 5号機	中間胴 H4, V14	内側2カ所 (うち1カ所は中間胴上部縦溶接線近傍)	停留せず	十分な強度を有しているうちに補修 (第9回健全性小委、資料9-1)	ひび割れ除去工事 (審査中)
柏崎刈羽 6号機	なし	-	-	-	-
柏崎刈羽 7号機	なし	-	-	-	-

## 特殊設計施設認可(特認)とは

- 発電用原子力設備に関する技術基準に定めがない特殊な設計等を用いる場合には、事業者は当該設計等について個別に経済産業大臣の認可（特殊設計施設認可）を受けることによって施設することができる。

発電用原子力設備に関する技術基準（昭和40年通商産業省令第62号）

（特殊な設計による施設）

第3条 特別の理由により、経済産業大臣の認可を受けた場合は、この省令の規定によらないで原子炉および蒸気タービンならびにこれらの附属設備を施設することができる。

2 前項の認可を受けようとする者は、その理由および施設方法を記載した申請書に關係図面を添付して申請しなければならない。

電気事業法（昭和三十九年法律第百七十号）

（事業用電気工作物の維持）

第三十九条 事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物を経済産業省令で定める技術基準に適合するように維持しなければならない。

2 略

（注：発電用原子力設備は、事業用電気工作物に含まれる。）

## 炉心シュラウドの特認手続きの状況

### 東北電力(株)女川原子力発電所第1号機

申請日:5月21日

進展評価対象:H2外側(12箇所)、H6a外側(ほぼ全周)

認可日:7月3日

### 中部電力(株)浜岡原子力発電所第4号機

申請日:6月11日

進展評価対象:H6a外側(ほぼ全周)、H7内側(ほぼ全周)、H7胴部内側(1箇所)

認可日:7月15日

### 中国電力(株)島根原子力発電所第2号機

申請日:7月7日

進展評価対象:H4内側(1箇所)

認可日:7月25日

### 中部電力(株)浜岡原子力発電所第3号機

申請日:9月1日

進展評価対象:H4内側(2箇所)、H6a外側(ほぼ全周)、H7a内側(ほぼ全周)、H7b内側(6箇所)

審査中

### 東北電力(株)女川原子力発電所第2号機

申請日:9月10日

進展評価対象:H7内側(ほぼ全周)

審査中

### 東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所第3号機

申請日:9月12日

進展評価対象:H6a外側(ほぼ全周)

審査中

## 炉心シュラウドにかかる工事計画届出の状況

東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所第3号機

届出日: 3月28日

切削部位: H7a内側(全周)

工事開始日: 4月17日

東京電力(株)福島第一原子力発電所第4号機

届出日: 4月1日

切削部位: H4内側(1箇所)

工事開始日: 4月17日

東京電力(株)福島第二原子力発電所第3号機

届出日: 4月25日

切削部位: H3内側(2箇所), H4内側(1箇所)

工事開始日: 5月20日

東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所第2号機

届出日: 5月16日

切削部位: H7a内側(全周), V16外側(1箇所)

工事開始日: 7月28日

東北電力(株)女川原子力発電所第1号機

届出日: 5月21日

切削部位: H2外側(1箇所)

工事開始日: 6月10日

東京電力(株)福島第二原子力発電所第4号機

届出日: 6月13日

切削部位: H3内側(3箇所), H4内と外(各1箇所)

工事開始日: 7月31日

東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所第1号機

届出日: 7月10日

切削部位: H4内側(1箇所)、外側(3箇所)

工事開始日: 8月26日

中部電力(株)浜岡原子力発電所第3号機

届出日: 8月8日

切削部位: H7b内側(1箇所)

工事開始日: 未着手

東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所第5号機

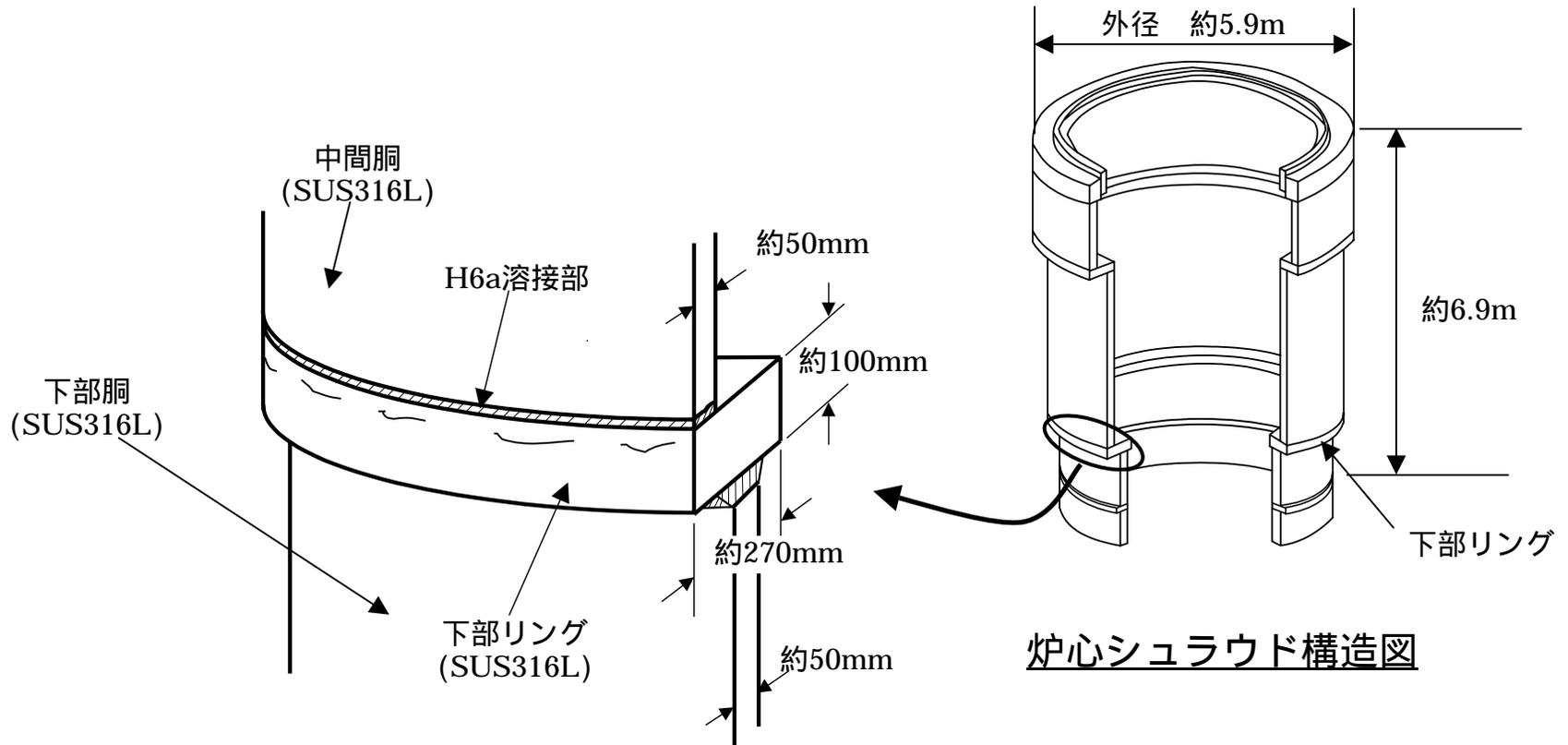
届出日: 9月30日

切削部位: H4内側(1箇所), V14内側(1箇所)

工事開始日: 未着手

# 柏崎刈羽原子力発電所第3号機特認申請の概要

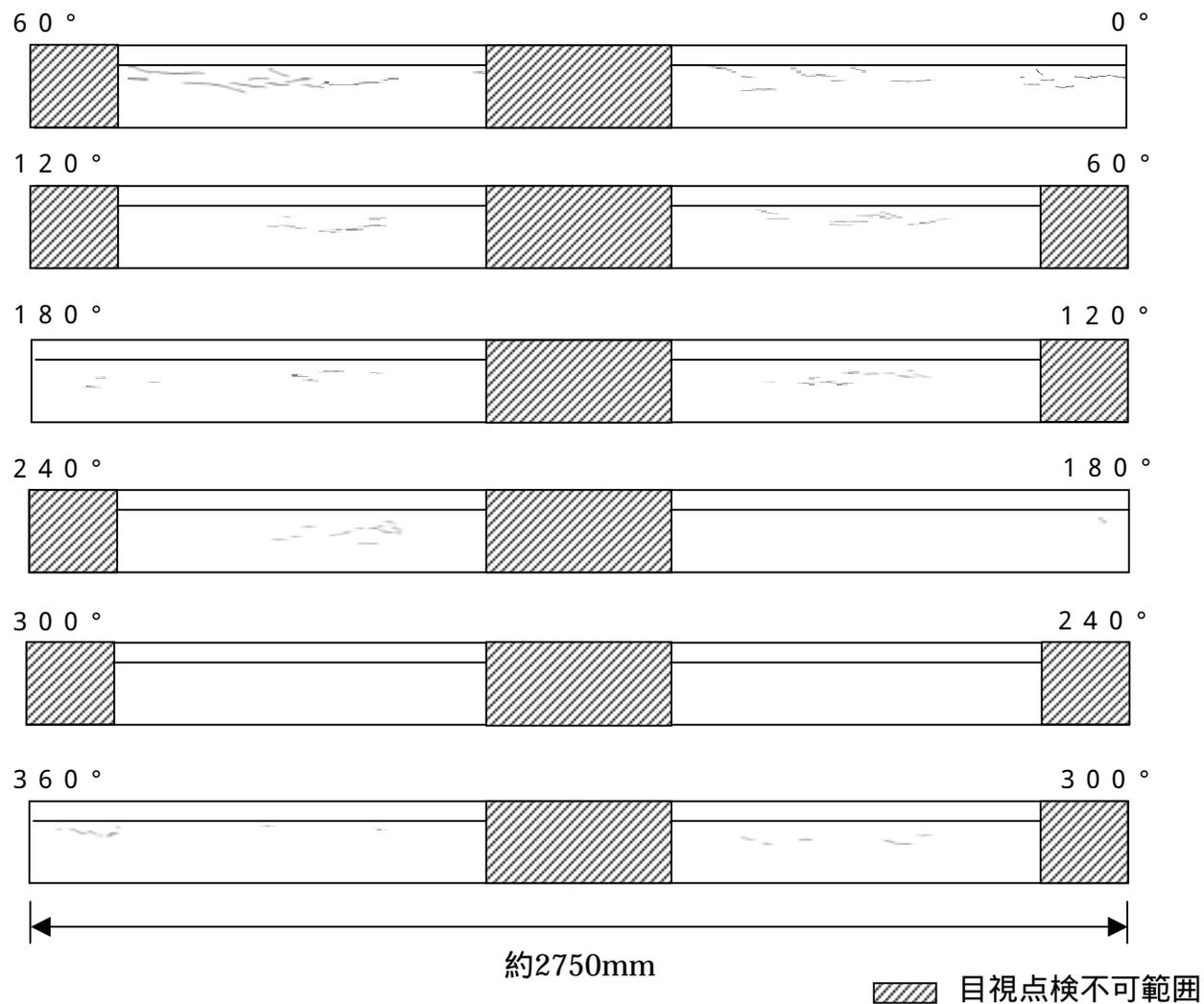
## ひび割れの発生状況(1)



SUS316L : オーステナイト系ステンレス鋼

# ひび割れの発生状況(2)

【目視点検結果(VT)】

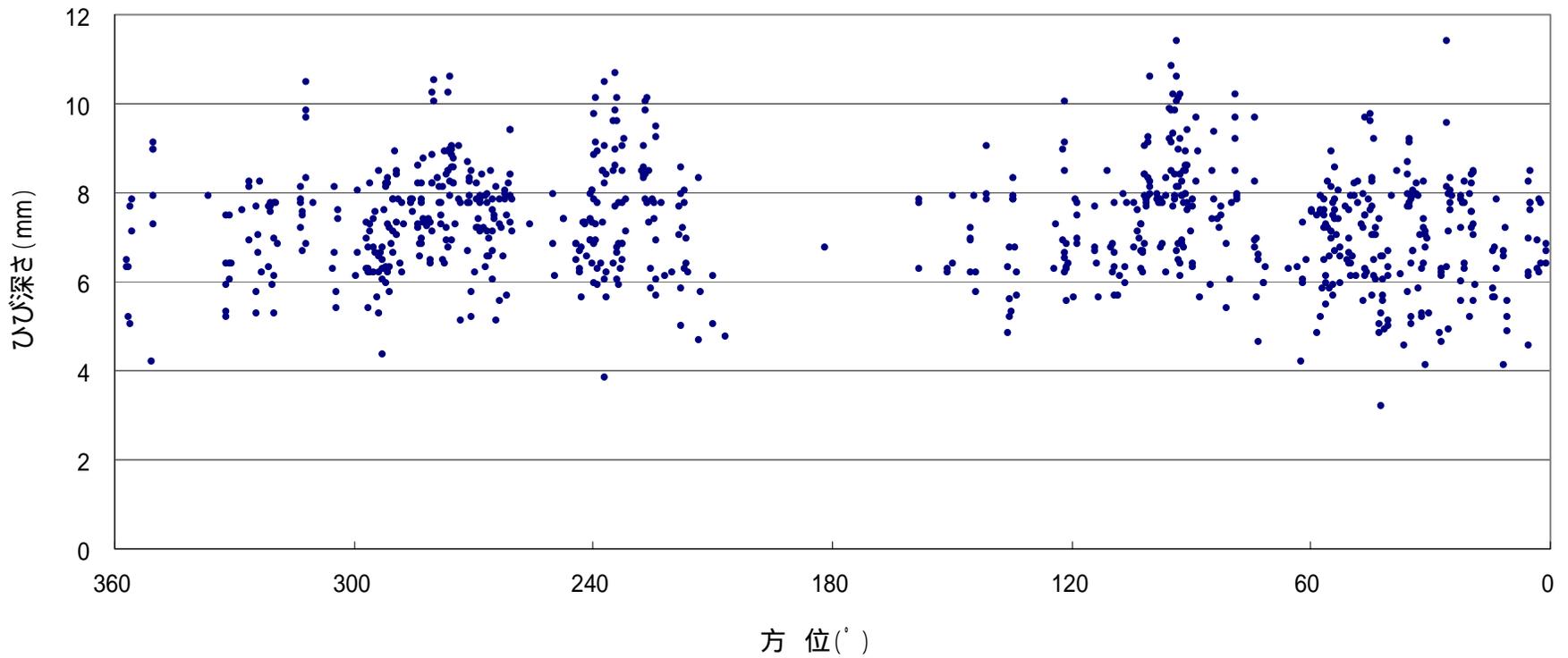


# ひび割れの発生状況(3)

【超音波探傷結果(UT)】

最大深さ11.4mm

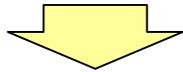
最大深さ11.4mm



評価点数約4100  
指示点数約800

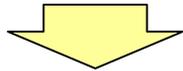
# ひびの進展評価の流れ

ひびの状況の把握



ひびの進展評価

- ・初期ひび形状を設定
- ・残留応力分布を解析
- ・応力拡大係数を算出
- ・5年後のひびの進展を評価



両者の比較により、  
5年後でも構造強度が  
保たれることを確認

現行の技術基準には進展評価  
手法についての定めがない

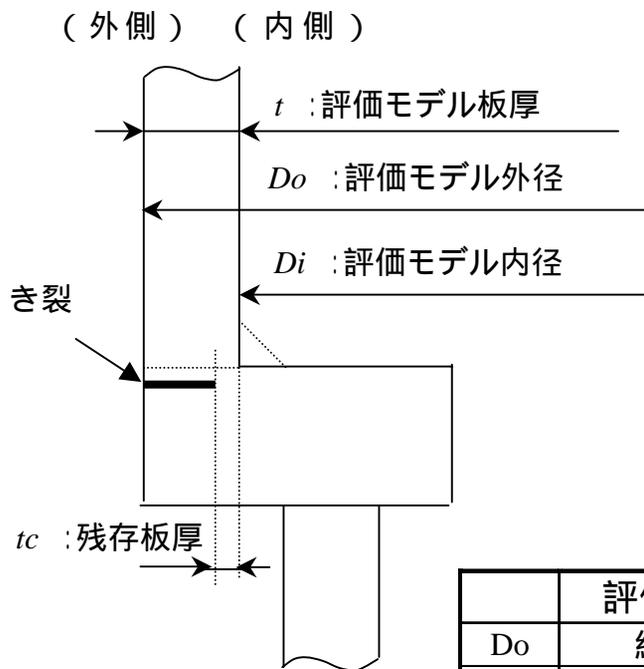


特殊設計認可が必要

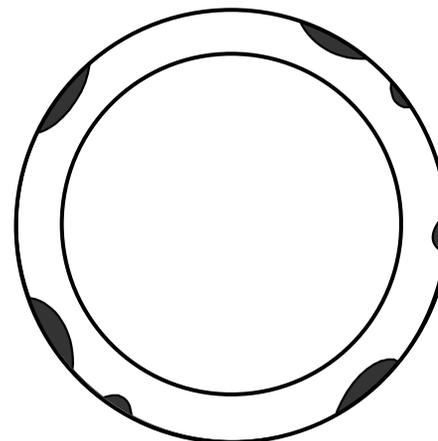
技術基準で定める構造強度  
が保たれる必要残存面積を算出

構造強度は、省令第62号「発電用原子力  
設備に関する技術基準を定める省令」にお  
いて定められている。

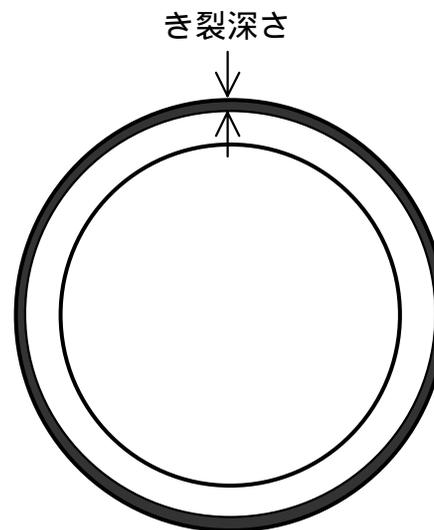
# 評価モデルの概要 (1)



	評価モデル寸法
$Do$	約 5 . 3 m
$Di$	約 5 . 2 m
$t$	5 0 . 8 mm

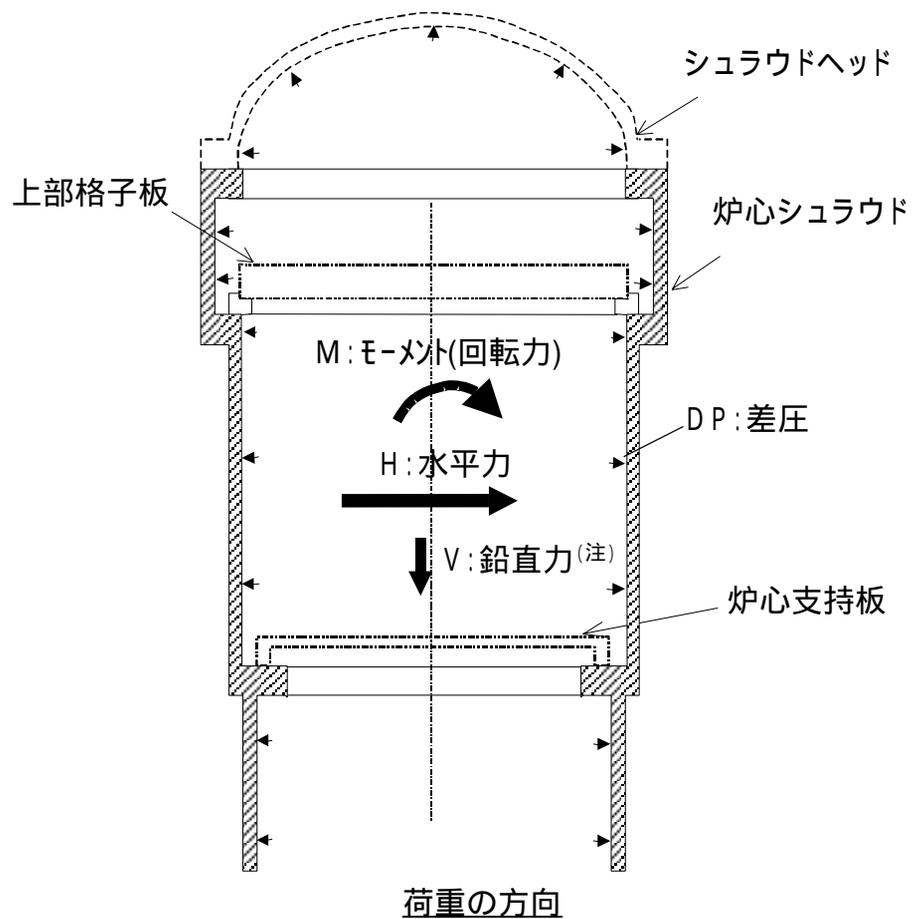


実際のひびのイメージ



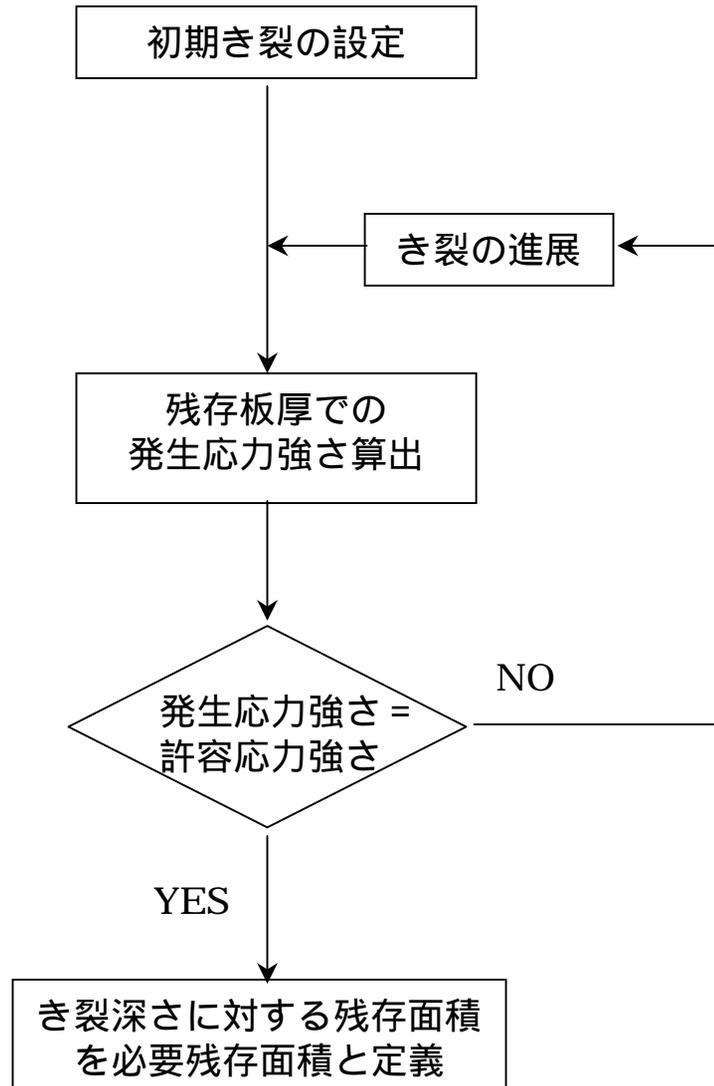
評価モデル

## 評価モデルの概要(2)

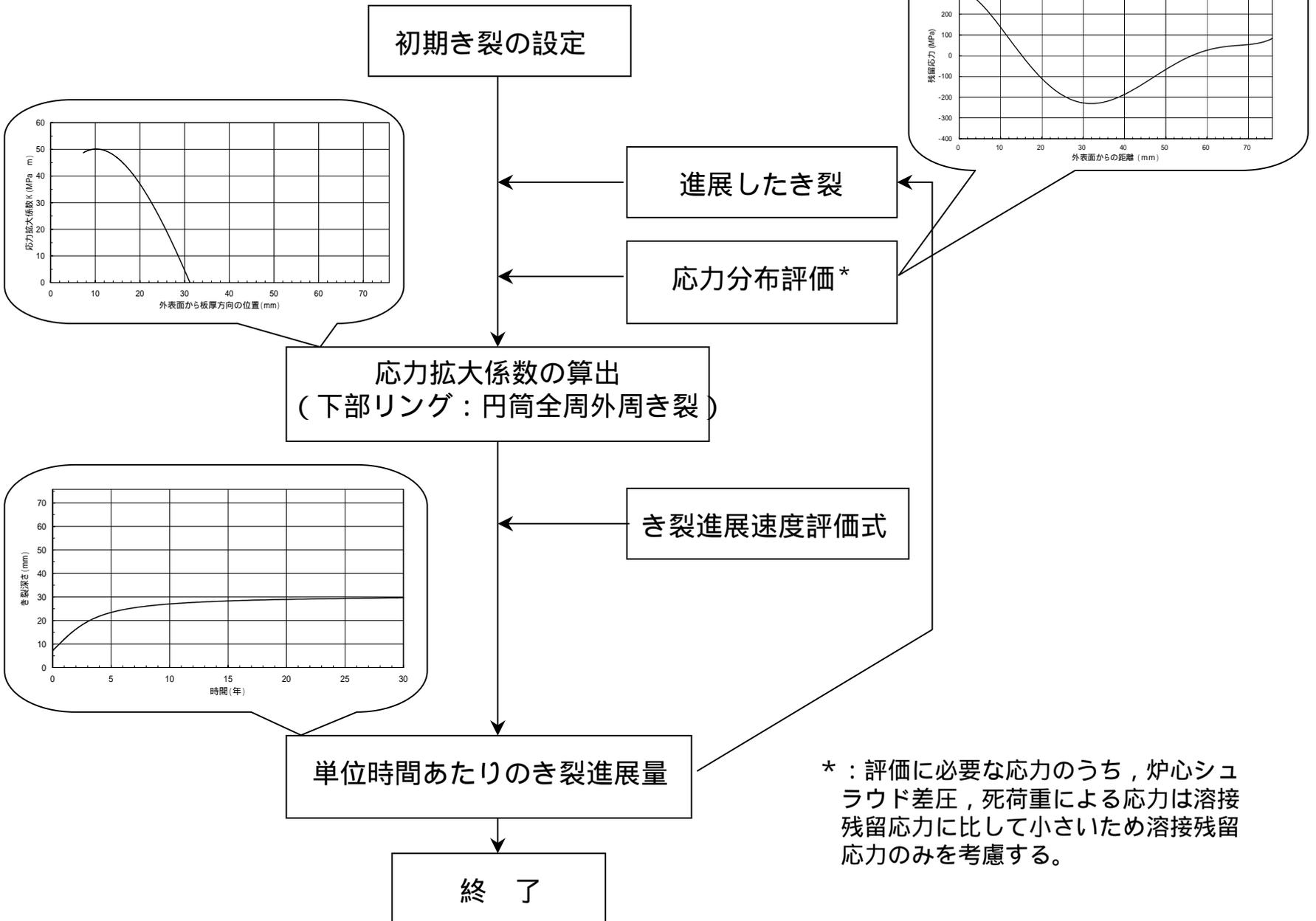


(注) 鉛直力(V)は死荷重( $V_{DL}$ )と鉛直の地震荷重( $U_S$ )の和である。

# 必要残存面積の算出

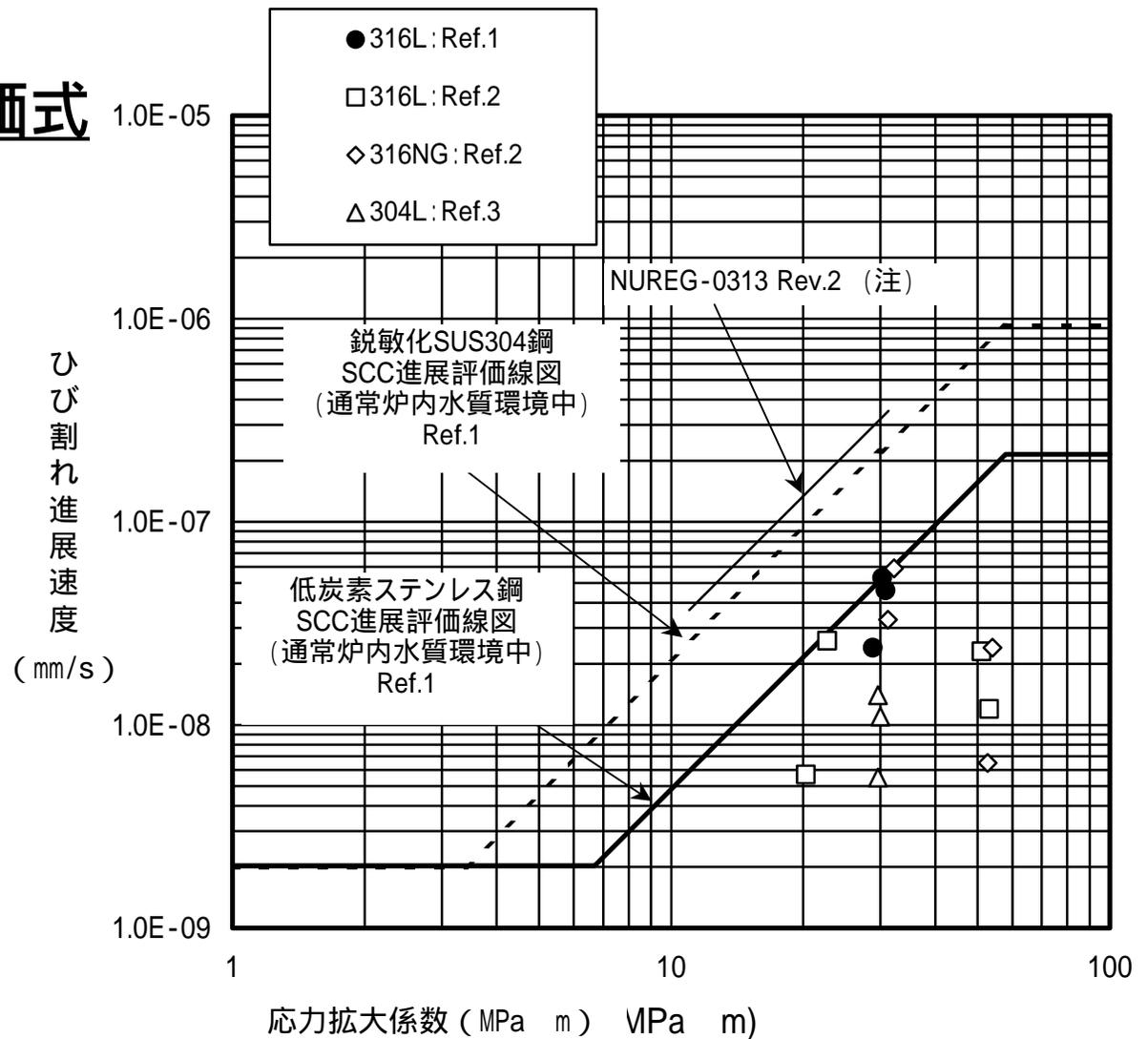


# ひび割れの進展評価手順



\*：評価に必要な応力のうち、炉心シュラウド差圧、死荷重による応力は溶接残留応力に比して小さいため溶接残留応力のみを考慮する。

# ひび割れの進展評価式

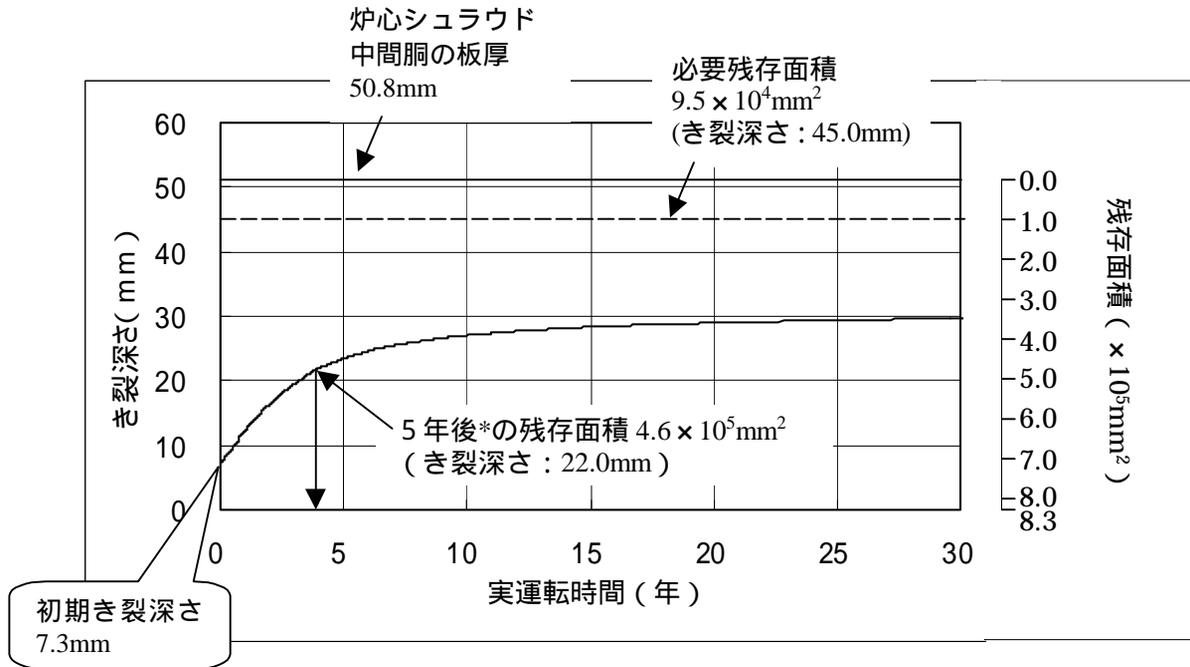


低炭素ステンレス鋼のSCC進展速度線図

- Ref.1) (社)火力原子力発電技術協会、BWR炉内構造物点検評価ガイドライン[炉心シュラウド]、JBWR-VIP-04、平成13年11月。  
 Ref.2) 生田目、鈴木、田中、伊藤、国谷、島貫、“BWR炉内環境中でのオーステナイト系ステンレス鋼のSCC進展速度と評価線図の提案、”(社)日本機械学会2002年度年次大会講演論文集(Ⅰ)、2933、pp.441-442、2002年9月。  
 Ref.3) 共同研究報告書「低炭素系ステンレス鋼の耐IGSCC評価研究」、平成12年度上半期(最終報告書)、平成12年9月。

(注) NUREG-0313 Rev.2のSCC進展速度線図は、鋭敏化SUS304について定めたものである。

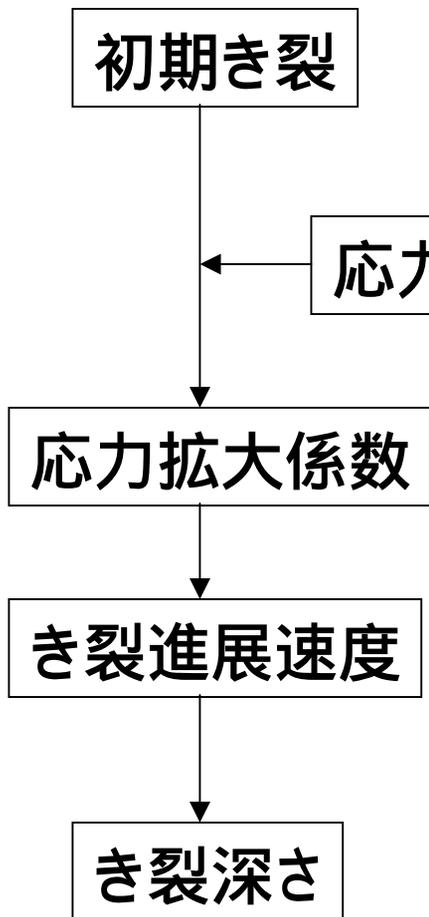
# ひび割れ評価結果



注記 \* : プラント稼働率 80%を仮定  
(実運転時間 = 暦年  $\times$  80%)

# 柏崎刈羽原子力発電所第3号機 特認審査の方針

## 評価の流れ



## 審査のポイント

き裂深さの平均値を全周き裂モデル化していることの妥当性

解析に用いた解析コード、解析方法、近似値の妥当性

評価に用いた規格とその適用範囲の妥当性

速度評価に用いた評価式の妥当性

確認計算による計算結果の妥当性評価

## 健全性評価小委員会における検討

東京電力(株)は、柏崎刈羽原子力発電所 3 号機の炉心シュラウド下部リング溶接部 (H 6 a 溶接部) 近くで検出されたひび割れについて、特殊設計施設認可を申請。

その同じ部位で検出されたひび割れについては、以下の健全性評価小委員会において検討。

### 東京電力(株)

柏崎刈羽原子力発電所 3 号機 (第 5 回健全性評価小委員会)

柏崎刈羽原子力発電所 2 号機 (第 7 回健全性評価小委員会)

### 東北電力(株)

女川原子力発電所 1 号機 (第 5 回健全性評価小委員会)

### 中部電力(株)

浜岡原子力発電所 3 号機 (第 9 回健全性評価小委員会)

浜岡原子力発電所 4 号機 (第 5 回健全性評価小委員会)

# 炉心シュラウド特認の審査事例

## 中部電力(株)浜岡原子力発電所 4号機の例

『ひび割れの進展評価』について、平成15年6月11日に申請



確認計算等をもとに審査

- ・評価手法
- ・評価結果



平成15年7月15日に、下記を条件として認可

- \* ひび割れの進展状況を監視する
- \* それをもとに評価結果を再確認する