

# 東京電力（株）福島第一原子力発電所 1～4号機原子炉建屋の健全性について

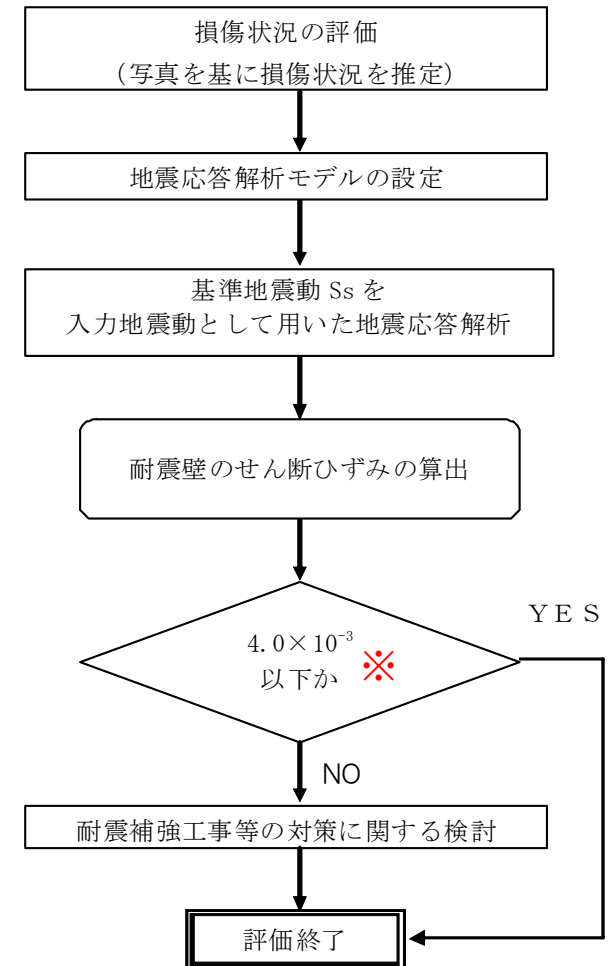
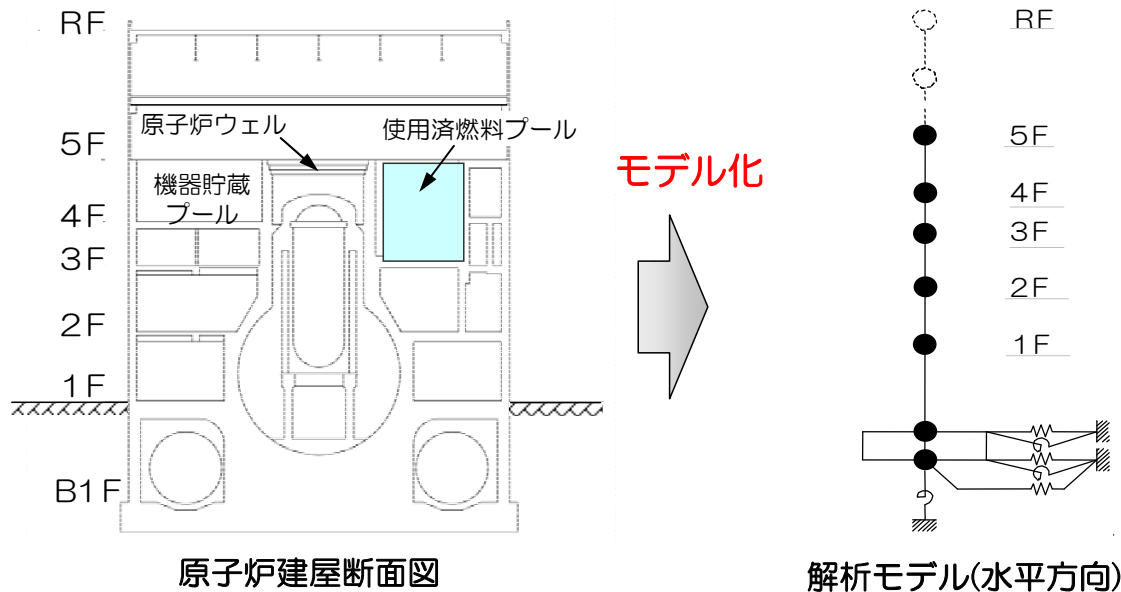
## 概要

本報告内容は、これまで「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第67条第1項の規定に基づく報告の徴収について」（平成23年4月13日）に基づき、福島第一原子力発電所の原子炉建屋の現状の耐震安全性および補強等に関する検討を実施してきたものであり、経済産業省原子力安全・保安院に提出したものである。

# 原子炉建屋の健全性の評価方法について

## ○質点系モデル解析（対象：1号機、2号機、3号機、4号機）

損傷状況を質点系モデル（右下）に反映し、基準地震動 $S_s$ による時刻歴応答解析を実施し、耐震壁がせん断破壊する終局状態に至るかどうかについて検討



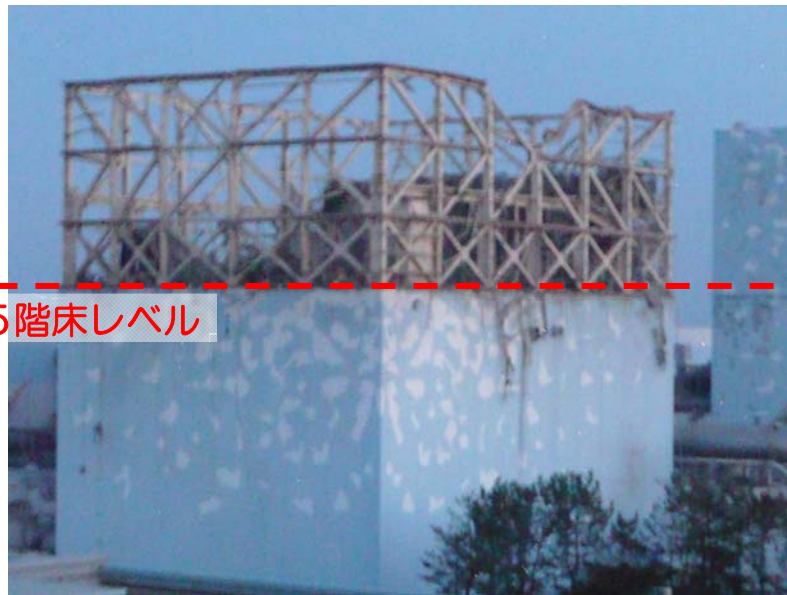
原子炉建屋の地震応答解析評価フロー

※ J E A G 評価基準値

# 1号機原子炉建屋の耐震安全性評価 ～概要～

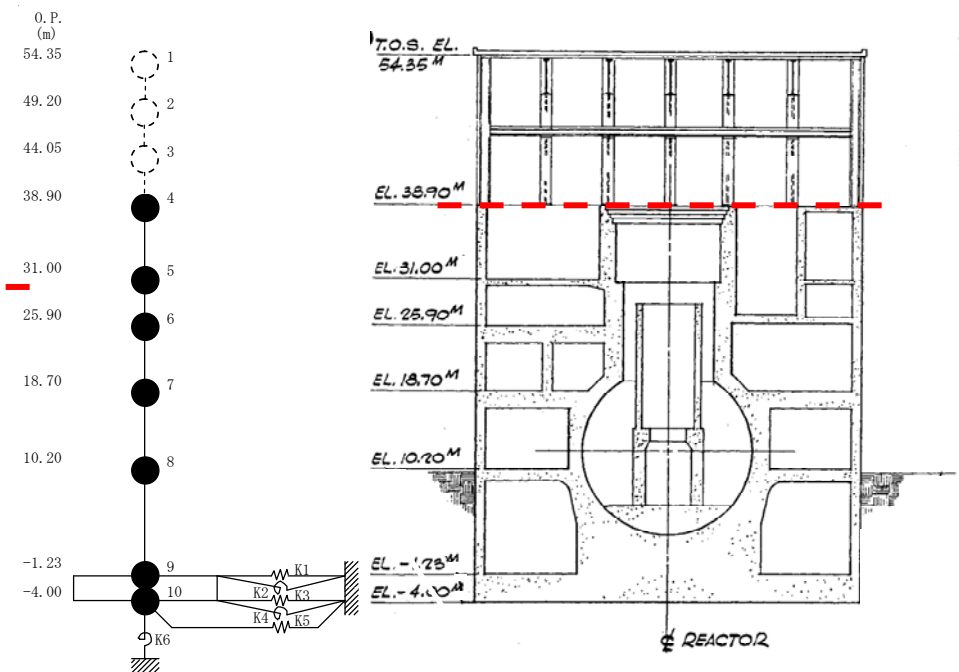
## 損傷状況

- ・水素爆発とみられる事象（3月12日）により、5階のオペレーティングフロアより上部が破損。



↑ 5階床レベル

1号機原子炉建屋の外観写真



1号機原子炉建屋 地震応答解析モデル（NS方向）

# 1号機原子炉建屋の耐震安全性評価 ～評価結果～

評価結果：残存している5階以下の耐震壁に発生するせん断ひずみの最大値は、評価基準値を大きく下回っており、十分な安全性を有しているものと評価した。

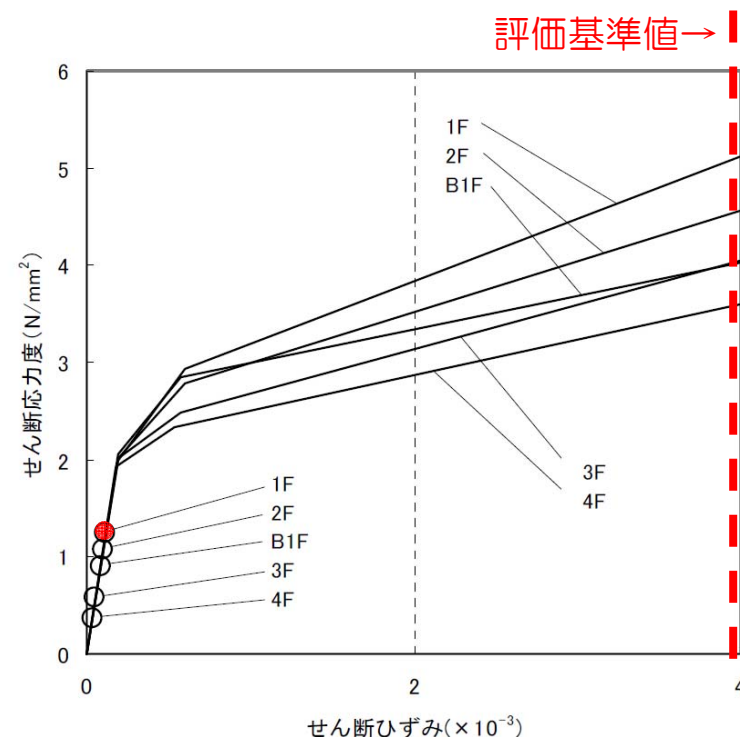
・残存している5階以下の耐震壁に発生するせん断ひずみ

最大  $0.12 \times 10^{-3}$

(Ss-1およびSs-2、NS方向、1階)

評価基準値※  $4 \times 10^{-3}$

→評価基準値を大きく下回っており、十分な安全性を有しているものと評価した(右図)

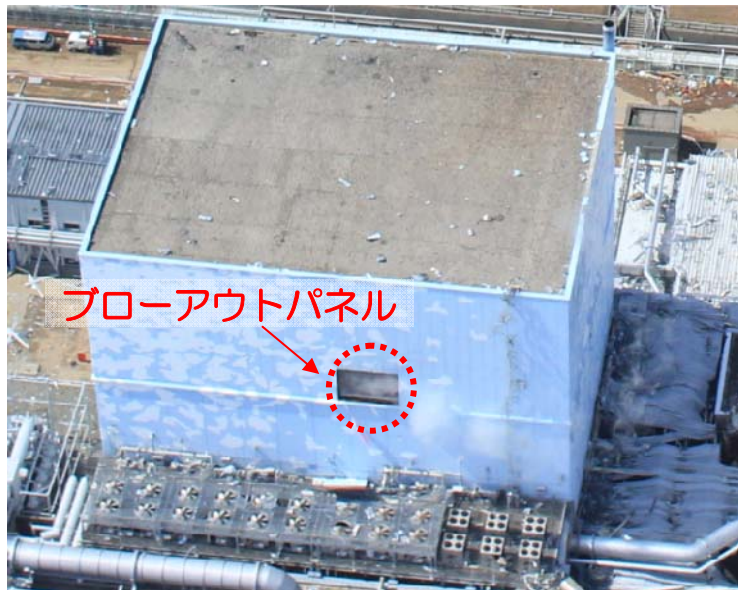


せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(1号機、Ss-1、NS方向)

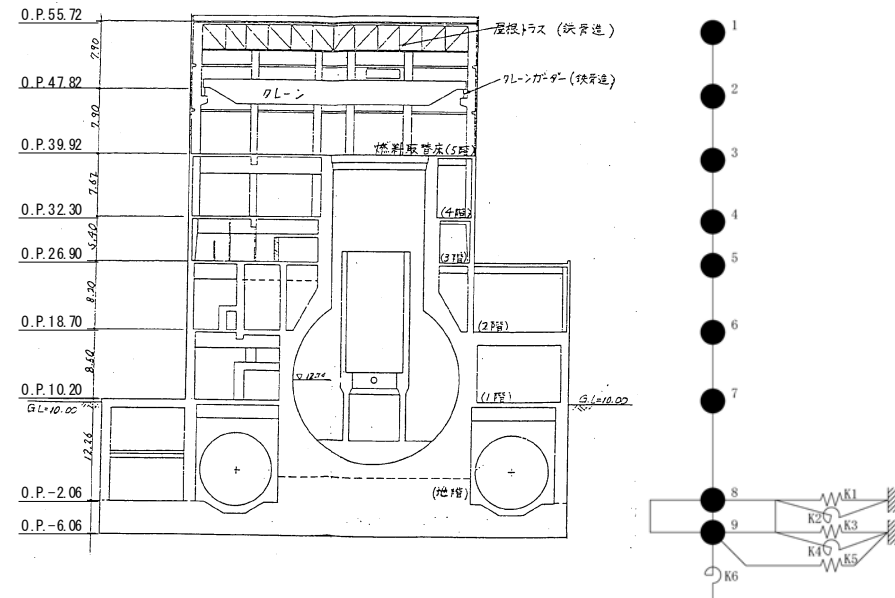
# 2号機原子炉建屋の耐震安全性評価 ～概要～

## 損傷状況

- ・ 東側外壁のブローアウトパネルが開放しているものの、外見上損傷は見られない。



2号機原子炉建屋の外観写真



2号機原子炉建屋 地震応答解析モデル

## 2号機原子炉建屋の耐震安全性評価 ～評価結果～

評価結果：耐震壁に発生するせん断ひずみの最大値は、評価基準値を大きく下回っており、十分な安全性を有しているものと評価した。

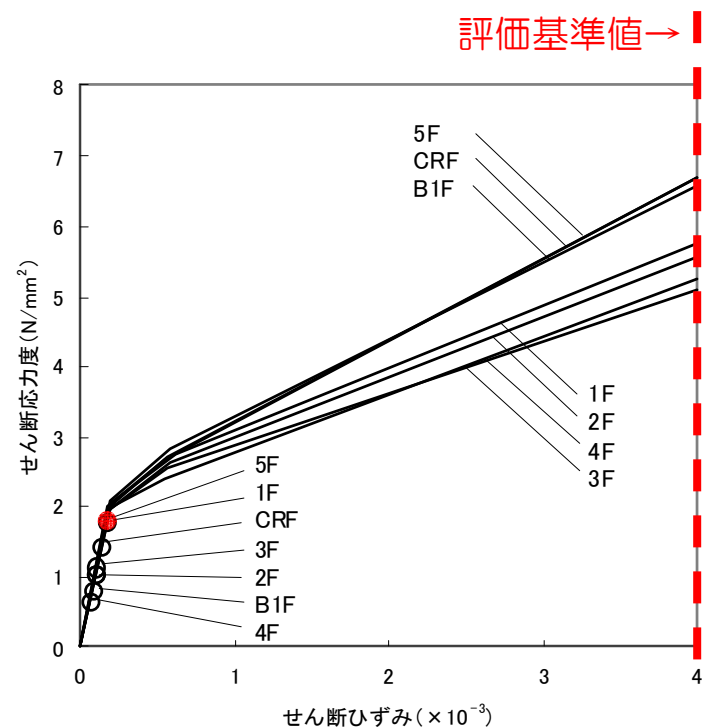
・耐震壁に発生するせん断ひずみ

最大  $0.17 \times 10^{-3}$

(Ss-1、EW方向、5階)

評価基準値  $4 \times 10^{-3}$

→評価基準値を大きく下回っており、  
十分な安全性を有しているものと評価  
した。



せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(2号機、Ss-1、EW方向)

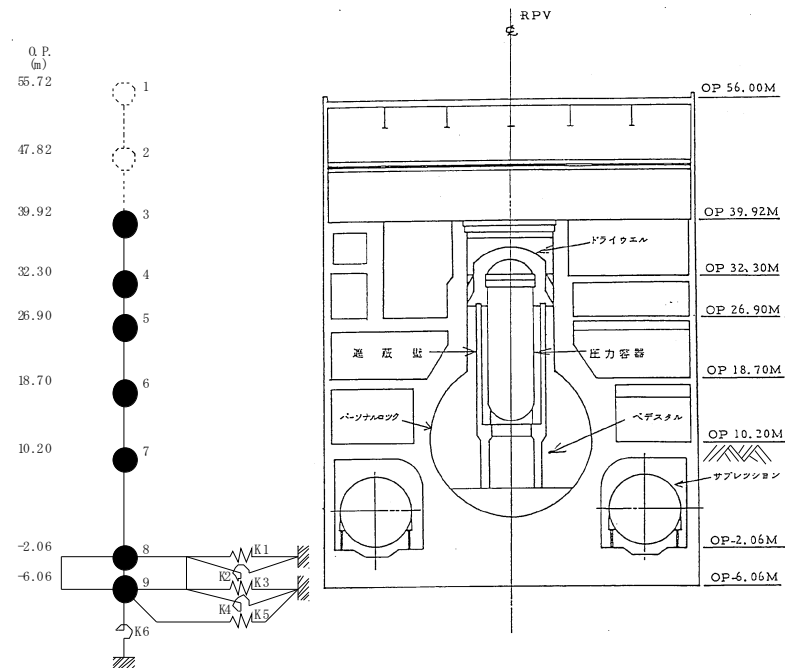
# 3号機原子炉建屋の耐震安全性評価 ～概要～

## 損傷状況

- ・ 水素爆発（3月14日）とみられる事象により、5階のオペレーティングフロアより上部が破損。
- ・ 5階以上の建屋の大部分は爆発後に崩落した鉄骨やコンクリート部材が積み重なったような状況。
- ・ 5階の北西部の床が損傷し、崩落した鉄骨やコンクリート部材の一部は4階の床に積み重なっており、4階の壁のかなりの部分が損傷。



3号機原子炉建屋の外観写真



3号機原子炉建屋 地震応答解析モデル（NS方向）

## 3号機原子炉建屋の耐震安全性評価 ～評価結果～

評価結果：残存している5階以下の耐震壁に発生するせん断ひずみの最大値は、評価基準値を大きく下回っており、十分な安全性を有しているものと評価した。

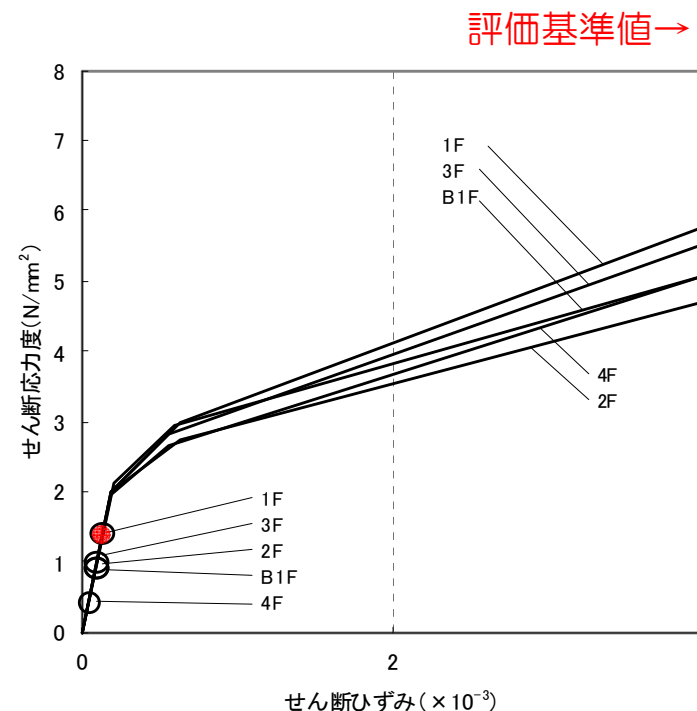
・残存している5階以下の耐震壁に発生するせん断ひずみ

最大  $0.14 \times 10^{-3}$

(Ss-2、NS方向、1階)

評価基準値  $4 \times 10^{-3}$

→評価基準値を大きく下回っており、十分な安全性を有しているものと評価した(右図)



せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(3号機、Ss-2、NS方向)



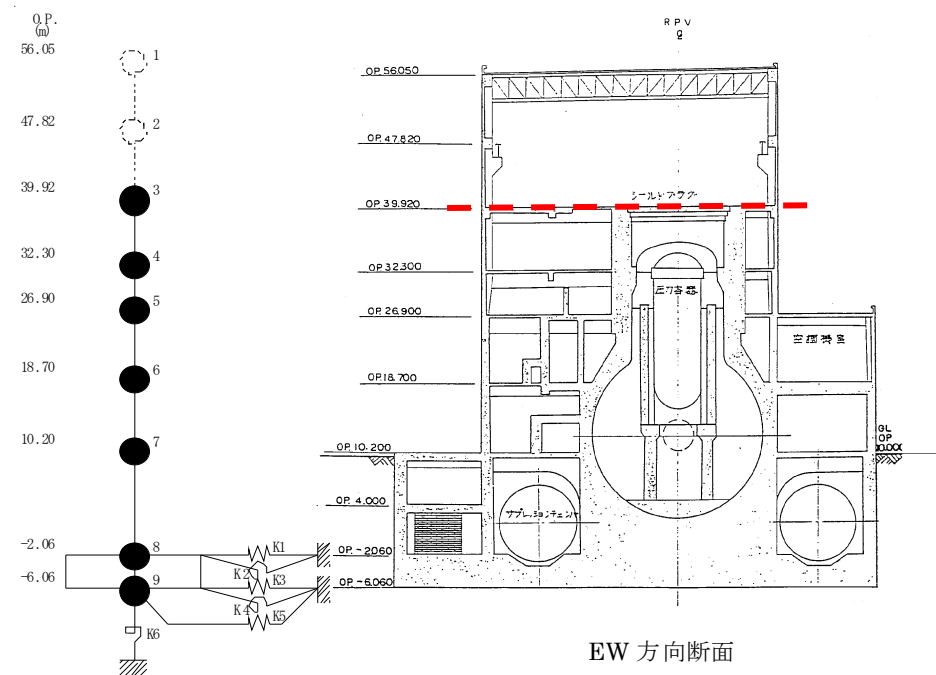
# 4号機原子炉建屋の耐震安全性評価 ～概要～

## 損傷状況

- ・ 5階以上の柱と梁のフレーム構造と屋根トラスを残して、屋根スラブと壁の大半が失われている。（現在5階以上は撤去済み）
- ・ さらに4階の壁の大部分と、3階の一部の壁が破損している。（3月15日確認）



4号機原子炉建屋の外観写真



4号機原子炉建屋 地震応答解析モデル (EW方向)

## 4号機原子炉建屋の耐震安全性評価 ～評価結果～

評価結果①：残存している5階以下の耐震壁に発生するせん断ひずみの最大値は、評価基準値を大きく下回っており、十分な安全性を有しているものと評価した。

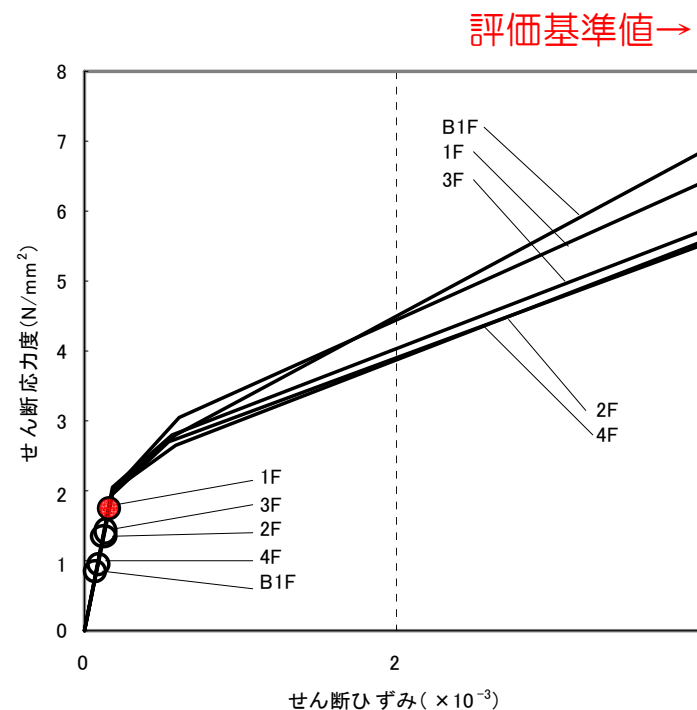
・残存している5階以下の耐震壁に発生するせん断ひずみ

最大  $0.16 \times 10^{-3}$

(Ss-1およびSs-2、EW方向、1階)

評価基準値  $4 \times 10^{-3}$

→評価基準値を大きく下回っており、十分な安全性を有しているものと評価した(右図)



せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (4号機、Ss-1、EW方向)

## 4号機原子炉建屋の耐震安全性評価 ～評価結果～

評価結果②：4号機については、使用済燃料プールの状況を、より詳細なモデルにより評価した。

・鉄筋のひずみ

**最大  $1500 \times 10^{-6}$**

**評価基準値  $5000 \times 10^{-6}$**   
(塑性限界ひずみ)

・面外せん断力

**発生応力  $4910$  (N/mm)**

**評価基準値  $8580$  (N/mm)**

→評価基準値に対して十分余裕があったことから、十分な安全性を有しているものと評価した。

3次元FEM解析（下図）により、地震荷重と熱荷重を組み合わせる厳しい条件で評価。

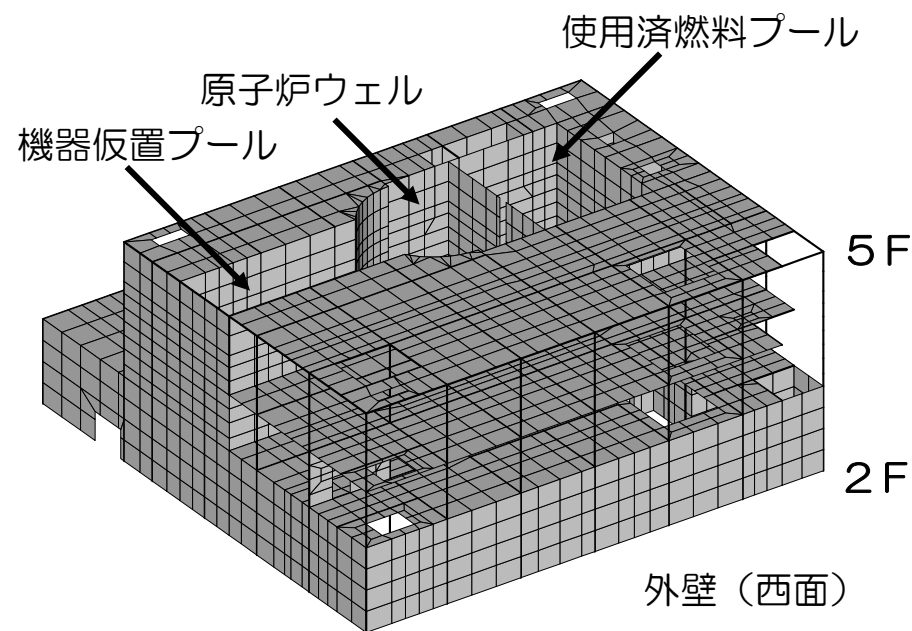
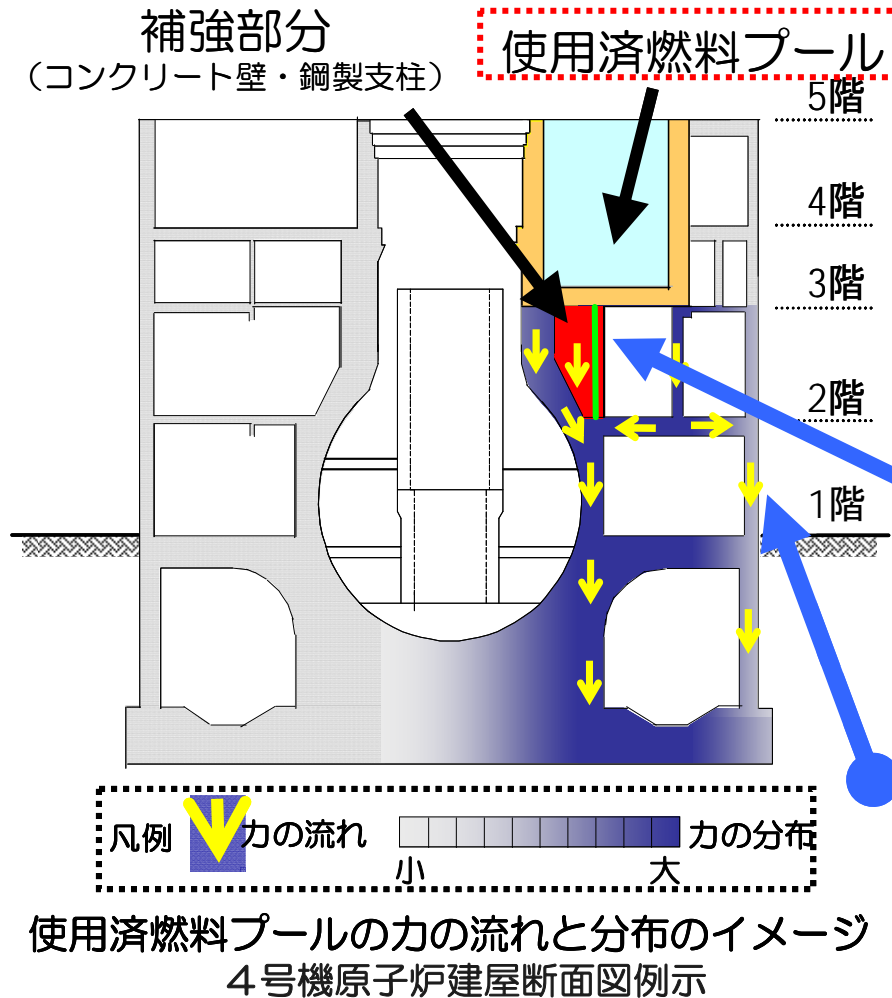


図 3次元FEMによる局部評価モデル(4号機)

# まとめ

## 大きな地震がきても使用済燃料プールは健全です



使用済燃料プール壁※1は、非常に厚いうえに、プール全体は、非常に厚い壁※2で支えられているため、外壁や床スラブが損傷していても、地震発生前と同等な耐震性が確保されております。このため、再び東北地方太平洋沖地震と同程度の地震（震度6強）が発生しても、安全であることを確認しました。

※1 使用済み燃料プール壁（鉄筋コンクリー造）  
厚140cm～185cm

※2 使用済み燃料プールを支える壁（鉄筋コンクリート造）厚160cm～185cm

1～2階の外壁は  
損傷していません  
(目視確認)



健全なシェル壁