

第 1 画面

資料№4

原子力発電所の耐震設計

2002年7月26日

渡部 征男
(株)大林組)

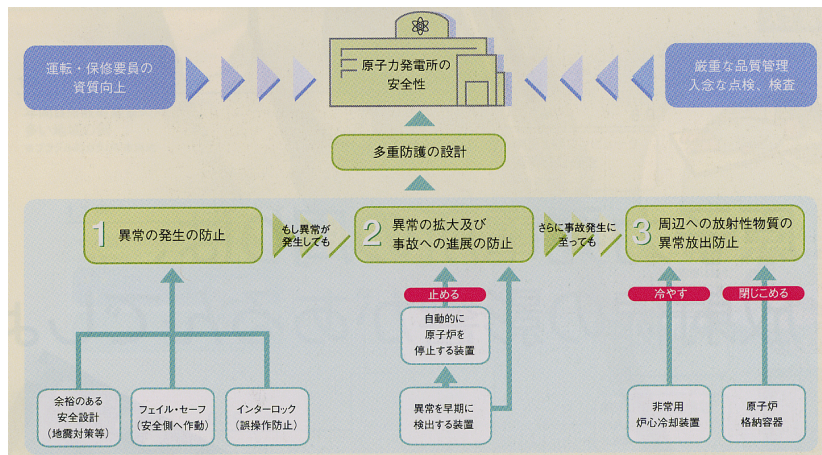
第 2 画面

主な項目

- 1 原子力発電所の安全確保のしくみ
- 2 原子力発電所の耐震設計の流れ
- 3 保有する耐震裕度
- 4 PCCVの実証試験
- 5 機器設備の実証試験
- 6 耐震性に関する許認可

第 1 画面

原子力発電所の安全性確保のしくみ



第 2 画面

耐震設計の位置づけ

- 余裕の有る安全設計 - **耐震設計**
- 自動的に原子炉を停止する装置 - **地震感知器**
- 原子炉格納容器 - **S 1 + 事故の設計**
- 厳重な品質管理
・ 入念な点検、検査 - **振動試験**
地震観測

第 1 画面

設計で考慮する事象

自然現象

- ・ 風
- ・ 雪
- ・ 台風
- ・ 地震
- ・ 津波

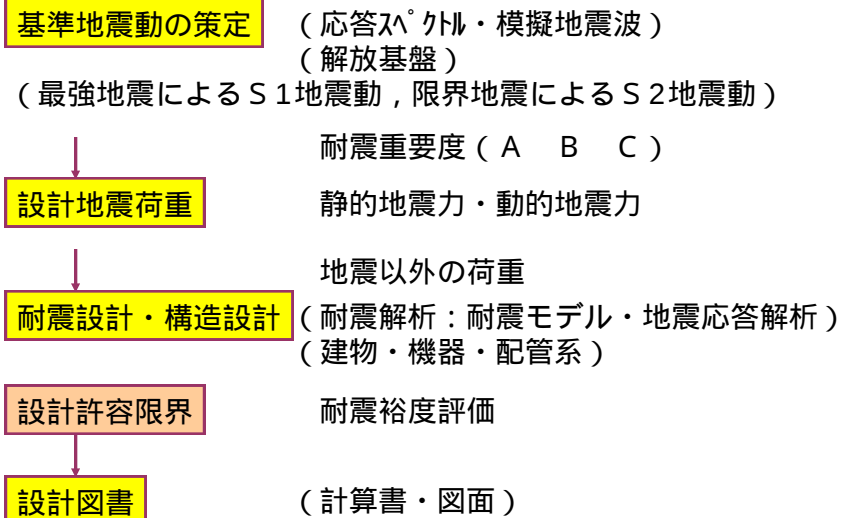
運転状態

- ・ 通常運転
- ・ 試験
- ・ 故障（過渡変化状態）
- ・ 想定事故
- ・ 稀な重大事故（想定外事象）

第 2 画面

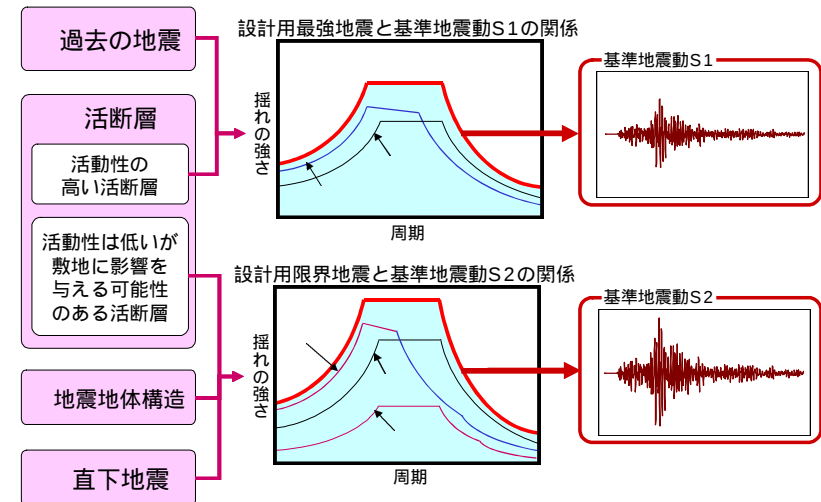
第 1 画面

原子力発電所の耐震設計の流れ(1)



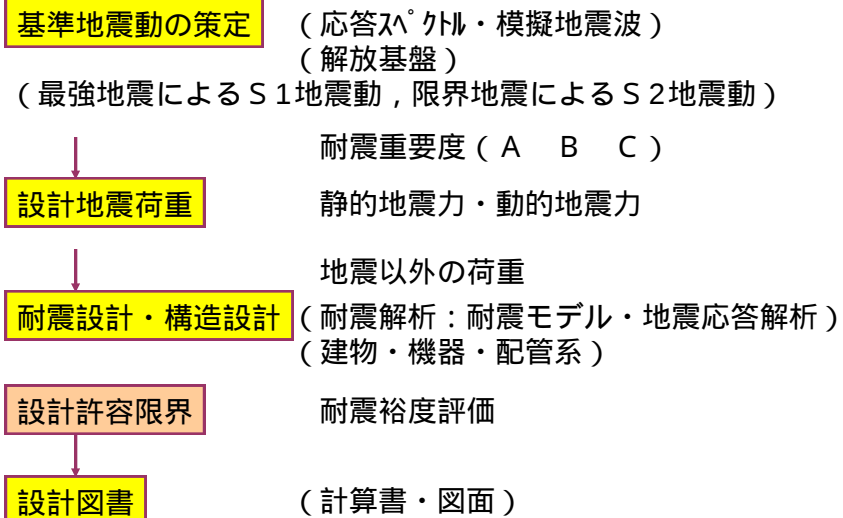
第 2 画面

基準地震動の策定



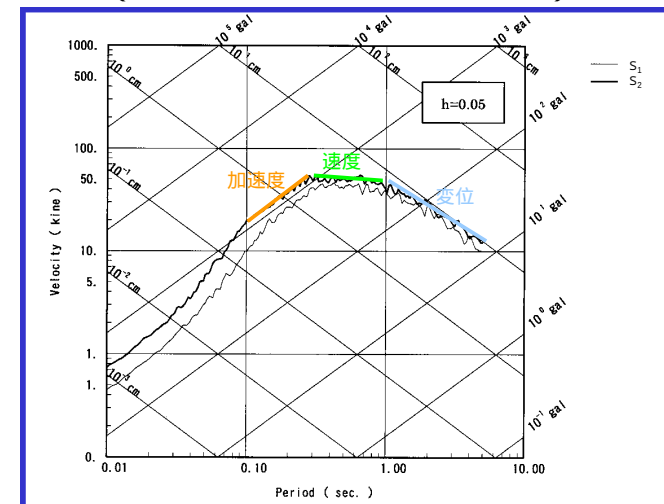
第 1 画面

原子力発電所の耐震設計の流れ(1)



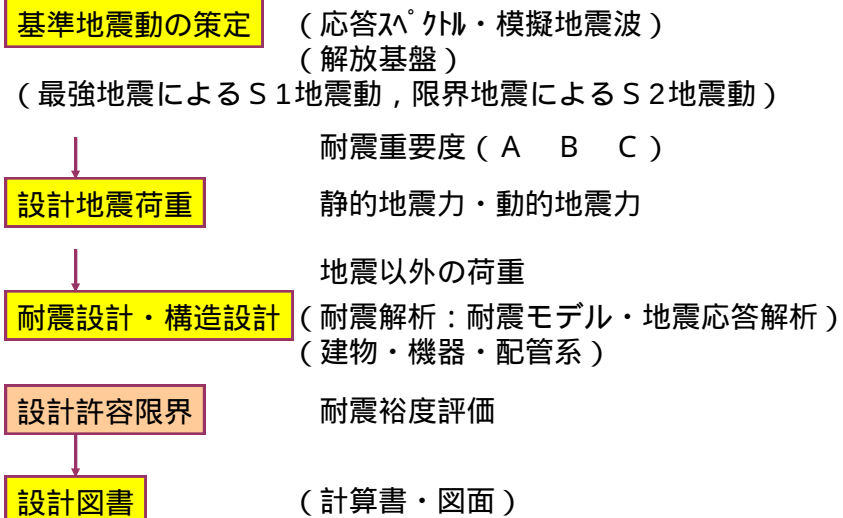
第 2 画面

S 1, S 2 地震応答スペクトル (3 方向対数表示スペクトル)



第 1 画面

原子力発電所の耐震設計の流れ(1)



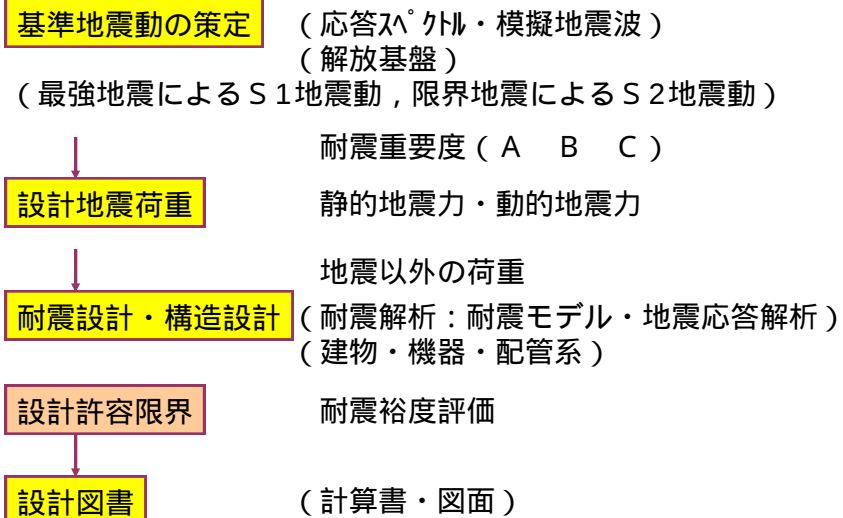
第 2 画面

耐震重要度分類

炉型 クラス	沸騰水型原子炉 (BWR)	加圧水型原子炉 (PWR)
A	原子炉格納容器 制御棒、駆動機構 残留熱除去系 原子炉圧力容器など	原子炉格納容器 制御棒、駆動機構 余熱除去系 原子炉容器など
B	非常用炉心冷却系など	安全注入系など
C	廃棄物処理設備など	廃棄物処理設備など

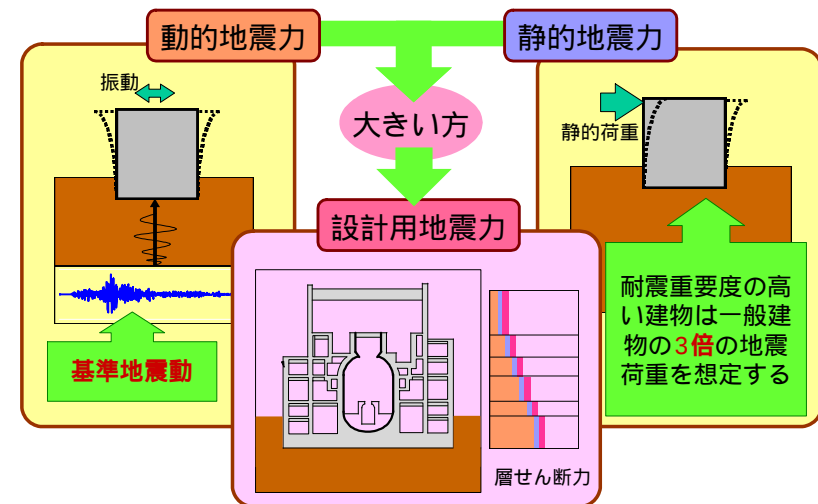
第 1 画面

原子力発電所の耐震設計の流れ(1)



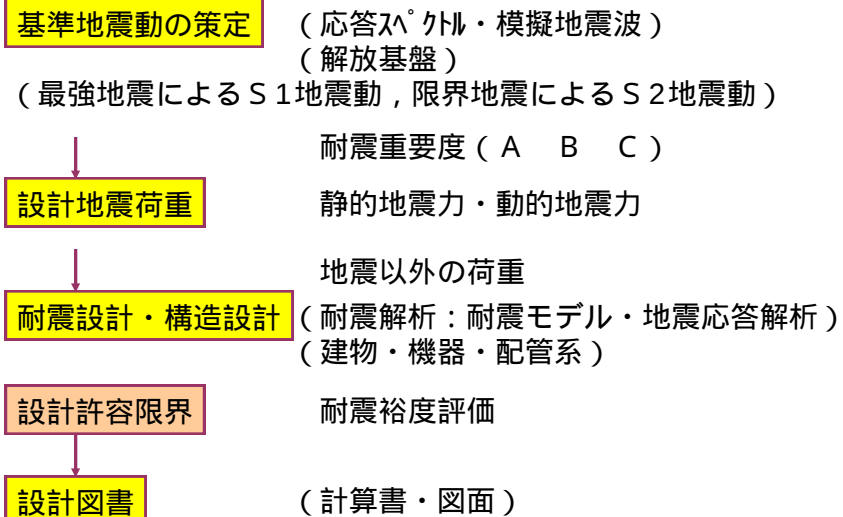
第 2 画面

設計地震荷重



第 1 画面

原子力発電所の耐震設計の流れ(1)



第 2 画面

設計用地震力の算定

動的地震力

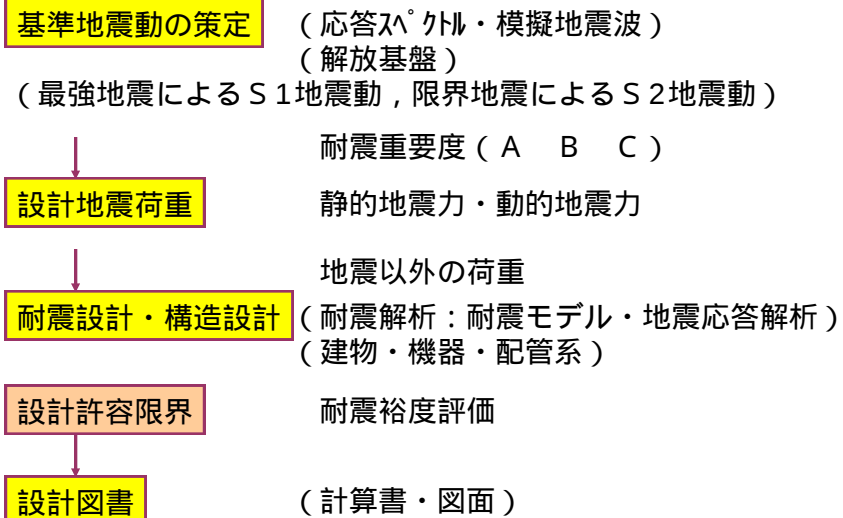
- 基準地震動による水平地震力
- 基準地震動の最大加速度の $1/2 =$ 鉛直震度(一定)による鉛直地震力 (基準地震動 S₂)

静的地震力

- 建築基準法の係数の 3 倍による水平地震力
- 岩盤上では鉛直震度 0.24(一定)による鉛直地震力

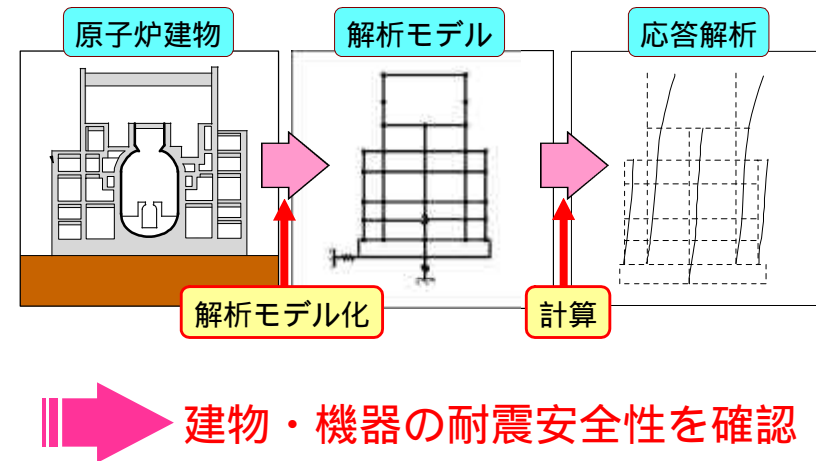
第 1 画面

原子力発電所の耐震設計の流れ(1)



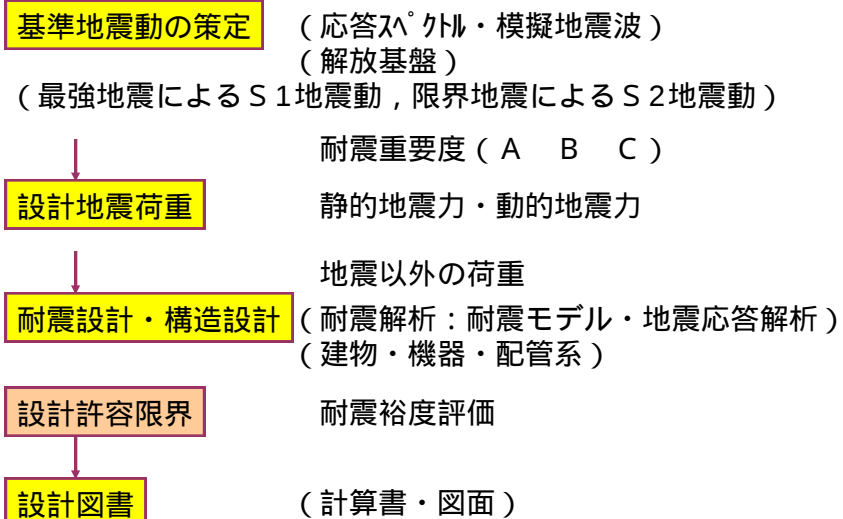
第 2 画面

耐震解析(地震応答解析)



第 1 画面

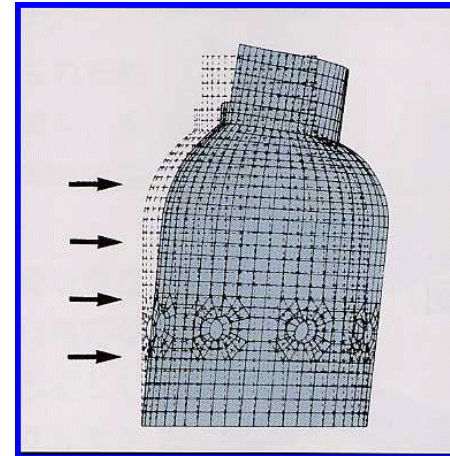
原子力発電所の耐震設計の流れ(1)



第 2 画面

建物の耐震安全性確認

構造解析

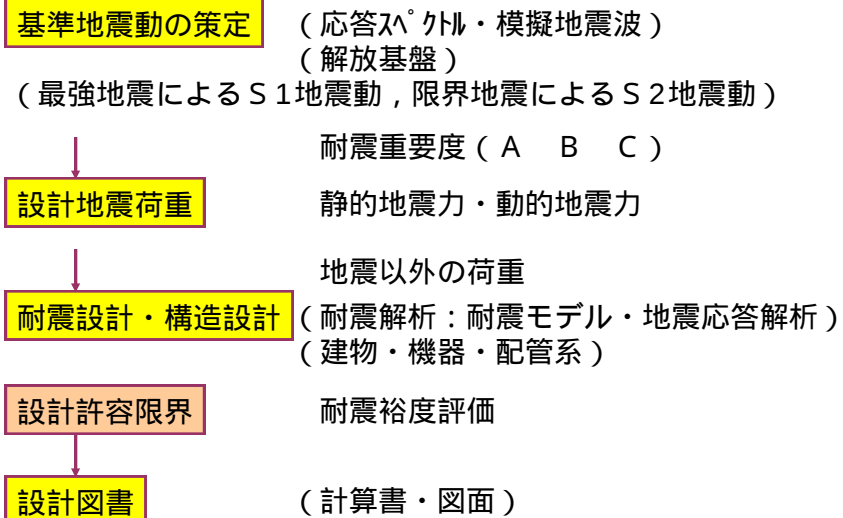


建物に生ずる
応力・変位
- 構造解析

応力に見合う
鉄筋量などを
算定
- 設計許容限界

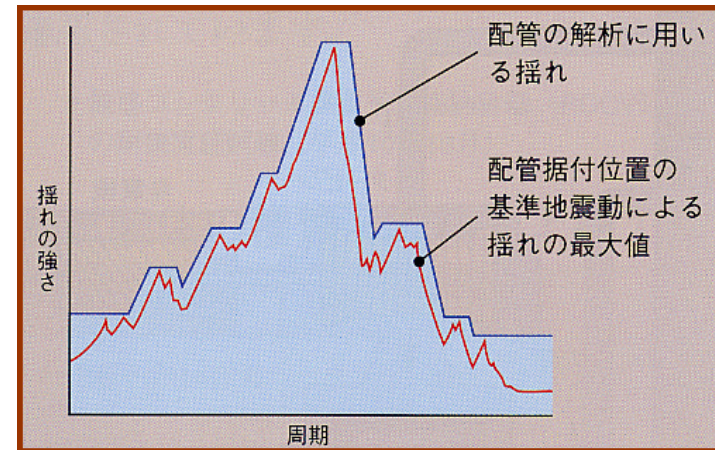
第 1 画面

原子力発電所の耐震設計の流れ(1)



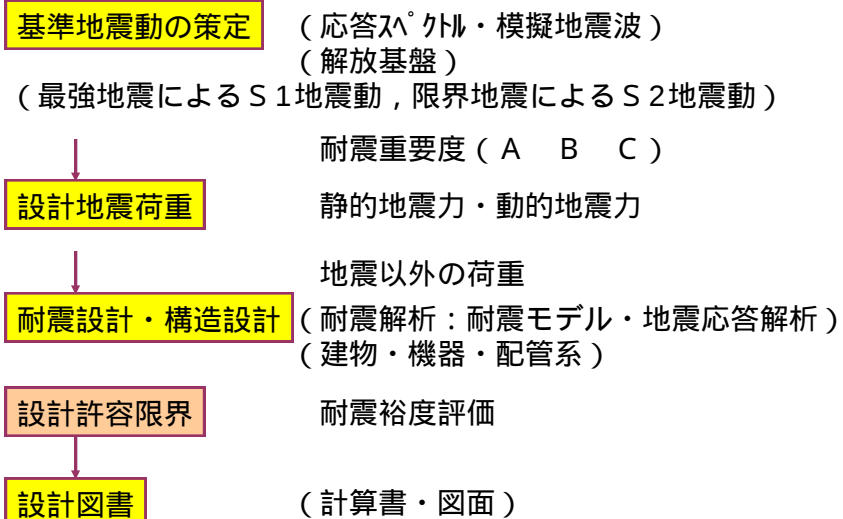
第 2 画面

機器配管の耐震安全性確認(1) (床応答スペクトル)



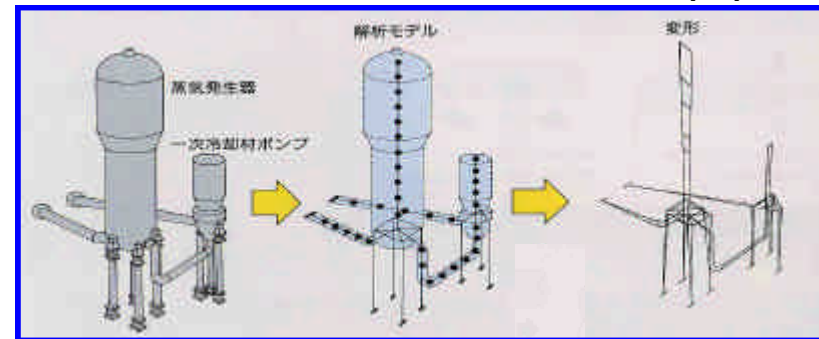
第 1 画面

原子力発電所の耐震設計の流れ(1)



第 2 画面

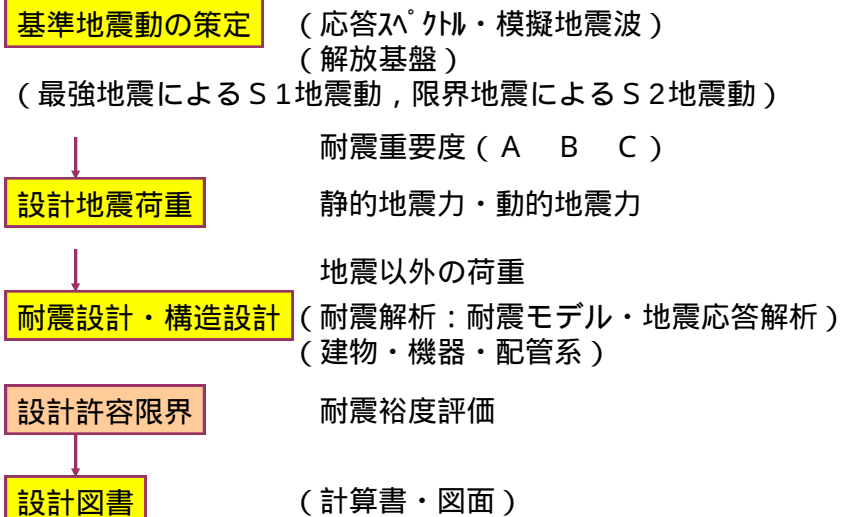
機器配管の耐震安全性確認(2)



機器・配管の耐震解析モデル-振動試験などで検証
応力・変形について設計許容限界による評価
(地震以外の荷重による応力・変形も考慮)

第 1 画面

原子力発電所の耐震設計の流れ(1)



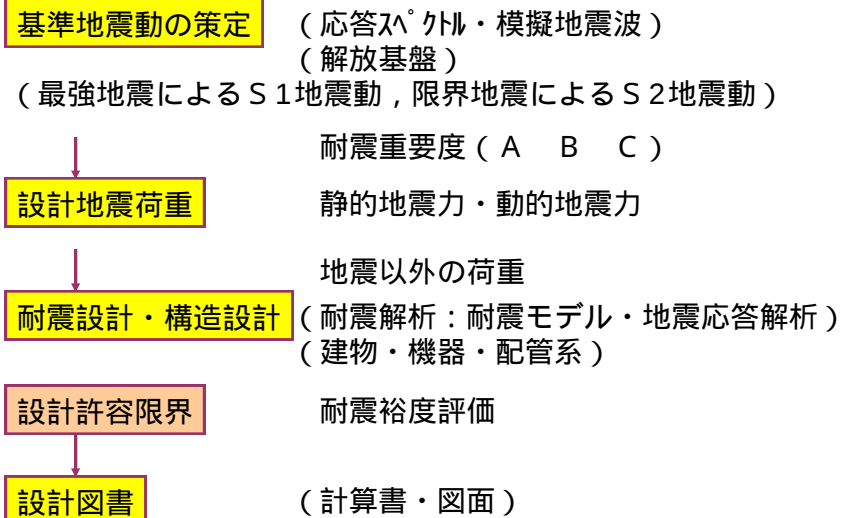
第 2 画面

耐震設計(荷重の組合せと許容限界)

荷重の組合せ	許容限界
運転時	構造材料 - コンクリート強度の 1 / 3、 鉄筋降伏応力の 2 / 3
S1地震時 事故時	- コンクリート強度の 2 / 3、 鉄筋降伏応力
S2地震時	建物の地震復元力特性に変形制限、 応答の制限
事故時 + S1地震	構造材料の終局強度に基づく設計 (崩壊しないことの確認)

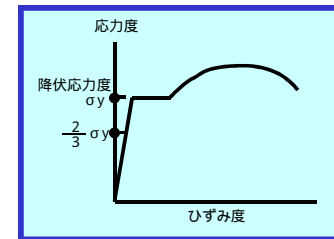
第 1 画面

原子力発電所の耐震設計の流れ(1)

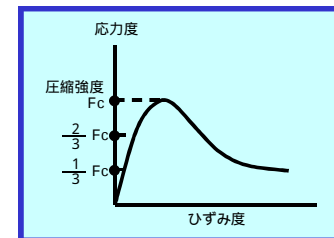


第 2 画面

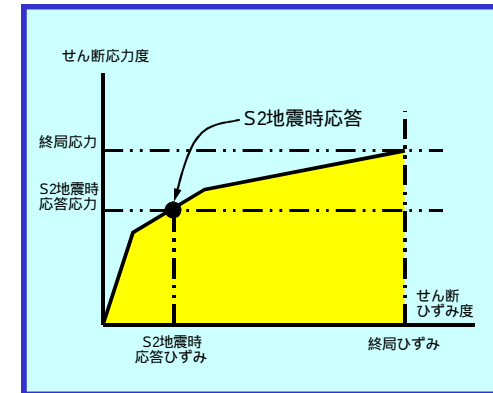
材料・部材特性と許容限界



鉄筋の応力 - ひずみ関係



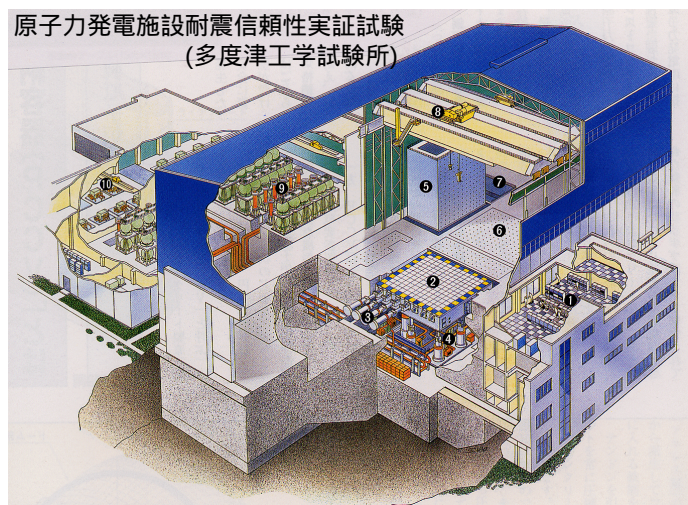
コンクリートの応力 - ひずみ関係



耐震壁のせん断応力 - ひずみ関係

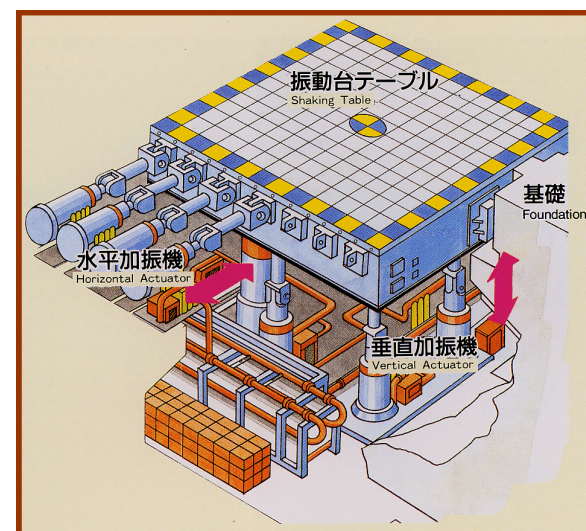
第 1 画面

保有する耐震裕度



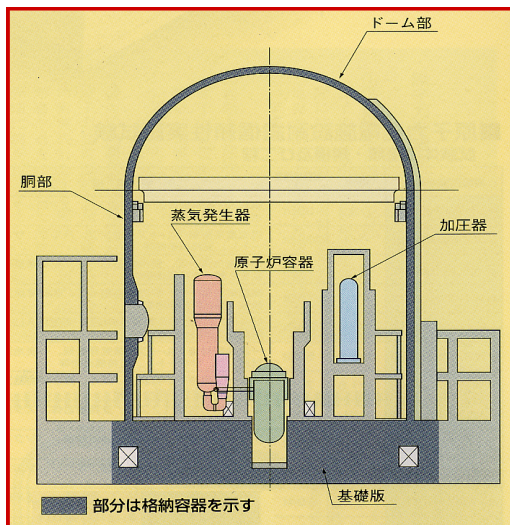
第 2 画面

大型高性能振動台



第1画面

プレストレストコンクリート製原子炉格納容器(PCCV)実証試験 構造概要



第2画面

コンクリート製原子炉格納容器の 実証試験

■ 試験の概要

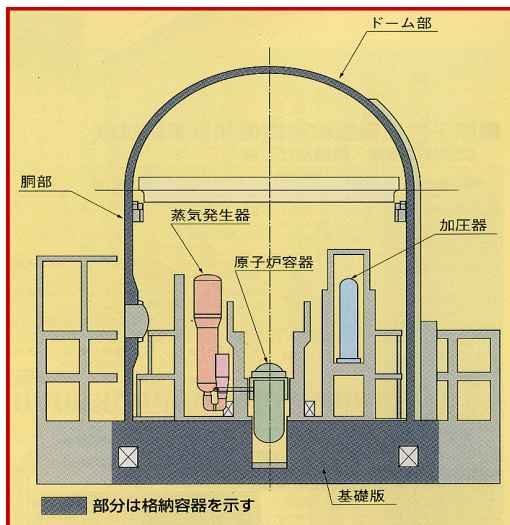
最新のプレストレストコンクリート製原子炉格納容器(PCCV)の1/10縮尺試験体に対して、多度津の大型高性能振動台で破壊までの振動試験を実施
(平成7 - 8年)

■ 試験の目的

- (1) 地震に対する構造健全性・ライナー健全性の実証
- (2) 大加振による試験体破壊と裕度評価

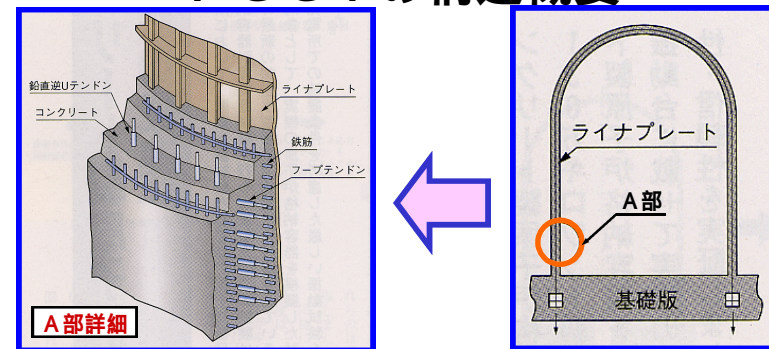
第1画面

プレストレストコンクリート製原子炉格納容器(PCCV)実証試験 構造概要



第2画面

PCCVの構造概要



PCCV : コンクリート中に、 tendon (鋼より線を束ねたもの) を配置し、耐圧・耐震機能を高めたもの
コンクリートの内面に鋼製ライナプレートを設置し、気密性確保