

# 各設備の耐震裕度と 今後の取り組むべき課題について

(原子力発電所の耐震裕度と  
今後の対応方針)

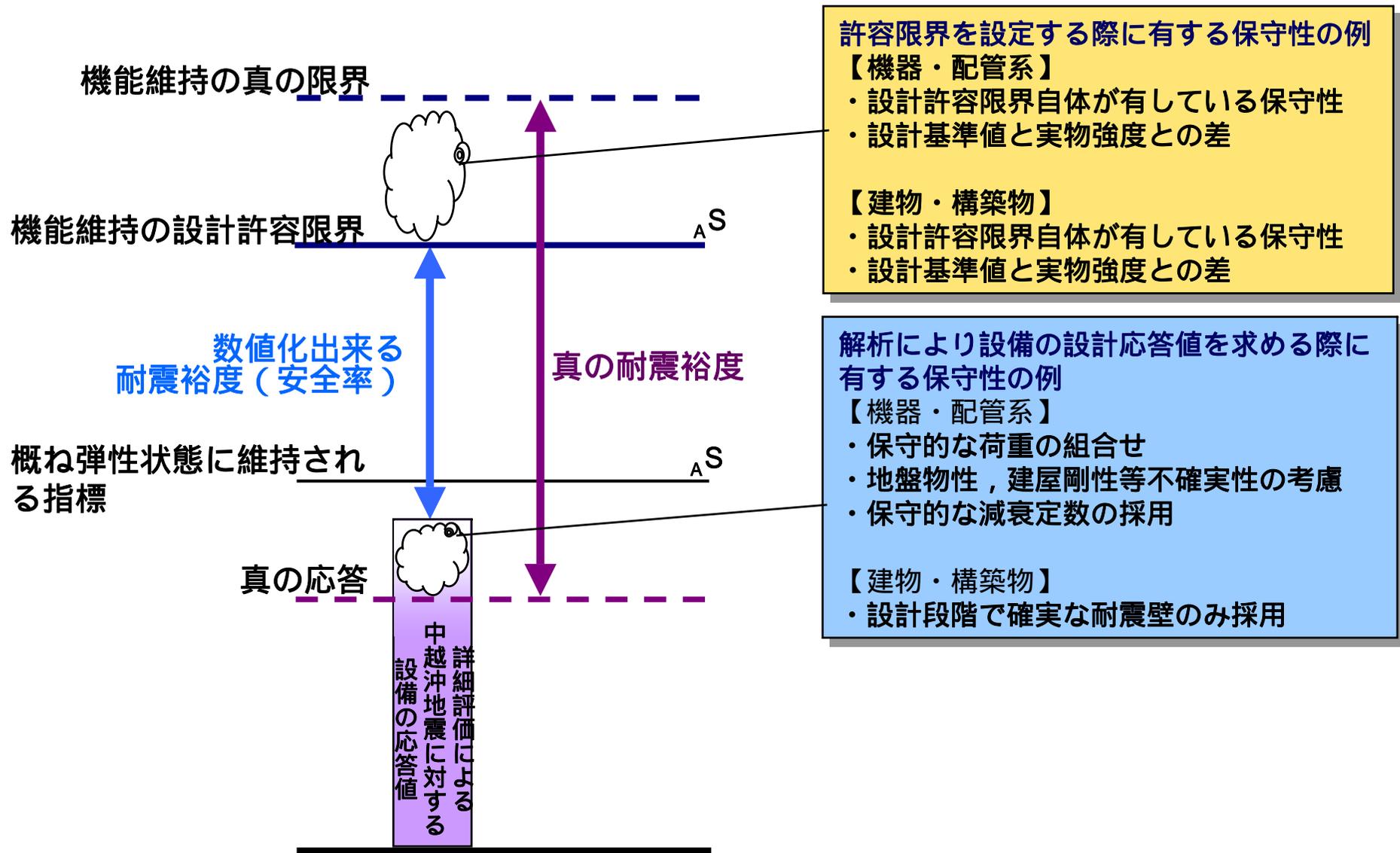
平成20年7月17日  
東京電力株式会社



東京電力

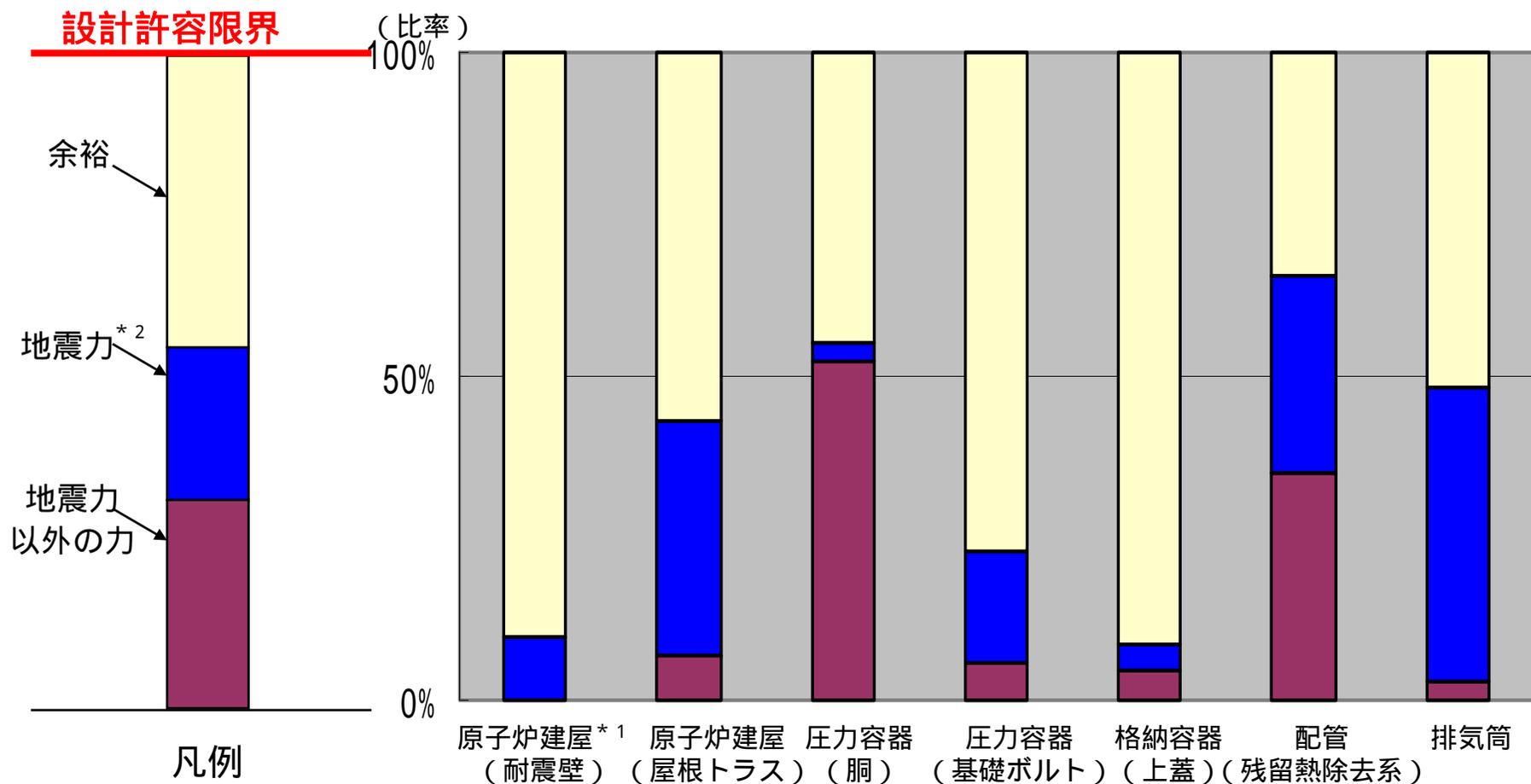
---

# 耐震裕度の基本的な考え方



設備の応答値と設計許容限界等との関係 (柏崎刈羽原子力発電所 7号機のイメージ)

# 中越沖地震時の地震力に対する裕度 ( 柏崎刈羽原子力発電所 7号機の機器の例 )



- \* 1 : 建屋は、設計上のせん断ひずみ限界値。なお、建屋以外は、許容応力値。
- \* 2 : 格納容器を除き、中越沖地震の評価は、**設計上保守的に見込んでいた要素のうち補助壁、コンクリート強度、床応答スペクトルの拡幅、水平上下の応力の組合せ等を現実ベースに置き換え実施。** (時刻歴ではなく最大加速度での評価等の保守性は含まれている)

# 設備の耐震裕度に関する考察 (柏崎刈羽原子力発電所7号機の機器の例)

- 原子炉建屋、原子炉压力容器、原子炉格納容器および配管（残留熱除去系）は、中越沖地震で損傷しなかったが、評価上も耐震裕度が確保されていることを確認
- 特に重要な原子炉建屋（耐震壁）、原子炉压力容器、原子炉格納容器は、仮に中越沖地震の数倍の力を受けたとしても、設計許容限界を確保と判断できる
  - 原子炉建屋については、中越沖地震で生じたひずみの10倍程度のひずみが発生しても、許容限界を下回ると評価
  - 原子炉压力容器・原子炉格納容器等については、中越沖地震の5倍程度の力を受けたとしても、許容限界を下回ると評価
- なお、設計許容限界にも裕度があることを実施工事、実証試験等から確認
  - 原子炉建屋：日本建築学会RC-N規準で耐震壁と規定される補助壁の存在、実配筋量、コンクリートの実強度等（1.3倍程度）
  - 配管：耐震信頼性実証試験（NUPEC）で、損傷するまで加振試験を実施し、設計許容限界との差を確認（8.5倍程度）

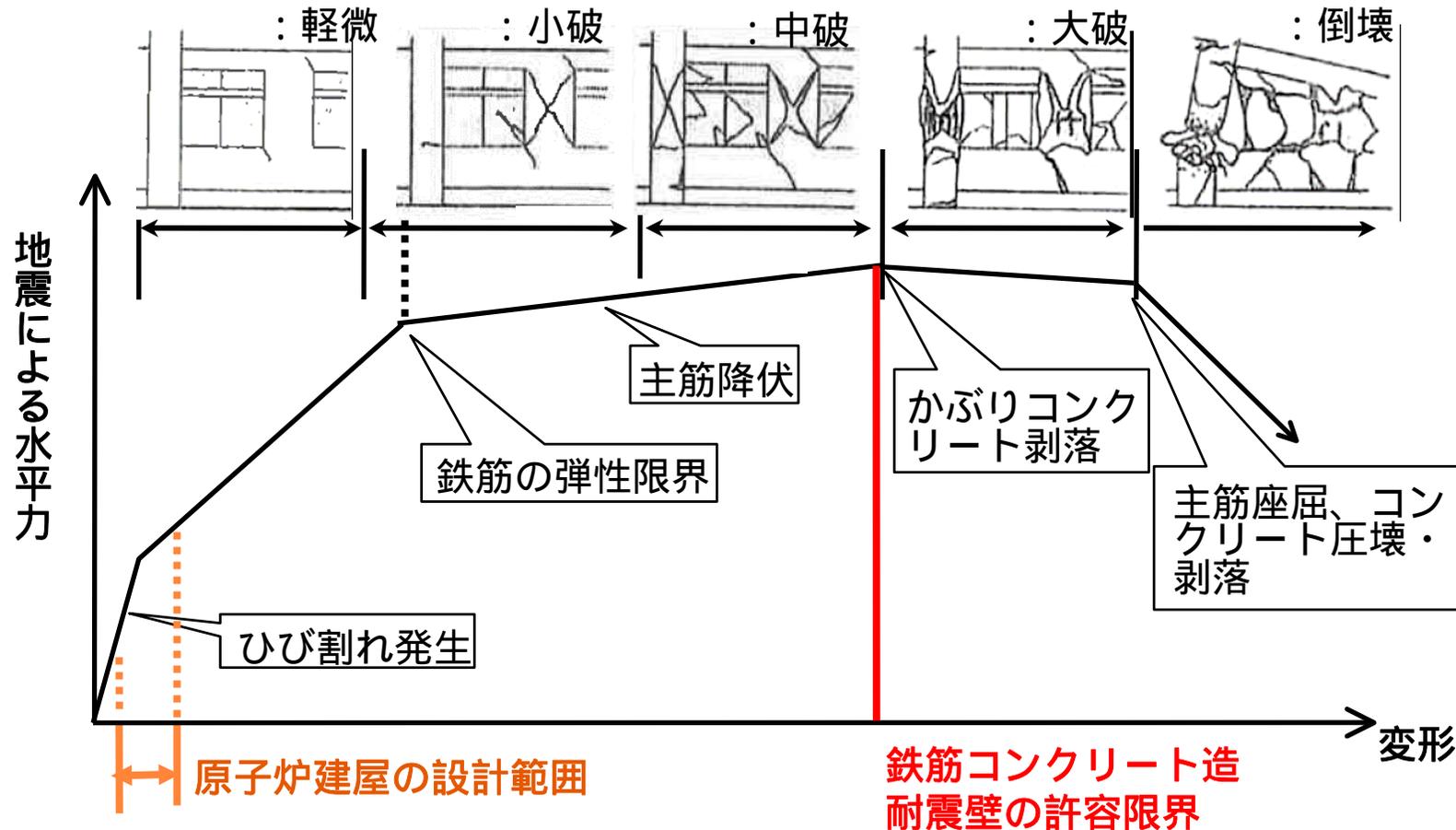
## 今後の対応方針

---

- 設備の点検・評価を着実に実施するとともに、当社が平成20年5月22日にお示しした基準地震動にもとづく耐震性安全評価を行い耐震安全裕度を確認
- その結果、耐震安全裕度が少ない設備（原子炉建屋屋根トラス、主排気筒など）については、適切に耐震強化工事を実施
- 当社が平成20年5月22日にお示しした基準地震動にもとづく耐震性安全評価は別途まとめ、報告

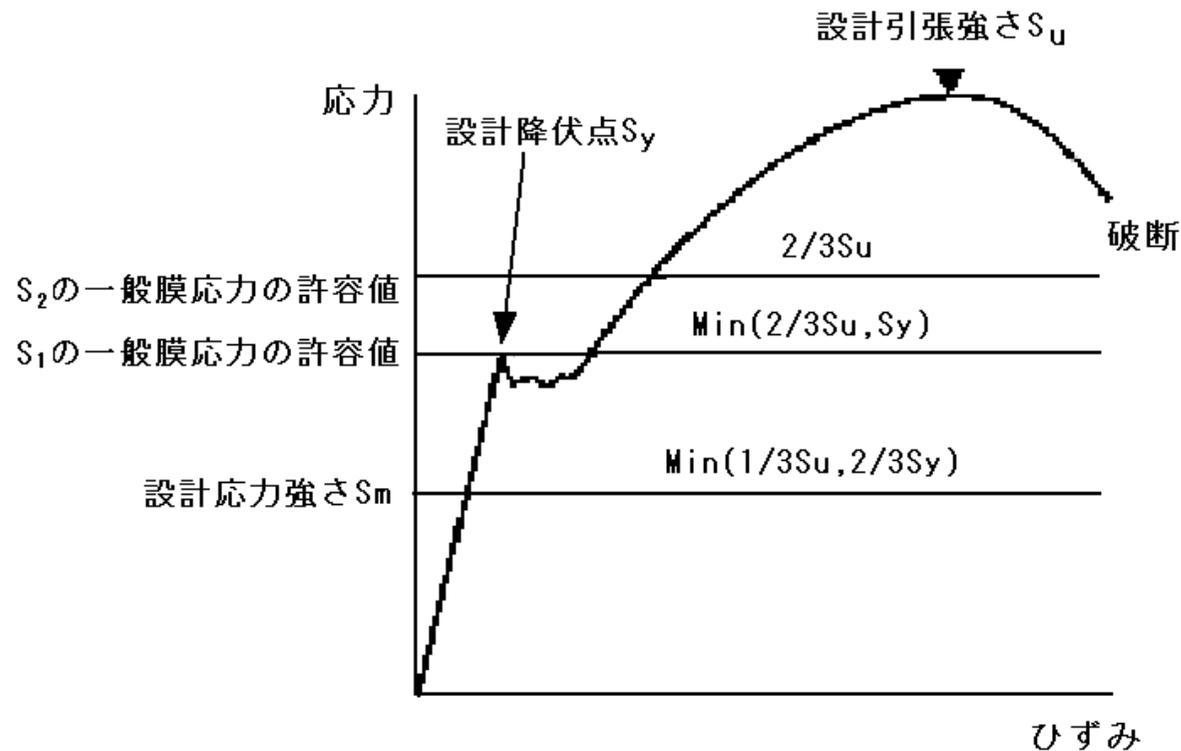
# 【参考】設計許容限界の例 - 建屋等

- 破壊に至る値より安全側に許容限界値を定め、さらに安全側の範囲で設計



# 【参考】設計許容限界の例 - 原子炉压力容器(一次一般膜応力について)

- 規格上の許容値は、破断に対して裕度を持ち、さらに実際の材料の降伏応力や引張強さは、規格で定められている値より大きい



原子炉压力容器の許容値 (例)

保安院・JNESパンフレット  
「原子力発電所の耐震安全性」より抜粋

# 【参考】配管系の評価方法

## 応力の計算

- 地震による荷重、内圧、自重等考慮し下式により1次応力を求める（第1種管の例）

✓ 直管部 
$$: S = \frac{B_1 P D_0}{2t} + \frac{B_2 M_{ip}}{Z_i}$$

✓ 管台及び突合せ溶接式ティー 
$$: S = \frac{B_1 P D_0}{2t} + \frac{B_2 b M_{bp}}{Z_b} + \frac{B_2 r M_{rp}}{Z_r}$$

$Z_i$  : 管の断面係数  
 $Z_b, Z_r$  : 分岐管、主管の断面係数  
 $B_1, B_2, B_{2b}, B_{2r}$  : 応力係数  
 $D_0, t$  : 管の外径、厚さ  
 $P$  : 圧力  
 $M_{ip}$  : 機械的荷重(自重、地震)によるモーメント  
 $M_{bp}, M_{rp}$  : 分岐管、主管の機械的荷重によるモーメント

例) 残留熱除去系配管の解析モデル

