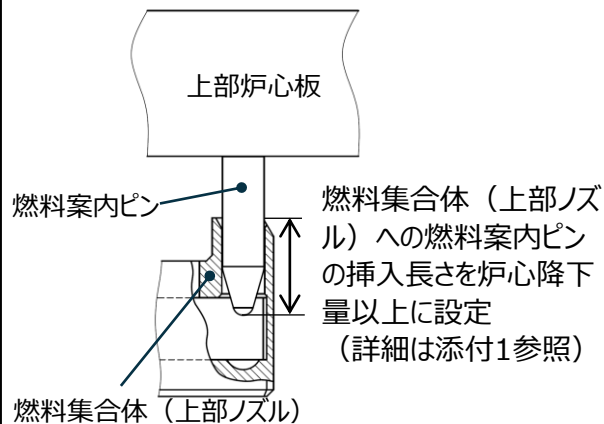


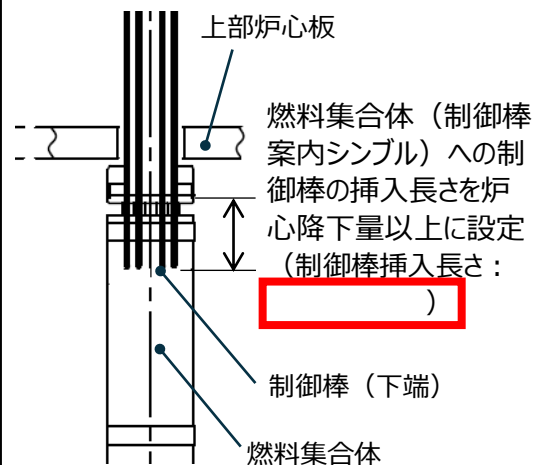
炉心そう全周破断時の制御棒挿入性の担保について

炉心そうが破断した場合に制御棒挿入性を担保するため、炉内構造物、制御棒及び燃料集合体は以下の設計上の配慮をしている。

① 燃料案内ピンの挿入長さ管理

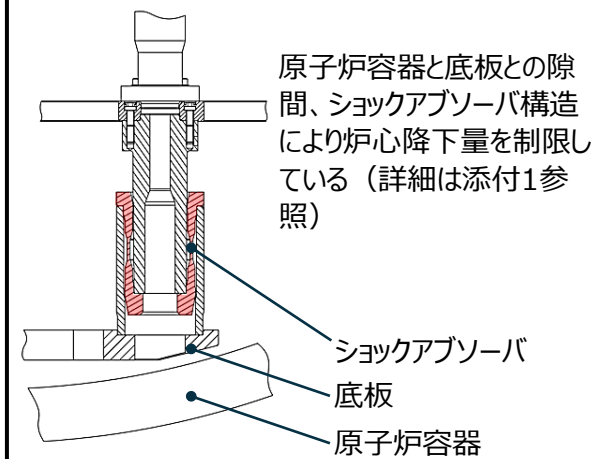


② 制御棒の挿入長さ管理



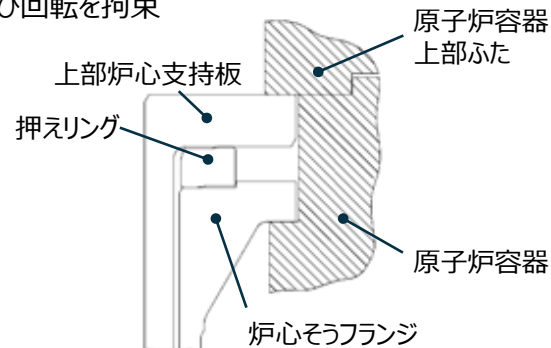
枠囲みの範囲は機密に関する事項ですので公開できません

③ 炉心降下量の制限



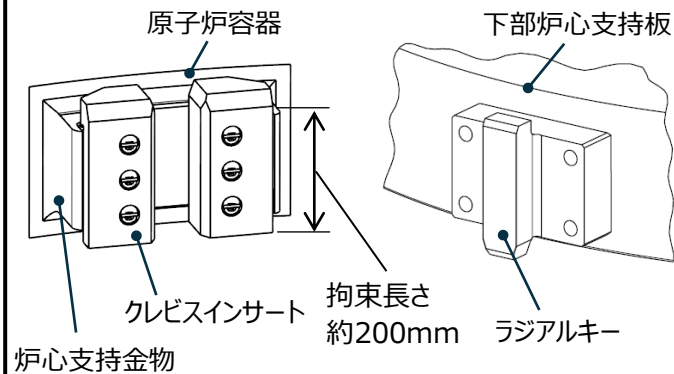
④ 上部炉内構造物・炉心そうフランジ部の変位・回転拘束

上部炉内構造物・炉心そうフランジ部は、原子炉容器上部ふた及び押エリングで挟むことにより鉛直方向、水平方向及び回転を拘束

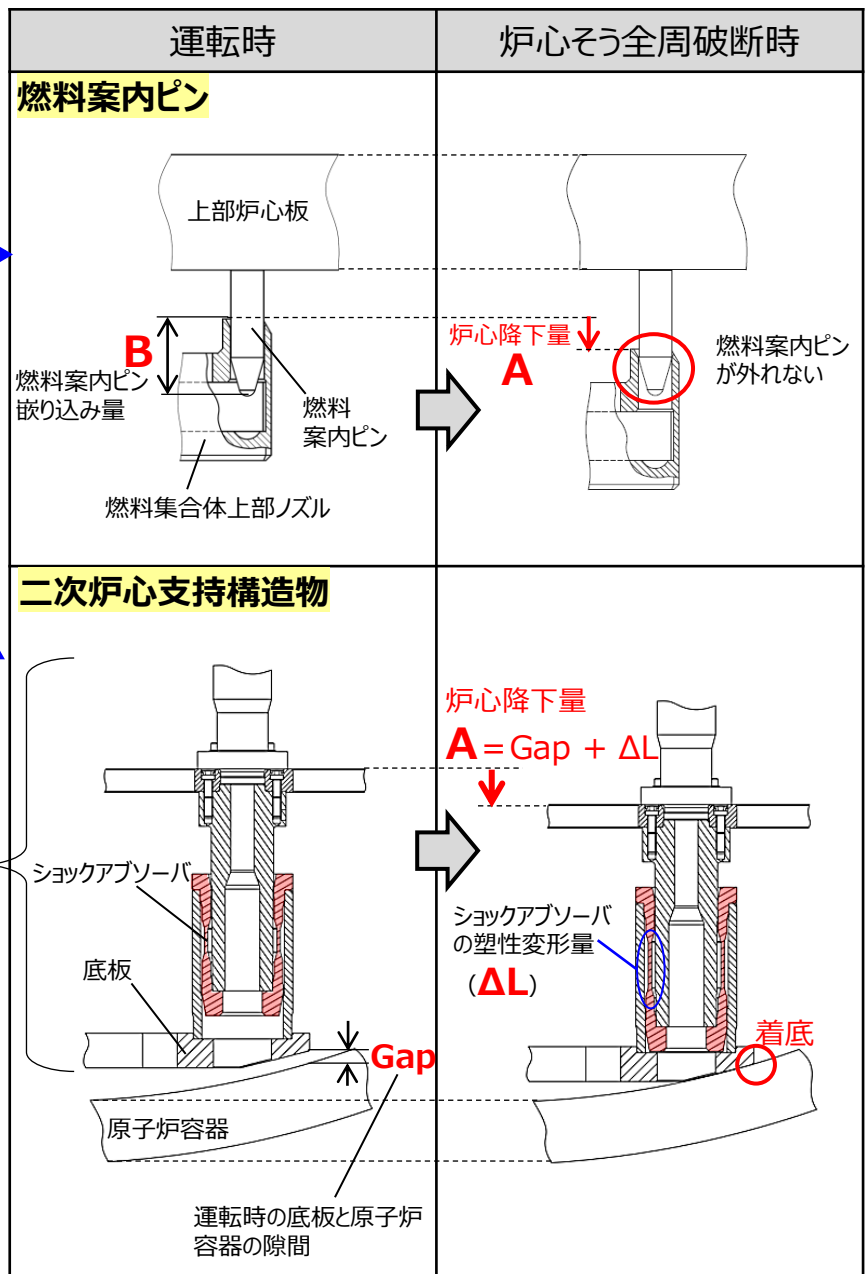
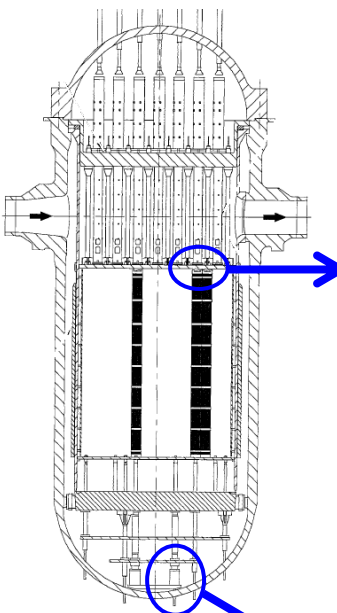


⑤ 下部炉内構造物の回転拘束（ラジアルキーによる垂直降下）

下部炉内構造物（炉心そう下部）の下端は、ラジアルキーとクレビスインサートが凹凸形状で取り合うことで、下部炉内構造物の回転を拘束（炉心そう下部が垂直に降下）



炉心そう全周破断時の炉心降下量の制限について



◆万一の炉心そう全周破断時

- ・炉心そう破断により下部炉心構造物が落下すると二次炉心支持構造物の下端が原子炉容器下部鏡に着底し、炉心降下量が制限される。
- ・ショックアブソーバが塑性変形することで炉心落下時のエネルギーを吸収する構造である。

- ・炉心降下量 (A) よりも燃料案内ピンの嵌り込み量 (B) が大きいため、燃料案内ピンが外れることは無く、**燃料集合体への制御棒挿入機能は維持される。**

	2ループ	3ループ	4ループ
B			
A			
GAP			

枠囲みの範囲は機密に関する事項ですので公開できません

[補足] ショックアブソーバの設計

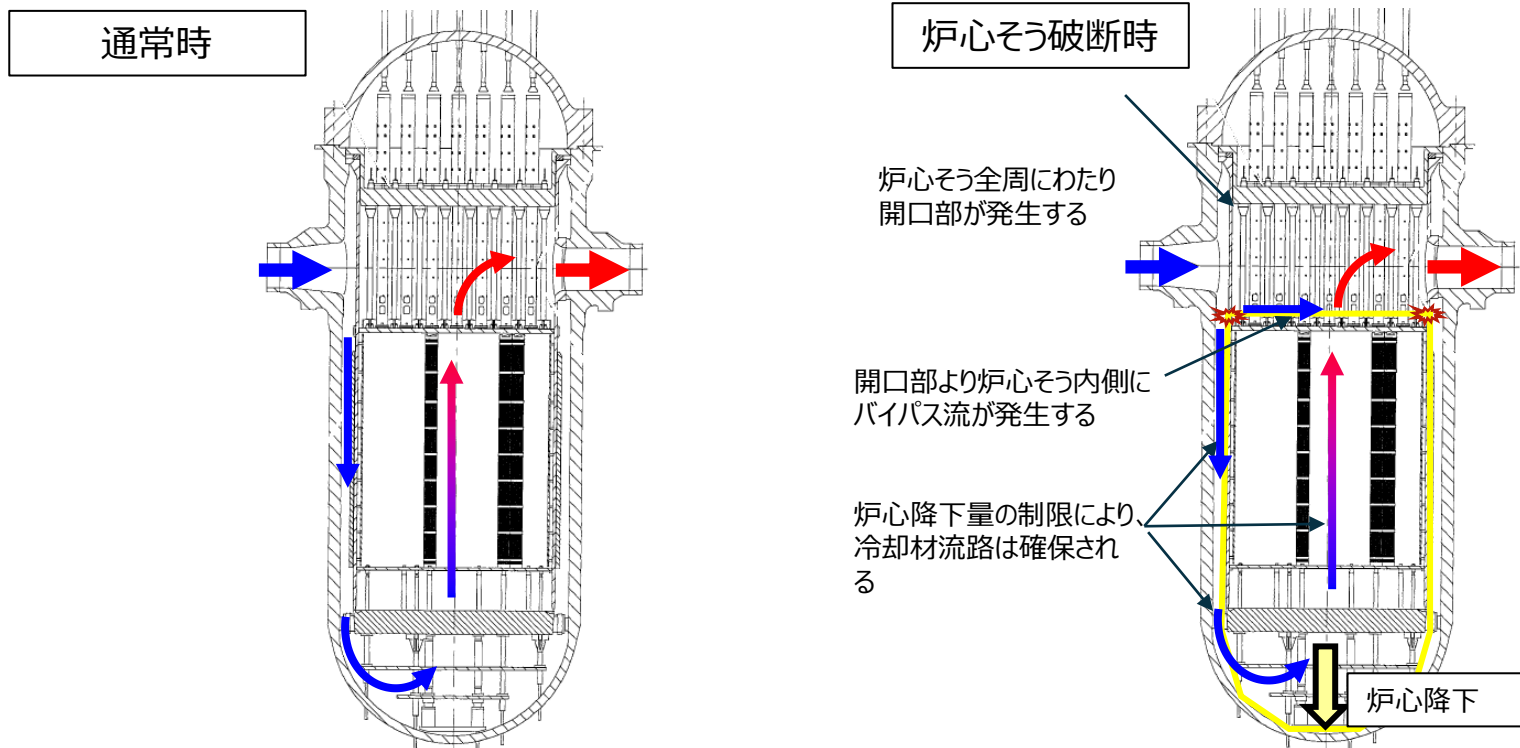
炉心降下量は以下の式で表される。

$$A = \text{Gap} + \Delta L$$

(Gap : 運転時の底板と原子炉容器の隙間)
(ΔL : ショックアブソーバの塑性変形量)

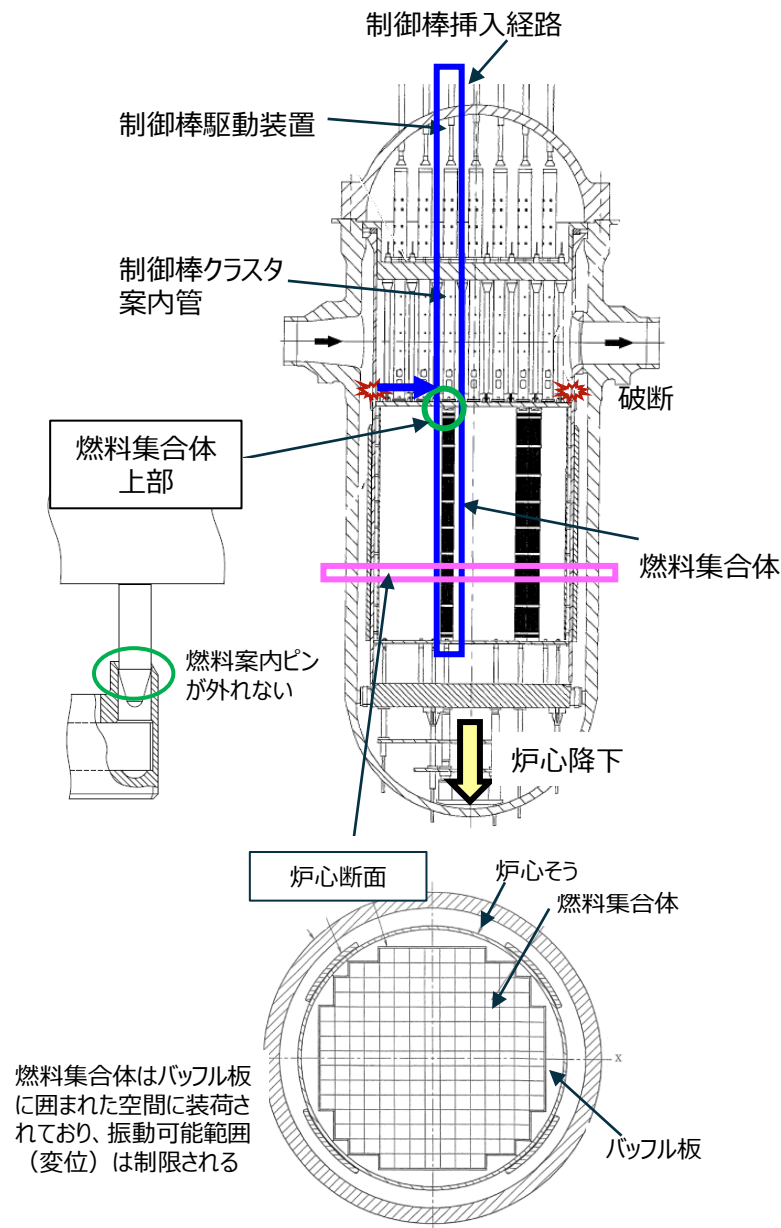
炉心そう全周破断時の安全停止について①

- 炉心そう溶接部の全周破断と地震が同時に発生すると、炉心そうの破断部から炉心そう内側にバイパス流が発生するとともに、炉内構造物や燃料集合体等は地震により加振される。
- 設計上の配慮により炉心そう破断時の炉心降下量を制限しており、バイパス流や地震による振動を考慮しても制御棒は挿入される（添付2）。また、この炉心降下量の制限により冷却材流路は確保されるため、蒸気発生器を介した炉心の冷却は可能であり、炉心は安全に停止する。



炉心そう全周破断時の安全停止について②（地震時）

- 制御棒の挿入経路は、制御棒駆動装置、制御棒クラスタ案内管案内管及び燃料集合体である。
- 制御棒駆動装置及び制御棒クラスタ案内管の支持状態は炉心そう破断前後で変わらないため、地震時の変位は変わらない。
- 炉心そう破断により炉心は降下するが、燃料案内ピンから燃料集合体は抜けず、燃料集合体の上下端は燃料案内ピンとかん合した状態である。また、燃料集合体は炉心そう内側のバッフル板で囲まれた空間にあり、地震時には限られた空間で振動するため、変位は制限される。
- 炉心降下の状態でも制御棒先端は燃料集合体に挿入されており、また、地震により加振された場合でも制御棒の挿入経路の変位は制限されるため、制御棒は燃料集合体に挿入される。
- 通常運転時において、炉心そう出口ノズルの近傍にある制御棒クラスタ案内管は、出口ノズルへ向かう1次冷却材が作用する厳しい横流れ環境で、制御棒挿入性に問題ないことを確認している。炉心そう破断に伴いバイパス流（炉心そう外面から内側に向かう流れ）が発生するが、その分、主流の割合は低下するため、横流れが有意に厳しくなることはなく、制御棒の挿入性に問題はないと考えられる。



押えリングの応力緩和の影響

【押えリングの応力緩和による影響について】

- 仮に押えリングが応力緩和（リラクゼーション）した場合、炉心そう上端の支持条件が変化するため、炉心そうの振動挙動が変化する可能性があるが、国内プラントについては、応力緩和によって押えリングが機能を喪失する可能性がないことを高経年化技術評価のとおり確認済みであり、炉心そうの振動挙動が有意に変化することは無い。

＜押えリングの応力緩和に関する高経年化技術評価：高浜2号機の例＞

部 位	経年変化事象	健全性評価	現 状 保 全	総 合 評 価	高経年化への対応
押えリング	応力緩和	リラクゼーション試験で得られたデータを基に、押えリングのリラクゼーション解析を実施した結果、炉内構造物の保持性を喪失する可能性はなく、健全性評価上問題ないと考える。 なお、運転開始後20年経過した国内他プラントでの計測結果に基づき評価した結果、十分な保持力を有していることを確認している。	定期的に下部炉内構造物を取り出して、水中テレビカメラによる目視検査を実施し、有意な変形がないことを確認している。	健全性評価結果から判断して、現時点の知見においては、押えリングの応力緩和は問題となる可能性はないと考え、今後、現状保全の適正化が可能と考える。	押えリングの応力緩和に対しては、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。

<参考> 炉心そう全周破断時の制御棒機能維持

枠囲みの範囲は機密に関する事項
ですので公開できません

<参考> 炉心そう全周破断時の炉心降下量の算出方法

枠囲みの範囲
は機密に関する
事項ですので
公開できません