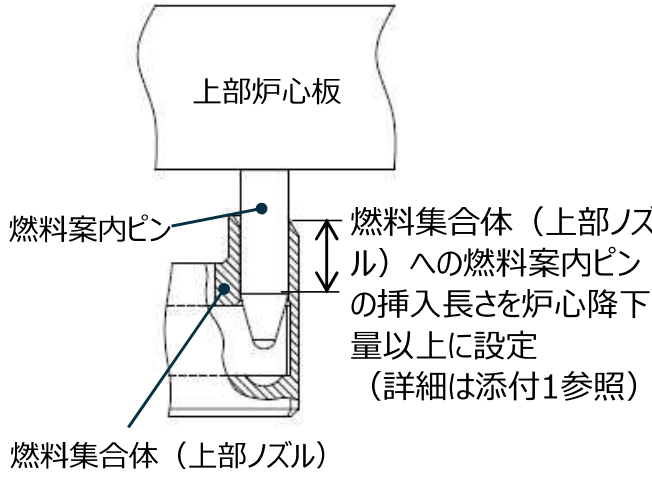


炉心そうが破断した場合に制御棒挿入性を担保するため、炉内構造物、制御棒及び燃料集合体は以下の設計上の配慮をしている。

① 燃料案内ピンの挿入長さ管理



上部炉心板

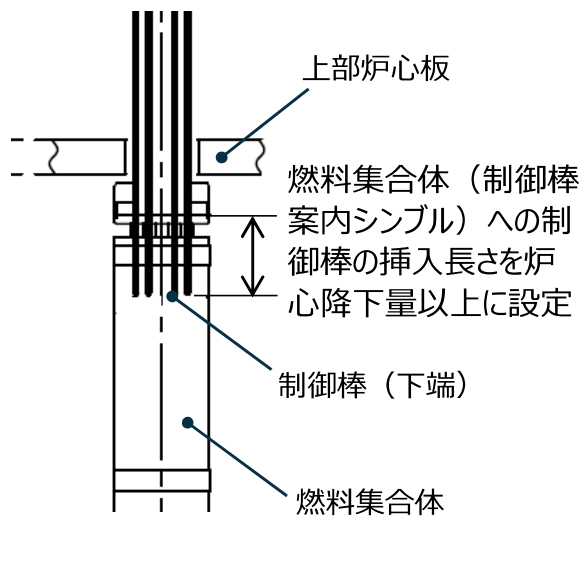
燃料案内ピン

燃料集合体（上部ノズル）への燃料案内ピンの挿入長さを炉心降下量以上に設定（詳細は添付1参照）

燃料集合体（上部ノズル）

Detailed description: This diagram shows a cross-section of the upper fuel assembly. It illustrates the fuel guide pins (燃料案内ピン) inserted into the upper nozzle fuel assembly (燃料集合体（上部ノズル）). The text indicates that the insertion length is set to be greater than the core lowering amount (炉心降下量) to ensure proper contact and insertion. The upper core plate (上部炉心板) is also shown at the top.

② 制御棒の挿入長さ管理



上部炉心板

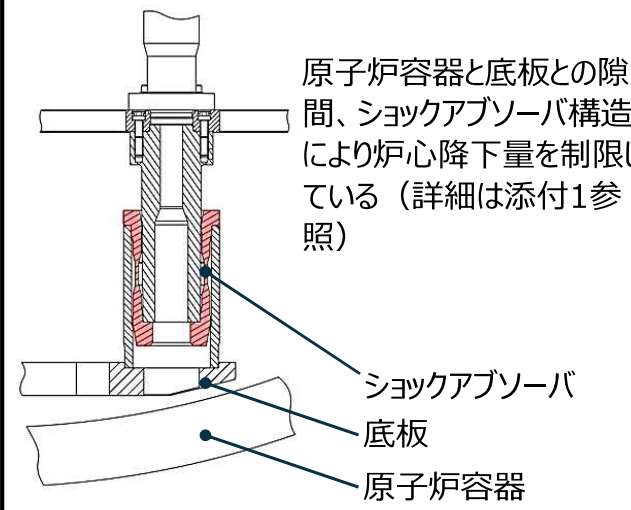
燃料集合体（制御棒案内シムル）への制御棒の挿入長さを炉心降下量以上に設定

制御棒（下端）

燃料集合体

Detailed description: This diagram shows the control rod (制御棒) assembly. It illustrates the control rod (制御棒（下端）) inserted into the control rod guide assembly (燃料集合体（制御棒案内シムル）). The text states that the insertion length is set to be greater than the core lowering amount (炉心降下量) to ensure the control rod can be inserted into the guide assembly. The upper core plate (上部炉心板) is also shown.

③ 炉心降下量の制限



原子炉容器と底板との隙間、ショックアブソーバ構造により炉心降下量を制限している（詳細は添付1参照）

ショックアブソーバ

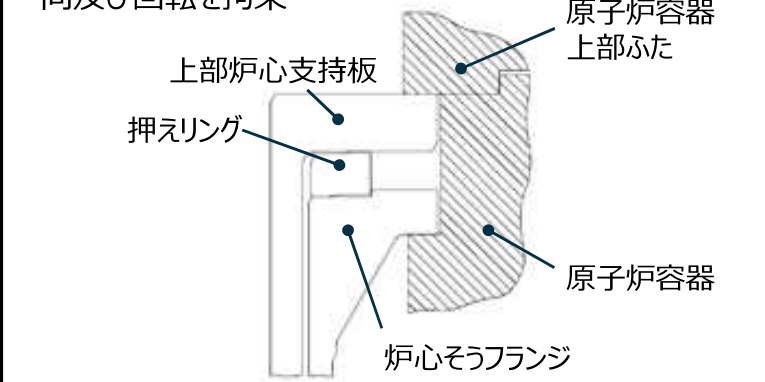
底板

原子炉容器

Detailed description: This diagram shows the core lowering mechanism. It illustrates the core lowering amount (炉心降下量) being restricted by the gap between the reactor vessel (原子炉容器) and the bottom plate (底板), and the shock absorber structure (ショックアブソーバ). The text indicates that this structure restricts the core lowering amount (炉心降下量) to ensure safety. The reactor vessel (原子炉容器) and bottom plate (底板) are also shown.

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え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



原子炉容器上部ふた

上部炉心支持板

押えリング

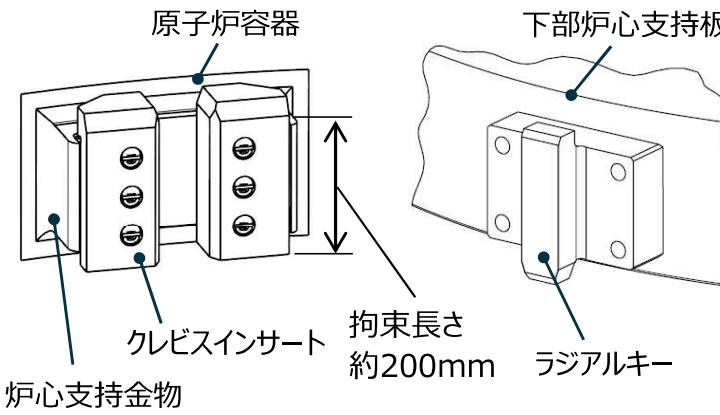
原子炉容器

炉心そうフランジ

Detailed description: This diagram shows the upper core support structure. It illustrates the upper core support structure (上部炉内構造物・炉心そうフランジ部) being constrained by the upper reactor vessel head (原子炉容器上部ふた) and the pusher ring (押えリング). The text states that this structure constrains the core in the vertical, horizontal, and rotational directions. The upper core support plate (上部炉心支持板) and the reactor vessel (原子炉容器) are also shown.

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）



原子炉容器

下部炉心支持板

クレビスインサート

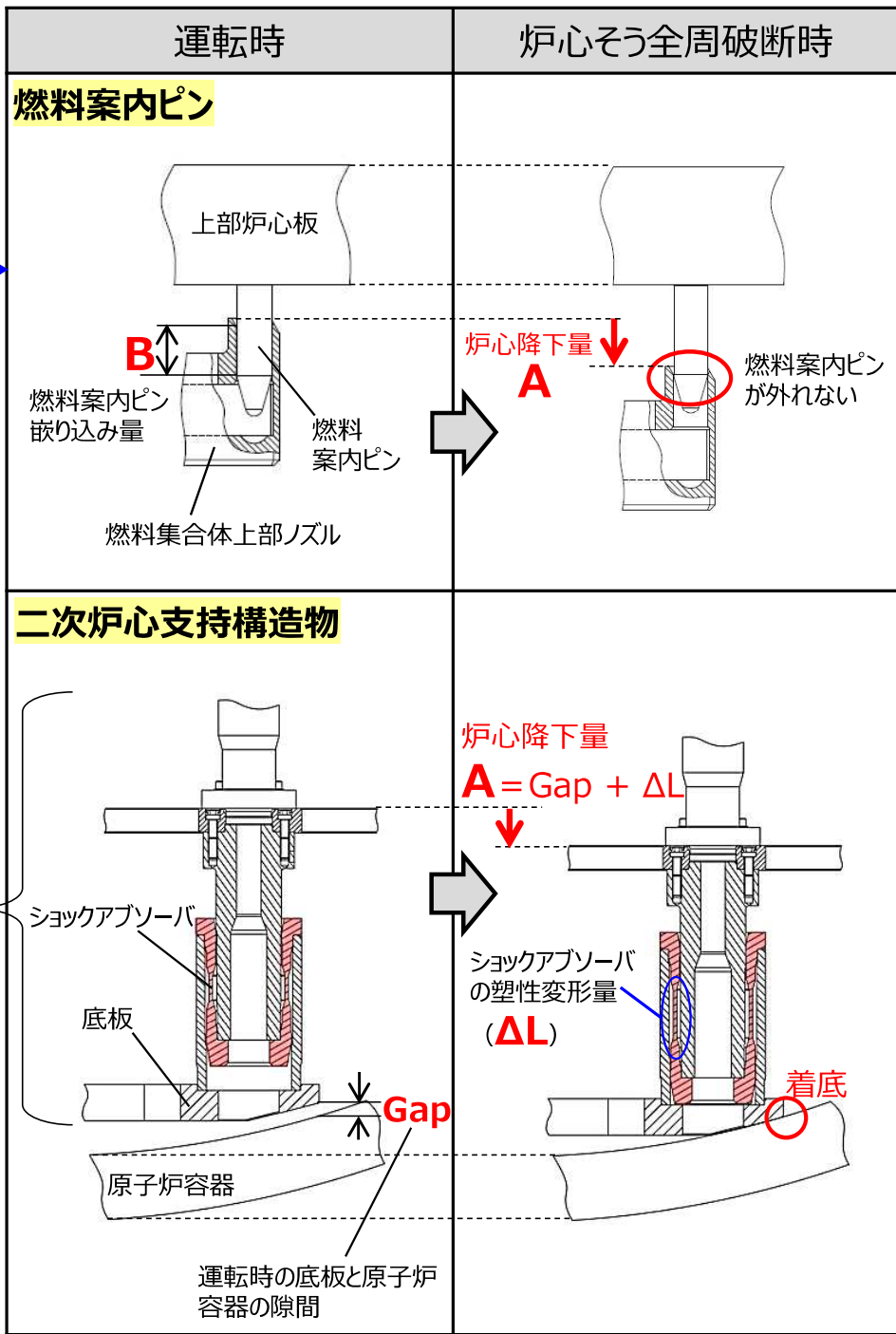
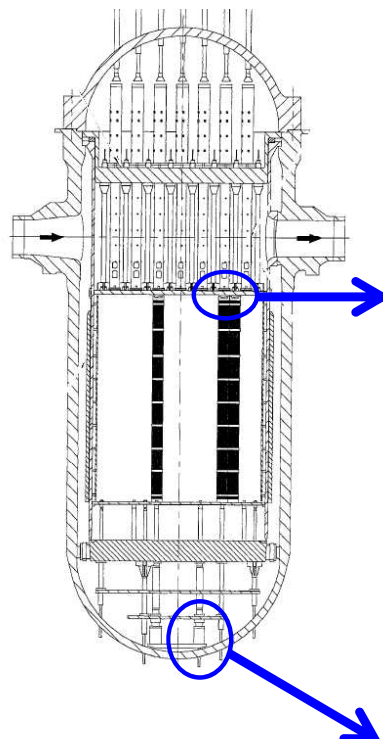
拘束長さ約200mm

ラジアルキー

炉心支持金物

Detailed description: This diagram shows the lower core support structure. It illustrates the lower core support structure (下部炉内構造物（炉心そう下部）) being constrained by the radial key (ラジアルキー) and the clevis insert (クレビスインサート). The text states that this structure constrains the rotation of the lower core support structure (炉心そう下部) and allows for vertical lowering (炉心そう下部が垂直に降下). The lower core support plate (下部炉心支持板) and the reactor vessel (原子炉容器) are also shown. The constraint length (拘束長さ) is approximately 200mm.

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

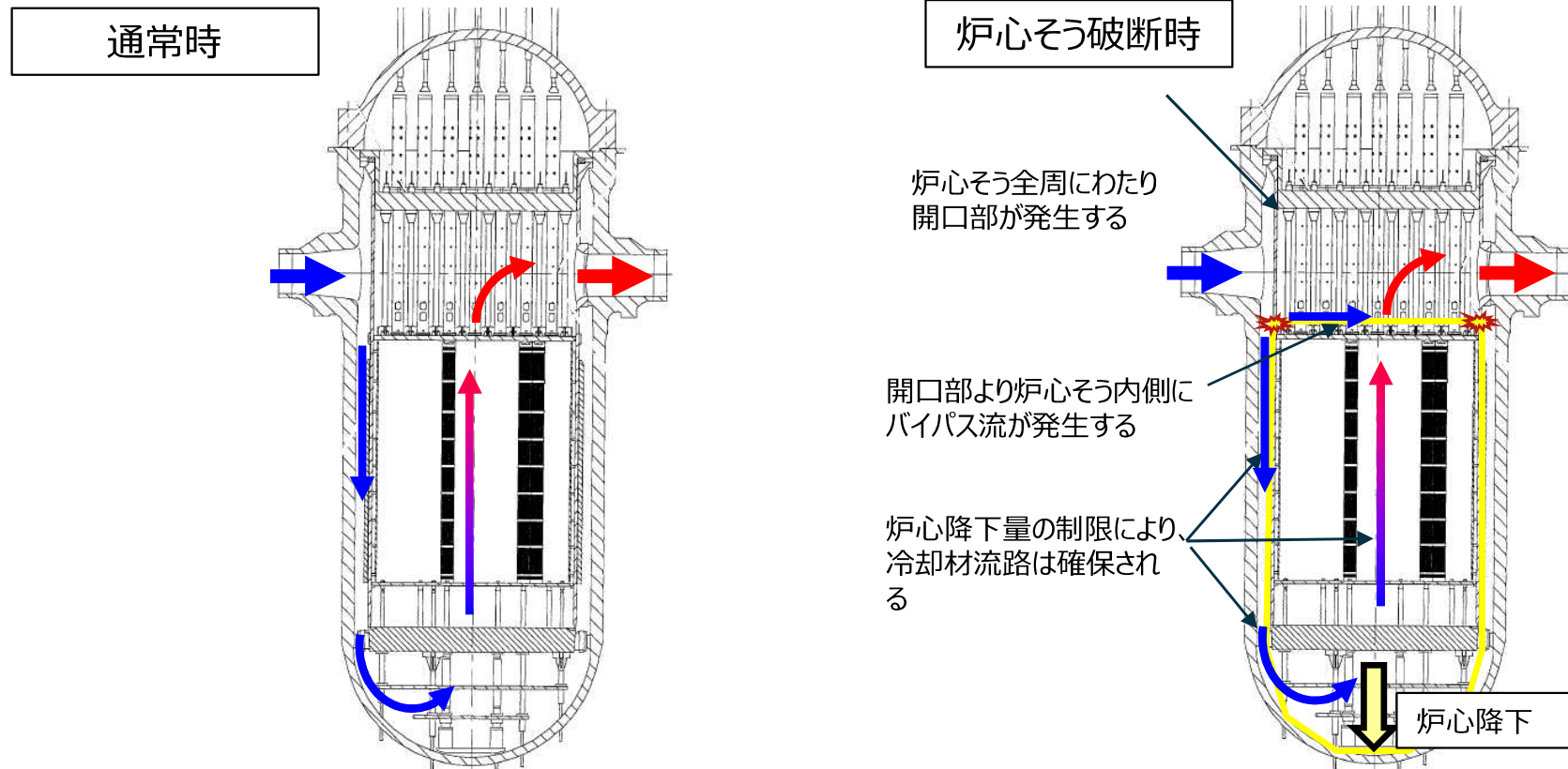
炉心降下量は以下の式で表される。

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

(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)

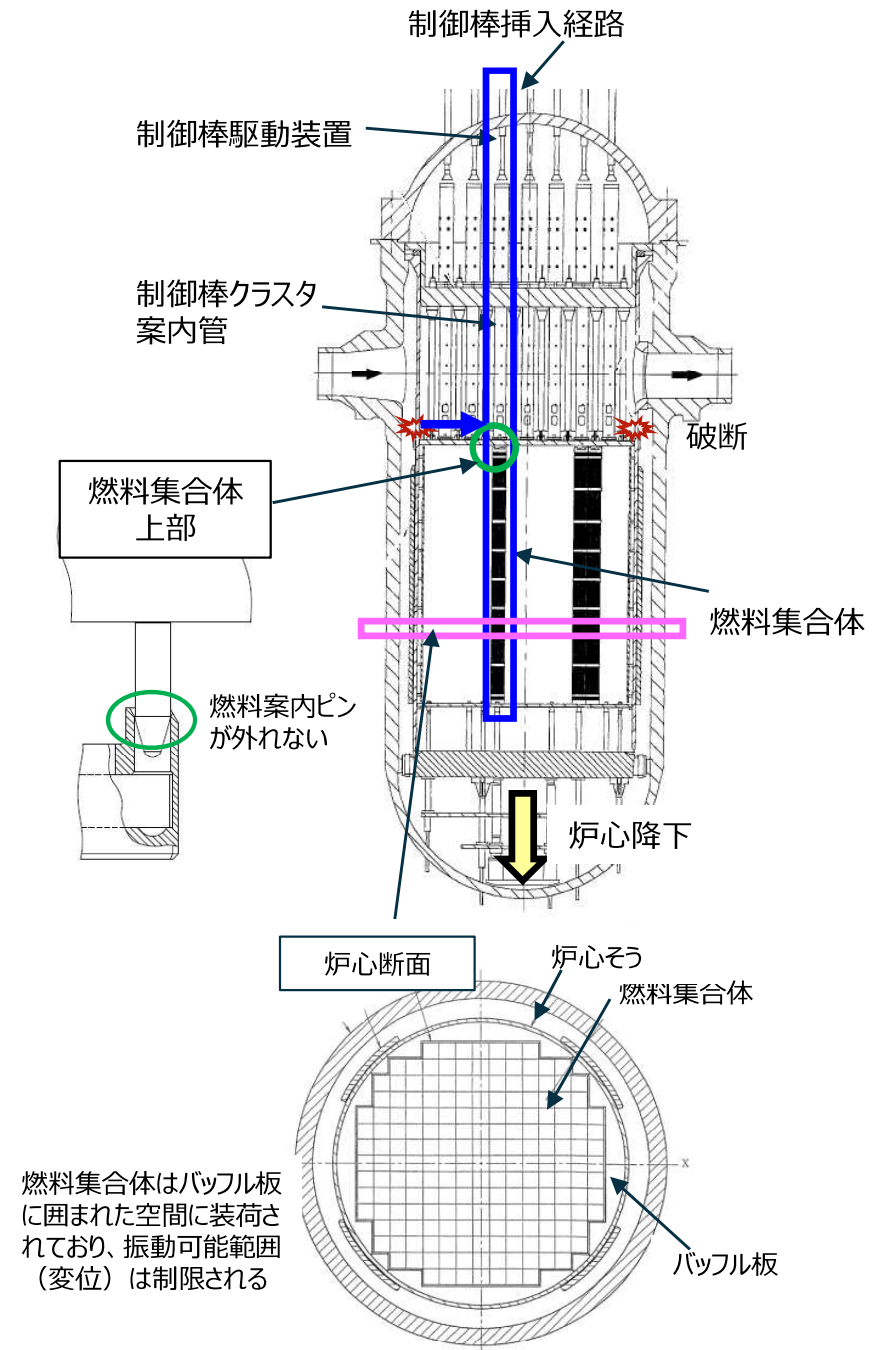
炉心そう全周破断時の安全停止について①

- 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。



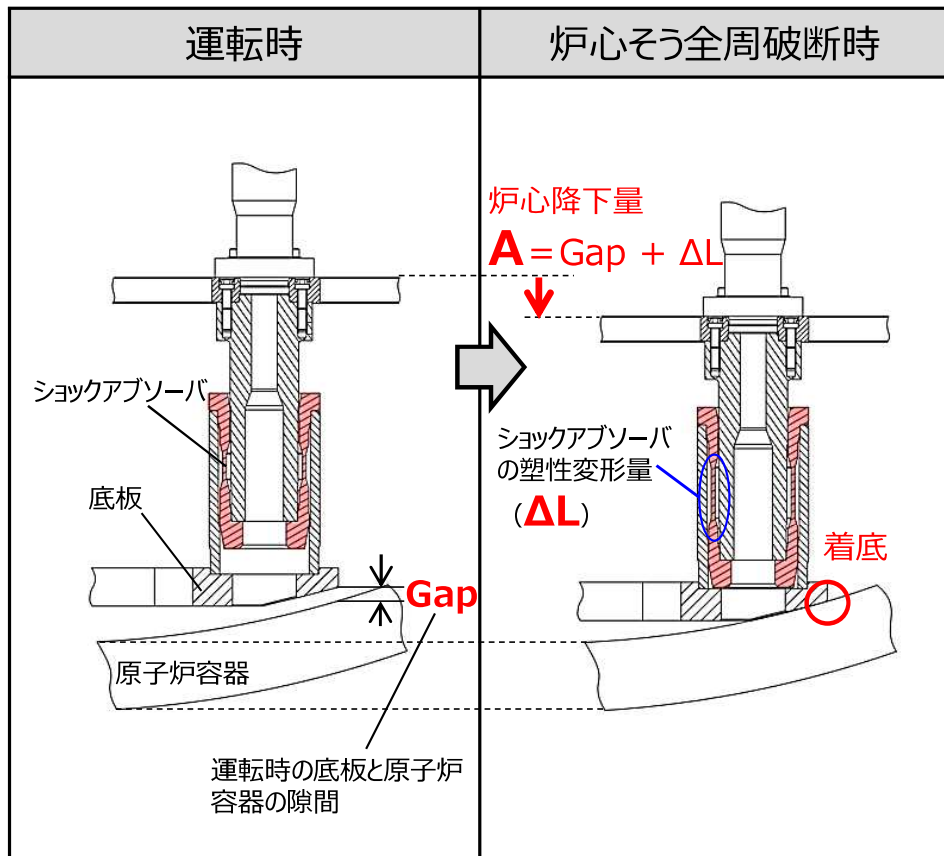
押えリングの応力緩和の影響

【押えリングの応力緩和による影響について】

- 押えリングが応力緩和（リラクゼーション）すると、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。

<参考> 炉心そう全周破断時の炉心降下量の算出方法について

◆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