

原子炉冷却材再循環ポンプモーターケーシングの耐震安全性について

設備健全性、耐震安全性に関する小委員会で、原子炉冷却材再循環ポンプモーターケーシング（以下「RIP ケーシング」という。）の耐震安全性に関し、これまで議論されてきた内容を以下に整理しました。

1 耐震安全性への疑問

- ・ 本小委員会では、基準地震動 S_s に対する RIP ケーシングの軸圧縮応力（報告書記載値：減衰定数 1%、195MPa。以下「報告値」という。）は、許容基準値を下回っているものの、その差が小さいことから、耐震強化工事が必要ではないかとの意見がありました。
- ・ 東京電力から、以下の理由から耐震強化工事は不要であるとの説明がありました。
 - ① 今回の報告値は、より安全側の評価となるように、曲げ応力の最大値（絶対値）を一様な軸圧縮応力とみなして、圧縮応力に加算している（図 1）。
 - ② 許容基準値も安全側の評価となるよう余裕が見込まれている。

	応答値		許容基準値
	減衰3% <small>試験で妥当性が確認されたRIPの値</small>	減衰1% <small>JEAG4801記載の機械装置の値</small>	
耐震安全性評価(S_s) (基礎版上で738ガル)	183 MPa (121 MPa) ()内はFEMによる評価	195 MPa ^{※1} <small>※1 RIP減衰定数3%から 余裕を持たせた評価値、報告書に記載</small> (130 MPa) ()内はFEMによる評価	207 MPa
耐震強化工事用地震動 (基礎版上で1000ガル) に基づく評価結果	190 MPa (127 MPa) ()内はFEMによる評価	240 MPa ^{※2} <small>※2 パラメータスタディで算出したもので参考値</small> (168 MPa) ()内はFEMによる評価	

表 1 : RIP ケーシング軸圧縮応力の耐震安全性評価結果（設備小委 18-2 p. 7）

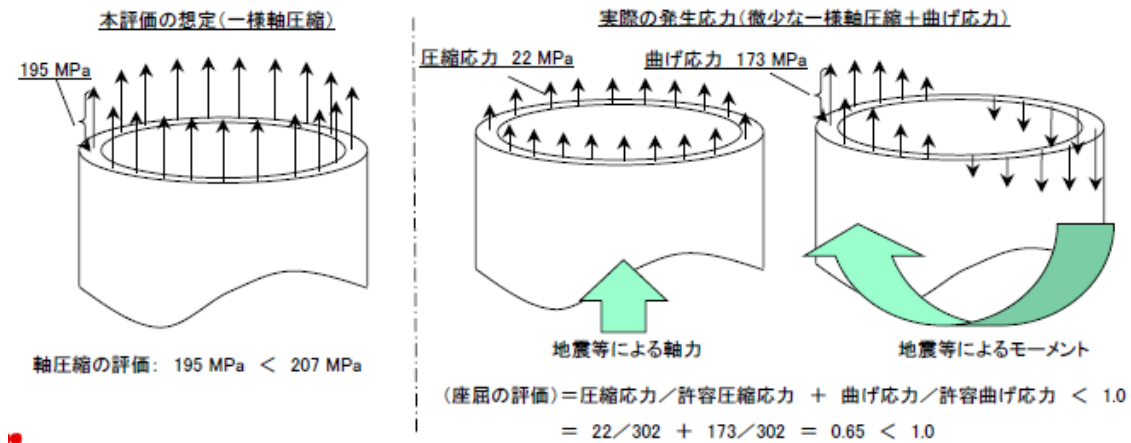


図 1 : 軸圧縮応力の評価 (設備小委 16-5-2 p. 6)

2 応力算出式と減衰定数について

- 委員から、以下の2点について、質問がありました。
 - 1) 報告値の算出式は、実際に当該設備にどのような荷重がかかるかを想定し、評価を行っているのか。
 - 2) 減衰定数に工事計画認可申請時の3%より厳しい1%を採用しているのは何故か。
- 東京電力からの説明は、以下のとおり説明がありました。

1)について

実際にどのような荷重がかかるのかを想定した上での評価を行っており、

- ① 荷重条件を考慮した各部位に発生する応力は、評価基準値を下回っている (図 2)。
- ② 実際の曲げ荷重による座屈を評価しても、許容基準値を満足する (図 1 右下の式)。

2)について

減衰定数は、基準地震動 S_s が審議中であり、見直しを求められる可能性があったため、工事計画認可申請時に適用した3%より厳しめの評価となる感度解析を行った時の1%を採用した。

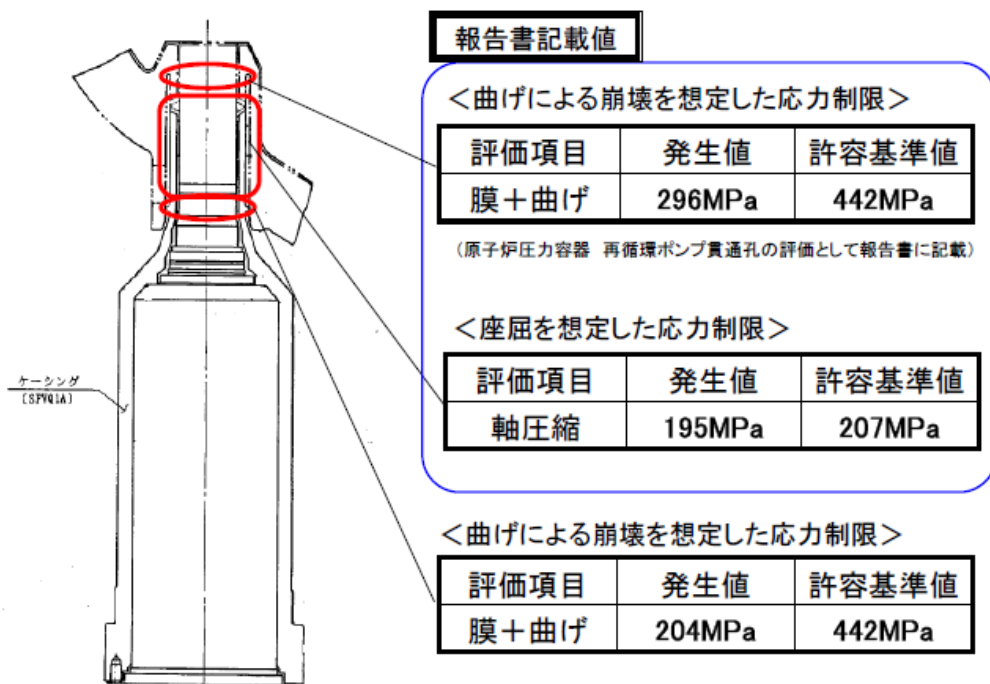


図 2 : RIP ケーシング一次応力評価 (設備小委 17-2-1 p. 5)

3 減衰定数の設定について

- ・ 委員から、以下の2点の理由により、適用すべき減衰定数は原子力発電所耐震設計技術指針（以下「JEAG4601」という。）に示された値1%であるにも拘わらず、当該設備の耐震補強工事はできないので、本来の減衰定数は3%であると東京電力は主張しているのではないかとの疑問が呈せられました。
 - 1) 減衰定数1%を適用した場合、耐震強化用地震動（1,000gal）に対しては許容基準値を越えるおそれがあること（表1、240MPa）
 - 2) 工事認可計画申請図書に3%の記載がない。
- ・ 上記のことに関連し、減衰定数について、委員から、以下の意見がありました。
 - 3) 実験装置と7号機実機では減衰定数は異なるのではないか。
- ・ 東京電力から、JEAG4601では、実験又は特別な研究によって信頼できる値があればこれを用いることができるとされており、工事計画認可申請前に行った実証試験から減衰定数を3%としたとの説明がありました。その他、上記3点についても説明があり、本小委員会では以下の議論がなされました。
 - 1) 構造や内圧等の現実的な条件を加味したFEM（有限要素法）モデルによる計算値（表1）は、1%であっても評価基準値を下回る。
 - 2) 工事認可計画申請前に得られた実証試験データから、減衰定数3%は妥当である。
 - 3) 「実験に用いた装置は、基本的に7号機実機と構造・寸法が同じなので、減衰特性は同じである。」との説明を東京電力から受けたが、実機の場合は、中に炉水が入ったりすること等から、定性的には減衰定数はより大きな値となるといえる。

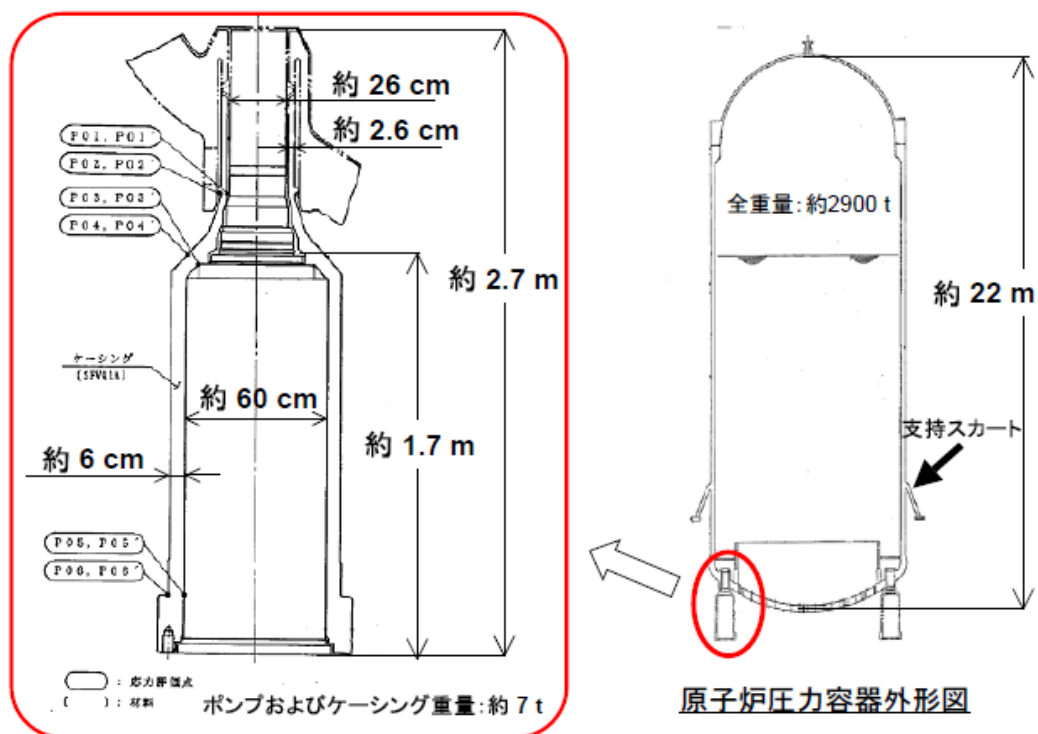


図3：RIP構造図（設備小委19-2-1 p.6）

4 耐震強化工事の必要性について

- ・ 委員から、配管等において、発生応力値が許容基準値を下回った場合でも、耐震強化工事を行っているので、当該機器についても、工事が必要ではないかとの意見がありました。
- ・ 本小委員会では、当該機器の取付状態（図3）を考えれば、報告値の様な軸圧縮応力がかかることは現実的ではなく、かなりの余裕が見込まれていること等や、曲げ応力が許容基準値を下回っていること、評価基準値そのものにもかなりの余裕が見込まれ

ていることから、評価基準値を下回れば、耐震強化工事は必要ないとの意見がありました。

5 工事認可申請時の減衰定数について

- ・ 減衰定数については、工事計画認可申請時の値や適用経緯が分かり難く、議論を混乱させたため、委員から、分かり易く整理した資料の提出を要望されました。
- ・ 東京電力は、これまでの減衰定数の経緯を時系列的に整理し、申請時に使用していた根拠となる資料（論文）を示しました。
- ・ 原子力安全・保安院からは、申請時には根拠となるデータの提示を事業者に求め、その妥当性を確認していること、また、プラントメーカーの当時の地震応答解析で、減衰定数3%を使用していることを確認したとの説明がありました。

6 耐震安全性について

- ・ 委員から、評価に用いた JNES と東京電力の減衰定数が異なるにも拘わらず、数値が近いことについて、JNES のクロスチェックを疑問視し、東京電力の計算の信頼性も疑わしいとする意見がありました。
- ・ 保安院から、今回の JNES のクロスチェックは、耐震安全性が確保できるか否かの観点から行っており、安全性は確保されているとの説明がありました。
- ・ 本小委員会では、RIP ケーシングの耐震安全性については、発生応力を求める簡便な計算式に十分な安全性が見込まれていることや、現実的な条件で評価した場合、耐震強化用地震動に対する発生応力は、減衰定数1%であっても許容基準値を下回ることから、問題はないとされました。