

配管設計の応力解析における不備に対する報告書（概要）

1. はじめに

柏崎刈羽原子力発電所7号機の構造強度解析を行ったメーカ（以下、「当該メーカ」という。）の計算機プログラムにおけるデータ処理の問題により、評価結果の一部に誤りがあることが確認された。

本報告書は、本事象に対する平成20年4月10日付け「配管設計の応力解析における不備への対応について」（平成20・04・10 原院第1号）（以下、「指示文書」という。）に基づき、配管に関する応力解析の結果並びに当該メーカ及び当社における原因究明と再発防止対策について纏めたものである。

2. 不適合の内容

不適合が確認された計算機プログラム「HISAP」は、汎用の有限要素法配管応力解析プログラム（メインプログラムB）、メーカオリジナルの国の基準に従った配管の応力評価を行うプログラム（メインプログラムD）、データを受け渡すプログラム（サブプログラムA、C）で構成されている。今回の不適合は、サブプログラムC（入出力データ生成プログラム）において、クラス1配管及びクラス2配管の分岐部に作用するモーメントにつける正負の符号処理が、技術基準に規定された評価方法と異なるプログラムとなっていたために発生した。

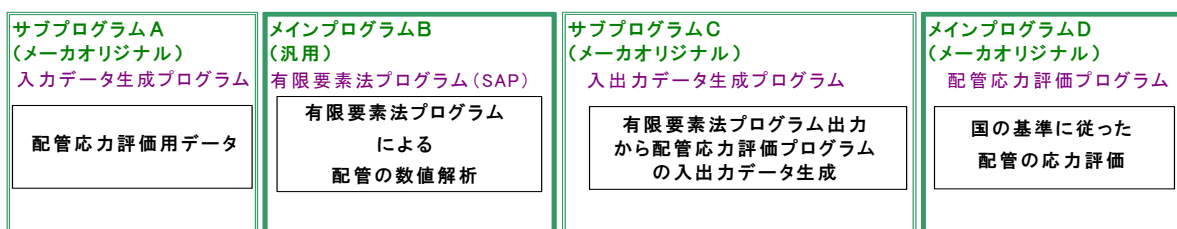


図1 HISAPプログラム

3. 指示文書に基づく対応

当該メーカが、今回不備が確認された計算機プログラムを用いて配管の応力解析を行ったものは、当社工事計画認可申請書のうち、浜岡原子力発電所5号機のみである（分割第三回申請分、平成12年4月認可）。

(1) 再評価方法

今回の再評価においては、工事計画認可申請時の配管モデルを再現したモデルを用いて評価を行い、現状の設備の健全性を確認するために、当該配管モデル内の最大応力評価点における応力値と許容値との比較を行った。また、再評価にあたっては、以下の条件で行った。

入力地震動： 設計用地震動*

適用規格・基準： 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC-2005)
 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601)

配管モデル： 工事計画認可申請時の配管モデルを再現したモデル

*：再評価における設計用地震動は、浜岡原子力発電所第5号機の工事計画認可申請書添付書類「耐震性に関する説明書」に記載している地震動を用いて評価を行う。

(2) 再評価結果

再評価の対象となった配管モデルにおいて、最大応力評価点は分岐部であり、発生応力の値がプログラム修正後に大きくなってはいるが、発生応力は許容値を満足しており、構造強度に問題

がなく、安全上の問題がないことを確認した。(別紙参照)

4. 原因調査

(1) 当該メーカーにおける原因調査結果

①インターフェイス項目の確認不足

計算機プログラム作成業務において、サブプログラムのインターフェイス項目(受け渡しされるデータの単位、桁数、正負符号等)を明確にして、整合性を確認する具体的な要領が不明確であった。

②告示等の改正による影響評価及び検討の不足

告示等に規定されている応力評価の考え方や計算式が改正された時の計算機プログラムに対する影響評価及び検討が不十分だった。

③検証方法及び検証結果の検討不足

プログラム検証におけるサブプログラムのインターフェイスの整合性確認の方法・結果に対する検討が不十分であった。

(2) 当社における事象調査

当社は、当該工事計画認可申請書(浜岡原子力発電所5号機(分割第三回申請分,平成12年4月認可))作成当時、解析・評価に使用される計算機プログラムの妥当性については、十分な使用実績があることを確認するにとどまり、当該メーカーにおける検証内容にまで踏み込んだ確認をしていなかった。

5. 再発防止対策

(1) 当該メーカーにおける再発防止対策

今後の計算機プログラムの作成・検証においては、今回作成した「インターフェイス仕様の整合性チェックシート」を運用すること、プログラム間での入出力データを比較照合すること、あるいは複数のプログラムにまたがる計算処理結果を手計算結果と比較すること等の具体的な要領を社内規格に定め実施する。さらに、平成11年以降品質マネジメントシステムのもとで取り組んでいる許認可解析の品質向上策について引き続き実施していく。

(2) 当社における再発防止対策

当社は許認可に係る解析業務において次の対策を行っていく。

①調達要求事項の追加

- ・調達の都度、調達要求事項として、受注者の実施した計算機プログラムの検証内容(検証範囲、検証手順、インターフェイス仕様の整合性等)の妥当性を評価した書類を当社に提出させる。
- ・当社は、検証内容の妥当性について確認することとし、その旨を社内規定類に反映する。

②当該メーカーの再発防止対策の実施状況の確認

- ・当該メーカーにおいて今回の再発防止対策が確実に実施されていることを監査等にて確認する。

(3) 水平展開

- ・当社プラントの許認可等に用いられる解析に使用した、当該メーカーのプログラムを調査した結果、不適合のあったプログラムと同種のインターフェイス仕様を有するプログラムがないことを確認した。
- ・当社プラントの許認可等の解析に使用した当該メーカーオリジナルプログラムを調査し、それらについて当該メーカーによる検証が行われていることを確認した。
- ・当該メーカー以外のメーカーが当社プラントの許認可等の解析に使用したプログラムについても、当該メーカーのプログラムと同様の点検を行う。
- ・今回の不適合について、原子力施設情報公開ライブラリー(NUCIA)に登録、公開し、産官学における情報共有を図る。

以上

配管の構造強度の再評価結果

(1) 浜岡原子力発電所5号機 工事計画書

表1 浜岡原子力発電所5号機 配管の構造強度の再評価結果^{※1}

系統	一次応力評価 ^{※2} (発生応力)			一次+二次応力評価 ^{※3} (発生応力)			疲労評価 ^{※4} (疲れ累積係数)		
	プログラム 修正前 (MPa)	プログラム 修正後 (MPa)	許容値 (MPa)	プログラム 修正前 (MPa)	プログラム 修正後 (MPa)	許容値 (MPa)	プログラム 修正前 (-)	プログラム 修正後 (-)	許容値 (-)
主蒸気系 (クラス2)	113	129	180	— ^{※5}					

※1：個々の評価項目において最大値を示した評価点を記載。

※2：一次応力評価では、クラス1配管およびクラス2配管の分岐部の応力を算出する際に主管・分岐管のモーメントの符号を考慮して計算することが規定されている。

※3：一次+二次応力評価では、クラス1配管の分岐部のみ応力を算出する際に主管・分岐管のモーメントの符号を考慮して計算することが規定されている。クラス2配管の分岐部については、モーメントの符号を考慮することは要求されていない。

※4：一次+二次応力が許容値を超えた場合には、疲労評価を実施する。疲労評価の結果許容値を満足していれば、設備は健全である。

※5：クラス2配管においては、モーメントの符号を考慮することは要求されていないことから再評価対象外。