

(添付資料)

平成 20 年 5 月 30 日  
東京電力株式会社

当社原子力発電所における配管の構造強度評価結果の一部誤りに関する  
高経年化技術評価等報告書の再評価結果の概要

1. 経緯および指示文書への対応

(1) 経緯

- ・ 当社は、平成 19 年 7 月 16 日に発生した新潟県中越沖地震を踏まえ、柏崎刈羽原子力発電所における各設備の点検・評価を実施しているが、同発電所 7 号機における配管の構造強度評価結果の一部が誤っていることを確認した。
- ・ 構造強度評価結果が誤っていた原因は、解析を実施したメーカーの計算機プログラムの一部に問題があったものである。このため、プログラムのデータ処理を修正したうえで、配管の構造強度を再評価した結果、誤りの影響は小さく、許容値を十分満足していることを確認した。
- ・ このたびの事象を踏まえ、平成 20 年 4 月 10 日、原子力安全・保安院から、当該メーカーが過去に実施した構造強度評価に関して、問題のあった計算機プログラムのデータ処理を修正したうえ、構造強度の再評価を実施し報告すること、ならびに根本的な原因究明と再発防止対策について併せて報告を求める旨の指示文書を受領した。
- ・ 指示文書にもとづき、平成 20 年 4 月 30 日、工事計画書等における配管に関する構造強度の再評価結果、および当該メーカーならびに当社における原因究明と再発防止対策について報告した。
- ・ 福島第一原子力発電所 1 号機および 4 号機における高経年化技術評価等報告書の応力評価の再評価については、工事計画書の評価結果にもとづき技術評価等を実施していることから、平成 20 年 5 月 30 日までに再評価を行うこととした。

(2) 影響範囲

今回の不適合事象に係る影響範囲は以下のとおりである。

- ・ 昭和 55 年に旧告示 501 号が制定された以降のクラス 1 配管（旧告示第 1 種管）の分岐部を含む応力評価  
〔旧告示制定により、クラス 1 配管（旧告示第 1 種管）の分岐部の応力算定について、モーメントの符号の扱いについて規定された。〕
- ・ 平成 6 年に旧告示 501 号が改正された以降のクラス 2 配管（旧告示第 3 種管）の分岐部を含む応力評価  
〔旧告示改正により、クラス 2 配管（旧告示第 3 種管）の分岐部の応力算定について、モーメントの符号の扱いについて規定された。〕

上記を踏まえ、高経年化技術評価において影響が考えられる評価項目は、以下のとおり。

- ・ クラス 1 配管の疲労割れに対する評価（技術評価および耐震安全性評価）
- ・ クラス 1 配管の減肉に対する評価（耐震安全性評価）
- ・ クラス 1 配管の応力腐食割れ（SCC）に対する評価（耐震安全性評価）

(3) 指示文書への対応

- ・原子力安全・保安院からの指示にもとづき、当該メーカーが過去に実施した福島第一原子力発電所1号機および4号機の高経年化技術評価等報告書における配管分岐部の応力評価について、再評価を実施した。

2. 再評価結果

再評価を実施した結果、許容値を満足していることなどから、いずれもこれまでに実施した技術評価および耐震安全性評価の評価内容に変更はなく、既評価結果にもとづき定めて運用している「原子炉施設の保全のために実施すべき十年間の措置」に変更がないことを確認した。(別紙参照)

以 上

## 福島第一原子力発電所 1 号機および 4 号機における高経年化技術評価等報告書の再評価結果

## 1. 福島第一原子力発電所 1 号機 高経年化技術評価等報告書

※再評価にあたっては、現在の設備の設置状況を反映して評価を実施している。例えば、原子炉冷却材再循環系、給水系は、再評価前から設備が変更されており、再評価値にはそれに伴う変更分も含まれる。

## (1) 疲労割れに対する評価（技術評価および耐震安全性評価）

## a. 技術評価

配管について 60 年間使用することを仮定して、プラントの起動・停止時等の熱による疲労評価を行う。

(再評価結果)

系統（配管種別）	再評価前		再評価後		許容値
	評価時点	運転開始後 60 年時点	評価時点	運転開始後 60 年時点	
原子炉冷却材再循環系 (クラス 1)	0.132	0.132	0.033	0.062	1
主蒸気系 (クラス 1)	0.003	0.004	0.003	0.006	1
給水系 (クラス 1)	0.051	0.096	0.067	0.128	1

## b. 耐震安全性評価

技術評価の結果をもとに、耐震安全性に関する評価として、地震動による疲労評価を加味する。

(再評価結果)

系統（配管種別）	再評価前			再評価後			許容値
	運転開始後 60 年時点	地震動による 疲れ累積係数 (S2 地震動)	合計	運転開始後 60 年時点	地震動による 疲れ累積係数 (S2 地震動)	合計	
原子炉冷却材再循環系 (クラス 1)	0.1316	0.0002	0.1318	0.0615	0.0000	0.0615	1
主蒸気系 (クラス 1)	0.0044	0.0012	0.0056	0.0052	0.0026	0.0078	1
給水系 (クラス 1)	0.0963	0.0003	0.0966	0.1272	0.0004	0.1276	1

(2) 配管減肉に対する評価（耐震安全性評価）

腐食の発生が考えられる配管について、配管曲がり部等に、必要最小板厚までの円周方向に一様な減肉を想定し、耐震安全性に関する評価として、地震動による発生応力を加味する。

（再評価結果）

系統（配管種別）	許容応力状態	応力種別	再評価前の応力比	再評価後の応力比	許容値
給水系（クラス1）	Ⅲ <sub>A</sub> S	1次応力	0.65	0.68	1
		1次+2次応力	1.00	1.20 <sup>※2</sup>	1
	Ⅳ <sub>A</sub> S	1次応力	0.76	0.91	1
		1次+2次応力	1.78 <sup>※1</sup>	2.46 <sup>※3</sup>	1

注) 社団法人日本機械学会で定める規格において、応力種別「1次+2次応力」については、応力比が1を超過する場合、簡易弾塑性解析により、疲れ累積係数が許容値1以下であることを確認することとなっている。

※1：簡易弾塑性解析による疲れ累積係数 0.12

※2：簡易弾塑性解析による疲れ累積係数 0.53

※3：簡易弾塑性解析による疲れ累積係数 0.89

(3) 応力腐食割れに対する評価（耐震安全性評価）

応力腐食割れを考慮しつつ、耐震安全性に関する評価として、地震動による発生応力を加味する。

（再評価結果）

応力腐食割れは溶接部に発生が想定されるが、評価モデル内の配管分岐部に溶接線がないことから応力腐食割れを想定した耐震安全性評価結果へ影響しないものと評価。

2. 福島第一原子力発電所4号機 高経年化技術評価等報告書

(1) 疲労割れに対する評価（技術評価および耐震安全性評価）

a. 技術評価

配管について60年間使用することを仮定して、プラントの起動・停止時等の熱による疲労評価を行う。

(再評価結果)

系統（配管種別）	再評価前			再評価後			許容値
	評価時点	運転開始後 60年時点	環境疲労評価 手法による解析 (60年時点)	評価時点	運転開始後 60年時点	環境疲労評価 手法による解析 (60年時点)	
原子炉冷却材再循環系 (クラス1)	0.002	0.003	0.020	0.002	0.003	0.022	1
主蒸気系（クラス1）	0.026	0.045	—	0.029	0.049	—	1
給水系（クラス1）	0.071	0.123	0.810	0.074	0.133	0.850	1

注) 環境疲労評価手法による解析は、軽水炉の高温水中に適用されるものであり、内部流体が蒸気である主蒸気系は評価対象外。

b. 耐震安全性評価

技術評価の結果をもとに、耐震安全性に関する評価として、地震動による疲労評価を加味する。

(再評価結果)

系統（配管種別）	再評価前			再評価後			許容値
	運転開始後 60年時点	地震動による 疲れ累積係数 (S2地震動)	合計	運転開始後 60年時点	地震動による 疲れ累積係数 (S2地震動)	合計	
原子炉冷却材再循環系 (クラス1)	0.020※	0.000	0.020	0.022※	0.000	0.022	1
主蒸気系（クラス1）	0.045	0.001	0.046	0.049	0.001	0.050	1
給水系（クラス1）	0.810※	0.001	0.811	0.850※	0.001	0.851	1

※：環境疲労を考慮

(2) 配管減肉に対する評価（耐震安全性評価）

腐食の発生が考えられる配管について、配管曲がり部等およびその下流部に、必要最小板厚までの円周方向に一様な減肉を想定し、耐震安全性に関する評価として、地震動による発生応力を加味する。

（再評価結果）

系統（配管種別）	許容応力状態	応力種別	再評価前発生応力 [MPa]	再評価後発生応力 [MPa]	許容値 [MPa]
原子炉再循環系 （クラス1）	Ⅲ <sub>A</sub> S	1次応力	169	195	276
		1次+2次応力	174	174	369
	Ⅳ <sub>A</sub> S	1次応力	160	186	366
		1次+2次応力	228	228	369
給水系（クラス1）	Ⅲ <sub>A</sub> S	1次応力	108	108	173
		1次+2次応力	99	99	399
	Ⅳ <sub>A</sub> S	1次応力	130	130	315
		1次+2次応力	157	157	399

(3) 応力腐食割れに対する評価（耐震安全性評価）

応力腐食割れを考慮しつつ、耐震安全性に関する評価として、地震動による発生応力を加味する。

（再評価結果）

応力腐食割れは溶接部に発生が想定されるが、評価モデル内の配管分岐部に溶接線がないことから応力腐食割れを想定した耐震安全性評価結果へ影響しないものと評価。

<応力評価について>

- 1次応力：内圧等により機器・配管等に加わる荷重によって発生する応力。過大な一次応力が発生すると延性破壊を引き起こす恐れがある。
- 2次応力：材料が熱膨張しようとする際に支持金具で拘束されることによって生じる応力のように、自由な変形が拘束されることにより生じる応力。二次応力は、発生した応力により変形や歪みが生じるとその応力が低減することから、二次応力のみによって機器が延性破壊を起こすことはないが、一次応力に加えて二次応力が繰り返して発生する場合には、疲労破壊を引き起こす恐れがある。
- 疲労評価：二次応力による疲労破壊防止のため、規格に基づいた疲労解析を用いた疲労評価を行うことが定められている。疲労評価は、作用する応力の繰り返し回数と許容繰り返し回数との比を運転条件毎に加え、その総和（疲労累積係数）を確認する。