

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-19-0600-26_改0
提出年月日	2020年11月27日

補足-600-26 【メカニカルスナッパの許容荷重設定に係る  
補足説明資料】

2020年11月  
東北電力株式会社

## 目 次

1. はじめに	1
2. 適用範囲	1
3. メカニカルスナップの許容荷重設定について	1
3.1 メカニカルスナップの許容荷重設定に係る用語	1
3.2 許容応力状態Ⅲ <sub>AS</sub> における許容荷重【使用荷重】	1
3.3 許容応力状態Ⅳ <sub>AS</sub> における許容荷重【最大使用荷重】	4
4. 許容荷重設定の妥当性	6
4.1 許容応力状態Ⅲ <sub>AS</sub> における許容荷重の妥当性	6
4.2 許容応力状態Ⅳ <sub>AS</sub> における許容荷重の妥当性	6
5. 結論	8

別紙 1 メカニカルスナップ確認試験の概要について

## 1. はじめに

建設時工認では、女川原子力発電所第2号機で使用しているメカニカルスナップの許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub>での許容荷重は定格荷重とし、許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>での許容荷重は定格荷重の1.5倍として設定していた。

これは、定格荷重の1.5倍の荷重に対する評価及び試験にて構造・強度及び機能維持を確認していることから、簡便に許容荷重を設定したものであり、許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub>での許容荷重だけでなく、許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>での許容荷重においても強度部材に発生する応力は弾性範囲内であることから十分に保守的な設定と言える。

今回工認では、基準地震動 $S_s$ による地震荷重が増大したことを踏まえ、建設時工認の簡便な荷重設定ではなく、より詳細な検討を行い、メカニカルスナップの許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub>での許容荷重については定格荷重の1.5倍、許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>での許容荷重については強度計算結果を基に支持構造物に対する許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>を満足する荷重値として設定する。

本資料は、今回工認で女川原子力発電所第2号機に適用するメカニカルスナップの許容荷重の設定の考え方についてまとめたものである。

## 2. 適用範囲

申請対象範囲の機器・配管系に設置しているメカニカルスナップに適用する。

## 3. メカニカルスナップの許容荷重設定について

### 3.1 メカニカルスナップの許容荷重設定に係る用語

原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984, J E A G 4 6 0 1 -1987 及び J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）（(社)日本電気協会）（以下「J E A G 4 6 0 1」という。）の許容応力体系に基づき、弾性状態にあるよう許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub>を限度とした許容荷重を「使用荷重」として設定する。また、過大な変形を起こして必要な機能が損なわれないよう許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>を限度とした許容荷重を「最大使用荷重」として設定する。

### 3.2 許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub>における許容荷重【使用荷重】

許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub>の評価においては、荷重負荷後もメカニカルスナップの機能を維持できる弾性状態の荷重値を許容荷重とし、型式ごとに「使用荷重」を設定する。ここで、使用荷重は、メカニカルスナップの強度部材ごとに強度計算を行い、それら全ての部材が J E A G 4 6 0 1 の支持構造物に対する許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub>を満足することを確認した各型式の定格荷重を1.5倍したものとする。

各型式における使用荷重を表 3-1 及び表 3-2、概要図を図 3-1 及び図 3-2 に示す。

表 3-1 メカニカルスナップの各型式における使用荷重（型式 01～40）

型式	定格荷重 [kN]	使用荷重 [kN]
01	1	1.5
03	3	4.5
06	6	9.0
1	10	15.0
3	30	45.0
6	60	90.0
7.5	75	112.5
10	100	150.0
16	160	240.0
25	250	375.0
40	400	600.0



図 3-1 型式 01～40 のメカニカルスナップの概要図

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-2 メカニカルスナップの各型式における使用荷重（型式 001～250）

型式	定格荷重 [kN]	使用荷重 [kN]
001	1.6	2.4
003	3.0	4.5
006	6.8	10.2
010	10	15.0
030	30	45.0
060	60	90.0
075	75	112.5
100	100	150.0
170	170	255.0
250	250	375.0



図 3-2 型式 001～250 のメカニカルスナップの概要図

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.3 許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>における許容荷重【最大使用荷重】

許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>の評価においては、メカニカルスナップが過大な変形を起こして必要な機能が損なわれることのない負荷可能な荷重値を許容荷重として、型式ごとに「最大使用荷重」を設定

する。ここで、最大使用荷重は、メカニカルスナップの強度部材ごとに強度計算を行い、それら全ての部材が J E A G 4 6 0 1 の支持構造物に対する許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>を満足することが確認された荷重値とする。

各型式における最大使用荷重を表 3-3 及び表 3-4 に示す。なお、型式 01～40 のメカニカルスナップについては、一部の構造（シリンダケース）の違いで A 型と E 型に区分している。

表 3-3 メカニカルスナップの各型式における最大使用荷重（型式 01～40）

型式	定格荷重 [kN]	最大使用荷重 [kN]	
		A 型	E 型
01	1		
03	3		
06	6		
1	10		
3	30		
6	60		
7.5	75		
10	100		
16	160		
25	250		
40	400		

表 3-4 メカニカルスナップの各型式における最大使用荷重（型式 001～250）

型式	定格荷重 [kN]	最大使用荷重 [kN]
001	1.6	
003	3.0	
006	6.8	
010	10	
030	30	
060	60	
075	75	
100	100	
170	170	
250	250	

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4. 許容荷重設定の妥当性

##### 4.1 許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sにおける許容荷重の妥当性

許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sにおける許容荷重である使用荷重の妥当性については、添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について」に示すとおり、メカニカルスナップの各型式の強度部材が定格荷重の1.5倍（使用荷重）に対してJ E A G 4 6 0 1の許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sの評価を満足することを確認している。

また、メカニカルスナップの確証試験\*にて定格荷重の1.5倍の荷重（使用荷重）を繰り返し負荷した後、振動応答試験及び低速走行試験によりメカニカルスナップに要求されるばね定数等の性能が維持できることを確認している。

なお、試験を実施していない型式は、供試体型式との違いによって部品寸法は異なるものの、部品構成や各部品の形状は同様のため、使用荷重負荷後も性能を維持できると判断した。

注記\*：試験の概要を別紙1「メカニカルスナップ確証試験の概要について」に示す。

##### 4.2 許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>Sにおける許容荷重の妥当性

許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>Sにおける許容荷重である最大使用荷重の妥当性については、添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について」に示す計算式を用いて、メカニカルスナップの強度部材が最大使用荷重に対してJ E A G 4 6 0 1の許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>Sの許容荷重を満足することを確認している。

また、「平成12年度 共同研究報告書 耐震設計に関する新知見に対する機器耐震評価法の研究(Phase2)」において、メカニカルスナップの最弱部位ごとにグループ化し、各グループから選定された代表型式に対する加振試験が実施されており、表3-5及び表3-6に示すとおり、この試験結果から求めた最大負荷荷重が最大使用荷重を上回っていることを確認している。ここで、最大負荷荷重とは供試体が損傷した荷重ケースにおける損傷前の荷重安定領域の引張側及び圧縮側で確認された最大の荷重値である。また、この加振試験で得られた結果を基に軸受の耐力の補正係数を設定している。

なお、試験を実施していない型式は、代表型式との違いによって部品寸法は異なるものの、部品構成や各部品の形状は同様のため、最大使用荷重を適用できると判断した。

表 3-5 メカニカルスナップの各型式における最大負荷荷重（型式 01～40）

型式	最大使用荷重 [kN]		最大負荷荷重 [kN]	
	A 型	E 型	引張側	圧縮側

注記＊：同一の型式に対する複数の試験のうちの最小値。

表 3-6 メカニカルスナップの各型式における最大負荷荷重（型式 001～250）

型式	最大使用荷重 [kN]	最大負荷荷重 [kN]	
		引張側	圧縮側

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 5. 結論

以上より、メカニカルスナップの許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sでの許容荷重は、使用荷重として定格荷重の1.5倍、許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>Sでの許容荷重は、最大使用荷重として強度計算結果を基に支持構造物に対する許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>Sを満足する荷重値を設定することは妥当であると判断する。

## メカニカルスナップ確認試験の概要について

## 1. はじめに

機器・配管系の支持装置として用いるメカニカルスナップは、地震によって生じる振動等に対して拘束する一方、熱膨張などによって生じる低速度移動に対しては拘束せず自由に伸縮する機能を有している。

このメカニカルスナップの機能が定格荷重の 1.5 倍の負荷後においても維持されることを確認する確認試験が実施されており、振動等に対して拘束する機能については振動応答試験、低速度移動に対して自由に伸縮する機能については低速走行試験でそれぞれの機能維持が確認されている。この確認試験結果は、以下の図書にまとめられている。



本資料は、確認試験の概要を整理したものである。

## 2. メカニカルスナップの確認試験概要

## 2.1 試験内容

確認試験では、振動負荷後の性能維持を確認するため、定格荷重の1.5倍に対する負荷振動試験、振動応答試験及び低速走行試験を実施している。

確認試験のフローを図2-1に示す。

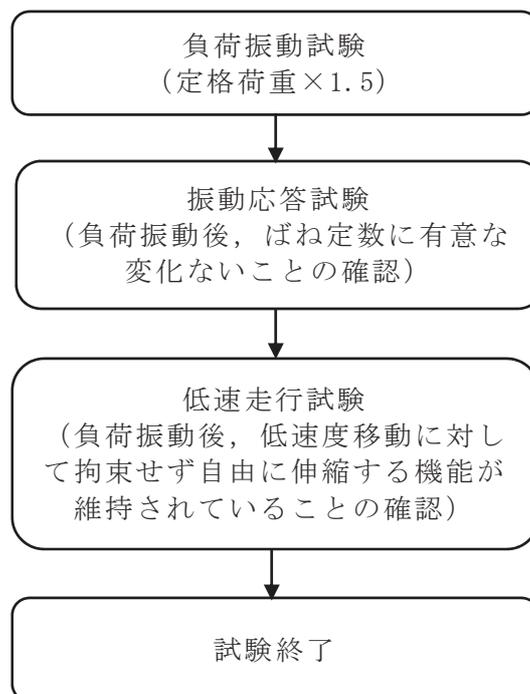


図2-1 確認試験フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2.2 試験方法



## 2.3 試験結果

負荷振動試験により定格荷重の 1.5 倍となる振動を負荷した後であっても，振動による顕著な性能への影響は認められず，メカニカルスナップに要求される機能を維持できることが確認された。

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。