

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-027-10-51
提出年月日	2022年1月19日

支持装置の評価手法の精緻化について

2022年1月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目次

1.	はじめに	1
2.	適用範囲	2
3.	支持装置の構造及び作動原理.....	3
3.1	メカニカルスナッパ.....	3
3.2	オイルスナッパ.....	6
3.3	ロッドレストレイント.....	8
4.	支持装置の耐震設計.....	9
4.1	既工認における評価.....	9
4.2	支持装置の定格荷重.....	10
4.3	今回工認における評価.....	12
4.3.1	評価手順.....	12
4.3.2	支持装置の耐震設計に係る技術基準及び適用規格.....	14
4.3.3	既工認と今回工認の差異.....	17
4.3.4	既往知見の今回工認への適用の妥当性.....	19
5.	今回工認の二次評価において適用する新規基準値の設定.....	24
5.1	評価部位及び評価項目の整理.....	25
5.2	J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界に対する裕度の整理.....	62
5.3	既往知見の限界耐力値に対する裕度の整理.....	66
5.3.1	既往知見の限界耐力値の概要.....	66
5.3.2	限界耐力値に対する裕度の整理.....	67
5.4	新規基準値の設定.....	70
6.	結論	77

別紙 1 スナッパ確性試験の概要

別紙 2 支持装置の耐震設計に係る技術基準及び適用規格の内容

別紙 3 支持装置の強度評価方法

別紙 4 スナッパの電力共同研究の概要

別紙 5 スナッパの J N E S 研究の概要

別紙 6 スナッパの限界耐力設定にあたってのばらつきの考え方

: 今回提出範囲

用語の定義

本資料中に用いる以下の用語の定義は以下のとおり。

No.	用語	定義	初出箇所
1	構造部材	支持装置を構成する部品のうち、荷重伝達経路上にあり、配管から伝達される荷重（配管反力）に対して拘束力を発揮するための強度部材	P. 3 3.1 メカニカル スナッパ
2	機能部品	<ul style="list-style-type: none"> ・ 支持装置を構成する部品のうち、荷重伝達経路上にあり、支持装置の機能に必要な部品 ・ 試験結果により策定した耐力算出方法を用いて耐力値を設定する部品 	P. 3 3.1 メカニカル スナッパ
3	定格荷重	各製品の設計強度に基づき支持装置メーカーが定めた型式容量別の許容荷重	P. 1 1. はじめに
4	(今回工認の) 一次評価	支持装置の地震時荷重に対して、あらかじめ設定した設計上の基準値を評価基準値として行う評価（既工認の評価と同様）	P. 12 4.3 今回工認に おける評価
5	(今回工認の) 二次評価	設計用地震力の増大により、支持装置に負荷される地震時荷重があらかじめ設定した設計上の基準値を超過した箇所に対して実施する評価	P. 12 4.3 今回工認に おける評価
6	新規耐力係数	構造部材の許容限界に対する裕度及び機能部品の耐力を考慮して設定した係数であって、定格荷重に乗じる係数	P. 12 4.3 今回工認に おける評価
7	新規基準値	定格荷重に新規耐力係数を乗じて設定した今回工認の二次評価において適用する評価基準値	P. 1 1. はじめに
8	スナッパの機能	支持機能と動作機能の2つがあり、支持機能とは支持構造物として要求される強度及び動剛性の機能、動作機能とは配管や機器の熱移動を拘束することなく追従する機能	P. 10 4.2 支持装置の 定格荷重
9	既往知見	<p>支持装置に対して今回工認の二次評価を適用するにあたり参照した既往研究の知見</p> <p>【電共研】 平成 12 年度 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)</p> <p>【JNES 研究】 平成 21～22 年度 耐震機能限界試験 (スナッパ) に係る報告書</p>	P. 1 1. はじめに
10	確性試験	支持装置メーカーにおいて支持装置の基本性能を確認及び担保する目的で実施している試験	P. 10 4.2 支持装置の 定格荷重

No.	用語	定義	初出箇所
11	限界耐力評価法	<ul style="list-style-type: none"> ・電共研において策定された支持装置の限界耐力評価手法 ・支持装置を構成する荷重伝達経路上の構造部材の強度評価により定まる耐力と機能部品の機能が担保された荷重のうち小さい方の値により定まる限界耐力値を用いて、地震時荷重に対する支持装置の健全性を評価 	P. 18 4.3 今回工認における評価
12	動剛性	<ul style="list-style-type: none"> ・スナッパ装置が地震時荷重を受ける際に支持構造物として持つ剛性であり、本資料においてはばね定数と同じ意味で用いる ・JNES研究においては、動ばね定数と記載 	P. 10 4.2 支持装置の定格荷重
13	振動応答試験	<ul style="list-style-type: none"> ・スナッパを定格荷重が発生する変位で加振し、地震時荷重に対して要求される動剛性を示すことを確認する試験 ・電共研においては、振動試験と記載 	P. 11 4.2 支持装置の定格荷重
14	過負荷振動試験	スナッパを定格荷重×1.5が発生する変位で加振し、地震時荷重に対して要求される動剛性を示すことを確認する試験	P. 11 4.2 支持装置の定格荷重
15	低速走行試験	スナッパのピストン部を配管や機器の熱膨張による変位発生時に想定される速度で移動させ、要求される抵抗力以下で追従できることを確認する試験	P. 11 4.2 支持装置の定格荷重
16	最大負荷荷重	スナッパの限界耐力評価法を策定するために実施した電共研の破壊試験において、支持装置の破損又は機能喪失が確認された試験条件（機能喪失した条件）の荷重記録のうち、支持装置の機能が維持された状態における最大荷重	P. 67 5.3 既往知見の限界耐力に対する裕度の整理
17	耐力確認荷重	スナッパの限界耐力評価法を策定するために実施した電共研の破壊試験において、支持装置の破損又は機能喪失が確認される前の試験条件（機能が維持されている状態）における最大荷重	P. 20 4.3. 今回工認における評価
18	限界耐力値	<ul style="list-style-type: none"> ・スナッパの破壊試験の結果を踏まえて必要に応じて補正した耐力評価式を用いて算出した机上計算による構造部材及び機能部品の耐力値、あるいはそれらの耐力値のうち支持装置全体での最小値 ・機能部品の限界耐力値については、試験結果に基づいて策定した耐力算出方法により算出する。 ・JNES研究においては耐力値と記載 	P. 1 1. はじめに

No.	用語	定義	初出箇所
19	耐力評価式	支持装置の限界耐力値算出に用いる評価式であり、構造部材においては応力算出式と許容応力から各部材の限界耐力値を算出する評価式、機能部品においては試験の結果を踏まえて策定した評価式	P. 20 4.3 今回工認における評価
20	ストローク	スナッパのピストンが移動できる限界長さ	P. 22 4.3 今回工認における評価
21	実際の耐力値	スナッパが実際の破損又は機能喪失に至る直前の耐力値	P. 67 5.3 既往知見の限界耐力に対する裕度の整理
22	耐力評価手法	J N E S 研究において策定されたスナッパの評価手法であり、電共研における限界耐力評価法に相当	P. 20 4.3. 今回工認における評価

1. はじめに

本資料は、以下に示す図書について補足する図書である。

・VI-2-1-12 「配管及び支持構造物の耐震計算について」

島根原子力発電所第2号機（以下、「島根2号機」という。）の機器・配管系の支持構造物の設計にあたっては、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。）にしたがい、地震時荷重に対して十分な強度を持たせた耐震設計としている。

機器・配管系の支持構造物のうち支持装置に分類されるメカニカルスナッパ、オイルスナッパ及びロッドレストレイントは、J E A G 4 6 0 1の直接支持構造物に該当するため、強度評価によって支持機能を評価する。

既工認における耐震設計では、J E A G 4 6 0 1を踏まえ、メカニカルスナッパ及びオイルスナッパについては、あらかじめ計算により定格荷重*1 及び定格荷重×1.5 に対する各構成部品の応力を求めて許容応力状態ⅢA S 及び許容応力状態ⅣA S の許容限界を満足することを確認していることから、定格荷重及び定格荷重×1.5 を設計上の基準値として定め、メカニカルスナッパ及びオイルスナッパに負荷される地震時荷重と比較することによって耐震性を確認している。ロッドレストレイントについては、あらかじめ計算により定格荷重及び定格荷重×1.2 に対する各構成部品の応力を求めて許容応力状態ⅢA S 及び許容応力状態ⅣA S の許容限界を満足することを確認していることから、定格荷重及び定格荷重×1.2 を設計上の基準値として定め、ロッドレストレイントに負荷される地震時荷重と比較することによって耐震性を確認している。

今回工認の支持装置の耐震設計においても、既工認同様、あらかじめ設定した設計上の基準値を評価基準値として適用することを基本とする。ただし、あらかじめ設定した設計上の基準値は J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界及び既往知見*2 の限界耐力値*3 に対して十分な裕度を有していることから、設計用地震力が増大したことにより支持装置に負荷される地震時荷重があらかじめ設定した設計上の基準値を超える場合は、J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界及び既往知見の限界耐力値を踏まえて新たに設定した新規基準値*4 を評価基準値として適用する。

注記*1：用語の定義 No. 3 参照

*2：用語の定義 No. 9 参照

*3：用語の定義 No. 18 参照

*4：用語の定義 No. 7 参照

2. 適用範囲

島根2号機の機器・配管系に設置する支持装置のうちメカニカルスナッパ、オイルスナッパ及びロッドレストレイントとし、設計用地震力の増大により地震時荷重があらかじめ設定した設計上の基準値を超える場合に新規基準値を適用した評価を実施する。

3. 支持装置の構造及び作動原理

3.1 メカニカルスナップ

(1) 構造

メカニカルスナップは、プラント運転時に熱膨張が発生する高温配管の耐震用の支持装置として、地震時に発生する配管変位のような急速な配管移動は拘束するが、配管の熱膨張のような緩やかな配管移動は拘束しない機能を持った製品である。図3-1にメカニカルスナップの構造概要を示す。

メカニカルスナップは、ボールねじ、ボールナット等にて配管移動を回転運動に変換し、入力加速度が小さい（緩やかな配管移動）場合は小さな抵抗力で自由に移動するが、入力加速度が大きい（急速な配管移動）場合は大きな抵抗力が発生して配管を拘束する機構を有しており、配管移動拘束時に発生する荷重（配管反力）を支持するための構造部材*1 及び配管移動に追従するための機能部品*2 としての役割を持った部品等で構成されている。

注記*1：用語の定義 No.1 参照

*2：用語の定義 No.2 参照

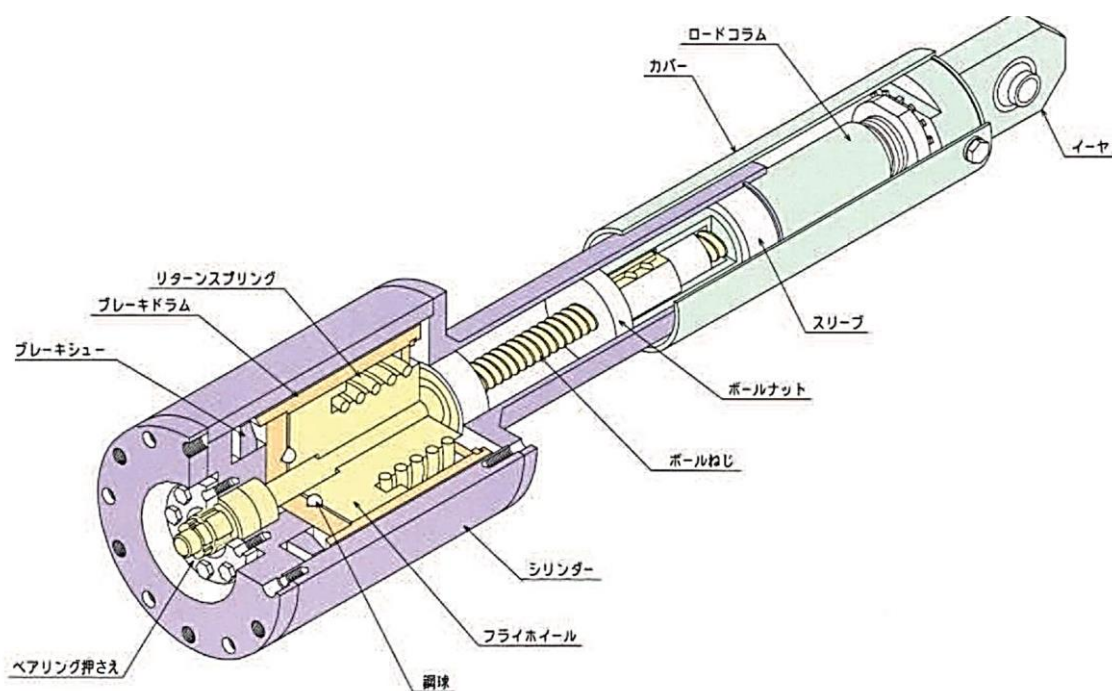


図 3-1 メカニカルスナップの構造概要

(2) 作動原理

メカニカルスナップの作動原理の概要を図 3-2 に示す。また、ボールねじ及びボールナット部の概要図を図 3-3 に示す。メカニカルスナップの作動原理は、ボールナットの往復運動に対して、ボールナット内部でボールねじのねじ溝に沿ってボールが循環することで、ボールねじを介してフライホイールの回転運動に変換することが基本原理である。ボールナットに往復運動（振動）が加わると、ボールねじは回転を開始しようとするが、フライホイールの慣性によって回転が阻止されるため、ボールナットは往復運動ができずに外力に抵抗する荷重が発生する。

外力に抵抗する荷重（抵抗力）は以下の式で表される。

$$F = M \cdot \alpha$$

ここで、

F：抵抗力

M：フライホイール質量

α ：加速度

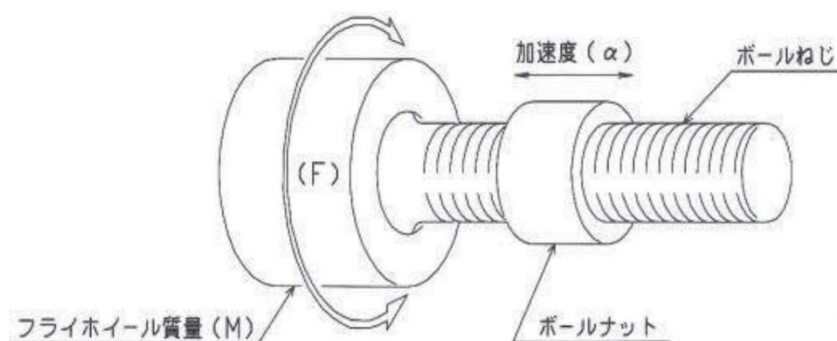


図 3-2 メカニカルスナップの作動原理

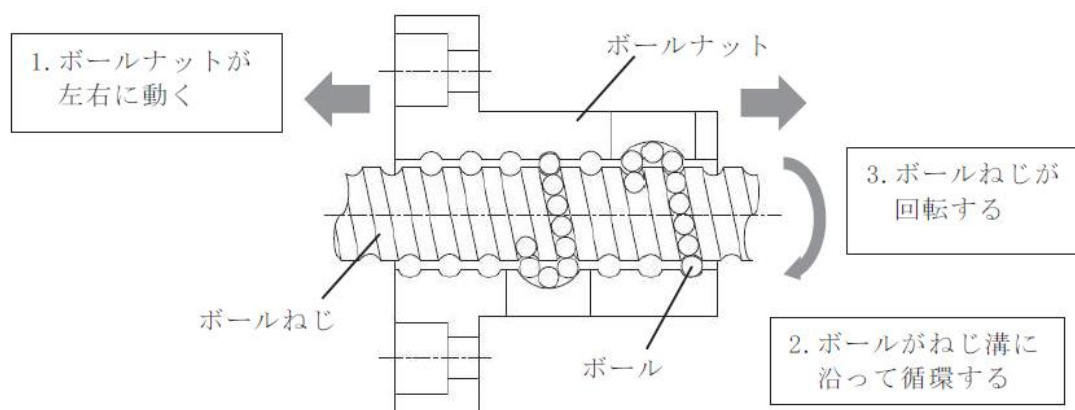


図 3-3 ボールねじ及びボールナット部の概要図

また、メカニカルスナップの動作の様子を図 3-4 に示す。入力加速度が小さい（緩やかな配管移動）場合は、メカニカルスナップの軸方向に作用した力は、ボールねじによってシリンダ内のフライホイールの回転運動に変換されるとともに、メカニカルスナップ全体が伸縮する。

入力加速度が大きい（急速な配管移動）場合は、フライホイールの回転慣性が抵抗となって支持機能が発揮され、メカニカルスナップ全体の伸縮も拘束される。



図 3-4 メカニカルスナップの動作の様子

3.2 オイルスナッパ

(1) 構造

オイルスナッパは、メカニカルスナッパと同様に、プラント運転時に熱膨張が発生する高温配管の耐震用の支持装置として、地震時に発生する配管変位のような急速な配管移動は拘束するが、配管の熱膨張のような緩やかな配管移動は拘束しない機能を持った製品である。図3-5にオイルスナッパの構造概要を示す。

オイルスナッパは、作動油が充填されたシリンダ、ピストンロッド等にて配管移動を作動油の流体抗力に変換し、入力速度が小さい（緩やかな配管移動）場合は小さな抵抗力で自由に移動するが、入力速度が大きい（急速な配管移動）場合は大きな抵抗力が発生して配管を拘束する機構を有しており、配管移動拘束時に発生する荷重（配管反力）を支持するための構造部材及び配管移動に追従するための機能部品としての役割を持った部品等で構成されている。

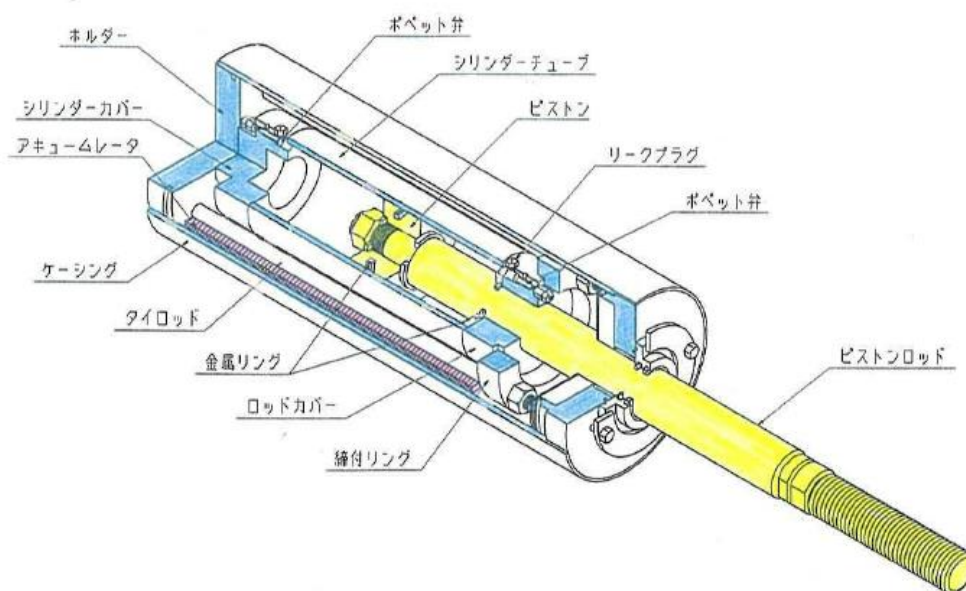


図3-5 オイルスナッパの構造概要

(2) 作動原理

オイルスナップの作動原理の概要を図 3-6 に示す。また、シリンダ内におけるピストンロッド及びポペット弁の概要図を図 3-7 に示す。オイルスナップの作動原理は、ピストンロッドの往復運動に対して、シリンダ内部に設置されるポペット弁に生じる流体抗力を弁の閉動作に変換することが基本原理である。ピストンロッドに往復運動（振動）が加わると、シリンダチューブ内部に充填された作動油が、ポペット弁が設置された流路を通じてリザーバへ流動しようとするが、ポペット弁に生じる流体抗力によって、弁が閉じることで、ピストンロッドが往復運動ができずに外力に抵抗する荷重が発生する。

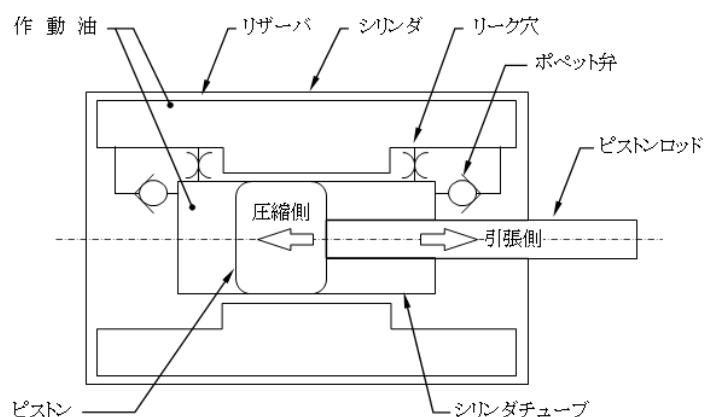


図 3-6 オイルスナップの作動原理

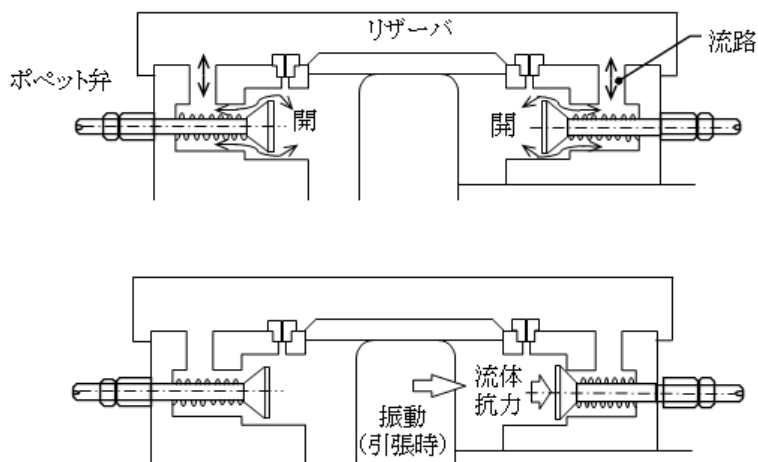


図 3-7 シリンダ内におけるピストンロッド及びポペット弁の概要図

3.3 ロッドレストレイント

ロッドレストレイントは、配管の耐震用の支持装置として、配管変位を拘束する機能を持った製品である。図3-8にロッドレストレイントの構造概要を示す。

ロッドレストレイントは、メカニカルスナップバやオイルスナップバとは異なり、機能部品から構成される動的機構を有しておらず、地震時に発生する配管変位のような急速な配管移動に加え、配管の熱膨張のような緩やかな配管移動も拘束する。

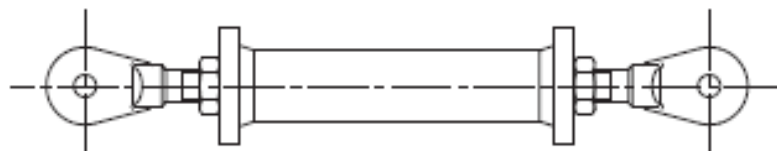


図3-8 ロッドレストレイントの構造概要

4. 支持装置の耐震設計

4.1 既工認における評価

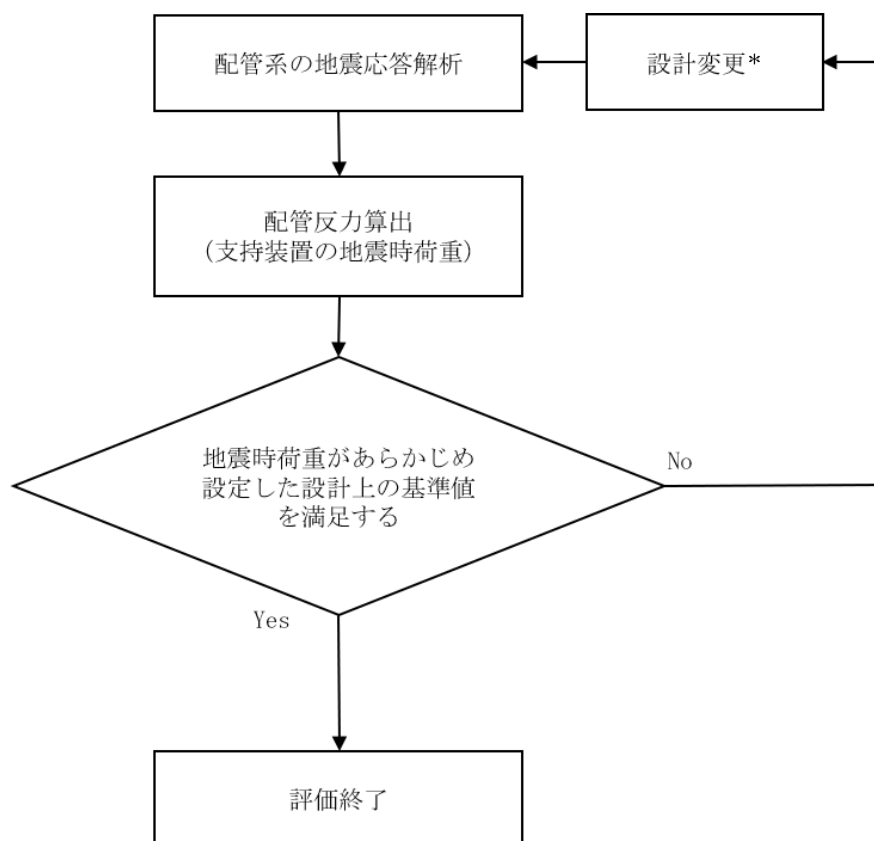
既工認における支持装置の評価手順を図 4-1 に示す。

既工認における支持装置の耐震評価では、支持装置に対する荷重による評価として、配管系の地震応答解析から算出された支持装置に負荷される配管反力（地震時荷重）が、あらかじめ設定した設計上の基準値を満足していることを確認している。

ここで、あらかじめ設定した設計上の基準値とは、支持装置に対する荷重による評価における評価基準値に相当するものであり、評価基準値に対する支持装置の強度評価として、各構造部材の応力が J E A G 4 6 0 1 に規定の許容応力状態Ⅲ_AS 及び許容応力状態Ⅳ_AS の許容限界を満足することを確認している。

支持装置の耐震設計に係る技術基準及び適用規格については、4.3.2 に詳細を記載している。

なお、支持装置に対して J E A G 4 6 0 1 に規定の強度評価を行う場合、構造部材ごとに評価を実施する必要があるが、評価作業の合理化を目的として、既工認の評価においてはあらかじめ設定した設計上の基準値を用いた評価を実施している。



注記*：支持装置を含む支持構造物の追設，容量変更，位置変更等

図 4-1 既工認における支持装置の評価手順

4.2 支持装置の定格荷重

支持装置は、支持装置メーカーによる構造部材及び機能部品の市場調達性、製作性等を考慮して標準化された製品であり、製造設計にあたって設定する定格荷重は、構造部材の許容限界や機能部品の限界耐力値に対して十分に余裕のある設計となっている。

支持装置の製造設計では、定格荷重を踏まえてあらかじめ設定した設計上の基準値に対する構造部材の構造強度が J E A G 4 6 0 1 に規定の直接支持構造物の許容限界を十分満足し、余裕のある設計であることを確認している。

したがって、荷重による評価として、支持装置の地震時荷重が定格荷重を踏まえてあらかじめ設定した設計上の基準値を満足する場合、構造部材ごとに評価を実施しなくても各評価部位の応力が J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界を満足することになる。

また、機能部品を有しているメカニカルスナッパ及びオイルスナッパについては、スナッパの機能*1 確認試験として、表 4-1 に示す確性試験*2 によって地震時荷重に対して想定される動剛性*3 を発揮できること、配管の熱変位に対して抵抗なく追従できること、使用環境で機能を発揮できること等を確認している。確性試験の詳細については、別紙 1 に示す。

注記*1：用語の定義 No. 8 参照

*2：用語の定義 No. 10 参照

*3：用語の定義 No. 12 参照

表 4-1 メカニカルスナップ及びオイルスナップ確性試験の概要

要求機能	試験項目	試験内容
耐震性	振動応答試験* ¹ (定格荷重)	定格荷重, 定格荷重×1.5が発生する変位で加振し, 地震時荷重に対して要求される動剛性を有していることを確認する。
	過負荷振動試験* ² (定格荷重×1.5)	
	低速走行試験* ³	ピストン部を熱膨張による変位時に想定される速度で移動させ, 配管の熱変位に対して抵抗なく追従できることを確認する。
	リリース試験又はブリードレート試験* ⁴	熱移動を想定した速度での移動時に, 拘束力が生じる変位を与え, ブレーキ機構が作動した後も, スティックせずに熱移動に追従することを確認する。
耐震性以外	その他環境試験* ⁵	高温, 高湿度, 放射線照射時等の環境状態で性能が維持されることを確認する。

注記*1: 用語の定義 No. 13 参照

*2: 用語の定義 No. 14 参照

*3: 用語の定義 No. 15 参照

*4: 熱変位を想定したゆっくりとした変位を与えているところに, 地震を想定した素早い変位を与えることで, 地震によりブレーキ機構が作動した後の熱移動への追従を確認するものである。メカニカルスナップにおいてはリリース試験, オイルスナップにおいてはブリードレート試験と呼ぶ。

*5: 各環境試験後に振動試験及び低速走行試験を実施する。

4.3 今回工認における評価

4.3.1 評価手順

今回工認における支持装置の評価手順を図4-2に示す。

今回工認における支持装置の耐震評価では、一次評価*¹として既工認と同様、地震応答解析から算出された配管反力（支持装置の地震時荷重）があらかじめ設定した設計上の基準値以下であることを確認する。

支持装置の地震時荷重があらかじめ設定した設計上の基準値を超過する場合は、二次評価*²として、今回工認において新たに設定した新規基準値以下であることを確認する。

今回工認の二次評価において適用する新規基準値は、以下の手順で設定する。なお、新規基準値設定の詳細は、「5. 今回工認の二次評価において適用する新規基準値の設定」に示す。

- ・メカニカルスナッパ及びオイルスナッパ：

荷重伝達経路を踏まえて整理した評価部位及び評価項目について、J E A G 4 6 0 1に規定の許容限界及び既往知見の限界耐力値を踏まえて新規耐力係数*³を設定し、定格荷重に乗じることにより、新規基準値を設定する。

- ・ロッドレストレイント：

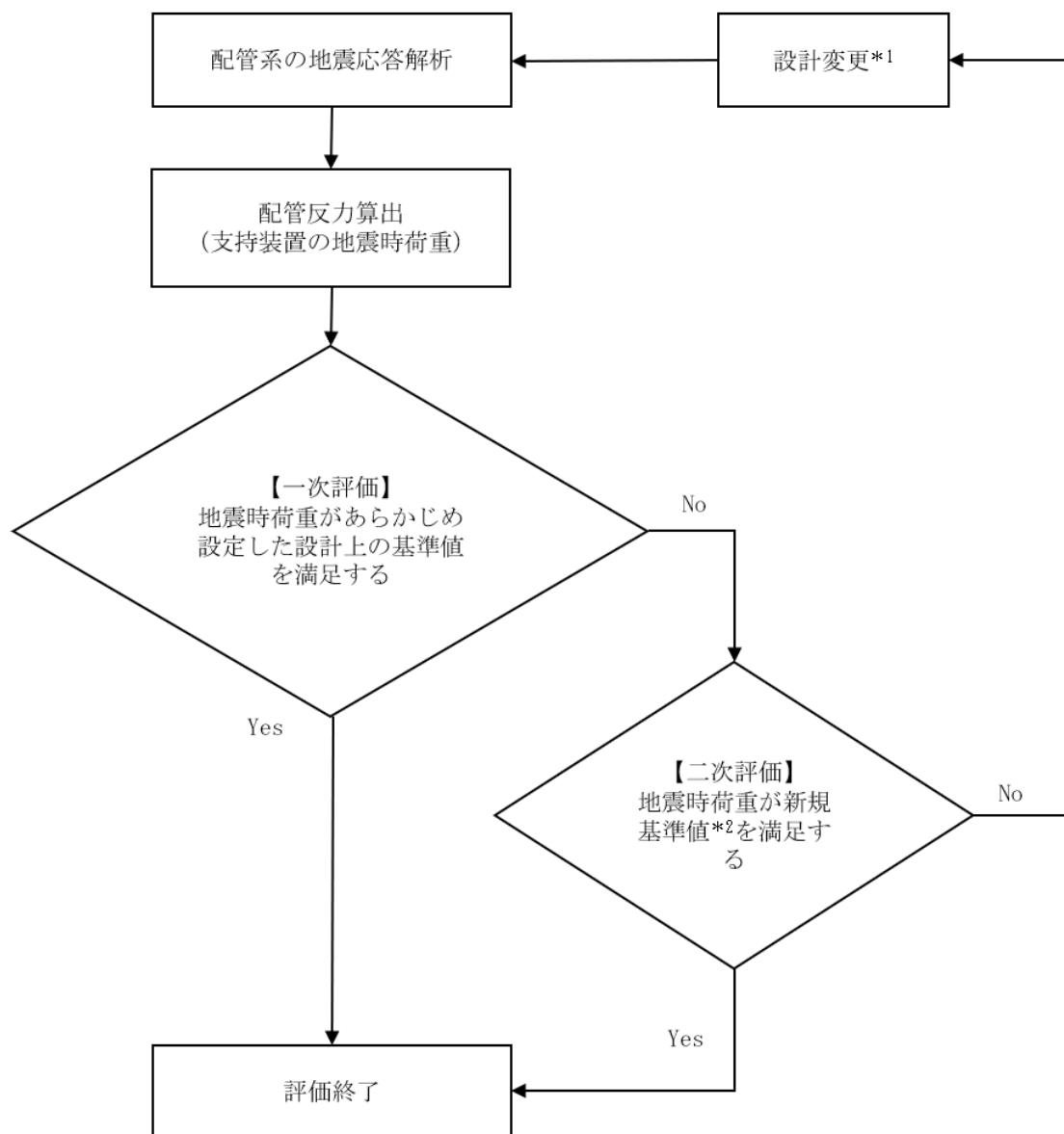
荷重伝達経路を踏まえて整理した評価部位及び評価項目について、J E A G 4 6 0 1に規定の許容限界を踏まえて新規耐力係数を設定し、定格荷重に乗じることにより、新規基準値を設定する。

今回工認における支持装置の耐震評価として、上記の一次評価及び二次評価を実施し、支持装置の耐震性を担保する。

注記*1：用語の定義 No. 4 参照。

*2：用語の定義 No. 5 参照。

*3：用語の定義 No. 6 参照。



注記*1：支持装置を含む支持構造物の追設，容量変更，位置変更等

*2：J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界及び既往知見の限界耐力値を踏まえて設定した値（設定の詳細は「5. 今回工認の二次評価において適用する新規基準値の設定」に示す。）

図 4-2 今回工認における支持装置の評価手順

4.3.2 支持装置の耐震設計に係る技術基準及び適用規格

支持装置の耐震設計に係る技術基準及び適用規格の概要を図 4-3 に示すとともに、該当部の抜粋を別紙 2 に示す。

機器・配管系の支持構造物である支持装置は、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の第 5 条（地震による損傷の防止）に基づき、「施設の機能を維持していること又は構造強度を確保していること」が要求される。

支持装置の耐震設計では、J E A G 4 6 0 1 の直接支持構造物に該当し、支持装置の構造部材の強度評価が求められるため、配管から伝達される荷重（配管反力）に対する支持装置の発生応力が J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界を満足することを確認する。

J E A G 4 6 0 1 では、機器・配管系の耐震安全性評価は解析による設計を基本として、機能維持上の評価が必要な場合は試験による設計も可能であること、耐震安全性評価における許容限界内にあることの確認では、荷重による評価として、あらかじめ計算により求めた標準荷重等や試験で確認した許容荷重を用いる場合があると記載されている。

なお、VI-2-1-12「配管及び支持構造物の耐震計算について」における支持構造物の種別に対する評価方法の一覧を表 4-2 に示す。

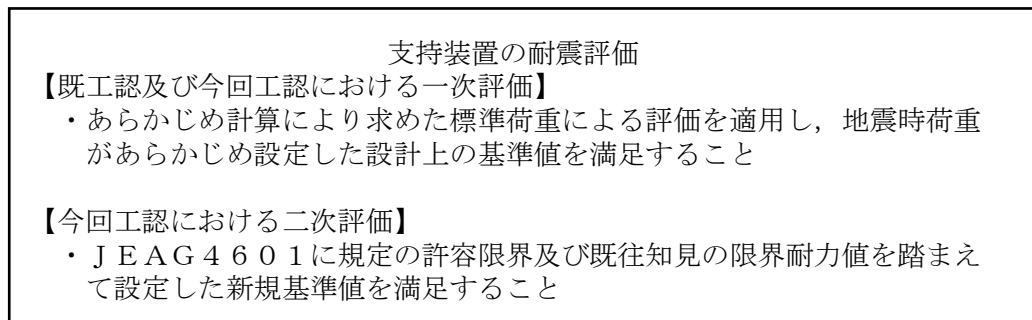
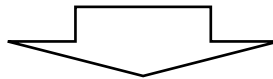
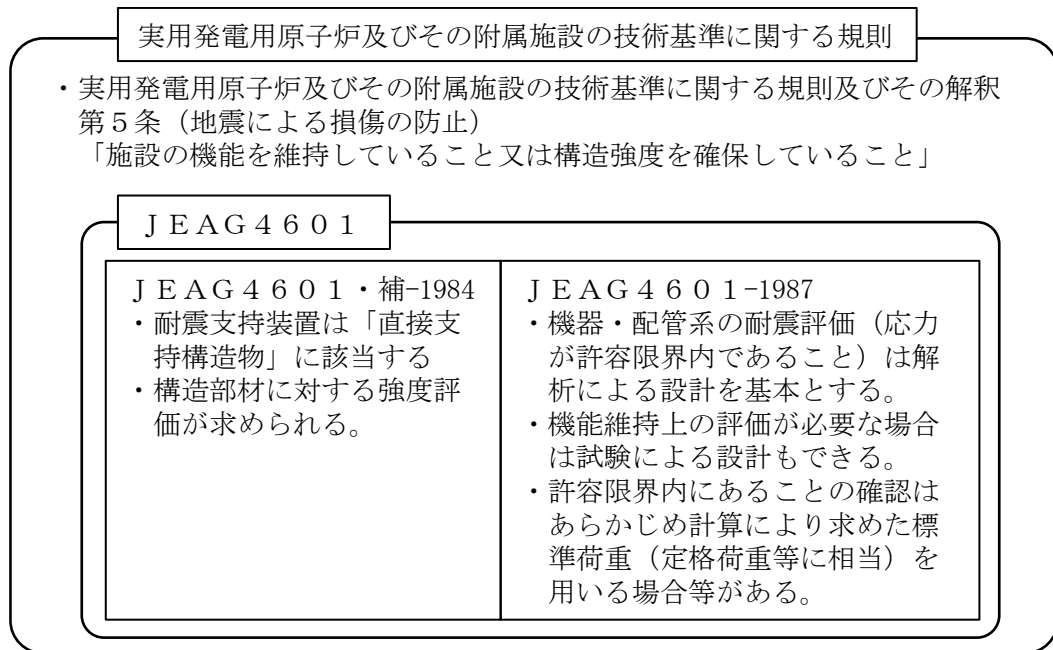


図 4-3 支持装置の耐震設計に係る技術基準及び適用規格の概要

表 4-2 今回工認における支持構造物の評価方法

No.	種別		評価方法	評価方法の理由
1	メカニカルスナッパ		定格荷重評価（一次評価）及び新たに設定した許容荷重による評価（二次評価）	定格荷重等を標準荷重とした製造設計であるため、耐震設計では、荷重による評価を実施する。
2	オイルスナッパ			
3	ロッドレストレイント			
4	スプリングハンガ		定格荷重評価	
5	コンスタントハンガ			
6	リジットハンガ			
7	粘性ダンパ		使用荷重	
8	レストレイント	ラグ	Ⅲ _A S/Ⅳ _A S評価	支持構造物に応じた耐震設計とし、各構造部材の強度評価を行う。
9		Uボルト		
10		支持架構		
11		埋込金物		

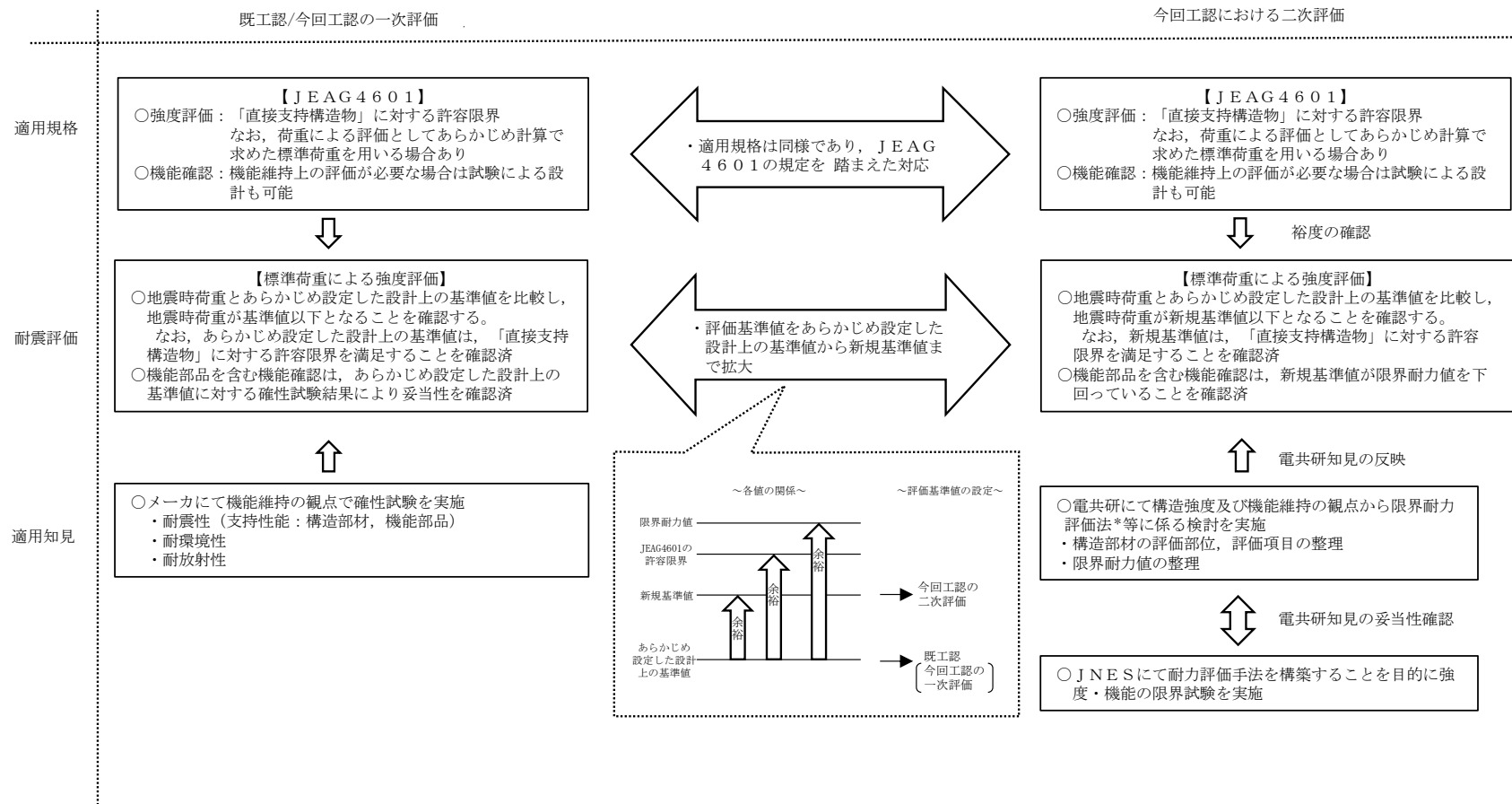
4.3.3 既工認と今回工認の差異

支持装置に対する既工認の評価及び今回工認における評価は、図 4-1 及び図 4-2 のとおり、荷重による評価として、支持装置の地震時荷重があらかじめ設定した設計上の基準値を満足できなかった場合の扱いが異なる。

既工認では、即座に設計変更へ移行することに対して、今回工認においては、あらかじめ設定した設計上の基準値に余裕があること及び既往知見を踏まえて、新規基準値による二次評価を適用し、支持装置の耐震性を確認することである。なお、二次評価を満足しない場合は、設計変更を行う。

二次評価における新規基準値の設定にあたっては、J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界及び既往知見の限界耐力値を踏まえて、支持装置の構造部材の強度評価及び機能部品を含む機能確認に係る内容を検討した。

既工認及び今回工認の評価基準値に係る考え方を図 4-4 に示す。



注記*：用語の定義 No. 11 参照。

図 4-4 既工認及び今回工認の評価基準値に係る考え方

4.3.4 既往知見の今回工認への適用の妥当性

今回工認の二次評価における新規基準値の設定にあたっては、既往知見として、「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)」(以下「電共研」という。)の知見を適用した。電共研の詳細を別紙 4 に示す。

電共研では、メカニカルスナッパ及びオイルスナッパの振動試験として「スナッパ機能維持評価法のための破壊試験」を実施しており、その試験結果を使用して構造強度及び機能維持の観点から限界耐力評価法を策定している。

今回工認の二次評価においては、機能部品を含むメカニカルスナッパ及びオイルスナッパの機能確認として、電共研において策定された振動試験及び低速走行試験の結果に基づく限界耐力値を適用することとした。なお、既往知見の適用にあたり、確性試験や第三者機関による研究成果との比較等により妥当性を検討した結果、今回工認の支持装置の二次評価において適用する新規基準値の設定に対して、既往知見を適用することは妥当であることを確認した。妥当性確認結果を以下に示す。

(1) 試験項目の妥当性

電共研においては、機能部品を含むメカニカルスナッパ及びオイルスナッパの機能確認として、耐震性の観点から振動試験及び低速走行試験にて行うこととしているが、これらの試験項目について、確性試験における試験項目と比較を実施し、妥当性を検討した。検討結果を表 4-3 に示す。検討の結果、電共研の試験項目は妥当であることを確認した。

(2) 試験条件の妥当性

電共研については、限界耐力値の策定に関する振動試験及び低速走行試験の試験条件が、確性試験と同様であるとともに、島根 2 号機的设计仕様と整合するため、新規基準値の設定に適用することは妥当であることを確認した。試験条件と島根 2 号機的设计仕様の比較結果を表 4-4 に示す。また、表 4-4 の記載内容の詳細については別紙 4 に示す。

(3) 試験結果の妥当性

電共研の試験結果の妥当性確認のため、第三者機関による検討事例である、「JNES 平成 21~22 年度 耐震機能限界試験(スナッパ)に係る報告書」(以下「JNES 研究」という。)との比較を実施した。JNES 研究の概要及び電共研との比較結果の詳細を別紙 5 に示す。

JNES研究では、メカニカルスナップ及びオイルスナップの耐力評価手法^{*1}を構築することを目的として、地震に対する強度・機能の限界値を試験で確認しており、振動応答試験及び低速走行試験にて耐力確認荷重^{*2}が得られている。

電共研で策定された試験結果に基づく限界耐力値が妥当であることの検証として、JNES研究における一連の検討プロセスが電共研と同様であること、試験条件が同等であること、及び試験結果より得られた耐力確認荷重に対して耐力評価式^{*3}を用いて設定した限界耐力値が同等であることを確認した。電共研とJNES研究における限界耐力値（JNES研究では耐力値と記載）の比較を表4-5に示す。

注記*1：用語の定義 No. 22 参照。

*2：用語の定義 No. 17 参照。

*3：用語の定義 No. 19 参照。

表 4-3 新規基準値設定に対する各試験項目の適用要否

確性試験の項目	確認内容	新規基準値設定にあたっての適用要否	電共研
振動応答試験 過負荷振動試験	所定の地震時荷重に対して想定される動剛性であること	要	振動試験
低速走行試験	配管の熱変位に追従すること	要	低速走行試験 (振動試験後)
リリース試験 又はブリード レート試験*1	地震時荷重を受けてブレーキ機構が働いた後で、配管の熱移動に追従すること	不要 (地震条件と熱条件の重畳の影響は考慮不要のため*2)	—
その他環境試験等	その他環境条件等で健全であること	不要 (環境条件等に変更がないため)	—

注記*1：熱変位を想定したゆっくりとした変位を与えているところに、地震を想定した素早い変位を与えることで、地震によりブレーキ機構が作動した後の熱移動への追従を確認するものである。メカニカルスナッパにおいてはリリース試験、オイルスナッパにおいてはブリードレート試験と呼ぶ。地震後の熱移動への追従性は、本試験ではなく振動試験後の低速走行試験によって確認する。

*2：本試験の変位速度（2mm/sec～4mm/sec）に比べて、原子力プラントの温度変化条件による変位速度は十分に小さいため、速度の大きい熱変位と地震の重畳による影響確認を目的とした本試験は実施不要と考えられる。確性試験時は、一般産業向け製品と同等の条件にて性能確認を行っているため、本試験も実施している。

表 4-4 電共研における試験条件と島根 2 号機的设计仕様の比較

項目	電共研 試験条件	島根 2 号機 設計仕様	比較結果																									
加振波	正弦波	ランダム波	ランダム波では最大振幅の負荷は限定的だが、正弦波では最大振幅が繰り返し負荷されるため、試験側が保守的な設定である。																									
加振振動数	9Hz	10Hz 前後	同様																									
加振時間	10 秒程度	数十から百秒未滿	継続時間は試験側が短い、正弦波入力により試験側の負荷が保守的な設定である。																									
振動試験の 判定基準	動剛性	動剛性	相違なし(具体的には以下基準を満足すること) <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">・メカニカルスナップ</th> <th colspan="2">・オイルスナップ</th> </tr> <tr> <th>型式</th> <th>動剛性 (kgf/mm)</th> <th>型式</th> <th>動剛性 (kgf/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SMS-03</td> <td rowspan="6" style="border: 2px solid black;"></td> <td>SHP-03</td> <td rowspan="6" style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>SMS-1</td> <td>SHP-3</td> </tr> <tr> <td>SMS-3</td> <td>SHP-16</td> </tr> <tr> <td>SMS-6</td> <td>SN-03</td> </tr> <tr> <td>SMS-10</td> <td>SN-3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SN-6</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>SN-16</td> </tr> </tbody> </table>	・メカニカルスナップ		・オイルスナップ		型式	動剛性 (kgf/mm)	型式	動剛性 (kgf/mm)	SMS-03		SHP-03		SMS-1	SHP-3	SMS-3	SHP-16	SMS-6	SN-03	SMS-10	SN-3		SN-6			SN-16
・メカニカルスナップ		・オイルスナップ																										
型式	動剛性 (kgf/mm)	型式	動剛性 (kgf/mm)																									
SMS-03		SHP-03																										
SMS-1		SHP-3																										
SMS-3		SHP-16																										
SMS-6		SN-03																										
SMS-10		SN-3																										
		SN-6																										
		SN-16																										
加振開始位置	ストローク 1/2 (中央)	ストローク 1/2 (中央)	相違なし。加振はストローク * 1/2 の位置で開始する。																									
低速走行試験 の試験速度	2.1 (+0, -0.5) mm/sec	10 ⁻³ から 10 ⁻² mm/sec 程度	試験側の速度が大きく、保守的な設定である。																									
低速走行試験 の判定基準	抵抗値	抵抗値	相違なし (具体的には以下基準を満足すること) <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">・メカニカルスナップ</th> <th colspan="2">・オイルスナップ</th> </tr> <tr> <th>型式</th> <th>抵抗力 (kgf)</th> <th>型式</th> <th>抵抗力 (kgf)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SMS-03</td> <td rowspan="6" style="border: 2px solid black;"></td> <td>SHP-03</td> <td rowspan="6" style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>SMS-1</td> <td>SHP-3</td> </tr> <tr> <td>SMS-3</td> <td>SHP-16</td> </tr> <tr> <td>SMS-6</td> <td>SN-03</td> </tr> <tr> <td>SMS-10</td> <td>SN-3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SN-6</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>SN-16</td> </tr> </tbody> </table>	・メカニカルスナップ		・オイルスナップ		型式	抵抗力 (kgf)	型式	抵抗力 (kgf)	SMS-03		SHP-03		SMS-1	SHP-3	SMS-3	SHP-16	SMS-6	SN-03	SMS-10	SN-3		SN-6			SN-16
・メカニカルスナップ		・オイルスナップ																										
型式	抵抗力 (kgf)	型式	抵抗力 (kgf)																									
SMS-03		SHP-03																										
SMS-1		SHP-3																										
SMS-3		SHP-16																										
SMS-6		SN-03																										
SMS-10		SN-3																										
		SN-6																										
		SN-16																										

注記* : 用語の定義の No. 20 参照。

表 4-5 電共研と J N E S 研究における限界耐力値の比較

型式	定格荷重 (kN)	電共研				J N E S 研究				J N E S 研究 耐力値/電共 研限界耐力値
		耐力確認荷重 (kN)	限界耐力値 (kN)	最小裕度部品	最小裕度部品の分類	耐力確認荷重 (kN)	耐力値 (kN)	最小裕度部品	最小裕度部品の分類	
SMS-01	1	—	19.0	六角ボルト	構造部材					
SMS-03	3	29.9	18.8	六角ボルト	構造部材					
SMS-06	6	—	16.8	ベアリング押さえ	構造部材					
SMS-1	10	56.2	53.9	コネクティング チューブ	構造部材					
SMS-3	30	94.2	75.3	アンギュラー 玉軸受	機能部品					
SMS-6	60	190.5	170.6	ベアリング押さえ	構造部材					
SMS-10	100	244.7	224.5	ベアリング押さえ	構造部材					
SMS-16	160	—	344.2	ベアリング押さえ	構造部材					
SMS-25	250	—	490.3	ベアリング押さえ	構造部材					
SMS-40	400	—	941.4	コネクティング チューブ	構造部材					
SMS-60	600	—	1353.3	ダイレクトアタッチ ブラケット	構造部材					

5. 今回工認の二次評価において適用する新規基準値の設定

今回工認における二次評価において適用する新規基準値の設定手順を以下に示す。また、各手順（手順1～手順4）における内容の詳細をそれぞれ、5.1～5.4に示す。

・手順1：評価部位及び評価項目の整理

既往知見及び地震時の荷重伝達経路を考慮して、支持装置の強度評価及び機能確認対象となる構造部材及び機能部品を整理する。また、構造部材については、評価部位及び評価項目を整理する。

・手順2：J E A G 4 6 0 1に規定の許容限界に対する裕度の整理

構造部材の評価部位及び評価項目について、定格荷重に対するJ E A G 4 6 0 1に規定の強度評価を実施し、定格荷重の許容限界に対する裕度として、発生応力の許容応力に対する裕度を整理する。

・手順3：限界耐力値及び限界耐力値に対する裕度の整理

既往知見を踏まえて構造部材及び機能部品の限界耐力値を整理し、定格荷重の限界耐力値に対する裕度を整理する。

・手順4：新規基準値の設定

整理したJ E A G 4 6 0 1に規定の許容限界及び限界耐力値に対する裕度の最小値以下の数値で新規耐力係数を設定し、定格荷重に乗ることにより、新規基準値を設定する。

5.1 評価部位及び評価項目の整理

今回工認における支持装置の二次評価において適用する新規基準値の設定にあたり、構造部材に対する強度評価及び機能部品を含む機能確認に係る評価部位及び評価項目を整理した。

なお、既工認においては、代表的な構造部材についての評価結果が記載されているが、今回工認においては、既往知見及び地震時の荷重伝達経路を考慮して評価部位及び評価項目を追加した。

(1) SMS 型メカニカルスナッパ

a. 構造及び荷重伝達経路

SMS 型メカニカルスナッパの構造及び荷重伝達経路を図 5-1 に示すとともに、構成部品を構造部材及び機能部品に分類した結果を表 5-1 に示す。なお、基本的に構造及び荷重伝達経路は全ての型式において同一である。

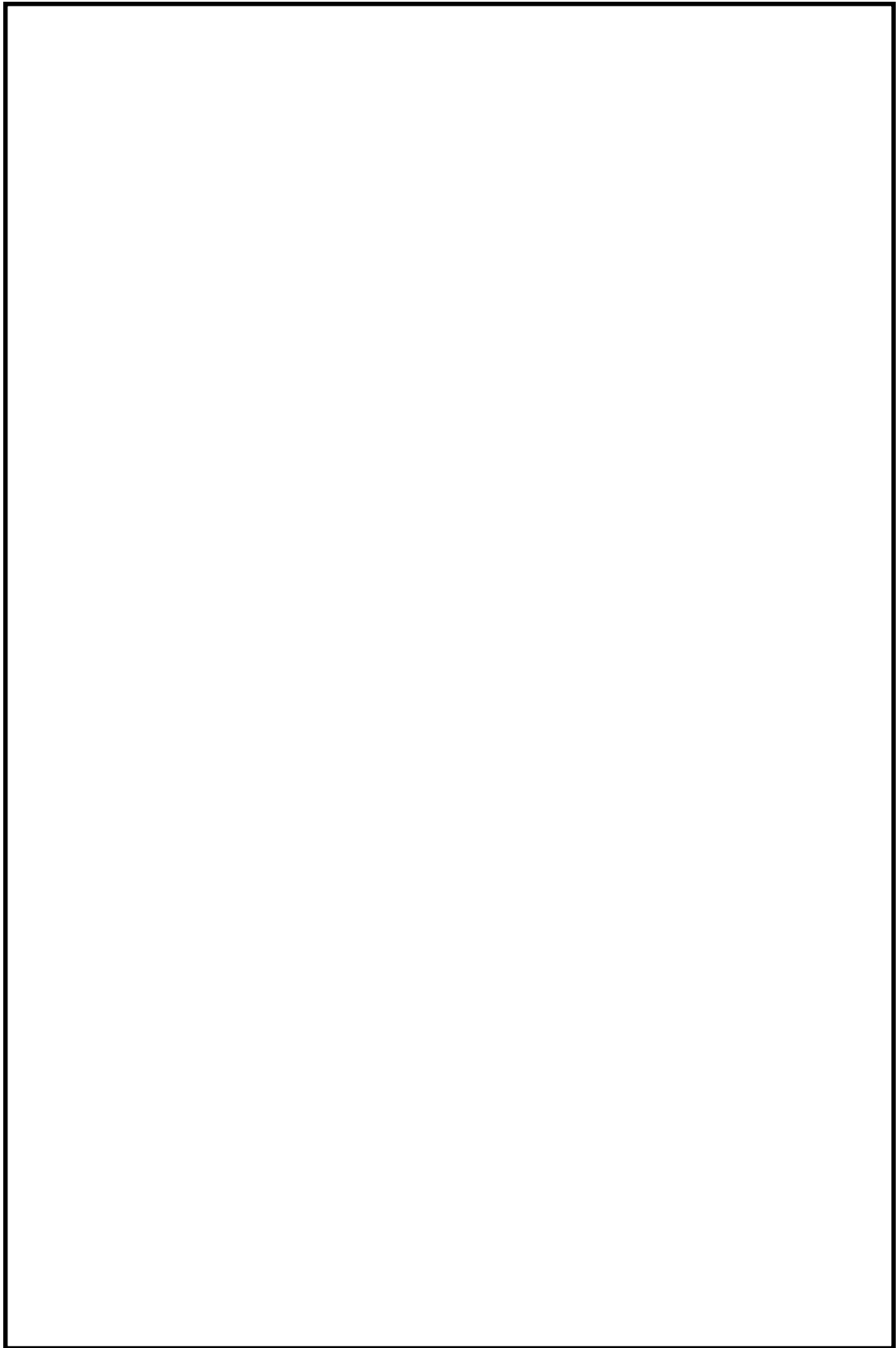


図 5-1 SMS 型メカニカルスナップの構造及び荷重伝達経路

表 5-1 SMS 型メカニカルスナッパの構造部材と機能部品

部品名	構造部材	機能部品	既工認	今回工認	備考
①ブラケット	○	—	○	○	
②ジャンクションコラム	○	—	○	○	
③ロードコラム	○	—	○	○	
④ピン	○	—	○	○	
⑤コネクティングチューブ	○	—	○	○	
⑥ケース, ベアリング押さえ及び六角ボルト	○	—	○	○	
⑦イーヤ	○	—	○	○	
⑧ユニバーサルボックス	○	—	○	○	
⑨コネクティングチューブイーヤ部	○	—	○	○	
⑩ユニバーサルブラケット	○	—	○	○	
⑪ダイレクトアタッチブラケット	○	—	○	○	
⑫クランプ*1	○	—	—	—	
⑬ベアリングナット	○	—	—	○	追加項目*2
⑭ボールねじ	—*3	○*3	—	○	追加項目*2
⑮アンギュラー玉軸受	—	○	—	○	追加項目*2
⑯球面軸受	—	○	—	○	追加項目*2
全長座屈*4	—	—	—	○	追加項目*2

注記*1：メカニカルスナッパ本体ではなく、付属部品として J E A G 4 6 0 1 の強度評価を実施しているため、メカニカルスナッパ本体の強度評価対象外とする。(付属部品の強度評価例を別紙 3 添付 1 に示す。)

*2：既工認では、評価結果記載対象外となっているが、今回工認では、既往知見及び地震時の荷重伝達経路を考慮し、評価対象として追加する。

*3：ボールねじは機能部品だが比較的単純な構造のため、構造部材と同様の強度評価を実施する。

*4：特定の部位ではないが、支持装置全体の座屈評価を項目として追加している。

b. 荷重伝達経路を踏まえた強度評価部位の抽出結果

荷重伝達経路を踏まえた強度評価部位の抽出結果を図 5-2 に、この抽出結果に基づく構造部材に対する評価部位及び評価項目の整理結果を表 5-2 に示す。

この整理結果にしたがって設定した SMS 型メカニカルスナップの評価部位及び評価項目に対する詳細については、別紙 3 に示す。

また、今回工認の二次評価において適用する新規基準値の検討にあたって追加した評価部位及び評価項目を表 5-3 に示す。比較のとおり、今回工認の二次評価にあたっては、発生荷重の増大を考慮して評価項目を追加した。個々の評価部位及び評価項目の追加理由については同表の「評価項目の相違及び評価項目追加根拠」欄に記載する。

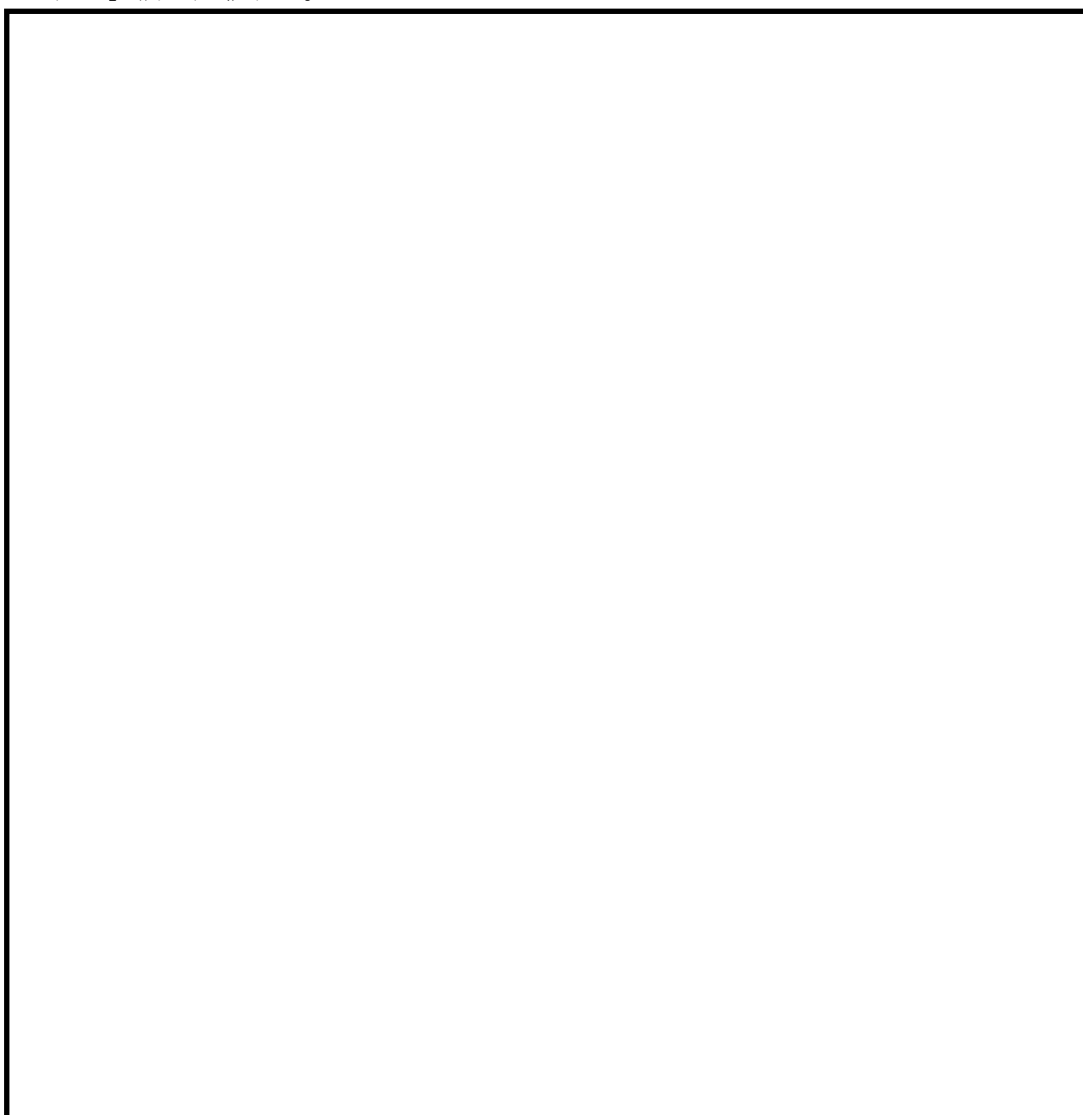


図 5-2 SMS 型メカニカルスナップの強度評価部位

表 5-2 SMS 型メカニカルスナッパの評価部位及び評価項目

評価部位	評価項目
①ブラケット	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
②ジャンクションコラム	引張応力
	せん断応力
③ロードコラム	引張応力
	せん断応力
④ピン	せん断応力
⑤コネクティングチューブ	引張応力
	せん断応力
	圧縮応力
⑥ケース	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
⑥ベアリング押さえ	せん断応力
	支圧応力
	曲げ応力
⑥六角ボルト	引張応力
⑦イーヤ	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
⑧ユニバーサルボックス	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
⑨コネクティングチューブイーヤ部	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
⑩ユニバーサルブラケット	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
⑪ダイレクトアタッチブラケット	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
⑬ベアリングナット	せん断応力
⑭ボールねじ	引張応力
全長座屈	圧縮応力

表 5-3 SMS 型メカニカルスナップの評価項目の比較及び追加根拠 (1/4)

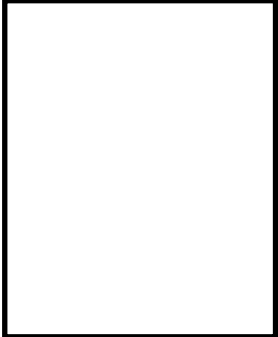
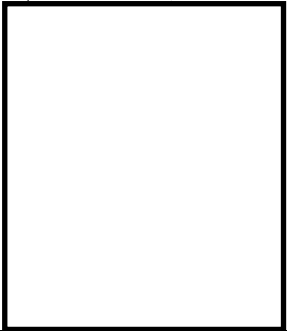


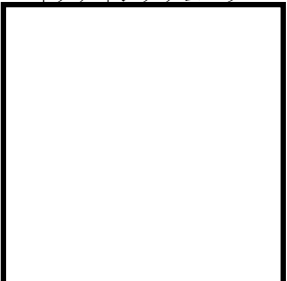
品番	評価部位	評価項目	今回 工認	既工認	評価項目の相違及び 評価項目追加根拠
①	ブラケット 	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
②	ジャンクションコラム 	ボルト引張	○	○	相違なし
		溶接部引張	○	○	相違なし
		溶接部せん断	○	○	相違なし
		コラム引張	○	—	基本的に溶接部評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加
③	ロードコラム 	引張	○	○	相違なし
		ねじ部せん断 (部品全体)	○	—	基本的に引張応力評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加
		ねじ部せん断 (ねじ山)	○	—	
④	ピン 	ピンせん断	○	○	相違なし
⑤	コネクティングチューブ 	チューブ圧縮	○	○	相違なし
		チューブ引張	○	—	基本的にチューブ部の圧縮応力評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加
		溶接部引張	○	—	
		溶接部せん断	○	—	

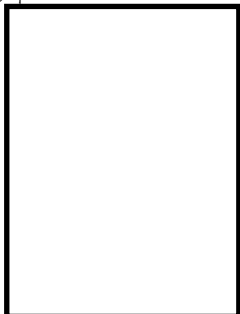

表 5-3 SMS 型メカニカルスナッパの評価項目の比較及び追加根拠 (2/4)

品番	評価部位	評価項目	今回 工認	既工認	評価項目の相違及び 評価項目追加根拠
⑥	ケース	引張	○	○	相違なし
		せん断	○	○	相違なし
		支圧	○	○	相違なし
⑥	ベアリング押さえ	せん断	○	○	相違なし
		支圧	○	○	相違なし
		曲げ	○	—	発生荷重の増大に伴い、既往知見を採用して評価項目の網羅性のため追加
⑥	六角ボルト	引張	○	○	相違なし

表 5-3 SMS 型メカニカルスナッパの評価項目の比較及び追加根拠 (3/4)

品番	評価部位	評価項目	今回 工認	既工認	評価項目の相違及び 評価項目追加根拠
⑦	イーヤ	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
		ねじ部引張	○	—	基本的に穴部の評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加
		ねじ部せん断 (部品全体)	○	—	
		ねじ部せん断 (ねじ山)	○	—	
⑧	ユニバーサルボックス	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
⑨	コネクティングチューブイーヤ部	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
⑩	ユニバーサルブラケット	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし

表 5-3 SMS 型メカニカルスナップの評価項目の比較及び追加根拠 (4/4)

品番	評価部位	評価項目	今回 工認	既工認	評価項目の相違及び 評価項目追加根拠
⑪	ダイレクトアタッチブラケット 	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
		溶接部せん断	○	—	基本的に穴部の強度評価の方が 厳しいが、評価項目の網羅性の ため追加
⑬	ベ어링ナット 	ねじ部せん断	○	—	発生荷重の増大に伴い、既往知 見を採用して評価項目の網羅性 のため追加
⑭	ボールねじ	引張	○	—	発生荷重の増大に伴い、既往知 見を採用して評価項目の網羅性 のため追加
—	全長	座屈	○	—	発生荷重の増大に伴い、既往知 見を採用して評価項目の網羅性 のため追加

(2) SHP 型オイルスナッパ

a. 構造及び荷重伝達経路

SHP 型オイルスナッパの構造及び荷重伝達経路を図 5-3 に示すとともに，構成部品を構造部材及び機能部品に分類した結果を表 5-4 に示す。なお，基本的に構造及び荷重伝達経路は全ての型式において同一である。

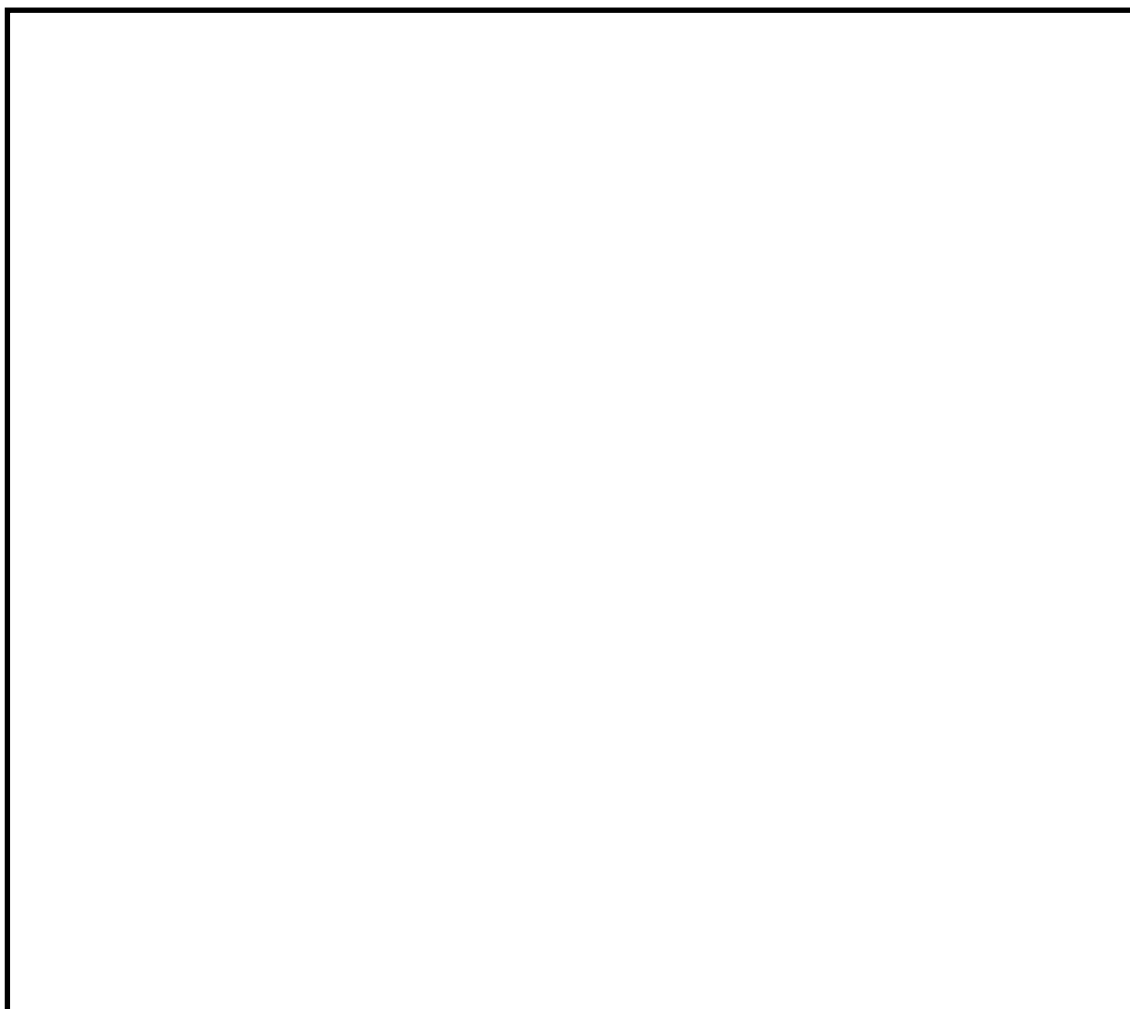


図 5-3 SHP 型オイルスナッパの構造及び荷重伝達経路(1/2)

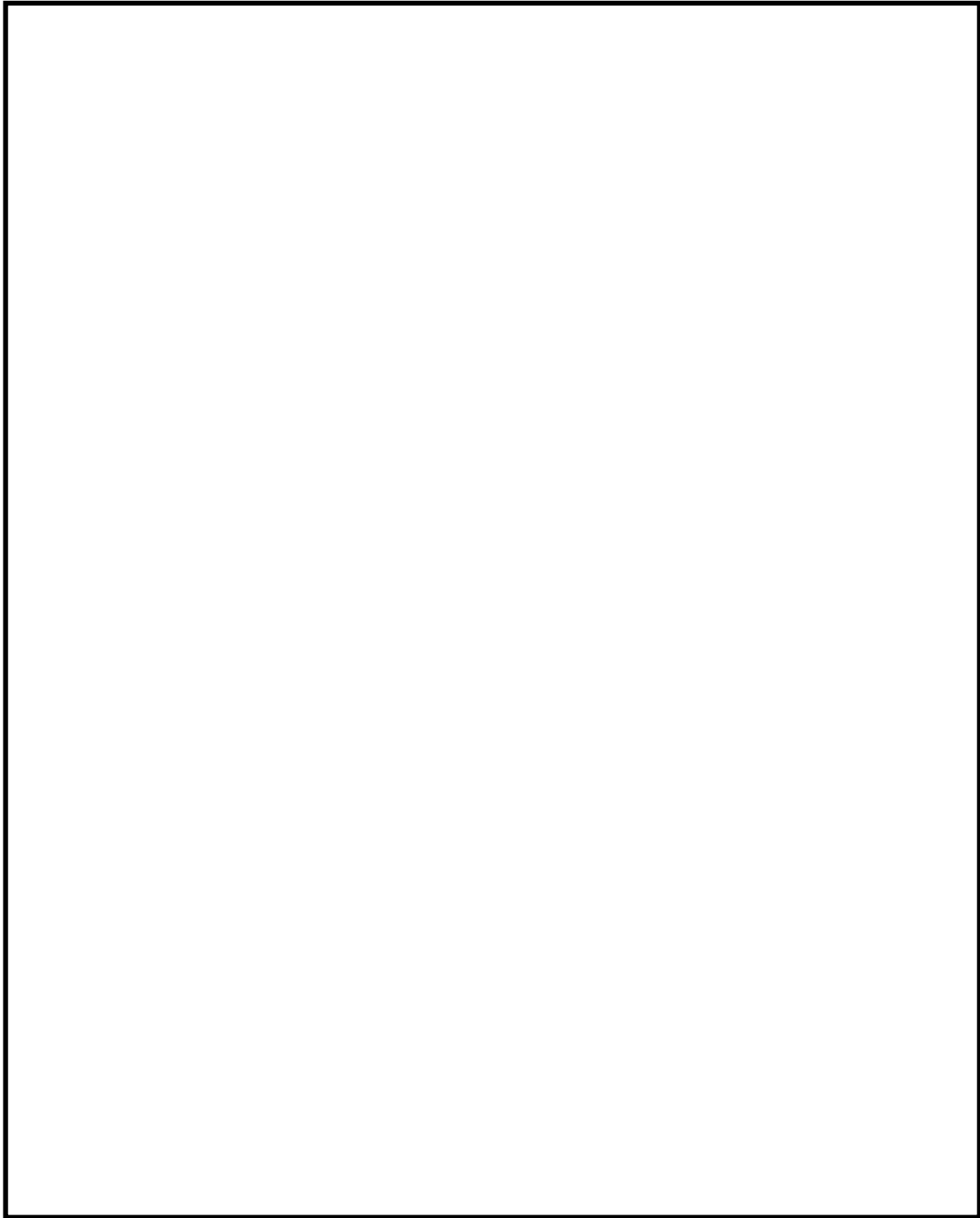


図 5-3 SHP 型オイルスナッパの構造及び荷重伝達経路 (2/2)

表 5-4 SHP 型オイルスナッパの構造部材と機能部品

部品名	構造部材	機能部品	既工認	今回工認	備考
①ブラケット	○	—	○	○	
②ピストンロッド	○	—	○	○	
③コネクティングパイプ	○	—	○	○	
④ピン	○	—	○	○	
⑤シリンダチューブ	○	—	○	○	
⑥六角ボルト	○	—	○	○	
⑦イーヤ	○	—	○	○	
⑧スヘリカルアイボルト	○	—	○	○	
⑨コンロッド (Bタイプ)	○	—	○	○	
⑩コンロッド (Cタイプ)	○	—	○	○	
⑪ターンバックル	○	—	○	○	
⑫シリンダカバー	○	—	○	○	
⑬タイロッド	○	—	○	○	
⑭アダプタ	○	—	○	○	
⑮クランプ*1	○	—	—	—	
⑯ロッドカバー	○	—	—	○	追加項目*2
⑰球面軸受	—	○	—	○	追加項目*2
⑱ポペット弁	—	○	—	○	追加項目*2
シール性	—	○	—	○	追加項目*2
全長座屈*3	—	—	—	○	追加項目*2

注記*1：オイルスナッパ本体ではなく、付属部品として J E A G 4 6 0 1 の強度評価を実施しているため、オイルスナッパ本体の強度評価対象外とする。(付属部品の強度評価例を別紙 3 添付 1 に示す。)

*2：既工認では、評価結果記載対象外となっているが、今回工認では、既往知見及び地震時の荷重伝達経路を考慮し、評価対象として追加する。

*3：特定の部位ではないが、支持装置全体の座屈評価を項目として追加している。

b. 荷重伝達経路を踏まえた強度評価部位の抽出結果

荷重伝達経路を踏まえた強度評価部位の抽出結果を図 5-4 に、この抽出結果に基づく構造部材に対する評価部位及び評価項目の整理結果を表 5-5 に示す。

この整理結果にしたがって設定した SHP 型オイルスナップの評価部位及び評価項目に対する詳細については、別紙 3 に示す。

また、今回工認の二次評価において適用する新規基準値の検討にあたって追加した評価部位及び評価項目を表 5-6 に示す。比較のとおり、今回工認の二次評価にあたっては、発生荷重の増大を考慮して評価項目を追加した。個々の評価部位及び評価項目の追加理由については同表の「評価項目の相違及び評価項目追加根拠」欄に記載する。

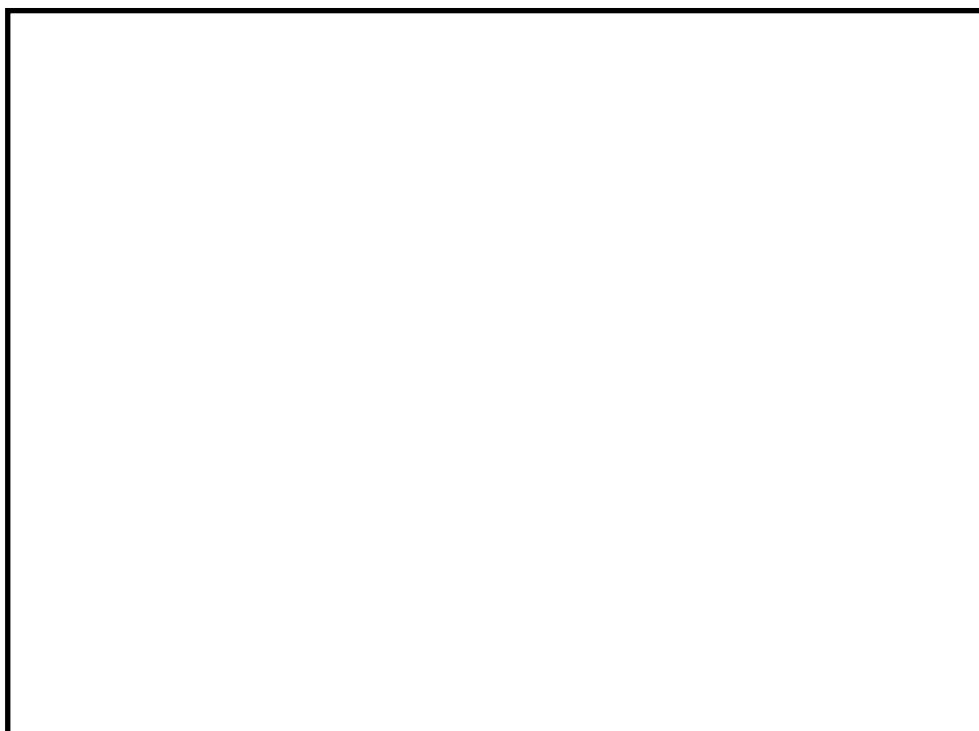


図 5-4 SHP 型オイルスナップの強度評価部位 (1/2)

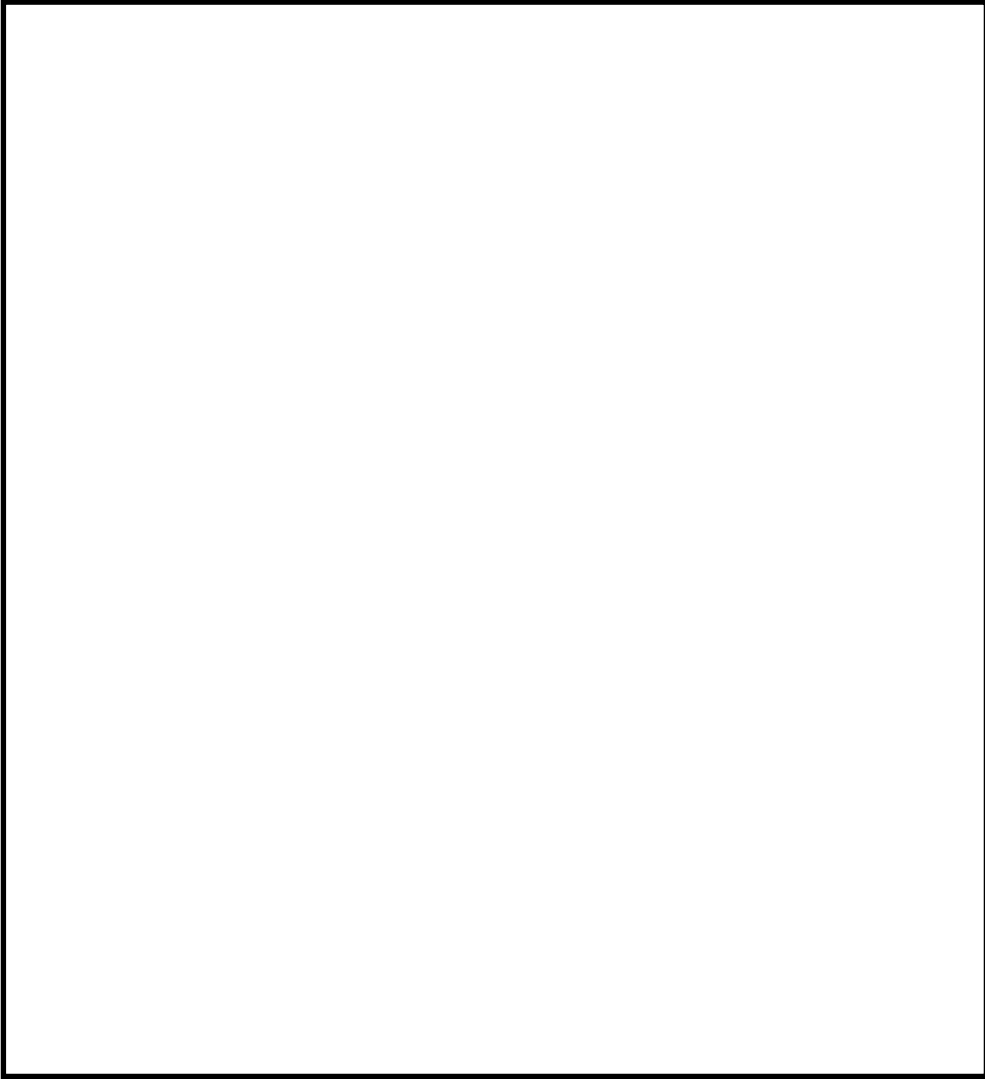


図 5-4 SHP 型オイルスナップの強度評価部位 (2/2)

表 5-5 SHP 型オイルスナッパの評価部位及び評価項目 (1/2)

評価部位	評価項目
①ブラケット	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
②ピストンロッド	引張応力
③コネクティングパイプ	圧縮応力
	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
④ピン	せん断応力
⑤シリンダチューブ	引張応力
	圧縮応力
⑥六角ボルト	引張応力
⑦イーヤ	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
⑧スヘリカルアイボルト	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
⑨コンロッド (Bタイプ) ⑩コンロッド (Cタイプ)	引張応力
	せん断応力
	支圧応力

表 5-5 SHP 型オイルスナッパの評価部位及び評価項目 (2/2)

評価部位	評価項目
⑪ターンバックル	引張応力
	せん断応力
⑫シリンダカバー	せん断応力
⑬タイロッド	引張応力
⑭アダプタ	引張応力
	せん断応力
⑯ロッドカバー	せん断応力
全長座屈	圧縮応力

表 5-6 SHP 型オイルスナッパの評価項目の比較及び追加根拠 (1/3)

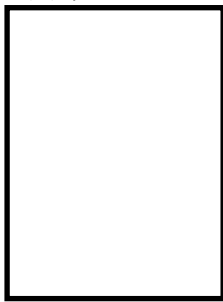


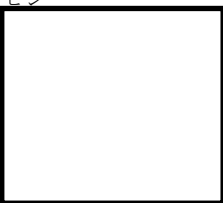

品番	評価部位	評価項目	今回 工認	既工認	評価項目の相違及び 評価項目追加根拠
①	ブラケット 	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
②	ピストンロッド 	ロッド部引張	○	○	相違なし
		ねじ部引張	○	—	基本的にロッド部の評価の方が 厳しいが、評価項目の網羅性の ため追加
③	コネクティングパイプ 	パイプ部圧縮	○	○	相違なし
		穴部引張	○	—	発生荷重の増大に伴い、既往知 見を採用して評価項目の網羅性 のため追加
		穴部せん断	○	—	
		穴部支圧	○	—	
溶接部せん断	○	—			
④	ピン 	せん断	○	○	相違なし
⑤	シリンダチューブ 	引張	○	○	相違なし
		圧縮	○	—	基本的に引張応力評価の方が厳 しいが、評価項目の網羅性のた め追加

表 5-6 SHP 型オイルスナッパの評価項目の比較及び追加根拠 (2/3)


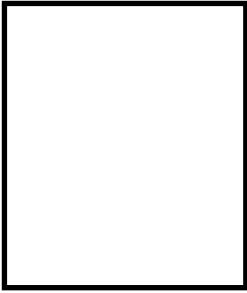
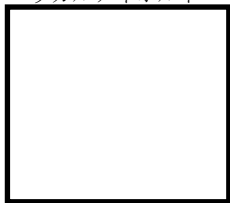






品番	評価部位	評価項目	今回 工認	既工認	評価項目の相違及び 評価項目追加根拠
⑥	六角ボルト 	引張	○	○	相違なし
⑦	イーヤ 	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
		溶接部せん断	○	○	相違なし
⑧	スヘリカルアイボルト 	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
		ボルト部引張	○	○	相違なし
⑨ ⑩	コンロッド (Bタイプ) コンロッド (Cタイプ) 	ロッド部引張	○	○	相違なし
		溶接部せん断	○	○	相違なし
		穴部引張	○	—	基本的にロッド部評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加
		穴部せん断	○	—	
		穴部支圧	○	—	

表 5-6 SHP 型オイルスナッパの評価項目の比較及び追加根拠 (3/3)

品番	評価部位	評価項目	今回 工認	既工認	評価項目の相違及び 評価項目追加根拠
⑪	ターンバックル 	引張	○	○	相違なし
		溶接部せん断	○	—	基本的にターンバックル本体の評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加。
⑫	シリンダカバー 	せん断	○	○	相違なし
⑬	タイロッド 	ロッド部引張	○	○	相違なし
		ねじ部引張	○	—	基本的にロッド部の評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加。
⑭	アダプタ 	引張	○	○	相違なし
		溶接部せん断	○	—	基本的にアダプタ本体の評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加
⑯	ロッドカバー 	せん断	○	—	発生荷重の増大に伴い、既往知見を採用して評価項目の網羅性のため追加
—	全長	座屈	○	—	発生荷重の増大に伴い、既往知見を採用して評価項目の網羅性のため追加

(3) SN 型オイルスナップ

a. 構造及び荷重伝達経路

SN 型オイルスナップの構造及び荷重伝達経路を図 5-5 に示すとともに、構成部品を構造部材及び機能部品に分類した結果を表 5-7 に示す。なお、基本的に構造及び荷重伝達経路は全ての型式において同一である。

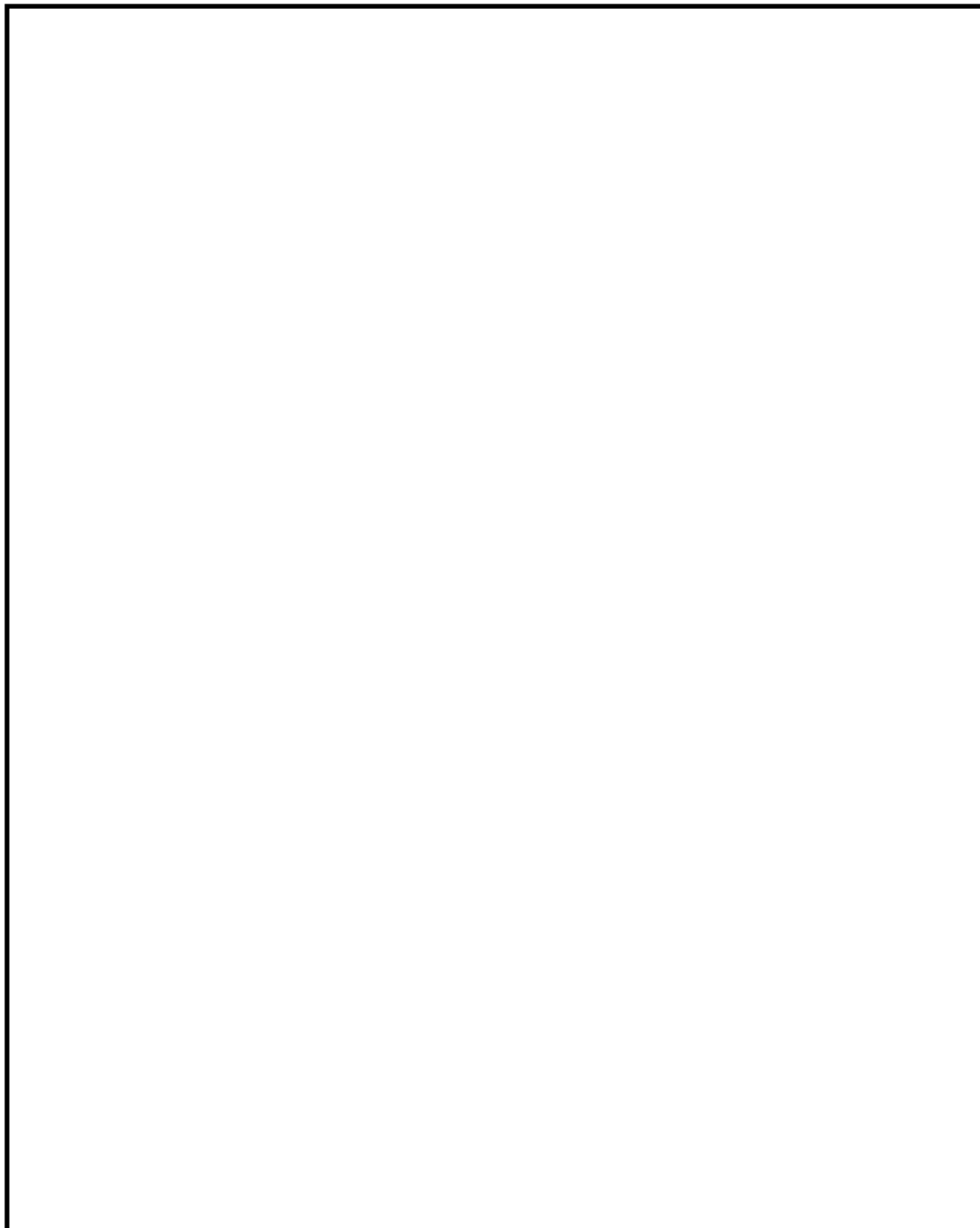


図 5-5 SN 型オイルスナップの構造及び荷重伝達経路

表 5-7 SN 型オイルスナッパの構造部材と機能部品

部品名	構造部材	機能部品	既工認	今回工認	備考
①ブラケット	○	—	○	○	
②ピストンロッド	○	—	○	○	
③コネクティングパイプ	○	—	○	○	
④ピン	○	—	○	○	
⑤シリンダチューブ	○	—	○	○	
⑥六角ボルト	○	—	○	○	
⑦イーヤ*1	○	—	○	○	
⑧ロッドエンド	○	—	○	○	
⑨シリンダカバー	○	—	○	○	
⑩タイロッド	○	—	○	○	
⑪アダプタ	○	—	○	○	
⑫ロッドカバー	○	—	○	○	
⑬クランプ*2	—	—	—	—	
⑭ホルダ	○	—	—	○	追加項目*3
⑮球面軸受	—	○	—	○	追加項目*3
⑯ポペット弁	—	○	—	○	追加項目*3
シール性	—	○	—	○	追加項目*3
全長座屈*4	—	—	—	○	追加項目*3

注記*1：Bタイプにおけるダイレクトイーヤを含む。

*2：オイルスナッパ本体ではなく、付属部品としてJ E A G 4 6 0 1の強度評価を実施しているため、オイルスナッパ本体の強度評価対象外とする。（付属部品の強度評価例を別紙3添付1に示す。）

*3：既工認では、評価結果記載対象外となっているが、今回工認では、既往知見及び地震時の荷重伝達経路を考慮し、評価対象として追加する。

*4：特定の部位ではないが、支持装置全体の座屈評価を項目として追加している。

b. 荷重伝達経路を踏まえた強度評価部位の抽出結果

荷重伝達経路を踏まえた強度評価部位の抽出結果を図 5-6 に、この抽出結果に基づく構造部材に対する評価部位及び評価項目の整理結果を表 5-8 に示す。

この整理結果にしたがって設定した SN 型オイルスナップの評価部位及び評価項目に対する詳細については、別紙 3 に示す。

また、今回工認の二次評価において適用する新規基準値の検討にあたって追加した評価部位及び評価項目を表 5-9 に示す。比較のとおり、今回工認の二次評価にあたっては、発生荷重の増大を考慮して評価項目を追加した。個々の評価部位及び評価項目の追加理由については同表の「評価項目の相違及び評価項目追加根拠」欄に記載する。

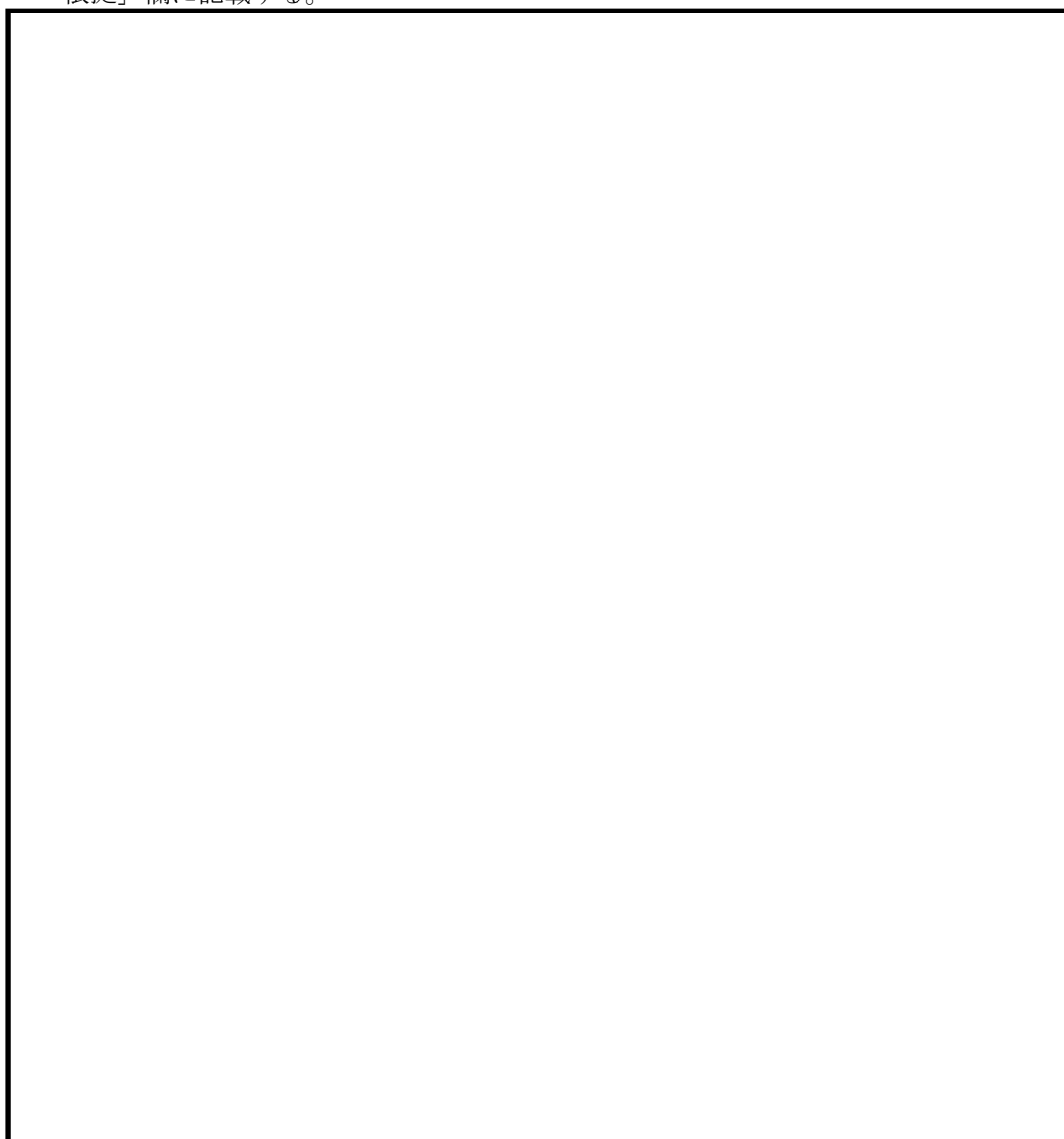


図 5-6 SN 型オイルスナップの強度評価部位

表 5-8 SN 型オイルスナッパの評価部位及び評価項目

評価部位	評価項目
①ブラケット	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
②ピストンロッド	引張応力
	せん断応力
③コネクティングパイプ	圧縮応力
	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
④ピン	せん断応力
⑤シリンダチューブ	引張応力
	圧縮応力
⑥六角ボルト	引張応力
⑦イーヤ*	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
	圧縮応力
⑧ロッドエンド	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
⑨シリンダカバー	せん断応力
⑩タイロッド	引張応力
⑪アダプタ	引張応力
	せん断応力
⑫ロッドカバー	せん断応力
⑭ホルダ	せん断応力
全長座屈	圧縮応力

注記* : B タイプにおけるダイレクトイーヤを含む。

表 5-9 SN 型オイルスナッパの評価項目の比較及び追加根拠 (1/3)

品番	評価部位	評価項目	今回工認	既工認	評価項目の相違及び評価項目追加根拠
①	ブラケット	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
②	ピストンロッド	ロッド部引張	○	○	相違なし
		ねじ部引張	○	—	基本的にロッド部の評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加
		カラー部せん断	○	—	
③	コネクティングパイプ	パイプ部圧縮	○	○	相違なし
		穴部引張	○	—	基本的にパイプ部の評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加
		穴部せん断	○	—	
		穴部支圧	○	—	
	溶接部せん断	○	—	発生荷重の増大に伴い、既往知見を採用して評価項目の網羅性のため追加	
④	ピン	せん断	○	○	相違なし
⑤	シリンダチューブ	引張	○	○	相違なし
		圧縮	○	—	基本的に引張応力評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加

表 5-9 SN 型オイルスナッパの評価項目の比較及び追加根拠 (2/3)


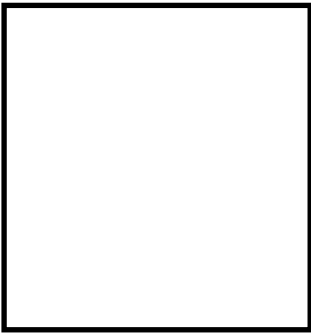





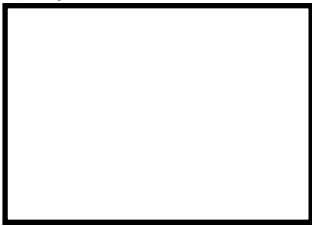
品番	評価部位	評価項目	今回 工認	既工認	評価項目の相違及び 評価項目追加根拠
⑥	六角ボルト	引張	○	○	相違なし
					
⑦	イーヤ (Bタイプのダイレクトイーヤ を含む。)	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
		溶接部せん断	○	○	相違なし
		ボルト取付部 引張	○	—	基本的に穴部の評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加
		ねじ部せん断	○	—	
		パイプ部圧縮	○	—	
⑧	ロッドエンド	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
		ボルト部引張	○	—	基本的に穴部の評価の方が厳しいが、評価項目の網羅性のため追加
		ねじ部せん断	○	—	発生荷重の増大に伴い、既往知見を採用して評価項目の網羅性のため追加
⑨	シリンダカバー	せん断	○	○	相違なし
					
⑩	タイロッド	ねじ部引張	○	○	相違なし
					
⑪	アダプタ	引張	○	○	相違なし
		溶接部せん断	○	○	相違なし

表 5-9 SN 型オイルスナッパの評価項目の比較及び追加根拠 (3/3)

品番	評価部位	評価項目	今回 工認	既工認	評価項目の相違及び 評価項目追加根拠
⑫	ロッドカバー 	せん断	○	○	相違なし
⑭	ホルダ 	せん断	○	—	発生荷重の増大に伴い、既往知見を採用して評価項目の網羅性のため追加
—	全長	座屈	○	—	発生荷重の増大に伴い、既往知見を採用して評価項目の網羅性のため追加

(4) RSA 型ロッドレストレイント

a. 構造及び荷重伝達経路

RSA 型ロッドレストレイントの構造及び荷重伝達経路を図 5-7 に示すとともに、構成部品を構造部材及び機能部品に分類した結果を表 5-10 に示す。なお、基本的に構造及び荷重伝達経路は全ての型式において同一である。



図 5-7 RSA 型ロッドレストレイントの構造及び荷重伝達経路

表 5-10 RSA 型ロッドレストレイントの構造部材と機能部品

部品名	構造部材	機能部品	既工認	今回工認	備考
①ブラケット	○	—	○	○	
②ピン	○	—	○	○	
③スヘリカルアイボルト	○	—	○	○	
④アジャストナット	○	—	○	○	
⑤パイプ	○	—	○	○	
⑥クランプ*	—	—	—	—	

注記*：ロッドレストレイント本体ではなく，付属部品として J E A G 4 6 0 1 の強度評価を実施しているため，ロッドレストレイント本体の強度評価対象外とする。
 (付属部品の強度評価例を別紙 3 添付 1 に示す。)

b. 荷重伝達経路を踏まえた強度評価部位の抽出結果

荷重伝達経路を踏まえた強度評価部位の抽出結果を図 5-8 に、この抽出結果に基づく構造部材に対する評価部位及び評価項目の整理結果を表 5-11 に示す。

この整理結果にしたがって設定した RSA 型ロッドレストレイントの評価部位及び評価項目に対する詳細については、別紙 3 に示す。

また、今回工認の二次評価において適用する新規基準値の検討にあたって、評価部位及び評価項目の既工認との比較及び追加根拠について整理したものを表 5-12 に示す。




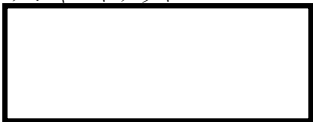



図 5-8 RSA 型ロッドレストレイントの強度評価部位

表 5-11 RSA 型ロッドレストレイントの評価部位及び評価項目

評価部位	評価項目
①ブラケット	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
②ピン	せん断応力
③スヘリカルアイボルト	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
④アジャストナット	引張応力
⑤パイプ	圧縮応力

表 5-12 RSA 型ロッドレストレイントの評価項目の比較及び追加根拠

品番	評価部位	評価項目	今回 工認	既工認	評価項目の相違及び 評価項目追加根拠
①	ブラケット 	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
②	ピン 	せん断	○	○	相違なし
③	スヘリカルアイボルト 	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
		ボルト部引張	○	○	相違なし
④	アジャストナット 	溶接部引張	○	○	相違なし
⑤	パイプ 	圧縮	○	○	相違なし

(5) RTS 型ロッドレストレイント

a. 構造及び荷重伝達経路

RTS 型ロッドレストレイントの構造及び荷重伝達経路を図 5-9 に示すとともに、構成部品を構造部材及び機能部品に分類した結果を表 5-13 に示す。なお、基本的に構造及び荷重伝達経路は全ての型式において同一である。

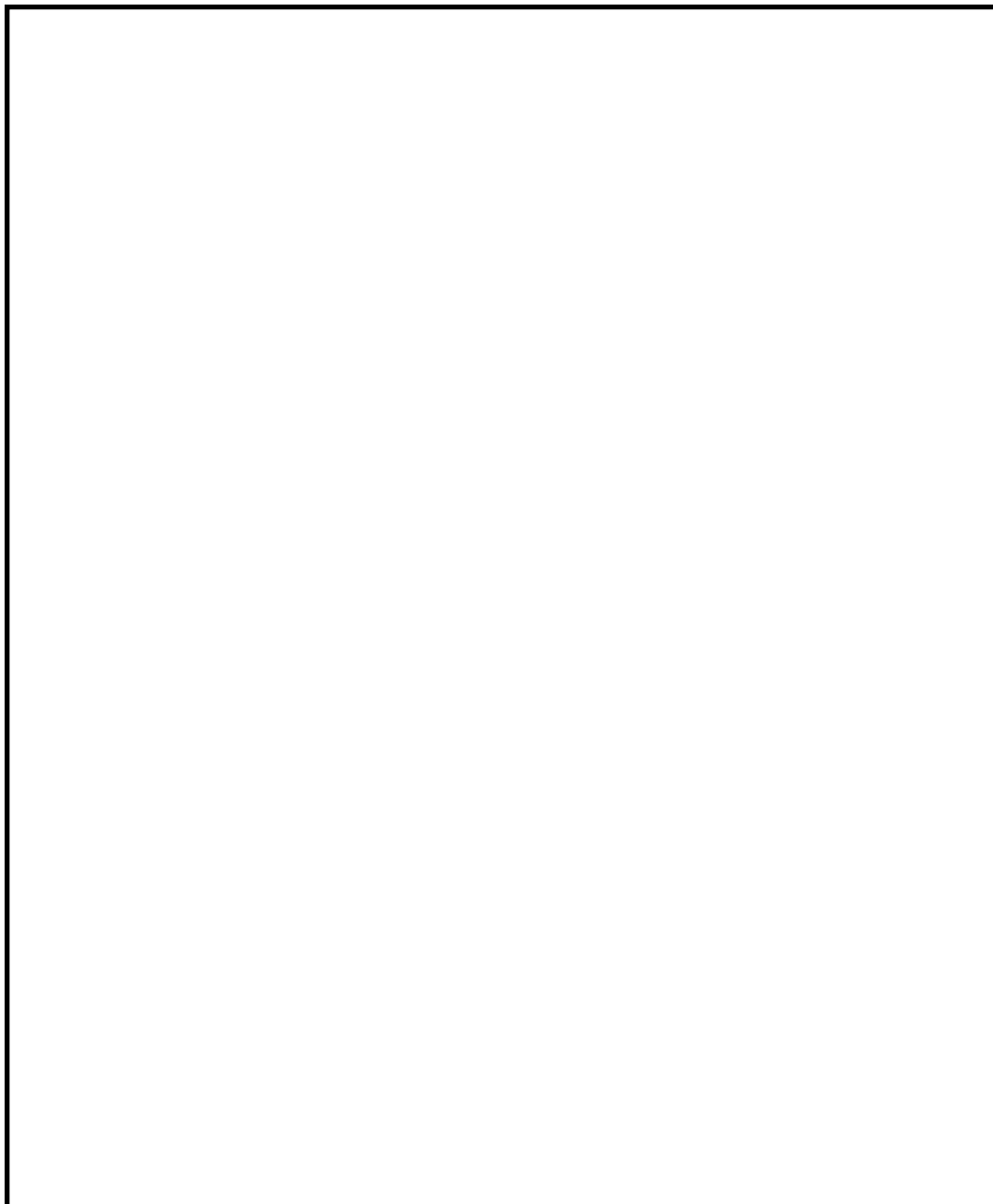


図 5-9 RTS 型ロッドレストレイントの構造及び荷重伝達経路

表 5-13 RTS 型ロッドレストレイントの構造部材と機能部品

部品名	構造部材	機能部品	既工認	今回工認	備考
①ブラケット	○	—	○	○	
②ピン	○	—	○	○	
③パイプ	○	—	○	○	
④コネクティングパイプ溶接部	○	—	○	○	
⑤コネクティングイーヤ	○	—	○	○	
⑥インナーチューブ	○	—	○	○	
⑦クランプ*	—	—	—	—	

注記*：ロッドレストレイント本体ではなく，付属部品として J E A G 4 6 0 1 の強度評価を実施しているため，ロッドレストレイント本体の強度評価対象外とする。
 (付属部品の強度評価例を別紙 3 添付 1 に示す。)

b. 荷重伝達経路を踏まえた強度評価部位の抽出結果

荷重伝達経路を踏まえた強度評価部位の抽出結果を図 5-10 に、この抽出結果に基づく構造部材に対する評価部位及び評価項目の整理結果を表 5-14 に示す。

この整理結果にしたがって設定した RTS 型ロッドレストレイントの評価部位及び評価項目に対する詳細については、別紙 3 に示す。

また、今回工認の二次評価において適用する新規基準値の検討にあたって、評価部位及び評価項目の既工認との比較及び追加根拠について整理したものを表 5-15 に示す。

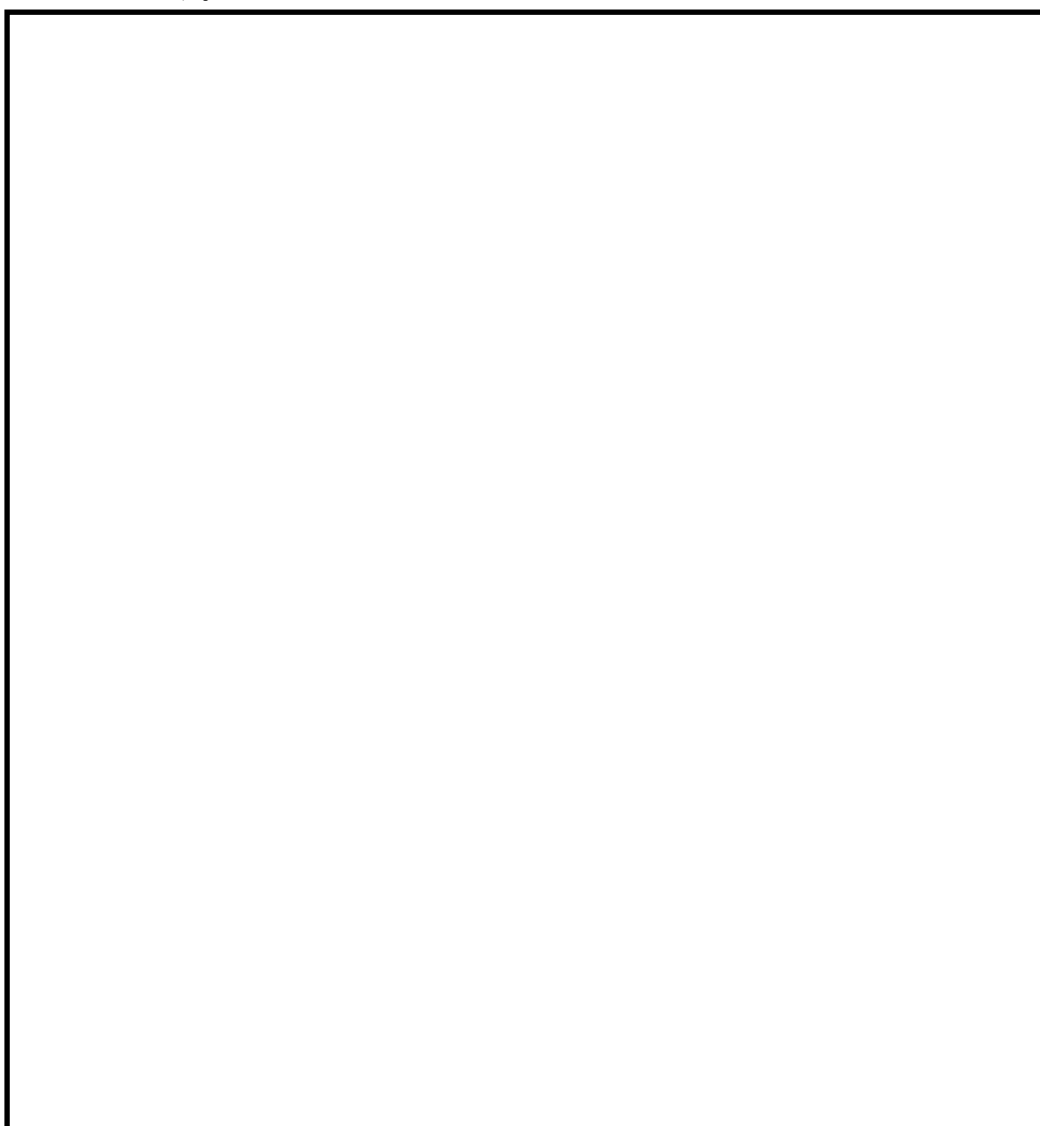


図 5-10 RTS 型ロッドレストレイントの強度評価部位

表 5-14 RTS 型ロッドレストレイントの評価部位及び評価項目

評価部位	評価項目
①ブラケット	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
②ピン	せん断応力
③パイプ	せん断応力
	圧縮応力
④コネクティングパイプ溶接部	せん断応力
⑤コネクティングイヤー	引張応力
	せん断応力
	支圧応力
⑥インナーチューブ	引張応力
	せん断応力
	支圧応力

表 5-15 RTS 型ロッドレストレイントの評価項目の比較及び追加根拠 (1/2)

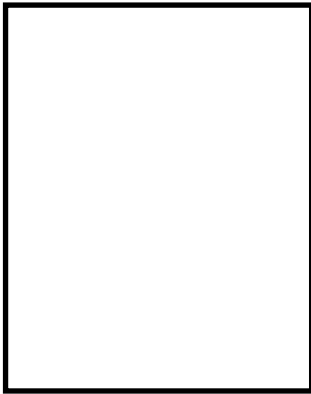

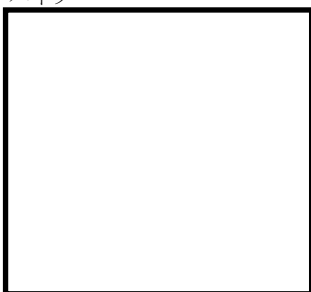
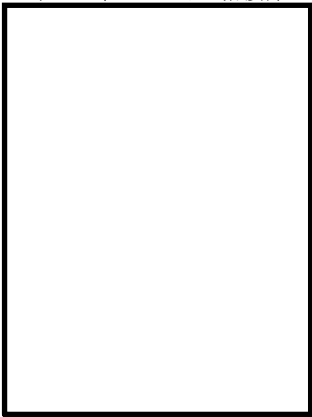

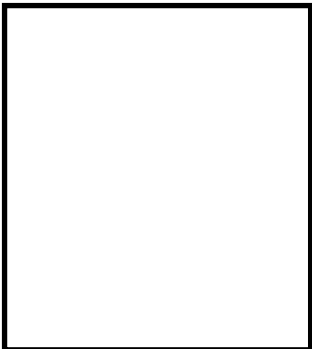
品番	評価部位	評価項目	今回 工認	既工認	評価項目の相違及び 評価項目追加根拠
①	ブラケット 	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
②	ピン 	せん断	○	○	相違なし
③	パイプ 	圧縮	○	○	相違なし
		溶接部せん断	○	○	相違なし

表 5-15 RTS 型ロッドレストレイントの評価項目の比較及び追加根拠 (2/2)

品番	評価部位	評価項目	今回 工認	既工認	評価項目の相違及び 評価項目追加根拠
④	コネクティングパイプ溶接部 	溶接部せん断	○	○	相違なし
⑤	コネクティングイーヤ 	穴部引張	○	○	相違なし
		穴部せん断	○	○	相違なし
		穴部支圧	○	○	相違なし
⑥	インナーチューブ 	イーヤ穴部 引張	○	○	相違なし
		イーヤ穴部 せん断	○	○	相違なし
		イーヤ穴部 支圧	○	○	相違なし
		せん断	○	○	相違なし

5.2 J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界に対する裕度の整理

J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界に対する裕度の整理にあたり，5.1 で整理した評価部位及び評価項目について，定格荷重に対する J E A G 4 6 0 1 に規定の強度評価を実施し，定格荷重の許容限界に対する裕度として，発生応力の許容応力に対する裕度を整理した結果を表 5-16～表 5-18 に示す。

表 5-16 定格荷重の J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界に対する裕度 (メカニカルスナップ)

型式	定格荷重 (kN)	許容応力状態ⅢA S の評価結果			許容応力状態ⅣA S の評価結果				
		最小裕度部品	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	最小裕度部品	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度
SMS-01	1	六角ボルト				六角ボルト			
SMS-03	3	六角ボルト				六角ボルト			
SMS-06	6	ベアリング押さえ				ベアリング押さえ			
SMS-1	10	コネクティング チューブ				コネクティング チューブ			
SMS-3	30	ボールねじ				ボールねじ			
SMS-6	60	コネクティング チューブ				ベアリング押さえ			
SMS-10	100	ベアリング押さえ				ベアリング押さえ			
SMS-16	160	ベアリング押さえ				ベアリング押さえ			
SMS-25	250	ベアリング押さえ				ベアリング押さえ			
SMS-40	400	ベアリング押さえ				ベアリング押さえ			
SMS-60	600	イーヤ				イーヤ			

表 5-17 定格荷重の J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界に対する裕度 (オイルスナッパ)

型式	定格荷重 (kN)	許容応力状態Ⅲ A S の評価結果			許容応力状態Ⅳ A S の評価結果				
		最小裕度部品	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	最小裕度部品	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度
SHP-03	3	コネクティングパイプ				コネクティングパイプ			
SHP-06	6	アダプタ				アダプタ			
SHP-1	10	コネクティングパイプ				コネクティングパイプ			
SHP-3	30	コネクティングパイプ				コネクティングパイプ			
SHP-6	60	イーヤ				コンロッド			
SHP-10	100	イーヤ				イーヤ			
SHP-16	160	アダプタ				アダプタ			
SHP-25	250	ターンバックル				ターンバックル			
SN-03	3	コネクティングパイプ				コネクティングパイプ			
SN-06	6	コネクティングパイプ				コネクティングパイプ			
SN-1	10	コネクティングパイプ				コネクティングパイプ			
SN-3	30	コネクティングパイプ				コネクティングパイプ			
SN-6	60	コネクティングパイプ				コネクティングパイプ			
SN-10	100	コネクティングパイプ				コネクティングパイプ			
SN-16	160	コネクティングパイプ				イーヤ			
SN-25	250	コネクティングパイプ				イーヤ			
SN-40	400	ダイレクトイーヤ				ピストンロッド			
SN-60	600	ダイレクトイーヤ				ダイレクトイーヤ			
SN-100	1000	ダイレクトイーヤ				六角ボルト			

表 5-18 定格荷重の J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界に対する裕度（ロッドレストレイント）

型式	定格荷重 (kN)	許容応力状態Ⅲ _A S の評価結果			許容応力状態Ⅳ _A S の評価結果				
		最小裕度部品	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	最小裕度部品	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度
RSA-06	9	パイプ				パイプ			
RSA-1	15	パイプ				パイプ			
RSA-3	45	パイプ				ピン			
RSA-6	90	スヘリカルアイボルト				スヘリカルアイボルト			
RSA-10	150	スヘリカルアイボルト				スヘリカルアイボルト			
RSA-16	240	スヘリカルアイボルト				スヘリカルアイボルト			
RSA-25	375	スヘリカルアイボルト				スヘリカルアイボルト			
RTS-06	9	パイプ				パイプ			
RTS-1	15	パイプ				コネクティングパイプ 溶接部			
RTS-3	45	パイプ				ピン			
RTS-6	90	コネクティングイーヤ				コネクティングイーヤ			
RTS-10	150	コネクティングイーヤ				コネクティングイーヤ			
RTS-16	240	コネクティングイーヤ				コネクティングイーヤ			
RTS-25	375	コネクティングイーヤ				コネクティングイーヤ			
RTS-60	900	インナーチューブ				インナーチューブ			

5.3 既往知見の限界耐力値に対する裕度の整理

5.3.1 既往知見の限界耐力値の概要

今回工認の二次評価において適用する新規基準値については、電共研において策定された限界耐力値を踏まえて設定を行うが、必要に応じて他の研究成果により得られた知見を取り込むこととする。限界耐力値は、機能部品も含めてスナッパの機能を確認した耐力値であり、振動試験及び低速走行試験の試験結果から策定されたものである。

電共研では、スナッパの耐力評価手法を構築することを目的として、地震に対する強度・機能の限界値を試験で確認するため、スナッパが破損するまで段階的に荷重を増加させる振動試験を実施している。また、それぞれの振動試験後には、加振後のスナッパの機能維持を確認するため、低速走行試験も併せて実施している。これらの試験により、当該荷重の負荷後も機能維持できる荷重値として、各型式の限界耐力値が策定されている。限界耐力値策定手順の詳細については別紙4に示す。

【限界耐力値の策定手順】

・手順1：

振動試験によりスナッパの破損又は機能喪失が確認された試験条件の一つ前の試験条件における最大荷重（耐力確認荷重）を取得する。

・手順2：

試験結果から得られた耐力確認荷重を踏まえて、耐力評価式を用いて算出した耐力値を限界耐力値として設定する。この際、限界耐力値は耐力確認荷重を下回るように安全側に設定される。また、別型式の試験結果から得られた知見を踏まえ、必要に応じて限界耐力値が保守的な設定となるように耐力評価式を見直している。

また、電共研においては、耐力算出式から限界耐力値を算出する際に、構造部材についてはより実際の耐力値*1に近い限界耐力値を設定するため、許容応力算出式の規格に基づいた式からの見直し、許容応力へのミルシート値の適用等を考慮して限界耐力値を設定していた（詳細は別紙 4 を参照）。これに対し、今回工認では新規基準値の設定に際し、新規基準値による各構成部品の強度評価を実施しており（詳細は別紙 3 に示す）、この評価では、許容応力算出式及び許容応力値は規格に基づいた式及び値を適用していることから、この評価結果によって新規基準値が有する保守性が確認できる。

今回工認において適用する限界耐力値は破損時の最大負荷荷重*2（図 5-11 参照）に基づいて設定しており、試験のばらつきを考慮する必要があることから、電共研に加えて J N E S 研究の試験結果も考慮し設定した。

注記*1：用語の定義 No. 21 参照。

*2：用語の定義 No. 16 参照。

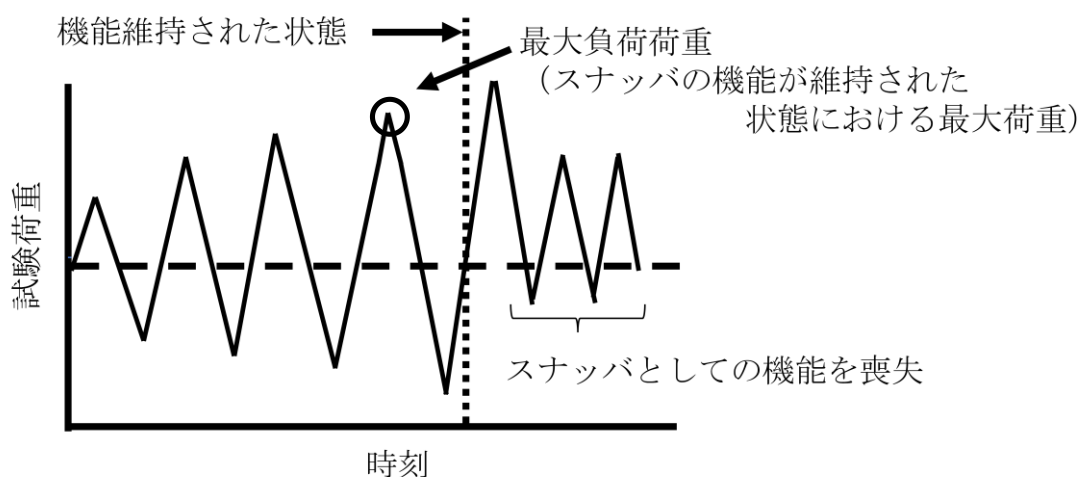


図 5-11 最大負荷荷重の考え方

5.3.2 限界耐力値に対する裕度の整理

既往知見の限界耐力値に対する裕度を表 5-19～表 5-20 に示す。なお、限界耐力値については、既往知見で対象としている全ての構造部材及び機能部品の中から、型式ごとに最小値となるものを整理している。

表 5-19 既往知見の限界耐力値に対する裕度（メカニカルスナッパ）

型式	① 定格 荷重 (kN)	電共研				J N E S 研究			
		② 限界 耐力値 (kN)	②/① 定格荷重に対する 限界耐力値の裕度	最小裕度部品	最小裕度 部品の 分類	③ 限界 耐力値 (kN)	③/① 定格荷重に対する 限界耐力値の裕度	最小裕度部品	最小裕度 部品の 分類
SMS-01	1	19.0	19.00	六角ボルト	構造部材				
SMS-03	3	18.8	6.26	六角ボルト	構造部材				
SMS-06	6	16.8	2.80	ベアリング押さえ	構造部材				
SMS-1	10	53.9	5.39	コネクティング チューブ	構造部材				
SMS-3	30	75.3	2.51	アンギュラー 玉軸受	機能部品				
SMS-6	60	170.6	2.84	ベアリング押さえ	構造部材				
SMS-10	100	224.5	2.24	ベアリング押さえ	構造部材				
SMS-16	160	344.2	2.15	ベアリング押さえ	構造部材				
SMS-25	250	490.3	1.96	ベアリング押さえ	構造部材				
SMS-40	400	941.4	2.35	コネクティング チューブ	構造部材				
SMS-60	600	1353.3	2.25	ダイレクトアタッチ ブラケット	構造部材				

表 5-20 既往知見の限界耐力値に対する裕度（オイルスナッパ）

型式	① 定格 荷重 (kN)	電共研				J N E S 研究			
		② 限界 耐力値 (kN)	②/① 定格荷重に対する 限界耐力値の裕度	最小裕度部品	最小裕度 部品の 分類	③ 限界 耐力値 (kN)	③/① 定格荷重に対する 限界耐力値の裕度	最小裕度部品	最小裕度 部品の 分類
SHP-03	3	5.3	1.76	全長座屈	構造部材				
SHP-06	6	14.1	2.35	全長座屈	構造部材				
SHP-1	10	22.7	2.27	全長座屈	構造部材				
SHP-3	30	50.8	1.69	全長座屈	構造部材				
SHP-6	60	141.8	2.36	全長座屈	構造部材				
SHP-10	100	196.1	1.96	全長座屈	構造部材				
SHP-16	160	318.7	1.99	全長座屈	構造部材				
SHP-25	250	514.8	2.05	ターンバックル	構造部材				
SN-03	3	9.1	3.03	全長座屈	構造部材				
SN-06	6	16.4	2.73	全長座屈	構造部材				
SN-1	10	26.2	2.62	全長座屈	構造部材				
SN-3	30	70.6	2.35	全長座屈	構造部材				
SN-6	60	125.5	2.09	タイロッド (シール性)	機能部品				
SN-10	100	205.9	2.05	ジャンクション コラムアダプタ	構造部材				
SN-16	160	321.6	2.01	タイロッド (シール性)	機能部品				
SN-25	250	465.8	1.86	ダイレクトイーヤ	構造部材				
SN-40	400	—	—	—	—				
SN-60	600	—	—	—	—				
SN-100	1000	—	—	—	—				

5.4 新規基準値の設定

5.2 及び 5.3 にて整理した定格荷重の J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界及び既往知見の限界耐力値に対する裕度を比較し、それらの最小値以下の数値で新規耐力係数を設定し、定格荷重に乗ることにより、新規基準値を設定した。また、支持装置の構造部材の評価部位及び評価項目について、設定した新規基準値に対する強度評価を実施し、J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界を満足することを確認した。

設定した新規耐力係数を表 5-21～表 5-23、新規基準値を表 5-24～表 5-26 に示す。また、設定した新規基準値に対する強度評価結果を別紙 3 に示す。本項にて設定した新規基準値を今回工認の二次評価において適用する。

表 5-21 J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界及び既往知見の限界耐力値に対する裕度を考慮して設定した新規耐力係数（メカニカルスナッパ）

型式	定格荷重 (kN)	裕度				新規耐力係数	
		J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界		既往知見の限界耐力値		Ⅲ A S	Ⅳ A S
		Ⅲ A S	Ⅳ A S	電共研	J N E S 研究		
SMS-01	1			19.00			
SMS-03	3			6.26			
SMS-06	6			2.80			
SMS-1	10			5.39			
SMS-3	30			2.51			
SMS-6	60			2.84			
SMS-10	100			2.24			
SMS-16	160			2.15			
SMS-25	250			1.96			
SMS-40	400			2.35			
SMS-60	600			2.25			

表 5-22 J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界及び既往知見の限界耐力値に対する裕度を考慮して設定した新規耐力係数（オイルスナッパ）

型式	定格荷重 (kN)	裕度				新規耐力係数	
		J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界		既往知見の限界耐力値			
		Ⅲ A S	Ⅳ A S	電共研	J N E S 研究	Ⅲ A S	Ⅳ A S
SHP-03	3			1.76			
SHP-06	6			2.35			
SHP-1	10			2.27			
SHP-3	30			1.69			
SHP-6	60			2.36			
SHP-10	100			1.96			
SHP-16	160			1.99			
SHP-25	250			2.05			
SN-03	3			3.03			
SN-06	6			2.73			
SN-1	10			2.62			
SN-3	30			2.35			
SN-6	60			2.09			
SN-10	100			2.05			
SN-16	160			2.01			
SN-25	250			1.86			
SN-40	400			—			
SN-60	600			—			
SN-100	1000			—			

表 5-23 J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界及び既往知見の限界耐力値に対する裕度を考慮して設定した新規耐力係数（ロッドレストレイント）

型式	定格荷重 (kN)	裕度				新規耐力係数	
		J E A G 4 6 0 1 に規定の許容限界		既往知見の限界耐力値			
		Ⅲ A S	Ⅳ A S	電共研	J N E S 研究	Ⅲ A S	Ⅳ A S
RSA-06	9			—	—		
RSA-1	15			—	—		
RSA-3	45			—	—		
RSA-6	90			—	—		
RSA-10	150			—	—		
RSA-16	240			—	—		
RSA-25	375			—	—		
RTS-06	9			—	—		
RTS-1	15			—	—		
RTS-3	45			—	—		
RTS-6	90			—	—		
RTS-10	150			—	—		
RTS-16	240			—	—		
RTS-25	375			—	—		
RTS-60	900			—	—		

表 5-24 今回工認の二次評価において適用する新規基準値（メカニカルスナッパ）

本体 型式	定格荷重 (kN)	新規耐力係数		新規基準値 (二次評価荷重)		支持装置 種類
		Ⅲ _A S	Ⅳ _A S	Ⅲ _A S (kN) ^{*1}	Ⅳ _A S (kN) ^{*2}	
01	1					SMS 型
03	3					SMS 型
06	6					SMS 型
1	10					SMS 型
3	30					SMS 型
6	60					SMS 型
10	100					SMS 型
16	160					SMS 型
25	250					SMS 型
40	400					SMS 型
60	600					SMS 型

注記*1：配管反力が定格荷重を超えた場合に，二次評価を行うための許容応力状態Ⅲ_AS に対する許容荷重を示す。

*2：配管反力が定格荷重を超えた場合に，二次評価を行うための許容応力状態Ⅳ_AS に対する許容荷重を示す。

表 5-25 今回工認の二次評価において適用する新規基準値（オイルスナッパ）

本体 型式	定格荷重 (kN)	新規耐力係数		新規基準値 (二次評価荷重)		支持装置 種類
		Ⅲ _A S	Ⅳ _A S	Ⅲ _A S (kN) ^{*1}	Ⅳ _A S (kN) ^{*2}	
03	3					SHP 型
06	6					SHP 型
1	10					SHP 型
3	30					SHP 型
6	60					SHP 型
10	100					SHP 型
16	160					SHP 型
25	250					SHP 型
03	3					SN 型
06	6					SN 型
1	10					SN 型
3	30					SN 型
6	60					SN 型
10	100					SN 型
16	160					SN 型
25	250					SN 型
40	400					SN 型
60	600					SN 型
100	1000					SN 型

注記*1：配管反力が定格荷重を超えた場合に、二次評価を行うための許容応力状態Ⅲ_AS
に対する許容荷重を示す。

*2：配管反力が定格荷重を超えた場合に、二次評価を行うための許容応力状態Ⅳ_AS
に対する許容荷重を示す。

表 5-26 今回工認の二次評価において適用する新規基準値（ロードレストレイント）

本体型式	定格荷重 (kN)	新規耐力係数		新規基準値 (二次評価荷重)		支持装置種類
		Ⅲ _A S	Ⅳ _A S	Ⅲ _A S (kN) ^{*1}	Ⅳ _A S (kN) ^{*2}	
06	9					RSA 型
1	15					RSA 型
3	45					RSA 型
6	90					RSA 型
10	150					RSA 型
16	240					RSA 型
25	375					RSA 型
06	9					RTS 型
1	15					RTS 型
3	45					RTS 型
6	90					RTS 型
10	150					RTS 型
16	240					RTS 型
25	375					RTS 型
60	900					RTS 型

注記*1：配管反力が定格荷重を超えた場合に、二次評価を行うための許容応力状態Ⅲ_AS に対する許容荷重を示す。

*2：配管反力が定格荷重を超えた場合に、二次評価を行うための許容応力状態Ⅳ_AS に対する許容荷重を示す。

6. 結論

島根2号機の機器・配管系の支持構造物である支持装置の設計では、既工認と同様、地震時における支持装置の発生荷重がJ E A G 4 6 0 1を踏まえてあらかじめ設定した設計上の基準値を満足することを一次評価として確認している。また、設計上の基準値を超えた場合には、あらかじめ設定した設計上の基準値に余裕があること等を考慮し、J E A G 4 6 0 1に定める許容限界を満足する範囲内で新たに設定した設計上の基準値を設定し、その基準値を用いた二次評価を評価手順に追加することとした。

今回工認の二次評価において適用する新規基準値は、支持装置の構造部材に対する強度評価及び機能部品を含む機能確認に対する荷重評価に基づいて設定することとし、構造部材に対する強度評価においては、J E A G 4 6 0 1に基づく評価方法、既往知見を踏まえて、評価部位及び評価項目を追加した評価を行い、許容応力状態Ⅲ_AS及びⅣ_ASの許容限界を満足するように設定した。また、機能部品を含む機能確認に対する荷重評価においては、地震時荷重と限界耐力値との比較を行い、地震時荷重が限界耐力値を下回るように設定した。

以上より、今回工認における支持装置の評価は、耐震性が確保される評価手法であることを確認した。