

女川2号工認 指摘事項に対する回答整理表(耐震評価:使用済燃料ラックの減衰定数)

No.	指摘日	図書種別、 図書番号	図書名称	該当頁	コメント内容	回答内容	資料等への 反映箇所	回答状況	備考
1	設置変更許可審査からの 申送り事項 No.31 【D-1】	設置基準 条文 4条	耐震設計(使用済燃料 貯蔵ラックの減衰定数)	-	設計用減衰定数として、基準地震動の確定条件に基づき適用性の確認を行い、詳細設計段階で説明する。	地震動の確定条件に基づき弾性設計用地震動Sdでは減衰定数7%、基準地震動Ssでは減衰定数10%の適用性を確認しています。	VI-2-4-2-2 使用済燃料貯蔵ラック(第1, 2号機共用)の耐震性についての計算書 補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について	2021/1/15 回答済	
2	2021/1/15	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について	-	使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について、基準地震動Ssでは10%を採用するとしているが、設置変更許可時の減衰定数の設定の考え方との関係を整理して提示すること。	設置変更許可時の減衰定数の設定の考え方と基準地震動Ssでは10%を採用することの関係性について2.4項に整理し説明します。	補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について P7	2021/3/12 回答済	
3	2021/1/15	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について	P57 (別紙8)	加振試験範囲を超える応答加速度での減衰定数の設定の考え方を整理して提示すること。	加振試験範囲を超える応答加速度での減衰定数の設定の考え方について別紙8に整理し説明します。	補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について 別紙8	2021/3/12 回答済	
4	2021/3/12	VI-2-4-2-2	使用済燃料貯蔵ラック(第1, 2号機共用)の耐震性についての計算書	23	設計用地震力について、基準地震動Ssと弾性設計用地震動Sdにおける使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数が異なることから、それぞれの設計用地震力の包絡関係を整理して提示すること。	弾性設計用地震動Sdにおける設計震度を表4-8に記載しました。記載のとおり、Ssの設計震度がSdの設計震度を包絡しております。	VI-2-4-2-2 使用済燃料貯蔵ラック(第1, 2号機共用)の耐震性についての計算書 P23, 24	2021/5/21 回答済	
5	2021/3/12	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について	28	加振試験範囲を超える応答加速度における減衰定数の検討結果を踏まえ、加振試験結果から設定している減衰定数の近似直線の設定の妥当性を整理して提示すること。	加振試験範囲を超える応答加速度における減衰定数の検討結果を踏まえ、減衰定数の低下傾向を考慮した近似直線の設定に見直しました。	補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について P28	2021/5/21 回答済	
6	2021/3/12	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について	7	使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について、基準地震動Ssでは10%を採用するとしているが、設置変更許可からの設計進捗との関係を踏まえ、その理由を整理して提示すること。	応答加速度は増大に対応するため基準地震動Ssに対する燃料ラックの水平方向の設計用減衰定数を10%とすることを記載しました。また、減衰定数7%と10%の床応答曲線の比較を記載しました。	補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について P7, 8	2021/5/21 回答済	
7	2021/3/12	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について	7	加振試験範囲を超える応答加速度での減衰定数の設定について、燃料ラックの減衰要因との関係も踏まえ、設定に用いている解析モデルの詳細を提示するとともに、解析結果の妥当性を整理して提示すること。	燃料ラックの減衰要因と応答依存性を整理し、解析モデルの設定の考え方などの詳細を記載しました。	補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について 別紙8-3~7	2021/5/21 回答済	

女川2号工認 指摘事項に対する回答整理表(耐震評価:使用済燃料ラックの減衰定数)

No.	指摘日	図書種別、 図書番号	図書名称	該当頁	コメント内容	回答内容	資料等への 反映箇所	回答状況	備考
8	2021/5/21	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について	全体	加振試験を上回る加速度範囲における燃料ラックの減衰挙動の解析について、燃料ラックの減衰要因と応答依存性の分析結果との関係を踏まえ、妥当性を整理して説明すること。	多自由度解析モデルによる燃料ラックの解析を行い、加振試験を上回る加速度範囲における減衰定数設定の妥当性を検討しました。	補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について別紙8	2021/6/11 回答済	
9	2021/5/21	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数について	全体	加振試験を上回る加速度範囲における燃料ラックの減衰挙動の解析について、解析モデルの詳細や解析条件の入力方法等、詳細を整理して説明すること。	1質点系モデル及び多自由度解析モデルの解析モデルの詳細や解析条件の入力方法等を整理して記載しました。	補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について別紙8	2021/6/11 回答済	
10	2021/6/11	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8-14, 15	燃料ラックの多自由度解析モデルを用いた減衰の解析検討について、加振試験等との関係を踏まえ、解析モデル及び解析条件の詳細を整理して説明すること。	多自由度系解析モデルの解析フロー、解析モデルの考え方及び諸元について説明を追加しました。	補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について別紙8-16~26	2021/6/18 回答済	
11	2021/6/18	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8-20	燃料ラックの多自由度系解析モデルを用いた解析について、固有値解析結果を示すこと。	多自由度系解析モデルによる解析結果から得られた燃料ラックの振動モード及び固有振動数を記載しました。	補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について別紙8-22	2021/7/20 回答済	
12	2021/6/18	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8-19	燃料ラックの減衰要因分析結果の妥当性について、多自由度系解析モデルの解析結果を踏まえ、整理して説明すること。	多自由度系解析モデルの解析結果は、燃料ラックの減衰要因として抽出・分類した構造減衰、流体減衰及び摩擦減衰を考慮したものであること及び各減衰要因の寄与度を整理して記載しました。	補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について別紙8-22, 23	2021/7/20 回答済	
13	2021/6/18	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8-19	多自由度系解析モデルの解析条件のうち、摩擦力に関する解析条件の入力値が、解析結果に及ぼす影響を整理して説明すること。	①摩擦力等の解析条件の入力値が解析結果に及ぼす影響(イメージ)及び確認方針を記載しました。 ②入力値を変動させた場合の解析結果に及ぼす影響は次回以降回答します。	①補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について別紙8 補足-2-8 ②補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について別紙8 補足-2-8~14	① 2021/7/20 回答済 ②今回回答	

女川2号工認 指摘事項に対する回答整理表(耐震評価:使用済燃料ラックの減衰定数)

No.	指摘日	図書種別, 図書番号	図書名称	該当頁	コメント内容	回答内容	資料等への 反映箇所	回答状況	備考
14	2021/7/6	会合資料	女川原子力発電所第2号機 使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	11, 21	<p>使用済燃料貯蔵ラックの減衰挙動に関する詳細解析について、以下の観点も含め、解析モデル及び解析条件の設定方法並びに減衰定数の算出方法の妥当性を整理して説明すること。その上で、改めて設計用減衰定数の設定の妥当性を整理して説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流体-構造連成による燃料ラックの応答低減効果を減衰として扱わないことについて、応答倍率曲線を用いた減衰定数の算定における応答低減効果の除外方法を整理して説明すること。 ・詳細解析モデルの解析条件のうち、締結ボルト剛性、ラック剛性、摩擦力の振幅依存性を定義する最大変位等について、燃料ラックの構造及び加振試験データとの関係を含め、入力値の妥当性を説明すること。 ・詳細解析モデルの解析条件のうち、燃料ラックの構造及び加振試験データ等から得られる値に幅があるものについては、入力値を変動させた場合の減衰定数への影響を説明すること。 	<p>①解析モデルの入力値の設定方法については別紙8-補足-2, 減衰定数の算出方法については別紙4に整理して記載しました。</p> <p>②流体-構造連成について、流体-構造連成を無しとした場合との比較から、伝達関数と刺激関数に影響するが、減衰定数に寄与しない旨を記載しました。</p> <p>③詳細解析モデル入力値変動の影響について、変動し得る範囲の減衰定数への影響を確認し結果を記載しました。</p> <p>④設計用減衰定数設定の妥当性について、確認内容を整理して記載しました。</p>	<p>①補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について別紙4, 別紙8 補足-2</p> <p>②補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について別紙8-16,19</p> <p>③補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について別紙8 補足-2-8~14</p> <p>④補足-600-13 使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数についてP32, 33</p>	<p>① 2021/7/20 回答済</p> <p>②今回回答</p> <p>③今回回答</p> <p>④今回回答</p>	

女川2号工認 記載適正化箇所(耐震評価:使用済燃料ラックの減衰定数)

No.	図書種別, 図書番号	図書名称	該当頁	適正化内容	完了年月日	備考
No.1～95は、O2-他-F-19-0014_改5までで整理済のため省略						
96	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	32 別紙13-9	先行プラントにおける設計用減衰定数の設定例について、追記しました。	2021/8/6	
97	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	32 別紙13-1,2	先行プラントとの設計用減衰定数の相違について、ラックの型式の違いに対する考察を追加しました。	2021/8/6	
98	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8補足 3	設計用減衰定数の設定方法について、既往の設備における地震応答と減衰の関係、試験結果等から設計用減衰定数を設定した適用例、地震動の強さに応じた設計用減衰定数の適用について整理し、追加しました。	2021/8/6	
99	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8-3	配管系に対する設計用減衰定数を検討した既往知見の内容(減衰推算法)について追記しました。	2021/8/6	
100	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙13-13	先行プラントで実施しているラックの振動試験から得られた減衰データについて、女川との差異について試験における応答加速度の観点で考察した結果を追加しました。	2021/8/6	
101	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙5-1	燃料プールにおけるスロッシング固有周期の計算過程を追記しました。	2021/8/6	
102	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8-10	ラックベースと床面の摩擦力に対する鉛直地震動の影響について追記しました。	2021/8/6	
103	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8-16, 22	流体構造連成に関する記載を見直し、流体構造連成の有無による影響を追記しました。また、流体構成連成の有無による刺激関数 β と応答倍率 Q との関係について追記しました。	2021/8/6	
104	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8-23 別紙4-9	多自由度系の解析では、締結面のすべりによる非線形性の寄与が小さい、低加速度入力の供試体固有振動数を比較対象としていることを追記しました。また、供試体ラックと水槽のFEMモデルの妥当性評価では、加振試験における高加速度入力及び低加速度入力時との比較を行う内容に見直しました。	2021/8/6	

女川2号工認 記載適正化箇所(耐震評価:使用済燃料ラックの減衰定数)

No.	図書種別, 図書番号	図書名称	該当頁	適正化内容	完了年月日	備考
105	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8-16	多質点系における ϕ の正規化の内容, 流体構造連成の有無(気中, 水中)による刺激関数 $\beta \phi$ の値及び正規化と刺激関数の関係について追記しました。また, 水中の刺激関数 $\beta \phi$ が1となる意味合いについて記載しました。	2021/8/6	
106	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8 補足-2-4	締結ボルト剛性 K_{bmax} の設定にあたって考慮している振動数の設定について, 試験における共振振動数の傾向分析結果を踏まえて設定していることを追記しました。	2021/8/6	
107	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8 補足-2-7	注記*2に記載の論文に対して, PWR(AP1000)燃料ラック関連と内容が分かる記載を追記しました。	2021/8/6	
108	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8 補足-3-5	「…地震動の強さに応じた設計用減衰定数を適用することは, 問題ないと考えられる。」の記載を「Regulatory Guide 1.61の考え方に整合している。」に見直しました。	2021/8/6	
109	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙4-11	共振曲線のイメージ図について, 本検討が相対加速度の応答として整理していることを踏まえ, 記載を適正化しました。また, 応答倍率法の説明について「…減衰推定に適用可能である。」に適正化しました。	2021/8/6	
110	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙7-5,6 別紙8-23	モードベクトルの図に対して, モードベクトルが示す意味について追記しました。	2021/8/6	
111	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙9-3,4	固有ベクトルの正規化方法の内容について説明を追記しました。	2021/8/6	
112	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	9	「供試体ラックの設計にあたっては, 減衰定数が実機と同等又は実機よりも小さくなる」ことについて「供試体ラックの設計にあたっては, 減衰定数が実機と同等又は実機よりも小さくなるよう燃料集合体の貯蔵体数にて考慮している」と内容が分かるように記載を適正化しました。	2021/8/6	

女川2号工認 記載適正化箇所(耐震評価:使用済燃料ラックの減衰定数)

No.	図書種別, 図書番号	図書名称	該当頁	適正化内容	完了年月日	備考
113	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	9	「(4) 設計用減衰定数の設定」について、分かりやすさの観点から「(4) 加振試験から求まる供試体ラックの減衰定数」と「(5) 設計用減衰定数の設定」の項目に分割しました。	2021/8/6	
114	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	10	図が明瞭となるように記載を見直しました。	2021/8/6	
115	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	23	非線形挙動が強くなった場合のハーフパワー法を用いた減衰の傾向について追記し、応答倍率を採用した理由が分かるように記載を適正化しました。	2021/8/6	
116	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	24	「なお・・・」以降について、相対加速度を用いること及びその算定方法が分かるよう記載を適正化しました。	2021/8/6	
117	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	28	「(2) 流体-構造連成(応答低減)」の項目を追加しました。	2021/8/6	
118	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙2-1	参考文献の引用について記載を適正化しました。	2021/8/6	
119	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙3-2	ラックの高さと水深の関係が分かるように、概要図を追加しました。	2021/8/6	
120	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	9 別紙4	本文中に、供試体ラックと試験水槽のFEMモデルによる固有値解析により算出した値及びその値を減衰評価に用いている旨を追記しました。また、分かりやすさの観点から別紙4の構成について適正化しました。	2021/8/6	
121	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	別紙8-5	会合で示した、各種減衰の組合せのイメージ図を追加しました。	2021/8/6	
122	補足-600-13	使用済燃料貯蔵ラックの設計用減衰定数について	全体	加速度が記載されたグラフに対して、「相対加速度」と分かるように記載を適正化しました。	2021/8/6	