

リサイクル燃料貯蔵株式会社	
提出日	2023年11月29日
管理表No.	1122-06 改訂00

項目	コメント内容
津波 (第10条)	P 10条-75 (FPの量を) PWR用だけ10%とする根拠を説明すること

(回 答)

P10-45 第4-5-1表の燃料棒ギャップへの核分裂生成物移行割合については、日本原子力学会標準「使用済燃料・混合酸化物新燃料・高レベル放射性廃物輸送容器の安全設計及び検査基準：2013」(AESJ-SC-F006：2013) 附属書K (参考) 使用済燃料被覆管の破損を想定する場合のソースタームの「K.1 放射性気体の燃料ペレットからの放出率」に、

「放射性気体の燃料ペレットからの放出率をPWR燃料棒では10%、BWR燃料棒では30%とすれば十分安全側となる。ただし燃料設計及び出力により気体放出率は変化するので注意する必要がある。」

との記載がある。このことから、燃料棒ギャップへの核分裂生成物移行割合を、PWR用キャスク(タイプ1)では10%、その他のBWR用キャスクでは30%としている。

この日本原子力学会標準については、適合性説明資料に参考文献として記載する。

以 上

リサイクル燃料貯蔵株式会社	
提出日	2023年11月29日
管理表 No.	1122-07

項目	コメント内容
津波による 損傷の防止 (適合性説明資料)	・10条-別添5-7 座屈試験について、PWR燃料の数値が記載されているが、参考文献を教えてください。

(回 答)

PWR燃料の座屈試験の参考文献については、BWR燃料と同じ文献であり、今回提出の適合性説明資料「第10条 津波による損傷の防止」(別添5)「(参考)燃料棒動的座屈試験\*の概要」(10条-別添5-9ページ)に記載した文献である(添付)。

\* : T. Hirose, M. Ozawa, A. Yamauchi, “Fuel Rod Mechanical Behaviour Under Dynamic Load Condition on High Burnup Spent Fuel of BWR and PWR”, International Conference on Management of Spent Fuel from Nuclear Power Reactors: An Integrated Approach to the Back-End of the Fuel Cycle, 15-19 June 2015, Vienna, Austria

以 上

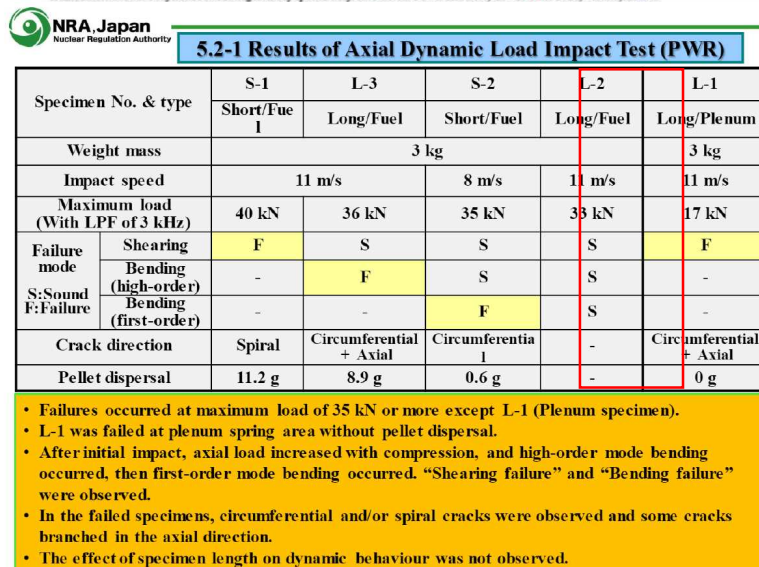
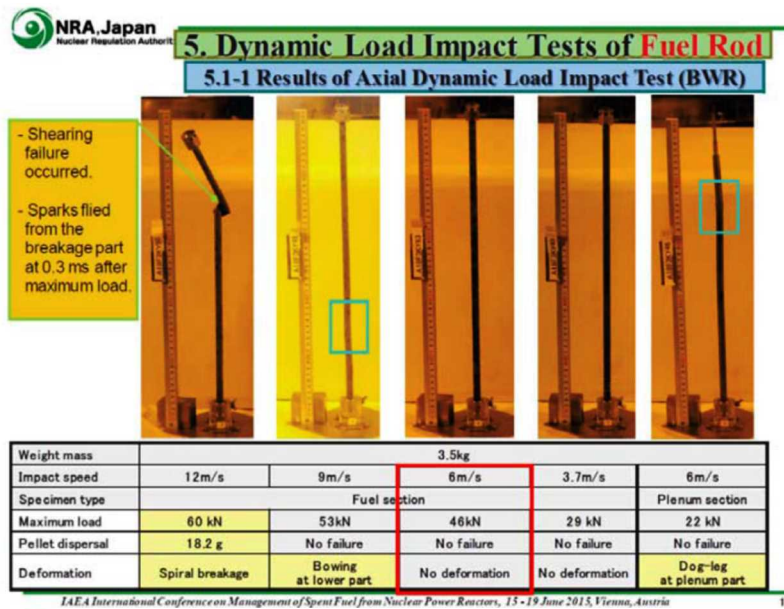
## (参考) 燃料棒動的座屈試験\*の概要

照射済の燃料被覆管に荷重を与えて燃料棒の破断の有無を確認する試験が以下のように実施されている。

使用した被覆管は使用済燃料（BWR燃料は、9×9（A型）燃料，平均燃焼度 55.6GWd/t。PWR燃料は、17×17 燃料，平均燃焼度 51.8GWd/t。）から得たものであり，燃料棒平均高速中性子照射量(E>1MeV)は  $10.3 \times 10^{25}/\text{m}^2$ （BWR燃料）， $9.5 \times 10^{25}/\text{m}^2$ （PWR燃料）である。




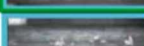




試験は，軸方向動的座屈試験として燃料棒の1スパン分（約500mm：BWR燃料，約500mm：PWR燃料）を模擬した試験片に軸方向に動的荷重を与える試験及び径方向動的圧縮試験として燃料棒の一部（約150mm：BWR燃料，約100mm：PWR燃料）を模擬した試験片に径方向に動的荷重を与える試験の2種類を実施している。

BWR燃料では，軸方向荷重で～46kN，径方向荷重で～0.5kN/mmの範囲で，PWR燃料では，軸方向荷重で～33kN，径方向荷重で～0.9kN/mmの範囲で，燃料被覆管の破断が生じない結果が得られている。



別添 5-4 図(1) 燃料棒軸方向試験結果

5.3 Outline of Lateral Dynamic Load Impact Test Result (BWR & PWR)

BWR Push rod dia. = 30mm	Weight mass	Impact speed	Maximum load	Pellet dispersal <sup>+2</sup>	
	2.6 kg	8 m/s	1.0 kN/mm	Failure 21.6 g	 <p>"with" pellet Loading direction Maximum load : 0.7 kN/mm Breakage</p>
	2.6 kg	4 m/s	0.7 kN/mm	Failure 0 g	
	0.6 kg	4 m/s	0.5 kN/mm	No failure	
PWR Push rod dia. = 20mm	Weight mass	Impact speed	Maximum load <sup>+1</sup>	Pellet Dispersal <sup>+2</sup>	
	3 kg	13 m/s	1.5 kN/mm	Failure 3.1 g	 <p>"without" pellet (Dynamic Ring Comp. Test Result) Breakage : 0.1 kN/mm</p>
	3 kg	11 m/s	1.1 kN/mm	Failure 0.4 g	
	3 kg	9 m/s	0.9 kN/mm	No failure	

<sup>+1</sup> With LPF of 3 kHz  
<sup>+2</sup> Amount of dispersed pellet at the moment of breakage + during handling

• Failure mode and strength were different between "with" pellet (lateral dynamic load impact test of fuel rod) and "without" pellet (dynamic ring compression test of cladding).  
• Amount of dispersed pellet and particle size distributions were also measured.  
• Influence of hydride reoriented (test results of dummy pellet specimen) is under evaluation.

別添 5-4 図(2) 燃料棒径方向試験結果

\*) T. Hirose, M. Ozawa, A. Yamauchi, "Fuel Rod Mechanical Behaviour Under Dynamic Load Condition on High Burnup Spent Fuel of BWR and PWR", International Conference on Management of Spent Fuel from Nuclear Power Reactors: An Integrated Approach to the Back-End of the Fuel Cycle, 15-19 June 2015, Vienna, Austria

リサイクル燃料貯蔵株式会社	
提出日	2023年11月29日
管理表No.	1122-10

項目	コメント内容
燃料被覆管の制限温度	実際に収納する使用済燃料について、燃料被覆管の制限温度を満足することを説明すること。

(回答)

金属キャスクに収納する使用済燃料については、その健全性を維持する観点から、燃料被覆管のクリープ、燃料被覆管の水素化物再配向及び燃料被覆管の照射硬化の回復による機械的特性の著しい低下を防止するため、燃料仕様（注）に基づいて燃料被覆管の制限温度を設定している。

実際に収納する使用済燃料について、金属キャスクの搬入前に、金属キャスクに収納した使用済燃料集合体が燃料仕様（注）通りであることを原子炉設置者が作成する使用済燃料の収納記録を確認することによって、燃料被覆管の制限温度を満足するように管理する。

（注）「使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の型式証明申請書」の「3. 貯蔵する使用済燃料の種類及びその種類毎の最大貯蔵能力」に記載された仕様

以上

リサイクル燃料貯蔵株式会社	
提出日	2023年11月29日
管理表 No.	1122-11

項目	コメント内容
計測制御系統施設 (第17条)	型式証明の事項をそのまま使っていない表面温度検出器の警報設定について説明すること。

(回答)

型式証明の範囲外である表面温度検出器（計測制御系統施設）の警報設定について、別紙のとおり説明する。

## 表面温度検出器の警報設定について

BWR用中型キャスク（タイプ2）及びPWR用キャスク（タイプ1）の金属キャスク表面温度の警報設定値については、BWR用大型キャスク（タイプ2A）と同様に「貯蔵時外筒外面最高使用温度」を設定するものとしているが、警報設定については型式証明の範囲外であり、型式証明に「貯蔵時外筒外面最高使用温度」に関する記載が無いことから、「貯蔵時外筒外面最高使用温度」については、型式指定から引用している。

また、万が一、金属キャスク表面温度が警報設定値（貯蔵時外筒外面最高使用温度）を超えた場合においても、金属キャスクの各部材の設計基準温度は警報設定値と比較して十分な余裕を有していることを示すため、BWR用中型キャスク（タイプ2）及びPWR用キャスク（タイプ1）の各部材の温度（設計基準温度及び評価結果）について型式指定から引用している。

下表1に、「第17条 計測制御系統施設」において型式指定から引用した諸元を示す。

表1 型式指定から引用した諸元

別添	章・表	引用諸元	型式指定引用箇所
別添3	2. 表面温度の警報設定	123℃	MSF-52B 型式指定申請書（三菱重工業株式会社）の添付書類5「使用済燃料等の除熱に関する説明書」に示す設計崩壊熱量 17.5kW における解析値
		116℃	MSF-21P 型式指定申請書（三菱重工業株式会社）の添付書類5「使用済燃料等の除熱に関する説明書」に示す設計崩壊熱量 15.8kW における解析値
	添付1-1表	123℃	MSF-52B 型式指定申請書（三菱重工業株式会社）の添付書類5「使用済燃料等の除熱に関する説明書」に示す設計崩壊熱量 17.5kW における解析値
		116℃	MSF-21P 型式指定申請書（三菱重工業株式会社）の添付書類5「使用済燃料等の除熱に関する説明書」に示す設計崩壊熱量 15.8kW における解析値
別添5	別添5-1表	添付「BWR 中型用（タイプ2）」欄	MSF-52B 型式指定申請書（三菱重工業株式会社）の添付書類5「使用済燃料等の除熱に関する説明書」に示す設計崩壊熱量 17.5kW における解析値
		添付「PWR 用（タイプ1）」欄	MSF-21P 型式指定申請書（三菱重工業株式会社）の添付書類5「使用済燃料等の除熱に関する説明書」に示す設計崩壊熱量 15.8kW における解析値

別添5-1表 設計基準温度と評価結果 [単位：℃]

	BWR大型用		BWR中型用		PWR用	
	(タイプ2A)		(タイプ2)		(タイプ1)	
	設計基準温度	評価結果	設計基準温度	評価結果	設計基準温度	評価結果
燃料被覆管	300	259 <sup>※1</sup>	300	263 <sup>※2</sup>	275	203
バスケット	300	248	350	257	250	172
密封容器	350	142	350	147	350	141
トラニオン	350	120	350	137	350	129
金属ガスケット	130	89	130	102	130	104
二次蓋	350	85	350	90	350	92

※1：新型ジルコニウムライナ燃料

※2：高燃焼度8×8燃料