



資料1

**核燃料輸送物設計承認申請（Traveller XL型）に係る
審査会合での指摘事項の回答について**

2020年09月09日
原子燃料工業株式会社



□ 指摘事項①

模擬燃料集合体を用いた実証試験の結果をもって、収納物（原子燃料工業製燃料集合体）の損傷状態を予想できることを説明すること。模擬燃料集合体では燃料棒亀裂が確認されたものの亀裂が小さいためペレットの脱落等が発生しないと説明されているが、収納物に対しても同じことが言えるか説明すること。

核燃料輸送物設計承認申請（Traveller XL型）に係る審査会合での指摘事項の回答について



□ 指摘事項①の回答

- (ロ)A 付属資料1にて述べたように、CTU落下試験時において亀裂の発生した燃料棒は、いずれも集合体の四隅にある燃料棒であった(p3参照)。特定の場所にのみ燃料棒の亀裂が確認されたことを考えると、単純な燃料棒と下部ノズル上面が衝突による燃料棒の圧縮や座屈が原因ではない。
- 燃料棒に曲がりが発生。燃料棒の亀裂はすべて下部端栓溶接部で発生。
- CTU落下試験後の下部ノズル脚部は座屈。それに伴い下部ノズル上面も大きく変形し、四隅が大きく変形(p4参照)。
- 以上のことから、CTU落下試験時に発生した燃料棒亀裂の発生要因は以下の通りであると考えられる（p5参照）。
 - ・落下の衝撃で下部ノズルの脚が座屈し、下部ノズル上面に曲がりが発生
 - ・下部ノズルの四隅に発生した曲がりによって、下部ノズルと燃料棒が接触し、集合体四隅の燃料棒が湾曲
 - ・下部端栓と被覆管の境目である下部端栓溶接部に曲げ応力が集中し、溶接部に亀裂が発生。

核燃料輸送物設計承認申請（Traveller XL型）に係る審査会合での指摘事項の回答について



Nuclear Fuel Industries, Ltd.

□ 指摘事項①の回答

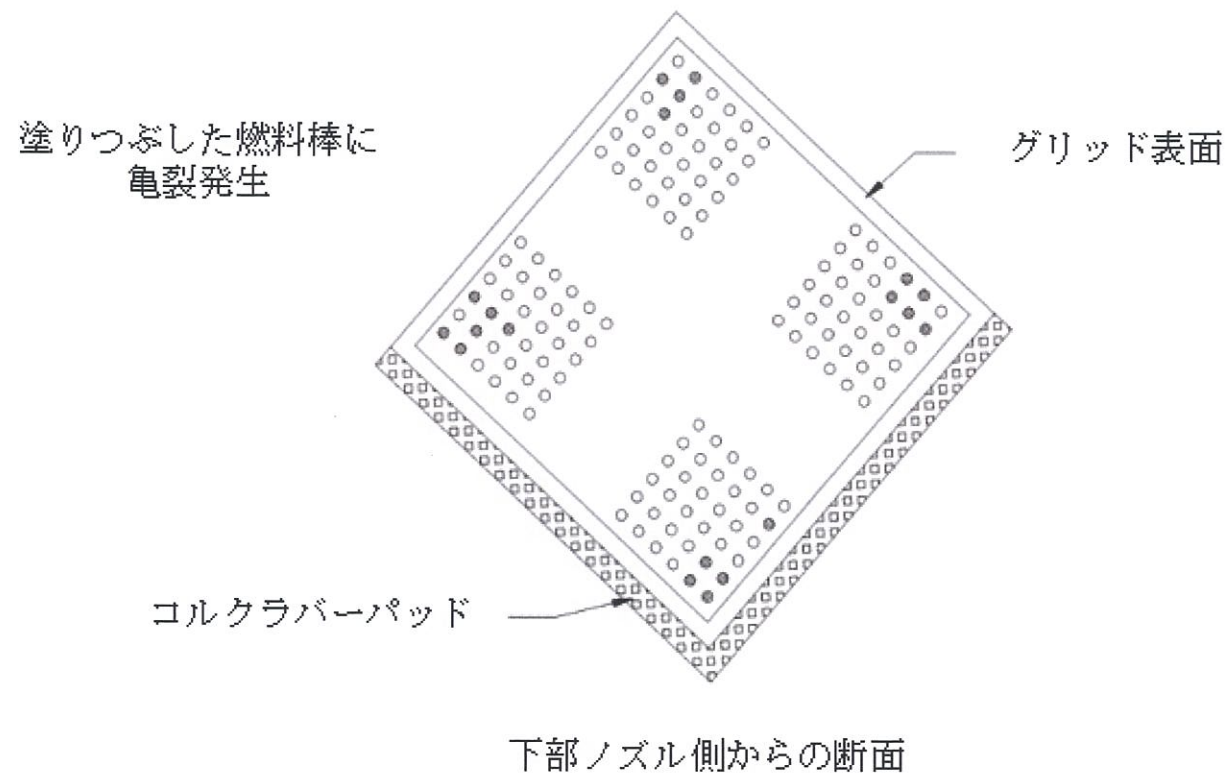


図1. 割れが発生した燃料棒の配置

核燃料輸送物設計承認申請（Traveller XL型）に係る審査会合での指摘事項の回答について



□ 指摘事項①の回答

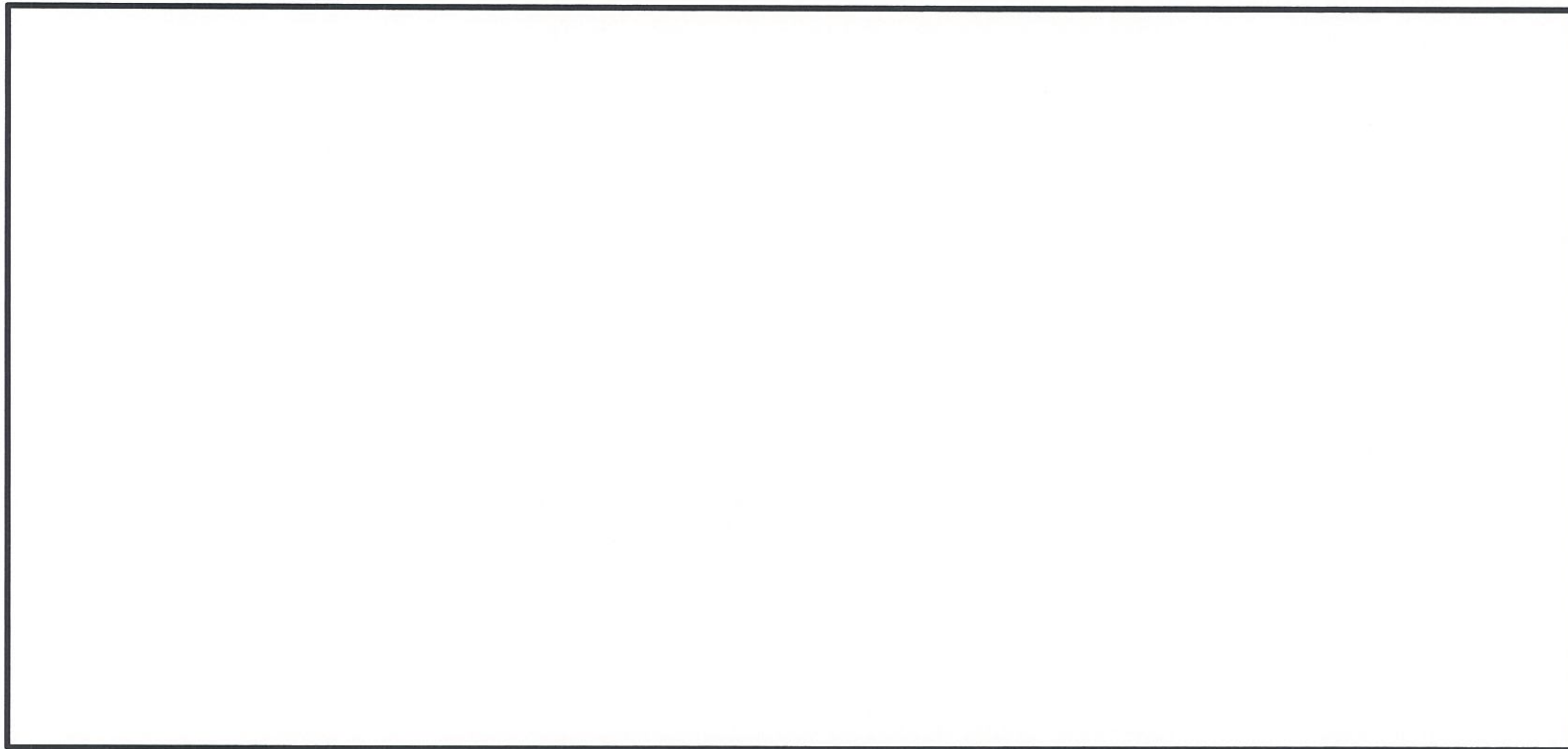


図2. CTU落下試験後の下部ノズル

核燃料輸送物設計承認申請（Traveller XL型）に係る審査会合での指摘事項の回答について



Nuclear Fuel Industries, Ltd.

□ 指摘事項①の回答

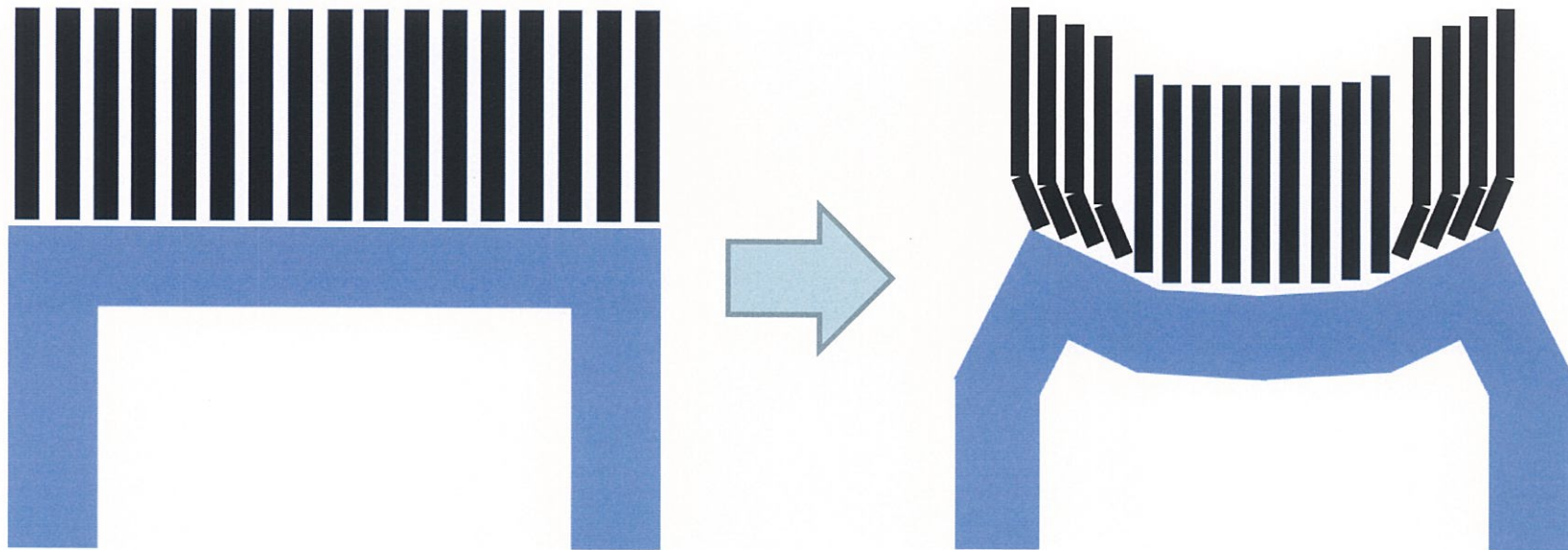


図3. 落下による燃料棒割れのイメージ図

核燃料輸送物設計承認申請（Traveller XL型）に係る審査会合での指摘事項の回答について



Nuclear Fuel Industries, Ltd.

□ 指摘事項①の回答

	燃料集合体	模擬燃料集合体	燃料棒亀裂への影響
燃料集合体外寸 (mm)	214 (15,17型)		
燃料集合体長さ (mm)	4,057 (14, 15型)		
支持格子間距離の最大値 (mm)			
下部ノズル長さ (mm)			
集合体重量 (kg)			
燃料棒長さ (mm)	3,866 (14, 15型の一部)		
被覆管肉厚 (mm)	0.57 (17型タイプ57)		
下部端栓長さ (mm)			
燃料棒重量 (kg)			

- 下部ノズル長さや集合体重量の違いから、模擬燃料集合体の方が下部ノズルの変形量は大きくなると考えられる。また、下部端栓端部から溶接部までの長さの違いから、模擬燃料集合体の方が溶接部に発生する曲げ応力は大きくなると考えられる。
- 各部材の機械特性は同等。



□ 指摘事項①の回答

- 亀裂の発生した燃料棒の位置や下部ノズルの変形挙動から、CTU落下試験によって発生した燃料棒亀裂は、下部ノズルに変形が生じて集合体の四隅にある燃料棒と接触し、燃料棒曲げが発生したことが原因で発生したことがわかった。亀裂の発生要因から、集合体の構造の違いにより、燃料集合体と模擬燃料集合体のどちらに亀裂が発生しやすいか考察したところ、模擬燃料集合体の方が亀裂が発生しやすい構造であることがわかった。

以上のことから、模擬燃料集合体を用いた評価は保守的な評価となっており、NFI製燃料集合体を落下させた場合の亀裂は模擬燃料集合体より小さくなる。よって、燃料棒からペレットの脱落は発生しないといえる。