



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29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。

□ 指摘事項①の回答

◆ CTU落下試験時に発生した燃料棒亀裂の発生メカニズムについて

- (□)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)。
- CTU落下試験後の下部ノズルの変形を観察すると、燃料棒との接触面は中央部が大きく腕型に変形し、四隅は内側に折れ曲がるように変形していた（p4参照）。
- 中央の変形：下部ノズルが腕型の変形をすることで落下時の衝撃を吸収する。中央部の燃料棒が受ける衝撃荷重は小さくなる方向。
- 四隅の変形：中央部と比較して四隅は脚に近いので、変形による衝撃吸収効果は小さく、四隅の燃料棒に生じる衝撃荷重は中央部より大きくなる。また内側に折れ曲がることによる曲げ応力も発生する。
- CTU落下試験時に発生した燃料棒亀裂は四隅に集中していることから、この発生要因は燃料棒下端部に生じる衝撃荷重と曲げ応力の複合によるものと考えられる。

□ 指摘事項①の回答

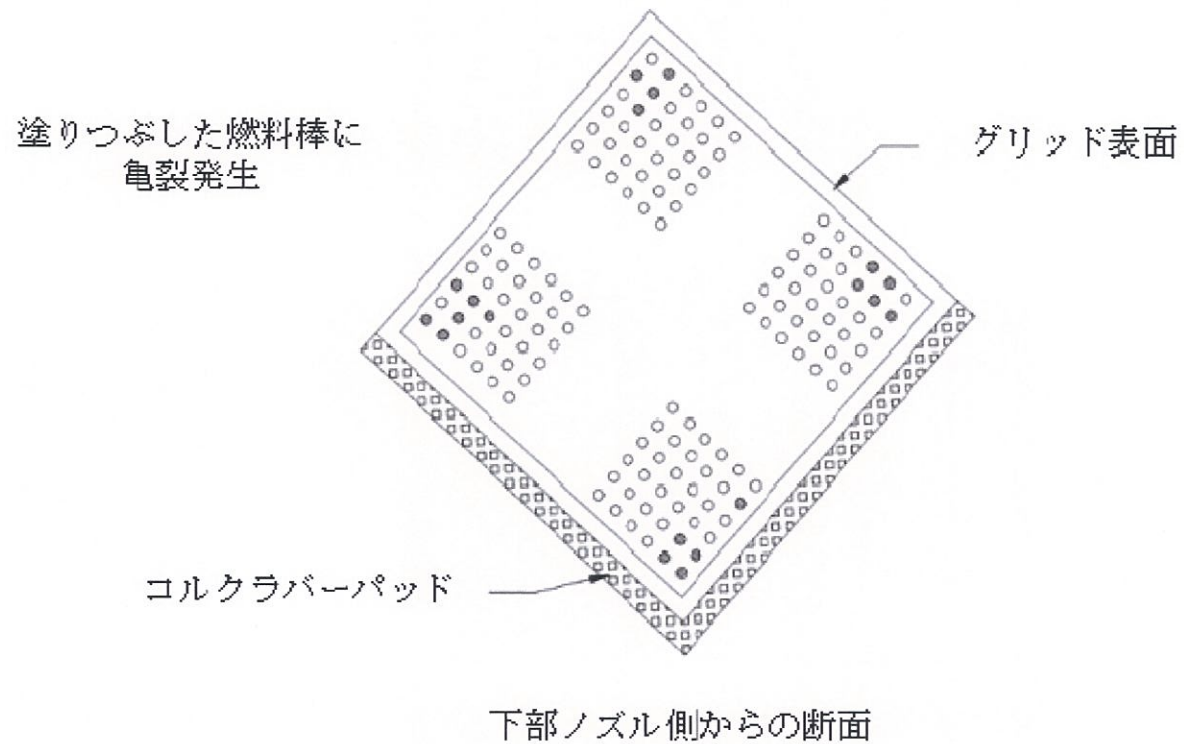


図1. 割れが発生した燃料棒の配置

□ 指摘事項①の回答

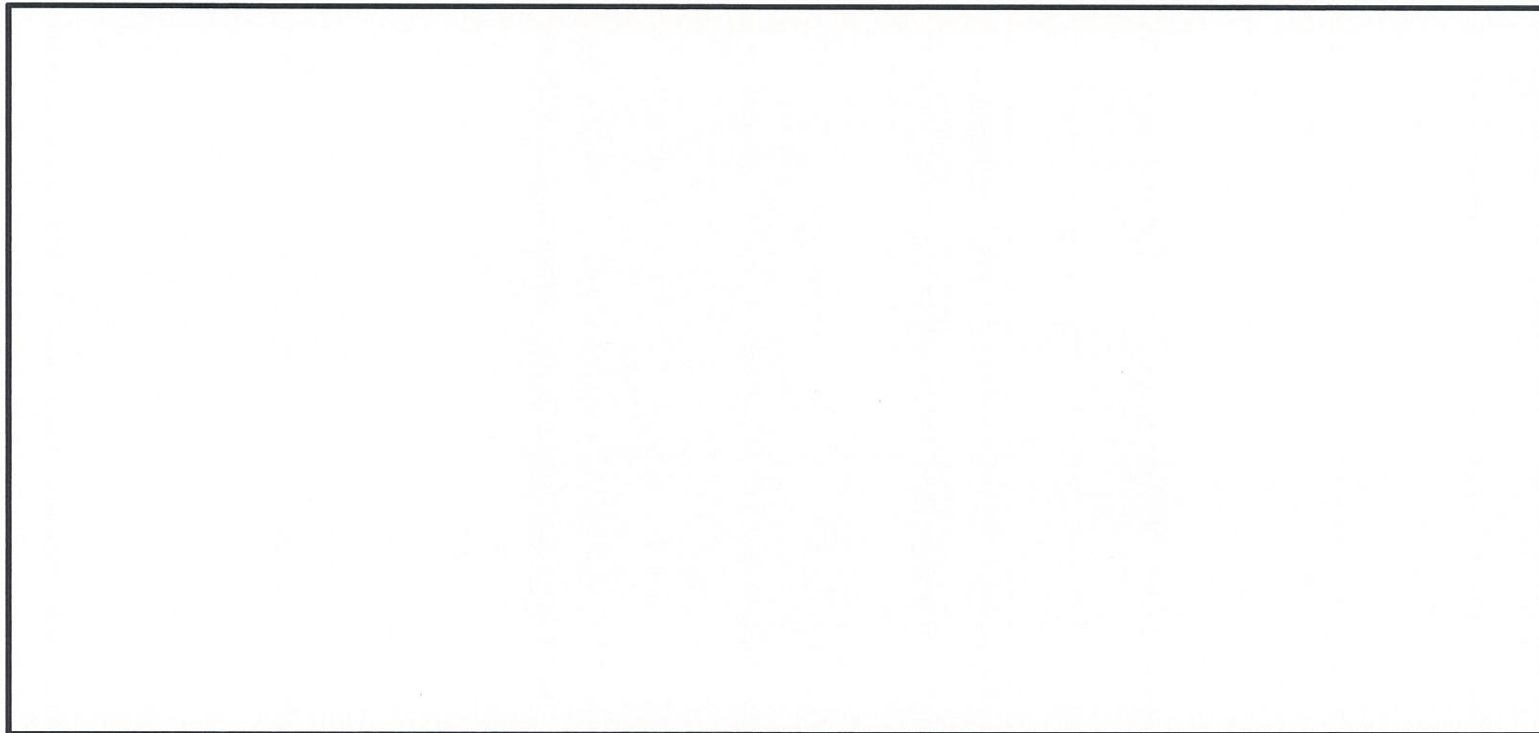


図2. CTU落下試験後の下部ノズル



□ 指摘事項①の回答

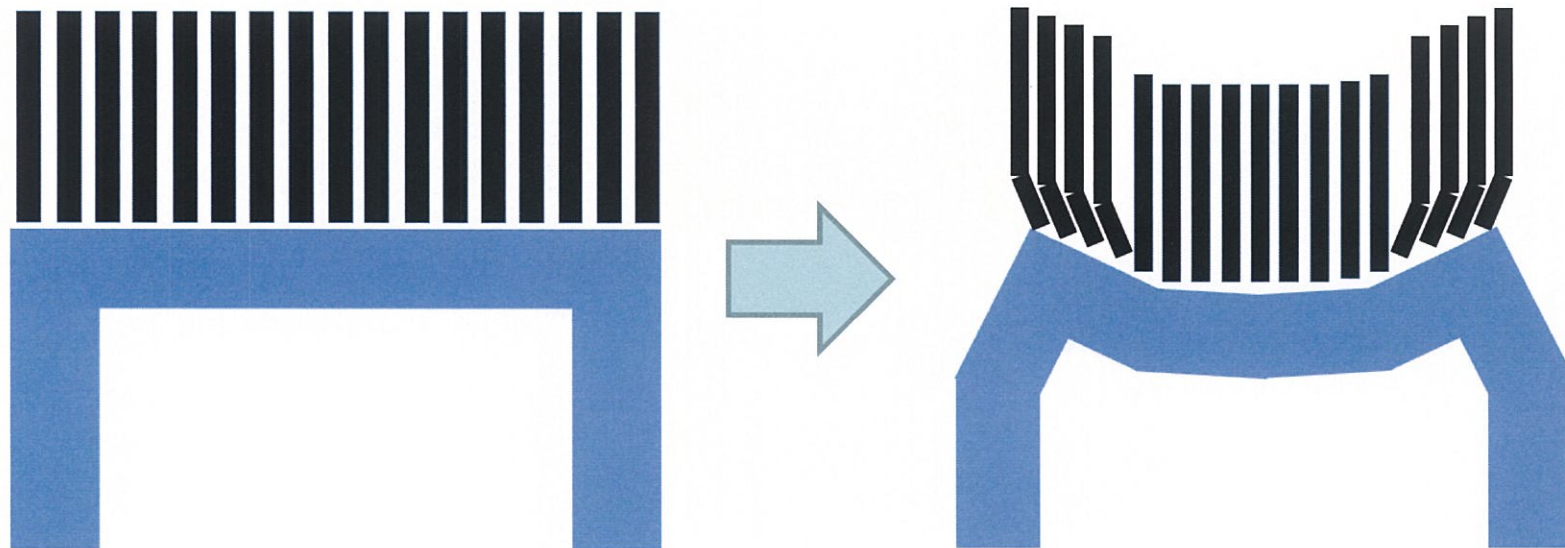


図3. CTU落下試験における燃料棒亀裂発生イメージ図





□ 指摘事項①の回答

◆ NFI製燃料集合体の落下時の挙動

➤ 過去に実施したNFI製模擬燃料集合体に対する単体落下試験

- 燃料タイプ：NFI製17型（タイプ57）燃料
- 落下方向：燃料集合体の下部から垂直落下
- 落下高さ：5m
- 最大加速度：

Traveller XL輸送物に対する9m垂直落下時に、

下部ノズルの下端に発生する最大加速度は。

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

◆ NFI製燃料集合体の落下支持の挙動

- ▶ 単体落下試験における燃料集合体の最大加速度は、Traveller XL型輸送物の9m垂直落下時の最大加速度より大きい
- ▶ 下部ノズル中央部が衝突面に接触するまで変形も、変形量はWEC製燃料よりも小さく燃料棒の衝撃荷重は大きい方向。
- ▶ 下部ノズル四隅の内側への変形はWEC製燃料よりも小さく、曲げ応力は小さい方向。
- ▶ 下部端栓溶接部に大きな曲がりはなく、燃料棒に亀裂、破損は確認されなかった。

NFI製燃料集合体は、Traveller XL輸送物で想定される落下時の衝撃では燃料棒は破損しない。

模擬燃料集合体で確認された燃料棒曲がりも発生せず、燃料棒に亀裂、破損は発生しない。

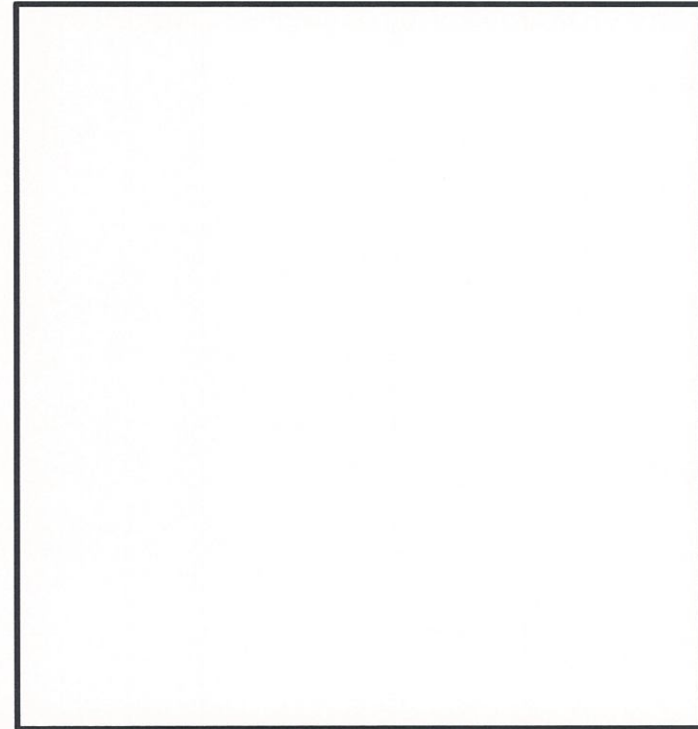


図4. NFI製模擬燃料集合体(17型タイプ57)単体落下試験後の外観

□ 指摘事項①の回答

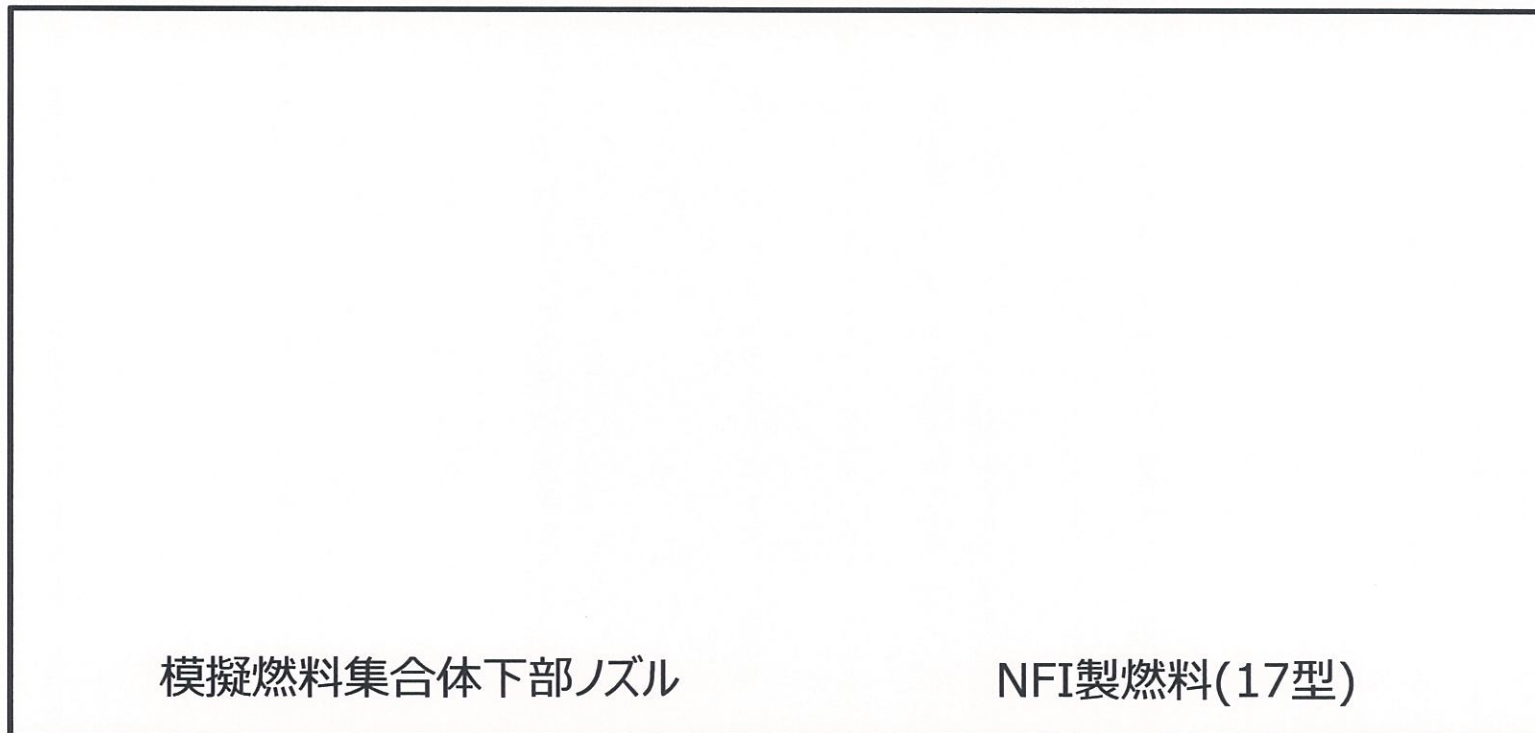


図5. 燃料集合体と模擬燃料集合体の下部ノズルの比較



□ 指摘事項①に対する回答のまとめ

- 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、燃料集合体落下時に燃料棒が受ける衝撃荷重および四隅の下部ノズル変形に伴う燃料棒への曲げ応力が複合したものによるものと考えられる。
- 過去の単体落下試験結果において、NFI製燃料集合体はTraveller XL輸送物で想定される落下時の加速度を大きく超える衝撃を与えているが、燃料棒に亀裂、破損は認められなかった。

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、亀裂は発生しない。



□ 指摘事項②

臨界解析の付属資料（(□)E 付属資料1）について、評価条件を具体的に記載すること

□ 指摘事項②の回答

➤ (□)E 付属資料1について、評価条件を明確化した上で修正する（資料2参照）

□ 指摘事項③

臨界解析における保守性を明確化すること。

□ 指摘事項③の回答

➤ (□)E4.1において、臨界解析モデルの中で保守性を考慮した項目を示す形に修正する（資料2参照）