

## 湿式の使用済燃料用輸送容器の遅延衝撃評価

### (1) 加速度データに基づく蓋ボルト引抜力の評価

Delay impact evaluation for wet type spent-fuel transport package

#### (1) Lid bolt pull-out strength evaluation based on acceleration data

\*箱崎 健一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>海上技術安全研究所

使用済燃料輸送物に課せられる9m落下試験において、収納物の遅延衝撃に伴う蓋ボルトの引抜力の増加は、安全解析上の大きな課題である。湿式容器の場合、内部水の影響で遅延衝撃は生じないと考えられてきた。しかし、過去の垂直落下試験の加速度データを再検討した結果、収納物の内部落下が無い場合でも遅延衝撃が生じる可能性が見出された。この結果に基づき、蓋ボルト引抜力の簡易的な評価方法を提案する。

**キーワード**：遅延衝撃，放射性輸送物，9m垂直落下試験，使用済燃料用輸送容器，蓋ボルト引抜力

### 1. 緒言

乾式の使用済燃料用輸送容器（SFキャスク）では、蓋板の密封評価の観点から、収納物の容器内落下に基づく遅延衝撃が国際的な関心事となっている。しかし、既存データの再評価の結果、容器内落下が無い場合でも収納物影響による蓋ボルトの引抜力増加が示唆されるため、収納物の内部落下が生じない条件（例：湿式キャスク）に基づく遅延落下の評価方法を提案する。

### 2. 加速度データの再検討結果に基づく蓋ボルトの引抜力の評価

#### 2-1. 収納物のバネ的挙動による蓋ボルト引抜力への影響評価

SFキャスクの蓋下垂直落下試験では、容器内の収納物の遅延落下が無い場合でも、収納物がバネとして作用することにより蓋ボルトの引抜き力が遅延して増加する可能性を示すことができる。しかし、照射後の燃料集合体の機械的特性を輸送物毎に確認することは不可能なため、過去の研究から推定されるバネ特性に基づき、安全側の仮定に基づく蓋ボルト引抜力の評価が必要である。

#### 2-2. 安全側の仮定に基づく蓋ボルト引抜力の評価方法

従来の安全評価では、蓋ボルトの引抜力 ( $F_{btl}$ ) は、落下時に本体に作用する加速度の最大値 ( $\alpha_{max}$ ) に基づき、下記のように評価されていた。

$$F_{btl} = \alpha_{max} \cdot (m_{lid} + m_{cnt})/n \quad (m_{lid} : \text{蓋板の質量}, m_{cnt} : \text{収納物の質量}, n : \text{ボルトの本数})$$

しかし、既存の加速度データの再検討の結果、収納物は蓋板上でバネとして作用していることが判った。また、過去に報告されている実機大のSFキャスクの落下試験結果から推定した収納物のバネ特性から推定した結果、蓋ボルトの引抜力は、安全側の仮定を設けることで以下となる。

$$F_{btl} = \alpha_{max} \cdot (m_{lid} + 2 \cdot m_{cnt})/n$$

### 3. 結論

内部落下が起きない条件においても、収納物のバネ挙動により蓋ボルトの引抜力が遅延して増加するため、この効果を考慮した密封評価が必要と考える。

### 参考文献

[1] Kenichi Hakozaiki, Hiroaki Taniuchi & Shinichi Takahashi. "Acceleration calibration method for the drop test of radioactive package based on the rebound of specimen" Nuclear Engineering and Design 406 (2023) 112266

\*Kenichi Hakozaiki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Maritime Research Institute