

## 埋込金物の非破壊検査技術開発 2 (2) FEM 解析

Development of nondestructive inspection for embedded hardware 2 (2) FEM analysis

三浦 進<sup>1</sup>, 関口 昭司<sup>1</sup>, 服部 功三<sup>1</sup>, \*小川 良太<sup>2</sup>, 匂坂 充行<sup>2</sup>, 磯部 仁博<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日本原燃株式会社, <sup>2</sup>原子燃料工業株式会社

埋込金物の固定状態（ジベル欠損の有無、埋込金物/コンクリート間の界面状態）を診断する AE(Acoustic Emission)センサを用いた打音検査（以降、AE 打音検査）における振動持続時間やピークの出現根拠について FEM 解析を用いて理論的根拠を検討した。

**キーワード：**埋込金物、非破壊検査、AE センサ、打音、FEM 解析

**1. 緒言** 日本原燃株式会社再処理施設において 2015 年に発生した、埋込金物の浮き上り事象では、ジベルが欠損した不適切な施工であることが判明した<sup>1</sup>。埋込金物の非破壊検査技術として開発した AE 打音検査技術は、埋込金物の固定状態が判断できることをモックアップ試験や現場検査にて確認している。これまでの実験結果から埋込金物の健全性確認には、AE 打音検査による振動持続時間とピーク周波数の変化が重要な指標となることを確認している。そこで、その理論的根拠を FEM 理論解析により検討した。

**2. FEM 解析モデルとモデルの妥当性検討** AE 打音検査による埋込金物の振動モードやピーク周波数の変化について、理論的検討を行うために FEM 解析モデルを構築し、時刻歴応答解析を行った。埋込金物とコンクリート間の接触面積が振動持続時間に及ぼす影響を調査するため、健全な埋込金物を対象に、埋込金物/コンクリートの界面状態を「密着」または「接触」に対応するように接触面の境界条件を変化させた場合の結果を図 1 に示す。接触を設定した接触面の表面積が大きくなるに従い、接触条件が「微小すべり」、「有限すべり」では振動持続時間が低下する傾向が確認できた。一方、「密着」では、「微小すべり」や「有限すべり」のような一定の変化は見られなかったが、ジベル部のみ「密着」とそれ以外を比較した場合、振動持続時間が低下する傾向が確認できた。これは、接触面を通して埋込金物の振動がコンクリートに伝わることで減衰する効果を示しており、AE 打音検査での「密着」状態と「接触」状態の変化が振動持続時間として現れることを理論的検討においても確認できた。また、健全および 1 本欠損した埋込金物において、FEM 解析結果と AE 測定結果を比較した結果、概ね一致するピークを確認できたことから、FEM 解析モデルの妥当性が確認できた。

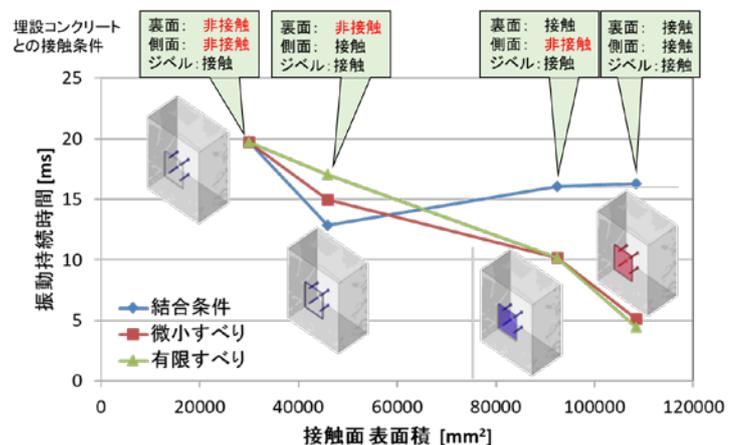


図 1 接触面積の違いによる振動持続時間への影響

**3. まとめ** AE 打音検査技術を埋込金物に適用した場合に得られる振動持続時間とピーク周波数の変化について、FEM 解析を用いた理論的検討を実施し、解析モデルの妥当性確認と振動持続時間の変化要因について理論的な裏付けが得られた。今後は、振動持続時間及び周波数分布の測定による、金属/コンクリート間の界面状態検査方法としてガイドライン化を目指す。

### 参考文献

[1] 日本原燃株式会社, “日本原燃(株)六ヶ所再処理施設の一般共同溝における一般蒸気系の埋込金物の浮き上がりに関する面談”, 被規制者等との面談概要・資料, 2015.12.

Susumu Miura<sup>1</sup>, Shouji Sekiguchi<sup>1</sup> and Kouzou Hattori<sup>1</sup>, \*Ryota Ogawa<sup>2</sup>, Mitsuyuki Sagisaka<sup>2</sup> and Yoshihiro Isobe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Japan Nuclear Fuel Limited, <sup>2</sup>Nuclear Fuel Industries, Ltd.