

AE 打音検査を用いた埋込金物の非破壊検査技術開発 その1 ーモックアップ試験ー

原子燃料工業株式会社
原子燃料工業株式会社
日本原燃株式会社

正会員 ○藤吉 宏彰, 小川 良太, 匂坂 充行
磯部 仁博
服部 功三, 関口 昭司, 三浦 進

1. はじめに

日本原燃株式会社再処理施設において、2015年8月に一般共同溝の蒸気配管を支持する埋込金物の浮き上り事象が確認され、調査の結果、スタッドジベルが欠損した状態の不適切な施工であることが判明した¹⁾。これらの埋込金物に対して、超音波探傷検査(UT)により健全性を評価しているが、耐震サポート等との干渉によりUTできないジベルが多数存在しており、UT以外の健全性評価技術が求められていた。そこで、著者らはAE(Acoustic Emission)センサを用いた打音検査(以降、AE打音検査)により埋込金物の固定状態を確認する健全性評価技術を開発した。

2. 埋込金物診断技術の概要

2.1. 測定装置

本技術の測定装置を図1(左)に示す。本装置は測定対象を打撃し、励起された振動を広帯域AEセンサで捉える。打撃で得られる振動特性は測定対象の形状、拘束状態により変化するため、その変化を評価することで施工状態や経年変化を確認する²⁾。

AE打音検査得られた振動波形において、振幅が最大値の10%に減衰するまでの時間(以降、振動持続時間)(図1右上)、および振動波形を高速フーリエ変換して得られる周波数分布において、最も低周波側の有意な強度のピーク(以降、評価ピーク周波数)(図1右下)を評価指標とする。

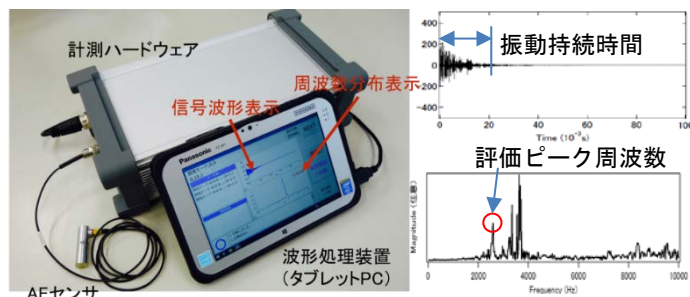


図1 現場検査装置および評価指標

3. モックアップ試験

3.1. モックアップ試験体へのAE打音検査

通常施工(健全)、およびスタッドジベルを根元から切断することで施工不良を模擬したモックアップ試験体を作製し、AE打音検査した。なお、埋込金物はPタイプであり、250mm×250mm×厚さ16mmの鋼板にφ16、長さ120mmのスタッドジベル4本が取り付けられている。

埋込金物とコンクリート間の固定状態変化と測定値との関係を図2に示す。コンクリートへの埋設直後は、埋込金物全体がコンクリートに拘束されており、振動持続時間が数ミリ秒と非常に短い。また、周波数分布に有意なピークはほとんど表れない。一方、埋込金物に荷重負荷すると、埋込金物とコンクリート間の固定状態が変化し、振動持続時間は長くなる。また、周波数分布のピーク強度が大きくなり、シャープなピークが表れるようになる。この時、ジベルが欠損している試験体は、健全な試験体(ジベルが残存)と比較して低周波側の領域に周波数ピーク現れるようになる。これにより、健全性の判定(ジベル有無)が可能となる。

3.2. 判定基準値の設定

図2の結果から、ジベル欠損位置において、健全位置では見られない2,000Hz以下に評価ピーク周波数が確認された。

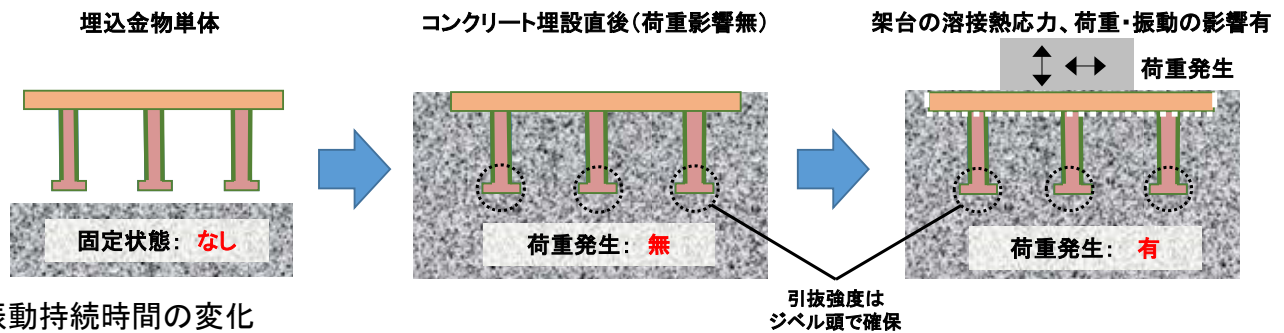
健全、および複数のジベル欠損パターンのモックアップ試験体を総合的に評価した結果、健全ジベルは1,900以上、欠損ジベルは1,900Hz未満に評価ピーク周波数が確認されることから、1,900Hzをジベル健全性(ジベル有無)の判定基準値として設定した。

次に、モックアップ試験体の各状態における振動持続時間の変化を図3に示す。

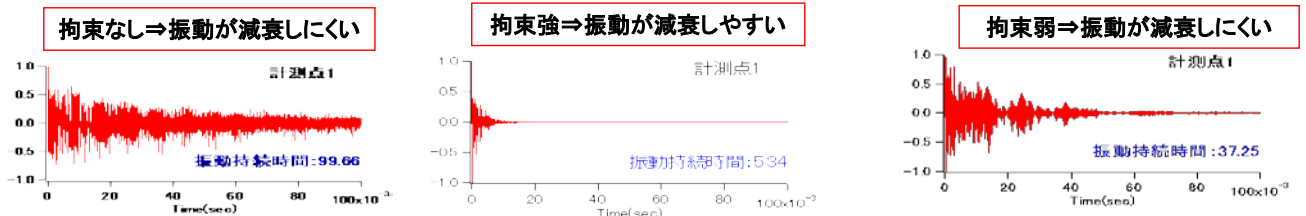
キーワード 埋込金物, 施工不良, 非破壊検査, AEセンサ, 打音

連絡先 〒590-0481 大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目950番地 原子燃料工業株式会社 TEL072-452-7221

■ 埋込金物／コンクリート固定状態



■ 振動持続時間の変化



■ 周波数ピーク高さの変化

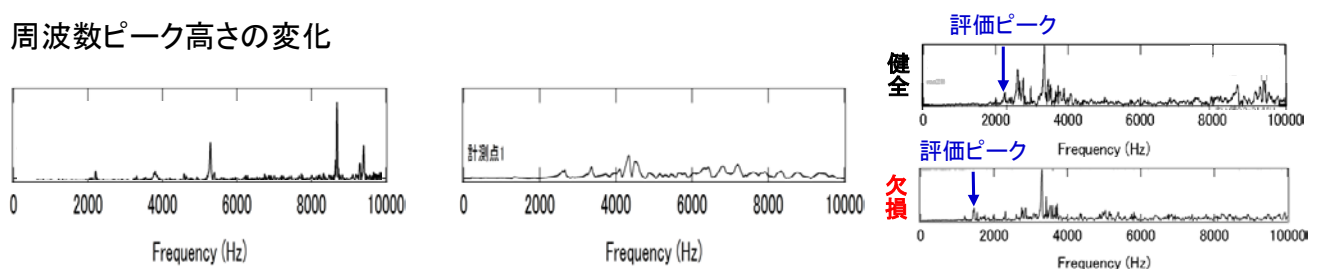


図 2 埋込金物の固定状態における振動・周波数分布

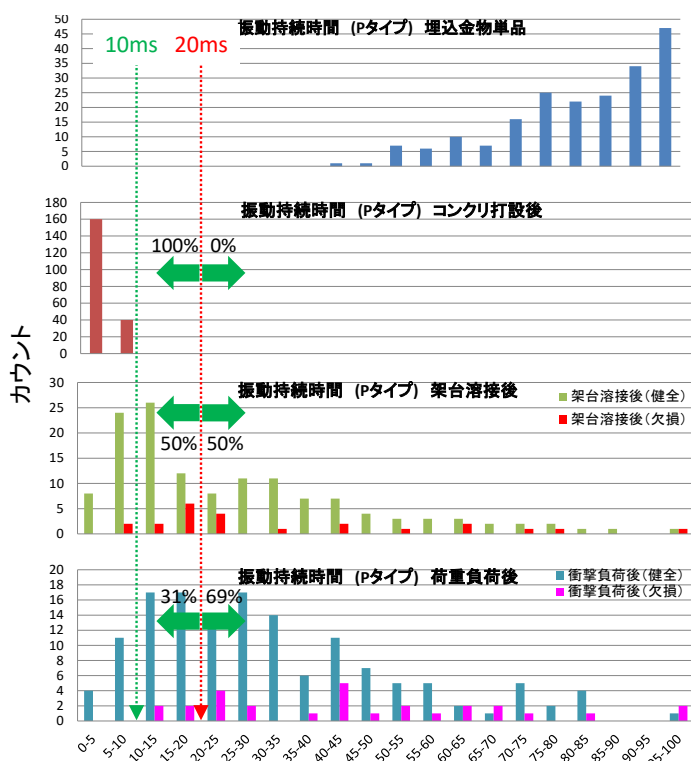


図 3 埋込金物の各状態における振動持続時間の変化

打設前はコンクリートによる拘束がなく、振動持続時間は 50ms 以上であるが、打設後はコンクリートにより強固に拘束されることにより振動持続時間は 10ms 以下となった。また、耐震サポート溶接後以降、

欠損ジベル位置は健全と比較して振動持続時間が長くなる傾向がある。この結果から、振動持続時間 20ms を判定基準値とし、20ms 未満であればコンクリート埋設直後から埋込金物の固定状態に変化の無い（荷重負荷無）状態を判定する判定基準値として設定した。

4. まとめ

埋込金物の健全性を確認する非破壊検査技術として、ハンマー打撃により発生する音響振動の持続時間と周波数により埋込金物の固定状態を確認する AE センサを用いた打音検査技術を開発した。

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.
- 2) Takashi MATSUNAGA, Ryota OGAWA, Mitsuyuki SAGISAKA, Hiroaki FUJIYOSHI and Yoshihiro ISOBE, “Social infrastructural diagnosis by hammering inspection with AE sensor”, E-Journal of Advanced Maintenance Vol. 11 No. 1 (2019) 27-33.