鋼棒、鋼管の非破壊検査技術開発３
(2) 有限要素法による理論的検討

Development of nondestructive inspection for steel rod and pipe 3

(2) Theoretical studies using the finite element method

*小川　良太[1]，松永　嵩[1]，匂坂　充行[1]，鵜飼 康史[2]，礒部 仁博[1]，
[1]原子燃料工業株式会社，[2]株式会社アトリー

原子力発電所に設置されている基礎ボルトや配管に対し、簡便に健全性を評価するシステムの開発を目的として、AE(acoustic emission)センサを用いた打音検査システムの開発支援のため、有限要素法を用いて解析を実施した。本報では、配管の内面腐食を対象にして、腐食量を変更したモデルの解析結果について報告する。

キーワード：打音法、有限要素法、非破壊検査、鋼管

１．緒言　原子力発電所では、非常に多くの配管や基礎ボルトが用いられており、経年劣化（腐食、摩耗、き裂など）が発生する可能性が潜在している。鋼棒、鋼管の健全性の検査に用いられる打音検査は、レーザーを用いた加振・検出方法による非破壊探傷法や鉄球とマイクロフォンを用いた方法が研究されている。打音法の研究では、固有値解析や周波数応答解析、音響解析、動的解析などをデータ取得方法に合わせた理論解析が用いられており、実験と比較されている。AE(acoustic emission)センサを用いた部材の状態評価方法を用いた、有限要素法を用いた時刻歴応答解析による打撃時の固有周波数の変化について健全および配管内面の腐食減肉を模擬したモデルを作製し検討した。また、実験結果とも比較し、妥当性を検討した。

２．解析対象および条件　解析対象は、直径 139.8mm、長さ 1005mm、板厚 4.5mm の鉄製（SS400：ヤング率 2.06×10^{5}[MPa]、ポアソン比 0.3、材料密度 7.9×10^{-9}[ton/mm3]）とし、健全および全周腐食（10mm 幅 1mm、2mm 減肉）をモデル化した（図 1）。打撃は、7.5×10^{-5} 秒間 100N の荷重を設定し、時刻歴応答解析として 2.5×10^{-5} 秒刻みで 5.0×10^{-3} 秒まで計算した。

３．結果・考察　健全および 1mm 腐食、2mm 腐食モデルの解析結果より得られた周波数分布を図 2 に示す。図 2 では横軸に周波数を示し、縦軸はそれぞれの周波数分布における最大値で規格化した値を示す。腐食量の増加に従い、ピーク周波数が低周波側にシフトする傾向が得られた。また、実験の健全な鋼管のピーク周波数は約 3650Hz と、概ね一致した結果が得られ、モデルの妥当性が確認できた。

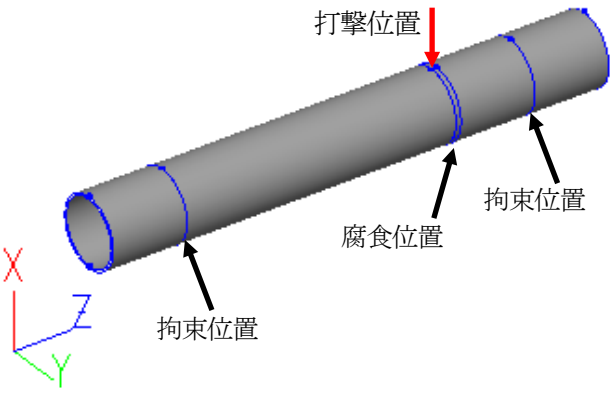

図 1　鋼管のモデル図

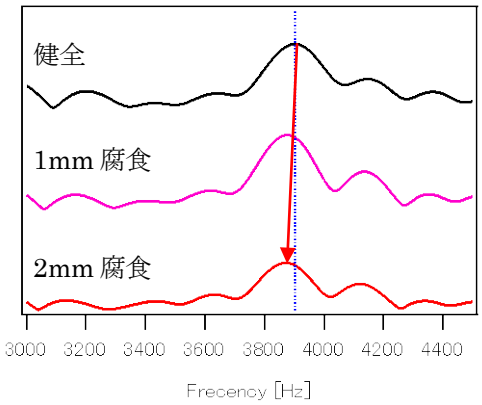

図 2　鋼管の動的解析結果(全周腐食の影響)

* Ryota Ogawa[1] ,Takashi Matsunaga[1] , Mituyuki Sagisaka[1], Yasuhumi Ukai[2] and Yoshihiro Isobe[1]

[1] Nuclear Fuel Industries ltd., [2] Atree, Inc.