

ケーブル絶縁材の健全性診断技術開発（２）

Development of nondestructive inspection system for soundness diagnosis of cable insulating material (2)

*石井 元武¹, 藤吉 宏彰¹, 磯部 仁博¹, 川島 崇利², 浦島 千裕³, 鉤 忠志³

¹原子燃料工業株式会社, ²関西電子ビーム株式会社, ³関西電力株式会社

ケーブル絶縁材の健全性診断を目的として、電子線照射されたケーブル試験体に AE(Acoustic Emission) センサを用いた打音検査（以下、「AE 打音検査」という。）の適用性を実験と理論から検討している。ケーブル形状、物性値と曲げ振動理論式から、固有振動を算出した結果、実験結果と一致し、AE 打音検査によるケーブル絶縁材の健全性診断法の理論的根拠を得た。

キーワード：非破壊検査、ケーブル、絶縁材、AE、打音検査

1. 緒言

原子力発電所で使用されるケーブルの多くは電気絶縁性の高い高分子が利用されているが、高分子は熱や放射線により次第に絶縁性能が低下する¹。筆者らは電子線照射されたケーブル試験体に対して、AE 打音検査による絶縁材の健全性診断を非破壊的に試みている。

2. 放射線照射と AE 打音検査

ケーブル試験体（架橋ポリエチレン絶縁、ビニルシース、長さ 300mm）に最大 2000kGy まで電子線照射した後、AE 打音検査することでケーブル試験体の周波数スペクトルを得た（図 1）。得られたスペクトルの内、最も周波数の低いピーク周波数（以下、「評価ピーク周波数」という。）は、図 2 に示す通り吸収線量の増加に伴い、上昇する傾向が得られた。

3. 理論式による固有振動数の導出

ケーブル試験体を梁とみなすと、その曲げ振動の周波数 f_n は次式で導出される。AE 打音検査で得られた評価ピーク周波数は図 1 から 1465Hz であり、理論式から近似的に導出したケーブルの 1 次モードの曲げ振動周波数(1439Hz)と概ね一致することが分かった。また、図 1 における他のピークは 1 次モードの曲げ振動の高調波と考えられる。

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \frac{\lambda_n^2}{\ell^2} \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} = \frac{1}{2\pi} \frac{4.73^2}{0.3^2} \sqrt{\frac{5.79 \times 10^{10} \times 1.39 \times 10^{-7}}{4.89 \times 10^3 \times 1.24 \times 10^{-3}}} = 1439 \text{ Hz}$$

ここで、 n ：振動系のモード次数、 ℓ ：ケーブル長(m)、 λ ：境界条件、 E ：ヤング率(MPa)、 I ：断面 2 次モーメント(m⁴)、 ρ ：密度(kg/m³)、 A ：断面積(m²)

4. 結論

AE 打音検査を用いた照射ケーブル試験体への実験的計測、および梁の曲げ振動理論式とケーブル形状、物性値からケーブル絶縁材の健全性診断法を検討した。

参考文献

[1] JAEA-Review 2012-027 “ケーブル絶縁材料の経年劣化研究”

[2] 貴家ら「ポリエチレンの放射線照射効果に及ぼす結晶性の影響」 第 3 4 回放射線化学討論会要旨集（1992）

*Motomu ISHII¹, Hiroaki FUJIYOSHI¹, Yoshihiro ISOBE¹, Takatoshi KAWASHIMA², Chihiro URASHIMA³, Tadashi MAGARI³

¹Nuclear Fuel Industries, Ltd., ²Kansai Electron Beam Co., Ltd. ³Kansai Electric Power Co., Inc.

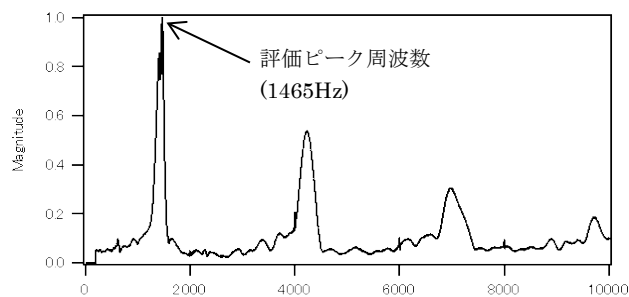


図 1 AE 打音検査で得られる周波数分布（未照射ケーブル）

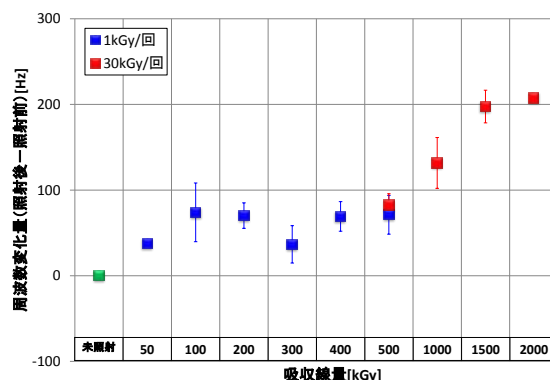


図 2 評価ピーク周波数と吸収線量の関係