

## ケーブル絶縁材の健全性診断技術開発 (3)

Development of nondestructive inspection system for soundness diagnosis  
of cable insulating material (3)

\*石井 元武<sup>1</sup>, 藤吉 宏彰<sup>1</sup>, 磯部 仁博<sup>1</sup>, 川島 崇利<sup>2</sup>, 浦島 千裕<sup>3</sup>, 岡 隆之<sup>3</sup>, 鈎 忠志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>原子燃料工業株式会社, <sup>2</sup>関西電子ビーム株式会社, <sup>3</sup>関西電力株式会社

筆者らはこれまでにケーブル絶縁材の照射劣化に対する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へのAE(Acoustic Emission)センサを用いた打音検査(以下、「AE打音検査」)の適用性を検討してきた。本研究では、AE打音検査で得られるケーブルの周波数と絶縁材の引張試験結果から得られるヤング率に正の相関を認め、AE打音検査によるケーブル絶縁材の照射劣化検出の可能性を見出した。

**キーワード:** 非破壊検査、ケーブル、絶縁材、照射劣化、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には、絶縁材として高い電気絶縁性をもつ高分子材料が利用されているが、それらは熱や放射線により次第に絶縁性能が低下する<sup>1</sup>。これを受け、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

図1に示すケーブル試験体(C-4,C-5)に最大2000kGyまで電子線照射した後、AE打音検査した(図2)。それにより得られるケーブル試験体の周波数スペクトルの内、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。)を評価に用いた。

### 3. AE打音検査と引張試験

照射後のケーブル試験体から絶縁材を抜き取り、引張試験を行った。AE打音検査で得られた評価ピーク周波数と、絶縁材の引張試験で得られたヤング率の関係を図3で示す。ケーブル試験体を梁とみなした場合、その曲げ振動の周波数 $f_n$ は次式で表されことから<sup>2</sup>、2次の多項式で近似した結果を図3中の実線および破線に示す。どちらのケーブル試験体も評価ピーク周波数とヤング率に良い相関が認められた。なお、C-5は0-500kGyの範囲で近似した。

$$f_n = \frac{1}{2n} \frac{\lambda_n^2}{\ell^2} \sqrt{\frac{EI}{\rho A}}$$

$n$ : 振動系のモード次数、 $\ell$ : ケーブル長(m)、

$\lambda$ : 境界条件、 $E$ : ヤング率(MPa)、 $I$ : 断面2次モーメント( $m^4$ )、 $\rho$ : 密度( $kg/m^3$ )、 $A$ : 断面積( $m^2$ )

### 4. 結論

AE打音検査により、電子線照射によるケーブル絶縁材の機械的特性(ここではヤング率)の低下傾向を確認することができた。今後、ケーブル絶縁材の照射劣化時の照射環境(温度、湿度依存性についても評価する予定である。

### 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] 末岡淳男, 金光陽一, 近藤孝広: 機械振動学, pp122-127, 朝倉書店, 2000

\*Motomu ISHII<sup>1</sup>, Hiroaki FUJIYOSHI<sup>1</sup>, Yoshihiro ISOBE<sup>1</sup>, Takatoshi KAWASHIMA<sup>2</sup>, Chihiro URASHIMA<sup>3</sup>, Takayuki OKA<sup>3</sup>, Tadashi MAGARI<sup>3</sup>

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

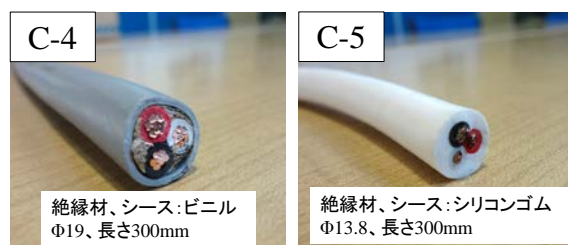


図1 ケーブル試験体

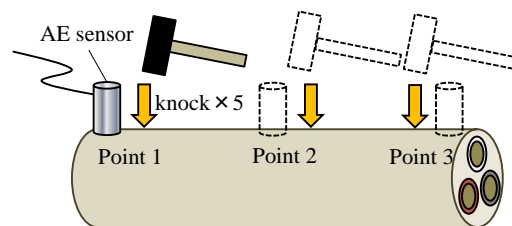


図2 AE打音検査要領

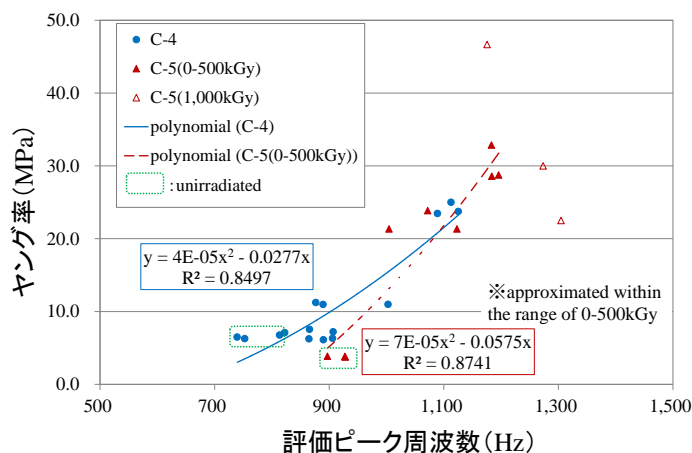


図3 評価ピーク周波数とヤング率の関係