

ケーブル絶縁材の健全性診断技術開発(6)
実機取替ケーブルを用いた高温下における照射劣化

Development of nondestructive inspection system for diagnosis of cable insulation material (6)

Radiation degradation under high temperature on cables used in the nuclear power plant

*石井 元武¹, 藤吉 宏彰¹, 磯部 仁博¹, 川島 崇利², 富宅 ゆかり³, 藤崎 恭史³, 大本 正人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

ケーブル絶縁材の照射劣化に対する健全性診断を目的として、実機プラントで約 30 年間供用されたケーブルに対して室温環境下で電子線照射し、AE(Acoustic Emission)センサを用いた打音検査（以下、「AE 打音検査」）により得られる評価ピーク周波数（以下、「周波数」）および絶縁材の引張試験で得られる破断伸びの関係を統計検定により評価した。本報では、SA 時の高温環境を意識した耐熱温度付近の電子線照射により、照射温度の影響を調査した結果を報告する。

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おり、それらは熱や放射線により次第に絶縁性能が低下する^[1]。筆者らはこれまで同仕様の実機取替ケーブルを用いた AE 打音検査により、室温での照射による絶縁材の劣化度（機械的特性の低下度合い）の検出を非破壊的に試みている^[2]。

2. 電子線照射

ケーブル試験体一覧を表 1 に示す。なお、C-6 および C-7 はタービン建屋で約 30 年供用されたケーブルである。表 1 の試験体に対し、電子線照射に伴う試験体の温度上昇を維持するよう断熱材で覆った上で、最大 1,500kGy まで段階的に電子線を照射した。

3. AE 打音検査と引張試験

ケーブル試験体に対し、電子線照射前後において図 2 のとおり 3 か所を AE 打音検査し、周波数の平均値を得た。また、AE 打音検査後（照射後）、試験体より絶縁材を取り出して引張試験し、破断伸びを得た。

4. ケーブル絶縁材の劣化評価

室温および高温での照射について、周波数と破断伸びの関係の一例（C-7）を図 3 に示す。ここで、室温照射と高温照射の周波数と破断伸びの傾向の差が有意か否かを確認するため、「両者の回帰係数の差は 0」と帰無仮説を設定し、t 検定を行った。

その結果、t 値は、 $t_{c-6}=1.697$ 、 $t_{c-7}=0.744$ 、 $t_{c-8}=0.204$ となり、いずれも境界値 1.860 より小さく、帰無仮説は棄却された。従って、室温照射と高温照射における両データの傾向に有意な差はないことを確認した。ここで電気学会通則^[3]による終点基準（破断伸び 50%）を用い、周波数のばらつきを保守的に考慮すると、暫定的な健全基準値をそれぞれ C-6 =約 800Hz、C-7 =約 850Hz、C-8 =約 830Hz と設定した。

5. 結論

実機で約 30 年供用されたケーブルに高温環境下にて電子線照射し、AE 打音検査した後、絶縁材を引張試験した。その結果、AE 打音検査によってケーブル取替時期を適切に推測し得る見通しを得た。

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] 藤吉ら “ケーブル絶縁材の健全性診断技術開発 (4)” 日本原子力学会 2019 年秋の大会
[3] “電気絶縁材料の対放射線性試験方法通則 JEC-6152-1996” 電気学会 電気規格調査会標準規格

*Motomu ISHII¹, Hiroaki FUJIIYOSHI¹, Yoshihiro ISOBE¹, Takatoshi KAWASHIMA², Yukari FUKU³, Yasushi FUJISAKI³, Masato OMOTO³
¹Nuclear Fuel Industries, Ltd., ²Kansai Electron Beam Co., Ltd. ³Kansai Electric Power Co., Inc.

表 1 ケーブル試験体一覧

サンプル名	名称	絶縁材	使用プラント (敷設時期)	外径 (mm)	断面図
C-6	FR-PSHV	難燃性エチレンプロピレンゴム絶縁	大飯3号機 (1990年)	約30	
C-7		難燃性低塩酸特殊耐熱ビニルシース		約20	
C-8	BR-MCT	エチレンプロピレンゴム絶縁、耐熱ビニルシース	なし(新品)	約20	

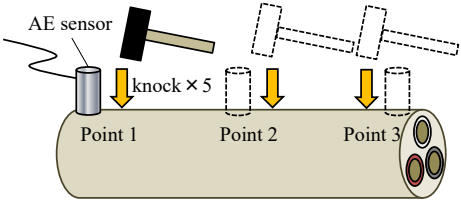


図 2 AE 打音検査要領

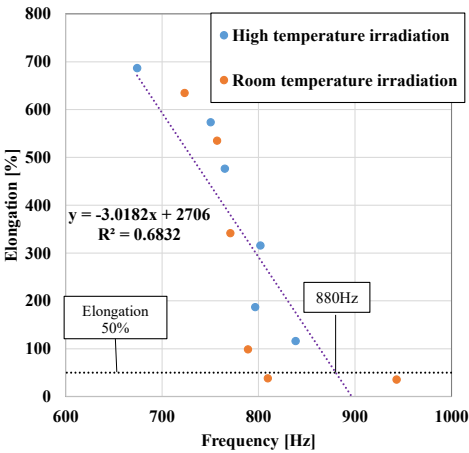


図 3 周波数と破断伸びの関係