

ケーブル絶縁材の健全性診断技術開発 (5) 高温下における照射劣化

Development of nondestructive inspection system for diagnosis of cable insulation material

(5) Radiation degradation under high temperature

*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, 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

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絶縁材の機械的特性の低下傾向を、AE(Acoustic Emission)センサを用いた打音検査(以下、「AE 打音検査」)により検出が可能であることを報告してきた。本報では、ケーブル試験体に対してSA時を意識した耐熱温度付近の高温での電子線照射を行い、ケーブル絶縁材の照射劣化における照射温度の影響をAE打音検査により調査して、評価ピーク周波数と絶縁材の引張試験で得られる破断伸びの関係を評価した。

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ことが知られている^[1]。筆者らはこれまで同一仕様のケーブル試験体を用いたAE打音検査により、室温環境下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きた^[2]。

2. 電子線照射

図1に示す2種類のケーブル試験体に対し、電子線照射に伴う試験体の温度上昇が耐熱温度付近となるよう断熱材で覆った上で、最大2,000kGyまで段階的に照射した。その結果、C-4において照射の影響と考えられる顕著な外観の変化(変色、絶縁材とシースの収縮)が確認された(図2)。

3. AE打音検査と引張試験

照射前後の試験体に対し図3に示す要領でAE打音検査した。その後、照射後の試験体から絶縁材を抜き取り、引張試験した。その結果、C-4における照射線量に伴う破断伸びの低下傾向は室温照射時と比較して顕著であることを確認した。

4. ケーブル絶縁材の劣化評価

図4に示すAE打音検査で得られた評価ピーク周波数と、破断伸びの回帰直線から、AE打音検査によりケーブル絶縁材の機械的特性の劣化度を推測できる見込みを得た。電気学会通則^[3]の終点基準(破断伸び50%)を健全基準値に設定し、計測値(評価ピーク周波数)のばらつきを保守的に考慮すると、暫定的な健全基準値はC-4では約1,075Hz、C-5では約1,185Hzとそれぞれ設定できる。

5. 結論

C-4において照射温度による機械的特性(破断伸び)への影響を確認した。また評価ピーク周波数と破断伸びの回帰式を用いることで、AE打音検査を用いた適切なケーブル取替時期の推定が可能である見通しを得た。

参考文献

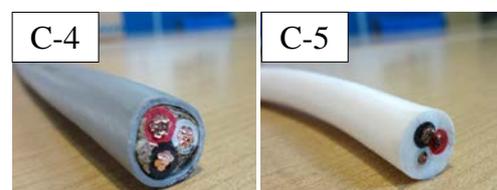
[1] JAEA-Review 2012-027 “ケーブル絶縁材料の経年劣化研究”

[2] 石井ら “ケーブル絶縁材の健全性診断技術開発(3)” 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 FUJIYOSHI¹, Yoshihiro ISOBE¹, Takatoshi KAWASHIMA², Yukari FUKU³, Masato OMOTO³

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



絶縁材、シース:ピニル φ19、長さ300mm
絶縁材、シース:シリコンゴム φ13.8、長さ300mm



図2 C-4 室温照射後(左)と高温照射後(右)

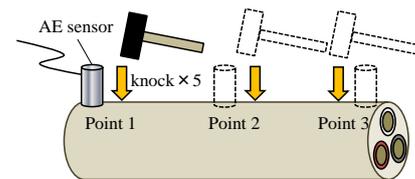


図3 AE打音検査要領

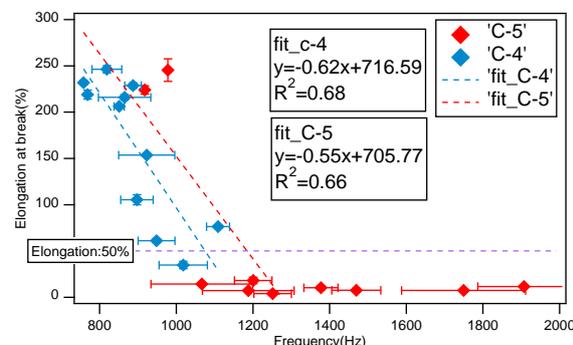


図4 周波数と破断伸びの関係