

新規耐放射線性ケーブル被覆材料開発に関する研究

Research on radiation-proof of cable coating material

中村 孔亮¹⁾

Yoshiaki NAKAMURA

渡辺 清¹⁾

Kiyoshi WATANABE

¹⁾日立電線株式会社 技術本部 技術研究所 高分子材料研究部

原子力発電所の長寿命化の要望に応えるため、新しい耐放射線性ケーブルの開発を行った。寿命評価に電気学会推奨案を拡張した試験法を採用し、LOCA時の浸水電気絶縁抵抗の低下を改善した結果、従来品40年に対し60年の寿命を持つ新しい耐放射線性ケーブル開発の見通しを得た。

キーワード：ケーブル、耐放射線性材料、長寿命、電気絶縁性

1. 目的 原子力発電所の長寿命化に伴い、ケーブルに対しても長寿命化の要求がある。一方、原子力プラントのケーブル経年評価技術調査研究(ACA)プロジェクトにおいて、ケーブル寿命評価方法が見直される動きがあり、従来の電気学会推奨案である熱と高線量率(10kGy/h)での放射線の逐次劣化による短時間評価に対し、低線量率(100Gy/h以下)で熱と放射線で同時劣化させる長時間評価が提案されている。

これらの背景を踏まえ、長寿命ケーブルを開発するため、耐放射線性に優れた被覆材料(絶縁体：難燃エチレンプロピレンゴム、シース：クロロプレングム)の開発を実施した。

2. 方法 ACAの同時劣化試験には膨大な評価期間を要するため、従来の電気学会推奨案を拡張させた方法で寿命評価を行った(表1)。すなわち、熱劣化はアレニウスプロットを用いて従来の40年から60年相当の温度・時間の加速条件(121°C×7日→140°C×9日)とし、放射線(γ線)量は通常運転時の線量を従来法の1.5倍(500kGy→750kGy)、LOCA時の線量はより線量の高いACAの線量(260kGy→500kGy)を採用した。線量率は従来法同様の10kGy/h以下とした。劣化順序は放射線劣化後に熱劣化を行う方法を採用しているが、これは熱劣化後に放射線劣化を行う従来法よりも熱・放射線同時劣化に近い結果を与える、厳しい試験法とされている²⁾。

⁶⁰Co線源(コバルト照射棟2セル)を使用し、室温・大気圧下の環境で5kGy/hの線量率で1MGy(γ線：約40年相当)、1.5MGy(γ線：60年相当)、2MGy(γ線：約90年相当)まで照射し評価を実施している。サンプルは従来材料と開発材料夫々で作製したケーブルとした(図1)。本報告では主に絶縁体材料に関して報告するが、開発品ケーブルサンプルには熱・放射線劣化後の破断伸びを改善したクロロプレングムシース材料を使用している。

3. 研究成果 従来品は40年相当劣化後も柔軟性を保持し、LOCA(蒸気曝露)試験後も高い電気絶縁性を保持している。しかし、60年分の劣化を与えると柔軟性は保持しているもののLOCA試験後の耐電圧試験で不合格となった(図2(a)、表2)。劣化原因として配合剤がイオン化し、当該イオンが水を絶縁体内に呼び込み電気絶縁性を低下させたと考え、ケーブルを長寿命化させるために生成したイオンを安定化する処方を実施した絶縁材料を開発した(図3)。また、同時に開発品は熱・放射線劣化後の破断伸びを改善する対策も実施している。

この結果、図2(b)で示すように開発品の劣化後の破断伸びは従来品よりも高い値を示し、60年相当分の劣化後もLOCA試験に耐える材料であることが分かった(表2)。これらの結果から、開発材料は従来材料よりも長寿命であることを確認できた。

4. 結論 電気学会推奨案を拡張した試験法を用い、従来品よりも長寿命(60年相当)のケーブル被覆材料を開発した。

今後、ACAに準拠した低線量率(100Gy/h以下)での放射線・熱同時劣化試験を実施し、実

用化に向けた評価を実施していく予定である。

5. 引用(参照)文献等

- 2) (独)原子力安全基盤機構編：原子力プラントケーブル経年変化評価技術研究に関する最終報告書, JNES-SS-0903 (2009)

表1 劣化条件比較

項目	従来法 (40年劣化)	本試験法 (60年劣化模擬)	ACA
熱	121°CX7日	140°CX9日	100°C
放射線 (線量率)	880kGy (10kGy/h以下)	1500kGy (10kGy/h以下)	線量は劣化時間による (100Gy/h以下)
放射線 内訳	通常運転時:500kGy LOCA時:260kGy 吸収率:0.86	通常運転時:750kGy LOCA時:500kGy 吸収率:0.86	通常運転時:劣化時間 による LOCA時:500kGy
劣化 順序	熱⇒放射線	放射線⇒熱	熱・放射線 同時劣化
LOCA 試験	蒸気曝露試験(MAX170°CX13日) 耐電圧試験(2600VX5min)		
準拠 規格	電気学会 技術報告 (Ⅱ部)139号	左記拡張	—

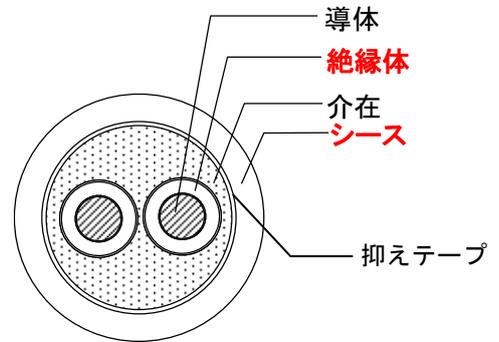


図1 ケーブルサンプル構造 (2×2SQ)
(絶縁体厚さ:2mm ケーブル外径:10mm)

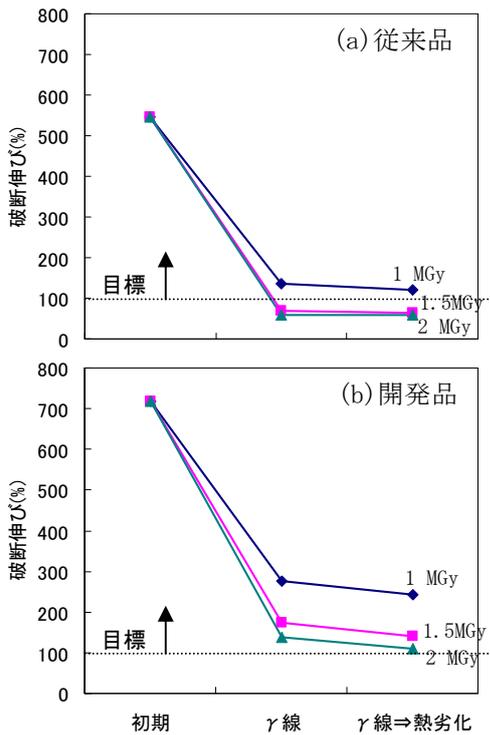


図2 各劣化後の破断伸び

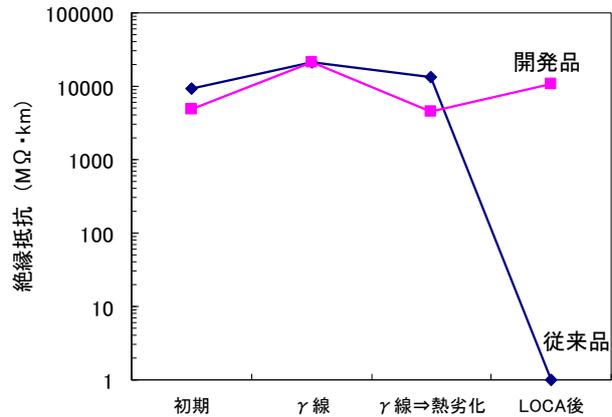


図3 各劣化後の絶縁抵抗
(γ線:1.5MGy)

表2 耐電圧試験結果 (2600V×5min)

サンプル	初期	LOCA試験		
		1MGy	1.5MGy	2MGy
従来品	○	○	×	×
開発品	○	○	○	○

○:合格 ×:不合格