

FRP の健全性診断技術開発

Development of nondestructive inspection system for soundness diagnosis of FRP materials

*藤吉 宏彰¹, 石井 元武¹, 磯部 仁博¹, 川島 崇利², 浦島 千裕³, 岡 隆之³, 鈎 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

FRP の放射線による劣化の非破壊的検出が可能で、検査員の熟練度に依存しない客観性、記録性のある AE(Acoustic Emission)センサを用いた打音検査システムを開発して、実用化を目指している。

キーワード：非破壊検査、FRP、AE センサ、打音検査

1. 緒言

繊維強化プラスチック (FRP) は軽量かつ高強度、耐食性に加え、耐放射線性にも優れた性質を有するものがあるが、その劣化挙動はまだ解明されていないことが多い。今後、原子力施設での適用拡大が期待されることから、筆者らは FRP 試験体を対象にした AE センサを用いた打音検査により、放射線による FRP の劣化検出を非破壊的に試みた。

2. 放射線照射

図 1 の FRP 試験体について、1 回あたり 1kGy (軽水炉通常運転模擬)、30kGy (SA 模擬) の 2 通りの照射方法で照射した。線量は SA 環境を考慮し、最大 2,000kGy まで段階的に設定した。

3. AE 打音検査

AE 打音検査は AE センサにより検査対象の状態 (重量や形状、周囲からの拘束) を検出し、対象の健全性を評価する手法である¹。図 2 に示す要領で各計測点を 5 回打撃して得られる信号波形を高速フーリエ変換 (FFT) し、平均化処理することで周波数分布を得た。照射による固有周波数の変化量は、図 3 のとおり繊維間で異なる傾向を示した。ガラス繊維は線量増加に伴い固有周波数の有意な低下傾向が認められた。一方、炭素繊維は明確な傾向が認められず、後者が耐放射線性で優れていた。

これは繊維と樹脂の界面における接着が CFRP より

GFRP の方が弱いためと解釈される。CFRP は母材樹脂のアンカー効果による物理的寄与が大きいのに対し、GFRP はシランカップリング処理などの化学的修飾が容易に放射線による剥離を招くためとされている²。

4. 結論

GFRP の放射線による劣化を、ガラス繊維と樹脂の界面剥離によるヤング率の低下として AE 打音検査により非破壊的に検出可能な見込みを得た。

参考文献

[1] 勾坂ら “AE センサを用いた打音検査によるボルトの健全性、施工品質点検システムの開発” 日本原子力学会 2017 年秋大会

[2] 宇田川ら “繊維強化プラスチックの放射線劣化に及ぼす繊維の影響” 高分子論文集, Vol. 49, No.6, pp.551-553(Jun., 1992)

*Hiroaki FUJIYOSHI¹, Motomu Ishii¹, Yoshihiro ISOBE¹, Takatoshi KAWASHIMA², Chihiro URASHIMA³, Takayuki OKA³, Tadashi MAGARI³

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



name	Fiber	Matrix	Size(mm)	Sample
GF-1-A	glass	PEEK	φ16 L=200	
GF-2-A				
GF-3-A				
CF-1-A	carbon			
CF-2-A				
CF-3-A				

図 1 FRP 試験体

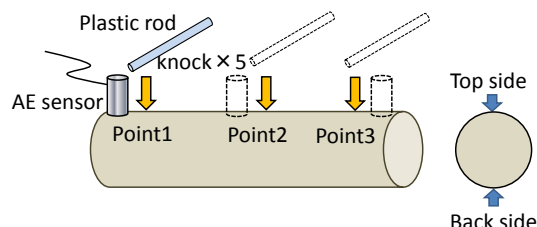


図 2 AE 打音検査要領

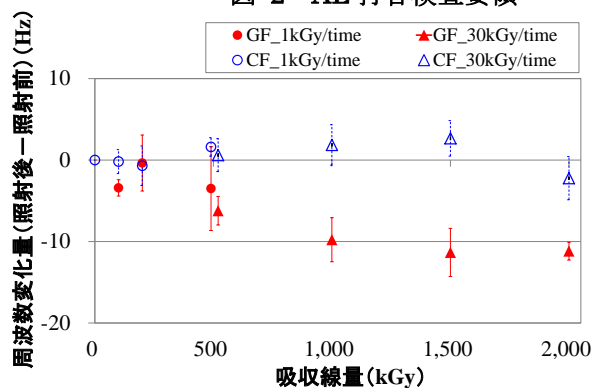


図 3 吸収線量と固有周波数の関係