

# タングステン含有樹脂シート及びブロックの耐放射線性能の検討

Radiation effect on characteristics of tungsten containing resin sheet and block-resistant

大森 敬一郎<sup>1)</sup> 末吉 知力也<sup>2)</sup> 原田 和正<sup>1)</sup> 山本 裕右<sup>1)</sup>

Keiichirou OHMORI Tomonari SUEYOSHI Kazumasa HARADA Yusuke YAMAMOTO

<sup>1)</sup> 駒澤大学大学院 <sup>2)</sup> 日本タングステン（株）

先に、医療分野の放射線治療で用いられる直線加速器を用いてタングステン含有樹脂シートに対して、9 MeV 電子線を 5000Gy まで照射し、シート樹脂の変化の有無を調べたが、明らかな変化は認められなかった。今回、オレフィン系樹脂にタングステン微粉末を練りこんだ本試料が放射線に対してどれくらいの耐用線量があるのか、またどのような変化を起こすか明らかにし、医療分野で用いられる各種放射線診断機器・治療機器で遮蔽材として用いられる鉛の代替物質として利用できないか検討を行った。その結果、100kGy までは引張強度、破断時伸び共に上昇するが、1MGy を超すと両特性は共に劣化することがわかった。

以上のことより、商業用原子炉の定期点検の際に作業員への被曝低減のために配管などに巻きつけて使用することを目的として開発された本シートの耐用寿命を明らかにすることができた。本研究により、タングステン含有樹脂シートの放射線場における安全な使用可能線量限度を特定できた点は極めて重要である。

キーワード：タングステン, 放射線遮蔽, 放射線治療, 耐用線量, 樹脂

## 1. 目的

タングステン微粉末含有樹脂シート及びブロックに対して大線量の $\gamma$ 線を照射し、樹脂の放射線照射により起こる特性劣化について調べる。

## 2. 方法

ダンベル状（3号）にカットしたシート試料（厚さ 0.5mm・1mm・2mm）をカプトンシートにて覆い、自作のアルミ製支持台に固定したのち、（独）日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所コバルト 60 照射場において $\gamma$ 線の照射を行った。照射線量は 10MGy・1MGy・100kGy・10kGy（線量率 10kGy/h）である。照射後の試料は、引っ張り強度試験（JIS K6251）並びに電子顕微鏡（日立 走査電子顕微鏡 S-3400N）での観察、X線回折（Rigaku RINT2000/PC）分析を行った。

## 3. 結果及び考察

引っ張り強度試験（JIS K6251）においては 100kGy までは引張強度、破断時伸び共に上昇した。これは放射線照射により高分子鎖間の架橋が進み、引張強度、伸びの特性が向上したものと考えられる。しかし、1MGy 以上の線量では分子鎖壊裂が進み両特性共に劣化した。

有機材料の耐放射線能は放射線の照射条件によって大きく変化する。特に、照射雰囲気中の酸素と照射時の材料の温度が大きな影響を与える。空気中などの酸素が存在する雰囲気中で放射線を照射すると、放射線によって高分子中に生成したフリーラジカル等の反応活性種が酸素と結合し、樹脂が酸化分解を引き起こす。常温常圧で 10kGy から 10MGy 照射後の試料断面についての電子顕微鏡写真では、中心部の樹脂相は表面部より比較的原形を保っていた。いずれの線量においても表面部（照射面と裏面）と中心部では樹脂相に明らかな相違がみられ、特に 1MGy 以上では表面の樹脂相は中心部と比べてその差が大きかった。これは、表面部においては空気中の酸素の影響により樹脂の特性劣化がより著しく起こったためと考えられる。

X線回折による分析では、未照射試料と照射試料の間において、タングステンの回折ピーク角並びに回折パターンに相違は見られなかった。従って、照射によりタングステン粉末は結晶学的には変化していないと思われる。

以上のことより、高エネルギー電子線治療における遮蔽材として使用した場合、通常の使用範囲（1部位一連の照射線量を平均 50Gy とした場合、200 部位の照射を行って 10kGy となる）ではシートの劣化は起こらないが、臨床使用をはるかに超える高線量域である 1MGy（ $1.0 \times 10^6$ Gy）以上では特性が著しく劣化することを確認することができた。さらに高線量域である 10MGy では形状は保たれていたが、表面はほぼタングステン微粉末のみの状態であり、遮蔽能力に変化はないものの樹脂相の劣化が顕著となり、シートの強度も低下しもろくなった。

以上のことより、タンゲステン微粉末含有樹脂シートは鉛に代わる放射線遮蔽材として放射線治療用加速器をはじめとして各種医療機器への利用が可能であることが明らかとなった。また現在、シート状のものだけではなく、ブロック状の試料についても検討を行っており、今後の研究を続けていくことにより、さらなる応用分野の拡大に寄与できると考える。