

## 新規耐マイクロ波耐放射線用ふっ素ゴムの耐放射線性の評価

三瓶 光晴

Mitsuharu SANBE

株式会社阪上製作所 技術本部 設計部

### （概要）

- ・加速器等の特定施設用途として、高温、高真空、耐放射線、耐マイクロ波という厳しい環境下でも使用可能なふっ素ゴムシール材料を開発した。
- ・開発したシール材料は、加速器等の特定施設での実機試験により耐放射線性を有することを確認している。しかし、同施設は量産設備であるため、放射線量を特定するのは難しく耐放射線性に関して数値化された検証データを得ることができなかった。市場投入するためには開発材の耐放射線性に関して客観的な数値データを示した資料が必要なため、高崎量子応用研究所のコバルト 60 ガンマ線照射施設を利用し試験を行った。
- ・試験の結果、本開発材は弊社汎用ふっ素ゴム（放射線領域で 0.25MGy まで使用可能と考える）に比べ耐放射線性に対し優位であり、0.8MGy まで原子力関係で使用できるレベルであることが分かった。

### キーワード：

加速器、原子力、高温、高真空、耐放射線、耐マイクロ波、ふっ素ゴム、シール、固定用シール

### 1. 目的

- ・固定用シール用途として開発したふっ素ゴム材料の耐放射線性につき、評価を行う。

### 2. 試験方法

- ・試験試料 2 材料につき、ガンマ線を照射し、照射後の試料について各種物性を測定し、下表 1 の弊社が独自に定めた判定基準を基に材料の使用可能なレベルを判断した。

表 1 原子力関係機器への使用の目安

| 判定 | 照射線量                 | 判定基準                 |
|----|----------------------|----------------------|
| 特優 | 5.0MGy 以上            | 十分に使用できる優秀なレベル       |
| 優  | 1.2MGy 以上～5.0MGy 未満  | 一般的に使用されている中でも優秀なレベル |
| 良  | 0.5MGy 以上～1.2MGy 未満  | 一般的に使用されるレベル         |
| 可  | 0.25MGy 以上～0.5MGy 未満 | 使用可能とされるレベル          |

- ・試験試料 ①開発材料（ふっ素ゴム）  
②比較材料（汎用ふっ素ゴム）

・試験項目：硬さ、引張強さ、伸びの変化率、圧縮永久ひずみ

・ガンマ線照射量：0.25MGy、0.5MGy、1.2MGy、3MGy、5MGy（照射環境：室温 約 23℃）

- ・また、物性上の使用限界判定基準を表 2 とし、いずれかの物性項目が、基準を超えたところを使用限界とした。

表 2. 使用限界基準

| 物性項目          | 使用限界基準       | 単位 |
|---------------|--------------|----|
| 硬さ            | 最大:98        | —  |
| 引張強さ変化率       | 最大:-80       | %  |
| 伸び変化率         | 最大:-80       | %  |
| 圧縮永久ひずみ       | 最大:98        | %  |
| 外観状態(粘着:ベタツキ) | 粘着(ベタツキ)なきこと | —  |

### 3. 結果

・試験の結果、①開発材料（ふっ素ゴム）は、②比較材料（汎用ふっ素ゴム）に比べ、耐放射線性に対し優位であり、固定用シール用途として原子力関係で利用できるレベルであるとわかった。また、①開発材料は、②比較材料に比べ、放射線照射後の表面の粘着（ベタツキ）が見られないため、メンテナンス（シール交換）性に優位であると考えられる。

- ・①開発材料は、「表 2. 使用限界基準」を基に判断すると、伸びの変化率が-80%となる 0.8MGy 程度が使用限界線量と判断する。
- ・また、「表 1. 原子力関係機器への使用の目安」から判断すると、「良」判定であり、固定用シールとしては原子力関係で利用できるレベルと考えられる。
- ・その他として、各線量に於いて外観を観察したところ、②比較材料では、0.25MGy にて照射品の表面に粘着（ベタツキ）が現れ始め、物性測定が不可となる 3MGy に至るまで粘着性が増していった。しかし、①開発材料については、②比較材料と同様に物性測定が不可となる 3MGy に至るまで、粘着性は見なかった。
- ・①開発材料は、粘着性がない為、シールのハウジングへの固着が少なく、シール交換が容易と考えられる。従って、メンテナンス性に優れると考えられる。

### 4. 今後の展開

- ・①開発材料は、2017 年 9 月 13 日（水）－ 15 日（金）に開催される IFPEX2017／第 25 回フルードパワー国際見本市等の展示会に参考出展し提示する予定である。

表 3. 放射線照射後の硬さ

| 線量(MGy) | ①開発材料<br>(ふっ素ゴム) | ②比較材料<br>(汎用ふっ素ゴム) |
|---------|------------------|--------------------|
| 放射線照射前  | A77              | A71                |
| 0.25    | A83              | A79                |
| 0.5     | A89              | A84                |
| 1.2     | A98              | A93                |
| 1.5     | A98              | A95                |
| 3.0     | A99              | A96                |

注) 網掛けは使用限界基準を超えた値

表 4. 放射線照射後の引張強さ変化率 (%)

| 線量(MGy) | ①開発材料<br>(ふっ素ゴム) | ②比較材料<br>(汎用ふっ素ゴム) |
|---------|------------------|--------------------|
| 0.25    | +27              | -7                 |
| 0.5     | +20              | -1                 |
| 1.2     | +8               | +36                |
| 1.5     | +33              | -14                |
| 3.0     | 測定不可             | 測定不可               |

注) 網掛けは使用限界基準を超えた値

表 5. 放射線照射後の伸び変化率 (%)

| 線量(MGy) | ①開発材料<br>(ふっ素ゴム) | ②比較材料<br>(汎用ふっ素ゴム) |
|---------|------------------|--------------------|
| 0.25    | -52              | -60                |
| 0.5     | -72              | -73                |
| 1.2     | -88              | -80                |
| 1.5     | -96              | -90                |
| 3.0     | 測定不可             | 測定不可               |

注) 網掛けは使用限界基準を超えた値

表 6. 放射線照射後の圧縮永久ひずみ (%)

| 線量(MGy) | ①開発材料<br>(ふっ素ゴム) | ②比較材料<br>(汎用ふっ素ゴム) |
|---------|------------------|--------------------|
| 0.25    | 66               | 74                 |
| 0.5     | 79               | 84                 |
| 1.2     | 91               | 94                 |
| 1.5     | 91               | 95                 |
| 3.0     | 97               | 97                 |

注) 網掛けは使用限界基準を超えた値

表 7. 外観観察（粘着：ベタツキ）

| 線量(MGy) | ①開発材料<br>(ふっ素ゴム) | ②比較材料<br>(汎用ふっ素ゴム) |
|---------|------------------|--------------------|
| 0.25    | なし               | なし                 |
| 0.5     | なし               | あり                 |
| 1.2     | なし               | あり                 |
| 1.5     | なし               | あり                 |
| 3.0     | なし               | あり                 |

注) 網掛けは使用限界基準を超えた値

表 8. 使用限界線量（単位：MGy）

| ①開発材料<br>(ふっ素ゴム) | ②比較材料<br>(汎用ふっ素ゴム) |
|------------------|--------------------|
| 0.8(推定)          | 0.25               |

### 5. 引用(参照)文献等

- ・なし