

# ホウ素入り PE プレート “PE B770” の医療分野への応用



有田 邦彦  
Arita Kunihiko



三林 幹昌  
Mitsubayashi Mikimasa  
(タキロンポリマー(株))

## 1 はじめに

熱可塑性材料である高密度ポリエチレン（以下、HDPEとする）は“純ポリ”と呼ばれ、特に板厚 10～100 mm の板素材は、中性子線遮蔽用途において原子力関連産業に広く使用実績がある。また、近年メディカル産業においては、がんの放射線療法の発展が目覚ましく、(重)粒子線治療、BNCT（ホウ素中性子捕捉療法）といった様々な治療法の導入が全国の病院で推進されている。これらの治療装置の導入に伴い、発生し得る放射線を遮蔽するために、HDPE と鉛を組み合わせた遮蔽扉などが必要となる。HDPE は水素原子を多く含む汎用樹脂材料であり、比較的安価で成形加工性、二次加工性に優れた材料であることから中性子遮蔽材に適していると言える。さらに、HDPE にホウ素を配合した材料は中性子遮蔽性能を向上させることができ、最終製品の厚み低減も可能である。しかしながら無機物であるホウ素は単純に HDPE と混ぜ合わせることが困難であり、ホウ素分散性に差異が発生しやすいことやヤケ・スジ等の成形不具合から、品質の安定を強く要望されていた。

そこで従来の押出製法を変えることなく、厚

板や 2 m 以上の長尺製品についても安定したホウ素の分散性を実現したのがホウ素入り PE プレート “PE B770”（以下 PE B770）である。次に開発に至る経緯を述べる。

## 2 “PE B770” の特長と成形上の課題

PE B770 は HDPE 中に中性子との吸収断面積の大きいホウ素（以下、酸化ホウ素とする）をほぼ均一に分散させた成形品である。図 1 の“分散性改善後”に示すとおり、酸化ホウ素の含有率は 11～13% の範囲で分散している。PE B770 に酸化ホウ素を均一に分散させることにより、製品の位置に依存することなく中性子を均一に遮蔽することができる（図 2）。図中にある中央部と端部の若干の差異は、酸化ホウ素含有量の違いによると推測している。測定方法は、中性子の回り込み対策を施した。また、酸化ホウ素が添加されていることにより HDPE 単体より中性子の遮蔽効果は高い（透過率が低い）。

なお、PE B770 は主原材料が熱可塑性材料であるため、ほかの材料と比較して難燃性や構造用材料として課題はあるが、軽い、錆びない、切削加工が容易等の特長から装置や建屋の放射

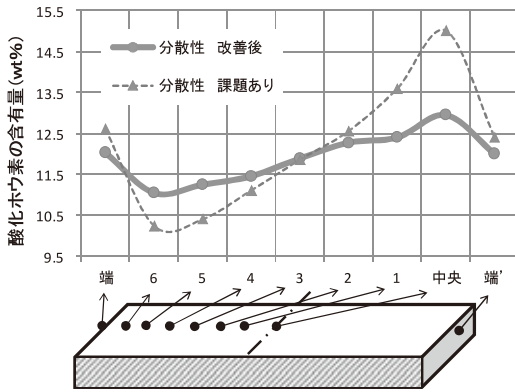


図1 成形品の位置と酸化ホウ素の含有量

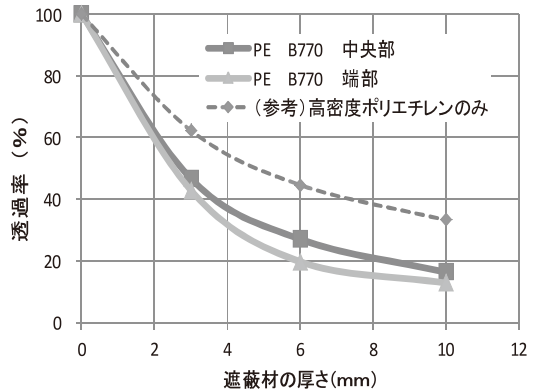
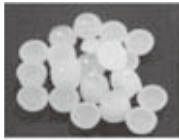
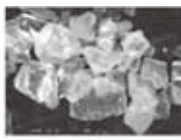


図2 中性子透過試験

表1 各種材料の特長

	比重	耐食性	切削加工	耐熱・難燃性	寸法
PE B770 (熱可塑性樹脂)	≒1	錆びない	容易	可燃性	大型・長尺
熱硬化性樹脂	≒1.1~1.4	錆びない	容易	可燃性	大型
コンクリート	≒2	錆びない	困難	不燃	大型
鉄	≒8	錆びる	容易	不燃	大型・長尺

表2 高密度ポリエチレンと酸化ホウ素の差異

	高密度ポリエチレン	酸化ホウ素
形状 (常温時)	 固体：熱可塑性樹脂	 固体：ガラス状の無機物
密度 (kg/m <sup>3</sup> )	≒940	≒1,840
サイズ (mm)	φ3	0.1~0.5
pH	中性	酸性 <sup>1)</sup>

線遮蔽材として適している(表1)。表1は各材料の一般的な特長を示しており、寸法については、厳密ではないが、大きさのイメージを表す。連続生産可能なものは“長尺”とした。

PE B770はプラスチックの成形加工方法の1つである押出成形によって製造されている。押出成形とはホッパーと呼ばれる投入口から原材料を投入し、押出機で熔融させ金型で連続的に形つくる製法である。主原料であるHDPEはサイズが約φ3mmの熱可塑性樹脂である一方、酸化ホウ素は約0.5mmのガラス状の無機物である。表2に差異を示す。

表2から形状、密度の対比だけでも両者には親和性がなく、単純なドライブレンドだけで成形機に投入した場合、酸化ホウ素を均一に分散した成形品は得られない。さらに酸化ホウ素は、外部からの熱により、酸化ホウ素同士の凝集固化がしやすく、金属との親和性が良いため押出機や金型内壁に凝集し付着する。これらは酸化ホウ素の均一な分散を妨げるのみならず、成形品中のヤケ異物として品質低下や安定生産の課題となった。

### 3 分散性改善と中性子遮蔽

単純ブレンドによる成形上の課題として次のことが挙げられる。

- ・酸化ホウ素が凝集する
- ・酸化ホウ素が成形機等内壁へ付着する

前記を改善させるため、ガラス状の酸化ホウ素に特殊処理を施し、酸化ホウ素の表面とHDPEとの相溶性を改善した(図3)。またこの特殊処理は、表面の一部又は全体に施されているため、酸化ホウ素同士の凝集も低減すると考えられる。

改善の結果、酸化ホウ素を均一に分散させることが可能となった。

酸化ホウ素の分散性や含有量(濃度)は中性子透過率に関係する。図1から、改善前は中央部と端部で差異を生じていたが、分散性の改善により、差違をより小さくすることに成功した。その結果、中性子透過率も低く、かつほぼ同じとなったと考えられる。

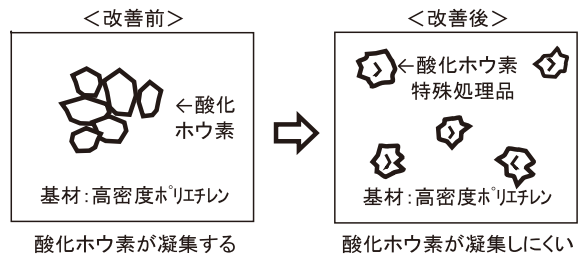


図3 特殊処理のイメージ

### 4 まとめ

#### ①酸化ホウ素の均一性

酸化ホウ素の特殊処理技術を用いることで、成形品中の分散がほぼ均一となった。

#### ②中性子遮蔽率

成形品の遮蔽率は中央部、端部ともほぼ同じになった。

#### 参考文献

- 1) J.D. Lee (著), 浜口 博・菅野 等 (訳), リー無機化学, 東京化学同人(1982)