

電子加速器の照射利用

相川 安之*

Irradiation Applications of Electron Beam Accelerator

Yasuyuki AIKAWA*

Abstract

The Electron Beam Accelerator is one of the most developed machine for industrial use. And it has a wide range of irradiation applications.

1. はじめに

電子加速器は種々の加速器のなかで最も工(商)業利用が進んでいるものの一つである。本稿では電子加速器の照射利用の現状を簡単に紹介する。

2. 電子線と物質への透過

電子線は電離放射線のうち粒子線の一種であり、放射性同位元素 (RI) から発生する β 線も同様の電子線であるが、一般には電子加速器より発生するものをいう。電子線は電子銃により発生した電子を真空の加速管内で高電圧または高周波により加速することで得られる。

電子線の物質への透過はその電子線の加速エネルギーに依存しており、図1のごとくエネルギーが大きいほど透過力が増すことになる。横軸は面密度 (g/cm^2) と呼ばれる飛程 (到達深さ) であるが、透過物

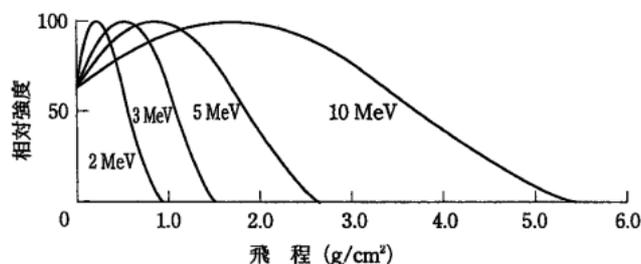


図1 電子線の加速エネルギーと透過性

質の密度 (g/cm^3) で除すことにより透過距離 (cm) で表すことができる。

電子が物質中を透過する際は入射してから電子の散乱により一旦線量が増加し、その後減衰する挙動を示す。電子線が透過した物質は励起作用、電離作用によりその物(材)質特有の様々な影響(照射効果)を受ける。

3. 照射利用

電子線の照射利用例には次のようなものがある。

* 高分子材料の架橋・分解

架橋対象品は電線被覆材、自動車用タイヤ部材、チューブ・シート、各種プラスチック材など
分解では PTFE (テフロン) の微粉末化など

* 半導体 (スイッチング素子) の特性改善

半導体内部に格子欠陥をつくり込みキャリアのライフタイムを制御 (スイッチング高速化) するもの

* 滅菌

対象品は医療用具・用品、微生物試験用器材などのデイスポーザブル製品が主体

* 排煙脱硫・脱硝

火力発電所における排煙の脱硫・脱硝

などであり、実用化に至っていないものまで含めると枚挙に暇がない程であるが、利用目的という仕分けでは、工業材料・製品における“改質”と医療用品などにおける“滅菌、殺菌”ということになる。

* 日本電子照射サービス株式会社 取締役 関西センター所長
Japan Electron Beam Irradiation Service Co., Ltd. (EBIS) Director, kansai Plant Manager
(E-mail: Ysy_Aikawa@EBIS.shi.co.jp)

4. 電子加速器の種類

加工処理用に使用される電子線のエネルギーは 150 KeV 程度から 10 MeV まであり、世界中で色々なタイプの加速器がつくられているが、大別して電子を高電圧で加速する静電型加速器と高周波で加速する線型加速器の 2 種類がある。

a. 静電型加速器

1970 年代に電線被覆材やタイヤ部材などの高分子材料の架橋処理を目的として盛んに開発が進められ工業利用が普及した。その後、高エネルギー化が進み現在最大 5 MeV 200 KW のものが製作されている。静電型加速器では発生する高電圧の絶縁のためエネルギー（電圧）が高くなるにつれ装置の寸法が大きくなり、照射施設もそれだけ大掛かりなものとなる。静電型では 6 MeV 程度が限界であるといわれている。

b. 線型加速器（リニアックまたはライナック）

5 MeV を超える高エネルギー域では線型加速器が主流となる。電子をマイクロ波で多段に加速する方式なので静電型と比較して高電圧絶縁に対する技術的問題が少なく、容易に高エネルギーのビームが得られ装置寸法もむしろ小さくなる。線型加速器の課題は高出力化ということになる。

5. 照射施設

筆者が勤務する照射施設の概略を事例として以下に紹介する。

a. ダイナミトロン型電子加速器

図 2 は静電型、カスケード整流型の一つであるダイナミトロン型電子加速器の系統図である。加速器の電源である発振器（オシレータ；Oscillator）盤で交流入力の中/高電圧の高周波（ ~ 20 KV, 100 kHz）に変換され、加速器本体内部の高周波トランスへ供給される。高周波トランスの出力（ ~ 100 KV, 100 kHz）はカスケード整流多段回路の 1 次側となり、順次整流昇圧されて最終段の高電圧ターミナル部は直流の高電圧となる（エネルギーが 5 MeV の場合；500 万 V）。加速管は高電圧ターミナル部と接地電位間に配置されており、この間の電位差で高電圧部にある電子銃から出た電子を加速する。高周波トランスからカスケード整流部、高電圧ターミナル部および加速管部までは高電圧となるため、SF₆（六フッ化硫黄）絶縁ガスを加圧封入した鋼鉄製タンク（加速器本体）に納められている。

加速管で加速された電子ビームは、加速器本体を出て照射室にあるスキャンホーン部に至る。この間は

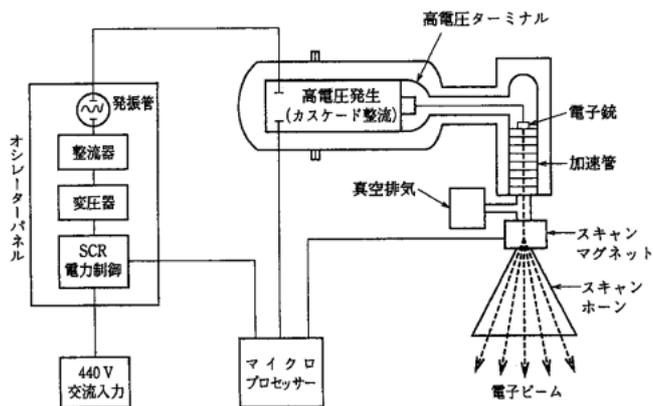


図 2 ダイナミトロン系統図

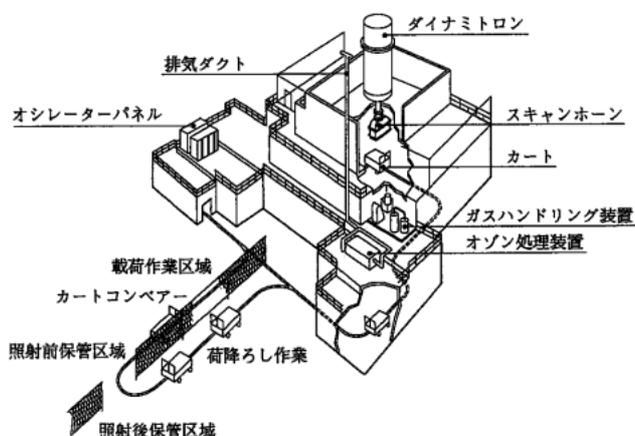


図 3 電子線照射施設例

ビームラインとなり真空排気により高真空に保たれている。照射室内には電子ビームの走査系であるスキャンマグネットおよびスキャンホーンが設置されており、電子ビームはスキャンマグネットで作られる交番磁場により設定された角度を走査（スキャン）される。

スキャンホーンの端部は照射窓（スキャンウインドウ）となっており、ビームラインの真空を保持するためチタン（Ti）の薄膜が張られている。電子ビームはこのチタン膜を透過し大気中に放出され、被照射物内部にまで透過する。

b. 施設構造

図 3 は電子照射施設の主要部分の鳥瞰図である。電子照射施設は次のような設備・機器により構成される。

- 電子加速器とその制御装置および付帯設備（冷却水、ブロワ、ガスハンドリング等）
- 放射線遮蔽構造体（コンクリートシールド）および安全インターロック装置

- 被照射物ハンドリング装置（カートコンベア等）
- オゾン処理排気装置 など

6. 結 び

近年，電子線の照射利用では“滅菌”の需要が拡大している．海外では食品照射も実施されている．安全，確実に迅速な大量処理が可能な電子線照射の適用範囲がますます広がることを期待している．

参 考 文 献

- 1) 四本圭一：電子加速器照射施設，放射線と産業，No. 30, P18-22 (1985)
- 2) 武久正昭：電子線滅菌・殺菌の世界の現状，放射線と産業，No. 32, P4-8 (1985)
- 3) 相川安之：電子照射技術（電子線滅菌），住友重機械技報 Vol. 44, No. 132, P59-62 (1995)
- 4) 佐々木次雄他編著：日本薬局方に準拠した滅菌法及び微生物殺滅法，日本規格協会，5.4 電子線滅菌，P172-189 (1998)