

KEK 電子陽電子入射器高周波源の PCB 含有機器交換 (II)
- モジュレータ用平滑コンデンサ交換の状況報告 -
EXCHANGE OF PCB CONTAINING EQUIPMENTS FOR RF SOURCES
IN KEK ELECTRON/POSITRON LINAC (II)
- STATUS REPORT ON EXCHANGE OF SMOOTHING CAPACITORS
FOR MODULATORS -

川村真人^{#,A)}, 中島啓光^{A)}, 松本修二^{A)}, 本間博幸^{A)},
馬場昌夫^{B)}, 東福知之^{B)}, 今井康雄^{B)}, 久積啓一^{B)}, 深作重光^{C)}
Masato Kawamura^{#,A)}, Hiromitsu Nakajima^{A)}, Shuji Matsumoto^{A)}, Hiroyuki Honma^{A)},
Masao Baba^{B)}, Tomoyuki Toufuku^{B)}, Yasuo Imai^{B)}, Keiichi Hisazumi^{B)}, Shigemitsu Fukasaku^{C)}

^{A)} High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

^{B)} Mitsubishi Electric System & Service Co., Ltd.

^{C)} Futaba Kougyou Co., Ltd.

Abstract

This second paper reports on the status of exchange work for the capacitors suspected of containing PCBs (Poly chlorinated biphenyls), at RF source of KEK electron/positron injector linac, following the first paper at PASJ2021. The exchange of smoothing capacitors for klystron modulators is described. The exchange began from JFY2019 and 64 capacitors of 32 modulators have done until now. This paper also describes the exchange work details, points considered, and the future remaining work.

1. はじめに

KEK 電子陽電子入射器高周波源の PCB 含有機器交換、特にコンデンサの交換について、一昨年の第 18 回本学会年会 (PASJ2021) で報告した[1]。

KEK 電子陽電子入射器では 2019 (平成 31) 年 2 月 13 日に KEK で開催された「低濃度 PCB 含有機器の調査についての説明会」[1]開催の後、2019 年度から交換作業を開始した。当初はプロジェクト経費で新品コンデンサ購入費・交換作業費を賄ってきたが、当該入射器用クライストロン・モジュレータ (クライストロン用パルス電源、以下「モジュレータ」と略称) のパルス成型回路 (Pulse-Forming-Network、PFN) 用コンデンサは台数が多く、2022 (令和 4) 年度から入射器アップグレード経費を使用している。

本論文は当該入射器モジュレータの、特に平滑コンデンサの交換作業について報告する。

2. KEK 電子陽電子入射器モジュレータ および 平滑コンデンサ

KEK 電子陽電子入射器高周波源は 61 台のクライストロンおよびモジュレータで構成されている。またモジュレータは今年度 6 月運転まで、46 台の旧タイプで大型の共振充電型[2, 3]、15 台の新タイプで小型のインバータ充電型[4]で構成されていた。(今年度 (2023 年度) 夏季メンテナンス中に、入射器下流のビーム輸送ライン内電子エネルギー圧縮システム (BTe-ECS) 建設のために、

モジュレータを共振充電型からインバータ充電型に変更した[5]。)

本論文で報告する平滑コンデンサは、共振充電型モジュレータのみで使用されている物である。Figure 1 に共振充電型モジュレータの写真、Fig. 2 に同型モジュレータの構成図を示す。どちらも平滑コンデンサの接地場所を強調している。

当該平滑コンデンサについて、2018 年度末から製造年度を調査したところ、1990 年以前製造の物および製造年の記載のないものが 76 台確認された。更にコンデンサ製造業者によりサイズの違うコンデンサが見られた。Figure 3(a), (b) に、今年度撤去したコンデンサを示す。



Figure 1: The modulator of KEK electron/positron linac.

[#] masato.kawamura@kek.jp

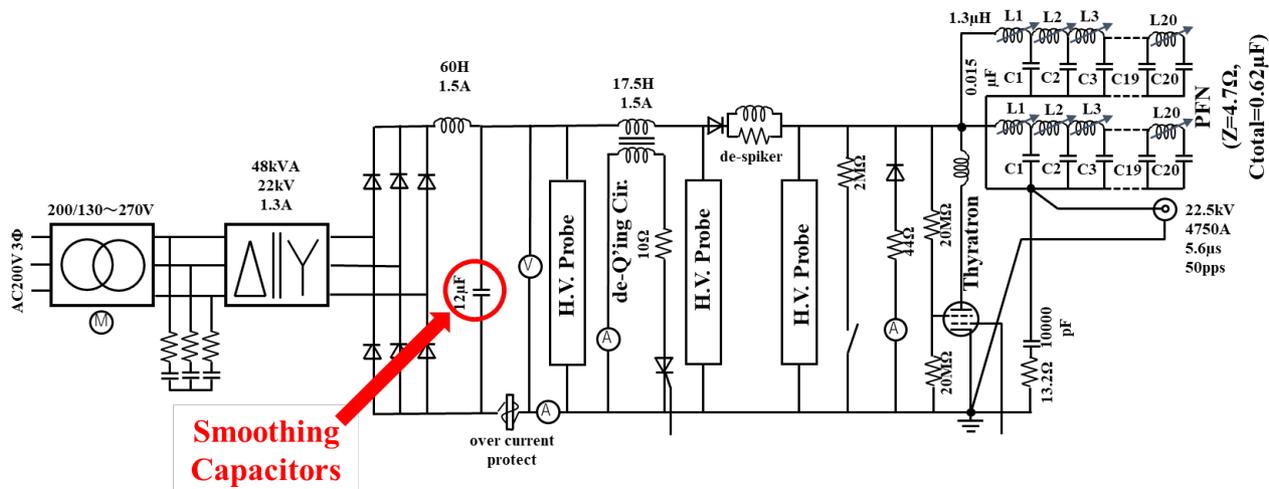


Figure 2: Schematic diagram of resonantly charged klystron modulator.



Figure 3: The removed smoothing capacitors. (a)The capacitors before removed in a modulator. (b)The ones after removed and stocked.

3. 交換作業の進捗状況

2019 年度から当該平滑コンデンサの交換作業を開始した。KEK 電子陽電子入射器は、通常約 2 ヶ月程度の夏季メンテナンス、1 ヶ月前後の年末年始メンテナンスを除き、長期間の連続運転が要求されている。そこで交換作業のサイクルは、

- 新年度予算が使えるようになったら、夏までに入札・契約(1 年に 16 台)
- 年度内に納品、納品前に工場試験立会い(寸法検査、端子-接地間耐電圧試験、端子間耐電圧試験)
- 次年度夏季メンテナンス期間に交換
- 秋以降の運転で、交換後のコンデンサに不具合が無いか確認
- 交換後のコンデンサを KEK 内テントに運び、処理を依頼する。

新規コンデンサについては、これまで全てトーエイ工業(株)製、直流コンデンサ NH OF を購入している。このコンデンサの仕様は下記の通り。

- 定格電圧 35kVDC
- 静電容量 6µF

- 試験耐電圧 45kVDC 1 分間
- 最大長さ 長さ 590 mm × 幅 190 mm × 高さ 680 mm
- 重量 80 kg

昨年 2022 年度までに 64 台(約 80%)購入し、今年度夏季に 16 台交換し 64 台交換終了した。これまで新規に購入・交換したコンデンサに不具合は確認されていない。

4. 2023 年度の作業

上記 2 項で述べたように、既存のコンデンサはサイズが様々なので、

- 架台の固定穴の開け直し
- 一部、持ち手部のカット

などの作業必要であった。Figure 4 に架台の固定穴開け直し作業の様子を示す。

配線は交換前の配線をそのまま継続して、これまで特に不具合は見られていない。ただ新規のコンデンサは接地端子がコンデンサ上面についているので、この部分に変更が必要であった。

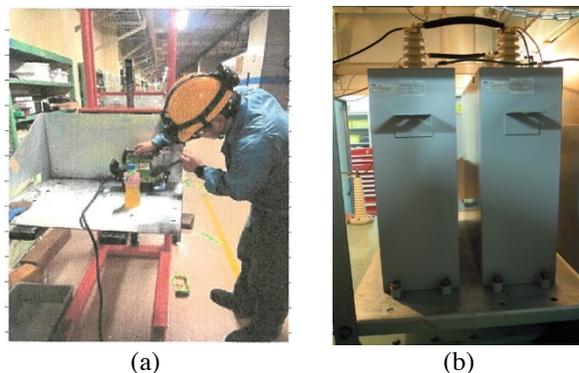


Figure 4: The drilling holes in the pedestal. (a) The drilling work. (b)The capacitors setting after work.

5. 今後の予定

今年度(2023年度)12台発注(低速陽電子施設電子銃用(定格電圧25kV)も含むと14台)、年度内に取り外したものを廃棄する予定である。

来年度(2024年度)、上記14台を交換・廃棄して作業は終了の予定である。

参考文献

- [1] M. Kawamura *et al.*, “KEK 電子陽電子入射器高周波源の PCB 含有機器交換”, Proceedings of the 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, August 9-12, QST-Takasaki Online, Japan, 2021, pp. 887-889.
https://www.pasj.jp/web_publish/pasj2021/proceedings/PDF/THP0/THP030.pdf
- [2] T. Shidara *et al.*, “Klystron Modulator for the KEK 2.5GeV Linac”, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A279 (1989), pp. 423-432.
- [3] H. Honma *et al.*, “Upgrade of the PF 2.5-GeV Linac Klystron Modulator for the KEKB”, Proc. of LINAC94, Tsukuba, Japan, Aug. 21-26, pp. 436-438.
<https://epaper.kek.jp/194/papers/tu-30.pdf>
- [4] H. Nakajima *et al.*, “小型パルス電源の特性と今後の課題” Proceeding of the 28th Linear Accelerator Meeting in Japan, Tokai, Japan, Jul. 30-Aug. 1, 2003.
https://www.pasj.jp/web_publish/lam28/proceedings/W4-4.pdf
- [5] M. Kawamura *et al.*, “KEK 電子陽電子入射器棟クライストロンギャラリー最下流部の更新”, Proceedings of the 19th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, October 18-21, Online (Kyushu University), Japan, 2021, pp. 1034-1036.
https://www.pasj.jp/web_publish/pasj2022/proceedings/PDF/FRP0/FRP046.pdf