

DEVELOPMENT OF ELECTRO POLISHING(EP) FACILITY IN KEK (2)

Kenji Ueno^{1,A)}, Yoshisato Funahashi^{A)}, Motoaki Sawabe^{A)}, Hitoshi Hayano^{A)},
Takayuki Saeki^{A)}, Takafusa Suzuki^{B)}

^{A)} High Energy Accelerator Research Organization

1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801

^{B)} Nomura Plating Co., Ltd.

5-12-20 Himejima, Nishiyodogawa-ku, Osaka, 555-0033

Abstract

Surface treatment by electro polishing (EP) is very important for superconducting cavities. Several researchers have investigated the surface treatment of the International Linear Collider (ILC) cavities for manufacturing high gradient cavities. Therefore we started the construction of the EP system at KEK in 2006. In 2008, we started the EP treatment for ILC cavities and we constructed the system for pre EP treatment, flesh EP treatment, the rinsing process, which are ethanol, H₂O₂, and degreasing. Also we prepared to evaluate the performance of the high pressure rinsing. Here, we report the concept and the status of the EP facility at the superconducting test facility (STF) building.

KEK電解研磨設備の開発（2）

1. はじめに

超伝導空洞製造上、電解研磨工程は空洞表面処理をするため必須かつ重要な工程である¹⁾。我々は、平成18年度より電解研磨設備建設を行い。各種試験を経て、実用使用中である^{2)、3)、4)}。さらに、平成20年度には、電解研磨工程前後の研磨設備やリンス設備を導入しながら国際リニアコライダー（ILC）空洞処理設備を完成させた。同時にILC空洞以外の多様な空洞を電解研磨する設備をも設置する準備工程を行ってきた。これらは平成21年度の完工を目標に設備拡充をする計画である。平成20年度の現状を主に報告する。

ルームであり、STF棟の外部には、建設済みの大気浄化装置、排水タンク、及び保管庫がある。将来、クリーンルームは、拡張される計画である。

2. 建設計画と対象空洞

これまで建設してきた電解研磨設備（EP設備）の対象空洞はKEKが扱う空洞及びそれらの部品としており、特にILC用空洞の専用設備として開発してきた。平成18年度、平成19年度に亘り設備建設、及びその設備の立ち上げを分割して行い、さらに平成20年度、ILC空洞のEP処理の前後工程の関連設備建設に取り組んだ。

3. 全体レイアウト

電解研磨設備の設置場所は、STF棟（Superconducting Test Facility）の西南側、1階部である。図1にその全体レイアウト図を示す。図2にEP処理部エリアの拡大図を示す。設置エリアは概略6m×20mの広さであり、作業性、安全性を考慮して2階建てとした。本設備の考え方は、前報にて報告している^{3)、4)}。青色部が、ILC専用EP処理設備エリアであり、その左側に位置する薄紫色のエリアが、平成21年度に建設予定のKEKB空洞等のEP処理設備である。緑色部は、空洞組立て用クリーン

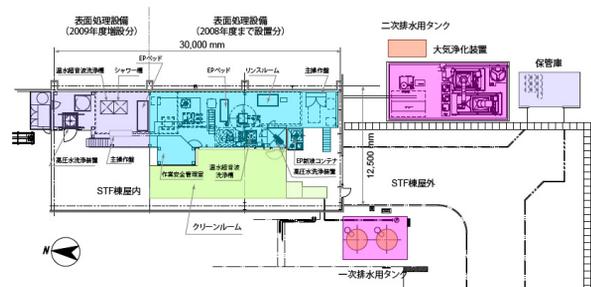


図1 全体レイアウト

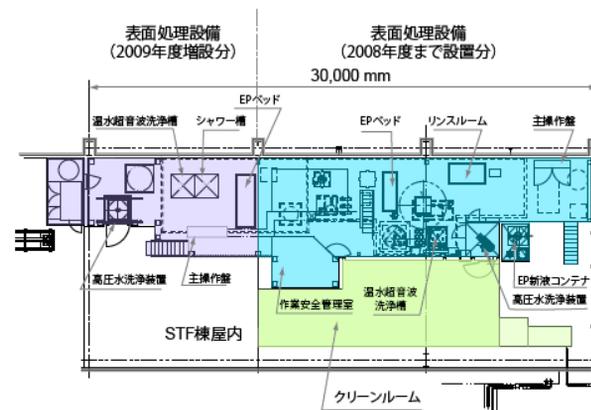


図2 図1の拡大図

¹ E-mail: kenji.ueno@kek.jp

4. EP処理前後工程

EP処理前後工程は、概略表1のようになる。ただし表1の工程は、確定した工程ではなくR&D途上の工程である。3項目、6項目のEP処理を中心に、その前後工程は研究者によって異なる工程である場合も存在する。

プレEP作業、フレッシュEP作業

プレEPは新規に空洞を製造した初回のEP作業であり、特に電子ビーム溶接、遠心バレル研磨後の種々の内部の汚れを清浄化するために行う。一方、EP処理後に空洞内表面の清浄度を確実にするため、リンス作業が提案されており、さらにリンス作業に代わるものとして、フレッシュEP工程が検討されている。我々はこれらの工程の対応可能な設備を計画、準備した。

フレッシュEP設備は、プレEP工程と同じ設備を用い、EP液の制御ソフトを中心に改造して対応している。図3にプレEP、フレッシュEPの配管経路図を示す。写真1には、1階に設備したEP液タンクの状況を示す。

プレEP作業は、1階EP液タンクからEP液を一旦空洞内へポンプにより圧送し、200程度の液を溜め込みEP処理する。温度が35度以上上昇する場合は、空冷で適切な温度範囲まで冷却する。一定時間後、EP液を排出させて、超純水による洗浄作業を行う。

リンス工程(作業)

空洞リンス工程は、電解研磨(EP)作業直後に、空洞内部に付着していると考えられる不純物をリンス液で積極的に除去しようとする作業である。基本的にEP、CP作業とは独立した工程(作業である)。なお、R&Dの途上であることから、工程が確定していないため、表面処理工程代表例として一例を示す。この工程は種々改善されているが、リンス工程の位置付けとして、仕上げEP処理時の直後に実施する考え方は変わらない。

リンス工程には、表2の3種類のリンス該当液を使用する。リンス処理は、バッチ処理であり、回数は原則1回である。専用治具(空洞G保管、旋回も可能)に9セル空洞を大型フード付ビニールハット内にセットし、同液量は最大30リットル(9セル空洞の内容積は29.2リットル)の範囲で使用する。対象空洞は、回転、旋回が手作業で可能な専用治具に取り付けておく。空洞内にリンス液を封じ込め、安全な状態で、外部の超音波洗浄槽、及びEPベッド上へ移動させその場にて一定時間(15分から90分程度)静止、または軸方向回転をさせる。洗浄は、超純水を使用する。発生するガスは、作業室上部に設備した、ダクトからSTF棟外へ引き出し、スクラバーによる無害化処理を行う。リンス直後の水洗作業は、図4に示すように超純水をたとえば50リットル事前に準備し、この排水はハットの横においてあるからタンクへ戻す。リンス液の排出は、外部に準備した空タンクへ、自動で戻す。内部の成分によるがタンクの排水は専用業者による処理とする。1次洗浄後の2次以降洗浄水は、リンス液の濃度が非常に低いので外部の下水排水可能なタンクへ排水する。

全体図を図4に示す。使用後のリンス廃液は、一時的に外部保管庫に管理し、廃液処理を専用業者へ依頼している。

表1 EP処理の主工程

空洞受け入れ検査後 1. CBP(遠心バレル研磨) 2. プレEP 3. 電解研磨(EP1): 100 μm ——> 水洗浄作業(1次洗浄、温水超音波洗浄、HPR(2h)) 4. 真空アニール 5. プリチューニング 6. 電解研磨(EP2): 20~50 μm ——> 水洗浄作業(1次洗浄、リンス作業(例えばH ₂ O ₂)、温水超音波洗浄、HPR(10h)) この工程にフレッシュEPが実施される場合がある。 7. クリーンルーム内での組立工程(7項後、空洞フランジCP作業を経て) 8. 真空引き、リークテスト、ベーキング 9. 縦測定(空洞性能評価)
--

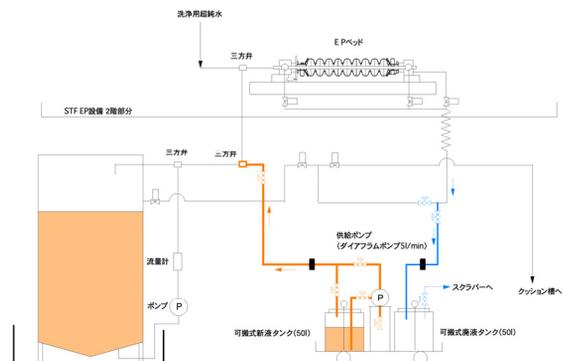


図3 プレEP、フレッシュEPの配管経路図



写真1 プレEP作業用のEP液タンク——1階部

表2 リンスの種類と使用液の量

- ① 過酸化水素水(H₂O₂) 10W% 最大30ℓ
- ② エタノール(アルコール、98%:現状使用——試薬特級——濃度99.5%) 最大30ℓ
- ③ 脱脂剤(界面活性剤) 最大30ℓ

空洞端部のフランジ面のCP処理

空洞フランジ面のCP処理は、空洞の最終仕上げEP処理前には必ず行う処理である。空洞フランジCP作業は、9セル空洞のフランジCP(1空洞あたり6箇所のポートの処理が必要)大型ビニールハット内で空洞を専用治具にセットし、端部をCP液で洗う、キムワイプでふき取り(こする)作業を行なう。あるいは、少量(2リットル程度)のCP液を、専用パンに入れ直接CP処理したいフランジ部のみを浸す作業を行なうものである。フランジシール面は、CP洗浄後、速やかに大量の超純水にて洗浄する。

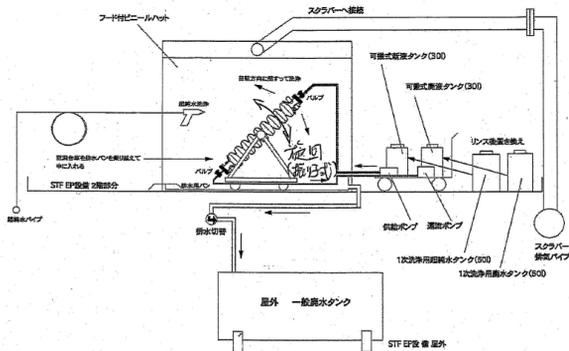


図4 リンス作業の全体模式図——2階に作業スペースをとり、リンス液、1次洗浄排水は、装置横のタンクへ排水し、危険度の低い二次排水を外部タンクへ排水する。

5. 性能面、安全性を重視した設備立ち上げ

超微粒子の計測

高圧超純水洗浄(HPR)作業中に、粒子径ごとのパーティクルカウントを行って、HPRの目的とする清浄度の評価をする。空洞内面の微粒子は、空洞の性能上制限現象となるフィールドエミッションの原因になることから、洗浄中のこの値は重要な評価条件になる。図5には、HPR作業中のパーティクルの大きさごとの数の変化を示す。図中規則的なピークが認められるのは、HPRの洗浄ノズルの動きにより生じていると考えられるが、今後精査をする。

EP処理時の状態管理装置——TOC

洗浄中の油分などの汚染物質の計測を行う。HPRに使用した超純水の戻りラインの状態をTOC計で観測したデータを図6に示す。図中の2箇所のピークの理由は、HPRのノズルの位置による洗浄場所の影響があるのではないかと推定している。今後理由を明確にしたいと考えている。

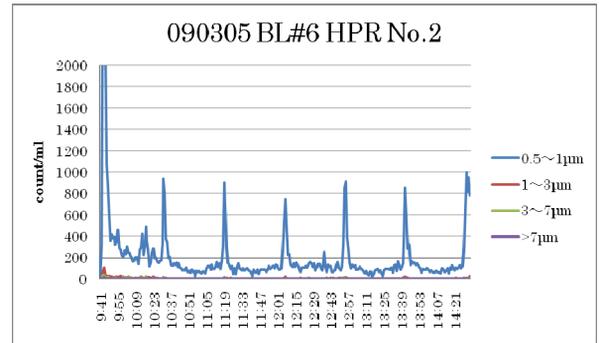


図5 HPR作業中のパーティクルの大きさごとの数の変化

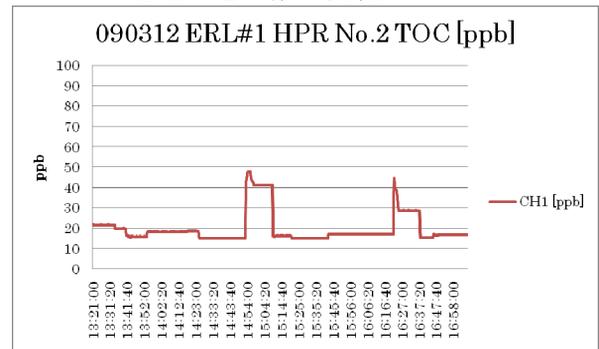


図6 TOCの測定例

排ガス処理

CP作業時に排出するNO_xをスクラバー出口でモニターし環境安全に配慮している。

6. まとめ

電解研磨設備の中、ILC空洞専用のEP処理に関するプレEP、フレッシュEP、リンス工程、及びフランジCP設備をKEK内、STF棟に準備した現状を報告した。さらに、作業環境測定機器の整備についても報告した。また、平成21年度、他の空洞についてのEP建設計画を立案している。

本装置を使用して、電解研磨固有の技術開発を積極的に進めたいと考えている。また、空洞内表面を清浄にする他の手法例えばCP処理等についても検討していきたい。

参考文献

- 1) 斎藤健治 「ニオブ・銅クラッド材を用いたシームレス超伝導高周波加速空洞の開発」 文部科学省科学研究費補助金研究成果報告書 平成14年7月
- 2) 舟橋義聖 他 「KEK電解研磨設備の概要」 第8回メカワークショップ 平成19年4月13日
- 3) 舟橋義聖 他 「KEK電解研磨設備の立ち上げ」 第9回メカワークショップ 平成20年4月18日
- 4) 上野健治 他 「KEK電解研磨設備の開発」 第5回日本加速器学会年会 平成20年8月6日～8月8日