

STUDIES OF SWING AND CHEMICAL BARREL POLISHING FOR SC CAVITIES

T.Higuchi, T.Ikeda, S.Ogushi, T.Suzuki, M.Nishigaki, S.Fukuda,
K.Saito*, S.Noguchi*, M.Ono*, T.Shishido*,

Nomura Plating, Co., Ltd.

5, Satsuki-cho, Kanuma-shi, Tochigi-ken, 322 JAPAN

*; High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1, Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305 JAPAN

Abstract

As a pre-treatment before electropolishing, barrel polishing is an easier and cheaper method compared with buffing that had been employed for the TRISTAN SC cavities. Applying the barrel polishing to L-band(1.3GHz) single cell niobium cavities, high accelerating field of more than 25MV/m has been achieved reliably. However removal speed of barrel polishing is slow, it takes few weeks for finishing cavities.

To increase the polishing speed, investigation of the swing barrel and chemical barrel polishing was started. They were applied to L-band niobium cavities.

The first result is presented in this paper.

揺動バレル研磨、化学複合バレル研磨のニオブ加速空洞への適用

1. はじめに

バレル研磨を電解研磨の前処理として適用したLバンド単セルニオブ空洞で25 MV/m以上の高い加速電場が信頼性良く達成されている[1]。バレル研磨等の機械研磨を前処理に取り入れ、空洞表面の欠陥層を除去することにより、CP(化学研磨)、EP(電解研磨)のみで研磨した場合よりも少ない研磨量で信頼性良く高加速電界を達成できることが分かってきた[1]。

バレル研磨はバフ研磨に比較し、1)成形後の空洞に適用でき、溶接部を含めた研磨が可能である、2)作業者に依らず一定の仕上がりが期待できる、3)低コストである、という特長を持つ。一方、1)研磨速度が、空洞全体で平均して1日当たり約 $3\mu\text{m}$ (3日間連続研磨の場合)と小さい、2)中間 β 空洞等、潰れた形状の空洞ではアイリス部の研磨が難しいと予測される。

上記問題点の克服を目的とし、揺動バレル研磨(空洞とそれを回転させるバレル研磨装置全体を揺動させ、回転、揺動を同時に行う)、化学複合バレル研磨(化学研磨液を研磨チップと一緒に空洞内部に入れ、化学研磨、機械研磨を同時に行う)

の開発を現在進めている。

揺動バレル研磨の適用により、Lバンド単セル空洞で研磨速度がやや向上し、従来のバレル研磨を適用した場合と同様の高性能が得られた。また、中間 β 空洞($\beta=0.5$ 。原子力研究所600MHz空洞)の前処理に適用したところ、目標値を上まわる性能が達成された[2]。一方、化学複合バレル研磨では現時点で良い結果は得られていない。今後研磨条件の検討が必要と思われる。これらの詳細について以下、報告する。

2. 揺動バレル研磨

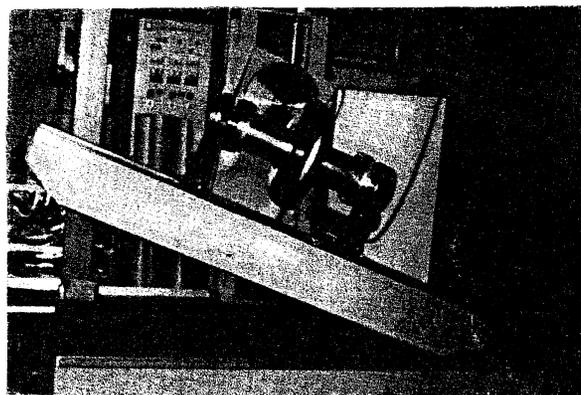


図1 原研空洞揺動バレル研磨状況

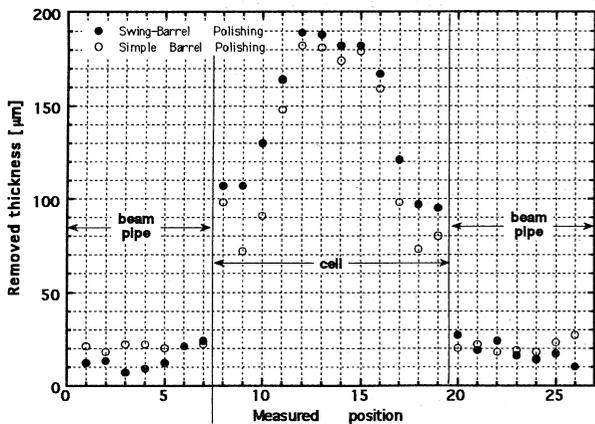


図2 Lバンド空洞揺動バレル研磨厚み分布

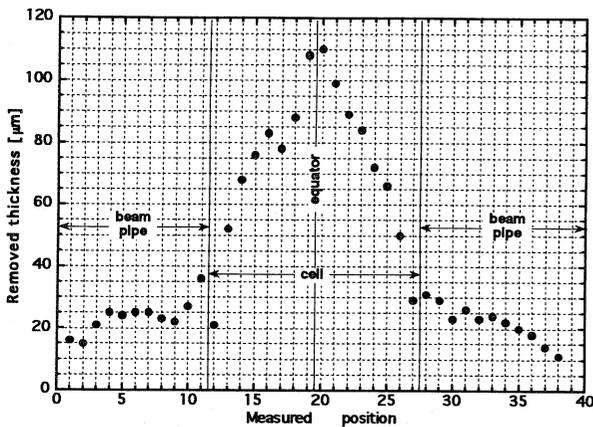


図3 原研空洞揺動バレル研磨厚み分布

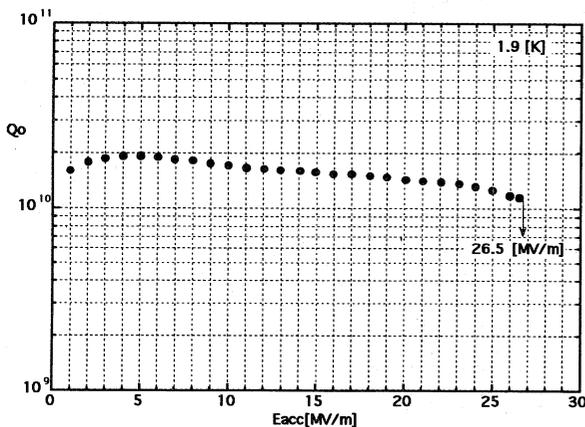


図4 揺動バレル研磨適用空洞測定結果

バレル研磨速度を上げることを目的とし、自社製作応用バレル研磨装置を用い、1996年に揺動バレル研磨試験を開始した。

この装置を用い、従来のバレル研磨及び揺動バレル研磨を各々3日間ずつ行った結果、揺動を加えることにより、研磨速度が1割程度増した。

Lバンド単セル空洞の揺動バレル研磨厚み分布を図2に示す。揺動を加えることにより、空洞アイリス部の研磨速度が相対的にやや大きくなっており、アイリスの傾斜がより大きい潰れた形状の

空洞への適用に有効と期待される。実際に中間 β 空洞 ($\beta = 0.5$ 。原子力研究所600MHz空洞)に揺動バレル研磨を適用したところ、図3の研磨分布が得られた。バレル研磨後EP20 μm 、真空焼鈍、HPR(高圧洗浄)の処理で、この空洞により、2KでEp(表面最大電界) = 26.6 MV/m(仕様値16 MV/m)が達成された[2]。

また、自社製作Lバンド空洞の前処理に揺動バレル研磨を適用し、その後EP10 μm 、真空焼鈍、MSR(メガソニック洗浄)、HPRの処理で従来のバレル研磨の場合と同様、図4の通り26.5 MV/mの高い加速電界が得られた[3]。

3. 化学複合バレル研磨

前項に記したように、揺動を取入れることにより、研磨速度が若干向上したが、それでも空洞を仕上げる(平均30 μm 研磨する)のに、研磨剤交換、仕上げ研磨を含め2週間必要である。

そのため研磨速度を大幅に向上させることを目的とし、以下に述べる化学複合バレル研磨の開発を開始した。研磨状況を図5に示す。化学複合バレル研磨とは、空洞に化学研磨液を入れて行うバレル研磨のことであるが、これは化学研磨の約10 $\mu\text{m}/\text{min}$ と大きな研磨速度を利用し研磨速

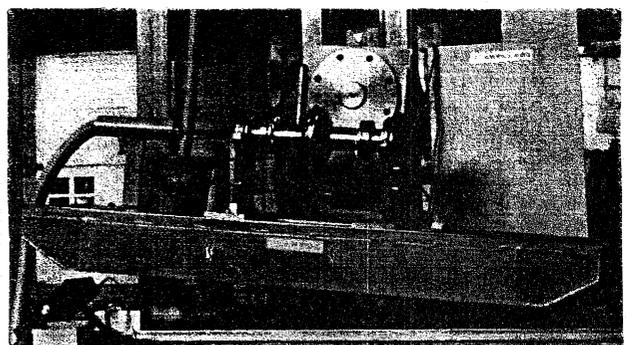


図5 Lバンド空洞化学複合バレル研磨状況

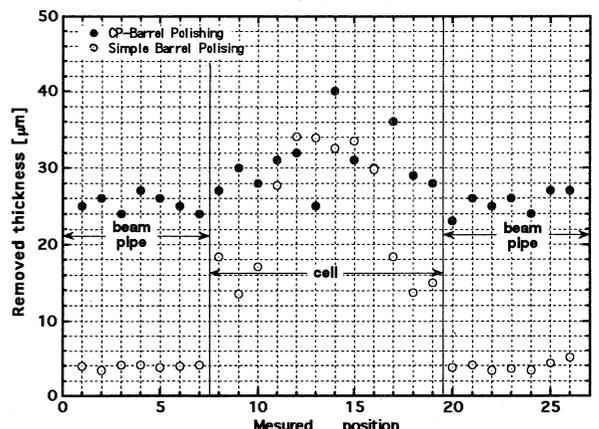


図6 化学複合バレル研磨、研磨厚み分布

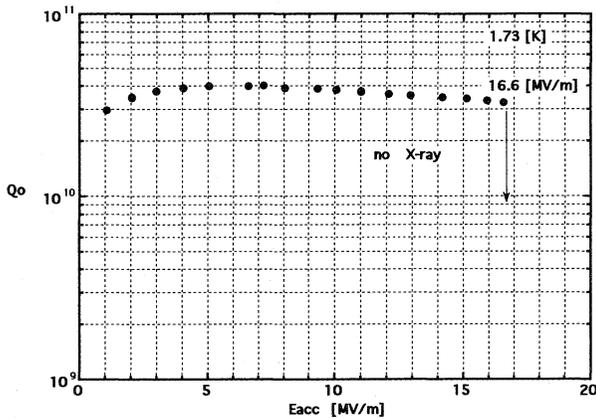


図7 化学複合バレル研磨適用空洞測定結果1

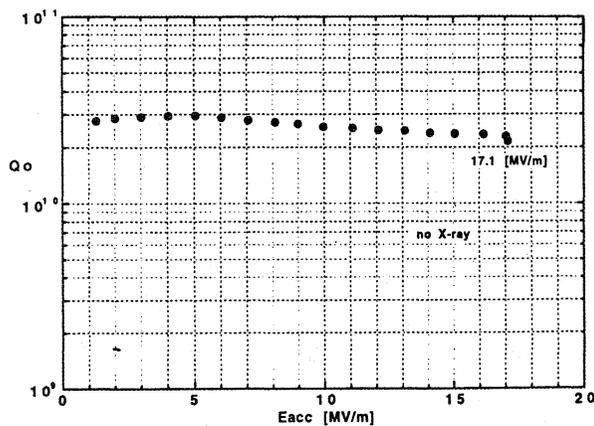


図8 化学複合バレル研磨適用空洞測定結果2
度を上げ、バレル研磨を併用することにより機械研磨の効果 [1] も同時に狙った研磨方法である。

自社製作空洞に化学複合バレル研磨を施し、性能測定を行った。3時間で30 μ mの研磨を目標とし、研磨液にはCP液(硝酸: 燐酸: 沸酸=1: 1: 1): 水=3: 1液を採用した。研磨厚み分布を図6に示す。性能測定結果を図7、8に示す。最初の測定では到達加速電場16.6MV/mであった。測定後、空洞セル赤道部に1mm弱のピットが確認されたためグラインダーで除去し、EP30 μ m、純水HPRの後再度性能測定を行ったが、結果は17.1MV/mと、大きな改善は見られなかった。

性能が悪かった原因は現時点では不明であるが、以下の3点が考えられる。

- 1) HPR時の圧力が不足していた(従来80kgf/cm²のところ、56kgf/cm²であった)。
- 2) 空洞に入れた希釈CP液により空洞内面がエッチングされた(研磨開始数分後に、数分間空洞外面が70度以上となった)。
- 3) 当社のCP環境に問題がある(現状では、

通常のドラフトでCPを行い、ただちに傍らに置いた超純粋桶に空洞を入れ、桶ごとクリーンルームに移動、次行程高圧洗浄へ移行の手順をとっている)。

1) について確認するため、この空洞を圧力を上げてHPR後、再度性能測定を行う予定である。

4. まとめ

4-1 揺動バレル研磨

- 1) Lバンド空洞の研磨速度が従来のバレル研磨に比較し1割程度向上した。
- 2) Lバンド空洞の空洞アイリス部の研磨速度がやや増した。
- 3) Lバンド空洞、中間 β 空洞($\beta=0.5$ 。原子力研究所600MHz空洞)の前処理に適用したところ、双方で目標性能が達成された。

4-2 化学複合バレル研磨

- 1) 3時間で30 μ m弱と研磨速度を大幅に上げることができたが、これを適用した空洞性能は加速電場17MV/mと悪かった。
- 2) 空洞測定結果が悪かったのは、測定前のHPR圧力が56kgf/cm²と通常より低かったためである可能性がある。80kgf/cm²に圧力を上げて洗浄後、再度性能測定を行う予定である。

4-3 その他

最近のKEKに於ける研究より、EPの前処理にCPを採用できる可能性が高まった[4]。当社としても、機械研磨と平行し、これを積極的に検討、試験して行きたいと考えている。

5. 参考文献

- [1] K. Saito et. al., "A Roll of the Mechanical Polishing in the Surface Treatment of Superconducting Niobium RF Cavities", Proc. of 21th Linear Accelerator Meeting in Japan, Tokyo, 1996, p.225-227
- [2] N. Ouchi et. al., "Fabrication and Test of a Superconducting Single Cell Cavity for the High Intensity Proton Linac", in this meeting
- [3] T. Suzuki et. al., "In-house Fabrication and Performance of L-band SC Cavities", in this meeting
- [4] K. Saito et. al., "Importance of the Electro-polishing for the High Gradient SC Cavity Fabrication", in this meeting