

遠心バレル研磨のLバンド超伝導ニオブ空洞への適用

樋口 玉緒^{1,A),C)}、斎藤 健治^{A),B)}、山崎 良成^{B)}、
野村 修平^{C)}、池田 篤美^{C)}、大串 重夫^{C)}、鈴木 隆房^{C)}、福田 英^{C)}、

^{A)} 総合研究大学院大学

〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

^{B)} 高エネルギー加速器研究機構

〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

^{C)} 株式会社野村鍍金

〒555-0033 大阪市西淀川区姫島 5 丁目 12-20 (本社)

〒322-0014 栃木県鹿沼市さつき町 5 鹿沼工業団地(鹿沼工場)

概要

Lバンド多セル（3セル）ニオブ空洞に遠心バレル研磨を適用し、8時間で平均 $43\mu\text{m}$ の高速研磨に成功した。従来のバレル研磨法では、平均 $30\mu\text{m}$ の研磨に1週間程度を要したが、これが一晩に短縮された。

遠心バレル研磨を施したLバンド単セルニオブ空洞に真空熱処理、電解研磨の組合せ処理をし性能測定を行った。残留抵抗 $8.3\text{n}\Omega$ 、最大加速電界 26.3MV/m の結果が得られ、遠心バレル研磨を前処理としても性能上問題無いことが実証された。

1. はじめに

超伝導リニアコライダー等、次世代の加速器への超伝導空洞の応用に際しては、量産される空洞の加速性能の信頼性が要求される。

品質管理上、電解研磨の前処理として機械研磨を入れることが重要である¹⁾。機械研磨の1つとして、簡便なバレル研磨の開発を行ってきた。バレル研磨を前処理に入れると空洞性能が安定することが確認されている。しかし、従来のバレル研磨速度は小さ

く、平均 $30\mu\text{m}$ の研磨に約1週間を要した。量産に於てはこの工程に時間がかかり問題である。更に、多セル空洞では単セルと同様の条件でバレル研磨を行うと、研磨速度がより小さくなった。

これ等の点を克服するため遠心バレル研磨の開発を進めている。一昨年、Lバンド単セルニオブ空洞で遠心バレル研磨試験を行い、8時間で平均 $25\mu\text{m}$ の高速化に成功した²⁾。この結果を受け、多セル空洞用の遠心バレル研磨装置を試作した(図1)。この装置を用い、研磨性能及び空洞性能の実証試験を行っている。

2. 3連空洞の遠心バレル研磨

昨年度末、多セル空洞用に試作した遠心バレル研磨装置(図1)を使い、ニオブ製Lバンド3セル空洞の遠心バレル研磨を行った。8時間の連続研磨を2度行い、研磨重量より換算し平均 $43\mu\text{m}$ 、 $44\mu\text{m}$ の高速研磨に成功し、再現性も確認された。従来のバレル研磨では平均 $30\mu\text{m}$ の研磨に約1週間を要し



図1：遠心バレル研磨装置

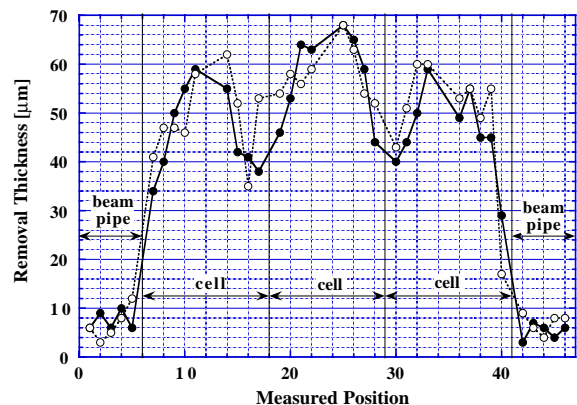


図2：Lバンド3セルニオブ空洞に8時間遠心バレル研磨を施した際の研磨分布

¹⁾ E-mail: tamawo@post.kek.jp

ていたため、10倍以上に高速化されたことになる。この時の研磨分布を超音波厚み計で測定した(図2)。セル間での研磨速度のばらつきも小さい事が分かった。多セル空洞でも遠心バレル研磨により研磨速度を高速化できることが確認された。

次章で述べるが、単セルニオブ空洞では、遠心バレル研磨を前処理としてTESLA仕様を上回る性能が得られている。今後、この3セル空洞でも性能測定を行い、多セルの空洞に於ても、遠心バレル研磨を施して空洞性能に問題が無いことを早期に実証する予定である。

3. 単セル空洞での空洞性能実証試験

一昨年、研磨機の制約上ビームパイプ両端を切断

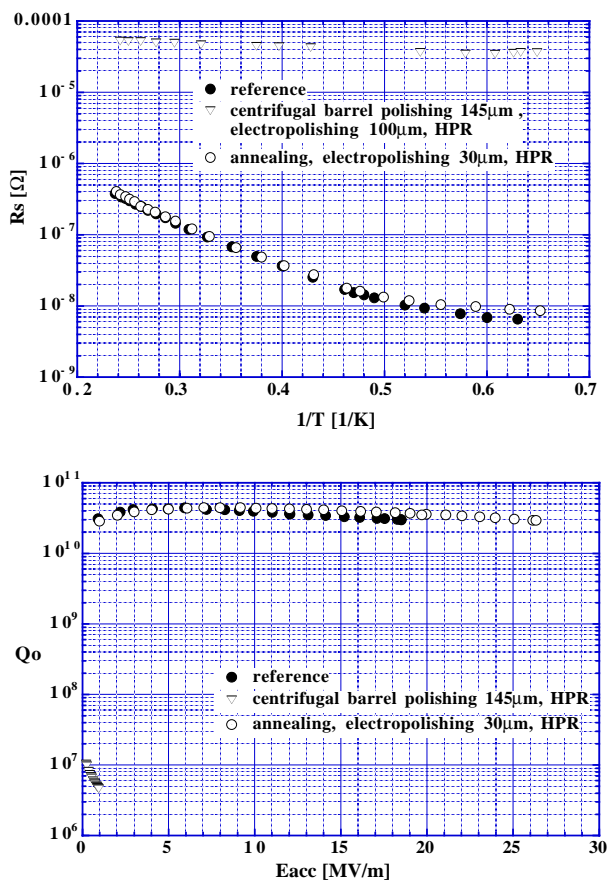


図3：遠心バレル研磨を前処理としたLバンド単セル空洞の性能測定結果

した単セル空洞の遠心バレル研磨で、バレル研磨の高速化に成功し昨年の本研究会で報告した^[2]。

この空洞はすでに空洞性能が多数回測定され、加速電界が18.5MV/mに制限されることが分かっていた(図3の●)。その理由は、この空洞を製作する時に電子ビーム溶接に失敗したと推測される。この単セル空洞を遠心バレル研磨にて平均145μm研磨した後、ビームパイプを付け直した。電解研磨100μm、高圧洗浄を施し性能測定をしたところ、残留抵抗が通常より4桁大きく酷い水素病であった(図3の▽)。従来法と同様に水素病が発生することが確認された。この後、水素病を克服するため水素脱ガス真空アニール、電解研磨30μm、高圧洗浄の処理を加え、再度性能測定を行った。最大加速電界26.3MV/mが達成され、遠心バレル研磨を前処理としても性能上問題ないことが実証された(図3の○)。

4. まとめ

1) 遠心バレル研磨を前処理としたLバンド単セルニオブ空洞で、残留抵抗8.3nΩ、最大加速電界26.3MV/mの高性能が達成された。

2) 遠心バレル研磨、電解研磨100μmで水素病が発生し、水素脱ガス真空アニールで改善された。

3) Lバンド3セルニオブ空洞に遠心バレル研磨を適用し、8時間で平均43μm(研磨重量より)の高速化に成功した。

5. 謝辞

加速空洞の性能測定に使用した液体ヘリウムの供給について、KEK低温センターの方々に、空洞の溶接等で工作センターの井上先生に、また、単セルニオブ空洞の遠心バレル研磨試験等で株式会社TKXの皆様大変お世話になりました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

- [1] K.SAITO et al., “超伝導ニオブ超伝導空洞に於ける機械研磨の役割”, Proceedings of the 21st Linear Accelerator Meeting in Japan, July 12-14, 2000
- [2] T.HIGUCHI, K.SAITO et al., “遠心バレル研磨のニオブ空洞への適用”, Proceedings of the 25th Linear Accelerator Meeting in Japan, July 12-14, 2000