

## 超伝導加速空洞製造の取組み

エンジニアリング

SATテクノロジー・ショーケース2015

### ■ はじめに

高エネルギー加速器研究機構(KEK)では、国際リニアコライダー計画に向けて、超伝導加速空洞の製造技術の研究開発を推進している。KEK機械工学センターでは、機構内の各研究所・施設からの加工依頼や支援業務依頼に応えながら、ニオブ製超伝導加速空洞の完全な内製化に向けた取り組みを行ってきた。

ここで考えている超伝導加速空洞とは、超伝導物質であるニオブによって作られた特殊な形状のパイプで、荷電粒子を加速する為の高周波(RF)を内部に蓄え、中を通過する粒子を効率的に高エネルギー状態に加速する事を目的とした物で、実際の使用時は、超流動ヘリウム環境(絶対温度2.0K以下)での運転が想定されている。

この様な特殊な状況の下で動作する超精密実験装置としての「加速器」の中心的構成要素となる超伝導加速空洞の製造に関する、機械工学センターにおける研究開発の様子について、以下に紹介する。

### ■ 活動内容

#### 1. ILC空洞の内製化

将来計画としての国際リニアコライダー(ILC)では、500 GeVと言う、非常に高い重心系エネルギーを達成する為に、1万本を越える超伝導加速空洞が必要とされる。KEK機械工学センターでは、このILC加速器の要求水準を満たす空洞の完全な内製に成功しており、現在もその開発技術の高度化に向けた取り組みを行っている。

#### 2. 各種試験空洞の製作・評価

空洞製作技術向上の為の研究の一環として、成型方法を変えた空洞の製作や、従来と異なった素材特性を持つニオブ材での空洞製作とその性能評価も積極的に行っている。

##### ●液圧成形空洞

従来のプレス加工で作られた2つの部品を電子ビーム溶接工法で溶接する方法ではなく、一本のパイプ材を油圧で変形させて空洞形状を形作る手法。

##### ●大粒Nb材を使った空洞

鍛造で細粒化されたNb材ではなく、結晶粒界が10cm以上もある特殊な素材を使った空洞製作。

##### ●空洞用プレス金型の改良

空洞の製作にはプレス金型が必要となるが、この金型の形状を最適化する事によって、空洞作成に必要な

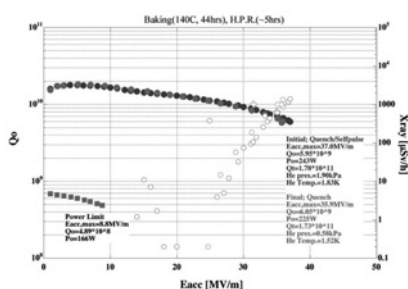
作業工程の低減化を図り、より高いコストパフォーマンスを引き出す工夫を行う。

#### 3. 放射光加速器への応用

KEKでは、より優れた放射光光源としてのエネルギー回収型ライナック(ERL)加速器の実現に向けた開発研究を現在行っており、試験加速器であるcERL用の超伝導加速空洞の開発に対して、機械工学センターは技術協力を行っている。

### ■ 電子ビーム溶接機について

超伝導加速空洞の材料となるニオブは、絶対温度9.2K以下で超伝導転移を起こす。また表面は非常に酸化し易いと言う特徴がある。通常の溶接工法では、純度を損ない超伝導加速空洞としての機能が得られなくなる為、真空中での電子ビームを使った溶接加工が必要となる。KEK機械工学センターでは2011年に電子ビーム溶接機を備えた空洞製造技術開発施設(CFF)を竣工し、加速空洞の完全内製を達成する事に成功した。



代表発表者 清水 洋孝 (しみず ひろたか)  
 所属 高エネルギー加速器研究機構  
 機械工学センター 博士研究員  
 問合せ先 〒305-0801 つくば市大穂1-1  
 TEL:029-864-5200 ext. 4875 FAX:029-864-5590  
 hirotaka@post.kek.jp

■キーワード: (1)超伝導加速空洞  
 (2)電子ビーム溶接  
 (3)国際リニアコライダー計画