

# MANUFACTURING OF THE APS CAVITY FOR TRISTAN MR

A. TAKAHASHI\*,  
K. TAKADA, Y. YAMAZAKI, H. MIZUNO, T. KAGEYAMA, Y. MOROZOMI, M. AKEMOTO, T. HIGO

National Laboratory for High Energy Physics  
\* Mitsubishi Heavy Industries Ltd.

## ABSTRACT

52 APS-cavity units were installed in the TRISTAN MR. The dimensional accuracy was required for every cavity in order to obtain the designed frequency.

As the result of measuring the frequency, we confirmed that the specification was satisfied. Manufacturing method and frequency deviation are reported.

### 1. はじめに

トリスタン主リングは、18セルのAPS型加速空洞が52ユニット設置されている。

1ユニットは電氣的に結合した9セル空洞を2台機械的に結合したものである。

各ユニットは、定められた共振周波数となるよう、製作精度が厳しく要求され、特にそのバラツキはできるだけ小さくする必要がある。

全ユニットの製作を完了し、目標周波数をほぼ達成したので、製法、周波数結果について報告する。

### 2. 空洞の構造

ユニットの全体図を図1に、内部構造を図2に示す。空洞本体は、各セル（加速セル、結合セル）を2分割した短胴を製作の後、それらを溶接にて一体化した構造となっており、空洞内面は電気伝導の良い銅メッキを、又、外周部には高周波入力時、昇温による変形が最も少なくなるよう電算解析にて形状、位置を決定した水冷チャンネルを設けている。

図3、4に最終の電算結果を示す。

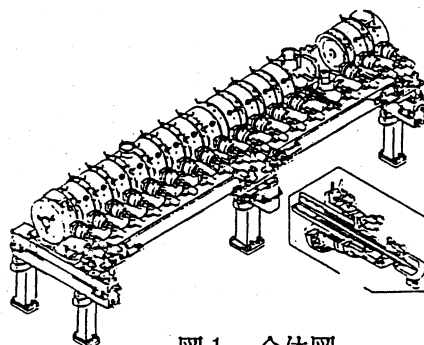


図1 全体図

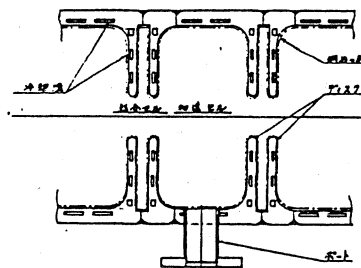


図2 内部構造図

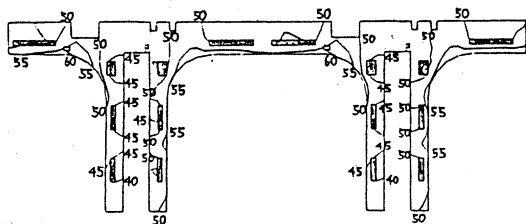


図3 温度分布

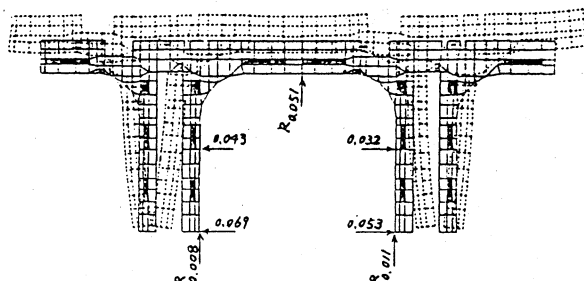


図4 熱変形

### 3. 要求品質

空洞は共振周波数 508.58 MHz で作動する。

- 1) 加速セルには可変チューナが設けてあり、周波数の最終微調整を行う。しかし、周波数はチューナ移動量に対し直線的に変化しない。一方9セルのチューナは連結しているため全セル同じ量の調整しかできず、そのためセル間の周波数が一致していない場合、結合セルに電力が入りQ値を劣化する。<sup>1)</sup>
- 2) 高調波モードによるビームの不安定性を避けるため、52ユニットの高調波モードの周波数を主リングの回転周波数の2倍のあいだに均一に分布させる必要がある。このため加速セル内径は各ユニットで変える必要がある。<sup>2)</sup>
- 3) シンクロ、ベータトロン共振の強さを低減するためビームホールは0.1mmの同芯度が必要となる。<sup>3)</sup>

### 4. 製作方針

周波数の寸法依存性は図5となっている。要求品質を確保するためには、高精度で、しかも各セル間のバラツキが少ないことが要求される。しかし構造上製作時の変形は避けられない。そこで、機械加工、メッキ、溶接の各作業について、テストピース、電算解析等にて変形量を把握し、変形MIN化のための改善を実施し、実機においては、各セル間の周波数バラツキを目標値±100KHZ以内とすることとした。

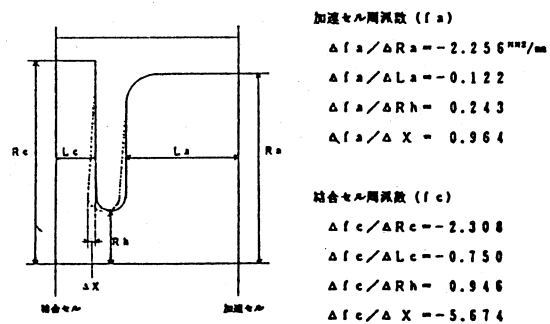


図5 周波数の寸法依存性

### 5. 実機の製作

実機の製作にあたっては、

- 1) 納期上の問題(約2年間で全ユニットを完成する。)
- 2) 製作数量の多さ(52ユニットは単一短胴数で1820個となる)および
- 3) 品質の安定化のために専用の製造ラインを設けた。特に品質確保のため、中間工程中にチェックポイントを設け、専用計測器による全数検査を実施した。又、周波数への影響が大きい銅メッキ及び溶接については次の配慮をした。

#### ○ 銅メッキ

空洞内面は膜厚100μmの銅メッキを施工することとしたが、全面が均一な膜厚となりしかも全セルでのバラツキが少ないことが要求される。このため、ワークは専用回転装置にセットしての回転メッキとした。又、複雑な形状からくる不均一膜厚の防止及び良好なメッキ性状を得るため電算解析及びモデルテストにて形状を決定したシャヘイ板をワーク外周に取付けた。

## ○ 溶 接

内面銅メッキのため、溶接は胴外周部となる。しかし、内面は電氣的な接触が必要なため所定の接触圧が要求される。また、目標周波数を得るためには、溶接による変形が少なくしかもそのバラツキをおさえる必要がある。このため、開先形状を考慮の上溶接は自動TIG溶接にて施工した。<sup>4)</sup>

## 6. 結 果

実機における各工程での周波数バラツキは表1となり目標周波数を達成した。これは、機械加工、メッキ、溶接の各作業について寸法精度を厳しく管理した結果といえる。

工 程	加速セル周波数 $f_a$	結合セル周波数 $f_c$
加速セル溶接前 ↓	目標値 $\pm 1.8$ KHZ	目標値 $\pm 2.2$ KHZ
加速セル溶接 (溶接効果) ↓	$+2.23 \pm 2.0$ KHZ	R 側 ..... $-8.4 \pm 6$ KHZ L 側 ..... $-11.78 \pm 2.7$ KHZ
加速セル溶接後 ↓	目標値 $\pm 2.2$ KHZ	
結合セル溶接 (溶接効果)		$+2.67 \pm 1.2$ KHZ

表1 周波数結果

◎ 製作にあたっては高田、山崎先生をはじめとするKEKの諸先生方の御指導を戴き、感謝致します。

- Ref. <sup>1)</sup> Y.Yamazaki et. al., Part. Accel. to be published.  
<sup>2)</sup> Y.Yamazaki et. al., TRISTAN Design Note TN-85-002.  
<sup>3)</sup> k.Akai et. al., Proc. 13th Int.Conf.High Energy Accel.,  
 August (1986), Novosibirsk, USSR  
<sup>4)</sup> S.Imagaki et. al., DISK-AND-WASHER CAVITIES FOR AN ACCELERATOR