

1 GeV リニアック検討資料

1 GEV LINAC DESIGN NOTE

題目(TITLE) DTLタンク供試体接合試験結果の検討

著者(AUTHOR) 内藤富士雄

概要(ABSTRACT)

DTLのタンクを接合する試験を供試体を使用して行った。接合方法はボルトと溶接である。外形寸法の直接測定の外に、各種共鳴モードの周波数とQ値を測定し、接合の良否判定の材料とした。

溶接接合の試験はタブを24個使用して行い、その結果RF的にも、真空シールの面でも問題はなかった。(TM₀₁₀のQ値は計算値の92%あった。)

しかしボルト結合は結合部のフランジが前回までの実験で歪んでしまっているため、真空シール用のOリングなしでも、締め付けトルクを上げるとQ値は低下してしまった。改修しないと次の実験はできない。

KEY WORDS: Ion Source, RFQ, DTL, Magnet, Monitor, Beam Dynamics, Transport, Vacuum, Cooling, Klystron, Low Level RF, High Power RF, Modulator, Control, Operation, Radiation, Others

D T L 供試体試験結果報告

1991/06/14 K E K 内藤富士雄

5月の23、24日にKEK、南実験室に於てDTLの溶接及びボルト結合供試体の試験を行った。以下その時のRF測定（Qと周波数）から得た結果をまとめておく。

*結論

1. 溶接結合供試体

C-1タブ24個によるRF的結合は低電力での実験に関する限りは十分である。今回も今までと同様に、TM010モードのQ値は理論値の92%はあり問題はなかった。真空シールも問題なく働いた。（ 10^{-10} 台でリークは観測されず。）

今後は実際にDTを設置してその変位の有無を調べる段階になる。

2. ボルト結合供試体

結合部のフランジが完全に歪んでしまった。6φのOリングを使用したQ値はトルク225kg*cmで締めても23%しかなかった。現在のフランジではこれ以上の試験は無理である。問題点は イ) フランジにボルト用の割が入っているため強度が不十分である、ロ) ボルトの位置が溶接タブに比較して外側にある、事である。これらの点を改修する必要がある。

*結果

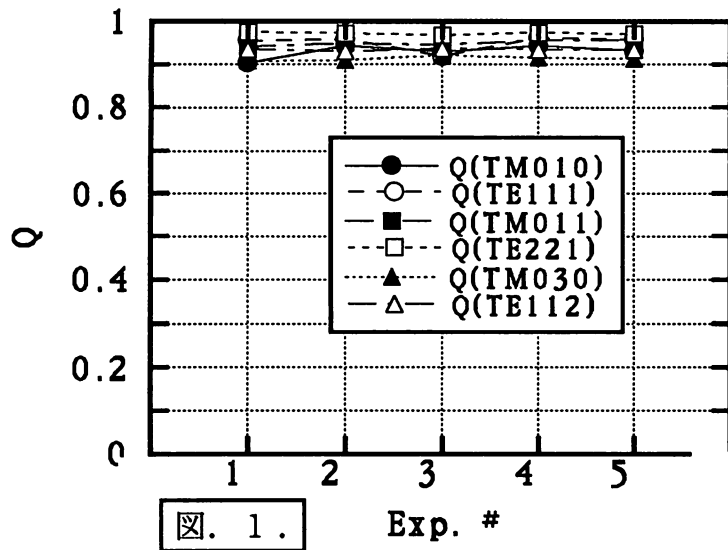
1. 溶接結合供試体

図1～6までが溶接結合供試体の測定結果である。そして図1～3までがまずタブを付ける以前の真空シールまでの結果である。図1はQ値、図2は半径方向の寸法変化、図3は厚み方向（z方向）の寸法変化を示す。Q値は理論値に体する比率、寸法変化はマイクロメーター単位でプロットしてある。Q値はカップリングの補正、寸法変化は温度補正をしてある。

図1～3の横軸の番号は下記の作業内容に対応する。

- 1：端板ボルト締めトルク 215 kg*cm、接合部ボルト締めトルク 175 kg*cm
- 2：端板ボルト締めトルク 215 kg*cm、接合部ボルト締めトルク 225 kg*cm
- 3：トルクは2と同じ。真空シール終了。ただし内部は大気圧。
- 4：内部をHeリーク検出器で真空に引く。
- 5：大気圧に戻す。

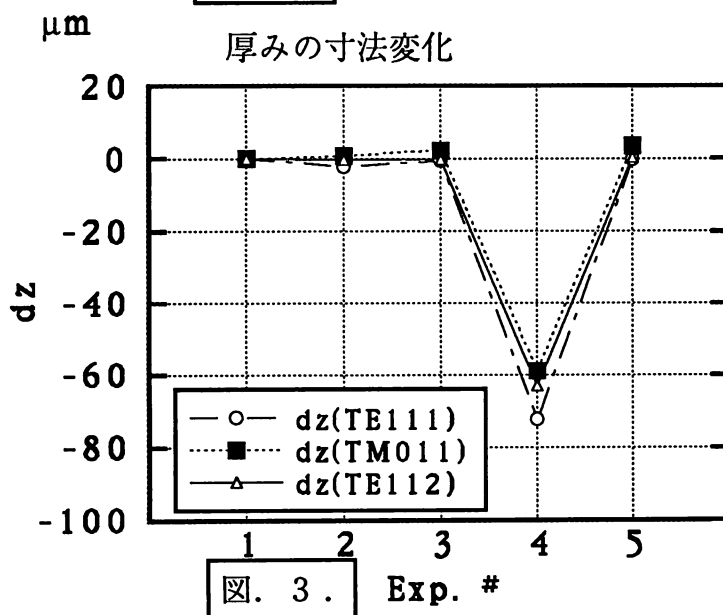
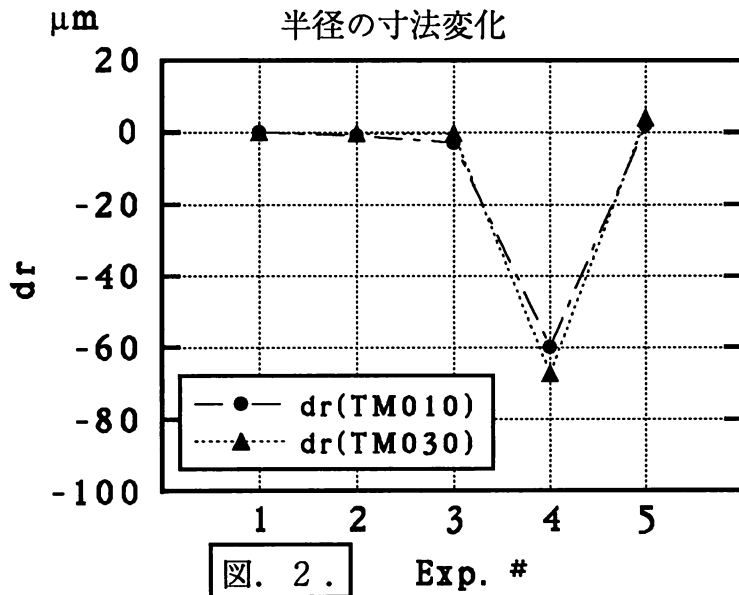
Q値は測定した全てのモードで90%を越えている。つまり端部も中央部もRF的な接触は保たれており、かつTEモードが分離していない（Q値が高い）ので全体に歪みも生じ



ていない事が分かる。

図2と3で行程4の真空リーク試験の際、全体が縮んでいる事が分かる。その前後では寸法変化はない。

半径方向及びZ方向共に真空に引いた際60 μm と同程度変化している。半径方向の変化は大気圧によりZ方向が縮みRF接触面の面圧が上昇したため、広い面が当たりはじめた。それが平均半径の減少という形で現われたのだと推測される。



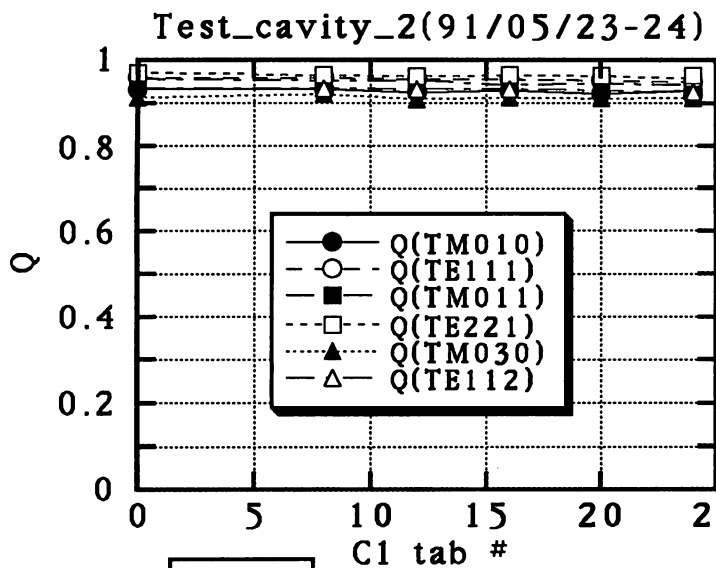


図. 4.

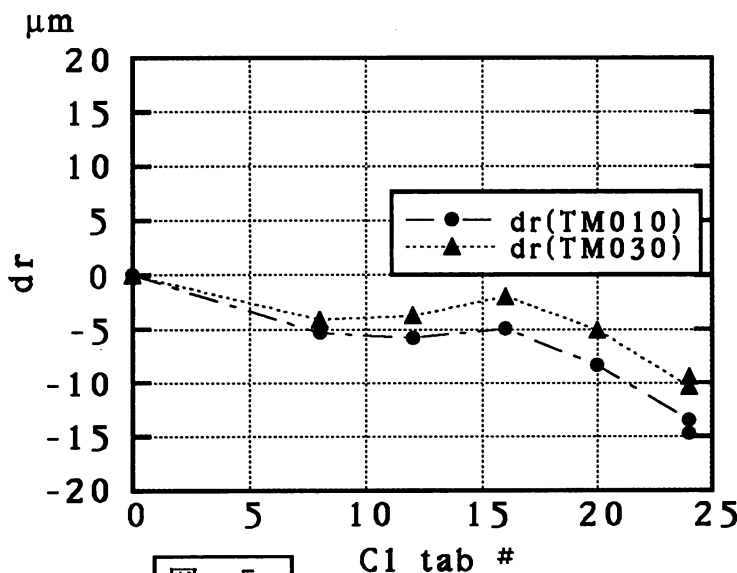


図. 5.

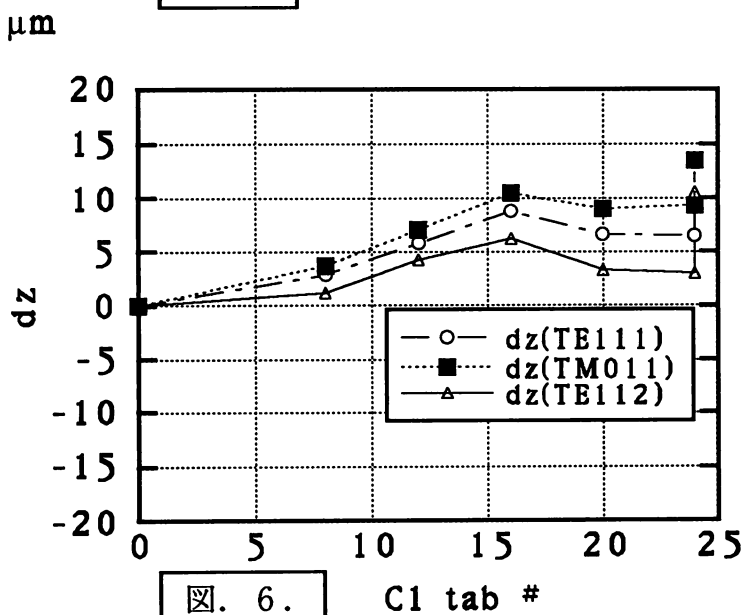


図. 6.

C-1 タブの数を0, 8, 12, 16, 20, 24 個と増やしていきながら周波数と Q 値の測定を行った。Q 値はタブの数に関係なく一定であった。今回は以前に観測された TE モードの分離も観測されず全モードとも 90~95% と良い値を示した。

寸法変化はタブ数と共に半径は減少、厚みは増加傾向を示す。半径の減少は面圧増加による接触面の増加が原因であろう。厚さが増加したように観測されるのは端板の周囲がタブで引きつけられたため端板中央部が逆に外に出っ張ってしまったためである。

半径方向の変化による周波数変位量はチューナーで問題なく補正できる範囲である。(36KHz)

厚み方向も各部の機械加工精度と同程度であり、影響は無視できる。

タブ数24が最大であり、溶接後ボルトをはずしている。タブ数24の測定値が2組あるのはボルトのない場合もプロットしているからである。このときボルトによる拘束がなくなるため厚さは急に5 μ m程度増加してる。半径方向は誤差範囲内で無変化である。C-1 タブ 24 個分の力が RF 接触面に加わる力の大部分であり、これに比較するとボルトからの寄与は無視できる事が分かる。

2. ボルト結合供試体

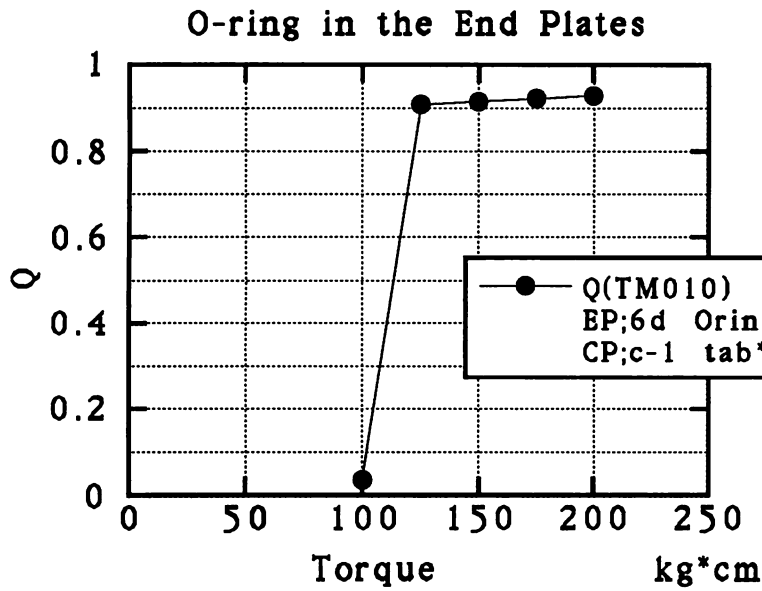


図. 7.

図7はボルト結合供試体の試験に先立ち6φの細いOリングの効果を溶接結合供試体を用いて調べた結果である。溶接結合供試体の端板部のみは1.2mm厚の座金を2枚と6φのOリングをいれて端板ボルトの締め付けトルクとQ値の関係を調べた。結果は図の様にトルクが125kg*cm以上でQ値は90%以上になる。端板の締め付け条件はこれで確認された。

次に上記の条件でボルト結合供試体の端板部を組み、まず中央部フランジにOリングを入れずに中央部ボルトの締め付けトルクとQ値の関係を調べた。最初低いトルクでは十分なQ値がでたがトルクを上げるとQ値が減少してくる。フランジが変形しはじめてRF接触面の面圧が低下してくるためと推測される。

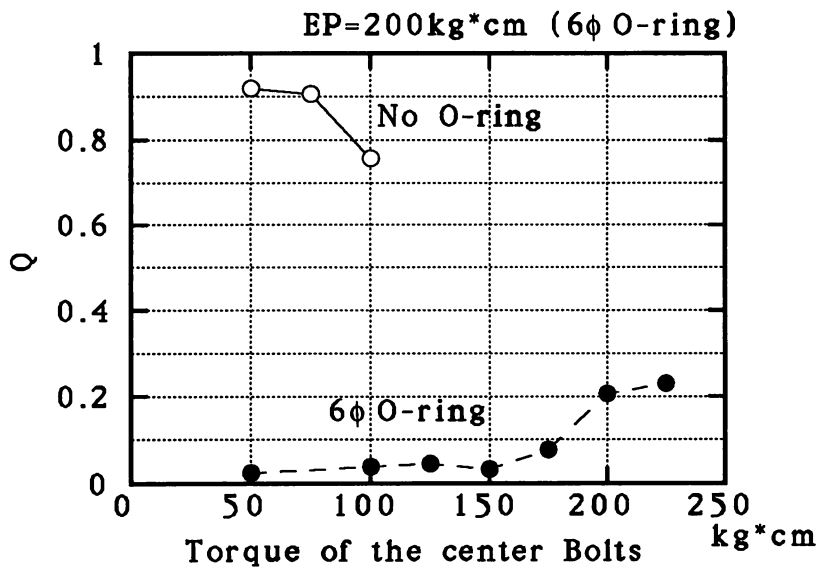


図. 8.

Oリングをいれると今回の様に細い物であっても図8の●の様に全くQ値は上昇しない。Oリングを支点にしてフランジが歪んでしまっただけでRF接触面に力が加わっていないらしい。

これ以上の作業は無意味と判断し測定を中止した。