

21-P1

KLYSTRON EXPERIENCE

Shigekazu URASAWA

Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University

1-2-1 Mikamine, Taihaku-ku Sendai 982 Japan

ABSTRACT

The TOHOKU LINAC has been in operation for approximately twenty-seven years and about 65,000 hrs.. Life of the klystrons are 4,343 hrs.. MTF (mean time to failure) and MTBF (mean time between failure) of the klystrons are reported.

クライストロンの使用状況

1, はじめに	最大定格	最大運転値
東北300MeVリニアックは学内共同利用マシンとして1967年から約65,000時間運転された。この間のクライストロンの延べ使用時間はほぼ24万時間となった。この間の使い方や寿命などを報告する。	ビーム電圧(KV) 270	240
	ビーム電流(A)	250
	尖頭出力(MW)	26
	平均出力(KW)	32
	パルス幅(μ s)	11
	デューティ(%)	2
		1.2

2. クライストロンの性能

リニアックはフランスのトムソン・バリアン社製のTV-2014、5本を用いることで設計された。66年度に5本、67年度に2本、68年度には3本のTV社製を購入して運転を行った。TV社と技術提携をした三菱電機(株)は同規格のものを67年には試作に成功し、68年度に最初の製品が納入された。その後は現在まで三菱製が使用されている。設計時からカソード物質の変更、冷却水系などの改良が加えられたが、定格はそのままである(第1表)。

3. クライストロンの使い方

クライストロンは高価で維持費に占める割合が高いのでもし修理が可能なら修理して少しでも長く使うことを考えた。67年から72年の6年間この使い方を実行した。丁度テレビの出始めのブラウン管のように。しかし修理可能な条件に合う故障はあまりなくむしろ結果的には予防的な修理を行い寿命の伸びは予想より少なかった。かえってこのための取り替え作業が多く作業ミスを誘発することもあり再検討を迫られた。しかし修理の工程で品質向上のための情報が得られた。この期間を品質向上期とする。

このころになると初期故障もなくなり安定な動作をするようになった。そこで入れ替えをせずに

第1表 PV-2014Bの最大定格と最大運転値

どのぐらい使えるかテストをした(73年)。結果は約1万時間故障しなかったので75年からこの方式にした。品質安定期である。

4. クライストロンの故障原因

クライストロンの故障原因を第2表に示す。

第2表 クライストロンの故障原因

	件数	故障	修理
電子銃	11	1	10
絶縁ガラス	4	3	1
出力窓	8	8	
冷却水漏れ	11	11	
真空	1	1	
その他	2	2	

電子銃の故障はヒーター断線、修理に試作品の1本を含む。出力窓は人為ミスによるもの2本を含む。冷却水漏れは初期故障(製作時に原因があった)2本を含む。真空は初期故障(エージング不足)。故障原因を1本1本調査し改良をした結果、75年からは初期故障は起こっていない。

5. クライストロンの平均故障寿命(MTTF)

MTTF(mean time to failure)はシステムを構成している部品の耐久性を示す値である。しかも修理不能の故障(寿命)についての定義で、修理可能の場合は除かれる。トムソンバリアン社製は

$$MTTF(TV)=8,182\text{Hr}/4=2,046\text{Hr}$$

三菱製は

$$MTTF(\text{三菱})=130,058/12=10,838\text{Hr}$$

最近10年間の三菱製は

$$MTTF(\text{三菱}10\text{y})=88,023.7/6=14,670\text{Hr}$$

この値はクライストロンの寿命を表す。

6. クライストロンの平均故障間隔(MTBF)

MTBF(Mean time between failures)はその

ものの故障が予想される時間間隔をいう。

$$MTBF=239,600\text{Hr}/37\text{本}=6,476\text{Hr}$$

最近10年間のMTBFは

$$MTBF(10\text{y})=95,900/6=15,983\text{Hr}$$

クライストロンの年延べ使用時間は約1万時間であるから、この値から1年半で1本の故障が発生することが予想される。

7. 結言

マシン完成後10年間(~76年まで)の受け入れ本数は48本で、使用方法を変えたその後の18年間は7本である。現在は2年に1本の購入をしている。PV-2014が東北のみで使われているのでどうしても割高になる。将来他のマシンで使われそうもなければ、他の機種に変更することを検討する必要がある。

参考文献

- 1) S. URASAWA, "KLYSTRON EXPERIENCE" Proc. of 8th Meeting on Linac (1983) 26
- 2) T. ONODERA et al, Proc. of 5th Meeting on Linac (1980) 57
- 3) T. ONODERA et al, Proc. of 1st Meeting on Linac (1976) 18