

〔 連 載 〕

電気の世紀へ 第30回

< 真空管電圧計 - Moullin Thermionic Voltmeter - >

松本 栄寿
Eiju Matsumoto

真空管はどのような計測器に使われただろうか。どんな効果があったのだろうか。

無線電信、ラジオ放送の出現は、周波数やアンテナから放射する電界強度などを、現場で測定する必要にせまられた。そうした高周波を「はかる」には真空管を組み込んだ測定器が使われるようになった。測定範囲が数100kHzまで拡大され、測定に要する時間も短縮され、簡単な操作で測定が出来るようになった。基本となる真空管電圧計は、イギリスのEric Balliol Moullin (1893 ~ 1963) の1922年の発明である。

1. 真空管電圧計と発明者

以前は高周波電圧は静電電圧計(象限型)で計った。長い円筒型の電極の中央に細い電極線を下げた構造である。上部にはミラーが貼り付けられ、ミラーの反射から電圧を知った。静電電圧計は垂直に立てる必要があり、測定には長い時間を要した。扱いにくく、現場ではとても使用できなかった。

真空管電圧計に求められた特性は、

- ① 直流計器同様ポータブルであること、電源も簡単に運べること。
- ② 校正が簡単で、長時間有効であること。
- ③ 高感度、高入力抵抗であるばかりでなく、高周波まで波形の影響を受けず、RMS(実効値)が目盛から読み取れること。

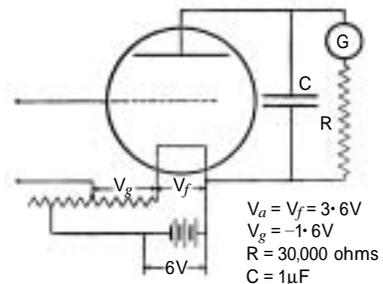
初期の高周波測定器をまとめた書は多くない。参考文献にあげた書は、真空管電圧計の発明者モーリンの著書 [Radio Frequency Measurements (1926)] である。それまでの散発的に発表された論文を体系的にまとめた書である。モーリンはマンチェスター技術学校で学び民間会社に勤めるが、オックスフォード、トリニティカレッジで学び、のちケンブリッジで教授となりIEE(英国電気学会)の会長を務めた。実用性を

重んずる人物で同級生の間でも講義のうまいことは評判があった。

真空管電圧計は、英語では [Thermionic Voltmeter] あるいは [Valve Voltmeter] と呼ばれ、日本では「バルボル」と愛称がつけられた。1945年ころまでに、真空熱電対で基準電圧を得る手法が確立されるが、真空管電圧計は手軽な高周波電圧の基準と言ってもよかった。

2. 構造・特性と使用手順

第1図に基本回路を示すが、プレート検波を利用したA型電圧計回路である。周波数は100kHz程度まで1.5%の精度で使えた。ケンブリッジ科学機器社から製品として発売され、後には、グリッド検波を使用したC、D型(二重レンジ)ピーク電圧と平均値電圧を切り替えるE型、P型(プローブ付き)なども作られた。目盛は90Hzの低周波で校正され、その目盛りを高周波まで使用した。実験としては30MHzまで確認されている(第1図)。

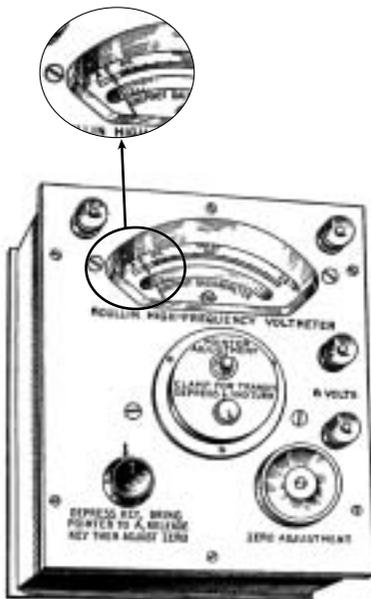


第1図 モーリン電圧計

プレート検波方式では、グリッドには約-1.5Vのバイアス電圧を加えている。真空管は当時開発されたナス管と呼ばれる大型の直熱フィラメント管である。電

源には鉛蓄電池が6Vの積層乾電池が使われた。標準型の測定範囲はフルスケール1.5Vrmsで、入力抵抗は約0.5MΩである。それまでの可動コイル電圧計に比べて高インピーダンスで、高周波回路に直接つなぐ測定が可能になった。

しかし、ポータブルとは言え、使用するには一連の手順が必要であった。第2図で説明すると、まず入力端子(上部)を導線でショートする。電源を加えてから、指針が目盛り[0]になるようにZERO調ボリューム(下右)で調整する。電源オフの時には指針は一番左の目盛り[A]にある。測定準備が出来たときに、端子のショート線を外して測定点につないで値を読む。なお[A]は、指示メータの機械的なゼロ点で必要に応じて中央上のつまみで調整した。



第2図 外観と操作法(A型)

フィラメントの破損を防ぐため、電圧は4~5Vに保った。その条件では管の寿命も長く、特性の経年変化も少なかった。このようなバルボルは、1930年代末までには米国のバラタイン、GR社、RCA社などから発売され、日本でも桑野電機、横河電機などで製作された。日本製にはナス管UX110が採用されていたが、なにしろ真空管は高価であった。精密計器が75円なのに、バルボルはその3倍以上の240円もした。

3. アクティブ素子と計測器

第3図に現代に到るアクティブ素子の歴史的な展開を示す。左下のナス管、つぎのST管、GT管、ミニ



第3図 現代に到るアクティブ素子の展開
一番左は大型ナス管、右へ行くに従って、ST管、GT管、mT管とつぎ、半導体トランジスタ、ICが見える。日本でも左のナス管UX-110を使ったバルボルが1930年代末に作られた。

エチューア管、次にトランジスタ、ICと新しい素子がつぎつぎに計測器に採用されてきた。

プレート検波を利用したモーリン真空管電圧計は、高周波交流の電圧測定を可能にした。これらは周波数測定器にも応用されてゆく。能動素子が電気測定の範囲を拡大した例である、それまでのブリッジや微妙なガルバノメータを読む測定法から、計器の目盛りを読めば値の知れる計測器への脱皮である。

それでも、すでに説明したように、バルボルで測定するには一定の手順が必要であった。現代の目からするとまことに不自由な測定器である。やがて、測定の都度のゼロ点調整も不要になって、平等目盛りのリニアな計器が生まれるのは、負帰還回路や差動増幅回路が実用化されてからである。

その実現は、真空管やトランジスタなどのアクティブ素子の発展と強く結びついている。新しい能動素子の出現は、新しい回路を生み出し、それを採用した計測器は、性能が上がりより使いやすくなった。より高度の測定もできるし、実験ができる。そこから新しい機能が生まれた。つまり相乗効果があり、お互いにメリットを生み出して、エレクトロクスの発展の原動力となった。じつに興味ある現象である。これについては稿を新たにしよう。

<参考文献>

- (1) E. B. Moullin, "Radio Frequency Measurements", Charles Griffin & Company (1926)