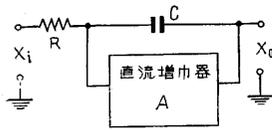


低速度型電子管式積分器の試作

森 大吉郎・荘 司 敦

低速度型電子管式微分解析機（アナログ・コンピュータ）の重要な要素である積分器は、それが1, 2台でも出来れば、たとえ精度はあまり良くなくてもわれわれの振動問題の計算には非常に役立つので、試作を行った。以下その概要と棒の横振動の計算例とを述べる。



第1図 積分器

積分器は第1図のように直流増幅器とC・Rより形成され、増幅度Aが充分大きいと出力電圧 x_0 と入力電圧 x_i との関係は

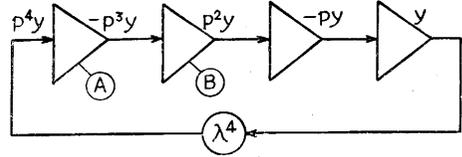
$$x_0 = -\frac{1}{CR} \int x_i dt$$

となり、時間的な積分を行うことができる。

直流増幅器としては Bell, Tel, Lab. の回路を少し改造して用いた。6SL7・6SJ7・6V6各1本で、B電源は+300V, -350V, -190Vの3種類を電子管式安定器より供給し、フィラメントはAC6.3Vで鉄共振で安定化したもので間に合わせている。フィードバック無しでの増幅度は約25,000、零点の安定性はあまり良くないが、演算器として働かした場合には1分間程度の計算時間内での変動は一応無視出来そうなので、その改良は将来に残してある。

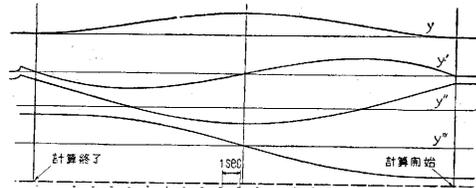
積分器として第1図のように結線した際に、積分の性能を支配する主なものは(1)直流増幅器の零点の安定性、(2)その増幅度A、(3)容量Cの性能（漏洩抵抗 R_L 、吸収現象）等であるが、(2)および(3)のA、 R_L による影響は次式で判断できる。すなわちAおよび R_L による積分誤差 ϵ は $\epsilon = \tau / (ACR + CR_L)$ (τ : 計算時間) で示される。A=2×10⁴, C=0.5μF, R=1MΩとすると計算時間 τ が100秒でのAによる積分誤差は1%となる。これと同程度の誤差に止めるためには R_L の値は10¹⁰Ωは必要となる。このように R_L が高く、かつ吸収等の少いコンデンサーはなかなか得られないが、現在は国産のポリスチレン系の容量(0.5μF)を使っている。試作積分器1台では上記の誤差 ϵ は計算時間100秒で1%以下の範囲にはおさまっているようである。

この積分器4台を組合わせて均一棒の横の1次の固有振動を計算してみた。両端固定棒の場合には、第2図のように積分器を組立て、初期値AおよびBの比を適当に調節すると、計算時間L秒で初期値および終極値をそれぞれ棒の両端の境界条件に適合させることができ、



第2図

「両端固定棒の固有振動」結線図 ($d^4 y / dx^4 = \lambda^4 y$)



第3図 両端固定棒の振動形(1次)

y : 撓み, y' : 傾斜, y'' : 曲げモーメント, y''' : 剪断力, 第2図の各積分器の出力電圧を電磁オシロで記録したもの。

その際の λL を測定すれば固有値が求まり、同時に撓み・傾斜・モーメント・剪断力図が第3図のように記録される。

同様に各種の境界条件の均一棒の横振動を計算した結果を第1表に示す。

第1表 棒の固有振動の計算例(1次)

$$\text{振動数: } 2\pi f = k^2 (EIg / A\gamma l^4)^{1/2}$$

境界条件	k の 値		境界値の比		計算時間
	計算器	正 解	計算器	正 解	
両端支持	3.15	3.14	-0.0324	-0.0335	17.1 秒
片持梁	1.89	1.875	-0.114	-0.111	12.5 秒
両端固定	4.74	4.73	-0.198	-0.198	23.5 秒
両端自由	4.78	4.73	-0.199	-0.198	23.7 秒

今後は積分器の増加・掛算器の試作等を行う予定である。第3部野村民也助教授よりは常に多くの助言と助力を得ている。(1955. 3. 20)

文献: G. A. Korn & T. M. Korn, "Electronic Analog Computers", 1952.