

# 衝撃波用回路に就いて (其の一)

井 上 浩

Pulse Transmission Circuit (Part 1)

Hiroshi INOUE

In this paper, the relation between the attenuation and transient of the pulse transmission circuits is treated. Deviding the attenuation frequency character into step function, Si function is used, and the approximate values of the transient are obtained step by step. And with Poisson—Stieltjes integral, the realization to the ladder circuit of this function has been made.

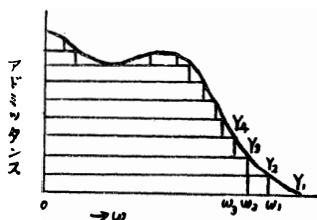
## 1. 緒 言

衝撃波を伝送する回路に於いては、例えば線路及び真空管に於いては 必然的に容量を含むものであり、従つて波形を忠実に伝送するためには、此の容量を補償する必要があり、誘導を附加して行つて居る。此の回路の諸定数が与えられる時には 此に対する過渡現象は数値計算に依り求められるが、本文では此を減衰特性が与えられた場合に此の過渡現象を求めて、波形の忠実伝送を論じようとするのであるが、測定するのは減衰特性位相特性であるので此の方が実際に近いものである。また此の減衰特性が与えられた時に此を梯子型回路に実現する方法に就いても述べて居る。其の二に於いては、衝撃波伝送用変成器の鉄心の厚さに就いて論ずる予定である。

## 2. 低域濾波器の忠実波形伝送

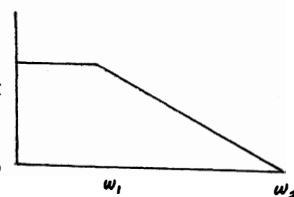
忠実に波形を伝送する回路として低域濾波器の減衰特性はどうなるかを取扱つて見る。

低域通過回路の伝達アドミッタンスを分割して第一図の様にすると、分割された  $Y_1, Y_2, \dots$  のアドミッタンスを有する回路の切断面周波数を夫々  $\omega_1, \omega_2$  とする。此の  $Y_1$  なる量を切断角周波数  $\omega_1$  の時に Heaviside の Unit step を加えた時には過渡現象は  $|Y_1| \text{Si}(\omega_1 t)$  で表わすことが出来る。茲に Si は sine integral である。



第 1 図

重疊の理に依つて各  $Y_n$  に対して此を附加するとよい。然して合成波形が忠実波形伝送するためには電流確立に最も早く到着すればよいので、第二図の様に最も簡単の場合には  $\omega_1$  と  $\omega_2$  との比を 6 に取れば電流確立の漣が 1% 以下になる。



第 2 図

## 3. $\omega_2/\omega_1=6$ 回路の梯子型回路への合成

前節の關係を利用して振巾特性を Fourier 級数で近似し、第二項までで打切ると次の様になる。

$$A(\omega) = \frac{1}{2} \left\{ 1 + \cos \left( \frac{\omega}{\omega_1} \frac{\pi}{2} \right) \right\}$$

此の振巾特性に対する Heaviside の unit step の応動は

$$B(t) = \frac{2}{\pi} \left\{ \text{Si}(\omega_1 t) + \frac{1}{2} \text{Si}(\omega_1 t - \pi) + \frac{1}{2} \text{Si}(\omega_1 t + \pi) \right\}$$

となる。然るに  $\text{Si}(\omega_1 t)$  に対する Operator 式は

$$G_1(p) = \frac{2}{\pi} \cot^{-1} \frac{p}{\omega_1}$$

で与えられるから  $B(t)$  に対しては

$$\begin{aligned} G(p) &= \frac{2}{\pi} \cot^{-1} \frac{p}{\omega_1} + \frac{1}{\pi} e^{-p\pi \cot^{-1} \frac{p}{\omega_1}} + \frac{1}{\pi} e^{p\pi \cot^{-1} \frac{p}{\omega_1}} \\ &= \frac{2}{\pi} \cot^{-1} \frac{p}{\omega_1} \left( 1 + \cosh \frac{p\pi}{2} \right) \end{aligned}$$

此の回路を梯子型で実現するためには Poisson-Stieltjes の積分に導くとよいから、

$$G(p) = p \left\{ C + \int_0^\infty \frac{d\varphi(x)}{p^2 + x} \right\}$$

茲に  $\varphi(x)$  は非減少函数で

$$C = \lim_{p \rightarrow \infty} \frac{G(p)}{p}$$

又 
$$d\varphi(x) = \frac{1}{\pi\sqrt{x}} \cdot \frac{1}{2} \left( 1 + \cos \frac{\pi}{2} \sqrt{x} \right)$$

で表わすことが出来る。梯子型回路の常数を求めると

$$\frac{1}{b_1} = \int_0^4 d\varphi(x) = 1.036$$

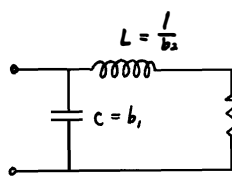
$$\frac{1}{b_2} = \int_0^4 \frac{1}{2\pi} \frac{x}{\sqrt{x}} \left( 1 + \cos \frac{\pi}{2} \sqrt{x} \right) dx = 2.14$$

となるから標準化せられた等価回路は第三図のようになる。此の数値計算結果を他の方法で求めた値

と比較して見る。永井、池田氏の衝撃波増巾器の設計に於いて、 $\omega_m =$

$\frac{1}{CR_0}$  としてあり本計算では  $\frac{R_0}{L} \cdot \frac{1}{\omega_0} = 2$  となるが、両氏に依れば

$R = 1/2 \sim 3$  となつて居る。本計算の妥当性が分ると思う。



第 3 図

#### 4. 減衰特性が図的に与えられた場合

前節の所論に依り梯子型回路として実現するには、減衰特性が Poisson-Stieltjes 積分の  $\varphi(x)$  の中に入つて来る必要がある。然るに此の  $\varphi(x)$  は現在明白な形に表現され

$$\varphi'(x) = \frac{U}{\sqrt{x}} \pi$$

で表わされる。(文献(1)の(51)式)

$U$  は減衰函数の逆数  $x$  は角周波数  $\omega$  の二乗に等しいと考えればよい。従つて減衰函数  $U$  が与えられた場合(例えば通常の Tschebyscheff の特性の場合)<sup>(4)</sup> 此の  $U$  を各 Step 函数に分解して前節の  $b_1, b_2, b_3$  の値を決定すると梯子型回路として実現可能で、最も簡単なる例に於いては他の方法よりも便利に計算出来る。此の結果は本文よりそれる故後に報告することとする。

終に御指導を戴いた工学部長石原先生及び東北大永井教授に御礼申し上げ、又一部援助を得た高橋哲次君に感謝の意を表わす。

#### 文 献

- (1) Cauer : E.N.T Jan 1940
- (2) 岡田, 井上 : 電気評論 昭和17年6月
- (3) 永井, 池田 : 東北大 火曜談話会 昭和24年6月
- (4) 高橋, 電通誌 昭26年2月