

## I-32 走行荷重をうけるランガートラス・ローゼ桁・吊橋の動的解析

熊本大学工学部 正員 吉村 虎蔵  
熊本大学工学部 正員 〇平井 一男

まえがき

この研究は梁をアーチまたは索で補強した構造物すなわちランガー橋・ローゼ橋・吊橋の動的レスポンスを求める基礎式を誘導し、若干の数値計算を示したものである。これらの橋は梁をアーチで補強する意味においては全く同じ原理にもとづく構造物であるので、ここではまずランガー橋の基礎式を誘導し、これをローゼ桁・吊橋に適用することにした。

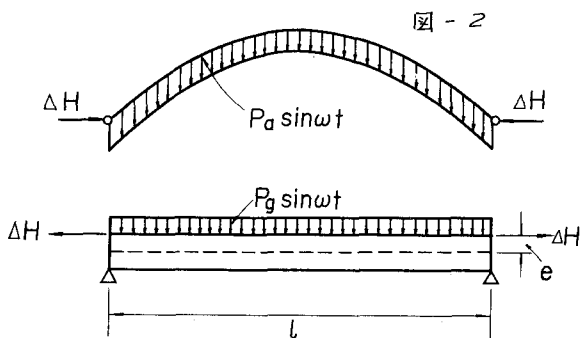
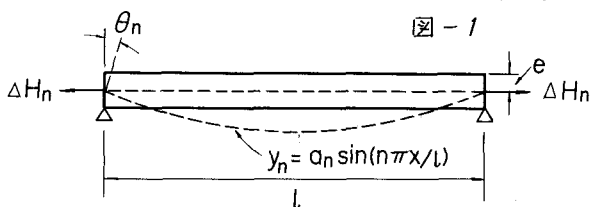
理論

筆者等はさきにランガー桁の動的解析を報告したが<sup>1)</sup>、補剛トラスを適当な曲げ剛性をもつ桁におきかえれば、ランガートラスの基礎式は簡単に求めることができる。トラスを桁におきかえる際、その断面二次モーメントの換算には注意しなければならない英があるが、その概要は当日にゆずることにした。ランガー桁は通常桁端において補剛桁圆心線とアーチ軸線との間に偏心が無いとして解析されている。ランガートラスの場合ライズに比べて桁高がかなり大きいものがあり、この場合偏心の影響は無視できないので、ここではこの偏心量 $e$ を考慮して基礎式を導く。

ランガー桁が  $y_n = a_n \sin(n\pi x/l)$  の変形をした時(図-1)、アーチ軸力  $\Delta H_n$  は次の適合条件式より求められる。

$$\Delta H_n = \frac{16EfBa_n}{l^2\pi n} \left\{ 1 + \frac{\pi^2 e}{8f} n^2 \right\}, \quad B = \frac{A_a A_g}{A_a + A_g \{ 1 + 8(f/l)^2 + 19.2(f/l)^4 \}}$$

ここに、 $f$ : ライズ、 $A_a$ : アーチの断面積、 $A_g$ : 補剛桁の断面積。



したがってランガー桁が

$$y = \sum a_n \sin(n\pi x/l)$$

の変形をしたときアーチ推力  $\Delta H$  は

$$\Delta H = \sum \Delta H_n$$

により与えられる。いまアーチを補剛桁より切りはなしたときこのアーチを安定に保持させるには

$$p_a = 8\Delta H \cdot f/l^2$$

の等分布荷重が必要である。アーチに  $p_a \sin \omega t$  の等分布周期力と  $\Delta H$  の軸力、補剛桁に  $p_g \sin \omega t$  の等分布周期力と上突縁に  $\Delta H$  の軸力を作用させながらこの二者を結合するとランガー桁となる。この時ランガー桁に作用している荷重は  $p_a + p_g = p$  なる

る等分布荷重である。自由振動時には外力は零という条件を用いると振動数方程式をうる。

$$\text{すなわち, } -1 = \frac{5/2 E f^2 B}{P \pi^2 l^2} \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{1}{n^2 (\omega_{gn}^2 - \omega^2)} \left\{ 1 + \frac{n^2 \pi^2 e}{8f} \right\}^2 \right]$$

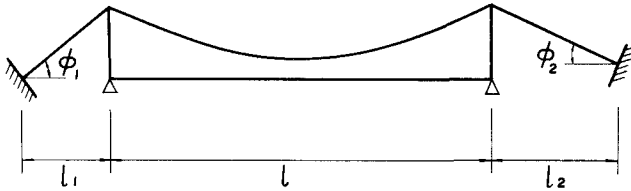
$$\text{また振動モードは } \varphi_m(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{1}{n (\omega_{gn}^2 - \omega_{em}^2)} \left\{ 1 + \frac{n^2 \pi^2 e}{8f} \right\} \sin \frac{n \pi x}{l} \right]$$

こゝに  $\omega_{em}$  : ランガー桁の固有振動数,

ローゼ桁はアーチの曲げ剛性  $EI_a$  を考慮しなければならないが、こゝでは吊材の伸びを無視しているの、アーチと補剛桁とは同じ変形をしていることになる。これよりランガー桁の基礎式において、補剛桁の曲げ剛性  $EI_g$  を近似的に  $E(I_g + I_a)$  とおけばよいことがわかる。

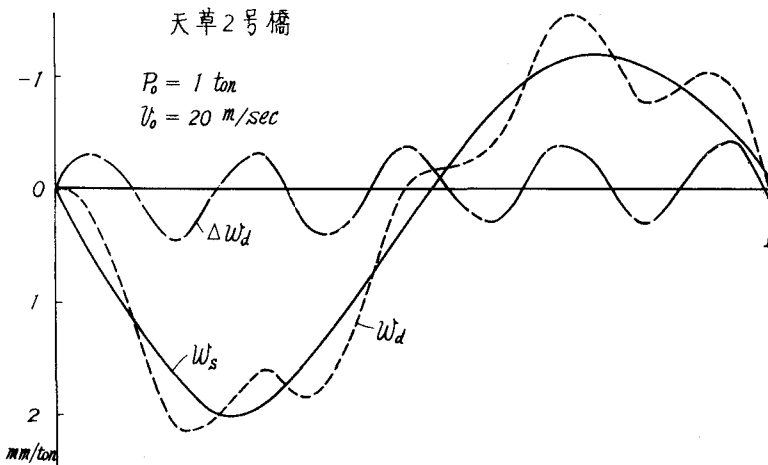
ランガー桁はアーチ部を補剛桁によって弾性支持されているが、吊橋ではアーチ部の両端を背控ケーブルによって弾性支持されている。したがって、この両者の剛性を適当に換算すればランガー桁の基礎式はそのまま使用できることは理解できよう。この換算は次式によればよい。ただし、 $A'_g$  は吊橋に使用する補剛桁断面積。

$$A'_g = \frac{E_a}{E_g} \cdot l \cdot \frac{A_a}{l \{ 1 + 8(f/l)^2 + 19.2(f/l)^4 \} \{ 1 - E_a/E_g \} + (l_1 \sec^2 \phi_1 + l_2 \sec^2 \phi_2)}$$



固有振動数  $\omega_m$  を振動モード  $\varphi_m(x)$  が決定できたならば、移動荷重が作用する時のレスポンスは次式より求められる<sup>1)</sup>。

$$\ddot{w}_m + \omega_m^2 w_m = \varphi_m(x) \varphi_m \{ x_j(t) \} P(t) \\ w = \sum_m w_m$$



ランガートラス( $l = 156.8 \text{ m}$ )上を荷重  $P$  が  $20 \text{ m/sec}$  の速度で移動するときのレスポンスの一例を左図に示す。

1) 吉村・平井; ランガー桁の動的解析, 土木学会論文集 No. 101, p. 1

2) トラスの変形に対応した換算断面2次モーメントの変化について, 西部支部大会, 39・2