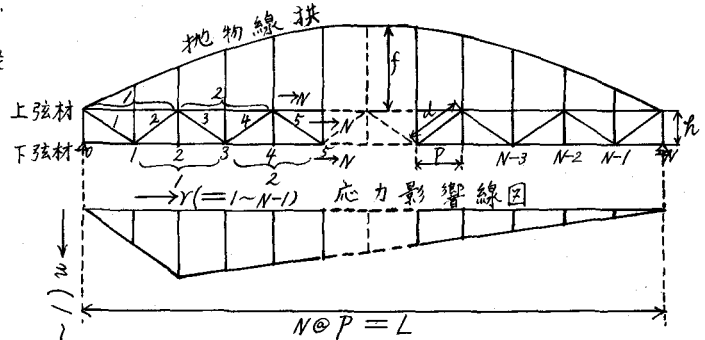


室蘭工業大学 正會員 ○中村作太郎 学生員 原日出男

ランガー構桁橋は、活荷重による振動が激しく、静的撓みも他の形式の橋梁に比べ大きいとされているので、迅速にして而も厳密な撓み算定として次に挙げる影響線函数による撓み解式を推奨する。影響線函数或は影響函数による撓み算式とは、影響線の縦距の値をすべて、支間 L 、補剛構高 h 、拱矢 f 、斜材の長さ d 、格間数 N 、撓みを求めようとする格点の番號 i 、格点の番號 m 、 n 番目の部材の応力影響線の i 番目の縦距の値、 φ_{on}^i 、 n 番目の部材の応力影響線の r 番目の縦距の値 φ_{on}^r 、拱部の直材応力の水平成分 X_{ai} 、 X_{am} 、部材の断面積 A 、部材の弾性係数 E 、等によって置き代えて求める事が出来るように作った式である。今、圖一の如きランガー

構桁橋の格点 i の撓み影響線の縦距を表示する一般式を作れば、次に挙げる通りである。

尚、格点の番號 m は、 $1 \sim N-1$ を以て表す事が出来、 φ_{on}^i 、 φ_{on}^r は、別に圖一の応力影響線図から容易に求める事が出来る。この場合、 n は上弦材、斜材、下弦材によって、図の如くとするものとする。



圖一

任意の格点 i の撓み影響線の縦距を δ_{im} とすれば

$$\begin{aligned} \delta_{im} = \frac{1}{E} & \left\{ 2X_{ai}X_{am}\frac{1}{AN^2}\sum_{n=1}^{\frac{N}{2}}\sqrt{\left\{L^2+\frac{16f^2}{N^2}(N-2n+1)^2\right\}^3} \right. \\ & + \frac{2f}{NA}\sum_{n=1}^{\frac{N}{2}}\left\{\left(\varphi_{on}^i+X_{ai}\frac{4f}{N^2h}(2n-1)(N-2n+1)+1\right)\right. \\ & \left. + \left(\varphi_{on}^r+X_{am}\frac{4f}{N^2h}(2n-1)(N-2n+1)+1\right)\right\} \quad \left. \begin{array}{l} \text{--- 拱肋} \\ \text{--- 上弦材} \end{array} \right\} \\ & + \frac{2L}{NA}\sum_{n=1}^{\frac{N}{2}}\left\{\left(\varphi_{on}^i-X_{ai}\frac{4f}{N^2h}2n(N-2n)\right)\right. \\ & \left. - \left(\varphi_{on}^r-X_{am}\frac{4f}{N^2h}2n(N-2n)\right)\right\} \quad \left. \begin{array}{l} \text{--- 下弦材} \end{array} \right\} \\ & - \frac{2L}{NA}\left(\varphi_{on}^i-X_{ai}\frac{f}{h}\right)\left(\varphi_{on}^r-X_{am}\frac{f}{h}\right) \\ & - \frac{f^2}{4L^2}X_{ai}X_{am}\left\{\frac{2f(N^2-1)}{3N}+\frac{N}{2}h\right\} \quad \text{--- 吊材} \\ & - \frac{AN^2}{h}\left\{(N-i)(N-m)+im\right\} \quad \text{--- 端柱} \\ & + \frac{d}{A}\sum_{n=1}^{\frac{N}{2}}\left\{\left(\varphi_{on}^i-X_{ai}\frac{fd}{4Lh}(N-2n+1)\right)\right. \\ & \left. + \left(\varphi_{on}^r-X_{am}\frac{fd}{4Lh}(N-2n+1)\right)\right\} \quad \text{--- 斜材} \end{aligned} \quad (1)$$

但し、(1)式に於ける記號は、總て 上述の通りとする。

今、ランガー構桁橋の格間数16の場合について、中央格点8の撓み影響線縦距を求める算式を(1)式より誘導すれば、次の如くなる。 $X_{as} = \frac{\text{格点8の}\sum\varphi_{on}\varphi_{os}}{\sum\varphi_{on}^2/A}$ に於て、 $\sum\varphi_{on}\varphi_{os}/A$

$$\begin{aligned} & = \frac{1}{100}\frac{L^2}{128h^3}\left\{\frac{4f}{16^2h}\left(\frac{15}{A_3}+\frac{833}{A_4}\right)+\frac{1}{A_3}+\frac{15}{A_4}\right\}+\frac{1}{100}\frac{1}{8}\frac{16f^2}{16^2h^2}\left(\frac{15}{A_5}+\frac{48}{A_6}+\frac{80}{A_7}+\frac{64}{A_8}\right)+ \\ & \frac{1}{100}\frac{f^2d^2}{4Lh^2}\left(\frac{28}{A_{10}}+\frac{20}{A_{11}}+\frac{7}{A_{12}}+\frac{9}{A_{13}}\right) \quad \text{にて表す事が出来、}\sum\varphi_{on}^2/A=2\left\{\frac{1}{100A_1}\frac{16L^2}{16^2h^2}\right. \\ & \left. + \frac{1}{100A_2}\frac{16L^2}{16^2h^2}\sum_{n=2}^{\frac{N}{2}}\sqrt{\left\{L^2+\frac{16f^2}{16^2}(17-2n)^2\right\}^3}+\frac{1}{100A_3}\frac{1}{8}\left(\frac{4f}{16^2h}+1\right)^2+\frac{1}{100A_4}\frac{1}{8}\right\} \end{aligned}$$

$$\cdot \sum_{n=3.5.7} \left\{ \frac{4f}{16^2 h} (16-n)n + 1 \right\}^2 + \frac{L}{8} \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{16f^2}{16^4 h^2} \left(\frac{28^2}{A_5} + \frac{48^2}{A_6} + \frac{60^2}{A_7} + \frac{64^2}{A_8} \right) + \frac{1}{100 A_7} \frac{f^2}{4L^2} \left(\frac{L}{h} \right) \frac{4f}{16^2} (16-n)n + 4h \left\} + \frac{1}{100} \cdot \frac{f^2 d^3}{16L^2 h^2} \left(\frac{394}{A_{10}} + \frac{292}{A_{11}} + \frac{49}{A_{12}} + \frac{35}{A_{13}} \right) \right\} \text{にて表示出来る。}$$

茲に $q_0 =$ 與えられた荷重に対する補剛構(單構)の応力 $q_a =$ 拱部材の部材応力の水平成分 $\Delta_a = -1$ として 他の外力の作用しない場合のランガー構各部材に生ずる応力

格点 8 (中央) の撓み影響線縦距 δ_N (但し、 N は $P=1$ の載り格点番號)

$$\delta_N = \frac{1}{E} \left[\Delta_{as} \Delta_{aN} \left\{ \frac{2}{100 A_1 16L^2} \sqrt{(L^2 + \frac{15^2}{16} f^2)^3} + \frac{2}{100 A_2 16L^2} \sum_{n=2}^N \sqrt{L^2 + \frac{f^2}{16} (17-2n)^2} \right\} \right. \\ + \frac{1}{100 A_3 8} \left\{ \frac{8L}{16^2 h} - \Delta_{as} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 15 + 1 \right) (-1) \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} (16-N) - \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 15 + 1 \right) (-1) \right\} \\ + \frac{8L}{16^2 h} - \Delta_{as} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 15 + 1 \right) (-1) \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N - \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 15 + 1 \right) (-1) \right\} \\ + \frac{L}{100 A_4 8} \left\{ \frac{24L}{16^2 h} - \Delta_{as} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 39 + 1 \right) (-1) \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 39 + 1 \right) (-1) \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=2 \text{ までは } N'=13N \text{ とす} \\ \text{その他は } N'=3(16-N)) \end{matrix} \\ + \frac{24L}{16^2 h} - \Delta_{as} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 39 + 1 \right) (-1) \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 39 + 1 \right) (-1) \right\} \\ + \frac{40L}{16^2 h} - \Delta_{as} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 55 + 1 \right) (-1) \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 55 + 1 \right) (-1) \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=5 \text{ までは } N'=11N \text{ とす} \\ \text{その他は } N'=5(16-N)) \end{matrix} \\ + \frac{40L}{16^2 h} - \Delta_{as} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 55 + 1 \right) (-1) \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 55 + 1 \right) (-1) \right\} \\ + \frac{56L}{16^2 h} - \Delta_{as} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 63 + 1 \right) (-1) \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 63 + 1 \right) (-1) \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=7 \text{ までは } N'=9N \text{ とす} \\ \text{その他は } N'=7(16-N)) \end{matrix} \\ + \frac{56L}{16^2 h} - \Delta_{as} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 63 + 1 \right) (-1) \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 63 + 1 \right) (-1) \right\} \\ + \frac{40L}{16^2 h} - \Delta_{as} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 55 + 1 \right) (-1) \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 55 + 1 \right) (-1) \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=9 \text{ までは } N'=7N \text{ とす} \\ N=10 \text{ からは } N'=9(16-N)) \end{matrix} \\ + \frac{40L}{16^2 h} - \Delta_{as} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 55 + 1 \right) (-1) \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 55 + 1 \right) (-1) \right\} \\ + \frac{24L}{16^2 h} - \Delta_{as} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 39 + 1 \right) (-1) \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 39 + 1 \right) (-1) \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=11 \text{ までは } N'=5N \text{ とす} \\ N=12 \text{ からは } N'=11(16-N)) \end{matrix} \\ + \frac{24L}{16^2 h} - \Delta_{as} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 39 + 1 \right) (-1) \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2 h} \cdot 39 + 1 \right) (-1) \right\} \\ + \frac{L}{100 A_5 8} \left\{ \frac{16L}{16^2 h} - \Delta_{as} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 28 \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 28 \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=1 \text{ のとき } N'=14 \text{ とす} \\ \text{その他は } N'=2(16-N)) \end{matrix} \\ + \frac{16L}{16^2 h} - \Delta_{as} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 28 \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 28 \right\} \\ + \frac{L}{100 A_6 8} \left\{ \frac{32L}{16^2 h} - \Delta_{as} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 48 \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 48 \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=3 \text{ までは } N'=12N \text{ とす} \\ \text{その他は } N'=4(16-N)) \end{matrix} \\ + \frac{32L}{16^2 h} - \Delta_{as} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 48 \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 48 \right\} \\ + \frac{L}{100 A_7 8} \left\{ \frac{48L}{16^2 h} - \Delta_{as} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 60 \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 60 \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=13, 14, 15 \text{ のとき } N'=36, 24, 12 \\ \text{その他は } N'=4N) \end{matrix} \\ + \frac{48L}{16^2 h} - \Delta_{as} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 60 \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 60 \right\} \\ + \frac{L}{100 A_8 8} \left\{ \frac{64L}{16^2 h} - \Delta_{as} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 64 \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 64 \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=5 \text{ までは } N'=5N \text{ とす} \\ \text{その他は } N'=6(16-N)) \end{matrix} \\ + \frac{64L}{16^2 h} - \Delta_{as} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 64 \right\} \left\{ \frac{L}{16^2 h} N' - \Delta_{aN} \frac{4f}{16^2 h} \cdot 64 \right\} \\ + \frac{L}{100 A_{10}} \left\{ \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 15 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} (16-N) - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 15 \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=1 \text{ のとき } N'=1 \text{ とす} \\ \text{その他は } N'=(16-N)) \end{matrix} \\ + \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 15 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 15 \right\} \\ + \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 13 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 13 \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=15 \text{ のとき } N'=1 \text{ とす} \\ \text{その他は } N'=N) \end{matrix} \\ + \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 13 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 13 \right\} \\ + \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 15 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 15 \right\} \\ + \frac{d}{100 A_{11}} \left\{ \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 11 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 11 \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=1, 2 \text{ のとき } N'=1, 2 \\ \text{その他は } N'=(16-N)) \end{matrix} \\ + \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 11 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 11 \right\} \\ + \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 9 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 9 \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=1, 2, 3 \text{ のとき } N'=1, 2, 3 \\ \text{その他は } N'=(16-N)) \end{matrix} \\ + \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 9 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 9 \right\} \\ + \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 11 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 11 \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=13, 14, 15 \text{ のとき } N'=3, 2, 1 \\ \text{その他は } N'=N) \end{matrix} \\ + \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 11 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 11 \right\} \\ + \frac{d}{100 A_{12}} \left\{ \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 7 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 7 \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=14, 15 \text{ のとき } N'=2, 1 \\ \text{その他は } N'=N) \end{matrix} \\ + \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 7 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 7 \right\} \\ + \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 7 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 7 \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=1, 2, 3, 4 \text{ までは } N'=1, 2, 3, 4 \\ \text{その他は } N'=(16-N)) \end{matrix} \\ + \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} \cdot 7 \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} \cdot 7 \right\} \\ + \frac{d}{100 A_{13}} \left\{ \sum_{n=5}^N \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} (17-2n) \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} (17-2n) \right\} \dots \dots \dots \begin{matrix} (N=12, 13, 14, 15 \text{ のとき } N'=4, 3, 2, 1 \\ \text{その他は } N'=N) \end{matrix} \\ + \sum_{n=5}^N \frac{8d}{16h} - \Delta_{as} \frac{fd}{4Lh} (17-2n) \right\} \left\{ \frac{d}{16h} N' - \Delta_{aN} \frac{fd}{4Lh} (17-2n) \right\} \\ + \frac{f^2}{100 A_7 4L^2} \Delta_{as} \Delta_{aN} \left(\frac{4f}{16^2} 680 + 8h \right) + \frac{f}{100 A_{14}} \left\{ \frac{16-N}{16} \frac{16-N}{16} + \frac{8}{16} \frac{N}{16} \right\} \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$

茲に L : 支間 (m), h : 補剛構桁の高さ (m), f : 拱矢 (m), d : 斜材の長さ (m), A : 部材の断面積 (m²), E : 弾性係数 (kg/cm²), δ_N : N 格点下撓み影響線縦距 (cm/kg) 同様に 各格点の δ_N を表す式も夫々作らる事が出来る。尚 支間 68.80m 拱矢 8.75m $h=3.25$ m で計算を試みた。