

I-3 多主桁格子桁橋の荷重分配影響線の解析法について

北海道大学工学部 正員 渡辺 昇
 北海道大学工学部 正員 佐藤 浩一
 北海道大学工学部 正員 小幡 卓司
 ㈱東洋技研コンサルタント 正員 小笠原数夫

1. まえがき

多主桁格子桁橋において、主桁の本数が20本以上、横桁の本数が3本以上にもなると、その荷重分配影響線などを剛性マトリックス法などを用いてコンピューター解析を行うとすれば、超多元連立方程式を解かねばならず、膨大なメモリーと計算時間を要する。

そこで、コンピューターを用いずに、電卓で、しかもかなりの精度で、荷重分配影響線などを求める解析法について述べる。

2. 横桁3本の格子桁の影響面の公式と数値表

1) 等しい主桁間隔 a をもつ格子桁の曲げ格子剛度と係数:

$$z = (1:2a)^3 I_a : I, \quad z(1)=1.972z, \quad z(2)=0.125z, \quad z(3)=0.028z, \\ \mu(1)=\mu(2)=\mu(3)=0.5$$

2) 主桁 k の点 u に移動荷重 $P=1$ があるときの、主桁 i の x における影響面の公式:

$$(i=a, b, c, \dots, k, \dots)$$

$$\text{たわみ: } w_{i,x,k,u} = w_{i,x,k,u}^c + w_{i,x,i}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_u(1) \cdot C_{i,k}(1) \\ + w_{i,x,i}(2) \cdot \mu(2) \cdot \gamma_u(2) \cdot C_{i,k}(2) + w_{i,x,i}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_u(3) \cdot C_{i,k}(3).$$

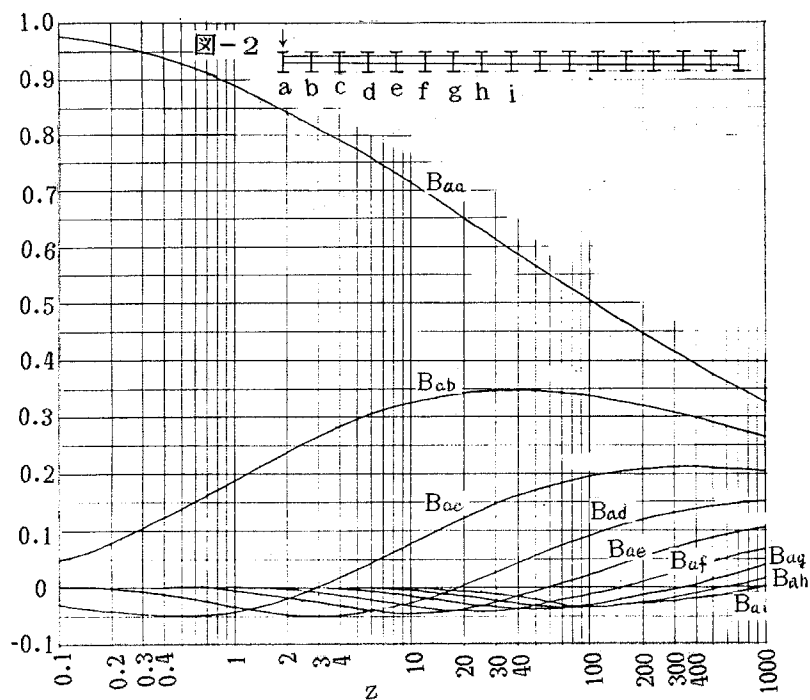
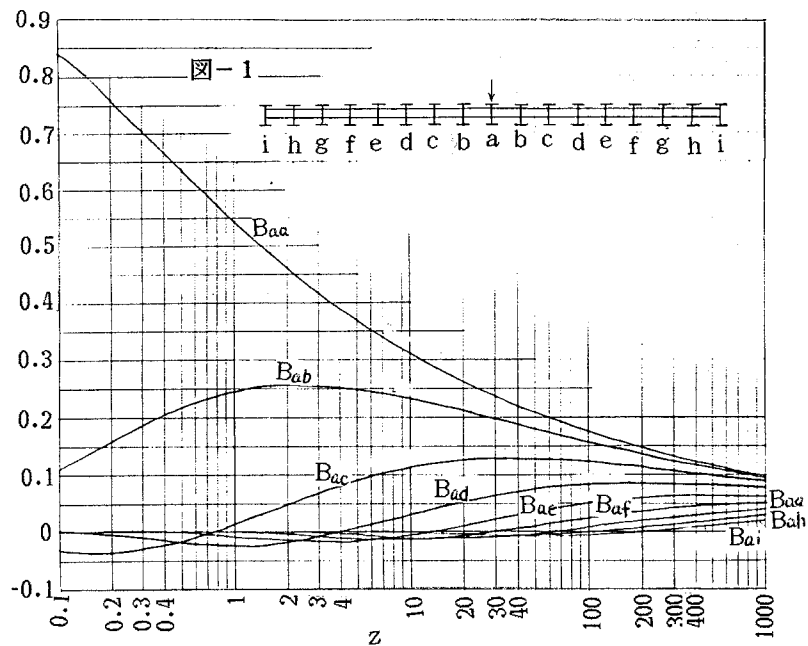
$$\text{曲げモーメント: } M_{i,x,k,u} = M_{i,x,k,u}^c + M_x(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_u(1) \cdot C_{i,k}(1) \\ + M_x(2) \cdot \mu(2) \cdot \gamma_u(2) \cdot C_{i,k}(2) + M_x(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_u(3) \cdot C_{i,k}(3).$$

$x/l, u/l$	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12	8/12	9/12	10/12	11/12	乗数
$\gamma_u(1)$	0.258	0.500	0.707	0.865	0.965	1.000	0.965	0.865	0.707	0.500	0.258	
$\gamma_u(2)$	0.482	0.852	1.000	0.852	0.482	0.000	-0.482	-0.852	-1.000	-0.852	-0.482	
$\gamma_u(3)$	-0.512	-0.817	-0.707	-0.093	0.643	1.000	0.643	-0.093	-0.707	-0.817	-0.512	
$w_x(1)$	10.62	20.53	29.05	35.55	39.66	41.09	39.66	35.55	29.05	20.53	10.62	$\cdot l^3/1000EI$
$w_x(2)$	1.25	2.22	2.60	2.22	1.25	0.00	-1.25	-2.22	-2.60	-2.22	-1.25	$\cdot l^3/1000EI$
$w_x(3)$	-0.30	-0.47	-0.41	-0.05	0.37	0.58	0.37	-0.05	-0.41	-0.47	-0.30	$\cdot l^3/1000EI$
$M_x(1)$	0.101	0.201	0.302	0.343	0.385	0.427	0.385	0.343	0.302	0.201	0.101	$\cdot 1$
$M_x(2)$	0.042	0.083	0.125	0.083	0.042	0.000	-0.042	-0.083	-0.125	-0.083	-0.042	$\cdot 1$
$M_x(3)$	-0.017	-0.035	-0.052	-0.010	0.032	0.073	0.032	-0.010	-0.052	-0.035	-0.017	$\cdot 1$

On Analytical Methods for Load Distribution Influencelines of the Multi-mainbeam Grillage Bridge by Noboru WATANABE, Kouichi SATOU, Takashi OBATA and Kazuo OGASAWARA.

3. 無限数弾性支承上連続桁の支承反力の図表

無限数弾性支承上連続桁（全無限長）の中央支承の反力 B_{ak} を、曲げ格子剛度 z の関数として図示すると、図-1のとおりである。無限数弾性支承上連続桁（半無限長）の端支承の反力 B_{ak} を、曲げ格子剛度 z の関数として図示すると、図-2のとおりである。



4. 計算例 1

主桁・横桁のねじり剛性を無視できる主桁 1 9 本・横桁 3 本の格子桁橋において、中主桁の支間中央の曲げモーメントとたわみの影響線を求めてみよう。

1) 曲げ格子剛度 z

主桁支間: $l=1070\text{cm}$, 主桁間隔: $a=110\text{cm}$, 主桁断面二次モーメント: $I=67206\text{cm}^4$, 横桁断面二次モーメント: $I_\Omega=24754\text{cm}^4$,

$$z = (1:2a)^3 I_\Omega : I = (1070/(2 \times 110))^3 \times (24754/67206) = 42.4,$$

$$z(1)=1.972z=1.972 \times 42.4=83.6, \quad z(2)=0.125z=0.125 \times 42.4=5.3, \quad z(3)=0.028z=0.028 \times 42.4=1.2$$

2) 図-1の曲線より、 z に相当する B_{ak} の値を拾い、 $C_{aa}=B_{aa}-1$, $C_{ak}=B_{ak}$ ($k=b, c, d, e, f, g, h, i$)とおく。

$z(1)=83.6$		$z(2)=5.3$		$z(3)=1.2$	
$B_{aa}(1)=0.18$	$C_{aa}(1)=-0.82$	$B_{aa}(2)=0.36$	$C_{aa}(2)=-0.64$	$B_{aa}(3)=0.52$	$C_{aa}(3)=-0.48$
$B_{ab}(1)=0.16$	$C_{ab}(1)=0.16$	$B_{ab}(2)=0.25$	$C_{ab}(2)=0.25$	$B_{ab}(3)=0.25$	$C_{ab}(3)=0.25$
$B_{ac}(1)=0.13$	$C_{ac}(1)=0.13$	$B_{ac}(2)=0.09$	$C_{ac}(2)=0.09$	$B_{ac}(3)=0.02$	$C_{ac}(3)=0.02$
$B_{ad}(1)=0.08$	$C_{ad}(1)=0.08$	$B_{ad}(2)=0.01$	$C_{ad}(2)=0.01$	$B_{ad}(3)=-0.02$	$C_{ad}(3)=-0.02$
$B_{ae}(1)=0.05$	$C_{ae}(1)=0.05$	$B_{ae}(2)=-0.02$	$C_{ae}(2)=-0.02$	$B_{ae}(3)=-0.01$	$C_{ae}(3)=-0.01$
$B_{af}(1)=0.02$	$C_{af}(1)=0.02$	$B_{af}(2)=-0.02$	$C_{af}(2)=-0.02$	$B_{af}(3)=-0.00$	$C_{af}(3)=-0.00$
$B_{ag}(1)=0.01$	$C_{ag}(1)=0.01$	$B_{ag}(2)=-0.01$	$C_{ag}(2)=-0.01$	$B_{ag}(3)=0.00$	$C_{ag}(3)=0.00$
$B_{ah}(1)=-0.00$	$C_{ah}(1)=-0.00$	$B_{ah}(2)=-0.00$	$C_{ah}(2)=-0.00$	$B_{ah}(3)=0.00$	$C_{ah}(3)=0.00$
$B_{ai}(1)=-0.01$	$C_{ai}(1)=-0.01$	$B_{ai}(2)=0.00$	$C_{ai}(2)=0.00$	$B_{ai}(3)=0.00$	$C_{ai}(3)=0.00$

3) $M_{\frac{l}{2}, \frac{l}{2}, \frac{l}{2}}$ の影響線 (図-3)

$u=l/2$ の場合は、 $r_{l/2}(2)=0$ である。以下の計算における乗数は、 $\times 1$ である。

$$M_{\frac{l}{2}, \frac{l}{2}, \frac{l}{2}} = M_{\frac{l}{2}, \frac{l}{2}, \frac{l}{2}}^c + M_{\frac{l}{2}}^c(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{aa}(1) + M_{\frac{l}{2}}^c(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{aa}(3) \\ = 1/4 + 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.82) + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.48) = 0.058$$

$$M_{\frac{l}{2}, \frac{l}{2}, \frac{l}{2}} = M_{\frac{l}{2}}^c(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{ab}(1) + M_{\frac{l}{2}}^c(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{ab}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.16 + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.25 = 0.044$$

$$M_{\frac{l}{2}, \frac{l}{2}, \frac{l}{2}} = M_{\frac{l}{2}}^c(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{ac}(1) + M_{\frac{l}{2}}^c(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{ac}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.13 + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.02 = 0.028$$

$$M_{\frac{l}{2}, \frac{l}{2}, \frac{l}{2}} = M_{\frac{l}{2}}^c(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{ad}(1) + M_{\frac{l}{2}}^c(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{ad}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.08 + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.02) = 0.017$$

$$M_{\frac{l}{2}, \frac{l}{2}, \frac{l}{2}} = M_{\frac{l}{2}}^c(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{ae}(1) + M_{\frac{l}{2}}^c(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{ae}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.05 + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.01) = 0.010$$

$$M_{\frac{l}{2}, \frac{l}{2}, \frac{l}{2}} = M_{\frac{l}{2}}^c(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{af}(1) + M_{\frac{l}{2}}^c(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{af}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.02 + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.00) = 0.005$$

$$M_{\frac{l}{2}, \frac{l}{2}, \frac{l}{2}} = M_{\frac{l}{2}}^c(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{ag}(1) + M_{\frac{l}{2}}^c(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{ag}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.01 + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.00 = 0.001$$

$$M_{\frac{l}{2}, \frac{l}{2}, \frac{l}{2}} = M_{\frac{l}{2}}^c(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{ah}(1) + M_{\frac{l}{2}}^c(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{ah}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.00) + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.00 = -0.001$$

$$M_{\frac{l}{2}, \frac{l}{2}, \frac{l}{2}} = M_{\frac{l}{2}}^c(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{ai}(1) + M_{\frac{l}{2}}^c(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{ai}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.01) + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.00 = -0.002$$

4) $w_{a\frac{l}{2},k\frac{l}{2}}$ の影響線 (図-4)

$u=1/2$ の場合は、 $r_{\frac{l}{2}}(2)=0$ である。以下の計算における乗数は、 $\times l^3/(1000 \times EI)$ である。

$$w_{a\frac{l}{2},a\frac{l}{2}}^c = w_{a\frac{l}{2},a\frac{l}{2}}^i + w_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot \mu(1) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot C_{aa}(1) + w_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot \mu(3) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot C_{aa}(3) \\ = 1000/48 + 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.81) + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.48) = 3.91$$

$$w_{a\frac{l}{2},b\frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot \mu(1) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot C_{ab}(1) + w_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot \mu(3) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot C_{ab}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.16 + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.25 = 3.44$$

$$w_{a\frac{l}{2},c\frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot \mu(1) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot C_{ac}(1) + w_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot \mu(3) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot C_{ac}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.13 + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.02 = 2.57$$

$$w_{a\frac{l}{2},d\frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot \mu(1) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot C_{ad}(1) + w_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot \mu(3) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot C_{ad}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.08 + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.02) = 1.68$$

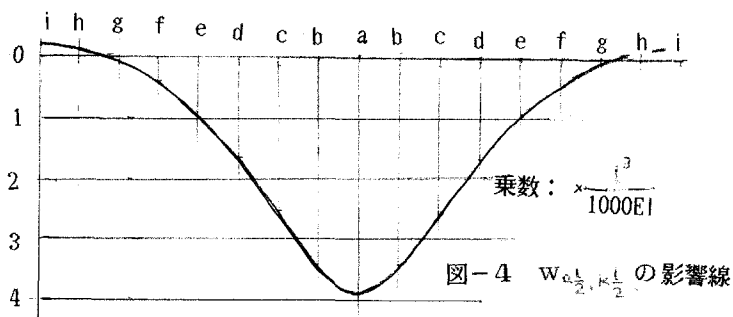
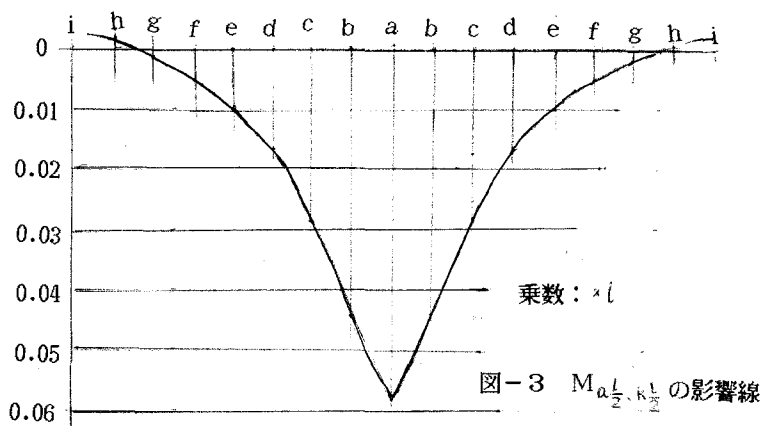
$$w_{a\frac{l}{2},e\frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot \mu(1) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot C_{ae}(1) + w_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot \mu(3) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot C_{ae}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.05 + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.01) = 0.96$$

$$w_{a\frac{l}{2},f\frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot \mu(1) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot C_{af}(1) + w_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot \mu(3) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot C_{af}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.02 + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.00) = 0.43$$

$$w_{a\frac{l}{2},g\frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot \mu(1) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot C_{ag}(1) + w_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot \mu(3) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot C_{ag}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.01 + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.00 = 0.10$$

$$w_{a\frac{l}{2},h\frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot \mu(1) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot C_{ah}(1) + w_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot \mu(3) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot C_{ah}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.00) + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.00 = -0.08$$

$$w_{a\frac{l}{2},i\frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot \mu(1) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(1) \cdot C_{ai}(1) + w_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot \mu(3) \cdot r_{\frac{l}{2}}^i(3) \cdot C_{ai}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.01) + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.00 = -0.16$$



5. 計算例2

計算例1の格子桁橋で、耳主桁の支間中央の曲げモーメントとたわみの影響線を求めてみよう。

1) 曲げ格子剛度 z は、4. の1) に同じ。

2) 図-2の曲線より、 $B_{a\kappa}$ と $C_{a\kappa}$ を求める。

$z(1)=83.6$		$z(2)=5.3$		$z(3)=1.2$	
$B_{aa}(1)=0.52$	$C_{aa}(1)=-0.48$	$B_{aa}(2)=0.77$	$C_{aa}(2)=-0.23$	$B_{aa}(3)=0.88$	$C_{aa}(3)=-0.12$
$B_{ab}(1)=0.34$	$C_{ab}(1)=0.34$	$B_{ab}(2)=0.29$	$C_{ab}(2)=0.29$	$B_{ab}(3)=0.20$	$C_{ab}(3)=0.20$
$B_{ac}(1)=0.19$	$C_{ac}(1)=0.19$	$B_{ac}(2)=0.03$	$C_{ac}(2)=0.03$	$B_{ac}(3)=-0.04$	$C_{ac}(3)=-0.04$
$B_{ad}(1)=0.08$	$C_{ad}(1)=0.08$	$B_{ad}(2)=-0.04$	$C_{ad}(2)=-0.04$	$B_{ad}(3)=-0.04$	$C_{ad}(3)=-0.04$
$B_{ae}(1)=0.02$	$C_{ae}(1)=0.02$	$B_{ae}(2)=-0.04$	$C_{ae}(2)=-0.04$	$B_{ae}(3)=-0.01$	$C_{ae}(3)=-0.01$
$B_{af}(1)=-0.01$	$C_{af}(1)=-0.01$	$B_{af}(2)=-0.02$	$C_{af}(2)=-0.02$	$B_{af}(3)=0.00$	$C_{af}(3)=0.00$
$B_{ag}(1)=-0.03$	$C_{ag}(1)=-0.03$	$B_{ag}(2)=-0.00$	$C_{ag}(2)=-0.00$	$B_{ag}(3)=0.00$	$C_{ag}(3)=0.00$
$B_{ah}(1)=-0.03$	$C_{ah}(1)=-0.03$	$B_{ah}(2)=0.00$	$C_{ah}(2)=0.00$	$B_{ah}(3)=0.00$	$C_{ah}(3)=0.00$
$B_{ai}(1)=-0.03$	$C_{ai}(1)=-0.03$	$B_{ai}(2)=0.00$	$C_{ai}(2)=0.00$	$B_{ai}(3)=-0.00$	$C_{ai}(3)=-0.00$

3) $M_{a\frac{1}{2},\kappa\frac{1}{2}}$ の影響線 (図-5)

$u=1/2$ の場合は、 $\gamma_{\frac{1}{2}}(2)=0$ である。以下の計算における乗数は、 $\times 1$ である。

$$M_{a\frac{1}{2},a\frac{1}{2}} = M_{a\frac{1}{2},a\frac{1}{2}}^0 + M_{\frac{1}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(1) \cdot C_{aa}(1) + M_{\frac{1}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(3) \cdot C_{aa}(3) \\ = 1/4 + 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.48) + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.12) = 0.143$$

$$M_{a\frac{1}{2},b\frac{1}{2}} = M_{\frac{1}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(1) \cdot C_{ab}(1) + M_{\frac{1}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(3) \cdot C_{ab}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.34 + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.20 = 0.080$$

$$M_{a\frac{1}{2},c\frac{1}{2}} = M_{\frac{1}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(1) \cdot C_{ac}(1) + M_{\frac{1}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(3) \cdot C_{ac}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.19 + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.04) = 0.039$$

$$M_{a\frac{1}{2},d\frac{1}{2}} = M_{\frac{1}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(1) \cdot C_{ad}(1) + M_{\frac{1}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(3) \cdot C_{ad}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.08 + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.04) = 0.016$$

$$M_{a\frac{1}{2},e\frac{1}{2}} = M_{\frac{1}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(1) \cdot C_{ae}(1) + M_{\frac{1}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(3) \cdot C_{ae}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.02 + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.01) = 0.003$$

$$M_{a\frac{1}{2},f\frac{1}{2}} = M_{\frac{1}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(1) \cdot C_{af}(1) + M_{\frac{1}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(3) \cdot C_{af}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.01) + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.00 = -0.001$$

$$M_{a\frac{1}{2},g\frac{1}{2}} = M_{\frac{1}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(1) \cdot C_{ag}(1) + M_{\frac{1}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(3) \cdot C_{ag}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.03) + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.00 = -0.007$$

$$M_{a\frac{1}{2},h\frac{1}{2}} = M_{\frac{1}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(1) \cdot C_{ah}(1) + M_{\frac{1}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(3) \cdot C_{ah}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.03) + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.00 = -0.007$$

$$M_{a\frac{1}{2},i\frac{1}{2}} = M_{\frac{1}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(1) \cdot C_{ai}(1) + M_{\frac{1}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(3) \cdot C_{ai}(3) \\ = 0.427 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.03) + 0.073 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.00) = -0.006$$

4) $w_{a\frac{1}{2},\kappa\frac{1}{2}}$ の影響線 (図-6)

$u=1/2$ の場合は、 $\gamma_{\frac{1}{2}}(2)=0$ である。以下の計算における乗数は、 $\times 1^3/(1000 \cdot EI)$ である。

$$w_{a\frac{1}{2},a\frac{1}{2}} = w_{a\frac{1}{2},a\frac{1}{2}}^0 + w_{\frac{1}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(1) \cdot C_{aa}(1) + w_{\frac{1}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(3) \cdot C_{aa}(3) \\ = 1000/48 + 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.48) + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.12) = 10.742$$

$$w_{a\frac{1}{2},b\frac{1}{2}} = w_{\frac{1}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(1) \cdot C_{ab}(1) + w_{\frac{1}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{1}{2}}(3) \cdot C_{ab}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.34 + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.20 = 7.043$$

$$w_{\frac{l}{2}, c, \frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{uc}(1) + w_{\frac{l}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{uc}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.19 + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.04) = 3.892$$

$$w_{\frac{l}{2}, d, \frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{ud}(1) + w_{\frac{l}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{ud}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.08 + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.04) = 1.632$$

$$w_{\frac{l}{2}, e, \frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{ue}(1) + w_{\frac{l}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{ue}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.02 + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.01) = 0.408$$

$$w_{\frac{l}{2}, f, \frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{uf}(1) + w_{\frac{l}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{uf}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.01) + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.00 = -0.205$$

$$w_{\frac{l}{2}, g, \frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{ug}(1) + w_{\frac{l}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{ug}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.03) + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.00 = -0.616$$

$$w_{\frac{l}{2}, h, \frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{uh}(1) + w_{\frac{l}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{uh}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.03) + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times 0.00 = -0.616$$

$$w_{\frac{l}{2}, i, \frac{l}{2}} = w_{\frac{l}{2}}(1) \cdot \mu(1) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(1) \cdot C_{ui}(1) + w_{\frac{l}{2}}(3) \cdot \mu(3) \cdot \gamma_{\frac{l}{2}}(3) \cdot C_{ui}(3) \\ = 41.09 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.03) + 0.58 \times 0.5 \times 1.000 \times (-0.00) = -0.616$$

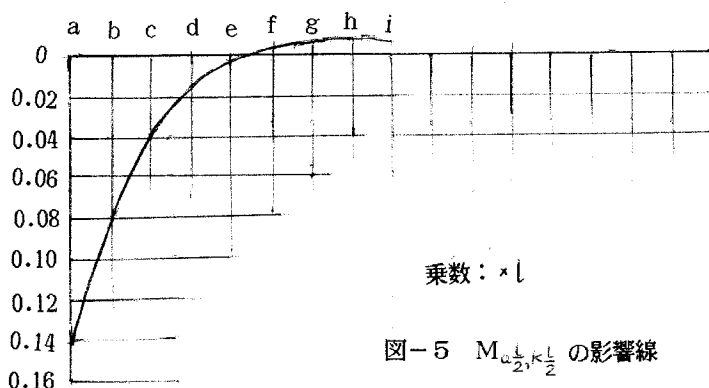


図-5 $M_{a, \frac{l}{2}, k, \frac{l}{2}}$ の影響線

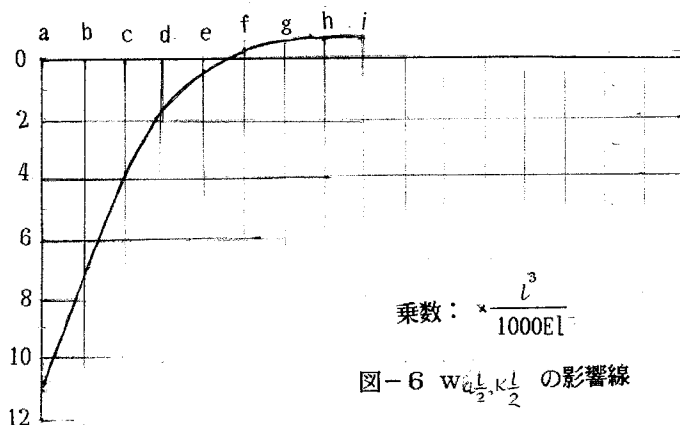


図-6 $w_{a, \frac{l}{2}, k, \frac{l}{2}}$ の影響線

6. あとがき

主桁19本・横桁3本のこの多主桁格子桁橋を、剛性マトリックス法によりコンピューター解析した影響線の図を、図-3, 4, 5, 6の図に重ねてみると、殆ど一致した。

参考文献: H. Homberg und J. Weinmeister: Einflussflächen für Kreuzwerke. Springer-Verlag. 1956