

直交異方性平行四辺形板のタワミ・曲げモーメントの影響係数の計算および、斜格子桁模型実験への応用

正員 成岡昌夫*
 正員 大村裕**
 正員 浅沼堯***
 正員 船越三郎****
 正員 福井経一*****

ON THE CALCULATION OF THE INFLUENCE COEFFICIENTS OF DEFLECTION AND BENDING MOMENT OF ORTHOTROPIC PARALLELOGRAM PLATE AND ITS APPLICATION TO THE ANALYSIS OF MODEL SKEW GRILLAGE BRIDGE

By Dr. Eng., Masao Naruoka, C.E. Member, Hiroshi Omura, C.E. Member,
 Takashi Asanuma, C.E. Member, Saburo Funagoshi, C.E. Member and
 Keiichi Fukui C.E. Member

Synopsis : The influence coefficients of bending moment and deflection of the orthotropic parallelogram plate were calculated by applying the skew network difference equation method and also by the use of digital computers UNIVAC-120 and BENDIX G-15 D, and the result of calculation were given by tables. The results of experimental research of the model of skew grillage girder bridge were analyzed by applying the above tables and good agreement was obtained.

要旨 土木学会論文集第 55 号・第 59 号において発表した直交異方性平行四辺形板の斜交座標階差方程式を、新しい変数を用いて変形し影響係数の計算に便ならしめた。つぎに、この階差方程式を用いて種々の場合のタワミ・曲げモーメントの影響係数を digital computer を利用して求め、さらにこの結果を斜格子模型橋の解析に応用してよい結果を収めることができた。

1. はしがき

著者らはさきに直交異方性平行四辺形板が相対する二斜辺で単純支持され、他の二辺で縁桁に支持される場合について、斜交座標による階差方程式を誘導し、また斜合成桁斜格子桁橋模型の実験的研究にこの理論を応用してその有効であることを認めた。

しかしながら、実際にこの理論を斜桁橋の解析に利用するためには、種々の寸法比・剛度比・斜角の場合の影響係数を求めておくのが便利である。これらの計算を digital computer の利用によつて遂行し若干の成果を得たのでその一部をここに報告し、またアルミ丸棒およびアクリライト模型による実験をおこなつた結果について述べる。

2. 直交異方性平行四辺形板の階差方程式

著者らは、さきに論文集第 55 号・第 59 号において直交異方性平行四辺形板の斜交座標による階差方程式をねじり剛度係数 $\kappa = H/\sqrt{B_x B_y} = 1$ の場合および κ が一般の値をとる場合について報告した。しかしながら、種々の寸法比・剛度比・斜角に応ずる影響係数を計算する場合には $K = \lambda_y/\lambda_x$, $\alpha = \sqrt{B_y/B_x}$, ϕ の 3 つの要素を用いることは繁雑となるので、これらの代りに $A = K^2/\alpha$, $B = K \tan \phi$ の 2 要素を用いて前式を変形するとつぎのようになる。

* 工学博士、京都大学教授、工学部土木工学教室、** 神戸大学助教授、工学部土木工学教室、*** 汽車製造 K K 大阪製作所、**** 播磨造船 K K、***** 建設省土木研究所

(a) 一般内点

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccccc}
 B^3/4 & -B & 1-B^3/2 & B & B^3/4 \\
 \hline
 -B^3 \cdot XAB & 2B(1+B+B^2) & -L(1+B^2)-LXA & 2B(-1+B-B^2) & B^3+XAB \\
 +2XA(1+B) & & & +2XA(-1-B) & \\
 \hline
 A^2-B^3/2+B^4 & -LA^2LB^2(1+B^2) & 6+6A^2+3B^2(3+2B^2) & -4A^2LB^2(1+B^2) & A^2-B^3/2+B^4 \\
 +2XAB^2 & -4XA(1+2B^2) & +4XA(2+3B^2) & -4XA(1+2B^2) & +2XAB^2 \\
 \hline
 B^3+XAB & 2B(-1+B-B^2) & -L(1+B^2)-LXA & 2B(1+B+B^2) & -B^3 \cdot XAB \\
 +2XA(1-B) & & & +2XA(1+B) & \\
 \hline
 B^3/4 & B & 1-B^3/2 & -B & B^3/4
 \end{array} \\
 \left. \vphantom{\begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array}} \right\} = \frac{Ax^4}{By} \dots\dots\dots (1)
 \end{array}$$

(b) 左側単純支持辺に接する一般点

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc}
 1-B^3/4 & B & B^3/4 \\
 \hline
 -L(1+B^2)-LXA & 2B(-1+B-B^2) & B^3+XAB \\
 +2XA(1-B) & & \\
 \hline
 6+5A^2+17B^2/2 & -LA^2LB^2(1+B^2) & A^2-B^3/2+B^4 \\
 +5B^4+2XA(4+5B^2) & -4XA(1+2B^2) & +2XAB^2 \\
 \hline
 -L(1+B^2)-LXA & 2B(1+B+B^2) & -B^3 \cdot XAB \\
 +2XA(1+B) & & \\
 \hline
 1-B^3/4 & -B & B^3/4
 \end{array} \\
 \left. \vphantom{\begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \end{array}} \right\} = \frac{Ax^4}{By} \dots\dots\dots (2)
 \end{array}$$

(c) 右側単純支持辺に接する一般点

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc}
 B^3/4 & -B & 1-B^3/4 \\
 \hline
 -B^3 \cdot XAB & 2B(1+B+B^2) & -L(1+B^2)-LXA \\
 +2XA(1+B) & & \\
 \hline
 A^2-B^3/2+B^4 & -LA^2LB^2(1+B^2) & 6+5A^2+17B^2/2 \\
 +2XAB^2 & -4XA(1+2B^2) & +5B^4+2XA(4+5B^2) \\
 \hline
 B^3+XAB & 2B(-1+B-B^2) & -L(1+B^2)-LXA \\
 +2XA(1-B) & & \\
 \hline
 B^3/4 & B & 1-B^3/4
 \end{array} \\
 \left. \vphantom{\begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \end{array}} \right\} = \frac{Ax^4}{By} \dots\dots\dots (3)
 \end{array}$$

(d) 縁桁に接する一般点

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccccc}
 -B^3/2 \cdot XAB & B(1+B+B^2) & -2(1+B^2)-4XA & B(-1+B-B^2) & B^3/2+XAB \\
 +2XA(1+B) & & & +2XA(1-B) & \\
 \hline
 A^2-B^3/4+B^4 & -4A^2LB^2(1+B^2) & 5+6A^2+17B^2/2 & -4A^2LB^2(1+B^2) & A^2-B^3/4+B^4 \\
 +2XAB^2 & -4XA(1+2B^2) & +6B^4+4XA(2+3B^2) & -4XA(1+2B^2) & +2XAB^2 \\
 \hline
 B^3+XAB & 2B(-1+B-B^2) & -L(1+B^2)-LXA & 2B(1+B+B^2) & -B^3 \cdot XAB \\
 +2XA(1-B) & & & +2XA(1+B) & \\
 \hline
 B^3/4 & B & 1-B^3/2 & -B & B^3/4
 \end{array} \\
 \left. \vphantom{\begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array}} \right\} = \frac{Ax^4}{By} \dots\dots\dots (4)
 \end{array}$$

(e) 左側単純支持辺および縁桁に接する一般点

$$\left. \begin{array}{l} \begin{array}{l} -2 \cdot 2B^2 \cdot B^2/2 \quad B(-1+B-B^2) \quad B^2/2+XAB \\ -LXA \quad +2XA(1-B) \end{array} \\ \begin{array}{l} S+SA^2+3B^2/4 \quad -LA^2-LB^2(1+B^2) \quad A^2-B^2/4+B^4 \\ +SB^2+2XA(L+SB^2) \quad -LXA(1+2B^2) \quad +2XAB^2 \end{array} \\ \begin{array}{l} -L(1+B^2)-LXA \quad 2B(1+B+B^2) \quad -B^2 \cdot XAB \\ \quad \quad \quad +2XA(1+B) \end{array} \\ \begin{array}{l} 1-B^2/4 \quad -B \quad B^2/4 \end{array} \end{array} \right\} = \frac{A \cdot x_y^2}{B_y} \dots\dots\dots (5)$$

(f) 右側単純支持辺および縁桁に接する一般点

$$\left. \begin{array}{l} \begin{array}{l} -B^2/2-XAB \quad B(1+B+B^2) \quad -2 \cdot 2B^2 \cdot B^2/2 \\ \quad \quad \quad +2XA(1+B) \quad -LXA \end{array} \\ \begin{array}{l} A^2-B^2/4+B^4 \quad -LA^2-LB^2(1+B^2) \quad S+SA^2+3B^2/4 \\ +2XAB^2 \quad -LXA(1+2B^2) \quad +SB^2+2XA(L+SB^2) \end{array} \\ \begin{array}{l} B^2 \cdot XAB \quad 2B(-1+B-B^2) \quad -L(1+B^2)-LXA \\ \quad \quad \quad +2XA(1-B) \end{array} \\ \begin{array}{l} B^2/4 \quad B \quad 1-B^2/4 \end{array} \end{array} \right\} = \frac{A \cdot x_y^2}{B_y} \dots\dots\dots (6)$$

(g) 縁桁上の一般点

$$\left. \begin{array}{l} \begin{array}{l} A^2/2-B^2/4 \quad -2A^2 \cdot 2XA(1+2B^2) \quad 1+3A^2+B^2/2 \quad -2A^2 \cdot 2XA(1+2B^2) \quad A^2/2-B^2/4+XAB^2 \\ +XAB^2+J \quad -LJ \quad +2XA(2+3B^2)+6J \quad -LJ \quad +J \end{array} \\ \begin{array}{l} B^2/2+XAB \quad B(-1+B-B^2) \quad -2(1+B^2)-LXA \quad B(1+B+B^2) \quad -B^2/2-XAB \\ \quad \quad \quad +2XA(1-B) \quad \quad \quad +2XA(1+B) \end{array} \\ \begin{array}{l} B^2/4 \quad B \quad 1-B^2/2 \quad -B \quad B^2/4 \end{array} \end{array} \right\} = \frac{A \cdot x_y^2}{2B_y} \dots\dots\dots (7)$$

(h) 左側単純支持辺に接する縁桁上の点

$$\left. \begin{array}{l} \begin{array}{l} 1+SA^2/2+B^2/4 \quad -2A^2 \cdot 2XA(1+2B^2) \quad A^2/2-B^2/4+XAB^2 \\ +XA(L+B+SB^2)+5J \quad -LJ \quad +J \end{array} \\ \begin{array}{l} -2 \cdot 2B^2 \cdot B^2/2-LXA \quad B(1+B+B^2) \quad -B^2/2-XAB \\ \quad \quad \quad +2XA(1+B) \end{array} \\ \begin{array}{l} 1-B^2/4 \quad -B \quad B^2/4 \end{array} \end{array} \right\} = \frac{A \cdot x_y^2}{2B_y} \dots\dots\dots (8)$$

(i) 右側単純支持辺に接する縁桁上の点

$$\left. \begin{array}{l} \begin{array}{l} A^2/2-B^2/4+XAB^2 \quad -2A^2 \cdot 2XA(1+2B^2) \quad 1+SA^2/2+B^2/4 \\ +J \quad -LJ \quad +XA(L+B+SB^2)+5J \end{array} \\ \begin{array}{l} B^2/2+XAB \quad B(-1+B-B^2) \quad -2 \cdot 2B^2 \cdot B^2/2-LXA \\ \quad \quad \quad +2XA(1-B) \end{array} \\ \begin{array}{l} B^2/4 \quad B \quad 1-B^2/4 \end{array} \end{array} \right\} = \frac{A \cdot x_y^2}{2B_y} \dots\dots\dots (9)$$

上式において $\kappa = H / \sqrt{B_x B_y}$; $J = E_b I_b K / B_y \lambda_y$ である。また A は Y. Gyon, Ch. Massonnet 式における θ に相当するもので、Network を縦横等しい数に等分する場合には $\sqrt{A} = 2\theta$ の関係にある。また $v_x = v_y = 0$ としている。なお、さきの研究においては、曲げモーメントの計算にはくわしく言及しなかつたので、階差式による曲げモーメントの表示についてその結果のみをここに示す。式中の $w_0, w_1, w_1' \dots\dots$ については論文集第 55 号 図-2 の表示を参照されたい。

(a) 一般内点

$$\begin{aligned}
 1. \quad M_{x,0} &= -B_x \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)_0 = -B_x \frac{K^2}{\lambda y^2} (w_1' - 2w_0 + w_1) \\
 2. \quad M_{y,0} &= -B_y \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)_0 = -B_y \frac{1}{\lambda y^2} \left\{ B^2 (w_1' - 2w_0 + w_1) \right. \\
 &\quad \left. + \frac{B}{2} (-w_{1'2} + w_{12} + w_{1'2}' - w_{12}') + (w_2' - 2w_0 + w_2) \right\} \dots\dots(10) \\
 3. \quad M_{xy,0} &= -2c \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)_0 = -\kappa \alpha B_x \frac{K}{\lambda y^2} \left\{ B (w_1' - 2w_0 + w_1) \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{4} (-w_{1'2} + w_{1'2}') \right\}
 \end{aligned}$$

(b) 縁桁上の点

$$\begin{aligned}
 1. \quad M_{x,0} &= -B_x \frac{K^2}{\lambda y^2} (w_1' - 2w_0 + w_1) & 2. \quad M_{y,0} &= 0 \\
 3. \quad M_{xy,0} &= -\kappa \alpha B_x \frac{K}{\lambda y^2} \left\{ B (w_1' - 2w_0 + w_1) + \frac{1}{2} (-w_{1'2} + w_1 + w_{1'2}' - w_{12}') \right\} \dots\dots(11)
 \end{aligned}$$

(c) 単純支持辺上の点 (左側)

$$\begin{aligned}
 1. \quad M_{x,0} &= -B_x \frac{K^2}{\lambda y^2} z (w_{1'2} - w_{12}) & 2. \quad M_{y,0} &= -B_y \frac{1}{\lambda y^2} B (Bz - 1) (w_{12}' - w_{12}) \\
 3. \quad M_{xy,0} &= -\kappa \alpha B_x \frac{K}{\lambda y^2} \left(Bz - \frac{1}{2} \right) (w_{12}' - w_{12}) & z &= \frac{\kappa B/A + B^3/A^2}{1 + 2\kappa B^2/A + B^4/A^2} \dots\dots(12)
 \end{aligned}$$

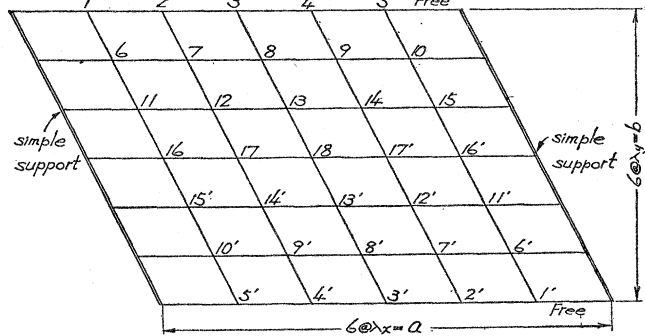
単純支持辺上の点 (右側) については式 (12) において $(w_{12}' - w_{12})$ のかわりに $(w_{1'2} - w_{1'2}')$ を用いる。

3. タワミおよび曲げモーメントの影響係数の計算

適当な Network を選び網目の各点について上記階差方程式 (1)~(9) を適用して Stiffness matrix を求める。この Stiffness matrix に対する flexibility matrix を求めると、これがタワミの影響係数を与える。これを用いて式(10)~(12)から曲げモーメントの影響係数が得られる。

この研究では、図-1 に示すように縦横6等分、合計 35 の網目についてタワミおよび曲げモーメントの影響係数を求めた。これらの影響係数は $J=0$ とし、 $A=1,4,9,16,25,36$; $B=0.5,1.0,1.5,2.0$; $\kappa=0,1.0$ のすべての組合せについて求められた。またこれらの計算に使用した digital

図-1 Skew Network



computer は UNIVAC 120, Bendix G-15 D, Facom 128 B である。これらのすべてを記載することは不可能であるので、 $A=9, B=1, \kappa=1$ の場合のタワミおよび x 方向曲げモーメントの影響係数を 1 例として示すと表-1, 2 のようである。

4. 模型桁の実験

上記のごとくにして得られた影響係数の値を検討するために、アルミ棒およびアクリライト使用による模型桁の実験を行った。

(a) アルミ丸棒による模型実験 これは Sattler K. がゲルバー桁橋の模型実験を行うのに用いた模型と同様なものであつて、 $A=9, B=1$ および $A=16, B=1$ となるように図-2, 3 のように構造寸法を定めた。アルミ棒の直径はそれぞれ主桁 8 mm 横桁 5 mm および主桁 9 mm, 横桁 4 mm であり、材料のヤング係数は 720 000 kg/cm² である。集中荷重 $P=5$ kg 荷重によるタワミ測定を行った結果は表-3 のごとくである (番号については、図-1 参照)。また $l/2$ 断面のタワミのみを考慮して、Gyon, Massonnet にならい分配係数 K の値を求め、その 1 例を示すと図-4, 5 のごとくである。これらの表および図から、実測値は $\kappa=0$ と $\kappa=1$ の場合の理論値の間に入っており、一応妥当な結果を得ている。斜角 ϕ が小さいので、直橋の場合 ($\phi=0$) との相違は顕著ではないが、それでも若干の相違は認められる。またこの模型の主桁横桁の接合点はヒンジ構造としたの

表-1 $A=9, B=1, \kappa=1$ の場合のタワミ w の影響係数の値 (単位 $10^{-6} P_d^2 / K.B_x$)

	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	w_{10}	w_{11}	w_{12}	w_{13}	w_{14}	w_{15}	w_{16}	w_{17}	w_{18}
1	43 745	57 822	54 119	40 016	20 605	12 230	16 908	15 956	11 489	5 564	3 090	4 353	4 118	2 938	1 401	752	1 063	1 004
2	57 822	95 988	95 599	72 613	37 880	20 832	31 101	30 133	22 012	10 771	5 848	8 471	8 118	5 844	2 808	1 496	2 141	2 037
3	54 119	95 599	113 625	91 917	49 275	23 071	36 640	38 078	28 686	14 244	7 234	10 842	10 699	7 820	3 790	1 967	2 863	2 762
4	40 016	72 613	91 917	89 246	51 081	19 206	31 706	35 062	28 406	14 506	6 634	10 245	10 474	7 877	3 871	1 920	2 847	2 796
5	20 605	37 880	49 275	14 244	14 506	10 795	18 253	21 005	18 180	10 125	4 043	6 388	6 734	5 255	2 672	1 240	1 870	1 871
6	12 230	20 832	23 071	19 206	10 795	20 648	27 611	26 068	19 413	10 088	6 667	9 442	9 117	6 726	3 349	1 864	2 685	2 594
7	16 908	31 101	36 640	31 706	18 253	27 611	46 663	46 961	35 992	18 999	11 665	17 769	17 584	13 143	6 602	3 599	5 307	5 181
8	15 956	30 133	38 078	35 062	21 005	26 068	46 961	56 480	46 181	25 115	13 194	21 305	22 511	17 316	8 814	4 518	6 866	6 877
9	11 489	22 012	28 686	28 406	18 180	19 413	35 992	46 181	45 303	26 331	11 198	18 758	21 003	17 267	9 015	4 202	6 558	6 774
10	5 564	10 771	14 244	14 506	10 125	10 088	18 999	25 115	26 331	19 591	6 430	11 019	12 807	11 181	6 300	2 601	4 142	4 396
11	3 090	5 848	7 234	6 634	4 043	6 667	11 665	13 194	11 198	6 430	18 431	24 178	22 561	16 740	8 742	5 980	8 419	8 107
12	4 353	8 471	10 842	10 245	6 388	9 442	17 769	21 305	18 758	11 019	21 178	41 136	41 128	31 444	16 671	10 519	16 028	15 839
13	4 118	8 118	10 699	10 474	6 734	9 117	17 584	22 511	21 003	12 807	22 561	41 128	50 055	40 992	22 402	11 931	19 347	20 506
14	2 938	5 844	7 820	7 877	5 255	6 726	13 143	17 316	17 267	11 181	16 740	31 444	40 992	40 899	23 968	10 169	17 133	19 304
15	1 401	2 808	3 790	3 790	2 672	3 349	6 602	8 814	9 015	6 300	8 742	16 671	22 402	23 968	18 264	5 882	10 145	11 879
16	752	1 496	1 967	1 920	1 240	1 864	3 599	4 518	4 202	2 601	5 980	10 519	11 931	10 169	5 882	18 178	23 788	22 164
17	1 063	2 141	2 863	2 847	1 870	2 685	5 307	6 866	6 558	4 142	8 419	16 028	19 347	17 133	10 145	23 788	40 529	40 505
18	1 004	2 037	2 762	2 796	1 871	2 594	5 181	6 877	6 774	4 396	8 107	15 839	20 506	19 304	11 879	22 164	40 505	49 412
17'	712	1 454	1 987	2 039	1 388	1 889	3 798	5 106	5 162	3 454	5 983	11 844	15 800	15 956	10 454	16 441	30 974	—
16'	37	692	951	982	676	918	1 857	2 513	2 567	1 761	2 987	5 964	8 062	8 358	5 930	2 601	16 441	—
15'	179	366	498	505	339	490	965	1 303	1 280	833	1 683	3 286	4 162	3 902	2 439	5 930	10 454	—
14'	253	521	715	733	497	706	1 431	1 920	1 915	1 264	2 424	4 855	6 345	6 116	3 902	8 358	15 956	—
13'	238	493	682	706	484	678	1 382	1 875	1 898	1 273	2 346	4 749	6 374	6 302	4 162	8 062	15 800	—
12'	169	351	487	507	351	489	1 001	1 366	1 399	951	1 713	3 491	4 749	4 855	3 286	5 964	11 844	—
11'	79	166	231	242	168	235	482	661	680	467	837	1 713	2 346	2 424	1 683	2 987	5 983	—
10'	44	91	126	131	90	129	265	360	365	245	467	951	1 273	1 264	833	1 761	3 454	—
9'	62	130	182	190	132	187	385	526	511	365	680	1 399	1 898	1 915	1 280	2 667	5 162	—
8'	59	124	174	183	128	180	372	511	526	360	661	1 366	1 875	1 920	1 303	2 513	5 106	—
7'	42	89	125	132	92	130	269	372	385	265	482	1 001	1 382	1 431	985	1 857	3 798	—
6'	20	42	60	63	45	63	130	180	187	129	235	489	678	706	490	918	8 889	—
5'	14	30	42	44	31	45	92	128	132	90	168	351	484	497	339	676	1 388	—
4'	20	42	59	63	44	63	132	183	190	131	242	507	706	733	505	982	2 039	—
3'	18	39	56	59	42	60	125	174	182	126	231	489	682	715	498	951	1 987	—
2'	13	27	39	42	30	42	89	124	130	91	166	351	493	521	366	692	1 454	—
1'	6	13	18	20	14	20	42	59	62	44	79	169	238	253	179	337	712	—

表-2 $A=9, B=1, \kappa=1$ の場合の M_x の影響係数の値 (単位 $10^{-4} P/K$)

	$M_{1,2}$	$M_{2,2}$	$M_{3,2}$	$M_{4,2}$	$M_{5,2}$	$M_{6,2}$	$M_{7,2}$	$M_{8,2}$	$M_{9,2}$	$M_{10,2}$	$M_{11,2}$	$M_{12,2}$	$M_{13,2}$	$M_{14,2}$	$M_{15,2}$	$M_{16,2}$	$M_{17,2}$	$M_{18,2}$
1	1 068.0	640.1	374.4	191.1	43.0	271.9	202.5	126.5	52.5	13.0	65.8	53.9	34.0	12.9	4.9	15.9	13.3	8.4
2	707.6	1 388.0	813.5	422.9	113.3	380.3	404.5	257.5	112.3	16.9	116.1	107.1	69.2	27.4	8.2	30.6	27.0	17.2
3	455.0	844.3	1 430.4	753.6	238.8	342.1	437.0	389.5	181.8	7.1	130.5	135.0	98.5	41.4	8.6	38.5	35.9	24.4
4	267.1	478.5	791.1	1 277.8	465.0	241.4	329.2	360.4	260.8	21.8	108.8	121.8	101.4	51.4	5.2	35.7	35.2	25.4
5	119.9	211.7	345.2	547.7	875.5	120.1	169.4	200.8	188.3	74.5	61.1	72.0	65.7	40.3	2.1	22.0	22.6	17.4
6	130.6	229.1	219.7	163.7	85.8	492.7	306.2	184.0	96.1	27.5	140.1	111.6	74.4	35.5	1.0	37.5	32.8	22.1
7	97.7	311.5	377.0	306.7	172.8	308.1	675.1	405.6	216.9	72.2	200.2	226.4	153.2	75.6	2.1	68.1	66.0	45.3
8	64.0	224.4	394.0	397.5	250.1	186.3	409.5	713.4	387.6	145.8	183.0	248.6	230.4	119.1	11.2	78.1	84.1	64.2
9	34.8	138.6	644.9	358.1	286.3	102.0	230.0	398.4	651.4	264.9	131.0	191.3	215.3	162.6	27.5	66.5	77.0	65.8
10	12.9	62.4	115.6	167.1	206.8	42.4	100.6	176.4	286.4	462.6	66.3	100.8	122.9	117.2	51.1	38.2	46.3	43.1
11	12.0	49.4	71.5	71.7	52.3	60.1	124.9	126.9	99.8	59.8	456.6	265.1	151.3	78.4	26.8	127.5	99.0	65.2
12	8.5	62.9	106.8	117.4	91.1	40.1	172.5	129.0	186.9	118.1	259.9	610.8	348.3	183.2	68.3	180.4	205.1	137.0
13	4.2	51.1	101.0	126.5	107.8	23.4	127.4	231.7	240.8	166.0	143.8	347.0	647.6	343.0	137.2	162.5	225.3	211.1
14	1.2	33.5	68.7	97.2	94.4	11.1	80.8	151.8	217.3	183.4	73.3	185.6	347.1	606.2	253.3	115.4	136.5	198.7
15	- 2	18.9	32.4	46.6	51.9	3.5	37.5	72.4	105.0	129.1	29.3	79.1	149.9	261.7	452.3	58.3	91.0	113.7
16	3	9.8	18.6	22.8	20.2	4.6	29.4	44.5	46.3	36.0	51.9	112.6	111.3	90.9	57.4	452.4	260.4	147.6
17	- 5	12.8	26.6	34.6	32.1	2.3	38.3	67.2	75.9	62.1	29.2	154.4	199.2	171.9	113.7	253.7	603.5	342.3
18	- 10	11.1	24.9	34.5	34.1	3	32.1	64.8	81.9	72.6	13.5	110.3	211.3	224.0	160.3	137.6	339.6	641.4
17'	- 11	7.5	17.3	25.3	26.5	- 7	21.6	45.1	63.5	62.9	4.4	68.6	136.8	203.7	178.3	68.7	180.1	—
16'	- 6	3.5	8.2	12.1	13.3	- 8	10.2	21.7	31.0	34.4	4	31.6	64.9	98.1	126.1	27.0	76.4	—
15'	- 3	2.0	4.5	6.2	6.2	- 2	6.4	12.3	15.3	13.9	2.9	26.2	40.9	43.3	35.1	50.6	111.6	—
14'	- 5	2.7	6.3	9.1	9.4	- 7	8.5	17.8	23.3	22.1	- 3	33.9	61.9	71.5	60.8	27.4	153.0	—
13'	- 6	2.4	5.9	8.9	9.4	- 9	7.6	16.9	23.3	23.3	- 21	28.0	59.5	77.5	71.2	11.7	109.2	—
12'	- 5	1.7	4.2	6.3	7.0	- 8	5.3	12.0	17.3	18.1	- 2.3	18.7	41.5	60.3	61.8	3.0	67.9	—
11'	- 3	8	1.9	3.1	3.4	- 4	2.4	5.8	8.4	9.1	- 14	8.7	20.0	29.5	33.9	3	31.4	—
10'	- 1	4	1.1	1.7	1.8	- 3	1.5	3.2	4.5	4.5	- 6	5.8	11.9	15.2	14.5	2.4	27.0	—
9'	- 2	6	1.6	2.4	2.7	- 4	2.1	5.6	4.7	7.9	- 14	7.9	17.4	23.5	23.2	1.0	35.4	—
8'	- 2	5	1.5	2.3	2.6	- 4	1.9	4.5	6.5	7.0	- 16	7.1	16.7	23.8	24.7	2.9	29.6	—
7'	- 2	4	1.0	1.7	1.9	- 3	1.3	3.2	4.8	5.2	- 13	5.0	12.0	17.8	19.4	3.0	20.1	—
6'	- 1	1	5	8	10	- 1	6	5	2.									

図-2 アルミ丸棒模型桁 (A=9, B=1)

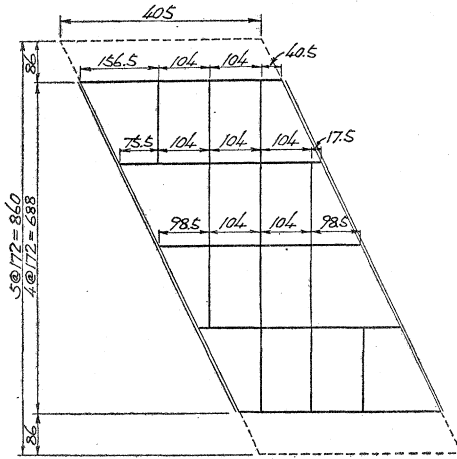


図-3 アルミ丸棒模型桁 (A=16, B=1)

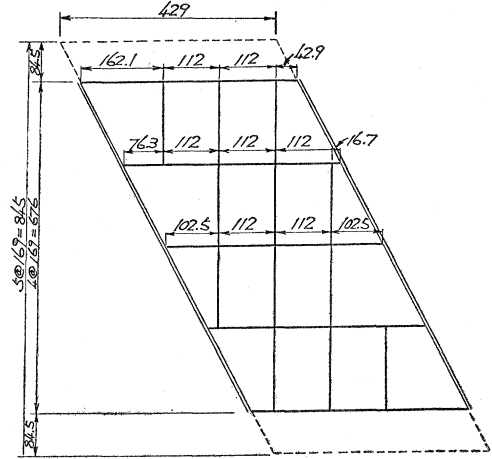


表-3 アルミ丸棒模型実験タワミ比較表

載荷点	w_3			w_6			w_{13}			w_{18}			
	測定値	計算値		測定値	計算値		測定値	計算値		測定値	計算値		
		$\kappa=1$	$\kappa=0$		$\kappa=1$	$\kappa=0$		$\kappa=1$	$\kappa=0$		$\kappa=1$	$\kappa=0$	
A=9, B=1	3	98.9	55.6	103.7	18.8	18.6	18.8	0.9	5.2	-0.6	-1.4	1.4	-1.4
	8	20.0	18.6	18.8	34.5	27.6	39.9	14.0	11.0	12.6	1.0	3.4	1.7
	13	1.4	5.2	-0.6	12.0	11.0	12.6	34.1	24.5	37.6	13.6	10.0	12.2
	18	-0.9	1.4	-1.4	1.5	3.4	1.7	13.0	10.0	12.2	30.0	24.2	37.2
	13'	-0.5	0.3	-0.5	0.2	0.9	-0.2	2.7	3.1	1.7	13.6	10.0	12.2
	8'	0	0.1	-0.1	0	0.3	-0.2	-1.0	0.9	-0.2	1.0	3.4	1.7
3'	0	0	0.1	0	0.1	-0.1	-1.0	0.3	-0.5	-1.4	1.4	-1.4	
A=16, B=1	3	77.0	48.6	80.6	7.6	12.2	7.0	-1.2	2.5	-1.4	-0.8	0.5	-0.5
	8	9.0	12.2	7.0	30.0	24.2	34.9	5.1	7.0	5.7	-0.5	1.5	-0.1
	13	-1.1	2.5	-1.4	5.8	7.0	5.7	28.0	22.5	33.8	6.4	6.7	5.5
	18	-0.7	0.5	-0.5	-0.2	1.5	-0.1	7.0	6.7	5.5	27.5	22.4	33.7
	13'	0	0.1	0	-0.4	0.3	-0.2	0	1.5	-0.1	6.4	6.7	5.5
	8'	0	0	0	-0.3	0.1	0	0	0.3	-0.2	-0.5	1.5	0.1
3'	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	-0.8	0.5	-0.5	

であるが、若干のねじり抵抗を有するにしても $\kappa=0$ の場合に近いことがわかる。

(b) アクリライト模型の実験 前記の実験ではヒンジ接合によるアルミ棒の模型を使用したのに対し、ねじり剛度の大きい実際の合成斜橋に近いと考えられるアクリライト模型による実験を行った。この模型は 図-6.7 に示されるような構造で 3mm 厚のスラブ プレートに中主桁 30×3、端主桁 30×1.5、横桁 30×1 のウェブ

図-4 アルミ丸棒実験の分配係数 K ($f=b/3$)

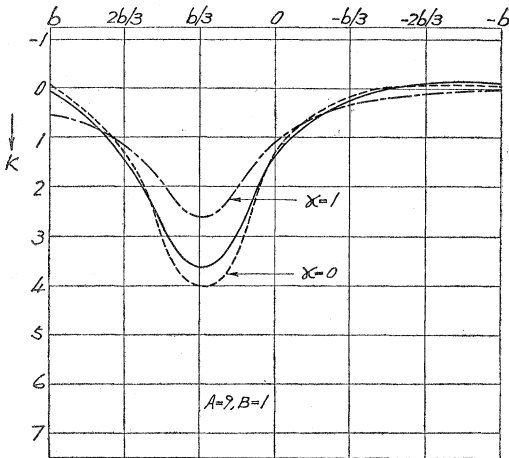


図-5 アルミ丸棒実験の分配係数 K ($f=b$)

