

福井高専 正眞 佐々木 孝

大阪大学 正眞 小松 史夫

1. まえがき 著者らは昨年の年次講演会において、単純支持された不完全合成格子桁橋に集中荷重が作用した場合の各部縁応力度を求める簡単な計算法（荷重分配法と呼ぶ）を示した。そこで用いられた荷重分配係数 τ 及び合成効果係数 χ は図表から求めるようになっており、対象が主桁3本の場合に限られていた。そこで、今回は主桁が3, 4, 5本の場合について、 τ 及び χ を一般式で表わし、マイコンなどで簡単に計算できるようにした。次に、この一般式を用いて、荷重分配法で計算した縁応力度と有限要素法で計算した結果と比較した。

2. パラメーター解析 図-1に示す構造モデルについて、有限要素法を用いて、パラメーター解析を行なった。解析法は文献2)に詳述されている。主桁本数が3, 4, 5本の各場合について、図-1に示す主桁間隔 b を2.5, 3.0, 3.5 mと変化させた。支間は25, 30, 35 mと変化させ、その各場合に、主桁の断面2次モーメント I_m に、それぞれ、 1.2×10^6 , 1.44×10^6 , $2.11 \times 10^6 \text{ cm}^4$ を用いた。中間横桁の数は1, 3, 5本を考え、支間中央に入るようにして、後はほぼ等間隔に配置した。前もって行なった計算結果によれば、合成効果係数 χ は横桁の剛性の影響が少ないので、 χ を求める場合、横桁の断面2次モーメント I_a を 10^5 cm^4 とした。又、スタッドジベルを用いた場合のフレキシビリティ定数 S の値は0~1の範囲に入るので、 S を0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0と変化させた。荷重分配係数 τ は S の影響が少ないので、 $S=0$ とし、 I_a を 5×10^4 , 1×10^5 , 2×10^5 , 3×10^5 , 5×10^5 , 7×10^5 , $9 \times 10^5 \text{ cm}^4$ と変化させ、各横桁は同じ剛性を持つものとした。その結果、 χ 及び τ の計算に使用したモデルの個数は両方共、567となった。表-1に計算に用いた曲げ格子剛度を示す。コンクリートの弾性係数及びポアッソン比はそれぞれ、 $0.3 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$, $1/6$ とし、床版厚は22 cm, ハンチは7 cmとした。

3. τ 及び χ の一般式 主桁3本の場合について、パラメーター解析の結果、 τ 及び χ の一般式が次のように得られた。

荷重分配係数 τ

$$\left. \begin{aligned} \text{内桁: } \tau_m &= 0.719 + 0.018\bar{x} - (9.191\bar{x}^2 - 2.312\bar{x}^3) \times 10^5 \quad (\bar{x} \leq 19) \\ \tau_m &= 0.855 + 0.00743\bar{x} - (16.55\bar{x}^2 - 0.128\bar{x}^3) \times 10^5 \quad (19 < \bar{x}) \\ \text{外桁: } \tau_1 &= 0.398 + 0.088\bar{x} - 0.041\bar{x}^2 + 0.007\bar{x}^3 \\ \tau_2 &= -0.027\bar{x} - 0.057 \end{aligned} \right\} (1)$$

合成効果係数 χ

$$\left. \begin{aligned} f_m &= 1.0 - 0.184\bar{x} - 1.138\bar{x}^2 + 0.740\bar{x}^3 \\ f_o &= 1.0 + 0.040\bar{x} - 1.134\bar{x}^2 + 0.712\bar{x}^3 - 0.130\bar{x}^4 \\ \bar{x} &= L \times v / b / 6, \bar{x} = \log_{10} [v \times (L/b/10)^4], \\ \bar{x} &= \log_{10} [v \times (10 \times b/L)^4], v = \sqrt{[1 + 0.5(n-1)] \times Z} \\ \bar{x} &= s \times \sqrt{b/L/u}, \bar{x} = s \times \sqrt[5]{b/L/u}, u = 1.0 - 0.43(I_{m0}/I_m)^2 \\ s &= \sqrt{k_0/k}, k_0 \text{ は基準バネ定数で } 20 \text{ t/cm/cm とし,} \\ k & \text{ は支柱止めの単位長さ当りのバネ定数である。} b \text{ は} \\ & \text{主桁間隔, } L \text{ は支間, } n \text{ は中間横桁の本数, } Z \text{ は曲げ} \\ & \text{格子剛度, } I_{m0} \text{ は主桁の基準断面2次モーメントで,} \end{aligned} \right\} (2)$$

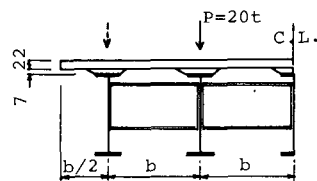
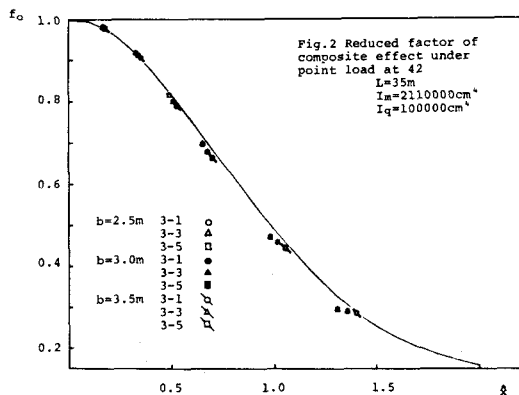


図-1 構造モデル



10^6 cm^4 とする。 $L = 35 \text{ m}$ の場合の r 及び μ について、上に示した一般式とパラメータ解析の結果との比較を図-2〜5に示す。

4. 荷重分配法の結果と厳密解との比較

荷重分配法で今回、変更した点を上げると、①荷重分配係数 r 及び合成効果係数減係数を式(1), (2)で求める。②荷重分配に関する影響係数 g_{ij} を求め、分配される荷重を $\hat{P}_i = g_{ij} \cdot P_j$ で求める。ここに、 P_j は主桁 j に作用する荷重を示す。主桁3本の場合、 g_{ij} は次のようになる。 $g_{aa} = 1 - 0.4(r_1 + r_2)$, $g_{ab} = g_{cb} = 0.3 r_m$, $g_{ac} = g_{ca} = 0.4 r_2$, $g_{bb} = 1 - 0.6 r_m$, $g_{ba} = g_{bc} = 0.4 r_1$, ここに、添字 a, c は外桁, b は中桁を示す。

主桁3本で、 $S = 0.25$ の場合に、支間中央の外桁又は内桁に20tの集中荷重を受けた場合の載荷点での主桁及び床版の繰応力度について、荷重分配法により求めた値 σ_c と有限要素法により求めた値 σ_s との比 σ_c / σ_s の最大値、最小値と平均値を表-2に示す。ここに取扱ったものは表-1に示した各場合の中で、支間25m, 35mの場合は $I_a = 10^5 \text{ cm}^4$ とし、 $b = 2.5, 3.0, 3.5 \text{ m}$, $n = 1, 3, 5$ 本と変化させた結果それぞれ9通りとなり、支間30mの場合は $I_a = 10^5 \text{ cm}^4$ と $3 \times 10^5 \text{ cm}^4$ の各場合に、 b 及び n は上と同じように変化させた結果、それぞれ、9通りとなり、合計36通りの場合である。この表に用いた荷重分配法の結果は横桁の本数の影響を無視して、 $n = 3, 5$ の場合にも、 $n = 1$ の場合の結果を用いたが、十分良い結果が得られた。表中、 σ_{cu} , σ_{cl} の項の値が大きくなっているのは、これらの比の分母となる厳密解の平均値がそれぞれ、 16 kg/cm^2 , 5 kg/cm^2 という、小さな値を取るためである。主桁4本, 5本の場合の結果は当日発表する。

参考文献 1) 小松, 佐々木: 不完全合成格子桁橋の実用計算法について, 第36回年次講演会概要集。2) 佐々木: 不完全合成桁橋の弾性挙動, 福井工業高等専門学校紀要, 14号。

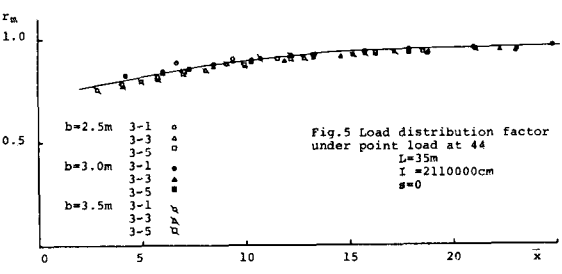
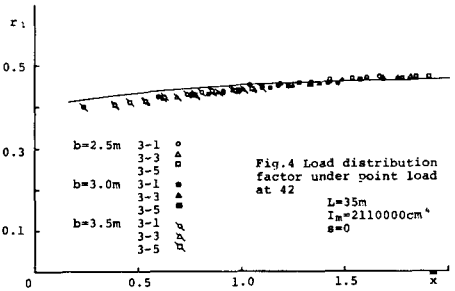
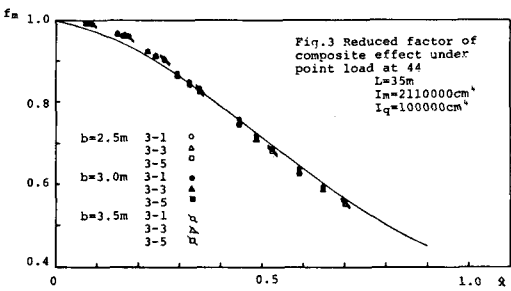


表-1 パラメータ解析に用いた曲げ格子剛度

	L=25m I _m =1.20×10 ⁶ cm ⁴			L=30m I _m =1.44×10 ⁶ cm ⁴			L=35m I _m =2.11×10 ⁶ cm ⁴		
I _a \ b	2.5	3.0	3.5	2.5	3.0	3.5	2.5	3.0	3.5 (m)
5	5.2	3.0	1.9	7.5	4.3	2.5	8.1	4.7	3.0
10	10.4	6.0	3.8	15.0	8.7	5.0	16.3	9.4	5.9
20	20.8	12.1	7.6	30.0	17.4	10.1	32.5	18.8	11.9
30	31.3	18.1	11.4	45.0	26.0	15.1	48.8	28.2	17.8
50	52.1	30.1	19.0	75.0	43.4	25.1	81.3	47.0	29.6
70	72.9	42.2	26.6	105.0	60.8	35.2	113.8	65.9	41.5
90	93.8	54.3	34.2	135.0	78.1	45.2	146.3	84.7	53.3

表-2 繰応力度の比

		σ_{cu}	σ_{cl}	σ_{su}	σ_{sl}
Middle beam	Max	1.444	4.000	1.267	1.178
	Min	0.929	1.333	0.969	1.017
	Mean	1.131	2.386	1.057	1.079
Outside beam	Max	1.529	1.500	1.316	1.150
	Min	0.870	0.250	1.074	1.046
	Mean	1.222	0.936	1.194	1.104