

オム建設コンサルタント 正員 成底 弘敏
 琉球大学 正員 浜田 純夫
 オリエンタルコンクリート 正員 金城 清

1. まえがき

格子桁に関する研究は、外国ではF.Leonhardt, H.Hombergらにより、また我国では渡辺らにより多くの研究が行われてきた。また、最近のようにマトリックス法による構造解析が一般化してくれば、解析上特に問題になる点は少ない。しかし、必ずしも設計者の手元に電子計算機が準備されているとは限らないので、力学的性状を示し、設計に役立つ計算式を見出すことも有用なことと考えられよう。

現在まで、F.LeonhardtやH.Hombergらにより直角格子桁に対し計算式が提案され、これらの式を用いて設計が行われている。しかし、斜格子の計算には簡単な計算式が見出されていないのが現状である。

この研究では、厳密な計算式を導かず、マトリックス法を用いて、斜格子桁の力学的性状を見出し、設計に役立てようと試みる。特に斜角を有する格子桁では反力分布と支間中央の挠げモーメントが重要となるので、それらに注目した。

2. 計算理論

マトリックス法による格子桁の計算は多く行われており、理論には一般に用いられる式を用いた。図-1のように全体座標において部材角 α を有する部材の剛性行列 $[K]$ は次式で与えられる。

$$[K] = \frac{EI}{l^3} \begin{bmatrix} 12 & 6\lambda l(4\mu + k\mu^2)l^2 & 6\mu l(4-k)\lambda\mu l & (4\mu^2 + k\lambda^2)l^2 & -12 & -6\lambda l & -6\mu l & 12 \\ 6\mu l(4-k)\lambda\mu l & (4\mu^2 + k\lambda^2)l^2 & 6\lambda l(4\mu + k\mu^2)l^2 & 6\mu l(4-k)\lambda\mu l & -6\lambda l & 12 & -6\mu l & 6\mu l(4-k)\lambda\mu l \\ 6\lambda l(4\mu + k\mu^2)l^2 & 6\mu l(4-k)\lambda\mu l & (4\mu^2 + k\lambda^2)l^2 & 6\lambda l(4\mu + k\mu^2)l^2 & -6\mu l & -6\lambda l & 12 & 6\mu l(4-k)\lambda\mu l \\ (4\mu^2 + k\lambda^2)l^2 & 6\mu l(4-k)\lambda\mu l & 6\lambda l(4\mu + k\mu^2)l^2 & (4\mu^2 + k\lambda^2)l^2 & 6\mu l(4-k)\lambda\mu l & 6\lambda l(4\mu + k\mu^2)l^2 & 6\mu l(4-k)\lambda\mu l & (4\mu^2 + k\lambda^2)l^2 \end{bmatrix} \quad \text{Sym.} \quad (1)$$

ここで、 $\lambda = \cos \alpha$, $\mu = \sin \alpha$, および $k = GJ/EI$ である。こ

こではSt. Venantのねじりのみを考慮した。

3. 計算対象とした断面寸法

斜格子桁の構造形式は鉄筋コンクリートT形橋、プレートガーター橋、合成桁などがある。これらの主桁本数は幅員、スパン長、クリアランスなどにより異なるが、過去の研究例からこの計算では5本主桁とする。このため、特に多い、あるいは少ない主桁をもつ構造形式には適用できない。パラメーターの一つに主桁の k ($=GJ/EI$)がある。プレートガーターのような断面では $k=0$ 、合成桁断面およびRC-T形断面では0.1~0.25程度と考えられる。このような斜橋ではスパンと幅員の比も1.0~3.0、斜角は40°以上として計算できよう。横桁の本数は11本の場合も3本とし、剛比を30として計算する。計算上の格子桁を図-2に示す。

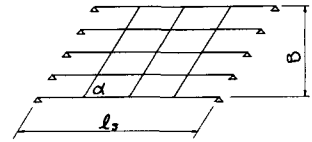


図-1 対象とした格子桁

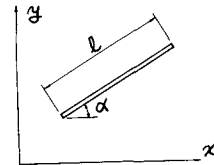


図-2 部材と一般座標

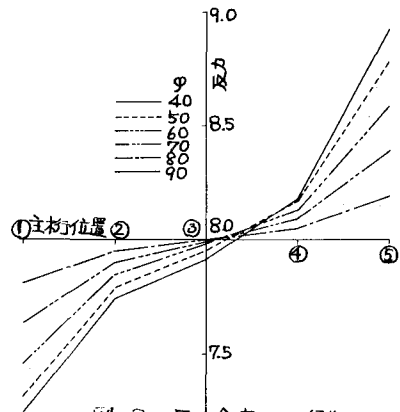


図-3 反力分布の一例

4. 計算結果

4.1 支反力について

斜角を有する格子桁の反力分布は、よく知られるように等分配荷重では鈍角側に大きい反力が生じ、鋭角側に小さい反力が生ずる。反力分布の一例を図-3に示す。また、この計算例では一般断面を考慮して、 $R=0.15$ とする。H.Vogtは斜スラフ橋の設計の反力分布を直線と仮定している。ここでも同様に直線と仮定できよう。さらに鈍角部および鋭角部の反力の大きさは図-4のように斜角 φ にはほぼ比例的に増減していることがわかる。図-4から $\varphi=65^\circ$ のときの反力 R の平均値を求め、 μ との関係を示すと、図-5のようになる。このようにことから、鈍角部の反力 R_q は

$$R_q = R_{q0} \{1 + 0.002 \mu (90 - \varphi)\} \quad (2)$$

で与えられることがわかる。この提案式は $\mu \leq 3$ 、 $\varphi \geq 40^\circ$ において誤差はわずかに2%以内となっている。同様に鋭角部の反力 R_p を求めると、

$$R_p = R_{p0} \{1 - 0.00217 \mu (90 - \varphi)\} \quad (3)$$

となる。この提案式も $\mu \leq 3.0$ 、 $\varphi \geq 40^\circ$ において、わずか3.8%以下の誤差である。

4.2 換算スパンについて

斜角の大きい格子桁は一般の矩形の格子桁と異なり、曲げモーメントを求めるスパンは必ずしも桁長にならない。例えば、道路橋示方書によれば、換算スパンは

$$\left. \begin{aligned} l &= l_s & l_s/B \geq 1.5 \text{ のとき} \\ l &= \frac{1}{2}(l_s + l_n) & l_s/B < 1.5 \text{ のとき} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

ここで、 l_s は斜め支間、 l_n は支み中心間隔、 B は橋全橋である。

式(4)によれば、 l_s/B により、 l は異なる。一方、ここで格子3格子桁としての計算結果は $R = (GJ/EI) = 0.15$ に対し、表-1に示されるように式(4)が良く合うことがわかる。

$$l = \frac{1}{2}(4l_s + l_n) \quad (5)$$

表-1からわかるように、式(4)の結果はスパンの長さが短くなることがあり、曲げモーメントを求める場合には危険側になることがわかる。式(5)の誤差はたかだか5%以内であるが安全側のスパンである。また計算結果によれば、換算スパン l は $\pi \sim 100$ ではあまり変りなく、 R の値により、11%分変ることが判明した。つまり、 $R=0$ のときは $l=l_s$ に近く、特に大きい R 、例えば0.4のときは式(5)で表わされる。

$$l = \frac{1}{2}(3l_s + l_n) \quad R=0.4$$

5. おさげ

斜格子桁の力学的性状の一部として、反力分布と換算スパンに注目した。これは等分配荷重が作用した時の例であり、今後、線荷重および集中荷重について検討し、変形計算法の力を借りることなく、斜格子桁の設計を可能ならしめるような手法を試みている。

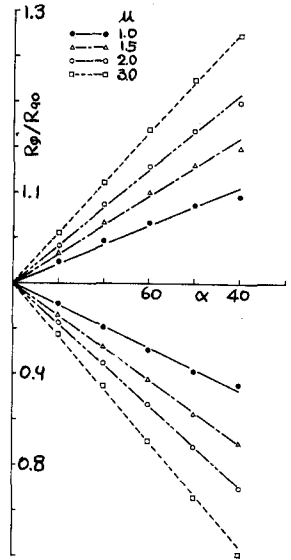


図-4 R_q/R_{q0} と α の関係

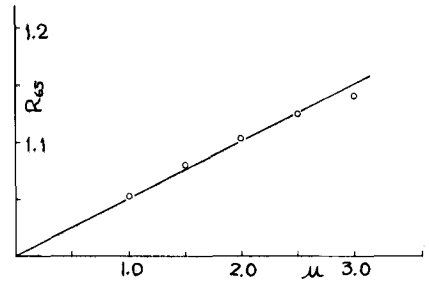


図-5 R_{q5} と μ の関係

表-1 換算スパン

φ	l_s/B	l_{exact}	式(4)	式(5)
80	1.0	.996	.993	.998
	1.5	1.494	1.491	1.495
	2.0	1.993	2.000	1.994
	3.0	2.990	3.000	2.991
60	1.0	.960	.932	.974
	1.5	1.443	1.400	1.460
	2.0	1.929	2.000	1.946
	3.0	2.906	3.000	2.920
40	1.0	.860	.821	.929
	1.5	1.299	1.232	1.393
	2.0	1.743	2.000	1.857
	3.0	2.656	3.000	2.786