

釧路製作所 正員 井上稔康 北海道大学工学部 正員 佐藤浩一
 釧路製作所 杉江 豊 釧路製作所 武田 敦

1. まえがき

I形断面主桁を用いた格子構造では、ねじりモーメントおよび曲げねじりモーメントによる応力は小さく、一般に桁のねじり抵抗を無視して解析している。しかし、図-1のように横桁を主桁に直角に配置した直交格子桁の斜橋（以下、斜角格子桁とよぶ）では、斜角が小さくなると主桁相互のたわみ差により主桁がねじられて桁倒れが起こり、フランジにそり応力が発生する。桁倒れ現象の研究や完成時の桁倒れを防ぐ対策等についての施工例は従来から多くの報告が行なわれているが^{(1), (4)}、主桁がねじられることによって生じる応力についての研究は少ない。

本文では、斜角格子桁の計算において主桁を薄肉部材として扱い、ねじり変形およびそり変形を考慮した剛性マトリックス法により平面格子桁の解析を行なうことによって、斜橋の桁倒れによるそり応力を検討した。

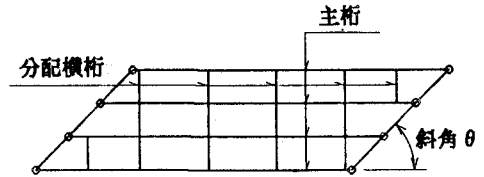


図-1 直交格子桁の斜橋（斜角格子桁）

2. 斜橋の計算モデル

表-1、図-2に示すように、斜角と支間長を変えた実橋に近い12ケースの計算モデルについて、曲げ、ねじりおよび曲げねじり剛性を考慮した平面格子桁の解析を行ない、死荷重載荷時の桁倒れ量とねじりモーメントおよび曲げねじりモーメントを計算した。

3. たわみ差による桁倒れ

斜角格子桁では主桁相互のたわみ差によって主桁がねじれ、桁倒れが起きる。ここで桁倒れ量 δ は桁高 h_w とねじり角 ϕ から次式で求められる。

$$\delta = h_w \cdot \phi \text{ ----- (1)}$$

ねじり角 ϕ は一般的には主桁間のたわみ差 d と主桁間隔 a から、

$\phi = d/a$ として計算できるが、主桁のねじり抵抗を考慮した本解析では ϕ を直接求められる。ただし、

表-1 部材断面と荷重強度

		$L=25m$	$L=30m$	$L=35m$	$L=40m$
主桁	上下フランジ	400×28	490×28	560×28	600×28
	腹板	1400×9	1600×9	1850×9	2050×9
	I (m^4)	1.35×10^{-2}	2.13×10^{-2}	3.24×10^{-2}	4.61×10^{-2}
	J_T (m^4)	6.19×10^{-6}	7.56×10^{-6}	8.64×10^{-6}	11.5×10^{-6}
分配対傾構	C_w (m^4)	1.52×10^{-4}	3.64×10^{-4}	7.23×10^{-4}	11.7×10^{-4}
	I	4.87×10^{-4}	8.50×10^{-4}	10.7×10^{-4}	12.5×10^{-4}
荷重強度 (t/m)		2.66	2.70	2.75	2.80

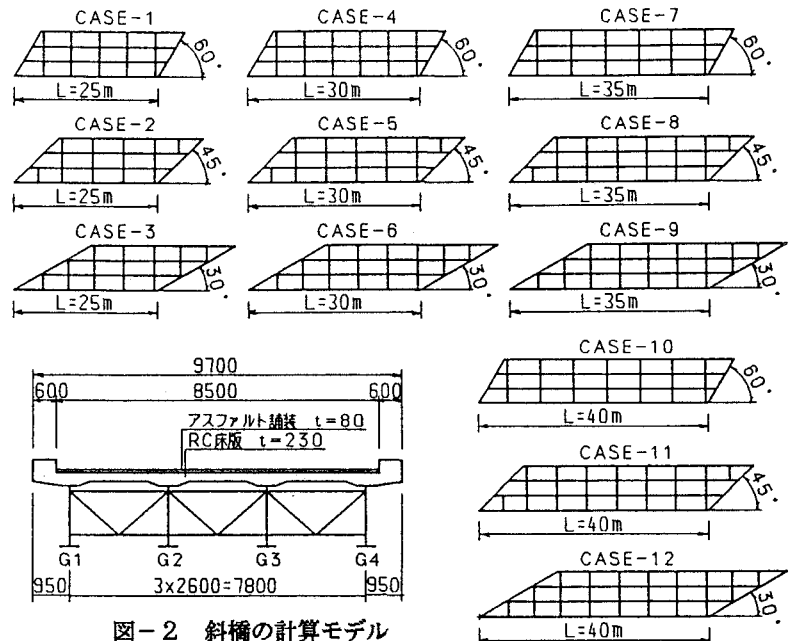


図-2 斜橋の計算モデル

主桁のねじりやそり変形を考慮しなくても桁倒れ量は変わらない。

図-3は計算モデル12ケースの死荷重による桁端の計算桁倒れ量 δ を斜角と支間の関係で表したもので、 δ は斜角の余接値 $\text{Cot } \theta$ に比例する。

4. 斜橋の桁倒れとそり応力

斜角格子桁では桁倒れによって主桁がねじられ、フランジに曲げねじりモーメントによるそり応力度 σ_w が発生する。図-4に桁倒れ量 δ と曲げねじりモーメント M_w の分布例を示す。 M_w は骨組形状によって分布状態が複雑になるが、全体としては δ の分布と類似している。

曲げねじりモーメント M_w による主桁フランジのそり応力度 σ_w は次式で計算される。

$$\sigma_w = M_w \cdot \omega / C_w \quad \cdots (2)$$

ここで、 C_w は曲げねじり定数、 ω はそり関数を示す。本計算モデルにおける主桁フランジのそり応力度 σ_w の最大値を計算すると図-5になる。

5. あとがき

1) 斜橋の桁倒れによる曲げねじりモーメントは格子桁の骨組形状によって分布状態が複雑になる。

斜角が小さい場合、設計上この曲

げねじりモーメントによる垂直応力度(そり応力度)は大きくなり無視できなくなると考えられる。

2) 桁倒れを防ぐ対策として、プレキャスト工法を採用する場合が多い。プレキャスト工法で施工すると完成時の桁倒れを少なくすることができるが、斜橋の桁倒れによるねじり応力も小さくなることにはならない。したがって、応力上問題は残る。

3) 最後に、格子桁の計算はパソコン(PC9801-FA)を用い、剛性方程式の解法はMS-FORTANによるスカイライン法で行なった。

[参考文献]

- 1) 北海道土木技術会鋼道路橋研究委員会編；北海道における鋼道路橋の設計及び施工指針、平成元年11月
- 2) 尾下；直交格子斜橋の機構軸力と主桁付加応力度について、横河橋梁技報No.18、1989.11
- 3) 稼農；せん断変形の影響を考慮した剛性マトリクスと薄肉骨組系の解析、橋梁と基礎、1974.8
- 4) 井上・渡辺・林川・村山；斜角格子桁の桁倒れの解析と実験、土木学会北海道支部、第45号

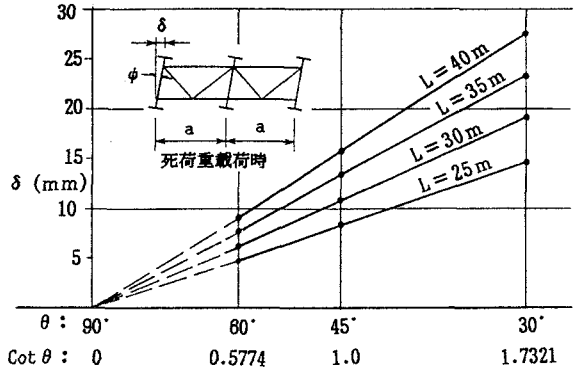
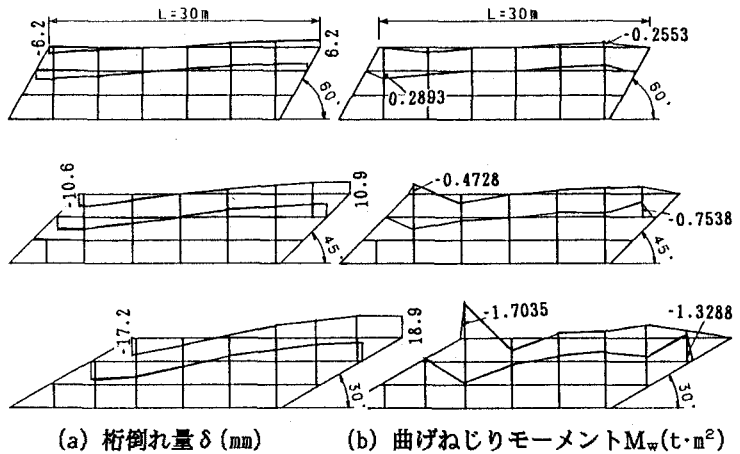


図-3 桁端の計算桁倒れ量 δ



(a) 桁倒れ量 δ (mm) (b) 曲げねじりモーメント M_w (t-m²)

図-4 桁倒れ量と曲げねじりモーメントの分布(CASE-4~6)

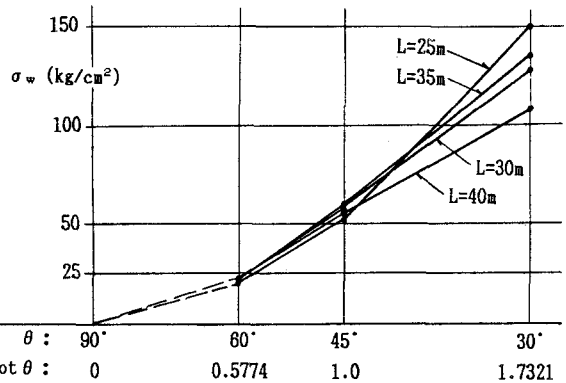


図-5 フランジのそり応力度 σ_w (kg/cm²)