

I-10 斜角スラブ橋の曲げ解析と実験

北海道大学工学部	学生員	堀 山 功
北海道大学工学部	正 員	林 川 俊 郎
北海道大学工学部	正 員	渡 辺 昇
(株) 釧路製作所	正 員	井 上 稔 康

1. まえがき

著者らは現在、コンクリート合成鋼床版橋 (Concrete Composite Steel-deck Bridge、略してCS橋と呼ぶ) の実用的設計を目指して、室内模型実験および現場実験を行っている¹⁾。

CS橋は、主桁上に設けた鉛直突起板とパネル状の鋼床版を高力ボルトで結合させた後、コンクリートを打設し、アスファルト舗装をした合成橋梁構造物である。そのため今後、設計計算上解決すべきいくつかの検討事項がある。

今年度、札幌市内において直橋タイプのCS橋 (2 橋) の架設を終えた。さらに来年度、斜角橋タイプのCS橋の架設が、計画されている。本研究は斜角橋タイプのCS橋の設計に際し、簡易計算方法として格子桁理論と直交異方性板理論を用いて、より実用的な計算手法を開発するために、実験と解析との比較検討を行ったものである。

2. 計算方法

計算を進めるにあたっては図-1、図-2 に示す実験供試体のモデル化を行った。

2-1 格子桁へのモデル化

図-3 にモデル化した格子桁を示す。本供試体は、2800 kg・cmのトルクでボルトを締め付けているため、有効幅の算定には、道路橋示方書の公式を用いることができる²⁾。したがって、ここでは、主桁方向において各4本の主桁の有効幅入を求め、有効幅を含めた主桁を一つの主桁と考え、さらに有効幅に入らなかった断面 (床版) が、一つの桁を構成すると仮定した。結果として、主桁方向には、7本の桁があるものと考えられる。横桁方向については床版を分割し7本の桁があると仮定した。それぞれの桁の断面二次モーメント I_v を表-1 に示す。ここで、この I_v は各桁においてそれぞれの完全塑性状態を考え、引張部に存在するコンクリート断面无視して計算し

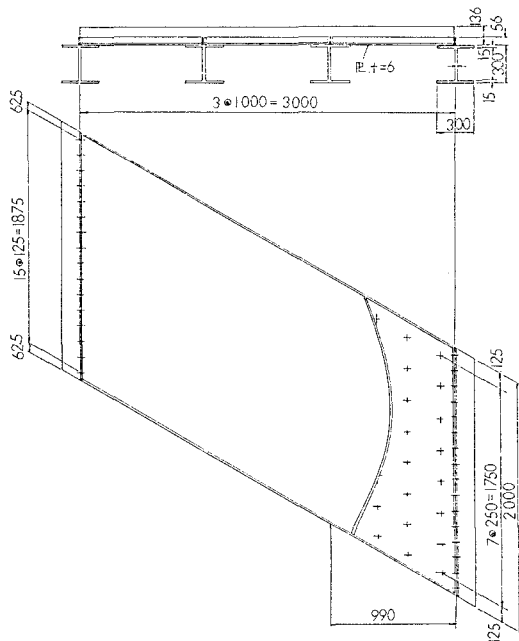


図-1 実験供試体 (mm)

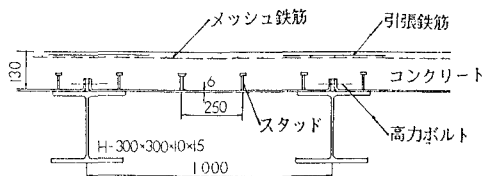


図-2 供試体断面 (mm)

ている。計算に用いた降伏応力度 σ_{sy} 、 σ_{cy} は、それぞれ

鋼： $\sigma_{sy} = 3600 \text{ kg/cm}^2$
 コンクリート： $\sigma_{cy} = 300 \text{ kg/cm}^2$
 である。供試体にはSS41を使用した引張試験の結果、上の値を採用した。 I_v の計算は、合成桁の考え方によった。また、本研究ではそりねじりは無視し、ねじりを無視した場合、ねじりを考慮した場合の2通りについて計算を行った。

2-2 板理論へのモデル化

図-4 に示すようなメッシュの分割を行った。この分割の方法は過去の著者らの研究によった³⁾。ここでは、主桁方向に6分割、横桁方向に4分割している。当然のことながら、分割数を増せば、より精度の高い値を得ることができる。

次に板剛性についてであるが異方性板であるため次のように近似を行った。

直交異方性板の板剛性は、

$$D_x = \frac{E_x h^3}{12 (1 - \nu_x \nu_y)}$$

$$D_y = \frac{E_y h^3}{12 (1 - \nu_x \nu_y)}$$

$$D_{xy} = \frac{G_{xy} h^3}{12}$$

$$D_1 = \nu_y D_x = \nu_x D_y$$

$$H = D_1 + 2D_{xy}$$

であるが、便宜上

$$D_x = \frac{E_x I_x}{I_x} \quad , \quad D_y = \frac{E_y I_y}{I_y}$$

$$D_1 = \nu \sqrt{D_x D_y} \quad , \quad H = \sqrt{D_x D_y}$$

$$D_{xy} = \frac{1 - \nu}{2} \sqrt{D_x D_y}$$

とした。

結果として、異方性板の板剛性は

$$D = \begin{bmatrix} D_x & D_1 & 0 \\ D_1 & D_y & 0 \\ 0 & 0 & D_{xy} \end{bmatrix}$$

として求められる。

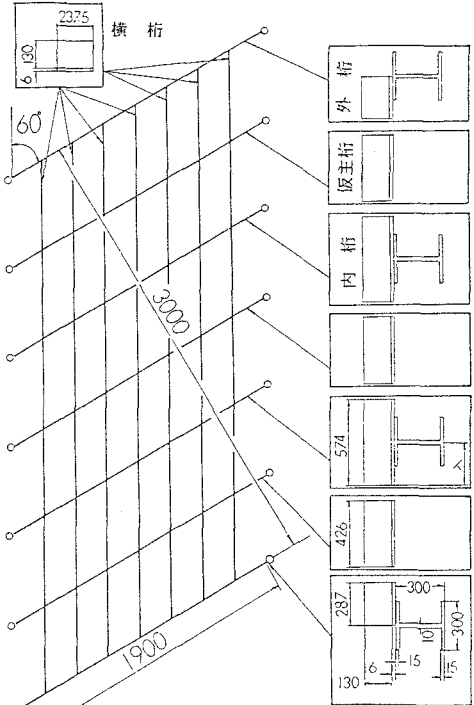
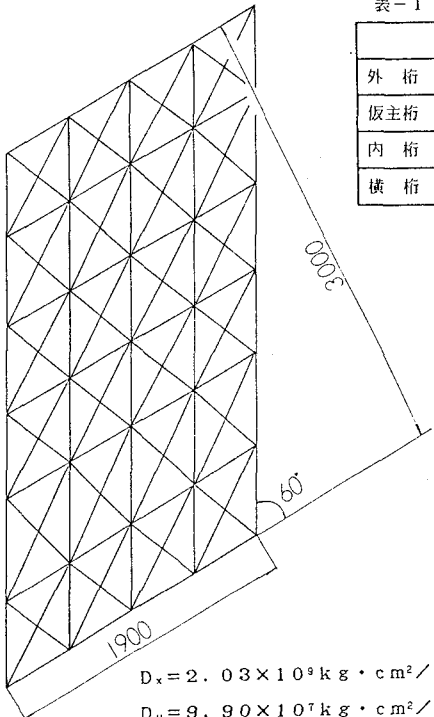


図-3 格子桁理論へのモデル化 (mm)

表-1 断面二次モーメント

	$I_v (\text{m}^4)$
外 桁	3.808×10^{-4}
仮主桁	1.739×10^{-5}
内 桁	4.772×10^{-4}
横 桁	9.703×10^{-6}



$$D_x = 2.03 \times 10^9 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2 / \text{cm}$$

$$D_y = 9.90 \times 10^7 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2 / \text{cm}$$

図-4 板理論へのモデル化 (mm)

3. 実験

実験は、板中央における一点集中荷重载荷で行った。供試体の支間は、2000mmであるが、支点は両端より50mmの位置に置いた。よって支間は1900mmになり、解析についてもこの寸法を用いた。支承としては、H形鋼を用いたが、支承と接地面との間が不安定であり、供試体のたわみより支承の沈下のほうが大きくなる可能性があるため、実験前にモルタルを打設して安定させることとした。また、供試体の鋭角部においては負の反力が生じて浮き上がるおそれがあるため、ボルトで外桁の下フランジと支点とを固定した。荷重は力計を用いて計測した。これは、偏心を防ぐためでもある。変位の測点は支間中央において7ヶ所、4本の各主桁の1/4点において1ヶ所ずつ、主桁の両端においても支点の補正用として8ヶ所設けた。実験は3回行った。写真-1に実験供試体、写真-2に力計を示す。

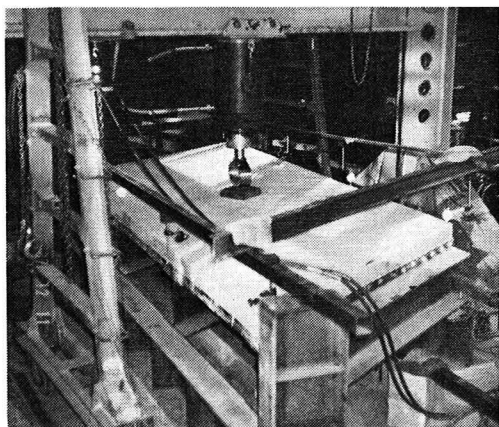


写真-1 実験供試体

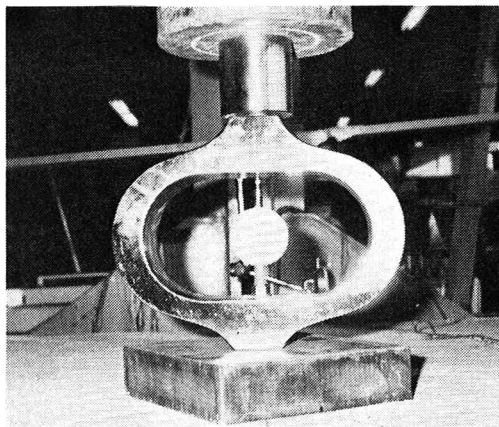


写真-2 力計

4. 考察

図-5に3回の実験の荷重とたわみの関係を示す。これを見ると3回とも弾性的に変化しており理論値に沿っているのがわかる。ここでは、理論値として格子桁理論（ねじり無視）の場合を用いている。さらに、ひずみについても弾性的に変化していることを確認した。

図-6、図-7、図-8は、 $P=10.0$ tの時の支間中央におけるたわみ曲線を示している。板理論による計算では、どの測点においても実験値より値が大きめに出ている。メッシュの分割を今以上に密にしたり、収束判定を厳しくすると値は、これより大きくなり実験値から離れる。これは、主桁の数（4本）が少なすぎて板にならすのには粗すぎるためではないかと思われる。格子桁理論（ねじり無視）では、板中央では実験値より大きめ、ねじりを考慮すると小さめに出ている。供試体の主桁は開断面であるが、図からわかるようにねじりを無視してもほぼ近い値を得ることができる。

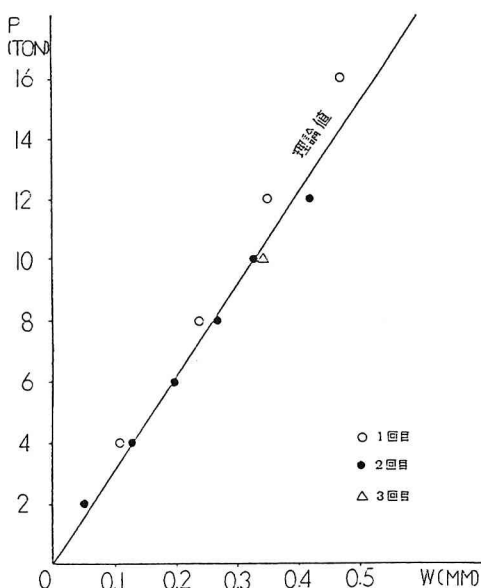
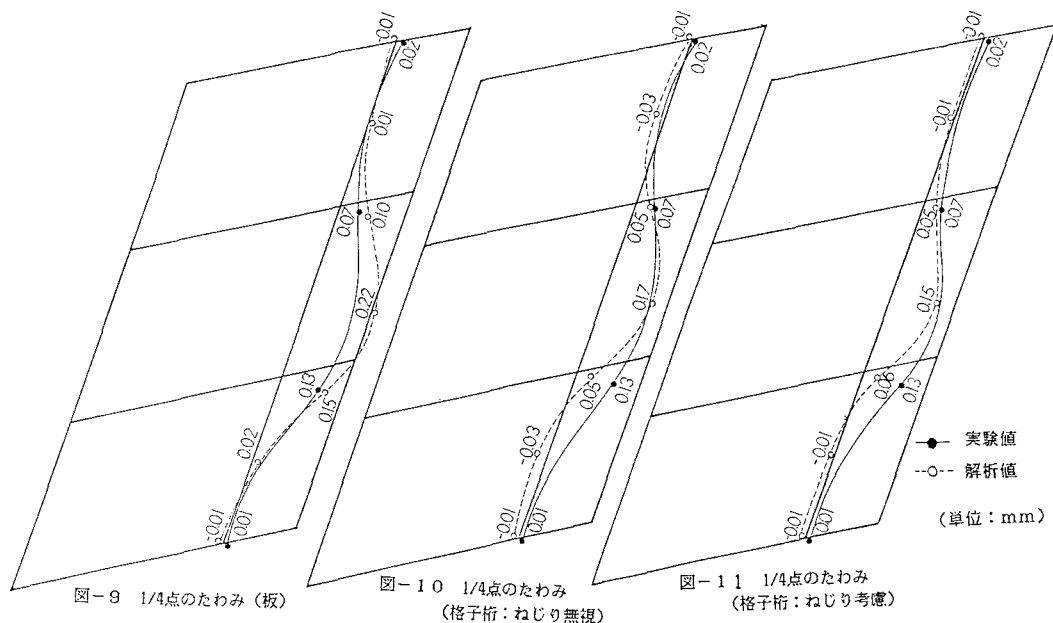
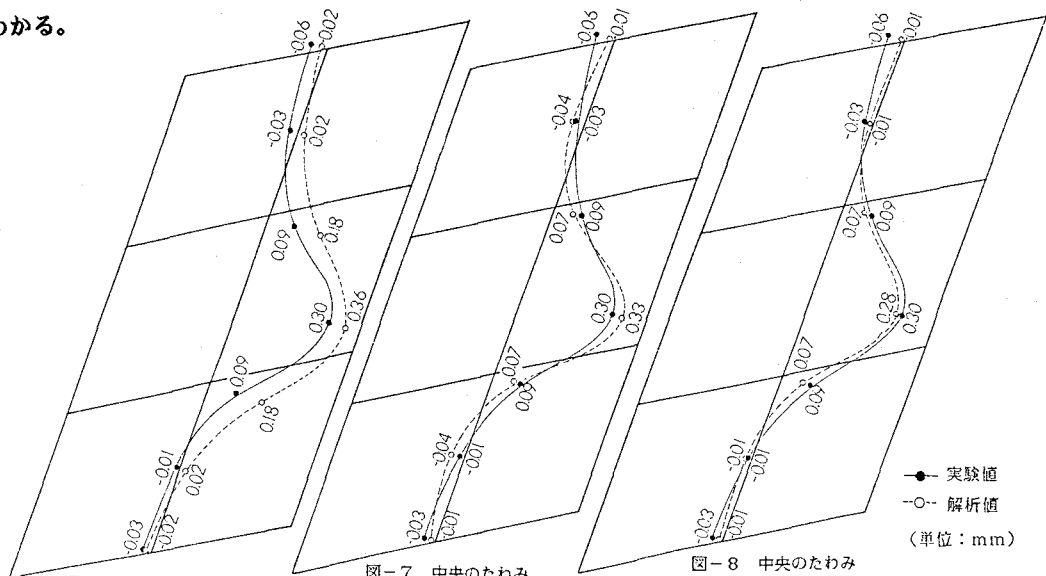


図-5 荷重-たわみの関係 (板中央)

図-9、図-10、図-11は、 $P=10.0$ tの時の主桁の1/4点のたわみ曲線を示している。実験からわかるように斜角の場合は、たわみ曲線が対称にならない。板理論、格子桁理論（ねじり考慮）では、それがよく表れている。図-10と図-11を比較するとたわみ曲線全体として見た場合、大きな差は出ないことがわかる。



5. あとがき

結果として、斜角スラブ橋を考える場合、格子桁理論（ねじり無視）で計算すれば、ほぼ妥当な値を得ることができる。

〔参考文献〕1)渡辺・井上：CS橋の開発的研究、土木学会北海道支部論文報告集、第43号、1987. 2)渡辺他：CS橋の有効幅について、第42回年次学術講演会講演概要集、1987. 3)渡辺他：平行四辺形板の有限要素法による曲げ解析と実験、土木学会北海道支部論文報告集、第43号、1987.