

I-9 下フランジに丸みのある

三角形断面桁の実験的研究

北海道大学名誉教授 正員 渡辺 昇
 北海道大学工学部 正員 平沢 秀之
 北海道大学工学部 西川 実
 (株)旭鉄工所 正員 篠崎 紘一
 (株)北海道土木設計 正員 大村 登喜夫

1. ま え が き

近年、橋梁技術の進歩や材料強度の向上等により、橋梁はますます長大化の傾向にあると思われる。これに伴い、橋梁の耐風安定性が注目されるようになり、台風常襲地帯に位置する我が国においても、平成3年7月に「道路橋耐風設計便覧」が制定され一般の道路橋を対象とした耐風設計基準が、明確な規定として用いられるようになってきた。また、サイクリングロード等に架設される比較的長スパンで幅員が狭い人道橋においても耐風安定性の向上は重要な問題であると思われる。

このような場合、その耐風性向上のためには様々な方法があるが、橋桁の断面形状そのものを改良することも、その一つの方法である。以上の点を踏まえて、著者らは下フランジに丸みのある三角形断面桁を考案し、断面性能等を確認するため曲げおよびねじり載荷試験を行った。本論文は、その概要を報告するものである。

2. 実験および実験結果

2-1. 実験供試体

本研究で用いた実験供試体を図-1および写真-1に示す。本供試体は下フランジに丸みをもつ鋼床版三角型箱断面桁である。その特長をつぎに示す。

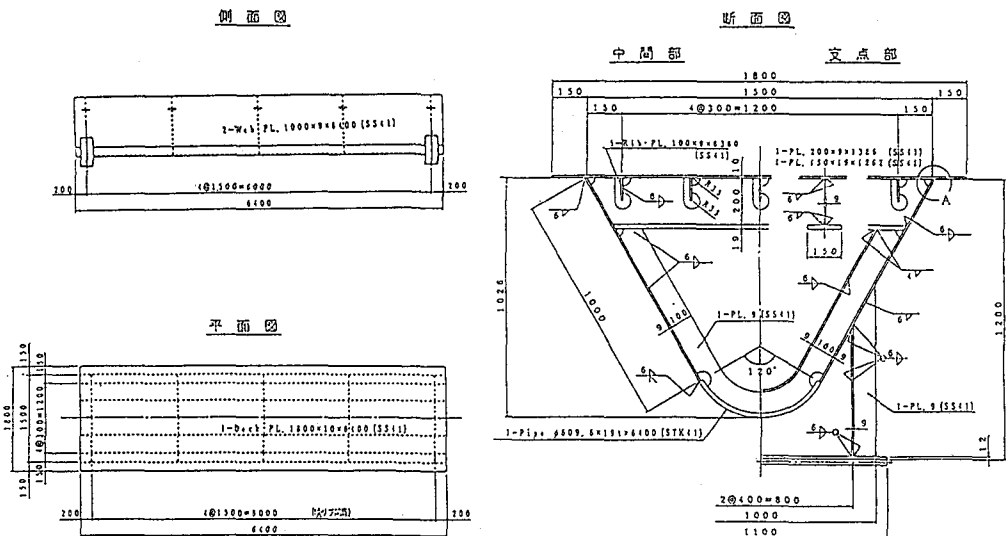


図-1

An experimental study of triangular section girder with roundish lower flange.

by Noboru WATANABE, Hideyuki HIRASAWA, Minoru NISHIKAWA, Kouichi SHINOZAKI and Tokio OOMURA.

- ① 下フランジは既製の鋼管を縦に切断し使用するため、曲げ加工等の必要がなく幅員に応じた任意の断面を製作できる。
- ② 箱断面のため、ねじり剛性が高く横倒れ座屈を起こしにくい。
- ③ 床版などにコンクリートを全く使用しないため、橋全体が軽量で強度が高いため、それだけ支間を長くできる。
- ④ 下フランジが丸みをもっているためカルマン渦が発生しにくい。

2-2. 実験方法

実験は、曲げおよびねじりについて

写真-1

行った。まず、曲げ試験についてはせん断の影響を排除するため2点载荷とし、载荷位置は $1/4L$ 、 $3/4L$ 点とした。支承は単純支持とした。ねじり試験については、载荷位置は図-2に示すように支間中央断面ウェブ上とした。支点上における供試体の回転を防ぐための装置を施し、実験を行った。測定は、応力に関してはストレインゲージ、変位に関してはダイヤルゲージを使用した。ねじり角は、図-2の位置に設置したダイヤルゲージにより測定した変位から計算によって求めた。

2-3. 実験結果

2-3-1. 曲げ試験

曲げ試験の結果を図-3および図-4に示す。ここで、図-3は荷重-たわみ曲線であり図-4は、 $P=10t, 20t, 30t$ における応力図である。なお、図中の実線は実験値、点線は理論値である。これらの図から理論値と実験値はほぼ一致し、本実験

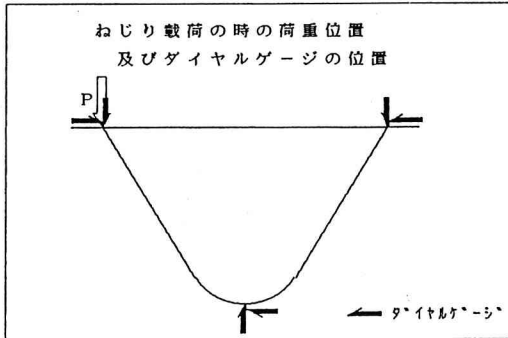


図-2

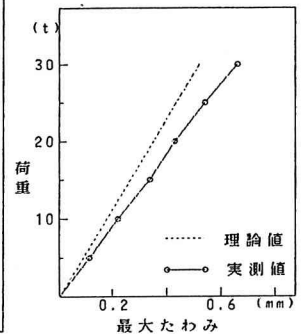


図-3

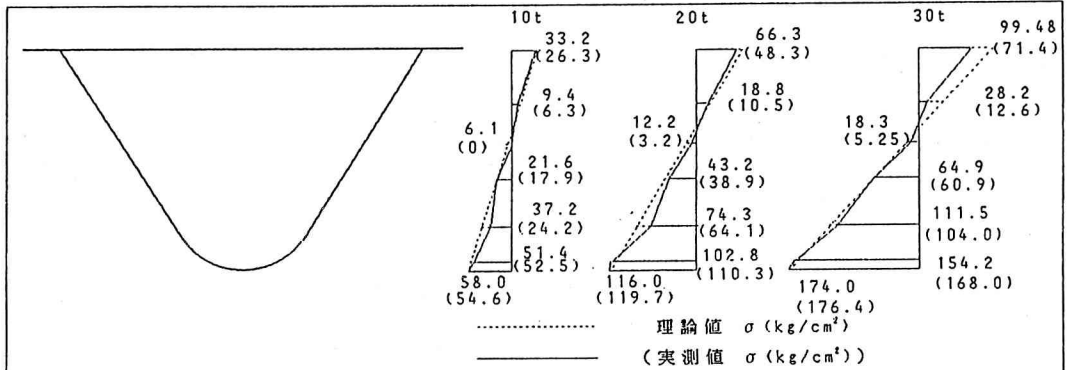


図-4

結果は極めて妥当であると言える。

2-3-2. ねじり試験

ねじり試験の実験結果および解析結果を図-5～9に示す。ここで、図-5はねじり角およびせん断中心位置、図-6, 7は $P=20t$ における応力 σ (kg/cm²)、図-8, 9は $P=20t$ におけるせん断応力 τ (kg/cm²)である。

図-5に示すCは、解析により求めたせん断中心の位置である。これに対し、図-2の位置に設置したダイヤルゲージにより測定された、3点の変位から求めたせん断中心の位置は、図中のC₀である。以上より、理論値と実測値は、ほぼ一致していることがわかる。また、実験から求められるねじり角 θ_0 は、デッキプレート2点の垂直変位 δ から

$$\theta_0 = \delta / r \cdots \cdots (1)$$

で求められ、これについても理論値と実測値が、ほぼ等しいと言える。

実験により求まる垂直応力 σ には、曲げによる応力とねじりによる応力が含まれる。これを式に表すと

$$\sigma = \sigma_M + \sigma_W \cdots \cdots (2)$$

ここで σ_M ：曲げモーメントによる応力
 σ_W ：そりモーメントによる応力

となる。したがって、 $P=20t$ における σ_M と σ_W をそれぞれ計算によって求め、式(2)を用いて合計すると、図-6のようになる。また、図-7は $P=20t$ における垂直応力の実測値である。

また、せん断応力 τ については、

$$\tau = \tau_0 + \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 \cdots (3)$$

ここで、
 τ_0 ：曲げモーメントによる応力
 τ_1 ：そりねじりモーメント

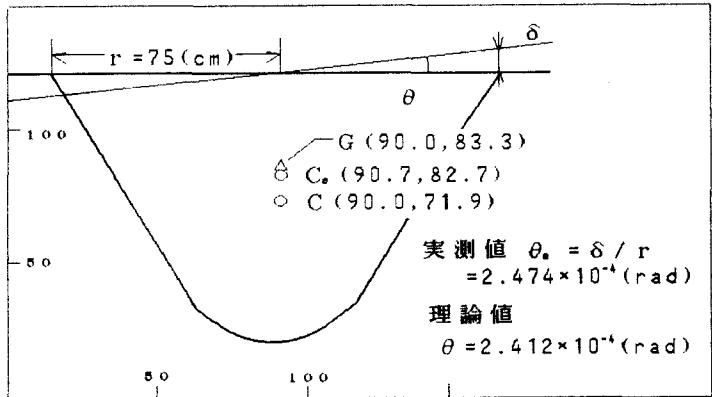


図-5

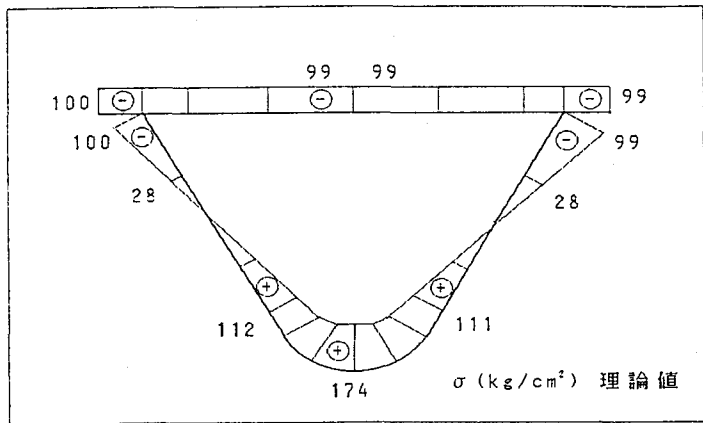


図-6

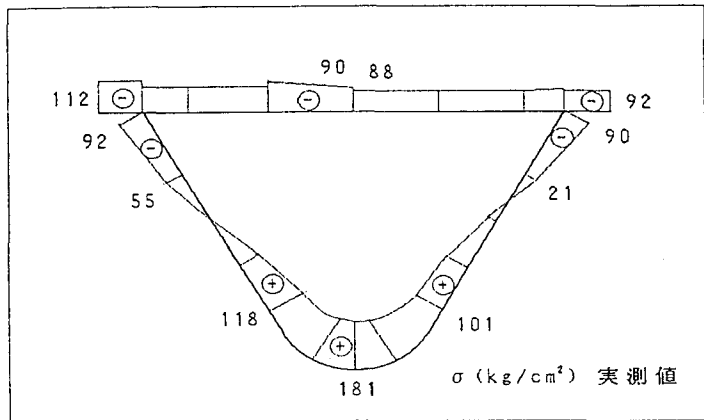


図-7

による応力

τ_s : 純ねじりモーメント

によるBreadtの応力

τ_{is} : 純ねじりモーメント

によるSt.Venantの応力

で求めることができる。垂直応力の場合と同様に $P=20t$ におけるそれぞれのせん断応力を計算し、式(3)を用いて合計すると、図-8のようになる。また、図-9は $P=20t$ におけるせん断応力の実測値である。

以上より、図-6および図-7、図-8および図-9を比較すると、理論値と実測値はいずれもよく一致し本実験は、ほぼ妥当であると思われる。

3. あ と が き

本実験では、応力、たわみおよびせん断中心を測定したが、前述のようにどの値も理論値とほぼ一致し、実験は、妥当であると言える。したがって、このような解析手法を用いれば、十分設計計算が可能であると思われる。

最後に、本論文の作成にあたり、貴重なご助言をいただいた北海道大学工学部、小幡 卓司助手に感謝します。また実験の実施に際し、多大のご協力を得た北海道大学工学部、及川 昭夫技官、ならびに橋梁学講座大学院生の諸氏に感謝します。

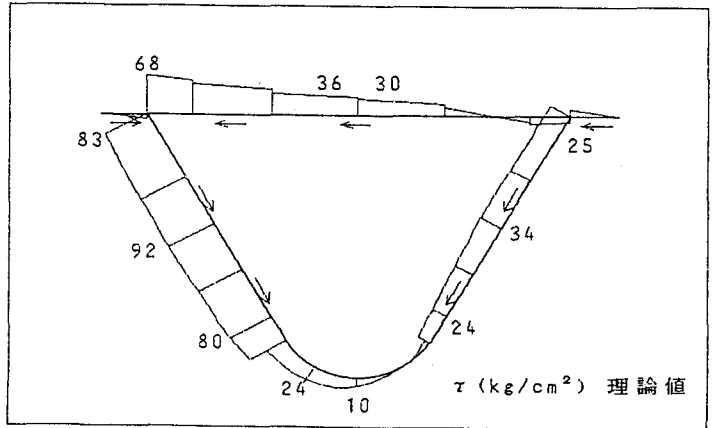


図-8

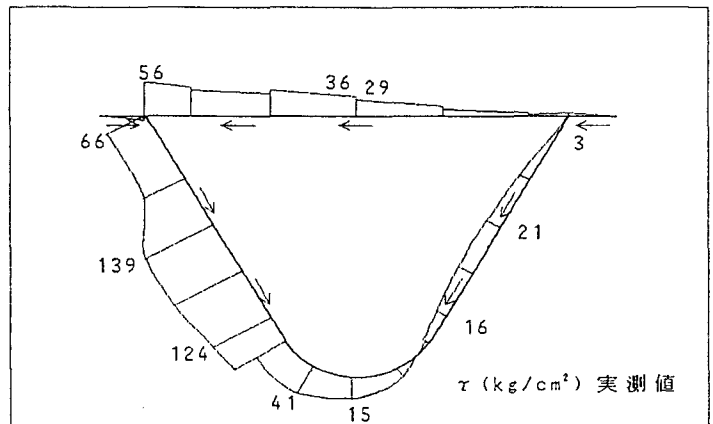


図-9

<参考文献>

- 1) 渡辺 昇: 開き断面連続桁と閉じ断面連続桁の曲げおよび拘束振れによる応力の計算、工学研究 Vol.12, No.2, 3, 5, 6, 昭和38年2, 3, 5, 6月
- 2) 林 義税、渡辺 昇: 薄肉断面桁橋のパソコンによるそりねじり解析、土木学会北海道支部論文報告集第45号 P67~70、平成元年2月
- 3) 渡辺 昇、新山 惇、本多 満、平沢 秀之: 鋼床版曲線桁橋のそりねじり解析と実験、土木学会北海道支部論文報告集第47号 P25~30、平成3年2月
- 4) 日本道路協会編: 道路橋耐風設計便覧、平成3年7月
- 5) 渡辺 昇、平沢 秀之、西川 実、新山 惇、池田 真也: 下フランジに丸みのある三角形断面桁の解析的研究、土木学会北海道支部論文報告集第48号掲載予定