

I-148

三角形断面桁の構造特性と景観について

北海道大学工学部 正会員 菲澤憲吉

1. まえがき

ふつう一般に用いられている箱形断面と比較しながら、断面が三角形（逆三角形）の、三角形断面桁構造について、静力学的な面と景観的な面から検討する。

2. 解析に用いた桁構造

解析の対象にした桁の断面を図1に示す。三角形断面の場合は、同じ3枚の板要素を組み合わせて正三角形断面とした。比較のための箱形断面は、同じ4枚の板要素を組み合わせた正方形断面である。桁は両端において単純支持され、作用荷重はスパン方向に正弦分布荷重である。

3. 剛接合の場合

折板理論を用いて、デッキプレートとウェブの接合線に沿って、曲げと、 x, y, z の3方向の力が伝達されるものとして立体的に解析を行なった。

（曲げをうける場合）

デッキプレート上面に分布荷重が作用するときなど、桁全体が曲げを受ける場合には、三角形断面桁では、中立面がデッキプレート側に寄る。そのため、最下端のウェブ同士の接合位置において、箱形断面と比べると、大きな応力が桁軸方向に発生する。それを図2に示す。

（ねじりをうける場合）

荷重が偏って載るときなど、桁にねじりも作用する場合になると、箱形断面の方は断面変形を起こし、板にかなり大きな曲げモーメントが発生する。これに比べて、三角形断面では断面変形はわずかで板の曲げモーメントも小さい。その解析結果を図3に示す。

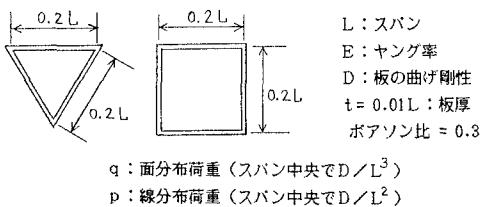


図1. 解析した桁の断面

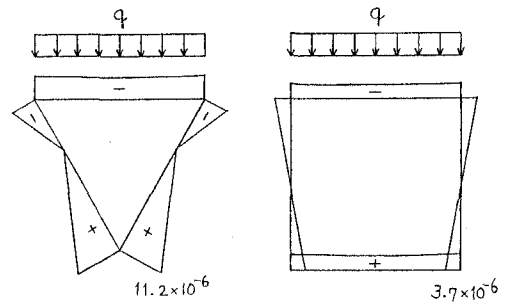


図2. 曲げをうけるときの軸方向力 $N_y (x E t)$

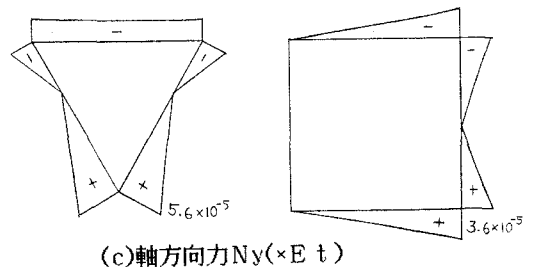
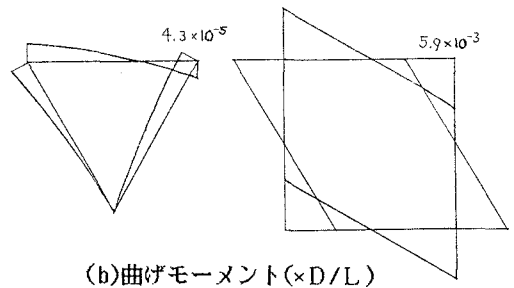
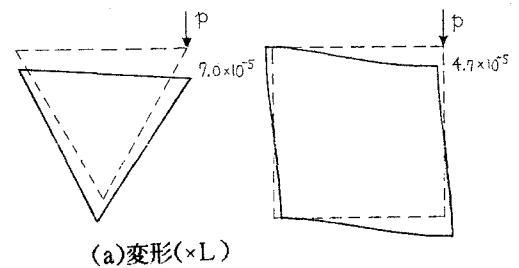


図3. 片側載荷されたときの变形と断面力

4. ヒンジ接合の場合

デッキプレートとウェブの接合線上で回転が許されるとしたとき、3方向の力の伝達は行なわれるが、曲げモーメントは伝達されない。このようなヒンジ接合の場合になると、箱形断面ではねじりを受けると断面は平行四辺形に変形し、板面内の応力も剛接合の場合よりさらに大きくなる。これに対して、三角形断面はねじりを受けても三角形の形状を保持し、変形、応力ともに剛接合の場合と変わらない。それらのヒンジ接合の場合の解析結果を図4に示す。

5. 力学面からの検討

V字形に傾斜したウェブの上部をデッキプレートで結びつけ一体化して、逆三角形の閉じた断面とすれば、断面変形しにくい、ねじりに対して強い構造となることがわかった。

箱形断面の場合では、隅角部がヒンジになると、その桁としての能力は低下するが、三角形断面の場合では、ヒンジでも桁としての機能が低下することはない。

したがって、三角形断面桁とすると箱形断面の場合より有利な桁構造になるようである。

また、逆三角形の下端部の軸方向に部材を取り付け、桁が曲げを受けるときに生じる軸力を分担させると、ウェブ下部に生じる応力を半分以上に低減できることが、解析結果から確認できた。

6. 景観面からの検討

橋梁の桁のデザインは、重力方向である縦の線と、水平面である横の線との直交2方向のラインの集まりで構成されていることが多い。それらが構造物に安心感と安定感を与えているが、ときにはやや鋭さを欠き重厚すぎる感じがしないでもない。

三角形断面の場合では、ウェブ面が重力方向に対して傾斜していることに、その特徴がある。そこで、傾斜したウェブをもつ三角形断面の桁構造としたら、横に広がりのある水平線と上方に向かって開放される斜めの線とで構成された、軽快な感じを与える構造空間が作れるように思われる。

さらにまた、橋梁の見せ方という観点から考えると、特に都市部においては、橋の裏側（底）を下方から見上げるとい形で見られることが多くなってきている。橋梁の桁下空間をもっと積極的にヒトの集まる都市公園として利用しようという動きもある。そういう点からも、橋の裏をきれいに処理するということも、これからの橋梁技術として大切なことであると考えられる。三角形断面で構成された構造ならば、橋を下から眺めたとき、すっきりと引き締まった緊張感とともに、伸びやかなスマートな印象を見る人に与えることができるものと思われる。

7. あとがき

三角形断面の桁構造について、力学的な面からその構造特性を箱形断面と比較して解析的に検討した。さらに三角形断面桁を都市空間に持ち込んだときの景観的な面からも考察を加えた。

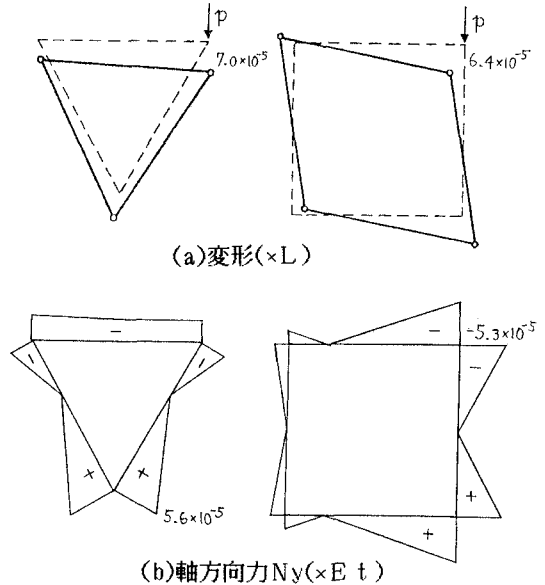


図4. ヒンジ接合の場合の変形と断面力

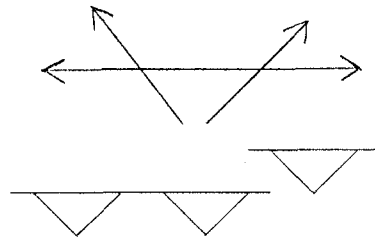


図5. 三角形断面の桁のイメージ