

I - 9

都市における高架橋梁群の構造景観について

北海道大学工学部 正会員 荏澤憲吉

(要旨) 都市部の高架橋梁には、日常的に下から見られることを考慮して、その構造を選定する必要がある。それはデザインの的にも良好で構造的にも合理的でなければならない。本論では、三角形断面桁について検討し、その有利性を示す。

1. 都市の高架橋梁の構造景観に関する検討の必要性

(1) 都市高架橋の現状

都市における高架橋梁（一般には高速道路の高架橋。ときには立体交差部の跨線橋・跨道橋、または歩道橋）のほとんどは、小さな規模の橋梁である。そのような中小支間橋梁の現状については、長大橋梁と比べて次のような問題点が指摘されている。¹⁾

1. 全体として、実用重視の傾向が強い。

2. 鋼橋の場合には、I 桁橋・箱桁橋に限定され、またそれらも安易な標準化の傾向がみられる。

これは製作上の問題や経済的な観点だけで桁の形式が決定され、従来の形式の踏襲の繰り返しになっていることに原因し、そのことが結果として、高架橋梁群の景観を画一的な特色のないものになっている。

(2) 都市における社会資本としての高架橋梁

土木構造物は一般に大きな建造物で、目立つものであるが、特に「都市にある」構造物としての高架橋梁は、日常生活環境の中の一部であり、毎日多数の人の目に触れているものである。したがって、都市景観の中で大きなウエイトを占めていることに留意する必要がある。

これまでわが国のまちづくりは、機能性や安全性といった面に重点がおかれて進められてきたが、いまは「生活の場」としての都市をどのように構想するかが問題となってきた。その重要な構成要素である橋梁などについても、都市環境との調和を考慮したデザインに関してさまざまな工夫・配慮が求められるようになった。デザインに関する世論調査においても、社会資本におけるデザインを見る人々の意識は高くなってきている。²⁾

(3) 高架橋が見られる視線に関する配慮

都市高架橋梁は視覚的に優れたものであることが要求されるが、その高架橋を人が見る視線は、角度によって次のように分類される。

- 1. 水平方向の視線 : 遠方から橋をながめる場合。
- 2. 俯角をもつ見おろす視線 : 高い建物や飛行する物体から橋を見る場合。
- 3. 仰角をもつ見上げる視線 : すぐ近くで高架橋を見る場合。

このうち、1. の場合の高架橋が遠景であるときは他の建物・交通施設などといった風景の中に吸収されて、橋の側面の色彩や概形状だけが景観に関係する。また、2. の場合の高架橋を見おろす場合は平面線形が関係する特殊な角度の景観である。

それに対して、3. の見上げる場合は、都市内を通行しているときや、歩道を歩いているとき、横断歩道で信号待ちをしているときなど、一般市民が生活している場において高架橋を日常的に目にする視線の角度で、このケースが圧倒的に多い。さらに遠景の場合と違って、真近に見ることから高架橋そのものが風景の中に大きな部分を占め、景観に強い影響を与える(図1)。

On the Design Concept of the Urban Highway Bridges

by Noriyoshi NIRASAWA

ところで、一般市民の目にさらされている橋の裏側は、定形的で安易な構造である場合がきわめて多い。表側の道路面や歩道、高欄、縁石、照明灯などと比べて、橋の裏側には設計面でも施工上からも配慮が行き届いていない。不連続なフランジや添接板、不統一な各種の配管、添加物などは、桁下空間の暗さと相まって都市景観上悪いイメージを与えている。

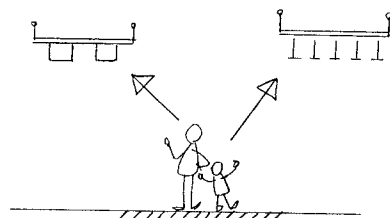


図1. 高架橋を見上げる視線

2. 高架橋の桁下空間のスタイル

橋梁の桁下構造の機能は、それ自体の形状を安定に保持しながら、床版から伝えられた上載荷重を安全に支点に伝達することにあるが、その機能のみを重視して経済設計を行なうと画一的で鈍重な桁となる。

現状の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はいるが、やや鋭さを欠き重厚すぎる印象を与える(図2)。

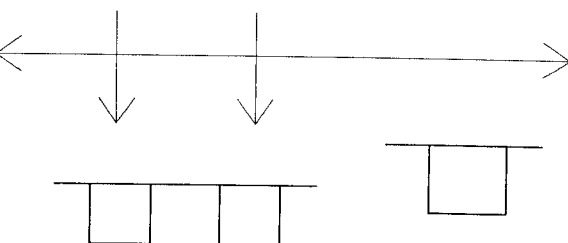


図2. 従来的高架橋のイメージ

この重々しさを消して開放感を与えるために、既存の高架橋に化粧をほどこして都市景観に調和させようとする試みもなされている(図3)。しかし、現存橋梁に部材をさらに追加添接する修景・美化で見栄えをよくしようというのでは、本質的でない装飾である。ときには単に冗材を増やしているに過ぎないことになる。

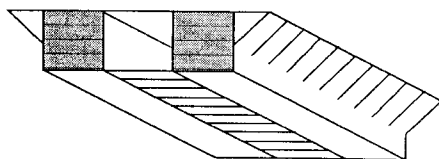
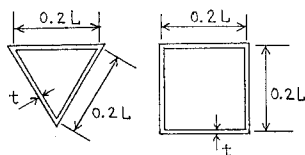


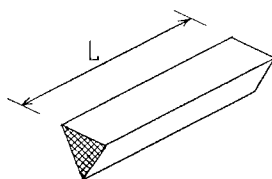
図3. 既存の箱桁に施した化粧

むしろ力学的な合理性を持ちながら、開放感やスマートさを印象づける桁構造をデザインすることが必要である。その手段としては、曲線の柔らかさを利用することであり、たとえばその1例としては、桁高が変わる変断面箱桁をデザインの面から再検討してみることである。もう1つの手段は、重力方向に対して傾斜したラインを導入することであり、たとえば傾いたウェブをもった桁を検討してみることである。

ここでは、三角形断面の桁を例にとって、構造的な面と景観的な面から検討を加える。



L: スパン
E: ヤング率
D: 板の曲げ剛性
 $t = 0.01L$: 板厚
ポアソン比 = 0.3



q: 面分布荷重(スパン中央で D/L^3)
p: 線分布荷重(スパン中央で D/L^2)

図4. 解析した桁構造

3. 三角形断面桁の構造的検討

解析の対象にした桁の断面を図4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。この場合では、三角形断面の曲げ剛性とねじり剛性は、正方形断面と比べて小さく、その比はそれぞれ、0.38および0.25である。

解析目的は三角形断面桁の構造特性を正方形断面桁と比較して調べることにあるので、桁は両端において単純支持、作用荷重はスパン方向に正弦分布荷重とした。

解析にはデッキプレートとウェブを板理論を使って立体的に解析する折板理論を用いた。デッキプレートとウェブの接合線に沿う接合条件としては、剛の場合とヒンジの場合の両方を行なった。以下に図示した結果はいずれも桁の中央断面の値である。

(1) 曲げをうける場合：剛接合（図5）

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。

(2) ねじりをうける場合：剛接合（図6）

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。

(3) ヒンジ接合の場合（図7）

デッキプレートとウェブにおいて曲げが伝達されない場合、すなわちヒンジ接合の場合では、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。

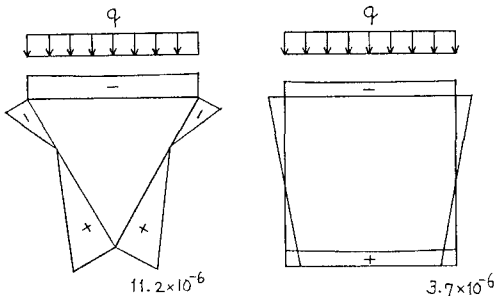
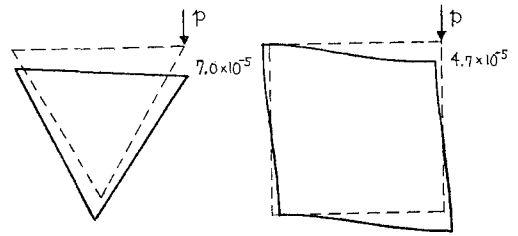
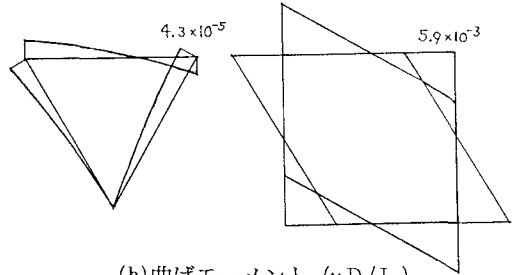


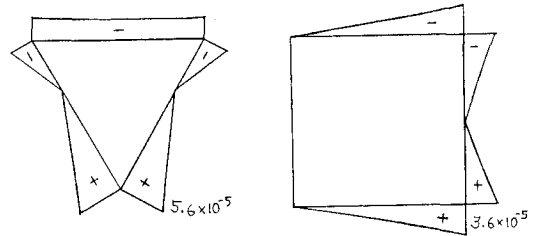
図5. 曲げをうけるときの軸方向力 N_y ($\times E t$)



(a) 変形 ($\times L$)

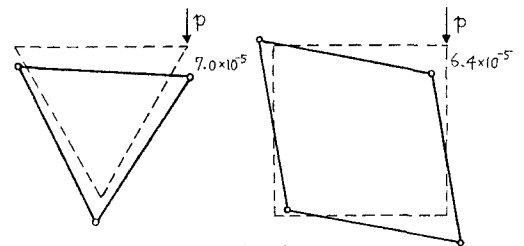


(b) 曲げモーメント ($\times D/L$)

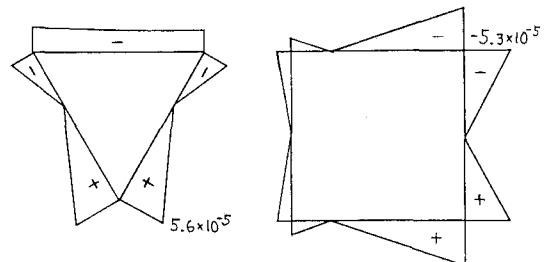


(c) 軸方向力 N_y ($\times E t$)

図6. 片側載荷されたときの变形と断面力



(a) 変形 ($\times L$)



(b) 軸方向力 N_y ($\times E t$)

図7. ヒンジ接合の場合の变形と断面力

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。

また、曲げのときに逆三角形の下端部の軸方向に大きな応力が生じることについては、その位置に部材を取り付けて軸力を分担させると、ウェブの応力をかなり低減できることがわかった。円断面の部材を取り付けた場合の解析結果を図8に示す。

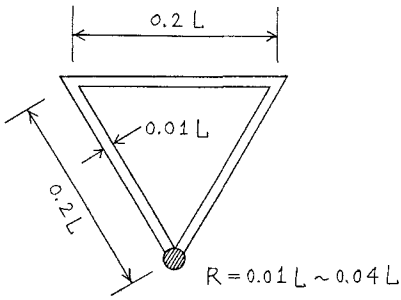
4. 景観面からの検討

都市部における高架橋梁などの社会資本のあり方として、一般市民がそれをどのように受けとめ感じているか、ということは大切な問題である。今は橋梁の桁下空間をヒトの集まる場所としてもっと積極的に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のも、これからの橋梁技術である。

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。それによって、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う（図9）。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。

5. あとがき

都市の高架橋の構造景観の検討の必要性を示し、三角形断面の桁構造について構造的な面と景観的な面から考察を加えた。三角形断面桁については、製作時の溶接、施工法、軸力部材の形状、取り付け方などが次の検討課題である。



$\frac{R}{L}$	$\left(\frac{N_y}{E t}\right)_{bottom}$
0	11.2×10^{-6}
0.01	8.77×10^{-6}
0.02	5.32
0.03	3.18
0.04	1.98

図8. 円断面部材を添加したときのウェブ底部の軸力

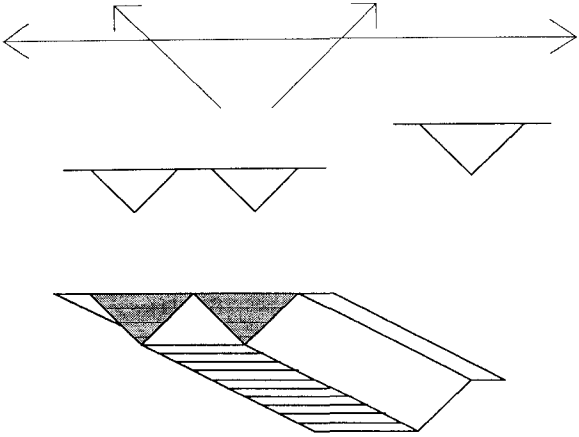


図9. 三角形断面の桁のイメージ

- 1)長谷川：鋼橋技術と技術者の役割、構造工学論文集、Vol.36A、1990
- 2)デザインに関する世論調査、総理府広報室、平成元年11月実施、（測量、1990.10）