

I-1

# 桁高の低い multi-box 格子桁橋の 構造特性について

|          |    |       |
|----------|----|-------|
| 豊平製鋼(株)  | 正員 | 村田 勝弘 |
| 豊平製鋼(株)  | 正員 | 藤本 義輝 |
| 北海道大学工学部 | 正員 | 渡辺 昇  |
| 北海道大学工学部 | 正員 | 小幡 卓司 |

## 1. まえがき

近年、市街地の中小河川のスパン10～30m 程度の橋梁において、非常に厳しい桁高制限をうける場合が増えてきており、そのようなニーズに応えるため、著者らは、「桁高の低い multi-box 格子桁橋」の開発を行ってきた。

本論文は、この橋について、剛性マトリックス法の格子桁解析により膨大な電子計算を行って、次の問題について構造特性を調べたものである。

- ① 橋の支間が与えられた場合、桁高をどこまで低くできるか。
- ② 橋の桁高が与えられた場合、支間をどこまで大きくできるか。
- ③ その場合、耐力力は十分あっても、たわみ制限の規定にひっかかるかどうか。

## 2. 桁高の低い multi-box 格子桁橋について

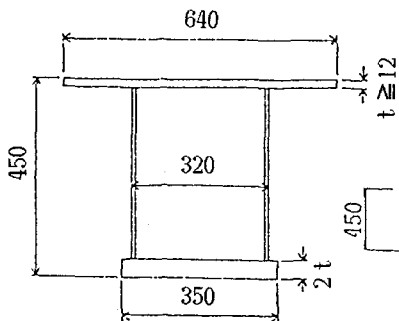


図-1

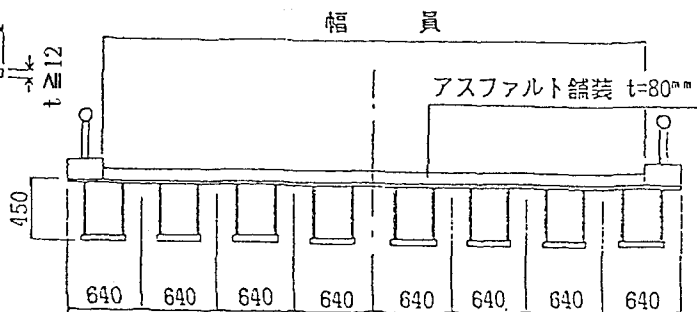


図-2

本橋は、図-1に示すような断面形状の box 桁を、図-2のように幅員に応じて必要本数並べ、横桁によって結合した格子桁橋である。その特長は次のとおりである。

- ① 図-1において、上フランジ厚は  $t \geq 12\text{mm}$ 、box 桁の下フランジ厚は  $2t$ 、box 桁のウェブ厚は  $9\text{mm}$ 、box 桁のウェブ間隔は  $320\text{mm}$ 、box 桁の間隔は  $640\text{mm}$  とする。
- ② 上フランジ板は通常の鋼床版橋のデッキプレートの役目を果たすとともに、主桁の box 桁の上フランジの役目をも果たす。
- ③ 桁高が低いのでウェブに垂直・水平補剛材が要らず、経済的である。

On Structural Characteristics of Low-height Multi-box Grillage Beam Bridge  
by Katsuhiko MURATA, Yoshiteru FUJIMOTO, Noboru WATANABE and Takashi OBATA.

### 3. 支間長と最小桁高との関係について

図-3のような主桁12本の multi-box 格子桁橋において、設計条件として、①車道幅員 6.5m、②荷重 TL-20、③ アスハルト舗装厚 80mm、④高欄 60kg/m、⑤最大フランジ厚 38mm、⑥上フランジと下フランジ厚の板厚比 1:2、⑦断面変化、変化長は、デザインデータブックにより図-4のとおりとして、主桁支間が 30m, 25m, 20m, 15m, 10m の5ケースについて、それぞれの支間における最小桁高を計算してみたところ、いずれも道路橋示方書の「単純支持のプレートガーダー橋のたわみの許容量 $\delta_a$ =支間/500」のたわみ制限によりきまることがわかった。

その検討の結果を示すと表-1のとおりである。(ここで、 $\delta > \delta_a$  は不合格、 $\delta < \delta_a$  は合格)

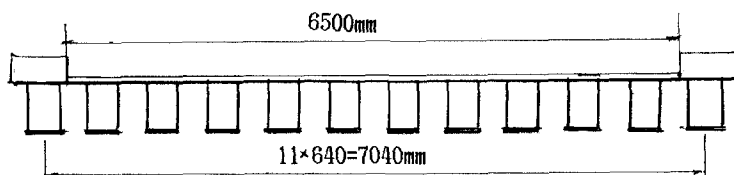


図-3 12本主桁

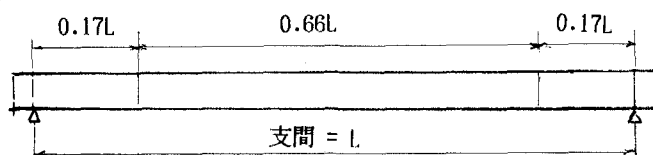


図-4 断面変化位置

表-1

| 支間 30m<br>( $\delta_a=60\text{mm}$ )                 | 支間 25m<br>( $\delta_a=50\text{mm}$ )                 | 支間 20m<br>( $\delta_a=40\text{mm}$ )                 | 支間 15m<br>( $\delta_a=30\text{mm}$ )                 | 支間 10m<br>( $\delta_a=20\text{mm}$ )                      |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 桁高 600mm<br>$\delta=68.3\text{mm} > \delta_a$<br>不合格 | 桁高 500mm<br>$\delta=53.9\text{mm} > \delta_a$<br>不合格 | 桁高 400mm<br>$\delta=40.3\text{mm} > \delta_a$<br>不合格 | 桁高 250mm<br>$\delta=43.3\text{mm} > \delta_a$<br>不合格 | 桁高 250mm<br>$\delta=11.8\text{mm} < \delta_a$<br>合格(余裕あり) |
| 桁高 650mm<br>$\delta=57.3\text{mm} < \delta_a$<br>合格  | 桁高 550mm<br>$\delta=43.8\text{mm} < \delta_a$<br>合格  | 桁高 450mm<br>$\delta=31.1\text{mm} < \delta_a$<br>合格  | 桁高 300mm<br>$\delta=28.9\text{mm} < \delta_a$<br>合格  | 桁高 200mm<br>$\delta=19.7\text{mm} < \delta_a$<br>合格       |
| 桁高/支間<br>=1/46.2                                     | 桁高/支間<br>=1/45.5                                     | 桁高/支間<br>=1/44.4                                     | 桁高/支間<br>=1/50.0                                     | 桁高/支間<br>=1/50.0                                          |
| 総鋼重 116.0t                                           | 総鋼重 92.7t                                            | 総鋼重 71.1t                                            | 総鋼重 49.7t                                            | 総鋼重 32.0t                                                 |
| 橋面積当鋼重<br>595kg/m <sup>2</sup>                       | 橋面積当鋼重<br>570kg/m <sup>2</sup>                       | 橋面積当鋼重<br>547kg/m <sup>2</sup>                       | 橋面積当鋼重<br>509kg/m <sup>2</sup>                       | 橋面積当鋼重<br>492kg/m <sup>2</sup>                            |

表-1を図示すると、図-5及び図-6のとおりであり、桁高Hと支間Lとの間には、次式の関係があることがわかった。

$$H \geq L/48 \cdots (1)$$

$$L \leq 48 \cdot H \cdots (2)$$

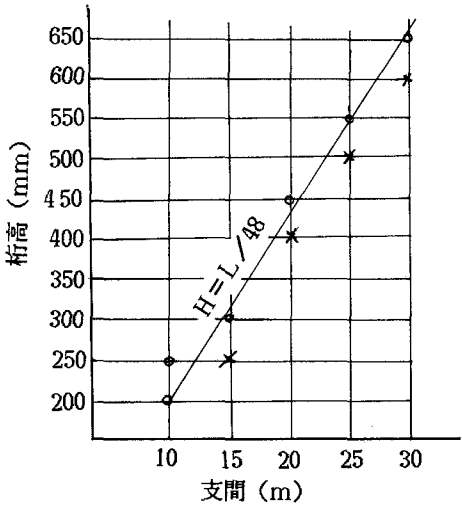


図-5 支間長と桁高の関係

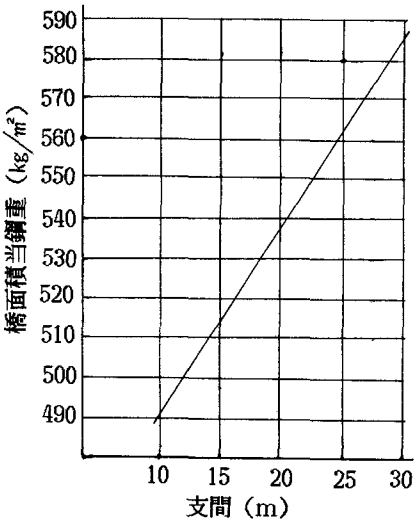


図-6 支間長と橋面積当鋼重の関係

4. 耳主桁大断面の場合

主桁桁高 450mm で、図-7のような multi-box の主桁構成の場合と、図-8のような耳主桁大断面の主桁構成の場合について、その構造特性を比較してみると、次のようになる。

| 図-7                                                                  | 図-8                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <div style="text-align: center;"> </div>                             | <div style="text-align: center;"> </div>                             |
| 支間 23m<br>$\delta = 50.3\text{mm} > \delta_a = 46.0\text{mm}$<br>不合格 | 支間 28m<br>$\delta = 57.3\text{mm} > \delta_a = 56.0\text{mm}$<br>不合格 |
| 支間 22m<br>$\delta = 43.2\text{mm} < \delta_a = 44.0\text{mm}$<br>合格  | 支間 27m<br>$\delta = 50.5\text{mm} < \delta_a = 54.0\text{mm}$<br>合格  |
| 総鋼重 78.0t<br>橋面積当鋼重 545kg/m²                                         | 総鋼重 101.6t<br>橋面積当鋼重 564kg/m²                                        |

したがって、耳桁大断面の場合、中主桁桁高Hと支間Lとの間には、次式の関係があることがわかった。

$$H \geq L/60 \cdots (3)$$

$$L \leq 60 \cdot H \cdots (4)$$

## 5. 横桁の断面について

横桁の断面形状は、図-9の示すとおりであるが、ここで上フランジの有効幅が問題になる。道路橋示方書の有効幅計算式を使うとしても、その支間  $l$  のとり方が問題になる。そこで、著者らは、multi-box 格子桁橋の実橋供試体を用いて載荷実験を行った結果、 $l$  として橋の全幅員をとってよいことを確認した。

そこで、道路橋示方書などの規定により、横桁間隔を 600cm 未満とすれば、 $2b \leq 600\text{cm}$ 、 $b \leq 300\text{cm}$ 、 $l =$  幅員として、有効幅を計算すればよい。

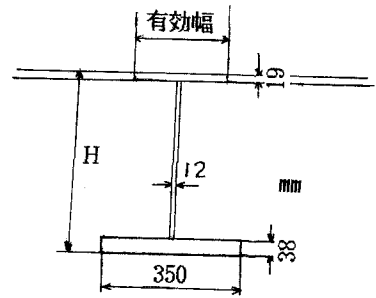


図-9 横桁断面

また、アメリカの AASHTO の Standard Specification for Highway Bridges の有効幅の規定は、次のとおりである。

- ① One-fourth of the span length of the girder. (桁の支間の  $1/4$ ) ,
- ② The distance center to center of girders. (桁間隔) ,
- ③ Twelve times the least thickness of the slab. (床板厚の 12 倍) .

この multi-box 格子桁橋の場合、安全をみて、AASHTO の ③ の規定 (床板厚の 12 倍) を採用すれば、有効幅は、 $12 \times 19\text{mm} = 228\text{mm}$  となる。

## 6. 荷重分配横桁の曲げ剛性と活荷重による主桁のたわみとの関係について

横桁の  $I_Q$  が大きくなればなるほど、格子桁の荷重分配効果は良くなる。

そこで、図-7のような multi-box 格子桁橋において、横桁間隔を約 5.5m として、横桁の  $I_Q$  を主桁の  $I$  に対して、1 倍、1.5 倍、2 倍、4 倍、8 倍、10 倍と変化させた時、活荷重による中主桁と耳主桁の最大たわみを電子計算してみると、図-10 の結果を得た。

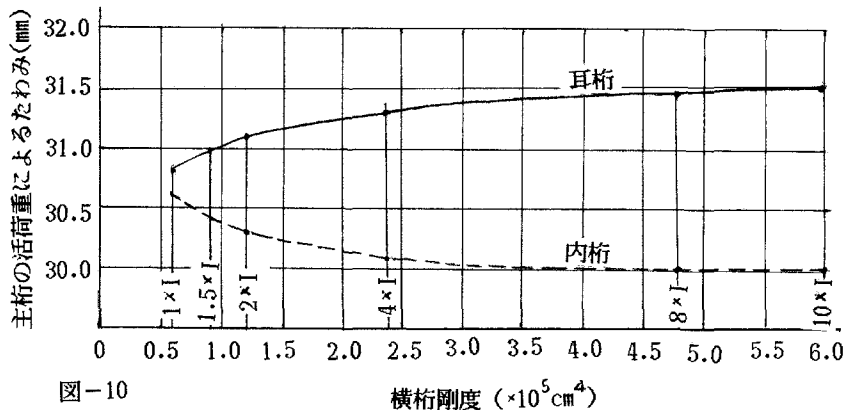


図-10

## 7. あとがき

今回開発した「桁高の低い multi-box 格子桁橋」においては、box 主桁の桁高  $H$  と支間  $l$  との間には、式(1),(2),(3),(4) の関係があることがわかった。そして、これらの関係は、橋のたわみ制限の規定からきまるものである。したがって、実応力は許容応力に対して十分余裕があるから、使用鋼材として高い鋼種を使う必要はなく、SM41 級の鋼材でよいだろう。

この橋は、主桁・横桁にコンクリートを一切用いていないので、全体が、軽く延性に富み、耐久性があり寿命が長い。