

東海大学 正員 安本修一

1. まえがき PC下路箱げた橋はスノーシェッドと橋りょうという2つの機能を兼ねた構造として上越新幹線山間部の豪雪地帯に初めて建設され、今後の積雪地帯での新線建設においても登場することが考えられる。筆者は1977年以来本講演会においてアクリル模型実験およびその解析結果を報告してきた^{1), 2), 3)}が、今回これらの結果の考察にもとづき弾性範囲内での実用設計法を検討したので、以下に報告する。

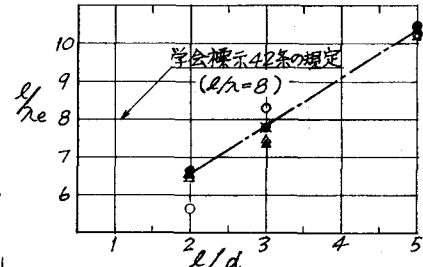
2. 実用設計の方針 アクリル模型実験結果によれば、下路箱げた橋ははりとしての挙動のほかに腹部においてデュープビーム的挙動や橋軸方向面外曲げなどのスラブ的挙動を顕著に示している。したがって実用設計の方針は従来の上路箱げたの設計方針に下路箱げた橋の2つの特徴を付加するという考え方に立つ。すなわち、

1) 橋軸方向には箱形断面のはりとして、また橋軸直方向には腹部中心下にヒンジのある箱形ラーメンとして取扱う(現行の設計法)、さらに2) 橋軸方向の設計において ① 支点からけた高の範囲では腹部に対してデュープビーム的応力を考慮する ② 腹部に対して面外曲げ応力および支点や集中荷重の作用点付近におけるせん断応力などのスラブ的応力を考慮する、ことである。

3. 実用設計において考慮すべき事項 下路箱げた橋の実用設計で考慮すべき事項を土木学会コンクリート標準示方書と国鉄建築物設計標準の関連規定と照合しながら検討する。

(1) 突縁の有効幅 学会標示42条は突縁の片側有効幅入を l/b と定めているが、この規定が下路箱げた橋に適用できるかという問題である。図-1に $l/d=5\sim 2$ の下床版載荷実験および上床版載荷実験から求めた支点からほげた高はなれた点におけるスパン・片側有効幅 図-1 突縁の片側有効幅実測値(λ_e)

比(l/λ_e) (圧縮突縁および引張突縁)を示した。図から l/d が2から5の範囲では l/λ_e が l/d とほぼ線形の関係にあること、また $\lambda = l/b$ の規定を満足するのは $l/d=3$ 付近であることなどがわかる。模型実験からの結論ではあるが、下路箱げた橋の設計では片側有効幅を l/d によって定めるとよい。



(2) 主げたの荷重分担とねじりモーメント 国鉄標準

113 (1), (2) では一室箱げたの腹部の分担荷重の不均衡は無視できることになっているが、実験結果²⁾は偏心載荷時の分担荷重の割合が $l/d=5$ の範囲では腹部中心間を支点とする単

● 下床版載荷(圧縮突縁) ○ 上床版載荷(引張突縁)
▲ 腹部上載荷(---) △ 腹部上載荷(---)
× $l/d=3$ 上床版等分布荷重(引張突縁)

純はりの反力比にほぼ等しく、いわゆる荷重分配はほぼ0であることを示している。従って下路箱げた橋の場合偏心載荷時の腹部の分担荷重は反力比に分けてよく、また箱げたのねじりは考慮しなくてもよいと思われる。

(3) 主げたのデュープビーム的性状 学会標示44条は $l/d < 2$ のはりをデュープビームとして取扱うよう規定しているが、実験結果は $l/d=5$ でも支点からけた高の範囲で腹部にデュープビーム的性状(6xの非線形分布、 σ_y の2次放物線形と異なる分布、鉛直応力 σ_y の存在)が現れることを示している。支点上に隔壁を仮定した折板構造理論の解析結果³⁾がこの応力分布を説明できないことは、逆に支点上に隔壁のないことがデュープビーム的性状をもたらすということを示すもので、設計上これを無視することはできない。実験結果とWalter Schleeのシヤイベ計算数表によるシヤイベ解との比較ではシヤイベ解が実測応力を全体としてよく説明しているので、実用的にはデュープビーム的応力の計算にはシヤイベ解を適用するのがよい。

(4) 主げたの主応力分布 図-2~図-3に $l/d=3$ 模型の下床版載荷時、上床版載荷時における腹部の実測主応力図を、図-4に構理論計算値($\sigma_y=0$)に対する主応力図を示した。これらの図の比較からわかるように、

① 支点上に大きな鉛直圧縮応力 σ_y があるため両実験値とも計算値の8倍以上の斜圧縮応力が作用しており、斜引張応力の向きも計算値の水平に対して 45° 一定とちがい下側半分が水平($7 \sim 11^\circ$)に近い。

② 図-2と図-3の最下側斜引張応力(C~F断面)の場合下床版載荷時の値が上床版載荷時の値の約2倍、その向きは前者が後者より鉛直に立って($12^\circ \sim 30^\circ$)いる。このように実際の応力分布がはりの計算値と異なること(とくに支点上に大きな鉛直圧縮応力の存在)や下床版載荷と上床版載荷とで σ_y の向きが逆になることなどが腹部の主応力分布に大きく影響するので、斜引張応力や斜圧縮応力に対する設計ではデューブ・ビーム的性状を考慮した主応力分布を計算する必要がある。

(5) 主げたの橋軸方向面外曲げ 現行の箱げたの設計でスラブとして扱うのは上床版と下床版であるが、実験結果は下路箱げたの場合腹部でも橋軸方向の面外曲げやねじりせん断などのスラブ的性状が無視できないことを示している。腹部の橋軸方向面外曲げ応力は腹部を上床版と下床版で支持される一方向スラブとみなした場合の幅方向の曲げ応力に相当するもので、すでに実験結果の解析¹⁾で明らかにしたように支点上を除き橋軸直角方向曲げ応力(箱形ラーメンの曲げ応力に相当)のポアソン比(ν)倍にほぼ等しい。この応力は箱形ラーメンとしての計算曲げ応力の ν 倍として計算することができる(図-5参照)。

(6) 箱形ラーメンとしての設計 橋軸直角方向の曲げ応力に対して腹部中心下にヒンジのある箱形ラーメンとして取扱うさい、橋軸方向の有効幅の問題が生ずる。等分布荷重の場合は単位幅の箱形ラーメンと考えることができる(図-6参照)が、部分分布荷重の場合には学会標示37条一方向スラブの有効幅の規定は床版が厚く単純スラブと考える場合以外かなり安全側の結果(図-7で50%以上)を与えるし、また国鉄標準の有効幅(腹部中心間距離)は荷重点より危険側の結果(図-7で10%~40%)を与えるので、部分分布荷重の場合の有効幅を現在検討中である。

図-5 橋軸方向面外曲げ応力 ($l/d=3$ 上床版等分布荷重)

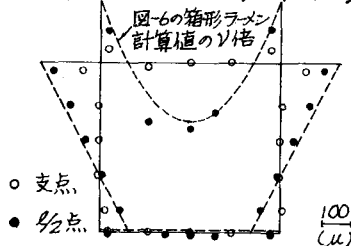


図-6 橋軸直角方向曲げ応力 ($l/d=3$ 上床版等分布荷重)

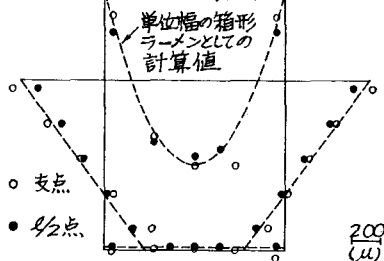


図-2 腹部の主応力図(下床版載荷) $l/d=3$

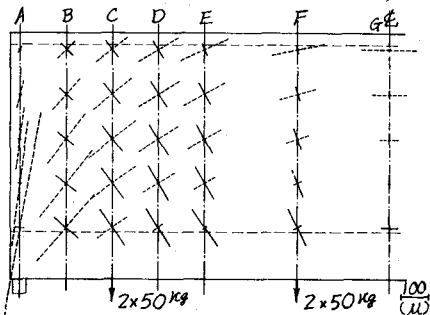


図-3 腹部の主応力図(上床版載荷)

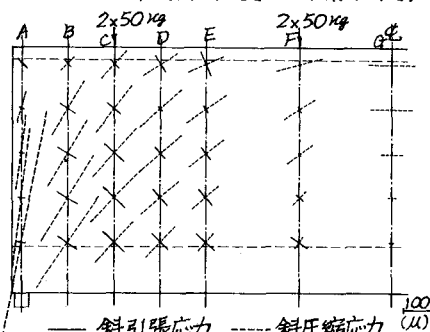


図-4 腹部の主応力図(棒理論)

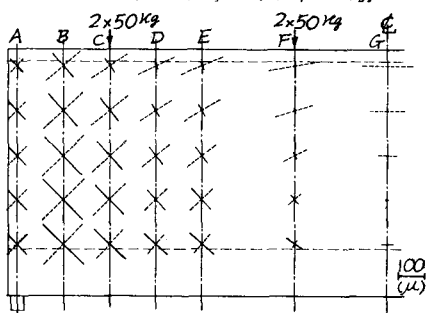
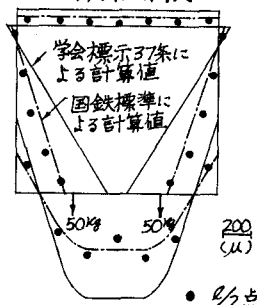


図-7 橋軸直角方向曲げ応力 ($l/d=5$ 下床版載荷 $l/2$ 点)



4. あとがき 実用設計で残されている問題としてスラブとしてのねじりせん断応力、支点上の床版に発生する大きな曲げ応力、連続支点の場合の支点上の応力などがある。今後立体解析結果をもとに検討していきたい。

- 文献 1) 植池・安本: 下路箱げた橋の模型実験, 学会第32回年次講演会(I-34), 1977.10.
2) 植池・安本: 下路箱げた橋の模型実験—第2報—, 第33回年次講演会(V-171), 1978.10.
3) 安本: 折板構造理論の下路箱げたへの適用について, 第34回年次講演会(V-197), 1979.10.