

日本鉄道建設公団 正員 種池信好
東海大学 正員 ○ 安本修一

1. まえがき 現在 上越新幹線山間部の豪雪地帯ではトンネルとトンネルの間において スノーシェッドとしての機能をもつPC下路箱げた橋が計画されている。この形式の橋梁はスパン15m~45mであるが、従来のコンクリート上路箱げた鉄道橋とくに異なる点として、① 下路形式であるため箱断面外かく寸法が約10m×10mと大きいこと、このため② スパン・けた高比(l/h)およびスパン・幅比(l/b)が1~5の範囲にあって従来のもの(10以上)よりかなり小さいこと、③ 端部や中間部に隔壁をもたないこと、などが挙げられる。一般に上路コンクリート箱げた橋は、橋軸方向でははりとして、また橋軸直角方向では単位幅の箱形ラーメンとして設計されているが、上記の特徴をもつ下路箱げた橋に同じ設計方法を適用できるかは疑問である。下路箱げた橋の全般的な力学的挙動とくにティープ・ビーム的性状を解明するために実橋の約 $1/40$ の亚克力樹脂模型4体(スパン・けた高比 $l/h = 5, 3, 2, 1$)を製作し、列車荷重および雪荷重を対象とした静的載荷実験を行い、ひずみを測定した。本報告は列車荷重(複線)を対象とした下床版載荷実験に関するものである。

2. 実験概要 1) 模型 図-1~図-2は $l/h = 3$ および $l/h = 2$ 模型の断面寸法図である。図-1は下床版を支承工として側壁および上床版を施工する形式であるため下床版厚が 全支承工式の図-2より相当大きくしてある。 $l/h = 5$ と $l/h = 1$ の模型の断面寸法は $l/h = 2$ 模型とほぼ同じである。

2) 載荷方法 列車荷重としては複線載荷と単線載荷の2種類を考え、ほぼ軌道の中に線上において吊荷重による部分分布荷重を載荷した。各模型の荷重位置および最大荷重は図-3~図-6に示してある。

3) 測定方法 図-1および図-2にストレインゲージの配置図であるが、各模型に1断面当り内・外各20~26枚の3軸ゲージ($G.L. = 2mm, 120\Omega, G.F. \approx 2.1$)を、また側壁の上端および下端に単軸ゲージか2軸ゲージを貼付した。ひずみの測定は東京測器研究所製自動デジタルひずみ測定装置TDS-256 DC(0.2秒/点)を用いて1断面の120~160点を1度に行った。

3. 実験結果と考察 図-3~図-10は複線載荷時における実験結果の一部である。ここでは実験結果を従来のコンクリート箱げた橋の設計に用いられている棒理論の結果(橋軸方向における棒理論の計算値と橋軸直角方向における箱形ラーメンとしての計算値)と比較してみた。各計算値を求めるにあたり亚克力樹脂のヤング係数とポアソン比は、供試体の引張試験結果をもとに $E = 3.2 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ ($l/h = 5, 2, 1$), $E = 3.5 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$, $\nu = 0.35$ とした。なお実験値および計算値はすべてひずみ(単位 $\mu(10^{-4})$)で表示してある。図-3~図-10から次のことがわかった。

1) 側壁橋軸方向応力(図-3~図-6)

① はりとしての曲げ応力(棒理論による曲げ応力)のほかに、棒理論では計算できない面外曲げ応力が生じている。② はりとしての曲げ応力は l/h に関係なく支点・けた高の範囲では非線形分布(ティ-

図-1 $l/h = 3$ 模型

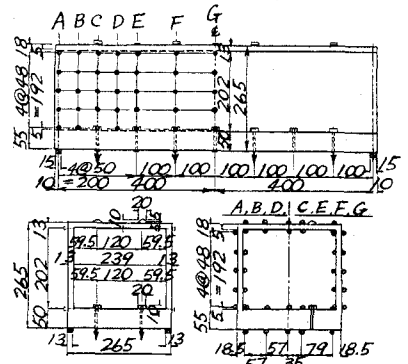


図-2 $l/h = 2$ 模型

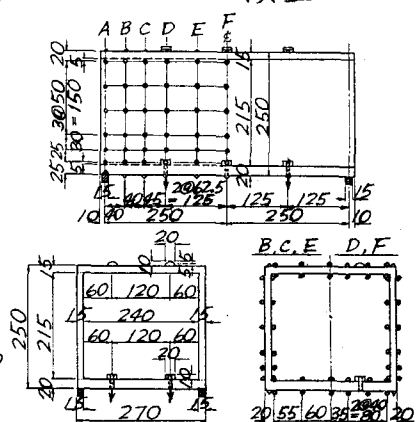


図-3 $\lambda/d=5$ 側壁橋軸方向応力 (σ_x/E)

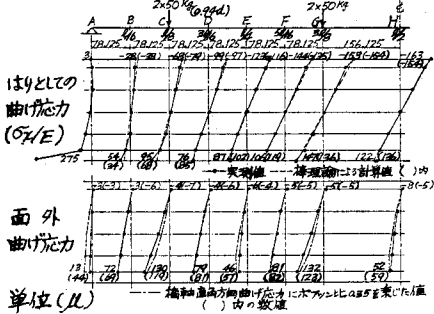


図-5 $\lambda/d=2$ 側壁橋軸方向応力

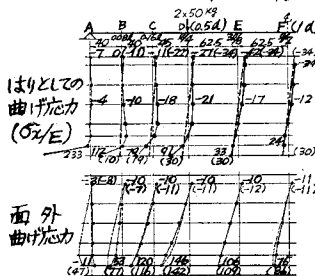


図-6 $\lambda/d=1$ 側壁橋軸方向応力

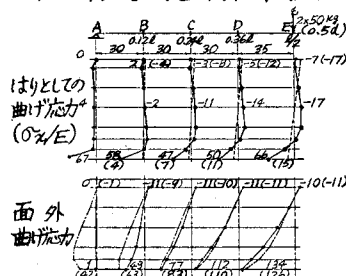


図-4 $\lambda/d=3$ 側壁橋軸方向応力

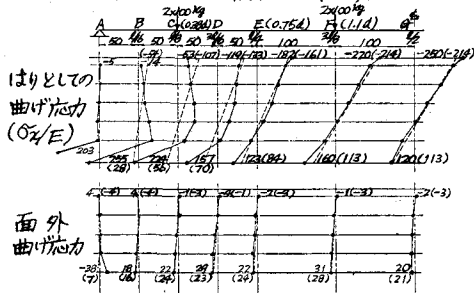


図-7 $\lambda/d=3$ 側壁せん断応力 (τ_{xy}/E)

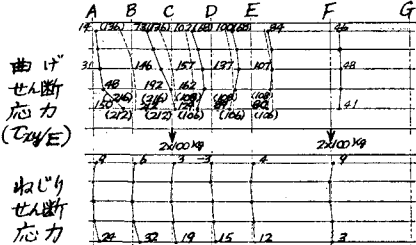


図-8 $\lambda/d=3$ 側壁軸応力 (σ_y/E)

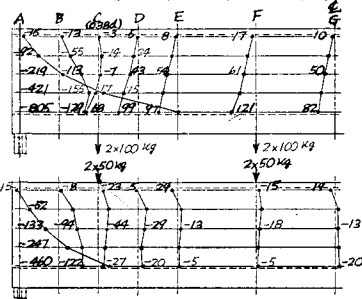
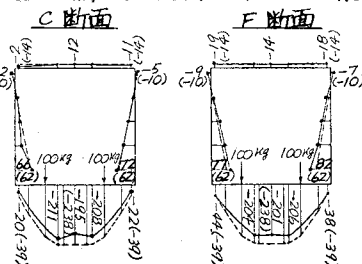


図-9 $\lambda/d=3$ 上床版載荷 側壁軸応力 (σ_y/E)

図-10 $\lambda/d=3$ 橋軸直角方向曲げ応力 (M/E)



プビーム的性状)が目立つようになり、それ以外ではほぼ線形分布で構理論の計算値にあっている。この傾向は Walter Schlee¹⁾ 他²⁾のシヤイベ解析結果と定性的にあっている。③ 面外曲げ応力は従来の設計とは無視しているが、側壁が上床版と下床版で弾性的に支持された一方スラブとしての挙動を考えると、橋軸方向(一方スラブの幅方向)に一方スラブの横方向曲げモーメント(M_y)による応力に相当する面外曲げ応力が生ずることも理解できる。この応力は構理論では計算できないが、等分布荷重時 λ/d が小さい一方スラブの M_y がほぼ $V \cdot M_x$ になることを考えて橋軸直角方向の曲げ応力実測値に $V=0.35$ を乗じた値をプロットした。実測値との比較から支点付近を除きこの考え方が妥当であることがわかる。④ λ/d が小さくなるとはりとしての曲げ応力よりも面外曲げ応力の比重が増してくる。

2) 側壁せん断応力(図-7) ① はりとしての曲げせん断応力のほかにスラブとしてのねじりせん断応力が生じている。

② 曲げせん断応力は支点から $0.3d$ の範囲でとくに構理論の計算値と異なっている(他の λ/d も同じ)。最大値は支点上ではなく支点から $0.1d \sim 0.3d$ で生じている。 $\lambda/d=3$ 以上の場合実測値の最大値は支点や荷重点の近くを除き構理論の計算値にほぼ等しく、 $\lambda/d=2$ 以下では実測値が計算値より大きい、この傾向はシヤイベ解析の結果にあっている。

③ ねじりせん断応力は床版と側壁の接合部で大きい。

3) 側壁の軸応力(図-8~図-9) 下床版載荷の軸応力(図-8)は上床版載荷の軸応力(図-9)と異なり支点から約 $0.4d$ 付近から引張応力状態になる。また両載荷時とも支承付近では大きな軸圧縮応力が生じている。

4) 橋軸直角方向曲げ応力(図-10) $\lambda/d=3$ について荷重点の曲げ応力の実測値と側壁下端にヒンジのある箱形ラーメンとしての計算値と比較した。この場合有効幅を学会 RC 標示の一方スラブの規定により求めたが、ほぼ実測値を説明できそうである。

最後に 実験計画・結果の解析にご指導いただいた東大松本教授、西岡助教授、データ解析にご協力いただいた五宅祐典氏に感謝します。

1) Walter Schlee, Ein einfaches Verfahren zur Lösung von Scheibenaufgaben (B.u.S., 1964. 3, 4, 5)