

日本鉄道建設公団 正員 種池 信好
東海大学 正員 〇 安本 修一

1. まえがき

上越新幹線山間部の豪雪地帯に計画・建設中のPC下路箱げた橋の全般的な力学的挙動を調べて設計上の資料を得るために、実橋の約 $1/400$ の亚克力樹脂模型(スパン・けた高比 $l/d=5, 3, 2, 1$)を製作し、列車荷重と雪荷重を対象とした静的載荷実験を行った。列車荷重(複線載荷)を対象とした実験についてはすでに第32回年次講演会(I-34)で発表した¹⁾が、今回は列車荷重(単線載荷)を対象とした下床版載荷実験と雪荷重(雪崩の水平分力)を対象とした橋軸直角方向の水平載荷実験($l/d=3$)について報告する。

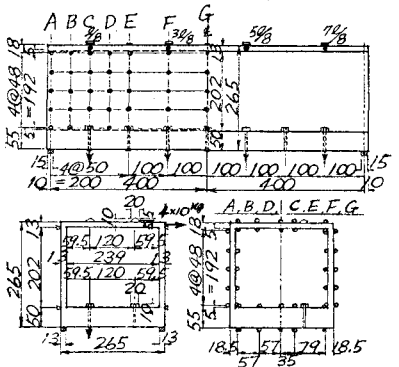
2. 実験概要

図-1 $l/d=3$ 模型

1) 模型 $l/d=3$ の模型を図-1に示す。

2) 載荷方法 列車荷重(単線載荷)に対しては、 $l/d=5, 3$ の場合橋軸方向の $l/8, 3l/8, 5l/8, 7l/8$ の点、 $l/d=2$ の場合 $l/4, 3l/4$ の点、また $l/d=1$ の場合 $l/2$ の点(お膳付道中心(左側))に部分分布荷重(最大荷重 $l/d=5, 2, 1$ の場合 50kg 、 $l/d=3$ の場合 100kg)を載荷した。雪荷重用の水平荷重としては、橋軸方向の $l/8, 3l/8, 5l/8, 7l/8$ の点の上床版厚中心に最大 10kg を載荷した。

3) 測定方法 図-1に配置を示したストレインゲージ(断面の内・外に各20~26枚の3軸ゲージを、また側壁上、下縁に単軸ゲージか2軸ゲージを貼付)によりひずみを測定した。

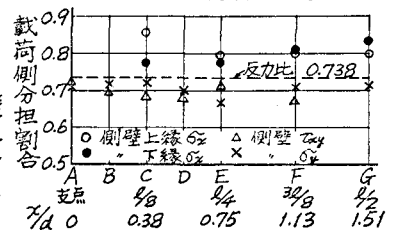


3. 実験結果と考察

1) 単線載荷時の挙動

(1) 荷重分担割合 側壁上、下縁の橋軸方向曲げ応力(σ_x)、側壁曲げせん断応力(τ_{xy})および側壁軸応力(σ_y)の実測値から載荷側の荷重分担割合をもとめ、これを反力比から求めた荷重分担割合と比較した(図-2、表-1)。

図-2 荷重分担実測値(載荷側)



① 単線載荷時の荷重分配はきわめてわるく、反力比に近い。

② l/d が小さくなるにつれて、荷重分配がわるくなる傾向がみられる。

③ $l/d=3$ の場合での曲げねじり理論による載荷側分担値は0.517で、実測値と大きく異なっており、横断面変形が無視できない下路箱げた橋にこの理論が適用できないことがわかる。

(2) 単線載荷時の応力状態 図-3の側壁のはりとしての曲げ応力および曲げせん断応力には荷重分配を反力比とした場合の棒理論計算値とWalter Schleeの方法によるシャイベ解を、図-3(c)の側壁軸応力にシャイベ解を、また図-4橋軸直角方向曲げ応力に側壁下端にヒンジのある箱形ラーメンとしての曲げ応力計算値をプロットした。

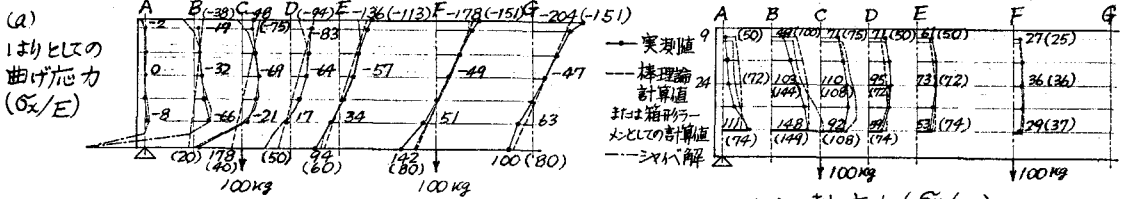
表-1 荷重分担実測値と計算値(反力比)との比較(載荷側)

l/d	荷重分担実測値			反力比 による 計算値	実測値/計算値		
	σ_x	τ_{xy}	σ_y^*		σ_x	τ_{xy}	σ_y
5	0.797	0.679	0.729	0.717	1.11	0.95	1.02
3	0.799	0.696	0.710 (0.705)	0.738	1.08	0.94	0.96
2	0.879	0.753	0.762	0.722	1.22	1.04	1.06
1	0.849	0.784	0.760	0.722	1.18	1.09	1.05

* 支点断面の側壁最下側の実測値より求めた。ただし、 $l/d=3$ については支点 $\sim l/2$ の実測値平均を()内に示した。

① 複線載荷の場合と同様に、はりとしての性状のほかに支点からけた高の範囲で側壁にディープビーム的

図-3 単線載荷時における側壁(載荷側)の応力 ($\times 10^{-6}$)



性状 (σ_x の非線形分布, τ_{xy} の形状の差異, σ_z の存在) および全断面においてスラブ的性状 (橋軸方向の面外曲げやスラブとしてのねじりせん断応力の存在) を示している。

- ② 単線載荷時の応力は、すべて複線載荷時よりも小さい。
- ③ 橋軸方向の1よりとしての曲げ応力やせん断応力は、支点からけた高以上はなれる (図-3(a),(b)のF断面) と、荷重分配を反力比とした場合の構理論計算値に近づく。

④ シャイベ解 (図-3(a),(b),(c)) は局部的に一致しない点もあるが、全般的に側壁の σ_x , τ_{xy} , σ_z の実測値の傾向に合っている。

⑤ 側壁の橋軸方向面外曲げ応力は、支点付近以外では 橋軸直角方向の曲げ応力にポアソン比 ($\nu=0.35$) を乗じた値にほぼ一致している。

⑥ 橋軸直角方向の曲げ応力 (図-4) は、直接載荷されている下床版については箱形ラーメンの計算値にほぼ一致している。

図-4 橋軸直角方向曲げ応力 (単線載荷) C断面 ($\times 10^{-6}$) F断面

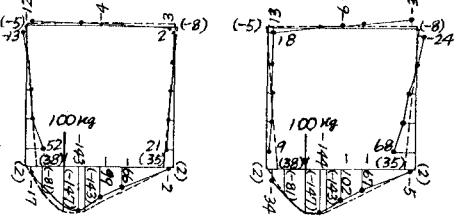


図-5 水平載荷時における応力 ($\times 10^{-6}$)

2) 水平載荷時の挙動 図-5に水平載荷時に生ずる (a) 橋軸直角方向曲げ応力 (C断面), (b) 橋軸直角方向軸応力 (A断面), (c) 橋軸方向面外曲げ応力 (C断面) を示した。このほかには1よりとしての曲げ応力, 曲げせん断応力やスラブとしてのねじりせん断応力も生じているが、小さい。

① 橋軸直角方向の曲げ応力は、側壁下端にヒンジのある箱形ラーメンの曲げ応力計算値の傾向に合っている。計算値は 上床版、側壁で安全側の結果を与え、下床版ではほぼ実測値に一致している。

② 側壁の軸応力は、支承によって集中的に支持されることによって生ずるものと考えられ、支点断面では曲げ応力の約30%の軸圧縮 (引張) 応力が生じているが、他の断面では曲げ応力に比べて無視できるほど小さい。

③ 上床版、側壁の橋軸方向の面外曲げ応力実測値 (図-5(c)) は、支点断面以外では 橋軸直角方向の曲げ応力 (箱形ラーメンの曲げ応力) 実測値にポアソン比 ($\nu=0.35$) を乗じた値にほぼ一致している。

最後に、この実験にあたってご指導とご助言をいただいた東大松本嘉司教授、西田 隆助教授、ならびに実験およびデータ解析にご協力いただいた東海大土木構造研究室の島崎洋治助手、大藪孝治氏、研究生三宅裕典氏に感謝いたします。なお、データ解析にあたり 東海大電3計算機 UNIVAC1108 を使用した。

文献 1) 檀池・安本：下路箱げた橋の模型実験，第32回年次講演会 (I-34)，1977.10。

2) Walter Schlee：Ein einfaches Verfahren zur Lösung von Scheibenaufgaben, B.u.S., 1964.3, 4, 5。