

I - 20 2-主桁橋の桁間隔と床版応力分布との 相関に関する実験的研究 —第3報—

日本大学理工学部 正員 若下 藤紀

§ 1. まえがき

本研究は、過去数年にならって継続発表して来た“床版応力分布に関する研究”の一部であり、特に昭和47年度に、土木学会年次学術講演会等に、報告発表した変断面床版を有する桁橋の床版応力分布の性状が、きわめて良好であることから、剛性の大きい床版においては、荷重分配横桁は、むしろ応力の流れを乱し、応力集中を生じさせている原因ともなっていることが判明した。更に、昭和48年度よりT-43荷重の考慮も設計時に採り入れられ、今後は増々床版の剛性の大きい場合の応力の流れを正確に把握することが要求されて来ている。そこで、今回は、2-主桁橋の主桁間隔と床版応力、及び荷重分配横桁の有無による応力の流れの変化につれて、実験的に追跡してみた結果の一部について発表する。

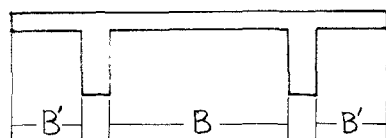


図 - 1

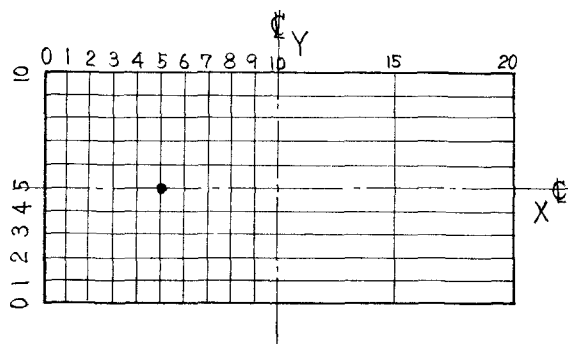


図 - 2

§ 2. 実験概要

本実験は、アラルダイト系樹脂により橋梁モデルを製作し、特に床版部に生じる応力の流れを追跡する目的で、光弾性実験を採用した。荷重は、恒温電気炉内において載荷し、応力の凍結を行い、そこに生じた応力の流れを解析するものとする。今回ここに発表する範囲は、図-1における主桁間隔 B を変化させ、更に、荷重分配横桁の有無の場合と、それを取りはずした場合との二種に対して載荷実験した結果とする。又、床版応力解析断面等については、図-2 に示すように、橋軸方向を 20 等分し、橋軸直角方向を 10 等分し、その交点を解析点とし、それぞれ橋軸方向及び、橋軸直角方向における主応力を、 $Y-1$ 断面 $\sim Y-5$ 断面、 $X-1$ 断面 $\sim X-15$ 断面に関して解析した結果を次に示す。尚、この場合の荷重載荷位置

TYPE NO.	H. Homberg	F. Wakashita	適要
I	1 : 0.3		
II	1 : 0.4		
III	1 : 0.6		
IV	1 : 1		
※		1 : 0.520	
※		1 : 0.432	
※		1 : 0.370	
27(17)		1 : 0.326	□ (■)
16(28)		1 : 0.288	△ (▲)
22(10)		1 : 0.259	○ (●)

表 - 1

は、図-2 に示すように、橋軸方向 $1/4$ 、橋軸直角方向 $1/2$ である。又、図-1 の主桁間隔 B の変化に対しては、表-1 に示すように B' は一定とし、 B のみの変化により組合せを設定して実験を行った。

§ 3. 版に作用する応力の検討

従来、2-主桁橋の応力分布に關しては、Biegener氏、Becher氏、Kármán氏、等の理論があるが、Biegener氏の理論によると、荷重分配床版の曲げモーメントを次のように考へてゐる。即ち、版の實際の曲げモーメントは、完全固定と、支桌下のなり条件のもとでは、比較的平易に求めることが出来る。従つて、ここで大切なのは、更に、主桁の撓みと、回転とを考慮することにある。一般に、DIN-1072に基き、スパン上の集中荷重、あるいは、線荷重は、適当な近似法により、スパン中央に等しい撓みを生じさせる等分布代用荷重を、橋軸方向上満載荷重に置き換へることが出来る。又、全上に基づく橋格の代用荷重は、

$$P_{Ers} = \frac{8}{5} \left\{ 1 + 3(1 + \xi) - (1 - 2\xi)^2 \right\} \frac{P}{L} \dots\dots (1)$$

$$\bar{P}_{Ers} = \frac{1}{5} \left\{ 6(1 + 4\xi)^2 - (1 - 4\xi)^4 \right\} P \dots\dots (2)$$

但し、(1)式は重車輪荷重による輪荷重の載荷状態を、(2)式は等分布荷重による輪荷重の状態を示してゐる。従つて、スパン上の荷重から、荷重分配床版の、曲げモーメントを求めてみると、

$$M(x) = M_{(0)} + E \cdot a \sum P_{Ers} \bar{I}_{km} + a \int \bar{P}_{Ers} \bar{I}_{km} dy \dots (3)$$

$$M(x) = M_{(a)} + E \cdot a \sum P_{Ers} \bar{y}_m + a \int \bar{P}_{Ers} \bar{y}_m dy \dots (4)$$

即ち、主桁の撓り剛性が、極めて小さい時には、荷重分配床版が、主桁にヒツツ結合せられてゐると考へた場合の版理論によつて求められる値として、方程式(3)は、大きな曲げモーメントの値を与えることが分かる。更に、主桁の断面力を考へてみると、輪荷重、即ち集中荷重による主桁の最大曲げモーメントの計算は、近似的に前述同様、等値等分布荷重を用ゐることにより、求められる。この場合、モーメントは、重車輪荷重には有利に生じるが、線荷重に対しては、不利に生じる標である。ここで、DIN-1072に基き、集中荷重による主桁の最大曲げモーメントは、

$$M = \frac{3}{4} \cdot L \cdot \left(1 - \frac{4}{3} \xi \right) \sum P_{km} + \frac{L^2}{8} (1 - 4\xi)^2 \int P_{(y)} km dy$$

$$= \frac{3L}{4} \chi_p \sum P_{km} + \frac{L^2}{8} \chi_p \int P_{(y)} km dy \dots (5)$$

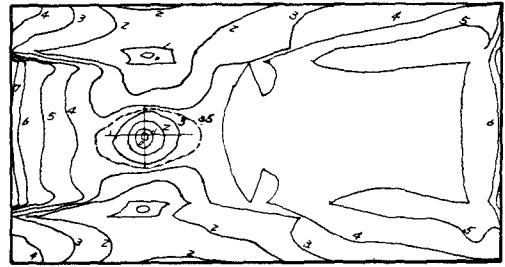


図-3

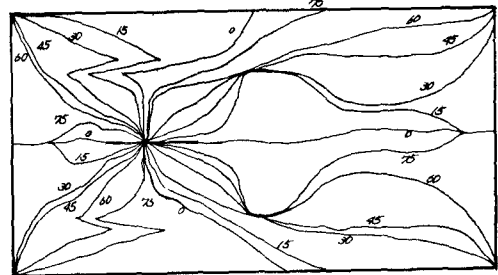
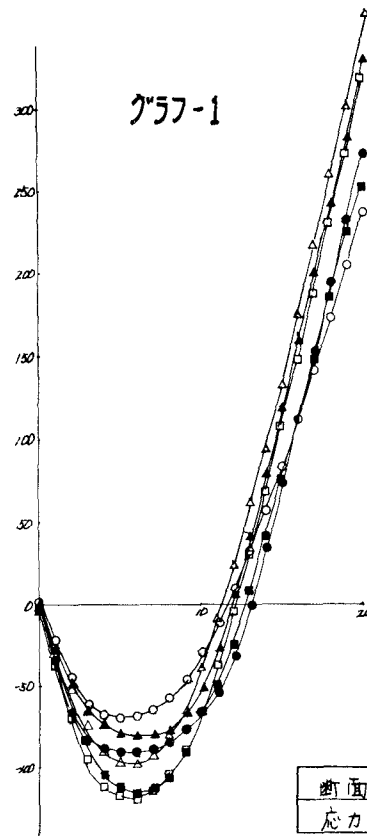


図-4



断面	Y-2
応力	σ_y

で与えられる。又、最大剪断力は、

$$Q = \rho_E \cdot 3\bar{\epsilon} \cdot L \left(1 - \frac{3}{2}\bar{\epsilon}\right) = \rho_E \cdot 3\bar{\epsilon} \cdot L \cdot \alpha_Q \cdots (6)$$

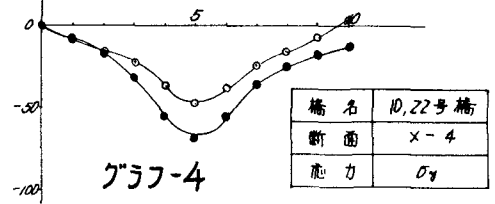
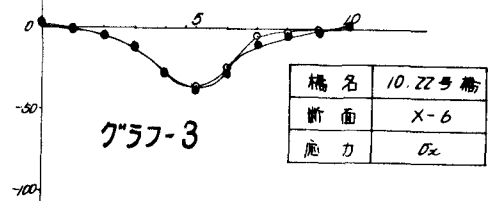
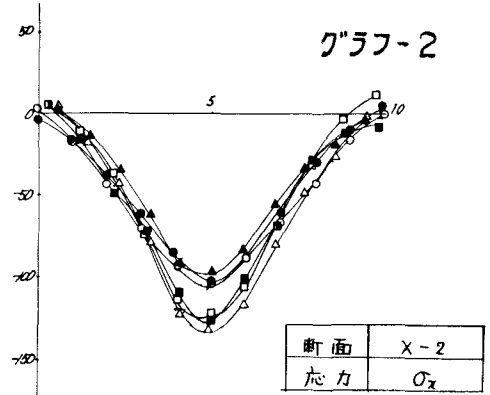
で与えられる。

§ 4 実験結果

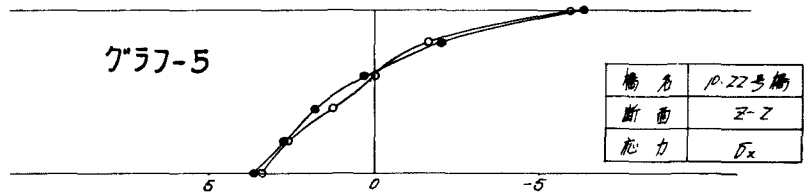
今回ここで発表する範囲は、図-1における主桁間隔Bの変化を、表-1に示したように、張出し部B'を一定と考え、Bを順次20%増しにして、行、たうちの、実験TYPE NO. 27号橋(+60%)、16号橋(+80%)及び、22号橋(+100%)の場合である。更に、同表中の()内のTYPE NO.は、上記の条件に、荷重分配中間構桁を、取りつけた場合である。尚、同表中※印の付してあるものは、(+0%)、(+20%)、(+40%)の場合であり、過去に別途報告済みであるので、ここでは省略する。又、H. Homberg氏のB:B'の比は、表-1に示した通りであるが、これは、B、B'共に変化させておりDouble Webbed Slabsの問題として取り扱っている。解析結果は、各グラフに表示したが、プロットした記号は、表-1中の適要欄に記した通りであり、白マークは、荷重分配中間構桁のない場合であり、黒マークは、同上中間構桁を取りつけた場合を示している。ここで注目すべきことは、グラフ-1にお

いて、最も主桁間隔の大きい22号橋の応力性状が、他のTYPEと比較して、非常に滑らかであり、応力の伝達勾配においても明確に表われている点である。この現象は、グラフ-2においても生じていることから、ここでは、特に、22号橋、10号橋を取り出して考察してみることにした。

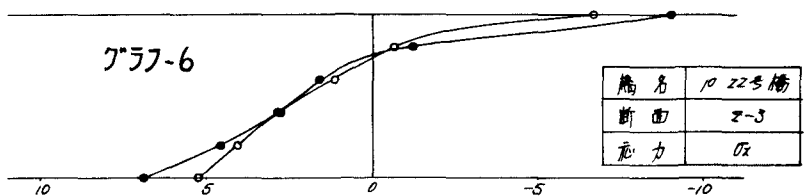
又、図-3に示したのは、同22号橋モデルの等色線図であり、図-4は、等傾線図を表わしている。等色線図中に在る数字は、フリップオーダーを表わす。



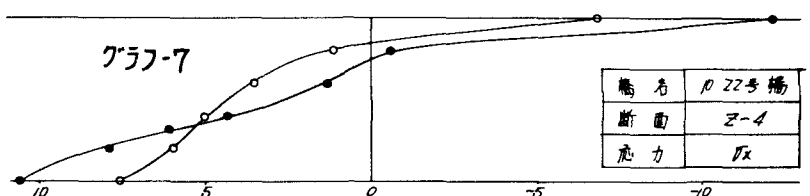
グラフ-5



グラフ-6



グラフ-7



§ 5. 考察

グラフ-3, 4, 8, 9に示したのは、22号橋及び10号橋の橋軸直角方向の応力分布の状況であり、ここにおいても、荷重分配中間横桁を取りはずした場合の応力の流れは滑らかであり、その勾配にも明確に表われている。更に、グラフ-10, 11, 12, 13 においては、同モデルにおける橋軸方向の応力と示しているが、ここでは応力の流れの性状は、ほぼ同様の傾向を示し、荷重実近くにおいては、横桁の存在が視認出来ないことを表わしているようである。この点については、Bieger氏の理論とも一致しているようである。

更に、主桁部に生ずる応力を解析してみると、グラフ-5, 6, 7に示すように成り、応力と流れの性状と中立軸の移動が、明確に表われている。

しかも、その移動は荷重実を離れる程、大きくなり、10号橋即ち荷重分配横桁のある場合の方が、Yの位置を常に下側にしていることが判る。その結果、中間横桁を取りはずした場合の方が、床版と主桁とが一体として作用していることであり、床版応力の流れが、良好にする因と考えられる。最近特に、2-主桁版橋として、大桁間隔構造をみるに、更に本研究を継続し、床版応力の分布性状と、構造形との相関性を追究する所存である。詳細は講演時にゆする。

