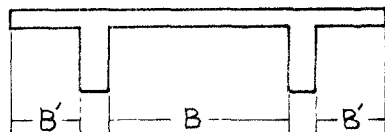


§ 1. まえがき

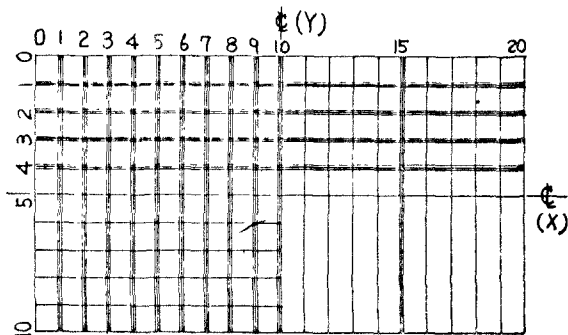
本研究は、過去数年にわたって継続発表してきた“2-主桁橋の応力分布に関する研究”の一部であり、特に昭和47年度に、土大学公年次学術講演会等に、報告発表した変断面床版を有する桁橋の応力分布の状況が、きわめて良好であることから、剛性の大きい床版においては、荷重分配横桁は、むしろ応力の流れを乱し、応力集中を生じさせる原因ともなっていることが、判明した。更に昭和48年度より設計時に、TT-43荷重の考慮も採り入れられ、今後は、ますます床版の剛性の大きい場合の応力の流れを、正確に把握することが、要求されて来ている。そこで今回は、横桁のない2-主桁版橋の応力解析結果と共に、実験により求めた、床版の応力の流れについて、主桁間隔の大きさ、及び、荷重分配中間横桁の有無についても、併せて中間報告発表する。



(図-1)

§ 2. 実験概要

本実験は、アララナ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、応力の凍結を行ない、そこに生じた応力の流れを解析するものとする。今回ここに報告する範囲は、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ある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。また、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～Y-5断面、X-1断面～X-15断面に関して解析した結果である。尚、この場合の荷重載荷位置は、橋軸方向1/2、橋軸直角方向1/2で、荷重は、DIN-1072に従い、重車輪荷重を想定している。また、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み合わせを設定して実験を行った。同表中のTYPE NO I～IVは、H. Homberg氏が Double-Webbed Slabsの問題として、報告されたものであり、これはB, B'共に変化させ、重車輪荷重の等分布荷重への置換はなされていない。



(図-2)

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	
11 (32)		1 : 0.326	△ (▲)
12 (21)		1 : 0.288	□ (■)
7 (31)		1 : 0.259	○ (●)

(表-1)

§ 3. 2-主桁版橋の応力解析

仮定事項

- 1 橋軸方向床版の曲げ剛性
 - 2 床版の捩り剛性
 - 3 橋軸方向の主桁の水平方向曲げ剛性
 - 4 そりによる捩り拘束力
 - 5 床版の断面力に及ぼす逆対称荷重時の両主桁撓差
- 以上5項目を無視して解析する。床版部の変形については、図-3に示したように、主桁の回転角 φ に関する微分方程式として、次のように得られる。

$$\frac{dM_T}{dy} = [-m_{pl}(y)] + [-m(y)]$$

$$\frac{d^2\varphi}{dy^2} = \frac{dM_T}{dy} \cdot \frac{1}{GI_T}$$

然るに $m(y) = \varphi S_{pl}$

であるから

$$\varphi'' - \omega^2 \varphi = -\frac{m_{pl}(y)}{GI_T} \quad \text{但し } \omega^2 = \frac{S_{pl}}{GI_T}$$

また $M_T = M = H = 1$ の単位荷重載荷状態では homogeneous differential equation となる。
これ等の方程式の解は、境界条件を考慮して次のようになる。

$$M_T = M = 1 \text{ に対して } \varphi = \frac{1}{S} \left[\sinh \omega y - \frac{\cosh \omega y}{\tanh \omega l} \right]$$

スパン中に集中荷重のある場合

$$m_{pl}(y) = \frac{m_{p0}}{2} \left[\cos \frac{\pi}{C} y + 1 \right]$$

この場合 C の値は、桁の曲げモーメントより、次のように求められる。

$$\bar{M} = \int \bar{m}_{pl}(y) dy = m_{p0} C \quad \therefore C = \frac{M}{m_{p0}}$$

従って、この場合の微分方程式は次のようになる。

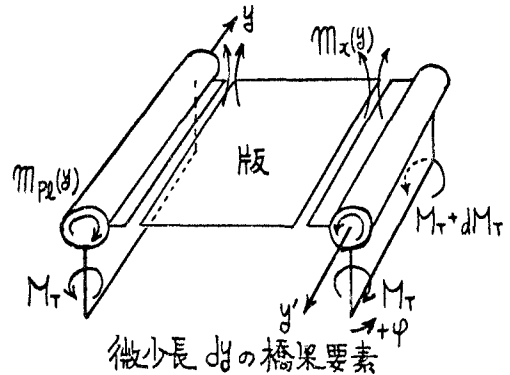
$$\varphi'' - \omega^2 \varphi = -\frac{m_{p0}}{2GI_T} \left[\cos \frac{\pi}{C} y + 1 \right]$$

境界条件を考慮して解を求めると、 C の範囲内では

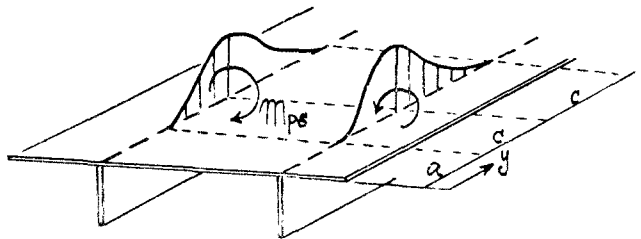
$$\varphi(y) = \frac{C}{S \sinh \omega} \cdot \cosh \omega y + \frac{m_{p0} \omega}{2S} \left[\frac{C^2}{\pi^2 + \omega^2 C^2} \cos \frac{\pi}{C} y + \frac{1}{\omega^2} \right]$$

a の範囲内においては

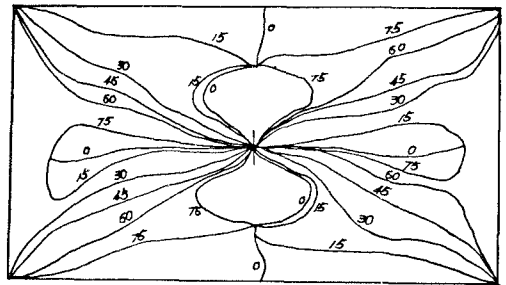
$$\varphi(y) = \frac{C}{S} \left[\sinh \omega (y-C) - \frac{\cosh \omega (y-C)}{\tanh \omega a} \right]$$



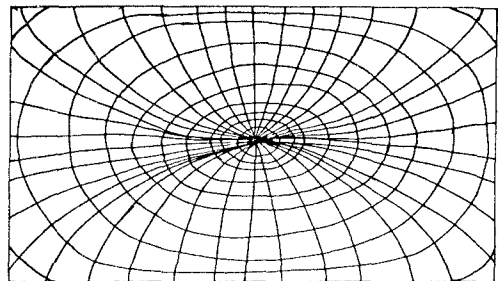
(図-3)



(図-4)



(図-5)



(図-6)

この場合 C' は

$$C' = -\frac{m_{p0}\omega}{2} \left[\frac{1}{\omega^2} - \frac{C^2}{\pi^2 + \omega^2 C^2} \right] \frac{\tanh \omega a + \tanh \omega C}{\tanh \omega a + \tanh \omega C}$$

として示すことができる。

スパン中の任意の位置に集中荷重がある場合、境界条件を考慮した解を求めると、

C の範囲内においては

$$\begin{aligned} \varphi(y) = & -\frac{C_1 + C_2}{2S \cosh \omega C} \cdot \sinh \omega(y - a_1 - C) \\ & -\frac{C_1 - C_2}{2S \sinh \omega C} \cdot \cosh \omega(y - a_1 - C) \\ & + \frac{m_{p0}\omega}{2S} \left[\frac{C^2}{\pi^2 + \omega^2 C^2} \cos \frac{\pi}{C} (y - a_1 - C) + \frac{1}{\omega^2} \right] \end{aligned}$$

a_1 の範囲内においては、

$$\varphi(y) = -\frac{C_1}{S} \left[\sinh \omega(a_1 - y) - \frac{\cosh \omega(a_1 - y)}{\tanh \omega a_1} \right]$$

a_2 の範囲内においては、

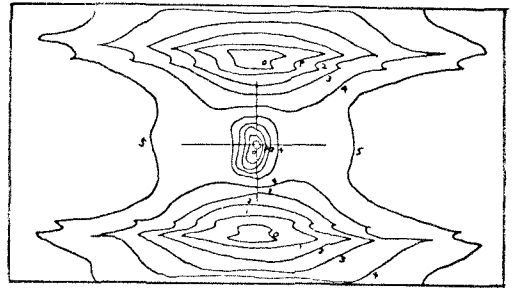
$$\varphi(y) = \frac{C_2}{S} \left[\sinh \omega(y - a_1 - 2C) - \frac{\cosh \omega(y - a_1 - 2C)}{\tanh \omega a_2} \right]$$

但し、この場合

$$C_1 = \frac{m_{p0}\omega}{2} \left[\frac{1}{\omega^2} - \frac{C^2}{\pi^2 + \omega^2 C^2} \right] \times \frac{\tanh \omega C + \frac{1}{\tanh \omega a_2}}{N}$$

$$C_2 = -\frac{m_{p0}\omega}{2} \left[\frac{1}{\omega^2} - \frac{C^2}{\pi^2 + \omega^2 C^2} \right] \times \frac{\tanh \omega C + \frac{1}{\tanh \omega a_1}}{N}$$

$$N = 1 + \frac{1}{\tanh \omega a_1 + \tanh \omega a_2} + \frac{1}{\tanh 2\omega C} \left[\frac{1}{\tanh \omega a_1} + \frac{1}{\tanh \omega a_2} \right]$$



更に、同表中における()内のTYPE NO は、上記条件に、荷重分配中間横桁を、取りつけた場合である。また 同表中※印の付してあるものは (10%増 20%増 40%増)の場合であり、過去に別途報告済みであり、ここでは略す。解析した結果は各グラフに表示したが、プロットした記号については、表-1中の通票欄に記した通りであり、白抜きマークは、荷重分配横桁のない場合であり、黒マークは 同上中間横桁を取り付けた場合を示している。ここで注目すべきことは、グラフ-2,3において、11号橋、および12号橋の応力の流れの性状が、32号橋、および21号橋におけるそれよりも、非常に滑らかであり、応力の伝達勾配においても、明確に現れられている点である。この現象は グラフ-1においても見られ、ここから、ここでは特に、12号橋と21号橋を取り出して考察しようとした。また、図-9,10は H.Homberg氏が、Double-Webbed Slabsの問題として、TYPE NO.1の場合における、床版部の応力の流れの性状を、X方向 およびY方向について示したものであり、荷重は 図-2の場合と同様である。更に 図-5は 21号橋における等傾線図であり、図-6は、同モデルにおける主応力線図を示している。また 図-7,8は 12号橋 および21号橋の光弾性実験における等色線を示しており、図中の数字は フリントオーダーを示している。

§ 5 考察

上の結果より 剛性の大きい床版に、重車輪荷重 即ち 集中荷重を作用させた場合は、荷重分配中間横桁を、とりはずした場合の応力の流れの方が、滑らかであることが、判明し、更に応力の伝達勾配に対しても、両軸方向に、同様の現象が、あらわれているようである。反面、荷重遠近において、従来の Biege氏 およびBecher氏、理論と無視出来ない結果も出ており、更に 本研究実験を継続し、特に 2-主桁板橋としての、大桁間隔構造に対する、主桁間隔と、床版応力分布との関係を、調べる必要がありそうである。詳細は講演時にゆずる。

§ 6 参考文献

- 1 "Double Webbed Slabs" H.Homberg
- 2 "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" 若下藤紀 土木学会年次学術講演会 昭49.10
- 3 "Zur Berechnung des zweistegigen Plattenbalkens ohne Quenträger" Dr-Ing Fritz Nolte
- 4 "2-主桁板橋の応力解析" 若下藤紀 日大理工学術講演会

