

簡單なる木製單桁橋に就て

准會員 中, 村 清*

1. 緒 言

假橋や野戰に於て屢々見受けられる 5 本乃至 9 本桁の, 木製單桁橋に對し, 其の抗力計算を爲す場合, 之を一つの格子と考へて其の大部分の荷重を受ける, 所謂車轍桁及び外側にある外桁, 並びに中央にある中央桁の, 外力による撓度を近似的に決定したものである。

本文は筆者が〇〇及び〇〇方面に 出征中, 架設した木橋に 立脚して考へたものである。現地では時間(架設に要する)及び材料の蒐集方法等により, 伸々大寸法の材料を 多數得るといふ事は至難の事だつたので計算方法に改革を加へてみた。

計算の簡便を期する爲, 撓角による影響を無視し, 尙外及び中央桁は, 車轍桁に對し, 左右兩側等距離にあり且つ橋板は中央桁上に於て繼ぐものと假定した。

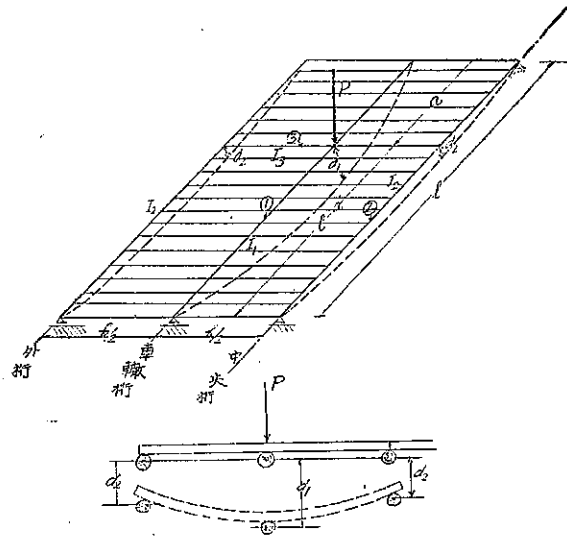
2. 本 文

(1) 原式の誘導

特に斷らざる限り符號を次の如く定む。

- I_1車轍桁の慣性モーメント
- I_2外若くは中央桁の慣性モーメント
- I_3橋板の慣性モーメント
- d_1車轍桁の撓度
- d_2外若くは中央桁の撓度
- d_3橋板の撓度
- l徑 間
- b橋幅の 1/2
- P荷 重
- a支點より任意點迄の距離

圖-1.



とすれば(圖-1),

$$d_1 = \frac{P_1 a^2 (l-a)^2}{3EI_1 l} \quad d_2 = \frac{P_2 a^2 (l-a)^2}{3EI_2 l} \quad d_3 = \frac{2P_2 b^3}{48EI_3}$$

上式を説明する。P なる荷重の一部 P_1 が①桁に傳はり P_2 なる荷重が②桁に作用すると考へる。分解して考へ P_1 が①桁に作用し $2P_2$ なる荷重が③桁に作用して外及中央の兩側桁に傳はり, 然して $2P_2$ なる荷重に依る③桁の撓度 d_3 が, P_1 なる荷重による①桁の撓度と, P_2 なる荷重による②桁の撓度の差 $d_1 - d_2$ に等しくなければならぬと假定す(圖-1)。

* 八幡製鐵所土木部勤務

$$d_1 - d_2 = \frac{P_1 a^2 (l-a)^2}{3EI_1 l} - \frac{P_2 a^2 (l-a)^2}{3EI_2 l} = \frac{P_2 k^2}{24EI_1}$$

$$\frac{P_1 a^2 (l-a)^2}{3EI_1 l} - \frac{P_2 a^2 (l-a)^2}{3EI_2 l} = \frac{P_2 k^2}{24EI_1}$$

上式に於て, $\frac{I_1}{I_2} = \mu_3, \quad \frac{I_1}{I_2} = \mu_2, \quad \frac{k}{l} = \alpha, \quad \frac{a}{l} = \beta$

とすれば

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\{0.125 \mu_3 \alpha^3 + \mu_2 \beta^2 (1-\beta)^2\}}{\beta^2 (1-\beta)^2} \dots\dots (1)$$

(1) 式を示せば圖-2 の如し。

圖-2 より明白なる如く, 中央桁及び外桁に分擔される荷重は桁端に近づくに従ひ 0 となり, 殆んど車軸桁のみにて, 外力を受持つ事となる。

さて

, $P = P_1 + 2P_2$ なるを以て, (1) 式より次の (2)

及び (3) 式が得られる。

$$P_2 = P \times \frac{\beta^2 (1-\beta)^2}{0.125 \mu_3 \alpha^3 + \beta^2 (1-\beta)^2 (2 + \mu_2)} \dots\dots (2)$$

$$P_1 = P \times \frac{0.125 \mu_3 \alpha^3 + \mu_2 \beta^2 (1-\beta)^2}{0.125 \mu_3 \alpha^3 + (2 + \mu_2) \beta^2 (1-\beta)^2} \dots\dots (3)$$

圖-3.

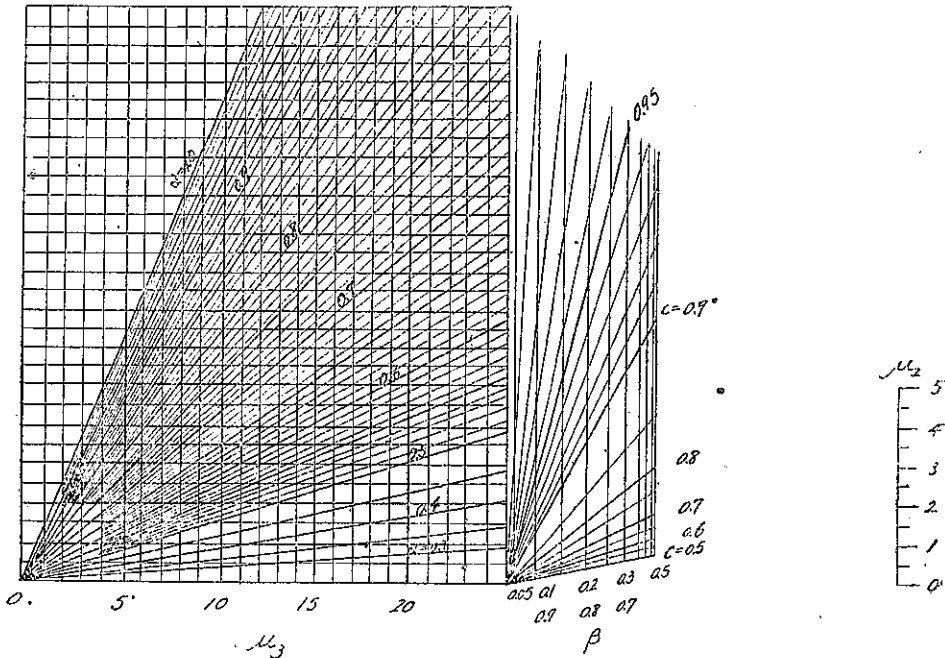
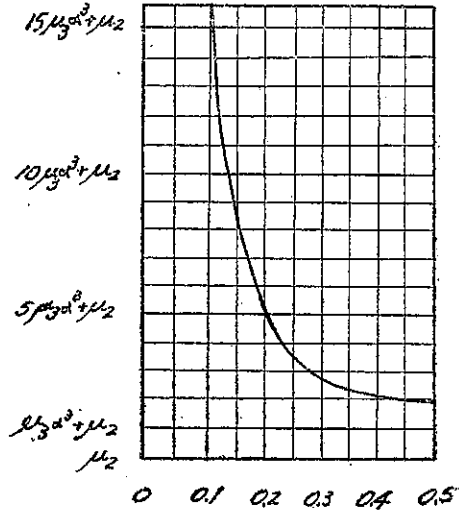


圖-2.



(3) 式に於て、 $P=cP_1$ とすれば、此の c を求むる圖表を作れば、圖-3 となる。

(2) 車軸桁及び中央桁の影響線

此の影響線は明らかに次式より與へられる。

反力の影響線 (左支點)

車軸桁	$c(1-\beta)$
外及び中央桁	$\frac{1}{2}(1-c)(1-\beta)$

剪力の影響線

與へられたる點迄の距離 (左支點より) を m とすれば

	$\beta < m/l$ の場合	$\beta > m/l$ の場合
車軸桁	$c\beta$	$-c(1-\beta)$
中央及び外桁	$\frac{1}{2}(1-c)\beta$	$-\frac{1}{2}(1-c)\beta$

曲げモーメント影響線

	$\beta < m/l$ の場合	$\beta > m/l$ の場合
車軸桁	$c\beta(l-m)$	$\frac{1}{2}(1-c)(1-\beta)m$
中央及び外桁	$\frac{1}{2}(1-c)\beta(l-m)$	$\frac{1}{2}(1-c)(1-\beta)m$

(3) 附

μ_0 が大になればなる程曲げモーメントの影響線は單桁の場合に近づく。従つて其の影響線は直線に近いて行く。

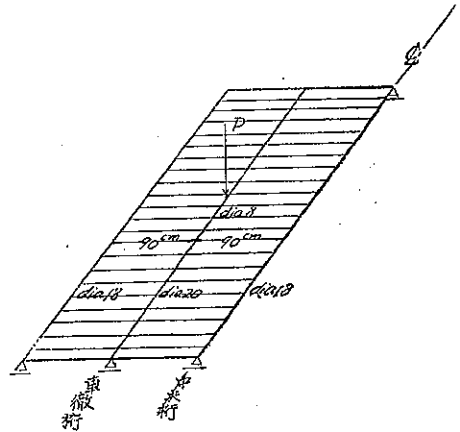
注意 1. P が分布して P_1 及び P_2 となるが $\beta=0.35$ より 0.5 附近迄は、分布率が殆んど定數である事は、圖-2 及び (2), (3) 式より知り得る。依つて μ_0 が大なる場合は、 $\beta=0.35\sim 0.5$ の間のモーメント影響線は單桁の場合に或る定數を乗じたるものと、認められるを以て、絶對最大モーメントも、單桁の場合と略々其の位置を同じくするものと認めても實用上支障ない。

注意 2. 勿論 d_1-d_2 の撓度は、橋板の抵抗力率による撓度より小なるを必要とす。

表-1.

β	$\frac{0.175\mu_0^2 + 0.8^2\mu_0^2}{0.175\mu_0^2 + (0.8^2 + \beta^2)\mu_0^2}$		$\frac{\beta^2(1-\beta)^2}{0.175\mu_0^2 + \beta^2\mu_0^2 + 0.75\mu_0^2}$	
	計算値	圓-3に求めし値	計算値	圓-3に求めし値
0	1.0		0	
0.05	0.984	0.988	0.008	0.006
0.1	0.95	0.95	0.025	0.025
0.15	0.906	0.91	0.047	0.045
0.20	0.866	0.87	0.067	0.067
0.25	0.830	0.83	0.085	0.085
0.3	0.802	0.805	0.099	0.098
0.4	0.766	0.77	0.117	0.115
0.5	0.756	0.755	0.122	0.122

圖-4.



依つて $\frac{P_2 k^2}{24EI_2} < 4\gamma\sigma \frac{1}{k} \frac{h^3}{48EI_1}$

故に $P_2 k < 2\gamma\sigma W$, 此處に W は橋板の斷面係數, σ は橋板の許容應力

例

圖-4 の如き木製單桁橋の車軸桁及び外桁の, 曲げモーメント影響線を求めんとす。

$\mu_1 = \frac{I_1}{I_2} = 25.6, \quad \alpha = 4.5, \quad \alpha^2 = 0.091, \quad \mu_2 = \frac{I_1}{I_2} = 15.25$

なるを以て表-1, 表-2 が得られる。

表-2.

β	a1l		a2l		a3l		a4l		a5l	
	影響線	距離	影響線	距離	影響線	距離	影響線	距離	影響線	距離
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.05	0.025l	0.050l	0.025l	0.050l	0.025l	0.050l	0.025l	0.050l	0.025l	0.050l
0.1	0.050	0.100	0.050	0.100	0.050	0.100	0.050	0.100	0.050	0.100
0.15	0.075	0.150	0.075	0.150	0.075	0.150	0.075	0.150	0.075	0.150
0.2	0.100	0.200	0.100	0.200	0.100	0.200	0.100	0.200	0.100	0.200
0.25	0.125	0.250	0.125	0.250	0.125	0.250	0.125	0.250	0.125	0.250
0.3	0.150	0.300	0.150	0.300	0.150	0.300	0.150	0.300	0.150	0.300
0.4	0.200	0.400	0.200	0.400	0.200	0.400	0.200	0.400	0.200	0.400
0.5	0.250	0.500	0.250	0.500	0.250	0.500	0.250	0.500	0.250	0.500
0.6	0.300	0.600	0.300	0.600	0.300	0.600	0.300	0.600	0.300	0.600
0.7	0.350	0.700	0.350	0.700	0.350	0.700	0.350	0.700	0.350	0.700
0.8	0.400	0.800	0.400	0.800	0.400	0.800	0.400	0.800	0.400	0.800
0.9	0.450	0.900	0.450	0.900	0.450	0.900	0.450	0.900	0.450	0.900
1.0	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1.000

圖-5 の如く影響線の最大距離と, 桁端とを結びたる線によつてなす各縦距と, 表-2 に依つて求められる縦距との差 δ を示せば, 表-3 の如し。

表-3 より明白なる如く, 影響線を直線とみなすも其の誤差は僅かに最大 1.5% に過ぎず。

表-3.

B	a1l			a2l			a3l			a4l			a5l		
	y	y'	δ	y	y'	δ	y	y'	δ	y	y'	δ	y	y'	δ
0.1	0.025	0.050	0	0.025			0.025	0.050	0.025	0.050	0.025	0.050	0.025	0.050	0.025
0.2	0.050	0.100	0.007	0.050	0.100	0.007	0.050	0.100	0.007	0.050	0.100	0.007	0.050	0.100	0.007
0.3	0.075	0.150	0.013	0.075	0.150	0.013	0.075	0.150	0.013	0.075	0.150	0.013	0.075	0.150	0.013
0.4	0.100	0.200	0.019	0.100	0.200	0.019	0.100	0.200	0.019	0.100	0.200	0.019	0.100	0.200	0.019
0.5	0.125	0.250	0.025	0.125	0.250	0.025	0.125	0.250	0.025	0.125	0.250	0.025	0.125	0.250	0.025
0.6	0.150	0.300	0.031	0.150	0.300	0.031	0.150	0.300	0.031	0.150	0.300	0.031	0.150	0.300	0.031
0.7	0.175	0.350	0.037	0.175	0.350	0.037	0.175	0.350	0.037	0.175	0.350	0.037	0.175	0.350	0.037
0.8	0.200	0.400	0.043	0.200	0.400	0.043	0.200	0.400	0.043	0.200	0.400	0.043	0.200	0.400	0.043
0.9	0.225	0.450	0.049	0.225	0.450	0.049	0.225	0.450	0.049	0.225	0.450	0.049	0.225	0.450	0.049

圖-5.

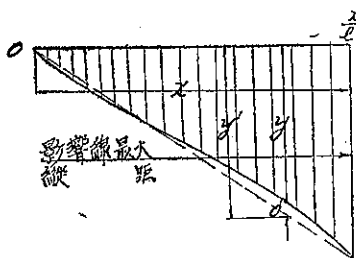


表-2 より $m=0.5l$ 點 (中央點) の曲げモーメント影響線を
 圖示すれば圖-6 の如し。

3. 應用例

圖-6.

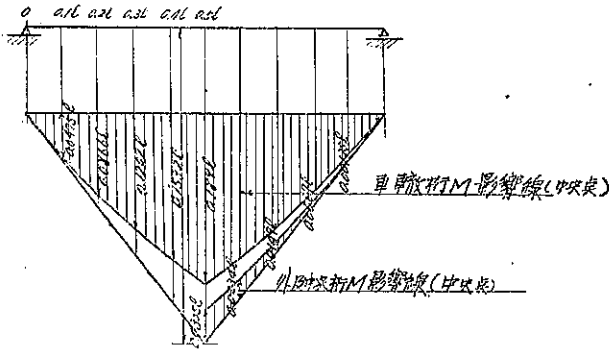


圖-7.

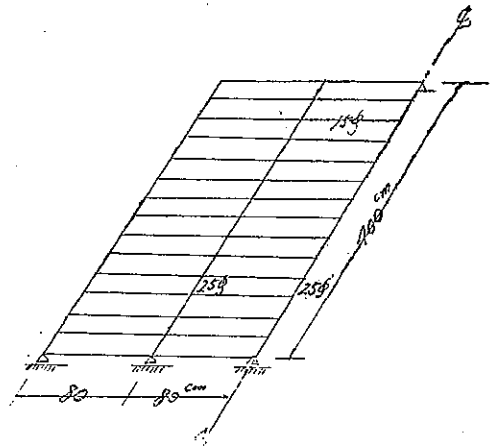


圖-7 に示す木橋に於て如何程の單一集中荷重の通過を許し得るや (但し許容應力を 120 kg/cm^2 とす)。

$$\beta = l/2, \quad \mu_3 = 7.72, \quad \mu_2 = 1, \quad \alpha = 0.4$$

圖-3 より $c=0.5$

死荷重に依る影響を考へると、

$$0.075^2 \times \pi \times 1\,000 \times 0.8 \div 0.15 = 0.92 \text{ kg/cm (橋板)}$$

$$0.125^2 \times \pi \times 1\,000 \div 0.5 \text{ kg/cm} \quad \therefore P = 0.92 + 0.5 = 1.42 \text{ kg/cm}$$

死荷重に依る曲げモーメントを同一曲げモーメントを生ぜしむる集中荷重に換算すれば、

$$\frac{1}{8}pl^2 = \frac{1}{4}P'l \quad \therefore P' = \frac{1}{2}pl = 284 \text{ kg}$$

橋桁 (25φ) の許容通過荷重 P_1' は

$$P_1' = \frac{4 \times 0.1 \times 2.5^3 \times 120}{400} = 1\,875 \text{ kg}$$

$$\therefore P_1 = 1\,875 - 284 = 1\,591 \text{ kg}$$

$$c=0.5 \text{ なるを以て } P_1 = cP = 1\,591$$

$$\therefore P = 3\,182 \text{ kg}$$

衝撃係数を 0.7 に取れば許容通過軸荷重 (R) は

$$R = 2 \times 3\,182 \div (1 + 0.7) = 3\,740 \text{ kg}$$

これを單に車軸桁のみで通過荷重に抵抗せしむるとすれば

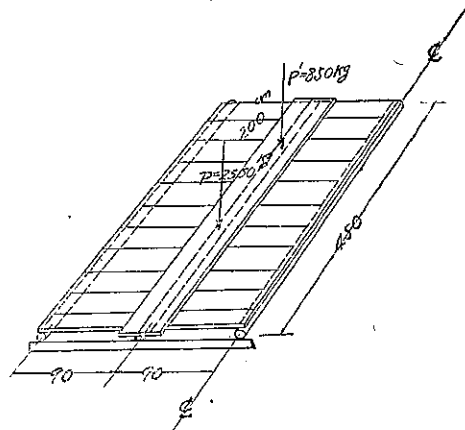
$$R = (2 \times 1\,591) \div (1 + 0.7) = 1\,870 \text{ kg}$$

圖-8 に示す木橋の桁寸法を決定せんとす。

$\alpha = h/l = 0.4, \mu_2 = 1.5, \mu_3 = 4$ と假定すれば、圖-3 を利用し、 P_1' の β に相當する比を β' とすれば表-4 の如くなる。

自重に依る曲げモーメントを 15% と假定すれば、

圖-8.



$$M = 156\,000 \times 1.15 = 179\,500 \text{ kg. cm}$$

表-4.

故に丸太桁を用ひるものとすれば ($\sigma = 120 \text{ kg/cm}^2$), $d = 25 \text{ cm}$, $\mu_0 = 1.5$ なるを以て, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{391\,000}{d^4} = 15$, $\therefore d = 23 \text{ cm}$ 依つて, 車轍桁徑 25 cm, 外及び中央桁徑 23 cm の 6 本桁とす。此の場合二次元的なる計算をすれば $\sim 30 \text{ cm}$ 徑の車轍桁を必要とす。

β	P_1	β'	P_1'	$M \text{ (kg. cm)}$
0.5	0.5 P	0.0555	0.867 P'	152 500
0.6	0.508 P	0.156	0.626 P'	155 000
0.7	0.528 P	0.256	0.543 P'	143 100
0.8	0.568 P	0.356	0.515 P'	107 500
0.9	0.733 P	0.456	0.502 P'	—
0.555	0.502 P	0.110	0.708 P'	156 000

4. 結 語

本文は冒頭に述べた様に出征中のもので, 駐屯地より時の神戸高工教授江藤 禮氏に郵送し同氏の校閲を受けたるものに, 其の後〇〇赤十字病院入院中加筆し此處に発表した。

筆者もとより淺才にして, 其の上駈地及び療養中の事とて思ふがまゝに, 参考書を手に入れる事も又先輩諸賢の御批評を乞ふ事も困難であつた。この様な譯で本文は未だ杜撰にして改良すべき點多々ある事は認めるが, 讀者諸氏の何分の参考迄にと此處に発表した。

終りに, 貴重な時間を割いて, 檢閲及び御指導を賜はつた平松部隊長殿に深甚なる感謝と敬意を表するものである。(昭. 17. 12. 24. 受付)