

# 公道橋の最大曲げモーメント 及び最大剪力に就て

小野竹之助  
關屋正雄

## 緒 言

本文は公道橋の設計に際して、算出すべき活荷重に依る最大曲げモーメント、並に最大剪力を一々詳細なる設計々算を行ふ事なくして、本文挿入の圖表に依り、極めて迅速且つ簡易に求め得られる事を述べたものである。

## 〔1〕圖表の作成

### (1) 荷 重

荷重は總て内務省規定の道路構造に關する細則に準據したものである。

(A) 自動車荷重

一等橋に於ては第一種、(12 Ton)

二等橋に於ては第二種、(8 Ton)

三等橋に於ては第三種、(6 Ton)

(B) 活荷重に依る衝撃

衝撃係数  $i$  は

$$i = \frac{20}{60+l} \leq 0.3 \text{---(21條)}$$

茲に、 $l$  は最大應力を生ずる集中荷重及び群衆荷重の長さ (m) である。

(C) 群衆荷重

一等橋に於ては、 600 kg/m<sup>2</sup>

二、三等橋に於ては、 500 kg/m<sup>2</sup>

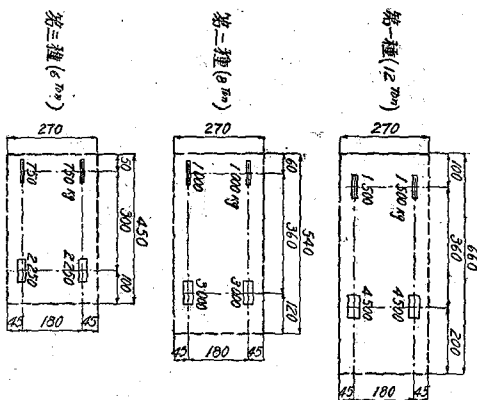
とする。

(2) 最大曲げモーメント

一等橋、二等橋及び三等橋の各々の場合に於ける、桁 B (第二圖) に作用する荷重 P 及び  $w$  を求めれば、

(a) 自動車荷重の場合

第一圖



(i)  $4.95m > \lambda > 3.15m$  なる場合……第二圖一(a)

$$P = \frac{6P'}{\lambda}(1-1.95)$$

(ii)  $3.15m > \lambda > 2.25m$  なる場合……第二圖一(b)

$$P = \frac{2P'}{\lambda}(2\lambda - 2.7)$$

(iii)  $2.25m > \lambda > 0.45m$  なる場合……第二圖一(c)

$$P = \frac{2P'}{\lambda}(1-0.45)$$

但し  $P'$  は

一等橋に於ては、 $1,500(1+i)$  kg

二等橋に於ては、 $1,000(1+i)$  kg

三等橋に於ては、 $750(1+i)$  kg

である。

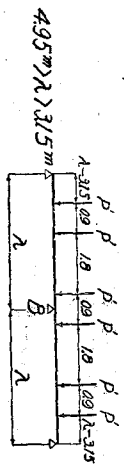
(b) 群衆荷重の場合……第二圖一(c)

$$w = w'\lambda$$

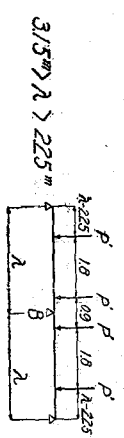
但し、 $w'$  は

表 荷

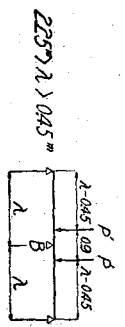
第二圖一(2)



第二圖一(4)

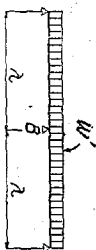


第二圖一(c)



第二圖一(α)

一等橋に於ては、600 kg/m<sup>2</sup>  
 二等橋に於ては、500 kg/m<sup>2</sup>  
 三等橋に於ては、500 kg/m<sup>2</sup>  
 である。



(A) 一等橋に於ける、最大曲げモーメントを求むる式は次の如し。

(i)  $l > 9.2m$  なる場合……第三圖一(a)

$$M = \frac{w}{8} \{ l^2 - 13.2l + 50.32 \} + P(l - 1.8)$$

(ii)  $9.2m > l > 7.2m$  なる場合……第三圖一(b)

$$M = \frac{w}{16} (l - 4.0)^2 + P(l - 1.8)$$

(iii)  $7.2m > l > 4.0m$  なる場合……第三圖一(c)

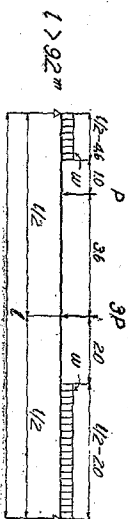
$$M = \frac{1}{16} \{ 12Pl + w(l - 4.0)^2 \}$$

(B) 二等橋に於ける、最大曲げモーメントを求むる式は次の如し。

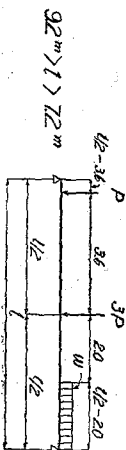
(i)  $l > 8.4m$  なる場合……第四圖一(a)

$$M = \frac{w}{8} \{ l^2 - 10.8l + 38.16 \} + P(l - 1.8)$$

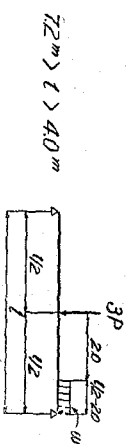
第三圖一(α)



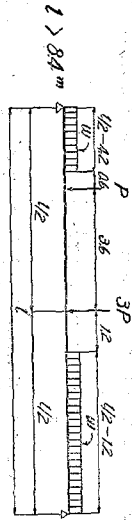
第三圖一(β)



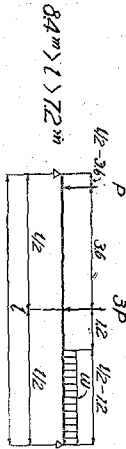
第三圖一(γ)



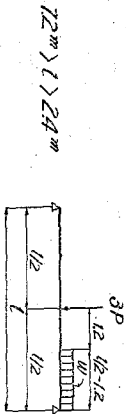
第四圖一(α)



第四圖一(β)



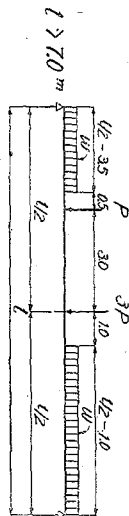
第四圖一(γ)



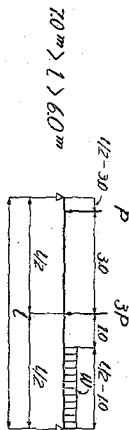
(ii)  $8.4m > l > 7.2m$  なる場合……第四圖一(b)

$$M = \frac{w}{16} (l - 2.4)^2 + P(l - 1.8)$$

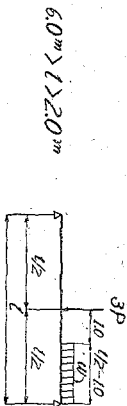
第五圖一(α)



第五圖一(β)



第五圖一(γ)



第一表

$\lambda$	1.0 <sup>m</sup>	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
4 <sup>m</sup>	6.435	8.190	9.069	10.764	12.810	15.546	17.991
6	9.803	12.510	13.904	16.521	19.755	23.844	27.591
8	13.410	17.202	19.254	22.926	27.420	33.040	38.214
10	18.774	24.209	27.266	32.537	38.923	46.842	54.139
12	24.206	31.418	35.692	42.710	51.095	61.389	70.905
14	30.185	39.458	45.255	54.236	64.912	77.905	89.936
16	36.727	48.359	55.959	67.336	80.588	96.452	111.265
18	43.020	58.117	67.012	81.800	97.911	116.996	134.879
20	51.553	68.733	80.837	97.725	116.997	139.600	160.837
22	59.765	80.203	95.006	115.082	137.803	164.201	189.104
24	68.569	92.451	110.320	133.892	160.329	190.806	219.640
26	77.957	105.755	126.849	154.188	184.672	219.512	252.596
28	87.909	119.799	144.457	175.874	210.646	250.133	297.709
30	98.425	134.722	163.264	199.054	238.453	282.871	335.259
32	109.536	150.532	183.254	223.677	267.965	317.629	365.119
34	121.244	167.234	204.432	249.841	299.339	354.536	407.447

(iii) 7.2m > l > 2.4m なる場合……第四圖—(c)

$$M = \frac{1}{16} \{ 12Pl + w(l-2.4)^2 \}$$

(c) 三等橋に於ける、最大曲げモーメントを求むる式は次の如し。

(i) l > 7.0m なる場合……第五圖—(a)

第二表

$\lambda$	1.0 <sup>m</sup>	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
4 <sup>m</sup>	4.370	5.580	6.205	7.376	8.820	10.642	12.314
6	6.440	8.199	9.870	11.777	14.085	16.961	19.611
8	9.618	12.942	13.986	16.736	20.022	24.058	27.394
10	13.488	17.588	20.113	24.114	28.853	34.677	39.963
12	17.626	23.176	26.776	32.203	38.537	46.137	53.226
14	22.228	29.470	34.392	41.478	49.642	59.311	68.381
16	27.309	36.484	42.374	51.964	62.217	74.203	85.493
18	32.873	44.208	52.511	63.651	76.216	90.571	104.504
20	38.910	52.678	63.042	76.573	91.705	109.040	125.501
22	45.419	61.866	74.516	90.701	108.642	129.009	148.005
24	52.421	71.751	86.972	106.035	127.020	150.644	173.255
26	59.900	82.397	100.416	122.623	144.910	174.077	200.082
28	67.855	93.740	114.802	140.373	164.169	199.110	228.793
30	76.286	105.828	130.181	159.357	189.957	225.913	259.516
32	85.223	118.639	144.527	179.581	215.200	254.415	292.149
34	94.640	132.204	163.906	201.033	240.997	284.679	326.846

第 三 表

$$M = \frac{w}{8}(l^2 - 9l + 26.5) + Pl - 1.5l$$

(ii) 7.0m > l > 6.0m なる場合……第五圖—(b)

$$M = \frac{w}{16}(l - 2.0)^2 + Pl - 1.5l$$

(iii) 6.0m > l > 2.0m なる場合……第五圖—(c)

$$M = \frac{1}{16} \{ 12Pl + w(l - 2.0)^2 \}$$

此等の式の支間 (l) 並に桁間隔 (λ) の値を色々に変へて最大曲げモーメントを求め、之を圖表に示せば、附圖、第一乃至第三、及び第一表乃至第三表の如し。

(3) 最大剪力

(A) 一等橋に於ける、最大剪力を求むる式は次の如し。

(i) l > 4.6m なる場合……第六圖—(a)

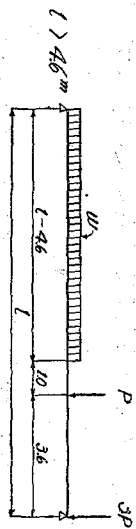
$$S = \frac{1}{l} \left\{ P(4l - 3.6) + \frac{w}{2}(l - 4.6)^2 \right\}$$

(ii) 4.6m > l > 3.6m なる場合……第六圖—(b)

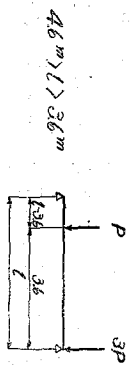
$$S = \frac{P}{l}(4l - 3.6)$$

		三等橋の最大曲げモーメント (m-T)								
l	λ	1.0m	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0		
4m	3.44	4.283	4.766	5.695	6.810	8.211	9.494			
6	5.329	6.893	7.804	9.323	11.153	13.410	15.491			
8	8.098	10.567	12.084	14.500	17.347	20.811	24.021			
10	11.300	14.897	17.271	20.791	24.881	29.770	34.336			
12	14.973	19.950	23.416	28.288	33.884	40.416	46.569			
14	19.131	25.722	30.519	36.991	44.294	52.747	60.789			
16	23.765	32.211	38.599	46.915	56.187	66.794	76.849			
18	28.975	39.436	47.653	58.048	69.532	82.534	94.909			
20	34.480	47.400	57.694	70.429	84.385	100.006	114.061			
22	40.564	56.076	68.706	84.027	100.681	119.179	136.940			
24	47.129	65.494	80.691	98.921	118.497	140.055	160.863			
26	54.198	75.650	93.072	114.902	137.677	162.681	186.779			
28	61.724	86.491	107.602	132.131	158.392	186.965	214.594			
30	69.793	98.113	122.562	150.629	180.550	213.007	244.438			
32	78.279	110.463	138.471	170.357	204.213	240.780	276.299			
34	87.314	123.577	153.889	191.358	229.377	270.319	310.029			

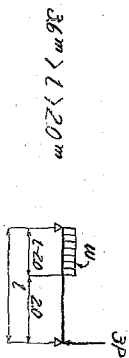
第六圖-(a)



第六圖-(b)



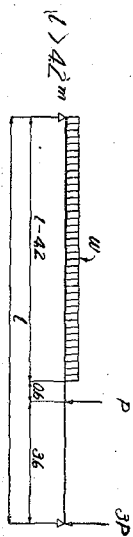
第六圖-(c)



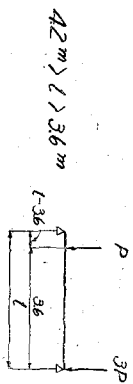
(iii)  $3.6m > l > 2.0m$  なる場合……第六圖-(c)

$$S = 3P + \frac{w}{2l}(l-2)^2$$

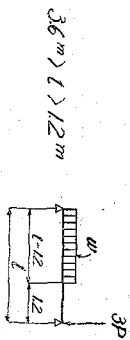
第七圖-(a)



第七圖-(b)



第七圖-(c)





(B) 二等橋に於ける、最大剪力を求むる式は次の如し、

(i)  $l > 4.2m$  なる場合……第七圖—(a)

$$S = \frac{1}{l} \left\{ P(4l - 3.6) + \frac{w}{2}(l - 4.2)^2 \right\}$$

(ii)  $4.2m > l > 3.6m$  なる場合……第七圖—(b)

$$S = \frac{P}{l}(4l - 3.6)$$

(iii)  $3.6m > l > 1.2m$  なる場合……第七圖—(c)

$$S = 3P + \frac{w}{2l}(l - 1.2)^2$$

(D) 三等橋に於ける、最大剪力を求むる式は次の如し。

(i)  $l > 3.5m$  なる場合……第八圖—(a)

$$S = \frac{1}{l} \left\{ P(4l - 3.0) + \frac{w}{2}(l - 3.5)^2 \right\}$$

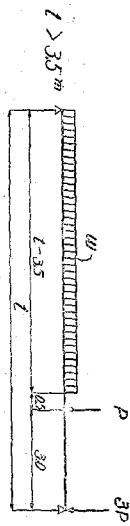
(ii)  $3.5m > l > 3.0m$  なる場合……第八圖—(b)

$$S = \frac{P}{l}(4l - 3.0)$$

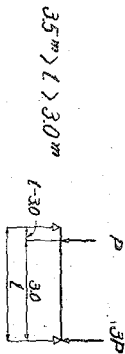
(iii)  $3.0m > l > 1.0m$  なる場合……第八圖—(c)

$$S = 3P + \frac{w}{2l}(l - 1.0)^2$$

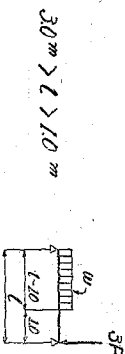
第八圖—(a)



第八圖—(b)



第八圖—(c)



第四表

第五表

一等橋の最大剪力 (Ton)

λ	10 <sup>m</sup>	15	20	25	30	35	40
4 <sup>m</sup>	6.649	8.643	9.371	11.123	13.299	16.064	18.590
6	7.391	9.429	10.474	12.444	14.615	17.961	20.791
8	8.013	10.296	11.549	13.760	16.453	19.828	22.924
10	8.599	11.144	12.633	15.105	18.073	21.720	25.092
12	9.172	11.984	13.730	16.472	19.710	23.639	27.289
14	9.738	12.822	14.840	17.882	21.367	25.573	29.503
16	10.303	13.666	15.957	19.257	23.064	27.532	31.760
18	10.866	14.513	17.091	20.656	24.729	29.497	33.989
20	11.439	15.364	18.216	22.072	26.430	31.485	36.256
22	12.004	16.213	19.352	23.492	28.134	33.116	38.531
24	12.570	17.067	20.499	24.917	29.841	35.466	40.305
26	13.139	17.924	21.639	26.357	31.565	37.474	43.101
28	13.704	18.777	22.779	27.779	33.276	39.469	45.379
30	14.273	19.633	23.926	29.216	35.003	41.400	47.679
32	14.844	20.494	25.078	30.646	36.727	43.493	49.979
34	15.418	21.359	26.235	32.104	38.449	45.522	52.299

二等橋の最大剪力 (Ton)

λ	10 <sup>m</sup>	15	20	25	30	35	40
4 <sup>m</sup>	4.433	5.642	6.246	7.415	8.866	10.707	12.394
6	4.998	6.388	7.436	8.471	10.129	12.216	14.133
8	5.500	7.101	8.002	9.591	11.457	13.784	15.930
10	5.992	7.814	8.937	10.715	12.821	15.381	17.757
12	6.470	8.521	9.865	11.971	14.207	17.001	19.611
14	6.944	9.227	10.800	13.035	15.603	18.631	21.476
16	7.419	9.939	11.743	14.212	17.018	20.293	23.365
18	7.897	10.648	12.692	15.394	18.434	21.939	25.256
20	8.373	11.366	13.644	16.587	19.887	23.608	27.166
22	8.849	12.084	14.597	17.807	21.392	25.291	29.076
24	9.327	12.798	15.556	18.980	22.739	26.956	30.992
26	9.806	13.519	16.517	20.186	24.185	28.099	32.532
28	10.284	14.237	17.487	21.395	25.621	30.322	34.636
30	10.762	14.959	18.427	22.590	27.070	32.001	36.769
32	11.243	15.681	19.407	23.799	28.520	34.017	39.807
34	11.724	16.407	20.360	25.016	30.000	35.445	40.637

此等の式の支間 (λ)、並に桁間隔 (λ) の値を色々に変へて最大剪力を求め、之を圖表に示せば、附圖、第四乃至第六、及び第四表乃至第六表の如し。

尙ほ公道橋に於ける自動車荷重は道路構造に關する細則第二十七條に依り、橋梁の縦方向に一臺のみなる故、二つの集中荷重である。

斯る場合最大曲げモーメントを生ず可き正確なる位置は次式を満足する點である。

$$\frac{\partial M}{\partial x} = 0 \text{ —— (第九圖)}$$

更に、群衆荷重が同時に作用する場合、其の最大曲げモーメントを生ずる點は集中荷重のみの場合に於ける點と多少異なる。

其の位置は  $P$  及び  $w$  の函數として求め得られるものである。

然し乍ら本文に於ては、最大曲げモーメントは後輪荷重を載荷せしめたる桁中央に生ずるものとする。

又最大剪力は後輪荷重を載荷せしめる桁端に生ずるものとする。

加之本文に於て最大曲げモーメント及び最大剪力を求むるに當つては、荷重は凡て直接荷重として計算したものである。

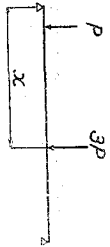
三等橋の最大剪力 (Ton)

$l$	10 <sup>m</sup>	15	20	25	30	35	40
4 <sup>m</sup>	3503	4461	4945	5069	7019	8473	9806
6	4016	5168	5813	6330	8288	9980	11,801
8	4504	5875	6721	8056	9637	11,559	13,348
10	4982	6579	7644	9208	11,020	13,180	15,199
12	5505	7290	8583	10,378	12,424	14,820	17,072
14	5936	8003	9525	11,558	13,841	16,472	18,963
16	6414	8718	10,480	12,749	15,270	18,141	20,869
18	6892	9436	11,437	13,944	16,703	19,815	22,792
20	7373	10,160	12,400	15,149	18,152	21,501	24,712
22	7853	10,879	13,365	16,357	19,600	23,190	26,642
24	8334	11,604	14,331	17,563	21,049	24,861	28,574
26	8819	12,332	15,302	18,781	22,305	26,592	30,515
28	9299	13,053	16,270	19,889	23,961	28,276	32,450
30	9783	13,782	17,246	21,206	25,419	29,975	34,399
32	10,268	14,511	18,219	22,423	26,981	31,683	36,342
34	10,756	15,244	19,196	23,649	28,548	33,399	38,302

【II】例 題

(1)  $l=10.0\text{m}$   $\lambda=2.5\text{m}$  なる一等橋に於ける最大曲げモーメント、並に最大剪力を求めよ。  
但し、 $l$  は支間、 $\lambda$  は桁間隔とす。

第九圖



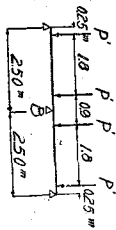
(A) 設計々算に依る場合

(i) 最大曲げモーメントを求めよ。

(1) — a 圖に於て桁 B に作用する荷重  $P$  は、 $3.15\text{m} > \lambda > 2.25\text{m}$  なる場合

$$P = \frac{2P'}{\lambda} (2\lambda - 2.7)$$

(i) — (a) 圖



但し  $P' = 1500 (\text{kg})$

式中に於て

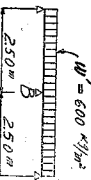
$$P' = 1.5(1+i)$$

$$i = \frac{20}{60+l}$$

$$\therefore i = \frac{20}{60+10} = 0.286$$

従つて

$$P = \frac{2 \times 1.5}{2.5} (1 + 0.286) (2 \times 2.5 - 2.7)$$



(i) — (b) 圖

$$= \frac{3}{2.5} \times 1.286 \times 2.3$$

$$= 2.76 \times 1.286$$

$$= 3.549^T$$

次に、(i)→b 圖に於て桁 B に作用する荷重  $w$  は、

$$w = w' \lambda$$

$$\therefore w = 0.6 \times 2.5 = 1.5^T$$

最大曲げモーメントを求むる式は、  
 $l > 9.2\text{m}$  なる場合

$$M = \frac{w}{8} \{ l^2 - 13.2l + 50.32 \} + P(l - 1.8)$$

$$\therefore M = \frac{1.5}{8} \{ 10^2 - 13.2 \times 10 + 50.32 \} + 3.549(10 - 1.8)$$

$$= \frac{1.5}{8} \times 18.32 + 29.102$$

$$= 1.5 \times 2.29 + 29.102$$

$$= 3.435 + 29.102$$

$$= 32.537 \text{ m-T}$$

(ii) 最大勢力を求む。

$$P = 3.549^T$$

$$w = 1.500^T$$

最大剪力を求むる式は

$l > 4.6m$  なる場合

$$S = \frac{1}{l} \left\{ P(4l - 3.6) + \frac{w}{2}(l - 4.6)^2 \right\}$$

$$\therefore S = \frac{1}{10} \left\{ 3,549(4 \times 10 - 3.6) + \frac{1.5}{2}(10 - 4.6)^2 \right\}$$

$$= \frac{1}{10} \left\{ 3,549 \times 36.4 + \frac{1.5}{2} \times 29.16 \right\}$$

$$= \frac{1}{10} \left\{ 129,184 + \frac{1}{2} \times 43,740 \right\}$$

$$= \frac{1}{10} \left\{ 129,184 + 21,870 \right\}$$

$$= \frac{1}{10} \times 151,05$$

$$= 15,105 \text{ T}$$

(B) 圖表に依る場合

附圖、第一に於て、 $l = 10.00m$ ,  $\lambda = 2.25m$  なる場合の最大曲げモーメントは、

$$M = 32,500 \text{ m-T}$$

又附圖、第四に於て、最大剪力は

$$S = 15,100 \text{ T}$$

