

鐵筋コンクリート床版の圖式設計

小野竹之助

緒 言

本文は鐵筋コンクリート床版の設計に際して、一々詳細な設計々算を行ふ事なく本文挿入の圖表を用ひて直ちに而も機械的に設計し得らるる事を述べたものである。尚ほ本文中の圖表は「圖表作成の項で述べるが如く、二、三の假定を設けて作成したのである。

(一) 圖表の作成

(a) 鐵筋コンクリート床版の設計

第一圖に示せる單鐵筋版に於て、普通一般の鐵筋コンクリート設計に用ひられてゐる假定であるが、曲げモーメントによる維變形は部付斷面の中立軸からの距離に比例するものとし、且又コンクリートの張應力は無視して、設計々算を行ふものとする。(標準示方書第 70 條)

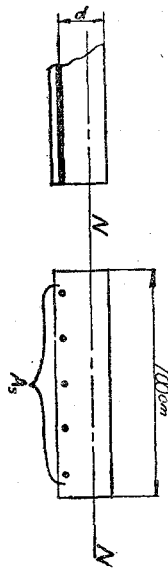
即ち、 d 半版の有効高 (單位 cm)

A_s 半 1 米幅に於ける抗張鐵筋の總斷面積 (單位 cm^2)

δ_s 半 鐵筋に於ける張應力 (單位 kg/cm^2)

δ_c 半 コンクリートに於ける縱維應力 (單位 kg/cm^2)

M 半 最大曲げモーメント (單位 $kg.m$)



とすれば、

$$d = e \sqrt{M} \dots\dots\dots (1)$$

$$A_s = kd \dots\dots\dots (2)$$

故に

$$e = \sqrt{\frac{\frac{n\delta_c}{n\delta_c + \delta_s} \left\{ 1 - \frac{n\delta_c}{3(n\delta_c + \delta_s)} \right\}}{2}} \dots\dots\dots (3)$$

$$k = \frac{100n\delta_c^2}{2\delta_s(n\delta_c + \delta_s)} \dots\dots\dots (4)$$

(3) 式及 (4) 式より δ_c 及 δ_s の種々の値に對し、 $n=15$ として e 及び k の値を求むれば第一表の如し。

第 一 表

δ_0	$\delta_0 = 1,200 \text{ kg/cm}^2$		$\delta_0 = 1,150 \text{ kg/cm}^2$		$\delta_0 = 1,100 \text{ kg/cm}^2$		$\delta_0 = 1,050 \text{ kg/cm}^2$		$\delta_0 = 1,000 \text{ kg/cm}^2$		$\delta_0 = 950 \text{ kg/cm}^2$		$\delta_0 = 900 \text{ kg/cm}^2$	
	c	k	c	k	c	k	c	k	c	k	c	k	c	k
30	0.519	0.341	0.511	0.368	0.504	0.397	0.497	0.429	0.489	0.466	0.482	0.508	0.474	0.537
32	0.492	0.480	0.485	0.410	0.479	0.441	0.472	0.477	0.465	0.518	0.453	0.572	0.451	0.619
34	0.468	0.423	0.462	0.455	0.456	0.489	0.449	0.530	0.443	0.573	0.437	0.625	0.430	0.684
35	0.457	0.444	0.451	0.477	0.445	0.515	0.439	0.556	0.433	0.603	0.427	0.656	0.420	0.717
36	0.447	0.465	0.441	0.501	0.435	0.538	0.436	0.521	0.424	0.630	0.418	0.687	0.412	0.750
38	0.428	0.509	0.423	0.546	0.417	0.590	0.412	0.636	0.406	0.690	0.401	0.748	0.395	0.818
40	0.411	0.555	0.406	0.596	0.410	0.641	0.396	0.692	0.390	0.741	0.385	0.816	0.380	0.889
42	0.395	0.603	0.391	0.645	0.386	0.694	0.381	0.571	0.376	0.811	0.371	0.881	0.366	0.962
44	0.381	0.651	0.377	0.698	0.372	0.750	0.368	0.807	0.363	0.876	0.358	0.950	0.354	1.034
45	0.375	0.675	0.370	0.724	0.366	0.779	0.361	0.839	0.357	0.908	0.352	0.986	0.348	1.072
46	0.368	0.701	0.364	0.750	0.360	0.809	0.356	0.868	0.351	0.940	0.347	1.017	0.342	1.111
48	0.356	0.750	0.352	0.804	0.348	0.865	0.344	0.930	0.340	1.006	0.336	1.086	0.332	1.184
50	0.345	0.803	0.342	0.857	0.338	0.920	0.334	0.991	0.330	1.073	0.326	1.017	0.322	1.264
52	0.335	0.854	0.332	0.913	0.328	0.982	0.324	1.056	0.321	1.137	0.317	1.089	0.313	1.342
54	0.326	0.905	0.322	0.972	0.319	1.041	0.316	1.117	0.312	1.208	0.308	1.163	0.305	1.430
55	0.321	0.935	0.318	1.025	0.315	1.070	0.311	1.154	0.308	1.244	0.304	1.233	0.301	1.462
56	0.317	0.963	0.314	1.040	0.310	1.103	0.307	1.186	0.304	1.276	0.300	1.308	0.297	1.502
58	0.309	1.016	0.306	1.085	0.303	1.162	0.300	1.250	0.296	1.351	0.293	1.536	0.290	1.583
60	0.302	1.070	0.298	1.148	0.295	1.227	0.292	1.318	0.276	1.422	0.286	1.535	0.283	1.664

表 第 一

第 一 表

(b) 設計荷重

(1) 死荷重

内務省道路構造に関する細則第 19 條による。即ち

第 二 表

材 料	重 量
鐵筋コンクリート	2,400kg/m ³
コンクリート	2,200 "
セメント、モルタル	1,700 "
石 塊 鋪 裝	2,600 "
康 瓦 鋪 裝	2,200 "
瀝 青 鋪 裝	2,100 "
木 塊 鋪 裝	1,000 "
マカダミア鋪裝	2,100 "

(ロ) 自動車荷重

自動車荷重は

一等橋に對しては第一種 (12^{0.0n})

二等橋に對しては第二種 (8^{0.0n})

三等橋に對しては第三種 (6^{0.0n})

を採用する。(第 20 條)

(ハ) 活荷重による衝撃

衝撃係数 i は

$$i = \frac{20}{60+l} \leq 0.3 \quad (\text{第 21 條}) \dots\dots\dots(5)$$

故に $l < 6m67$ なる時には $i = 0.3$ を採用する。

今自動車の後輪荷重 (衝撃による影響を含む) を p' とせば、一等橋、二等橋、第三等橋の場合の夫々の p' の値は第三表に示せるが如し。

第 三 表

	一 等 橋	二 等 橋	三 等 橋
p'	5,850kg	3,900kg	2,925kg

3) 鐵筋コンクリート床版の有効幅

a) 縱桁を有する床版の有効幅

$$e = \frac{2l}{3} + \alpha \dots\dots\dots(6)$$

$$\geq 2$$

$$\geq l_1$$

わ) 横桁を有する床版の有効幅

$$e = \frac{2l}{3} + b \dots\dots\dots(7)$$

$$\cong 2$$

$$\cong l_1$$

茲に

a : 分布面の車輛進行の方向に於ける長さ (單位米)

b : 分布面の車輛進行と直角の方向に於ける長さ (單位米)

e : 版の有効幅 (單位米)

l : 版の徑間 (單位米)

l₁ : 版の幅 (單位米)

鐵筋コンクリート床版上の鋪裝厚を今 T cm とすれば、

$$a = 0.2 + 2 \times 0.07 = 0.34m$$

$$b = 0.27 + 2 \times 0.07 = 0.41m$$

となる。従つて l が 1.0m, 1.5m, 2.0m, 2.5m の夫々の値を取る時の e を求むれば第四表に示すが如し。

第 四 表

l	1. 縦桁を有する版		2. 横桁を有する版	
	1.0	1.5	1.0	1.5
1.0	1.007	1.340	1.077	1.410
1.5	1.673	2.000	1.743	2.000
2.0				
2.5				

但し第四表は鋪裝厚を T_{om} とした場合の版の有効幅を示すのである。

$p = p'/e$ とせば p の値は第五表に示せるが如し。

第 五 表

l	1. 縦桁を有する版			2. 横桁を有する版		
	一等橋	二等橋	三等橋	一等橋	二等橋	三等橋
1.0	5,809	3,873	2,905	5,432	3,621	2,716
1.5	4,366	2,910	2,183	4,149	2,766	2,073
2.0	3,497	2,331	1,748	3,356	2,238	1,678
2.5	2,925	1,950	1,463	2,925	1,950	1,463

4) 自動車荷重による曲げモーメント並びに d の算出

第二圖に示せるが如き荷重を有する場合の床版曲げモーメント M は

$$M = 0.5p(l-0.9) \dots\dots\dots (8)$$

第三圖に示せるが如き場合の曲げモーメント M_2 は、

$$M_2 = 0.25pl \dots\dots\dots(9)$$

(8) 及び (9) に l の値を代入して曲げモーメント M_1 及び M_2 を求めれば、第六表に示せるが如し。

第 六 表

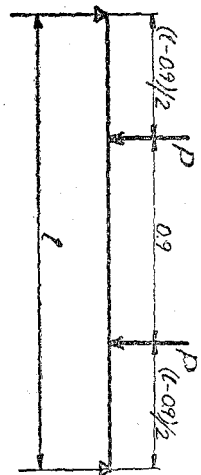
l	M_1	M_2	採用する M の値
1.0	0.050p	0.250p	0.250p
1.5	0.300p	0.370p	0.375p
2.0	0.550p	0.500p	0.550p
2.5	0.800p	0.625p	0.800p

p の値を代入せば M の値は第七表の如し。

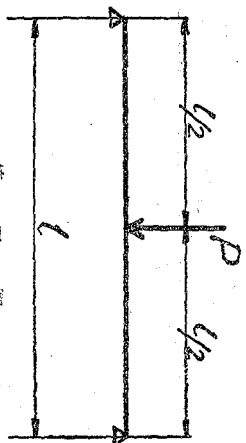
第 七 表

1. 縦桁を有する版

l	一等橋	二等橋	三等橋
1.0	1,452	968	726
1.5	1,637	1,091	819
2.0	1,923	1,282	961
2.5	2,340	1,560	1,170



第 二 圖



第 三 圖

2. 横桁を有する版

	一等橋	二等橋	三等橋
	1,338	905	679
	1,556	1,037	778
	1,846	1,231	923
	2,340	1,560	1,170

第七表に示したる曲げモーメントと同じ値を，床版に與へる様な等布荷重 w , kg/m を求めれば，第八表の如し。

第 八 表

l	1. 縱桁を有する版			2. 横桁を有する版		
	一等橋	二等橋	三等橋	一等橋	二等橋	三等橋
1.0	11,616	7,744	5,808	10,846	7,240	5,432
1.5	5,821	3,880	2,912	5,533	3,688	2,767
2.0	3,846	2,564	1,922	3,692	2,462	1,846
2.5	2,995	1,997	1,498	2,995	1,997	1,498

w_2 を一米幅の鐵筋コンクリート床版及び床版上の死荷重の和とせば，

$$w_2 = (24d + 250) \text{ kg/m}$$

床版の有効高 d を定むるに必要な最大曲げモーメントは床版の幅 1 米に對しては

$$M = \frac{1}{m^2} (w_2 + w) l^2 \dots\dots\dots (10)$$

茲に

l : 床版の支間

$1/m$: 床版の支承状態によつて定まる數値である。橋梁等の鐵筋コンクリート床版の設計に於ては普通 $1/m = 1/10$ と考へる。

(10) 式を (1) 式に代入せば，

$$(24d + 250 \times w_1)^2 / m' = d^2 / c^2 \dots\dots\dots (11)$$

$m' = 10$ として d を求めれば、

$$d = 1.2c^2 \pm \sqrt{(1.2c^2)^2 + 0.1(w_1 + 250)c^2} \dots\dots\dots (12)$$

即ち、

$l = 1.0m$ に對しては、

$$d_{1.0} = 1.2c^2 + c\sqrt{1.44c^2 + 0.1(w_1 + 250)} \dots\dots\dots (13)$$

$l = 1.5m$ に對しては、

$$d_{1.5} = 2.7c^2 + 1.5c\sqrt{3.24c^2 + 0.1(w_1 + 250)} \dots\dots\dots (14)$$

$l = 2.0m$ に對しては、

$$d_{2.0} = 4.8c^2 + 2c\sqrt{5.76c^2 + 0.1(w_1 + 250)} \dots\dots\dots (15)$$

$l = 2.5m$ に對しては、

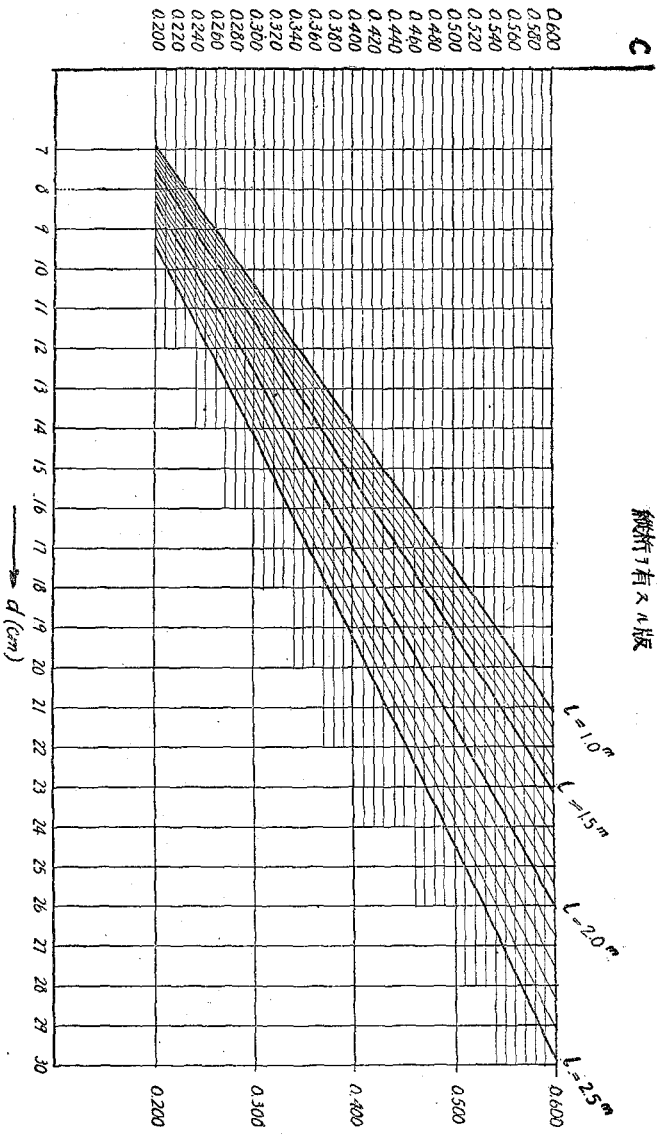
$$d_{2.5} = 7.5c^2 + 2.5c\sqrt{9c^2 + 0.1(w_1 + 250)} \dots\dots\dots (16)$$

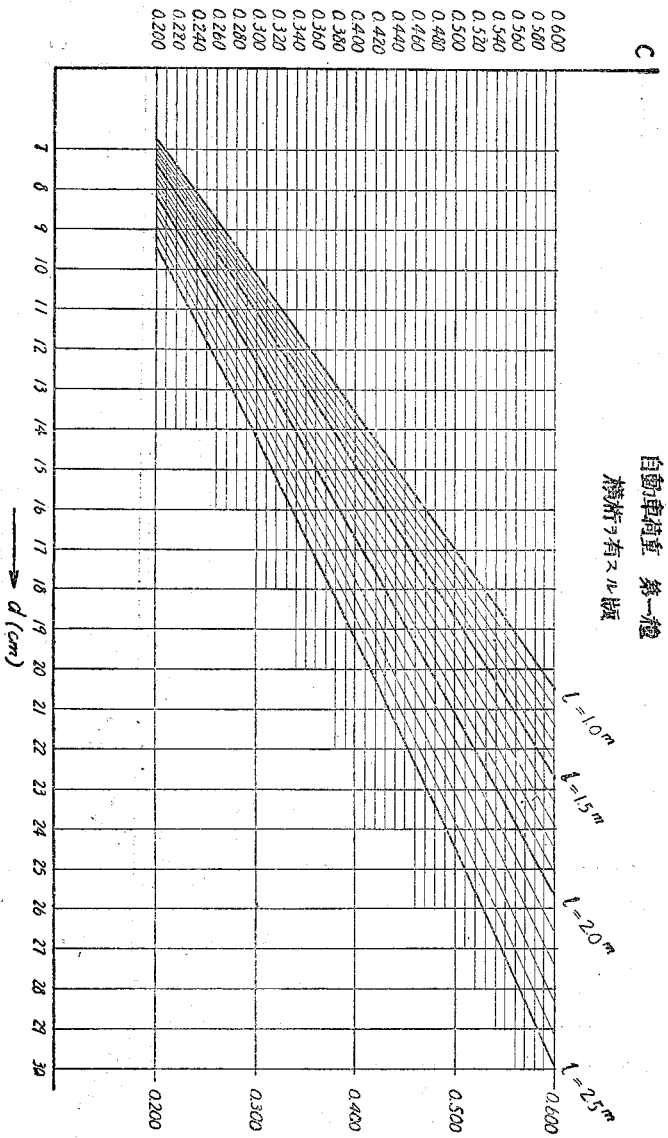
(13) 式乃至 (16) 式に c 及び w_1 の夫々の値を入れて、 $d_{1.0}$ 、 $d_{1.5}$ 、 $d_{2.0}$ 、 $d_{2.5}$ を求めれば第四圖乃至第九圖に示す如し。

(二) 圖及表の用法

凡て設計々算を行う場合には、使用材料の許容應力を知る必要がある。即ち鐵筋コンクリート床版の設計に當つても、

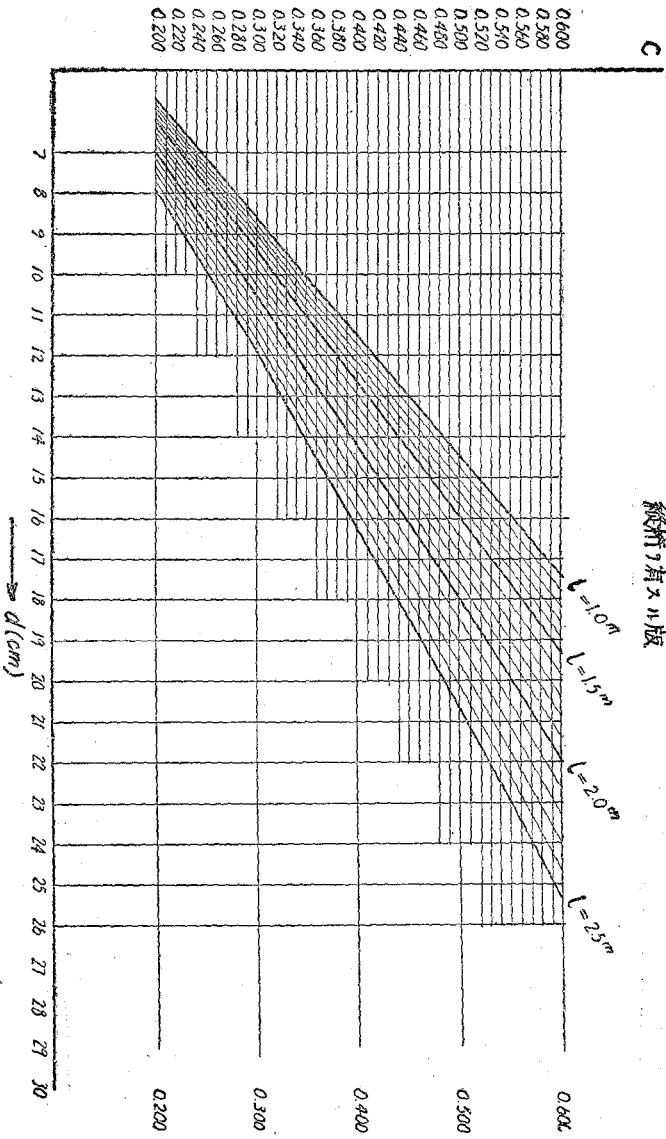
自動車荷重 第一種
縱桁の有入版





第 五 圖

自動車荷重 第二種
縦桁7等大小版

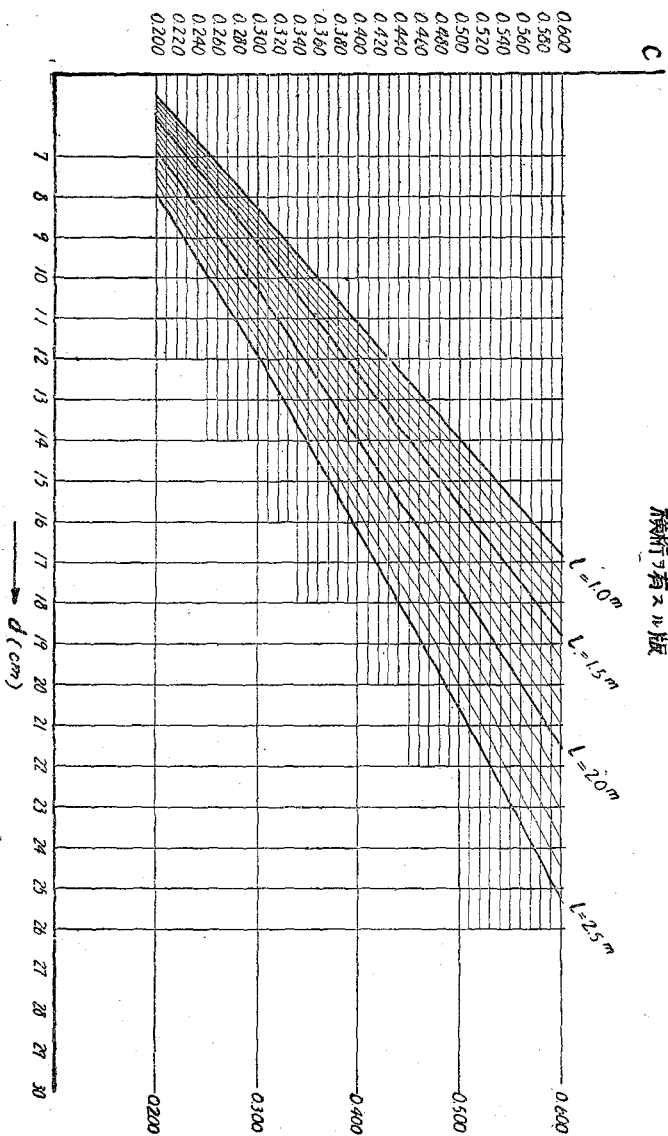


技 術

第 六 圖

四 十

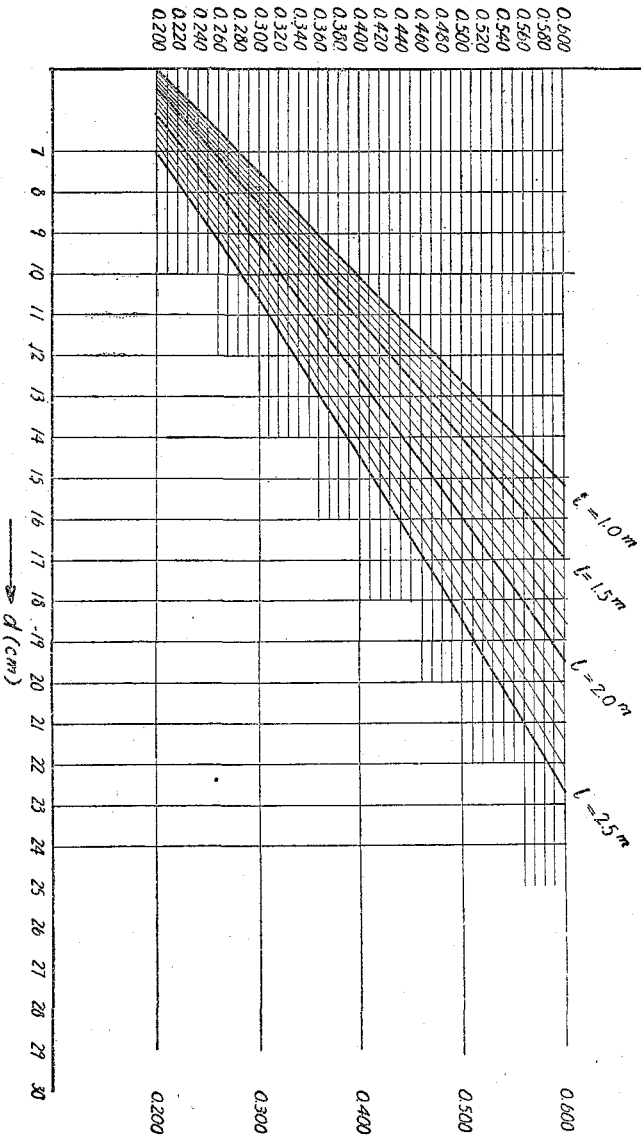
自動車重量 第二種
横行有スル版



第七圖

C

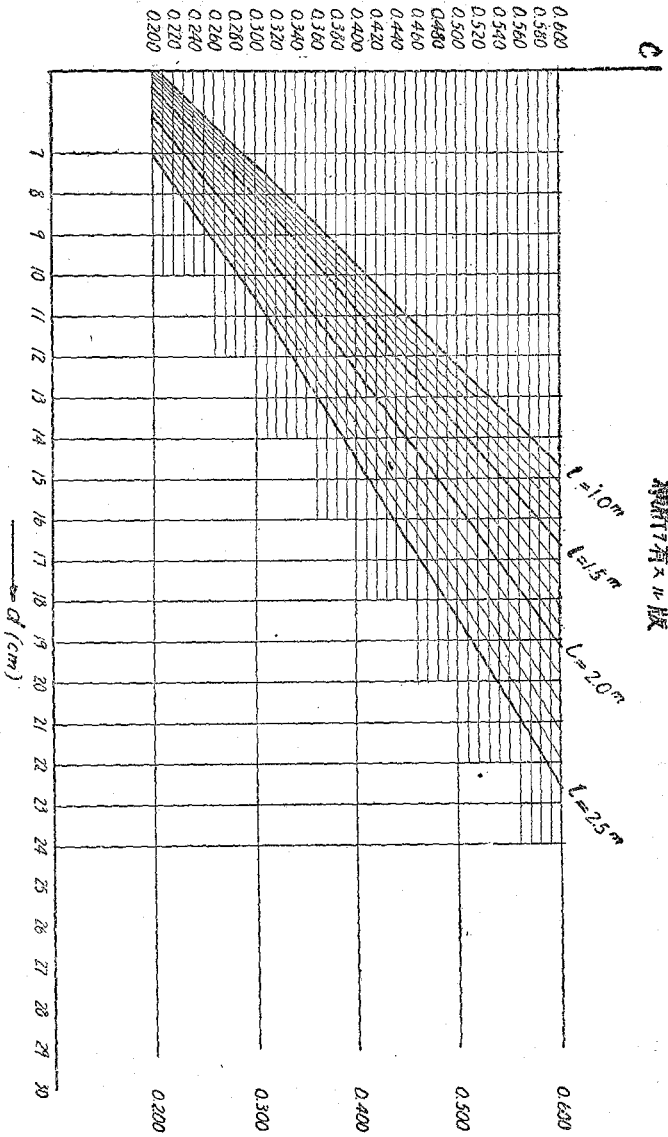
自動車荷重 第三種
縱斷り有る版



技 術

第 八 圖

自動車荷重 第三種
 總幅7.0m 版



第九圖

A

B

鐵筋並びにコンクリートの許容應力 δ_s 及び δ_c を知らねばならぬ。而して δ_s 及び δ_c が與へられたら第一表により、先づ α 及び k の値を求める。第(1)式により、

$$d = \alpha \sqrt{\frac{M}{k}}$$

なるにより有效高 d は α と外力による床版の曲げモーメント M とから求めるを得る。而して M は設計荷重並びに床版の支承状態によつて異なる。故に今 $\frac{1}{m} = \frac{1}{10}$ とせば、設計荷重が第一種荷重なるか第二種或は第三種の荷重なるか、又支承桁として、縱桁を有するか或は横桁を有するかを知り、第四圖乃至第九圖の中で、之等に相當する圖を使用し、床版の有効高 d を求める事が出来る。 d を求め得れば、 $A_s = kd$ なる故に k と d とから A_s (鐵筋量) を求め得る事となる。斯様に使用材料の許容應力並びに、設計荷重等が與へられれば第四圖乃至第九圖の何れかに依つて、容易に而も速に鐵

第九表

1m 幅に於ける鐵筋の總斷面 (cm²)

1m 幅に於ける鐵筋數	鐵筋の中心間隔	鐵筋の直徑 (mm)								
		6	9	12	16	19	22	25		
14.29	7.0	4.04	9.09	16.16	28.74	40.51	54.32	70.15		
13.33	7.5	3.77	8.48	15.08	26.81	37.79	50.67	65.44		
12.50	8.0	3.53	7.95	14.14	25.14	35.44	47.51	61.36		
11.76	8.5	3.32	7.48	13.31	23.65	33.34	44.70	57.73		
11.11	9.0	3.14	7.07	12.57	22.34	31.50	42.23	54.54		
10.53	9.5	2.98	6.70	11.90	21.18	29.85	40.02	51.69		

採 集

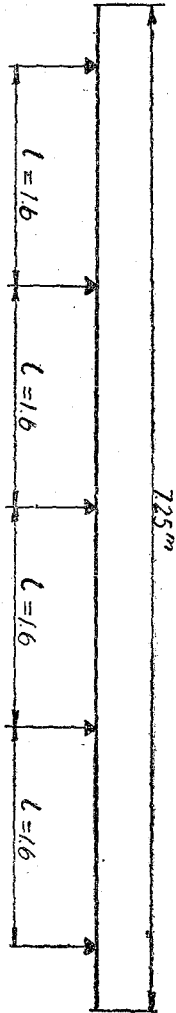
10.00	10.0	2.83	6.36	11.31	20.11	28.35	38.01	49.09
9.52	10.5	2.69	6.06	10.77	19.14	26.99	36.19	46.73
9.09	11.0	2.57	5.78	10.28	18.28	25.77	34.55	44.62
8.70	11.5	2.46	5.53	9.83	17.50	24.66	33.07	42.71
8.33	12.0	2.36	5.30	9.42	16.75	23.62	31.66	40.89
8.00	12.5	2.26	5.09	9.05	16.09	22.68	30.41	39.27
7.69	13.0	2.17	4.89	8.70	15.46	21.80	29.23	37.75
7.41	13.5	2.09	4.71	8.38	14.90	21.01	28.17	36.38
7.14	14.0	2.02	4.54	8.08	14.36	20.24	27.14	35.05
6.90	14.5	1.95	4.39	7.80	13.88	19.56	26.23	33.87
6.67	15.0	1.88	4.24	7.54	13.41	18.91	25.35	32.74
6.45	15.5	1.82	4.10	7.30	12.97	18.29	24.52	31.66
6.25	16.0	1.77	3.98	7.07	12.57	17.72	23.76	30.68
6.06	16.5	1.71	3.86	6.85	12.19	17.18	23.06	29.75
5.88	17.0	1.66	3.74	6.65	11.82	16.67	22.35	28.86
5.71	17.5	1.62	3.63	6.46	11.48	16.19	21.70	22.32
5.56	18.0	1.57	3.54	6.28	11.18	15.76	21.13	21.73
5.41	18.5	1.53	3.44	6.11	10.88	15.34	20.56	21.15
5.26	19.0	1.49	3.35	5.95	10.58	14.91	19.99	20.56
5.13	19.5	1.45	3.26	5.80	10.32	14.54	19.50	20.05
5.00	20.0	1.41	3.18	5.65	10.06	14.18	19.01	19.55

筋コンクリート床版の設計を行ふ事が出来るのである。

尚ほ茲に繰返して云ふが、第四圖乃至第九圖に示せる曲線は鋪裝厚(モルタル標層を含む。)を 7cm とし、又之と鐵筋被覆厚のコンクリートとの 1m 當の死荷重を 250kg/m とし、床版の支承状態に因つて定まる係數 $\frac{1}{m}$ を $\frac{1}{10}$ と假定して求めたのである。

(三) 例 題

第十圖に示すが如く、縦杆の間隔を 1.6m とし、其の上に渡せる鐵筋コンクリート床版を設計せよ。但し自動車荷重は第二種 (8ton) とす。



第十圖

アスファルト鋪裝厚を 5cm 、モルタル標層を 2cm とせば、

D) 死 荷 重

アスファルト舗装

$$5 \times 21 = 105 \text{kg/m}^2$$

セメント層

$$2 \times 17 = 34 \quad "$$

鐵筋コンクリート床版

$$371 \quad "$$

$$510 \text{kg/m}^2$$

死荷重による曲げモーメント M_d は

$$M_d = \frac{1}{10} \times 510 \times 1.6^2 = 131 \text{kg.m.}$$

2) 活荷重

第二種 (8ton) の自動車後輪荷重は 3,000kg

衝撃係数 $i = 0.3$

故に $3,000 \times (1 + 0.3) = 3,900 \text{kg}$

車輪荷重の分布 $a = 20 + 2 \times 7 = 34 \text{cm}$

\therefore 床版の有効幅 e は、

$$e = \frac{2}{3}l + a = \frac{2}{3} \times 1.6 + 0.34 = 1.41 \text{m}$$

1m 幅に對する後輪の車輪荷重 P は

$$P = \frac{3,900}{1.41} = 2,760 \text{kg}$$

床版の最大曲げモーメント M は

$$M = 0.8 \times \frac{p}{2} \times \frac{l}{2} = 0.8 \times \frac{2,760}{2} \times \frac{1.60}{2} = 882 \text{ kg}\cdot\text{m}.$$

3) 曲げモーメントの合計

a) 死荷重によるもの 131

b) 活荷重によるもの 882

$$1,013 \text{ kg}\cdot\text{m}.$$

$$\delta_o = 45 \text{ kg/cm}^2$$

$$\delta_s = 1,200 \text{ kg/cm}^2$$

とせば、 $e = 0.375$

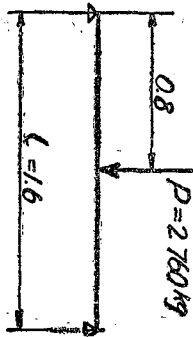
$$\therefore d = e \sqrt{M} = 0.375 \times \sqrt{1,013} = 12 \text{ cm}$$

従つて床版の厚さを 15 cm とし、2.5 cm の被覆を設ければ有効高 d は 12.5 cm となる。
次に本文記載の圖表を用ひて、有効高 d を求めて見やう。

舗装厚 (モルタル標層を含む。) 7 cm

$$\delta_o = 45 \text{ kg/cm}^2$$

$$\delta_s = 1,200 \text{ kg/cm}^2$$



第十一圖

第一表より、

$$e = 0.375$$

$$k = 0.675$$

自動車荷重は第二種 (8ton) で、縦桁を有する床版故、第六圖に依り d を求むれば、

$$d = 12.1cm \quad \text{を得。}$$

依つて鐵筋コンクリート床版の厚さを $15cm$ とし、 $2.5cm$ の被覆を設ければ、有效高 $d = 12.5cm$ となる。次に $1m$ 幅の鐵筋量 A_s は

$$A_s = k.d.$$

$$= 0.675 \times 12.1 = 8.2cm^2$$

故に第九表により直径 $12mm$ の鐵筋を $13.5cm$ 間隔に用ふれば充分なり。