論說報告

第23卷第12號 昭和12年12月

偏心軸圧力を受くる鉄筋コンクリート對稱矩形断面の算定表解法

會員 重 松 恩*

Tabular Solution of the Reinforced Concrete Symmetrical Rectangular Section subjected to Eccentric Compression

By Gen Sigematu, C.E., Member.

要 旨 本文は偏心軸圧力を受くる鉄筋コンクリート對稱矩形断面の算定法を述べ，任意の彈性比 n に關する算定表を準備してその算例を示せるものである。

1. 応力断面の平衡式

鉄筋コンクリート對稱矩形断面に偏距 e なる偏心軸圧力 N（或は軸圧力 N と曲力率 M）が作用する場合の靜平衡條件 $\sum N=0$, $\sum M=0$ の形式及材料強弱に關する応力比例式は図-1 応力配賦図を参照して，

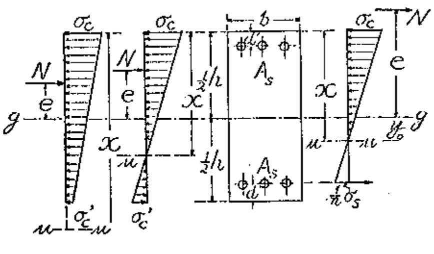
$$N-\frac{1}{2}bx\sigma_c+A_s(\sigma_s-\sigma_s')+\text{“}\frac{1}{2}b(x-h)\sigma_c'\text{”}=0 \quad\cdots\cdots(1)$$

$$Ne-\frac{1}{2}bx\left(\frac{1}{2}h-\frac{1}{3}x\right)\sigma_c-A_s\left(\frac{1}{2}h-d'\right)(\sigma_s+\sigma_s')-\text{“}\frac{1}{2}b(x-h)\left(\frac{1}{6}h+\frac{1}{3}x\right)\sigma_c'\text{”}=0 \quad\cdots\cdots(2)$$

$$\frac{\sigma_c}{x}=\frac{\sigma_s}{n(h-x-d')}=\frac{\sigma_c'}{x-h} \quad\cdots\cdots(3)$$

茲に σ_c' の項に附加せる符號 “ ” の部分はコンクリートの一部が張応力に作用せられ，その有效断面を缺断面とするときに其の部分の算入を除外すべきことを示す。

図-1. 応力配賦図



上式 (1), (2) 及 (3) は応力断面解析に對する必要にして充分なる條件式であるが，その計算の便宜上一般に規約さるゝ比例記號 k, p などと共に，

$$k'=\frac{d'}{h}, \qquad \alpha=\frac{1}{2}-\frac{d'}{h}$$

を與へて式 (1) 及 (2) を (3) により σ_c 式或は σ_s 式（σ_c' 式）の形に導けば，

$$N=bh\sigma_c\left\{\frac{1}{2}k+2np\left(1-\frac{1}{2k}\right)\right\}+\text{“}bh\sigma_c\left\{-\frac{1}{2}k+\left(1-\frac{1}{2k}\right)\right\}\text{”} \quad\cdots\cdots(4)$$

$$N\frac{e}{h}=bh\sigma_c\left(-\frac{1}{6}k^2+\frac{1}{4}k+2np\alpha^2\frac{1}{k}\right)+\text{“}bh\sigma_c\left(\frac{1}{6}k^2-\frac{1}{4}k+\frac{1}{12k}\right)\text{”} \quad\cdots\cdots(5)$$

或は

---

* 京都帝國大学助教授 工学士

$$N=\frac{bh\sigma_s}{n(1-k-k')}\left\{\frac{1}{2}k^2+2np\left(k-\frac{1}{2}\right)\right\}+\text{“}\frac{bh\sigma_s}{n(1-k-k')}\left\{-\frac{1}{2}k^2+\left(k-\frac{1}{2}\right)\right\}\text{”} \quad\cdots\cdots(6)$$

$$N\frac{e}{h}=\frac{bh\sigma_s}{n(1-k-k')}\left(-\frac{1}{6}k^3+\frac{1}{4}k^2+2np\alpha^2\right)+\text{“}\frac{bh\sigma_s}{n(1-k-k')}\left(\frac{1}{6}k^3-\frac{1}{4}k^2+\frac{1}{12}\right)\text{”} \quad\cdots\cdots(7)$$

但し $\text{“}\frac{\sigma_s}{n(1-k-k')}=\frac{\sigma_c'}{k-1}\text{”}$

σ_s 式 (6) 及 (7) は“ ”部分を算入するとき σ_c' 式を表はす。

2. k の既知量條件式及算定表

断面解析に關して σ を求めんとする場合, この未知量たるべき σ を式 (4) と (5) 或は (6) と (7) に就て消去して得る條件式は,

$$k^3+3\left(\frac{e}{h}-\frac{1}{2}\right)k^2+12np\frac{e}{h}k-6np\left(\frac{e}{h}+2\alpha^2\right)+\text{“}\left\{-k^3-3\left(\frac{e}{h}-\frac{1}{2}\right)k^2+6\frac{e}{h}k-3\left(\frac{e}{h}+\frac{1}{6}\right)\right\}\text{”}=0 \quad\cdots\cdots(8)$$

また p を未知量とするとき他の既知材件より成る條件式を特に σ_c 式 (4) と (5) より求むれば,

$$k^3-2k^2+3\left(\frac{1}{4}+\alpha^2+2\frac{e}{h}\frac{1}{C_1}\right)k-3\left(\frac{e}{h}+2\alpha^2\right)\frac{1}{C_1}$$
$$+\text{“}\left\{-k^3+2k^2-3\left(\frac{1}{4}+\alpha^2\right)k-\left(\frac{1}{2}-6\alpha^2\right)\left(1-\frac{1}{2k}\right)\right\}\text{”}=0 \quad\cdots\cdots(9)$$

但し $C_1=\frac{bh\sigma_c}{N}$

同様に h を σ_c 式 (4), (5) に就て消去せる條件式は,

$$\left(\frac{2}{3}+C_2\right)k^4-(1-8npC_2)k^3-4npC_2(1-4np)k^2-8np(\alpha^2+2npC_2)k+4n^2p^2C_2$$
$$+\text{“}\left[-\left(\frac{3}{2}+C_2\right)k^4+(1-8npC_2)k^3+4C_2(1+5np)k^2-\left\{\frac{1}{3}+4(1+4np)C_2\right\}k+(1+4np)C_2\right]\text{”}=0 \quad\cdots\cdots(10)$$

但し $C_2=\frac{be\sigma_c}{N}$

上式 (10) に於て p の代りに A_s が與へらるゝときには式 (4) を參照して得らるゝ次の形式を式 (10) に代置してよいことになる。

$$\left.\begin{aligned}p\left(=\frac{A_s}{bh}\right)&=\frac{(k^2-\text{“}k^2+2k-1\text{”})C_3}{2(1-2nC_3)k+2nC_3}\\&=\frac{(\qquad\text{”}\qquad)C_2}{2(C_4-2nC_2)k+2nC_2}\end{aligned}\right\} \quad\cdots\cdots(11)$$

但し $C_3=\frac{A_s\sigma_c}{N}$, $C_4=\frac{be}{A_s}$

上式 (8)～(11) は夫々 $k, e/h, p$; $k, e/h, C_1$; k, p, C_2 ; k, C_2, C_3 或は k, C_2, C_4 の關係式であり, k を除く他の材件は夫々の關係式に於て絶對的既知量であるから $e/h, p, k$ の關係値に連繋して $C_1\cdots\cdot C_4$ の關係値を一つの算定表或は図表に作れば, それに依つて既知材件の計算を經てこれに對應する任意未知材件の値を算出することが出來る。

特に σ_c を含む記號 $C_1\cdots\cdot C_3$ に對應しては σ_s 式 (6) 及 (7) より σ_s を含む記號,

表-1 (a) σ_c 式　算　定　表

$\frac{e}{h}$	$p=p'=0$ k	C_1	C_2	$0.001(\frac{15}{n})$ k	C_1	C_2	C_3	$0.002(\frac{15}{n})$ k	C_1	C_2	C_3
0.00	∞	1.00	0.0	∞	.971	0.0	.000981$\frac{15}{n}$	∞	.945	0.0	0.00189$\frac{15}{n}$
2	4.67	1.12	242	4.80	1.08	217	108	4.03	1.05	210	210
4	2.58	1.24	406	2.65	1.20	478	120	2.71	1.16	462	231
6	1.89	1.36	816	1.93	1.31	785	131	1.98	1.26	758	253
8	1.54	1.48	.118	1.57	1.42	.114	142	1.61	1.37	.109	274
0.10	1.33	1.60	.160	1.36	1.53	.153	153	1.39	1.48	.148	295
12	1.19	1.72	.206	1.22	1.65	.198	165	1.24	1.58	.190	316
14	1.09	1.84	.258	1.11	1.76	.246	176	1.13	1.69	.237	338
16	1.02	1.96	.314	1.04	1.87	.300	187	1.05	1.79	.287	359
18	.96	2.09	.376	.970	1.99	.358	199	.992	1.91	.344	382
0.20	.90	2.23	.446	.921	2.14	.428	214	.937	2.03	.406	406
22	.84	2.39	.524	.864	2.29	.504	229	.884	2.15	.473	430
24	.78	2.57	.617	.808	2.44	.586	244	.832	2.28	.548	456
26	.72	2.78	.723	.754	2.62	.681	262	.781	2.44	.634	487
28	.66	3.03	.848	.704	2.82	.792	282	.735	2.61	.731	522
0.30	.60	3.33	.999	.657	3.03	.909	303	.691	2.80	.840	561
32	.54	3.71	1.19	.612	3.22	1.04	322	.650	2.99	.960	598
34	.48	4.17	1.42	.569	3.48	1.18	348	.611	3.19	1.08	639
36	.42	4.77	1.72	.529	3.80	1.37	380	.579	3.39	1.22	678
38	.36	5.42	2.06	.495	4.16	1.57	416	.550	3.60	1.37	720
0.40	.30	6.66	2.66	.462	4.42	1.77	442	.522	3.81	1.52	763
42	.24	8.33	3.50	.435	4.72	1.98	472	.497	4.02	1.69	805
44	.18	11.1	4.89	.411	5.05	2.22	505	.476	4.26	1.87	852
46	.12	16.7	9.67	.390	5.37	2.47	537	.457	4.50	2.07	900
48	.06	33.3	16.0	.371	5.70	2.74	570	.441	4.74	2.27	948
0.50				.355	6.02	3.01	602	.427	4.96	2.48	992
55				.324	6.87	3.78	687	.394	5.50	3.02	110"
60				.299	7.72	4.65	772	.370	6.06	3.63	121
65				.282	8.48	5.51	848	.352	6.62	4.30	132
70				.267	9.23	6.46	923	.337	7.18	5.02	144
0.75				.255	10.0	7.53	100"	.324	7.74	5.80	155
80				.245	10.8	8.65	108	.313	8.30	6.64	166
85				.237	11.6	9.84	116	.304	8.86	7.55	177
90				.230	12.4	11.1	124	.295	9.42	8.48	188
95				.224	13.1	12.5	131	.289	9.99	9.49	200
1.00								.285	10.6	10.6	212
1.10								.272	11.6	12.8	232
1.20								.264	12.7	15.3	254
1.30								.257	13.8	18.0	276
1.40								.252	14.9	20.9	298
1.50								.248	15.9	23.9	318
1.60								.244	16.9	27.1	338
1.70								.241	18.0	30.6	360
1.80								.238	19.0	34.2	380
1.90								.235	20.0	38.0	400
2.00											
2.10											
2.20											
2.30											
2.40											
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90											
3.00											
3.50											
4.00											
4.50											
5.00											

$\frac{e}{h}$	$0.003(\frac{15}{n})$ k	C_1	C_2	C_3	$0.004(\frac{15}{n})$ k	C_1	C_2	C_3	$0.005(\frac{15}{n})$ k	C_1	C_2	C_3
0.00	∞	.917	0.0	0.00275$\frac{15}{n}$	∞	.893	0.0	0.00357$\frac{15}{n}$	∞	.870	0.0	0.00435$\frac{15}{n}$
2	5.05	1.02	204	305	5.16	.990	198	376	5.27	.961	192	480
4	2.77	1.12	440	337	2.83	1.08	434	434	2.89	1.05	421	526
6	2.02	1.22	732	366	2.05	1.18	709	472	2.09	1.14	686	571
8	1.64	1.32	.106	396	1.67	1.27	.102	510	1.69	1.23	984	616
0.10	1.41	1.42	.142	426	1.43	1.37	.137	548	1.45	1.32	.132	662
12	1.26	1.52	.183	457	1.28	1.47	.176	588	1.30	1.41	.170	708
14	1.15	1.62	.227	487	1.17	1.56	.219	625	1.18	1.51	.211	754
16	1.07	1.72	.276	517	1.08	1.66	.265	665	1.10	1.60	.256	799
18	1.00	1.83	.330	548	1.02	1.76	.316	702	1.03	1.69	.304	845
0.20	.952	1.94	.388	584	.966	1.86	.373	750	.978	1.79	.356	892
22	.900	2.06	.455	618	.915	1.97	.435	788	.929	1.89	.414	945
24	.850	2.18	.525	654	.867	2.09	.502	836	.882	2.00	.477	100"
26	.805	2.31	.601	693	.820	2.21	.575	884	.838	2.11	.545	105
28	.759	2.45	.686	735	.776	2.33	.654	932	.797	2.22	.619	111
0.30	.717	2.60	.780	781	.738	2.46	.738	985	.757	2.35	.699	116
32	.678	2.75	.880	826	.702	2.60	.831	104"	.723	2.45	.785	122
34	.645	2.91	.989	873	.670	2.74	.932	110	.692	2.58	.878	129
36	.612	3.07	1.10	921	.642	2.88	1.04	116	.664	2.71	.976	135
38	.587	3.24	1.23	973	.615	3.02	1.15	122	.638	2.84	1.08	142
0.40	.562	3.42	1.37	103"	.592	3.17	1.27	128	.614	2.97	1.19	149
42	.538	3.60	1.51	108	.570	3.32	1.39	134	.593	3.10	1.30	155
44	.518	3.79	1.66	114	.550	3.47	1.52	140	.574	3.23	1.42	161
46	.500	3.98	1.83	119	.533	3.63	1.66	146	.557	3.37	1.55	168
48	.485	4.17	2.00	124	.518	3.80	1.82	152	.542	3.51	1.68	175
0.50	.470	4.34	2.18	131	.503	3.97	1.98	158	.527	3.66	1.83	183
55	.439	4.82	2.66	145	.475	4.36	2.40	174	.497	4.02	2.21	201
60	.415	5.28	3.17	158	.448	4.75	2.85	190	.473	4.38	2.63	219
65	.396	5.73	3.72	172	.429	5.14	3.34	206	.451	4.73	3.07	237
70	.380	6.17	4.32	185	.414	5.55	3.87	221	.437	5.08	3.55	254
0.75	.369	6.60	4.95	198	.399	5.91	4.45	236	.423	5.42	4.06	271
80	.354	7.05	5.62	211	.387	6.29	5.03	252	.412	5.76	4.61	289
85	.344	7.47	6.35	224	.377	6.67	5.67	267	.403	6.10	5.18	305
90	.336	7.91	7.12	237	.369	7.04	6.34	282	.394	6.43	5.78	321
95	.330	8.33	7.93	250	.362	7.41	7.04	296	.387	6.76	6.42	338
1.00	.324	8.79	8.79	264	.355	7.78	7.78	311	.380	7.09	7.10	354
1.10	.313	9.67	10.7	290	.343	8.52	9.37	341	.367	7.74	8.51	387
1.20	.304	10.6	12.7	317	.333	9.26	11.1	370	.358	8.40	10.1	420
1.30	.296	11.4	14.9	343	.325	10.0	13.0	400	.350	9.06	11.8	453
1.40	.290	12.3	17.3	370	.319	10.7	15.0	430	.343	9.72	13.6	486
1.50	.285	13.2	19.8	397	.314	11.5	17.2	460	.337	10.4	15.6	519
1.60	.281	14.1	22.6	424	.309	12.2	19.6	489	.332	11.0	17.7	552
1.70	.277	15.0	25.6	451	.305	13.0	22.2	520	.328	11.7	19.9	585
1.80	.274	15.9	28.7	477	.302	13.8	24.9	555	.324	12.4	22.2	618
1.90	.271	16.9	32.1	507	.298	14.6	27.8	585	.321	13.0	24.7	651
2.00	.268	17.9	35.8	536	.295	15.4	30.9	616	.318	13.7	27.3	683
2.10	.265	18.9	39.7	568	.292	16.2	34.2	650	.315	14.3	30.0	714
2.20	.263	19.8	43.7	594	.290	17.0	37.7	680	.313	14.9	32.8	745
2.30	.261	20.7	47.9	624	.288	17.8	41.3	712	.311	15.5	35.8	777
2.40	.259	21.7	52.2	653	.286	18.6	45.0	745	.309	16.2	38.9	810
2.50	.257	22.6	56.5	685	.284	19.4	48.8	780	.307	16.9	42.2	845
2.60	.256	23.6	61.1	711	.282	20.2	52.8	810	.305	17.6	45.7	880
2.70	.255	24.3	65.6	732	.281	21.0	56.0	840	.303	18.3	49.2	915
2.80	.254	25.1	70.3	753	.280	21.7	61.0	870	.302	18.9	52.8	949
2.90	.253	25.2	75.1	776	.279	22.4	65.2	898	.301	19.5	56.3	980
3.00					.278	23.1	69.5	925	.300	20.1	60.3	.101
3.50					.273	26.8	94.0	.108"	.295	23.3	81.5	.117
4.00					.270	30.7	125	.125	.291	26.4	106	.132
4.50					.268	33.6	141	.132	.288	29.5	133	.147
5.00					.266	36.5	182	.145	.286	32.5	162	.162

$\frac{e}{h}$	$0.006(\frac{15}{n})$ k	C_1	C_2	C_3	$0.007(\frac{15}{n})$ k	C_1	C_2	C_3	$0.008(\frac{15}{n})$ k	C_1	C_2	C_3
0.00	∞	.847	0.0	0.00508$\frac{15}{n}$	∞	.826	0.0	0.00578$\frac{15}{n}$	∞	.806	0.0	0.00645$\frac{15}{n}$
2	5.38	.934	187	560	5.47	.910	182	637	5.57	.886	177	709
4	2.94	1.02	408	613	2.96	.995	398	695	3.03	.966	386	773
6	2.12	1.11	665	665	2.16	1.08	646	753	2.19	1.04	627	836
8	1.72	1.19	956	717	1.74	1.16	927	811	1.77	1.13	901	900
0.10	1.47	1.28	.128	869	1.49	1.24	.124"	869	1.51	1.21	.120	963
12	1.31	1.37	.164	821	1.33	1.32	.159	928	1.34	1.28	.154	103"
14	1.20	1.46	.204	874	1.21	1.41	.197	986	1.22	1.36	.191	109
16	1.11	1.54	.247	927	1.12	1.50	.239	105"	1.13	1.44	.231	115
18	1.04	1.63	.294	980	1.05	1.57	.284	110	1.06	1.52	.274	122
0.20	.988	1.72	.344	103"	.996	1.66	.333	116	1.01	1.61	.323	129
22	.939	1.82	.400	109	.950	1.76	.387	123	.959	1.70	.374	136
24	.893	1.92	.461	115	.905	1.86	.446	130	.913	1.78	.427	142
26	.850	2.03	.528	121	.860	1.96	.510	137	.871	1.87	.486	150
28	.811	2.14	.599	128	.822	2.06	.577	144	.832	1.96	.549	157
0.30	.774	2.25	.674	135	.786	2.16	.648	151	.798	2.05	.616	164
32	.740	2.36	.754	142	.753	2.26	.723	158	.766	2.15	.688	172
34	.709	2.47	.840	148	.722	2.37	.803	166	.736	2.25	.765	180
36	.681	2.53	.930	155	.695	2.47	.888	173	.709	2.35	.846	188
38	.656	2.70	1.02	162	.670	2.58	.978	181	.685	2.46	.932	196
0.40	.643	2.82	1.13	169	.649	2.68	1.07	168	.664	2.56	1.02	205
42	.613	2.94	1.24	176	.628	2.78	1.17	195	.645	2.66	1.11	213
44	.594	3.06	1.35	184	.611	2.89	1.27	202	.626	2.76	1.21	221
46	.577	3.18	1.46	191	.594	3.00	1.38	210	.610	2.86	1.31	229
48	.562	3.30	1.58	198	.579	3.11	1.49	218	.595	2.96	1.42	237
0.50	.548	3.45	1.71	206	.565	3.23	1.61	226	.582	3.06	1.53	245
55	.518	3.76	2.06	226	.536	3.52	1.94	246	.553	3.33	1.83	266
60	.494	4.07	2.44	244	.512	3.82	2.29	267	.529	3.60	2.16	288
65	.475	4.38	2.85	263	.493	4.11	2.67	288	.509	3.87	2.52	310
70	.459	4.69	3.28	281	.477	4.40	3.08	308	.492	4.14	2.90	331
0.75	.444	4.99	3.74	299	.462	4.69	3.52	328	.478	4.41	3.31	353
80	.433	5.30	4.24	318	.451	4.97	3.98	348	.466	4.68	3.74	374
85	.423	5.61	4.77	337	.440	5.25	4.46	368	.455	4.94	4.20	395
90	.414	5.92	5.33	355	.431	5.53	4.98	387	.445	5.20	4.68	416
95	.406	6.23	5.92	374	.423	5.81	5.52	407	.437	5.45	5.18	436
1.00	.399	6.54	6.54	392	.415	6.08	6.08	426	.430	5.70	5.70	456
1.10	.385	7.31	7.84	428	.402	6.64	7.30	465	.417	6.21	6.83	497
1.20	.375	7.72	9.26	463	.392	7.19	8.63	503	.406	6.72	8.06	538
1.30	.367	8.51	10.8	499	.384	7.73	10.0	541	.397	7.23	9.40	578
1.40	.360	8.90	12.5	534	.376	8.27	11.6	579	.390	7.73	10.8	618
1.50	.355	9.49	14.2	569	.370	8.80	13.2	616	.385	8.24	12.3	659
1.60	.350	10.1	16.1	605	.365	9.33	14.9	653	.380	8.74	14.0	699
1.70	.346	10.7	18.2	641	.361	9.87	16.8	691	.376	9.24	15.7	739
1.80	.343	11.3	20.3	676	.357	10.4	18.7	729	.372	9.75	17.5	780
1.90	.340	11.9	22.5	711	.354	10.9	20.8	766	.369	10.3	19.5	820
2.00	.337	12.4	24.8	746	.351	11.5	23.0	804	.365	10.8	21.5	860
2.10	.334	13.0	27.2	781	.348	12.0	25.3	842	.362	11.3	23.6	901
2.20	.331	13.6	29.7	815	.345	12.6	27.6	879	.359	11.8	25.9	942
2.30	.329	14.1	32.4	846	.343	13.1	30.1	917	.356	12.3	28.2	982
2.40	.327	14.7	35.3	881	.341	13.6	32.7	953	.354	12.8	30.7	.102"
2.50	.325	15.3	38.2	916	.339	14.2	35.5	995	.352	13.3	33.2	.106
2.60	.323	15.9	41.4	951	.337	14.8	38.5	.104"	.350	13.8	35.9	.110
2.70	.321	16.6	44.8	996	.335	15.4	41.6	.108	.348	14.4	38.8	.115
2.80	.319	17.2	48.3	.103"	.333	16.0	44.8	.112	.346	15.0	41.8	.120
2.90	.318	17.8	51.8	.107	.332	16.6	48.1	.116	.345	15.5	44.9	.124
3.00	.317	18.4	55.4	.111	.331	17.2	51.5	.120	.344	16.0	48.0	.128
3.50	.311	21.5	75.3	.130	.325	20.1	70.3	.140	.339	18.5	64.8	.148
4.00	.307	24.6	98.5	.148	.321	22.9	92.2	.160	.335	21.0	84.2	.168
4.50	.304	27.5	124	.165	.318	25.6	115	.179	.331	23.6	106	.189
5.00	.302	30.5	152	.182	.316	28.0	140	.196	.328	26.2	131	.210

表-1 (b) σ_c 式 算 定 表

$\frac{e}{h}$	0.009($\frac{15}{n}$) k	C_1	C_2	C_3	0.010($\frac{15}{n}$) k	C_1	C_2	C_3	0.012($\frac{15}{n}$) k	C_1	C_2	C_3
0.00	∞	.787	0.0	0.00 710 $\frac{15}{n}$	∞	.769	0.0	0.00 769 $\frac{15}{n}$	∞	.735	0.0	0.00 882 $\frac{15}{n}$
2	5.66	.873	174	785	5.74	.843	168	843	5.90	.804	161	965
4	3.08	.941	376	847	3.12	.917	367	917	3.20	.872	349	105"
6	2.22	1.02	612	918	2.25	.990	594	990	2.30	.940	557	112
8	1.79	1.09	872	981	1.81	1.06	848	106"	1.85	1.01	808	121
0.10	1.55	1.17	.117	105"	1.55	1.14	.113	114	1.58	1.08	.108	130
12	1.36	1.24	.149	112	1.37	1.21	.145	121	1.40	1.14	.137	138
14	1.24	1.32	.185	119	1.25	1.28	.179	128	1.27	1.21	.169	145
16	1.14	1.40	.224	126	1.15	1.36	.216	136	1.17	1.28	.205	153
18	1.07	1.47	.265	132	1.08	1.43	.257	143	1.10	1.35	.243	162
0.20	1.01	1.55	.311	139	1.02	1.50	.301	150	1.04	1.42	.284	171
22	.967	1.63	.360	147	.977	1.58	.348	158	.990	1.50	.330	180
24	.923	1.72	.413	155	.933	1.66	.399	166	.946	1.57	.377	189
26	.882	1.81	.471	163	.892	1.75	.454	175	.906	1.65	.429	198
28	.843	1.90	.532	171	.854	1.83	.512	183	.869	1.72	.482	207
0.30	.809	1.99	.597	179	.819	1.91	.573	191	.835	1.79	.537	215
32	.777	2.08	.666	187	.787	2.00	.639	200	.804	1.87	.598	224
34	.747	2.17	.739	195	.758	2.09	.710	209	.776	1.95	.663	234
36	.720	2.27	.816	204	.732	2.18	.785	218	.751	2.03	.731	244
38	.696	2.37	.900	213	.709	2.27	.862	227	.728	2.11	.802	253
0.40	.675	2.46	.984	221	.688	2.35	.940	235	.707	2.19	.876	263
42	.656	2.55	1.07	229	.669	2.44	1.02	244	.688	2.27	.955	272
44	.638	2.64	1.16	238	.652	2.53	1.11	253	.671	2.35	1.03	282
46	.622	2.74	1.26	247	.636	2.62	1.20	262	.655	2.43	1.12	292
48	.608	2.84	1.36	256	.621	2.71	1.30	271	.640	2.51	1.20	301
0.50	.594	2.93	1.47	264	.607	2.80	1.40	280	.626	2.59	1.29	311
55	.566	3.17	1.74	285	.578	3.03	1.67	303	.598	2.80	1.54	336
60	.541	3.41	2.05	307	.554	3.26	1.96	326	.574	3.01	1.81	361
65	.521	3.66	2.38	329	.534	3.49	2.27	349	.554	3.22	2.09	386
70	.504	3.91	2.74	352	.517	3.72	2.60	372	.537	3.42	2.39	410
0.75	.490	4.16	3.12	374	.503	3.96	2.97	396	.523	3.62	2.71	424
80	.478	4.41	3.52	397	.491	4.20	3.36	420	.511	3.82	3.06	458
85	.467	4.65	3.94	419	.480	4.43	3.76	443	.500	4.02	3.42	482
90	.457	4.89	4.39	440	.470	4.66	4.18	466	.490	4.23	3.81	507
95	.449	5.13	4.86	461	.461	4.88	4.63	488	.481	4.43	4.21	532
1.00	.442	5.37	5.36	483	.453	5.10	5.10	510	.473	4.63	4.63	557
1.10	.429	5.84	6.44	526	.440	5.55	6.10	555	.460	5.04	5.54	605
1.20	.418	6.32	7.57	569	.430	6.00	7.20	600	.449	5.44	6.53	653
1.30	.409	6.80	8.82	612	.421	6.45	8.38	645	.440	5.84	7.59	701
1.40	.402	7.28	10.2	655	.414	6.90	9.64	690	.433	6.24	8.74	749
1.50	.396	7.75	11.6	697	.408	7.35	11.0	735	.426	6.64	9.96	797
1.60	.391	8.22	13.1	740	.402	7.80	12.5	780	.420	7.04	11.3	845
1.70	.386	8.70	14.8	783	.397	8.25	14.0	825	.415	7.44	12.6	893
1.80	.382	9.18	16.5	826	.393	8.70	15.7	870	.410	7.84	14.1	941
1.90	.379	9.66	18.3	869	.390	9.15	17.4	915	.406	8.24	15.7	989
2.00	.376	10.1	20.3	912	.387	9.61	19.2	961	.403	8.65	17.3	.104"
2.10	.373	10.6	22.3	955	.384	10.1	21.1	101"	.400	9.05	19.0	.109
2.20	.370	11.1	24.4	998	.381	10.5	23.1	.105	.397	9.45	20.8	.113
2.30	.367	11.6	26.6	104"	.378	11.0	25.2	.110	.394	9.85	22.6	.118
2.40	.365	12.0	28.9	.108	.376	11.4	27.4	.114	.392	10.3	24.6	.123
2.50	.363	12.5	31.3	.113	.374	11.9	29.7	.119	.390	10.7	26.7	.128
2.60	.361	13.0	33.8	.117	.372	12.3	32.1	.123	.388	11.1	28.8	.133
2.70	.359	13.5	36.4	.121	.370	12.8	34.5	.128	.386	11.5	31.0	.138
2.80	.357	14.0	39.2	.126	.368	13.2	37.0	.132	.384	11.9	33.3	.143
2.90	.356	14.5	42.0	.130	.366	13.6	39.5	.136	.382	12.3	35.6	.148
3.00	.355	14.9	44.9	.134	.365	14.0	42.1	.140	.381	12.7	38.1	.153
3.50	.349	17.5	61.0	.158	.359	16.3	57.0	.163	.375	14.8	51.9	.178
4.00	.344	20.1	80.5	.181	.354	18.6	75.0	.186	.370	16.9	67.6	.201
4.50	.341	22.6	102	.204	.351	20.9	94.0	.209	.367	18.9	85.1	.227
5.00	.338	25.2	126	.227	.348	23.2	116	.232	.364	21.0	105	.253

$\frac{e}{h}$	0.014($\frac{15}{n}$) k	C_1	C_2	C_3	0.016($\frac{15}{n}$) k	C_1	C_2	C_3	0.018($\frac{15}{n}$) k	C_1	C_2	C_3
0.00	∞	.740	0.0	0.00 986 $\frac{15}{n}$	∞	.676	0.0	0.0 108 $\frac{15}{n}$	∞	.649	0.0	0.0 117 $\frac{15}{n}$
2	6.04	.768	154	107"	6.17	.735	147	118	6.30	.706	141	127
4	3.27	.832	333	116	3.33	.795	318	127	3.40	.764	305	137
6	2.35	.895	537	125	2.39	.854	512	136	2.44	.817	490	147
8	1.89	.959	767	134	1.92	.914	731	146	1.95	.873	699	157
0.10	1.61	1.02	.102	143	1.63	.974	974	155	1.66	.930	930	167
12	1.42	1.08	.130	151	1.45	1.03	.124	165	1.46	.987	.118	178
14	1.29	1.15	.161	161	1.31	1.09	.153	174	1.33	1.04	.146	188
16	1.19	1.21	.194	169	1.21	1.15	.184	184	1.23	1.09	.175	198
18	1.11	1.28	.230	179	1.13	1.21	.218	194	1.15	1.15	.207	208
0.20	1.05	1.34	.268	188	1.07	1.27	.254	204	1.08	1.21	.241	218
22	1.00	1.41	.310	197	1.01	1.33	.293	213	1.03	1.26	.277	228
24	.961	1.48	.355	207	.973	1.39	.334	223	.984	1.32	.318	238
26	.920	1.55	.403	217	.932	1.46	.380	234	.944	1.39	.361	249
28	.883	1.62	.454	227	.896	1.53	.428	244	.906	1.45	.406	260
0.30	.849	1.69	.507	237	.862	1.59	.477	255	.874	1.51	.453	271
32	.819	1.76	.565	246	.832	1.66	.531	266	.844	1.57	.503	282
34	.793	1.84	.626	257	.805	1.73	.588	277	.816	1.63	.556	293
36	.768	1.92	.691	268	.781	1.80	.648	288	.792	1.70	.612	304
38	.745	1.99	.757	278	.758	1.87	.711	299	.770	1.76	.669	316
0.40	.725	2.06	.824	288	.737	1.94	.776	310	.749	1.82	.730	328
42	.705	2.13	.896	298	.718	2.00	.842	320	.730	1.89	.794	340
44	.686	2.21	.972	309	.700	2.07	.911	331	.713	1.95	.858	351
46	.670	2.28	1.05	319	.685	2.14	.984	342	.698	2.01	.925	362
48	.656	2.35	1.13	329	.671	2.20	1.06	352	.684	2.07	.994	373
0.50	.642	2.42	1.21	339	.658	2.27	1.14	363	.671	2.13	1.06	385
55	.613	2.61	1.43	365	.629	2.43	1.34	389	.641	2.29	1.26	412
60	.589	2.80	1.68	391	.604	2.60	1.56	416	.616	2.45	1.47	441
65	.570	2.98	1.94	417	.584	2.77	1.80	443	.595	2.60	1.69	468
70	.553	3.16	2.21	442	.566	2.94	2.06	470	.578	2.76	1.93	497
0.75	.538	3.34	2.50	468	.551	3.10	2.32	497	.563	2.92	2.19	526
80	.525	3.52	2.82	493	.539	3.27	2.62	523	.551	3.08	2.46	554
85	.515	3.71	3.15	519	.528	3.44	2.92	550	.540	3.23	2.74	581
90	.505	3.89	3.50	545	.519	3.61	3.25	578	.530	3.38	3.04	609
95	.496	4.07	3.87	570	.510	3.78	3.59	605	.521	3.54	3.36	637
1.00	.489	4.25	4.25	595	.503	3.95	3.95	632	.514	3.70	3.70	666
1.10	.475	4.62	5.08	647	.490	4.29	4.72	686	.501	4.01	4.41	722
1.20	.464	4.99	5.99	699	.478	4.63	5.56	741	.489	4.32	5.18	777
1.30	.454	5.36	6.97	750	.468	4.97	6.46	795	.479	4.63	6.01	833
1.40	.446	5.73	8.02	802	.460	5.30	7.42	848	.471	4.94	6.92	889
1.50	.440	6.10	9.15	853	.454	5.64	8.46	902	.465	5.25	7.87	945
1.60	.434	6.46	10.3	904	.448	5.97	9.53	955	.459	5.56	8.90	.100"
1.70	.429	6.82	11.6	956	.443	6.30	10.6	.101"	.455	5.87	9.98	.106
1.80	.424	7.18	12.9	.101"	.438	6.63	11.9	.106	.448	6.18	11.1	.111
1.90	.420	7.54	14.3	.106	.434	6.96	13.2	.111	.444	6.49	12.3	.117
2.00	.416	7.90	15.8	.111	.430	7.29	14.6	.117	.441	6.80	13.6	.122
2.10	.413	8.26	17.3	.116	.427	7.62	16.0	.122	.438	7.10	14.9	.128
2.20	.410	8.62	19.0	.121	.424	7.95	17.5	.127	.435	7.40	16.3	.133
2.30	.408	8.99	20.7	.126	.422	8.28	19.0	.132	.432	7.71	17.7	.139
2.40	.406	9.36	22.5	.131	.420	8.61	20.6	.138	.430	8.02	19.2	.145
2.50	.404	9.72	24.3	.136	.418	8.94	22.2	.143	.428	8.33	20.8	.150
2.60	.402	10.1	26.2	.141	.416	9.28	24.0	.148	.426	8.64	22.4	.156
2.70	.400	10.4	28.2	.146	.414	9.61	25.9	.154	.424	8.95	24.1	.161
2.80	.398	10.8	30.3	.151	.412	9.94	27.8	.159	.422	9.26	25.9	.167
2.90	.396	11.2	32.4	.156	.410	10.3	29.8	.164	.420	9.57	27.7	.172
3.00	.395	11.6	34.6	.162	.408	10.6	31.9	.170	.418	9.88	29.6	.178
3.50	.389	13.4	46.9	.187	.402	12.1	42.4	.193	.412	11.3	39.5	.203
4.00	.384	15.2	60.8	.212	.397	13.6	54.4	.216	.407	12.6	49.9	.228
4.50	.381	16.9	76.5	.237	.394	14.9	67.0	.238	.403	14.0	62.9	.252
5.00	.378	18.7	93.5	.262	.391	16.2	80.9	.260	.400	15.4	75.9	.277

$\frac{e}{h}$	0.020($\frac{15}{n}$) k	C_1	C_2	C_3	0.025($\frac{15}{n}$) k	C_1	C_2	C_3	0.030($\frac{15}{n}$) k	C_1	C_2	C_3
0.00	∞	.625	0.0	0.0 125 $\frac{15}{n}$	∞	.571	0.0	0.0 128 $\frac{15}{n}$	∞	.526	0.0	0.0 158 $\frac{15}{n}$
2	6.41	.678	135	135	6.66	.618	124	155	6.87	.568	114	170
4	3.45	.731	292	146	3.58	.665	265	166	3.68	.609	244	183
6	2.47	.784	470	175	2.55	.711	428	178	2.62	.651	390	195
8	1.98	.837	669	167	2.04	.758	606	189	2.09	.692	554	208
0.10	1.68	.890	890	178	1.73	.804	804	201	1.77	.733	733	220
12	1.48	.942	.113	188	1.53	.850	.102	212	1.56	.775	929	232
14	1.34	.996	.139	199	1.38	.897	.125	224	1.41	.816	.114	245
16	1.24	1.05	.168	210	1.27	.943	.151	236	1.30	.857	.137	257
18	1.16	1.10	.198	220	1.18	.990	.178	247	1.21	.898	.162	269
0.20	1.09	1.15	.231	231	1.12	1.03	.207	258	1.14	.939	.188	282
22	1.04	1.21	.266	241	1.06	1.08	.237	270	1.08	.980	.215	294
24	.995	1.26	.302	252	1.01	1.13	.271	282	1.03	1.02	.245	306
26	.955	1.32	.343	264	.973	1.18	.307	294	.990	1.06	.276	318
28	.919	1.38	.386	276	.938	1.23	.344	307	.955	1.10	.308	331
0.30	.885	1.44	.432	288	.904	1.28	.384	320	.922	1.15	.344	344
32	.854	1.50	.480	300	.874	1.33	.426	332	.892	1.19	.381	357
34	.827	1.56	.530	311	.848	1.38	.469	345	.864	1.23	.418	370
36	.803	1.61	.582	322	.823	1.43	.515	357	.838	1.28	.459	383
38	.781	1.67	.635	334	.800	1.48	.562	370	.815	1.32	.502	396
0.40	.760	1.73	.690	345	.780	1.55	.612	382	.795	1.37	.546	410
42	.741	1.78	.748	356	.762	1.59	.664	395	.777	1.41	.592	423
44	.724	1.84	.810	368	.744	1.63	.617	407	.760	1.46	.640	436
46	.708	1.90	.874	380	.728	1.68	.773	420	.745	1.50	.690	449
48	.693	1.96	.941	392	.713	1.73	.830	433	.730	1.55	.742	463
0.50	.680	2.02	1.01	404	.700	1.78	.890	445	.717	1.59	.795	477
55	.651	2.16	1.19	433	.671	1.90	1.04	475	.688	1.71	.940	512
60	.627	2.31	1.39	462	.647	2.02	1.21	505	.664	1.82	1.07	546
65	.606	2.46	1.60	492	.626	2.14	1.39	535	.643	1.93	1.25	579
70	.589	2.60	1.82	521	.609	2.27	1.59	566	.625	2.04	1.43	612
0.75	.574	2.75	2.06	550	.594	2.39	1.80	597	.610	2.15	1.61	645
80	.562	2.90	2.32	579	.587	2.52	2.02	629	.597	2.26	1.81	678
85	.551	3.04	2.58	608	.571	2.65	2.25	661	.585	2.37	2.02	711
90	.540	3.18	2.86	636	.560	2.77	2.49	693	.575	2.48	2.23	744
95	.531	3.33	3.16	665	.551	2.90	2.75	725	.566	2.59	2.46	777
1.00	.524	3.47	3.47	694	.544	3.02	3.02	755	.558	2.70	2.70	810
1.10	.510	3.76	4.14	752	.530	3.27	3.58	817	.544	2.91	3.21	873
1.20	.498	4.05	4.86	810	.517	3.52	4.22	880	.532	3.13	3.75	938
1.30	.489	4.34	5.64	868	.507	3.77	4.90	942	.520	3.34	4.35	.100"
1.40	.481	4.63	6.48	926	.499	4.02	5.63	.101"	.512	3.56	4.97	.107
1.50	.474	4.92	7.38	984	.492	4.27	6.40	.107	.505	3.77	5.66	.113
1.60	.468	5.21	8.34	.104"	.486	4.52	7.23	.113	.500	3.99	6.39	.120
1.70	.462	5.50	9.35	.110	.480	4.76	8.09	.119	.494	4.20	7.15	.126
1.80	.457	5.78	10.4	.116	.475	5.01	9.11	.125	.489	4.42	7.96	.133
1.90	.455	6.07	11.5	.121	.471	5.26	9.99	.131	.485	4.64	8.82	.139
2.00	.449	6.35	12.7	.127	.467	5.50	11.0	.137	.481	4.85	9.70	.145
2.10	.446	6.64	13.9	.133	.463	5.75	12.1	.144	.477	5.07	10.6	.152
2.20	.443	6.95	15.2	.139	.460	5.99	13.2	.150	.473	5.29	11.6	.159
2.30	.440	7.22	16.6	.144	.457	6.24	14.4	.156	.470	5.50	12.6	.165
2.40	.438	7.51	18.0	.150	.454	6.49	15.6	.162	.468	5.72	13.7	.172
2.50	.436	7.81	19.5	.156	.452	6.73	16.8	.168	.466	5.94	14.8	.178
2.60	.434	8.10	21.0	.162	.450	6.98	18.1	.174	.464	6.15	16.0	.185
2.70	.432	8.39	22.6	.168	.448	7.22	19.5	[illegible]	.462	6.37	17.2	.191
2.80	.430	8.68	24.3	.174	.446	7.47	20.9	.186	.460	6.58	18.4	.197
2.90	.428	8.98	26.0	.180	.444	7.71	22.3	.192	.458	6.80	19.7	.204
3.00	.427	9.27	27.8	.185	.443	7.96	23.9	.199	.456	7.02	21.1	.211
3.50	.421	10.6	37.0	.212	.437	9.26	32.4	.230	.449	8.20	28.6	.243
4.00	.415	11.9	47.5	.238	.431	10.5	42.0	.260	.444	9.30	37.1	.275
4.50	.411	13.2	59.4	.265	.427	11.7	52.6	.290	.440	10.3	46.3	.307
5.00	.408	14.5	72.7	.291	.424	12.8	64.0	.320	.437	11.2	56.0	.338

表-2. σ_s 式 算 定 表

$\frac{e}{h}$	$p=p'=0.001(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3	0.002 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3	0.003 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3
0.46	.390	110 $\frac{n}{15}$	504 $\frac{n}{15}$	.110								
48	.371	127.	608	.127								
50	.355	144.	719	.144								
55	.324	189.	104."	.189	.394	110 $\frac{n}{15}$	60.4 $\frac{n}{15}$	.220				
60	.299	237.	143.	.237	.370	135.	80.1	.270				
65	.282	288.	187.	.288	.352	160.	104."	.320	.396	113 $\frac{n}{15}$	738 $\frac{n}{15}$	.340
70	.267	339.	237.	.339	.337	185.	129.	.370	.380	131.	921	.394
0.75	.255	395.	294.	.395	.324	213.	160.	.427	.366	149.	112"	.447
80	.245	447.	357.	.447	.313	241.	193.	.486	.354	168.	134.	.504
85	.238	501.	425.	.501	.304	270.	229.	.539	.344	187.	159.	.561
90	.230	556.	500.	.556	.295	299.	269.	.598	.336	206.	185.	.618
95	.224	612.	581.	.612	.289	327.	311.	.654	.330	225.	214.	.675
1.00					.283	355.	355.	.710	.324	244.	244.	.732
1.10					.272	411.	452.	.822	.313	282.	310.	.847
1.20					.264	468.	561.	.936	.304	321.	385.	.963
1.30					.257	525.	682.	1.05	.296	361.	471.	1.08
1.40					.252	583.	816.	1.16	.290	402.	569.	1.21
1.50					.248	641.	961.	1.28	.285	444.	666.	1.33
1.60					.244	699.	1,12"	1.40	.281	485.	776.	1.45
1.70					.241	758.	1,29	1.52	.277	527.	896.	1.58
1.80					.238	817.	1,47	1.63	.274	567.	1,02"	1.70
1.90					.235	876.	1,66	1.75	.271	609.	1,16	1.83
2.00									.268	650.	1,30	1.95
2.10									.265	691.	1,45	2.07
2.20									.263	732.	1,61	2.20
2.30									.261	773.	1,78	2.32
2.40									.259	814.	1,95	2.44
2.50									.257	855.	2,14	2.56
2.60									.256	896.	2,33	2.69
2.70									.255	938.	2,53	2.81
2.80									.254	979.	2,76	2.94
2.90									.253	1,02"	2,97	3.07
3.00												
3.50												
4.00												
4.50												
5.00												

$\frac{e}{h}$	0.004 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3	0.005 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3	0.006 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3
0.75	.399	116 $\frac{n}{15}$	868 $\frac{n}{15}$	.463								
80	.387	129.	103."	.517								
85	.377	144.	122.	.576	.403	117 $\frac{n}{15}$	99.7 $\frac{n}{15}$	.586				
90	.369	159.	143.	.635	.394	128.	116.	.642				
95	.362	173.	164.	.692	.387	140.	133.	.699	.406	118 $\frac{n}{15}$	112 $\frac{n}{15}$	.708
1.00	.355	187.	187.	.749	.380	152.	152.	.756	.399	128.	128.	.768
1.10	.343	216.	238.	.864	.367	175.	192.	.875	.385	148.	163.	.888
1.20	.333	245.	294.	.980	.358	198.	237.	.990	.375	168.	202.	1.01
1.30	.325	274.	355.	1.10	.350	221.	288.	1.10	.367	188.	244.	1.13
1.40	.319	303.	424.	1.21	.343	245.	344.	1.23	.360	208.	291.	1.24
1.50	.314	333.	500.	1.33	.337	269.	404.	1.35	.355	227.	340.	1.36
1.60	.309	363.	582.	1.45	.332	293.	469.	1.47	.350	246.	394.	1.48
1.70	.305	393.	668.	1.57	.328	317.	538.	1.58	.346	265.	451.	1.59
1.80	.301	424.	763.	1.70	.324	341.	614.	1.70	.343	284.	511.	1.70
1.90	.298	456.	866.	1.82	.321	365.	694.	1.82	.340	303.	577.	1.82
2.00	.295	488.	976.	1.95	.318	388.	778.	1.04	.337	323.	646.	1.94
2.10	.292	520.	1,09"	2.08	.315	412.	865.	2.06	.334	343.	720.	2.06
2.20	.290	553.	1,22	2.21	.313	435.	957.	2.18	.331	363.	798.	2.18
2.30	.288	585.	1,34	2.34	.311	459.	1,05"	2.30	.329	382.	879.	2.29
2.40	.286	617.	1,48	2.47	.309	483.	1,16	2.42	.327	402.	965.	2.41
2.50	.284	648.	1,62	2.59	.307	507.	1,27	2.54	.325	422.	1,06"	2.53
2.60	.282	679.	1,76	2.71	.305	531.	1,38	2.66	.323	442.	1,15	2.65
2.70	.281	710.	1,91	2.84	.303	554.	1,49	2.77	.321	463.	1,25	2.78
2.80	.280	741.	2,07	2.96	.302	578.	1,61	2.89	.319	483.	1,35	2.90
2.90	.279	772.	2,24	3.09	.301	601.	1,74	3.01	.318	504.	1,46	3.02
3.00	.278	802	2,41	3.21	.300	625.	1,87	3.12	.317	525.	1,58	3.14
3.50	.273	957	3,28	3.75	.295	738.	2,58	3.69	.311	626.	2,19	3.76
4.00	.270	1,07"	4,28	4.28	.291	851.	3,40	4.25	.307	727.	2,91	4.36
4.50	.268	1,20	5,40	4.82	.288	965.	4,34	4.82	.304	828.	3,73	4.97
5.00	.266	1,34	6,70	5.36	.286	1,08"	5,40	5.40	.302	930.	4,65	5.58

$\frac{e}{h}$	0.007 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3	0.008 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3	0.009 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3
1.10	.402	128 $\frac{n}{15}$	141 $\frac{n}{15}$	.897								
1.20	.392	145.	175.	1,01	.406	128 $\frac{n}{15}$	153 $\frac{n}{15}$	1.02				
1.30	.384	162.	211.	1.13	.397	142.	185.	1.14				
1.40	.376	179.	250.	1.25	.390	157.	220.	1.26	.402	141 $\frac{n}{15}$	197 $\frac{n}{15}$	1.27
1.50	.370	195.	293.	1.37	.385	171.	258.	1.37	.396	154.	231.	1.39
1.60	.365	212.	340.	1.48	.380	186.	298.	1.49	.391	167.	267.	1.50
1.70	.361	229.	390.	1.60	.376	200.	341.	1.60	.386	180.	305.	1.62
1.80	.357	246.	443.	1.72	.372	215.	388.	1.72	.382	194.	347.	1.74
1.90	.354	263.	499.	1.84	.369	230.	437.	1.84	.379	207.	393.	1.86
2.00	.351	279.	559.	1.96	.365	245.	490.	1.96	.376	221.	442.	1.99
2.10	.348	296.	622.	2.08	.362	260.	547.	2.08	.373	237.	492.	2.11
2.20	.345	313.	689.	2.19	.359	275.	607.	2.21	.370	247.	544.	2.23
2.30	.343	350.	760.	2.31	.356	291.	670.	2.33	.368	260.	598.	2.35
2.40	.341	348.	835.	2.44	.354	306.	736.	2.45	.365	274.	657.	2.47
2.50	.339	366.	915.	2.56	.352	322.	804.	2.57	.363	288.	720.	2.59
2.60	.337	384.	999.	2.69	.350	337.	876.	2.69	.361	302.	785.	2.72
2.70	.335	402.	1,09"	2.81	.348	352.	951.	2.81	.359	316.	853.	2.84
2.80	.333	420.	1,18	2.94	.346	367.	1,03"	2.93	.357	330.	924.	2.97
2.90	.332	438.	1,27	3.07	.345	383.	1,11	3.06	.356	344.	998.	3.10
3.00	.331	456.	1,36	3.19	.344	398.	1,19	3.18	.355	358.	1,07"	3.22
3.50	.325	542.	1,90	3.79	.338	475.	1,66	3.80	.349	431.	1,51	3.88
4.00	.321	629.	2,52	4.40	.334	553.	2,21	4.42	.344	505.	2,02	4.55
4.50	.318	715.	3,22	5.00	.331	631.	2,84	5.05	.341	578.	2,60	5.21
5.00	.316	802.	4,01	5.61	.328	709.	3,55	5.68	.338	652.	3,26	5.87

$\frac{e}{h}$	0.010 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3	0.012 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3	0.014 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3	0.016 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3
1.60	.402	151 $\frac{n}{15}$	241 $\frac{n}{15}$	1.51												
1.70	.398	163.	277.	1.63												
1.80	.393	175.	315.	1.75												
1.90	.390	187.	355.	1.87												
2.00	.387	198.	396.	1.98	.403	166 $\frac{n}{15}$	353 $\frac{n}{15}$	2.00	.416	143 $\frac{n}{15}$	296 $\frac{n}{15}$	2.00	.430	125 $\frac{n}{15}$	249 $\frac{n}{15}$	2.00
2.10	.384	211.	442.	2.11	.400	176.	370.	2.12	.413	152.	319.	2.15	.427	132.	277.	2.11
2.20	.381	223.	491.	2.23	.397	187.	411.	2.23	.410	161.	354.	2.25	.424	139.	307.	2.23
2.30	.378	236.	543.	2.36	.394	197.	453.	2.36	.408	169.	389.	2.37	.422	146.	337.	2.34
2.40	.376	248.	594.	2.48	.392	207.	497.	2.48	.406	178.	426.	2.49	.420	154.	369.	2.46
2.50	.374	260.	650.	2.60	.390	217.	543.	2.61	.404	186.	465.	2.61	.418	161.	405.	2.58
2.60	.372	272.	708.	2.72	.388	227.	589.	2.72	.402	195.	506.	2.73	.416	169.	438.	2.70
2.70	.370	284.	784.	2.84	.386	237.	640.	2.85	.400	203.	550.	2.84	.414	176.	476.	2.82
2.80	.368	296.	854.	2.96	.384	248.	695.	2.98	.398	212.	595.	2.98	.412	184.	515.	2.94
2.90	.366	308.	893.	3.08	.382	259.	752.	3.11	.396	221.	643.	3.10	.410	192.	556.	3.07
3.00	.365	319.	956.	3.19	.381	269.	808.	3.23	.395	230.	690.	3.22	.408	200.	600.	3.20
3.50	.359	382.	1,34"	3.82	.375	323.	1,13"	3.87	.389	273.	955.	3.82	.402	232.	812.	3.71
4.00	.354	446.	1,78	4.46	.370	376.	1,50	4.51	.384	316.	1,26"	4.42	.397	264.	1,06"	4.22
4.50	.351	510.	2,29	5.10	.367	429.	1,95	5.15	.381	359.	1,60	5.02	.394	296.	1,35	4.74
5.00	.348	573.	2,87	5.73	.364	482.	2,41	5.79	.378	402.	2.01	5.63	.391	328.	1,64	5.26

$\frac{e}{h}$	0.018 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3	0.020 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3	0.025 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3	0.030 $(\frac{15}{n})$ k	S_1	S_2	S_3
2.00	.441	111 $\frac{n}{15}$	222 $\frac{n}{15}$	2.00	.449	100 $\frac{n}{15}$	199 $\frac{n}{15}$	2.00	.467	800 $\frac{n}{15}$	160 $\frac{n}{15}$	2.00	.481	664 $\frac{n}{15}$	133 $\frac{n}{15}$	1.99
2.10	.438	117.	246.	2.11	.446	106.	222.	2.12	.463	851	179.	2.12	.477	70.5	147.	2.11
2.20	.435	124.	272.	2.27	.443	112.	246.	2.24	.460	898	198.	2.24	.473	74.6	164.	2.23
2.30	.432	131.	301.	2.35	.440	118.	271.	2.36	.457	948	218.	2.37	.470	78.7	181.	2.36
2.40	.430	137.	329.	2.47	.438	124.	297.	2.48	.454	100.	242.	2.50	.468	82.8	198.	2.49
2.50	.428	144.	359.	2.59	.436	130.	324.	2.58	.452	104.	261.	2.61	.466	86.8	217.	2.60
2.60	.426	150.	391.	2.70	.434	136.	354.	2.72	.450	109.	284.	2.75	.464	90.8	236.	2.72
2.70	.424	157.	424.	2.83	.432	142.	384.	2.84	.448	114.	308.	2.85	.462	94.8	256.	2.84
2.80	.422	164.	459.	2.95	.430	148.	417.	2.97	.446	119.	333.	2.98	.460	98.8	276.	2.96
2.90	.420	171.	495.	3.08	.428	155.	449.	3.10	.444	123.	356.	3.07	.458	103.	298.	3.09
3.00	.418	178.	534	3.20	.427	161.	485.	3.22	.443	128.	386.	3.20	.456	107.	321.	3.21
3.50	.412	207.	724.	3.72	.421	189.	635.	3.63	.437	152.	532.	3.80	.450	126.	441.	3.78
4.00	.407	238.	944.	4.25	.415	217.	861.	4.32	.432	177.	708.	4.42	.444	146.	584.	4.38
4.50	.403	269.	1,21"	4.84	.411	246.	1,11"	4.91	.427	201.	902.	5.02	.440	166.	747.	4.98
5.00	.400	300.	1,50	5.40	.408	274.	1.37	5.48	.424	225.	1,12.	5.62	.437	186.	932.	5.59

$$S_1=\frac{bh\sigma_s}{N},\qquad S_2=\frac{be\sigma_s}{N},\qquad S_3=\frac{A\cdot\sigma_s}{N}$$

が得らるゝこと及 σ_c' 式を準備すれば，こゝに $S_1\cdots\cdots S_3$ に代はるべき記號 $C_1'\cdots\cdots C_3'$ の存することは計算法を待たずして明らかである。

表-1, σ_c 式算定表： $e/h, p, k, C_1, C_2, C_3$ の關係値

表-2, σ_s 式算定表： $e/h, p, k, S_1, S_2, S_3$ 〃

表-3, $\sigma_c'=0$ 算定表： $e/h, p, k=1, C_1, C_2, C_3, C_4$ 〃.

は上式 (8)～(12) に基き任意の n, $e/h=0\sim5$, $p=0\sim0.03$ $(15/n)$ に對応する $k, C_1,\cdots\cdots C_4$ $S_1,\cdots\cdots S_n$ の數値を $k'=0.08$ に假定して作製せるものであるが，σ_s 表の一部及 σ_c' 表は利用の機會が少いと思はれるのでこれを省略したのである。

表-3. $\sigma_c'=0$ 算 定 表

$p=F'$	0.001$(\frac{15}{n})$	.002	.003	.004	.005	.006	.007	.008	.009	.010	.012	.014	.016	.018	.020	.025	.030	$(\frac{15}{n})$
e/h	0.172	.177	.182	.187	.191	.195	.199	.203	.206	.210	.216	.222	.227	.232	.236	.246	.255	
C_1	1.94	1.89	1.83	1.79	1.74	1.69	1.65	1.61	1.59	1.54	1.47	1.41	1.35	1.30	1.25	1.14	1.05	
C_2	0.334	.334	.334	.333	.332	.330	.329	.327	.325	.322	.317	.312	.307	.301	.295	.282	.263	
C_3	0.00194$(\frac{15}{n})$	.377	.550	.714	.869	.0102	116	129	142	154	176	197	216	234	240	286	316	$(\frac{15}{n})$
C_4	172$(\frac{n}{15})$	88.6	60.7	46.6	38.2	32.5	28.4	25.5	22.9	21.0	18.0	15.8	14.2	12.9	11.8	9.86	8.40	$(\frac{n}{15})$

3. 断面長算定に關する問題の解法

問 題 I.

力率 M, 直圧力 N, 鉄筋率 p (或は鉄筋量 A_s) が與へられ，許容応力 σ_{ca} と σ_{sa} 或は σ_{ca} と σ_{ca}' が指定さるゝとき断面長 h の算定。

本問は指定の許容応力に關し解法が不定 (indeterminate solution) であり，單に力率のみを受くる場合と同じく σ_{ca} と σ_{sa} を同時に充たすべき h を求むることが出來ない。即ち断面解析に關する 3 つの未知量の中先づ k を式 (10) で計算し，h を σ_c 式 (4) 或は (5) から求むるも，なほ未知量として殘れる σ_s を解かざれば解答が確定的にならないので，これを応力比例式から算出することにより計算上嚴正解 (exact solution) が得られたのであるが，このとき $\sigma_s>\sigma_{sa}$ ならば指定に背くから σ_s 式 (6) 及 (7) により k 及 h を再算し σ_c を検定して解法を完全ならしめねばならない。而してこの解法の二途は σ_c 式及 σ_s 式により 2 つの h を求めてその大さを比較決定することに相當するが，斯くすることの計算は応力検定法によるものよりも面倒であるので多くの解法は σ_s 検定法による。併かし算定表によるときは 2 つの h の何れか適否の判定法が応力検定法よりも容易なることが多いので主として h の比較解法を適用して便利である。

次に與へらるゝ材件が異なり條件數も変ずる二三の場合に就き夫々處理法を簡單に述べる。

(1) p が與へらるゝ場合の解法

(i) $M=Ne$ 或は e が既知なるとき： 前述の解法を有效断面が全面或は缺面なる場合，また特に $\sigma_c'=0$ なる場合に就て夫々解式を以て示せば，

全面式：

$$h=\frac{N}{b\sigma_{ca}}\frac{k}{\left(\frac{1}{2}+np\right)(2k-1)}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\sigma_c\text{ 式}$$

$$h=\frac{N}{b\sigma_{ca}'}\frac{k-1}{\left(\frac{1}{2}+np\right)(2k-1)}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\sigma_c'\text{ 式}$$

$$h=\frac{e(1+2np)}{\dfrac{1}{6}+4np\alpha^2},\qquad \sigma_c=\frac{N}{bh\left(\dfrac{1}{2}+np\right)}\cdots\cdots\sigma_c=0\ \text{式}$$

缺面式：

$$h=\frac{N}{b\sigma_{ca}}\,\frac{k}{\dfrac{1}{2}k^2+np(2k-1)}\cdots\cdots\cdots\cdots\sigma_c\ \text{式}$$

$$h=\frac{N}{b\sigma_{sa}}\,\frac{n(1-k-k')}{\dfrac{1}{2}k^2+np(2k-1)}\cdots\cdots\cdots\cdots\sigma_s\ \text{式}\qquad\cdots\cdots\cdots\cdots(12)$$

但し　$\dfrac{\sigma_c}{k}=\dfrac{\sigma_s}{n(1-k-k')}=\dfrac{\sigma_c'}{k-1}$

k：式 (10) を σ_c, σ_c' 及 σ_s 式に適応せしめたる形式につき算定

上記の全面或は缺面式何れによるべきかの採定に關する断面心距 $e_{k=1}$ の値は式 (10) に $k=1$ を與へて,

$$e_{k=1}=\frac{N}{b\sigma_{ca}}\,\frac{\dfrac{1}{12}+2np\alpha^2}{\left(\dfrac{1}{2}+np\right)^2}\gtreqless e\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(13)$$

算定表による解法

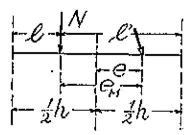
$$p,\ e,\ C_2=\frac{be\sigma_{ca}}{N},\qquad S_2=\frac{be\sigma_{sa}}{N}$$

が既知であるから, p の欄に於て C_2 或は S_2 に應ずる夫々の e/h の上下位置により何れか大なる h に應ずる e/h が判定されるから(上位のものが適合)それより h を算定する。或は對應する C_1, S_1 より h を計算してもよい。h の確定値に應ずる σ の檢出には勿論 k を適用する。

特に $\sigma'=0$ が指定さるゝときには最初 σ_c 從つて C_2 が不明であるから p と $k=1$ に應ずる e/h より h を求め C_1 若くは C_2 より σ_c を檢出する。

(ii) $M\mp Ne$ 或は e が未知なるとき： 所要断面の位置に或る外邊條件が與へられ分力 N の働點が h の中心でない如き場合では e の數値が不明であるので, 例へば断面の一定點に關する N の偏距及其の他の距離關係を導き, それを上記解式 (12) に代置する。図-2 はこの關係を示す材件配置の一例であり, 断面長 h の一端に對する N の偏距 l 或は l' が h 上に存し, 最大應力 σ_c をして断面右端に發生せしめんとする 2 つの場合を示したもので, 夫々の條件式は,

図-2.



$$\frac{1}{2}h+e=l+e_M$$

$$\frac{1}{2}h-e=l'-e_M,\qquad e_M=\frac{M}{N}$$

にて與へられるが, これを一般に次の如く表はすことが出來る。

$$\frac{1}{2}h+e=l+e_M,\qquad e_M=\frac{M}{N}$$

但し　h の正負： 常に正

l の正負：　l が h 上に重なるとき正，全く h 外に向ふとき負。
e_M の正負：　斷面端よりの l の向きと同向なるとき l の正負と同一，反向するとき l の正負と相反せしめる。
e の正負：　斷面端よりの l の向きと同向端に最大応力 σ_c を生ぜしめんとするとき l の正負と同一，反向端に生ぜしめんとするとき l の正負と相反せしめる。　$\cdots(14)$

この正負の採定には図解を併用して間違なきを期せばよい。

斯くしてこの場合に關する解法は解式 (12) に就て，k を式 (14) を代置して誘導せる形式とすればよく，例へば σ_c 式に對する全面或は缺面計算何れか採定の條件も次の如くなる。

$$\frac{N}{b\sigma_{ca}}\left\{\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}+np}+\frac{\frac{1}{12}+2np\alpha^2}{\left(\frac{1}{2}+np\right)^2}\right\}\gtrless l+e_M$$

これ $e_{k=1}+\frac{1}{2}h\gtrless l+e_M$ を表はすに外ならない。

算定表による解法

式 (14) の左邊に C_1 及 C_2 を代置すると次の形式となるから，

$$\left.\begin{aligned}&\frac{1}{2}C_1\pm C_2=(l+e_M)\frac{b\sigma_c}{N}\\ &\text{但し}\quad e_M=\frac{M}{N},\quad C_1=\frac{bh\sigma_{ca}}{N},\quad C_2=\frac{be\sigma_{ca}}{N}\\ &\qquad \pm C_2\ \text{の符號：}\ e\ \text{の正負に応ず}\\ &\qquad e, l, e_M\ \text{の正負：}\ \text{式 (14) を参照}\end{aligned}\right\}\cdots\cdots(15)$$

p の欄に於て上式の左邊が既知最右邊に適合する如き C_1 或はそれに對応する e/h を索めて h を定める。e/h を採るならばそれを原式 (14) に代置して h を計算する。

σ_s 式計算に就ても σ_{sa}, S_1, S_2 を以て上記と同様にし或は応力検定法により h を確定することは (i) の場合に異ならない。

特に $\sigma_{ca}'=0$ の指定に對しては p と $k=1$ に応ずる e/h を式 (14) に代置して h を計算し，C_1 より σ_c を検定すればよいが，或は式 (15) によつて σ_c を算出し，C_1 より h を求めてもよい。

(2)　A_s が與へらるゝ場合の解法

(i)　$M=Ne$ 或は e が既知なるとき：　解式には式 (12) に對し，k の値として式 (10) 及 (11) より算出せらるるものを適用すればよく，例へば σ_{ca} に關する全面或は缺面計算選定の限界は同じく k の解式より次の如く得られる。

$$\frac{1}{3}\frac{N}{b\sigma_{ca}}(1-nC_3)\{1-nC_3(1-12\alpha^2)\}\gtrless e$$

算定表による解法

$$e,\ C_2=\frac{be\sigma_{ca}}{N},\qquad C_3=\frac{A_s\sigma_{ca}}{N},\qquad C_4=\frac{be}{A_s}$$

が既知であるから，先づ表中に一對の C_2 と C_3 がその値に等しき存在を索め，それに応ずる C_1 或は e/h により h を計算する。σ_{sa} に關しても同様である。

特に $\sigma_c'=0$ の指定に對しては C_4 に応ずる e/h より h を，C_1 より σ_c を計算すればよい。

(ii) $M \neq Ne$ 或は e が未知なるとき：　解式 (12) を A_s を含む形式として適用するとき σ_{ca} に關する全面或は缺面の限界は，

$$\frac{1}{3}\frac{N}{b\sigma_{ca}}(1-nC_3)\{4-nC_3(1-12\alpha^2)\} \gtreqless l+e_M$$

算定表による解法

$$\left.\begin{aligned} & C_3=\frac{A_s\sigma_{ca}}{N} \\ & \frac{1}{2}C_1 \pm C_2=(l+e_M)\frac{b\sigma_{ca}}{N} \\ & \text{但し}\quad \pm C_2,\ e,\ l,\ e_M \text{ の正負：式 (15) と同様} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(16)$$

なるにより，C_3 の値と同時に條件式を滿足すべき C_1, C_2 の存在を索め，C_1 若くは對應する e/h より h を算出する。σ_{sa} に就てもこれと同樣にして h を見出すか，或は σ_s を檢定する。

特に $\sigma_{ca}'=0$ の指定さるゝに對しては，

$$\left.\begin{aligned} & \frac{1}{C_3}\left(\frac{1}{2}C_1 \pm C_3\right)=(l+e_M)\frac{b}{A_s}, \qquad k=1 \\ & \text{但し}\quad \pm C_2,\cdots e_M \text{ の正負：式 (15) 參照} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(17)$$

なるが故に $k=1$ の算定表に就て上記條件を定め，C_3 より σ_c を檢算して C_1 より h を求むるか，或は e/h より h を求め C_1 其の他より σ_c を檢算することが出來る。

算例 1：$b=1\ \mathrm{m}$ に付き $M=90\ \mathrm{tm}$, $N=150\ \mathrm{t}$ を受くる断面に對し $p=0.0075$, $\sigma_{ca}=40\ \mathrm{kg/cm^2}$, $\sigma_{sa}=1\,200\ \mathrm{kg/cm^2}$, $n=12$ を與へてその厚さ h を求む。

解：$e=\dfrac{M}{N}=60\ \mathrm{cm}$,　$C_2=\dfrac{be\sigma_{ca}}{N}=1.6$,　$p=0.0075=0.006\left(\dfrac{15}{12}\right)$,　σ_c 表より $\dfrac{e}{h}=0.48$,　$k=0.562$

$$\therefore\quad h=e/\left(\frac{e}{h}\right)=125\ \mathrm{cm}\ \text{(解答)},\qquad \sigma_s=\frac{n(1-k-k')}{k}\sigma_{ca}=306\ \mathrm{kg/cm^2}\ \text{(檢算)}$$

この場合 $S_2=\dfrac{be\sigma_{sa}}{N}=48=51\left(\dfrac{12}{15}\right)$ は σ_s 表中になし。

算例 2：$b=1\ \mathrm{m}$,　$M=180\ \mathrm{tm}$,　$N=40\ \mathrm{t}$,　$p=0.0045$,　$\sigma_{ca}=40\ \mathrm{kg/cm^2}$,　$\sigma_{sa}=1\,200\ \mathrm{kg/cm^2}$,　$n=20$ なるときの h を求む。

解：$e=\dfrac{M}{N}=450\ \mathrm{cm}$,　$C_2=\dfrac{be\sigma_{ca}}{N}=45$,　$S_2=\dfrac{be\sigma_{sa}}{N}=1\,350=1\,020\left(\dfrac{20}{15}\right)$

表中 $p=0.0045=0.006\left(\dfrac{15}{20}\right)$ の欄の上位にある S_2 を採り，$\dfrac{e}{h}=2.46$,　$k=0.326$

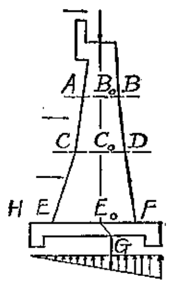
$$\therefore\quad h=e/\left(\frac{e}{h}\right)=183\ \mathrm{cm}\ \text{(解答)},\qquad \sigma_c=\frac{k}{n(1-k-k')}\sigma_{sa}=33\ \mathrm{kg/cm^2}\ \text{(檢算)}$$

算例 3：**図-3** にて概形を示す鉄筋コンクリート橋臺に於て次の如く 4 つの假設截面に關し設計材件として，正面幅 1 m に付き，

i) 主壁第1断面 AB に對し，$M=24\ \mathrm{tm}$,　$N=120\ \mathrm{t}$,　$p=0.006$,　$\sigma_{ca}=45\ \mathrm{kg/cm^2}$,　$\sigma_{sa}=1\,200\ \mathrm{kg/cm^2}$,　$n=12$ を與へ，N の働點 $\mathrm{B_0}$ と最大應力發生を豫期する壁前面 B との距離を $B_0B=32\ \mathrm{cm}$ ならしむ。

ii) 第2断面 CD に於て，$M=40\ \mathrm{tm}$,　$N=125\ \mathrm{t}$,　$A_s=\mathrm{AB}$ 面に於ける 2 倍量，$\sigma_{ca}=40\ \mathrm{kg/cm^2}$,　$\sigma_{sa}=1\,200$

図-3.



kg/cm², $n=12$ を與へ特に N の働點 C_0 が B_0 の垂直下にあり，壁面の最大応力點 D に對し $C_0D=B_0B+6\,\mathrm{cm}=38\,\mathrm{cm}$ ならしむるものとす。

iii) 基脚面 EF に對し, $M=50\,\mathrm{tm}$, $N=135\,t$, $A_s=$ AB 面の 2 倍量, $\sigma_{ca}=40\,\mathrm{kg/cm^2}$, $\sigma'_{ca}\geqq 0$, $n=12$ を與へ, N の働點 E_0 を C_0 の鉛直下に, $E_0F=38+34=72\,\mathrm{cm}$ ならしむ。

iv) 礎版に對しては, 背面礎段 $HE=30\,\mathrm{cm}$ ならしめ, 地盤接觸面に於て $M=58\,\mathrm{tm}$, $N=145\,\mathrm{t}$, その働點 G を E_0 の前方 20 cm に豫定し, 地盤耐荷量 $\sigma=100\,\mathrm{t/m^2}$ 及 $\sigma'\leqq 0$ を與へ,前端に最大応力發生を許すものとするとき,

以上各斷面の水平長 h を求む。

解

i) 式 (14) により, $l=32\,\mathrm{cm}\,(+)$, $e_M=\frac{M}{N}=20\,\mathrm{cm}\,(-)$, $e(-)$

式 (15), $\frac{1}{2}C_1-C_2=(l-e_M)\frac{b\sigma_{ca}}{N}=0.45$, σ_c 表の $p=0.0075=0.006\left(\frac{15}{12}\right)$ の欄に於て條件式の滿足を索め, $C_1=2.24$, $k=0.774$

$$\therefore\quad h=\frac{N}{b\sigma_{ca}}C_1=60\,\mathrm{cm}\ (解答)$$

$k=0.774$ に對する σ_s は檢算するまでもなく可なり小なるを知る。

ii) $A_s=90\,\mathrm{cm^2}$, $l=38\,\mathrm{cm}\ (+)$, $e_M=32\,\mathrm{cm}\ (-)$, $e(-)$

$$式\ (16),\quad \begin{cases} C_3=\dfrac{A_s\sigma_{ca}}{N}=0.0288=0.023\left(\dfrac{15}{12}\right) \\ \dfrac{1}{2}C_1-C_2=(l-e_M)\dfrac{b\sigma_{ca}}{N}=0.19 \end{cases}$$

$p=0.009\left(\frac{15}{n}\right)$ 欄中の C_3 の値に於て同時に條件式の滿足さるゝを知り, $C_1=2.55$, $k=0.656$

$$\therefore\quad h=\frac{N}{b\sigma_{ca}}C_1=80\,\mathrm{cm}\ (解答),\qquad \sigma_s=\frac{n(1-k-k')}{k}\sigma_{ca}=193\,\mathrm{kg/cm^2}\ (檢算)$$

iii) $A_s=90\,\mathrm{cm^2}$, $l=72\,\mathrm{cm}\ (+)$, $e_M=37\,\mathrm{cm}\ (-)$, $e(-)$, 先づ $\sigma_{ca}'=0$ を與へて,

$$式\ (17),\quad \frac{1}{C_3}\left(\frac{1}{2}C_1-C_3\right)=(l-e_M)\frac{b}{A_s}=39=49\left(\frac{12}{15}\right)$$

この場合 EF 面の增大により p の値が CD 面に關する p の値より小なるべきを推定し, 條件を $\sigma_c'=0$ 表に索めて e/h の代置計算により h を求むると,

$$p=0.006\left(\frac{15}{12}\right),\qquad \frac{e}{h}=0.195,\qquad C_1=1.69,\qquad C_3=0.0102\left(\frac{15}{12}\right)$$

式 (14), $0.5h-0.195h=l-e_M=35$

$$\therefore\quad h=115\,\mathrm{cm}\ (解答),\qquad \sigma_c=\frac{N}{bh}C_1=\frac{N}{A_s}C_3=20\,\mathrm{kg/cm^2}\ (檢算)$$

iv) $l=HE+EE_0+E_0G=93\,\mathrm{cm}\ (+)$, $e_M=40\,\mathrm{cm}\ (+)$, $e(+)$ σ_c 計算を適用して,

式 (15), $\frac{1}{2}C_1+C_2=(l+e_M)\frac{b\sigma_{ca}}{N}=0.917$, $p=0$ 欄に就て, $\frac{e}{h}=0.092$, $k=1.42$, $C_1=1.53$

式 (14), $0.5h+0.092h=l+e_M=133$

$\therefore \quad h=2.25\,\mathrm{m}$ (解答) 或は $h=\dfrac{N}{b\sigma_{ca}}C_1=2.22\,\mathrm{m}, \quad \sigma_c'=\left(1-\dfrac{1}{k}\right)\sigma_{ca}=30\,\mathrm{t/m^2}$ (検算)

4. 他の諸問題に對する算定表の適用

h を求むる問題以外の諸問題の解法に對しても總てその不定或は嚴正なるに應じて σ_c 式及 σ_s 式より適當に所要項を抽出せる形式に就て，對応する k の條件式を與へて計算すべきことは既に明らかであるから解式誘導を省略し，次にその二三例題に對し算定表を適用して解法を示す。

問　題 II.

$b,\ h,\ A_s,\ M$ 及 N が與へられるゝとき σ_c 及 σ_s (或は σ_c') の算定 (嚴正解)

算例 $b=100\,\mathrm{cm}, \quad h=40\,\mathrm{cm}, \quad 2A_s=2\times 50\,\mathrm{cm^2}, \quad N=80\,\mathrm{t}, \quad M=6.4\,\mathrm{tm}, \quad n=12$ を與へて σ_c 及 σ_s を求む。

解： $\dfrac{e}{h}=\dfrac{M}{Nh}=0.2, \qquad p=\dfrac{A_s}{bh}=0.0125=0.01\left(\dfrac{15}{12}\right)$ に對し， $C_1=1.5, \quad k=1.02$

$$\therefore \quad \sigma_c=\frac{N}{bh}C_1=30\,\mathrm{kg/cm^2}, \qquad \sigma_s=\frac{n(1-k-k')}{k}\sigma_c=-35\,\mathrm{kg/cm^2}\ (\text{圧応力})$$

問　題 III.

$b,\ h,\ M,\ N$ 及 σ_{ca} と σ_{sa} 或は σ_{ca} と σ_{ca}' が與へらるゝとき A_s の算定 (不定解)

算例 1： $b=50\,\mathrm{cm}, \quad h=75\,\mathrm{cm}, \quad M=13.5\,\mathrm{tm}, \quad N=80\,\mathrm{t}, \quad \sigma_{ca}=40\,\mathrm{kg/cm^2}, \quad \sigma_{ca}'\geqq 0$ 及 $n=10$ が與へらるゝとき p を求む。

解： $\dfrac{e}{h}=\dfrac{M}{Nh}=0.222, \quad C_1=\dfrac{bh\sigma_{ca}}{N}=1.88$ は表中 $k<1$ の領域にあるから，これを捨て $\sigma_c'=0$ 表に就き $e/h=0.222$ に應ずる $C_1=1.41$ 及 p を求めて，

$$p=0.014\left(\frac{15}{10}\right)=0.021\ (\text{解答}), \qquad \sigma_c=\frac{N}{bh}C_1=30\,\mathrm{kg/cm^2}\ (\text{検算}),$$

算例 2： $b=100\,\mathrm{cm}, \quad h=75\,\mathrm{cm}, \quad M=45\,\mathrm{tm}, \quad N=30\,\mathrm{t}, \quad \sigma_{ca}=50\,\mathrm{kg/cm^2}, \quad \sigma_{sa}=1\,200\,\mathrm{kg/cm^2}$ 及 $n=18$ を與へて p を求む。

解： $\dfrac{e}{h}=2.0, \quad C_1=12.5, \quad S_1=\dfrac{bh\sigma_{sa}}{N}=C_1\dfrac{\sigma_{sa}}{\sigma_{ca}}=300=250\left(\dfrac{18}{15}\right), \quad \dfrac{e}{h}=2.0$ の行に於て p の大なるべき右方位の S_1 を採り，

$$p=0.008\left(\frac{15}{18}\right)=0.0067\ (\text{解答}), \qquad k=0.364, \qquad \sigma_c=\frac{k}{n(1-k-k')}\sigma_{sa}=44\,\mathrm{kg/cm^2}\ (\text{検算})$$

問　題 IV.

$b,\ M,\ N$ 及 σ_{ca} と σ_{sa} 或は σ_{ca} と σ_{ca}' を與へて h 及 A_s の算定 (嚴正解)

算例 1： $b=50\,\mathrm{cm}, \quad M=40\,\mathrm{tm}, \quad N=21\,\mathrm{t}, \quad \sigma_{ca}=40\,\mathrm{kg/cm^2}, \quad \sigma_{sa}=1\,000\,\mathrm{kg/cm^2}, \quad n=15$ を與へて h 及 A_s を求む。

解： $k=\dfrac{0.92}{1+\sigma_{sa}/n\sigma_{ca}}=0.345, \qquad e=\dfrac{M}{N}=1.91\,\mathrm{m}, \qquad C_2=\dfrac{be\sigma_{ca}}{N}=18.2$

この k と C_2 の所在を算定表に索めて $\dfrac{e}{h}=1.73, \qquad p=0.006$

$$\therefore \quad h=e/\left(\frac{e}{h}\right)=1.1\,\mathrm{m}, \qquad A_s=pbh=33\,\mathrm{cm^2}$$

算例 2： 壁体の水平断面 1 m 幅に付き，豫定の断面先端より外方 35 cm に $N=160$ t，前方より後方に向ふ上部水平力による $M=88$ tm が作用するとき，$\sigma_{ca}=40$ kg/cm²，$\sigma_{ca}'=0$ 及 $n=12$ を指定して（前端応力を最大ならしむる如き）h 及 A_s を求む。

解： e が不明であるから式 (15) を $k=1$ に付き適用して，

$$l=35\text{ cm }(-),\quad e_M=\frac{M}{N}=55\text{ cm }(+),\quad e(-)$$

$$\frac{1}{2}C_1-C_2=(-l+e_M)\frac{b\sigma_{ca}}{N}=0.5,\qquad k=1$$

σ_c' 表より，　$C_1=1.06,\quad p=0.007\left(\frac{15}{12}\right)=0.0087\,5$

$$\therefore\quad h=\frac{N}{b\sigma_{ca}}C_1=66\text{ cm},\qquad A_s=pbh=58\text{ cm}^2$$