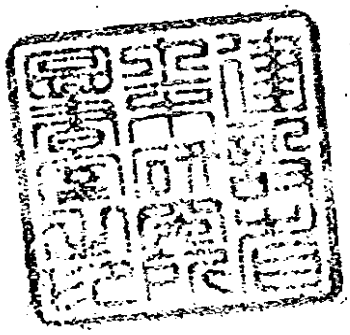
土木試驗所報告

第五十七號

本邦道路橋の重量（第2報）……内務技師　青木楠男… 1

コンクリート用骨材の性質竝に
之に基く骨材の所要量の決定……内務技師　金子　桂…25



昭和十五年十一月

内務省土木試驗所

建設省沼津支所圖書

分類	Ⅱ－K	番号	1－49
購入 年月日	年　月　日		

本邦道路橋の重量（第2報）

内務技師　青　木　楠　男

目　次

Ⅰ. 緒　言……（1）
Ⅱ. 鋼橋の鋼重……（2）
（1）上路鈑桁橋……（2）
（2）上路突桁式鈑桁橋……（4）
（3）上路直弦鋼構橋……（6）
（4）下路直弦鋼構橋……（7）
（5）下路曲弦鋼構橋……（8）
（6）鋼拱橋……（10）
Ⅲ. 鐵筋コンクリート橋のコンクリート量と鐵筋量……（13）
（1）T型鐵筋コンクリート單桁橋……（13）
（2）ゲルバー型鐵筋コンクリート桁橋……（16）
（3）鐵筋コンクリート連續桁橋……（19）
（4）鐵筋コンクリート拱橋……（21）
Ⅳ. 要　約……（22）

Ⅰ. 緒　言

本稿は主として昭和 3 年以降同 11 年迄に竣功せる本邦主要街路，國道竝に府縣道橋に關する資料に基きて，各種型式の橋梁に對する重量公式を求めたもので，嚮きに著者が土木試驗所報告第 32 號にて發表せる昭和 3 年以降同 8 年までに架設せられたる道路橋につきて求めたる重量公式を資料の增加によつて更正したものである．

本邦近代道路橋の發達を見るに，これを大體 3 期に分つことが出來；大正 9 年道路法實施以前のもの，實施以後昭和 3 年構造令細則案の內定せらるゝに至るまでのもの，昭和 3 年同細則案の實施以後のものこれである．

これ等の中昭和 3 年以前のものは其構造，能力等比較的統一せられず，構造令細則案に基きて設計せられたるものに比し幾分趣きを異にするやの感がある．從つて著者が本邦道路橋鋼重公式算出にあたつては，資料を主として昭和 3 年以降架設のものゝみに限定した．これに用ひたる資料の橋數は 440 橋である．

元來道路橋に於ては同一型式のものに於ても其幅員，主桁數，床部構造其他細部が多岐多樣に亙るが故に鐵道橋に於けるが如く，橋梁單位長當りの重量を，支間の函數として表示することは頗る困難である．從つてこの計算に於ても鋼重の表し方は從來の慣例にならひ單位橋面積當りの重量を支間の函數として表はすことゝし，橋面積としては有效橋面卽ち，有效幅員×支間（場合により徑間長）を採つた．

公式の算定に當つて，必要ある場合は同一型式のものゝ中に，主桁數，步道ブラケットの有無等によりて細分しなるべく重量變化の統一をはかることにつとめたるも，尙所期の結果を求め得ず，圖表上に現はれたる實數値の散在性甚しく，これ等を同一公式によつて表示せんとすることの無謀さを感ぜしむるものも尠くない．この不統一は一面に於ては道路橋，本來の性質上止むを得ざる事柄ならんも，他面に於ては從來道路橋設計に對する設計仕方書竝に設計標準の確固たるものなかりしことも其原因たることを免れないものと信ずる．

橋梁型の分類は鋼橋に於ては (1) 上路鈑桁橋 (2) 上路突桁式鈑桁橋 (3) 上路直弦鋼構橋 (4) 下路直弦鋼構橋 (5) 下路曲弦鋼構橋 (6) 鋼拱橋とし，鐵筋コンクリート橋に於ては (1) T型鐵筋コンクリート單桁橋 (2) 突桁式鐵筋コンクリート桁橋 (3) 鐵筋コンクリート連續桁橋 (4) 鐵筋コンクリート拱橋とし，必要に應じ街路橋，國道橋，府縣道橋の區別，上部水平構の有無，歩道ブラケットの有無，主桁數等による區別を明かならしめた．

鋼橋に對しては橋梁總鋼重 W (kg/m²) と主桁のみの鋼重 w (kg/m²) とを夫々支間 l (m) の函數として表はし，これ等の間の關係は孰れの場合も

$$W \text{ (又は } w)=al+b$$

の直線式にて示さるゝものと假定し定數 a 及 b を最少自乘法を以つて決定した．W (又は w) と l との關係を直線式以外のものとして取扱ふ場合あるも，この關係を複雜ならしめて正確なる結果を求むるにはあまりに實在の資料の圖表上に示す散在性甚しく，結局最も簡單なる直線式を採用するを最も賢明なりと認めた．

鐵筋コンクリート橋に對しては上記の W 及 w に代ふるに單位橋面積當りの主橋體用（欄干親柱等を除く）コンクリート體積 V_c (m³/m²) と鐵筋量 W_s (kg/m²) とを用ひた．

尙 W. w. V_c. W_s. 等の算出に當り，橋面有效面積及鋼重の採り方に各府縣より送附されたる資料の統計のとり方の相違から，幾分の不統一ありたるも大勢には關係なきものと信ずる．

II. 鋼 橋 の 鋼 重

(1) 上 路 鈑 桁 橋

上路鈑桁橋の鋼重公式算定のために蒐集したる資料は表−1 に掲ぐる 39 橋である．

これら 39 橋中 1〜4 は街路橋であつて 3 の本戸橋を除きては主桁數も他の道路橋に比較して多く其鋼重も甚だ大であるために一般鋼重公式の算定にはこれらを除外した．

5〜29 は國道橋又はこれに準ずべきもの，30〜39 は府縣道橋である．

兩者間には其自動車荷重繰壓機荷重等に於て相違ある爲鋼重に於いても何等かの差異の生ずべきことを豫期したるも，全然其傾向なく鋼重より見たる兩者の區別は困難である．依つて鋼重公式の算出は國府縣道橋を一括せるものを求めた．

此等 35 橋について其主桁數を見るに，中 4 橋が 4 又は 5 主桁を有するのみにて其他の 34 橋はすべて主桁數 2 である．主桁數の多きものは大體の傾向として主桁數 2 のものに比して鋼重大である．

又 7 の正條橋 8 の勝浦濱橋 30 の木間塚橋の 3 橋は歩道ブラッケットを有するためか幾分他のものに比して鋼重の增加せるを認める．

更に 9〜19 の 11 橋は臺灣總督府架設の橋梁であつて其型式は殆んど同一であり，且つ其鋼重が他の主桁 2 を使用せる內地の鈑桁橋に比して幾分大なることが認められる．この理由は橋梁規格が幾分異るところあらんも，むしろ細部構造上の取扱ひの差に基くものと考へる．

鋼重公式の算出には先づこれ等特殊の關係にあるものを區別せず，國府縣道橋 35 橋を一括しての重量公式を求むるとき

$$W=7.67\ l+61.6 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$w=7.06\ l+10.9 \quad \cdots\cdots (2)$$

表—1 上路鈑桁橋鋼重表

（一　等　橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間 l (m)	有効幅員 (m)	主桁 間隔 (m)	主桁 數	桁高 高 h (m)	桁高 l/h	縦桁 間隔 (m)	縦桁 數	總鋼重 (kg)	橋面 1m²當鋼重 (kg/m²) 全鋼重	主桁	床構	其他	床版用コンクリート (m³/m²)	摘要
1	北大路	京都	1	10.04	22.06	*	18	—	—	—	—	64,298	277	241	21	15	0.250	* 斜橋
2	北大路	京都	1	14.04	22.06	*	18	—	—	—	—	105,334	329	293	21	15	0.250	〃
3	本戸	東京	1	17.40	13.24	8.92	2	1.800	10	1.20	7	46,466	193	78	91	24	0.164	架出し桁を有す
4	石津川	大阪	1	18.00	25.00	2.90	9	1.450	12	1.45	8	130,750	278	185	72	21	0.250	

備考　*歩道下 2.5m　車道下 1.8m　軌道下 0.7m

（二　等　橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間 l (m)	有効幅員 (m)	主桁 間隔 (m)	主桁 數	桁高 高 h (m)	桁高 l/h	縦桁 間隔 (m)	縦桁 數	總鋼重 (kg)	橋面 1m²當鋼重 (kg/m²) 全鋼重	主桁	床構	其他	床版用コンクリート (m³/m²)	摘要
5	圓寺	滋賀	2	14.580	12.00	2.70	5	0.950	15	1.35	4	44,000	198	134	48	16	0.218	
6	江合	宮城	2	16.800	7.50	6.00	2	1.410	12	1.50	3	20,744	161	87	36	38	0.260	
7	正條	兵庫	2	18.500	7.60	6.00	2	1.600	12	2.00	2	29,116	202	—	—	—	0.226	兩側11.1m架出桁あり
8	勝浦	徳島	2	18.700	7.30	4.27	2	1.700	11	1.45	2	29,800	212	113	—	—	0.213	歩道架出桁を有す
9	大平	愛媛	2	19.304	5.00	4.50	2	1.500	13	1.50	2	145,260	241	185	47	19	0.250	1.4m丈
10	磯越	愛媛	2	19.304	5.00	4.35	2	1.500	13	1.40	2	121,050	242	184	47	19	0.225	
11	築穂	愛媛	2	19.545	5.00	4.30	2	1.500	13	1.40	2	231,600	230	186	47	9	0.243	
12	北港	愛媛	2	19.545	5.00	4.30	2	1.500	13	1.40	2	247,300	224	173	48	9	0.230	
13	平和	愛媛	2	19.545	5.00	4.30	2	1.500	13	1.40	2	267,553	243	180	46	21	0.210	
14	君ケ代	愛媛	2	19.545	5.45	4.50	2	1.500	13	1.50	2	1,048,030	219	170	44	9	0.221	
15	八千代	愛媛	2	19.545	5.00	4.30	2	1.500	13	1.40	2	283,820	236	184	47	9	0.225	
16	東石	愛媛	2	19.545	5.00	4.20	2	1.600	12	1.40	2	258,830	235	184	47	9	0.225	
17	船頭	愛媛	2	19.545	5.00	4.20	2	1.600	12	1.40	2	211,770	235	184	47	9	0.225	
18	千代	愛媛	2	19.545	5.00	4.20	2	1.600	12	1.40	2	141,820	236	184	47	9	0.225	
19	巌	愛媛	2	19.545	5.00	4.20	2	1.600	12	1.40	2	235,860	235	184	47	9	0.225	
20	高砂	東京	2	19.600	7.50	4.50	2	1.450	14	1.50	2	28,732	184	100	36	48	0.184	
21	大利根	茨城	2	20.000	7.50	2.50	2	1.660	12	1.25	3	39,300	262	181	31	50	0.171	
22	秋田大	秋田	2	20.000	7.50	6.50	2	1.600	12	1.30	4	305,000	203	120	66	18	0.175	
23	千鳥	愛知	2	20.400	12.00	8.60	2	1.610	13	1.43	5	94,764	187	93	84	16	0.135	歩車道の區別あり
24	名取	宮城	2	20.840	7.50	7.28	2	1.450	14	1.70	—	31,865	202	108	34	60	0.170	1.86m架出桁あり
25	白石	宮城	2	20.840	7.50	7.28	2	1.450	14	1.70	—	31,111	196	107	34	55	0.173	
26	青岩	岩手	2	21.000	6.00	5.60	2	1.700	12	1.40	3	236,700	209	—	—	—	0 250	
27	千代	鳥取	2	21.840	7.50	6.80	2	1.510	14	1.70	3	33,701	201	136	57	8	0.180	
28	神流川	埼玉	2	22.200	7.50	—	2	1.540	14	—	—	36,611	214	—	—	—	0.187	
29	寶殿	福井	2	25.200	9.00	2.80	4	1.200	21	—	—	59,386	242	208	16	18	0.255	斜橋

（三　等　橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間 l (m)	有効幅員 (m)	主桁 間隔 (m)	主桁 數	桁高 高 h (m)	桁高 l/h	縦桁 間隔 (m)	縦桁 數	總鋼重 (kg)	橋面 1m²當鋼重 (kg/m²) 全鋼重	主桁	床構	其他	床版用コンクリート (m³/m²)	摘要
30	本間塚	宮城	3	12.04	4.51	2.75	2	0.910	13	—	—	160,725	151	92	41	23	0.161	兩側1.10m架出桁
31	相川	徳島	3	13.30	3.66	3.05	2	0.915	15	1.75	1	6,960	138	—	—	—	0.171	
32	坂喜	徳島	3	13.40	4.60	3.94	2	0.915	15	1.00	3	9,400	144	80	56	8	—	
33	鳥飼	山口	3	13.60	6.56	1.84	4	0.700	19	—	—	240,890	160	137	—	26	0.180	
34	小戸木三	重	3	17.50	5.40	4.50	2	1.360	13	1.60	2	16,843	170	117	43	11	0.170	
35	鳥海	宮城	3	17.91	5.50	4.80	2	1.260	14	1.60	2	172,166	145	89	55	—	0.176	
36	中角	福井	3	17.95	5.50	1.60	4	1.200	15	—	—	25,702	254	—	—	—	0.210	
37	美濱	滋賀	3	18.20	3.60	3.00	2	1.110	16	1.50	1	51,720	197	157	9	32	0.167	
38	三国	茨城	3	18.85	5.50	4.50	2	1.370	14	1.52	2	18,722	174	108	32	34	0.200	
39	高屋	徳島	3	25.00	5.50	4.50	2	1.800	14	0.75	2	33,700	239	—	—	—	—	

適用範圍　等級　二，三等橋　支間 12.04～25.2 m　幅員 3.6～12.0 m　主桁數 2～5

となる．

今表—1 に於て歩道ブラッケットを有する 7, 8, 23, 30, 主桁數 3 以上なる 29, 33, 36, 臺灣總督府の架設にかゝる 9～19 竝に他橋に比して著しく鋼重大なりと認めらるゝ 39 を除きて鋼重公式を求むるとき

$$W=7.80\,l+34.0 \quad \cdots\cdots(3)$$

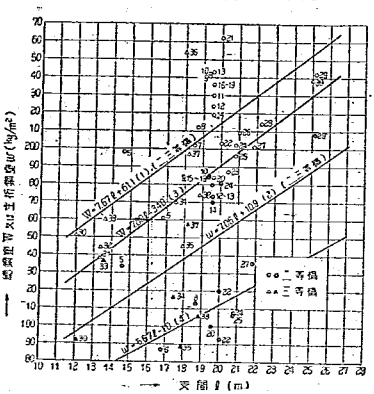
$$w=5.67\,l-1.0 \quad \cdots\cdots(4)$$

適用範圍　等級　二，三等橋　支間 13.3～22.2 m　幅員 3.6～12.0 m　主桁數 2　歩道ブラッケット　無

となる．

圖—1 は (1) (2) (3) (4) の公式と實鋼重との關係を示すものである．同圖中に示された×印は土木試驗所報告第三十號に記載の國道鈑桁橋標準設計案の鋼重である．

圖—1　上路鈑桁橋の鋼重



(2)　上路突桁式鈑桁橋

ゲルバー型鈑桁橋に於ては架橋地點の狀況に應じ其徑間數を著しく異にし，徑間數の異る毎に應力關係に相違を生ずるが故に其鋼重公式も徑間數の同一なるもの毎に求むべきである．而して鋼重の表はさるべき支間長 l としては多數徑間中の孰れを採るべきかについては議論の存するところであるが，本編に於ては同一徑間數にして鉸の位置が類似せるものにありては全支間長を採用し，徑間數同一のもの僅少にして各種徑間數のものを混合して鋼重公式を求むる場合には各橋の平均支間長を採つた．

上路突桁式鈑桁橋の資料としては表—2 に示す 43 橋を用ひた．中街路橋 13 橋，國道橋 20 橋，府縣道橋 10 橋である．これを徑間數別に其橋數を分類するとき下表の如くである．

徑間數	3	5	7	9	11	13	16	17	20	23	57
橋　數	18	6	4	5	2	2	1	1	1	1	1

從つて同一徑間數のものを纏めて鋼重公式を求むるには，徑間數 3 のものゝほかは資料充分なりと云ひ難い．今橋梁の階級を度外視し 3 徑間突桁式鈑桁橋の 重量公式を求むれば (5) 式及 (6) 式の如くである．この場合の l は橋梁の全支間長を採つてをる．

$$W=4.79\,l-85.65 \quad \cdots\cdots(5)$$

$$w=3.83\,l-111.59 \quad \cdots\cdots(6)$$

適用範圍　等級　一，二，三等　支間 48.3～162.56 m　幅員 5.5～25.0 m　主桁數 2～10　徑間數 3

圖—2 は (5) 及 (6) 式と實鋼重との關係を圖示したものである．

次に橋梁の階級毎に其徑間數を論せず，其平均支間長を基として鋼重公式を求むるとき次の如き結果が求められる．

表—2 突桁式鈑桁橋鋼重表

（一　等　橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間 全支間	徑間數	平均支間	碇着桁*	突臌	吊桁	有効幅員 (m)	主桁 間隔(m)	主桁 數	縦桁 間隔(m)	縦桁 數	總鋼重 (kg)	橋面1m²當り鋼重(kg/m²) 全鋼重	主桁	床構	其他	床版用コンクリート (m³/m²)	摘要
1	嶽下	宮崎	1	67.67	3	22.56	20.12	6.26	14.9	12.7	2.54	6	—	—	213,440	248	181	—	67	0.192	
2	豎川	大阪	1	75.00	3	25.00	22.00	6.50	18.0	27.3	2.85	10	1.43	11	715,000	350	—	—	—	0.300	軌道
3	羽衣	清水市	1	75.60	3	25.20	20.00	8.84	17.91	11.0	3.30	4	1.65	3	228,600	272	197	43	34	0,197	
4	中川大	東京市	1	115.00	3	38.30	35.50	8.50	27.00	22.0	3.40	6	1.70	9	862,000	336	225	61	28	0.170	
5	天滿	大阪市	1	150.00	3	50.00	—	13.00	35.00	22.0	6.80	6	—	—	2699,000	840	560	173	88	0.230	
6	兩國	東京市	1	162.56	3	54.20	50.20	18.64	25.00	24.0	6.05	4	1.52	16	2,660,746	670	523	141	18	0.160	
7	高野	京都	1	55.00	5	11.00	{11.20 3.40	2.60	10.2	22.0	2.20	11	—	—	314,110	260	—	—	—	0.210	軌道
8	尾竹	東京市	1	119.16	5	23.83	24.32	5.48	16.40	10.0	4.50	3	1.50	4	314,360	264	—	—	—	0.202	
9	吹田	大阪府	1	124.50	5	25.00	26.80	4.40	18.00	20.99	2.70	8	—	—	659,000	264	187	40	26	0.234	
10	新大	島根	1	140.00	5	28.00	29.00	7.00	18.00	12.20	2.20	6	—	—	557,844	327	300	—	62	0.315	
11	御幸	廣島	1	141.60	7	20.23	{21.20 17.80	4.50	12.20	22.00	1.65	14	—	—	996,260	320	—	—	—	0.252	
12	渡津	朝鮮	1	161.05	7	23.00	19.50	4.97	15.05	18.0	3.65	3	—	9	863,800	298	143	95	60	0.183	軌道
13	長柄	大阪市	1	651.00	20	33.00	33.44	7.95	17.54	20.0	5.16	4	1.29	13	4,458,000	325	200	92	30	0.157	

（二　等　橋）

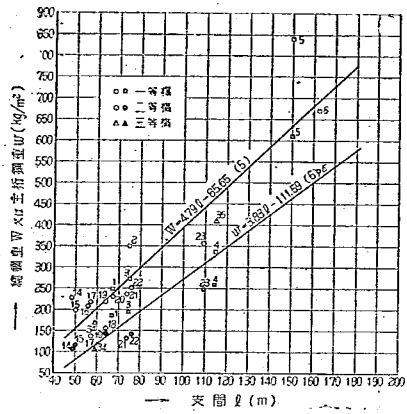
番號	橋名	所在地	等級	支間 全支間	徑間數	平均支間	碇着桁*	突臌	吊桁	有効幅員 (m)	主桁 間隔(m)	主桁 數	縦桁 間隔(m)	縦桁 數	總鋼重 (kg)	橋面1m²當り鋼重(kg/m²) 全鋼重	主桁	床構	其他	床版用コンクリート (m³/m²)	摘要
14	萬代	岩手	2	48.30	3	16.10	14.70	4.20	10.50	7.50	6.00	2	—	4	82,650	228	—	—	—	0.226	
15	天野川	滋賀	2	50.00	3	16.70	—	3.56	9.88	5.50	4.80	2	1.20	3	54,156	197	120	67	18	—	
16	犀川	岐阜	2	56.00	3	18.67	16.00	5.00	14.00	7.50	4.50	2	1.50	4	87,820	209	114	64	30	0.181	
17	志村	東京	2	57.00	3	19.00	17.00	7,00	9.00	25.00	3.00	9	1.50	9	310,300	218	135	52	31	0.207	斜橋
18	堤	青森	2	64.00	3	21.33	19.00	7.04	11.92	7.50	—	—	—	—	74,000	154	—	—	—	—	
19	土浦	茨城	2	64.40	3	21.50	24.20	4.70	16.00	12.00	3.00	4	1.50	3	170,300	218	143	42	38	0.180	
20	明石大	兵庫	2	67.60	3	22.53	17.90	7.20	17.40	13.00	3.00	5	—	—	202,360	230	—	—	—	0.170	
21	新川大	愛知	2	74.00	3	24.70	—	6.00	18.00	11.00	7.00	2	1.75	4	195,276	236	133	81	26	0.206	
22	新梯大	石川	2	76.00	3	25.33	—	7.82	15.40	7.50	8.00	2	1.44	6	146,640	250	141	89	24	0.240	
23	小臺	東京	2	109.30	3	36.43	31.40	11.25	24.00	7.50	2.60	3	1.30	2	290,270	354	247	62	45	0.197	
24	三日月	愛知	2	153.00	5	30.60	{34.50 25.00	8.00	18.50	11.0	3.00	4	—	8	628,550	375	221	75	62	0.182	
25	白鷺	臺灣	2	200.00	7	28.60	28.56	7.95	12.66	5.0	4.30	2	1.43	2	286,730	286	—	—	—	0.237	
26	一色大	愛知	2	203.00	7	29.00	30.90	7.00	27.00	11.00	3.00	4	—	—	838,476	375	258	—	93	0.188	
27	綠川	熊本	2	255.70	8	32.00	34.40	8.60	17.20	7.50	6.40	2	1.60	3	490,780	255	190	62	26	0.202	
28	國昌	大阪府	2	179.00	9	20.00	20.60	3.20	14.20	7.5	3.00	3	—	—	330,000	230	154	62	26	0.242	
29	塔津	朝鮮	2	264.00	9	29.40	28.00	6.00	20.40	5.50	4.50	2	1.60	3	361,170	249	—	—	—	0.210	
30	碑島	福島市	2	306.00	11	27.80	29.00	7.00	15.00	7.50	6.00	2	1.50	3	472,200	206	142	48	21	0.189	
31	三橋大	朝鮮	2	380.80	13	29.30	28.00	5.90	20.20	7.00	6.00	2	1.50	3	644,837	242	—	—	—	0.200	
32	御幸	京都	2	612.29	23	26.62	29.00	7.00	15.00	11.00	9.60	2	1.60	5	1497,580	222	—	—	—	1.032	
33	洛東	朝鮮	2	1060.00	57	18.60	{17.00 12.25	4.00	12.40	8.40	3.40	3	—	—	1473,500	165	—	—	—	0.197	

（三　等　橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間 全支間	徑間數	平均支間	碇着桁*	突臌	吊桁	有効幅員 (m)	主桁 間隔(m)	主桁 數	縦桁 間隔(m)	縦桁 數	總鋼重 (kg)	橋面1m²當り鋼重(kg/m²) 全鋼重	主桁	床構	其他	床版用コンクリート (m³/m²)	摘要
34	大正	茨城	3	59.40	3	19.80	17.70	5.00	14.00	5.5	4.50	2	1.50	2	54,900	168	113	27	28	0.194	
35	辨天	長野	3	115.00	3	38.30	—	8.00	29.00	5.5	6.00	2	2.00	2	258,440	408	—	—	—	0.248	
36	幸久	茨城	3	114.41	5	23.00	22.00	5.00	12.00	5.5	4.50	2	1.50	2	117,900	187	128	34	25	0.190	
37	川畑	京都	3	207.02	9	23.00	24.50	6.74	11.02	5.5	4.00	2	2.00	1	217,000	191	—	—	—	0.175	
38	曾江谷	德島	3	215.00	9	23.89	{25.00 20.00	5.00	15.00	5.5	—	2	—	2	236,800	202	117	49	19	0.190	
39	文知摺	福島市	3	238.00	9	26.50	28.00	6.74	14.52	6.0	5.00	2	1.68	2	354,393	248	165	50	27	0.183	
40	梓	長野	3	268.40	11	24.40	24.40	4.70	15.00	5.5	4.50	2	1.50	2	295,860	199	—	—	—	—	
41	昭陽	朝鮮	3	396.94	13	30.53	{28.70 24.62	6.40	21.10	5.5	4.20	2	1.40	2	545,200	250	—	—	—	0.193	
42	上條	愛知	3	427.58	16	26.70	27.28	6.55	14.18	5.5	4.80	2	1.60	2	547,133	232	162	47	24	0.163	
43	草戸大	廣島	3	365.00	17	21.53	{22.00 18.00	4.50	13.00	5.5	5.00	2	1.25	3	425,550	211	—	—	—	0.230	

備考　* 碇着桁の欄に 2種の支間長の記載されたるものにては、上段は中間着桁、下段は橋臺寄の端桁着桁の支間長を示す。

圖—2　3 徑間突桁式鈑桁橋の鋼重



一等橋　$W=12.74\,l-4.42$ ……(7)

$w=11.84\,l-114.09$ ……(8)

適用範圍　平均支間長 11.0～54.2 m　幅員 10.0～27.3 m　徑間數 3～20　主桁數 3～14

二等橋　$W=7.23\,l+66.23$ ……(9)

$w=6.57\,l+1.20$ ……(10)

適用範圍　平均支間長 16.1～36.43 m　幅員 5.0～25.0 m　徑間數 3～57　主桁數 2～9

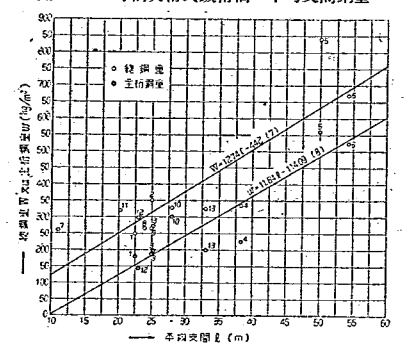
三等橋　$W=7.78\,l+20.2$ ……(11)

$w=7.75\,l-48.86$ ……(12)

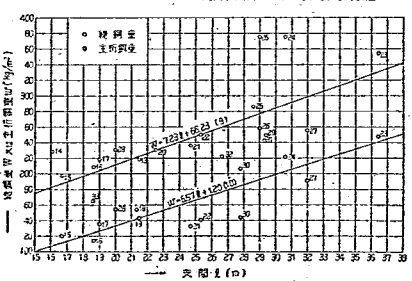
適用範圍　平均支間 19.8～30.53 m　幅員 5.5～6.0 m　徑間數 3～17　主桁數 2

これらの 6 公式を圖表に示し，實鋼重との關係を明かにせるものが，圖—3，圖—4，圖—5 である．

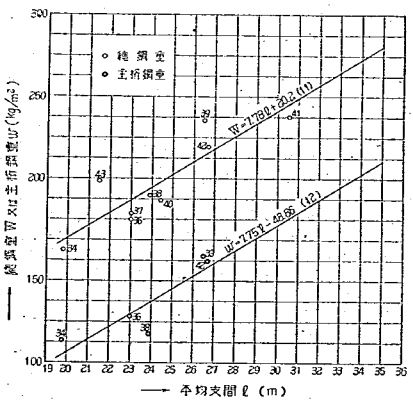
圖—3　一等橋突桁式鈑桁橋の平均支間鋼重



圖—4　二等橋突桁式鈑桁橋の平均支間鋼重



圖—5　三等橋突桁式鈑桁橋の平均支間鋼重



(3)　上路直弦鋼構橋

上路直弦鋼構橋の架設せらるゝ場合比較的稀きためか，道路橋輯覽編纂にあたつて蒐集されたる資料は他の橋種に比して極めて少く，鋼重公式算定に供したるものも表—3 鋼構橋鋼重表に示した 9 橋にすぎない．

同表上路直弦構橋の二等橋，三等橋を通じて 2 及 5 がプラット型を採用せるのみにして他はすべてワーレン型構橋である．鋼重公式の算定には型式の相違はこれを度外視した．支間は 3 の上山橋の 14.8 m を最少

とし宮ノ原橋の 63.5 m を最大とする橋の高さと支間との比率は 6 の湯本橋 8 の船木橋の$\frac{1}{10}$及$\frac{1}{11.5}$を除けばすべて$\frac{1}{10}$以上にして$\frac{1}{8.5}$～$\frac{1}{5.7}$である．

これらの橋橋につきて求めた鋼重公式は

$$W=6.11\,l+50.2 \quad \cdots\cdots(13)$$

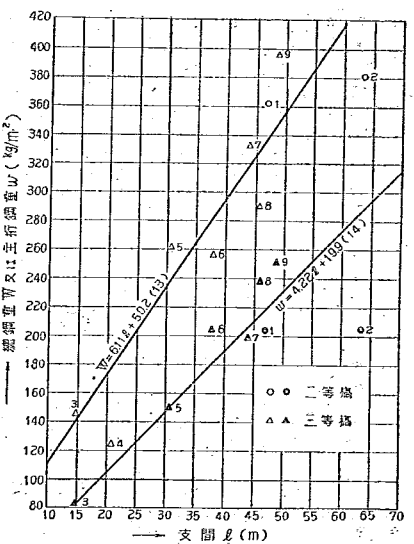
$$w=4.22\,l+19.9 \quad \cdots\cdots(14)$$

適用範圍　等級　二，三等橋　支間 14.8～63.5 m　幅員 3.6～6.57 m　主桁數 2

となる．

圖—6 は (13) 及 (14) 式と實鋼重との關係を示したものである．

圖—6　上路直弦鋼構橋の鋼重



（4）下路直弦鋼構橋

下路直弦鋼構橋の資料として蒐集したものは表—3 鋼構橋重量表に示した 20 橋であるが，中 18 橋は三等橋であり，僅かに 11, 12 の 2 橋か二等橋として擧げられてをる．鋼重公式の算出にはこの二等橋を除外し三等橋についてのみ行つたが，これらの二等橋は孰れも圖表上に現はれたところでは三等橋の圖上散在の圍内にある．從つて求められた鋼重公式は二等橋に對しても充分なる適應性を有するものと考へる．一般に下路鋼構橋の鋼重公式は上部水平構を有するものと然らざるものとに區分するを常とするも，表—3 に揭げたる三等橋 18 橋中上部水平構を有するものは 28, 29, 31 の 3 橋にすぎず，且つ其鋼重も上部水平構を有せざる他のものと著しき差なきが故にこゝに兩者を一括して鋼重公式を求めた．

$$W=4.86\,l+104.3 \quad \cdots\cdots(15)$$

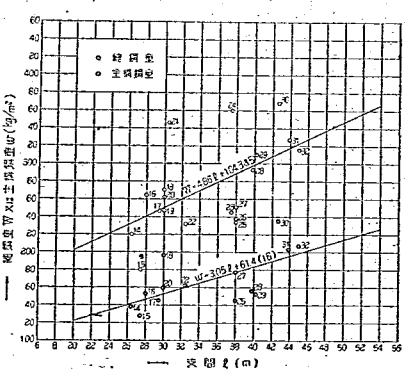
$$w=3.73\,l+28.7 \quad \cdots\cdots(16)$$

適用範圍　等級　三等　支間 26.4～45.0 m

幅員 3.64～8.5 m　主構數 2

(15) 及 (16) 式と實鋼重との關係を示したものが圖—7 である．

圖—7　下路直弦鋼構橋の鋼重（三等橋）



（5）下路曲弦鋼構橋

下路曲弦鋼構橋の資料として蒐集したものは，表—4 曲弦鋼構橋鋼重表に揭げた 43 橋である．中街路橋は 1 橋，國道橋 15 橋，府縣道橋 27 橋である．鋼重公式は街路橋は除き，二等橋及三等橋につきて各個に求めた．

表—3 直弦鋼構橋鋼重表

上路直弦（二等橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間 (l)	有効幅員 (m)	主構中心間隔 (m)	トラス型式	主構高 h (m)	主構高 l/h	格間 格間長 (m)	格間 格間數	縦桁 間隔 (m)	縦桁 數	總鋼重 (kg)	橋面1m²當鋼重 (kg/m²) 全鋼重	主構	床構	其他	床版用コンクリート (m³/m²)	摘要
1	白川	滋賀	2	47.20	6.10	6.57	ワーレン	5.80	8.1	4.72	10	1.372	5	106,300	362	204	103	55	0.200	
2	宮ノ原	新潟	2	63.50	5.15	4.50	プラット	7.50	8.5	—	—	—	—	125.780	381	205	39	57	0.178	

上路直弦（三等橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間 (l)	有効幅員 (m)	主構中心間隔 (m)	トラス型式	主構高 h (m)	主構高 l/h	格間 格間長 (m)	格間 格間數	縦桁 間隔 (m)	縦桁 數	總鋼重 (kg)	橋面1m²當鋼重 (kg/m²) 全鋼重	主構	床構	其他	床版用コンクリート (m³/m²)	摘要
3	上山	德島	3	14.80	3.70	3.00	ワーレン	2.50	5.90	3.70	4	—	1	8,050	145	83	37	25	0.190	
4	長安	德島	3	20.72	3.60	3.05	ワーレン	3.05	6.80	5.18	4	—	1	9,410	124	—	—	—	0.184	
5	鯉	三重	3	30.94	4.55	4.12	プラット	5.20	5.95	4.42	7	—	—	37,430	261	150	91	20	0.185	
6	湯本	和歌山	3	38.00	4.00	3.30	ワーレン	3.80	10.00	3.80	10	1.100	2	39,860	256	204	32	19	0.226	
7	七保大	三重	3	44.00	4.57	4.57	ワーレン	6.40	6.90	5.50	8	—	—	67,530	332	199	102	31	0.230	
8	鈴木	三重	3	45.80	4.50	3.14	ワーレン	4.00	11.50	4.58	10	1.500	4	119,800	290	238	63	41	—	
9	野後	三重	3	48.80	5.50	5.50	ワーレン	8.55	5.70	6.10	8	0.915	7	106,930	396	251	119	26	0.190	

上路曲弦

番號	橋名	所在地	等級	支間 (l)	有効幅員 (m)	主構中心間隔 (m)	トラス型式	主構高 h (m)	主構高 l/h	格間 格間長 (m)	格間 格間數	縦桁 間隔 (m)	縦桁 數	總鋼重 (kg)	橋面1m²當鋼重 (kg/m²) 全鋼重	主構	床構	其他	床版用コンクリート (m³/m²)	摘要
10	梁川	山梨	2	42.00	6.50	5.00	ワーレン	6.00	7.00	5.25	8	1.400	6	85,000	311	198	80	33	0.210	

下路直弦（二等橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間 (l)	有効幅員 (m)	主構中心間隔 (m)	トラス型式	主構高 h (m)	主構高 l/h	格間 格間長 (m)	格間 格間數	縦桁 間隔 (m)	縦桁 數	總鋼重 (kg)	橋面1m²當鋼重 (kg/m²) 全鋼重	主構	床構	其他	床版用コンクリート (m³/m²)	摘要
11	銀橋	名古屋市	2	22.80	5.50	—	ワーレン	—	—	2.28	10	—	—	29,000	225	106	100	19	0.147	
12	本突戸	東京	2	33.00	13.24	—	ワーレン	—	—	—	—	—	—	105,238	234	112	101	21	0.157	

下路直弦（三等橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間 (l)	有効幅員 (m)	主構中心間隔 (m)	トラス型式	主構高 h (m)	主構高 l/h	格間 格間長 (m)	格間 格間數	縦桁 間隔 (m)	縦桁 數	總鋼重 (kg)	橋面1m²當鋼重 (kg/m²) 全鋼重	主構	床構	其他	床版用コンクリート (m³/m²)	摘要
13	流山	千葉	3	17.12	5.50	—	ワーレン	3.00	5.70	2.80	6	1.20	5	138,000	60	—	—	—	0.280	
14	金屋	和歌山	3	26.40	4.50	4.93	ワーレン	2.70	10.10	3.30	8	1.30	4	26,787	220	138	63	19	0.181	
15	津留	三重	3	27.40	4.55	5.25	ワーレン	2.74	10.00	2.74	10	—	—	23,130	180	128	39	13	0.200	縦桁を使用せず
16	大平	福岡	3	28.00	4.50	5.18	ワーレン	3.50	8.00	3.50	8	1.15	5	34,000	264	153	86	24	0.230	
17	中畑	愛知	3	29.50	4.50	5.40	ワーレン	2.95	10.00	2.95	10	1.58	4	377,575	246	145	75	38	0.180	
18	福井	和歌山	3	30.00	4.00	4.60	ワーレン	3.00	10.00	3.00	10	1.20	4	32,600	270	196	54	22	0.200	
19	太郎	岡山	3	30.00	4.85	5.75	ワーレン	3.25	9.20	5.00	6	1.50	4	36,793	247	—	—	—	0.161	
20	大澤	東京	3	30.00	5.50	6.50	ワーレン	4.00	7.50	3.75	8	1.40	5	44,205	262	159	43	60	0.192	
21	靜內	北海道	3	30.50	5.50	6.00	ワーレン	3.00	10.03	3.00	10	1.25	5	360,900	346	—	—	—	0.150	
22	植柳	熊本	3	32.50	4.00	4.70	ワーレン	—	—	—	6	—	—	31,403	237	162	65	10	0.150	
23	田井	岡山	3	37.50	5.40	—	ワーレン	—	—	—	8	—	—	50,250	245	—	—	—	—	
24	長濱大	愛媛	3	37.50	5.50	6.50	ワーレン	4.00	9.40	3.75	10	—	—	372,040	360	—	—	—	0.170	
25	周匝	岡山	3	38.00	5.40	6.50	ワーレン	4.00	9.50	—	8	1.55	4	48,757	234	145	75	14	0.167	
26	觀音	岡山	3	38.00	5.40	6.50	ワーレン	4.00	9.50	4.75	8	—	—	198,210	237	—	—	—	0.180	
27	前川	熊本	3	38.00	4.00	4.70	ワーレン	—	—	—	7	—	—	38,667	251	177	64	10	0.150	
28	日高	福岡	3	39.80	8.50	9.50	ワーレン	7.01	5.70	—	9	1.17	—	101,200	293	156	107	30	0.270	上部水平構を有す
29	春	滋賀	3	40.20	3.64	—	プラット	5.80	7.00	—	8	1.07	—	46,200	310	152	98	60	0.190	〃
30	野々口	三重	3	42.67	4.55	—	プラット	6.70	6.40	—	—	—	—	72,510	368	235	100	33	0.300	
31	鏡瀬	福岡	3	43.90	4.50	5.14	プラット	6.40	6.90	1.18	—	—	—	64.600	327	203	105	19	0.240	上部水平構を有す
32	片門	福島	3	45.00	4.00	5.00	プラット	6.00	7.50	5.00	9	1.50	3	57,470	315	207	70	43	0.210	

表—4 曲弦鋼構橋鋼重表

下路曲弦（一等橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間(l)	有効幅員(m)	主構中心間隔(m)	トラス型式	主構高 h(m)	主構高 h/l	格間 格間長(m)	格間 格間數	縦桁 間隔(m)	縦桁 數	總鋼重(kg)	橋面1m²當鋼重(kg/m²) 全鋼重	主構	床構	其他	床版用コンクリート(m³/m²)	摘要
33	札ノ辻	東京市	1	52.73	21.818	13.00	プラット	9.65	5.50	5.50	10	—	15	693,506	577	276	235	82	0.244	

下路曲弦（二等橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間(m)	有効幅員(m)	主構中心間隔(m)	トラス型式	主構高 h(m)	主構高 h/l	格間 格間長(m)	格間 格間數	縦桁 間隔(m)	縦桁 數	總鋼重(kg)	橋面1m²當鋼重(kg/m²) 全鋼重	主構	床構	其他	床版用コンクリート(m³/m²)	摘要
34	玉川	秋田	2	48.00	6.50	7.20	ワーレン	8.00	6.00	6.000	8	1.800	3	110,333	350	184	86	80	0.230	
35	仁淀川	高知	2	49.38	5.50	6.70	ワーレン	8.53	5.80	6.550	8	0.965	7	812,795	396	—	—	—	0.210	
36	千鳥	愛知	2	50.00	12.00	8.60	ワーレン	9.00	5.60	5.000	10	1.570	6	560,513	306	182	92	38	0.135	
37	阿武隈	宮城	2	55.00	6.50	7.15	ワーレン	8.50	6.50	5.500	10	—	—	124,425	372	234	85	53	0.201	
38	山利	秋田	2	57.60	6.50	7.20	ワーレン	9.60	6.50	7.200	8	2.300	3	148,130	387	228	93	66	0.180	
39	日野	鳥取	2	59.50	6.40	7.30	ワーレン	10.00	5.95	5.950	10	1.375	5	157,777	404	277	116	11	0.165	
40	錦岩	岡鹿	2	60.00	5.50	6.50	ワーレン	10.00	6.00	6.000	10	1.500	4	221,980	332	—	—	—	0.174	
41	緑磨川	熊本	2	60.00	7.25	8.50	ワーレン	9.50	6.30	6.000	10	—	—	161,490	366	213	96	57	0.184	
42	北島	和歌山	2	60.50	11.00	7.00	ワーレン	10.00	6.10	6.050	10	1.500	9	1,841,600	270	193	87	56	0.199	
43	秋田大	秋田	2	62.00	7.50	8.50	ワーレン	9.50	6.50	6.200	10	1.250	7	1,162,800	410	250	107	60	0.175	
44	大利根	茨城	2	62.00	7.50	8.60	ワーレン	9.35	6.60	6.200	10	1.250	7	191,300	405	235	109	61	0.170	
45	名寄大	北海道	2	65.00	6.00	7.00	ワーレン	9.00	7.20	6.500	10	1.200	6	554,160	469	213	100	160	0.210	
46	深川	北海道	2	65.00	5.50	6.50	ワーレン	9.00	7.20	6.500	10	—	—	142,320	423	—	—	—	0.167	
47	錦江	岡鹿	2	66.00	6.00	6.80	ワーレン	10.50	6.28	6.600	10	1.140	6	207,200	490	314	120	56	0.179	
48	高雲	岡鹿	2	68.20	6.00	6.89	プラット	11.00	6.20	6.200	11	1.300	5	401,400	483	—	—	—	0.190	

下路曲弦（三等橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間(l)	有効幅員(m)	主構中心間隔(m)	トラス型式	主構高 h(m)	主構高 h/l	格間 格間長(m)	格間 格間數	縦桁 間隔(m)	縦桁 數	總鋼重(kg)	橋面1m²當鋼重(kg/m²) 全鋼重	主構	床構	其他	床版用コンクリート(m³/m²)	摘要
49	大原	長野	3	30.00	4.60	5.50	ポーストリング	3.00	10.00	5.000	6	1.400	4	205,000	290	206	81	10	—	
50	藤波	岐阜	3	39.63	4.57	5.50	ポーストリング	7.00	5.65	3.963	10	1.067	5	60,873	330	171	95	54	0.100	
51	鞭波	滋賀	3	39.70	4.55	5.64	プラット	7.31	5.45	4.411	9	1.067	5	53,800	294	—	—	—	0.180	
52	舟小屋	福岡	3	40.25	5.50	6.40	ワーレン	8.55	4.70	—	8	0.914	8	87,100	390	251	120	19	0.216	
53	日影	宮崎	3	43.00	5.48	6.25	ワーレン	7.50	5.70	5.475	8	—	—	84,485	354	221	90	43	0.172	
54	鷹羽	福岡	3	44.00	8.83	9.60	プラット	9.50	4.65	5.500	8	1.600	6	125,764	319	149	110	65	0.180	
55	長井	山形	3	45.60	5.50	6.30	ワーレン	7.50	6.16	5.700	8	1.800	3	84,500	330	179	81	70	0.222	
56	東鰻	鹿児島	3	48.80	5.55	6.80	ワーレン	8.00	6.10	6.100	8	—	—	295,000	360	213	11	136	0.190	
57	下田	岐阜	3	50.00	5.50	6.50	ワーレン	8.50	5.90	5.000	10	1.350	3	106,600	332	221	115	46	0.170	
58	釜口	長野	3	51.80	5.50	6.50	ポーストリング式	8.50	6.30	3.700	14	1.600	4	155,000	330	250	81	46	0.230	
59	水前	長野	3	54.00	5.50	6.40	プラット	9.00	6.00	4.900	11	1.300	5	621,187	413	237	93	87	0.210	
60	熊野大	和歌山	3	54.00	6.00	7.00	ワーレン	8.30	6.50	5.400	10	—	—	668,474	266	190	70	30	—	
61	渡	熊本	3	55.00	5.50	6.00	ワーレン	9.00	6.10	5.500	10	—	—	111,494	363	223	82	58	0.176	
62	佐久	長野	3	56.00	5.50	6.24	ワーレン	9.50	5.90	7.000	8	1.800	4	122,730	398	210	102	87	0.180	
63	千曲	長野	3	56.40	5.50	6.24	ワーレン	9.20	6.10	7.050	8	1.800	4	859,120	394	—	—	—	—	
64	甘山	山形	3	56.70	5.40	6.20	ワーレン	9.10	6.20	7.088	8	—	2	114,375	367	—	—	—	0.201	
65	小倉	奈良	3	57.50	5.40	6.00	ワーレン	9.00	6.40	5.750	10	1.300	5	104,000	330	197	84	55	0.162	
66	長井大	山形	3	57.60	5.50	6.30	ワーレン	9.60	6.00	7.200	8	—	4	132,223	409	258	84	67	0.179	
67	千石	奈良	3	59.50	5.50	6.40	ワーレン	10.36	5.80	5.950	10	0.713	9	138,333	418	—	—	—	—	
68	筑後川	福岡	3	59.50	5.50	6.40	ワーレン	9.20	6.26	5.950	10	1.067	6	153,800	462	312	110	40	0.210	
69	安曇川	滋賀	3	62.50	5.45	6.50	ワーレン	9.75	6.40	6.250	10	—	—	142 190	412	265	88	59	0.190	
70	銅切	長野	3	70.00	5.50	6.24	ワーレン	11.50	6.10	7.000	10	1.800	4	652,184	418	250	84	90	0.170	
71	昭和	福岡	3	73.15	5.50	6.40	ワーレン	11.28	6.48	—	12	1.067	6	220,000	542	396	115	32	0.230	
72	羽沽	長野	3	80.00	5.50	6.24	ワーレン	13.00	6.26	8.000	10	1.800	4	200,064	454	—	—	—	0.174	
73	大蔵	山形	3	81.00	5.50	—	プラット	—	—	9.000	9	—	—	198,231	445	—	—	—	—	
74	兒玉	長野	3	85.00	5.50	5.825	ワーレン	13.00	6.54	8.500	10	1.900	4	233,737	481	—	—	—	0.199	

下路曲弦（フィーレンデール）

75	新黒部	富手	3	12.00	6.50	7.10	フィーレンデール	2.00	6.00	2.000	6	—	—	14,513	169	130	47	11	0.250	

二等橋中 36 の千鳥橋，42 の北島橋は幅員 12.0 m 及 11.0 m にして歩道ブラッケットを有するものであるが，他の幅員 5.5～7.5 m 級のものと著しい鋼重の差は認められない．

三等橋の幅員は 4.55～8.83 m 中 5.5 m 附近のもの 21 橋で二等橋の如き幅員の變化は認められない．

トラスの型式は 43 橋中 33 橋はワーレン型，ほかにブラット型 4 橋，ボーストリング型 3 橋フィーレンデール型 1 橋である．中フィーレンデール橋たる 75 新黒澤橋は其徑間長僅かに 12.0 m に過ぎざること，型式が他の構橋と理論を全く異にするの理由より鋼重公式算定にはこれを除外した．

他のワーレン型，ブラット型，ボーストリング型等の間には，鋼重に特別なる區別を認め難くすべてを一括して鋼重公式の算定を行つた．

二等橋 $W=6.09\,l+30.24$ ……(17)

$w=4.41\,l-29.40$ ……(18)

適用範圍 支間 48.0～68.2 m 幅員 5.5～12.0 m

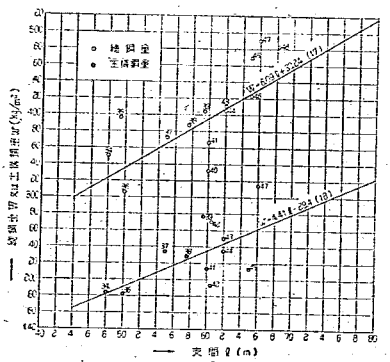
三等橋 $W=1.79\,l+282.5$ ……(19)

$w=0.304\,l-215.15$ ……(20)

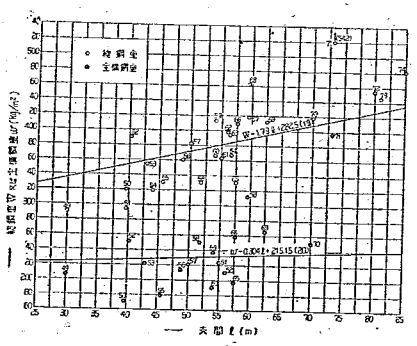
適用範圍 支間 30.0～85.0 m 幅員 4.6～8.83 m 歩車道區別無し

鋼重公式 (17)～(20) 式と實鋼重との關係を示したものが圖—8 及圖—9 である．

圖—8 二等橋下路曲弦鋼構橋の鋼重



圖—9 三等橋下路曲弦鋼構橋の鋼重



(6) 鋼 拱 橋

鋼拱橋の資料として用ひたものは表—5 鋼拱橋鋼重表に掲げた 48 橋である．これらを拱種にて分類するとき下路三鉸鈑拱橋，上路二鉸鈑拱橋，上路腔構拱橋，下路繋拱橋，ランガー型拱橋，上路衡拱橋，下路突桁式繋拱橋等に區別される．中三鉸鈑拱橋は大阪の櫻宮橋 1 橋にして，これが鋼重公式を求め得ざりしも，其他の拱種につきては一應鋼重公式の算定を行つた．二鉸鈑拱橋，上路腔構拱橋，下路繋拱橋以外は資料充分ならず，且圖表上に現はれた資料の散在性は著しい．將來資料の增加をまつて再檢討せらるべきものと考へる．

尙資料數最も多數なる 3 等橋については拱種を區別せず一括した鋼重公式を求めた．

上路二鉸拱橋 $W=2.50\,l+198.46$ ……(21)

$w=1.78\,l+90.10$ ……(22)

適用範圍　等級　一，二，三等　支間 25.6～90.0 m　幅員 4.5～22.0 m

上路腔構拱橋　$W=3.71\,l+144.17$ ……(23)

$w=2.43\,l+96.34$ ……(24)

適用範圍　等級　二，三等　支間 21.6～64.42 m　幅員 4.5～7.5 m

下路繋拱橋　$W=7.97\,l+16.54$ ……(25)

$w=7.59\,l-136.80$ ……(26)

適用範圍　等級　一，二，三等　支間 33.5～69.0 m　幅員 5.4～25.1 m

表—5　鋼拱橋鋼重表

番號	橋名	所在地	等級	支間(l) (m)	有効幅員 (m)	主拱中心間隔 (m)	拱矢 f (m)	拱矢 f/l	格間 格點長 (m)	格間 數	鉸桁 間隔 (m)	鉸桁 數	總鋼重 (kg)	橋面1m²當鋼重 (kg/m²) 全鋼重	主拱	床橋	其他	床版用コンクリート (m³/m²)	摘要
（下路三鉸鈑拱橋）																			
1	櫻宮	大阪市	1	108.00	17.40	23.45	15.00	7.2	4.32	25	※	15	2,042,000	807	475	216	116	0.227	*軌道F1.50m 車道F1.60m 歩道F2.10m
（上路二鉸鈑拱橋）																			
2	千登世	東京	1	25.60	18.18	2.50	2.80	9.1	1.60	16	—	—	129,850	255	97	95	63	0.201	
3	岩田到	宮城	3	34.00	6.00	—	7.00	4.9	4.10	8	1.70	4	65,412	242	199	43	—	0.178	
4	新猿	山梨	2	35.00	6.50	6.90	5.00	7.0	3.50 / 3.15	8 / 2	1.15	7	—	310	—	—	—	0.260	
5	高津戸	群馬	3	36.00	5.50	4.80	7.00	5.2	3.50	10	1.20	5	68,214	312	196	85	64	0.210	
6	八幡大	群馬	3	36.00	5.50	4.80	7.00	5.1	3.60	10	1.20	5	71,285	284	—	—	—	0.160	
7	中岩	栃木	2	40.00	5.50	4.50	6.00	6.7	4.00	10	1 25	5	151,324	291	152	124	69	0.200	
8	吾妻	東京市	1	44.80	20.00	2.44	4.40	10	1.60	28	—	—	848,354	233	140	107	36	0.150	
9	笹平	東京	3	45.26	4.50	—	7.00	6.5	4.50	10	1.12	5	79,420	325	—	—	—	0.155	
10	伊那川	長野	2	48.00	5.50	—	6.00	8.0	2.40	20	—	—	100,530	351	—	—	—	0.240	
11	萬年	山梨	3	48.80	5.00	—	12.20	4.0	4.88	10	—	—	84,460	260	—	—	—	0.170	
12	琴浦	東京	3	60.00	4.50	3.60	12.00	5.0	5.00	12	1.20	4	137,490	350	175	90	117	0.180	
13	天神	大阪市	1	65.00	22.00	2.64	5.00	13.0	2.50	23	2.64	9	2022,000	431	—	—	—	0.460	
14	調布	東京	3	90.00	6.50	7.70	18.00	5.0	4.50	20	1.60	5	257,790	380	260	110	37	0.170	
（上路腔構拱橋）																			
15	三善	和歌山	3	21.60	4.50	3.80	2.90	7.5	1.80	12	1.27	2	44,480	221	132	47	50	0.157	
16	稻刻	長野	3	48.00	5.00	5.40	8.40	5.7	4.00	12	1.35	3	78,945	327	239	72	17	0.220	
17	長佐	京都	3	48.00	5.50	4.50	6.64	72	3.00	16	1.50	2	—	354	—	—	—	0.174	
18	千歳新	群馬	3	53.00	5.50	—	12.00	4.4	5.30	10	1.40	6	—	304	—	—	—	0.180	
19	淵澄	石川	3	54.00	5.50	—	8.14	66	4.50	12	1.10	4	120,426	348	284	—	64	0.250	
20	南永川	東京	3	60.00	4.50	5.80	10.00	6.0	5.00	12	1.32	4	112,910	330	177	81	71	0.220	
21	貝川	群馬	3	61.00	6.40	—	9.10	6.7	3.05	20	1.29	6	—	393	—	—	—	—	下弦トラス
22	吉野	神奈川	2	61.00	6.50	6.50	11.00	5.0	6.10	10	1.40	5	100,320	396	—	—	—	0.205	
23	大井	静岡	3	62.40	5.00	4.00	6.00	10.4	3.90	16	1.35	2	106,450	327	—	—	—	0.175	
24	美々津	宮崎	2	64.42	7.50	—	8.60	8.0	4.50	14	—	—	—	418	—	—	—	0.231	
（下路繋拱橋）																			
25	亀甲	山梨	3	33.50	5.50	—	8.40	4.0	3.35	10	—	—	182,538	322	—	—	—	0.140	
26	丸子	東京	2	48.00	11.00	12.50	6.00	8.0	4.80	10	1.35	9	822,390	510	250	152	96	0.200	
27	永安	岡山	3	50.00	5.40	—	—	—	5.00	10	—	—	95,076	347	—	—	—	0.165	
28	富古	愛知	3	50.00	5.50	6.40	—	—	5.00	10	1.60	4	101,814	370	236	80	54	0.160	
29	川中島	長野	3	56.00	5.50	6.65	9.00	6.2	5.60	10	1.70	4	273,600	443	311	83	43	—	
30	菱良橋大	群馬	3	60.00	5.50	6.30	8.50	7.0	5 00	12	1.20	5	320,486	477	310	84	92	0.210	
31	十三	大阪	1	64.00	20.00	15.70	11.00	5.8	4.57	14	1.20	12	6,235,000	563	332	164	80	0.160	
32	三國	茨城	3	64.00	5.50	6.38	9.30	6.9	4.57	14	1.52	2	152,733	427	307	83	37	0.190	
33	天龍	長野	3	64.40	5.50	6.60	10.00	6.4	5.00	14	1.70	4	155,788	434	290	100	51	0.168	
34	木曾川	岐阜	2	65.16	9.00	10.10	—	—	4.67	14	—	6	264,406	445	—	—	—	0.164	
35	昭和	大阪市	1	69.00	25.10	18.60	10.00	6.9	4.70	14	—	17	1,419,000	819	476	242	101	0.214	
（ランガー型拱橋）																			
36	今尾	岐阜	3	56.00	4.50	5.50	8.90	6.3	4.00	14	1.18	5	92,900	363	—	—	—	0.165	
37	犀川	長野	3	60.20	5.50	6.55	8.85	6.8	4.30	14	1.70	4	692,629	412	295	74	51	0.180	
38	昭和岩手	岩手	3	63.00	5.50	6.50	9.00	7.0	4.50	14	1.50	4	131,946	377	287	47	48	0.240	
39	尾張大	愛知	2	63.42	7.50	8.50	7.50	8.4	4.53	14	1.70	5	—	386	—	—	—	0.170	
40	安庭	長野	3	68.00	6 00	6.50	8.80	7.7	4.80	14	1.75	4	165,600	405	290	64	51	0.170	
41	伊勢大	三重	2	72.80	7.50	8.50	12.00	6.0	4.55	16	1.70	5	3519,000	425	270	90	51	0.170	

番号	橋名	所在地	等級	支間(m) 全支間	中央	側	有効幅員(m)	主桁中心間隔(m)	拱矢 f(m)	f/l	格間長(m)	格間数	鋼桁 間隔(m)	鋼桁 桁数	総鋼重(kg)	橋面1m²當鋼重(kg/m²) 全鋼重	主桁	床桁	其他	床版用コンクリート(m³/m²)	摘要
(上路衝拱橋)																					
42	櫻澤	東京	3	50.40	28.80	10.80	7.50	6.00	7.20		3.60	14	1.50	3	75,890	199	88	55	56	0.185	
43	平野	大阪市	1	57.00	28.00	14.50	12.70	2.00	2.80		1.75	16	2.00	7	384,000	530	410	39	58	0.250	
44	復陽	北海道	2	72.00	48.00	12.00	7.50	6.50	8.50		4.00	18	—	6	206,710	383	—	—	—	0.237	
45	幾翠	栃木	2	126.00	70.00	28.00	9.00	8.00	14.00		3.50	36	1.55	7	733,838	638	360	119	118	0.198	
46	荒川	埼玉	3	139.90	85.50	27.20	5.50	4.27	24.50		4.07	49	1.41	3	424,000	542	328	85	129	0.176	
(下路突桁式桁拱橋)																					
47	白鷺	東京	1	167.61	79.55	*	22.14	7.93	—		4.42	20	—	15	1,922,936	518	279	174	65	0.144	*突肢 8.64m 吊桿 35.20
48	旭	北海道	1	193.84	91.46	*	18.30	12.80	13.72		5.72	30	—	16	—	665	—	—	—	0.145	*突肢 11.44m 吊桿 39.75

ランガー型拱橋

$$W = 2.99\,l + 203.36 \quad \cdots\cdots (27)$$

適用範圍　等級　二，三等　支間 56.0～72.8 m　幅員 4.5～7.5 m

上路衝拱橋　$W = 3.805\,l + 109.82$ $\cdots\cdots (28)$

適用範圍　等級　一，二，三等　徑間數 3　支間 50.4～139.0 m　幅員 5.5～12.7 m

三等橋各種型式拱橋

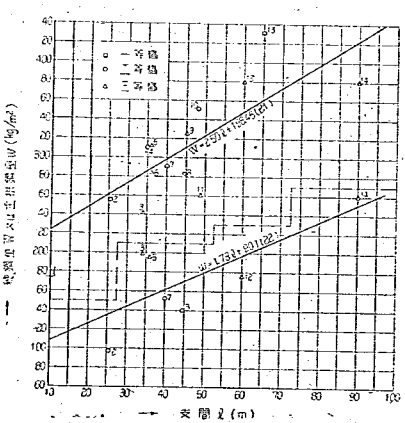
$$W = 3.12\,l + 186.35 \quad \cdots\cdots (29)$$

$$w = 2.17\,l + 128.64 \quad \cdots\cdots (30)$$

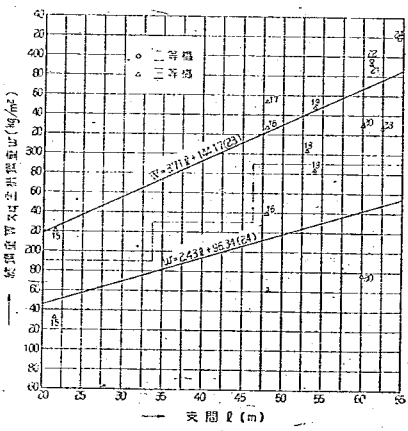
適用範圍　支間 21.6～90.0 m　幅員　4.5～6.5 m

上揭 (21)～(30) 式と實鋼重との關係を示したものが 圖—10～15 である.

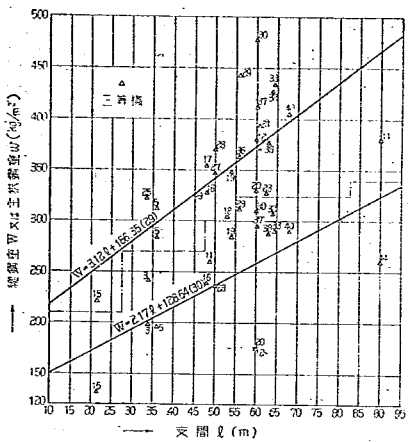
圖—10 上路 2 鉸拱橋の鋼重



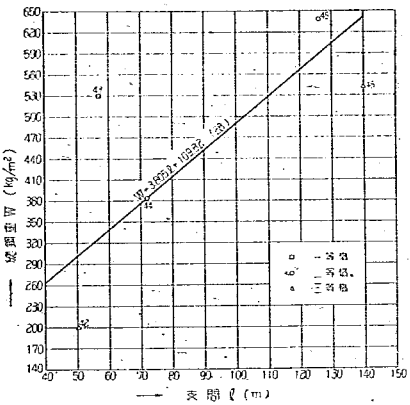
圖—11 上路陸橋拱橋の鋼重



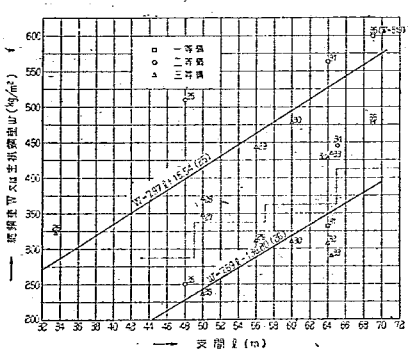
圖—12　下路繫拱橋の鋼重



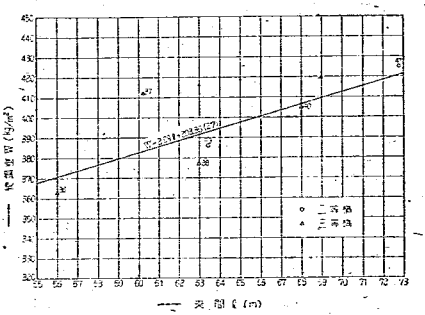
圖—13　ランガー式拱橋の鋼重



圖—14　上路衡拱橋の鋼重



圖—15　三等橋各型式拱橋の鋼重



III. 鐵筋コンクリート道路橋のコンクリート量と鐵筋量

(1) T型鐵筋コンクリート單桁橋

T型鐵筋コンクリート單桁橋の資料としては，表—6 に示す 74 橋を採つた中一等橋 2 橋，二等橋 26 橋，三等橋 46 橋である．一等橋は他の國府縣道橋に比し鐵筋量の使用量著しく大なる關係より公式の算出にはこれを除外し，二等及三等橋を一括して計算を行つた．今これらの單桁橋について見るに其幅員は最少 3.7 m，最大 18.86 m の廣範圍に亙りこれに使用されたる主桁數も少きは 2 本より多きは 11 本の多きに亙つてをる．從つて其主桁間隔も甚しく變化し最少 1.10 m 最大は 6.85 m に達してをる．

斯くの如く橋體の型式上に甚しく差異あると共に，設計に對する標準仕方書の確立せるものなき關係上，設計

方針また多岐多様なる状態にあるが故にこれらの資料よりコンクリート量及鐵筋量を支間の函數として一律に求めんとするは頗る困難なりと云はねばならぬが，圖—16 及圖—17 に示すが如くコンクリート量に於ては資料の點在が比較的整び，これを直線式をもつて表はすことの可能性が認めらるゝも，鐵筋量に至つては著しい散在性を示し，これらを直線公式にて示すことの大膽さを感ぜしむるものであるが，鐵筋其ものゝ元來の性質から見て止むを得ざることゝ考へる．

以上の如くにて表—6 二等橋及三等橋を一括して求めた單位橋面積當の主體用コンクリート量 V_c (m³/m²) 及鐵筋量 W_s (kg/m²) は次の如くである．

$$V_c = 0.034\,l + 0.075 \quad \cdots\cdots(31)$$

$$W_s = 3.112\,l + 24.711 \quad \cdots\cdots(32)$$

適用範圍　等級　二，三等　支間 5.5～16.0 m　幅員 2.8～18.86 m

これらの公式と實コンクリート量並鋼重の關係は圖—16 及圖—17 の如くである．

表—6　鐵筋コンクリート單桁橋重量表

（一　等　橋）

番號	橋名	所在地	等級	支間 l(m)	有効幅員 (m)	主桁心間隔 (m)	中主桁数	總コンクリート量 (m³)	總鐵筋量 (kg)	橋面 1m² 當 コンクリート (m³/m²)	橋面 1m² 當 鐵筋 (kg/m²)	摘要
1	水道	大連市	1	9.10	10.90	1.20	10	360.90	78,540	0.368	80	
2	塔官	三重	1	10.20	18.00	—	—	100.70	25,158	0.549	83	

（二　等　橋）

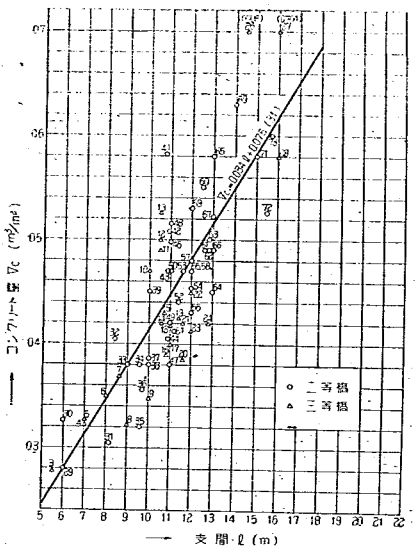
番號	橋名	所在地	等級	支間 l(m)	有効幅員 (m)	主桁心間隔 (m)	中主桁数	總コンクリート量 (m³)	總鐵筋量 (kg)	橋面 1m² 當 コンクリート (m³/m²)	橋面 1m² 當 鐵筋 (kg/m²)	摘要
3	四ノ宮	京都	2	5.50	16.20	1.50	11	32.20	4,750	0.278	41	
4	菊川	宮崎	2	7.00	7.20	1.50	5	17.60	3,187	0.323	59	
5	昭和	福井	2	7.00	12.00	—	—	27.50	4,554	0.327	54	
6	塔島	神奈川	2	8.00	11.00	2.00	6	33.90	5,300	0.350	55	
7	岩井	奈良	2	8.60	9.00	2.00	5	27.60	4,117	0.369	55	
8	吉内	徳島	2	9.03	5.94	1.60	4	18.60	3,045	0.323	53	
9	市渡	徳島	2	10.00	5.94	1.60	4	22.30	3,750	0.348	59	
10	安吉	滋賀	2	10.00	5.45	1.45	4	258.00	21,010	0.470	38	
11	高田	宮城	2	10.50	7.50	2.00	4	41.00	5,475	0.490	70	
12	七比田	宮城	2(準)	10.50	7.50	2.00	4	41.60	5,513	0.500	70	
13	泊居大	樺太	2	10.50	7.30	1.60	5	169.00	18,990	0.526	59	
14	高宮	滋賀	2	10.60	6.10	1.45	4	27.10	3,173	0.420	49	
15	橋川	岡山	2	10.70	9.00	—	—	44.80	6,512	0.430	63	斜橋
16	利津	福岡	2	10.80	18.86	—	—	80.20	9,660	0.390	47	軌道部幅員 6.14m は工形鋼桁
17	向田川	静岡	2	11.00	9.00	2.00	5	45.20	6,860	0.400	61	
18	新屋	秋田	2	11.00	13.00	—	3	63.00	9,569	0.418	63	斜橋
19	白石	岡山	2	11.39	9.00	—	—	47.00	7,085	0.425	64	〃
20	朝明川	三重	2	11.58	9.00	2.00	5	360.00	60,650	0.385	65	
21	大野	福岡	2	11.60	11.00	2.00	6	—	—	0.420	54	
22	樹	茨城	2	12.00	7.50	1.30	6	40.50	4,970	0.450	55	
23	八反田	福島	2	12.00	10.00	—	—	52.10	7,900	0.413	63	斜橋
24	板橋	福岡	2	12.80	15.86	—	—	84.70	20,900	0.420	54	軌道部幅員 6.14m は工形鋼桁
25	山田	高知	2	13.60	5.45	6.10	2	102.70	11,600	0.680	77	
26	野地	高知	2	14.50	4.60	1.80	3	236.30	21,788	0.703	65	
27	上八川	高知	2	16.00	2.80	1.80	2	201.00	22,088	0.704	77	
28	潮洲大	高雄州	2	16.00	5.00	1.85	3	601.38	81,620	0.580	79	

（三　等　橋）

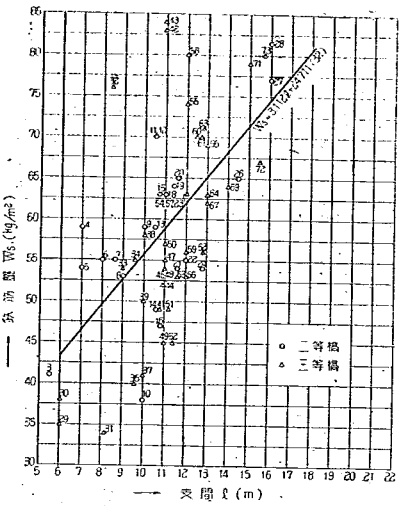
番號	橋名	所在地	等級	支間(m)	有効幅員(m)	主桁中心間隔(m)	主桁數	鉄コンクリート量(m²)	鉄鐵筋量(kg)	橋面 1m² 當 コンクリート(m³/m²)	橋面 1m² 當 鐵筋(kg/m²)	摘要
29	一ノ瀬	德島	3	6.00	3.70	—	—	6.30	767	0.280	35	
30	神宮谷	茨城	3	6.00	5.40	1.35	5	10.50	1,231	0.326	38	
31	宗像	德島	3	8.18	4.91	1.35	4	13.60	1,529	0.305	34	
32	錢川	長崎	3	8.40	7.00	—	—	27.30	5,477	0.405	67	
33	木ノ鯉	宮崎	3	9.00	6.00	1.80	4	165.50	23,300	0.380	54	
34	上ノ橋	三重	3	9.58	4.55	—	—	16.50	2,410	0.380	55	
35	上川	岩手	3	9.60	6.00	1.60	4	94.05	11,056	0.320	40	
36	柳	長崎	3	9.70	5.45	1.21	5	18.80	879	0.350	17	
37	土柱	德島	3	10.00	3.70	1.50	3	14.30	1,500	0.386	41	
38	永代	茨城	3	10.00	5.50	2.10	3	62.60	9,500	0.380	58	
39	琵琶	滋賀	3	10.00	4.55	—	—	20.60	2,267	0.450	50	
40	廣瀬	香川	3	10.00	5.50	6.04	2	91.00	18,200	0.552	110	
41	相生	兵庫	3	10.75	6.00	6.85	2	37.56	3,183	0.582	49	
42	本庄	滋賀	3	10.90	4.84	約1.55	4	26.80	4,390	0.508	83	
43	北橋	滋賀	3	10.90	5.45	—	—	28.00	4,977	0.470	84	
44	津田(小)	德島	3	10.90	9.00	1.50	7	39.70	5,181	0.405	52	
45	大天	京都府	3	11.00	5.00	1.10	5	—	—	—	47	
46	富田	德島	3	11.00	4.00	2.50	2	21.90	2,358	0.498	54	
47	勢合	德島	3	11.00	5.50	1.50	4	26.30	3,853	0.380	55	
48	今部	滋賀	3	11.00	4.55	4.55	3	255.46	27,026	0.515	54	
49	美濃	滋賀	3	11.00	3.60	2.00	2	178.10	19,100	0.420	45	
50	根古	岐阜	3	11.00	11.00	2.10	5	167.85	20,400	0.470	57	
51	岩出山(大)	宮城	3	11.20	6.00	—	3	29.20	3,483	0.412	49	
52	舟小屋	福岡	3	11.40	5.50	1.80	4	—	—	0.440	45	
53	笹川	和歌山	3	11.60	4.50	—	—	24.60	2,76	0.470	53	
54	永久	岐阜	3	12.00	5.50	2.10	3	30.00	4,157	0.453	63	
55	操船	岐阜	3	12.00	5.50	1.45	4	31.00	4,860	0.470	74	
56	大	福岡	3	12.00	9.10	—	—	45.60	5,650	0.430	53	
57	小見	茨城	3	12.00	5.50	2.10	3	412.20	54,300	0.480	63	
58	秋津	和歌山	3	12.00	4.50	1.80	3	126.20	22,200	0.470	80	
59	阪堤	福岡	3	12.00	12.00	—	—	72.20	7,642	0.530	56	
60	久慈川	茨城	3	12.50	5.50	2.10	3	302.80	38,300	0.550	70	
61	大鈍	三重	3	12.62	5.50	1.70	4	33.90	4,973	0.490	70	
62	堂々口	三重	3	12.81	4.55	—	—	28.60	3,273	0.490	56	
63	七保(大)	三重	3	12.81	4.57	—	—	29.20	5,145	0.500	71	
64	瀬高	福岡	3	13.00	8.50	1.80	5	—	—	0.450	63	
65	巴	愛知	3	13.00	7.50	1.90	5	281.37	33,756	0.580	69	
66	厚東川大	山口	3	13.00	7.20	1.60	5	1,279.00	92,137	0.490	35	
67	舳倉	滋賀	3	13.00	4.50	1.80	3	457.80	54,200	0.522	62	
68	幸崎	德島	3	13.80	5.50	2.00	3	145.63	23,465	0.640	100	
69	小川	德島	3	14.00	4.00	2.50	2	—	—	0.629	64	
70	三本	岐阜	3	14.00	5.50	9.00	2	36.70	5,480	0.470	71	
71	道賀	福岡	3	15.00	5.50	1.00	3	45.70	6,477	0.580	79	
72	値松	大分	3	15.50	5.50	2.20	3	179.64	23,078	0.526	67	
73	中川原	福岡	3	15.70	5.40	1.45	4	52.10	7,929	0.600	80	
74	木山大	高知	3	22.00	2.80	1.70	2	210.50	21,500	0.485	50	

備考　鉄コンクリート量及び鉄鐵筋量欄の數値は何れも一連當りの重量及容積を示す

圖—16　T型鐵筋コンクリート單桁橋のコンクリート量



圖—17　T型鐵筋コンクリート單桁橋の鐵筋量



（2）　ゲルバー型鐵筋コンクリート桁橋

上路突桁式鈑桁橋について述べたるが如く，この種の橋梁に於ては，コンクリート量又は鋼重を表はすべき支間長として如何なる長さを採るを最も得策とするかゝ問題である．今表—7 に示すゲルバー型鐵筋コンクリート桁橋 86 橋について見るに，其全支間は 32.2 m より 505.5 m に達し，幅員は 4.5 m より 22.0 m に變化してをる．今これらを其徑間數別に見るとき下表の如くである．

徑間數	3	5	6	7	9	10	11	12	13	15	17	21	30
橋數	22	14	3	12	6	1	10	1	7	6	2	1	1

從つて徑間數をもつて區分して公式を求むるとせば，徑間數 3, 5, 7, 11 等のものに於ては相等數の資料を有することゝなるも，其他のものについては資料不充分である．且つこれらの橋梁について平均支間長を用ひて一括算出したる結果も徑間數別に求めたる結果も，其實際的の價値に於て大差なきものと考へられたるが故にこれが計算には徑間數を論せず，すべて一括平均支間長を使用することゝした．

橋梁の等級に對する區別も判然たるものなく，二，三等橋相混交の傾向にあるため，兩者についても其取扱ひを區分せず，一括して公式を求めた．

$$V_c = 0.022\,l + 0.177 \quad \cdots\cdots(33)$$

$$W_s = 3.303\,l + 24.73 \quad \cdots\cdots(34)$$

適用範圍　等級　二，三等　平均支間 9.43～30.7 m　幅員 3.5～20.0 m

表—7　鉄筋コンクリート突桁式桁橋重量表

（一　等　橋）

番号	橋名	所在地	等級	支間 (m) 全支間	径間数	平均支間	袖着桁	突桁	吊桁	有効幅員 (m)	主桁 中心間隔 (m)	主桁 数	総コンクリート量 (m³)	総鉄筋量 (kg)	橋面 1m² 当 コンクリート量 (m³/m²)	橋面 1m² 当 鉄筋量 (kg/m²)	摘要
1	玉江	長崎	1	42.60	3	14.20	13.30	3.00	10.00	22.00	3.50	7	566.40	83,300	0.593	88	
2	西大	福岡	1	73.70	3	24.60	21.55	7.70	15.20	20.50	1.50	14	915.40	241,371	0.600	159	

（二　等　橋）

番号	橋名	所在地	等級	支間 (m) 全支間	径間数	平均支間	袖着桁	突桁	吊桁	有効幅員 (m)	主桁 中心間隔 (m)	主桁 数	総コンクリート量 (m³)	総鉄筋量 (kg)	橋面 1m² 当 コンクリート量 (m³/m²)	橋面 1m² 当 鉄筋量 (kg/m²)	摘要
3	花鶴	福岡	2	41.50	3	13.83	12.50	3.00	10.50	7.50	1.65	5	129.60	23,200	0.410	73	
4	和奈見	鳥取	2	60.00	3	20.00	20.00	5.00	10.00	4.50	1.50	3	218.35	19,930	0.910	83	
5	築川	長崎	2	62.00	3	20.67	14.00	5.00	11.00	8.00	2.00	4	310.10	36,100	0.600	70	両側＝箱堰(7.0m)あり
6	本庄	鳥取	2	73.40	5	14.70	15.00	3.00	10.50	6.00	1.70	4	228.34	38,505	0.518	88	
7	上川	長野	2	75.56	5	15.10	16.00	2.50	11.00	6.60	2.20	3	223.22	39,130	0.450	78	
8	土器川	香川	2	81.00	5	16.20	17.00	4.35	9.70	6.50	1.67	4	265.00	44,900	0.503	85	
9	裏川	香川	2	84.00	5	16.80	18.00	4.00	10.00	6.50	1.84	4	299.70	44,500	0.549	81	
10	板田	宮崎	2	116.00	5	23.20	26.00	5.50	15.00	15.00	3.30	5	1,318.00	238,900	0.757	137	
11	花水川	神奈川	2	120.00	5	24.00	26.50	7.00	13.00	11.30	7.00	2	810.21	144,613	0.600	84	
12	明代	愛知	2	114.02	7	16.30	17.50	3.50	10.50	11.00	3.00	4	666.93	102,899	0.532	82	
13	荒川	栃木	2	131.56	7	18.80	20.00	4.30	11.40	7.50	2.50	3	537.60	77,400	0.550	78	
14	赤髭渓	愛媛	2	140.00	7	20.00	20.00	4.00	14.00	5.00	—	—	722.92	90,150	1.030	128	
15	内良	滋賀	2	200.00	11	18.20	19.00	4.00	11.00	5.50	2.00	3	690.47	89,300	0.628	81	
16	岩崎	秋田	2	253.70	11	23.00	24.00	5.50	13.00	6.40	4.30	2	1,134.00	195,000	0.700	120	
17	新部河	栃木	2	302.00	11	27.50	28.00	8.00	14.00	5.50	2.50	2	1,356.30	156,700	0.820	94	
18	山国	福岡	2	214.37	13	16.49	16.49	3.25	9.99	8.00	3.00	3	1,062.10	114,700	0.620	67	
19	大里	愛媛	2	252.00	13	19.40	20.00	4.00	12.00	5.50	3.60	2	1,062.00	150,400	0.766	108	
20	多摩川原	東京	2	396.80	13	30.50	32.00	8.00	16.00	8.00	3.20	3	2,760.50	362,730	0.870	114	
21	青巡	岩手	2	349.00	15	23.27	24.00	5.50	13.00	7.50	4.70	2	1,781.00	274,300	0.650	105	
22	玉川	秋田	2	505.50	30	16.85	17.50	5.00	7.50	6.50	約1.50	5	1,267.00	159,000	0.390	50	

（三　等　橋）

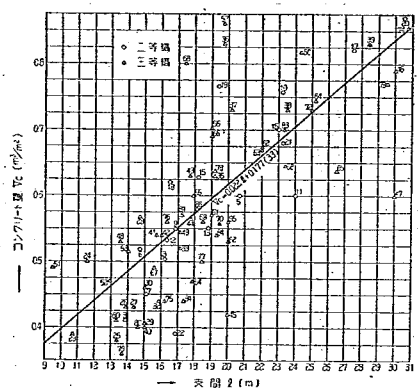
番号	橋名	所在地	等級	支間 (m) 全支間	径間数	平均支間	袖着桁	突桁	吊桁	有効幅員 (m)	主桁 中心間隔 (m)	主桁 数	総コンクリート量 (m³)	総鉄筋量 (kg)	橋面 1m² 当 コンクリート量 (m³/m²)	橋面 1m² 当 鉄筋量 (kg/m²)	摘要
23	京	滋賀	3	32.20	3	10.70	9.60	2.00	9.00	7.30	2.10	4	91.50	13,600	0.389	58	
24	板谷	宮崎	3	34.48	3	11.50	10.20	2.50	9.00	6.00	3.60	2	103.25	13,900	0.500	67	
25	類部	岐阜	3	40.00	3	13.33	12.00	3.50	9.00	4.50	2.50	2	68.80	11,900	0.380	60	
26	辺ヶ渕	岐阜	3	41.50	3	13.83	12.25	4.00	9.00	4.50	2.50	2	80.32	12,800	0.430	69	
27	二河原	鳥取	3	43.00	3	14.33	11.00	5.00	11.00	20.00	1.80	12	—	—	0.430	90	両端に5.5mのアーチ平均値をとる軌道を有す
28	常包	香川	3	44.00	3	14.70	16.00	4.00	10.00	4.50	3.70	2	112.40	19,000	0.567	96	
29	小園	佐賀	3	45.00	3	15.00	14.00	3.00	11.00	5.00	2.70	2	91.00	14,300	0.405	54	
30	高年	茨城	3	45.00	3	15.00	14.00	3.00	11.00	5.50	3.00	2	116.00	16,500	0.460	60	斜橋
31	久保	佐賀	3	46.40	3	15.50	14.20	3.00	12.00	7.00	2.60	3	81.82	8,000	0.251	25	
32	四時	福島	3	47.50	3	15.83	14.25	3.50	12.00	5.50	2.60	3	115.42	17,180	0.440	66	
33	川井	岩手	3	51.20	3	17.10	16.00	2.80	13.60	4.50	2.80	2	119.23	16,720	0.520	73	
34	多々良	福岡	3	52.00	3	17.33	16.00	4.00	12.00	5.50	3.40	2	127.30	19,600	0.440	68	
35	相生	長野	3	57.56	3	19.20	17.75	4.00	14.00	6.60	2.20	3	239.20	29,930	0.630	78	
36	千丈	大分	3	59.00	3	19.70	23.00	6.00	13.00	5.50	2.60	3	268.00	23,888	0.830	74	
37	常磐	茨城	3	60.50	3	20.20	18.50	4.50	14.00	5.40	2.10	3	241.50	42,900	0.750	129	
38	大岩	長野	3	70.56	3	23.50	22.25	5.60	16.00	4.50	2.70	2	230.00	27,500	0.750	87	
39	拝田	大分	3	85.20	3	28.40	27.40	6.70	15.60	5.50	2.00	3	388.50	46,000	0.830	100	

(三　等　橋)

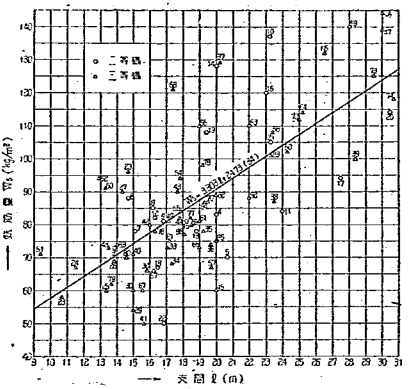
番號	橋名	所在地	等級	支間 (m) 全支間	徑間數	平均支間	碇着桁	突䑓	吊桁	有効幅員 (m)	主桁 中心間隔(m)	主桁 數	總コンクリート量 (m³)	總鐵筋量 (kg)	橋面1m²當 コンクリート量 (m³/m²)	橋面1m²當 鐵筋量 (kg/m²)	摘要
40	三国	千葉	3	75.00	5	15.00	16.50	5.00	9.00	6.40	4.00	2	192.80	34,400	0.400	71	
41	且度	滋賀	3	78.35	5	15.67	{13.87 16.75	3.29	9.85	4.90	3.47	2	204.90	20,400	0.540	50	
42	押川	茨城	3	80.00	5	16.00	{14.50 18.00	3.00	10.00	5.50	3.00	2	237.70	35,700	0.540	80	
43	戻橋	長野	3	88.56	5	17.70	17.00	3.50	12.00	4.50	2.80	2	250.39	35,950	0.630	90	
44	小鎚	岩手	3	89.00	5	17.80	19.00	3.00	13.00	5.50	2.00	3	276.00	40,000	0.564	82	
45	片瀬川	神奈川	3	100.00	5	20.00	20.00	5.25	12.00	8.00	4.00	3	557.21	80,720	0.420	60	斜桁
46	三吉野	奈良	3	150.00	5	30.00	30.00	7.00	16.00	4.50	3.00	2	530.00	99.000	0.790	144	
47	川島	宮崎	3	150.00	5	30.00	31.00	7.00	20.00	5.00	3.60	2	452.98	104,090	0.600	139	
48	加茂	岡山	3	81.00	6	13.50	13.63	4.00	9.80	5.50	4.00	2	234.31	23,568	0.530	73	
49	渉岡	福井	3	102.60	6	17.10	18.00	3.00	12.00	7.50	2.10	4	417.90	62,430	0.543	81	
50	久慈	岩手	3	145.50	6	24.30	26.00	5.50	15.00	5.55	1.55	4	660.25	82,737	0.817	102	
51	水無瀬	東京	3	66.00	7	9.43	{9.50 9.40	2.00	5.40	8.00	1.90	5	261.10	37,320	0.490	71	斜橋
52	切目	和歌山	3	90.52	7	12.90	13.40	2.00	9.40	5.00	2.00	3	211.90	42,400	0.470	94	
53	依田	長野	3	98.40	7	14.00	15.00	3.30	8.40	4.60	3.00	2	232.81	32,706	0.514	74	
54	長門	千葉	3	125.00	7	17.86	19.00	4.50	10.00	5.80	3.60	2	343.40	68,200	0.470	94	
55	松川	長野	3	125.06	7	17.90	19.00	4.00	11.00	5.50	2.10	3	410.41	58,000	0.600	84	
56	米内澤	秋田	3	132.80	7	19.00	20.00	5.00	10.00	5.50	2.10	3	512.94	80,350	0.702	110	
57	寒河口	山形	3	138.00	7	19.71	{22.00 14.00	6.00	10.00	5.60	2,15	3	666.70	51,900	0,860	67	
58	扇田	秋田	3	163.60	7	23.40	25.00	6.00	13.00	5.50	3.80	2	574.10	97,770	0,645	108	
59	宮古	岩手	3	195.60	7	28.00	30.00	7.50	15.00	5.50	2.20	3	1,186.50	151.260	1,100	140	
60	養老	千葉	3	119.55	9	13.30	17.00	4.00	9.00	6.00	3.40	2	296.20	65,100	0.410	91	
61	幸久	茨城	3	170.74	9	19.00	18.50	4.00	10.50	5.50	3.00	2	533,30	76.100	0.570	81	
62	天龍大	長野	3	197.62	9	22.00	23.00	5.00	13.00	5.50	2,00	3	732.47	95,481	0.673	88	
63	安諦	和歌山	3	197.86	9	22.00	23.00	5.00	13.00	5.50	2.00	3	730.00	123,000	0.670	110	
64	鷹巣	秋田	3	226.55	9	25.20	26.50	6.25	14.00	5.50	3.60	2	926.45	141,710	0.744	114	
65	佐伯	岡山	3	239.00	9	26.50	28.00	7.00	14.00	4.50	2.80	2	685.00	130,000	0.637	122	
66	音無瀬	京都	3	190.00	10	19.00	19.00	4.00	11.00	6.60	5.60	2	871.00	91,700	0.690	73	
67	前川大	朝鮮	3	171.00	11	15.55	15.00	3.00	11.00	5.00	?	?	420.80	51,200	0.490	60	
68	高瀬	長野	3	291.22	11	17.40	30.50	7.00	16.50	5.50	1.55	—	1,277.60	193,700	0.800	121	
69	那珂川	茨城	3	200.00	11	18.50	18.50	4.00	10.50	5.50	3.00	2	616.00	88,400	0.560	80	
70	殿島	長野	3	213.51	11	19.50	20.00	3.50	13.00	4.50	2.80	2	536.06	83,195	0.558	87	
71	相生	兵庫	3	251.40	11	22.80	24.00	6.00	12.00	6.00	6.90	2	—	—	—	—	
72	恭仁	京都	3	275.00	11	25.00	26.00	6.50	13.00	5.00	3.50	2	1,007.00	154.000	0.730	112	
73	小森野	福岡	3	324.50	11	29.50	{25.00 30.50	7.00	16.50	7.50	—	—	1,885.90	292,200	0.770	125	
74	大曲	秋田	3	368.66	12	30.70	32.00	8.00	16.00	5.50	4.00	2	1,733.39	239,5?0	0.855	118	
75	勘六	福岡	3	210.90	13	16.20	17.50	3.00	11.50	9.00	2.22	4	829.04	124,620	0.440	66	
76	龍野	兵庫	3	211.00	13	16.30	12.00	3.85	9.30	6.00	4.40	3	709.70	98,900	0.560	78	
77	簑川	岐阜	2	240.00	13	18.46	19.00	3.50	12.00	5.50	2.10	3	656.00	117,600	0.500	82	
78	廣表	岩手	3	248.80	13	19.20	20.00	3.30	13.40	3.50	2.30	2	554.56	85,371	0.637	98	
79	志賀島	福岡	3	205.00	15	13.67	15.00	2.95	9.10	4.50	1.80	3	331.60	57,110	0.360	62	両側ニ突桁(5.00m)あり
80	辨天	福岡	3	218.50	15	14.57	15.50	3.00	10.70	4.00	2.60	2	351.30	61,770	0.400	70	両側ニ突桁(5.40m)あり
81	船山	山梨	3	257.90	15	17.20	17.50	3.75	10.00	5.50	—	—	802.13	105,610	0 570	75	
82	沼田大	廣島	3	314.00	15	20.00	20.00	4.00	12.00	5.50	3.50	2	918.70	153,700	0.530	89	
83	豆津	福岡	3	350.00	15	23,33	{22.00 30.00	* 8.70	* 12.60	6,00	3.80	2	1,479,20	213,100	0.700	101	*吊桁{8.0…②, 12.6…②, 0.5…②}; 突䑓{7.0…⑥, 8.7…⑥, 7.8…②}
84	安曇	長野	3	328.36	17	19.30	19.80	4.40	11.00	4.50	2.80	2	798.56	128,530	0.540	7	
85	鶴崎	大分	3	341.30	17	20.00	21.00	4.00	13.00	5.50	4.00	2	1,054.80	141,686	0.560	75	
86	池田松川	長野	3	380.50	21	18.10	18.40	3.20	12.00	4.50	2.80	2	994.10	132,100	0.580	77	

圖—18 及圖—19 はこれらの公式と實コンクリート量及鐵筋量を比較したものである．

圖—18　鐵筋コンクリート突桁式桁橋のコンクリート量



圖—19　鐵筋コンクリート突桁式桁橋の鐵筋量



（3） 鐵筋コンクリート連續桁橋

鐵筋コンクリート連續桁橋の資料としては表—8 に掲げた 27 橋を得たが，中 2 徑間橋及 4 徑間橋は其資料乏きため，コンクリート量及鐵筋量の公式は 3 徑間橋につきてのみ求めた．3 徑間橋について見るに 1, 2 の例外のほか其徑間長は，各徑間とも同一のもの多きが故に重量公式に用ふべき支間として 1 徑間分を採つた．幅員は一等及二等橋に 10 m を越すもの 2 橋あるも，其他の三等橋は 4.00 m～7.50 m である．これに對する主桁數であるが，一等橋に 10 本，二等橋に 6 本のものあるほか，多くは 2～5 本となつてをる．

$$V_c = 0.035\,l + 0.029 \quad \cdots\cdots (35)$$

$$W_s = 4.88\,l + 5.51 \quad \cdots\cdots (36)$$

適用範圍　等級　一，二，三等　支間 9.8～17.4 m　幅員 4.0～16.68 m　徑間數 3

これらの公式と實コンクリート量又は鐵筋量との關係は圖—20 及 圖—21 の如くである．

表—8　鐵筋コンクリート連續桁橋重量表

（2　徑　間）

番號	橋名	所在地	等級	支間長 (m)	徑間數	有効幅員 (m)	主桁 中心間隔 (m)	主桁 本數	總コンクリート量 (m³)	總鐵筋量 (kg)	橋面 1m² 當 コンクリート量 (m³/m²)	橋面 1m² 當 鐵筋 (kg/m²)	摘要
1	堺	廣島	1	10.60	2	17.20	1.90	10	67.50	8,257	0.270	33	
2	室生路	奈良	2	11.00	2	4.50	—	—	23.60	5,450	0.240	55	
3	豐澤	岩手	3	11.00	2	7.50	2.00	4	38.50	8,370	0.467	10	
4	太田	岩手	2	12.00	2	4.55	1.00	3	793.60	128,605	0.405	65	
5	多戸	岐阜	2	12.12	2	4.50	—	4	29.80	3,750	0.520	70	
6	九十九	福井	2	14.50	2	12.00	1.50	8	10.70	16,135	0.591	94	
7	昭和	福岡	2	15.50	2	5.50	1.10	4	—	—	0.660	73	

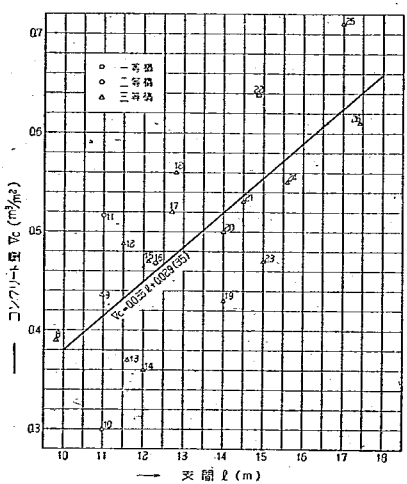
(3 徑 間)

番號	橋名	所在地	等級	支間長(m)	徑間數	有効幅員(m)	主桁 中心間隔(m)	主桁 本数	總コンクリート量(m³)	總鐵筋量(kg)	橋面1m²當 コンクリート量(m³/m²)	橋面1m²當 鐵筋(kg/m²)	摘要
8	三朝	鳥取	3	9.80	3	5.50	1.80	4	148.00	20,835	0.390	55	
9	岩澤	新潟	3	10.97	3	4.37	—	—	23.30	3,225	0.436	60	
10	三川	山形	3	10.97	3	6.40	6.86	2	31.70	4,466	0.300	42	
11	松川	福島	2	11.60	3	7.50	1.60	5	44.60	5,345	0.516	65	
12	土岐	岐阜	3	11.52	3	5.45	—	4	30.60	4,505	0.487	72	
13	御所大	德島	3	11.60	3	4.00	2.40	2	155.36	22,129	0.370	53	
14	戸草	岩手	3	12.00	3	4.50	5.60	2	58.83	9,700	0.360	60	
15	御河浅	滋賀	3	12.12	3	4.50	—	4	25.50	9,467	0.470	70	
16	八幡川	廣島	2	12.30	3	10.00	1.80	6	57.20	8,726	0.468	71	
17	太平	福岡	3	12.70	3	4.50	—	3	—	—	0.520	71	
18	鮎川	和歌山	3	12.80	3	4.00	1.50	3	258.00	41,800	0.560	91	
19	外ノ内	茨城	3	14.00	3	5.50	2.10	3	85.50	13,500	0.430	68	
20	京	鳥取	3	14.00	3	5.60	1.70	4	103.06	14,077	0.500	68	
21	笛吹	山梨	3	14.50	3	6.00	—	—	556.41	64,286	0.530	61	
22	幸	福井	1	14.88	3	16.68	—	10	158.40	21,869	0.638	88	
23	乙字	福島	3	15.00	3	5.50	2.95	2	232.50	28,906	0.470	58	
24	穴吹川	德島	3	15.60	3	5.50	2.70	2	422.80	61,890	0.550	80	
25	新	長野	3	17.00	3	7.30	2.00	4	269.21	32,882	0.710	87	
26	本町	宮城	3	17.40	3	6.00	4.80	2	181.44	31,560	0.610	105	

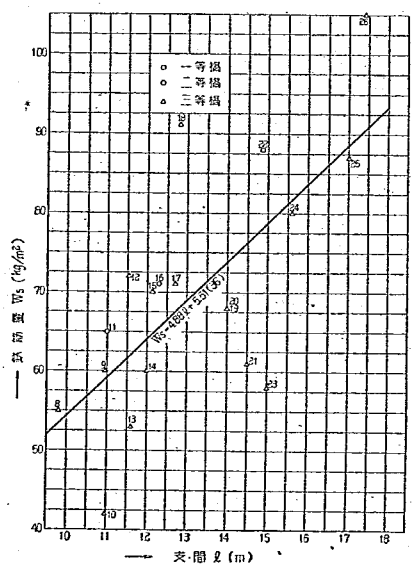
(4 徑 間)

番號	橋名	所在地	等級	支間長(m)	徑間數	有効幅員(m)	主桁 中心間隔(m)	主桁 本数	總コンクリート量(m³)	總鐵筋量(kg)	橋面1m²當 コンクリート量(m³/m²)	橋面1m²當 鐵筋(kg/m²)	摘要
27	豊津	熊本市	1	.00	4	4.50	5.45	3	79.00	13,000	0.430	71	

圖—20 3徑間鐵筋コンクリート連續桁橋のコンクリート量



圖—21 3徑間鐵筋コンクリート連續桁橋の鐵筋量



（4）鐵筋コンクリート拱橋

鐵筋コンクリート拱橋の資料として表—9 の 48 橋を求めたるも，拱橋本來の性質上，其形狀設計法，工法共に多岐にわたり，これ等を一括すべき重量公式の算定は困難であつた．よつてこゝには其資料を掲ぐるに止める．

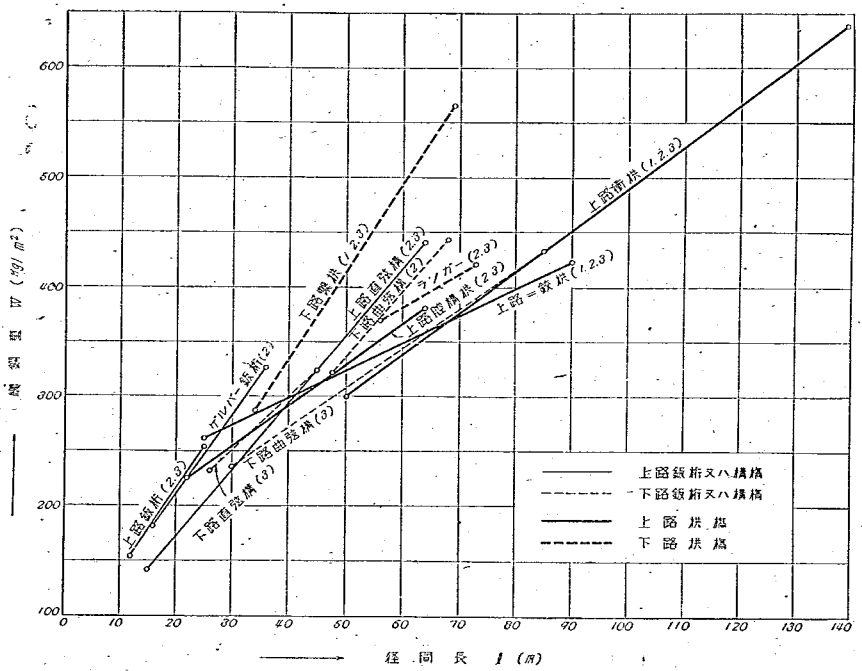
表—9 鐵筋コンクリート拱橋重量表

番號	橋名	所在地	等級	支間(l) (m)	有効幅員 (m)	主拱 中心距離 (m)	主拱 數	拱矢 h(m)	拱矢 (/h)	總コンクリート量 (m³)	總鐵筋量 (kg)	橋面 1m² 當數量 コンクリート量 (m³/m²)	橋面 1m² 當數量 鐵筋 (kg/m²)	摘要
1	明治	新潟	1	55.00	17.00	一版	—	6.70	8.20	1,974.78	85,907	1.960	85	無開
2	荒瀧子(其一)	岩手	2	22.00	6.00	一版	—	4.40	5.50	361.00	22,020	0.849	51	無開
2	荒瀧子(其二)	東京	2	24.20	11.00	一版	—	4.00	6.05	3,555.90	530,350	1.300	190	無開
4	片平	長野	2	26.00	5.50	2.10	3	8.50	3.10	191.80	27,600	1.060	153	無開
5	遊行寺	高知	2	27.40	2.80	1.80	2	5.00	5.50	83.00	9,373	0.990	110	無開
6	御幸	山形	2	35.00	7.50	1.70	3	12.00	2.90	262.60	28,205	0.970	104	無開
7	葵	和歌山	3	11.50	4.50	一版	—	3.00	3.84	78.71	11,381	1.335	193	無開
8	鹽ノ江	香川	3	18.24	4.55	3.03	2	4.57	4.00	70.20	39,669	0.683	385	無開
9	荻川	東京	3	19.80	5.50	一版	—	3.00	6.00	215.20	23,170	0.650	70	無開
10	大石	岩手	3	20.00	4.50	一版	—	5.00	4.00	118.29	11,730	0.940	93	無開
11	天龍	茨城	3	22.00	5.50	一版	—	4.40	5.00	90.00	7,700	0.740	64	無開
12	宮龍	香川	3	22.50	5.50	1.56	4	6.00	3.80	114.40	12,260	1.016	108	無開（側壁あり）
13	城嶺	愛知	3	23.04	4.50	3.30	2	3.00	7.70	250.36	42,450	0.773	131	無開
14	黒谷	石川	3	24.00	4.00	一版	—	6.00	4.00	242.89	26,210	1.740	188	無開
15	岩屋戸	宮崎	3	25.00	4.00	—	—	8.30	3.00	56.8	11,721	0.570	120	無開
16	河合	福井	3	26.00	4.50	—	—	8.63	3.00	178.70	20,371	1.450	166	無開
17	名島	福岡	3	26.15	24.00	—	—	3.60	7.30	571.10	65,743	0.810	90	無開
18	永久	茨城	3	30.00	5.00	一版	—	5.00	6.00	272.00	27,000	1.350	134	無開
19	萬才	長野	3	31.00	5.50	一版	—	7.00	4.40	145.70	22,000	0.850	128	無開
20	渡戸	埼玉	3	31.35	5.50	一版	—	5.00	6.30	357.77	33,614	0.860	81	無開
21	田子内	秋田	3	32.00	5.50	一版	—	5.50	5.80	258.84	27,910	1.212	131	無開
22	七山	佐賀	3	32.50	5.50	2.00	3	3.70	8.70	193.70	21,360	0.741	82	無開
23	曾野	埼玉	3	34.00	5.50	一版	—	6.00	5.70	584.46	42,150	1.010	73	無開
24	山清路	長野	3	38.00	5.50	1.85	4	4.75	8.00	250.17	31,470	1.150	145	無開
25	嵯花	長野	3	40.00	5.50	4.20	2	8.00	5.00	186.10	18,360	0.840	83	無開
26	久留路	長野	3	44.00	5.50	2.00	3	7.00	6.30	301.00	55,300	1.190	221	無開
27	登山	鳥取	3	45.00	5.50	3.60	2	12.40	3.63	394.34	43,274	1.127	124	無開
28	姑射	長野	3	47.00	5.50	1.80	4	9.40	5.00	895.40	63,100	2.370	180	無開
29	氷川	東京	3	50.00	6.30	4.70	2	12.50	4.00	968.40	41,200	1.830	76	無開
30	阪戸	長野	3	70.00	5.50	2.00	3	11.70	6.00	1,055.73	130,370	2.470	304	無開
31	資	岐阜	3	44.00	5.50	3.30	2	4.55	9.70	168.70	28,450	0.670	114	2 車開
32	鳥羽大	京都	1	17.75	1.80	—	—	—	—	989.90	47,317	2.850	140	無充
33	新	東京	1	25.24	21.92	—	—	6.70	3.80	841.30	71,830	1.503	128	無充
34	大江	大阪市	1	26.25	44.00	一版	—	2.75	9.60	4,096.00	556,000	1.300	178	無充
35	京	和歌山	1	27.00	18.18	—	—	2.50	9.30	609.80	70,050	1.150	100	無充
36	鮎川	茨城	2	22.00	7.50	—	—	4.40	5.00	87.30	10,800	0.530	65	無充
37	正様	兵庫	2	22.70	6.00	—	—	3.00	7.60	1,310.00	116,600	0.802	71	無充
38	大宗	山形	2	24.24	16.36	—	—	2.54	9.50	859.90	98,008	1.920	220	無充
39	今	福井	2	26.00	6.00	—	—	2.80	9.30	89.88	11,580	0.574	74	無充
40	海運	三重	3	15.00	5.50	—	—	—	—	65.30	12,500	0.650	140	無充
41	翻取	山形	3	24.00	5.44	—	—	4.80	5.00	222.80	27,544	1.710	211	無充
42	岩都	香川	3	31.00	6.40	—	—	3.00	10.00	225.5	24,100	1.137	121	無充
43	渡川	宮崎	3	23.06	5.50	—	—	4.20	6.70	138.50	19,559	0.790	111	一段充
44	都	千葉	3	15.00	6.00	2.00	4	2.80	5.35	90.40	13,100	0.980	142	二段充
45	尻高	岩手	3	15.00	4.00	2.50	2	3.00	5.00	47.00	5,150	0.625	68	二段充
46	豊年	鹿児	2	24.24	5.00	—	2	4.70	5.15	98.45	18,725	0.788	149	下路
47	三栄	香川	3	31.00	6.00	6.70	2	5.50	5.60	363.60	134,100	0.652	240	下路
48	旭	神奈川	2	36.00	10.00 (車6.00 歩2.00)	7.00	2	4.80	7.50	223.90	41,390	0.567	105	下路 外に工形鋼が入つて居る

IV. 要　　約

以上述べ來つた諸重量公式を要約すれば表—10 の如くである．これらの中主要なものゝ總鋼重公式を圖示したものが圖—22 である．これによつて徑間長に應じ，橋種別の鋼重の差異の大體を知ることが出來る．

圖—22　本邦道路橋總鋼重公式



表—10　本邦道路橋重量公式

有効橋面（有効幅員×支間）1m² 當り諸重量を下掲の記號にて示す.

W ： 鋼橋の總重量 (kg/m²)　　w ： 鋼橋の主桁又主構のみの鋼重 (kg/m²)

V_c ： 鐵筋コンクリート橋の主橋體用コンクリート量 (m³/m²)　　W_s ： 鐵筋コンクリート橋の主橋體用鐵筋量 (kg/m²)

橋種	重量公式	適用範圍 等級	支間 (m)	幅員 (m)	主桁數	其他	摘要
上路鈑桁橋	$W=7.67\,l+61.6$ (1)　$w=7.06\,l+10.9$ (2)	二，三	12.04～25.2	3.6～12.0	2～5		l 支間長
	$W=7.80\,l+34.0$ (3)　$w=5.67\,l-1.0$ (4)	二，三	13.3～22.2	3.6～12.0	2	歩道ブラッケト無	〃
上路突桁式鈑桁橋	$W=4.79\,l-85.65$ (5)　$w=3.83\,l-111.59$ (6)	一，二，三	48.3～162.56	5.5～25.0	2～10	徑間數 3	l 全支間長
	$W=12.74\,l-4.42$ (7)　$w=11.84\,l-114.09$ (8)	一	11.0～54.2	10.0～27.3	3～14	徑間數 3～20	l 平均支間長
	$W=7.23\,l+66.23$ (9)　$w=6.57\,l+1.20$ (10)	二	16.1～36.43	5.0～25.0	2～9	徑間數 3～57	l 〃
	$W=7.78\,l+20.2$ (11)　$w=7.75\,l-48.86$ (12)	三	19.8～30.53	5.5～6.0	2	徑間數 3～17	l 〃
上路直弦鋼構橋	$W=6.11\,l+50.2$ (13)　$w=4.22\,l+19.9$ (14)	二，三	14.8～63.5	3.6～6.57	2	—	l 支間長
下路直弦鋼構橋	$W=4.86\,l+104.3$ (15)　$w=3.73\,l+28.7$ (16)	三	26.4～45.0	3.64～8.5	2	—	〃
下路曲弦鋼構橋	$W=6.09\,l+30.24$ (17)　$w=4.41\,l-29.40$ (18)	二	48.0～68.2	5.5～12.0	2	—	〃
	$W=1.79\,l+282.5$ (19)　$w=0.304\,l+215.15$ (20)	三	30.0～85.0	4.6～8.83	2	—	〃
上路二鉸拱橋	$W=2.50\,l+198.46$ (21)　$w=1.78\,l+90.10$ (22)	一，二，三	25.6～90.0	4.5～22.0	—	—	〃
上路腹構拱橋	$W=3.71\,l+144.17$ (23)　$w=2.43\,l+96.34$ (24)	二，三	21.6～64.42	4.5～7.5	—	—	〃
下路繫拱橋	$W=7.97\,l+16.54$ (25)　$w=7.69\,l-136.8$ (26)	一，二，三	33.5～69.0	5.4～25.1	—	—	〃
ランガー型拱橋	$W=2.99\,l+203.36$ (27)	二，三	56.4～72.8	4.5～7.5	—	—	〃
上路衡拱橋	$W=3.805\,l+109.82$ (28)	一，二，三	50.4～139.9	5.5～12.7	—	徑間數 3	l 全支間長
三等橋各種型式拱橋	$W=3.12\,l+186.35$ (29)　$w=2.17\,l+128.64$ (30)	三	21.6～90.0	4.5～6.5	—	—	l 支間長
T型鐵筋コンクリート單桁橋	$V_c=0.034\,l+0.075$ (31)　$W_s=3.112\,l+24.711$ (32)	二，三	5.5～16.0	2.8～18.86	—	—	l 〃
上路突桁式鐵筋コンクリート桁橋	$V_c=0.022\,l+0.177$ (33)　$W_s=3.303\,l-24.73$ (34)	二，三	9.43～30.7	3.5～20.0	2～14	徑間數 3～30	l 平均支間長
鐵筋コンクリート連續桁橋	$V_c=0.035\,l+0.029$ (35)　$W_s=4.88\,l+5.51$ (36)	一，二，三	9.8～17.4	4.0～16.68	2～10	徑間數 3	l 1徑間長

コンクリート用骨材の性質竝に之に基く骨材の所要量の決定

(東京土木出張所管内の材料に就て)

内務技師　金　子　　柾

目　次

I. 序　言……(1)
II. 砂利に關する調査及び試驗……(4)
III. 碎石及び鑛滓に關する調査及び試驗……(8)
IV. 砂に關する調査及び試驗……(9)
V. 粗骨材の性質がコンクリートの强度に及ぼす影響に關する試驗……(15)
VI. コンクリートの骨材の所要量……(18)
[1] コンクリートの從來の配合，及びそのコンクリートの練立容積……(18)
[2] 骨材の性質に應する練立容積及び骨材の所要量……(20)

I. 序　　言

内務省東京土木出張所は，東京，千葉，茨城，埼玉，栃木，群馬，長野，山梨，神奈川，靜岡の 1 府 9 縣に亙つて河川の改修，道路の改良，砂防其他の直轄工事を施工して來てゐるが，是等の工事に使用されるコンクリートの量は年々 30,000 m^3～50,000 m^3 の多量に及んでゐる．

而して，之に用ひられる骨材は主として管内の各河川から採取せられるものであるが，管内には利根水系の如く幾多の支派川を有する本邦屈指の大河川を初めとし，荒川，富士川，多摩川，相模川，久慈川，那珂川等，大小幾多の河川があり，各々多量の砂利，砂を產出してゐる．是等多數の河川から產出される砂利，砂は，河川の異るに從ひ，又同一河川に於ても採取箇所の異ると共にその骨材としての性質も亦變化するから，各現場に於て使用されてゐる骨材が，その性質の相違によつて，骨材の使用量，コンクリートの性質等に對して少からぬ影響を及ぼしてゐることは容易に考へられるのである．

近年，道路工事に於て鋪裝其他に固練りのコンクリートが用ひられると共に，コンクリートの施工に當つて骨材の不足が訴へられる場合が極めて多い．之はコンクリートの施工に當つて，使用水量を少くし，タンパー，ヴイブレーター等を使用して緻密なコンクリートを造るためで，從來の鐵筋コンクリート用の軟練りの場合と同一の設計量では，固練りの場合に骨材の不足を生ずるのは當然である．

斯の如き骨材の不足を生ぜしめないためには，設計に當つて，コンクリートの配合，施工法，竝に骨材の性質を考慮して，骨材の使用量に變化を與へねばならない．

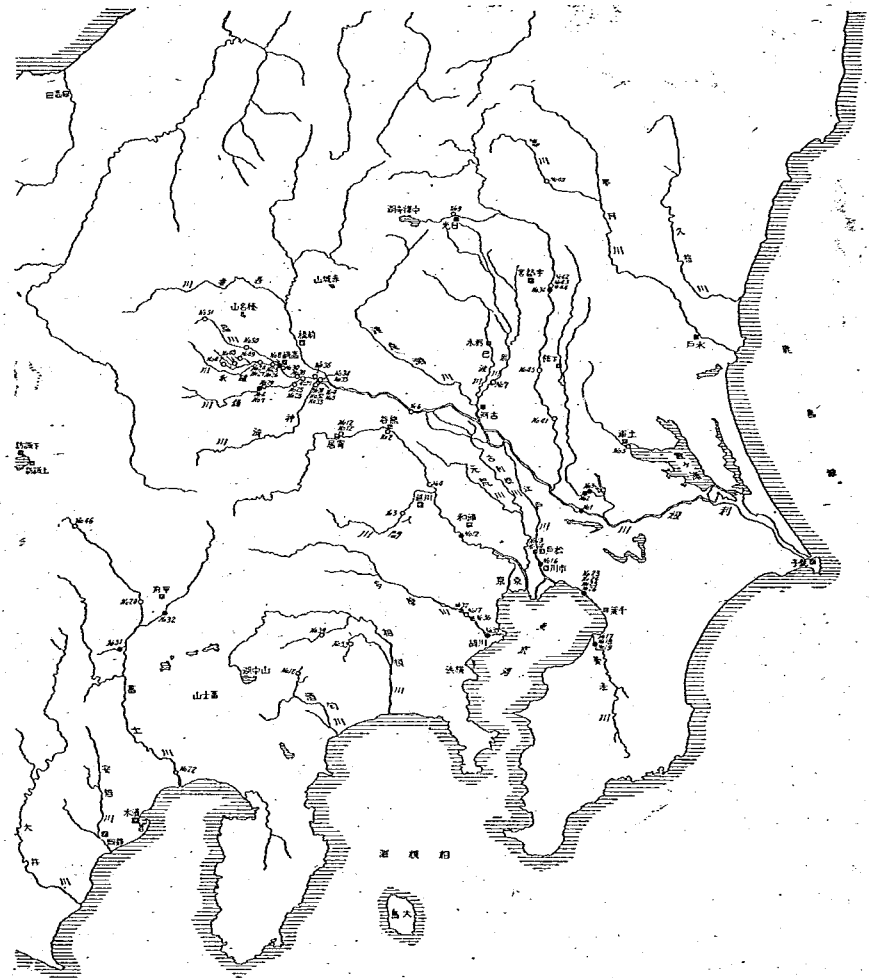
玆に，東京土木出張所管内の工事現場から，その使用する骨材を集め，その性質を試驗し，コンクリートの設計に對する資料を求めたのである．

本試驗に於て取扱つた試料はその總數 91 種，その内砂利 52 種，碎石及び鑛滓各 1 種，砂 37 種で，各々約 50 kg 宛を集め，之に對して比重，單位重量，空隙率を求め，洗試驗によつて泥土含有率を量り，篩分析に

圖—1 骨材採取箇所の圖

○ 印は砂利採取箇所

●][印は砂採取箇所



表―1 砂利試験成績表

試料番號	産地 水系名	産地 河川名	産地 地名	使用事務所名 出張所名	比重	單位重量(kg/m³) 搗実	單位重量(kg/m³) 軽装	空隙率(%) 搗実	空隙率(%) 軽装	吸水率(%)	泥土含有率(%)	磨損率(%)	磨損係數	粗粒率	篩分析(mm) 60~50	50~40	40~30	30~25	25~20	20~15	15~10	10~5	5以下	最大粒徑(mm)	用途
No.1	相模川	相模川	—	荒川採掘	2.60	1697	1578	34.7	39.3	1.4	0.3	3.6	11.8	7.84	0	0	22.5	28.8	32.5	15.8	0.4	0	0	—	鐵筋コンクリート及びコンクリートブロック
2	荒川	荒川	埼玉縣熊谷市地先	荒川上流	2.63	1669	1539	36.5	40.7	0.8	0.2	6.8	5.9	7.62	0	0	2.3	25.6	34.7	29.6	7.5	0.3	0	—	鐵筋コンクリート
3	〃	入間川	埼玉縣入間郡霞ケ關大字的場	〃	2.58	1650	1534	36.0	39.8	1.4	0.1	11.9	3.4	7.13	0	0	1.1	7.8	16.8	33.6	30.2	10.2	0.3	—	〃
4	〃	〃	埼玉縣北足立郡三保谷村釘無地先	〃	2.58	1637	1536	36.6	39.7	1.2	0.1	16.9	2.4	7.20	0	0	3.9	13.4	14.3	24.1	32.8	11.5	0	—	〃
5	—	霞ケ浦	茨城縣土浦町	利根川改良事務所用網材	2.72	1692	1560	37.8	42.6	2.0	0.1	13.9	2.9	6.53	0	0	0	1.2	2.7	13.1	40.3	34.3	8.4	—	〃
6	利根川	利根川	群馬縣邑樂郡富永村	〃	2.49	1632	1513	34.5	39.2	1.5	0.6	12.4	3.2	6.69	0	0	0	0	2.4	21.5	46.3	25.7	4.1	—	〃
7	〃	思川	栃木縣都賀郡間々田町	〃	2.58	1725	1626	33.1	37.0	1.2	0.5	8.9	4.3	6.71	0	0	0	0.5	8.9	27.0	30.6	27.9	5.1	—	〃
8	〃	鬼怒川	—	小貝川	2.54	1717	1616	32.4	36.4	1.5	0.5	5.1	7.8	6.77	0	0	0	3.4	11.0	21.9	28.3	33.3	2.1	—	〃
9	〃	稻荷川	栃木縣日光町	稻荷川	2.44	1557	1415	36.2	42.0	2.8	0.5	14.5	2.8	7.21	0	0	8.9	17.7	15.6	17.0	19.8	20.8	0.2	30以下	粗石入堰堤ブロック築造
10	相模川	桂川	—	山梨國道	2.63	1741	1583	33.8	39.8	0.8	0.4	4.4	9.1	7.78	1.4	2.1	31.5	25.2	21.2	11.8	0.8	4.6	1.4	45以下	鐵筋コンクリート
11	利根川	渡良瀬川	—	草加國道	2.65	1729	1624	34.8	38.7	0.7	0.1	2.5	16.0	7.26	0	0	5.9	14.1	19.0	23.0	25.8	11.8	0.4	25以下	〃
12	荒川	荒川	埼玉縣大里郡寄居町	板橋國道	2.64	1767	1660	33.1	37.1	0.7	0.3	—	—	7.01	0	0	1.3	9.7	17.2	21.0	24.5	25.1	1.2	30以下	構造物
12'	〃	〃	〃	〃	2.62	1743	1650	33.5	37.0	0.7	0.1	10.0	4.0	6.85	0	0	1.9	8.8	12.9	18.9	26.4	23.4	7.7	25以下	コンクリートブロック
13	利根川	鬼怒川	茨城縣眞壁郡關本町	千葉國道	2.63	1693	1573	33.1	37.8	1.6	0.4	6.5	6.2	7.56	0	0	13.2	25.1	21.4	20.8	13.8	3.7	0	—	鐵筋コンクリート及び舗装
15	多摩川	多摩川	—	新京濱國道	2.60	1739	1634	33.1	36.4	0.8	0.3	6.5	6.2	7.07	0	0	0	10.0	18.0	25.2	27.0	18.7	1.1	—	—
17	〃	〃	川崎市宮内	多摩川採掘	2.60	1689	1585	35.0	39.0	0.8	0.2	—	—	7.29	0	0	0	6.0	30.3	29.6	27.2	6.9	0	25以下	無筋コンクリート
18	酒匂川	酒匂川	神奈川縣足柄上郡三保村	河内川	2.79	1687	1536	39.5	44.9	0.8	0.1	—	—	7.86	0	2.0	38.9	23.4	19.8	12.5	3.2	0.2	0	30以下	堰堤工事
19	富士川	笛吹川	山梨縣東八代郡富士見村笛吹橋上流	富士川	2.60	1607	1528	38.2	41.2	1.8	1.2	—	—	7.61	0	0	4.9	25.0	31.3	25.1	13.6	0.1	0	25~10	鐵筋コンクリート材料
20	〃	釜無川	山梨縣中巨摩郡玉幡村	〃	2.63	1671	1533	36.5	41.7	1.3	0.2	—	—	8.09	0	16.3	40.4	18.6	17.5	6.1	1.1	0	0	70~20	コンクリートブロック
21	〃	大武川	山梨縣南巨摩郡五開村根久保	〃	2.68	1669	1481	40.0	44.7	1.1	2.5	—	—	7.69	1.5	3.9	25.9	17.7	16.5	16.7	16.2	1.5	0.1	60~10	堰堤工事
22	〃	富士川	静岡縣富士郡岩松村松岡	〃	2.65	1748	1621	34.0	38.8	0.4	0.4	—	—	7.40	1.0	2.4	16.4	11.5	16.6	18.4	23.1	10.2	0.4	30~9	鐵筋コンクリート、コンクリートブロック、石張
23	利根川	碓氷川	群馬縣碓氷郡豐岡村	烏川改修八幡	2.61	1671	1577	36.0	39.6	1.0	1.1	—	—	7.21	0	1.2	9.5	14.2	16.1	16.5	21.7	20.1	0.7	30~5	鐵筋コンクリート
24	〃	〃	群馬縣碓氷郡板鼻町	〃	2.62	1657	1538	36.8	40.5	0.9	1.5	—	—	7.32	0	0	11.6	19.5	18.1	16.7	18.8	13.2	2.1	〃	〃
25	〃	烏川	群馬縣碓氷郡八幡村	〃	2.59	1651	1555	36.3	40.0	1.4	1.4	—	—	7.55	0	0	9.9	20.3	26.8	24.5	16.6	1.9	0	〃	〃
26	〃	碓氷川	群馬縣碓氷郡豐岡村	〃	2.58	1704	1580	34.0	38.8	1.4	1.1	—	—	7.18	0	3.4	12.1	10.4	12.7	16.4	22.3	21.4	1.3	〃	玉石練積
27	〃	〃	群馬縣碓氷郡板鼻町	〃	2.52	1677	1549	33.5	38.5	2.4	1.7	—	—	7.13	0	1.4	5.3	14.4	16.0	15.9	24.2	20.1	2.7	〃	〃
28	〃	烏川	群馬縣碓氷郡八幡村	〃	2.56	1632	1503	36.2	41.3	2.2	0.8	—	—	7.28	0	0	1.4	12.2	26.2	25.3	23.5	11.3	0.1	〃	〃
29	〃	鏑川	群馬縣多野郡小野村森新田	烏神流川	2.47	1675	1567	32.2	36.6	1.7	0.4	—	—	6.73	0	0	0	0.6	5.8	21.1	41.0	29.7	1.8	25~5	鐵筋コンクリート
30	〃	碓氷川	高崎市乗附	〃	2.57	1701	1573	33.8	38.8	1.8	0.6	—	—	6.91	0	0	0.3	6.4	18.5	19.5	24.6	27.4	3.3	30~5	無筋コンクリート
31	〃	神流川	埼玉縣兒玉郡賀美村勅使河原	〃	2.64	1634	1530	38.1	42.0	0.7	0.5	—	—	7.01	0	0	0	1.3	14.1	29.4	41.0	14.1	0.1	25~5	鐵筋コンクリート
32	〃	〃	埼玉縣兒玉郡賀美村金久保	〃	2.62	1646	1522	37.2	41.9	0.9	0	—	—	7.20	0	0	0	4.2	23.7	32.1	31.9	8.1	0	〃	〃
33	〃	〃	埼玉縣兒玉郡賀美村勅使河原	〃	2.62	1634	1523	37.6	41.8	0.9	0	—	—	7.32	0	0	5.3	16.8	17.1	24.2	29.0	7.6	0	30~5	無筋コンクリート
34	〃	烏川	群馬縣佐波郡芝根村沼ノ上	〃	2.56	1663	1549	36.2	39.5	1.1	0.4	—	—	7.13	0	0	2.9	12.9	18.6	18.7	25.6	21.2	0.1	25~5	鐵筋コンクリート
35	〃	〃	群馬縣佐波郡芝根村川井	〃	2.56	1638	1522	36.0	40.5	1.4	0.6	—	—	7.11	0	0	0	11.4	16.1	22.6	33.1	16.6	0.2	〃	〃
36	〃	〃	群馬縣佐波郡玉村角渕	〃	2.55	1684	1556	34.0	39.0	1.6	0.3	—	—	7.18	0	0	2.2	14.1	20.5	21.3	23.6	18.2	0.1	〃	〃
37	〃	〃	群馬縣多野郡小野村立石新田	〃	2.55	1684	1572	34.0	38.4	1.6	0.5	—	—	7.16	0	0	1.0	11.9	19.6	24.4	26.8	16.0	0.3	〃	〃
38	〃	〃	群馬縣群馬郡岩鼻村岩鼻	〃	2.64	1698	1580	31.9	40.2	1.2	0.5	—	—	7.13	0	0	3.0	13.4	17.6	20.5	24.9	20.4	0.2	〃	〃
39	相模川	道志川	神奈川縣津久井郡青根村	道志川	2.65	1622	1482	38.8	44.1	1.6	0.7	—	—	7.70	0	0	14.8	22.0	32.8	26.8	3.5	0.1	0	30~10	—
40	那珂川	箒川	—	栃木國道	2.51	1670	1536	33.5	38.8	2.1	1.0	—	—	7.22	0	0	12.0	15.7	12.0	18.4	24.0	15.5	1.8	25~5	—
41	利根川	鬼怒川	茨城縣結城郡大形村篠原	鬼怒川	2.49	1654	1525	33.6	38.8	2.3	0.6	—	—	7.47	0	0.6	0.6	9.3	20.1	35.2	31.5	3.3	0	36~6	鐵筋コンクリート及びコンクリート張護岸ブロック
42	〃	〃	栃木縣河内郡平石村石井	〃	2.53	1668	1578	34.1	37.6	1.7	0.2	—	—	6.73	0	0	0	2.0	12.5	17.1	27.2	41.1	0.1	〃	〃
43	〃	〃	〃	〃	2.56	1702	1578	33.5	38.4	1.3	0.5	—	—	6.41	0	0	0	0	0	8.4	34.0	56.4	1.2	25~5	練石張
44	〃	〃	〃	〃	2.53	1673	1565	33.9	38.1	1.6	0.3	—	—	6.74	0	0	0	0.8	7.7	24.7	32.6	34.1	0.1	20~5	〃
45	〃	〃	茨城縣結城郡豐加村伊佐山	〃	2.54	1658	1545	34.7	39.2	1.6	0.6	—	—	7.06	0	0	0	0	9.7	35.2	51.3	3.3	0	18~6	鐵筋コンクリート杭
46	富士川	釜無川	長野縣諏訪郡落合村	釜無川	2.64	1685	1510	36.2	42.8	1.0	0.1	—	—	7.42	0	2.1	10.6	11.3	20.0	28.8	21.2	4.0	0	30以下	—
47	利根川	増田川	群馬縣碓氷郡細野村上増田	烏川砂防	2.39	1477	1312	38.2	45.1	3.0	2.0	—	—	7.45	0	0.8	14.1	12.8	17.6	28.0	25.7	0.6	0.4	—	無筋コンクリート
48	〃	後閑川	群馬縣碓氷郡後閑村後閑	〃	2.44	1542	1368	36.8	43.9	3.0	2.7	—	—	7.85	0	4.3	35.9	27.4	13.6	11.0	7.6	0.2	0	—	〃
49	〃	秋間川	群馬縣碓氷郡秋間村西上秋間	〃	2.40	1499	1337	37.5	44.3	3.7	2.1	—	—	7.36	0	0	0.5	11.6	24.7	35.3	27.5	0.4	0	—	〃
50	〃	滑川	群馬縣群馬郡室田町中室田	〃	2.46	1554	1377	36.8	44.0	3.5	0.5	—	—	7.74	0	0.6	23.4	27.0	22.6	19.3	6.5	0.6	0	—	〃
51	〃	相間川	群馬縣碓氷郡烏淵村水沼岩氷	〃	2.43	1578	1417	35.1	41.7	3.5	1.7	—	—	7.28	0	0	0.8	10.3	27.6	25.6	25.2	10.3	0	—	〃
52	多摩川	多摩川	—	多摩川上流	2.61	1679	1547	35.7	40.7	0.9	0.2	—	—	7.30	0	0	0	4.2	25.6	36.6	33.4	0.2	0	20以下	鐵筋コンクリート
53	相模川	中津川	神奈川縣愛甲郡宮ケ瀬村	中津川	2.64	1707	1561	35.3	40.9	1.9	0.6	—	—	7.23	0	3.1	18.6	12.2	9.9	13.6	20.5	20.7	1.4	30~5	堰堤用粗石コンクリート

備考 ―― は最大又は最小値

よつて粒度を求め，砂利，碎石に於ては吸水率，磨損率を，又砂に於ては有機物の含有量を求めたのである．

骨材の性質がコンクリートの強度に及ぼす影響を求めるには，各種の配合に依り，多數の實驗を行はねばならぬのであるが，本試驗に於ては試料の少量のために配合を 1 種類とし，各種の砂利，碎石に對して多摩川產の砂を用ひて小型の而も少數の供試體に依つたものであるから，之を以て直ちに骨材の良否を判斷することは出來ないが，或程度の參考に供することが出來るものと考へられる．

II. 砂利に關する調査及び試驗

[1] 一 般 的 性 質

試驗に用ひた砂利は 52 種で，その採取箇所は圖—1 に示す如くである．集めた砂利に就いて行つた試驗の結果は表—1 に示す通りで，この內，砂利の主要性質に就いて，夫々その最大値，最小値，平均値を示せば表—2 となる．

表—2 試驗した砂利の主要性質

項目	比重	單位重量 (kg/m³)		空隙率 (%)		吸水率 (%)	泥土含有率 (%)	粗粒率	磨損率 (%)
		密裝	輕裝	密裝	輕裝				
最大値	2.79	1767	1660	40.0	45.1	3.7	2.7	8.09	16.9
最小値	2.39	1477	1312	31.9	36.4	0.4	0	6.41	2.5
平均値	2.57	1662	1540	35.4	40.2	1.5	0.7	7.24	8.9
試驗數	52	52	52	52	52	52	52	52	14

表—3 本邦砂利の性質 (藤井技師調査)

項目	比重	磨損率 (%)	泥土含有率 (%)
最大値	2.67	19.90	1.9
最小値	1.94	1.90	0.0
平均値	2.46	7.10	0.82
試驗數	42	41	5

表—4 本邦各地から集めた砂利の主要性質
(內藤，吉田兩氏の調査)

項目	比重	空隙率	粗粒率
最大値	3.00	55.7	9.90
最小値	2.32	32.7	4.44
平均値	2.62	41.7	7.08
試驗數	80	80	71

今回の試驗の結果は以上の通りであるが，之を從來のものと比較するために，1, 2 の試驗成績を揭げてみる．

表—3 は藤井技師の發表せられた試驗結果である．

又內藤多仲氏，吉田享二氏が全國各地から材料を集めて試驗を行ひ，建築雜誌 (第 481 號) に發表された調査書から砂利の主要性質を求めて之を示せば表—4 の如くである．

[2] 比　　重

本試驗に於ける砂利の比重の最大値は酒匂川水系河內川產の 2.79，最小値は利根水系增田川產の 2.39 で，平均値は 2.57 を示し，平均値に於ては表—3，表—4 の値の中間に在ることゝなる．

今，本試驗によつて求められた砂利の比重を水系別に見るときは，各水系から採取した試料の數が等しくない

表—5 水系別に見た砂利の比重

水系別	最大値	最小値	平均値	試験数
利根川	2.65	2.39	2.54	32
荒川	2.64	2.58	2.61	5
富士川	2.68	2.60	2.64	5
多摩川	2.61	2.60	2.60	3
相模川	2.65	2.60	2.64	3

から一般的な結論は得られぬが，表—5 に見られる如く，利根水系産の砂利の比重の平均値は 2.54 で他の水系のそれよりも稍小さい値を示し，富士川，相模川のものは稍大きな値を示してゐる．

[3] 空　隙　率

コンクリートの配合に影響することの大きいのは空隙率であるが，本試験に於ける砂利の空隙率は，密装の場合最大 40.0％，最小 31.9％，平均 35.4％ で，輕装の場合には夫々 45.1％，36.4％，40.2％ となつてゐる．

[4] 洗 試 験 成 績

砂利の洗試験の成績を見るに，表—1 に示す如く，全く清淨なものから，泥土含有率の最大 2.7％ に及ぶものまであるが，一般に比較的清淨であることが分る．

[5] 粒　度

表—8 鐵筋コンクリート標準示方書の粒度の規格と實績との比較

種別	最大目の篩通過量 (％)	最大目の 1/2 の目の篩通過量 (％)	5 mm 板篩通過量 (％)	骨材の用途	種別	最大目の篩通過量 (％)	最大目の 1/2 の目の篩通過量 (％)	5 mm 板篩通過量 (％)	骨材の用途
示方書の規格	95 以上	75～40	10 以下		示方書の規格	95 以上	75～40	10 以下	
No.1	48.7	0.4	0	鐵筋コンクリート	No.24	88.4	34.1	2.1	鐵筋コンクリート
2	72.1	7.8	0	〃	25	90.1	18.5	0	〃
3	91.1	40.7	0.3	〃	29	99.4	72.5	1.8	〃
4	82.7	44.3	0	〃	31	98.7	55.2	0.1	〃
5	96.1	42.7	8.4	〃	32	95.8	40.0	0	〃
6	97.6	29.8	4.1	〃	34	84.2	46.9	0.1	〃
7	90.6	33.0	5.1	〃	35	88.6	49.9	0.2	〃
8	96.6	85.6	2.1	〃	36	83.3	41.9	0.1	〃
10	98.6	39.8	1.4	〃	37	87.1	43.1	0.3	〃
11	80.0	38.0	0.4	〃	38	83.6	45.5	0.2	〃
12	89.3	57.5	7.7	構造物	40	71.7	41.3	1.8	〃
13	86.8	19.5	0	舖裝捏に鐵筋コンクリート	41	100.0	70.0	0	鐵筋コンクリート捏にブロック
15	100.0	46.8	1.1	〃	42	100.0	85.5	0.1	〃
19	95.1	13.7	0	鐵筋コンクリート杭	45	90.3	3.8	0	鐵筋コンクリート杭
22	80.2	33.7	0.4	鐵筋コンクリート捏にブロック	52	70.2	0.2	0	鐵筋コンクリート
23	89.3	42.5	0.7	鐵筋コンクリート					

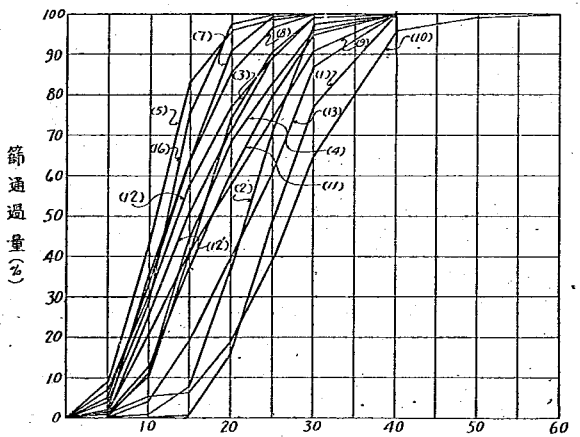
備考　—— は不合格を示す．最大粒徑 25 mm の 1/2 の目の篩を 15 mm 目篩とした．

砂利の粒度は表—1，表—2 に見られる通り，粗粒率の最大値は 8.09，最小値は 6.41，平均値は 7.24 となつてゐる．

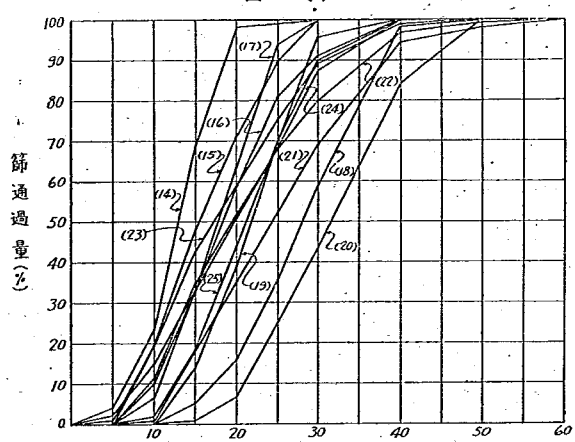
次に，篩分析試驗の結果から，是等の粗骨材が，我國土木學會の鐵筋コンクリート標準示方書中に規定された粒度の規格に合格するか否かを調べてみることゝする．表—8 は規格と實際の成績とを對照したものである．

表—8 に揭げた骨材は試料の中から鐵筋コンクリート用骨材を選んだのであるが，表に明かな通り，規格に合

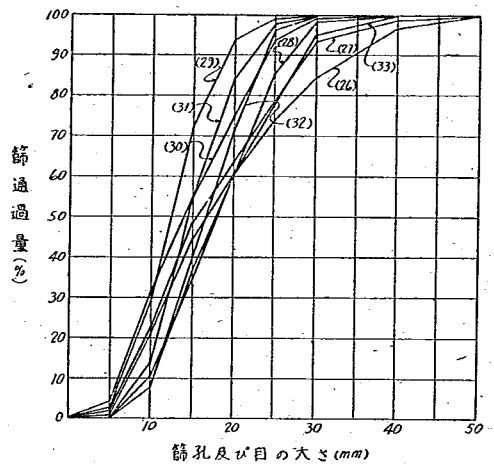
圖—2 (1) 砂利の篩分曲線圖



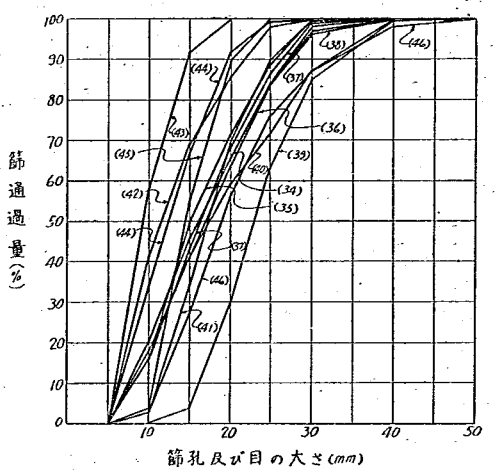
圖—2 (2)



圖—2 (3)



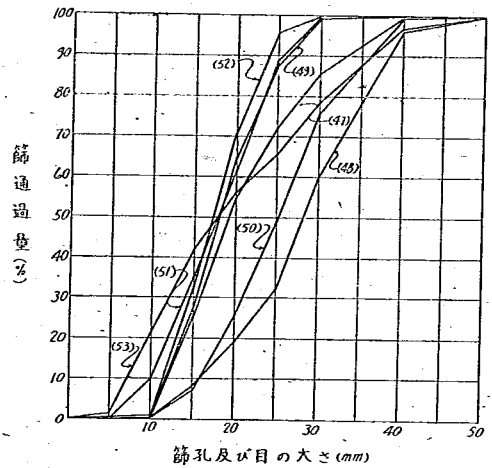
圖—2 (4)



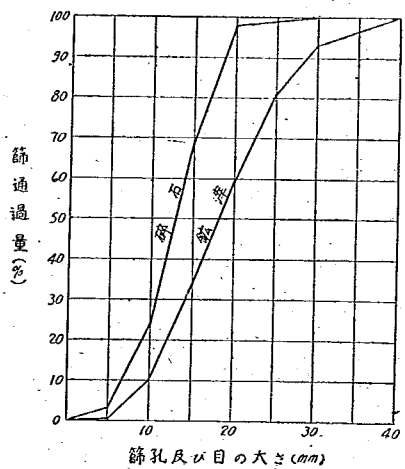
格するものは總數 31 の內僅かに 6 で合格率は 2 割にも達してゐない.

圖—2 は篩分析試驗によつて得た砂利の篩分曲線圖であるが, 之によつて粒徑 10~20 mm の部分を著しく缺いてゐるもの>多いことが知れる.

圖—2 (5)



圖—3 碎石及び鑛滓の篩分曲線圖



III. 碎石及び鑛滓に關する調査及び試驗

砂利以外に粗骨材として試驗を行つたのは碎石と鑛滓各1種に過ぎなかつた. 表—9はその試驗の結果である.

表—9 碎石及び鑛滓の試驗成績表

試料番號	種別	産地	使用事務所名	比重	單位重量 (kg/m³)		空隙率 (%)		吸水率 (%)	泥土含有率 (%)	磨損率 (%)
					密裝	輕裝	密裝	輕裝			
14	碎石	栃木縣葛生町	千葉國道	2.72	1543	1387	43.3	49.0	0.9	2.0	15.6
16	鑛滓	日本鋼管株式會社	新京濱國道	2.78	1631	1471	41.3	47.1	0.5	0.1	13.6

磨損係數	粗粒率	篩分析 (mm)							示方粒徑 (mm)	用途
		40～30	30～25	25～20	20～15	15～10	10～5	5以下		
2.6	6.75	0	0.8	1.3	29.3	44.7	20.7	3.2	20～5	鋪裝上層コンクリート
2.9	7.31	7.3	12.0	22.2	25.1	23.1	10.1	0.2	—	鋪裝基層コンクリート

今之を砂利の場合に比較してみると, 碎石, 鑛滓共に空隙率の大きな點が目立つてゐる.

圖—3は碎石, 鑛滓の篩分曲線圖で, 砂利の場合と同樣に粒徑 10 mm 前後の部分が乏しいことが分る.

IV. 砂に關する調査及び試驗

[1] 一般的性質

本試驗で取扱つた砂は 37 種であるが，試驗の結果は表—10 に示す通りである．

この內，砂の主要性質に就いて夫々その最大値，最小値，平均値を示せば表—11 となる．

表—11 試驗した砂の主要性質

項目	比重	單位重量 (kg/m³)		空隙率 (%)		泥土含有率 (%)	有機物含有量	粗粒率
		密裝	輕裝	密裝	輕裝			
最大値	2.89	1723	1583	47.7	53.5	3.4	標準色の 1/5	3.27
最小値	2.63	1380	1228	34.8	40.0	0.1	0	1.25
平均値	2.71	1585	1432	41.4	46.8	1.1	—	2.05
試驗數	37	37	37	37	37	37	37	37

今之を既往の試驗成績と比較するために，表—12，13 を揭げる．

表—12 砂の主要性質（藤井技師調査）

項目	比重	空隙率(%)	泥土含有率(%)
最大値	2.71	54.9	3.8
最小値	2.44	33.7	0.6
平均値	2.64	40.0	1.6

表—13 內藤，吉川兩氏による試驗成績

項目	比重	空隙率(%)	粗粒率
最大値	2.89	54.0	4.23
最小値	2.44	29.5	0.65
平均値	2.58	40.5	2.18
試驗數	80	78	69

[2] 比重

本試驗に於ける砂の比重の最大値は碓氷川產の 2.89，その最小値は富士川支流大柳川產の 2.63 で，平均値は 2.71 を示してゐる．

今之を表—12，13 の値と比較すれば，最大値に於ては表—13 の夫と等しいが，最小値に於ては表—12，13 に比べて稍々大きく，平均値も亦同樣に大きな値を示してゐる．

表—14 產地別に見た砂の比重

產地	砂の比重平均値	產地	砂の比重平均値
利根本川	2.70	鬼怒川	2.68
小見川	2.68	古利根川	2.68
神流川	2.68	墓張海岸	2.67
烏川	2.81	釜無川	2.71
鏑川	2.78	大柳川	2.63
碓氷川	2.87	笛吹川	2.69
荒川	2.69	慈川	2.65
江戶川	2.72	多摩川	2.65
發老川	2.68		

本試驗によつて得られた比重の値を產地別に示すときは表—14 となる．

此內最大値は烏川の 2.81 で最小値は大柳川の 2.63 であるが，比較的比重の小さいと考へられてゐる江戶川の砂が 2.72 を示して中位にあり，多摩川の 2.65 と共に豫想外の値を示してゐる．砂は一般にその粒が細かい程比重が大きいものであるから，江戶川產の砂はその粒が比較的細かい爲に，輕石を含んでゐる割に比重が大きいといふことは考へられるが，多摩川產のものは粒も細かい方であるのに，石質のよい割には比重が小さいのである．

表—10　砂　試

試料番號	産地 水系名	産地 河川名	産地 地名	使用事務所名 工事	比重	單位重量(kg/m³) 密裝	單位重量(kg/m³) 輕裝
No.1	利根川	利根川	千葉縣東葛飾郡我孫子町青山地先	—	2.70	1508	1360
2	〃	小貝川	茨城縣北相馬郡山王村岡堰下流地先	小貝川	2.72	1510	1350
3	〃	〃	茨城縣北相馬郡山王村二三成橋附近	〃	2.64	1380	1228
4	〃	神流川	埼玉縣兒玉郡賀美村地先	—	2.68	1630	1475
5	〃	〃	〃	—	2.68	1570	1420
6	〃	鳥川	群馬縣多野郡小野村地先	—	2.80	1590	1428
7	〃	鏑川	〃	—	2.78	1608	1455
8	〃	鳥川	高崎市下和田地先	—	2.84	1583	1408
9	〃	〃	群馬縣碓氷郡八幡村地先	—	2.78	1570	1415
10	〃	碓氷川	距離標 2.4 km	—	2.89	1640	1495
11	〃	〃	同 6.0 km	—	2.85	1610	1463
12	荒川	荒川	埼玉縣北足立郡美谷本村地先	—	2.69	1475	1310
13	利根川	江戶川	千葉縣東葛飾郡松戶町地先葛飾橋上流	金町國道	2.69	1534	1373
14	〃	〃	〃	〃	2.71	1559	1410
15	〃	〃	—	〃	2.68	1528	1380
16	〃	〃	市川市國府臺地先	千葉國道	2.67	1459	1304
17	養老川	養老川	千葉縣市原郡五井町地先	〃	2.66	1650	1509
18	〃	〃	〃	〃	2.69	1596	1449
19	〃	〃	〃	〃	2.69	1586	1323
20	利根川	鬼怒川	—	—	2.66	1619	1477
21	〃	〃	—	—	2.68	1550	1355
22	〃	古利根川	—	草加國道	2.68	1609	1463
23	—	—	千葉縣千葉郡幕張町海岸	—	2.68	1671	1514
24	—	—	〃	—	2.65	1677	1528
25	—	—	〃	—	2.66	1660	1519
26	—	—	〃	—	2.67	1664	1522
27	利根川	江戶川	—	—	2.74	1558	1424
28	〃	〃	—	—	2.76	1541	1394
29	〃	〃	—	—	2.77	1543	1420
30	富士川	釜無川	韮崎附近	—	2.71	1628	1475
31	〃	大柳川	第三號堰堤上合流點より 1600 m	—	2.63	1614	1480
32	〃	笛吹川	山梨縣東八代郡上曾根村地先	—	2.69	1552	1410
33	那珂川	蓬川	—	—	2.65	1682	1568
34	利根川	鬼怒川	栃木縣河內郡平石村地先	—	2.71	1519	1388
35	多摩川	多摩川	東京府荏原郡六鄕村六鄕橋附近	—	2.64	1723	1583
36	〃	〃	東京府荏原郡調布村丸子橋附近	—	2.66	1650	1360
37	〃	〃	神奈川縣橘樹郡高津村二子橋附近	—	2.64	1610	1455

試験成績表

空隙率 (%)		泥土含有率 (%)	有機物含有量	粗粒率	篩分析 (min)					
密裝	輕裝				5~2.5	2.5~1.2	1.2~0.6	0.6~0.3	0.3~0.15	0.15以下
44.1	49.6	0.8	標準色の$\frac{1}{50}$	1.87	0.10	0.59	9.18	65.25	24.19	0 69
44.5	50.4	1.1	〃 $\frac{1}{20}$	1.60	0	0.10	1.21	56.08	40.90	1.71
47.7	53.5	3.4	〃 $\frac{1}{10}$	1.34	0	0.10	0.40	31.03	62.07	6.40
39.2	45.0	0.8	痕跡	2.63	2.61	18.14	32.66	32.27	13.82	0.50
41.4	47.0	0.6	〃	2.27	0.80	6.01	25.43	54.25	13.11	0.40
43.2	49.0	2.3	標準色の$\frac{1}{60}$	1.83	0.80	1.41	10.25	52.27	31.15	4.12
42.2	48.0	1.5	〃 $\frac{1}{72}$	1.99	0.69	1.39	15.90	56.91	22.13	2.98
44.3	50.4	3.0	〃 $\frac{1}{47}$	2.20	0.90	4.11	28.16	43.88	19.04	3.91
43.5	49.1	2.8	〃 $\frac{1}{5}$	2.28	1.80	6.44	28.07	41.46	18.51	3.72
43.3	48.3	0.6	〃 $\frac{1}{25}$	2.45	0	6.82	41.52	40.02	10.53	1.11
43.5	48.7	0.2	〃 $\frac{1}{55}$	2.47	0	6.42	42.52	41.23	8.93	0.90
45.2	51.3	1.6	〃 $\frac{1}{49}$	1.54	0.40	0.70	3.90	41.14	51.15	2.71
43.0	49.0	0.7	〃 $\frac{1}{64}$	1.61	0.30	1.40	6.95	40.95	48.60	1.80
42.5	48.0	0.1	〃 $\frac{1}{55}$	1.86	0.40	2.10	13.45	50.10	32.15	1.80
43.0	48.5	0.8	〃 $\frac{1}{55}$	1.84	0.40	0.55	5.55	69.15	23.55	0.80
45.4	51.2	2.3	〃 $\frac{1}{46}$	1.25	0	0.35	1.50	20.05	72.45	5.65
38.0	43.3	1.0	〃 $\frac{1}{90}$	2.18	1.10	3.80	26.80	47.40	19.90	1.00
40.7	46.1	1.0	〃 $\frac{1}{75}$	1.71	0.40	1.20	11.60	40.90	43.70	2.20
41.0	47.1	0.5	〃 $\frac{1}{70}$	1.36	0.10	0.20	3.50	26.50	64.50	5.00
39.1	44.5	0.1	〃 $\frac{1}{80}$	2.90	3.59	11.64	56.74	27.38	0.55	0.10
42.2	49.4	0.7	〃 $\frac{1}{62}$	2.04	0.54	1.75	16.03	64.53	16.79	0.35
40.0	45.4	0.6	〃 $\frac{1}{57}$	3.01	1.22	22.65	53.27	16.53	3.88	2.45
37.7	43.5	0.4	〃 $\frac{1}{51}$	1.72	0.05	0.45	10.61	47.75	38.74	2.40
36.7	42.3	0.1	〃 $\frac{1}{52}$	2.00	0.04	1.05	16.99	62.09	19.51	0.32
37.6	42.9	0.8	〃 $\frac{1}{67}$	1.70	0.21	2.73	12.27	34.91	47.01	2.87
37.5	42.8	0.7	〃 $\frac{1}{55}$	1.98	0.20	1.07	16.94	58.14	21.93	1.72
43.1	48.0	1.7	〃 $\frac{1}{89}$	1.92	1.62	2.83	15.35	50.83	28.42	0.94
44.2	49.5	1.3	〃 $\frac{1}{62}$	1.91	0.30	0.95	11.80	62.95	23.60	0.39
44.3	48.7	1.2	〃 $\frac{1}{60}$	1.96	0.45	1.83	11.21	55.05	31.18	0.28
39.9	45.6	2.4	痕跡	2.36	4.90	8.67	24.60	38.25	21.50	2.08
38.6	43.7	0.7	0	2.52	0.45	18.47	30.66	29.74	18.03	2.64
42.3	47.6	0.5	標準色の$\frac{1}{82}$	2.52	5.49	5.37	31.30	50.74	6.88	0.32
36.5	40.8	2.0	〃 $\frac{1}{80}$	3.27	21.86	18.93	28.97	21.04	7.64	1.55
44.0	48.8	0.4	〃 $\frac{1}{91}$	1.97	1.62	2.83	15.35	50.83	28.42	0.94
34.8	40.0	1.1	〃 $\frac{1}{55}$	2.45	11.81	6.01	19.12	36.04	23.22	3.80
38.0	40.5	0.9	—	1.40	0.08	0.12	1.10	37.01	60.38	1.30
39.0	44.9	0.7	標準色の$\frac{1}{72}$	2.10	0.94	4.13	23.03	48.71	22.13	1.07

備考　—— は最大又は最小値

[3] 空　隙　率

本試驗に於ける砂の空隙率は，密裝の場合その最大値 47.7％，最小値 34.8％，平均値は 41.4％ で，輕裝の場合には夫々 53.5％，40.0％，46.8％ を示してゐる．今之を表—12，13 に比較してみると，密裝の値に於て，最大値は兩者よりも小さく，最小値は大，平均値に於ては兩者よりも幾分大きな値を示してゐる．

[4] 洗試驗成績

砂の洗試驗の成績は表—10，11 に示す如く，泥土含有率は最小 0.1％，最大 3.4％，平均 1.1％ で，土木學會鐵筋コンクリート標準示方書に規定する最大限度 3％ を超えるものが 2 件ある．

[5] 粒　度

砂の粒度は表—10，11 に見る如く，粗粒率の最大値は 3.27，最小値は 1.25，平均値は 2.05 であるが，之を表—13 に比べてみると，最大値に於て小さく，最小値に於て大きく，平均値に於て稍々小さな値を示してゐる．

今，砂の篩分析試驗の結果を，土木學會の鐵筋コンクリート標準示方書の規定と比べてみると表—15 の如きものとなる．

表—15　鐵筋コンクリート標準示方書の粒度の規格と實績との比較

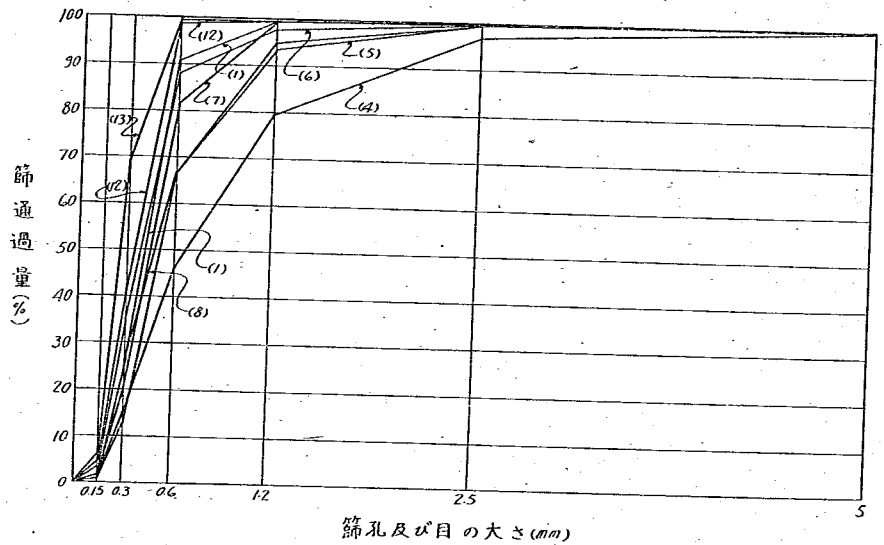
種別	5 mm 板篩を通過する量 (％)	0.3 mm 網篩を通過する量 (％)	0.15mm網篩を通過する量 (％)	洗試驗に依りて失はるる量 (％)	種別	5 mm 板篩を通過する量 (％)	0.3 mm 網篩を通過する量 (％)	0.15mm網篩を通過する量 (％)	洗試驗に依りて失はるる量 (％)
示方書の規格	100	30以下10以上	6 以下	3 以下	示方書の規格	100	30以下10以上	6 以下	3 以下
No.1	100	24.9	0.7	0.8	No.20	100	0.7	0.1	0.1
2	100	42.6	1.7	1.1	21	100	17.2	0.4	0.7
3	100	68.5	6.4	3.4	22	100	6.3	2.5	0.6
4	100	14.3	0.5	0.8	23	100	41.1	2.4	0.4
5	100	13.5	0.4	0.6	24	100	19.8	0.3	0.1
6	100	31.2	4.1	2.3	25	100	49.9	2.9	0.8
7	100	25.1	3.0	1.5	26	100	23.7	1.7	0.7
8	100	23.0	3.9	3.0	27	100	29.4	0.9	1.7
9	100	22.2	3.7	2.8	28	100	24.0	0.4	1.3
10	100	11.6	1.1	0.6	29	100	31.5	0.3	1.2
11	100	9.8	0.9	0.2	30	100	23.6	2.1	2.4
12	100	53.9	2.7	1.6	31	100	20.7	2.6	0.7
13	100	50.4	1.8	0.7	32	100	7.2	0.3	0.5
14	100	34.0	1.8	0.1	33	100	9.2	1.6	2.0
15	100	24.4	0.8	0.8	34	100	29.4	0.9	0.4
16	100	78.1	5.7	2.3	35	100	27.0	3.8	1.1
17	100	20.9	1.0	1.0	36	100	61.7	1.3	0.9
18	100	45.9	2.2	1.0	37	100	23.2	1.1	0.7
19	100	69.5	5.0	0.5					

備考　—— は不合格を示す．

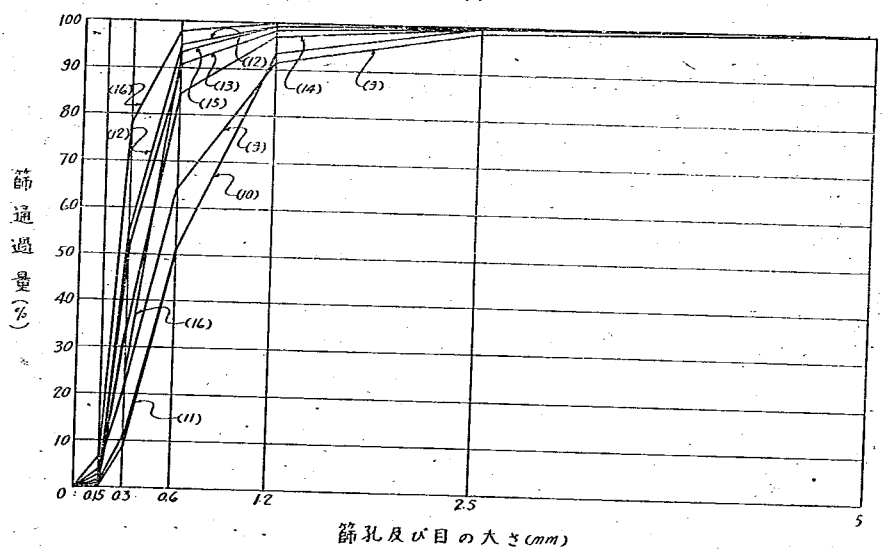
表—15 を見るに，土木學會の規格に合格するものは總數 37 の內 19 で，約半數は不合格となつてゐるが，その殆ど全部は 0.3 mm 網篩を通過する量の制限に觸れてゐるもので，その內の大多數は細粒過多による不合格である

今，砂の粒度を篩分曲線によつて示せば圖—4 となる．

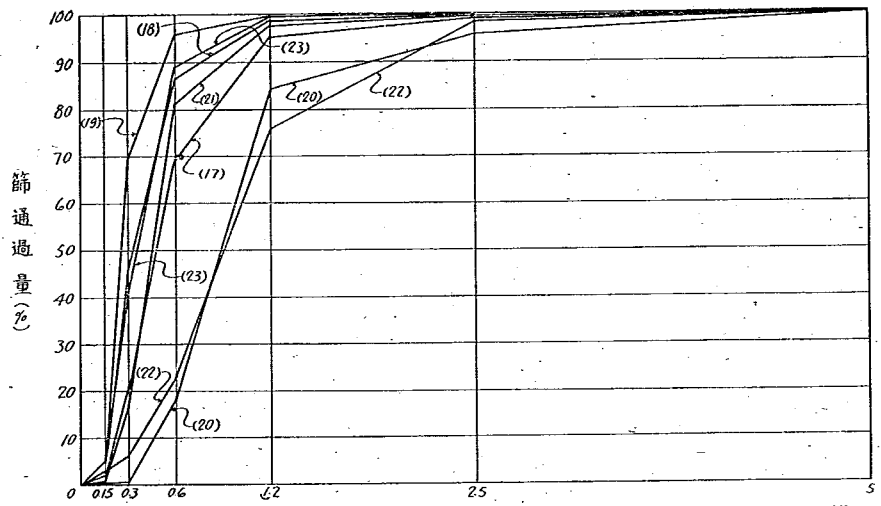
圖—4 (1) 砂 の 篩 分 曲 線 圖



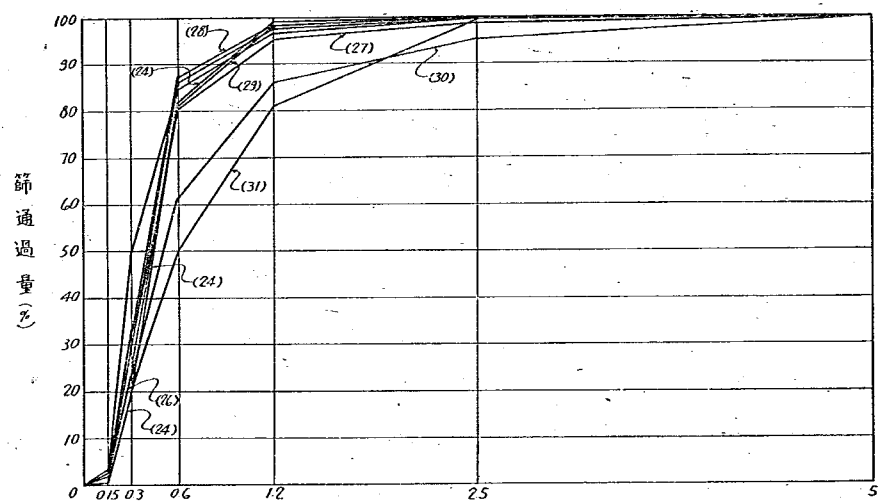
圖—4 (2)



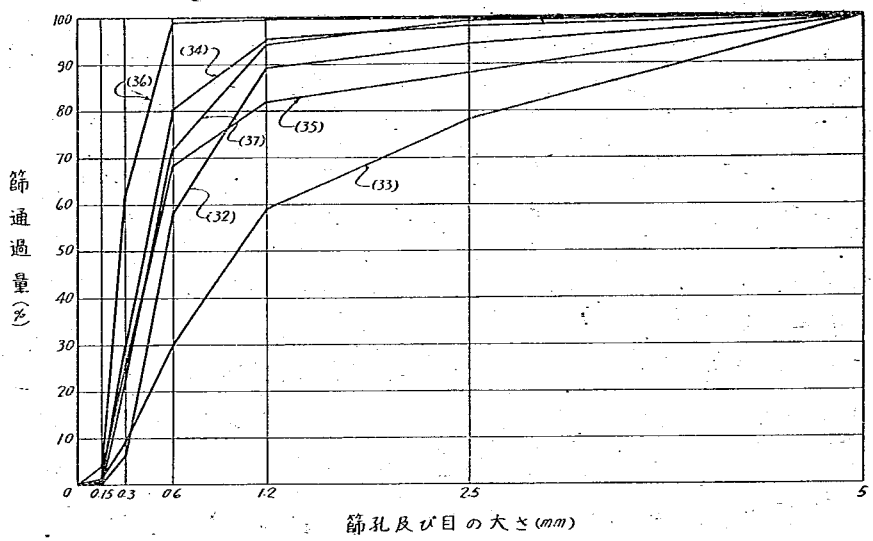
圖—4 (3)


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.15
0.3
0.6
1.2
2.5
5
(18)
(19)
(21)
(23)
(20)
(22)
(17)
(23)
(22)
(20)
篩通過量(%)
篩孔及び目の大さ(mm)

圖—4 (4)


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.15
0.3
0.6
1.2
2.5
5
(18)
(24)
(29)
(27)
(30)
(31)
(24)
(26)
(24)
篩通過量(%)
篩孔及び目の大さ(mm)

圖—4 (5)



[6] 有機物含有量

砂の有機物含有量の試験の結果は表—10, 11 によつて明かな様に，標準色を超えるものは全くなく，その最も不良な場合も標準色の $\frac{1}{5}$ を示すに止まり，本試験に就いては概して良好な成績を示してゐる．

V. 粗骨材の性質がコンクリートの強度に及ぼす影響に關する試験

集めた粗骨材によつて，その各々の性質がコンクリートの強度に及ぼす影響を知るために，壓縮強度試験を行つたのであるが，試料が少量な爲に配合も唯 1 種に止め，小型の供試驗に依つたものであるから，その結果を以て直ちに粗骨材の良否を判斷する譯にはゆかないが，その判斷の資料として役立つものと考へられる．

[1] 試　驗　方　法

表—1 に示されてゐる性質をもつた砂利，碎石，鐵滓を粗骨材とし，之に多摩川産の砂を細骨材とし，淺野ポルトランド・セメントを用ひ，配合 1 : 2 : 4，水セメント比 60% とし，徑 10 cm，高さ 20 cm の供試體を粗骨材 1 種に就いて 6 個宛造り，材齡 4 週目の壓縮强さを試驗したものである．

[2] 試験成績

試験の結果は表—16 に示す通りである.

今, スランプの値を見るに, 最大値は 16.9 cm を示すに對してその最小値は 0.5 cm に止まり, 同一の細骨材を用ひ, 水セメント比を等しくするにも關らず, 粗骨材の異ると共にスランプに大きな差が生じてゐることが分る.

又コンクリートの單位重量を見るに, 最大値は 2504 kg/m³, 最小値は 2326 kg/m³, 平均値は 2411 kg/m³ となつてゐる.

表によつて明かな通り, 壓縮强さの最大値は 411 kg/cm², 最小値は 169 kg/cm², 平均値は 262 kg/cm² である.

而して, 最大値の 411 kg/cm² は驚くべき高强度であるが, 300 kg/cm² の高强度を示すものが此外に尙 8 種もあり, 一般に高强度を示してゐる.

表—16 コンクリート壓縮强度試驗成績

粗骨材試料番號	コンクリートのスランプ (cm)	コンクリートの材齡 (日)	コンクリートの單位重量 (kg/m³)	コンクリートの壓縮强さ (kg/cm²)	粗骨材試料番號	コンクリートのスランプ (cm)	コンクリートの材齡 (日)	コンクリートの單位重量 (kg/m³)	コンクリートの壓縮强さ (kg/cm²)
No.1	11.8	29	2453	190	No.27	10.8	28	2404	251
2	12.0	〃	2429	254	28	2.9	〃	2393	253
3	11.1	〃	2407	271	29	3.0	〃	2409	295
4	7.4	28	2398	246	30	1.8	〃	2402	264
5	4.8	〃	2372	228	31	5.2	〃	2429	281
6	2.1	〃	2367	299	32	1.8	〃	2424	277
7	2.0	〃	2409	266	33	9.5	〃	2400	242
8	2.7	〃	2410	277	34	7.0	〃	2389	219
9	1.8	〃	2368	318	35	2.0	〃	2384	264
10	13.7	〃	2437	177	36	8.6	〃	2409	271
11	8.5	〃	2429	290	37	8.7	〃	2412	281
12	10.0	〃	2430	251	38	3.7	〃	2424	271
12¹	6.5	〃	2421	213	39	16.0	〃	2440	207
13	10.2	〃	2400	169	40	15.5	〃	2392	267
14	1.3	〃	2435	282	41	4.1	〃	2390	260
15	8.6	〃	2431	212	42	2.4	〃	2396	386
16	10.3	〃	2467	199	43	0.8	〃	2389	411
17	15.5	〃	2428	176	44	3.2	〃	2405	352
18	15.8	〃	2504	201	45	4.1	〃	2405	341
19	16.2	〃	2441	262	46	12.7	〃	2449	314
20	15.8	〃	2453	187	47	0.5	〃	2326	290
21	11.5	〃	2429	191	48	1.7	〃	2359	235
22	15.0	〃	2475	272	49	1.5	〃	2339	314
23	8.5	〃	2423	279	50	7.0	〃	2376	308
24	6.0	〃	2398	232	51	1.3	〃	2373	316
25	16.0	〃	2415	226	52	16.9	29	2421	271
26	11.0	〃	2394	246	53	3.8	〃	2436	291

之等の高強度を示したものに就いて，骨材並に之によつて作つたコンクリートの主な性質を示せば表—17 の通りである．

表—17　高壓縮强度を示したコンクリート及びその粗骨材の性質

試料番號	砂利の比重	砂利の粗粒率	コンクリートのスランプ (cm)	コンクリートの單位重量 (kg/m³)	コンクリートの壓縮强さ (kg/cm²)
No. 9	2.44	7.21	1.8	2368	318
42	2.53	6.73	2.4	2396	386
43	2.56	6.41	0.8	2389	411
44	2.53	6.74	3.2	2405	352
45	2.54	7.06	4.1	2405	341
46	2.64	7.42	12.7	2449	314
49	2.40	7.36	1.5	2339	314
50	2.46	7.74	7.0	2376	308
51	2.43	7.28	1.3	2373	316

表に揭げた諸性質の內，特に他のものと異る點を擧げれば，砂利の粗粒率が比較的小さいこと，又コンクリートのスラムプも大部分小さな値を示してゐることである．

之に對して壓縮强さの小さなものに就いてみるに，壓縮强さ 200 kg/cm² 以下を示すものは鑛滓の No. 16 を除けば 6 種で，之に就いて骨材並にコンクリートの性質の主なものを揭げれば表—18 となる．

表—18　低壓縮强度を示したコンクリート及びその粗骨材の性質

試料番號	砂利の比重	砂利の粗粒率	コンクリートのスランプ (cm)	コンクリートの單位重量 (kg/m³)	コンクリートの壓縮强さ (kg/cm²)
No. 1	2.60	7.84	11.8	2453	190
10	2.63	7.78	13.7	2437	177
13	2.53	7.56	10.2	2400	169
17	2.60	7.29	15.5	2428	176
20	2.63	8.09	15.8	2453	187
21	2.68	7.69	11.5	2429	191

之を表—17 の數値に比べてみると，砂利の比重，及び粗粒率，コンクリートのスランプ並にその單位重量の大きいことが分る．コンクリートの單位重量の大きいことは强度の點では有利であるべきであるが，それにも關はらず强度が低いのは主として粗粒率の大きなことに原因がある樣に見える．

又この中には No. 10, No. 20, No. 21 の如く，60 mm～50 mm の如き粒徑の大きなものを含んで居ることを見れば，コンクリート供試體の徑 10 cm に對して，骨材の最大粒徑が大き過ぎたことも强度低下の原因の 1 つに數へられねばならない．

[3]　骨材の粗粒率とコンクリートの壓縮强さ

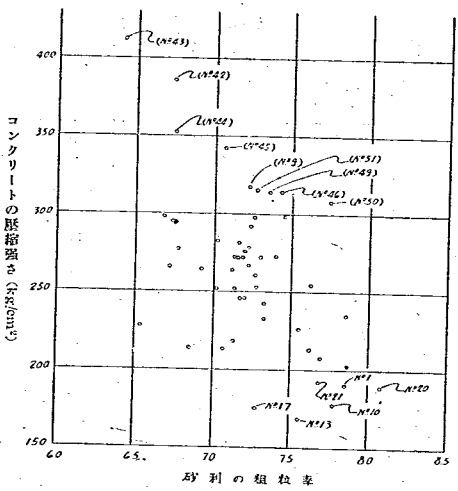
骨材の粒度はコンクリートの壓縮强さに重大な影響を與へる．コンクリートの配合及び使用水量が一定で，且その締固めが一定であれば，コンクリートの壓縮强さは骨材の粗粒率と共に大きくなるが，骨材の最大寸法が一定の場合には其處に限度があり，最大寸法 30 mm 以內の場合には，この限度は粗粒率 6.0～6.5 であることが

エブラムスの實驗によつて示されてゐる

今，本試驗の結果から，粗骨材の粗粒率とコンクリートの壓縮強さとの關係を圖に示してみると圖—5 となる．

圖—5 はコンクリートの壓縮強さが粗骨材の粗粒率の增加と共に減少してゐることを示してゐる．圖—5 の粗粒率は粗骨材の粗粒率で，之に砂を配合した場合には粗粒率は 5.0～6.0 の程度となるから，强度低下の粗粒率の限度はエブラムスの實驗に於ける 6.0～6.5 よりも相當低くなる譯である．

圖—5 粗骨材の粗粒率とコンクリートの壓縮强さとの關係



[4] コンクリートの單位重量

試驗の結果を見るに，コンクリートの單位重量は前記の如く最大 2504 kg/m³，最小 2326 kg/m³，平均 2411 kg/m³ となつてゐる．

本試驗に於ては，骨材の最大寸法に比べて供試體の寸法が小さかつた爲に，コンクリートの單位重量が比較的大きな値を示したものと考へられるから，之によつて直ちに現場のコンクリートの單位重量を推定することは出來ないが，最近，比較的固練りのコンクリートを用ひ，振動器その他によつて緻密なコンクリートを造る傾向が著しいことを考へれば，コンクリートの單位重量の增加は必至の勢と言はねばならない．

今，普通の鐵筋コンクリート桁橋を一例とし，單位重量 2411 kg/m³ のコンクリートに 1.85 % の鐵筋比を用ひた場合の鐵筋コンクリートの單位重量を求めるときは 2511 kg/m³ となり，設計荷重に用ひる 2400 kg/m³ に對して 5 % に近い超過となり，本試驗に於ける最大値 2504 kg/m³ を以てすれば 8 % 餘の超過となる．

VI. コンクリートの骨材の所要量

[1] コンクリートの從來の配合，及びそのコンクリートの練立容積

一般構造物並に鋪裝に用ひられるコンクリートの配合は，1 : 1.5 : 3，1 : 2 : 4，1 : 3 : 6 の 3 種を普通とするが，東京土木出張所に於ては，是等の配合に對する 1 m³ 當りの所要材料を表—19 の如く定めるのを普通としてゐる．

表—19 東京土木出張所に於けるコンクリート 1 m³ 當りの所要材料

配合	粗骨材 (m³)	細骨材 (m³)	セメント (kg)
1 : 1.5 : 3	0.90	0.45	420
1 : 2 : 4	0.90	0.45	315
1 : 3 : 6	0.90	0.45	210

コンクリートの練立容積を求めるには，2，3 の實驗公式もあるが，之は概算に止まり，之を正確に知るには個々の場合に就いて實驗を試みるより外に途はない．從つて，本試驗に於て取扱つた骨材を用ひてコンクリートを混合した場合に，表—19 の

使用量によつて，幾何の練立容積が得られるかは，實驗によらねば正確な値を求め得ないのであるが，各種の骨材に對して，相對的な數値を求めて之を比較することは計算によつても容易に出來るのである．

若し，コンクリートの配合並に施工が適當で，使用水量の過多による水の分離又は使用水量の過少，締固めの不足による空氣の殘留がないものとすれば，コンクリートの練立容積は骨材並にセメントの絕對容積と使用した水の容積との和と考へることが出來る．

今，V_1：粗骨材の使用量 (m^3)，V_2：細骨材の使用量 (m^3)，C：セメントの使用量 (kg)，w：水セメント重量比，v_1：粗骨材の空隙率，v_2：細骨材の空隙率，s：セメントの比重

とすれば，上記の條件を滿足する場合，コンクリートの練立容積 Q は次の式で表はされる．

$$Q=V_1\,(1-v_1)+V_2(1-v_2)+C\left(\frac{1}{s\times 1000}+\frac{w}{1000}\right)$$

以下，表—1 並に表—10 に揭げた細粗骨材の中から，空隙率の兩極値を選んで，表—19 の配合並に種々の使用水量に就いて練立容積を計算してみる．但，此場合，s の値を 3.13 とする．

表—20　空隙率最小の骨材によるコンクリートの練立容積
$v_1=0.364$　$v_2=0.400$ の場合

配　合	粗骨材使用量 V_1 (m^3)	細骨材使用量 V_2 (m^3)	セメント使用量 C (kg)	水セメント重量比 w	コンクリート練立容積 Q (m^3)
1 : 1.5 : 3	0.9	0.45	420	0.6	1.138
				0.3	1.012
1 : 2 : 4	0.9	0.45	315	0.8	1.105
				0.5	1.010
1 : 3 : 6	0.9	0.45	210	0.8	0.987
				0.5	0.924

表—21　空隙率最大の骨材によるコンクリートの練立容積
$v_1=0.451$　$v_2=0.535$ の場合

配　合	V_1	V_2	C	w	Q
1 : 1.5 : 3	0.9	0.45	420	0.6	1.086
				0.3	0.963
1 : 2 : 4	0.9	0.45	315	0.8	1.056
				0.5	0.961
1 : 3 : 6	0.9	0.45	210	0.8	0.938
				0.5	0.875

表—20 及び表—21 を見れば，コンクリートの配合並に使用水量がその練立容積に對して著しく影響することが明かに分ると共に，表—19 に示された使用量によるときは，富配合で而も使用水量の比較的多い場合には何等不都合はないが，配合 1 : 3 : 6 以下の貧配合の場合には，設計量だけのコンクリートが得られず，現場に於ては，常に材料の不足に惱むことゝなるのは一見して明かである．この傾向は，鋪裝基礎用の貧配合固練りのコンクリートに於て特に著しいのは當然で，空隙の特に多い骨材を使ふ場合には，練立容積は 0.875 m^3 にしか過ぎぬこともあり得るのである．

斯の如く，鋪裝基礎用コンクリートの如き比較的貧配合で而も固練りのものと，鐵筋コンクリート用の如き富配合，軟練りのものとに於て，練立容積に大きな差のある以上，所要材料の計上に當つて兩者を同一視することの不合理であることは一見して明かである．

從つて，現場に於ける使用材料に過不足のない樣にするには，從來の設計に多少の訂正を加へる必要があるのである．

[2] 骨材の性質に應ずる練立容積及び骨材の所要量

コンクリートの施工時に於ける骨材並にコンクリートの散失は避け難いことで，從つて設計に當つては，計算上の練立量に幾何かの餘裕が加へられねばならない．

骨材はその貯藏及び運搬の間に散失を生ずるが，その散失の割合は骨材の種類及びその量，貯藏の方法及びその期間等，種々の事項によつて影響されるから，之を一律に推定することは不合理である．

又，コンクリートの施工に際しては，使用水量の多い場合には，水の分離によるコンクリートの沈下收縮が多いが，之も亦練立容積に影響して來ることは明かである．

從つて，練立容積を幾何にとつて設計するのが最も合理的かといふことは容易に定め難いのであるが，普通，現場に於ては，設計容積に 1 割程度の餘裕が含まれてゐれば不便はないと考へられてゐる．

今，骨材の空隙率を數種に分け，之に對して，練立容積が約 1.1 m^3 となる樣に材料の使用量を求めてみると表—22～27 となる．此場合 C を定めるにはセメントの單位重量を 1500 kg/m^3 とする．

表—22 配合 1 : 1.5 : 3　　粗骨材の空隙率 v_1=0.35～0.40 の場合

細骨材の空隙率 v_2	水セメント重量比 w	粗骨材の使用量 V_1 (m^3)	細骨材の使用量 V_2 (m^3)	セメントの使用量 C (kg)	コンクリート練立容積 Q (m^3)
0.40	0.6	0.80	0.40	400	1.128～1.088
	0.3	0.90	0.45	450	1.124～1.079
0.45	0.6	0.81	0.41	405	1.125～1.084
	0.3	0.91	0.46	455	1.127～1.081
0.50	0.6	0.83	0.42	415	1.132～1.090
	0.3	0.93	0.47	465	1.128～1.081
0.55	0.6	0.84	0.42	420	1.121～1.079
	0.3	0.95	0.48	475	1.128～1.080

表—23 配合 1 : 1.5 : 3　　粗骨材の空隙率 v_1=0.40～0.45 の場合

細骨材の空隙率 v_2	水セメント重量比 w	粗骨材の使用量 V_1 (m^3)	細骨材の使用量 V_2 (m^3)	セメントの使用量 C (kg)	コンクリート練立容積 Q (m^3)
0.40	0.6	0.83	0.42	415	1.132～1.091
	0.3	0.93	0.47	465	1.128～1.082
0.45	0.6	0.84	0.42	420	1.121～1.079
	0.3	0.95	0.48	475	1.128～1.081
0.50	0.6	0.86	0.43	430	1.126～1.083
	0.3	0.97	0.49	485	1.127～1.079
0.55	0.6	0.88	0.44	440	1.131～1.087
	0.3	0.99	0.50	495	1.126～1.077

表—24　配合 1:2:4　　粗骨材の空隙率 v_1=0.35～0.40 の場合

細骨材の空隙率 v_2	水セメント重量比 w	粗骨材の使用量 V_1 (m³)	細骨材の使用量 V_2 (m³)	セメントの使用量 C (kg)	コンクリート練立容積 Q (m³)
0.40	0.8	0.82	0.41	308	1.124～1.083
	0.5	0.89	0.45	334	1.123～1.078
0.45	0.8	0.84	0.42	315	1.130～1.088
	0.5	0.91	0.46	341	1.124～1.078
0.50	0.8	0.85	0.43	319	1.125～1.082
	0.5	0.93	0.47	349	1.126～1.079
0.55	0.8	0.87	0.44	326	1.129～1.085
	0.5	0.95	0.48	356	1.126～1.078

表—25　配合 1:2:4　　粗骨材の空隙率 v_1=0.40～0.45 の場合

細骨材の空隙率 v_2	水セメント重量比 w	粗骨材の使用量 V_1 (m³)	細骨材の使用量 V_2 (m³)	セメントの使用量 C (kg)	コンクリート練立容積 Q (m³)
0.40	0.8	0.85	0.43	319	1.125～1.083
	0.5	0.93	0.47	349	1.126～1.080
0.45	0.8	0.87	0.44	326	1.129～1.086
	0.5	0.95	0.48	356	1.126～1.079
0.50	0.8	0.89	0.45	334	1.133～1.089
	0.5	0.97	0.49	364	1.125～1.078
0.55	0.8	0.91	0.46	341	1.135～1.090
	0.5	0.99	0.50	371	1.123～1.074

表—26　配合 1:3:6　　粗骨材の空隙率 v_1=0.35～0.40 の場合

細骨材の空隙率 v_2	水セメント重量比 w	粗骨材の使用量 V_1 (m³)	細骨材の使用量 V_2 (m³)	セメントの使用量 C (kg)	コンクリート練立容積 Q (m³)
0.40	0.8	0.90	0.45	225	1.124～1.079
	0.5	0.97	0.49	243	1.124～1.075
0.45	0.8	0.92	0.46	230	1.126～1.080
	0.5	0.99	0.50	248	1.122～1.072
0.50	0.8	0.94	0.47	235	1.129～1.082
	0.5	1.02	0.51	255	1.127～1.076
0.55	0.8	0.96	0.48	240	1.127～1.079
	0.5	1.04	0.52	260	1.123～1.071

表—27 配合 1:3:6 粗骨材の空隙率 v_1=0.40～0.45 の場合

細骨材の空隙率 v_2	水セメント重量比 w	粗骨材の使用量 V_1 (m³)	細骨材の使用量 V_2 (m³)	セメントの使用量 C (kg)	コンクリート練立容積 Q (m³)
0.40	0.8	0.94	0.47	235	1.127～1.080
	0.5	1.02	0.51	255	1.127～1.076
0.45	0.8	0.96	0.48	240	1.127～1.079
	0.5	1.04	0.52	260	1.123～1.071
0.50	0.8	0.98	0.49	245	1.126～1.077
	0.5	1.06	0.53	265	1.118～1.065
0.55	0.8	1.00	0.50	250	1.124～1.074
	0.5	1.09	0.55	273	1.126～1.072

表—28 配合，空隙率，使用水量と骨材所要量との關係

配合	粗骨材の空隙率	細骨材の空隙率	水セメント重量比	粗骨材の所要量
1:1.5:3	0.35～0.40	0.40～0.55	0.6 0.3	0.80～0.84 0.90～0.95
	0.40～0.45	〃	0.6 0.3	0.83～0.88 0.93～0.99
1:2:4	0.35～0.40	〃	0.8 0.5	0.82～0.87 0.89～0.95
	0.40～0.45	〃	0.8 0.5	0.85～0.91 0.93～0.99
1:3:6	0.35～0.40	〃	0.8 0.5	0.90～0.96 0.97～1.04
	0.40～0.45	〃	0.8 0.5	0.94～1.00 1.02～1.09

表—22～27 の結果をまとめて，コンクリートの練立容積を一定にした場合の配合，骨材の空隙率並に使用水量と骨材所要量との關係を求めてみると表—28となる．

表—28から，コンクリートの骨材所要量に對する配合，骨材の空隙率，使用水量の影響を求めてみると表—29に示す如きものとなる．

表—29 配合，空隙率，使用水量の骨材所要量に及ぼす影響

配合の影響……8～14％

骨材の空隙率の影響……10～12％

使用水量の影響……8～13％

即ち，コンクリートの材料所要量に對する配合，骨材の空隙率，使用水量の影響はいづれも 10％前後を示し，所要材料の設計に際しては，三者を等しく考慮に入れねばならないことが明かである．

コンクリートの設計に當つて，表—22～27 に示す如く，骨材の性質，コンクリートの調度等に應じて，各々場合に對して練立容積を一定にする様に材料所要量を定めれば合理的ではあるが，之は極めて煩雑となり，實用には却つて不便を作ふことゝなるから，實際の場合は，設計に際しては之を僅かの種類に統一し，材料の購入の場合に之が補正を施こして所要數量を決める外はない．

今，以上の論據から東京土木出張所で用ひるための標準を作つてみる．

表—30 の標準所要量は，骨材の空隙率の中庸を得たものに對する配合で，實地に於ては，使用する骨材の空隙率の大小を考慮して，適當な補正を加へて材料を購入しなければならない．

表—30 材料の標準所要量案

配合	稠度	材料所要量		
		粗骨材 (m^3)	細骨材 (m^3)	セメント (kg)
1：1.5：3	軟練	0.90	0.45	450
	固練	0.95	0.48	475
1：2：4	軟練	0.90	0.45	338
	固練	0.95	0.48	356
1：3：6	軟練	1.00	0.50	250
	固練	1.00	0.50	250

而して，本配合は又，コンクリートの練立容積を考慮して骨材の所要量を定めることを主とし，セメントの所要量は，骨材の所要量との割合によつて定めたものであるから，セメントの所要量に對しては，コンクリートの強度其他の點を考慮して，別に檢討されねばならないことは勿論である．

附記　本文に記した各種の試驗は，元所員小川氏，出征中名譽の戰死を遂げられた松岡氏等の手に成つたもので，試料の入手に盡力された東京土木出張所各現場の諸氏並に試驗に盡力された前記諸氏に對し，玆に厚く感謝の意を表する次第である．