

鐵道院佐伯線外二線に於ける混凝土の應用

三三四

論 說 及 報 告

鐵道院佐伯線外二線に於ける混凝土の應用

工學博士 那 波 光 雄 君

佐伯線犬飼線及宮地線の沿線にありては脆弱なる阿蘇溶岩若しくは凝灰岩を除くの外建築用石材に乏しく且つ煉化石の供給は多く四國中國或は堺市附近に仰ぐを以て其價格低廉ならず之れに反し砂利及砂は比較的附近に得らるゝを以て安價に且つ「セメント」火山灰の配給も便利なるを以て諸種工事に混凝土を用ゆるの得策なるを認め漸次其の應用範圍を擴めんとす

一 用 途

佐伯線にありては大野川及乙津川橋梁沈井沓部海岸壁溝橋隧道側壁函暗渠給水用瀘過池及淨水池等犬飼線及宮地線にありては橋臺橋脚溝橋暗渠乘降場擁壁等なりとす

二 モルター試驗

九州地方は火山灰に富むを以て之れを利用するを得ば利益尠なからざるにより「セメント」に火山灰並に火山灰と石灰とを混和したるものを以て種々なる配合の「モルター」型型を作り耐伸力の試験を繼續す其の成績第一表第二表の如し

火山灰石灰混凝土は凝結遲緩なるにより之れを速かならしめんが爲めに重曹を加へ試験を施したるに其成績第三表の如し

セメント」に重曹及苛性曹達を加へ試験せし成績及び他所に委託せし混凝土耐壓參考試験成績は第四表以下第六表の如し

以上の試験は回数及經過年月に於て不十分なるに加へて耐壓試験を缺くを以て各種「コンクリート」の眞價を判定し難きも、セメント〇七乃至〇八に對して火山灰〇三乃至〇二(重量)を加へたるものより作れる「モルター」は「セメントモルター」に比し年月を経るに従ひ耐伸力を増進し又火山灰を増加し「セメント」〇五に對し火山灰〇五を加ふるに至るまで耐伸力の減損著しからざるも、如し

火山灰石灰「モルター」の塑型を海中に浸し置くときは年月を経るに従ひ崩解し又淡水中に浸せるものにおいては一ケ年にして耐伸力最高強度に達し其れより漸次減少の傾向あるが如し然れども此の傾向の増進するや否や及空中に於ける同種「モルター」の成績未定なるは頗る遺憾なりとす

蓋し此の不完全なる成績を掲記する所以のものは多年此の種の研究に従事せられたる諸賢の實驗を發表せらるゝ端緒たらしめんことを期するに外ならず

三 混凝土の配合

前項試験成績を參酌し各種混凝土の配合を定めたるもの第七表の如し

四 摸 型

橋臺橋脚軀躰工の摸型は杉板及杉丸太を用ひ組立取毀ち自在にして可成多數の箇所に流用し得る様製作し隋圓形橋脚の孤形部には幅狭き柚角又胴削の丸太を豎てに横棧木に打ち付けたるものを用ひて型とせり(第一圖參照)

沈井脊部の摸型は數片の孤形の型板を鐵輪にて締め合せ諸所に支材を以て内外圍型の間隔を保たしめ底部は隔壁拱に當る部分の外は砂を及形に搗き固め之れに板を敷き並べたり(第二圖參照) 其の他の摸型にありては特殊の點なきを以て省略す

鐵道院佐伯線外二線に於ける混凝土の應用

三三六

五 施工及其他

混凝土は總て手練りとせり而して火山灰を混するものは豫め所定の分量に「セメント」を混合し置き之れを一(容量配合による)とし砂及砂利の相當分量を混和せり火山灰と石灰とを混するときも亦同し

海岸壁は適度の距離に於て縦に區劃を設け置き干潮面以下は開底面を用ひて「コンクリート」を沈め干潮面以上は一區劃つゝ潮の滿つるに先ち填充し了る様施工せり(第三圖參照)

橋臺橋脚の床石に相當する部分には荷重の等布を計り鐵筋を挿入し又「セメント」の割合を増加せり(第四圖參照)

沈井沓部には煉化石部に使用するものと同様の鐵環及鐵桿を挿入し混凝土施工後五日にして型を取り放し更に三日を経て地面迄沈降し更に六呎煉化積をなし凝固を待ちて沈下せしめ爾後毎回十呎つゝ施工せり(第五圖參照)

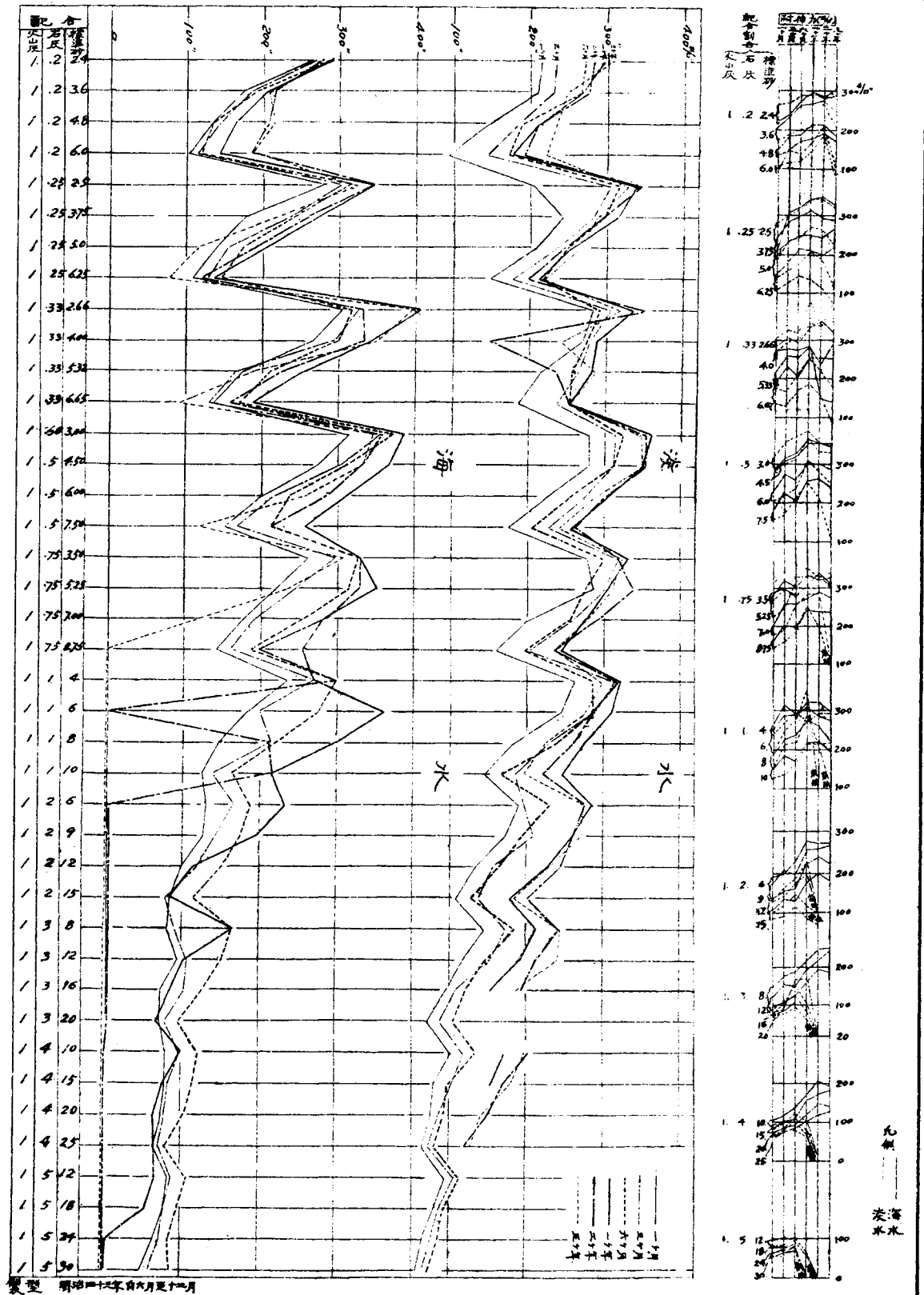
乙津川第三第四橋脚用沈井沓部は混凝土施工後六日にして出水の爲め築島工流失し沈井沓部は四十五度の傾斜をなし中心より左側前方に七呎餘移動せり然るに沓部には何等の破損を見出さゝりしにより足場を設け沓部に索條を纏ひ「ジャック」を用ひて懸吊し原位に復せしめたり如斯にして偶然に沓部混凝土の耐力を實驗するを得たり

沓部混凝土施工の結果に徹し井筒全部を混凝土に爲すときは異形煉化石を準備するの煩なく又其の過不足を顧慮するの要なく便益尠からず且耐力十分なることを推知するに足るを以て爾後沈井工を設計するに當りては思を一度混凝土使用に致すは無益にあらざるべきを信す

昆布刈川牀几形橋脚 同川は前後土工の關係上施工基面を可成高めざらんことを欲し水流の關係上よりは川幅を可成縮小せざらんことを要するを以て長徑間の「ハーフ、ヌール」型鋼版桁を用ゆるを

第一表 火山灰石灰モルタル耐伸強

配合割合	火山灰	石灰	種類	耐伸力 %					備考	
				一月	三月	六月	一年	二年		
1.2	24	海	水	265	270	287	291	280	289	
1.2	36	淡	水	213	232	270	294	282	308	
1.2	48	海	水	173	185	201	208	265	208	
1.2	60	淡	水	208	230	265	268	277	297	
1.2	72	海	水	135	147	135	164	208	154	
1.2	84	淡	水	147	183	190	211	213	185	
1.2	96	海	水	105	116	119	142	183	85	
1.2	108	淡	水	93	147	171	178	192	171	
1.2	120	海	水	280	301	313	343	344	322	
1.2	132	淡	水	206	308	318	341	346	329	
1.2	144	海	水	180	239	242	273	261	225	
1.2	156	淡	水	242	282	296	313	292	287	
1.2	168	海	水	140	156	176	204	190	116	
1.2	180	淡	水	208	235	249	281	284	266	
1.2	192	海	水	109	120	144	135	119	76	
1.2	204	淡	水	149	175	216	211	199	220	
1.2	216	海	水	303	325	318	403	330	394	
1.2	228	淡	水	284	308	292	337	349	320	
1.2	240	海	水	268	294	299	341	332	349	
1.2	252	淡	水	270	279	274	289	189	140	
1.2	264	海	水	176	168	211	254	225	185	
1.2	276	淡	水	213	263	254	282	237	287	
1.2	288	海	水	137	130	169	187	156	92	
1.2	300	淡	水	187	237	206	256	254	251	
1.2	312	海	水	315	350	372	386	356	344	
1.2	324	淡	水	280	315	325	363	356	344	
1.2	336	海	水	275	301	311	360	332	332	
1.2	348	淡	水	280	311	313	351	355	351	
1.2	360	海	水	201	218	237	311	285	254	
1.2	372	淡	水	225	275	256	303	301	289	
1.2	384	海	水	152	169	211	256	213	144	
1.2	396	淡	水	176	220	206	258	261	242	
1.2	408	海	水	263	299	327	329	330	306	
1.2	420	淡	水	280	280	299	332	520	325	
1.2	432	海	水	221	247	313	351	329	237	
1.2	444	淡	水	287	299	277	306	339	314	
1.2	456	海	水	178	192	254	282	284	119	
1.2	468	淡	水	201	258	256	275	289	287	
1.2	480	海	水	142	161	187	256	197	144	
1.2	492	淡	水	161	201	194	242	225	235	
1.2	504	海	水	237	270	299	270	294	299	
1.2	516	淡	水	261	315	287	322	320	299	
1.2	528	海	水	185	249	275	360	300	299	
1.2	540	淡	水	247	289	287	311	287	277	
1.2	552	海	水	147	213	220	299	210	144	
1.2	564	淡	水	183	220	237	275	261	223	
1.2	576	海	水	126	137	163	215	215	144	
1.2	588	淡	水	147	185	166	218	220	197	
1.2	600	海	水	130	164	187	232	200	144	
1.2	612	淡	水	190	197	230	284	277	277	
1.2	624	海	水	128	142	175	197	144	144	
1.2	636	淡	水	171	200	194	261	261	270	
1.2	648	海	水	100	119	149	116	144	144	
1.2	660	淡	水	133	156	161	220	244	225	
1.2	672	海	水	83	88	116	83	144	144	
1.2	684	淡	水	109	137	128	174	201	182	
1.2	696	海	水	80	90	164	168	144	144	
1.2	708	淡	水	144	173	185	213	244	247	
1.2	720	海	水	95	105	151	142	144	144	
1.2	732	淡	水	119	152	149	192	213	240	
1.2	744	海	水	73	104	120	85	144	144	
1.2	756	淡	水	95	107	121	154	192	187	
1.2	768	海	水	71	78	95	69	144	144	
1.2	780	淡	水	71	88	145	71	144	144	
1.2	792	海	水	80	97	121	100	144	144	
1.2	804	淡	水	102	119	137	171	204	199	
1.2	816	海	水	80	82	116	78	144	144	
1.2	828	淡	水	80	102	109	154	171	180	
1.2	840	海	水	76	78	105	66	144	144	
1.2	852	淡	水	76	85	92	71	144	144	
1.2	864	海	水	66	71	80	64	144	144	
1.2	876	淡	水	64	73	80	71	118	120	
1.2	888	海	水	83	87	105	66	144	144	
1.2	900	淡	水	99	104	112	71	144	144	
1.2	912	海	水	78	78	97	57	144	144	
1.2	924	淡	水	80	85	92	71	144	144	
1.2	936	海	水	64	71	83	71	144	144	
1.2	948	淡	水	64	78	85	71	144	144	
1.2	960	海	水	59	59	87	87	144	144	
1.2	972	淡	水	57	66	71	71	144	144	



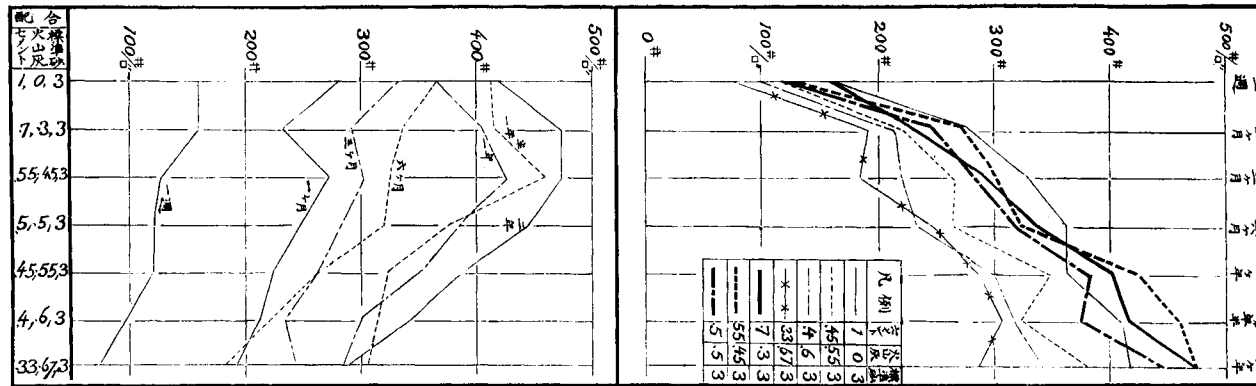
製型 昭和十一年四月二十日

第二表

配合比例			耐伸強 * / 〃							備考	
セメント	火山灰	標準砂	一週	一ヶ月	三ヶ月	六ヶ月	一年	一年半	二年		
重量	1	0	3	168	282	331	364	364	411	418	
容積	1	0	2.7								
重量	.7	.3	3	158	233	292	334	403	418	473	
容積	.6	.4	2.3								
重量	.55	.4	3	199	273	302	327	424	461	472	
容積	.44	.56	2.16								
重量	.5	.5	3	120	250	287	320	384	377	444	
容積	.39	.61	2.14								
重量	.45	.55	3	121	224	267	263	350	322	384	
容積	.34	.66	2.10								
重量	.4	.6	3	98	215	222	236	299	316	341	
容積	.3	.7	2.04								
重量	.33	.67	3	74	192	184	243	284	305	287	
容積	.24	.76	1.96								

製型 明治四十二年十二月

セメント及火山灰モルタル耐伸強

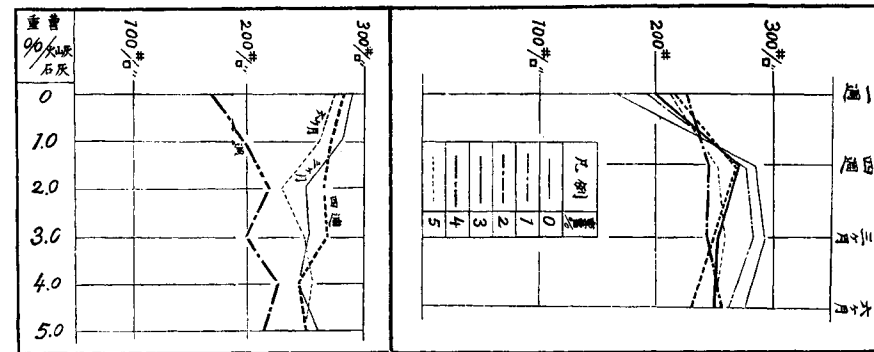


第三表

火山灰石灰及重曹モルタル耐伸強

火山灰	石灰	標準砂	重曹	水量 %	室内温度	凝結時間		水量 %	室内温度	凝結時間		耐伸強 * / 〃				備考				
						開始時	終了時			開始時	終了時	一週	四週	三ヶ月	六ヶ月					
2	1	3	0	50	自至 57°	不明	30	35	50	自至 68°	8	00	24	40	166	286	293	277	重曹ハ火山灰石灰混合量ノ百分率ヲ示ス	
"	"	"	1.0	"	"	5	03	27	03	"	"	2	59	16	22	192	274	283		263
"	"	"	2.0	"	"	5	49	20	59	53	"	3	53	9	08	217	268	251		230
"	"	"	3.0	51	"	0	48	7	03	54	"	2	21	7	36	199	270	253		249
"	"	"	4.0	"	"	1	20	6	43	55	"	2	10	6	45	226	246	246		236
"	"	"	5.0	"	"	1	54	6	24	"	"	1	51	5	41	213	251	260		249

製型 大正二年七月

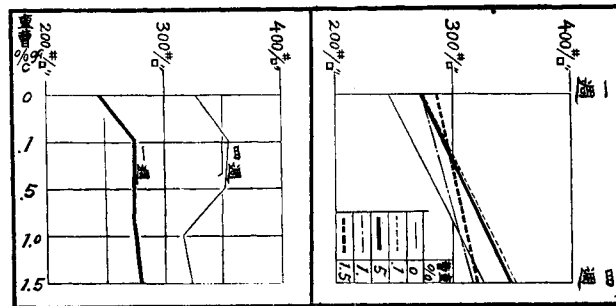


第四表

セメント及重曹モルタル耐伸強

セメント	標準砂	重曹	水量 %	室内温度	凝結時間		水量 %	室内温度	凝結時間		耐伸強 * / 〃		備考
					開始時	終了時			開始時	終了時	一週	四週	
1	3	0	26	自至 72°	4	19	6	20	245	327	重曹ハセメントノ百分率ヲ示ス		
"	"	0.1	"	"	3	15	5	35	274	354			
"	"	0.5	"	"	0	33	0	45	275	350			
"	"	1.0	"	"	0	14	0	19	275	317			
"	"	1.5	27	"	0	14	0	20	279	322			

製型 大正二年五月



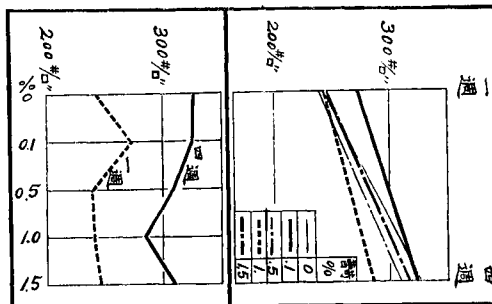
注意 凝結試験は砂を加へざるものにて施行す

第五表

セメント及苛性曹達モルタル耐伸強

セメント	標準砂	苛性曹達	水量 %	室内温度	凝結時間		水量 %	室内温度	凝結時間		耐伸強 * / 〃		備考
					開始時	終了時			開始時	終了時	一週	四週	
1	3	0	26	自至 72°	4	32	6	07	245	327	苛性曹達は「セメント」の百分率ヲ示ス		
"	"	0.1	"	"	1	23	2	23	272	325			
"	"	0.5	"	"	0	09	0	12	240	309			
"	"	1.0	"	"	0	06	0	13	242	286			
"	"	1.5	"	"					246	318			

製型 大正二年五月



第六表

セメントモルタル及火山灰石灰モルタル耐伸耐壓強

重量配合				容積配合				耐伸強 ^{*/ロ} (一ヶ月) モルタル	耐壓強 (コンクリート) (三ヶ月) ^{*/ロ}	金額 (一立坪ニ付) 円	耐伸強一 封度ニ對 スル金額 円	耐壓強一 封度ニ對 スル金額 円
				セメント		砂	砂利					
1		3.18		1.		3.	6	288	1521	46.83	0.163	0.0308
"		"		1		4	8	232	1245	41.21	0.178	0.0331
"		"		1		5	10	196	1024	37.68	0.192	0.0368
火山灰	石灰	砂	砂利	火山灰	石灰	砂	砂利					
1	0.1	3.32		1	0.15	2	3	109	470	30.94	0.284	0.0658
"	0.2	"		"	0.3	"	"	183	636	31.47	0.172	0.0494
"	0.3	"		"	0.46	"	"	183	581	31.66	0.173	0.0546
"	0.4	"		"	0.61	"	"	213	678	32.16	0.151	0.0474
"	0.5	"		"	0.76	"	"	185	609	32.45	0.175	0.0533
"	0.6	"		"	0.91	"	"	190	595	32.78	0.172	0.0552
"	0.7	"		"	1.10	"	"	187	539	32.91	0.176	0.0611
"	0.4	0.83		"	0.61	0.5	2	197	636	38.09	0.193	0.0599
"	0.5	"		"	0.76	"	2	178	650	38.39	0.216	0.0592
"	0.4	1.66		"	0.61	1.0	3.	194	747	33.91	0.175	0.0454
"	0.5	"		"	0.76	"	3	225	733	34.21	0.152	0.0467
"	0.4	"		"	0.61	"	2	194	761	36.39	0.183	0.0478
"	0.5	"		"	0.76	"	2	225	747	36.71	0.163	0.0492
"	0.4	3.32		"	0.61	2	"	213	582	33.91	0.159	0.0582
"	0.5	"		"	0.76	"	"	185	636	34.23	0.185	0.0538

該「コンクリート」標本ハ全部表面平面ナラザリシテ以テ依託試験所ニ於テ上下兩面ヲ修正シ耐壓試験ヲ施行セリ試験後内部ヲ檢スルニ何レモ其配合モルタルノ強度極メテ低ク又砂利ニ附著スル事モ薄弱ナリ
空中ニ靜置スル時ハ水分不足ヲ來スヲ以テ時々水分ヲ注加セシト雖モ耐力ノ増進ハ好結果ヲ來サズ

齡	配 (重 合 量)			耐壓強 */ロ	金額 (一立坪ニ付) 円	耐伸強一 封度ニ對 スル 金額 円
	セメント	砂	砂利			
一ヶ月	1	2	4	2405	60.81	0.0253
三ヶ月	"	"	"	3429	"	0.0177
六ヶ月	"	"	"	4126	"	0.0147
一ケ年	"	"	"	3657	"	0.0166
一年六月	"	"	"	3358	"	0.0181
二ケ年	"	"	"	3443	"	0.0176
一ヶ月	1	3	6	1295	59.46	0.0458
三ヶ月	"	"	"	2092	"	0.0284
六ヶ月	"	"	"	2831	"	0.0210
一ケ年	"	"	"	2432	"	0.0245
一年六月	"	"	"	1772	"	0.0336
二ケ年	"	"	"	3473	"	0.0174
一ヶ月	1	4	8	1010	43.23	0.0432
三ヶ月	"	"	"	1466	"	0.0295
六ヶ月	"	"	"	1878	"	0.0230
一ケ年	"	"	"	1594	"	0.0271
一年六月	"	"	"	1694	"	0.0255
二ケ年	"	"	"	2220	"	0.0195
	火山灰	石灰	砂			
一ヶ月	2	1	3	441	39.82	0.0905
三ヶ月	"	"	"	1153	"	0.0346
六ヶ月	"	"	"	1608	"	0.0218
一ケ年	"	"	"	3031	"	0.0131
一年六月	"	"	"	2163	"	0.0184
二ケ年	"	"	"	2134	"	0.0187

上表ハ他試験所ノ作製ニ係リ水中ニ浸漬シタルモノ、成績ナリ

第七表

佐伯線外二線使用コンクリート調合表

番 號	工 事 種 類	配 合 比 例					一 坪 ニ 要 ス ル 金 額			備 考
		セメント	火山灰	石 灰	砂	砂 利	支 給 品	請 負 人 持 材 料 手 間 共	合 計	
1	水 中 基 礎	容積 .8-.5 重量 .86-.61	容積 .2-.5 重量 .14-.39		容積 .2 重量 2.29-2.39	容積 .4 重量 2.29-2.39	31.47-23.15	20.28	51.75-43.43	支給品トハセメント、火山灰ヲ云フ。 請負人持材料トハ石灰、砂、砂利其他施行材料ヲ云フ。 砂利ハ容積配合ノミヲ示ス コンクリート一坪ニ付練手間等七圓五拾錢
2	普 通 基 礎	容積 .5 重量 .61	容積 .5 重量 .39		容積 .3 重量 3.43	容積 .6 重量 3.43	16.50	20.91	37.11	
3	沈 井 内 填 充	容積 重量	容積 1. 重量 1.	容積 .8 重量 .53	容積 2.-2.5, 3.32-4.15	容積 4.-5. 重量 3.32-4.15	8.31-6.97	22.95-22.84	31.26-29.81	
4	沈 井 沓 部	容積 重量 1. 1.			容積 2. 重量 2.12	容積 4. 重量 2.12	37.04	20.28	57.32	
5	構 造 軀 体	容積 重量 .6-.7 .7-.78	容積 重量 .4-.3 .3-.22		容積 3. 重量 3.72-3.57	容積 5.-6. 重量 3.72-3.57	20.16-20.08	20.74-20.91	40.90-40.99	
6	全 上 桁 受 部	容積 重量 .7 .78	容積 重量 .3 .22		容積 2. 重量 2.38	容積 4. 重量 2.38	28.71	20.28	48.99	
7	海 岸 壁 満 潮 面 以 下	容積 重量 .5 .61	容積 重量 .5 .39		容積 3.-4. 3.43-5.18	容積 6.-7. 3.43-5.18	16.20-13.50	20.91-21.16	37.11-34.66	
8	海 岸 壁 満 潮 面 以 上 前 面	容積 重量 .5 .61	容積 重量 .5 .39		容積 3.-4. 3.43-5.18	容積 6.-7. 3.43-5.18	16.20-13.50	20.91-21.16	37.11-34.66	
9	海 岸 壁 内 部	容積 重量 0-.2 0-.31	容積 重量 1. 1.	容積 重量 .8 .53	容積 3. 重量 4.98	容積 6. 重量 4.98	6.00-10.60	22.80-22.51	28.80-33.11	
10	停 車 場 擁 壁 頭 部	容積 重量 .5 .61	容積 重量 .5 .39		容積 3. 重量 3.43	容積 6. 重量 3.43	16.20	20.91	37.11	
11	停 車 場 擁 壁 下 部	容積 重量 0-.2 0-.31	容積 重量 1. 1.	容積 重量 .8 .53	容積 2.5 4.15	容積 5. 4.15	6.97-12.28	22.84-22.54	29.81-34.82	
12	水 道 濾 過 池 及 淨 水 池 壁	容積 重量 .8-.7 .86-.78	容積 重量 .2-.3 .14-.22		容積 2.-3 2.29-3.57	容積 4.-6. 2.29-3.57	31.47-20.08	20.28-20.91	51.75-40.99	
13	鐵 筋	容積 重量 1. 1.			容積 2. 重量 2.12	容積 4. 重量 2.12	37.04	20.28	57.32	

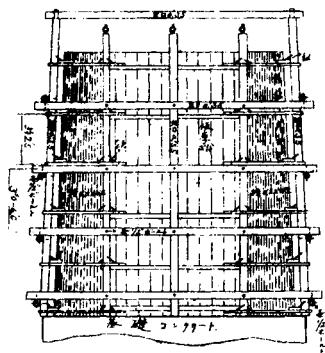
	重 量 比 例			容 積 比 例			一 立 方 呎 ノ 重 量			金 額 (一切ニ付)
石 灰	1.	.66	.42	2.37	1.52	1.	15.3	33.8	4.1	.12
火 山 灰	1.52	1.	.64	1.56	1.	.66	23.2	51.	6.2	.20
セメント	2.37	1.56	1.	1.	.64	.42	36.25	80.	9.7	.80
砂	2.52	1.66	1.06	.94	.60	.40	38.50	85.	10.3	.046
砂 利	2.72	1.88	1.15	.87	.56	.37	41.80	92.	11.1	.046

大鋼線橋臺橋脚軀體混凝土模型圖

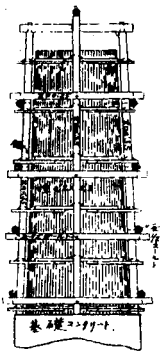
第壹圖

橋脚

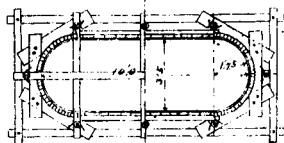
正面



側面

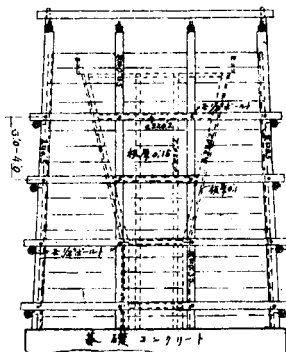


平面

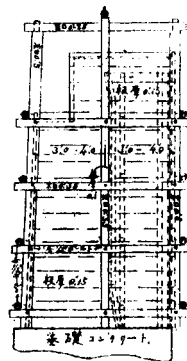


橋臺

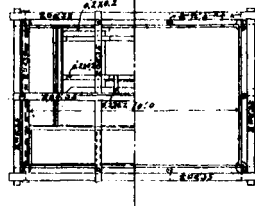
正面



側面



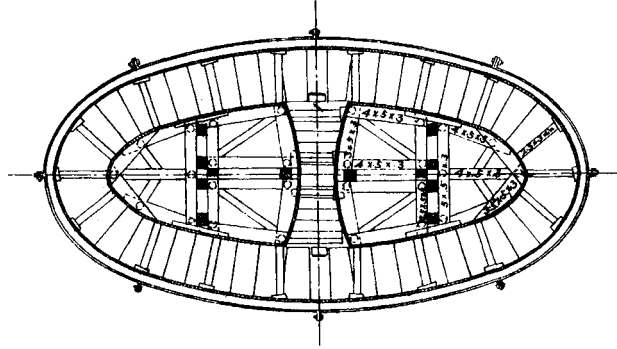
平面



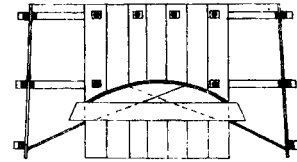
大聖川橋梁沈井沓部混凝土模型圖

第貳圖

平面

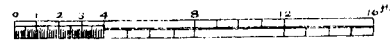
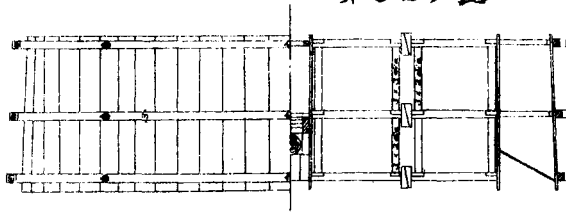


横断面



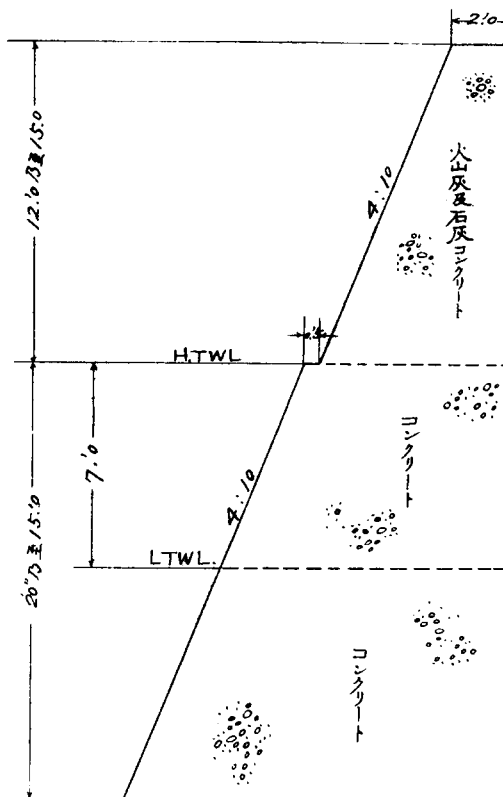
側面

縦断面



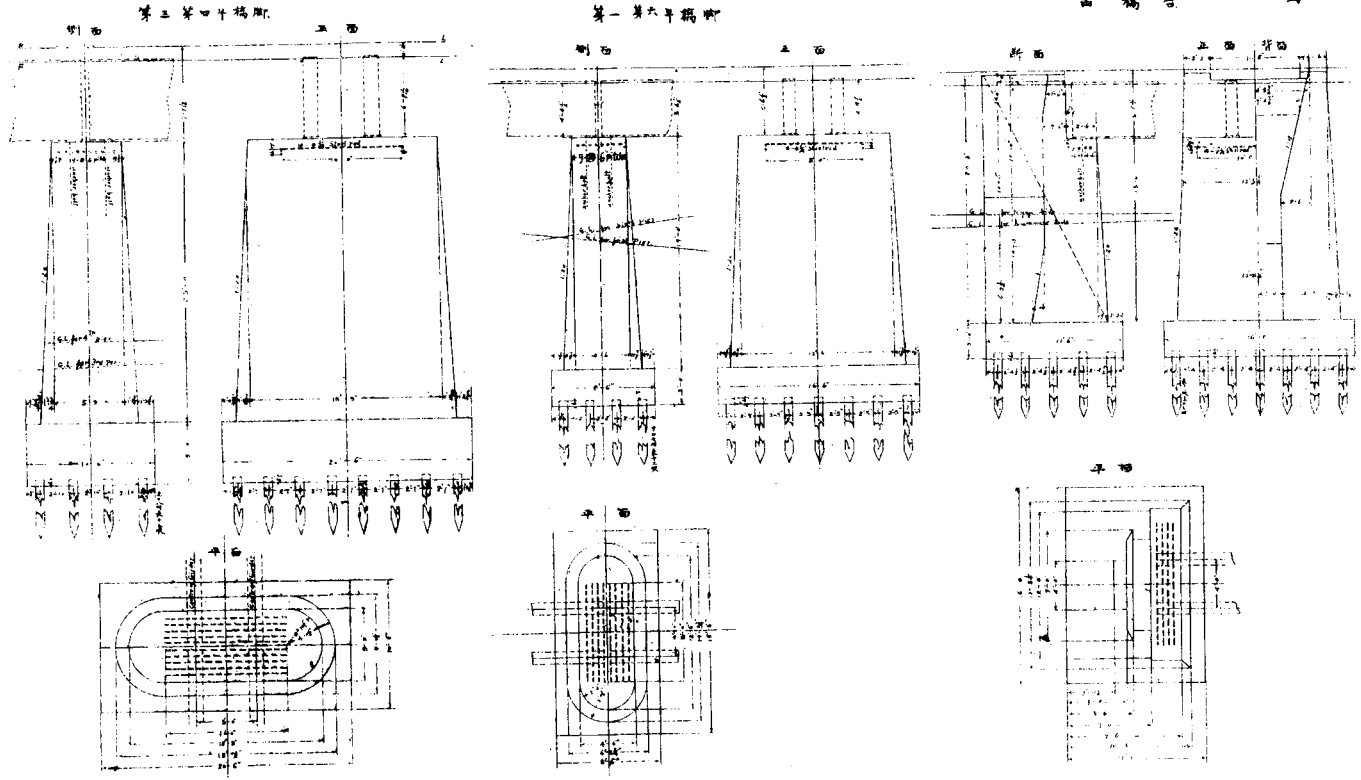
第三圖

佐伯線第五區
五番コンクリート模範畵



(輕便鐵道) 官地線第一工區第一白川橋梁設計圖

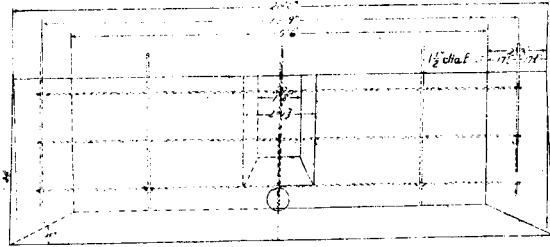
第四圖



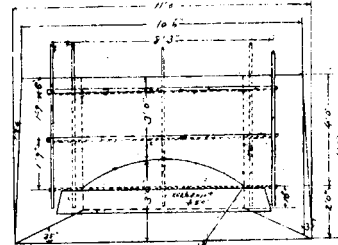
佐伯線第貳工區大野川橋梁設計圖

沈井沓部

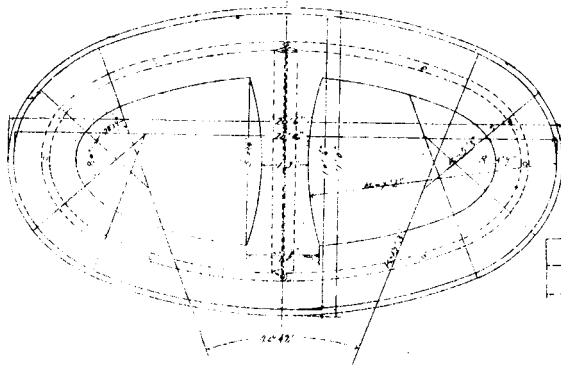
正 面 背 面



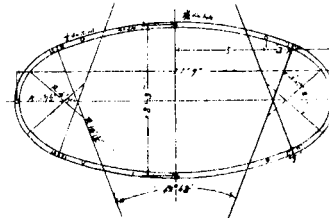
橫 斷 面



平 面



鐵 環



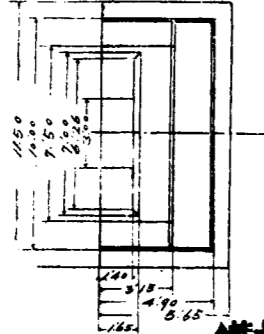
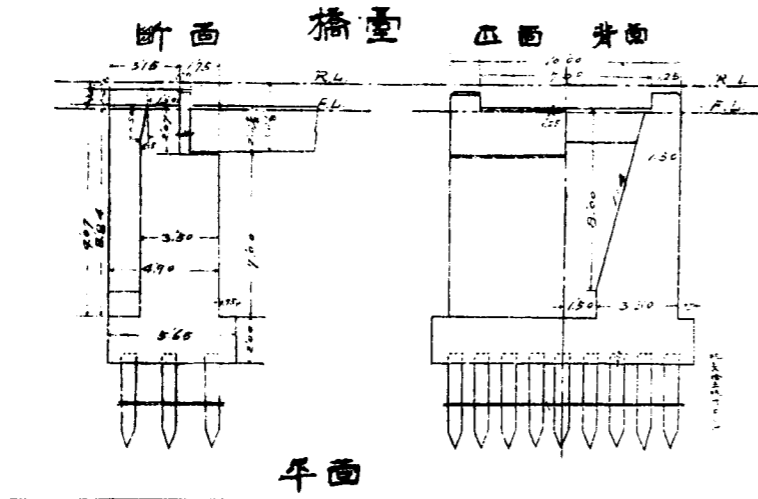
鐵 桿



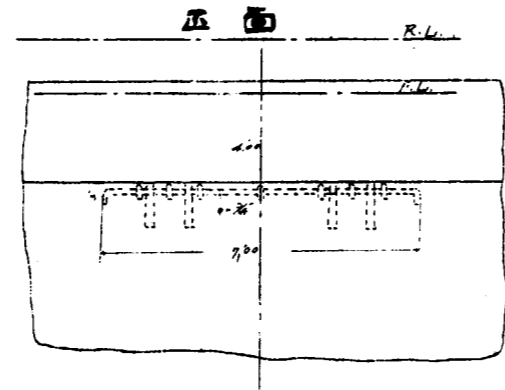
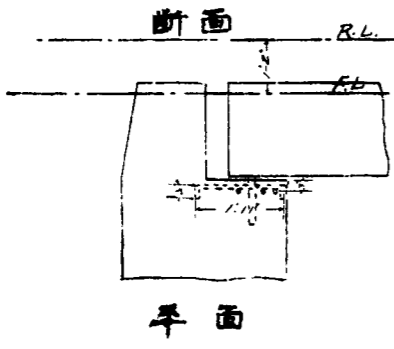
大館線昆布川橋梁設計圖

徑間拾五尺四寸

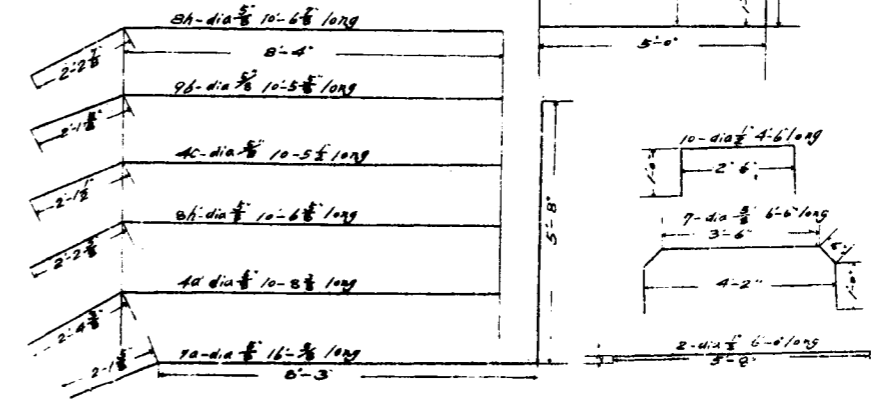
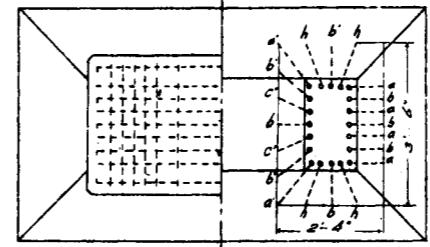
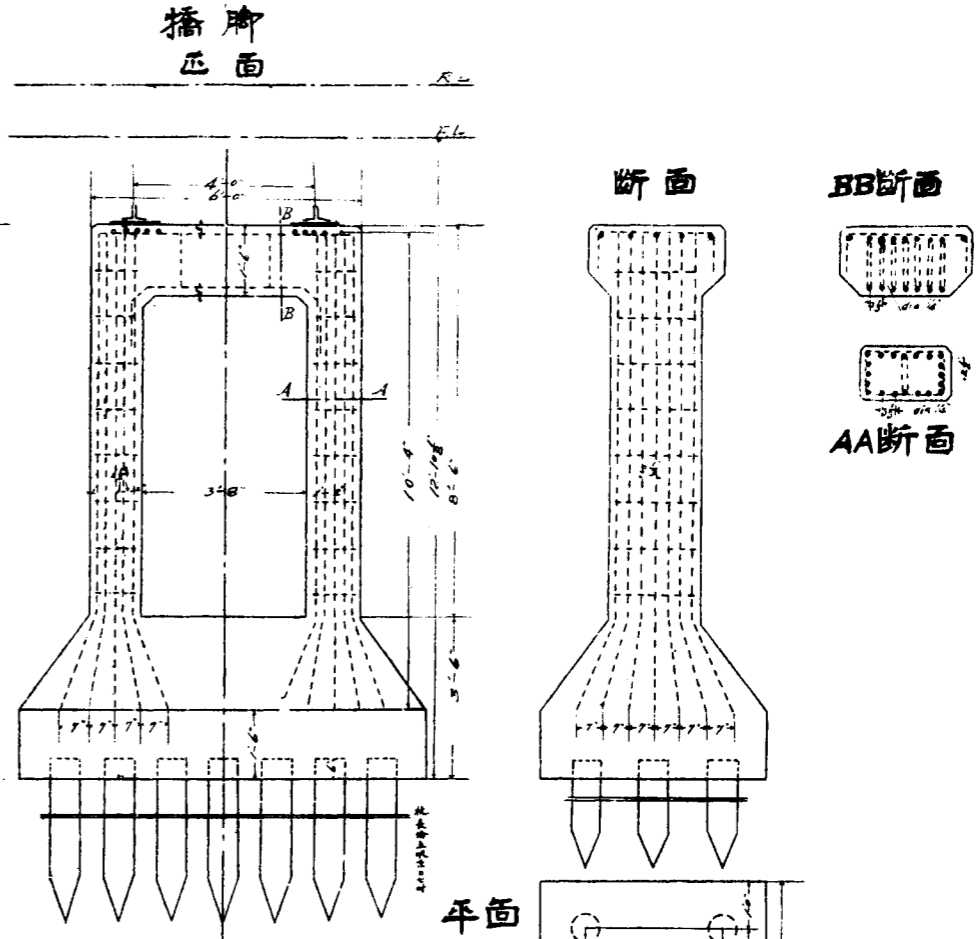
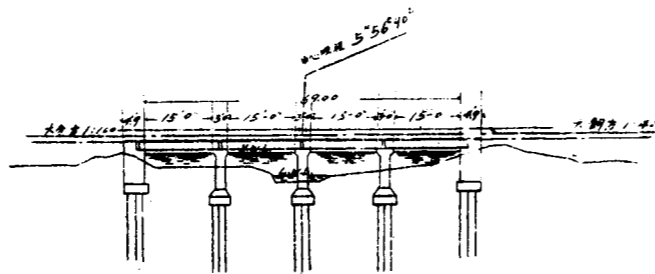
龍尾起点 五哩五拾六鑽九拾許

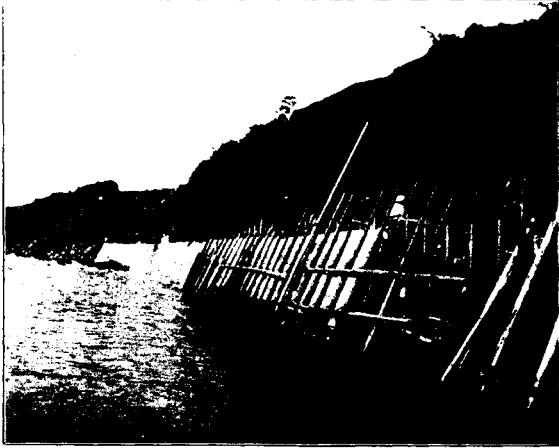


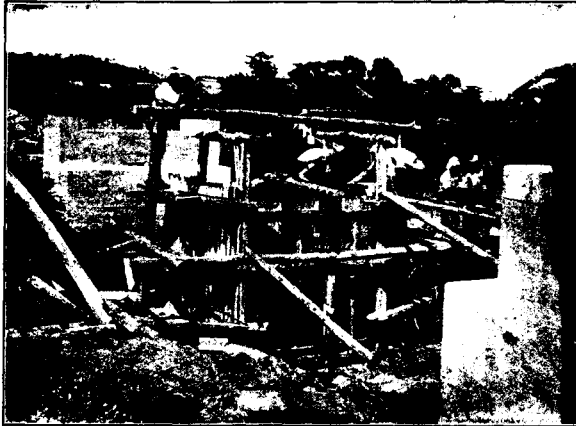
鐵桁下端鐵筋配列圖



全体圖







適當とすれども經濟上短小なる「ロールドビーム」を用ひ可成橋脚の幅を節約し木橋式となすを利益と認めたるにより特殊型橋脚を撰定せり(第六圖参照)

寫真目錄

- 一 佐伯線淺海井附近海岸壁
- 二 宮地線第一白川橋梁
- 三 佐伯線大野川橋梁沈井沓部
- 四 佐伯線大野川橋梁沈井沓部
- 五 犬飼線津末川橋梁
- 六 犬飼線昆布刈川橋梁

石造堰堤計算法

水野廣之進君

重力式石造堰堤の理論的計算法として普通用ひらるゝ者二種あり甲は「ターナー・アランド・ブライトモア」氏の方式(工學會誌二百〇六卷參照)にして乙は「ウエグマン」氏方式なり此兩法を比較するに其主なる相違の點は甲法は堰堤後面(上流面)の傾斜に對する水の垂直分力を計算せるも乙法は之を除外せり其誤差は堰堤の安定率を増加すべし尙甲法は貯水池満水の場合に於て水壓及堰堤重量の合成力は底面に垂直ならずして斜角を爲し之が爲め應力の増加を計算せるも乙法は之を垂直なる者と同一に見做し計算せる爲め底面の幅過小なるやの疑あり又甲法は貯水池空虛の場合に於て堰堤の重