

ISSN 0386-5878
土研資料 第1584号
マイクロフィルム 第 号

土木研究所資料

大川ダム洪水吐水理模型実験報告書

昭和55年 3 月

建設省土木研究所
ダム水工研究室

Copyright © 54年度 by P.W.R.I.

All rights reserved.No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted,nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

ま え が き

本報告書は、建設省土木研究所が北陸地方建設局の依頼により昭和51年度より昭和54年度に亘ってダム水工研究室（昭和53年度以前は篠崎試験所）の担当で実施した大川ダム洪水吐の水理設計および水理模型実験の結果を取りまとめたものである。各年度における主たる内容は以下に示す通りである。

昭和51年度

大川ダムにおける洪水吐設計対象流量は、 $5230\text{ m}^3/\text{s}$ と比較的多く、またダム築造地点の基礎岩盤強度も他のダムに比べて小さいために、マットと呼ばれる支持構造物上にダム本体が建設される。このため、減勢工は地形上の制約も含めて、その途中で右に直角湾曲し、15mの段差を持つ複雑な形状を採用せざるを得ない。そのための水理的に様々な問題が生じる可能性があるため昭和51年度は予備実験を実施し、減勢工の可能性および必要規模についての検討を実施し若干の知見を得た。

昭和52年度

先年度の検討から減勢工の設置が原計画案程度の規模で可能であることが知れたので昭和52年度は越流項、放流管を含む全体模型を製作して減勢工の内主に直角湾曲部の形状と段差下流の細部形状について検討した。

昭和53年度

本年度は先年度の結果を踏習し直角湾曲部の導流壁の形状を改善するとともに段差部およびそれに付随する傾斜水叩きの形状を検討した。さらに堤頂越流部の形状およびその機能の検討を実施した。

昭和54年度

傾斜水叩き下流の減勢工および副ダム下流の減勢工の検討を行い、ダムサイトから下流河道部までのすべての減勢工形状を決定し、構造設計に必要な資料を収集した。さらに変更された堤頂越流部および先年度設計された放流管の機能を検討し、管理に必要な資料を収集した。

なお、水理実験の計測・整理の主たるものは土木研究所の実施計画に基づき株式会社建設技術研究所が行っている。

昭和55年3月

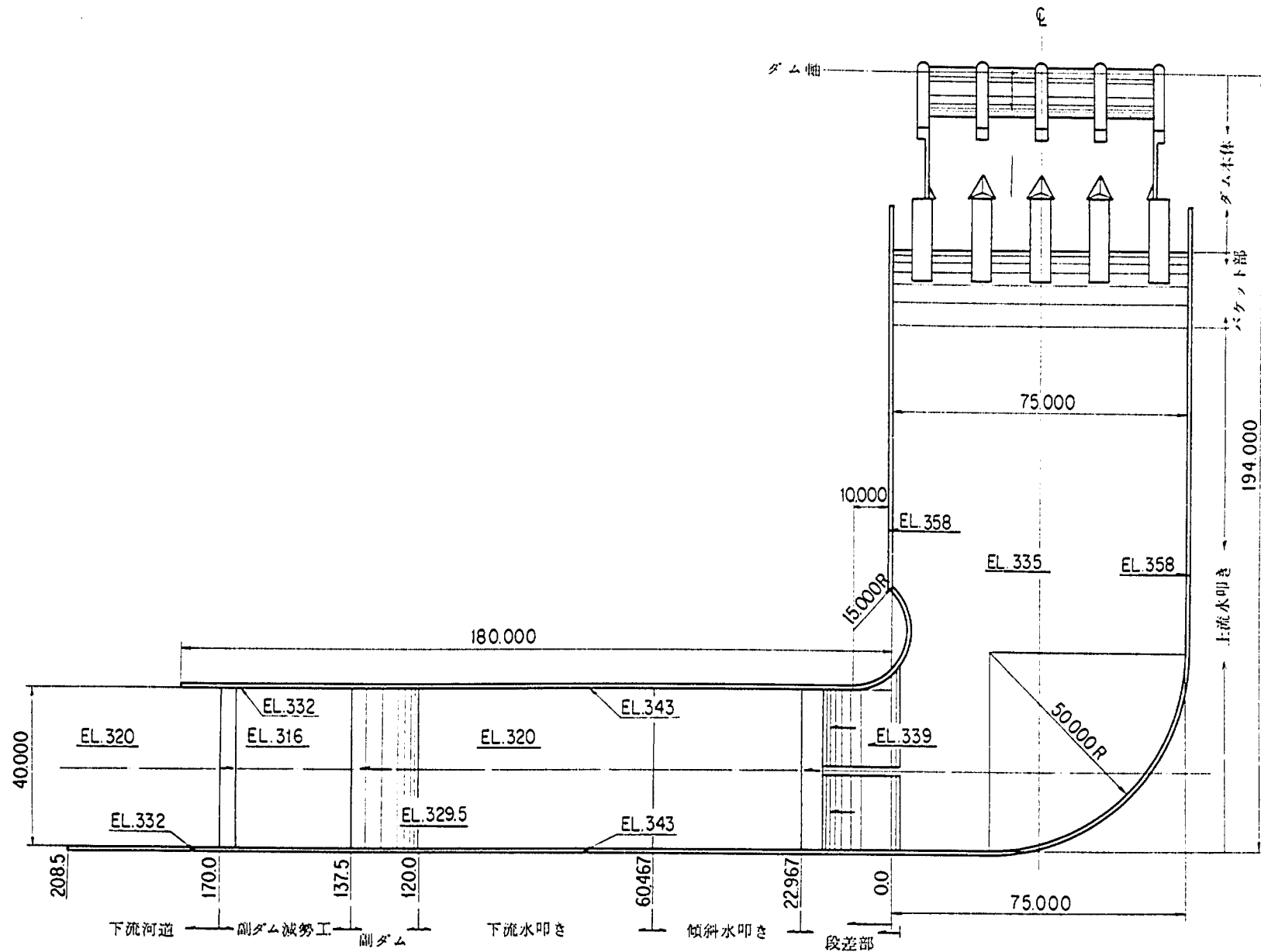
建設省土木研究所ダム水工研究室

高 須 修 二
五 十 川 政 志

検 討 結 果

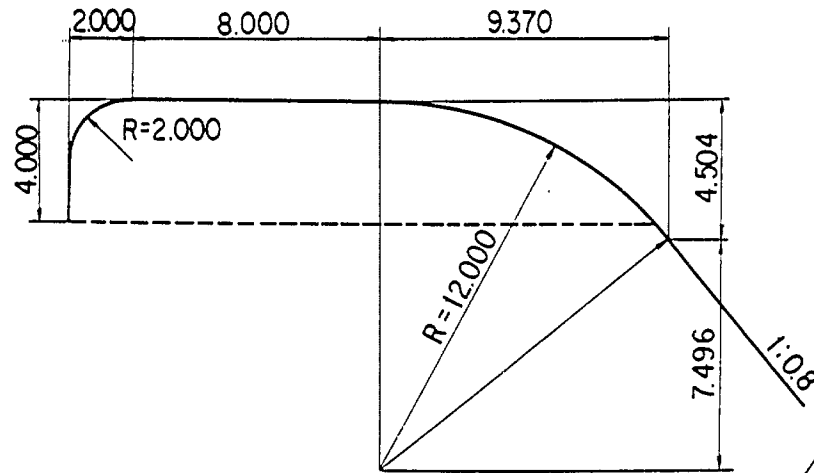
大川ダム洪水吐として「設計資料」に示す形状を採用すれば設計条件を満足し、所定の機能を維持することが出来る。この場合、放流管および越流頂の放流能力曲線は「管理資料」に示すものが適用される。

設計資料	1	大川ダム一般平面図
"	2	堤体標準断面使用曲線
"	3	段差部および傾斜水叩き形状図
"	4	副ダムおよび副ダム減勢工形状図
"	5	下流河道取付部形状図
"	6	堤頂越流部形状図
"	7	放流管形状図
管理資料	1	堤頂越流部放流能力表
"	2	放流管放流能力表

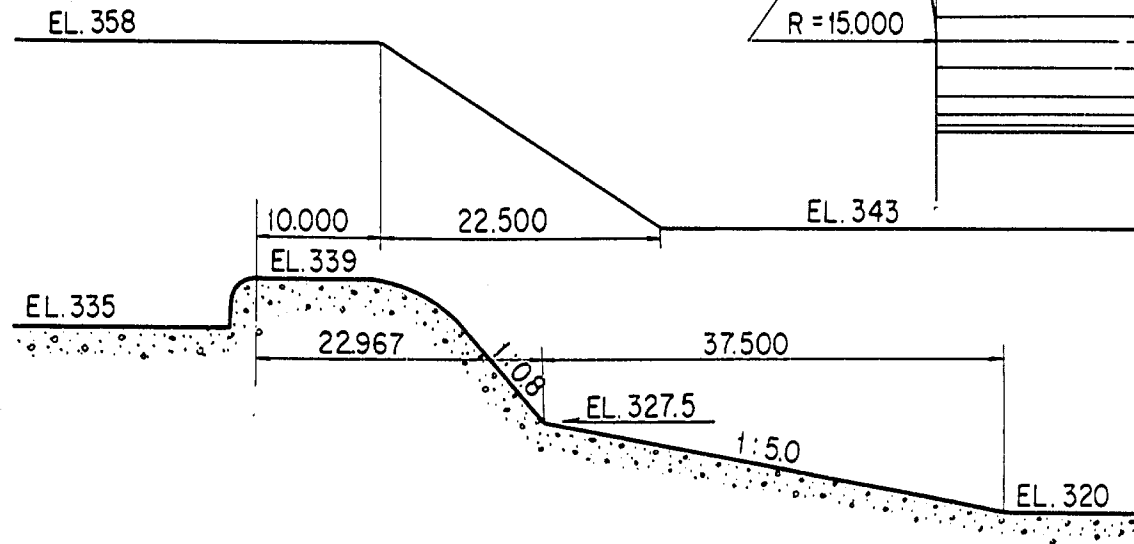
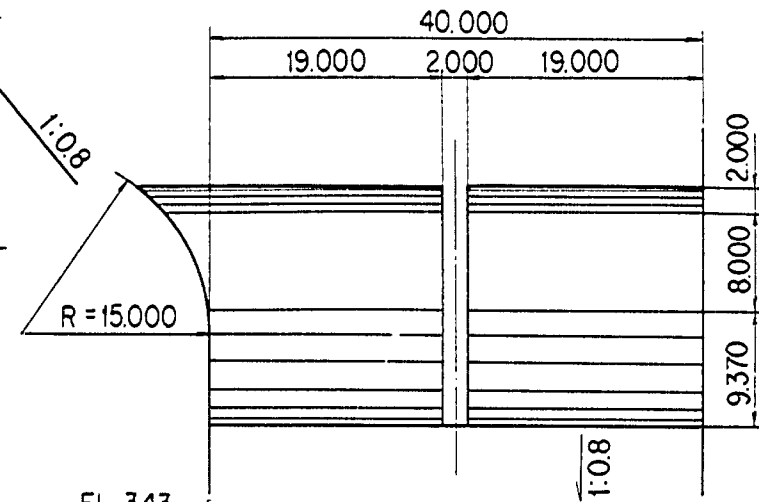


設計資料1 大川ダム一般平面図

段差部断面図

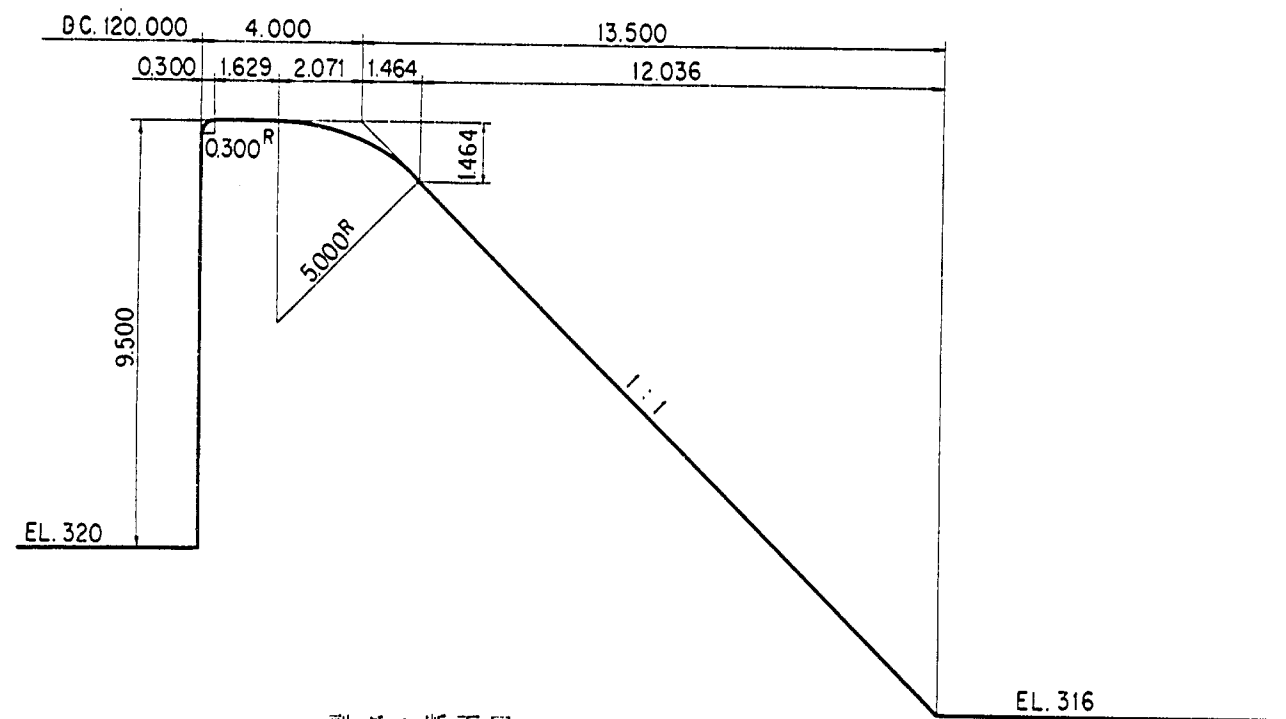
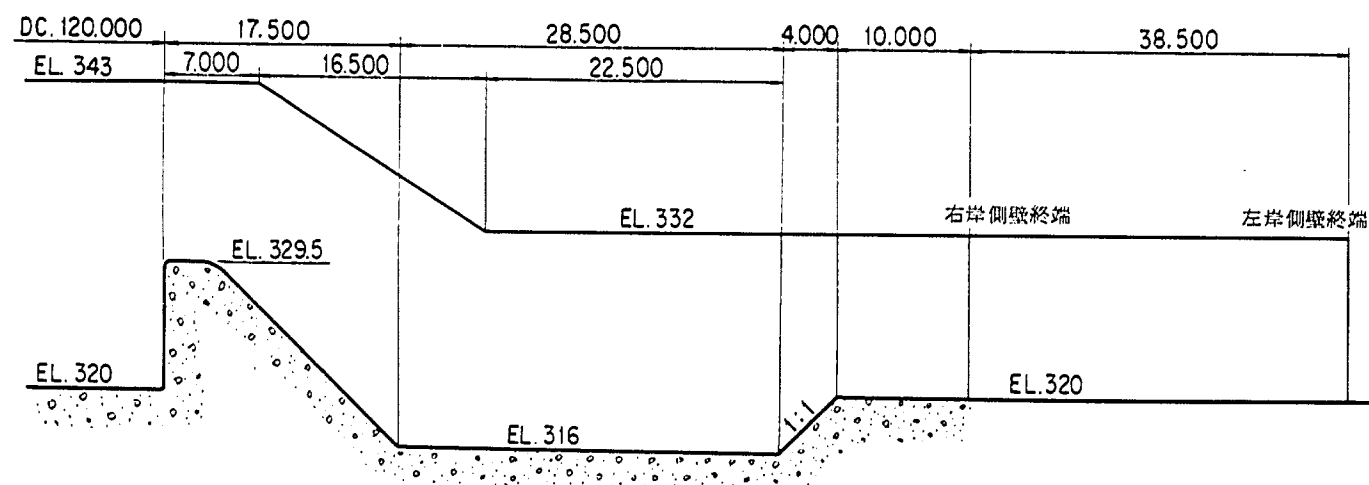


段差部平面図



設計資料 3 段差部および傾斜水叩き形状図

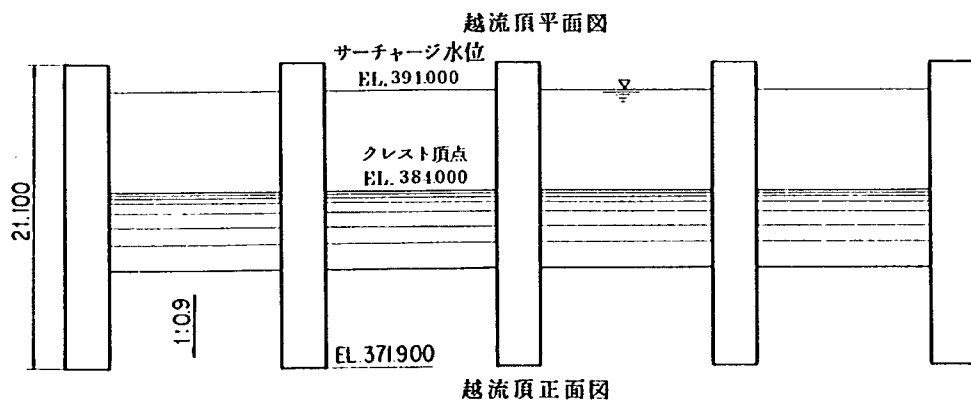
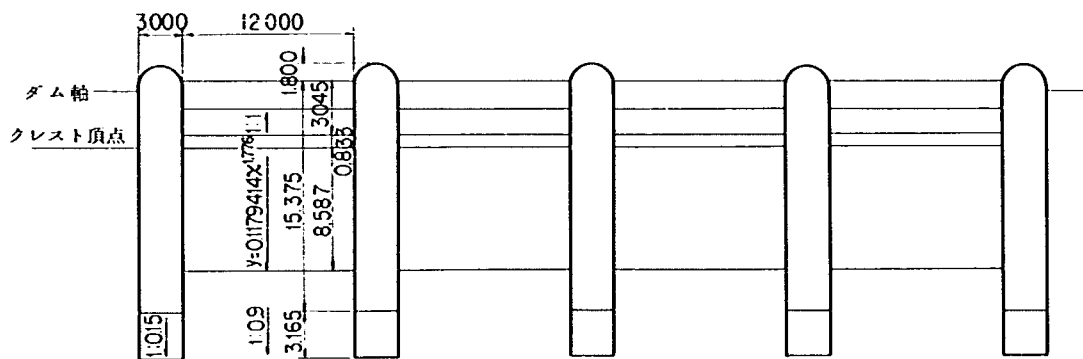
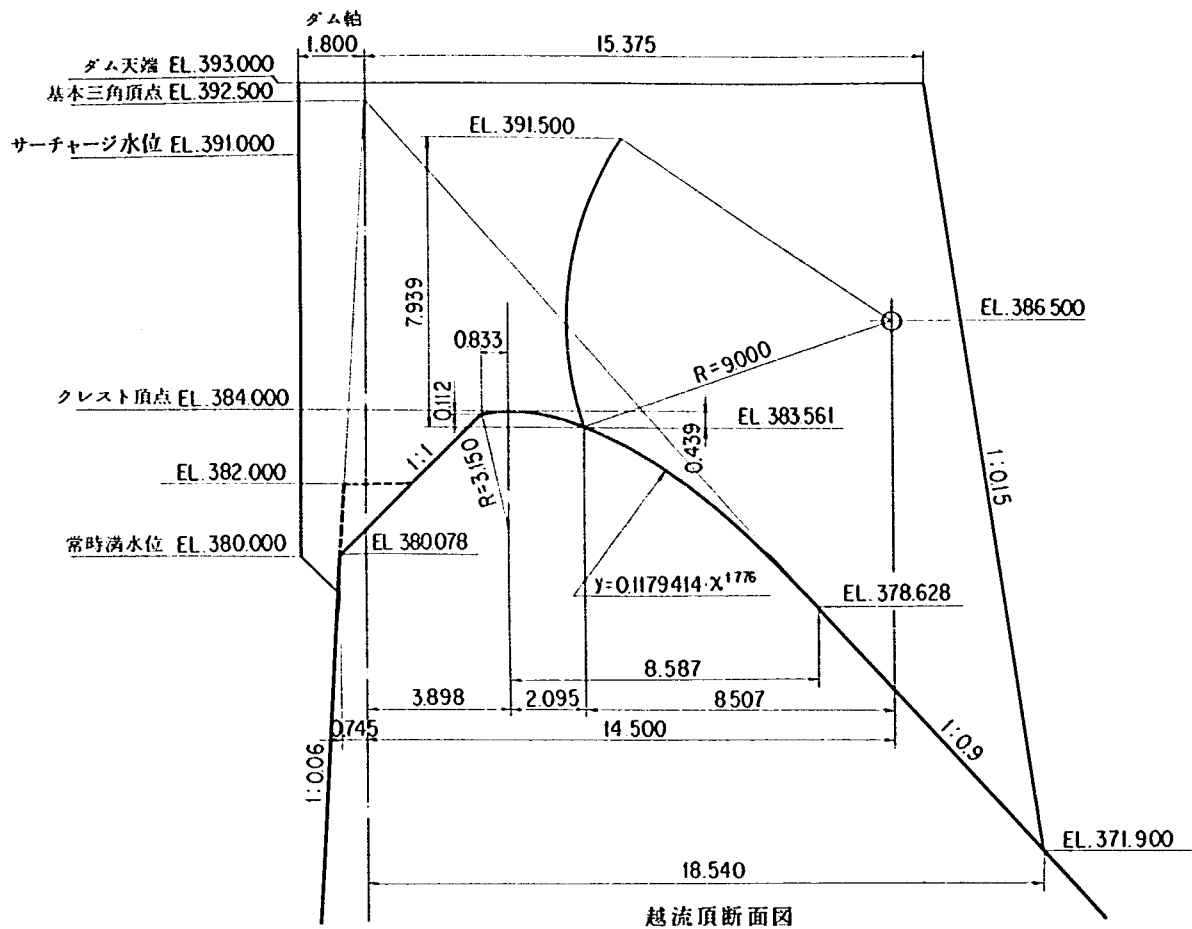
単位：m



副ダム断面図

設計資料4 副ダムおよび副ダム減勢工形状図

単位：m



設計資料 6 堤頂越流部形状図

単位：m

管理資料 1 堤頂越流部放流能力表(4 径間合計量) 単位 m^3/s

貯水位[m]	ゲート間き[m]																			FREE
EL.	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2		
391.00	183	225	261	297	332	357	402	436	470	503	536	568	600	632	653	694	725	756	1804	
390.90	187	223	259	294	330	364	399	432	465	499	531	564	595	627	658	699	719	749	1763	
390.80	185	221	257	292	327	361	395	429	462	495	527	559	590	621	652	693	713	743	1723	
390.70	184	220	255	290	324	359	392	426	458	491	523	554	585	616	647	677	706	735	1684	
390.60	182	218	253	288	322	356	389	422	455	487	518	549	580	611	641	671	700	729	1645	
390.50	181	216	251	285	319	353	386	418	451	482	514	545	575	605	635	665	694	723	1605	
390.40	179	214	249	283	317	350	383	415	447	478	509	540	570	600	629	659	697	716	1568	
390.30	178	213	247	281	314	347	379	411	443	474	505	535	565	594	623	652	681	709	1531	
390.20	176	211	245	278	311	344	376	408	439	470	500	530	560	589	618	646	674	702	1494	
390.10	175	209	243	276	309	341	373	404	435	465	495	525	554	583	612	640	668	695	1457	
390.00	173	207	240	273	306	338	369	400	431	461	491	520	549	578	606	633	661	688	1421	
389.90	172	205	238	271	303	335	366	397	427	457	486	515	544	572	600	627	654	681	1385	
389.80	170	203	235	268	300	331	362	393	423	452	481	510	538	566	593	621	647	674	1349	
389.70	169	202	234	266	297	328	359	389	419	447	477	505	533	560	587	614	640	667	1314	
389.60	167	200	232	263	294	325	355	385	414	443	472	500	527	554	581	607	633	659	1280	
389.50	166	198	230	261	292	322	352	381	410	439	467	494	522	548	575	601	626	652	1245	
389.40	164	196	227	258	289	319	348	377	406	434	462	489	516	542	569	594	619	644	1211	
389.30	163	194	225	256	286	315	345	373	402	429	457	484	510	536	562	587	612	637	1177	
389.20	161	192	223	253	283	312	341	369	397	425	452	478	504	530	555	580	605	629	1144	
389.10	159	190	220	250	280	309	337	365	393	420	447	473	498	524	549	573	597	621	1110	
389.00	155	188	218	248	277	305	334	361	388	415	441	467	492	517	542	566	590	613	1077	
388.90	156	186	216	245	274	302	330	357	384	410	435	462	486	511	535	559	582	605	1045	
388.80	154	184	213	242	271	298	326	353	379	405	431	456	480	504	528	551	574	597	1012	
388.70	153	182	211	239	267	295	322	349	375	400	425	450	474	498	521	544	567	589	980	
388.60	151	180	208	237	264	291	318	344	370	395	420	444	468	491	514	537	559	580	949	
388.50	149	178	206	234	261	288	314	340	365	390	414	439	462	484	507	529	551	572	917	
388.40	147	176	203	231	258	284	310	336	360	385	409	432	455	478	500	521	542	563	886	
388.30	146	175	201	228	254	281	306	331	356	380	403	426	449	471	492	513	534	554	855	
388.20	144	171	198	225	251	277	302	327	351	374	397	420	442	464	485	505	525	545	825	
388.10	142	169	196	222	248	273	298	322	346	369	391	414	435	456	477	497	517	535	795	
388.00	140	167	193	219	244	269	293	317	341	363	386	407	428	449	469	489	508	527	765	
387.90	138	165	190	216	241	265	289	313	335	357	379	401	421	442	461	481	499	518	735	
387.80	136	162	188	213	237	261	285	309	330	352	373	394	414	434	453	472	490	509	706	
387.70	134	160	185	210	234	257	280	303	325	346	367	387	407	426	445	463	481	500	677	
387.60	132	157	182	206	230	253	276	298	319	340	361	381	400	419	437	454	472	491	648	
387.50	130	155	179	203	226	249	271	293	314	334	354	374	392	411	428	445	463	481	620	
387.40	128	153	176	200	223	245	267	288	309	328	348	367	385	402	420	437	454	472	592	
387.30	126	150	174	196	219	241	262	282	303	322	341	359	377	394	411	428	445	463	565	
387.20	124	148	171	193	215	237	257	277	297	316	334	352	369	386	403	420	437	454	538	
387.10	122	145	168	189	211	232	252	272	291	309	327	344	361	377	394	411	428	445	512	
387.00	120	142	164	186	207	227	247	266	285	303	320	337	353	370	387	403	420	437	485	
386.90	118	140	161	182	203	223	242	260	278	296	313	329	344	360	376	392	408	424	460	
386.80	115	137	158	179	199	218	237	255	272	289	305	320	335	350	365	380	395	410	434	
386.70	113	134	155	175	194	213	231	249	266	282	297	312	326	341	355	369	383	397	410	
386.60	111	131	151	171	190	208	226	243	259	274	289	303	317	331	345	358	372	386	396	
386.50	108	128	148	167	185	203	220	236	252	267	281	295	309	322	336	349	362	375	382	
386.40	105	125	144	163	181	198	214	230	245	259	273	286	299	312	325	338	351	364	339	
386.30	103	122	141	159	176	192	208	223	238	251	264	277	289	301	313	325	337	349	316	
386.20	101	119	137	154	171	187	202	216	230	243	255	267	278	289	300	311	322	333	294	
386.10	98	116	133	150	165	181	196	209	222	234	246	257	268	278	288	298	308	318	272	
386.00	95	113	129	145	161	175	189	202	215	227	239	250	260	270	279	288	297	306	252	
385.90	93	109	125	141	155	169	182	195	207	219	230	240	250	259	268	277	286	295	231	
385.80	90	105	121	136	150	163	176	188	199	210	220	230	239	248	257	266	275	284	212	
385.70	87	102	117	131	144	157	169	180	191	201	210	219	228	237	246	255	264	273	193	
385.60	84	98	112	126	138	150	161	171	181	190	199	208	217	226	234	243	252	261	175	
385.50	80	95	108	120	132	143	153	162	171	180	189	197	206	214	223	231	240	249	157	
385.40	77	90	103	114	125	135	144	153	161	170	178	187	195	203	212	220	229	237	140	
385.30	74	86	98	109	119	128	137	145	154	162	170	178	186	194	202	210	218	226	124	
385.20	70	82	92	102	111	120	128	136	144	152	160	168	176	183	191	198	206	214	109	
385.10	66	77	87	96	105	113	121	129	136	144	151	158	166	173	180	187	194	201	95	
385.00	62	72	81	90	98	106	114	122	129	136	143	150	157	164	171	178	184	191	31	

管理資料 2-1 放流管放流能力表 (5 条合計量) 単位 m^3/s

貯水位 E.L.m	ゲート開き (m)																			
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
391	194	234	273	313	353	394	434	475	516	557	599	640	682	725	767	810	854	897	941	986
390	192	231	270	309	349	388	428	469	509	550	591	632	673	715	757	800	842	885	929	972
389	189	228	266	305	344	383	423	462	502	542	583	623	664	705	747	788	831	873	916	959
388	187	225	263	301	339	378	417	456	495	535	574	614	655	695	736	777	819	860	903	945
387	184	221	259	297	334	373	411	449	488	527	566	605	645	685	725	766	807	848	889	931
386	181	218	255	292	330	367	405	443	481	519	558	596	636	675	714	754	794	835	876	917
385	179	215	251	288	325	362	399	436	473	511	549	587	626	664	703	743	782	822	862	902
384	176	212	247	283	320	356	392	429	466	503	540	578	616	654	692	731	769	809	848	888
383	173	208	243	279	314	350	386	422	458	495	532	569	606	643	681	718	757	795	834	873
382	170	205	239	274	309	344	380	415	451	487	523	559	595	632	669	706	744	781	819	858
381	167	201	235	270	304	338	373	408	443	478	514	549	585	621	657	694	730	767	805	842
380	165	198	231	265	299	332	366	401	435	469	504	539	574	610	645	681	717	753	790	826
379	162	194	227	260	293	326	360	393	427	461	495	529	563	598	633	668	703	739	774	810
378	158	191	223	255	287	320	353	386	419	452	485	519	552	586	620	654	689	724	759	794
377	155	187	218	250	282	314	346	378	410	443	475	508	541	574	607	641	675	709	743	777
376	152	183	214	245	276	307	338	370	402	435	466	497	529	562	594	627	660	693	726	760
375	149	179	209	240	270	301	331	362	393	424	455	486	518	549	581	613	645	677	710	743
374	146	175	205	234	264	294	324	354	384	414	444	475	506	536	567	598	630	661	693	725
373	142	171	200	229	258	287	316	345	375	404	434	463	493	523	553	584	614	645	675	706
372	139	167	195	223	251	280	308	337	365	394	423	451	480	510	539	568	598	628	657	687
371	135	163	190	217	245	272	300	328	355	383	411	439	467	496	524	553	581	610	639	668
370	132	158	185	211	238	265	292	318	345	372	400	427	454	481	509	536	564	592	620	648
369	128	154	179	205	231	257	283	309	335	361	388	414	440	467	493	520	547	573	600	628
368	124	149	174	199	224	249	274	299	325	350	375	400	426	451	477	503	528	554	580	606
367	120	144	168	192	217	241	265	289	314	338	362	387	411	436	460	485	510	534	559	584
366	116	139	162	186	209	232	256	279	302	326	349	372	396	419	443	466	490	514	537	561
365	112	134	156	179	201	223	246	268	290	313	335	358	380	402	425	447	470	492	515	537

貯水位 E.L.m	ゲート開き(m)																			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
391	1031	1076	1122	1168	1214	1261	1309	1357	1406	1455	1506	1556	1608	1660	1714	1768	1823	1879	1937	1995
390	1017	1061	1106	1152	1197	1244	1291	1338	1386	1435	1484	1534	1585	1637	1689	1743	1797	1852	1909	1967
389	1002	1046	1091	1135	1180	1226	1272	1319	1366	1414	1463	1512	1562	1613	1665	1717	1771	1825	1881	1938
388	988	1031	1075	1119	1163	1208	1254	1300	1346	1393	1441	1490	1539	1589	1640	1691	1744	1797	1852	1908
387	973	1016	1059	1102	1146	1190	1235	1280	1326	1372	1419	1467	1515	1564	1614	1665	1717	1769	1823	1878
386	958	1000	1042	1085	1128	1171	1215	1260	1305	1351	1397	1444	1491	1539	1588	1638	1689	1741	1793	1847
385	943	984	1026	1068	1110	1153	1196	1240	1284	1329	1374	1420	1467	1514	1562	1611	1661	1712	1763	1816
384	928	968	1009	1050	1092	1134	1176	1219	1262	1306	1351	1396	1442	1488	1535	1583	1632	1682	1733	1785
383	912	952	992	1032	1073	1114	1156	1198	1240	1283	1327	1371	1416	1462	1508	1555	1603	1652	1702	1753
382	896	935	974	1014	1054	1094	1135	1176	1218	1260	1303	1346	1390	1435	1480	1527	1573	1621	1670	1720
381	880	918	957	995	1035	1074	1114	1155	1195	1237	1279	1321	1364	1408	1452	1497	1543	1590	1638	1686
380	863	901	938	976	1015	1054	1093	1132	1172	1213	1254	1295	1337	1380	1423	1468	1512	1558	1605	1652
379	847	883	920	957	995	1033	1071	1110	1149	1188	1228	1269	1310	1352	1394	1437	1481	1526	1571	1618
378	829	865	901	938	974	1011	1049	1086	1125	1163	1202	1242	1282	1323	1364	1406	1449	1492	1537	1582
377	812	847	882	917	953	989	1026	1063	1100	1138	1176	1214	1253	1293	1333	1374	1416	1458	1501	1546
376	794	828	862	897	932	967	1003	1038	1075	1111	1149	1186	1224	1263	1302	1342	1382	1423	1465	1508
375	776	809	842	876	910	944	979	1014	1049	1085	1121	1157	1194	1232	1270	1308	1348	1388	1429	1470
374	757	789	822	854	887	921	954	988	1023	1057	1092	1128	1164	1200	1237	1274	1312	1351	1391	1431
373	737	769	800	832	864	897	929	962	995	1029	1063	1097	1132	1167	1203	1239	1276	1313	1352	1391
372	718	748	779	810	841	872	904	935	968	1000	1033	1066	1100	1134	1168	1203	1239	1275	1311	1349
371	697	727	756	786	816	846	877	908	939	970	1002	1034	1066	1099	1132	1166	1200	1235	1270	1306
370	676	705	733	762	791	820	850	879	909	939	970	1000	1032	1063	1095	1127	1160	1193	1227	1262
369	655	682	710	737	765	793	821	850	879	907	937	966	996	1026	1056	1087	1119	1151	1183	1216
368	632	659	685	712	738	765	792	819	847	874	902	930	959	988	1017	1046	1076	1106	1137	1168
367	609	634	660	685	710	736	762	788	814	840	867	893	920	948	975	1003	1031	1060	1089	1118
366	585	609	633	657	681	706	730	755	779	804	829	855	880	906	932	958	984	1011	1039	1066
365	560	583	605	628	651	674	697	720	743	767	790	814	838	862	886	911	935	960	986	1012

管理資料2-2 放流管放流能力表(1条当り) 単位 m³/s

貯水位 E.L.m	ゲート間き(m)																			
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
391	38	46	54	62	70	78	86	95	103	111	119	128	136	145	153	162	170	179	188	197
390	38	46	54	61	69	77	85	93	101	110	118	126	134	143	151	160	168	177	185	194
389	37	45	53	61	68	76	84	92	100	108	116	124	132	141	149	157	166	174	183	191
388	37	45	52	60	67	75	83	91	99	107	114	122	131	139	147	155	163	172	180	189
387	36	44	51	59	66	74	82	89	97	105	113	121	129	137	145	153	161	169	177	186
386	36	43	51	58	66	73	81	88	96	103	111	119	127	135	142	150	158	167	175	183
385	35	43	50	57	65	72	79	87	94	102	109	117	125	132	140	148	156	164	172	180
384	35	42	49	56	64	71	78	85	93	100	108	115	123	130	138	146	153	161	169	177
383	34	41	48	55	62	70	77	84	91	99	106	113	121	128	136	143	151	159	166	174
382	34	41	47	54	61	68	76	83	90	97	104	111	119	126	133	141	148	156	163	171
381	33	40	47	54	60	67	74	81	88	95	102	109	117	124	131	138	146	153	161	169
380	33	39	46	53	59	66	73	80	87	93	100	107	114	122	129	136	143	150	158	165
379	32	38	45	52	58	65	72	78	85	92	99	105	112	119	126	133	140	147	154	162
378	31	38	44	51	57	64	70	77	83	90	97	103	110	117	124	130	137	144	151	158
377	31	37	43	50	56	62	69	75	82	88	95	101	108	114	121	128	135	141	148	155
376	30	36	42	49	55	61	67	74	80	86	93	99	105	112	118	125	132	138	145	152
375	29	35	41	48	54	60	66	72	78	84	91	97	103	109	116	122	129	135	142	148
374	29	35	41	46	52	58	64	70	76	82	88	95	101	107	113	119	126	132	138	145
373	28	34	40	45	51	57	63	69	75	80	86	92	98	104	110	116	122	129	135	141
372	27	33	39	44	50	56	61	67	73	78	84	90	96	102	107	113	119	125	131	137
371	27	32	38	43	49	54	60	65	71	76	82	87	93	99	104	110	116	122	127	133
370	26	31	37	42	47	53	58	63	69	74	80	85	90	96	101	107	112	118	124	129
369	25	30	35	41	46	51	56	61	67	72	77	82	86	93	98	104	109	114	120	125
368	24	29	34	39	44	49	54	59	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	116	121
367	24	28	33	38	43	48	53	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	106	111	116
366	23	27	32	37	41	46	51	55	60	65	69	74	79	83	88	93	98	102	107	112
365	22	26	31	35	40	44	49	53	58	62	67	71	76	80	85	89	94	98	103	107

貯水位 E.L.m	ゲート間き(m)																			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
391	206	215	224	233	242	252	261	271	281	291	301	311	321	332	342	353	364	375	387	399
390	203	212	221	230	239	248	258	267	277	287	296	306	317	327	337	348	359	370	381	393
389	200	209	218	227	236	245	254	263	273	282	292	302	312	322	333	343	354	365	376	387
388	197	206	215	223	232	241	250	260	269	278	288	298	307	317	328	338	348	359	370	381
387	194	203	211	220	229	238	247	256	265	274	283	293	303	312	322	333	343	353	364	375
386	191	200	208	217	225	234	243	252	261	270	279	288	298	307	317	327	337	348	358	369
385	188	196	205	213	222	230	239	248	256	265	274	284	293	302	312	322	332	342	352	363
384	185	193	201	210	218	226	235	243	252	261	270	279	288	297	307	316	326	336	346	357
383	182	190	198	206	214	222	231	239	248	256	265	274	283	292	301	311	320	330	340	350
382	179	187	194	202	210	218	227	235	243	252	260	269	278	287	296	305	314	324	334	344
381	176	183	191	199	207	214	222	231	239	247	255	264	272	281	290	299	308	318	327	337
380	172	180	187	195	203	210	218	226	234	242	250	259	267	276	284	293	302	311	321	330
379	169	176	184	191	199	206	214	222	229	237	245	253	262	270	278	287	296	305	314	323
378	165	173	180	187	194	202	209	217	225	232	240	248	256	264	272	281	289	298	307	316
377	162	169	176	183	190	197	205	212	220	227	235	242	250	258	266	274	283	291	300	309
376	158	165	172	179	186	193	200	207	215	222	229	237	244	252	260	268	276	284	293	301
375	155	161	168	175	182	188	195	202	209	217	224	231	238	246	254	261	269	277	285	294
374	151	157	164	170	177	184	190	197	204	211	218	225	232	240	247	254	262	270	278	286
373	147	153	160	166	172	179	185	192	199	205	212	219	226	233	240	247	255	262	270	278
372	143	149	155	162	168	174	180	187	193	200	206	213	220	226	233	240	247	255	262	269
371	139	145	151	157	163	169	175	181	187	194	200	206	213	219	226	233	240	247	254	261
370	135	141	146	152	158	164	170	175	181	187	194	200	206	212	219	225	232	238	245	252
369	131	136	142	147	153	158	164	170	175	181	187	193	199	205	211	217	223	230	236	243
368	126	131	137	142	147	153	158	163	169	174	180	186	191	197	203	209	215	221	227	233
367	121	126	132	137	142	147	152	157	162	168	173	178	184	189	195	200	206	212	217	223
366	117	121	126	131	136	141	146	151	155	160	165	171	176	181	186	191	196	202	207	213
365	112	116	121	125	130	134	139	144	148	153	158	162	167	172	177	182	187	192	197	202

貯水位 E.L.m	ゲート間き(m)															全開
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
391	411	423	436	449	462	476	491	506	522	539	557	577	599	625	656	720
390	405	417	429	442	456	469	484	499	515	531	549	569	590	615	646	709
389	399	411	423	436	449	462	476	491	507	523	541	560	581	606	636	698
388	393	404	416	429	442	455	469	483	499	515	532	551	572	596	626	686
387	386	398	410	422	435	448	461	476	491	507	524	542	563	586	616	675
386	380	391	403	415	428	440	454	468	482	498	515	533	553	576	605	663
385	374	385	396	408	420	433	446	460	474	489	506	524	543	566	595	652
384	367	378	389	401	413	425	438	451	466	481	497	514	533	556	584	640
383	361	371	382	393	405	417	430	443	457	472	487	504	523	545	572	627
382	354	364	375	386	397	409	422	434	448	462	478	494	513	534	561	615
381	347	357	368	378	390	401	413	426	439	453	468	484	502	523	550	602
380	340	350	360	371	382	393	405	417	430	443	458	474	492	512	538	589
379	333	342	352	363	373	384	396	408	420	434	448	464	481	501	526	576
378	325	335	345	355	365	376	387	398	411	424	438	453	470	489	513	562
377	318	327	336	346	356	367	378	389	401	413	427	442	458	477	501	548
376	310	319	328	338	347	358	368	379	391	403	416	430	446	465	488	534
375	302	311	320	329	338	348	358	369	380	392	405	419	434	452	474	519
374	294	302	311	320	329	339	349	359	370	381	393	407	422	439	460	504
373	286	294	302	311	320	329	338	348	359	370	382	395	409	425	446	488
372	277	285	293	301	310	319	328	337	347	358	369	382	396	412	432	472
371	268	276	283	291	300	308	317	326	336	346	357	369	382	397	416	456
370	259	266	274	281	289	297	306	314	324	333	344	355	368	382	401	438
369	250	256	263	271	278	286	294	302	311	320	330	341	353	367	384	420
368	240	246	253	260	267	274	282	289	298	307	316	326	337	351	367	401
367	229	235	242	248	255	262	269	276	284	292	301	311	321	334	349	381
366	219	224	230	236	242	249	255	262	270	277	285	294	304	316	330	361
365	207	213	218	224	229	235	241	248	254	261	269	277	286	297	310	333

目 次

ま え が き

検 討 結 果

第1章 減 勢 工	1
第1節 減勢工の設計	3
第2節 昭和52年度減勢工水理実験	5
2-1 概 要	5
2-2 実験方法	5
2-3 上流減勢工形状の検討(その1)	11
2-4 段差部形状の検討	29
2-5 上流減勢工形状の検討(その2)	37
2-6 順傾斜水叩き形状の検討(その1)	49
第3節 昭和53年度減勢工水理実験	59
3-1 概 要	59
3-2 順傾斜水叩き形状の検討(その2)	59
第4節 昭和54年度減勢工水理実験	70
4-1 概 要	70
4-2 下流減勢工形状の検討	70
4-3 下流河道に関する検討(その1)	81
4-4 副ダム減勢工形状の検討	86
4-5 下流河道に関する検討(その2)	90
第5節 大川ダム減勢工機能調査	97
5-1 概 要	97
5-2 下流河道に関する検討(その3)	97
5-3 洪水調節用設備：放流および減勢機能調査	101
5-4 総 括	107
第2章 堤頂越流部	125
第1節 堤頂越流部の設計	127
第2節 昭和53年度堤頂越流部水理実験	129
2-1 概 要	129
2-2 実験方法	131

2-3	設計案の検討	132
2-4	改良案の検討	135
第3節	昭和54年度堤頂越流部水理実験	148
3-1	概 要	148
3-2	実験方法	150
3-3	放流機能の検討	151
3-4	越流水面の検討	154
第4節	放流機能曲線の作成	159
4-1	自由越流時	159
4-2	ゲート操作時	159
4-3	放流機能曲線式	160
	堤頂越流部水理実験資料	163
第3章	放 流 管	173
第1節	放流管の設計	175
1-1	概 要	175
1-2	大渡ダム放流管について	176
1-3	大川ダム放流管の設計	181
第2節	昭和54年度放流管水理実験	189
2-1	実験および検討の概要	189
2-2	模 型	189
2-3	放流機能の検討	190
2-4	管胴作用圧力の検討	191
2-5	下流開水路形状の検討	194
第3節	放流機能曲線の作成	194
第4節	大川ダム放流管実施設計案	197
	放流管水理実験資料	199

第1章 減 勢 工

100-40-341-100-100

第1章 減 勢 工

第1節 減勢工の設計

大川ダムはその堤体がマットと呼ばれる支持構造物の上に築造されること及び河道がダム軸から150～190 m程度の位置で右へ90°以上偏向していることにより、ダム下流に設置されるべき減勢工は多くの制約条件を受ける事になる。このような場合、減勢工の設計は水理模型実験に大巾に依存するのが通例である。

減勢工設計流量条件として次の三点を考慮する。

- a) 上流減勢工は洪水吐設計対象流量規模の $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ とする。
- b) 下流減勢工は直接に本体へ及ぼす影響が小さいことからダムサイト100年超過確率流量に余裕をみた $4000 \text{ m}^3/\text{s}$ とする。
- c) 副ダム下流は計画最大放流量程度とする。

なお、本文中で使用される減勢工各部の名称は図1-1による。

昭和51年度に実施されている予備実験の検討結果を踏まえた北陸地建阿賀川工事事務所と土木研究所との打合せの結果、減勢工設計に際して次の三点が基本的条件として設計された。これらの条件は主として地形的、地質的条件によるものであるが、水理的にもこれならば減勢工としての機能を果たし得るという判断の下に提示されたものである。（詳細は後述する）

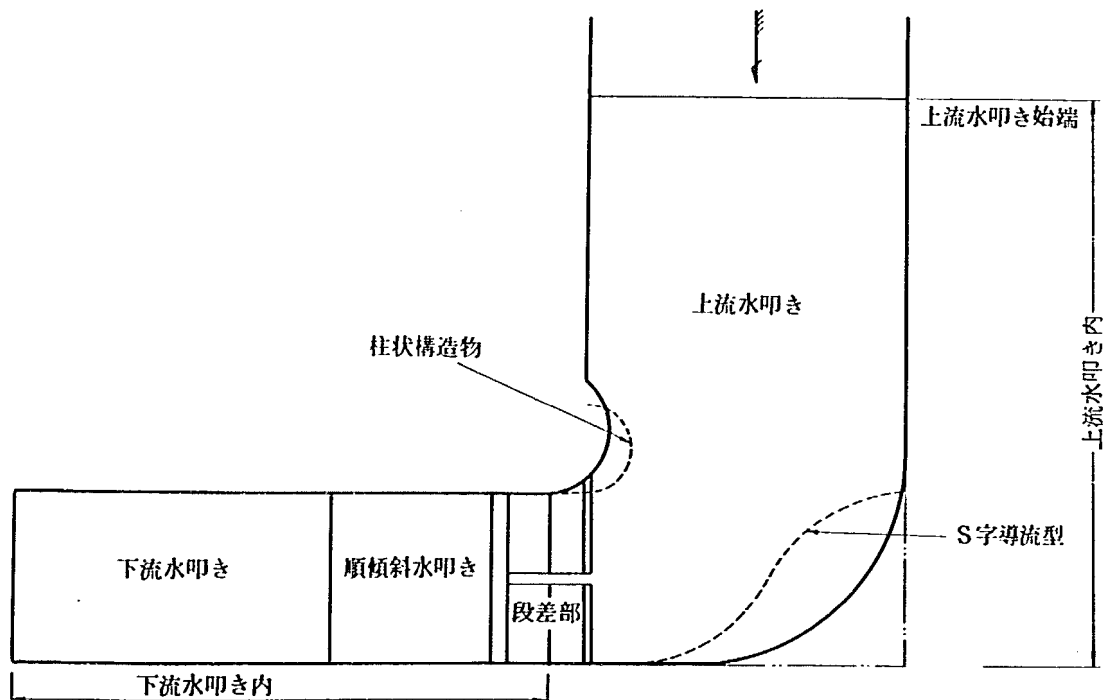


図1-1 用語説明図

- イ) 上流減勢工の巾は 75 m とし水叩き標高は E.L. 335 m とする。
- ロ) 下流減勢工の巾は 40 m とし水叩き標高は E.L. 320 m とする。
- ハ) 上流減勢工の長さを十分に採るため下流減勢工は出来るだけ左岸によせる。
- ニ) (イ), (ロ)の結果として上・下流減勢工間には 15 m の段差が生じる。

予備実験を開始する以前の検討では 90 度の偏向が右岸側では曲率半径が 0 の状態で行わなければならないことから、上流減勢工でまったく減勢をせず射流として下流減勢工へ導流する方法は不可能であるという判断が下されている。この判断に際しては下久保ダム、弥栄ダム等の洪水吐に付随する減勢工に対する検討過程の資料を参考にしている。

予備実験は上流減勢工に副ダムを採用し、直角湾曲部分を副ダムに付随した横流入水路と考えて、流れを段差部から下流減勢工へ処理する方法として実施されたものである。実験の結果、副ダムを採用して上流減勢工内で跳水を発生させるのに、洪水吐設計対象流量規模の $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ を対象とすれば、巾が 65 m 程度あれば十分であると判断された。しかし、湾曲部（特に右岸側）の偏向を考えた場合、湾曲部へ至る流れの単位巾流量を出来るだけ減じるべきとの判断から、洪水吐（越流部＋放流管）の配置から考えられる最大巾 75 m を上流減勢工巾として採用することとした。なお、これ以上の巾を採用すると上流減勢工内の流れが二次元的でなくなり、減勢に必要な正常跳水が発生しない。

下流減勢工は流入水の偏りを完全に取り去るのは不可能との判断から、右岸側に死水領域を発生させない限界と判断された 40 m をその巾として採用することとした。この時、下流減勢工対象流量に対して単位巾流量 $100 \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$ となり跳水式減勢工として過大とはならない点も考慮されている。

予備実験として側水路により 90 度偏向させる案を検討したがその結果、特有のらせん流を生じ下流での再減勢を考慮した場合、あまり好ましくないと判断された。このため昭和 52 年度以後の本実験では副ダムおよび側水路による方策を捨て側壁により流れを規制する方法について検討を進めている。側壁により規制する方法は次の 2 種に大別することが出来る。

(A) 上流減勢工直線部分に水位を規定する構造物を設置し、安定した跳水を発生させ、その後、側壁の規制により 90°偏向させる。このとき段差部にもシルを設置し流れの一様化を計る。

(B) 90°湾曲した後の段差部で上流減勢工内の水位を規定し、安定した跳水を発生させ同時に側壁により流水を偏向する。

第2節 昭和52年度減勢工水理実験

2-1 概 要

昭和52年度は第1節・減勢工の設計における検討の成果を踏まえて段差部を含む上流減勢工の形状決定を主目的として水理実験を実施している。

検討内容は下記の通りである。

1) 上流減勢工形状の検討(その1)

上流減勢工形状について前節で述べた方式A及び方式Bについて比較検討している。その結果、方式Bが好ましいと判断され以後の実験でその詳細を詰める事とした。

2) 段差部形状の検討

上流減勢工形状の適否を判断するのに段差部を流下する流れの状態を知る必要がある。このため前項検討で最適とされた上流減勢工形状に固定した上で段差部について検討を行ないその形状を決定した。

3) 上流減勢工形状の検討(その2)

段差部形状を決定した上でさらに良好と思われる上流減勢工形状を検討するために実験を継続している。本検討の最適案が上流減勢工として大川ダムに採用されている。

4) 順傾斜水叩き形状の検討(その1)

下流減勢工規模を決定するために段差部下流に設置する順傾斜水叩きについて検討を実施している。

2-2 実験方法

a) 実験模型

実験用模型は図1-2～図1-4に示すもので縮尺1/50にて製作している。図に示す模型は昭和54年度に土木研究所ダム水理実験施設内に設置したものであるが、昭和52年度および53年度に篠崎試験所で実施した水理実験に使用している実験模型も基本的には全く同じものである。写真1-5に昭和52・53年度に使用した実験模型の写真を示す。模型材料は主として木材を使用しているが、部分的には内部が可視出来るよう透明アクリル板も用いている。

b) 測定方法

減勢工の機能等の調査・検討に際して使用した測定設備および測定方法について表1-6に示す。

c) 相似則

本実験の現象は重力の影響が支配的と考えられるためフルードの相似則に従うものとする。実験模型の幾何学的縮尺を1/50としたため模型と実物との間には表1-7に示す関係がある。なお「第一章減勢工」に記載される実験条件および測定結果に関する数値は表1-7に基づいて実物値に換算している。

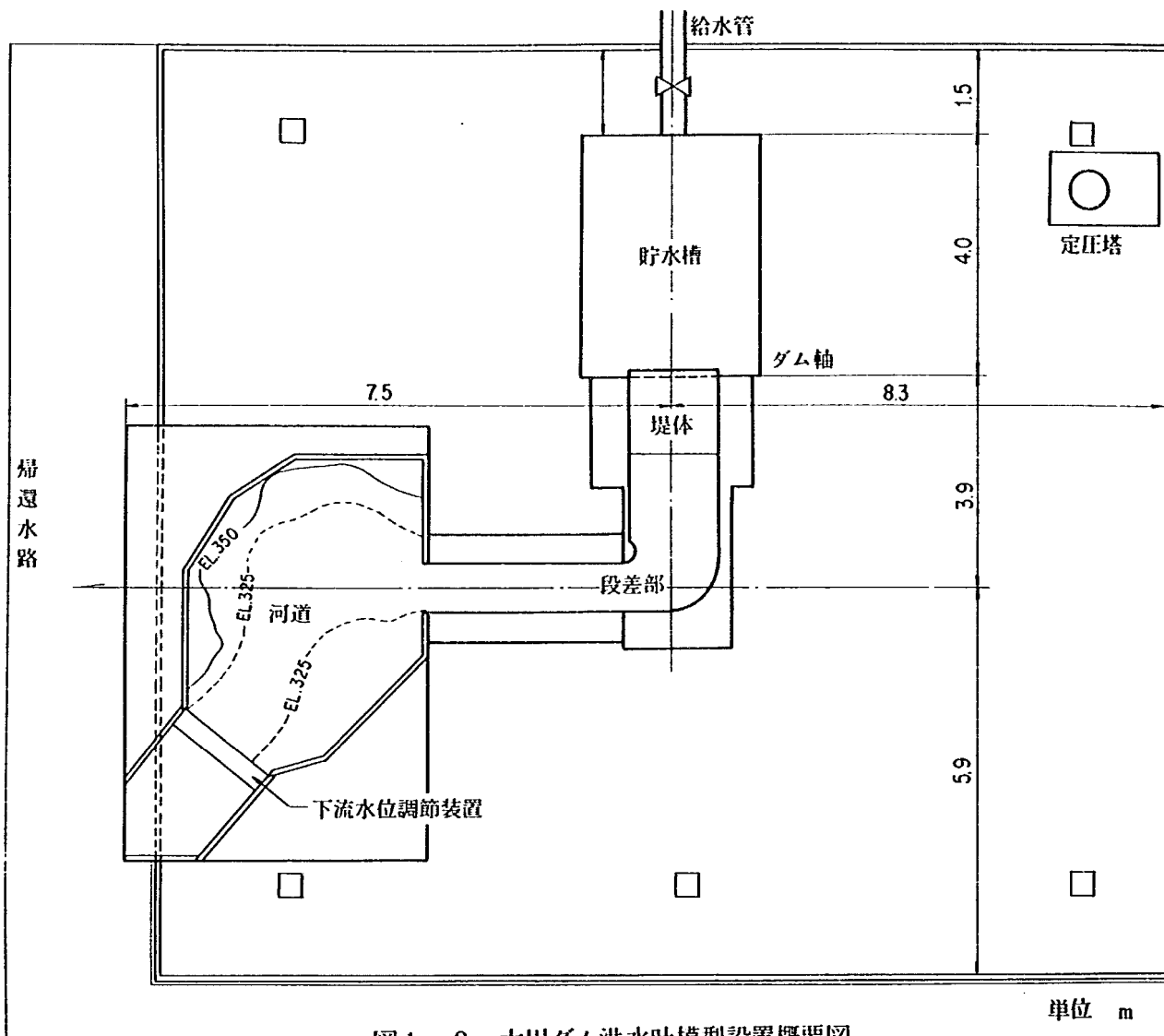
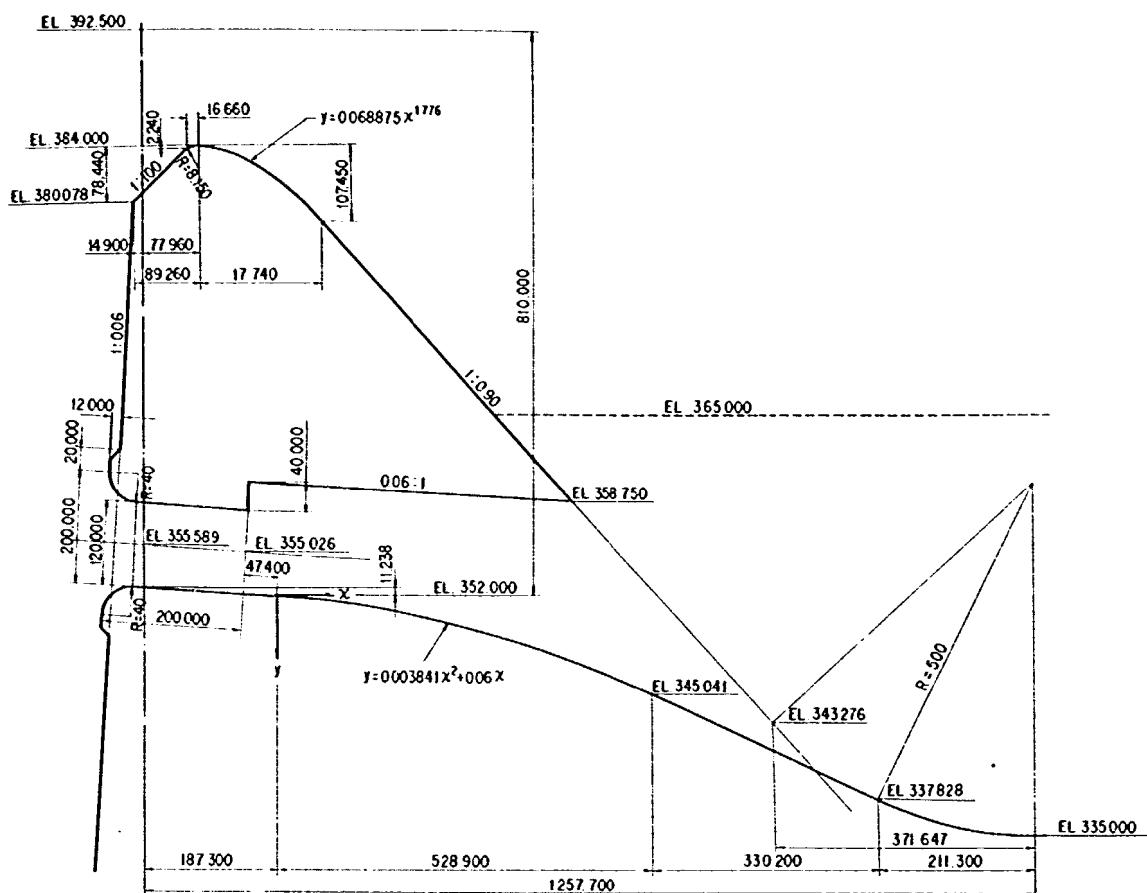
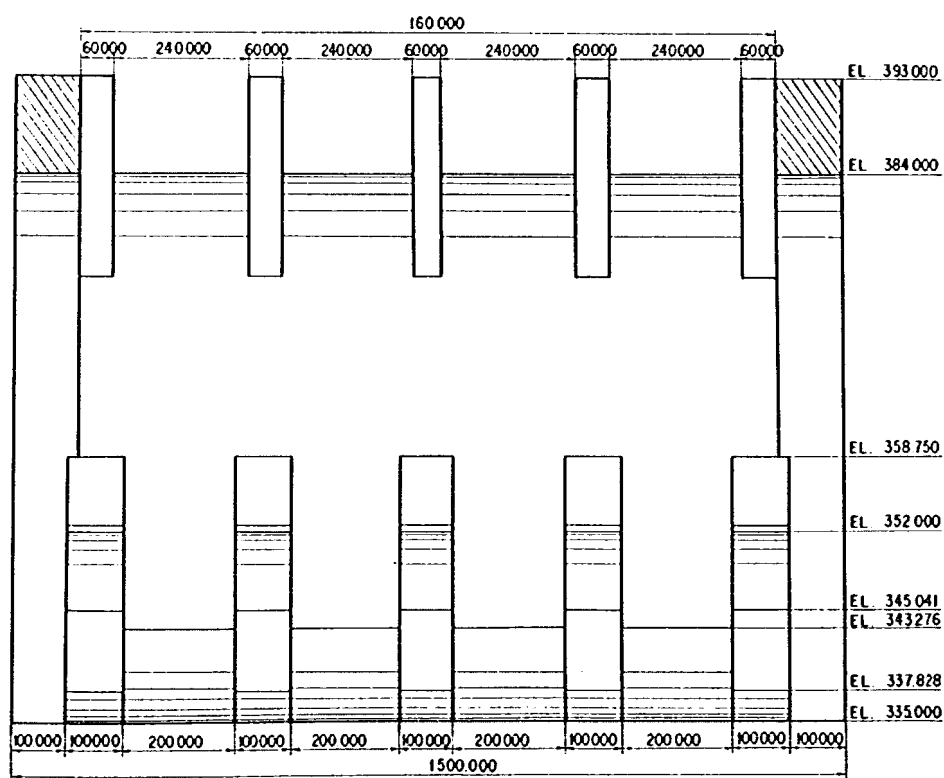


図1-2 大川ダム洪水吐模型設置概要図



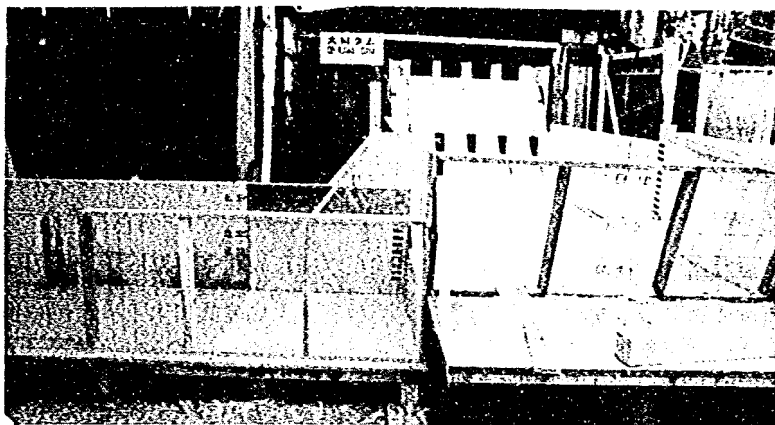
断面図



正面図

図1-3 大川ダム洪水吐堤体模型製作図

単位: mm



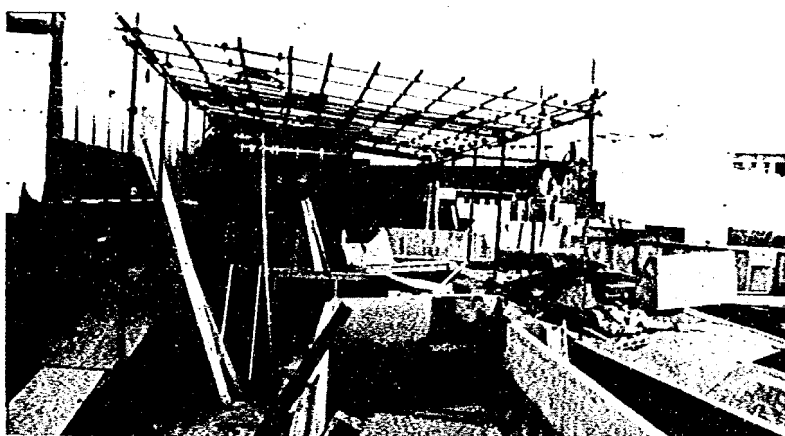
堤体及び導水路



横流入部より下流をみる



下流河道



模型全景

写真-1-5 大川ダム模型製作写真

表1-6 測定方法

貯水池水位	貯水槽に水位管を設置し、水位管に固定したポイントゲージにより計測を行なった。ポイントゲージ目盛の読取り精度は± 0.1mmである。
流量	篠崎試験所では模型下流に固定される検定水槽に設置された四角堰を用いて堰の越流水深をポイントゲージにより測定し、板谷・手島の式により流量値に換算している。 筑波移転後は貯水槽の上流側配管途中に設置されている電磁流量計により計測している。
圧力	模型底面に圧力測定用ピエゾ管を埋設しこれにビニールホースを連結し、マノメータにあらわれる圧力の最高と最低を1mm読みのスケールにて計測している。
水面形	1mm読みのスケールを用いて最高と平均の水位を測定している。

表1-7 諸量の縮率

基本量	次元	縮 尺	
長さ・水深	L	η	1 : 50.00
時間	T	$\eta^{1/2}$	1 : 7.07
流速	$L T^{-1}$	$\eta^{1/2}$	1 : 7.07
流量	$L^3 T^{-1}$	$\eta^{3/2}$	1 : 17677.67
圧力(水柱)	L	η	1 : 50.00

2-3 上流減勢工形状の検討(その1)

上流減勢工形状の検討は主として図1-8に示す12形状について実施する。

まず基本形状として昭和52年度に実施された予備実験を参考にして設計されたA-1を選定した。昭和52年度の実験は、上流減勢工として副ダムおよびその下流の側水路から構成されている型式のものを対象としていたが、今回の基本形状となるA-1は、副ダムの高さを9mとし上流水叩き内で安定した跳水を発生させ、副ダム下流はおだやかな流れとして流水を偏向処理する方針で設計されたものである。このため、副ダム下流水路を横流入水路と考え、らせん流により流水を処理する先年度の方式とは考え方が根本的に異なる点に留意する必要がある。このため、本年度からは上流減勢工下流の段差部に高さ3mのシルを設置して流れを堰上げている。形状A-1に関する検討の結果、減勢工流況写真1-9に示される様に流れが左岸側に片寄って段差部を流下する事が観察された。この片寄り是非常に大きく、側水路方式にみられるらせん流の流況と比較して勝っているとは言い難く、改善はされていないと判断される。

形状A-2、A-3は、A-1では副ダム上流の水叩きの長さに余裕が認められたので、副ダム下流の池を広くして段差部での左岸側への片寄りを減じる目的で設計され検討の対象としたものであるが、写真1-10、写真1-11、に示されるように流況の変化はほとんど認められなかった。さらに副ダムを上流に移動する事はA-1~A-3の一連の検討から、副ダム上流水叩きでの減勢が不十分になると判断されたので、以後の検討は上流水叩きの減勢機能が損なわれずかつ下流の広い形状A-2を基本として進める事とした。図1-21に形状A-2で3000 m³/s 規模の洪水流下時の様子をスケッチにて示す。

図1-21にも示されるように、流れの片寄る原因が副ダム右岸からの流水が段差部の流れを左岸へ押しやる事にあると判断されたので、形状A-2をA-4およびA-5の様な形状に変更して検討を行なった。ここでA-4、A-5は副ダム中央部の高さを6m、両岸の高さをそれぞれ12m、17mとしたもので、形状A-5では両側からの流水を完全にしゃ断する意図を持っている。副ダム中央の高さを形状A-2より減じた理由は、A-4、A-5では副ダム越流巾が減少するため、上流水叩きの水を安定させるに必要なシル高が減少したためである。また、副ダムの両側を高くした理由は、水叩き内の流れを左右対象とし、安定した跳水を確保するためである。その結果は写真1-12、13に示す通り、段差部での流れの片寄りはかなり改善されているが、下流での減勢を考えた場合十分とは言い難く、さらに副ダム両端で流れが大きく盛り上がり、導流壁の構造に対して不利である事が知れた。A-5の形状において3000 m³/s 規模の洪水の流下時の流況をスケッチにて図1-22に示す。

以上の検討結果を踏まえて図1-8に示す形状A-6が提示された。これは段差部の流れの片寄りの原因となる上流減勢工の右岸沿いの流れは、柱状構造物によって完全に規制するとともに、シル下流のS字型曲線導流壁によって流れの一様化を計ろうとするものである。さらに段差部のシル天端に幅を与えてその効果を高めようとしている。また、柱状構造物による上流水叩きの流れの非対称性は、曲線導流壁による下流のせき上げ量により確保されるものと考えている。その結果は写真1-14、図1-23に示されるように、柱状構造物による規制が非常に効いており、その下流域にはく離を生じて、今までの形状とは異なる意味で段差部での流れの片寄りを大きくしている。また柱状構造物上流に大きな盛り上がりが生じ

ている。

形状A-6ではく離の影響が直接に段差部に及ばないように、構造物全体を上流へ移動した形状がA-7である。写真1-15に示されるように、段差部での片寄り形状A-6と比較して改善されている。形状A-6およびA-7の検討結果から、柱状構造物およびS字型導流壁の形状を改良すれば、現地での実施可能な形状の設計が可能であるとの見通しが得られた。

さて、今までの形状A-1～A-7は、副ダムあるいはシル等の構造物により上流水叩き内に安定した跳水を発生させ、段差部のシルで流れの一樣化を計るという考えに基づいて検討・改良されてきたものである。これに対して段差部で上流水叩き全体の水位を規制し、安定した跳水の発生と、段差部での流れの一樣化を同時に行なうという方式も成立する。この考えに基づいて形状B-1～B-3に関する検討が実施された。形状B-1はA-1、B-2はA-6、B-3はA-7にそれぞれ対応する形状である。その結果、写真1-16に示されるように、B-1はA-1と比較しても段差部での流れの片寄りが顕著であるが、形状が単純であり実用的であると推察された。形状B-2、B-3については対応するA-6、A-7との差は認められなかった。（写真1-17、18参照）

このため、以上10形状の検討の中で、段差部での流況が特に良いと判断された形状A-7、B-3の内で、形状の単純なB-3を以後の検討の基本形状とした。形状B-3の $3000\text{ m}^3/\text{s}$ 流下時の流況を図1-24にスケッチで示す。

形状B-4は、基本形状B-3における柱状構造物周辺の流れを参考にして、柱状構造物下流に生じていた完全なく離域を減じる様にし、さらに段差部の広幅シルを下流に移動し流れの一樣化を計るように改良したものである。その結果、写真1-19に示されるように、形状B-3の柱状構造物周辺の流れに見られた水面変動および柱状構造物上流の盛り上がりが増加している。また段差部での流れの片寄りも改善されている。

これに対して段差部のシルが形状B-4よりも上流に位置しており、形状B-3に近い形状のB-5では、写真1-20に示されるように、段差部での流れの片寄りが形状B-4に比較して顕著である。

以上の検討結果を要約すると、形状B-4は実施設計案としても、必要な各構造物は構造上も十分に成立すると認められる。このため、視点を下流域勢工に移して、まず段差部を流下する流れをさらに一樣化する様な段差部形状を検討して、下流減勢工の構造物としての成立の可否を見きわめる必要がある。そして後、再び上流減勢工に視点をもどして構造物としての規模を軽減する方策をさらに検討する。

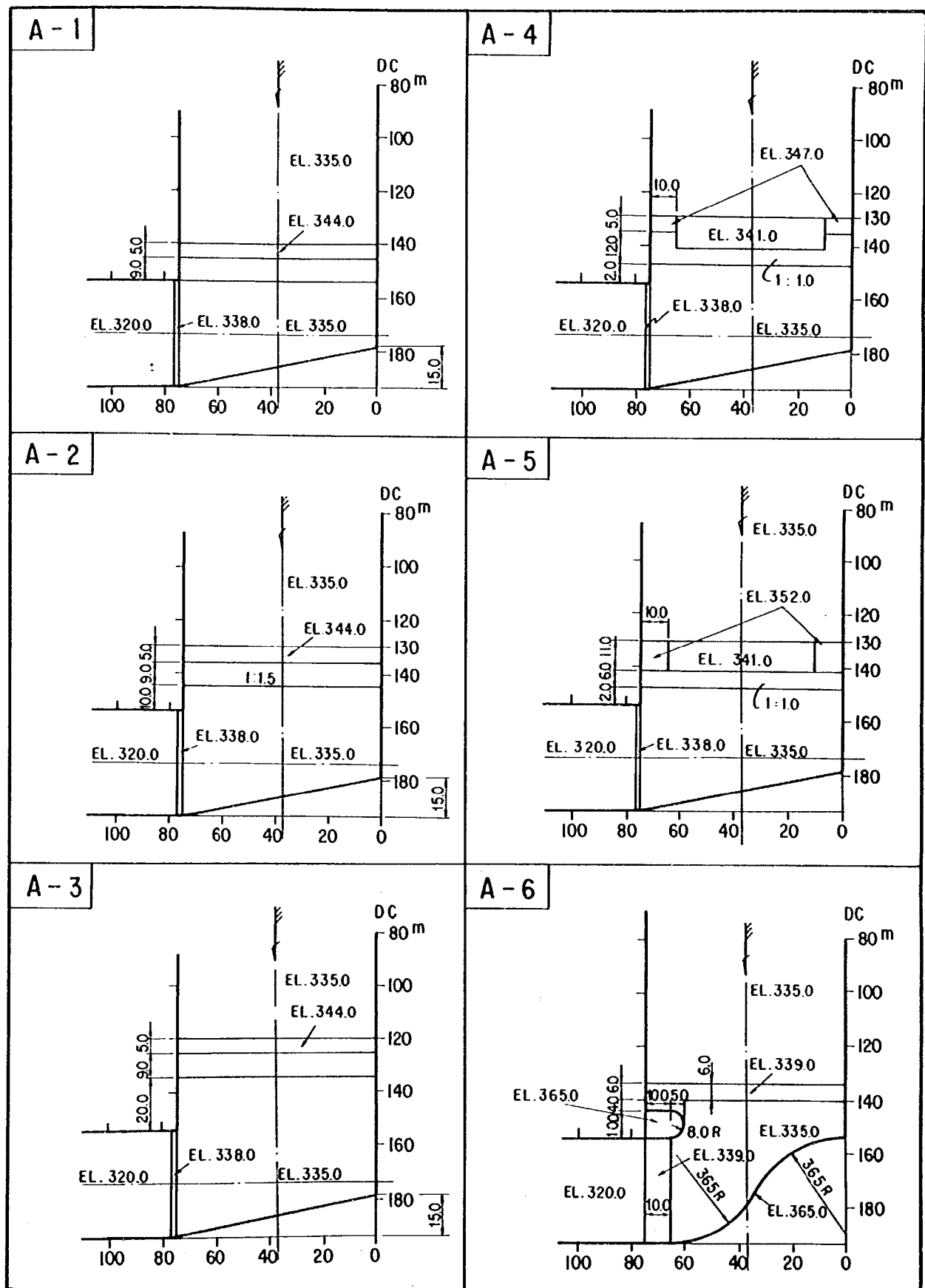


図 1 - 8 - 1 上流減勢工検討形状 (その 1)

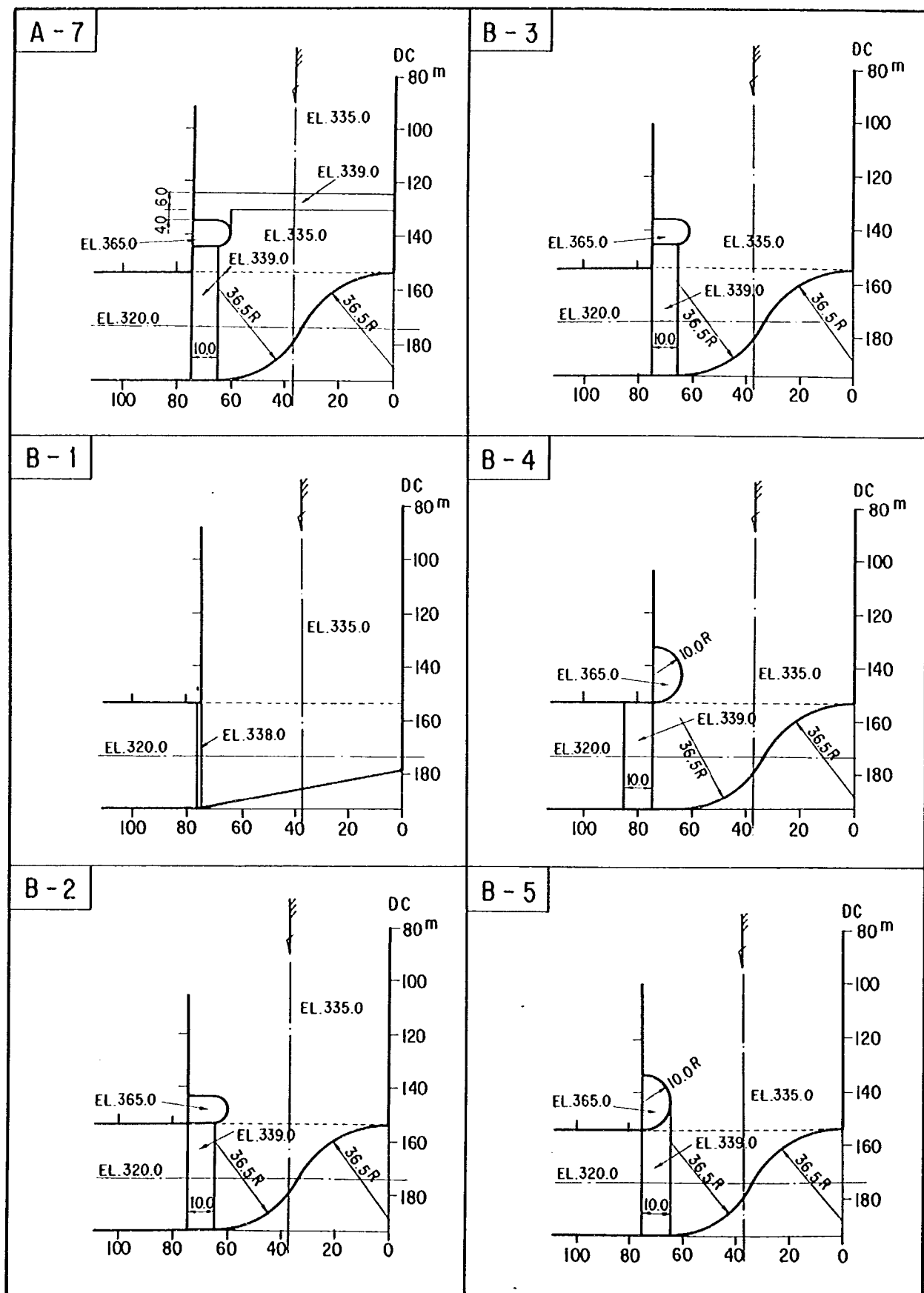


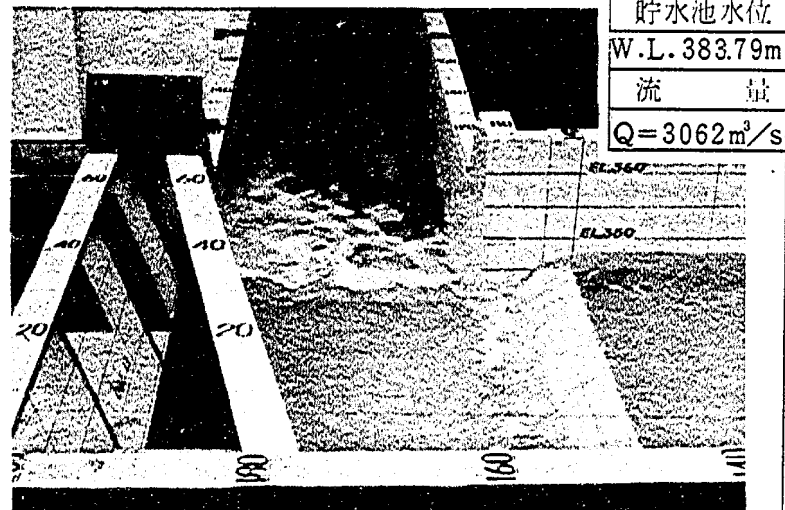
図 1 - 8 - 2 上流減勢工検討形状 (その 2)

減勢工案

A-1

3000 m³/sec 規模流下時

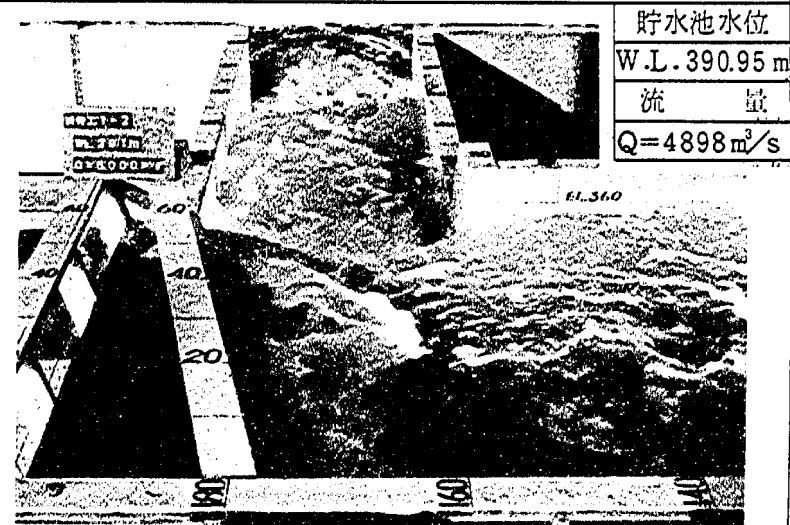
上流側よりみる



上流側よりみる

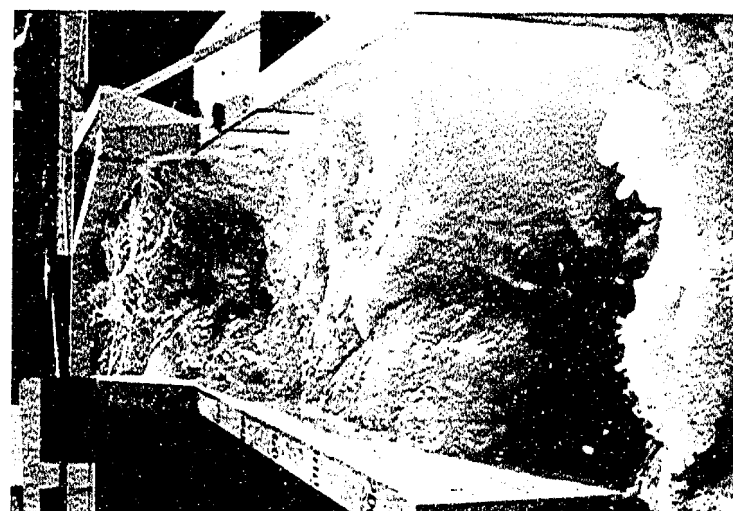
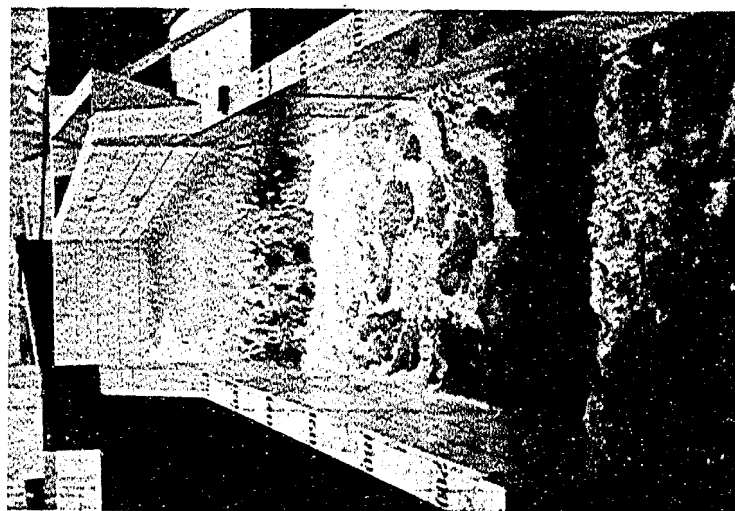
5000 m³/sec 規模流下時

上流側よりみる



下流側よりみる

下流側よりみる

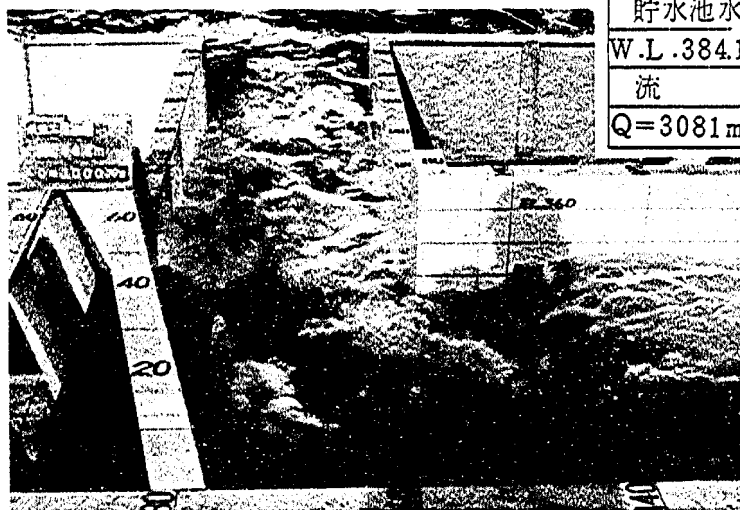


減勢工案

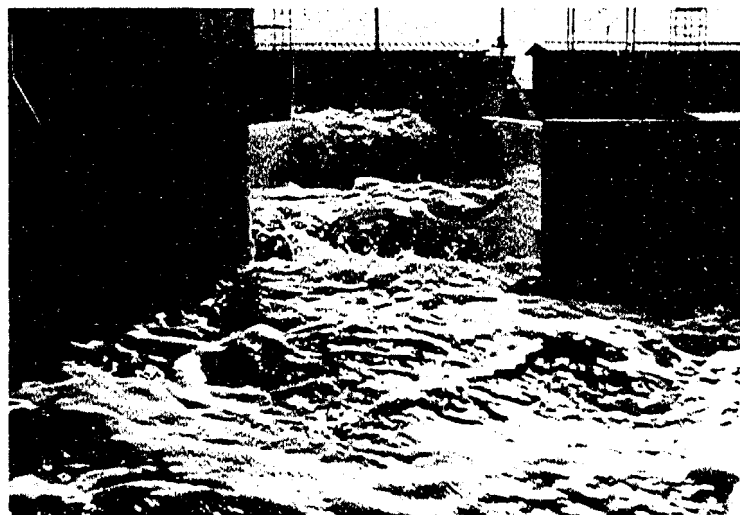
A - 2

3000 m³/sec 規模流下時

上流側よりみる

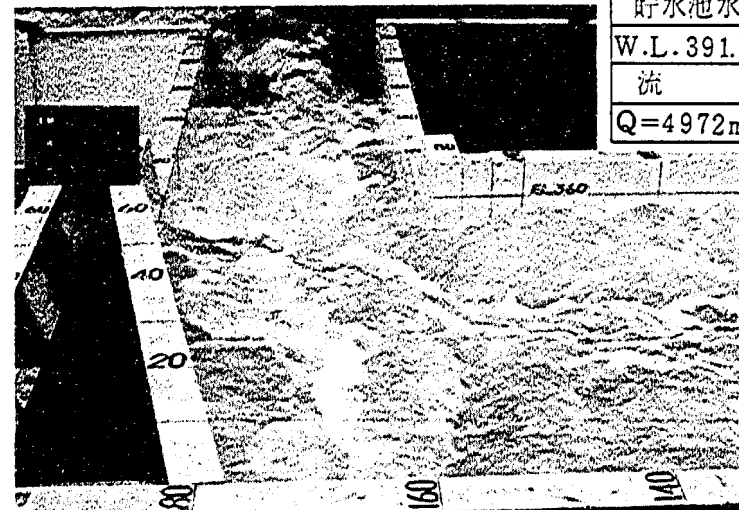


下流側よりみる

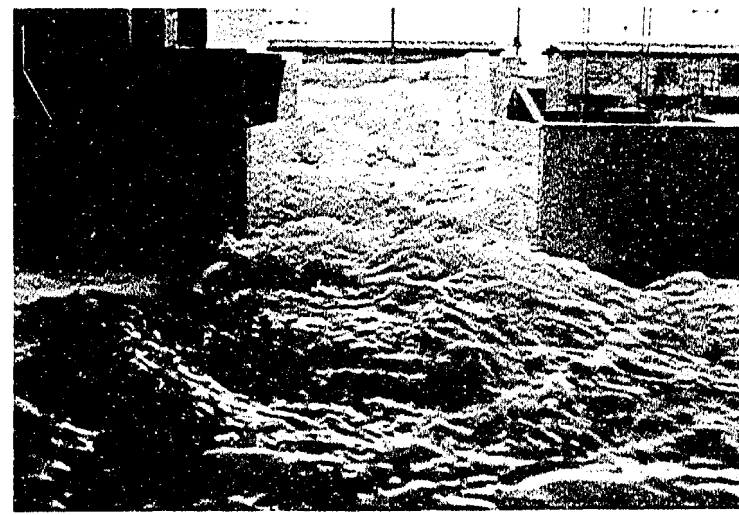


5000 m³/sec 規模流下時

上流側よりみる



下流側よりみる

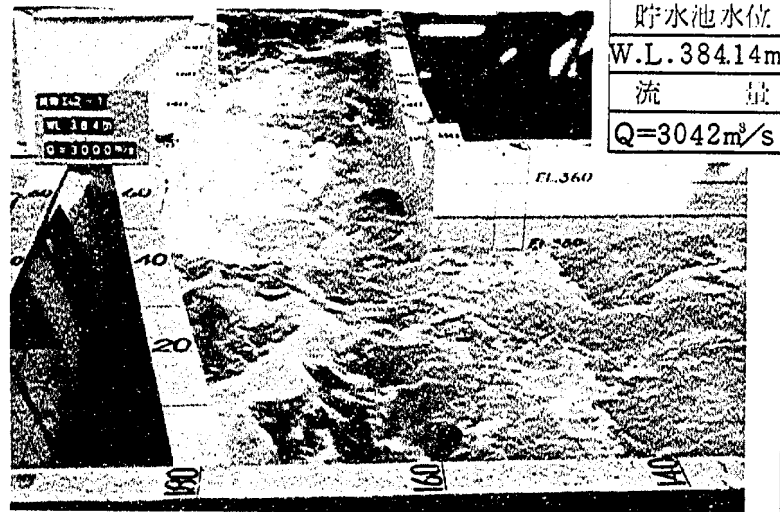


減勢工案

A-3

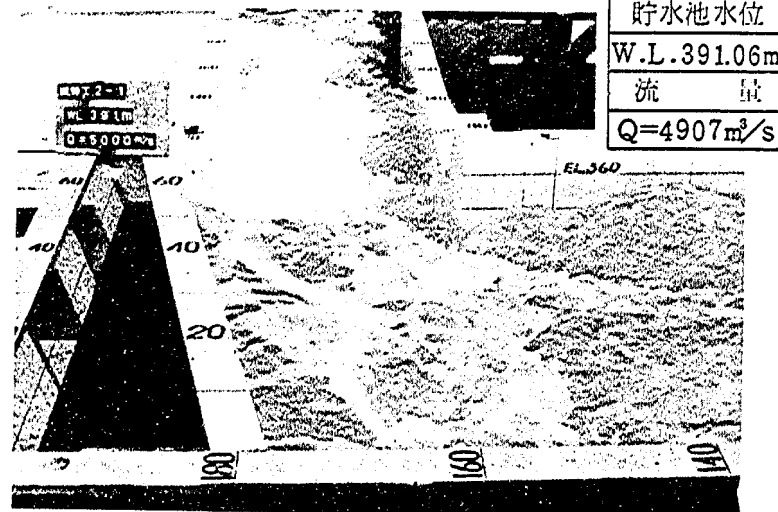
3000 m³/sec 規模流下時

上流側よりみる



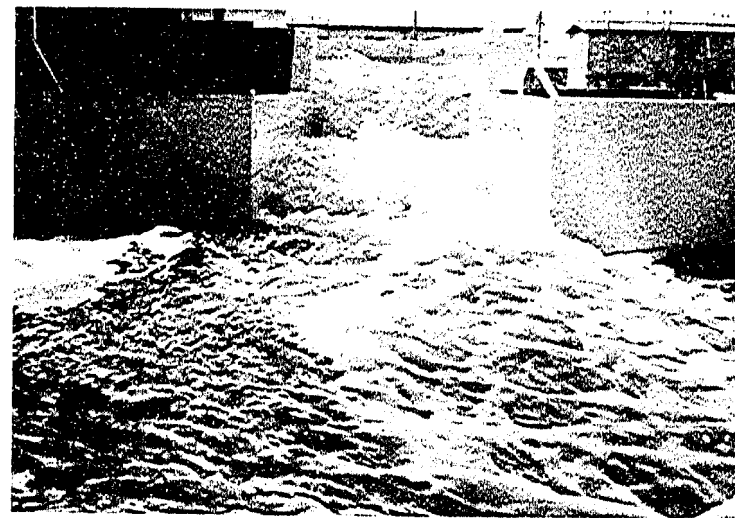
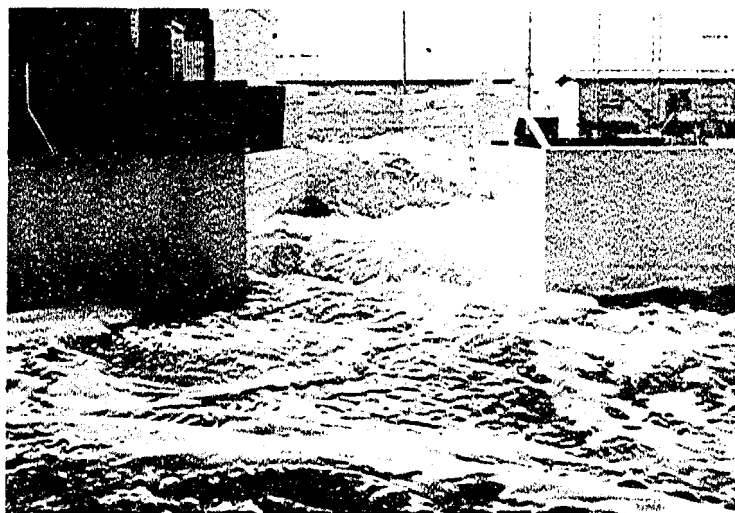
上流側よりみる

5000 m³/sec 規模流下時



下流側よりみる

下流側よりみる

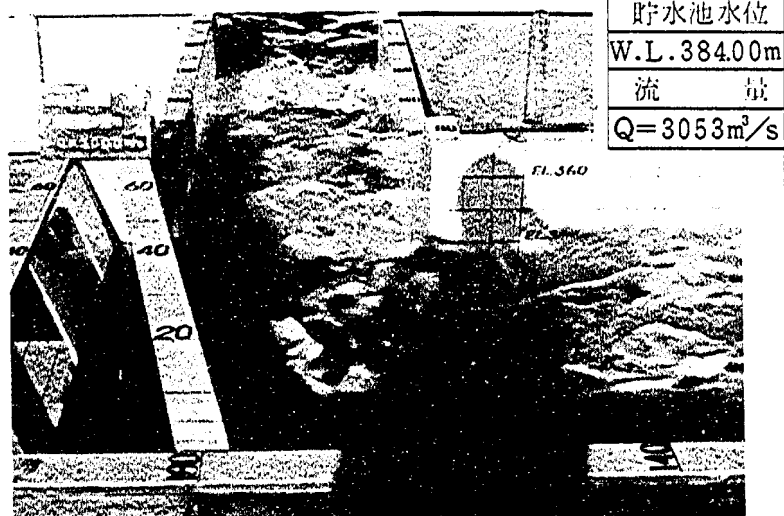


減勢工案

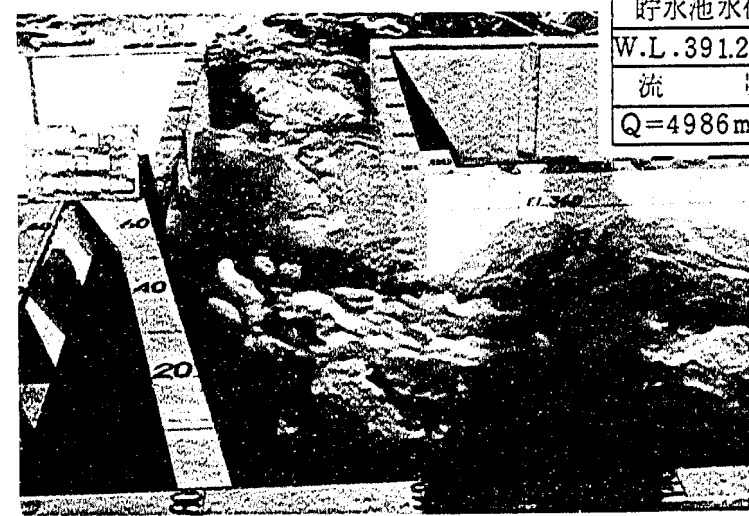
A - 4

3000 m³/sec 規模流下時

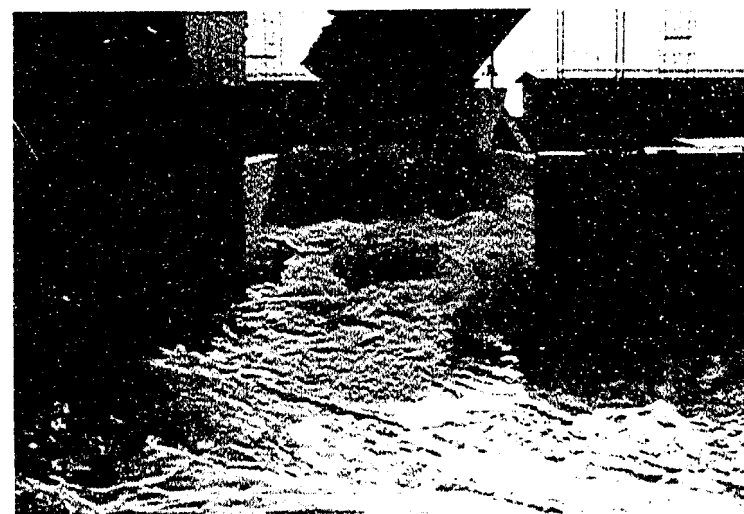
上流側よりみる



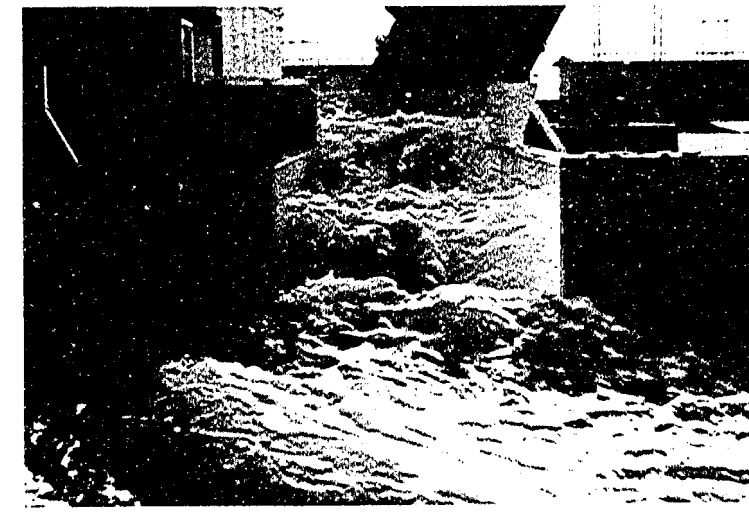
上流側よりみる



下流側よりみる



下流側よりみる



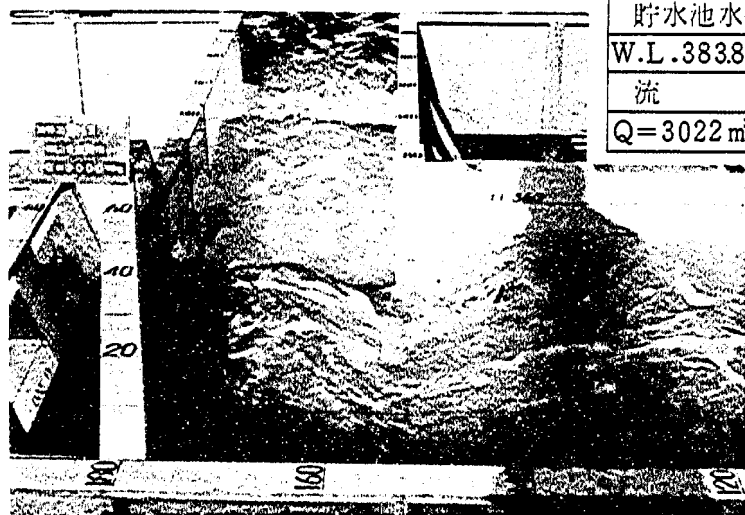
減勢工流況写真 1 - 12

減勢工案

A - 5

3000 m³/sec 規模流下時

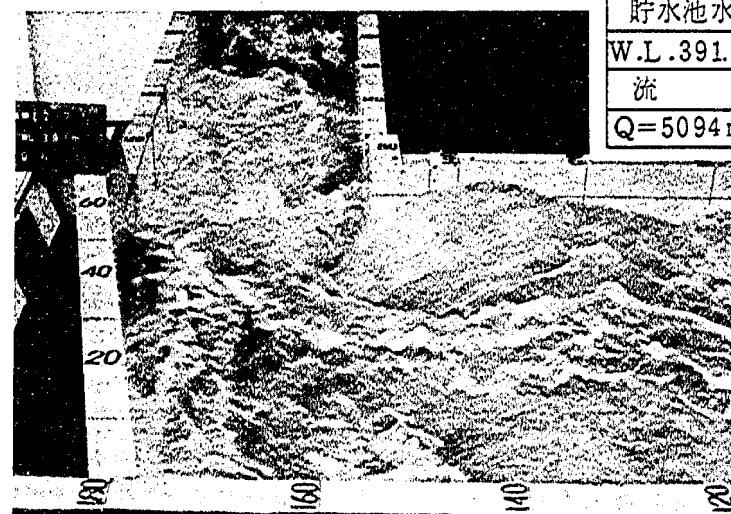
上流側よりみる



貯水池水位
W.L. 383.89m
流 量
Q = 3022 m³/s

上流側よりみる

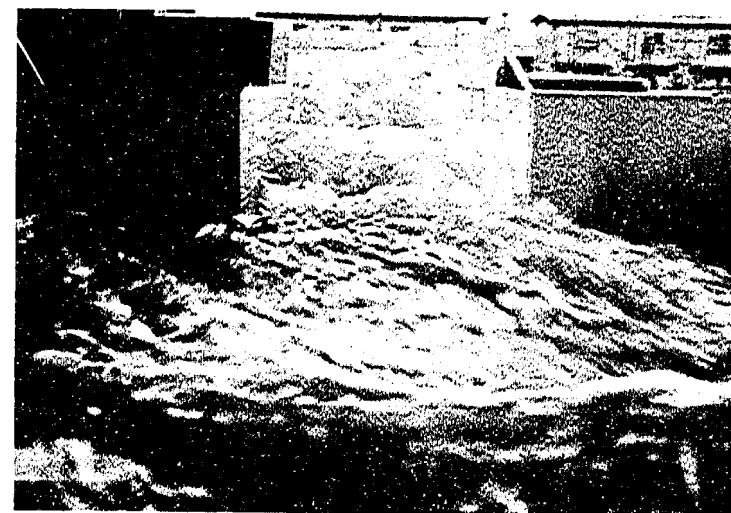
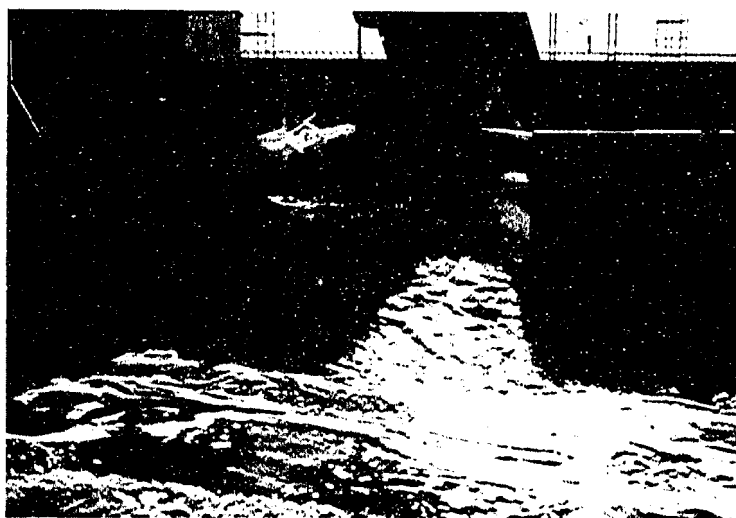
5000 m³/sec 規模流下時



貯水池水位
W.L. 391.00m
流 量
Q = 5094 m³/s

下流側よりみる

下流側よりみる

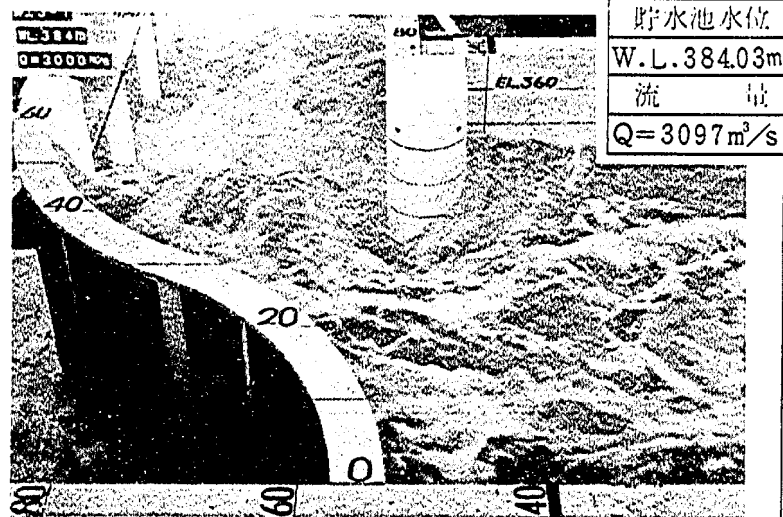


減勢工案

A - 6

3000 m³/sec 規模流下時

上流側よりみる

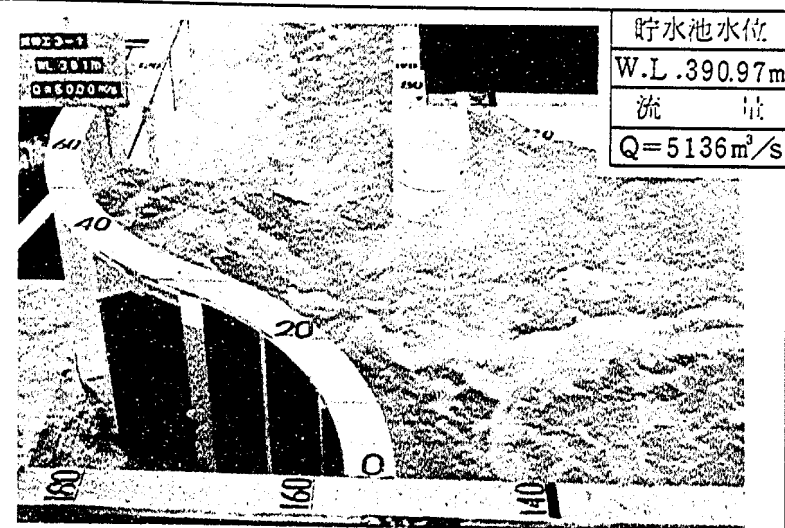


下流側よりみる

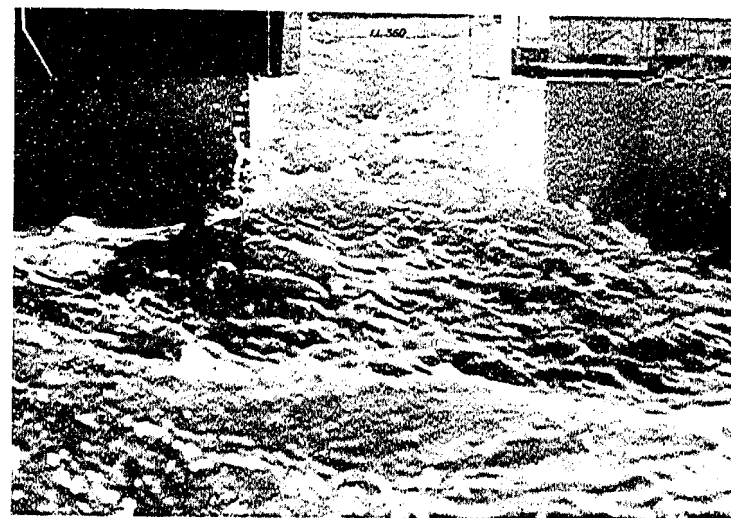


5000 m³/sec 規模流下時

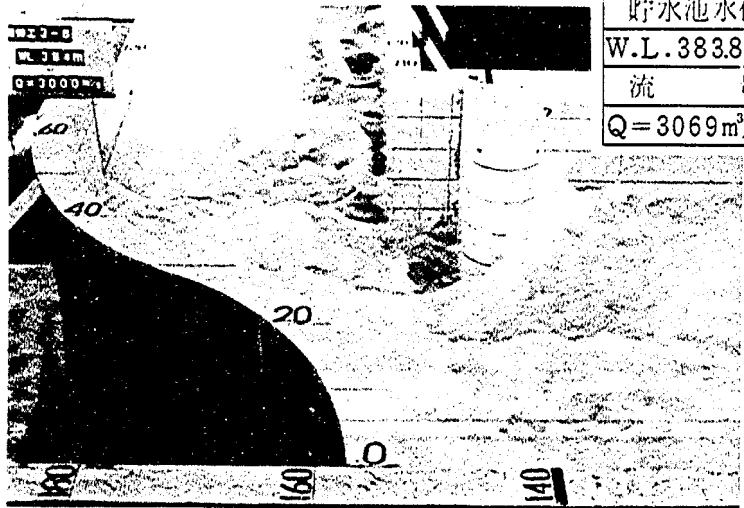
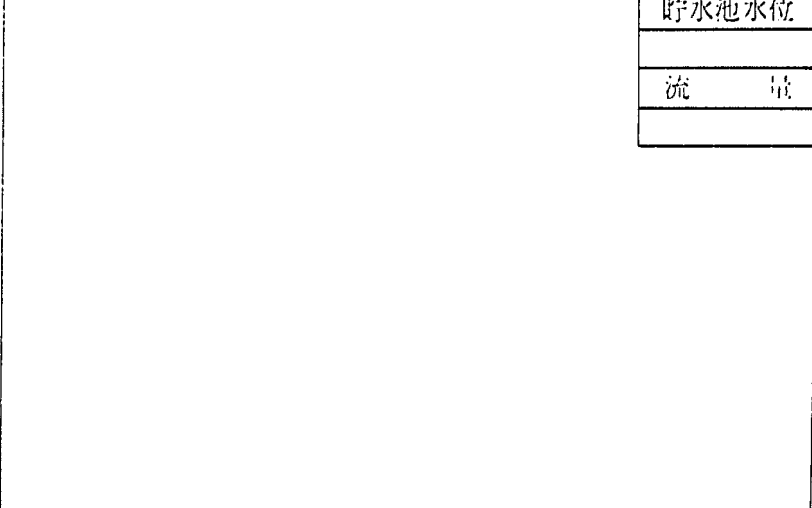
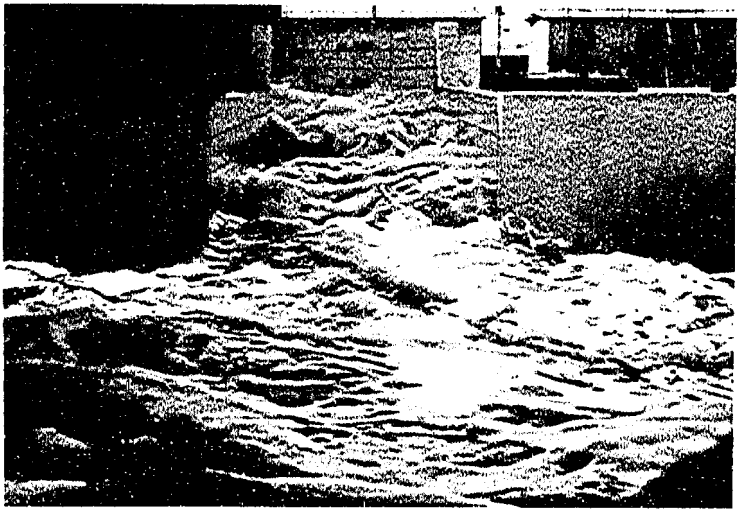
上流側よりみる



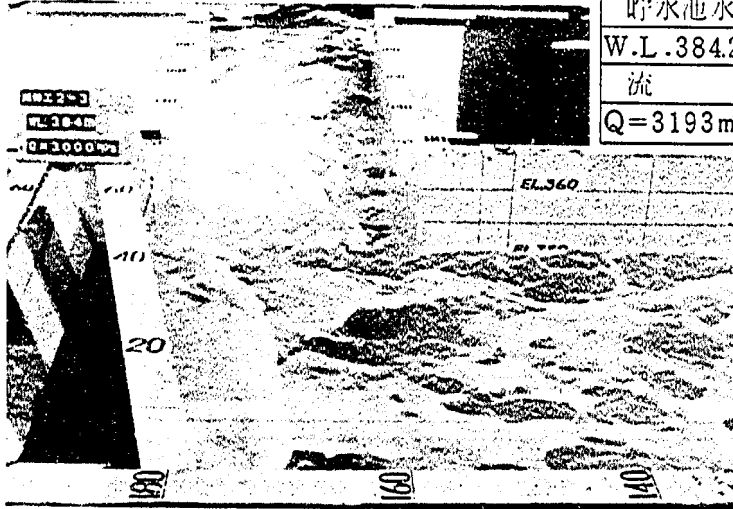
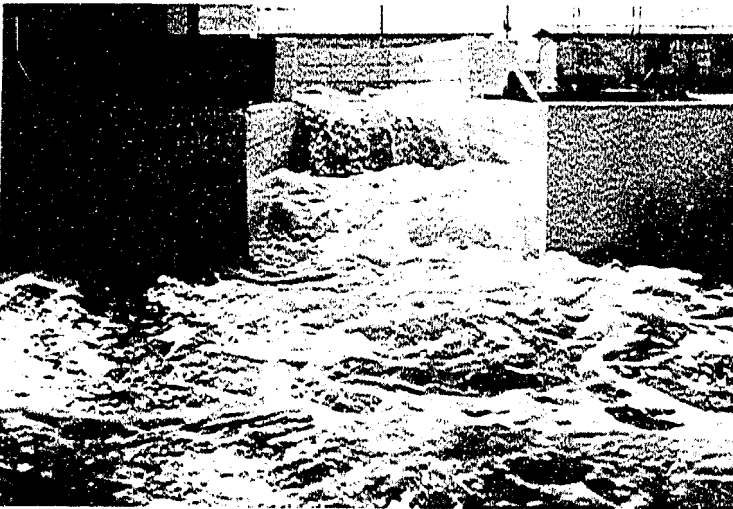
下流側よりみる



減勢工案
A - 7

3000 m ³ /sec 規模流下時		5000 m ³ /sec 規模流下時	
上流側よりみる		上流側よりみる	
			

減勢工案
B-1

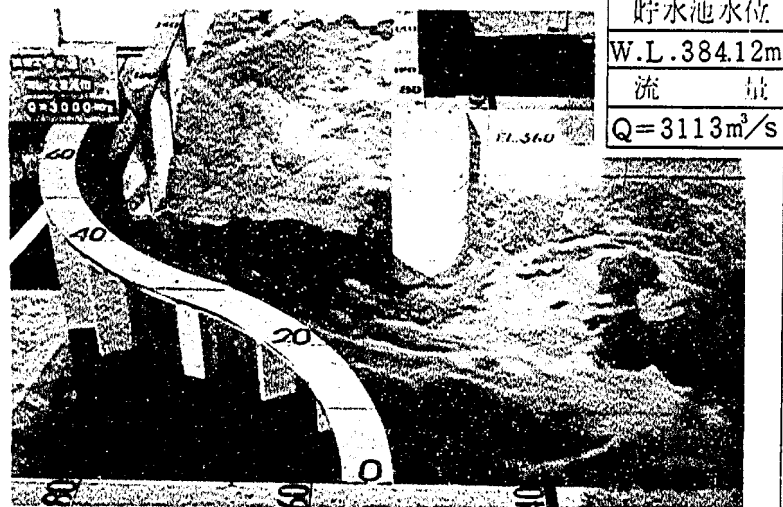
3000 m ³ /sec 規模流下時		5000 m ³ /sec 規模流下時					
上流側よりみる		上流側よりみる	<table><tr><td>貯水池水位</td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td>流 量</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	貯水池水位		流 量	
	貯水池水位						
流 量							
下流側よりみる		下流側よりみる					

減勢工案

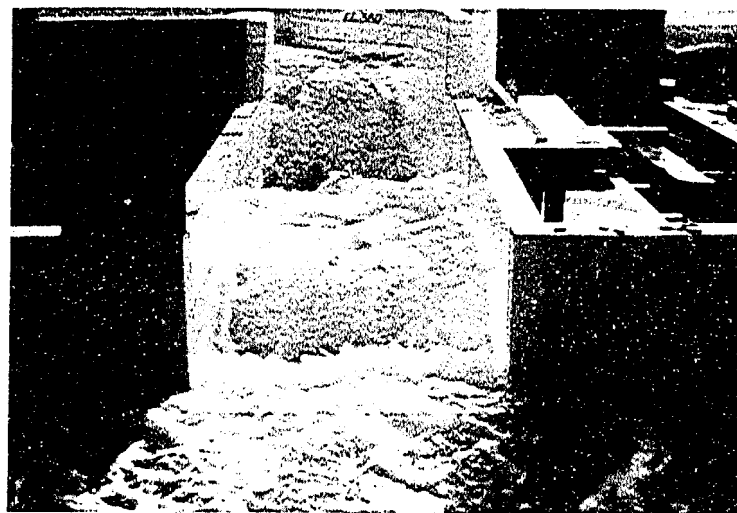
B-2

3000 m³/sec 規模流下時

上流側よりみる

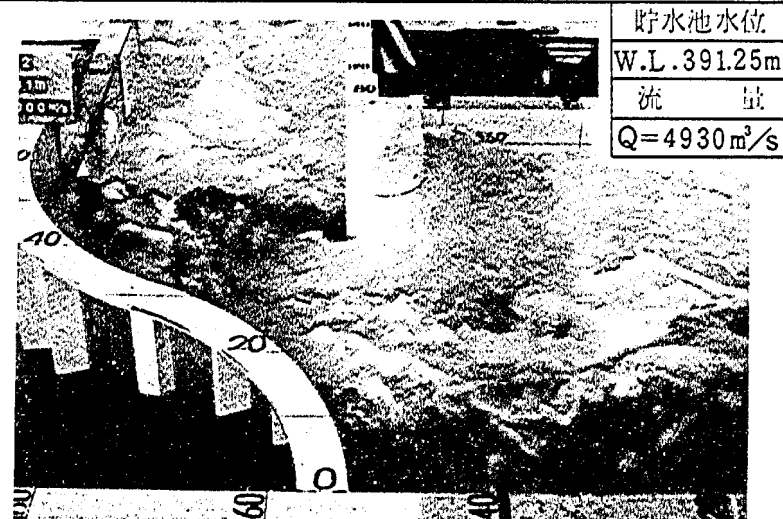


下流側よりみる

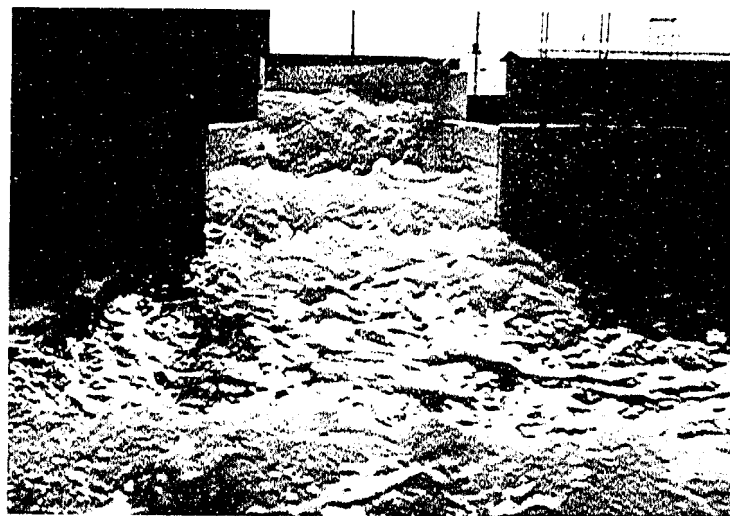


5000 m³/sec 規模流下時

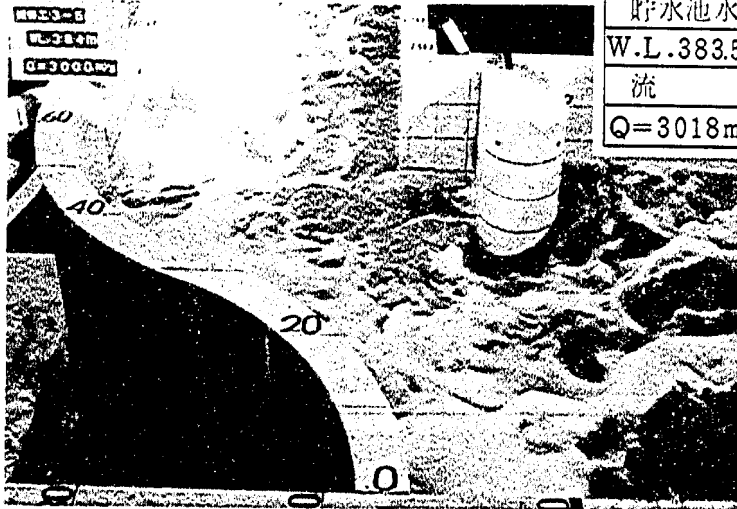
上流側よりみる



下流側よりみる



減勢工案
B - 3

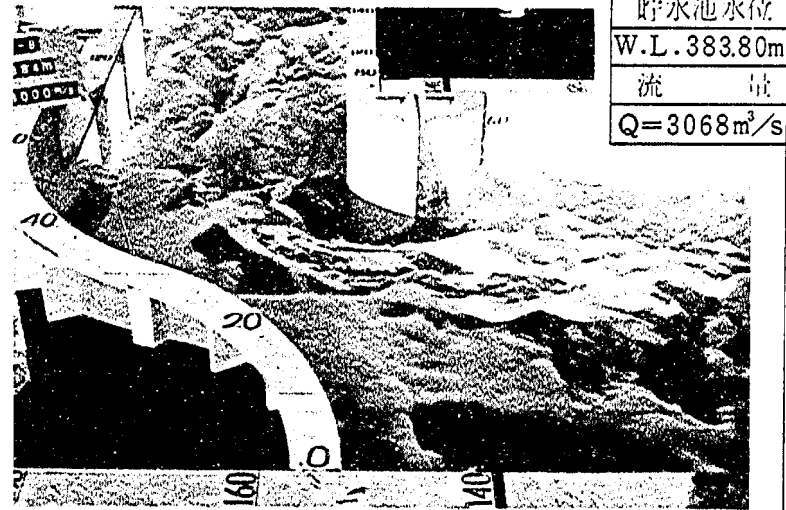
3000 m ³ /sec 規模流下時		5000 m ³ /sec 規模流下時					
上流側よりみる		上流側よりみる	<table><tr><td>貯水池水位</td></tr><tr><td>W.L. 383.58m</td></tr><tr><td>流 量</td></tr><tr><td>Q=3018m³/s</td></tr></table>	貯水池水位	W.L. 383.58m	流 量	Q=3018m ³ /s
	貯水池水位						
W.L. 383.58m							
流 量							
Q=3018m ³ /s							
下流側よりみる		下流側よりみる	<table><tr><td>貯水池水位</td></tr><tr><td></td></tr><tr><td>流 量</td></tr><tr><td></td></tr></table>	貯水池水位		流 量	
	貯水池水位						
流 量							

減勢工事

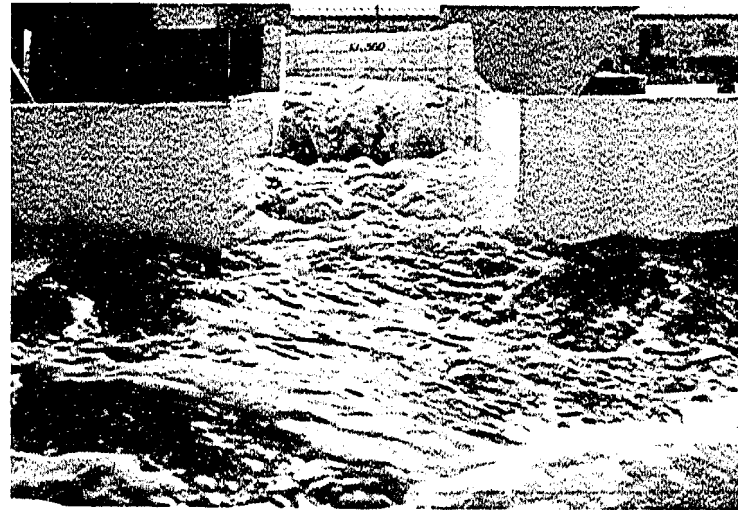
B-4

3000 m³/sec 規模流下時

上流側よりみる

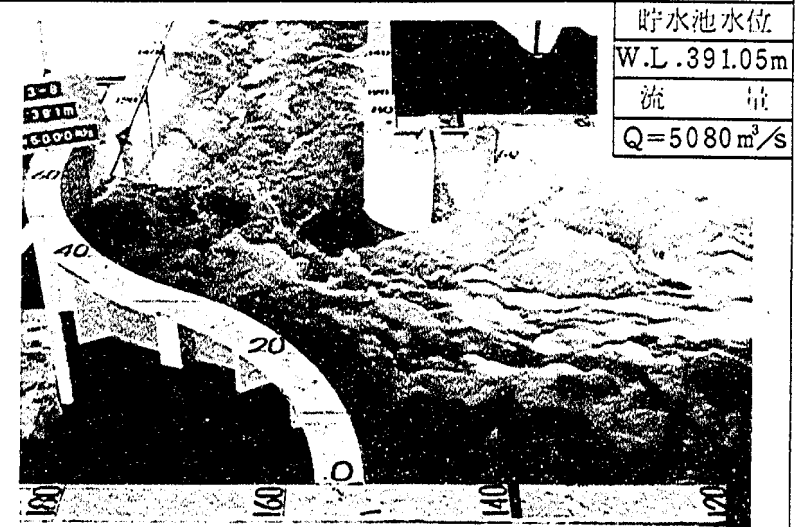


下流側よりみる

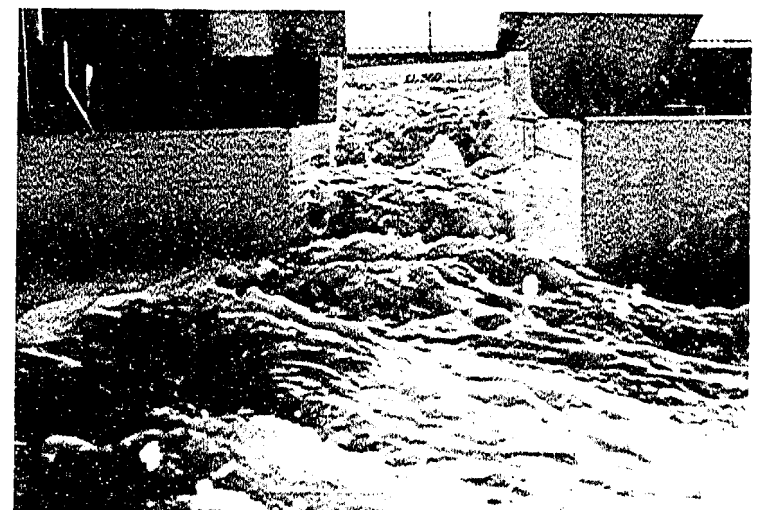


5000 m³/sec 規模流下時

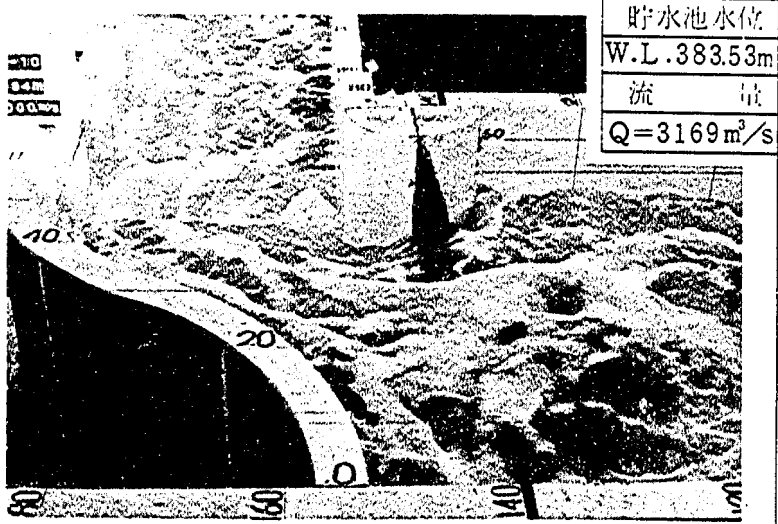
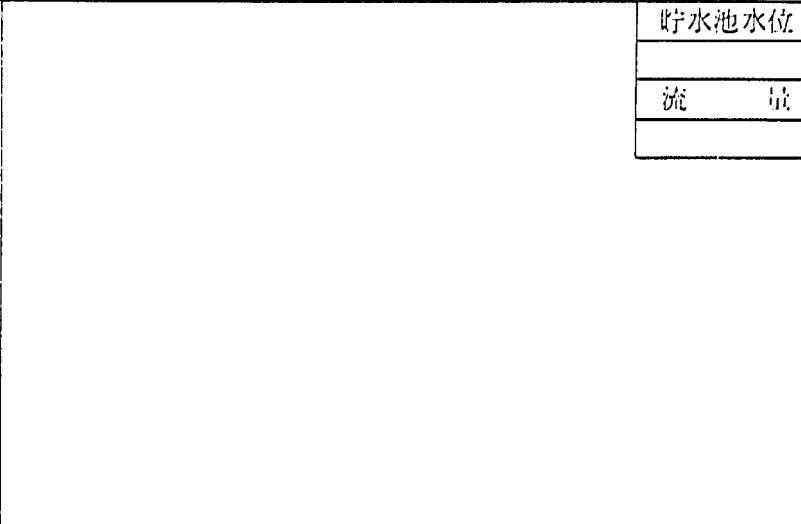
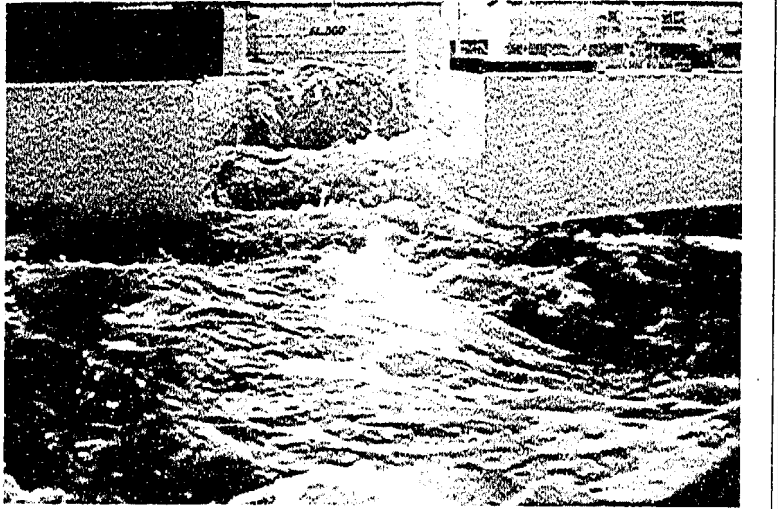
上流側よりみる



下流側よりみる

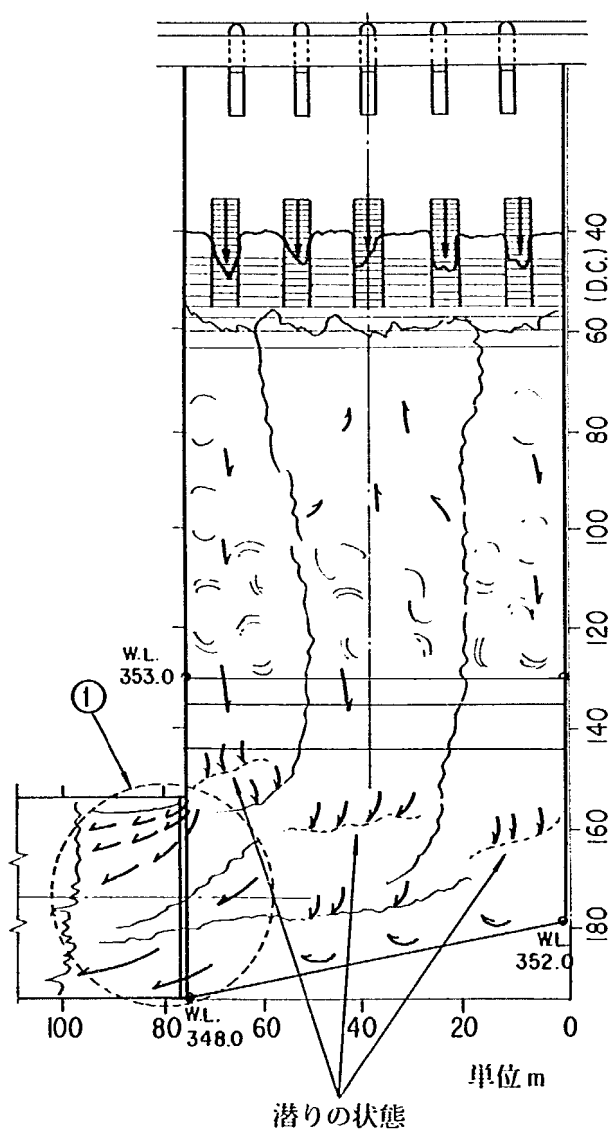


減勢工案
B - 5

3000 m ³ /sec 規模流下時		5000 m ³ /sec 規模流下時	
上流側よりみる		上流側よりみる	
			

減勢工流況写真 1 - 20

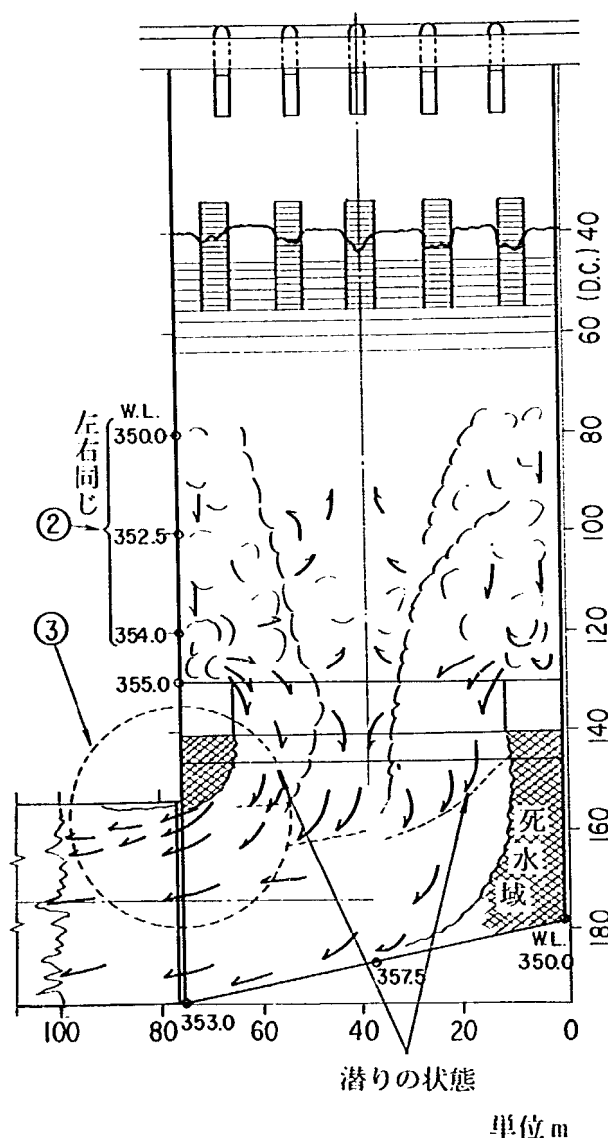
減勢工形状	A-2
流量	3081 m ³ /s



- ① 段差部の流況
副ダム左岸側からの流れが段差部の流れを左岸側（段差部）に押す為に、左半分に片寄った流れとなる。そして右半分は水脈が薄くなり導流壁との間に剥離が生じる。

図 1-21 流況スケッチ

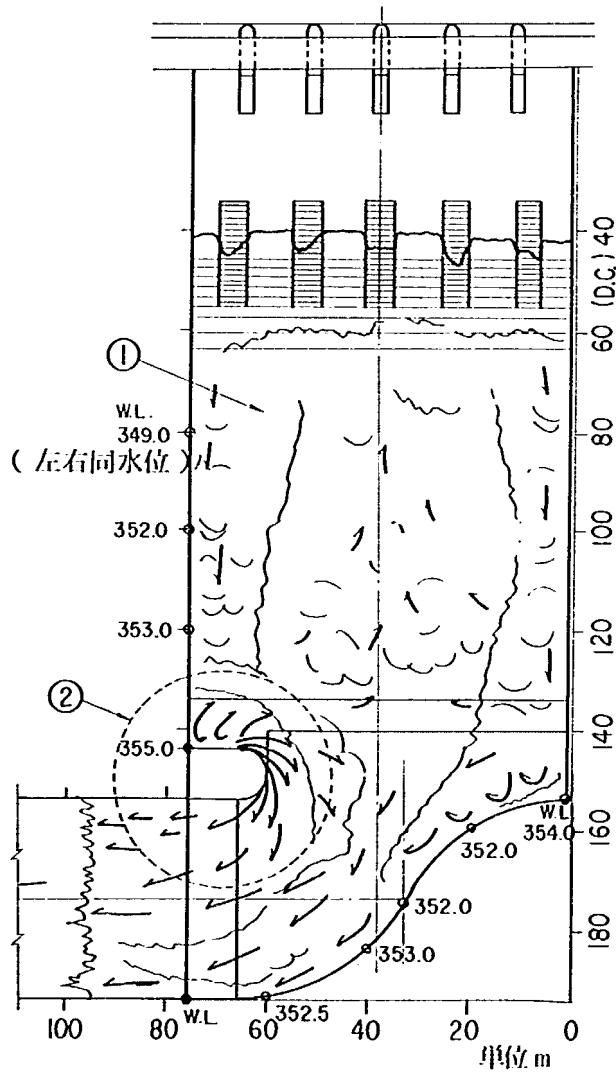
減勢工形状	A-5
流量	3022 m ³ /s



- ② 上流水叩きの流況
副ダム両端のブロックの影響により D.C.100m 付近から壁際の水位の盛上がりが見られる。
③ 段差部の流況
死水域が生じ、段差部の流れが左岸方向に押されない為流況が良くなる。

図 1-22 流況スケッチ

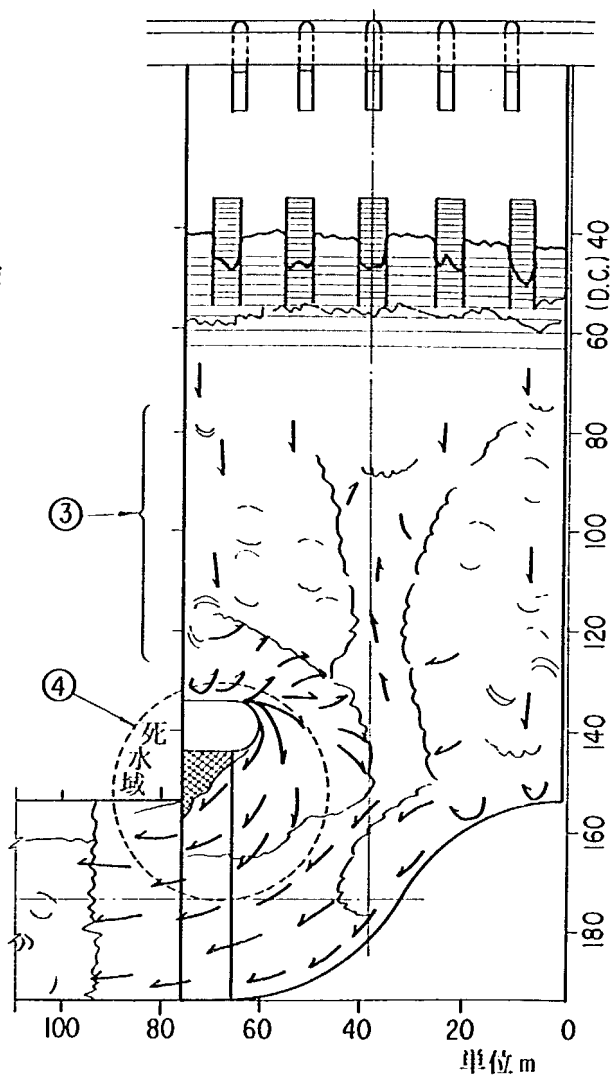
減勢工形状	A-6
流量	3097 m ³ /s



- ① 上流水叩き
D.C.120m 付近まで、左右の水位の片寄なし。
- ② 段差部の流況
柱状構造物によって生じる流れが効果的に働いていない。

図1-23 流況スケッチ

減勢工形状	B-3
流量	3018 m ³ /s



- ③ 上流水叩きの流況
左右の片寄りは見られないが、変動が大きく不安定。
- ④ 段差部付近の流況
柱状構造物により生じる死水域が効果的に働く。

図1-24 流況スケッチ

2-4 段差部形状の検討

段差部の形状は、前項2-3の検討結果を踏まえて、形状B-4を基本とした図1-25に示す5種について検討した。段差部下流面の勾配および円弧の形状は、形状B-4に対する段差部を落下する流れの下面形状に近似させて設計したものであるが、その形状には流れをやや押し上げる様な形を選択した。また上流面には流れのはく離を妨げる様に円弧を挿入している。これらは段差部の接水面を正圧に維持する事により、流れの一様化を計るという意図に基づくものである。また上流減勢工形状としては形状B-4を採用した。

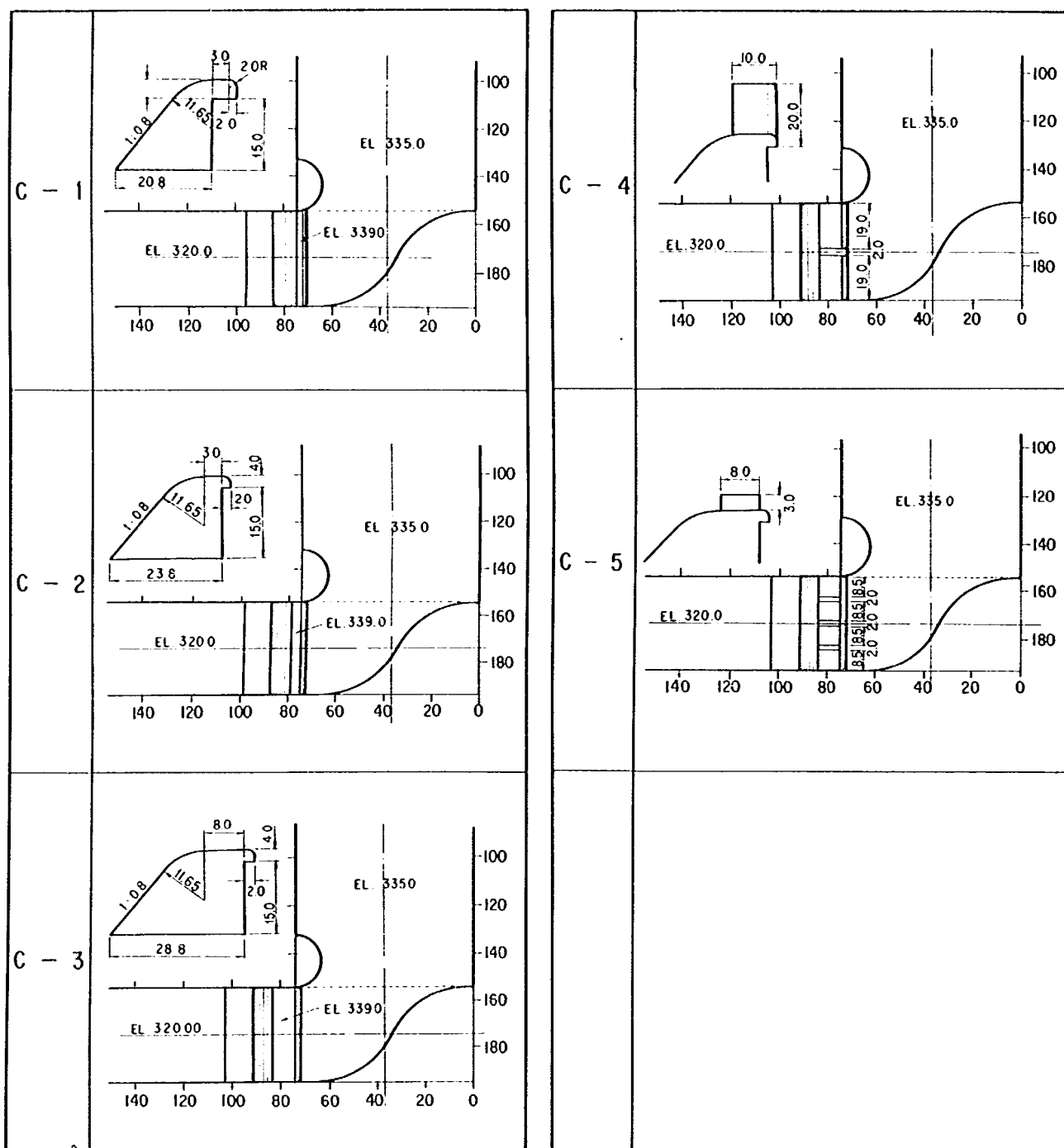
形状C-1は前項2-3の形状B-5に近い形状、形状C-3はB-4に近い形状であり、形状C-2はその中間に位置するものである。

流況写真を写真1-26, 27, 28に示すが、形状C-1はB-5と同様に流れの片寄りが大きいまま下流へ流下しており、時折り水塊が段差部左岸から下流減勢工の側壁を越えて飛散する。

形状C-3においては3000 m³/s 規模洪水流下時には流れの一様化はほぼ達せられているが、5000 m³/s 時には不満が残る。その流況をスケッチにて図1-31, 32に示す。形状C-2では3000 m³/s 規模洪水流下時にも流れの片寄りが顕著に認められるが、形状C-1の流況説明で述べられていたような水塊の飛散はほとんど発生していない。

形状C-4, C-5は5000 m³/s 規模流下時に形状C-3で認められた、流れの片寄りを減じる目的でピアールを設置した形状の検討例である。形状C-4では時間平均的な流れの一様化は達せられている様ではあるが、全体的な水面変動が大きくなっており、下流減勢工内の流況はかえって悪化する事が予想される。形状C-5はピアールが低くすぎてその効果はまったく認められない。(写真1-29, 30参照)

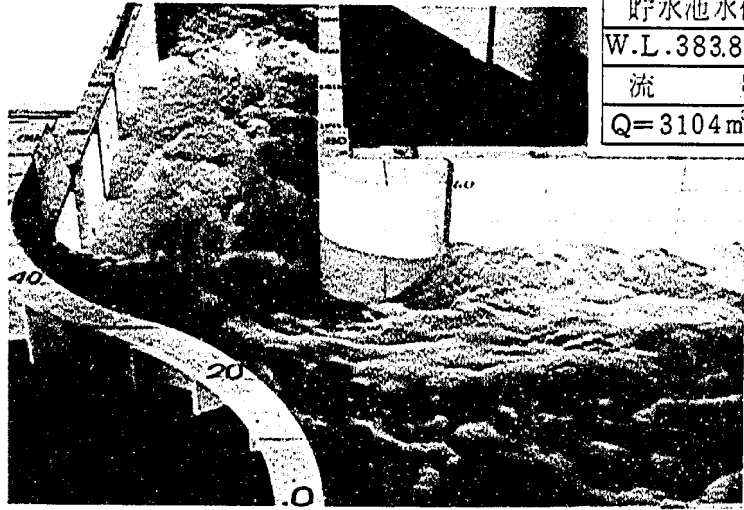
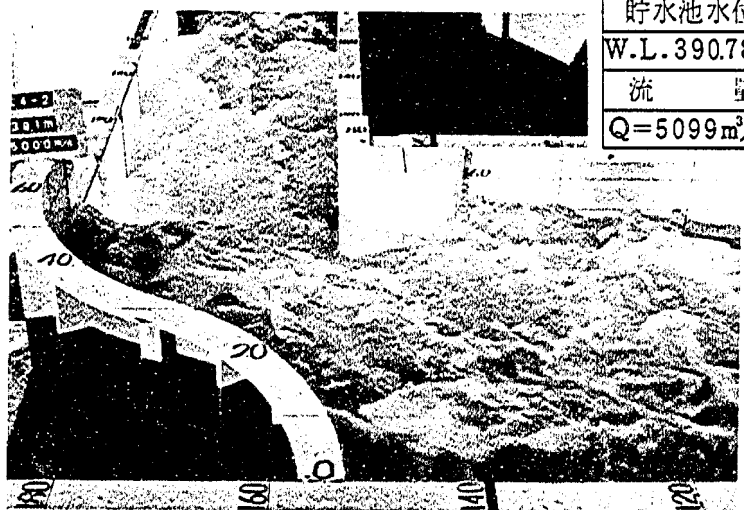
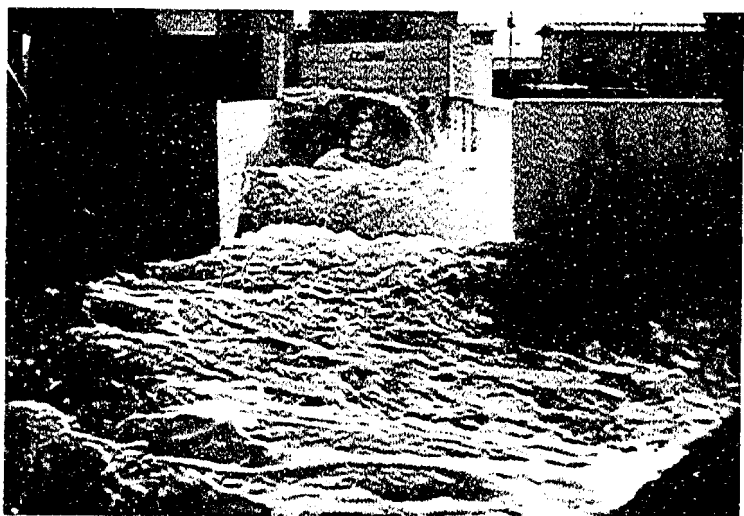
以上の検討結果から、上流減勢工に付随する段差部形状として形状C-3程度のものが必要であろうと判断されるが、下流減勢工の機能が段差部からの流入水の非一様性にそれほど影響されないものであれば、形状C-2とC-3の中間程度の形状も採用の可能性はある。この点については下流減勢工の機能を調査した上で結論を下す必要がある。

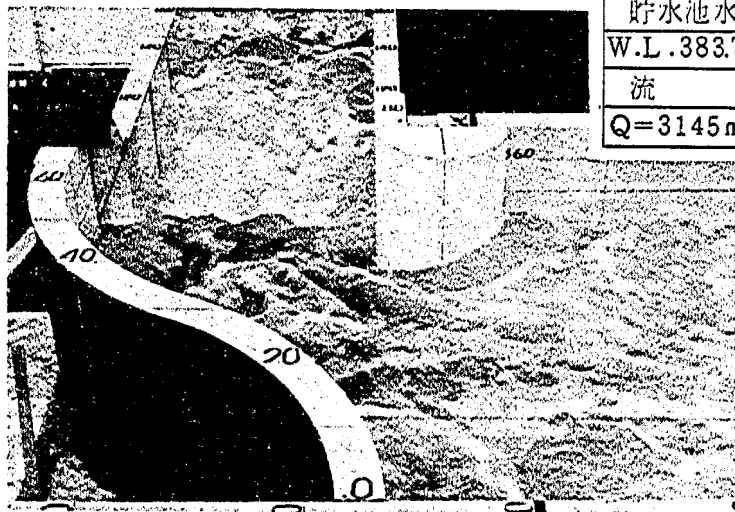
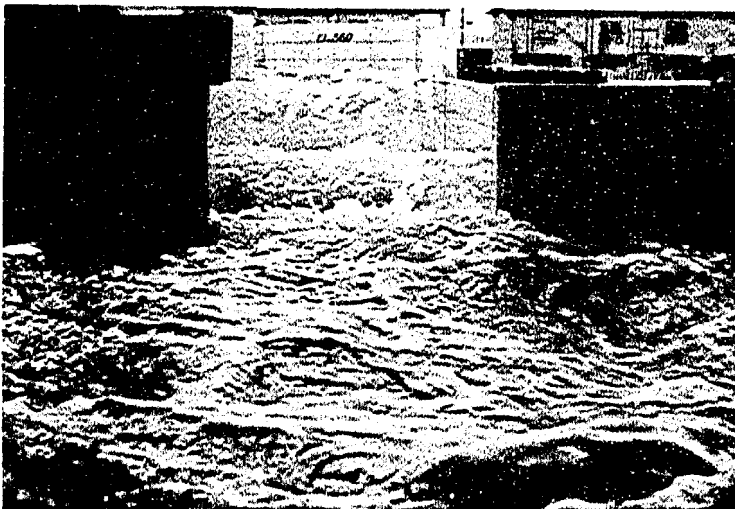


単位 m

図 1 - 25 段差部の検討形状

減勢工案
C-1

3000 m ³ /sec 規模流下時		5000 m ³ /sec 規模流下時							
上流側よりみる		上流側よりみる							
	<table><tr><td>貯水池水位</td></tr><tr><td>W.L.383.84m</td></tr><tr><td>流 量</td></tr><tr><td>Q=3104m³/s</td></tr></table>		貯水池水位	W.L.383.84m	流 量	Q=3104m ³ /s	<table><tr><td>貯水池水位</td></tr><tr><td>W.L.390.78m</td></tr><tr><td>流 量</td></tr><tr><td>Q=5099m³/s</td></tr></table>	貯水池水位	W.L.390.78m
貯水池水位									
W.L.383.84m									
流 量									
Q=3104m ³ /s									
貯水池水位									
W.L.390.78m									
流 量									
Q=5099m ³ /s									
下流側よりみる		下流側よりみる							

3000 m ³ /sec 規模流下時		5000 m ³ /sec 規模流下時							
上流側よりみる		上流側よりみる							
	<table><tr><td>貯水池水位</td></tr><tr><td>W.L. 383.73m</td></tr><tr><td>流 量</td></tr><tr><td>Q=3145 m³/s</td></tr></table>		貯水池水位	W.L. 383.73m	流 量	Q=3145 m ³ /s	<table><tr><td>貯水池水位</td></tr><tr><td>W.L. 390.82m</td></tr><tr><td>流 量</td></tr><tr><td>Q=5005 m³/s</td></tr></table>	貯水池水位	W.L. 390.82m
貯水池水位									
W.L. 383.73m									
流 量									
Q=3145 m ³ /s									
貯水池水位									
W.L. 390.82m									
流 量									
Q=5005 m ³ /s									
下流側よりみる		下流側よりみる							

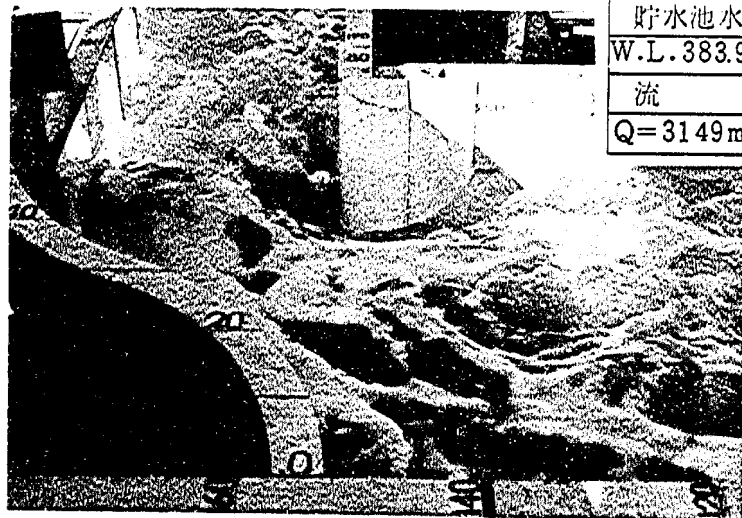
減勢工流況写真 1-27

減勢工案

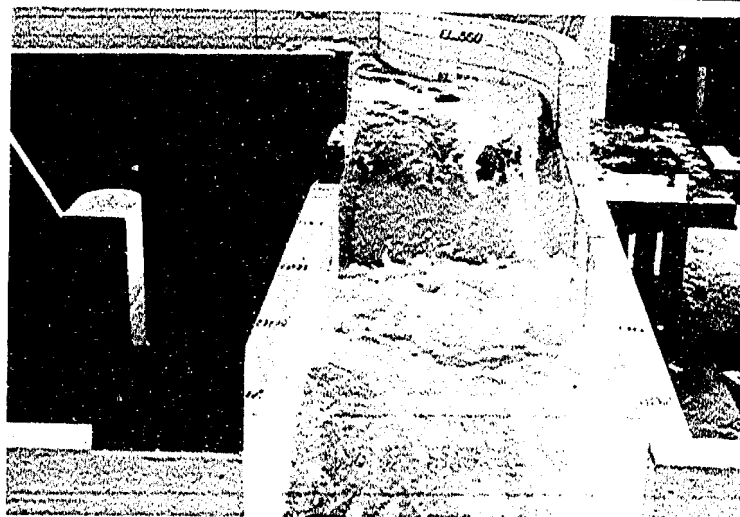
C-3

3000 m³/sec 規模流下時

上流側よりみる

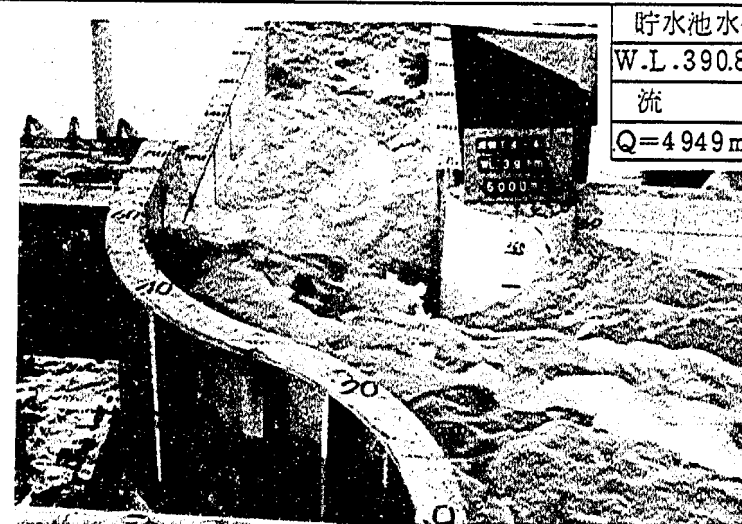


下流側よりみる



5000 m³/sec 規模流下時

上流側よりみる

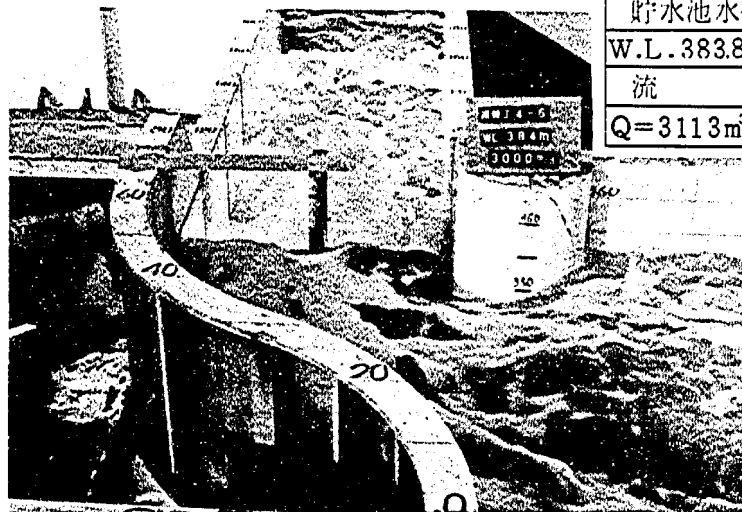


下流側よりみる



3000 m³/sec 規模流下時

上流側よりみる



上流側よりみる

5000 m³/sec 規模流下時

貯水池水位
W.L. 390.90m
流量
Q=4940 m³/s



下流側よりみる

下流側よりみる

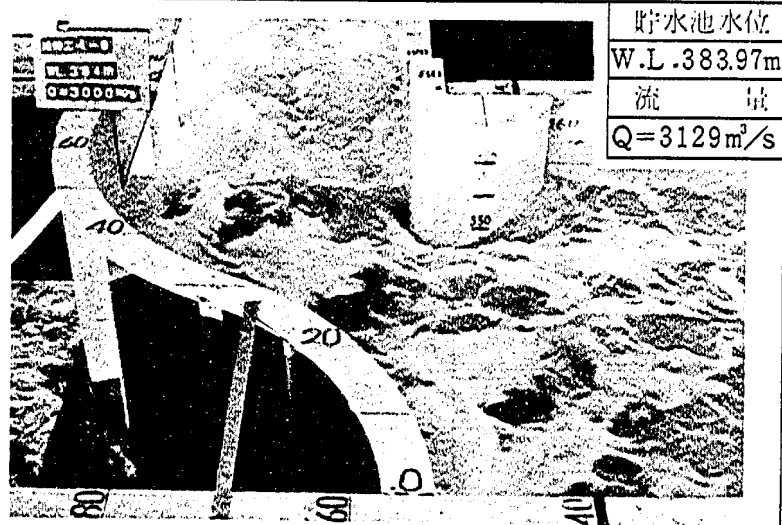


減勢工案

C-5

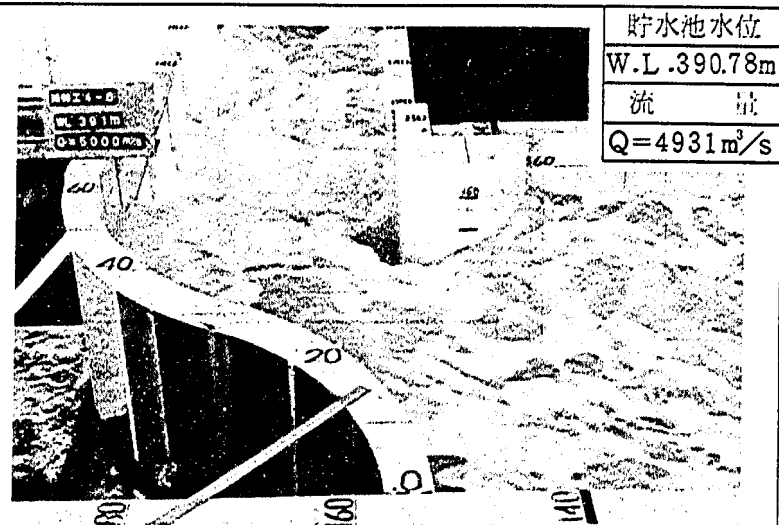
3000 m³/sec 規模流下時

上流側よりみる



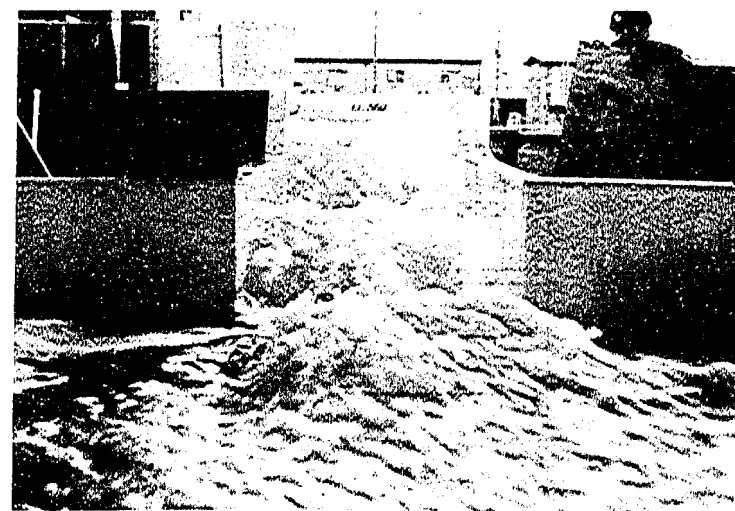
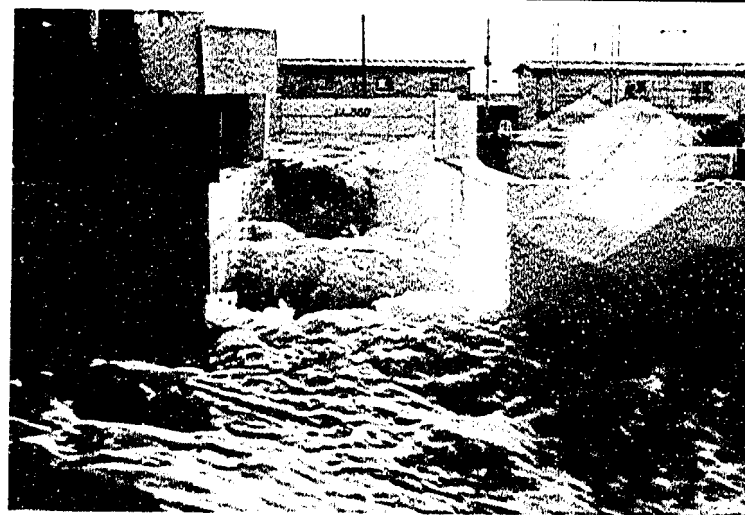
上流側よりみる

5000 m³/sec 規模流下時



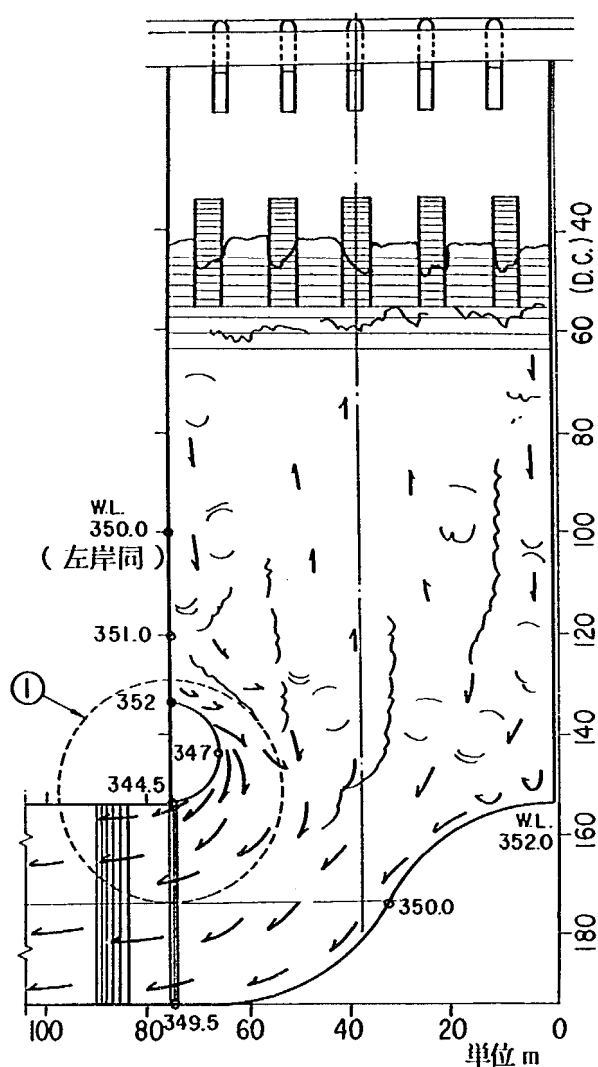
下流側よりみる

下流側よりみる



減勢工形状	C-3
流量	3149 m ³ /s

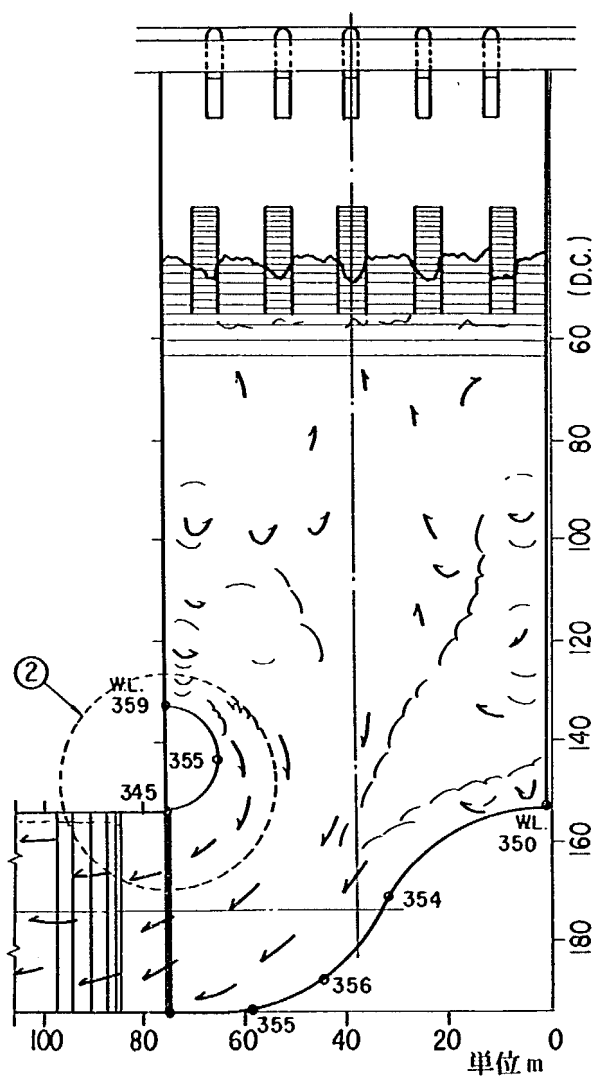
減勢工形状	C-3
流量	5076 m ³ /s



① 段差部付近の流況

柱状構造物により、上流からの強い流れをカットすることができ、さらにその流れが構造物にすりついて流れる。

図1-31 流況スケッチ



② 段差部付近の流況

柱状構造物の下流側で十分にすりついた流れとならず、平坦部の効果が小さくなっている。

図1-32 流況スケッチ

2-5 順傾斜水叩き形状の検討(その1)

段差部下流の形状は図1-33に示す5種類について比較検討を行った。これは、段差部を流下する流水は水脈が厚くかつ左右岸に偏りを持つ事が避けられないため、図1-33に示すD-1の単純な形状の水叩きでは安定した跳水を発生し難いと予想されたため、D-2～D-5に示す傾斜水叩きの採用を考慮したものである。

下流減勢工設計対象流量 $4000 \text{ m}^3/\text{s}$ を流下させ安定した跳水が発生するように、下流水深を設定した上で実験を実施しているが、実際に施工される導流壁高を考慮して最高水位EL. 335.0 m(導流壁高30 m)を限界としている。なお、 $4000 \text{ m}^3/\text{s}$ に対して設定された条件で $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ を流下させても、減勢工としての機能はほとんど維持しているため、以下の比較では形状の差が容易に読みとれる $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ および $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ を主として流下させている。その結果、D-1及びD-2はほとんど差がなく、跳水後の水位の変動が極めて大きかった。またD-3についても傾斜がきつすぎるため傾斜水叩きとしての機能を果さず、D-1、D-2とほぼ同様に跳水後の水位の変動が大きく、大川ダム減勢工としては採用し難いと判断される。(写真1-34～1-37 順傾斜水叩き流況写真)

D-4、D-5については、D-1～D-3に比較してかなり安定した跳水が認められている。(写真1-38～1-41) また傾斜水叩き形状D-4、D-5の水叩き上の水面形状を図1-42、43に示す。両者を比較すると、D-4はD-5に比較しても跳水始端が安定しているが、水叩き長さとしては10～20 m程度長くする必要が生じる。

以上の検討結果を踏まえて、傾斜水叩きの傾きは1:5.0と固定したままで高さを変化させ比較検討した結果、D-4(高さ10 m)と比較して跳水の安定性に遜色がなく、水叩き長さすなわち下流減勢工規模が小さくなる形状として、D-4およびD-5の中間に位置する高さ7.5 m程度のものが適当であると認められた。

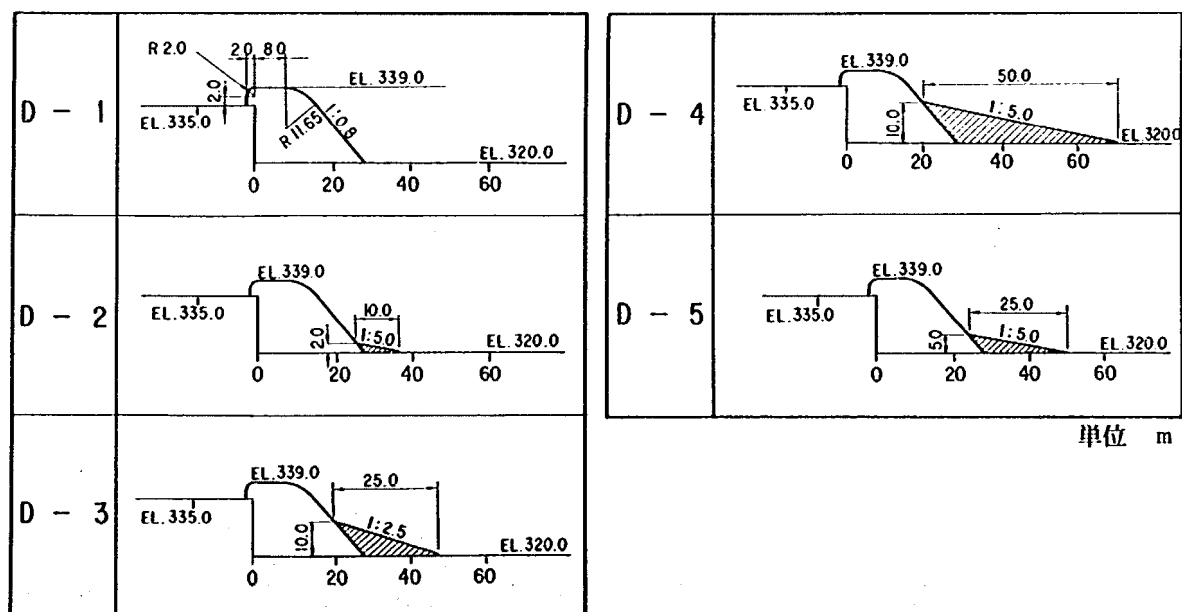
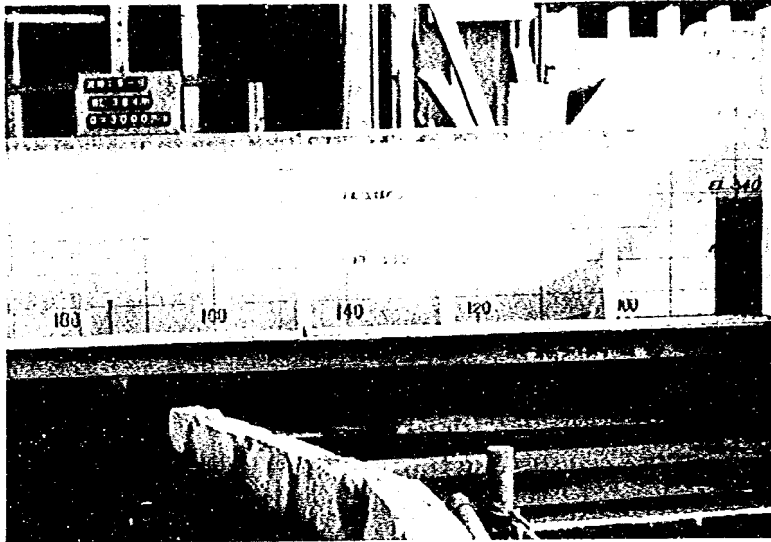


図1-33 傾斜水叩き検討形状

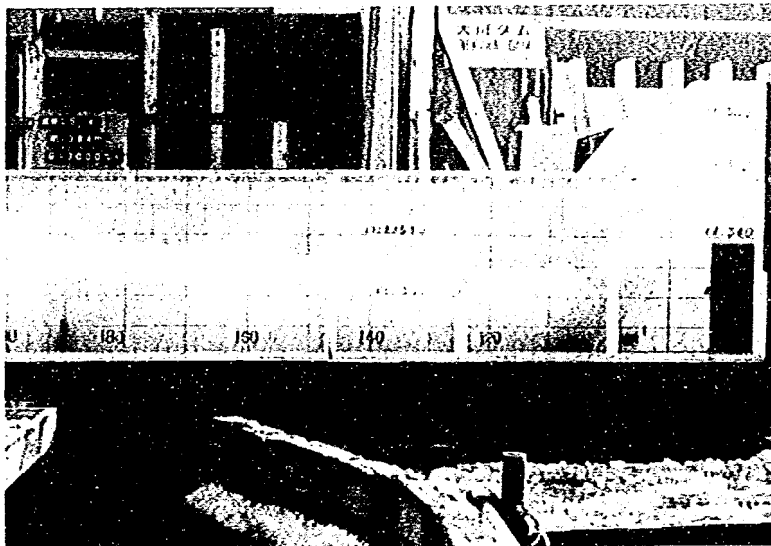


減勢工案
D-2
流量規模
3000 m ³ /sec

シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 98.8 m

流量 = 3081 m³/s



シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 115.8 m

流量 = 3004 m³/s

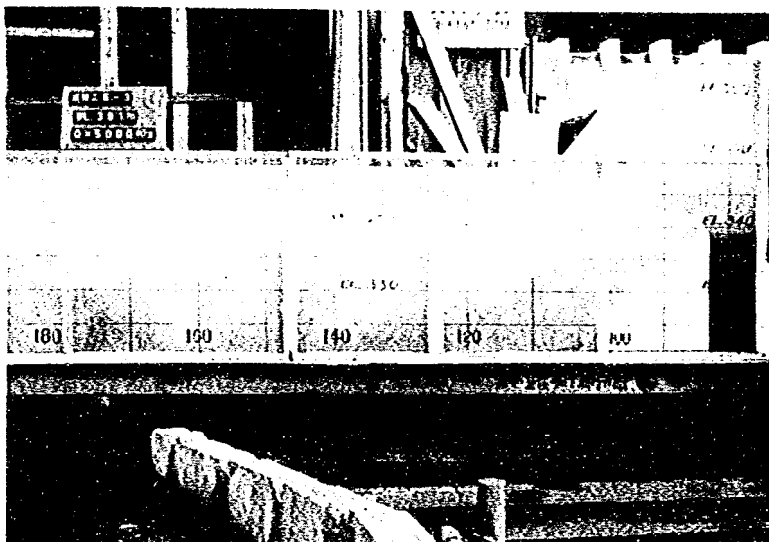


シル高 = 5.0 m

シル位置 = D.C. 115.8 m

流量 = 3076 m³/s

順傾斜水叩き流況写真 1-34



減勢工案
D-2
流量規模
5000m ³ /sec

シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 98.8 m

流量 = 5098 m³/s



シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 115.8 m

流量 = 5120 m³/s

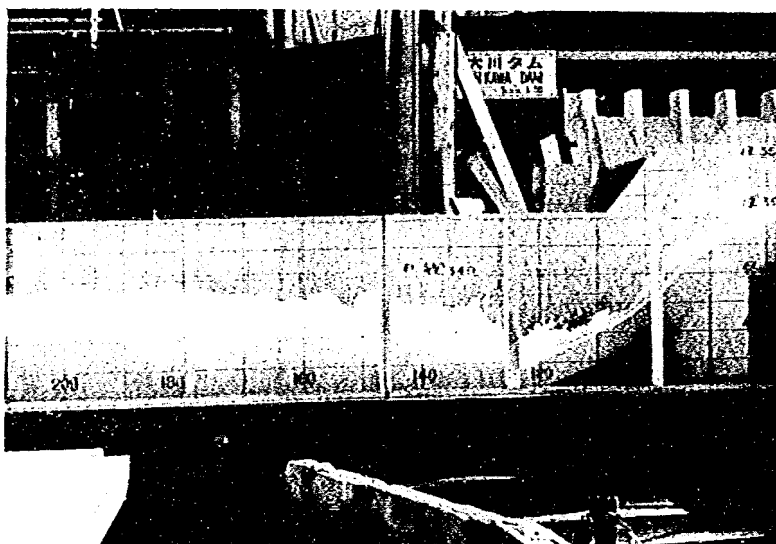


シル高 = 5.0 m

シル位置 = D.C. 115.8 m

流量 = 5041 m³/s

順傾斜水叩き流況写真 1-35



減勢工案
D-3
流量規模
3000 m ³ /sec

シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 115.8 m

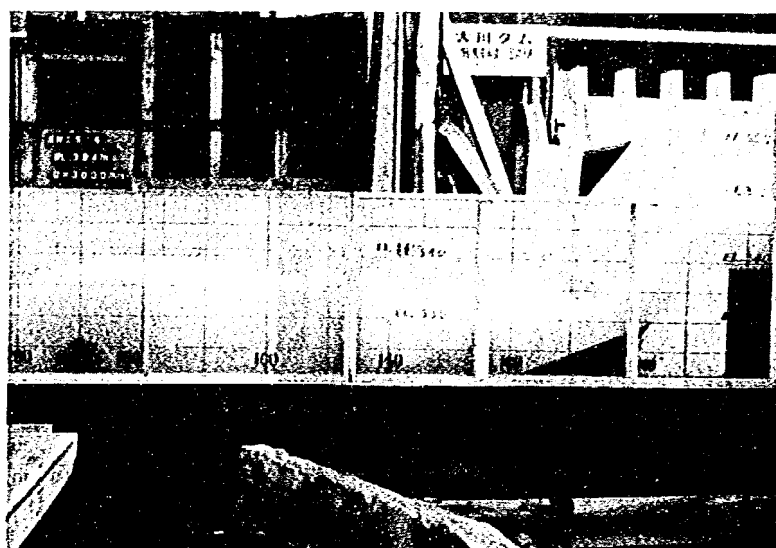
流量 = 3128 m³/s



シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 135.8 m

流量 = 3080 m³/s

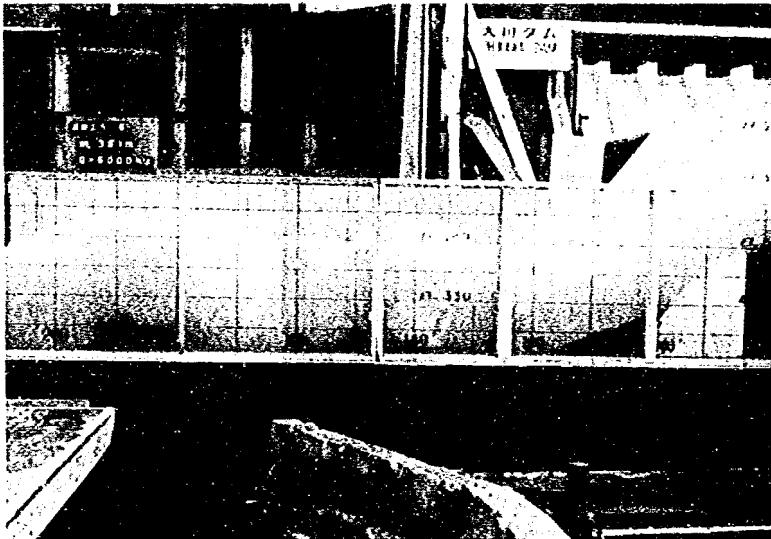


シル高 = 5.0 m

シル位置 = D.C. 135.8 m

流量 = 3012 m³/s

順傾斜水叩き流況写真 1-36



減勢工案
D-3
流量規模
5000m ³ /sec

シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 115.8 m

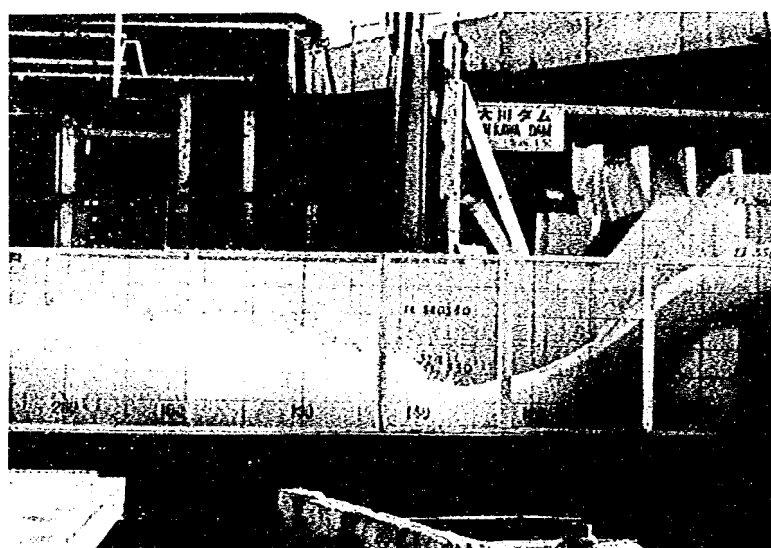
流量 = 5101 m³/s



シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 135.8 m

流量 = 5058 m³/s



シル高 = 5.0 m

シル位置 = D.C. 135.8 m

流量 = 5108 m³/s

順傾斜水叩き流況写真 1-37

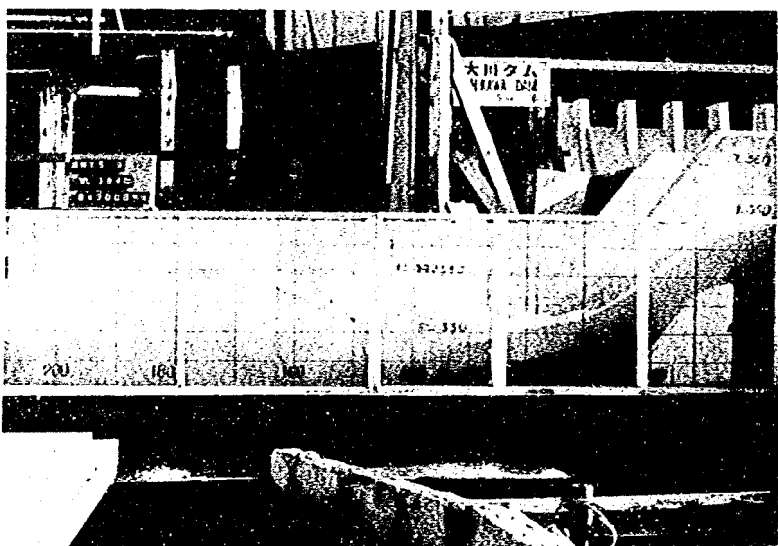


減勢工案
D-4
流量規模
3000m ³ /sec

シル 高 = 7.0 m

シル位置 = D.C. 135.8 m

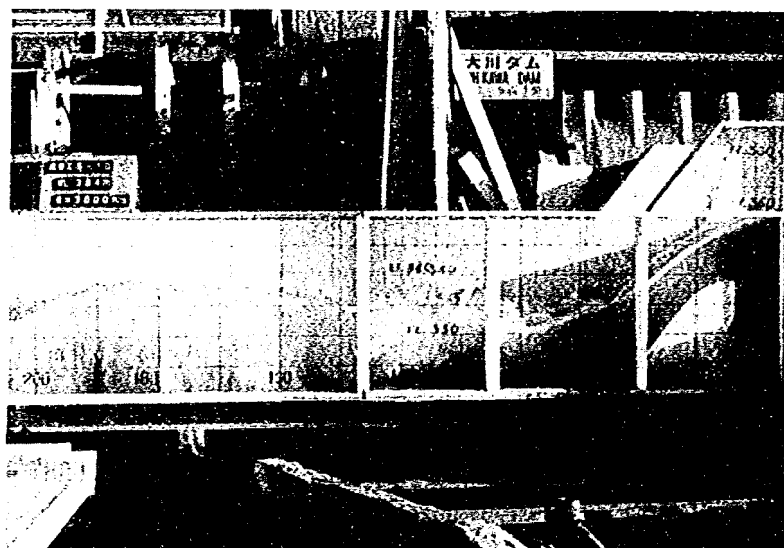
流 量 = 3015 m³/s



シル 高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 135.8 m

流 量 = 3151 m³/s



シル 高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 115.8 m

流 量 = 3096 m³/s

順傾斜水叩き流況写真 1-38

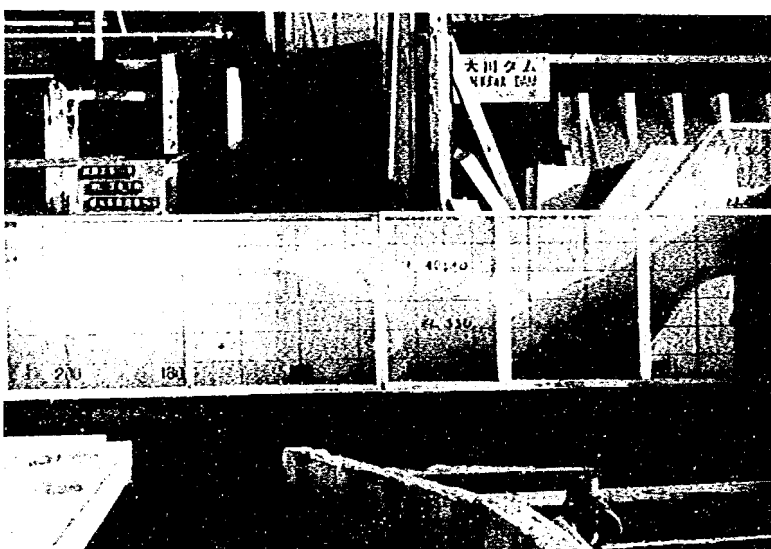


減勢工案
D-4
流量規模
5000 m ³ /sec

シル高 = 7.0 m

シル位置 = D.C. 135.8 m

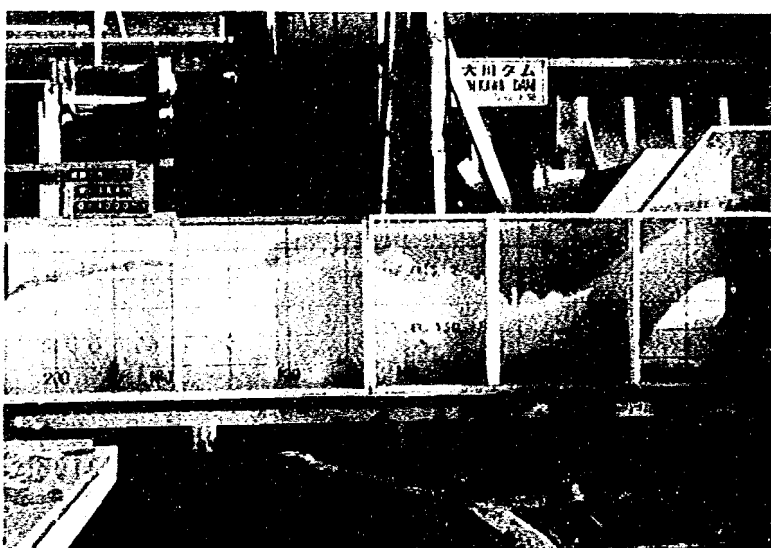
流量 = 5095 m³/s



シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 135.8 m

流量 = 5014 m³/s

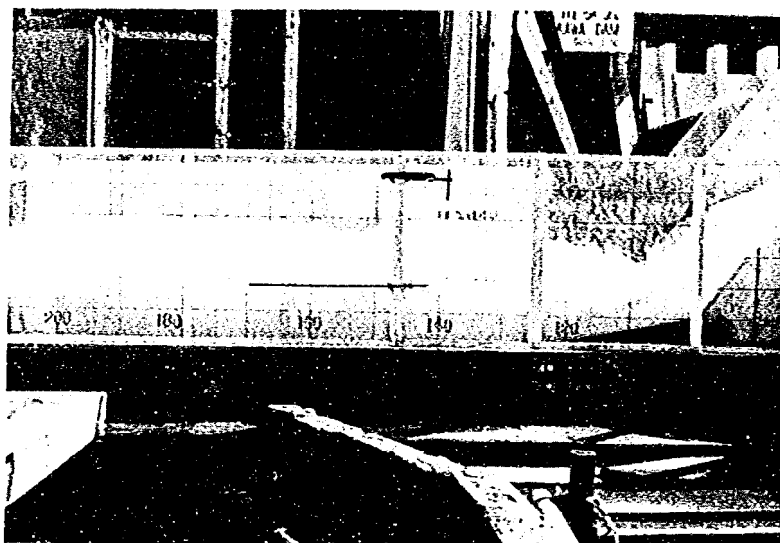


シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 115.8 m

流量 = 5076 m³/s

順傾斜水叩き流況写真 1-39



減勢工案
D-5
流量規模
3000 m ³ /sec

シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 135.8 m

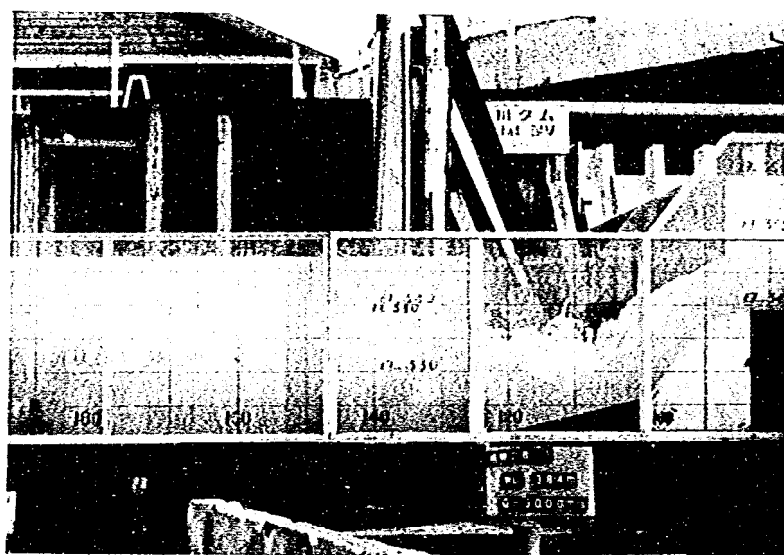
流量 = 3085 m³/s



シル高 = 7.0 m

シル位置 = D.C. 115.8 m

流量 = 3049 m³/s

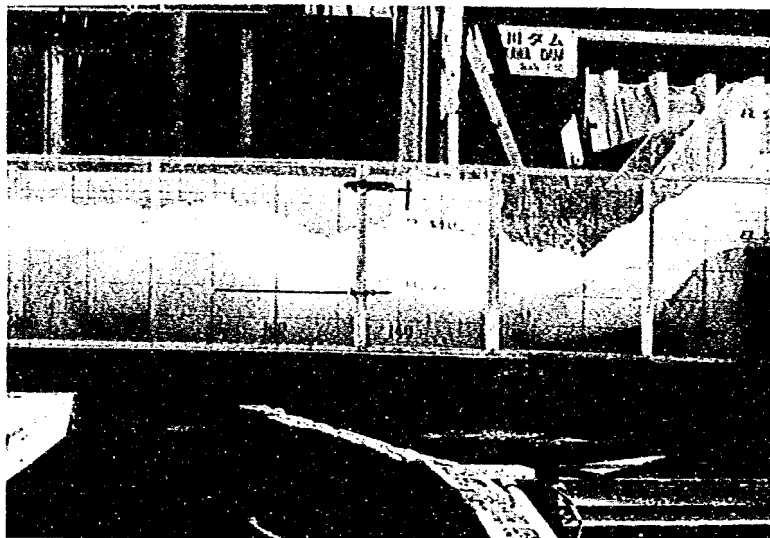


シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 115.8 m

流量 = 3198 m³/s

順傾斜水叩き流況写真 1-40



減勢工案
D-5
流量規模
5000m ³ /sec

シル高 = 6.0 m

シル位置 = D.C. 135.8 m

流量 = 5020m³/s



シル高 = 7.0 m

シル位置 = D.C. 115.8 m

流量 = 4910m³/s



シル高 = 6.0 m

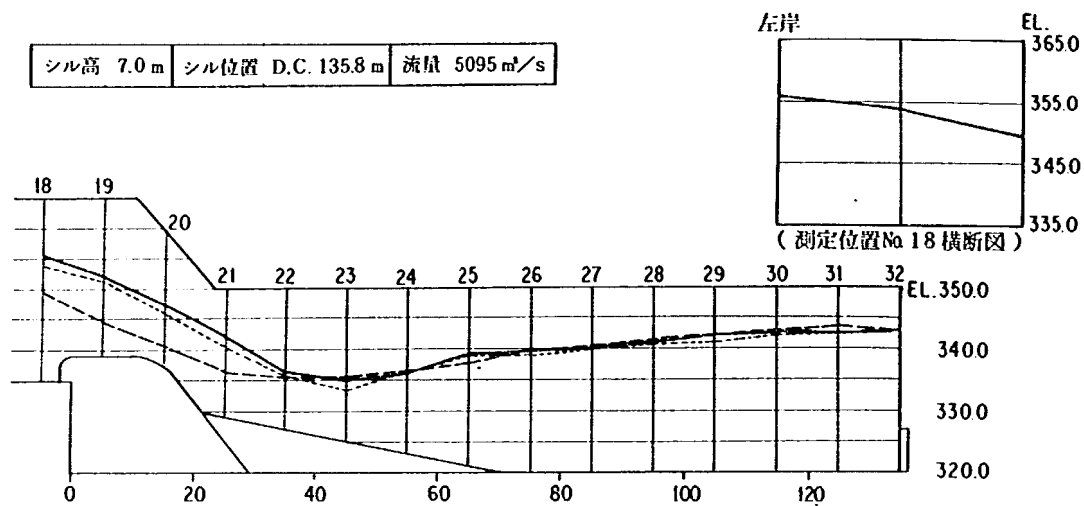
シル位置 = D.C. 115.8 m

流量 = 4981m³/s

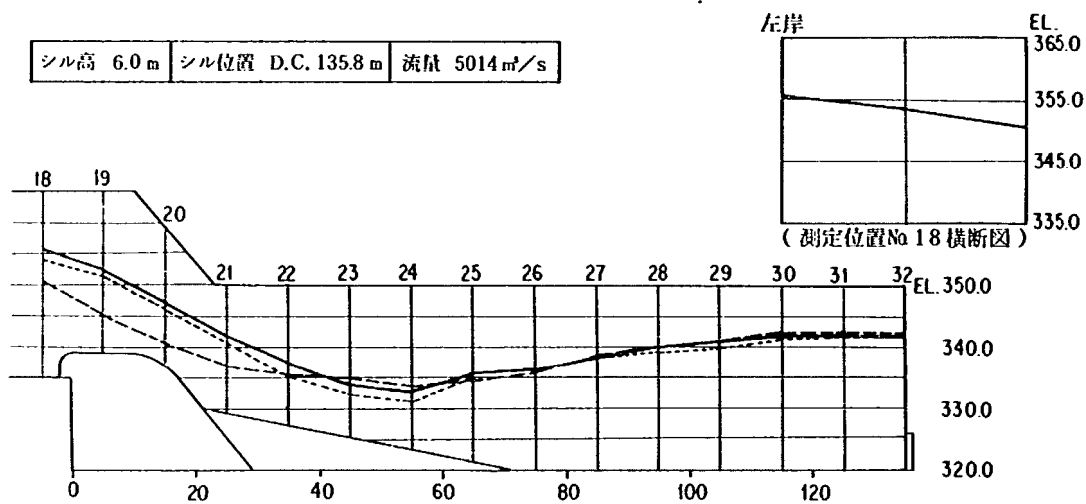
順傾斜水叩き流況写真 1-41

減勢工案
D-4

シル高 7.0 m	シル位置 D.C. 135.8 m	流量 5095 m ³ /s
-----------	-------------------	---------------------------



シル高 6.0 m	シル位置 D.C. 135.8 m	流量 5014 m ³ /s
-----------	-------------------	---------------------------

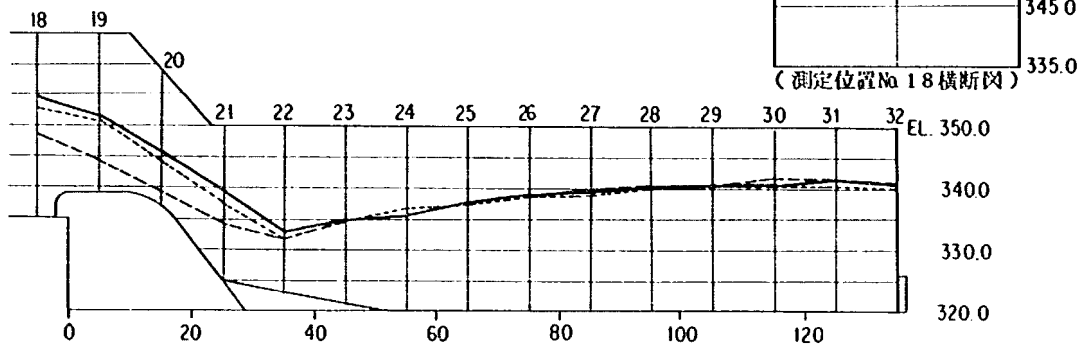


凡	例
——	左岸側
----	中央
- - -	右岸側

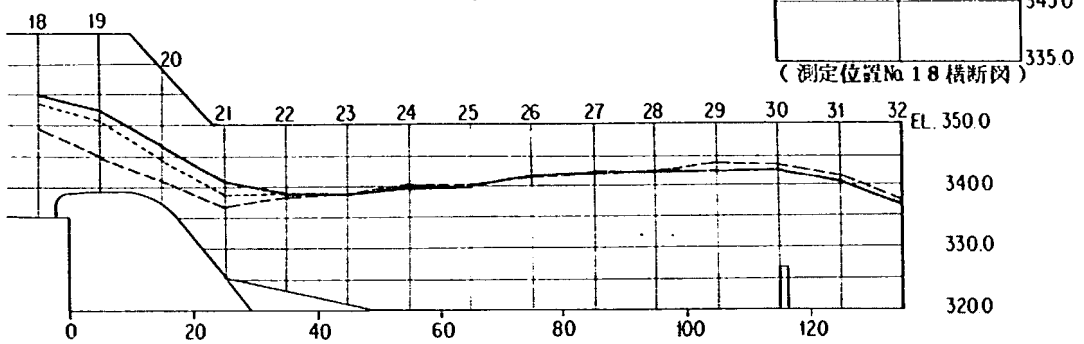
図 1 - 4 2 水面形状

減勢工案
D-5

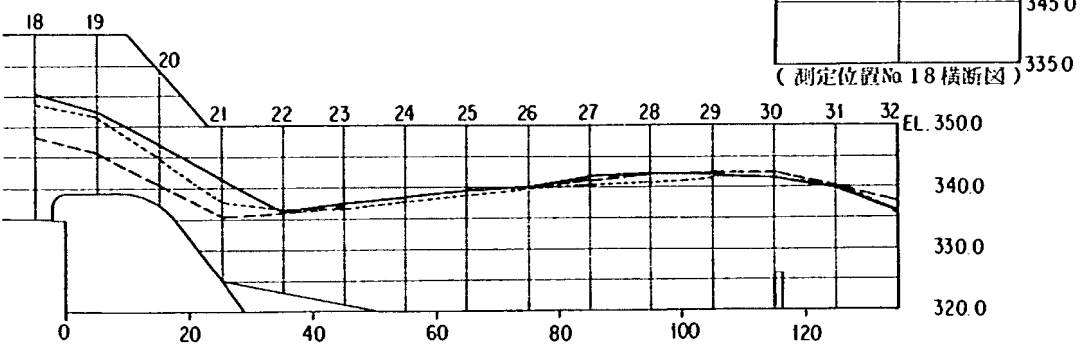
シル高 6.0 m	シル位置 D.C. 135.8 m	流量 5020 m ³ /s
-----------	-------------------	---------------------------



シル高 7.0 m	シル位置 D.C. 115.8 m	流量 4910 m ³ /s
-----------	-------------------	---------------------------



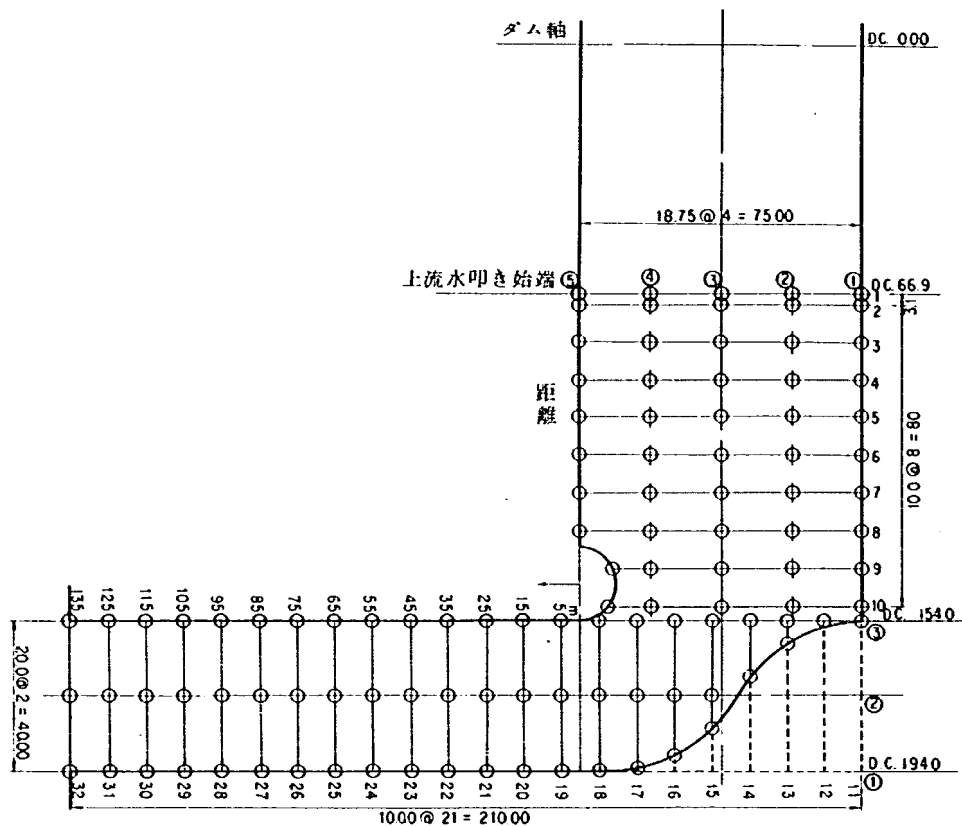
シル高 6.0 m	シル位置 D.C. 115.8 m	流量 4981 m ³ /s
-----------	-------------------	---------------------------



凡	例
——	左岸側
----	中央
-.-.-	右岸側

図 1 - 43 水面形状

減勢工資料 1 大川ダム洪水吐水位測定結果



実験番号 1						実験番号 2						実験番号 5			
1		2		3		1		2		3		1		2	
観測	平均	観測	平均	観測	平均	観測	平均	観測	平均	観測	平均	観測	平均	観測	平均
18	35748	35568	35525	35388	35103	34983	35778	35575	35488	35363	35218	35648	35513	35453	35368
19	35440	35205	35278	35143	34693	34188	35423	35265	35288	35140	34625	35428	35253	35275	35163
20															
21	34395	34220	34215	34045	33820	33620	34370	34175	34210	34448	33865	34365	34115	33980	33775
22	33775	33645	33570	33510	33715	33505	33850	33705	33675	33500	33785	33855	33570	33865	33635
23	33850	33450	33680	33325	33720	33515	33485	33370	33335	33190	33615	33920	33720	33950	33630
24	34000	33600	33795	33615	33860	33630	33495	33270	33405	33070	33455	34003	33835	34015	33770
25	34195	33905	34170	33875	34170	33770	33853	33565	33760	33440	33755	34130	33923	34025	33895
26	34210	33958	34155	33920	34195	33955	34065	33635	33875	33580	33890	34275	34000	34265	33995
27	34285	34030	34295	33970	34300	34030	34125	33810	34080	33815	34145	34345	34170	34310	34050
28	34350	34125	34250	34065	34365	34155	34300	34000	34195	33905	34275	34275	34000	34265	33995
29	34415	34215	34385	34070	34455	34210	34295	34100	34220	33965	34390	34275	34000	34265	33995
30	34520	34260	34365	34215	34520	34295	34310	34170	34370	34115	34510	34275	34000	34265	33995
31	34460	34220	34385	34250	34535	34340	34370	34185	34345	34140	34500	34275	34000	34265	33995
32	34335	34240	34365	34245	34445	34295	34320	34140	34365	34185	34410	34275	34000	34265	33995

実験番号 3						実験番号 4						実験番号 5					
1		2		3		1		2		3		1		2		3	
観測	平均	観測	平均	観測	平均	観測	平均	観測	平均	観測	平均	観測	平均	観測	平均	観測	平均
18	35588	35443	35403	35283	35018	34833	35690	35510	35438	35369	35070	35648	35513	35453	35368	35023	34878
19	35293	35140	35163	35018	34503	34403	35355	35255	35215	35098	34593	35428	35253	35275	35163	34753	34535
20																	
21	34240	33960	33870	33725	33725	33410	34260	34085	34015	33820	33788	34365	34115	33980	33775	33678	33515
22	33650	33245	33370	33170	33540	33233	34070	33870	34010	33865	34020	33855	33570	33865	33635	33903	33565
23	33665	33430	33735	33420	33670	33405	34175	33840	34070	33865	34065	33920	33720	33950	33630	33835	33665
24	33845	33550	33795	33635	33823	33590	34120	33940	34090	33935	34200	34003	33835	34015	33770	34055	33835
25	34045	33770	33975	33700	33970	33760	34285	34085	34305	34045	34295	34130	33923	34025	33895	34133	33938
26	34070	33830	34015	33840	34130	33880	34365	34165	34370	34140	34370	34275	34000	34265	33995	34228	34038
27	34115	33910	34175	33885	34175	33965	34440	34255	34395	34210	34475	34345	34170	34310	34050	34320	34110
28	34245	34005	34220	33955	34185	34035	34535	34245	34385	34210	34450	34365	34205	34275	34070	34370	34215
29	34220	34080	34200	34040	34210	34085	34520	34295	34470	34285	34505	34340	34190	34345	34190	34463	34270
30	34355	34075	34220	34035	34255	34155	34430	34265	34405	34278	34450	34315	34355	34165	34295	34155	34395
31	34300	34120	34240	34070	34275	34115	34220	34075	34195	34095	34300	34105	34165	33990	34155	34015	34270
32	34205	34050	34140	34020	34205	34110	33855	34670	33870	33695	33990	33785	33605	33720	33573	33890	33780

2-6 上流減勢工形状の検討(その2)

本項では、2-4項で段差部の形状がほぼ決定されたので、2-3項の「上流減勢工形状の検討(その1)」での成果を踏まえて、より適切な上流減勢工形状を求めて検討を実施している。検討に際しての基本形状は図1-44の平面図に示されるもので、今までの検討形状で最適案と考えられる、2-3項における形状B-4および2-4項における形状C-3を組合わせたものである。本項での検討は、 $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の流量規模に対しても、段差部を流下する流れが片寄る現象を軽減するために、導流壁の形状を上流側へ追い込む方式(図1-45)、および全体の平面形状を単純化しようとする試みのある方式(図1-46)の2種に大別される。それらの検討の代表例としての6形状を図1-47に示す。

形状B-6は基本形状のS字形導流壁を10m上流へ追い込んだものであるが、写真1-48および図1-54に示すように、 $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模流下時の段差部での流れの左岸への一方的な片寄りはいくらか軽減されているが、導流壁沿いの水面形状の凹凸はより顕著になっており、水面変動も多少増加しているように思われる。総論として、基本形状と比較して改善されたとは言いがたい。

形状B-7、B-8は形状B-6における柱状構造物の位置および形状を変更したものであるが、特に変化は認められなかった。(写真1-49、50参照)

さて、今までの検討で、柱状構造物上流側の盛り上がりおよび流れの規制に供なうS字導流壁沿いの水面の山の部分が非常に高く、構造物の規模を大きくする結果となり、経済性から改善の余地があると考えられたため、両者の規制を緩和した形状B-9を検討する事とした。この形状は施工性を考えて出来るだけ線形の単純化を計っている。この様に、今までの検討とはまったく異なる形状が考え出された裏には、前2-5項の傾斜水叩きに関する検討結果から、段差部で多少流況が悪化する事になっても下流減勢工で対処可能であることが推察されているからである。

検討の結果は図1-55および写真1-51に示してあるが、 $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ 流下時流れは全体的に非常におだやかとなっており、段差部での片寄りそのものは大きくなっているものの、変動は非常に小さくなっており、下流減勢工の流況は形状B-4、B-6と比較しても改善されていると判断される。また $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ 流下時にも流れの片寄りは認められるものの、上流減勢工の規模は相当に小さくする事が可能となった。

形状B-10、B-11は形状B-9における流れの片寄りを減じる目的で、施工性を損なわないように補助構造物を設置したものであるが、流況は逆に悪化しており形状B-9に劣っている。(写真1-52、1-53参照)

以上の検討結果から、形状B-9を大川ダム洪水吐の上流減勢工形状として最適なものと判断し、昭和53年度以後、これに付随する傾斜水叩きを含めた下流減勢工の詳細な検討に入る事とした。

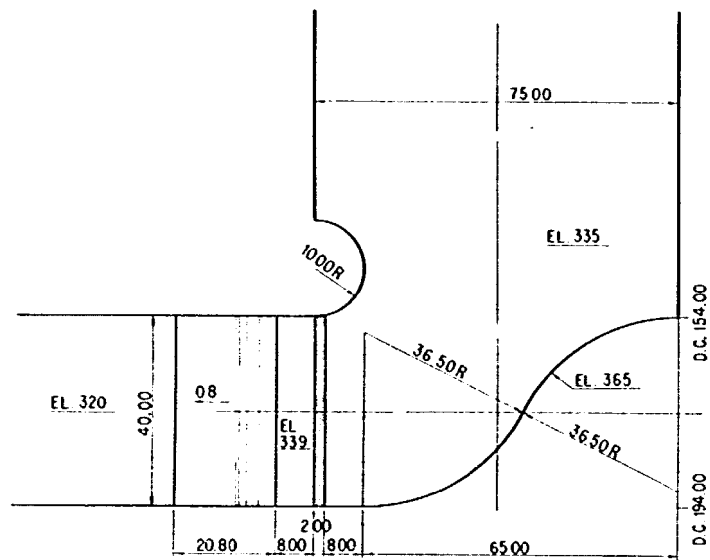


図 1 - 4 4 上流減勢工検討基本平面図 (その 1)

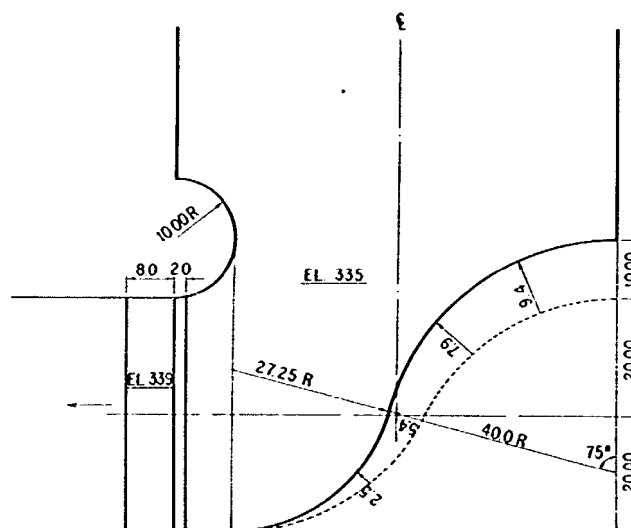


図 1 - 4 5 上流減勢工検討基本平面図 (その 2)

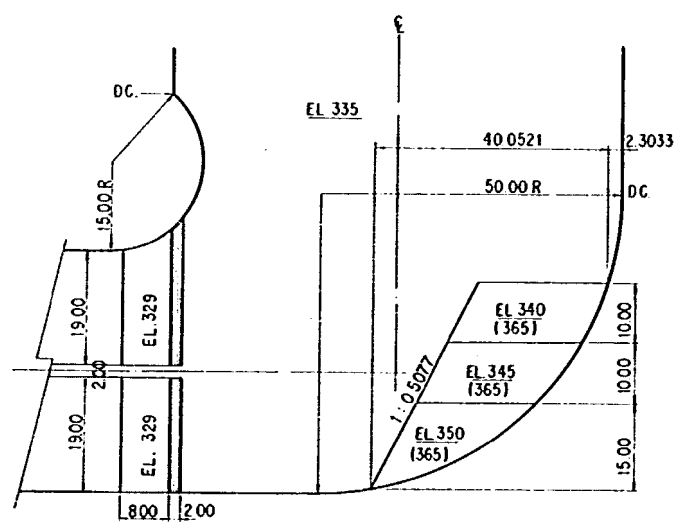


図 1 - 4 6 上流減勢工検討基本平面図 (その 3)

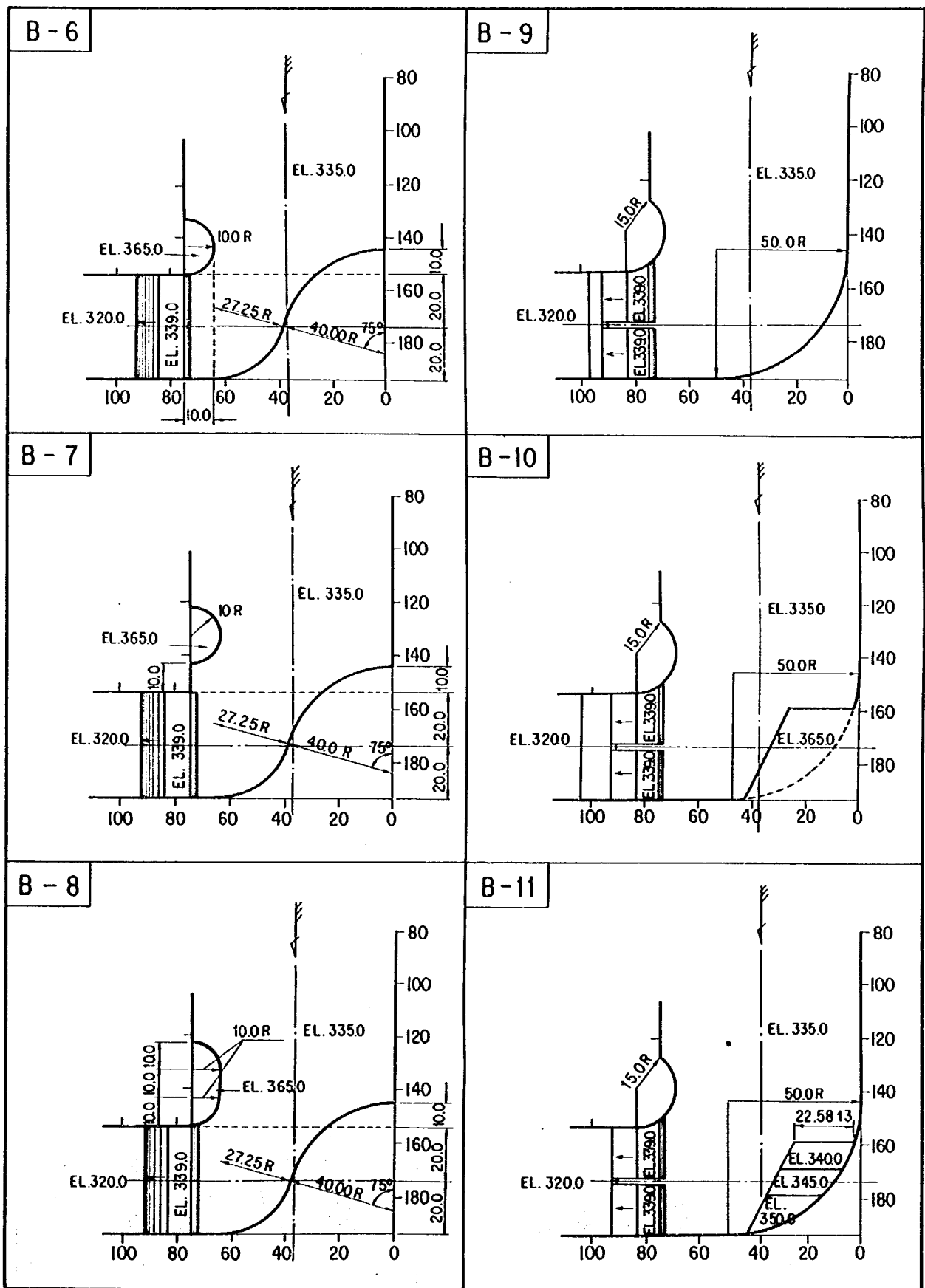
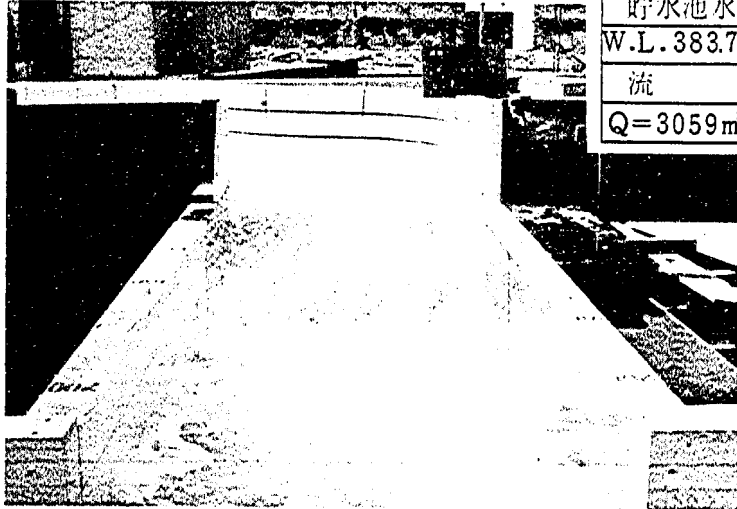
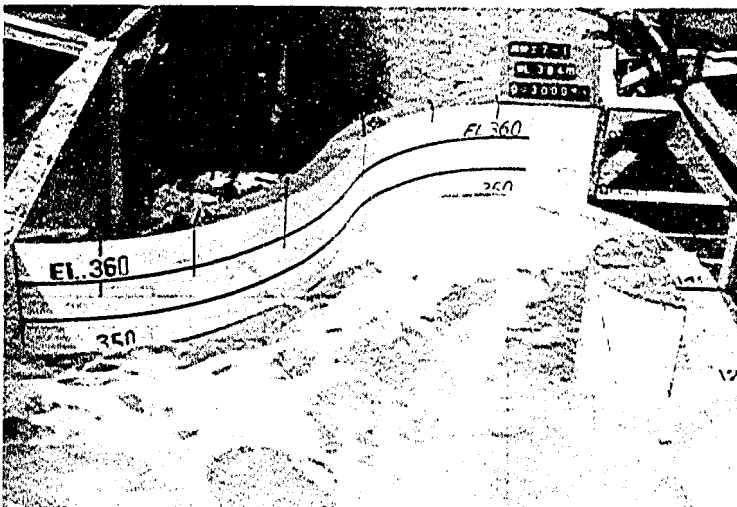
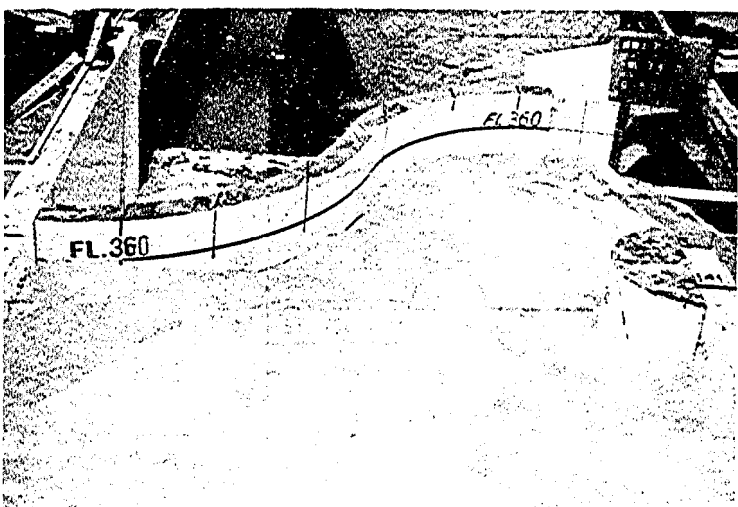
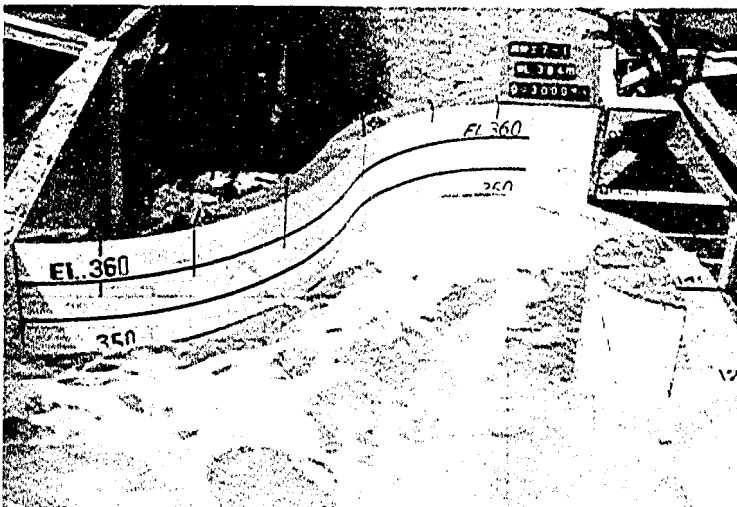
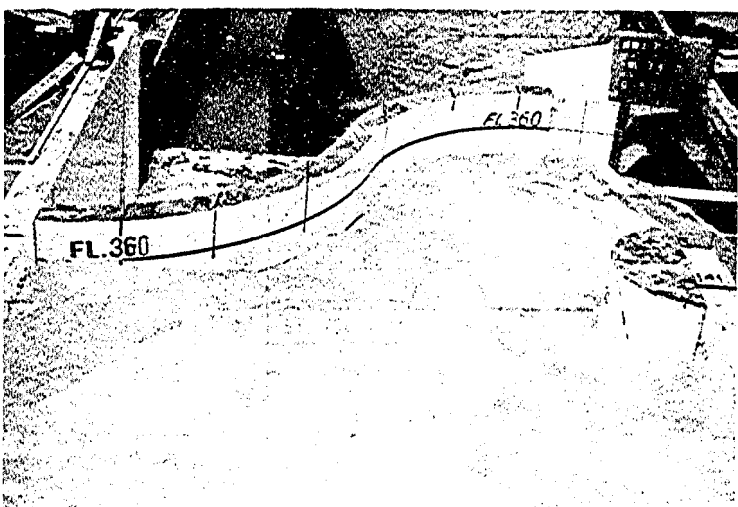
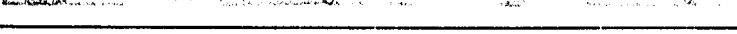
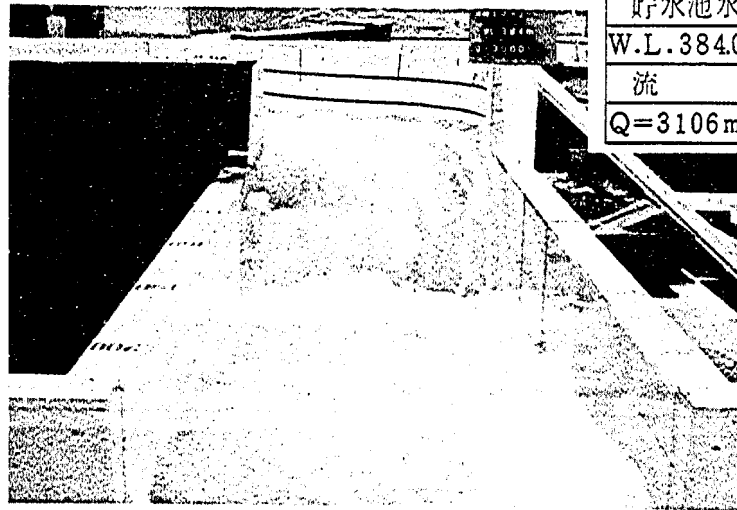
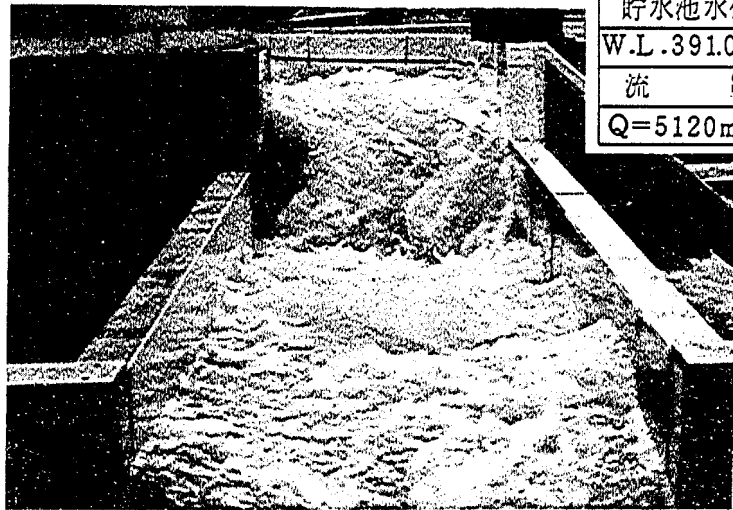
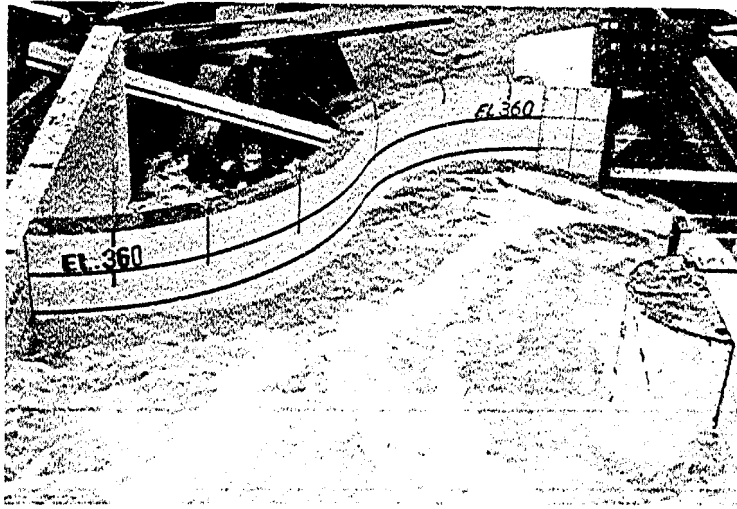


図 1 - 47 上流減勢工検討形状 (その 3)

3000 m ³ /sec 規模流下時		5000 m ³ /sec 規模流下時	
段差部		段差部	
			
湾曲部		湾曲部	
			

減勢工流況写真 1 - 48

減勢工姿
B-7

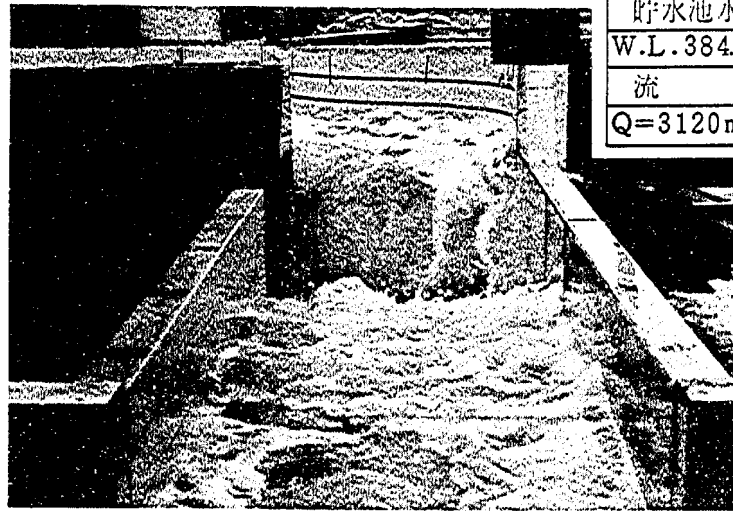
3000 m ³ /sec 規模流下時		5000 m ³ /sec 規模流下時							
段差部		段差部							
	<table><tr><td>貯水池水位</td></tr><tr><td>W.L. 384.07m</td></tr><tr><td>流 量</td></tr><tr><td>Q=3106 m³/s</td></tr></table>		貯水池水位	W.L. 384.07m	流 量	Q=3106 m ³ /s	<table><tr><td>貯水池水位</td></tr><tr><td>W.L. 391.04m</td></tr><tr><td>流 量</td></tr><tr><td>Q=5120 m³/s</td></tr></table>	貯水池水位	W.L. 391.04m
貯水池水位									
W.L. 384.07m									
流 量									
Q=3106 m ³ /s									
貯水池水位									
W.L. 391.04m									
流 量									
Q=5120 m ³ /s									
湾曲部		湾曲部							

減勢工事

B - 8

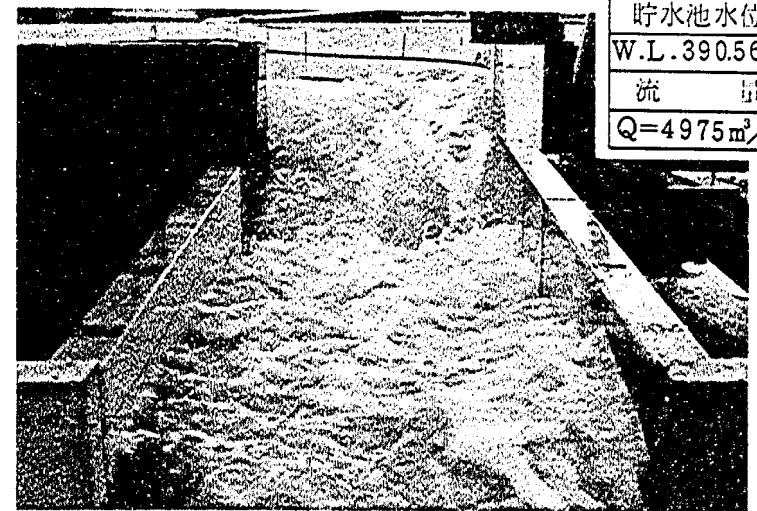
3000 m³/sec 規模流下時

段差部



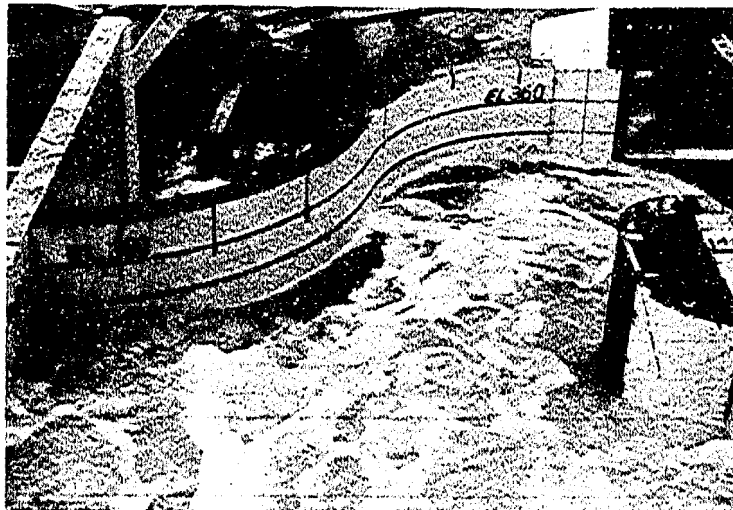
貯水池水位
W.L. 384.53m
流 量
Q=3120 m ³ /s

段差部



貯水池水位
W.L. 390.56m
流 量
Q=4975 m ³ /s

湾曲部



湾曲部



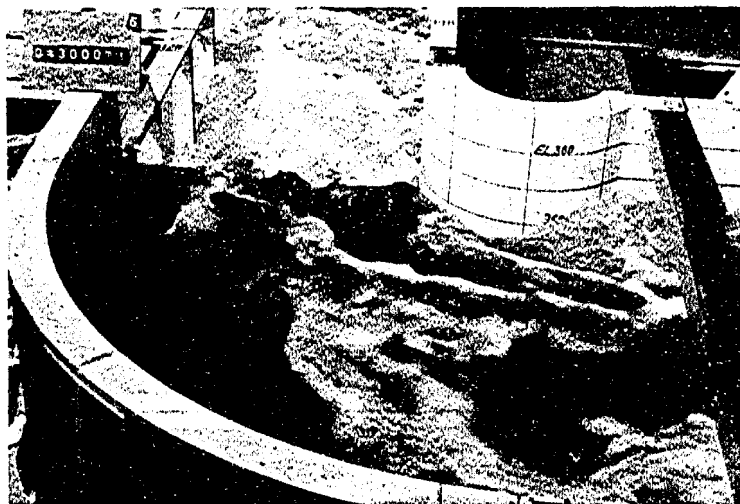
減勢工流況写真 1 - 50

減勢工案

B - 9

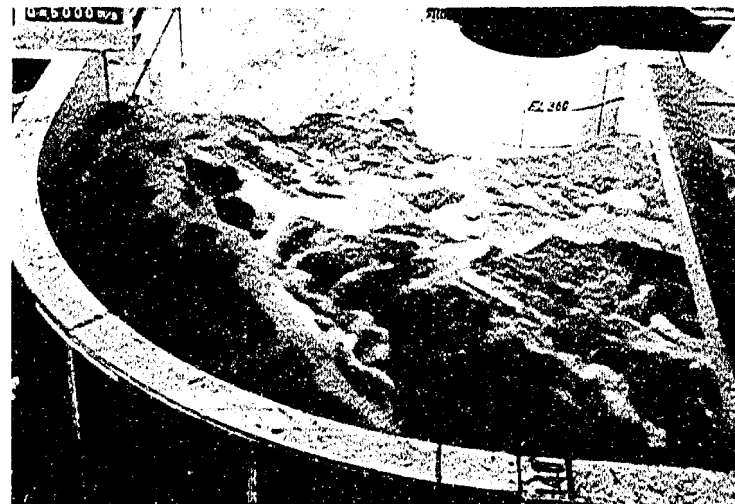
3000 m³/sec 規模流下時

段
差
部



5000 m³/sec 規模流下時

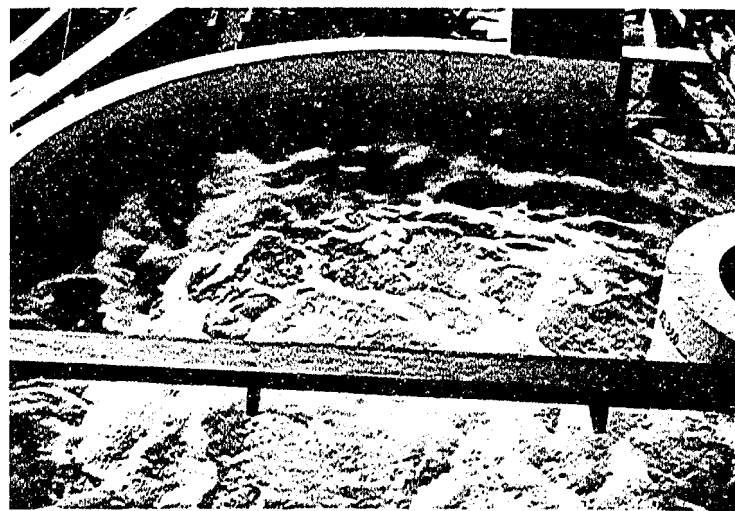
段
差
部



湾
曲
部



湾
曲
部

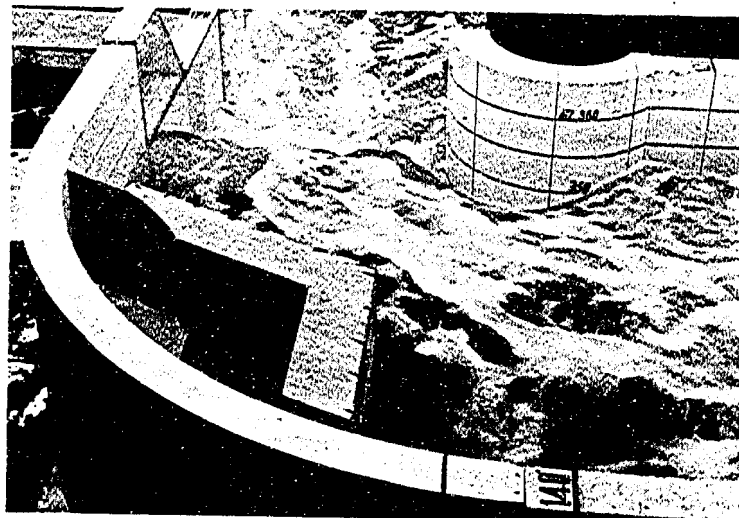


減勢工案

B-10

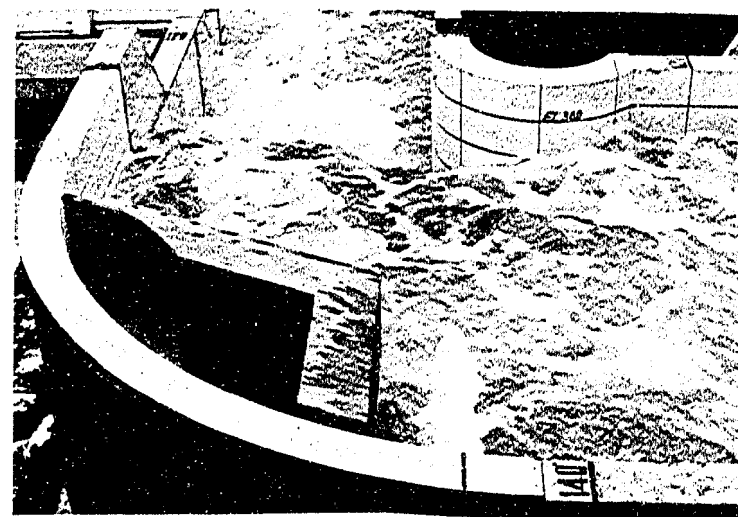
3000 m³/sec 規模流下時

段差部

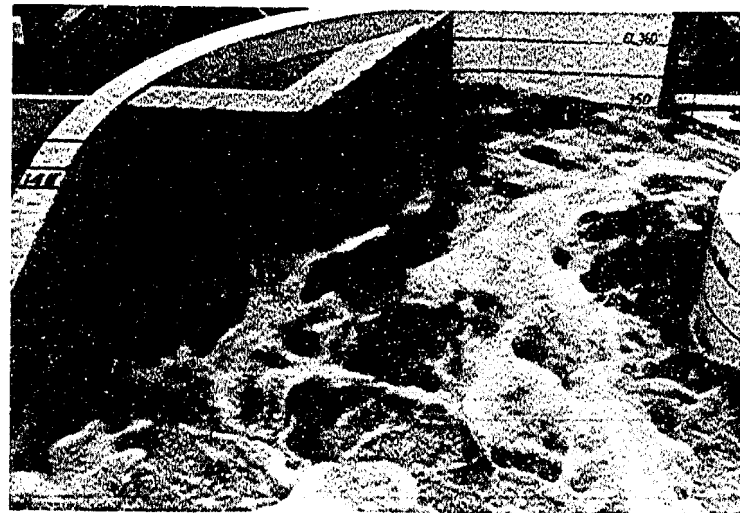


5000 m³/sec 規模流下時

段差部



湾曲部



湾曲部



減勢工案

B - 11

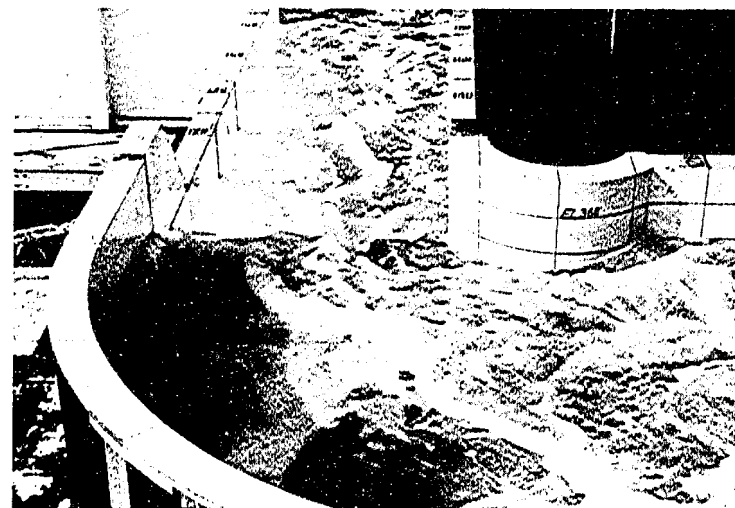
3000 m³/sec 規模流下時

段
差
部



5000 m³/sec 規模流下時

段
差
部



湾
曲
部

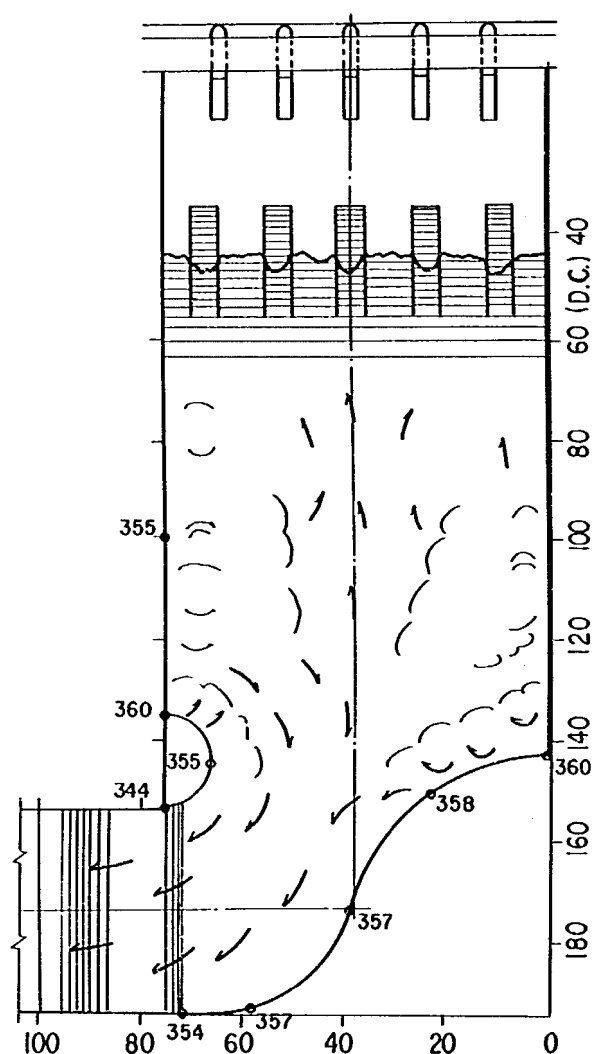


湾
曲
部



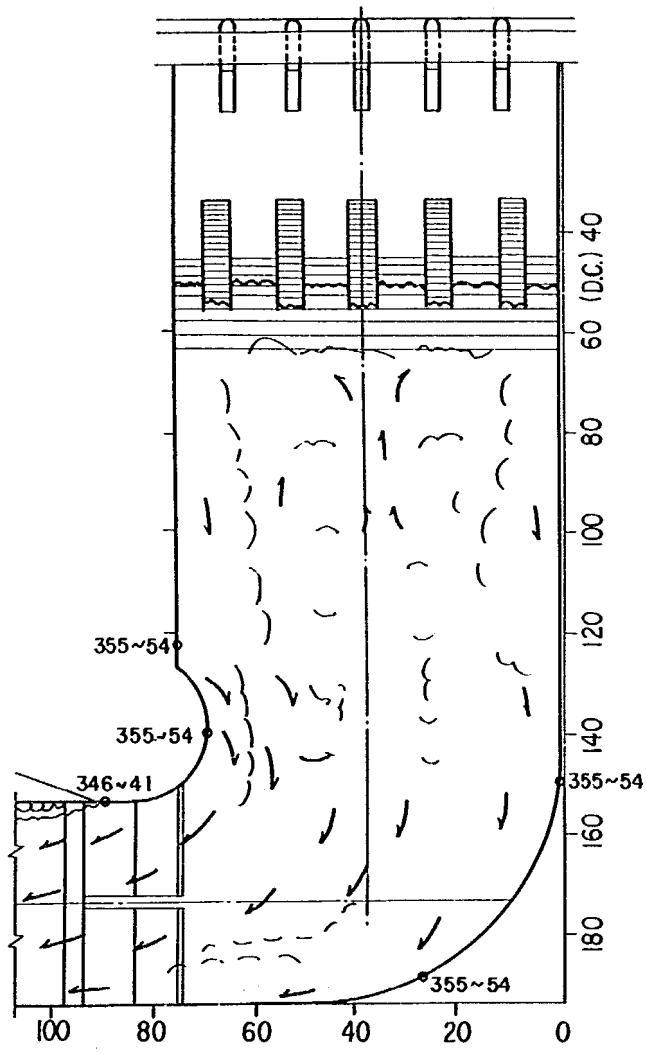
減勢工形状	B-6
流量	5046 m ³ /s

減勢工形状	B-9
流量	5000 m ³ /s



- ① S字導流壁を上流にのぼしたために流れが全体的に右岸によってきている。

図1-54 流況スケッチ



- ② 上流水叩き内で減勢ならびに波面変動は問題ないが右岸側の流れが影響して流れを左岸側にかたよらせている。右岸側円弧の部での流れが剥離する。

図1-55 流況スケッチ

とした。下流水位の調節は刃形シルによる堰上げで実現しているが、段差部から137 m下流に設置する高さ6 mおよび7 mのシルによるものが適当であると判断された。ここで137 mという位置は $4000 \text{ m}^3/\text{s}$ に対しては十分な余裕を持った数字であり、シル高6 mおよび7 mは傾斜水叩き上に跳水を発生させる両限界値であると考えている。本節での水理実験の内容を表1-57に示す。各実験における流況を写真1-58および1-59に示す。これからどの流量規模においてもシル高の低い実験ケースの方が、段差部からの片寄った流れの影響もあって、水面全体が荒れている事が理解される。図1-60、1-61に示す水面形の測定結果は水面の最高位置を示したものであるが、 $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模時には明らかにシル高の低い方がかえって最高水位が高くなっている。一方、作用圧力測定結果を図1-62、63に示す。

表 1-57 実験内容

流量規模 \ シル高	6 m	7 m
	6 m	7 m
3 0 0 0	E - 1	E - 3
4 0 0 0	E - 5	E - 6
5 0 0 0	E - 2	E - 4

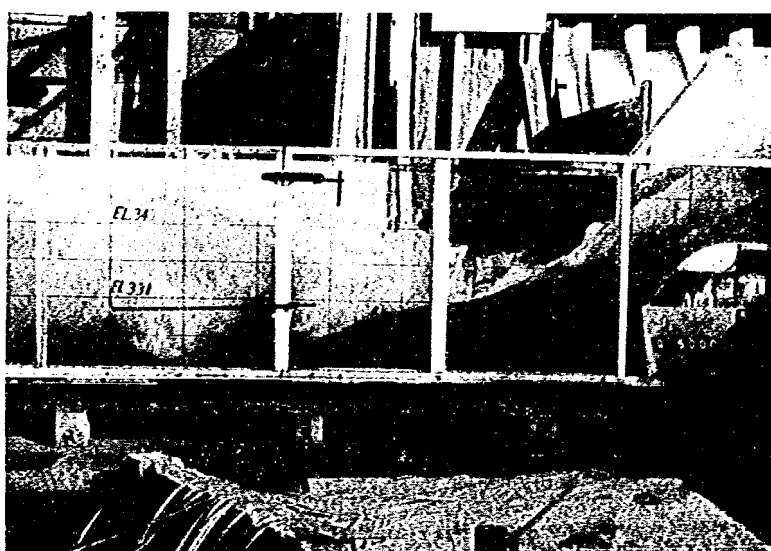
以上の検討結果から、傾斜水叩きの機能には特に問題はなく、下流に設置される副ダム等を含めた下流減勢工全体の機能調査に移行することとした。また、これらの検討結果から下流減勢工の導流壁天端はE1. 343 m程度になる事が推測される。（ $4000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模流下時の水位測定を実施していないので、 $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ および $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模流下時の水位の中間値を考えている。）



減勢工案
E-1
流量規模
3000m ³ /s

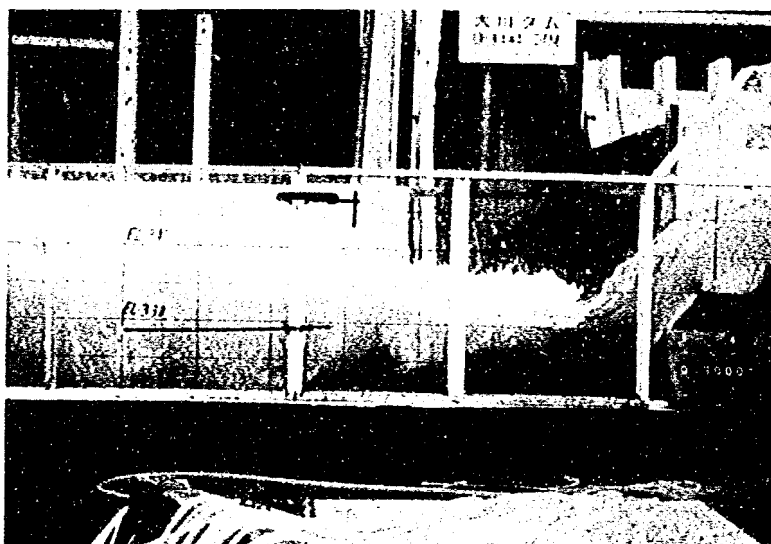


減勢工案
E-5
流量規模
4000m ³ /s

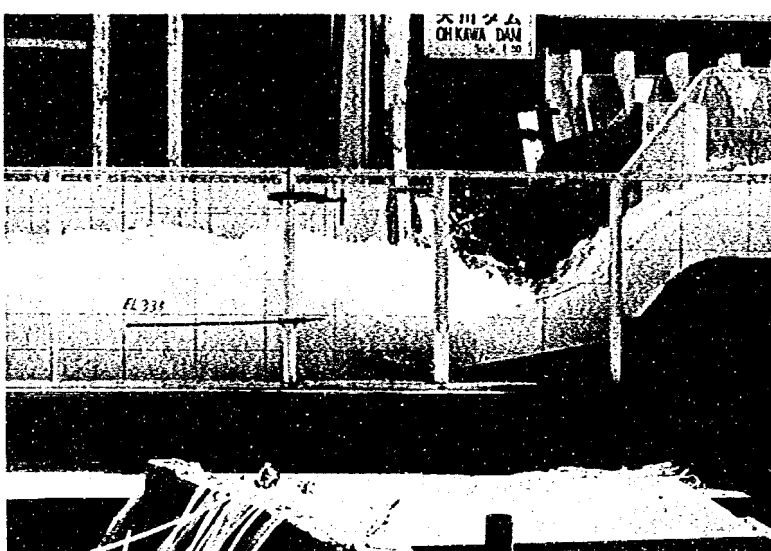


減勢工案
E-2
流量規模
5000m ³ /s

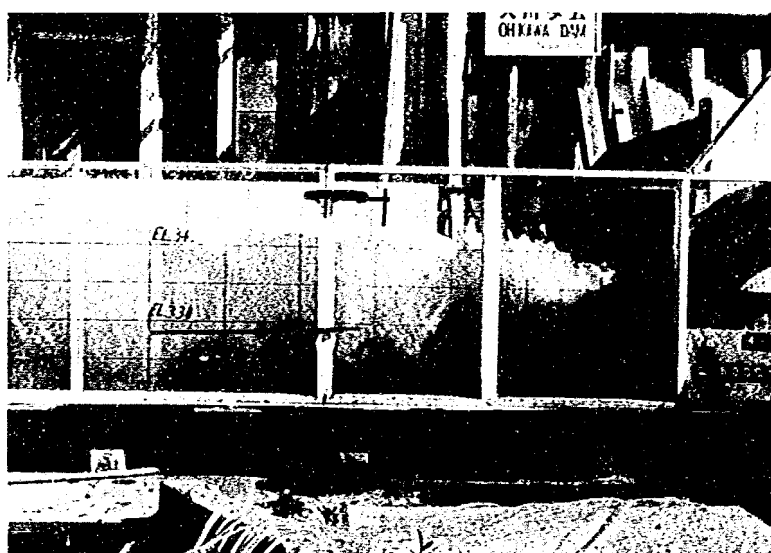
順傾斜水叩き流況写真 1-58



減勢工案
E-3
流量規模
3000m ³ /s



減勢工案
E-6
流量規模
4000m ³ /s

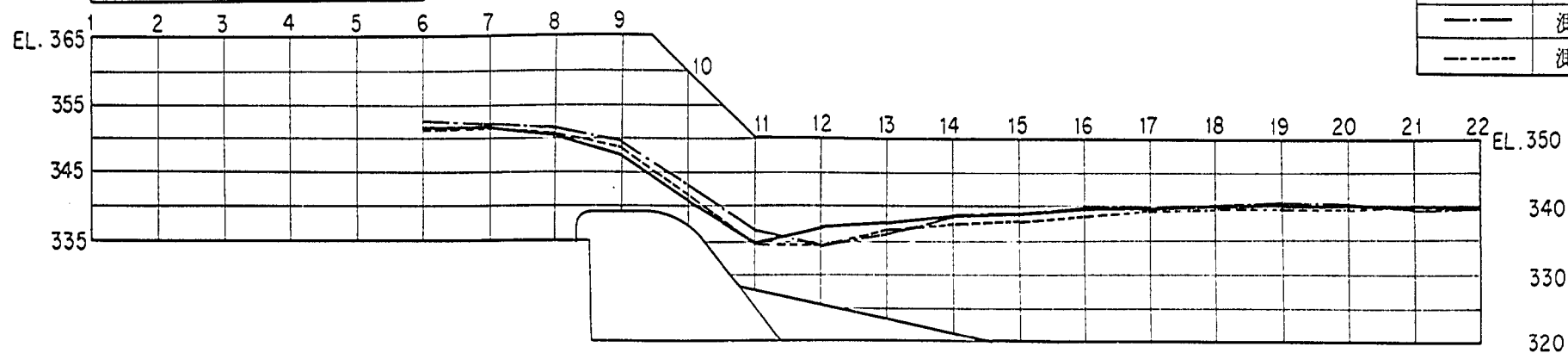


減勢工案
E-4
流量規模
5000m ³ /s

順傾斜水叩き流況写真 1-59

実験番号	E-3
流量 $Q \text{ m}^3/\text{s}$	3142

凡	例
——	測線 3
- - - -	測線 4
----	測線 5



実験番号	E-4
流量 $Q \text{ m}^3/\text{s}$	4950

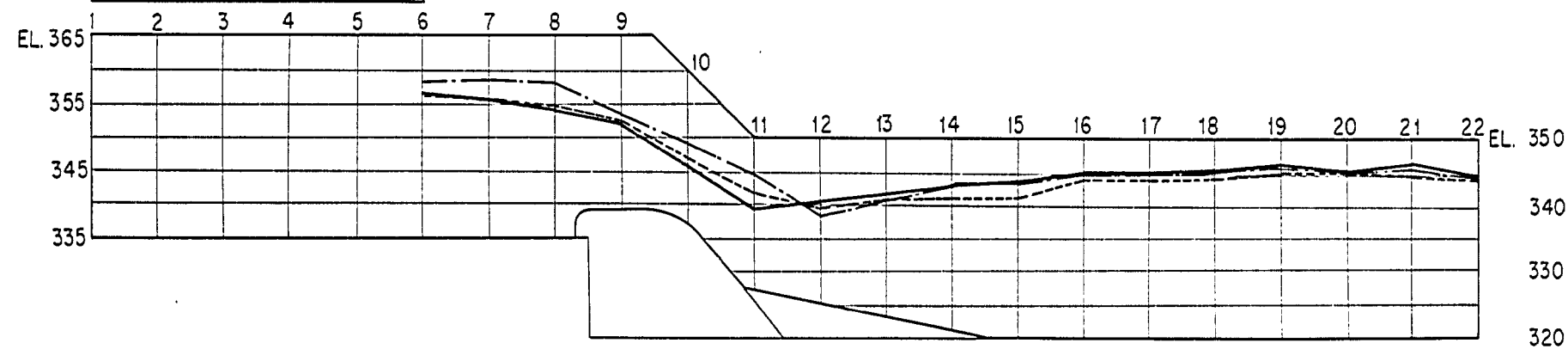


図 1-60 傾斜水叩き水位測定結果図

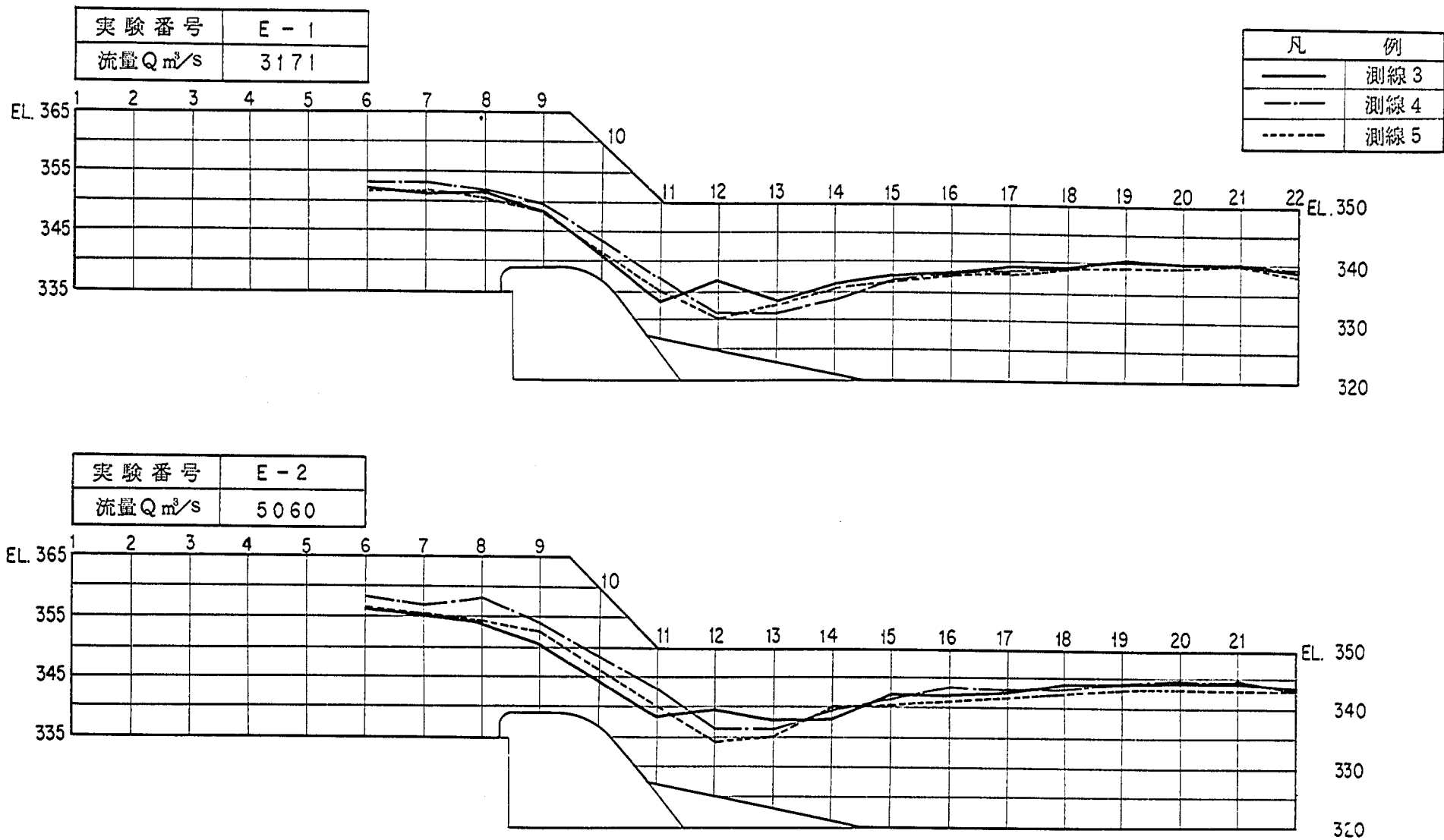
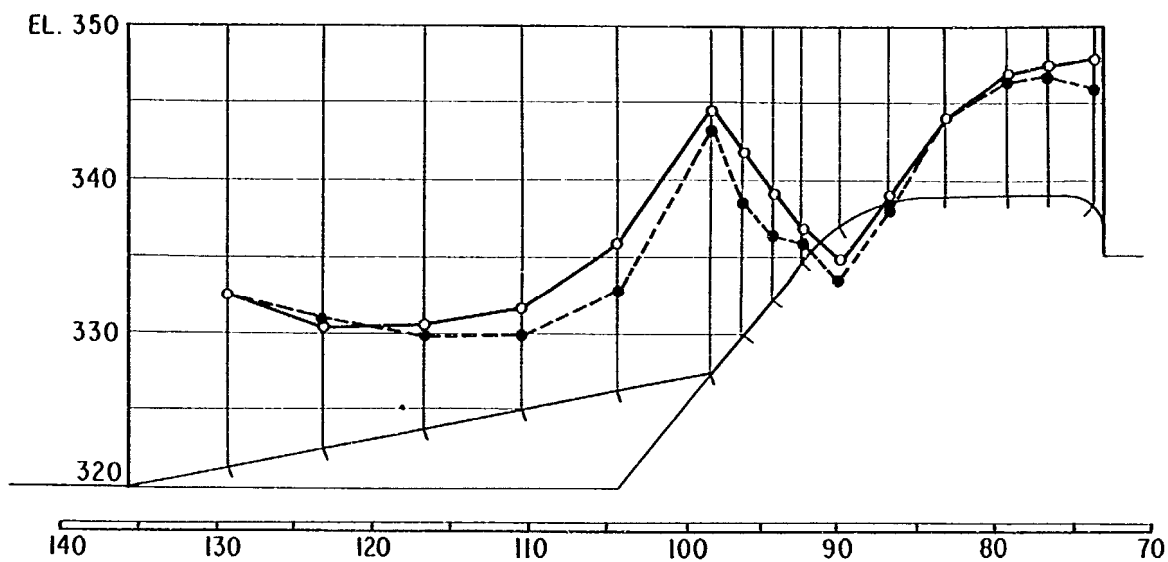


図 1 - 61 傾斜水叩き水位測定結果図

実験番号	E - 1
流量 $Q \text{ m}^3/\text{s}$	3171



凡	例
左岸側	○—○
右岸側	●-●

実験番号	E - 2
流量 $Q \text{ m}^3/\text{s}$	5060

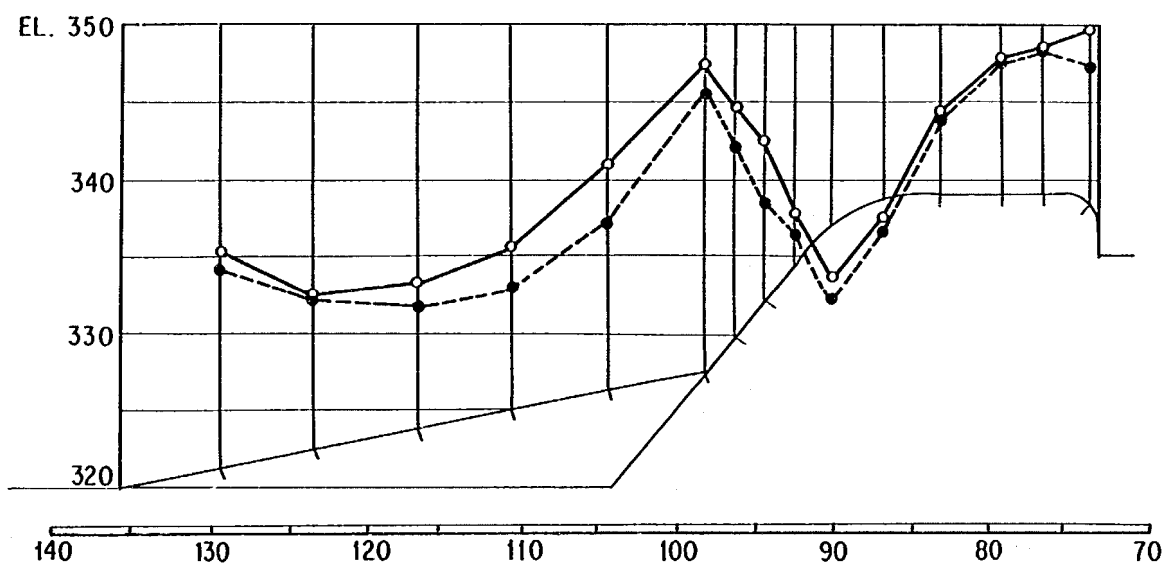
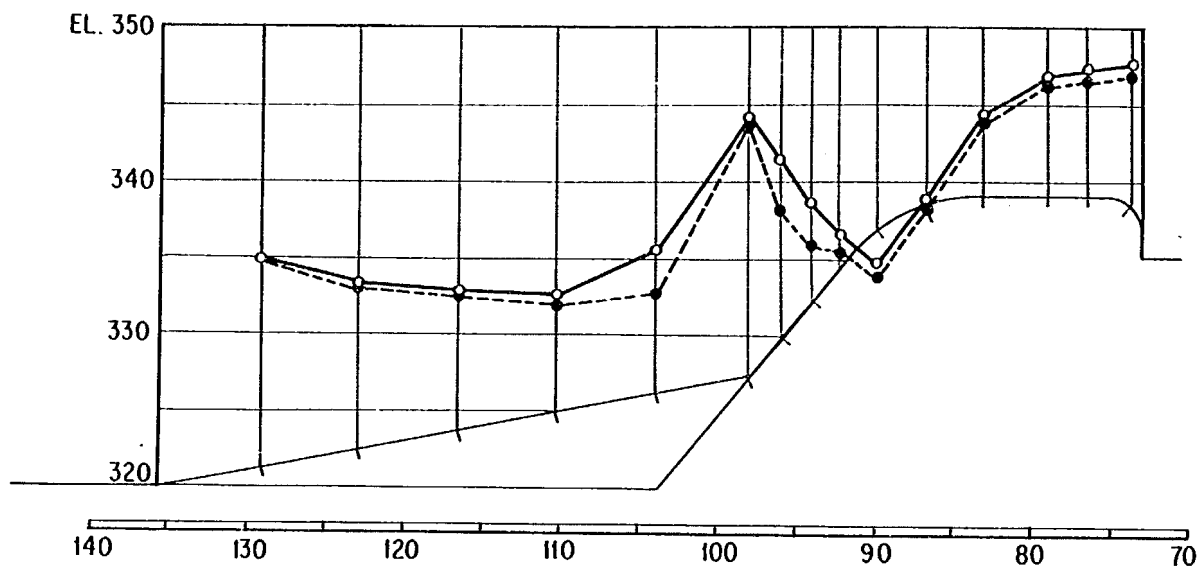


図 1 - 62 傾斜水叩き圧力測定結果図

実験番号	E - 3
流量 $Q \text{ m}^3/\text{s}$	3142



凡	例
左岸側	○—○
右岸側	●---●

実験番号	E - 4
流量 $Q \text{ m}^3/\text{s}$	4950

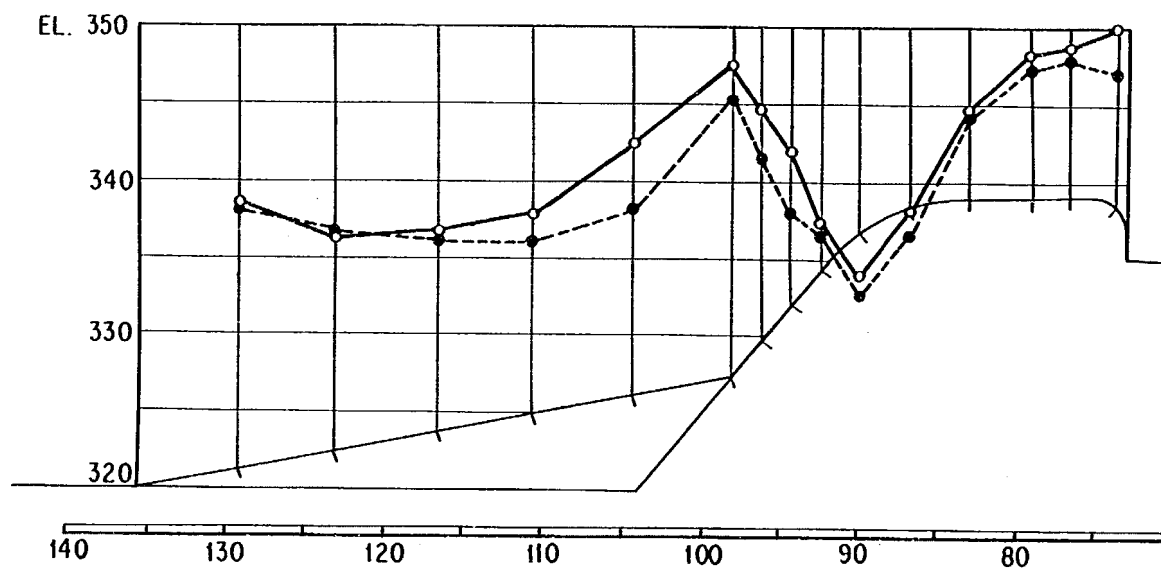


図 1 - 63 傾斜水叩き圧力測定結果図

減勢工資料 2 - 1 傾斜水叩き水面形測定結果

実験番号 E - 1 流量 3171 m³/s

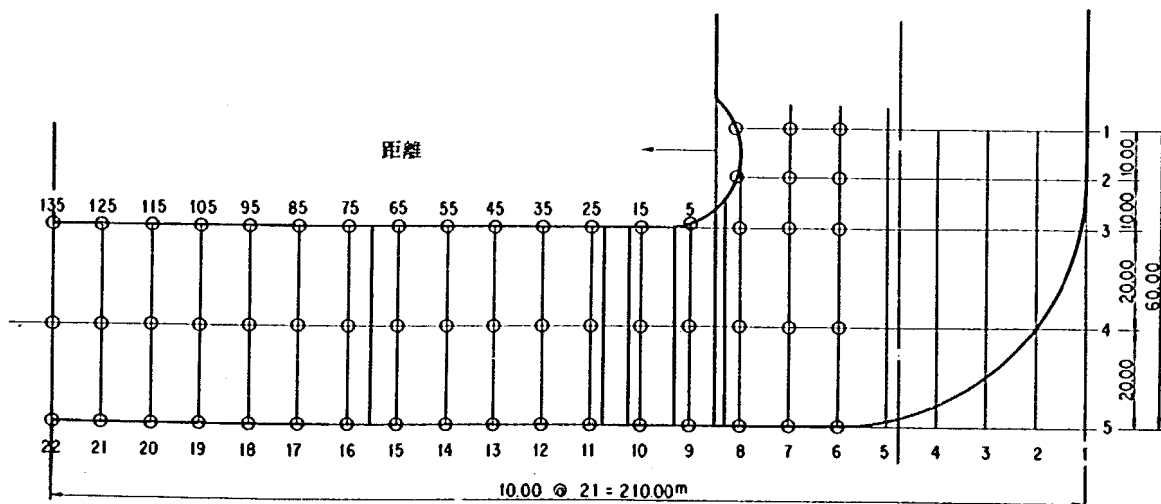
測線	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 最高		35275	35245	35275					
1 平均		35153	35138	35133					
2 最高		35228	35195	35010					
2 平均		35113	35098	34960					
3 最高		35220	35125	35145	34874		33342	33642	33352
3 平均		35125	35063	35003	34794		33142	32942	33087
4 最高		35180	35185	35075	34849		33542	33032	33212
4 平均		35110	35078	34993	34506		33102	33002	33047
5 最高		35328	35320	35205	34996		33757	33167	33157
5 平均		35195	35148	35083	34896		33577	33057	32987

測線	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1 最高									
1 平均									
2 最高									
2 平均									
3 最高	33612	33792	33832	33904	33972	34044	34002	34017	33852
3 平均	33342	33512	33629	33727	33754	33834	33859	33929	33817
4 最高	33567	33697	33774	33802	33957	33942	33957	33932	33879
4 平均	33317	33492	33582	33632	33712	33732	33809	33844	33792
5 最高	33362	33732	33827	33867	33937	34042	34007	33977	33927
5 平均	33385	33612	33627	33702	33757	33797	33847	33864	33847

実験番号 E - 2 流量 5060 m³/s

測線	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 最高		35660	35680	35820					
1 平均		35500	35528	35610					
2 最高		35678	35668	35530					
2 平均		35560	35478	35368					
3 最高		35665	35588	35420	35069		33867	33957	33862
3 平均		35543	35490	35323	34971		33407	33407	33577
4 最高		35675	35580	35460	35271		34017	33422	33517
4 平均		35520	35428	35358	35151		33802	33317	33282
5 最高		35813	35730	35803	35459		34330	33679	33672
5 平均		35600	35615	35525	35326		34107	33557	33427

測線	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1 最高									
1 平均									
2 最高									
2 平均									
3 最高	33877	34269	34232	34297	34422	34452	34442	34457	34417
3 平均	33582	33782	33957	34102	34197	34192	34247	34272	34247
4 最高	34012	34062	34107	34207	34282	34307	34332	34332	34327
4 平均	33552	33717	33867	33922	34032	34072	34192	34227	34162
5 最高	33982	34212	34337	34327	34347	34402	34512	34482	34332
5 平均	33577	33882	33947	33992	34042	34132	34227	34232	34157



減勢工資料 2 - 2 傾斜水叩き水面形測定結果

実験番号 E - 3

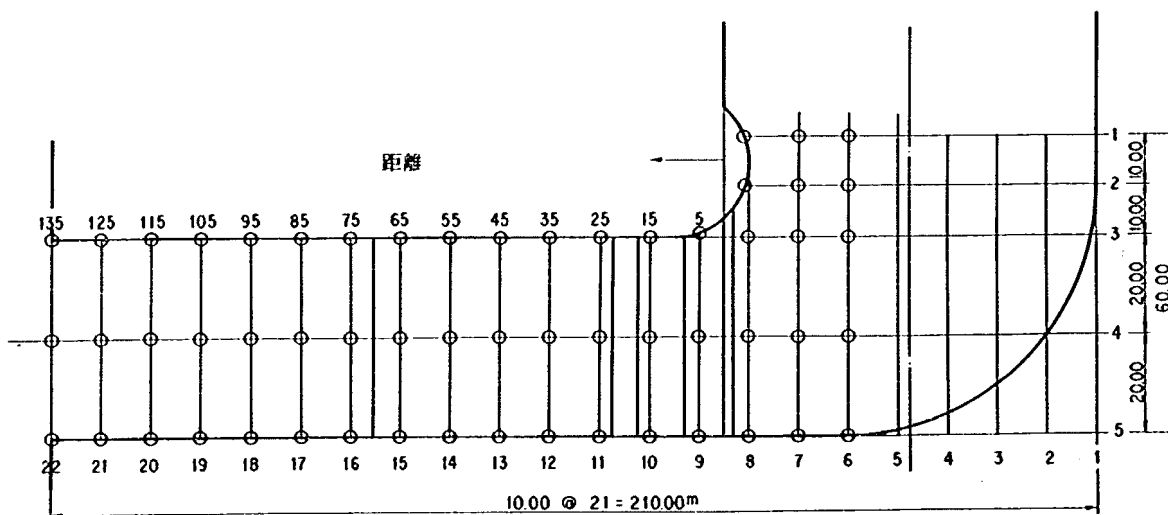
流量 3142 m³/s

測 点		測 定 結 果									
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	最高		35203	35170	35055						
	平均		35083	35075	34993						
2	最高		35183	35128	34960						
	平均		35098	35028	34835						
3	最高		35165	35123	35050	34759		33467	33682	33737	
	平均		35053	35025	34935	34654		32987	33197	33447	
4	最高		35138	35143	35063	34881		33462	33397	33617	
	平均		35075	35040	34940	34754		33292	33082	33457	
5	最高		35245	35185	35138	34916		33612	33427	33572	
	平均		35068	35050	35000	34824		33407	33117	33352	
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	最高										
	平均										
2	最高										
	平均										
3	最高	33847	33862	33937	33969	34014	33979	34039	33994	33907	
	平均	33567	33654	33737	33764	33822	33869	33859	33899	33709	
4	最高	33747	33799	33847	33902	33977	33964	33962	34012	33917	
	平均	33495	33624	33667	33757	33784	33832	33829	33879	33824	
5	最高	33872	33892	33944	33989	34004	34024	34029	33999	33942	
	平均	33525	33594	33689	33759	33829	33859	33854	33882	33824	

実験番号 E - 4

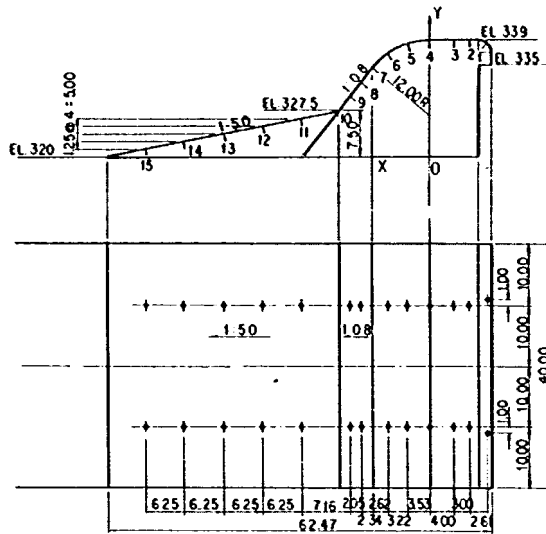
流量 4950 m³/s

測 点		5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	最高		35663	35620	35678						
	平均		35473	35450	35483						
2	最高		35658	35588	35505						
	平均		35150	35408	35290						
3	最高		35645	35558	35435	35169		33922	34007	34132	
	平均		35450	35415	35230	36866		33467	33697	33800	
4	最高		35593	35588	35480	35239		34107	33597	34032	
	平均		35465	35398	35318	35076		33722	33452	33707	
5	最高		35830	35870	35805	35376		34447	33832	34007	
	平均		35643	35518	35490	35224		34077	33507	33690	
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	最高										
	平均										
2	最高										
	平均										
3	最高	34262	34362	34482	34442	34497	34502	34497	34567	34457	
	平均	33922	33997	34129	34142	34282	34267	34312	34342	34277	
4	最高	34092	34089	34347	34362	34392	34482	34457	34422	34307	
	平均	33847	33917	34042	34102	34142	34177	34227	34252	34202	
5	最高	34290	34342	34447	34412	34477	34537	34492	34517	34397	
	平均	33867	34012	34057	34097	36167	34229	34242	34222	34197	



減勢工資料 2

減勢工資料 3 傾斜水叩き作用圧力測定結果



実験番号 E-1

実験番号 E-2

流量 3171 m³/s

流量 5060 m³/s

測線	測点	測定結果				測定結果			
		左岸		右岸		左岸		右岸	
		ピエゾ水頭	圧力水頭	ピエゾ水頭	圧力水頭	ピエゾ水頭	圧力水頭	ピエゾ水頭	圧力水頭
段差部	1	347.98	10.39	345.98	8.39	349.78	12.19	347.33	9.74
	2	347.43	8.43	346.83	7.83	348.58	9.58	348.33	9.33
	3	346.88	7.88	346.58	7.58	347.98	8.98	347.53	8.53
	4	343.98	4.98	344.03	5.03	344.43	5.43	344.03	5.03
	5	338.73	0.26	338.13	-0.34	337.73	-0.74	336.58	-1.89
	6	334.88	2.04	333.43	-3.49	333.73	-3.19	332.23	-4.69
	7	336.73	2.23	336.03	1.53	337.68	3.18	336.58	2.08
	8	339.03	6.40	336.23	3.60	342.48	9.85	338.58	5.95
	9	341.68	10.93	338.28	7.53	344.83	14.08	342.13	11.38
順傾斜部	10	344.48	18.23	343.18	16.93	347.48	21.23	345.78	19.53
	11	335.73	10.73	332.78	7.78	340.93	15.93	337.18	12.18
	12	331.48	7.73	329.93	6.18	335.63	11.88	332.88	9.13
	13	330.43	7.93	329.93	7.43	333.33	10.83	331.63	9.13
	14	330.43	9.18	330.88	9.63	332.43	11.18	332.38	11.13
	15	332.63	12.63	332.53	12.53	335.38	15.38	334.18	14.18

実験番号 E-3

実験番号 E-4

流量 3142 m³/s

流量 4950 m³/s

測線	測点	測定結果				測定結果			
		左岸		右岸		左岸		右岸	
		ピエゾ水頭	圧力水頭	ピエゾ水頭	圧力水頭	ピエゾ水頭	圧力水頭	ピエゾ水頭	圧力水頭
段差部	1	347.66	10.07	345.96	8.37	350.01	12.42	347.01	9.42
	2	347.28	8.28	346.56	7.56	348.76	9.76	348.01	9.01
	3	346.83	7.83	346.28	7.28	348.26	9.76	347.51	8.51
	4	344.23	5.23	343.93	4.93	344.76	5.76	344.21	5.21
	5	338.96	0.49	338.13	0.34	338.01	-0.46	336.48	-1.99
	6	334.73	2.19	333.93	2.99	333.86	-3.06	332.76	-4.16
	7	336.53	2.03	335.88	1.38	337.38	2.88	336.76	2.26
	8	338.53	5.90	335.91	3.28	342.01	9.38	338.08	5.47
	9	341.26	10.51	338.11	7.36	344.68	13.93	341.51	10.76
順傾斜部	10	343.93	17.68	343.46	17.21	347.51	21.26	345.26	19.01
	11	335.53	10.53	332.68	7.68	342.43	17.43	338.33	13.33
	12	332.53	8.78	331.81	8.06	337.83	14.08	336.06	12.31
	13	332.68	10.18	332.63	10.13	336.86	14.36	336.26	13.76
	14	333.31	12.06	333.03	11.78	336.28	15.03	336.81	15.56
	15	334.96	14.96	334.63	14.63	338.76	18.76	338.06	18.06

第4節 昭和54年度減勢工水理実験

4-1 概 要

本節および次節(第5節)は昭和54年度に筑波研究学園都市内の土木研究所ダム水理実験施設で実施された大川ダム洪水吐の減勢工に関する調査結果を取りまとめたものである。実験模型は縮尺1/50にて主として木材加工により製作されているが、その詳細は第2節2-2実験方法に記載されている。また測定方法および相似律についても2-2項によるものとする。

前年度までの検討で上流減勢工から傾斜水叩きまでの形状が決定されている。本年度はまず下流減勢工形状として副ダムの位置および形状を傾斜水叩きの機能を考慮して決定し、さらに下流河道形状および副ダムに付随する減勢工の検討を実施している。

4-2 下流減勢工形状の検討

副ダムの形状は既設ダムの例を参考にして図1-64に示すものを採用して下流減勢工形状の検討を実施している。副ダム設置位置の基礎岩盤の強度によっては、天端巾を縮める事は可能であり、また上流側水叩きについては水理実験の結果をそのまま参考に出来るが、上流面形状(隅取りを含む)を変更する場合には設計資料の再検討が必要である。

先年度の傾斜水叩きの機能調査に際して、副ダムは段差部から137 m下流の位置に設置すれば水理的に余裕がある事が知られていたのでその位置が副ダムの上流面になるように固定した上で副ダムの高さを変化させて下流減勢工の機能調査を実施した。その結果副ダム高9.5 mのものが傾斜水叩きを含めた下流減勢工の機能としては最適であると判断されている。水面形状の測定結果を図1-65および図1-66に示す。副ダム高が9.0 mの場合は $4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模流下時には水理的に余裕のない設計となっており、 $5,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模流下時には全体的な水面変動が大きくなっている。また副ダム高が10.0 mの場合は $4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模流下時傾斜水叩き付近で潜り跳水に近い状態となっており減勢機能が副ダム高9.5 mのケースと比較して劣っている。この状態は $5,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模流下時には逆転している。

さて、副ダム高9.5 mとする時副ダム上流の水叩き長に相当の余裕が認められたので副ダムの位置を段差から110 m, 120 m, 137 mと変化させて検討を実施した。その結果 $4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模流下時120 mのものが最も適当であると判断された。図1-67の比較図に示すように110 mのものは副ダムの動圧を受けてシルとしての機能を果しており水面変動も大きくなっている。

以上の検討結果から副ダム高として9.5 m, 副ダム位置として段差から120 mの形状を大川ダム洪水吐下流減勢工として採用した。

なお、この形状での $5,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模流下時の水面形状を図1-68に示す。この流量に対しても上記設計案は減勢機能を維持している。

また下流減勢工導流壁高としては設計対象の $4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模の流下時の水面の最高位置(E1.342.85 m)を若干上廻るE1.343.0 mが適当であろう。

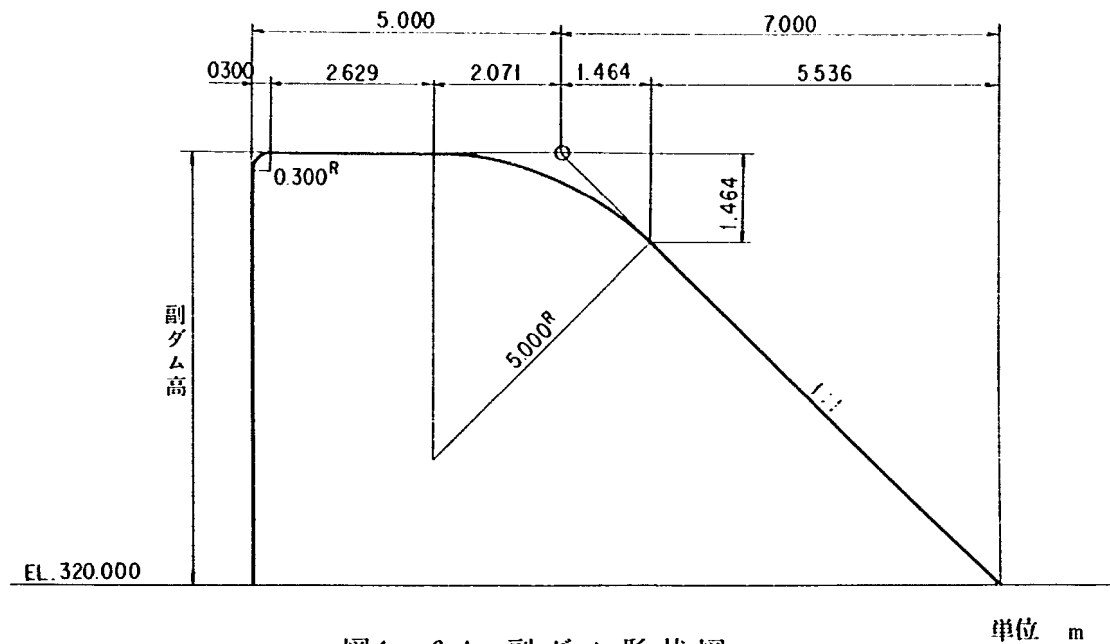
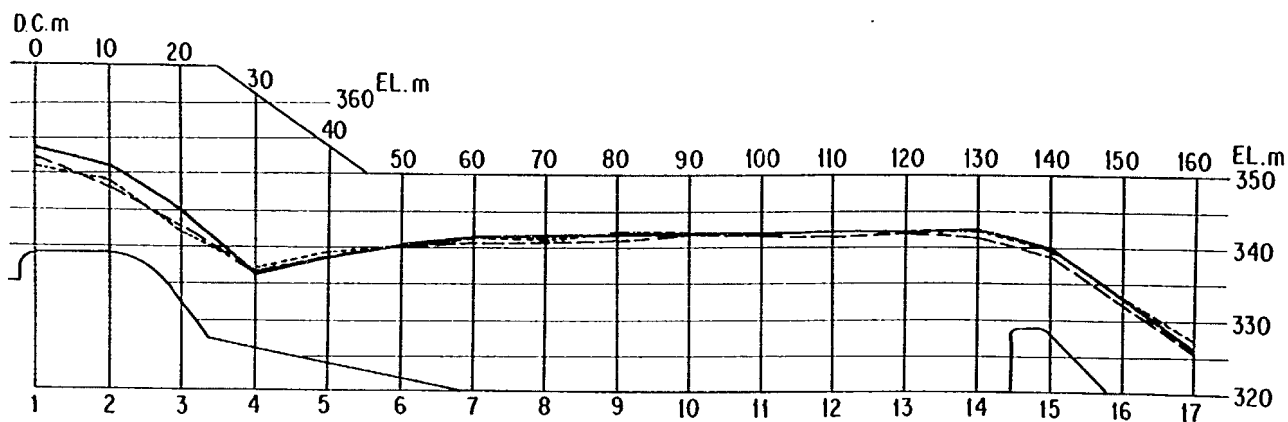
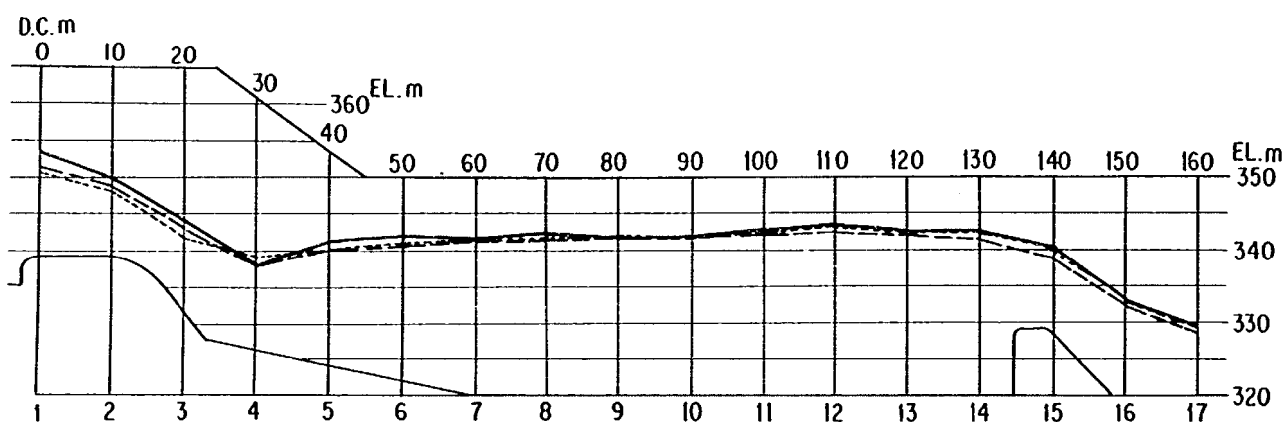


図1-64 副ダム形状図

F-1 副ダム高 9.0 m, 副ダム位置 137 m, 流量 $4007 \text{ m}^3/\text{s}$



F-2 副ダム高 9.5 m, 副ダム位置 137 m, 流量 $3999 \text{ m}^3/\text{s}$



F-3 副ダム高 10.0 m, 副ダム位置 137 m, 流量 $3999 \text{ m}^3/\text{s}$

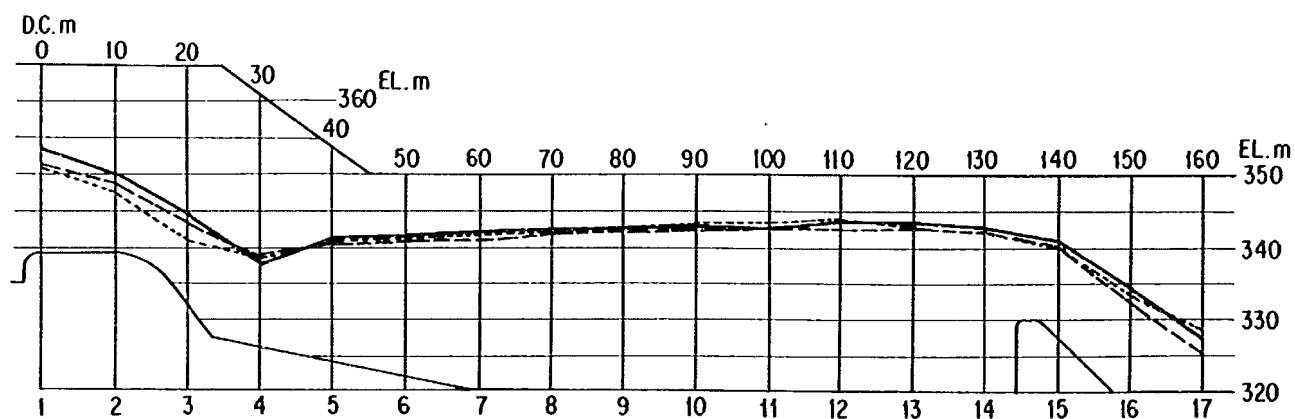
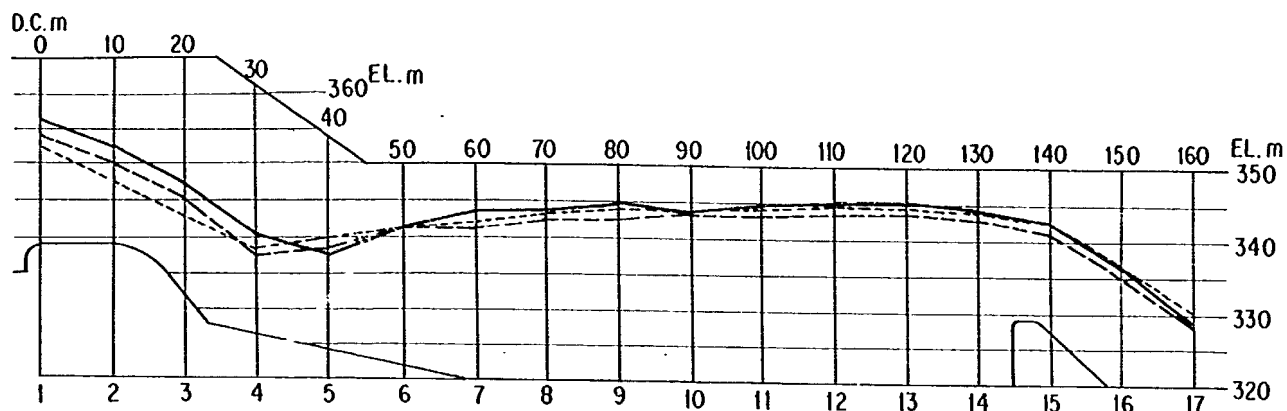
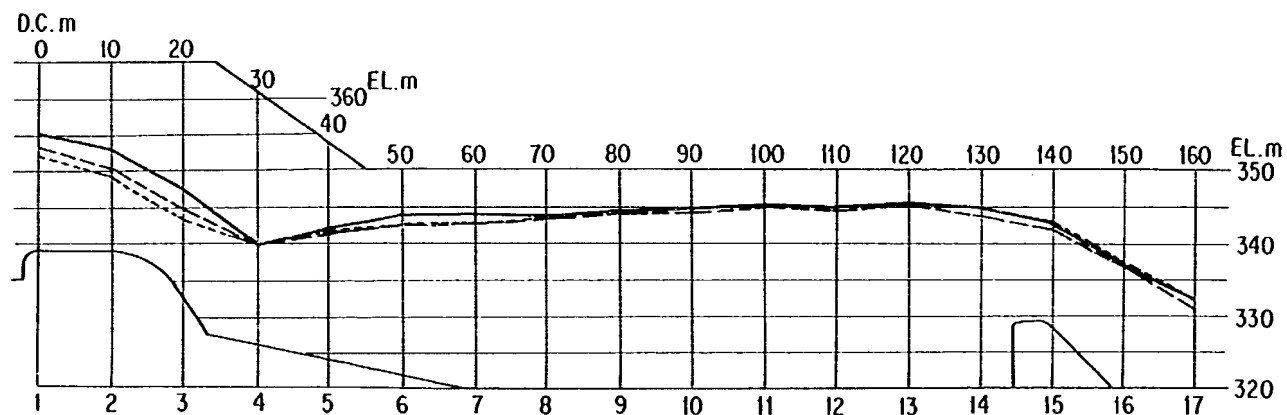


図 1-65 下流減勢工水面形状 (その 1)

F-4 副ダム高 9.0 m, 副ダム位置 137 m, 流量 5016 m³/s



F-5 副ダム高 9.5 m, 副ダム位置 137 m, 流量 5000 m³/s



F-6 副ダム高 10.0 m, 副ダム位置 137 m, 流量 5010 m³/s

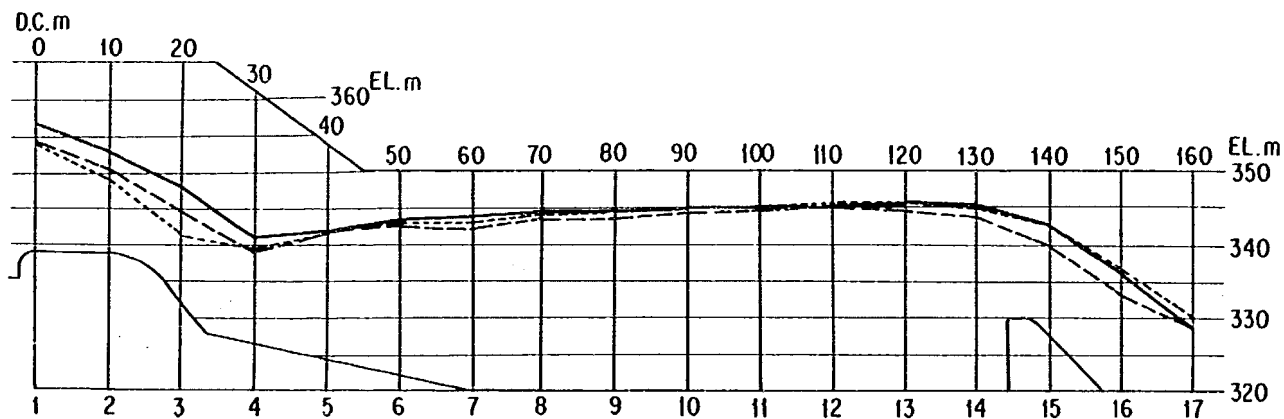
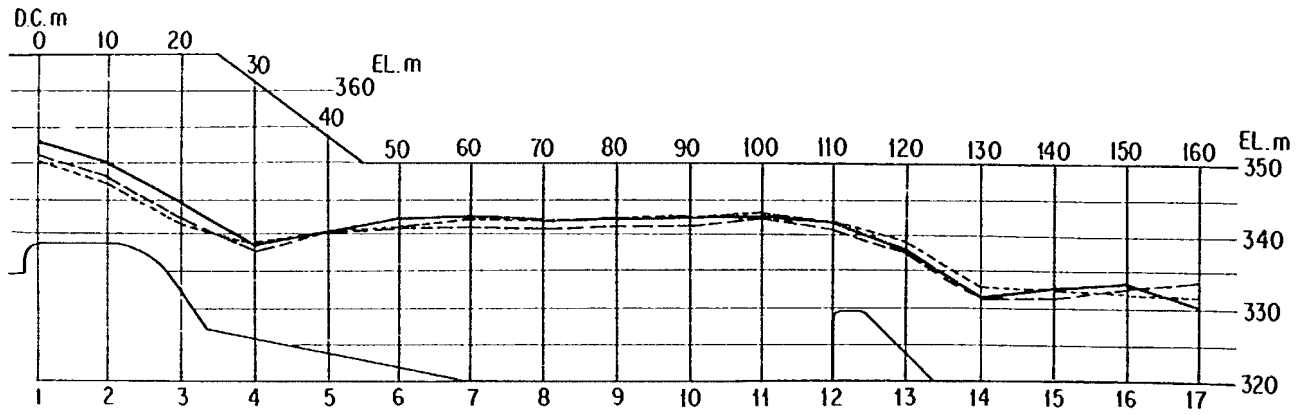
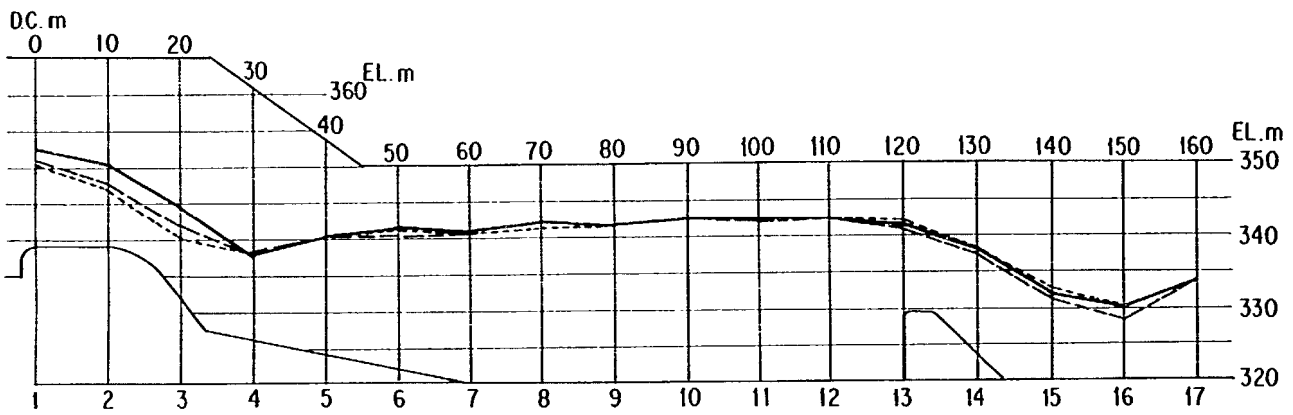


図 1-66 下流減勢工水面形状 (その 2)

F-7 副ダム位置 110 m, 副ダム高 9.5 m, 流量 $3999\text{ m}^3/\text{s}$



F-8 副ダム位置 120, 副ダム高 9.5 m, 流量 $3982\text{ m}^3/\text{s}$



F-9 副ダム位置 137 m, 副ダム高 9.5 m, 流量 $3999\text{ m}^3/\text{s}$

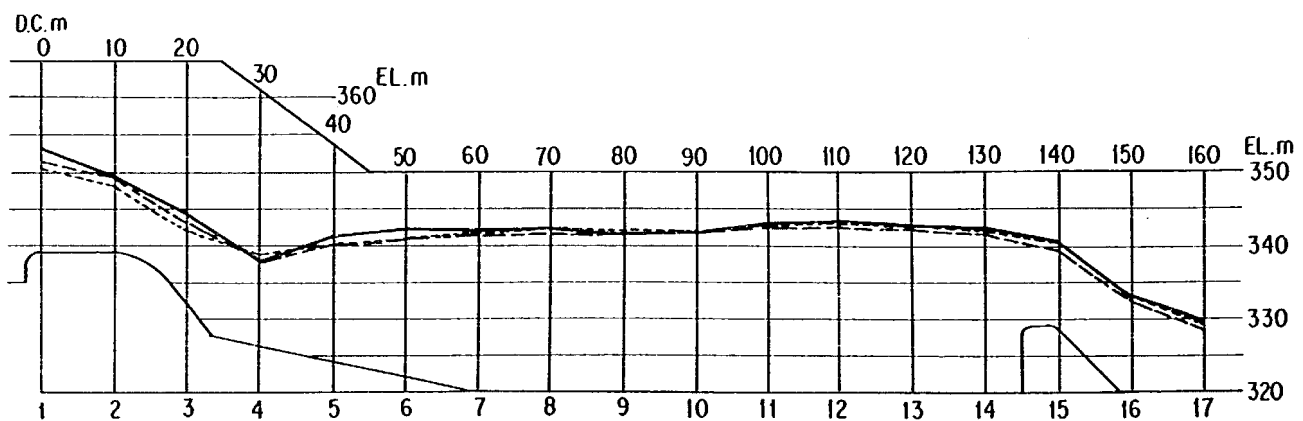


図 1-67 下流減勢工水面形状 (その 3)

F-10 副ダム位置 120 m, 副ダム高 9.5 m, 流量 4978 m³/s

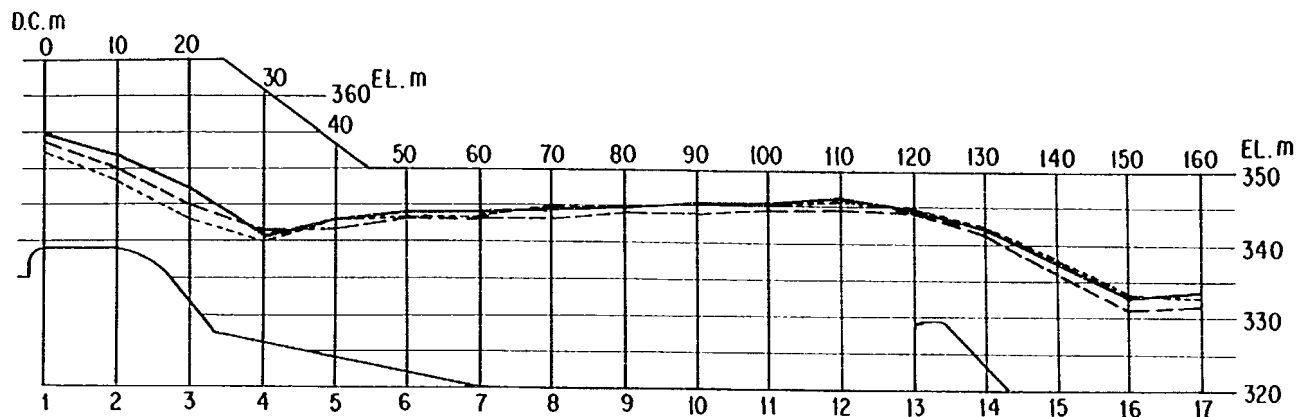
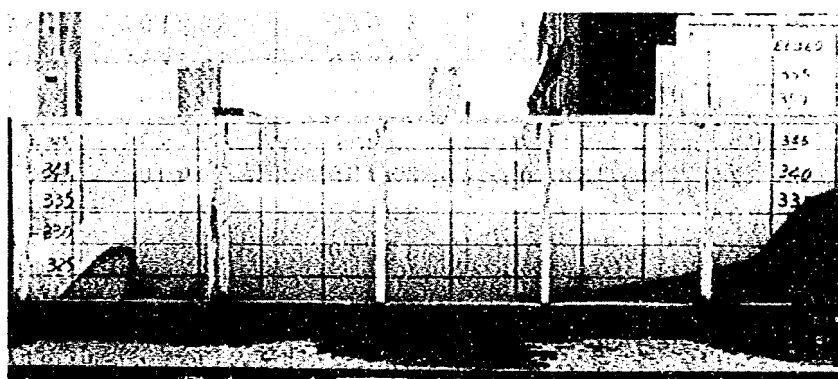
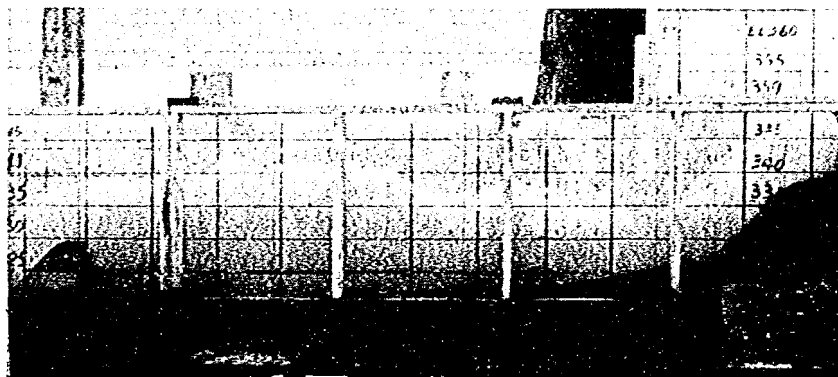


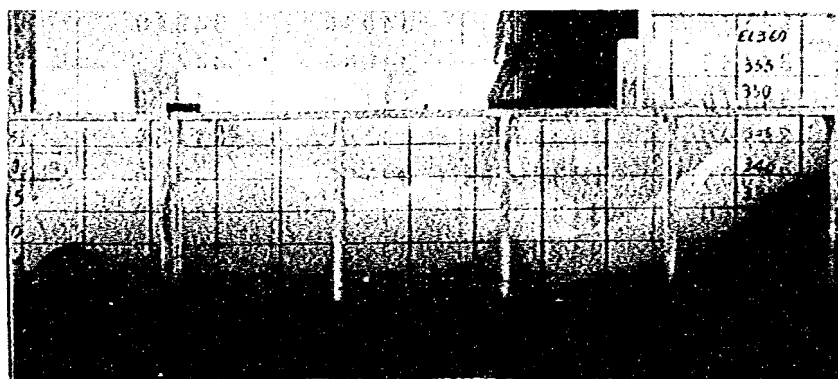
図1-68 下流減勢工水面形状(その4)



流量(m ³ /s)	3,000
副ダム高	9.5 m
副ダム位置	120.0 m



流量(m ³ /s)	4,000
副ダム高	9.5 m
副ダム位置	120.0 m



流量(m ³ /s)	5,000
副ダム高	9.5 m
副ダム位置	120.0 m

写真1-69 下流減勢工流況写真

実験 番号	F-1
----------	-----

副ダム高	9m
副ダム位置	137m

実験 条件	貯水位 WL 390.99m
	流 量 4007 m ³ /s

測定 番号	縦 距 (m)	左 岸 (EL. m)		中 央 (EL. m)		右 岸 (EL. m)	
		最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	0	353.50	351.50	351.95	350.55	350.85	349.80
2	10	350.25	349.15	348.30	346.90	348.95	346.25
3	20	345.20	343.15	342.70	341.10	341.50	339.35
4	30	336.15	334.85	336.10	334.15	337.10	335.65
5	40	338.50	336.30	339.05	336.70	338.90	336.80
6	50	340.15	338.30	339.85	337.70	339.90	337.85
7	60	341.85	339.45	340.30	338.85	340.90	339.05
8	70	341.90	339.80	340.70	338.75	340.90	339.45
9	80	341.80	340.05	341.15	339.60	342.00	340.00
10	90	342.05	339.95	342.00	339.90	341.85	339.80
11	100	342.15	340.55	341.70	340.25	342.10	340.40
12	110	342.20	341.00	341.80	340.60	342.25	341.05
13	120	342.65	340.80	341.90	340.55	342.60	341.25
14	130	342.55	340.85	341.60	340.45	342.05	341.05
15	140	339.80	338.25	338.80	337.95	340.00	338.65
16	150	333.25	332.05	332.45	331.30	333.30	332.10
17	160		326.20		325.70		327.80

実験 番号	F-4
----------	-----

副ダム高	9m
副ダム位置	137m

実験 条件	貯水位 WL 396.78m
	流 量 5016 m ³ /s

測定 番号	縦 距 (m)	左 岸 (EL. m)		中 央 (EL. m)		右 岸 (EL. m)	
		最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	0	356.45	354.70	353.95	352.70	352.90	351.60
2	10	352.65	350.70	350.25	349.40	348.35	346.70
3	20	347.50	346.10	345.10	343.55	343.00	340.40
4	30	340.10	338.15	337.25	335.55	338.25	336.35
5	40	337.75	336.55	338.75	336.90	340.15	338.90
6	50	341.30	338.80	341.60	339.30	341.20	339.10
7	60	343.30	341.45	341.60	339.55	342.20	339.45
8	70	344.00	341.30	342.80	340.40	343.40	340.80
9	80	344.80	341.80	342.70	340.65	344.15	341.55
10	90	344.15	341.70	343.55	341.40	344.10	342.20
11	100	344.65	342.20	343.55	341.50	344.50	342.50
12	110	345.20	343.05	343.80	341.95	344.80	342.70
13	120	345.10	343.10	343.90	342.60	344.70	343.05
14	130	344.55	342.60	342.90	342.05	344.15	342.70
15	140	342.40	340.55	341.10	340.10	342.75	341.30
16	150	336.30	334.50	335.15	334.10	336.75	335.05
17	160		328.80		328.25		330.30

減勢工資料4-1

実験 番号	F-2 (9)
----------	------------

副ダム高	9.5 m
副ダム位置	137 m

実験 条件	貯水位 WL 391.13 m
	流 量 3999 m ³ /s

測定 番号	縦 距 (m)	左 岸 (EL. m)		中 央 (EL. m)		右 岸 (EL. m)	
		最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	0	353.05	351.45	351.40	350.45	350.75	350.15
2	10	349.75	348.50	349.05	347.50	348.35	346.90
3	20	344.05	342.65	343.55	341.50	342.10	339.80
4	30	338.05	336.70	338.05	336.85	339.10	337.75
5	40	341.30	339.90	340.10	338.90	340.60	338.70
6	50	342.15	339.80	341.10	339.15	341.45	339.25
7	60	342.25	340.55	341.65	339.80	342.35	340.25
8	70	342.65	340.65	341.80	340.45	341.85	340.00
9	80	342.30	340.65	342.25	340.40	342.50	340.75
10	90	342.25	340.95	342.15	340.60	342.10	340.65
11	100	343.15	341.60	342.50	341.15	342.85	341.60
12	110	343.55	341.85	342.45	341.60	343.30	341.80
13	120	343.15	341.60	342.70	341.50	343.20	341.75
14	130	342.95	341.40	341.85	341.05	342.20	341.10
15	140	340.55	339.50	339.35	338.55	340.40	339.50
16	150	333.70	332.85	332.40	331.60	333.70	332.85
17	160	329.95	328.95	328.45	327.35	329.95	329.75

実験 番号	F-5
----------	-----

副ダム高	9.5 m
副ダム位置	137 m

実験 条件	貯水位 WL 396.49 m
	流 量 5000 m ³ /s

測定 番号	縦 距 (m)	左 岸 (EL. m)		中 央 (EL. m)		右 岸 (EL. m)	
		最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	0	355.50	354.45	353.40	352.55	352.05	358.25
2	10	353.20	350.90	350.75	349.35	349.15	347.00
3	20	347.85	345.70	345.30	354.75	343.55	341.16
4	30	340.10	339.00	339.65	338.00	340.80	339.10
5	40	342.40	340.85	341.85	340.50	342.30	340.65
6	50	344.15	342.50	343.10	341.10	342.85	341.25
7	60	344.25	342.60	343.33	341.60	343.70	342.55
8	70	344.15	342.80	343.35	341.55	344.00	341.80
9	80	344.85	342.80	344.35	342.30	344.75	342.90
10	90	345.15	343.00	344.70	342.85	345.10	343.10
11	100	345.55	343.60	345.15	343.00	345.25	343.60
12	110	345.30	343.60	344.90	343.30	345.20	344.15
13	120	345.75	344.00	345.05	343.60	345.35	344.30
14	130	345.20	343.35	344.10	342.85	344.70	343.55
15	140	342.85	341.45	341.85	341.20	343.20	342.45
16	150	336.50	335.70	337.05	335.55	337.85	336.15
17	160	332.55	331.50	330.85	329.85	332.30	331.45

減勢工資料 4-2

実験 番号	F-3
----------	-----

副ダム高	10m
副ダム位置	137m

実験 条件	貯水位 WL 391.18m
	流 量 3999 m ³ /s

測定 番号	縦 距 (m)	左 岸 (EL.m)		中 央 (EL.m)		右 岸 (EL.m)	
		最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	0	353.85	352.00	351.70	350.80	351.20	349.50
2	10	349.75	348.75	348.45	347.30	347.25	345.75
3	20	345.15	343.20	342.90	341.25	340.85	338.75
4	30	337.90	336.20	338.80	337.00	338.85	337.10
5	40	341.20	339.45	340.75	338.55	340.95	339.35
6	50	341.80	340.00	340.70	339.05	341.20	339.65
7	60	342.35	340.70	341.00	339.40	341.95	340.00
8	70	342.50	340.50	341.55	330.20	342.45	340.40
9	80	342.50	341.15	342.05	340.75	342.70	340.90
10	90	342.80	341.25	342.50	341.10	342.35	341.30
11	100	342.70	341.60	342.80	341.10	343.15	341.95
12	110	343.20	341.90	342.65	341.65	343.50	341.95
13	120	343.70	342.20	342.50	341.65	343.45	342.05
14	130	342.75	341.65	342.20	341.30	342.80	341.80
15	140	340.70	339.65	339.75	339.00	340.75	339.80
16	150	334.05	332.35	332.85	331.55	330.20	331.60
17	160	327.30	326.05		325.10		328.40

実験 番号	F-6
----------	-----

副ダム高	10m
副ダム位置	137m

	貯水位 WL 449.81 m
	流 量 5010 m ³ /s

測定 番号	縦 距 (m)	左 岸 (EL.m)		中 央 (EL.m)		右 岸 (EL.m)	
		最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	0	356.10	354.30	353.90	352.70	353.70	351.65
2	10	352.80	350.65	350.25	349.00	348.60	346.40
3	20	357.50	345.50	344.75	343.15	341.25	339.55
4	30	341.20	338.65	338.75	337.80	339.30	338.00
5	40	341.90	339.70	341.75	339.95	342.05	339.90
6	50	343.55	341.00	342.70	340.15	342.80	340.80
7	60	344.20	341.90	342.80	341.50	343.15	341.30
8	70	344.65	341.60	343.10	341.35	344.05	341.60
9	80	344.60	342.40	343.80	342.15	344.50	342.55
10	90	344.95	342.95	344.30	342.40	344.90	342.95
11	100	345.35	343.20	344.30	342.85	345.30	343.60
12	110	345.95	344.20	345.20	343.55	345.60	343.95
13	120	345.95	343.85	344.85	343.45	346.00	344.40
14	130	345.30	343.60	343.90	343.20	345.00	344.00
15	140	342.65	341.45	339.75	341.10	342.90	342.00
16	150	336.05	334.80	332.85	334.45	336.85	355.55
17	160		328.80		328.55		330.15

減勢工資料 4-3

実験 番号	F-8
----------	-----

副ダム高	9.5m
副ダム位置	120m

実験 条件	貯水位 WL 388.05m
	流 量 3982 m ³ /s

測定 番号	縦 距 (m)	左 岸 (EL. m)		中 央 (EL. m)		右 岸 (EL. m)	
		最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	0	352.85	351.15	351.20	350.60	350.40	349.50
2	10	350.70	348.70	348.35	347.05	347.35	345.85
3	20	344.75	343.10	342.15	341.40	340.65	339.00
4	30	337.95	336.60	338.05	336.00	338.20	336.35
5	40	340.55	338.55	340.55	339.00	340.20	338.10
6	50	341.95	340.10	340.95	339.15	341.10	339.30
7	60	341.30	339.80	341.00	339.35	340.95	339.45
8	70	342.10	340.50	342.00	340.05	341.65	339.95
9	80	342.10	340.85	341.90	340.30	342.20	340.50
10	90	342.45	341.60	342.40	340.80	342.30	340.65
11	100	342.65	341.35	342.20	341.25	342.85	341.45
12	110	342.75	341.25	342.30	341.25	342.85	342.00
13	120	341.75	340.90	341.25	340.30	342.00	340.95
14	130	338.35	337.60	337.50	336.35	338.35	337.15
15	140	332.05	330.95	331.15	329.95	332.60	331.50
16	150	330.15	328.65	328.60	327.05	330.00	329.20
17	160	330.35	332.50	333.65	332.85	333.25	332.45

実験 番号	F-10
----------	------

副ダム高	9.5m
副ダム位置	120m

実験 条件	貯水位 WL 390.82m
	流 量 4978 m ³ /s

測定 番号	縦 距 (m)	左 岸 (EL. m)		中 央 (EL. m)		右 岸 (EL. m)	
		最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	0	354.80	353.75	353.65	352.30	352.55	351.05
2	10	352.00	351.10	350.50	349.55	348.55	347.20
3	20	347.50	346.00	345.15	343.50	343.00	340.15
4	30	341.30	340.35	341.55	339.85	340.30	339.30
5	40	343.25	340.85	342.35	341.55	343.25	340.70
6	50	344.30	341.65	343.50	341.35	343.60	340.90
7	60	344.25	342.75	343.25	341.55	343.90	341.85
8	70	344.70	343.00	344.10	342.75	345.10	343.10
9	80	344.90	343.35	344.45	343.05	345.30	343.10
10	90	345.55	343.60	344.40	343.25	345.75	343.70
11	100	345.75	343.80	344.80	343.65	345.70	343.95
12	110	346.25	344.20	344.90	344.05	345.80	344.45
13	120	344.55	343.55	340.05	343.00	344.85	344.10
14	130	342.10	341.10	341.85	340.85	342.95	342.15
15	140	337.60	336.90	336.65	334.80	338.35	337.10
16	150	333.15	331.50	331.15	329.85	333.45	332.25
17	160	333.50	332.30	331.70	329.95	332.90	331.45

減勢工資料 4-4

実験 番号	F-7
----------	-----

副ダム高	9.5 m
副ダム位置	110 m

実験 条件	貯水位	WL 391.39 m
	流量	3999 m ³ /s

測定 番号	縦 距 (m)	左 岸 (EL. m)		中 央 (EL. m)		右 岸 (EL. m)	
		最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	0	353.10	351.70	351.45	350.35	350.70	349.45
2	10	350.15	348.85	348.45	347.75	347.70	346.65
3	20	344.60	343.65	342.60	341.60	341.15	339.50
4	30	338.85	337.00	337.90	336.80	338.90	337.70
5	40	340.60	339.40	340.60	339.55	340.85	338.95
6	50	342.45	340.50	341.50	340.00	341.35	339.55
7	60	342.35	340.80	341.30	340.00	342.20	340.50
8	70	342.55	340.75	341.30	340.25	342.10	340.25
9	80	342.15	341.05	341.60	340.70	342.35	340.80
10	90	342.25	341.35	342.15	340.95	342.65	341.10
11	100	342.15	340.95	342.50	340.90	342.80	341.60
12	110	341.75	340.70	341.20	340.45	341.95	341.30
13	120	338.35	337.00	337.90	337.05	339.45	337.75
14	130	331.80	330.45	331.65	330.02	333.35	332.35
15	140	332.80	331.25	331.45	329.35	332.25	331.20
16	150	333.85	333.00	333.33	331.75	333.30	332.30
17	160	333.00	331.75	333.65	332.15	331.50	330.30

減勢工資料 4-5

4-3 下流河道に関する検討

副ダムからの越流水は、下流減勢工設計対象の $4000\text{ m}^3/\text{s}$ 規模流下時で2.3 m水柱程度、下流河道設計対象の $3000\text{ m}^3/\text{s}$ 規模で2.0 m水柱程度のエネルギーを持つ事になり、下流河道に問題を引き起こさないようにするために副ダム下流に何等かの減勢工が必要となるものと予想される。

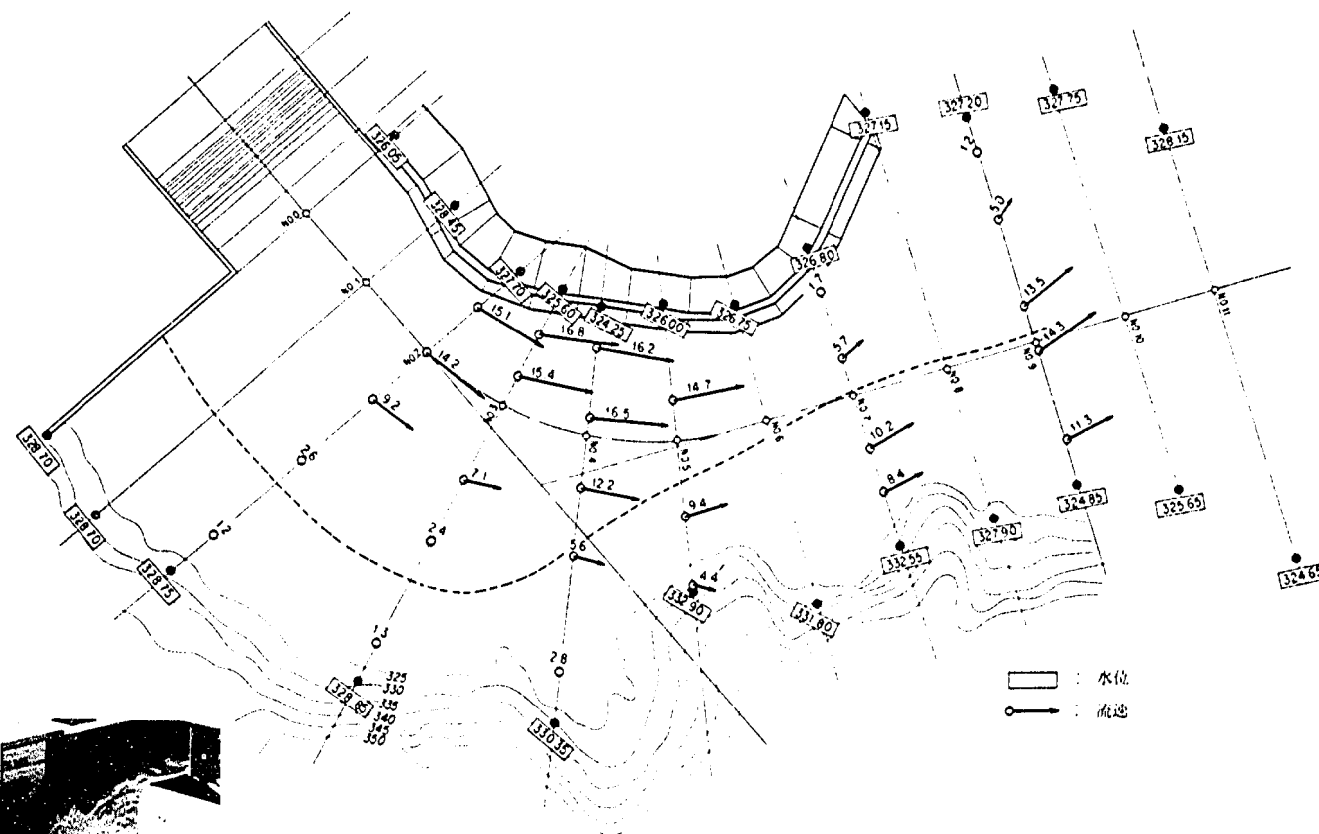
本項では副ダム減勢工の設計および検討に先立って、副ダム減勢工と密接に係わる下流河道について現状での問題点の把握およびその解決法の指針を得るために実施した水理実験の検討結果を報告する。

なお、本項の検討にあたって副ダムは高さ9.5 m、設置位置は上流面が段差から137 mである。また下流減勢工の導流壁は副ダム下流9.5 mまで設置し、副ダム下流底面は河道も含めてすべてE1.320 mとしている。左岸護岸形状を図1-70に示す。

図1-71は上記条件下で $3000\text{ m}^3/\text{s}$ 規模の洪水を流下させた時の測定結果である。下流水深は資料が不足していたので安全側を考え模型末端で限界あるいは射流状態としている。その結果副ダム下流での水深が不足しており副ダムからの流下水は射流となって流下しその後不安定な波状跳水を発生している。またこの不安定な波状跳水は下流狭さく部(測線No.5)付近にも認められる。また流れの一部は測線No.5付近の右岸張り出しを水衝部として右岸沿いに上流へ向かう流れとなっている。この流れは副ダム下流でダムからの流れと合流する事となり、重ねて副ダムからの流水の流下状態を悪化させている。左岸側護岸の副ダム直下の形状は実験的検討を待つべくもなく根が洗掘される等の問題があることは明白であり全体的に左岸奥へ追い込む必要がある。

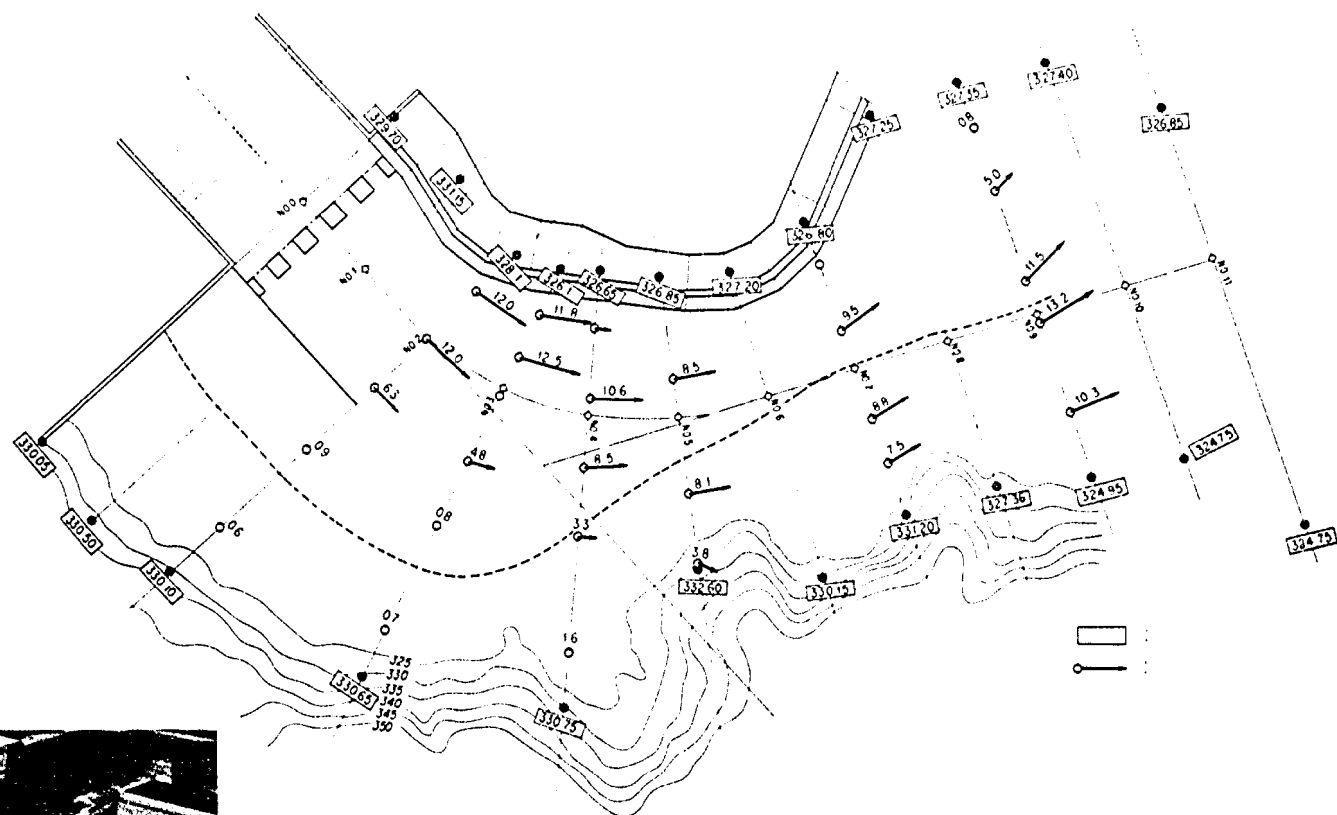
さて、以上の検討結果から副ダム減勢工の必要性および左岸側に生じる平面渦が発電所の放水口との関係で問題となる事が懸念されるため、図1-72に示す様な形状で検討を実施した。これは副ダム下流に減勢工としてバップルピアーを設置し、また、副ダム下流右岸に導流壁を設置して右岸側の逆流が副ダムからの越流水に及ぼす影響を軽減しようとするものである。この結果は図1-72に示めす通りであるが、副ダム減勢工としてバップルピアーはその機能を十分に発揮しているが、下流水深が低くピアーによる盛り上がり流下する際射流状態となり、下流に波状跳水が発生している。この波状跳水はケースK-1(図1-71)と比較すると弱いものである。その波状跳水の発生位置は右岸導流壁先端となっているが、これは右岸の死水域(弱い平面渦がある)により先端部で水位が高まっているためである。

いずれにしてもバップルピアーによる減勢だけでは十分でなく、また下流護岸の改修によってはさらに下流水位が低下する可能性もあるので次項で副ダム減勢工の検討をさらに実施することとした。



実験番号	K-1	検討流量	2998.41 m ³ /s
下流減勢工形状	副ダム減勢工形状		
副ダム高(D)	9.5 m	—	—
副ダム位置(L)	137 m	—	—
水叩き標高	EL. 320 m	—	—

図1-71 下流河道流況図(その1)



実験番号	K-2	検討流量	2977.84 m ³ /s
下流減勢工形状	副ダム減勢工形状		
副ダム高(D)	9.5 m	バップルピアー高	4.0 m
副ダム位置(L)	137 m	バップルピアー位置(L)	165 m
水叩き標高	EL. 320 m		

(注) 右岸に導流堤を設置 高さE1.300 m) 終端位置 200 m

図1-72 下流河道流況図(その2)

流速測定結果数值表

(下流河道)

実験番号	K-1
流量(m ³ /s)	2998.88

断面	測定結果 (m/s)														
	1			2			3			4			5		
	x(m)	y(m)	測定値	x(m)	y(m)	測定値	x(m)	y(m)	測定値	x(m)	y(m)	測定値	x(m)	y(m)	測定値
No 2	40	15	15.1	40	0	14.2	40	-15	9.2	40	-35	2.6	40	-60	1.2
3	53	20	16.8	56	11	15.4	65	-12	7.1	71	-26	2.4	80	-50	1.3
4	63	28	16.2	73	17	16.5	83	6	12.2	93	-5	5.6	11	-23	2.8
5	82	33	14.7	102	18	9.4	115	10	4.4						
7	85	72	1.7	100	67	5.7	118	60	10.2	127	55	8.4			
9	85	120	1.2	100	110	5.0	117	105	13.5	126	100	14.3	144	92	11.3

実験番号	K-2
流量(m ³ /s)	2977.84

断面	測定結果 (m/s)														
	1			2			3			4			5		
	x(m)	y(m)	測定値	x(m)	y(m)	測定値	x(m)	y(m)	測定値	x(m)	y(m)	測定値	x(m)	y(m)	測定値
No 2	40	15	12.0	40	0	12.0	40	-15	6.3	40	-35	0.9	40	-60	0.6
3	53	20	11.8	56	11	12.5	65	-12	4.8	71	-26	0.8	80	-50	0.7
4	63	28	2.8	73	17	10.5	83	6	8.5	93	-5	3.3	11	-23	1.6
5	82	33	8.5	102	18	8.1	115	10	3.8						
7	85	72	1.1	100	67	9.5	118	60	8.8	127	55	7.5			
9	85	120	0.8	100	110	5.0	117	105	11.5	126	100	13.2	144	92	10.3

水位測定結果数值表

(下流河道)

実験番号	K-1
流量(m ³ /s)	2998.41

	左岸	右岸
	EL. (m)	EL. (m)
No 0	326.05	328.70
1	328.45	328.70
2	327.70	328.75
3	325.60	328.85
4	324.25	330.35
5	326.00	332.90
6	326.75	331.80
7	326.80	332.55
8	327.15	327.90
9	327.20	324.85
10	327.75	325.65
11	328.15	324.65

実験番号	K-2
流量(m ³ /s)	2977.84

断面	左岸	右岸
	EL. (m)	EL. (m)
No 0	329.70	330.05
1	331.15	330.50
2	328.10	330.10
3	326.10	330.65
4	326.65	330.75
5	326.85	332.60
6	327.20	330.15
7	326.80	331.20
8	327.25	327.35
9	327.35	324.95
10	327.40	325.40
11	326.85	324.75

減勢工資料 5

4-4 副ダム減勢工形状の検討

副ダム減勢工の前項の検討から現状河道では下流水深が十分に期待出来ない事が知れたので補助構造物により十分な下流水深を確保する方策を考えることにする。

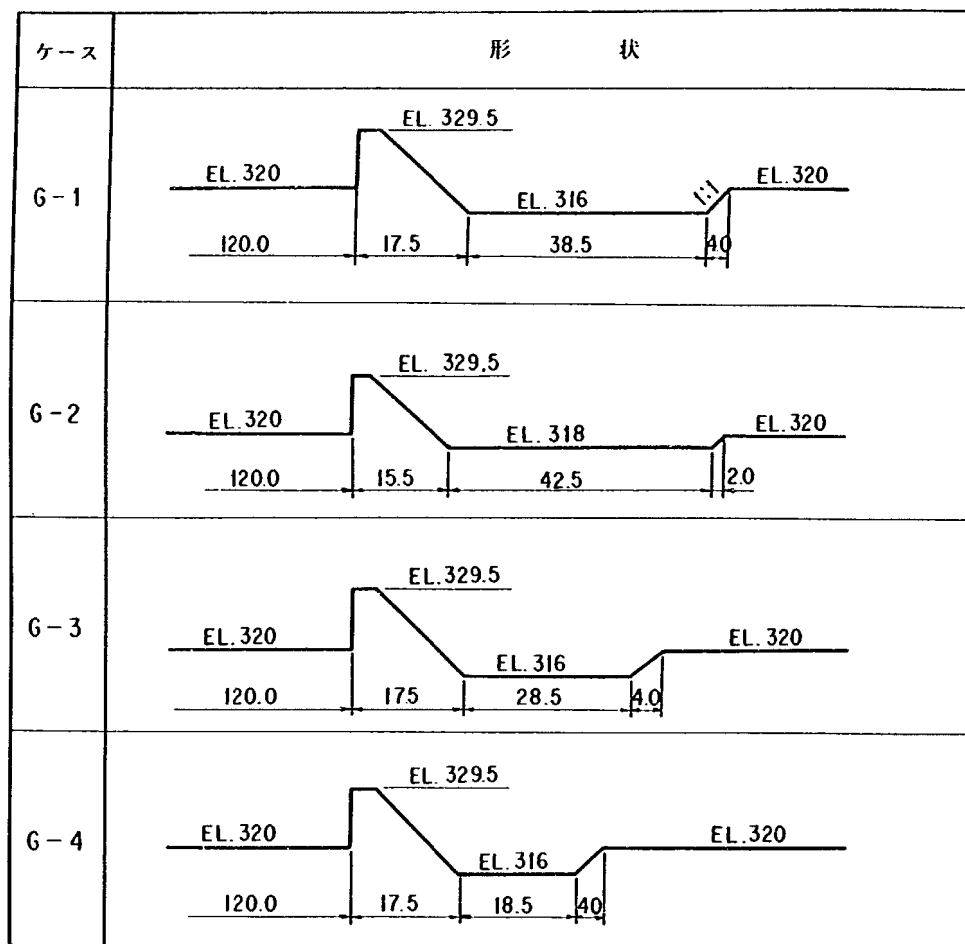


図 1-73 副ダム減勢工検討形状図

副ダム下流にシルを設置するものとする必要シル高は以下の様に概算出来る。

$$\frac{d}{h_1} = \frac{(1+2F_1^2)\sqrt{1+8F_1^2}-5F_1^2-1}{1+4F_1^2-\sqrt{1+8F_1^2}} - \left(\frac{\sqrt{g}}{C}F_1\right)^{2/3}$$

$$F_1 = \frac{v_1}{\sqrt{gh_1}}, \quad v_1 = \sqrt{2gH}, \quad h_1 = \frac{q}{v_1}$$

ここで、 h_1 ；跳水前の水深、 F_1 ；跳水前の流れのフルード数、 v_1 ；跳水前の流速

q ；単位巾流量、 C ；シルの流量係数（＝2.0）、 g ；重力加速度

H ；有効落差（＝下流減勢工水位－ h_1 ）

3000 m³/s を対象流量とすると $q = 75 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$ ，下流減勢工水位＝20 m であるから繰り返し計算により

$$v_1 = 17.7 \text{ m/s} \quad h_1 = 4.25 \text{ m}$$

が得られる。しかるに

$$F_1 = 2.74, \quad d = 4.6 \text{ m}$$

これは下流に 4.6 m 程度の高さのシルが必要である事を意味しているが、副ダム下流をシルにより堰上げるとシルを流下する流れに対しての再減勢が必要となるため、非常に不利である。

このためには、バップルピアーを数列に設置して堰上げ量を低く抑えながら漸次減勢している方法、副ダム減勢工を掘込み式とする方法あるいは両者と併用する方法が一般的である。

大川ダムではバップルピアーへの水流の速度が 17 m/s 以上と高速である事および洪水吐の使用頻度が大きいと予想され補修が不可能と考えられる事から掘込み式として検討することとした。

掘込み方式とすると、前記計算から得られた 4.6 m 以上の掘込みが必要となるが、減勢された状態でも流入フルード数から動揺跳水となる事が予想され下流の波は避けられない事、および完全減勢されていなくても右岸水衝部の保護がなされていればその下流への影響はほとんどないと思わせる事から、施工実績および掘削量を考慮して、掘込み量 4 m を限度として水理実験を実施する事とした。また、同様の理由により下流河道との境界に位置する段上り部は 1 : 1 の勾配として段上り部に過大な動水圧を作用させない事とする。すなわち、対象流量を超える流量に対して段上り部をシルとして機能させ水面の盛り上りを生じさせるよりは射流としてそのまま流下させた方が全体的に流況が好ましくなると判断した事による。

実験は図 1 - 7 3 に示す形状を中心として実施した。副ダム減勢工の検討では下流河道形状とした図 1 - 7 4 に示すものを使用している。これは現地での河道改修計画が決定しておらず変更となる可能性があったため、安全側を見て減勢工の設計上一番不利になると考えられる図 1 - 7 4 の形状を採用したものである。また、下流減勢工形状は 4 - 2 項で最適とした副ダム高 9.5 m、副ダム位置は段差から 120 m に設置したものを使用している。また従来の副ダムの形状は安定計算上余裕があると認められたので天端巾を 1 m 短かくして副ダム減勢工を含めた全体の構造物の規模を小さくする様試みている。

形状 G - 1 は掘込み深さ 4 m とし副ダムを含めた減勢工長さ（副ダム上流面から下流段上り終端まで）を 60 m としたものである。 $4000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模流下時でも減勢工内で跳水が生じておりその機能を果たしているが、副ダム直下から 10 m ほど水叩き内に露出射流が生じており、減勢工の規模を 10 m 程短かく出来る事が知れる。

形状 G - 2 は掘込み深さを 2 m とするが水叩きを長くとり事により底面摩擦によるエネルギー損失を期待して跳水を発生させようと試みたものであるが、副ダムを含めた減勢工の長さが現実として施工可能と思われる範囲では否であった。掘込み深さを 3 m とし対象流量 $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ を下廻る $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模に対しても減勢工としての機能は認められなかった。形状 G - 3、G - 4 は水叩き長さをどの程度減じられるか調査したものであるが $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ を対象とするならば形状 G - 3 程度が限界であり、形状 G - 4 に至っては減勢効果は明白に劣っている事が知れる。すなわち形状 G - 3 と G - 4 を比較すると水叩き内の水位は G - 4 の方が高く盛り上がり、また G - 4 では間欠的な下流への流れの飛散状態が認められる。

これら4ケースの流況写真を写真1-75に示す。

以上の検討結果から大川ダム洪水吐の副ダム減勢工として形状G-3を採用し以後の検討を実施することとした。

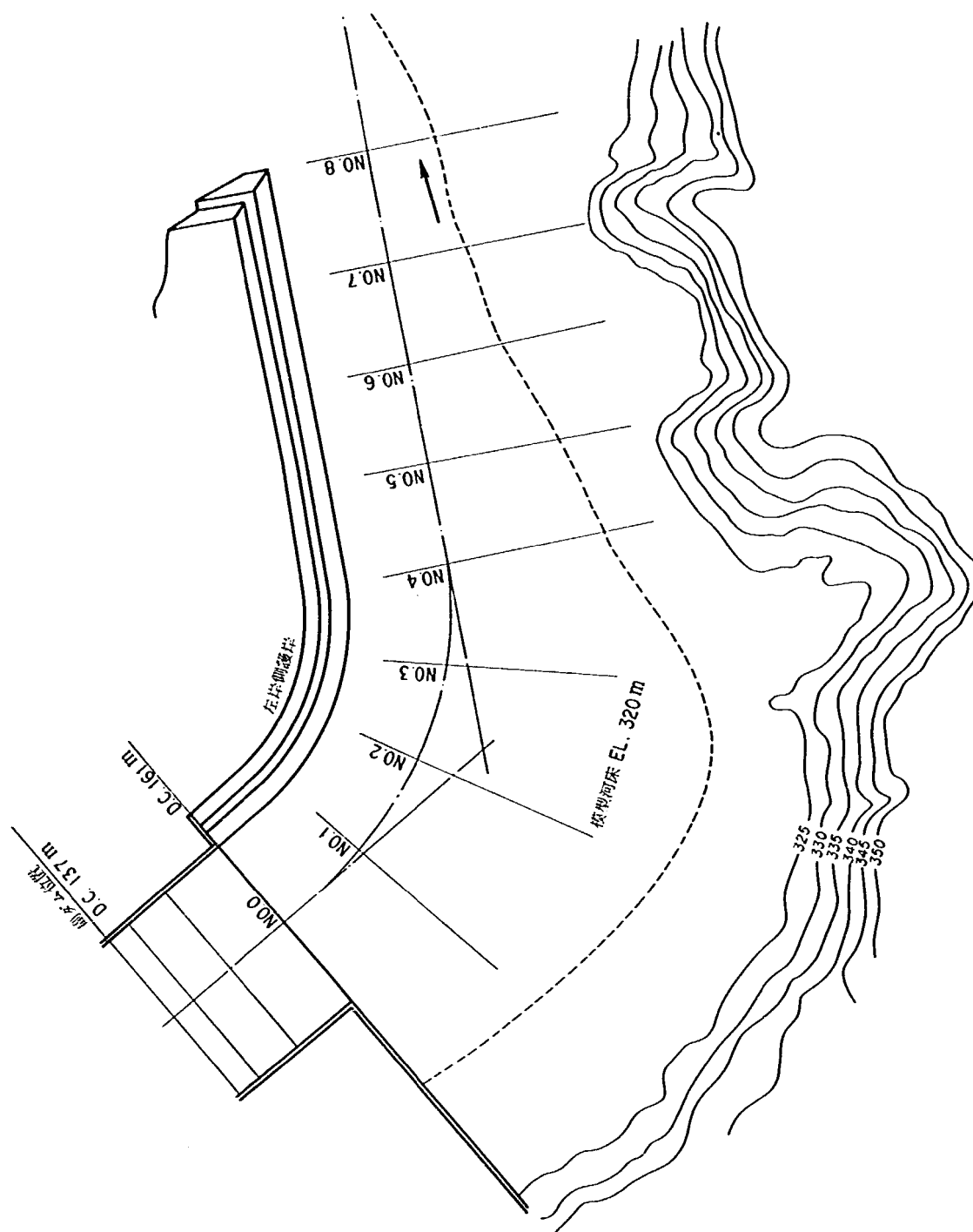
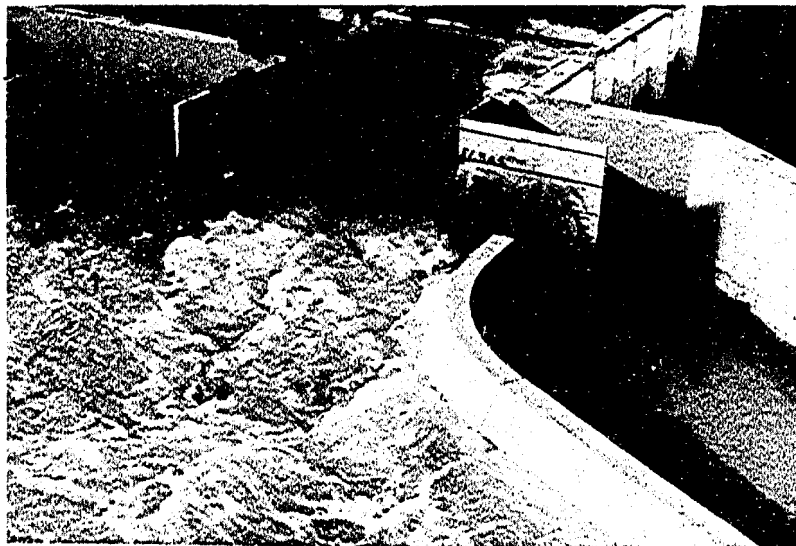


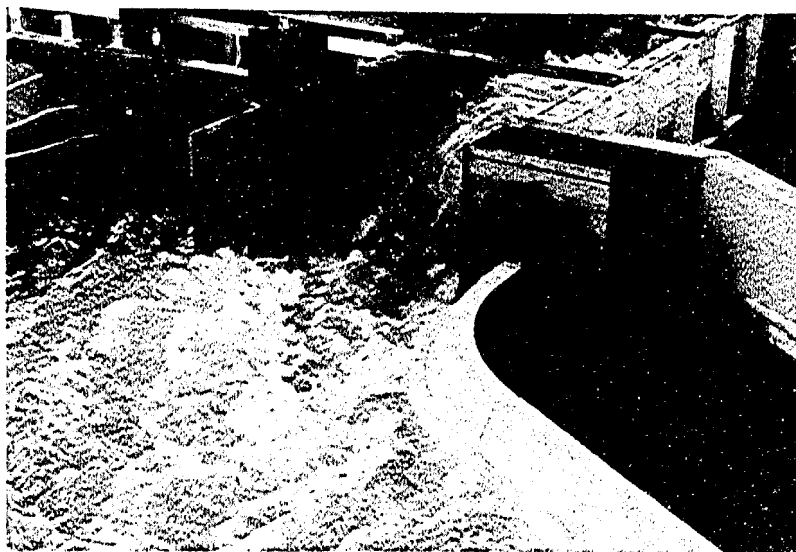
図1-74 左岸護岸形状



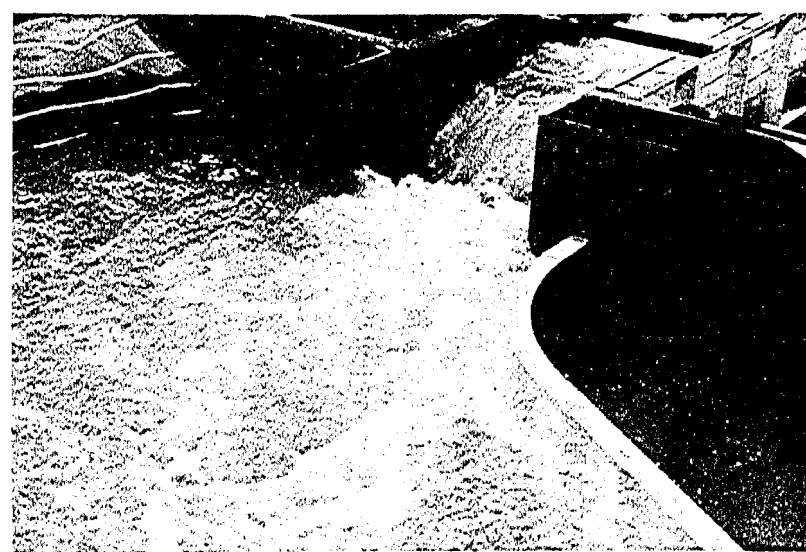
形状 G-1



形状 G-3



形状 G-2



形状 G-4

写真 1-75 副ダム下流減勢工流況写真 (4000 m³/s 流下時)

4-5 下流河道に関する検討(その2)

本項では前4-4項で副ダムおよび副ダム減勢工の形状が決定し、大川ダム洪水吐の減勢工の全体形状がほぼ定まったので下流河道の問題点を明らかにし改修計画策定の資料収集に当たった。

なお、この時点では河道改修に対する基本的な考えは阿賀川工事々務所においてほぼ決定しており、それに基づいて水理実験を実施している。

基本的な考えは左岸の現状護岸を出来るだけ生かし、根の洗掘等が問題とならないよう減勢工左岸導流壁との取付け形状を考える事および右岸水衝部を整形し保護すると共に右岸死水域の平面渦の規模を小さくし全体的流況を出来るだけ良くする事の2点である。

以上の考えに基づいて土木研究所では図-77~82に示す形状を設計し水理実験を実施した。ここで副ダム減勢工左岸導流壁は段上りから10m下流まで伸ばしてある。これは段上り部での水位を2次的に安定させるために設置したもので右岸へ広がる流れを規制するものである。実験内容は表1-76に示す通りである。

表 1-76

実験番号	流量規模	流況図
K-3	800 m ³ /s	1-77
K-4	1600	1-78
K-5	2600	1-79
K-6	3700	1-80
K-7	5400	1-81
K-8	2600	1-82

ただし、実験K-8は副ダム減勢工水叩きの掘込み深さを3mとして再度可否の検討を実施したものである。これらの検討結果をスケッチおよび写真にて図1-76~81に示す。

その結果、設計された減勢工および下流河道は十分な機能を果しており、計画最大放流量を上廻る放流に対しても流れが右岸に寄る傾向が顕著になるが流況としては問題点は見当らない。ただし、下流での水衝部が前項での実験と比較すると変化しておりその影響は模型の範囲外まで及んでいる。

一方、実験K-8の結果、副ダム減勢工水叩きの掘込み量は3mでは不足する事が知れた。

実験番号	K-3
貯水位(EL)	359.34
流量(m^3/s)	795.01

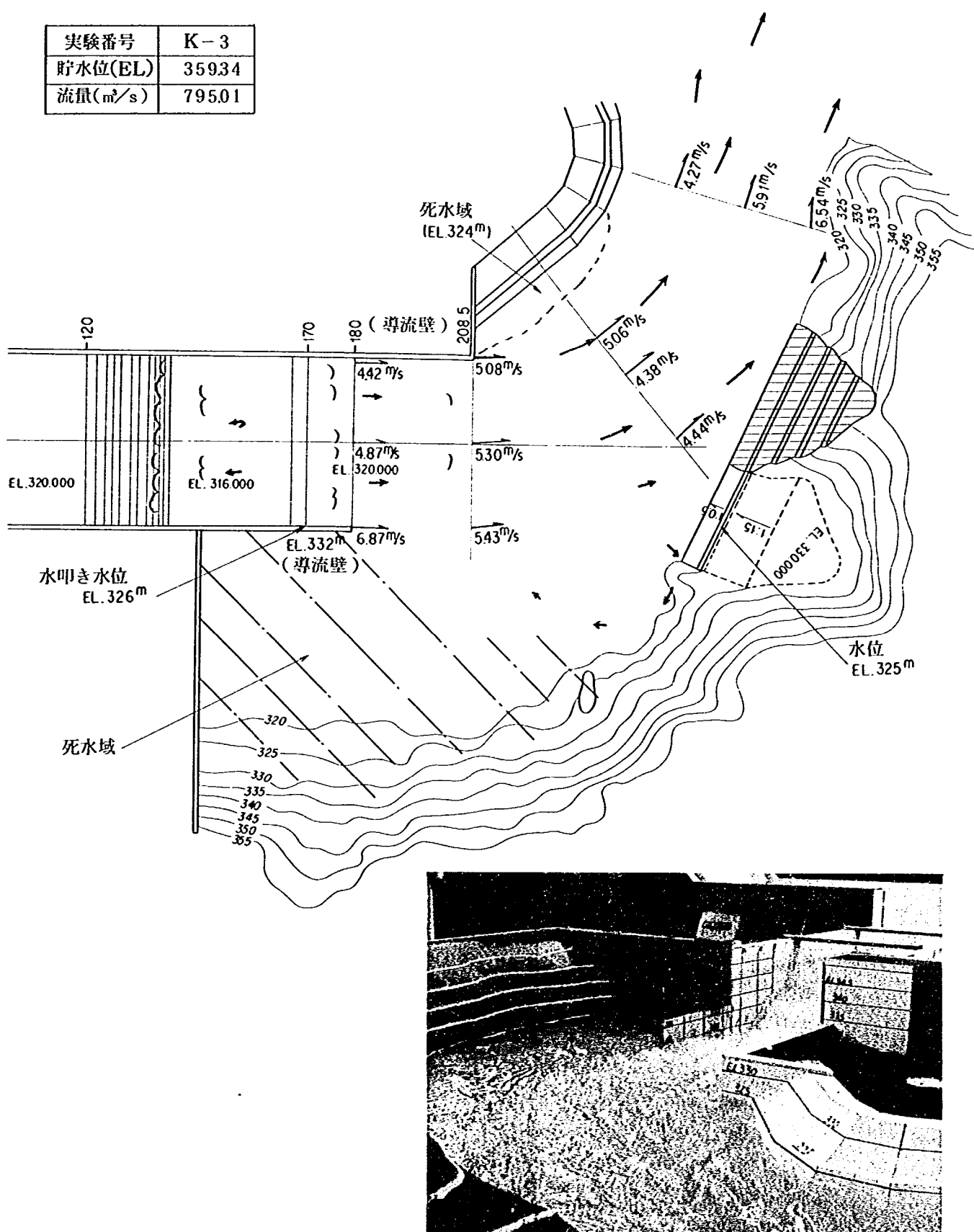


図1-76 河道流況図(その3)

実験番号	K-4
貯水位(EL)	362.11
流量(m^3/s)	16245.0

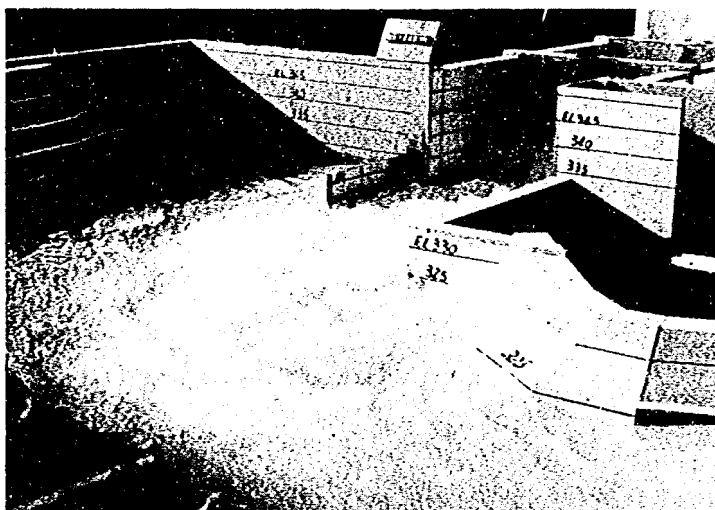
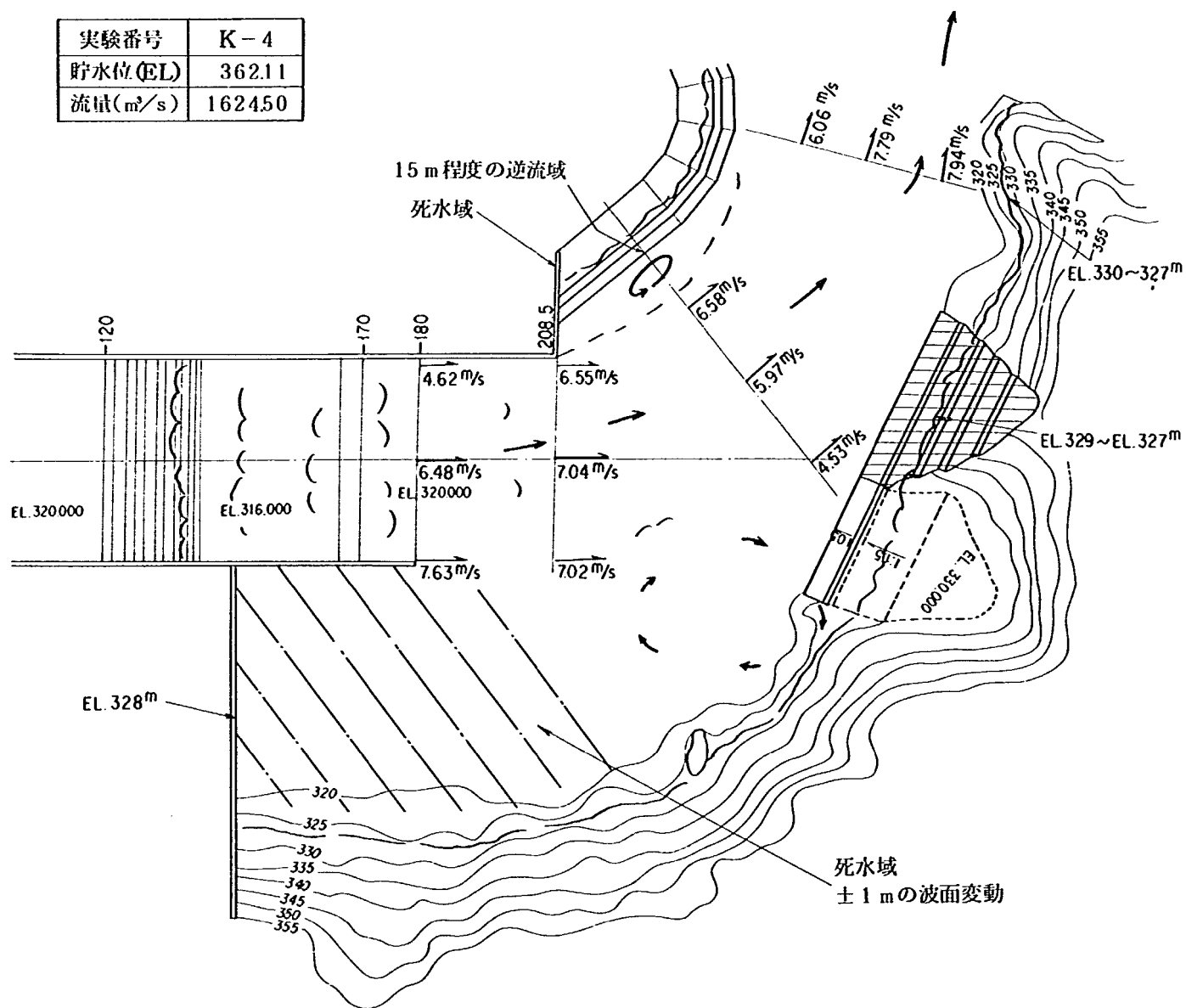


図1-77 河道流況図(その4)

実験番号	K-5
貯水位(EL)	374.56
流量(m^3/s)	2614.57

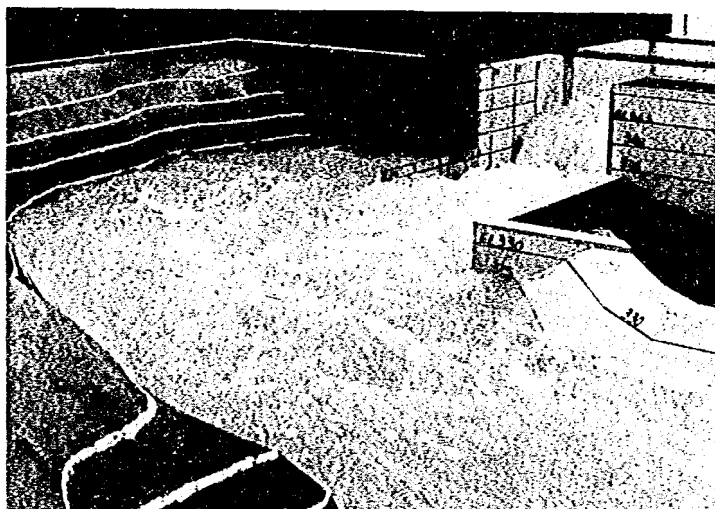
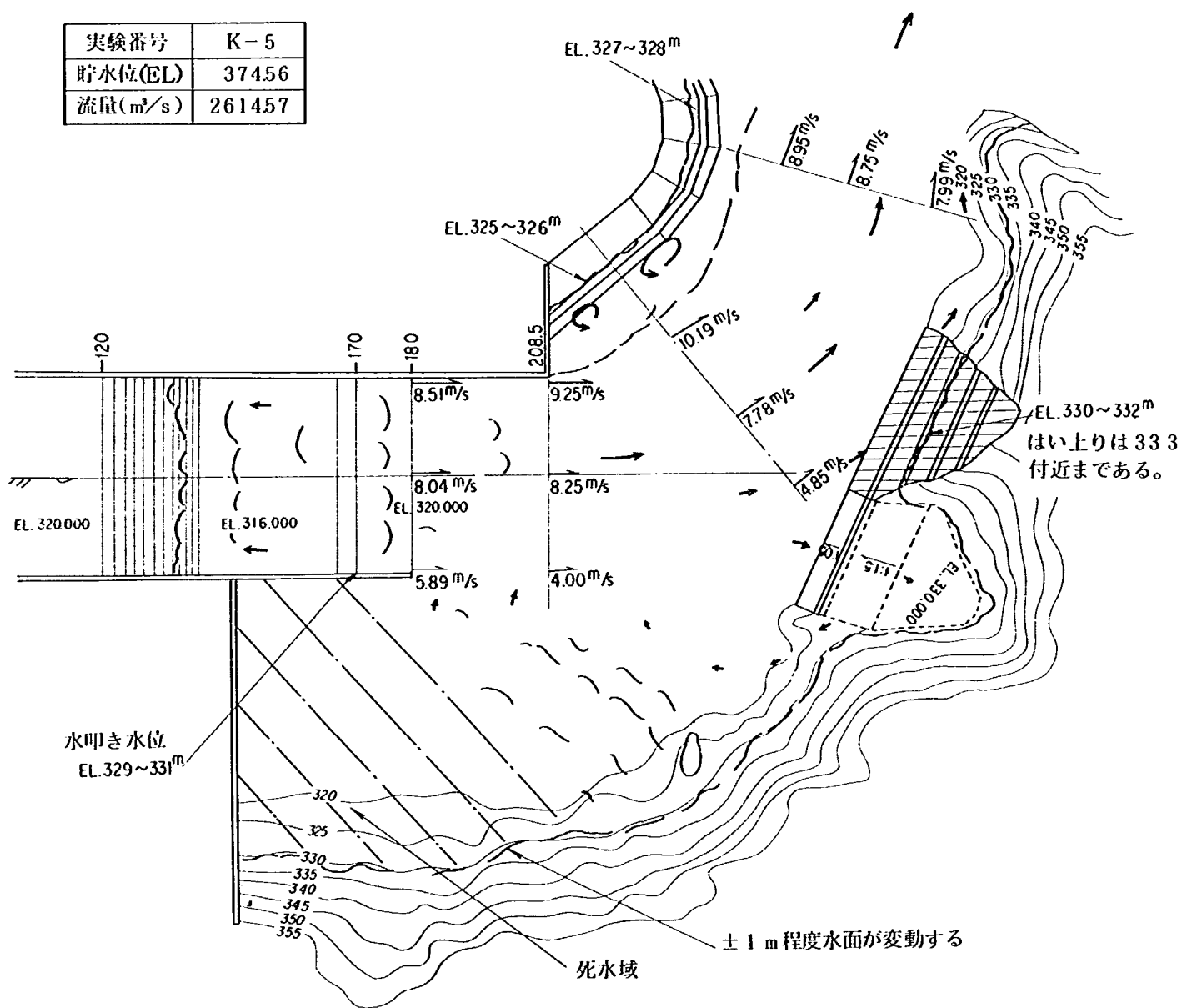


図1-78 河道流況図(その5)

実験番号	K-6
貯水位(EL.)	390.98
流量(m^3/s)	3721.64

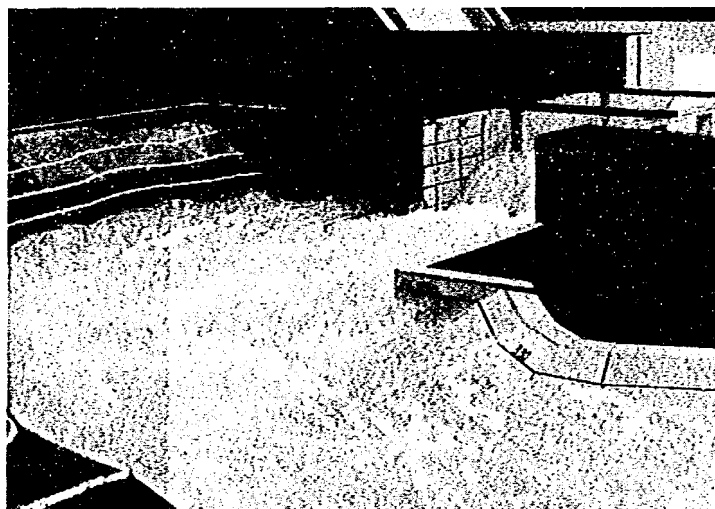
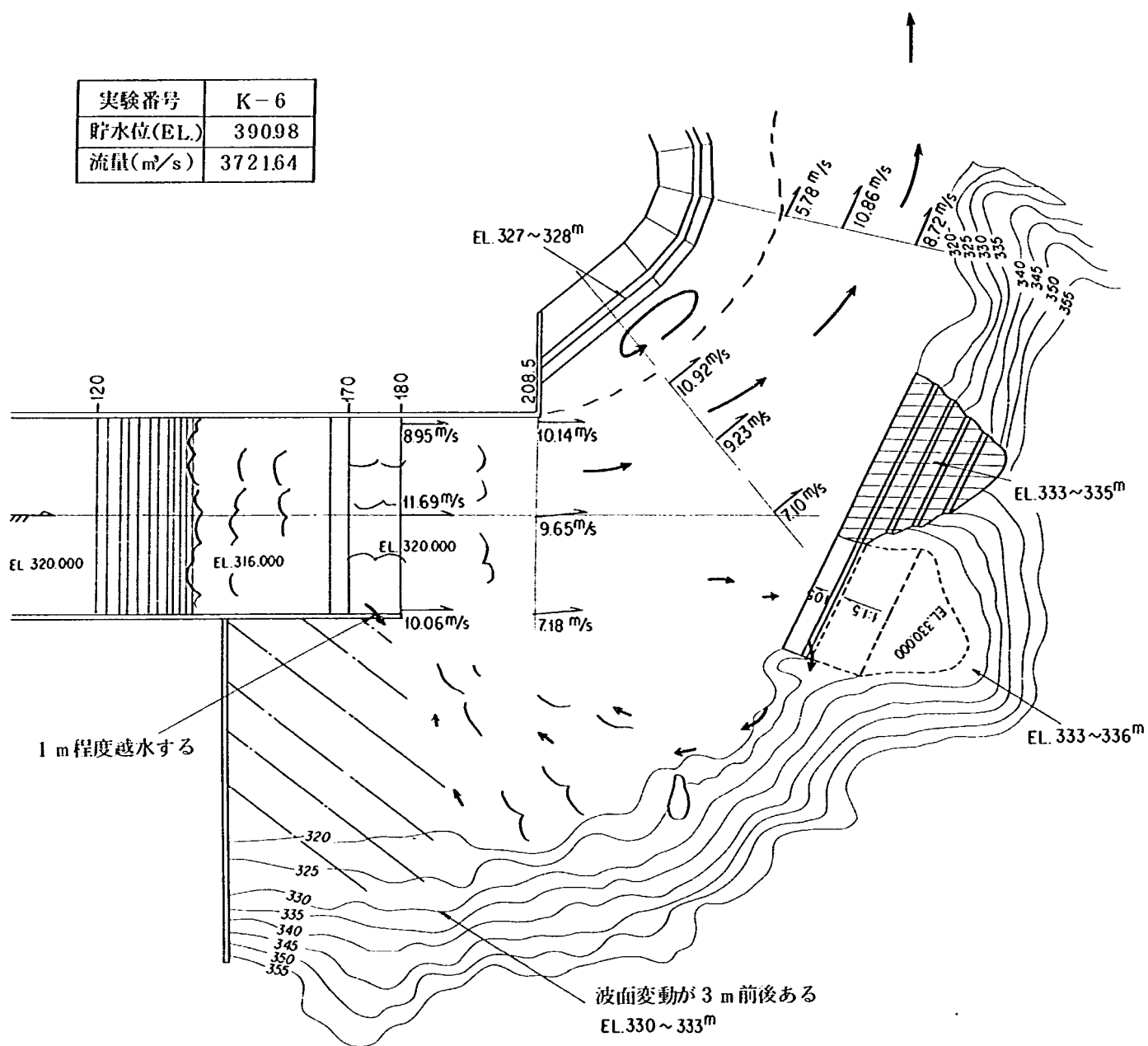


図1-79 河道流況図(その6)

実験番号	K-7
貯水位(EL.)	390.91
流量(m^3/s)	5463.12

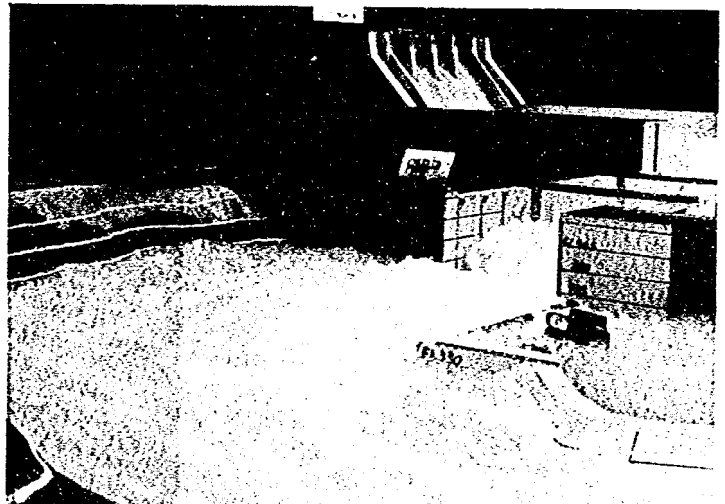
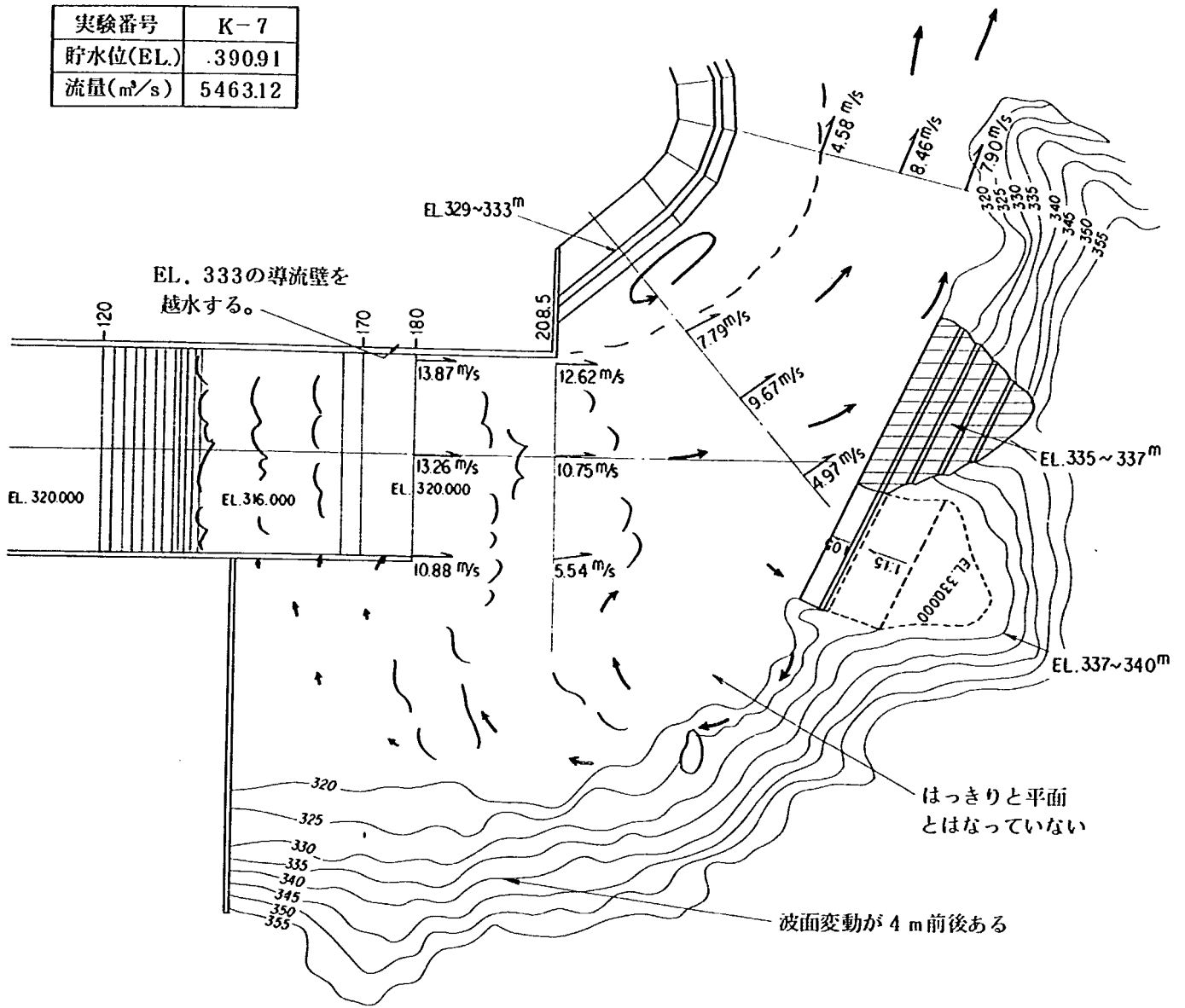


図1-80 河道流況図(その7)

実験番号	K-8
貯水位(EL.)	374.60
流量(m^3/s)	2632.55

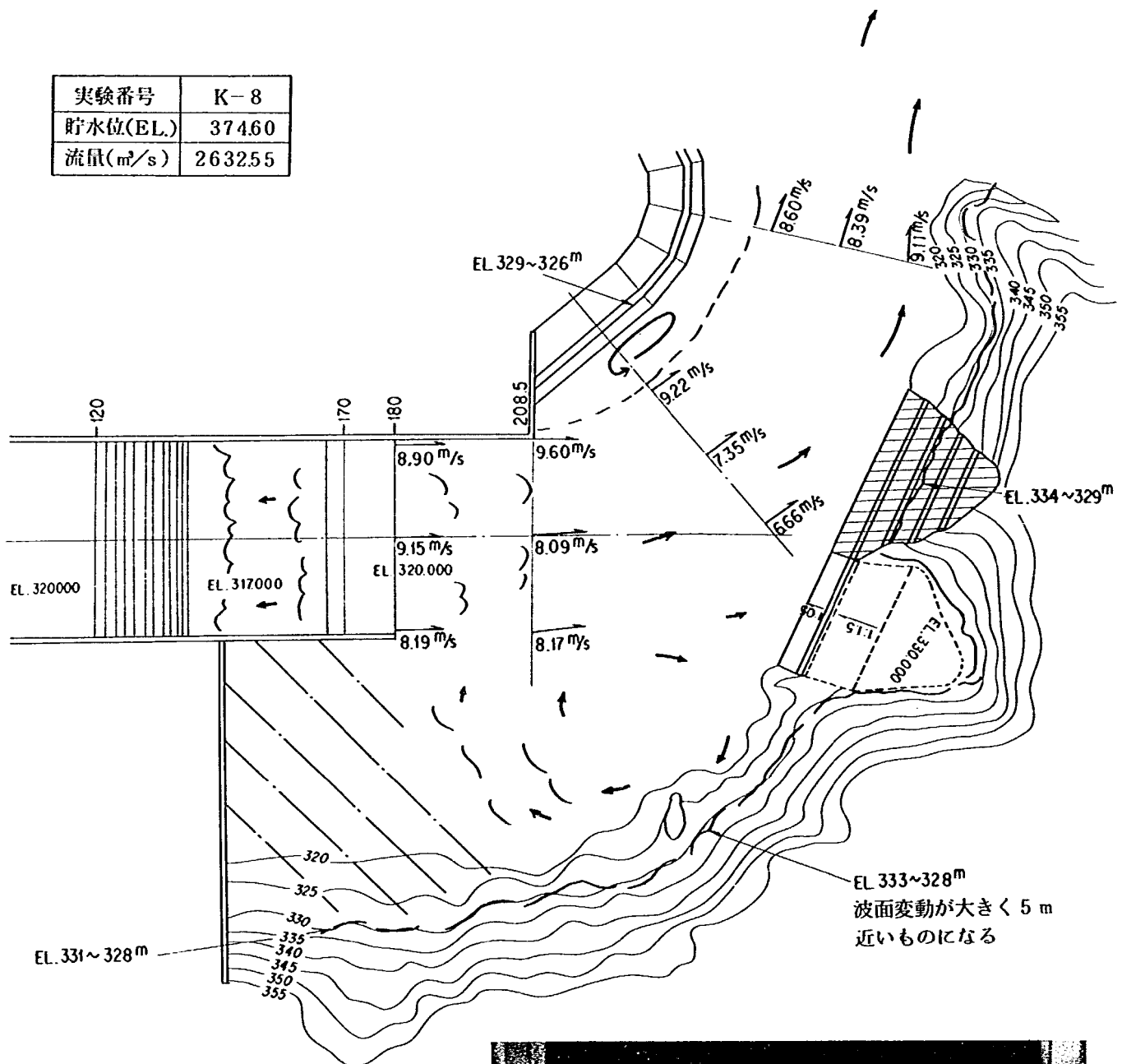


図1-81 河道流況図(その8)

第5節 大川ダム減勢工機能調査

5-1 概 要

第4節までの検討で大川ダム減勢工の形状が決定され、その機能も十分なものと判断されていたが、北陸地建阿賀川工事々務所および土木研究所での最終的な打合せの結果、現計画案では施工工程上障害となる部分のある事が明確にされたので再検討を実施した。ただし水理実験による必要がないと判断された部分については文章のみで報告している。また水理実験による検討が不可能な部分については今後の検討課題とし、施工実績等を考慮して阿賀川工事事務所および土木研究所において検討を継続し結論を出す事とした。

一方、洪水調節用放流設備は放流管および堤頂越流部それぞれについて全門等高操作を原則としており、それに基づいて減勢工が設計されているが、故障等の不測の問題が生じた時を考慮して種々の放流形態について水理実験を実施し管理用資料とした。

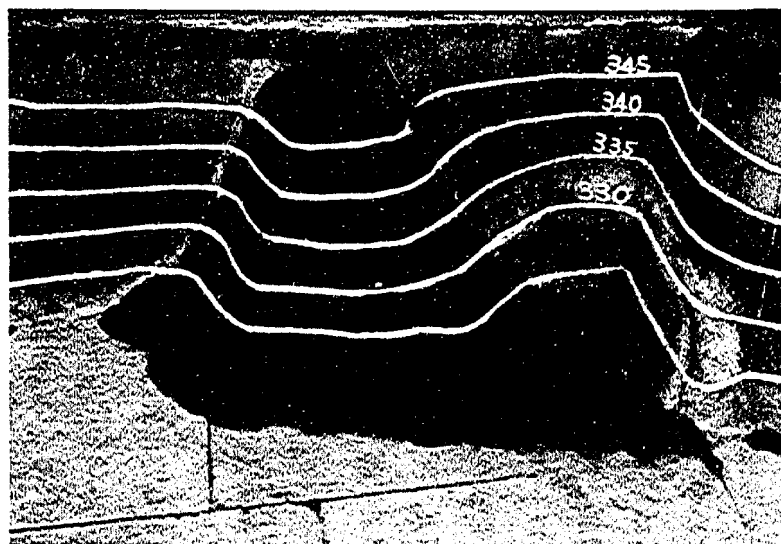
5-2 下流河道に関する検討(その3)

前節で提案された計画案に対して施工工程上の問題点が2点出された。1点は現在ベルトコンベアの橋脚が設置されている右岸突起部の処理問題であり、他の1点は副ダム減勢工と現存下流締切堤の関係である。

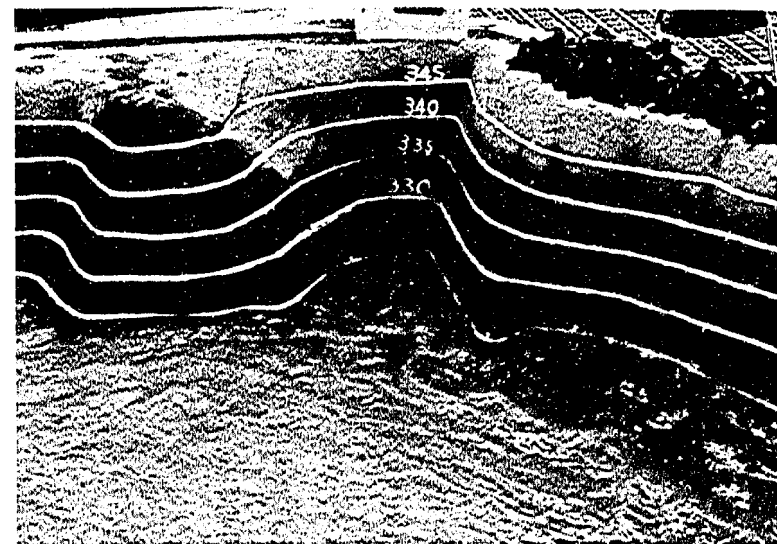
右岸突起部は前節までの検討から、右岸沿いの戻り流の発生を助長する事が知られており、下流減勢工右岸に設置される発電所放水口に悪影響を与えす恐れがあるため適当な処理をすることが好ましいと判断されていた。しかし突起部の検討以後さらに検討が進み副ダム減勢工が設置され計画最大放流量に対して十分な減勢がなされている事から、突起部による流況の悪化の度合も軽減されているものと推測されたので、模型を復元して再実験を実施した。その結果 $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下の流水では戻り流に供なう平面渦は認められず、 $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ から $2600 \text{ m}^3/\text{s}$ にかけては平面渦が形成され強化されて行く事が知れた。発電所放水口に係わる問題が発生しても洪水後に十分対処出来る事実、平面渦の発生が減勢工の機能を阻害しない事実さらに、 $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ を上廻る放流の発生頻度と右岸突起部を処理する事の工程上の問題点および処理に係わる費用とを比較し、総合的に判断した結果、右岸突起部は基本的に現状のままとし、流れによる侵食の恐れがある場合には保護工を設置する事とした。写真1-82および1-83は右岸突起部の模型形状および流況を示めたものである。写真1-83はブロックにより突起部上流側の凹部の保護を実施した例であるが水理模型実験では保護工の有無による実質的な差は読み取れなかった。

下流締切の問題点は、現設計案では副ダム減勢工の段上り部および右岸の導流壁が下流締切とオーバーラップするため施工工程上不利になるというものである。模型の縮尺あるいは測定精度の問題もあり、流速あるいは水面変動の定量化に基づく顕著な差を明示する事が不可能であるが、副ダム減勢工水叩き長を1.5 m程度短かくしても $2600 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下の放流時には減勢機能に差は認められなかった。ただし、2 mを上廻る場合にはその差は顕在化する様に思われる。

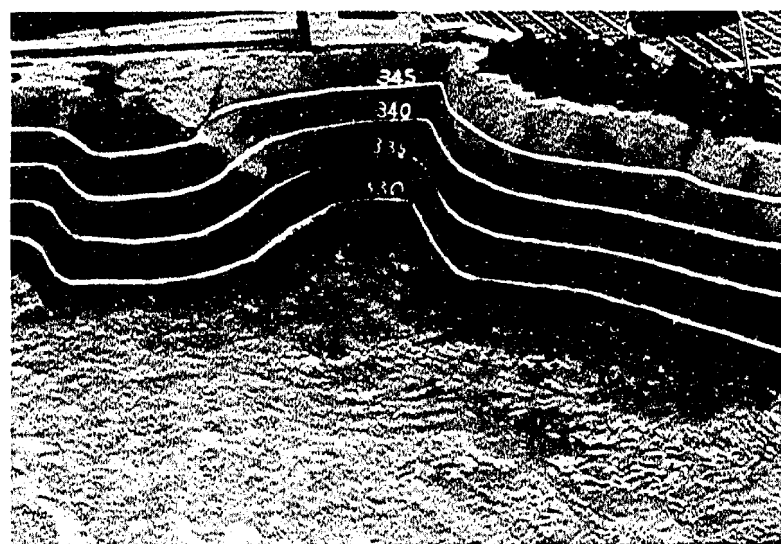
一方、右岸導流壁は流れの2次元性を保ち副ダム減勢工の機能を助ける目的で設置されたものである。



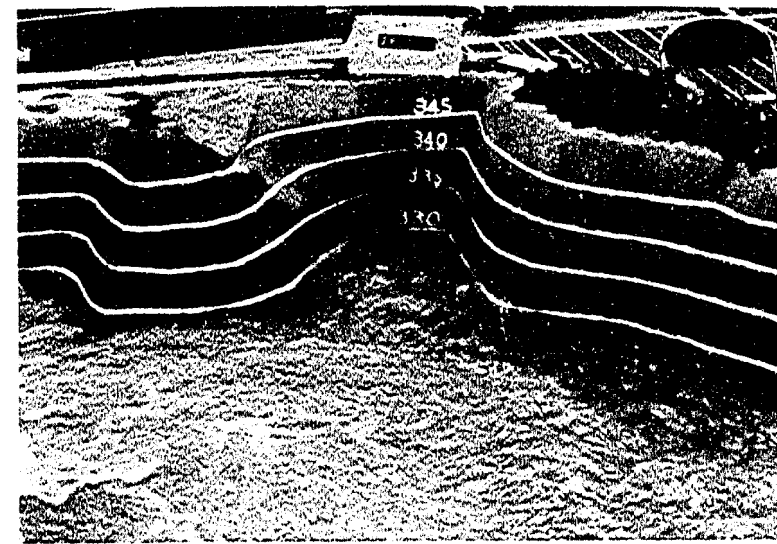
模型形状



800 m³/s 流下時

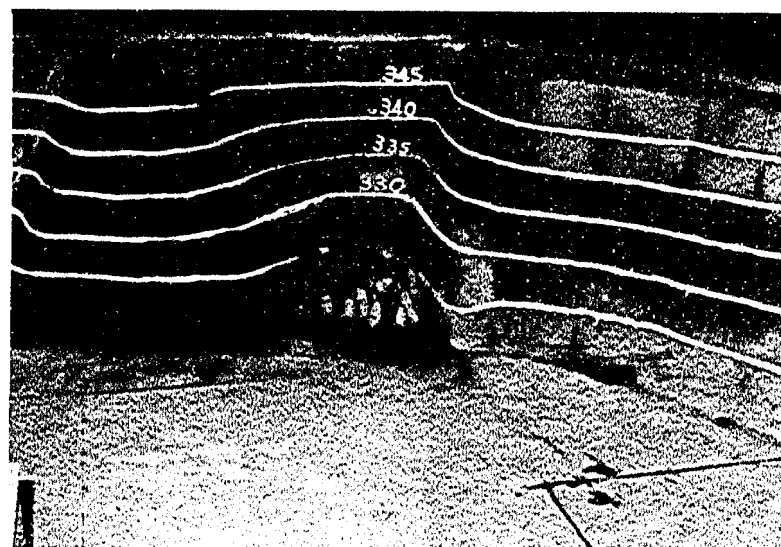


1600 m³/s 流下時

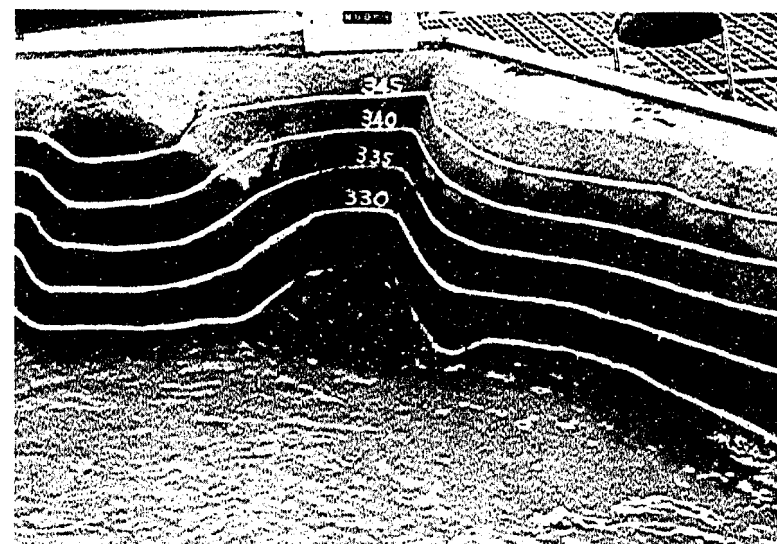


2600 m³/s 流下時

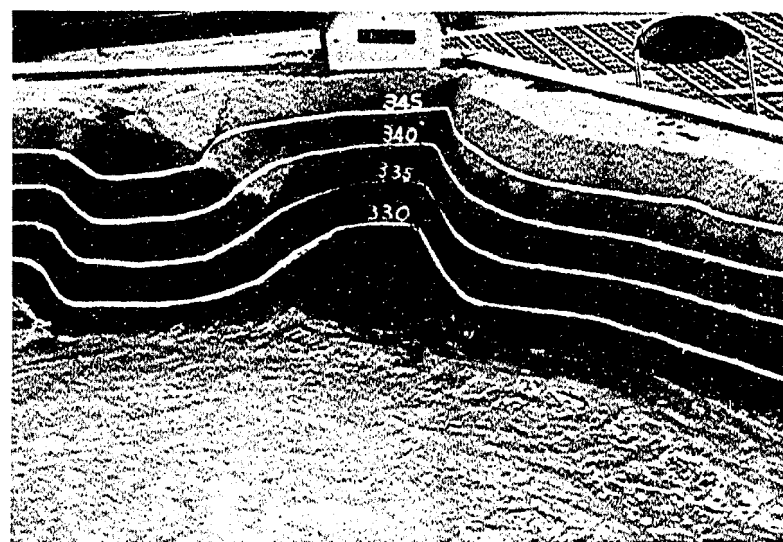
写真1-82 右岸突起部付近流況写真(凹部保護工なし)



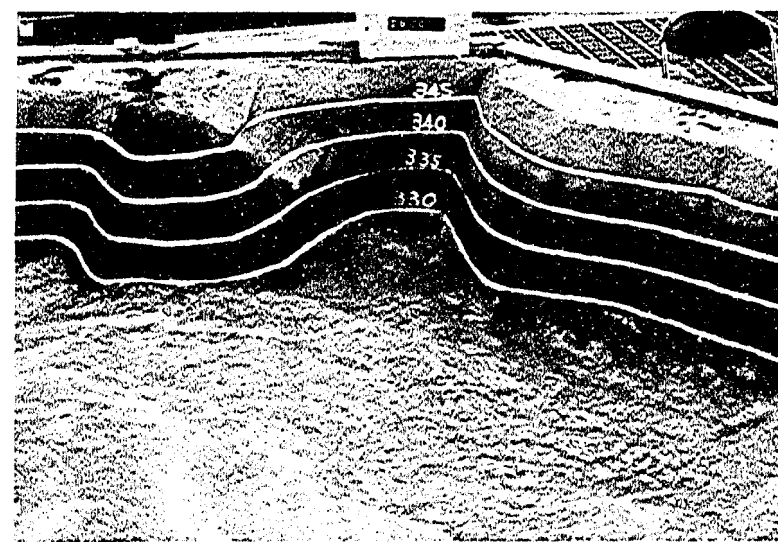
模型形状



800 m³/s 流下時



1600 m³/s 流下時



2600 m³/s 流下時

写真1-83 右岸突起部付近流況写真(凹部保護工あり)

このため導流壁の形状を現状の10 m以下とすると副ダム減勢工および下流河道に変化が生じるものと思われたので水理実験によることとした。下流締切を考慮して水叩きを1.5 m短かくした上で下流2 mで導流壁を打切ると顕著な波が先端から発生し右岸側でのはい上り量が $2600\text{ m}^3/\text{s}$ 流下時5 mに増加した。しかし副ダム減勢工内の2次元性は予想された程は失なわれずその減勢機能はほぼ保たれている。この流況を写真1-84に示す。

減勢機能が維持されている事および河道右岸にははい上りは生じるが平面渦の形態にはそれ程差がない事からこの案を施工方案とする事も可能である。

いずれにしても下流河道の護床工と密接に関連する問題であり、それぞれに応じた護床工の検討が必要である。この点については今後の検討課題とする。ちなみに、副ダム下流の左岸側導流壁についても変更可能である。ただし、下流護岸との取り付け部に発生する渦により洗掘が助長されるので取り付け部を岸側にある程度逃がす事および護岸の根入れ深さについての十分な検討が必要である。

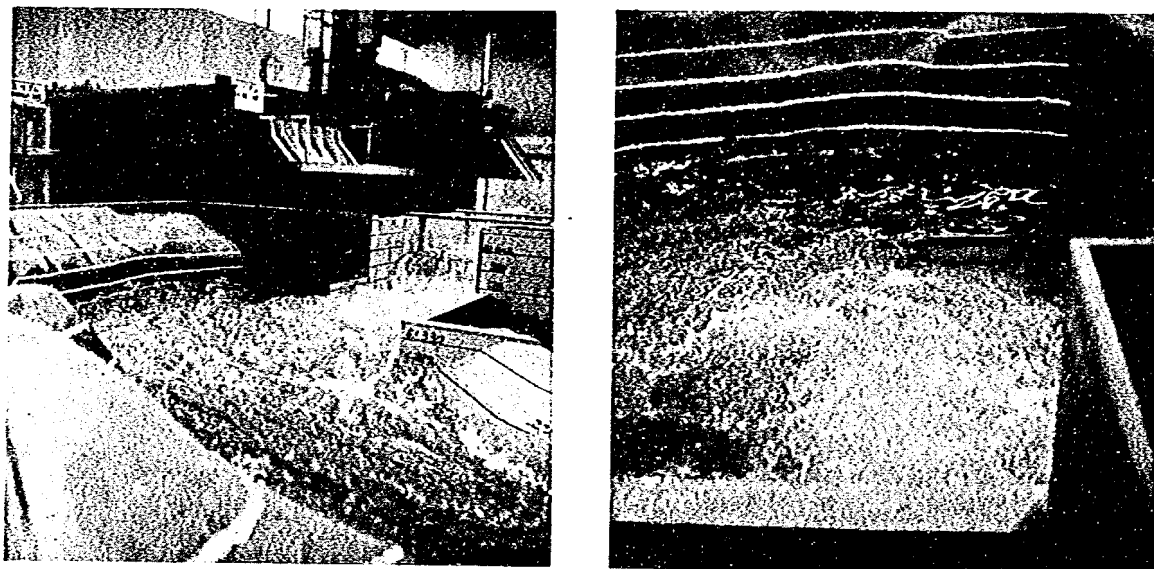


写真1-84

5-3 洪水調節用設備：放流および減勢機能調査

大川ダム洪水吐の減勢工の設計は一般の例に従って放流管5条および堤頂越流部4門それぞれについて全門等高操作を原則として実施されてきた。しかし大川ダムでは冬期における流量調節に放流管1条を操作する計画となったため、改めて減勢工の機能を検討する必要性が生じた。これは大川ダムにおいて冬期に予想される出水は放流管1条で十分に処理出来る事、および放流管を冬期に使用する際には大川ダムサイトにあっては凍結防止対策を講じる必要がある事の理由により実用性、経済性を考慮して決定されたものである。

一方、放流管のゲート操作必要時に故障等の不測の事態が生じた時の減勢機能の把握はダム管理上必要不可欠のものである。

以上の事実を考慮して水理実験を実施し管理用資料としての流況観察結果を報告する。なお放流管の番号は左岸側のものから右岸側に向ってⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴとしている。写真1-85は冬期の出水処理を考慮して $800\text{ m}^3/\text{s}$ 放流時の放流管等高操作と放水管Ⅲの単独放流の比較実験の結果を示している。両者とも使用した放流管はゲート全開としており、当然のことながら貯水位に差があるため放流管の吐口からの流出速度は異なっている。このため厳密な意味での比較は出来ないが、上流減勢工内の流況は写真1-85から明らかなように単独放流時に非常に悪くなっている。しかし上流減勢工内に顕著な平面渦は発生しておらず、また下流減勢工を経て副ダムから流出する際には両者の差はまったく認められない。また減勢工内の水面変動も大きくなっているが設計導流壁高と比較すると十分に余裕がある。以上の理由から放流量を $800\text{ m}^3/\text{s}$ に限定した場合、単独放流時の流況を良くするために段差部のシルを高くする必要性は認められず、現状での減勢工としての機能は十分に果していると判断出来る。

写真1-86および写真1-87は放流管Ⅰあるいは放流管Ⅴが操作不可能な状態を仮定した時 $800\text{ m}^3/\text{s}$ および $2600\text{ m}^3/\text{s}$ 放流時の減勢工内の流況を平常の等高操作時と比較したものである。 $800\text{ m}^3/\text{s}$ 放流時段差部を流下する流れは全般的に穏やかであるが上流減勢工内には顕著な平面渦が認められる。平面渦は放流管Ⅰを閉塞している場合には左岸沿いに逆流を生じる反時計廻りのもので、放流管Ⅴを閉塞している場合には右岸沿いに逆流を生じる時計廻りのものであり、両者とも写真では水面の顕著な盛り上がりとして観察出来る。 $2600\text{ m}^3/\text{s}$ 放流時上述の流況はさらに顕著なものとなり、段差部を流下する流れに通常操作時と比較すると水面変動が大きく流れの片寄りも大きなものとなっている。しかし、上流減勢工内の導流壁天端が $5000\text{ m}^3/\text{s}$ 規模を対象として $E1.358\text{ m}$ として設計されていれば高さとしては十分に余裕があり越水する事はない。この状態は $3500\text{ m}^3/\text{s}$ 放流時についても段差部での堰上げの効果があるためかそれ程変化していない。写真1-88は $3500\text{ m}^3/\text{s}$ 放流時の上流減勢工および副ダム減勢工の流況を示したものであるが、不等高操作の状態にもかかわらず副ダム減勢工から河道へ流下する流れはほぼ2次元的であり通常操作時との差異はほとんど認められない。また下流減勢工内の水面変動もかなり認められるが、 $4000\text{ m}^3/\text{s}$ 規模を対象として導流壁天端が $E1.343\text{ m}$ と設計されていれば導流壁を越水する程のものではない。これらの報告は検討例の内代表的なものを示したものであり、他のⅡ、Ⅲ、Ⅳ

が閉塞されている流況はⅠおよびⅤと比較して悪い点は認められなかった。また、上流減勢工内での対称性を維持するために、ⅠあるいはⅤの放流管が操作不可能な場合、他のⅠ条も操作しないという放流状態はⅠあるいはⅤだけ閉塞の場合と比較して全体的に差は認められない。

写真1-89は不等高操作時に上流減勢工内の流況を改善する試みとして柱状構造物上流面位置に高さ3.5 mのシルを設置した時の流況である。これは上流減勢工検討の際形状Aとして示された一連のものと設計意図は同じと考えられる。写真からも明らかなようにシルの有無による流況の変化は認められない。

以上の検討結果から、上流減勢工内に平面渦が発生する事に若干の問題は残るが放流管ゲートを等高操作しないという事が不測の事態であると考えれば特に対策を講じる必要はないと判断される。

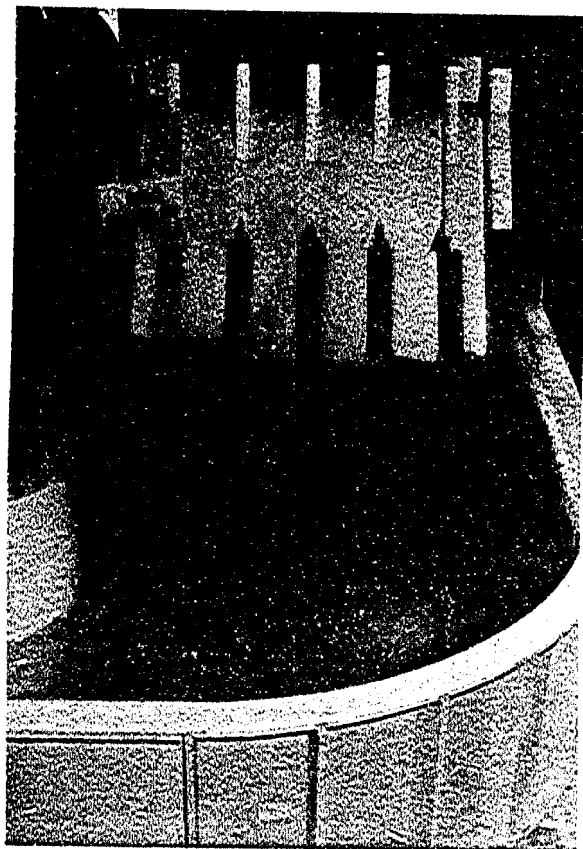


800 m³/s 放流 全門全開

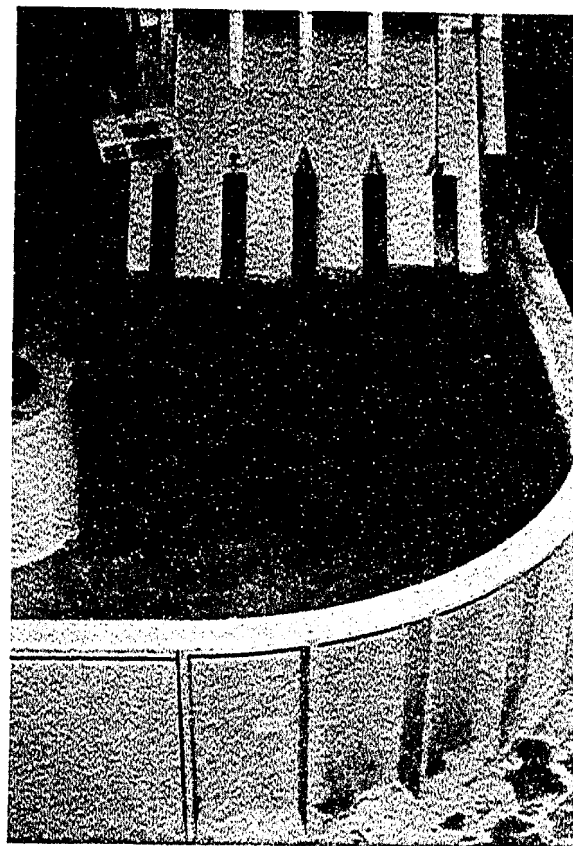


800 m³/s 放流 放流管Ⅲ全開

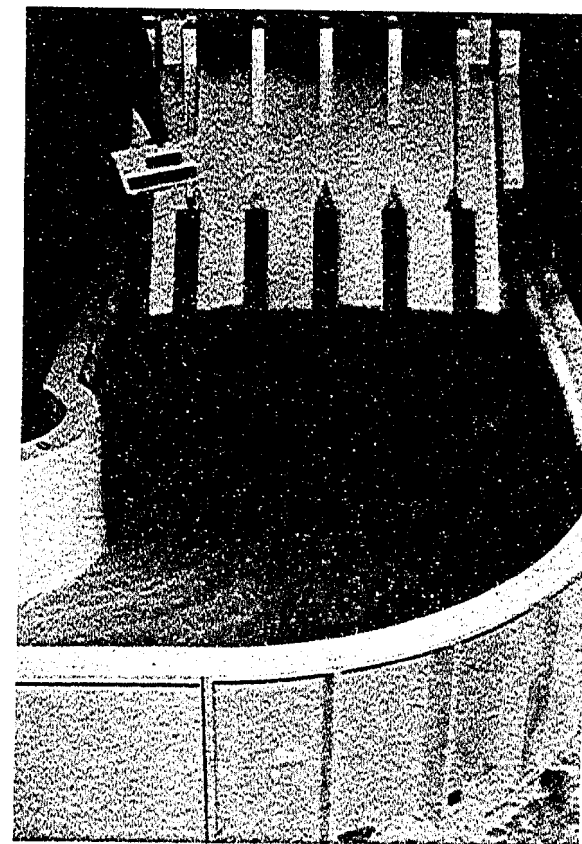
写真1-85 上流減勢工流況写真



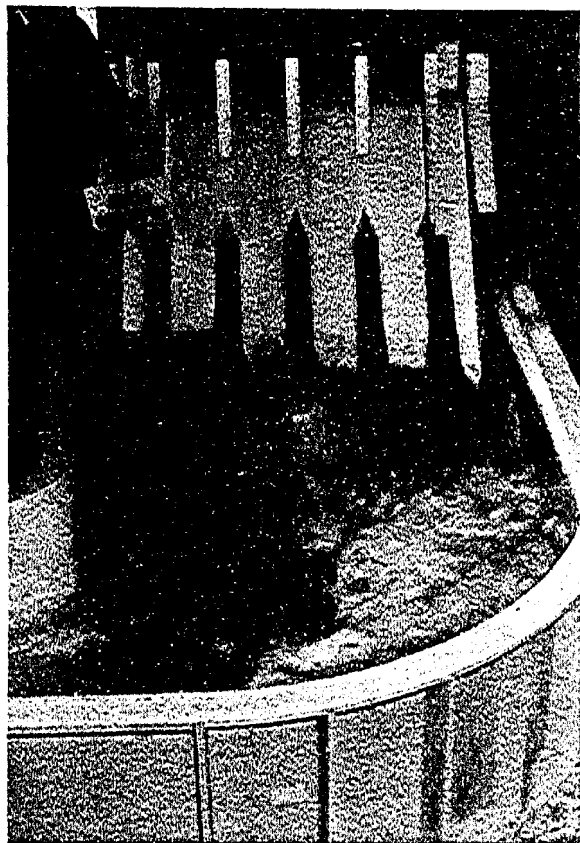
800 m³/s 放流 放流管 V 閉塞



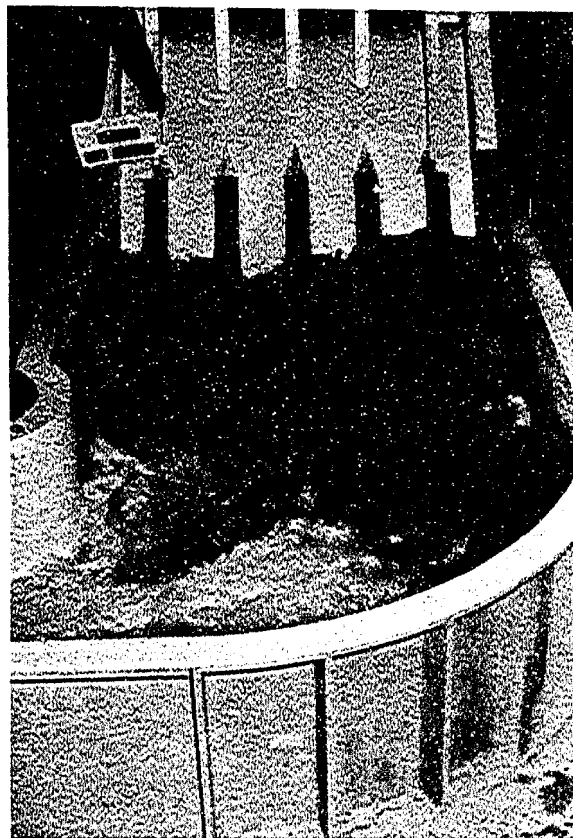
800 m³/s 放流 放流管 I 閉塞



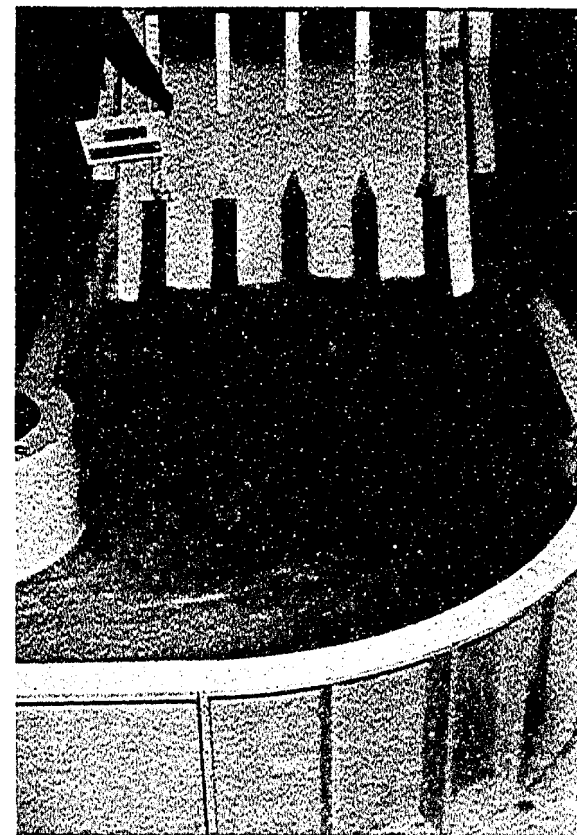
800 m³/s 放流 放流管全門全開



2600 m³/s 放流 放流管 V 閉塞



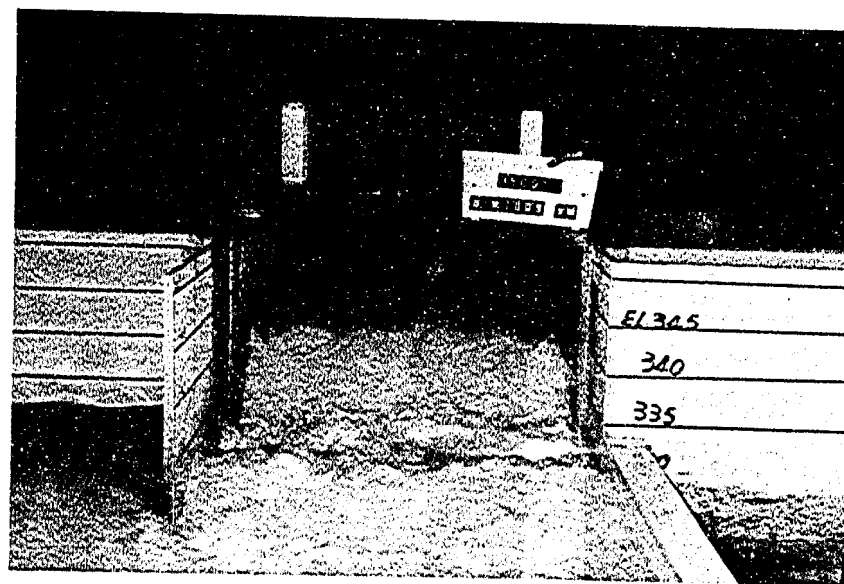
2600 m³/s 放流 放流管 I 閉塞



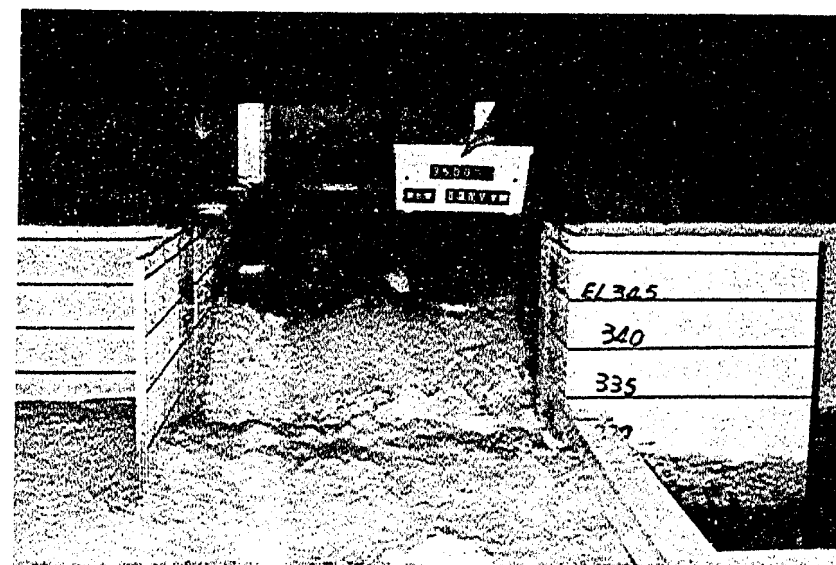
2600 m³/s 放流 放流管全門全開



上流減勢工

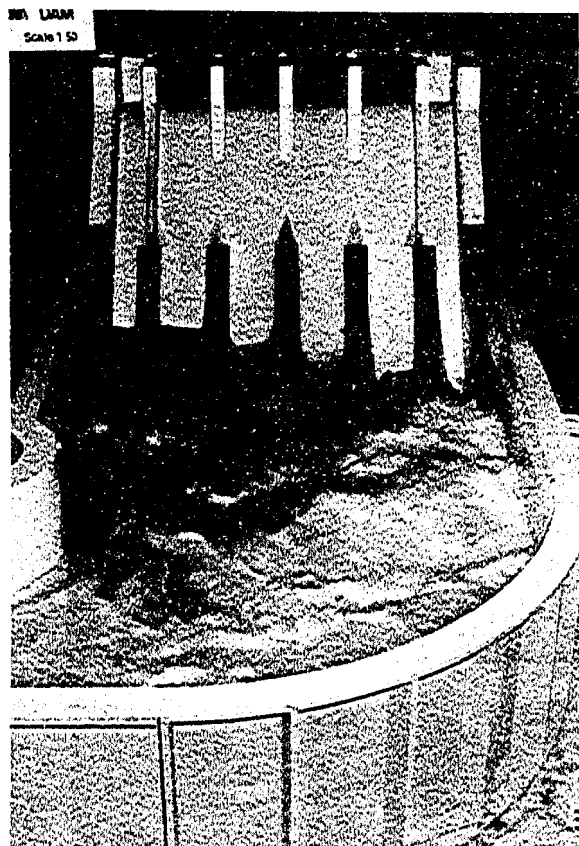


副ダム減勢工

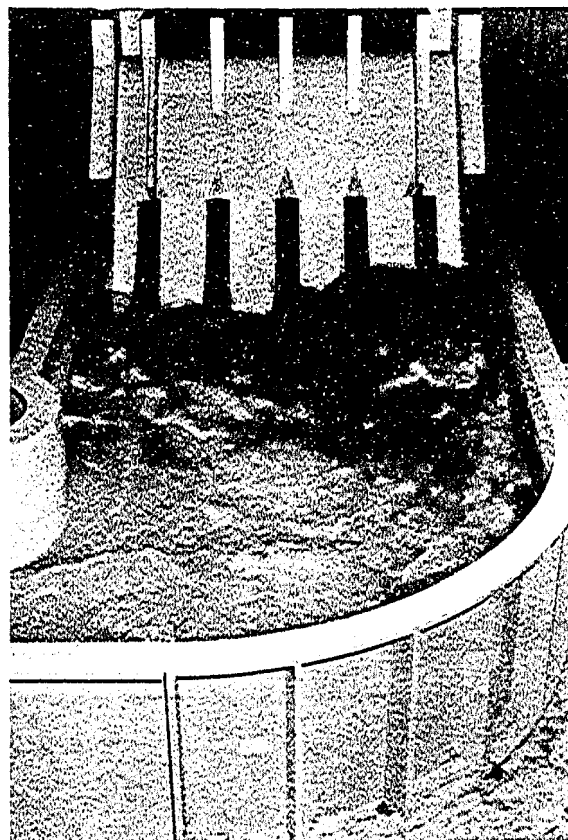


3500 m³/s 放流（堤頂越流部を含む） 放流管 V 閉塞

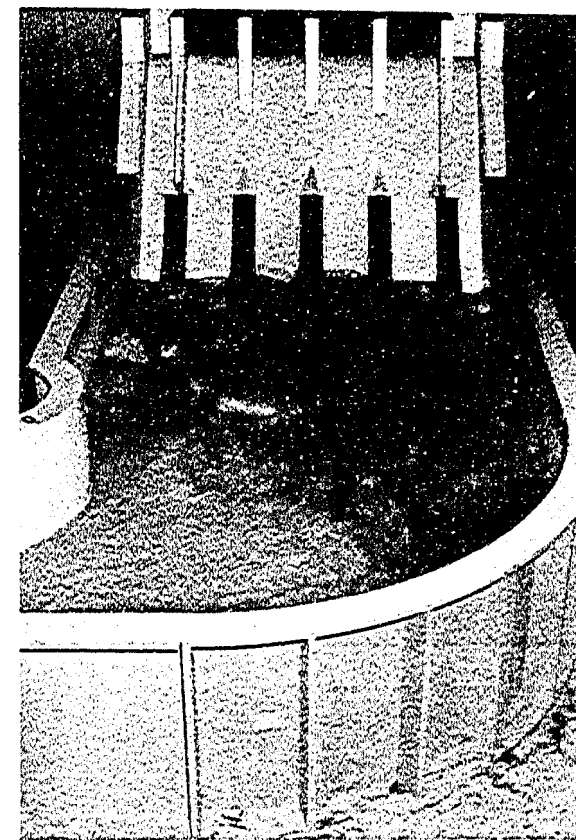
3500 m³/s 放流（堤頂越流部を含む）放流管 I 閉塞



2600 m³/s 放流 放流管V閉塞 シルあり



2600 m³/s 放流 放流管I閉塞 シルあり



2600 m³/s 放流 放流管全門全開 シルあり

(注) シルは柱状構造物上流面(ダム軸より125m)に上流面を持つ高さ3.5m、天端巾3.5m、巾7.5mのものをダム軸に平行に上流減勢工全巾に設置したものである

5-4 総 括

大川ダム洪水吐水理模型実験は昭和51年度から昭和54年度の4年間に亘って実施して来たわけであるが、常に減勢工形状に関して検討の重点が置かれてきている。その減勢工形状・規模の決定にあたっては基本的には上流から下流へ向って検討を進めているが、パラメータが非常に多く、幾度となく下流から上流へ遡上しての再検討に迫られてきた。

本項では、減勢工の形状が決定しほぼ施工案となる事が確定したこの時点で再度減勢工全体の機能を調査し、管理用資料として提出するとともに、導流壁の必要高さの検討を実施している。

検討は表1-90に示す5 case について実施している。

表1-90

その結果、洪水吐の減勢工の機能としては設計条件を満足している事が確認された。また、導流壁の高さは設計流量における最高水位に余裕を考慮して決定された。

検討結果としての減勢工形状は本報告書の始めに設計資料として記載してある。

実験番号	放 流 条 件	水 面 形 状 図	流 況 写 真
H-1	800 m ³ /s	1-91	1-92
H-2	600 m ³ /s	1-93	1-94
H-3	2600 m ³ /s	1-95	1-96
H-4	サーチャージ水位 放流管5条全開	1-97	1-98
H-5	サーチャージ水位 洪水吐全門全開	1-99	1-100

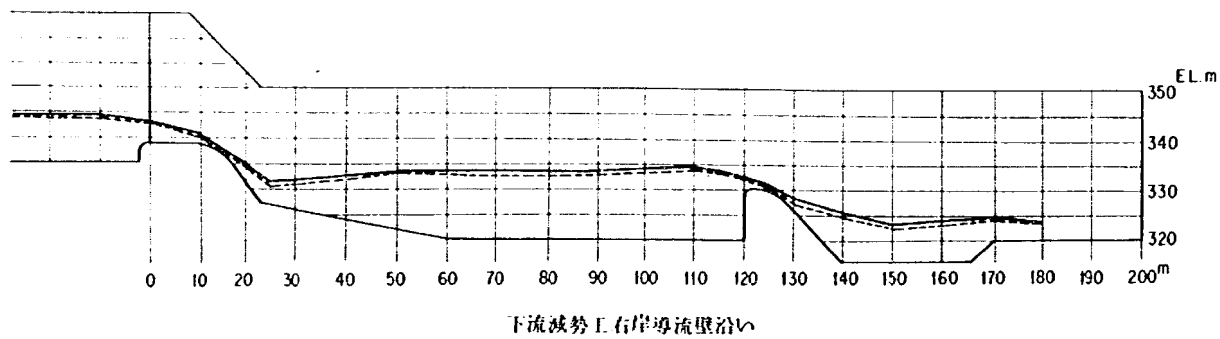
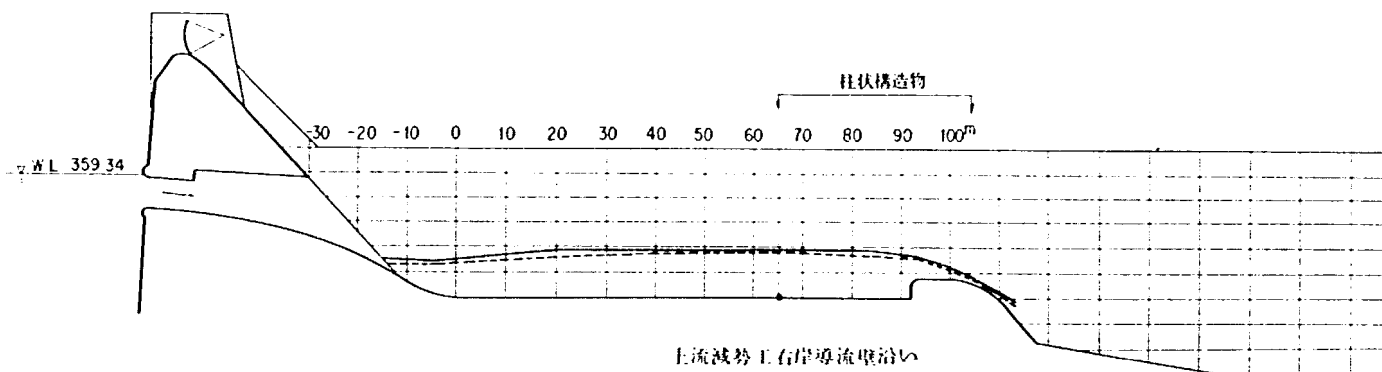
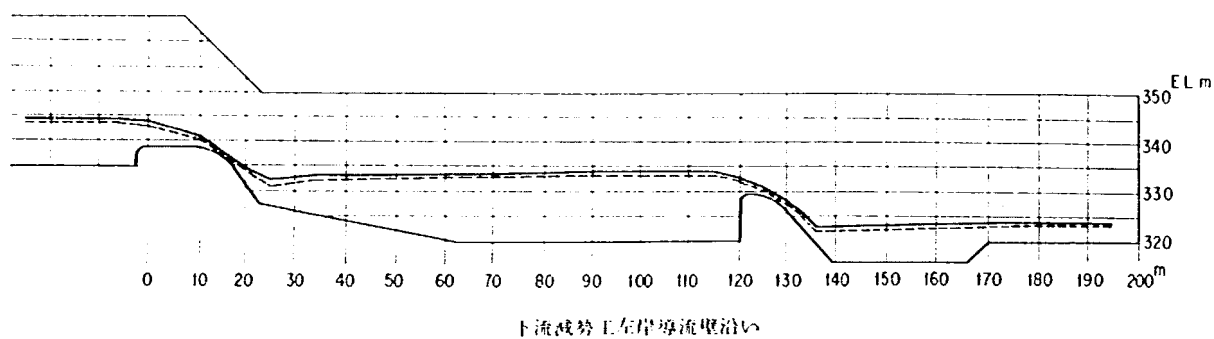
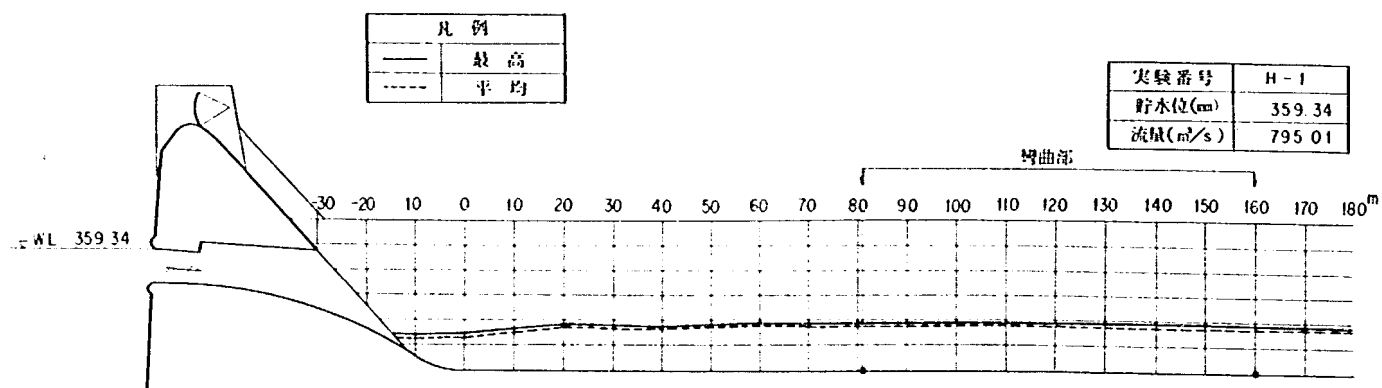


図1-91 水面形測定結果図(その1)

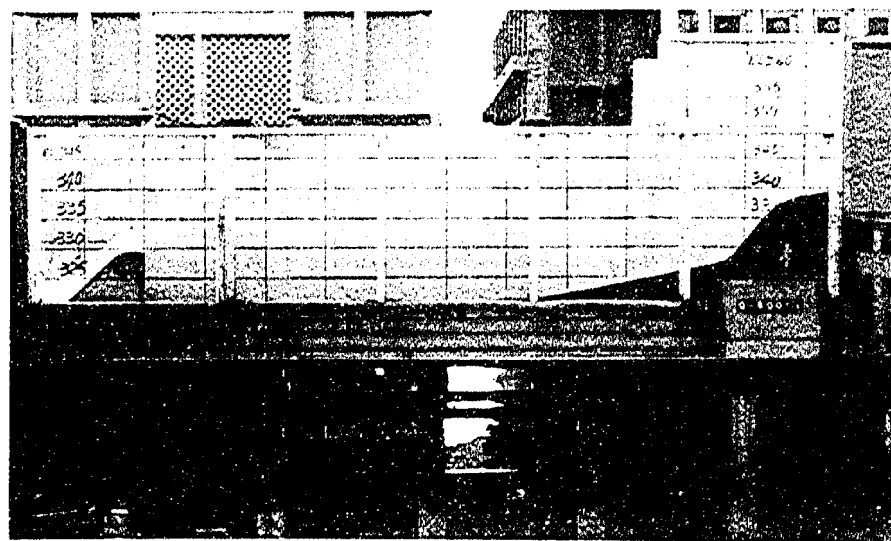
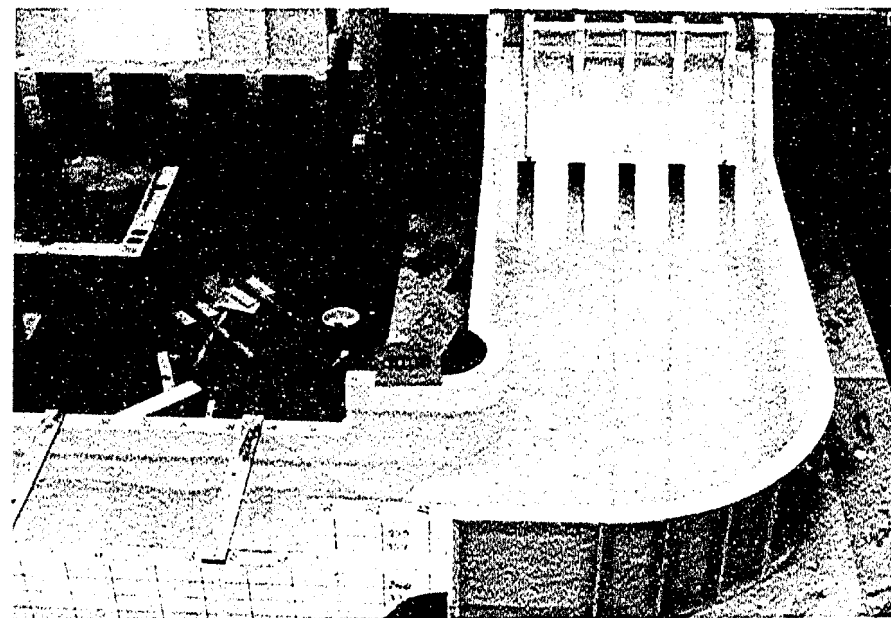
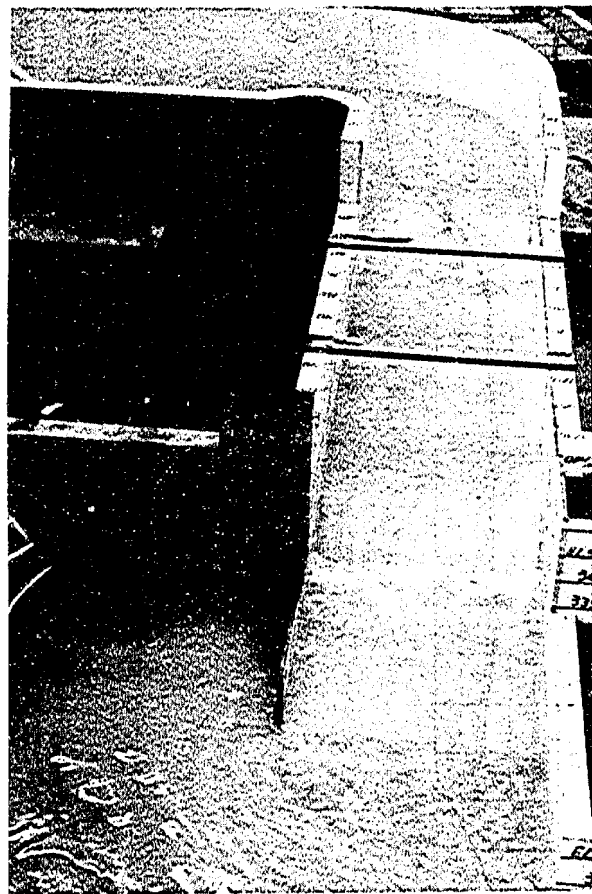


写真 1 - 9 2 減勢工流況写真 (その 1)

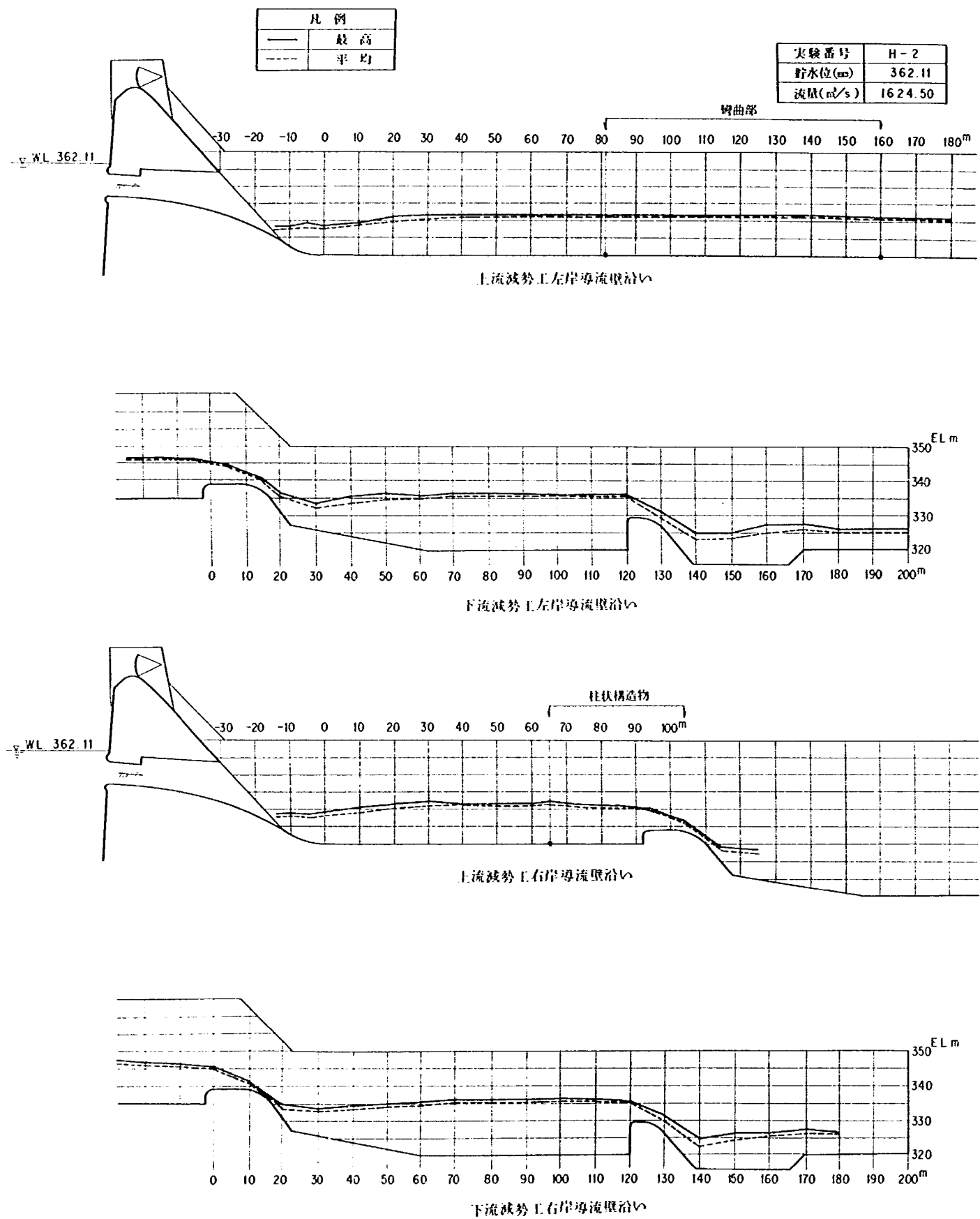


図1-93 水面形測定結果図(その2)

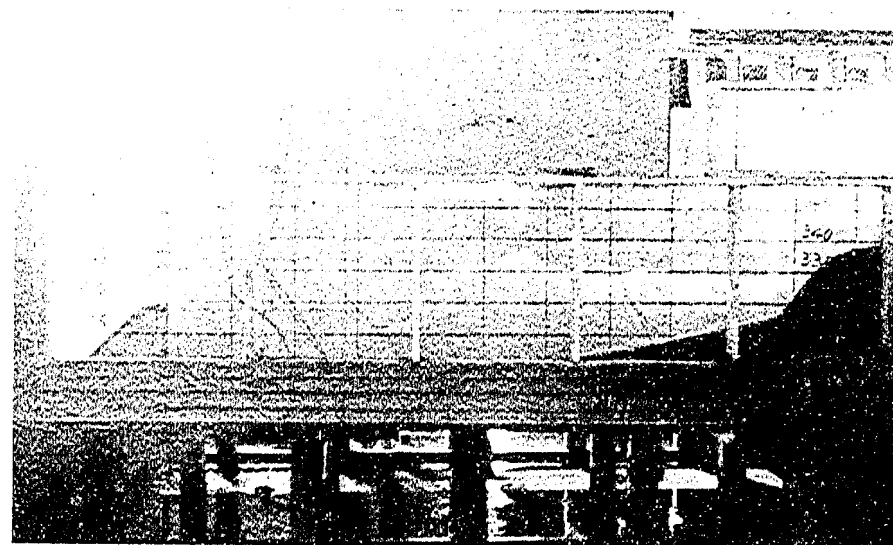
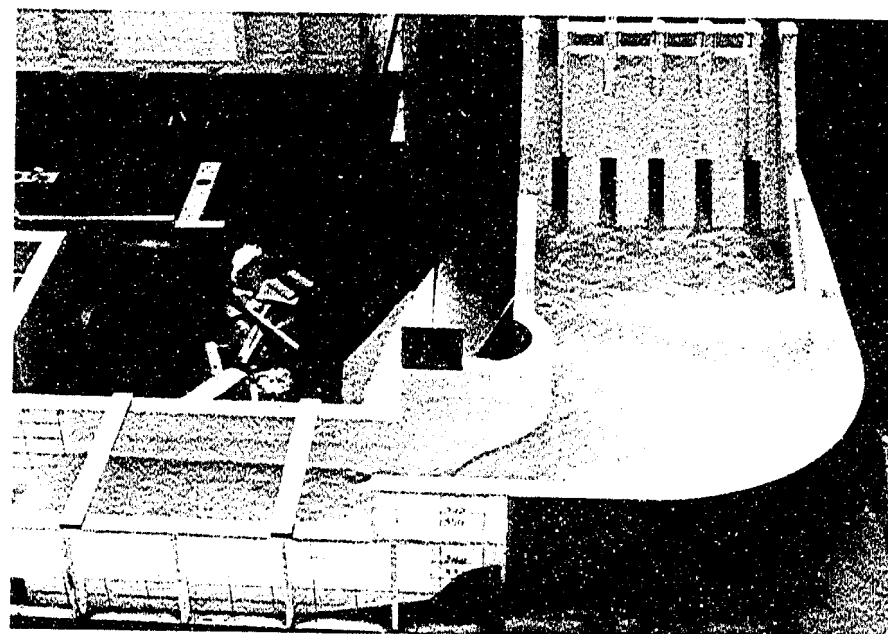
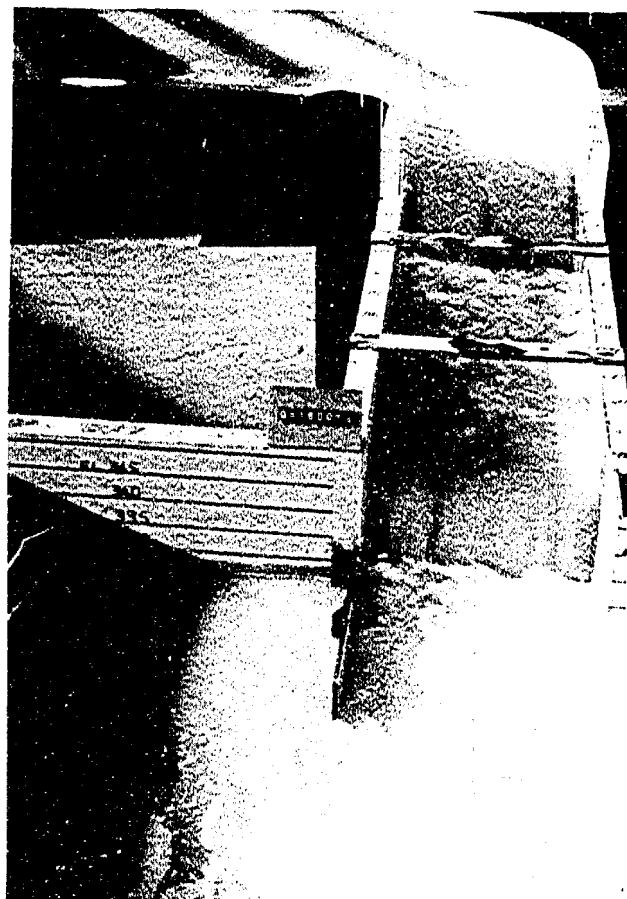


写真 1 - 9 4 減勢工流況写真 (その 2)

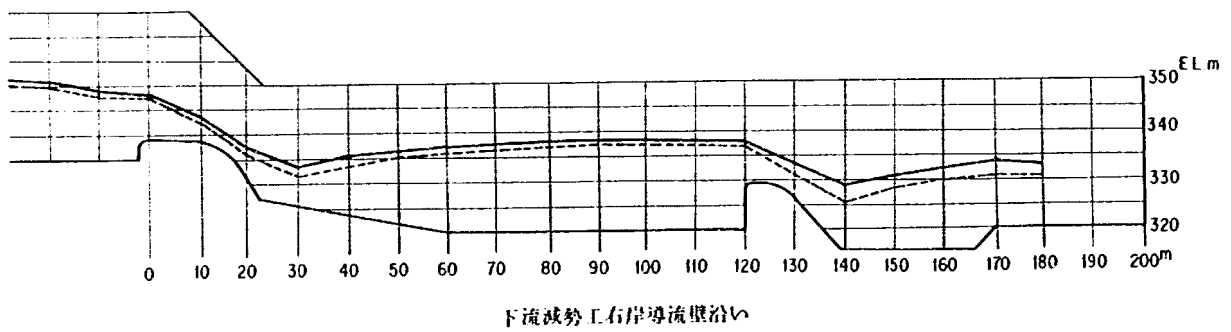
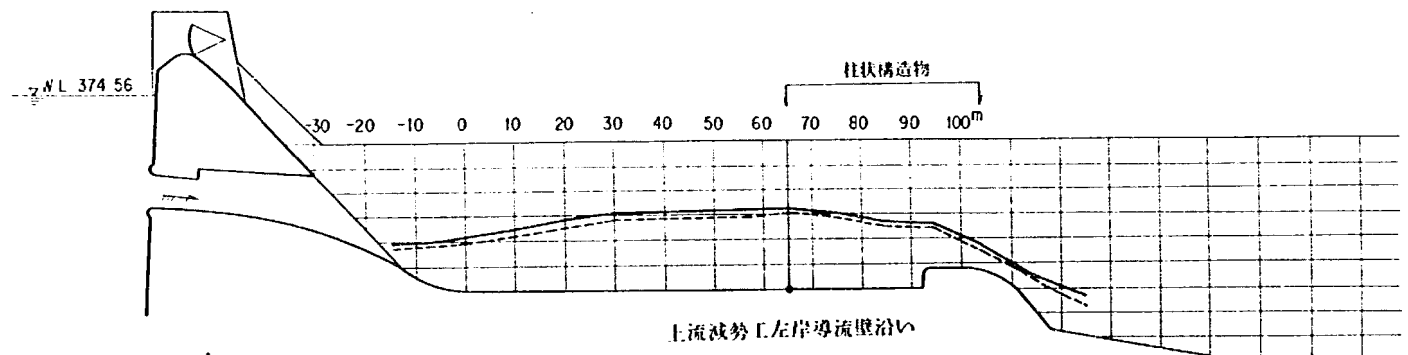
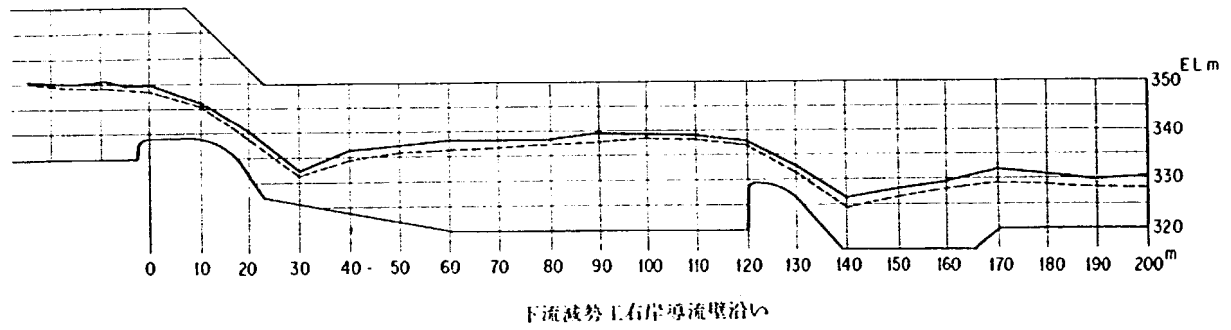
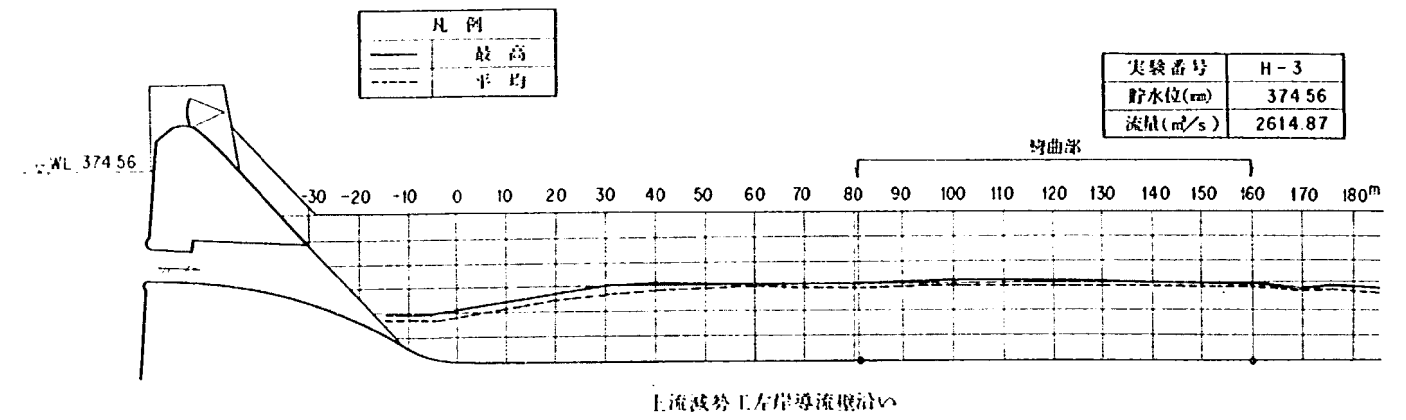


図 1 - 9 5 水面形測定結果図 (その 3)

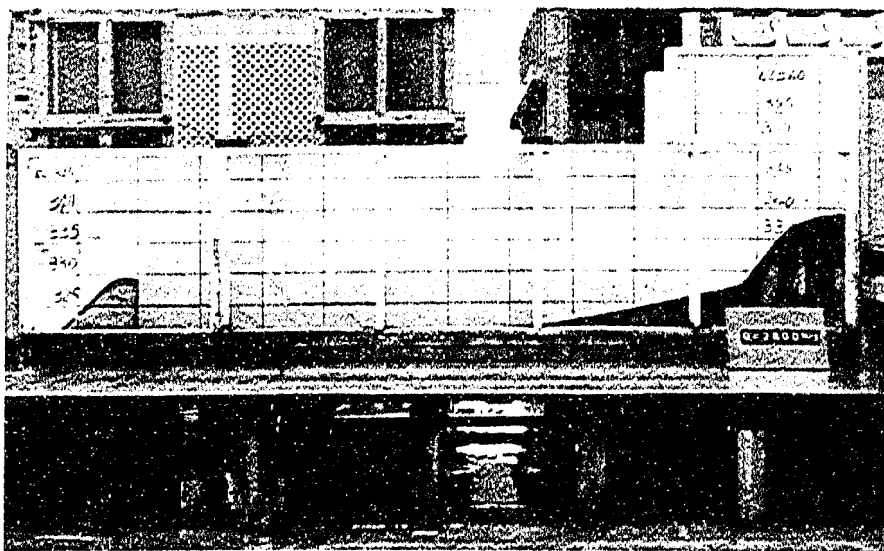
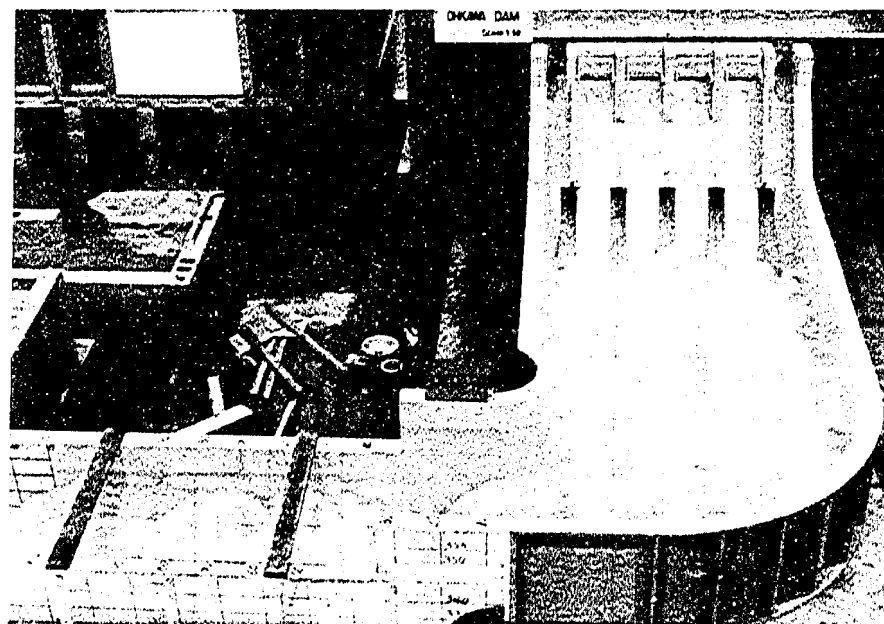
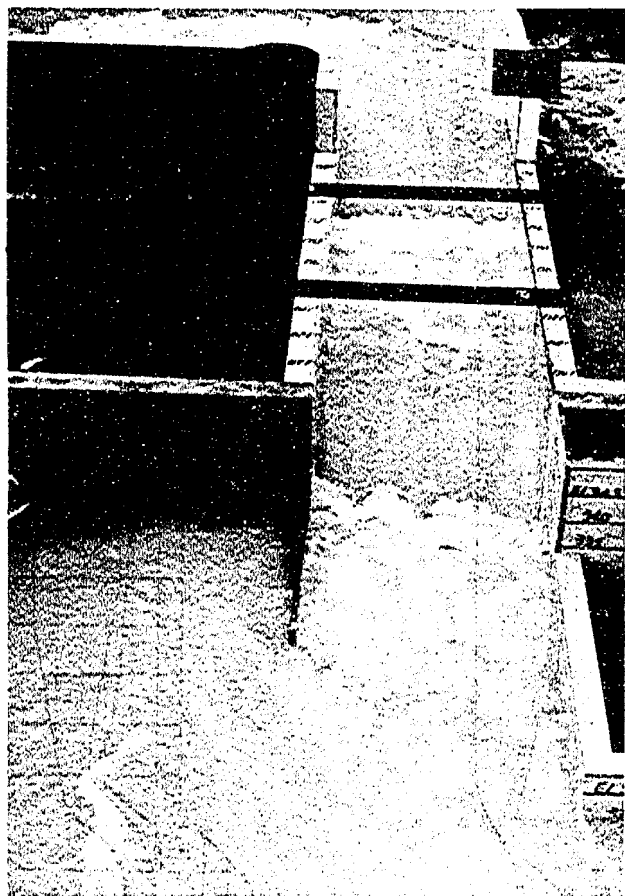


写真1-96 減勢工流況写真(その3)

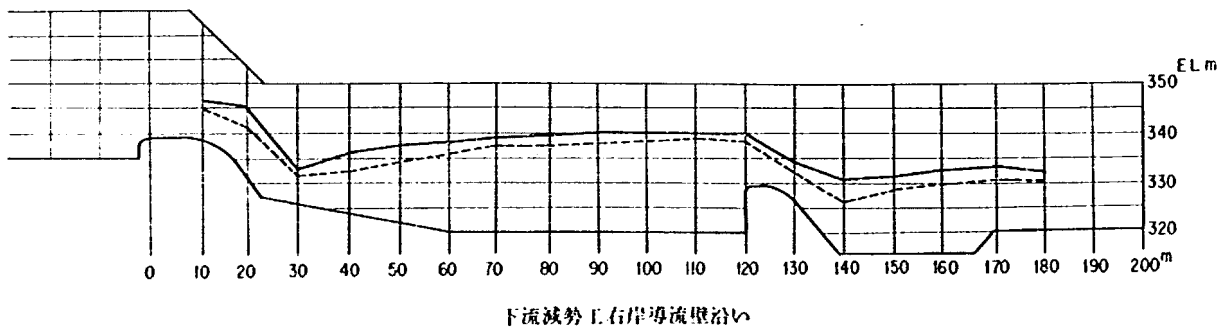
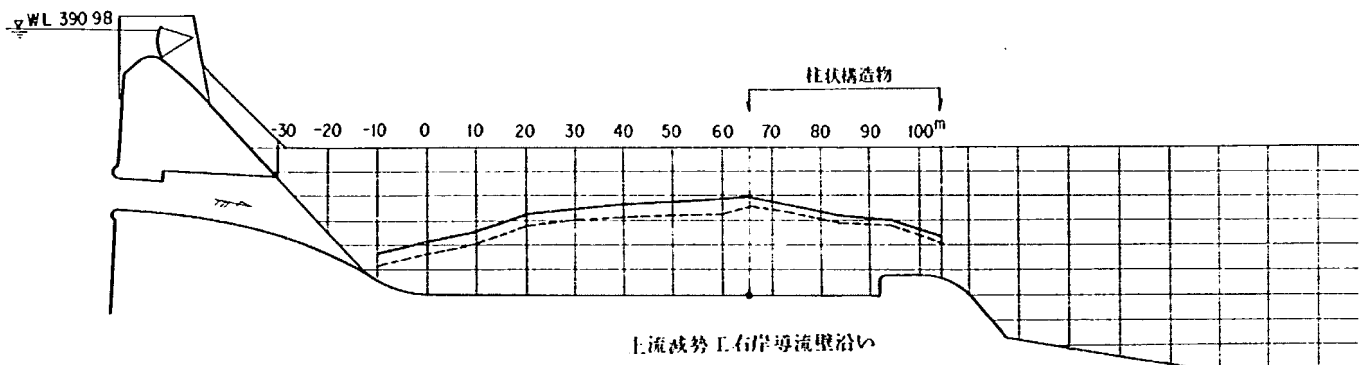
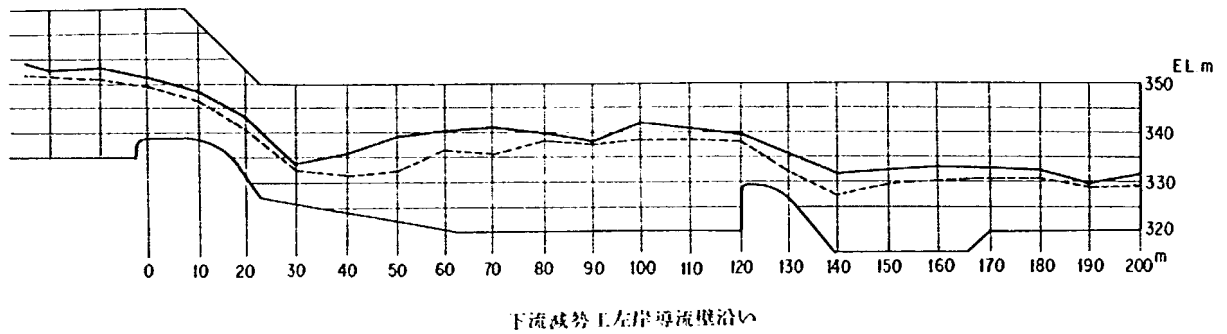
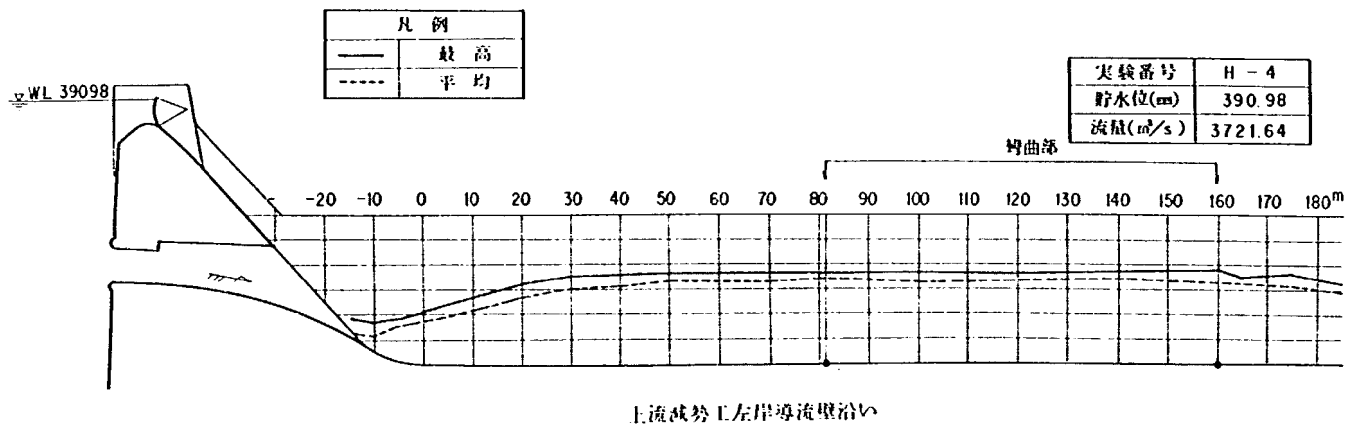


図1-97 水面形測定結果図(その4)

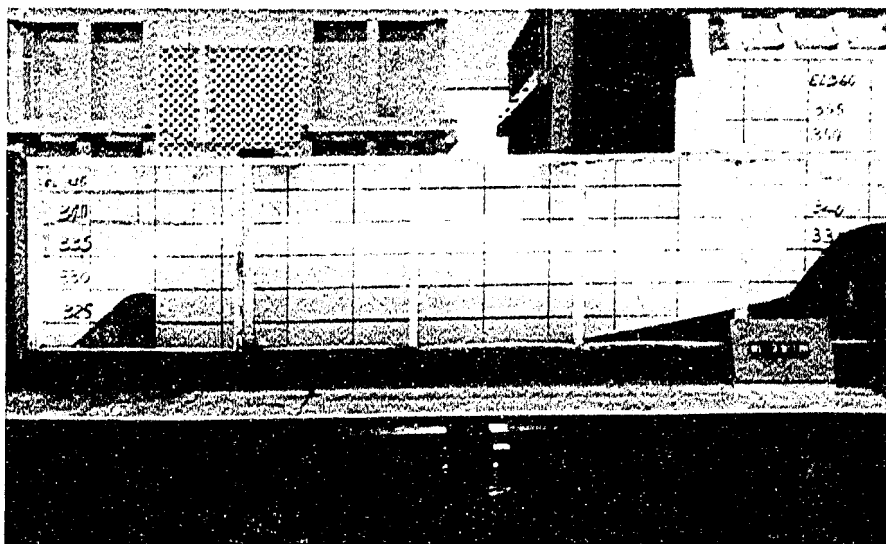
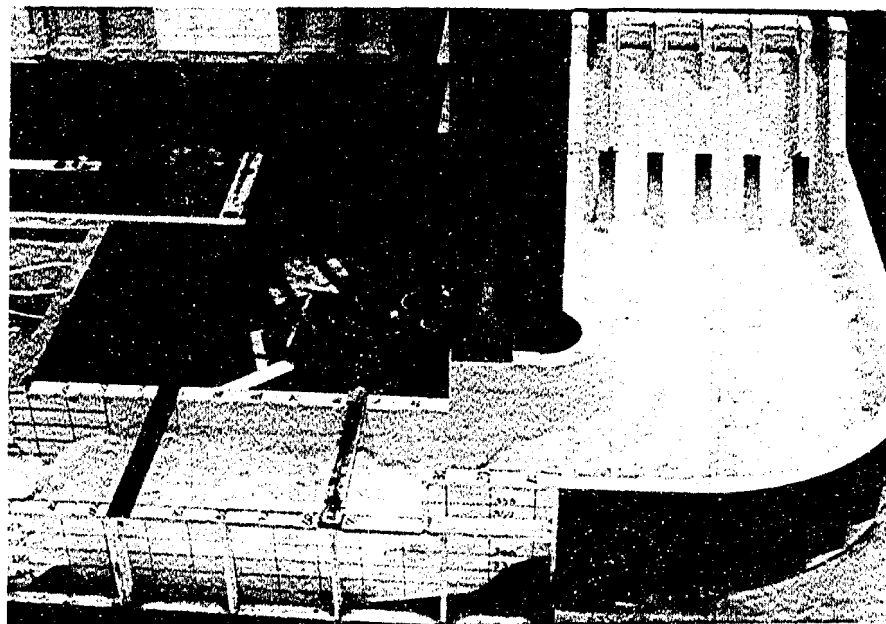


写真1-98 減勢工流況写真(その4)

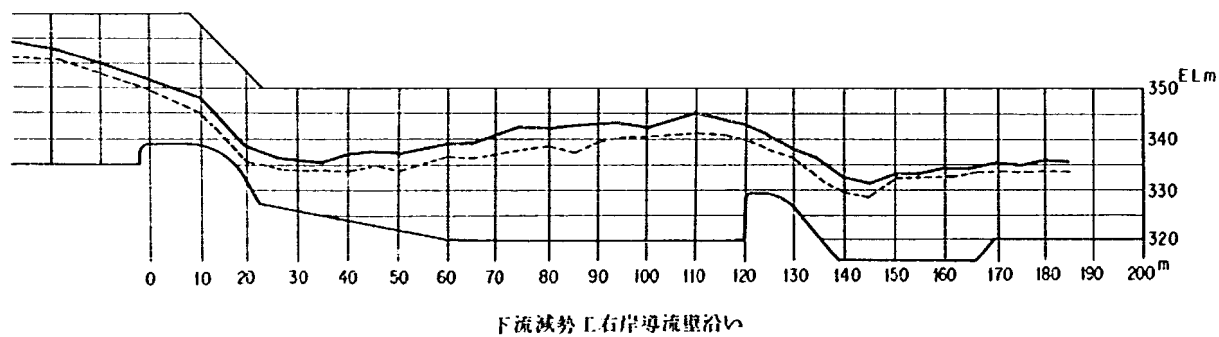
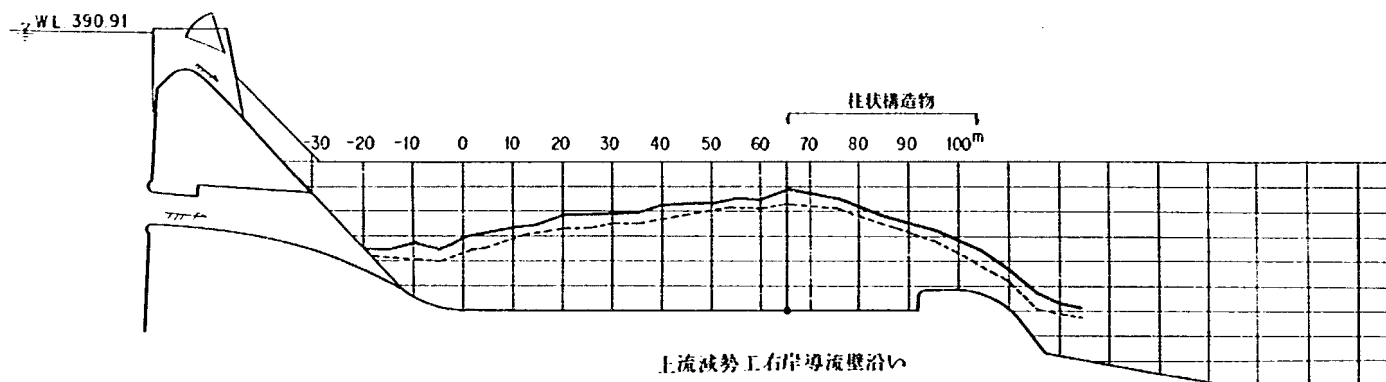
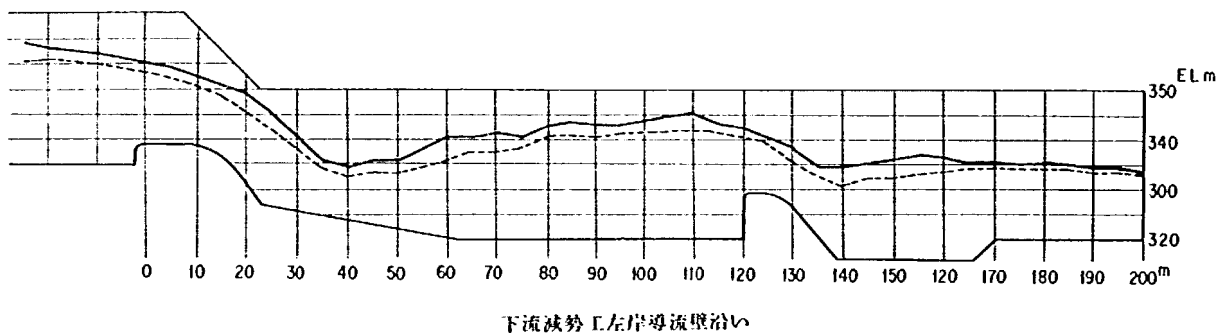
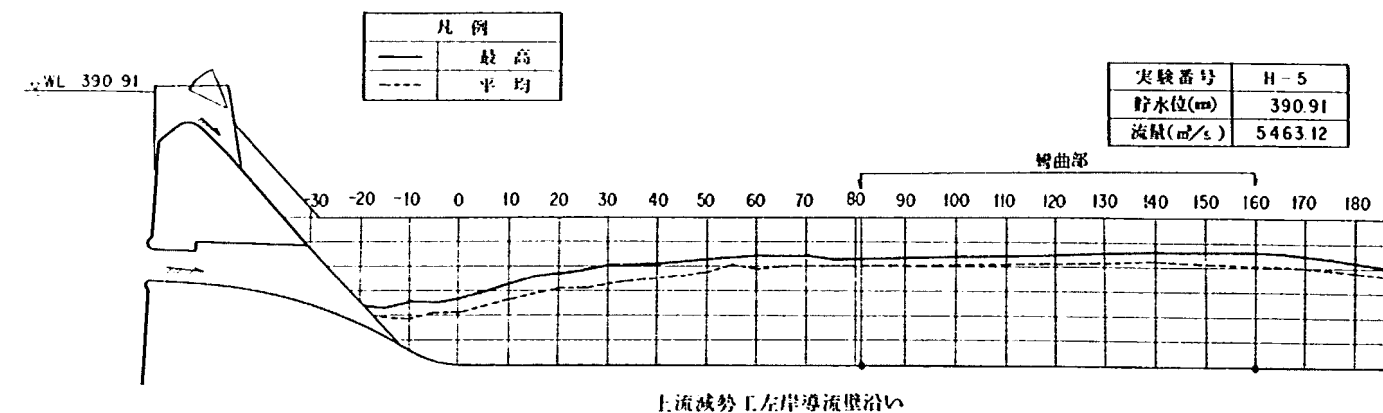


図1-99 水面形測定結果図(その5)

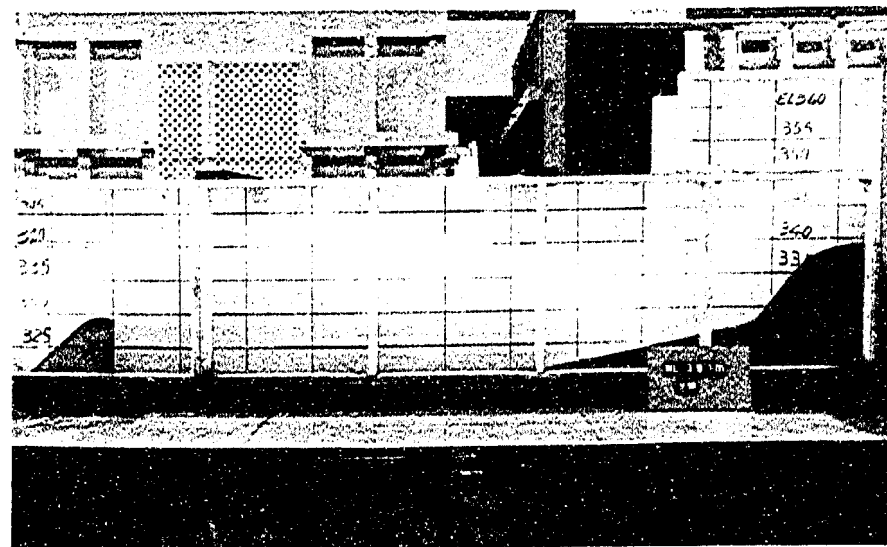
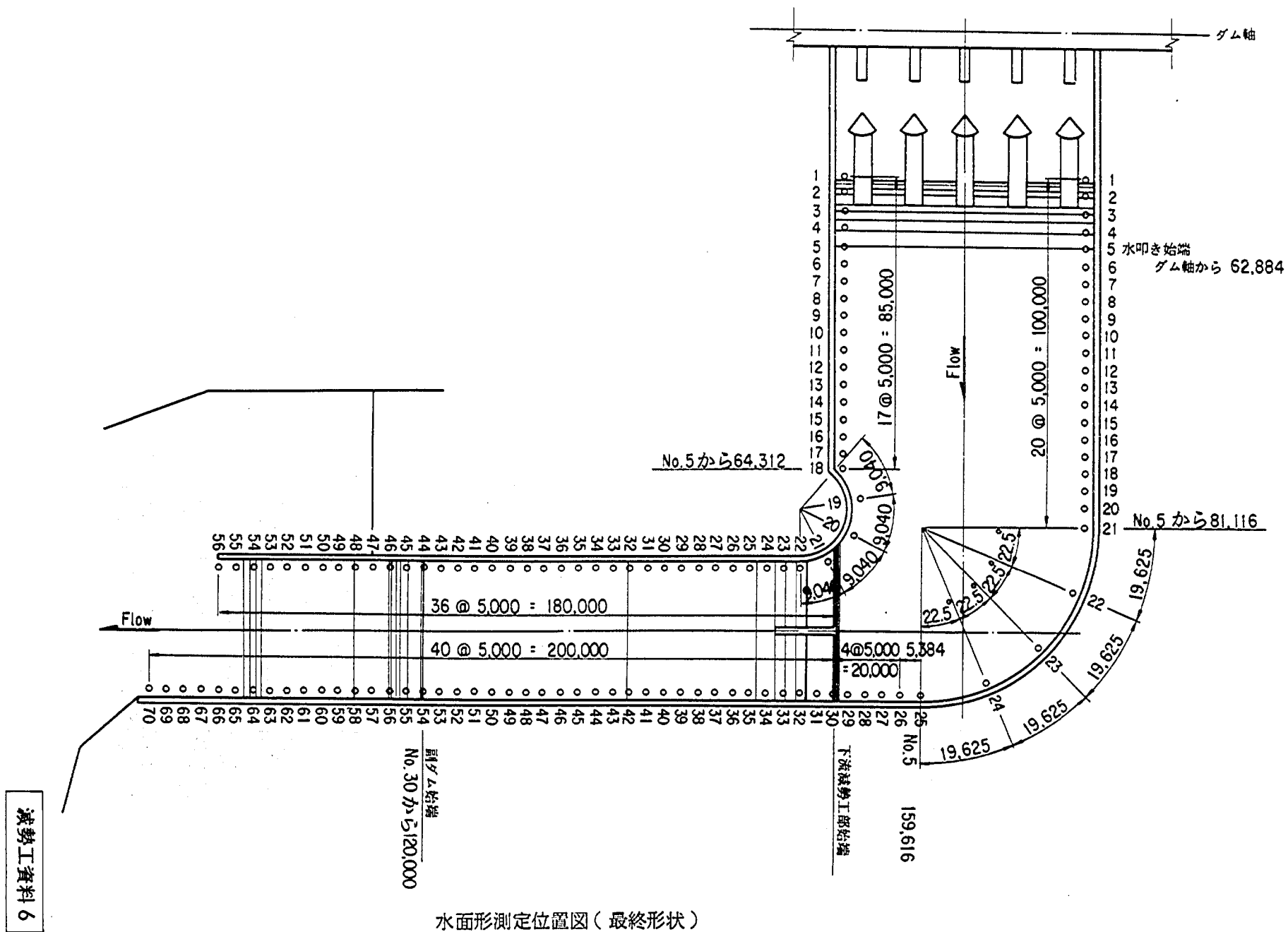


写真 1 - 100 減勢工流況写真(その 5)



大川ダム水面形測定結果数値表

測点 番号	水叩き始端か らの距離 (m)	左 岸		水叩き始端か らの距離 (m)	右 岸	
		最 高	平 均		最 高	平 均
1						
2	-15	342.19	341.49	-15	342.02	341.72
3	-10	341.94	341.54	-10	342.07	341.92
4	-5	342.29	341.94	-5	342.07	341.87
5	0	342.34	341.79	0	342.47	342.02
6						
7						
8						
9	20	344.09	343.49	20	344.22	343.72
10						
11						
12						
13	40	343.99	343.59	40	344.32	344.12
14						
15						
16						
17	60	344.54	344.19	60	344.47	344.27
18	65			64.312	344.42	344.22
19	70			73.352	344.32	343.97
20	75			82.392	344.17	343.77
21	81.116	344.34	344.24	91.432	343.22	343.12
22	100.741	344.54	344.29	100.472	340.73	340.68
23	120.366	344.39	344.24			
24	139.991	344.59	344.29			
25	159.616	344.19	343.94			
26	165					
27	170					
28	175					
29	180	344.14	343.94			
30	185					

(注) 水叩き始端とはバケットカーブ終端の意味でダム軸より62884 mの位置である。

実 験 番 号	H-1
貯水位(EL.m)	359.34
流 量 (m ³ /s)	795.01

測点 番号	段差からの 距 離 (m)	左 岸		段差からの 距 離 (m)	右 岸	
		最 高	平 均		最 高	平 均
21						
22				10	340.73	340.68
23						
24						
25						
26				30	331.88	330.88
27						
28						
29						
30				50	333.73	333.33
31						
32						
33	15	339.93	339.38			
34				70	333.38	332.78
35						
36						
37	35	333.08	332.53			
38				90	333.63	333.18
39						
40						
41	55	—	—			
42				110	334.53	334.08
43						
44						
45	75	333.72	333.17			
46				130	328.18	326.93
47						
48						
49	95	334.02	333.57			
50				150	323.09	322.09
51						
52						
53	115	334.12	333.77			
54				170	324.99	324.24
55						
56				180	323.84	323.49
57	135	322.87	322.22			
58						
59						
60						
61	155	323.51	322.36			
62						
63						
64						
65	175	323.76	323.46			
66						
67						
68						
69	195	323.96	323.41			
70						

大川ダム水面形測定結果数値表

測点 番号	水叩き始端か らの距離 (m)	左 岸		水叩き始端か らの距離 (m)	右 岸	
		最 高	平 均		最 高	平 均
1						
2	-15	343.34	342.59	-15	343.62	342.77
3	-10	343.19	342.34	-10	343.72	343.02
4	-5	343.49	342.94	-5	343.72	342.92
5	0	343.84	342.94	0	344.12	343.12
6						
7	10	344.74	343.99	10	345.57	344.07
8						
9	20	346.34	344.79	20	346.87	345.37
10						
11	30	346.49	345.74	30	347.02	345.97
12						
13	40	346.64	345.94	40	346.77	346.42
14						
15	50	346.69	346.09	50	346.67	346.22
16						
17	60	346.74	346.24	60	346.77	346.27
18				64.312	347.02	346.67
19	70	346.94	346.29	73.352	346.57	345.77
20	75			82.392	346.07	345.62
21	81.116	346.84	346.49	91.432	345.22	344.67
22	100.741	347.09	346.69	100.472	341.68	341.38
23	120.366	346.94	346.54			
24	139.991	346.94	346.64			
25	159.616	346.69	346.34			
26	165.					
27	170.	346.64	346.19			
28	175.					
29	180.	346.39	346.09			
30	185.					

(注) 水叩き始端とはバケットカーブ終端の意味でダム軸より62.884 mの位置である。

実 験 番 号	H-2
貯水位(EL. m)	362.11
流 量(m ³ /s)	1624.50

減勢工資料6-2

測点 番号	段差からの 距 離 (m)	左 岸		段差からの 距 離 (m)	右 岸	
		最 高	平 均		最 高	平 均
21						
22				10	341.68	341.38
23						
24				20	334.08	333.23
25						
26				30	333.48	332.68
27						
28				40	334.73	333.33
29						
30				50	335.03	334.33
31	5	344.83	344.75			
32				60	335.58	334.53
33	15	340.83	340.58			
34	20	336.03	335.48	70	336.18	335.28
35						
36	30	333.58	333.23	80	336.28	335.53
37						
38	40	335.37	333.92	90	336.18	335.33
39						
40	50	336.32	334.82	100	336.13	335.38
41						
42	60	335.87	334.77	110	336.18	335.38
43						
44	70	336.77	335.47	120	335.98	335.18
45						
46	80	336.67	335.12	130	331.43	329.98
47						
48	90	336.32	335.22	140	324.93	322.68
49						
50	100	336.32	335.92	150	326.39	324.29
51						
52	110	336.27	335.67	160	326.34	325.64
53						
54	120	336.12	335.07	170	327.69	326.39
55						
56	130	331.62	329.12	180	326.44	325.59
57						
58	140	325.07	323.17			
59						
60	150	325.51	323.56			
61						
62	160	327.91	325.11			
63						
64	170	327.91	326.11			
65						
66	180	326.16	325.01			
67						
68	190	326.41	325.31			
69						
70	200	326.01	325.11			

大川ダム水面形測定結果数値表

測点 番号	水叩き始端か らの距離 (m)	左 岸		水叩き始端か らの距離 (m)	右 岸	
		最 高	平 均		最 高	平 均
1						
2	-15	344.95	343.40	-15	344.60	343.40
3						
4	-5	344.80	343.90	-5	345.15	344.10
5	0	345.35	344.00	0	346.00	347.45
6						
7	10	347.45	346.00	10	347.50	346.00
8						
9	20	348.80	347.65	20	349.20	347.55
10						
11	30	350.40	348.75	30	350.50	349.05
12						
13	40	350.45	349.55	40	350.90	349.70
14						
15	50	350.65	349.70	50	350.90	349.55
16						
17	60	350.45	350.00	60	351.05	349.90
18				64.312	351.30	350.55
19	70	350.50	349.95	73.352	350.10	349.30
20				82.392	348.85	347.80
21	81.116	350.60	349.90	91.432	348.05	347.35
22	100.741	351.35	350.40	100.472	343.75	343.00
23	120.366					
24	139.991	350.95	350.05			
25	159.616	350.55	350.00			
26	165					
27	170	349.95	349.40			
28	175	350.05	349.30			
29	180					
30	185	349.85	348.75			

(注) 水叩き始端とはバケットカーブ終端の意味でダム軸より62.884 mの位置である。

実験番号	H-3
貯水位(EL. m)	374.56
流量(m³/s)	2614.87

測点 番号	段差からの 距離 (m)	左 岸		段差からの 距離 (m)	右 岸	
		最 高	平 均		最 高	平 均
21						
22				10	343.75	343.00
23						
24				20	337.01	336.11
25						
26				30	333.61	331.24
27						
28				40	335.77	334.22
29						
30	0	349.85	348.75	50	336.77	335.07
31						
32	10	346.34	345.54	60	337.02	335.92
33						
34	20	340.14	339.04	70	337.42	336.57
35						
36	30	332.84	331.59	80	338.07	337.02
37						
38	40	336.34	334.34	90	338.17	337.67
39						
40	50	337.19	335.89	100	338.52	337.82
41						
42	60	338.39	336.29	110	338.47	337.97
43						
44	70	338.44	336.89	120	337.82	336.97
45						
46	80	338.54	337.54	130	334.78	332.04
47						
48	90	339.24	337.94	140	328.98	325.15
49						
50	100	339.44	337.99	150	331.04	328.35
51						
52	110	339.09	338.24	160	332.69	330.60
53						
54	120	337.99	337.34	170	333.80	330.98
55						
56	130	333.24	331.99	180	333.02	331.05
57						
58	140	326.56	324.81			
59						
60	150	328.71	326.81			
61						
62	160	329.61	328.31			
63						
64	170	332.07	329.29			
65						
66	180	331.04	329.02			
67						
68	190	330.02	328.54			
69						
70	200	330.81	323.36			

大川ダム水面形測定結果数値表

測点 番号	水叩き始端か らの距離 (m)	左 岸		水叩き始端か らの距離 (m)	右 岸	
		最 高	平 均		最 高	平 均
1						
2	-15	344.04	341.24	-15		
3	-10	343.39	340.89	-10	343.12	340.70
4	-5	344.69	342.99	-5	344.52	342.13
5	0	345.84	343.79	0	345.71	343.52
6						
7	10	348.69	345.84	10	348.02	345.04
8						
9	20	351.19	348.89	20	351.07	348.71
10						
11	30	352.89	350.14	30	352.11	350.02
12						
13	40	352.99	351.54	40	353.10	350.08
14						
15	50	353.89	351.94	50	353.86	350.95
16						
17	60	353.39	351.64	60	354.16	351.42
18				643.12	354.89	353.02
19	70	353.24	351.69	733.52	353.10	351.45
20				823.92	351.30	349.25
21	81.116	353.24	352.19	914.32	350.15	348.95
22	100.741	353.34	351.99	1004.72	346.13	345.10
23	120.366	353.64	352.19			
24	139.991	353.99	352.24			
25	159.616	354.04	351.84			
26	165	352.94	351.79			
27	170					
28	175	353.04	350.99			
29	180					
30	185	351.69	349.54			

(注) 水叩き始端とはバケットカーブ終端の意味でダム軸より62884 mの位置である。

実 験 番 号	H-4
貯水位(EL. m)	390.98
流 量(m ³ /s)	3721.64

測点 番号	段差からの 距 離 (m)	左 岸		段差からの 距 離 (m)	右 岸	
		最 高	平 均		最 高	平 均
21						
22				10	346.13	345.10
23						
24				20	340.03	337.18
25						
26				30	332.78	331.83
27						
28				40	336.13	332.48
29						
30	0	351.69	349.54	50	337.93	334.33
31						
32	10	348.89	346.93	60	338.28	335.93
33						
34	20	343.38	340.83	70	339.33	337.03
35						
36	30	333.83	332.63	80	339.93	337.78
37						
38	40	335.62	331.47	90	340.33	338.03
39						
40	50	339.52	334.07	100	340.08	338.48
41						
42	60	340.12	336.52	110	340.43	339.23
43						
44	70	340.62	336.77	120	340.38	338.33
45						
46	80	339.97	338.12	130	334.58	322.38
47						
48	90	338.12	337.77	140	330.88	326.83
49						
50	100	341.87	338.57	150	331.74	328.54
51						
52	110	340.42	338.77	160	332.59	329.44
53						
54	120	339.87	338.02	170	333.09	330.79
55						
56	130	335.17	332.27	180	332.24	330.49
57						
58	140	331.52	327.47			
59						
60	150	332.51	329.36			
61						
62	160	333.16	330.36			
63						
64	170	332.96	330.81			
65						
66	180	332.21	330.36			
67						
68	190	329.81	329.11			
69						
70	200	331.41	329.26			

大川ダム水面形測定結果数値表

測点 番号	水叩き始端か らの距離 (m)	左 岸		水叩き始端か らの距離 (m)	右 岸	
		最 高	平 均		最 高	平 均
1	-20	346.74	345.59	-20	347.17	345.72
2	-15	346.54	344.74	-15	347.07	345.42
3	-10	347.59	344.34	-10	348.52	345.17
4	-5	347.74	345.74	-5	347.22	344.97
5	0	348.49	345.84	0	349.52	346.87
6	5	349.64	347.24	5	350.42	347.82
7	10	351.14	348.24	10	351.77	349.72
8	15	352.79	349.49	15	352.22	350.02
9	20	353.64	350.24	20	354.07	351.37
10	25	354.24	350.49	25	354.12	351.67
11	30	355.54	351.89	30	354.67	352.82
12	35	355.19	352.04	35	354.97	352.42
13	40	355.49	352.94	40	356.02	353.77
14	45	356.39	353.24	45	356.32	354.17
15	50	356.94	354.14	50	356.67	355.17
16	55	357.09	355.59	55	357.02	355.27
17	60	357.54	354.49	60	357.02	355.32
18	65	357.39	355.39	64.312	359.17	356.32
19	70	357.44	355.29	73.352	357.52	355.57
20	75	356.84	355.44	82.392	354.62	352.67
21	81.116	356.84	355.44	91.432	351.27	349.32
22	100.741	357.24	355.79	100.472	347.13	344.43
23	120.366	357.44	355.99			
24	139.991	358.04	356.19			
25	159.616	358.89	355.49			
26	165	358.49	355.99			
27	170	357.84	355.39			
28	175	357.24	354.99			
29	180	356.24	354.04			
30	185	355.49	353.64			

(注) 水叩き始端とはバケットカーブ終端の意味でダム軸より62.884 mの位置である。

実 験 番 号	H-5
貯水位(EL. m)	390.91
流 量(m ³ /s)	5463.12

測点 番号	段差からの 距離 (m)	左 岸		段差からの 距離 (m)	右 岸	
		最 高	平 均		最 高	平 均
21						
22				10	347.13	344.43
23				15	343.38	340.68
24				20	338.78	335.68
25				25	336.68	334.03
26				30	335.63	333.83
27				35	335.58	333.93
28				40	337.38	333.83
29				45	337.59	334.79
30	0	355.49	353.64	50	337.33	333.82
31	5	354.59	352.44	55		
32	10	352.78	350.18	60	339.28	336.98
33	15	350.63	348.73	65	339.33	336.68
34	20	349.63	345.37	70	340.63	337.23
35	25	345.13	342.03	75	342.78	338.28
36	30	340.33	338.08	80	342.58	338.88
37	35	335.87	334.12	85	343.03	339.48
38	40	334.32	332.87	90	343.28	339.63
39	45	335.62	332.32	95	343.73	340.83
40	50	335.87	333.12	100	342.73	340.73
41	55			105		
42	60	340.52	335.62	110	345.43	341.58
43	65	340.52	337.42	115	344.03	341.08
44	70	341.19	337.42	120	343.08	340.03
45	75	340.84	338.04	125	341.13	338.38
46	80	342.82	340.74	130	338.43	336.68
47	85	343.77	340.92	135	336.38	332.33
48	90	343.27	340.57	140	332.03	329.78
49	95	343.82	341.02	145	331.33	328.98
50	100	343.92	341.37	150	333.29	332.59
51	105			155	333.39	332.54
52	110	345.42	341.97	160	334.39	332.99
53	115	343.32	341.42	165	334.59	333.44
54	120	342.72	340.72	170	335.29	333.89
55	125	340.72	339.02	175	335.74	333.94
56	130	337.82	335.82	180	335.49	333.64
57	135	334.82	332.92			
58	140	334.77	330.92			
59	145	335.31	332.31			
60	150	336.01	332.61			
61	155	337.01	333.16			
62	160	336.71	333.46			
63	165	335.46	334.06			
64	170	335.46	334.56			
65	175	335.21	334.31			
66	180	335.26	334.51			
67	185	335.16	334.06			
68	190	334.81	333.61			
69	195	334.61	333.31			
70	200	333.91	333.11			

第 2 章 堤頂越流部

THE END OF THE WORLD

第2章 堤頂越流部

第1節 堤頂越流部の設計

大川ダム堤頂越流部の水理設計条件として以下のものを考える。

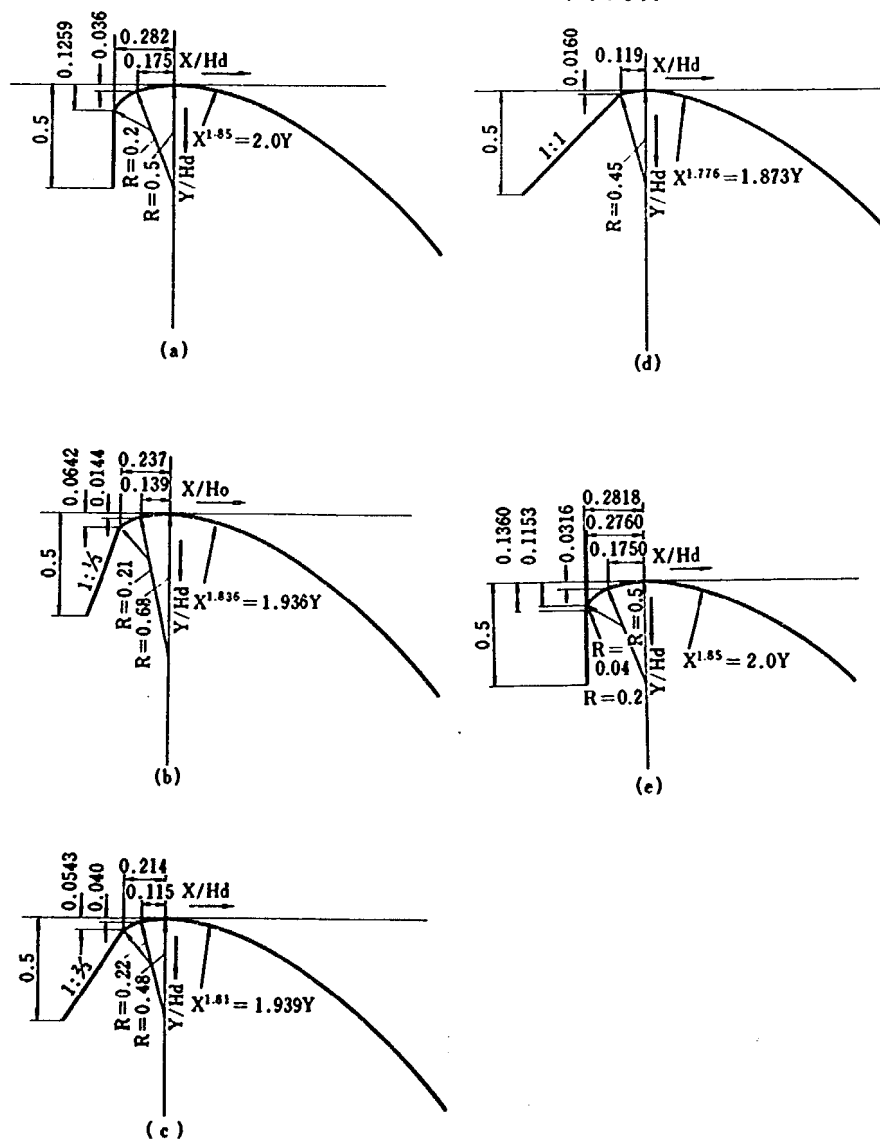
イ) サーチャージ水位 E.L. 391.0 m で洪水吐設計対象流量 5,230 m³/s を放流管と併用して安全かつ確実に放流可能なこと。

ロ) 堤頂越流部はラジアルゲート 4 門で構成される。

ハ) 越流部形状は USCE の標準越流頂 (表 2-1) を採用する。

ニ) E.L. 391.0 m の貯水位で放流の際、放流水面と堤頂構造物との間に 1.5 m 以上の余裕があること。

表 2-1 USCE の標準流頂



さて、サーチャージ水位において放流管の放流量は5条で $3520\text{ m}^3/\text{s}$ が期待出来るので堤頂越流部の必要放流量 Q_d は4門で

$$Q_d = 5230 - 3520 = 1710\text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{サーチャージ水位})$$

となる。また可能放流量は次式で計算される。

$$Q_d = n \cdot C \cdot B \cdot H^{3/2}$$

n : 門数, C : 越流係数, B : 越流巾 (1門当り), H : 越流水深

今, $n = 4$, $C = 2.0$, $Q_d = 1710\text{ m}^3/\text{s}$ として B 及び H を計算すると表 2-2 の様になる。

表 2-2

B (m)	H (m)	越流頂標高(m)
11	7.23	383.77
11.5	7.02	383.98
12	6.82	384.18
12.5	6.64	384.36

B/H および上流減勢工巾 75 m を考慮し、可能放流量に余裕を含ませると大川ダム堤頂越流部として下記のものゝ適当と思われる。

越流頂標高 384.0 m
 越流巾 12.0 m
 ピア巾 3.0 m
 総越流巾 57.0 m ($12\text{ m} \times 4 + 3\text{ m} \times 3$)
 設計水深 7.0 m ($\text{EL. } 391.0\text{ m} - \text{EL. } 384.0\text{ m}$)

この時推定放流量は

$$Q_d = n \cdot C \cdot B \cdot H^{3/2} = 4 \times 2 \times 12 \times 7^{3/2} = 1775\text{ m}^3/\text{s}$$

である。

◦越流部形状の決定

基本三角形に内接する上流面が鉛直な USCE の標準越流頂 (表 2-1-a) の設計水頭 H_{d0} は次式にて求まる。

$$H_{d0} = \frac{Y_k (m_1 + m_2)}{0.282 + 0.504 \left(\frac{1}{m_1} \right)^{0.85} - 0.126\text{ m}^2}$$

Y_k = 基本三角形頂点標高 - 越流頂標高

$$\text{EL. } 392.5\text{ m} - \text{EL. } 384.0\text{ m} = 8.5\text{ m}$$

$$m_1 = \text{ダム下流面勾配} \quad 1 : 0.9$$

$$m_2 = \text{ダム上流面勾配} \quad 1 : 0.06$$

代入すると

$$H_{d0} = \frac{8.5 \times 0.96}{0.282 + 0.504 \left(\frac{1}{0.9} \right)^{\frac{1}{0.85}} - 0.126 \times 0.06} = 11.34$$

$$H_d = 7.0 \text{ m} < 11.34 \text{ m} = H_{d0}$$

しかるに所要の越流頂が基本三角形より小さいので上流面が鉛直なUSCEの標準形はそのままでは適用出来ない。この様な場合下記に示す3通りの方法がある。

1) 設計水深を11.34 mとする。

この場合、最大越流深7 mと設計水深との比は0.62となり越流係数はかなり低下する。

2) 越流頂の上流曲線の始端を堤体上流面に一致させ、設計水深7 mの標準型越流頂下流に適当な曲線を挿入して下流面にすり付ける。

この場合、採用する下流曲線の形状によっては越流係数の低下および曲線部に大きな負圧の発生することがある。

3) USCEの標準形のうち上流面に勾配を持つ形状(表2-1-(b)(c)(d))を採用し上流面と折線で接続する。

この場合、ゲート全開で操作した時堤頂付近に負圧が発生する。

大川ダムではラジアルゲートを採用すること及び堤頂道路が計画されていることから、ゲートの巻上げを考慮すると越流頂を出来るだけダム背面に設置するのが好ましいと判断された。このため上述の方法のうち(3)を採用することとしその形状を図2-3の様に決定した。

昭和53年度当初ラジアルゲートとして半径8 mのものが計画されていたがその後半径9 mに計画変更となっている。

第2節 昭和53年度堤頂越流部水理実験

2-1 概要

前節で設計された堤頂越流部形状についてその機能を評価するために水理実験を実施した。その結果、原設計案では堤頂付近に非常に大きな負圧の発生が認められた。このため、堤頂上流側の形状を改良して負圧が-3m程度になるようにした後、必要な資料の収集を行っている。この時点ではゲート半径は8mで計画されており、水理実験もこれに基づいて実施されている。

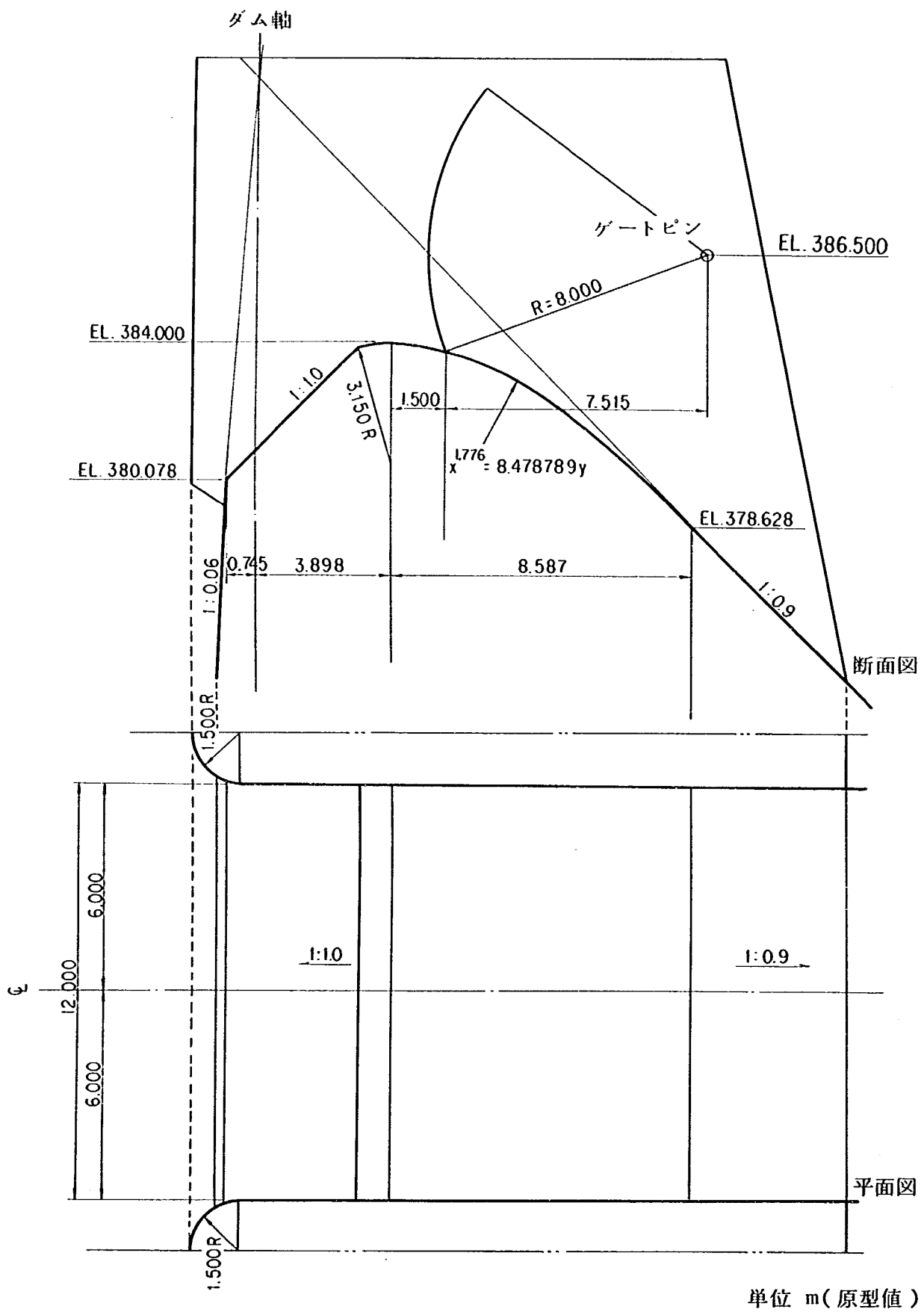


図 2 - 3 大川ダム堤頂越流部設計案

2-2 実験方法

a 模 型

昭和53年度の水力実験では前節で設計された大川ダム堤頂越流部4径間の内ピア-2基を含む2径間分の木製模型を縮尺1/31.25にて製作し水力機能の検討を行なっている。実験用模型は図2-4に示すような平面形状で模型両側は原型越流部の中間に位置している。

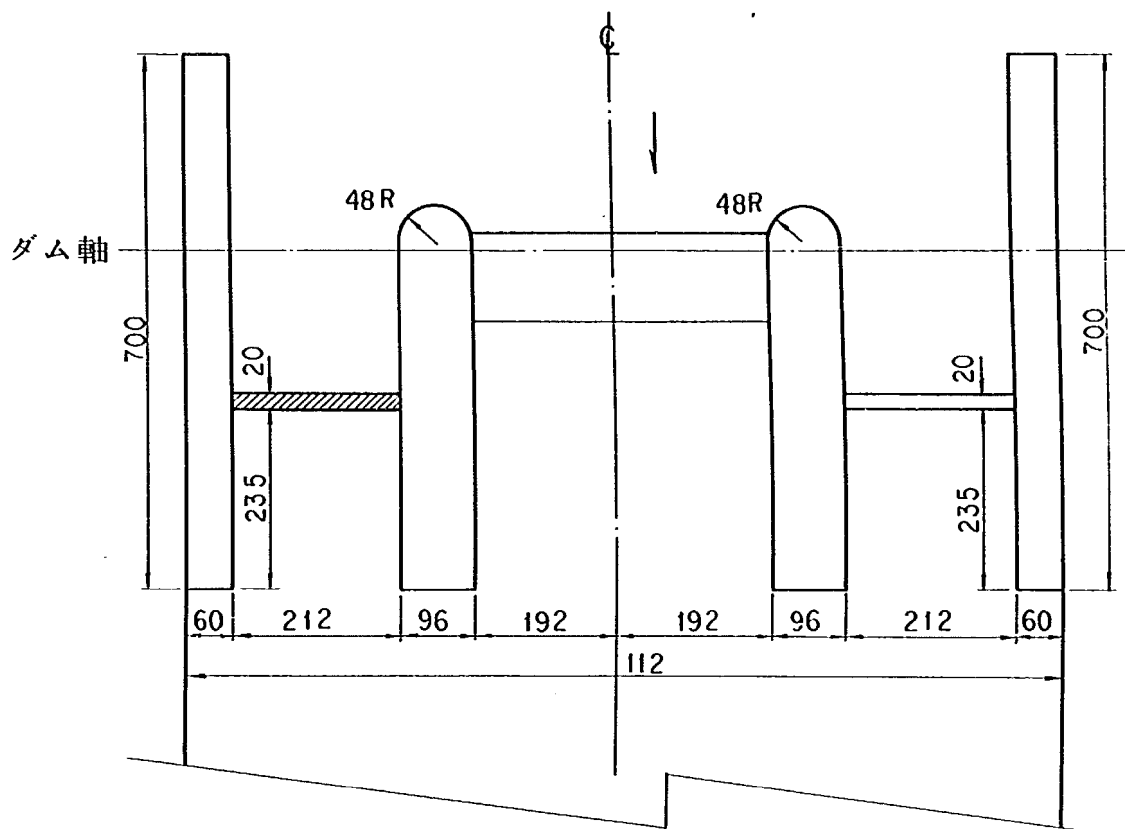


図2-4 越流部抽出模型平面図 記入寸法 (模型値)

b 計画概要

放流機能等を調べるために計測を行なった水力諸量の説明とその計測方法は下記の通りである。

1) 貯水池水位

貯水池水位は、貯水槽に水位管を設置し水位管に固定したポイント・ゲージにより計測を行なった。

2) 流 量

模型を通過する流量は、下流に据付けられた検定堰 ($B = 1.000 \text{ m}$, $b = 0.500 \text{ m}$, $D = 0.605 \text{ m}$) の越流水深から下記の板谷・手島式により算出されている。

○板谷・手島の式

$$Q = C b h^{3/2}$$

$$C = 1.785 + \frac{0.00295}{h} + 0.237 \frac{h}{D} - 0.428 \sqrt{\frac{(B-b)h}{BD}} + 0.034 \sqrt{\frac{B}{D}}$$

Q : 越流量 (m^3/s) , b : 切欠きの巾 (m) , h : 越流水深 (m) , C : 流量係数

適用範囲 $0.5 \text{ m} < B < 6.3 \text{ m}$, $0.15 \text{ m} < b < 5 \text{ m}$

$0.15 \text{ m} < D < 3.5 \text{ m}$, $bD/B^2 > 0.06$

$0.03 \text{ m} < h < 0.45 \sqrt{b} \text{ m}$

3) 圧 力

越流部越流面および三次元段差部等に圧力測定用ピエゾ管 (内径 1 mm のピエゾメーター) を埋設し、これにビニールホースを連結し、マノメーター板にあらわれる圧力の最高と最低を 1 mm よみのスタッフで測定した。

4) 水 面 形

越流面の水面形は 1 mm よみのスタッフを使って最高と平均の水位を測定した。

c 相 似 則

本実験の現象は重力の影響が大と考えられるためフルードの相似則に従うものと考えられる。実験施設の関係より、越流部抽出模型の幾何学的縮尺を $1/31.25$ としたため模型と実物との間には「表 2-5 諸量の縮率」に示す関係がある。

尚、本節に記載される実験条件、および測定結果に関する数値は表 2-5 にもとづいて実物値に換算した。

表 2-5 諸量の縮率

基本量	次 元	縮 率	越流部抽出
長さ・水深	L	n	1 : 31.25
時 間	T	$n^{1/2}$	1 : 5.59
流 速	LT^{-1}	$n^{1/2}$	1 : 5.59
流 量	L^3T^{-1}	$n^{5/2}$	1 : 5459.15

2-3 設計案の検討

図 2-3 大川ダム堤頂越流部設計案について越流面作用圧力の検討を行なった結果図 2-6 が得られた。測線はピア沿い及び径間中央部に設定し、自由越流 (貯水位 EL. 392 m) の状態で計測している。

図 2-6 から知れる様に測点 7 においてかなりの負圧が発生しており、その値はピア沿いで -7.95 m 水柱、径間中央で -9.01 m 水柱である。この値は越流条件が設計水位 7 m を上廻る 8 m である事を加味しても越流部断面形状の改善を示唆するものである事は明白である。

この負圧の問題を解決するために、堤頂付近での流れの流向を水平方向に近づけるため、図 2-7 の様な改良案を提案した。

これは堤頂上流面に上向き流れを規制するディフレクターを付加したものである。

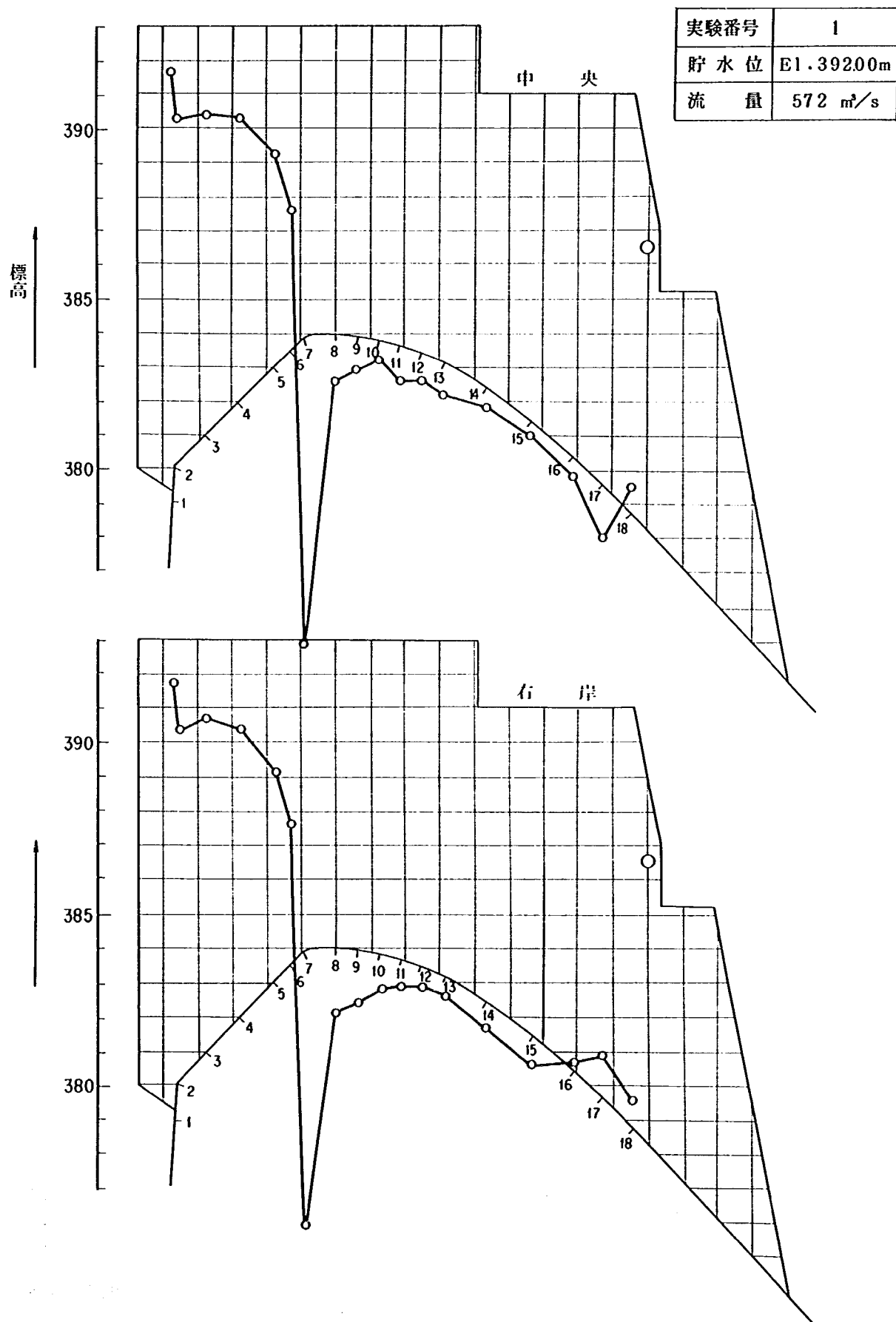
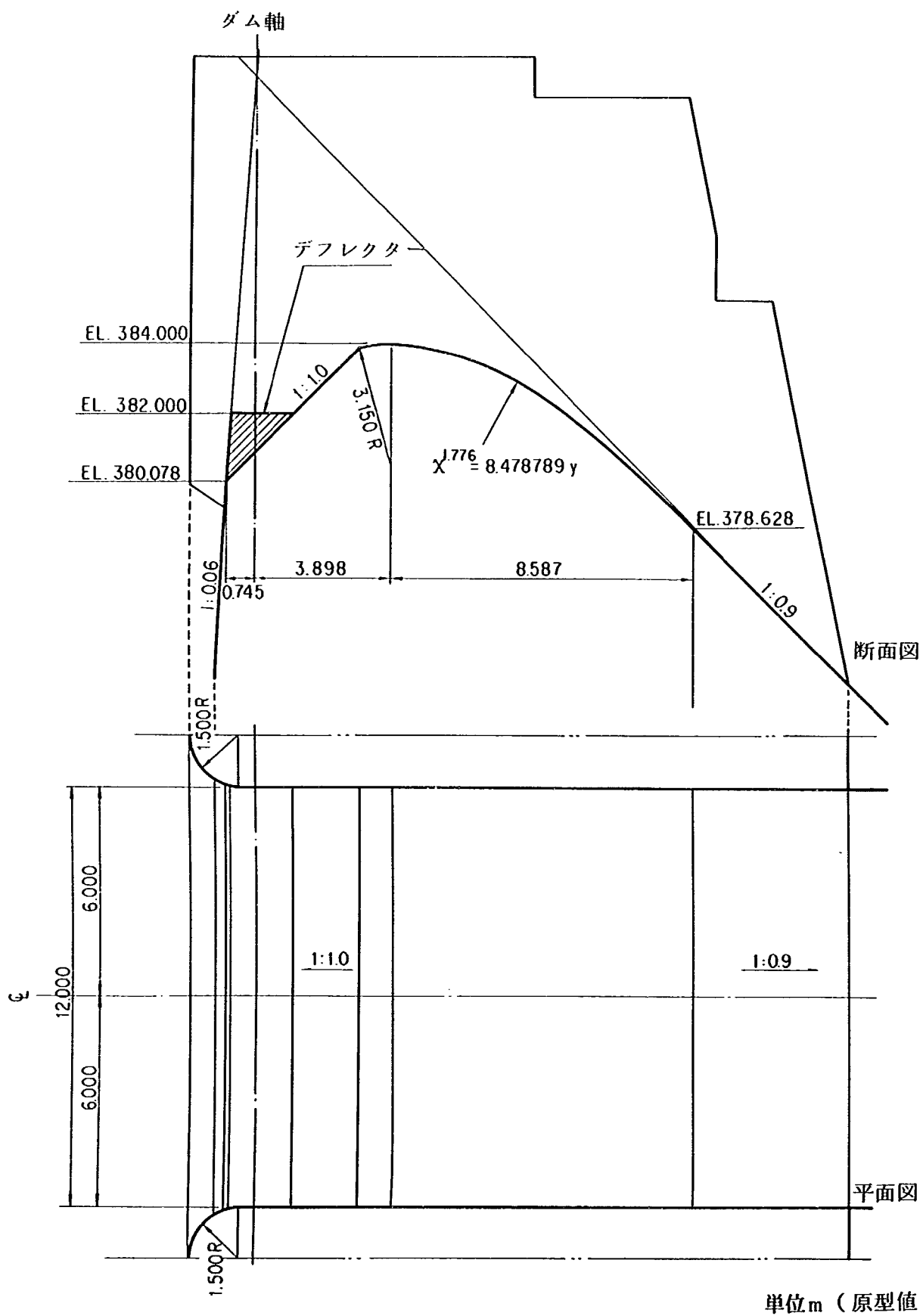


図 2 - 6 堤頂越流部圧力分布図 (設計案)



単位m (原型値)

図 2 - 7 大川ダム堤頂越流部改良案

2-4 改良案の検討

本節では2-3で提案された改良案(図2-7)について越流面に作用する圧力からその適用に対して問題点の無い事を確認した上で、構造物設計資料としての越流水面形状、管理資料としての放流機能の調査を実施した。

a. 作用圧力

自由越流状態(貯水位 EL.391.85 m)での越流面作用圧力の測定結果を図2-8に示す。当初設計案では堤頂付近にみられた-9 m水柱の負圧が改良案では-3 m水柱以下に改善されているのがわかる。この圧力は設計水頭時には図2-9に示すように-1.76 m水柱とさらに軽減される。

図2-10に示す圧力分布図はゲート半開時の越流面作用圧力を測定したものである。水理条件はゲート開度 50 cm, 貯水位 EL.390.56 mであるが、発生している負圧は最大-1 m水柱程度である。これは他のゲート開度についてもほぼ同様の事が言える。

以上の検討から、改良案の形状(図2-7)を大川ダムの堤頂越流部として採用すれば、堤体面に作用する負圧は大きくても-3 m水柱程度であり、機能上問題は無いと判断される。

実験番号	2
貯水位	E1.39185m
流量	542m ³ /s

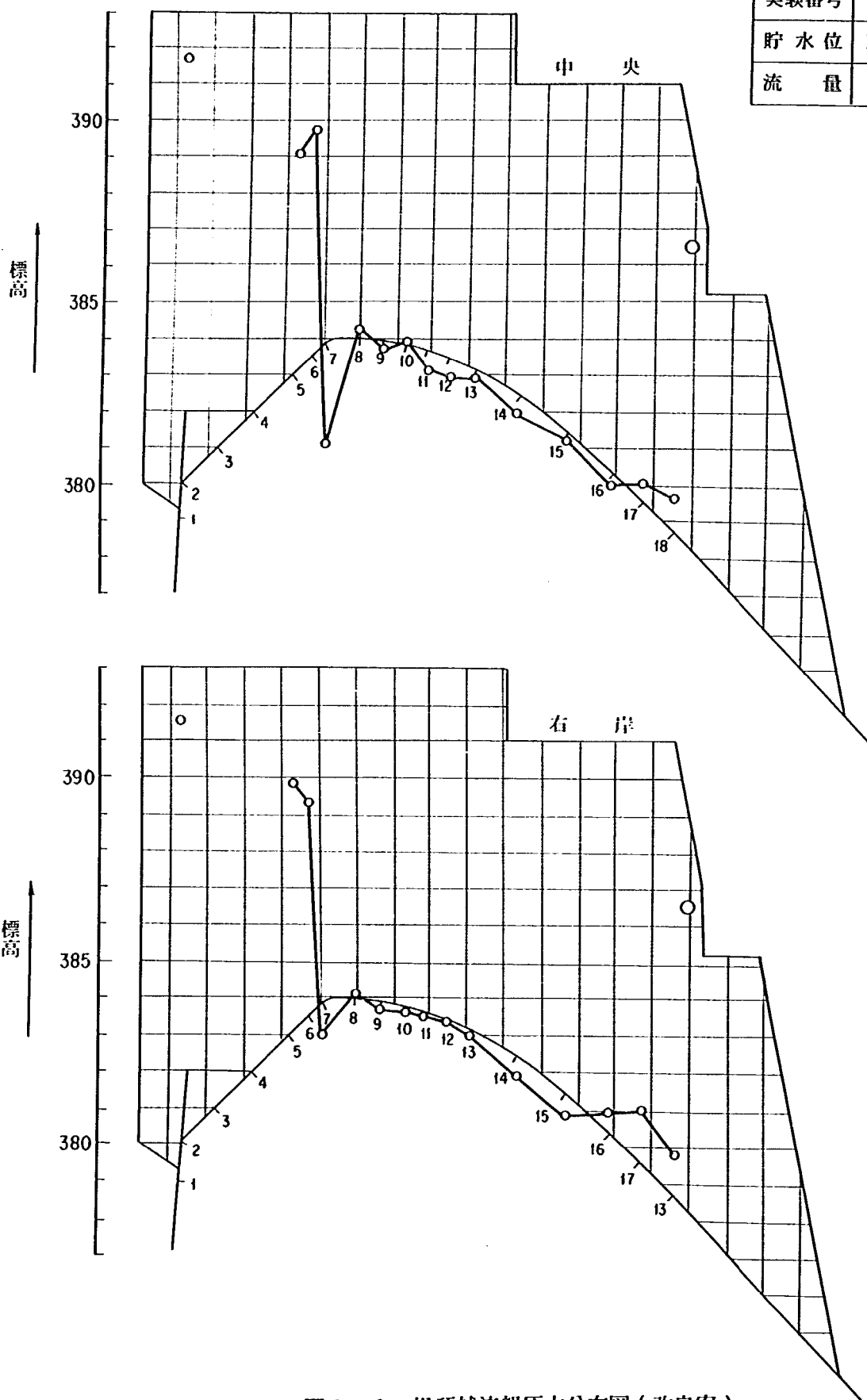


図 2 - 8 堤頂越流部圧力分布図 (改良案)

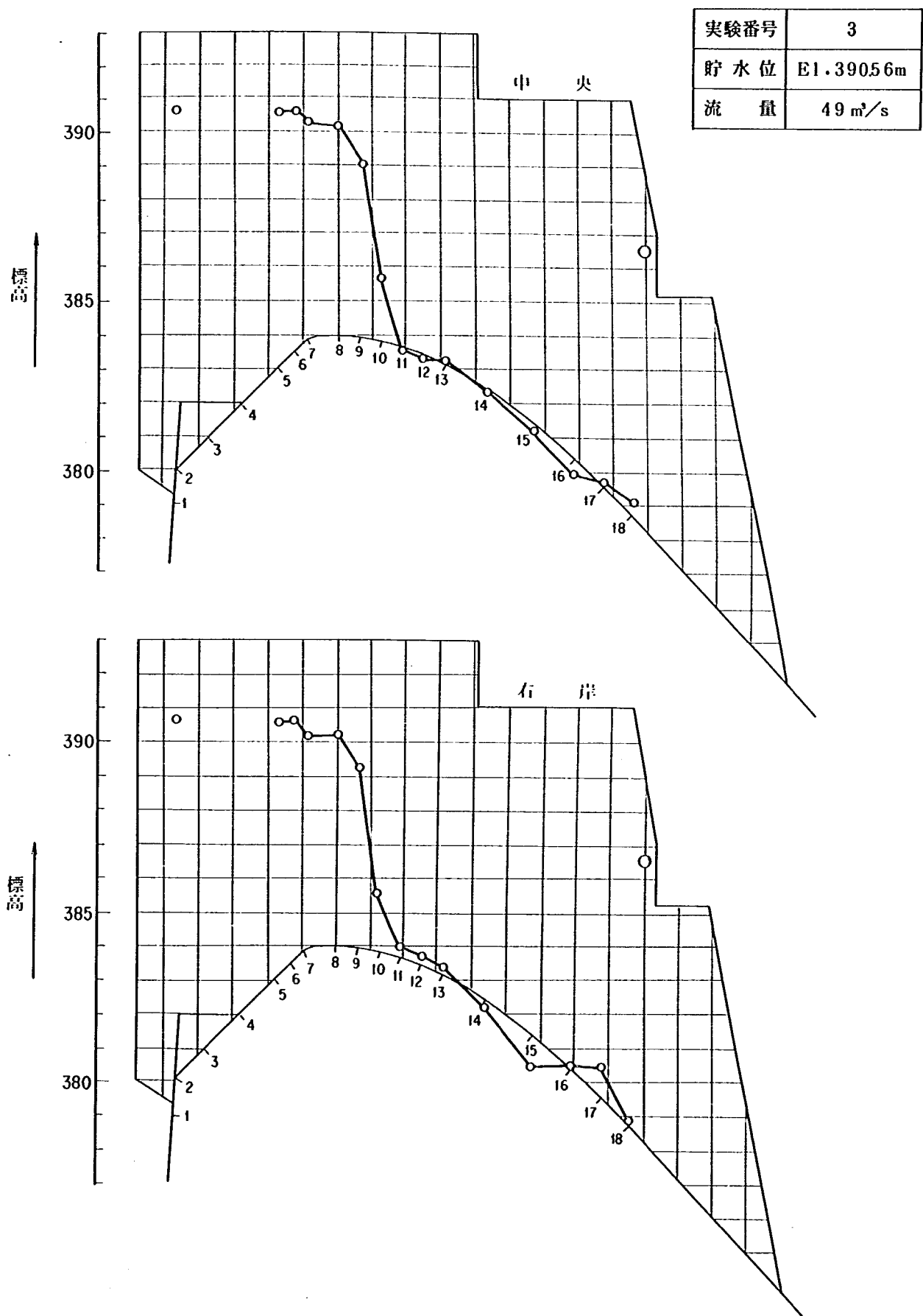


図 2 - 9 堤頂越流部圧力分布図 (改良案)

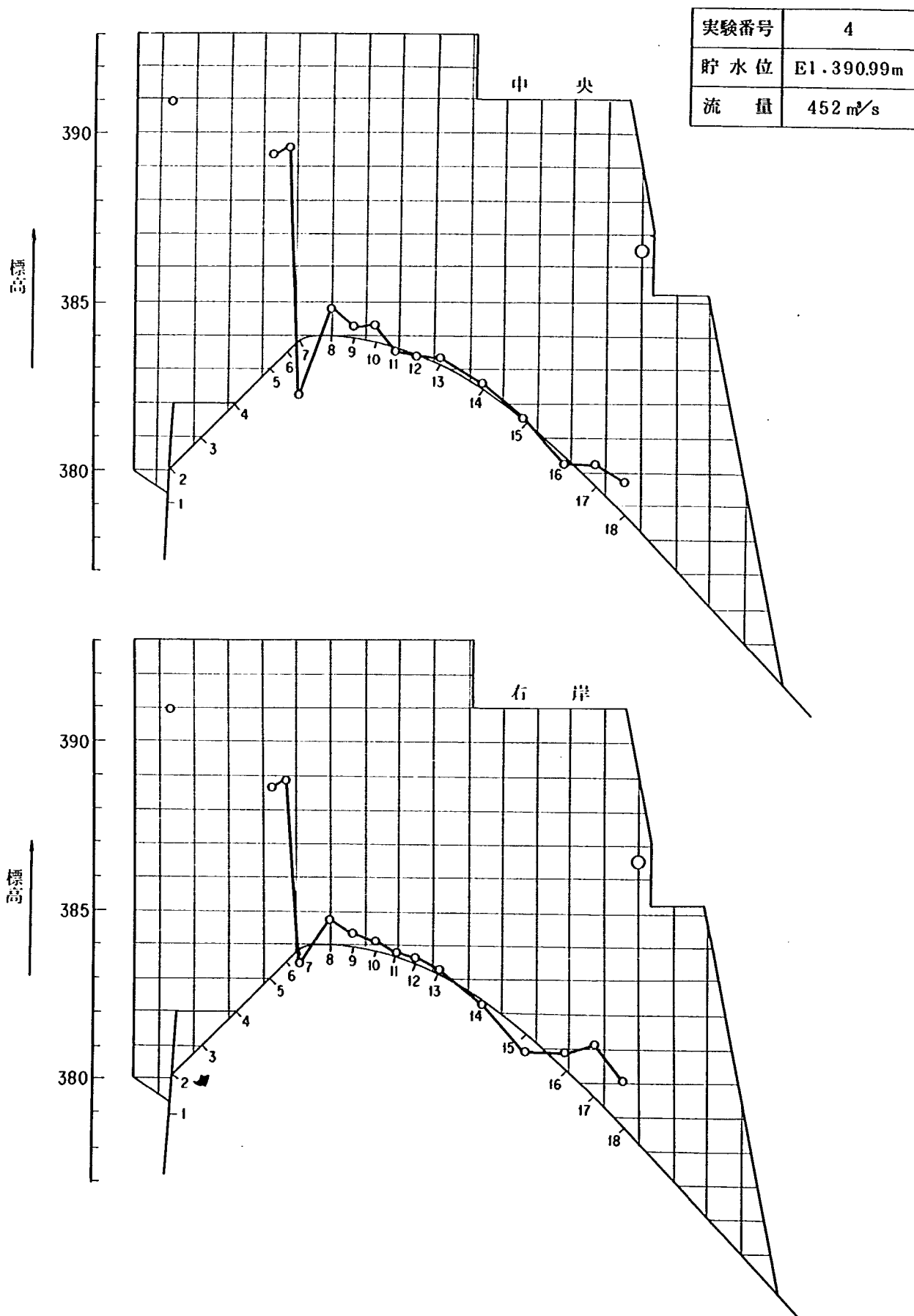


図2-10 堤頂越流部圧力分布図(改良案)

b. 越流水面

越流水面の検討は縮流の影響が一番顕著になる1門単独放流状態に対応するケース(実験番号5)および全門自由越流時の両端の径門の状況に対応するケース(実験番号6)について行なっている。それぞれの検討項目は写真による流況判断、越流水面形状および堤体面作用圧力であり各ケースについて下記のように示してある。

実験番号	写 真	水面形	圧力分布	貯水位(EL.m)
5	2-11	2-12	2-13	392.46
6	2-14	2-15	2-16	392.53

水面形のうち実験番号5の右岸、実験番号6の右岸のものはそれぞれ橋台、橋脚沿いの最高水面形状を表現しているものと考えられる。これらに径門中央の水面形状を加えると、大川ダム越流部の水面形状として考えられる測線をほぼ網羅していると考えて差しつかえない。

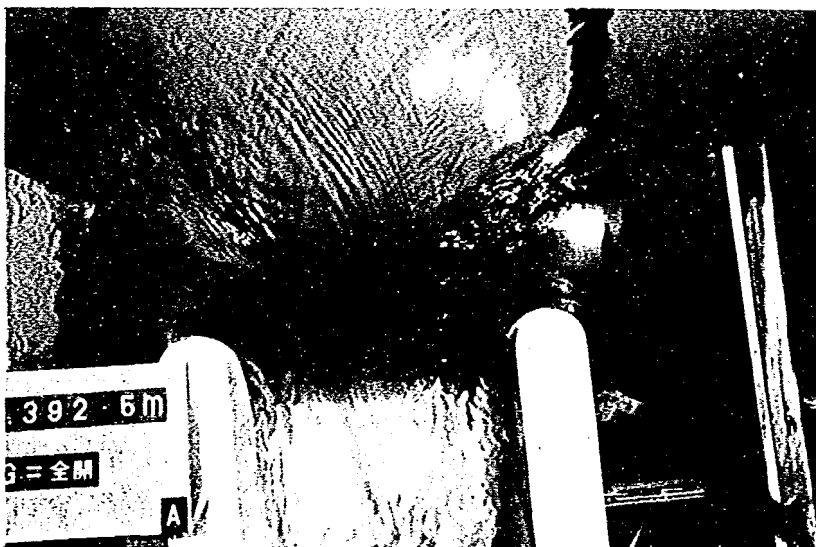
越流水面の検討から下記の点が結論づけられる。

ゲートピンと越流水面との距離は実験番号5の右岸のケースが最も短い、その値は1.5 m強であり河川施設等構造令を満足している。



実験番号	5
貯水位	E1.39246m

上流側より



上方より



下流側より

写真2-11 堤頂越流部流況

实验番号	5
貯水位	E1.39246m
流 量	604 m ³ /s

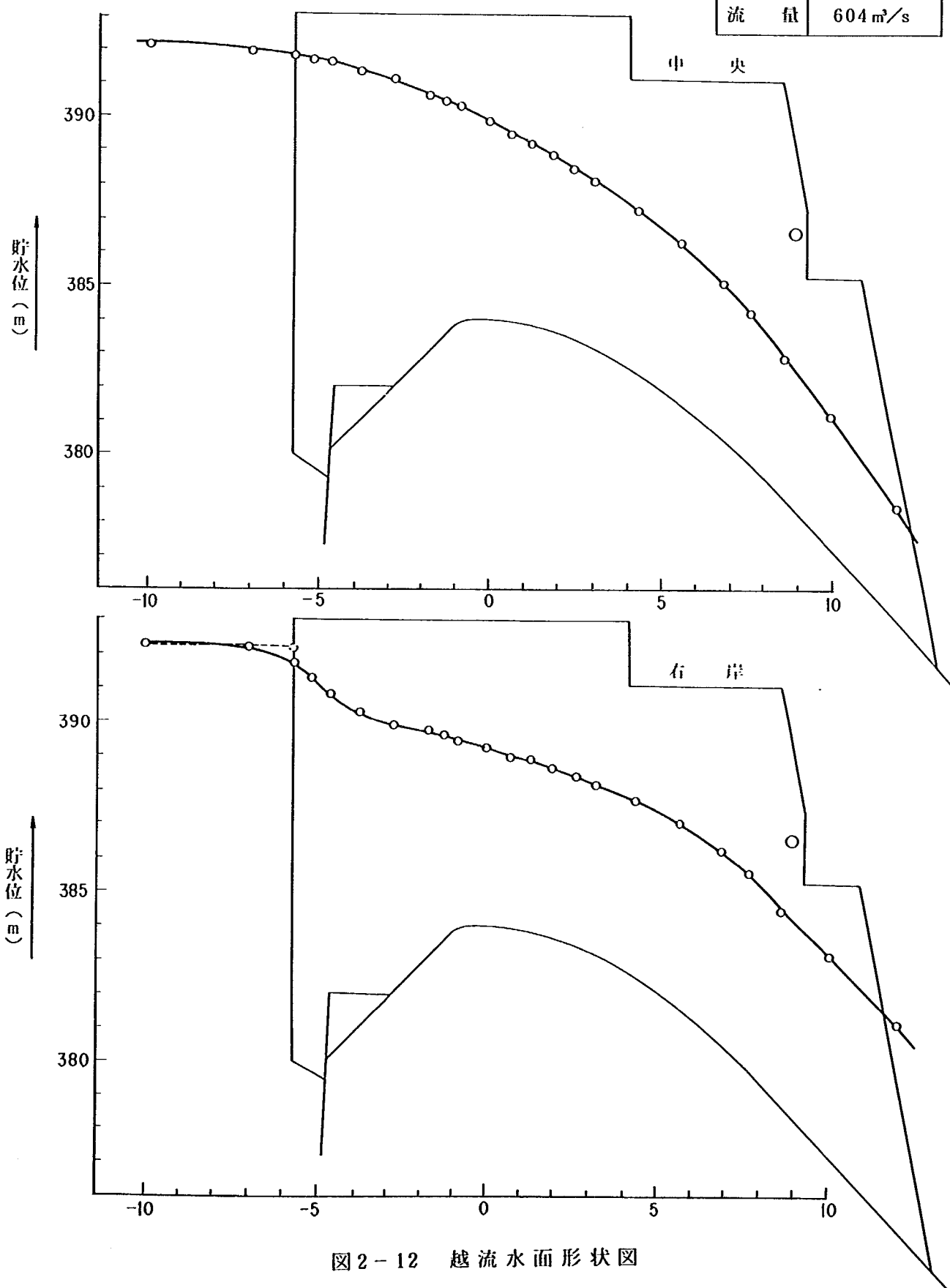


图2-12 越流水面形状图

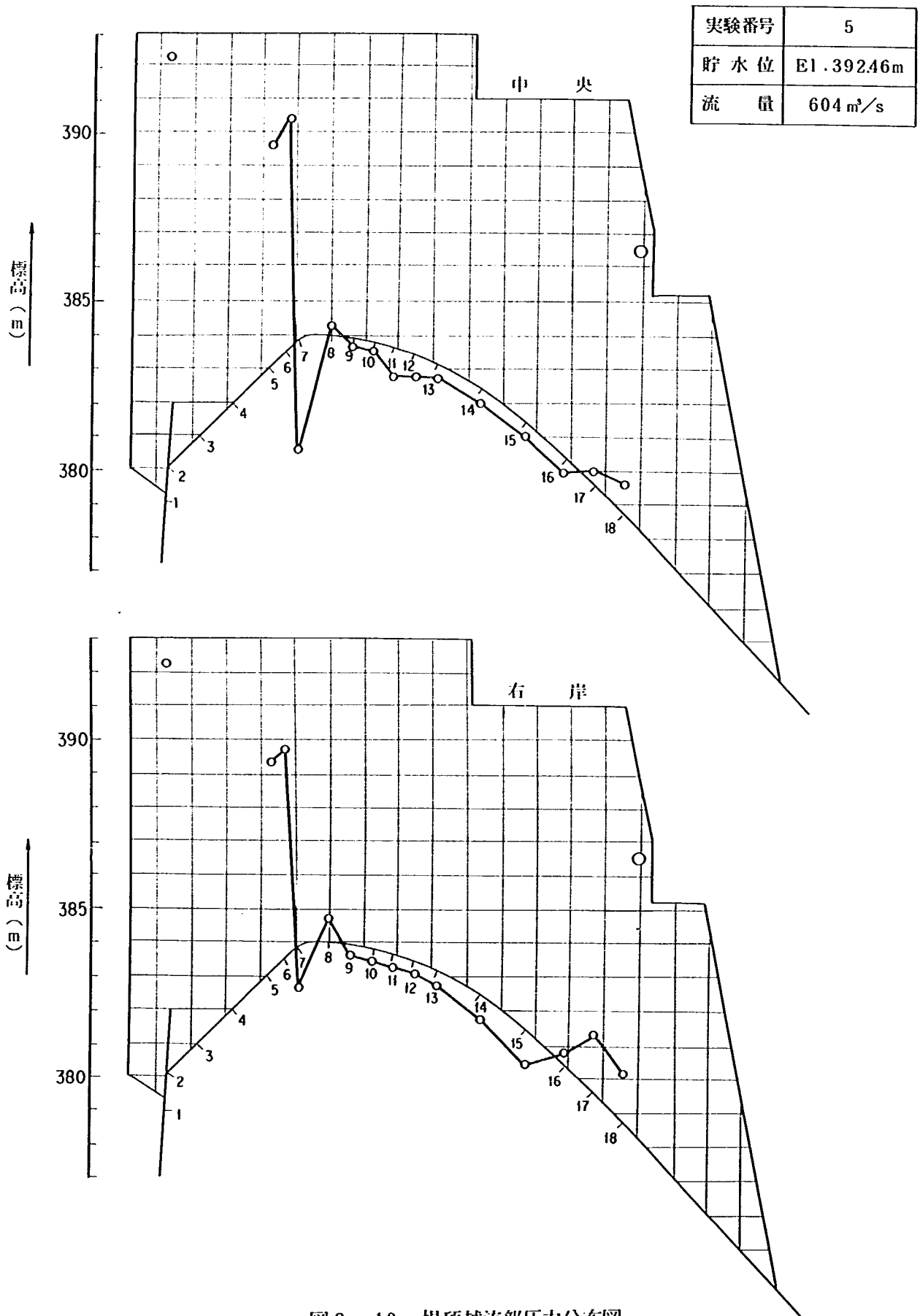
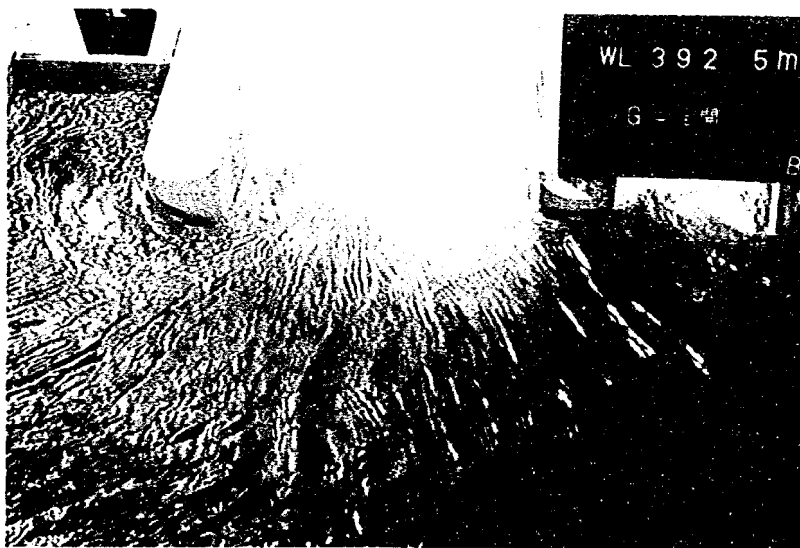
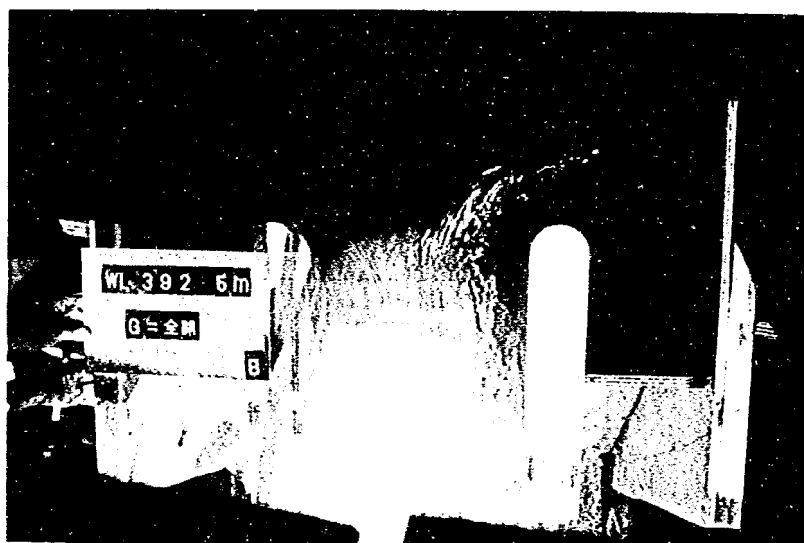


図 2 - 13 堤頂越流部圧力分布図

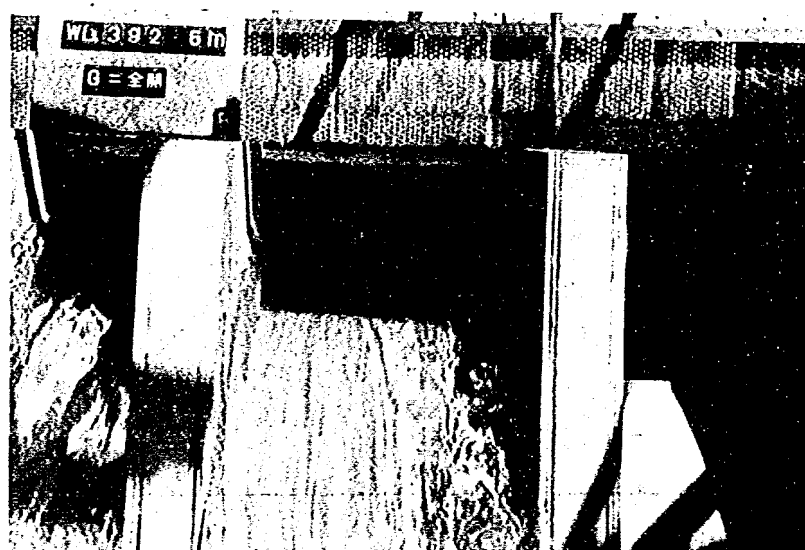


実験番号	6
貯水位	E1・392.53m

上流側より



上方より



下流側より

写真2-14 堤頂越流部流況

实验番号	6
貯水位	E1.39253m
流量	611 m ³ /s

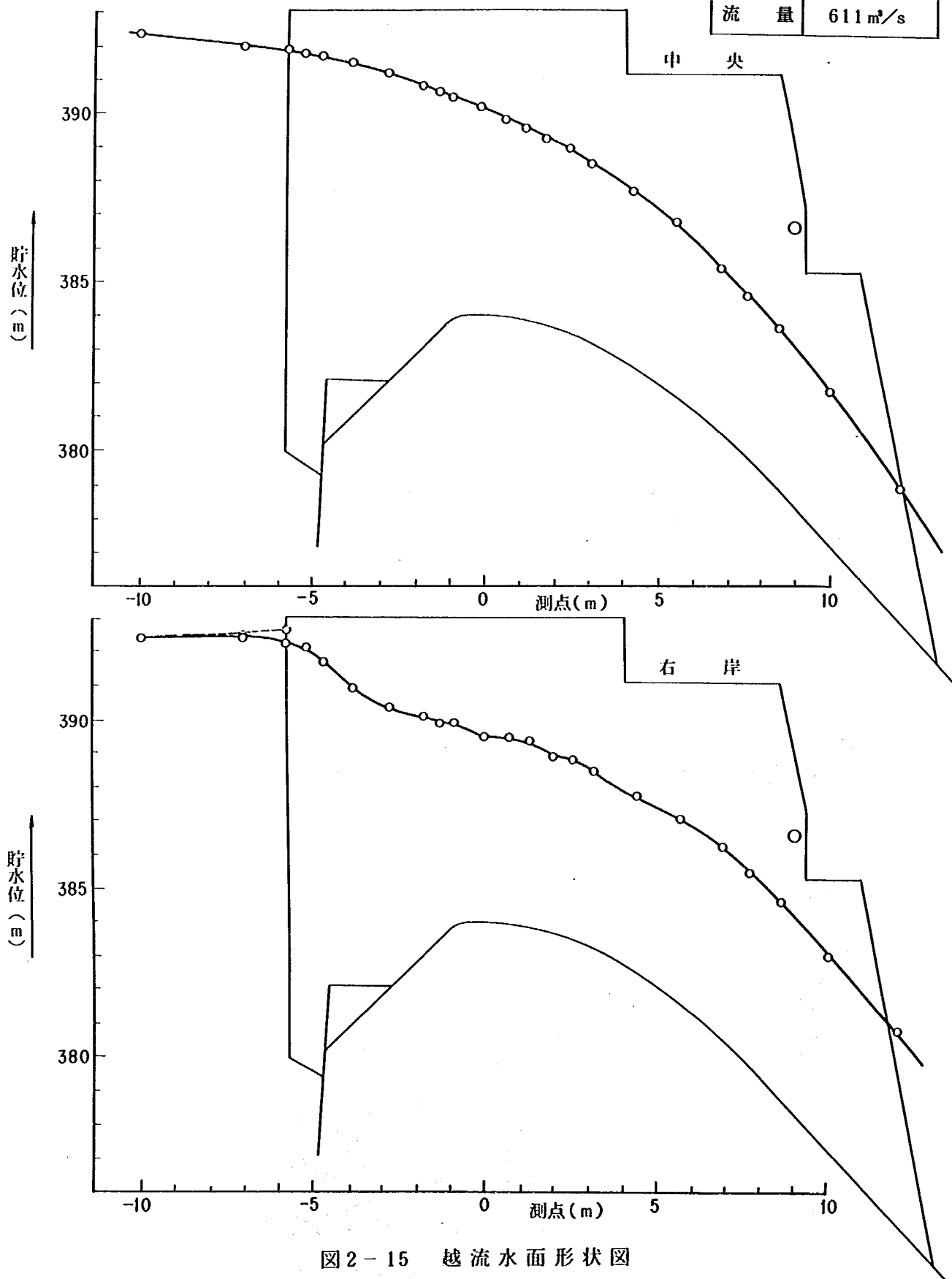


图2-15 越流水面形状图

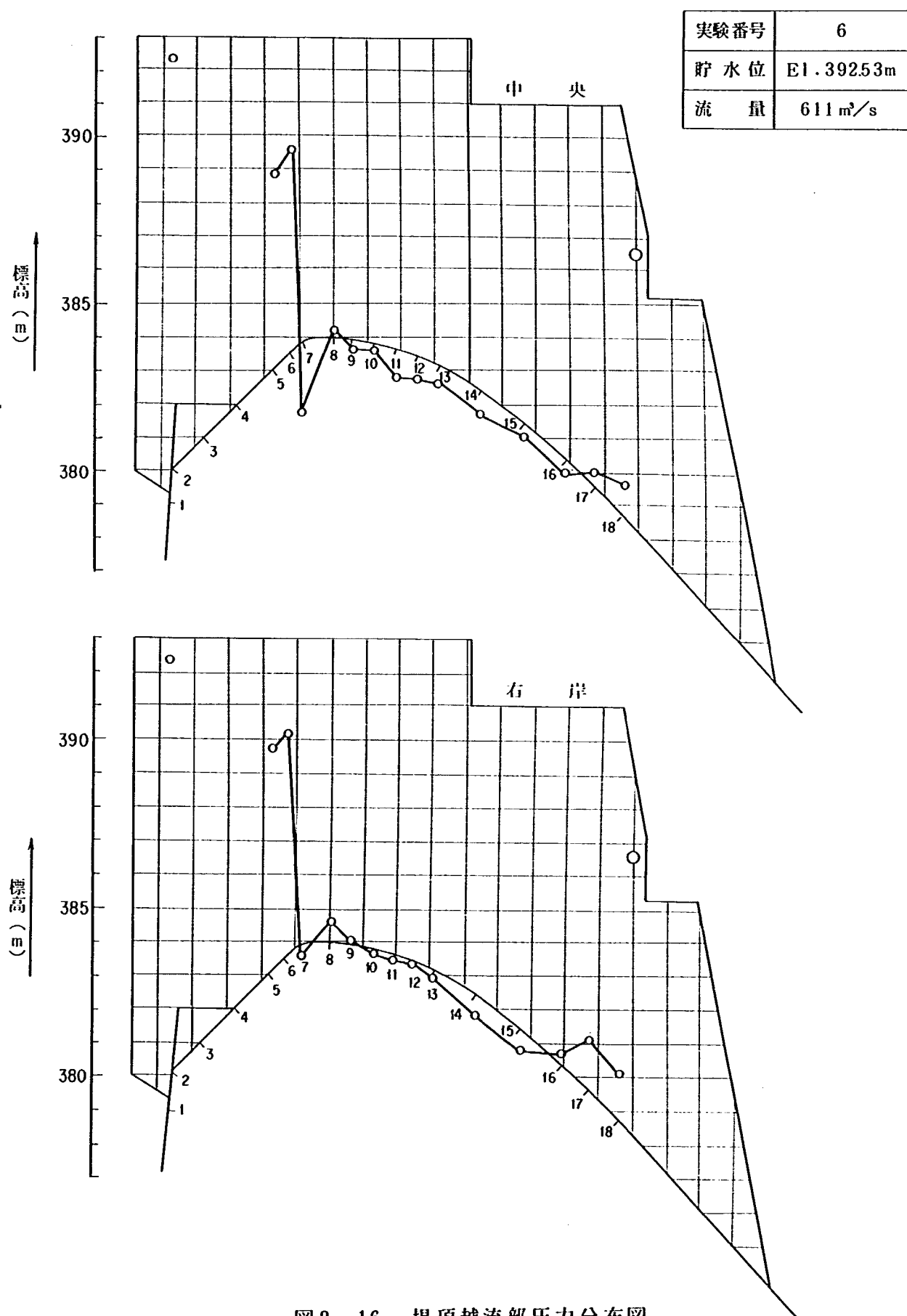


図2-16 堤頂越流部圧力分布図

c. 放 流 機 能

管理資料としての放流機能曲線の作成および放流機能に対する設計条件を満足するか否かを検討するためにゲート開き（ゲート戸当りとゲート下端の標高差）をパラメータとして貯水位と放流量の関係を調査した。ゲート開きは0.5m, 1.0m, 2.0m, 3.0m, 4.0m, 5.0m および自由越流状態の7ケースについて設定している。その結果を図2-17に示す。サーチャージ水位における最大可能放流量は1808 m^3/s であり第1節に示される設計条件1710 m^3/s , 計算上の推定放流量1775 m^3/s の両者を上廻っている。従って図2-7で示される越流部形状は大川ダム計画を満足するものである。

図2-18および図2-19は越流部の流量係数を図化したものである。係数値は次式により算出したものである。

$$\text{自由越流時} \quad C = Q / BH^{3/2}$$

$$\text{ゲート半開時} \quad C = Q / B \{ H^{3/2} - (H - G)^{3/2} \}$$

C : 流量係数 ($\text{m}^{1/2}/\text{s}$) B : 越流巾 (= 12m)

H : クレスト頂から貯水位までの水深(m)

G : ゲート下端からゲート戸当りまでの標高差(m)

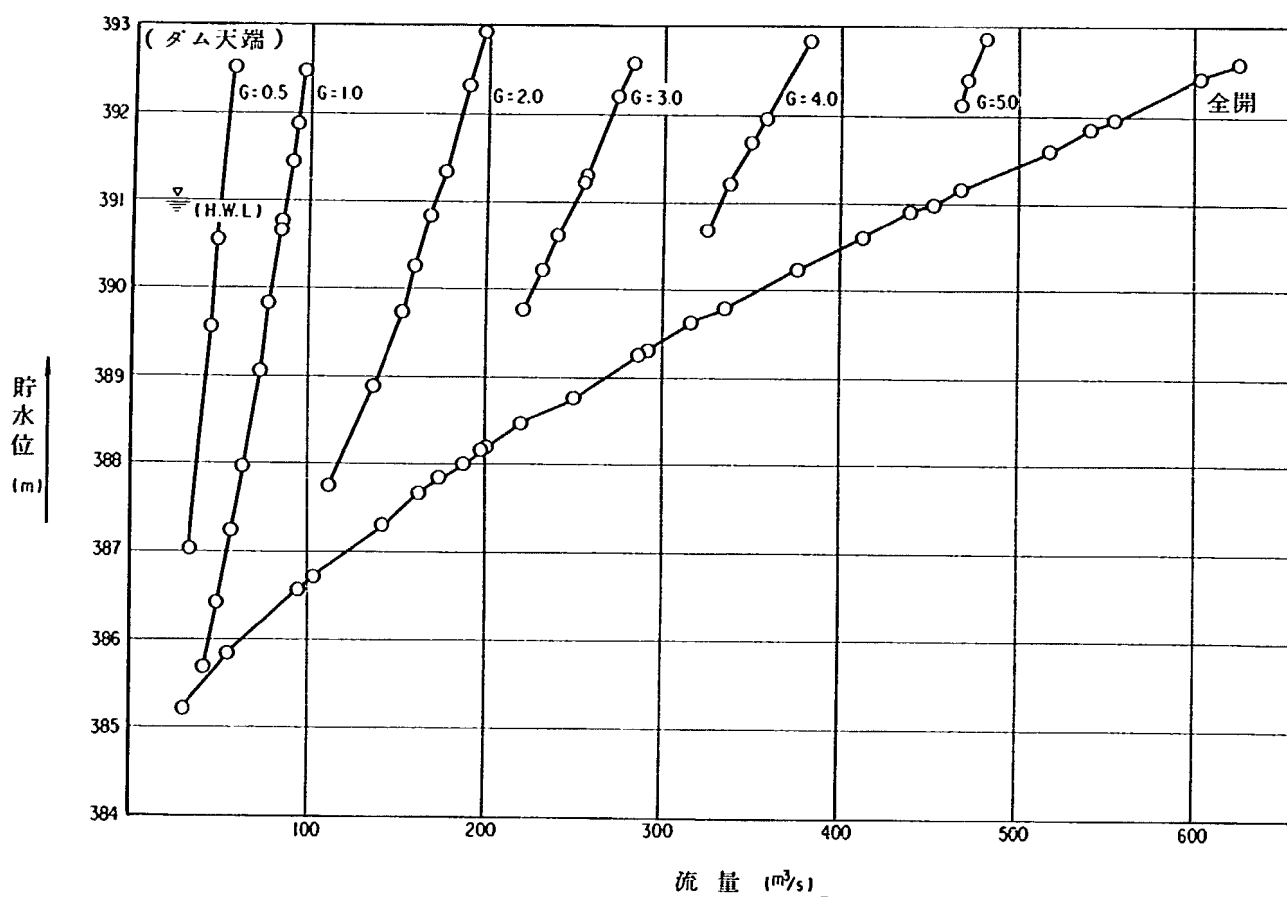


図2-17 堤頂越流部放流機能曲線図（1門あたり）

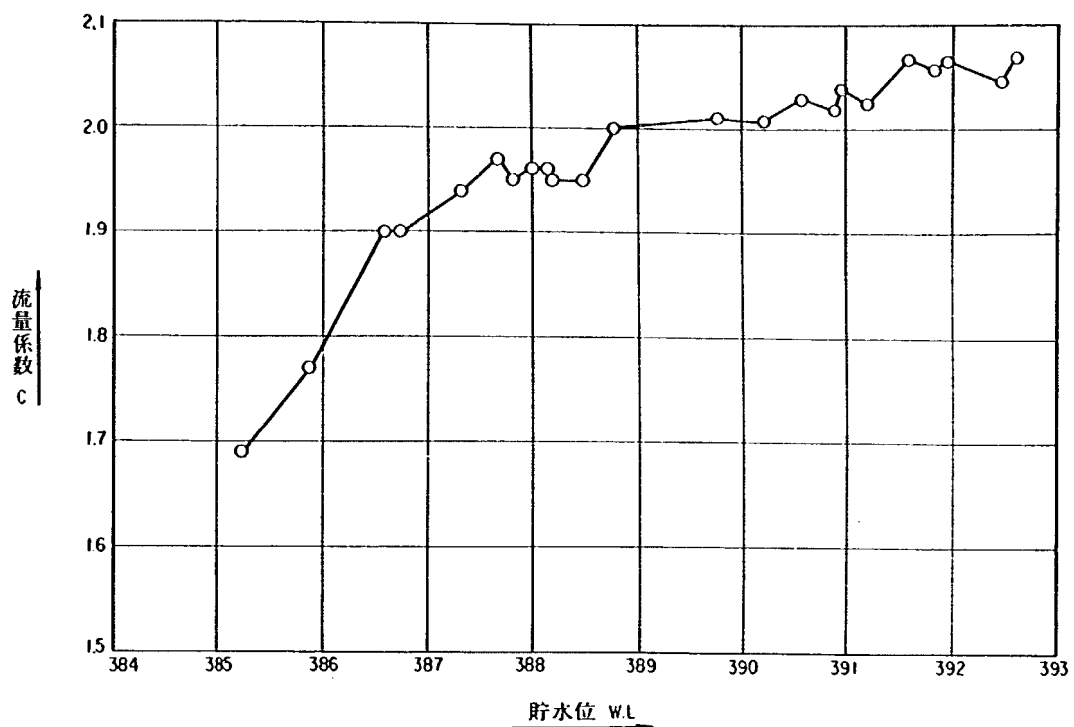


図 2 - 18 堤頂越流部流量係数 (全開)

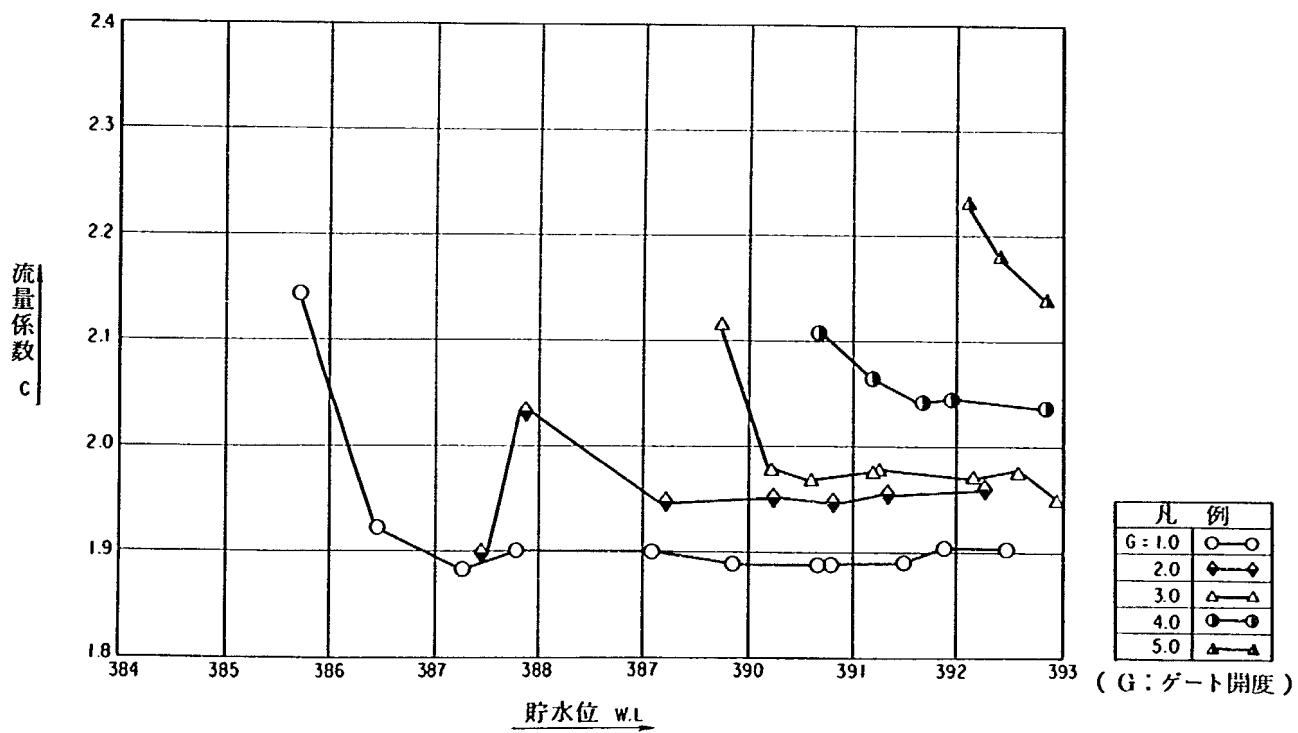


図 2 - 19 堤頂越流部流量係数 (ゲート開度別)

第3節 昭和54年度堤頂越流部水理実験

3-1 概 要

堤頂越流部に関する検討は昭和53年度に実施され、完了していたがその後、設置されるラジアルゲートの形状が図2-20のように変更になったため、本年度は必要事項について再検討することとした。堤頂越流部については必要検討事項として以下のものが挙げられる。

- a) 放流機能
- b) 越流面作用圧力
- c) 越流水面形状

これらの検討項目のうちb) 越流面作用圧力はラジアルゲートの場合自由越流の状態が一番危険側にあり、問題となるため、ゲートの形状に係わらず昭和53年度の検討で論議された事項で十分結論づけられると考える。このため本年度の模型には圧力測定用のピエゾを埋設せず、項目a)の放流機能、項目c)の越流水面形状について検討を行う事とした。

3-2 実験方法

a 模 型

実験は図2-21に示すような大川ダム堤頂越流部の2径間を $1/31.25$ の縮尺にて製作した抽出模型、および大川ダム洪水吐模型としてダム本体、減勢工、下流河道と一体として製作された抽尺 $1/50$ の全体模型の2種を用いて実施されている。これらの模型は筑波研究学園都市内土木研究所ダム水理実験施設実験場に設置された。

b 計測概要

1) 貯水池水位

貯水池水位は、貯水槽に水位管を設置し水位管に固定したポイント、ゲージにより計測を行なう。

2) 流 量

模型を通過する流量は水槽上流に設置した電磁流量計($\phi 300\text{ mm}$ または $\phi 100\text{ mm}$)により計測している。なお電磁流量計の精度は検定堰(JIS, 全巾堰)の精度と同一であることが確認されている。

3) 水 面 形

越流面の水面形状は 1 mm よみのスタッフを使って最高と平均の水位を測定する。

c 相 似 則

本実験の現象は重力の影響が支配的であると考えられるため、フルードの相似則に従うものと思われる。越流部模型の幾何学的縮尺を $1/50$ および $1/31.25$ としたため模型と実物の間には表2-23に示す関係がある。尚、本節に記載される実験条件および測定結果に関する数値は表2-23にもとずいて実物値に換算した。

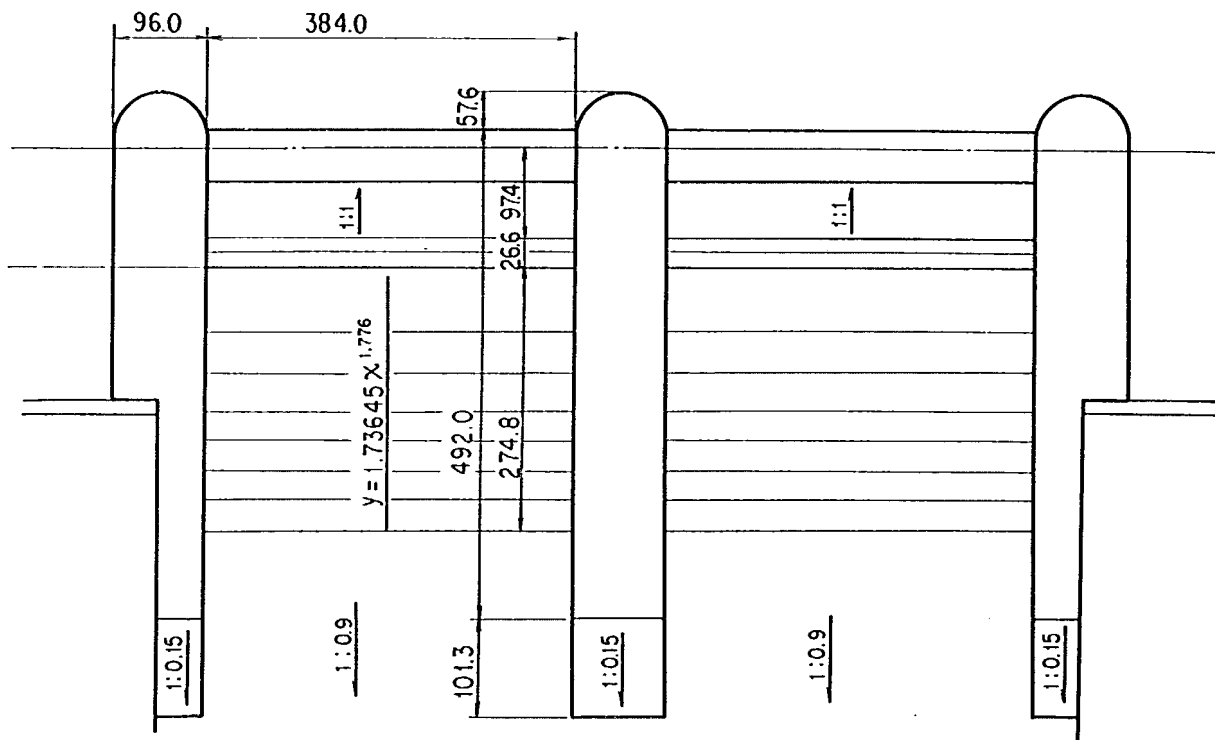
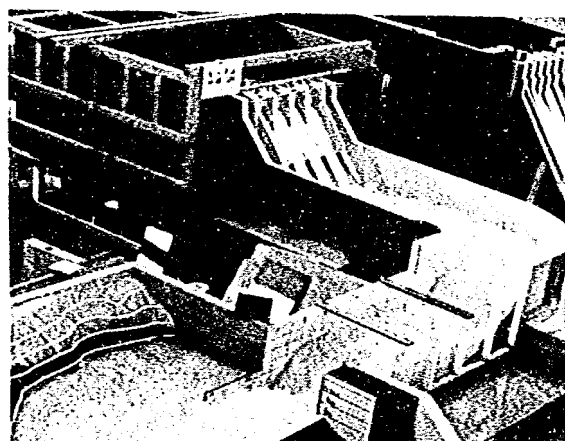
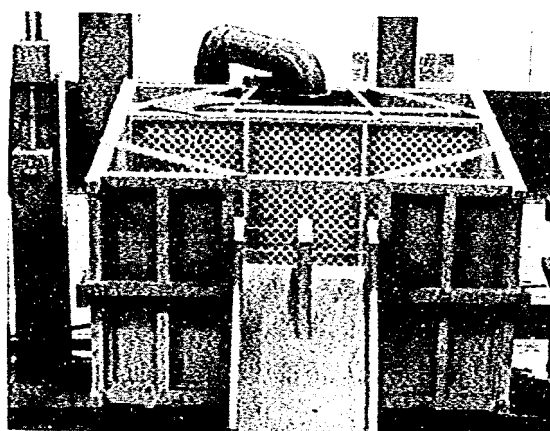


図2-21 抽出模型製作平面図



全体模型



抽出模型

写真2-22 越流部実験用模型

表2-23

基本量	次元	縮率	全体模型	抽出模型
長さ・水深	L	η	1 : 50.00	1 : 31.25
時間	T	$\eta^{1/2}$	1 : 7.07	1 : 5.59
流速	$L T^{-1}$	$\eta^{1/2}$	1 : 7.07	1 : 5.59
流量	$L^3 T^{-1}$	$\eta^{2/5}$	1 : 17677.67	1 : 5459.15

3-3 放流機能の検討

管理資料としての放流機能能曲線式の作成に必要な資料を収集するためにゲート開き（ゲート戸当りとゲート下端の標高差）をパラメーターとして貯水位と放流量の関係を調査した。なお、本項目の検討には縮尺1/31.25の抽出模型を使用している。ゲート開きは0.25 m, 0.5 m, 0.75, 1.0 m, 1.0 m, 2.0 m, 3.0 m, 4.0 m, 4.5 m, および自由越流状態の10ケースについて設定している。その結果を図2-24に示す。図2-24中のX領域では現象が実際問題として存在しない領域であり、ゲート開度を一定にして水位を下げてくると現象はオリフィス流の領域から、不連続的にX領域を超えて開水路流に収束してし

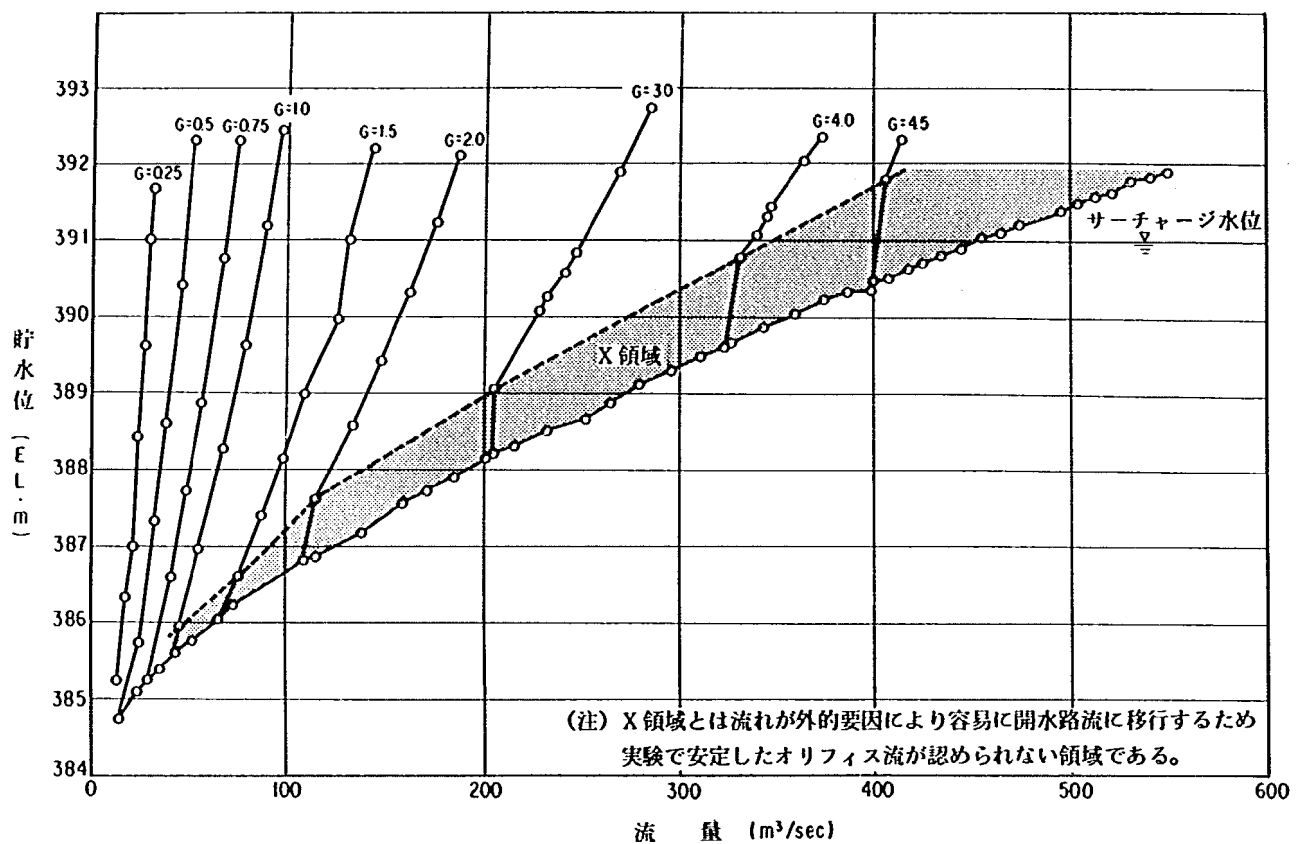


図 2 - 2 4 堤頂越流部放流能力図 (1 径間当り)

まう。実際のダムも同様の現象が発生するが、相似性が成立しないため、その領域を明確化することは出来ない。しかし、ほぼ実験値程度と考え、その範囲でのゲート操作は不可能であることを認識する必要がある。

また次式により計算された係数値を図 2 - 2 5 に示す。

$$\text{自由越流時} \quad C = Q / BH^{3/2}$$

$$\text{ゲート半開時} \quad C = Q / B \{ H^{3/2} - (H - G)^{3/2} \}$$

Q : ゲート 1 門当りの放流量 (m^3/s)

B : 径間幅 ($= 12 \text{ m}$)

G : ゲート開き ($= \text{ゲート下端標高} - \text{EL} . 383.561 \text{ m}$)

H : 越流水深 ($= \text{貯水位標高} - \text{EL} . 384.0 \text{ m}$)

自由越流時の越流量は昭和 5 3 年度および昭和 5 4 年度の実験において幾何学的形状の差異がないので比較する事が出来る。両者の貯水位に対する越流係数の変化を図 2 - 2 6 に示す。図 2 - 2 6 を比較すると理解されるように、昭和 5 4 年度の実験の方が昭和 5 3 年度と較べて越流係数が全体的に大きくなっており、低水頭時に特に顕著である。これはアバットによる縮流の影響の差によるものである。すなわち、昭和 5 3 年度は 1 径間の抽出実験であり、径間当り 2 アバットの影響を受けている。これに対して昭和 5 4 年度は 2 径間の抽出実験で径間当り 1 アバット及び 1 ピア (アバットより影響は小さい) の影響を受

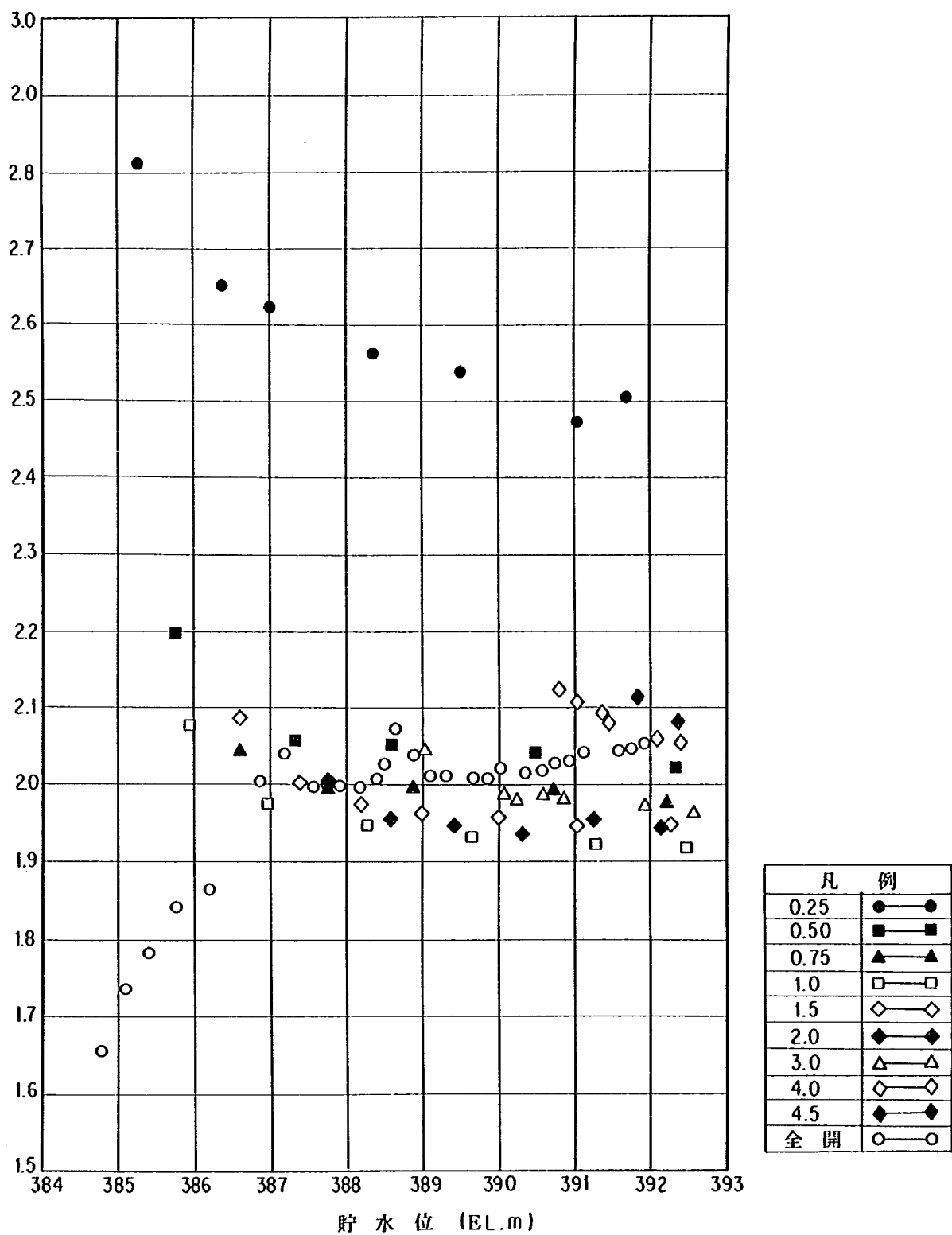


図 2-25 堤頂越流部流量係数 (ゲート開度別)

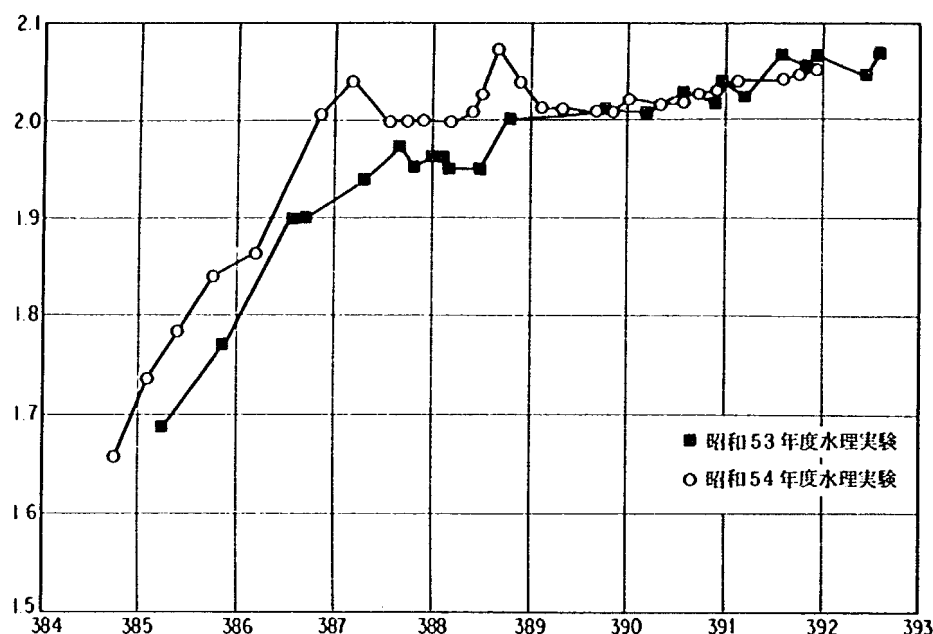


図2-26 大川ダム越流部流量係数(全開)比較図

けている。設計水頭(貯水位E.L. 391 m)時の越流係数値についてはそれぞれ2.04および2.03であり、その差は認められない。

いずれにしても、昭和54年度の実験結果もサーチャージ水位における可能最大放流量は約 $1800 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、放流量、 $1710 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上という設計条件を満足している。

3-4 越流水面の検討

a 越流水脈と堤頂構造物および導流壁について

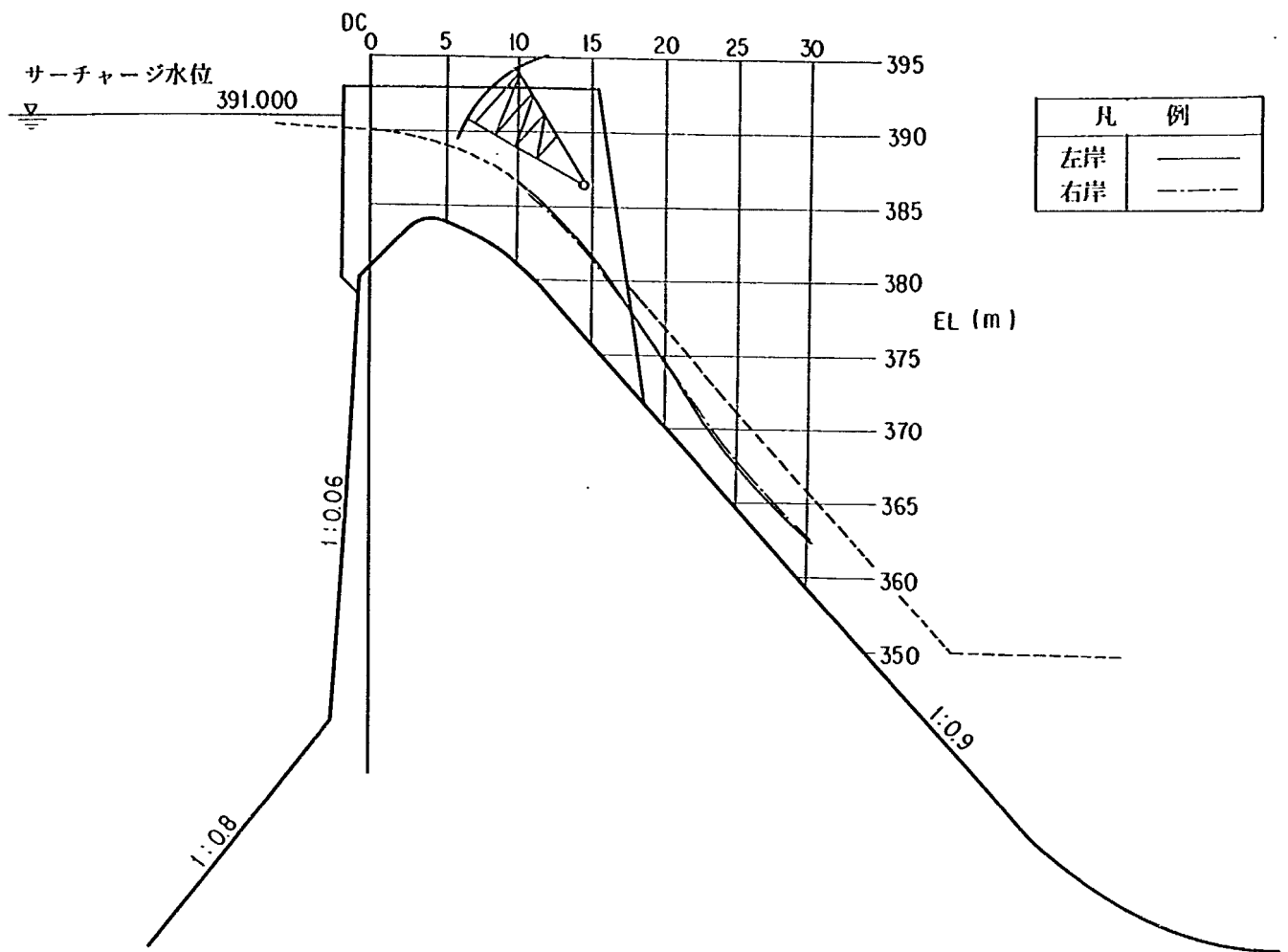
越流水脈と堤頂構造物の位置関係については第2節2-4-bの検討で十分である。すなわちゲートピンの変更は明らかに水面から遠ざかるものであり、河川施設等構造令を満足しており、その他の堤頂構造物については逆に図2-15を資料として構造令を満足するように設計する事が出来る。

一方、導流壁の検討は縮尺1/50の全体模型を使用して検討を行なった結果図2-27が得られた。

図2-27の表に示されるようにピアー末端の地点でアバット沿いの最高水位に対して鉛直高5.43 m導流壁のD.C. 20 m地点でアバット沿いの最高水位に対して鉛直高4.20 mである。一般的に導流壁高は越流水深の80%に余裕をみた値とされており、大川ダムの場合は $7.0 \times 0.8 = 5.6 \text{ m}$ となり大川ダムでも通常の場合と同程度の導流壁を考えればよいことがわかる。

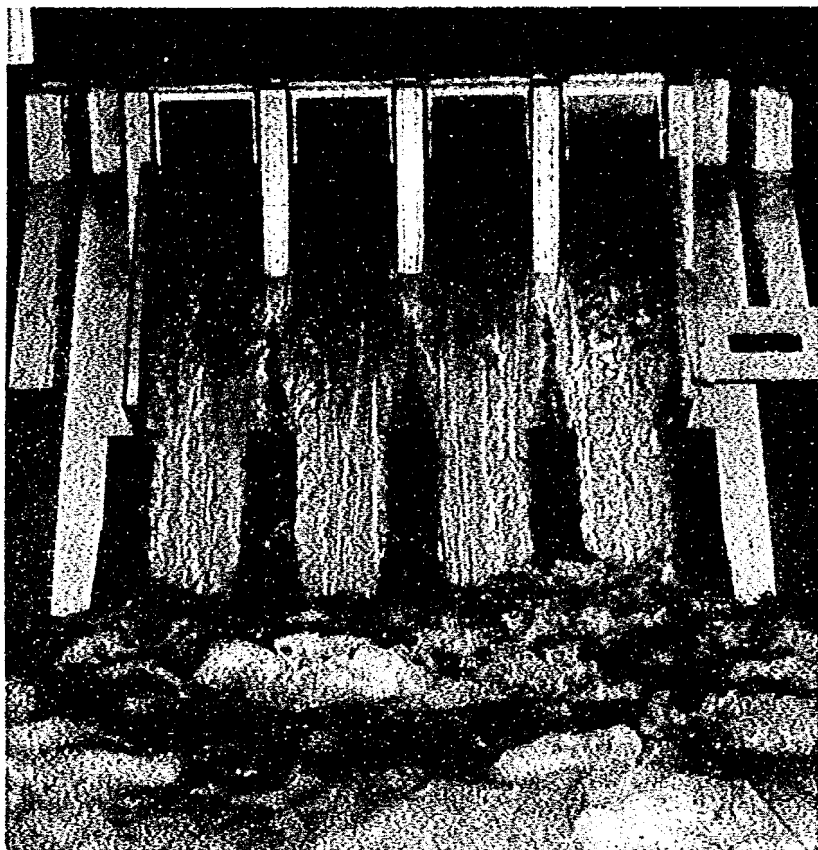
このとき堤体面の法線方向の水深は $5.6 \times 0.669 = 3.74$ であるが50 cm程度の余裕を考えて4.2 mが大川ダム堤体導流壁高として適当である。

設計された導流壁形状は図2-27中に点線で示される。また堤頂越流部からの放流時の流況を写真2-28に示す。

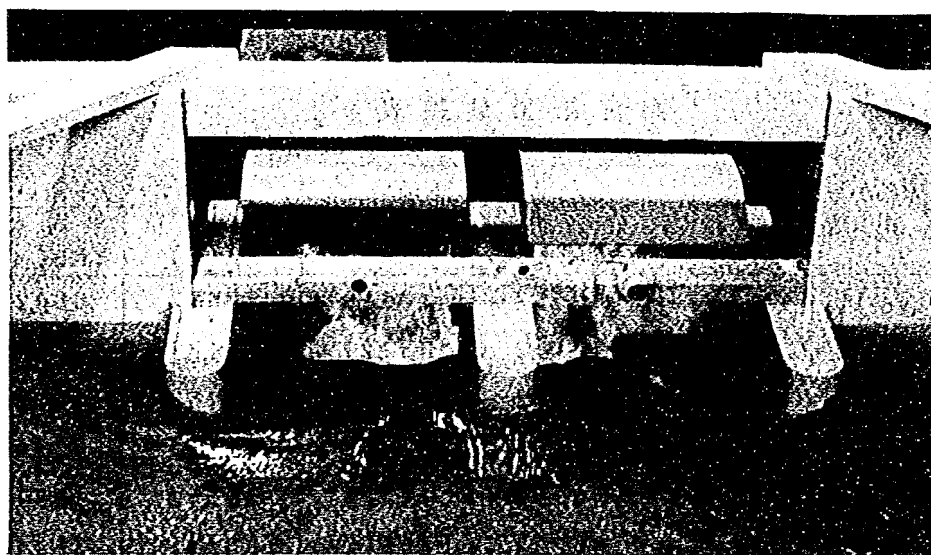


測定結果数値表

ダム軸からの距離 (m)	堤体標高 EL(m)	左岸アバット沿い		右岸アバット沿い	
		最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)
D.C. 10	381.071	386.42	386.12	386.57	386.27
" 15	375.834	381.62	381.27	381.37	381.27
ピア-末端	372.889	378.32	378.13	377.64	377.45
D.C. 20	370.278	374.32	373.97	374.47	374.02
" 25	364.722	367.52	367.12	367.62	367.17
" 30	359.166	362.62	366.12	362.57	362.12



全体模型正面

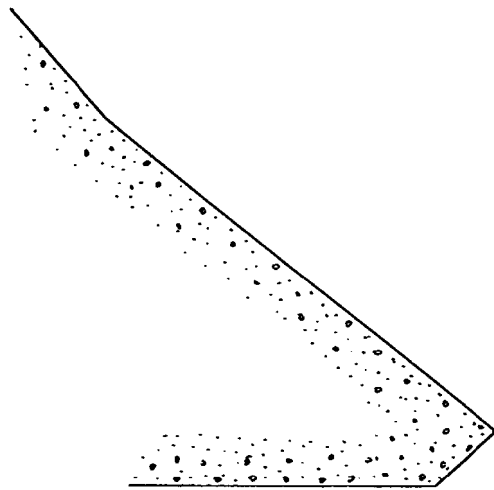


抽出模型上流面

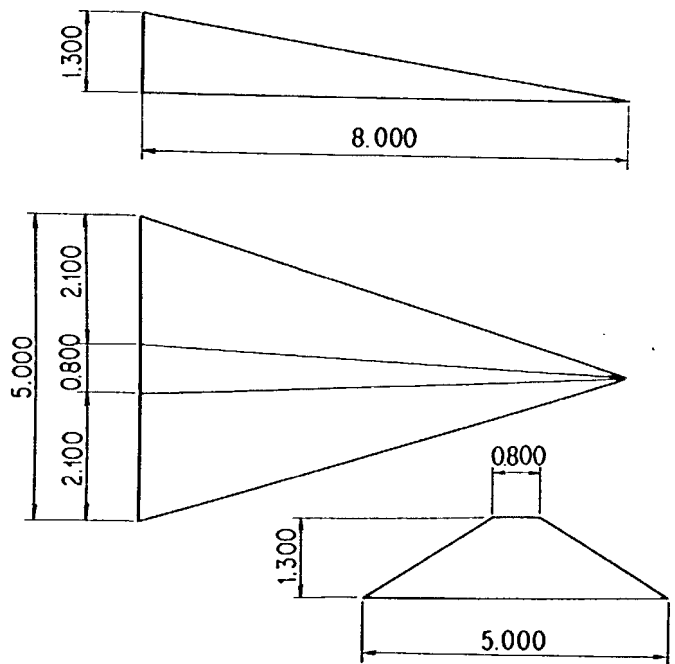
写真 2 - 2 8 越流水流況写真

b 放流管開水路出口上面に設置されるディフレクタ形状

放流管開水路出口上面に設置されるディフレクタの機能は主として放流管開流路出口部のトラフを堤頂越流部からの流水から保護する事である。放流管開水路部からゲートハウスへの給気を確保する目的で設置する場合にはディフレクタの規模は非常に大きなものとなり現実的でなくなる。このためディフレクタの機能としては上述のトラフを保護する目的だけとし、ゲートハウスへの給気は給気管により確保するのが一般的である。大川ダムのディフレクタ形状として図2-29及び図2-30に示される。二形状について検討した結果、両者に差はなく、どちらを採用しても問題はない。



ディフレクター設置概念図



ディフレクター形状図(単位m)

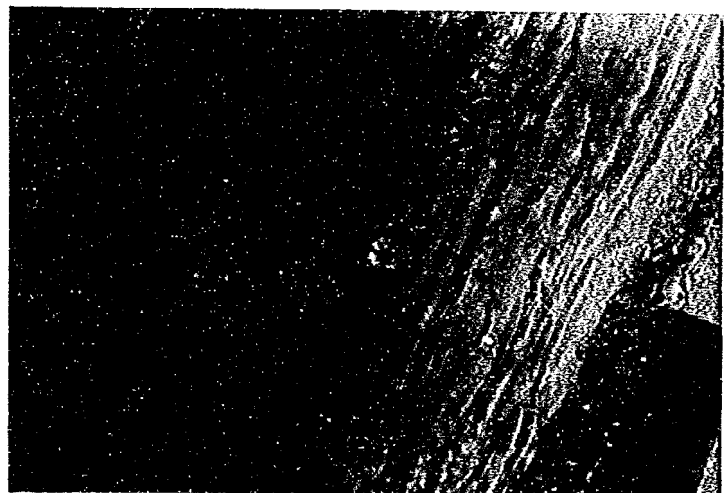
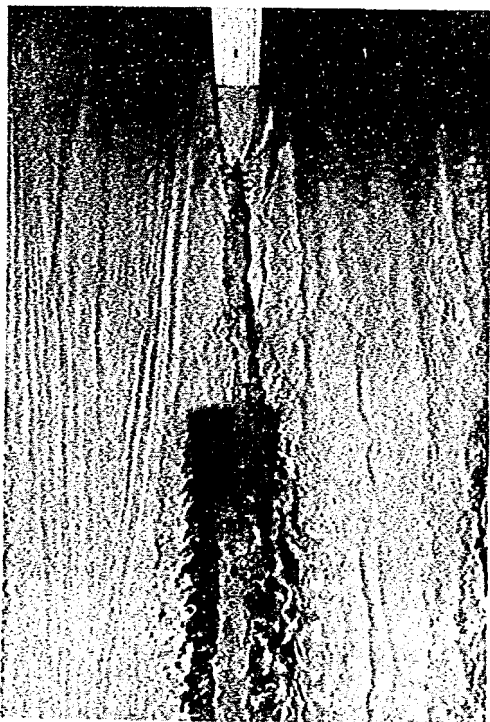
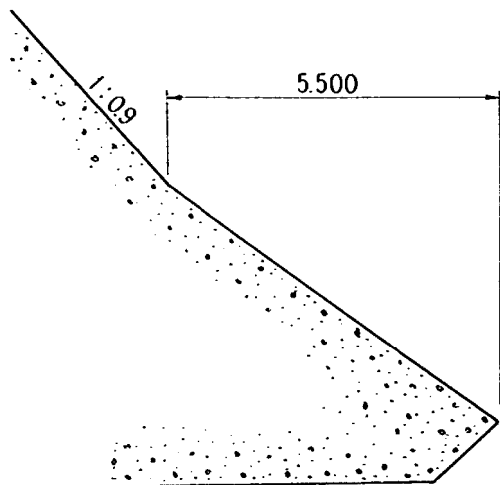
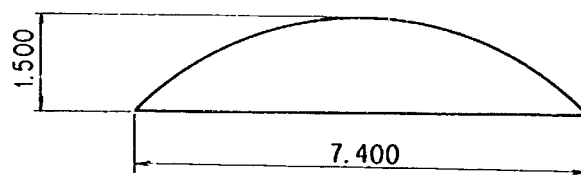
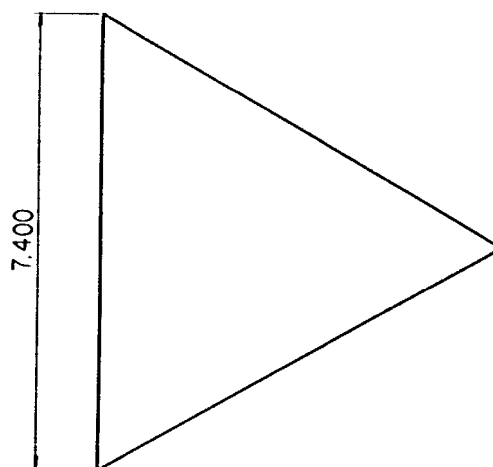
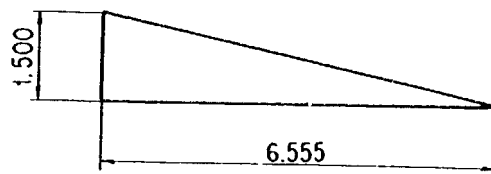


図2-29 ディフレクターの効果



ディフレクター設置概念図



ディフレクター形状図(単位 m)

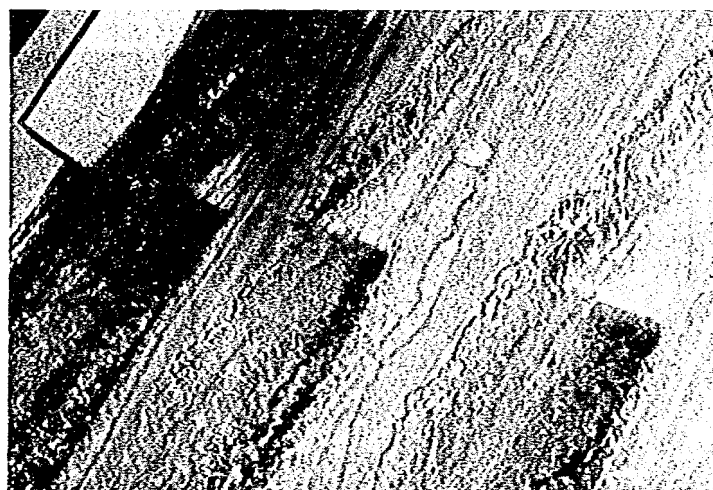
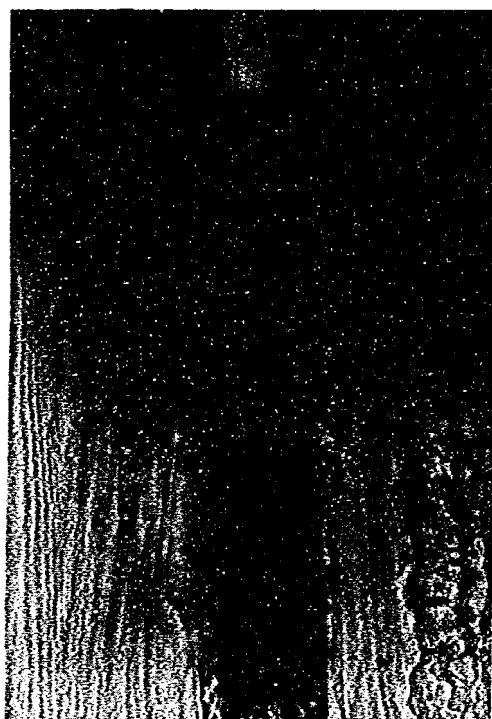


図 2 - 3 0 ディフレクターの効果

第4節 放流機能曲線の作成

4-1 自由越流時

自由越流時の放流機能を整理する際には次式で定義される越流係数を適用すると都合がよい。

$$Q = n C B H^{3/2} \dots\dots\dots \text{式(2-1)}$$

C : 越流係数

B : 1 径間当りの越流幅(= 12 m)

n : 径間数

H : 越流頂天端 (EL. 384.0 m) から貯水位までの水深

第3節3-3で検討された越流係数に関する資料(図2-25, 資料3)を用いて最小自乗法により曲線を求めると次式になる。(図2-31) 図2-31中実線は推定式(2-2)によるものであり, ○印は実験値を示している。

$$C = 1.46 + 2.02 \left(\frac{H}{H_d} \right) - 2.51 \left(\frac{H}{H_d} \right)^2 + 1.06 \left(\frac{H}{H_d} \right)^3 \dots\dots\dots \text{式(2-2)}$$

式(2-2)は適用範囲内で極値を有しており単調増加曲線ではないがその量は小さく実用上問題はない。

4-2 ゲート操作時

ゲート操作時の流れはオリフィス流であり, 次式で定義する流量係数を適用すると整理する上で都合がよい。

$$Q = n C B \{ H^{3/2} - (H - G)^{3/2} \} \dots\dots\dots \text{式(2-3)}$$

C : 流量係数

B : 一径間当りの越流幅(n)

n : 径間数

H : 越流堤頂天端 (EL. 384.0 m) から貯水位までの水深(m)

G : ゲート下端からゲート戸当り (EL. 383.561) までの標高差(m)

第3節3-3の放流機能の検討で計算された流量係数に関する資料(図2-25, 資料3)を用いて各ゲート開き別に流量係数の平均を求めると表2-32のようになる。なお, このときデータは貯水位 EL. 391 m 程度より低いものおよび $H/G > 1.7$ を満すものだけを採用している。

流量係数 C の平均値 $\bar{c}$ とゲート開き/設計水深の関係をゲート開きを重みとして最小自乗法で求めると次式のようになる。

$$\bar{C} = 2.02 - 0.88 \left(\frac{G}{H_d} \right)^2 + 3.59 \left(\frac{G}{H_d} \right)^4 \dots\dots\dots \text{式(2-4)}$$

表2-32に各ゲート開きにおける実験値から得られた流量係数 C の平均値を $\bar{C}$ で, また上式による計算値を $\tilde{C}$ で示す。この表から上式は十分に適用可能である事が知れる。

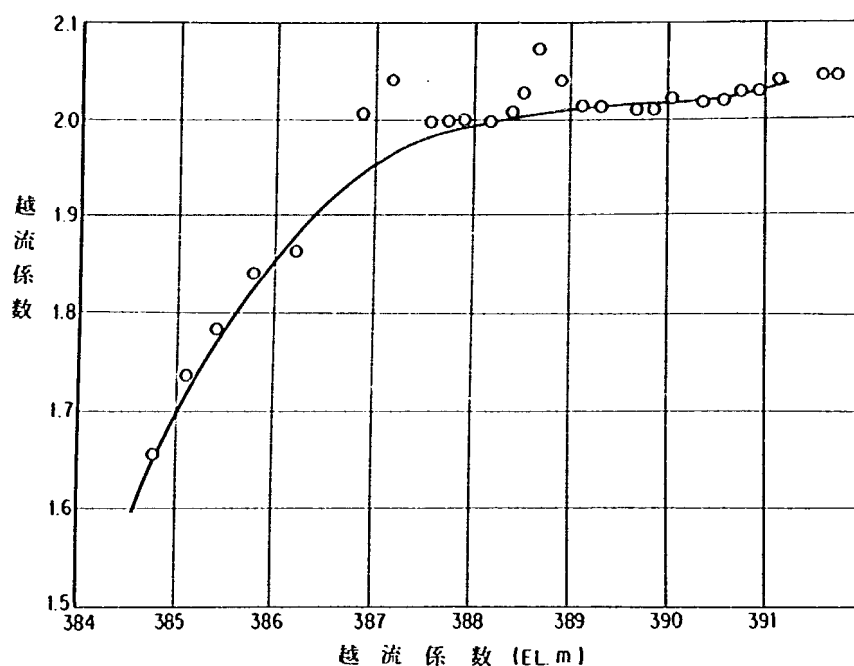


図2-31 越流係数と推定曲線

表2-23

ゲート開き	$\bar{c}^{(1)}$	$\tilde{c}^{(2)}$
0.5 m	2.086	2.016
0.75m	2.005	2.010
1.0 m	2.003	2.004
1.5 m	1.989	1.987
2.0 m	1.960	1.972
3.0 m	1.982	1.979
4.0 m	2.114	2.115

(注) (1)は各ゲート開きにおける実験値の平均

(2)は推定式(2-4)による計算値

4-3 放流機能曲線式

4-1, 4, 2で検討された事項で整理すると大川ダム堤頂越流部として図2-20に示されるものを採用すると機能曲線式として以下のものが適用される。

自由越流時

$$Q = n C_1 B H^{3/2}$$

..... 式(2-5)

$$C_1 = 1.46 + 2.02 \left(\frac{H}{H_d} \right) - 2.51 \left(\frac{H}{H_d} \right)^2 + 1.06 \left(\frac{H}{H_d} \right)^3$$

ゲート半開時

$$Q = n C_2 B \{ H^{3/2} - (H - G)^{3/2} \} \quad \text{..... 式(2-6)}$$

$$C_2 = 2.02 - 0.88 \left(\frac{G}{Hd} \right)^2 + 3.59 \left(\frac{G}{Hd} \right)$$

但し不連続領域として $H/G < 1.7$ を考え上式の適用範囲は $H/G > 1.7$ とする。

図2-33に水理実験から得られた資料を記号で、また上式で計算された曲線を実線で示す。図中点線は不連続領域の境界を示している。

これらの検討から上記機能曲線式は十分に実用出来るものと判断される。

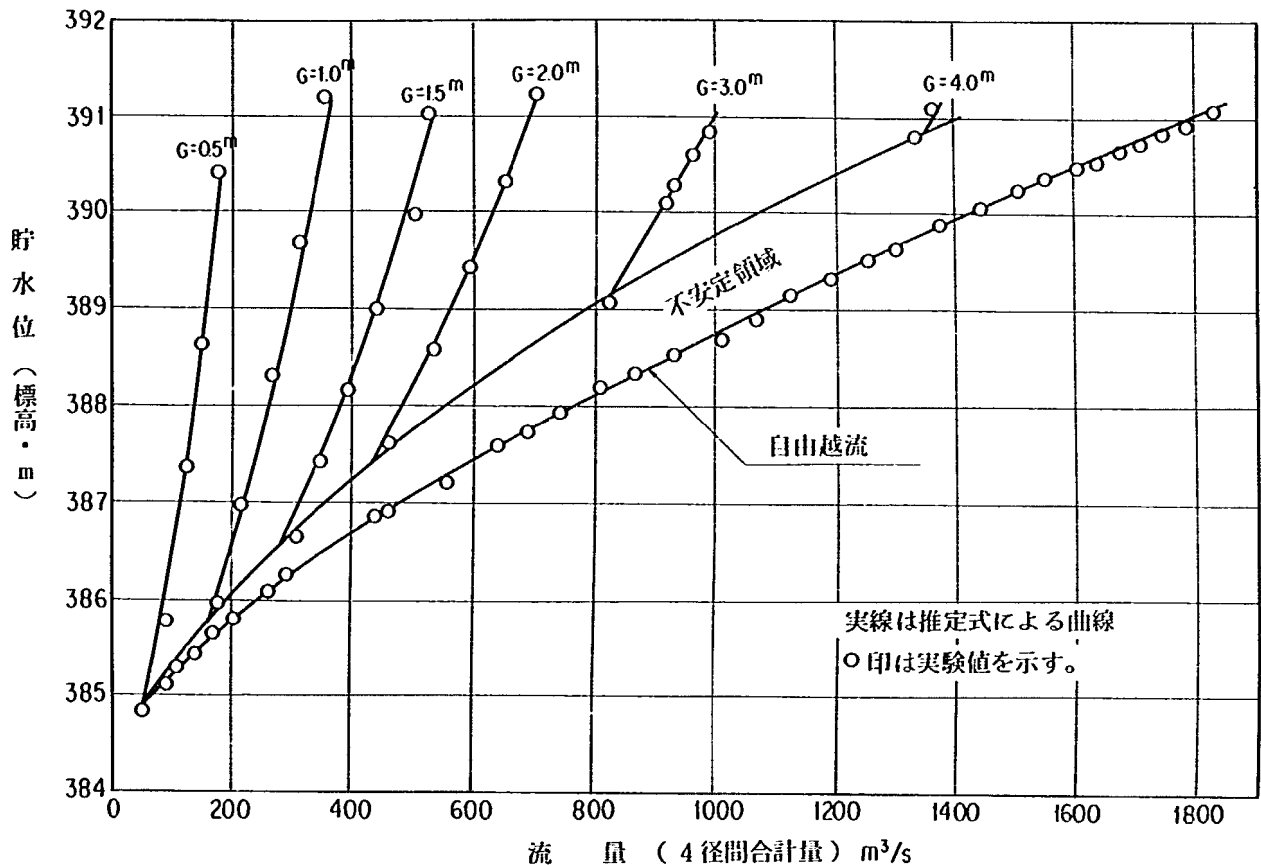
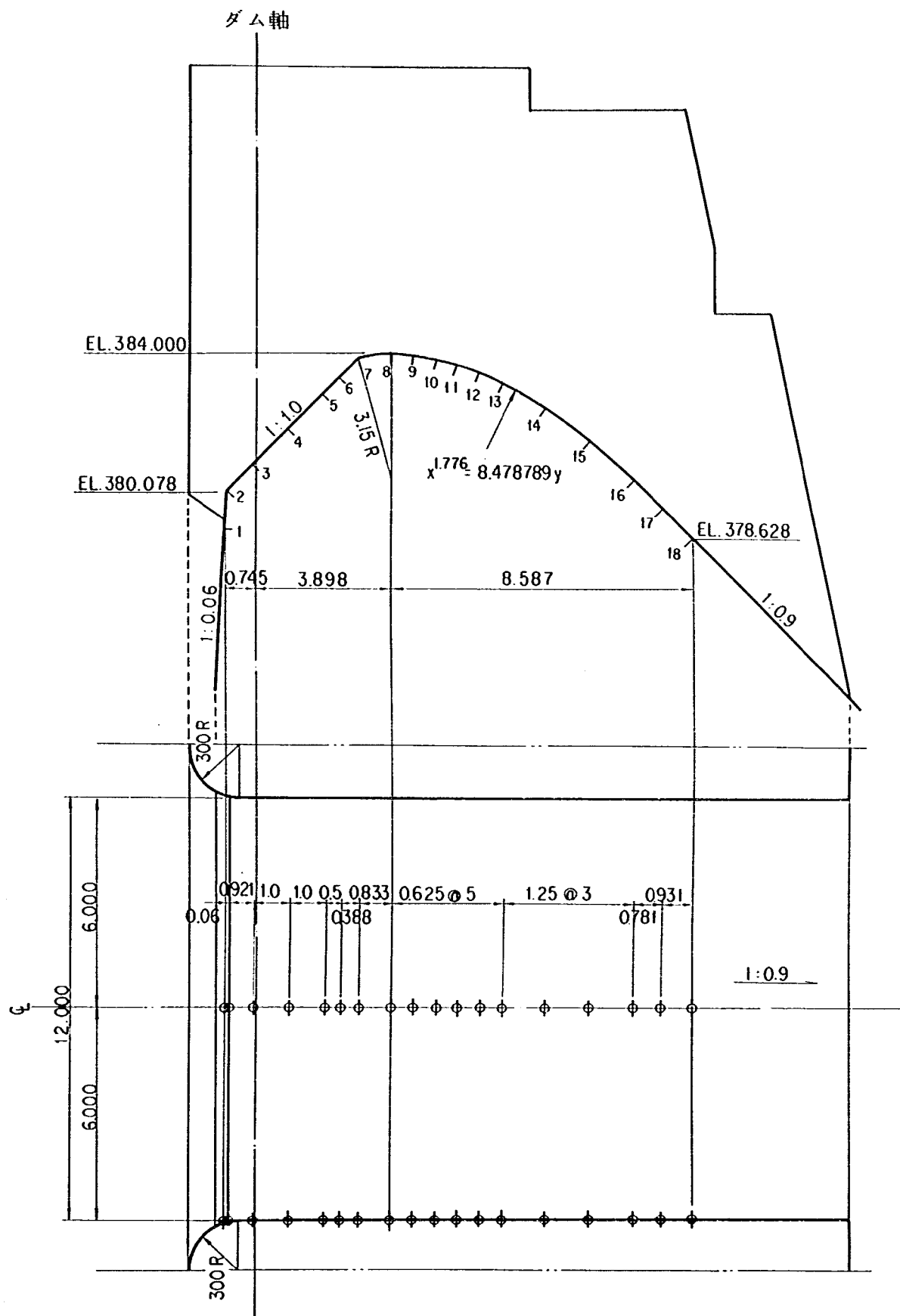


図2-33 推定放流量と実験値の比較

堤 頂 越 流 部 水 理 実 験 資 料

- 資料 1 - 1 大川ダム堤頂越流部ピエゾ配管図
- 資料 1 - 2 堤頂越流部圧力測定結果
- 資料 1 - 3 “
- 資料 1 - 4 堤頂越流部圧力及び水面形測定結果
- 資料 1 - 5 “
- 資 料 2 昭和 5 3 年度堤頂越流部放流機能測定結果
- 資 料 3 昭和 5 4 年度堤頂越流部放流機能測定結果



資料 1-1 大川ダム堤頂越流部ピエゾ配置図

堤頂越流部資料 1

資料 1-2 堤頂越流部圧力測定結果

実験 番号	1	実験 模型	設計案	放流条件	貯 水 位	W.L. 392.00m
		ゲート開度	全 開		流 量	572 m ³ /s

測点 No	ピエゾ位置		測 定 結 果			
	X (m)	Y (m)	中 央		右 岸	
			ピエゾ水頭	圧力水頭	ピエゾ水頭	圧力水頭
1	-4.703	379.078	EL 391.63m	12.55m	EL 391.63m	12.55m
2	-4.643	380.078	390.28	10.20	390.19	10.11
3	-3.721	381.000	390.94	9.94	390.63	9.63
4	-2.721	382.000	390.38	8.38	390.25	8.25
5	-1.721	383.000	389.16	6.16	389.06	6.06
6	-1.221	383.500	387.59	4.09	387.59	4.09
7	-0.832	383.888	374.88	-9.01	375.94	-7.95
8	0.000	384.000	382.53	-1.47	382.09	-1.91
9	0.625	383.949	382.88	-1.07	382.38	-1.57
10	1.250	383.824	383.16	-0.67	382.78	-1.04
11	1.875	383.640	382.59	-1.05	382.61	-0.83
12	2.500	383.400	382.59	-0.81	382.75	-0.65
13	3.125	383.108	382.16	-0.95	382.53	-0.58
14	4.375	382.378	381.69	-0.69	381.56	-0.82
15	5.625	381.466	381.03	-0.43	380.56	-0.90
16	6.875	380.380	379.88	-0.51	380.66	0.28
17	7.655	379.619	378.09	-1.53	380.84	1.22
18	8.587	378.628	379.47	0.84	379.47	0.84

実験 番号	2	実験 模型	改良案	放流条件	貯 水 位	W.L. 391.85m
		ゲート開度	全 開		流 量	542 m ³ /s

測点 No	ピエゾ位置		測 定 結 果			
	X (m)	Y (m)	中 央		右 岸	
			ピエゾ水頭	圧力水頭	ピエゾ水頭	圧力水頭
1	-4.703	379.078	EL 391.66m	12.58m	EL 391.69m	12.61m
2	-4.643	380.078				
3	-3.721	381.000				
4	-2.721	382.000				
5	-1.721	383.000	389.02	6.02	388.84	6.84
6	-1.221	383.500	389.72	6.22	389.34	5.84
7	-0.832	383.888	381.09	-2.79	382.94	-0.95
8	0.000	384.000	384.22	0.22	384.13	0.13
9	0.625	383.949	383.78	-0.17	383.81	-0.14
10	1.250	383.824	383.88	0.05	383.66	-0.17
11	1.875	383.640	383.09	-0.55	383.53	-0.11
12	2.500	383.400	382.94	-0.46	383.38	-0.03
13	3.125	383.108	382.88	-0.23	382.94	-0.17
14	4.375	382.378	381.88	-0.50	381.81	-0.57
15	5.625	381.466	381.19	-0.28	380.84	-0.62
16	6.875	380.380	380.03	-0.35	380.91	0.53
17	7.655	379.619	380.13	0.51	381.09	1.47
18	8.587	378.628	379.53	0.90	379.75	1.12

堤頂越流部資料 1

資料 1-3 堤頂越流部圧力測定結果

実験 番号	3	実験 模型	改良案	放流条件	貯 水 位	W.L. 390.56m
		ゲート開度	0.5		流 量	49m ³ /s

測点 No	ピエゾ位置		測 定 結 果			
	X (m)	Y (m)	中 央		右 岸	
			ピエゾ水頭	圧力水頭	ピエゾ水頭	圧力水頭
1	-4.703	379.078	EL 390.59m	11.51m	EL 390.59m	11.51m
2	-4.643	380.078				
3	-3.721	381.000				
4	-2.721	382.000				
5	-1.721	383.000	390.59	7.59	390.59	7.59
6	-1.221	383.500	390.59	7.09	390.59	7.09
7	-0.832	383.888	390.38	6.49	390.28	6.39
8	0.000	384.000	390.22	6.22	390.25	6.25
9	0.625	383.949	389.06	5.11	389.26	5.33
10	1.250	383.824	385.72	1.89	385.56	1.74
11	1.875	383.640	383.44	-0.20	383.91	0.27
12	2.500	383.400	383.25	-0.15	383.56	0.16
13	3.125	383.108	383.13	0.02	383.31	0.20
14	4.375	382.378	382.38	-0.03	382.03	-0.35
15	5.625	381.466	381.22	-0.25	380.50	-0.97
16	6.875	380.380	379.94	-0.44	380.56	0.18
17	7.655	379.619	379.75	0.13	380.53	0.91
18	8.587	378.628	379.00	0.37	378.81	0.18

実験 番号	4	実験 模型	改良案	放流条件	貯 水 位	W.L. 390.99m
		ゲート開度	全 開		流 量	452 m ³ /s

測点 No	ピエゾ位置		測 定 結 果			
	X (m)	Y (m)	中 央		右 岸	
			ピエゾ水頭	圧力水頭	ピエゾ水頭	圧力水頭
1	-4.703	379.078	EL 390.97m	11.89m	EL 391.00m	11.92m
2	-4.643	380.078				
3	-3.721	381.000				
4	-2.721	382.000				
5	-1.721	383.000	389.31	6.31	388.63	5.63
6	-1.221	383.500	389.59	6.09	388.88	5.38
7	-0.832	383.888	382.13	-1.76	383.53	-0.36
8	0.000	384.000	384.81	0.81	384.75	0.75
9	0.625	383.949	384.28	0.33	384.31	0.36
10	1.250	383.824	384.25	0.43	384.06	0.24
11	1.875	383.640	383.50	-0.14	383.88	0.24
12	2.500	383.400	383.38	-0.02	383.69	0.29
13	3.125	383.108	383.31	0.20	383.28	0.17
14	4.375	382.378	382.50	0.12	382.22	-0.16
15	5.625	381.466	381.47	0.003	380.84	-0.62
16	6.875	380.380	380.19	-0.19	380.88	0.50
17	7.655	379.619	380.19	0.57	381.22	1.60
18	8.587	378.628	379.59	0.97	379.88	1.25

堤頂越流部資料 1

資料 1 - 4 堤頂越流部圧力測定結果

実験 番号	5
----------	---

実験 換型	改良案
ゲート開度	1門全開

放流条件	貯水位	W.L. 392.46 m
	流量	604 m ³ /s

測点 No	ピエゾ位置		測 定 結 果			
	X (m)	Y (m)	中 央		右 岸	
			ピエゾ水頭	圧力水頭	ピエゾ水頭	圧力水頭
1	-4.703	379.078	EL 392.38m	13.30m	EL 392.38m	13.30m
2	-4.643	380.078				
3	-3.721	381.000				
4	-2.721	382.000				
5	-1.721	383.000	389.66	6.66	389.34	6.34
6	-1.221	383.500	390.44	6.94	389.70	6.20
7	-0.832	383.888	380.59	-3.30	382.73	-1.16
8	0.000	384.000	384.22	0.22	384.17	0.17
9	0.625	383.949	383.56	-0.39	383.63	-0.32
10	1.250	383.824	383.63	-0.20	383.44	-0.39
11	1.875	384.640	382.75	-0.89	383.28	-0.36
12	2.500	383.400	382.70	-0.70	383.19	-0.21
13	3.125	383.108	382.75	-0.36	382.75	-0.36
14	4.375	382.378	381.95	-0.43	381.66	-0.72
15	5.625	381.466	381.05	-0.42	380.41	-1.06
16	6.875	380.380	379.95	-0.43	380.81	0.43
17	7.655	379.619	380.09	0.47	381.33	1.71
18	8.587	378.628	379.56	0.93	380.06	1.43

測 点 (m)	水 位 (m)			
	中 央		右 岸	
	最 高	平 均	最 高	平 均
-10.000	392.19	392.13	392.25(392.25)	392.19
- 7.000	392.00	391.91	392.22(392.42)	392.09
- 5.698	391.84	391.75	392.13(392.32)	391.90
- 5.170	391.70	391.63	391.22	390.94
- 4.642	391.61	391.50	390.81	390.47
- 3.721	391.34	391.23	390.28	390.06
- 2.721	391.13	390.94	389.94	389.69
- 1.721	390.69	390.50	389.78	389.53
- 1.221	390.48	390.28	389.63	389.44
- 0.833	390.36	390.25	389.44	389.31
0	389.97	389.83	389.28	389.03
0.625	389.56	389.50	389.00	388.91
1.250	389.28	389.09	388.97	388.81
1.875	388.97	388.83	388.69	388.53
2.500	388.47	388.41	388.44	388.34
3.125	388.14	388.03	388.19	388.09
4.375	387.27	387.09	387.75	387.59
5.625	386.33	386.11	387.03	386.94
6.875	385.09	384.97	386.25	386.03
7.656	384.25	384.13	385.59	385.25
8.587	382.88	382.53	384.41	384.19
10.000	381.16	380.18	382.16	381.94
12.000	378.50	378.12	381.13	380.81

堤頂越流部資料 1

資料 1 - 5 堤頂越流部圧力測定結果

実験 番号	6
----------	---

放流条件	貯 水 位	W.L. 392.53 m
	流 量	611 m ³ /s

測点 No	ピエゾ位置		測 定 結 果			
	X (m)	Y (m)	中 央		右 岸	
			ピエゾ水頭	圧力水頭	ピエゾ水頭	圧力水頭
1	-4.703	379.078	EL 392.41m	13.33m	EL 392.41m	13.33m
2	-4.643	380.078				
3	-3.721	381.000				
4	-2.721	382.000				
5	-1.721	383.000	388.92	5.92	389.78	6.78
6	-1.221	383.500	389.56	6.06	390.14	6.64
7	-0.832	383.888	381.73	-2.16	383.53	-0.36
8	0.000	384.000	384.25	0.25	384.63	0.63
9	0.625	383.949	383.69	-0.26	383.97	0.02
10	1.250	383.824	383.64	-0.18	383.66	-0.17
11	1.875	383.640	382.75	-0.89	383.45	-0.19
12	2.500	383.400	382.69	-0.71	383.33	-0.07
13	3.125	383.108	382.63	-0.48	382.91	-0.20
14	4.375	382.378	381.73	-0.64	381.73	-0.64
15	5.625	381.466	381.00	-0.47	380.81	-0.65
16	6.875	380.380	379.94	-0.44	380.70	0.32
17	7.655	379.619	380.03	0.41	381.11	1.49
18	8.587	378.628	379.59	0.97	380.03	1.40

測 点 (m)	水 位 (m)			
	中 央		右 岸	
	最 高	平 均	最 高	平 均
-10.000	392.31	392.25	39231(39231)	392.19
- 7.000	391.97	391.91	39247(39298)	392.34
- 5.698	391.84	391.66	39272(39321)	392.50
- 5.170	391.75	391.63	392.09	391.94
- 4.642	391.66	391.53	391.69	391.59
- 3.721	391.47	391.34	390.94	390.84
- 2.721	391.19	391.03	390.38	390.28
- 1.721	390.81	390.69	390.09	389.94
- 1.221	390.66	390.53	389.92	389.78
- 0.833	390.53	390.36	389.91	389.78
0	390.22	390.02	389.56	389.44
0.625	389.86	389.72	389.50	389.34
1.250	389.56	389.44	389.38	389.13
1.875	389.28	389.06	388.97	388.84
2.500	389.00	388.75	388.88	388.69
3.125	388.53	388.41	388.56	388.38
4.375	387.69	387.50	387.88	387.72
5.625	386.78	386.63	387.03	386.81
6.875	385.38	385.13	386.25	385.91
7.656	384.59	384.53	385.50	385.22
8.587	383.86	383.59	384.66	384.41
10.000	381.44	381.51	381.95	381.22
12.000	378.97	378.63	380.74	380.49

() 内はNo 2 0測定値

堤頂越流部資料 1

資料2 昭和53年度堤頂越流部放流機能測定結果

ゲート 開 度 G・m	貯 水 位 WL・m	越流水深 H・m	放 流 量 Q・m ³ /s	流量係数 C	ゲート 開 度 G・m	貯 水 位 WL・m	越流水深 H・m	放 流 量 Q・m ³ /s	流量係数 C
全 開	392.60	8.60	626.22	2.069	3.0	392.56	8.56	282.67	1.974
	392.46	8.46	603.92	2.045		392.17	8.17	273.89	1.968
	391.94	7.94	554.27	2.064		391.21	7.27	255.51	1.975
	391.85	7.85	541.57	2.052		391.21	7.21	253.91	1.973
	391.59	7.59	518.29	2.066		390.60	6.60	239.17	1.968
	391.20	7.20	469.27	2.024		390.72	6.22	231.09	1.978
	390.99	6.99	452.02	2.038		389.76	5.76	223.13	2.013
	390.91	6.91	439.79	2.018		◇388.17	4.17	199.59	
	390.60	6.60	412.82	2.029	2.0	392.96	8.96	197.89	1.950
	390.24	6.24	375.15	2.006		392.28	8.28	189.81	1.956
	389.78	5.78	335.25	2.010		391.34	7.34	176.71	1.951
	388.76	4.76	249.65	2.003		390.84	6.84	169.18	1.947
	388.46	4.46	220.60	1.952		390.25	6.25	160.44	1.948
	388.17	4.17	199.52	1.953		389.24	5.74	152.26	1.946
	388.14	4.14	197.62	1.955		388.88	4.58	137.90	2.031
	388.00	4.00	188.40	1.963		387.45	3.75	112.62	1.897
	387.81	3.81	174.09	1.951		◇386.73	2.73	102.74	
	387.66	3.66	165.69	1.972	1.0	392.46	8.46	96.52	1.901
	387.32	3.32	140.52	1.936		391.88	7.88	93.02	1.903
	386.73	2.73	102.74	1.898		391.47	7.47	90.19	1.898
	386.57	2.57	94.17	1.905		390.78	6.78	85.11	1.887
	385.86	1.86	53.94	1.772		390.66	6.66	84.02	1.881
	385.24	1.24	28.06	1.693		389.85	5.85	78.50	1.886
						389.08	5.08	73.15	1.900
						387.99	3.99	63.82	1.900
5.0	392.86	8.86	482.43	2.140		387.25	3.25	56.17	1.884
	392.40	8.40	472.87	2.180		386.45	2.45	48.15	1.921
	392.12	8.12	470.25	2.223		385.70	1.70	41.93	2.143
	◇391.19	7.19	469.27			◇386.24	1.24	28.06	
4.0	392.83	8.83	381.87	2.037	0.5	392.52	8.52	56.50	2.183
	391.95	7.95	357.41	2.045		390.56	6.56	48.59	2.147
	391.68	7.68	348.46	2.042		389.67	5.67	45.53	2.173
	391.19	7.19	336.39	2.064		387.05	3.05	32.86	2.183
	390.61	6.67	325.09	2.106					
	389.14	5.64	316.69						

◇フリーフローとの限界を示す。

堤頂越流部資料2

資料3 昭和54年度 堤頂越流部放流機能測定結果

ゲート開度 G・m	貯水位 EL・m	貯水深 H・m	放流量 Q・m ³ /s	放流係数 C・m ^{1/2} /s	ゲート開度 G・m	貯水位 EL・m	貯水深 H・m	放流量 Q・m ³ /s	放流係数 C・m ^{1/2} /s
全開	391.92	7.92	549.45	2.054	3.0	392.74	8.74	284.58	1.962
	391.84	7.84	541.67	2.056		391.93	7.93	267.40	1.972
	391.77	7.77	531.38	2.045		390.85	6.85	246.15	1.977
	391.67	7.67	521.72	2.047		390.57	6.57	240.41	1.985
	391.59	7.59	512.88	2.044		390.24	6.24	231.84	1.980
	391.50	7.50	503.60	2.043		390.08	6.08	228.46	1.986
	391.43	7.43	494.86	2.036		389.03	5.03	205.53	2.042
	391.20	7.20	473.13	2.041		388.20	4.20	204.66	△1.981
	391.11	7.11	464.29	2.041	2.0	392.12	8.12	186.69	1.944
	391.03	7.03	455.28	2.035		391.23	7.23	175.51	1.955
	390.93	6.93	444.36	2.030		390.30	6.30	160.22	1.936
	390.83	6.83	434.54	2.029		389.42	5.42	147.07	1.947
	390.73	6.73	424.93	2.028		388.58	4.58	132.82	1.956
	390.65	6.65	416.41	2.024		387.60	3.60	115.62	2.005
	390.57	6.57	407.84	2.018	1.5	386.83	2.83	109.02	1.908
	390.48	6.48	398.92	2.015		392.23	8.23	143.74	1.948
	390.35	6.35	387.15	2.016		391.01	7.01	131.56	1.949
	390.21	6.21	374.08	2.014		389.96	5.97	120.58	1.957
	390.02	6.02	358.11	2.020		388.99	4.99	108.93	1.962
	389.87	5.87	342.44	2.007		388.15	4.15	98.21	1.977
	389.68	5.68	325.85	2.006	1.0	387.93	3.39	87.73	2.005
	389.49	5.49	311.49	2.018		386.59	2.59	75.93	2.086
	389.33	5.33	297.02	2.011		386.03	2.03	65.56	2.177
	389.12	5.12	279.39	2.010		392.48	8.48	97.39	1.916
	388.89	4.89	264.49	2.038		391.26	7.26	89.91	1.922
	388.68	4.68	252.09	2.072	0.75	389.65	5.65	78.88	1.932
	388.50	4.50	232.00	2.025		388.27	4.27	67.96	1.946
	388.31	4.31	215.93	2.005		386.98	2.98	55.85	1.974
	388.14	4.14	201.82	1.997		385.96	1.96	44.93	2.076
	387.90	3.90	185.33	1.998		385.60	1.60	43.13	2.170
	387.72	3.72	171.68	1.990	0.50	392.36	8.36	75.33	1.975
	387.55	3.55	159.67	1.985		390.77	6.77	67.96	1.991
	387.18	3.18	138.66	2.038		388.88	4.88	57.13	1.994
	386.85	2.85	115.62	2.003		387.71	3.71	49.13	1.994
	386.20	2.20	72.99	1.864		386.61	2.60	41.05	2.041
	385.78	1.78	51.70	1.814		385.240	1.24	28.39	△1.713
4.5	385.40	1.40	35.48	1.785	0.25	392.33	8.33	51.70	2.021
	385.09	1.09	23.47	1.719		390.46	6.46	45.75	2.040
	384.77	0.77	13.43	1.656		388.61	4.61	38.54	2.051
4.0	392.34	8.34	413.25	2.080		387.33	3.33	32.48	2.057
	391.81	7.81	400.58	2.112	0.25	385.77	1.77	24.37	2.199
	390.35	6.35	389.61	△2.029		384.78	0.78	13.70	△1.658
	392.39	8.39	372.47	2.055		391.67	7.67	30.98	2.506
	392.06	8.06	363.02	2.058		391.01	7.01	29.21	2.474
	391.43	7.43	346.92	2.080		389.51	5.51	26.48	2.536
	391.34	7.34	345.88	2.091		388.35	4.35	23.69	2.561
	391.09	7.09	339.60	2.105		387.00	3.00	20.03	2.625
	390.77	6.77	331.36	2.123		386.38	2.38	17.91	2.651
	389.60	5.60	323.45	△2.034		385.26	1.26	13.48	2.813

注1 流量はゲート1門当りの放流量を示す。

注2 流量係数は次式によるものである

$$\text{自由越流時(全開)} \quad C = Q/BH^{3/2}, \quad \text{ゲート操作時} \quad C = Q/B(H^{3/2} - (H-G)^{3/2})$$

Q:ゲート1門当りの放流量(m³/s), B:径間巾(12m), G:ゲート開き(m), H:貯水深(m)

注3 △印はフリーフローの状態を示す。

堤頂越流部資料3

第3章 放 流 管

0000000000

第3章 放 流 管

第1節 放流管の設計

1-1 概 要

放流管の設計条件（放流量）として次のものが必要となる。

イ) W.L. 365.00 mにおいて800 m³/sec放流できること。

ロ) W.L. 375.00 mにおいて2600 m³/sec放流できること。

大川ダムの常用放水設備としての放流管は、現洪水調節計画および、ダム堤体の形状、減勢工の形状、さらに非常用洪水吐の設置位置に関する阿賀川工事事務所および、土木研究所での検討を踏まえて5条設置とし、非常用洪水吐4門の橋脚および、橋台の真下に配置することとした。

また、洪水調節計画を満足するために放流管の管軸は堤体の上流面と直交させるため呑口より下流に向って、3°-26'-01"の傾斜角を与える。また、その断面は主ゲートおよび非常用ゲートの設置を考え、方形とし呑口ベルマウスより順次断面を縮少し不穏な圧力降下を生じさせないように配慮する。吐口部には高圧ラジアルゲートを設置し、流量コントロールを行なう。

ゲートから下流の開水路部の横断形状は計画最大水頭時の流出水脈の軌跡を考慮した二次曲線形とし、直線区間（二次曲線とバケット円曲線の接続）を経て水平水叩きのバケットになめらかに接続する。

以上の検討から放流管の設計条件として次のものが付加される。

ハ) ゲート敷高をE.L. 352.00 mとすること。

管内圧力を正常に保ちながら、なおかつ必要断面積をさらに大きくする形状による損失増加を軽減するため断面の絞りには多大の工夫が必要となる。

一般に、放流管の放流量は概略次式で計算される。

$$Q = nAC \sqrt{2gH_e}$$

設計条件イ) より

$$Q = 800 \text{ m}^3/\text{sec}, n=5, H_e = 365 - 352 = 13 \text{ m}, C=0.9$$

とすると必要断面積は

$$A = Q/nC \sqrt{2gH_e} = 11.138 \text{ m}^2$$

また、設計条件ロ) より

$$Q = 2600 \text{ m}^3/\text{sec}, n=5, H_e = 375 - 352 = 23 \text{ m}, C=0.9$$

とすると必要断面積は

$$A = Q / nC \sqrt{2gH_e} \approx 27.213 \text{ m}^2$$

となり、27.213 m²以上の断面が必要となる。

堤体ブロック巾15mを考慮すると、巾5 m以下とするのが好ましいので、大川ダム放流管としては巾5.0 m×高さ5.6 m = 28.0 m²程度の高圧放流管が必要となる。また、堤頂越流部との関係からゲート室は堤体内に納める必要があり、管路長も大きな制約を受けている。

このような放水管の設計例に大渡ダムの放流管がある。以下に大渡ダム放流管について述べる。なお、詳細については「大渡ダム洪水吐水理実験報告書※1」を参考にされたい。

1-2 大渡ダム放水管について

1. 設計条件

1. 放流管出口断面は幅5.0 m×高さ5.6 mとする。
2. ゲート敷標高はEL.154.00 mとする。
3. 放流管軸長は、10.0 mとする。
4. 放流管軸の傾斜は0.13 : 1とする。
5. 放流管出口断面は上、下面とも隅取円弧を除去する。
6. 主ゲートアーム長は9.50 mとする。

2. 放流管各部の構成

放流管各面（上、下面および側面）は、放流管下流の側方への拡幅を緩和するため、完全に対称となるよう同一の曲線で構成する。

各部の概略は次のようである。

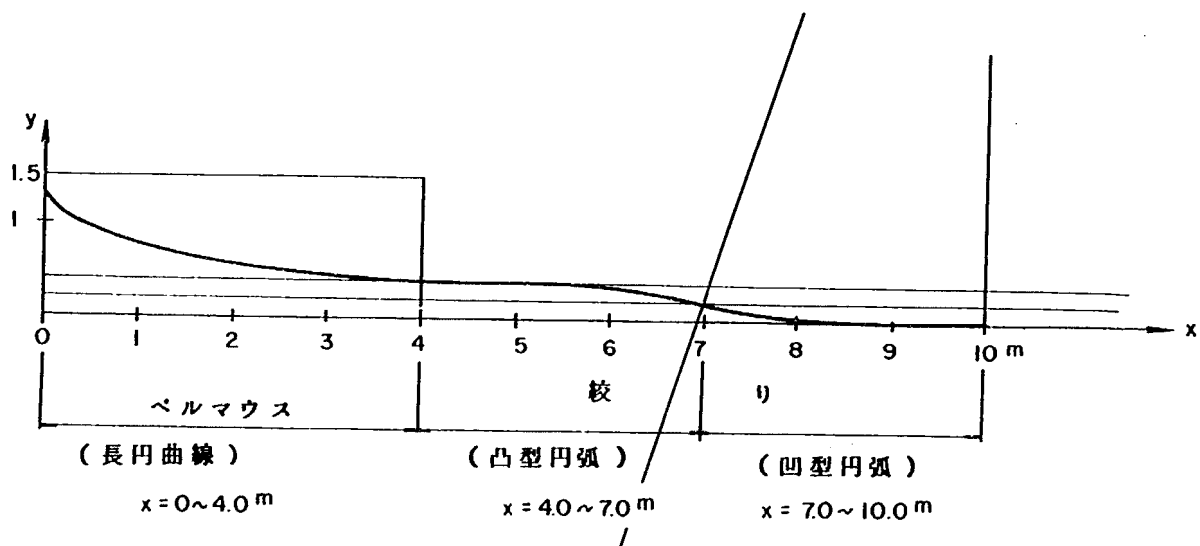


図3-1

※1 土木研究所資料 第722号「大渡ダム洪水吐水理模型実験報告書」昭和47年3月

3. 呑口断面, ベルマウス曲線

放流管呑口断面は

幅 $(1.50 + 5.00 + 1.50) \text{ m} \times$ 高さ $(1.50 + 5.60 + 1.50) \text{ m}$

すなわち, 幅 $8.00 \text{ m} \times$ 高さ 8.60 m とする。

放流管流入口のベルマウス曲線は上, 下面および側面とも次式で表わされる長円曲線を利用する。

$$\frac{X^2}{(4.0)^2} + \frac{Y^2}{(1.15)^2} = 1$$

前頁の座標 (x, y) に対しては

$$y = 1.5 - 1.15 \sqrt{1 - (x - 4.0)^2 / 16}$$

と表わされる曲線である。

4. 絞 り

放流管の絞りはS字状の複合円弧を用いる。上流側円弧は前頁の座標 (x, y) で, $(4.0, 0.35)$ に始まり $(7.0, 0.175)$ に終る円弧であり, その中心は $x = 4.0$ 上にある。この半径 R は次式で与えられる。

$$R(1 - \cos \theta) = 0.175$$

$$R \sin \theta = 7.0 - 4.0 = 3.0$$

両式より

$$R^2 = (R - 0.175)^2 + 3.0^2$$

$$R = \frac{1}{0.35} (3.0^2 + 0.175^2)$$

$$= 25.80178 \text{ m}$$

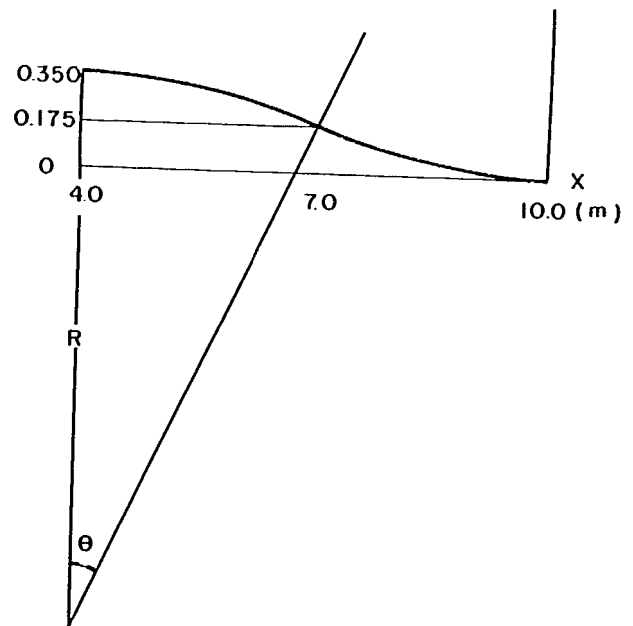


図 3 - 3

下流側円弧は $(7.0, 0.175)$ に始まり $(10.0, 0.00)$ に終る $x = 10.0$ より中心を有する円弧で, 半径は $R = 25.80178 \text{ m}$ である。

これは座標 (x, y) で表わせば

$$4.0 \leq x \leq 7.0 \quad y = 0.35 - R + \sqrt{R^2 - (x - 4)^2}$$

$$7.0 < x \leq 10.0 \quad y = R - \sqrt{R^2 - (x - 10)^2} \quad R = 25.80178 \text{ m である。}$$

5. 隅取円弧

放流管隅角部の隅取円弧は次のように選定した。

1. 放流管呑口断面の隅取円弧半径は、0.600 mとする。
2. 放流管隅角部の右図に示す P 点は管軸方向に滑らかに接続するよう考慮する。
3. 放流管隅角部の P 点は常に出口断面より外側にあるようにする。
4. 放流管出口断面では、隅取円弧半径は 0 になるようにする。

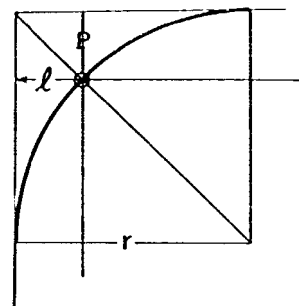


図 3-4

以上の諸条件を満たすような隅取円弧半径 r として次式に示される値を用いる。

隅取円弧半径 r

$$r = 3.4142 \{ 0.175736 + 0.174264 \sqrt{1 - (x-4)^2/16} \} \quad 0 < x \leq 4.0$$

呑口断面 $r = 0.600 \text{ m}$

ベルマウス終端 $r = 1.19497 \text{ m}$

$$= 3.4142 \{ 0.35 - R + \sqrt{R^2 - (x-4)^2} \} \quad 4.0 \leq x \leq 7.0$$

$$= 3.4142 \{ R - \sqrt{R^2 - (x-10)^2} \} \quad 7.0 < x \leq 10.0$$

(出口断面 $r = 0.0 \text{ m}$)

なお r の算出式における値 3.4142 に、前頁の図における r と l の関係が

$$r = (2 + \sqrt{2}) l = 3.4142 l$$

と表わされることになる。

このように設計された大渡ダム放流管は次のようになる。

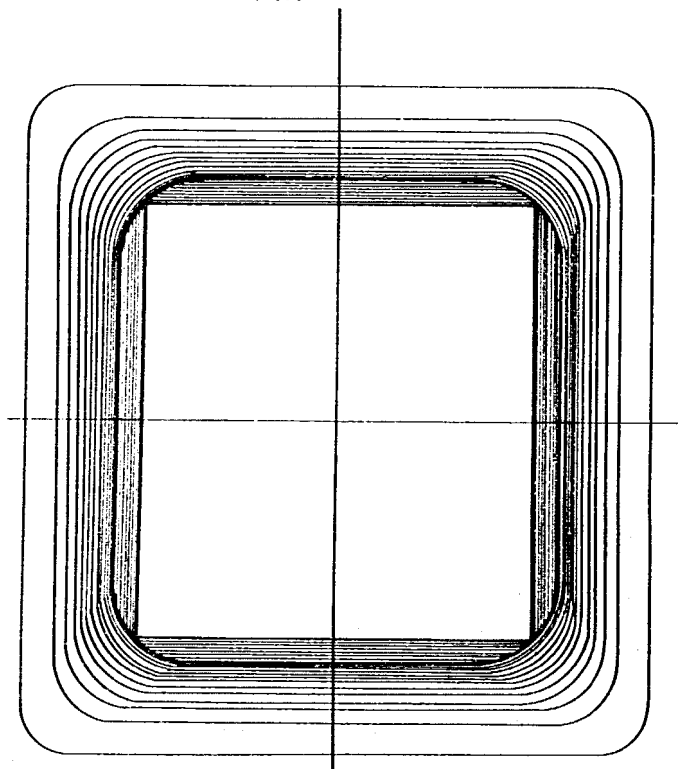


図 3-5 正面図

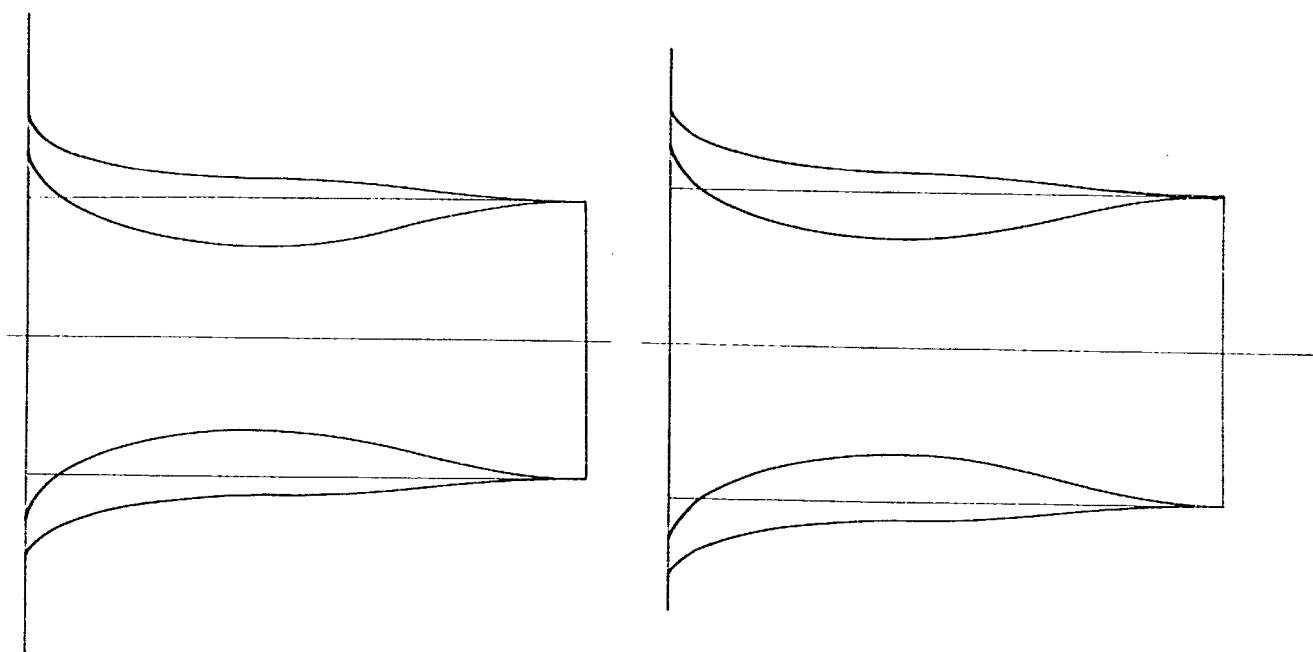


図3-6 平面図

図3-7 縦断面図

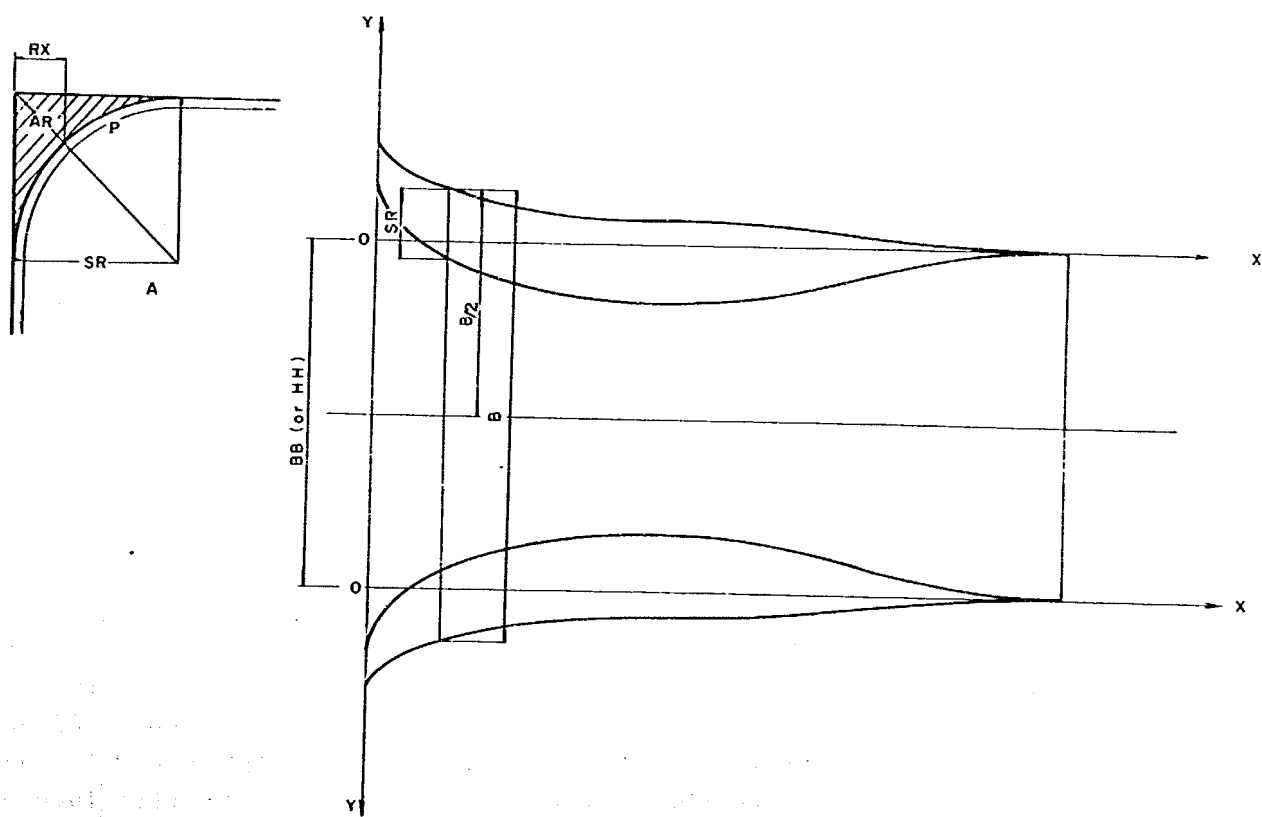


表3-8 記号説明図

表3-8 OHTO DAM CONDUIT

BB = 5.0000

HH = 5.6000

TABLE

X	Y	B/2	B	SR	RX	AR	A	AR/A	Y-R	Y-RX	P
0.00	1.5000	4.0000	8.0000	0.6000	0.1757	0.3090	68.4910	0.45	0.9000	1.3243	21.5699
0.25	1.0998	3.5998	7.1996	0.8070	0.1264	0.5591	55.5954	1.00	0.2928	0.8634	18.0130
0.50	0.9433	3.4433	6.8865	0.8880	0.2601	0.6770	50.8791	1.31	0.0552	0.6832	16.6215
0.75	0.8296	3.3296	6.6592	0.9468	0.2773	0.7696	47.5707	1.59	-0.1173	0.5523	15.6112
1.00	0.7393	3.2393	6.4787	0.9935	0.2910	0.8474	45.0133	1.85	-0.2542	0.4483	14.8091
1.25	0.6649	3.1649	6.3298	1.0321	0.3023	0.9143	42.9496	2.08	-0.3672	0.3626	14.1472
1.50	0.6023	3.1023	6.2046	1.0645	0.3118	0.9726	41.2467	2.30	-0.4622	0.2905	13.5908
0.75	0.5492	3.0942	6.0984	1.0919	0.3198	1.0235	39.8256	2.51	-0.5427	0.2294	13.1188
2.00	0.5041	3.0041	6.0081	1.1153	0.3267	1.0677	38.6350	2.69	-0.6112	0.1774	12.7179
2.25	0.4659	2.9659	5.9318	1.1350	0.3324	1.1058	37.6395	2.85	-0.6691	0.1335	12.3786
2.50	0.4339	2.9339	5.8678	1.1516	0.3373	1.1383	36.8140	3.00	-0.7176	0.0966	12.0944
2.75	0.4076	2.9076	5.8152	1.1652	0.3413	1.1654	36.1401	3.12	-0.7576	0.0663	11.8604
3.00	0.3865	2.8865	5.7730	1.1761	0.3445	1.1873	35.6044	3.23	-0.7896	0.0421	11.6730
3.25	0.3704	2.8704	5.7408	1.1844	0.3469	1.2042	35.1968	3.31	-0.8140	0.0235	11.5297
3.50	0.3590	2.8590	5.7180	1.1903	0.3486	1.2162	34.9106	3.37	-0.8313	0.0104	11.4286
3.75	0.3522	2.8522	5.7045	1.1938	0.3497	1.2234	34.7406	3.40	-0.8416	0.0026	11.3684
4.00	0.3500	2.8500	5.7000	1.1950	0.3500	1.2258	34.6842	3.41	-0.8450	0.0000	11.3485
4.25	0.3488	2.8488	5.6976	1.1908	0.3488	1.2173	34.6636	3.39	-0.8421	0.0000	11.3459
4.50	0.3452	2.8452	5.6903	1.1784	0.3452	1.1921	34.6017	3.33	-0.8333	0.0000	11.3381
4.75	0.3391	2.8391	5.6782	1.1578	0.3391	1.1506	34.4982	3.23	-0.8187	0.0000	11.3251
5.00	0.3306	2.8306	5.6612	1.1288	0.3306	1.0937	34.3525	3.09	-0.7982	0.0000	11.3070
5.25	0.3197	2.8197	5.6394	1.0915	0.3197	1.0227	34.1638	2.91	-0.7718	0.0000	11.2837
5.50	0.3064	2.8064	5.6127	1.0460	0.3064	0.9392	33.9311	2.69	-0.7396	0.0000	11.2551
5.75	0.2906	2.7906	5.5812	0.9921	0.2906	0.8449	33.6532	2.45	-0.7015	0.0000	11.2214
6.00	0.2724	2.7724	5.5447	0.9299	0.2724	0.7423	33.3286	2.18	-0.6576	0.0000	11.1824
6.25	0.2517	2.7517	5.5034	0.8594	0.2517	0.6340	32.9557	1.89	-0.6077	0.0000	11.1383
6.50	0.2286	2.7286	5.4572	0.7805	0.2286	0.5229	32.5324	1.58	-0.5519	0.0000	11.0888
6.75	0.2030	2.7030	5.4061	0.6932	0.2030	0.4125	32.0567	1.27	-0.4902	0.0000	11.0342
7.00	0.1750	2.6750	5.3500	0.5975	0.1750	0.3064	31.5261	0.96	-0.4225	0.0000	10.9742
7.25	0.1470	2.6470	5.2939	0.5018	0.1470	0.2161	30.9860	0.69	-0.3548	0.0000	10.9143
7.50	0.1214	2.6214	5.2428	0.4145	0.1214	0.1475	30.4852	0.48	-0.2931	0.0000	10.8596
7.75	0.0983	2.5983	5.1966	0.3356	0.0983	0.0967	30.0257	0.32	-0.2373	0.0000	10.8102
8.00	0.0776	2.5776	5.1553	0.2650	0.0776	0.0603	29.6096	0.20	-0.1874	0.0000	10.7660
8.25	0.0594	2.5594	5.1188	0.2029	0.0594	0.0353	29.2384	0.12	-0.1434	0.0000	10.7271
8.50	0.0436	2.5436	5.0873	0.1490	0.0436	0.0191	28.9137	0.07	-0.1054	0.0000	10.6933
8.75	0.0303	2.5303	5.0606	0.1034	0.0303	0.0092	28.6368	0.03	-0.0731	0.0000	10.6648
9.00	0.0194	2.5194	5.0388	0.0662	0.0194	0.0038	28.4087	0.01	-0.0468	0.0000	10.6415
9.25	0.0109	2.5109	5.0218	0.0372	0.0109	0.0012	28.2304	0.00	-0.0263	0.0000	10.6233
9.50	0.0048	2.5048	5.0097	0.0165	0.0048	0.0002	28.1026	0.00	-0.0117	0.0000	10.6104
9.75	0.0012	2.5012	5.0024	0.0041	0.0012	0.0000	28.0257	0.00	-0.0029	0.0000	10.6026
10.00	0.0000	2.5000	5.0000	0.0000	0.0000	0.0000	28.0000	0.00	-0.0000	0.0000	10.6000

1-3 大川ダム放流管の設計

大渡ダム放流管の吐口は $5.0 \text{ m} \times 5.6 \text{ m}$ の角型断面であり、吐口面積は 28.0 m^2 で設計されている。これは大川ダム放流管の必要吐口断面積と一致している。

そこで大川ダム放流管の設計では、これまでの検討を踏まえて基本的には大渡ダム放流管の設計を踏習することとし、大川ダムの放流管として採用する場合に必要な修正を行なうこととした。

主な変更箇所は次の二点である。

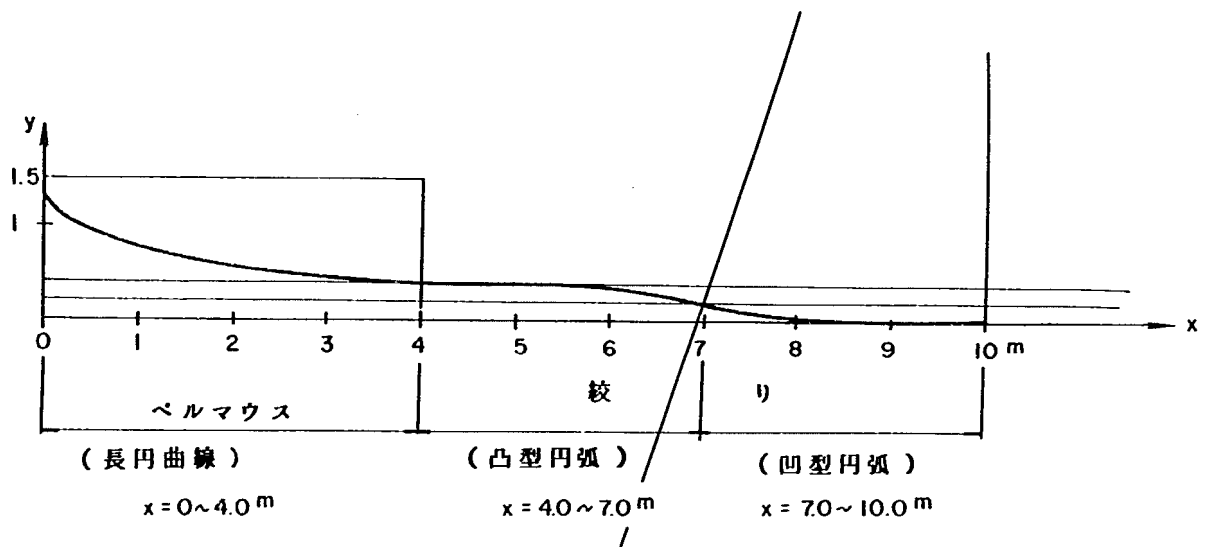
- 1) ベルマウス部の隅取円弧
- 2) ラジアルゲートのゲートピンの位置

また、管軸の角度、リセス、およびゲート下流から水平水叩きのバケットへの接続は、それぞれ堤体との関係を考慮して設計を行なった。

1. 放流管各部の構成

放流管各面（上、下面および側面）は大渡ダムと同形状とする。

各部の概略は次のようになる。



2. 呑口断面、ベルマウス曲線

放水管呑口断面は大渡ダムと同じく幅 8.00 m × 高さ 8.60 m とする。

同様にベルマウス形状も

$$\frac{x^2}{(4.0)^2} + \frac{y^2}{(1.15)^2} = 1$$

上記の座標 ($x-y$) に対しては

$$y = 1.15 \sqrt{1 - (x - 4.0)^2 / 16}$$

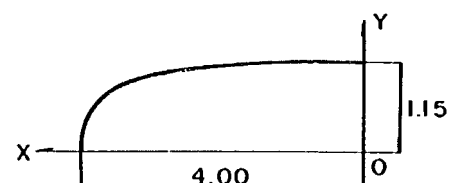


図3-9

と表わされる曲線を用いる。

3. 絞 り

放流管の絞りも大渡ダムと同じくS字状の複合円弧を用いる。上・下流側円弧とも半径は $R = 25.80178 \text{ m}$ であり、座標で表わせば

$$4.0 \leq x \leq 7.0 \quad y = 0.35 - R + \sqrt{R^2 - (x-4)^2}$$

$$7.0 \leq x \leq 10.0 \quad y = R - \sqrt{R^2 - (x-10)^2}$$

となる。

4. 隅 取 円 弧

放流管に隅取円弧を使用する目的は刃形オリフィスよりの流出ナップ形状に近似させて流線のまがりによる水理的影響を軽減することと、構造的に隅角部の応力を軽減することの二点である。これまでのベルマウス部の設計に対して

は、前者に重点が置かれており、構造的に不利であるとともに形状も非常に繁雑となっている。このことは実際の施工面からも複雑であることから、大川ダム放流管ではベルマウス部に限り、隅取円弧の中心軸を直線とし、ベルマウス終端より下流は大渡ダム放流管と同形状とした。すなわち、隅取円弧の右図に示すP点を放流管出口断面に内接させるような中心軸の線形とした。

以上を考慮してベルマウス部の隅取円弧は次のように変更された。

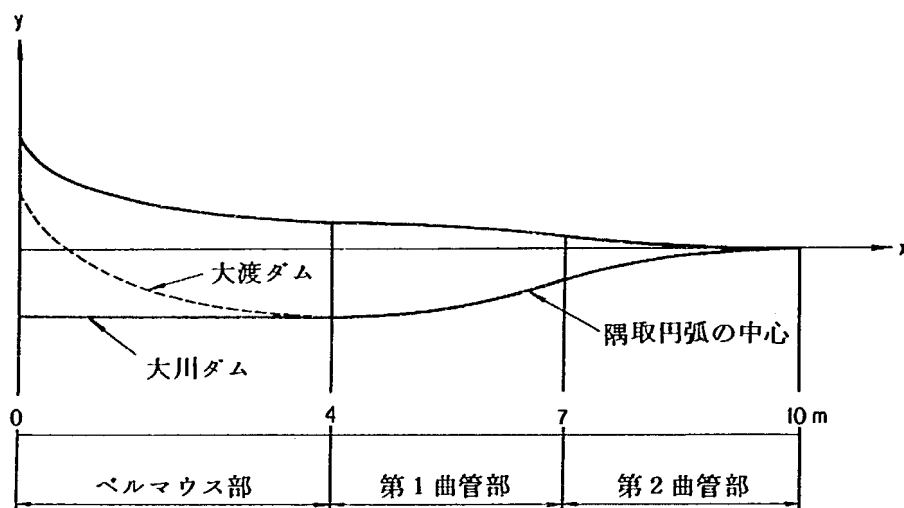


図 3 - 12

すなわち、大渡ダムの設計より隅取円弧の半径はベルマウス終端で $r = 1.19497 \text{ m}$ であり、円弧の中心軸は $(x-y)$ 座標では

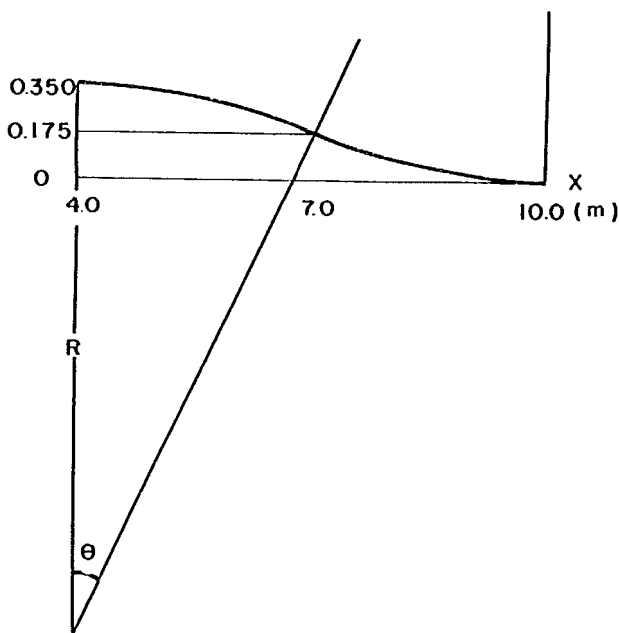


図 3 - 10

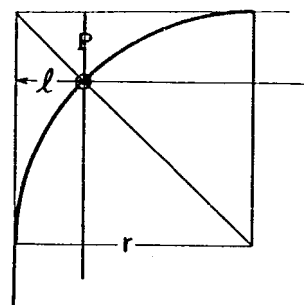


図 3 - 11

$$1.19497 - 0.35 = 0.84497 \text{ m} \therefore (4, -0.84497)$$

に位置する。ベルマウスの形状から隅取門弧半径は

$$\begin{aligned} r &= \{ 1.5 - 1.15 \sqrt{1 - (x - 4.0)^2 / 16} \} + 0.84497 \\ &= 2.34497 - 1.15 \sqrt{1 - (x - 4.0)^2 / 16} \end{aligned}$$

$$0 \leq x \leq 4.0$$

呑口断面 $r = 2.34497 \text{ m}$

ベルマウス終端 $r = 1.19497 \text{ m}$

と表わされる。

ベルマウス終端より下流は大渡ダムと同じく

$$r = 3.4142 \{ 0.35 - R + \sqrt{R^2 - (x - 4)^2} \}$$

$$4.0 \leq x \leq 7.0$$

$$= 3.4142 \{ R - \sqrt{R^2 - (x - 10)^2} \}$$

$$7.0 \leq x \leq 10.0$$

と表わされる。

5. 主ゲート附近の諸寸法

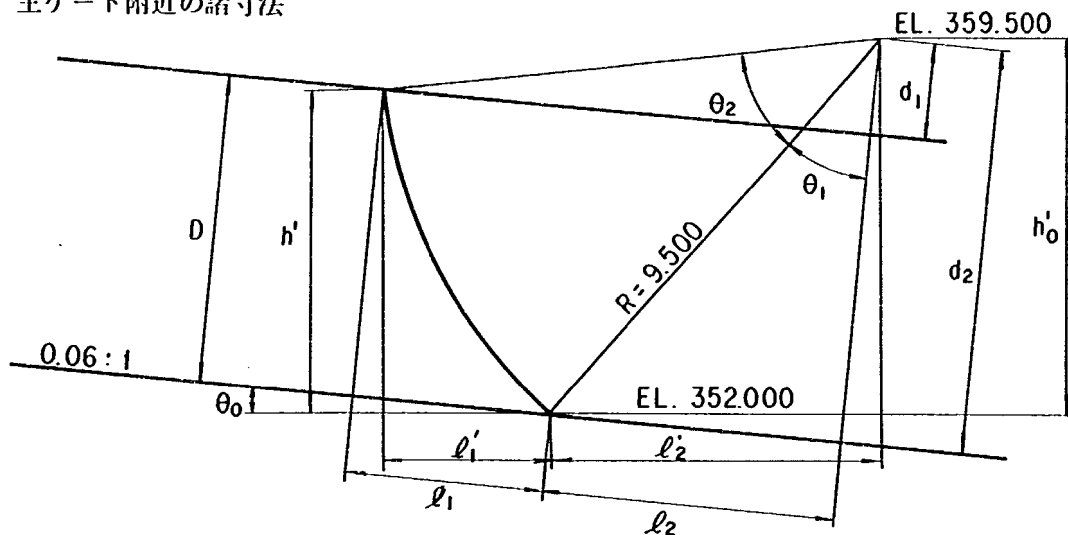


図3-13

選定した条件は

1. ゲート敷標高はEL.352.000 mとする。
2. 放流管出口断面はD = 5.600 mとする。
3. ゲートのアーム長はR = 9.500 mとする。
4. ゲートピン中心の標高はEL. 359.500 mとする。

$$h'_0 = 359.500 - 352.000 = 7.500_{00} \text{ m}$$

$$\theta_0 = \tan^{-1} 0.06 = 3.43363^\circ = 3^\circ 26' 01''$$

$$l'_2 = \sqrt{R^2 - h_0'^2} = 5.830_{95} \text{ m}$$

$$d_2 = (h'_0 + l'_2 \tan \theta_0) \cos \theta_0 = 7.835_{77} \text{ m}$$

$$l_2 = \sqrt{R^2 - d_2^2} = 5.371_{29} \text{ m}$$

$$d_1 = d_2 - D = 2.235_{77} \text{ m}$$

$$l_1 = \sqrt{R^2 - d_1^2} - l_2 = 3.861_{87} \text{ m}$$

$$h'_1 = (l_1 \tan \theta_0 + D) \cos \theta_0 = 5.821_{24} \text{ m}$$

$$l'_1 = \sqrt{R^2 - (h'_0 - h'_1)^2} - l'_2 = 3.519_{55} \text{ m}$$

$$\theta_1 = \tan^{-1} l'_2 / d_2 = \tan^{-1} 0.68548 = 34.430^\circ = 34^\circ 25' 48''$$

$$\begin{aligned} \theta_2 &= \tan^{-1} (l_1 + l_2) / d_1 - \theta_1 = \tan^{-1} 4.12975 - \theta_1 \\ &= 76.388^\circ - 34.430^\circ \\ &= 41.958^\circ = 41^\circ 57' 29'' \end{aligned}$$

6. 放流管長

5.においてゲート附近の諸寸法が求められたので、ここに放流管長を10.000 m、リセスを0.600 m と
して堤体との関係を求めると次のようになる。

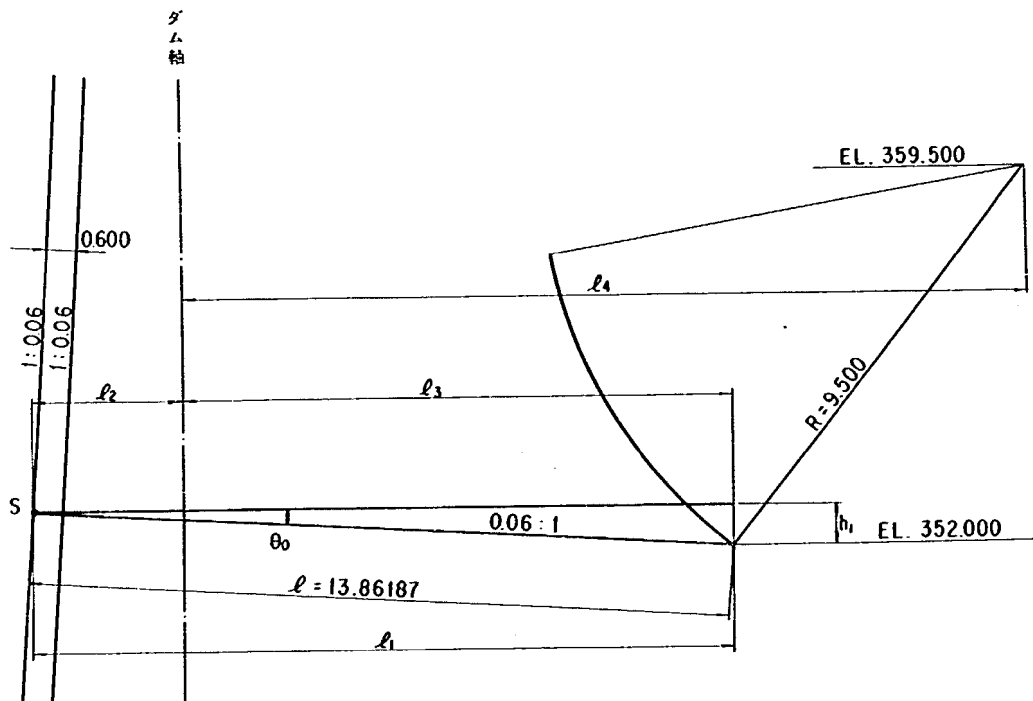


図 3 - 14

$$l = 10.000 + 3.861_{87} = 13.861_{87} \text{ m}$$

$$h_1 = l \sin \theta_0 = 0.830_{22} \text{ m}$$

$$\text{S 点の標高} \quad 352.000 + h_1 = 352.830_{22} \text{ m}$$

$$l_2 = (392.500 - 352.830_{22}) \times 0.06 + 0.600 / \cos \theta_0 = 2.981_{27} \text{ m}$$

$$l_1 = l \cos \theta_0 = 13.83699 \text{ m}$$

$$l_3 = l_1 - l_2 = 10.85572 \text{ m}$$

$$5. \text{より } l'_2 = 5.83095 \text{ m}$$

$$l_4 = l_3 + l'_2 = 16.68667 \text{ m}$$

7. ゲート下流開水路形状

放流管ゲート下流開水路の縦断面形状は計画最大水頭時の流出水脈の軌跡を考慮した放物線形とし、直線区間を経てバケットに接続する。

断面放物線は次式で計算される

$$y = \frac{x^2}{4C^2H_e \cos \theta} + \tan \theta \cdot x$$

C : 流量係数 0.9

θ : 放水管吐口下面の傾き $3^\circ 26' 01''$

H_e : 設計水頭 (m) $391 - 352 = 39 \text{ m}$

これから開水路縦断形状は次式で表示される。

$$y = 0.007928x^2 + 0.06x$$

余裕を考えて $H_e = 40.25 \text{ m}$ として表わせば

$$y = 0.007682x^2 + 0.06x \quad 0 < x < 29.999$$

$$y = 0.5209x - 6.9132 \quad 29.999 < x < 40.478$$

となる。ただし、座標として放流管吐口下面を原点とし、水平下流方向に x 軸、鉛直下方に y 軸を設定する。

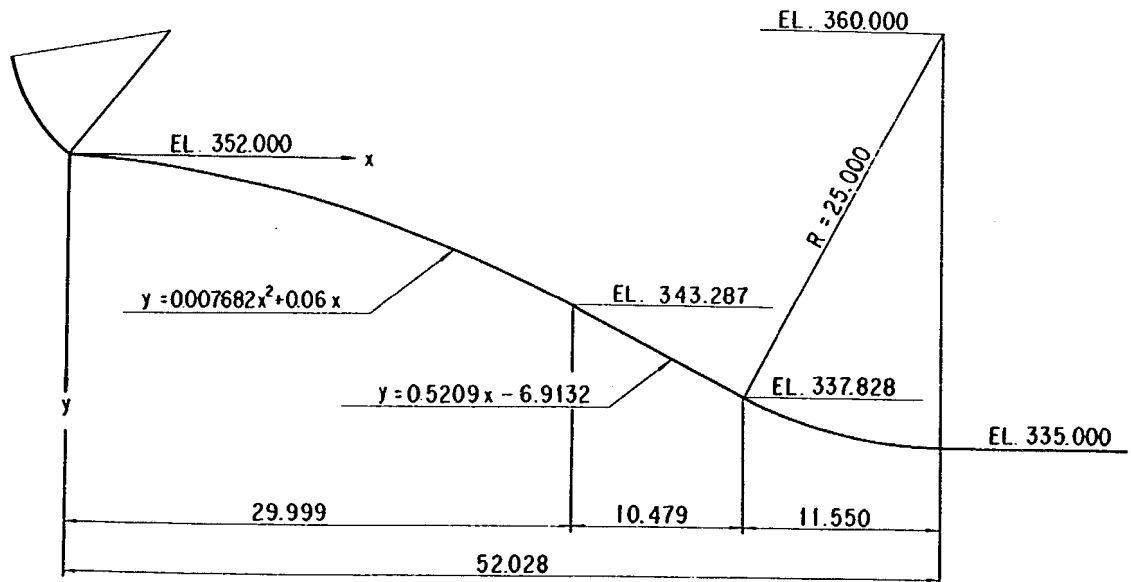


図 3 - 15

ゲート下流開水路巾については、ゲート水密方式によるため本節では考慮しない事にする。

8. 設計形状

1～7を考慮して設計された放流管の形状は図3-16～3-21に示すとおりである。

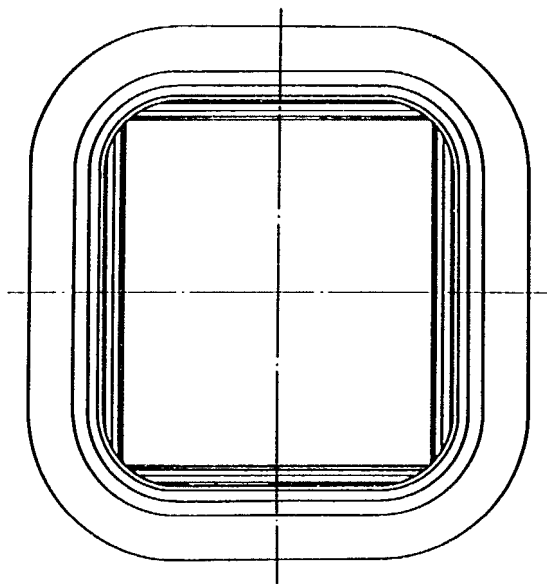


図3-16 正面図

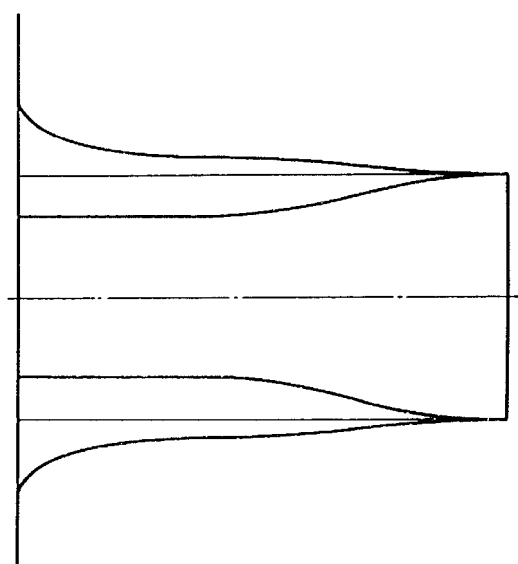


図3-17 平面形状図

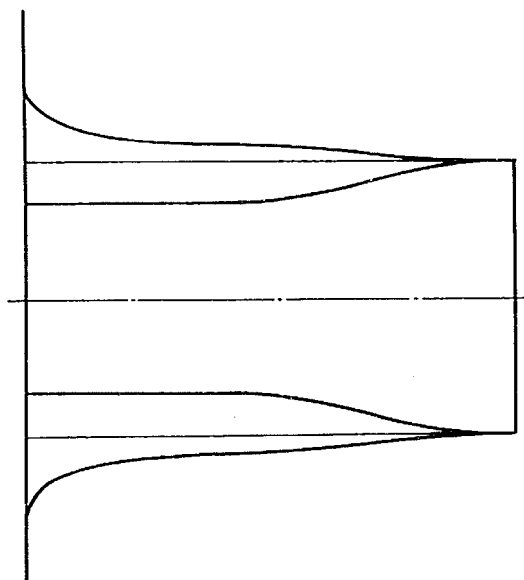


図3-18 縦断形状図

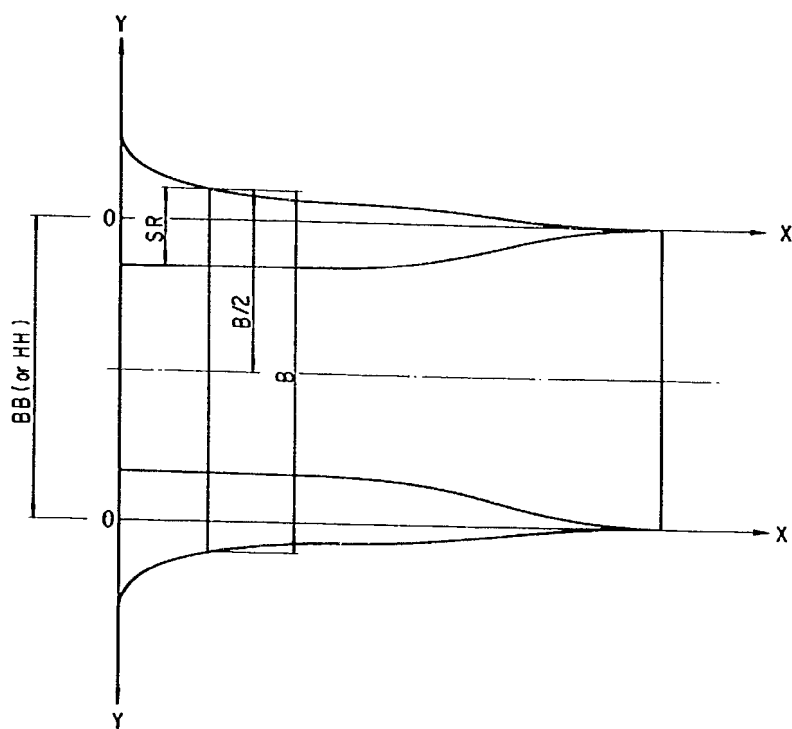
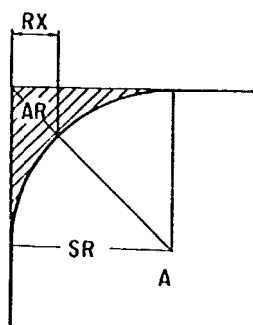


表3-19 記号説明図

表3-19 OHKAWA DAM CONDUIT

R = 258017857
BB = 50000
HH = 56000

X	Y	B	B/2	SR	RX	AR	A	Y-SR	Y-RX
0.00	15000	80000	40000	23450	06868	47203	640797	-08450	08132
0.25	10998	71996	35998	19448	05696	32467	529078	-08450	05302
0.50	09433	68865	34433	17882	05238	27450	488110	-08450	04195
0.75	08296	66592	33296	16746	04905	24071	459332	-08450	03391
1.00	07393	64787	32393	15843	04640	21547	437060	-08450	02753
1.25	06649	63298	31649	15099	04422	19569	419070	-08450	02227
1.50	06023	62046	31023	14473	04239	17980	404214	-08450	01784
1.75	05492	60984	30492	13942	04083	16685	391806	-08450	01408
2.00	05041	60081	30041	13490	03951	15622	381404	-08450	01089
2.25	04659	59318	29659	13109	03839	14751	372702	-08450	00820
2.50	04339	58678	29339	12789	03746	14040	365483	-08450	00593
2.75	04076	58152	29076	12526	03669	13468	359588	-08450	00407
3.00	03865	57730	28865	12315	03607	13018	354899	-08450	00258
3.25	03704	57408	28704	12154	03560	12680	351332	-08450	00144
3.50	03590	57180	28590	12040	03526	12443	348824	-08450	00064
3.75	03522	57045	28522	11972	03507	12304	347336	-08450	00016
4.00	03500	57000	28500	11950	03500	12258	346842	-08450	00000
4.25	03488	56976	28488	11908	03488	12173	346636	-08421	00000
4.50	03452	56903	28452	11784	03452	11921	346017	-08333	00000
4.75	03391	56782	28391	11578	03391	11504	344982	-08187	00000
5.00	03306	56612	28306	11288	03306	10937	343525	-07982	00000
5.25	03197	56394	28197	10915	03197	10227	341638	-07718	00000
5.50	03064	56127	28064	10460	03064	09392	339311	-07396	00000
5.75	02906	55812	27906	09921	02906	08449	336532	-07015	00000
6.00	02724	55447	27724	09299	02724	07423	333286	-06576	00000
6.25	02517	55034	27517	08594	02517	06340	329557	-06077	00000
6.50	02286	54572	27286	07805	02286	05229	325324	-05519	00000
6.75	02030	54061	27030	06932	02030	04125	320567	-04902	00000
7.00	01750	53500	26750	05975	01750	03064	315261	-04225	00000
7.25	01470	52939	26470	05018	01470	02161	309860	-03548	00000
7.50	01214	52428	26214	04145	01214	01475	304852	-02931	00000
7.75	00983	51966	25983	03356	00983	00967	300257	-02373	00000
8.00	00776	51553	25776	02650	00776	00603	296096	-01874	00000
8.25	00594	51188	25594	02029	00594	00353	292384	-01434	00000
8.50	00436	50873	25436	01490	00436	00191	289137	-01054	00000
8.75	00303	50606	25303	01034	00303	00092	286368	-00731	00000
9.00	00194	50388	25194	00662	00194	00038	284087	-00468	00000
9.25	00109	50218	25109	00372	00109	00012	282304	-00263	00000
9.50	00048	50097	25048	00165	00048	00002	281026	-00117	00000
9.75	00012	50024	25012	00041	00012	00000	280257	-00029	00000
10.00	00000	50000	25000	00000	00000	00000	280000	-00000	00000

$$\begin{aligned} \textcircled{C}: y &= 1.5 - 1.15\sqrt{-(x-4.0)^2/16} & (0 \leq x \leq 4) \\ &= 0.35 - R + \sqrt{R^2 - (x-4)^2} & (4 \leq x \leq 7) \\ &= R - \sqrt{R^2 - (x-10)^2} & (4 \leq x \leq 10) \end{aligned}$$

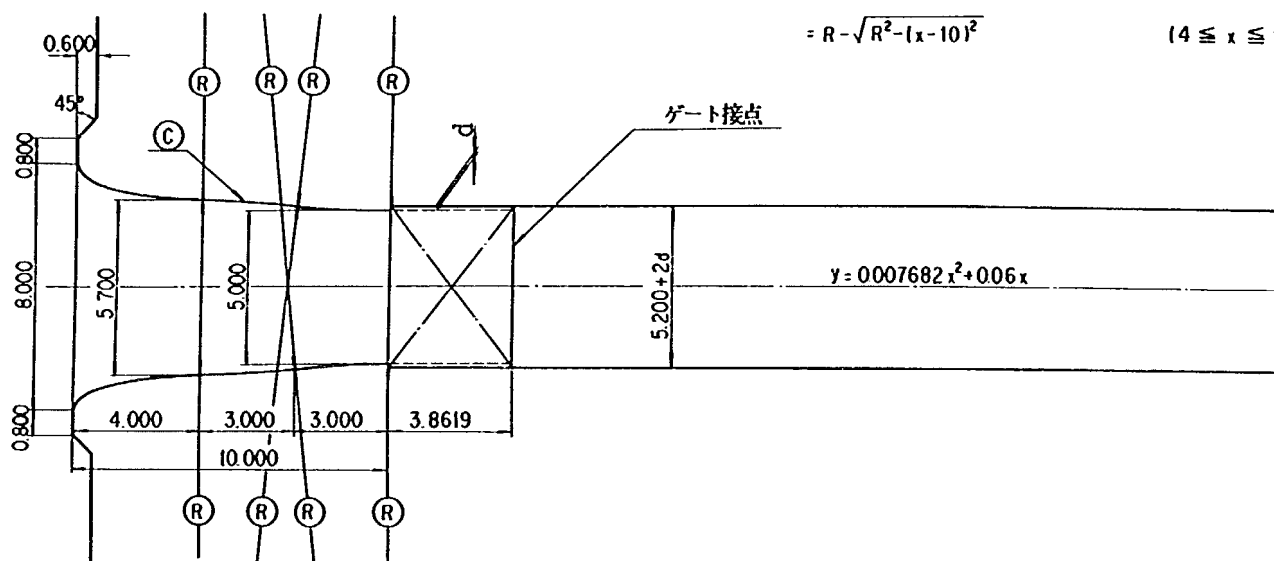


图 3-20 平面图

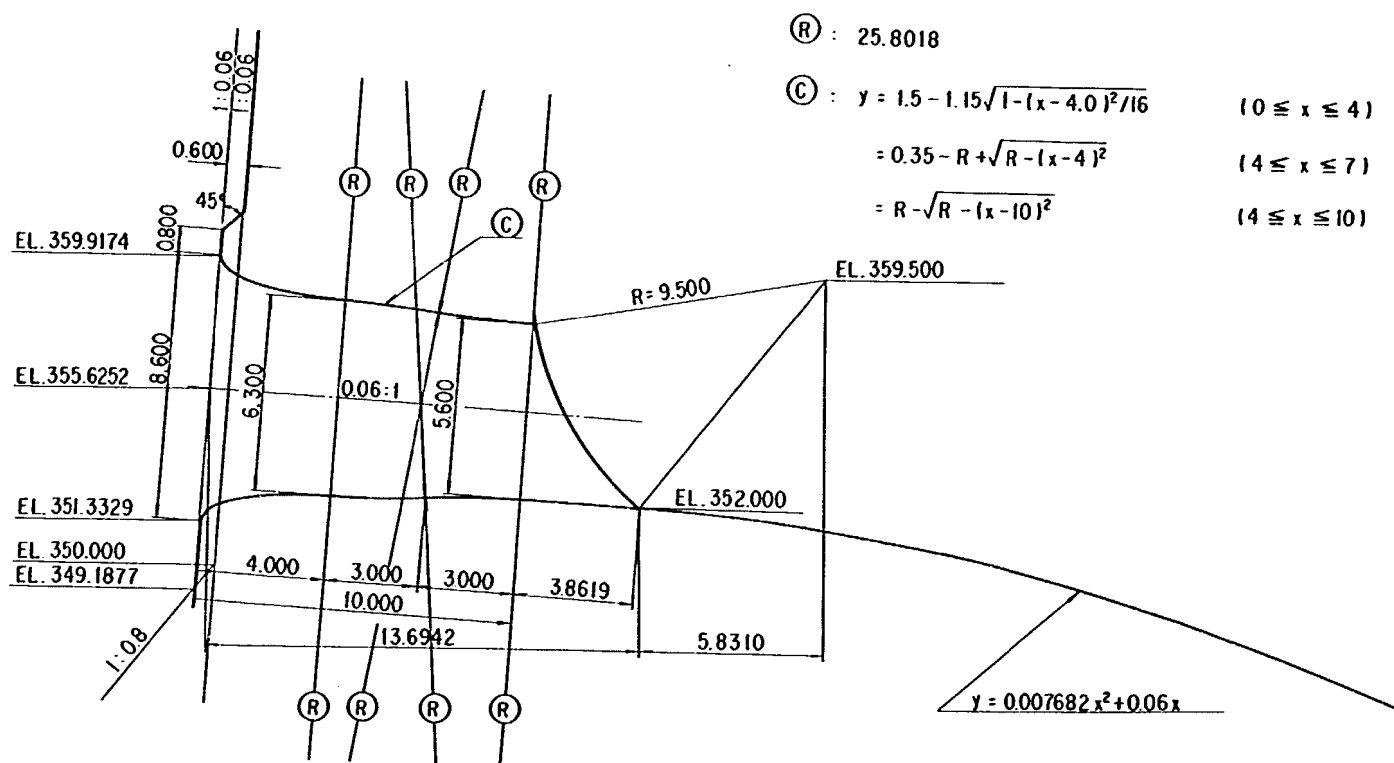


図 3-21 縦断図

第2節 昭和54年度放流管水理実験

2-1 実験および検討の概要

本水理実験では下流開水路部の一部を含む放流管一条の模型を透明合成樹脂を加工して製作し、その放流能力、作用圧力、流況を調査し、放流機能および構造設計資料の収集および検討を行った。この実験の調査項目および設計条件は表3-22のとおりである。この実験は建設省土木研究所ダム水理実験施設内の圧力水槽№2に取り付けて行なった。装置の一般状況を「放流管資料1」に示す。

表3-22 実験内容

項 目	設 定 条 件
放流管の放流機能調査	貯 水 位 EL.352.0m~392.0m ゲート開き 0.5m, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 全開
管胴作用圧力調査	貯 水 位 EL.364.5m, EL.384.5m, EL.392.0m ゲート開き 全 開
ゲート下流 開水路部圧力調査	貯 水 位 EL.392.0m ゲート開き 0.5m, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 全開
流 況 調 査	貯 水 位 EL.379.5m, EL.392.0m ゲート開き 1.0m, 3.0 全開

2-2 模 型

放流管模型は実物放流管(図3-16~3-21)の開水路部25mを含む全長約39mを1/25とした幾何学的相似模型で透明合成樹脂板を熱処理プレス加工仕上げして製作された。(放水管資料2) 実物の放流管の管軸は吞口より下流に向って0.06xの傾斜角を有するが、放流管模型においては、圧力水槽の構造および、実験資料収集の便宜上、水平に取り付けゲート敷標高のみをEL.352.0mと呼称し原型と一致させている。このため、フルードの相似則に従って原型換算しても傾きの差による影響が残ることに注意を要する。また、ゲート下流開水路巾は実物値で管路両側に100mmずつ拡巾し、5200mm(模型値208mm)とした。

圧力測定のためのピエゾメータは管路部に93本、開水路部に10本埋設された。その設置位置は換算法によって「放流管資料2」に示すとおりである。

実験諸量の測定は表3-23に示すとおりである。

表3-23 諸量の測定法

貯水位	圧力水槽内にピエゾメータを埋設し、ビニールホースに連結した水柱マンノメータにより測定した。
放流量	ポンプから圧力水槽までの導水管路の中に設置してある電磁流量計により測定した
圧力	模型に埋設した内径1mmのピエゾメータをビニールホースでφ10mmの水柱マンノメータに連結して測定した。
水面形	測定断面において開水路敷高あるいは側壁天端高を基準にしてポイントゲージおよび鋼尺で測定した。
ゲート開き	ゲートリップ先端からゲート敷面までの垂直高として設定しその開度の調整は、あらかじめゲートしゅう動部側壁に付した目盛に合わせて行なわれた。

この実験での水理現象は重力の影響が支配的なのでフルードの相似則に従うものとする。模型の縮尺は1/25を採用したので諸量の縮尺値は次のようになる。

長さの縮尺	$K_L = 1/25$
圧力(水頭)縮尺	$K_P = K_L = 1/25$
流速縮尺	$K_V = K_L^{1/2} = 1/5$
流量縮尺	$K_Q = K_L^{5/2} = 1/3125$

これにより放流管の実物と模型の主要諸元を示すと表3-24のとおりである。

表3-24 放流管実物と模型の主要諸元

諸元	縮尺	実物値	模型値
放流管呑口	1/25	8.600m×8.000m	344mm×320mm
放流管吐口	1/25	5.600m×5.000m	224mm×200mm
テントーゲート	1/25	R=9.5m	R=380.0mm
呑口断面積	1/625	5×64.0795m ²	5×1025.272cm ²
吐口断面積	1/625	5×28.0000m ²	5×448.000cm ²
計画最大放流量	1/3125	2600m ³ /sec	832.0ℓ/sec

2-3 放流機能の検討

ゲート全開時および半開時における貯水位と放流量の関係を「放流管資料3-1」に示す。この資料に示される放流量は抽出実験による結果から5条放流量に換算された値である。また、「放流管資料3-2」および図3-25は「放流管資料3-1」の実験結果より計算された流量係数値である。この流量係数の

算出は次式によって行なったものである。

$$C = Q_0 / A_n \sqrt{2gH}$$

ただし、 C ：流量係数

Q_0 ：放流管5本当りの放流量
(m^3/sec)

A_n ：ゲート全開時の5本当りの吐口断面積 ($5 \times 28 = 140 \text{m}^2$)

H ：ゲート敷 (EL. 352.0m) から貯水位までの水頭 (m)

また、放流管模型を水平に据え付けた影響は、ゲート敷を EL. 352.0m と呼称し一致させてあるため無視する事が出来る。

2-4 管胴作用圧の検討

放流管内圧力の測定は上面中心、上面隅角部、側面中央、下面隅角部、下面中心に沿ってその分布状態を測定した。結果は「放流管資料4」に示すとおりであり、表中の水頭はピエゾ管の水頭を表わすもので、表3-26の中で「ピエゾ水頭」を意味する。管胴の作用圧力はピエゾ水頭として論議する限りにおいては傾きの影響は無視出来る。「放流管資料4」の図は管胴作用圧の最高値を表わしたものである。図中の放流管は実物の傾きをとって描いてあるので、この管壁からの差が管胴に実際に作用する圧力値となる。

これらゲート全開時の資料を各断面の圧力降下係数に表わしたのが「放流管資料5」である。圧力降下係数は表3-26で定義されるもので放流管の形状に対する圧力分布の相似性を表現するものと考えられる。

「放流管資料4」の圧力降下係数の平均値を図3-27に、計算値を表3-28示す。また、17断面の中で模型の構造上、測定不能であるが明らかに外気に接している上面および、上面隅角部については大気圧に等しいとして、圧力降下係数値を放流管資料5の表中(内および図中に示した。

圧力分布の全体的傾向は、図3-27の圧力降下係数から明らかのように入口よりベルマウス終端に向かって圧力は徐々に降下するが第1曲管部では逆に若干の圧力上昇がみられる。しかし、第2曲管部では顕著な圧力降下があり放流管出口付近、16断面においていずれも最低圧力が発生している。

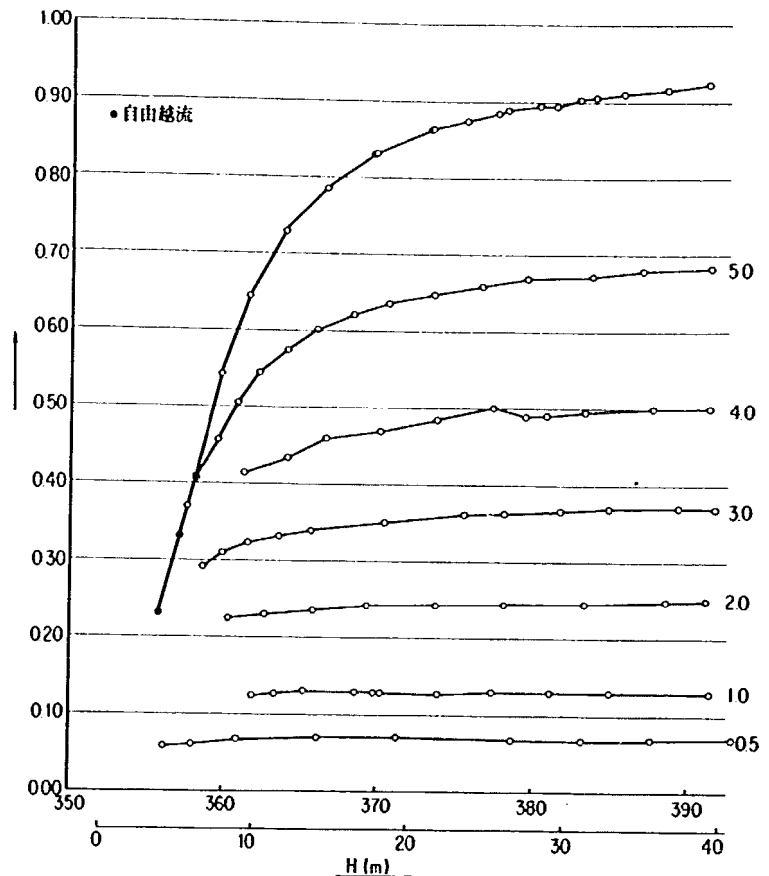


図3-25 流量係数

表 3 - 26 圧力降下係数の定義

$$H_D = C \frac{V^2}{2g}$$

C : 圧力降下係数

g : 重力の加速度 $9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}$

H_D : 貯水池水頭 - 各点ピエゾ水頭 (m)

V : 流 速 (m/s)

$$V = \frac{Q}{A}$$

Q : 流 量 (m³/s)

A : 吐口断面積 (m²)

L : 呑口よりの距離 (m)

D : 吐口の管径 5.6 (m)

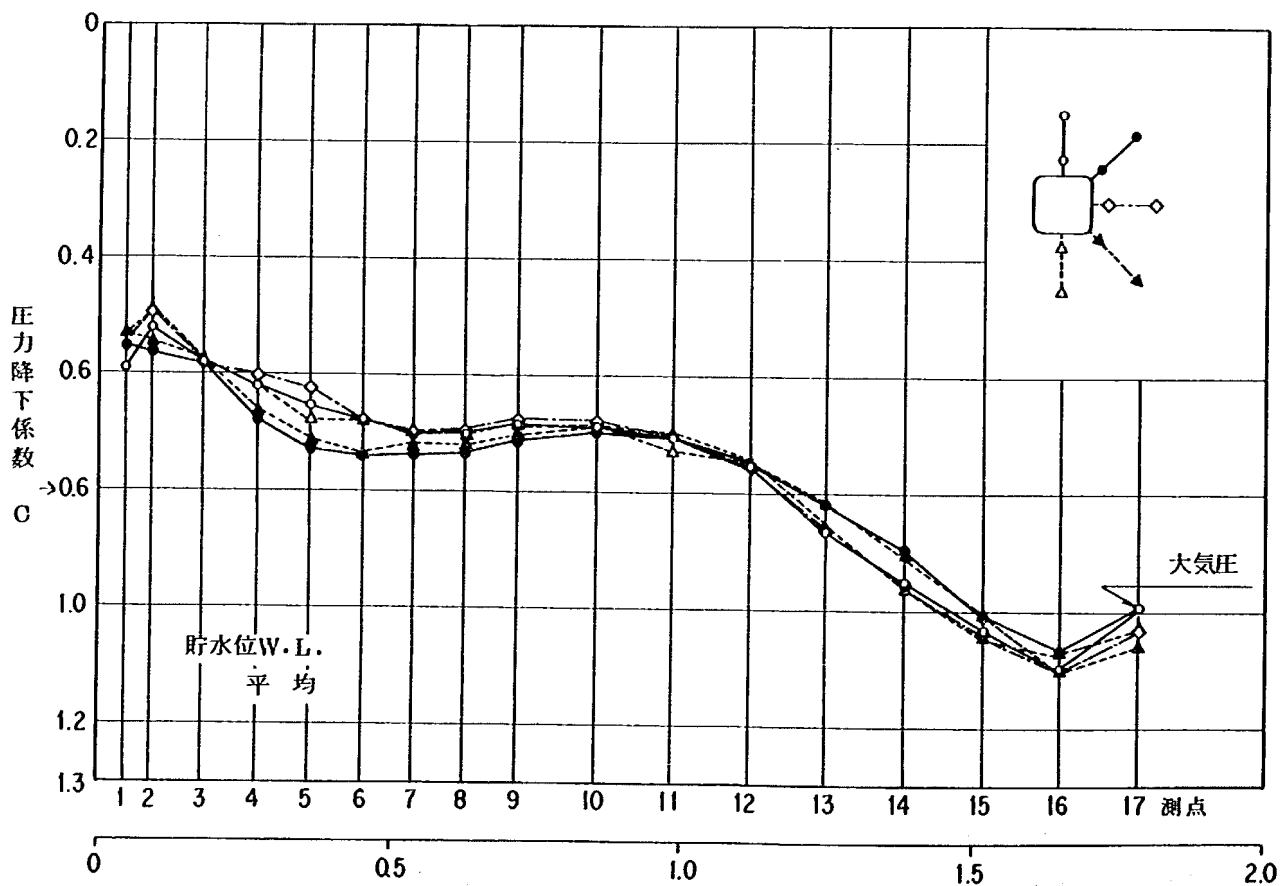
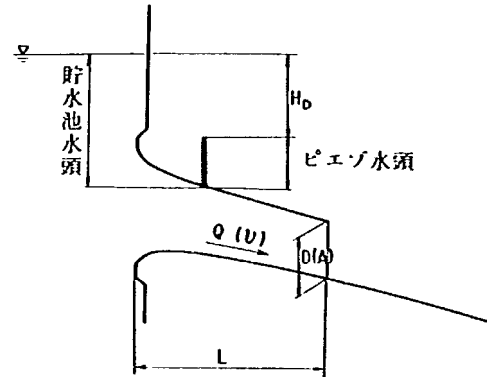


図 3 - 27 圧力降下係数

表 3 - 28 圧力降下係数計算結果 (平均値)

位置	測点	c	位置	測点	c	位置	測点	c	位置	測点	c	位置	測点	c
上 面 中 央 部	1	0.587	上 面 隅 角 部	1	0.554	側 面 中 央 部	1	0.551	下 面 隅 角 部	1	0.528	下 面 中 央 部	1	0.546
	2	0.523		2	0.561		2	0.497		2	0.538		2	0.484
	3	0.578		3	0.585		3	0.582		3	0.575		3	0.576
	4	0.621		4	0.677		4	0.603		4	0.661		4	0.618
	5	0.653		5	0.728		5	0.626		5	0.711		5	0.681
	6	0.678		6	0.741		6	0.676		6	0.729		6	0.681
	7	0.698		7	0.736		7	0.701		7	0.718		7	0.695
	8	0.701		8	0.735		8	0.692		8	0.720		8	0.701
	9	0.683		9	0.714		9	0.674		9	0.702		9	0.686
	10	0.689		10	0.698		10	0.678		10	0.690		10	0.683
	11	0.708		11	0.706		11	0.706		11	0.698		11	0.729
	12	0.753		12	0.749		12	0.756		12	0.746		12	0.745
	13	0.867		13	0.819		13	0.858		13	0.816		13	0.851
	14	0.951		14	0.901		14	0.962		14	0.912		14	0.965
	15	1.035		15	1.011		15	1.048		15	1.009		15	1.049
	16	1.097		16	1.067		16	1.099		16	1.100		16	1.071
	17	(0.996)		17	(0.996)		17	1.033		17	1.060		17	1.028

$$\text{ただし } c = \frac{c(\text{W.L. } 365.15) + c(\text{W.L. } 379.76) + c(\text{W.L. } 391.00)}{3}$$

放水管資料5より

そこで、管内各断面の最低圧力を求めれば次表のようになる。

W.L. (m)	上 面		上面隅角		側 面		下面隅角		下 面	
	Na	P (m)	Na	P	Na	P	Na	P	Na	P
365.15	16	-0.52	16	-0.50	16	1.62	16	4.40	16	4.60
379.76	16	-2.12	16	-1.47	16	-0.03	16	2.85	16	3.67
391.00	16	-3.37	16	-1.40	16	-3.55	16	1.73	16	2.90

この表は単なる換算値ではなく傾きを考慮しており、実際の大川ダム放流管の壁面に作用するであろうと推定される平均圧力値である。

これより、放流管内の圧力は、16断面付近で上面および側面に許容負圧 - 3 m を若干下まわる事がわかる。

一方、大川ダム放流管とはほぼ同形状の大渡ダム放流管の実験報告によれば、ゲートを 0.02m だけ降下させて 5.58m のゲート開きにすれば圧力値は許容負圧以下になることが確認されている。

そこで土木研究所では

1. 発生する負圧は許容負圧に比して同程度である。
2. 許容負圧以上の負圧の発生するゲート操作は極めて稀であり、通常の操作ではほとんど考えられない。
3. 最大負圧が発生したとしても長時間に亘る連続放流が行なわれなければ直ちに放流管に損傷を与えるとは考えられない。

の諸点を考慮し、圧力的にも本形状で十分満足できるとの結論に達した。

2-5 ゲート下流開水路の検討

ゲート下流開水路の作用圧力は各断面下面中央および、下面壁沿いに測定し、その結果を「放流管資料 6」に示す。

ゲート全開時には水路中央、壁沿いともゲート戸当りより下流へ 1.0 m～5.0 m の範囲（測点 22～25）では圧力に低下の傾向がある。この傾向は貯水位が高くなるほど顕著に表われる。ゲート全開時の作用圧力はすべて正圧であり、形状に問題はないものと思われる。

ゲート半開時における作用圧力は、水路中央と壁沿いを比較すると壁沿いの方が圧力の変動が大きいことがわかる。また、ゲート開きが小さい程ゲート戸当り近くに負圧が発生し、負圧の発生する位置はゲート開きが大きくなるに従がい下流へ移ることがわかる。この圧力低下の現象はゲートの開閉による縮流の影響と思われる。いずれにしても、負圧の最大値はゲート開き 3.0 m の時、測点 25 の壁沿いに -0.83 m 水柱程度であり、しかも、全般的に下流へ向うにつれ負圧は解消される傾向にある。このため、ゲート半開時の圧力の面からは問題はないと判断した。これは放流管模型を水平に据え付けたという傾きの影響を加味しても同様である。

開水路部の水面形状を「放流管資料 7」に示す。

一般にゲート全開時に比較的水脈が安定し水路幅方向の水深が平均し、中央部と壁沿いの水脈高の差が小さい。しかし、ゲート半開時はゲートによって縮流を受けた水脈が両壁沿いに薄い水脈で跳ね上がる現象のため、中央部と壁沿いに不均衡を生じる。この現象が生じる条件はゲート開き 2.0～3.0 m の場合に最大となり、中央部と壁沿いの水深の差は最大 1.1 m 程度である。

ゲートピンに対して主水脈が最も接近するのは設計洪水位（EL. 391.00 m）のゲート全開の状態の時であるが、この場合でも主流よりゲートピンまでは 1.7 m 程度の余裕高があり、壁沿いに生ずる薄い水脈に対しても 1.6 m 以上の余裕高が確保されるので全般的に特に支障となるような流況は認められない。

第3節 放流機能曲線の作成

第2節により計算された流量係数を、ゲート開度と貯水位の関係で表わすことができれば放流機能曲線式を作成できると思われる。

流量係数は第2節の実験結果から明らかなように貯水位とゲート開度に大きく支配されている。

そこで、放流機能式は次式で与えることができる。と考える。

$$Q = CA\sqrt{2gH_e} \quad (\text{式 3-1})$$

$$C = C_0 G \sqrt{1 - \left(\frac{D}{H_e}\right) G} \quad (\text{式 3-2})$$

ただし、 A : ゲート全開時の放水管吐口断面積 (= 28 m²)

H_e : ゲート敷 (EL. 352.0 m) から貯水位までの水頭(m)

C_0 : 補正係数

G : ゲート開度 (= ゲート開き / 5.6)

D : 吐口断面高 (= 5.6 m)

第 2 節の資料を用いて C_0 を逆算すると表 3-29 のようになる。また、表 3-29 の C_0 の平均を計算すると表 3-30 のようになる。

表 3-29 補 正 係 数 値

ゲート開き 0.5 m		1.0 m		2.0 m		3.0 m		4.0 m	
H_e/D	C_0	H_e/D	C_0	H_e/D	C_0	H_e/D	C_0	H_e/D	C_0
8.2	0.690	9.8	0.723	4.19	0.720	2.19	0.739	2.34	0.764
12.0	0.717	11.4	0.744	5.35	0.714	2.68	0.731	3.05	0.739
17.9	0.775	13.3	0.755	6.98	0.713	3.23	0.732	3.67	0.754
28.5	0.799	16.7	0.751	8.68	0.720	3.88	0.718	4.57	0.743
38.7	0.801	17.9	0.746	10.9	0.713	4.59	0.717	5.49	0.750
53.5	0.765	18.3	0.736	13.1	0.715	6.18	0.715	6.40	0.765
62.4	0.760	21.7	0.735	15.7	0.714	7.90	0.722	6.91	0.740
71.5	0.762	25.4	0.735	18.3	0.715	8.74	0.720	7.22	0.739
81.7	0.764	29.3	0.737	19.6	0.723	9.95	0.720	7.85	0.744
		33.1	0.745			11.0	0.722	8.96	0.742
		39.4	0.736			12.5	0.721	9.83	0.741
						13.2	0.717		
5.0 m		5.4 m		5.5 m		5.575 m		5.6 m	
H_e/D	C_0	H_e/D	C_0	H_e/D	C_0	H_e/D	C_0	H_e/D	C_0
1.13	0.848	2.31	0.870	1.83	0.947	2.06	0.978	0.677	0.888
1.25	0.859	3.20	0.897	2.62	0.934	2.45	0.970	0.921	0.933
1.53	0.865	3.60	0.899	3.28	0.931	3.00	0.967	1.10	1.157
1.78	0.854	3.97	0.905	3.99	0.930	3.57	0.961	1.40	1.003
2.06	0.851	4.51	0.894	4.57	0.912	4.19	0.972	1.71	1.003
2.44	0.836	4.94	0.897	5.01	0.923	6.02	0.958	2.11	1.005
2.82	0.837	5.48	0.897	5.49	0.924	6.43	0.959	2.60	1.002
3.29	0.834	5.84	0.891	6.25	0.924	6.84	0.956	3.16	1.004
3.75	0.832	6.34	0.892	6.53	0.924	7.05	0.957	3.18	1.005
4.32	0.828	6.71	0.888	7.15	0.924			3.84	1.002
4.96	0.826	7.06	0.886					3.85	1.003
5.54	0.826	7.40	0.885					4.24	1.001
6.36	0.820							4.59	1.000
7.02	0.823							4.69	1.001
7.87	0.819							5.06	0.998
								5.24	0.994
								5.52	0.998
								5.70	0.996
								6.02	0.998
								6.51	0.995
								6.99	0.998

表 3-30

ゲート開き(m)	C_0 の平均値
0.5	0.759
1.0	0.740
2.0	0.716
3.0	0.723
4.0	0.747
5.0	0.835
5.4	0.892
5.5	0.927
5.575	0.964
5.6	1.000

(式 3-3)

表よりゲート開きが小さくなるに従い補正係数 C_0 は減少する。これはゲートの半開操作により水流が縮流を受けるためと考えられる。しかし、さらにゲート開きが小さくなると逆に値は大きくなる。これはゲートがラジアルゲートであるために、ゲート開きが小さい程ゲート先端の角度が小さくなり、縮流の影響を受けにくくなるためと考えられる。

また、実験においてはゲート開度が小さい程、流量値は小さくなるので、それに含まれる誤差も自然大きくなる点に注意を要する。

これらの事項を考慮して、前述の C_0 にゲート開度 G の重みをかけて最小自乗法により近似曲線を求めると

$$C_0 G = 1 - 0.96 (1 - G)^{0.59}$$

が得られる。

図 3-31 に表 3-29 の C_0 の平均値より求めた $C_0 G$ と G の関係を示し、(式 3-3) により計算された値を実線で示した。これより (式 3-3) は十分に実用可能であることがわかる。

しかるに、(式 3-2) の流量係数は次式のように表わされる。

$$C = \{ 1 - 0.96 (1 - G)^{0.59} \} \sqrt{1 - \left(\frac{D}{H_e} \right) G}$$

となる。

以上の検討結果より、大川ダム放流管の流量調節管理資料としての機能曲線式として次式を提案する。

$$Q = n C A \sqrt{2 g H_e}$$

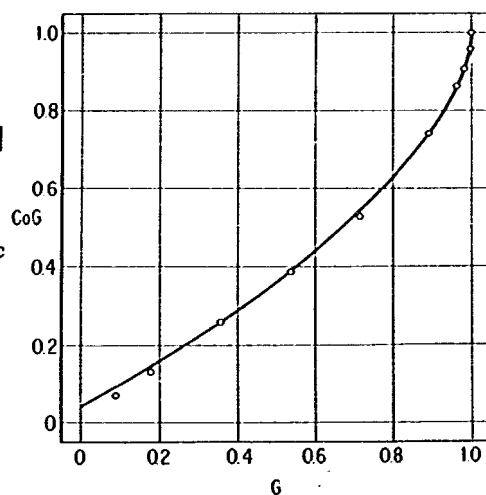
$$C = \{ 1 - 0.96 (1 - G)^{0.59} \} \sqrt{1 - \left(\frac{D}{H_e} \right) G}$$

..... (式 3-4)

ただし、 n : 放流管の条数

上式により計算された放流管 5 条の放流量を「放流管資料 8」に実線で示す。

機能曲線式によれば放流管の放流条件 W.L. 365.0 m で $1686 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、W.L. 375.0 m で $2585 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。

図 3-31 $C_0 G$ と G の関係

第4節 大川ダム放流管実施設計案

大川ダム放流管の実実施設計案としては検討結果に示される設計資料7の放流管形状を提示する。この提示された実施設計案と前節までの検討による最終形状との異なる点は2点であるが、以下にその変更点とその対応策について考察を加える。

① 上流ベルマウス部の隅取円弧の形状を大渡ダムで計画されたものと同じにする。

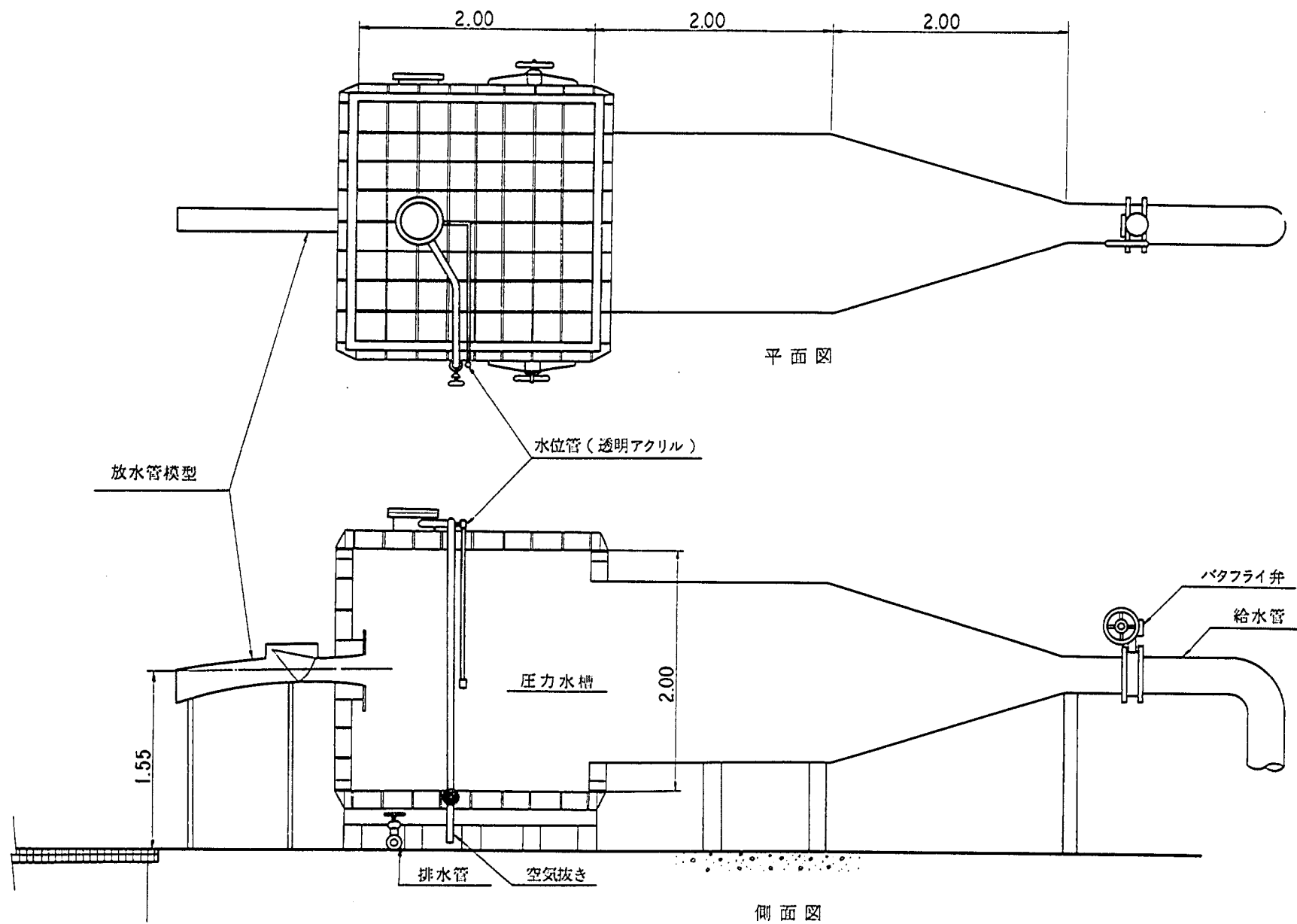
これは放流管の製作および輸送上の理由により、ベルマウス部の管の可能最小分割部分を小さくするためである。この変更により、大川ダム放流管の諸機能は若干変化するものと考えられるが、水理実験の精度等を勘案すれば、實際上、問題とする必要はない。

② ゲート下流開水路幅を5200mmから5600mmに拡巾する。

これはゲート戸当り部の構造による変更であり、流水はゲート部にて両側に300mm（水理実験では100mm）拡がることになる。このために流水の両壁沿いに薄い水脈として跳ね上がる量が増加するものと考えられるが、ゲートピン等のゲート室内の諸設備に対しては前節までの形状での余裕が十分過ぎる程確保されているため、支障は生じないと判断出来る。

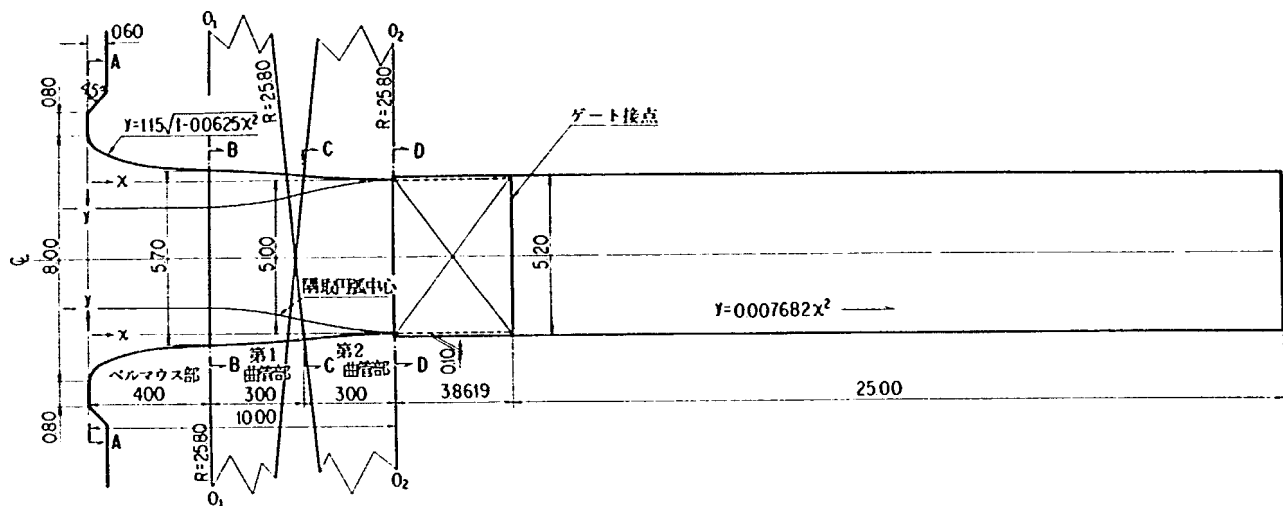
放水管水理実験資料

- 資料 1 放流管水理模型実験施設概要図
- 資料 2 放流管模型および圧力測定位置
- 資料 3 - 1 貯水位－放流量関係測定結果
- 資料 3 - 2 貯水位－流量係数
- 資料 4 管胴作用圧力測定結果
- 資料 5 圧力降下係数
- 資料 6 ゲート下流開水路圧力分布測定結果
- 資料 7 ゲート下流開水路水面形状測定結果
- 資料 8 大川ダム放流管放流機能曲線

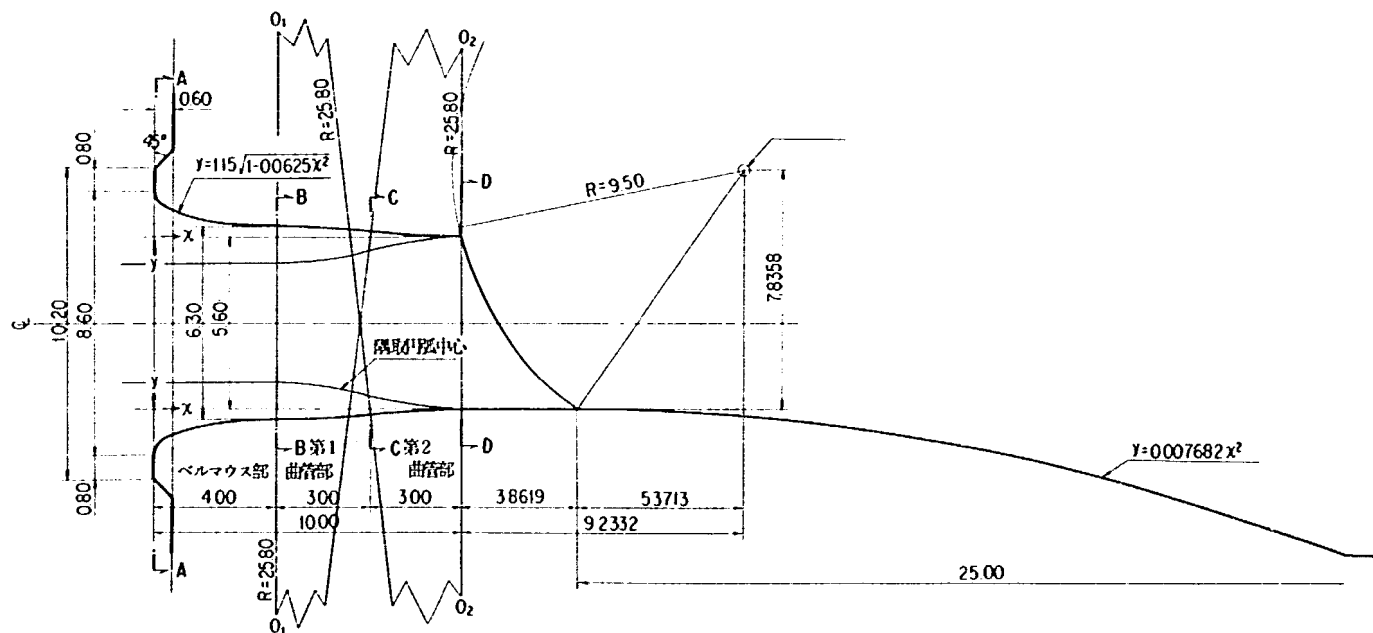


放流管水理模型実験施設概要図

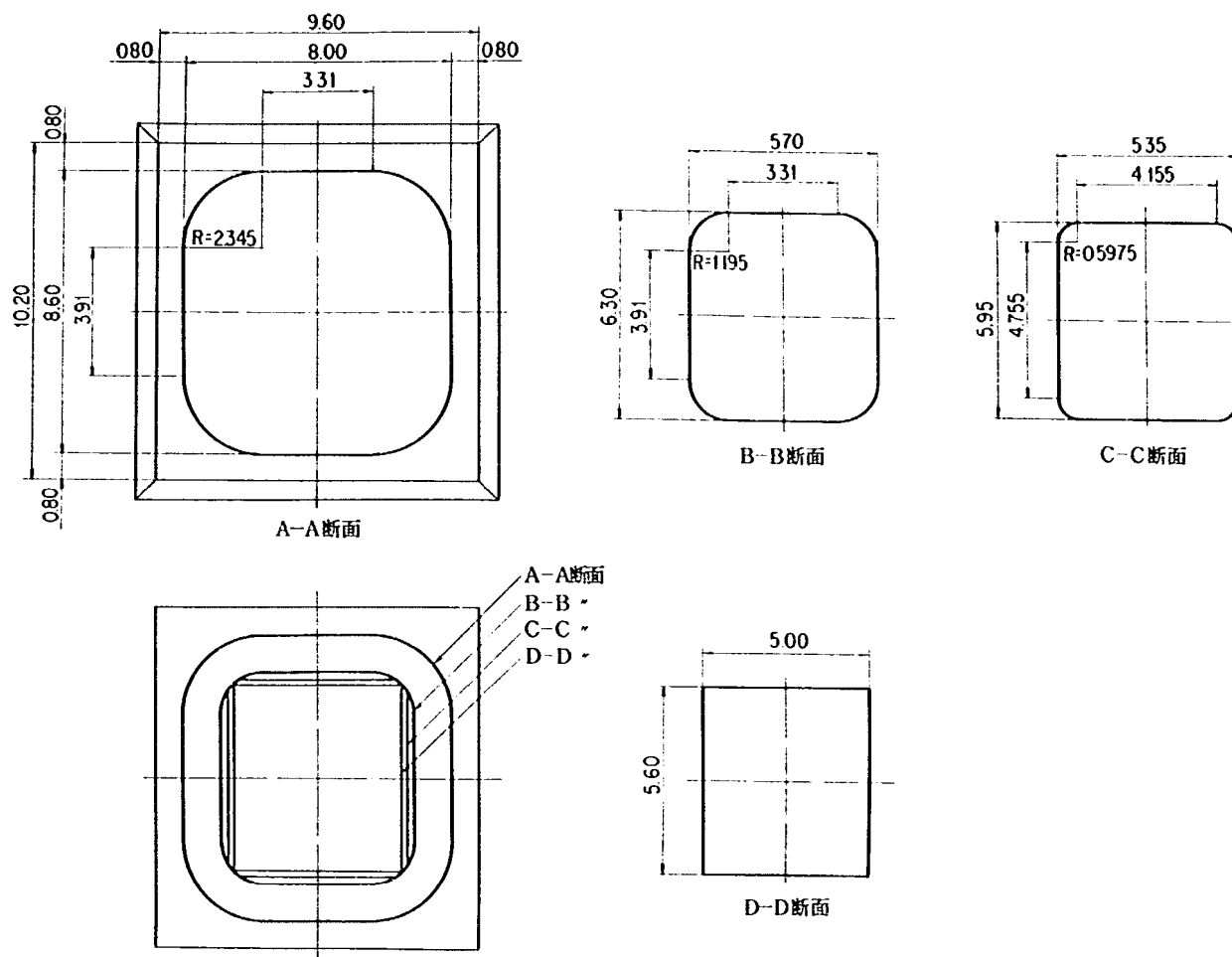
放水管資料 1



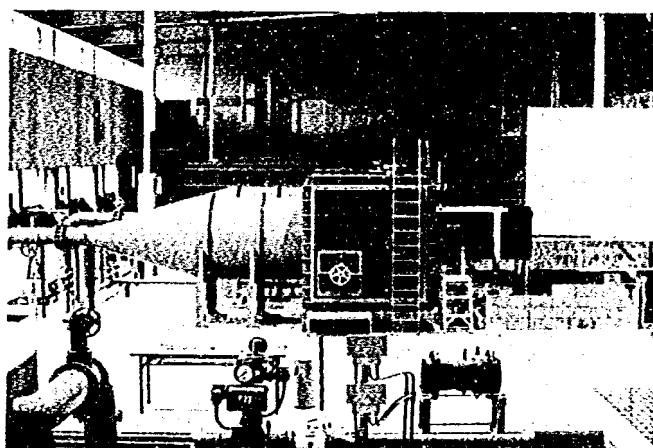
平面図



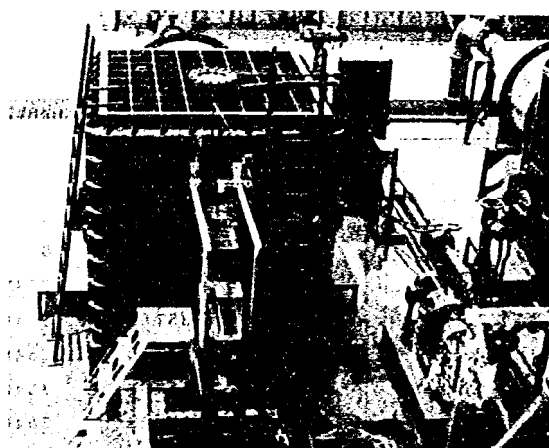
標準断面図



断 面 图

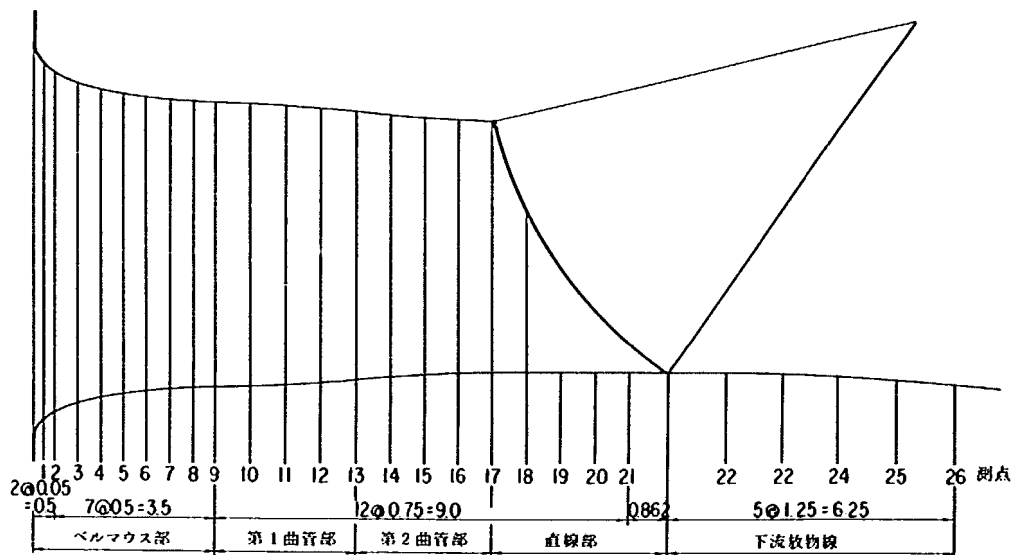


1

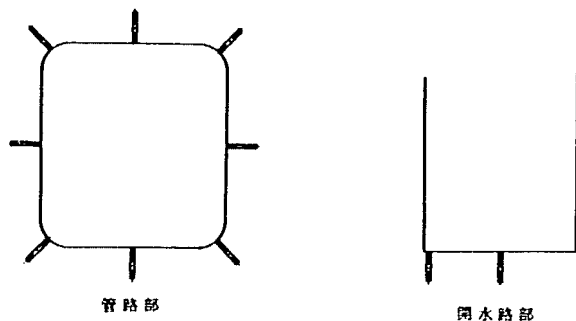


2

放水管資料 2



圧力測定位置



測定断面

管路部座標

管路部座標

開水路部座標

		距 離	上 面	上面隅角部	側 面 中 央	下面隅角部	下 面
		X (m)	標 高 : Y (m)				
ベルマウス部	1	0.25	358.70	358.13	354.80	351.47	350.90
	2	0.50	358.54	358.02	354.80	351.58	351.06
	3	1.00	358.34	357.88	354.80	351.72	351.26
	4	1.50	358.20	357.78	354.80	351.82	351.40
	5	2.00	358.10	357.71	354.80	351.89	351.50
	6	2.50	358.03	357.66	354.80	351.94	351.57
	7	3.00	357.99	357.63	354.80	351.97	351.61
	8	3.50	357.96	357.61	354.80	351.99	351.64
	9	4.00	357.95	357.60	354.80	352.00	351.65
曲 管 部	10	4.75	357.94	357.60	354.80	352.00	351.66
	11	5.50	357.91	357.60	354.80	352.00	351.69
	12	6.25	357.85	357.60	354.80	352.00	351.75
	13	7.00	357.78	357.60	354.80	352.00	351.82
	14	7.75	357.70	357.60	354.80	352.00	351.90
	15	8.50	357.65	357.60	354.80	352.00	351.95
	16	9.25	357.61	357.60	354.80	352.00	351.99
	17	10.00			354.80	352.00	352.00
直 線 部	18	10.75				352.00	352.00
	19	11.50				352.00	352.00
	20	12.25				352.00	352.00
	21	13.00				352.00	352.00

	距離	下面標高
	X(m)	Y(m)
22	15.11	351.99
23	16.36	351.95
24	17.61	351.89
25	18.86	351.81
26	20.11	351.70

放水管資料 2

放水管貯水位—放流量關係測定結果

貯水位(m)		流量(m^3/s)	貯水位(m)		流量(m^3/s)	貯水位(m)		流量(m^3/s)
全	391.13	3582.5	開度 5.4 m	391.97	3113.0	開度 3.0 m	384.99	1313.0
	388.48	3427.0		390.11	3030.0		381.84	1239.5
	385.71	3279.5		388.26	2948.0		378.23	1153.4
	383.90	3163.4		386.22	2865.0		375.71	1092.0
	382.90	3110.9		383.51	2719.5		370.54	937.0
	381.36	3004.1		381.61	2639.0		365.77	781.6
	380.35	2949.1		378.68	2472.0		363.64	701.6
	378.29	2821.6		376.33	2325.5		361.68	623.0
	377.71	2777.0		373.43	2165.0		360.04	545.5
	375.76	2645.0		371.45	2014.0		358.58	464.5
開	373.55	2484.5	開度 5.0 m	369.28	1848.5	開度 2.0 m	391.19	975.0
	373.49	2477.0		364.48	1383.5		388.67	931.6
	369.79	2174.1		391.36	2655.0		383.37	856.6
	369.68	2163.9		387.11	2499.5		378.24	779.5
	366.55	1859.1		383.80	2350.5		373.88	704.1
	363.79	1549.5		379.70	2178.0		369.35	624.5
	361.55	1235.5		376.80	2033.4		365.96	545.5
	359.86	941.6		373.62	1868.4		362.70	466.6
	358.14	623.0		370.74	1705.5		360.38	402.5
	357.16	468.0		368.43	1562.0	開度 1.0 m	391.36	504.5
開度 5.575 m	355.79	279.5	開度 4.0 m	366.12	1399.5		385.05	467.0
	391.33	3433.5		364.20	1240.0		381.26	433.4
	390.14	3368.0		362.32	1085.5		377.43	402.0
	387.84	3255.5		360.91	935.0		374.04	370.5
	385.56	3126.0		359.66	781.6		370.28	339.1
	375.35	2529.0		358.13	625.9		369.89	339.5
	371.90	2244.5		357.65	545.0		368.65	329.1
	368.73	1999.0		391.33	1949.1		365.30	293.0
	365.68	1704.0		387.82	1850.9		363.35	265.0
	363.50	1470.5		383.38	1723.4		361.98	240.0
開度 5.5 m	391.34	3272.0	開度 0.5 m	380.89	1632.5	開度 0.5 m	392.83	268.4
	387.89	3102.0		379.63	1592.0		387.73	250.5
	386.40	3025.5		377.58	1574.1		383.18	233.0
	382.19	2799.5		373.97	1407.0		378.73	217.0
	379.55	2642.0		370.28	1243.0		371.36	192.5
	377.15	2460.0		366.68	1090.0		366.25	163.9
	373.95	2295.0		364.20	936.6		360.93	124.5
	370.03	2005.5		361.34	781.6		358.00	93.0
	366.40	1694.5		391.71	1442.0		356.10	72.5
	362.05	1229.0		389.46	1405.9			

※ • 自由越流

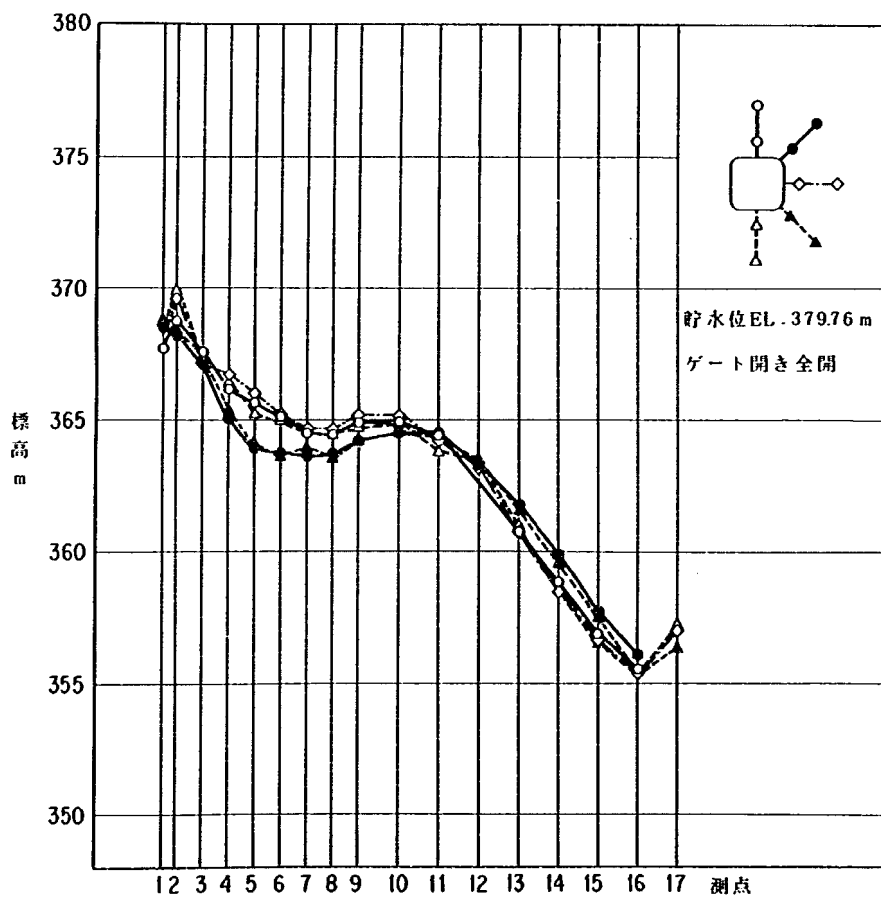
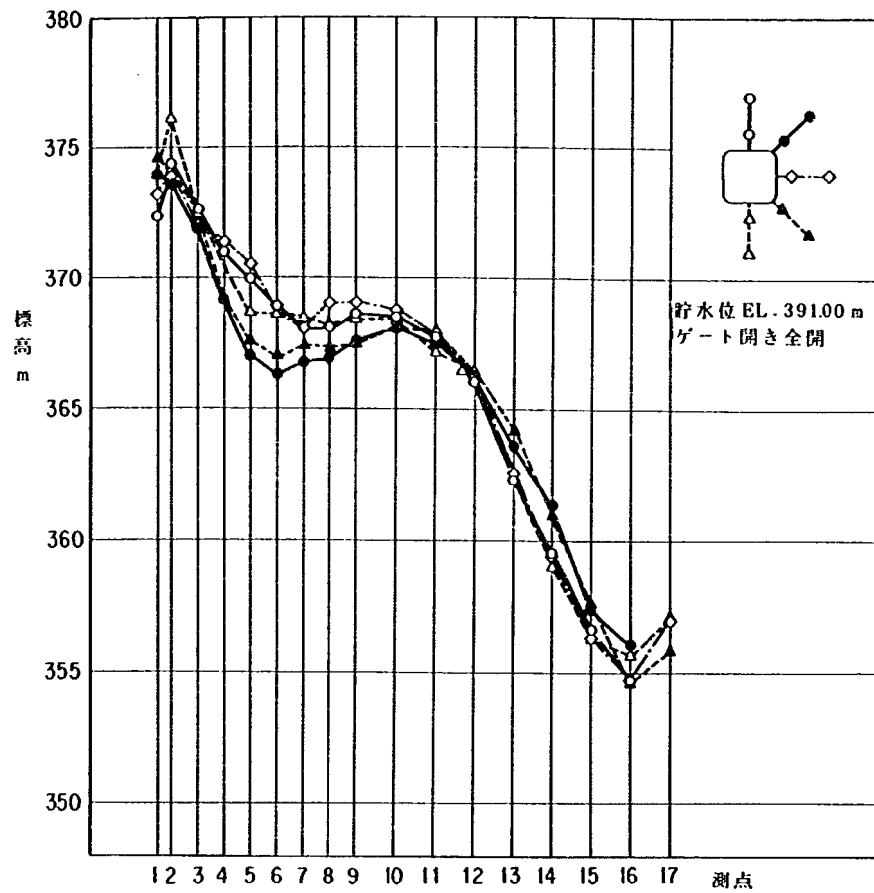
放水管資料 3-1

放水管貯水位—流量係數關係測定結果

貯水位(m)		流量係數 C	貯水位(m)		流量係數 C	貯水位(m)		流量係數 C
全	391.13	0.924	開 度 5.4 m	391.97	0.794	開 度 3.0 m	384.99	0.369
	388.48	0.915		390.11	0.792		381.84	0.366
	385.71	0.911		388.26	0.790		378.23	0.363
	383.90	0.904		386.22	0.790		375.71	0.362
	382.90	0.903		383.51	0.782		370.54	0.351
	381.36	0.894		381.61	0.782		365.77	0.340
	380.35	0.894		378.68	0.772		363.64	0.332
	378.29	0.888		376.33	0.761		361.68	0.323
	377.71	0.884		373.43	0.755		360.04	0.310
	375.76	0.875		371.45	0.736		358.58	0.292
	373.55	0.863		369.28	0.717	開 度 2.0 m	391.19	0.251
	373.49	0.862		364.48	0.632		388.67	0.248
開	369.79	0.831	開 度 5.0 m	391.36	0.683		383.37	0.247
	369.68	0.830		387.11	0.681		378.24	0.246
	366.55	0.786		383.80	0.672		373.88	0.243
	363.79	0.728		379.70	0.668		369.35	0.242
	361.55	0.645		376.80	0.659		365.96	0.236
	359.86	0.542		373.62	0.648		362.70	0.230
	• 358.14	0.406		370.74	0.636		360.38	0.224
	• 357.16	0.332		368.43	0.622	開 度 1.0 m	391.36	0.130
	• 355.79	0.232		366.12	0.601		385.05	0.131
開 度 5.575 m	391.33	0.883	開 度 4.0 m	364.20	0.573		381.26	0.129
	390.14	0.880		362.32	0.545		377.43	0.129
	387.84	0.877		360.91	0.505		374.04	0.127
	385.56	0.871		359.66	0.456		370.28	0.128
	375.35	0.844		358.13	0.408		369.89	0.130
	371.90	0.812		357.65	0.370		368.65	0.130
	368.73	0.789		391.33	0.501		365.30	0.130
	365.68	0.743		387.82	0.499		363.35	0.127
開 度 5.5 m	363.50	0.700	開 度 4.0 m	383.38	0.496		361.98	0.123
	391.34	0.842		380.89	0.490	開 度 0.5 m	392.83	0.068
	387.89	0.830		379.63	0.489		387.73	0.068
	386.40	0.832		377.58	0.502		383.18	0.067
	382.19	0.822		373.97	0.484		378.73	0.068
	379.55	0.812		370.28	0.469		371.36	0.071
	377.15	0.791		366.68	0.459		366.25	0.070
	373.95	0.790		364.20	0.433		360.93	0.067
	370.03	0.762		361.34	0.413		358.00	0.061
	366.40	0.720		391.71	0.369		356.10	0.058
	362.05	0.625		389.46	0.371			

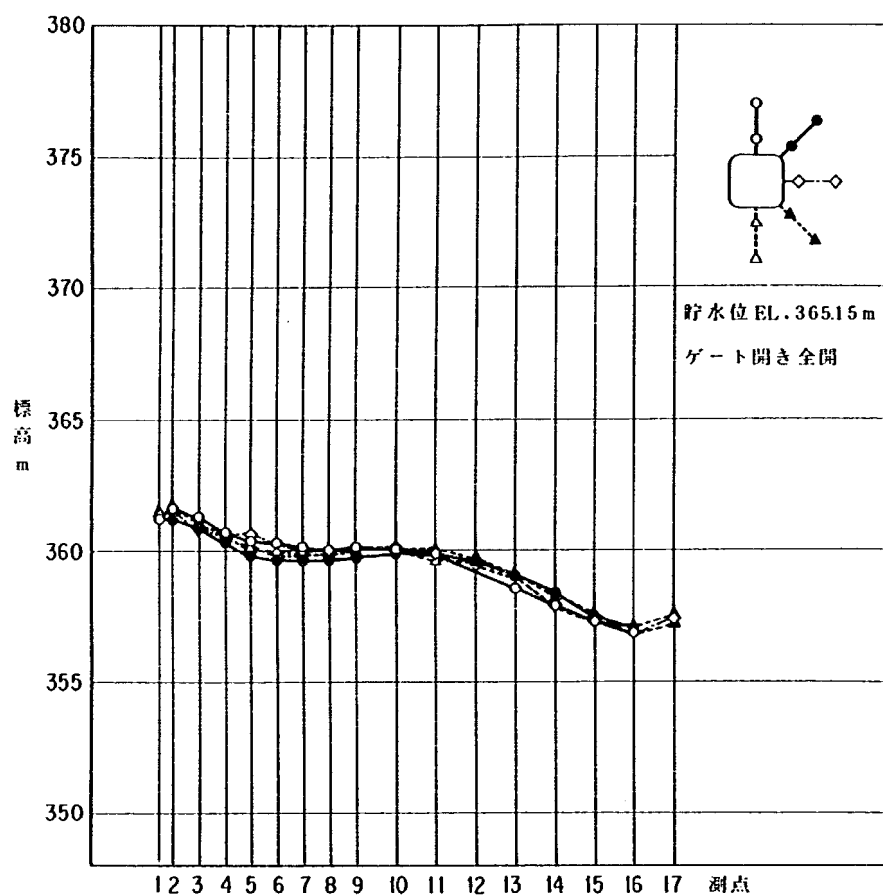
※ • 自由越流

放水管資料 3-2



管胴作用圧力結果 (その1)

放水管資料 4



管胴作用圧力結果 (その 2)

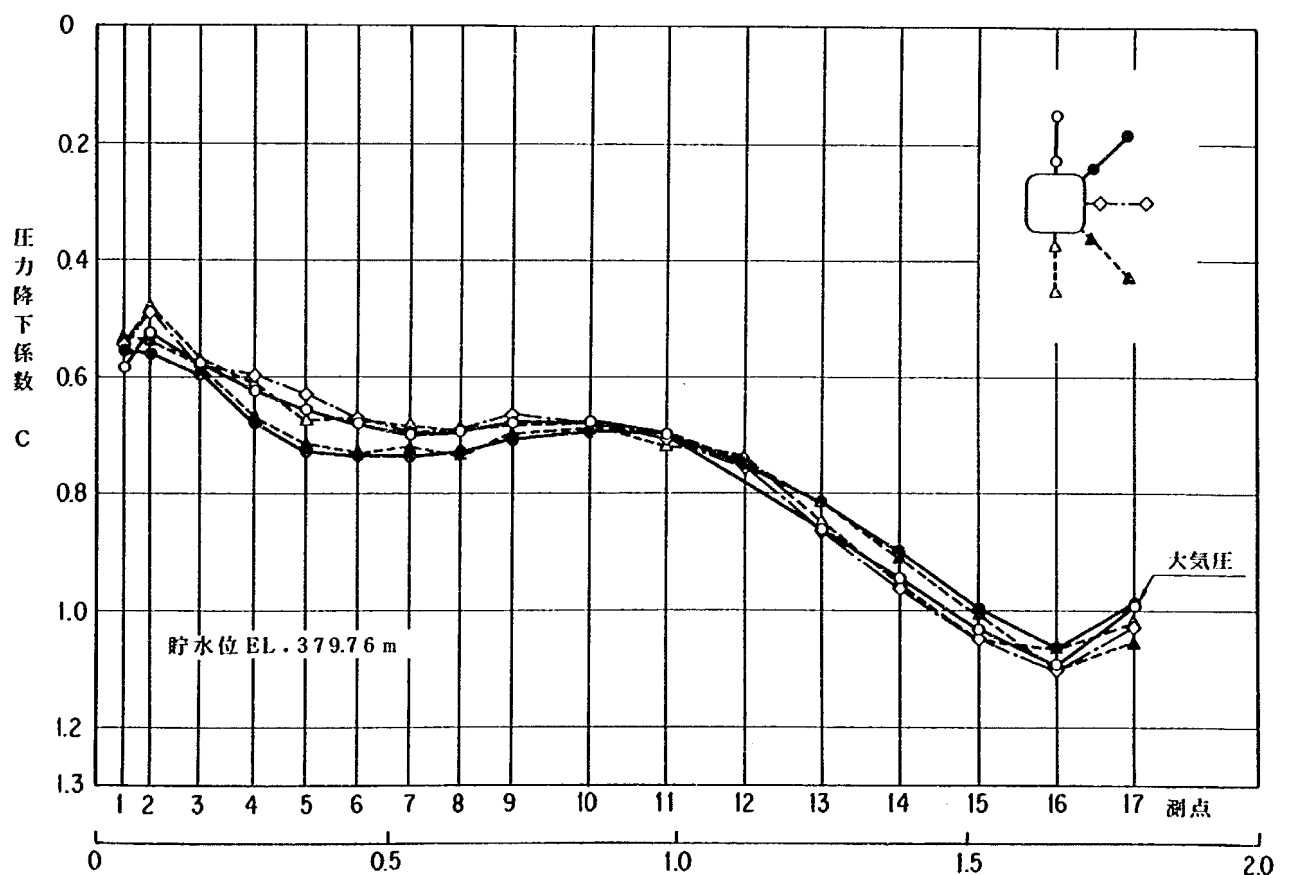
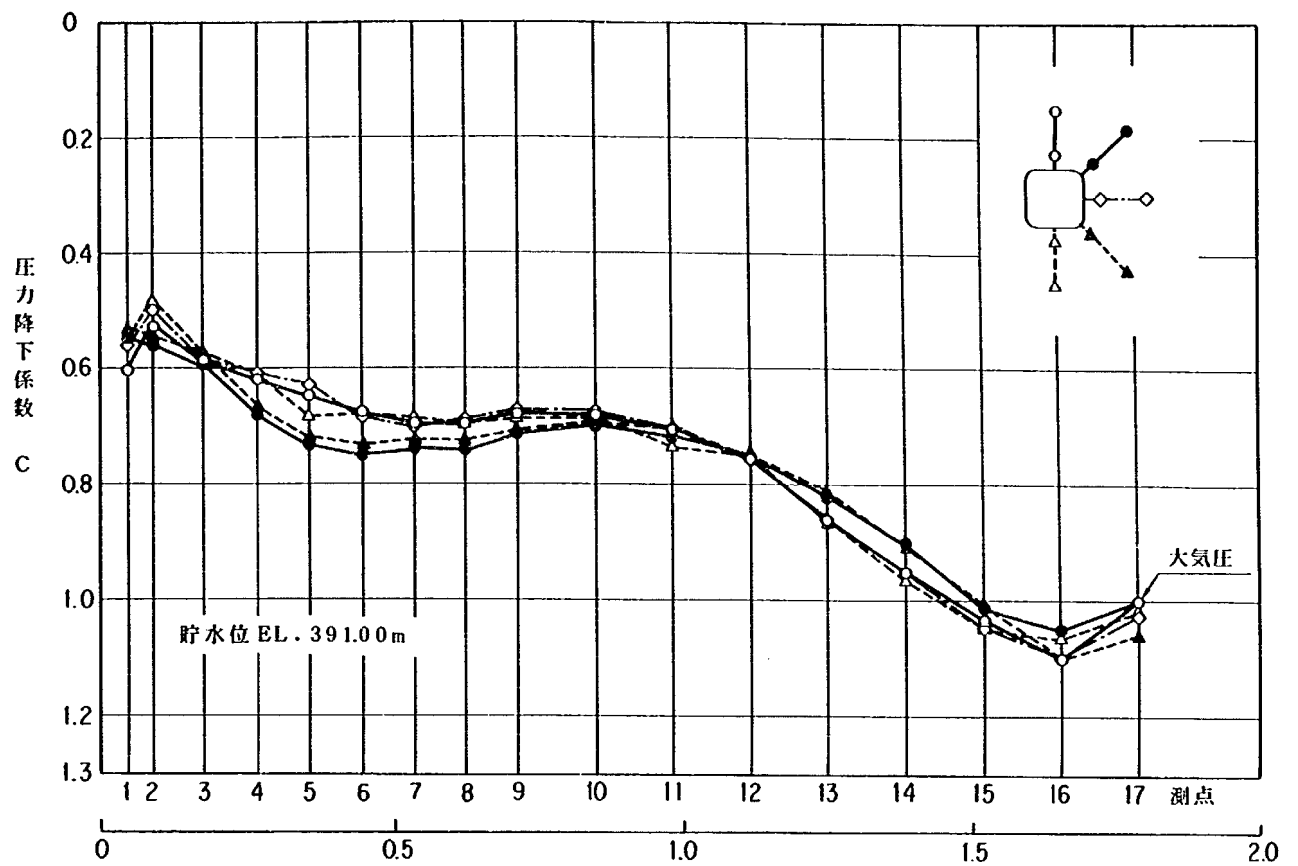
放水管資料 4

管胴作用圧力結果(その1)

位置	測点No	ゲート開き 貯水位 ビエソ標高	全 開				全 開				全 開			
			W.L. 365.15				W.L. 379.76				W.L. 391.00			
			最 高		最 低		最 高		最 低		最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭
上面中央部	1	358.70	361.20	2.50	360.38	1.68	367.75	9.05	365.80	7.10	372.38	13.68	369.38	10.68
	2	358.54	361.62	3.08	360.84	2.30	368.77	10.23	367.37	8.83	374.37	15.83	372.37	13.83
	3	358.34	361.29	2.95	360.37	2.03	367.57	9.23	366.22	7.88	372.62	14.28	370.12	11.78
	4	358.20	360.68	2.48	360.20	2.00	366.15	7.95	365.53	7.33	371.00	12.80	369.75	11.55
	5	358.10	360.38	2.28	360.00	1.90	365.63	7.53	364.58	6.48	369.95	11.85	368.85	10.75
	6	358.03	360.26	2.23	359.71	1.68	365.08	7.05	364.18	6.15	368.88	10.85	368.01	9.98
	7	357.99	360.12	2.13	359.62	1.63	364.52	6.53	363.89	5.90	368.04	10.05	367.47	9.48
	8	357.96	359.99	2.03	359.51	1.55	364.51	6.55	364.01	6.05	368.06	10.10	367.44	9.48
	9	357.95	360.08	2.13	359.70	1.75	364.88	6.93	364.43	6.48	368.60	10.65	368.13	10.18
上面隅角部	1	358.13	361.26	3.13	360.53	2.40	368.48	10.35	366.38	8.25	373.98	15.85	371.31	13.18
	2	358.02	361.20	3.18	360.50	2.48	368.25	10.23	366.37	8.35	373.62	15.60	371.07	13.05
	3	357.88	360.88	3.00	360.88	3.00	367.13	9.25	365.91	8.03	371.88	14.00	370.38	12.50
	4	357.78	360.31	2.53	359.81	2.03	365.03	7.25	364.23	6.45	369.13	11.35	367.41	9.63
	5	357.71	359.81	2.10	359.51	1.80	363.94	6.23	363.14	5.43	366.99	9.28	366.14	8.43
	6	357.66	359.64	1.98	359.44	1.78	363.76	6.10	363.09	5.43	366.31	8.65	365.76	8.10
	7	357.63	359.63	2.00	359.51	1.88	363.63	6.00	363.16	5.53	366.76	9.13	366.06	8.43
	8	357.61	359.64	2.03	359.56	1.95	363.71	6.10	363.31	5.70	366.96	9.35	366.11	8.50
	9	357.60	359.70	2.10	359.63	2.03	364.25	6.65	363.78	6.18	367.60	10.00	366.88	9.28
側面中央部	1	354.80	361.38	6.58	360.65	5.85	368.55	13.75	366.63	11.83	373.23	18.43	371.30	16.50
	2	354.80	361.50		361.00	6.20	369.60	14.80	368.20	13.40	374.88	20.08	373.60	18.80
	3	354.80	360.85	6.05	360.60	5.80	367.13	12.33	366.60	11.80	372.00	17.20	371.00	16.20
	4	354.80	360.68	5.88	360.50	5.70	366.70	11.90	366.13	11.33	371.38	16.58	370.08	15.28
	5	354.80	360.63	5.83	360.30	5.50	366.00	11.20	365.38	10.58	370.50	15.70	369.58	14.78
	6	354.80	360.20	5.40	359.93	5.13	365.20	10.40	364.35	9.55	368.60	13.80	367.78	12.98
	7	354.80	359.98	5.18	359.65	4.85	364.63	9.83	363.75	8.95	368.08	13.28	367.13	12.33
	8	354.80	360.00	5.20	359.70	4.90	364.63	9.83	364.13	9.33	369.00	14.20	367.10	12.30
	9	354.80	360.08	5.28	359.85	5.05	365.13	10.33	364.75	9.95	369.03	14.23	368.05	13.25
下面隅角部	1	351.47	361.62	10.15	360.80	9.33	368.87	17.40	367.10	15.63	374.62	23.15	371.62	20.15
	2	351.58	361.63	10.05	360.63	9.05	368.41	16.83	367.13	15.55	374.13	22.55	371.61	20.03
	3	351.72	361.07	9.35	360.62	8.90	367.45	15.73	366.42	14.70	372.55	20.83	370.60	18.88
	4	351.82	360.62	8.80	359.95	8.13	365.35	13.53	364.20	12.38	369.12	17.30	368.20	16.38
	5	351.89	360.24	8.35	359.54	7.65	363.99	12.10	363.37	11.48	367.57	15.68	366.24	14.35
	6	351.94	359.87	7.93	359.49	7.55	363.57	11.63	363.17	11.23	367.02	15.08	366.07	14.13
	7	351.97	359.95	7.98	359.60	7.63	363.92	11.95	363.45	11.48	367.37	15.40	366.32	14.35
	8	351.99	359.87	7.88	359.74	7.75	363.49	11.50	363.34	11.35	367.32	15.33	366.29	14.30
	9	352.00	359.95	7.95	359.83	7.83	364.20	12.20	363.98	11.98	367.58	15.58	367.10	15.10
下面中央部	1	350.90	361.30	10.40	360.70	9.80	368.65	17.75	366.60	15.70	374.00	23.10	371.50	20.60
	2	351.06	361.76	10.70	361.14	10.08	369.91	18.85	368.06	17.00	376.14	25.08	373.89	22.83
	3	351.26	360.96	9.70	360.61	9.35	367.46	16.20	366.39	15.13	372.39	21.13	371.16	19.90
	4	351.40	360.50	9.10	360.25	8.85	366.43	15.03	365.83	14.43	371.28	19.88	369.85	18.45
	5	351.50	360.08	8.58	359.83	8.33	365.13	13.63	364.38	12.88	368.68	17.18	367.73	16.23
	6	351.57	360.02	8.45	359.82	8.25	364.95	13.38	364.42	12.85	368.70	17.13	367.92	16.35
	7	351.61	359.94	8.33	359.49	7.88	364.61	13.00	364.36	12.75	368.44	16.83	367.74	16.13
	8	351.64	359.94	8.30	359.49	7.85	364.42	12.78	364.22	12.58	368.12	16.48	367.44	15.80
	9	351.65	360.00	8.35	359.80	8.15	364.66	13.03	364.50	12.85	368.40	16.75	367.85	16.20

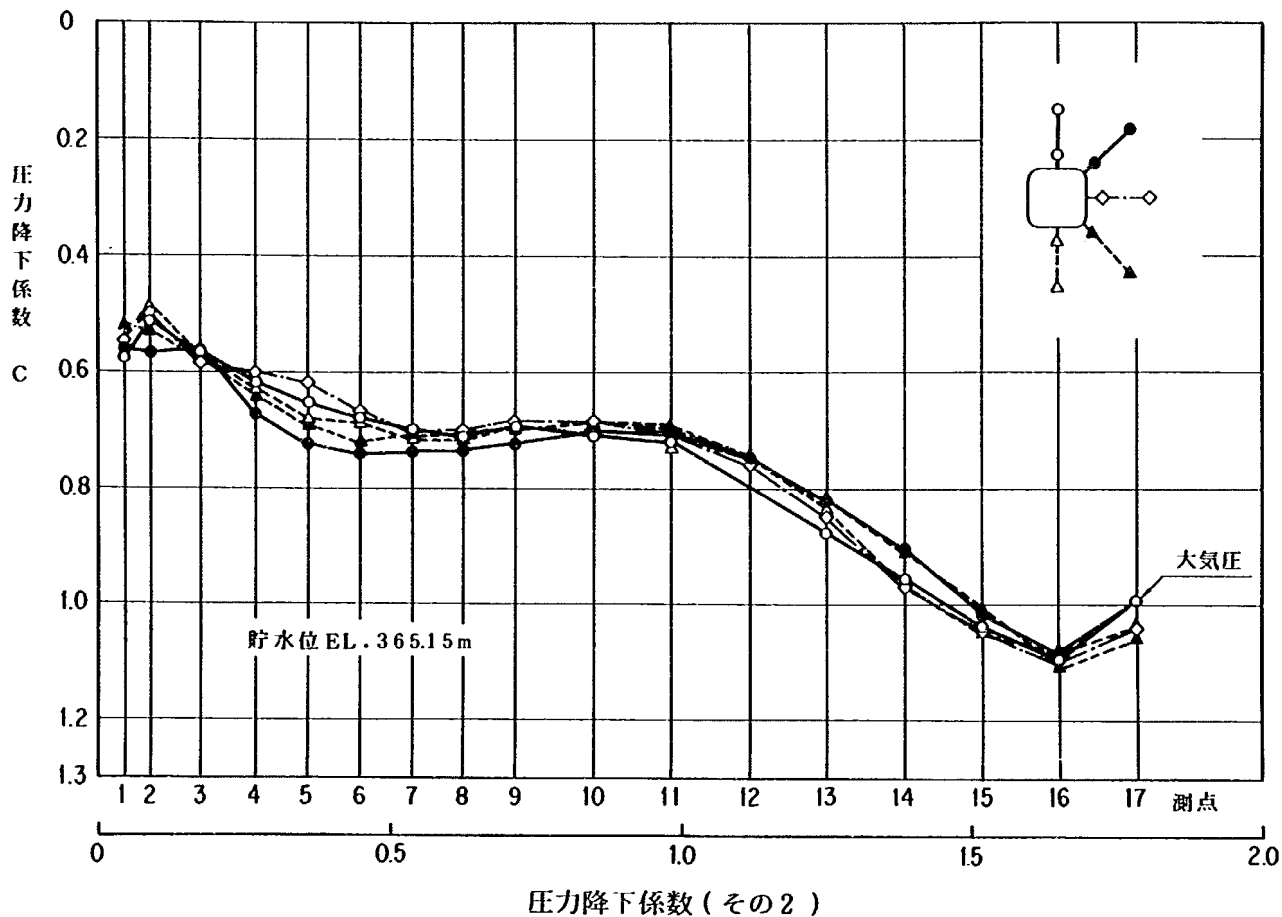
管胴作用圧力測定結果(その2)

位置	測点 No	ゲート開き 貯水位 ピエゾ標高	全 開				全 開				全 開			
			W.L. 365.15				W.L. 379.76				W.L. 391.00			
			最 高		最 低		最 高		最 低		最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭
上面中央部	10	357.94	360.02	2.08	359.52	1.58	364.92	6.98	364.42	6.48	368.47	10.53	368.04	10.10
	11	357.91	359.84	1.93	359.59	1.68	364.39	6.48	363.83	5.98	367.71	9.80	358.85	0.94
	12	357.85									366.15	8.30	365.63	7.78
	13	357.78	358.56	0.78	358.46	0.68	360.76	2.98	360.46	2.68	362.38	4.60	361.88	4.10
	14	357.70	357.93	0.23	357.85	0.15	358.80	1.10	358.53	0.83	359.55	1.85	359.00	1.30
	15	357.65	357.30	-0.35	357.25	-0.40	356.87	-0.78	356.60	-1.05	356.62	-1.03	356.25	-1.40
	16	357.61	356.88	-0.73	356.81	-0.80	355.51	-2.10	355.21	-2.40	354.66	-2.95	353.96	-3.65
上面隅部	10	357.60	359.88	2.28	359.80	2.20	364.50	6.90	364.20	6.60	368.03	10.43	367.33	9.73
	11	357.60	359.88	2.28	359.75	2.15	364.50	6.90	363.83	6.23	367.50	9.90	366.65	9.05
	12	357.60	359.58	1.98	359.38	1.78	363.25	5.65	362.88	5.28	366.20	8.60	365.75	8.15
	13	357.60	359.00	1.40	358.83	1.23	361.75	4.15	361.43	3.83	363.63	6.03	363.63	6.03
	14	357.60	358.38	0.78	358.20	0.60	359.88	2.28	359.58	1.98	361.33	3.73	360.53	2.93
	15	357.60	357.45	-0.15	357.37	-0.23	357.68	0.08	357.25	-0.35	357.37	-0.23	356.95	-0.65
	16	357.60	357.00	-0.60	356.82	-0.78	356.10	-1.50	355.85	-1.75	356.07	-1.53	355.92	-1.68
側面中央部	10	354.80	360.05	5.25	359.90	5.10	365.13	10.33	364.13	9.33	368.75	13.95	368.20	13.40
	11	354.80	359.80	5.00	359.75	4.95	364.20	9.40	363.75	8.95	367.75	12.95	367.35	12.55
	12	354.80	359.43	4.63	359.35	4.55	363.13	8.33	362.80	8.00	366.18	11.38	365.50	10.70
	13	354.80	358.93	4.13	358.50	3.70	360.68	5.88	360.38	5.58	362.58	7.78	361.75	6.95
	14	354.80	357.88	3.08	357.75	2.95	358.45	3.65	358.00	3.20	359.43	4.63	358.90	4.10
	15	354.80	357.35	2.55	357.08	2.28	356.63	1.83	356.08	1.28	356.33	1.53	355.78	0.98
	16	354.80	356.93	2.13	356.70	1.90	355.38	0.58	355.05	0.25	354.75	-0.05	350.97	-3.83
下面隅部	17	354.80	357.40	2.60	357.10	2.30	356.95	2.15	356.65	1.85	356.95	2.15	356.50	1.70
	10	352.00	360.05	8.05	359.83	7.83	364.50	12.50	364.25	12.25	368.13	16.13	367.63	15.63
	11	352.00	360.00	8.00	359.75	7.75	364.25	12.25	364.03	12.03	367.95	15.95	367.30	15.30
	12	352.00	359.58	7.58	359.43	7.43	363.38	11.38	362.93	10.93	366.38	14.38	365.63	13.63
	13	352.00	359.00	7.00	358.88	6.88	361.68	9.68	361.43	9.43	364.15	12.15	363.50	11.50
	14	352.00	358.30	6.30	358.18	6.18	359.50	7.50	359.23	7.23	360.90	8.90	360.25	8.25
	15	352.00	357.63	5.63	357.38	5.38	357.50	5.50	357.13	5.13	357.58	5.58	356.88	4.88
下面中央部	16	352.00	356.88	4.88	356.68	4.68	355.43	3.43	355.13	3.13	354.58	2.58	354.00	2.00
	17	352.00	357.20	5.20	357.00	5.00	356.33	4.33	356.00	4.00	355.75	3.75	355.50	3.50
	18	352.00	357.25	5.25	357.20	5.20	356.50	4.50	356.38	4.38	356.25	4.25	355.83	3.83
	19	352.00	357.20	5.20	357.13	5.13	356.38	4.38	356.20	4.20	356.00	4.00	355.65	3.65
	20	352.00	357.08	5.08	357.00	5.00	356.13	4.13	356.00	4.00	355.38	3.38	355.13	3.13
	21	352.00	377.05	5.05	356.95	4.95	356.08	4.08	355.88	3.88	355.18	3.18	354.78	2.78
	10	351.66	360.01	8.35	359.89	8.23	364.81	13.15	364.51	12.85	368.39	16.73	367.86	16.20
放水管資料4	11	351.69	359.64	7.95	359.54	7.85	363.74	12.05	363.59	11.90	367.12	15.43	365.84	14.15
	12	351.75	359.58	7.83	359.38	7.63	363.43	11.68	363.13	11.38	366.45	14.70	365.73	13.98
	13	351.82	359.00	7.18	358.65	6.83	360.92	9.10	360.70	8.88	362.42	10.60	361.55	9.73
	14	351.90	357.88	5.98	357.70	5.80	358.45	6.55	358.25	6.35	359.10	7.20	358.55	6.65
	15	351.95	357.30	5.35	357.08	5.13	356.50	4.55	356.25	4.30	356.20	4.25	355.80	3.85
	16	351.99	356.99	5.00	356.87	4.88	356.07	4.08	355.94	3.95	355.62	3.63	355.17	3.18
	17	352.00	357.35	5.35	357.20	5.20	357.13	5.13	356.75	4.75	357.18	5.18	355.88	3.88
	18	352.00	357.13	5.13	357.08	5.08	356.50	4.50	356.13	4.13	355.93	3.93	355.63	3.63
	19	352.00	357.15	5.15	357.00	5.00	356.88	4.88	356.13	4.13	356.35	4.35	355.88	3.88
	20	352.00	357.13	5.13	357.00	5.00	356.38	4.38	356.00	4.00	355.85	3.85	355.20	3.20
	21	352.00	357.00	5.00	356.88	4.88	356.30	4.30	355.95	3.95	355.28	3.28	355.10	3.10



圧力降下係数 (その1)

放水管資料 5

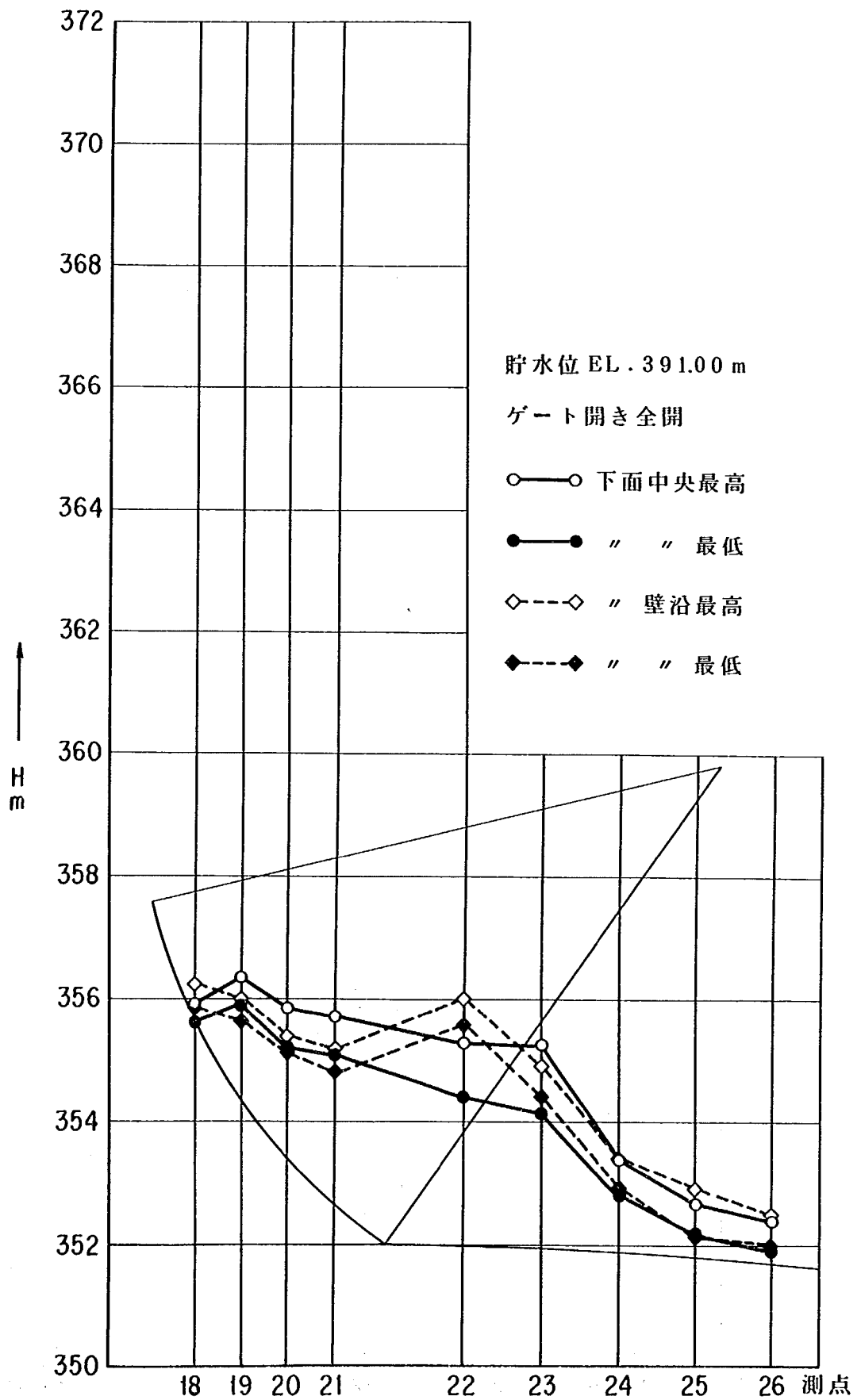


圧力降下係数C

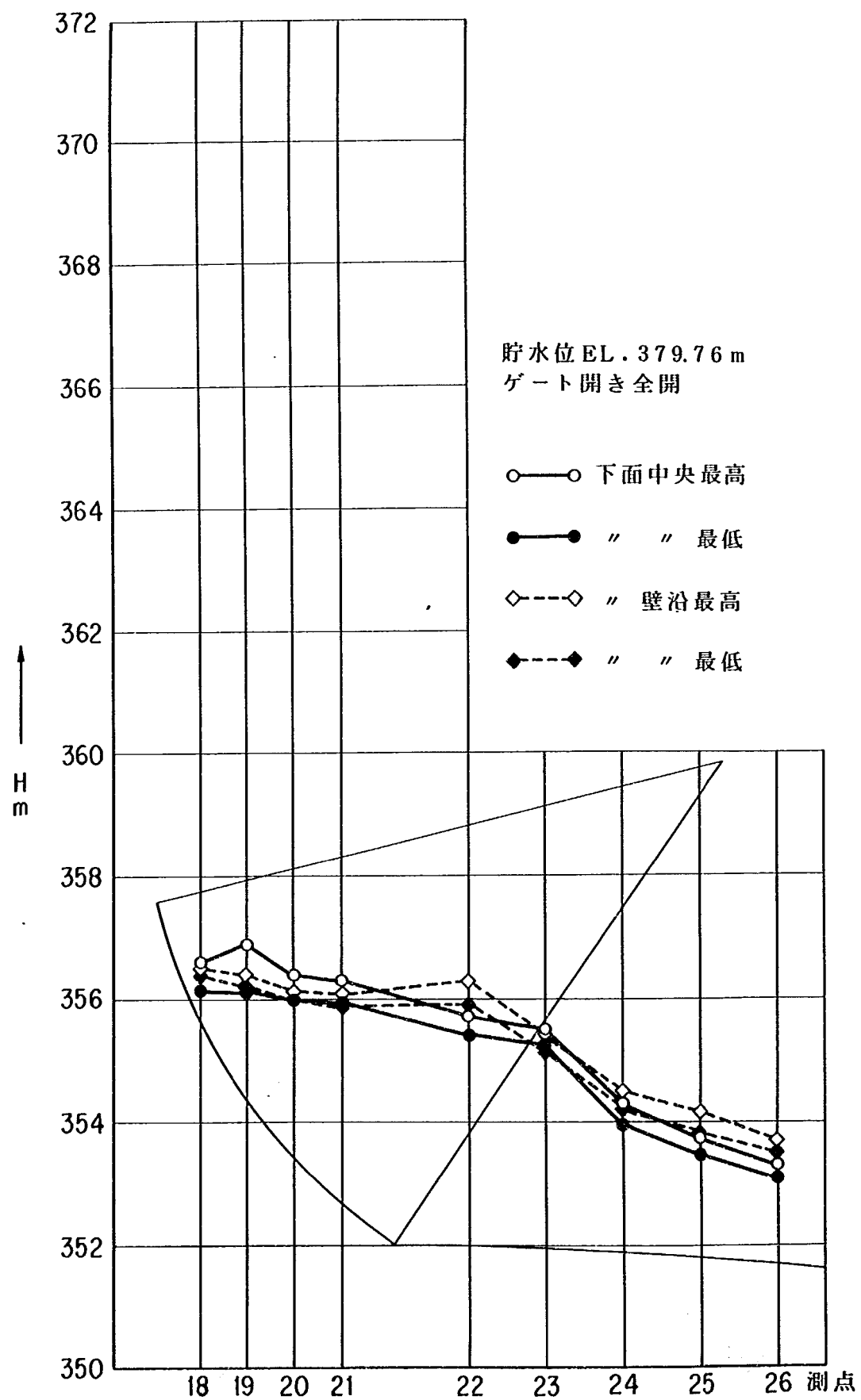
位置	測点	貯水位 (W.L.m)				貯水位 (W.L.m)				貯水位 (W.L.m)				貯水位 (W.L.m)					
		36515	37976	39100		36515	37976	39100		36515	37976	39100		36515	37976	39100			
上面中央部	1	0575	0582	0603	上面隅部	1	0562	0553	0548	側面中央部	1	0546	0545	0561	下面隅部	1	0519	0528	0536
	2	0516	0524	0528		2	0567	0558	0559		2	0501	0487	0502		2	0531	0538	0544
	3	0569	0576	0588		3	0564	0594	0596		3	0584	0578	0584		3	0567	0575	0582
	4	0620	0624	0618		4	0673	0678	0681		4	0602	0598	0608		4	0641	0672	0669
	5	0654	0657	0647		5	0724	0728	0733		5	0618	0631	0628		5	0692	0720	0722
	6	0681	0678	0676		6	0742	0733	0748		6	0671	0672	0684		6	0720	0734	0733
	7	0699	0698	0697		7	0737	0734	0737		7	0704	0698	0701		7	0709	0720	0724
	8	0712	0595	0697		8	0734	0729	0741		8	0699	0689	0688		8	0704	0732	0725
	9	0694	0677	0578		9	0724	0706	0712		9	0684	0664	0673		9	0694	0702	0709
	10	0709	0676	0681		10	0701	0693	0699		10	0682	0678	0675		10	0687	0689	0693
	11	0719	0700	0705		11	0704	0698	0717		11	0707	0707	0703		11	0696	0700	0700
	12			0753		12	0748	0748	0750		12	0760	0753	0754		12	0745	0744	0749
	13	0877	0859	0865		13	0822	0814	0820		13	0849	0862	0864		13	0819	0816	0814
	14	0958	0945	0951		14	0905	0898	0901		14	0967	0965	0954		14	0911	0914	0912
	15	1038	1032	1036		15	1020	0999	1014		15	1047	1049	1047		15	1009	1006	1012
	16	1096	1094	1100		16	1086	1066	1049		16	1099	1100	1098		16	1104	1097	1100
	17	(0995)	(0993)	(1001)		17	(0995)	(0993)	(1001)		17	1042	1029	1027		17	1061	1058	1060
下面中央部	1	0547		0547	W.L. 36515 → Q = 3414m ³ /s (1門) W.L. 37976 → Q = 5855m ³ /s (1門) W.L. 39100 → Q = 7160m ³ /s (1門) Cは最高と最低の平均より求めた ()内は圧力が大気圧と等しい(0)と仮定して求めた。														
	2	0490	0483	0479															
	3	0577	0576	0576															
	4	0630	0611	0612															
	5	0686	0673	0683															
	6	0689	0675	0680															
	7	0715	0684	0686															
	8	0715	0692	0696															
	9	0692	0680	0686															
	10	0687	0677	0686															
	11	0732	0721	0735															
	12	0748	0739	0747															
	13	0836	0849	0869															
	14	0971	0959	0964															
	15	1050	1048	1049															
	16	1083	1064	1066															
	17	1038	1023	1022															

放水管資料 5

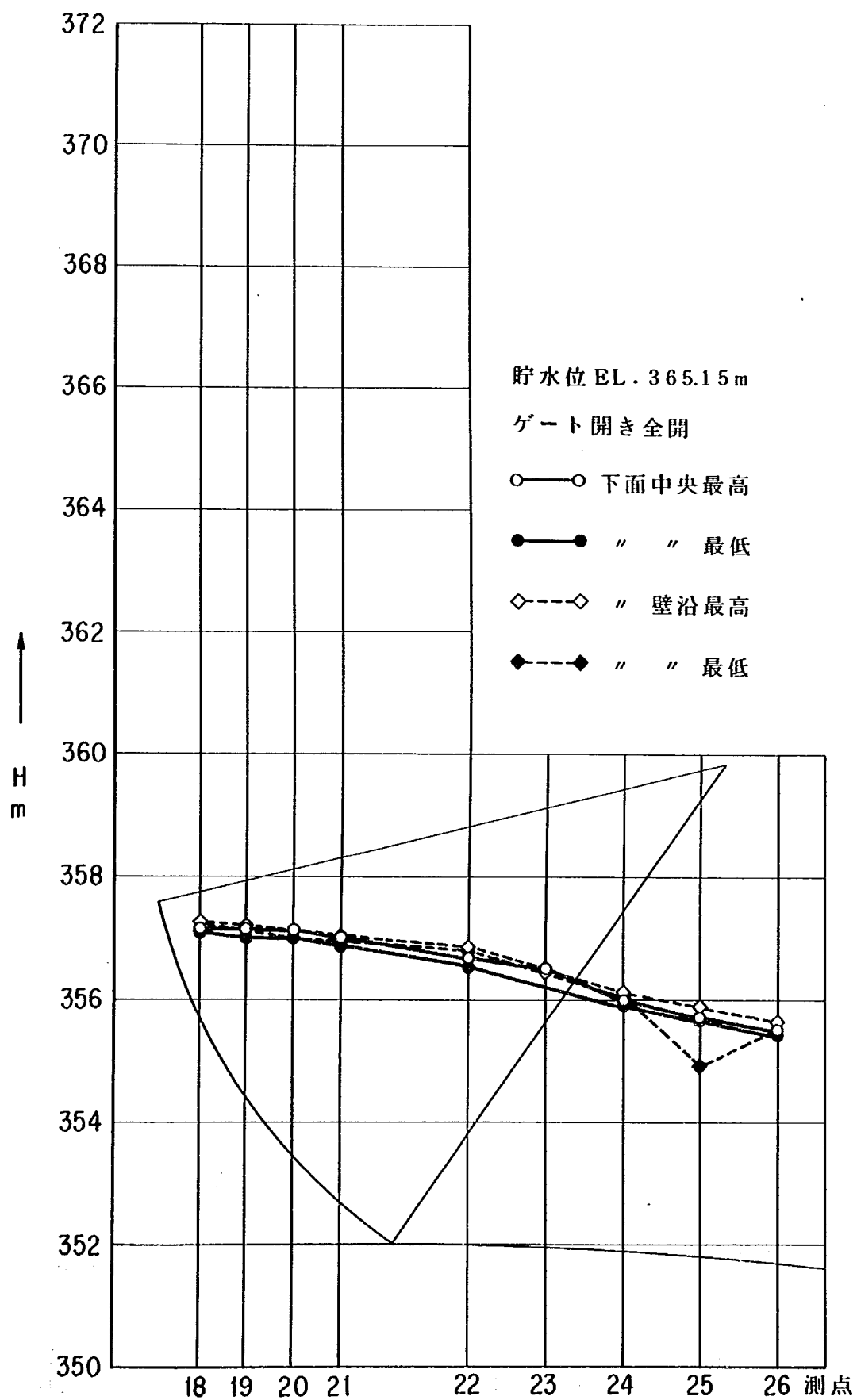
放水管資料 5



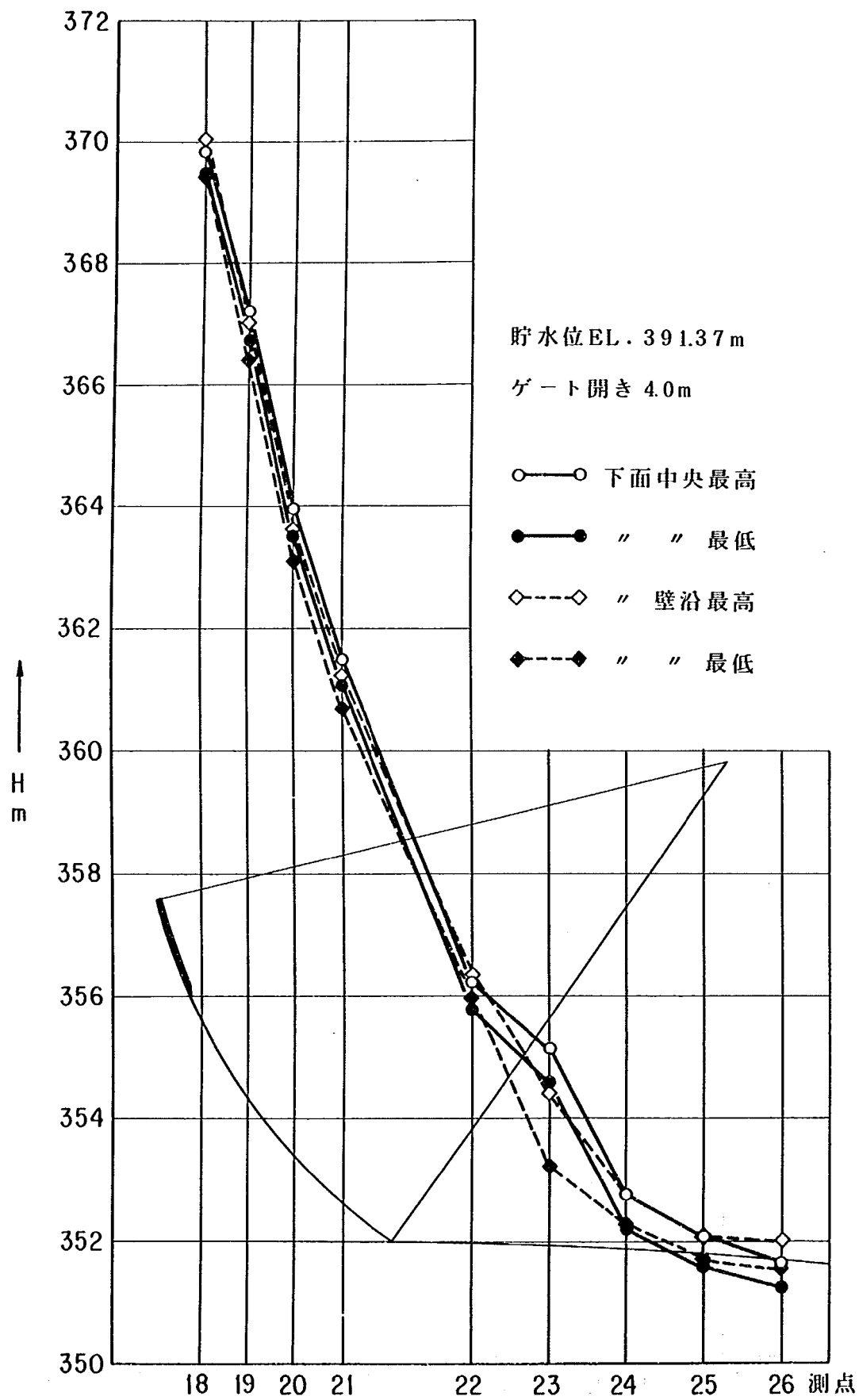
(ゲート下流開水路圧力分布)



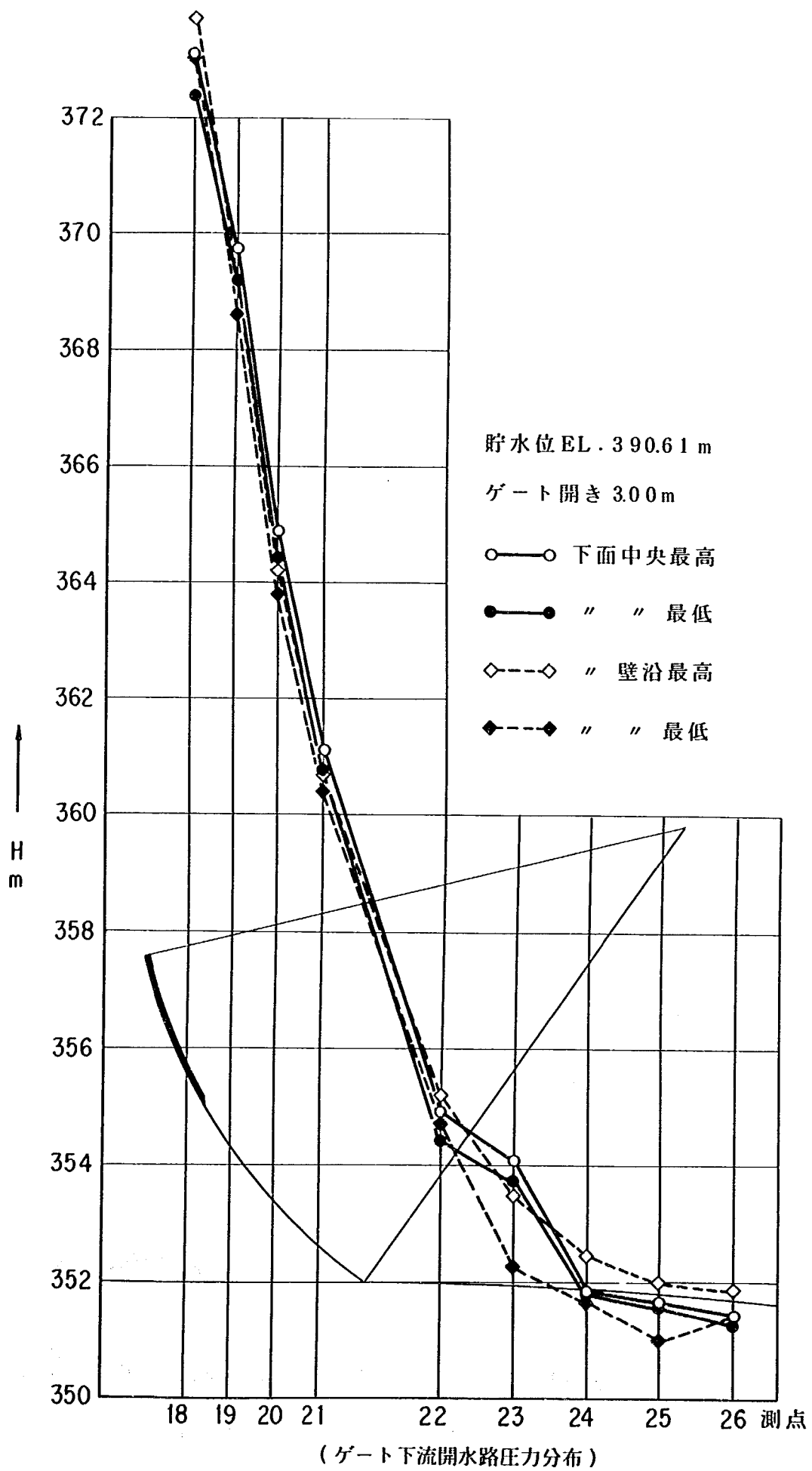
(ゲート下流開水路圧力分布)

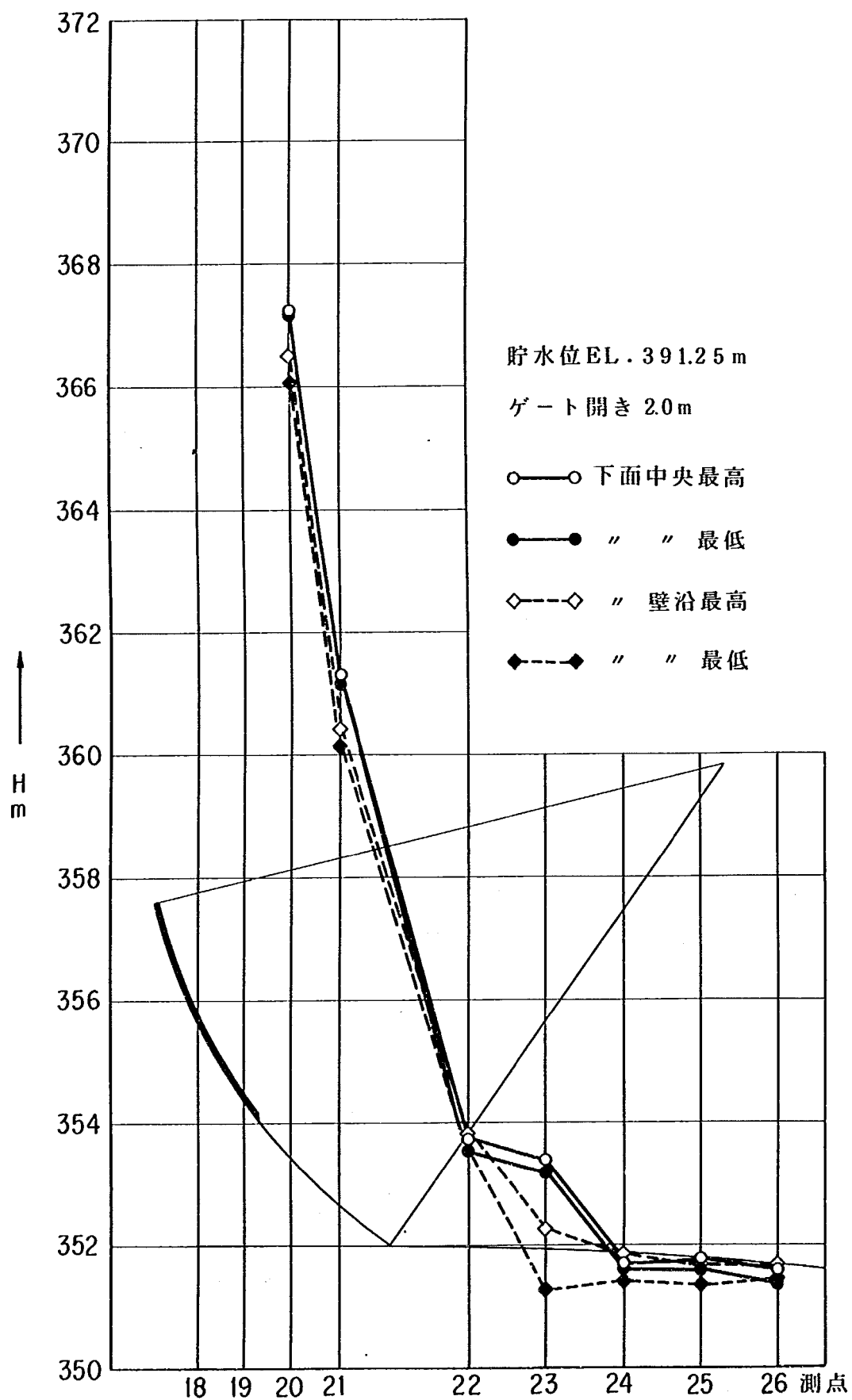


(ゲート下流開水路圧力分布)

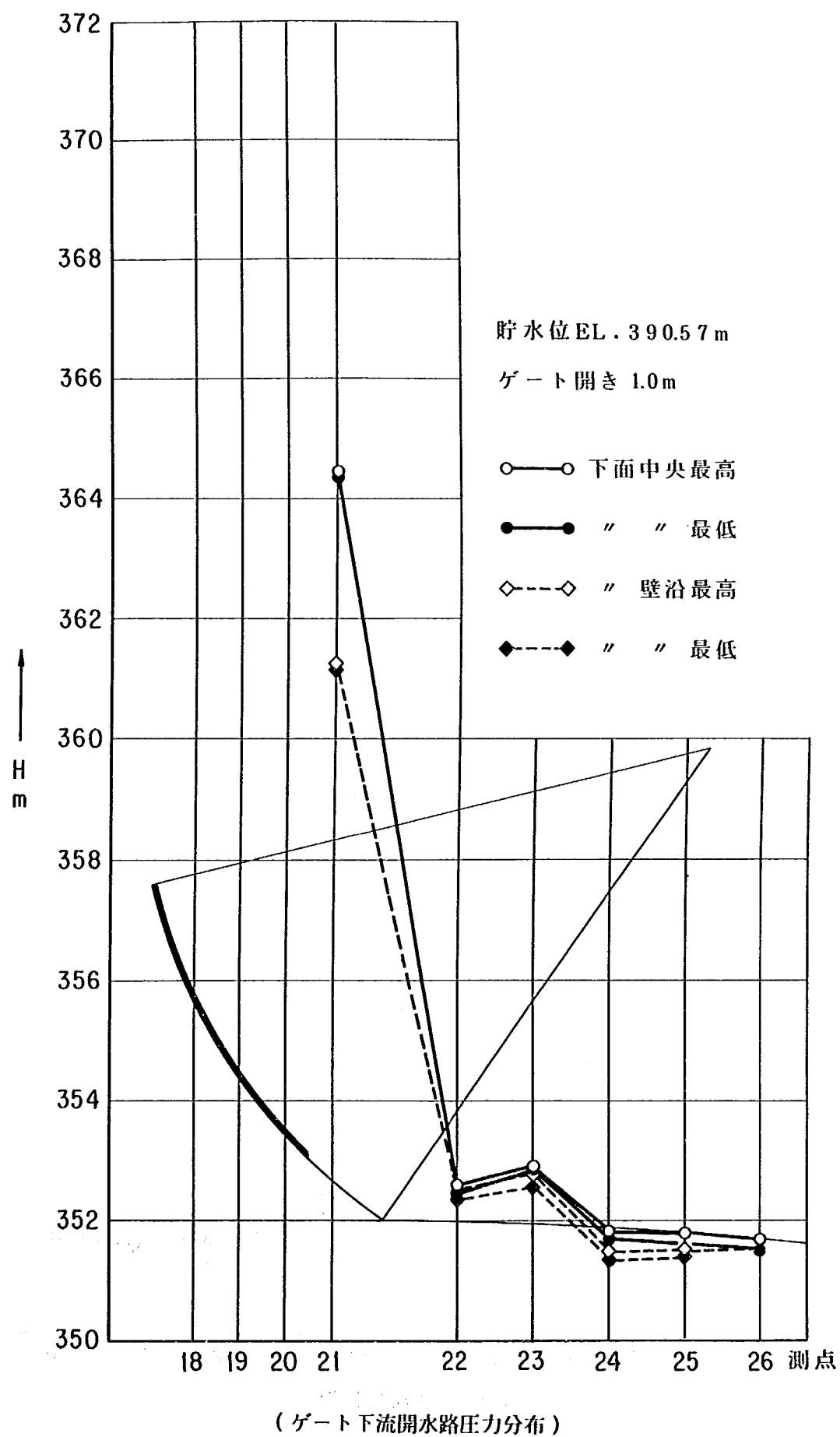


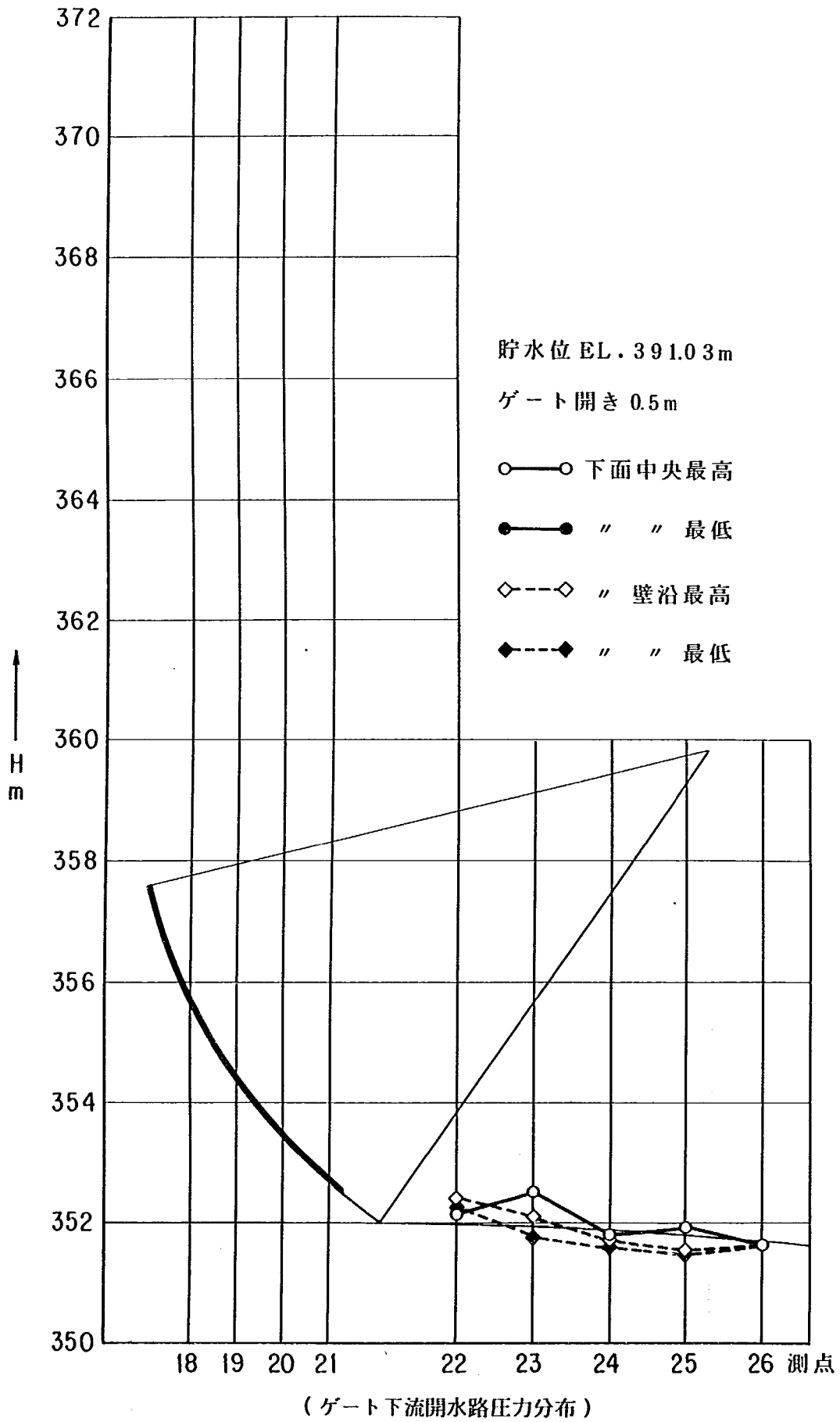
(ゲート下流開水路圧力分布)





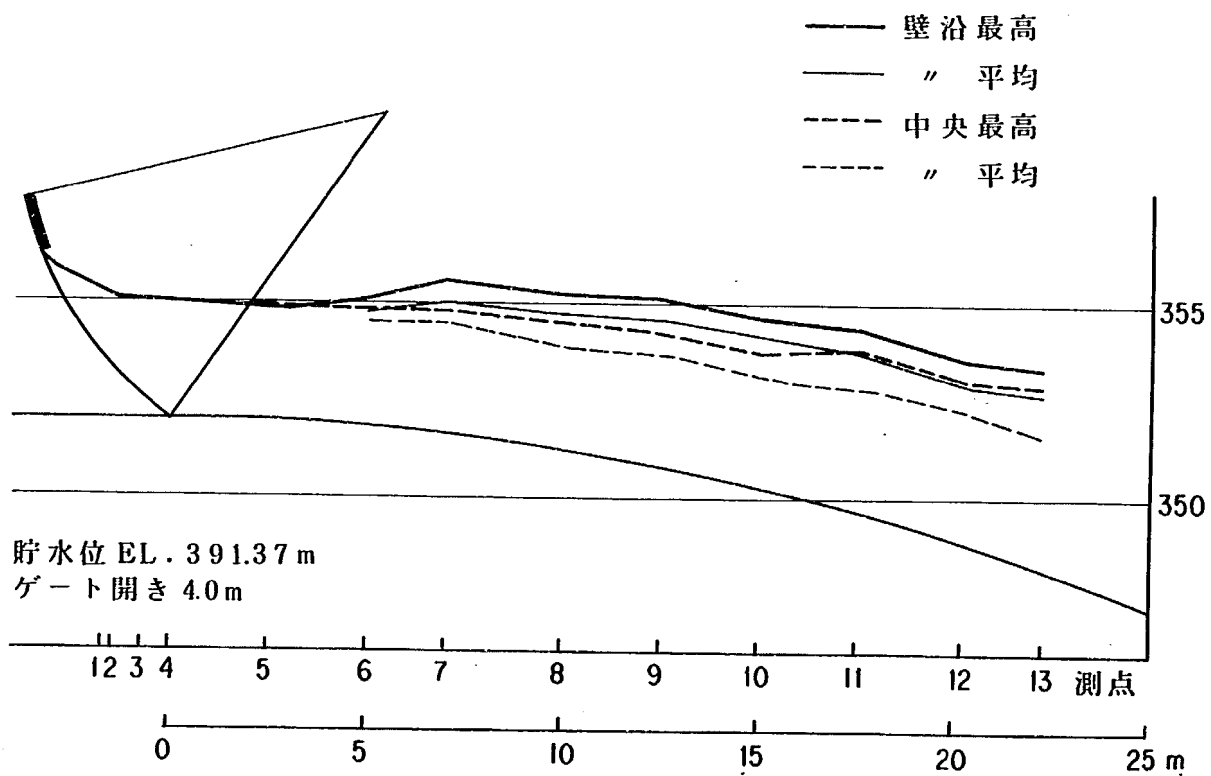
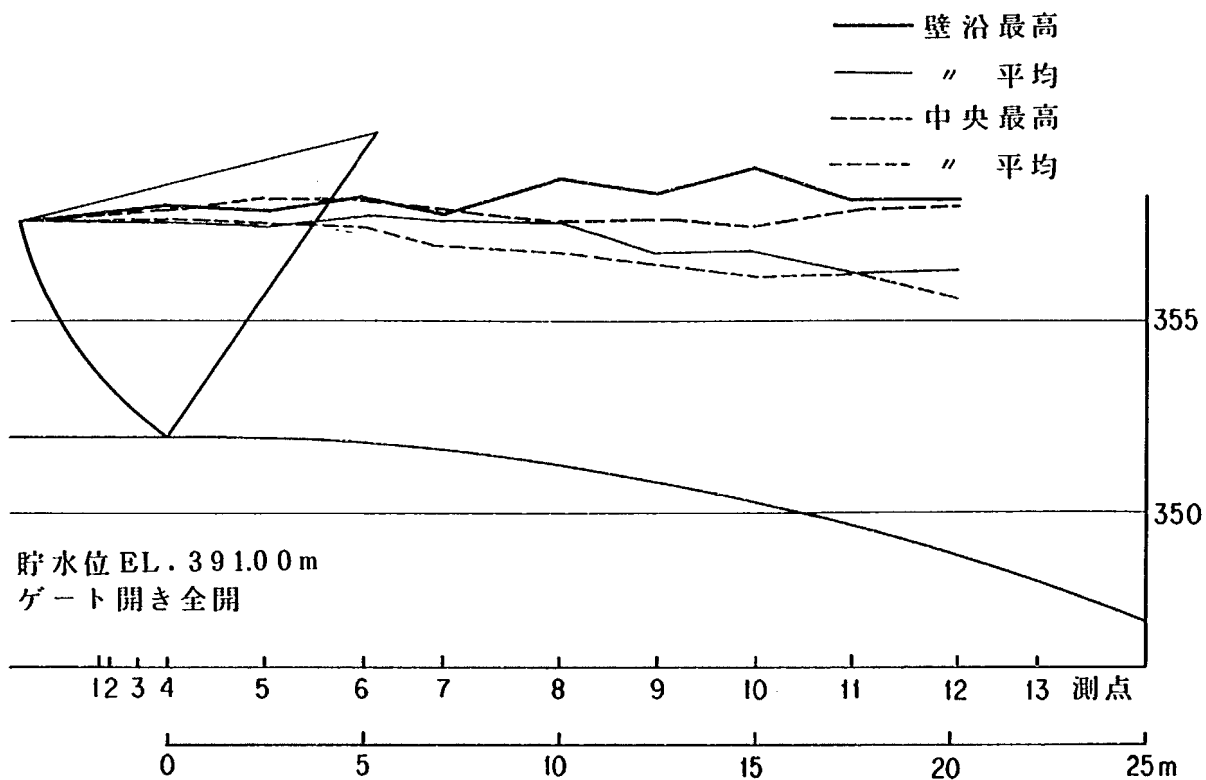
(ゲート下流開水路圧力分布)





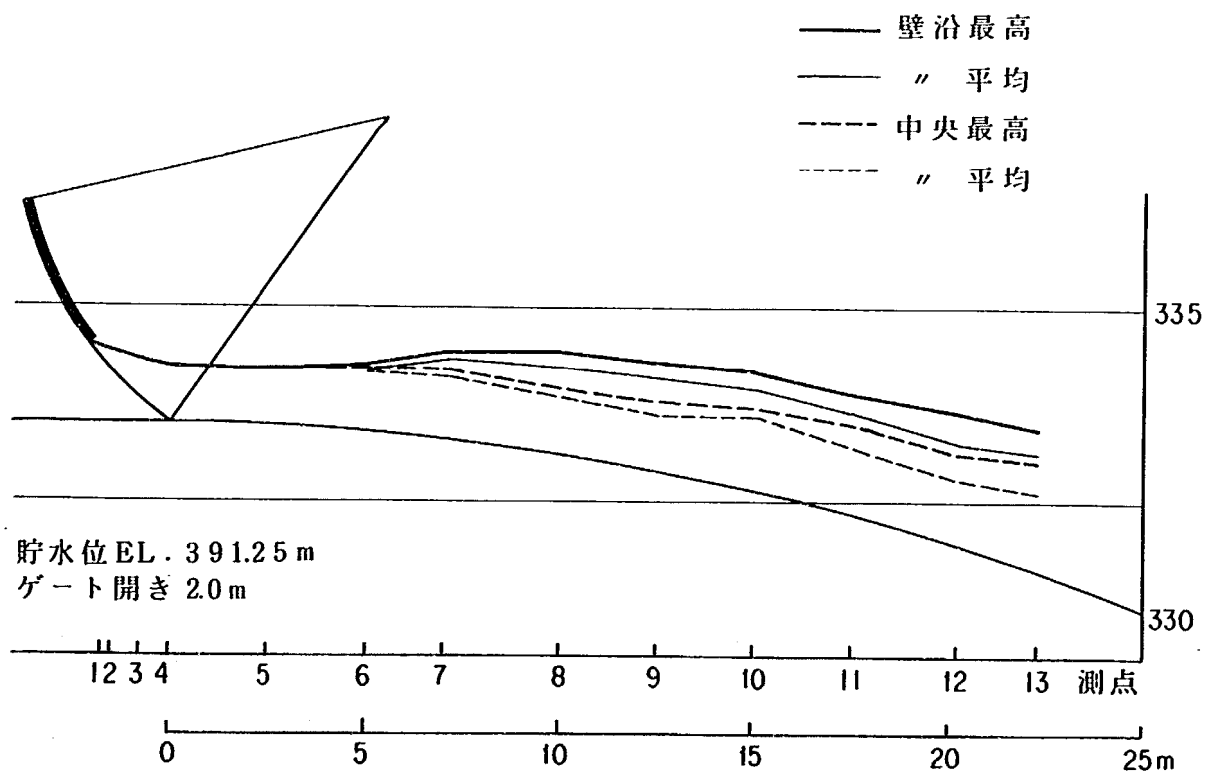
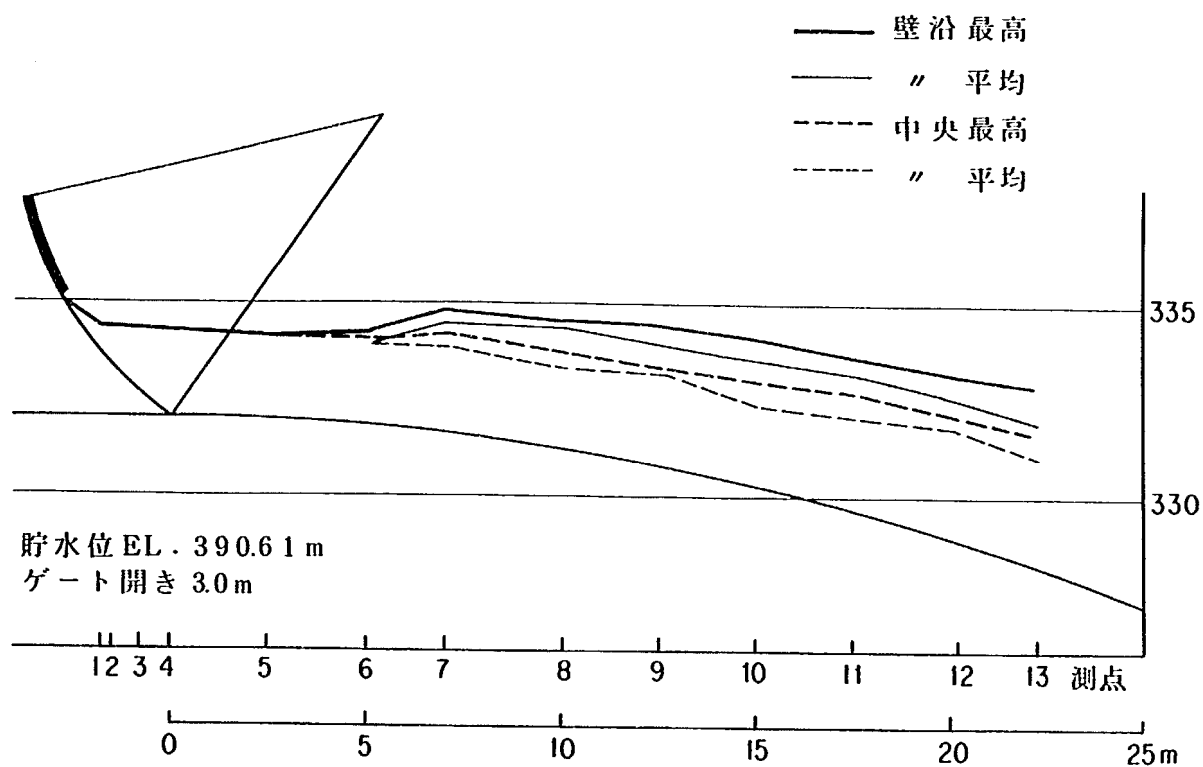
ゲート下流開水路圧力測定結果

位 置	測 点 No	ゲート開き 貯水位 ピエゾ標高	0.50 m				1.00 m				2.00 m				3.00 m			
			W.L. 391.03				W.L. 390.57				W.L. 391.25				W.L. 390.61			
			最 高		最 低		最 高		最 低		最 高		最 低		最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭
開水路下面中央部	18	352.00	389.88	37.88			387.08	35.08	386.50	34.50	379.75	27.75	379.13	27.13	373.20	21.20	372.38	20.38
	19	352.00	389.03	37.03			384.25	32.25	383.63	31.63	374.58	22.58	374.05	22.05	369.75	17.75	369.20	17.20
	20	352.00	386.18	34.18			376.73	24.73	376.25	24.25	367.25	15.25	366.83	14.83	364.88	12.88	364.43	12.43
	21	352.00	375.95	23.95			364.45	12.45	364.38	12.38	361.30	9.30	361.15	9.15	361.08	9.08	360.75	8.75
	22	351.99	352.14	0.15			352.57	0.58	352.47	0.48	353.72	1.73	353.52	1.53	354.92	2.93	354.42	2.43
	23	351.95	352.50	0.55	352.45	0.50	352.88	0.93	352.83	0.88	353.38	1.43	353.18	1.23	354.05	2.10	353.70	1.75
	24	351.89	351.79	-0.10			351.81	-0.08	351.71	-0.18	351.69	-0.20	351.61	-0.28	351.86	-0.08	351.79	-0.10
	25	351.81	351.91	0.10			351.78	-0.03			351.76	-0.05	351.58	-0.23	351.66	-0.15	351.56	-0.25
	26	351.70	351.67	-0.03			351.68	-0.13	351.50	-0.20	351.60	-0.10	351.37	-0.33	351.42	-0.28	351.25	-0.45
開水路下面隅角部	18	352.00	389.83	37.83			386.75	34.75	386.68	34.68	379.75	27.75	379.13	27.13	373.75	21.75	373.08	21.08
	19	352.00	388.83	36.83			383.75	31.75	383.50	31.50	374.00	22.00	373.63	21.63	369.18	17.18	368.60	16.60
	20	352.00	386.13	34.13			376.38	24.38	376.00	24.00	366.50	14.50	366.08	14.08	364.18	12.18	363.80	11.80
	21	352.00	375.80	23.80			361.25	9.25	361.13	9.13	360.40	8.40	360.15	8.15	360.70	8.70	360.38	8.38
	22	351.99	352.37	0.38	352.24	0.25	352.52	0.53	352.34	0.35	353.82	1.83	353.52	1.53	355.19	3.20	354.72	2.73
	23	351.95	352.08	0.13	351.75	-0.20	351.77	-0.18	351.55	-0.40	352.25	0.30	351.25	-0.70	353.45	1.50	352.25	0.30
	24	351.89	351.71	-0.18	351.61	-0.28	351.49	-0.40	351.34	-0.55	351.86	-0.03	351.39	-0.50	352.44	0.55	351.71	-0.18
	25	351.81	351.56	-0.25	351.46	-0.35	351.51	-0.30	351.38	-0.43	351.68	-0.13	351.33	-0.48	351.96	0.15	350.98	-0.83
	26	351.70	351.65	-0.05	351.62	-0.08	351.55	-0.15			351.62	-0.08	351.45	-0.25	351.83	0.13	351.37	-0.32
開水路下面中央部	18	352.00	369.83	17.83	369.45	17.45	357.13	5.13	357.08	5.08	356.60	4.50	356.13	4.13	355.93	3.93	355.63	3.63
	19	352.00	367.20	15.20	366.73	14.73	357.15	5.15	357.00	5.00	356.88	4.88	356.13	4.13	356.35	4.35	355.88	3.88
	20	352.00	363.95	11.95	363.50	11.50	357.13	5.13	357.00	5.00	356.38	4.38	356.00	4.00	355.85	3.85	355.20	3.20
	21	352.00	361.50	9.50	361.10	9.10	357.00	5.00	356.88	4.88	356.30	4.30	355.95	3.95	355.70	3.70	355.10	3.10
	22	351.99	356.22	4.23	355.77	3.78	356.67	4.68	356.52	4.53	355.72	3.73	355.39	3.40	355.27	3.28	354.39	2.40
	23	351.95	355.13	3.18	354.58	2.63	356.50	4.55			355.50	3.55	355.25	3.30	355.25	3.30	354.13	2.18
	24	351.89	352.74	0.85	352.19	0.30	355.99	4.10	355.92	4.03	354.24	2.35	353.94	2.05	353.37	1.48	352.79	0.90
	25	351.81	352.04	0.23	351.58	-0.23	355.71	3.90	355.64	3.83	353.71	1.90	353.46	1.65	352.64	0.83	352.19	0.38
	26	351.70	351.62	-0.08	351.25	-0.45	355.50	3.80	355.43	3.73	353.30	1.60	353.08	1.38	352.38	0.68	351.88	0.18
開水路下面隅角部	18	352.00	370.03	18.03	369.43	17.43	357.25	5.25	357.20	5.20	356.50	4.50	356.38	4.38	356.25	4.25	355.83	3.83
	19	352.00	367.00	15.00	366.38	14.38	357.20	5.20	357.13	5.13	356.38	4.38	356.20	4.20	356.00	4.00	355.65	3.65
	20	352.00	363.63	11.63	363.10	11.10	357.08	5.08	357.00	5.00	356.13	4.13	356.00	4.00	355.38	3.38	355.13	3.13
	21	352.00	361.25	9.25	360.68	8.68	357.05	5.05	356.95	4.95	356.08	4.08	355.88	3.88	355.18	3.18	354.78	2.78
	22	351.99	356.34	4.35	355.97	3.98	356.84	4.85	356.77	4.78	356.27	4.28	355.89	3.90	356.02	4.03	355.57	3.58
	23	351.95	354.38	2.43	353.20	1.25	356.50	4.55			355.38	3.43	355.13	3.18	354.88	2.93	354.30	2.43
	24	351.89	352.74	0.85	352.27	0.38	356.12	4.23	356.04	4.15	354.49	2.60	354.19	2.30	353.37	1.48	352.92	1.03
	25	351.81	352.06	0.25	351.68	-0.13	355.89	4.08	354.89	3.08	354.14	2.33	353.81	2.00	352.89	1.08	352.14	0.33
	26	351.70	352.00	0.30	351.50	-0.20	355.63	3.93	355.50	3.80	353.68	1.98	353.50	1.80	352.50	0.80	352.00	0.30

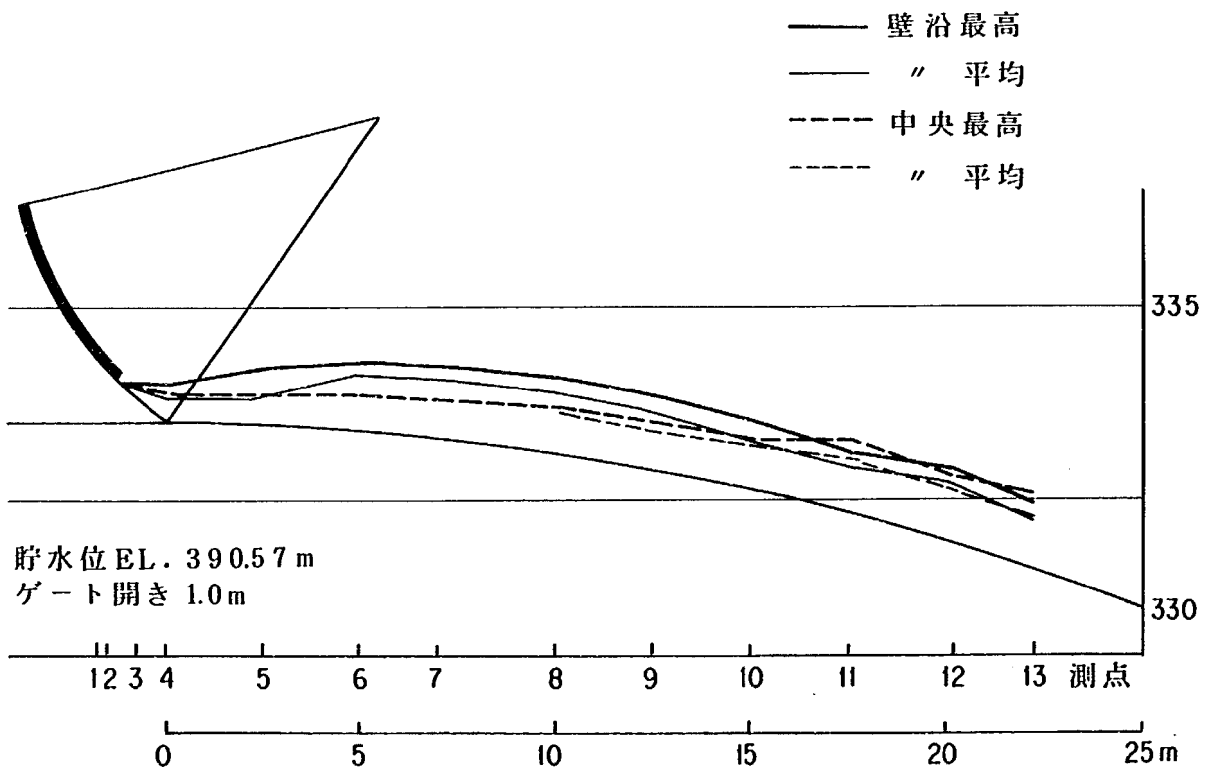
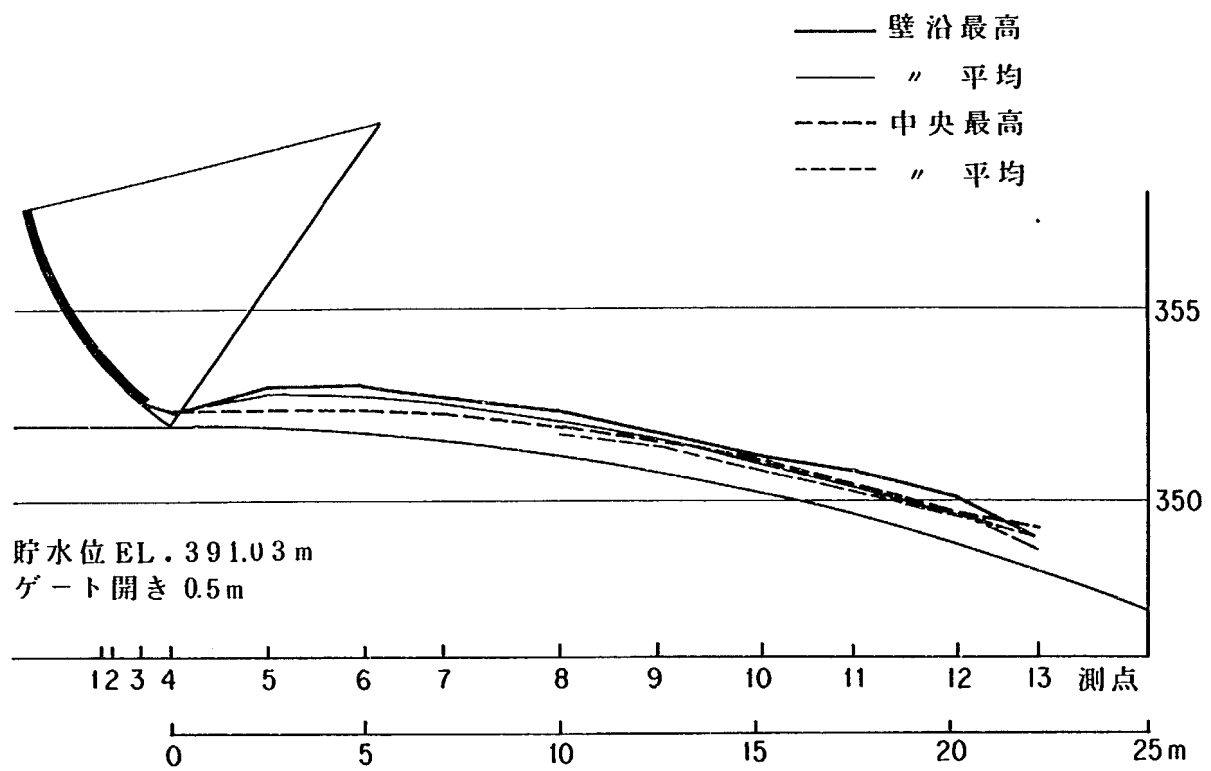


ゲート下流開水路水面形状図

放水管資料 7



ゲート下流開水路水面形状図

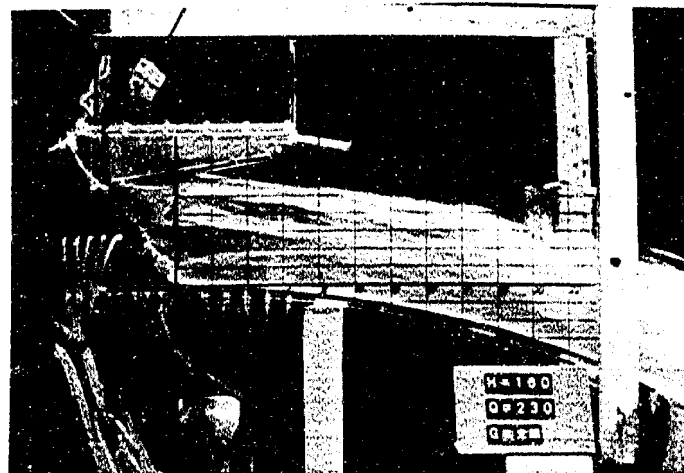


ゲート下流開水路水面形状図

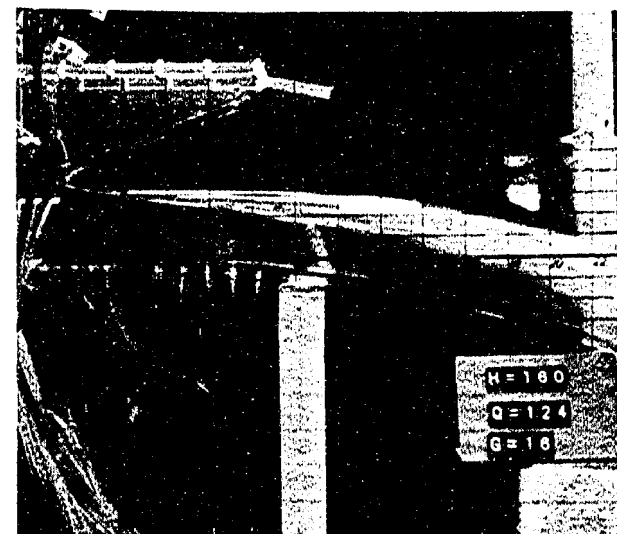
ゲート下流開水路水面測定結果

測点	測定位置		W.L.391.03 ゲート開き 0.5m				W.L. 390.57 ゲート開き 1.0m				W.L.391.25 ゲート開き 2.0m			
			壁 沿 い		中 央 線		壁 沿 い		中 央 線		壁 沿 い		中 央 線	
No	距離	標高	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均
1	-1.75	352.00												
2	-1.50	352.00												
3	-0.75	352.00												
4	0	352.00	352.38		352.43		352.98	352.63	352.78		353.63			
5	2.50	351.95	352.95	352.75	352.40		353.38	352.65	352.73		353.38		353.43	
6	5.00	351.81	353.00	352.73	352.33		353.50	353.25	352.65		353.50	353.30	353.43	353.33
7	7.00	351.62	352.68	352.53	352.23		353.45	353.13	352.55		353.85	353.63	353.38	353.20
8	10.00	351.23	352.35	352.08	351.90	351.75	353.13	352.75	352.35	352.23	353.85	353.45	352.85	352.70
9	12.50	350.80	351.80	351.62	351.55	351.40	352.63	352.25	351.95	351.77	353.55	353.13	352.58	352.23
10	15.00	350.27	351.20	351.02	351.10	350.80	352.00	351.50	351.52	351.45	353.35	352.90	352.35	352.18
11	17.50	349.65	350.75	350.37	350.42	350.25	351.20	350.87	351.52	351.07	352.80	352.30	351.97	351.35
12	20.20	348.93	350.05	349.77	349.72	349.60	350.75	350.40	350.60	350.20	352.28	351.55	351.25	350.60
13	22.25	348.20	349.05	348.75	349.32	349.05	349.92	349.47	350.15	349.65	351.87	351.27	351.00	350.22

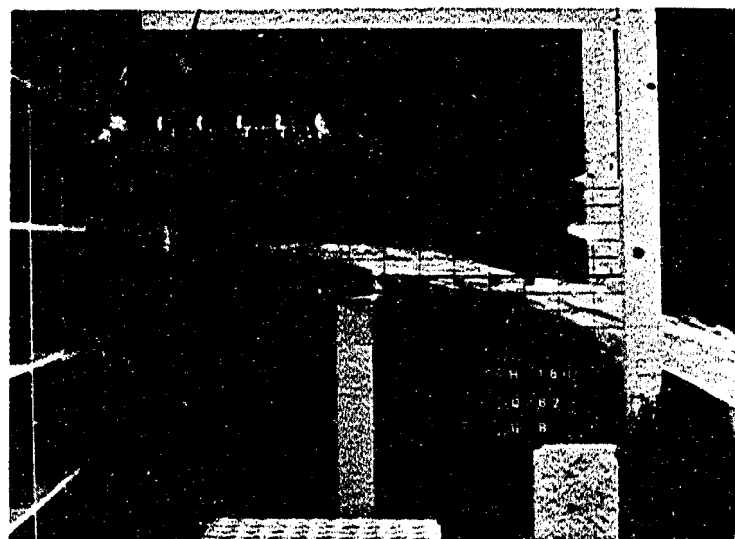
測点	測定位置		W.L.390.61 ゲート開き 3.0m				W.L.391.37 ゲート開き 4.0m				W.L.391.00 ゲート開き全開			
			壁 沿 い		中 央 線		壁 沿 い		中 央 線		壁 沿 い		中 央 線	
No	距離	標高	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均
1	-1.75	352.00	354.35											
2	-1.50	352.00					355.10							
3	-0.75	352.00												
4	0	352.00									357.98	357.55	357.93	357.63
5	2.50	351.95	354.15		354.15		354.88		354.83		357.85	357.43	358.13	357.53
6	5.00	351.81	354.20	353.90	354.03	353.93	355.10	354.75	354.85	354.48	358.15	357.73	358.10	357.40
7	7.00	351.62	354.80	354.43	354.18	353.83	355.60	355.03	354.78	354.50	357.78	357.55	357.85	356.93
8	10.00	351.23	354.53	354.35	353.65	353.33	355.25	354.73	354.50	353.90	358.63	357.53	357.55	356.75
9	12.50	350.80	354.40	353.95	353.40	353.15	355.10	354.60	354.20	353.70	358.28	356.75	357.58	356.43
10	15.00	350.27	354.10	353.58	352.98	352.38	354.63	354.15	353.73	353.13	358.93	356.80	357.45	356.10
11	17.50	349.65	353.68	353.20	352.68	352.08	354.38	353.80	353.95	352.85	358.10	356.18	357.80	356.23
12	20.20	348.93	353.13	352.58	352.10	351.80	353.58	352.95	353.03	352.30	358.10	356.28	357.90	355.55
13	22.50	348.20	352.90	352.00	351.65	351.05	353.33	352.68	352.88	351.70				



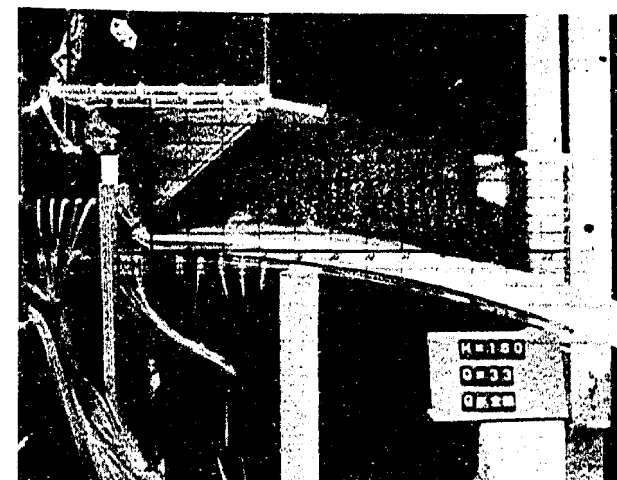
全 開



ゲート開き 4.0m



ゲート開き 2.0m



ゲート開き 1.0m

放流管ゲート下流開水路部流況写真 (W.L 392.0m)

大川ダム洪水吐
水理模型実験報告書

ISSN 0386-5878
土研資料第1584号
昭和55年3月(1980年)
建設省土木研究所ダム水工研究室

キーワード

要 旨

大川ダム洪水吐の水理機能



郵便はがき

305-□□

20円切手
をはって
下さい

建設省土木研究所
ダム水工研究室 御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所





土木研究所資料第 1584 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

