

(II - 55)

護岸越波量の現地観測について

運輸省新潟調査設計事務所 明山竹一

運輸省新潟調査設計事務所 大野正人

運輸省新潟調査設計事務所 船越晴世

1. まえがき

日本海沿岸では、冬季風浪による越波等により、塩害や家屋等の劣化に悩まされており従来の越波流量に対する整備水準の再検討が求められている。現行の越波流量の算定は、水理模型実験や越波流量推定図 x_1 等で算定されているが、日本海側の現場では毎年冬季に設計波相当の波が来襲し、算定以上の越波があるのではないかと報告も多くなされている。そこで、本研究はこれらをふまえて、冬季波浪による越波量の現地観測を行い、越波の統計的な性質を把握するとともに従来の越波算定法による越波量と比較する事により従来の方法の問題点を明らかにし、今後の護岸等の整備水準再検討の基礎資料とするものである。

2. 研究内容

(1) 現地観測

観測は秋田港向浜地区護岸を利用して実施した。この護岸の構造は天端高+6mで、前面に天端高+3.5mまで異型ブロックを積み上げた消波護岸である。観測方法は護岸背後にドラム缶を3列、各列8個を並べ、越波によりドラム缶内に溜まった水位の水平分布を測定するとともに、1波当りの越波量と単位時間当たりの越波流量を求めた。越波の観測は顕著な越波につき1波ごと計測し、設置したドラム缶のうちどれか1つで水があふれた時点で計測を中止した。

(2) 観測結果の整理解析

観測した越波は、1波当たりの越波量（以下「越波量」という）と単位時間当たりの越波量（以下「越波流量」という）とに分けてとりまとめた。越波量は1回の越波によりもたらされる護岸を越えた水量を言い、越波流量は一定時間内の総越波量の時間平均を言う。越波量(Q)は越波水位から次のとおり計算した。

$$Q = \Delta Q_1 + \int \Delta h \cdot dx \cdots \cdots (1)$$
ここに、 $\Delta Q_1 = \Delta h_1 \cdot S/W$ 、 Δh_1 :護岸側第1缶

目のドラム缶内の水位変化量、 W :誘水装置の幅(0.4m)、 S :ドラム缶の断面積($=0.6^2 \cdot \pi / 4$)、 Δh :越波による水位上昇量、 dx : Δh で代表される区間距離(前後のドラム缶との中心間距離)。

3. 觀測結果

越波の観測は6回行いその観測結果の1例を表-1に示す。この結果を見ると、越波量は1波毎に異なり、最低 $0.01\text{m}^3/\text{m}/\text{波}$ から最大 $0.47\text{m}^3/\text{m}/\text{波}$ までの値が観測された。

表-1 越波観測結果

[illegible]

4. 考察

(1) 越波量の統計的特徴

観測された越波量の最大値と平均値の関係をみると、図-1のとおりとなり最大値と平均値の間には次式のような相関関係があった。

$$R=0.9581$$

$$Q_{\max}=1.83 \times Q_{\text{avg}} + 0.05 \dots \dots \dots (2)$$

また、1波当たりの平均越波量と単位時間当たりの平均越波流量との関係は図-2のとおりとなり、正の相関関係がみられ、越波流量の少ない領域でのばらつきが大きくなっている。さらに、1波当たりの平均越波量と越波の平均時間間隔との関係を見ると図-3のとおり越波量が多いと時間間隔が短いという負の相関関係がみられることがわかった。

(2)越波の水平分布

越波に対する護岸の整備水準を定める時には護岸天端からどの範囲まで越波が侵入するかを明らかにする必要がある。図-4は天端からの距離と単位面積当たりの越波量（水位）の水平分布との関係を片対数グラフにプロットしたものである。このグラフをみると、3 m以上離れると越波量は指数的に減衰していることがわかり、この傾きは概ね-0.5~-1.0程度であることがわかる。

(3)既往越波算定図表との比較

今回の観測結果を合田らにより提案されている越波算定図表と比較すると表-2のとおりとなる。1、3、4回目の観測データは沖波が小さかったため合田らの算定図表では越波量が少なすぎて求めることができなかった。

表-2 越波流量の計算と実測値の比較

回数	年	月	日	時刻	今回の観測地点										算定値の地点別									
					平均		最大		平均		最大		平均		最大		平均		最大		平均		最大	
					3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	
h	m	s	sec	max	av	max	av	max	av	max	av	max	av	max	av	max	av	max	av	max	av	max	av	
1	1992	11	18	14 44 ~ 15 8	79	0.209	0.009	31.21	13.28	11.79	7.85	115	5.38	2.1	4.40	8.3	3.54	8.2	282	35	7.0	5	12.8	NV
2	1992	11	24	13 21 ~ 13 50	-	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	174	0.81	8.8	2.68	8.3	2.11	8.1	253	37	3.0	345	7.8	S
3	1992	11	27	13 38 ~ 15 8	209	0.201	0.044	14.78	3.82	12.80	7.95	102	4.58	9.8	0.28	8.0	2.80	7.5	288	28	11.0	78	13.6	NV
4	1992	12	12	10 4 ~ 10 35	84	0.258	0.111	84.00	20.58	18.06	10.07	283	0.95	9.3	4.89	8.4	0.78	8.2	273	25	14.0	353	19.2	NV
5	1992	12	22	14 40 ~ 14 58	82	0.358	0.183	119.38	28.74	13.23	8.28	297	13.10	5.89	9.0	5.48	9.9	278	34	20.0	312	13.8	V	
6	1993	1	20	15 50 ~ 18 21	109	0.218	0.118	29.72	12.53	15.82	9.51	277	8.80	8.3	5.22	9.1	1.21	8.7	285	25	15.0	27	16.5	NV
7	1993	2	8	14 45 ~ 14 58	81	0.471	0.220	117.89	37.82	18.31	11.79	304	6.51	8.8	5.60	9.4	4.51	9.2	283	28	25.5	330	18.7	NV

回数	年	月	日	時刻	波高	水深	今回の観測地点										算定値の地点別									
							平均		最大		平均		最大		平均		最大		平均		最大		平均		最大	
							3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	3/4波	
h	m	s	sec	max	av	max	av	max	av	max	av	max	av	max	av	max	av	max	av	max	av	max	av			
1	1992	11	18	0.15	3.00	5.00	5.84	5.16	0.050	185	1.04	1.00	1.00	2.05	100	1.52	1.718	0.033	-	-	-	-	-			
2	1992	11	24	0.17	1.80	5.00	5.82	5.18	0.051	185	1.03	1.00	1.00	2.05	100	1.52	2.867	0.020	-	-	-	-	-			
3	1992	11	27	0.18	3.00	5.00	5.82	5.18	0.050	185	1.01	1.00	1.00	2.03	100	0.71	2.100	0.033	-	-	-	-	-			
4	1992	12	12	0.09	3.00	5.00	5.91	5.09	0.040	185	1.04	1.00	1.00	3.83	100	1.40	1.628	0.035	0.073	281.0	-	-	-			
5	1992	12	22	0.31	3.00	5.00	5.89	5.31	0.035	185	1.15	1.00	1.00	7.78	100	1.12	1.953	0.031	12.000	2.4	-	-	-			
6	1993	1	20	0.28	3.00	5.00	5.72	5.28	0.045	185	1.08	1.00	1.00	3.00	100	1.35	1.487	0.033	1.900	6.6	-	-	-			
7	1993	2	8	0.30	3.00	5.00	5.70	5.30	0.040	185	1.20	1.00	1.00	3.75	100	1.41	1.518	0.028	1.950	36.1	-	-	-			

回数	年	月	日	測定 工事実施時刻	水深 h	hc	h	h/H0	沖側 水深 h1	堤内 水深 h2	堤外 水深 h3	堤内 水深 h4	堤外 水深 h5	堤内 水深 h6	堤外 水深 h7	堤内 水深 h8	堤外 水深 h9	堤内 水深 h10	堤外 水深 h11	堤内 水深 h12	堤外 水深 h13	堤内 水深 h14	堤外 水深 h15	堤内 水深 h16	堤外 水深 h17	堤内 水深 h18	堤外 水深 h19	堤内 水深 h20	堤外 水深 h21	堤内 水深 h22	堤外 水深 h23	堤内 水深 h24	堤外 水深 h25	堤内 水深 h26	堤外 水深 h27	堤内 水深 h28	堤外 水深 h29	堤内 水深 h30	堤外 水深 h31	堤内 水深 h32	堤外 水深 h33	堤内 水深 h34	堤外 水深 h35	堤内 水深 h36	堤外 水深 h37	堤内 水深 h38	堤外 水深 h39	堤内 水深 h40	堤外 水深 h41	堤内 水深 h42	堤外 水深 h43	堤内 水深 h44	堤外 水深 h45	堤内 水深 h46	堤外 水深 h47	堤内 水深 h48	堤外 水深 h49	堤内 水深 h50	堤外 水深 h51	堤内 水深 h52	堤外 水深 h53	堤内 水深 h54	堤外 水深 h55	堤内 水深 h56	堤外 水深 h57	堤内 水深 h58	堤外 水深 h59	堤内 水深 h60	堤外 水深 h61	堤内 水深 h62	堤外 水深 h63	堤内 水深 h64	堤外 水深 h65	堤内 水深 h66	堤外 水深 h67	堤内 水深 h68	堤外 水深 h69	堤内 水深 h70	堤外 水深 h71	堤内 水深 h72	堤外 水深 h73	堤内 水深 h74	堤外 水深 h75	堤内 水深 h76	堤外 水深 h77	堤内 水深 h78	堤外 水深 h79	堤内 水深 h80	堤外 水深 h81	堤内 水深 h82	堤外 水深 h83	堤内 水深 h84	堤外 水深 h85	堤内 水深 h86	堤外 水深 h87	堤内 水深 h88	堤外 水深 h89	堤内 水深 h90	堤外 水深 h91	堤内 水深 h92	堤外 水深 h93	堤内 水深 h94	堤外 水深 h95	堤内 水深 h96	堤外 水深 h97	堤内 水深 h98	堤外 水深 h99	堤内 水深 h100	堤外 水深 h101	堤内 水深 h102	堤外 水深 h103	堤内 水深 h104	堤外 水深 h105	堤内 水深 h106	堤外 水深 h107	堤内 水深 h108	堤外 水深 h109	堤内 水深 h110	堤外 水深 h111	堤内 水深 h112	堤外 水深 h113	堤内 水深 h114	堤外 水深 h115	堤内 水深 h116	堤外 水深 h117	堤内 水深 h118	堤外 水深 h119	堤内 水深 h120	堤外 水深 h121	堤内 水深 h122	堤外 水深 h123	堤内 水深 h124	堤外 水深 h125	堤内 水深 h126	堤外 水深 h127	堤内 水深 h128	堤外 水深 h129	堤内 水深 h130	堤外 水深 h131	堤内 水深 h132	堤外 水深 h133	堤内 水深 h134	堤外 水深 h135	堤内 水深 h136	堤外 水深 h137	堤内 水深 h138	堤外 水深 h139	堤内 水深 h140	堤外 水深 h141	堤内 水深 h142	堤外 水深 h143	堤内 水深 h144	堤外 水深 h145	堤内 水深 h146	堤外 水深 h147	堤内 水深 h148	堤外 水深 h149	堤内 水深 h150	堤外 水深 h151	堤内 水深 h152	堤外 水深 h153	堤内 水深 h154	堤外 水深 h155	堤内 水深 h156	堤外 水深 h157	堤内 水深 h158	堤外 水深 h159	堤内 水深 h160	堤外 水深 h161	堤内 水深 h162	堤外 水深 h163	堤内 水深 h164	堤外 水深 h165	堤内 水深 h166	堤外 水深 h167	堤内 水深 h168	堤外 水深 h169	堤内 水深 h170	堤外 水深 h171	堤内 水深 h172	堤外 水深 h173	堤内 水深 h174	堤外 水深 h175	堤内 水深 h176	堤外 水深 h177	堤内 水深 h178	堤外 水深 h179	堤内 水深 h180	堤外 水深 h181	堤内 水深 h182	堤外 水深 h183	堤内 水深 h184	堤外 水深 h185	堤内 水深 h186	堤外 水深 h187	堤内 水深 h188	堤外 水深 h189	堤内 水深 h190	堤外 水深 h191	堤内 水深 h192	堤外 水深 h193	堤内 水深 h194	堤外 水深 h195	堤内 水深 h196	堤外 水深 h197	堤内 水深 h198	堤外 水深 h199	堤内 水深 h200	堤外 水深 h201	堤内 水深 h202	堤外 水深 h203	堤内 水深 h204	堤外 水深 h205	堤内 水深 h206	堤外 水深 h207	堤内 水深 h208	堤外 水深 h209	堤内 水深 h210	堤外 水深 h211	堤内 水深 h212	堤外 水深 h213	堤内 水深 h214	堤外 水深 h215	堤内 水深 h216	堤外 水深 h217	堤内 水深 h218	堤外 水深 h219	堤内 水深 h220	堤外 水深 h221	堤内 水深 h222	堤外 水深 h223	堤内 水深 h224	堤外 水深 h225	堤内 水深 h226	堤外 水深 h227	堤内 水深 h228	堤外 水深 h229	堤内 水深 h230	堤外 水深 h231	堤内 水深 h232	堤外 水深 h233	堤内 水深 h234	堤外 水深 h235	堤内 水深 h236	堤外 水深 h237	堤内 水深 h238	堤外 水深 h239	堤内 水深 h240	堤外 水深 h241	堤内 水深 h242	堤外 水深 h243	堤内 水深 h244	堤外 水深 h245	堤内 水深 h246	堤外 水深 h247	堤内 水深 h248	堤外 水深 h249	堤内 水深 h250	堤外 水深 h251	堤内 水深 h252	堤外 水深 h253	堤内 水深 h254	堤外 水深 h255	堤内 水深 h256	堤外 水深 h257	堤内 水深 h258	堤外 水深 h259	堤内 水深 h260	堤外 水深 h261	堤内 水深 h262	堤外 水深 h263	堤内 水深 h264	堤外 水深 h265	堤内 水深 h266	堤外 水深 h267	堤内 水深 h268	堤外 水深 h269	堤内 水深 h270	堤外 水深 h271	堤内 水深 h272	堤外 水深 h273	堤内 水深 h274	堤外 水深 h275	堤内 水深 h276	堤外 水深 h277	堤内 水深 h278	堤外 水深 h279	堤内 水深 h280	堤外 水深 h281	堤内 水深 h282	堤外 水深 h283	堤内 水深 h284	堤外 水深 h285	堤内 水深 h286	堤外 水深 h287	堤内 水深 h288	堤外 水深 h289	堤内 水深 h290	堤外 水深 h291	堤内 水深 h292	堤外 水深 h293	堤内 水深 h294	堤外 水深 h295	堤内 水深 h296	堤外 水深 h297	堤内 水深 h298	堤外 水深 h299	堤内 水深 h300	堤外 水深 h301	堤内 水深 h302	堤外 水深 h303	堤内 水深 h304	堤外 水深 h305	堤内 水深 h306	堤外 水深 h307	堤内 水深 h308	堤外 水深 h309	堤内 水深 h310	堤外 水深 h311	堤内 水深 h312	堤外 水深 h313	堤内 水深 h314	堤外 水深 h315	堤内 水深 h316	堤外 水深 h317	堤内 水深 h318	堤外 水深 h319	堤内 水深 h320	堤外 水深 h321	堤内 水深 h322	堤外 水深 h323	堤内 水深 h324	堤外 水深 h325	堤内 水深 h326	堤外 水深 h327	堤内 水深 h328	堤外 水深 h329	堤内 水深 h330	堤外 水深 h331	堤内 水深 h332	堤外 水深 h333	堤内 水深 h334	堤外 水深 h335	堤内 水深 h336	堤外 水深 h337	堤内 水深 h338	堤外 水深 h339	堤内 水深 h340	堤外 水深 h341	堤内 水深 h342	堤外 水深 h343	堤内 水深 h344	堤外 水深 h345	堤内 水深 h346	堤外 水深 h347	堤内 水深 h348	堤外 水深 h349	堤内 水深 h350	堤外 水深 h351	堤内 水深 h352	堤外 水深 h353	堤内 水深 h354	堤外 水深 h355	堤内 水深 h356	堤外 水深 h357	堤内 水深 h358	堤外 水深 h359	堤内 水深 h360	堤外 水深 h361	堤内 水深 h362	堤外 水深 h363	堤内 水深 h364	堤外 水深 h365	堤内 水深 h366	堤外 水深 h367	堤内 水深 h368	堤外 水深 h369	堤内 水深 h370	堤外 水深 h371	堤内 水深 h372	堤外 水深 h373	堤内 水深 h374	堤外 水深 h375	堤内 水深 h376	堤外 水深 h377	堤内 水深 h378	堤外 水深 h379	堤内 水深 h380	堤外 水深 h381	堤内 水深 h382	堤外 水深 h383	堤内 水深 h384	堤外 水深 h385	堤内 水深 h386	堤外 水深 h387	堤内 水深 h388	堤外 水深 h389	堤内 水深 h390	堤外 水深 h391	堤内 水深 h392	堤外 水深 h393	堤内 水深 h394	堤外 水深 h395	堤内 水深 h396	堤外 水深 h397	堤内 水深 h398	堤外 水深 h399	堤内 水深 h400	堤外 水深 h401	堤内 水深 h402	堤外 水深 h403	堤内 水深 h404	堤外 水深 h405	堤内 水深 h406	堤外 水深 h407	堤内 水深 h408	堤外 水深 h409	堤内 水深 h410	堤外 水深 h411	堤内 水深 h412	堤外 水深 h413	堤内 水深 h414	堤外 水深 h415	堤内 水深 h416	堤外 水深 h417	堤内 水深 h418	堤外 水深 h419	堤内 水深 h420	堤外 水深 h421	堤内 水深 h422	堤外 水深 h423	堤内 水深 h424	堤外 水深 h425	堤内 水深 h426	堤外 水深 h427	堤内 水深 h428	堤外 水深 h429	堤内 水深 h430	堤外 水深 h431	堤内 水深 h432	堤外 水深 h433	堤内 水深 h434	堤外 水深 h435	堤内 水深 h436	堤外 水深 h437	堤内 水深 h438	堤外 水深 h439	堤内 水深 h440	堤外 水深 h441	堤内 水深 h442	堤外 水深 h443	堤内 水深 h444	堤外 水深 h445	堤内 水深 h446	堤外 水深 h447	堤内 水深 h448	堤外 水深 h449	堤内 水深 h450	堤外 水深 h451	堤内 水深 h452	堤外 水深 h453	堤内 水深 h454	堤外 水深 h455	堤内 水深 h456	堤外 水深 h457	堤内 水深 h458	堤外 水深 h459	堤内 水深 h460	堤外 水深 h461	堤内 水深 h462	堤外 水深 h463	堤内 水深 h464	堤外 水深 h465	堤内 水深 h466	堤外 水深 h467	堤内 水深 h468	堤外 水深 h469	堤内 水深 h470	堤外 水深 h471	堤内 水深 h472	堤外 水深 h473	堤内 水深 h474	堤外 水深 h475	堤内 水深 h476	堤外 水深 h477	堤内 水深 h478	堤外 水深 h479	堤内 水深 h480	堤外 水深 h481	堤内 水深 h482	堤外 水深 h483	堤内 水深 h484	堤外 水深 h485	堤内 水深 h486	堤外 水深 h487	堤内 水深 h488	堤外 水深 h489	堤内 水深 h490	堤外 水深 h491	堤内 水深 h492	堤外 水深 h493	堤内 水深 h494	堤外 水深 h495	堤内 水深 h496	堤外 水深 h497	堤内 水深 h498	堤外 水深 h499	堤内 水深 h500	堤外 水深 h501	堤内 水深 h502	堤外 水深 h503	堤内 水深 h504	堤外 水深 h505	堤内 水深 h506	堤外 水深 h507	堤内 水深 h508	堤外 水深 h509	堤内 水深 h510	堤外 水深 h511	堤内 水深 h512	堤外 水深 h513	堤内 水深 h514	堤外 水深 h515	堤内 水深 h516	堤外 水深 h517	堤内 水深 h518	堤外 水深 h519	堤内 水深 h520	堤外 水深 h521	堤内 水深 h522	堤外 水深 h523	堤内 水深 h524	堤外 水深 h525	堤内 水深 h526	堤外 水深 h527	堤内 水深 h528	堤外 水深 h529	堤内 水深 h530	堤外 水深 h531	堤内 水深 h532	堤外 水深 h533	堤内 水深 h534	堤外 水深 h535	堤内 水深 h536	堤外 水深 h537	堤内 水深 h538	堤外 水深 h539	堤内 水深 h540	堤外 水深 h541	堤内 水深 h542	堤外 水深 h543	堤内 水深 h544	堤外 水深 h545	堤内 水深 h546	堤外 水深 h547	堤内 水深 h548	堤外 水深 h549	堤内 水深 h550	堤外 水深 h551	堤内 水深 h552	堤外 水深 h553	堤内 水深 h554	堤外 水深 h555	堤内 水深 h556	堤外 水深 h557	堤内 水深 h558	堤外 水深 h559	堤内 水深 h560	堤外 水深 h561	堤内 水深 h562	堤外 水深 h563	堤内 水深 h564	堤外 水深 h565	堤内 水深 h566	堤外 水深 h567	堤内 水深 h568	堤外 水深 h569	堤内 水深 h570	堤外 水深 h571	堤内 水深 h572	堤外 水深 h573	堤内 水深 h574	堤外 水深 h575	堤内 水深 h576	堤外 水深 h577	堤内 水深 h578	堤外 水深 h579	堤内 水深 h580	堤外 水深 h581	堤内 水深 h582	堤外 水深 h583	堤内 水深 h584	堤外 水深 h585	堤内 水深 h586	堤外 水深 h587	堤内 水深 h588	堤外 水深 h589	堤内 水深 h590	堤外 水深 h591	堤内 水深 h592	堤外 水深 h593	堤内 水深 h594	堤外 水深 h595	堤内 水深 h596	堤外 水深 h597	堤内 水深 h598	堤外 水深 h599	堤内 水深 h600	堤外 水深 h601	堤内 水深 h602	堤外 水深 h603	堤内 水深 h604	堤外 水深 h605	堤内 水深 h606	堤外 水深 h607	堤内 水深 h608	堤外 水深 h609	堤内 水深 h610	堤外 水深 h611	堤内 水深 h612	堤外 水深 h613	堤内 水深 h614	堤外 水深 h615	堤内 水深 h616	堤外 水深 h617	堤内 水深 h618	堤外 水深 h619	堤内 水深 h620	堤外 水深 h621	堤内 水深 h622	堤外 水深 h623	堤内 水深 h624	堤外 水深 h625	堤内 水深 h626	堤外 水深 h627	堤内 水深 h628	堤外 水深 h629	堤内 水深 h630	堤外 水深 h631	堤内 水深 h632	堤外 水深 h633	堤内 水深 h634	堤外 水深 h635	堤内 水深 h636	堤外 水深 h637	堤内 水深 h638	堤外 水深 h639	堤内 水深 h640	堤外 水深 h641	堤内 水深 h642	堤外 水深 h643	堤内 水深 h644	堤外 水深 h645	堤内 水深 h646	堤外 水深 h647	堤内 水深 h648	堤外 水深 h649	堤内 水深 h650	堤外 水深 h651	堤内 水深 h652	堤外 水深 h653	堤内 水深 h654	堤外 水深 h655	堤内 水深 h656	堤外 水深 h657	堤内 水深 h658	堤外 水深 h659	堤内 水深 h660	堤外 水深 h661	堤内 水深 h662	堤外 水深 h663	堤内 水深 h664	堤外 水深 h665	堤内 水深 h666	堤外 水深 h667	堤内 水深 h668	堤外 水深 h669	堤内 水深 h670	堤外 水深 h671	堤内 水深 h672	堤外 水深 h673	堤内 水深 h674	堤外 水深 h675	堤内 水深 h676	堤外 水深 h677	堤内 水深 h678	堤外 水深 h679	堤内 水深 h680	堤外 水深 h681	堤内 水深 h682	堤外 水深 h683	堤内 水深 h684	堤外 水深 h685	堤内 水深 h686	堤外 水深 h687	堤内 水深 h688	堤外 水深 h689	堤内 水深 h690	堤外 水深 h691	堤内 水深 h692	堤外 水深 h693	堤内 水深 h694	堤外 水深 h695	堤内 水深 h696	堤外 水深 h697	堤内 水深 h698	堤外 水深 h699	堤内 水深 h700	堤外 水深 h701	堤内 水深 h702	堤外 水深 h703	堤内 水深 h704	堤外 水深 h705	堤内 水深 h706	堤外 水深 h707	堤内 水深 h708	堤外 水深 h709	堤内 水深 h710	堤外 水深 h711	堤内 水深 h712	堤外 水深 h713	堤内 水深 h714	堤外 水深 h715	堤内 水深 h716	堤外 水深 h717	堤内 水深 h718	堤外 水深 h719	堤内 水深 h720	堤外 水深 h721	堤内 水深 h722	堤外 水深 h723	堤内 水深 h724	堤外 水深 h725	堤内 水深 h726	堤外 水深 h727	堤内 水深 h728	堤外 水深 h729	堤内 水深 h730	堤外 水深 h731	堤内 水深 h732	堤外 水深 h733	堤内 水深 h734	堤外 水深 h735	堤内 水深 h736	堤外 水深 h737	堤内 水深 h738	堤外 水深 h739	堤内 水深 h740	堤外 水深 h741	堤内 水深 h742	堤外 水深 h743	堤内 水深 h744	堤外 水深 h745	堤内 水深 h746	堤外 水深 h747	堤内 水深 h748	堤外 水深 h749	堤内 水深 h750	堤外 水深 h751	堤内 水深 h752	堤外 水深 h753	堤内 水深 h754	堤外 水深 h755	堤内 水深 h756	堤外 水深 h757	堤内 水深 h758	堤外 水深 h759	堤内 水深 h760	堤外 水深 h761	堤内 水深 h762	堤外 水深 h763	堤内 水深 h764	堤外 水深 h765	堤内 水深 h766	堤外 水深 h767	堤内 水深 h768	堤外 水深 h769	堤内 水深 h770	堤外 水深 h771	堤内 水深 h772	堤外 水深 h773	堤内 水深 h774	堤外 水深 h775	堤内 水深 h776	堤外 水深
----	---	---	---	--------------	---------	----	---	------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	----------

5. まとめ

本研究による主な結論は次のとおりである。

- ①越波量の最大値と平均値の間には $Q_{\max}=1.83 \times Q_{\text{avg}} + 0.05$ の相関関係の成り立つのがわかった。
- ②越波量の水平分布をみると、天端より3m以上離れた場合の単位面積当たり越波量は指数関数的に減少していることがわかった。
- ③越波流量算定図観測値を比較した結果、 h/H_0 が大きくなるにつれて両者の差が大きくなり、大きいときには数十倍の差があることがわかった。

観測時には風の計測も行っているので、今後、風の影響を加味した越波に対して整備すべき範囲の検討や、ビデオをもとに越波が人や周辺の利用に及ぼす影響をさらに検討するところである。

なお、越波流量算定図については護岸の形式等によっても異なると考えられるので、機会を設け引き続き計測を行い、チェックしていきたい。