



土木研究所資料

第986号

別大国道道路護岸水理模型実験報告書(Ⅱ)

昭和50年3月

建設省土木研究所

別大国道道路護岸水理模型実験報告書(Ⅱ)

河川部 海岸研究室

室 長 橋 本 宏
川 村 公 一

目 次

ま え が き	
第1章 別府湾の自然条件および計画諸元	1
1.1 地 形	2
1.2 風	3
1.3 波 浪	3
1.4 潮 位	4
1.5 地 質	13
1.6 海底勾配	13
1.7 漂 砂	13
第2章 許容越波量	15
第3章 法面消波護岸の模型実験	16
3.1 実験目的	16
3.2 実験条件	16
3.3 実験方法	18
第4章 実験結果	20
4.1 入射波沖波波高と越波量の関係	22
4.2 入射波周期の影響	28
4.3 風の影響	28
4.4 消波工天端ブロック列数(天端幅)の効果	29
4.5 入射波の特性と消波工法先水深の影響	29
4.6 護岸天端高と消波工天端高の効果	29
4.7 各種消波ブロックの効果について	30
4.8 越波の水平飛散分布	34
4.9 護岸断面の検討	34
第5章 まとめ	40
第6章 実験資料	41
6.1 実験資料一覧表	43
6.2 実験資料	44

図 目 次

1. 実験対象地点の概略図	2
2. 別府湾の吹送距離	3
3. 別府湾の屈折図	5
4. 地質柱状断面図	14
5. 実験水路の概要	17
6. 法面消波護岸の断面形状	18
7. 記号説明図	20
8. 波高と越波量の関係	23
9. 越波の水平飛散分布を測定した区間	34
10. 越波量の水平飛散分布	35
11. 各地点における屈折係数	36
12. 各地点における堤脚地盤高と護岸天端高	38

表 目 次

1. 6309台風(昭和38年8月)波浪観測記録	3
2. 大分港異状潮位表	12
3. 大分港潮位偏差表	13
4. 実験ケース一覧表	21
5. 消波工の天端幅	30
6. 許容越波量以下となる護岸断面	39
7. 実験資料一覧表	43
8. 実験資料	44

写 真 目 次

1. 消波ブロックの積み方(テトラポッド)	32
2. " (六脚ブロック)	32
3. " (中空三角ブロック)	33
4. " (三連ブロック)	33

ま え が き

別大国道は、別府～大分間の国道10号線で約7 kmの別府湾に沿う海岸道路である。この国道は別府温泉・野生猿で有名な高崎山ならびに大分新産業都市の発展に伴い、日交通量も55,000台と最近急激に増加し、朝・夕のラッシュ時にはこの4車線道路も渋滞をきたしており、拡幅によって交通容量を増大することが望まれている。しかしこの国道は、西側に国鉄日豊本線の鉄道線路と急勾配の山岳、東側に水深の比較的深い海とにはさまれており地形的な制約により拡幅の建設用地は東側の海岸に求めざるを得ない。

一般に道路護岸の形式には、地域性・道路線形・施工性・安定性及び景観などに加え、海岸からの水理的考慮が重要なものとなる。特に道路としての機能上、打上げ・越波量・波力が護岸断面を決定するうえで重要な要素である。

昨年度と同模型実験では、扶壁式擁壁と異形ブロックを組合せた法面波護岸タイプと直立ブロック堤の空隔でエネルギーを減衰させる堤体消波護岸タイプの2つについて検討した。同一条件のもとでは、堤脚水深が浅い場合には法面消波護岸、堤脚水深が深い場合は堤体消波護岸が有利であり堤体消波護岸では、衝撃揚圧力がかなりあるという結論が得られている。

今年度は、昨年の成果をもとに、法面消波護岸について模型実験を行い、道路護岸断面形状を決定するための一資料を得るとともに、越波量を中心に、水理的特性について解析した。

第1章 別府湾の自然条件および計画諸元

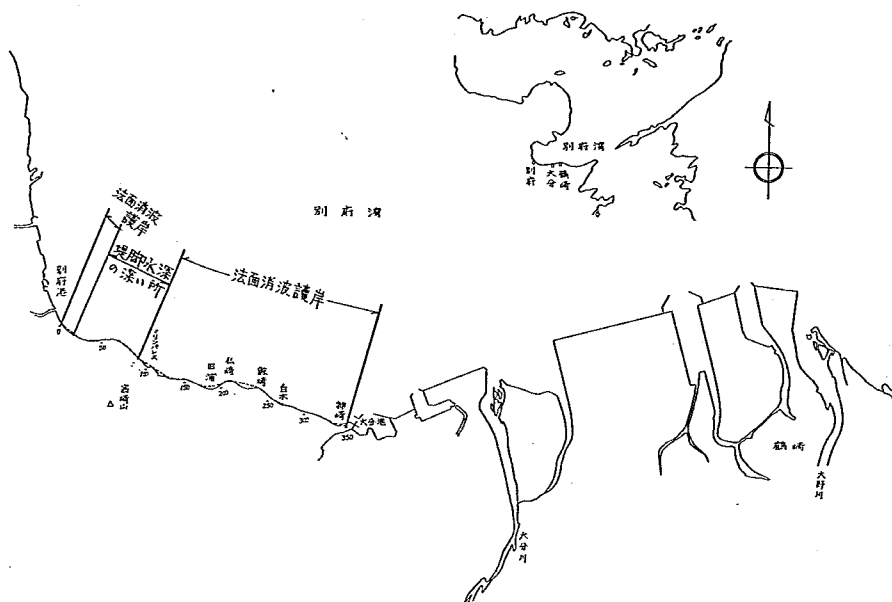


図-1 実験対象地点の概略図

実験の対象とする別大国道の拡幅護岸区間は図-1に示すように、別府港より大分港に至る延長約7kmの区間である。図中の数字は測点番号であり、160～1632までは法面消波護岸タイプ、1633～1686まではケーソン・直立消波ブロック・栈橋タイプ、1687～16350までが法面消波護岸タイプで計画されている。

道路護岸断面の決定にあたり考慮されるべき事項の中で、特に越波量をどの程度の基準にするのか、即ち許容越波量が護岸の断面および構造に大きな影響をおよぼすが、経済性等を総合的に考慮して決定されなければならない。

越波量に関係するものとして、地形、気象、海象、海底状態などが考えられる。これらの自然条件などに関しては多くの報告が出されているが、それらを参考にして実験条件および計画諸元を検討することにする。以下各項目別についてその概要を述べる。

1.1 地 形

図-1に示すように別府湾は、国東半島および佐賀関半島によって形成され、ほぼ東方に湾口が開けて四国と相対し、湾内は比較的急深である。湾背後には標高300～1500mの山に囲まれ、山と同じ勾配で海まで落ちてくる部分もあり、西からの方向の風はさえぎられているかたちである。

1.2 風

海面に風が吹き始めると波は発生し、風速が大きくなり、吹送距離（フェッチ）が長く、あるいは吹送時間が長くなる程、波は大きくなる。

台風時、大分地区の海岸に最も大きな影響を与える波浪は、N～WとN～Eの風によって起されるものであるが、N～W方向はN～E方向に比べて図-2に示すように対岸距離が極めて短い。

大分気象台の記録によるとN～W方向の風速はN～E方向より大きいが、対岸距離から波浪の発生に関する主方向はN～Eであると考えられる。

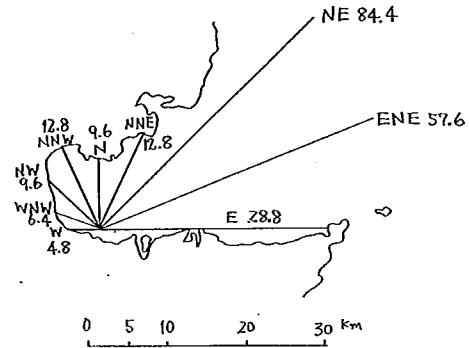


図-2 別府湾の吹送距離

1.3 波 浪

計画波は地形条件、気象条件、構造物の重要性などを考慮して決定する必要がある。まずこの付近で観測された波浪について調べると昭和38年8月に大分および鶴崎において観測されたものがある。この観測値は表-1に示してあるが大分で $H_{1/3}=2.99\text{m}$ 、 $T_{1/3}=7.50\text{sec}$ 、鶴崎で $H_{1/3}=3.27\text{m}$ 、 $T_{1/3}=7.00\text{sec}$ となっている。

表-1 6309台風（昭和38年8月）波浪観測記録

上段：大分地区

下段：鶴崎地区

日 時	時 間	風速	風速 m/sec	潮位 m	有義波 $H_{1/3}$		$1/10$ 最大波 $H_{1/10}$		最大波		摘 要
					波高	周期	波高	周期	波高	周期	
8月9日	10:00	NE	10.0	256	286	7.50	368	7.05	411	7.12	最高潮位
"	11:00	"	15.0	265	232	6.80	290	6.50	425	5.80	
"	12:00	"	16.7	256	280	7.20	384	6.70	559	5.70	
"	13:00	"	21.7	234	270	6.66	435	5.39	519	5.36	最強風時
"	14:00	"	21.7	218	291	7.42	347	7.19	376	7.55	
"	15:00	NNE	21.3	194	263	7.46	334	7.93	361	8.35	
"	16:00	"	15.0	160	301	7.74	391	6.87	394	7.14	"
"	17:00	"	15.0	160	299	7.50	385	7.17	547	6.50	
"	18:00	"	15.0	160	327	7.00	386	7.00	410	7.00	
"	19:00	"	15.0	160	319	6.85	433	6.76	599	6.44	"
"	20:00	"	15.0	160	303	7.70	346	7.90	385	7.26	
"	21:00	"	15.0	160	235	7.70	267	8.20	367	7.10	

推算値については大分港および鶴崎臨海工業地帯の建設に関連して検討がなされている。それによれば台風の進路がほぼ北西の場合には大分で $H_{1/3}=3.55\text{m}$ 、鶴崎で 3.75m という結果が得られている。別大国道の計画地点は大分港よりもさらに西に寄った地点であって、同じ条件で推算してもさらに小さくなると考えられる。

計画波を推算する場合にはどの程度の規模の台風およびコースを対象とするかを検討しなければならないが、これらの点についての十分な検討がなされていないために、ここでは一応計画波として、大分における実測値をもとに $H_{1/3}=3.0\text{m}$ 、 $T=7.0\text{sec}$ として、以下の検討を行なっている。しかし計画波については再度検討する必要がある。

波は沿岸に近づくにつれて屈折し、海岸に直角に入射するようになる。この海岸でも波の主方向がNEと考えられることから屈折の影響についての検討を行なった。波向をNEとし、周期を 7.0sec とした場合の屈折図を図-3に示す。海底地形が一樣でないために海底が凸形になっている場所では波の集中がみられる。これらの地点については計画波として屈折の影響も含めたものと考え、護岸の天端高や堤脚水深も場所ごとに変化しているために、それぞれの地点で必要とする護岸や消波工の断面形状をまず求め、計画断面については場所的に細かく変化させるのではなく、施工性、美観など総合的な観点から決定すればよいであろう。

1.4 潮 位

潮位観測所は、九州地方建設局大分工事々務所管内の鶴崎地区に設置された検潮所と海上保安庁水路部の験潮所があるが、前者においては、昭和11年から同34年まで長期に観測しているので大分港の異常潮位を表-2に示した。

これによれば、既往最高潮位は昭和18年9月の $+3.483\text{m}$ （海図基準面）である。また、潮位偏差については表-3に示すようになっており、最高潮位偏差としては昭和30年9月に生じた 1.5m である。

朔望平均満潮位はT.P.で $+0.9\text{m}$ である。

計画潮位は一般に次のいずれかによって決定される。

- a 既往の最高満潮位とする。
- b 朔望平均満潮位に既往の最大偏差を加えた高さとする。
- c 朔望平均満潮位に推算を用いて計算された潮位偏差を加えた高さとする。

これより、aとbを比較するとaは、 $3.483-1.30=2.183\text{m(T.P)}$ 、bでは、 $(2.20\text{m}-1.30\text{m})+1.50\text{m}=2.40\text{m(T.P)}$ であり、計画潮位は

$$H.W.L+2.40\text{m(T.P)}$$

とするのが妥当であろう。

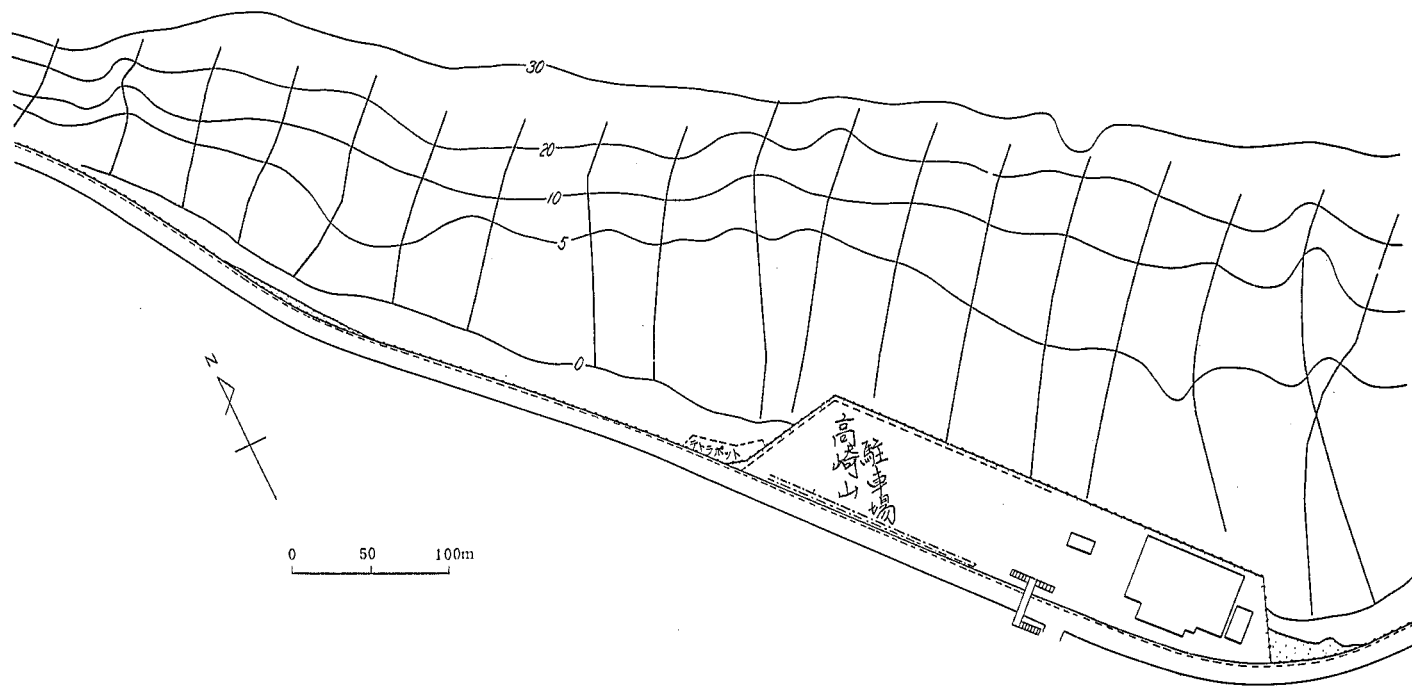


図-3 別府湾の屈折図 NE方向(a)

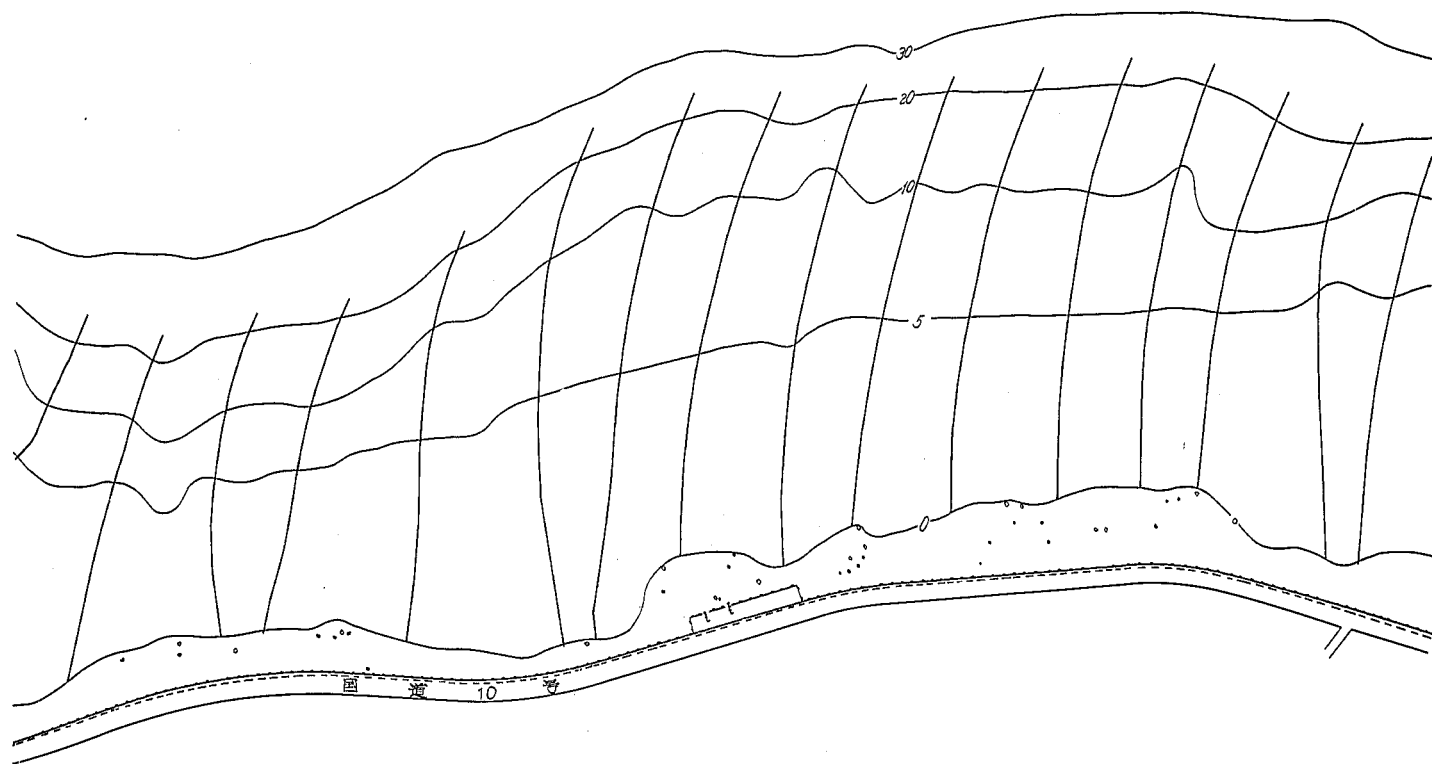


図-3 別府湾の屈折図 NE(b)

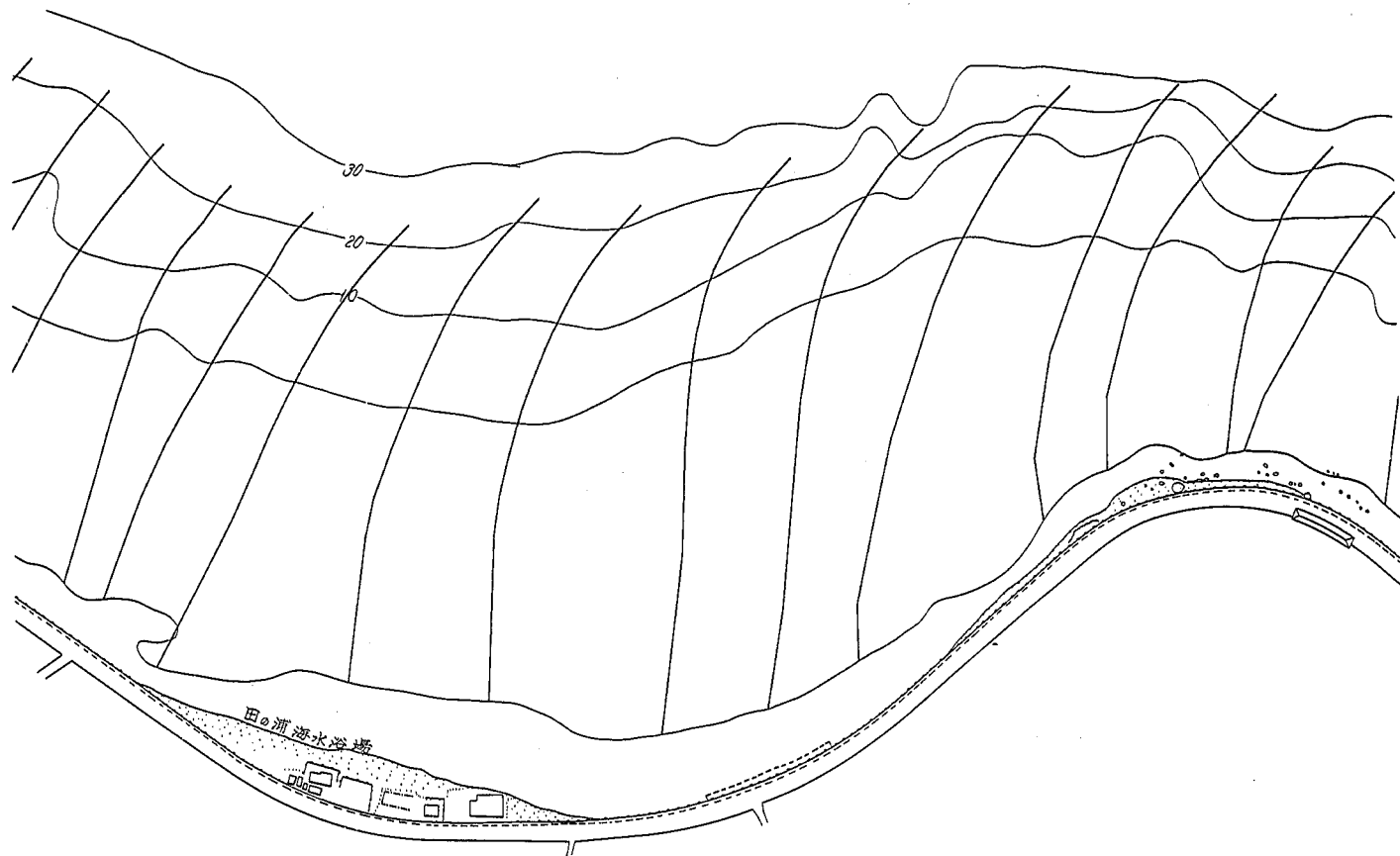


図-3 別府湾の屈折図 NE(c)

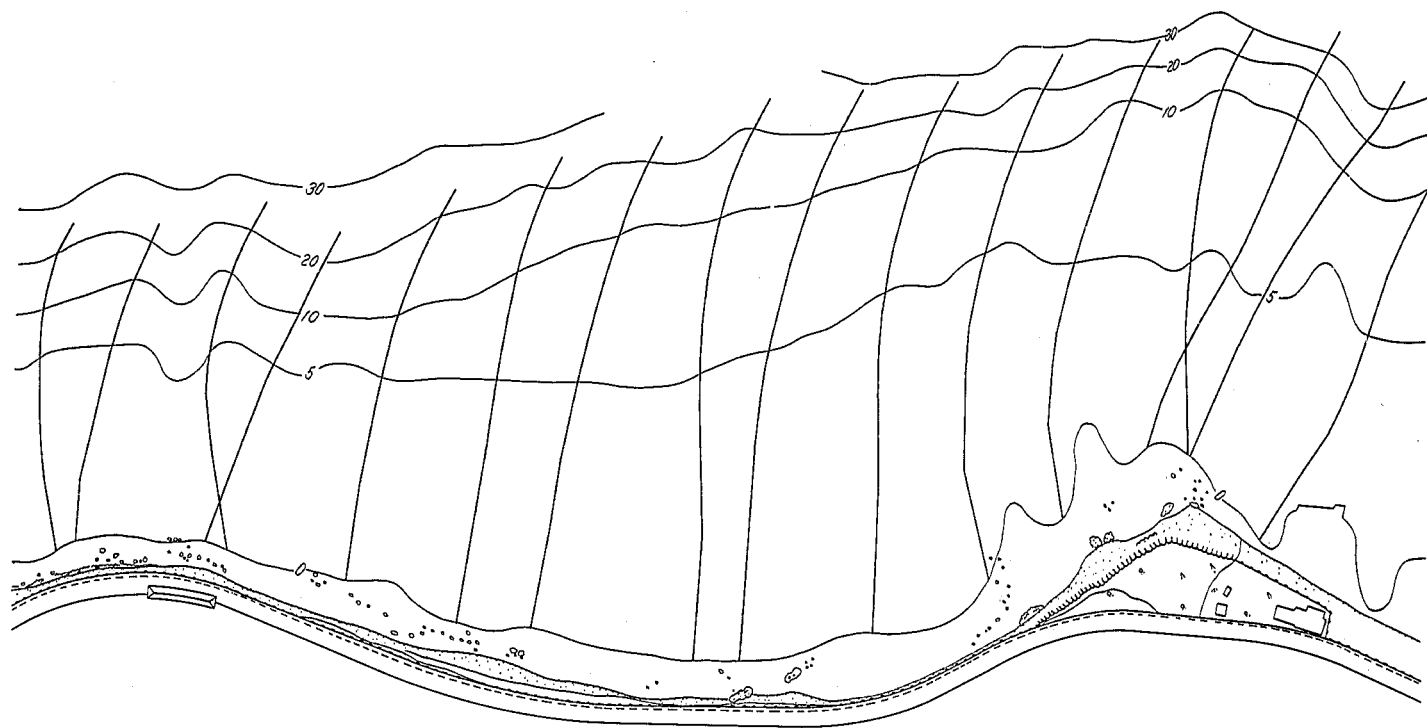


図-3 別府湾の屈折図 N E(d)

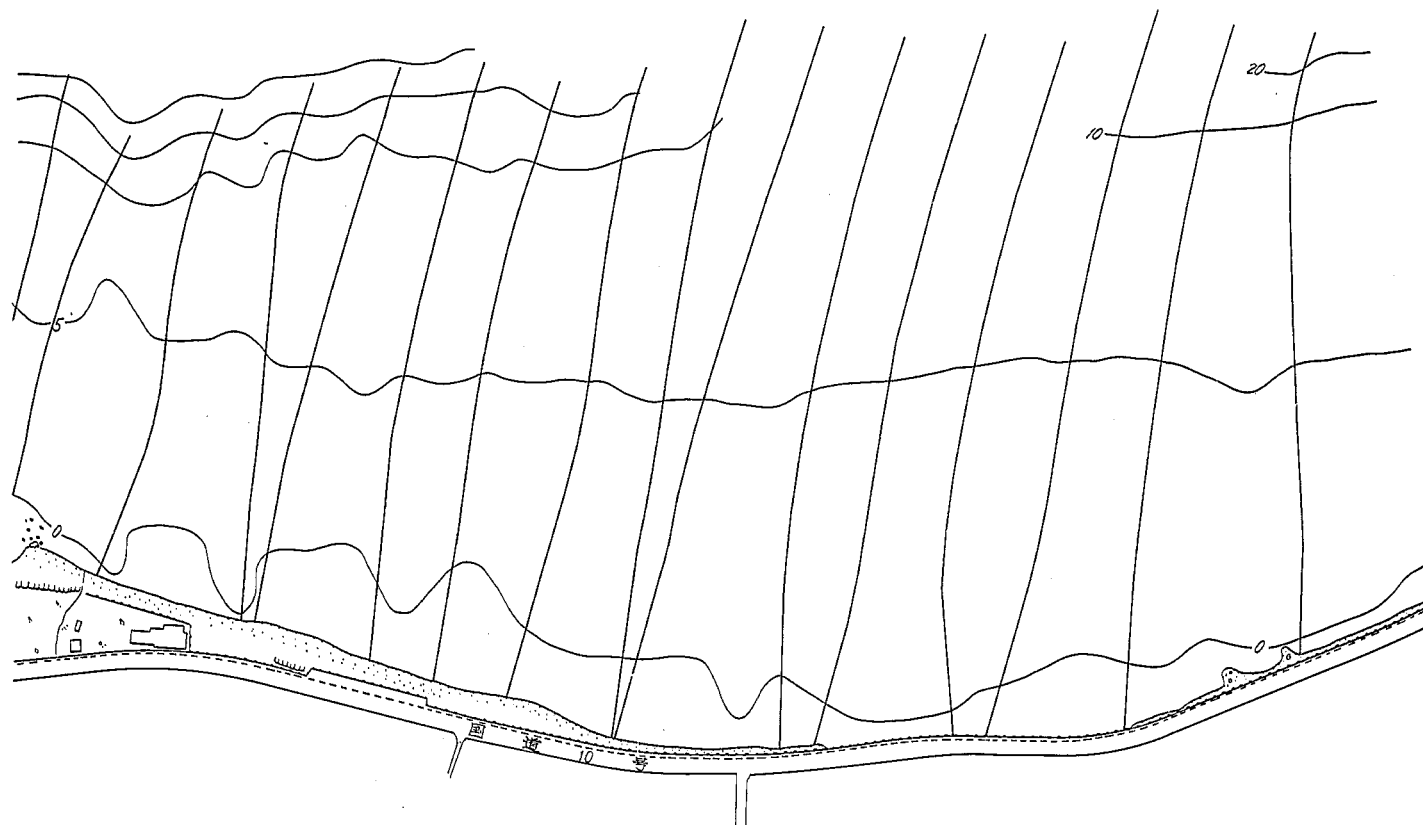


図-3 別府湾の屈折図 NE(e)

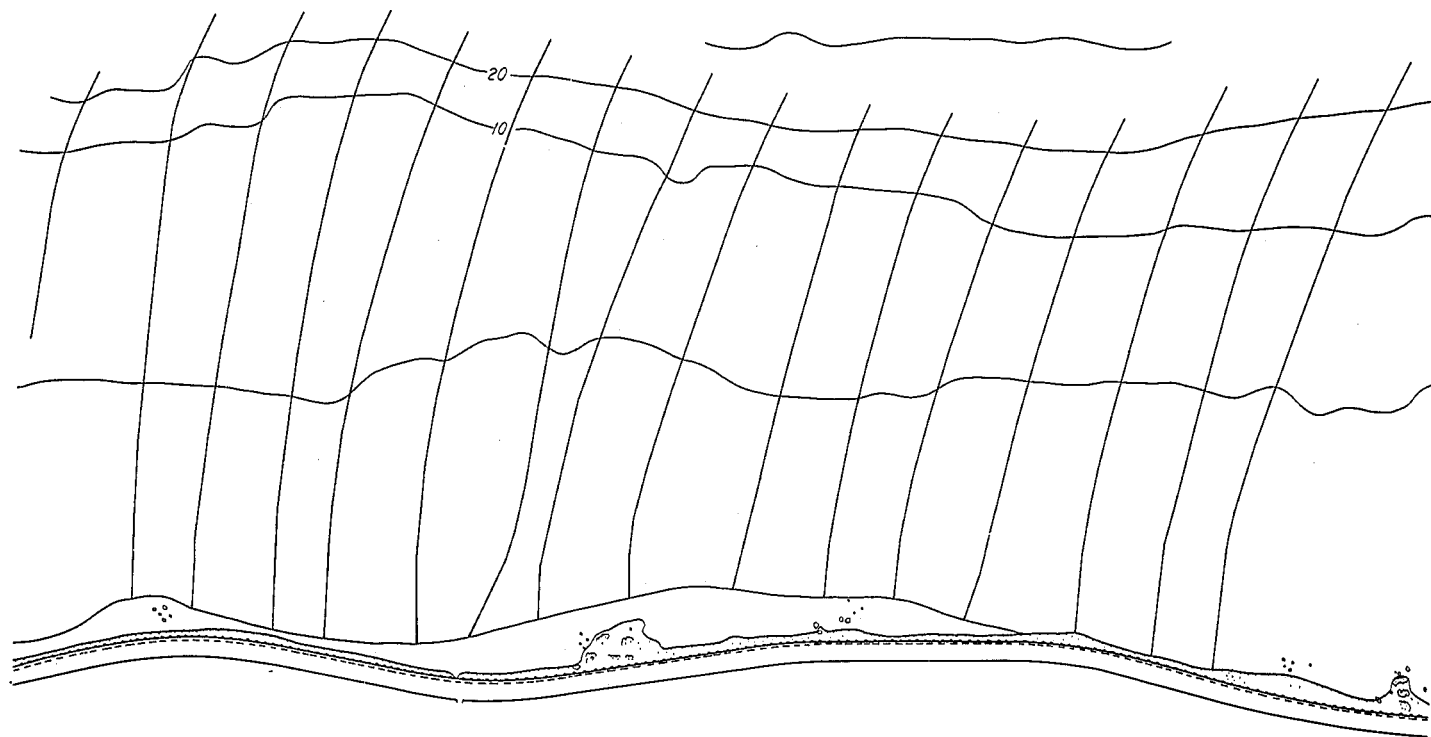


図-3 別府湾の屈折図 NE(f)

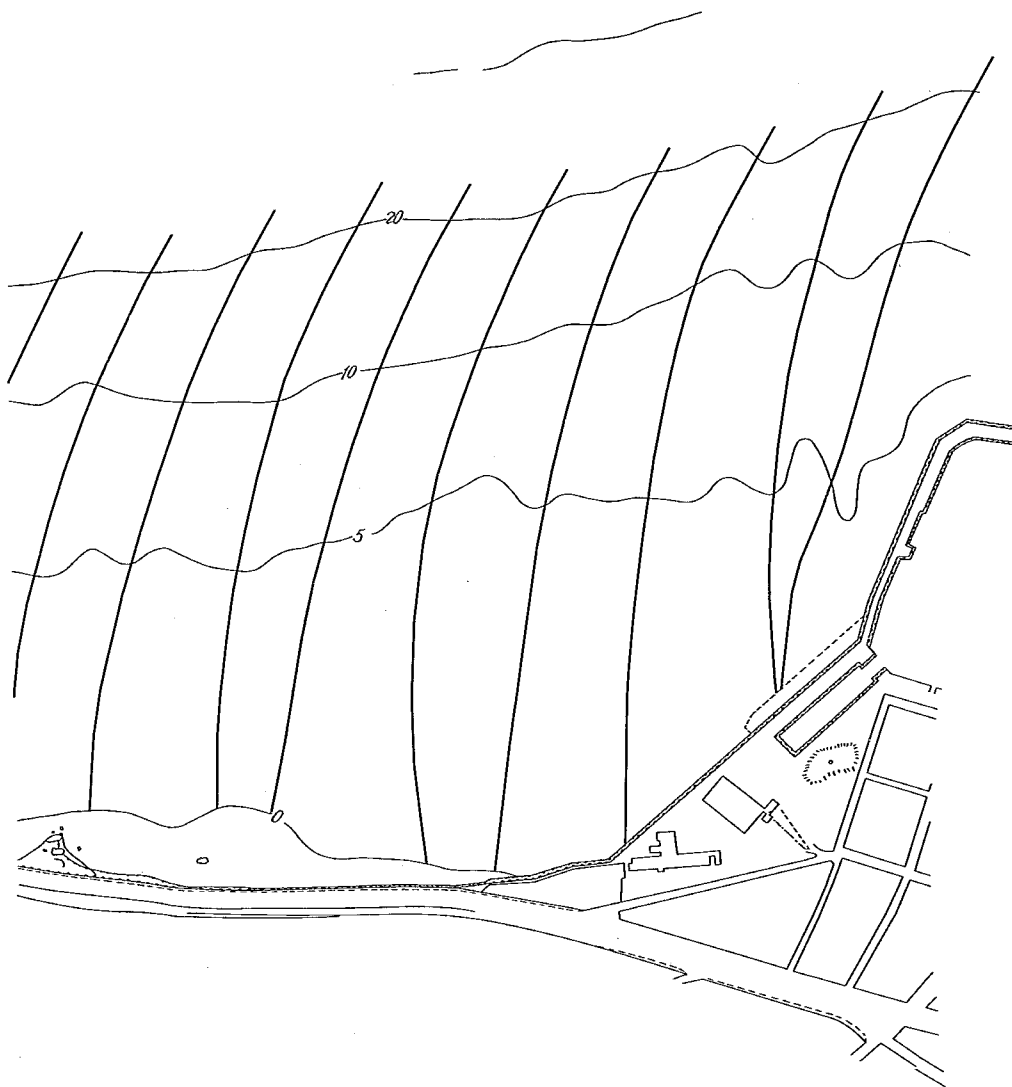


図-3 別府湾の屈折図 N E(g)

表-2 大分港異常潮位表

年 別	1 月			2 月			3 月			4 月			5 月			6 月			7 月			8 月			9 月			10月			11月			12月		
	潮位	日	時分	潮位	日	時分	潮位	日	時分	潮位	日	時分	潮位	日	時分	潮位	日	時分	潮位	日	時分	潮位	日	時分	潮位	日	時分	潮位	日	時分	潮位	日	時分			
昭和	m			m			m			m			m			m			m			m			m			m			m					
11年	2.13	25	9 20	2.24	23	9 0	2.02	24	21 10	2.14	22	21 10				2.23	6	21 40	2.17	5	21 45	2.31	30	19 40	2.52	7	9 0	2.26	1	9 40	2.09	1	10 20			
12	2.00	29	10 10	2.00	13	10 0	2.03	11	7 10	2.07	11	20 45	2.18	12	22 38	2.35	8	20 10	2.45	25	20 0	2.31	8	21 10	2.50	11	10 45	2.24	21	9 10	2.28	19	8 40	2.19	18	9 20
13	1.97	18	10 20	2.17	14	8 18	1.95	6	10 42	2.04	30	20 30	2.20	30	21 20	2.32	29	22 5	2.30	28	21 45	2.30	27	9 30	2.03	13	22 5	2.21	11	9 20	1.95	7	8 10	1.94	23	9 30
14	1.96	7	9 15	2.04	5	8 55	2.15	6	21 15	2.06	21	21 55	2.12	19	20 45	2.18	2	22 0	2.60	23	12 10	2.26	16	21 20	2.23	14	20 40	—		—			—			
15	1.97	26	10 10	2.06	25	9 20	1.91	25	21 35	2.04	22	20 35	2.00	21	20 40	2.03	19	20 50	2.04	6	21 50	2.29	5	21 30	2.27	3	21 10	2.26	3	9 0	2.18	30	8 10	2.10	17	10 0
16	1.90	18	11 50	1.88	12	8 10	2.00	14	9 10	2.09	12	21 30	2.17	11	21 10	2.17	11	22 30	2.40	26	22 20	2.46	23	8 20	2.36	24	10 10	3.23	1	18 30	2.33	21	10 10	2.01	20	9 25
17	1.84	17	8 10	1.95	3	10 0	2.07	5	7 50	2.02	4	22 40	2.11	2	21 40	2.36	30	22 50	2.31	1	23 5	3.16	27	22 0	2.22	26	8 50	2.27	12	9 15	2.04	11	10 0	2.05	11	10 50
18	1.90	8	10 0	2.22	6	9 35	2.22	6	8 20	2.08	7	22 10	2.06	19	20 45	2.30	19	22 30	2.68	24	3 30	2.26	16	21 25	3.48	20	10 10	—		—			—			
29	2.38	4	19 45	2.29	6	11 35	2.61	6	22 5	2.26	5	23 5	2.04	1	20 10	2.18	15	22 10	2.15	30	21 40					2.37	25	8 0	2.24	9	19 5	2.10	9	8 0		
30	1.09	10	10 20	2.19	7	8 40	1.91	6	7 40	2.08	21	20 0	2.34	22	21 45	2.26	18	19 40	2.56	19	21 20	2.14	16	19 55	3.32	30	7 0	2.30	4	10 15	2.05	30	9 0	2.06	1	9 40
31	2.06	18	9 40	2.06	27	9 30	1.70	13	23 0	2.13	25	21 0	2.24	10	21 0	2.25	11	22 50	2.34	6	20 20	2.38	6	20 50	2.41	9	23 20	2.23	21	8 55	2.19	21	10 30	2.01	3	8 35
32	2.14	16	10 0	2.17	16	10 40	2.09	17	21 40	2.10	30	21 0	2.10	1	21 35	2.26	30	22 45	2.30	27	20 40	2.30	21	17 50	3.12	7	7 0	2.21	24	8 55	2.30	11	11 0	2.26	8	9 10
33	2.16	8	10 10	2.24	7	10 25	2.23	6	21 5	2.21	5	21 50	2.22	19	21 35	2.40	17	21 25	2.35	2	21 50	2.31	31	22 25	2.56	15	9 20	2.36	15	9 50	2.38	13	9 50	2.16	26	8 50
34	2.19	10	9 50	2.02	9	9 40	2.29	25	21 35	—			2.26	21	20 35	2.30	21	22 0	2.26	19	21 0	3.20	8	21 0	2.05	17	8 30	2.06	4	9 30	2.08	2	9 10	2.02	15	8 30

表-3 大分港潮位偏差表

年 別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月	12月
昭和11年	0.04m	0.01m	0.22m	0.14m	- m	- m	0.03m	0.15m	0 m	0.06m	0.12m	0.14m
1 2	0.12	0.12	0.05	0.16	0.08	0.12	0.16	0.03	0.70	0.26	0	0.04
1 3	0.25	0.05	0.05	0.18	0.09	0.02	0.10	0.04	0.08	0.08	0.22	0.06
1 4	0.25	0.12	0	0.11	0.10	0.11	0.52	0.13	0.14	-	-	-
1 5	0.23	0.13	0.38	0.20	0.24	0.14	0.25	0.10	0.13	0.19	0.04	1.35
1 6	0.52	0.22	0.20	0.19	0.11	0.08	0.12	0.24	0.02	1.23	0.07	0.20
1 7	0.24	0.17	0.03	0.10	0.16	0.04	0.03	0.83	0.01	0.01	0.25	0.18
1 8	0.33	0.01	0.06	0.03	0.17	0.04	1.05	0.13	-	-	-	-
2 9	0.75	0.90	0.98	0.75	0.48	1.07	0.51	-	-	0.77	0.46	0.42
3 0	0.01	0.31	0.17	0.11	0.21	0.49	0.43	0.06	1.50	0.11	0.04	0.03
3 1	0.34	0.06	0	0.25	0.25	0.20	0.36	0.21	0.48	0.28	0.19	0.14
3 2	0.28	0.52	0.05	0.16	0.10	0.09	0.13	0.60	1.42	0.05	0.37	0.27
3 3	0.15	0.28	0.20	0.07	0.27	0.38	0.27	0.30	0.31	0.11	0.17	0.25
3 4	0.16	0.05	0.24	-	0.17	0.10	1.21	1.39	0.02	0.19	0.18	0.19

1.5 地 質

この地域に分布する地層は、下位より凝灰岩質泥岩、砂岩、凝灰岩等のいわゆる大分群滝尾累層下群部層と呼ばれる新第三紀層が広く分布しており、その上位に高崎山を形成するとみられる安山岩類よりなり、これらはこの地域では一応基礎岩盤として取扱われている。さらにこの上層に粘土混り砂礫層、玉石混り砂礫層および盛土とみられる砂礫層が分布している。

ボーリングの結果を図-4に示しあるが、表層は良質砂礫層である。

1.6 海底勾配

計画地点の水深10mまでの海底勾配は、土木研究所資料第915号（建設省土木研究所、昭和49年3月発行）に示した通り、1/18~1/50であり、それ以深は急に勾配が大きくなっており、湾内は一般に急深で50m等深線が湾内深く入り込んでおり、湾奥の別府付近は70mより深い所もある。

1.7 漂 砂

計画地点には流入河川はないが、大分鶴崎地区には大分川、乙津川および大野川が流入しており大分新産都市建設前までは河口砂洲が発達していた。昭和39年2月26日と昭和48年3月1日に撮影された航空写真より汀線位置の変化を比較し、侵食・堆積状況を調べたが、その差異は明らかでなく、マリンバレス付近の両側で少し汀線が後退しているのがみられた程度であった。

海岸堤防・異形消波ブロック等の大構造物が築造された場合には漂砂の移動も従来の移動と異なり、局所的な堆積・洗堀なども考えられるために、今後、検討する必要がある。

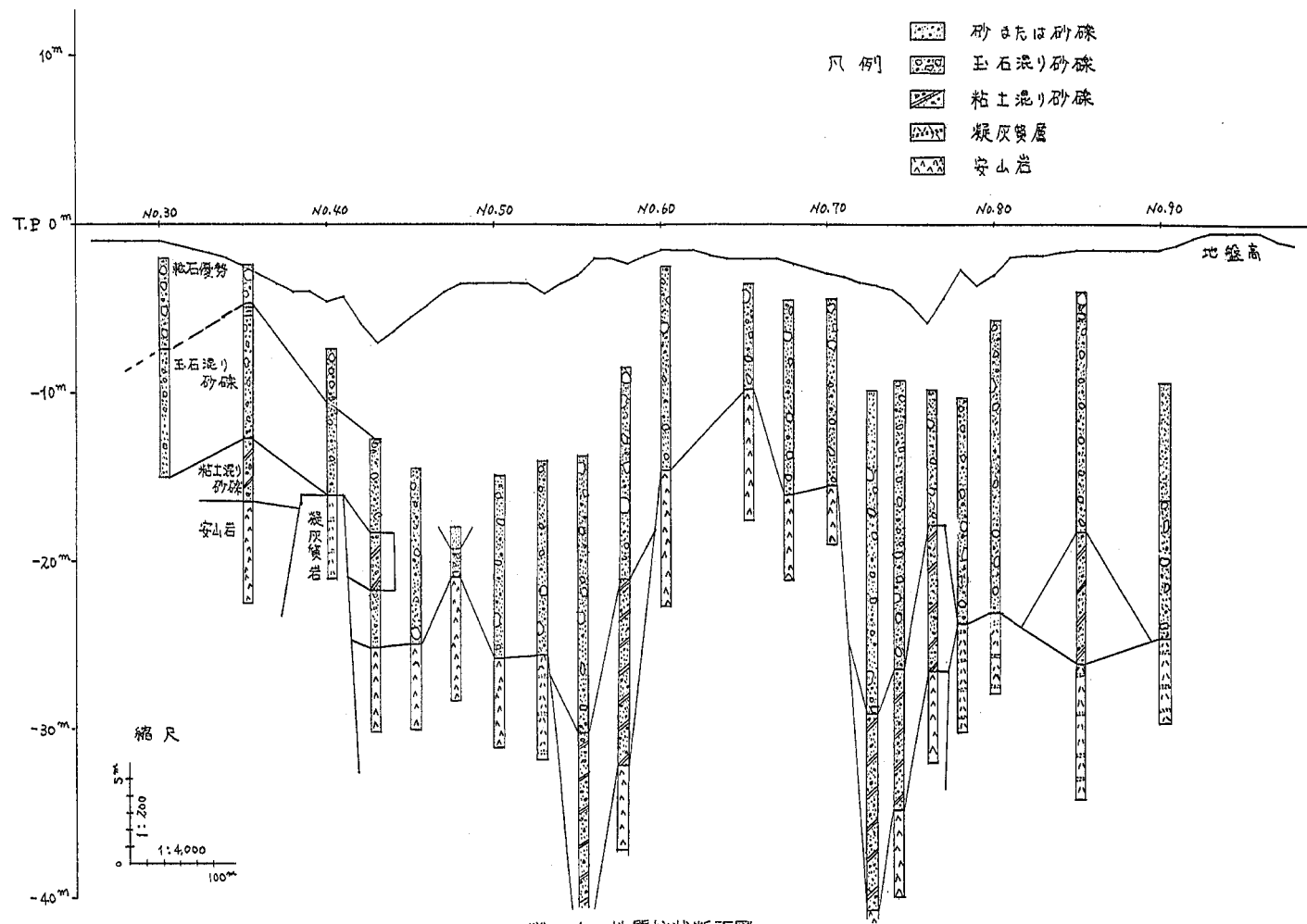


図-4 地質柱状断面図

第2章 許容越波量

護岸あるいは海岸堤防の許容越波量についてはある程度の基準が明らかになっているが、^{1), 2)}海岸道路のそれについてはまだ明らかでなく、この許容越波量をどの程度にするかによって、護岸構造・断面はもとより、人間の歩行、自動車の走行にも大きな影響を及ぼす。

一般に構造物としての護岸が、越波によって被災しないためには、護岸単位長さあたりの毎秒の越波量が $Q=0.2\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{sec}$ を越えなければよいとされている。一方、海岸道路の許容越波量 Q の例として昭和38年に静岡県由比海岸に高速道路が建設され $Q=5\times 10^{-3}\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{sec}$ 以下になるように設計されている。

福田³⁾らによって、現地での越波状況を8mmフィルムに記録しこれを多数の人に見てもらい、いろいろな状況についての判定の結果が報告されている。これによれば、護岸のすぐ背後を人が危険なく歩行する場合には $Q=2\times 10^{-4}\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{sec}$ 以下であれば50%の人が安全であると判定し、 $3\times 10^{-5}\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{sec}$ 以下では90%の人が安全であると考えた。護岸のすぐ背後を高速で自動車が走行する場合には $2\times 10^{-5}\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{sec}$ 以下で50%の人が安全、 $1\times 10^{-6}\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{sec}$ 以下で90%の人が安全であると判定している。また、護岸から10m程度離れた地点では1桁大きくしても良いという結果を得ている。

これらの結果をもとに、この別大国道は、歩道、高速車道があるので許容越波量は $Q=2\times 10^{-4}\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{sec}$ でよいと思われる。このような越波量が暴風時にあってもそれ程自動車の走行には支障ないと思われ、大暴風時には山側車線を供用し、海側車線を交通止にする等の交通規制を行えば、それ程交通には支障がないであろう。

1) 白石直文，遠藤泰司：消波工に関する二，三の問題

第10回海岸工学講演会講演集，土木学会，1963

2) 合田良実：不規則波に対する護岸の期待越波流量について

—第2報—第17回海岸工学講演会論文集，土木学会，1970

3) 福田伸男，宇野俊泰，入江功：防波護岸の越波に関する現地観測（第2報）

第20回海岸工学講演会論文集，土木学会，1973

第3章 法面消波護岸の模型実験

3.1 実験目的

昭和48年度の実験では、別大国道道路護岸の設計に必要な越波量の推定と道路護岸断面形状の適否の判断を目的とした。そして法面消波および堤体消波護岸の越波の防止機能とその効果の検討を行った。(土木研究所資料第915号)

今回の水理模型実験では、前回の実験結果をふまえ、大分工事々務所の実施計画の資料を参考にし、道路護岸の断面形状を決定するための資料を得ることを目的として行った。

道路護岸の法線位置や路面の高さによって種々の護岸設置条件が生ずるため、各地点の最適護岸断面形状を決定するに必要な資料について報告するものであり、この章で取扱う事項は越波防止効果であり、この観点からの資料であることはいうまでもない。

3.2 実験条件

第2章で述べたように、別府湾の自然条件および計画諸元から、本実験では下記のような条件で行った。

実験場所 土木研究所赤羽支所
第二水理実験室 風洞付造波水路 図-5

模型縮尺 1/20

護岸模型 法面消波護岸の断面を図-10に示す。

タイプ分けは護岸堤脚の地盤高によって次のように分類した。

タイプ	堤脚地盤高(T.P.m)
Gタイプ	-1.0 m
G* "	-1.5 m
F "	-2.0 m
F* "	-2.5 m
E "	-3.0 m
D "	-4.0 m

潮 位 H.W.L.T.P.+2.4m

風 速 無風および18m/sec (パラベット天端高上10m)

波の周期 7 sec および8 sec

波 高 2 m ~ 4 m

消波工のブロックの種類 テトラポッド、六脚ブロック、三連ブロック、中空三角ブロック

重量 4 ton, 2層積

基礎捨石 平均粒径 60cm

海底勾配 1/15勾配

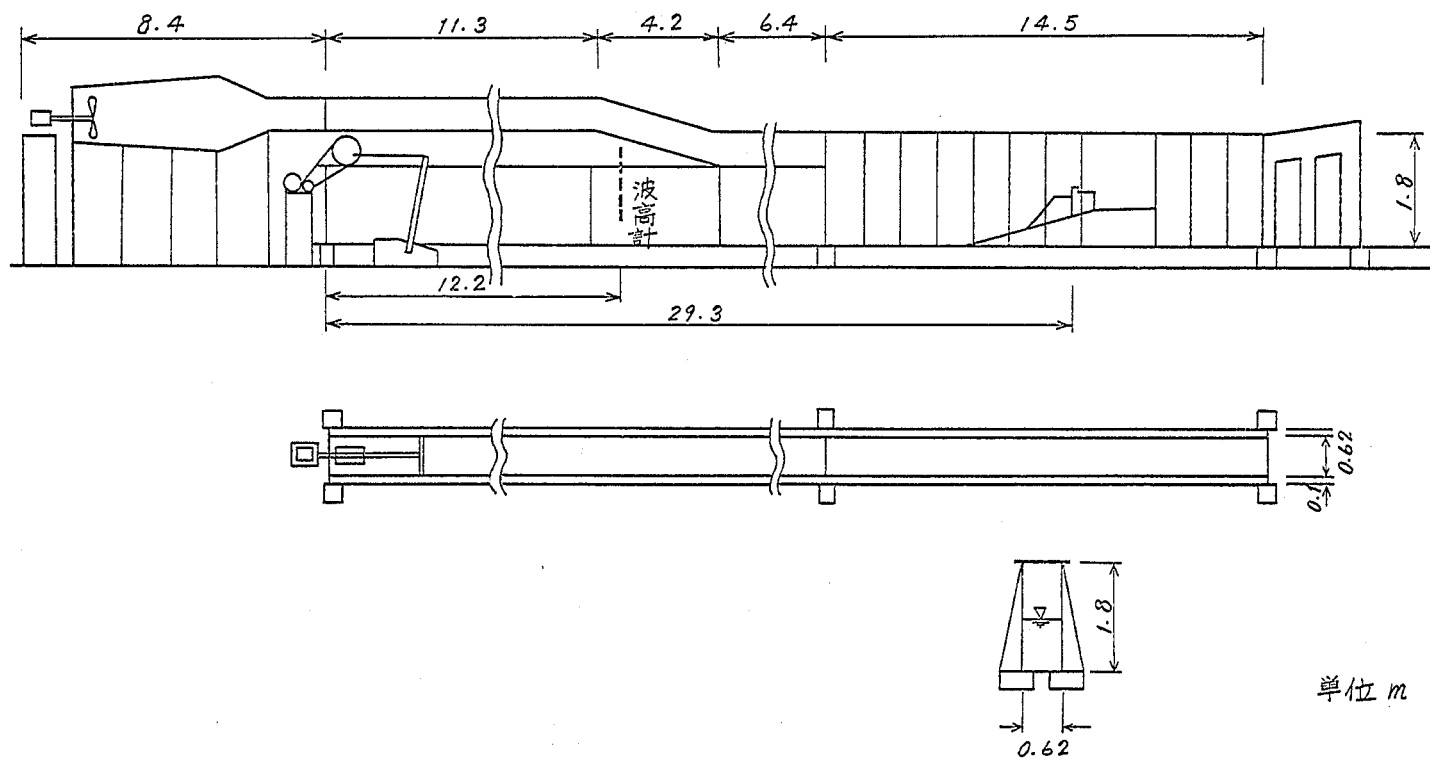
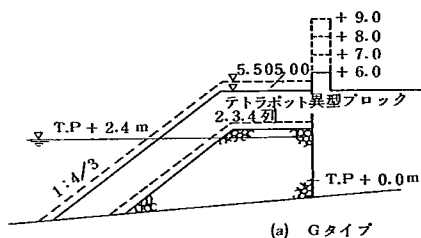
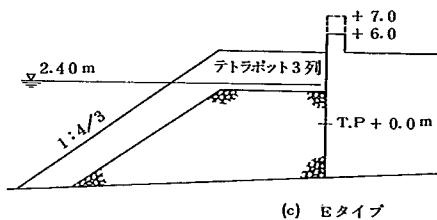


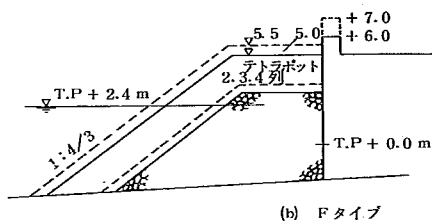
図-5 実験水路の概要



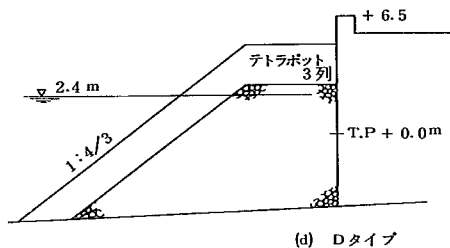
(a) Gタイプ



(c) Eタイプ



(b) Fタイプ



(d) Dタイプ

図-6 法面消波護岸の断面形状(a)

図-6 法面消波護岸の断面形状(b)

3.3 実験方法

a 一般事項

赤羽支所内の風洞付造波水路に木製の海底を勾配 $1/15$ で造りその上に $1/20$ 縮尺の木製護岸を設置した。造波装置はフラッター式のものであり、風洞は水路途中より入っている。この水路の概要は図-5に示した。

模型実験は水路の一端に護岸模型を設置し、それに波を作用させて、入射波高、周期、越波量、風速等の測定を行なった。

b 測定方法

i 波高、周期

図-5に示す位置に抵抗線式波高を取付け、増幅器でその出力を増幅しオシログラフによって記録した。波高、周期は造波板が定常状態になって反射波の影響の入らない6波目から10波目までの5波の波高と周期を読み取り、それを平均して求めた。

ii 越波量

模型護岸断面で、波高が定常状態になり、重複波の影響のない5波による越波を幅50cmの越波採取箱でとり、メシリンダーでその量を読み取った。

iii 消波ブロックの安定

越波量測定時に目測で確認した。

IV 風速

ピトー管とアルコールを用いたマノメーターと風車型風程式風速計で測定した。

V 打上げ、砕波

各波高毎に、カメラで写真撮影して打上げ状況を記録し、砕波点の位置は、護岸堤防からの距離をスケールによって測定した。

c 相似則

ある現象を模型実験によって解明する場合、必ず相似則が成立していなければならない。

A Froude の相似則では速度を V 、長さを L 、重力の加速度を g とし、模型 m 、原型 p の添字で表わすと

$$\frac{V_m}{\sqrt{g_m L_m}} = \frac{V_p}{\sqrt{g_p L_p}} \dots\dots\dots (1)$$

である。ここで $g_m = g_p$ である。(4)式から長さを L 、時間を T 、速度を V 、単位幅、単位時間当りの越波量を Q 、とし、 $L_p/L_m = S$ としそれぞれの量について縮尺を求めると次のようになる。

$$\text{長さ} ; \frac{L_p}{L_m} = S$$

$$\text{時間} ; \frac{T_p}{T_m} = \sqrt{\frac{L_p}{L_m}} = \sqrt{S}$$

$$\text{速度} ; \frac{V_p}{V_m} = \frac{\sqrt{g_p L_p}}{\sqrt{g_m L_m}} = \sqrt{S}$$

$$\text{越波量} ; \frac{Q_p}{Q_m} = \frac{(L_p^2 \cdot V_p) / L_p}{(L_m^2 \cdot V_m) / L_m} = S\sqrt{S}$$

ここで S は模型の長さの縮尺である。

この模型実験は縮尺 $1/S = 1/20$ で行なっているために各量についての縮尺は次のようになる。

$$\text{長さ} \quad L_p/L_m = 1/20$$

$$\text{時間} \quad T_p/T_m = 1/\sqrt{20} = 1/4.47$$

$$\text{速度} \quad V_p/V_m = 1/4.47$$

$$\text{越波量} \quad Q_p/Q_m = 1/89.4$$

$$\text{重量} \quad W_p/W_m = 1/8000$$

第4章 実験結果

海岸護岸の越波に関係する諸要素としては以下に示すようなものが考えられる。

i 波と風の特徴

V : 風速, H_I : 入射波高, L : 波長, T : 周期

ii 消波工築造位置の特性

d : 堤脚水深, h_1 : 消波工先水深, i : 海底勾配 ($\tan \alpha$), 碎波水深 : h_b

iii 海岸護岸の特性

H_c : 静水面からパラベット天端高さ, A : パラベットの天端幅, C : パラベットの形状

iv 消波工の特性

H_r : 静水面から消波工天端高さ, B : 消波工の天端幅, A_w : 1周期あたりの消波工の空隙を満たす水量, 消波ブロックの種類および大きさ。

海岸護岸堤防内への越波量は多くの要素によって変化し複雑であるが, おおむねこの i ~ iv までの項目が考えられる。これより, 単位幅, 単位時間あたりの現地での越波量 Q_4 は,

$$Q_4 = f(V, H_I, L, T, d, h_1, i, h_b, H_c, A, C, H_r, B, A_w, \text{消波ブロックの大きさおよび種類}) \quad (2)$$

で表わされる。

ここで Reynolds 数の影響は越波量におよぼす諸要素に比較して極めて小さく無視してある。

本水理模型実験では, i , A , C , 消波ブロックの種類および大きさを一定にしてある。従って (2) 式は次のようになる。

$$Q_4 = f(V, H_I, L, T, d, h_1, h_b, H_c, H_r, B) \quad (3)$$

(3) 式で T , h_b は H_I と L で決まり, d は h_1 が決まればおのずと決まる。従って (3) 式は,

$$\frac{Q_4}{Q_0} = f\left(\frac{V}{\sqrt{gH_I}}, \frac{H_I}{L}, \frac{h_1}{H_I}, \frac{H_c}{H_I}, \frac{H_r}{H_I}, \frac{B}{H_I}\right) \quad (4)$$

(ただし $Q_0 = H_0 L_0 / 2\pi T$ である。) という無次元化された簡単な式で表わされる。越波の状況と記号の関係を図-7 に示した。

なお, Q_4 は模型実験で越波採取箱で求められた越波量 Q_1 から次のように求まる。

越波量測定値 Q_1

単位幅, 一波あ

たりの越波量

単位幅, 単位時間

あたりの越波量

$$Q_2 = Q_1 \times \frac{1}{0.5 \times 5} \times 10^{-6}$$

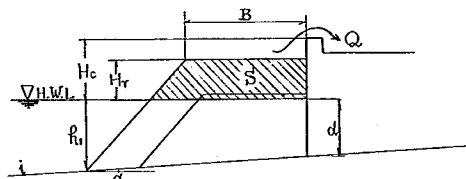
$$Q_3 = Q_2 \times \frac{1}{T}$$

cc

$m^3/m \cdot \text{波}$

$m^3/m \cdot \text{sec}$

図-7 記号説明図



$$\dots\dots\dots (5)$$

表-4 実験ケース一覧表

護岸タイプ	護岸パラベ ット天端高 (m)	消波工 天端高 (m)	消波工 天端幅 (m)	消波工 ブロック の種類	周 期 (sec)	風 速 (m/sec)	図番号
G-2-6-5	T. P+6.0	T. P+5.0	2.80	テトラポッド	7.0, 8.0	18.0	8
G-2-8-5.5	T. P+8.0	T. P+5.5			7.0	18	9
G-2-8-6		T. P+6.0			7.0	18	
G-3-6-5	T. P+6.0	T. P+5.0	4.40	テトラポッド	7.0, 8.0	18.0	10
G-3-7-5.5	T. P+7.0	T. P+5.0			7.0	0	11
G-3-7-5		T. P+5.5			7.0	18	
G-4-6-5	T. P+6.0	T. P+5.0	6.00	テトラポッド	7.0, 8.0	18.0	12
G-4-7-5.5	T. P+7.0	T. P+5.5			7.0	18	13
G-4-7-6		T. P+6.0			7.0	18	
G-4-7-5		T. P+5.0			8.0	18	
G-5-7-5	T. P+7.0	T. P+5.0	7.60	テトラポッド	7.0	18	14
			6.96	六脚ブロック	7.0	18	
			9.30	三連ブロック	7.0	18	
G-6-6-5	T. P+6.0	T. P+5.0	9.20	テトラポッド	7.0	18	15
					7.0	18	
			10.68	中空三角ブロック	7.0	0	
			11.16	三連ブロック	7.0	0	
			8.00	六脚ブロック	7.0	0	
G*-2-6-8	T. P+8.0	T. P+6.0	2.80	テトラポッド	7.0	18	16
G*-2-8-6.5	T. P+8.0	T. P+6.5			7.0	18	
G*-2-8-6		T. P+6.0			7.0	18	
G*-3-7-5	T. P+7.0	T. P+5.0	4.40	テトラポッド	7.0, 8.0	0	17
G*-4-8-5.5	T. P+8.0	T. P+5.5	6.00	テトラポッド	7.0	18	18
G*-6-6-5	T. P+6.0	T. P+5.0	9.20	テトラポッド	7.0, 8.0	18	19
F-2-6-5	T. P+6.0	T. P+5.0	2.80	テトラポッド	7.0, 8.0	18.0	20
F-3-6-5	T. P+6.0	T. P+5.0	4.40	テトラポッド	7.0	18	21
					7.0, 8.0	0	
	T. P+7.0	T. P+5.0	4.86	六脚ブロック	7.0	0	22
			5.52	中空三角ブロック	7.0	0	
			4.40	テトラポッド	7.0	0	
F-3-6.5-5	T. P+6.5	T. P+5.0	5.52	中空三角ブロック	7.0	0	
F-4-6-5	T. P+6.0	T. P+5.0	6.00	テトラポッド	7.0	18	23
F-4-6-5.5		T. P+5.5			7.0	18	
F-4-7-5	T. P+7.0	T. P+5.0	6.00	テトラポッド	7.0	18	24
F-4-7-6		T. P+6.0			7.0	18	
F-4-6-4.5	T. P+6.0	T. P+4.5	6.00	テトラポッド	7.0	18	25
F-4-6-5		T. P+5.0			7.0	18	
F-4-6.5-5	T. P+6.5	T. P+5.0			7.0	18	
F*-2-8-5.5	T. P+8.0	T. P+5.5	2.80	テトラポッド	7.0	18	26
F*-2-8-5		T. P+5.0			7.0	18	
F*-2-8-4.5		T. P+4.5			7.0	18	
F*-2-7-5	T. P+7.0	T. P+5.0	2.80	テトラポッド	7.0	0	27
F-3-7-5	T. P+7.0	T. P+5.0	4.40		7.0, 8.0	0	
E-3-7-5	T. P+7.0	T. P+5.0	4.40	テトラポッド	7.0, 8.0	0	28
D-4-6.5-5	T. P+6.5	T. P+5.0	6.00	テトラポッド	7.0, 8.0	18	29
D-3-6.5-5	T. P+6.5	T. P+5.0	5.58	三連ブロック	7.0	0	

単位幅, 単位時間 $Q_4 = 20 \sqrt{20} Q_3$ $\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$
あたりの現地越波

量

また, 測定波高 H , 周期 T より, 摩擦を無視すると沖波波高 H_0 は次式で求める。

$$\left. \begin{aligned} H_0 &= H/K_s & K_s &= \sqrt{\frac{1}{2n} \cdot \frac{C_0}{C}} & n &= \frac{1}{2} \left(1 + \frac{2kh}{\sinh 2kh} \right) \\ C_0 &= \frac{g}{2\pi} T & C &= \frac{L}{T} & L &= \frac{gT^2}{2\pi} \tan \frac{2\pi}{L} h & L_0 &= \frac{g}{2\pi} T^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

ここで C は波速, h は波高測定地点での水深, L は波高測定地点の波長, L_0 は沖波波長であり
これらの計算結果は末尾に一括して示してある。

なお図および表に示してある記号の表示は以下のような内容である。例をもって説明す と,

G-2-6-5

では,

護岸断面タイプ	Gタイプ
消波工天端ブロック数	2列
護岸パラベット天端高	$T.P + 6.0\text{m}$
消波工天端高	$T.P + 5.0\text{m}$

となり, G^* は護岸設置堤脚水深は -1.5m , また $*$ のないものは -1.0m であることを示している。

消波工に関する実験のケースについては表-4 にまとめて一表としてある。

4.1 入射波沖波波高と越波量の関係

一般に波高が大きくなると越波量も大きくなる。この波高と越波量の関係を縦軸に現地越波量 ($\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$), 横軸に沖波波高として図-8 ~ 29 までに示してある。この図より各条件について波高がいくらの時に越波量はいくらになるか求めることができる。又, 計画相当沖波波高 $H_0 = 3.0\text{m}$ のときに許容越波量 $Q_4 = 2 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$ 内に入るのかも推定出来る。これについては護岸断面形状の決定で詳しく述べることにする。

これらの図から, 波高の影響は3つの種類に別けて考えられる。第1は, ある波高で越波量が最大となり, それ以上波高が大きくなっても逆に越波量は減少する傾向(図-11, 13など)である。第2は波高が大きくなるとともに越波量は増加する傾向(図-8, 20, 23など)である。最後にデータの不足や越波量のばらつきがあり, 識別することの出来ないものである。第一の波高が増大しても越波量が減少するのは, 入射波が護岸に到達する以前に碎波してしまい, エネルギーが減少するためと考えられる。実験中碎波状況を記録したが, 越波量が最大値を示したところが碎波する限界波高であることがわかった。

第三のばらつきが多いのは, 実験中造波板のモーター回転数を一定にすることがむずかしく, 周期に多少のばらつきがあるためであろう。

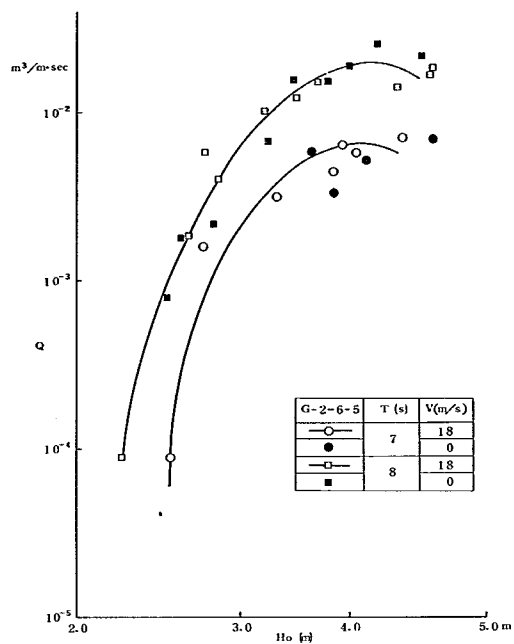


図-8 波高と越波量の関係(1)

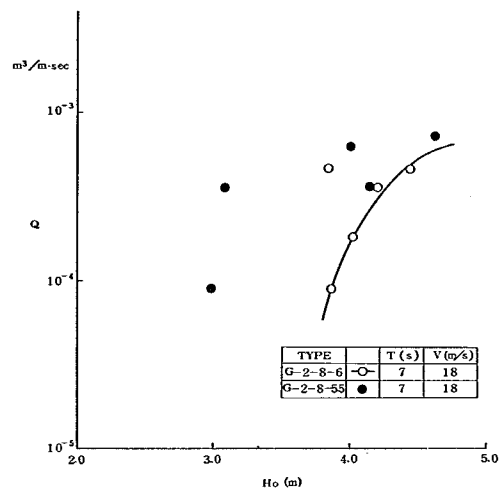


図-9 波高と越波量の関係(2)

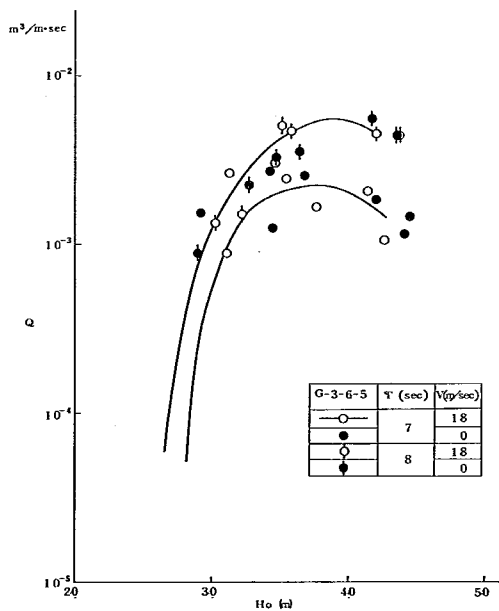


図-10 波高と越波量の関係(3)

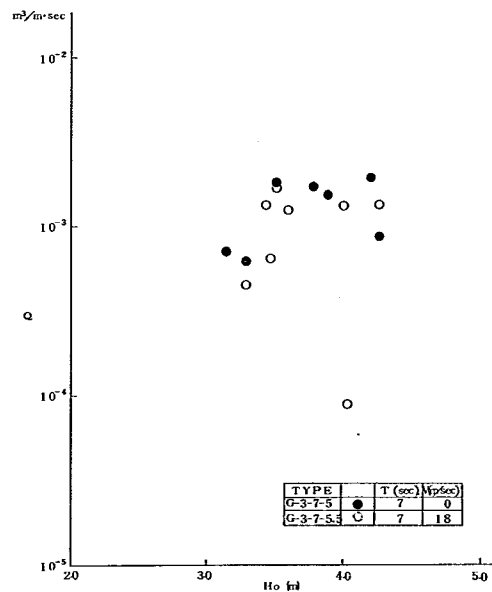


図-11 波高と越波量の関係(4)

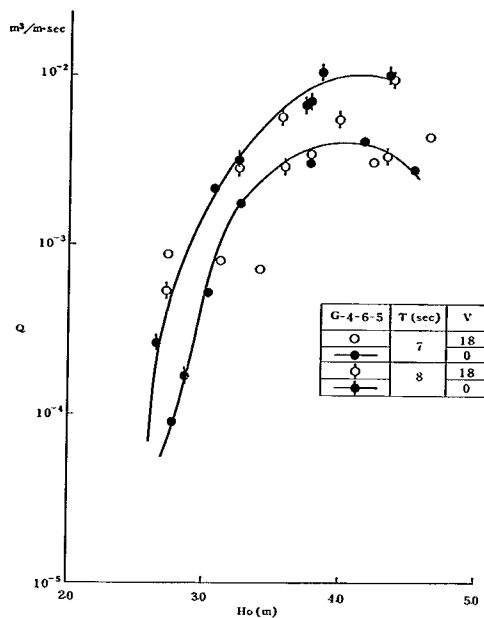


図-12 波高と越波量の関係(5)

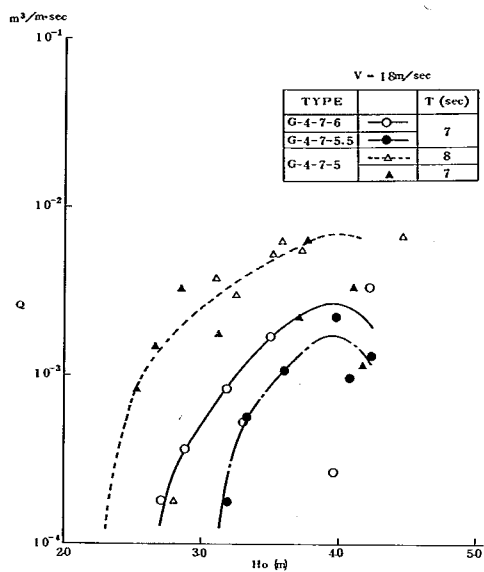


図-13 波高と越波量の関係(6)

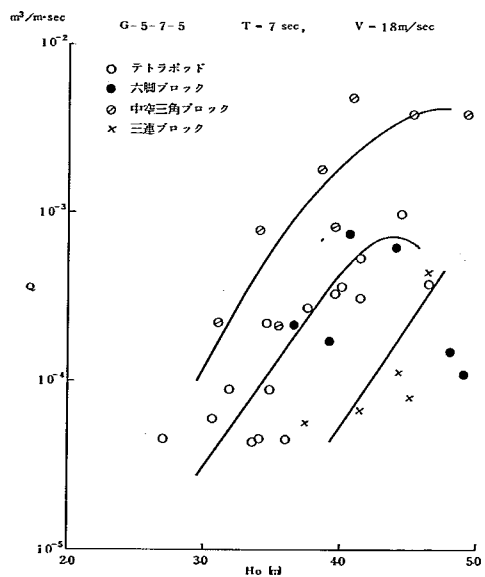


図-14 波高と越波量の関係(7)

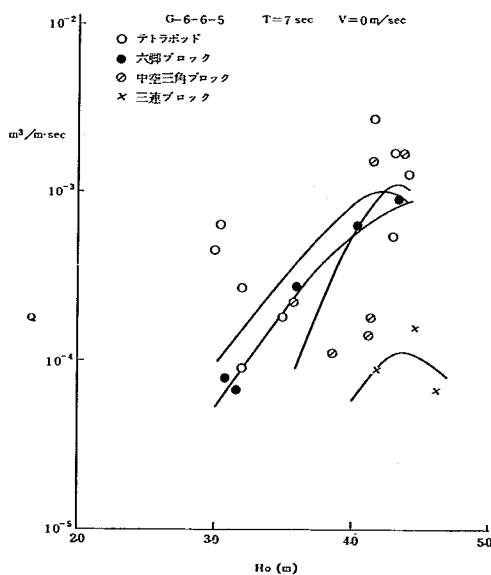


図-15 波高と越波量の関係(8)

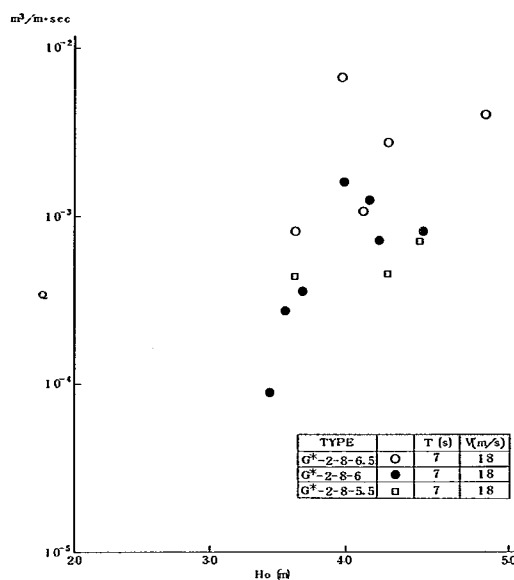


図-16 波高と越波量の関係(9)

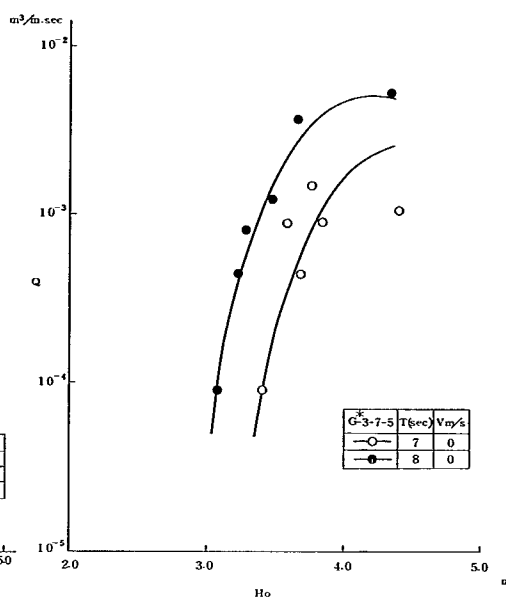


図-17 波高と越波量の関係(10)

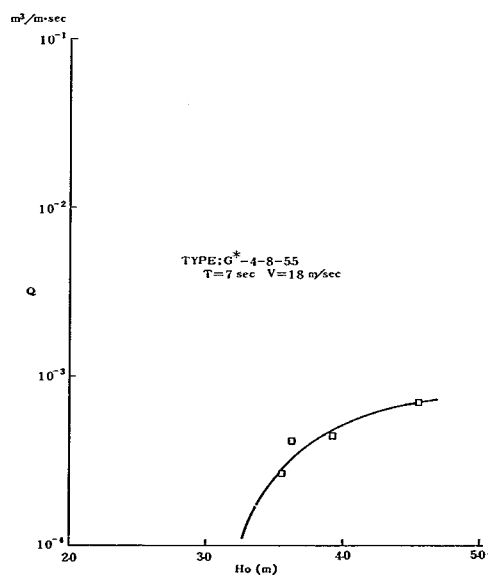


図-18 波高と越波量の関係(11)

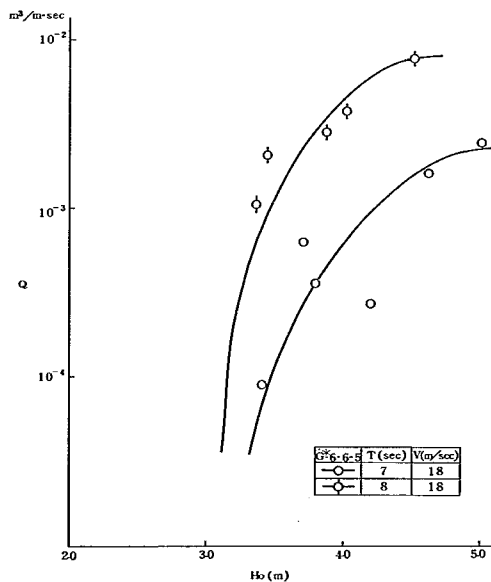


図-19 波高と越波量の関係(12)

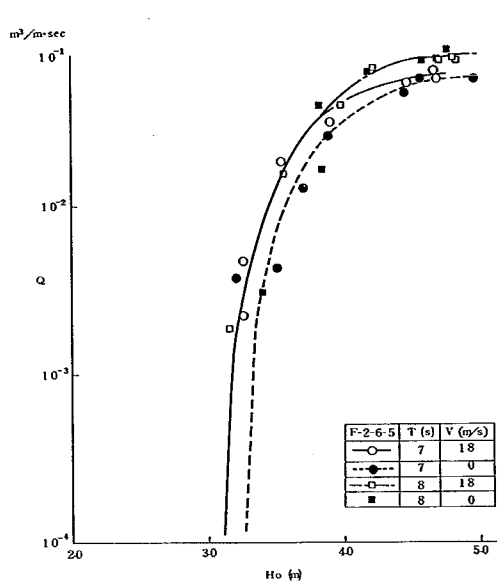


図-20 波高と越波量の関係 (13)

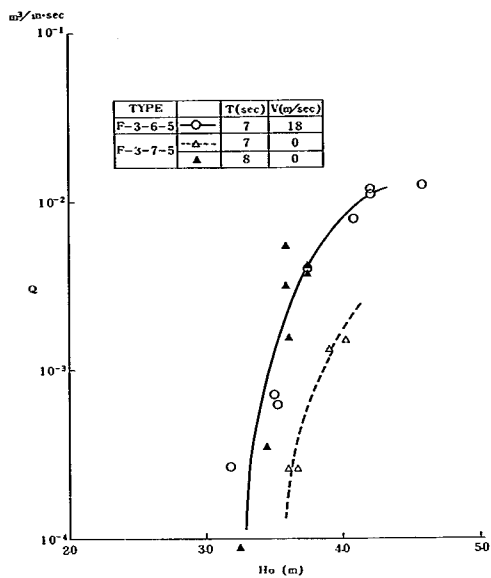


図-21 波高と越波量の関係 (14)

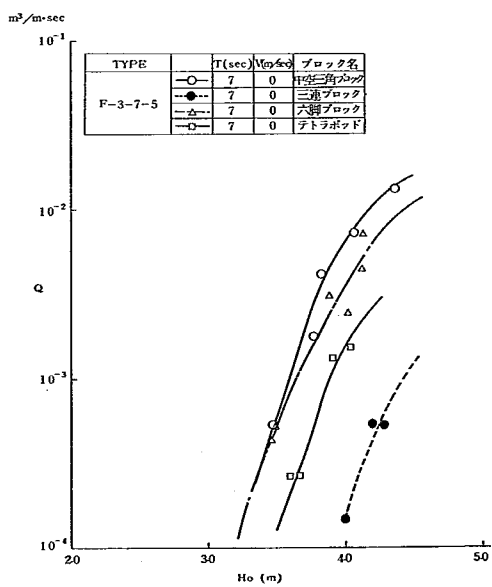


図-22 波高と越波量の関係 (15)

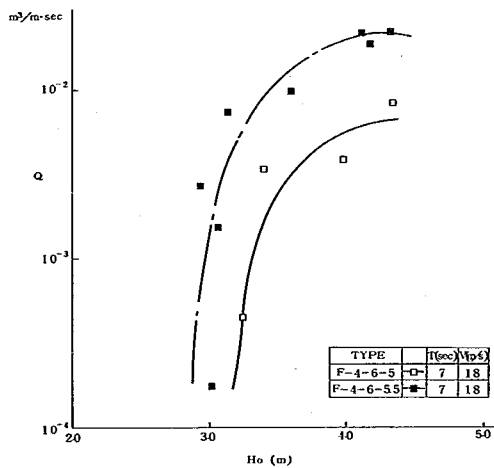


図-23 波高と越波量の関係 (16)

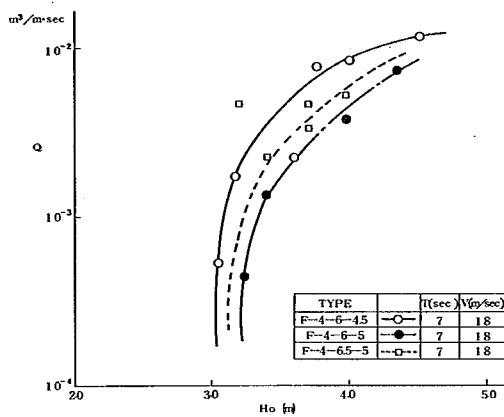


図-24 波高と越波量の関係 (17)

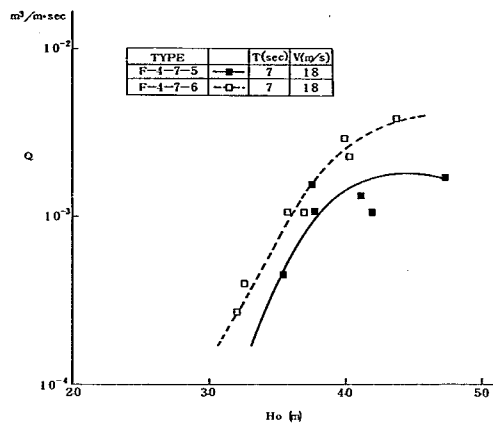


図-25 波高と越波量の関係 (18)

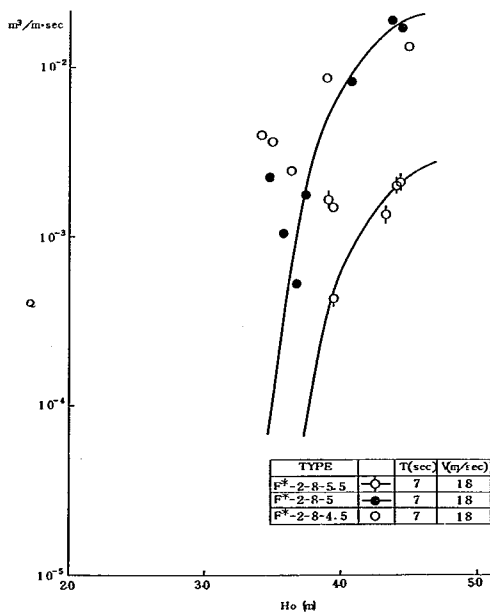


図-26 波高と越波量の関係 (19)

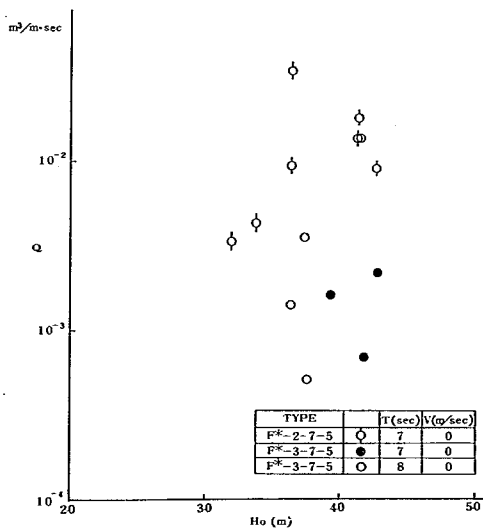


図-27 波高と越波量の関係 (20)

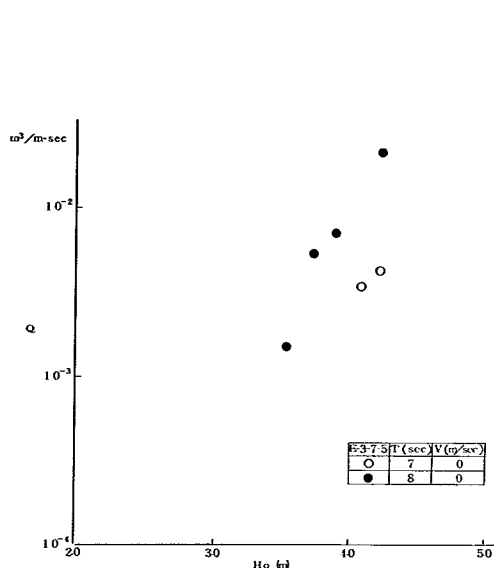


図-28 波高と越波量の関係 (21)

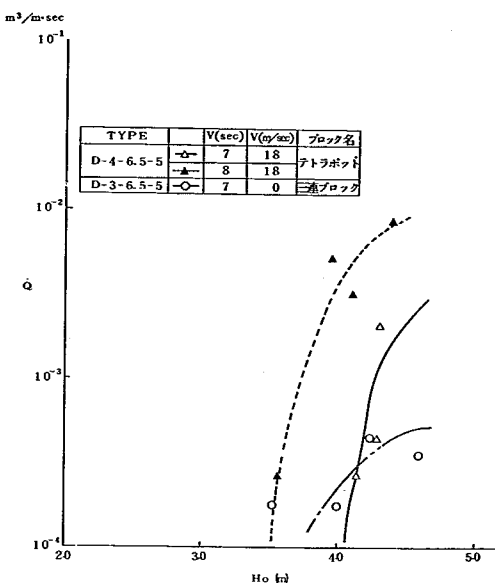


図-29 波高と越波量の関係 (22)

4.2 入射波周期の影響

入射波周期の影響は、図-8, 10, 12, 17, 19, 21そして28の実験結果から次の事柄が認められる。風がある場合も、ない場合も、周期の長いものほど同一条件では越波量が大きくなっている。これは、一周期単位幅当りの岸側に輸送される移動水量が $H_0 L_0 / 2\pi$ ($m^3/m \cdot$) で表わされ、周期の長いものほど移動水量が多くなり、また入射波の波長が長いと碎波しやすくなることに原因があると考えられる。

4.3 風の影響

越波量におよぼす風の影響は、図-8, 10, 12, 20の実験結果より次の事柄が認められる。

一般には風が増加すると越波量も増加する傾向にあるが、この実験においては越波量の少ない場合にはそのような傾向もみられる場合があるが、一般的には差は表われていない。これは消波工前面が傾斜しており、しかも天端幅を広くとっている場合が多く、平均の勾配としては緩くなっている。したがって水の粒子は鉛直堤の場合に比較すると水平方向の成分を持っており、風があってもなくても影響がないということが考えられよう。

しかし、本実験では無風と $18m/sec$ という2種類についてのみ実験を行っており、各風速での実験的検討を行っていないため、定量的な風の影響を論ずることは出来ない。

4.4 消波工天端ブロック列数（天端幅）の効果

Gタイプの護岸については図-8, 10, 12, 15より次のことが認められる。消波工天端幅Bが大きくなると越波量は減少する傾向がある。2列より4列, 4列より6列と最大越波量のピークが小さくなる。しかし例外として3列と4列を比較した場合, 天端幅が3列の場合($H_0=3.5\text{m}$) 4列($H_0=4.3\text{m}$)と比べて最大越波量は約1/3である。この原因として3列の場合天端のブロック列が奇数であり4列の偶数と比べて消波工の静水面上の容積の空隙率が大きく, 岸側への移動水量を貯水して越波防止の効果となったと思われる。4列の場合には逆に沖から来た波のはい上りが助長されたために越波量は増加したと思われる。周期8 sec, $H_0=3.5\text{m}$ の場合, ブロック数2の越波量を1とすると3列では0.42, 4列では0.44となっている。

以上のことより, 消波ブロック数が2列以上になると越波量は急激に減少し, ブロック列数が3列以上になると越波量の減少率は少なくなる。

4.5 入射波の特性と消波工法先水深の影響

波の特性として越波量に大きく左右するものとして, 海岸護岸に対してどの位置で碎波するか, この碎波の状態によって著しく異なってくる。

この碎波点の位置に関係する要素は, 入射波(波高, 周期)と海底勾配である。この碎波点の位置として, 海岸護岸からかなり沖にあるか, 法先付近にあるか, 法面で碎波するか, あるいは碎波はないという4つの領域が考えられる。

入射波を孤立波と考えた場合, 孤立波の碎波水深 h_b は, $h_b = 1.28H_0$ となる。

消波工法先水深の浅いG, G*, F, F*では計画波高 $H_0=3\text{m}$ 付近で法先付近で碎波し, 越波量が多い。波高と越波量の関係図で越波量のピークが碎波発生と一致している。そして波高が増加しても碎波でエネルギーが減殺され, 越波量はあまり増加しない。

一方, 消波工法先水深の深いE, Dタイプでは前者と比較して波高の小さい時には法面で碎波して, 異形消波ブロックでエネルギーが吸収され越波量は少ないが, 波高の増加とともに越波量は大きくなり前者と同じ傾向を示す。

4.6 護岸天端高と消波工天端高の効果

天端高の効果について, 実験結果をもとに考察すると次のようになる。まず堤脚地盤高が-1.0mの場合, すなわちG typeの場合について消波工が2列の場合で護岸天端高が2m増加(G-2-6-5とG-2-8-5)すると越波量は1桁少なくなっている。しかし消波工が3列および4列では護岸天端が1m高くなっても(G-3-6-5とG-3-7-5, G-4-6-5とG-4-7-5)越波量には大きな差は生じていない。F typeについては護岸天端高が1m増加すると(F-3-6-5とF-3-7-5)越波量は50%ほど減少している。

一方消波工の天端高を高くして越波を少なくする効果についてはいずれの場合においてもその程度に差はあるが効果は表われている。すなわちG typeのG-4-7-5とG-4-7-6では30%の減少を, G*-2-8-5.5, G*-2-8-6, G*-2-8-6.5ではばらつきはあるが高さが高くなるほど

減少している。F type についてはF-4-6-4.5, F-4-6-5, F-4-6-5.5 でそれぞれ50cmの天端高の増加にもかかわらず約30%ほど減少し, F-4-7-5とF-4-7-6では20%ほど減少している。F*-2-8-4.5, F*-2-8-5, F*-2-8-5.5でもそれぞれ50cmの高さの増加で50%近く減少している。このようにある場合には天端高を少し上げるだけで越波量が大きく減少する場合とあまり変化を生じない場合があるのは消波工での消波の機構によっていると考えられる。効果のいちじるしい場合を調べてみると, 波高の増加にともなって越波量が大きく増加する場合であり, また越波量が $10^{-2}\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{sec}\sim 10^{-3}\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{sec}$ の場合である。一方効果があまりないのは越波量が少なく, 波高が変化しても越波があまり大きく変化しない場合である。したがって消波工の天端付近ではね上がるしぶきに近いものは堤防天端高を高くしてもなかなか減少しない。これには風によって堤防内へ入る効果もかなりあると考えられる。したがって越波でもしぶきに近くなれば, 消波工や護岸の天端高を高くしても護岸を越えて堤内に入るのを防止するのはなかなか困難であろう。

4.7 各種消波ブロックの効果について

現在日本で使用されている消波ブロックの種類は30種類にもものぼっているが, それぞれの効果については必ずしも明確になってはいない。これは同じ条件においてその効果を比較することが困難なことにもよるが, その他に, 形状がほぼ同じで空隙率も同じであれば差異が明確に表われてこないことにもよる。この実験では主としてテトラポッドによって消波効果を調べてきたが, 他のブロックについても代表的な形状に関して実験を行なった。使用したブロックはテトラポッドと同じ重量の4 ton のものを使用し, また消波工の形状としても2層積みで行なっている。消波効果の検討を行なったのは堤脚地盤高が-1.0mと-2.0mのG type とF type である。護岸の天端高, 消波工の天端高, 護岸の堤脚地盤高はいずれの消波ブロックにおいても同じであるが, 消波工の天端

表-5 消波工の天端幅

1. 模型		単位m				
ブロック名	列数	2 列	3 列	4 列	5 列	6 列
テトラポッド		0.140	0.220	0.300	0.380	0.460
三連ブロック			0.279		0.465	0.558
中空三角ブロック			0.276		0.445	0.534
六脚ブロック			0.243	0.295	0.348	0.400

2. 実物		2 列	3 列	4 列	5 列	6 列
ブロック名	列数					
テトラポッド		2.80	4.40	6.00	7.60	9.20
三連ブロック			5.58		9.30	11.16
中空三角ブロック			5.52		8.90	10.68
六脚ブロック			4.86	5.90	6.96	8.00

幅についてはそれぞれのブロックによって異なっている。これはブロックの重量を同じにした場合にはその寸法がそれぞれのブロックによって異なっているためである。したがって天端幅はブロックを3列、5列、6列ならべた場合について実験を行なったために、表-5に示すようにブロックの種類によって違いがでている。テトラポッドと六脚ブロックはほぼ同じ幅を持っているが中空三角ブロックと三連ブロックは幅が広くっており、特に三連ブロックはテトラポッドに比較すると25%ほど広くっており、5列の場合には1列以上の差を生じている。

堤脚地盤高が-2.0mで、消波ブロックが三列の場合の結果が図-22に示してある。これは護岸高7m、消波工天端高5mの場合であるがブロックの種類による違いは大きくはない。テトラポッドが最も越波量が少なく、六脚ブロック、中空三角ブロックの順に越波量は増加している。

堤脚地盤高が-1.0mの場合については図-14と図-15に示してある。図-14はブロックが5列で、護岸天端高7m、消波工天端高5mの場合であり、図-15はブロックが6列で護岸天端高6m、消波工天端高5mの場合である。ブロックが5列の場合は中空三角ブロックが他のものに比較して越波量が多くなっているが、テトラポッドと六脚ブロックはほぼ同じ越波量になっている。三連ブロックについてはさきにも述べたように、消波工の天端幅が他のブロックに比較して1列ほど広くなっているためにその効果を直接比較することはできない。ブロックが6列の場合には中空三角ブロック、テトラポッド、六脚ブロックとも、図-15に示すように明確な差は表われていないが、三連ブロックは越波量が少なくなっている。これらのブロックの消波効果がブロックの積み方によっても異なってくるために、実験を行なった消波工のブロックの積み方を写真1から4で示しておく。中空三角ブロックは他のブロックに比較して二層に積んだ場合にその層の高さが低く、このために越波量が多くなっていると考えられる。この場合当然単位面積当りのブロックの使用個数は他のブロックに比較して少なくなっている。一方三連ブロックは写真に示すように消波工の天端幅が長くなるように積んでいるために、堤防に沿った単位長さ当りのブロックの個数は増加している。したがって天端幅は長くはなっているけれど、それだけブロックの個数は増えている。

各種ブロックの消波効果についての比較を行なったが護岸および消波工の天端高を同じにして、消波工天端のブロックの列数を同じにした場合には中空三角ブロックの場合の越波量が多く、六脚ブロックとテトラポッドの場合の越波量はほとんど差がない。一方三連ブロックは最も越波量が少なくなっている。しかしこの差異はブロックの種類によることもあろうが、天端幅や単位面積当りのブロックの個数、すなわち消波工の断面形状による影響がかなり大きいと考えられる。六脚ブロックとテトラポッドは流れに対する抵抗などが異なっているにもかかわらず、ほぼ同じ断面であるために越波量についてはほぼ同じになっている。したがって消波工の断面形状が同じであればブロックの種類による消波効果の違いはあまり大きくないと考えられる。断面形状を同じにして消波効果の検討を行なえばブロックの種類による違いが明確になると考えられるが一個のブロックの寸法が決まっており、また積み方にしてもそれぞれのブロックによって異なっているために直接その効果を比較することは困難であろう。

ブロックの安定についてはここで使用したいずれのブロックについても、実験の範囲内では安定であった。したがって4 ton ブロックで十分であろう。

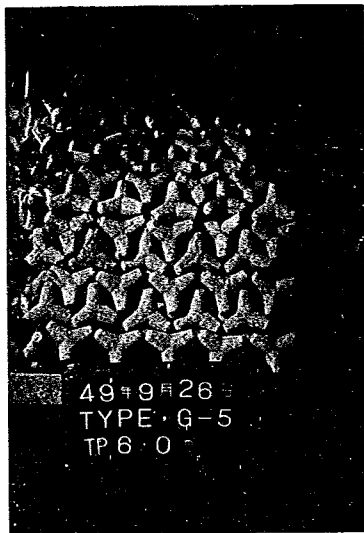


写真1-1 消波ブロックの積み方
(テトラポット)



写真1-2 消波ブロックの積み方
(テトラポット)

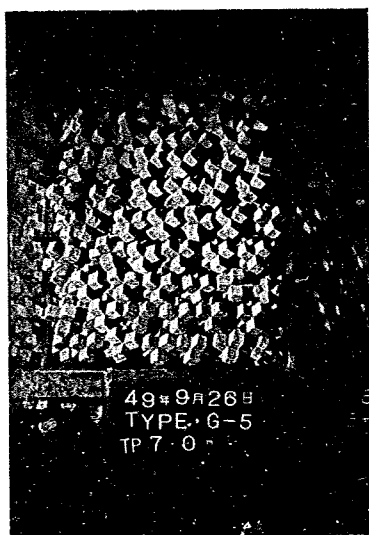


写真2-1 消波ブロックの積み方
(六脚ブロック)

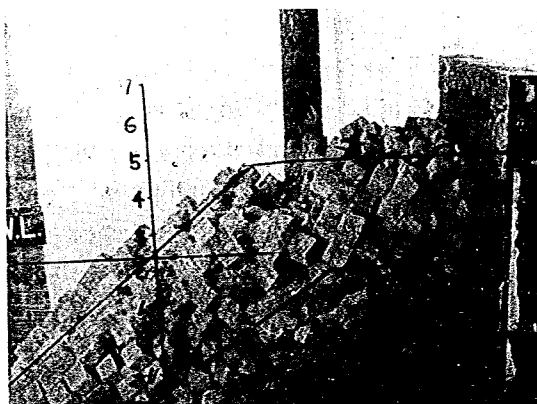


写真2-2 消波ブロックの積み方
(六脚ブロック)

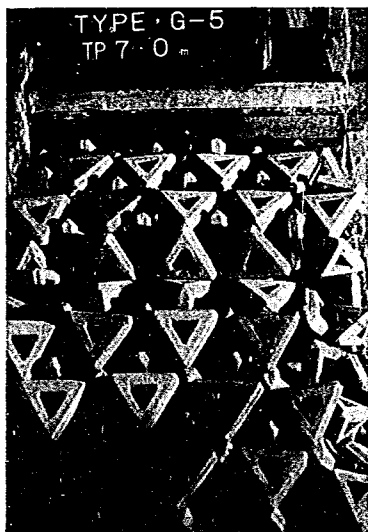


写真 3-1 消波ブロックの積み方
(中空三角ブロック)

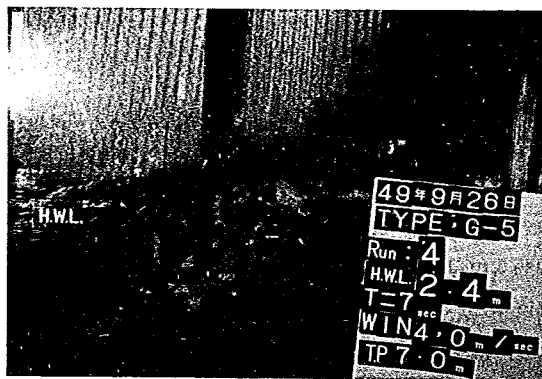


写真 3-2 消波ブロックの積み方
(中空三角ブロック)

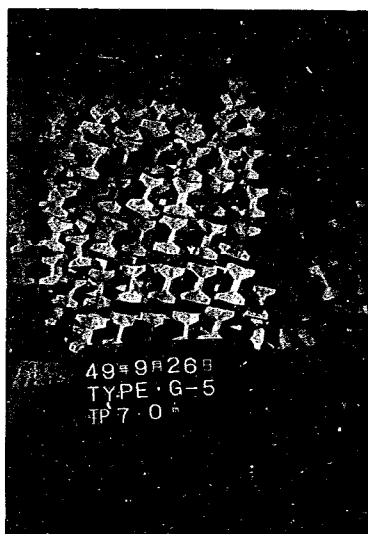


写真 4-1 消波ブロックの積み方
(三連ブロック)

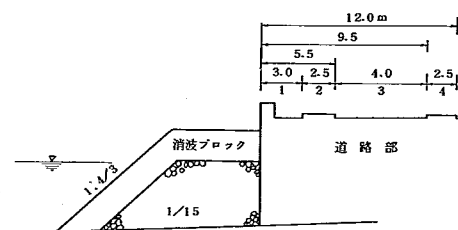


写真 4-2 消波ブロックの積み方
(三連ブロック)

4.8 越波の水平飛散分布

堤防を越える海水はどこまでも飛んでいくのではなく、堤防付近に落下し、遠くまではその影響はおよばない。したがってこれの分布がどうなるかは、道路交通に対する影響を調べる際に必要になってくる。特に海の波は不規則であり、100～200波に1波は有義波高の1.6倍程度の波高が生じるために、このような波でも道路部の越波量はある値以下であることが望ましい。一般の設計では有義波で代表される一群の波についてある時間にわたって平均した越波量が許容量以下であるということから護岸高や消波工の断面が決められているが、最高波による越波についてもその量を検討しておく必要があろう。

越波の水平分布を調べたのはType G-5-7-5である。すなわち堤脚地盤高が-1.0mで消波工の天端のブロックが5列、護岸高7m、消波工天端高5mの場合である。水平の飛散分布を調べた位置は図-30に示すように護岸の前面から3m、5.5m、9.5m、12mまでのそれぞれの間であり、各区間に入った水量を測定した。ここで問題になるのは堤防からある距離だけ離れた地点より



さらに岸側にどの程度の越波があるかということ 図-30 越波の水平飛散分布を測定した区間である。測定された各区間の越波量から、堤防よりXm離れた地点を越えてさらに岸側にいく越波量の、全越波量に対する割合を求めて図に示したのが図-31から図-33である。すなわちXを越える超過確率を示してある。図-31はテトラポッドの場合であって、堤防から離れるにしたがって越波量は減少し、5mで10%、10mで1.5%ほどしか越えなくなる。図-32と図-33はそれぞれ六脚ブロックと中空三角ブロックの場合であるが、越波の状況はほぼ同じであり、5mで20%、10mで4%の減少になっている。したがって5～7m離れると越波量は1桁ほど減少する。

4.9 護岸断面の検討

海岸道路の護岸断面を決定する場合には、護岸の機能としての道路を支持し、また海水が越波するのを防ぐことについての配慮の他に構造物としての安定性、経済性、工事に際しての施工性、美観等について考慮しなければならない。すなわち総合的に決める必要がある。この模型実験においては主として越波を防いで交通に支障のないようにするにはどのような護岸断面とすればよいのかについて検討を行ってきた。これらの成果を実際の現地の諸条件を考慮して、海岸道路の護岸として必要な断面はどのようなものであるかについて以下に検討を行なう。

まず第1に考えなければならないのは波浪条件である。深海における計画波については一応 $H/3 = 3.0\text{m}$ と決定されても、波が海岸に近づくにしたがって屈折の影響を受け、波高の変化を生じる。単に水深が浅くなることのみによる変化については実験においても考慮されているために問題はな

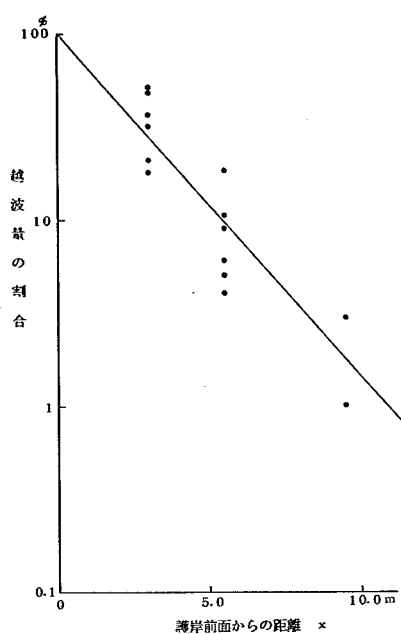


図-3 1 越波量の水平飛散分布
(テトラポッド G-5-7-5)

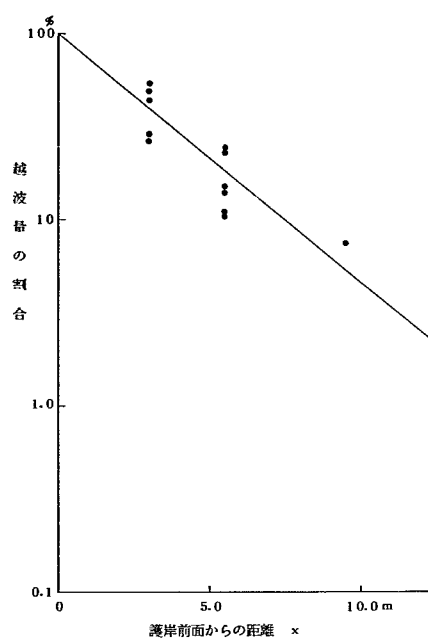


図-3 2 越波量の水平飛散分布
(六脚ブロック G-5-7-5)

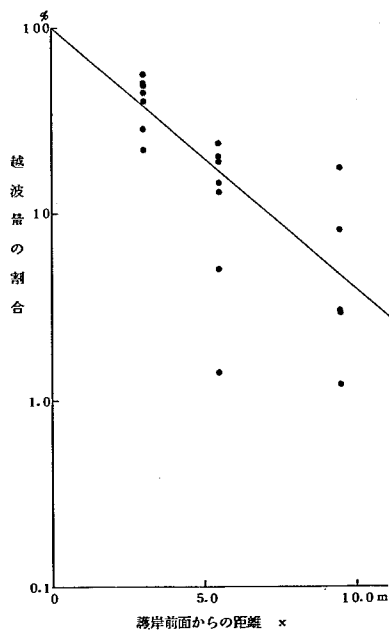


図-3 3 越波量の水平飛散分布
(中空三角ブロック G-5-7-5)

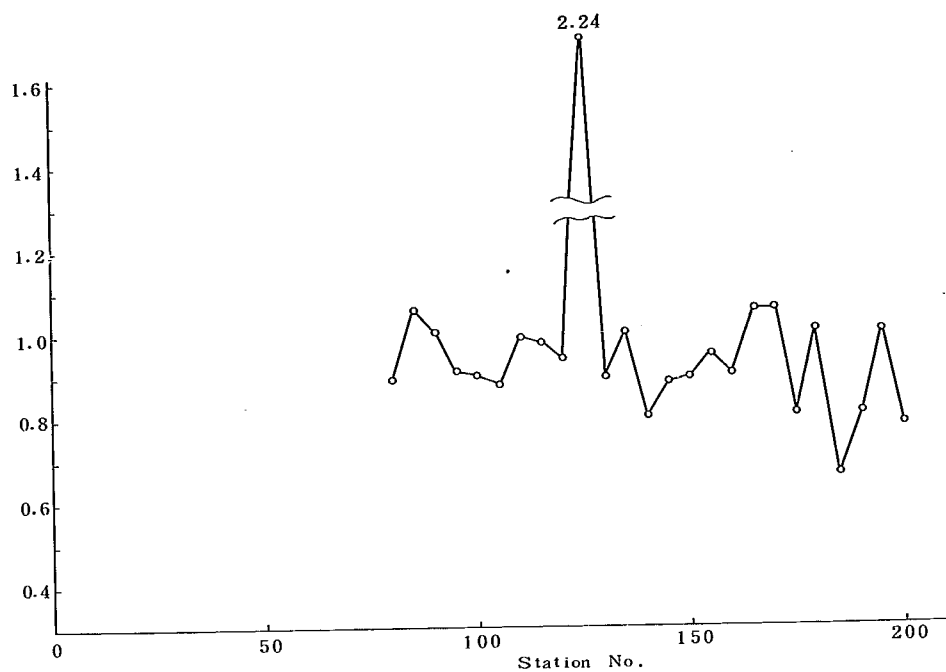


図-3 4 (a) 各地点における屈折係数

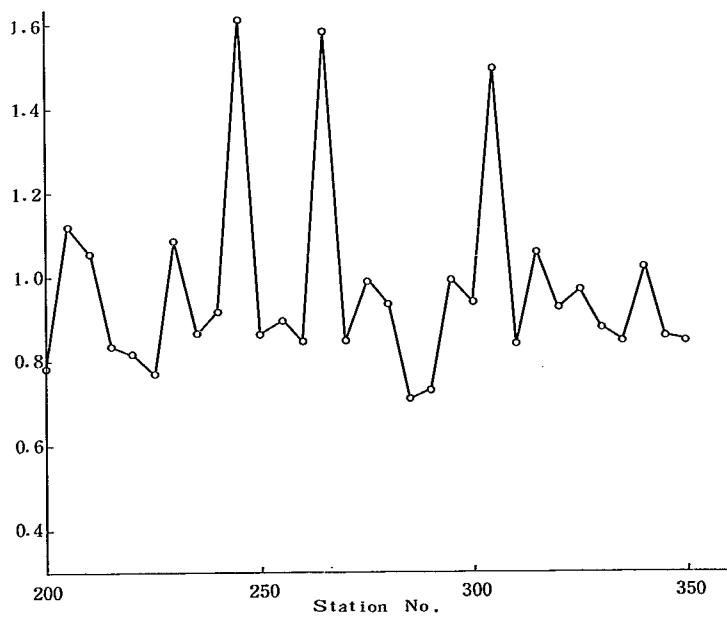


図-3 4 (b) 各地点における屈折係数

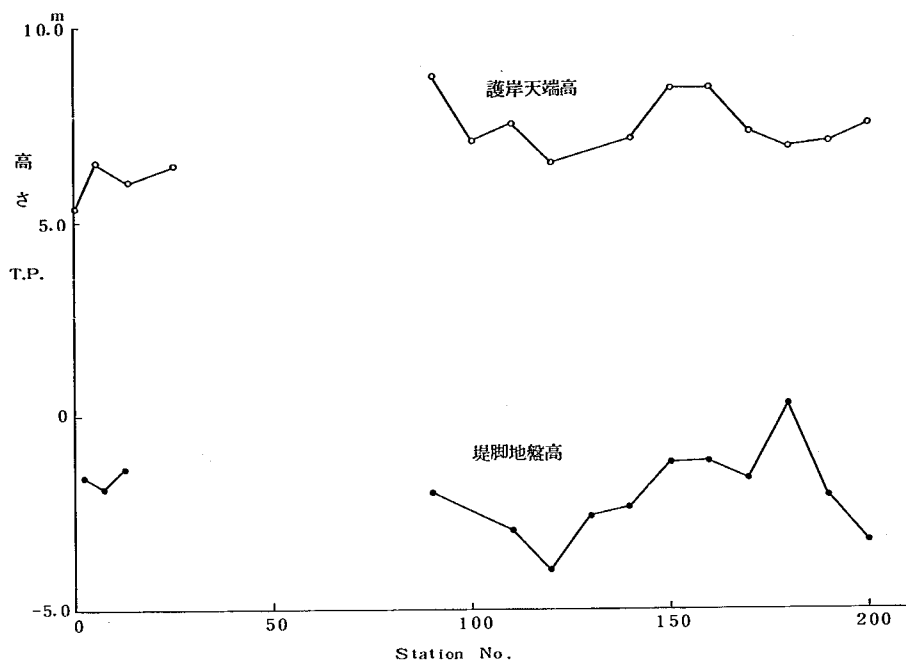
期によって変化するが、周期 7 sec、波向 NE の場合の海岸に沿った屈折係数の変化を図-34 に示す。地形的に波の集中しやすい場所については特別の配慮を必要とする。

計画では一応有義波を対象として考えているが、有義波よりも大きい波高の波が、13% もあり最高波は有義波の 1.6 倍にもなることから、このような波が来襲した場合の越波量についても検討をしておく必要がある。越波の水平方向の飛散分布で調べたように 5~7 m 離れると越波量が 10% 減少することから、計画波の 1.6 倍の波高の波でも、護岸から 10~14 m 離れた地点に道路があれば護岸を越える越波量としては $2 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$ 程度あってもよいであろう。この場合道路への越波量としては $2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$ としている。この値は必ずしも満足できないものではなく、計画波に対して許容越波量以下となる断面についてはそのほとんどが満足している。

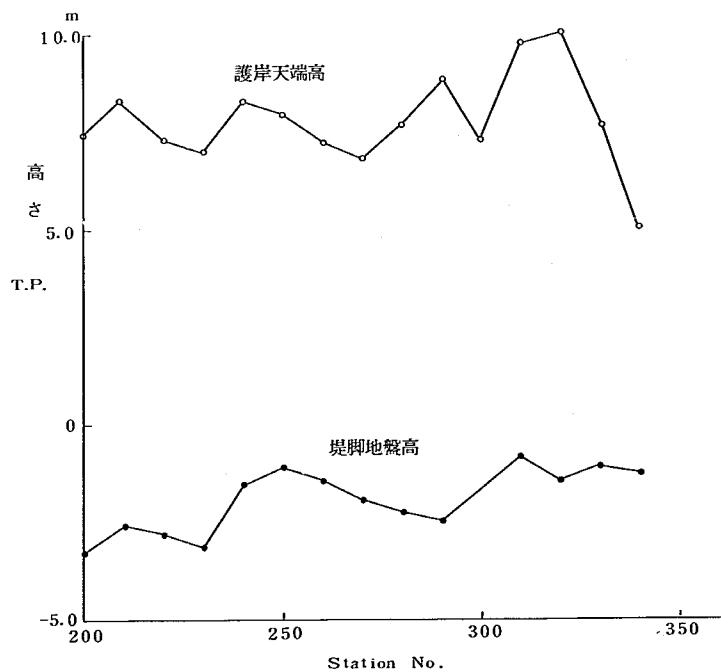
地形条件については、護岸の堤脚水深が越波現象に大きな影響を与えているために、計画路線に沿っての堤脚水深を調べてみた。その結果は図-35 に示してあるが堤脚地盤高は T.P. -1.0 m から -4.0 m まで変化している。したがって水深としては 3.4 m から 6.4 m の範囲にある。波浪条件が同一の場合には、護岸前面で碎波するような波に対して越波量が最大となるために、この場合の計画波高 3.00 m に対しては水深 3~4 m の場合が越波量も多く、したがって護岸高を高くしたり、消波工の断面を大きくする必要がある。したがってこの路線については、堤脚地盤高が高い場合は護岸高を高く、低い場合には低くすればよいであろう。

一方道路の路面の高さは道路の線形から決まってくるものであるから、地形に合わせて変化させることが困難な場合もある。路面の高さと護岸の天端の高さは必ずしも対応させる必要はないと考えられるが、景観などの点から路面から 0.5~1 m 程度護岸を高くするのが望ましい。計画されている道路の線形から決まる護岸の天端高を図-35 に示す。護岸の天端高は地盤高に対応して変化はしていない。このような場合には、護岸高を低くしておいて、消波工断面、すなわち消波工の天端幅を増やして越波を許容量以下にする方法が考えられる。この場合にはさきに述べたように天端幅を延長することはあまり有効でない場合もある。

以上のような考えにもとずいて計画波として $H_1/3=3.00 \text{ m}$ 、 $T_1/3=7.0 \text{ sec}$ の場合に許容越波量以下になるような消波工の断面を示したのが表-6 である。これに示した値よりも消波工断面が大きくなったり、護岸高が高くなれば、当然越波量は減少し、許容量内に入る。堤脚水深が浅く、護岸高が低い場合には消波工断面はかなり大きくなる。高さについては一応消波工の高さはあまり変化させず、護岸の天端高すなわち道路の縦断形状を変化させて越波が許容量以下になるようにすることができる。しかし護岸高が 6 m の場合には消波工の幅を広ろげなければならず、全体を通してみると部分的に消波工の幅が変化するようになり、幅の変化する部分の接続方法や美感の点で問題が生じよう。



図一 3 5 (a) 各地点における堤脚地盤高と護岸天端高



図一 3 5 (b) 各地点における堤脚地盤高と護岸天端高

表一 6 許容越波量以下となる護岸断面

護岸天端高 T.P.(m)	地 盤 高 T.P.(m)	消波工天端高 T.P.(m)	消波工天端幅 列
6.0	-1.0	5.0	6
6.0	-1.5	5.0	6
6.0	-2.0	5.0	4
6.5	-4.0	5.0	4
7.0	-1.0	5.0	5
7.0	-1.5	5.0	3
7.0	-2.0	5.0	3
7.0	-2.5	5.0	3
7.0	-3.0	5.0	3
8.0	-1.0	5.5	2
8.0	-1.5	5.5	2
8.0	-2.0	5.5	2
8.0	-2.5	5.5	2
9.0	-1.0	5.0	2
10.0	-1.0	5.0	2

第5章 ま と め

別府大分間に計画されている海岸道路の護岸や消波工の断面を決定するための資料として、水理模型実験によって越波量についての検討を行なった。実験の対象としたのは道路線形の関係から護岸の天端高をあまり高くできない箇所であり、したがって消波工による越波量の減少がはかられた。縮尺 1/20 の固定床による実験の結果は次のようにまとめられる。

護岸の越波量は、入射波が堤防前面で碎波する条件のときに最大となり、消波工による越波量の減少はかなりあるものの護岸の高さが低い場合にその天端幅を広くしても効果はあまりいちじるしく表われてこなかった。また消波ブロックとしてテトラポッド、六脚ブロック、中空三角ブロック三連ブロックを使用して検討を行なった。同じ重量であっても個々のブロックの寸法が異なるために直接その効果を比較することはできなかったが消波工の断面が同じであれば消波効果には大きな差異は表われてこないと考えられる。護岸より道路側の越波量の分布について調べた結果は、護岸前面から 5～7 m で越波量は 1/10 に、10～14 m で 1/100 にまで減少した。

計画波高 3.00 m, 周期 7.0 sec, 計画潮位 T.P. 2.4 m で山側の車線で通行可能な越波量 ($2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$) 以下となる場合の消波工の断面は、各堤脚地盤高および護岸天端高に対して表 6 のように与えられる。護岸天端高が T.P. +6 m 及び 7 m で堤脚地盤高が -1.0 m の最の条件の悪い場合は消波工の天端幅を 4～6 列にしなければならないが他の場合には 2～3 列程度でよい。なおブロックの波に対する安定性については 4 ton の重量のもので安定であった。

第6章 実 験 資 料

6.1 実験資料一覧表

6.2 実験資料 1 ~ 63

実験資料一覧表

データ No	護岸タイプ	護岸 天端高 TP(m)	消波工 天端高 TP(m)	使用 ブロック の種類	消波工天 端ブロック (列)	入射波 周期 (sec)	Hc(m)	Hc-Hr (m)	堤脚地 盤高 (m)	風速
1	G-2-6-5	600	500	テトラポッド	2	7.0	0.18	1.00	-1.00	V=18.0
2	"	"	"	"	"	8.0	"	"	"	"
3	G-3-6-5	"	"	"	3	7.0	"	"	"	"
4	"	"	"	"	"	8.0	"	"	"	"
5	G-4-6-5	"	"	"	4	7.0	"	"	"	"
6	"	"	"	"	"	8.0	"	"	"	"
7	F-2-6-5	"	"	"	2	7.0	"	"	-2.00	"
8	"	"	"	"	2	8.0	"	"	"	"
9	F-3-6-5	"	"	"	3	7.0	"	"	"	V=18
10	F-4-6-5	"	"	"	4	"	"	"	"	"
11	F-4-6-5.5	"	5.50	"	"	"	"	0.50	"	"
12	F-4-7-6	7.00	6.00	"	"	"	0.23	1.00	"	"
13	F-4-7-5	"	5.00	"	"	"	"	2.00	"	"
14	F-4-6.5-5	6.50	"	"	"	"	0.205	1.50	"	"
15	F-4-6-4.5	6.00	4.50	"	"	"	0.180	"	"	"
16	G-4-7-5.5	7.00	5.50	"	"	"	0.230	"	-1.00	"
17	G-4-7-6	"	6.00	"	"	"	"	1.00	"	"
18	G-6-6-5	6.00	5.00	"	6	"	0.180	"	"	"
19	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
20	G-6-6-4	"	4.00	"	"	"	"	2.00	"	"
21	G*-6-6-5	"	5.00	"	"	"	"	1.00	-1.50	"
22	"	"	"	"	"	8.0	"	"	"	"
23	G-4-7-5	7.00	"	"	4	"	0.250	2.00	-1.00	"
24	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
25	G*-4-8-5.5	8.00	5.50	"	"	7.0	0.280	2.50	-1.50	"
26	G*-2-8-6	"	6.00	"	2	"	"	2.00	"	"
27	G*-2-8-6.5	"	6.50	"	"	"	"	1.50	"	"
28	F*-2-8-4.5	"	4.50	"	"	"	"	3.50	-2.50	"
29	F*-2-8-5	"	5.00	"	"	"	"	3.00	"	"
30	F*-2-8-5.5	"	5.50	"	"	"	"	2.50	"	"
31	G-2-8-5.5	"	"	"	"	"	"	"	-1.00	"
32	G-2-8-6	"	6.00	"	"	"	"	2.00	"	"
33	D-4-6.5-5	6.50	5.00	"	4	"	0.205	1.50	-4.00	"
34	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
35	"	"	"	"	"	8.0	"	"	"	"
36	G-4-7-6	7.00	6.00	"	"	7.0	0.22	1.00	-1.00	"
37	G-3-7-5.5	"	5.50	"	3	"	"	1.50	"	"
38	G-3-7-5	"	5.00	"	"	"	"	2.00	"	V=0
39	G-5-7-5	"	"	"	5	"	"	"	"	"
40	G*-3-7-5	"	"	"	3	"	"	"	-1.50	"
41	"	"	"	"	"	8.0	"	"	"	"
42	F-3-7-5	"	"	"	"	"	"	"	-2.00	"
43	"	"	"	"	"	7.0	"	"	"	"
44	F*-3-7-5	"	"	"	"	8.0	"	"	-2.50	"
45	"	"	"	"	"	7.0	"	"	"	"
46	F*-2-7-5	"	"	"	2	"	"	"	"	"
47	E-3-7-5	"	"	"	3	"	"	"	-3.00	"
48	"	"	"	"	"	8.0	"	"	"	"
49	G-2-9-5	9.00	"	"	2	7.0	0.33	4.00	-1.00	"
50	G-2-10-5	10.00	"	"	"	"	0.38	"	"	"
51	I-3-7-5	7.00	"	六脚ブロック	3	"	0.23	2.00	-2.00	"
52	D-4-6.5-5	6.50	"	"	4	"	0.205	1.50	-4.00	"
53	G-6-6-5	6.00	"	"	6	"	0.18	1.00	-1.00	"
54	F-3-7-5	7.00	"	中空三角ブロック	3	"	0.23	2.00	-2.00	"
55	D-3-6.5-5	6.50	"	"	"	"	0.205	1.50	-4.00	"
56	F-3-7-5	7.00	"	二連ブロック	"	"	0.23	2.00	-2.00	"
57	D-3-6.5-5	6.50	"	"	"	"	0.205	1.50	-4.00	"
58	G-6-6-5	6.00	"	"	6	"	0.18	1.00	-1.00	"
59	"	"	"	中空三角ブロック	"	"	"	"	"	"
60	G-5-7-5	7.00	"	テトラポッド	5	"	0.23	2.00	"	V=18
61	G-5-7-5	"	"	六脚ブロック	"	"	"	"	"	"
62	"	"	"	中空三角ブロック	"	"	"	"	"	"
63	"	"	"	二連ブロック	"	"	"	"	"	"

1. MODEL : G-2-6-5

 $\lambda = 0.562$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.180$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	1.57	0.086	3.84	3.95	0.022	1.977	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.56	0.101	3.80	3.95	0.027	1.683	0	0	0	
3	1.50	0.128	3.51	3.95	0.036	1.328	0	0	0	
4	1.52	0.134	3.60	3.95	0.037	1.269	7	0.089	0.024	越波 5波目 150cm
5	1.54	0.146	3.70	3.95	0.039	1.164	70	1.609	0.323	
6	1.51	0.173	3.56	3.95	0.049	0.983	130	3.041	0.529	
7	1.54	0.194	3.70	3.95	0.052	0.876	190	4.382	0.664	
8	1.52	0.202	3.60	3.95	0.056	0.842	240	5.634	0.829	碎波堤体前面 150cm
9	1.56	0.197	3.80	3.95	0.052	0.863	280	6.350	0.938	"
10	1.56	0.219	3.80	3.95	0.058	0.776	305	6.976	0.920	"
7'	1.54	0.194	3.70	0.00	0.052	0.876	140	3.219	0.488	
8'	1.62	0.186	4.09	"	0.045	0.914	260	5.724	0.858	碎波堤体前面 158cm
9'	1.51	0.206	3.56	"	0.058	0.825	220	5.187	0.752	"
10'	1.51	0.230	3.56	"	0.065	0.739	290	6.797	0.889	"

2. MODEL : G-2-6-5

 $\lambda = 0.562$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.180$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'
190	187	185	187	185	185	182	175	184	184	178	1.63	180	177	185	185	175	175	184	178
0.108	0.117	0.141	0.147	0.152	0.169	0.180	0.188	0.217	0.229	0.230	0.133	0.138	0.150	0.170	0.182	0.179	0.200	0.226	0.210
5.63	5.45	5.34	5.45	5.34	5.34	5.17	4.78	5.28	5.28	4.94	5.22	5.05	4.89	5.34	5.34	4.78	4.78	5.28	4.94
3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	0.00	"	"	"	"	"	"	"	"
0.019	0.021	0.026	0.027	0.028	0.032	0.035	0.039	0.041	0.043	0.047	0.025	0.027	0.031	0.032	0.034	0.037	0.042	0.043	0.043
1.574	1.453	1.206	1.156	1.118	1.006	0.944	0.904	0.783	0.742	0.739	1.278	1.232	1.133	1.000	0.934	0.950	0.850	0.752	0.810
0	7	100	300	210	530	630	740	720	850	900	46	90	110	320	650	750	920	1120	1250
$\times 10^{-3}$ 0	0.089	1.878	5.724	4.024	10.196	12.342	15.115	13.952	16.457	18.067	0.804	1.788	2.146	6.171	12.521	15.294	18.782	21.734	25.043
$\times 10^{-3}$ 0	0.018	0.333	0.939	0.649	1.474	1.700	2.068	1.578	1.766	1.989	0.162	0.324	0.376	0.885	1.680	2.201	2.418	2.358	3.027
							碎波	"	"							碎波	"	碎波 3~4波目 130cm	
							120cm	120cm	130cm							130cm	130cm		

3. MODEL : G-3-6-5

$\lambda = 0.562$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.180$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms $\times 10^{-3}$	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
4	150	0.156	35.1	4.22	0.044	1.090	38	0.894	0.171	
5	156	0.157	38.0	4.22	0.041	1.083	120	2.683	0.504	
6	163	0.173	41.4	4.22	0.042	0.983	140	3.041	0.489	
7	162	0.188	40.9	4.22	0.046	0.904	80	1.699	0.261	碎波 6 波目 114cm
8	157	0.213	38.4	4.22	0.055	0.798	50	1.073	0.152	" 121cm
9	162	0.177	4.09	4.22	0.043	0.960	110	2.414	0.381	" 100cm
10	156	0.207	38.0	4.22	0.054	0.821	90	2.057	0.287	" 135cm
1'	163	0.107	41.4	0.00	0.026	1.589	0	0	0	
2'	"	0.114	41.4	"	0.028	1.491	0	0	0	
3'	"	0.125	41.4	"	0.030	1.360	0	0	0	
4'	156	0.146	38.0	"	0.038	1.164	70	1.520	0.315	
5'	153	0.171	36.5	"	0.047	0.994	120	2.772	0.482	
6'	163	0.172	41.4	"	0.042	0.988	60	1.252	0.210	
7'	150	0.220	35.1	"	0.063	0.773	50	1.162	0.161	碎波 6 波目 124cm
8'	149	0.223	34.6	"	0.064	0.762	60	1.431	0.194	" 126cm
9'	157	0.184	38.4	"	0.048	0.924	110	2.504	0.390	" 120cm
10'	149	0.210	34.6	"	0.061	0.810	80	1.878	0.276	" 150cm

4. MODEL : G-3-6-5

$\lambda = 0.562$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.180$

								$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-3}$	
5	182	0.152	5.17	4.22	0.029	1.118	70	1.341	0.222	
6	180	0.161	5.05	"	0.032	1.056	80	1.520	0.247	
7	187	0.179	5.45	"	0.033	0.950	250	4.740	0.643	碎波 4 波目 124cm
8	182	0.176	5.17	"	0.034	0.936	260	5.098	0.717	" 130cm
9	187	0.210	5.45	"	0.039	0.810	240	4.561	0.526	" 145cm
10	184	0.218	5.28	"	0.041	0.780	230	4.472	0.502	" 140cm
1'	175	0.104	4.78	0.00	0.022	1.635	0	0	0	
2'	178	0.109	4.94	"	0.022	1.560	0	0	0	
3'	182	0.109	5.16	"	0.021	1.560	0	0	0	
4'	184	0.124	5.28	"	0.023	1.371	0	0	0	
5'	182	0.145	5.16	"	0.028	1.172	50	0.894	0.167	
6'	185	0.164	5.34	"	0.031	1.037	120	2.236	0.343	
7'	185	0.174	5.34	"	0.033	0.977	170	3.219	0.459	
8'	186	0.182	5.40	"	0.034	0.934	190	3.577	0.485	碎波 4 波目 135cm
9'	"	0.209	5.40	"	0.039	0.813	290	5.545	0.645	" 135cm
10'	187	0.218	5.45	"	0.040	0.780	230	4.382	0.486	" 140cm

5. MODEL : G-4-6-5

 $\lambda = 0.562$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.180$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	F ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	MEMO
4	1.59	0.137	3.94	400	0.035	1.241	0	0	0	
5	1.59	0.136	3.94	"	0.035	1.250	40	0.894	0.186	
6	1.56	0.170	3.80	"	0.045	1.000	36	0.715	0.134	
7	1.60	0.156	3.99	"	0.039	1.090	38	0.804	0.150	
8	1.59	0.189	3.94	"	0.048	0.899	160	3.577	0.539	碎波 4波目 132cm
9	1.57	0.232	3.84	"	0.060	0.733	200	4.472	0.563	" 140cm
10	1.57	0.211	3.84	"	0.055	0.806	140	3.130	0.433	" 146cm
1'	1.57	0.111	3.84	0.00	0.029	1.532	0	0	0	
2'	1.56	0.122	3.80	"	0.032	1.393	0	0	0	
3'	1.51	0.153	3.56	"	0.043	1.111	0	0	0	
4'	1.54	0.151	3.70	"	0.041	1.126	25	0.536	0.110	
5'	1.72	0.138	4.61	"	0.030	1.232	8	0.089	0.028	
6'	1.57	0.153	3.84	"	0.040	1.111	100	2.236	0.427	
7'	1.59	0.163	3.94	"	0.041	1.043	80	1.788	0.312	
8'	1.59	0.188	3.94	"	0.048	0.904	140	3.130	0.473	
9'	1.59	0.226	3.94	"	0.057	0.752	130	2.862	0.365	碎波 5波目 128cm
10'	1.57	0.208	3.84	"	0.054	0.817	180	4.024	0.565	" 145cm

6. MODEL : G-4-6-5

 $\lambda = 0.562$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.180$

3	4	5	6	7	8	9	10	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'
1.79	1.80	1.77	1.80	1.75	1.80	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.76	1.77	1.75	1.74	1.79	1.74	1.74
0.130	0.136	0.163	0.179	0.218	0.216	0.178	0.198	0.118	0.126	0.132	0.143	0.161	0.188	0.217	0.217	0.187	0.192
5.00	5.05	4.89	5.05	4.78	5.05	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.83	4.89	4.78	4.72	5.00	4.72	4.72
400	"	"	"	"	"	"	"	0.00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
0.026	0.027	0.033	0.035	0.046	0.043	0.036	0.040	0.024	0.026	0.027	0.030	0.033	0.039	0.046	0.043	0.040	0.041
1.308	1.250	1.043	0.950	0.780	0.787	0.955	0.859	1.441	1.349	1.288	1.189	1.056	0.904	0.783	0.783	0.909	0.885
2	28	150	150	480	170	290	280	0	0	18	12	160	340	500	550	300	570
$\times 10^{-3}$	0.536	2.951	2.951	9.749	3.309	5.813	5.634	0	0	0.268	0.178	3.219	6.887	10.196	10.911	6.082	11.716
$\times 10^{-3}$	0.100	0.471	0.415	1.157	0.391	0.836	0.726	0	0	0.066	0.036	0.510	0.950	1.226	1.273	0.852	1.580
			碎波 5波目	"	"	"	4波目						碎波 5波目	"	"	6波目	4波目
			130cm	150cm	135cm	140cm	145cm						140cm	150cm	150cm	142cm	170cm

7. MODEL : F-2-6-5

 $\lambda = 0.612$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.180$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	MEMO
4	158	0.163	3.89	4.00	0.042	1.350	100	$\frac{2236}{\times 10^{-3}}$	0.395	
5	160	0.163	3.99	"	0.041	1.350	210	4.650	0.810	
6	160	0.177	3.99	"	0.044	1.243	820	18.335	2.916	
7	158	0.195	3.89	"	0.050	1.128	1410	31.841	4.670	
8	157	0.233	3.84	"	0.061	0.944	2850	64.934	8.004	碎波 4 波目 120cm
9	155	0.223	3.75	"	0.059	0.987	2340	53.933	7.031	" 115cm
10	156	0.234	3.80	"	0.062	0.940	2500	57.332	7.065	" 125cm
1'	153	0.108	3.65	0.00	0.030	2.037	0	0	0	
2'	155	0.116	3.75	"	0.031	1.897	0	0	0	
3'	160	0.140	3.99	"	0.035	1.571	0	0	0	
4'	156	0.175	3.80	"	0.046	1.257	190	4.293	0.717	
5'	160	0.160	3.99	"	0.040	1.375	170	3.756	0.668	
6'	156	0.185	3.80	"	0.049	1.189	530	12.074	1.893	
7'	157	0.194	3.84	"	0.051	1.134	1140	25.938	3.845	
8'	156	0.228	3.80	"	0.060	0.965	2470	56.616	7.163	碎波 4 波目 140cm
9'	156	0.222	3.80	"	0.058	0.991	2060	47.225	6.136	" 140cm
10'	152	0.247	3.60	"	0.069	0.891	2420	56.885	6.838	" 140cm

8. MODEL : F-2-6-5

 $\lambda = 0.612$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.180$

4	185	0.158	5.34	4.00	0.030	1.392	100	$\frac{1878}{\times 10^{-3}}$	0.297	
5	181	0.178	5.11	"	0.035	1.236	800	15.741	2.209	
6	187	0.199	5.45	"	0.037	1.106	2080	39.712	4.819	
7	185	0.211	5.34	"	0.040	1.043	3440	66.455	7.672	碎波 4 波目 120cm
8	185	0.235	5.34	"	0.044	0.936	3790	73.252	7.590	" 140cm
9	183	0.240	5.22	"	0.046	0.917	3990	77.009	7.903	" 140cm
10	185	0.241	5.34	"	0.045	0.913	4010	77.546	7.830	" 140cm
1'	176	0.118	4.83	0.00	0.024	1.864	0	0	0	
2'	170	0.132	4.51	"	0.029	1.667	0	0	0	
3'	181	0.152	5.11	"	0.030	1.447	0	0	0	
4'	175	0.170	4.78	"	0.036	1.294	150	3.041	0.462	
5'	175	0.192	4.78	"	0.040	1.146	810	16.546	2.217	
6'	183	0.191	5.22	"	0.037	1.152	2050	40.070	5.167	
7'	182	0.209	5.17	"	0.040	1.053	3220	63.235	7.488	碎波 4 波目 140cm
8'	182	0.229	5.17	"	0.044	0.961	4240	83.270	8.999	" 140cm
9'	185	0.235	5.34	"	0.044	0.936	3920	75.757	7.850	" 140cm
10'	178	0.237	4.94	"	0.053	0.928	4210	84.612	9.942	" 150cm

9. MODEL : F-3-6-5

 $h = 0.612$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.180$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	1.56	0.117	380	4.00	0.031	1880	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.56	0.135	380	"	0.036	1630	0	0	0	
3	1.57	0.151	384	"	0.039	1457	0	0	0	
4	1.57	0.175	384	"	0.046	1257	35	0715	0.129	
5	1.57	0.159	384	"	0.041	1384	16	0268	0.060	
6	1.57	0.176	384	"	0.046	1250	32	0626	0.110	
7	1.57	0.187	384	"	0.049	1176	180	4.024	0.629	碎波 5 波目 130cm
8	1.56	0.204	380	"	0.054	1.078	350	7.960	1.133	" 130cm
9	1.56	0.210	380	"	0.055	1.048	520	11.895	1.636	" 125cm
10	1.56	0.210	380	"	0.055	1.048	440	10.017	1.384	" 133cm
11	1.56	0.229	380	"	0.060	0.961	540	12.342	1.559	4 波目 135cm

10. MODEL : F-4-6-5

 $h = 0.612$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.180$

1	1.57	0.110	384	4.00	0.029	2.000	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.55	0.123	375	"	0.033	1.789	0	0	0	
3	1.55	0.135	375	"	0.036	1.630	0	0	0	
4	1.55	0.146	375	"	0.039	1.507	0	0	0	
5	1.59	0.145	394	"	0.037	1.517	0	0	0	
6	1.54	0.170	370	"	0.046	1.294	60	1.341	0.238	
7	1.57	0.150	384	"	0.039	1.467	2	0	0	
8	1.55	0.162	375	"	0.043	1.358	24	0.447	0.092	
9	1.56	0.199	380	"	0.052	1.106	170	3.846	0.564	
10	1.54	0.217	370	"	0.059	1.014	320	7.423	1.001	碎波 4 波目 135cm

11. MODEL : F-4-6-5.5

 $\lambda = 0.612$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.180$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	M E M O
1	157	0.111	384	4.00	0.029	1.982	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	156	0.135	380	"	0.036	1.630	0	0	0	
3	155	0.147	375	"	0.039	1.500	120	2683	0545	
4	157	0.151	384	"	0.039	1.457	105	0.178	0.042	
5	158	0.153	389	"	0.039	1.438	70	1.520	0.293	
6	157	0.170	384	"	0.044	1.294	280	6.350	1.076	
7	157	0.180	384	"	0.047	1.222	430	9.749	1.562	
8	157	0.206	384	"	0.054	1.068	960	21.823	3.048	
9	159	0.216	384	"	0.055	1.019	980	22.002	2.892	
10	155	0.209	375	"	0.056	1.053	820	18.872	2.628	

12. MODEL : F-4-7-6

 $\lambda = 0.610$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.230$

1	159	0.139	394	4.00	0.035	1.583	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	155	0.127	375	"	0.034	1.732	0	0	0	
3	153	0.160	365	"	0.044	1.375	145	0.268	0.052	
4	157	0.157	384	"	0.041	1.401	2	0	0	6波目 130cm
5	157	0.163	384	"	0.042	1.350	21	0.447	0.079	" 130cm
6	156	0.185	380	"	0.049	1.189	50	1.073	0.177	
7	158	0.169	389	"	0.043	1.302	52	1.073	0.189	
8	156	0.200	380	"	0.053	1.100	130	2.951	0.428	碎波
9	155	0.219	375	"	0.058	1.005	170	3.846	0.519	5波目 130cm
10	157	0.202	384	"	0.053	1.089	100	2.236	0.323	6波目 140cm

13. MODEL : F-4-7-5

 $\lambda = 0.610$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H_0 m	L_0 m	V m/s	H_0/L_0	d/H_0	Q_1 cm ³	Q_4 m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	M E M O
1	1.56	0.112	380	4.00	0.029	1.964	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.60	0.118	399	"	0.030	1.864	0	0	0	
3	1.59	0.145	394	"	0.037	1.517	0	0	0	
4	1.56	0.169	380	"	0.044	1.302	2	0	0	
5	1.55	0.176	375	"	0.047	1.250	22	0.447	0.075	
6	1.57	0.179	384	"	0.047	1.229	50	1.073	0.181	
7	1.53	0.206	365	"	0.056	1.068	60	1.341	0.199	碎波 6 波目 126cm
8	1.57	0.188	384	"	0.049	1.170	70	1.520	0.242	" 128cm
9	1.57	0.210	384	"	0.055	1.048	50	1.073	0.154	5 波目 145cm
10	1.58	0.237	389	"	0.061	0.928	80	1.788	0.217	6 波目 138cm

14. MODEL : F-4-6.5-5

 $\lambda = 0.610$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.205$

1	T s	H_0 m	L_0 m	V m/s	H_0/L_0	d/H_0	Q_1 cm ³	Q_4 m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	M E M O
1	1.56	0.105	380	4.00	0.028	2.095	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.56	0.112	380	"	0.029	1.964	0	0	0	
3	1.58	0.114	389	"	0.029	1.930	0	0	0	
4	1.56	0.141	380	"	0.037	1.560	0	0	0	
5	1.60	0.145	399	"	0.036	1.517	0	0	0	
6	1.56	0.159	380	"	0.042	1.384	20	0.447	0.082	
7	1.52	0.199	360	"	0.055	1.106	25	0.536	0.086	碎波 4 波目 130cm
8	1.55	0.170	375	"	0.045	1.294	57	1.252	0.216	5 波目 135cm
9	1.54	0.185	370	"	0.050	1.189	210	4.829	0.769	
10	1.55	0.185	375	"	0.049	1.189	150	3.398	0.541	5 波目 130cm

15. MODEL : F-4-6-4.5

$h = 0.612$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.180$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	1.55	0.120	3.75	4.00	0.032	1833	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.53	0.138	3.65	"	0.038	1594	0	0	0	
3	1.57	0.145	3.84	"	0.038	1517	0	0	0	
4	1.55	0.158	3.75	"	0.042	1392	80	1788	0339	
5	1.57	0.152	3.84	"	0.040	1447	25	0536	0.105	
6	1.55	0.180	3.75	"	0.048	1222	100	2236	0371	
7	1.54	0.187	3.70	"	0.051	1.176	240	5.545	0871	碎波 4 波目 132cm
8	1.57	0.188	3.84	"	0.049	1.170	350	7.960	1.217	5 波目 143cm
9	1.53	0.226	3.65	"	0.062	0.973	510	11.895	1552	" 155cm
10	1.60	0.200	3.99	"	0.050	1.100	380	8.496	1.196	" 145cm

16. MODEL : G-4-7-5.5

$h = 0.560$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.230$

1	1.56	0.109	3.80	4.00	0.029	1.560	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.56	0.118	3.80	"	0.031	1.441	0	0	0	
3	1.57	0.128	3.84	"	0.033	1.328	2	0	0	
4	1.57	0.132	3.84	"	0.034	1.288	35	0.000	0.011	
5	1.56	0.159	3.80	"	0.042	1.069	10	0.178	0.041	碎波 5 波目 140cm
6	1.55	0.168	3.75	"	0.045	1.012	35	0.000	0.009	4 波目 145cm
7	1.56	0.180	3.80	"	0.047	0.944	50	1.073	0.182	" 135cm
8	1.56	0.204	3.80	"	0.054	0.833	46.5	0.983	0.145	" 140cm
9	1.55	0.211	3.75	"	0.056	0.806	60	1.341	0.189	" 150cm
10	1.56	0.166	3.80	"	0.044	1.024	26	0.536	0.098	" 136cm
11	1.56	0.199	3.80	"	0.053	0.854	100	2.236	0.331	

17. MODEL : G-4-7-6

 $\lambda = 0.560$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ² /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	1.56	0.109	380	400	0.029	1560	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.57	0.109	384	"	0.028	1560	0	0	0	
3	1.56	0.124	380	"	0.033	1371	0	0	0	
4	1.57	0.135	384	"	0.035	1259	10.5	0.178	0.048	
5	1.57	0.144	384	"	0.038	1181	15.5	0.268	0.066	
6	1.56	0.159	380	"	0.042	1.069	37.5	0.804	0.155	碎波 6 波目 130cm
7	1.54	0.175	370	"	0.047	0.971	48.5	1.073	0.183	4 波目 138cm
8	1.57	0.165	384	"	0.043	1.030	26.5	0.536	0.097	" 145cm
9	1.56	0.198	380	"	0.052	0.859	16.5	0.268	0.048	" 145cm
10	1.58	0.211	389	"	0.054	0.806	150.0	3.309	0.457	" 155cm

18. MODEL : G-6-6-5

 $\lambda = 0.565$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.180$

1	1.55	0.123	375	400	0.033	1.382	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.56	0.137	380	"	0.036	1.241	0	0	0	
3	1.54	0.152	370	"	0.041	1.118	28	0.626	0.122	
4	1.54	0.150	370	"	0.041	1.133	23.5	0.447	0.100	
5	1.55	0.160	375	"	0.043	1.063	16	0.268	0.061	碎波 6 波目 130cm
6	1.55	0.160	375	"	0.043	1.063	4	0	0.009	5 波目 135cm
7	1.60	0.175	399	"	0.044	0.971	12	0.178	0.035	6 波目 135cm
8	1.63	0.221	414	"	0.053	0.769	60	1.252	0.163	5 波目 130cm
9	1.59	0.208	394	"	0.053	0.817	120	2.683	0.367	" 120cm
10	1.61	0.216	404	"	0.053	0.787	80	1.699	0.230	" 140cm
11	1.58	0.215	389	"	0.055	0.791	28	0.536	0.082	" 130cm

19. MODEL : G-6-6-5

$h = 0.565$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.180$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	1.54	0.118	3.70	4.00	0.032	1.441	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.55	0.134	3.75	"	0.036	1.269	9.5	0.089	0.035	
3	1.55	0.138	3.75	"	0.037	1.232	0	0	0	
4	1.53	0.157	3.65	"	0.043	1.083	0	0	0	
5	1.55	0.157	3.75	"	0.042	1.083	41	0.894	0.169	碎波 6 波目 140cm
6	1.58	0.156	3.89	"	0.040	1.090	20.5	0.447	0.082	" 140cm
7	1.56	0.180	3.80	"	0.047	0.944	41	0.894	0.146	5 波目 134cm
8	1.60	0.195	3.99	"	0.049	0.872	100	2.236	0.322	" 140cm
9	1.63	0.204	4.14	"	0.049	0.833	165	3.577	0.490	" 140cm
10	1.58	0.232	3.89	"	0.060	0.733	52	1.073	0.138	" 140cm

20. MODEL : G-6-6-4

$h = 0.565$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.180$

								$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
1	1.56	0.123	3.80	4.00	0.032	1.382	0	0	0	
2	1.56	0.137	3.80	"	0.036	1.241	5	0.089	0.022	
3	1.55	0.140	3.75	"	0.037	1.214	15	0	0	
4	1.56	0.143	3.80	"	0.038	1.189	11	0.178	0.045	
5	1.58	0.140	3.89	"	0.036	1.214	9.5	0.089	0.032	
6	1.56	0.158	3.80	"	0.042	1.076	16.5	0.268	0.061	碎波 6 波目 135cm
7	1.60	0.156	3.99	"	0.039	1.090	9	0.089	0.028	" 135cm
8	1.56	0.188	3.80	"	0.049	0.904	12	0.178	0.034	" 135cm
9	1.54	0.200	3.70	"	0.054	0.850	48	1.073	0.160	5 波目 130cm
10	1.61	0.203	4.04	"	0.050	0.837	100	2.146	0.305	" 150cm
11	1.60	0.223	3.99	"	0.056	0.762	110	2.414	0.310	" 150cm
12	1.54	0.172	3.70	"	0.046	0.988	10	0.178	0.039	6 波目 150cm

21. MODEL : G*-6-6-5

 $\lambda = 0.595$
 $d = 0.195$
 $H_c = 0.180$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	1.56	0.138	3.80	4.00	0.036	1.413	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.53	0.163	3.65	"	0.045	1.196	0	0	0	
3	1.55	0.170	3.75	"	0.045	1.147	7	0.089	0.018	
4	1.56	0.174	3.80	"	0.046	1.121	3	0	0.008	
5	1.56	0.185	3.80	"	0.049	1.054	31	0.626	0.106	碎波 8 波目 120cm
6	1.56	0.210	3.80	"	0.055	0.929	145	0.268	0.038	" 120cm
7	1.58	0.231	3.90	"	0.059	0.844	75	1.609	0.208	7 波目 110cm
8	1.58	0.250	3.90	"	0.064	0.780	110	2.414	0.283	
9	1.57	0.189	3.84	"	0.049	1.032	19	0.357	0.059	
10	1.55	0.175	3.75	"	0.047	1.114	4	0	0.009	

22. MODEL : G*-6-6-5

 $\lambda = 0.595$
 $d = 0.195$
 $H_c = 0.180$

1	1.86	0.105	5.40	3.90	0.019	1.857	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.83	0.121	5.22	"	0.023	1.612	0	0	0	
3	1.78	0.141	4.94	"	0.029	1.383	0	0	0	
4	1.80	0.156	5.05	"	0.031	1.250	0	0	0	
5	1.83	0.159	5.22	"	0.030	1.226	4	0	0.007	碎波 5 波目 140cm
6	1.82	0.168	5.17	"	0.032	1.161	59	1.073	0.165	" 140cm
7	1.82	0.172	5.17	"	0.033	1.134	105	2.057	0.295	" 150cm
8	1.78	0.193	4.94	"	0.039	1.010	150	2.951	0.394	4 波目 150cm
9	1.78	0.201	4.94	"	0.041	0.970	195	3.846	0.493	" 155cm
10	1.75	0.226	4.78	"	0.047	0.863	390	7.960	0.907	" 160cm

23. MODEL : G-4-7-5

 $\lambda = 0.570$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	M E M O
1	1.62	0.107	4.09	4.00	0.026	1.589	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.62	0.121	4.09	"	0.030	1.405	5	0.089	0.024	
3	1.57	0.146	3.84	"	0.038	1.164	72	1.520	0.311	
4	1.62	0.119	4.09	"	0.029	1.429	5	0.089	0.024	
5	1.62	0.126	4.09	"	0.031	1.349	40	0.804	0.193	
6	1.61	0.142	4.04	"	0.035	1.197	151	3.309	0.655	
7	1.60	0.156	3.99	"	0.039	1.090	80	1.788	0.322	
8	1.51	0.186	3.56	"	0.052	0.914	95	2.236	0.359	碎波 5 波目 150cm
9	1.60	0.188	3.99	"	0.047	0.904	297	6.529	0.987	" 150cm
10	1.53	0.209	3.65	"	0.057	0.813	50	1.162	0.163	" 160cm
11	1.58	0.205	3.90	"	0.053	0.829	153	3.398	0.478	

24. MODEL : G-4-7-5

 $\lambda = 0.570$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.230$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1.91	0.104	5.69	4.00	0.018	1.635	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.86	0.123	5.40	"	0.023	1.382	0	0	0	
3	1.90	0.137	5.63	"	0.024	1.241	0	0	0	
4	1.83	0.140	5.22	"	0.027	1.214	45	0.804	0.154	
5	1.81	0.162	5.11	"	0.032	1.049	155	3.041	0.469	
6	1.86	0.176	5.40	"	0.033	0.966	284	5.366	0.745	
7	1.83	0.155	5.22	"	0.030	1.097	197	3.756	0.605	
8	1.78	0.179	4.94	"	0.036	0.950	320	6.350	0.909	碎波 5 波目 150cm
9	1.77	0.186	4.89	"	0.038	0.914	280	5.634	0.772	" 155cm
10	1.78	0.223	4.94	"	0.045	0.762	340	6.797	0.775	4 波目 160cm

25. MODEL : G*-4-8-5.5

 $\lambda = 0.595$
 $d = 0.195$
 $H_c = 0.280$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ² /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	M E M O
1	156	0.104	3.80	4.20	0.027	1.875	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	157	0.126	3.84	"	0.033	1.548	0	0	0	
3	157	0.141	3.84	"	0.037	1.383	0	0	0	
4	154	0.143	3.70	"	0.039	1.364	0	0	0	
5	155	0.181	3.75	"	0.048	1.077	15	0	0	
6	157	0.176	3.84	"	0.046	1.108	14	0.268	0.045	
7	157	0.181	3.84	"	0.047	1.077	21.5	0.447	0.071	
8	157	0.215	3.84	"	0.056	0.907	23.5	0.447	0.067	碎波 4波目 140cm
9	158	0.186	3.90	"	0.048	1.048	15	0	0	" 140cm
10	156	0.227	3.80	"	0.060	0.859	35	0.715	0.100	6波目 155cm

26. MODEL : G*-2-8-6

 $\lambda = 0.595$
 $d = 0.195$
 $H_c = 0.280$

1	155	0.116	3.75	4.20	0.031	1.681	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	153	0.136	3.65	"	0.037	1.434	0	0	0	
3	152	0.150	3.60	"	0.042	1.300	0	0	0	
4	156	0.177	3.80	"	0.047	1.102	14	0.268	0.046	
5	153	0.156	3.65	"	0.043	1.250	0	0	0	
6	153	0.172	3.65	"	0.047	1.134	9	0.089	0.028	
7	156	0.184	3.80	"	0.048	1.060	18	0.357	0.061	
8	153	0.199	3.65	"	0.055	0.980	70	1.609	0.240	碎波 6波目 135cm
9	155	0.212	3.75	"	0.057	0.920	34	0.715	0.101	" 140cm
10	155	0.208	3.75	"	0.055	0.938	55	1.252	0.176	" 140cm
11	155	0.228	3.75	"	0.061	0.855	38	0.804	0.109	" 145cm

27. MODEL : G*-2-8-6.5

$h = 0.595$
 $d = 0.195$
 $H_c = 0.280$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	MEMO
1	153	0.108	3.65	3.85	0.030	1.806	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	153	0.126	3.65	"	0.035	1.548	0	0	0	
3	150	0.151	3.51	"	0.043	1.291	0	0	0	
4	150	0.154	3.51	"	0.044	1.266	0	0	0	
5	155	0.151	3.75	"	0.040	1.291	0	0	0	
6	155	0.166	3.75	"	0.044	1.175	15	0	0	
7	153	0.198	3.65	"	0.054	0.985	100	6.708	0.347	碎波 4 波目 150cm
8	153	0.206	3.65	"	0.056	0.947	48	1.073	0.158	" 140cm
9	160	0.265	3.99	"	0.054	0.907	125	2.772	0.365	5 波目 150cm
10	153	0.241	3.65	"	0.066	0.809	175	4.024	0.498	4 波目 140cm
11	153	0.157	3.65	"	0.043	1.242	0	0	0	
12	153	0.181	3.65	"	0.050	1.077	37	0.804	0.131	

28. MODEL : F*-2-8-4.5

$h = 0.645$
 $d = 0.245$
 $H_c = 0.280$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MEMO
1	153	0.115	3.65	4.10	0.032	2.130	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	156	0.122	3.80	"	0.032	2.008	0	0	0	
3	156	0.142	3.80	"	0.037	1.725	0	0	0	
4	155	0.158	3.75	"	0.042	1.551	0	0	0	
5	157	0.170	3.84	"	0.044	1.441	180	4.024	0.692	
6	156	0.181	3.80	"	0.048	1.354	113	2.504	0.410	
7	156	0.174	3.80	"	0.046	1.408	160	3.667	0.607	
8	156	0.197	3.80	"	0.052	1.244	70	1.520	0.233	
9	157	0.194	3.84	"	0.051	1.263	385	8.765	1.297	碎波 4 波目 140cm
10	157	0.224	3.84	"	0.058	1.094	580	13.147	1.693	6 波目 140cm

29.MODEL : F*-2-8-5

$\lambda = 0.645$
 $d = 0.245$
 $H_c = 0.280$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	155	0.117	3.75	390	0.031	2094	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	157	0.139	3.84	"	0.036	1763	0	0	0	
3	153	0.162	3.65	"	0.044	1512	0	0	0	
4	156	0.173	3.80	"	0.046	1416	105	2325	0400	
5	150	0.178	3.51	"	0.051	1376	465	1073	0.180	
6	152	0.183	3.60	"	0.051	1339	265	0536	0.093	
7	152	0.187	3.60	"	0.052	1310	80	1.878	0.298	
8	152	0.203	3.60	"	0.056	1207	355	8.318	1.220	
9	156	0.221	3.80	"	0.058	1.109	780	17.888	2.333	碎波 5 波目 130cm
10	155	0.218	3.75	"	0.058	1.124	860	19.766	2.643	6 波目 130cm

30.MODEL : F*-2-8-5.5

$\lambda = 0.645$
 $d = 0.245$
 $H_c = 0.280$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	M E M O
1	153	0.115	3.65	4.15	0.032	2.130	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	154	0.132	3.70	"	0.036	1.856	0	0	0	
3	153	0.147	3.65	"	0.040	1.667	0	0	0	
4	153	0.179	3.65	"	0.049	1.369	0	0	0	
5	153	0.196	3.65	"	0.054	1.250	22	0.447	0.069	
6	155	0.174	3.75	"	0.046	1.408	2	0	0	
7	155	0.216	3.75	"	0.058	1.134	60	1.341	0.185	
8	153	0.220	3.65	"	0.060	1.114	90	2.057	0.281	
9	153	0.221	3.65	"	0.061	1.109	95	2.146	0.294	碎波 5 波目 140cm
10	153	0.195	3.65	"	0.053	1.256	75	1.699	0.264	6 波目 140cm

31. MODEL : G-2-8-5.5

$\lambda = 0.565$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.280$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	MEMO
1	1.55	0.115	3.75	4.10	0.031	1.478	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.57	0.129	3.84	"	0.034	1.318	0	0	0	
3	1.53	0.157	3.65	"	0.043	1.083	0	0	0	
4	1.53	0.166	3.65	"	0.045	1.024	25	0	0.009	
5	1.53	0.192	3.65	"	0.053	0.885	1	0	0	
6	1.53	0.192	3.65	"	0.053	0.885	22.5	0.447	0.079	
7	1.55	0.201	3.75	"	0.054	0.846	12	0.178	0.033	碎波 4 波目 130cm
8	1.53	0.222	3.65	"	0.061	0.766	20	0.447	0.061	5 波目 135cm
9	1.53	0.210	3.65	"	0.058	0.810	18	0.357	0.055	4 波目 135cm
10	1.55	0.193	3.75	"	0.051	0.881	6	0.089	0.016	5 波目 135cm

32. MODEL : G-2-8-6

$\lambda = 0.565$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.280$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1.57	0.109	3.84	4.10	0.028	1.560	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.54	0.129	3.70	"	0.035	1.318	0	0	0	
3	1.57	0.135	3.84	"	0.035	1.259	0	0	0	
4	1.56	0.149	3.80	"	0.039	1.141	9	0.089	0.031	
5	1.55	0.188	3.75	"	0.050	0.904	4	0	0.008	
6	1.57	0.144	3.84	"	0.038	1.181	3	0	0.010	
7	1.57	0.154	3.84	"	0.040	1.104	19	0.357	0.072	
8	1.56	0.200	3.80	"	0.053	0.850	27.5	0.626	0.090	碎波 4 波目 135cm
9	1.58	0.231	3.89	"	0.059	0.736	35	0.715	0.096	6 波目 140cm
10	1.55	0.207	3.75	"	0.055	0.821	19	0.357	0.055	" 140cm

33.MODEL : D-4-6.5-5

 $\lambda = 0.715$
 $d = 0.320$
 $H_c = 0.205$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	M E M O
1	150	0.116	3.51	4.00	0.033	2.759	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	150	0.141	3.51	"	0.040	2.270	0	0	0	
3	150	0.169	3.51	"	0.048	1.893	0	0	0	
4	150	0.159	3.51	"	0.045	2.013	0	0	0	
5	153	0.147	3.65	"	0.040	2.177	0	0	0	
6	153	0.186	3.65	"	0.051	1.720	0	0	0	
7	150	0.178	3.51	"	0.051	1.798	0	0	0	
8	158	0.179	3.89	"	0.046	1.788	0	0	0	
9	157	0.202	3.84	"	0.053	1.584	0	0	0	
10	167	0.235	4.35	"	0.054	1.362	3	0	0.005	

34.MODEL : D-4-6.5-5

 $\lambda = 0.715$
 $d = 0.320$
 $H_c = 0.205$

1	159	0.098	3.94	4.00	0.025	3.265	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	159	0.132	3.94	"	0.034	2.424	0	0	0	
3	159	0.149	3.94	"	0.038	2.148	0	0	0	
4	159	0.166	3.94	"	0.042	1.928	0	0	0	
5	158	0.187	3.89	"	0.048	1.711	0	0	0	
6	158	0.186	3.89	"	0.048	1.720	0	0	0	
7	156	0.204	3.80	"	0.054	1.569	0	0	0	
8	159	0.207	3.94	"	0.053	1.546	165	0.268	0.045	
9	159	0.215	3.94	"	0.055	1.488	95	2.057	0.280	
10	156	0.214	3.80	"	0.056	1.495	205	0.447	0.061	

35. MODEL : D-4-6.5-5

$h = 0.718$
 $d = 0.320$
 $H_c = 0.205$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	1.81	0.107	5.11	390	0021	2.991	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.78	0.131	4.94	"	0027	2.443	0	0	0	
3	1.75	0.139	4.78	"	0029	2.302	0	0	0	
4	1.75	0.168	4.78	"	0035	1.945	0	0	0	
5	1.80	0.144	5.05	"	0029	2.222	0	0	0	
6	1.80	0.187	5.05	"	0037	1.711	25	0	0.006	
7	1.85	0.197	5.34	"	0037	1.624	275	5.277	0.656	
8	1.80	0.178	5.05	"	0035	1.798	18.5	0.268	0.047	
9	1.80	0.205	5.05	"	0041	1.561	160	3.130	0.388	
10	1.80	0.219	5.05	"	0043	1.461	440	8.675	0.999	

36. MODEL : G-4-7-6

$h = 0.598$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.230$

1	1.50	0.107	3.51	390	0.030	1.589	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.48	0.125	3.42	"	0.037	1.360	0	0	0	
3	1.50	0.131	3.51	"	0.037	1.298	0	0	0	
4	1.48	0.152	3.42	"	0.044	1.118	35	0	0.011	
5	1.45	0.162	3.28	"	0.049	1.049	80	1.967	0.378	
6	1.50	0.195	3.51	"	0.056	0.972	465	1.073	0.164	碎波 4波目 130cm
7	1.53	0.184	3.65	"	0.050	0.924	35.5	0.804	0.129	6波目 135cm
8	1.43	0.213	3.19	"	0.067	0.798	4	0	0.008	" 130cm
9	1.56	0.152	3.80	"	0.040	1.118	0	0	0	
10	1.57	0.172	3.84	"	0.045	0.988	0	0	0	
11	1.55	0.176	3.75	"	0.047	0.966	45	0.983	0.171	
12	1.55	0.162	3.75	"	0.043	1.049	40	0.894	0.164	
13	1.56	0.183	3.80	"	0.048	0.929	65	1.431	0.234	
14	1.55	0.219	3.75	"	0.058	0.776	75	1.699	0.228	6波目 140cm
15	1.58	0.230	3.89	"	0.059	0.739	18	0.357	0.047	4波目 140cm

37. MODEL : G-3-7-5.5

$\lambda = 0.565$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	M E M O
1	1.56	0.109	380	4.00	0.029	1.560	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.53	0.131	365	"	0.036	1.298	0	0	0	
3	1.53	0.146	365	"	0.040	1.164	2	0	0	
4	1.58	0.153	389	"	0.039	1.111	3	0	0.010	
5	1.55	0.173	375	"	0.046	0.983	30	0626	0.115	碎波 6波目 130cm
6	1.55	0.164	375	"	0.044	1.037	23	0447	0.090	" 130cm
7	1.55	0.180	375	"	0.048	0.944	55	1.252	0.204	" 140cm
8	1.57	0.201	384	"	0.052	0.846	9	0.089	0.023	" 140cm
9	1.58	0.213	389	"	0.055	0.798	60	1.341	0.180	" 140cm
10	1.58	0.200	389	"	0.051	0.850	60	1.341	0.192	" 145cm
11	1.54	0.175	370	"	0.047	0.971	70	1.609	0.270	
12	1.54	0.171	370	"	0.046	0.994	60	1.341	0.237	" 145cm

38. MODEL : G-3-7-5

$\lambda = 0.565$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.230$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1.54	0.110	370	0.00	0.030	1.545	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.54	0.127	370	"	0.034	1.339	0	0	0	
3	1.55	0.157	375	"	0.042	1.083	25	0	0.010	
4	1.54	0.164	370	"	0.044	1.037	30	0.626	0.123	
5	1.56	0.157	380	"	0.041	1.083	33.5	0.715	0.135	
6	1.58	0.175	389	"	0.045	0.971	85	1.878	0.312	碎波 5波目 135cm
7	1.56	0.189	380	"	0.050	0.899	80	1.788	0.279	4波目 140cm
8	1.58	0.210	389	"	0.054	0.810	90	1.967	0.276	" 140cm
9	1.60	0.213	399	"	0.053	0.798	41	0.894	0.117	5波目 145cm
10	1.58	0.194	389	"	0.050	0.876	70	1.520	0.231	" 145cm

39. MODEL : G-5-7-5

$h = 0.565$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	153	0116	365	0.00	0.032	1.466	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	153	0139	365	"	0.038	1.223	0	0	0	
3	155	0130	375	"	0.035	1.308	0	0	0	
4	155	0161	375	"	0.043	1.056	0	0	0	
5	156	0159	380	"	0.042	1.069	6.5	0.089	0.190	
6	158	0174	389	"	0.045	0.977	6	0.089	0.170	碎波 5 波目 140cm
7	154	0200	370	"	0.054	0.850	18.3	0.357	0.058	" 150cm
8	155	0186	375	"	0.050	0.914	0	0	0	6 波目 145cm
9	159	0207	394	"	0.053	0.821	25	0.536	0.075	" 155cm
10	153	0170	365	"	0.047	1.000	2	0	0	" 140cm
11	159	0185	394	"	0.047	0.919	2	0	0	4 波目 140cm

40. MODEL : G*-3-7-5

$h = 0.600$
 $d = 0.195$
 $H_c = 0.230$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	155	0110	375	0.00	0.029	1.773	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0		
2	158	0116	389	"	0.030	1.681	0	0	0		
3	158	0126	389	"	0.032	1.548	0	0	0		
4	155	0143	375	"	0.038	1.364	0	0	0		
5	155	0160	375	"	0.043	1.219	0	0	0		
6	154	0162	370	"	0.044	1.204	0	0	0		
7	153	0179	365	"	0.049	1.089	42	0.894	0.152		
8	155	0170	375	"	0.045	1.147	7.5	0.089	0.028		
9	153	0184	365	"	0.050	1.060	21.5	0.447	0.074	碎波 6 波目 140cm	
10	156	0188	380	"	0.049	1.037	70	15.20	0.244	" 135cm	
11	159	0192	394	"	0.049	1.016	42.5	0.894	0.140	5 波目 135cm	
12	158	0220	389	"	0.057	0.886	48.5	1.073	0.138	" 145cm	

41. MODEL : G*-3-7-5

 $\lambda = 0.600$
 $d = 0.195$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H_0 m	L_0 m	V m/s	H_0/L_0	d/H_0	Q_1 cm ³	Q_4 m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	MEMO
1	1.76	0.103	483	0.00	0.021	1.893	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.78	0.117	494	"	0.024	1.667	0	0	0	
3	1.79	0.123	500	"	0.025	1.585	0	0	0	
4	1.75	0.148	478	"	0.031	1.318	0	0	0	
5	1.85	0.154	534	"	0.029	1.266	7	0.089	0.014	
6	1.79	0.161	500	"	0.032	1.211	24	0.447	0.069	
7	1.78	0.164	494	"	0.033	1.189	43.5	0.804	0.130	
8	1.76	0.174	483	"	0.036	1.121	65	1.252	0.193	碎波 5 波目 135cm
9	1.93	0.183	581	"	0.031	1.066	200	3.667	0.472	6 波目 150cm
10	1.85	0.217	534	"	0.041	0.899	280	5.366	0.606	4 波目 140cm

42. MODEL : F-3-7-5

 $\lambda = 0.600$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.230$

	T s	H_0 m	L_0 m	V m/s	H_0/L_0	d/H_0	Q_1 cm ³	Q_4 m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	
1	1.78	0.122	494	0.00	0.025	1.803	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.75	0.143	478	"	0.030	1.538	0	0	0	
3	1.75	0.146	478	"	0.031	1.507	3.5	0	0.008	
4	1.76	0.162	483	"	0.034	1.358	6	0.089	0.015	
5	1.75	0.172	478	"	0.036	1.279	20.5	0.357	0.060	
6	1.75	0.180	478	"	0.038	1.222	75	1.520	0.218	
7	1.75	0.187	478	"	0.039	1.176	190	3.846	0.533	碎波 6 波目 135cm
8	1.78	0.179	494	"	0.036	1.229	325	6.529	0.922	" 145cm
9	1.80	0.179	505	"	0.035	1.229	215	4.203	0.597	" 145cm
10	1.75	0.187	478	"	0.039	1.176	200	4.024	0.561	" 135cm

43 MODEL : F-3-7-5

$\lambda = 0.600$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H_0 m	L_0 m	V m/s	H_0/L_0	d/H_0	Q_1 cm ³	Q_4 m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	1.60	0.099	3.99	0.00	0.025	2.222	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.58	0.115	3.89	"	0.030	1.913	0	0	0	
3	1.55	0.137	3.75	"	0.037	1.606	0	0	0	
4	1.55	0.145	3.75	"	0.039	1.517	0	0	0	
5	1.56	0.165	3.80	"	0.043	1.333	0	0	0	
6	1.56	0.180	3.80	"	0.047	1.222	15	0.268	0.053	
7	1.58	0.183	3.89	"	0.047	1.202	15.5	0.268	0.051	
8	1.58	0.201	3.89	"	0.052	1.095	70	1.520	0.223	碎波 6 波目 140cm
9	1.47	0.252	3.37	"	0.075	0.873	70	1.699	0.205	9 波目 145cm
10	1.58	0.195	3.89	"	0.050	1.128	61	1.341	0.197	6 波目 145cm

44 MODEL : F*-3-7-5

$\lambda = 0.615$
 $d = 0.245$
 $H_c = 0.230$

1	T s	H_0 m	L_0 m	V m/s	H_0/L_0	d/H_0	Q_1 cm ³	Q_4 m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	1.75	0.113	4.78	0.00	0.024	2.168	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.80	0.123	5.05	"	0.024	1.992	0	0	0	
3	1.76	0.144	4.83	"	0.030	1.701	0	0	0	
4	1.78	0.153	4.94	"	0.031	1.601	0	0	0	
5	1.79	0.161	5.00	"	0.032	1.522	0	0	0	
6	1.75	0.188	4.78	"	0.039	1.303	31.5	0.536	0.083	
7	1.75	0.171	4.78	"	0.036	1.433	37	0	0.007	
8	1.80	0.181	5.05	"	0.036	1.354	76.0	1.431	0.205	
9	1.80	0.186	5.05	"	0.037	1.317	190	3.756	0.507	
10	1.78	0.207	4.94	"	0.042	1.184	710	14.221	1.744	碎波 6 波目 140cm

45. MODEL : F*-3-7-5

$\lambda = 0.615$
 $d = 0.245$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	M E M O
1	1.55	0.103	375	0.00	0.027	2379	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.55	0.125	375	"	0.033	1960	0	0	0	
3	1.55	0.139	375	"	0.037	1763	0	0	0	
4	1.53	0.146	365	"	0.040	1678	0	0	0	
5	1.55	0.156	375	"	0.042	1571	0	0	0	
6	1.50	0.175	351	"	0.050	1400	0	0	0	
7	1.55	0.195	375	"	0.052	1256	3.5	0	0.008	
8	1.53	0.197	365	"	0.054	1244	70	1609	0.243	
9	1.58	0.214	389	"	0.055	1145	100	2236	0.301	碎波 8 波目 155cm
10	1.53	0.208	365	"	0.057	1178	33	0715	0.106	

46. MODEL : F*-2-7-5

$\lambda = 0.650$
 $d = 0.245$
 $H_c = 0.230$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	M E M O
1	1.55	0.115	375	0.00	0.031	2.130	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.58	0.110	389	"	0.028	2.227	0	0	0	
3	1.58	0.118	389	"	0.030	2.076	0	0	0	
4	1.55	0.143	375	"	0.038	1.713	25	0	0.010	
5	1.55	0.169	375	"	0.045	1.450	190	4382	0.752	
6	1.55	0.159	375	"	0.042	1.541	150	3398	0.630	
7	1.55	0.181	375	"	0.048	1.354	430	9838	1.590	
8	1.55	0.182	375	"	0.049	1.346	1580	36402	5.816	
9	1.50	0.214	351	"	0.061	1.145	410	9749	1371	碎波 6 波目 150cm
10	1.55	0.207	375	"	0.055	1.184	840	19319	2719	9 波目 140cm

47. MODEL : E-3-7-5

$h = 0.690$
 $d = 0.270$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H_0 m	L_0 m	V m/s	H_0/L_0	d/H_0	Q_1 cm ³	Q_4 m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	1.59	0.105	394	0.00	0.027	257.1	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.55	0.125	375	"	0.033	2.160	0	0	0	
3	1.53	0.144	365	"	0.039	1875	0	0	0	
4	1.56	0.151	380	"	0.040	1788	0	0	0	
5	1.55	0.173	375	"	0.046	1561	0	0	0	
6	1.54	0.180	370	"	0.049	1500	0	0	0	
7	1.55	0.205	375	"	0.055	1317	160	3667	0.522	碎波 6波目 135cm
8	1.58	0.172	389	"	0.044	1.570	0	0	0	
9	1.55	0.185	375	"	0.049	1.459	0	0	0	
10	1.55	0.212	375	"	0.057	1.274	190	4382	0.600	" 140cm

48. MODEL : E-3-7-5

$h = 0.690$
 $d = 0.270$
 $H_c = 0.230$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1.80	0.106	505	0.00	0.021	2.547	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.79	0.120	500	"	0.024	2.250	0	0	0	
3	1.76	0.133	483	"	0.028	2.030	0	0	0	
4	1.79	0.152	500	"	0.030	1.776	0	0	0	
5	1.80	0.154	505	"	0.030	1.753	0	0	0	
6	1.88	0.156	5.51	"	0.028	1.731	0	0	0	
7	1.83	0.177	5.22	"	0.034	1.525	80	1.520	0.217	
8	1.78	0.195	494	"	0.039	1.385	360	7.155	0.938	
9	1.79	0.214	500	"	0.043	1.262	1200	23970	2.817	碎波 6波目 140cm
10	1.83	0.187	5.22	"	0.036	1.444	280	5.455	0.720	" 140cm

49. MODEL : G-2-9-5

 $\lambda = 0.580$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.330$

RUN	T s	H_0 m	L_0 m	V m/s	H_0/L_0	d/H_0	Q_1 cm ³	Q_4 m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	MEMO
1	155	0.117	3.75	0.00	0.031	1453	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	155	0.119	3.75	"	0.032	1429	0	0	0	
3	156	0.116	3.80	"	0.031	1466	0	0	0	
4	155	0.149	3.75	"	0.040	1.141	0	0	0	
5	154	0.158	3.70	"	0.043	1.076	0	0	0	
6	153	0.182	3.65	"	0.050	0.934	0	0	0	碎波 8 波目 140cm
7	150	0.200	3.51	"	0.057	0.850	3	0	0.080	
8	156	0.192	3.80	"	0.051	0.885	0	0	0	6 波目 135cm
9	158	0.208	3.89	"	0.053	0.817	0	0	0	" 140cm
10	158	02.12	3.89	"	0.054	0.802	25	0	0.007	" 142cm

50. MODEL : G-2-10-5

 $\lambda = 0.580$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.380$

								$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-3}$	
1	153	0.110	3.65	0.00	0.030	1545	0	0	0	
2	155	0.113	3.75	"	0.030	1504	0	0	0	
3	155	0.141	3.75	"	0.038	1206	0	0	0	
4	153	0.141	3.65	"	0.039	1206	0	0	0	
5	155	0.162	3.75	"	0.043	1.049	0	0	0	碎波 6 波目 140cm
6	155	0.179	3.75	"	0.048	0.950	0	0	0	" 130cm
7	154	0.192	3.70	"	0.052	0.885	0	0	0	" 135cm
8	155	0.206	3.75	"	0.055	0.825	0	0	0	" 135cm
9	153	0.233	3.65	"	0.064	0.730	0	0	0	5 波目 135cm
10	155	02.19	3.75	"	0.058	0.776	0	0	0	" 140cm

51. MODEL : F-3-7-5

$h = 0.620$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	158	0.111	389	0.00	0.029	1982	0	0	0	
2	155	0.134	375	"	0.036	1642	0	0	0	
3	154	0.158	370	"	0.043	1392	0	0	0	
4	155	0.166	375	"	0.044	1325	0	0	0	
5	155	0.173	375	"	0.046	1272	23	0.447	0.086	
6	153	0.206	365	"	0.056	1068	190	4.382	0.634	碎波6波目 140cm
7	155	0.151	375	"	0.040	1457	0	0	0	
8	155	0.174	375	"	0.046	1264	30	0.626	0.114	
9	155	0.194	375	"	0.052	1134	135	3.041	0.465	
10	154	0.201	370	"	0.054	1095	105	2.414	0.353	" 140cm
11	155	0.206	375	"	0.055	1068	315	7.244	1.023	" 150cm

52. MODEL : D-4-6.5-5

$h = 0.720$
 $d = 0.320$
 $H_c = 0.205$

							$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-3}$	
1	156	0.109	380	0.00	0.029	2936	0	0	
2	157	0.120	384	"	0.031	2667	0	0	
3	155	0.155	375	"	0.041	2065	0	0	
4	156	0.131	380	"	0.034	2443	0	0	
5	153	0.155	365	"	0.042	2065	0	0	
6	155	0.187	375	"	0.050	1711	0	0	
7	155	0.170	375	"	0.045	1882	0	0	
8	154	0.189	370	"	0.051	1693	0	0	
9	153	0.211	365	"	0.058	1517	0	0	
10	156	0.204	380	"	0.054	1569	0	0	

53. MODEL : G-6-6-5

 $\lambda = 0.570$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.180$

RUN	T s	H_0 m	L_0 m	V m/s	H_0/L_0	d/H_0	Q_1 cm ³	Q_4 m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	MEMO
1	157	0.103	384	000	0027	1650	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	156	0.114	380	"	0030	1491	0	0	0	
3	156	0.138	380	"	0036	1232	0	0	0	
4	154	0.158	370	"	0043	1076	3	0	0010	
5	154	0.138	370	"	0037	1232	0	0	0	
6	156	0.154	380	"	0041	1104	35	0	0010	
7	159	0.140	394	"	0036	1214	0	0	0	
8	157	0.180	384	"	0047	0944	16	0268	0053	碎波 6 波目 140cm
9	160	0.202	399	"	0051	0842	30	0626	0092	" 140cm
10	159	0.217	394	"	0055	0783	40	0894	0.116	" 140cm

54. MODEL : F-3-7-5

 $\lambda = 0.620$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.230$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	MEMO
157	156	157	155	155	154	157	155	155	161	160	
0.114	0.128	0.142	0.154	0.159	0.174	0.150	0.187	0.191	0.203	0.218	
384	380	384	375	375	370	384	375	375	404	399	
0.00	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
0.030	0.034	0.037	0.041	0.042	0.047	0.039	0.050	0.051	0.050	0.055	
1930	1719	1549	1429	1384	1264	1467	1176	1152	1084	1009	
0	0	0	45	25	273	22	775	190	330	600	
$\times 10^{-3}$ 0	0	0	0	0.089	0.536	0	1.788	4.382	7.244	134.16	
$\times 10^{-3}$ 0	0	0	0.010	0.009	0.096	0	0.276	0.665	1.010	1.732	
								碎波 6 波目 140cm	" 150cm	5 波目 150cm	

55. MODEL : D-3-6.5-5

$h = 0.720$
 $d = 0.320$
 $H_c = 0.205$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	M E M O
1	156	0.138	380	0.00	0.036	2319	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	154	0.150	370	"	0.041	2.133	0	0	0	
3	157	0.161	384	"	0.042	1988	0	0	0	
4	155	0.175	375	"	0.047	1829	2	0	0	
5	157	0.159	384	"	0.041	2013	0	0	0	
6	155	0.157	375	"	0.042	2038	0	0	0	
7	160	0.190	399	"	0.048	1684	210	4650	0.694	
8	155	0.185	375	"	0.049	1730	110	2504	0.397	
9	155	0.218	375	"	0.058	1468	960	22.092	2.950	
10	157	0.195	384	"	0.051	1641	150	3.398	0.502	

56. MODEL : F-3-7-5

$h = 0.620$
 $d = 0.220$
 $H_c = 0.230$

1	158	0.113	389	0.00	0.029	1.947	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	158	0.136	389	"	0.035	1.618	0	0	0	
3	156	0.157	380	"	0.041	1.401	0	0	0	
4	158	0.173	389	"	0.044	1.272	0	0	0	
5	160	0.149	399	"	0.037	1.477	0	0	0	
6	165	0.165	425	"	0.039	1.333	0	0	0	
7	155	0.204	375	"	0.054	1.078	8	0.089	0.023	
8	156	0.188	380	"	0.049	1.170	0	0	0	
9	155	0.210	375	"	0.056	1.048	25	0.536	0.078	碎波 6 波目 150cm
10	159	0.214	394	"	0.054	1.028	25	0.536	0.073	" 145cm

57. MODEL : D-3-6.5-5

 $\lambda = 0.720$
 $d = 0.320$
 $H_c = 0.295$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	MEMO
1	1.55	0.111	375	0.00	0.030	2883	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.55	0.133	375	"	0.035	2406	0	0	0	
3	1.55	0.145	375	"	0.039	2207	0	0	0	
4	1.57	0.175	384	"	0.046	1829	0	0	0	
5	1.55	0.200	375	"	0.053	1600	11	0.178	0.033	
6	1.55	0.176	375	"	0.047	1818	11.5	0.178	0.037	
7	1.56	0.163	380	"	0.043	1963	0	0	0	
8	1.56	0.200	380	"	0.053	1600	12	0.178	0.032	
9	1.55	0.212	375	"	0.057	1509	24	0.447	0.070	
10	1.55	0.229	375	"	0.061	1397	17.5	0.357	0.049	

58. MODEL : G-6-6-5

 $\lambda = 0.590$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.180$

1	1.56	0.109	380	0.00	0.029	1.560	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
2	1.55	0.125	375	"	0.033	1360	0	0	0	
3	1.57	0.136	384	"	0.035	1250	0	0	0	
4	1.55	0.151	375	"	0.040	1126	0	0	0	
5	1.55	0.183	375	"	0.049	0929	0	0	0	
6	1.55	0.193	375	"	0.051	0881	0	0	0	碎波 6 波目 150cm
7	1.55	0.209	375	"	0.056	0.813	4	0	0.007	" 165cm
8	1.56	0.223	380	"	0.059	0.762	7	0.089	0.013	5 波目 155cm
9	1.54	0.231	370	"	0.062	0.736	3	0	0.006	7 波目 155cm

59. MODEL : G-6-6-5

$\lambda = 0.570$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.180$

RUN	T s	H_0 m	L_0 m	V m/s	H_0/L_0	d/H_0	Q_1 cm ³	Q_4 m ³ /ms $\times 10^{-3}$	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$ $\times 10^{-3}$	MEMO
1	157	0.135	384	0.00	0.035	1259	0	0	0	
2	154	0.160	370	"	0.043	1.063	0	0	0	
3	156	0.173	380	"	0.046	0.983	0	0	0	
4	155	0.195	375	"	0.052	0.872	0	0	0	
5	156	0.193	380	"	0.051	0.881	5	0.089	0.016	碎波 6 波目 150cm
6	153	0.179	365	"	0.049	0.950	10	0.178	0.038	
7	155	0.207	375	"	0.055	0.821	8	0.089	0.022	
8	155	0.206	375	"	0.055	0.825	11	0.178	0.032	
9	156	0.219	380	"	0.058	0.776	75	1.699	0.225	
10	155	0.208	375	"	0.055	0.817	68	1.520	0.216	

60. MODEL : G-5-7-5

 $\lambda = 0.580$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	MEMO
1	153	0.106	365	430	0.029	1604	0 0 0 0 計 0	$\times 10^{-3}$ 0 0 0 0 0	$\times 10^{-3}$ 0 0 0 0 0	
2	153	0.110	365	430	0.030	1545	0 0 0 0 計 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	
3	156	0.120	380	430	0.032	1417	0 0 0 0 計 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	
4	158	0.135	389	430	0.035	1259	2 0 0 0 計 2	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	
5	158	0.153	389	430	0.039	1.111	15 1 0.1 0 計 26	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	
6	157	0.168	384	430	0.044	1.012	1 0.7 0.2 0 計 1.9	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	碎波 6 波目 150cm
7	157	0.173	384	430	0.045	0.983	6.5 2.5 0.5 0 計 9.5	0.089 0 0 0 0	0.017 0.008 0 0 0	
8	156	0.188	380	430	0.049	0.904	9 2 0.5 0 計 11.5	0.089 0 0 0 0	0.025 0 0 0 0	7 波目 155cm
9	155	0.232	375	430	0.062	0.733	13 15 1 0.5 計 16	0.262 0 0 0 0	0.035 0 0 0 0	7 波目 140cm
10	155	0.222	375	430	0.059	0.766	12 25 0.5 計 40	0.178 0 0 0	0.029 0.007 0 0	4 波目 140cm
11	157	0.207	384	430	0.054	0.821	7 4 2.5 0 計 13.5	0.089 0 0 0 0	0.014 0.007 0.007 0 0	
12	156	0.198	380	430	0.052	0.859	6 7 1.5 0 計 14.5	0.089 0.089 0 0 0	0.015 0.015 0 0 0	6 波目 155cm
										5 波目 150cm

61. MODEL : G-5-7-5

 $\lambda = 0.580$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	MEMO
1	159	0.118	394	400	0.030	0.043	0	$\times 10^{-3}$ 0	$\times 10^{-3}$ 0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
						計	0	0	0	
2	159	0.130	394	400	0.033	0.043	0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
						計	0	0	0	
3	159	0.141	394	400	0.036	0.043	0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
						計	0	0	0	
4	159	0.161	394	400	0.041	0.043	0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
						計	0	0	0	
5	158	0.174	389	400	0.045	0.044	0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
						計	0	0	0	
6	158	0.183	389	400	0.047	0.929	7	0.089	0.016	
							1.5	0	0	
							1	0	0	
						計	0	0	0	
7	153	0.203	365	400	0.056	0.837	9.5	0.357	0.057	碎波 6波目 150cm
							18	0.089	0.024	
							9.5	0	0.007	
							4.5	0	0	
						計	0	0	0	
8	155	0.240	375	400	0.064	0.708	32	0	0.006	6波目 150cm
							3.5	0	0	
							2	0	0	
							1	0	0	
						計	0	0	0	
9	155	0.196	375	400	0.052	0.867	6.5	0	0.008	7波目 155cm
							3	0	0	
							2	0	0	
							1.5	0	0	
						計	0	0	0	
10	158	0.220	389	400	0.057	0.773	7.5	0.357	0.050	6波目 140cm
							19.5	0.089	0.013	
							5	0	0.006	
							3	0	0	
						計	0	0	0	
11	155	0.245	375	400	0.065	0.694	27.5	0.447	0.060	6波目 150cm
							23.5	0.178	0.027	
							11.5	0.089	0.019	
							8	0	0.006	
						計	3.5	0	0	
							46.5			5波目 145cm

62. MODEL : G-5-7-5

 $\lambda = 0.580$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.230$

RUN	T_s	H_0 m	L_0 m	V m/s	H_0/L_0	d/H_0	Q_1 cm ³	Q_4 m ² /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	M E M O
1	1.55	0.124	375	4.50	0.033	1.371	0 0 0 0 計 0	$\times 10^{-3}$ 0 0 0 0 0	$\times 10^{-3}$ 0 0 0 0 0	
2	1.55	0.140	375	4.50	0.037	1.214	0 0 0 0 計 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	
3	1.52	0.177	360	4.50	0.049	0.960	7 2 0 0 計 9	0.089 0 0 0 0	0.018 0 0 0 0	
4	1.57	0.155	384	4.50	0.040	1.097	6 3.5 0.5 0 計 10	0.089 0 0 0 0	0.020 0.009 0 0 0	
5	1.57	0.198	384	4.50	0.052	0.859	26 10 0.5 0 計 36.5	0.536 0.178 0 0 0	0.081 0.032 0 0 0	
6	1.57	0.170	384	4.50	0.044	1.000	18 10 0.5 6 計 34.5	0.357 0.178 0 0.089 0	0.065 0.038 0 0.018 0	砂波 6波目 150cm
7	1.54	0.193	370	4.50	0.052	0.881	44 22.5 5 6.5 計 78	0.983 0.447 0.089 0.089 0	0.148 0.078 0.016 0.016 0	
8	1.58	0.204	389	4.50	0.052	0.833	111 74 21.5 6.5 計 213	2.414 1.509 0.447 0.089 0	0.347 0.229 0.062 0.014 0	6波目 140cm
9	1.57	0.226	384	4.50	0.059	0.752	75 53 37 5 計 170	1.699 1.162 0.715 0.089 0	0.216 0.150 0.100 0.013 0	6波目 140cm
10	1.57	0.246	384	4.50	0.064	0.691	85 49 32.5 2 計 168.5	1.878 1.073 0.715 0 0	0.225 0.125 0.085 0 0	5波目 145cm

63. MODEL : G-5-7-5

 $h = 0.580$
 $d = 0.170$
 $H_c = 0.230$

RUN	T s	H ₀ m	L ₀ m	V m/s	H ₀ /L ₀	d/H ₀	Q ₁ cm ³	Q ₄ m ³ /ms	$\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$	M E M O
1	154	0093	370	420	0.025	1828	0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							計 0	0	0	
2	156	0102	380	420	0.027	1667	0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							計 0	0	0	
3	153	0122	365	420	0.033	1393	0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							計 0	0	0	
4	160	0142	399	420	0.036	1197	0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							計 0	0	0	
5	153	0162	365	420	0.044	1049	0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							計 0	0	0	
6	156	0174	380	420	0.046	0977	0	0	0	砕波 6波目 155cm
							0	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							計 0	0	0	
7	155	0187	375	420	0.050	0909	15	0	0	6波目 140cm
							1	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							計 25	0	0	
8	157	0207	384	420	0.054	0821	15	0	0	6波目 150cm
							15	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							計 3	0	0	
9	155	0225	375	420	0.060	0756	2	0	0	6波目 150cm
							15	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							計 3.5	0	0	
10	157	0221	384	420	0.058	0769	2	0	0	6波目 145cm
							15	0	0	
							15	0	0	
							0	0	0	
							計 5	0	0	
11	159	0232	394	420	0.059	0733	15	0	0	6波目 150cm
							15	0	0	
							0	0	0	
							0	0	0	
							計 2	0	0	
12	160	0241	399	420	0.060	0705	15	0	0	6波目 145cm
							1	0	0	
							0.5	0	0	
							0	0	0	
							計 3	0	0	6波目 145cm

別大国道道路護岸水理模型
実験報告書(Ⅱ)

{ 部内限り
取扱注意の別を記入
土研資料第986号
昭50年3月(1975)

橋本 宏, 川村 公一

キーワード 計画諸元, 許容越波量, 実験, 実験結果

要旨 別府～大分間の海岸道路の拡幅計画に伴う法面消波護岸が計画中であるが, 許容越波量以下となるような道路護岸断面形状を水理模型実験で検討した。
又, 越波量を中心に水理的特性について解析した。



郵便はがき

十円切手を
はって下さ

115-□□

建設省土木研究所
海岸研究室 御中

東京都北区志茂
五丁目四十一番地七号

No. 4

No. 4

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第986号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印