

離岸堤の統計的考察

豊 島 修*

1. 序 言

最近、わが国の海岸線が全線にわたり、次第に侵食の傾向を示し始めていることは、すでによく知られているところであるが、一方では、リクリエーションの場として、海浜地が季節を問わず、ひろく利用される傾向が急速に高まりつつある。

このため、護岸、突堤、あるいはブロック堤などを主体とした従来の侵食対策工法は、海浜地の利用形態からみて著しく不適当と考えられるケースが次第に増加し、離岸堤工法または養浜工など、海浜および汀線付近の利用を妨げない工法が強く求められるようになりつつある。

離岸堤工法は突堤工法にくらべると、その施工例はかなり少ない。

海岸統計（建設省河川局編）昭和44年度版によれば、昭和43年3月31日現在における、海岸保全施設としての突堤および離岸堤は、

	基 数	合 計 長
突 堤	7 871 基	298 257 m
離 岸 堤	308	36 582

となっており、その実施例は基数にして4％、長さにして12％にすぎない。

なお、筆者が今回調査したところでは、

離岸堤 217 基 33 220 m

となっている。今回の調査の方が少なくなっているのは、上の海岸統計に示された離岸堤の中には、消波を目的として海浜地にならべられたブロック堤（消波堤）や、海食崖のかけ下に根固工状にならべられたブロック堤などが離岸堤として計上されているためであり、今回の調査ではこれらを省いて集計したためである。

離岸堤工法は比較的新しい工法であると同時に、海岸工学の中でも最も新しい分野であり、その堆砂機構については、理論的にも実験的にもなお多くの問題が残されているが、現地における離岸堤施工の要請は年々高まりつつあって、当分の間はお試行的に実施せざるを得ない状況にある。

ここでは、わが国における離岸堤の全施工例についてその概要を紹介し、統計的考察を試み、今後における離岸堤の施工ならびに研究への参考に供したいと考えるものである。

2. 離岸堤調査の概要

現存する離岸堤の全施工例について、その諸元ならびに現状の概要を調査し、その概要を表一に示した。この調査表の記載要領は次のとおりである。

- 1) 調査は原則として昭和44年度末としたが、45年度工事が完了したものや施工中のもの、または今年度施工が確定しているものも含めて計上した。
- 2) 海岸名は、事業名、港名、あるいは地区名をとった。
- 3) 1基長の欄の（ ）は、施工途中のもので、まだ計画の1基長に達していないものを示す。
- 4) 離岸距離は、設置当時の平均潮位時の汀線からの距離の概数であり、設置深についても、設置当時の標高を T. P. で示したものである。なお、設置深の欄の（ ）は現状が設置当時と著しく変化している場合の現状の標高を示したものである。
- 5) 構造欄の4×3等の表示は、下層4列、上層3列の2層積みであることを示し、方塊等の場合の（ ）の数字は、その（幅×高さ）の寸法を示したものである。
- 6) 全高は原則として基礎工の厚さを加えた高さを示した。
- 7) 水深および水面上高は原則として設置当時の値を示しており、設置後の沈下分は含まれていない。したがって、「沈下の有無」欄の○印のあるものについては、水面上高はこの表の値より小さくなっていると考えなければならない。
- 8) 沈下の有無欄では、明らかに沈下の認められるものを○、沈下は無いと思われるものを×、明らかでないものは一印とした。
- 9) 効果欄のうち、「消波」は、消波または波高減衰を主たる目的として設置されたもので効果のないものを×、目的は問わず消波効果のあるものは○とした。「堆砂」は、堆砂を目的として設置されたもので堆砂のないものを×、目的は問わず堆砂のあるも

* 正会員 建設省河川局海岸課

表-1 離岸堤調査表(1)

設置箇所			離岸堤の長さの間隔				設置位置		構造と高さ				基礎工	沈下の有無 ○×	効果			施工年次	備考
									構造	全高	満潮位 H.W.L. L.	H.W.L.時の 水深			水面 上高	消波	堆砂		
No.	府	県	海岸名	基数	1基長	合計長	間隔	離岸 距離					設置深	m				m	m
1	北海道	仙鳳趾	2	{100 (58)	158	50	70	-1.8	六脚 3.5t 4×3×2	3.9	+0.7	2.5	1.4	—	×	○	○	S42~	
2	〃	崎守	2	42	84	20	10	-0.6	三連 3t 3×2	2.1	+0.5	0.9	1.2	—	×	○	○	S43	
3	〃	銭亀沢	5	{61 (15)	265	90~120	35	-0.5	六脚 3.5t 4×3	2.7	+0.8	1.3	1.4	—	×	○	○	S41~	
4	青森	郷沢	9	54	486	25	30	-0.8	テトラ 2t 3×2	1.9	+0.6	1.1	0.8	防砂板	×	○	○	S43~	
5	秋田	八森	2	{118 (65)	183	40	{85 45	-1.5	六脚 5.5t 4×3×2	5.4	+0.63	2.1	3.3	フトン箆	—	○	×	S43~	
6	山形	鼠ヶ関	1	80	80		100	-2.8	テトラ 4t 乱積	4.0	+0.43	3.2	0.8	—	×	○		S44~	
7	〃	早田	2	{62 (28)	90	30	70	-1.0	六脚 5.5t 4×3	3.2	0.54	1.5	1.7	岩盤	×	○	△	S44~	
8	〃	温海	1	58	58		70	-2.2	六脚 5.5t 乱積	4.4	+0.54	2.7	1.7	岩盤	×	○	△	S44~	
9	茨城	会瀬	1	700	700		30	+0.2	ブロック (3.0×2.0)	2.0	+1.50	1.3	0.7	—	×	○		S36~37	
10	千葉	勝浦	1	120	120		100	-2.6	中空三角 4t 乱積	4.0	+0.37	3.0	1.0	—	—	○	○	S43~44	
11	神奈川	茅ヶ崎	1	205	205		370	-6.5	セルラーおよび 場所打ち テトラ 6.3t	10.5	+0.64	7.2	3.3	岩盤	×	○	○	S26~35	
12	新潟	新潟東	1	1788	1788		120	-2.5	乱積	4.0	+0.50	3.0	1.0	アスファルト マット	○	△		S42~	
13	〃	新潟西	1	2330	2330		150	-4.0	セルラー等 テトラ 4t 補強	5.0	+0.50	4.5	0.5	沈床、マッ ト	○	○	○	S25~	
14	〃	金衛町	5	397~100	1247	50~90	130	-2.2	六脚 5.5t 4×3	4.2	+0.50	2.7	1.5	フトン箆	○	○	○	S41~	
15	〃	間瀬	1	90	90		100	-6.0	混成堤	7.4	+0.55	6.6	0.8	(捨石)	○	○		S39~45	
16	〃	寺泊	1	90	90		70	-1.0	テトラ 4t 乱積	3.0	+0.40	1.4	1.1	—	○	○		S44	
17	〃	山田	10	33~65	446	10~25	25~40	-0.4	方塊 3t (3.0×1.7)	1.7	+0.4	0.8	0.1	—	○	△		S20年代	
18	〃	井の鼻	1	794	794		50	-0.5	混成堤	3.2	+0.4	0.9	0.6	(捨石)	×	○		S23	
19	〃	羽黒	6	125	753	10	60	-0.7	捨石堤	2.5	+0.4	1.1	0.6	(捨石)	×	○		S23	
20	〃	尾瀬	17	85	1,436	10	70	-0.9	混成堤	3.2	+0.4	1.3	0.6	(捨石)	○	○		S23	
21	〃	石地	1	93	93		30	-1.5	捨石堤	2.5	+0.39	1.9	0.6	(捨石)	×	○		M32	
22	〃	〃	2	{58 46	104	10	30	-2.3	コンクリート (3.0×3.3)	3.3	+0.39	2.7	0.6	—	×	○		S40~41	
23	〃	〃	3	{194 50 46	290	10	30	-2.2	捨石堤	3.2	+0.39	2.6	0.6	(捨石)	×	○		S 8,30, 32	
24	〃	〃	1	35	35		30	-1.5	方塊 (1.8×1.5)	1.5	+0.39	1.9	-0.4	—	○	△		S27	
25	〃	椎谷	1	50	50		50	-2.0	コンクリート (5.0×4.0)	4.0	+0.39	2.4	1.6	—	×	○		S43	
26	〃	〃	1	30	30		50	-2.0	方塊積	3.7	+0.39	2.4	1.3	—	×	○		S28	
27	〃	〃	1	33	33		50	-1.5	コンクリート (4.0×4.0)	4.0	+0.39	1.9	1.6	—	○	○		S44	
28	〃	〃	1	190	190		50	-1.5	方塊 (2.5×2.0)	2.0	+0.39	1.9	0.1	—	×	△		S20年代	
29	〃	〃	3	{160 60 22	242	10	20	-1.5	方塊 (2.5×2.0)	2.0	+0.39	1.9	0.1	—	×	○	○	S20年代	
30	〃	〃	2	{138 100	238	40	20	-0.3	方塊及六脚 3.5t	2.8	+0.39	0.7	2.1	—	×	○	○	S44	
31	〃	宮川	1	390	390		200	-0.5	方塊 (2.0×2.0)	2.0	+0.39	0.9	0.6	—	○	×		S30年代	
32	〃	有間川	7	60	420	35	60	-1.9	テトラ 4t 乱積	3.6	+0.65	2.5	1.1	そだ沈床	○	×		S28~37	
33	〃	長浜	5	66~105	440	20	60	-2.0	テトラ 4t 乱積	3.1	+0.65	2.6	0.5	そだ沈床	×	○	○	S31~38	
34	〃	能生	1	280	280		15	-1.5	コンクリート (2.1×2.3)	2.3	+0.65	2.1	0.2	—	×	×		S20年代	
35	〃	両津	1	700	700		35	-2.5	テトラ 4t 乱積	4.5	+0.37	2.9	1.6	—	×	○		S41~44	
36	〃	相川	1	800	800		30	-3.0	テトラ 6.3t 乱積	4.0	+0.37	3.4	0.6	—	×	×		S32	
37	富山	浜黒崎	2	82	164	52	30	-1.5	三連 5t 2×2×1	3.9	+0.46	2.0	1.9	フトン箆	×	○	△	S44~	
38	石川	徳光	1	100	100		100	-1.5	六脚 5.5t 4×3	4.0	+0.46	2.0	2.0	フトン箆	○	○	○	S44~	
39	〃	橋立	1	103	103		25	-1.2	六脚 3.5t 乱積	3.7	+0.60	1.8	1.9	岩盤	×	○		S41~	
40	〃	〃	1	169	169		12	-1.2	六脚 3.5t 乱積	3.7	+0.60	1.8	1.9	岩盤	×	○		S41~	
41	静岡	相良	1	144	144		80	-2.0	六脚 5.5t 乱積	3.2	+0.70	2.7	0.5	岩盤	×	○	△	S41~42	
42	〃	〃	3	{180 188 (68)	436	50	80	-2.0	六脚 5.5t 乱積	4.4	+0.70	2.7	1.7	岩盤	×	○	○	S43~	
43	福井	敦賀	1	60	60		120	-5.0	テトラ 2t (中詰捨石)	6.0	+0.60	5.6	0.4	防砂板	—	○		S44~45	
44	〃	三ツ松	2	200	400	50	80	-1.6	六脚 5.5t 4×3	3.8	+0.60	2.2	1.6	フトン箆	—	○		S44~	

表-1 離岸堤調查表(2)

No.	府 県	設置箇所 海岸名	離岸堤の長さの間隔				設置位置		構造と高さ				基礎工	沈下の有無 ○×	効 果			施工年次 M明治 T大正 S昭和	備 考	
			基数	1基長	合計長	間隔	離岸距離	設置深	構 造	全高	高 さ				基礎工	消波	堆砂			トロンボ
											満潮位 H.W.L.	H.W.L.時 水面上高								
45	京 都	神 崎	3	{114 (90) (75)	279	(50)	120	-1.4	アクモン 5t 乱積	3.8	+0.42	1.8	2.0	フトン箆	○		△	△	S41~	
46	大 阪	樽 井	1	110	110		80	-1.8	テトラ 2t (中詰捨石)	4.0	+0.80	2.6	1.4	(捨石)	×		○	○	S38	
47	"	二 色	3	150	450	100	200	-3.3	テトラ 4t (中詰捨石)	5.0	+0.80	4.1	0.9	(捨石)	×	○	△		S41~42	
48	兵 庫	須 磨	1	900	900		13	{(+0.2) -1.3	テトラ 2t (中詰捨石)	3.6	+0.80	{(0.6) 2.1	1.5	(捨石)	×	○	○		S37~38	
49	"	東二見	1	650	650		20	{(+0.2) -1.0	ブロック (3.0×2.0)	2.0	+0.60	{(0.4) 1.6	0.4	—	×	○	△		S33	
50	"	西二見	2	{390 510	900	50	230	-4.9	混成堤	7.0	+0.60	5.5	1.5	(捨石)	×	○			S42~44	
51	"	藤江・ 江井ヶ	1	3 500	3 500		20	{(-0.2) -1.0	ブロック (3.0×2.0)	2.0	+0.60	{(0.8) 1.6	0.4	—	○		△		S28	
52	"	島 住	1	218	218		50	{(-1.0) -1.9	捨石堤	3.0	+0.75	{(1.8) 2.6	0.4	そだ沈床	○		△		S34	
53	"	岩 屋	2	{260 60	320	30	65	-2.5	捨石堤	4.0	+0.75	3.5	0.5	(捨石)	×	○			S37	
54	"	福 良	2	{100 60	160	50	900	-2.1	混成堤	5.2	+0.75	2.8	2.4	(捨石)	×	○			S42~	
55	"	郡 家	7	30	210	5	30	{(-0.4) -2.8	方 塊	3.0	+0.75	{(1.2) 3.5	-0.5	—	○		○		S35~37	
56	"	富 島	1	80	80		15	-2.3	捨石堤	2.3	+0.75	3.0	-0.7	(捨石)	×		○		S34	
57	"	"	1	100	100		120	-3.0	捨石堤	5.0	+0.75	3.8	1.2	(捨石)	—		△	△	S42~	
58	"	香 住	1	320	320		30	-1.3	混成堤	2.5	+0.40	1.7	0.8	(捨石)	×	○	○		S37	
59	鳥 取	境 港	2	{105 70	175	38	350	-5.5	テトラ 6.3t 乱積	6.9	+0.60	6.1	0.8	フトン箆	○	○			S44~	
60	島 根	浜 田	1	581	581		90	-4.0	テトラ 4t 乱積	5.5	+0.70	4.7	0.8	アスファルト マット	○	○	○		S38~43	
61	"	馬 路	3	{112 110 (82)	304	50	100	-1.5	六脚 5.5t 4×3	3.8	+0.70	2.2	1.6	フトン箆	○		○	○	S38~43	
62	"	仁 摩	2	{100 150	250	30	50	-1.4	中空三角 5t 乱積	2.7	+0.60	2.1	0.6	—	○	△			S37~41	
63	"	"	2	100	200	30	50	-1.4	六脚 3.5t 5×4×3	3.9	+0.60	2.0	1.9	アスファルト マット	○		○		S37~41	
64	山 口	松 谷	3	{90 100 1 013	1 203	30~50	57	-0.4	六脚 6.5t 3×2	3.8	+1.50	1.9	1.9	フトン箆	○		○	○	S42~	
65	"	平郡東	8	50	390	30	60	-0.9	混成堤	3.5	+2.5	3.4	0.1	(捨石)	○	○	△	△	S34	
66	徳 島	平 島	5	46~54	525	30	250	-2.5	六脚 3.5t 3×2	3.3	+0.8	3.3	0	捨 石	—		○		S30年代	
67	香 川	花 稲	1	186	186		90	+0.9	捨石堤	2.0	+1.93	1.0	1.0	(捨石)	×	○			S42	
68	"	三本松	1	200	200		150	-10.0	混成堤	12.8	+1.94	11.9	0.9	(捨石)	×	○			S40~43	
69	"	有 明	10	{70 183	813	20	350	-0.1	捨石堤	1.0	+1.94	2.0	-1.0	(捨石)	—	○	△		S40~42	
70	"	粟 島	1	75	75		75	-7.0	捨石堤	9.8	+1.88	8.9	0.9	(捨石)	×	○			S43~	
71	愛 媛	伊 予	4	{40,40, 70,130	280	50~90	30	-0.9	石張堤	2.0	+1.61	2.5	-0.5	—	—	△	×		S34~42	
72	"	松 山	1	146	146		60	-1.9	捨石堤	5.5	+1.66	3.6	1.9	(捨石)	×	○			S41~42	
73	"	東 予	2	{82 69	151	10	10	-1.7	T型ブロック	1.9	+1.73	3.4	-1.5	—	—				T 2	
74	"	"	2	{233 30	263	10	15	-0.5	石張堤	1.0	+1.73	2.2	-1.2	—	—		○		T 3	
75	"	"	6	31	184	8	30	+0.2	六脚 3.5t 5×4×3	3.8	+1.73	1.5	2.3	捨 石	—	○			S44	
76	"	新居浜	3	{48 106 137	291	10	25	-2.0	石張堤	4.4	+1.73	3.7	0.7	—	—	○	○		S42	
77	"	"	3	{78 135 244	457	10	25	-1.4	石張堤	4.0	+1.73	3.1	0.9	—	—	○	○		M末期	
78	"	長 津	2	{70 103	173	20	50	-0.3	捨石堤	2.5	+1.75	2.0	0.5	(捨石)	×	○			S35	
79	福 岡	新松原	2	{90 86	176	20	80	-2.0	テトラ 5t 3×2	3.4	+1.03	3.0	0.4	そだ沈床	×	○	○	○	S41~42	
80	長 崎	塩 津	1	54	54		45	-1.4	石張堤	5.0	+1.3	2.7	2.3	—	×	○			S 2	
81	"	増 田	1	30	30		55	-0.7	石張堤	3.1	+1.3	2.0	1.1	—	×	○			S10	
82	"	塩 水	1	42	42		40	-0.5	石張堤	3.0	+1.3	1.8	1.2	—	×	○			T15	
83	"	貝 津	1	87	87		100	-3.8	石張堤	8.0	+1.3	5.1	2.9	—	×	○			S37~38	
84	"	八幡浦	1	25	25		25	±0	石張堤	1.8	+1.0	1.0	0.8	—	×	○			T 5	
85	宮 崎	川 南	1	100	100		180	-2.1	テトラ 8t 乱積	4.5	+1.16	3.3	1.2	—	×		○		S36~38	
86	鹿 児 島	大根占	6	{60×3 56×3	348	15	40	-1.0	六脚 5.5t 4×3	3.2	+1.40	2.4	0.8	—	○		○	○	S43~44	
計	府 県	箇所	基		m															
	25	86	217		33,220															

のを○とした。「トンボロ」は、目的のいかんを問わず、トンボロが発生したものを○とした。

10) 施工年次欄では、現に継続施工中のもので一連の計画が未完成のものについては、着工年次と～印をもって示した。

3. 離岸堤の統計的考察

(1) 地域分布

海岸線を有する全国 38 都道府県のうち、離岸堤のある府県は 25 道府県で、13 都県については設置されていない。これらの設置されていない都県の中には、海岸侵食はほとんどないと考えられる所もあるが、突堤はあっても離岸堤はないという府県もある。

表-2 離岸堤・突堤の府県別調

府県	離岸堤 (今回調査)		突堤 (海岸統計)		府県	離岸堤 (今回調査)		突堤 (海岸統計)	
	基	m	基	m		基	m	基	m
北海道	9	507	922	24 392	大 阪	4	560	205	8 832
小計	9	507	922	24 392	兵 庫	20	7 358	846	21 653
青 森	9	486	649	11 205	和歌山	—	—	44	2 407
岩 手	—	—	—	450	小計	30	8 657	1 733	54 248
宮 城	—	—	—	243	鳥 取	2	175	125	4 336
秋 田	2	183	8	336	島 根	8	1 335	77	2 296
山 形	4	228	48	1 522	岡 山	—	—	9	206
福 島	—	—	97	2 298	広 島	—	—	—	—
小計	15	897	802	16 054	山 口	11	1 593	250	14 370
茨 城	1	700	27	1 069	小計	21	3 103	461	21 208
千 葉	1	120	84	2 609	徳 島	5	525	218	12 400
東 京	—	—	—	—	香 川	13	1 274	189	5 093
神奈川	1	205	64	4 170	愛 媛	23	1 945	782	24 871
小計	3	1 025	175	7 848	高 知	—	—	28	404
新 潟	75	13 309	405	19 424	小計	41	3 744	1,217	42 768
富 山	2	164	551	12 472	福 岡	2	176	66	1 585
石 川	3	372	247	7 176	佐 賀	—	—	4	125
小計	80	13 845	1 203	39 072	長 崎	5	238	728	67 893
静 岡	4	580	113	5 466	熊 本	—	—	83	2 259
愛 知	—	—	253	12 109	大 分	—	—	36	1 029
小計	4	580	366	17 575	宮 崎	1	100	43	1 572
三 重	—	—	397	17 000	鹿 児 島	6	348	32	629
福 井	3	460	30	1 406	小計	14	862	992	75 092
京 都	3	279	211	2 950	合計	217	33 220	7 871	298 257

上の表は、今回の調査による離岸堤と、海岸統計昭和 44 年度版による突堤の府県別調である。これによると、

1) 離岸堤が多いのは北陸と近畿で、中でも新潟県では 75 基、13 309 m と、基数にして全国の 35%、延長にして 40% の多きを数え、これに次ぐのが兵庫県の 20 基、7 358 m、愛媛の 23 基、1 945 m 等である。

2) 離岸堤のない府県は、岩手、宮城、福島、東京、愛知、三重、和歌山、岡山、広島、高知、佐賀、熊本、大分の各県で、そのほとんどが太平洋に面する府県あるいは瀬戸内海、有明海など大潮常襲地帯に属する府県である。

3) 東京都と広島県には突堤も離岸堤もない。また岩

手、宮城、岡山、佐賀などの各県には、突堤はあるがその規模は著しく小さい。

4) 突堤が比較的多いのは、北海道、青森、新潟、富山、愛知、三重、兵庫、山口、徳島、愛媛、長崎の各県である。このうち、愛知、三重両県の突堤は、その大部分が昭和 28 年 13 号台風および同 34 年の伊勢湾台風の災害復旧の際に設置されたものであり、愛媛、長崎の両県では離島が多く、防波堤を兼ねた突堤が多い。これらを除くと、残りの府県は従来から海岸侵食で知られた所である。

5) 新潟県と兵庫県は、離岸堤、突堤とも、他の府県にくらべて圧倒的に多いが、他の府県では突堤の多い府県が必ずしも離岸堤が多いわけではない。これは、海底勾配や地形的条件にもよるが、突堤工法が侵食対策のみならず災害復旧工法にも古くからひろく用いられてきたのに対し、離岸堤工法は比較的限られた地域で試行的に施工されてきたためと考えられる。

(2) 設置の年代

それではわが国の離岸堤はいつ頃から普及してきたものであろうか、先に示した表-1 から着工年次別に分類してみると表-3 のとおりである。

表-3 離岸堤の府県別、設置年代別調

府 県	昭和20年代 以前		昭和30年代		昭和40年代		計	
	基	m	基	m	基	m	基	m
北海道	9	507	—	—	9	507	9	507
青 森	9	486	—	—	9	486	9	486
秋 田	2	183	—	—	2	183	2	183
山 形	4	228	—	—	4	228	4	228
茨 城	—	—	1	700	—	—	1	700
千 葉	—	—	—	—	1	120	1	120
神奈川	1	205	—	—	—	—	1	205
新 潟	51	7 243	10	1 816	14	4 250	75	13 309
富 山	—	—	—	—	2	164	2	164
石 川	—	—	—	—	3	372	3	372
静 岡	—	—	—	—	4	580	4	580
福 岡	—	—	—	—	3	460	3	460
京 都	—	—	—	—	3	279	3	279
大 阪	—	—	1	110	3	450	4	560
兵 庫	1	3 500	14	2 698	5	1 160	20	7 358
鳥 取	—	—	—	—	2	175	2	175
島 根	—	—	5	1 031	3	304	8	1 335
山 口	—	—	8	390	3	1 203	11	1 593
徳 島	—	—	5	525	—	—	5	525
香 川	—	—	—	—	13	1 274	13	1 274
愛 媛	7	871	6	453	10	621	23	1 945
福 岡	—	—	—	—	2	176	2	176
長 崎	4	151	1	87	—	—	5	238
宮 崎	—	—	1	100	—	—	1	100
鹿 児 島	—	—	—	—	6	348	6	348
計	64	11 970	52	7 910	101	13 340	217	33 220

これによると、昭和 20 年代以前にすでに現存する離岸堤の 3 割に相当する 64 基、12 000 m もの離岸堤が着工されており、しかもその大部分を新潟、兵庫両県で占めていることがわかる。

昭和30年代に入ると新しく設置した府県も次第に増加してくるが、それでも新潟、兵庫県両県の施工量が格段に多い。

このように、大部分の府県では、昭和40年代に入ってから始めて離岸堤に着手しており、侵食の著しい府県あるいは突堤施工例の多い府県が早くから離岸堤工法を採用してきたわけではない。

なお、わが国最古の離岸堤は表—1によれば明治32年に設置されており、他に明治末期に1件、大正初期に2件が設置されている。

(3) 離岸堤の長さによる分類

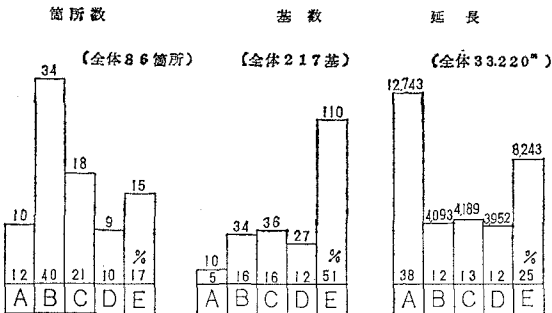
離岸堤をその長さで分類すると、連続堤と島堤に分けて考えることができる。ここでは、1基の長さが数100 m 以上あるものでそれが1基で独立して単堤として存在しているものを連続堤とし、これより短いものを島堤とし、島堤のうち1基で単独に設置してあるものを単堤、2基以上の群をなしてならんでいるものを群堤として分類してみた。

全体で86箇所、217基、33 220 m の離岸堤を上記の要領で分類してみると下図のようになる。

なお、図中の符号は次のとおり

A……………連続堤
B……………単堤
C……………2基
D……………3基
E……………4基以上

} 島堤
} 群堤



図—1 離岸堤の分類

これによると、

1) 連続堤 (A) は、箇所数は12%の10箇所であるが、延長では38%を占め、1箇所平均1 200 m をこえる。

2) 箇所数では単堤 (B) が40%を占めて圧倒的に多いが、1箇所あたりの延長は120 m くらいである。

3) 4基以上まとまった群堤 (E) は、箇所数では17%であるが、基数では51%と半分を占め、1基平均75 m である。

4) 2基で1組となった群堤 (C) は18箇所全体で21%を占め、1基あたり平均120 m である。

5) なお、これらの中には継続施工中のものが23箇所も含まれており、それぞれが完成するとこれらの延長も多少長くなる。

(4) 連続堤

連続堤を島堤と分離して考察することにし、表—1からこれに相当するものを拾い出してみると表—4のとおりである。

表—4 連続堤の概要

No.	海岸名	延長 (m)	離岸 距離 (m)	設置深 (m)	構 造	沈下	消波	堆砂	トン ボロ	施工年次
9	会 瀬	700	30	+0.2	ブロック	×	×	○		昭36~37
12	新潟東	1 788	120	-2.5	テトラ乱積	○	△			昭42~
13	新潟西	2 330	150	-4.0	セルラー、 テトラ	○	○	○		昭25~
18	井の鼻	794	50	-0.5	混成堤	×	○			昭23
35	両 津	700	35	-2.5	テトラ乱積	×	○			昭41~44
36	相 川	800	30	-3.0	テトラ乱積	×		×		昭32
48	須 磨	900	13	-1.3	テトラ	×	○	○		昭37~38
49	東二見	650	20	-1.0	ブロック	×	○	△		昭33
51	藤江、 江井ヶ島	3 500	20	-1.0	ブロック	○		△		昭28
60	浜 田	581	90	-4.0	テトラ乱積	○	○	○		昭38~43

これによると、

- 1) トンボロが発生した例はない。
- 2) 予想外に沈下が少ないと思われる。
- 3) どちらかといえば古いものが多い。
- 4) 堆砂の目的から考えると、連続堤の方が島堤より有利であるとは必ずしもいえないように思われる。
- 5) 消波または波浪減衰が目的の場合は、開口部からの波浪の侵入を防止する必要上、連続堤の方が有利と考えられる。

(5) 島堤の長さや設置位置

離岸堤を島堤として設置する場合、まず計画上問題になるのは、1基の長さや離岸距離またはその設置水深、そして群堤とする場合にはその開口幅である。これらの諸元は、その設置地域の地形や海象諸条件と密接な関係があり、一義的に決定することは困難であって、過去においても各地で試行的に設置されてきた。いまこれらについて統計的に考察してみよう。

a) 離岸堤の長さや離岸距離

単堤、群堤を問わず、離岸堤1基の長さや離岸距離との関係をプロットしてみたのが図—2である。

これによると、離岸距離は10 m から100 m 以上までいろいろあって、これだけでは両者に相関は認めがたい。ただ、堤長より離岸距離の長いものが多いことが注目されるが、これらはいずれも離岸堤の長さが比較的短いものに多く、一部には施工中のものも含まれている。

b) 離岸堤の長さや設置深

離岸距離は海底地形、とくにその深さと密接な関係があるので、離岸距離の代りに設置位置の深さ(標高)と

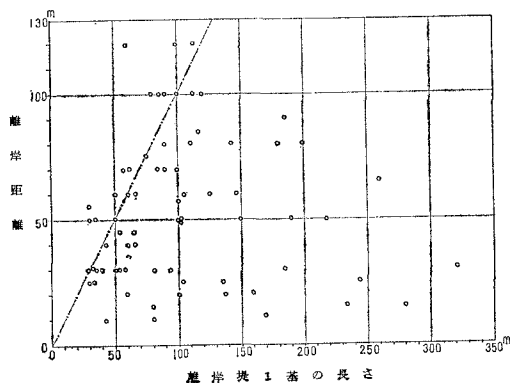


図-2 離岸堤の長さとの離岸距離

の相関をみたのが図-3である。

この図でも、点はかなりちらばり、とくに相関は認めがたいが、設置深さとしては、T. P. -1 m ~ -2 m 付近のものが大部分である。このことは、工法的にも、工事費の面からも容易に首肯されるところである。

c) 離岸距離と間隔(開口幅)

群堤の場合の間隔は、1基の長さとの関係はもちろんであるが、その離岸距離との間に密接な関係があると考えられるので、離岸距離と間隔との関係をプロットしてみたのが図-4である。

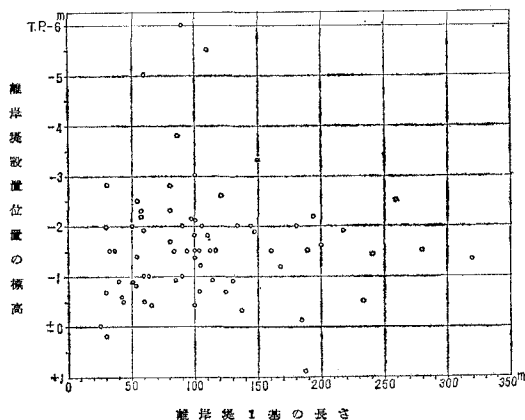


図-3 離岸堤の長さとの設置位置の深さ

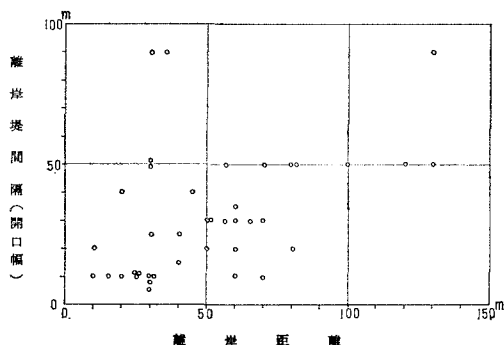


図-4 離岸距離との離岸堤間隔

これによると、間隔はおおむね 10~50m であるが、これについてもあまり明確な相関は認められない。ただ、離岸距離が多少大きくなっても、間隔はほとんど 50 m 以下となっている点が注目される。

d) 島堤の平均像

以上、島堤の諸元(とりまとめの都合上、350 m 以上のもの数箇所は除外した)について検討してみたが、それぞれ相当幅広い分布を示し、長さ、位置、間隔相互間に明確な相関は認めがたいようである。ただし、今回の考察では、各地域における海象条件との関係についてはいささいふれていないので、地形条件、海象条件がそれぞれ異なる場所に、消波または堆砂と異なった目的のもとに、試行的に、しかもかなりの年次のずれをもって設置された離岸堤に、海象条件を抜きにして、その諸元についての単純な相関を求めようとする自体に無理があるともいえることができよう。

なお、図-2 から図-4 について、各諸元の単純平均を試みると下記のとおりである。

島堤1基の平均長	110m
平均離岸距離	53m
平均設置深	T. P. -1.65m
群堤の平均離岸距離	51m
群堤の平均間隔	32m

(6) 離岸堤の高さ

離岸堤の目的が消波であれ、また堆砂であれ、その効果を期待するには、水位に対して相応の高さが要求されることはすでによく知られているところである。

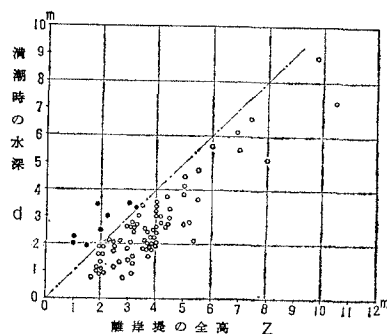


図-5 離岸堤の全高と満潮時水深

上図は、離岸堤設置当時における離岸堤の全高(基礎工を含めた高さ)と同位置における朔望平均満潮面下の水深との関係を、離岸堤全例についてプロットしたものであり、図中の黒丸は離岸堤天端が水面下に没するものを示したものである。これによると、大部分の離岸堤は水面上に顔を出しており、始めから潜堤として計画されたものは案外少ないことを示している。

図-6 は、水面上の高さについて調べてみたものであり、ここでも水面下に没するものは黒丸で示してある。

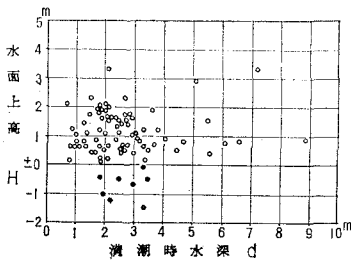


図-6 満潮時の水面上の高さ

これによると、設置位置の水深との間に特に深い相関があるとは認められず、一応満潮面上に1～2mの高さをとることを前提に計画されたものと考えられる。

(7) 離岸堤の構造

離岸堤の構造は、その目的と設置位置の諸条件によって、最も適当な構造とすることは当然であるとはいえ、目下のところ、最も適した構造自体が明らかではない。

今回の調査結果を見ると、構造は主として設置年代と材料入手の難易にかなり大きく支配されているように思われる。すなわち、昭和30年代からテトラポッドを始めとする異形ブロックが使用され始めるとともに、方塊や石張堤は次第に使用例が減少している。

表-5 離岸堤構造年代別調

構造	着工年代	昭和20年代以前		昭和30年代		昭和40年代		合 計	
		箇所	m	箇所	m	箇所	m	箇所	m
異形ブロック	テトラポッド	2	2 750	6	2 931	9	4 005	17	9 686
	六脚ブロック	—	—	2	725	16	5 392	18	6 117
	中空三角ブロック	—	—	1	250	1	120	2	370
	ア ク モ ン	—	—	—	—	1	279	1	279
	三連ブロック	—	—	—	—	2	248	2	248
小 計		2	2 750	9	3 906	29	10 044	40	16 700
不透過式	方 塊	7	4 594	4	1 950	1	238	12	6 782
	セ ル ラー 等	2	485	—	—	3	187	5	672
	混 成 堤	2	2 230	3	800	3	1 260	8	4 290
	捨 石 堤	3	1 040	4	887	5	1 320	12	3 247
	石 張 堤	6	871	2	367	1	291	9	1 529
小 計		20	9 220	13	4 004	13	3 296	46	16 520
合 計		22	11 970	22	7 910	42	3 340	86	33 220

上の表は、構造別・着工年代別に分類してみたものである（「昭和20年代以前」のテトラポッドの2箇所は、20年代以前にセラー等で設置してあった離岸堤を、その後テトラポッドで補強したものである）。

異形ブロックの使用例が次第に増加しているが、捨石堤や混成堤も設置深さ等の関係でなお当分使用されるものと思われる。

いままでの所、透過性・不透過性の差が離岸堤の効果を直接左右したと考えられる例は少ないと考えられる。

(8) 離岸堤の沈下

離岸堤の沈下の有無を基礎工の種類別に見てみたのが

右図である。今回調査における沈下の調査は関係者の証言によるもので、実測されたものではないので、確実性に欠けることをお断りしておく。なお、沈下のはっきりしないものは「沈下なし」の方に入っており、確実に沈下していると見られるものだけを「沈下あり」として処理してある。基礎なしの箇所に対し、基礎工を用いたものがか

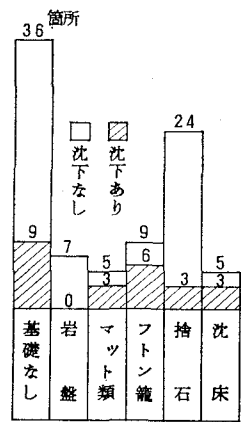


図-7 基礎の種類と沈下

り沈下しているが、元来沈下しやすいと考えられる所に設置された例が多いことを考えると、むしろ基礎なしの沈下例が少なすぎるようにも思われる。

(9) 堆砂効果とトンボロ

堆砂を目的として設置された島堤について、堆砂効果のあったもの、トンボロが発生したもの、および効果のないもののそれぞれの原因を調べるために、長さや設置位置および離岸堤の高さについて考察を試みた。

図-8 は、単堤・群堤を問わず、堆砂の目的で設置された島堤について、離岸堤の長さや離岸距離の比、および堤高と水深の比を求めてプロットしてみたものである。

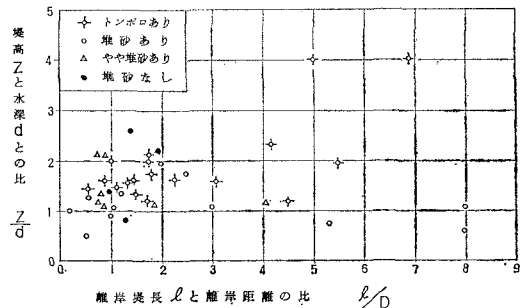


図-8 島堤の堆砂効果と設置位置

これによると、

- 1) 成功例がかなり多いが、トンボロの発生と、離岸距離や堤高との関係は明らかではない。
- 2) 堆砂なしの事例についても別段相関は認められない。

したがって、現地での堆砂やトンボロの発生には、これらの離岸堤の諸元のほかに、地形条件や底質材料および海象条件が大きく作用するものと考えられる。

さらにいま一つの要素として、離岸堤背後の状況がある。堆砂著しいものやトンボロの発生したケースの大部

分は、汀線付近にひろい砂浜があったものや、遠浅地帯での例が多く、逆に堆砂なし、あるいは堆砂少なしというケースの多くは、背後の堤防または護岸の前面に砂浜がなく、反射率の高いものが多い。護岸前面の水深を浅くし、根固工あるいは消波工などの設置によって波の反射が少なくなれば、堆砂が促進されると推定される。

さらに一歩進めて、このような場合に、離岸堤の設置と同時に養浜工を実施すれば、堆砂は著しく促進されるものと考えられる。

4. 結 語

離岸堤の諸元について統計的考察を試みたが、トンボロの発生や堆砂機構については明確な相関を見つけることはできなかった。今後さらに箇所ごとに調査を進め、沈下機構も含めて検討してゆく心算である。

終りに、今回の調査にあたり、資料の調査・作製・提出について多大のご援助を頂いた各都道府県の海岸担当者の方々に厚く御礼を申し上げる次第である。