

台風13号による愛知・三重海岸災害の現状と対策

建設省中部地方建設局
海岸堤防建設部長

中 島 武

1. 緒 言

わが国は背後にアジア大陸を控え、前面に太平洋を擁する地理的、地形的条件から、最も気象的悪影響を受けやすい存在である。その上に名代の地震国でもあるから、天災とは常に取り組んで、狭い国土を隈なく利用しようとする。それで勢い災害が増大するわけで、災害の絶無などということはとても望めない。今日ではどうして災害を最小限度に食い止めるかという

ことに意を用いねばならない。

この自然災害の中でも、毎年やってくるのが台風によるもので、特に海岸堤防の災害はほとんど台風起因するから、今までに海岸災害をもつと大いにとりあげてよかつたはずである。たゞ河川の場合とは違って、日本の海岸全部に海岸堤防があるわけではなく、また河川堤防のように常に経済効果があるわけでないから、大阪湾及び今回の伊勢湾のような工業地帯とか、

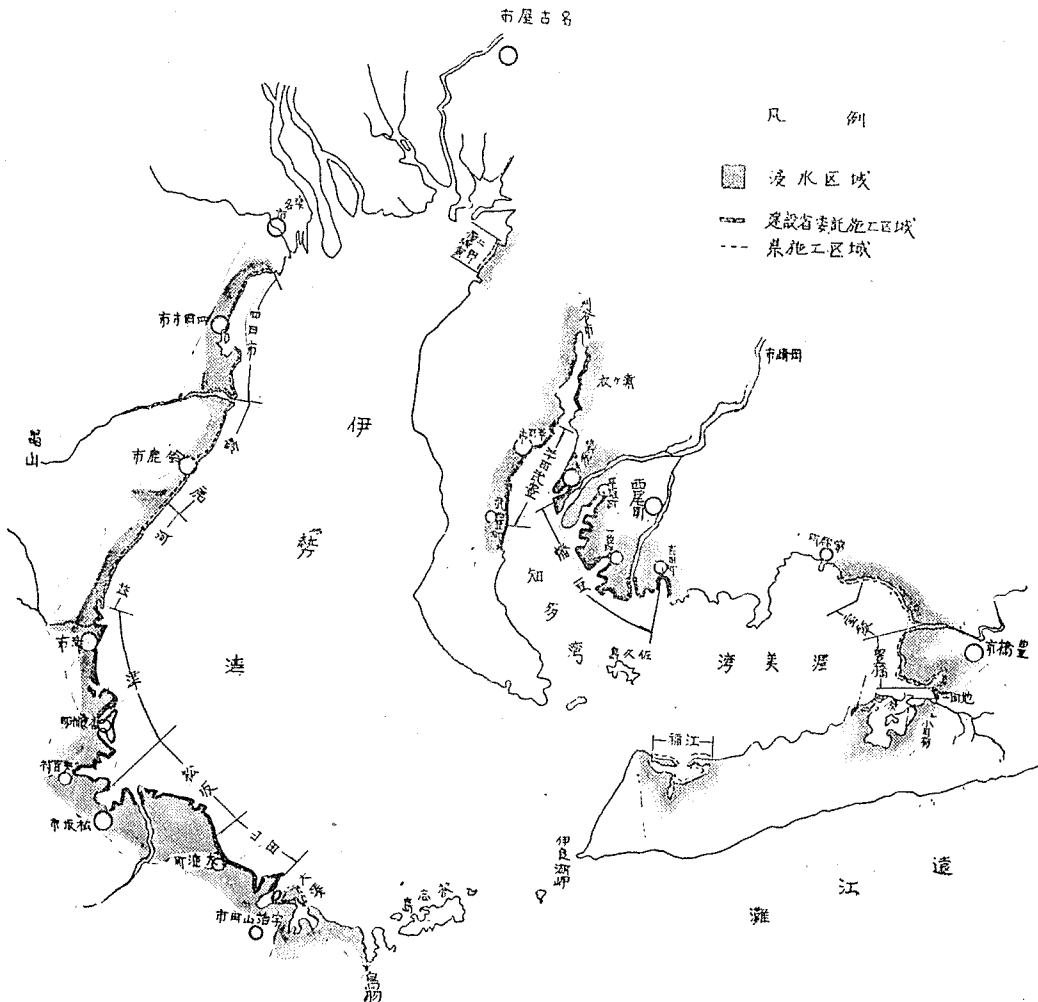


図-1 海岸堤防区域図

肥沃な農耕地帯とかの海岸災害で始めて、海岸堤防の存在が大きくクローズアップされてくるわけである。

日本のどこでもそうであるように、概して湾の周辺には平地が多く、これらの湾が一度台風の進路ともなれば、湾であるが故にますます高潮、高波の好条件ともなつて、大災害をもたらすから、今後は河川災害だけでなく、この種の海岸災害のためにも、充分対策を考えて行くべきものと痛感している。

たゞ海岸に関しては、今まで比較的に文献資料も少なく、それだけ対策も遅れているのではないかと考えるが、この愛知・三重海岸の現地報告が多少とも今後の海岸対策に役立てば、著者の望外の喜びである。

2. 愛知・三重海岸の現況 (省略)

(1) 地勢, (2) 海岸堤防の沿革, (3) 海岸堤防の現況, (4) 気象状況。

3. 台風13号による災害の情况

(1) 気象概況 台風13号は、昭和28年9月17日カロリン群島のトラック島附近で発生、逐次勢力を増して、20日には風速 35 m/sec, 22日には最大風速 60 m/sec となつて、進路を北西より北に転じ、本土接近の気配を示してきた。その後23日早朝には遂に進路を真北にとり、25日昼頃室戸岬南方 130 km の位置に達した。勢力は幾分衰えて最大風速は 50 m/sec に

表-1 台風処女上陸地別頻度 (明治24—昭和28)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
上陸地													
九州西海岸						5	5	8	9	3			30
九州南海岸						1	6	9	6	3			25
豊後水道						1	2	2	2				7
四国				1		1	6	18	6	3			35
紀伊水道							1	4	5				10
紀伊半島					2	1	2	5	7	2	1		20
伊勢湾—駿河湾						1	3	5	8	2			19
伊豆半島—犬吠岬				1	1	1	2	7	9	8	2	1	32
奥羽東海岸								2					2
北海道南海岸								3	3	2			8
計				2	3	11	27	63	55	23	3	1	188

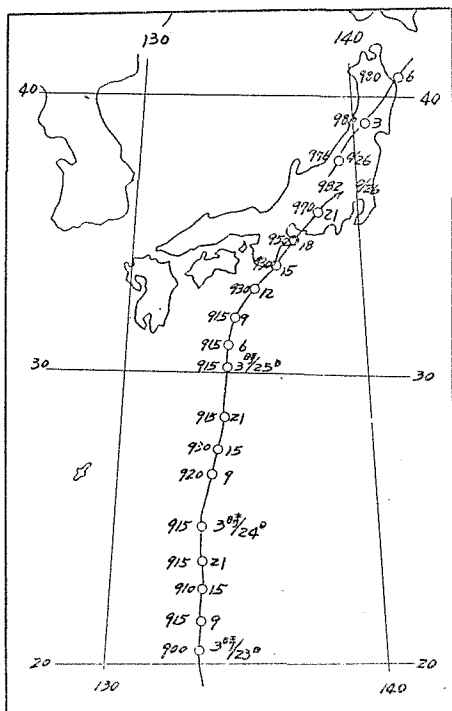


図-2 台風13号の経路図

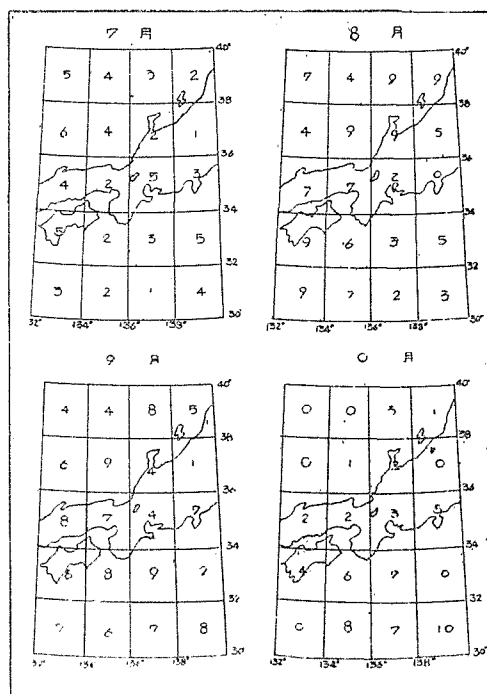


図-3 台風通過回数 (昭和2—24)

なつたが、そのまゝ勢力を変えずに、25日14時45分紀伊半島南端の潮岬附近に上陸した。上陸後は進路を北東に取り、尾鷲を経て18時頃志摩半島の宇治山田上空を通過、伊勢湾を渡つて19時頃岡崎市上空から中部山岳地帯に突進した。台風の勢力は志摩半島通過の頃から衰え始め、21時頃中部山岳に達して勢力を二分され、一つは新潟南方より26日早朝三陸沖に抜け、他の一つは関東北部で衰弱消滅した。

この台風で台風眼らしいものが観測せられたのは、尾鷲では16時40分、宇治山田では17時45分、岡崎では19時10分であつた(図-2参照)。

なお、台風13号は、伊勢湾に進入した珍しいコースであつて、このことは既往の台風上陸地、通過回数を示した表-1、図-3からもわかる通りである。

(2) 暴風雨の状況 この台風は次第に発達して、23日3時には中心示度 915 mb と推定せられ、かなり

表-2 東海各測候所の気象表

地名	最大風速			瞬間最大風速			最低気圧		24日の24時間雨量	総雨量
	方向	風速	時刻	方向	風速	時刻	気圧	時刻		
上野	NW	m/sec 20.1	h m 18.20	E	m/sec 27.5	h m 14.18	mb 972.3	h m 17.33	mm 184.9	mm 213.7
亀山	NW	24.8	20.20	NW	33.2	20.20	969.0	18.08	182.7	
静岡	S	27.1	20.30	S	30.0	20.26	976.8	20.30	21.1	
津	E	23.6	17.00	E	31.1	15.58 17.23	964.6	18.00	—	
高山	NW	8.2	21.00	NW	13.1	20.50	982.0	20.00	90.2	
浜松	SE	23.8	18.00	SE	31.3	17.45	975.4	19.30	63.2	
名古屋	NNW	22.6	19.40	N	30.4	19.31	970.0	19.13	160.6	192.6
尾鷲	ENE	22.0	15.50	NE	33.0	16.28	953.3	—	255.0	
御前崎	S	31.0	20.00	S	39.1	19.27	982.4	19.30	—	56.0 (25日23時まで 50時間)
岐阜	NNE	14.5	17.40	NNE	19.4	17.38	973.3	18.34	—	181.0 (25日22時まで 40時間)

表-3 降雨量調査 (単位 mm)

流域名			観測所	既往最大		台風13号災害			
本流	支流	支派流		日雨量	年月日	23日	24日	25日	計
豊川	寒狭川		田口	261.0	昭7.8.28	98.1	43.7	157.1	298.8
〃	宇和川		富岡	282.0	〃	13.1	29.7	61.4	104.2
〃	—		豊橋	186.1	昭18.6.17	4.7	90.6	36.8	132.1
海岸	—		伊賀湖	—	—	12.5	68.3	62.8	143.6
〃	—		蒲郡	260.0	明31.9.6	12.0	75.0	62.5	149.5
矢作川	田代川		小原	—	—	12.0	14.4	107.3	133.7
〃	—		拳母	186.3	明37.7.11	12.0	24.9	82.1	119.0
〃	巴川		大沼	—	—	12.1	47.4	167.7	227.2
〃	—		岡崎	183.1	昭8.10.19	17.4	46.0	92.0	155.4
〃	—		安城	—	—	17.1	38.9	109.2	165.2
〃	—		西尾	292.7	昭11.10.11	23.4	54.9	69.9	148.2
海岸	—		亀崎	—	—	31.3	68.7	96.5	196.5
〃	—		横須賀	—	—	22.3	78.5	144.8	245.6
山崎川	—		名古屋	315.7	明29.9.8	17.5	42.4	131.3	191.2
庄内川	内津川		坂下	—	—	17.0	33.0	98.0	148.0
〃	矢田川		瀬戸	—	—	17.0	29.3	84.3	130.6
〃	五條川		布袋	—	—	15.4	52.5	103.7	171.6
日光川	—		津島	255.2	明29.9.8	19.0	85.1	78.0	182.1
木曾川	—		犬山	264.6	〃	15.0	24.9	82.1	122.0
豊川	大入川		豊根	—	—	15.0	45.6	93.5	154.1

強烈なものであつて暴風半径も広く、風速 25 m/sec 以上の暴風半径は、最も発達した24日頃では 300 km と推定せられた。各地の最大風速は 表-2 のようであつて、30 m/sec 以上のものが数多くあつて、大体気圧のひくいところで風速が大となつていることがわかる。

つぎに台風に伴う雨量は、22~26日に多いところでは 300 mm 以上にも達しているが、この5日間の雨量の大半は、台風が通過した25日に降っている。なお雨量は特に地形その他の影響を受けやすいが、それでも台風中心に近い地域では、台風による直接的な雨として 100~200 mm を測定している。

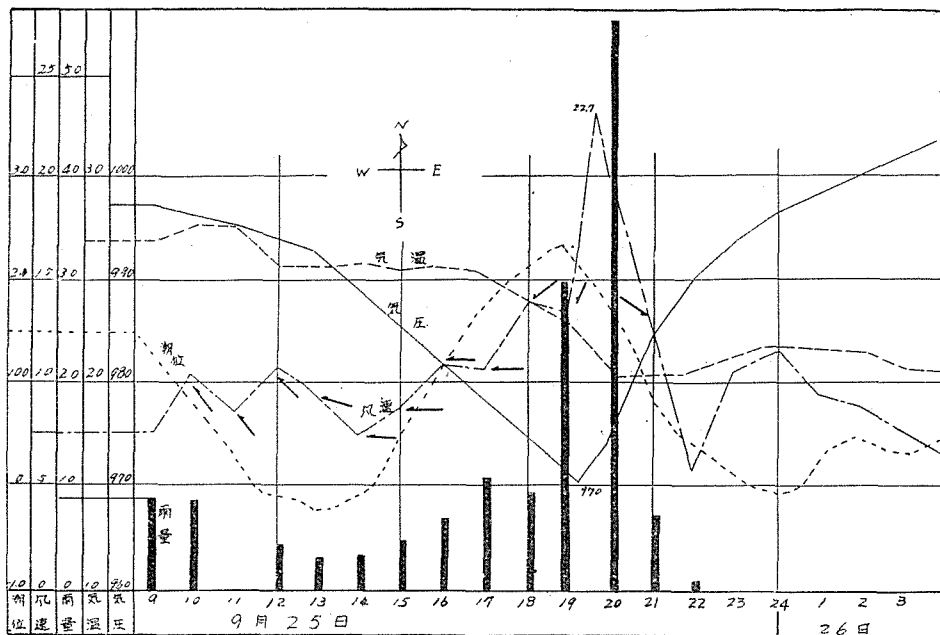


図-4 名古屋気象変化図 (潮位は名古屋港の潮位とする)

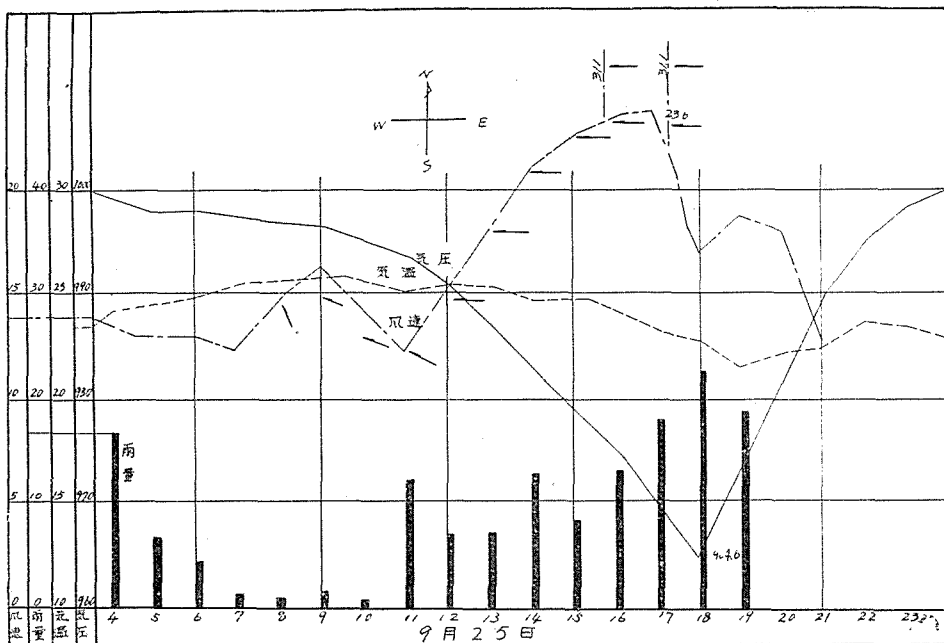


図-5 津気象変化図

(3) 台風13号による異常潮位 台風が25日の18～19時に伊勢湾を通過した時は、丁度秋分大潮の満潮時と一致したことで風による波浪とによつて、明治22年9月11日以来の最高潮位となり、伊勢湾、渥美湾、知多湾の沿岸におけるほとんど全部の堤防を溢流破堤して、一大惨状を呈するに至つた。特に豊橋海岸では既往記録を約1.5mも突破して、明治27年の築造以来不落を誇つて来た T.P. 6m の神野新田の海岸堤防も遂に破堤したのである。

なお沿岸各地の最高潮位は表-4 のようであつて、偏差は1.30m から大は2.30m (?) にも及ぶものであることがわかる。また台風時の最高潮位時刻と推定満潮時とを比較すると、鳥羽で最高潮位が80分早く、新川で一致し、豊橋で20分遅れている。

次に各地の潮位関係を示すと、表-5 の通りである。

(4) 台風13号による一般被害 前述のように、気象的地形的に種々の悪条件が備わつた13号台風であつたから、台風の進路にあたつた伊勢湾、渥美湾、知多湾の海岸一帯では、ほとんど全面的に海岸堤防が欠損し、海水は10万余町歩に氾濫して、人畜の死傷、家屋の倒壊流失、田畑の冠水、交通通信の杜絶など、被害総額1,200億円余に及ぶものがあり、その惨状は誠に筆舌に絶するものがあつた。被害の概数を表示すると、表-6

の通りである。

(5) 海岸堤防の被害 従来の海岸堤防を見ると大体において、愛知県側は潮遊びを有する干拓新田堤防が多く、構造もほとんど表側は石張りまたはコンクリート張り、中にはパラペットと天端舗装を有するものもあつたが、三重県側は干拓地が

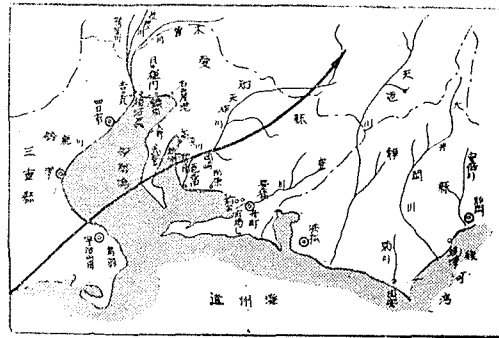


図-6 13号台風における潮位観測地点位置

表-4 異常高潮高表

観測地点	位置	台風時の最高潮位 $H_t(T.P.)$	台風時最高潮位時刻 T_2	9月25日推定満潮時 T_0	$\Delta T = T_2 - T_0$
		m	時分	時分	分
鳥羽	鳥羽港内	2.250	18.00	19.20	-80
四日市	四日市港内	2.370	18.20	19.23	-63
吉之丸	揖斐川河口	2.530	18.40	19.25	-45
横溝藏	木曾川河口	2.395	18.30	19.23	-53
鍋田川	鍋田川河口(0m)	2.537	18.35	19.21	-46
日光門	日光川河口(湾内)	2.266	18.40	19.22	-42
名古屋港	名古屋港内	2.329	18.50	19.15	-25
大野	知多半島西岸	2.357	18.50	19.25	-35
武豊	知多半島東岸	2.486	19.00	19.25	-25
高浜川	—	2.599	19.20	19.28	-8
新川	—	2.780	19.30	19.30	±0
一色吉田	—	2.800	19.25	19.15	+10
形原	—	2.500	19.35	19.25	+10
前芝	豊川河口	2.799	19.57	19.40	+17
市場	—	2.910	20.00	19.40	+20
船町	—	3.360	20.20	19.45	+35

表-5 潮位比較表 (判明したもののみ) (単位 m)

地名	既往最大		既往最低		大潮平均		台風13号による		
	高潮位	低潮位	高潮位	低潮位	高潮位	低潮位	最高潮位	最大風速	最大波高
四日市港	2.160	-1.68	1.31	-1.26	2.370		m/sec 23.0		0.75
名古屋港	2.980	-1.89	1.35	-1.35	2.329		NNW 22.6		0.50
鍋田川河口	2.04	-1.56	1.17	-1.26	2.537		23.0		1.00
常滑港	1.61	-1.51	0.99	-1.21	2.357		30.0		1.18
豊浜港	1.35	-1.39	1.01	-1.13	3.070		30.0		1.25
武豊港	1.99	-1.49	1.03	-1.17	2.486		30.0		1.00
半田港	2.01	-1.57	1.05	-1.25	2.000		30.0		1.00
平坂港	1.44	-1.55	1.05	-1.25	2.775		30.0		1.40
形原港	1.63	-1.62	1.03	-1.27	3.150		30.0		1.25
豊橋港	1.91	-1.77	1.11	-1.29	3.363	SE	20.0		1.45
福江港	1.94	-1.57	1.04	-1.16	2.500	ESE	21.0		1.00

表 6 愛知・三重両県の被害一覧表

被害種類	被害内訳	愛知縣	三重縣
罹災者	総数(人)	441,049	358,248
	死者(人)	72	50
被害額	総額(千円)	67,572,642	60,140,012
	土木関係(千円)	12,660,568	8,257,892
土木関係	河川	585	} 1,985
	海岸	613	
	道路	2,530	6,095
被害箇所数	橋梁	663	1,389
	港湾	90	—
家屋被害	総数(戸)	119,150	87,043
	破壊または流失(戸)	10,559	6,671
農地被害	総数(町)	16,569	55,047
	流失、埋没(町)	3,988	3,332

少ない上に砂浜海岸であるから、一部の地域を除くとほとんど土堤に等しい堤防が多い。それで被害も種々雑多であつて、例えば表護岸のあるものは越波で裏側から欠潰しており、土堤のものは表裏ともに全面的に欠潰している。またパラベットや天端舗装をしてあつて高さや施工が比較的良好なものは、ほとんど被害のないようなところも数ヶ所見受けられる。建設省査定による海岸被害の状況は表-7 のようであつて、総額 14,528,696 千円に達し、戦後最大の海岸災害額になっている。

表-7 海岸災害額(単位千円)

区域別 縣名	全海岸	復興助成計画区域
ヶ所	ヶ所	
愛知縣 313	9,510,853	152 6,839,761
三重縣 231	6,017,843	149 5,233,343
計 544	14,528,696	301 12,073,104

表-8 に示すように、助成計画区域内の被災総延長は 128.6 km で、助成区域総延長 250.2 km に対して約 50% の罹災率であり、また破堤全長の延長は 21.3 km で、被災延長の約 17% を占めている。特に建設省受託区域が 80% にも近い罹災率であることを考えあわせると、13号台風の災害の凄絶さがわかる。

表-8 で全壊というのは、全断面が朔望平均満潮位まで破壊された箇所及びこれに接続する箇所で、残存利用可能の護岸の高さが朔望平均満潮位以下のところであり、全壊以外の被災箇所を半壊箇所としている。

(6) 海岸堤防災害の原因と特徴 今回の災害の直

接原因は、何といても台風13号による異常高潮位であるが、一方これらの台風の脅威を防御すべき海岸堤防においても、この大災害を可能ならしめた原因がないとはいえないようである。これらのことについて、気のついた諸点を述べるとつぎのようである。

1. 堤防の高さが低く、平均 +3~+4 m のものであり、中には +3 m 以下のものもあつて、+3 m の高潮位に対しては全く低いものであつた。

2. 堤防の構造が貧弱であつた。コンクリート構造のものはほとんどなく、一般には石張護岸であつて、中には全く土堤のものもある。

3. 前2項に関連することであるが、さきの東海、三河、南海の大地震で 20~50 cm の地盤沈下を起し(表-9 参照)、かつ堤防

が弱体化していたのに、完全に修築がしてなかつた。

4. 天端舗装のあるものはほとんどなく、裏法は全部芝付であつた。

5. 愛知県側ではほとんど堤内に潮遊びがあるが、そのために破堤の程度を大きくした。

6. パラベットを有するものでは、波圧を充分考慮した構造(安定状態)及び施工状態になつていなかった。

つぎに堤防災害の特徴ともいべきものとして、つぎのような諸点が列挙される。

1. 表護岸を有する堤防では、越波溢流のために天端及び裏法から崩壊し、破壊または欠潰を起している。

2. 表護岸が災害の原因となつているものでは、波の吸出し作用で積石を離脱したものと、目地その他の隙間から内部の土砂を吸い出して護岸を崩壊せしめたものが多い。

3. 今回は非常に高潮であつたから、基礎の洗掘や捨石の流失などが原因のものは少ない。

4. 破堤など災害の大きいところは、堤防の屈曲部や樋管設置点に多く見られる。

5. パラベットを有するものでは、パラベットの安定構造及び施工の欠陥から、その脚部でほとんど倒壊している。

6. ごく最近修築した天端舗装のあるパラベットつき堤防は、裏法面が少し損傷したのみで残存しているものが多い。

4. 海岸災害防止事業計画

(1) 特別措置法について 今回の13号台風災害が

表一8 愛知・三重海岸復興助成計画区域内災害再査定結果表 (単位 千円)

縣 別	施行主体	海 岸 名	全 壊		半 壊		計	
			延 長	金 額	延 長	金 額	延 長	金 額
愛知縣	縣	上野横須賀	1,016.0 ^m	196,087	8,556.5 ^m	726,757	9,572.5 ^m	922,844
		宝 飯	429.0	69,418	4,894.4	302,559	5,324.4	371,977
		豊 橋	281.0	104,283	1,988.0	229,582	2,269.0	333,865
		田 原	1,959.5	239,953	6,747.5	333,942	8,707.0	573,895
		福 江	472.2	79,265	4,328.6	213,348	4,800.8	292,613
		小 計	4,157.7	689,006	26,515.0	1,806,188	30,672.7	2,495,194
	建設省	半田武豊	1,134.1	297,101	9,838.6	830,811	10,972.7	1,127,912
		衣ヶ浦	380.0	86,825	2,161.5	181,614	2,541.5	268,439
		幡 豆	5,347.5	1,371,752	19,744.3	1,508,404	25,091.8	2,880,156
		二回地	113.0	48,191	331.0	19,869	444.0	68,060
		小 計	6,974.6	1,803,867	32,075.4	2,540,698	39,050.0	4,344,567
		合 計	11,132.3	2,492,875	58,590.4	4,346,886	69,722.7	6,839,761
三重縣	縣	四 日 市	1,222.0	166,833	2,912.2	159,203	4,134.2	326,036
		鈴 鹿	327.0	52,231	5,161.0	464,440	5,488.0	516,671
		河 芸	853.4	85,792	4,540.0	222,221	5,393.4	308,013
		大 湊	140.0	10,943	2,007.0	121,259	2,147.0	132,202
		計	2,542.4	315,799	14,620.2	967,123	17,162.6	1,282,922
		延設省	津	1,518.0	284,788	11,728.0	811,454	13,246.0
	延設省	一志	2,504.0	476,892	7,913.0	499,726	10,417.0	976,618
		松坂	2,999.2	493,521	7,399.8	806,028	10,399.0	1,299,549
		山 田	637.0	59,218	7,072.0	518,794	7,709.0	578,012
		計	7,658.2	1,314,419	34,112.8	2,636,002	41,771.0	3,950,421
		合 計	10,200.6	1,630,218	48,733.0	3,603,125	58,933.6	5,233,343
		總 計	縣	建 設 省	6,700.1	1,004,803	41,135.2	2,773,311
建 設 省	14,632.8			3,118,290	66,188.2	5,176,700	80,821.0	8,294,988
計	21,332.9			4,123,093	107,323.4	7,950,011	128,656.3	12,073,104

未曾有のもので、特にそのうちでも海岸堤防の復旧建設は緊急を要することになったので、28年6、7月大水害に対する特別法を今回の8、9月災害にも適用されることになり、いわゆる「昭和28年6月及7月の大水害並に同年8月及9月の風水害による特別措置法」が制定せられた。同法の「才5条の2」に、「地方公共団体若しくはその機関又は土地改良区が、政令で指定する地域において、才1条に規定する大水害又は風水害により著しい災害を受けた海岸、(海岸に接続する湖岸を含む)及びこれに接続し、且つその効用を同じくする海岸について、暴風、洪水、高潮その他の異常な天然現象により生ずる災害を防止するために必要な事業を施行する場合においては、国は政令の定める処により、その事業費の内、堤防等の施設につき、被害のあつた箇所にかゝる部分については、その10分の8を、その他の箇所に係る部分については、その3分の

表一9 愛知・三重海岸地盤沈下量

縣 名	湾 名	地 名	沈 下 量
愛 知	渥 美 湾	福 江	43 cm
		田 原	34
		豊 橋	21
		半 田	45
	知 多 湾	武 豊	43
		名 古 屋	28
		伊 勢 湾	50
		伊 曾 島	26
三 重		桑 名	26
		四 日 市	25
		津	38
		松 坂	38

2を補助する。」と規定された。またその才2項には、「政府は前項の規定する海岸に係る負担法才2条又は、暫定措置法才2条に規定する災害復旧事業及同法附則

才5項に規定する災害復旧の事業、並に前項に規定する事業が昭和29年度迄に完成するように必要な措置を講ずるように努めなければならない。」と規定して、この愛知、三重海岸の災害防止事業を強力に、かつ速かに実施せしめるように、特に法律をもつて定めている。

なお、この法律に基づいて、事業計画の個々の費用負担については、つぎのように解釈して、実際上の取扱いをしている。

1. 全壊箇所は改良計画高まで、国庫負担法による災害として認める。

2. 半壊箇所は、原則として、ある程度の質的強化を加味した原形復旧までは災害費として、前項と同様に事業費の約90%が国庫負担せられ、(たゞし県の税収入で差異がある)、それ以上の改良部分については、80%が負担の対象とせられる。

3. 災害を受けなかつた残存部分については、全部助成費による改良事業として一律に3分の2の補助とする。

以上のように誠に結構な法律が制定せられたが、工事施行の実際面では、法律で定めた才2項の29年度完成については、これを推進するための資金調達が非常に困難であつて、本年度中の工事完成は事実上不可能の現状となつてゐる。

(2) 堤防の標準断面 前章の特別措置法に基づいて、防止事業区域も決定せられるに至つたので、具体的な工事計画を推進するため、中部地方建設局が中心となり、本省防災課及び土木研究所の絶大な協力を得て、図-7のような堤防標準断面と、後述する各地域の改良堤防高を決定することができた。この標準となるべき改良断面の決定に当つては、特につぎのような方針のもとに、細部の設計が考慮せられている。すなわち、方針としては、

1. 莫大な工事量であるから、経費節約と工程を考慮して、旧堤断面を最大限に利用する。

2. 大工事量を短期間に施工せしめるための入手可能な資材として、コンクリートを全面的に使用する。

3. 今次災害の結果に鑑み、細部の設計を充分考慮する。

また考慮せられた設計内容は、つぎの通りである。

1. 基礎工 作業を容易ならしめ、かつ堤体土砂の吸出しを防止するため、I型コンクリートブロックを用い、ブロック掘付後、中空部にコンクリートを充填して水密とした。なお、基礎底面高を標準としてT.P.-1.50mとし、上面高は施工能率を考慮して、できるだけ潮待時間を少なくするため、普通のものよりやや高くT.P.+0.50mとした。

2. 表法 表法は旧堤防利用の上からも1.5~2割前後のコンクリート張りが考えられるが、2割以上の緩勾配とすることは、堤体を大ならしめ、かつ波の跳昇を容易ならしめることとなり、また1.5割以下の急勾配とすることは、根固や法面構造をさらに強固なものとし、場合によつては、自立式とせねばならない不利がある。結局最も経済的な1.5割が採用せられたが、たゞこれは施工に際して、型枠使用の如何にかゝらず、コンクリートが打ちにくいということが欠点である。コンクリート厚は従来の練石積40cm程度のものが破壊せられていることから、当初は70cm程度が考慮せられたが、経済面からも再検討の結果、最小限と思われる50cmが採用せられた。

3. パラベット 従来のパラベットは不安定なものが多く、ほとんど脚部で倒壊しているので、今回はコンクリート基礎杭を使用することとし、かつ背後の堤体もパラベット天端から50cm下りまで盛土することとなつた。直高約1.60mのパラベット表側は、半径1.00mの円弧で形成せしめ、かつ弧上端における接線と水平面との角度を60°以内とすることをもつて、波返しの効果を大ならしめた。

4. 天端工 天端は越波、溢流に堪えしめるため、是非舗装を必要とするもので、将来の水防や自動車交通などと考えてコンクリート厚を20cmとし、天端巾は海岸部で4.0m、河川部で3.0mが採用せられた。

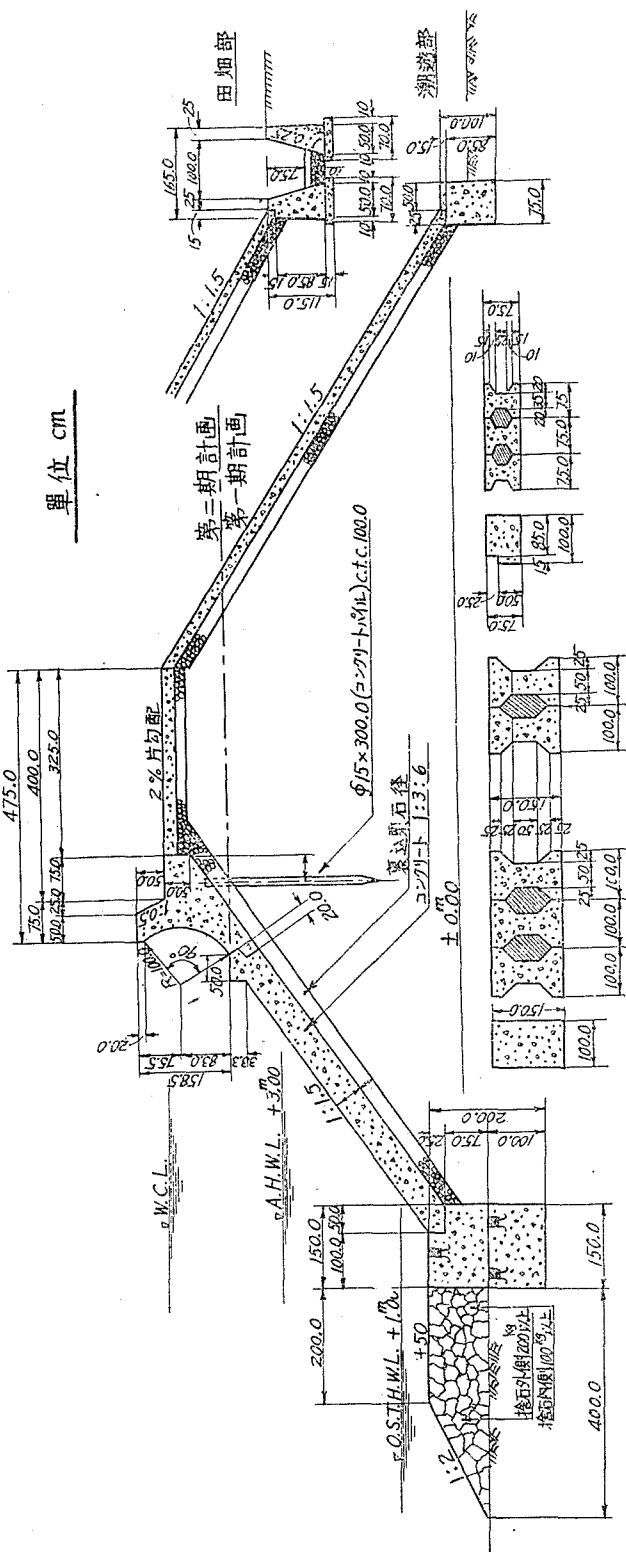
5. 裏法 天端と同様に是非とも舗装を必要とするもので、法勾配は表側に準じて1.5割とし、コンクリート厚は施工のことなども考えて20cmとした。

6. 裏法留工 今次災害の結果から見ても、一部舗装せられた裏法面は脚部の弱点から破壊を招いているので、全面的に裏法留を採用することとし、堤内が潮遊びとなつている箇所は、表側の根固工法に準じた高さ1mのI型ブロックを、また畑地、宅地などの箇所では、越波の排水のために法留を兼ねて排水溝を設けることにした。

7. 捨石工 捨石はほとんど全延長に使用せられる関係から、生産量も工程も心配であつたので、できれば他に代るべき工法を考えたが、適当なものがなく、充分とは云いがたいが、外側に重さ200kg、内側に重さ100kg以上のものを3m³/m用いることにした。

8. その他 海岸堤防の弱点とも考えられる、波による堤体土砂の吸出しを防止するため、10mごとに設けられた表側コンクリート目地の裏面には巾50cm、厚20cmのコンクリート枕版を考え、また他の根固やパラベットとの取付部は相欠き目地とした。

面 新 準 標 防 堤 岸 海 圖 一 7



194

1. 基礎アロックスの根入については現地に適合するように計画すること。
2. 堤防高の変化は法長で調整しパラメットはすべて同一形とすること。
3. 天端部は原則として海岸部を 4 m, 河川部を 3 m とし, その接合部は適当距離で取り合わせること。
4. パラメット基礎杭は全堰部、牛堰部、残存部の築堤土の状況に並び 2 ～ 4 本とすること。

5. 基礎ブロックは可能であれば現場打コンクリート基礎とする。
6. 牛環部、残存部については残存懸岸の強度を判定し、本標準を考慮して補強継足を計画すること。
7. 全環部の溶せなつた箇所は原則として、鋼矢版を基礎ブロック直前に旧地盤に達するまで計画すること。
8. 感潮河川部分の堤防形は一律に定め難いので、当該河川の懸岸形と

本標準形を考慮に入れて適宜計画する。

9. 10 m 間隔に縦目地を切り (バットジョイント)、目地部裏側に市
50 cm, 厚 20 cm のコンクリート版を設けること。
10. パラペットと法面コンクリート接合部の目地は、図示のごとく相欠
きとする。
11. 目地には 5 分程度の木版を挿入すること。
12. 法面施工は最小限 2 m 以上を同時に施工し、コンクリート打継目
は将来亀裂の入らないように充分注意すること。
13. 栗石は径 1~10 cm 程度混合のものとする。
14. コンクリート裏面には特に被覆土は使用しない。
15. 破堤箇所は状況に応じ裏小段を設けるなど、他の部分より断面を大
きくして安全を期すること。

なお、全壊箇所の砦筋となつた箇所は、仮締切のために捨石や土俵が投入せられており、将来漏水の原因ともなるので、必要に応じ、特に堤体を大にするか、または鉄矢板を基礎工直前に、旧地盤に達するまで打込むことにした。

(3) 堤防高の決定 海岸堤防高は、土木研究所の海岸堤防基準案に基づいて決定した。以下その概要を述べる。

1. 計画高潮位 河川の計画高水量に相当する計画高潮位は、既往最大偏差を朔望平均満潮位に加えたものであるが、その具体的な決定はつぎのようにした。

表—10 13号台風時の各地の潮位偏差(基準面 T.P.)

地 名	高潮位	予定潮位	偏 差	時 刻
	m	m	m	時 分
名古屋	2.33	1.10	1.23	18. 40
鳥 羽	2.53	0.98	1.55	18. 15
前 芝	2.80	1.38	1.42	19. 55
武 豊	2.49	1.21	1.28	19. 00

なわち、三重県側の鳥羽港の今次の最大偏差 1.55 m と名古屋港の既往最大潮 (大正10年 9月26日 2時52分 T.P.+2.98 m) の偏差推定 1.60 m とを勘案して、三重、愛知全域に偏差 1.60 m を用いた。一方朔望平均満潮位としては、三重海岸では津港の T.P.+1.30 m を、また愛知県側では衣ヶ浦、半田武豊海岸には半田港の T.P.+1.00 m を、幡豆海岸には形原港の T.P.+1.10 m をそれぞれ用い、結局計画高潮位を三重海岸は T.P.+2.90 m 衣ヶ浦、半田武豊海岸は P.T.+2.60 m、幡豆海岸は T.P.+2.70 m と定めた。

2. 計画波浪高 海岸に来襲する波の最大波高については、過去永年の波浪観測の記録から、最大波高と波長、暴風時の平均波高や最多頻度波高とその相当波長を求めて、将来来襲する波浪を想定すると、実験公式によつて波高を求める方法とがあるが、前者は記録がないので用いることができず、すべて計算式によることとした。

計算方式として、風による波浪の発生発達を研究し、風速、風の吹続時間、対岸距離とから来襲する波の波高、波長を理論的に想定した

Sverdrup-Munk の方法を基本としたが、これによつて求められる波高は過大と思われたので、実際の波高計算には、Molitor が内陸湖で求めた関係式を用いることにした。これはわれわれの伊勢湾、渥美湾の地形からみて、妥当な処置といえよう。要するに、風速—対岸距離—最小吹続時間の関係、吹続時間—風速—一周期の関係、並びに風速—対岸距離—一周期の関係は、Sverdrup-Munk の図表によることとし、波高はつぎの Molitor の実験式によつて決定した。

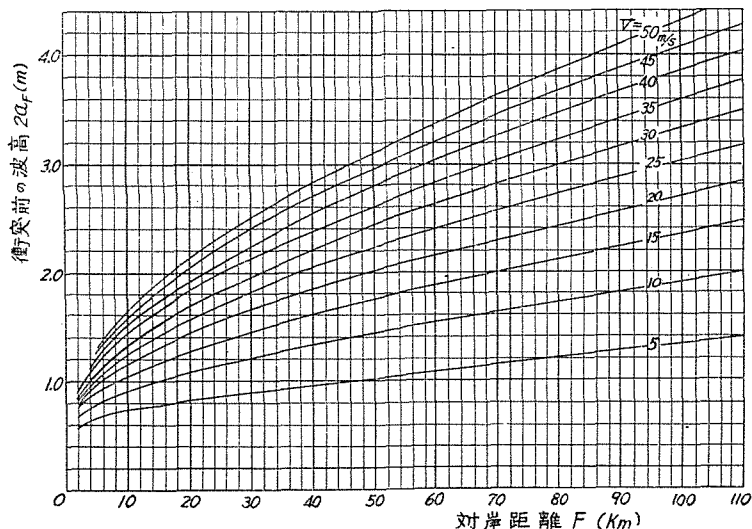
$$2a_F = 0.061 \sqrt{VF} + (0.75 - 0.254 \sqrt{F}), \quad (1)$$

ここに、 V = 風速 (m/sec), F = 対岸距離 (km). である。図—8 は (1) 式によつて、風速 V をパラメーターとし、波高 $2a_F$ と対岸距離 F との関係を示したものである。

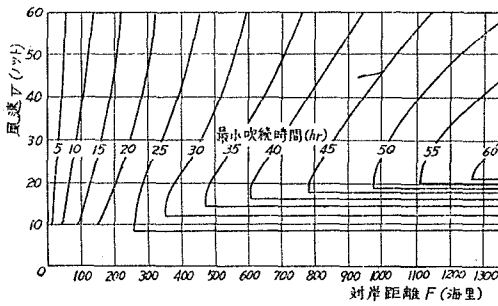
本堤防高の決定に用いた風速は 25 m/sec であつて、風の吹続時間は 5 時間とした。波が充分発達するために必要な風の最小吹続時間は、風速及び対岸距離と最小吹続時間との関係を示す Sverdrup-Munk の図表 (図—9(a) 及び図—9(b)) を用いて求めることができる。

三重、愛知海岸のように、対岸距離が 60 km 以下の場合には、波は吹続時間 5 時間で充分発達する。もし波が充分発達しないときは、図—9 から吹続時間と風速とを与えて相当対岸距離を求めて、それを所要の対岸距離として用いる。つぎに周期 T は、風速及び対岸距離と周期との関係を示す Sverdrup-Munk の図表 (図—10) より求めた。

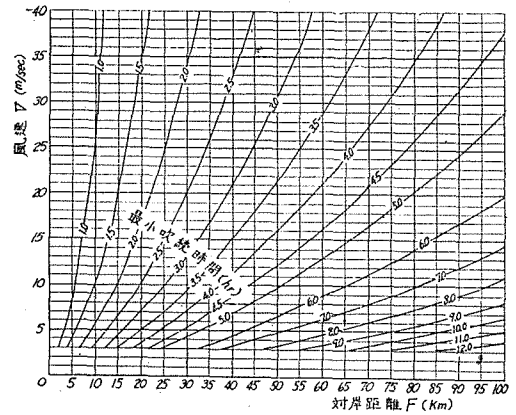
つぎに波長は、



図—8 Molitor の式による波高、対岸距離及び風速の関係



(a)



(b)

図-9 風速及び対岸距離と最小吹続時間との関係を示す Sverdrup-Munk の図表

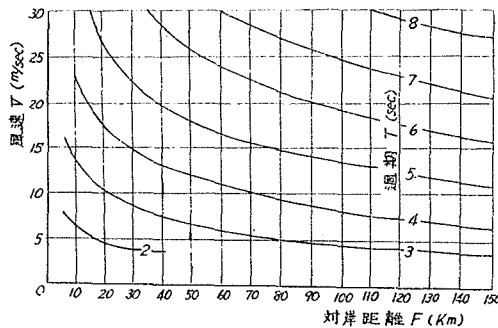


図-10 風速及び対岸距離と周期との関係を示す Sverdrup-Munk の図表

$$\lambda = \frac{g T^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi H}{\lambda} \quad (2)$$

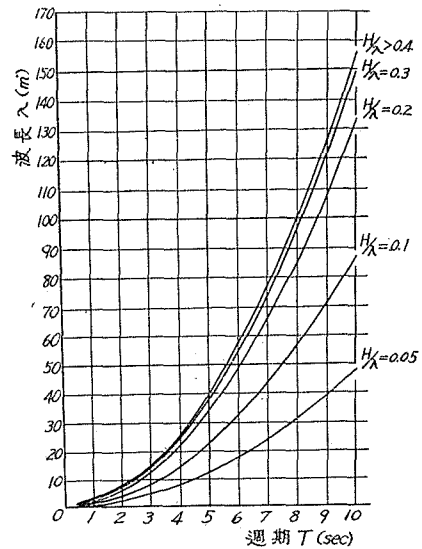
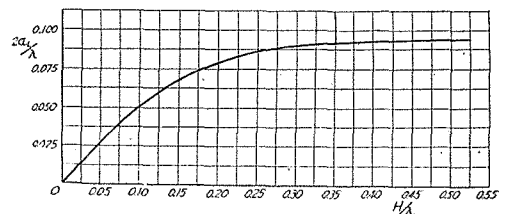
の関係を示す図-11より求めた。ここに、 H は水深、 g は重力加速度をあらわす。

風速及び対岸距離から (1) 式または図-8 を用いて求めた波高 $2a_F$ と前面水深及び波長から求められる砕波限界の波高とを比較することによつて、つぎのように取扱ひ方を変えなければならない。すなわち、海岸堤防に來襲する波は、堤防に達するまでに砕けるかどうかによつて、重複波型と跳波型とにわけられるが、重複波型の砕波限界の波高については、岸氏のつぎのような砕波条件式がある。

$$2ka_L = \frac{\sqrt{\coth^2 kH + 0.350 \cosh^2 kH} - \coth kH}{0.296 \operatorname{cosech}^2 kH} \quad (3)$$

ここに、 k は $2\pi/\lambda$ 、であつて $2a_L$ は重複波の砕波限界の波高であるが、図-12 は (3) 式の関係を示したものである。

また進行波としての堤の前面水深に対応する最大波高 (砕波限界の波高) は、つぎの佐藤博士の条件式か


 図-11 波長、周期及び H/λ の関係

 図-12 重複波の砕波限界の波高と波長との比 $2a_L/\lambda$ と H/λ との関係

ら求められる。

$$ka_u = \frac{(1 + 8 \tanh^2 kh - 3 \tanh^4 kh)^{1/2} - 1 + \tanh^2 kh}{(3 - 2 \tanh^2 kh) \tanh kh} \quad (4a)$$

$$\frac{H}{2a_H} = \frac{1}{2} \frac{kh}{ka_H} + \frac{1}{4} ka_H \coth kh, \quad (4)b$$

ここに、 $2a_H$ は砕波限界の波高、 H は波の平均水面に対する水深、 h は理論的な水深である。この両式から $2a_H/\lambda$ と H/λ との関係及び $2a_H/\lambda$ と h/λ との関係が図-13 のように求められる。従つてこの図から

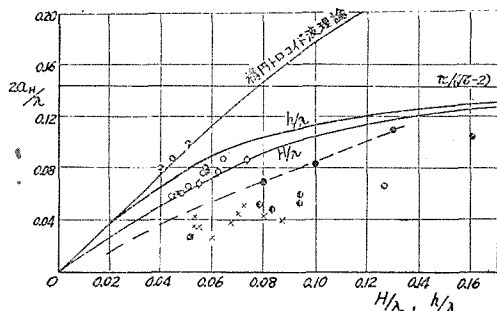


図-13 進行波の砕波限界の波高と波長との比 $2a_H/\lambda$ と H/λ 及び h/λ との関係

進行波の砕波限界の波高を求めればよい。

3. 堤頂高 (1) 式から求めた波高 $2a_F$ が、前面水深に対する砕波限界の波高 $2a_H$ より小さいときは、堤防の位置は砕波点より沖にあるから、衝突後の静水面から測つた波頂高 H_0 は、重複波として次式で計算する。

$$H_0 = 2a + \delta_0 = 2a + \frac{4\pi a^2}{\lambda} \coth \frac{2\pi H}{\lambda}, \quad (5)$$

ここに、 $2a$ は衝突前の波高であつて、(1) 式から求めた $2a_F$ と (3) 式から求めた $2a_L$ のうち、いずれか小さい方をとる。なお λ は衝突前の波長、 H は堤の前面水深、すなわち堤より半波長前面の水深、 δ_0 は

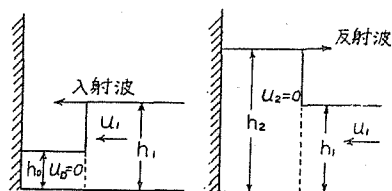


図-14 衝撃波の入射波と反射波との関係

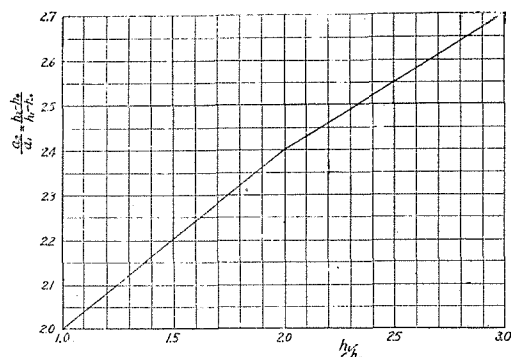


図-15 衝撃波における反射波と入射波の波高比 a_2/a_1 と h_1/h_0 との関係

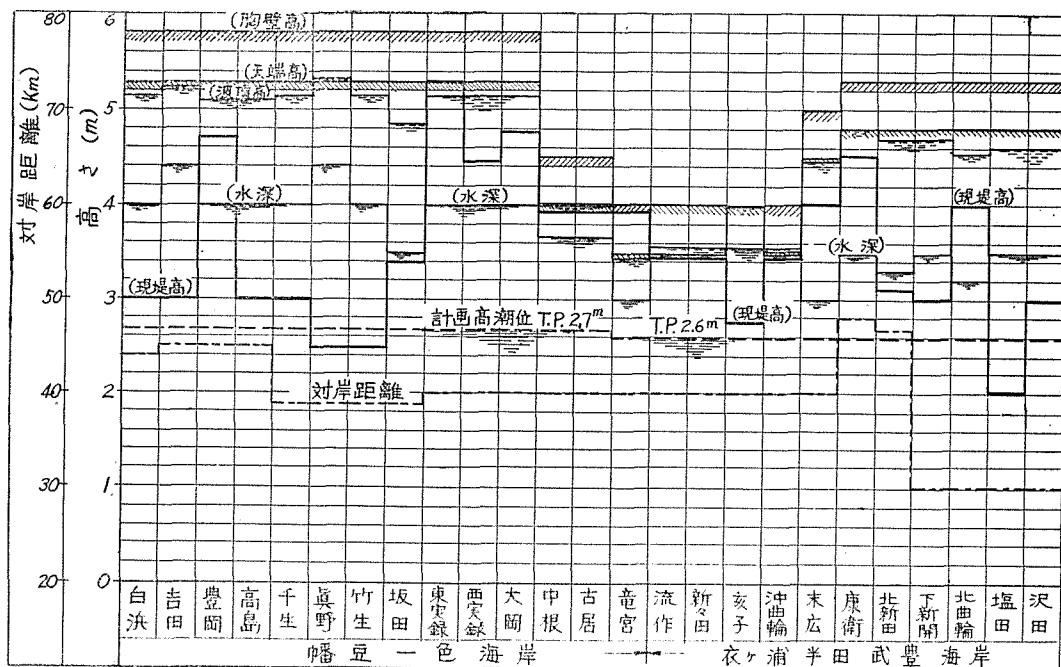


図-16 愛知海岸計画堤防高

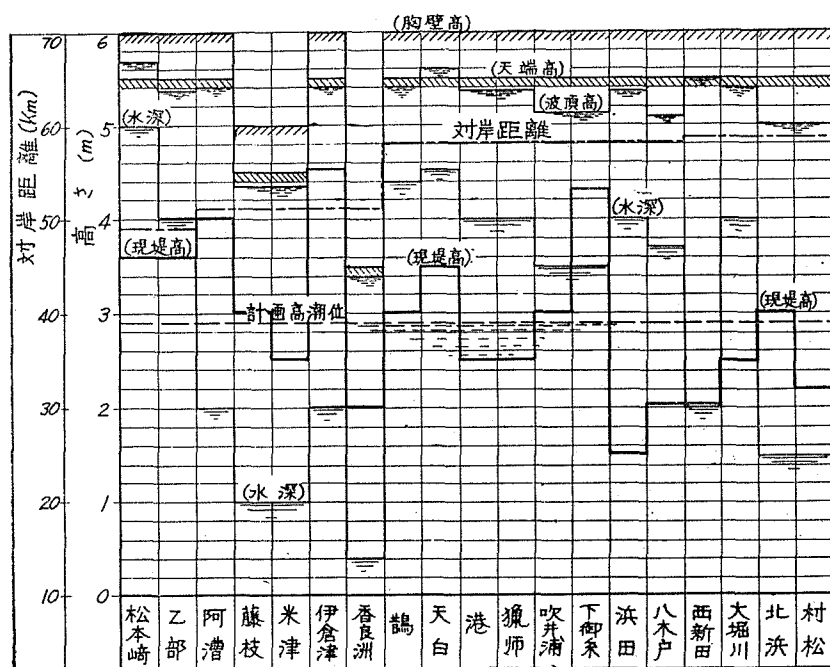


圖 17 三重海岸計畫堤防高

波高中分線の静水面からの上り高である。

(1) 式から求めた波高 $2a_F$ が、前面水深に対する最大波高 $2a_H$ より大きいときは、堤防位置が碎波点より岸にあるから、流れに近い性質をもつた波となり、衝撃波と考えると波頂高を求める。Stoker の衝撃波理論によると、図—14 に示すように、衝撃波が鉛直壁によつて反射する場合に、反射波の波高は入射波の波高に較べてかなり大きい値になる。図—15 は反射波と入射波との波高比 a_2/a_1 と h_1/h_0 との関係を示したもので、この図を用いて波頂高 H_C を求めることができる。

入江堤においては、入江の方向に対する計画波を求め、これの堤への衝突なしの波頂高をもつて堤頂高とし、河口堤の高さは計画高潮位以上とした。

以上の方法によつて計算し、かつ現地の事情をも照査して決定した各地の堤防高は、愛知、三重両県の海岸を通じそれぞれ 図-16 及び 図-17 の通りである。

(4) **全体計画** 特別措置法に基づいて決定せられた海岸災害防止事業区域 250 km について前節の堤防断面と高さを基として全体計画を作成した結果、一応表-11 に示すような数値を得ることができた。

この全体計画は、指定せられた防止事業区域内の災害箇所と残存箇所をさらに改良して、13号程度の台風がこの地域のどこを通過しても、再び今回のごとき災害を繰り返さないような、高さと構造を考えて樹立

したもので、総延長
250.2 km に対し総
額 327 億円の巨額な
費用となつている。

(5) 为二期計畫

上述のように全体計画は327億円となつたが、この金額は一兆円予算でしばられた国情としては、誠に大きなものであり、到底短期間に資金繰りをするには、困難と考えられるに至つたので、これを急速施工を要する災害復旧を根幹とした第一期計画(149億円、内委託分は約96億円)と、残存区

域などの改良を主とするオ二期計画（178 億円、内委託費90億円）に分割して、取敢えずオ一期計画をつぎのような基準に従い、昭和30年度までに完成せしめることとなつた。すなわち

1. 堤防高は一応旧堤の高さに止めておく。
2. 堤防の巾は、オ二期計画において全体計画高まで高め得るだけの巾としておく。
3. 表、裏法とも改良標準断面に従い、コンクリート張りとするが、天端は張らず、パラペットはつけないものとする。
4. 工事施行箇所は、防止事業区域内とし、特別の場合を除き被災箇所のみとする。
5. 新設の防潮堤、防潮樋門、その他一時的には保留または節約可能なものは、できるだけオ一期計画から除外しておく。
6. 天端被覆は一時的の措置として、少なくとも厚さ 30 cm 以上の良質粘土仕上げとする。

なお、この第一期計画は一応30年度となつてい
るが、工事が被災箇所を対象とした緊急を要するものであるから、できれば大半を29年度中に完成せしめる必要があり、関係者一同資金の調達に万全を尽しているが、国家緊縮財政の折柄、仲々意のごとくならない実情である。

5. 工事進捗状況

(1) 愛知海岸 工事は第一期計画の方針に従い、

28年12月下旬より、まず最も緊急を要する被災箇所より逐次開始せられたが、委託区域には当時なお海水が堤内に入入しているものが数箇所あり、その他一応仮締切だけを終った全壊箇所が多数あ

つて、これらの孤立化した海岸堤防の土運搬作業は最も至難なものであつた。それでやむなくポンプ浚渫土を利用することとし、急いで大々的な電力設備などを行つて、29年1月下旬運転を始め、5月中旬に大体土運搬を終了することができた。なお使用せられた浚渫船は電動式 50 HP～450 HP 8 隻、ディーゼル船 230 HP 2 隻で、運搬土量は約100万 m³ であつた。

工事は全工事を請負に附せられたが、委託区域は当初の電力設備及び浚渫船などの準備が遅れたため、多少出足が悪かつた。しかしその後昼夜兼行の作業によつて速度を増し、9月の台風期までにほとんどの被災箇所を大体安全な程度まで竣功せしめたことは、誠に幸であつた。

なお、請負工事は、全国の一、二流業者約70社（県30社、地建40社）をもつて、工事件数182件（県114件、地建68件）、工事金額5,637,510千円、延長68,201mを施行しており、それぞれブルドーザー、ドラグラインなどの重機械を十二分に活用し、施工能率の増進に偉大な力を発揮せしめている。

工事に用いた主材料たるセメントは、海水に強くて、値段の安いシリカセメント、高炉セメントをできるだけ使用するなど、セメントの需給は比較的容易であつたが、砂利は区域内の矢作川、豊川で全く生産しないから、速く長良川、揖斐川、天龍川、大井川、宮川などよりこれを求め、国鉄本

線、静岡及び名古屋鉄道管理局、名古屋鉄道などの協力を得て臨時貨車を編成するなどの策を講じ、工事進捗に一応支障なからしめることができた。

なお、工事の進捗率は表-13に示す通り、第一期計画に対して68%の工程となつており、現在までに使用したセメント量は、約83,000 屯（県35,000 屯、地建48,000屯）である。

（2）三重海岸 三重海岸は、愛知海岸と異なり、海岸線一帯に浜砂を有するから、全壊箇所も多数ではあつたが、ポンプ浚渫船は僅かに1隻を使用したのみ

表-13 愛知海岸工事進捗表（単位 千円）

施行別	延長	28年度分	29年8月15日現圧	計	第一期計画事業費	第一期に対する%
愛知縣	m 33,690	1,197,273	1,293,628	2,490,911	8,310,800	75.5
地 建	34,511	898,996	2,247,613	3,146,609	4,966,200	63.5
計	68,201	2,096,269	3,541,241	5,637,510	8,277,000	68.0

で、他はほとんど海浜より、1部は附近の山地より採取できる好条件にあつた。それで工事のすべり出しも順調で、28年11月下旬より本年の9月台風期までに、ほとんどの被災箇所を、大体安全な程度にまで竣工せしめたことは、これまた誠に幸であつた。

三重県側も工事の全部が全国の一、二流業者約60社（県30社、地建32社）に契約せられ、工事件数124件（県55件、地建69件）、工事金額4,778,533千円、延長54,772 mを施行中であつて、いずれも労務者飯場、重機械を設備して、遑二無二29年台風期までに目的を達成するように努めたわけである。

なお、本海岸は愛知海岸と異なり、区域内に宮川、櫛田川、雲出川、内部川、町屋川など砂利を生産する河川が多く、これらは容易にトラックをもつて輸送可能であつたから、この種骨材は愛知県に較べて3割以上も低廉であつた。捨石は反対に愛知県に生産が多いので、3割近くも高価であつて、誠に対照的であつたが、何と言つても三重海岸は砂浜を有しているだけ作業は容易で、かつ工費も低廉であつた。

工事の進捗率は表-14に示す通りで、地建の工程が著しく進捗し、平均して72%の工程となつており、現在までに使用せられたセメント量は、約74,000屯（県17,000屯、地建57,000屯）である。

表-14 三重海岸工事進捗表（単位 千円）

施工別	延長	28年度分	29年8月15日現圧	計	第一期計画事業費	第一期計画に対する%
三 重 縣	m 17,109	427,924	652,446	1,080,370	2,649,200	40.8
地 建	37,663	1,342,921	2,355,242	3,698,163	3,973,800	92.5
計	54,772	1,770,845	3,007,688	4,778,533	6,623,000	72.0

6. 結 言

今まで述べてきた通り、この海岸工事の特質としては、何といつても、工事量が著しく大で、かつ短期間の施行であること、工事の大半が建設省の委託工事であること、堤防全断面がコンクリート巻であることなどが挙げられると思うが、工事はいまだ全体計画に対

しては、漸く30%に達したばかりであり、オ一期計画に対しても70%の進捗である。特に着工以来今日までの間は毎日の工事に追われるばかりで、全くこれに伴う調査研究ということは等閑に附せられがちであり、資料も不十分であるから、結論という段階には至っていない次矛であるが、たゞ今までの工事を通じて感じた点を挙げて見ると、少なくともつぎのようなことは云えると思う。

1. 如何なる難工事でも、それ相応の態勢を作れば必ず達成できるという自信を強めた。

2. 今までの工事の内、オ二期工事は財政的に急速に施行することは困難となつたが、やはり立法も、われわれの技術も、財政に立脚したものでなくてはならないと思う。

3. この種大突貫工事のためには、今回のような機

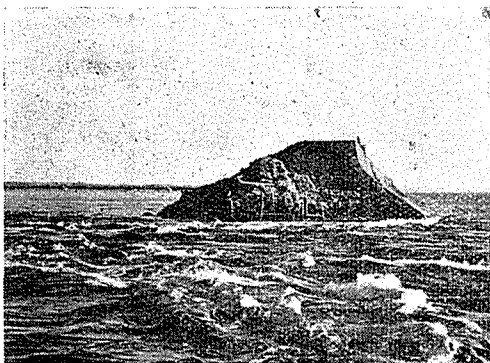
動性を有する国の委託工事が成功したと考えられるので、今後これをさらに敏活に、かつ円滑に実施できるような立法措置が必要と考えられる。

4. 海岸に関する調査研究をもつと推し進める必要がある。

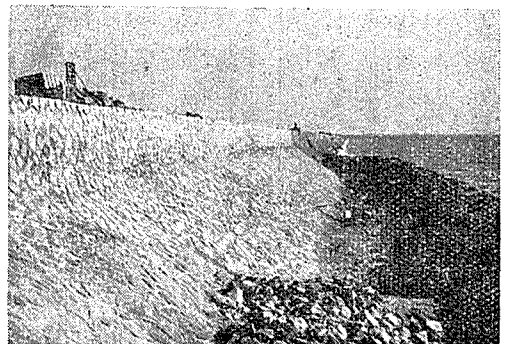
5. 海岸堤防には必ず波返しをつけ、かつ土堤にあつては、全断面を舗装すること、またコンクリートの伸縮目地、石張の隙間などからの波による土塊の吸出しに注意せねばならない。

6. 請負工事は監督の如何にかゝらず、自らも良心的、技術的な工事を実施できるような態勢にしないてはならない。このために下請制度や竣工検査の機械化などを再検討する必要がある。

7. 請負工事については発注者も受注者も、従来のいわゆる土方的根性を払拭して、適確な工事が実施で



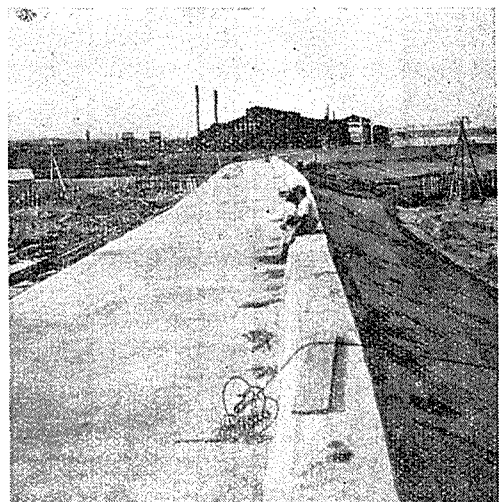
写真一(a) 愛知縣寶飯郡前芝村地先、寶飯海岸被災當時(愛知縣施工区域)



写真一(b) 同左、昭和29年9月現在



写真二(a) 愛知縣知多郡武豊町岩尾地先被災當時(建設省委託区域)



写真二(b) 同左、北曲輪海岸堤防、昭和29年9月現在

きるような、すなわち所要の経費や機械費、営繕費などを考えた合理的な設計及び見積を樹立する必要がある。

8. 三重海岸では今回堤防の築造により海岸線砂浜が一層浸食せられつゝある傾向にあるから、今後できるだけ、防砂突堤などの設置を考える必要がある。

9. 河川、道路などには河川法、道路法などがあつて、所属、管理、監督というようなことが判然としているが、海岸堤にはこれに類するものがないから、早急に関係法規を制定する必要がある。

最後に被災状況と工事状態の写真をかゝげて、参考に資したいと思う。

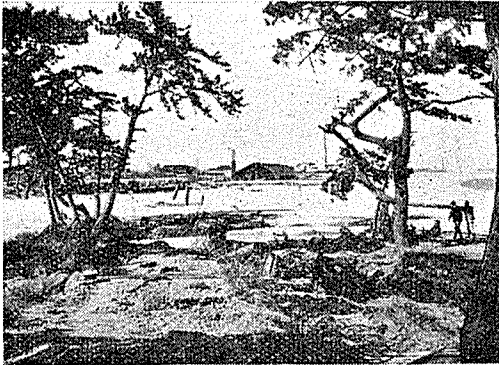


写真 一 3(a) 三重県三重郡桶町吉崎地先、四日市海岸被災當時（三重県施工区域）

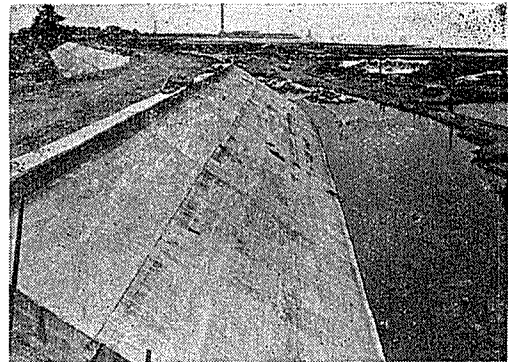


写真 一 3(b) 同左、昭和29年9月現在



写真 一 4(a) 三重県度会郡東黒部村吹井浦地先、松阪海岸東野部下御糸地区被災當時（建設省委託地区）

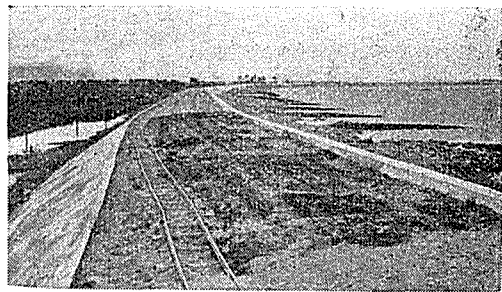


写真 一 4(b) 同左地先、吹井浦海岸堤防昭和29年9月現在



写真 一 5(a) 愛知県知多郡武豊町宇忠白田地先、忠白田海岸堤防完成胸壁を波が越える状況 昭. 29. 6. 22, 9時30分頃；風向 SE；風速 10~15 m/sec.（建設省委託施工区域）

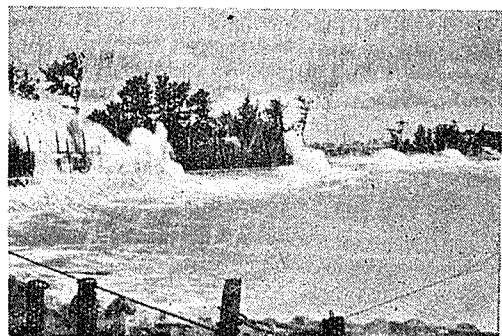


写真 一 5(b) 同左、工事中の胸壁型枠を波が越える状況。昭. 29. 6. 22, 9時30分頃；風向 SE；風速 10~15 m/sec.