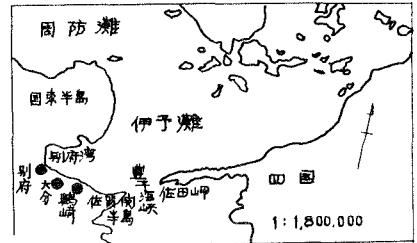


Ⅱ—48 別府湾における波浪と潮位について

東京大学工学部 正 員 堀川清司
 東京大学大学院 学生員 趙 榮耀

Ⅰ 緒 言

別府湾は九州の東北隅に位置する小海湾で国東半島および佐賀南半島によって形成され、豊予海峡をへだてて四国と相對している（図—1）。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、湾奥の別府付近には70m以深の所もある。一方、別府湾南岸の大分鶴崎沿岸では大野川、大分川のデルタ地帯として形成された遠浅な海岸で広く砂洲が発達しており、近年臨海工業地帯の建設事業が活発に行われている。現在海岸埋立地の護岸の建設のため設計潮位、設計波浪について種々検討を加えている。



図—1

大分気象台の資料により長期間の風の記録を調べてみると本海岸における風の特性は台風と冬季節風に分けられる。季節風の主方向はNW～NNWで風速は5～8%secが94%も占めており、吹送時間は2～6時間のもものが70%占めてある。この程度の風、しかも吹送距離が短い（約12km）ので1m以上の波高が起るのは常ではない。一方、九州は台風の銀座と称され、台風の来襲頻度は高く、規模の大きいものも稀ではない。したがって設計潮位や設計波浪を選定するには台風による高潮や波浪を考慮すればほぼその目的を達する。

本文ではまず大分鶴崎海岸における台風の気象条件を把握し、それにとまって高潮の性状を解析し、高潮推算のための実験式を導いた。またS.M.B.法による波浪の推定値と実験値を比較検討して、より合理的な設計潮位、設計波浪を求めようとした。

Ⅱ 気象条件

大分気象台の既往台風資料を大正元年から昭和38年8月までの52年間にについて調べると、大分市を中心として半径250kmの外域を通った台風は、大分県下にほとんどなんらの影響も与えないことが知れた。この52年間、大分を中心として500kmの範囲内を通過した台風の数全部で183個であり、そのうち大分鶴崎海岸に襲来する波浪や高潮に影響を与えたものとして下記の条件を考慮して103個を選んだ。すなわち、1) 台風の特性と大分鶴崎海岸一帯における波浪、高潮との関係（Ⅲ、Ⅳ節参照）；2) 既往台風による大分県下の海岸一帯の被害記録および異常潮位の記録より。

表—2

この103個の台風について年襲来数の回数分布および月別襲来率を調べてみると表—1、表—2に示したようになり、平均して1年に2回起

表—1

年襲来数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
発生回数	7	12	19	5	7	2	0	0	0

月別	5	6	7	8	9	10	11	12
襲来数	0	8	8	26	36	23	2	0
襲来率%	0	8	8	25	35	22	2	0

ることがわかる。6回以上は52年間に一度も起なかつた。年に一回あるいは一度も起らない場合も少なくない。また、台風は6月～11月の間に襲来し、8、9、10月の3ヶ月特に9月中が最も多い。

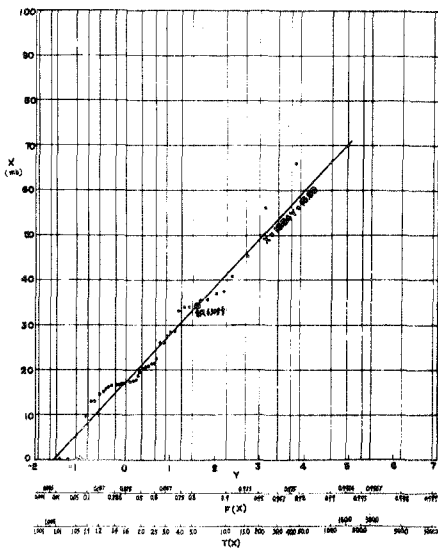
また、もし別府湾を中心として台風経路を東、西、南、北側より(台風が一番別府湾に近づいた時の位置を基準とする)の4つの経路に分類すると表-3に示したように、台風は別府湾の東側よりの経路をとつたものが最も多く、その次は西側を通つたものである。

表-3

経路分類	東	西	南	北
発生回数	73	19	7	4
発生率%	71	18	7	4

さらにこの103個の台風から毎年の最大規模(ここでは最大気圧偏差を指す)の台風を取り出し、水文統計によく用いるGumbelの方法によつて発生確率年を求めると図-2に示したようになる。ちなみち10年、20年、30年および50年に一回起る台風の規模は各々971.7, 964.2, 959.7, および954.2 mbとなる。また100年の場合は946.8 mbである。

図-2



Ⅲ. 高潮の性状、実験式および設計潮位

1) 高潮の性状：九州地建大分工事事務所の鶴崎地区に設置された検潮所の記録より、台風による高潮を取り出し、それと潮位表に示されている本地区の同時刻の天体潮の潮位を参照して最大潮位偏差を求めた。表-4に最大潮位偏差とその時の気象条件を示している。表-4をよく吟味すると次のことがわかる。(1)台風経路と高潮の間には密接な関係が認められない。台風が別府湾の東側あるいは西側を通過すると同じく高潮が起る。(2)最大潮位偏差の出現時と最低気圧あるいは最大风速の起時の時差はまちまちではっきりした傾向は求められない。(3)最大潮位偏差と最大风速および最低気圧の関係は定性的に风速の増加または気圧の低下により潮位の偏差が大きくなる傾向を示している。

表-4

2) 高潮推算のための実験式：最大潮位偏差は気圧、风速および風向の関数として求めるのが一般であるが、筆者は表-4

NO.	潮位偏差 (cm)	起時 年月日時分	台風経路 観測地 (東より)	最低気圧時の				最大风速時の			
				気圧 (mb)	起時 日時分	风速 m/sec	風向	风速 m/sec	起時 日時分	風向	気圧 mb
1	70	5.12.09 11.10.45	東側	984.4	11.06.00	9.0	NNW	12.8	11.03.20	NNE	999.1
2	123	5.16.10 01.18.30	西側	972.5	01.15.00	10.8	E	16.0	01.08.00	NE	999.1
3	83	5.17.08 27.22.00	西側	978.4	27.19.30	16.0	SE	18.2	27.16.50 20.00	SE SSE	997.6 8.6
4	105	5.18.07 24.03.30	東側	999.6	24.15.00	2.5	N	5.5	24.10.50	NNE	1001.0
5	43	5.30.07 19.21.20	東側	1001.5	20.18.10	—	—	7.3	19.12.40	NE	—
6	150	5.30.09 30.07.00	西側	977.6	30.05.00	19.7	SSE	22.5	30.02.10	ESE	981.4
7	60	5.32.08 21.17.50	西側	994.0	21.04.00	7.6	SE	17.3	19.20.00	ESE	991.0
8	142	5.32.09 07.07.00	東側	985.7	07.05.29	14.7	NE	19.9	07.07.20	NE	986.5
9	139	5.34.08 21.00	東側	977.8	08.14.45	12.9	N	16.1	08.09.30	NE	981.3
10	75	5.38.08 09.11.00	西側	979.9	09.14.00	12.7	ESE	17.2	09.14.00	NE	981.0

にもとづき、最小二乗法を用いて次のような実験式を得た。

$$\zeta = 3.2035 \Delta P_{max} + 0.006 U^2 \quad \text{----- (1)}$$

$$\zeta = 2.0754 \Delta P_{max} + 6.504 U - 0.2692 U^2 \quad \text{----- (2)}$$

$$\zeta = 2.8629 \Delta P + 0.1458 U_{max}^2 \quad \text{----- (3)}$$

ここに、 $\zeta(\text{cm})$ は最大潮位偏差、 $\Delta P(\text{mb})$ は気圧偏差、 $U(\text{m/sec})$ は風速である。(1)および(2)式は最大気圧偏差(ΔP_{max})とその時刻の風速によるものであるが(3)式は最大風速(U_{max})とその時刻の気圧偏差にもとづくものである。なお風速と気圧偏差の間には下式に示したような関係をもっている。

$$U(\text{m/sec}) = 0.45 \Delta P(\text{mb}) - 1.79 \quad \text{----- (4)}$$

(1)、(2)および(3)式を用いて最大潮位偏差を計算し、実測値とくらべると図-3に示したようになる。図-3からわかるように実のうらばりは大きいが大体同じ傾向をもっていると言える、中でも(1)式は最も精度が高いように思われる。

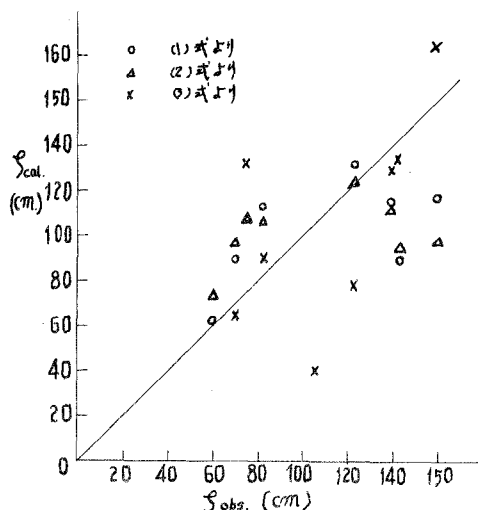


図-3

表-5

3)設計潮位：実験式(1)および(4)を用いて各確率年の台風の最大気圧偏差の値より、最大潮位偏差を求め、それに期望平均満潮位(+2.0m)を加えたものを各確率年に相当する設計潮位とすると表-5に示したようになる。

確率年	ΔP_{max} (mb)	U (m/sec)	ζ (cm)	設計潮 位(m)
10	41.5	17.0	135	3.35
20	49.0	20.4	160	3.60
30	53.5	22.4	174	3.74
50	59.0	24.8	193	3.93
100	66.4	28.2	217	4.17

Ⅳ 台風時の波浪および設計波浪に関する考察

昭和38年8月初旬に台風9号が九州に上陸し、別府湾の西側より通過した。その時の大分鶴崎海岸における気象、海象観測値ならびにS.M.B法による波浪の推定値は図-4に示した通りである。家島観測所は臨海工業地帯建設局が埋立地に設置した気象観測所であり、海岸近辺に位置するので、記録された風はよく海上の風の特性をあらわしていると考えられる。鶴崎と大分南地区の波浪の観測記録を比較してみると周期の方は大体おなじであるが波高の方は鶴崎地区の方が若干高いようである。S.M.B法による推算値と実測値をくらべてみるとその一致は満足できる程度である。一般に台風が観測地奥の西側より北進した場合、観測地奥の風向はN→E→Sの順に変化するがN方向の吹送時間は比較的短い。もし台風が観測地奥の東側より北進した場合、観測地奥の風向はE→N→Wの順に変わり、しかもN方向の吹送時間が長い。図-1からわかるように大分鶴崎海岸は対岸距離がNNE～ENE方向が最も長いから、別府湾の東側を通った台風が本海岸における波浪に最も大きな影響を与えると考えられる。表-3に示したように別府湾の東側を通った台風の頻度は71%を占めているし、また台風9号の規模程度はほぼ6年に1回起る確率をもっているわけで、本海岸に波高3m位の波浪が襲来するのは稀ではないと考えられる。従って現在とらわれている設計波浪 $H=2.5\text{m}$ 、 $T=7\text{sec}$ は再検討を要する。

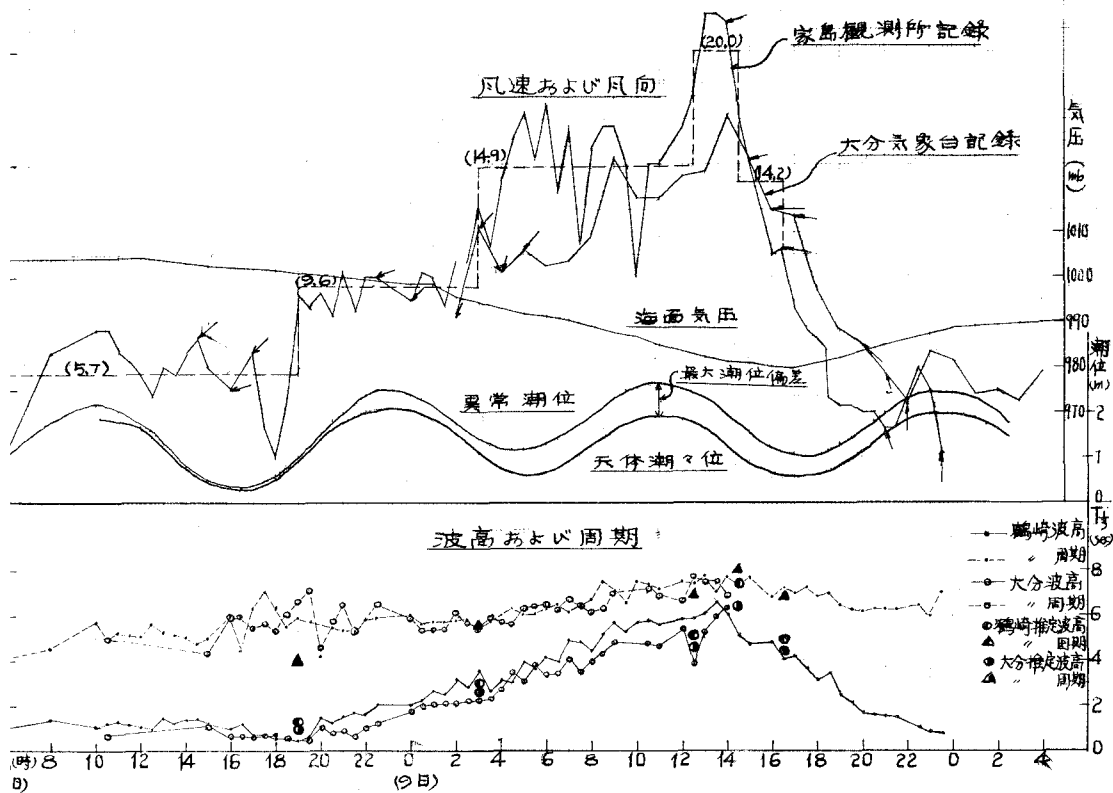


図 - 4

最後に、現地調査の際、大分臨海工業地帯建設局の方々に大変お世話になった。厚く御礼を申し上げる次第である。