

八戸港八太郎地区の築港工事について

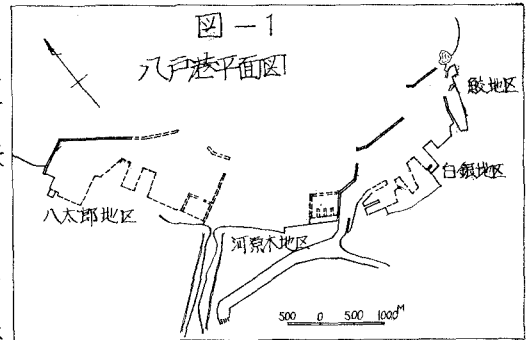
運輸省八戸港工事事務所 福岡 裕夫

1 はしがき

八戸市は東北地方屈指の臨海工業都市として、また、水産都市として発展してきたが、昭和38年に八戸市を中心とした3市6ヶ町村が八戸地区新産業都市に指定され、八太郎地区に次二臨海工業地帯の建設が開始された。それに伴って、八戸港の港湾整備計画に八太郎地区が加えられた。以来、防波堤、岸壁、浚渫、用地造成等の港湾工事を積極的に行ってきたが、既に三菱製紙や船、重鋳鋼の八戸製鋼が操業を開始しており、その他製鋼等の企業の立地をみるほど、着々と整備が進められている。

八太郎地区は外海に面した気象、海象条件の厳しい場所であるため、港湾建設に当っては種々の施工上の問題点や、災害による手更りが発生している。

その根拠をなすものは、今日では背後地に開発発展の可能性を有する地域では、外海に面した港湾に対しては開発整備が強く要請され、立地した企業の操業計画に白紙でせざるために、急遽施工を必要とするものである。そのために、静穏な海面を得るための防波堤工事と平行して岸壁の築造や航路、用地の浚渫を余儀なくされたこととみる。八太郎地区の築港



工事はそのような防波堤の施工条件という条件下で43年度から着手したものである。

2 八戸港の風と波の特性

八戸港は海象条件が厳しく、港湾工事を実施する上には多くの困難な条件を有することは広く知られている。港湾工事の能率を向上

海上作業の安全を図るためには多くの要素があり、波浪予測を導いたり、波浪の調査を実施して気象、海象の特性を把握することと重要な要素である。今回の八太郎地区築港工

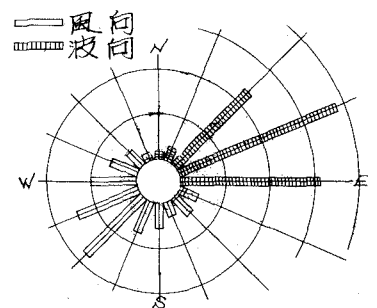
表-1 月別階級別風速出現頻度(%)

風速 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.0~4.9%	528	568	540	536	747	780	840	836	738	784	604	626
5.0~9.9%	345	332	314	330	204	181	139	15.9	223	174	30.9	25.4
10.0~14.9%	101	83	113	95	45	33	17	0.6	33	2.8	7.6	6.7
15.0%以上	2.7	1.8	3.2	2.0	0.4	0.6	0.3	0.0	0.7	1.3	1.0	0.6

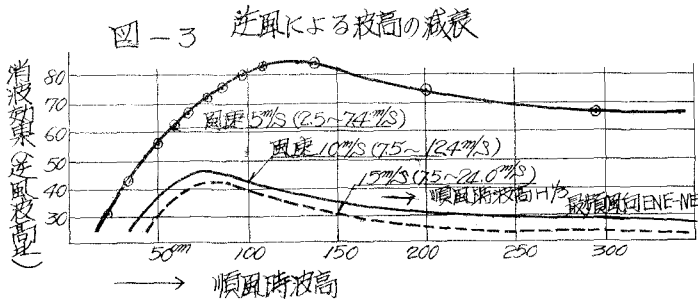
の計画に当たっても波浪についての調査結果が大きな貢献をしている。

八戸港附近は、広大な太平洋を控え、その前面の三陸沖海上は年間を通じて発達した低気圧の経路に当たっているため、太平洋からのウネリや高い風浪をまともに受け、しかもそのウネリのほとんどが低気圧が140°E線を越えて、あるいは180°E線を越えて、アリューシャン方面に去るまで、数日間持続するのが普通であり、その低気圧の発達場に近いため波浪の来数も多いためである。また牛島列島やアリューシ

図-2 風向波向出現率



これらのウネリは周期、波高ともに長大であり、継続日数の長いこと表-2 有義波高(H/3)出現頻度%と無視できない。表-1以下に入力値の風と波の計算結果のうち主なものを示した。

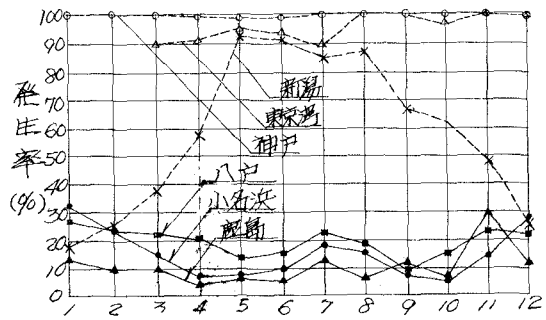


波高	0.25	0.50	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	計
1	262	648	57	33				100
2	238	287	149	44	99	7.2	1.1	100
3	228	283	96	100	37	7.3	8.3	100
4	476	415	102	47				100
5	360	606	34					100
6	192	583	167	38	1.4	0.6		100
7	43	739	174	43				100
8	18	432	351	172	27			100
9	0.0	450	433	167				100
10	544	392	59	0.0	0.5			100
11	621	279	84	10	0.3	0.3		100
12	489	229	134	74	3.1	2.6	1.7	100
年	367	391	135	55	21	19	12	100

3 波高工事計画

43年渡八太郎地区の波高工事の策定に当っては最も問題となったのは、短波条件が悪く防波堤による遮蔽が十分でない海面で、ポンプ波高が稼働しなければならぬことと、近くに船舶の避難場所が得られぬことであつた。従つて、八太郎の突状にマッチした稼働率の算定、作業能力の推定と緊急避難対策の3点を主として検討が行われた。

図-4 有義波高(H/3) ≤ 0.5mの月別発生頻度図



波高突状に当っては問題となった主なものを列挙すれば次の通りである。

- 稼働率の算定 (防波堤の遮蔽効果と稼働率)
- 作業能力の推定
- 避難対策

避難時機の決定 (気象予報の活用)

退避用白旗の造成

退避に伴う収容、収入、フローターの取付取付のロス

- 工事検収方法 (工事中の埋没対策)
- 船体改造 (クリスマスツリー取付) の要否

3-1 稼働率の算定

本波高工事と併行して、八太郎地区防波堤の建設が進められているので、両者の工事進捗状況によって波高が異なり、稼働率や波高率に大きな影響を及ぼすこととなる。そこで防波堤は延長されるに伴い港内の静穏度が消す異に着目し、一方、稼働可能限界波高を0.5mとし施工段階別の港内波高を求めて稼働率を推定することとした。

防波堤を有する港域において港内波高を推定する方法としては、主として回折 (Diffraction) による波高減衰が考えられている。他の方法としては、Pierson-Neumann-James によって提案されている角伝播 (Angular Spreading) による波高減衰を考えたことである。今回の計画に当

つては、上記の2方法については計算を行った。計算に当っては、防波堤の作業状況を推定し、海面をA₁～E₂の9区に分け、それぞれについて、昭和38年～42年の5年間の有義波のデータをもとに両方の計算を行ない、港内の作業可能限界波高H/3 ≤ 0.5 m の場合の稼働率を求めた。その結果を表-3-6に示す。

表-3 回折係数(上)と限界波高(下)
(この回折係数は水深係数を補正してある)

	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C	D ₁	D ₂	E ₁	E ₂
ESE	0.99 6.7m	0.88 5.7m	0.99 6.0m	1.02 4.9m	1.19 4.2m	1.08 4.6m	1.25 4.0m	1.40 3.6m	1.45 3.2m
E	0.71 7.0	0.33 5.2	0.55 4.1	0.55 4.1	0.81 6.2	0.76 6.6	0.90 5.6	0.86 5.8	0.65 7.7
EVE	0.28 1.79	0.15 3.33	0.18 3.28	0.20 2.80	0.49 1.82	0.17 2.84	0.53 2.42	0.37 1.35	0.36 1.38
NE	0.17 2.24	0.10 5.00	0.12 4.7	0.13 3.85	0.19 2.3	0.10 5.00	0.20 2.50	0.25 2.00	0.22 2.27
NVE	0.12 4.7	0.09 3.6	0.10 5.00	0.10 5.00	0.13 3.82	0.13 6.25	0.14 3.57	0.15 3.38	0.12 4.17
N	0.10 5.00	0.07 7.14	0.07 7.14	0.08 6.25	0.08 6.25	0.07 7.14	0.08 6.25	0.07 7.14	0.06 8.33

表-4 角分散係数(上)と限界波高(下)
(この角分散係数は水深係数を補正してある)

	ESE	E	EVE	NE	NVE	N
ESE	0.74 6.80m	0.62 8.00m	0.65 7.70m	0.68 7.20m	0.60 8.30m	0.58 8.20m
E	0.67 7.5	0.51 9.8	0.64 7.5	0.59 8.5	0.64 7.4	0.68 7.8
EVE	0.49 10.2	0.34 14.7	0.44 11.4	0.47 10.6	0.38 13.2	0.58 9.4
NE	0.28 1.79	0.10 5.00	0.29 1.72	0.25 3.00	0.22 2.00	0.29 1.72
NVE	0.13 3.85	0.00 5.00	0.10 5.00	0.10 5.00	0.12 3.57	0.11 4.55
N						

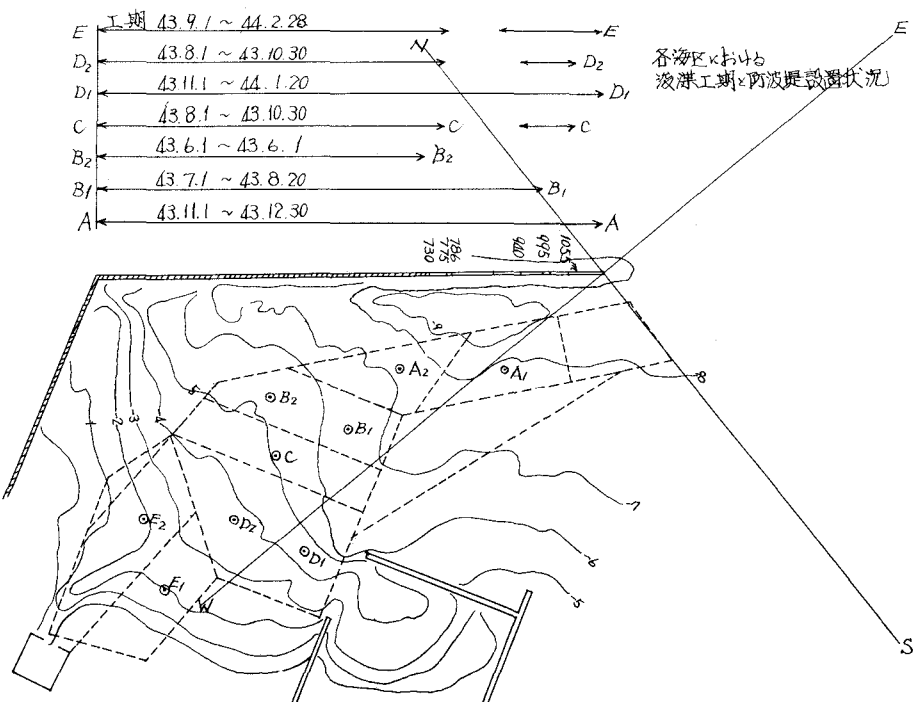
表-5 八丈郡の各海区において回折による計算に
波高限界を500cmとした場合の月別稼働率%

月	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C	D ₁	D ₂	E ₁	E ₂
1	91.0	96.8	92.5	93.5	84.5	84.5	84.8	81.3	81.7
2	90.3	98.9	91.2	95.7	90.1	91.2	87.9	92.2	92.2
3	82.9	96.5	88.4	87.4	72.9	94.8	71.6	77.7	78.7
4	86.3	96.0	89.3	88.7	73.7	89.3	70.7	71.0	73.7
5	86.8	98.1	92.0	92.0	76.1	88.1	74.6	72.3	74.2
6	89.0	99.3	92.7	92.7	89.3	92.3	74.3	76.3	72.7
7	88.7	98.4	93.9	93.9	77.1	89.5	74.8	71.0	71.2
8	82.3	95.5	91.3	91.3	66.5	84.8	62.6	70.0	76.5
9	83.7	92.7	88.0	88.0	69.7	84.0	70.7	75.3	79.7
10	78.7	96.8	87.4	86.1	68.7	87.7	67.4	68.7	74.5
11	89.0	98.0	93.0	93.0	91.0	91.3	82.0	85.0	86.3
12	87.1	95.2	91.9	91.6	76.8	91.0	78.1	81.0	82.9

表-6 八丈郡の各海区において角分散による計
算に波高限界を500cmとした場合の月別稼働率%

月	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C	D ₁	D ₂	E ₁	E ₂
1	86.5	89.7	87.1	87.1	89.0	85.8	87.1	86.8	88.7
2	90.1	92.9	91.5	90.8	92.9	86.2	91.5	91.1	92.6
3	71.6	81.0	72.5	73.2	76.8	68.7	72.6	72.6	78.7
4	83.7	85.0	76.3	74.7	85.0	72.0	76.7	74.3	74.3
5	77.1	89.7	80.0	79.4	89.7	76.5	80.0	79.0	85.5
6	75.3	89.0	81.0	76.3	85.3	70.0	78.0	76.7	84.3
7	86.5	92.3	85.8	85.5	92.9	81.0	86.1	85.5	89.0
8	71.3	86.8	73.9	73.5	80.3	68.1	73.9	71.0	79.0
9	72.7	81.0	73.3	73.7	80.3	71.7	73.0	73.0	78.7
10	66.5	84.8	68.4	67.7	76.1	64.5	68.7	66.8	73.2
11	83.3	89.7	84.7	84.3	88.7	82.7	84.7	83.7	87.2
12	87.7	85.2	79.7	79.4	83.5	75.2	77.7	78.4	83.9

註・印と採用



この結果を利用するにあたり、回折により求めた稼働率と角分散により求めた稼働率との間に相違があるので、相互に比較検討の結果、いずれかの稼働率の低い方を採用するのが妥当であると考えた。その理由は目的海区の状況がいずれかの効果を強く受けていかにいうことである。工期との関連があるが、A1A2B1B2D1E1の各海区は角分散による波高減衰の効果が強く、C D2E2海区では回折による波高減衰の効果が強いという結果であった。

なお、ここで求めた稼働率は波浪条件のみによる作業可能な比率であるので、実際の積算に当たっては、現場作業条件を考慮して80%の値を採用した。

3-2 作業能率

ポンプ敷設船は本来静穏な海面で作業するように設計されており、波浪がある場合には急激に能率低下を来し、波高がH/3≧0.5mとすれば能率低下と共に船体各部に異常な負荷を付け、通常のスパッド方式による作業は困難となり、1mを越す波高になればクリスマスツリー方式でも非常に危険であると云われている。今回の計画に当たっても作業可能波高をH/3≦0.5mとし、波速能率については、実能に台致する作業効率を求めた。

$$\text{波速能率} = \frac{8 \cdot d_0}{7000} \cdot E \cdot \eta \quad (\text{m}^3/\text{hr})$$

ここに 8: 電動1000PS当りの波速量 (m³/hr・100PS)

d₀: 電動機算馬力 (PS)

E: 現場作業効率 (= 基準工量 / 実際の工量)

η: 実作業時間率 (= 実作業時間 / 基準作業時間)

3-3 退避水路の建設

前述のように、八丈郡地区は港の建設途上であつたため作業船の避難用地がなく、すべての作業船は約5km離れた、八丈港(白根地区)を基地として作業を行ってきたが、ポンプ敷設船は敏建は避難がし難いため、気象予報による退避開始の早急決定のみでは不十分であり、万全の対策を講じなければ人命事故を含む重大な事故が発生することが懸念され、八丈郡地区に退避用の能渠を設けて緊急避難に対処することを強く要請され、退避用水路が約64mの費用を投じて設けられた。

4 おわりに

43年5月からは始められた、八丈郡地区の敷設工事は概ね計画通りに進捗し、最も問題の多い防波堤により遅延されていた区域の敷設は大体終了し、今後の工事は次第に条件が良くなっていくことになったが、依然気象条件の厳しさは東京湾、大坂湾等とは較ぶべくも無い。最近では、荒海に面した港の建設が各地で行われており、また、計画されているものも多い。そしてこれらの港では今後の立地企業の強い要請により、急進工を強いられていることがあつたと考えられる。その場合この、報告が何らかの参考になれば幸いである。なお、本文のうち波浪関係の資料の整理解説は、トウジョウウエーサービスセンターの援助によつたものである。

表-7 現場作業効率(E)

区 分	天候・潮流・波浪等	上層・平面・断面・断面形状等			摘 要
		適当	やや小さい散在する変化	小さい散在する変化	
現場作業効率(E)	普通	1.44	1.20	1.02	
	やや悪い	1.20	1.00	0.85	
	悪い	1.02	0.85	0.72	
平均値		0.52 ~ 0.74			

表-8 実作業時間率(η)

区 分	上層・平面・断面・断面形状等			摘 要
	適 当	やや小さい	小さい	
		散在する	散在する	
		変化する	変化する	
実作業時間率(η)	0.95	0.90	0.85	
平均値	0.75 ~ 0.85			