

II - 104 新潟工業港の防波堤法線計画について

運輸省第一港建設局 新潟港工務事務所

○ 正 員 嶋 文 雄

新潟県港務課長

正 員 荒 田 哲 弥

運輸省第一港建設局新潟港工務事務所

正 員 中 島 幹 夫

1. まえがき

新潟港の東方約14kmで阿賀野川と加治川のほぼ中間
 点に、新しく工業港を建設し、3600万³m²の臨海工業地帯
 を造成することが計画されている。この新潟工業港は
 外海に面した平坦な海岸を掘り込んで建設される掘
 込式港湾であり、防波堤で遮蔽されている水面、即ち
 外港地区に100,000³m²級の大型船を入港させる計画である。
 ここで、気象、海象の大自然の脅威から、外港地区
 と守ると共に、大型船の入港を可能にする防波堤の法
 線計画について述べる。

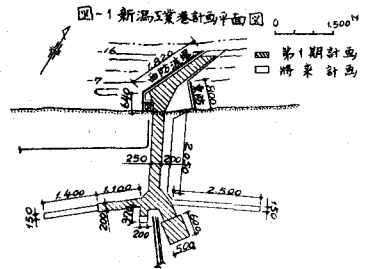


表-1 新潟工業港計画地帯の自然条件

年 越 風	10% 年 越 風 向	10% 年 越 風 速	港 務 課 長 監 査 風 向	波		潮 位	
				波 高 周 期	波 向	波 高 周 期	波 向
夏季 SSE	夏季 SSE	夏季 SSE	NW	沖 波 H _{1/2} = 5.5m T _{1/2} = 11秒	NW	H _{1/2} = 3.0m 全体 90%	NNW
冬季 NW	冬季 NW	冬季 NW	NW		NNW		NNW

潮 流	季 流 速	季 流 向	季 流 速	季 流 向	季 流 速	季 流 向	季 流 速	季 流 向
越 浪 毎 秒 1.2	WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE
WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE	WSW → ENE
0.2 ~ 0.3%	0.2 ~ 0.3%	0.2 ~ 0.3%	0.2 ~ 0.3%	0.2 ~ 0.3%	0.2 ~ 0.3%	0.2 ~ 0.3%	0.2 ~ 0.3%	0.2 ~ 0.3%

2. 自然条件

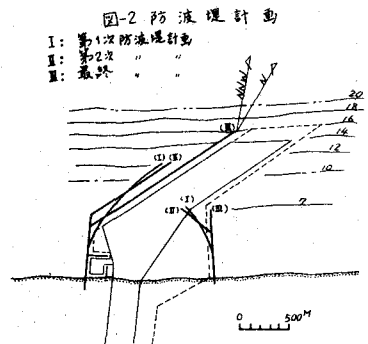
新潟工業港計画地帯の自然
 条件は表-1の通りであり、風、
 波、については新潟港とほとん
 ど同じである。
 風、流、流れ、海底変化、漂
 砂、および汀線変化等の結果よ
 り、西防波堤と生防波堤と考
 え、延長を長くする必要がある。一方東防波堤について、水深-7m程度まで延す必要が
 ある。

3. 防波堤の遮蔽効果

(1) 模型実験

模型実験の結果によると、図-2に示されている第
 I次防波堤計画の法線のまま更に延長するか、或は西防
 波堤を更に斜にねかせることによつて、港内静穏度
 に最悪なる波向線(NNW)に対し、直角なる東西西防波堤の
 開口幅を150m以下にする必要がある。又防波堤の法線
 形状は弯曲でも、直線屈折でも、港内静穏度には変化
 がない。

(2) 新潟港の防波堤効果



新潟港において、整束する流り波向に対して、西防波堤に遮蔽されている港口水面はほとんど波はなく、又波の回折理論によく合っている。

以上の結果より、外港地区の静穏度を充分にとるためには、第一次防波堤計画では不十分であり、西防波堤をよりぬかせて、港内静穏度に悪い波向線NNWに直角なる東西両防波堤の開口幅を150m以下に狭める必要がある。(図-2の第2次防波堤計画)

4. 大型船の操船

船舶が前進航行中停船するためには、機関停止或は機関反転しても、直ちに停船することは出来ず、慣性によって、或る距離を航行

して止る。この停船するまでの距離は前進中の速度にもよるが、船が大型化にならに従って、大きくなり又色々の操船上の問題が生じて来る。

(1) わが国の各港における実績

戸田港、徳山港、下津港及び新潟港に入港した大型船について、その航路及び操船状況を調査した。その結果は表-2の通りである。

表-2 各港における大型船の操船状況

入港船舶	航路	気象・海況	入港時速度	曳船	停止距離
戸田港 船名 56,000Pw 船長 240.5m 吃水 9.3m	福島 300m 水深 -11m	無風状態 波高なし 潮流 1ノット (SE→NW)	潮流に逆つて 2~3ノット	1,300HP 3隻	800m
徳山港 船名 120,000Pw 船長 270m 吃水 15m	水深 -16m	無風状態 波高なし 潮流 0.5ノット (NE→SW)	潮流に逆つて	1,500HP 2隻	1,500m
下津港 船名 97,000Pw 船長 258.2m 吃水 14.5m	福島 200m 水深 -16m		3ノット	1,000HP 2隻	1,500m
新潟港 船名 93,000Pw 船長 201.6m 吃水 10.6m	福島 120m 水深 -11m	無風状態 波高 0~1.4m	3~4ノット	使用せず	1,000m

(2) 反転惰力と最短停止距離(Short stopping distance)。

船舶が前進航行中機関を全速力で反転する場合、機関が全動して船舶が停止するまでの慣性を反転惰力と云い、この停止するまでの距離を最短停止距離と称している。最短停止距離は一般に表-3の通りである。

徳山港に入港した120,000Pw級のユニバーズ・97フネツト号及びユニバーズ・アポロ号が

Full Speed で前進中 Full Astern へかけたときの停止までの時間は性能試験により、

図-3の如くである。

図-3より、反転惰力における最短停止距離を算出してみると、表-4の如くである。

以上の調査結果及び船舶の操船技術者の意見、外国の港灣における実績等より

100,000Pw級大型船の操船については大略次の如くである。

① 流れにさからって入港する。即ち流れと船舶の航向に受け合いにする。

表-3 機関別の最短停止距離(L:船長)

エンジン	状態	Full Speed ahead から Full speed astern	Half or slow ahead or Full Speed Astern
steam or Diesel	満載	3~5L	1~3L
	空倉	1.8~3L	0.6~1.8L
Turbine	満載	6~10L	2~6L
	空倉	3.6~6L	1.2~3.6L

図-3 U.D.号及びU.A.号の停止時間

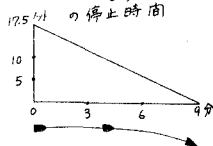


表-4 U.D.号及びU.A.号の最短停止距離

機関反転 或は機関停 止前速度	最短停止距離		
	Knight公式	荒本公式	図-3より
Full Speed (12.5ノット)	1,890m	2,410m	2,430m
Half Speed	945m	1,205m	1,215m

- ② 防波堤先端で速度を3~4ノット(艀の効く最小速度)程度にして入港する。
- ③ 防波堤の先端より、停船するまでの距離は船長の4倍以上必要である。(曳船使用)
- ④ 余裕水深が浅いと、艀のきかない場合があるので、入港より停船出来る位置までの航路は直線にする必要がある。
- ⑤ 回転水面の直径は船長の2倍以上が必要である。
- ⑥ 入港及び回転に際し、1,500HP以上の曳船2隻以上が必要である。

5. 新潟工業港に100,000%級大型船を入港させるための前提条件

(1) 新潟港の冬期荒天時における検査作業、パイロット作業と気象、海象の関係、昭和36年10月から昭和37年3月までの冬期間における新潟港に入港した10,000%以上の船舶について調べた。その結果は表-5、表-6の通りである。

表-5 検査作業

検査船	検査船の調査 期間内出船日数	係官が検査艀地にて 架船並びに降船	係官が検査艀地にて架船した が気象、海象悪化のため本船で帰港	気象、海象悪化のため港内で 係官が架船	検査艀地の位置 (面防波堤先端より)
屯数 19 ^T 船長 14 ^m 馬力 210 ^{HP} 速力 17 ^{ノット}	29日 自 S. 36.10 至 S. 37.3	21日 最大風速 16 ^{m/s} 最大波高 $H\frac{1}{2}=2.26^m$	7日 最大風速 6.7~16.7 ^{m/s} 最大波高 $H\frac{1}{2}=0.9\sim 2.4^m$	1日 最大風速 10.7 ^{m/s} 最大波高 $H\frac{1}{2}=2.71^m$	1,500 ^m

表-6 パイロット作業

パイロット船	調査期間内 の出船日数	気象、海象、状態
屯数 9.26 ^T 馬力 32 ^{HP} 速力 8 ^{ノット}	31日 自 S. 36.10 至 S. 37.3	最大風速 10.7 ^{m/s} 最大波高 $H\frac{1}{2}=2.71^m$

表-5、表-6より、検査艀地で検査船から本船に架船並びに降船して、係官出来る風速は15^{m/s}、波高 $H\frac{1}{2}=1.0^m$ 程度までであると想定され、又パイロット船が出動出来るのは風速15^{m/s}、波高 $H\frac{1}{2}=2.5^m$ 程度までであると思われる。

(2) 新潟港のSea Berthの大型船繋留作業と気象、海象の関係

昭和石油KKは昭和36年度より、建設中のSea Berth(昭和石油KK沖合約3.5km、水深-22^m)で昭和37年1月23日から昭和37年2月22日まで、昭和石油KKにて大型船の繋留試験を行った。

表-7 Sea Berthの大型船繋留作業

試験船	繋留した日の 気象、海象	繋留を切断了た日の 気象、海象	備 考
屯数 31,725 ^{HP} 船長 220 ^m 船中 22 ^m	最大風速 12.3 ^{m/s} 最大波高 $H\frac{1}{2}=1.14^m$	最大風速 24.7 ^{m/s} 最大波高 $H\frac{1}{2}=3.75^m$	繋留索の切断は繋留索に火傷があり、いずれの場合も破断強度を越えていない。

この結果は表-7の通りであり、外海における大型船の繋留作業(繋留索の取扱い)は風速10^{m/s}、波高 $H\frac{1}{2}=1^m$ 程度まで可能と思われる。

(3) 新潟港における冬季大型船の入港

新潟港に冬季に大型船(屯数29,300^{HP}、吃水9.9^m)が入港しているが、その際の新潟港の航路は幅員=120^m、水深-11^mであつて、気象、海象の状態は表-8の如くであつた。

以上の調査結果より、新潟工業港に100,000%級

表-8 入港時気象、海象状態 (□入港時)

年 月 日 時	昭和38年2月4日					
	7時	8	9	10	11	12
気象						
海象						
風 向	S	S	S	S	SSW	SSW
風 速 (m/s)	4.0	4.0	3.3	2.7	3.1	0.4
最大波高 (m)				1.4		
有義波高H _{1/2} (m)				1.22		

級大型船を常時入港させることは困難と見られるので、

図-4より冬季間において50%の出入を目標として、波高1m、風速10%までと出入可能であるような防波堤法線を計画することが必要と考えられる。

6. 防波堤法線の決定

以上述べてきた如く、防波堤の法線を決定するにあたり、検討した項目を要約すると、次の通りである。

① 波高1m、風速10%、流速1ノットまでは100,000%級大型船を入港せしめる。

② 防波堤遮蔽距離内で、港口より停船できる距離は100,000%級大型船の船長の4~6倍と考える。

③ 東西両防波堤の間において、100,000%級船舶の船長の2倍の直径を有する回転水面をとり、又航路巾員を350mとしようとする。

④ 自然条件の風、波、流れ、海底変化、漂砂及び汀線変化等の結果より、将来の港口水深の維持、防波堤に作用する波の反流が海岸におよぼす影響等を考える。

⑤ 防波堤の遮蔽実験及び新潟港の実績よりできるだけ西防波堤を東防波堤に波向線に対して、over lapさせるようにする。

これをもとにして、図-2、図-5の如き、防波堤の法線について検討し、建設費も加味して、西防波堤の延長2460m(先端水深-16m、傾斜部延長1820m)、東防波堤の延長800m(先端水深-7m)に計画した。なお東西両防波堤の元付間隔は1300mと計画した。

参 考 文 献

1) 新潟港開発技術調査委員会：新潟工業港および臨海工業地帯造成計画資料，「工業港の建設計画編」No1, No2, No3, No5, No6, No7,

2) 新潟港開発技術調査委員会：新潟工業港および臨海工業地帯造成計画資料，「計画の前提編」No1, No2,

3) 第一港湾建設局新潟港工事口務所：最近における堀りこみ港湾

4) 土木学会：第9回海岸工学講演集(1962)

5) 井島武士：海岸・港湾測量(森北出版1960)

6) 土木学会：海岸保全設計施設便覧

7) 横田利雄：船舶運用学

8) 高城勇造：航海力学とその応用

9) 米田謹次郎：操船と応急

10) 造船協会：船舶工学便覧

11) 大串雅信：船舶理論工学

12) 日本海難防止協会：日本海難防止報9月号

13) Dock & Harbour Authority, (May 1962)

14) 運輸省港湾局：国際航路会議協会の国際油槽船委員会の最近の動向について

図-4 新潟工業港計画地区の冬季波高

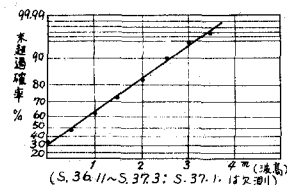


図-5 防波堤法線の検討図

