

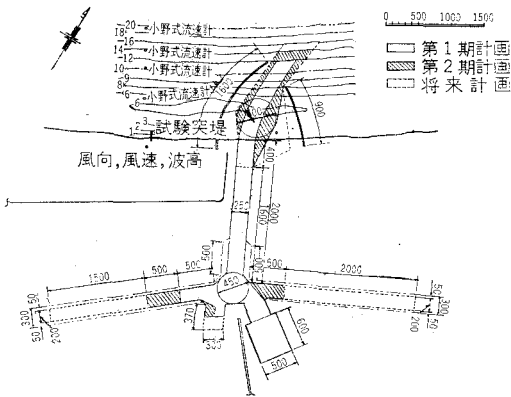
新潟工業港計画地点の海岸について

嶋 文 雄*・荒 田 哲 弥**・中 島 幹 夫***

1. ま え が き

新潟港の東方約 14 km で阿賀野川と加治川のはぼ中間点に新しく掘込式の港湾を建設し 2 640 万 m³ の臨海工業地帯を造成することが計画されている(図-1参照)。

図-1 新潟工業港計画平面図

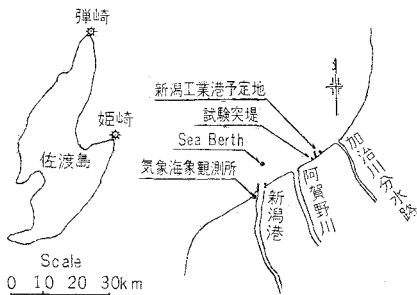


ここでは港湾計画の基礎資料を得るために昭和 36 年度から行ってきた諸調査のうち、判明した結果をおもに述べる。

2. 地 形

新潟工業計画地点は一般に平たん、かつ低湿地であるが、海岸に沿って平行に数条の砂丘、砂堆が走っている。海岸線は南西～北東に延び、内陸側に向ってゆるく湾曲している。海底については沖合 200～300 m (－2.5 m) と 500～600 m (－4.5 m) の 2 カ所に Bar があり、前者の規模は小さく、後者の規模は大きい。この付近の

図-2 新潟工業港計画地点



*正員 運輸省第一港湾建設局新潟港工事事務所長
**正員 新潟県港湾課長
***正員 運輸省第一港湾建設局新潟港工事事務所

海底勾配は等深線が入り乱れているので、はっきり明示できないが、平均 1/65 程度であり、沖合 700 m を過ぎると等深線は乱れず、汀線にはほぼ平行に走っていて、海底勾配は 1/80 程度となる(図-2 参照)。

(1) 風

当地点の観測所において、昭和 36 年 11 月より標高 15 m の箇所にはロビンソン風速計を設置して、風速、風向を観測している。一方、新潟港においても、同じく標高 18 m の箇所において観測を行なっている。その結果をもとにして風向別回数および風速 10 m/sec 以上の強風の風向別回数を示すと、図-3 のようになる。また、風速 10 m/sec 以上の強風について、吹送時間一風向および回数を調べると表-1 のとおりである。

以上より、新潟工業港計画地点の冬期間における風については、つぎのようになる。

① 当地点の風向、風速は新潟港のそれと、ほとんど同じである。ただ SSW, S 方向の陸風についてのみ背後の地形、すなわち当地点の砂丘の影響から少し方向が異なる。

② 当地点に生ずる風速 10 m/sec 以上の風はほとん

図-3 新潟工業港—新潟港風向別回数図
(昭. 36.12.1～37.3.31, 1 日 24 回観測 N は磁北)

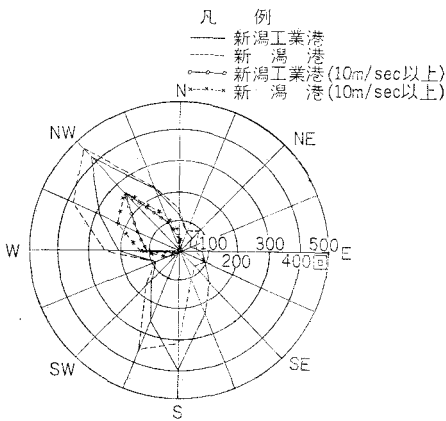


表-1 吹送時間回数 (昭和 36 年 12 月～37 年 3 月)

吹送時間	方向	WSW	W	WNW	NW	NNW	摘 要
10～20		2	5	5	5	4	上段は回数
		18.6	21.6	15.6	17.6	15.9	下段は最大
21～30			1	2	2		風速, 方向
			12.0	27.0	17.5		は±22.5°
31～40				1	3		の範囲を含
				17.0	21.0		む
41～50					1		
					18.3		
51～60				1	2		
				18.3	21.6		

ど海風(W~N象限)であり、中でも一番卓越している風向はNWである。なお、吹送時間10時間以上の風についてもNWが一番卓越している。

3. 波 浪

当地点の観測所前面沖合950m(-10m)の位置に昭和36年11月より12月25日まで水圧式波高計を設置し、波浪観測を行なってきたが、12月の大時化で波高計は海底に埋没し、観測不能におちいったので、昭和37年2月11日に宇田居式波高計を同位置に新たに設置して、波浪観測を行なった。一方、新潟港においても西突堤前面約400m(-9.0m)のところにおいて、目測によって当地点と同時に波浪観測を行なってきた。このほか、昭和石油KKにおいて、昭和石油KK前面沖合約3.5km(-23m)の位置にSea Berthを建設する計画で、その地点の波浪観測を昭和37年1月24日~2月19日まで行なった。

これらの観測結果をもとにして、当地点の波高一風速、周期、および波向の相関を示すと、図-4のようになり、また波高別日数を調べると表-2となる。

なお、当地点と新潟港の波高、周期の相関を示すと

表-2 波高別日数表

波 高	0~1.0m	1.1~2.0	2.1~3.0	3.1~4.0	4.1~5.0	5.1~6.0	合 計
日 数	22日	11	9	5	1	1	49

図-5のようになる。図-5より観測方法の差異などを考慮に入ると、両波高、周期はほとんど同じであると考えられる。一方、新潟港とSea Berthとの波高、波向の相関を調べると、図-6のようになり、波高についてはほとんど同じであるが、波向についてはSea Berthの方が新潟港より少し西側に片寄っている。以上により当地点に生ずる冬期波浪については、つぎのようにな

図-4 新潟工業港計画地点の波高一波向、周期、風速相関図
(昭和37年2月~3月 宇田居式波高計)

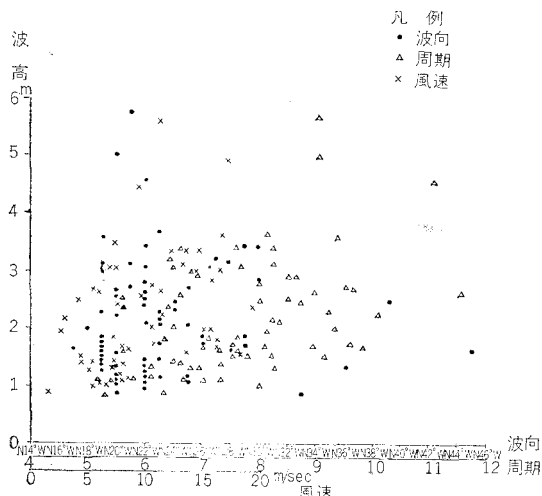


図-5 新潟工業港-新潟港の波高および周期相関図
(昭和36年11月~37年3月)

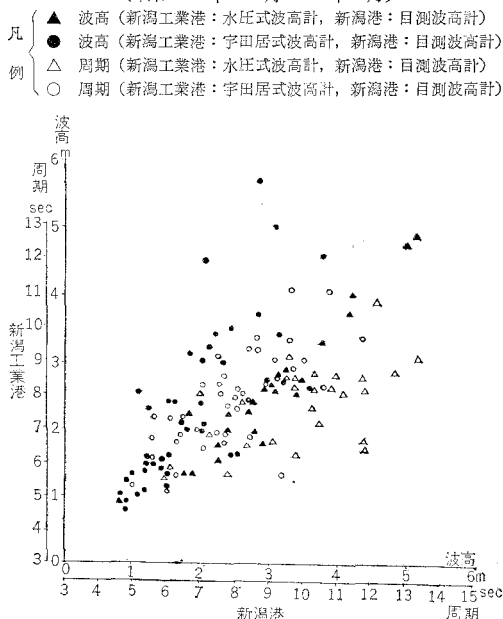
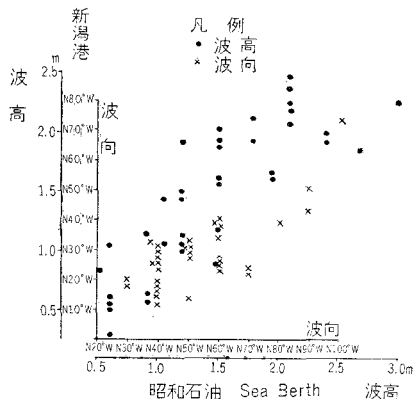


図-6 新潟港-昭和石油 Sea-Berth 波高、波向相関図
(昭和37年1月24日~2月19日両方とも目測波高計による、Nは磁北)



る。

① 風向 W, WNW, NW, NNW, 風速 10~15m/sec の風が長時間吹くと大きい波が生ずる。しかし、ほとんどの波は波高 3.5m 以下であり、波高 4.0m 以上の波は一冬期間に数回生ずるにすぎないものと思われる。また波高 4.0m 以上の波はほとんど NNW 方向であり、周期は9~10秒である。

② 当地点と新潟港の波は波高、周期ともほとんど同じである。

③ 沖波の波向は風向とほとんど同じであるが、水深-10m 付近になると、波向は屈折により、NNW 方向に収れんするものと推察される。

4. 流 れ

表-3 流 況 (昭和 36 年 12 月 5 日~12 月 11 日)

流向 種類	N	NNW	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
平均流速 m/sec	0	0.02	0.04	0.13	0.03	0.13	0.09	0.07	0.03	0.03	0.14	0.19	0.18	0	0.03	0.03
回 数	0	5	16	6	1	1	1	2	1	1	12	29	4	0	1	1
ΣV^2ave m/m ²	0	0.004	0.034	0.152	0.001	0.017	0.008	0.012	0.001	0.001	0.646	1.712	0.274	0	0.001	0.001

(注) 設置水深 -10.5 m

図-7 流 況

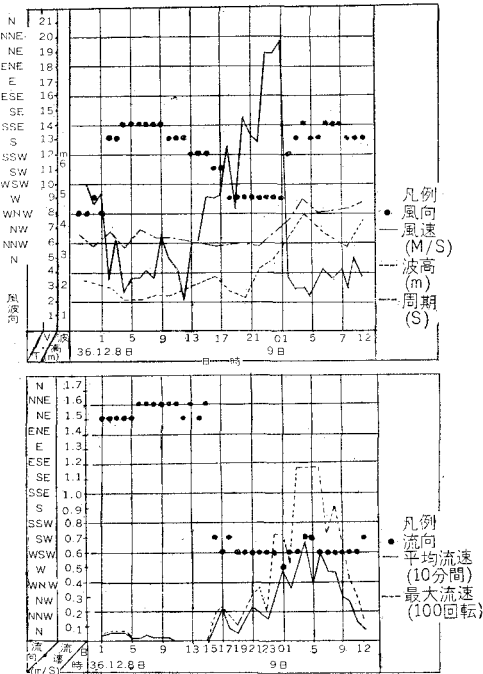


図-8 底質の平均粒径および淘汰係数変化

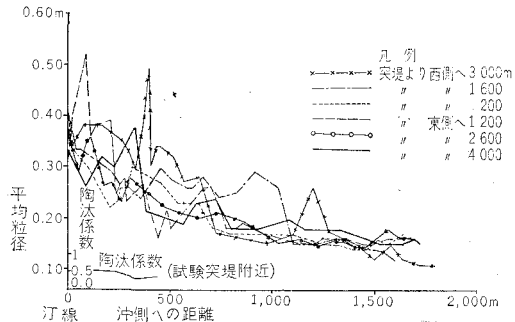
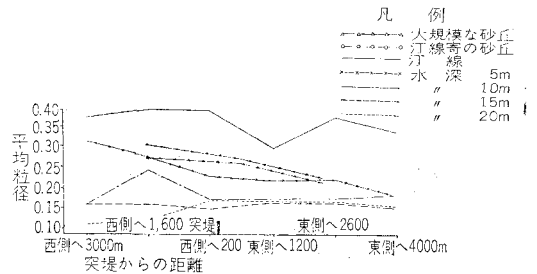


図-9 深度別底質粒径図 (平均粒径)



当地点の流れについては、現在まで5回(昭和36年11月22日~26日, 12月5日~9日, 昭和37年2月10日~14日, 3月1日~9日, 3月31日~4月7日)水深-5m, -10m, -20mにおいて、小野式流速計にて、同時観測を行なった。その結果の一例を示すと、表-3、図-7のとおりである。

以上の結果より、冬期間の流れはつぎのようになる。

流向は変動が激しいが、W~NNWの風が長時間吹くと、それにしたがって波高が大きくなり、WSW方向からの流れが強くなる。10分間最大流速0.6m/secを記録している。一方、S方向の風が吹いた場合、ENEからの流れが生じている。しかし全般的にいて、西から東への流れが卓越しているように思われる。なお、平均粒径0.25mm、波の周期9secの場合の底質移動限界流速を樫木公式、佐藤公式にて算出すると、28cm/secとなる。

5. 海底底質

当地点の海底底質は全般にわたって砂であり、汀線付

近の平均粒径は0.3~0.4mmの大きいものであるが、水深が深くなるとともに、図-8のように、順次小さくなり、汀線沖合1700m(-20m)で0.15mm前後になっている。またBar, Troughの存在する汀線より沖合700m間の平均粒径はふぞろいであるが、沖合700mを過ぎると一般に平均粒径はそろっている。なお波浪による選別作用を受けた度合を示す淘汰係数 $[S_0=1/2(\phi_{84}-\phi_{16})]$ は平均粒径とほぼ同様の傾向を示し、粒径が大きくなると選別作用はあまり働いていない。一方、波浪による移動限界水深を佐藤、岸公式で算出すると、平均粒径0.25mmで、波高3.0m、周期9.0secの波では-21mとなる。

なお、汀線に平行なる方向の砂丘および海底底質粒径変化は図-9のように、阿賀野川より加治川に向うにしたがって小さくなる傾向にある。

6. 試験突堤による汀線変化

漂砂の卓越方向を調べるため、汀線に直角に陸側50m、海側110m、天端高2.0mの試験突堤を築造した。その構造は図-10のように、透過性であり、延長が短

図-10 試験突堤標準断面図

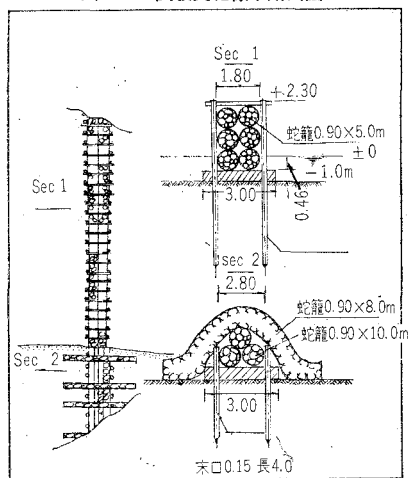
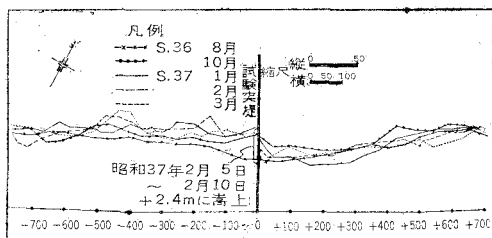


図-11 試験突堤による汀線変化



く、天端の沈下による越波（現在天端高 +1.2m）などより、昭和 37 年 2 月までは突堤両側に顕著な差が見られなかった。昭和 37 年 2 月に越波を防ぎ、遡上した波のまわり込みを防ぐため、図-11 に示されている箇所、延長 37m 間を天端 +2.4m にこう上した。その結果飛砂の関係もあるが図-11 のように、3 月までに突堤西側の方が東側より 15m 前進した。

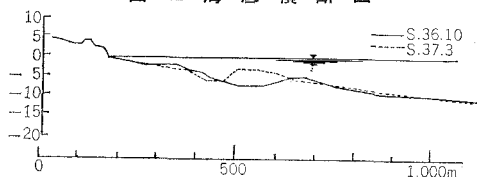
本突堤による汀線変化を調べるため築造前の 8 月の汀線をもとにし、築造後毎月の汀線変化を突堤両側各 2km の範囲について調査した。8 月の汀線は比較的単調な海岸線であったが、9 月以降は小さい屈曲が現われ、9 月には約 600m の間隔でやや規則的に出ているが、波の大きい 12 月以降になると、汀線の屈曲は激しくなり、100~200m 程度の間隔で突出部が現われている。以上より本突堤の砂のつき具合をみると、突堤が Cusp の Apex の役割りを演じているように思われる。

一方、試験突堤の影響範囲を汀線よりの突堤長さ (L) 110m、砕波点の波向と突堤ののり線とのなす角 (θ) 5° 、突堤先端水深 (h) 2.3m として、佐藤公式 $\left[\frac{D}{L} = \left(1 - \frac{hI_0}{h_0L} \right) \cot \theta \right]$ より算出すると、汀線の影響範囲は約 80m となり、また汀線の前進 ($l' = D \tan \theta$) は 7m となる。

7. 海底変化

今まで 2 回行った深浅図（昭和 36 年 10 月、昭和 37 年 3 月）から海底横断変化を見ると、図-12 のとお

図-12 海底横断面図



りである。水深 -4.5m 付近にある規模の大きい Bar は冬期波浪を受けたあとは岸へ少し寄せられ、Trough を埋めている傾向にあり、海底は最大 4.5m 程度の変化を生じている。

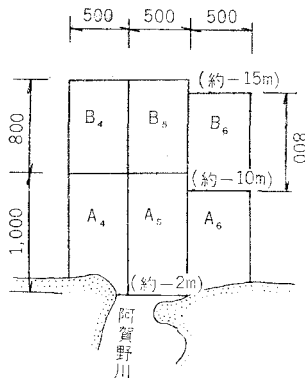
試験突堤両側各 4km 間の土量増減を調べると、汀線 ~ 沖合 700m 間で約 30 万 m^3 （平均厚さ約 6.5cm）の堆積であり、沖合約 700~1900m 間では約 65 万 m^3 （平均厚さ約 8cm）の欠損となる。深浅測量における誤差を考慮すれば、土量の増減はほとんどないものと考えられる。また海底の変動は試験突堤より阿賀野川よりの方が大きく、加治川よりの方は小さい傾向にある。これは阿賀野川の流下土砂のかく乱によるものと思われる。

8. 阿賀野川の流下土砂

阿賀野川の年間流量は平均約 130 億 m^3 程度であり、洪水は 1000~2000 m^3/sec 程度のものがほとんどであって、1000 m^3/sec 以上の洪水は年間 25 日程度である。出水期は融雪期の 4 月頃、梅雨期の 7 月頃、台風期の 9 月頃の 3 回である。過去各年間の流量は表-4 のとおりである。

阿賀野川河口より馬下地点までの全川について土量増減を調べると、表-5 のようであって、昭和 35 年 12 月

図-13 河口土量計算範囲

表-4 年間流量（単位 $8.64 \times 10^4 m^3$ ）

昭和30年	31年	32年	33年	34年	35年	36年
148 246	164 697	164 441	173 261	167 923	119 493	158 459

表-5 全川の土量増減（+堆積，-洗掘）

(昭25)~ (昭34.1.13)	(昭34.1.13)~ (昭34.12.15)	(昭34.12.15)~ (昭35.12.13)	(昭35.12.13)~ (昭36.12.4)
-1 324 300 m^3	-914 900	-1 411 060	+11 000

表-6 河口沖合土量増減(+堆積, -欠損)

区域	年度(昭30年8月)~ (昭33年6月)	(昭33年6月)~ (昭34年10月)	(昭34年10月)~ (昭35年10月)	(昭35年10月)~ (昭36年10月)
A	-947 250 m ³	773 902 m ³	462 260 m ³	-441 012 m ³
B	-731 250	1 393 750	-745 750	130 250
計	-1 678 500	2 166 520	-283 590	-310 762

までは全川にわたって洗掘の傾向である。

一方、河口沖合の 図-11 に示す範囲における土量増減は表-6 となる。表-6 より昭和 34 年 10 月~昭和 35 年 10 月, 昭和 35 年 10 月~昭和 36 年 10 月の土量増減は 30 万 m³ 程度欠損であるが, 深浅測量などの誤差を考えると, 1 年を周期として, 海底は変動し, ほぼもとへもどるものと考えられる。この考えから, 昭和 33 年 8 月~昭和 33 年 6 月は梅雨期(7 月)の出水期間が土量計算に入っていないため, 欠損(170 万 m³)として現われ, また昭和 33 年 6 月~昭和 34 年 10 月は梅雨期(7 月)と台風期(9 月)の出水期がだぶっていることと, 年間流量が非常に多かったことより, 堆積(217 万 m³)となったものと思われる。

以上より, 阿賀野川の流下土砂量は年間 150 万 m³ 程度と推定される。

なお阿賀野川河口の三角州の等深線は東へはりだしている。

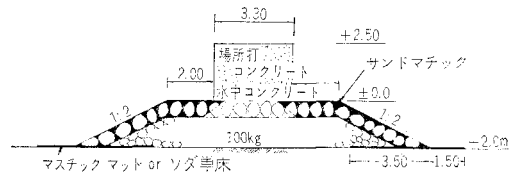
9. 漂砂の移動量の推定

当地点の漂砂の卓越方向は, 前述した風, 浪波, 流れ, 底質粒径, 汀線変化などの調査より, 西から東へ少し卓越しているように思われる。その漂砂の移動量は樫木公式 $\left[\frac{Q_i}{\psi} = 3.17 \left(\frac{E_i \cdot t^{2/3}}{\phi} \right)^{3/2} \right]$ を用い, 新潟港における既往の資料, 昭和 31, 32 年の波浪観測表をもとにして, 概算すると, 年間漂砂量は約 84 万 m³ となる。前述した阿賀野川の年間流下土砂量をも考慮すると, 当地点の漂砂量は年間 100 万 m³ 程度と考えられる。

10. あとがき

以上の調査から, 新潟工業港計画地点の風, 波浪については新潟港のものと大体等しく, 不明なる点は新潟港の既往の資料から推察すればよいと思われる。流れ, 汀線変化, 漂砂卓越方向については, さらに検討を加えるため, 引き続き風(海風および水路地点の陸風), 波浪(-5 m, -10 m, 水圧式波高計), 沿岸流(潮流をふくむ)の観測と底質調査(Boring をふくむ)を実施している。新たに, RI を 7 月, 8 月, 9 月, 11 月に水深 -2 m, -5 m, -7 m, -10 m 地点に投入する。なお昭和 36 年度施工の試験突堤の欠陥を是正して, さらに詳細に欠損, 堆積状況を調査するとともに, 将来の防波堤構造の参考資料として洗掘防護に対する可否ならびに耐波性, 消波性を調べるため, 図-14 のような試験突堤を西防波堤建設予定地点に, 延長 250 m 新設する。本構造物の特色は不透過性であり, 天端高が高いとともに, 粗朶単床とマスチック マットをあわせて海底に敷設しさらにサンド マスチックをも使用していることである。

図-14 昭和 37 年度試験突堤断面



参考文献

- 1) 井島武士：海岸港湾測量, 森北出版(1960)
- 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, (1962. 2)
- 3) 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, (1962. 5)
- 4) 土木学会関西支部：海岸工学の最近の進歩(1961)
- 5) 土木学会：海岸保全設計施設便覧(1957)