

4) 護岸堤の伸長に対する検討

NNE, ENE 波について、島堤と護岸堤先端の開放の度を検討すれば、NNE 波については護岸堤を 100 m 延長しなければ (a), (b) 点を限界波高内に抑えることができず、ENE 波については開口可能幅が 25 m 程度になつてしまい、将来完全に閉塞したほうがよいことを意味する。

V. む す び

現地調査から波浪特性を求め、現地の代表的な波を選んで Froude の相似律に従つて平面模型床上に再現させる場合に、波向に対しては相似関係にあることが認められる。しかし波高に対しては、縮尺 1/250 程度の模型では比較的深度 (4.0 cm) では大きく、浅い部分 (2.4 cm) では 10% ほど減少して現われることが判り、波の到達時間が模型では大きく現われることと関連して、模型の海底粗度による影響が効いていることが示される。したがつて、この程度の縮尺模型では、とくに浅い部分の海底をなめらかにしなければならない。遮蔽の実験は、現地調査に先行したため、検証された模型材料を用いて行なうことにならなかつたが、上記のことから相応の補正をして現地に適用しなければならない。

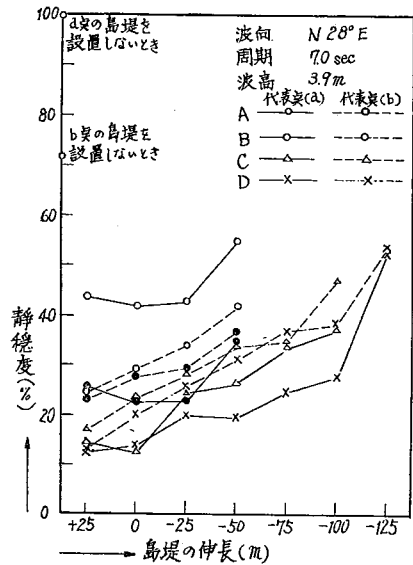


図 39-6 島堤の伸縮と代表点の平均静穏度との関係

40. 石狩河口漂砂について

土木試験所 荒 関 良 夫

1. 概 要

自然状態にある河口は、河口付近の沿岸流あるいは波の原動力とする漂砂量、河川の流勢、地形などの影響力によつて変化するため一定の形を保つことはまれである。

石狩河口も明治初年頃は、北へ移動していたようである。それは春の融雪期に多量の土砂を流し、河口を出るときに速度が落ちるために土砂を河口に沈積させる、また越水は右岸を掘り河口に沈積し、更に左岸に寄せるため左岸の延長となつたものである。その後石狩川本流の水制工設置に伴つて、河口の移動も減少し現在では平衡状態を保っている。

今回の調査は、漂砂の径路、水深と漂砂量、漂砂の方向などを実測するもので河口に導流堤を設置する場合、法線の方向とか先端の位置などを決定する資料の蒐集であつて、調査期間は昭和 33 年 7 月の約 1 ヶ月である。

2. 石狩河口の対岸距離、風向、風速

石狩河口は日本海に面し、海風は N-W 範囲内でそれぞれの対岸距離を示すと次のとおりである。

方向	N	NNW	NW	WNW	W
距離	46 km	510 km	422 km	442 km	54 km

今石狩川治水事務所の風信記録をもつて石狩河口の風を表わすと、自昭和28年、至昭和32年の5カ年間の統計によれば、12月—3月頃にかけてN—Wの風が著しく卓越しており、10 m/sec以上の風は夏期ではあまり吹いていない、主として陸風が支配している。(図40-1・1、1・2参照)

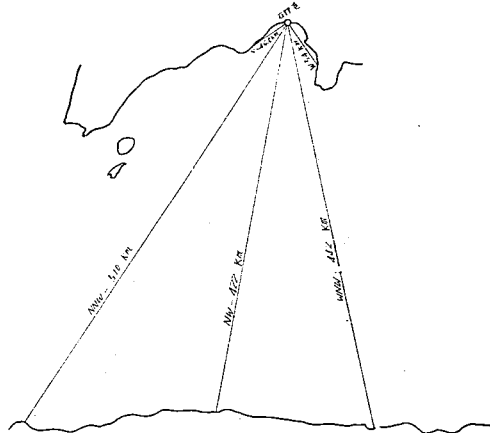


図40-1・1 石狩港の対岸距離

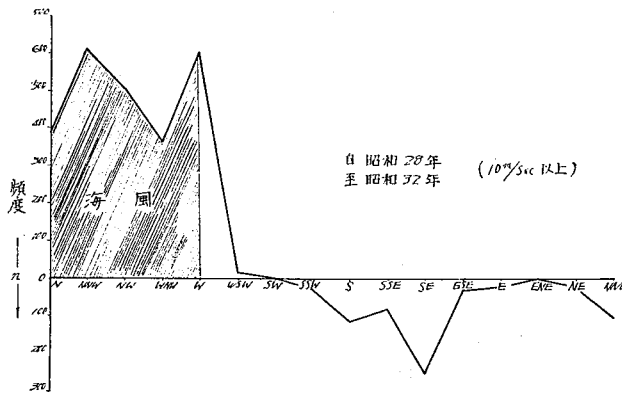


図40-1・2 石狩港の風向図

3. 河口付近の流況、水深

石狩河口の流況観測に当つては、当試験所試作の電示式流向、流速計を用いて、河口を中心に左岸と右岸に区別すれば、左岸で沿岸流は小樽方面より流れ来るようで、沖では小樽方面に流れ去っている。また河口付近の流速は表面、および底層では10—25 cm内外で流れも表面と底層では方向が異なつているところから判断して渦流が生じているものとする。

河口では、河水が一単海に出た場合、流れが急に広まるため弱くなり、沿岸流が側面より弱いため渦流を生じ、一部砂を沈澱させる傾向がある。そのため河口前面は比較的水深が浅くなるため小さな時化でも、河口では

危険にさらされる。

4. 沿岸の底質

石狩河口の漂砂径路および底質をしるため、左岸約2 km、右岸4 km、水深8.0 m付近迄、漂砂方向測定用ブロックを20個設置し波高に対応する各水深の漂砂方向、捕砂量を把握する目的であつたが、その時期に思わぬ水害にあい砂中深く埋没したりして、引揚げたのは18個でそれもほとんど砂袋が破れたり、あるいは入りすぎて捕砂量の判定がわからず無意味に終つた。

そのため沿岸および海底の砂を採集してみると、沿岸、河口の底質はきわめて単一粒径の中砂より構成されている。しかし、河口を離れるに従つて小さくなつており、左岸は右岸に比較して一般に粒径が大きい、このような分布状況は、長年月にわたつて広範囲の底質採集を行ない、その特性を把握するのが最も望ましいのであるが、今回は只一回の採集に終つた。

5. 粒度加積曲線

採集された資料全部について、粒度試験を行ない粒度加積曲線を求めてみると、ほとんどが最小粒径を含有している。(図40-2-1, 2-2, 3-1, 3-2参照)

全体的に最小径(0.05~0.1 mm)を80%以上含有しているものと、最小径10%, 細砂(0.13 mm), 中砂(0.40 mm)で構成されている混合型のもの2つに区別される。前者は水深5.0 m以深で堆積がみられ、後者は水深5.0 m

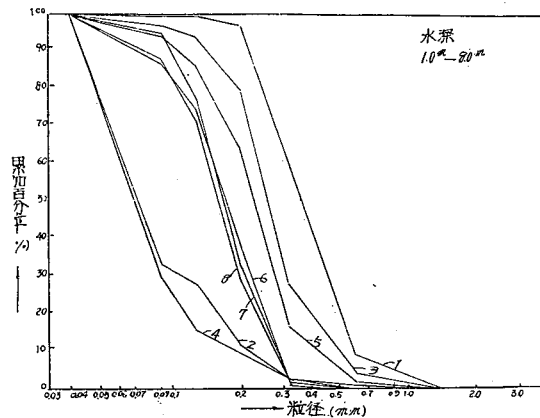


図40-2-1 底質粒径累加曲線 左岸

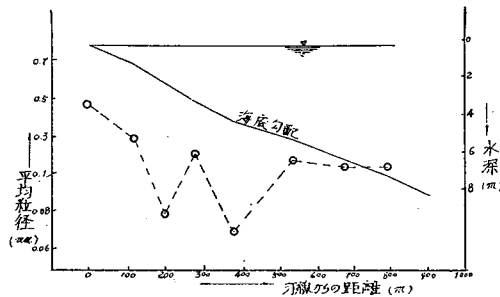


図40-2-2 水深変化による底質の平均粒径

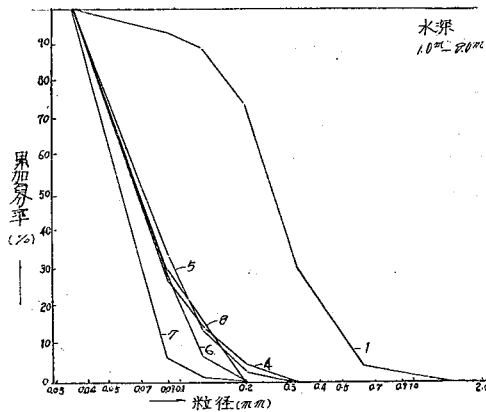


図 40-3-1 底質粒径累加曲線 右岸

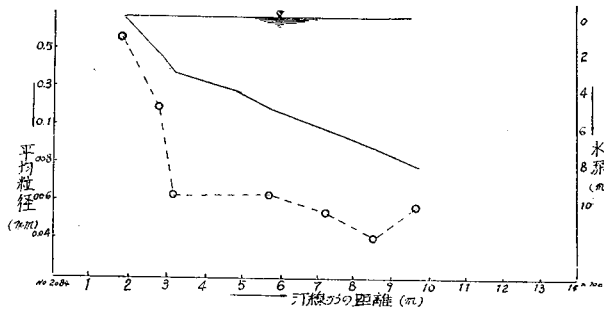


図 40-3-2 水深変化による底質の平均粒径

より浅い部分、すなわち沿岸側にある。これは7月中に起つた水害の後に採集したもので、上流より浮遊してきた微粒子が海に運ばれ、河口通過後流速が衰えて沈澱したものと思われる。

左岸では粒径も不規則で沿岸付近にも微粒子が堆積されているが、これは流水が側壁となつて妨ぐため、沿岸流が衝突し、流速が減じて、堆積の現象が生じたものと考えられる。

6. 粒径と水深

海水の運動は、海底の水深が増すことによつて弱くなるから、砂の粒径も沖合の方向に行くにしたがつて小さくなつていくが、しかし石狩河口では粒度加積曲線とあわせ考えると、右岸では河口付近を離れた箇所は順応しているが、左岸では粒径の起伏がみられる。これは前記に示した原因によるもので、水深 3.0 m 近くで粒径が大きくなっているのはこの付近が砕波点のためである。

7. 波 高

32 年当試験所において 5 カ年間の風信記録から 推定された最大波高、周期を年別による月別波高に分類すれば次のとおりである。

年月日	波高 (m)	周期 (sec)	風方向	砕波水深 (m)	砕波波高 (m)
28. 2	5. 10	6	N	6.9	4.9
29. 2	5. 70	7	NNW	7.0	5.0
30. 1	5. 30	6	NNW	7.3	5.0
31. 2	4. 9	6	W	6.6	4.4

いずれも冬期に高波が発生しており、方向も N, NNW で砕波波高は沖波高に比較して幾分低く出ている。これらの波高は年に一度発生するかしないかで、石狩河口の最多波高は $H=1.5\text{ m}$ 、周期 $T=4.0\text{--}6.0\text{ sec}$ でこの波高に対する砕波水深 (h_b)、砕波波高 (H_b) を求めると、それぞれ $h_b \approx 2.5\text{ m}$ 、 $H_b \approx 1.5\text{ m}$ であるが、これも波高の性質によつて変つてくるものである。

8. 移動限界水深

漂砂の移動は、波浪のせん断力が底質に対応する限界せん断力より大きい範囲内においておこなわれるもので、これを推定するためには、底質の平均粒径に応じて移動する限界の水深 h を求めなければならない、だが最も移動のはげしいのは砕波点付近より浅い部分であつて、この砕波点も波の性質によつて変化するものである。

海底の採泥範囲は、水深 8.0 m まででそれ以深についてはおこなわなかつた。したがつて 8.0 m までの水深と平均粒径との関係を求めると、水深 5.0 m 迄はばらつきがみえるが、6.0 m 以上になると平均粒径 $d_m=0.1\text{ mm}$ の値を示している (図 40-4 参照)。

今、石狩河口の最多波高 $H=1.5\text{ m}$ と平均粒径 $d_m=0.1\text{ mm}$ に対応する移動限界流速は佐藤清一氏の式によれば、

$$d_m = 2.5 u_m^2 \quad u_m = \text{限界流速 m/sec}$$

$$d_m = \text{平均粒径}$$

波動による底面流速は

$$u_m = \frac{\pi a}{T \sinh \frac{2\pi h}{\lambda}}$$

a : 半波高, T : 周期, h : 水深, λ : 波長
 で求められ $u_m=0.2\text{ m/sec}$ これから移動限界水深を求めると、約 7.0 m で採泥による分布曲線をみてもこの値と大体一致する。

9. 海岸線の変化

石狩川治水事務所 昭和 32 年 8 月と昭和 33 年 8 月に実施された汀線測量を比較すると、32 年度では左岸はそれ程変化はみられないが、右岸では河口付近が侵蝕され、反対にその裏側に堆積を示している。これは 7 月頃の出水によつてこのような結果が生じたものと考えられる。

われわれが 7~11 月迄 5 カ月の汀線測量

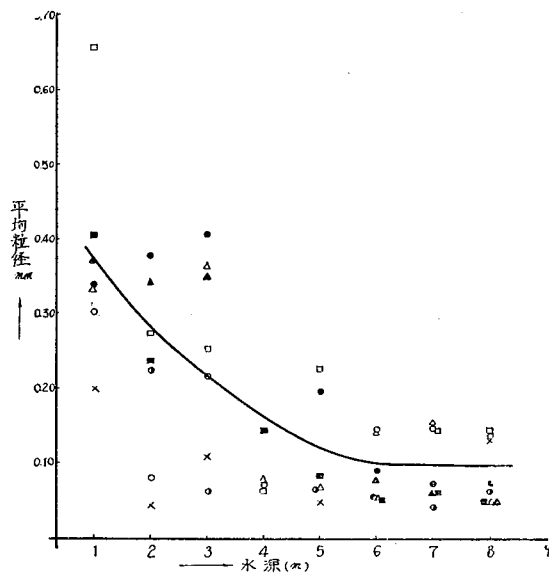


図 40-4 粒径分布曲線

したものを比較すると、左右岸とも各月によつて出入りがみられる。それで汀線の粒径分布をしらべると、左右岸ともに変化のないところから推察して、その月の気象条件に支配されるものと考え。また10月と11月に Sand Spit が張り出してきたが、これは左岸の部分的浸蝕からみて、沿岸流によつて運ばれた砂が河水との接触のため減衰し堆積したものである。

10. 結 語

石狩河口の10 m/sec以上の風についてみると、海風はN-Wのものが顕著で夏期では陸風が支配している。沿岸流は岸では小樽方面より流れてきており、沖では小樽方面に流れ去つている。流速も表面、底層ともに10—25 cm内外であるが、方向が異なつているところから判断して、渦流が生じているものと考え。また水制工によつて調整された水流は側壁となつて沓つたため、流速が減じてその部分に堆積がおこなわれる。

河口および沿岸の底質は単一粒径の中砂より構成されているが、河口を離れるに従つて粒径も小さくなつている。水深5.0 mを境にしてそれ以深では平均粒径も0.1 mmであるが、左岸では流れの影響のため起伏がみられる。

石狩河口に押し寄せる最多波高を風信記録から推定すれば $H=1.5$ m, $T=4.0-6.0$ secである。これらの碎波水深、碎波波高を算出すると $h_b=2.5$ m, $H_b=1.5$ mであつて、最多波高に対する移動限界水深を平均粒径 $d_m=0.1$ mmについて求めると約7.0 mである。しかし実際に活性度のはげしいのは、碎波点より浅い部分で構造物設置にあつては、最小限度碎波点までは必要で、所要最大限度は移動限界水深までは必要であらう。しかし、これらも波浪の性質によつて変化するもので、風と波浪の関係をつかんでいれば資料によつて漂砂帯の消長を推定することができる。

41. 小樽港高島漁港区における 浚渫工事について

小樽開発建設部 高 島 孝

まえがき

小樽港高島漁港区浚渫工事は、昭和32年度より計画水深-4.5 mおよび-3.5 mとして工事を進めているが、昭和33年度は土砂11,000 m³ 岩盤10,000 m³を施工した。以下はその作業成績ならびに作業上の諸問題についてでき得る限り、正確に報告し参考に供したいと思う。浚渫工事の中でも特に水中爆破および岩盤の破碎工事も併せて報告する。

1. 施行条件

(1) 浚渫区域の形状 (図41-1)

区 域	地 質	面 積 (m ²)	土 量 (m ³)	計画水深 (m)
A	土 砂	1,600	7,000	- 4.5
B	岩 盤	3,900	7,200	- 4.5
C	岩 盤	1,700	2,800	- 3.5