

# 駿河湾田子浦海岸の波と漂砂

静岡県富士臨海地区総合開発事務所 港湾建設部長 市 川 武  
 同 上 港湾建設部 落 合 治 美  
 同 上 同 富 田 一 男  
 同 上 同 室 伏 久 治

## 1. はしがき

静岡県が昭和32年より駿河湾奥、富士川の東5kmの田子浦海岸に計画した堀込式の田子浦港は、昭和36年5月現在、港口部の工事も完了に近く、港内泊地のしゅんせつも進み、本年7月300t機帆船を入港させ、さらに37年には、5000t、41年には10000t貨物船の入港を予定している。この田子浦修築工事と並行して実施した田子浦海岸調査について、主として波と漂砂に関して報告するものである。田子浦海岸は、(i)海底勾配がきわめて急である(水深20mまでの間で1/4～1/7)、(ii)台風時の波浪が強大で特に“うねり”が卓越する(狩野川台風による $H_{1/3}=8.0\text{m}$ 、 $T=17\text{sec}$ は、ケーブル式波高計で観測されたわが国海岸での最大のものである)、(iii)海底変動が大きく、漂砂は汀線においていちじるしい、の3点において、他の海岸といちじるしく異なり、本港の主防波堤である西防波堤は昭和34年5月工事に着手し、35年6月までに水深10mまで、13ヵ月間で急速に施工したものであり、その間の汀線変化、深淺、底質、波浪調査を基礎として、この海岸の漂砂およびそれによる変化を検討するものである。

## 2. 駿河湾の概況

### (1) 地 形

湾の主軸方向はS-15°-Wで、湾口市(長津呂～御前崎)は50km、湾奥の巾は20km、湾口から湾奥までの距離が70kmである。水深は深く海谷の状態をていし-1500mの等深線が田子浦海岸前面15kmまで深く入り込んでいる。なお海岸は御前崎より沼津まで一部を除いておおむね砂浜海岸で、東海岸(伊豆半島)は岩礁で、砂浜海岸はほとんどない。湾に流入する河川のおもなものは表-1のごとくで、これらは砂浜の発達している西部および北部の海岸に限られている。

表-1

|      | 大井川                      | 安倍川                      | 富士川                      | 狩野川                      |
|------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 流域面積 | 1110 km <sup>2</sup>     | 542 km <sup>2</sup>      | 3651 km <sup>2</sup>     | 352 km <sup>2</sup>      |
| 排水量  | 3000 m <sup>3</sup> /sec | 3200 m <sup>3</sup> /sec | 9800 m <sup>3</sup> /sec | 5500 m <sup>3</sup> /sec |

### (2) 波

湾が深く、かつ南に向いているため、この海岸のもっとも支配的な波は“うねり”で、湾内に発生する風波は対岸距離からみても支配的な波となりえない。台風期の波は後述するごとく周期16～17secに達することが珍らしくない。この波長の長い波は御前崎から南東にはりだした暗礁と、焼津沖漁礁のため、S～S-15°W方向に限定され、東西両岸での波の方向は平行で、湾奥に対しては直角である。なお湾内各地の屈折図による屈折係数を示すと、表-2のごとくで、既往の台風による波は、狩

表-2

| 湾内各地     |        | 駿河湾口 | 田子浦沖 | 蒲原沖 | 清水沖 | 焼津沖 |
|----------|--------|------|------|-----|-----|-----|
| 周期および波方向 |        |      |      |     |     |     |
| S        | T=16 秒 | 1    | 1    | 0.9 | 0.6 | 0.5 |
| SW 10°   | T=16 秒 | 1    | 1    | 0.6 | 0.6 | 0.4 |
| SW 30°   | T=16 秒 | 1    | 0.3  | 0.3 | 0.3 | 0.3 |

野川台風時に、田子浦付近で8.0m、清水で4.5m、焼津で4.5mであった。

駿河湾口における波高の測定値はないが、藤野氏は、“テス台風”における御前崎付近の沖波を9.0mと推定している(藤野義男:灯標の建設に関する研究、昭和32年7月、航路標識技術資料)。この湾の波の特性は、(i)“うねり”が支配的であり、(ii)湾奥に対する方向が一定している(S～S-15°-W)、(iii)田子浦において最も波高が高く、南下するとともに減少する。

### (3) 海岸性状

海底勾配は御前崎付近で緩で、北上するとともに急になり、田子浦および伊豆半島沖は海谷状態をなしている。汀線の砂粒径は図-1および表-3に示すように、御前崎より測点4までは遠州灘海岸と同質の白い砂で、平均粒径は0.2mmである。測点5付近より測点10の焼津付近までは、粒径10～20mmの大井川からの濃い灰色の砂である。測点12の安部川河口より測点17の清水三保海岸までは、平均粒径5～10mmの黒い砂で、興津より由比までの海岸に砂浜がない。富士川より沼津までの海岸は60～6mmの富士川からの薄い灰色の砂および砂利で形成されている。伊豆半島側は岩礁海岸で砂浜はない。駿河湾の漂砂方向は矢印のようである。これは前述のごとく、砂浜海岸を形成する各河川から排出された砂

図-1 駿河湾海浜の平均粒径

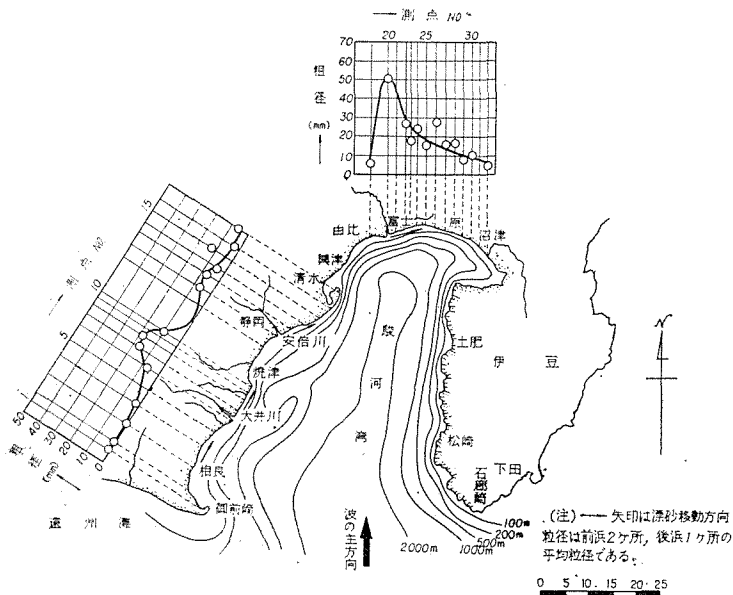


表-3

| 測点    | No. 1 | No. 4 | No. 7 | No. 10 | No. 13 | No. 17 | No. 21 | No. 24 | No. 29 |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 平均粒径  | 1/40  | 1/30  | 1/15  | 1/10   | 1/15   | 1/10   | 1/8    | 1/3    | 1/10   |
| 海底    | 1/50  | 1/60  | 1/18  | 1/16   | 1/19   | 1/20   | 1/25   | 1/20   | 1/20   |
| 浜平均粒径 | 0.21  | 0.23  | 16.46 | 9.87   | 6.65   | 6.43   | 63.33  | 24.40  | 782    |
| 砂の色   | 白い砂   | 白い砂   | はい色   | はい色    | 黒色     | 黒色     | 薄灰色    | 薄灰色    | 薄灰色    |

注：平均粒径は、汀線と前浜、後浜の平均粒径を算術平均したものである。

の分布状態が、河口より北（または東）に分布していること、海岸突堤への漂砂堆積状態（すべて南および西側に砂が堆積し、北および東側海岸は侵食されている）、および波浪の主方向が南であることなどから明らかである。

### 3. 田子浦海岸の波および漂砂

表-4 波高および周期の百分率表

(33年9月20日～34年9月20日, 1日3回観測)

|       | 静穏  | 0.6以下 | 0.6～1.0 | 1.0～1.5 | 1.5～2.0 | 2.0～2.5 | 2.5～3.0 | 3.0～3.5 | 3.5～4.0 | 4.0～8.0 | 観測なし | 計     | %    | 累加 % |
|-------|-----|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-------|------|------|
| 静穏    | 30  |       |         |         |         |         |         |         |         |         |      | 36    | 3.7  | 3.7  |
| S sec |     | 233   | 2       | 2       |         |         |         |         |         |         |      | 237   | 24.1 | 27.8 |
| S以下   |     | 36    | 30      | 4       |         |         |         |         |         |         |      | 70    | 7.1  | 34.9 |
| S sec |     | 60    | 30      | 5       | 3       |         |         |         |         |         |      | 98    | 10.0 | 44.9 |
| 6     |     | 66    | 57      | 17      | 7       |         |         | 1       |         |         |      | 148   | 15.1 | 60.0 |
| 7     |     | 43    | 61      | 29      | 10      | 4       | 1       | 1       | 1       |         |      | 150   | 15.3 | 75.3 |
| 8     |     | 16    | 30      | 18      | 9       | 5       | 1       |         |         |         |      | 79    | 8.1  | 83.4 |
| 9     |     | 14    | 13      | 13      | 10      | 3       | 1       |         |         |         |      | 54    | 5.5  | 88.9 |
| 10    |     | 6     | 2       | 2       | 9       |         |         | 2       |         |         |      | 21    | 2.2  | 91.1 |
| 11    |     | 5     | 4       | 13      | 16      | 5       |         | 2       | 1       | 1       |      | 47    | 4.8  | 95.9 |
| 12    |     |       | 1       | 5       | 6       | 4       | 1       | 3       | 3       | 1       |      | 24    | 2.4  | 98.3 |
| 13    |     | 1     | 1       |         | 3       | 5       | 2       | 1       | 1       | 3       |      | 17    | 1.7  | 10.0 |
| 14～17 |     |       |         |         |         |         |         |         |         |         |      |       |      |      |
| 観測なし  |     |       |         |         |         |         |         |         |         |         | 114  | 114   |      |      |
| 計     | 36  | 480   | 231     | 108     | 73      | 26      | 6       | 10      | 6       | 5       | 114  | 10.95 |      |      |
| %     | 3.7 | 48.9  | 23.5    | 11.0    | 7.5     | 2.7     | 0.6     | 1.0     | 0.6     | 0.5     |      |       |      |      |
| 累加 %  | 3.7 | 52.6  | 76.1    | 87.1    | 94.6    | 97.9    | 98.9    | 99.5    | 100     |         |      |       |      |      |

### (1) 波

波浪観測は風の観測と同時に昭和32年10月より行ない今日にいたっている。波高計による波の観測は運研式ケーブル型波高計により、2時間ごとには20分間の連続記録を集録している。補正係数は  $n=1.25$  としており、これは波高桿観測と比較して求めたものである。ケーブル式波高計が故障の場合は直結式波高計を使用しているが、これは2時間ごとに10分間の記録である。目測観測は、波高桿とトランシットによるものと、純目測観測によるもので、地上13mの鉄塔上より、波高、周期、波向について、9時、12時、15時の3回観測を行ない、読取り波数は30波である。

a) 波の統計的性質 昭和33年9月20日より34年9月19日までの1年間1日3回の目測観測およびケーブル式波高計の記録によると、次のようである。

①波および周期；表-4は欠測回数を除いて、波高別および周期別に回数と百分率を示したものである。欠測回数は10%であるが、全体の傾向を知るには十分である。この表を確率図に示すと、図-2のようであり、波高0.6m

以上の発生確率は全体の47%、波高2m以上のものは全体の5%を示している。

②波方向；図-3は年間の波の方向を回数別に示したものである。最多方向はSで、全体の約50%を示し、ついでSSW, SSE, SE, SWの順位となっている。季節別の波方向変化は年間のものとほぼ同一である。

b) 台風による波 ケーブル式波高計でとらえた台風

図-2  $H_{1/3}$  発生確率図  
(33年9月20日～34年9月20日)

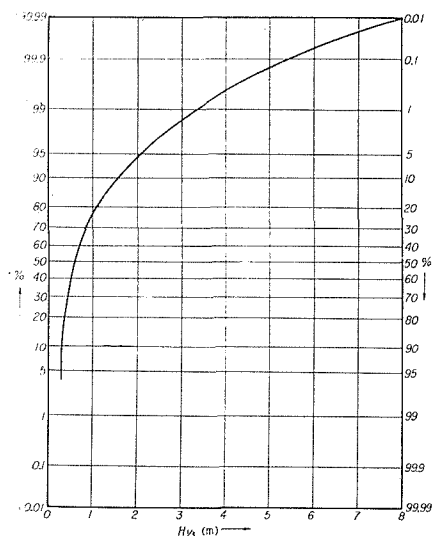
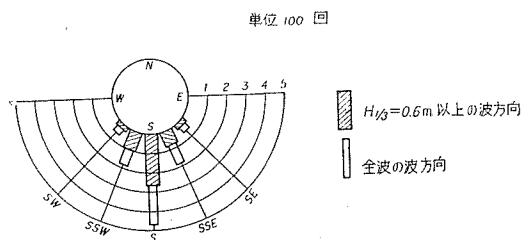


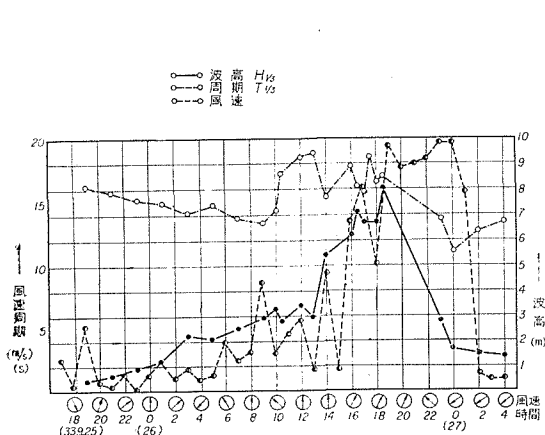
図-3 年間波方向回数図



の波について、昭和34年の狩野川台風の例を図-4に示す。有義波高は 8.0 m、周期は 16～18 sec であり、波高 2 m 以上の波の継続時間は約 20 時間で、波向はほとんど S 方向である。

c) 波の変形および遡上 水深 20 m までの海底勾配は 1/4～1/7 で、きわめて急であるため砕波形式は巻波で 1 回砕波である。台風時の巻波の落下地点は汀線付近

図-4 昭和33年台風22号の風速風向波高周期図



から沖合 20 m までの範囲に限られている。

遡上高は、最近では、伊勢湾台風および狩野川台風時が最大であり、港湾基準面上 +12～14 m の地点に波の遡上根跡が見られ、台風の最盛期前に +11 m までの遡上を観察した。

狩野川台風は昭和33年9月26日19時に最大の波高を示し  $H_{1/10}=10.5$  m、推定潮位 +1.65 m (これは清水港の推算潮位と偏差 0.3 m を加えた潮位である) で、この波高と潮位を加えると約 12 m となるが、このことから、この海岸においては  $H_{1/10}$  波高と、その時の潮位を加えたものが、海岸および海岸構造物に影響をあたえる波の遡上高さに近い値であることが推定される。

表-5

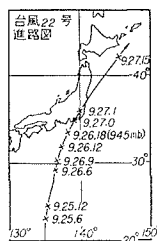
|     | 流域面積                | 平水量                    | 洪水量                     | 河床勾配<br>(下流) |
|-----|---------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 潤井川 | 207 km <sup>2</sup> | 20 m <sup>3</sup> /sec | 480 m <sup>3</sup> /sec | 1/500        |
| 沼川  | 205 km <sup>2</sup> | 15 m <sup>3</sup> /sec | 0                       | 1/10 000     |

## (2) 海岸性状

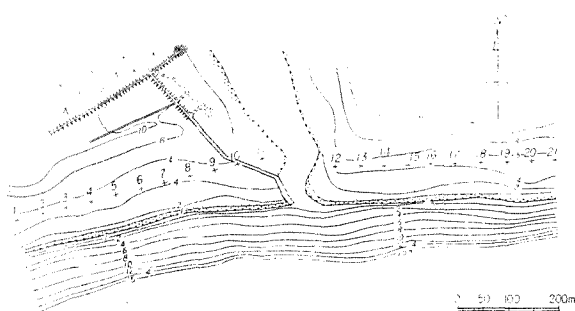
田子浦港は背後地の関係から潤井川、および沼川の合流点に選定したのであるが、これより西 5 km に富士川があり、これが富士吉原海岸を形成する砂利、砂の供給源になっている。この海岸がほぼ安定した砂浜海岸であることは昭和 15 年当時、本港港口部より東方 3.7 km の地点に築造された海岸暗きよの放水口および沼川河口構造物付近の海岸状態から推定される。この砂浜海岸は富士川河口より沼津までの間約 20 km が同質の砂利および砂であり、砂丘の高さは +10～15 m、海浜巾は田子浦で 100～150 m で東進するほど海浜は狭くなり、沼津地区では 50 m 程度である。汀線粒径も東進するにしたがい、60 mm 程度から 6 mm くらいにまで順次小さくなっている。

a) 海底地形 図-5 に示す防波堤築造以前の昭和34年1月の測深図によれば、河口は潤井川の影響で隣接部

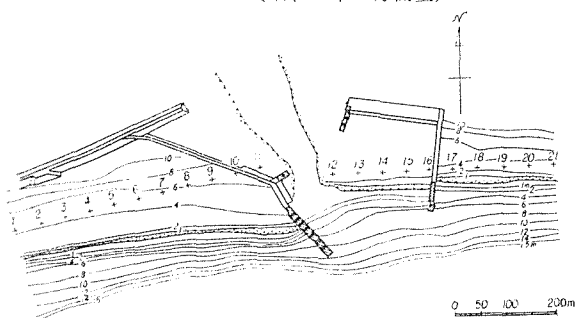
分よりも 4～5 m 浅くなっており、海底勾配は河口西側で 0～15 m までの間で約 1/7、東側で約 1/5 であり、-15 m から -50 m までの間で約 1/4 であった。なお汀線から水深 1500 m までの平均勾配は約 1/10 である。その後防波堤工事が進捗するにしたがい、河口より西側海岸では漂砂が堆積し、東側海岸では浸食を起こすようになった。この結果昭和 35 年 12 月の測深図をみると(図-6)、海底勾配は河口より西側で 0～15 m の間で 1/4～1/6 と急になり、東側で 1/7～1/8 と緩になっている。これは図-7 に示す測線 No. 11、および No. 21 の断面変化において明らかであり、その時間的変化は同図の下部に示す



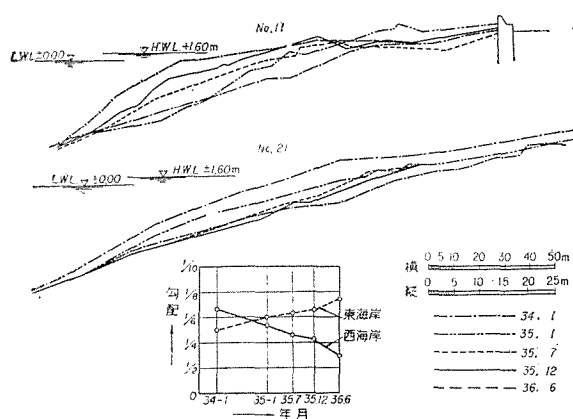
図—5 田子浦港深浅図  
(昭和34年1月測量)



図—6 田子浦港深浅図  
(昭和35年12月測量)



図—7 田子浦港東西海岸勾配変遷図

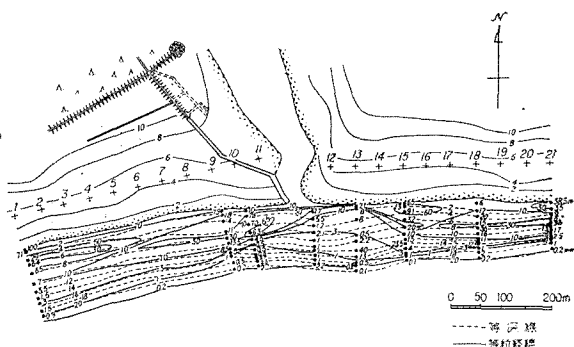


ごとき傾向にある。

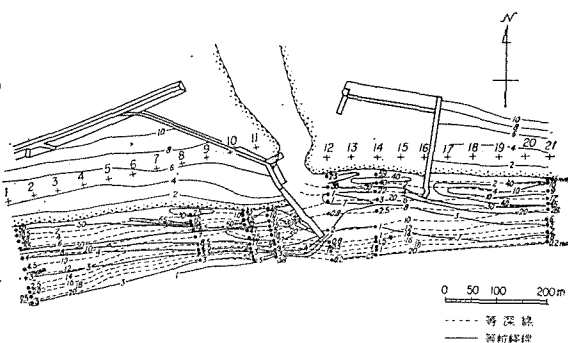
b) 底質粒徑 海底底質は 0～20 m の間を水深 1 m ごとに約 7 kg の資料を採取して粒度分析を行ない、粒径加積曲線を画き、50% に対応する  $d_{50}$  を平均粒径とした。昭和 33 年 10 月には (防波堤のない時) 潤井川河口西側 3 測線、東側 5 測線について底質を採取した。これによると、-13～-15 m 以深は、ほとんど 3 mm 以下で、-7 m 以浅に粒径 60 mm 程度の砂利が多く見られる (図—8)。測線 No. 12 の粒径はほかの測線にくらべて小さいが、これは潤井川の影響によるものと思われる。全般的に見て、0～-2 m では粒径がよくそろっており、平均粒径よりも小粒径の砂粒が多い。それよりも深いところでは粒径が不揃いである。図—9 は昭和 35 年

7 月の調査結果 (防波堤のできた時) であり、採取箇所は潤井川河口西側 4 測線、東側 3 測線である。昭和 33 年 10 月の結果と比較して、水深が深く (-10～-13 m)、防波堤に近い部分の測線 No. 11 においては粒径が非常

図—8 田子浦港底質分布等粒径線図  
(昭和33年10月採取)



図—9 田子浦港底質分布等粒径曲線図  
(昭和35年7月採取)



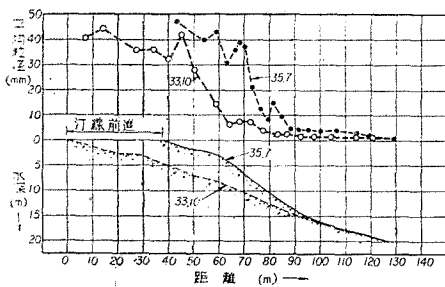
に大きくなっている。これは西防波堤の築造による土砂堆積の影響と思われる。なお 図—10 および 図—11 は西および東海岸の防波堤築造前後の底質粒径、水深変化を表わしたものである。河口より東海岸は東端の測線 No. 21 を除いては、-5 m 以深で粒径が非常に小さくなっている。これは防波堤により漂砂移動が完全に遮断されたためであり、水深 10 m より深い部分においては 3 mm 以上の粒径の砂は汀線に平行な横移動を起こさないためと考えられる。

c) 汀線変化 汀線測量は昭和 33 年 6 月より 15 回にわたって実施した。測定範囲は深浅測量と同範囲で、河口を中心に東西 1 000 m の区間である。図—12、図—13 および表—6 によれば、昭和 34 年 6 月より防波堤を延長するにつれて、西側は汀線の前進を始め、東側は後退するようになった。

### (3) 田子浦海岸の漂砂

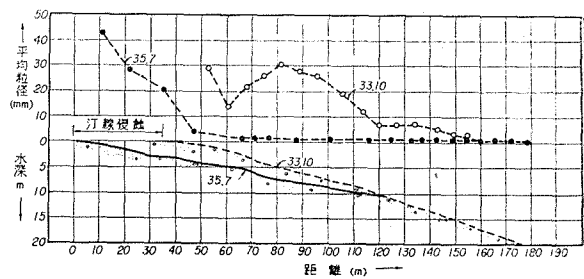
漂砂は駿河湾の概況に述べたごとく、西より東に向かって移動し、特にこの海岸では汀線漂砂がいちじるしい。すでに防波堤延長と底質粒径および、汀線の変動に

図-10 西防波堤より西側の海底粒径の変化



注：海底勾配は No. 10 測線  
平均粒径は No. 7, No. 8, No. 9, No. 10, No. 11  
の総平均値

図-11 西防波堤より東海岸の粒径の変化



注：海底勾配は No. 12 測線  
平均粒径は No. 12, No. 13, No. 14, No. 15 の総平均値

表-6 (a) 田子浦港西側海岸汀線測量 (基本坑より 線までの距離)

| 測量月日      | 測点 | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | No. 5 | No. 6 | No. 7 | No. 8 | No. 9 | No. 10 | No. 11 | 補 記            |
|-----------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|----------------|
| 33. 6. 2  |    | 62.0  | 60.0  | 70.0  | 66.5  | 60.0  | 59.5  | 60.0  | 68.0  | 76.0  | 85.0   | 62.0   |                |
| 33. 7. 27 |    | 60.0  | 59.5  | 59.0  | 60.5  | 60.5  | 61.0  | 62.0  | 67.0  | 76.5  | 81.5   | 61.0   |                |
| 33. 11. 7 |    | 58.0  | 59.5  | 60.5  | 60.0  | 62.5  | 59.5  | 62.0  | 65.0  | 71.0  | 78.0   | 52.0   |                |
| 34. 2.    |    | 64.0  | 65.0  | 69.5  | 67.5  | 69.5  | 66.0  | 64.5  | 70.0  | 80.5  | 87.0   | 60.5   | (防波堤施工箇所)      |
| 34. 6.    |    | 52.0  | 65.0  | 61.0  | 67.0  | 61.0  | 64.0  | 68.5  | 73.5  | 86.0  | 93.0   | 70.5   | 西防 No. 1~No. 2 |
| 34. 8.    |    | 69.0  | 68.0  | 68.5  | 68.5  | 65.5  | 68.5  | 74.0  | 78.5  | 83.5  | 93.5   | 62.5   | " No. 1~No. 3  |
| 34. 10.21 |    | 47.0  | 50.5  | 48.5  | 57.0  | 66.5  | 67.5  | 70.0  | 75.5  | 85.5  | 96.0   | 74.0   | " No. 1~No. 3  |
| 35. 1. 10 |    | 52.5  | 53.0  | 56.0  | 56.5  | 62.0  | 65.5  | 70.0  | 84.0  | 95.5  | 103.0  | 83.0   | " No. 1~No. 6  |
| 35. 5. 23 |    | 62.0  | 62.0  | 66.5  | 69.5  | 71.5  | 74.5  | 80.0  | 85.0  | 98.0  | 107.5  | 85.0   | " No. 1~No. 8  |
| 35. 6. 28 |    | 52.0  | 51.5  | 60.5  | 63.0  | 63.5  | 69.5  | 74.5  | 82.5  | 98.0  | 113.0  | 93.0   | " No. 1~No. 9  |
| 35. 8. 16 |    | 57.5  | 61.0  | 63.5  | 65.0  | 70.0  | 74.5  | 78.5  | 90.5  | 101.0 | 112.0  | 100.5  |                |
| 35. 10.   |    | 60.0  | 62.0  | 65.0  | 68.0  | 72.0  | 79.5  | 84.0  | 94.5  | 107.5 | 119.0  | 100.0  |                |
| 35. 12.   |    | 62.2  | 67.0  | 69.5  | 73.4  | 75.5  | 83.3  | 87.0  | 98.3  | 103.5 | 124.0  | 102.0  |                |
| 36. 3. 8  |    | 64.0  | 67.0  | 72.0  | 76.0  | 82.0  | 86.0  | 90.0  | 105.0 | 108.0 | 125.0  | 106.0  |                |
| 36. 5. 1  |    | 64.5  | 73.0  | 77.0  | 77.5  | 85.0  | 93.0  | 105.5 | 108.0 | 121.0 | 143.0  | 118.0  |                |

表-6 (b) 田子浦港東側海岸汀線測量 (基本坑より 線までの距離)

| 測量月日       | 測点 | No. 12 | No. 13 | No. 14 | No. 15 | No. 16 | No. 17 | No. 18 | No. 19 | No. 20 | No. 21 | 補 記                   |
|------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|
| 33. 6. 2   |    | 61.0   | 65.0   | 68.5   | 70.5   | 70.0   | 68.0   | 63.0   | 58.5   | 64.0   | 60.5   |                       |
| 33. 7. 27  |    | 68.0   | 72.0   | 74.0   | 74.0   | 70.0   | 66.5   | 69.0   | 70.0   | 72.0   | 73.5   |                       |
| 33. 11. 7  |    | 55.5   | 69.0   | 70.0   | 71.5   | 70.0   | 69.0   | 65.0   | 69.5   | 68.5   | 69.0   |                       |
| 34. 2.     |    | 64.5   | 63.5   | 73.5   | 59.5   | 70.0   | 69.0   | 60.0   | 70.5   | 76.5   | 65.0   |                       |
| 34. 6.     |    | 69.5   | 71.0   | 70.0   | 68.5   | 65.0   | 63.0   | 61.5   | 61.0   | 62.0   | 67.5   | 西防 No. 1~No. 2        |
| 34. 8.     |    | 45.5   | 56.0   | 65.5   | 65.5   | 65.0   | 58.5   | 60.5   | 64.5   | 70.0   | 62.0   | " ~No. 3              |
| 34. 10. 21 |    | 46.5   | 50.0   | 47.0   | 50.0   | 47.5   | 52.5   | 45.0   | 44.5   | 42.5   | 41.5   | " ~No. 3              |
| 35. 1. 10  |    | 45.5   | 40.0   | 41.0   | 40.0   | 36.5   | 39.0   | 42.0   | 45.0   | 48.5   | 48.5   | " No. 6 東防No. 1~No. 3 |
| 35. 5. 23  |    | 30.0   | 24.0   | 23.0   | 30.0   | 35.5   | 35.5   | 39.5   | 41.5   | 44.5   | 45.5   | " No. 8~No. 5         |
| 35. 6. 28  |    | 25.0   | 21.0   | 20.0   | 29.0   | 35.5   | 31.0   | 35.0   | 37.5   | 39.0   | 42.0   | " No. 9 " "           |
| 35. 8. 16  |    | 22.5   | 14.0   | 18.0   | 20.5   | 23.5   | 28.5   | 36.5   | 43.0   | 39.5   | 47.5   | " " "                 |
| 35. 10.    |    |        | 20.0   | 21.5   | 26.0   | 29.0   | 30.0   | 34.5   | 36.5   | 41.5   | 46.0   | " " "                 |
| 35. 12.    |    |        | 20.5   | 20.0   | 22.5   | 24.0   | 32.0   | 33.0   | 36.5   | 33.5   | 38.0   |                       |
| 36. 3. 8   |    |        | 28.0   | 28.0   | 32.5   | 45.0   | -4.0   | 0      | 6.0    | 14.0   | 19.5   |                       |
| 36. 5. 1   |    |        | 31.0   | 29.0   | 34.0   | 47.0   | +6.0   | 11.0   | 13.5   | 20.0   | 23.0   |                       |

ついて述べたが、ここでは防波堤工事に関連した漂砂の堆積土量と、欠損土量を測定し、汀線方向の移動、および底質の変化について述べる。

a) 漂砂 汀線変化のところで述べたごとく、防波堤を-10 m まで延長したことにより、西側海岸は前進し、東側海岸は欠損した。また底質は、防波堤を境として、東西海底の間で大きな変化を来した。しかし東側の-5 m 以深の底質は、平均粒径 3 mm 以下となり、-12 m

以深においては、底質の大きな変化は見られない。図-14 は昭和34年1月から35年12月までの、4回の測深図の各測線について水深の平均値に対する水深変化を地盤変動量として、それと水深との関係を示したものである。これによると測線 No. 11 において西側海岸の変動量は最も大きく年平均 2.5 m の堆積を示し、2 ヶ年で 5.0 m に達する。東側における最大変動量は2 ヶ年で 5.0 m の欠損を示す。なおこれによれば水深変動の限界は-13

図-12 田子浦港汀線変化図

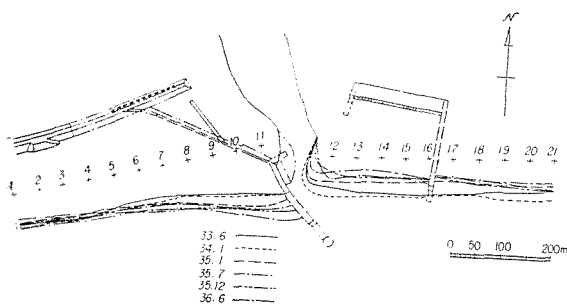
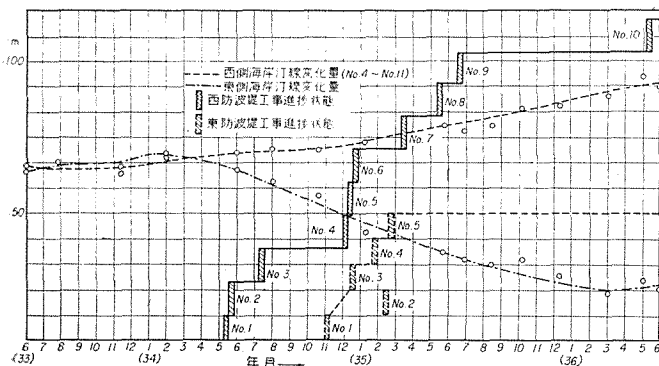


図-13 東西海岸汀線の平均変化と防波堤延長との関係図



mである。すなわち防波堤の築造後も-12~-13m以深においては、水深および底質に変化を生じない。従って汀線に沿う漂砂の移動は、-12m以浅において生ずるものと思われる。

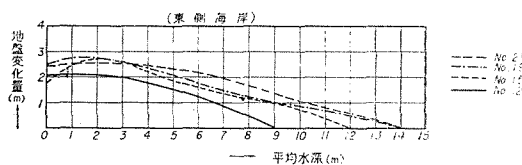
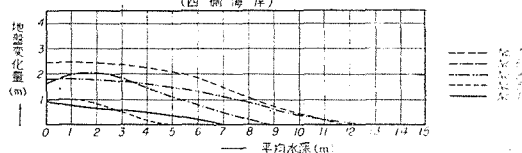
そこで上述の4回の測深図より、防波堤の両側での堆積土量および欠損土量を計算すると表-7のごとくである。この表による昭和35年7月より、36年6月までの、

表-7 (a) 田子浦港西側海岸漂砂移動量 (単位 m<sup>3</sup> 測点間隔 50 m 陸上+海底)

| 測点<br>測量月日        | No. 1<br>No. 2 | No. 2<br>No. 3 | No. 3<br>No. 4 | No. 4<br>No. 5 | No. 5<br>No. 6 | No. 6<br>No. 7 | No. 7<br>No. 8 | No. 8<br>No. 9 | No. 9<br>No. 10 | No. 10<br>No. 11 | No. 11<br>No. 12 | 計        |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|----------|
| 34. 1. 22         | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0                | 0                |          |
| 34. 1. 27         | -3 725         | -3 750         | -5 800         | -3 825         | 175            | 3 400          | 6 295          | 330            | 5 830           | 8 445            | 3 890            | 11 205   |
| 35. 7. 1          | -140           | -75            | 1 475          | 1 180          | 1 375          | 2 075          | 1 850          | 2 225          | 3 840           | 5 960            | 6 860            | 26 625   |
| (34.1~35.7)       | (-3 865)       | (-3 825)       | (-4 325)       | (-2 645)       | 1 550          | (5 475)        | (8 145)        | (2 555)        | (9 670)         | (14 405)         | (10 730)         | (37 890) |
| 35. 12. 10        | 2 960          | 3 010          | 2 360          | 1 940          | 1 730          | 2 730          | 7 300          | 10 690         | 8 700           | 6 510            | (1 400)          | 49 330   |
| (34. 1~<br>35.12) | (- 905)        | (- 815)        | (-1 965)       | (- 705)        | (3 280)        | (8 205)        | (15 445)       | (13 245)       | (18 370)        | (20 915)         | (12 150)         | (87 220) |
| 36. 6. 1          | 293            | 1 836          | 10 091         | 9 950          | 1 854          | 1 483          | 3 825          | 7 896          | 16 361          | 16 548           | 15 600           | 85 737   |
| (35.12~<br>36.6)  | -612           | 1 021          | 8 126          | 9 245          | 5 134          | 9 966          | 19 270         | 21 141         | 34 731          | 37 463           | 27 750           | 172 857  |

表-7 (b) 田子浦港東側海岸漂砂移動量 (単位 m<sup>3</sup> 測点間隔 50 m 陸上+海底)

| 測点<br>測量月日    | No. 12<br>No. 13 | No. 13<br>No. 14 | No. 14<br>No. 15 | No. 15<br>No. 16 | No. 16<br>No. 17 | No. 17<br>No. 18 | No. 18<br>No. 19 | No. 19<br>No. 20 | No. 20<br>No. 21 | 計          |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------|
| 34. 1. 22     | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0          |
| 35. 1. 27     | -1 200           | -9 500           | -9 200           | -5 975           | -6 120           | -6 500           | -6 400           | -8 250           | -3 850           | -68 465    |
| 35. 7. 1      | -2 400           | -4 950           | -5 000           | -3 745           | -2 925           | -4 125           | -5 050           | -4 460           | -4 625           | -42 080    |
| (34.1~35.7)   | (- 3 600)        | (-14 450)        | (-14 200)        | (-9 720)         | (-9 045)         | (-10 625)        | (-11 450)        | (-10 930)        | (-12 875)        | (-110 545) |
| 35. 12. 10    | 1 380            | -170             | 60               | -440             | -840             | -1 520           | -730             | -2 835           | -2 080           | -1 600     |
| (34. 1~35.12) | (- 2 220)        | (-14 620)        | (-14 140)        | (-10 160)        | (-9 885)         | (-12 145)        | (-12 180)        | (-13 675)        | (-14 955)        | (-119 320) |
| 36. 6. 1      |                  |                  |                  |                  |                  |                  | -11 811          | -10 287          | -8 290           | -6 433     |
| (35. 12~36.6) |                  |                  |                  |                  |                  |                  | (-23 911)        | (24 052)         | (-23 245)        | (-21 683)  |

図-14 水深別による海底地盤変化表  
(西側海岸)

3回の西防波堤西側海岸の堆積土量と、その期間の目測による波とから、波のエネルギー $E$ と、堆積土量 $Q$ との関係を求める式(1)のごとくである。

$$Q = 0.372 E^{0.8} \dots\dots\dots (1)$$

ここに  $Q$  は堆積土量 (m<sup>3</sup>/half year)

$E$  は海岸に平行なエネルギー累積値

(t-m/m-half year)

この場合エネルギー算出には次の仮定を記した。(i) 波方向は実測により S-20°-W, S, S-20°-E の3方向とする。(ii) 海岸線方向は E-13°20'-N とする。(iii) 波は1日3回の目測観測によるものを平均し、台風時波浪を除いては、この波が1日継続するものとする。(iv) 波高 0.3m 以下は切捨てる。(v) エネルギー量の算定式は次式による。

$$E_d = \left( \frac{nW}{8T} LH^2 \right) \times 24 \times 3600 \times \sin \alpha \cos \alpha \dots\dots (2)$$

ここで、 $n$  は群速度と波速の比、 $W$  は海水の単位重

表-8 エネルギーと漂砂量の関係 ( $Q=0.372 E^{0.6}$ )

| 期 間              | 全エネルギー値 (t-m/m) |           |         | 漂 砂 量 (m <sup>3</sup> ) |                      | 摘 要                |
|------------------|-----------------|-----------|---------|-------------------------|----------------------|--------------------|
|                  | 東 向 き           | 西 向 き     | (東)-(西) | 実 測 値                   | 計 算 値                |                    |
| 34. 2~35. 1<br>計 | 1 カ年<br>1 カ年    | 7 314 000 | 474 000 | 6 840 000<br>6 840 000  | (11 300)<br>(11 300) | 126 000<br>126 000 |
| 35. 7~35. 12     | 6 カ月            | 2 033 000 | 82 000  | 1 951 000               | 49 300               | 40 000             |
| 36. 1~36. 6      | 6 カ月            | 7 137 000 | 112 000 | 7 025 000               | 857 000              | 111 000            |
| 計                | 1 カ年            |           |         | 8 976 000               | 135 000              | 151 000            |

量 ( $1.03 \text{ t/m}^3$ ),  $L$  は波高観測位置の波長,  $\alpha$  は波向と汀線のなす角,  $E_d$  は 1 日当りのエネルギー (t-m/m-day)。

式 (1) により昭和 35 年 7 月より 12 月まで, および同 36 年 1 月より 6 月までの防波堤西側の堆積土砂量を波のエネルギー量から算出したものが表-8 である。これによれば年間  $150\,000 \text{ m}^3$  程度の東向きの漂砂量が考えられる。

#### 4. 結 論

以上を要約すると次のごとくである。

(i) 田子浦海岸の漂砂は, “うねり” の卓越すること, 海底勾配の急峻なこと, 底質粒径の大なることにより, 汀線における沿岸漂砂がおもなるものである。(ii) この漂砂による海底地形の変動は  $-13 \text{ m}$  以浅で起こっており, 防波堤による漂砂の遮断によって年間約  $2.5 \text{ m}$  に

およぶ水深減少 (堆積) および増大 (欠潰) を生ずる。(iii) これによる  $-10 \text{ m}$  までの防波堤による, 土砂堆積量は年間約  $150\,000 \text{ m}^3$  と推定される。(iv) 海底勾配の時間的变化より見ると, この漂砂移動による海底勾配の変化は, 堆積側および欠潰側ともまだ平衡状態に到達せず, なお進行するものと考えられる。

以上の結果は観測精度および資料の点について十分ではなく, 今後さらに正確な調査を行なって, 上述の結論を確かめる必要があるとともに, この海岸の土砂移動の特性 (特に汀線に直角方向の移動, その限界水深, あるいは  $-10 \sim -20 \text{ m}$  以深の海岸に沿う土砂移動量など) について調査を進める予定である。なおこの調査の計画および遂行について運輸技術研究所 井島博士, 静岡県港湾課長 青島茂一氏, 富士臨海地区総合開発事務所長 長島克雄氏, の御指導御便達を感謝する。