

遠州海岸，福田漁港周辺の海浜変形

富谷 雄*・宇多高明**・山本武司***

1. ま え が き

天竜川河口を中心として東西に伸びる遠州海岸は、天竜川上流域にダム群が建設されるようになるとともに、河川からの砂利採取が広範に行われた昭和30年代後半以降、右岸側で侵食が顕著となった。このため、遠州海岸では建設省の直轄事業として堤防・離岸堤等による侵食防止が図られてきた。さらに、この海岸には浜名湖今切口導流堤や太田川河口の福田漁港防波堤等、沿岸漂砂を捕捉し、海浜変形を生じさせる構造物も設置されている。このような現状のもとで、筆者らは、遠州海岸中央部の天竜川河口を中心とした地域を対象に、過去の資料をもとに、外力、地形変化の実態、および土砂供給源の変遷等を調べ、今後の海岸保全の対策について考えるため種々の検討を行ってきた。

その成果の一部として今切口導流堤周辺での海浜変形の実態把握の結果を前報¹⁾で報告した。

一般に、大規模構造物等によって沿岸漂砂の連続性が断たれると、漂砂の上手側で堆積、下手側で侵食が生じ、構造物周りでは大きな海浜変形が見られる。遠州海岸ではこの種の施設としては今切口導流堤と福田漁港の防波堤とがある。前者については前報で明らかにしたので、本研究では、実例として福田漁港の防波堤を選び、構造物周辺の海浜変形の実態を現地データより明らかにする。併せて、当該地点での沿岸漂砂量の定量的評価も試みる。また、これらのデータと、前報¹⁾の結果とを合わせて、遠州海岸のマクロ的な漂砂環境の把握を行うものである。

2. 調査地域の概要

調査地域は、天竜川河口の東に位置する福田漁港周辺

地区である。福田漁港は太田川の河口に建設されたもので、天竜川の河口から東10kmに位置する(図-1)。前報¹⁾では浜名湖の今切口導流堤周辺の地形変化について分析を行ったが、福田漁港と浜名湖今切口とは天竜川河口を境に対称的な位置にある。今切口導流堤周りの地形変化の分析に続いて同様な分析を福田漁港周辺の海浜地形変化に関して行う理由は、天竜川河口の左右岸での漂砂の実態把握を行うとともに、両者の比較を行うことにより、遠州海岸全体のマクロ的な漂砂の動態を知りたいためである。

調査対象地区の波浪条件としては、この地点の東25kmに位置する浜岡地点での1980年7月～1986年7月の波浪観測データを参考にすると、有義波高のエネルギー平均値は1.30m、周期は6.5秒である。

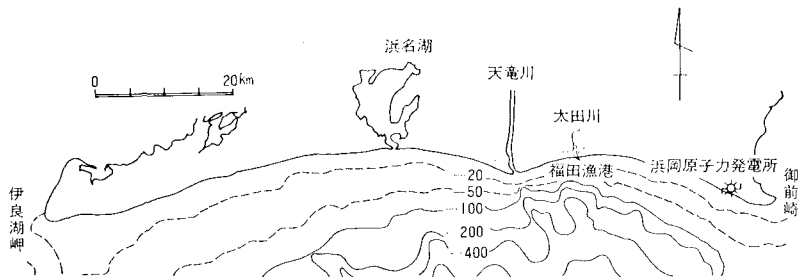


図-1 調査対象地域

3. 調査方法

調査の対象地区の福田漁港周りでは1975年2月より1986年2月までの間、毎年2月と8月の2回ずつ深浅測量が行われてきている。深浅測量は漁港内部では密な測線間隔で、また構造物より離れた位置では粗な間隔で行われているが、欠測のある測線がかなり多い。そこで本研究では初回より欠測のない測線を14本選び、そのデータを用いて種々の分析を行うこととした。測線は、太田川の河口右岸に9測線、左岸より5測線を選んだ。

深浅測量データの分析法としては、前報¹⁾と同様に基準点よりある水深までの水平沖向き距離(等深線距離)の変化を調べる方法や、海浜断面形や断面積を調べる方法を用いた。

* 正会員 建設省中部地方建設局浜松工事事務所長

** 正会員 工博 建設省土木研究所海岸研究室長

*** 正会員 建設省中部地方建設局豊橋工事事務所

4. 調査結果

(1) 平面深浅図の比較

まず, 深浅データのうち, 調査期間の最初と最後にあたる1975年2月と1986年2月の深浅データを選び, 両者の比較により福田漁港周辺の地形変化の全体状況を把握した。

最初に1975年2月の深浅図を図-2に示す。測量の基準面は D.L. 0m (T.P. -1.04m) としてある。福田漁港は太田川の河口に建設されたが, 1975年2月の時点では海岸から沖向きに突き出した施設は何もない。等深線形状の特徴を調べると, -6m 以深の等深線は海岸線とほぼ平行である。ただし -6~-8m の等深線は太田川の河口沖においてやや沖向きに突出している。しかもその最突出点は河口中心を通る線に関してやや東側にずれており, 全体に東, 西で非対称形となっている。-6~-4m の間では全体的に見ると勾配は緩く, また, パー, トラフ地形の発達が著しい。-4~-2m の等深線は互いにはほぼ平行であり, 太田川の河口部において河口流の影響により大きく沖に突出している。しかもその形状は東西で非対称であり, 東側では沿岸方向に急な変化となっている。一方, 西側では河口沖の広い範囲でなだらかに等深線が沖に突き出ている。さらに, 河口東側に位置する

-2~-4m の等深線の形状は沖に向け凹形状となっている。-2~-4m, および -6~-8m の等深線の形状が河口中心を通る線に関して左右非対称となっている原因は, この地点の沿岸漂砂の卓越方向が東向きであることを意味していると考えられる。すなわち河口沖では河口流の存在により沿岸漂砂の移動が阻止され, このため河口の西側には広い範囲で土砂が堆積し, 逆に東側では土砂量が不足するために河口左岸の D.L. -2~-4m では沖に向け凹形の地形が形成されたものと考えられる。服部ほか²⁾は地形図を利用した汀線変化調査を行い, この地点の沿岸漂砂の卓越方向が東向きであると述べているが, 本研究でもこれと同一の結果が得られた。

同様に1986年2月の深浅図を図-3に示す。この時点においては, 漁港の防波堤等の施設はほぼ完成し, 斜めに延長約600mの長い防波堤も完成している。11年前と比較すると, 斜め防波堤の西側, 測線 No. 9~No. 10付近を中心として D.L. -1~-4m の等深線が大きく沖向きに前進した。また, 河口部の汀線 (D.L. 0m) もかなり大きく前進した。一方, 漁港の東側区域では D.L. 0~-7m の間の全ての等深線形が沖に向け凹形となった。図-3に表われた地形変化は, この地点において東向きの沿岸漂砂が卓越しており, それが防波堤の建設により阻止されたため, 防波堤の西側で堆積, 東側で侵食が起きたことを表わしていると言える。図

図-2, 3で得られた特徴はよく一致しており, 長期的に見た沿岸漂砂の方向が確かに東向きであると言える。

次に, 地形変化をもたらした主要因である福田漁港の防波堤の建設経緯について調べておく。防波堤の建設経緯をまとめると図-4のようである。建設は1974年に河口位置より始まり, 河川の上流方向に伸ばされた。また, 斜め導流堤は1976年から1983年の間に建設された。海域に明確な形で構造物が突き出したのは, 1977年以降である。さらに, 海域に突き出した構造物の延長の経年変化をまとめると図-5のようである。防波堤長は, 東側, 西側とも1975年より1978年末までの期間において急速に伸びた。その後の長さの変化は穏やかである。

(2) 等深線距離, 海浜断面形の変化

防波堤建設後の地形変化のうち, 代表地点の海浜地形の

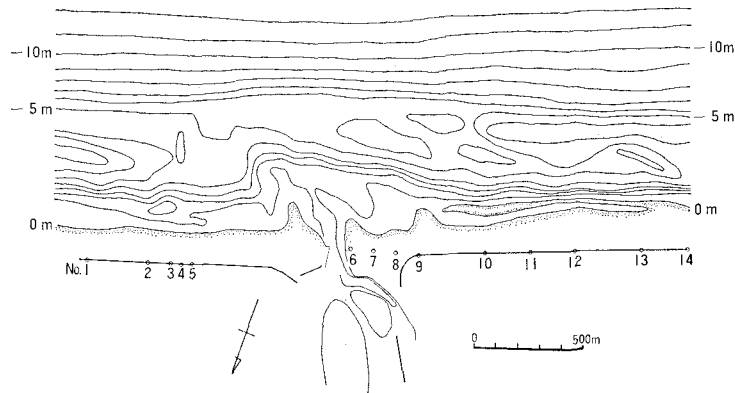


図-2 深浅図 (1975年2月)

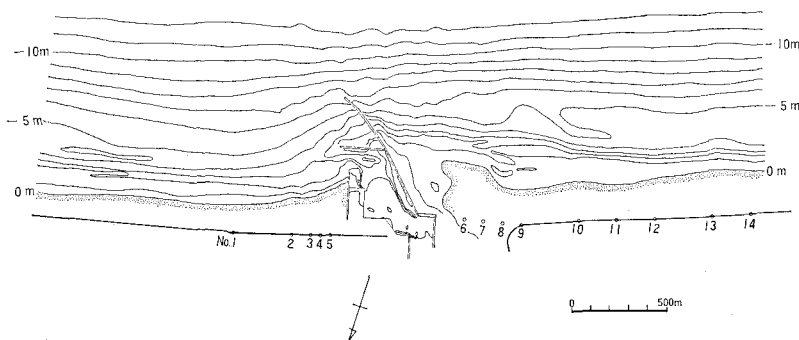


図-3 深浅図 (1986年2月)

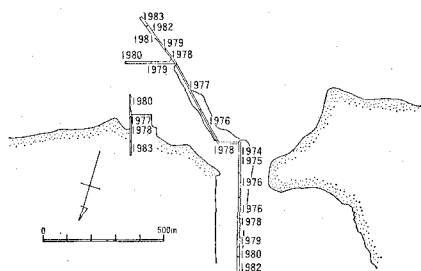


図-4 漁港防波堤の建設経緯

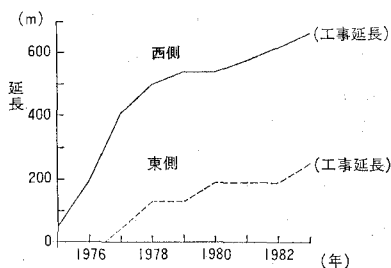


図-5 防波堤の工事延長

経時変化過程に着目して、等深線距離の経年変化について調べた。代表地点としては、漁港東側地区の代表として測線 No. 1 を、また、西側地区の代表として測線 No. 7 を選んだ。最初に測線 No. 1 における等深線距離の経時変化を図-6 に示す。T.P. 0m～-12m まで、1m 間隔の水深に対応する等深線距離の変化を図示した。図中、ある等深線に関し、値が2個となっているのは、バー、トラフ地形を表現したためである。すなわちバー、トラフ地形の位置では、ある水深に関し等深線距離は3つ読みとれることになるが、最も岸側、および沖側に位置する等深線距離のみを記入したものである。図-6 によると、T.P. -6～-10m の等深線は経年的に後退している。とくに1975年より1979年の間後退が著しく、その後1983年まではほぼ平衡状態を保ち、その後は再び減少している。T.P. -6～-10m の等深線の後退量

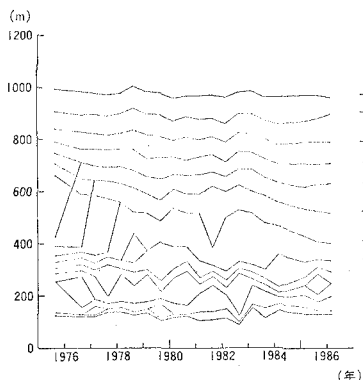


図-6 等深線距離の経年変化(測線 No. 1)

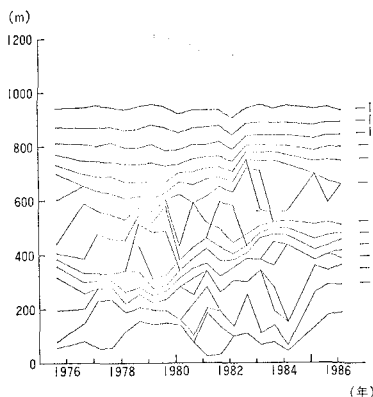


図-7 等深線距離の経年変化(測線 No. 7)

は、水深の浅い所ほど大きい。一方、-5m 以浅の等深線は同じ時期において長期的に見た後退傾向は存在せず、変動のみ大きい。また T.P. -11, -12m の等深線の変化は少なく、ほぼ平衡状態にある。以上のように、測線 No. 1 での海浜変形においては、T.P. -6～-10m の間で大きな後退が見られるものの、それと見合う形でより深い部分での土砂堆積や、前浜部での堆積は生じていないことが特徴といえる。また、T.P. -6～-10m の間の等深線の変化は互いに良く似た変形であり、しかもその変化量は浅い部分の等深線ほど大きいことは特筆すべきである。これらのことから、測線 No. 1 での海浜変形は主として沿岸漂砂によってもたらされたものと考えられる。

次に、測線 No. 7 における等深線距離の経年変化を図-7 に示す。図の作成の様式はすべて図-6 と同一である。図-6 と比較すると対称的な変化が見られる。変動はかなり大きい。例えば、T.P. -4m 付近の等深線は1977年以降前進している。この傾向はさらに深い部分でも見られ、例えば T.P. -8m の等深線においても同様な傾向が存在する。すなわち、T.P. -3～-9m の広い範囲の等深線は1977年以降前進し、土砂が堆積したことは明らかである。それ以浅の T.P. 0～-2m では大きな変動が見られるものの、近年においてはいずれの等深線も前進している。一方、T.P. -11, -12m の等深線では No. 1 断面と同様ほとんど何も変化が現われていない。

結局、測線 No. 7 では T.P. -2～-10m の広い範囲で等深線が前進しており、これを償う意味での前浜付近の侵食は見られない。したがって No. 7 断面の地形変化も沿岸漂砂によって生じたものと考えられる。しかも、漁港の防波堤を境に東側に位置する測線 No. 1 では侵食が生じ、西側の測線 No. 7 では堆積が生じたことから判断して、福田漁港位置での沿岸漂砂の方向は確実に東向きであることがわかる。

既に述べたように、測線 No. 1 では経年的に侵食が進

み、測線 No. 7 では堆積が生じた。この海浜変形に関し、代表時期を選んで断面形状の比較を試みた。最初に No. 1 の断面比較図を図-8 に示す。測量開始直後の 1975 年と最近の 1986 年、およびその中間の 1980 年の海浜断面形を示した。1975年時点では、沖合に大きなバー、トラフ地形が存在したが、時間が経過するとバー、トラフ地形は消失

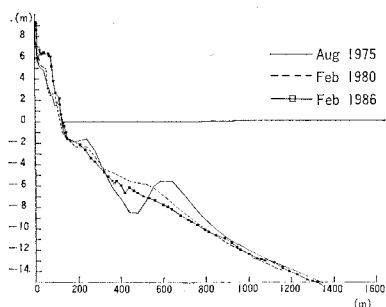


図-8 海浜断面形状の比較 (測線 No. 1)

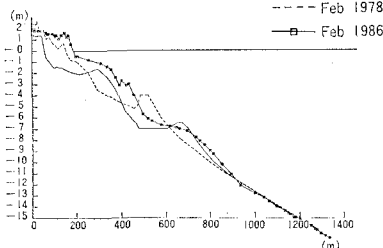


図-9 海浜断面形状の比較 (測線 No. 7)

し、パーのあった部分は次第に深くなった。この結果、全体に緩やかな単一勾配斜面へと変化した。また、1980年の海浜形状に関しては、T.P. 約 -2m より陸側の勾配が急になっていることがわかる。全体的に見ると、この断面の海浜形状は、鉛直上方に凹形状となっている点の特徴と言える。また、沖合部に注意すると、T.P. -11m 以深ではほぼ海浜形状が重なり合っており、波による地形変化が見られる限界の水深は T.P. 約 -12m 付近にあることがわかる。

次に、堆積の生じた測線 No. 7 の断面形状を図-9 に示す。この断面の形状は No. 1 測線と逆に上方に凸形となっている。このように堆積域の断面では鉛直上方に凸形となり、侵食域で凹形となる点は、他の比較的緩勾配を持った現地海岸、例えば青森県の小川原湖海岸³⁾ においても見られており、ここで得られた特性はかなり一般的なものと考えられる。図-9 に示した断面では、T.P. 0m 付近と陸上部では土砂が堆積したため断面は全体に沖方向へ移動した。この断面においてもパー、トラフ地形が生じたため海浜断面にはかなり大きな変動が見られる。しかし T.P. -11m ～ 約 17m の区間では3時期の断面形はほとんど一致し、有意な地形変化は見られない。

(3) 海浜断面積の変化量の時空間変化

福田漁港の周辺においては、図-8, 9 に示したように、著しい地形変化は T.P. -12m 以浅で見られる。そこで、陸域の T.P. $+3\text{m}$ より -12m までの範囲を定めて各断面の面積変化量を求め、その時空間変化を調べた(図-10)。測線 No. 6～No. 14 の間では、当初は欠壊傾向にあったが、ほぼ1979年以降、明確に堆積傾向を示すようになった。しかも、堆積が著しく始める時期に注目すると、漁港に近い No. 6～No. 10 の方が残りの No. 11～No. 14 よりも早い時期に堆積が始まり、しかも断面積の変化量が大きいことが特徴となっている。これは、沿岸漂砂の阻止構造物への距離が近い所ほど断面積の変化量が大きく、またその変化の生ずる時期が早いことを意味しており、同様な結果は例えば駿河海岸⁴⁾ などにおいても得られている。一方、防波堤の東側でか

つ防波堤近傍に位置する No. 4, 5 を除いた測線では明らかに海浜断面積は経年的に減少傾向にある。これは東向きに沿岸漂砂により侵食されたため断面積が減少したものと考えられる。なお、防波堤近傍の No. 4, 5 において土砂が堆積したのは、両測線が防波堤の遮蔽域にあるため、

防波堤より離れたところより防波堤方向へ向いた循環流が生じ、この流れにより逆に土砂が運ばれ、堆積したことによると考えられる。

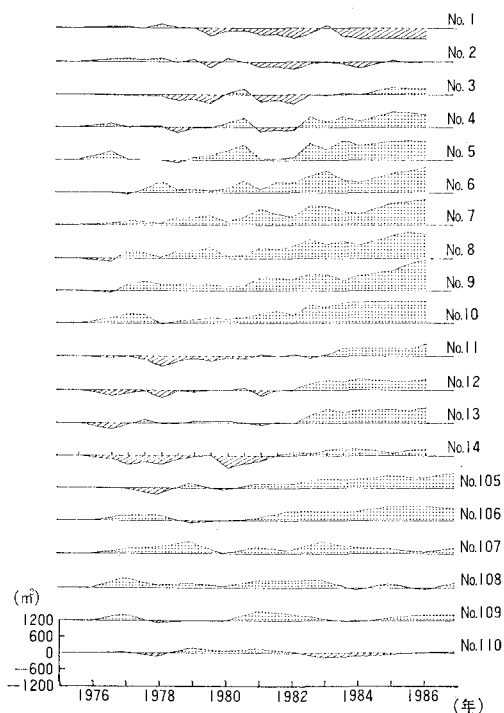


図-10 断面積変化量の時空間分布

(4) 沿岸漂砂の移動高の算定

図-3 に示したように、防波堤の建設後、防波堤の西側区域では大量の土砂が堆積した。そこでこの土砂量の変化をもとに福田漁港地点での沿岸漂砂量の推定を試みた。防波堤の西側の測線 No. 6～No. 14 及びさらにその西側に位置する遠州海岸の深浅測量測線 No. 105～No. 110 までの範囲において、T.P. $+3\text{m}$ から T.P. -12m までの総土砂量を算出し、図-11 に示した。防波堤の西側での堆積土砂量は、1975年より1979年まではほとんど変化がなかったが、その後急速に増加し、1982年までに約 $1 \times 10^6 \text{m}^3$ も増加した。防波堤の建設工事は図-4, 5

に示したように1974年より始まり特に西防波堤は1977年に沖向きに大きく伸ばされた。1970年の深浅図をもとに調べると、1977年時点での防波堤の先端水深は D.L. -2 m と余り深くない。そこでこの時期には東向きの沿岸漂砂の大部分は防波堤先端を回り込んで東向きに移動していたと考えられる。したがって少なくともこの時期における堆積土砂量からは沿岸漂砂量の推定を行うことはできない。1978年以降の工事により防波堤の先端水深は次第に深くなり、1983年までには、1975年の深浅図(図-2)で判断すると D.L. -6 m 付近まで延ばされた。したがってこの条件ではかなりの沿岸漂砂が阻止されたと考えられる。当然のことながら防波堤の延長は経年的に行われたために、延長工事中には沿岸漂砂の全量が阻止された訳ではなく、また工事が完成した後は西側では既に土砂が堆積し、防波堤の先端水深は浅くなるから、再び土砂の東向きの回り込みが始まると考えられる。これらの点から判断すると、図-11の土砂量変化のうち、1977年の工事が完成したあとの1978年の値と、工事の完成した直後の1983年の値より土砂量の年変化率を求め、その値を東向きの沿岸漂砂量の下限值としても良いと考えられる。下限値とするのは、防波堤の延長に伴って一部の土砂は東側へ回り込んでしまうためである。図-11より1978年と1983年の値より年変化率を求めると、 $1.4 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ となる。この値は5か年間の平均値である。実際には既に述べたように防波堤延長が十分長くない間は、防波堤先端を回り込んで東向きに土砂が流出すること、また図-11によると、短期的には1981年より1982年の間に見られるように増加率は $3.2 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ と著しく大きい場合もあることなどが問題となる。そこで上記の $1.4 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ なる漂砂量は、漂砂量の下限值を与えると考えらるべきである。

筆者らは浜名湖今切口導流堤周りの海浜変形に基づいて同様な解析を行い、西向きの沿岸漂砂量を推定した。これによると 下限値として $1.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ なる値を得た。両者を比較すると、明らかに福田漁港地点における東向きの沿岸漂砂量の方が約40%大きいことがわかる。

最後に、実測の地形変化データを用いて沿岸漂砂の移動高の推定を試みる。防波堤の西側のデータのうち、

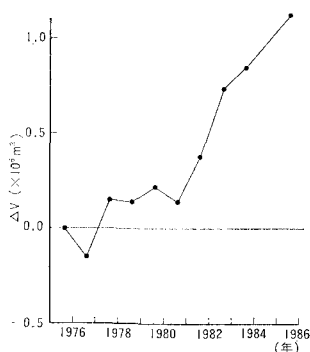


図-11 防波堤西側における堆積土砂量の経年変化

No. 6~No. 14の1975年8月のデータを基準として1986年2月までの期間において、T.P. +3~-12m の範囲の断面積変化量 (ΔA) と D.L. 0m 等深線の変化量 (Δy) を求め、両者の関係を調べた。この結果、両者の間には相関係数 $R=0.92$ で次式が成立した。

$$\Delta A = 9.2 \Delta y - 14.4 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 ΔA , Δy の単位は m^2 と m である。式 (1) より防波堤西側地区の沿岸漂砂の移動高は $h=9.2 \text{ m}$ となる。前報¹⁾ では同様な方法により移動高を求め、 $h=9.7 \text{ m}$ なる値を得ているが、両者はほぼ一致する。

5. 結 論

遠州海岸の福田漁港周辺の海浜変形に着目し、構造物周りの地形変化の実態を調べた。これにより次の結論を得た。

- ①福田漁港位置での 沿岸漂砂の 卓越方向は東向きである。
- ②福田漁港の 防波堤の 建設により西側では土砂が堆積し、東側では侵食が生じた。防波堤の西側区域での土砂量の変化より、沿岸漂砂量を計算すると、1978年より1983年の平均で $1.4 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ となった。この値は当地点の沿岸漂砂量の下限值を与えると考えられる。
- ③天竜川を境に対称的位置にある浜名湖今切口導流堤周辺の地形変化からも沿岸漂砂量の下限值が求められているので両者を比較すると、前者の $1.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ に対し福田漁港地点では $1.4 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ と40%大きい値となった。ただし、今切口では T.P. 0m 以深の土砂量変化より漂砂量が求められているのに対し、後者は陸上部での漂砂量をも含むものである。したがってその差違を考えると沿岸漂砂量の相違は40%以下となる。
- ④海浜断面積の変化量と汀線変化量の相関より漂砂の移動高 (h) を求めたところ、 $h=9.2 \text{ m}$ となった。一方、前報で明らかにした今切口導流堤周辺の地形変化より求められた値は $h=9.7 \text{ m}$ であった。これらの点より、両地点の移動高は互いに良く一致することがわかる。

参 考 文 献

- 1) 富谷 雄・宇多高明・酒井佳治・山本武司: 浜名湖今切口導流堤周りの海浜変形, 第34回海岸工学講演会論文集, pp. 71~75, 1987.
- 2) 服部昌太郎・鈴木隆介・佐藤敏夫: 遠州海岸中央部の海浜変形と漂砂, 第21回海岸工学講演会論文集, pp. 127~133, 1974.
- 3) 宇多高明: 小川原湖海岸の侵食実態の解析, 土木技術資料, Vol. 28, No. 1, pp. 8~13, 1986.
- 4) 竹内達夫・宇多高明・中島秀樹・青山春男: 駿河海岸における海浜地形変化の解析, 第31回海岸工学講演会論文集, pp. 360~364, 1984.