

唐津海岸の海浜過程について

小合 彬生*・松浦 克夫**・小笹 博昭***・副島 毅****

1. ま え が き

唐津海岸は湾口をほぼ北に向けた唐津湾の南西に位置する海岸であり、玄海灘から台風や冬期移動性低気圧に伴う波浪が来襲する。今回調査を行ったのは、図-1 に示した東港から E1 地点に至る延長 8 km の区域である。松浦川河口左岸の W5 付近が唐津城にあたり、石垣が直接海に面していてその周囲約 300 m に砂浜がないのと、W2 の西 500 m 付近より北側が埋立てられている他は砂浜が続いている。E1 以北の海岸は崖が直接海に面していて、所々にポケットビーチが見られる。本海岸は松浦川によって二分され、松浦川以西を西の浜、以東を東の浜と称する。以前は西の浜、東の浜ともに浜幅数十 m の砂浜を有していたのであるが、近年西の浜の一部 (W4 付近) で汀線が後退し、防災面からも、海浜利用の面からも適切な対策を講じる必要が生じてきた。一方、松浦川は流域面積 446 km²、流路延長 47 km の一級河川であり、河口部における 100 年確率の計画高水流量は 2700 m³/sec である。構造物としては、図中の西防波堤が昭和 38 年から 43 年にかけて、東防波堤が 43 年から 47 年にかけて造られた。一方 W2 の西側約 500 m 付近以北の埋立地は、38~42 年に主要部の埋立が完了している。

港の周辺における海浜変形がいくつかのパターンに分類されうるのは従来から指摘されてきたことであるが、田中・沢本¹⁾による分類をもってはほぼ妥当な分類がなしとげられた。彼らの分類したパターンのうち、片トンボロ型と名付けられたものが図-2 に示されている。このパターンは古くからその存在が知られており、防波堤によって遮蔽された区域内において汀線が前進し、遮蔽部に隣接する非遮蔽部において汀線が後退する。明らかにこのタイプの海浜変形は非遮蔽部より遮蔽部へ向う砂の移動によって生じるのであるが、海浜変形の機構としては次のようなものと推察される。すなわち、『非遮

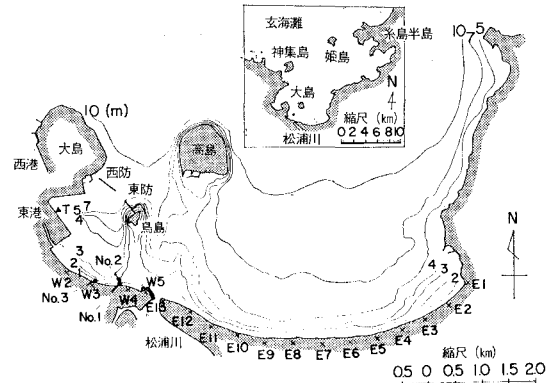


図-1 調査区域

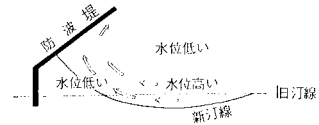


図-2 片トンボロ型の海浜変形

蔽部においては遮蔽部よりも波高が大きいため wave set-up の量が相対的に大きく、非遮蔽部の set-up 領域の水位は遮蔽部の set-up 領域の水位よりも高い。この結果、非遮蔽部より遮蔽部へ向う沿岸流が生じ、それによって漂砂が運ばれる』という機構である。このタイプの他にも数種類のパターンが存在するのであるが、今後の方向としては、これら一つ一つのパターンの内部機構、すなわち港周辺の波浪分布、海浜流、平均水位、底質の分布、地形などを総合的に観測し、個々のパターンに普遍的に存在する現象を抽出していくことが重要であると考えられる。

西の浜における海浜変形は、上記片トンボロ型の海浜変形である可能性があり、また主要な土砂供給源である松浦川よりの排出土砂の減少も海岸欠壊に寄与している可能性があるため、地形、底質、河床低下、海浜流、波浪と平均水位の分布などの点について、現地観測、模型実験により調査が進められた。

* 正会員 運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所長

** 運輸省第四港湾建設局唐津港工事事務所長

*** 正会員 運輸省港湾技術研究所水工部

**** 正会員 運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所調査課長

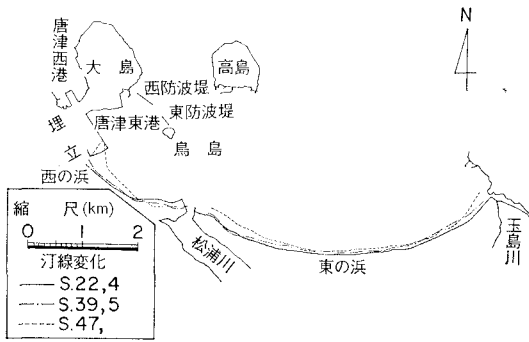


図-3 汀線の変化状況 (汀線変化量は5倍に誇張してある)

2. 海浜変形の状況と地形および底質

図-3 は航空写真を用いて汀線の変化状況を調べた結果であり、昭和 22, 39, 47 年における汀線が比較されている。ただし、汀線と直角方向の変化量は平面スケールの5倍に誇張して示されている。図によると、東の浜においては汀線はわずかながら前進傾向にあり、ほぼ自然の平衡状態にあると考えられるのに対し、西の浜においては、その東部で15年間に汀線が最大約30m後退し、西部で最大約80m汀線が前進している。西の浜におけるこのような海浜変形の状況は、図-2に示した片トンボロ型海浜変形のパターンと類似している。

本海岸の地形をみると、海岸の西限をなす大島は海岸主要部と陸繋島としてつながっている。したがって長期的には漂砂は東から西へ向っていたものと考えられる。一方海底地形をみると、鳥島、高島の背後にはそれぞれ水深3, 7mで縁どられる海底のトンボロが形成されている。これらの海底のトンボロは松浦川より供給される豊富な土砂が、島陰背後の静穏部に堆積して形成されたものであろう。図-4は図-1中のE2~13, W2, 3の各点を通る汀線と直角方向の断面において前浜勾配を測定した結果を示している。それによると、E2~13(東の浜)ではE7を除いて前浜勾配が1/70~1/20であり、緩やかな勾配である。ところがW2, 3(西の浜)は1/15以上と東の浜に比べて急な勾配となっている。

図-5(a), (b)は海海底質の中央粒径(d_{50})およびふ

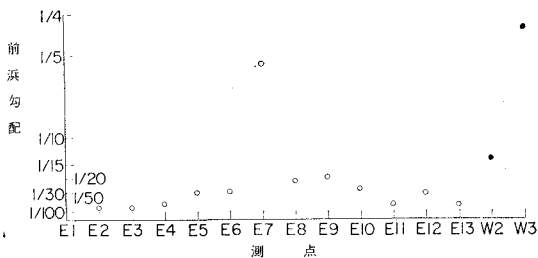


図-4 前浜勾配

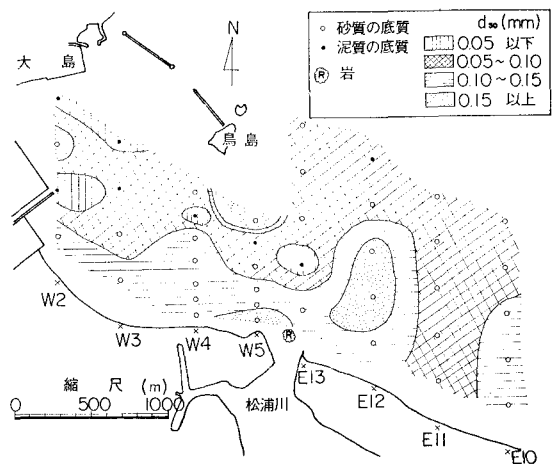


図-5(a) 底質中央粒径の分布

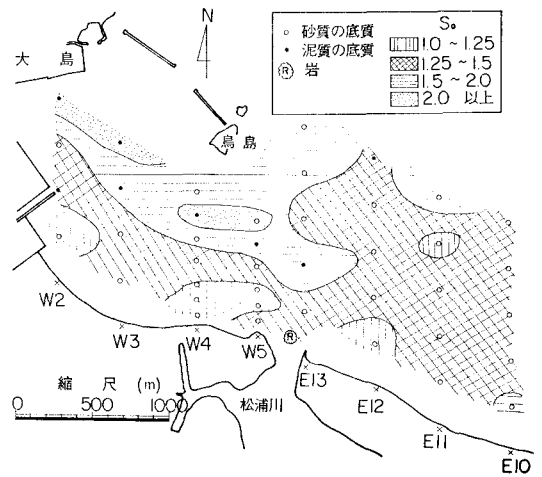


図-5(b) 底質ふるい分け係数の分布

るい分け係数(S_0)の分布図である。本図に示したものは、昭和50年6月に採取した底質についての分析結果である。49年11月にも同一箇所底質を採取し検討を加えたが、ほぼ同一の結果であった。図中白丸印は砂質底質であり、黒丸印は泥質底質であったことを意味している。本図より次の事実がわかる。

- ① 唐津東港内の遮蔽部において d_{50} が小さく、0.05 mm以下、泥質の底質も存在している。
- ② 距岸距離約500mまでの区域では d_{50} が0.10 mm以上であるが、それより沖では0.10 mm以下と小さくなっている。
- ③ 松浦川の河口付近に d_{50} が0.15 mm以上の範囲が2箇所、河口前面の岩場をはさんで存在している。
- ④ 唐津東港内の沖合遮蔽部において、 S_0 が2.0以上と大きくなっている。

以上の底質分析の結果より、『松浦川よりの排出土砂は

海へ出るとふり分け作用を受け、粗な成分は河口付近の $d_{50} > 0.15 \text{ mm}$ となっている区域、および距岸距離 500m までの区域 ($d_{50} = 0.10 \sim 0.15 \text{ mm}$ の区域) に沈澱する。一方、 $d_{50} < 0.10 \text{ mm}$ の細かい成分は沖へ運ばれ、そこで沈澱するが、特に微細な成分は図-2に示したような沿岸流によって東港内に運ばれ、沖合遮蔽部へ沈澱する。』という状況で松浦川よりの排出土砂が分散していくと考えられる。

3. 潮汐と来襲波浪

本海岸の潮汐は潮差が大きくなことが特長である。唐津港における潮位観測の結果によると、港湾工事基準面 (C.D.L.) を 0.00 m とした場合に、朔望平均満潮面 (H.W.L.) が 2.43m、朔望平均干潮面 (L.W.L.) が 0.14 m であり、その差は 2.29 m である。

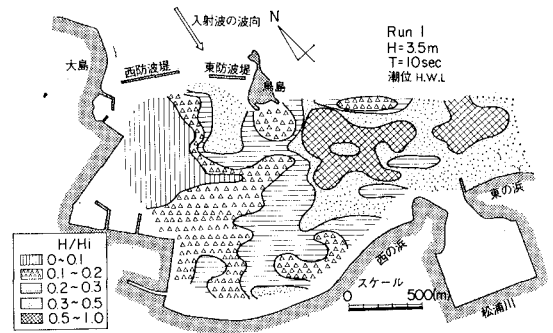
一方、本海岸への来襲波浪については十分な観測データがないが、唐津湾が玄海灘の方へ北方に向かって開けているため、NW~NE 方向より台風および冬期移動性低気圧による波浪が秋、冬に来襲する。推算結果²⁾等を参考にすると、沖波の $H_{1/3}$ は最大で約 5m、通常の時化だと 2~3m であり、 $T_{1/3}$ は 7~10 秒と考えられる。

4. 海浜流と波高および平均水位の分布

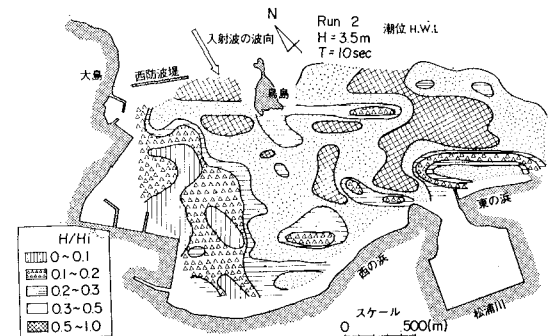
図-2 のように予想される本海岸における海浜流の状況、平均水位、波高の分布について、現地観測、模型実験により検討した。模型実験は水平縮尺 1/200、鉛直縮尺 1/100 で、一部移動床模型として行った。河川流は考慮されていない。実験ケースは 2 ケースであり、実物換算で波高 3.5m、周期 10 秒、入射波の波向 NNE、潮位 H.W.L. であり、構造物については、Run 1 が現行通り、Run 2 では東防波堤がない。

図-6 (a), (b) には入射波高に対する各地点の波高の比 H/H_i が示されている。図によると、当然のことながら Run 2 に比し Run 1 では港内の波高が小さくあり、西の浜東端以西で $H/H_i < 0.3$ である。一方 Run 2 では $H/H_i < 0.3$ の区域が東港内の約半分しかなく、西の浜の欠壊箇所前面では $H/H_i = 0.3 \sim 0.5$ となっている。

図-7 (a), (b) には、初期静水面を基準として波作用中の平均水位が示されている。平均水位は、波を充分にかけた後、10 波程度の波が来襲している間の平均水位を測定することによって求めた。Run 1 では西の浜中央部前面、特に欠壊箇所前面において平均水位が 30 cm 以上であり、西の浜の東、西両端前面で水位が 30 cm 以下と低くなっている。一方、Run 2 では西の浜の東、西両端前面で 30 cm 以上と高くなっており、中央部前面では 30 cm 以下と低くなっている。このことは、Run 1 の方

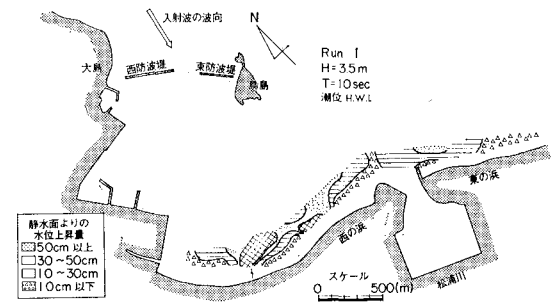


(a)

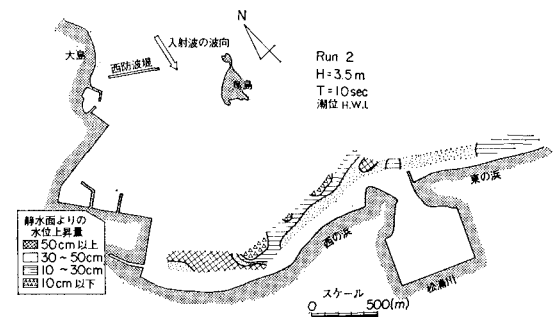


(b)

図-6 波高分布 (模型実験)



(a)



(b)

図-7 平均水位の分布 (模型実験)

が Run 2 より西の浜の欠壊箇所付近から西方へ向う沿岸流の発生をひきおこしやすいと推察させるものである。

図-8 (a), (b) には、実験中にフロートを追跡することにより求めた流れの分布が示されている。Run 1 では西の浜の欠壊箇所付近より西へ向う強力な沿岸流が存在しているのに対し、Run 2 では沿岸成分は小さい。このことは 図-7 (a), (b) から

推察される沿岸流の状況と符合し、また 図-2 において予想した沿岸流の状況とも一致する。

現地における平均水位の分布状況を調べるために、図-1 中の No. 1~3 地点に箱尺をたて、それをメモーションカメラで撮影することによって、1 秒間隔に1時間の間の水位変化の連続記録 η_1 を得た。No. 1 と No. 2 は汀線に直角方向に 14.7m 離れており、No. 1 と No. 3 とは汀線と平行方向に約 390m 離れている。観測

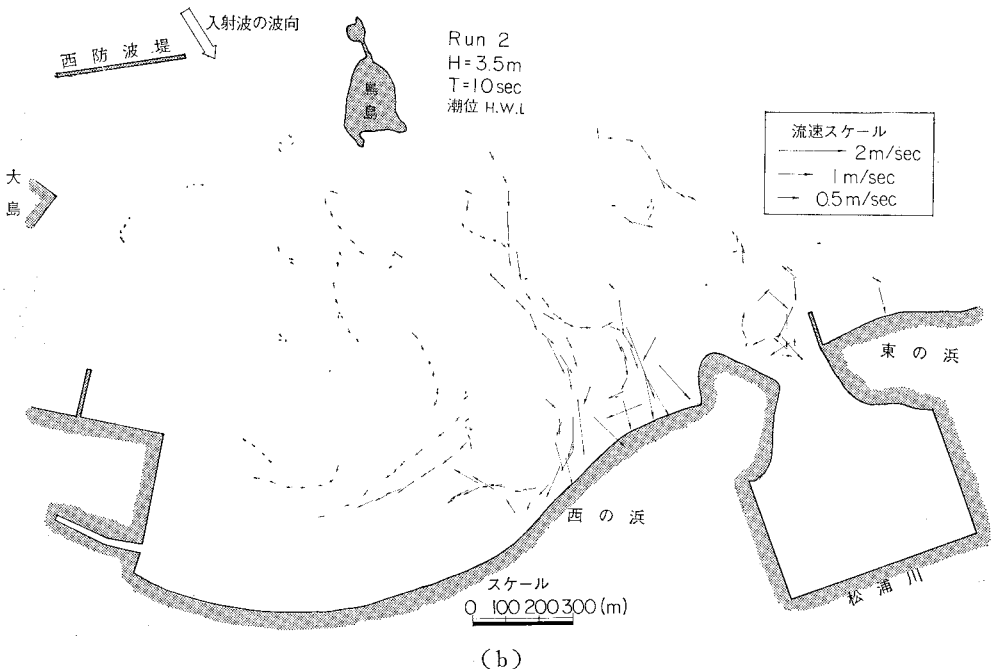
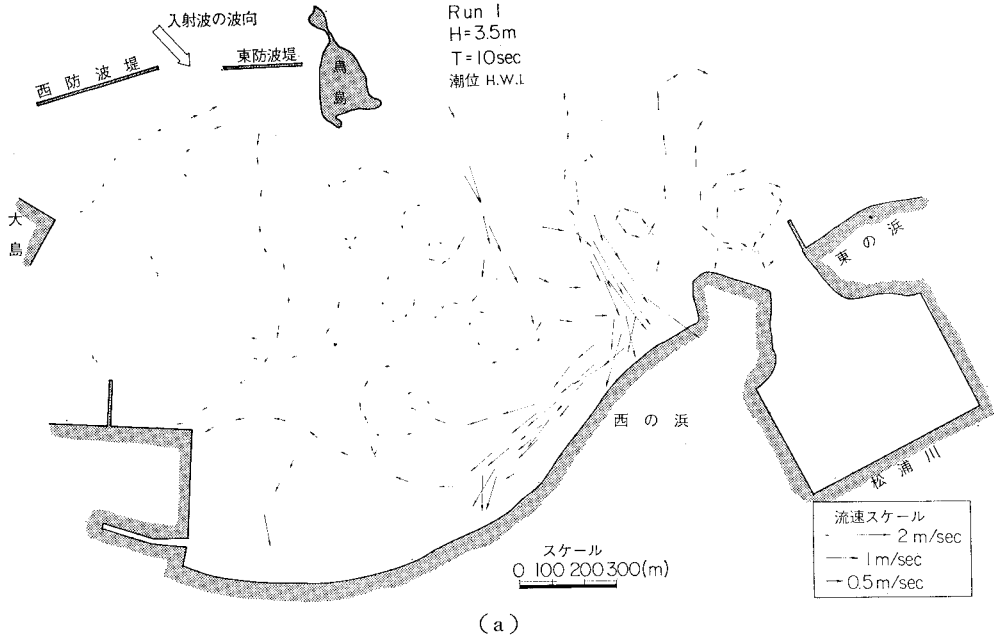


図-8 海浜流の状況 (模型実験)

は、TEST 1 が昭和 51 年 1 月 21 日の 10 時 30 分から 11 時 30 分の間に、TEST 2 が同日の 11 時 45 分から 12 時 45 分の間に、TEST 3 が同年 1 月 20 日の 14 時 45 分から 15 時 45 分の間に行われた。波の入射方向は N 方向であった。

図-9 (a), (b), (c) には観測期間中の潮位変化を放物線と近似し、 η_1 と放物線との差 η_2 を時々刻々の波形記録とし、 η_2 をスペクトル解析した結果が示されている。また、 $H_{1/3}$ 、 $T_{1/3}$ 、観測期間中の平均水深 $\bar{h}$ も図-9

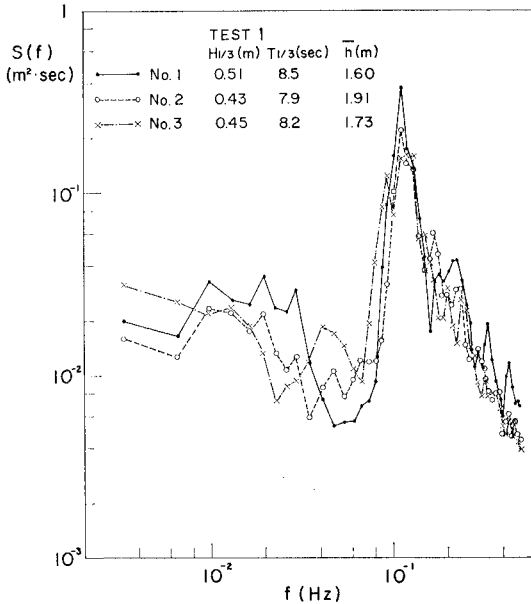


図-9 (a) 岸波のスペクトル (現地観測)

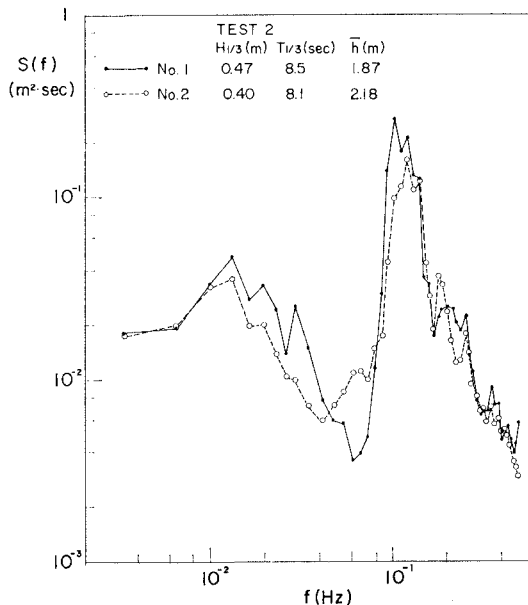


図-9 (b) 岸波のスペクトル (現地観測)

(a), (b), (c) 中に示されている。いずれの場合にも $f > 0.1$ Hz の所では各観測点のスペクトル密度がほぼ同レベルであるのに対し、 $f < 0.05$ Hz の所では No. 1 (岸側) におけるスペクトル密度の方が No. 2 (沖側) におけるスペクトル密度より大きくなっている。このことはサーフビートの影響が岸側ほど強くなっていることによるものであろう。

図-10 (a), (b), (c) は η_1 を時々刻々の水深記録になおした値を 3 分間ごとに平均して、水位が変化していく状況がわかるようにしたものである。なお、No. 2 の水深記録が No. 1 の水深記録より 0.30m、No. 3 の水深記録より 0.20m 大きい場合に No. 1~3 の水面は同一レベルにある。このことを考慮して、地点に応じて縦軸の目盛がずらしてあり、図から直接水位差が読みとれるようになっている。TEST 1 は上げ潮時の観測であるが、No. 2 の方が No. 1 よりほぼ 1~3 cm 水位が高い。No. 1, 2 のいずれの地点も砕波点より沖側にあたっていることからみて、wave set-down の状況をとらえたものと考えられる。No. 3 の水位は No. 1, 2 よりも 3~5 cm 高い。TEST 2 は停潮時の測定である。No. 2 の方が No. 1 より 1~2 cm 水位が高く、やはり wave set-down の状況をとらえたものであろう。TEST 3 は下げ潮時の測定である。前半は No. 2 の方が No. 1 より 1~2 cm 水位が高いが、後半は逆に No. 1 の方が 1~3 cm 水位が高くなっている。前半は wave set-down の状況をとらえていたのが、水深の減少と共に測定地点が砕波点に近づき、wave set-up の状況の一端をとらえた可能性もあると考えられる。No. 3 の水位は No. 1, 2 より 2~3 cm 高い。

5. 河床低下

図-11 は、松浦川の河道中央点における河床高を河口から上流 4.8 km に至るまで 0.2 km 間隔に調べた結

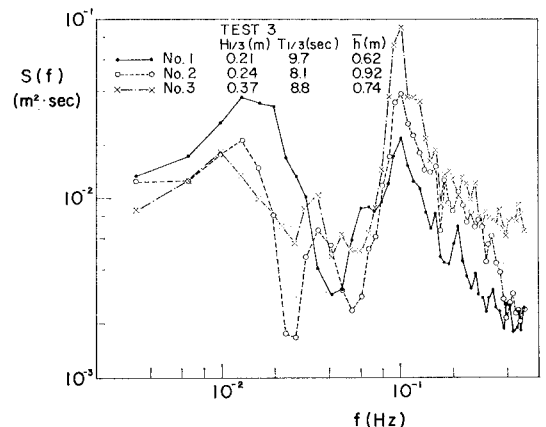


図-9 (c) 岸波のスペクトル (現地観測)

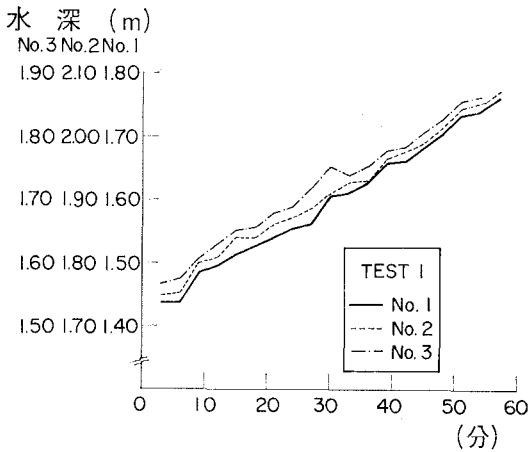


図-10 (a) 平均水位の比較 (現地観測)

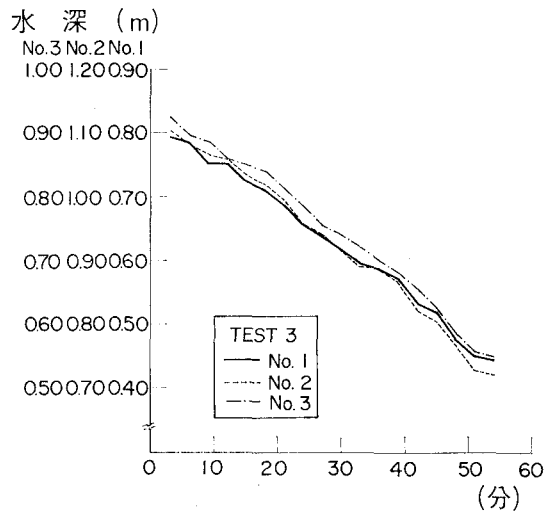


図-10 (c) 平均水位の比較 (現地観測)

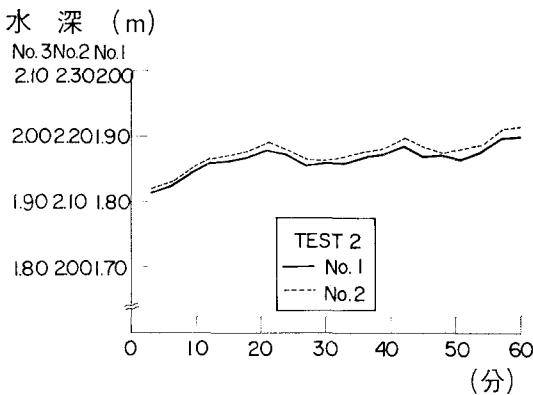


図-10 (b) 平均水位の比較 (現地観測)

6. あとがき

今後の課題としては、現地においてさらに大きな波が来襲した際に海浜流、平均水位の分布を測定することである。また平均水位の同時観測については、汀線に直角方向の1断面あたり3点で行い、断面の数を2断面として、計6点で実施するように観測体制を整える必要があると考えている。

なお本研究は運輸省第四港湾建設局と港湾技術研究所の共同調査として実施されたものであり、港湾技術研究所の田中則男漂砂研究室長からは多くの有益な御助言を

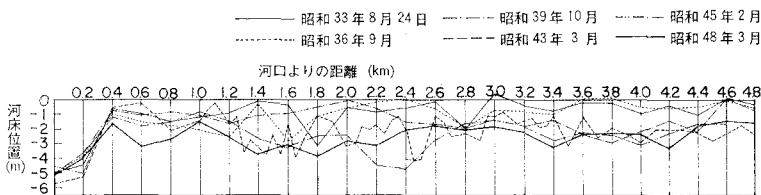


図-11 松浦川の河床低下状況

果である。河床低下は昭和39年以降顕著になっており、48年には33年に比べて約2~3mの河床低下が河口より0.4kmの地点まで及んでいることがわかる。川砂の採取が河床低下に多大な影響を及ぼしているのであろうが、本来海へ流下してくる土砂を採取したことにより、海岸欠壊を助長した可能性も考えられよう。

賜った。ここに記して謝意を表したい。

参考文献

- 1) 田中則男・沢本正樹：砂浜港湾周辺における海浜変形—航空写真による現状把握と海浜変形形態類型化の試み—, 港湾技研資料 No.180, 1974.
- 2) 高橋智晴・副島 毅・金子大二郎：日本海沿岸の沖波(深海波)の推算, 港湾技研資料 No.159, 1973.