

I S S N 0386—5878

土木研究所資料第3032号

土 木 研 究 所 資 料

駿河海岸の侵食実態と海底谷への土砂 流出対策工に関する調査報告書

平成3年9月

建設省土木研究所
河川部海岸研究室

Copyright © (1991) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

駿河海岸の侵食実態と海底谷への土砂 流出対策工に関する調査報告書

海岸研究室 室 長 宇多 高明

研究員 山本 幸次

要旨

近年における駿河海岸の侵食実態調査によると、当海岸では海底谷を經由して深海へ土砂が流出しており、それが海岸侵食の大きな原因の一つになっている。海岸侵食を根本的意味より防ぐには、このような海底谷への土砂流出を防止する対策が必要とされる。そこで、本研究では水理模型実験によって対策工について検討し、有効な策として人工岬を提案する。一方、人工岬を設置すると、その下手側の海浜が著しく侵食されることが危惧される。そこで、下手側の海岸にヘッドランド群を設置し、静的に安定な海浜を形成させる方式について検討した。以上の検討の結果、人工岬とヘッドランド群により海底谷への土砂流出を防止するとともに、人工岬下手側の海浜を静的に安定化することが可能であることが明らかになった。

キーワード：駿河海岸，侵食実態，人工岬，ヘッドランド群，移動床模型実験，地形変化の限界水深，砂嘴，海底谷。

目 次

第1章	序 論	1
	参考文献	1
第2章	駿河海岸の地形特性と長期的な海浜変形	3
2.1	まえがき	3
2.2	駿河海岸の波浪条件と地形特性	3
2.3	駿河海岸の長期的な海浜変形	8
2.4	結論	9
	参考文献	9
第3章	駿河海岸の近年における海浜変形と土砂収支	11
3.1	まえがき	11
3.2	駿河海岸全域の汀線変化	11
3.3	代表地点における海浜状況と断面形の特徴	14
3.4	大井川河口北側海岸の土砂収支	25
3.5	結論	26
	参考文献	26
第4章	海底谷への土砂流出対策工の検討	27
4.1	まえがき	27
4.2	実験方法	27
4.3	実験結果	29
4.4	結論	34
	参考文献	34
第5章	土砂流出対策工周辺の海浜変形	35
5.1	まえがき	35
5.2	実験条件	35
5.3	実験方法	36
5.4	実験結果	37
5.5	結論	58
	参考文献	58
第6章	駿河海岸の保全の関する提言	59
	参考文献	62

第1章 序 論

駿河海岸は全国有数の侵食性海岸であり、1960年頃より激しい侵食が始まった。特に、海岸侵食は大井川河口の北側で著しい。この原因として、河口に隣接して造られた大井川港の防波堤により北向きの沿岸漂砂の連続性が断たれたこと、大井川上流でのダム建設により河川流出土砂量が減少したことなどがあげられる（武内ほか、1984；加藤ほか、1985）。このような海岸侵食への対策として、吉永放水路の北側では海岸護岸が造られるとともに消波堤が設置されたが、侵食域は徐々に北側へと進んできている。そこで、1983年からは大井川港の南防波堤の隣接部に堆積した土砂を北側海岸に投入するサンドバイパスが実施されている（滝沢ほか、1986）。また、この投入土砂が沿岸方向へ急速に流出するのを防ぎ、沿岸漂砂量を制御するため短突堤群が施工された（滝沢ほか、1987）。これらの侵食対策により、景観上は劣るものの短突堤群の南側の海岸はほぼ保全されている。しかし、駿河海岸の侵食域は今なお北側へと広がりを見せている。この原因の1つに、駿河海岸の北端にある海底谷を経由して深海へと土砂が流出していること（宇多ほか、1987；1988）があげられる。このような土砂流出が続く限り大井川港以北の区域の土砂量は減少してしまうから、駿河海岸の侵食を根本的意味より防止する上で海底谷への土砂流出を阻止することが是非とも必要とされる。

そこで、本調査では、まず第2章において駿河海岸の長期的な海浜変形について考察し、第3章では近年における駿河海岸の海浜変形と土砂収支を明らかにする。これらの現地データをもとに、第4、5章では、海岸北端にある海底谷への土砂流出防止工法と、対策構造物の建設が周辺海浜に及ぼす影響を水理模型実験により検討する。最後に、第6章ではこれらの調査結果をもとに将来における駿河海岸の保全のあり方についてとりまとめる。

なお、本調査は建設省中部地方建設局静岡河川工事事務所の依頼のもとに行われたものである。本報告をまとめるに際して静岡河川工事事務所より資料の提供等で多くの援助を受けたことを感謝する次第である。

参 考 文 献

- 宇多高明・堤 博志・小俣 篤・酒井佳治（1987）海底谷への土砂移動現地調査：土木学会第34回海岸工学講演会論文集，pp. 307-311.
- 宇多高明・堤 博志・小俣 篤・酒井佳治（1988）海底谷周辺での土砂移動の機構：土木学会第35回海岸工学講演会論文集，pp. 327-331.
- 加藤一正・入江 功・田中則男（1985）大井川河口周辺海岸の海浜変形の巨視的把握：土木学会第32回海岸工学講演会論文集，pp. 390-394.
- 滝沢俊二・宇多高明・堤 博志・中山 修（1986）駿河海岸におけるサンドバイパスの現地調査：土木学会第32回海岸工学講演会論文集，pp. 302-306.
- 滝沢俊二・宇多高明・渋谷輝敏・筒井保博（1987）短突堤群による投入土砂の流出制御：土木学会第34回

海岸工学講演会論文集, P P. 426-430.

武内達夫・宇多高明・中島秀樹・青山春男 (1984) 駿河海岸における地形変化の解析: 土木学会第31回海岸工学講演会論文集, P P. 360-364.

第2章 駿河海岸の地形特性と長期的な海浜変形

2.1 まえがき

我が国は海岸線延長が長く、様々な海岸地形が発達している。こうした海岸地形の形成については、主として自然地理学者によって研究が行われてきており、地形分類なども行われている（例えば、茂木、1971, pp. 113-117）。こうした特性を持った海岸において生ずる海岸侵食等の問題を解決しようとする場合、まず、地形学的意味より長期的な海岸の変遷を大局的に把握し、その上でさらに詳細な検討を行うことが望ましい（堀川、1973, p. 191）。なぜならば、大局的な地形特性の把握が不十分なまま工法等の詳細な検討を行うと、根本的な点で問題の解決の方向を見誤る可能性があるからである。このことより、本章では最初に駿河海岸の大局的な地形特性を調べるとともに、その長期的な海浜変形について考察する。

2.2 駿河海岸の波浪条件と地形特性

駿河海岸の位置する駿河湾は、中央に駿河トラフを有する深海であり、海底は急斜面からなる。駿河湾では西岸にのみ狭い大陸棚が発達している（図-2.1）。この大陸棚は大井川および安倍川により形成された扇状地の沖に位置し、その沖端を区切る水深は約100mである。また、駿河湾は南に開いているため主として南からの外洋波浪が来襲する。例えば、駿河湾西岸に位置する駿河海岸ではS E方向からの入射頻度が高く、有義波高のエネルギー平均値は $H=0.94\text{m}$ 、周期は $T=9.4\text{s}$ である（宇多ほか、1986）。また、駿河海岸の北側に位置する安倍川河口から三保松原の間に広がる静岡・清水海岸においてもS～S S E方向からの波浪が卓越する（宇多ほか、1991a）。このような波の入射に対し、海岸線の方向が傾いているから、駿河海岸、静岡・清水海岸においては北向きの沿岸漂砂が卓越し、その量は各々 $Q=8\times 10^4\text{m}^3/\text{yr}$ 、 $13\times 10^4\text{m}^3/\text{yr}$ と推定されている（宇多ほか、1991a）。

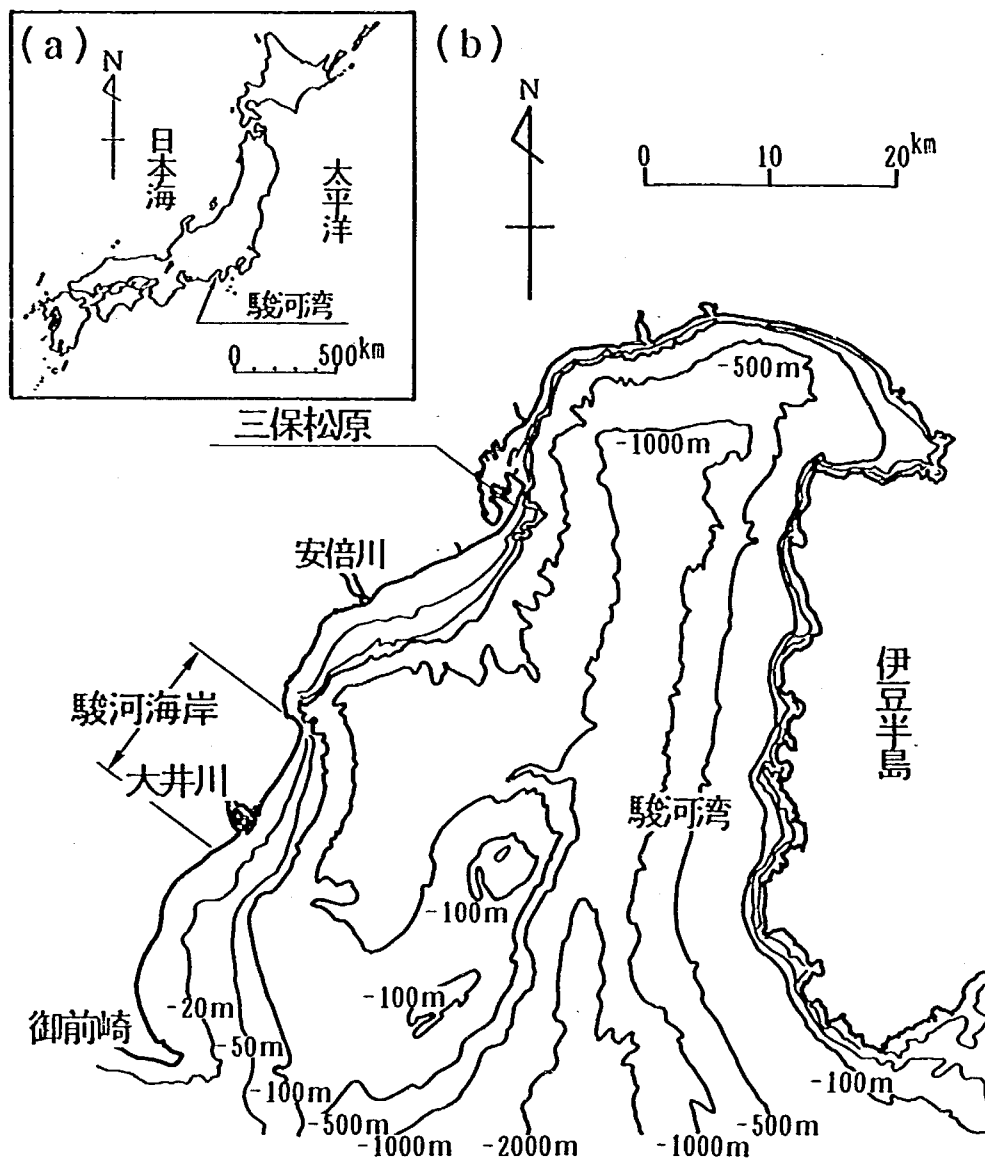


図-2.1 駿河湾の形状と駿河海岸の位置

駿河海岸は、大井川河口を中心として南北に広がる延長約18kmの海岸である（図-2.2）。そして海岸は主として砂礫より構成されている。図-2.2において、大井川河口より北側のNa44~Na14の間では、海面下の-30, -40, -50mの等深線は各々平行で、その間隔はほぼ等しい。また、これらの等深線と陸上部の5, 10, 20mの等高線もほぼ平行である。しかし、汀線と-10mの等深線は、5m以上の等高線および-30mの等深線の方角に対し斜めに傾いており、汀線と-30mの等深線間隔はNa44で広く、Na14に向かい徐々に狭くなる。逆に汀線と5mの等高線間隔はNa44で狭く、Na14に向かい広くなる。こうした等高線・等深線の特徴は、Na44付近では汀線から-10mの間の等深線が後退し、Na14付近で突出したことを表わしている。一方、和田鼻の先端部に位置するNa10~Na0の間では、汀線から-50mの等深線間隔がNa44付近のそれと比較して非常に狭く、急勾配であるのに対し、陸上部には平坦面が広がっている。以上の地形特性は、砂嘴周りで見られる普遍的な特性（宇多・山本, 1988）と良い一

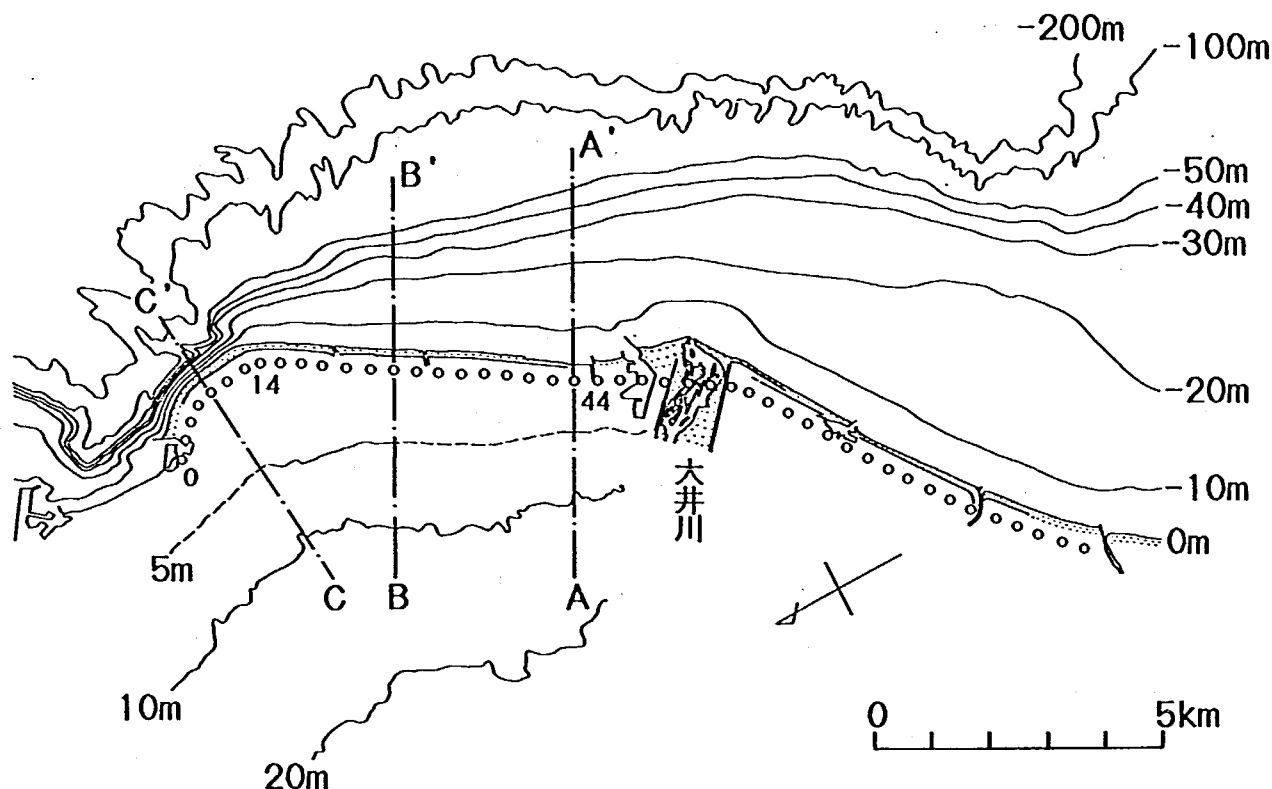


図-2.2 駿河海岸の地形

致を示しており、和田鼻が明らかに砂嘴地形として形成されてきたことを表わしている。

Na44～Na14区間、およびNa10～Na0区間の代表的断面形を図-2.3に示す。この断面形は図-2.2の地形図から各等高線、等深線を読み取り、10mの等高線位置を基準として各断面を重ね合わせて表示したものである。大井川河口の北側約2kmに位置するA-A'断面では、陸上部は緩勾配なのに対し、海面下の $Z=0 \sim -10\text{m}$ の海底勾配はやや急で、その沖には緩勾配斜面が広がる。そして更に沖の $Z=-20\text{m}$ 以深では再び急勾配となる。すなわち、汀線から $Z=-20\text{m}$ の範囲は、鉛直上方に凹な侵食域の断面特性(宇多・山本, 1988)を示す。大井川河口の北側約5kmに位置するB-B'断面もA-A'断面と同様な特性を示すが、 $Z=-10 \sim -20\text{m}$ の侵食緩斜面の規模がA-A'断面と比較すると小さい。砂嘴の先端部に位置するC-C'断面の陸上部はA-A'、B-B'断面と同様、緩勾配であるが、海面下の $Z=0 \sim -50\text{m}$ は約 $1/6$ の急勾配斜面となる。A-A'、B-B'断面では海面下に海底勾配の急変点($Z=-20\text{m}$ 付近)が見られるが、和田鼻砂嘴先端に位置するC-C'断面ではそのような急変点は見られず、陸上部は緩勾配であるのに対し、海面下は急勾配となる鉛直上方に凸な堆積域の断面特性(宇多・山本, 1988)を示す。

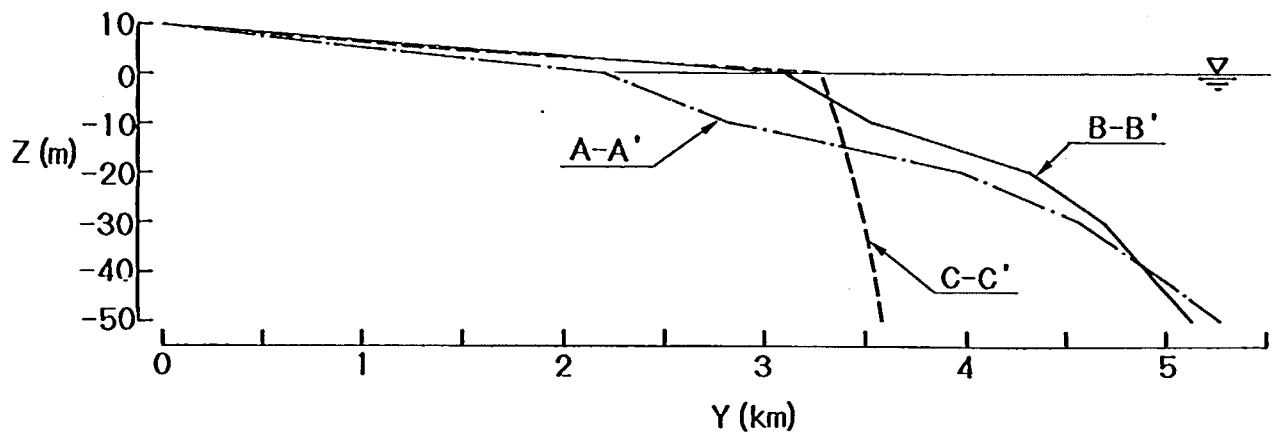


図-2.3 A-A' , B-B' , およびC-C' 測線の断面形状

図-2.3の断面形は地形図から求めたものであり、汀線付近の詳細な断面形を明らかにできない。そこで深淺測量から得られた汀線付近の断面形を図-2.4～2.6に示す。測線No44はA-A'断面に近接する。Z = 5～-4 mは急勾配斜面、その沖側は緩勾配斜面であり、鉛直上方に凹形である。海岸線の変曲点付近の測線No14 (図-2.5) では、Z = -4～-10 mの侵食緩斜面の規模が測線No44に比較してはるかに狭くなった。C-C'断面に近接する測線No4 (図-2.6) では、Z = 1～3 mは緩勾配であるが、その沖側は急勾配斜面が続く。これによれば、C-C'断面では顕著でなかった陸上部の堆積平坦面が明瞭に判読できる。

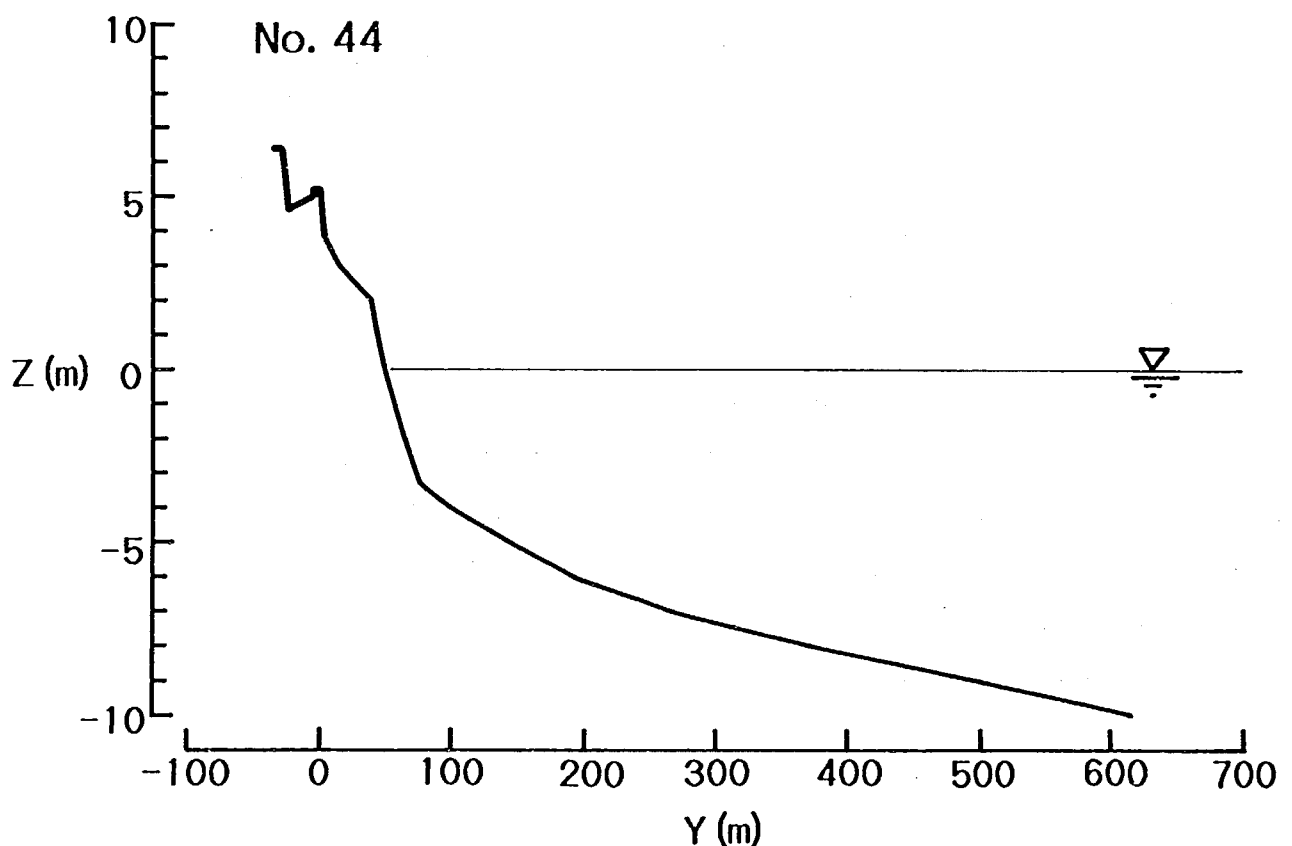


図-2.4 測線No44における海浜断面形

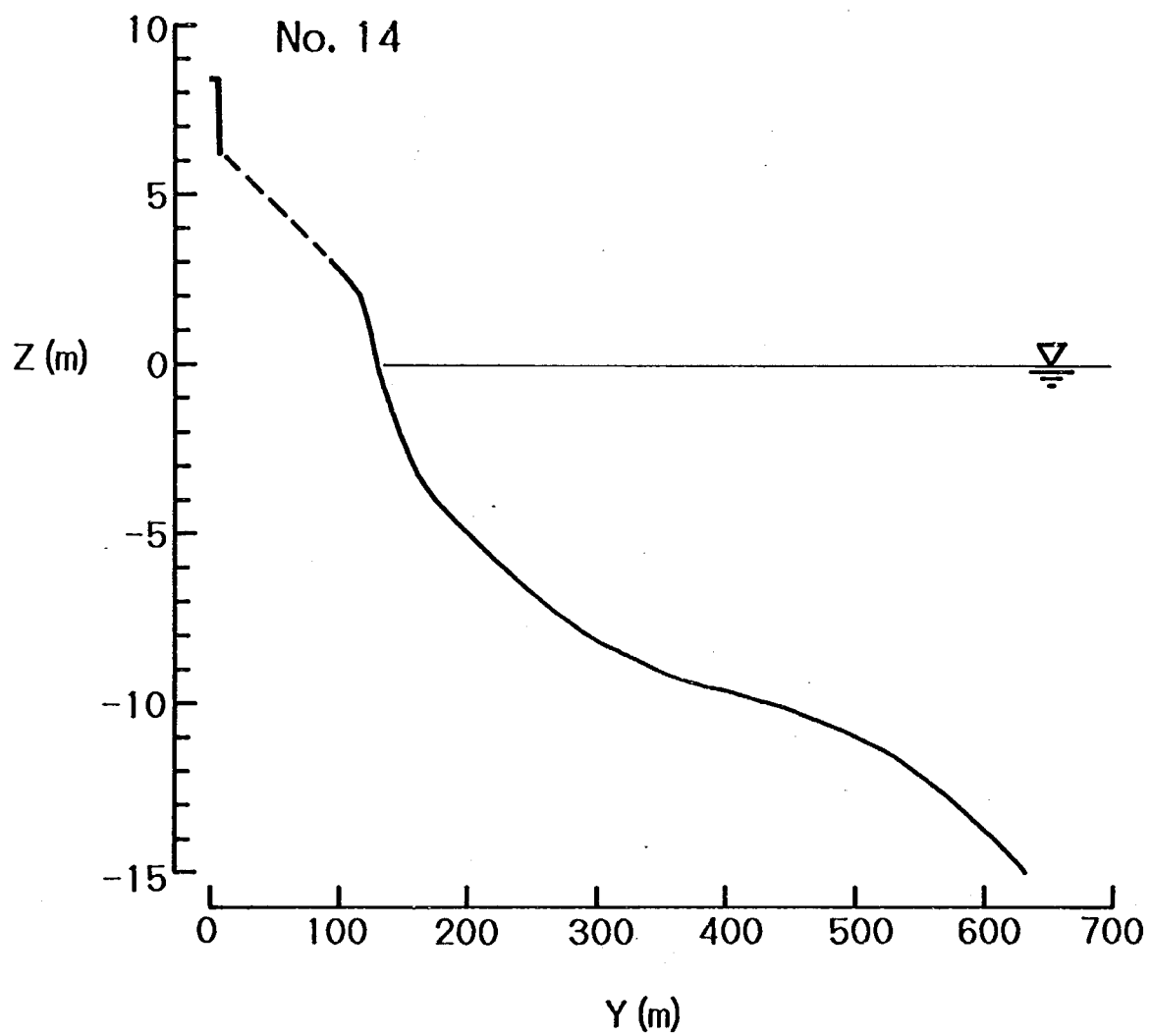


図-2.5 測線No14における海浜断面形

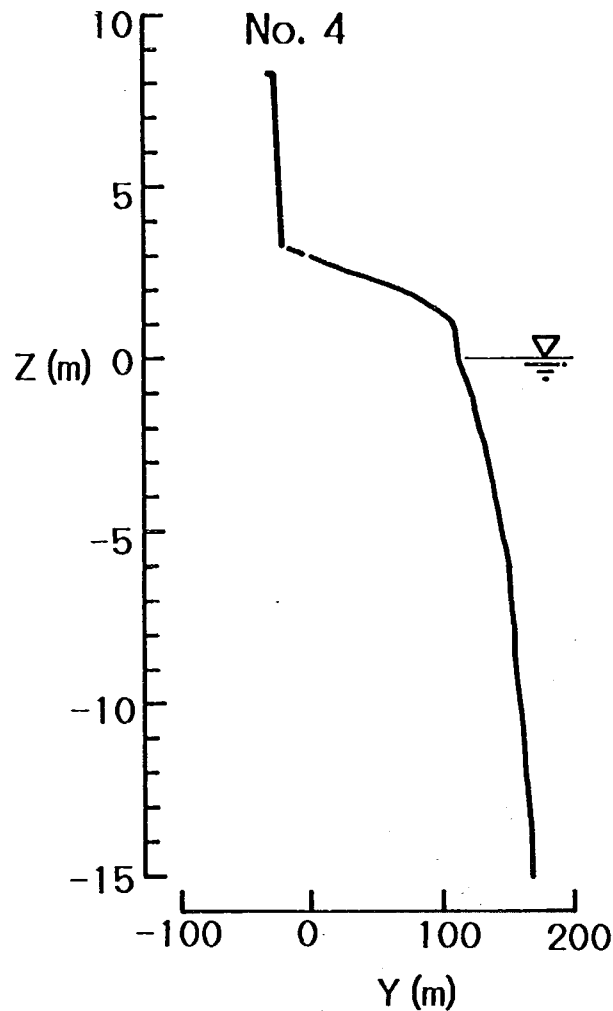


図-2.6 測線No.4における海浜断面形

2.3 駿河海岸の長期的な海浜変形

駿河海岸のNo.44～No.0区間の長期的な海浜変形はその地形特性より以下のように考察される。

駿河海岸は大井川からの流出土砂によって形成された扇状地地形の一部であるから、等高線は扇頂を中心に同心円状となる。また、河川からの流出土砂の海底面への堆積を考えたとき、海水準の変動や波の作用がないとすれば、海面下の等深線もまた扇頂を中心とした同心円状となるはずである。しかし、駿河海岸においては海水準の変動や波の作用を受けてきたことから、等深線形状は同心円状よりずれてくる。

宇多ほか（投稿中）は、駿河海岸における侵食域の過去9000年間の断面形状の変形を計算し、その中で十分に水深の大きい $Z = -40 \sim -50\text{m}$ の海底には扇状地形成時における海面下での安定勾配が保たれており、扇状地が海水準の上昇とともに堆積を続けるとき、その勾配がほぼ保たれるとした。そして1/20勾配の初期斜面を与え、この初期地形に海水準を上昇させつつ波を作用させ、等深線変化モデル（宇多ほか，1990；1991b）により侵食域の断面形状を再現した。この結果は駿河海岸の断面形を良く再現しており、海水準の変動が海浜断面形状の形成に及ぼす効果が明らかになった。

この研究成果にしたがい、ここでもNo.44～No.14区間は約9000年前にはほぼ平行な等高線、等深線から

なる扇状地地形であったと考える。この区間には9000年前より波の作用が継続しているが、海水準の上昇速度が遅くなり、現海水準とほぼ同じになる約6000年前以降では、ほぼ同じ海水準のもとでの波の作用の継続時間が長くなる。したがって図-2.2を参照すると、汀線から-20mの等深線の範囲が著しく侵食され、そこに侵食緩斜面が形成されたが、波の作用の及ばない5m以高の陸上部と、-30m以深には扇状地地形が残されたと考えられる。そして大井川より供給された土砂とNa44~Na14区間より侵食された土砂は、北向きの沿岸漂砂によって運ばれ、Na14~Na0区間に堆積し海側へ突出した砂嘴地形（和田鼻）が形成された。この場合、土砂はかなり深いところまで堆積するから、海面下には過去の扇状地地形は残されず、波が作用しないZ=5m以高の陸上部にのみ扇状地地形が残された。和田鼻は円弧状の砂嘴地形であり、典型的な砂嘴地形（例えば、三保松原）として発達しなかった理由として、Na12付近に海底谷が存在し、土砂が深海へと流出していること（宇多ほか、1987；1988）があげられる。このことは、砂嘴地形の形成は土砂が堆積する海域の海底地形に大きく依存することを示唆している。

2.4 結 論

駿河海岸はもともと大井川の流出土砂によって形成された扇状地の外縁をなしている。駿河湾は南側が開いており、外洋性の波浪が南側より来襲するため駿河海岸では北向きの沿岸漂砂が卓越する。この土砂は海岸の北端へと運ばれ堆積して和田鼻砂嘴が形成されてきた。ところで近年では駿河海岸において侵食が進む一方で、侵食された土砂は海底谷を経由して深海へと流出してしまうため和田鼻砂嘴の発達は止まったと考えられる。結局、駿河海岸は砂嘴地形の一部を構成する海岸と言えるから、通常の侵食対策手法は用いる限り、いずれも侵食問題は根本的意味からは解決されないことになる（宇多、1990参照）。したがって駿河海岸における海岸保全は非常に困難な問題であり、地形学、海岸工学の両面からの十分な検討を行った上で、海底谷を含めた海岸全体での保全計画を立案しなければならない。

参 考 文 献

- 宇多高明・小俣 篤・山本幸次(1986)駿河海岸安定化手法調査報告書：土木研究所資料、第2285号、67P。
宇多高明・堤 博志・小俣 篤・酒井佳治(1987)海底谷への土砂移動現地調査：土木学会第34回海岸工学講演会論文集、pp. 307-311。
宇多高明・堤 博志・小俣 篤・酒井佳治(1988)海底谷周辺での土砂移動の機構：土木学会第35回海岸工学講演会論文集、pp. 327-331。
宇多高明・山本幸次(1988)砂嘴地形の形成過程—現地観測と模型実験—：地形、Vol. 9, pp. 295-307。
宇多高明(1990)わが国の海岸侵食の現状とその問題点：地理、Vol. 35, No. 6, pp. 34-43。
宇多高明・山本幸次・河野茂樹(1990)沿岸漂砂量の水深方向分布を考慮した海浜変形モデル：土木学会海岸工学論文集、第37巻、pp. 304-308。
宇多高明・山本幸次・河野茂樹(1991a)砂嘴地形周りの海浜変形—三保松原を例として—：地形、Vol. 12, pp. 117-134。

宇多高明・山本幸次・河野茂樹 (1991b) 沿岸漂砂による 3 次元海浜地形変化の予測法：土木学会海岸工学論文集，第38巻，pp. 386-390.

宇多高明・山本幸次・河野茂樹・岡本俊策 (投稿中) 海水準の上昇が海浜地形形成に及ぼす影響：地形.

堀川清司 (1973) 「海岸工学」-海岸工学への序説-：東京大学出版会，317p.

茂木昭夫 (1971) 汀線と碎波帯：星野通平編「浅海地質学」，東海大学出版会，pp. 109-252.

第3章 駿河海岸の近年における海浜変形と土砂収支

3.1 まえがき

実海岸における侵食問題を論ずるに際しては、ある地先海岸において生じた現象をミクロ的見地より分析的に検討し、種々の構造物と海浜変形の関係などを詳細に調べることがしばしば行われる。しかし、このような視点に立った研究のみでは一連の海岸線全体におけるその地先海岸の位置付けが不明確となり、場合によっては侵食原因の最も本質的部分を見落とす危険性がある。このため、駿河海岸の将来像を予測するには地先ごとの分析のみでなく、関連する諸問題を大局的立場より十分考察することが必要とされる。そこで、駿河海岸全体を取り上げ、各地先における海浜変形状況の比較を通じて駿河海岸の侵食問題を考察する。

3.2 駿河海岸全域の汀線変化

駿河海岸においても他の海岸と同様、沿岸漂砂を阻止する構造物が造られ、その周辺で顕著な地形変化が見られる。こうした構造物としては、河口の北側には大井川港の防波堤と吉永放水路が、南側には吉田港の防波堤などがある（図-3.1）。図には、以後の解析の便を考えて測線番号、流入河川などを示す。

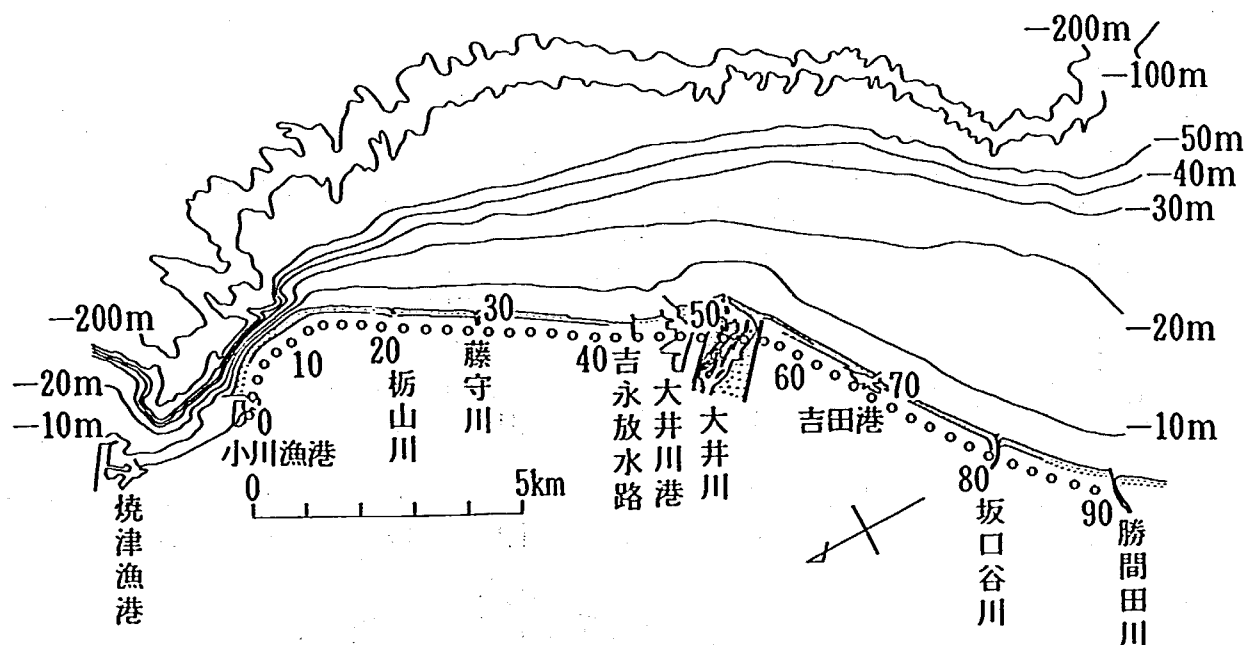


図-3.1 駿河海岸の海底地形と測線配置

最初に、各地区の汀線変化を空中写真や地形図の比較により調べよう。駿河海岸では、大井川からの流出土砂が波の作用の下で主に北向きに移動している。駿河海岸における近年の汀線変化状況を図-3.2に示す(宇多・館, 1989)。図には、各測線における深浅測量データをもとに、1963年を基準として1974年、1978年、1983年、1988年の汀線変化を示す。測線は、小川漁港から勝間田川左岸の範囲に配置されており、これらのうち深浅測量は偶数測線で行われている。測線No.48には大井川港の南防波堤が存在し、そこで漂砂が遮断されたため汀線は前進傾向にあり、特に1978年以降は河口部で行われていた砂利採取が休止されたことによって、汀線の前進量が急激に大きくなった。これに対し大井川港北側の測線No.32~No.46の間では1963年~1974年において汀線が後退した。特に、測線No.42では100mも後退した。しかし1974年以後、この地点の汀線は安定状態を示す。この理由は1969年以降堤防の根固工が、また1971年以降消波堤が建設され、汀線の後退が防がれているためである。しかし、この区間では異形ブロックが海岸線に沿って並んでおり、侵食以前の自然の砂浜海岸は失われた。また、測線No.32~No.34においては1983年から1988年にかけて汀線が前進した。これは1983年から行われているサンドバイパスによる土砂投入のためである。汀線の後退域は大井川港の北側隣接地区から始まり、年々北側へと拡大している。1988年には汀線の後退域は測線No.16まで達している。

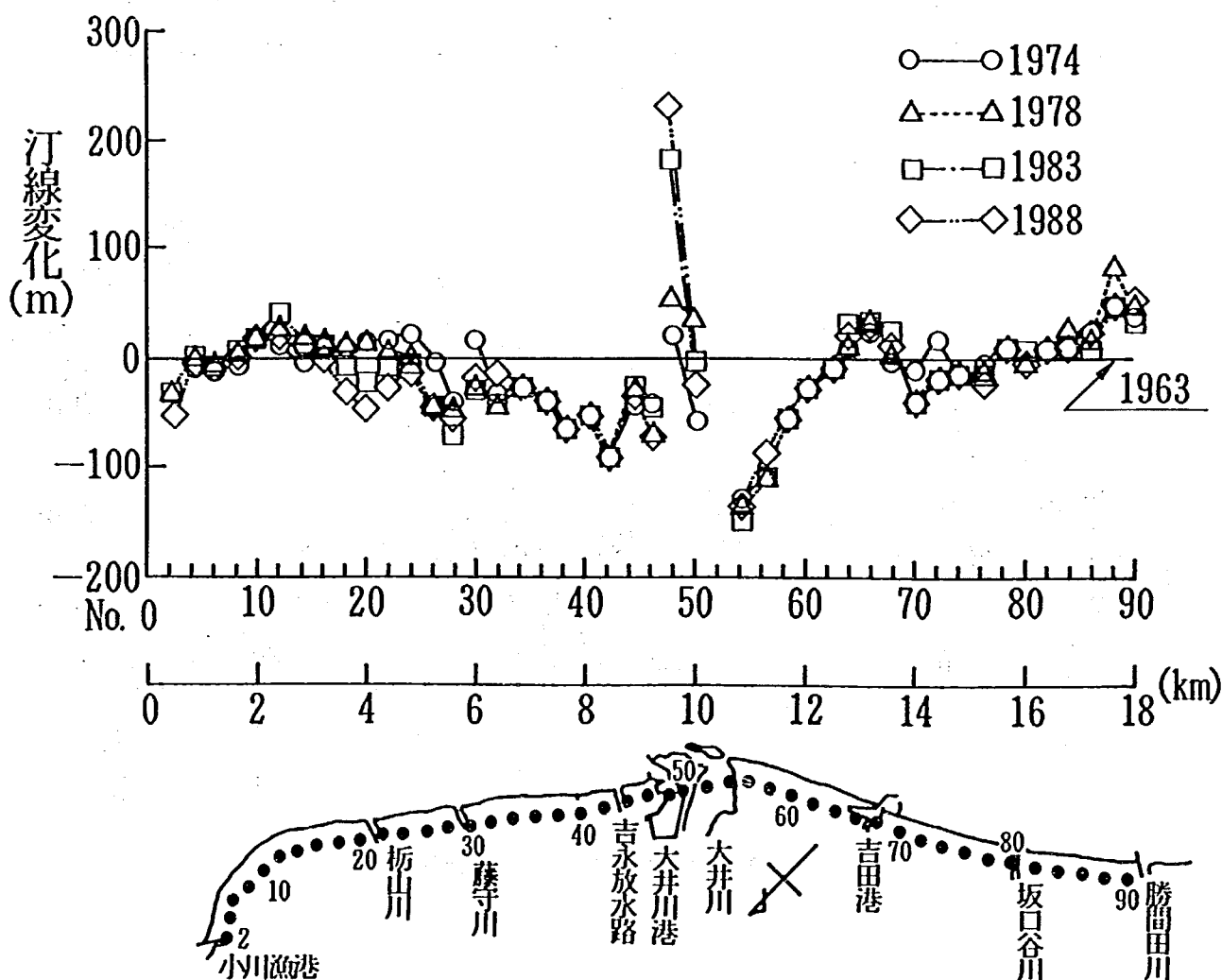
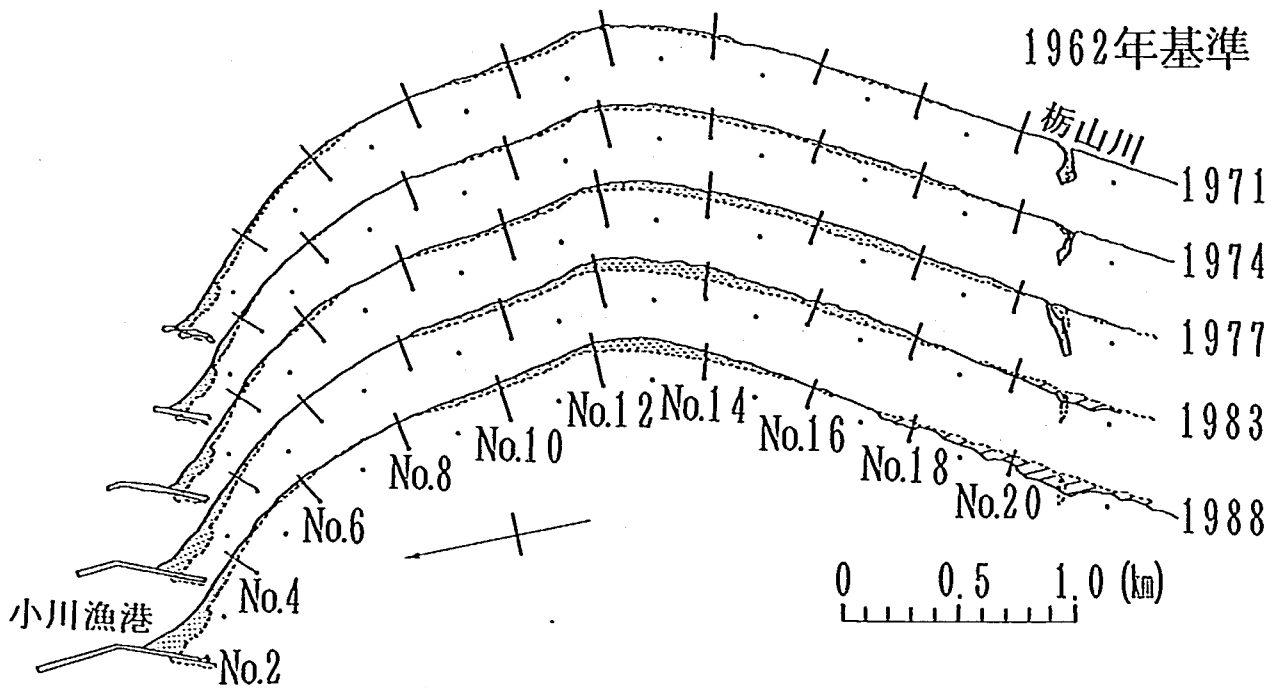


図-3.2 駿河海岸全域の汀線変化

大井川河口の南側では、河口部の汀線後退が著しい。この区域の汀線は早い時期に後退しており、近年の変化は大きくない。1963年を基準とするならば、吉田港の北側 (Na64~Na66) では部分的に堆積、南側 (測線Na70~Na76) では侵食が生じた。また測線Na86~Na90では、勝間田川左岸にある導流堤のため汀線は前進している。海岸線は測線Na12の南側ではS S W~N N E方向に走っているが、北側で大きく変化し、小川漁港の防波堤隣接部での海岸線方向はS E~N W方向になる。汀線が最も突出するNa12の沖合には深い海底谷が迫っている。過去の調査 (宇多・小俣, 1989) によると、この海底谷では海岸南部より北上してきた漂砂のかなりの部分が海底谷の入口に一度堆積したあと、深海へと流出することが分かっている。

図-3.2では海岸北部における汀線変化を明瞭に示すことができない。そこで和田鼻~小川漁港の間の汀線変化に特に着目し、その沿岸方向分布を図-3.3に示す (宇多ほか, 1990)。1962年の汀線形を基準と考え、各年の汀線形と1962年の汀線形とを重ねて表示し、堆積・侵食域の区別を付けた。漂砂の上手側である図の右端付近の汀線変化にまず注目すると、栃山川の河口付近の汀線が1983年頃から急速に後退し始め、1988年までには河口の右岸のみならず左岸側のNa17までの広い範囲で大きく後退した。河口付近における汀線の最大後退量は75mに達した。過去、駿河海岸では大井川港の南防波堤によって沿岸漂砂が阻止されたために、汀線の後退域が北側へと広がり、1981年では侵食域の北端はほぼNa20にあった (武内ほか, 1984)。図-3.2, 3.3はその後退域が1988年現在でNa17まで達したことを示している。図-3.3において特筆されるもう一つの点は、最も北側に位置する小川漁港の防波堤の南側で汀線が経年的に前進したことである。この区域の北側は小川漁港の防波堤によって区切られており、漂砂の流入量は0であるから、この堆積土砂は和田鼻を回り込んだ沿岸漂砂によると言える。宇多・小俣 (1989) が示したように、駿河海岸において北上する沿岸漂砂の多くは和田鼻沖に一度堆積したあと、最終的に海底谷を経由して深海へ流出していると考えられるが、図-3.3によれば沿岸漂砂の一部は砂嘴の先端を回り込んで下手方向へも流出したことが分かる。また、宇多ほか (1990) はこの付近における沿岸漂砂量を $4400\text{m}^3/\text{yr}$ と推定している。



図－3.3 栃山川河口から小川漁港までの区間の汀線変化

3.3 代表地点における海浜状況と断面形の特徴

駿河海岸全体の海浜地形変化を調べるために、大井川河口を境にその南側、北側より代表地点を選び、海岸の斜め写真と断面図をもとに多少の議論を試みる。最初に、大井川河口とその南側に広がる川尻工区の海岸状況を写真－3.1に示す。写真上方には大井川港があり、そこでは海岸線が著しく不連続となっている。河口の右岸側に位置する川尻浜では図－3.2に示したように1974年までには既に汀線が後退し、その後汀線はほぼ安定状態を保っている。その第一の原因は、汀線が後退したことにより、波の入射方向と汀線とのなす角が小さくなったことである。また、汀線に沿って消波堤が設置されているため、消波堤を連ねる線以上汀線が後退し得ないことがあげられる。

写真－3.1のほぼ中央に見える保安林を横切る測線No58における海浜断面形の変化を図－3.4に示す。この断面では激しい侵食への対策として汀線に沿って消波堤が連続的に設置された。このため前浜はなく、消波工の前面は急深となっている。また、海浜断面形は全体に上に凹形となり、沖合には広い侵食緩斜面が形成されている。このような断面特性は、他の侵食性海岸における海浜断面特性（例えば、宇多ほか、1988）と良い一致を示す。

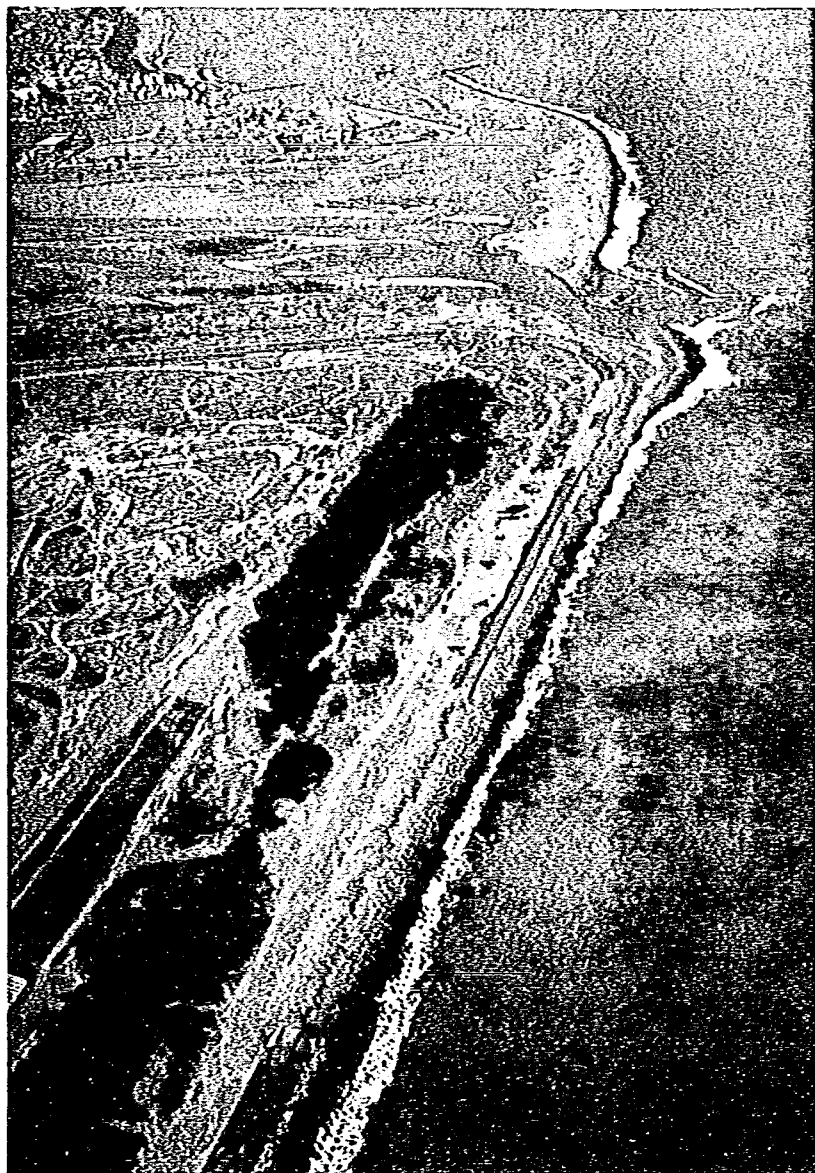


写真-3.1 大井川河口部および川尻工区の海岸状況 (1990年5月9日撮影)

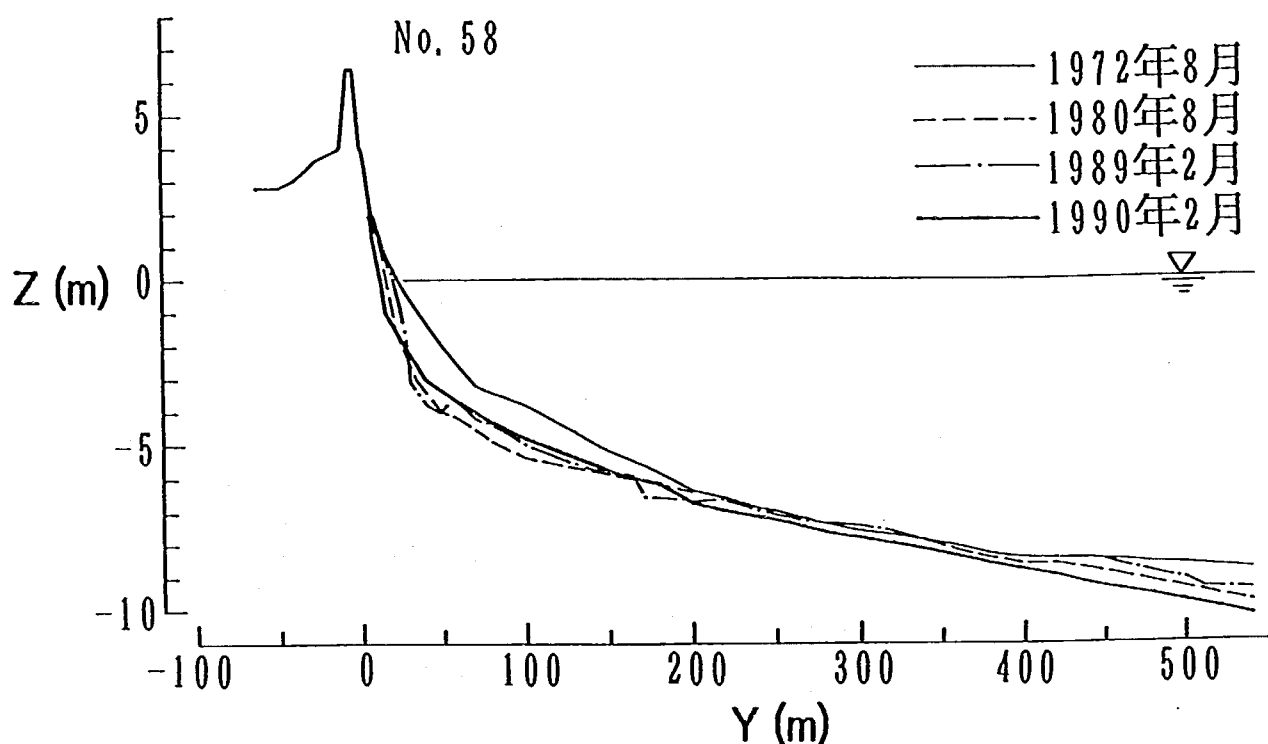
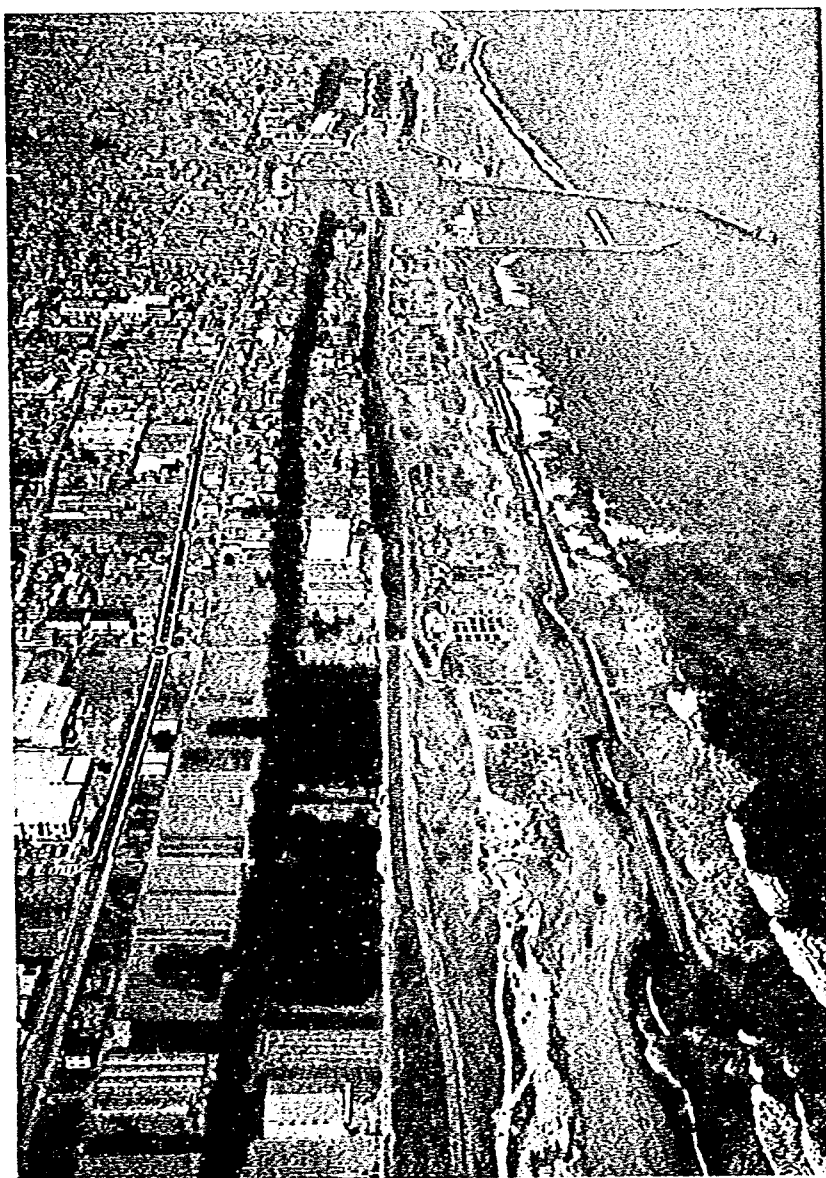


図-3.4 大井川河口の南500mに位置する測線No58における海浜断面形の変化

川尻工区の南側には吉田港の防波堤があり、この防波堤の存在は漂砂の系にとって重要な境界条件を与えている。そこで吉田港の南側の海岸状況を写真-3.2に示す。吉田港の防波堤を挟んで汀線が不連続であり、北側が突出し、南側が凹んでいる。また、南側には汀線に沿って消波堤が断続的に設置されている。防波堤の北側で汀線が突出している点は、当地区の沿岸漂砂の卓越方向が南向きであることを示す。しかしながら、図-3.2に示したように、この区域では最近汀線変化が見られないことから、この区域の汀線はほぼ安定状態に近いと考えられる。

次に、大井川河口より北側の海岸状況について調べよう。最初に吉永放水路の南約50mに位置し、吉永放水路により沿岸漂砂が阻止されて土砂が堆積した測線No44の海浜断面形の変化を図-3.5に示す。この断面の前浜より-4m付近までの勾配は約1/12である。この勾配は、侵食域の断面形である測線No55における汀線付近の勾配約1/3（図-3.4参照）と比較して緩やかである。この断面でもう一つ特徴的なのは、1972年～1980年の間で沖合の-4～-9mの間で大量の土砂堆積が見られることである。これは大井川港からの浚渫土砂が沖合部に投棄されたことを表わしている。土砂投入によりマウンドが形成されたものの、その後時間経過とともに土砂は沿岸方向に移動し、元の断面形に戻った。



写真－３．２ 吉田港とその西側の海岸状況（１９９０年５月９日撮影）

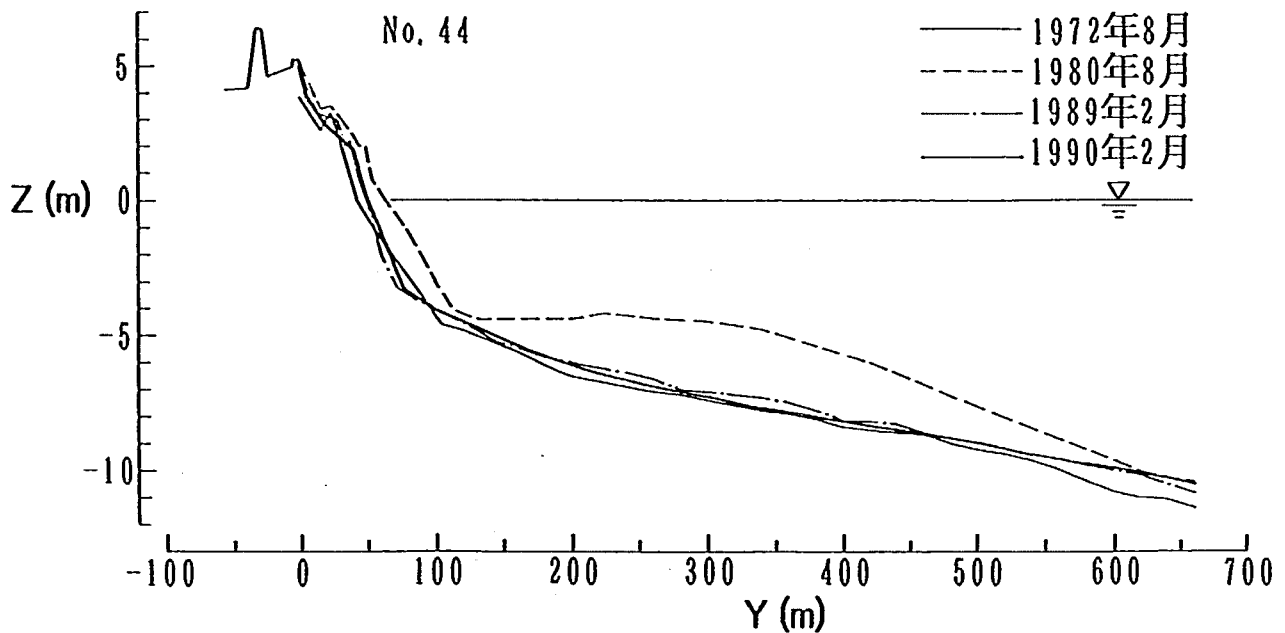
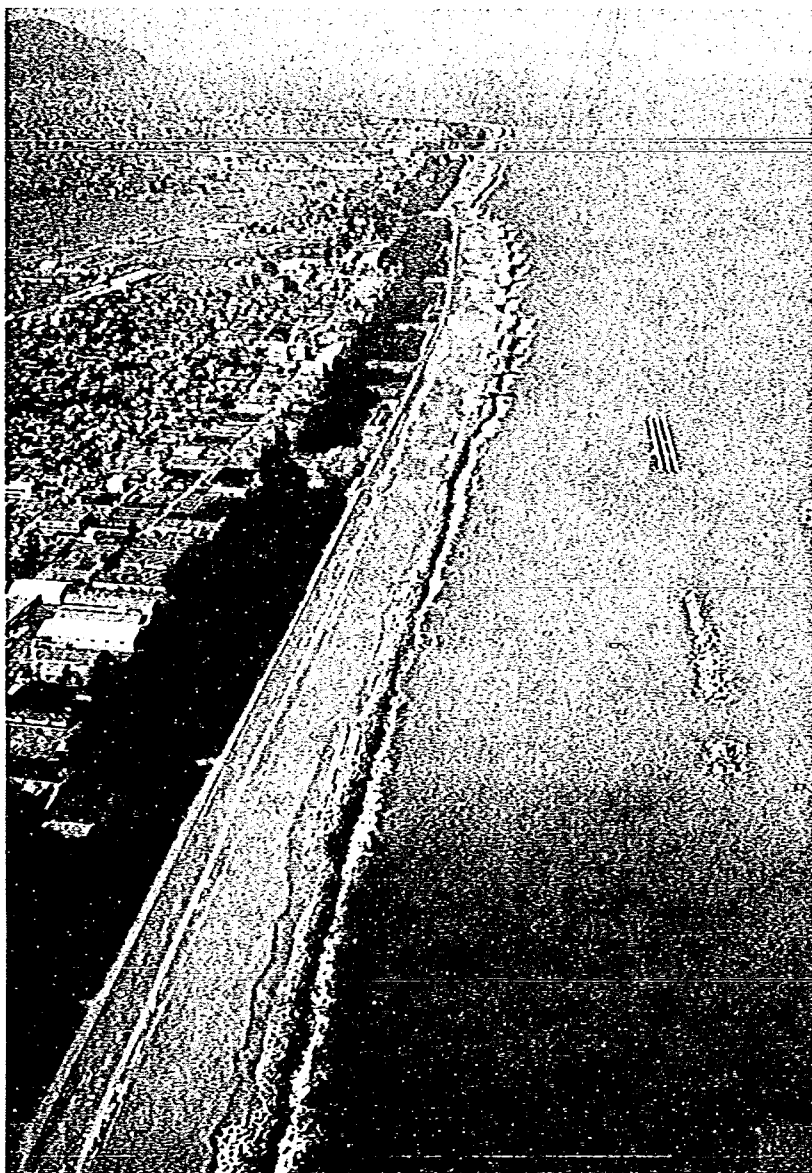


図-3.5 吉永放水路の南約50mに位置する測線No.44における海浜断面形の変化

次に、大井川河口と栃山川の間に広がる大井川工区の海岸状況を写真-3.3に示す。この区域は過去に汀線が著しく後退した場所である（図-3.2参照）とともに、最近では年間6万 m^3 ～6.5万 m^3 の割合で土砂が投入されている区間である。当工区の南半分では汀線の後退を防ぐために全線にわたって消波工が設置されている。また、沖合では消波効果を高めるために離岸堤（南側は従来型、北側は新型）が設置されつつある。工区の北側半分において連続的な消波工が切れる箇所から北、藤守川の河口までの間には消波堤と短突堤が設置されている。一番南側に位置する短突堤付近では毎年土砂投入が繰り返されており、しかもこの海岸は急深であって短突堤群がかなりの砂捕捉効果を有するから、この区間の汀線は全体的に沖方向にやや突出している。逆に、短突堤群のなくなる藤守川河口付近では汀線が不連続となり、階段状となっている。

写真-3.3にその位置を示す測線No.40の断面形の変化を図-3.6に示す。この断面では1972年当時汀線は既に消波堤に達していたが、まだそのすぐ沖には緩い斜面が残されていた。その後1980年までには-7m以浅が極端に削られ、消波堤前面が非常に急傾斜となった。1990年までには沖合に土砂が再び堆積したが、沖合には侵食によって形成された緩斜面が広がっている。この測線の南側には吉永放水路と大井川港があり、浚渫土砂の投棄を除けば漂砂供給は絶たれている。このため消波堤の前面が次第に侵食された。ここで注目すべきは、測線No.40での侵食に際して、侵食量に見合う量の土砂堆積はほとんど見られず、したがって例えば護岸・消波堤からの反射波が強い場合沖向きに土砂が移動したと考えることはできないことである。確かに反射波があれば土砂移動は活発になっても良いが、この断面内で土砂量が減少した主因は沿岸方向の土砂移動にあると言うべきである。



写真－3.3 大井川工区の状況（1991年4月25日撮影）

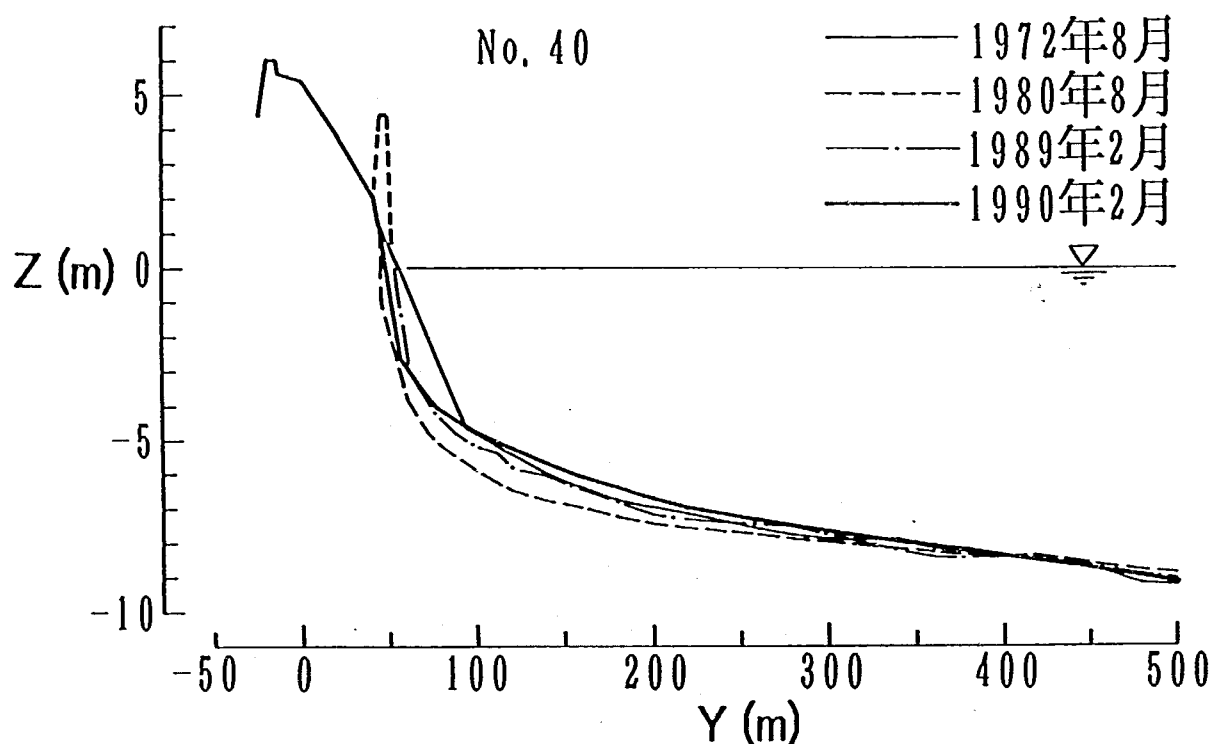


図-3.6 吉永放水路の北約700mに位置する測線No40における海浜断面形の変化

土砂投入を行っている位置（写真-3.3参照）である測線No32における海浜断面形の変化を図-3.7に示す。この断面では最初1972年より1980年までの間侵食され、汀線が後退していたが、その後土砂投入の開始とともに汀線は前進傾向に変わった。1990年までには1972年当時の汀線位置を越えて汀線が前進した。この区間には短突堤が設置されており、投入砂は投入区間にほぼとどまっている。これは短突堤の砂捕捉効果が表われたためである。1972年～1980年の間、汀線が著しく後退したとき海浜断面変化が収束する沖側の限界は約-7mにある。この水深より浅海域でのみ顕著な地形変化が生じている。土砂投入により1989年と1990年の断面形には共に堆積が見られたが、その場合地形変化の限界水深はほぼ-6mにあり、また前浜付近の勾配は約1/6である。この勾配は1972年当時の前浜勾配約1/11と比較すると急になっている。このことは土砂が汀線より投入されたため、堆積時の勾配は自然の勾配より急になったことを意味する。

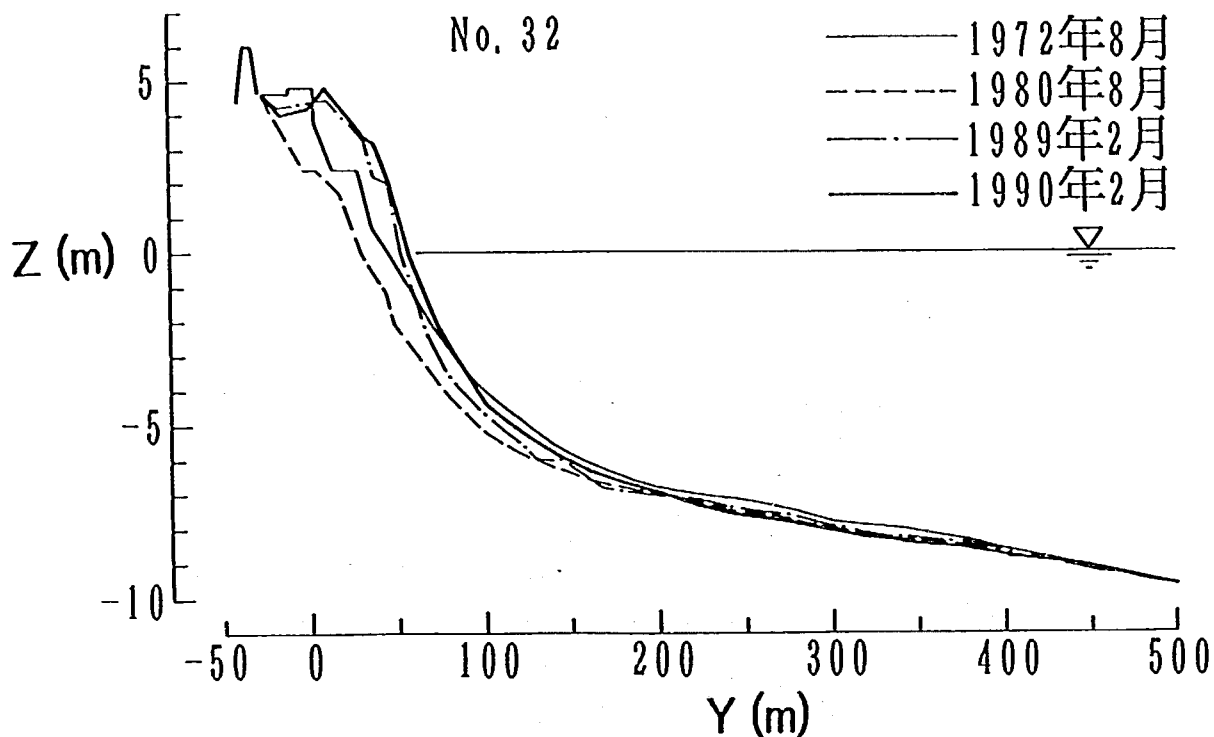


図-3.7 土砂投入地点 (No.32) における海浜断面形の変化

写真-3.4は栃山川河口より北側、和田鼻方面を望んだ海岸状況である。栃山川の右岸には消波堤があり、そこで海岸線の形が変化し、河口部の汀線はやや後退している。その北側には4基の消波堤が設置されているが、特に北側の2基の消波堤周辺の汀線形に着目すると、構造物のすぐ北側が急に湾入し、それが下手側の消波堤へとつながり、全体にフック状となっている。これはちょうどヘッドランド下手側の汀線形状の特徴と同じである。問題とされるのは当地区の北端にある消波堤の北側海浜の変形である。ここではその北側で境界条件を定める構造物が何もないから、時間の経過とともに汀線の後退域が北側へと広がるはずである。漂砂の連続性が保たれていない状況から判断して、ある間隔で漂砂を阻止する構造物を北側区域に造り、海浜を安定化させることが必要である。漂砂の上手側での汀線後退にのみ目を奪われていれば、広い砂浜は結局失われてしまう。

栃山川より南約900mに位置する測線No.26における海浜断面形の経年変化を図-3.8に示す。1972年には海岸護岸の前で100m以上の幅を持っていた前浜は急激に後退し、1980年には50mとなった。その後汀線の変化量は小さく、ほぼ安定しているが、これはこの付近に消波堤が建設され、汀線の後退が防がれているためである。また、図-3.8によれば、1972年以降1980年まで、海浜断面は岸沖方向にはほぼ平行移動しており、陸上の約4mより海面下の約-6mまでの間でのみ大きな変位が見られる。そこで、この2時期における-7m以浅の海浜断面積の変化量(ΔA)を求め、この間の汀線変化量(Δy)で割ると、その比は $h = \Delta A / \Delta y \approx 8 \text{ m}$ となる。この値は武内ほか(1984)が求めた移動高とほぼ一致する。



写真－3.4 栃山川河口より北側を望む（1990年4月25日撮影）

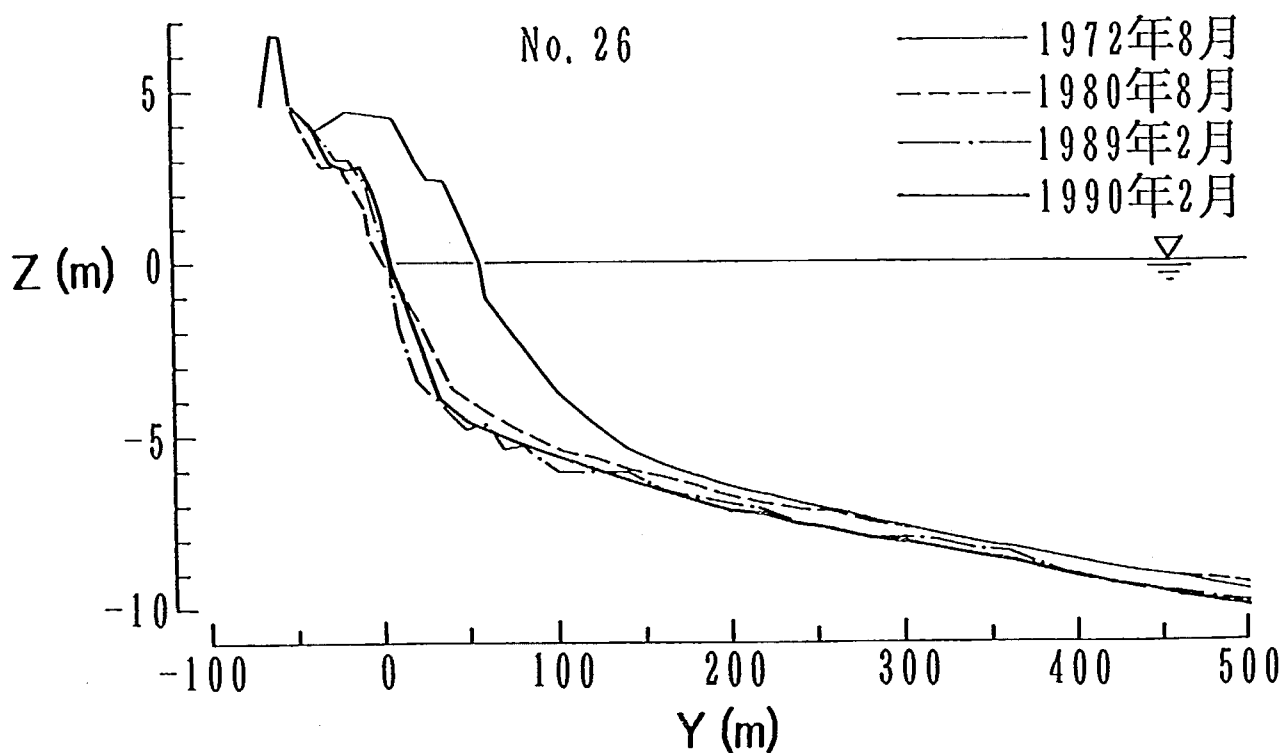
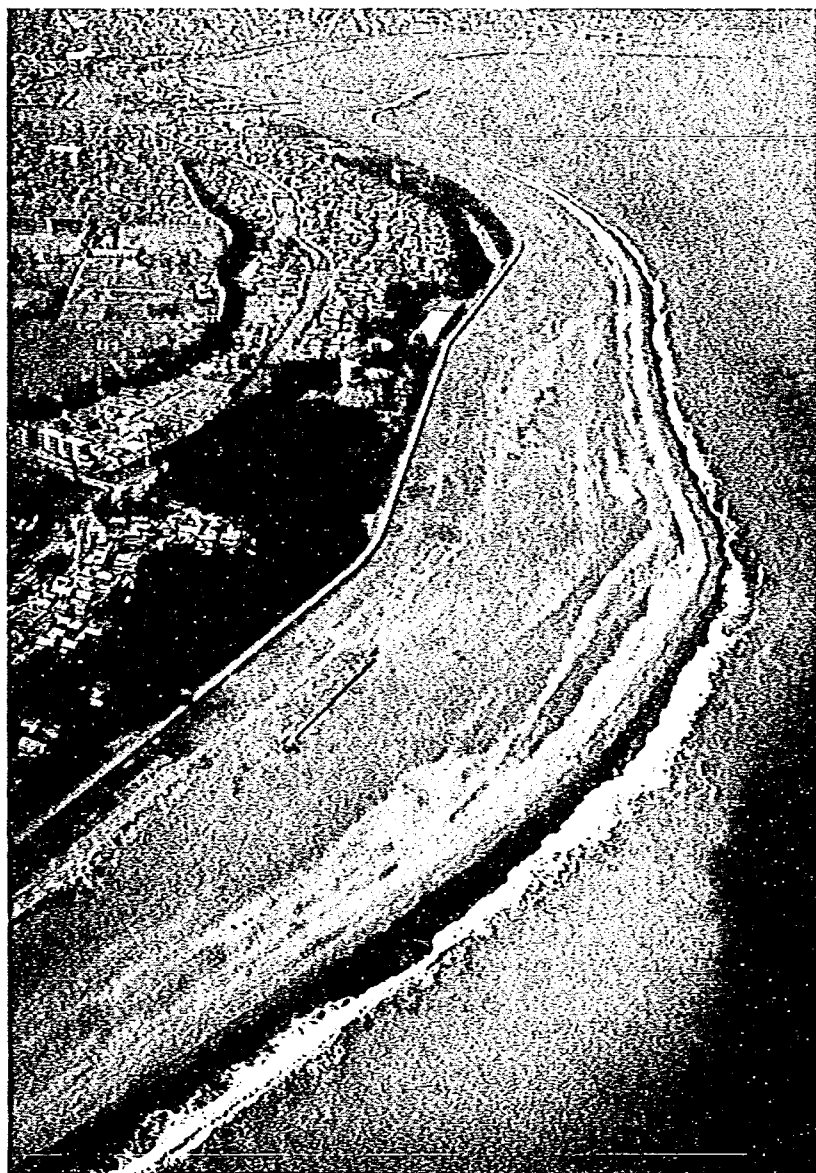


図-3.8 藤守川河口の北550mに位置する測線No26における海浜断面形の変化

最後に、和田鼻周辺の海岸状況を写真-3.5に示す。この付近の海浜は、上手からの沿岸漂砂が堆積して形成されてきた。地形的に見ると広い砂浜の背後には松林があり、その奥には川があつて、この川は小川港へと続いていることから、砂丘の背後には低地になっていることが分かる。また、前浜は非常に広い。既に図-3.3に示したように、この付近は現在も堆積傾向にある。



写真－3.5 和田鼻砂嘴先端より小川漁港を望む（1990年4月25日撮影）

3.4 大井川河口北側海岸の土砂収支

1985年2月と1990年2月の深浅測量データをもとに、海浜の土砂量を算出し、これより海浜全体の土砂収支について検討する。既に図-3.5～図-3.8に示したように、当海岸での海浜変形はほぼ-7m以浅で生じていることから、-7m以浅の範囲で海浜断面積の変化量を計算し、各区分間長を乗じて変化土砂量を求めた。更に、計算期間(5年)で除して年間の堆積、侵食割合を算出し、結果を図-3.9に示す。

大井川港の南防波堤と大井川河口の間では年間10万 m^3 の土砂採取が行われているが、それでもさらに2.6万 m^3/yr の割合で土砂量が増加している。南防波堤より測線No36の間の土砂量の変化割合は小さい。No36と藤守川河口の間では(6～6.5)万 m^3/yr の割合で土砂投入が行われているため土砂量が増加している。これは既にNo32の断面図(図-3.7)で見たとおりである。海浜土砂量の増加割合は北側になると減少し、栃山川河口付近からは明らかに侵食傾向に変化するが、和田鼻の先端より小川漁港の間では再び堆積傾向に変わる。

大井川港の航路は-10mと当海岸で漂砂が活発な深さよりずっと深いこと、また大井川港～No36間の土砂量変化は非常に小さいことから、No36を通過する北向きの沿岸漂砂量はほぼ0に近いと考えられる。この条件が与えられると、各境界を通過する漂砂量が計算できるから、その量を図-3.9に併せて示した。No36～藤守川河口の間では短突堤があるためかなりの土砂を捕捉している。しかし、その北側の栃山川河口以北では土砂量が不足するため経年的に侵食傾向となる。特に海底谷を經由して4.3万 m^3/yr の割合で土砂が失われていることが問題である。この海底谷への流出土砂量はサンドバイパスの投入土砂量の約70%に相当する。したがって、このような土砂損失を防がなければ駿河海岸の侵食を根本的意味より解決することはできない。この意味より、深海への土砂損失を防ぐ対策についての検討が必要である。また、和田鼻を迂回する漂砂量は1.1万 m^3/yr と推定される。この値は前報(宇多ほか, 1990)の値より大きいが、ここでは対象としている漂砂量の最大値と比較すると元々絶対値自体が小さいから、それらの差異は事実上それほど大きくないと考えられる。

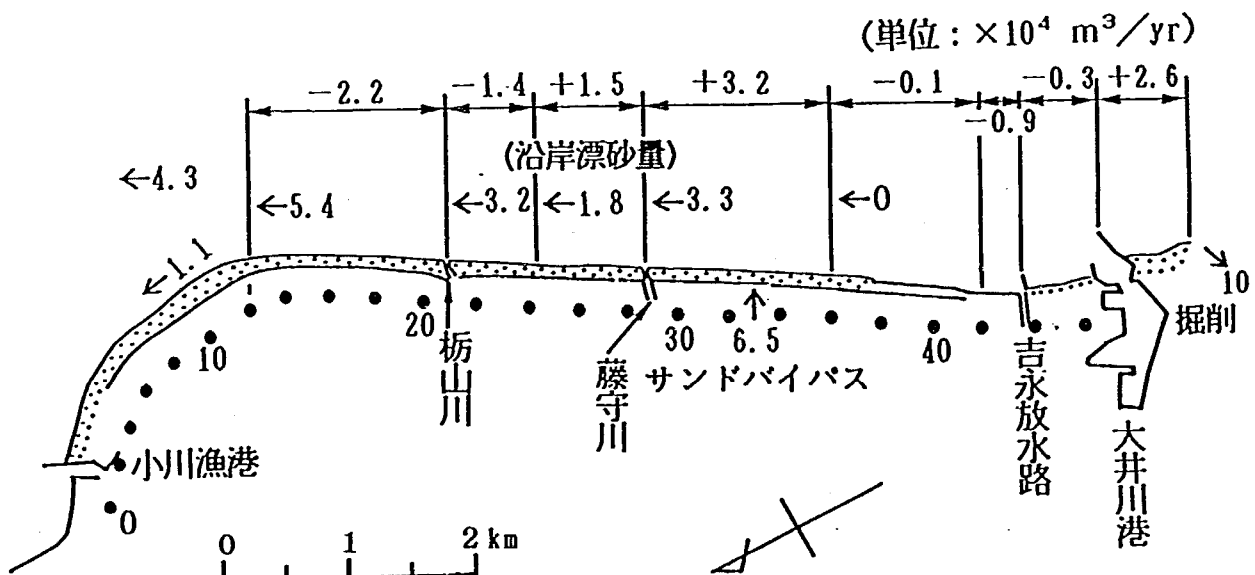


図-3.9 駿河海岸の土砂収支模式図

3.5 結 論

本研究の主要な要点を列挙すると次のようである。

- ①駿河海岸では沿岸漂砂の均衡が失われたため海岸北部を中心として侵食が進んでいる。また大井川港～藤守川河口の間では消波堤や短突堤が設置されたため汀線は保持されているが、景観上劣る海岸線となった。
- ②海浜断面形の比較によれば、当海岸では顕著な地形変化は－7 m以浅でのみ見られた。この水深は当海岸における地形変化の限界水深にほぼ相当する。また、この限界水深は、過去の研究（例えば、武内ほか、1984）における推定値とも良く一致する。
- ③1985年と1990年の深浅測量データをもとに、各地区ごとに海浜土砂量の経年変化割合を算出し、当海岸の土砂収支を図－3.9としてとりまとめた。これによると枋山川～和田鼻の間では流出土砂量の方が大きく、しかもそれが最終的に和田鼻沖の急斜面または海底谷へと流失してしまうことが分かった。このことは、この区間について海浜の安定化を急速に進めるべき必要性を示している。

参 考 文 献

- 宇多高明・小林正一・種岡虎男（1988）新潟県市振海岸における海岸構造物設置に伴う海浜変形：地形，Vol. 9，pp. 35－52.
- 宇多高明・小俣 篤（1989）海岸から深海への土砂損失機構調査報告書：土木研究所資料，第2730号，80 p.
- 宇多高明・館 克彦（1989）駿河湾西岸の海浜変形実態：土木学会第44回年講演概要集，pp. 782－783.
- 宇多高明・中村瑛佳・大石英男（1990）駿河海岸の和田鼻砂嘴周辺の海浜変形：土木学会第45回年講演概要集，pp. 670－671.
- 武内達夫・宇多高明・中島秀樹・青山春男（1984）駿河海岸における海浜地形変化の解析：土木学会第31回海岸工学講演会論文集，pp. 360－364.

第4章 海底谷への土砂流出対策工の検討

4.1 まえがき

第2章では駿河海岸が砂嘴地形の一部を構成する海岸であり、構造的に侵食を受け易い特性を有することを明らかにした。また、第3章では駿河海岸全体の土砂収支について述べ、侵食対策の一環として行われているサンドバイパスの投入土砂量の約70%が海底谷へと流出していることを指摘した。これらを考慮すると、長期的意味より駿河海岸の保全を図る上で海底谷への土砂流出を防止することが是非とも必要なことが理解される。海底谷への土砂損失機構についてはいまだ不明な点が多い（宇多・小俣，1989）が、漂砂は波や流れによって運ばれるものであるから、それらを制御すれば漂砂も制御できるはずである。そこで、まず和田鼻砂嘴周辺の海浜流の特性を調べ、その流れを制御することを通じて土砂の流出防止を図る手法について検討する。

4.2 実験方法

実験には大型平面水槽（40×30×4 m）を用いた。水槽内にコンクリート製の海底谷模型を縮尺1/100で製作した（図-4.1）。作用波の条件は、暴浪時を想定し、換算沖波波高4.5m、周期12sの規則波とした。実験はフルード則にしたがうものとし、まず和田鼻周辺の海浜流の特性を調べ（ケース①）、次にそれを制御する構造物として大規模離岸堤、および人工岬を設置した場合の海浜流の特性を調べた（図-4.2参照）。ここで、大規模離岸堤は通常施工される離岸堤より堤長、離岸距離ともに長いため、特に「大規模」と呼ぶこととした。また、人工岬は先端水深を大きくとり、沿岸流を完全に遮断できるものとした。大規模離岸堤は堤長300m、幅10mの不透過、非越波構造とし、離岸距離はケース②では300m（設置水深約10m）、ケース③では150m（設置水深約5m）とした。大規模離岸堤周辺には異形ブロックを乱積みし、堤体からの波の反射を防止した。人工岬は幅10mで汀線と直角方向に設置した。汀線から人工岬の先端までの距離はケース④で200m（先端水深約7m）、ケース⑤で300m（先端水深約10m）とした。人工岬周辺には大規模離岸堤の場合と同様、異形ブロックを乱積みし、堤体からの波の反射を防止した。

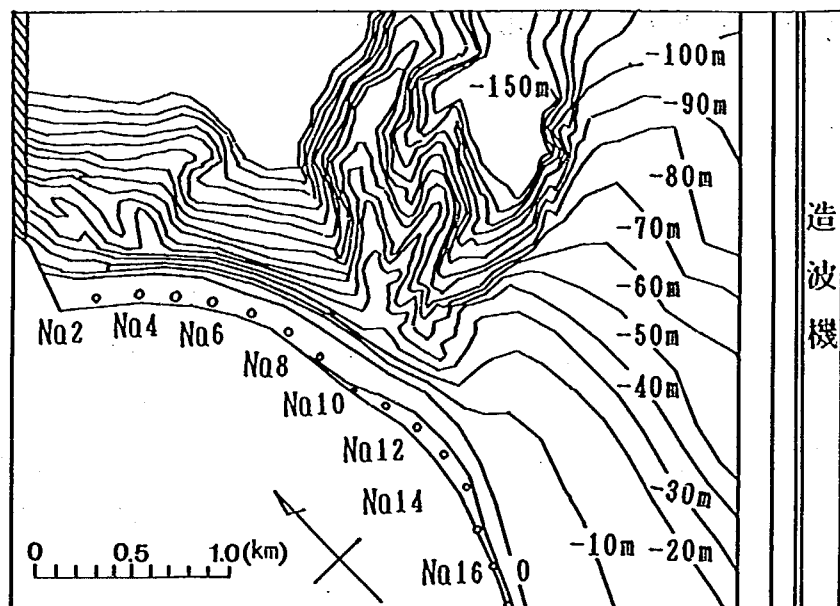


図-4.1 駿河海岸の海底谷模型

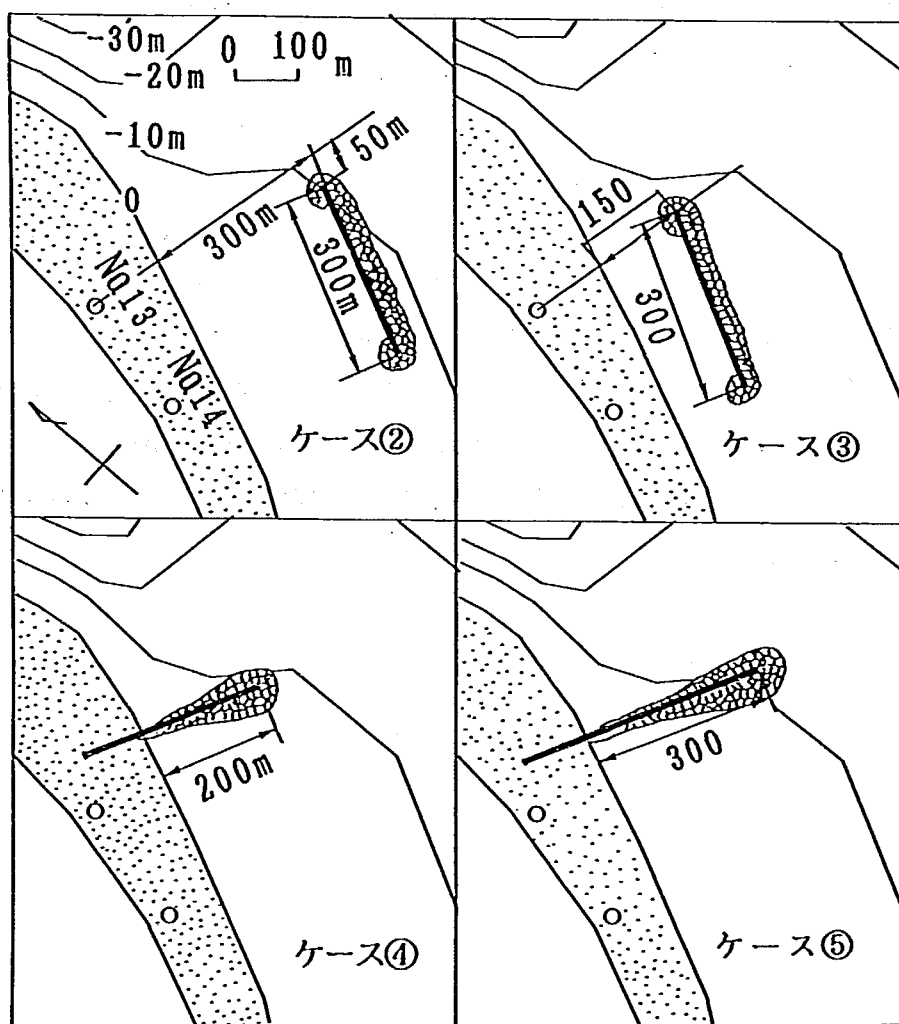


図-4.2 大規模離岸堤と人工岬の諸元

4.3 実験結果

構造物を設置しない場合（ケース①）の流況を図-4.3に示す。No12より南側海岸では汀線に沿う強い流れが見られる。この沿岸流はNo12付近より減衰しつつ、海底谷の入口で汀線と平行に流れている。このような流れの状況では南からの沿岸漂砂の一部は、流れが減衰するNo12付近に堆積し、また残りの土砂は北側へ回り込むと考えられる。

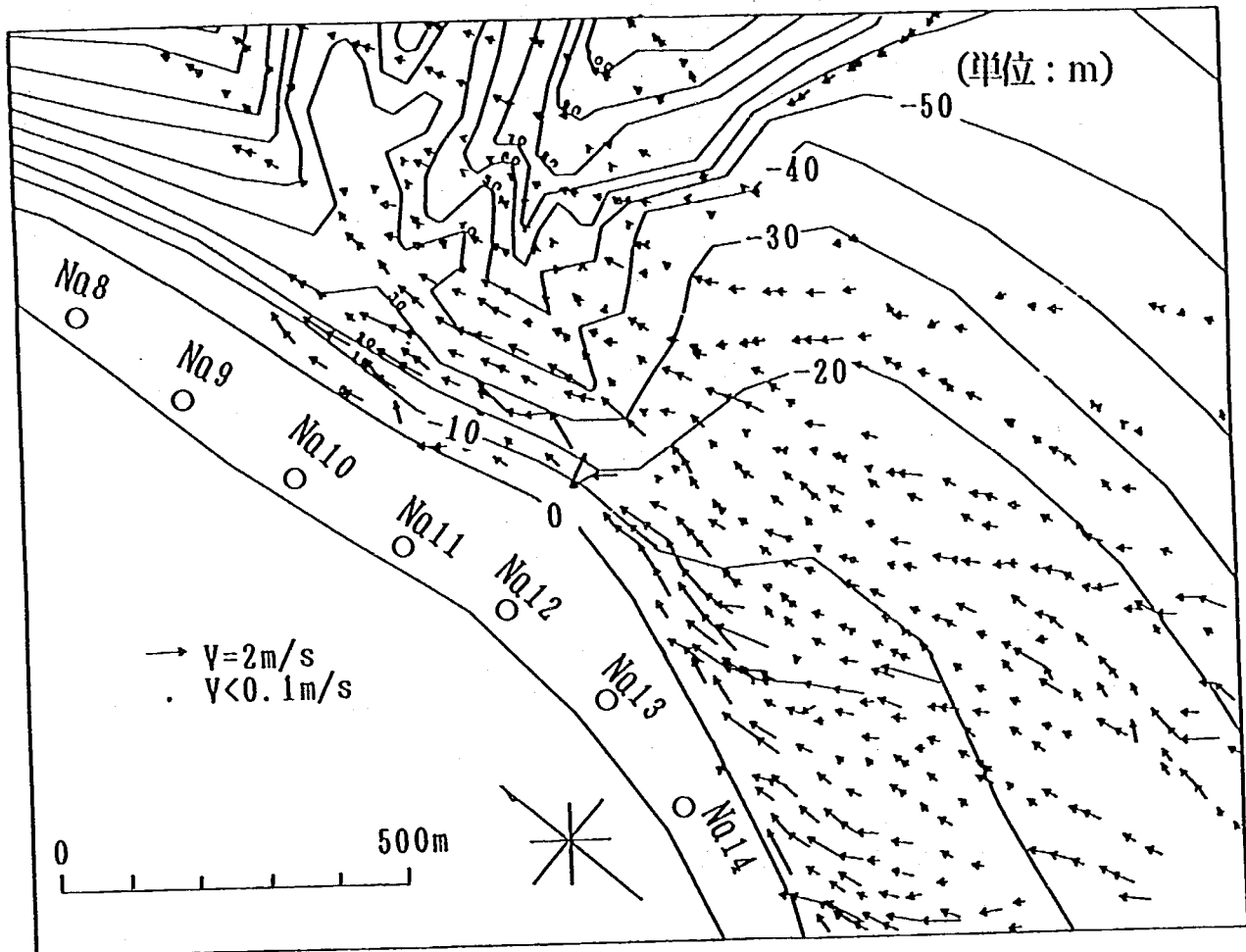


図-4.3 海浜流の流況（ケース①）

離岸距離300mの大規模離岸堤を設置した場合（ケース②）の流況を図-4.4に示す。南側より大規模離岸堤背後へと流れ込んだ沿岸流は、蛇行しつつ下手方向へと流出した。大規模離岸堤の斜め北側背後には循環流が生じ、汀線付近では流向が逆転しているものの、全体的に沿岸流は下手方向へ流出している。このような流況より判断すると、南側からの沿岸漂砂は最終的には大規模離岸堤の背後より流出してしまい、海底谷への土砂流出を防止する上では効果的でないと考えられる。

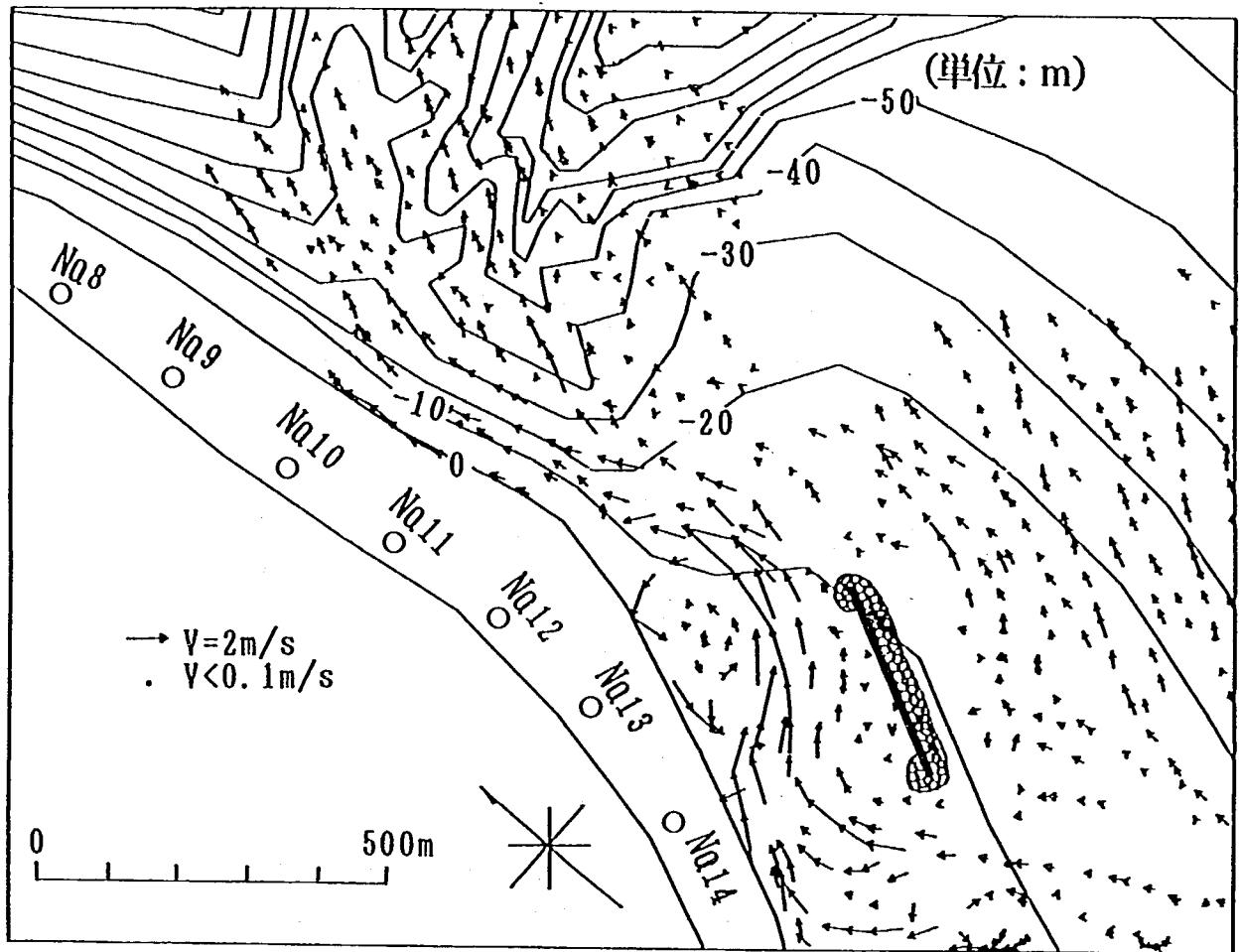


図-4.4 海浜流の流況 (ケース②)

大規模離岸堤の堤長を変えずに離岸距離を150mと短くした場合 (ケース③) の流況を図-4.5に示す。大規模離岸堤背後において沿岸流が蛇行しつつ下手方向へと流出する状況はケース②と同様である。しかし、離岸距離が短くなったために、大規模離岸堤背後はケース②より静穏になり、背後域の流れの流速は減少した。この意味からケース③はケース②より海底谷への土砂流出を防止する上では効果的と思われる。しかしながら離岸堤の背後では流速は低下するものの、この場合も沿岸流は通過してしまうので、これとともに沿岸漂砂も北向きに流出してしまい、長期的に見れば土砂の流出を防止することができなくなる。この意味より、大規模離岸堤はコストの割に土砂流出防止策としては有効でないと言える。

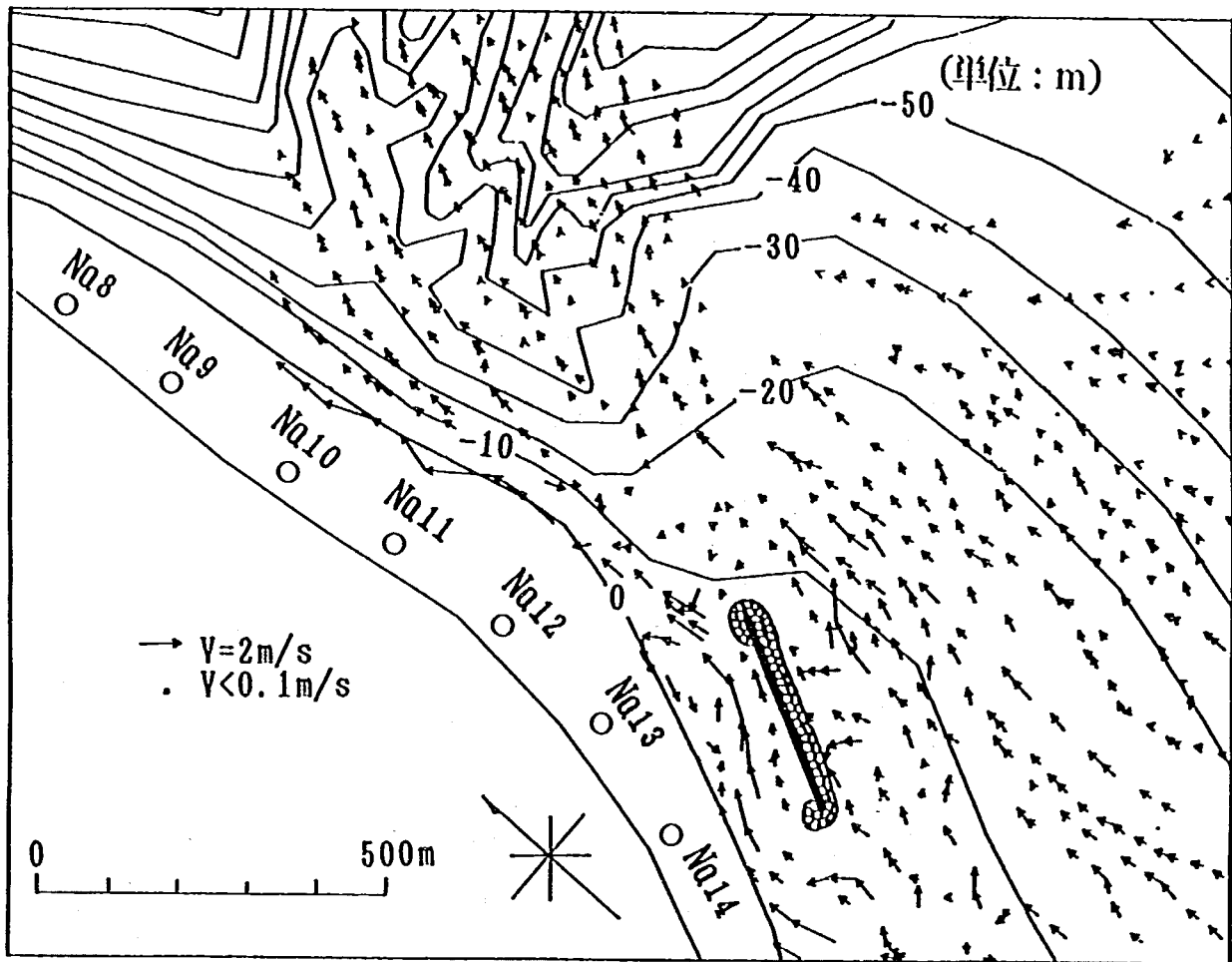


図-4.5 海浜流の流況 (ケース③)

大規模離岸堤が効果的でないことから、次に人工岬について検討を試みた。まず、堤長200mの人工岬を配置した場合 (ケース④) の流況を図-4.6に示す。人工岬の上手側では沿岸流が遮られ、人工岬に沿う離岸流となった。一方、人工岬の下手側では沿岸流や海底谷へと続く流れは見られない。同様に図-4.7には人工岬の堤長を300mと長くしたケース⑤の流況を示す。ケース④とほぼ同じ傾向であるが、人工岬の遮蔽域が広がったため人工岬に沿う離岸流が強くなった。

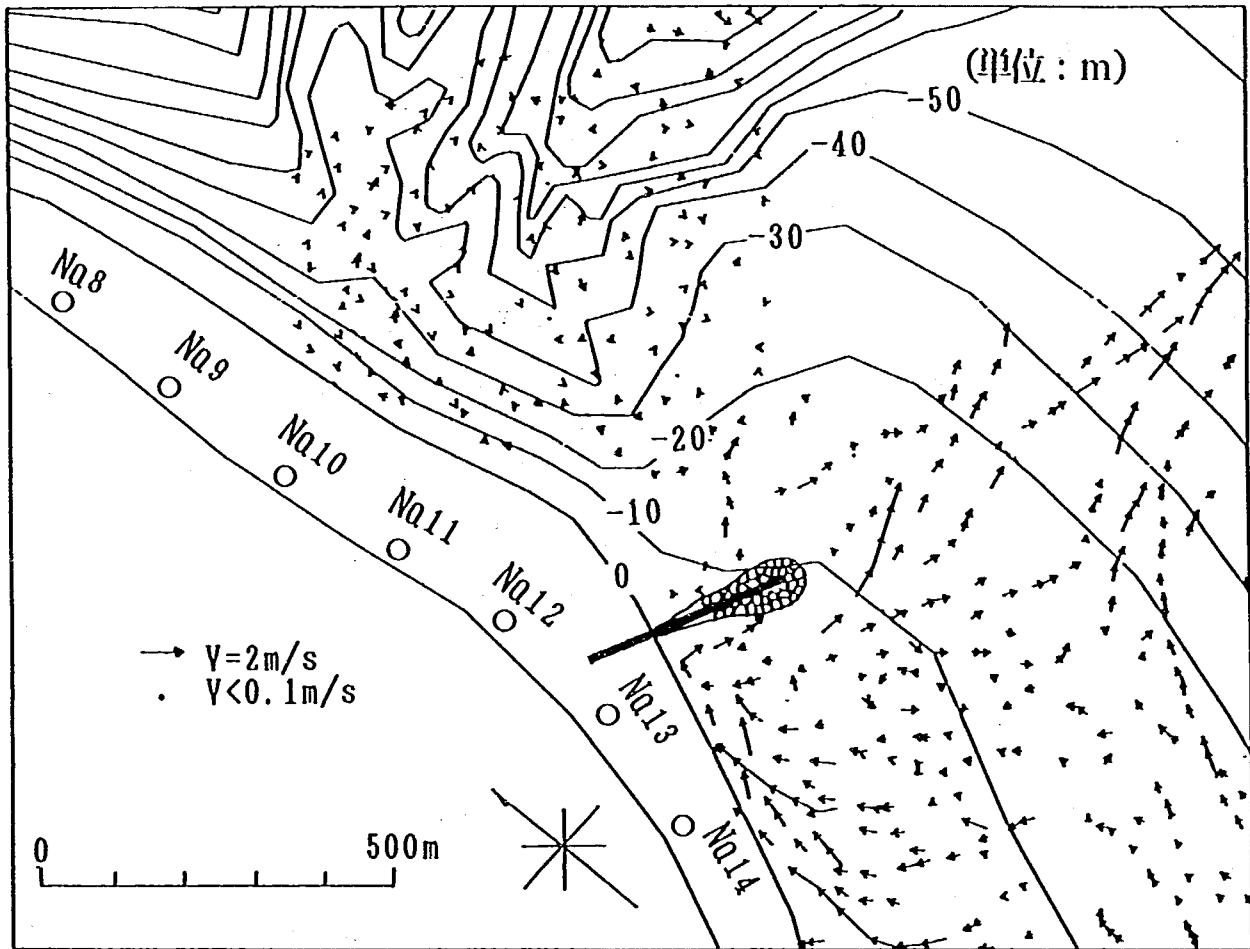


図-4.6 海浜流の流況 (ケース④)

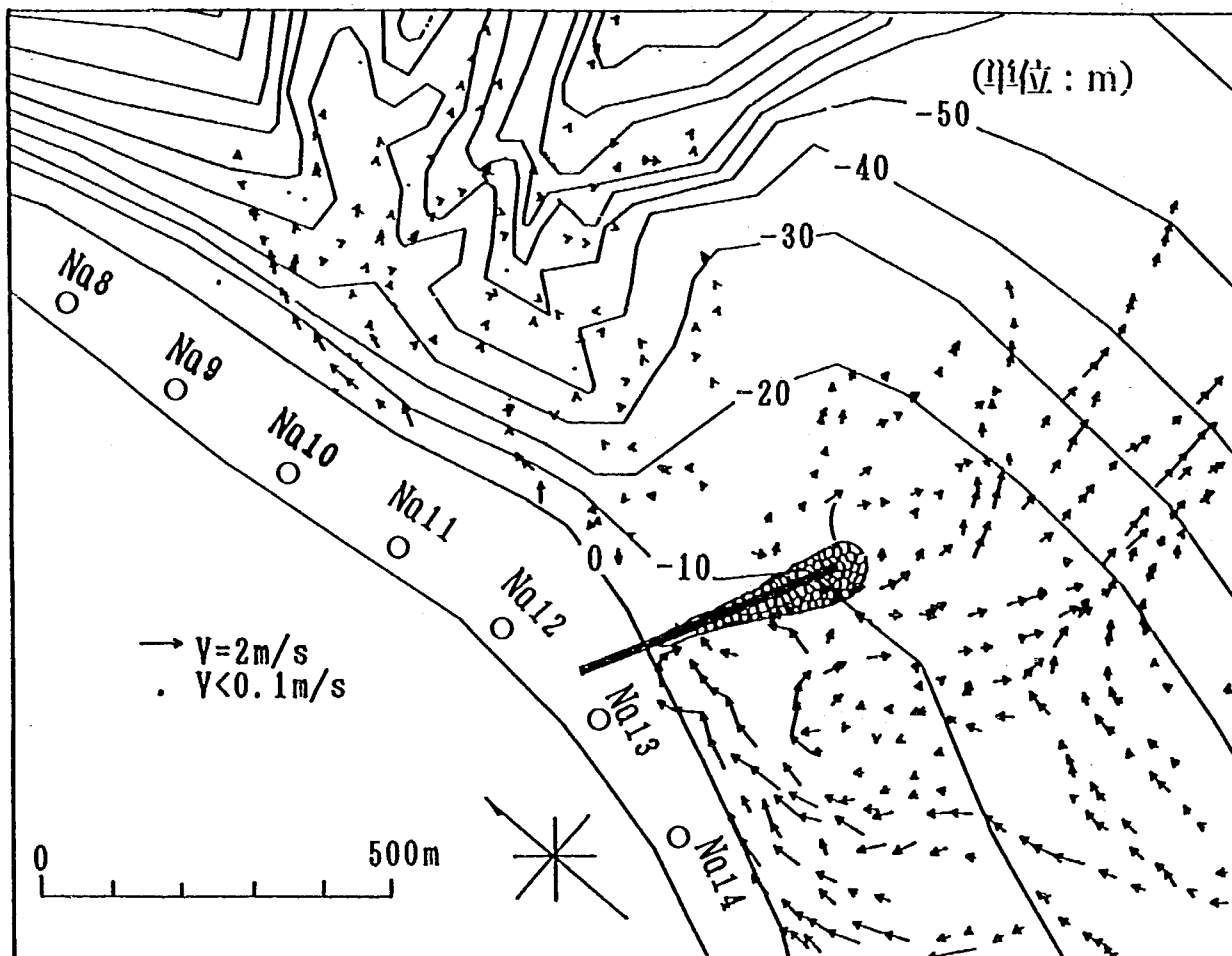


図-4.7 海浜流の流況 (ケース⑤)

以上の流況特性の比較によれば、人工岬は沿岸流を阻止する上で大規模離岸堤よりはるかに効果的であり、土砂流出防止工法として有効であると言える。しかし、人工岬は沿岸漂砂を完全に阻止するため、沿岸漂砂の下手側で新たな侵食を引き起こす可能性が大きい。したがって、この案を選択する場合にはこの点についての十分な検討が必要とされる。

4.4 結 論

固定床実験の結果は以下の3点に要約される。

- ①現況海岸ではNa12より南側で沿岸流が発達し、その流れはNa12で減速しつつ海底谷の谷頭部へと流出した。このような流況により、沿岸漂砂のかかなりの部分がNa12付近に堆積し、一部がさらに北側へと回り込むと考えられる。
- ②不透過の大規模離岸堤を設置したとき、大規模離岸堤背後では沿岸流が蛇行しつつ下手海岸へと流出した。このことは、大規模離岸堤を造っても最終的には大部分の土砂が下手方向へと流出してしまうことを意味する。土砂の流出速度は減少させることはできても、大規模離岸堤では広い海浜を創出することは難しい。
- ③人工岬を設置すると、沿岸流は阻止され、流れは離岸方向へと変化した。これによれば、沿岸漂砂のかかなりの部分が捕捉しうると考えられる。この場合、下手側では沿岸漂砂の大きさによっては侵食が進む可能性がある。したがって、当地区の沿岸漂砂量について十分検討した上で、下手側海浜を安定化させる手法について検討する必要がある。

参 考 文 献

宇多高明・小俣 篤 (1989) 海岸から深海への土砂損失機構調査報告書:土木研究所資料, 第2730号, 80 p.

第5章 土砂流出対策工周辺の海浜変形

5.1 まえがき

第4章では海底谷への土砂流出を防止する工法として人工岬が有効であることを明らかにした。しかし、十分な長さを持った人工岬は漂砂を完全に阻止するため、人工岬を設置した場合その下手側の海浜が著しく侵食され、それによって新たな問題が生じる危険性が大である。そこで、人工岬を設置した場合の海浜変形とその対策について移動床模型実験により検討する。

5.2 実験条件

海浜変形を調べるための移動床模型実験では、底質（砂や石炭粉）の運動に粘性が強く影響するので、フルードの相似則は一般に成立しない。しかし、フルードの相似則に代わる普遍的な相似則は確立していないのが現状である。特に、移動床模型実験では得られた時間スケールを現地に換算する場合には注意が必要とされている（堀川，1973，P. 231）。このため、本実験では定性的な意味より海浜変形現象を検討することとし、次の条件を与えて実験を行う。

①模型縮尺：1/50に想定し、海浜変形の時間スケール以外はフルード相似則にしたがうとする。これにより、波の屈折・回折等の現象の相似性は保たれる。

②実験砂：実験の制約上、中央粒径0.22mmの実験砂を用いる。これは縮尺1/50の場合、現地換算で中央粒径 $d_{50}=11\text{mm}$ の砂となる。駿河海岸のNa14～Na42の区間においては、汀線での底質粒径は $d_{50}=1\sim 15\text{mm}$ であり、 $-2\sim -10\text{m}$ のそれは $d_{50}=0.2\sim 0.5\text{mm}$ である（宇多ほか，1986，P. 8）。実験砂は、汀線付近ではほぼ相似であるが、地形変化の限界水深付近では数十倍（30～70倍）の粒径を持った底質に相当する。したがって波浪条件に歪がない場合、底質は非常に動きにくい状態となる。

③海浜模型の平面形状：沿岸漂砂が卓越するよう、入射波の波峰線に対し海浜模型を傾ける。駿河海岸の侵食域（Na44～Na14）において、過去の海岸線と平行であったと考えられる $-30\sim -50\text{m}$ の等深線は、現在の汀線に対し反時計回りに約 20° 傾いている（図-2.2参照）。そこで、実験では汀線への法線と波の入射方向とが反時計回りに 20° となるように初期海浜模型を整形する。この場合、碎波波向は約 10° となり、右側から左側への沿岸漂砂が卓越することになる。これは、駿河海岸での北向きの沿岸漂砂の卓越に相当する。

④海底勾配：駿河海岸が扇状地の一部であることから、侵食域、堆積域の初期海底勾配は一定とする。当海岸の汀線付近の勾配は約1/7と急であってバー・トラフが存在しないことから、実験では海底勾配は1/5と急にする。

⑤海岸線の変曲点：和田鼻は円弧状砂嘴として突出した堆積地形の一部をなしている。本実験はその中央部での海浜変形を扱うものであるから、円弧状砂嘴を再現させねばならない。そこで、円弧状砂嘴を形成させる条件として、侵食域と堆積域の境に海岸線の変曲点（汀線の方法が極端に変化する点）を設ける。

⑥地形変化の限界水深：実験と現地海岸における地形変化の限界水深を条件①のもとで相似にする。駿

河海岸の地形変化の限界水深は約-6mと求められているから、実験でのそれは-12cmとする。

⑦波浪条件：条件②、⑥の関係から波浪条件を決める。地形変化の限界水深付近の底質粒径は、実験の方が現地条件と比較して大きい(30~70倍)。このため、駿河海岸の地形変化を決めるエネルギー平均波(宇多ほか, 1986, P. 4)を1/50に縮小した波を作用させても地形変化の限界水深を相似にすることはできず、この波を作用させても底質は非常に動きにくくなる。そこで、中央粒径0.22mmの実験砂を用いた既存の実験結果(宇多ほか, 1988a)をもとに、限界水深が-12cmとなるよう $H_0' = 4.6\text{cm}$, $T = 1.27\text{s}$ の実験波を選定する。これは現地換算で $H_0' = 2.3\text{m}$, $T = 9.0\text{s}$ の波浪となる。

5.3 実験方法

波の進行方向の長さが26m、幅26m、高さ60cmの平面水槽を図-5.1のように導波板により仕切り、幅16mの区間で実験を行った。右側の導波板と水槽側壁の交点に原点(O)を取り、波の入射方向にY軸、Y軸と直交する方向にX軸を取った。実験中の水位は平面水槽底面から30cmに保ち、静水面を高さ方向(Z軸)の基準とした。

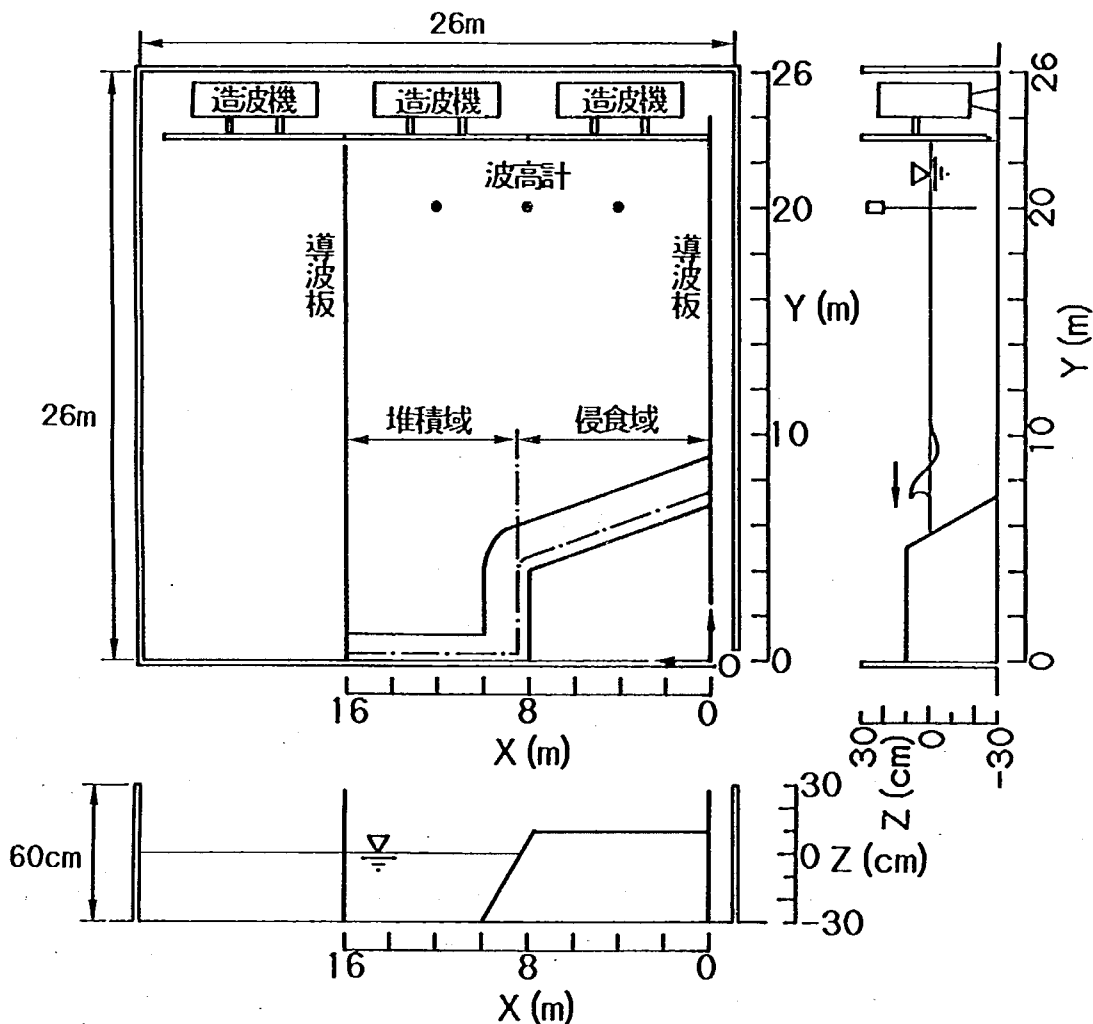


図-5.1 水槽諸元と座標系

海浜模型は $Z = 10 \sim -30\text{cm}$ の範囲を $1/5$ 斜面とし、 $Z = 10\text{cm}$ には平坦面を造った。 $X = 0 \sim 8\text{m}$ 区間の $1/5$ 斜面は X 軸（造波板）に対して 20° 傾いており、 $X = 8\text{m}$ に海岸線の変曲点を設け、 $X = 8 \sim 10\text{m}$ 区間は Y 軸と平行な $1/5$ 斜面とした。 $X = 10 \sim 16\text{m}$ 区間には消波を目的として X 軸方向に一般的な $1/3$ 斜面を整形した。

実験では入射波、碎波波高・碎波波向、流況、汀線形状、海浜断面形状を測定した。以下に測定方法とその目的を述べる。

①入射波：海浜模型沖側（ $Y = 20\text{m}$ ）の3地点（ $X = 4, 8, 12\text{m}$ 、水深 30cm ）において波高と周期を測定する（図-5.1参照）。この測定は、設定した波浪条件もとで実験が行われたことを確認することを目的とする。また、3地点で経時的に波高を測定することにより、入射波の時空間的な変動を検討するためのデータを得る。

②碎波波高・碎波波向：沿岸漂砂は、碎波によって生じた沿岸流により海浜物質が輸送される現象である。したがって、沿岸漂砂による海浜変形の実験では、碎波波高・碎波波向の測定が不可欠である。そこで、 X 軸方向に 0.5m 間隔で設けた測線上で碎波位置、碎波波高・碎波波向を測定する。

③流況：②と同様の理由から、碎波現象によって生じる沿岸流を測定する。波作用時にフロートを投入し、真上からのビデオ撮影によりフロートを追跡して流況を測定する。

④汀線形状：汀線の経時変化を調べるために、汀線形状を測定する。波を止めた状態において、沿岸方向に 0.1m 間隔で X 軸から汀線までの距離を測定する。汀線形状の比較より海浜変形特性を把握する。

⑤海浜断面形状： X 軸方向に 0.5m 間隔の測線を設け、その測線上において 0.1m 間隔で海浜断面形状を測定する。地形変化の限界水深を把握するとともに、等深線図を作成し、地形特性を検討する。

5.4 実験結果

実験は2ケース行った。ケース①では海底谷への土砂流出を防止するために人工岬を設置した場合の海浜変形を、また、ケース②では予想される人工岬下手側の侵食への対策としてヘッドランド群を設置した場合の海浜変形を調べた。なお、沿岸漂砂を下手側へ流出させずに、大井川河口から構造物までの区間を1つの閉じた漂砂系にするという意味から、ここでは海底谷への土砂流出防止構造物を人工岬と呼ぶ。また、人工岬の下手側は、比較的小規模な突堤状の構造物により静的に安定な海浜を形成させることから、この構造物群をヘッドランド群（土屋、1984）と呼ぶ。

(1) 和田鼻砂嘴周辺地形の再現結果

まず、整形された海浜模型に波（ $H_o' = 4.6\text{cm}$ 、 $T = 1.27\text{S}$ ）を8時間作用させ、駿河海岸のNo44～No0区間の地形特性を再現した。ここでは、駿河海岸の長期的な地形変化の再現性に重点を置いて実験的検討を進める。

波作用前の地形を図-5.2に示す。地形の整形範囲は $Z = -10 \sim -30\text{cm}$ であるが、図には $Z = 8 \sim -28\text{cm}$ の間の 4cm （現地換算で 2m ）間隔の等深線形状を示した。各等深線は各々平行であり、その間隔もほぼ等しい。

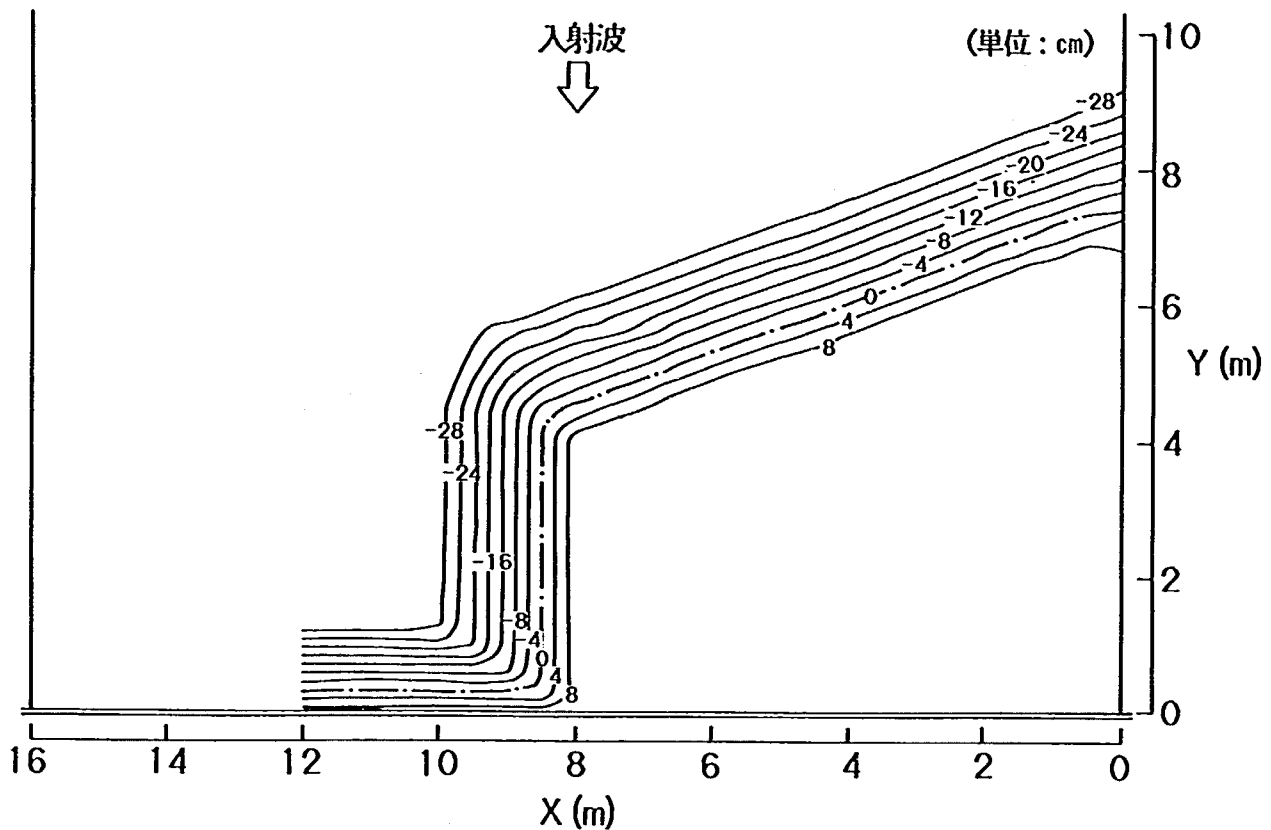


図-5.2 初期地形

図-5.2の地形に波を作用させた直後における碎波波高，碎波波向の沿岸方向分布を図-5.3に示す。破線で汀線形状，矢印の先端で碎波点位置，矢印の方向で碎波波向，矢印の長さで碎波波高を示した。X=0～8m区間において，碎波波高は $H_b=3.8\sim7.2\text{cm}$ の値を示し，その平均値は $\overline{H_b}=5.8\text{cm}$ である。また，汀線への法線に対し時計回りを正としたとき，碎波波向は $\theta_b=1\sim18^\circ$ の値を示し，その平均値は $\overline{\theta_b}=8^\circ$ である。海岸線の変曲点付近（X=8.5m）では，碎波波高や碎波波向の値は大きく変化しており，入射波が大きく屈折・回折していることが分かる。X=9～10m区間では，海岸線の変曲点で入射波が変形した影響で碎波波高は低くなっている。X=10～12m区間では，碎波波高の値はX=0～8m区間の平均値とほぼ同じで，碎波波向は $\theta_b=0^\circ$ に近い値となる。

図-5.3の碎波条件に対応した海浜流の流況を図-5.4に示す。X=0～8m区間では左向きの沿岸流が見られ，X=8～10m区間では波の進行方向に強い流れ（以下岸向き流れ）が生じている。X=10～12m区間では，再び左向きの流れとなる。流れは全体として汀線に沿っており，海岸線の変曲点（X=8.5m付近）においても流れの離岸現象は見られない。X=0m，16mには導波板があるため，水槽内では時計回りの循環流が生じている。

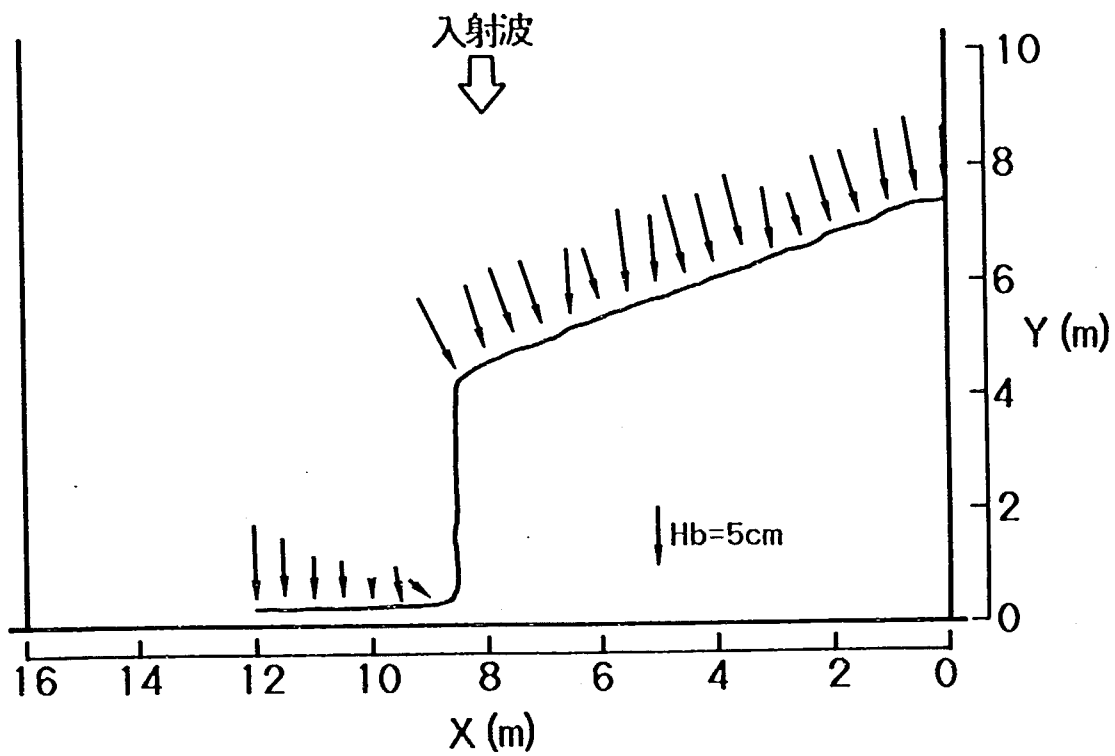


図-5.3 初期地形条件における砕波波高と砕波波向の分布 (ケース①)

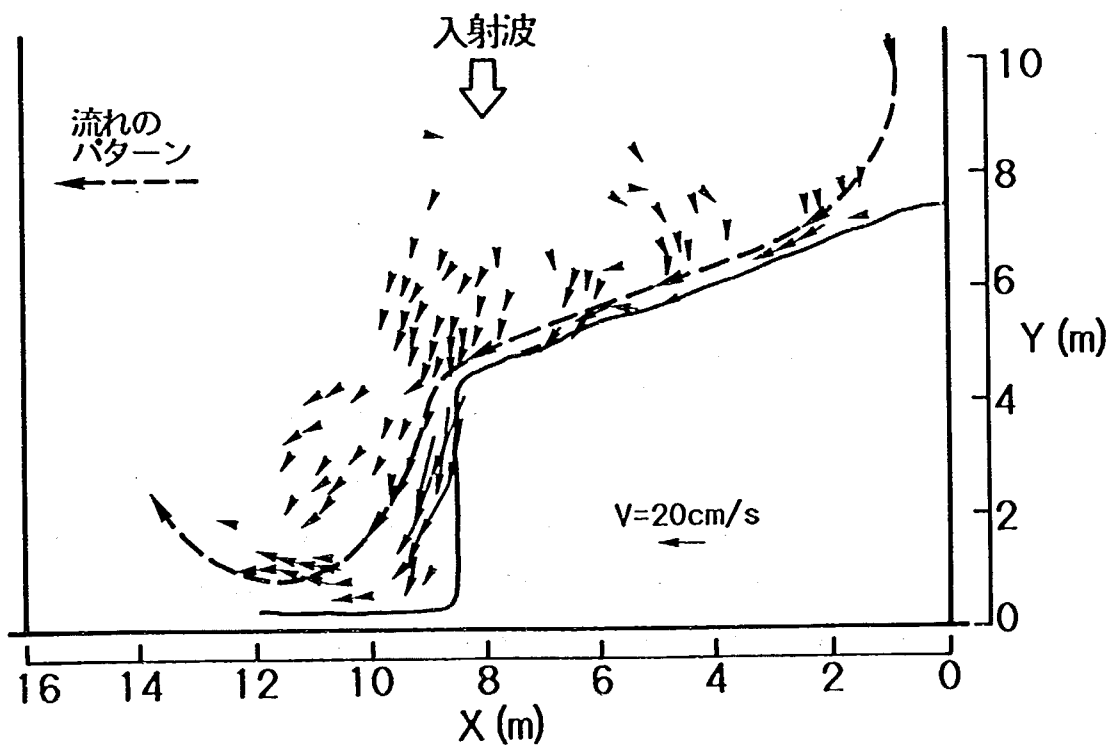


図-5.4 初期地形条件における海浜流の流況

このような碎波条件と流れのもとでの汀線変化を図-5.5に示す。図には初期汀線を実線で、ケース①の汀線を破線で、ケース②の汀線を一点鎖線で示した。ケース①、②の8時間後の汀線形状はほぼ同じであることから実験の繰り返し再現性は高いと言える。 $X = 0 \sim 8.5\text{m}$ 区間では汀線がほぼ平行に約1m後退し、 $X = 8.5 \sim 10.5\text{m}$ 区間では汀線が前進し、汀線形状は円弧状になった。駿河海岸における和田鼻砂嘴の平面形状もほぼ円弧状であることから、実験室において和田鼻砂嘴が再現されたことが分かる。

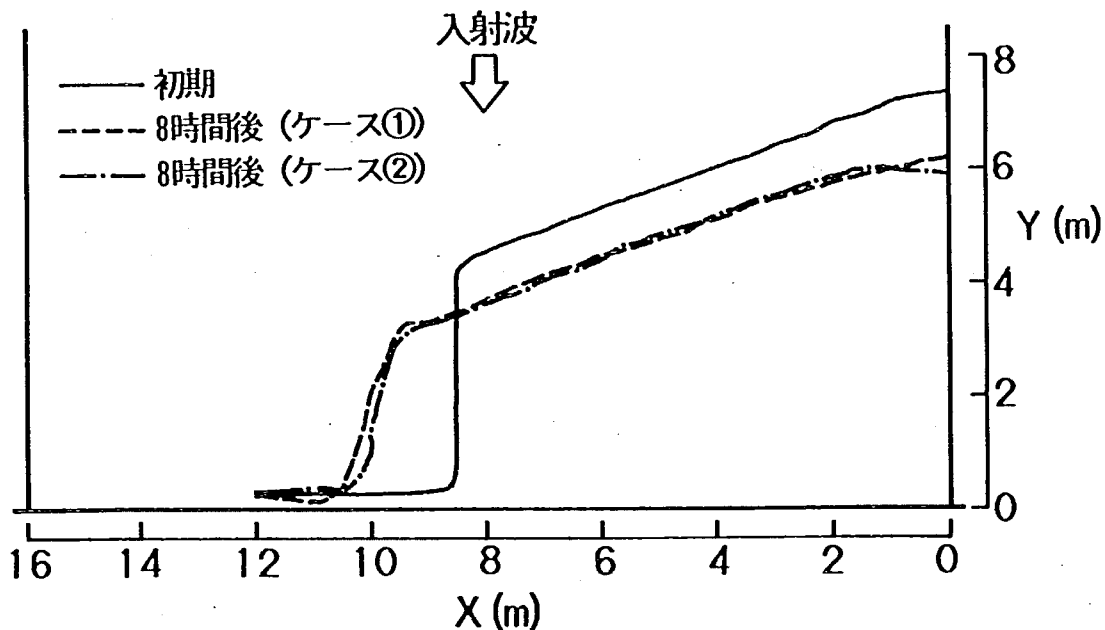


図-5.5 初期と8時間後の汀線形状の比較 (破線：ケース①，一点線：ケース②)

ケース①、②の波作用後8時間の地形を図-5.6，5.7に示す。図-5.6，5.7の各々の等深線形状はほぼ同じであり、汀線変化(図-5.5)とともに等深線形状についても実験の繰り返し再現性が高いことが分かる。侵食域($X = 0 \sim 8\text{m}$)では、 $Z = -12\text{cm}$ 以深の各等深線は各々平行で、その間隔はほぼ等しい。初期地形(図-5.2)と比較すると、侵食域の $Z = -12\text{cm}$ 以深の等深線は原形を保っている。これに対し、 $Z = -12 \sim -4\text{cm}$ の等深線間隔は約60cmと、初期の20cmよりずっと広がり、また、 $Z = 0 \sim 8\text{cm}$ の各等深線間隔は狭まった。以上より、 $X = 0 \sim 8\text{m}$ 区間は沿岸漂砂によって侵食され、 $Z = -4 \sim -12\text{cm}$ の範囲には侵食緩斜面が、 $Z = 0 \sim 8\text{cm}$ の範囲には浜崖が形成されたことが分かる。この場合の地形変化の限界水深は $Z = -12\text{cm}$ にある。

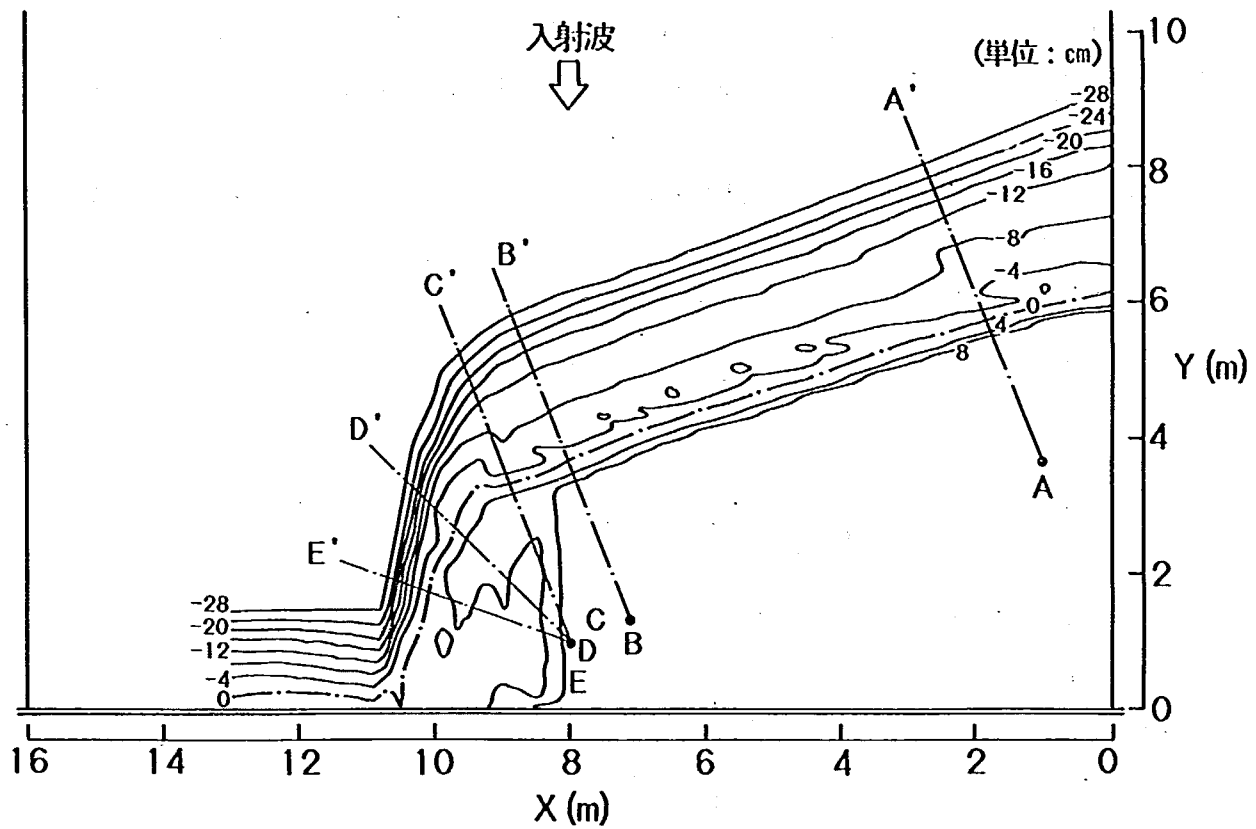


図-5.6 造波後8時間の地形 (ケース①)

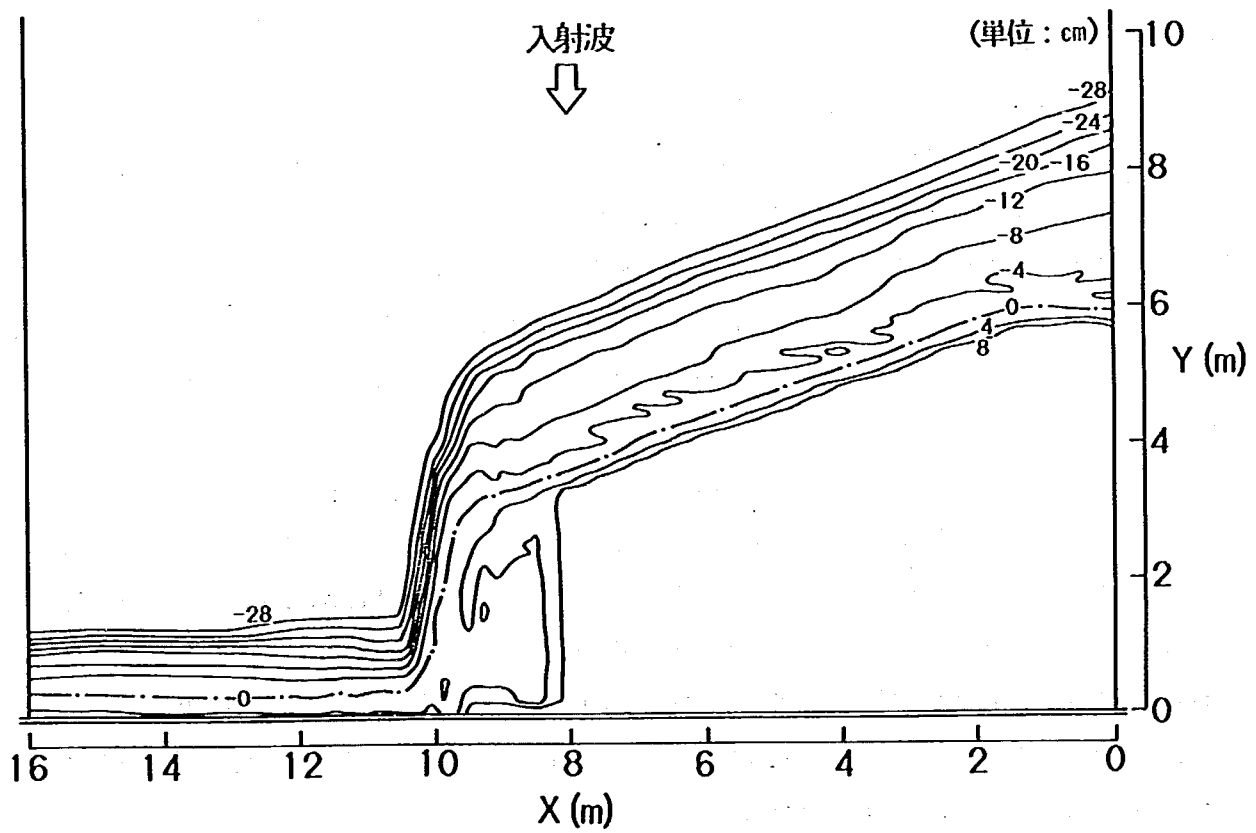


図-5.7 造波後8時間の地形 (ケース②)

一方、 $X = 8 \sim 10.5\text{m}$ の間では等深線の間隔が非常に狭く、 $Z = -8\text{cm}$ 以深の海底勾配は約 $1/2$ と急であるのに対し、陸上部の等高線間隔は広い。以上の点は、沿岸漂砂によって運ばれた砂が堆積して陸上部に平坦面が、海面下には急勾配斜面が形成されたことを示している。

次に、図-5.6の等深線図から断面形状を求めその比較を試みた。人工岬のみ、および人工岬とヘッドランド群を設置した場合における海浜変形後の断面形を比較するために、 $A-A' \sim E-E'$ の5測線を設けた。ここでは、これらの測線のうち $A-A'$ 、 $C-C'$ 、 $E-E'$ 測線の断面特性について述べる。

図-5.6に示す侵食域の $A-A'$ 測線に沿う断面形を図-5.8に示す。ここでは $Z = 8 \sim -4\text{cm}$ は急勾配、 $Z = -4 \sim -12\text{cm}$ は緩勾配、 $Z = -12\text{cm}$ 以深は再び急勾配の断面形状を示す。 $Z = 0\text{cm}$ 付近の断面形は鉛直上方に凹形であり、砂嘴周りで見られる侵食域

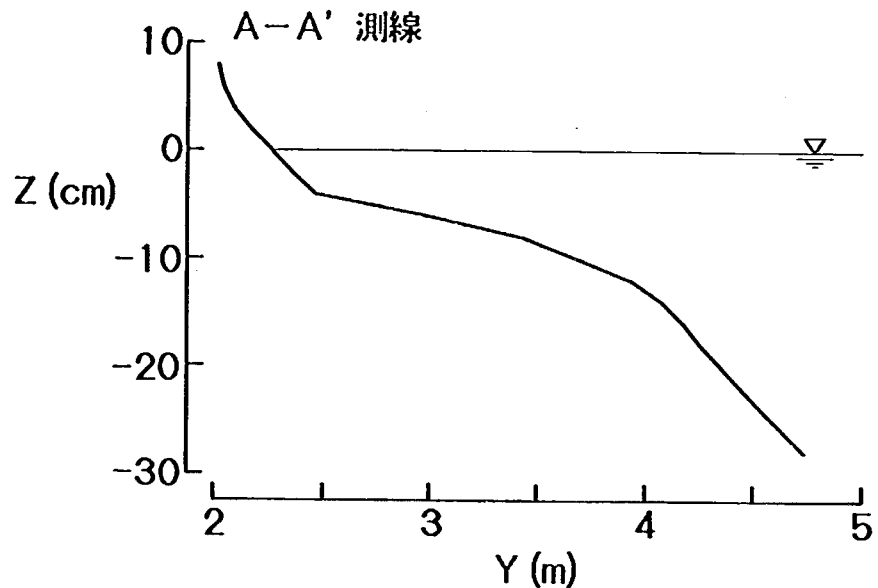


図-5.8 侵食域の $A-A'$ 測線に沿う海浜断面形状

の断面特性(宇多・山本, 1988)と良く一致する。図-5.9には $C-C'$ 測線に沿う断面形状を示す。 $Z = 4\text{cm}$ には広い平坦面が広がり、 $Z = 4 \sim -4\text{cm}$ は急勾配、 $Z = -4 \sim -12\text{cm}$ は緩勾配の斜面となっている。 $Z = 4\text{cm}$ が平坦面であること、 $Z = 0\text{cm}$ 付近では鉛直上方に凹形の侵食断面の特性を示すことから、この断面は一度堆積したあと再び侵食されて形成されたと考えられる。図-5.10は $E-E'$ 測線に沿う断面である。この場合も $Z = 4\text{cm}$ には広い平坦面が広がるが、海底勾配は非常に急である。陸上部に平坦面、海面下に急勾配斜面が見られ、鉛直上方に凸形である点は、砂嘴地形周りにおける堆積域の断面特性(宇多・山本, 1988)を良く表わしている。

ところで図-5.6、5.7の等深線形状および図-5.8~5.10の断面形状は、図-2.2~2.6に示した駿河海岸の地形特性とかなり良い対応を示す。 $X = 0 \sim 8\text{m}$ 区間の $Z = -12\text{cm}$ 以深に初期地形が残された点は、駿河海岸の $\text{Na}44 \sim \text{Na}14$ 区間の $Z = -30 \sim -50\text{m}$ に扇状地形が残された点と対応し、また、 $X = 0 \sim 8\text{m}$ 区間における $Z = 0 \sim -12\text{cm}$ の侵食地形は、駿河海岸の $\text{Na}44 \sim \text{Na}14$ 区間における汀線から $Z = -20\text{m}$ の侵食地形と良く対応する。 $\text{Na}0 \sim 10$ 区間で陸上部に平坦面があり、海底勾配が急である点は、実験では $X = 8.5 \sim 10.5\text{m}$ 区間で $Z = 4\text{cm}$ が平坦面であること、海面下が約 $1/2$ と急勾配の海底となったことで再現された。

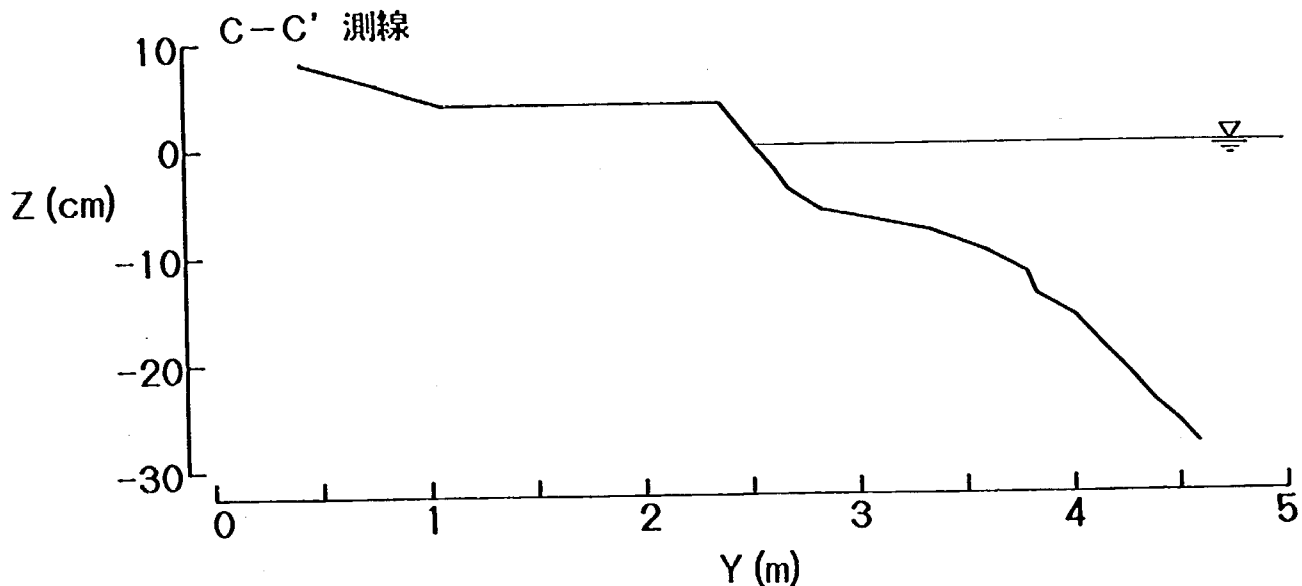


図-5.9 海岸線変曲点付近のC-C' 測線に沿う海浜断面形状

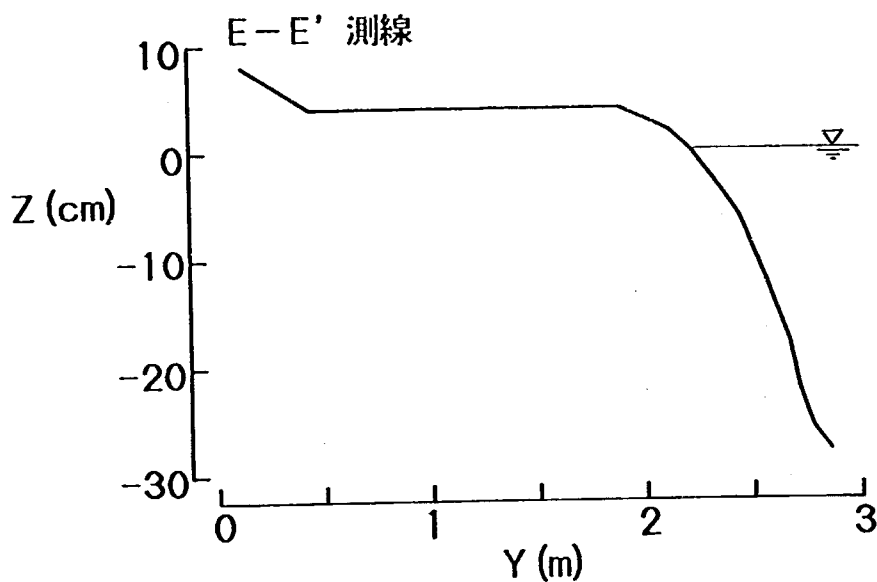


図-5.10 堆積域のE-E' 測線に沿う海浜断面形状

再現された地形（ケース①，図-5.6）周りの碎波波高と碎波波向の沿岸方向分布を図-5.11に示す。X=0～2m区間では汀線に対しほぼ直角に波が入射し，X=2～9m区間ではばらつきはあるものの $\theta_0 \approx 10^\circ$ の碎波波向を示す。X=9～10m区間では円弧状砂嘴が形成されたため，波が屈折して入射している。この碎波条件での海浜流の流況が図-5.12である。X=9m付近で離岸する流れと，そのまま汀線に沿う流れが測定された。X=9m付近で離岸する流れは，駿河海岸を対象とした海浜流計算でも確認されており（宇多ほか，1988b），実験値は計算値とも良い対応を示すことが分かる。また，汀線に沿う流れも，第4章の固定床実験と良い一致を示す。駿河海岸で海底谷へ流出する土砂量は $4.3\text{万m}^3/\text{yr}$ ，No.0～No.10区間へ沿岸漂砂によって運ばれる土砂量は $1.1\text{万m}^3/\text{yr}$ と

推定された（第3章参照）が、これは、図-5.12に示した2つの流れに起因すると考えられる。

以上のように、駿河海岸の長期的な変形、地形特性、および和田鼻周辺の流れなど、海浜変形に関する基本的な現象を再現できた。そこで、図-5.6、5.7の地形を現在の駿河海岸と仮定し、ケース①では人工岬周辺の海浜変形を、ケース②では人工岬の下手側にヘッドランド群を設置した場合の海浜変形を実験的に調べた。

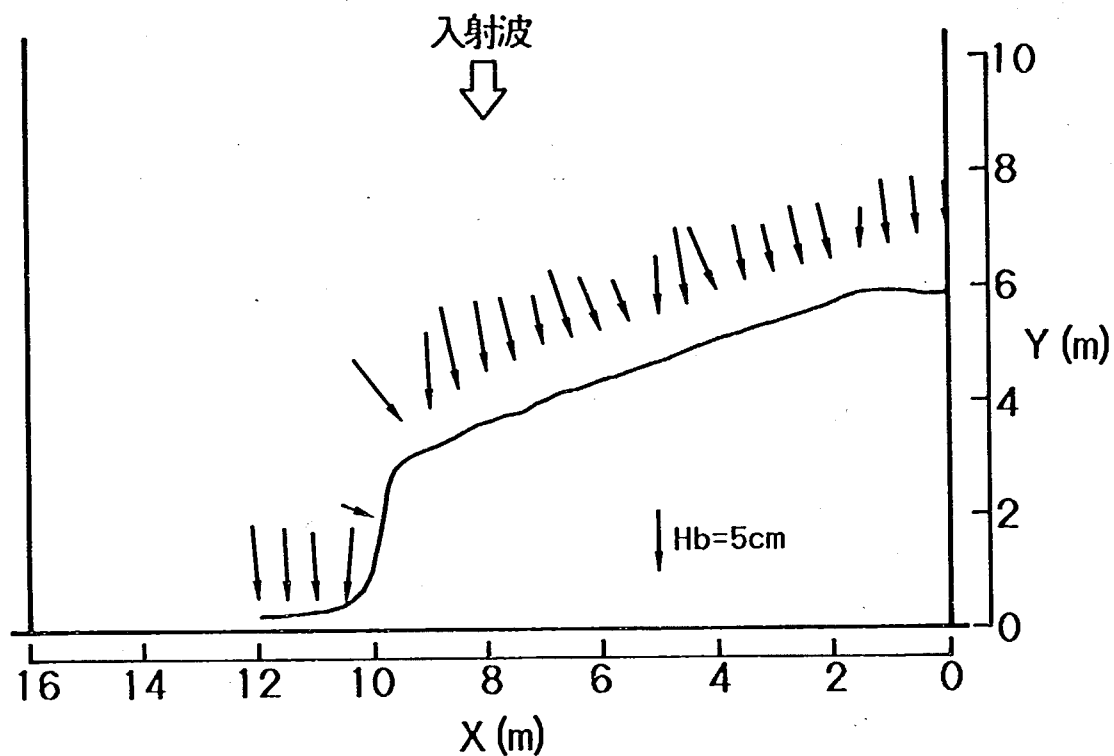


図-5.11 造波後8時間の碎波波高と碎波波向の分布（ケース②）

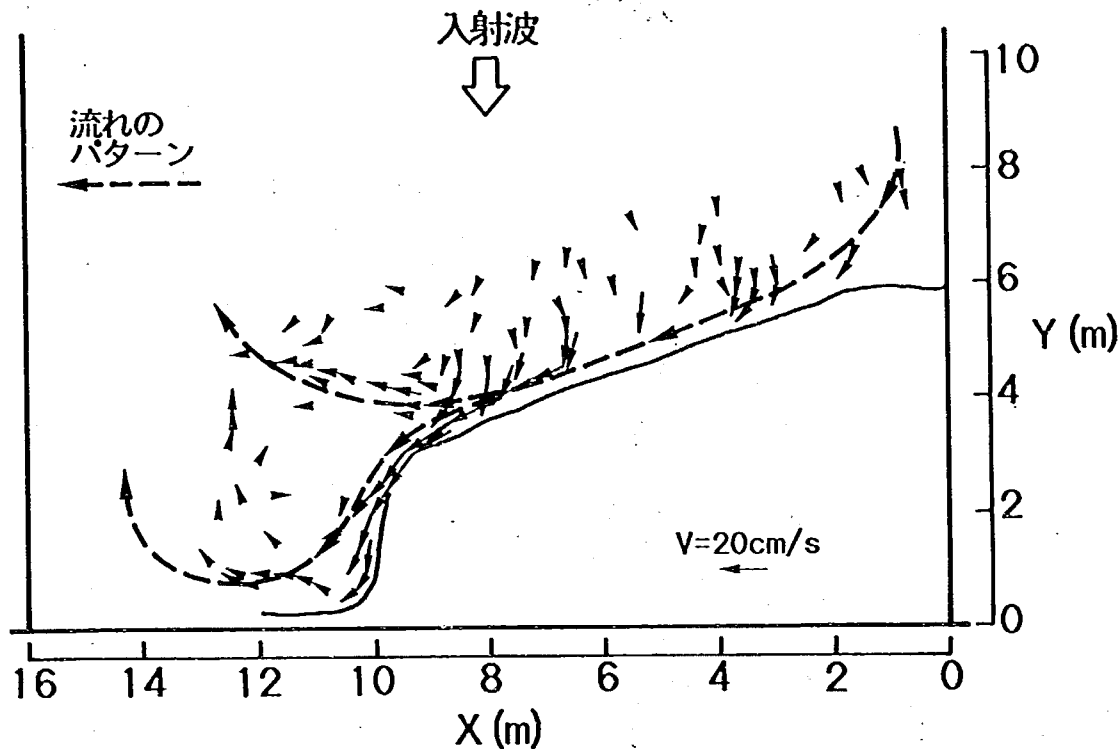


図-5.12 造波後8時間の海浜流の流況 (ケース②)

(2) 人工岬を設置した場合の海浜変形

人工岬を設置した直後の地形を図-5.13に示す。人工岬の設置位置は、駿河海岸のNo14付近の地形特性と同じ特性を示す $X = 8$ m付近とした。 $Z = 8$ cmの等高線と $X = 8$ mとが交差する位置から、波の入射方向に対し反時計回りに 20° 傾けて人工岬を設置した。人工岬は不透過構造で、越波させない天端高とした。先端水深は $Z = -14$ cmとして、地形変化の限界水深である $Z = -12$ cmより深くした。以上の諸元を有するため、人工岬は左向きの沿岸漂砂を完全に阻止することになる。

人工岬設置直後の碎波波高と碎波波向の沿岸方向分布を図-5.14に示す。人工岬の設置に係わらず、碎波波高と碎波波向の分布特性は図-5.11と変わらない。しかし、流れは人工岬設置により大きく変化した(図-5.15)。 $X = 0 \sim 7$ m区間では汀線に沿って右側から左側へと流れているが、 $X = 8$ m付近では人工岬に沿って沖向きに流れている。また、人工岬の左側では人工岬に沿って岸向きの流れが見られ、その流れは円弧状の汀線に沿う沿岸流となる。全体的には、人工岬を境としてその左右に時計回りの循環流が発生した。流れの状況より $X = 0 \sim 8$ m区間の海浜は、右側($X = 0$ m)の導波板と人工岬により1つの閉じた漂砂系となったことが分かる。上手側で人工岬に沿って沖向きに流出する流れは、第4章の固定床模型実験においても見られ、人工岬を設置しない場合と同様に流れに関する再現性は高いことが分かる。

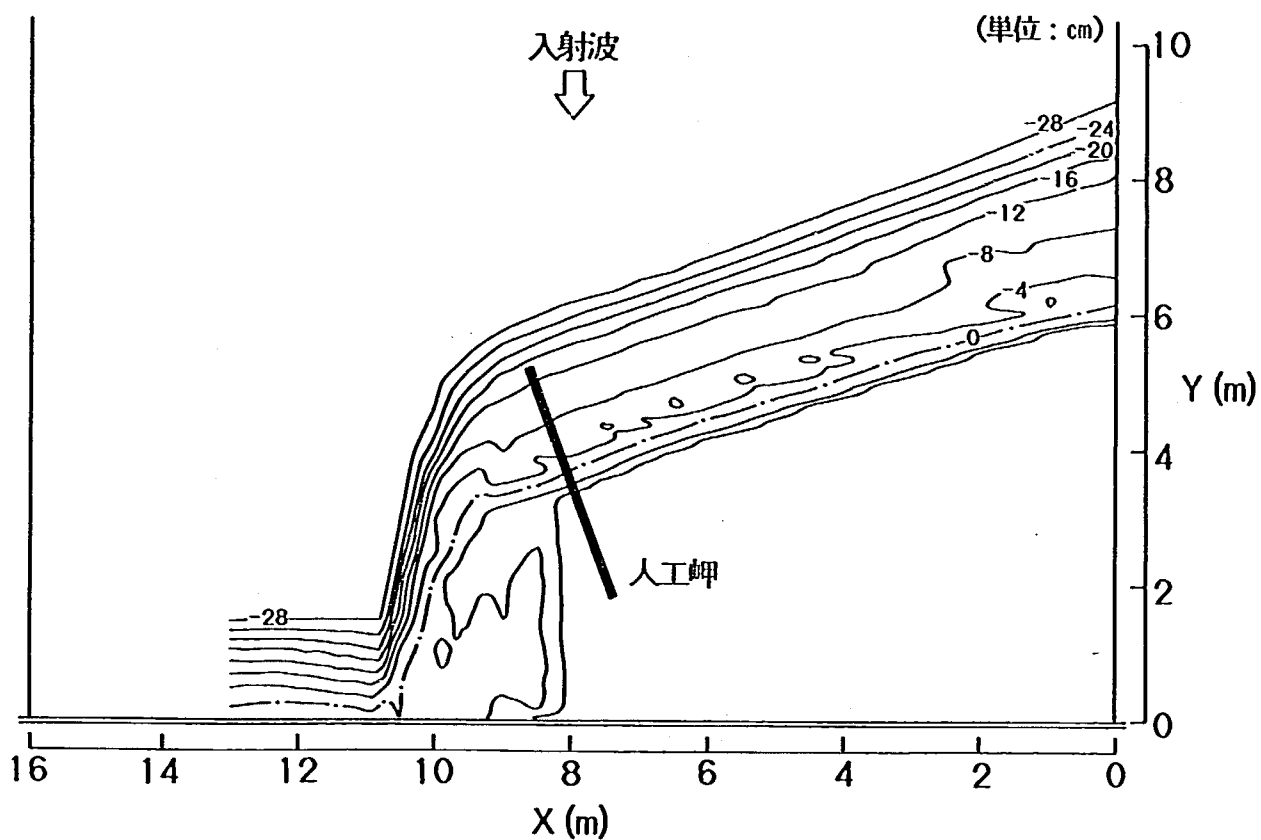


図-5.13 人工岬設置直後の地形

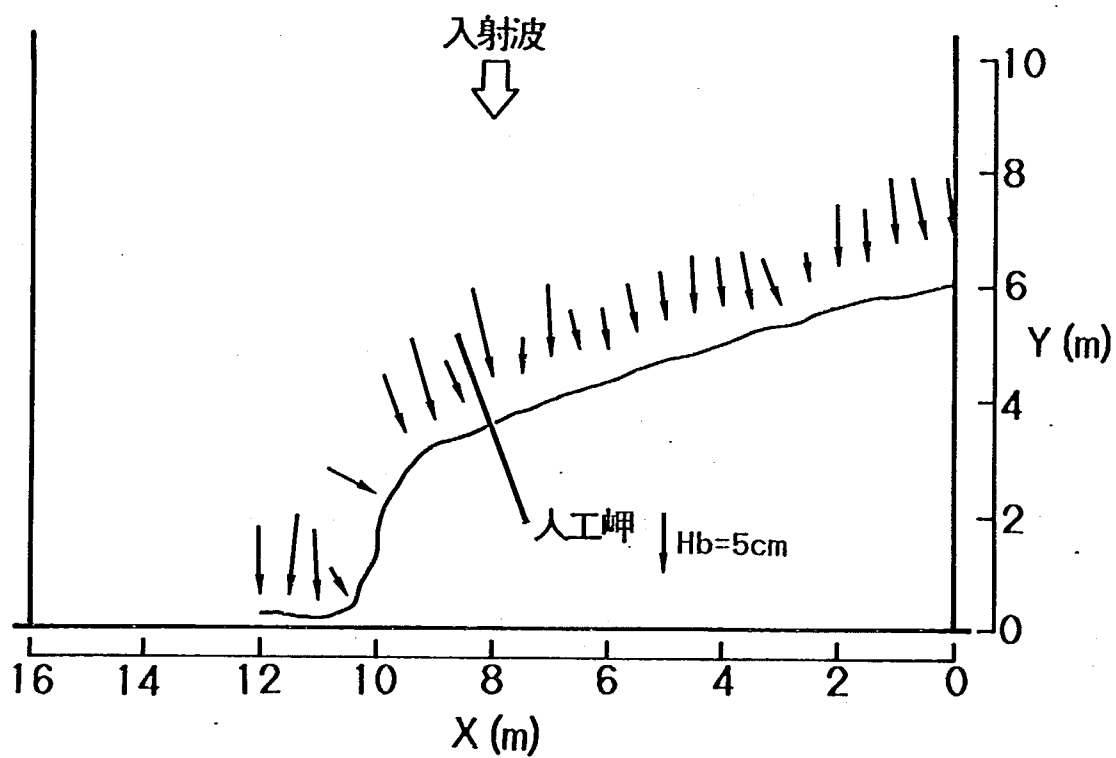


図-5.14 人工岬設置直後の地形条件における砕波波高と砕波波向の分布

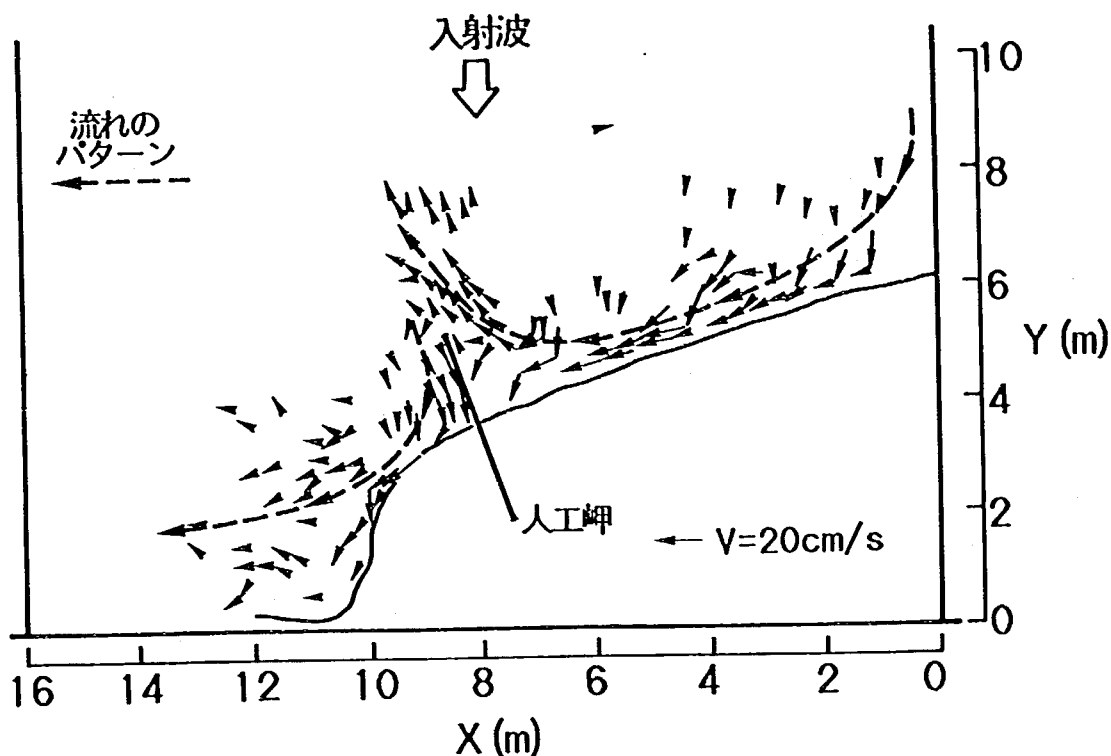


図-5.15 人工岬設置直後の地形条件における海浜流の流況

汀線形状の経時変化を図-5.16に示す。まず、 $X = 0 \sim 8$ m区間の範囲の汀線変化について注目すると、汀線が後退したのは、 $X = 0 \sim 4$ m区間である。この区間では汀線は時間経過とともに後退しているが、侵食される範囲の左端は $X = 4, 2, 1.5$ mと時間経過とともに右側へと移動している。汀線が前進したのは $X = 5 \sim 8$ m区間である。人工岬設置直後から4時間までは汀線が前進した。しかし、4時間から8時間においては汀線はほぼ安定形に近づいた。一方、人工岬の下手側では漂砂の移動が急激に阻止されたため、汀線が急速に後退した。

人工岬設置後4時間の地形を図-5.17に示す。 $Z = -16$ cm以深の等深線形状は図-5.13とほぼ同じで変化していない。人工岬に隣接する $X = 4 \sim 8$ m区間では土砂の堆積によって人工岬に近いほど広い前浜が形成され、 $X = 0 \sim 4$ m区間では $Z = -12 \sim -4$ cmの等深線間隔が人工岬設置直後に比べて広がった。左向きの沿岸漂砂の発達により $X = 0 \sim 4$ m区間では侵食されて広い侵食緩斜面が形成され、 $X = 4 \sim 8$ m区間では土砂が堆積して陸上部に平坦面が、海面下には急勾配の斜面が形成されつつあることが分かる。一方、人工岬の下手側($X = 8 \sim 11$ m)は著しく侵食された結果、 $Z = 8 \sim -12$ cmの等深線が人工岬を境に不連続となり、そこに広い侵食緩斜面が形成された。

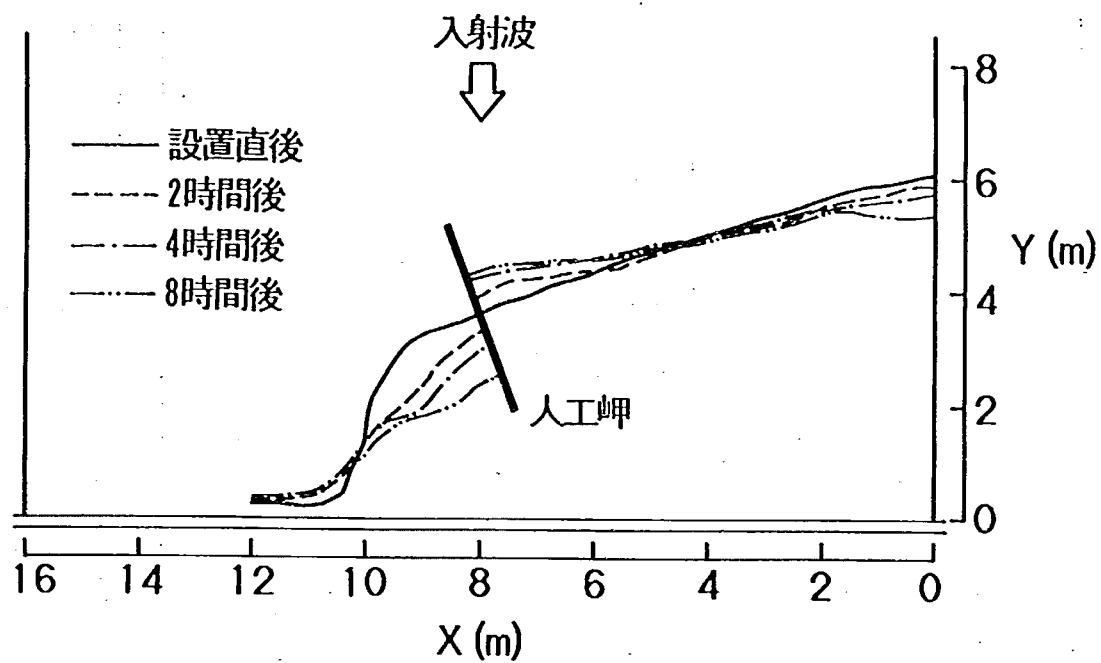


図-5.16 人工岬設置直後からの汀線の経時変化

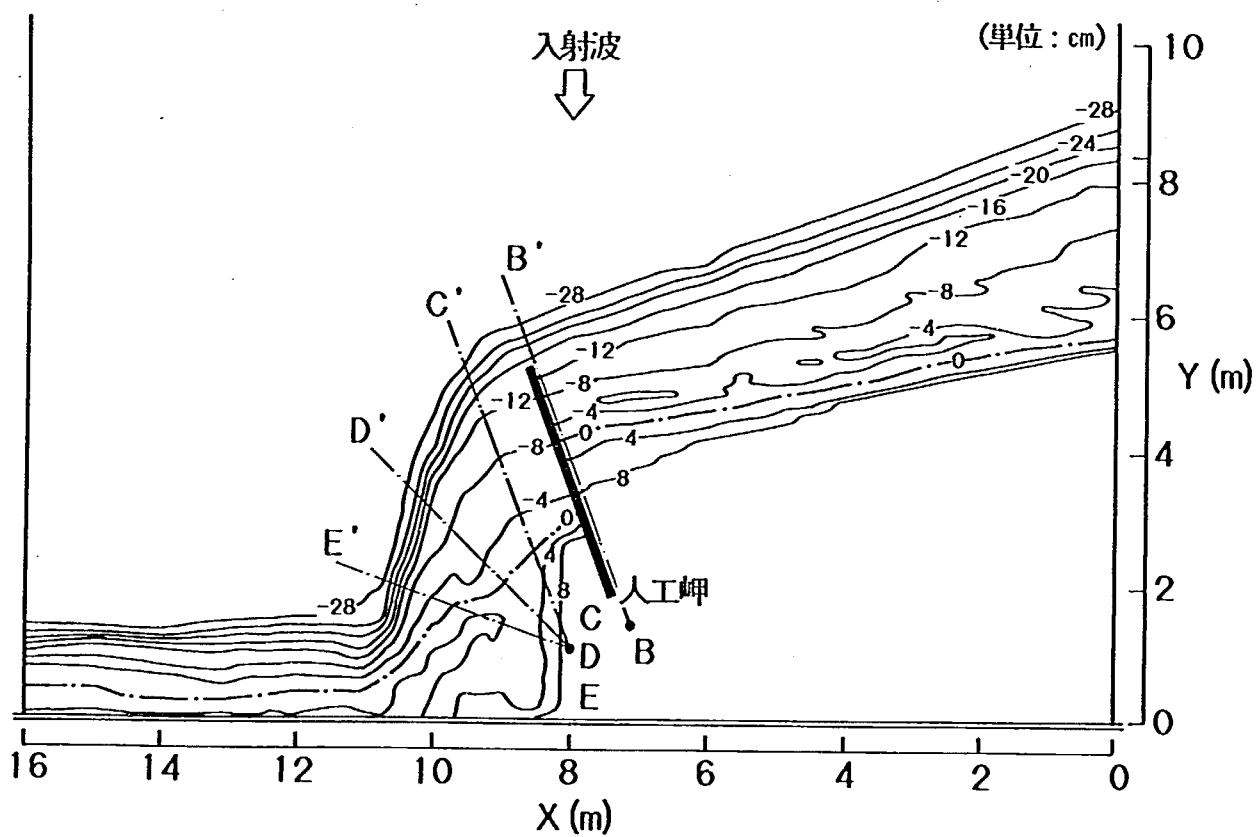


図-5.17 人工岬設置後4時間の地形

人工岬の上手側隣接部 (B-B' 測線) の断面形状を図-5.18に示す。Z = -12cm以深では断面形状の変化はほとんど見られないが、Z = 8 ~ -12cmには砂が堆積し、鉛直方向に凹形の断面形から凸形の断面形へと変化した。人工岬のすぐ下手側のC-C' 測線(図-5.19)ではZ = 8

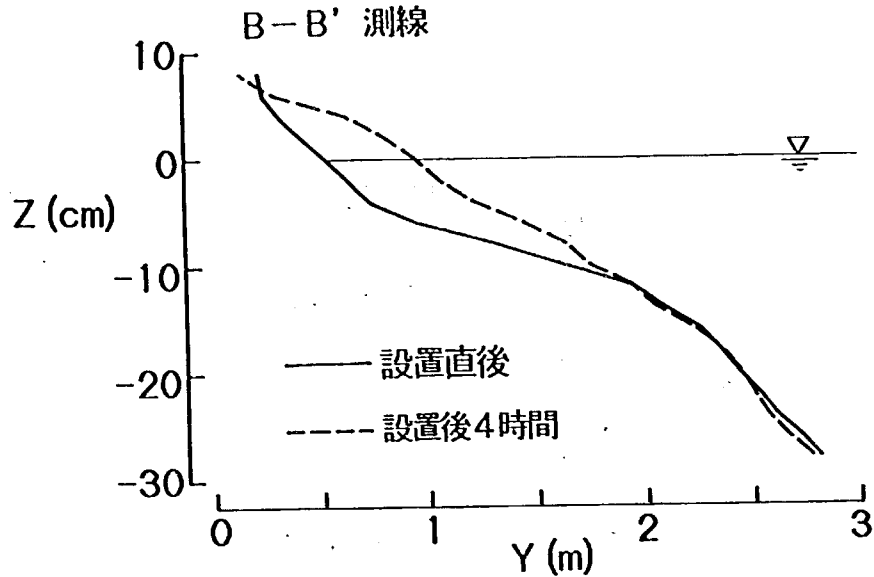


図-5.18 人工岬上手側の海浜断面形状 (B-B' 測線)

~4 cmはほとんど変化がないが、Z = 4 cmの平坦面は侵食されて消失し、全体的に鉛直上方に凹形の侵食断面となった。設置前には一度堆積した断面形状であったが、設置後4時間でそれは侵食された。また、侵食される場合の地形変化の限界水深はZ = -12cmにある。人工岬から約2 m離れたD-D' 測線 (図-5.20) においても著しく侵食され、Z = 4 cmの平坦面は幅155cmから幅60cmへと狭くなった。地形変化の限界水深はZ = -10cmにある。人工岬から約3 m離れたE-E' 測線 (図-5.21) でも量は小さいが侵食された。また、地形変化の限界水深もZ = -8 cmと浅くなった。以上のように、人工岬の下手側では全域にわたって著しく侵食されることが分かった。

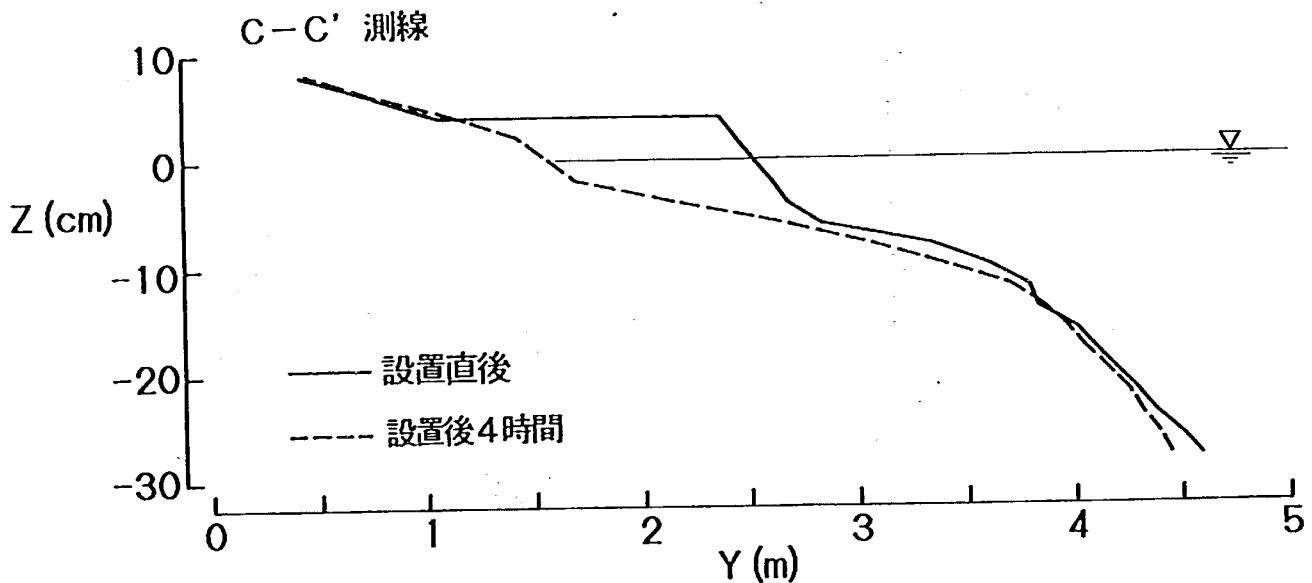


図-5.19 人工岬下手側の海浜断面形状 (C-C' 測線)

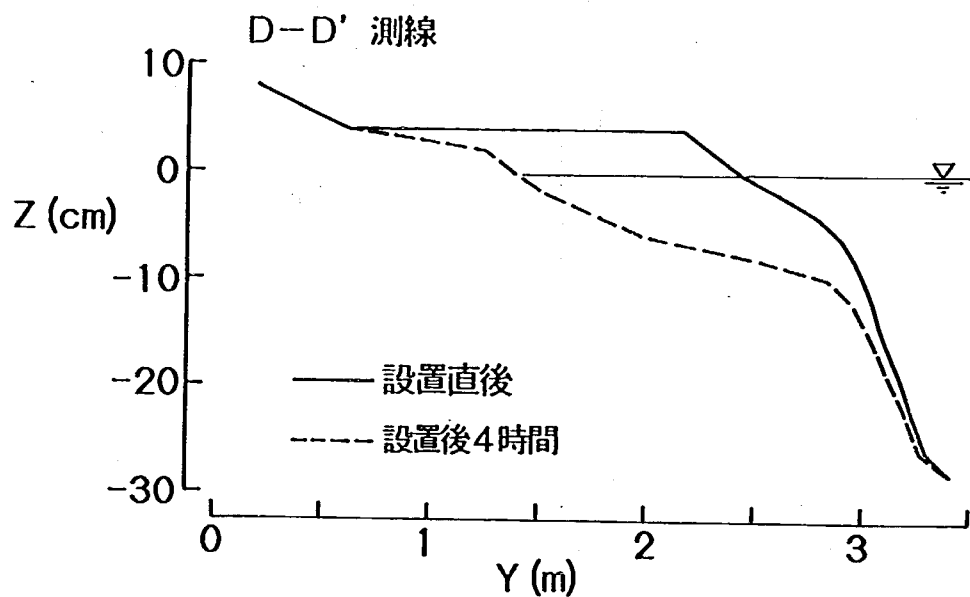


図-5.20 人工岬下手側の海浜断面形状 (D-D' 測線)

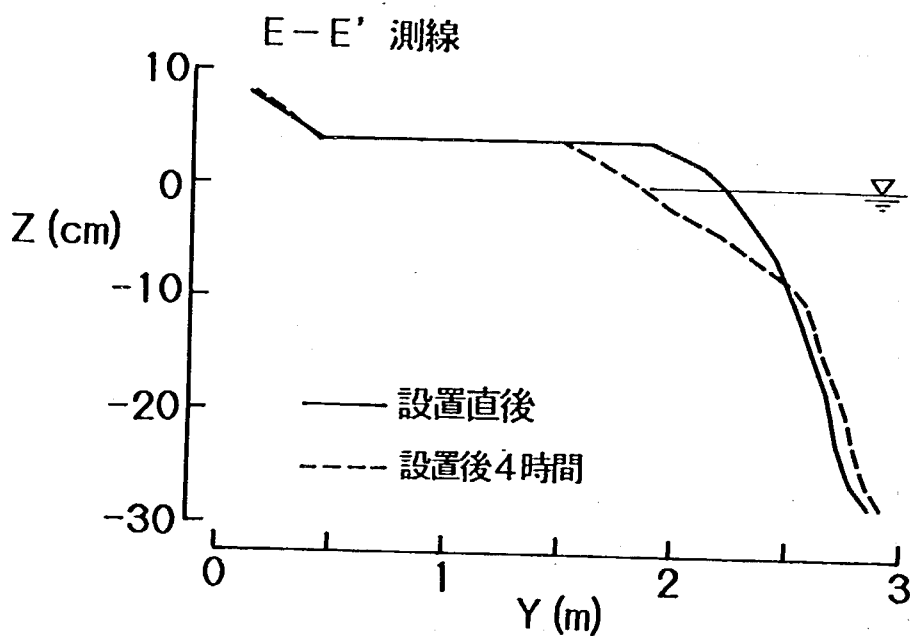


図-5.21 人工岬下手側の海浜断面形状 (E-E' 測線)

人工岬設置後4時間における砕波波高と砕波波向の沿岸方向分布を図-5.22に示す。人工岬の上手、下手の両側において、汀線に対しほぼ直角方向より波が入射している。この砕波条件のもとでの流況を図-5.23に示す。流れのパターンは人工岬設置直後とほぼ同じであるが、人工岬の上手側では流れは弱くなった。これは人工岬の上手側の海浜が静的安定状態に近づいたことを意味している。しかし、人工岬下手側の向岸流は速く、この流れにより下手側ではさらに侵食が進むと予測される。事実、図-5.16の汀線の経時変化によると激しい侵食が生じた。

以上のことから、先端水深が地形変化の限界水深以深の人工岬を設置すれば、海底谷への土砂流出を防止でき、また、人工岬の上手側を静的に安定な海浜とすることができ、下手側の海浜は著しく侵食されることが明らかである。このことは下手側での対策に十分注意すべき必要があることを示している。

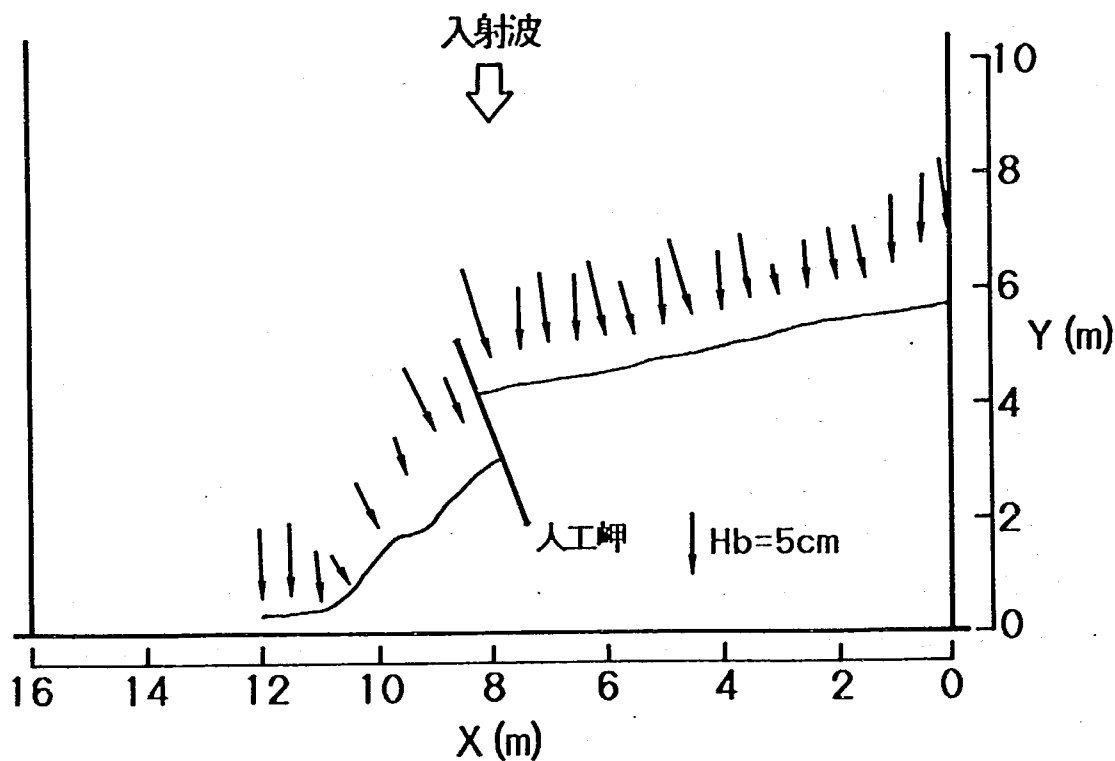
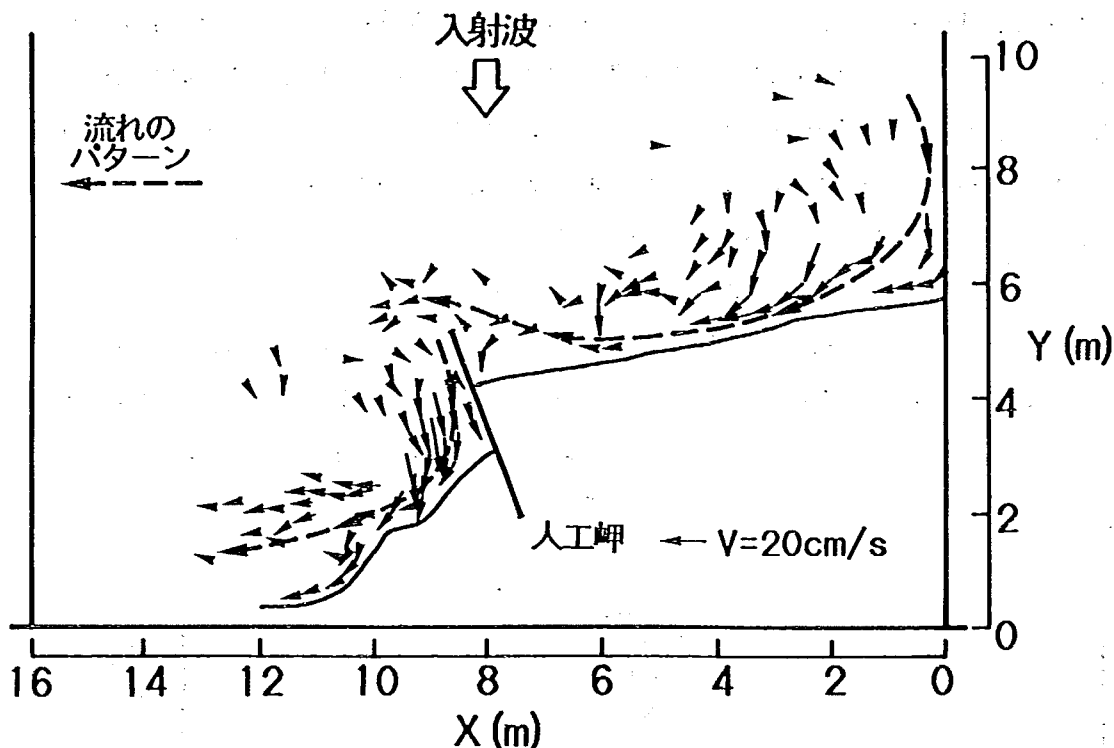


図-5.22 人工岬設置後4時間の砕波波高と砕波波向の分布



図－5.23 人工岬設置後4時間における海浜流の流況

(3) 侵食対策工の検討

人工岬の設置と同時に、2基のヘッドランドを図－5.24に示す位置に設置した。人工岬の設置位置・方向、先端水深はケース①と同じである。ヘッドランドの先端水深は $Z = -10\text{cm}$ とした。人工岬から汀線上に沿って約1.5m離れた位置にヘッドランド①を、それよりさらに約1.5m離れた位置にヘッドランド②を設置した。設置方向は設置位置上手側の汀線と直角方向とした。

汀線形状の変化を図－5.25に示す。人工岬上手側の汀線変化は、ケース①と同様である。人工岬とヘッドランド①の区間においては、汀線はほとんど変化していない。ヘッドランド①、②の間では、ヘッドランド設置直後から2時間までに著しく汀線が後退したが、2時間では安定状態に達した。ヘッドランド②の下手側でもヘッドランド①、②の区間の汀線変化と同様の傾向を示す。また、これらの区間では汀線の前進が見られないことから、侵食された土砂は深海に流出したと考えられる。

人工岬およびヘッドランド①、②を設置後4時間の地形を図－5.26に示す。人工岬の上手側の地形特性はケース①と同様である。人工岬の上手側と下手側では等深線の位置に段差がついている。これは上手側に砂が堆積して等深線が前進し、下手側では後退したためである。また、ヘッドランド②の先端において等深線の間隔が非常に密になった点は、砂が深海へ流出したことを示す。

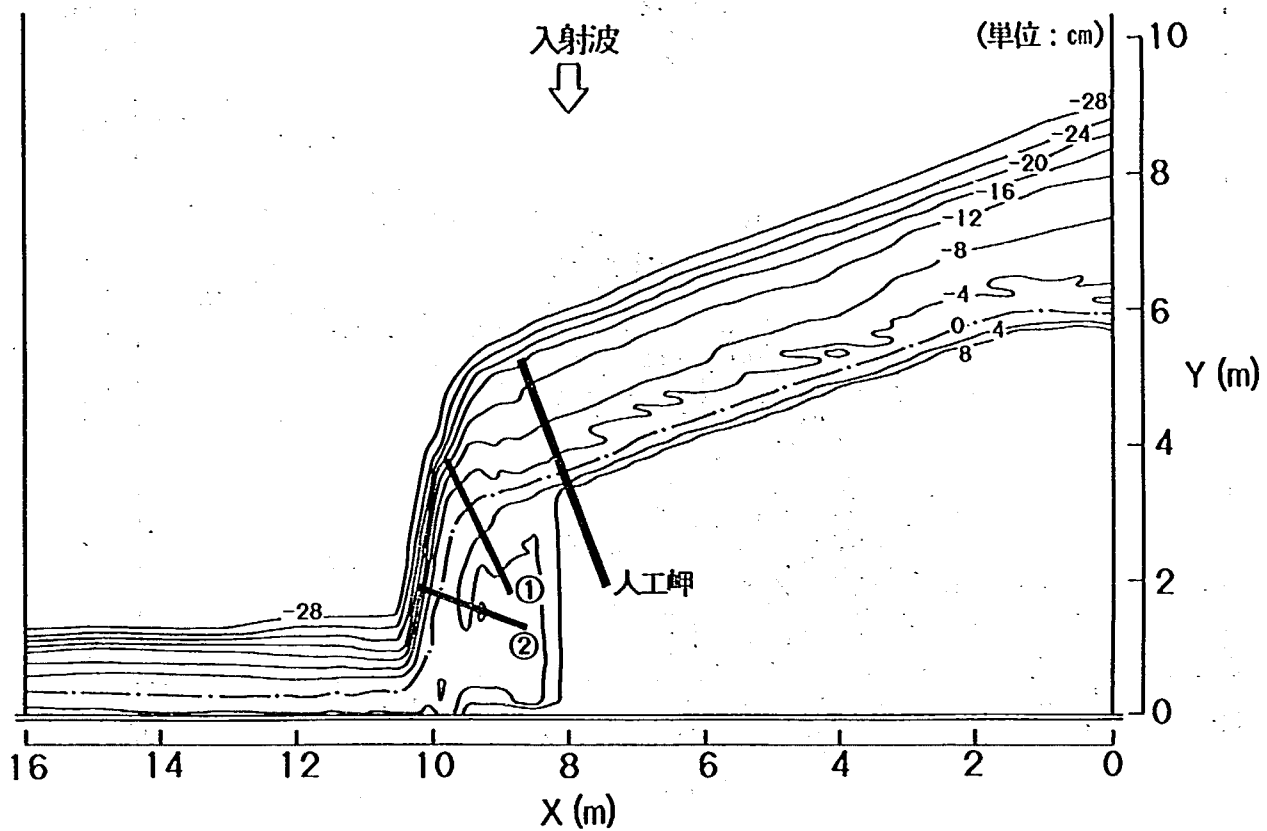


図-5.24 人工岬・ヘッドランド群設置直後の地形

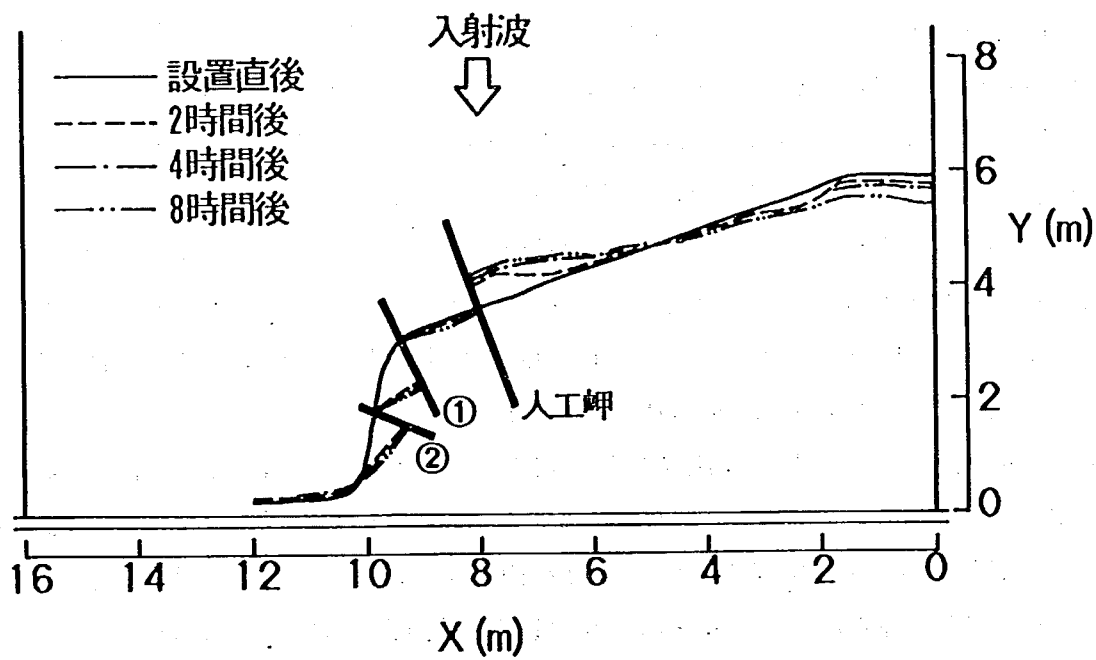


図-5.25 人工岬・ヘッドランド群設置直後からの汀線の経時変化

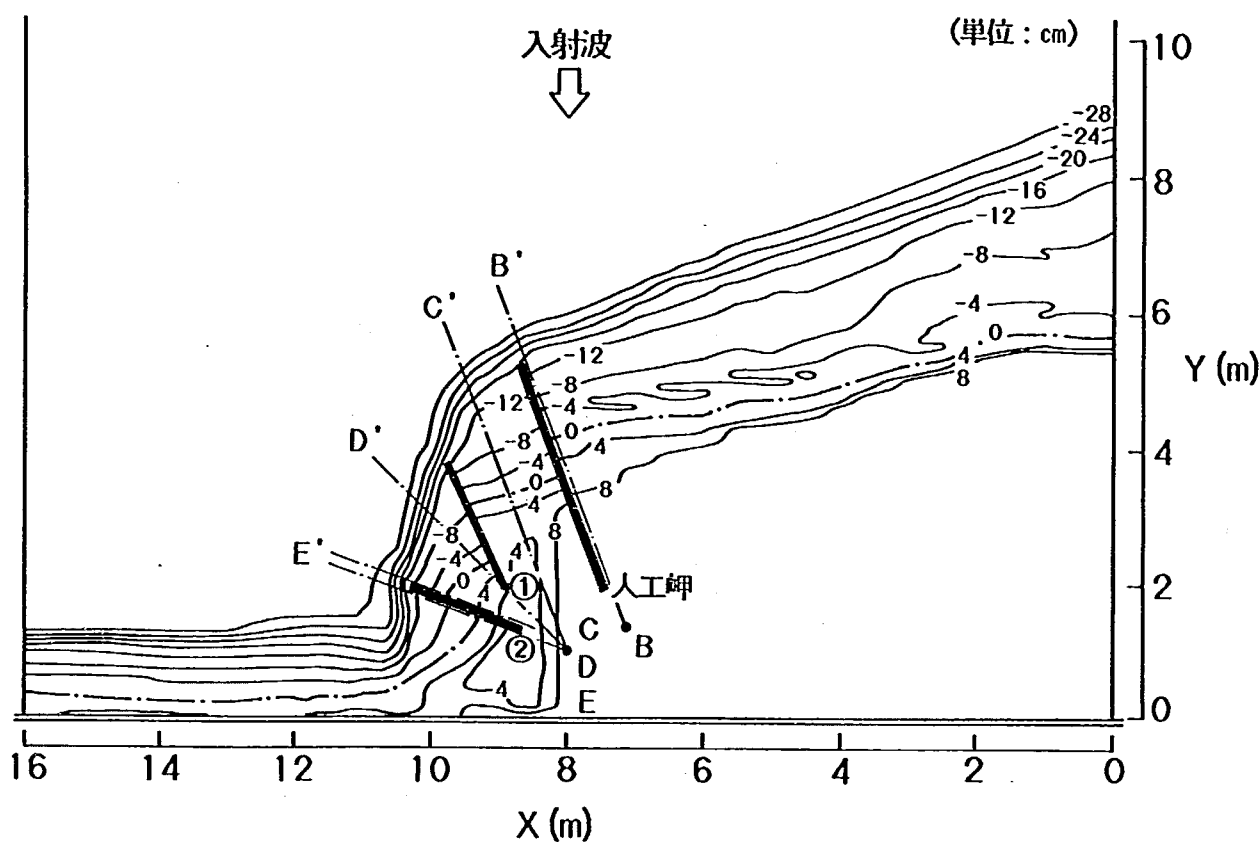


図-5.26 人工岬・ヘッドランド群設置後4時間の地形

次に各構造物間の断面形状について述べる。人工岬の上手側隣接部のB-B'測線(図-5.27)の断面変化はケース①とほぼ同様で、砂が堆積して侵食断面から堆積断面へと変化した。人工岬とヘッドランド①の区間のC-C'測線(図-5.28)では断面形状の変化はほとんど見られない。ケース①では著しい侵食が生じたことから、ヘッドランド①はこの区間の侵食防止対策として有効であることが分かる。ヘッドランド①と②の間のD-D'測線(図-5.29)では侵食が生じたが、 $Z = 4\text{ cm}$ の平坦面の約 $1/2$ は残された。 $Z = 4\text{ cm}$ の平坦面はケース①ではほとんど消失したことを考慮すると、ヘッドランド②によりある程度の侵食対策が可能であると言える。ただし、 $Z = -12\text{ cm}$ 以深での堆積は、深海への砂の流出があることを示す。ヘッドランド②の上手側と下手側を通るE-E'測線(図-5.30)では、上手側の侵食量はケース①と比較して小さくなったが、下手側ではほぼ同程度となった。また、 $Z = -6\text{ cm}$ 以深に著しい堆積が見られる。

4時間後の碎波波高と碎波波向の沿岸方向分布を図-5.31に示す。人工岬上手側、人工岬とヘッドランド①の区間、ヘッドランド①、②の区間のいずれにおいてもほぼ直角に入射している。この碎波条件下での流況を図-5.32に示す。人工岬の上手側、および人工岬とヘッドランド①の間では時計回りの弱い循環流が見られる。一方、ヘッドランド①の下手側の流れは明瞭でない。

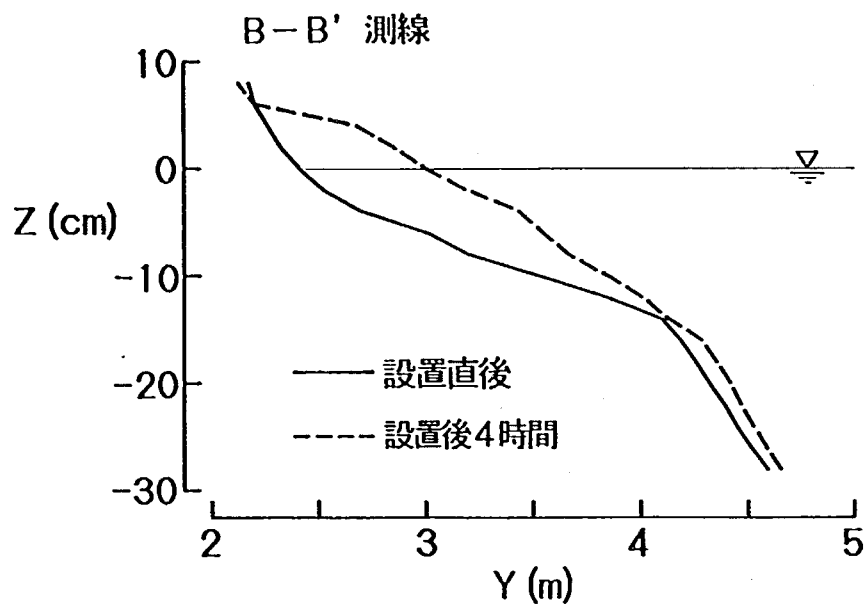


図-5.27 人工岬上手側の海浜断面形状 (B-B' 測線)

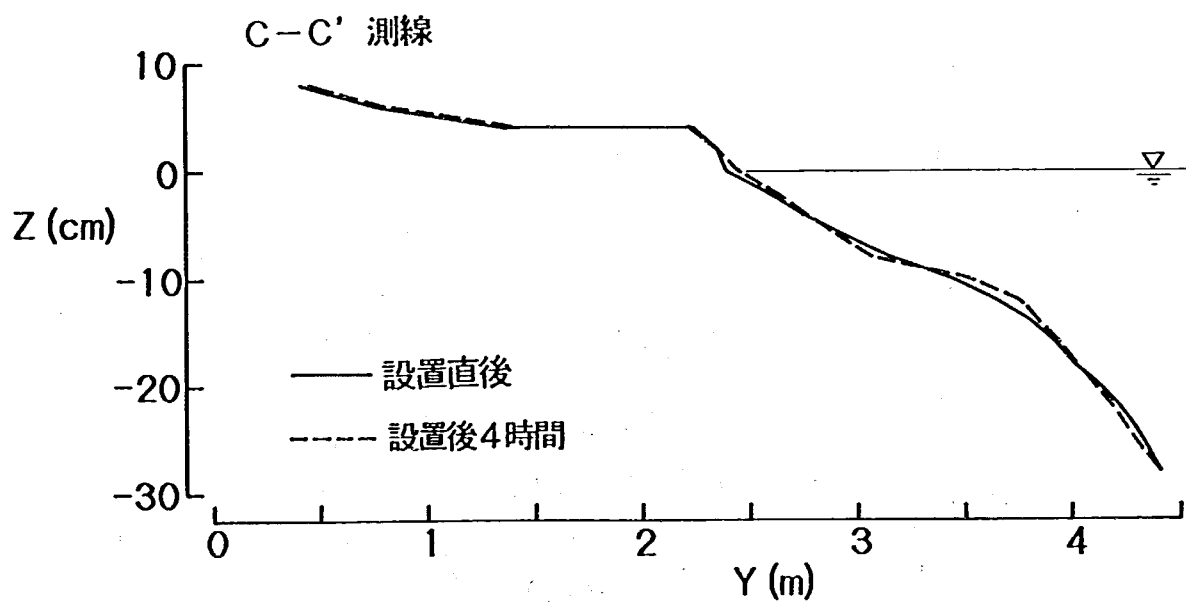


図-5.28 人工岬とヘッドランド①の間の海浜断面形状 (C-C' 測線)

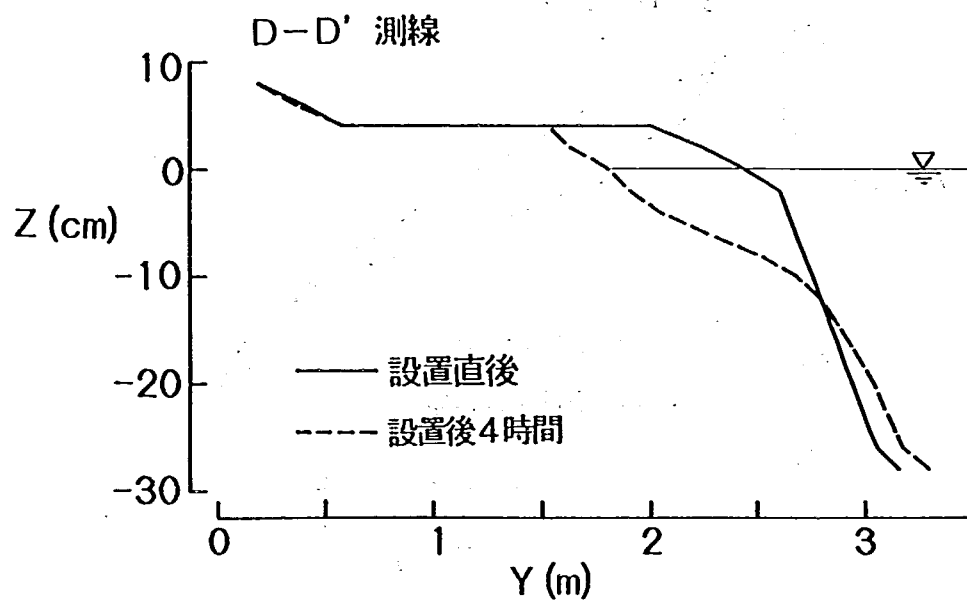


図-5.29 ヘッドランド①と②の間の海浜断面形状 (D-D' 測線)

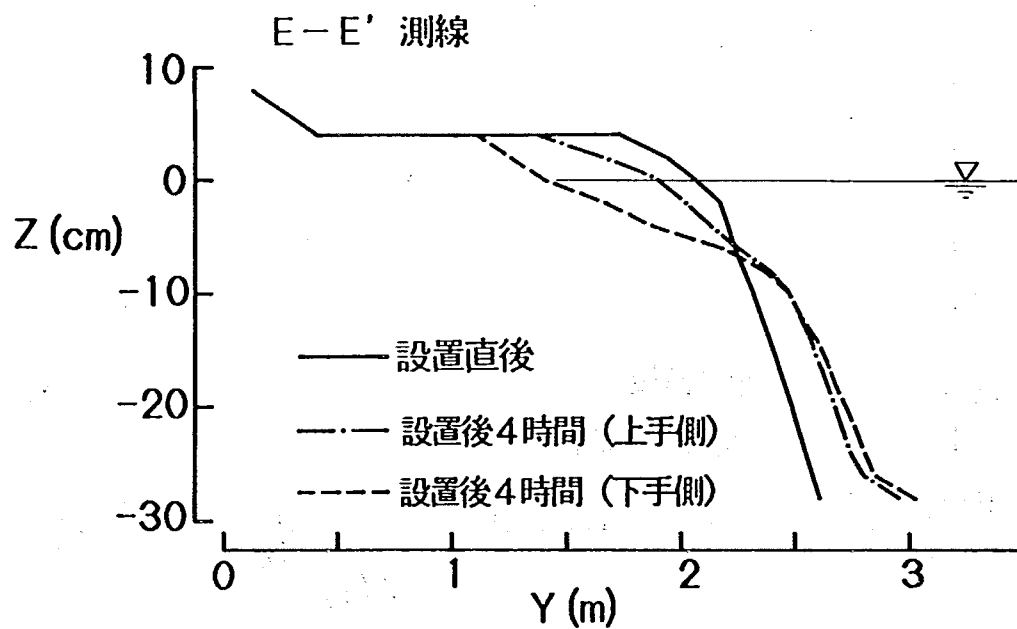


図-5.30 ヘッドランド②の上手側と下手側の海浜断面形状 (E-E' 測線)

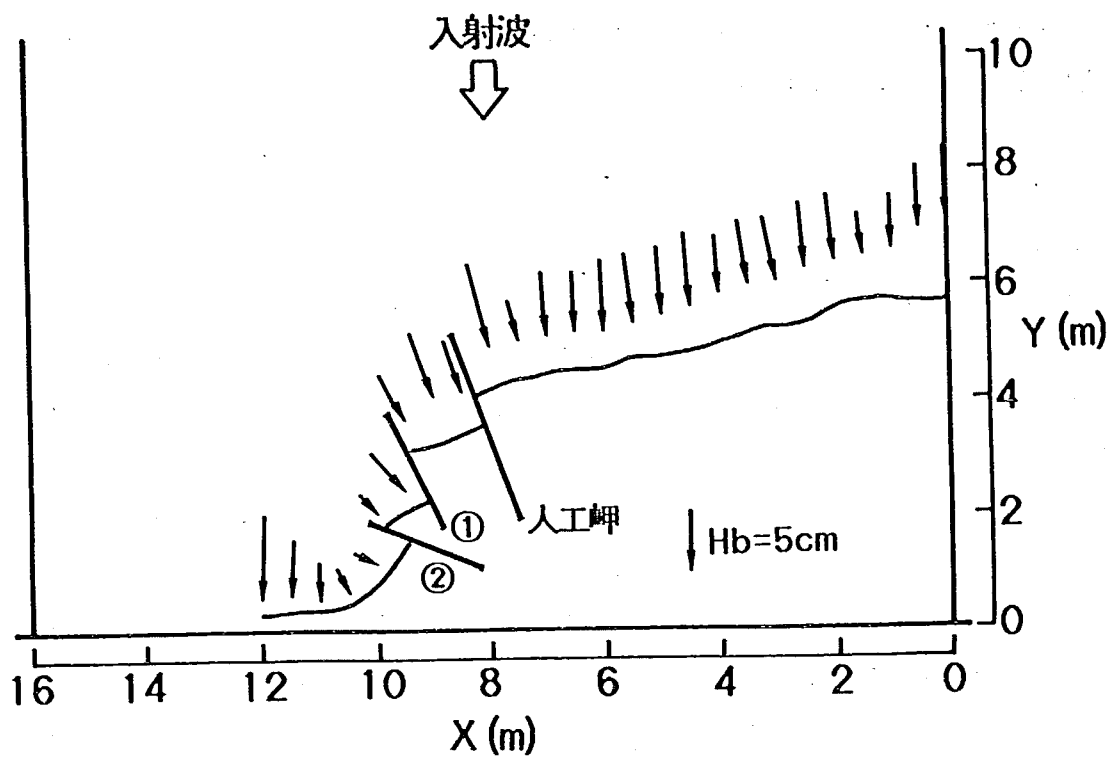


図-5.31 人工岬・ヘッドランド群設置後4時間における碎波波高と碎波波向の分布

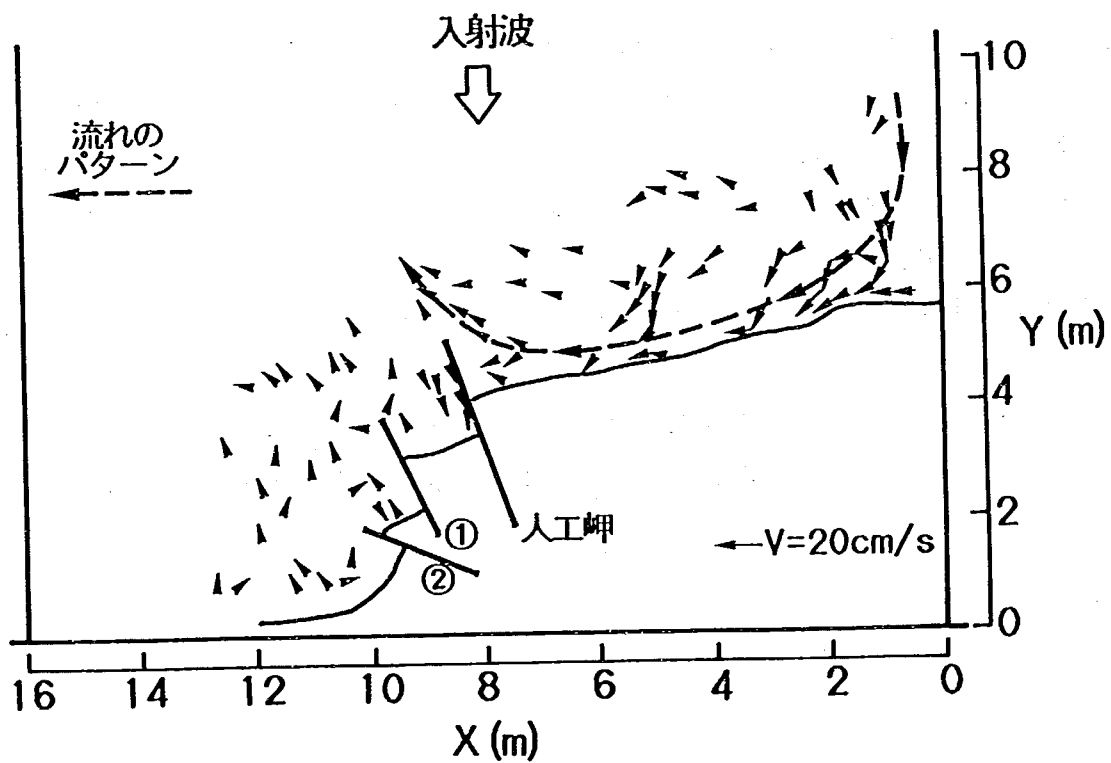


図-5.32 人工岬・ヘッドランド群設置後4時間における流況

以上のことから、人工岬の下手側の海浜はヘッドランド群により静的な安定海浜とすることができると分かった。しかし、ヘッドランドの設置直後には侵食が生じ、その砂は深海へと流出することが断面形状の変化から指摘される。

5.5 結 論

実験結果は以下の3点に要約される。

- ①本研究で行った移動床模型実験によれば、駿河海岸の変化過程と現在の地形特性、および地形変化の限界水深、和田鼻砂嘴周りの海浜流など、海浜変形に関する基本的な現象がかなり良く再現された。
- ②設置水深が地形変化の限界水深（現地海岸で約-6 m）より深い人工岬を設置すれば、海底谷への土砂流出は防止できる。そして、人工岬の上手側には静的に安定な海浜が形成される。
- ③人工岬のみを設置すると、沿岸漂砂下手側の海浜は著しく侵食されるが、その下手側にヘッドランド群を設置すれば、最終的に静的な安定海浜とすることができる。

以上のことから、実験で検討した人工岬は海浜谷への土砂流出対策として有効であり、現在行われているサンドバイパスを人工岬設置後も継続して行えば、人工岬上手の砂浜の再生が可能である。さらに、人工岬下手側の海浜も、人工岬の施工とともにヘッドランド群を施工することによって、最終的には静的な安定海浜として保全することができる。ただし、人工岬やヘッドランド群の設置直後における侵食と、それに伴う土砂の深海への流出が問題点として指摘される。

参 考 文 献

- 宇多高明・小俣 篤・山本幸次（1986）駿河海岸安定化手法調査報告書：土木研究所資料，第2285号，67 P.
- 宇多高明・小俣 篤・横山揚久（1988 a）離岸堤による人工岬の形成手法：土木学会第35回海岸工学講演会論文集，P P. 422-426.
- 宇多高明・堤 博志・小俣 篤・酒井佳治（1988 b）海浜谷周辺での土砂移動の機構：土木学会第35回海岸工学講演会論文集，P P. 327-331.
- 宇多高明・山本幸次（1988）砂嘴地形の形成過程—現地観測と模型実験—：地形，Vol. 9，P P. 295-307.
- 土屋義人（1984）海岸侵食制御試論：海岸，No24，P P. 100-109.
- 堀川清司（1973）「海岸工学」—海洋工学への序説—：東京大学出版会，317 P.

第6章 駿河海岸の保全に関する提言

(1) 今後の調査

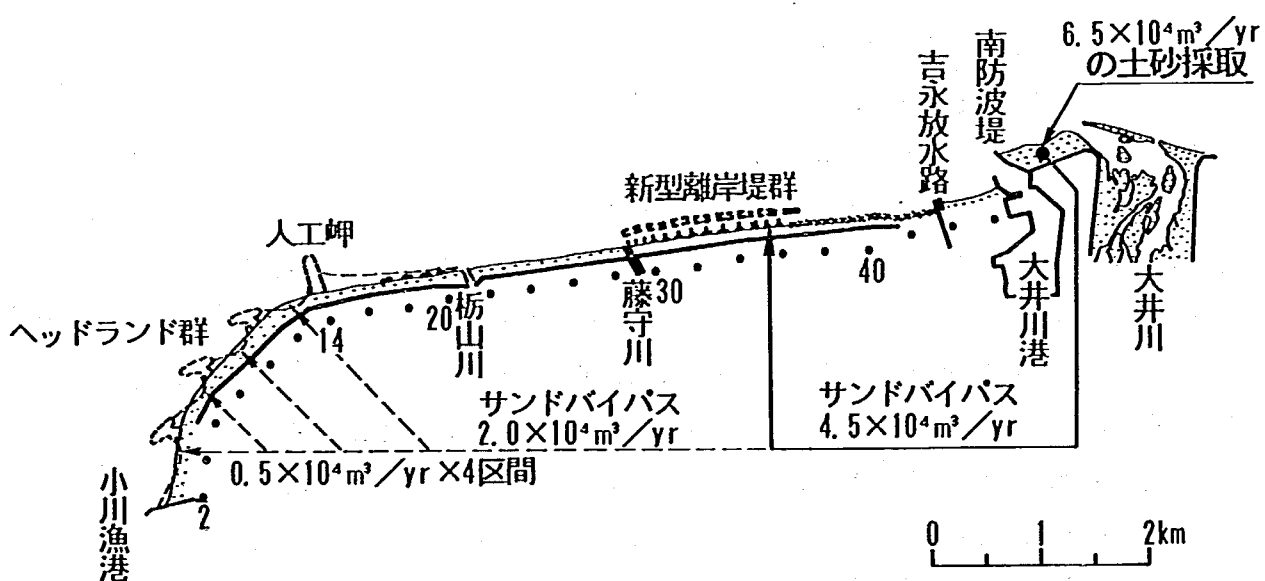
第2章～第5章では、駿河海岸の長期的な海浜変形や、近年における侵食実態と土砂収支を明らかにするとともに、海底谷への土砂流出対策工について検討した。その結果、駿河海岸における侵食を根本的意味より解決するための土砂流出対策工として人工岬を提案することができた。このような工法を現地海岸に適用する際には、構造物の規模が大きくなることから種々の点について注意が必要である。そこで、今後駿河海岸において調査が望ましい事項についてまとめておく。

まず、近年における大井川からの流出土砂量を調査することが望まれる。サンドバイパスは今後とも継続して行わなければならないが、そのとき採取土砂量を増やせばサンドバイパスの効果は大きくなる。この意味より採取可能な土砂量を調べるのである。これには深浅測量データや空中写真を利用して河口砂州形状の経年的変化を調べ、それより土砂量を求めると良い。

また、駿河海岸北部の和田鼻砂嘴周辺で数箇所ボーリング調査を行い、柱状地質、N値、堆積物の年代などを調べ、大規模な構造物の基礎の耐力を検討することが望まれる。この場合、コアサンプルが採取できれば、それは和田鼻砂嘴の形成過程を証明する貴重な資料としても使えるであろう。

(2) 海岸保全

本調査では移動床模型実験にもとづいて砂嘴地形を定性的な意味より再現した上で、砂嘴先端部から海底谷への土砂流出を防止する工法について検討した。砂嘴地形のように海岸線が急変する地形の変化については現在のところ数値計算での予測は困難である。その意味より本研究で実施した移動床模型実験は現地海岸での保全計画を考える上で十分有効なデータを提供していると考えられる。そこで、本調査結果をもとに駿河海岸の保全方法について述べよう（図－6.1 参照）。



図－6.1 海岸保全手法

吉永放水路から藤守川の区間の海岸は侵食され、護岸と消波ブロックで覆い尽くされている。したがって、この区間を砂浜海岸に再生するには長期間かかると考えられる。そこで、この区間には新型離岸堤を設置し、その背後に波浪の静穏域を創成する。波浪が静穏になれば砂浜の再生も望め、砂浜が再生すれば消波ブロックの撤去も可能となる。その後、護岸前面に海岸へのアクセスや景観を考慮した緩傾斜堤などを施工すればよい。緩傾斜堤などの施設は砂浜が再生した後に施工する必要がある。

次に、海底谷への土砂流出対策工としてNo14付近に人工岬を設置する。この人工岬は藤守川から設置地点までの海岸保全にも有効である。すなわち、人工岬は沿岸漂砂を完全に阻止する構造物であるから、現在行っているサンドバイパスを継続して行えば藤守川から人工岬設置地点までの区間で砂浜の再生が可能となる。ただし実験では沿岸漂砂上手側からの供給土砂量は0の条件としたため、人工岬上手側の汀線は急速に安定形に近づいた。現地海岸においてもサンドバイパスを行わない限り供給土砂はほとんどないと考えられることから、十分に堤長の長い人工岬とすれば先端を回り込んで海底谷へと土砂が流出するのを防ぐことができよう。そして砂浜の再生区間の前浜幅はサンドバイパスの投入土砂量に依存することになる。また、人工岬から小川漁港までの区間にはヘッドランド群を設置し、人工岬設置に伴う侵食の対策工とする。人工岬、ヘッドランド群設置後、時間の経過に伴い各構造物間の海岸は静的に安定となる。一方、人工岬、ヘッドランド群の設置直後には各構造物間で侵食が生ずるが、その量は現在の砂浜幅に比較すれば小さいと考えられ、許容範囲に入るであろう。それが許容範囲を超えてしまう場合には、各構造物間で養浜を行う必要がでてくる。養浜を藤守川付近との2箇所で行うこととなるが、大井川港南防波堤の南側より採取できる土砂量は現在のところ約 $6.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ と限られているから、藤守川付近に $4.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ 、人工岬から小川漁港までの区間の各構造物間に各々 $0.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ 投入すればよい。

これらの海岸保全施設の施工は短期間に行うことは困難であるから、以下では施工順序について述べる。まず、吉永放水路から藤守川までの区間の海岸は、護岸と消波ブロックにより当面保全されているから、この区間では新型離岸堤の施工に比較的時間をかけても問題はない。しかし、現在継続して行われているサンドバイパスを効果的にするためには、人工岬を早急に施工しなければならない。この場合、人工岬のみを施工すると図-6.2(a)に示すように、人工岬の下手側で著しい侵食が生じることになる。また、この侵食対策としてのヘッドランド群を下手側から施工すると、ヘッドランド群の完成までに長期間を要するから、サンドバイパスの効果が減少することになる(図-6.2(b)参照)。そこで、図-6.2(c)のように人工岬とヘッドランド群を同時に徐々に施工することが望ましい。まず、短い人工岬を伸ばし、海底谷への土砂流出をある程度まで阻止し、サンドバイパスの効果を引き出す。人工岬の下手側の侵食の量と範囲は人工岬の堤長で決まるから、人工岬が短いと侵食量と範囲も小さくなる。したがって、この場合には侵食対策のヘッドランド群も短いもので済む。規模の小さい構造物は比較的短期間に施工できるから、人工岬、ヘッドランド群は徐々に延ばして最終計画形状へと施工する。このような手法は実際に茨城県の鹿島灘沿岸でのヘッドランドによる海浜の安定化のために使われており、かなりの成果を上げている(住谷ほか, 1988)。

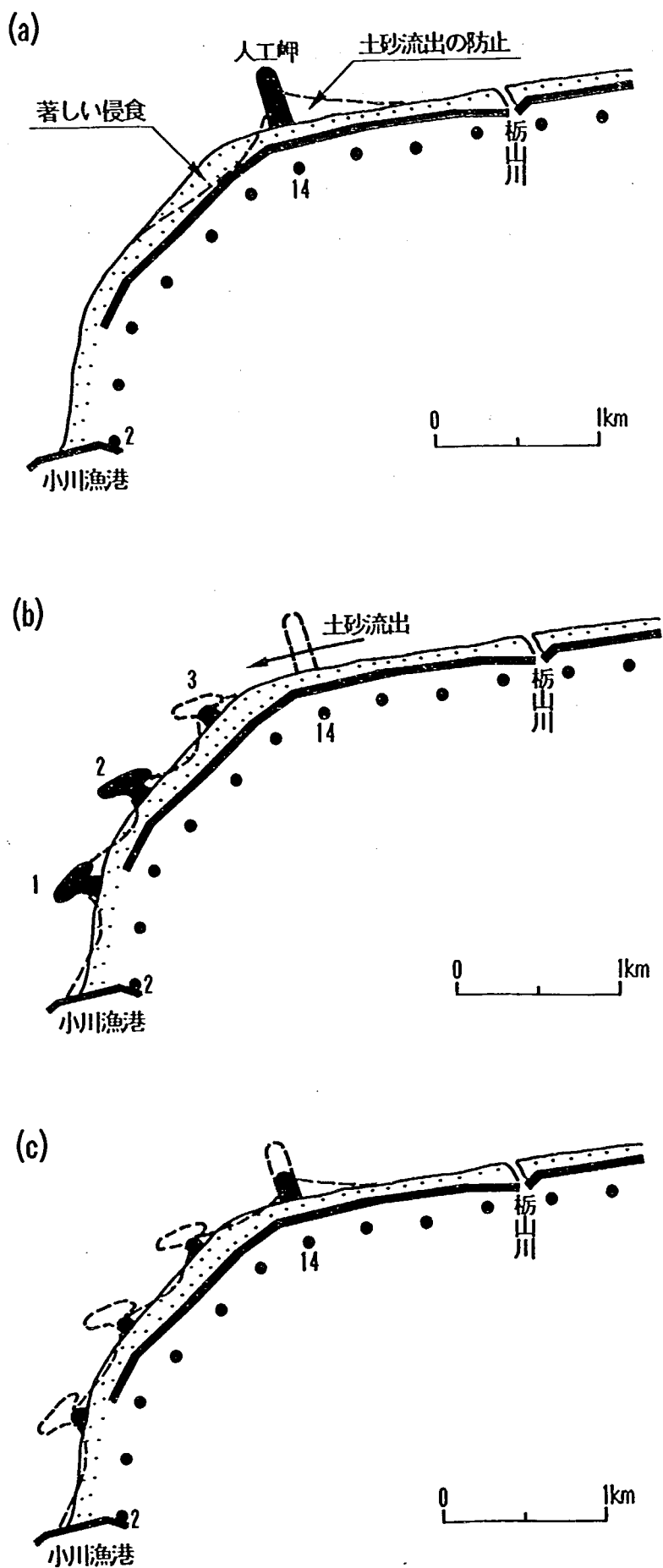


図-6.2 和田鼻砂嘴での人工岬，ヘッドランド群の施工順序

結局、吉永放水路から藤守川までの区間の海岸は新型離岸堤により保全し、藤守川から人工岬までの区間の海岸はサンドバイパスを継続して行えば人工岬の貯砂機能により砂浜の再生が可能であると言える。また、人工岬から小川漁港までの海岸はヘッドランド群により静的に安定な海岸とすることができ、新型離岸堤や人工岬、ヘッドランド群は景観を考慮した構造とすれば、海岸利用の妨げにはならないと考えられる。漁業権などの問題に関しては調整が必要であるが、新型離岸堤の集魚効果や、人工岬およびヘッドランド群の生態系への影響などについて地元漁民の了解をとることで解決できよう。

参 考 文 献

住谷勉夫・園部武正・宇多高明・伊藤 隆・猿田正則・横田喜一郎（1988）鹿島灘沿岸におけるヘッドランドの建設による海浜の安定化：土木学会第35回海岸工学講演会論文集，P P. 437-441.

駿河海岸の侵食実態と海底谷への土砂
流出対策工に関する調査報告書

ISSN 0386-5878
土研資料 第3032号
平成3年9月(1991)
海岸研究室 室長 宇多 高明
研究員 山本 幸次

要 旨 近年における駿河海岸の侵食実態調査によると、当海岸では海底谷を経
由して深海へ土砂が流出しており、それが海岸侵食の大きな原因の一つに
なっている。海岸侵食を根本的意味より防ぐには、このような海底谷への土砂流出を
防止する対策が必要とされる。そこで、本研究では水理模型実験によって対策工につ
いて検討し、有効な策として人工岬を提案する。一方、人工岬を設置すると、その下
手側の海浜が著しく侵食されることが危惧される。そこで、下手側の海岸にヘッドラ
ンド群を設置し、静的に安定な海浜を形成させる方式について検討した。以上の検討
の結果、人工岬とヘッドランド群により海底谷への土砂流出を防止するとともに、人
工岬下手側の海浜を静的に安定化することが可能であることが明らかになった。

キーワード：駿河海岸，侵食実態，人工岬，ヘッドランド群，移動
床模型実験，地形変化の限界水深，砂嘴，海底谷。

○

郵便はがき

3 0 5 - □ □

四十一円切
手をはって
下さい。

建設省土木研究所

河川部海岸研究室 行

茨城県つくば市大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先住所

配布先氏名

○

○

土木研究所資料 第3032号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

○