

# 埋設構造物の異常波浪時における侵食制御機能に関する 実験的研究

清水 裕\* ・藤平 大\*\* ・村野幸宏\*\*\* ・高木利光\*\*\*\*  
 佐藤勝文\*\*\*\*\* ・川島 理\*\*\*\*\* ・鳥居謙一\*\*\*\*\* ・山本幸次\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

海岸侵食対策として養浜工が近年各海岸で計画されてきている。養浜工には、養浜材の流出防止のための施設を伴う静的な養浜と、沿岸漂砂の不足分を補う動的な養浜とがある。河川からの流出土砂の減少や、海岸構造物による沿岸漂砂が遮断されたことに起因する侵食対策として、後者の動的養浜が近年提案されることが多くなっている。この理由として、まず海域および砂浜に構造物を設置しないことから景観・利用に与える影響が少ないこと、また侵食の状況に応じて適宜養浜量とその投入位置を変更できる点が挙げられる。しかし、通常、養浜は年間の平均的沿岸漂砂に見合う量で投入されることが多く、数十年に一回という異常波浪に伴う侵食に対しては、効果的な対策とはならない。また、あらかじめ流出量をストックすることも考えられるが、その量には経済的、景観的な理由から限界がある。そこで、ここでは、計画波規模の波浪来襲時においても堤防の破堤を回避できるような対策工として、景観・利用に配慮した埋設型対策工を提案し、水理模型実験を基に検討した。検討に際しては、駿河湾の湾奥に位置する富士海岸の昭和放水路以東(図-1)で顕在化してきている侵食を対象とした。

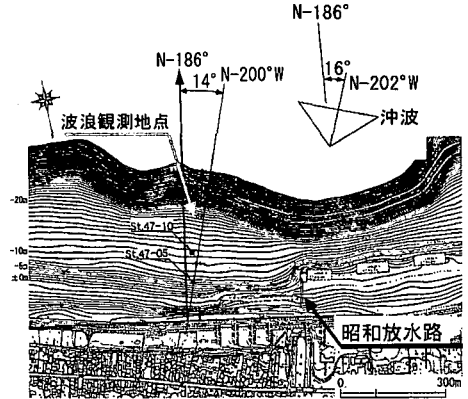


図-1 富士海岸昭和放水路付近の地形と波向

## 2. 富士海岸の侵食対策

富士海岸の侵食実態については、河野ら(1986)、宇多ら(1994)、田中ら(1997)に紹介されている。昭和放水路以東の侵食は1980年頃から顕在化してきている。その要因として、まず田子の浦港防波堤による東向き沿岸漂砂が阻止されたことが挙げられる。さらに、それが原因

で発生した田子の浦港以東の侵食に対して、消波工で対応したことにより、消波工の下手への沿岸漂砂の供給が不足する結果となり、侵食がさらに東へと波及してきたことが挙げられる。そのような侵食に対する対策として1996年から消波工と年間10万 $m^3$ の養浜で対応してきている。本格的な養浜開始から4年を経過した状況において、ほぼ汀線の後退は停止し、やや前進傾向にあり、養浜工の効果が確認されている(佐藤ら, 1999)。このように養浜の効果が発揮されてきたこと、また当地点が急勾配な海浜地形であるため従来の構造物で対応することが困難なことなどから、今後も昭和放水路以東の侵食対策は養浜を中心に考えることとなった。このことはより自然な海岸を目指した考え方とも合致するものである。

しかし、一方で当海岸では、計画波が最高波波高26m、有義波高17m、周期20sに設定されているように、巨大な外力が作用する可能性があり、このような外力に対しても安全な海岸を整備する必要がある。過去の汀線変化を再現した汀線変化モデルで海浜変形を予測した結果、昭和放水路の西側から沿岸漂砂が期待できない現状においては、計画波規模の外力が作用すると、昭和放水路東側の砂浜は約400m区間において消失し、破堤する可能性が指摘された。そこで、このような異常波浪に対して砂浜を侵食から守る対策が必要となる。ここでは、景観・

* 正会員	国土交通省 中部地方整備局 沼津工事事務所 所長
**	国土交通省 中部地方整備局 沼津工事事務所 調査課長
***	国土交通省 中部地方整備局 沼津工事事務所 調査課係長
**** 正会員 工(博)	(株)アイ・エヌ・エー 海岸部 技術部長
*****	(株)アイ・エヌ・エー 筑波研究所
*****	(株)アイ・エヌ・エー 海岸部
***** 正会員 工 修	国土交通省 国土技術政策総合研究所 海岸研究室 室長
***** 正会員	国土交通省 国土技術政策総合研究所 海岸研究室

利用に配慮した砂浜下に埋設した構造物により、異常波浪時に流出する養浜砂を抑制し、堤防の破堤を回避する対策について検討した。

### 3. 水理模型実験概要

水理模型実験は、移動床の平面実験とした(図-2, 図-3)。実験縮尺は、対象とする波高と水槽の規模等から1/100とした。波浪条件は、当海岸の計画波である有義波高17m, 周期20sとした。なお、実験は規則波で実施した。波浪の継続時間については、既往台風時の有義波高の時系列から図-4に示すように波高のピークまで36時間を要する指数関数形にモデル化し、さらにその波高の時系列からトータルの波浪エネルギーを求め、そのエネルギーと等価となる波高17mの規則波の継続時間を求めた。その結果から、実時間で10時間、模型上で1時間とした。波向については、対象地点沖水深20m地点での観測結果から、高波浪の波向がほぼN-200°Wであり(図-5)、この波向と海岸線とのなす角度が約14°であることから、この角度から沖波の波向角度16°とした(図-1)。模型の移動床材料としては、現地の水深5m以浅の平均的な中央粒径が30mm程度であることから、中央粒径0.3mmの珪砂を使用した。

### 4. 対策案

図-6に実験対象とした4つの対策案を無対策(現況)も含めて示す。対策の方針としては、設定した異常波浪作用時間内で破堤に至る侵食を抑制するものとし、ある程度の侵食は許容するものとする。現況においては、昭和放水路に隣接して汀線部に消波工(50トンブロック)が設置されている。対策Aは埋設構造物として、2~3トン石程度の捨石材料を厚さ5mで砂浜下2mに埋設したものである。対策Bは50トン消波ブロックを2層

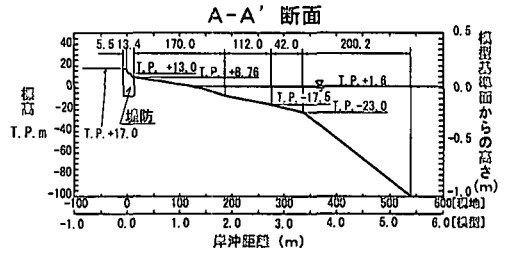


図-3 模型断面図

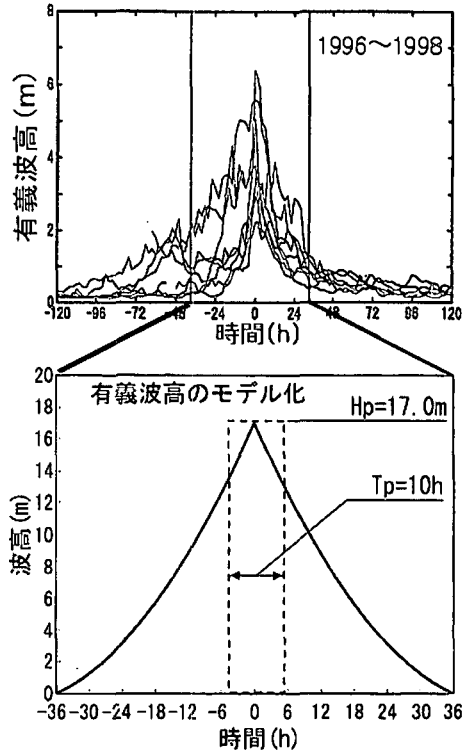


図-4 波浪の時系列

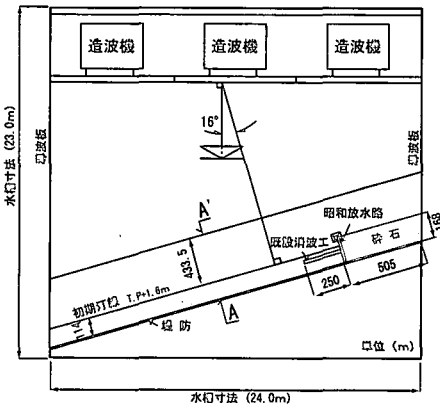


図-2 模型平面図

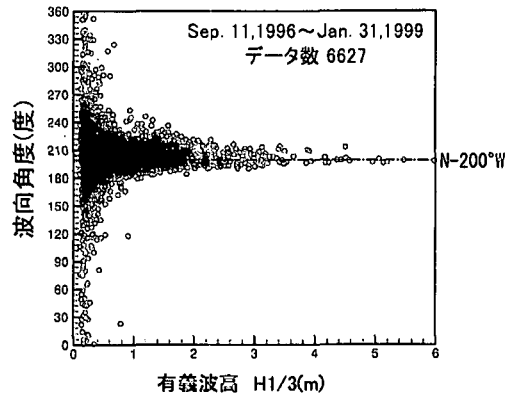


図-5 波向特性

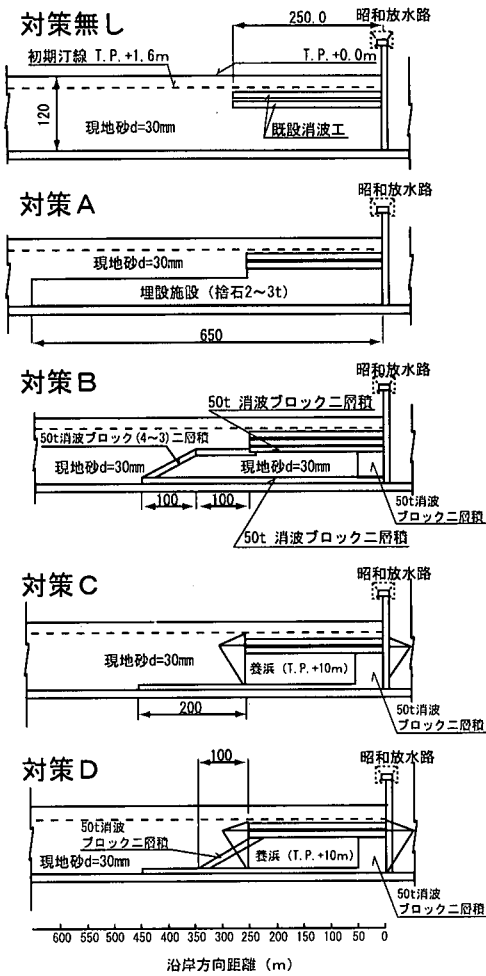


図-6 実験ケース

積みにして、侵食が予想される範囲を囲うように砂浜下 2 m に埋設したものである。対策 C は昭和放水路に隣接した個所と堤防のり先のみ消波ブロックを埋設し、さらに養浜砂を T.P. +10 m までの高さに盛土した地形とした。対策 D は、先の対策 B とほぼ同様な施設に対し、対策 C と同様、養浜を T.P. +10 m までの高さに盛土したものである。

## 5. 実験結果

実験結果として、波作用後の汀線位置・代表断面地形・等深線および堤防のり先の地盤高を図-7~9 に示す。対策なしの場合は波作用後において昭和放水路から東約 90 m 区間で砂浜が消失し、さらに東 300 m までは堤防のり先に幅 25~30 m の狭い砂浜が残るのみである。また、その砂浜も高さ T.P. 2 m 程度まで侵食され、堤防のり先の地盤高も昭和放水路東約 350 m にわたって T.P. 0 m を下回っている。現在の堤防のり先の根入れ高から推定

すると、昭和放水路から東 500 m にわたって堤防の破壊が推定される。

対策 A 案については、昭和放水路東 50 m 区間の砂浜が消失するが、既設消波工背後にトンボロ状の砂浜が残っている。また堤防のり先の地盤高も T.P. 0 m を下回る区間は約 50 m と大幅に狭くなる。ただし、堤防根入れ深さから推定すると、350 m 区間は破堤の恐れがある。

次に対策 B 案であるが、砂浜の消失する区間は約 90 m と無対策と変わらないが、その区間は埋設した消波ブロックで保護されている。また、それ以東の砂浜幅は約 50 m と広く、また砂浜の地盤高も対策 A よりも高く維持されている。堤防のり先の地盤高についても、昭和放水路から 50 m 区間については埋設した消波ブロックの効果により、侵食量が低減している。なお、堤防のり先に埋設した消波ブロックは 100 m 区間において当初の天端高 T.P. +8.0 m よりも約 5 m 程度低下しており、堤体の吸出しは避けられないと考えられる。

対策 C については、既設消波工背後に T.P. +10 m の高さまで養浜 (約 9.2 万  $m^3$ ) した場合であるが、昭和放水路から約 230 m 区間では堤防のり先に埋設した消波工が露出した状態となった。それ以東については無対策に比べ、10 m 程度広い砂浜が残っている。堤防のり先の地盤高については、露出した消波ブロックの沈下が 250 m の区間にわたって著しく、堤体の吸出しが懸念される。

対策 D については、昭和放水路に隣接して埋設した消波ブロックは露出するものの、それ以東についてはほぼ全域で砂浜が確保されている。また堤防のり先の地盤高が T.P. +4 m 程度と、4 ケースの対策案で最も高い地盤高となっている。ただし、この場合でも堤防根入れ深さを考慮すると、堤体の吸出しについては懸念される。

次に平面的に 8 つの区域に分け、その区域内の土量変化を図-10 に示す。侵食量の顕著な既設消波工背後の区域 ( $x=0\sim 250$  m) については、対策 B の侵食量が最も少ない。また対策 C, D について養浜量を差し引いた侵食量で評価した場合、対策 D が最も保全効果が高い。

図-11 に対策 D の場合の、フロートの軌跡から求めた流況パターンを示す。これからもわかるように、侵食要因は斜めから入射する波浪に伴い発達する強い沿岸流に起因するものである。したがって、対策 A のような捨石の場合、現地砂礫よりは移動しづらくなるものの、設定した条件下では侵食を緩和し破堤を回避する効果までは得られない。また、対策 C のように養浜を加えた場合も同様、顕著な侵食緩和効果は得られない。対策 B あるいは D のように突堤状に消波ブロックを埋設した場合、侵食が進行しそれら消波ブロックが現れると、発生する沿岸流に対して抵抗となり、流出する沿岸砂礫を抑制する

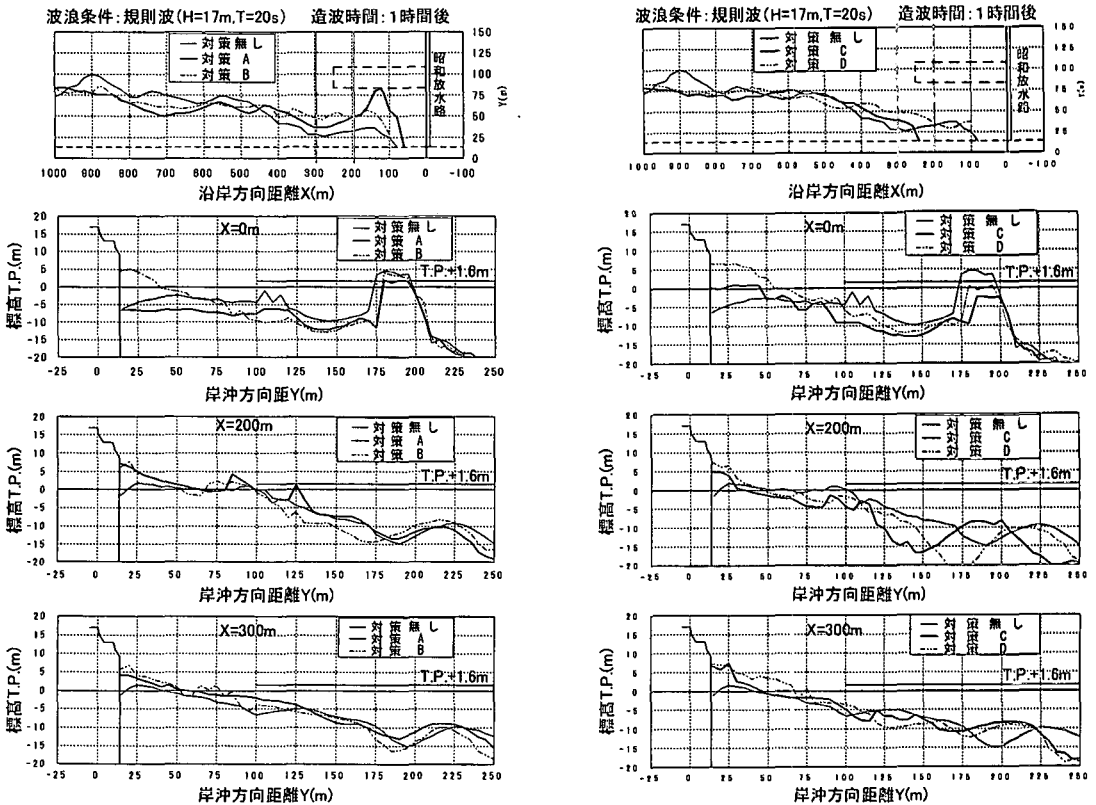


図-7 汀線および断面地形の比較

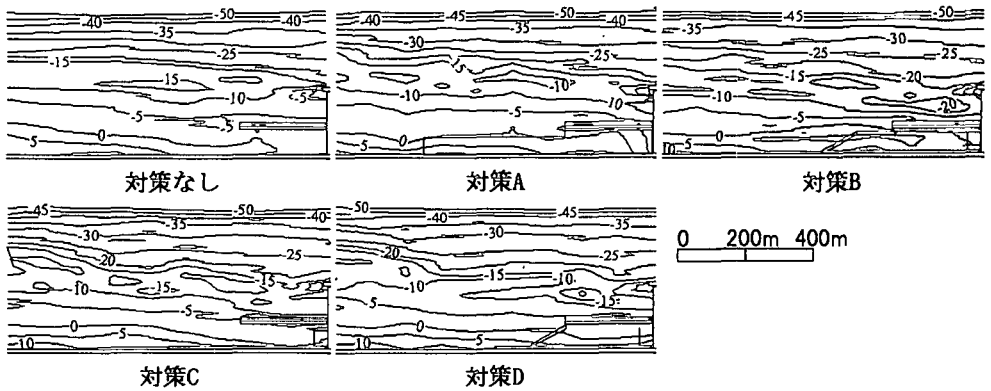


図-8 等深線の比較

効果があるものと考えられる。

## 6. ま と め

異常波浪時において沿岸漂砂の不均衡が原因とされる侵食に対する対策として、埋設構造物を提案し、その侵食制御機能を、移動床水理模型実験により検討した。その結果、提案した埋設構造物のうち、侵食が予想される

砂浜部の下部に、斜め突堤状に消波ブロックを埋設した案は侵食緩和効果があり、さらに下手海浜に対しても侵食の影響を少なくできることが明らかとなった。この埋設構造物は通常時には砂浜下であることから、景観や利用を阻害しないこと、維持管理が容易であることから、今後、養浜工と組み合わせた異常波浪時の侵食対策としての有効性が期待できる。ただし、ここで提案した対策

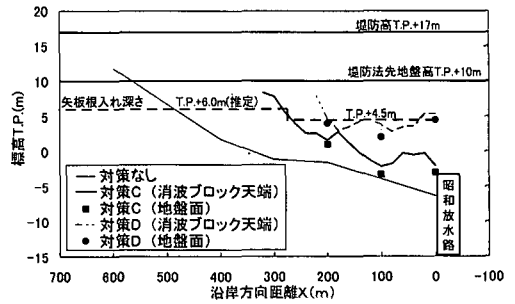
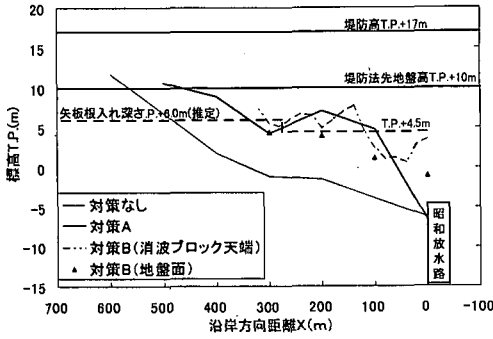


図-9 堤防のり先の洗掘状況

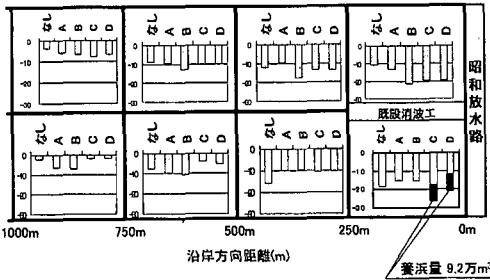


図-10 土量変化の比較

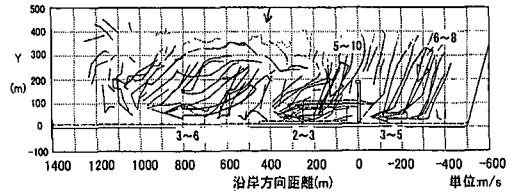


図-11 フロートの軌跡と流況パターン

案では、堤防の根入れ深さと堤防のり先地盤高を比較すると、堤体の吸出しが懸念されることから、今後さらに埋設構造物の配置・構造について検討する予定である。

参考文献

河野 宏・宇多高明・薮崎義之・水野益宏 (1986): 富士海岸の

侵食実態と地形変化予測, 第33回海岸工学講演会論文集, pp. 287-291.

宇多高明・山本幸次・張 達平 (1994): 富士海岸の海岸侵食とその対策, 海岸工学論文集, 第41巻, pp. 526-530.

田中茂信・山本幸次・伊藤仁志・有澤俊治・高木利光 (1997): 新型トレーサーを用いた富士海岸海底谷への土砂移動機構調査, 海岸工学論文集, 第44巻, pp. 611-615.

佐藤慎司・山本幸次・桜井 亘・村野幸宏・高木利光・厚坂祐次 (1999): 富士海岸における侵食対策としての動的養浜の効果, 海岸工学論文集, 第46巻, pp. 676-680.