

秋谷海岸礫養浜の経過とその評価

柴山 知也¹・泉 正寿²・佐藤 映³・澤野 靖³・平尾 淳³

¹フェロー会員 早稲田大学教授 理工学術院 (〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)
E-mail: shibayama@waseda.jp

²正会員 株式会社ふたば (〒963-0115 福島県郡山市南2-76)
(元) 国際航業株式会社勤務
E-mail: m-izumi@futasoku.co.jp

³神奈川県庁横須賀土木事務所 (〒238-0022 神奈川県横須賀市公郷1-56-5)
E-mail: hirao.4f7@pref.kanagawa.jp

神奈川県三浦半島の相模湾岸に位置する秋谷海岸では、平成10年代から海岸侵食が顕在化したために、平成19年から8年間にわたって92,600m³の中央粒径15mmの礫を用いた養浜を行った。礫養浜工法の選択は、4年間に及ぶ地元での合意形成会議の議論に基づいて行われている。礫養浜の進行に伴い、地形、底質、生物の各項目について、モニタリングを行っている。モニタリング結果を用いて合意形成会議において順応的な管理方法について話し合いを行い、部分的な手直しを行ってきた。8年を経て、礫浜は岸沖方向には安定しているが、沿岸方向には礫の分布が広がりつつあり、両端部での礫移動の管理方法が課題となっている。

Key Words : gravel nourishment, coastal erosion, consensus formation meeting, monitoring, one-line model, pocket beach

1. 緒論

秋谷海岸久留和地区は、三浦半島の西岸、神奈川県横須賀市に位置し、図-1に示すように、皇室御用邸のある葉山海岸からは長者ヶ崎を挟んで南側にあり、長者ヶ崎と久留和漁港に挟まれた長さ1.3 kmほどの相模湾に面するポケットビーチである。この海岸では侵食が進んだため、平成19年から8年間にわたって中央粒径約15 mmの礫を用いて養浜を行った。養浜の途中経過については、小林ら¹⁾によって既に公表されている。その後、4年を経て、本研究では礫養浜の経過を整理し、その効果について分析することによって、礫養浜の有効性についての検証を行う。

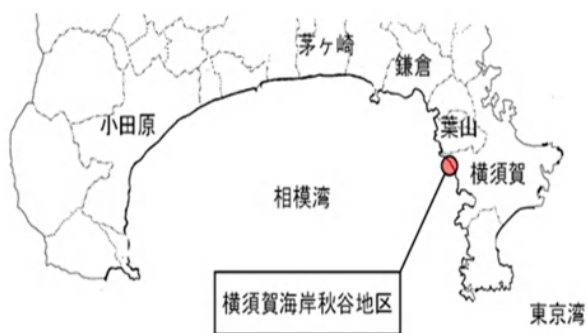


図-1 秋谷海岸の位置の概要図

2. 礫養浜の経過

(1) 合意形成会議での礫養浜の選択

昭和40年代後半から、長者ヶ崎側（北西側）の砂浜での汀線の後退が始まっていた。一方で、昭和50年代後半には久留和漁港の防波堤の整備が進んでいた。その後、平成10年代の初頭から久留和漁港内に漂砂が堆積し、一方で海岸の海岸中央部で侵食が急速に顕在化することとなった。侵食の進展とその対処法についての検討は、宇多ら²⁾、澤田ら³⁾、宇多ら⁴⁾によって報告されている。毎年のように砂浜とその岸側にある崖の侵食の事例があり、消波ブロックを設置した（写真-1参照）。海岸を通る国道134号線の斜面が崩落し、片側通行を余儀なくされたこともあった。台風通過時の大波で近隣の住宅に被害が



写真-1 消波ブロックの設置状況（平成21年10月撮影）

表-1 礫養浜量の経年変化

項目	施工期間	粒径	投入量	養浜量 (断面換算)	範囲
第1回試験施工 (H18年度)	H19. 1. 22~H19. 3. 2	5mm~25mm (中央粒径約15mm)	約 7,600 m ³	約 6,600m ³	約 100m
第2回試験施工 (H19年度)	H20. 3. 12~H20. 4. 9	同上	約 6,600 m ³	約 5,700m ³	約 120m
H20年度施工	H21. 1. 19~H21. 3. 11	同上	約 13,700 m ³	約 11,900m ³	約 300m
H21年度施工	H22. 2. 18~H22. 4. 16	同上	約 13,600 m ³	約 11,800m ³	約 360m
H22年度施工	H23. 1. 11~H23. 3. 16	同上	約 14,500 m ³	約 12,600m ³	約 360m
H23年度施工	H24. 1. 10~H24. 3. 13	同上	約 13,500 m ³	約 11,700m ³	約 590m
H24年度施工	H24. 12. 10~H25. 3. 12	同上	約 15,400 m ³	約 13,400m ³	約 500m
H25年度施工	H26. 1. 20~H26. 3. 13	同上	約 7,700 m ³	約 6,700m ³	約 300m
計			約 92,600 m ³	約 80,400m ³	

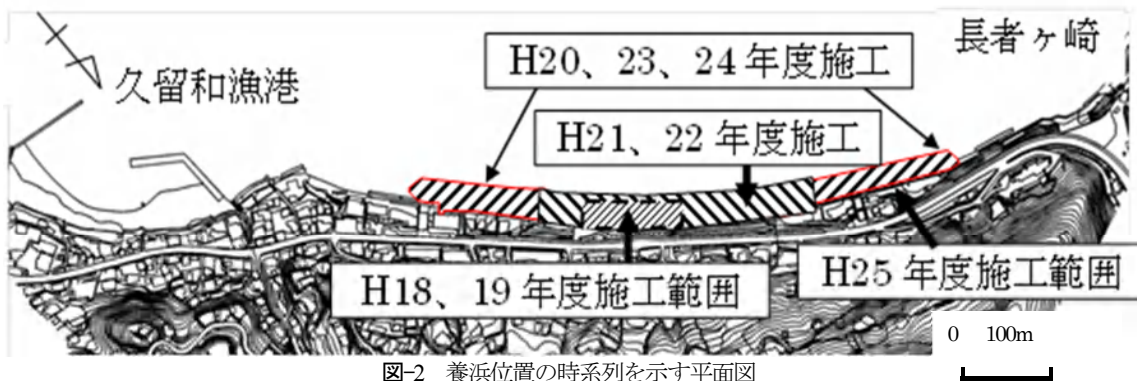


図-2 養浜位置の時系列を示す平面図



写真-2 養浜後（平成23年10月撮影）

及ぶこともあり、長期的な侵食対策が行われることとなった。平成15年10月から平成18年2月にかけて行われた専門家、地元住民、漁業協同組合、利用者・市民団体、行政担当者などを構成員とする協議会（合意形成会議）の計10回に及ぶ議論を経て、離岸堤、人工リーフ、ヘッドランドなどの沖合構造物を建設することなく、礫養浜を行うこととなった。その際、イギリス・南イングランド海岸の礫養浜の経験を参考にしている。

(2) 礫養浜の経過

合意形成会議の結論を踏まえて、日本の海岸における礫養浜の先駆けとして、5mmから25mmの粒径分布を持

つ礫（中央粒径約15mm）を用いた養浜を平成19年1月から海岸の中央部分から開始した（表-1参照）。その後8年間にわたって概ね年間の投入量が1.3-1.5千m³（当初2年間の試験施工と最終年度はその半量）を、図-2に示すように毎年少しずつ投入場所を沿岸方向に移動させつつ実施している。8年間の合計として全体では92,600 m³の礫を投入し、現在のところ海浜の形状は安定している（写真-2参照）。礫投入以前から、地形測量（汀線測量と深浅測量）、底質調査（粒度及び化学分析）、生物調査（付着生物、底生生物、魚卵稚仔魚調査、ライン観測）の3項目にわたって毎年モニタリング調査を実施して、養浜の効果、周辺環境への影響を調査した。

図-3に、養浜の各断面での、断面変化の平成20年から平成26年に至る時系列の図を沿岸方向14か所の地点で示してある。図中の平成18年6月の断面は、養浜開始以前の断面であり、いずれの地点でも侵食状況にある。この時期にはより南東側の断面では、急激な海岸侵食に対応する緊急の措置として消波ブロックを海岸において、侵食を防いでいた。この時期には砂浜は完全に失われていた。その後、礫養浜の進展により、平成24年8月以降は、断面形状は安定的に推移している。図中の目標断面は、養浜開始前に風波の打ち上げ高さを考慮して設定したものである。

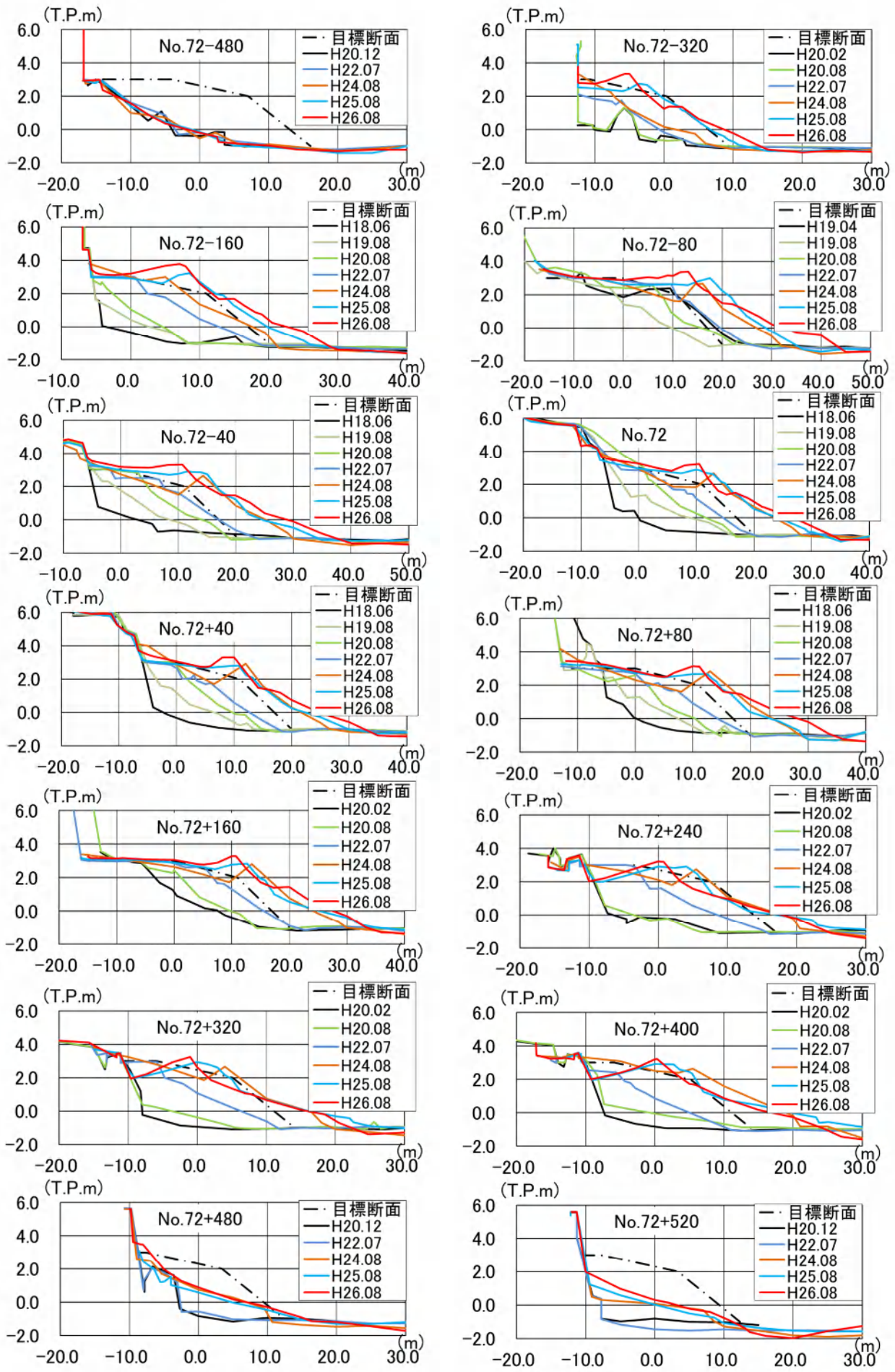


図-3 断面変化の時系列を示す平面図

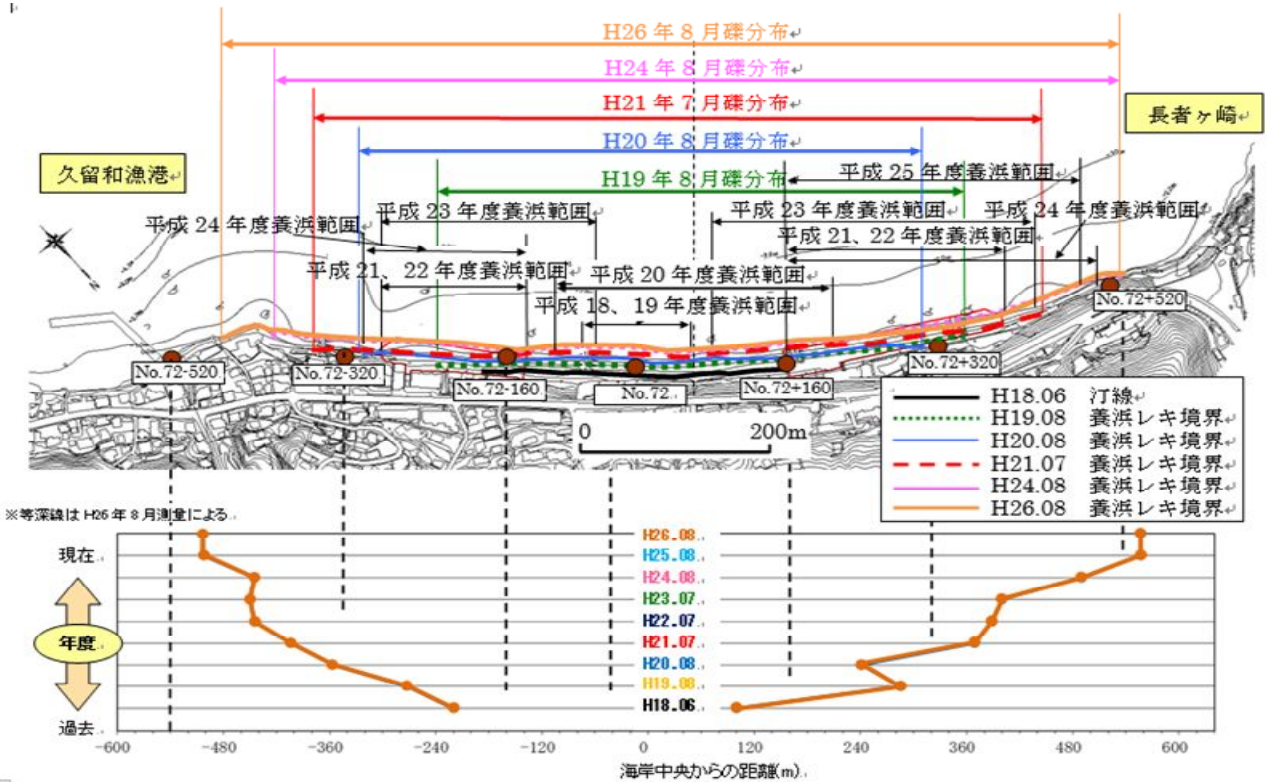


図-4 礫分布の沿岸方向の広がり

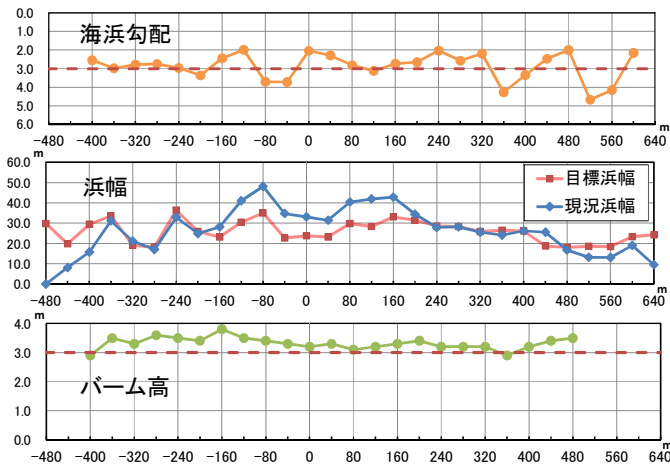


図-5 海浜勾配，浜幅，バーム高さの沿岸方向の分布

図-4は各年度における礫の投入範囲と沿岸方向に運ばれた年度ごとの礫の分布状況を一つの図に表わしたものである。秋谷海岸では季節ごとに外洋から伝播してくる波と相模湾内で発生する波によって波向きが変化するため、北西、南東の両方向に沿岸漂砂が発生し、礫の範囲が沿岸方向に広がることとなる。平成26年8月の時点で、長者ヶ崎方向、久留和漁港方向ともに当初予定していた端部に到達したため、今後の課題として、これ以上の拡がりや範囲外への流出をどのように食い止めるかが課題となっている。

図-5は海浜勾配，浜幅，バームの高さの平成26年8月時点での沿岸方向の分布を示している。海浜勾配は概ね1/5から1/2に分布しており、自然条件での礫海岸でも観察されるように、急勾配となっている。浜幅は概ね20mを超えていて、礫養浜開始前の目標値を上回っている部分

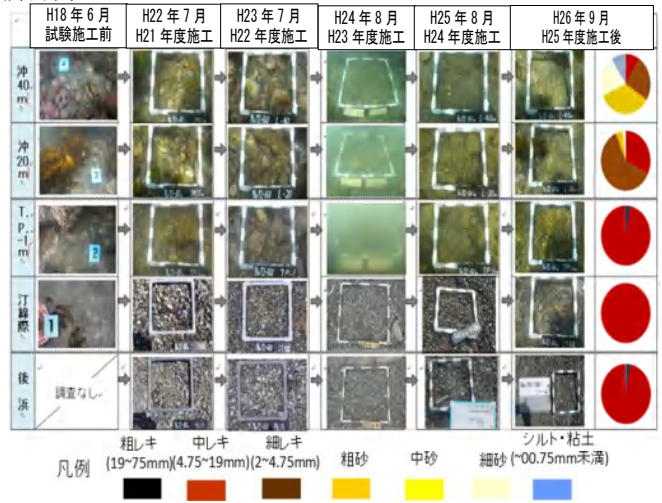


図-6 海底面の観察写真

もある。バームの高さは沿岸方向全体にわたって概ね3mを超え、目標高さを上回っている。これらの目標値は高波時に波の打ち上げが後背地に達しないように定めたため、現在のところ十分にその役割を果たしていると評価することができる。

以上の地形測定の結果や図-6に示す水中での観察によると、礫養浜では、沖方向への礫の流出はほとんどないといえる。図-6は中央部 (No.72) における後浜から汀線の40m沖合までの岸沖方向の範囲で底面を撮影した写真の時系列であるが、礫は概ね汀線から水深1m程度のところに分布して、それ以上沖側には分布していないことが解る。しかし、沿岸方向の移動は起こるため、継続的に礫浜を維持するには、地形の計測に基づいて、沿岸方向の礫の再配置 (リサイクル) を長期間にわたって、継続して実施していく必要がある。

図-7は、One-lineモデルを用いた平成24年8月から平成25年8月の間の汀線位置の変化予測を実測値と比較したものである。波の条件は相模湾外からの外洋到達波（春秋は波高0.88m, 周期7.9秒, 波向3度, 冬は波高1.07m, 周期7.3秒, 波向7度）と相模湾内の発生波（春秋は波高0.92m, 周期3.2秒, 波向3度, 冬は波高1.13 m, 周期3.4秒, 波向18度）の2種類を考慮している。漂砂係数（小笹・ブランプトン, 1979）のk1は0.005, k2は0.0としている。横軸の座標1220付近で不連続となっているのは、この付近に民有護岸があり、礫の輸送が阻害されている

ことに由来している。礫海浜の変形は、沿岸漂砂に依存しており、また、浮遊漂砂も発生しないために、One-lineモデルの仮定によく合致している。このため、モデルによる予測結果も実際の汀線変化をよく予測している。

図-8は礫養浜の環境や生物への影響を調査するために実施した化学分析調査の結果の一部で、COD, 強熱減量, 硫化物の沿岸方向分布の礫養浜実施中の経年変化を示している。図からは、いくつかの特異な点は存在するものの、概ね大きな変化はなく、安定した状況にあることが解る。

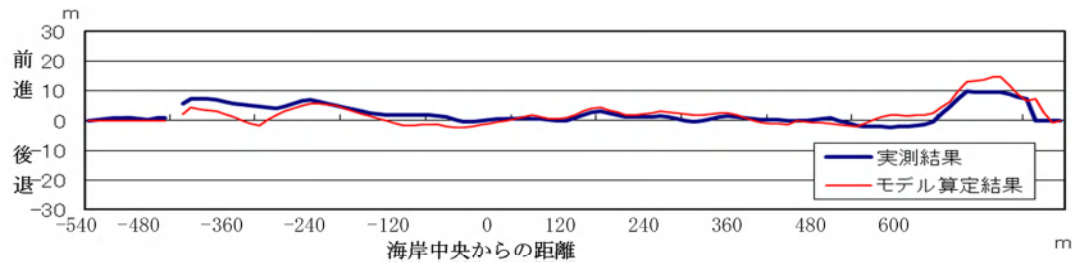


図-7 汀線位置実測値の経年変化を示す平面図と One-line Model による算定値の比較

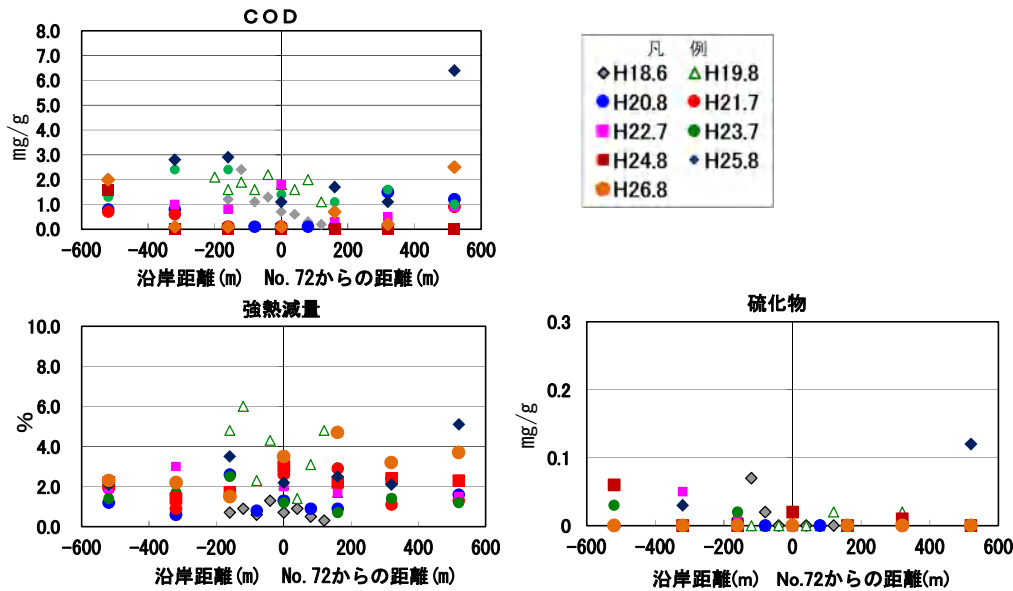


図-8 生物調査の結果

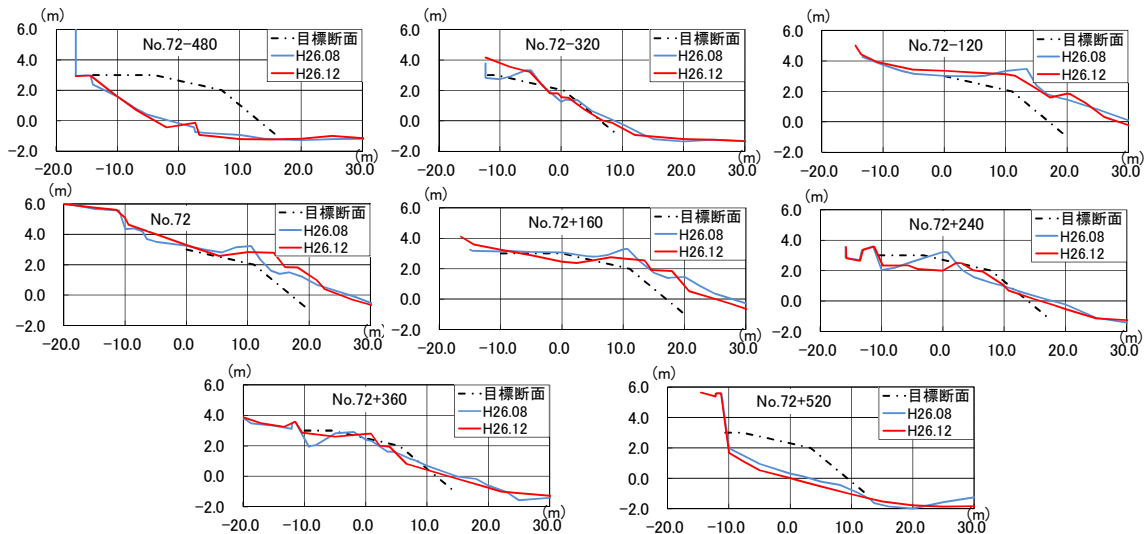


図-9 台風による高波前後の断面の変化

一方で、台風などの高波浪時に礫養浜の浜がどのように反応するかも調査することができた。図-9は平成26年台風18号,19号の前後における断面地形を比較したものである。台風18号による波浪は、10月6日午前10時に伊豆半島石廊崎観測所において有義波高12.8 m, 有義周期14.9 sに達し、平塚の観測所でも同11時に有義波高6.0 m, 有義周期10.2 sを記録している。石廊崎では波高4m以上の波が9時間継続し、平塚では3時間継続している。この後台風19号も石廊崎で10月14日4時に有義波高4.8 m, 周期10.3 sを記録し、波高4m以上の波が8時間継続している。一方、平塚では14日4時に有義波高3.5 m, 周期8.4 sを記録した。このような高波に対して、断面変化を見ると、バームの汀線方向（沖方向）への移動がみられるが、全体として養浜断面は安定していたと評価でき、高波浪時にも大規模な侵食が発生することはなかった。

現在の養浜後の海岸の全体を俯瞰してみると、養浜した礫が海岸全体にバランスよく広がっている様子が解る（写真-2参照）。局所的に見ると所によっては5分の1を超える急勾配の海岸になっており、粒径の大きな礫を養浜材として用いた場合には、結果として前浜は急勾配になることをあらかじめ踏まえておく必要がある。一方で、前浜には、汀線付近にできる沿岸方向の部分重複波（エッジ波）の影響下でリズムミクな地形（サンドカスプ）が形成されるなど、礫浜に特有の新しい海岸景観が広がっている。

3. 結論

礫養浜の実施により、沖合に波浪制御構造物などを設置することなしに、海浜の形状を安定にすることができた。岸沖方向の漂砂運動は抑制されたが、沿岸方向には引き続き礫が移動しつつあり、沿岸方向の両端部の処理が課題となっている。

謝辞：「秋谷海岸（久留和地区）保全計画協議会」の皆様には、合意形成会議の過程で、専門家、利用者、地元住民、漁業者、環境保護の観点から様々な有益な意見を頂いた。

参考文献

- 1) 小林 正博, 村上 義隆, 田村 貴久, 泉 正寿: 三浦半島秋谷海岸における養浜礫の挙動, 土木学会論文集 B3 (海洋開発) 67(2), I_1177-I_1182, 2011.
- 2) 宇多高明・三浦正寛・芹沢真澄・三波俊郎・熊田貴之: 三浦半島西岸に位置する秋谷海岸の侵食機構, 海洋開発論文集, 第20巻, pp.545-550, 2004.
- 3) 澤田麻美・小林昭男・宇多高明・三浦正寛: 三浦半島西岸に位置する秋谷海岸の侵食実態, 海洋開発論文集, 第21巻, pp.457-462, 2005.
- 4) 宇多高明・高村 光雄・久保田 隆司・石川 謙作・三波俊郎・石川仁憲: 神奈川県秋谷海岸の侵食機構と養浜材の条件, 海洋開発論文集, Vol.23, pp.1099-1104, 2007.

(2015.5.21 受付)

EVALUATION OF GRAVEL NOURISHMENT AT AKIYA COAST, KANAGAWA PREFECTURE

Tomoya AHIBAYAMA, Masatoshi IZUMI, Akira SATO, Yasushi SAWANO and Atsushi HIRAO

Akiya coast is located in Miura peninsula, Kanagawa prefecture and is the first coast that is artificially nourished with gravels in Japan. Coastal erosion started in early 1970s due to short supply of sand to the coast after completion of coastal road. The sandy coast was eroded gradually after construction of a breakwater of fishery port in 1980s and was rapidly eroded after 2000. Gravel nourishment started from 2006 after three years discussions in the consensus formation meeting consisted with coastal engineers, local residents, fishermen and members of environmental NGOs in the area. The median diameter of gravels is 15mm and the total amount of nourished gravel is 80,000m³ during six years. Now the coast is stable with gravels distributed in the shoreline. The gravels are continuously transported in longshore direction and additional maintenance works are required after completion of nourishment.