

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 24 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23656302

研究課題名（和文）生分解シートブロックによる漂砂フラックスと汀線位置の柔軟な制御

研究課題名（英文）Examination on sediment flux control with biodegradable sheet block

研究代表者

武若 聡 (TAKEWAKA SATOSHI)

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：80202167

研究成果の概要（和文）：海岸侵食対策に用いられる構造物は恒久的に効果を発揮するが、時に過剰な制御となり、沿岸漂砂下手への土砂供給が少なくなる。これを緩和し得るサンドバックについて検討を行った。サンドバックは設置、撤去が海岸構造物に比して容易であり、また、これを生分解性シートにより制作し、自然崩壊により漂砂制御機能を変化させることが期待できる。フィールド試験、数値計算による検討を行い柔軟な汀線制御について見通しを得た。

研究成果の概要（英文）：Coastal structures control sediments permanently, sometimes too effectively resulting expansion of eroded areas in the downside of longshore sediment. Sandbag, a flexible soft bag filled with sand, is an alternative to the traditional hard coastal structure to control sediments more adaptively. Further, if the sandbag is fabricated from biodegradable sheet, it will break-up and lose sediment control which can be regarded as changing the magnitude of sediment control. In the study, different kinds of field tests and numerical simulation have been done to assess the feasibility of the concept.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学

キーワード：海岸侵食，漂砂，サンドブロック，生分解性シート

1. 研究開始当初の背景

日本各地で海岸侵食が問題となってきた。その時間が経過し、その主因が河川から海域への土砂供給減少、沿岸方向の漂砂フラックス連続性の遮断などであることは共通の認識となっている。長らく、侵食対策として局所的な土砂量を維持する汀線ストック管理が行われてきたが、対策工が漂砂フラックスを断ち、侵食域が拡大することが頻繁に見られる。この反省として、漂砂系内の土砂移動の連続性の確保を目指すフラックス管理が提唱され、フラックスを制御し得る構造物の

開発、高精度・高密度のフラックス計測法などの要素技術の検討が始まっている。

フラックス管理では、漂砂フラックス分布を常に把握し、侵食域が拡大する前に土砂補給、対策工などを予防的に施す。その際に、系内の漂砂フラックスを制御し得る構造物を使用できれば、管理の柔軟性が高まる。既存の侵食対策構造物（突堤、離岸堤など）は恒久的に効果を発現するものとして設計されており、汀線維持については成果をあげてきたが、一方で漂砂フラックスを遮断し、下手への侵食域の連鎖的伝播を招くことを頻繁に経験してきた。

2. 研究の目的

海岸侵食対策に用いられる海岸構造物（突堤、離岸堤など）はコンクリートより制作され、一旦設置すると、恒久的に制御効果を発揮することになっている。適切に設計された場合、汀線を所定の位置に制御できるが、時に過剰な制御となり、沿岸漂砂下手への土砂供給が少なくなることがある。これを緩和するために、柔軟な汀線制御を可能とするサンドバックについて検討を行った。生分解シート、あるいは、耐久性の高い素材を用いサンドブロックを形成した。設置時には従来の侵食対策構造物と同等の機能を発揮し、土砂を局所的に貯留して汀線を維持する。シートが風化し、ブロックが崩壊すると貯留された土砂を開放し、漂砂を周辺に供給すると共に汀線位置が変動する。また、シートを人為的に破断する、あるいは、サンドバックを撤去することにより、土砂を開放することも可能である。シート崩壊時間、構造物規模等を適切に設定して、柔軟な漂砂フラックス・汀線位置の制御を行う。

3. 研究の方法

本研究は恒久的でない生分解サンドブロック構造物により、柔軟かつ順応的に漂砂フラックスの制御と汀線位置の維持を行うことを検討した。具体的には、

(1) サンドブロックを形成し、また、生分解シートを海岸環境に設置し、以下について確認した。

①波、流れ、砂、日射の作用下におけるシートの分解・崩壊速度

②ブロック寸法と安定性、漂砂制御効果の関係、既存構造物の漂砂制御性能との比較

(2) 1-line モデルによるブロックの漂砂フラックス・汀線位置の制御、設計指針の概念的提示、生分解サンドブロックの設置、シートが崩壊する効果を表現した。ブロックの規模と配置、シート崩壊時間などの諸条件の組み合わせにより、柔軟な漂砂フラックス制御と汀線位置の維持が可能となる条件を示した。

4. 研究成果

(1) フィールド試験

沖縄県伊良部島の海岸にサンドバックを設置し、沿岸漂砂の捕捉機能について試験を行った。サンドバックを突堤状に設置し、橋梁工事の影響により現れた侵食域の漂砂制御を行うことを意図した。2010年8月から2011年3月の間の海浜地形を調べた。通常の突堤と同様に、サンドバックは沿岸漂砂を捕捉し、漂砂の上手に堆積域が、下手に侵食域が形成された。サンドバックは高波浪が来襲

すると沈下し、漂砂制御機能が変化した。これは、設置条件を適切に定めることができれば、所定の沿岸漂砂の捕捉を行いつつ、周辺への侵食域の拡大を防ぐことが可能になることを示唆する結果を得た。

石川県千里浜、福井県浜住海岸にて現地施工されたサンドバックの調査を実施した。千里浜では、汀線近傍に約200mにわたって施工されたサンドバックの一部が損傷し、中詰めの砂が流出し、バッグが変形した。浜住海岸では、前浜に設置されたサンドバックが砂浜の侵食とともに露出し、捻じれるように変形したため、縫い合わせ部から損傷し、中詰めの砂が流出した。袋体の構造的な弱点が明らかとなり、今後の対策に活用できる。

茨城県鹿島海岸の後浜に生分解性布地（シート）を暴露し、水分（雨水、大気中水蒸気）、太陽光に対する耐性を調べた。その結果、水分、太陽光に対しては高い耐性を有し、18カ月程度の暴露では布地に変化が現れないことを確認した。

茨城県鹿島海岸の観測栈橋 HORS の周辺にてサンドバックを生分解性シート生地により製作し、波打ち際に設置した。設置後、3ヶ月以内に数回の高波浪の作用を受け、生地は破断し僅かな部分を残して飛散した。生地の耐摩耗性が予想よりも低く、早い時期の崩壊に至ったと考えられる。

(2) 漂砂制御機能変化に関する数値的検討

まず、海岸構造物の流失、沈下を漂砂制御機能の低下と見立て、これによる地形変化の実例の分析を行った。新潟海岸、皆生海岸の事例を調べ、離岸堤の飛散・沈下と汀線位置の変化を調べた。離岸堤の機能が失われると背後の汀線位置は直ぐに後退するが、同時に周辺の汀線位置には若干の前進が見られた。

新潟海岸は日本海側最大の都市である新潟市の前面に位置し、背後には越後平野が広がる約29kmに及ぶ海岸である。新潟海岸は信濃川、阿賀野川からの流出土砂により長い年月をかけて形成された堆積海岸であったが、明治時代になって信濃川の河川改修による流出土砂の減少や新潟西港の防波堤建設による土砂供給の遮断、更には昭和30年代からの地盤沈下等により、著しい侵食性の海岸に変化した。その結果、新潟西港防波堤に隣接する水戸教浜では明治22年以降360mも海岸線が後退している。昭和に入って背後の市街地を守るため侵食対策事業が本格的に行われており、昭和52年度から離岸堤や人工リーフ、ヘッドランド等が信濃川河口から新川河口までの約15kmの間に設置され、現在では砂浜の回復が見られる。しかしそれに伴い、冬期波浪による被災や洗掘等で設備の補修や改良が繰り返されてきた。

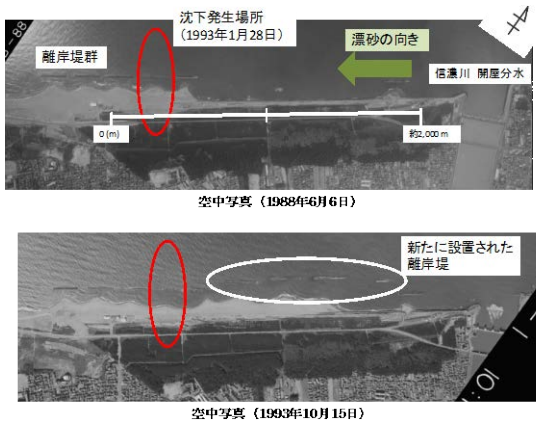


図-1 新潟海岸：空中写真（1988年，1993年）．離岸堤の沈下が赤で囲んだ位置に1993年1月に発生した．その結果，この場所の汀線位置が後退している．

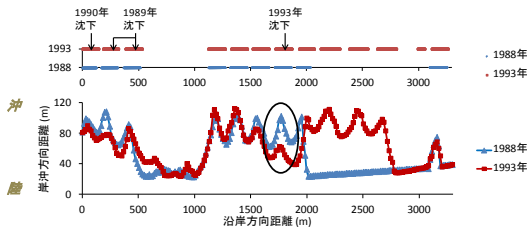


図-2 新潟海岸：構造物の被災位置と汀線位置の変化（1988年，1993年）．複数回の構造物の被災があり，汀線位置の後退が見られた．

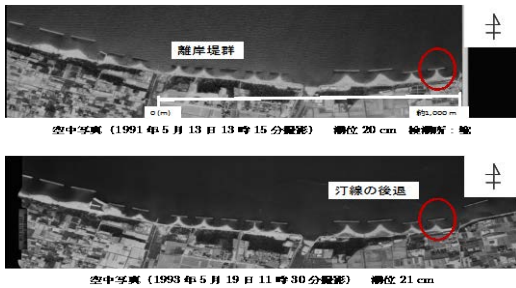


図-3 皆生海岸：空中写真（1991年，1993年）．1992年4月に離岸堤の沈下が発生した．

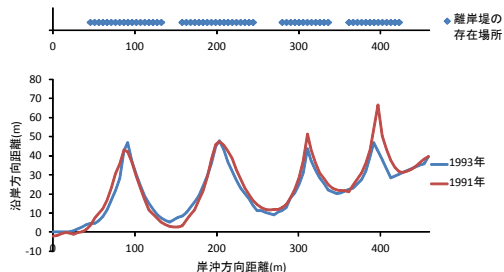


図-4 皆生海岸：構造物の被災位置と汀線位置の変化（1991年，1993年）．1992年4月の離岸堤の沈下により，汀線位置が後退した．

北陸地方整備局の報告によれば1982年か

ら2006年の間に，台風や冬季波浪などの影響で計9か所の離岸堤が沈下または流出しており，それが汀線に及ぼす影響を空中写真で確認した（図-1）．離岸堤の沈下が報告されている1993年1月28日をはさむ1988年6月6日と1993年10月15日に撮影された写真から目視で汀線位置を読み取って比較した（図-2）．この間，漂砂の上手側に新たな離岸堤が数基設置されており，その背後の汀線が前進しているなどの理由から単純な比較は難しいが，沈下が報告された離岸堤背後の汀線が後退しているのが読み取れる．これは離岸堤の持つ砂をトラップする機能が失われた結果と考えられ，流出した土砂は沖に流されたか，下手側に堆積したと考えられる．

皆生海岸は鳥取県西部に位置する弓浜半島の美保湾に面する海岸全体の総称であり，淀江漁港から日野川の河口を含み，西は境港までの約16kmの範囲である．日野川上流におけるかんな流しの終焉により日野川からの流出土砂が減少し，海岸侵食が進行した．このため，鳥取県により護岸整備や突堤の建設が行われ，一次的に砂浜が回復したが，昭和30年に再び侵食被害を受けた．昭和35年，全国で初めて建設省の直轄工事をする区域として指定され，離岸堤，護岸などの侵食対策工事が進められた．現在に至るまで人工リーフや離岸堤などの建設・補強工事が行われている．

皆生海岸では1992年4月13日と1997年9月17日，2011年9月3日に離岸堤の沈下・流出事例が報告されている．これらの被害の詳細な場所は分からなかったが，1992年の沈下事例をはさむ1991年5月13日と1993年5月19日の空中写真を比較したところ，汀線の後退が見つかった（図-3）．これが離岸堤の沈下によるものと考え，この2枚の写真撮影時の潮位を調べたところ，91年に撮影された時が20cm，93年は21cmとほとんど変わらないことがわかっている．以上のことから，汀線の後退は離岸堤の沈下による可能性が大きい．

以上の事例で見たように，海岸構造物が沈下し波浪制御機能が低下すると，直近の汀線位置に変化が現れ，貯まっていた土砂が周辺に移動する．本研究では数値計算によりこの現象の定性的な再現を行った．

離岸堤の沈下・流出を模擬した汀線の再現計算のために，エネルギー平衡方程式と1-lineモデルを組み合わせた数値計算モデルを用いた．エネルギー平衡方程式を解くことで碎波波高や碎波波向を求め，次に1-lineモデルにより沿岸漂砂量の分布，汀線の変動量と海底地形の変化を計算する．構造物の波浪制御機能の喪失は，波浪の透過率を変化させて表現した．これにより，沿岸漂砂量に変化が生じ，構造物が健全であった状態から新

しい状態に遷移する過程を追跡した。

新潟海岸では1993年1月28日に離岸堤の沈下が報告されているが、その時期の空中写真は入手できなかった。そこで、1988年6月6日の空中写真から読み取った汀線位置を初期地形として入力し、沈下が報告された離岸堤の周辺域で計算を行った。計算期間長は沈下の報告から1993年の空中写真が撮影された間の9ヶ月とした。計算の初期条件は入射波向 45° 、入射波高1m、沖波周期8sとした。

図-5に離岸堤が流出し、波浪制御能が低下した場合の汀線分布を示す。流出した離岸堤の背後にできていた堆積域は侵食されているが、下手の侵食域には土砂の堆積が見られる。堆積域に存在した土砂が下手に移動し、侵食域に移動したことが反映されている。

図-6に離岸堤が流出した場合と健全な場合の沿岸漂砂フラックスを示す。沿岸漂砂フラックスは沿岸方向の負の向きが正となっている。流出させた離岸堤の背後で漂砂フラックスの変動が激しくなっており、離岸堤設置によってできた地形をならすような働きが強まっている。

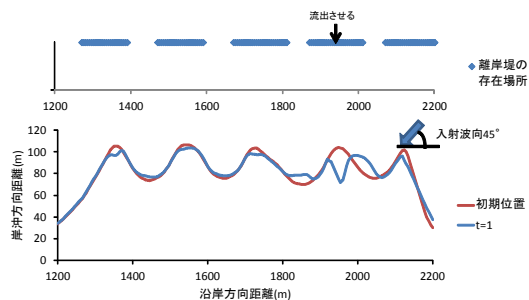


図-5 新潟海岸：構造物の被災位置と汀線位置変化の計算結果（1988年，1993年）。構造物の波浪制御機能を失わせた結果、背後の汀線位置が後退し、周辺の領域に土砂供給があった。

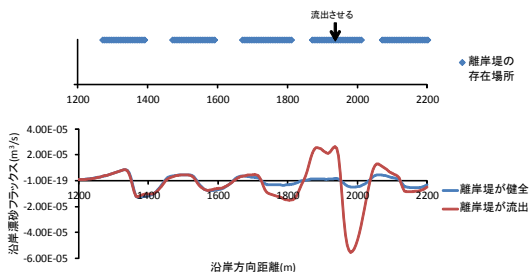


図-6 新潟海岸：構造物の被災位置と沿岸漂砂フラックスの比較（離岸堤流失時，健全時）。構造物の波浪制御機能を失わせた結果、沿岸漂砂フラックスに変化が生じ、周辺域への土砂供給があった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計1件）

(1) 西口幹人, 佐藤慎司, 坂下大輝, 田島芳満, 関口陽高, 土橋和敬, 海岸線から突出した構造物による海岸侵食機構とサンドバック突堤の侵食制御性能, 土木学会論文集B2(海岸工学), 査読有, Vol. 68, pp. I_661-I_665, 2012.

DOI: http://dx.doi.org/10.2208/kaigan.68.I_661

〔学会発表〕（計1件）

(1) 西口幹人, 佐藤慎司, 坂下大輝, 田島芳満, 関口陽高, 土橋和敬, 海岸線から突出した構造物による海岸侵食機構とサンドバック突堤の侵食制御性能, 土木学会海岸工学講演会, 2012年11月14~16日. 広島県国際会議場.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

武若 聡 (TAKEWAKA SATOSHI)

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：80202167

(2) 研究分担者

柳嶋 慎一 (YANAGISHIMA SHINICHI)

独立行政法人港湾空港技術研究所・海洋・水工部・専門研究員

研究者番号：40392972

佐藤 慎司 (SATO SHINJI)

東京大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：90170753