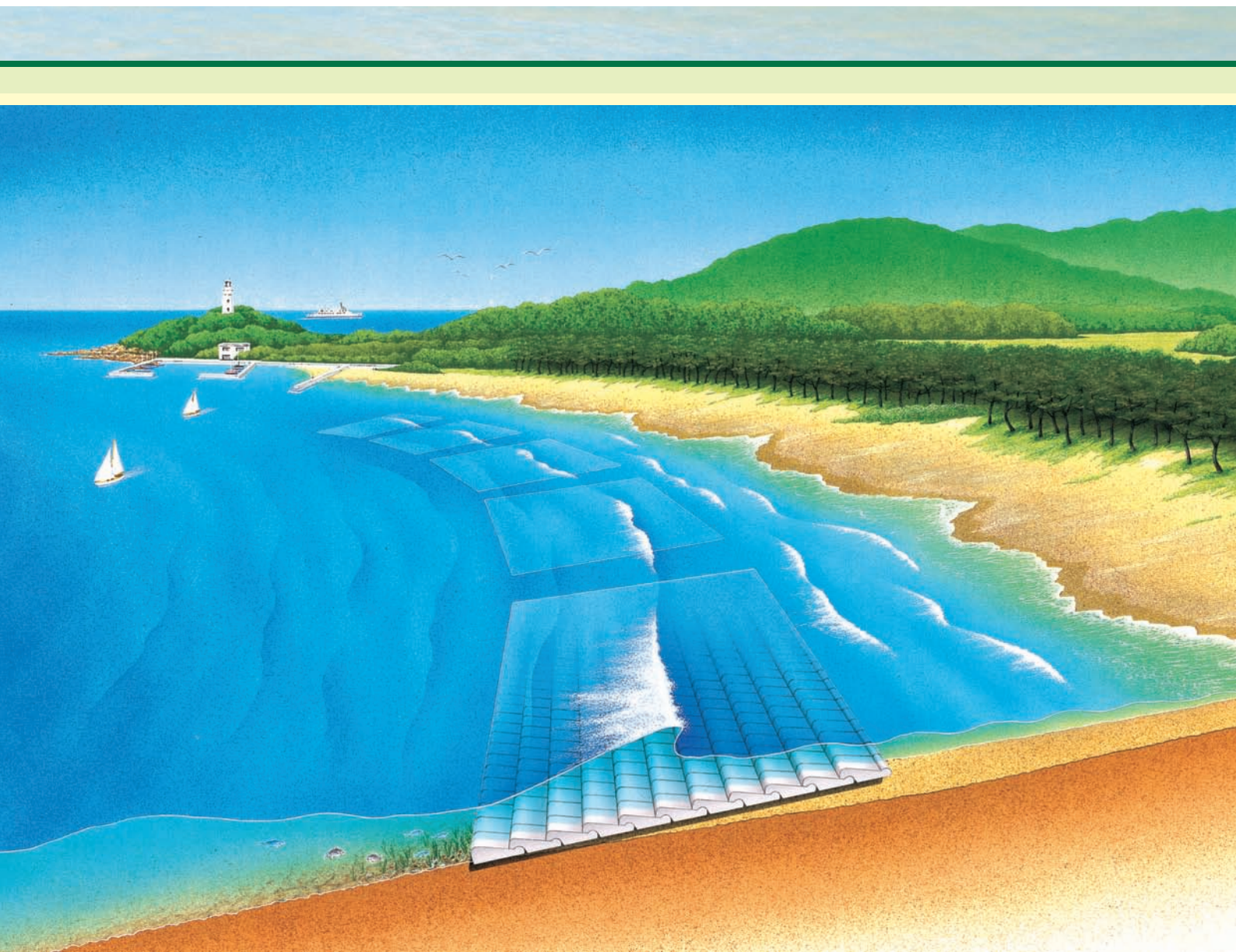




自然と共に創る砂浜

*D*ドリーム
*rim*工法

海浜侵食防止工法

私たちは自然から
学びました。



写真-1:宮崎県 青島の波状岩 (通称:鬼の洗濯板)

1. 鬼の洗濯板に秘められた謎

青島の波状岩は図-1に示すように波形が岸側に歪み、碎波水深よりも沖側まで広がっています。

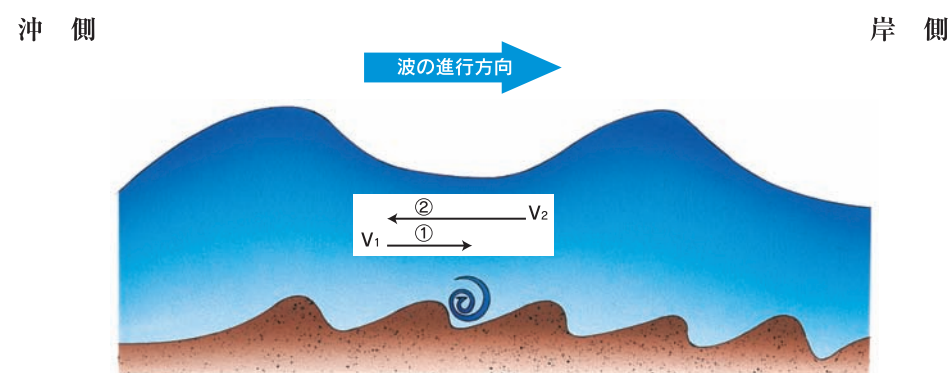


図-1:鬼の洗濯板における底層流制御の概念図

底層流制御の原理

流動通過にともなって、水粒子は楕円運動（海底付近では往復運動）をします。

- ①岸向流速時に形成された強い渦の影響で、岸向き方向の流速は減衰されます。
- ②沖向流速時は、流速はほとんど減衰されません。

結果的に図-1の流速ベクトルに示すように
沖向流速 $V_2 >$ 岸向流速 V_1 となります。
底層流（底面近傍の流れ）は沖向となり、
砂はたまりません。

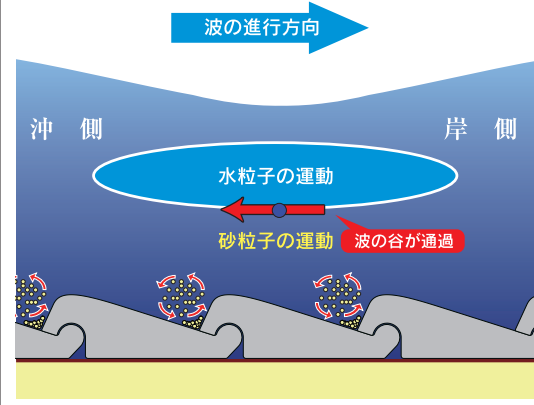
2. 逆転の発想

もし青島の波状岩を逆向き（沖側へ歪ませる）にしたらどうなるか？

渦のパフォーマンス

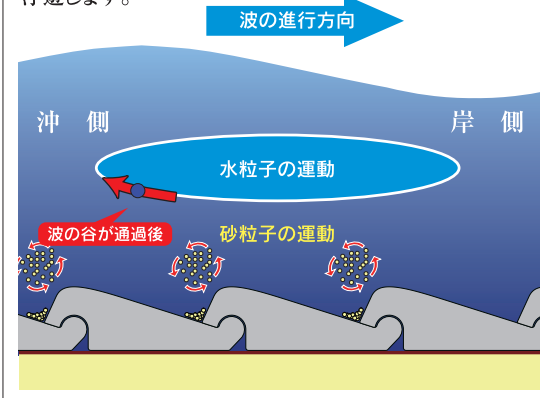
1 波の谷の通過時

波の谷の通過に伴い、岸側の緩やかな傾斜面に沿って、沖向きに移動する水粒子が谷間に強い渦を形成します。



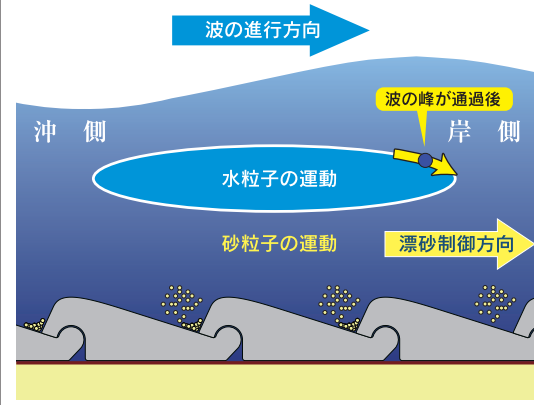
2 波の谷の通過後

渦の形成により、沖向きの流れのエネルギーが一部消耗されます。また、沈降していた砂は、渦に取り込まれる形で浮遊します。



4 波の峰の通過後

波の峰の通過後、岸側へ運ばれた砂粒子は沈降し、この運動を繰り返します。



3 波の峰の通過時

波の峰の通過に伴い、流向が反転し岸向きとなり、浮遊した状態の砂を岸向きに運びます。

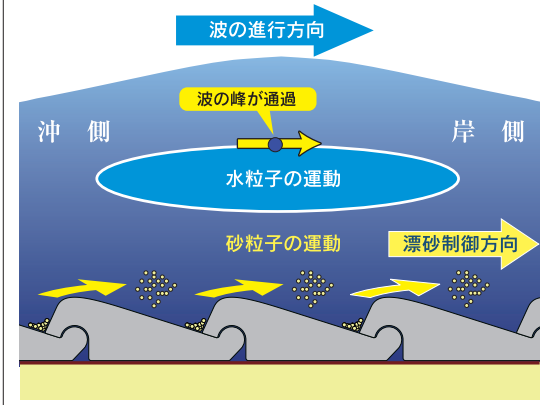


図-2

新しい海浜侵食防止工法の開発

これらの一連の渦のパフォーマンスにより、**底層流は岸向きに制御され**、
砂粒子は岸向きに運搬されることが実験により確認されました。
ここに、できるだけ自然の営力、つまり波のエネルギーや砂浜自身の復元力等を利用しながら
海浜を侵食から守る「**DRIM工法**」が誕生しました。

3 DRIM(ドリム)とは?

“Distorted Ripple Mat”の略(DRIM)で『歪み砂れんマット』という意味です。

DRIMは、海底にできる砂れんをSINカーブで近似し、人工的に一方向に歪ませた形状をブロックで再現したものです。

写真-2及び写真-4に示すように、波の通過に伴ってDRIM上で渦が発生し、砂が岸側に移動していくのが室内実験により確認されました。

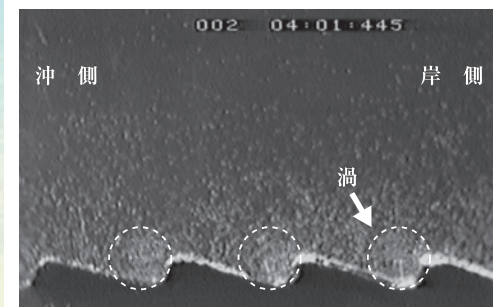


写真-2: DRIM上の渦の発生状況
http://suikougiken.co.jp/products/sea/

歪み砂れん効果



写真-3

■正弦砂れん上の平均流速分布

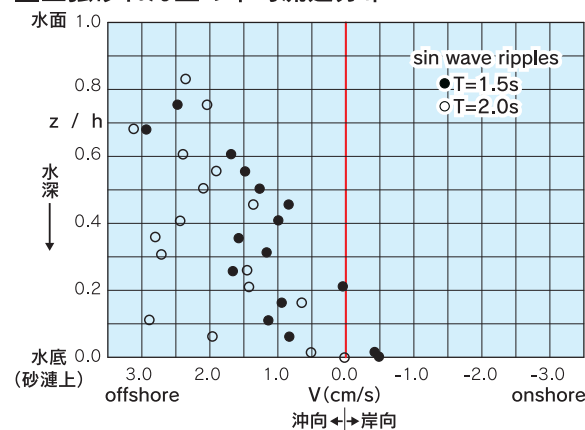


図-3

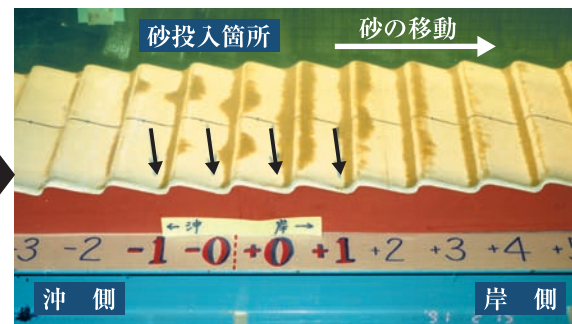


写真-4

■歪み砂れん上の平均流速分布

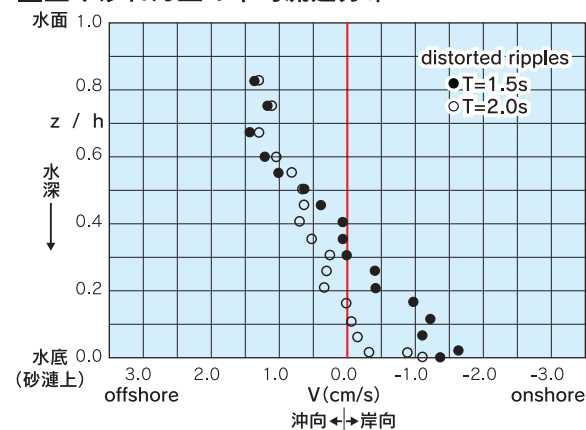


図-4

底層流は、上図に示すように岸向きの流速値を示します。
出典: 海岸工学論文集, 第40巻 pp.561-565.

図-3と図-4を比較すると正弦砂れん上の平均流速は、底面から水面まで沖向きの分布を示し、写真-3に示すように砂投入時から沖側に全て移動してしまいます。

一方、歪み砂れんにおいては図-4に示すように、全水深の底面から約30%までは岸向きの流速分布となり、写真-4に示すように岸側への砂移動が発生していることが確認されました。

岸沖方向の漂砂制御と海浜断面の変化

■DRIM無とDRIM有の20時間後の最終断面

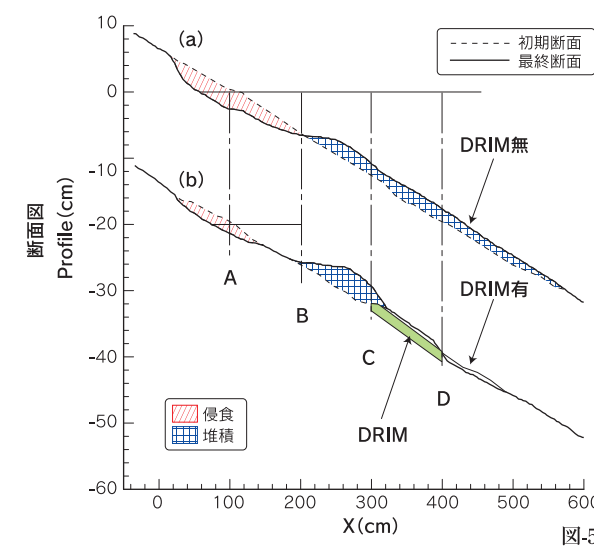


図-5

■2断面最終の地形比較

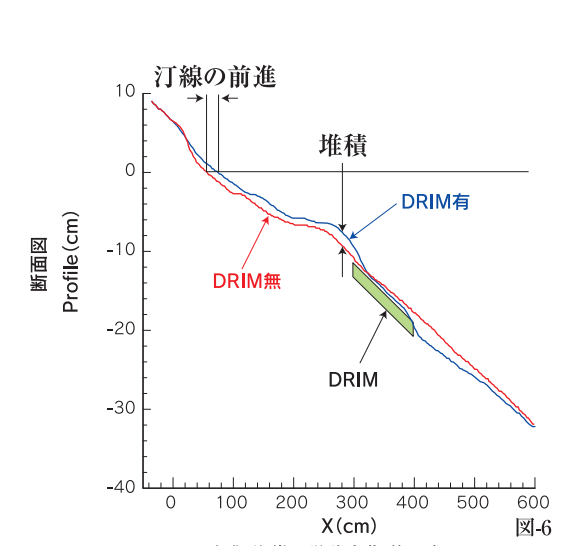


図-6

出典: 海岸工学論文集, 第49巻 pp.626-630.

図-5、図-6はDRIMを設置しない場合と設置した場合での海浜断面の違いを調べた実験結果です。DRIMを設置した場合の海浜断面は、沖側への土砂流出がなく、また沿岸砂洲がよく発達していることが分かります。

平面的漂砂制御

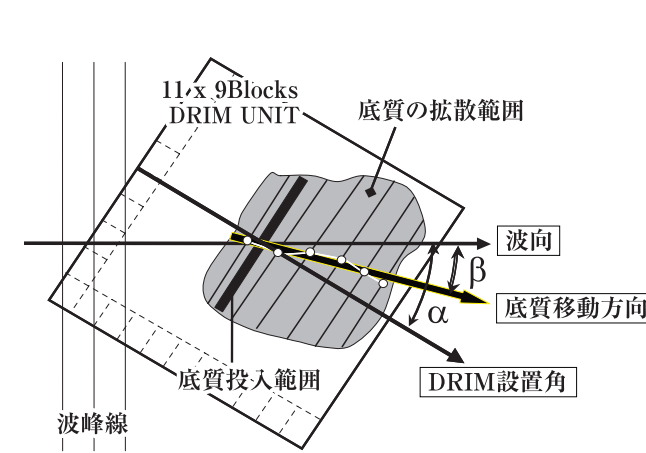


図-7 波の進行方向とDRIM峰線設置方向

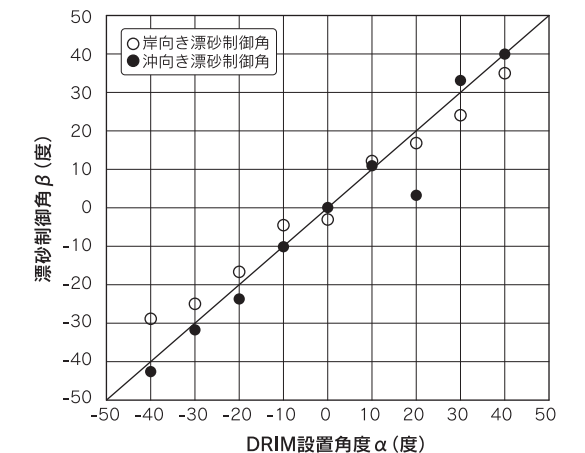


図-8 DRIM峰線方向αと底層流方向βの関係(±40°以内)

出典: DRIMを用いた3次元漂砂制御に関する研究 (山口洋) 2003.2 九州大学学位論文

図-7、図-8は波の進行方向とDRIM峰線の設置方向αと底質移動方向βとの関係を示したものです。αが波の進行方向に対し±40°以内であればα≒βとなり漂砂はDRIM峰線直角方向に制御されることになります。

4. DRIM工法の利点

DRIM工法は、砂浜に作用する波のエネルギーには一切手をつけず、砂浜自身の自然の復元力（荒天時に砂が沖へ行っても静穏時には岸へ戻って安定勾配をつくろうとする）に着目し、その復元機能に補助的に人の手を加えて砂浜を保全しようとするものです。

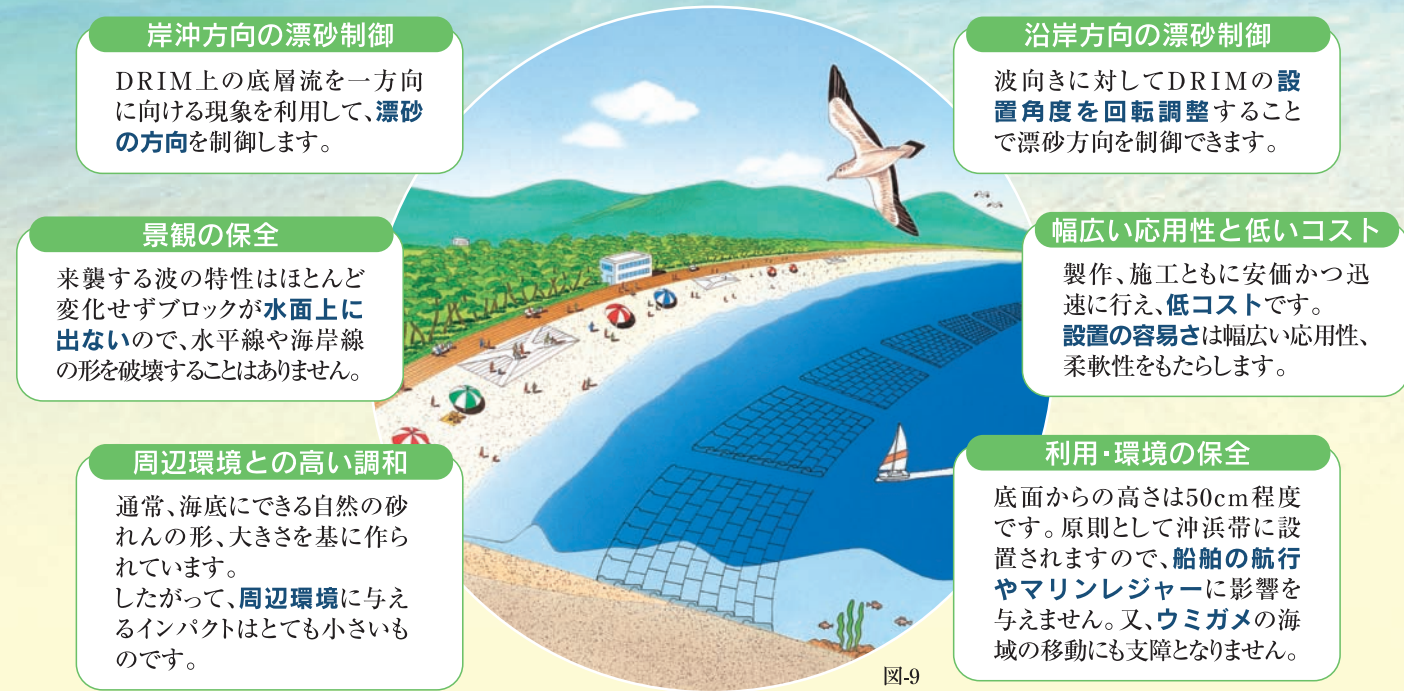


図-9

図-10は離岸堤、潜堤とDRIMとを機能比較したものです。

DRIMは、養浜砂が沖側に流出するのを防ぎ、静穏時に沖側から戻る砂を岸向きに制御します。また、DRIM岸側には沿岸砂洲が発達するため、入射波エネルギーの減衰が期待されます。

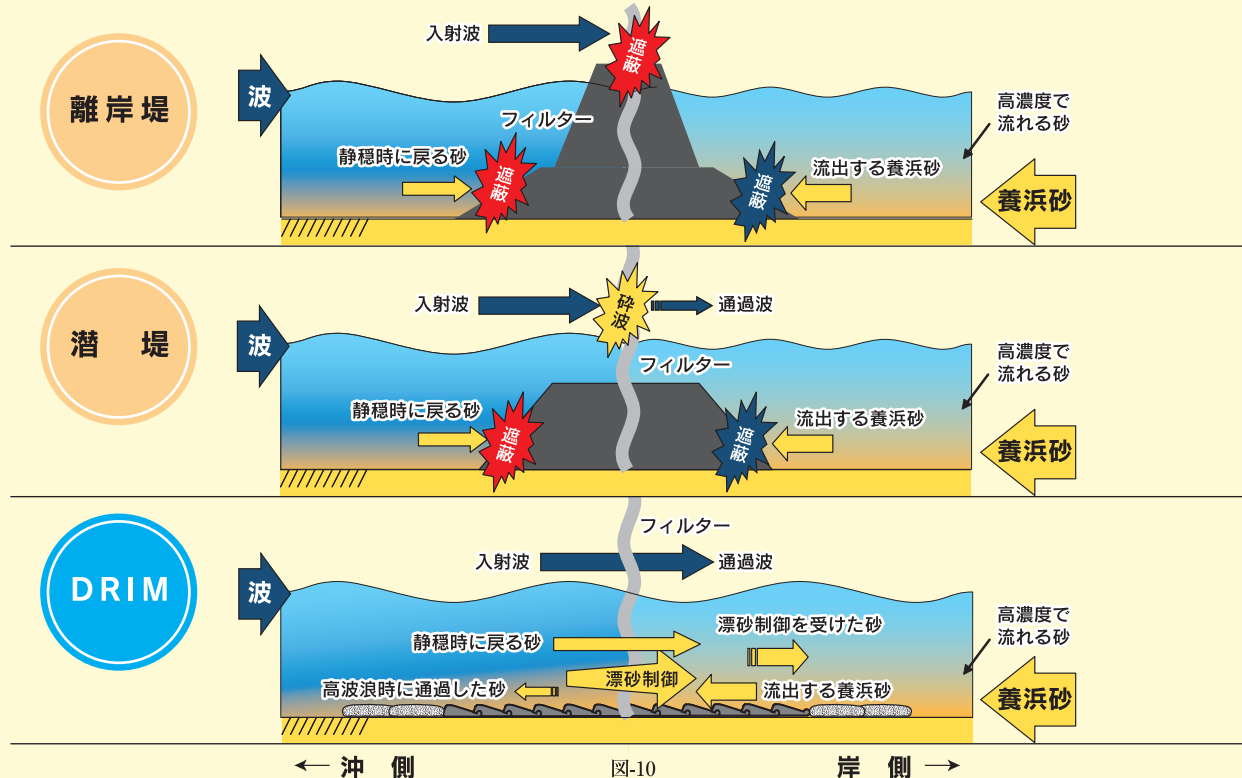
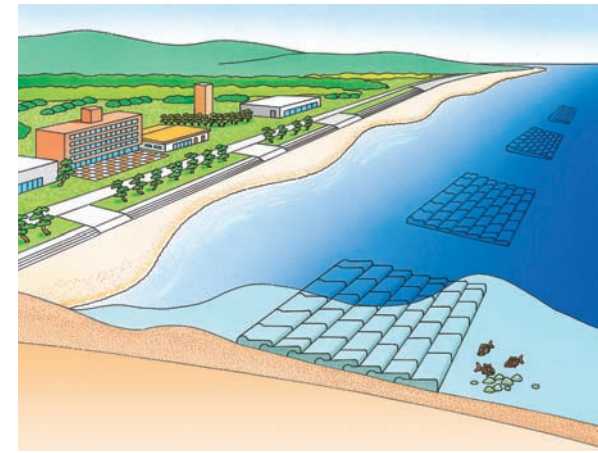


図-10

5. DRIM工法の適用例

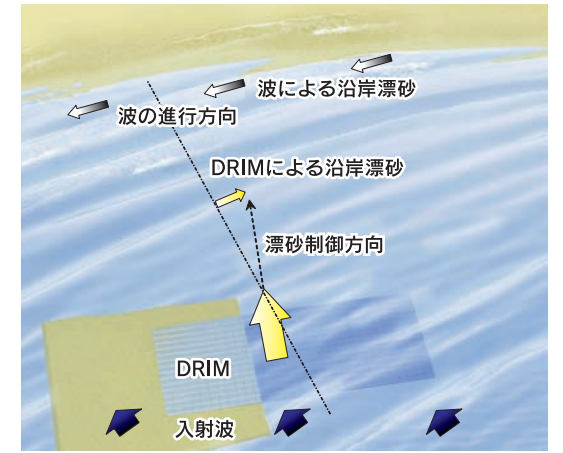
① 海岸侵食対策

養浜砂流出対策



岸側へ漂砂制御することで、養浜砂が沖側へ流出することを防ぎます。

沿岸漂砂制御



波向きに対して漂砂制御方向を傾けることで正味の沿岸漂砂量を減少させ、汀線後退速度を遅くします。

図-11

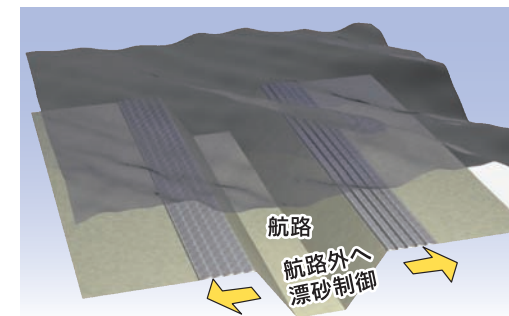
② 堆砂対策

河口埋没対策



河口部の底質を沖側へ輸送します。

航路埋没対策



航路内への底質の流入を防ぎます。

魚礁の集魚効果



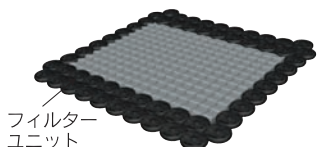
漂砂や浮泥の侵入を防止することで自然石は生物の住処に変身します。

図-12

6 DRIM工法の設計

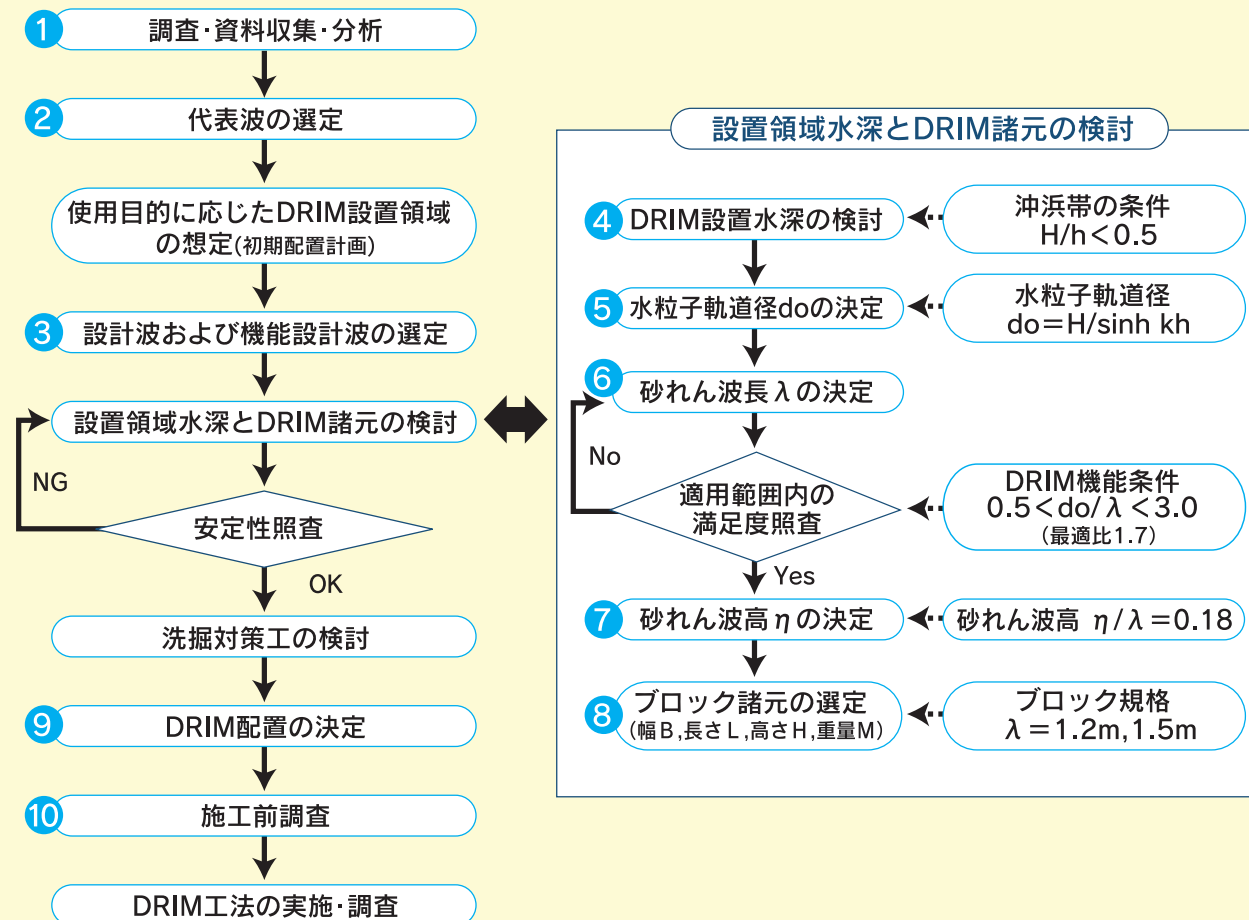
1.DRIMブロックに関する名称

表-1

DRIMブロック		歪み砂れんの形状を再現するための最小単位ブロック
DRIMパーツ		DRIMブロック6個～8個を連結してシートを貼付したもので、運搬、据付を行う施工単位となる。
DRIMユニット		海底に敷設されるパーツの一群で、1日で据付可能なパーツ数で構成される。ユニット周辺に洗掘対策としてフィルターユニット等を施工する。

2.DRIM工法の適用フロー及び解説

1.DRIM工法適用フロー



2.解説

表-2

項 目	解 説
1 調査・資料収集・分析等	・波浪、潮位、底質、地形、漂砂特性等を調べます。
2 代表波 H_o 及び T_o	・沖波波浪を算定します。(異常時波浪及び通常時波浪)
3 設計波および機能設計波の選定	・DRIM設置領域(初期配置計画)におけるDRIMの安定検討に用いる設計波 H 及び T 及びDRIMの機能検討に用いる機能設計波 H 及び T を算定します。 ・機能設計波は、頻度の高い波浪あるいは最もエネルギーが大きい波向きの平均波とします。
4 設置水深 h	・DRIMの設置位置は砕波点より沖側(沖浜帯)を目安とし、 $H/h < 0.5$ を満足するように決めます。 ・DRIMの効果を短い時間で海岸線付近まで伝播させたいので、できるだけ離岸距離を短くします。 ・船舶の航行や海水浴時に邪魔にならない水深以上とします。
5 水粒子軌道径 d_o	・ $d_o = H / \sinh kh$ より求めます。 ここに $k = 2\pi / L$
6 砂れん波長 λ	・ $0.5 < d_o / \lambda < 3.0$ を満足するように λ を決めます。 $d_o / \lambda = 1.7$ が最適比です。(図-14参照) ・ λ の工事実績としては、 $\lambda = 1.2\text{m}, 1.5\text{m}$ の2種類があります。
7 砂れん波高 η	・実験結果より $\eta / \lambda = 0.18$ が最適値となります。
8 DRIMブロック諸元の選定	・ブロック幅 $B = 1.2\text{m}$ を標準としています。 ・ブロック長さ L , 高さ H は λ 及び η との関係より決定します。
9 DRIM配置の決定	・DRIMユニットの敷設幅(岸沖方向, 沿岸方向)や設置間隔、方向等を検討し、DRIM効果が最も期待でき、なおかつ経済性に優れている設置法を決定します。
10 施工前調査	・深浅測量の実施 ・障害物有無の確認

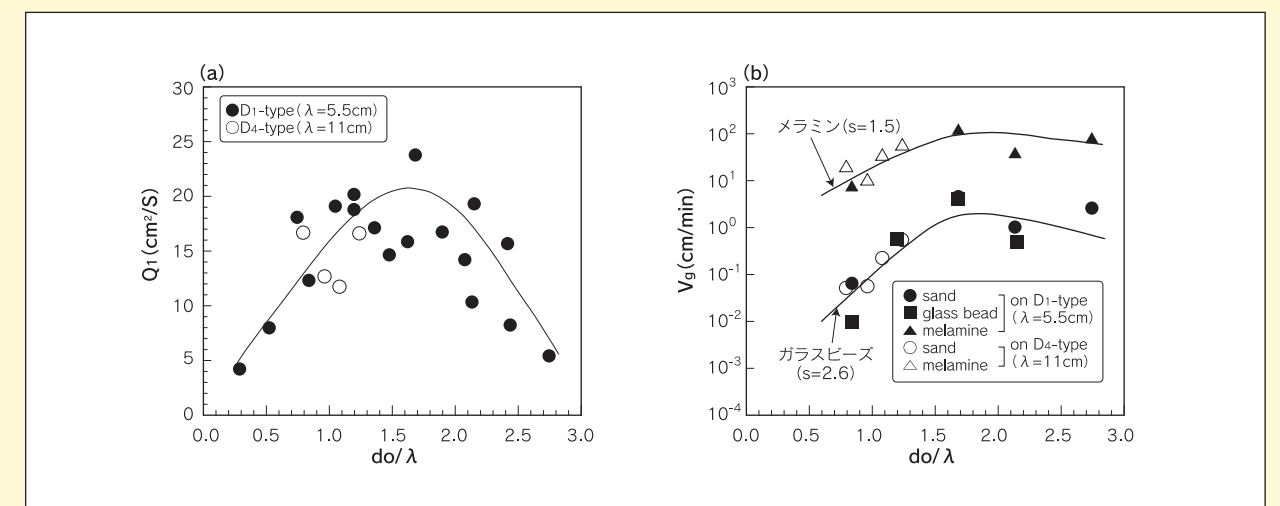
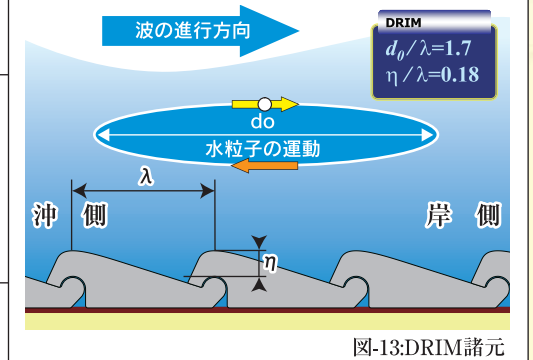
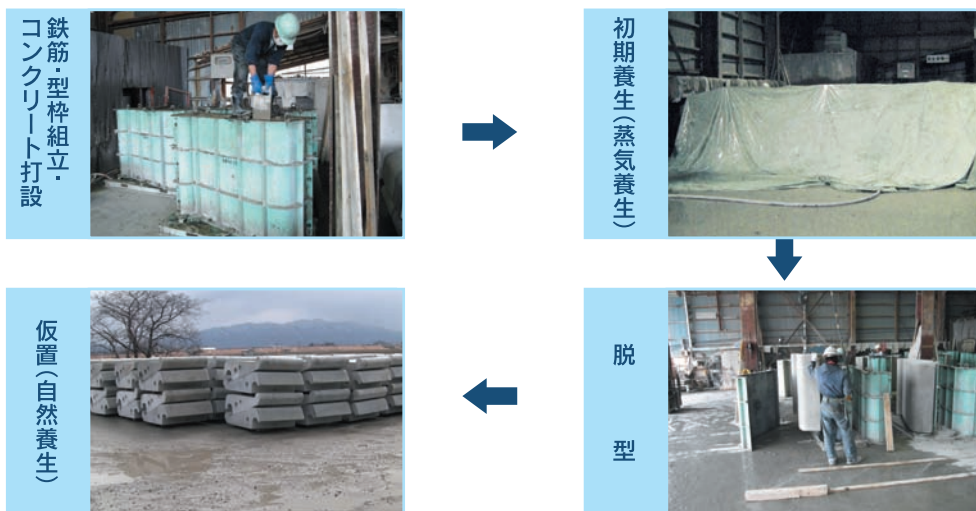


図-14: d_o / λ と底層流量 Q_1 及び底質移動速度 V_b の関係 出典: 海岸工学論文集, 第45巻 pp.506-510.

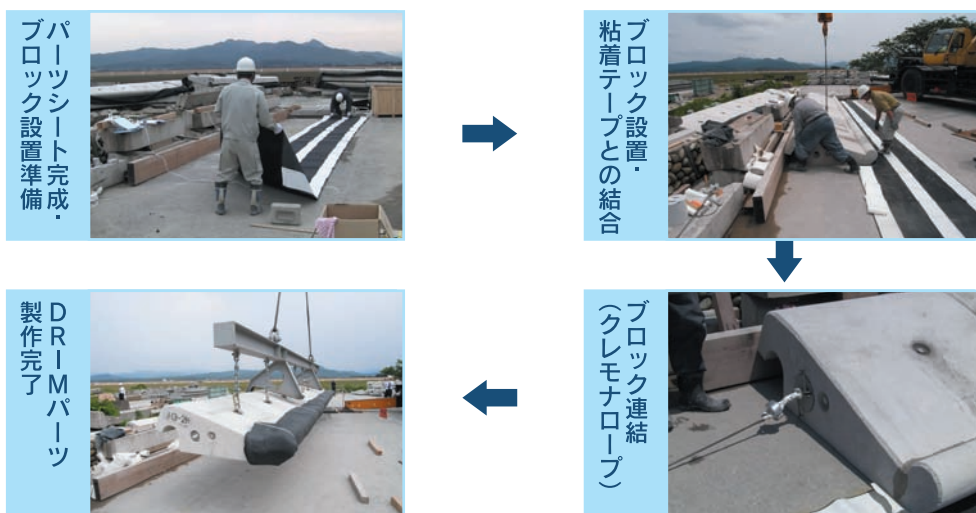
7 DRIMの施工

① DRIMブロックの製作

工場製作(二次製品)



② DRIMパーツ製作



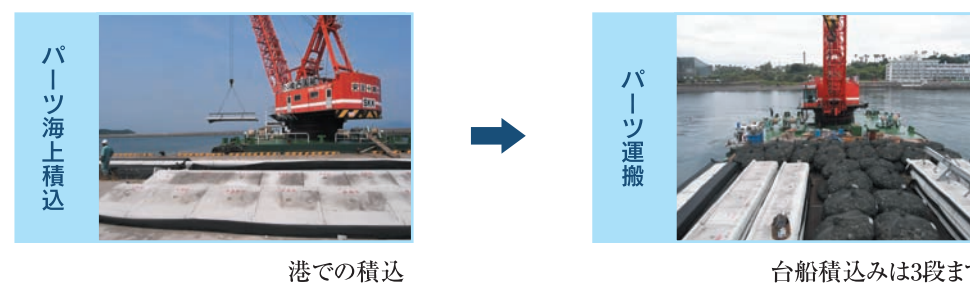
③ DRIMパーツ積込・運搬



④ DRIMパーツ荷卸し・仮置



⑤ DRIMパーツ海上積込・運搬



⑥ DRIMパーツ据付



⑦ 洗掘防止対策

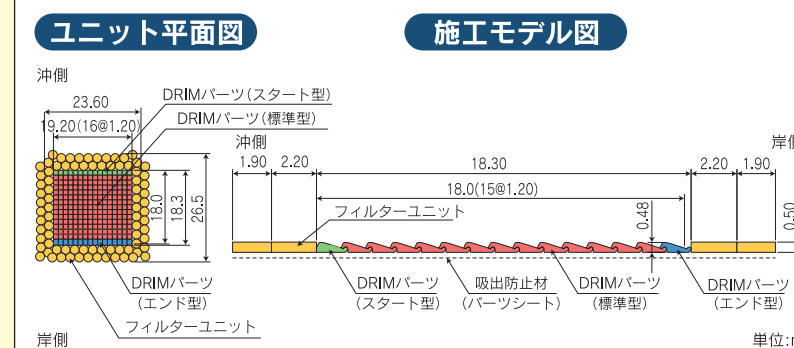
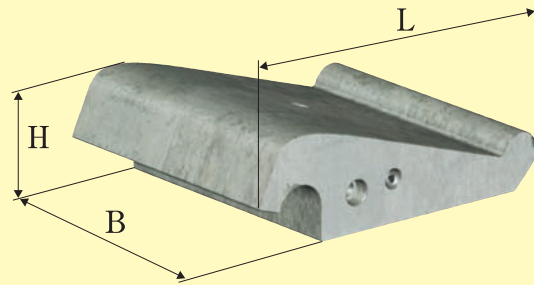


図-15

8. DRIMの諸元

DRIMブロック(標準型)

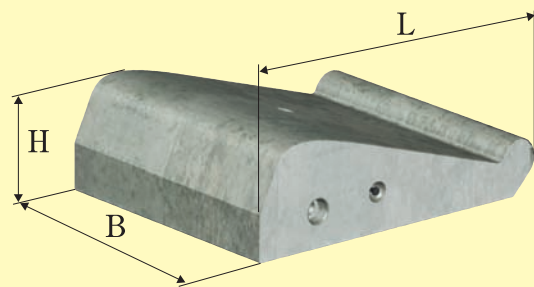


$\lambda=1.2\text{m}$ の場合

表-3

種 別	単 位	規格値
H	m	0.48
B	m	1.20
L	m	1.52
波長(λ)	m	1.20
体 積	m ³	0.52
重 量	ton	1.19

DRIMブロック(スタート型)

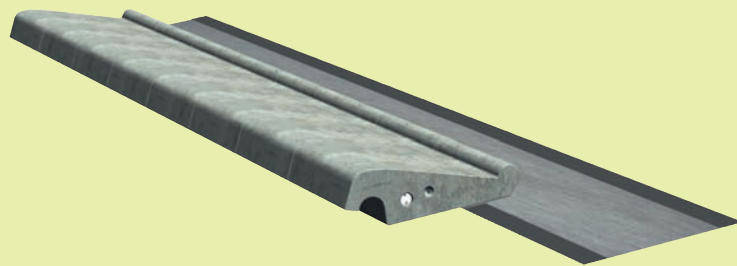


$\lambda=1.2\text{m}$ の場合

表-4

種 別	単 位	規格値
H	m	0.48
B	m	1.20
L	m	1.52
波長(λ)	m	1.20
体 積	m ³	0.61
重 量	ton	1.40

DRIMパーツ



パーツ(標準型) $\lambda=1.2\text{m}$ の場合

表-5

種 別	単 位	規格値
重 量	ton	9.52

パーツ(スタート型) $\lambda=1.2\text{m}$ の場合

表-6

種 別	単 位	規格値
重 量	ton	11.20

パーツシート特性

表-7

種 別	単 位	規格値
強 度	縦	KN/5cm
	横	KN/5cm
厚 さ	mm	1.5
質 量	g/m ²	450
透水係数	cm/sec	1.2×10^{-1}
材 質	ポリエチレン混織布	

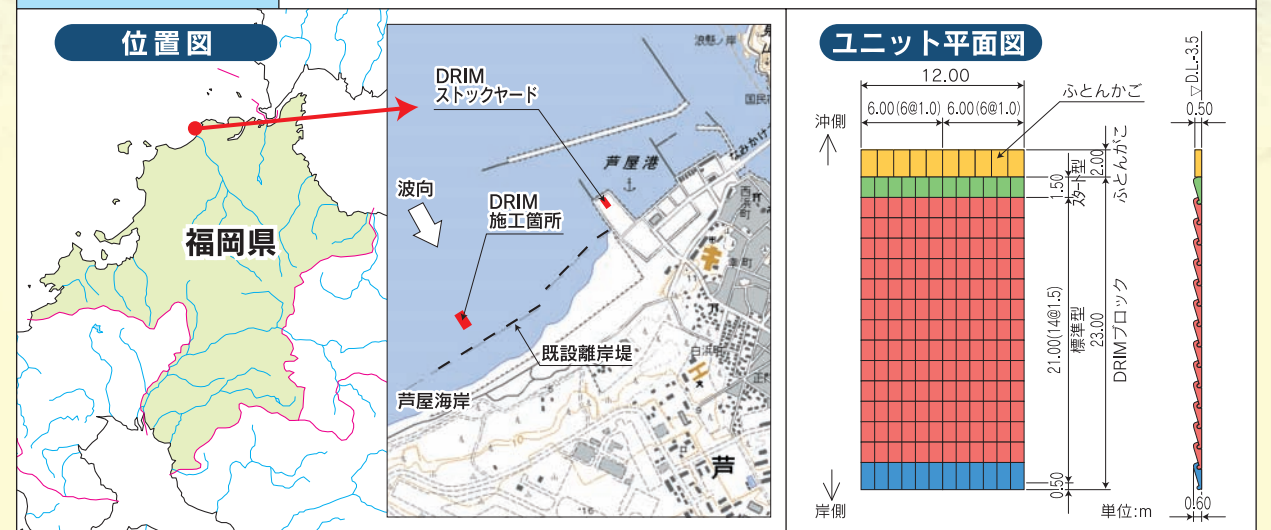
※上図はDRIMブロックを8個連結した場合のDRIMパーツ姿図です。
パーツシートの規格寸法値は、設計条件や現場条件によりブロック連結個数、配置方法等が変わるため、
各々の現場に合わせて設定します。
パーツシートの特性を表-7に示します。

※規格値は測定値の平均であり、保証値ではありません。

9. DRIM工法実績

① 芦屋港海岸(福岡県)

発 注 者	新日本石油(株)
工 事 名	芦屋港海岸浜崎地区DRIM実施海域試験工事
工 期	平成16年6月～平成17年6月
試 験 体 制	新日本石油(株)、九州大学、九州共立大学、 ドリム工法研究会(東亜建設工業(株)、若築建設(株)、水工技研(株))



■ 蛍光砂追跡調査結果 ■

DRIM設置位置を中心として、180m×180mの範囲で10mあるいは20mメッシュで蛍光砂の追跡調査を実施しました。
その結果は以下のとおりであり、流れによってDRIM上に到達した蛍光砂が、DRIMによって岸側に運ばれた様子がうかがえます。

- ・緑の蛍光砂(東側に投入):平均流の上手側に投入したので、最も多く岸側に運ばれています。
- ・黄の蛍光砂(西側に投入):平均流の下手側に投入したにもかかわらず、岸側に分布しています。
- ・赤の蛍光砂(沖側に投入):沖側に投入したにもかかわらず、岸側に分布しています。

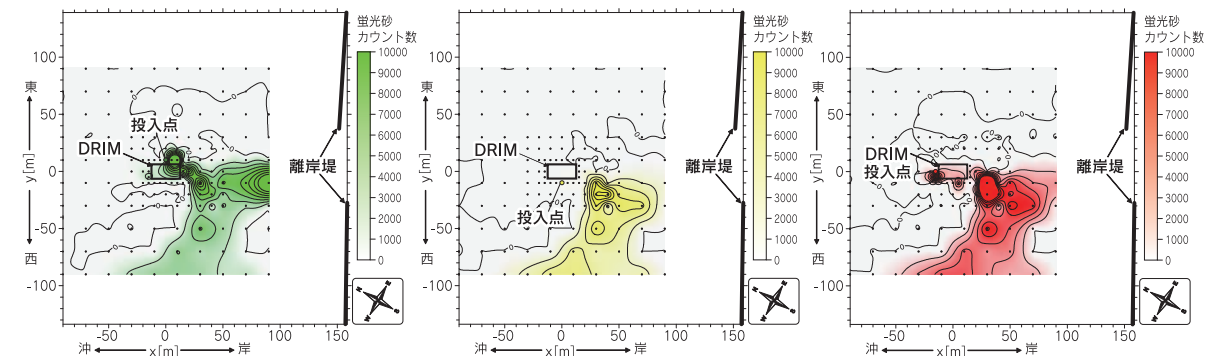
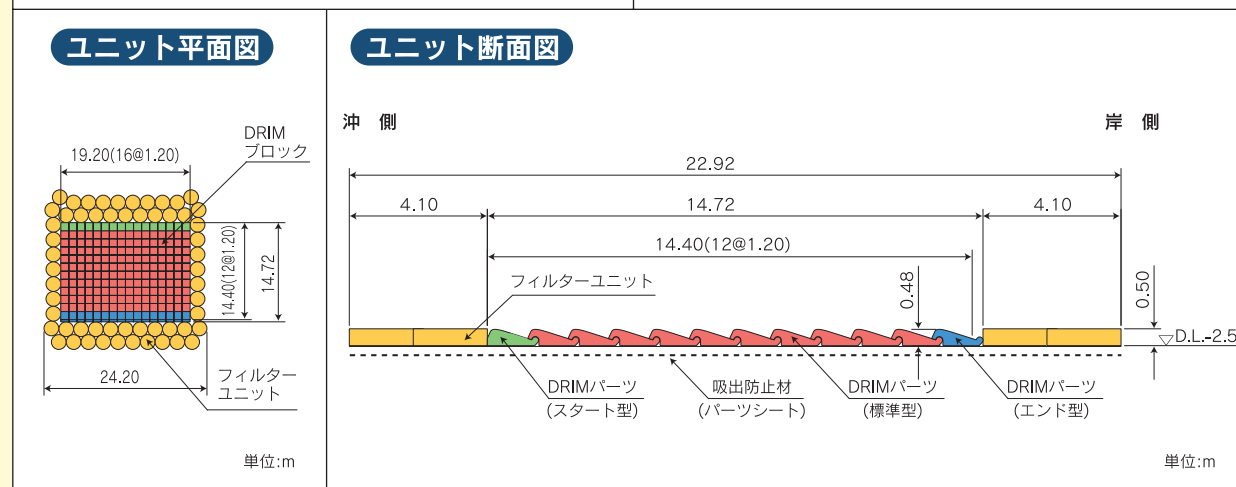
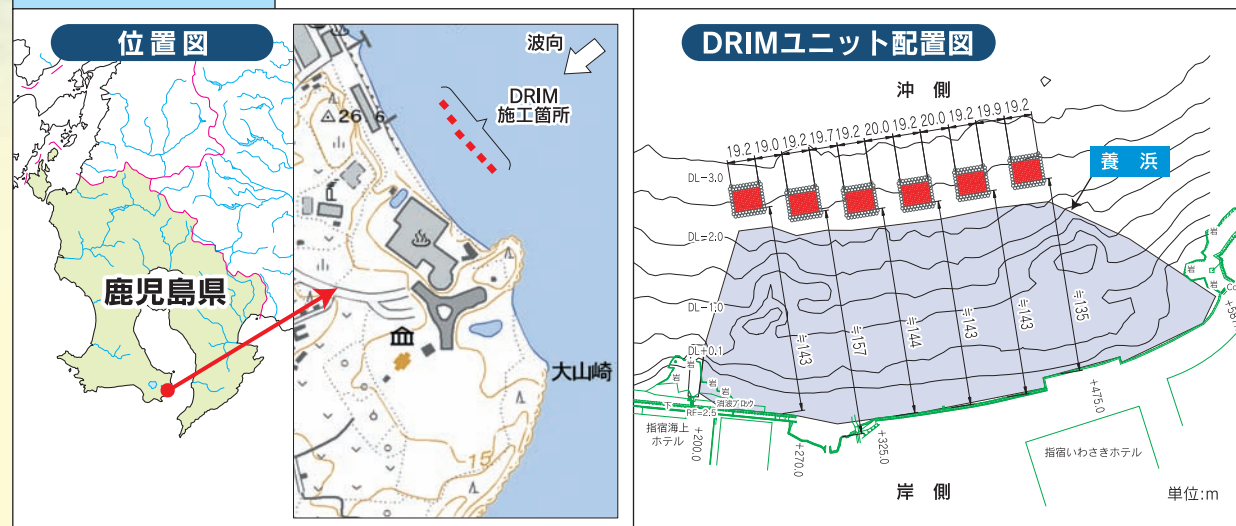


図-16:蛍光砂カウント数(N_{xy})追跡調査結果

2004年6月15日 蛍光砂投入
2004年6月21日 2004T6(台風6号)通過
2004年6月28日 蛍光砂サンプリング

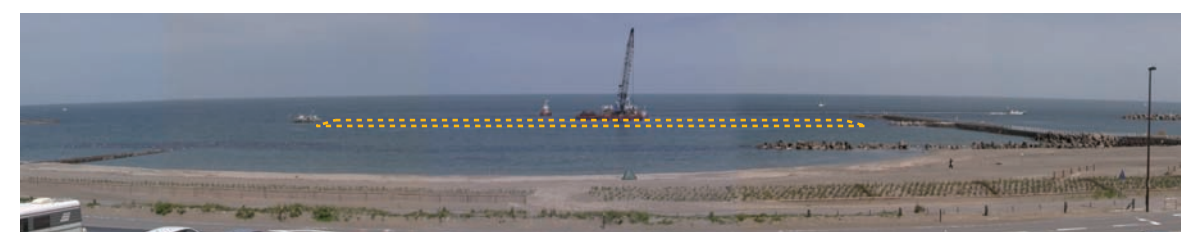
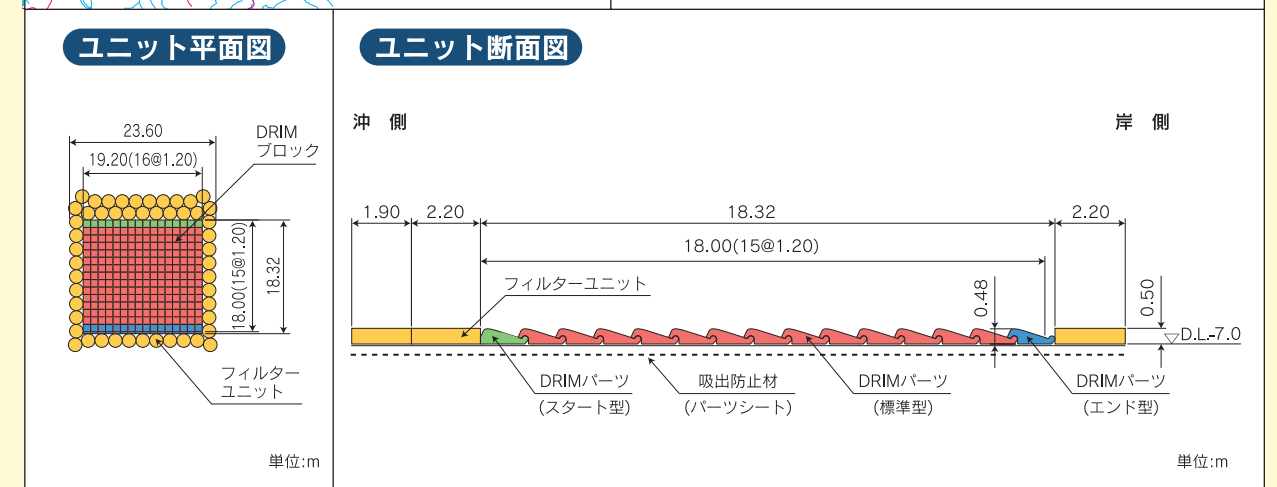
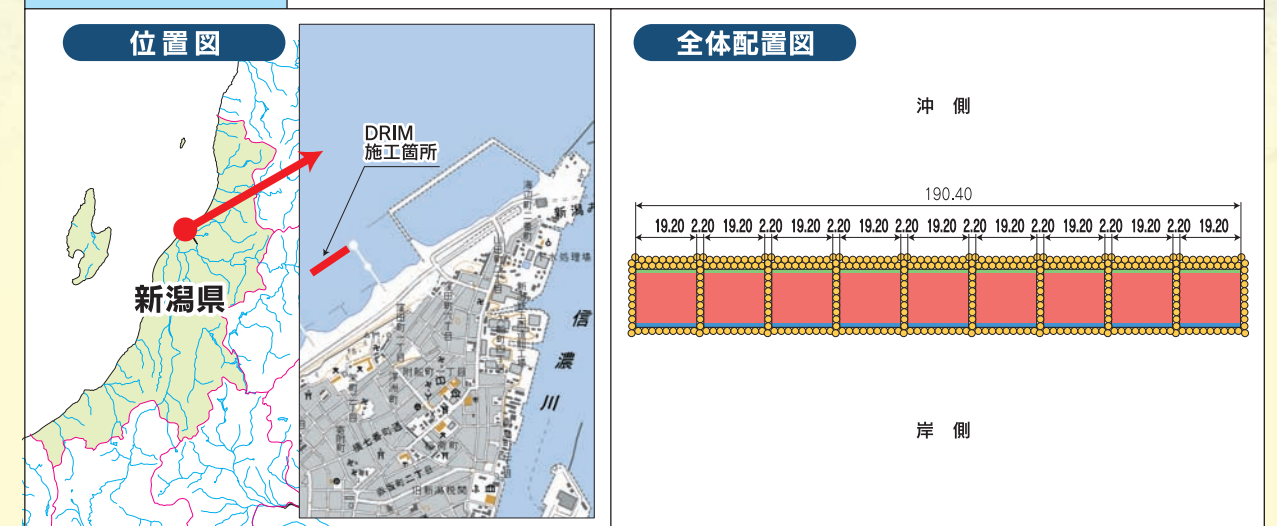
② 指宿港海岸(鹿児島県)

発注者	鹿児島県南薩地域振興局指宿支所
工事名	指宿港港湾海岸局所改良工事(3工区)
工期	平成21年3月20日～平成21年12月14日
施工数量	DRIMユニット6基、DRIMパーツ24パーツ／ユニット、DRIMブロック8個／パーツ、ブロック総数1152個



③ 新潟西海岸(新潟県)

発注者	国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾・空港整備事務所
工事名	平成21年度(補正)新潟港海岸(西海岸地区)潜突堤・砂止堤築造工事
工期	平成22年3月4日～平成22年11月30日
施工数量	DRIMユニット9基、DRIMパーツ30パーツ／ユニット、DRIMブロック8個／パーツ、ブロック総数2160個





水工技研株式会社

住 所 : 福岡県福岡市博多区博多駅東2-6-28

T E L : (092)472-2734

F A X : (092)472-1387

U R L : <http://www.suikougiken.co.jp>

E-mail : info@suikougiken.co.jp

不許複製 © 2014 SUIKOU GIKEN CORPORATION

監修: ドリム工法研究会

(東亜建設工業株式会社・若築建設株式会社・水工技研株式会社)