

CO<sub>2</sub>排出削減工法

景観と生き物に配慮した自然石塊根固被覆工



グリーンインフラ  
自然と共に創る社会インフラ

# Esta Rocks

# エスタロック工法<sup>®</sup>

～ 美しい海と川づくり～

海・川



Environmental  
Engineering



環境工学株式会社

# エスタロック工法<sup>®</sup> <特許>

『エスタロック』とは、自然石を主材料とする  
景観と生態系の保全と地球温暖化防止に配慮した  
『自然石塊根固被覆工』です。

NNTD1314  
旧NETIS番号 (KT-050101-A)



## 用途

### ～海岸～

- ・突堤工
- ・緩傾斜護岸工
- ・根固工
- ・人工リーフ
- ・離岸堤工
- ・混成堤基礎マウンド被覆工

### ～河川～

- ・根固工
- ・護床工
- ・護岸工



◀藻類の繁茂の様子



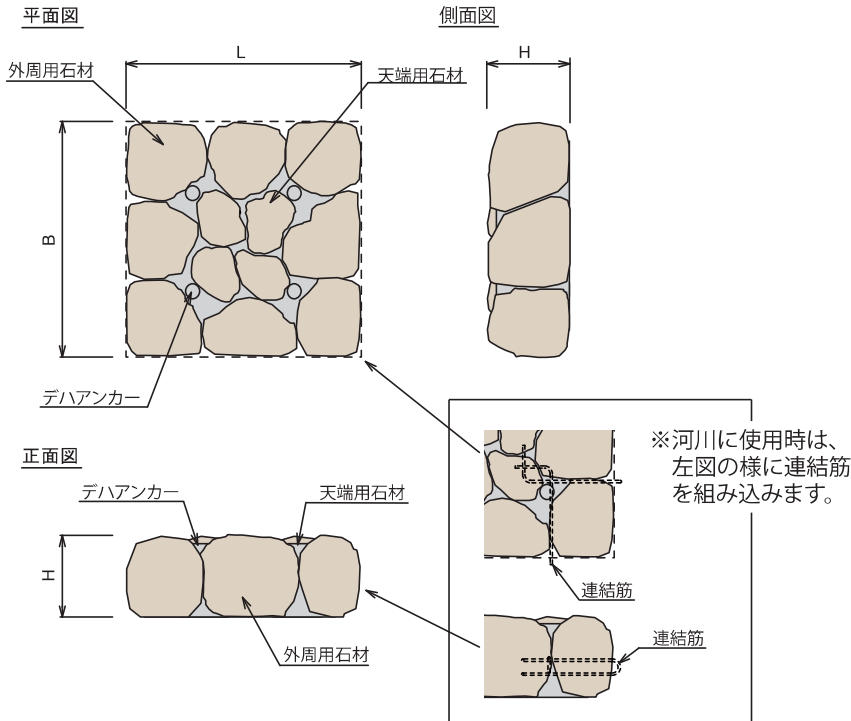
## 特長

- **自然石の美しい景観**  
自然石が創出する安らぎのある美しい景観が得られます。
- **生態系に配慮**  
凹凸のある自然石が構成する不規則な空隙によって、豊かで多様な生態系の創出が期待できます。
- **波力に対する優れた安定性**  
エスタロックの比重(2.4～2.5)が、コンクリートブロックの比重(2.3)に比べて高いため、優れた耐波安定性が得られます。
- **自然石の再利用**  
河川内の巨石や捨石等を利用して、河川の根固・護床工に適用できます。
- **大きな耐摩耗性**  
自然石が主材料となるため、コンクリートブロックに比べて耐摩耗性が向上します。
- **鋼製型枠が不要**  
石材を型枠として周囲に配置するため、鋼製型枠が不要となり、工程を簡素化・省力化できます。
- **曲線に対応した施工が可能**  
自然石の配列を工夫することで、湾曲部等の施工が可能です。
- **地球温暖化防止へ貢献**  
天然素材を多用するため、セメントの使用量が抑えられ、CO<sub>2</sub>の排出量削減に寄与します。

※表紙の実績写真は沖縄県 辺土名海岸

# 形状及び寸法

## 単体図



海岸での設置例



河川での設置例

## 規格/数量

規格	参考質量 (t)	石材質量 (t)	コンクリート質量 (t)	コンクリート体積 (m <sup>3</sup> )	形状寸法 (cm)			参考比重
					L	B	H	
2t型	2.190	1.500	0.690	0.300	160	160	50	2.53
3t型	3.150	2.000	1.150	0.500	180	180	55	2.51
4t型	4.018	2.500	1.518	0.660	200	200	60	2.51
6t型	6.455	4.500	1.955	0.850	230	230	70	2.53

※ 高さHは底面から植石天端までの直高です。

※ 比重は石材によって若干変化します。

## 材質/仕様

名称	材質	仕様			
		2t型	3t型	4t型	6t型
主石材	被覆用割石 (JIS準硬石以上)	150kg内外 75kg内外	200kg内外 100kg内外	250kg内外 125kg内外	500kg内外 125kg内外
アンカー部材	亜鉛アルミ合金メッキ鋼線	φ8mm			
デハアンカー(吊用)	SS400	2t用	2t用	4t用	4t用
注入接着材	特殊ボンド	2液混合			
連結筋※	SS400	φ16	φ19	φ19	φ19
連結金具※	SS400(シャックル)	φ16	φ19	φ19	φ19

※ 接着材は環境ホルモンを含みません。

※ 連結筋及び連結金具は、河川に使用する時のみ用います。

# 製作工程



1 敷砂で製作ヤードを整地します。



2 製品寸法に合わせた墨だし。



3 石材質量と凹凸を見ながら、所定の石材を選別します。



4 墨だし位置を参考に外周に石材を設置します。



5 外周石 8 個設置状況。



6 石材間に、間詰用割栗石とシートを用いて養生を実施します。



7 石材に削孔します。



8 削孔した部分に、接着材で専用アンカー部材を取り付けます。



8-2 連結筋が必要な場合、アンカー部材と同時にセッティングします。



9 所定の容量の生コンクリートを投入し、打設します。



10 天端石を植石し養生。その後、間詰材を撤去します。



11 完成形

## 施工性の比較

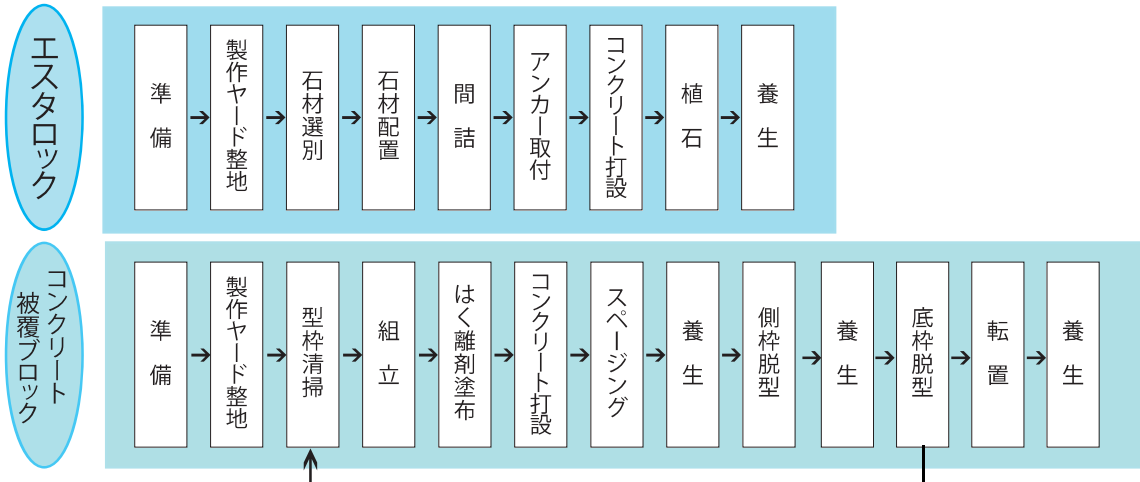
### エスタロック

鋼製型枠に換えて自然石を型枠として使用することにより、型枠の転用が不要となるため、製作工程が簡素化されます。

工程の簡素化

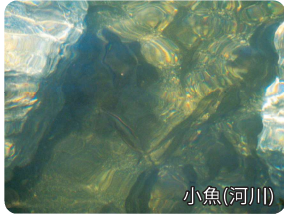
### コンクリート被覆ブロック

従来の鋼製型枠を使用するため型枠の転用作業が必要となり、製作工程が多くなります。



## 景観と生態系への配慮

石と石の隙間が水生生物の生息空間となります。



自然石が生物や藻類などの生息空間を創り出します

自然石は周辺環境と調和して美しい景観となります。



## 実績写真



国土交通省 笠間川(三重県) エスタロック4t型



国土交通省 川内川(鹿児島県) エスタロック2t型



国土交通省 那賀川(徳島県) エスタロック4t型



国土交通省 黒部川(富山県) エスタロック6t型(元付工)

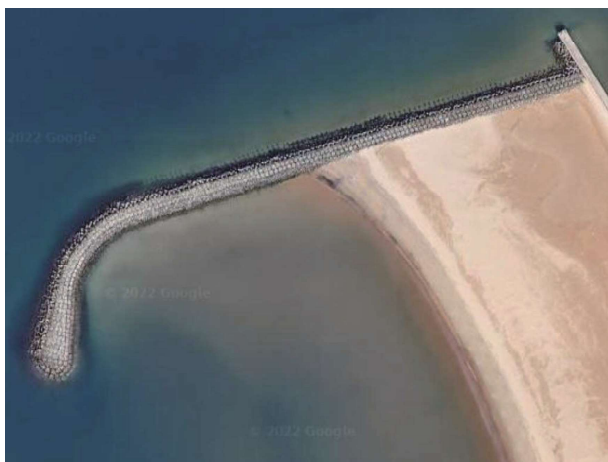
## 実績写真



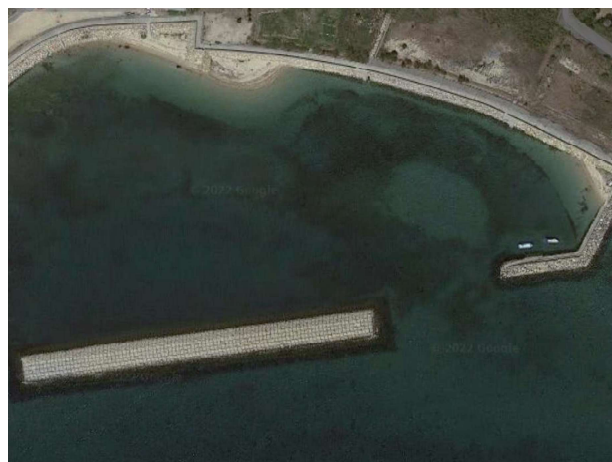
沖縄県 辺土名海岸 エスタロック2, 3, 4t型



沖縄県 馬天地区 エスタロック4t型



福岡県 芦屋港 エスタロック4t型(Googleより)



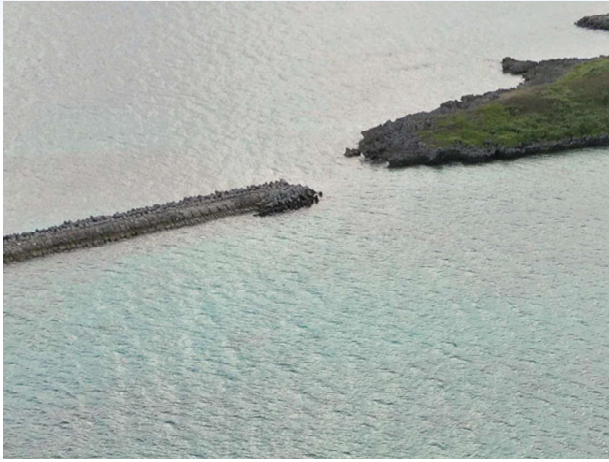
山口県 秋穂漁港 エスタロック4t型(Googleより)



沖縄県 伊是名漁港 エスタロック2t型(Googleより)



沖縄県 リゾートホテル前 エスタロック2,4,6t型



沖縄県 池間海岸 エスタロック4t型



鳥取県 八東川 エスタロック3t型



長崎県 根獅子地区 エスタロック2t型



埼玉県 都幾川 エスタロック2t型



茨城県 南防護岸 エスタロック4t型



宮城県 新川 エスタロック2t型

## 施工後の経年変化



福井県 浦底漁港 エスタロック4t型

11年後



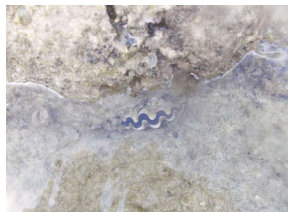
国土交通省 川内川 五社下地区 エスタロック3t型

1年半後



## 人工リーフの経年モニタリング

人工リーフに使用されたエスタロックについて、周辺の生態状況をモニタリングし、多数の生息を確認しました。



ヒレシャコガイ



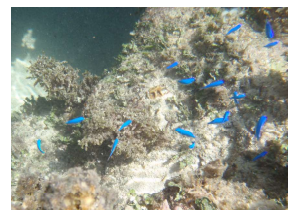
ショウガサンゴ



引き潮時の人工リーフ上面



シマハギ



デバスズメダイの群れ



リュウキュウノウサンゴ



# 波力に対する所要質量の算定

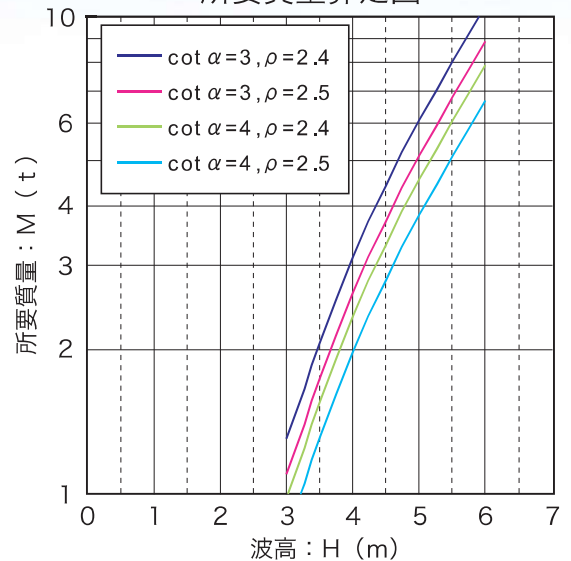
## 斜面被覆工法

突堤や、緩傾斜護岸に用いる場合、エスタロックの波力に対する所要質量は、ハドソン式によって求めます。

$$M = \frac{\rho_r H^3}{K_D (S_\gamma - 1)^3 \cot \alpha}$$

ここに M: エスタロックの所要質量 [t]  
 $\rho_r$ : 斜面被覆材の密度 [t/m<sup>3</sup>]  
 H: 設計波高 [m]  
 $K_D$ : 安定係数 **7** (不規則波実験、被害率:1%)  
 $S_\gamma$ : 対海水比重 ( $\rho_r / \rho_0$ )  
 $\alpha$ : 斜面が水平線となす角  
 $\rho_0$ : 海水の密度 [t/m<sup>3</sup>]

所要質量算定図

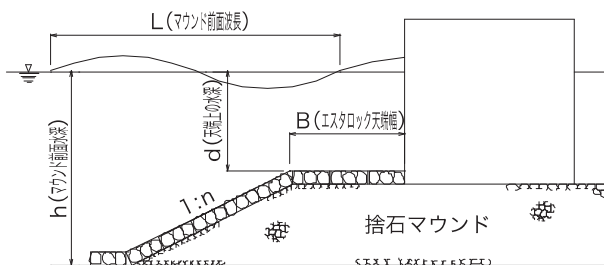


## マウンド被覆工法

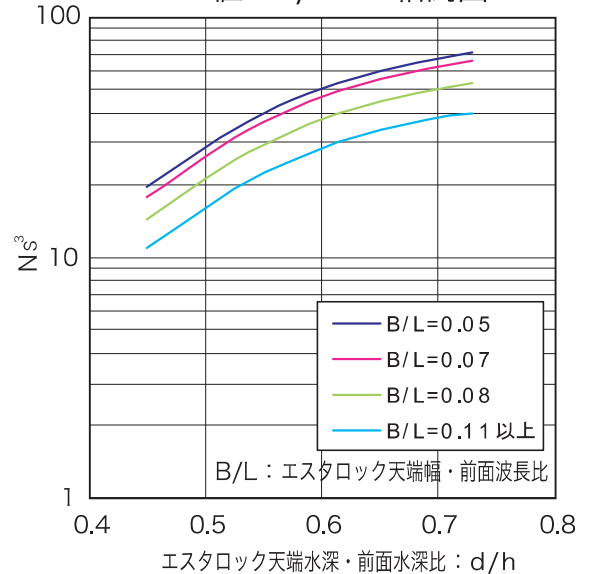
混成堤マウンド被覆工に用いる場合、エスタロックの波力に対する所要質量は、プレブナー・ドネリーの式によって求めます。

$$M = \frac{\rho_r H^3}{N_s^3 (S_\gamma - 1)^3}$$

ここに  $N_s^3$ : 安定係数 (右記参照) ※その他の係数はハドソン式と同じ



$N_s^3$ 値とd/hとの相関図

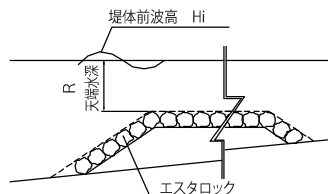


## 人工リーフ

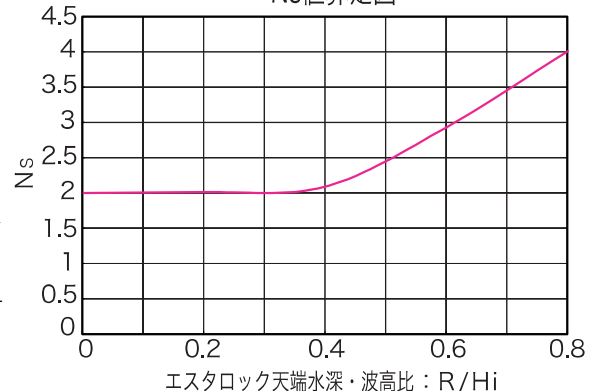
人工リーフに用いる場合、エスタロックの波力に対する所要質量は、プレブナー・ドネリーの式によって求めます。

$$M = \frac{\rho_r H_i^3}{N_s^3 (S_\gamma - 1)^3}$$

ここに  $N_s^3$ : 安定係数 (右記参照)  
 $H_i$ : 堤体前面波高 (入射波高)  
 ※その他の係数はハドソン式と同じ

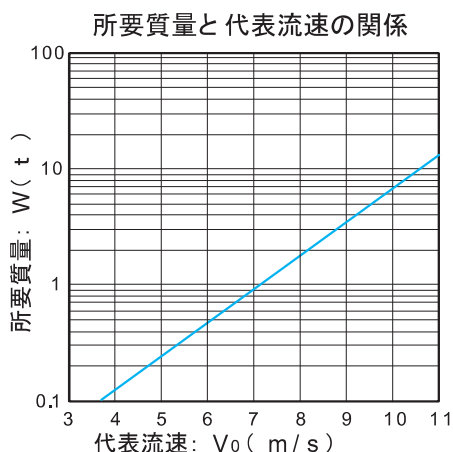


$N_s$ 値算定図



## 流れに対する質量の算定

河川に用いる場合、「護岸の力学設計法(財)国土開発技術センター編」における「滑動・転動一層積み」モデルの安定照査式を用い質量を算定します。基本式に用いる $\alpha$ 、 $\beta$ は部材の配置・形状により異なりますが、エスタロックにおいては「護岸の力学設計法」に示されている平面型： $\alpha=0.54 \times 10^{-3}$ ，群体： $\beta=2.0$ を使用します。



$$M = \alpha \left( \frac{\rho_w}{\rho_b - \rho_w} \right)^3 \frac{\rho_b}{g^2} \left( \frac{V_d}{\beta} \right)^6$$

ここに

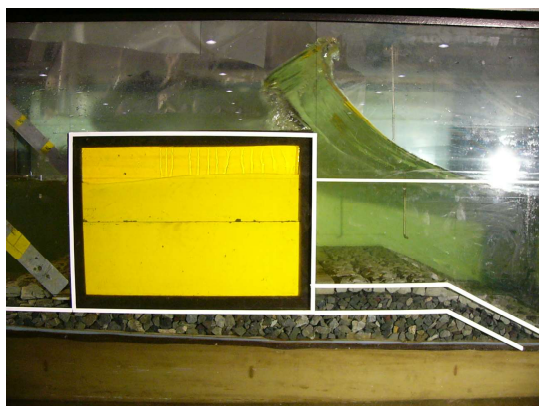
- $\rho_w$ : 水の密度 1.0 [t/m<sup>3</sup>]
- $\rho_b$ : 根固工 (護床工) の密度 [t/m<sup>3</sup>]  
エスタロックの場合  $\rho_b/\rho_w=2.5$
- $\alpha$ : 部材の形状に関わる無次元定数 (=0.54: 平面型)
- $\beta$ : 単体及び群体の配列に関わる割引係数 (=2.0: 群体)
- $V_d$ : 近傍流速 (=  $V_0$ : 代表流速) [m/s]
- $g$ : 重力加速度 [m/s<sup>2</sup>]
- $M$ : 根固工 (護床工) の所用質量 [t]

## 水理特性実験

緩傾斜護岸・混成堤根固被覆工について、(一財)電力中央研究所の二次元造波水路を使用して、不規則波水理実験を行っています。



斜面被覆材安定実験状況

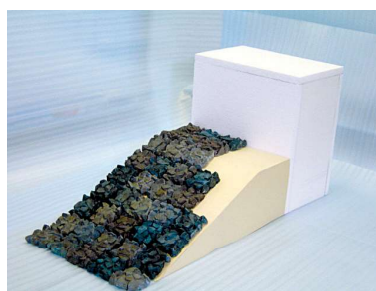
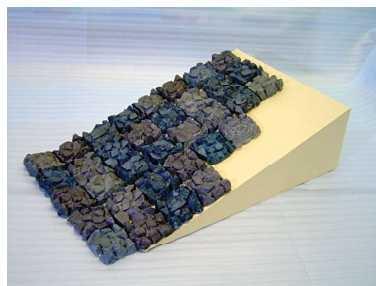
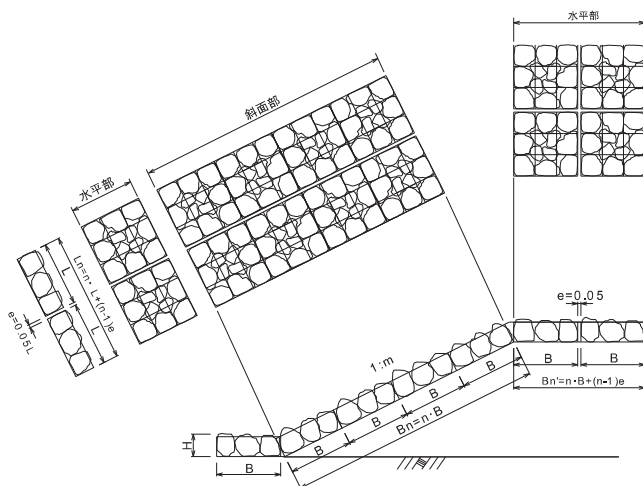


混成堤マウンド被覆材安定実験状況

# 使用個数の算定

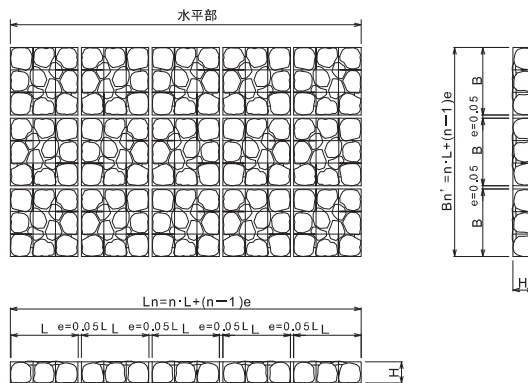
## 斜面配列

用途：緩傾斜護岸工、突堤工、  
混成堤基礎マウンド被覆工など



## 水平配列

用途：根固工、天端工、人工リーフ、護床工など



## 使用個数

斜面部： $Bn=n \cdot B$

規格(t)	B	H	1個並び	2個並び	3個並び	4個並び	5個並び	6個並び	7個並び	8個並び	9個並び	10個並び
2t型	1.60	0.50	1.60	3.20	4.80	6.40	8.00	9.60	11.20	12.80	14.40	16.00
3t型	1.80	0.55	1.80	3.60	5.40	7.20	9.00	10.80	12.60	14.40	16.20	18.00
4t型	2.00	0.60	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00
6t型	2.30	0.70	2.30	4.60	6.90	9.20	11.50	13.80	16.10	18.40	20.70	23.00

水平部： $Ln=n \cdot L+(n-1)e$        $Bn'=n \cdot B+(n-1)e$

規格(t)	B・L	H	e	2個並び	3個並び	4個並び	5個並び	6個並び	7個並び	8個並び	9個並び	10個並び
2t型	1.60	0.50	0.08	3.28	4.96	6.64	8.32	10.00	11.68	13.36	15.04	16.72
3t型	1.80	0.55	0.09	3.69	5.58	7.47	9.36	11.25	13.14	15.03	16.92	18.81
4t型	2.00	0.60	0.10	4.10	6.20	8.30	10.40	12.50	14.60	16.70	18.80	20.90
6t型	2.30	0.70	0.12	4.72	7.14	9.56	11.98	14.40	16.82	19.24	21.66	24.08

※ 上記一覧表の寸法値は参考値です。使用する石材により形状・寸法は変化します。

※ 曲線部分は異形にて対応することも可能です。

※ 裏表紙の実績写真は沖縄県 安田漁港



## 環境工学株式会社

<https://www.kankyo-kogaku.co.jp/>  
e-mail eigyo@kankyo-kogaku.co.jp



本社	〒190-0022	東京都立川市錦町2-6-5	立川三恵ビル4F
		TEL.042-525-7151	FAX.042-525-7033
環境防災事業部	〒190-0022	東京都立川市錦町2-6-5	立川三恵ビル4F
		TEL.042-525-7151	FAX.042-525-7033
盛岡営業所	〒020-0021	岩手県盛岡市中央通1-7-35	
		コアフィールドモリオカ(旧三井生命盛岡ビル)1F	
		TEL.022-267-1065	FAX.022-267-1953
仙台営業所	〒980-0014	宮城県仙台市青葉区本町1-13-24	錦ビル6F
		TEL.022-267-1065	FAX.022-267-1953
東京営業所	〒190-0022	東京都立川市錦町2-6-5	立川三恵ビル4F
		TEL.042-525-7050	FAX.042-526-6313
大阪営業所	〒532-0011	大阪府大阪市淀川区西中島3-10-12	サムティ西中島202
		TEL.06-6307-6921	FAX.06-6307-6923
福岡営業所	〒812-0011	福岡県福岡市博多区博多駅前2-12-9	第6グリーンビル4F
		TEL.092-418-1451	FAX.092-418-1452

岩手県二戸工場	秋田県大館工場	秋田県男鹿工場	宮城県登米工場	宮城県気仙沼工場	福島県南相馬工場
福島県双葉工場	群馬県伊勢崎工場	千葉県山武工場	千葉県横芝工場	長野県安曇野工場	静岡県川根工場
三重県阿山工場	三重県三田工場	三重県大紀工場	奈良県御所工場	奈良県御所柳屋工場	和歌山県和歌山工場
岡山県和気工場	鳥取県八頭工場	山口県阿東工場	山口県徳地工場	高知県吉川工場	高知県須崎下分工場
高知県下田工場	高知県安芸工場	高知県本山工場	愛媛県長浜工場	徳島県海部工場	佐賀県鳥栖工場
熊本県あさぎり工場	熊本県秋津工場	熊本県菊池大津工場	熊本県小川工場	熊本県宇土工場	熊本県甲佐工場
福岡県鞍手工場	福岡県うきは工場	鹿児島県鹿屋工場			

※このカタログの記載内容は、製品改良等により予告無しに変更する場合がございます。