

ビーハイブ

BEEHIVE

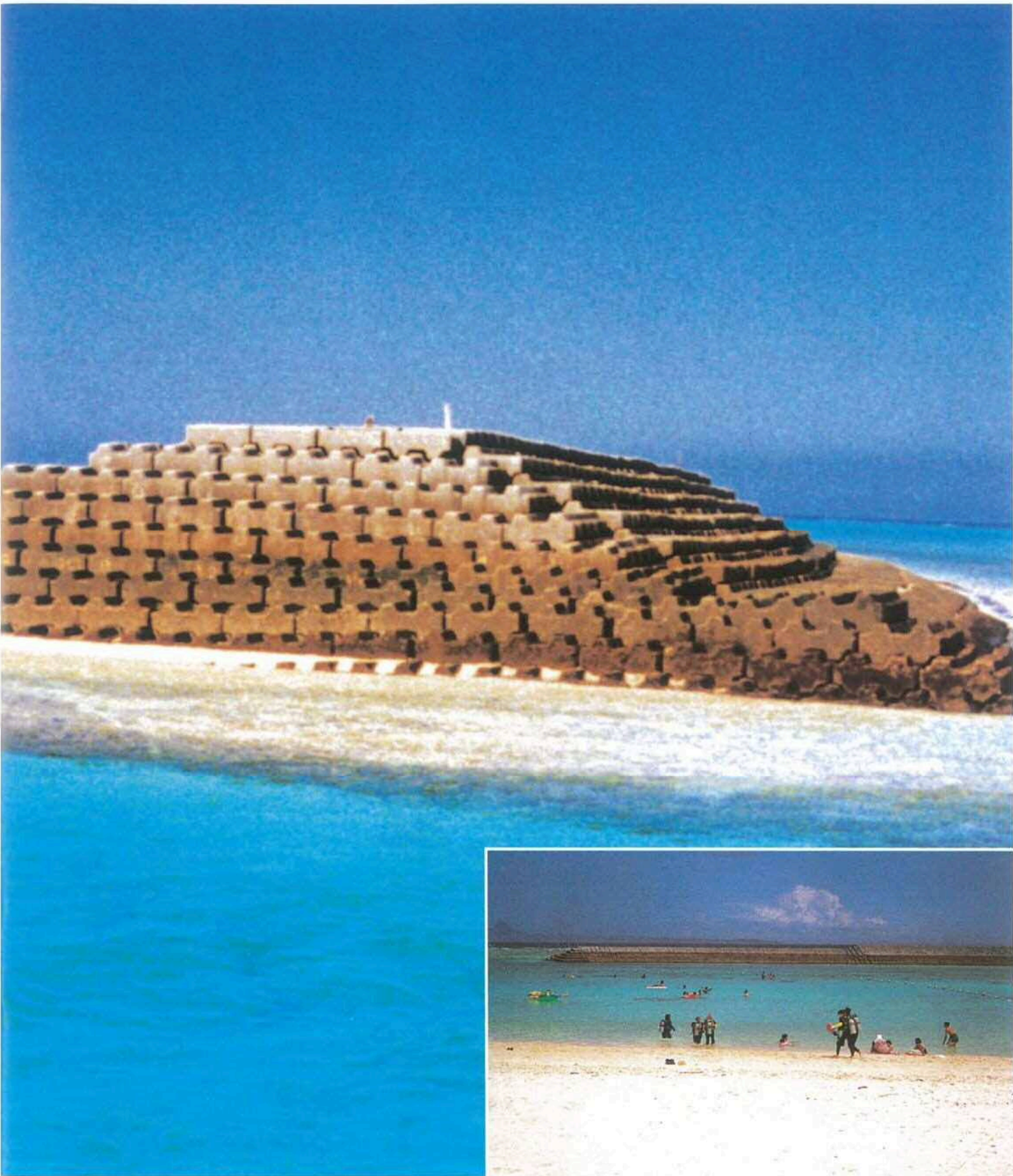


技研興業株式会社

C O N T E N T S

特長・用途／形状・寸法	2
諸数量	3
組合せ工法	4
直線配列	4
千鳥型配列	5
斜面被覆	6
層積不透過型	7
ビーハイブの所要質量	8
波高に対する所要質量	8
流水に対する所要質量	9
二次元造波水路	9
鉄筋連結	10
ビーハイブの施工手順	11
施工方法	12
施工例	13
海岸	13
港湾	15
漁港	18
砂防	19
道路	21
治山	22
河川	23
無人化施工	24





特長・用途/形状・寸法

ビーハイブとは単体および構造物として多目的に使用できるよう開発された安定性に優れたブロックです。

特 長

- 波力・流水のエネルギーを吸収・分散します。
- 重心が低く安定性に優れています。
- ブロックの製作・施工が容易であり、経済的です。

適した工事

- 河川工事
根固工・護床工・水叩工・水制工・導流堤工
- 海岸工事
根固工・斜面被覆工・斜路工・離岸堤工・防砂堤工・人工リーフ工
- 港湾・漁港工事
防波堤工・斜面被覆工・離岸堤工・魚礁工・斜路工
- 砂防工事
砂防堰堤工・護床工・水叩工・床固工
- 治山工事
治山ダム工・根固工・水叩工・床固工
- 埋立工事
埋立護岸の根固工
- 道路工事
土留工・橋脚の根固工

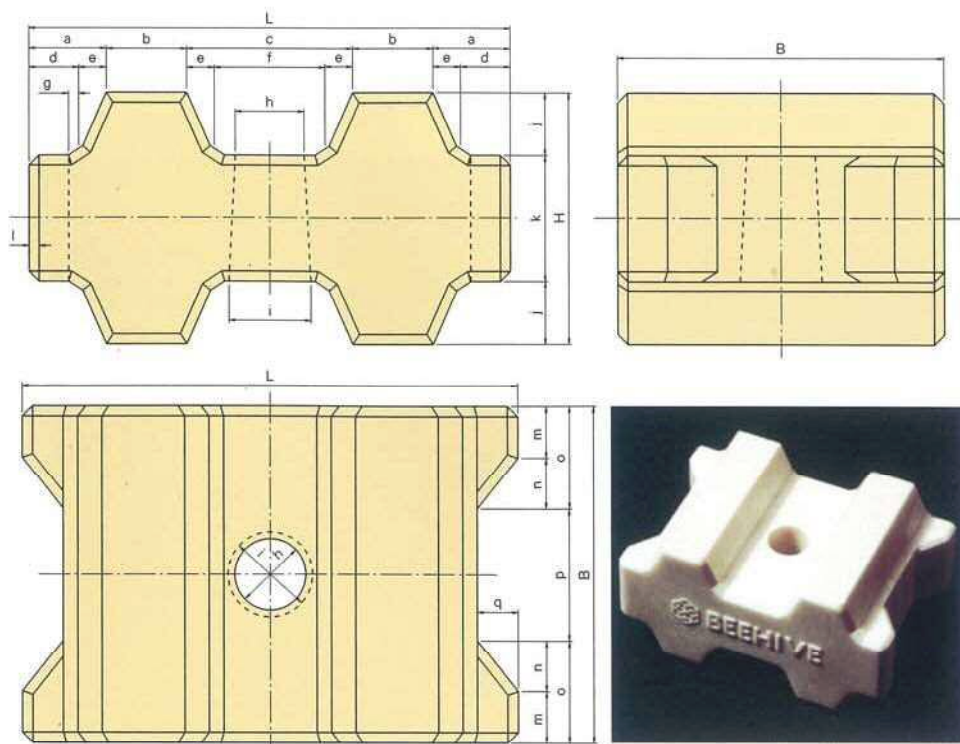


表-1 詳細寸法

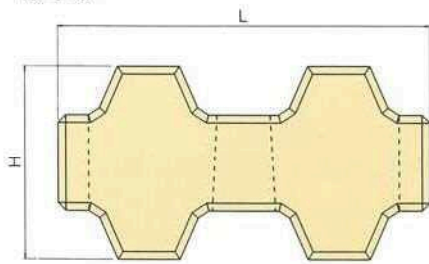
(単位:m)

記号	公称トン 係数	0.5トン	1	2	3	4	6	8	10	12	16
L	1.0000 L	0.974	1.228	1.547	1.771	1.949	2.231	2.455	2.645	2.810	3.093
B	0.6786 L	0.661	0.833	1.050	1.202	1.323	1.514	1.666	1.795	1.907	2.099
H	0.5220 L	0.508	0.641	0.808	0.924	1.017	1.165	1.282	1.381	1.467	1.615
a	0.1608 L	0.157	0.197	0.249	0.285	0.314	0.359	0.395	0.425	0.452	0.497
b	0.1670 L	0.162	0.206	0.258	0.296	0.325	0.372	0.410	0.442	0.469	0.517
c	0.3444 L	0.336	0.422	0.533	0.609	0.671	0.769	0.845	0.911	0.968	1.065
d	0.1034 L	0.101	0.127	0.160	0.183	0.202	0.231	0.254	0.273	0.291	0.320
e	0.0574 L	0.056	0.070	0.089	0.102	0.112	0.128	0.141	0.152	0.161	0.177
f	0.2296 L	0.224	0.282	0.355	0.405	0.447	0.513	0.563	0.607	0.646	0.711
g	0.0209 L	0.020	0.026	0.032	0.037	0.041	0.047	0.051	0.055	0.059	0.065
h	0.1427 L	0.139	0.175	0.221	0.253	0.278	0.318	0.350	0.377	0.401	0.441
i	0.1701 L	0.166	0.209	0.263	0.301	0.332	0.379	0.418	0.450	0.478	0.526
j	0.1305 L	0.127	0.160	0.202	0.231	0.254	0.291	0.320	0.345	0.367	0.404
k	0.2610 L	0.254	0.321	0.404	0.462	0.509	0.583	0.642	0.691	0.733	0.807
l	0.0209 L	0.020	0.026	0.032	0.037	0.041	0.047	0.051	0.055	0.059	0.065
m	0.1034 L	0.101	0.127	0.160	0.183	0.202	0.231	0.254	0.273	0.291	0.320
n	0.1034 L	0.101	0.127	0.160	0.183	0.202	0.231	0.254	0.273	0.291	0.320
o	0.2068 L	0.202	0.254	0.320	0.366	0.404	0.462	0.508	0.546	0.582	0.640
p	0.2650 L	0.257	0.325	0.410	0.470	0.515	0.590	0.650	0.703	0.743	0.819
q	0.0825 L	0.081	0.101	0.128	0.146	0.161	0.184	0.203	0.218	0.232	0.255

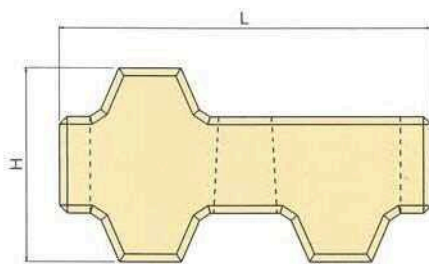
(上記以外に大型ビーハイブとして、20、25、30、35、40、50、75トンがあります。)

諸数量

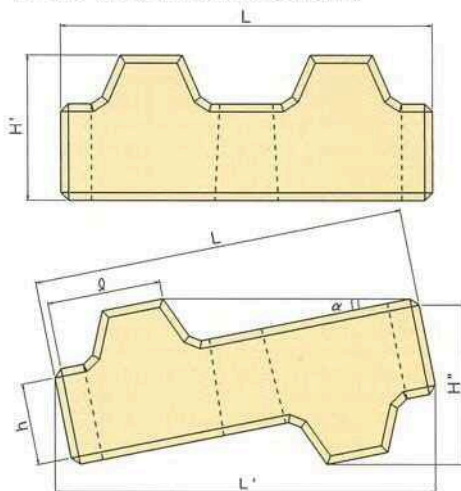
標準形



n-1形 (凸部を1個切り取った場合)



n-2形 (凸部を2個切り取った場合)



キリコミ形

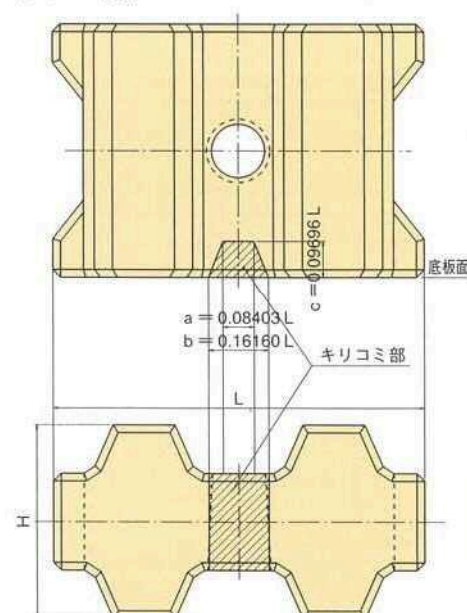


表-2 標準形諸数量

名称	公称トン数	0.5トン	1	2	3	4	6	8	10	12	16
質量 W_0 (t)		0.499	1.001	2.001	3.004	4.002	6.003	7.999	10.005	11.997	15.999
体積 V_0 (m³)		0.217	0.435	0.870	1.306	1.740	2.610	3.478	4.350	5.216	6.956
型枠面積 A_0 (m²)		2.35	3.74	5.93	7.77	9.41	12.34	14.94	17.34	19.57	23.71
長さ L (m)		0.974	1.228	1.547	1.771	1.949	2.231	2.455	2.645	2.810	3.093
幅 B (m)		0.661	0.833	1.050	1.202	1.323	1.514	1.666	1.795	1.907	2.099
高さ H (m)		0.508	0.641	0.808	0.924	1.017	1.165	1.282	1.381	1.467	1.615

表-3 n-1形諸数量

名称	公称トン数	0.5トン	1	2	3	4	6	8	10	12	16
質量 W_1 (t)		0.458	0.915	1.831	2.746	3.662	5.492	7.316	9.152	10.973	14.633
体積 V_1 (m³)		0.199	0.398	0.796	1.194	1.592	2.388	3.181	3.979	4.771	6.362
型枠面積 A_1 (m²)		2.22	3.53	5.61	7.35	8.90	11.66	14.12	16.39	18.50	22.42
長さ L (m)		0.974	1.228	1.547	1.771	1.949	2.231	2.455	2.645	2.810	3.093
幅 B (m)		0.661	0.833	1.050	1.202	1.323	1.514	1.666	1.795	1.907	2.099
高さ H (m)		0.508	0.641	0.808	0.924	1.017	1.165	1.282	1.381	1.467	1.615

表-4 n-2形諸数量

名称	公称トン数	0.5トン	1	2	3	4	6	8	10	12	16
質量 W_2 (t)		0.414	0.830	1.661	2.491	3.319	4.980	6.633	8.296	9.948	13.266
体積 V_2 (m³)		0.180	0.361	0.722	1.083	1.443	2.165	2.884	3.607	4.325	5.768
型枠面積 A_2 (m²)		2.09	3.33	5.28	6.92	8.39	10.99	13.31	15.45	17.43	21.12
長さ L (m)		0.974	1.228	1.547	1.771	1.949	2.231	2.455	2.645	2.810	3.093
幅 B (m)		0.661	0.833	1.050	1.202	1.323	1.514	1.666	1.795	1.907	2.099
長さ L' (m)		0.997	1.257	1.584	1.813	1.995	2.284	2.513	2.707	2.876	3.166
高さ H' (m)		0.381	0.481	0.606	0.693	0.763	0.874	0.962	1.036	1.100	1.211
高さ H'' (m)		0.433	0.545	0.687	0.787	0.866	0.991	1.091	1.175	1.248	1.374

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{0.1305L}{0.6513L} = 11^\circ 20' (=11.33^\circ) \quad \sin \alpha = 0.19646 \quad \cos \alpha = 0.98051 \quad h = 0.2192L \quad \theta = 0.3069L$$

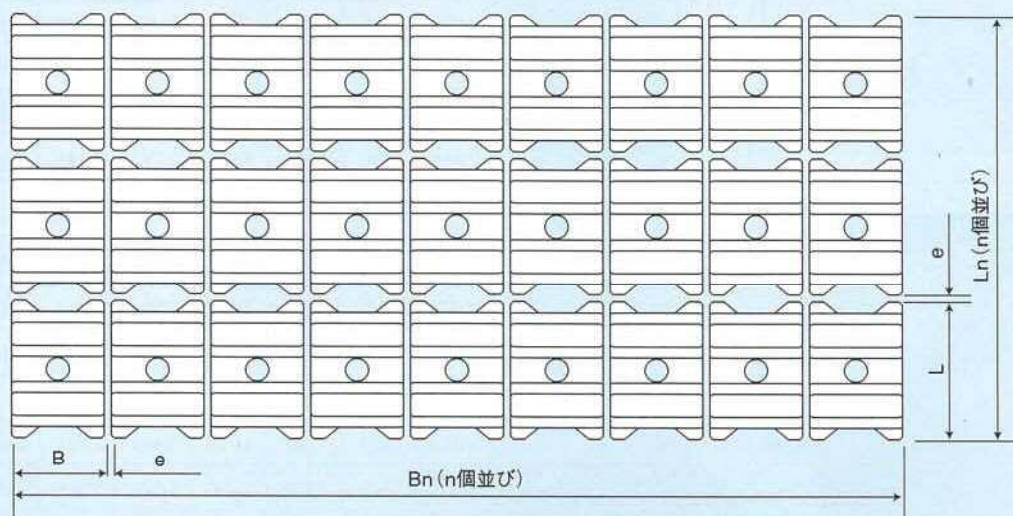
$$L' = L \times \cos \alpha + h \times \sin \alpha = 1.0236L \quad H' = 0.3915L \quad H'' = \frac{\theta \times \tan \alpha + H'}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} = 0.4442L$$

表-5 キリコミ形諸数量

名称	公称トン数	0.5トン	1	2	3	4	6	8	10	12	16
長さ L (m)		0.974	1.228	1.547	1.771	1.949	2.231	2.455	2.645	2.810	3.093
キリコミ部	$a=0.08403L$ (m)	0.0818	0.1032	0.1300	0.1488	0.1638	0.1875	0.2063	0.2223	0.2361	0.2599
	$b=0.16160L$ (m)	0.1574	0.1984	0.2500	0.2862	0.3150	0.3605	0.3967	0.4274	0.4541	0.4998
	$c=0.09696L$ (m)	0.0944	0.1191	0.1500	0.1717	0.1890	0.2163	0.2380	0.2565	0.2725	0.2999
標準形	質量 W_0' (t)	0.492	0.989	1.976	2.965	3.951	5.927	7.896	9.876	11.843	15.792
	体積 V_0' (m³)	0.214	0.430	0.859	1.289	1.718	2.577	3.433	4.294	5.149	6.866
	型枠面積 A_0' (m²)	2.36	3.76	5.96	7.82	9.47	12.40	15.02	17.43	19.68	23.84
n-1形	質量 W_1' (t)	0.451	0.904	1.806	2.707	3.609	5.414	7.213	9.021	10.817	14.426
	体積 V_1' (m³)	0.196	0.393	0.785	1.177	1.569	2.354	3.136	3.922	4.703	6.272
	型枠面積 A_1' (m²)	2.24	3.55	5.64	7.39	8.95	11.73	14.20	16.49	18.61	22.55
n-2形	質量 W_2' (t)	0.407	0.817	1.633	2.452	3.268	4.901	6.530	8.167	9.793	13.059
	体積 V_2' (m³)	0.177	0.355	0.710	1.066	1.421	2.131	2.839	3.551	4.258	5.678
	型枠面積 A_2' (m²)	2.11	3.35	5.32	6.97	8.44	11.06	13.39	15.54	17.54	21.25

組合せ工法

直線配列



クリアランス(e)は0.05Lを標準値としますが、ビーハイブの大きさ、設置地盤、施工条件等に合わせて適切に取ります。

表-6 L・B方向のn個並びの長さ

(表中、e=0.05L:標準値)

一般式 公称 トン数	$L_n = n \cdot L + (n-1) \cdot e$										$B_n = n \cdot B + (n-1) \cdot e$									
	1個並び	2個	3個	4個	5個	6個	7個	8個	9個	10個	1個	2個	3個	4個	5個	6個	7個	8個	9個	10個
0.5 ^{トン}	0.97 ^m	2.00 ^m	3.02 ^m	4.04 ^m	5.06 ^m	6.09 ^m	7.11 ^m	8.13 ^m	9.16 ^m	10.18 ^m	0.66 ^m	1.37 ^m	2.08 ^m	2.79 ^m	3.50 ^m	4.21 ^m	4.92 ^m	5.63 ^m	6.34 ^m	7.05 ^m
1	1.23	2.52	3.81	5.10	6.39	7.68	8.96	10.25	11.54	12.83	0.83	1.73	2.62	3.52	4.41	5.31	6.20	7.09	7.99	8.88
2	1.55	3.17	4.80	6.42	8.04	9.67	11.29	12.92	14.54	16.17	1.05	2.18	3.30	4.43	5.56	6.69	7.81	8.94	10.07	11.20
3	1.77	3.63	5.49	7.35	9.21	11.07	12.93	14.79	16.65	18.51	1.20	2.49	3.78	5.07	6.36	7.65	8.95	10.24	11.53	12.82
4	1.95	4.00	6.04	8.09	10.13	12.18	14.23	16.27	18.32	20.37	1.32	2.74	4.16	5.58	7.00	8.43	9.85	11.27	12.69	14.11
6	2.23	4.57	6.92	9.26	11.60	13.94	16.29	18.63	20.97	23.31	1.51	3.14	4.77	6.39	8.02	9.64	11.27	12.89	14.52	16.14
8	2.46	5.03	7.61	10.19	12.77	15.34	17.92	20.50	23.08	25.65	1.67	3.45	5.24	7.03	8.82	10.61	12.40	14.19	15.98	17.76
10	2.65	5.42	8.20	10.98	13.75	16.53	19.31	22.09	24.86	27.64	1.80	3.72	5.65	7.58	9.50	11.43	13.36	15.29	17.21	19.14
12	2.81	5.76	8.71	11.66	14.61	17.56	20.51	23.46	26.41	29.36	1.91	3.95	6.00	8.05	10.10	12.14	14.19	16.24	18.29	20.33
16	3.09	6.34	9.59	12.84	16.08	19.33	22.58	25.83	29.07	32.32	2.10	4.35	6.61	8.86	11.11	13.37	15.62	17.87	20.13	22.38

表-7 L・B方向の延長100m当たりの概算並び個数

(表中、e=0.05L:標準値)

一般式	公称トン数	0.5 ^{トン}	1	2	3	4	6	8	10	12	16
L方向の延長100m当たりの概算並び個数	$n = \frac{100 + e}{L + e}$ (個)	97.8	77.6	61.6	53.8	48.9	42.7	38.8	36.1	33.9	30.8
B方向の延長100m当たりの概算並び個数	$n = \frac{100 + e}{B + e}$ (個)	141.0	111.9	88.8	77.6	70.5	61.6	56.0	52.0	48.9	44.4

表-8 100m² (10×10) 当たりの概算所要個数

(表中、e=0.05L:標準値)

一般式	公称トン数	0.5 ^{トン}	1	2	3	4	6	8	10	12	16
100m ² 当たりの概算所要個数	$N = \frac{10 + e}{L + e} \cdot \frac{10 + e}{B + e}$ (個)	139.1	87.8	55.5	42.4	35.1	26.9	22.2	19.2	17.0	14.1

千鳥型配列

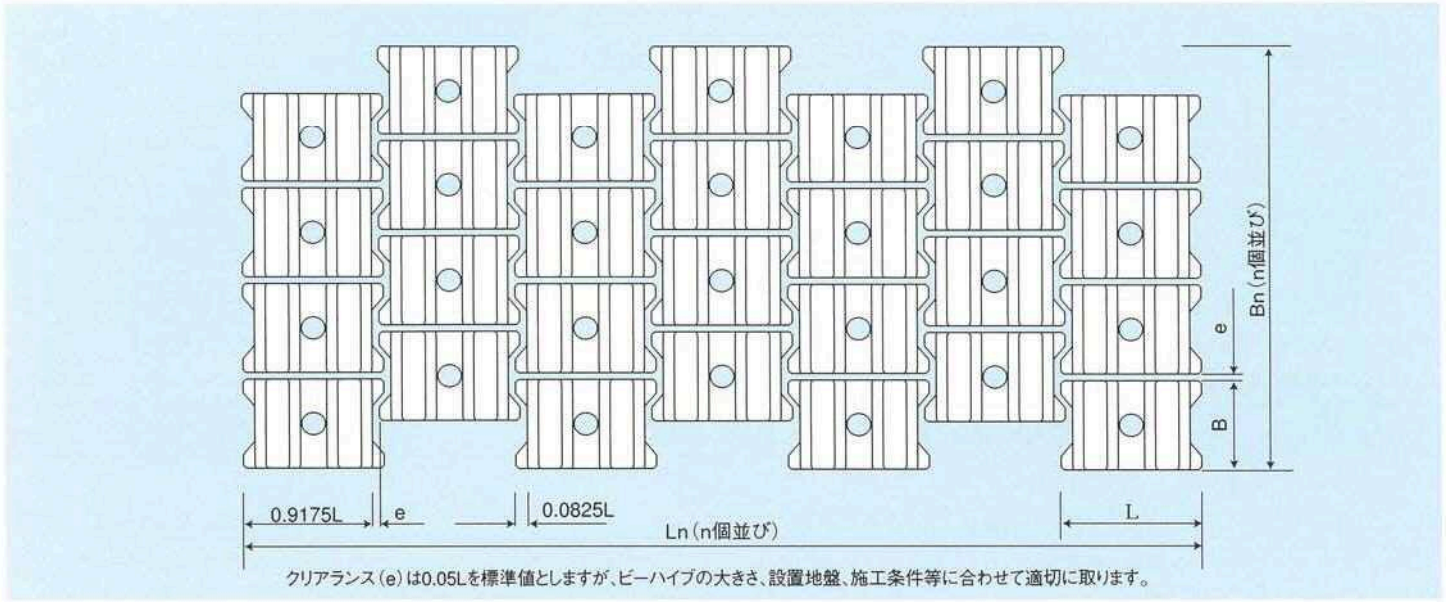


表-9 L・B方向のn個並びの長さ (表中、e=0.05L:標準値)

一般式 公称 トン数 並び個数	$L_n = (n-1) \cdot (0.9175L + e) + L$										$B_n = (n+0.5) \cdot B + (n-0.5) \cdot e$									
	1個並び	2個	3個	4個	5個	6個	7個	8個	9個	10個	1個	2個	3個	4個	5個	6個	7個	8個	9個	10個
0.5 トン	0.97 ^m	1.92 ^m	2.86 ^m	3.80 ^m	4.74 ^m	5.69 ^m	6.63 ^m	7.57 ^m	8.51 ^m	9.46 ^m	1.02 ^m	1.73 ^m	2.44 ^m	3.14 ^m	3.85 ^m	4.56 ^m	5.27 ^m	5.98 ^m	6.69 ^m	7.40 ^m
1	1.23	2.42	3.60	4.79	5.98	7.17	8.36	9.54	10.73	11.92	1.28	2.17	3.07	3.96	4.86	5.75	6.65	7.54	8.44	9.33
2	1.55	3.04	4.54	6.04	7.53	9.03	10.53	12.02	13.52	15.02	1.61	2.74	3.87	5.00	6.12	7.25	8.38	9.51	10.63	11.76
3	1.77	3.48	5.20	6.91	8.62	10.34	12.06	13.77	15.48	17.19	1.85	3.14	4.43	5.72	7.01	8.30	9.59	10.88	12.17	13.46
4	1.95	3.83	5.72	7.61	9.49	11.38	13.26	15.15	17.03	18.92	2.03	3.45	4.87	6.29	7.72	9.14	10.56	11.98	13.40	14.82
6	2.23	4.39	6.55	8.71	10.86	13.02	15.18	17.34	19.50	21.66	2.33	3.95	5.58	7.20	8.83	10.45	12.08	13.71	15.33	16.96
8	2.46	4.83	7.21	9.58	11.96	14.33	16.71	19.08	21.46	23.83	2.56	4.35	6.14	7.93	9.72	11.50	13.29	15.08	16.87	18.66
10	2.65	5.20	7.76	10.32	12.88	15.44	18.00	20.56	23.12	25.68	2.76	4.69	6.61	8.54	10.47	12.39	14.32	16.25	18.18	20.10
12	2.81	5.53	8.25	10.97	13.68	16.40	19.12	21.84	24.56	27.28	2.93	4.98	7.03	9.07	11.12	13.17	15.22	17.26	19.31	21.36
16	3.09	6.09	9.08	12.07	15.06	18.06	21.05	24.04	27.03	30.03	3.23	5.48	7.73	9.99	12.24	14.49	16.75	19.00	21.26	23.51

表-10 L・B方向の延長100m当たりの概算並び個数 (表中、e=0.05L:標準値)

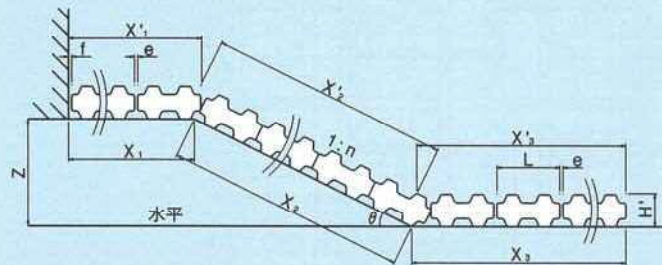
一般式 公称トン数	0.5 トン	1	2	3	4	6	8	10	12	16
L方向の延長100m当たりの概算並び個数 $n = \frac{100 - 0.0825L + e}{0.9175L + e}$ (個)	106.1	84.1	66.8	58.3	53.0	46.3	42.1	39.0	36.7	33.4
B方向の延長100m当たりの概算並び個数 $n = \frac{100 - 0.5B + 0.5e}{B + e}$ (個)	140.5	111.4	88.3	77.1	70.0	61.1	55.5	51.5	48.4	43.9

表-11 100m² (10×10) 当たりの概算所要個数 (表中、e=0.05L:標準値)

一般式 公称トン数	0.5 トン	1	2	3	4	6	8	10	12	16
100m ² 当たりの概算所要個数 $N = \frac{10 - 0.0825L + e}{0.9175L + e} \cdot \frac{10 - 0.5B + 0.5e}{B + e}$ (個)	144.5	90.1	56.1	42.5	34.8	26.3	21.5	18.4	16.2	13.3

斜面被覆

一層被覆



二層被覆

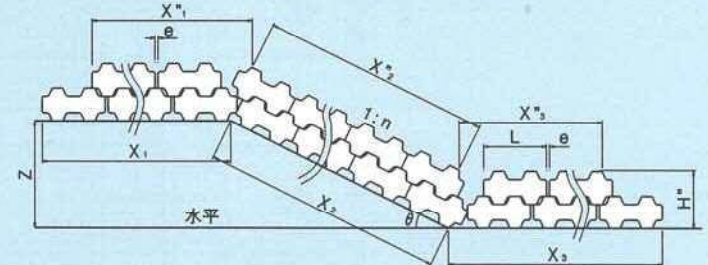


表-12 斜面部の断面当たりの概算所要個数

斜面勾配	被覆層厚		一 層 被 覆											二 層 被 覆										
	マウンド高 Z (m)	公称トン数 斜面長 (m)	トン											トン										
			0.5	1	2	3	4	6	8	10	12	16	0.5	1	2	3	4	6	8	10	12	16		
1:1.5	2	3.61	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	8	6	6	4	4	4	4	4	4	4		
	4	7.21	8	6	5	4	4	4	3	3	3	3	16	12	10	8	8	8	6	6	6	6		
	6	10.82	11	9	7	6	6	5	5	4	4	4	22	18	14	12	12	10	10	8	8	8		
	8	14.42	15	12	10	8	8	7	6	6	5	5	30	24	20	16	16	14	12	12	10	10		
	10	18.03	19	15	12	10	10	8	8	7	7	6	38	30	24	20	20	16	16	14	14	12		
1:2.0	2	4.47	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	10	8	6	6	6	4	4	4	4	4		
	4	8.94	10	8	6	5	5	4	4	4	4	3	20	16	12	10	10	8	8	8	8	6		
	6	13.42	14	11	9	8	7	6	6	5	5	5	28	22	18	16	14	12	12	10	10	10		
	8	17.89	19	15	12	10	10	8	8	7	7	6	38	30	24	20	20	16	16	14	14	12		
	10	22.36	23	19	15	13	12	10	9	9	8	8	46	38	30	26	24	20	18	18	16	16		
1:3.0	2	6.32	7	5	4	4	4	3	3	3	3	2	14	10	8	8	8	6	6	6	6	4		
	4	12.65	13	11	8	7	7	6	5	5	5	4	26	22	16	14	14	12	10	10	10	8		
	6	18.97	20	16	13	11	10	9	8	7	7	7	40	32	26	22	20	18	16	14	14	12		
	8	25.30	26	21	17	15	13	12	11	10	9	9	52	42	34	30	26	24	22	20	18	18		
	10	31.62	33	26	21	18	17	14	13	12	12	11	66	52	42	36	34	28	26	24	24	22		

e : ブロック間のクリアランス

f : ブロックと背後構造物のクリアランス

H' : ブロックの高さ(一層積) : $H' = 0.5220L$

H'' : ブロックの高さ(二層積) : $H'' = 0.9135L$

Z : マウンド高

θ : マウンド斜面と水平面とのなす角($^{\circ}$) $\theta = \tan^{-1} \frac{1}{n}$

X₁ : マウンド天端幅

X₂ : マウンド斜面長

X₃ : 根固部敷幅

X'₁ : ブロック天端幅(一層被覆) $X'_1 = X_1 + H' \cdot \tan \frac{\theta}{2}$

X''₁ : ブロック天端幅(二層被覆) $X''_1 = X_1 + H'' \cdot \tan \frac{\theta}{2} - 0.7943L$

X₂ : ブロック斜面長 $X'_2 = X_2$

X'₃ : 根固部天端幅(一層被覆) $X'_3 = X_3 - H' \cdot \tan \frac{\theta}{2}$

X''₃ : 根固部天端幅(二層被覆) $X''_3 = X_3 - H'' \cdot \tan \frac{\theta}{2} - 0.7943L$

$$X_2 = \frac{Z}{\sin \theta}$$

層積不透過型

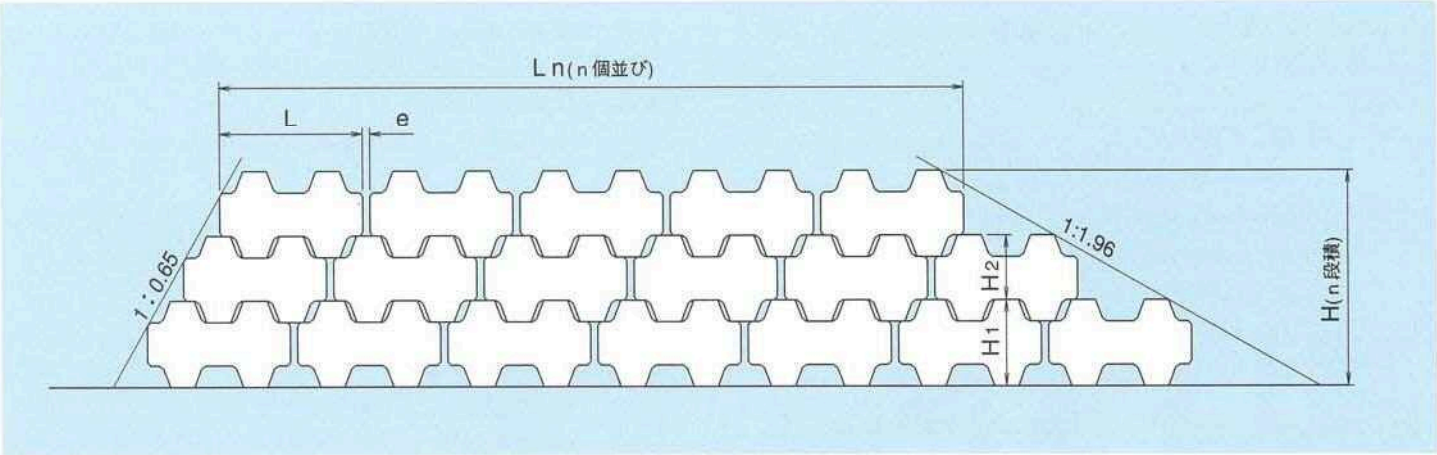


表-13 層積不透過型n段積の高さ

公 称 トン数	基本高さ		高 さ								
	H ₁	H ₂	2段積	3段	4段	5段	6段	7段	8段	9段	10段
0.5トン	0.508m	0.381m	0.89m	1.27m	1.65m	2.03m	2.41m	2.79m	3.18m	3.56m	3.94m
1	0.641	0.481	1.12	1.60	2.08	2.57	3.05	3.53	4.01	4.49	4.97
2	0.808	0.606	1.41	2.02	2.63	3.23	3.84	4.44	5.05	5.66	6.26
3	0.924	0.693	1.62	2.31	3.00	3.70	4.39	5.08	5.78	6.47	7.16
4	1.017	0.763	1.78	2.54	3.31	4.07	4.83	5.60	6.36	7.12	7.88
6	1.165	0.874	2.04	2.91	3.79	4.66	5.54	6.41	7.28	8.16	9.03
8	1.282	0.962	2.24	3.21	4.17	5.13	6.09	7.05	8.02	8.98	9.94
10	1.381	1.036	2.42	3.45	4.49	5.53	6.56	7.60	8.63	9.67	10.71
12	1.467	1.100	2.57	3.67	4.77	5.87	6.97	8.07	9.17	10.27	11.37
16	1.615	1.211	2.83	4.04	5.25	6.46	7.67	8.88	10.09	11.30	12.51

天端幅(敷幅):
 $L_n = n \cdot L + (n-1) \cdot e$

高さ(n段積):
 $H_n = H_1 + (n-1) \cdot H_2$

$H_1 = 0.5220L$

$H_2 = 0.3915L$

ビーハイブの所要質量

1. 波高に対する所要質量

1-1 海岸斜面に設置する場合

海岸斜面に設置するビーハイブの所要質量はハドソン公式による。

ハドソン公式

$$M = \frac{\rho_c \cdot H^3}{K_D \cdot \left(\frac{\rho_c}{\rho_w} - 1 \right)^3 \cdot \cot \theta}$$

M : ブロック所要質量 (t)

ρ_c : コンクリートの密度 (t/m³)

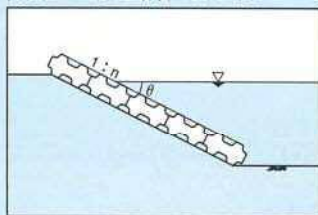
ρ_w : 海水の密度 (t/m³)

θ : ブロック斜面と海面とのなす角 (°)

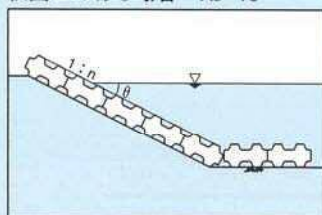
H : ブロックの設置場所における波高 (m)

K_D : 定数

根固工のない場合 K_D=11



根固工のある場合 K_D=15



1-2 混成堤基礎マウンドを被覆する場合

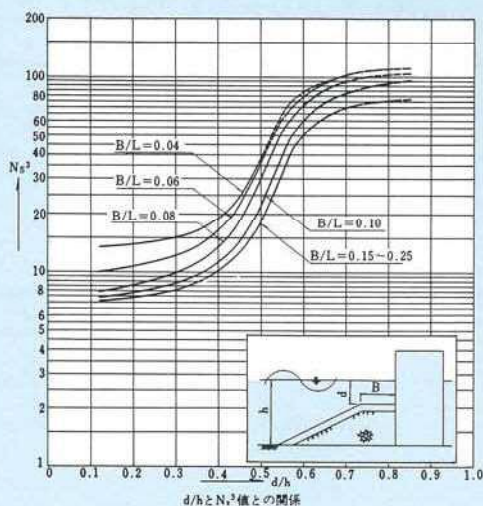
混成堤基礎マウンドを被覆するビーハイブの所要質量はブレブナーとドネリーの算定式による。

ブレブナーとドネリーの算定式

$$M = \frac{\rho_c \cdot H^3}{N_s \cdot \left(\frac{\rho_c}{\rho_w} - 1 \right)^3}$$

M : ブロック所要質量 (t)

N_s : 安定数



図中

d : マウンド天端上の水深 (m)

h : マウンド前面水深 (m)

B : マウンド天端幅 (m)

L : マウンド前面波長 (m)

d/h : マウンド天端水深・前面水深比

B/L : マウンド天端幅・前面波長比

ρ_c : コンクリートの密度 (t/m³)

ρ_w : 海水の密度 (t/m³)

1-3 人工リーフを被覆する場合

人工リーフを被覆する場合の所要質量は、旧建設省土木研究所による被覆材の所要質量算定式、又はブレブナーとドネリーの算定式による。

旧建設省土木研究所の算定式

$$M = K_L \cdot \frac{\rho_c \cdot (R + \eta t)^3}{S^3 \cdot \cos^3 \phi}$$

$$K_L = S_n^3 \cdot f_u \cdot k_v$$

M : ブロック所要質量 (t)

S_n : 安定係数

ρ_c : コンクリートの密度 (t/m³)

ρ_w : 海水の密度 (t/m³)

S : 被覆材の水中比重 $S = (\rho_c - \rho_w) / \rho_w$

ϕ : 堤体表面上の最大流速発生地点の堤体表面と水平面のなす角度

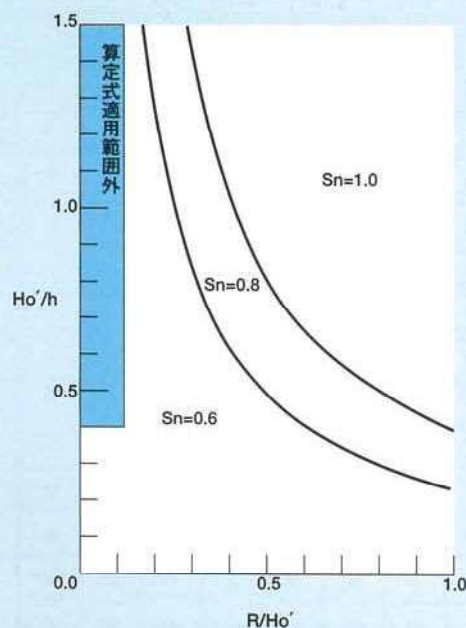
R : リーフ天端水深 (m)

ηt : リーフ天端上の水位上昇量 (m)

f_u : 堤体表面上の最大流速の無次元係数 (「人工リーフ設計の手引き」参照)

K_v : 体積に関する形状係数 (0.7)

ビーハイブ安定係数S_n算定図 (K_v=0.7)



ブレブナーとドネリーの算定式

$$M = \frac{\rho_c \cdot H^3}{N_s \cdot \left(\frac{\rho_c}{\rho_w} - 1 \right)^3}$$

M : ブロック所要質量 (t)

H : 設計波高 (m)

ρ_c : コンクリートの密度 (t/m³)

ρ_w : 海水の密度 (t/m³)

N_s : 安定係数 $= 2.2 \times \frac{R}{H} + 2.2$

R : 天端水深 (m)

2.流水に対する所要質量

河川の根固工、護床工に使用されるビーハイクの所要質量は近傍のブロック使用実績（形状・規格）、現場状況（河川の規模・転石の有無や大きさ）を参考に各種公式を用いて総合的に判断します。

護岸の力学設計法

$$M > a \cdot \left(\frac{\rho_w}{\rho_c - \rho_w} \right)^3 \cdot \frac{\rho_c}{g^3} \cdot \left(\frac{V_d}{\beta} \right)^6$$

ここに M : ブロック質量 (t)
 a, β : ブロックの形状による係数
 ρ_w : 流水の密度 (t/m³)
 ρ_c : コンクリートの密度 (t/m³)
 g : 重力加速度 (g=9.8m/sec²)
 V_d : 設計流速 (m/sec)

ブロックの形状による係数

ブロック種別	配列	a	β
平面型	単体相当	0.54	1.00
	群体相当		2.00

護岸の力学設計法より

砂防設計公式集

滑動に対する安定

$$\frac{R}{P} \geq f$$

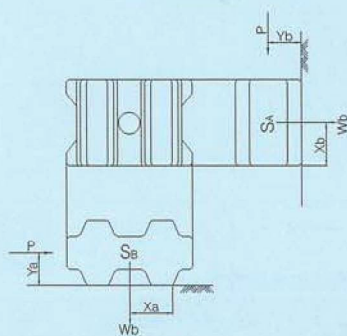
$$\text{ここに } P = C_D \cdot \rho_w \cdot \varepsilon \cdot S \cdot \frac{V_d^2}{2}$$

$$R = \mu \cdot W_b \quad W_b = \left[1 - \frac{\rho_w}{\rho_c} \right] \cdot M \cdot g$$

転倒に対する安定

$$\frac{X \cdot W_b}{Y \cdot P} \geq f$$

ここに R : ブロックの抵抗力 (kN)
 P : ブロックに作用する動水圧 (kN)
 f : 安全率 (一般的に f=1.0 ~ 1.5)
 C_D : 動水圧係数 (一般的に C_D≒1.0)
 ε : 遮蔽係数 (単体 ε=1.0, 群体 ε=0.35 ~ 0.40)
 S : 投影面積 (m²)



X・Y : アームの長さ (m)

$$\begin{aligned} S_A &= 0.3534L^2 \\ S_B &= 0.3789L^2 \\ X_a &= 0.3392L \\ Y_a &= 0.2610L \\ X_b &= 0.3393L \\ Y_b &= 0.2610L \end{aligned}$$

但し L : ブロック代表長 (m)

M : ブロック質量 (t)
 W_b : ブロックの水中重量 (kN)
 ρ_w : 水の密度 (t/m³)
 ρ_c : コンクリートの密度 (t/m³)
 g : 重力加速度 (g=9.8m/sec²)
 V_d : 設計流速 (m/sec)
 μ : 摩擦係数 (一般的に μ=0.8)

土地改良事業計画設計基準

土地改良事業計画設計基準、設計「頭首工」より

$$M > 37.6 \cdot A \cdot \frac{V_d^2}{2 \cdot g^2}$$

ここに M : ブロック質量 (t)
 A : 流水が衝突する面積 (m²)
 V_d : 設計流速 (m/sec)

水路概要

水路本体

形状 : 全長50.0m×内幅1.0m×内深1.6m

造波装置

形式 : フラップ式

発生波 : 不規則波・規則波

周期 : 0.5sec ~ 5.0sec

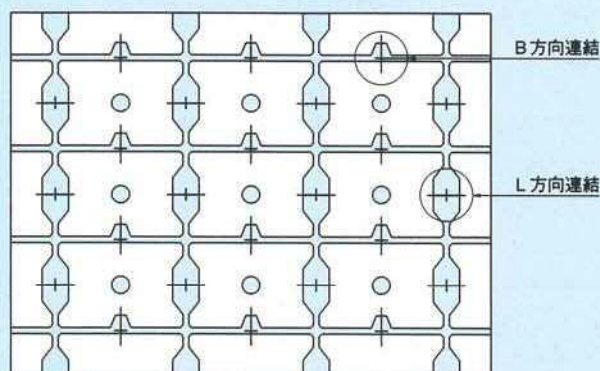
波高 : 最大60cm

使用水深 : 最大125cm

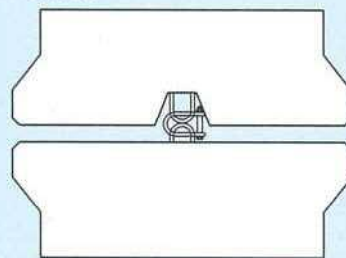
造波計算・解析は、水路専用計算処理システムで処理します。



鉄筋連結



B方向連結



L方向連結

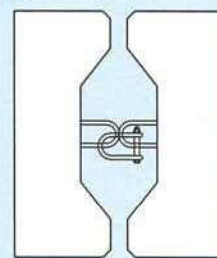
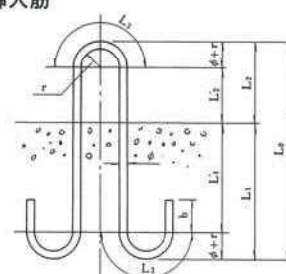


表-14 連結用挿入筋諸数量

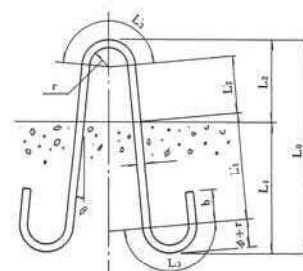
名 称		公称トン数										
		0.5トン	1	2	3	4	6	8	10	12	16	
径 φ (mm)		16	16	16	16	16	19	22	25	28	32	
r (cm)		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.8	5.5	6.3	7.0	8.0	
b (cm)		6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	7.6	8.8	10.0	11.2	12.8	
L ₀ (cm)		15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	17.9	20.7	23.6	26.4	30.2	
L方向連結用	L ₁ (L'₁) (cm)	14.2 (8.6)	16.5 (10.9)	18.1 (12.5)	23.2 (17.6)	28.7 (23.1)	34.9 (28.2)	39.2 (31.5)	43.7 (34.9)	48.6 (38.8)	56.1 (44.9)	
	L ₂ (L'₂) (cm)	10.5 (4.9)	13.2 (7.6)	16.6 (11.0)	19.0 (13.4)	21.0 (15.4)	24.0 (17.4)	26.4 (18.7)	28.4 (19.7)	30.2 (20.4)	33.2 (22.0)	
	L ₀ (cm)	24.7	29.7	34.7	42.2	49.7	58.9	65.6	72.1	78.8	89.3	
B方向連結用	θ (度)		—	—	—	—	—	5	5	5	10	10
	L'₃ (cm)		—	—	—	—	—	16.9	19.6	22.3	23.5	26.8
	キリコミ側	L ₁ (L'₁) (cm)	15.9 (10.3)	18.6 (13.0)	20.7 (15.1)	26.2 (20.6)	32.1 (26.5)	38.0 (32.0)	42.6 (35.6)	47.3 (39.4)	51.1 (43.4)	58.6 (49.8)
		L ₂ (L'₂) (cm)	8.8 (3.2)	11.1 (5.5)	14.0 (8.4)	16.0 (10.4)	17.6 (12.0)	20.2 (14.1)	22.2 (15.1)	23.9 (15.9)	25.4 (17.3)	28.0 (18.8)
		L ₀ (cm)	24.7	29.7	34.7	42.2	49.7	58.2	64.8	71.2	76.5	86.6
	打設面側	L ₁ (L'₁) (cm)	19.2 (13.6)	22.8 (17.2)	26.0 (20.4)	32.2 (26.6)	38.7 (33.1)	45.6 (39.6)	50.9 (43.9)	56.4 (48.5)	60.5 (53.0)	69.1 (60.5)
		L ₂ (L'₂) (cm)	5.5 (-0.1)	6.9 (1.3)	8.7 (3.1)	10.0 (4.4)	11.0 (5.4)	12.6 (6.5)	13.9 (6.8)	14.9 (6.8)	15.9 (7.7)	17.5 (8.1)
		L ₀ (cm)	24.7	29.7	34.7	42.2	49.7	58.2	64.8	71.2	76.5	86.6
全 長 (cm)		85	95	105	120	135	160	180	200	220	250	
質 量 (kg／本)		1.34	1.50	1.66	1.90	2.13	3.57	5.36	7.70	10.63	15.78	

- (注) 1) 連結用挿入筋は普通丸鋼を使用してください。
 2) 上記寸法はクリアランスを0.05Lとした場合の標準寸法です。
 3) クリアランスの変化への対応は頭部長L₂を変え、所定の埋込長及びかぶり確保してください。

連結用挿入筋



L方向用(0.5トン~16トン)及びB方向用(0.5トン~4トン)



B方向用(6トン~16トン)

連結金具(弊社仕様)

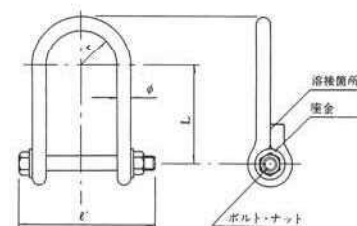


表-15 連結金具諸数量

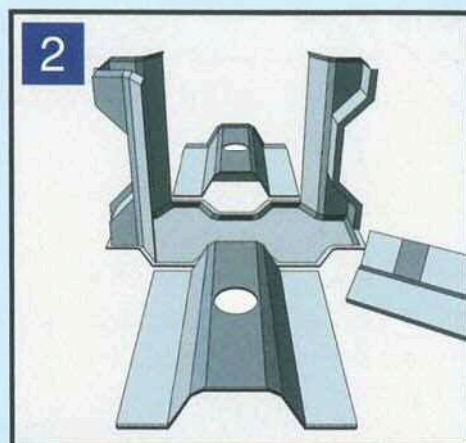
径φ (mm)	r (cm)	L (cm)	L' (cm)
16	4.0	11.0	15.1
19	4.0	11.0	16.3
22	4.0	12.0	17.5
25	5.0	12.0	20.3
28	6.0	12.0	23.1
32	6.5	13.0	26.1

- (注) 1) 連結金具は連結用挿入筋と同径のものを使用してください。
 2) 連結金具は弊社にご用命ください。

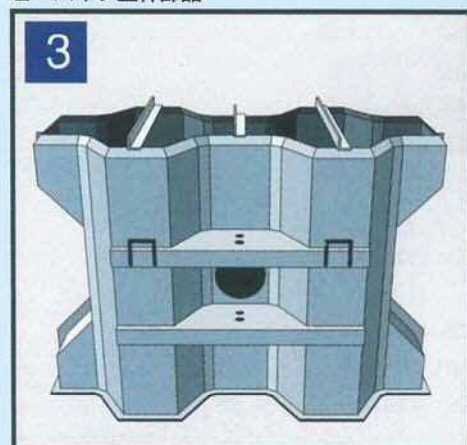
ビーハイブの施工手順



ビーハイブ型枠部品



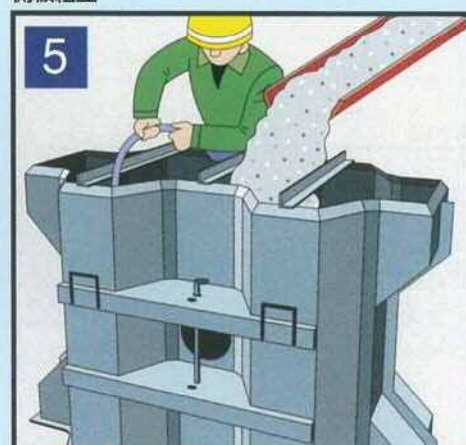
側板組立



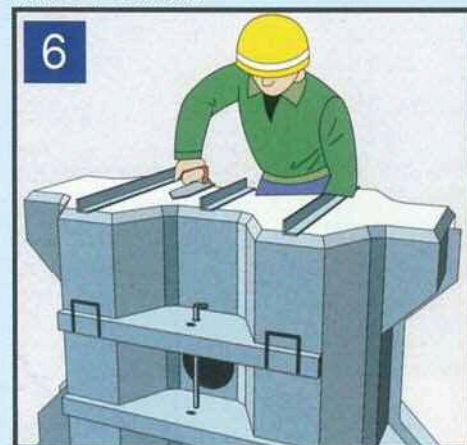
横板組立／押板取付



筒およびストッパー挿入



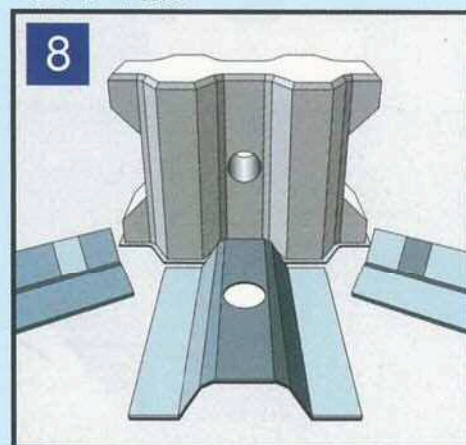
コンクリート打設



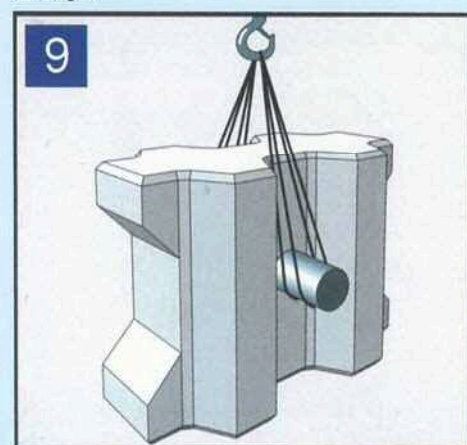
こて均し



ジャッキによる筒のとりはずし



脱型



横取り

表-16 型枠質量

名 称	公称トン数	0.5	1	2	3	4	6	8	10	12	16
型枠分解最大質量 (kg)		36.5	49.2	78.5	86.5	140.0	208.0	310.5	340.0	376.0	456.0
相当質量 (kg)		162.6	220.8	315.9	400.2	645.5	851.8	1330.7	1485.4	1632.6	2149.2

底板脱型は圧縮強度5N/mm²程度を目安とします。

施工方法

製作ヤード

製作ヤードは諸作業が安全確実かつ能率的に行える広さとし、十分に整地を行います。製作ヤードの所要面積は、現地条件により異なりますが、基本的には次式で求められます。

ここに

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

S : 製作ヤードの所要面積

S_1 : 打設ヤードの所要面積

S_2 : 仮置ヤードの所要面積

S_3 : 作業道路の所要面積です。

(1) 打設ヤード

型枠の組立、コンクリート打設、型枠の脱型作業に要するヤードで次式で与えられます。

ここに

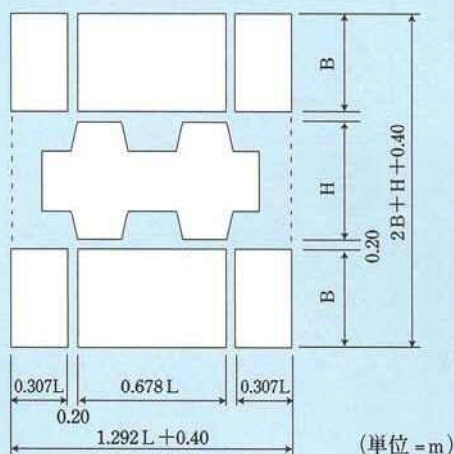
$$S_1 = M \cdot a_1$$

M : 型枠組数

a_1 : 型枠1組当たり展開面積

a_1 の標準値は表に示した値となります。

公称トン数	0.5	1	2	3	4	6	8	10	12	16
名 称										
a_1 (m ²)	3.70	5.38	7.93	10.02	11.86	15.08	17.91	20.50	22.90	27.31



(2) 仮置ヤード

脱型後据付までの養生期間中ブロックをストックするためのヤードで次式で与えられます。

ここに

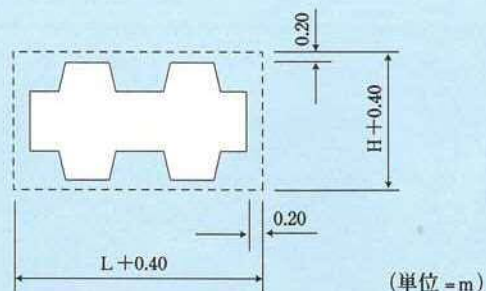
$$S_2 = N \cdot a_2$$

N : ブロック製作個数

a_2 : 仮置時ブロック1個の占有面積です。

a_2 の1例を表に示します。地盤強度や整地状況などを考慮し、安全を確保できる範囲でブロックを積むことで、ヤードを減らすことが可能です。また、打設ヤードに型枠組数分のブロックを仮置することで、ヤードを減らすことも可能です。

公称トン数	0.5	1	2	3	4	6	8	10	12	16
名 称										
a_2 (m ²)	1.25	1.69	2.35	2.87	3.33	4.12	4.80	5.60	5.99	7.04



(3) 作業道路

ブロック製作に用いる車両の作業・移動等のためのヤードで、上記各ヤードの形状・配置、使用する車両の大きさ等で所要面積は異なります。

(4) 製作ヤード例

- ブロック規格：2トン
- 製作個数：120個
- 型枠組数：12組
- 仮置時積段数：1段
- 作業道路幅：6m

打設ヤード

$$S_1 = 12 \text{組} \times 7.93 \text{m}^2 = 95.2 \text{m}^2$$

仮置ヤード

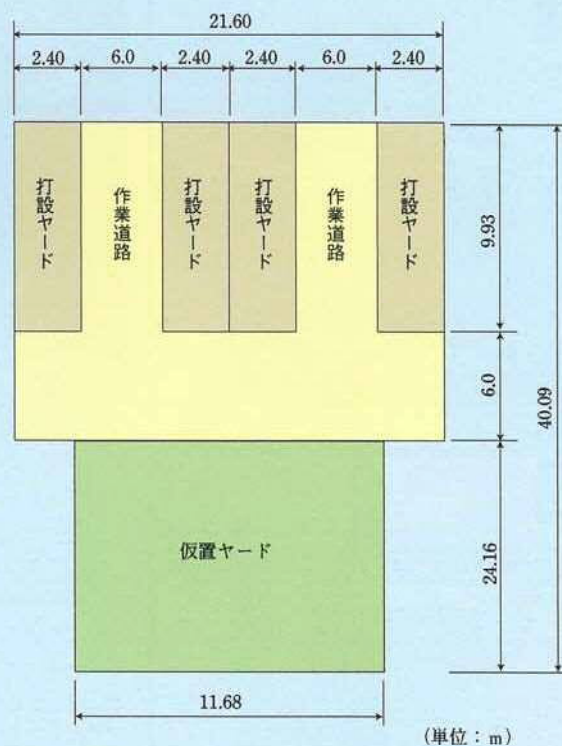
$$S_2 = 120 \text{個} \times 2.35 \text{m}^2 = 282 \text{m}^2$$

作業道路 (図の配置の場合)

$$S_3 = 6.0 \times (9.93 \times 2 + 21.60) = 248.8 \text{m}^2$$

よって製作ヤードは

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 626 \text{m}^2$$



(単位：m)

青森県

青森港海岸

青森県青森港管理事務所
突堤工／2トン



沖縄県

国道449号線

沖縄県北部土木事務所
根固工／2トン

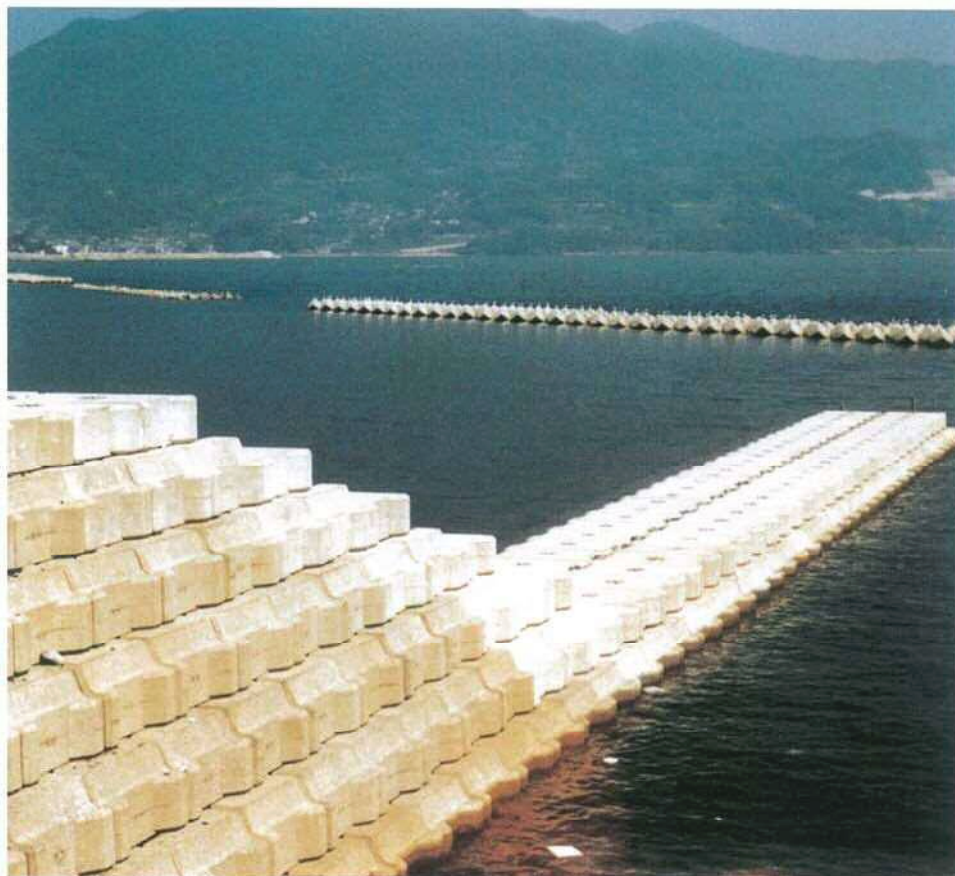


長崎県

年崎海岸

長崎県長崎土木事務所

突堤工／4トン



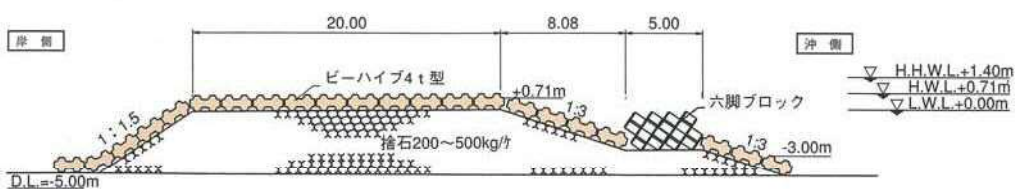
新潟県

新潟海岸

北陸地方整備局

信濃川下流河川事務所

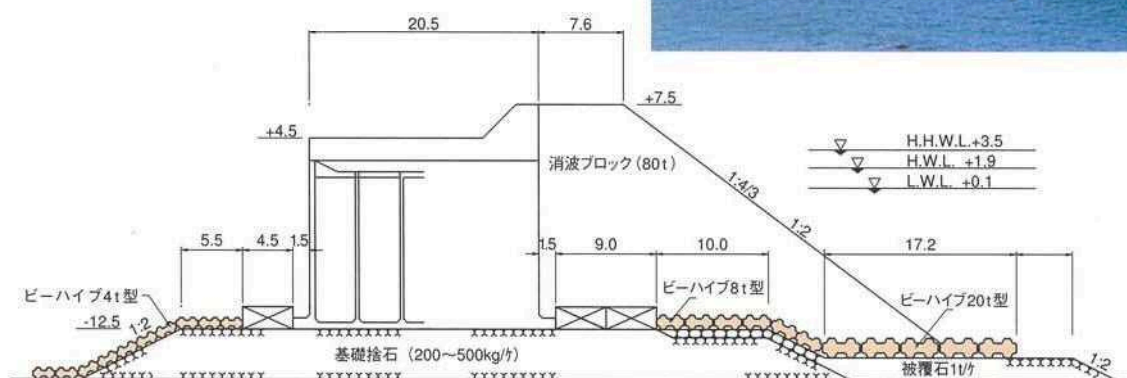
ヘッドランド／4トン



石川県
八田地区
北陸地方整備局
金沢河川国道事務所
人工リーフ／8トン・20トン



高知県
高知新港
四国地方整備局高知港湾・空港整備事務所
被覆工／4トン・8トン・20トン

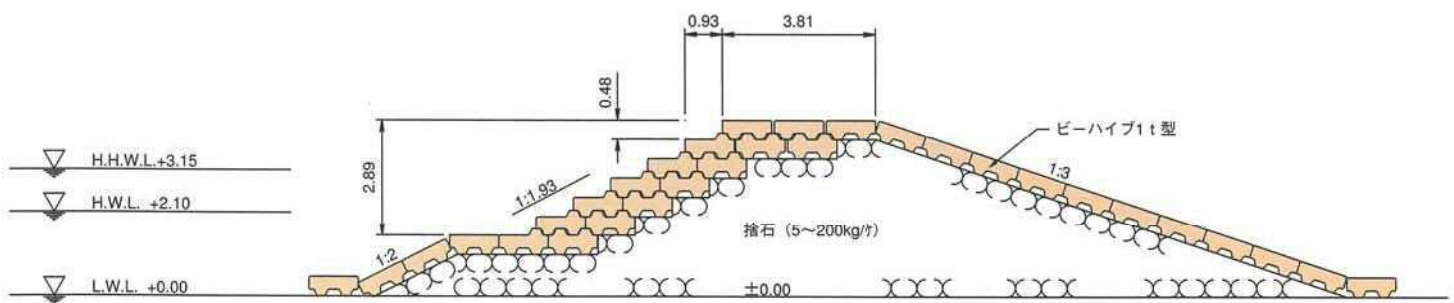


沖縄県

水納港

沖縄県北部土木事務所

消波堤工／1トン

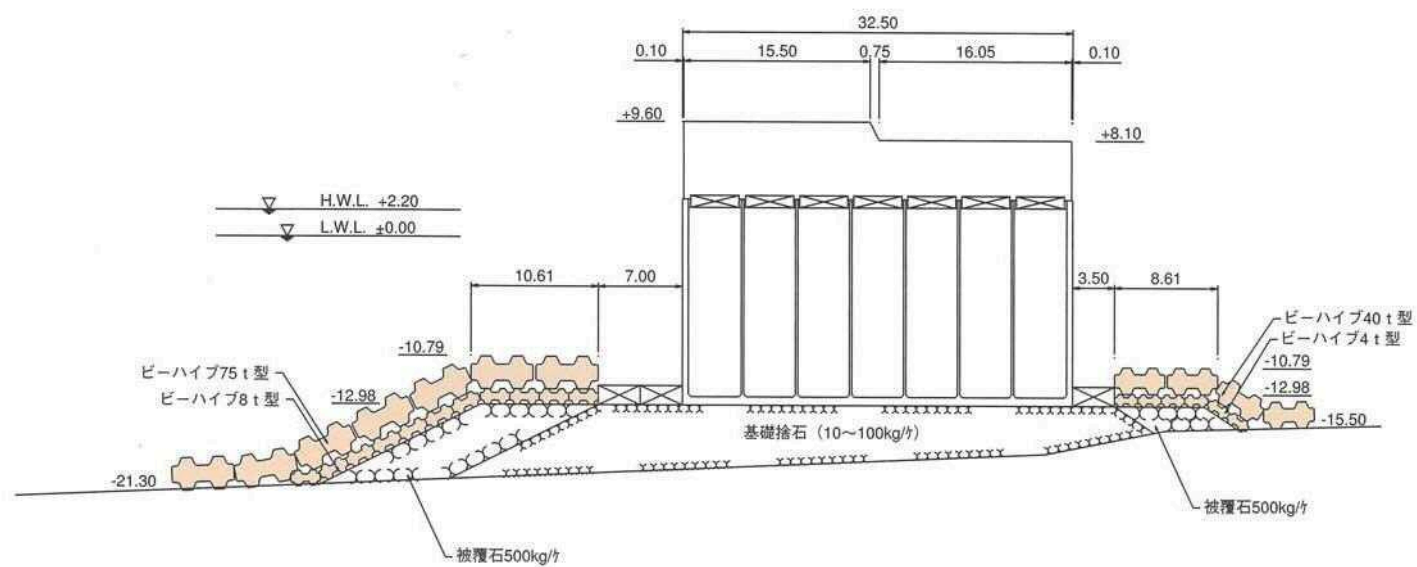
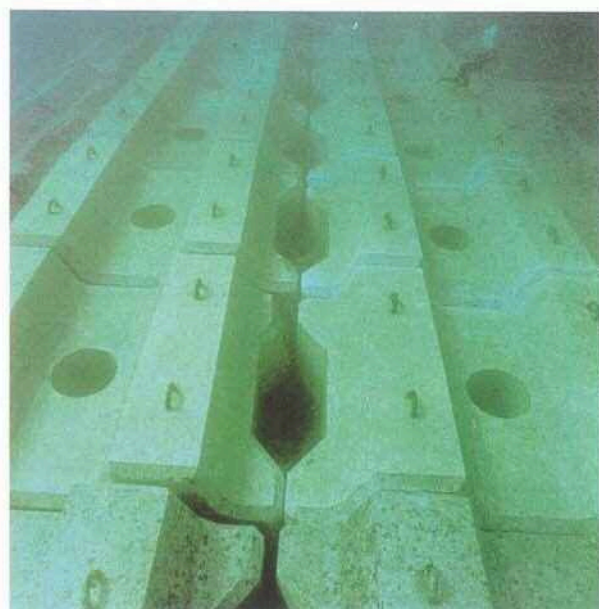


鹿児島県

南之浜港

鹿児島県十島村役場

被覆工／4トン・8トン
40トン・75トン

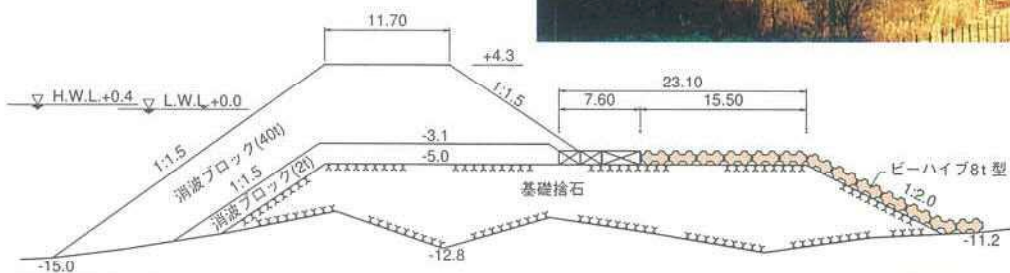


北海道

寿都漁港

北海道開発局小樽開発建設部

被覆工／8トン

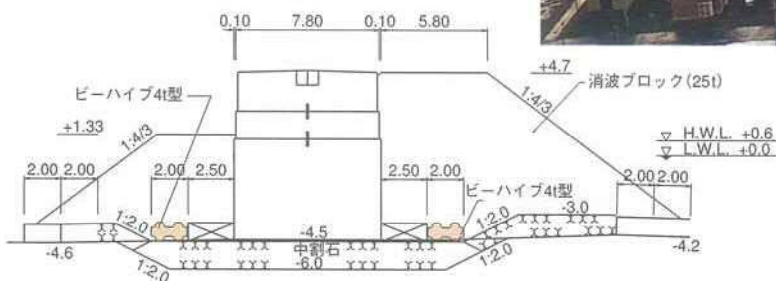


北海道

太櫓漁港

北海道函館土木現業所

被覆工／4トン

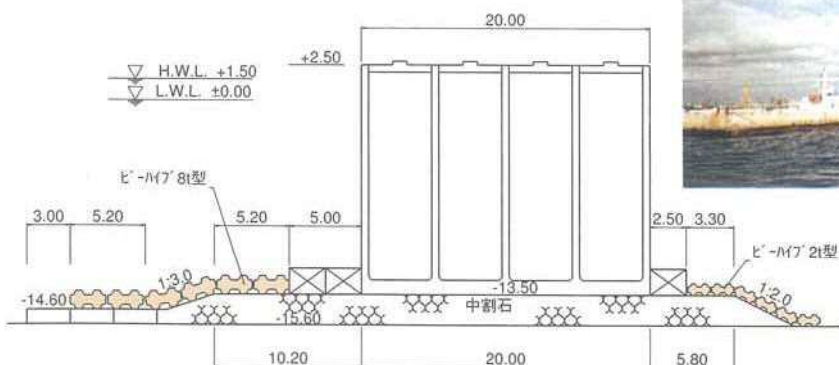


北海道

釧路港西港区

北海道開発局釧路開発建設部

被覆工／8トン



新潟県

馬取川

北陸地方整備局阿賀野川河川事務所
堰堤工／2トン

宮城県

荒川

東北森林管理局青森分局
宮城北部森林管理署
堰堤工／3トン

富山県
境大谷川
富山県入善土木事務所
堰堤工／6トン



栃木県
鬼怒川
関東地方整備局
日光砂防事務所
床固工／6トン



長野県

国道158号線（梓川護岸工）

中部地方整備局高山国道事務所

護岸工／2トン



長崎県

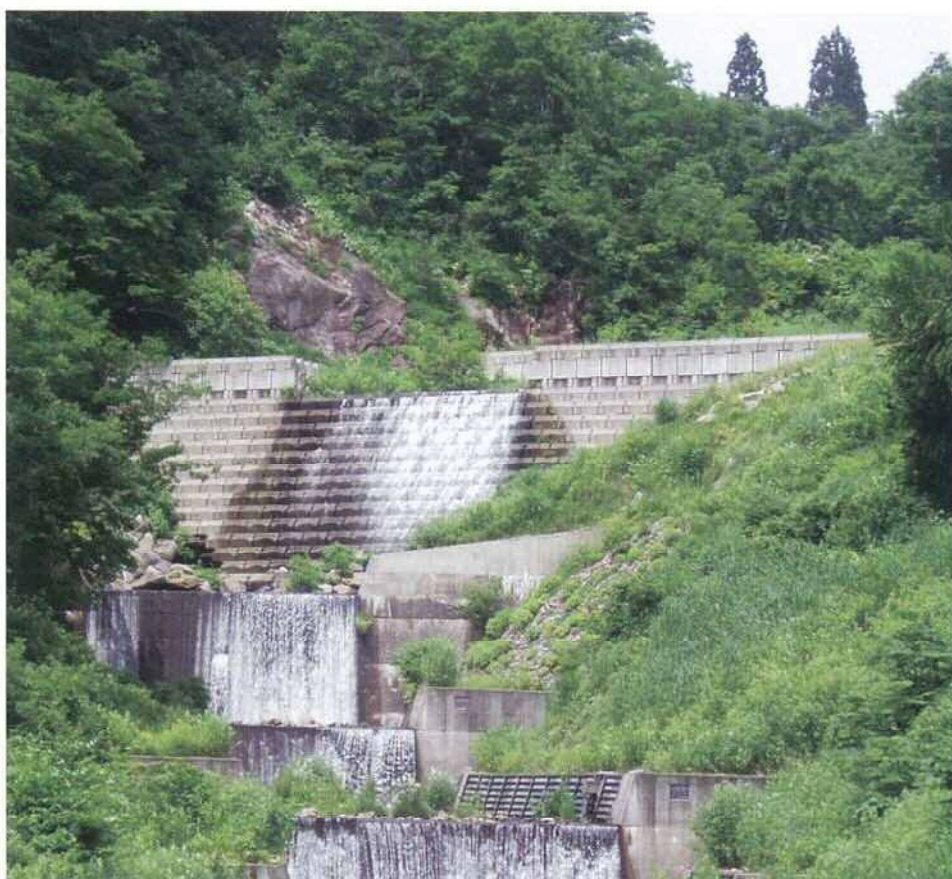
県道千本木島原港線

長崎県島原振興局

堰堤工／3トン



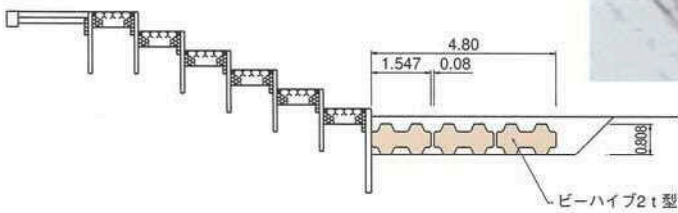
石川県
五十谷川
石川県石川農林総合事務所
堰堤工／2トン



新潟県
大柵入地区
新潟県上越地域振興局
堰堤工／4トン



宮崎県
花見川
九州地方整備局
宮崎河川国道事務所
根固工／1トン・2トン



鳥取県 加勢蛇川 鳥取県倉吉地方県土整備局 護床工／4トン



福井県

雲川

近畿地方整備局福井河川国道事務所

護岸工／4トン



営業種目

- 護岸・消波・根固ブロック
六脚ブロック／ビーハイブ／トライアン／ロウタスユニ／パラクロス／アゴス／ハリバット
型枠貸与・製造販売・施工
- 環境保全型ブロック
シキベール／リオベール／ととろっく／せせらぎかん／ラブノット／ソルベール／
緑彩／やなぎ護岸積み・張り 製造販売・施工
- 土留・自立式修景型枠ブロック
ポトロアーA型 型枠貸与・製造販売・施工
ポトロアーG／ポトロック／鎧ブロック 製造販売・施工
- 法面(緑化)工法
アンカー付格子状擁壁／現場打吹付法枠工法／簡易吹付法枠工法／マザーソイル工法／
高エネルギー吸収柵工法／ビーズリンガーネット工法／ミドリナール緑化工法／光合成きらり 等
各種法面工事設計・施工・材料販売
- 魚礁
トラスリーフ 製造販売
- 土木資材
GKR量水標 材料販売 その他土木資材販売
- 屋上緑化
CA屋上緑化システム
- 防錆剤
GKEガード 製造・販売
- 袋型根固工用袋材
フィルターユニット 販売
- 実験・研究・調査・設計
水理関係／地質関係／放射線関係／電磁波関係
- 医療・研究施設のトータルエンジニアリング
放射線／電磁波／防音施設／電磁波環境対策 施工・材料販売・設計

本 社	〒166-0004	東京都杉並区阿佐谷南3-7-2	Tel.03-3398-8500	Fax.03-3398-8510
土 木 事 業 本 部	〒166-0004	東京都杉並区阿佐谷南3-7-2	Tel.03-3398-8521	Fax.03-3398-8553
テクノシールド事業本部	〒166-0004	東京都杉並区阿佐谷南3-7-2	Tel.03-3398-9200	Fax.03-3398-9250
ハウジング事業部	〒166-0004	東京都杉並区阿佐谷南3-7-2	Tel.03-3398-6451	Fax.03-3398-8510
総 合 技 術 研 究 所	〒193-0801	東京都八王子市川口町1540	Tel.042-654-4331	Fax.042-654-6073
札 幌 営 業 所	〒060-0034	北海道札幌市中央区北四条東2-8-6 サッポロユニオンハイツ	Tel.011-231-0039	Fax.011-232-0298
青 森 営 業 所	〒030-0802	青森県青森市本町4-9-15 宝ビル	Tel.017-734-0860	Fax.017-722-4138
秋 田 営 業 所	〒010-0915	秋田県秋田市保戸野桜町19-5	Tel.018-893-6131	Fax.018-893-6132
仙 台 営 業 所	〒980-0804	宮城県仙台市青葉区大町1-3-2 仙台MIDビル	Tel.022-227-9556	Fax.022-222-2542
千 葉 営 業 所	〒299-1607	千葉県富津市湊721-5 石渡ビル	Tel.0439-67-1553	Fax.0439-67-1942
関 東 営 業 所	〒166-0004	東京都杉並区阿佐谷南3-7-2	Tel.03-3398-8507	Fax.03-3398-8551
新 宿 営 業 所	〒160-0022	東京都新宿区新宿7-21-4 VIP新宿	Tel.03-5285-0615	Fax.03-3398-8551
神 奈 川 営 業 所	〒231-0012	神奈川県横浜市中区相生町2-35 関内APプラザ	Tel.045-222-8081	Fax.045-222-8082
横 須 賀 出 張 所	〒239-0807	神奈川県横須賀市根岸町5-19-15	Tel.046-876-5315	Fax.046-876-5316
八 王 子 営 業 所	〒193-0801	東京都八王子市川口町1540	Tel.042-654-4331	Fax.042-654-6073
山 梨 営 業 所	〒400-0053	山梨県甲府市大里町3225-3-103	Tel.055-241-6715	Fax.055-241-6715
新 潟 営 業 所	〒951-8061	新潟県新潟市中央区西堀通七番町1555 日生第5ビル	Tel.025-223-3552	Fax.025-224-9473
金 沢 営 業 所	〒920-0022	石川県金沢市北安江1-1-1 坂口第2ビル	Tel.076-261-0458	Fax.076-261-1393
静 岡 営 業 所	〒420-0004	静岡県静岡市葵区末広町83-20 和光第3ビル	Tel.054-271-6615	Fax.054-271-6625
大 阪 営 業 所	〒530-0044	大阪府大阪市北区東天満2-8-1 若杉センタービル別館	Tel.06-6353-5131	Fax.06-6353-5134
広 島 営 業 所	〒729-6331	広島県三次市下志和地町100-3	Tel.0824-65-4100	Fax.0824-67-3263
隠 岐 島 出 張 所	〒684-0303	島根県隠岐郡西ノ島大字美田3537-2	Tel.08514-6-0239	Fax.08514-6-0239
高 知 営 業 所	〒780-0863	高知県高知市与力町2-21 司ビル	Tel.088-872-4391	Fax.088-822-6536
福 岡 営 業 所	〒812-0007	福岡県福岡市博多区東比恵2-20-25 東比恵ビル	Tel.092-482-3351	Fax.092-482-2541
長 崎 営 業 所	〒852-8154	長崎県長崎市住吉町2-14 住よし館	Tel.095-843-1607	Fax.095-843-1608
鹿 児 島 営 業 所	〒892-0822	鹿児島県鹿児島市泉町11-19 第3丸福ビル	Tel.099-225-2266	Fax.099-226-1189
沖 縄 営 業 所	〒901-2112	沖縄県浦添市沢砥1-30-8	Tel.098-874-9515	Fax.098-874-9516

