

海岸・河川用根固工法

ストーンブロック

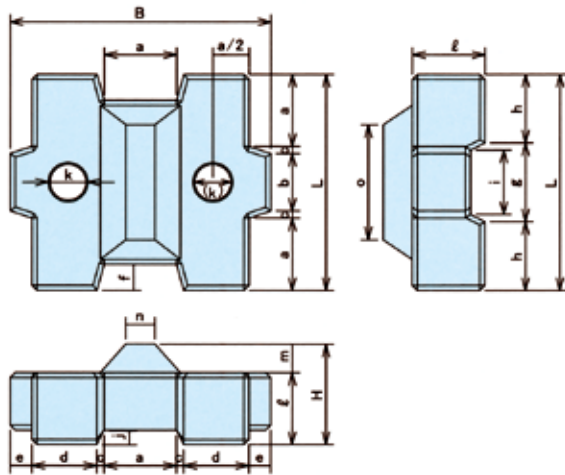
STONE  
BLOCK

いのちをつくるコンクリート

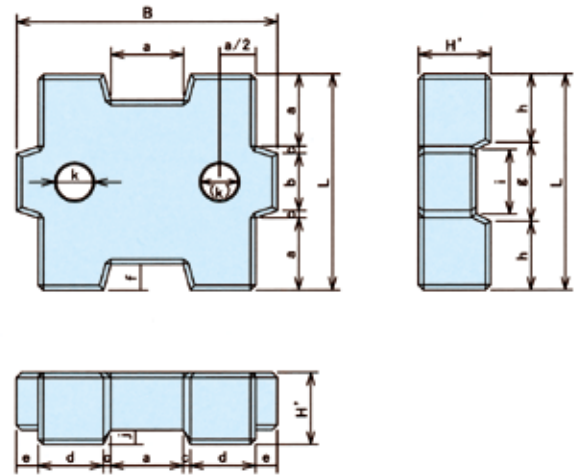
 日建工学株式会社

# ■形状・諸元

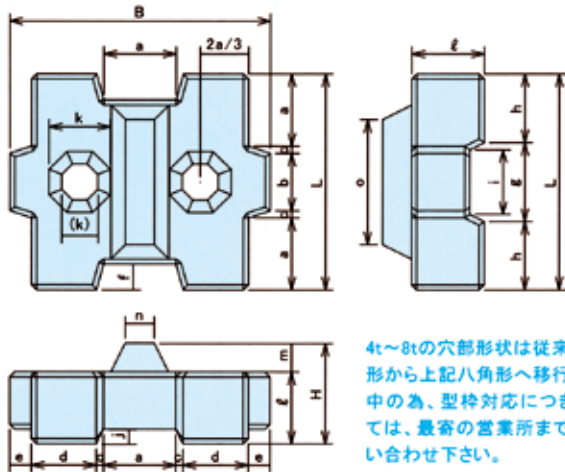
## ●突型標準 0.5t~3t



## ●平型標準 0.5t~3t

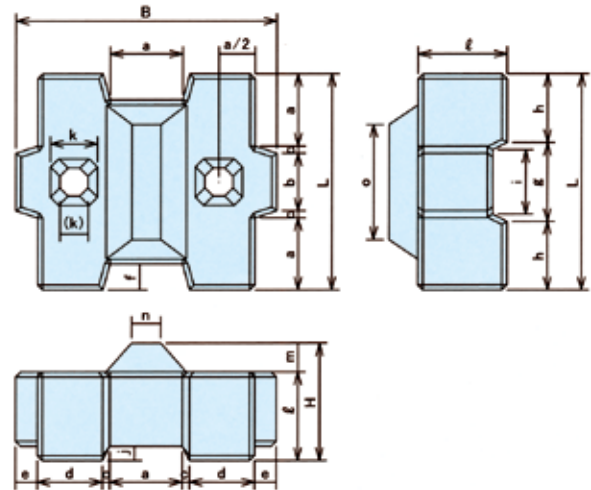


## ●突型標準 4t~8t(※平型標準と突・平各々の端部型もあります)



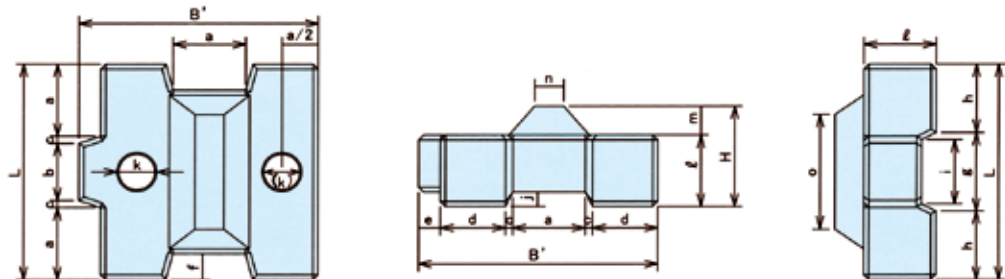
4t~8tの穴部形状は従来の丸形から上記八角形へ移行進行中の為、型枠対応につきましては、最寄の営業所までお問い合わせ下さい。

## ●突型標準 10t~40t(※平型標準と突・平各々の端部型もあります)



## ●突型端部 0.5t~3t(※平型・突型両方あります)

※4t~8t(穴部と突起部)、10t~40t(穴部)形状は右図とは異なります



## ●諸元

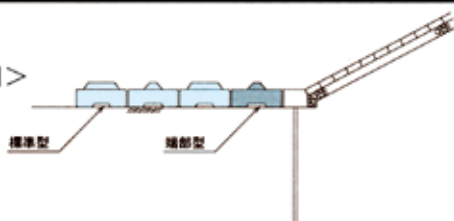
規格 (t)	吊筋 質量 (kg)	突型						平型					
		標準型			端部型			標準型			端部型		
		質量 (t)	コンクリート 体積 (m <sup>3</sup> )	型枠面積 (m <sup>2</sup> )	質量 (t)	コンクリート 体積 (m <sup>3</sup> )	型枠面積 (m <sup>2</sup> )	質量 (t)	コンクリート 体積 (m <sup>3</sup> )	型枠面積 (m <sup>2</sup> )	質量 (t)	コンクリート 体積 (m <sup>3</sup> )	型枠面積 (m <sup>2</sup> )
0.5	1.47	0.48	0.211	2.44	0.47	0.205	2.38	0.44	0.195	2.19	0.43	0.190	2.14
1	1.92	0.99	0.434	3.90	0.97	0.423	3.82	0.92	0.403	3.51	0.89	0.391	3.43
2	3.74	2.24	0.977	7.01	2.18	0.950	6.86	2.08	0.905	6.33	2.01	0.878	6.18
3	5.56	3.03	1.321	8.18	2.95	1.285	8.00	2.81	1.225	7.36	2.73	1.189	7.18
4	6.08	3.79	1.647	10.05	3.68	1.600	9.84	3.55	1.545	8.99	3.45	1.499	8.77
5	8.68	4.82	2.093	11.81	4.68	2.035	11.55	4.52	1.964	10.55	4.38	1.906	10.30
6	9.35	6.01	2.615	13.69	5.85	2.541	13.39	5.64	2.453	12.24	5.47	2.380	11.94
8	10.38	8.01	3.481	16.56	7.78	3.383	16.20	7.51	3.266	14.80	7.29	3.168	14.44
10	11.89	10.29	4.476	18.51	10.00	4.349	18.09	9.69	4.213	16.89	9.39	4.086	16.47
12	18.21	12.43	5.406	20.99	12.07	5.252	20.51	11.70	5.088	19.16	11.35	4.935	18.68
16	26.72	15.89	6.912	24.73	15.44	6.716	24.16	14.96	6.505	22.57	14.51	6.310	22.01
20	39.27	20.58	8.948	29.37	19.99	8.695	28.70	19.37	8.422	26.81	18.78	8.169	26.14
30	61.09	30.84	13.409	38.46	29.96	13.029	37.59	29.03	12.620	35.11	28.15	12.241	34.23
40	92.00	40.95	17.803	46.46	39.79	17.300	45.41	38.54	16.757	42.41	37.38	16.253	41.35

●寸法表

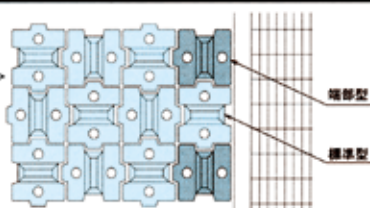
規格 (t)	形状寸法 (mm)																				
	L	B	H	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	(k)	ℓ	m	n	o	B'	H'
0.5	900	1080	420	300	240	30	270	90	108	328	286	269	60	165	150	300	120	120	480	990	300
1	1140	1368	532	380	304	38	342	114	137	418	361	342	76	209	190	380	152	152	608	1254	380
2	1500	1800	700	500	400	50	450	150	180	549	476	449	100	275	250	500	200	200	800	1650	500
3	1650	1980	770	550	440	55	495	165	198	604	523	494	110	303	259	550	220	220	880	1815	550
4	1800	2160	840	600	480	60	540	180	216	659	571	539	120	330	300	600	240	240	1043	1980	600
5	1950	2340	910	650	520	65	585	195	234	714	618	584	130	353	325	650	260	260	1130	2145	650
6	2100	2520	980	700	560	70	630	210	252	768	666	628	140	376	350	700	280	280	1217	2310	700
8	2310	2772	1078	770	616	77	693	231	277	845	732	691	154	405	385	770	308	308	1339	2541	770
10	2310	2772	1258	770	616	77	693	231	277	845	732	691	154	500	300	950	308	308	1232	2541	950
12	2460	2952	1340	820	656	82	738	246	295	900	780	736	164	533	320	1012	328	328	1312	2706	1012
16	2670	3204	1454	890	712	89	801	267	320	977	846	799	178	578	347.5	1098	356	356	1424	2937	1098
20	2910	3492	1585	970	776	97	873	291	349	1065	922	871	194	630	378.5	1197	388	388	1552	3201	1197
30	3330	3996	1814	1110	888	111	999	333	400	1219	1056	997	222	722	433	1370	444	444	1776	3663	1370
40	3660	4392	1993	1220	976	122	1098	366	439	1340	1160	1096	244	793	476	1505	488	488	1952	4026	1505

●端部型の使用例図

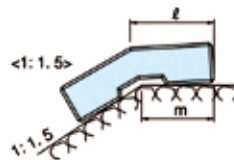
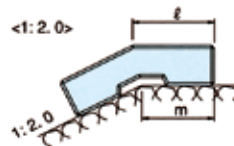
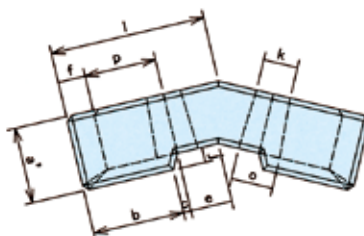
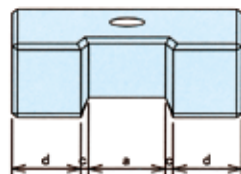
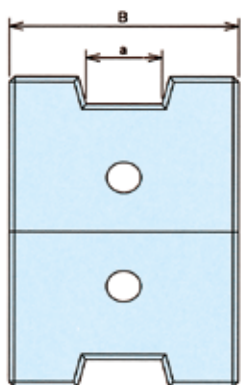
<断面図>



<平面図>



●法肩用(※10t以上の穴部形状は下図とは異なります)



(注) 法肩用ブロックは、法勾配1:2.0を標準に作られております。  
 なお、勾配1:1.5の法肩に使用する場合は左記のようになります。

単位 (mm)

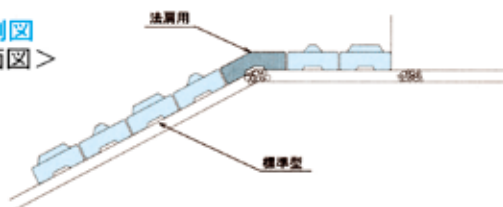
規格 (t)	1:1.5		1:2.0	
	ℓ	m	ℓ	m
0.5	627	541	611	540
1	794	685	774	684
2	1045	902	1018	900
3	1149	992	1120	990
4	1254	1082	1222	1080
5	1358	1172	1323	1170
6	1463	1262	1425	1260
8	1609	1389	1568	1386
10	1627	1352	1574	1350
16	1890	1562	1819	1560

●諸元・寸法表

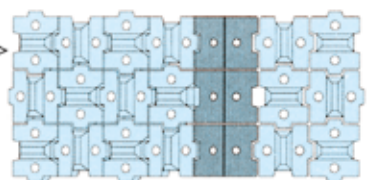
規格 (t)	質量 (t)	コンクリート体積 (m³)	型枠面積 (m²)	吊筋質量 (kg)	形状寸法 (mm)												
					B	a	a'	b	c	d	e	f	j	k	l	o	p
0.5	0.58	0.250	3.06	—	900	300	360	30	270	164	108	60	135	611	165	282	
1	1.17	0.507	4.91	—	1140	380	456	38	342	208	137	76	171	774	209	357	
2	2.66	1.155	8.49	—	1500	500	600	50	450	274	180	100	225	1018	275	470	
3	3.54	1.538	10.28	—	1650	550	660	55	495	301	198	110	248	1120	303	517	
4	4.59	1.996	12.23	—	1800	600	720	60	540	328	216	120	270	1222	330	564	
5	5.84	2.538	14.35	—	1950	650	780	65	585	356	234	130	293	1323	358	611	
6	7.29	3.170	16.65	—	2100	700	840	70	630	383	252	140	315	1425	385	658	
8	9.70	4.219	20.14	—	2310	770	924	77	693	421	277	154	347	1568	424	724	
10	11.87	5.161	22.51	11.78	2310	770	950	924	77	693	385	277	154	500	1574	500	722
16	18.30	7.970	30.08	18.30	2670	890	1098	1068	89	801	445	320	178	578	1819	578	835

●法肩用の使用例図

<断面図>

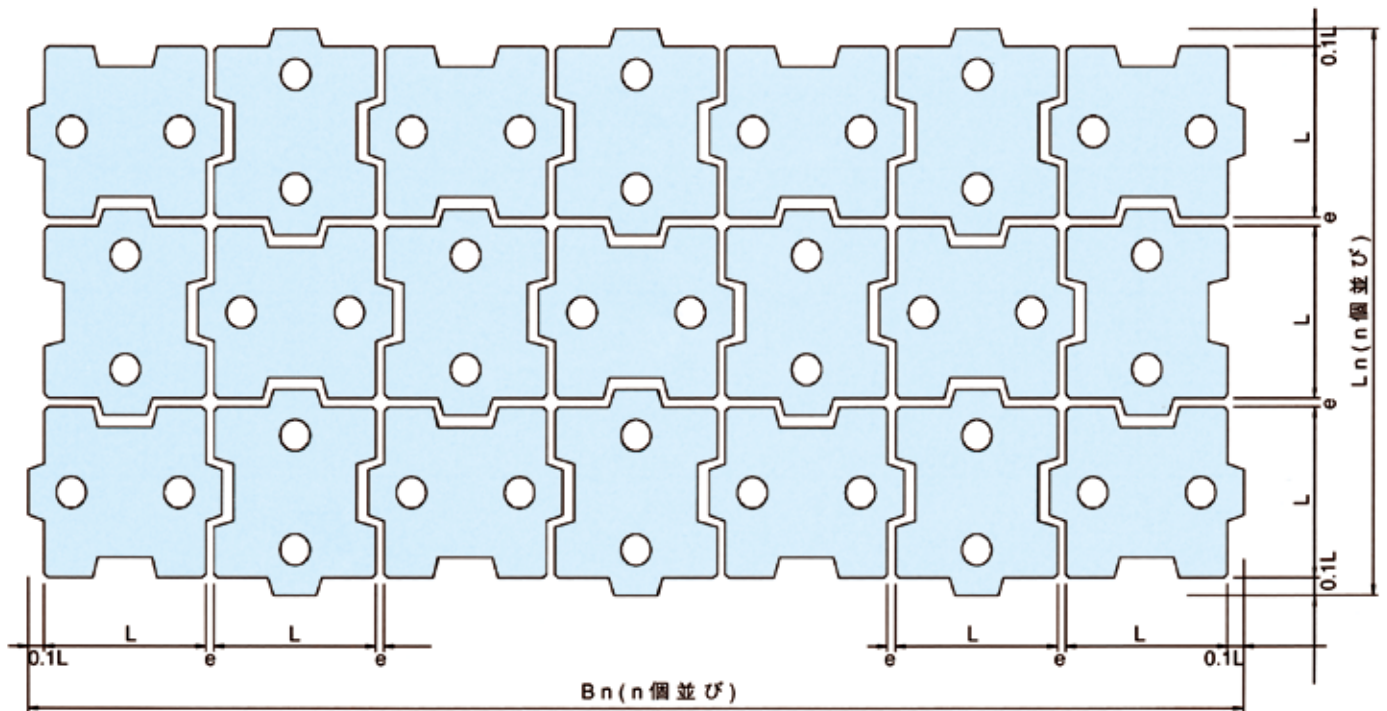


<平面図>



## 配列方法

### ●かみ合わせ配列図



$$L_n, B_n = (n + 0.2)L + (n - 1)e$$

- 注) 1.目地間隔  $e$  は、 $0.05L$  を標準としますが、規格及び現場状況に応じて変更する場合があります。  
 2.波浪が作用する斜面上の施工については、法長方向の目地間隔は原則として設けません。  
 3.法肩用を使用しない時のマウンド天端幅（敷設幅）については、お問合せ下さい。  
 4.鉄筋連結を行う場合、 $0.5t$ 、 $1t$ 、 $3t$  型の  $e$  は下表と異なります。

### ●100m<sup>2</sup>当たり概算所要個数

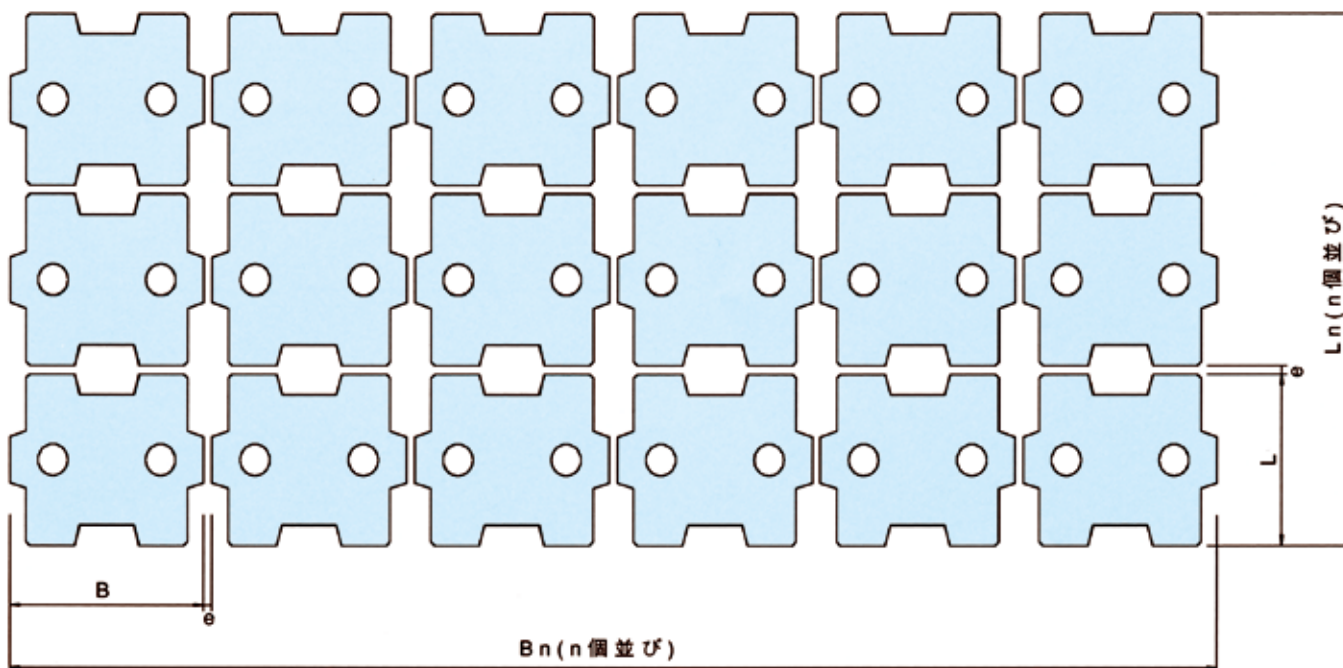
$$N = \left( \frac{10 - 0.2L + e}{L + e} \right)^2$$

### ●かみ合わせ配列の諸元

(表中  $e = 0.05L$  : 標準値)

配列諸元				100m <sup>2</sup> 当たり概算所要個数
規格 (t)	L (m)	e (m)	100m当たりの列数	$N = \left( \frac{10 - 0.2L + e}{L + e} \right)^2$
0.5	0.900	0.045	105.7	109.0
1	1.140	0.057	83.4	67.4
2	1.500	0.075	63.4	38.5
3	1.650	0.083	57.6	31.7
4	1.800	0.090	52.8	26.5
5	1.950	0.0975	48.7	22.5
6	2.100	0.105	45.2	19.3
8	2.310	0.116	41.1	15.8
10	2.310	0.116	41.1	15.8
12	2.460	0.123	38.6	13.9
16	2.670	0.134	35.5	11.7
20	2.910	0.146	32.6	9.8
30	3.330	0.167	28.5	7.4
40	3.660	0.183	25.9	6.0

●突き合わせ配列図



$$L_n = n \cdot L + (n-1)e$$

$$B_n = n \cdot B + (n-1)e$$

- 注) 1.目地間隔 e は、0.05L を標準としますが、規格及び現場状況に応じて変更する場合があります。  
 2.波浪が作用する斜面上の施工については、法長方向の目地間隔は原則として設けません。  
 3.法肩用を使用しない時のマウンド天端幅（敷設幅）については、お問合せ下さい。

●100m<sup>2</sup>当たり概算所要個数

$$N = \frac{10+e}{L+e} \times \frac{10+e}{B+e}$$

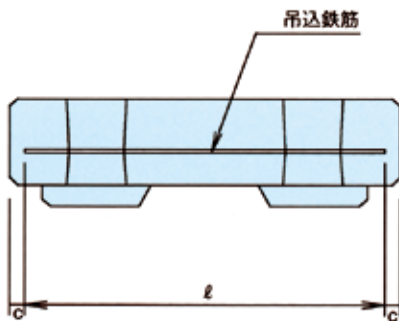
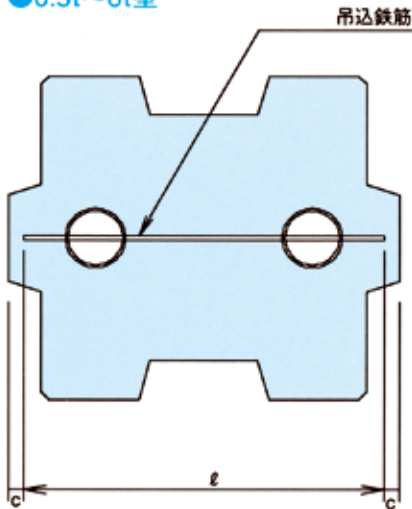
●突き合わせ配列の諸元

(表中e=0.05L：標準値)

規格 (t)	配列諸元				100m <sup>2</sup> 当たり概算所要個数	
	B (m)	L (m)	e (m)	100m <sup>2</sup> 当たりの列数		N = $\frac{10+e}{L+e} \times \frac{10+e}{B+e}$
				Ln方向	Bn方向	
0.5	1.080	0.900	0.045	105.9	88.9	94.9
1	1.368	1.140	0.057	83.6	70.2	59.3
2	1.800	1.500	0.075	63.5	53.4	34.4
3	1.980	1.650	0.083	57.8	48.5	28.4
4	2.160	1.800	0.090	53.0	44.5	23.9
5	2.340	1.950	0.0975	48.9	41.1	20.4
6	2.520	2.100	0.105	45.4	38.1	17.6
8	2.772	2.310	0.116	41.3	34.7	14.6
10	2.772	2.310	0.116	41.3	34.7	14.6
12	2.952	2.460	0.123	38.8	32.6	12.9
16	3.204	2.670	0.134	35.7	30.0	11.0
20	3.492	2.910	0.146	32.8	27.5	9.3
30	3.996	3.330	0.167	28.6	24.1	7.1
40	4.392	3.660	0.183	26.1	21.9	5.9

# 吊込鉄筋

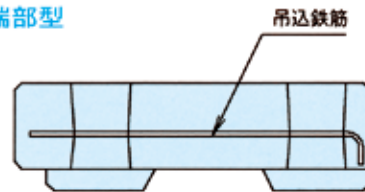
## ●0.5t～6t型



## ●0.5t～6t吊込鉄筋数量表

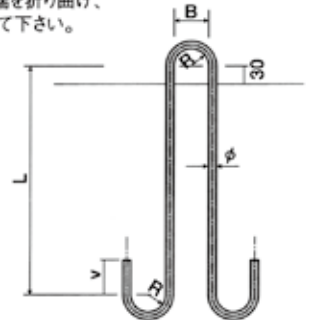
規格 (t)	鉄筋の種類	径 (mm)	吊筋長 ℓ (m)	単位質量 (kg/m)	質量 (kg)	c (mm)
0.5	異形	16	0.94	1.56	1.47	0.07
1	異形	16	1.228	1.56	1.92	0.07
2	異形	19	1.660	2.25	3.74	0.07
3	異形	22	1.83	3.04	5.56	0.075
4	異形	22	2.00	3.04	6.08	0.08
5	異形	25	2.18	3.98	8.68	0.08
6	異形	25	2.35	3.98	9.35	0.085

## ●端部型

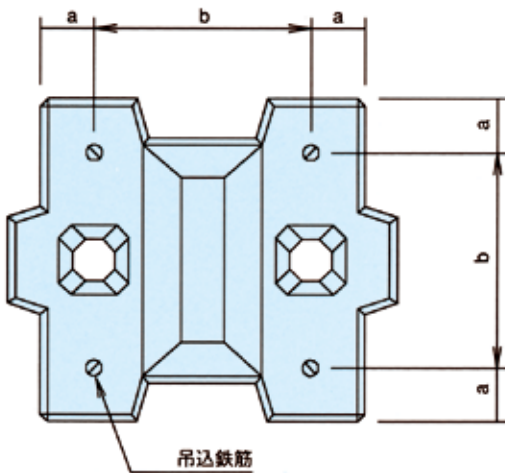


注) 端部ブロックは、上表の鉄筋の端を折り曲げ、型枠に当たらないように使用して下さい。

詳細は別資料を参照下さい。



## ●8t～40t型



## ●参考資料 (埋め型枠使用時)

吊込鉄筋をブロック表面より突出させない場合において使用する埋め型枠の目安寸法です。

規格 (t)	吊筋径 (mm)	フック規格	埋め型枠	
			内径 (mm)	深さ (mm)
8	16	3	250	90
10	16	3	250	100
12	19	5	300	110
16	22	5	300	110
20	25	8	350	125
30	28	8	350	130
40	32	15	450	160

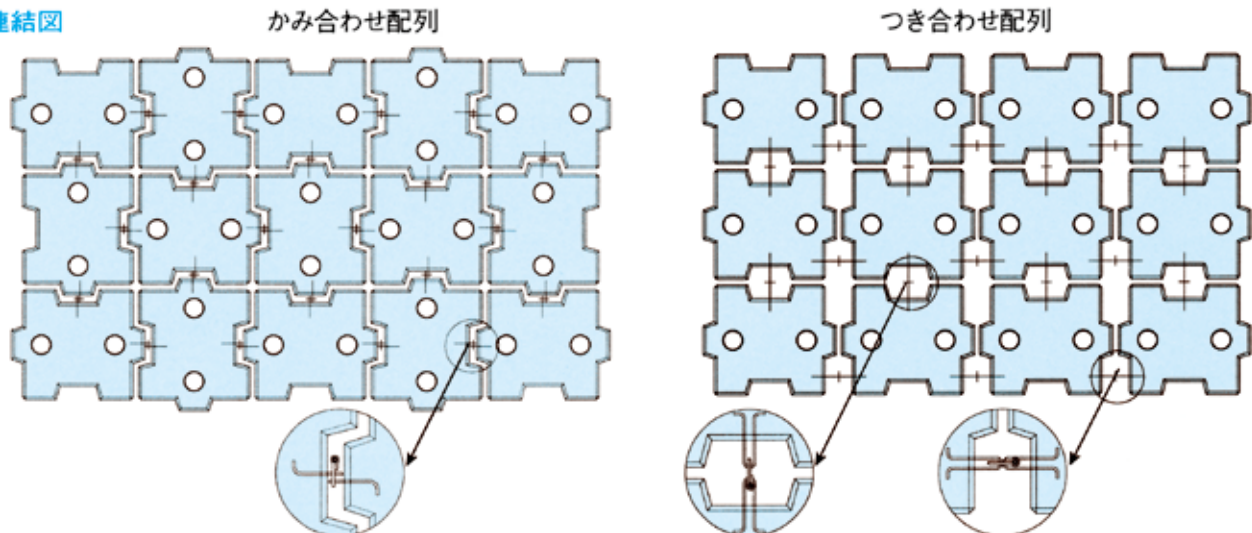
※上表は目安であり、使用する吊フックにより若干異なります。

## ●8t～40t吊込鉄筋数量表

規格 (t)	鉄筋の種類	径 φ (mm)	1本の長さ (m)	本数 (本)	総長 (m)	単位質量 (kg/m)	質量 (kg)	a (mm)	b (mm)	L (mm)	B (mm)	R (mm)	v (mm)
8	丸鋼	16	1.642	4	6.568	1.58	10.38	435	1440	530	80	40	65
10	丸鋼	16	1.882	4	7.528	1.58	11.89	435	1440	650	80	40	65
12	丸鋼	19	2.041	4	8.164	2.23	18.21	470	1520	660	100	50	80
16	丸鋼	22	2.242	4	8.968	2.98	26.72	510	1650	720	110	55	90
20	丸鋼	25	2.550	4	10.200	3.85	39.27	560	1790	810	130	65	100
30	丸鋼	28	3.162	4	12.648	4.83	61.09	635	2060	1070	140	70	115
40	丸鋼	32	3.645	4	14.580	6.31	92.00	705	2250	1240	160	80	130

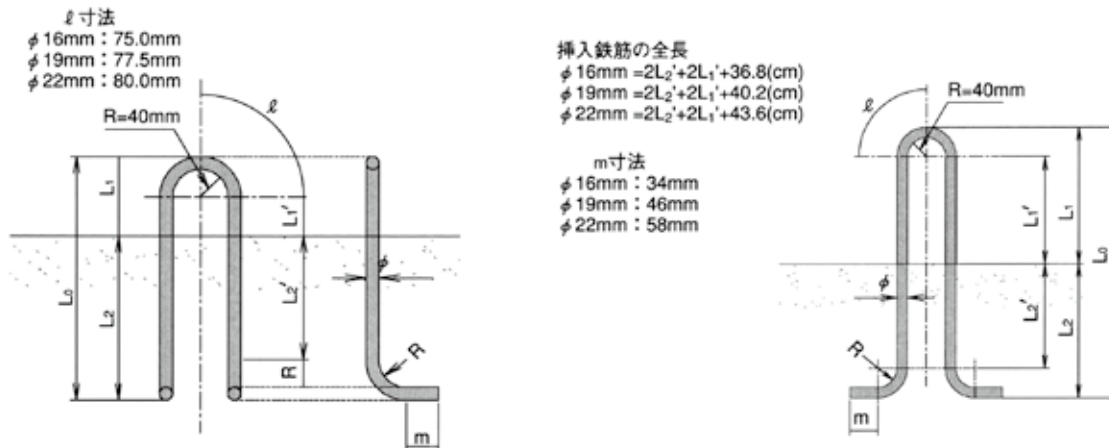
# ■ 連結鉄筋

## ● 連結図

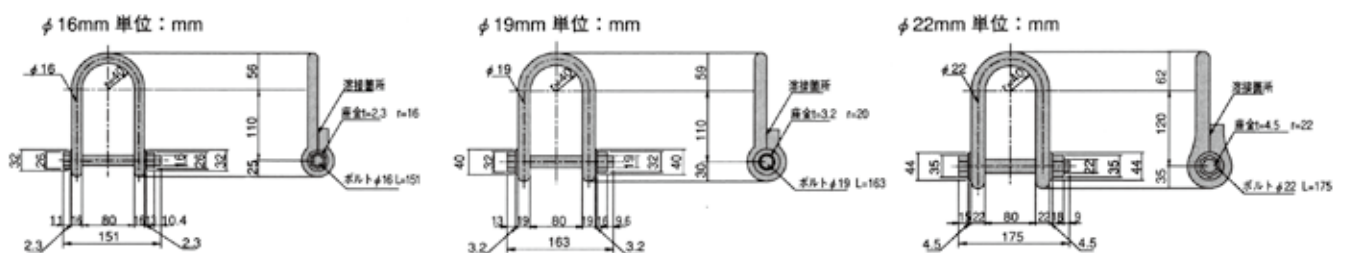


- (注) 必要に応じて鉄筋連結ができます。
- (注) 海岸や海洋で使用する場合は、基本的には連結しません。
- (注) 挿入鉄筋とは別に吊込鉄筋が必要です。挿入鉄筋は規格により縦に挿入するのと横に挿入するのがあります。

## ● 挿入鉄筋



## ● 連結金具



## ● 挿入鉄筋数量表

項目	かみ合わせ配列								つき合わせ配列							
	0.5*	1*	2	3*	4	5	6	8	0.5	1	2	3	4	5	6	8
径φ (mm)	16	16	16	19	19	19	19	22	16	16	16	19	19	19	19	22
L <sub>1</sub> (L <sub>1</sub> ') (cm)	0.5 t、1 t型 については、 鉄筋の形状が 異なりますので、 お問い合わせ下さい。		9.5 (3.9)	14.7 (8.8)	11.6 (5.7)	12.7 (6.8)	13.7 (7.8)	15.2 (9.0)	11.0 (5.4)	14.0 (8.4)	18.5 (12.9)	20.6 (14.7)	22.2 (16.3)	24.3 (18.4)	26.2 (20.3)	28.9 (22.7)
L <sub>2</sub> (L <sub>2</sub> ') (cm)			20.8 (15.2)	24.0 (18.1)	24.0 (18.1)	24.0 (18.1)	24.0 (18.1)	28.2 (22.0)	20.8 (15.2)	20.8 (15.2)	20.8 (15.2)	24.0 (18.1)	24.0 (18.1)	24.0 (18.1)	24.0 (18.1)	28.2 (22.0)
L <sub>0</sub> (cm)			30.3	38.7	35.6	36.7	37.7	43.4	31.8	34.8	39.3	44.6	46.2	48.3	50.2	57.1
全長 (cm)	81.4	75.8	75.2	94.1	87.9	90.1	92.1	105.6	78	84	93	106	109	113	117	133
質量 (kg)	1.29	1.20	1.19	2.10	1.96	2.01	2.05	3.15	1.23	1.33	1.47	2.36	2.43	2.52	2.61	3.96

- 注 1. 上記寸法は、※の規格を除いてクリアランス(e)を0.05Lとした場合の標準寸法です。
- 2. ※の規格は、クリアランス(e)を0.075Lとします。
- 3. 挿入鉄筋長を変える場合、L<sub>1</sub>'の増減で調整します。
- 4. 鉄筋の単位質量はφ16:1.58kg/m、φ19:2.23kg/m、φ22:2.98kg/mとしました。

# ■ストーンブロック質量の算定 [河川編]

一般に河川根固工・護床工に使用されるブロック質量を決定する際には、近傍のブロック使用実績や河川の規模（計画高水流量や河床勾配）や現場状況（転石の有無等）を参考に使用質量を仮定し、以下に示す各種公式（式(1)～式(3)）を総合的に用いて検証・照査します。

## ●護岸の力学設計法

### (1) ブロック質量算定式

$$W > a \left( \frac{\rho_w}{\rho_b - \rho_w} \right)^3 \frac{\rho_b}{g^2} \left( \frac{V_d}{\beta} \right)^6 \quad \dots\dots \text{式 (1)}$$

- W : 根固め工の空中重量 (N)
- a : ブロックの形状による係数
- $\beta$  : ブロックの形状による係数
- $\rho_w$  : 水の密度 (1000kg/m<sup>3</sup>)
- $\rho_b$  : 根固め工の密度 (kg/m<sup>3</sup>)  
[平面型2030kg/m<sup>3</sup>]
- g : 重力加速度 (9.8m/s<sup>2</sup>)
- V<sub>d</sub> : 設計流速 (m/s) [(2)を参照]

表-1. 異形コンクリートブロックの係数a $\beta$ の参考値

ブロックの種別	対象ブロック	a	$\beta$
平面型	ストーンブロック	0.54	2.0

※式(1)によって標準条件のもとでのブロック質量を算定したものを、ストーンブロック質量算定グラフに示します。

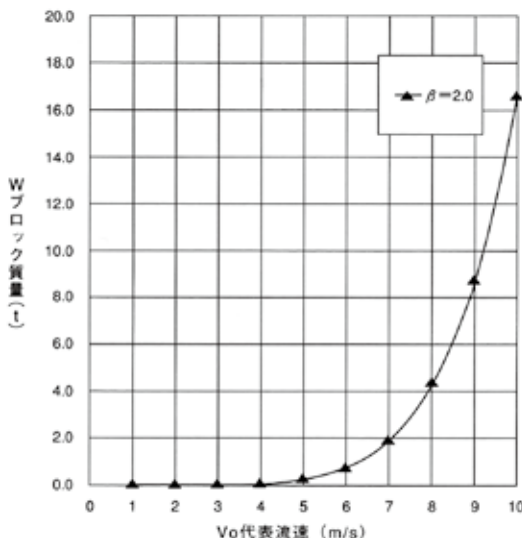
### (2) 設計流速

V<sub>d</sub>は代表流速V<sub>o</sub>を用います。

### (3) 根固工の構造モデル

No.	破壊原因	破壊形態	設置状態	構造モデル
1	流体力	滑動・転動	層積	「滑動・転動—層積モデル」

## ●ストーンブロック質量算定グラフ



## ●理論式

### (1) ブロック質量算定式

$$R > F \cdot F_s$$

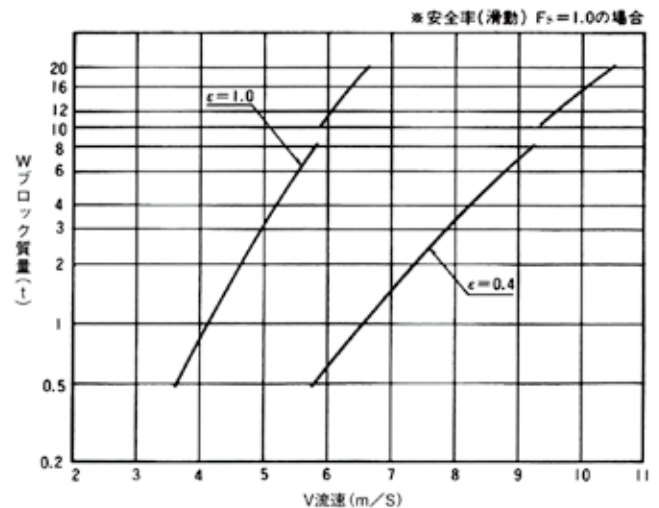
$$F \text{ (流水力)} = C_D \cdot W_o \cdot \epsilon \cdot A \cdot V^2 / 2g \quad \dots\dots \text{式 (2)}$$

$$R \text{ (抵抗力)} = \mu \cdot (1 - W_o / W_r) \cdot W$$

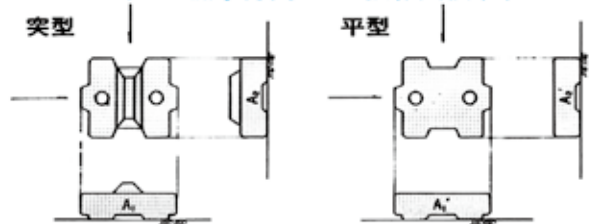
- W : ブロック質量 (t)
- C<sub>D</sub> : 抵抗係数 (1.0)
- $\epsilon$  : 遮蔽係数 単体: 1.0 群体: 0.35~0.40 (砂防設計公式集より)
- V : 設計流速 (m/s)
- A : 投影面積 (m<sup>2</sup>)
- W<sub>o</sub> : 水の密度 (t/m<sup>3</sup>)
- W<sub>r</sub> : ブロックの密度 (t/m<sup>3</sup>)
- $\mu$  : 摩擦係数 (0.8)
- g : 重力加速度 (9.8m/s<sup>2</sup>)
- F<sub>s</sub> : 安全率

上記方式の安定検討を実施する際、根固めブロックについては平均流速にて群体における遮蔽係数を使用してブロック質量を算定します。また、現場条件・設置条件を加味して安全率を見ることがあります。

### ●流速(V)とブロック質量(W)の関係



### ●ストーンブロックの流水方向による投影面積(A)



投影面積 (A)

規格 (t)	突 型		平 型	
	A <sub>1</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>2</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>1</sub> ' (m <sup>2</sup> )	A <sub>2</sub> ' (m <sup>2</sup> )
0.5	0.32	0.32	0.29	0.25
1	0.51	0.51	0.47	0.40
2	0.89	0.88	0.81	0.70
3	1.07	1.07	0.98	0.84
4	1.25	1.28	1.17	1.00
5	1.47	1.51	1.37	1.18
6	1.71	1.75	1.59	1.37
8	2.07	2.11	1.93	1.65
10	2.60	2.51	2.43	2.07
12	2.95	2.85	2.75	2.35
16	3.48	3.36	3.24	2.77
20	4.13	3.99	3.86	3.29



## ●土地改良事業計画設計基準

### (1) ブロック質量算定式

$$W > 3.77A \cdot V^2 / 2g \quad \dots\dots\text{式 (3)}$$

W：ブロック1個の質量 (t)  
 A：流水が衝突する面積 (㎡)  
 V：流水がブロックに衝突するときの流速 (m/s)  
 ※土地改良事業計画設計基準、設計「頭首工」による

## ●現地使用実績

### (1) 現地使用実績、統計的データ活用からのブロック算定方式

根固工のブロック質量は現地の upstream・downstream に設置されたブロックを参考とします。  
 根固ブロックとして機能・効果を維持し、流失移動などの被災を受けていないところは変えないのが原則とされています。

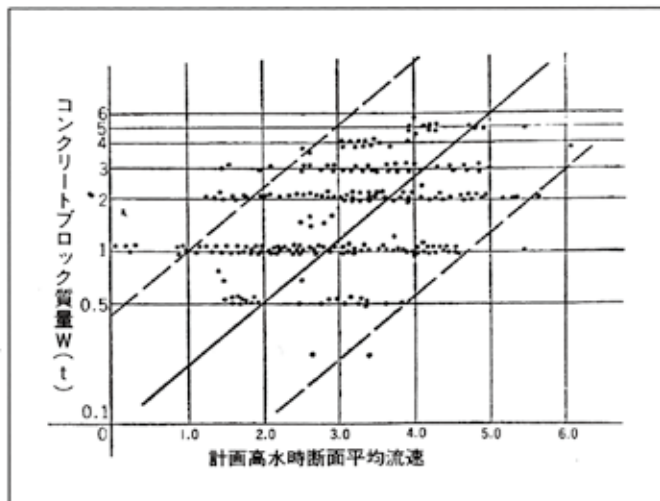
### (2) 参考資料 (旧災害手帳)

	高水時断面平均流速		
	2m/s未満	2~4m/s未満	4m/s以上
ブロック質量	0.5~2t	1~4t	2t以上

### (3) 流速とブロック質量の関係

(全国実績中部地建根固報告書1974)

下のグラフは全国の河川、約370ヶ所の根固め施工箇所のブロック質量と計画高水流量時の断面平均流速との関係を示したものです。



### ブロック質量の選定 (河川工事施工法)

緩急流部	河川の規模別		
	計画高水流量 2,000m³/sec以上	計画高水流量 500~2,000m³/sec	計画高水流量 500m³/sec未満
計画高水こう配1/1,000より緩い	1~2t	1~2t	1~0.5t
・ 1/1,000~1/300	2~5t	2~3t	1~2t
・ 1/300より急	4t以上	2~4t	2~3t

## 参考資料

### ●天端幅 (平成17年度版災害手帳より)

#### ◇根固工の施工幅と重量

	高水時断面平均流速		
	2m/s未満	2~4m/s未満	4m/s以上
ブロック質量	0.5~2t	1~4t	2t以上
根固工の天端幅	2~10m	4~12m	6m以上

注1. ブロック質量は、河幅の小さい場合は小さい値を採用する。  
 注2. 乱積の場合の法勾配は標準的に1:1.5である。

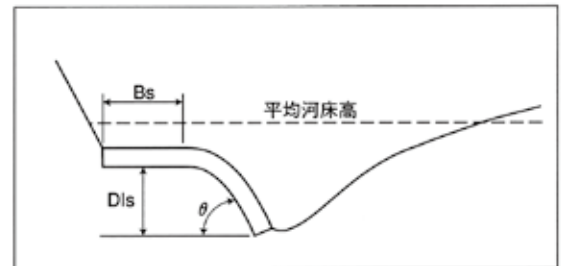
### ●根固工の敷設幅 (平成19年度版災害手帳より)

敷設幅は、河床低下が生じてても、最低1列もしくは2m程度以上の平坦幅を確保する必要があります。

敷設幅は、次式により求めるものとします。

$$B_w = B_s + D_{ls} / \sin \theta \quad \dots\dots\text{式 (4)}$$

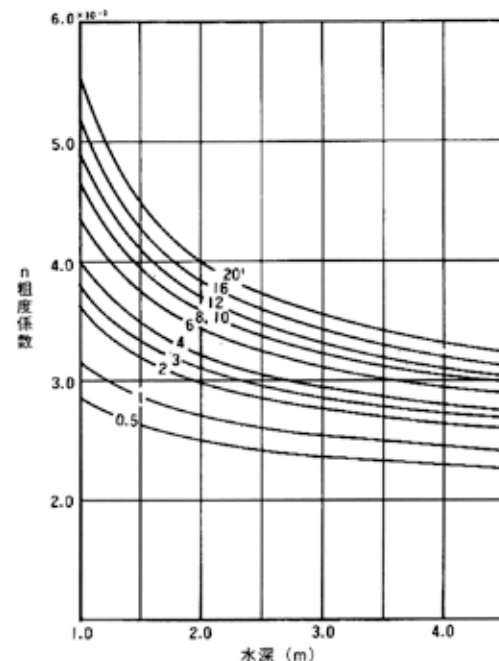
B<sub>w</sub>：根固工の敷設幅 (m)  
 B<sub>s</sub>：護岸前面の平坦幅 (m)  
 (ブロック1列又は2m程度以上)  
 D<sub>ls</sub>：根固工の敷設高と最深河床高の高低差 (m)  
 θ：河床洗掘時の斜面勾配 (30° を用いてよい)  
 ただし、根固工の敷設幅 (B<sub>w</sub>) は低水路部の1/3を超えないことを目安とします。



### ●ストーンブロックの水深による粗度係数(n)

粗度係数は、足立の実験式 (人工粗度の実験的研究) を使用し、水深の変化による粗度の変化を理論式で求めた数値です。

(下図は、かみ合わせ配列とした場合の計算結果です。)



# ■ストーンブロック質量の算定 [海岸・港湾編]

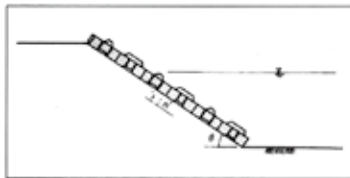
一般に海岸・港湾で使用されるブロック質量を算定する場合は、設置場所、目的によって検討方法が変わります。又、諸条件により安全を考慮して割り増しをする場合もあります。基本的には水理模型実験で確認して、質量決定するのが望ましいと思われます。

## ●ハドソン公式 (斜面上の設置)

一般に斜面上に設置する場合は、ハドソン公式によって決定します。

$$M = \frac{\rho_r H^3}{K_d (S_r - 1)^3 \cot \theta} \quad \dots\dots \text{式 (5)}$$

- M : ストーンブロック所要質量 (t)
- $\rho_r$  : コンクリートブロックの密度 ( $t/m^3$ )
- H : 設計波高 (m)
- $\theta$  : 斜面と水平面のなす角 ( $^\circ$ )
- $K_d$  : ストーンブロックの安定定数
- $S_r$  : コンクリートの海水に対する比重 ( $\rho_r / \rho_w$ )



● $K_d$ 値

規格	0.5~8t	10~40t
砕波時	10.0	10.6
非砕波時	14.0	14.9

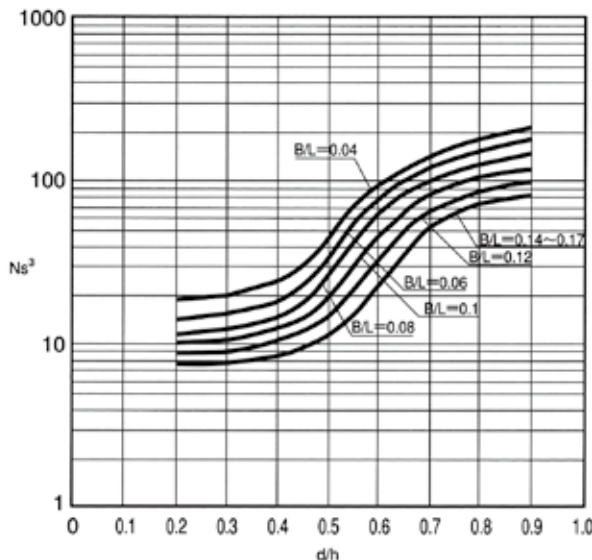
## ●混成堤基礎マウンド被覆工

防波堤、突堤等水深のある構造物の根固め、混成堤基礎マウンドに使用される場合は、プレブナー・ドネリーの安定式を使用します。

$$M = \frac{\rho_r H^3}{N_s^3 (S_r - 1)^3} \quad \dots\dots \text{式 (6)}$$

- M : ストーンブロックの所要質量 (t)
- H : 設計波高 (m)
- $\rho_r$  : コンクリートブロックの密度 ( $t/m^3$ )
- $S_r$  : コンクリートの海水に対する比重 ( $\rho_r / \rho_w$ )
- $N_s$  : 安定係数

## ●混成堤基礎マウンドでのストーンブロックの安定係数 ( $N_s$ )



## ●人工リーフ被覆工

人工リーフの被覆ブロックの安定質量を算定する場合、質量算定方式は次のものがあります。

### (1) 人工リーフの設計手引き (被覆材の所要質量算定式)

$$W = K_L \frac{\rho_s (R + \bar{\eta}t)^3}{s^3 \cos^3 \phi} \quad \dots\dots \text{式 (7)}$$

$$K_L = S_n^3 f_u^6 K_v$$

- $\eta t = 0.2H_o' - 0.1R$      $R/H_o' < 2$
- $\eta t = 0$      $R/H_o' \geq 2$
- $\cos \phi = \cos \alpha$      $R/H_o' \leq 0.7$
- $\cos \phi = 1$      $R/H_o' > 0.7$

- $\rho_s$  : 被覆材の密度
- $s$  : 被覆材の水中比重 ( $= (\rho_s - \rho_w) / \rho_w$ )
- $S_n$  : 安定係数 (平型0.6、突型0.5)
- $f_u$  : 堤体表面上の最大流速の無次元係数
- $K_v$  : 被覆材形状に関する係数 (0.8)
- $\phi$  : 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
- $\eta t$  : 平均水位上昇量 (m)
- $R$  : 天端水深 (m)

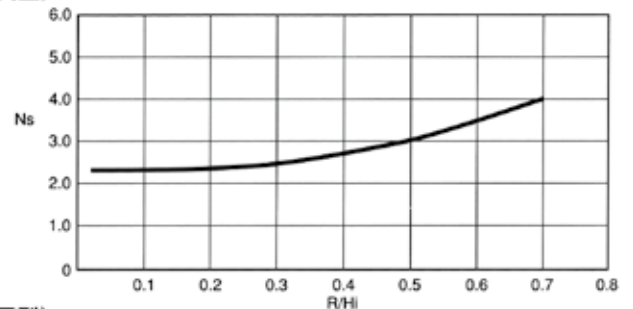
### (2) プレブナー・ドネリー式

$$M = \frac{\rho_r H^3}{N_s^3 (S_r - 1)^3} \quad \dots\dots \text{式 (8)}$$

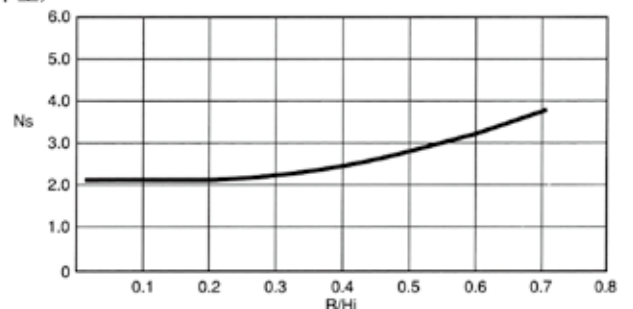
- M : ストーンブロックの所要質量 (t)
- H : 設計波高 (m)
- $\rho_r$  : コンクリートの密度 ( $2.3t/m^3$ )
- $S_r$  : コンクリートの海水に対する比重 ( $\rho_r / \rho_w$ )
- $N_s$  : 安定係数

## ●人工リーフでのストーンブロックの安定係数 ( $N_s$ )

(突型)



(平型)



# ■製作ヤード所要面積

以下の計算方法は一般的な条件（型枠貸与率10%、1サイクル4日間、10回転）により決められたもので、製作現場条件等により異なってきます。また、型枠のヒズミが生じない様充分に整地して下さい。

## ●標準ヤード配置図

$$B_1 = \frac{32\alpha \cdot n}{L}$$

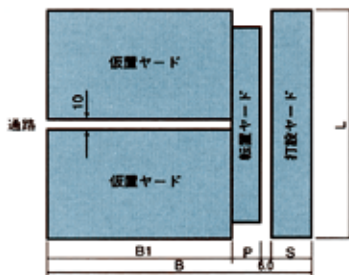
または

$$B_1 = \frac{\alpha \cdot N}{L}$$

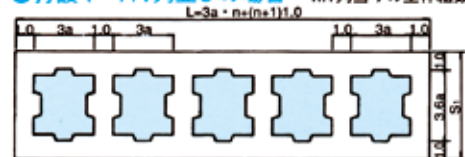
(N:全製作個数)

製作ヤード面積=B×L (m<sup>2</sup>)

32:4サイクル×8回転を想定 (仮置ヤードの仮置個数は8回転分のブロック製作個数)



## ●打設ヤード/1列並びの場合



## ●転置ヤード/1列並びの場合



## ●打設、転置ヤードの必要幅および仮置ヤード所要面積

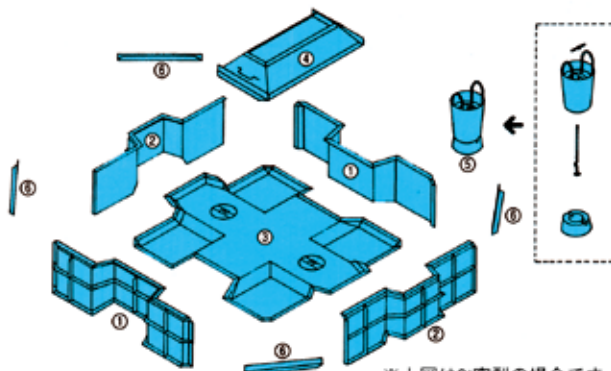
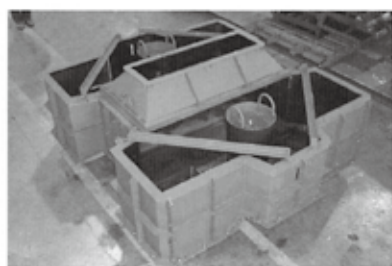
規格 (t)	基本数値		打設ヤード		転置ヤード		仮置ヤード			
	a(m)	必要幅S(m)		必要幅P(m)		一個当たり占有面積α (m <sup>2</sup> /個)	一日当たり製作個数n (個/日)	仮置個数 32・n (個)	仮置個数所要面積 32α・n (m <sup>2</sup> )	
		1列並びS1	2列並びS2	1列並びP1	2列並びP2					
0.5	0.30	3.1	5.2	1.0	2.4	1.18	26以上	832以上	990	
1	0.38	3.4	5.8	1.2	2.8	2.78	◇	◇	2,320	
2	0.50	3.9	6.7	1.6	3.6	3.04	◇	◇	2,530	
3	0.55	4.0	7.0	1.7	3.9	3.64	◇	◇	3,030	
4	0.60	4.2	7.4	1.9	4.2	4.29	◇	◇	3,570	
5	0.65	4.3	7.7	2.0	4.4	5.00	26以上	832以上	4,160	
6	0.70	4.6	8.1	2.2	4.8	5.76	◇	◇	4,800	
8	0.77	4.8	8.6	2.4	5.2	6.92	◇	◇	5,760	
10	0.77	4.8	8.6	2.4	5.2	6.92	26~14	832~448	5,760~3,100	
12	0.81	5.0	8.9	2.5	5.4	7.63	◇	◇	6,350~3,420	
16	0.89	5.3	9.5	2.7	5.9	9.15	◇	◇	7,620~4,100	
20	0.97	5.5	10.0	3.0	6.4	10.81	14~8	448~256	4,850~2,770	

上表は製作個数 N=1040個、型枠貸与組数 104組、1サイクル4日間 (n=型枠貸与組数/4) を想定した場合のものである。

注) 仮置する場合、ブロックを2~3段まで積み上げることができます。このときの仮置ヤードの所要面積は、表記の数値に対して下表のように小さくすることができます。

	平型	突型
2段積み	1/2	1/1.65
3段積み	1/3	1/2.35

# ■型枠構成



※上図は3t突型の場合です。

## ●型枠質量表

No.	種別	規格 (t)	0.5	1	2	3	4	5	6	8	10	12	18	20	30	40
①	側板	数量(枚)	各2	各2	各2	各2	各2	各2	各2	各2	各2	各2	各4	各4	各2	各4
		①A質量(kg)	13	20	33	38	70	74	87	116	142	174	107	134	447	229
②	側板	②B質量(kg)	12	18	29	35	60	65	75	104	139	155	95	120	409	204
		数量(枚)	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	各4
③	底板	質量(kg)	43	65	128	165	204	236	137	176	176	195	274	357	515	340
		数量(本)	-	-	2	2	2	2	2	2	2	4	6	6	6	1式
-	架台 (ステーチャンネル)	質量(kg)	-	-	10	13	16	21	26	30	30	23	40	42	71	353
		数量(枚)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
④	突枠	質量(kg)	12	19	34	40	46	65	73	85	100	107	135	154	219	293
		数量(枚)	5	7	13	15	16	20	21	25	50	57	66	74	109	127
⑤	中子 (1ヶ当り)	下・質量(kg)	3	4	6	4	16	19	21	24	25	21	23	26	44	47
		数量(本)	-	-	-	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4
⑥	ステーアングル巾決め(4t~8t)	質量(kg)	-	-	-	5	8	8	9	9	7.5	7	8	13	46	33
		質量(kg)	-	-	-	-	32	35	38	43	46	47	72	75	126	110
-	巾保持枠 (平型のみ)	質量(kg)	-	-	-	-	32	35	38	43	46	47	72	75	126	110
-	型枠1組当り(平型)	質量(kg)	109	163	310	395	608	685	790	1,011	1,200	1,371	1,878	2,309	3,784	4,035
-	型枠1組当り(突型)	質量(kg)	121	182	344	435	622	715	825	1,053	1,254	1,431	1,941	2,388	3,877	4,218

いのちをつくるコンクリート  
 **日建工学株式会社**  
[www.nikken-kogaku.co.jp](http://www.nikken-kogaku.co.jp)

本 社	〒160-0023	東京都新宿区西新宿 6-10-1 (日土地西新宿ビル 17F)	TEL.03(3344)6811 (代)	FAX.03(5381)7377
北海道営業所	〒060-0061	北海道札幌市中央区南 1 条西 16-1-246 (ANNEX レーベンビル 6F)	TEL.011(642)1737	FAX.011(642)1738
東北営業所	〒980-0022	宮城県仙台市青葉区五橋 1-4-30 (五橋ビジネスセンタービル 3F)	TEL.022(266)5771	FAX.022(716)1161
関東営業所	〒160-0023	東京都新宿区西新宿 6-10-1 (日土地西新宿ビル 17F)	TEL.03(3344)8675	FAX.03(3344)8679
北陸営業所	〒950-0965	新潟県新潟市中央区新光町 6-1 (興和ビル 7F)	TEL.025(281)8005	FAX.025(282)3310
中部営業所	〒465-0024	愛知県名古屋市名東区本郷 2-173-4(名古屋インタービル 5F)	TEL.052(777)6351	FAX.052(769)1691
近畿中国営業所	〒564-0051	大阪府吹田市豊津町 1-31 (由武ビル 3F)	TEL.06(6821)7900	FAX.06(6310)7131
四国営業所	〒770-0944	徳島県徳島市南昭和町 1-23 (三谷第一ビル 6F)	TEL.088(625)2770	FAX.088(656)0112
九州営業所	〒812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東 2-9-13 (東福第一ビル 2F)	TEL.092(431)7776	FAX.092(412)1417
鹿児島事務所	〒890-0064	鹿児島県鹿児島市鴨池新町 6-6 (鴨池南国ビル 5F)	TEL.099(258)7841	FAX.099(258)7919
沖縄営業所	〒900-0016	沖縄県那覇市前島 2-21-13 (ふそうビルディング 5F)	TEL.098(867)3805	FAX.098(867)3807
技術部 (東京)	〒160-0023	東京都新宿区西新宿 6-10-1 (日土地西新宿ビル 17F)	TEL.03(3344)6081 (代)	FAX.03(3344)6817
技術部 (大阪)	〒564-0051	大阪府吹田市豊津町 1-31 (由武ビル 3F)	TEL.06(6821)7900	FAX.06(6310)7131

