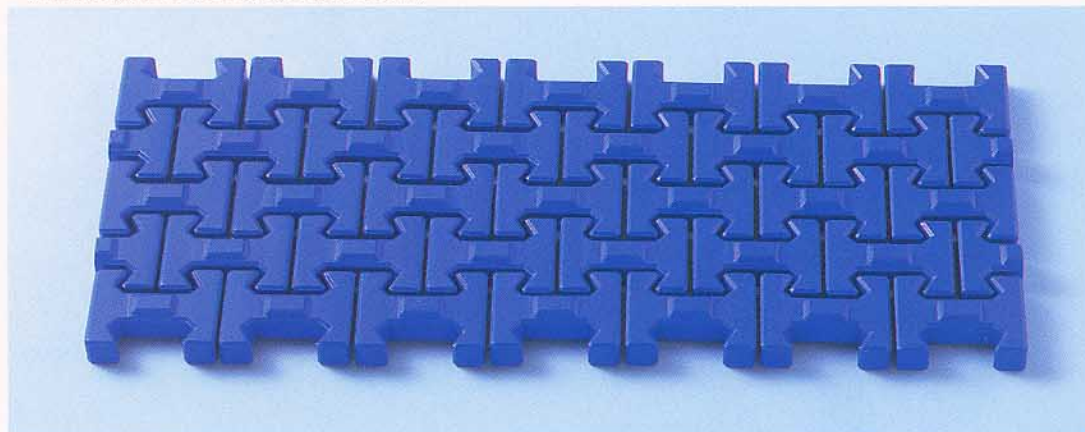


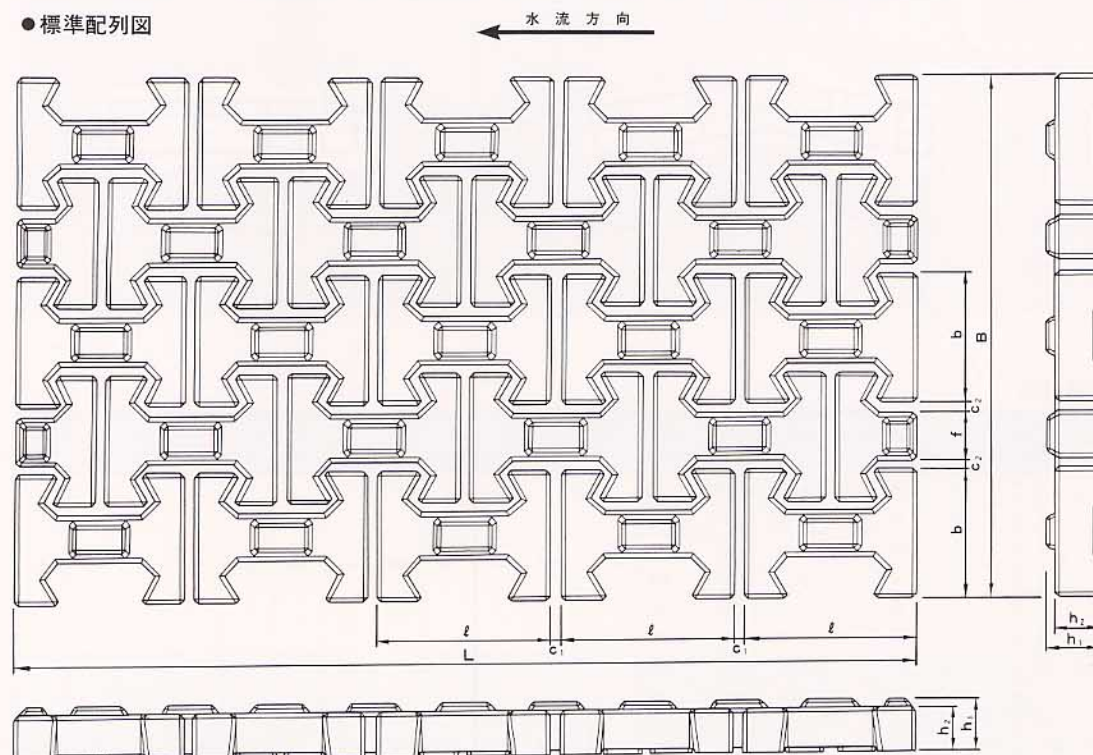
工 法 標準配列

**TIGHT
LOCK**

●標準配列(施工延長の列数が奇数の場合)



●標準配列図

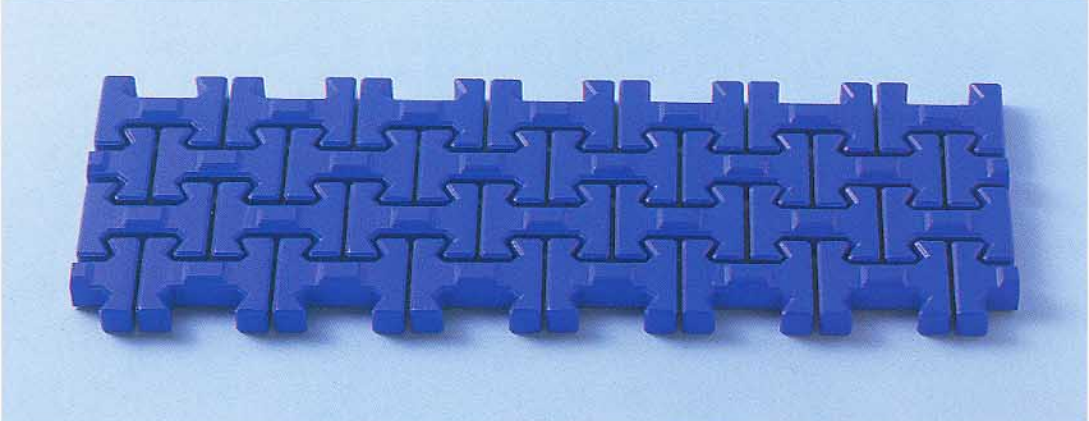


●標準配列間隔の割付表

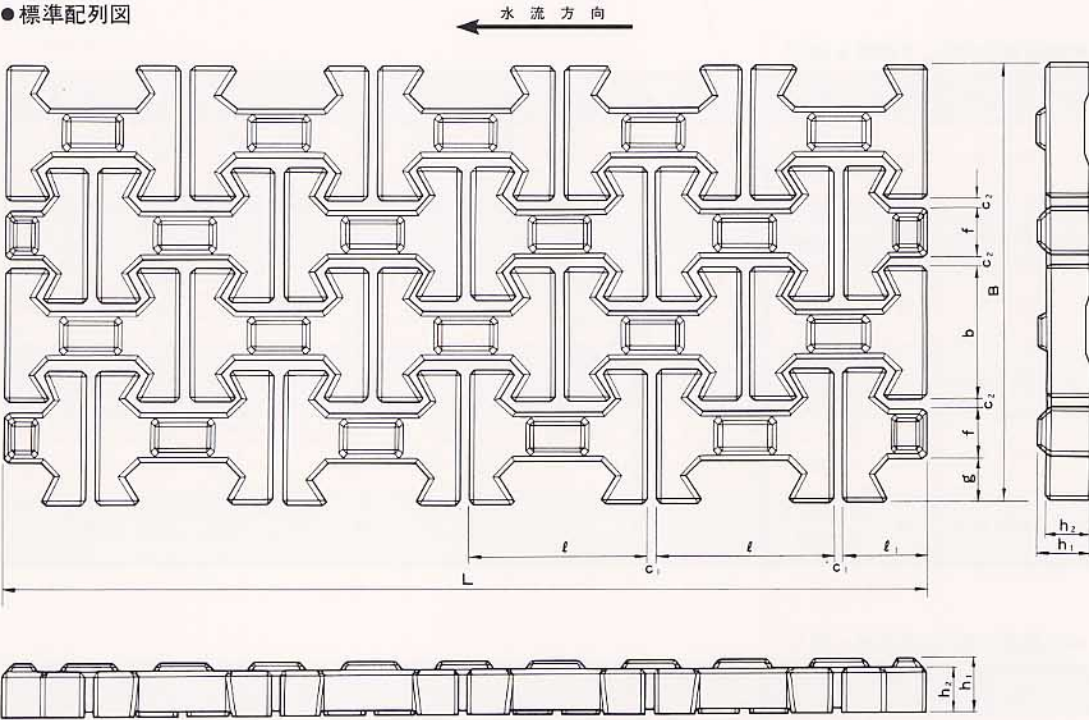
単位: mm

呼 び 名	l	b	c_1	c_2	f	h_1	h_2
0.5 t 型	1,280	960	64	64	352	384	320
1 t 型	1,600	1,200	80	80	440	480	400
2 t 型	2,000	1,500	100	100	550	600	500
3 t 型	2,280	1,710	114	114	627	684	570
4 t 型	2,520	1,890	126	126	693	756	630
5 t 型	2,720	2,040	136	136	748	816	680

●標準配列(施工延長の列数が偶数の場合)



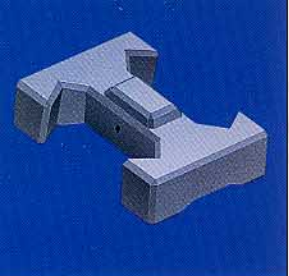
●標準配列図



●標準配列間隔の割付表

単位: mm

呼び名	ℓ	b	c_1	c_2	f	ℓ_1	g	h_1	h_2
0.5 t 型	1,280	960	64	64	352	608	304	384	320
1 t 型	1,600	1,200	80	80	440	760	380	480	400
2 t 型	2,000	1,500	100	100	550	950	475	600	500
3 t 型	2,280	1,710	114	114	627	1,083	542	684	570
4 t 型	2,520	1,890	126	126	693	1,197	599	756	630
5 t 型	2,720	2,040	136	136	748	1,292	646	816	680



工 法 数量算出

●数量算出式

L 方向の列数 (n_1)
$$n_1 = \frac{L + C_1}{\ell + C_1}$$
 小数位の数値が0.5未満の場合、切り捨て
小数位の数値が0.5以上の場合、0.5とする

B 方向の列数 (n_2)
$$n_2 = \frac{B + \alpha - \beta + C_2}{\alpha + C_2}$$
 小数点以下切り捨て

A 形ブロックの所要個数 (N_A)
$$N_A = n_1 \cdot n_2 - 0.5 n_B$$

B 形ブロックの所要個数 (N_B) B 方向の列数 (n_2) が奇数で、且つ n_1 が整数のとき
$$N_B = n_2 - 1$$

上記以外のとき
$$N_B = n_2$$

●数量算出例 (L 方向50 m 当り)

呼 び 名	L 方向の実長		項 目	単位	B 方 向 の 列 数 (n ₂)									
	L (m)	n ₁ (列)			2 列	3 列	4 列	5 列	6 列	7 列	8 列	9 列	10 列	
0.5 t 型	49.7	37	B 方 向 の 長 さ	m	1,680	2,400	3,120	3,840	4,560	5,280	6,000	6,720	7,440	
			所要個数	A 形ブロック	個	73	110	146	181	219	256	292	329	365
				B 形ブロック	個	2	2	4	4	6	6	8	8	10
1 t 型	50.3	30	B 方 向 の 長 さ	m	2,100	3,000	3,900	4,800	5,700	6,600	7,500	8,400	9,300	
			所要個数	A 形ブロック	個	59	89	118	148	177	207	236	266	295
				B 形ブロック	個	2	2	4	4	6	6	8	8	10
2 t 型	50.3	24	B 方 向 の 長 さ	m	2,625	3,750	4,875	6,000	7,125	8,250	9,375	10,500	11,625	
			所要個数	A 形ブロック	個	47	71	94	118	141	165	188	212	235
				B 形ブロック	個	2	2	4	4	6	6	8	8	10
3 t 型	50.2	21	B 方 向 の 長 さ	m	2,983	4,255	5,538	6,810	8,093	9,365	10,648	11,920	13,203	
			所要個数	A 形ブロック	個	41	62	82	103	123	144	164	185	205
				B 形ブロック	個	2	2	4	4	6	6	8	8	10
4 t 型	50.1	19	B 方 向 の 長 さ	m	3,308	4,725	6,143	7,560	8,978	10,395	11,813	13,230	14,648	
			所要個数	A 形ブロック	個	37	56	74	93	111	130	148	167	185
				B 形ブロック	個	2	2	4	4	6	6	8	8	10
5 t 型	51.3	18	B 方 向 の 長 さ	m	3,570	5,100	6,630	8,160	9,690	11,220	12,750	14,280	15,810	
			所要個数	A 形ブロック	個	35	53	70	88	105	123	140	158	175
				B 形ブロック	個	2	2	4	4	6	6	8	8	10

●数量算出例 (B 方向50 m 当り)

呼 び 名	B 方向の実長		項 目	単位	L 方 向 の 列 数 (n ₁)									
	B (m)	n ₂ (列)			1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	
0.5 t 型	49.920	69	L 方 向 の 長 さ	m	1,280	1,952	2,624	3,296	3,968	4,640	5,312	5,984	6,656	
			所要個数	A 形ブロック	個	35	69	104	138	173	207	242	276	311
				B 形ブロック	個	68	69	68	69	68	69	68	69	68
1.0 t 型	49.800	55	L 方 向 の 長 さ	m	1,600	2,440	3,280	4,120	4,960	5,800	6,640	7,480	8,320	
			所要個数	A 形ブロック	個	28	55	83	110	138	165	193	220	248
				B 形ブロック	個	54	55	54	55	54	55	54	55	54
2.0 t 型	49.875	44	L 方 向 の 長 さ	m	2,000	3,050	4,100	5,150	6,200	7,250	8,300	9,350	10,400	
			所要個数	A 形ブロック	個	22	44	66	88	110	132	154	176	198
				B 形ブロック	個	44	44	44	44	44	44	44	44	44
3.0 t 型	49.162	38	L 方 向 の 長 さ	m	2,280	3,477	4,674	5,871	7,068	8,265	9,462	10,659	11,856	
			所要個数	A 形ブロック	個	19	38	57	76	95	114	133	152	171
				B 形ブロック	個	38	38	38	38	38	38	38	38	38
4.0 t 型	48.668	34	L 方 向 の 長 さ	m	2,520	3,843	5,166	6,489	7,812	9,135	10,458	11,781	13,104	
			所要個数	A 形ブロック	個	17	34	51	68	85	102	119	136	153
				B 形ブロック	個	34	34	34	34	34	34	34	34	34
5.0 t 型	49.470	32	L 方 向 の 長 さ	m	2,720	4,148	5,576	7,004	8,432	9,860	11,288	12,716	14,144	
			所要個数	A 形ブロック	個	16	32	48	64	80	96	112	128	144
				B 形ブロック	個	32	32	32	32	32	32	32	32	32

● L、B方向の長さ

単位：m

L 方 向 の 長 さ						
列 数	0.5 t 型	1.0 t 型	2.0 t 型	3.0 t 型	4.0 t 型	5.0 t 型
10	13.376	16.720	20.900	23.826	26.334	28.424
20	26.816	33.520	41.900	47.766	52.794	56.984
30	40.256	50.320	62.900	71.706	79.254	85.544
40	53.696	67.120	83.900	95.646	105.714	114.104
50	67.136	83.920	104.900	119.586	132.174	142.664

単位：m

B 方 向 の 長 さ						
列 数	0.5 t 型	1.0 t 型	2.0 t 型	3.0 t 型	4.0 t 型	5.0 t 型
10	7.440	9.300	11.625	13.252	14.648	15.810
20	14.640	18.300	22.875	26.078	28.822	31.110
30	21.840	27.300	34.125	38.902	42.998	46.410
40	29.040	36.300	45.375	51.728	57.172	61.710
50	36.240	45.300	56.625	64.552	71.348	77.010

一般式

$$L = (\ell + C_1) \cdot n_1 - C_1$$

ℓ : 定数(m) A形ブロックの長さ
 C_1 : 定数(m) 隣接ブロックの目地間隔
 n_1 : 列数

一般式

$$B = (\alpha + C_2) \cdot (n_2 - 1) + \beta$$

α : 定数(m) B形ブロックの中央幅・端部幅
 β : 定数(m) A形ブロックの幅
 C_2 : 定数(m) 隣接ブロックの目地間隔
 n_2 : 列数(横断方向)

単位：m

定 数	0.5 t 型	1.0 t 型	2.0 t 型	3.0 t 型	4.0 t 型	5.0 t 型
ℓ	1.280	1.600	2.000	2.280	2.520	2.720
C_1	0.064	0.080	0.100	0.114	0.126	0.136
α	0.656	0.820	1.025	1.1685	1.2915	1.394
β	0.960	1.200	1.500	1.710	1.890	2.040
C_2	0.064	0.080	0.100	0.114	0.126	0.136

C_1 の値は C_2 と同様、多少前後してもさしつかえありません。



設計

ブロック重量の算定

タイトロックの重量算定には、①高水時断面平均流速、計画高水流量及び計画高水勾配などのデータにより、過去の実例をまとめた表を参考に決定する方法、②計算により決定する方法があるが、河川状況が、各場所によりかなり異なると思われるため、設置場所における過去の施工実績を考慮し、決定することが必要となります。

①表を参考にし、決定する場合

表-1 コンクリートブロック重量

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

「建設省河川砂防技術基準」(案)より

表-2 ブロック重量の選定

計画高水流量	2000m³/秒以上	500~2000m³/秒	500m³/秒以下
計画高水勾配 1/1000 以下	1~2 t	1~2 t	0.5~1 t
// 1/1000~1/300	2~5 t	2~3 t	1~2 t
// 1/300 以下	4 t 以上	2~4 t	2~3 t

「河川工事施工法」(山海堂)より

②計算により決定する場合

●流水力

$$F = C_D \cdot W_0 \cdot \epsilon \cdot A \cdot \frac{V^2}{2g} \quad \text{.....(1)}$$

C_D : 抵抗係数[≒1.1]

W_0 : 流水の単位体積重量[=1.0 t/m³]

ϵ : 遮蔽係数

〔単体として1.0
群体として0.26~0.45〕

A : 投影面積(m²)

V : 設計流速(m/sec)

g : 重力加速度(9.8 m/sec²)

●ブロックによる抵抗力

$$R = \mu \cdot \left(1 - \frac{W_0}{W_r}\right) \cdot W \quad \text{.....(2)}$$

μ : 摩擦係数[≒0.8]

W_r : コンクリートの単位体積重量[=2.3 t/m³]

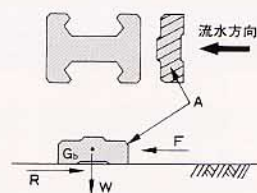
W : ブロックの空中重量

ブロックが安定となるためには、 $F < R$ であることが必要となります。

よって(1)(2)式をまとめると

$$W > \frac{C_D \cdot W_0 \cdot \epsilon \cdot A \cdot V^2}{2g \cdot \mu \cdot \left(1 - \frac{W_0}{W_r}\right)}$$

となります。



区分	投影面積
0.5 t 型	0.307 m²
1.0 t 型	0.481 m²
2.0 t 型	0.753 m²
3.0 t 型	0.977 m²
4.0 t 型	1.195 m²
5.0 t 型	1.391 m²

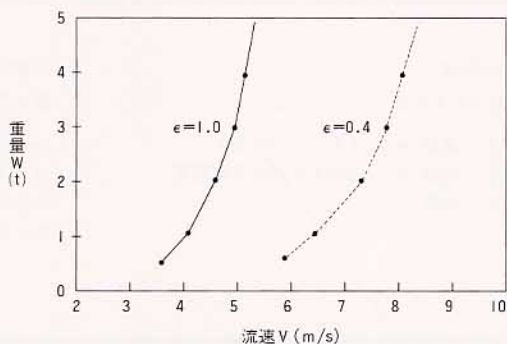


図-1 流速(V)とブロック重量(W)の関係(理論値)

算定例

高水時断面平均流速: $V = 4.5 \text{ m/sec}$

計画高水流量: $Q = 400 \text{ m³/sec}$

計画高水勾配: $1 = 1/250$

①表より2~3 t が適当と思われるので、2 t 型についての計算を行う。

設計流速を4.5 m/sec、遮蔽係数を1.0とする

$$W = \frac{1.1 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.753 \times 4.5^2}{2 \times 9.8 \times 0.8 \times \left(1 - \frac{1.0}{2.3}\right)} = 1.893$$

過去の施工実績を考慮し、2 t 型に決定

粗 度 係 数

洗掘の原因となる水流を減速する尺度として、相当粗度 (K_s) とマンニングの粗度係数 (n) とがある。粗度係数は、水路の流水抵抗を評価する尺度として広く用いられている。

しかし、水路床面の形態が多様かつ複雑であるために、その精度に限界はあるが、ここでは対数式に準拠する粗度係数の推定法を用いて、粗度係数を推定する。

$$U_m/U_* = 6.00 + 5.75 \log_{10} \frac{R}{K_s} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$n = R^{1/6} / \sqrt{g} (U_m/U_*) \quad \dots\dots\dots (2)$$

n と K_s の関係は、(1)、(2)式から次式のようにになる。

$$n = \frac{R^{1/6}}{\sqrt{g} (6.00 + 5.75 \log_{10} \frac{R}{K_s})} \quad \dots\dots\dots (3)$$

n : マンニングの粗度数

R : 径深 (m)

g : 重力加速度 (m/sec²)

U_m : 平均流速 (m/sec)

U_* : 平均摩擦速度 ($\sqrt{gRI}$) (m/sec)

K_s : 相当粗度

ここで K_s とブロック突起部の高さ (K) との間には次の関係がある。

$$K_s = \alpha K \quad \dots\dots\dots (4)$$

相当粗度率 (α) は、ブロックの突起部の形状・その密度 (高さの間隔の比)、流れの条件などによって変化する。このことから α について種々の実験が行われている。

ここでは、水理公式集で用いている図-2 粗度要素別の η - α 関係図に従って α を求め K_s を算出する。

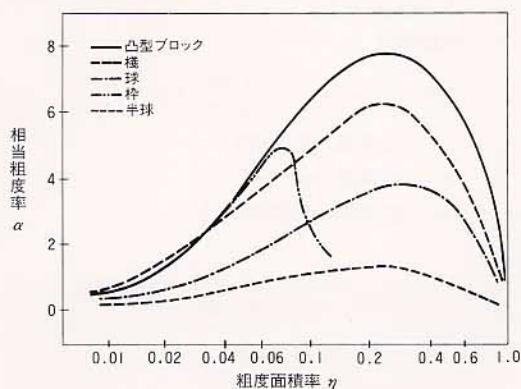


図-2 粗度要素別の η - α 関係図

$$\text{粗度面積率}(\eta) = \frac{\text{流れに直角な面積の}(S_2)}{\text{粗度の張ってある面積}(S_1)}$$

計算例(1 t 型ブロック)

S_1 、 S_2 は表-3 に示すように

$$S_1 = 1.512 \text{ m}^2, S_2 = 0.024 \text{ m}^2$$

$$\eta = \frac{S_2}{S_1} = 0.016$$

α は、図-2 のうち半球から求める。

$$\therefore \alpha = 0.2$$

K は流れの当たる面の高さとした。

$$K = 0.08$$

$$\therefore K_s = \alpha K = 0.2 \times 0.08 = 0.016$$

$R = 1$ m におけるマンニングの粗度係数 (n) は(3)式より

$$n = \frac{R^{1/6}}{\sqrt{g} (6.00 + 5.75 \log_{10} \frac{R}{K_s})} = \frac{1^{1/6}}{3.13 (6.00 + 5.75 \log_{10} \frac{1}{0.016})} = 0.0196$$

同様な計算を各ブロックについて径深 (R) ごとに行い、その結果を表-3 に示す。

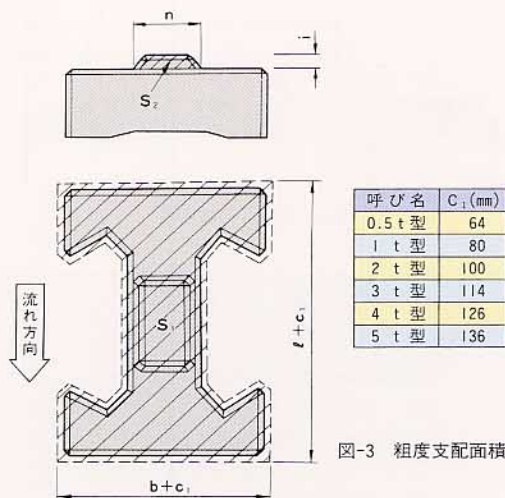


図-3 粗度支配面積

表-3 粗度係数表

呼び名	粗度面積 (S_1) (m ² /個)	粗度投影面積 (S_2) (m ² /個)	布設重量 (t/m ²)	粗 度 係 数		
				径 深 (m)		
				1	2	3
0.5 t 型	0.968	0.015	0.541	0.0190	0.0193	0.0196
1 t 型	1.512	0.024	0.680	0.0196	0.0199	0.0201
2 t 型	2.363	0.038	0.851	0.0203	0.0205	0.0207
3 t 型	3.070	0.049	0.968	0.0207	0.0209	0.0211
4 t 型	3.751	0.060	1.069	0.0210	0.0212	0.0214
5 t 型	4.370	0.070	1.153	0.0213	0.0214	0.0216

設計

護床工長の算定

堰、及び落差工等の護床工として使用する場合の施工延長は、ブライの式により算定するものとする。

●保護工の全長

$$L_1 = 0.66 C_o \sqrt{H_a} \cdot q$$

C_o : ブライの特性係数(表-4)

H_a : 湧水時下流側水位から本体頂までの高さ
(一般に水叩き天端高から本体頂までの高さをとる)

q : 単位幅流量

●水叩き長

$$L_2 = 0.6 C_o \sqrt{H_a}$$

●下流護床工長

$$L = L_1 - L_2$$

●上流護床工長

下流護床工長の

$\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ とする。

表-4 ブライの特性係数

区 分	C_o
微細砂又はシルト	18
細 砂	15
粗 砂	12
砂、砂利混合物	9
玉石混じり粗砂利	4～6

「建設省河川砂防技術基準」より

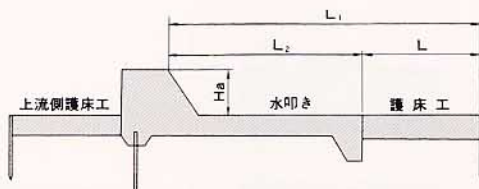


図-4 護床工の配置図

算 定 例

設計条件

計画高水時流量 : $Q = 300 \text{ m}^3/\text{s}$

河 川 幅 : $B = 30 \text{ m}$

天端高から本体頂までの高さ

: $H_a = 1.2 \text{ m}$

ブライの特性係数 : $C_o = 5$

●保護工の全長

$$L_1 = 0.66 \times 5 \times \sqrt{1.2 \times \left(\frac{300}{30}\right)} = 11.432 \text{ m}$$

●水叩き長

$$L_2 = 0.6 \times 5 \times \sqrt{1.2} = 3.286 \text{ m}$$

●下流護床工長

$$L = L_1 - L_2 = 11.432 - 3.286 = 8.146 \text{ m}$$

●上流護床工長

$$8.146 \times \frac{1}{2} = 4.073 \text{ m}$$

$$8.146 \times \frac{1}{3} = 2.715 \text{ m}$$

$$\therefore 2.715 \text{ m} \sim 4.073 \text{ m}$$

タイトロック2.0 t型を使用すると、

下流護床工長 8.300 m 4 列

上流護床工長 3.050 m 1.5 列

根固工幅の算定

タイトロックを根固工として使用する場合の幅は①高水時断面平均流速及び河川幅より表を参考に決定する方法、②最大淀堰深より計算し決定する方法がある。

①表を参考にし、決定する場合

表-5 根固工の天端幅

高水時断面 平均流速	2 m/s 未満	2～4 m/s 未満	4 m/s 以上
根固工の天端幅	2 m～10 m	4 m～12 m	6 m 以上

「建設省河川砂防技術基準」(案)より

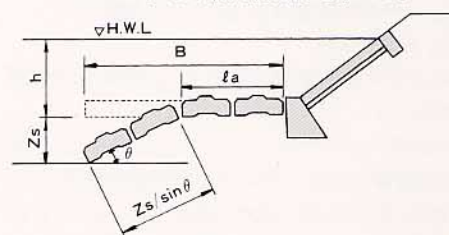
根固工幅概略値

河 川 幅	根固工幅
100 m 以上	6 ～ 8 m
50～100 m	4 ～ 8 m
50 m 以下	4 m 以内

「災害査定業務の必修」より

②計算により決定する場合

アンドルの式により最大洗掘深を求める。



最大洗掘深

$$Z_s = 0.8 \cdot h \text{ より}$$

∴布設幅は

$$B = \frac{Z_s}{\sin \theta} + l_a = \frac{0.8 h}{\sin \theta} + l_a$$

θ : 安息角 ($30^\circ \sim 45^\circ$)

l_a : 余裕幅 (m)

h : 計画高水時水深 (m)

算 定 例

$h = 3.0 \text{ m}$: $\theta = 35^\circ$ とした場合

$$B = \frac{0.8 \cdot h}{\sin \theta} + l_a$$

$$= \frac{0.8 \times 3.0}{\sin 35^\circ} + l_a$$

$$= 4.184 \text{ m} + l_a$$

2.0 t型とすると、余裕幅を考慮し、6列(6.000 m)とする。

$$B = 6.000 \text{ m}$$

TIGHT LOCK



熊本県永野川河川工作物工事



北海道宇莫別川災害復旧工事