

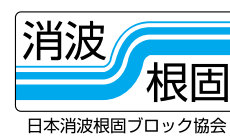


株式会社 不動テトラ

東京本社	〒103 0016	東京都中央区日本橋小網町7 2(べんてるビル)	☎(03)5644 8583
北海道営業部	〒060 0807	北海道札幌市北区北7条西2 8(北ビル)	☎(011)746 7280
東北営業部	〒980 0803	宮城県仙台市青葉区国分町1 6 9(マニユライフブレイス仙台)	☎(022)262 3411
東京営業部	〒103 0016	東京都中央区日本橋小網町7 2(べんてるビル)	☎(03)5644 8590
北陸営業部	〒950 0078	新潟県新潟市中央区万代島5 1(新潟万代島ビル)	☎(025)255 1171
中部営業部	〒460 0008	愛知県名古屋市中区栄5 27 14(朝日生命名古屋栄ビル)	☎(052)261 5132
大阪営業部	〒651 0084	兵庫県神戸市中央区磯辺通2 2 3(フジ磯辺ビル)	☎(078)272 5680
中国営業部	〒730 0036	広島県広島市中区袋町4 25(明治安田生命広島ビル)	☎(082)248 0138
四国営業部	〒760 0023	香川県高松市寿町2 2 10(JPR高松ビル)	☎(087)821 1541
九州営業部	〒812 0011	福岡県福岡市博多区博多駅前4 1-1(日本生命博多駅前第二ビル)	☎(092)441 5760
総合技術研究所	〒300 0006	茨城県土浦市東中貫町2 7	☎(029)831 7411

<http://www.fudotetra.co.jp>

河川における テトラポッド®



古紙配合率20%再生紙を使用しています



国土防災と環境保全との調和 海岸や河川などのすべての水際線を護ります。

約34,000kmに及ぶ海岸線に囲まれ、急峻な河川の多い国土。

テトラポッドに代表される消波根固ブロックにより、
海岸侵食や河川の決壊から人命・財産が護られ、国土が保全されています。

テトラポッドの特性

四脚の対称体で美しく、
表面がやわらかな曲面をなしている

重心の位置が低く安定性に優れ、
脚部も載頭円錐体で強固な構造である

シンプルな型枠で互換性があり施工性がよい

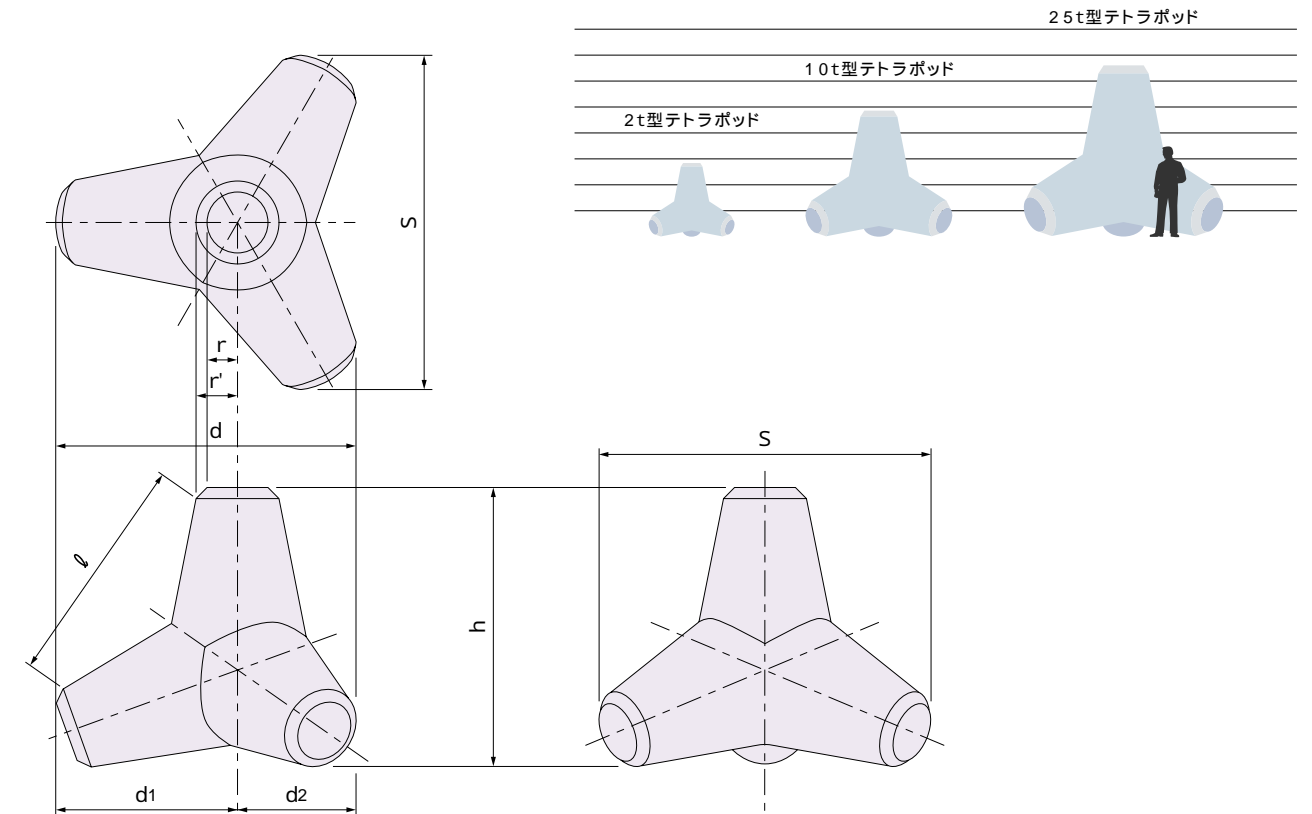
かみ合わせが良好で安定な断面が形成できる

適度な空隙率をもっており消波機能が高い



写真:イメージ

テトラポッド形状寸法図



テトラポッドの寸法表

単位: mm

種別 (トン型)	実質量 (t)	実重量 (kN)	体積 (m ³)	型枠面積 (m ²)	h	d	d1	d2	S	2r	2r'	l
0.5	0.46	4.51	0.2	2.18	900	967	587	380	1075	198	270	747
1.0	0.92	9.02	0.4	3.44	1130	1214	738	476	1350	248	338	937
2.0	1.84	18.04	0.8	5.42	1420	1526	927	599	1696	312	426	1178
3.2	2.88	28.24	1.25	7.32	1650	1773	1077	696	1971	362	494	1369
4.0	3.68	36.09	1.6	8.62	1790	1924	1169	755	2139	392	536	1485
5.0	4.60	45.11	2.0	10.00	1930	2074	1260	814	2306	424	578	1601
6.3	5.75	56.39	2.5	11.58	2075	2230	1355	875	2479	456	622	1722
8.0	7.36	72.18	3.2	13.74	2260	2429	1476	953	2700	496	678	1875
10.0	9.20	90.22	4.0	15.88	2430	2612	1587	1025	2903	534	728	2016
12.5	11.50	112.78	5.0	18.46	2620	2816	1711	1105	3130	576	786	2174
16.0	14.49	142.10	6.3	21.54	2830	3042	1848	1194	3381	622	848	2348
20.0	18.40	180.44	8.0	25.19	3060	3289	1998	1291	3656	672	918	2539
25.0	23.00	225.55	10.0	29.29	3300	3547	2155	1392	3943	726	990	2739

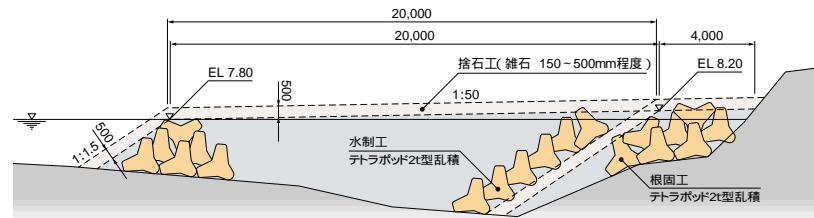
実質量 = 2.3 × コンクリートの密度 × 体積
実重量 = 9.80665 × 実質量

北上川(岩手県)

河川名:一級水系北上川
 2年経過
 施工場所:岩手県川崎村薄衣
 事業主:東北地方整備局岩手河川国道事務所
 構造物の種類:根固工、水制工
 工法:乱積み
 t型:2t型



施工直後



余笹川(栃木県)

河川名:一級水系那珂川
 施工場所:栃木県那須町
 事業主:栃木県
 構造物の種類:災害復旧
 工法:乱積み
 t型:4t型
 備考:災害応急対策として設置された。復旧後ブロックは転用。



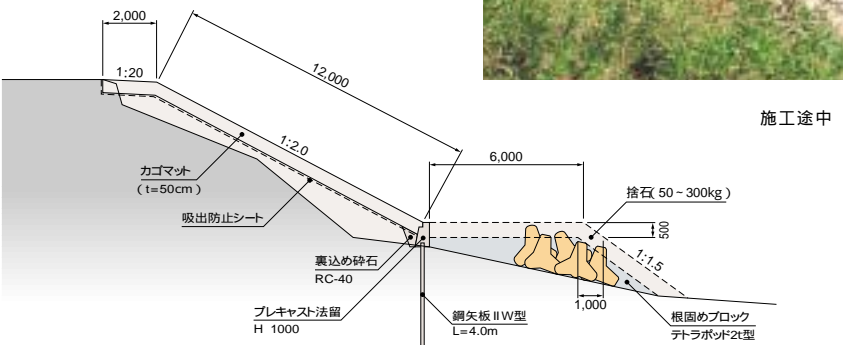
災害復旧中



応急復旧完了

阿武隈川(宮城県)

河川名:一級水系阿武隈川
 2年経過
 施工場所:宮城県丸森町山田
 事業主:東北地方整備局仙台河川国道事務所
 構造物の種類:根固工
 工法:乱積み
 t型:2t型



施工途中

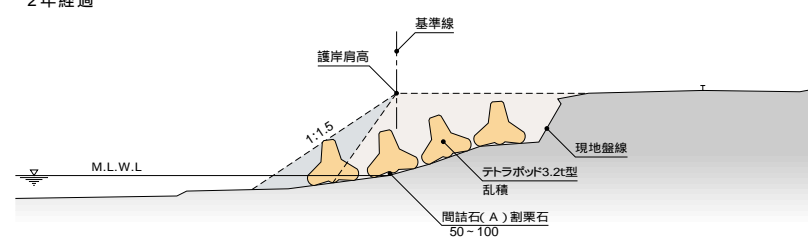


那珂川(栃木県)

河川名:一級水系那珂川
 施工場所:栃木県小川町吉田
 事業主:関東地方整備局常陸河川国道事務所
 構造物の種類:根固工
 工法:乱積み
 t型:3.2t型



2年経過



施工直後

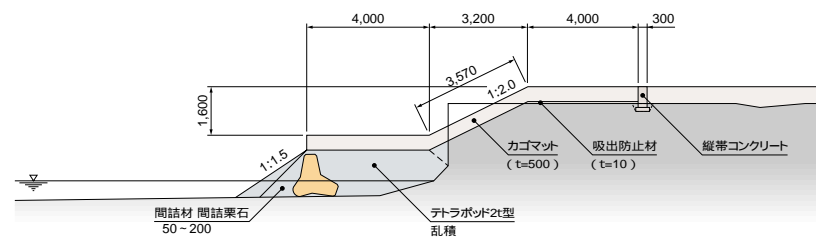


那珂川(茨城県)

河川名:一級水系那珂川
 2年経過
 施工場所:茨城県御前山村野口
 事業主体:関東地方整備局常陸河川国道事務所
 構造物の種類:根固工
 工法:乱積み
 t型:2t型



冬期



天竜川(静岡県)

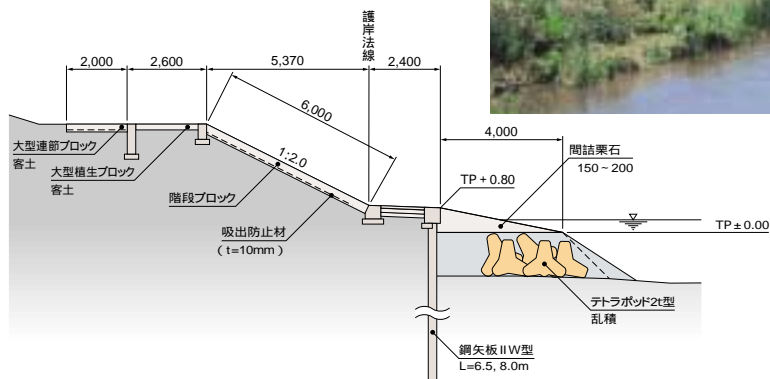
河川名:一級水系天竜川
 3年経過
 施工場所:静岡県磐田郡竜洋町掛塚地先
 事業主体:中部地方整備局浜松河川国道事務所
 構造物の種類:根固工、水制工
 工法:乱積み
 t型:5t、6.3t型



3年経過

久慈川(茨城県)

河川名:一級水系久慈川
 3年経過
 施工場所:茨城県日立市
 事業主体:関東地方整備局常陸河川国道事務所
 構造物の種類:根固工
 工法:乱積み
 t型:2t型



3年経過

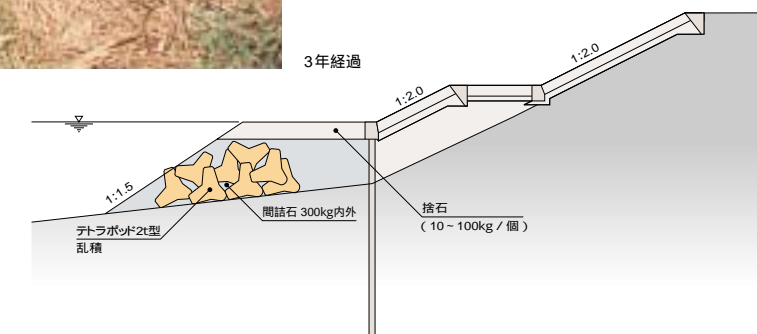


松浦川(佐賀県)

河川名:一級水系松浦川
 3年経過
 施工場所:佐賀県唐津市
 事業主体:九州地方整備局武雄河川事務所
 構造物の種類:根固工
 工法:乱積み
 t型:2t型



3年経過



施工直後

那珂川(茨城県)

河川名:一級水系那珂川
 5年経過全景
 施工場所:茨城県那珂郡大宮町小場
 事業主体:関東地方整備局常陸河川国道事務所
 構造物の種類:根固工
 工法:組合せ
 t型:2t型



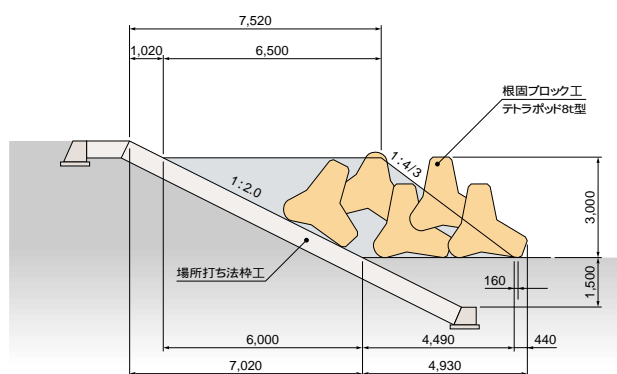
5年経過



大井川(静岡県)

河川名:一級水系大井川
 2年経過
 施工場所:静岡県島田市川口地先
 事業主体:静岡県島田土木事務所
 構造物の種類:根固工
 工法:組合せ
 t型:8t型

2年経過



真岡防災ステーション(栃木県)



全景

河川名:一級水系利根川(鬼怒川)
 施工場所:栃木県真岡市若旅
 事業主体:関東地方整備局下館河川事務所
 t型:4t型

防災ステーション

防災ステーションとは、大規模洪水等において危機的状況を回避したり、被害を最小限にとどめるために、資機材の備蓄や緊急時の活動拠点・緊急回避場所として活用されます。



ヤード風景

所要質量算定に当たっての基本事項

河川におけるテラポッドの所要質量は、流体力に対するブロックの抵抗力から求めることができますが、現地でのブロックには、外力としての流体力以外に、設置場所の底質条件・流れによって起こる局所洗掘等、不確定要素が含まれているため、所要質量の決定にあたっては「近傍類似箇所での施工実績」を十分考慮する必要があります。

実験および実施例からの算定

1 北海道開発局では、ブロックの滑動、転倒についての模型実験、現地実験結果、および既設施工例のブロック質量と河床材料の平均粒径、計画高水勾配等の関係を統括的に調査した結果により、ブロック質量算定のための指針を下表のように与えています。

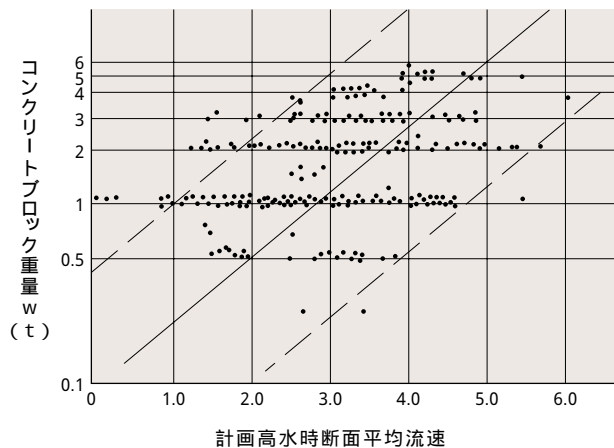
実験および実施例からの算定質量

河床材料の平均粒径	(計画高水勾配) × (計画水深)	計画高水勾配	ブロック重量
30mm以下	1.0×10^{-2} m以下	1/600以上	1.0t級
30~100mm	$(1.0 \sim 2.0) \times 10^{-2}$ m	1/600~1/200	2.0t級
	$(2.0 \sim 3.5) \times 10^{-2}$ m		2.0~3.0t級
100mm以上	3.5×10^{-2} m以上	1/200以上	3.0tかそれ以上

増田懋隆、上月武、後藤哲「護岸根固工に関する調査研究」
北海道開発局土木試験所月報 第253号 1974年4月

2 建設省中部地方建設局は、全国の河川を対象に約370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調査し図のように示しています。

流速とブロック質量の関係



中部地方建設局 根固報告書 1974年

「護岸の力学設計法」に基づく算定方法

河川におけるテラポッドの所要質量は、「護岸の力学設計法」((財)国土開発技術研究センター編、山海堂、平成11年2月)に示される「根固め工の力学的安定性の照査」により求めることができます。「護岸の力学設計法」に基づく、テラポッドの所要質量算定式として1式を示します。

$$M \geq \lambda \cdot Vd^6 \quad \text{1式}$$

ここに M:テラポッド質量(t)

λ :表1参照

Vd:設計流速(m/sec)

テラポッドの設置形式(単体・群体系)毎に、テラポッドの配置方向(AあるいはBタイプ)および破壊形態(滑動・転動)による所要質量算定式を求め、各設置形式で最も大きな質量を与える算定式を表1に示します。なお、表1は摩擦係数 $\mu=0.8$ として求めたものです。また、表1には後述する所要質量算定2式に用いる $a \cdot \beta$ の値も示しています。

表1 テラポッドの所要重量算定式($\mu=0.8$)

設置形式	破壊形態	M	$\cdot Vd^6$	テラポッド設置方向	参考2式による	
					a	β
単体	滑動($\mu=0.8$)	M	0.000345 $\times Vd^6$	Bタイプ	0.31	1.00
群体系上流端	転動	M	0.000314 $\times Vd^6$	Aタイプ	0.20	0.95
群体系	滑動($\mu=0.8$)	M	0.000002 $\times Vd^6$	Bタイプ	0.31	2.57

参考1 「護岸の力学設計法」による安定式

「護岸の力学設計法」によるブロックの安定式2式および質量Mを求める3式を示します。

$$W \geq a \cdot \left(\frac{\rho_w}{\rho_b - \rho_w} \right)^3 \cdot \frac{\rho_b}{g^2} \cdot \left(\frac{Vd}{\beta} \right)^6 \quad \text{2式}$$

$$M = W/g \quad \text{3式}$$

ここに W:ブロックの空中重量(kN)

M:ブロックの質量(t)

a:ブロックの形状等に係る無次元定数

$$a = \left(\frac{C1CD + C2\mu CL}{2\mu} \right)^3 \cdot \frac{1}{Kv^2} \quad \text{(滑動に対して)}$$

$$a = \left(\frac{C1CD + C2CLLb/hb}{2Ls/hb} \right)^3 \cdot \frac{1}{Kv^2} \quad \text{(転動に対して)}$$

CD, CL, Lb, hb:テラポッドの水利特性値

C1, C2, Ls, Kv:テラポッドの形状係数

なお、水利特性値・形状係数については表2および3に示します。

μ :ブロックと河床面との摩擦係数

β :根固工の一体性を考慮した、流速の割引係数

ρ_w :水の密度(=1.0t/m³)

ρ_b :ブロックの密度(=2.3t/m³)

g:重力加速度(=9.8m/sec²)

Vd:設計流速(m/sec)

表2 テラポッドの水利特性値・形状係数

水利特性値 形状係数	Aタイプの場合	Bタイプの場合
Lb	0.0221 $\times h$	0.1531 $\times h$
hb	0.3416 $\times h$	0.4434 $\times h$
C1	0.6638	
C2	0.6707	
Ls	0.2649 $\times h$	0.5297 $\times h$
Kv	0.28	

ここに h:テラポッドの高さ

参考2 テラポッドの水利特性値測定結果

テラポッドの水利特性値については、(財)土木研究センターにおける試験から表3に示す結果を得ています。

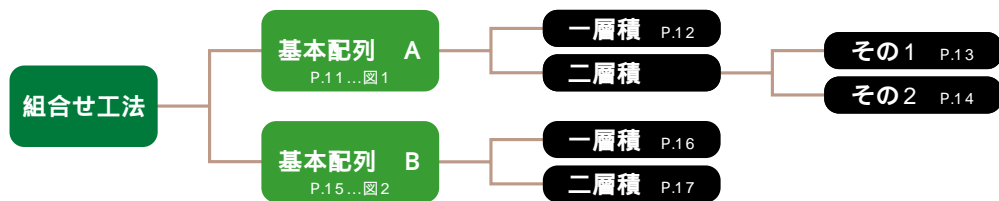
表3 テラポッドの水利特性値一覧((財)土木研究センターでの試験結果)

測定項目	テラポッド Aタイプ (流向に対して脚1本)			テラポッド Bタイプ (流向に対して脚2本)		
	単体	群体系上流端	群体系	単体	群体系上流端	群体系
揚力係数:CL	0.041	0.034	0.041	0.134	0.031	0.226
抗力係数:CD	0.584	0.035	0.653	0.590	0.037	0.662
横揚力係数:CLS (右方向)	0.015	0.003		0.005	0.001	
揚力に対する回転半径:LL(m)(=Lb) (1t型に対する値)				0.173		
抗力に対する回転半径:LD(m)(=hb) (1t型に対する値)				0.501		
群体系ブロックの相当粗度:Ks(m) (1t型に対する値)				2.829		
				4.526		



1 組合せ工法

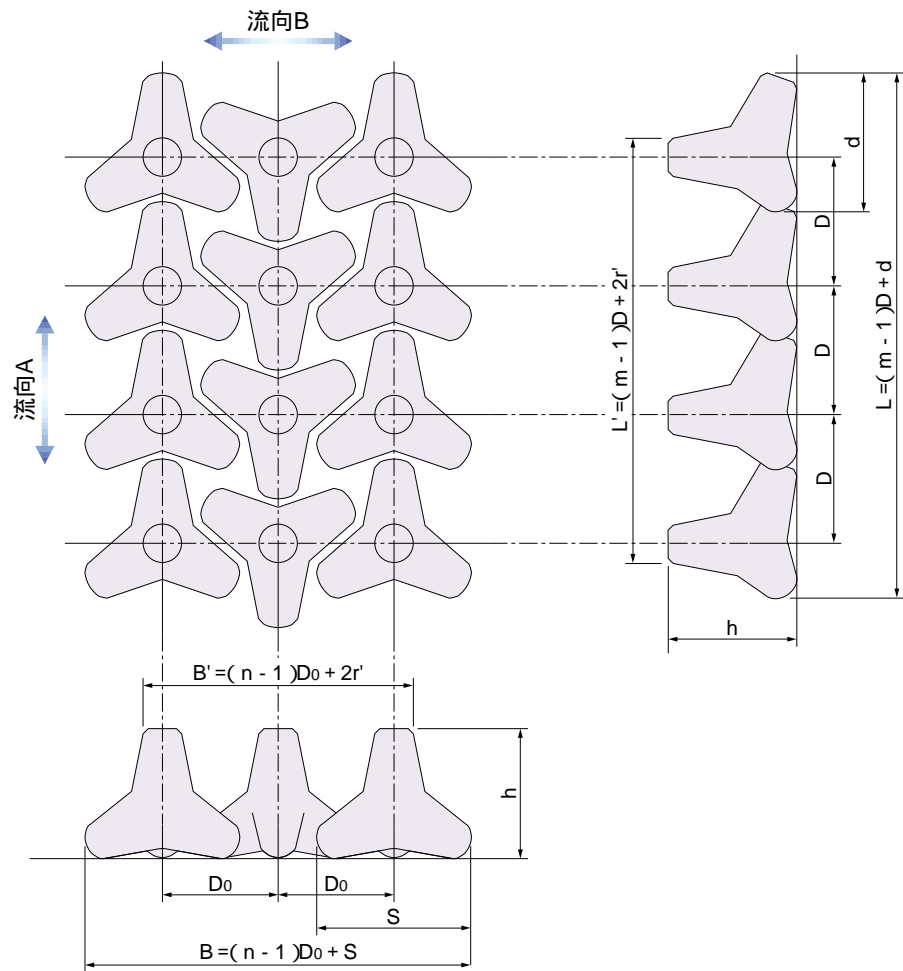
組合せ工法は、地盤均しが容易な場合に、テトラポッドを水平に組合せて、施工する工法です。あらゆる規模の河川に使用され、整然とした美観、均等な機能が得られます。組合せ工法には、一層目の配列に、A、B、二つの基本的な配列方法があります。基本配列 Aによると二層まで、基本配列 Bは、二層以上の多層に適しています。



基本配列 A

基本配列 Aは、テトラポッドの一層目を図1のように組合せたものです。一層積と、二層積の場合に用いられます。また、河川の流向に対しての配列には図1の流向Aの配列と流向Bの配列があります。根固工前面の洗掘に対しては、流向Bの配列方法の方がブロック相互間のかみ合せが有って有利です。

図1... 基本配列 A



1 基本配列 Aの一層積

一層積は図1に示す方法で据付けます。この方法の諸元を下表に示します。

一層積諸元

種別 (t型)	層厚 h	心々 間隔 D ₀	天端幅 B'=(n-1)D ₀ +2r'							
			敷幅 B=(n-1)D ₀ +S							
			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	
0.5	0.90	0.80	1.05	1.85	2.65	3.45	4.25	5.05	5.85	
			1.90	2.70	3.50	4.30	5.10	5.90	6.70	
1.0	1.13	1.00	1.35	2.35	3.35	4.35	5.35	6.35	7.35	
			2.35	3.35	4.35	5.35	6.35	7.35	8.35	
2.0	1.42	1.25	1.70	2.95	4.20	5.45	6.70	7.95	9.20	
			2.95	4.20	5.45	6.70	7.95	9.20	10.45	
3.2	1.65	1.45	1.95	3.40	4.85	6.30	7.75	9.20	10.65	
			3.40	4.85	6.30	7.75	9.20	10.65	12.10	
4.0	1.79	1.55	2.10	3.65	5.20	6.75	8.30	9.85	11.40	
			3.70	5.25	6.80	8.35	9.90	11.45	13.00	
5.0	1.93	1.70	2.30	4.00	5.70	7.40	9.10	10.80	12.50	
			4.00	5.70	7.40	9.10	10.80	12.50	14.20	
6.3	2.075	1.80	2.40	4.20	6.00	7.80	9.60	11.40	13.20	
			4.30	6.10	7.90	9.70	11.50	13.30	15.10	
8.0	2.26	1.95	2.65	4.60	6.55	8.50	10.45	12.40	14.35	
			4.65	6.60	8.55	10.50	12.45	14.40	16.35	
10.0	2.43	2.10	2.85	4.95	7.05	9.15	11.25	13.35	15.45	
			5.00	7.10	9.20	11.30	13.40	15.50	17.60	
12.5	2.62	2.25	3.05	5.30	7.55	9.80	12.05	14.30	16.55	
			5.40	7.65	9.90	12.15	14.40	16.65	18.90	
16.0	2.83	2.45	3.30	5.75	8.20	10.65	13.10	15.55	18.00	
			5.85	8.30	10.75	13.20	15.65	18.10	20.55	
20.0	3.06	2.65	3.55	6.20	8.85	11.50	14.15	16.80	19.45	
			6.30	8.95	11.60	14.25	16.90	19.55	22.20	
25.0	3.30	2.85	3.85	6.70	9.55	12.40	15.25	18.10	20.95	
			6.80	9.65	12.50	15.35	18.20	21.05	23.90	



種別 (t型)	層厚 h	心々 間隔 D	天端幅 L'=(m-1)D+2r'							
			敷幅 L=(m-1)D+d							
			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	
0.5	0.90	0.90	1.15	2.05	2.95	3.85	4.75	5.65	6.55	
			1.85	2.75	3.65	4.55	5.45	6.35	7.25	
1.0	1.13	1.15	1.50	2.65	3.80	4.95	6.10	7.25	8.40	
			2.35	3.50	4.65	5.80	6.95	8.10	9.25	
2.0	1.42	1.40	1.85	3.25	4.65	6.05	7.45	8.85	10.25	
			2.95	4.35	5.75	7.15	8.55	9.95	11.35	
3.2	1.65	1.65	2.15	3.80	5.45	7.10	8.75	10.40	12.05	
			3.40	5.05	6.70	8.35	10.00	11.65	13.30	
4.0	1.79	1.75	2.30	4.05	5.80	7.55	9.30	11.05	12.80	
			3.65	5.40	7.15	8.90	10.65	12.40	14.15	
5.0	1.93	1.90	2.50	4.40	6.30	8.20	10.10	12.00	13.90	
			3.95	5.85	7.75	9.65	11.55	13.45	15.35	
6.3	2.075	2.05	2.65	4.70	6.75	8.80	10.85	12.90	14.95	
			4.30	6.35	8.40	10.45	12.50	14.55	16.60	
8.0	2.26	2.25	2.95	5.20	7.45	9.70	11.95	14.20	16.45	
			4.70	6.95	9.20	11.45	13.70	15.95	18.20	
10.0	2.43	2.40	3.15	5.55	7.95	10.35	12.75	15.15	17.55	
			5.00	7.40	9.80	12.20	14.60	17.00	19.40	
12.5	2.62	2.60	3.40	6.00	8.60	11.20	13.80	16.40	19.00	
			5.40	8.00	10.60	13.20	15.80	18.40	21.00	
16.0	2.83	2.80	3.65	6.45	9.25	12.05	14.85	17.65	20.45	
			5.85	8.65	11.45	14.25	17.05	19.85	22.65	
20.0	3.06	3.00	3.90	6.90	9.90	12.90	15.90	18.90	21.90	
			6.30	9.30	12.30	15.30	18.30	21.30	24.30	
25.0	3.30	3.25	4.25	7.50	10.75	14.00	17.25	20.50	23.75	
			6.80	10.05	13.30	16.55	19.80	23.05	26.30	



本表のD₀、Dはブロック間の余裕を見込んだ標準値です。

所要個数 (N)

$N=n \cdot m$

ただし、 $n = \frac{B-S}{D_0} + 1$

$m = \frac{L-d}{D} + 1$

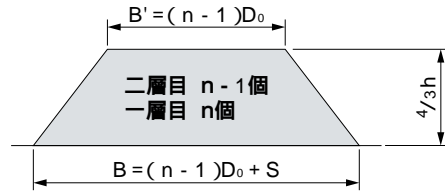
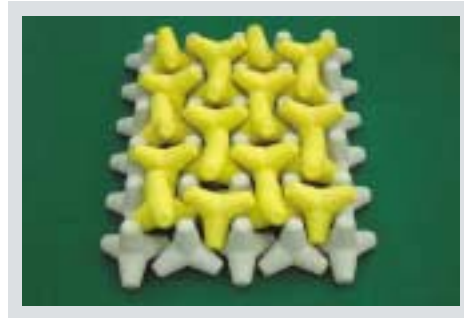
2 基本配列 Aの二層積

二層積には、二層目に二種類の配列があります。この方法の諸元を下表に示します。

二層積(その1)諸元

単位:m

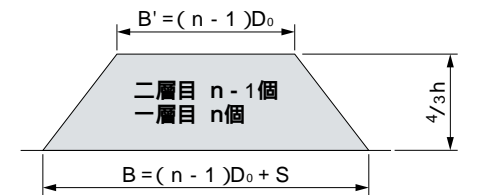
種別 (t型)	層厚 $\frac{4}{3}h$	心々 間隔 D_0	天端幅 $B'=(n-1)D_0$					
			敷幅 $B=(n-1)D_0+S$					
			3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7
0.5	1.20	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60
			2.70	3.50	4.30	5.10	5.90	6.70
1.0	1.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
			3.35	4.35	5.35	6.35	7.35	8.35
2.0	1.90	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	8.75
			4.20	5.45	6.70	7.95	9.20	10.45
3.2	2.20	1.45	2.90	4.35	5.80	7.25	8.70	10.15
			4.85	6.30	7.75	9.20	10.65	12.10
4.0	2.40	1.55	3.10	4.65	6.20	7.75	9.30	10.85
			5.25	6.80	8.35	9.90	11.45	13.00
5.0	2.60	1.70	3.40	5.10	6.80	8.50	10.20	11.90
			5.70	7.40	9.10	10.80	12.50	14.20
6.3	2.70	1.80	3.60	5.40	7.20	9.00	10.80	12.60
			6.10	7.90	9.70	11.50	13.30	15.10
8.0	3.00	1.95	3.90	5.85	7.80	9.75	11.70	13.65
			6.60	8.55	10.50	12.45	14.40	16.35
10.0	3.20	2.10	4.20	6.30	8.40	10.50	12.60	14.70
			7.10	9.20	11.30	13.40	15.50	17.60
12.5	3.50	2.25	4.50	6.75	9.00	11.25	13.50	15.75
			7.65	9.90	12.15	14.40	16.65	18.90
16.0	3.80	2.45	4.90	7.35	9.80	12.25	14.70	17.15
			8.30	10.75	13.20	15.65	18.10	20.55
20.0	4.10	2.65	5.30	7.95	10.60	13.25	15.90	18.55
			8.95	11.60	14.25	16.90	19.55	22.20
25.0	4.40	2.85	5.70	8.55	11.40	14.25	17.10	19.95
			9.65	12.50	15.35	18.20	21.05	23.90



二層積(その2)諸元

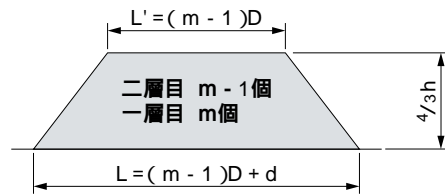
単位:m

種別 (t型)	層厚 $\frac{4}{3}h$	心々 間隔 D_0	天端幅 $B'=(n-1)D_0$					
			敷幅 $B=(n-1)D_0+S$					
			3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7
0.5	1.20	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60
			2.70	3.50	4.30	5.10	5.90	6.70
1.0	1.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
			3.35	4.35	5.35	6.35	7.35	8.35
2.0	1.90	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	8.75
			4.20	5.45	6.70	7.95	9.20	10.45
3.2	2.20	1.45	2.90	4.35	5.80	7.25	8.70	10.15
			4.85	6.30	7.75	9.20	10.65	12.10
4.0	2.40	1.55	3.10	4.65	6.20	7.75	9.30	10.85
			5.25	6.80	8.35	9.90	11.45	13.00
5.0	2.60	1.70	3.40	5.10	6.80	8.50	10.20	11.90
			5.70	7.40	9.10	10.80	12.50	14.20
6.3	2.70	1.80	3.60	5.40	7.20	9.00	10.80	12.60
			6.10	7.90	9.70	11.50	13.30	15.10
8.0	3.00	1.95	3.90	5.85	7.80	9.75	11.70	13.65
			6.60	8.55	10.50	12.45	14.40	16.35
10.0	3.20	2.10	4.20	6.30	8.40	10.50	12.60	14.70
			7.10	9.20	11.30	13.40	15.50	17.60
12.5	3.50	2.25	4.50	6.75	9.00	11.25	13.50	15.75
			7.65	9.90	12.15	14.40	16.65	18.90
16.0	3.80	2.45	4.90	7.35	9.80	12.25	14.70	17.15
			8.30	10.75	13.20	15.65	18.10	20.55
20.0	4.10	2.65	5.30	7.95	10.60	13.25	15.90	18.55
			8.95	11.60	14.25	16.90	19.55	22.20
25.0	4.40	2.85	5.70	8.55	11.40	14.25	17.10	19.95
			9.65	12.50	15.35	18.20	21.05	23.90



単位:m

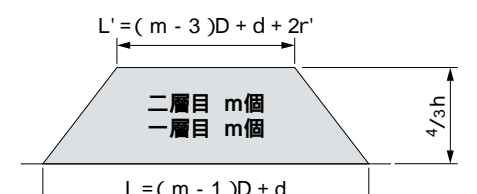
種別 (t型)	層厚 $\frac{4}{3}h$	心々 間隔 D	天端幅 $L'=(m-1)D$					
			敷幅 $L=(m-1)D+d$					
			3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7
0.5	1.20	0.90	1.80	2.70	3.60	4.50	5.40	6.30
			2.75	3.65	4.55	5.45	6.35	7.25
1.0	1.50	1.15	2.30	3.45	4.60	5.75	6.90	8.05
			3.50	4.65	5.80	6.95	8.10	9.25
2.0	1.90	1.40	2.80	4.20	5.60	7.00	8.40	9.80
			4.35	5.75	7.15	8.55	9.95	11.35
3.2	2.20	1.65	3.30	4.95	6.60	8.25	9.90	11.55
			5.05	6.70	8.35	10.00	11.65	13.30
4.0	2.40	1.75	3.50	5.25	7.00	8.75	10.50	12.25
			5.40	7.15	8.90	10.65	12.40	14.15
5.0	2.60	1.90	3.80	5.70	7.60	9.50	11.40	13.30
			5.85	7.75	9.65	11.55	13.45	15.35
6.3	2.70	2.05	4.10	6.15	8.20	10.25	12.30	14.35
			6.35	8.40	10.45	12.50	14.55	16.60
8.0	3.00	2.25	4.50	6.75	9.00	11.25	13.50	15.75
			6.95	9.20	11.45	13.70	15.95	18.20
10.0	3.20	2.40	4.80	7.20	9.60	12.00	14.40	16.80
			7.40	9.80	12.20	14.60	17.00	19.40
12.5	3.50	2.60	5.20	7.80	10.40	13.00	15.60	18.20
			8.00	10.60	13.20	15.80	18.40	21.00
16.0	3.80	2.80	5.60	8.40	11.20	14.00	16.80	19.60
			8.65	11.45	14.25	17.05	19.85	22.65
20.0	4.10	3.00	6.00	9.00	12.00	15.00	18.00	21.00
			9.30	12.30	15.30	18.30	21.30	24.30
25.0	4.40	3.25	6.50	9.75	13.00	16.25	19.50	22.75
			10.05	13.30	16.55	19.80	23.05	26.30



所要個数(N)
 $N=2n \cdot m - (n+m-1)$
 ただし、n、mは一層積と同じ

単位:m

種別 (t型)	層厚 $\frac{4}{3}h$	心々 間隔 D	天端幅 $L'=(m-3)D+d+2r'$					
			敷幅 $L=(m-1)D+d$					
			3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	8-8
0.5	1.20	0.90	1.25	2.15	3.05	3.95	4.85	5.75
			2.75	3.65	4.55	5.45	6.35	7.25
1.0	1.50	1.15	1.55	2.70	3.85	5.00	6.15	7.30
			3.50	4.65	5.80	6.95	8.10	9.25
2.0	1.90	1.40	1.95	3.35	4.75	6.15	7.55	8.95
			4.35	5.75	7.15	8.55	9.95	11.35
3.2	2.20	1.65	2.25	3.90	5.55	7.20	8.85	10.50
			5.05	6.70	8.35	10.00	11.65	13.30
4.0	2.40	1.75	2.45	4.20	5.95	7.70	9.45	11.20
			5.40	7.15	8.90	10.65	12.40	14.15
5.0	2.60	1.90	2.65	4.55	6.45	8.35	10.25	12.15
			5.85	7.75	9.65	11.55	13.45	15.35
6.3	2.70	2.05	2.85	4.90	6.95	9.00	11.05	13.10
			6.35	8.40	10.45	12.50	14.55	16.60
8.0	3.00	2.25	3.10	5.35	7.60	9.85	12.10	14.35
			6.95	9.20	11.45	13.70	15.95	18.20
10.0	3.20	2.40	3.35	5.75	8.15	10.55	12.95	15.35
			7.40	9.80	12.20	14.60	17.00	19.40
12.5	3.50	2.60	3.60	6.20	8.80	11.40	14.00	16.60
			8.00	10.60	13.20	15.80	18.40	21.00
16.0	3.80	2.80	3.90	6.70	9.50	12.30	15.10	17.90
			8.65	11.45	14.25	17.05	19.85	22.65
20.0	4.10	3.00	4.20	7.20	10.20	13.20	16.20	19.20
			9.30	12.30	15.30	18.30	21.30	24.30
25.0	4.40	3.25	4.55	7.80	11.05	14.30	17.55	20.80
			10.05	13.30	16.55	19.80	23.05	26.30

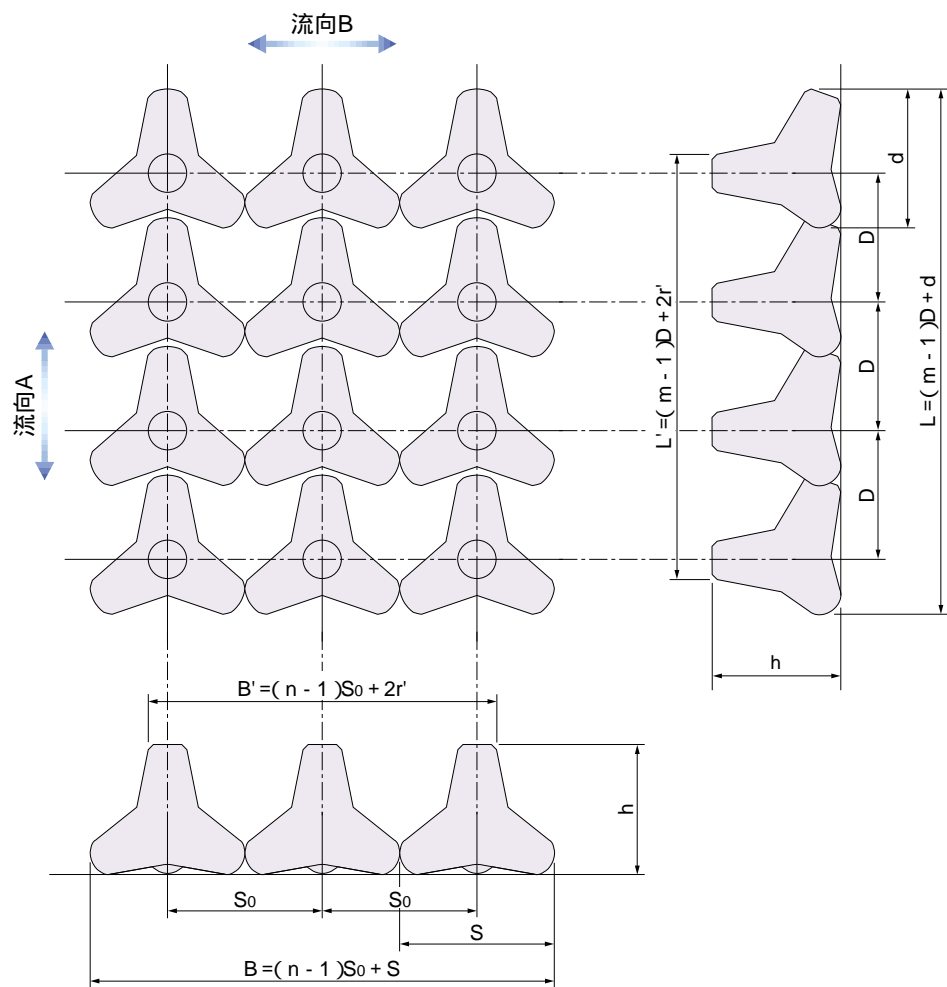


所要個数(N)
 $N=m(2n-1)$
 ただし、m、nは一層積と同じ

基本配列 B

基本配列 Bは、テトラポッドの一層目を図2のように組合せたもので二層以上の多層に適しています。

図2... 基本配列 B



3 基本配列 Bの一層積

一層積は図2に示す方法で据付けます。この方法の諸元を下表に示します。

一層積諸元 単位:m

種別 (t型)	層厚 h	心々 間隔 S ₀	天端幅 B' = (n - 1)S ₀ + 2r'							
			敷幅 B = (n - 1)S ₀ + S							
			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	
0.5	0.90	1.10	1.35	2.45	3.55	4.65	5.75	6.85	7.95	
			2.20	3.30	4.40	5.50	6.60	7.70	8.80	
1.0	1.13	1.40	1.75	3.15	4.55	5.95	7.35	8.75	10.15	
			2.75	4.15	5.55	6.95	8.35	9.75	11.15	
2.0	1.42	1.75	2.20	3.95	5.70	7.45	9.20	10.95	12.70	
			3.45	5.20	6.95	8.70	10.45	12.20	13.95	
3.2	1.65	2.00	2.50	4.50	6.50	8.50	10.50	12.50	14.50	
			3.95	5.95	7.95	9.95	11.95	13.95	15.95	
4.0	1.79	2.20	2.75	4.95	7.15	9.35	11.55	13.75	15.95	
			4.35	6.55	8.75	10.95	13.15	15.35	17.55	
5.0	1.93	2.35	2.95	5.30	7.65	10.00	12.35	14.70	17.05	
			4.65	7.00	9.35	11.70	14.05	16.40	18.75	
6.3	2.075	2.55	3.15	5.70	8.25	10.80	13.35	15.90	18.45	
			5.05	7.60	10.15	12.70	15.25	17.80	20.35	
8.0	2.26	2.80	3.50	6.30	9.10	11.90	14.70	17.50	20.30	
			5.50	8.30	11.10	13.90	16.70	19.50	22.30	
10.0	2.43	3.00	3.75	6.75	9.75	12.75	15.75	18.75	21.75	
			5.90	8.90	11.90	14.90	17.90	20.90	23.90	
12.5	2.62	3.25	4.05	7.30	10.55	13.80	17.05	20.30	23.55	
			6.40	9.65	12.90	16.15	19.40	22.65	25.90	
16.0	2.83	3.50	4.35	7.85	11.35	14.85	18.35	21.85	25.35	
			6.90	10.40	13.90	17.40	20.90	24.40	27.90	
20.0	3.06	3.75	4.65	8.40	12.15	15.90	19.65	23.40	27.15	
			7.40	11.15	14.90	18.65	22.40	26.15	29.90	
25.0	3.30	4.05	5.05	9.10	13.15	17.20	21.25	25.30	29.35	
			8.00	12.05	16.10	20.15	24.20	28.25	32.30	



単位:m

種別 (t型)	層厚 h	心々 間隔 D	天端幅 L' = (m - 1)D + 2r'							
			敷幅 L = (m - 1)D + d							
			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	
0.5	0.90	0.90	1.15	2.05	2.95	3.85	4.75	5.65	6.55	
			1.85	2.75	3.65	4.55	5.45	6.35	7.25	
1.0	1.13	1.15	1.50	2.65	3.80	4.95	6.10	7.25	8.40	
			2.35	3.50	4.65	5.80	6.95	8.10	9.25	
2.0	1.42	1.40	1.85	3.25	4.65	6.05	7.45	8.85	10.25	
			2.95	4.35	5.75	7.15	8.55	9.95	11.35	
3.2	1.65	1.65	2.15	3.80	5.45	7.10	8.75	10.40	12.05	
			3.40	5.05	6.70	8.35	10.00	11.65	13.30	
4.0	1.79	1.75	2.30	4.05	5.80	7.55	9.30	11.05	12.80	
			3.65	5.40	7.15	8.90	10.65	12.40	14.15	
5.0	1.93	1.90	2.50	4.40	6.30	8.20	10.10	12.00	13.90	
			3.95	5.85	7.75	9.65	11.55	13.45	15.35	
6.3	2.075	2.05	2.65	4.70	6.75	8.80	10.85	12.90	14.95	
			4.30	6.35	8.40	10.45	12.50	14.55	16.60	
8.0	2.26	2.25	2.95	5.20	7.45	9.70	11.95	14.20	16.45	
			4.70	6.95	9.20	11.45	13.70	15.95	18.20	
10.0	2.43	2.40	3.15	5.55	7.95	10.35	12.75	15.15	17.55	
			5.00	7.40	9.80	12.20	14.60	17.00	19.40	
12.5	2.62	2.60	3.40	6.00	8.60	11.20	13.80	16.40	19.00	
			5.40	8.00	10.60	13.20	15.80	18.40	21.00	
16.0	2.83	2.80	3.65	6.45	9.25	12.05	14.85	17.65	20.45	
			5.85	8.65	11.45	14.25	17.05	19.85	22.65	
20.0	3.06	3.00	3.90	6.90	9.90	12.90	15.90	18.90	21.90	
			6.30	9.30	12.30	15.30	18.30	21.30	24.30	
25.0	3.30	3.25	4.25	7.50	10.75	14.00	17.30	20.50	23.75	
			6.80	10.05	13.30	16.55	19.80	23.05	26.30	



本表のS₀、Dはブロック間の余裕を見込んだ標準値です。

所要個数 (N)

$$N = n \cdot m$$

$$\text{ただし、 } n = \frac{B - S}{S_0} + 1$$

$$m = \frac{L - d}{D} + 1$$

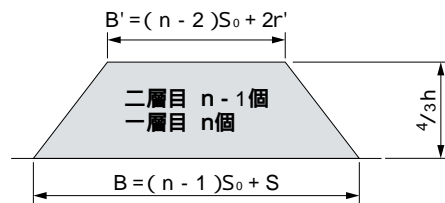
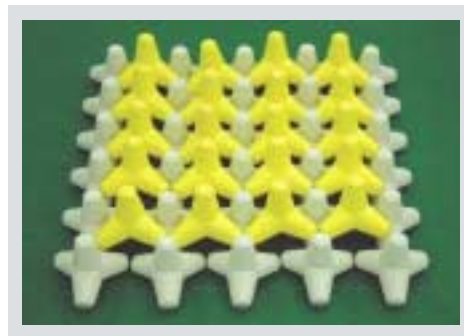
4 基本配列 Bの二層積

二層積の諸元を下表に示します。

二層積諸元

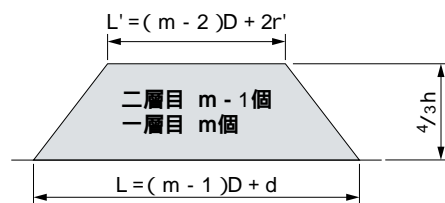
単位:m

種別 (t型)	層厚 4/3h	心々 間隔 S ₀	天端幅 B'=(n-2)S ₀ +2r'					
			敷幅 B=(n-1)S ₀ +S					
			3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7
0.5	1.20	1.10	1.35	2.45	3.55	4.65	5.75	6.85
1.0	1.50	1.40	1.75	3.15	4.55	5.95	7.35	8.75
2.0	1.90	1.75	2.20	3.95	5.70	7.45	9.20	10.95
3.2	2.20	2.00	2.50	4.50	6.50	8.50	10.50	12.50
4.0	2.40	2.20	2.75	4.95	7.15	9.35	11.55	13.75
5.0	2.60	2.35	2.95	5.30	7.65	10.00	12.35	14.70
6.3	2.70	2.55	3.15	5.70	8.25	10.80	13.35	15.90
8.0	3.00	2.80	3.50	6.30	9.10	11.90	14.70	17.50
10.0	3.20	3.00	3.75	6.75	9.75	12.75	15.75	18.75
12.5	3.50	3.25	4.05	7.30	10.55	13.80	17.05	20.30
16.0	3.80	3.50	4.35	7.85	11.35	14.85	18.35	21.85
20.0	4.10	3.75	4.65	8.40	12.15	15.90	19.65	23.40
25.0	4.40	4.05	5.05	9.10	13.15	17.20	21.25	25.30



単位:m

種別 (t型)	層厚 4/3h	心々 間隔 D	天端幅 L'=(m-2)D+2r'					
			敷幅 L=(m-1)D+d					
			3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7
0.5	1.20	0.90	1.15	2.05	2.95	3.85	4.75	5.65
1.0	1.50	1.15	1.50	2.65	3.80	4.95	6.10	7.25
2.0	1.90	1.40	1.85	3.25	4.65	6.05	7.45	8.85
3.2	2.20	1.65	2.15	3.80	5.45	7.10	8.75	10.40
4.0	2.40	1.75	2.30	4.05	5.80	7.55	9.30	11.05
5.0	2.60	1.90	2.50	4.40	6.30	8.20	10.10	12.00
6.3	2.70	2.05	2.65	4.70	6.75	8.80	10.85	12.90
8.0	3.00	2.25	2.95	5.20	7.45	9.70	11.95	14.20
10.0	3.20	2.40	3.15	5.55	7.95	10.35	12.75	15.15
12.5	3.50	2.60	3.40	6.00	8.60	11.20	13.80	16.40
16.0	3.80	2.80	3.65	6.45	9.25	12.05	14.85	17.65
20.0	4.10	3.00	3.90	6.90	9.90	12.90	15.90	18.90
25.0	4.40	3.25	4.25	7.50	10.75	14.00	17.25	20.50



所要個数 (N)

$$N=2n \cdot m - (n+m-1)$$

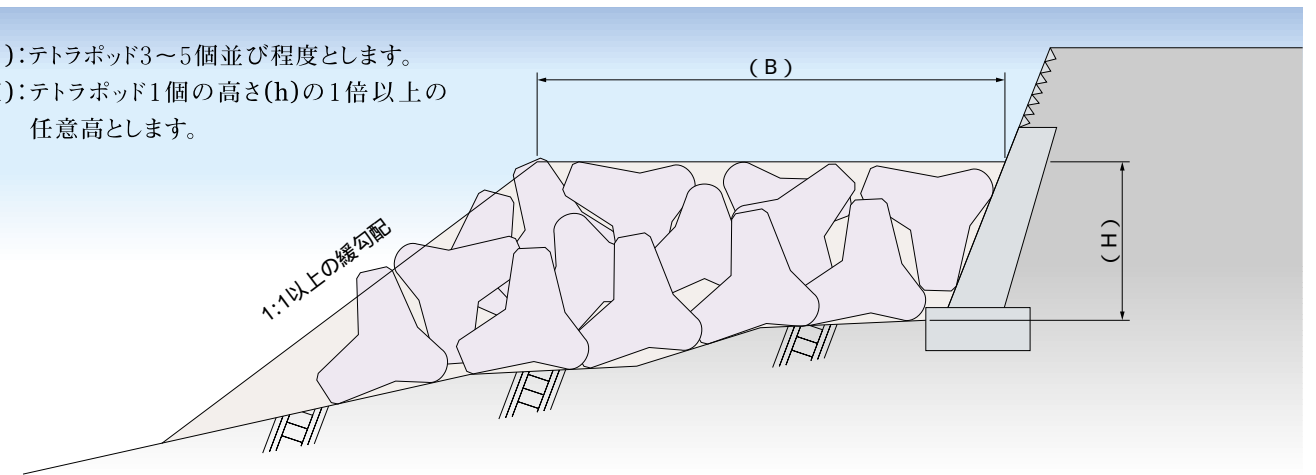
ただし、n、mは一層積に同じ

2 乱積み工法

天端幅、のり勾配を適当に定めテトラポッドを地盤なりに捨込む工法で層厚に関係なく施工します。主に根固工、床固工等に使用されます。

乱積み工法説明図

(B):テトラポッド3~5個並び程度とします。
(H):テトラポッド1個の高さ(h)の1倍以上の任意高とします。



所要個数の計算

乱積み工法の場合、テトラポッドの所要個数は次式で計算します。

$$N = \frac{V(1-p)}{v}$$

N:テトラポッドの所要個数(個)
V:テトラポッド工全体積(m³)
v:テトラポッド一個の体積(m³)
p:テトラポッドの空隙率(50%)

乱積み工法諸元

単位:m

種別 (t型)	層厚 h	天端幅寸法			
		2個並び	3個並び	4個並び	5個並び
0.5	0.90	1.40	2.20	3.00	3.80
1.0	1.13	1.70	2.70	3.70	4.70
2.0	1.42	2.20	3.50	4.80	6.10
3.2	1.65	2.50	4.00	5.50	7.00
4.0	1.79	2.80	4.40	6.00	7.60
5.0	1.93	2.90	4.70	6.50	8.30
6.3	2.075	3.20	5.10	7.00	8.90
8.0	2.26	3.40	5.50	7.60	9.70
10.0	2.43	3.70	5.90	8.10	10.30
12.5	2.62	4.00	6.40	8.80	11.20
16.0	2.83	4.30	6.90	9.50	12.10
20.0	3.06	4.60	7.40	10.20	13.00
25.0	3.30	5.00	8.00	11.00	14.00

1 はく離剤塗布 ケレン落しの後、はく離剤を塗布します。



2 型枠組立 側枠を底枠に建込み、テーバーピンを打込み、コッターピンを挿入してコッターで締め付けます。



3 型枠配置全景



4 コンクリート打設 バイブレーターを使用し生コンクリートを十分締め固めます。



5 スペースング 打設後、型枠面によってスペースングを行い、気泡水抜きを行います。



6 天端均し スペースング後、余盛をしてコンクリートの沈下がおさまってから行います。



7 型枠取外し コンクリートの所要強度が確保されてから行います。

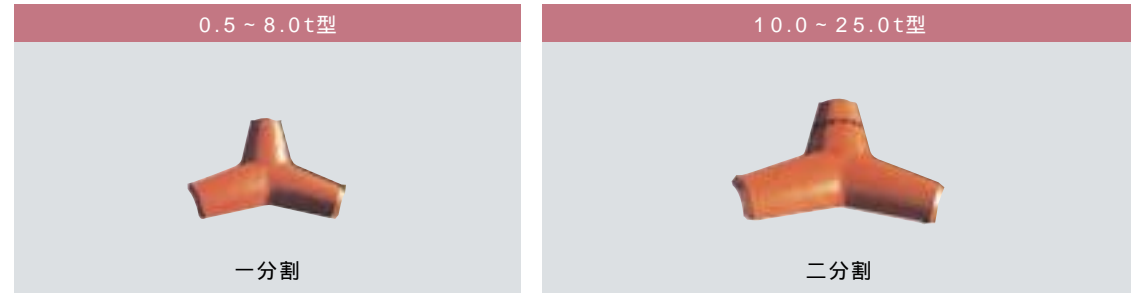


8 転置 コンクリートの所要強度が確保されてから行います。

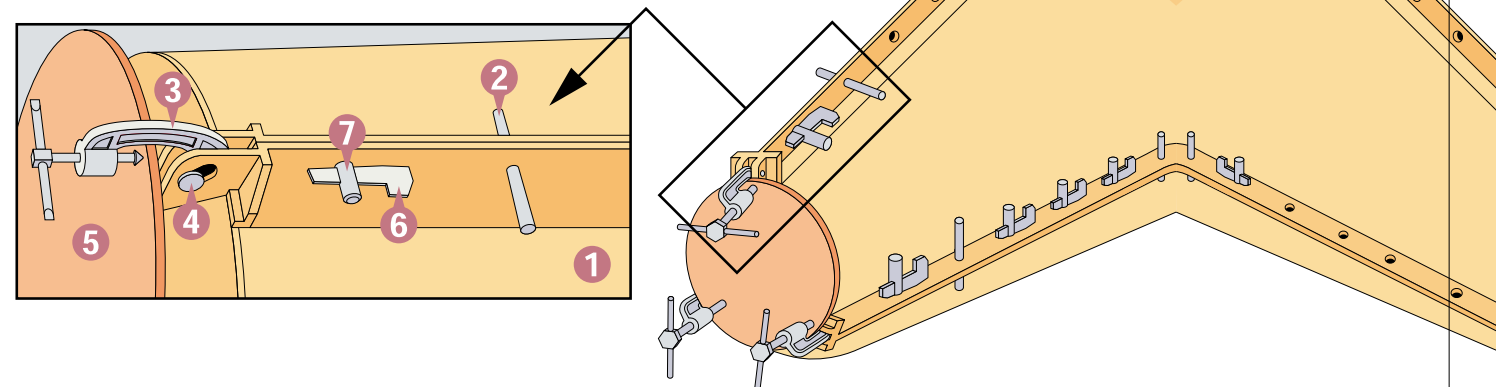
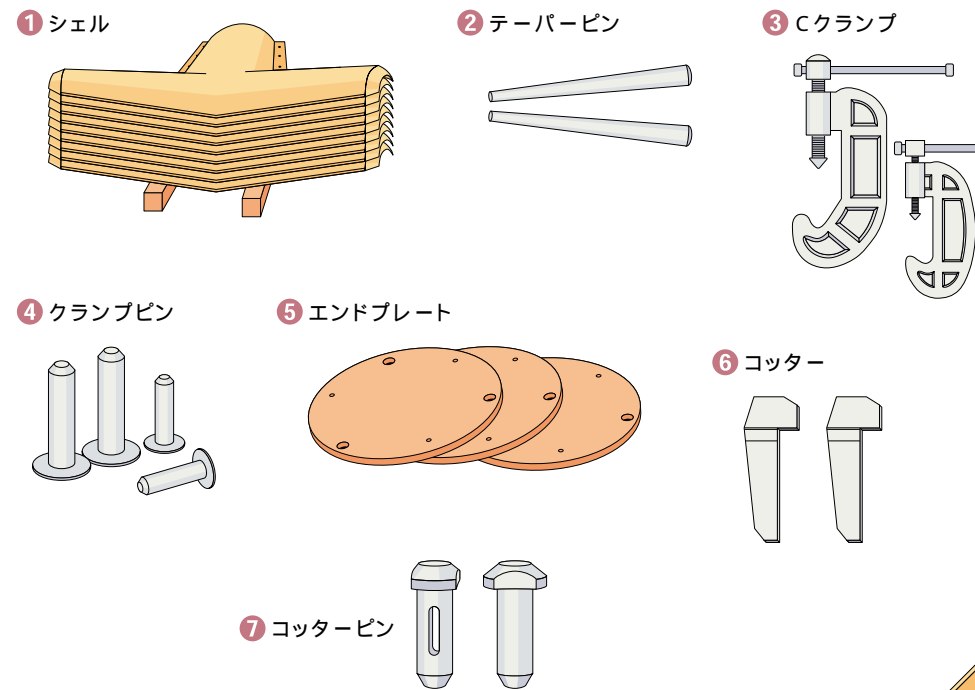


型枠分割

シェルはテトラポッドのトン型によりつぎのように分割されます。



型枠・部品





那珂川(栃木県)



鬼怒川(栃木県)



イメージ

