



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	〒060-0001 北海道札幌市中央区北1条西7-3(ノステル札幌ビル)	☎(011)233-1640
東北営業部	〒980-0803 宮城県仙台市青葉区国分町1-6-9(マニユライフプレイス仙台)	☎(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
関西営業部	〒542-0081 大阪府大阪市中央区南船場2-3-2(南船場ハートビル)	☎(06)7711-5225
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®



●表紙：阿武隈川(宮城県)



2013.1



株式会社 不動テトラ

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。

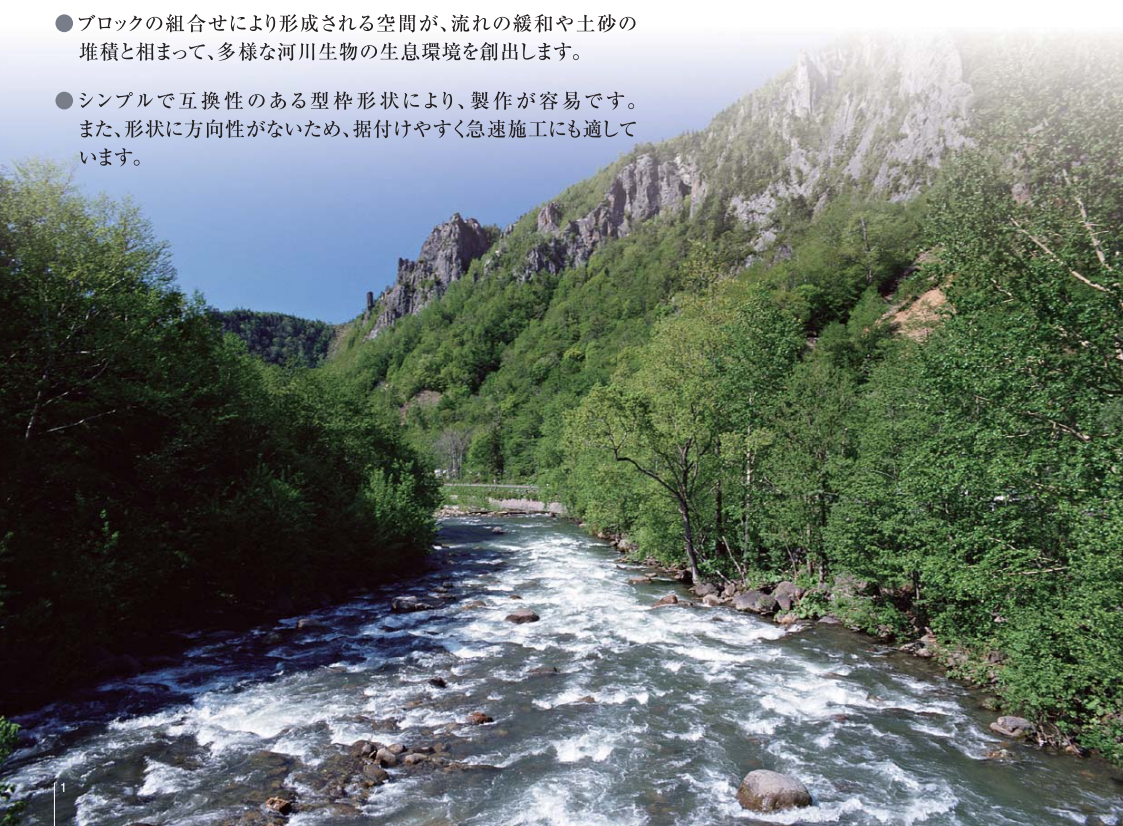
約34,000kmに及ぶ海岸線に囲まれ、急峻な河川の多い国土。

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。

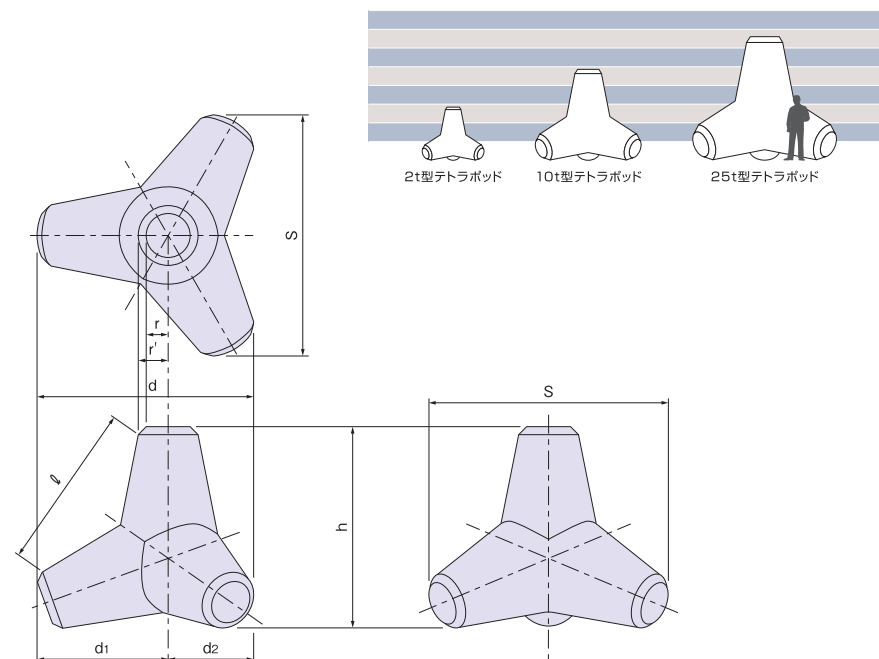
テトラポッドの特長

- 重心の位置が低く安定性に優れています。
- やわらかな曲面からなる脚形状により、相互にかみ合い、安定した断面を形成します。
- 立体的な形状がもたらす適度な粗度は流勢を減じ、河床形状の変化に柔軟に追従して河床を被覆します。
- 曲面で構成されるシンプルな形状は、自然景観にもよく馴染みます。
- ブロックの組合せにより形成される空間が、流れの緩和や土砂の堆積と相まって、多様な河川生物の生息環境を創出します。
- シンプルで互換性のある型枠形状により、製作が容易です。また、形状に方向性がないため、据付けやすく急速施工にも適しています。



形状及び寸法

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)	質量 (t)	重量 (kN)	体積 (m ³)	型枠面積 (m ²)	h	d	d1	d2	S	2r	2r'	φ
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

質量=2.3(コンクリートの密度)×体積
重量=9.80665×質量

信頼と実績

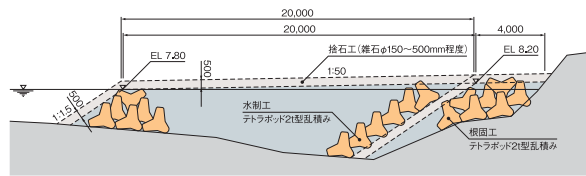
北上川 (岩手県)

〈2年経過〉

- 河川名：一級水系北上川
- 施工場所：岩手県一関市川崎町薄衣
- 事業主体：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
- トン型：2t型



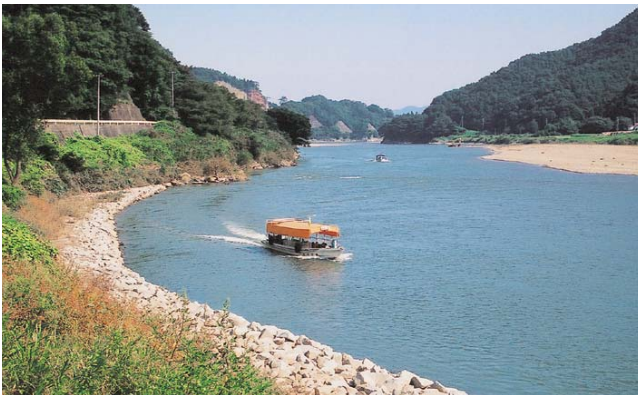
〈施工直後〉



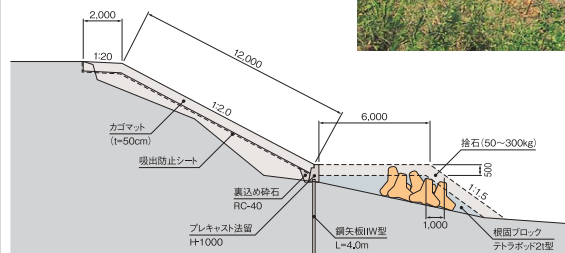
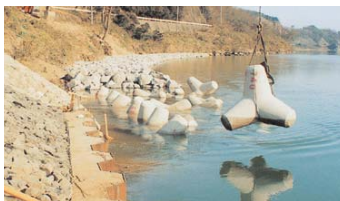
阿武隈川 (宮城県)

〈2年経過〉

- 河川名：一級水系阿武隈川
- 施工場所：宮城県丸森町山田
- 事業主体：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
- トン型：2t型



〈施工途中〉



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
- 事業主体：栃木県
- 構造物の種類：災害復旧
- 工法：乱積み
- トン型：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〉



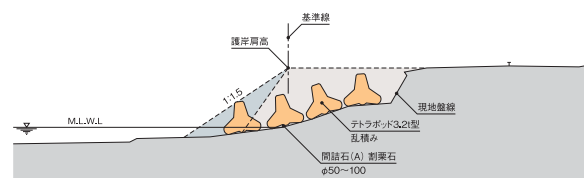
那珂川 (栃木県)

- 河川名：一級水系那珂川
- 施工場所：栃木県那珂川町吉田
- 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
- トン型：3.2t型



〈2年経過〉

〈施工直後〉



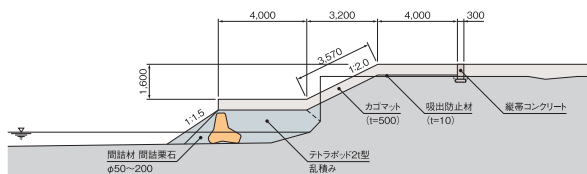
那珂川 (茨城県)

〈2年経過〉

- 河川名：一級水系那珂川
- 施工場所：茨城県日立大宮市野口
- 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
- トン型：2t型



〈冬期〉



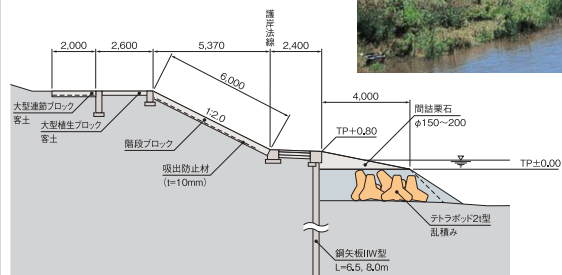
久慈川 (茨城県)

〈3年経過〉

- 河川名：一級水系久慈川
- 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
- トン型：2t型

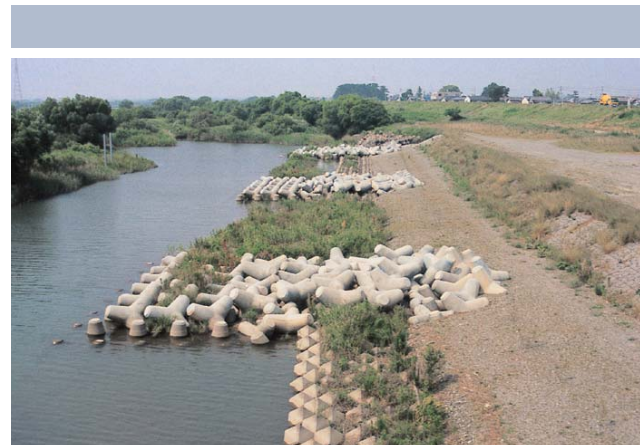


〈3年経過〉



天竜川 (静岡県)

- 河川名：一級水系天竜川
- 施工場所：静岡県磐田市掛塚地先
- 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
- トン型：5t、6.3t型



〈3年経過〉

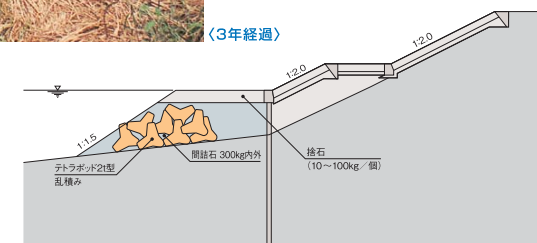
松浦川 (佐賀県)

- 河川名：一級水系松浦川
- 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
- トン型：2t型



〈3年経過〉

〈施工直後〉



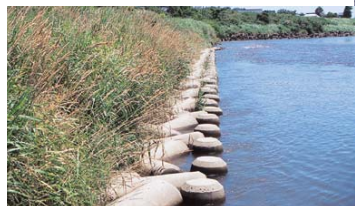
那珂川 (茨城県)

〈5年経過全景〉

- 河川名：一級水系那珂川
- 施工場所：茨城県日立大宮市小場
- 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
- トン型：2t型



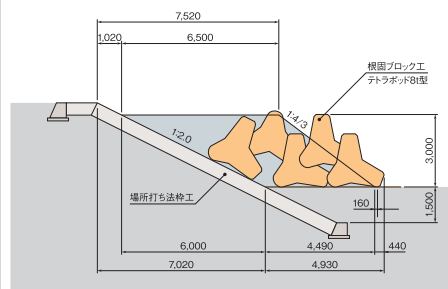
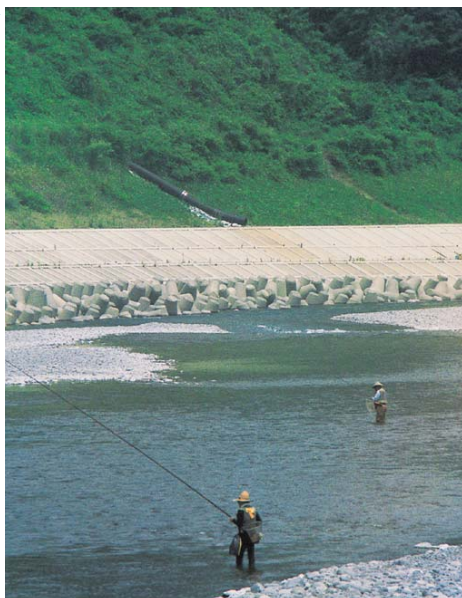
〈5年経過〉



大井川 (静岡県)

〈2年経過〉

- 河川名：一級水系大井川
- 施工場所：静岡県島田市身成川口地先
- 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
- トン型：8t型



真岡防災ステーション (栃木県)

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



〈ヤード風景〉



〈全景〉

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。



所要質量算定にあたっての基本事項

河川におけるテト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。

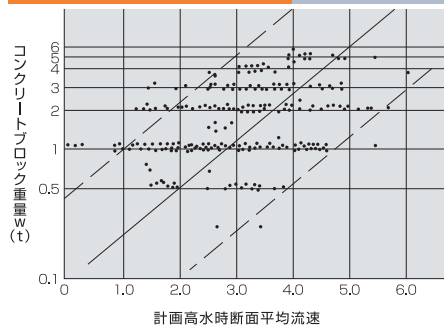
実験および実施例からの算定質量

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	(1.0~2.0)×10 ⁻² m	1/600~1/200	2.0t級
—	(2.0~3.5)×10 ⁻² m	—	2.0~3.0t級
100mm以上	3.5×10 ⁻² m以上	1/200以上	3.0tそれぞれ以上

※増田懸隆、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

河川におけるテト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19年9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、テト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:テトラポッド質量(t)
λ:表1参照
Va:設計流速(m/s)

テトラポッドの設置形式(単体・群体等)毎に、テト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:μ=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式**2式**に用いるa・βの値も示しています。

表1 テトラポッドの所要質量算定式(μ=0.8)

設置形式	破壊形態	M≥λ・Vd ⁶	テトラポッド設置方向	参考2式による	
				a	β
単体	滑動(μ=0.8)	M≥0.000345×Vd ⁶	Bタイプ	0.31	1.00
群体上流端	転動	M≥0.000314×Vd ⁶	Aタイプ	0.20	0.95
群体	滑動(μ=0.8)	M≥0.000002×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:テトラポッドの水利特性値

C1, C2, Ls, Kv:テト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および表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

ρw:水の密度(=1.0t/m³)

ρb:ブロックの密度(=2.3t/m³)

g:重力加速度(=9.8m/s²)

Va:設計流速(m/s)

表2 テト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×h	0.1531×h
hb	0.3416×h	0.4434×h
C1	0.6638	
C2	0.6707	
Ls	0.2649×h	0.5297×h
Kv	0.28	

※ここに h:テトラポッドの高さ

参考2 テトラポッドの水利特性値測定結果

テト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。

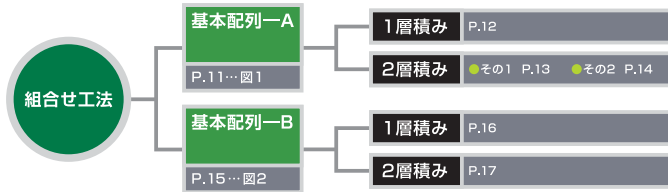
表3 テトラポッドの水利特性値一覧((財)土木研究センターでの試験結果)

測定項目	テトラポッド Aタイプ (流向に対して脚1本)			テトラポッド Bタイプ (流向に対して脚2本)		
	平面図	平面図	平面図	平面図	平面図	平面図
テトラポッド配置方向						
設置形式	単体	群体	群体上流端	単体	群体	群体上流端
揚力係数:CL	0.041	0.034	0.041	0.134	0.031	0.226
抗力係数:Co	0.584	0.035	0.653	0.590	0.037	0.662
横揚力係数:CLs	0.015 (右方向)	0.003 (右方向)	—	0.005 (右方向)	0.001 (右方向)	—
揚力に対する回転半径:Li(m) (=Lb) (1型に対する値)	0.025			0.173		
抗力に対する回転半径:Lo(m) (=hb) (1型に対する値)	0.386			0.501		
群体ブロックの相当粗度:Ka(m) (1型に対する値)	2.829			4.526		



組合せ工法

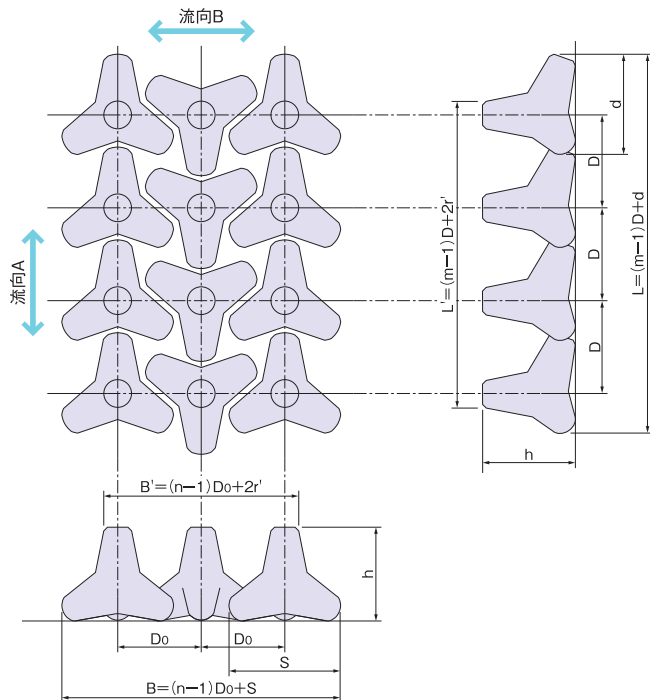
- 組合せ工法は、地盤均しが容易な場合に、テトラポッドを水平に組合せて、施工する工法です。
- あらゆる規模の河川に使用され、整然とした美観、均等な機能が得られます。
- 組合せ工法には、1層目の配列に、A、B、2つの基本的な配列方法があります。基本配列—Aによると2層まで、基本配列—Bは、2層以上の多層に適しています。



基本配列—A

基本配列—Aは、テトラポッドの1層目を図1のように組合せたものです。1層積みと、2層積み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のかみ合わせが有効です。

図1…基本配列—A



1 基本配列—Aの1層積み

- 1層積みは、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。

1層積み諸元



種別 (トン型)	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	
1.0	1.13	1.00	1.35	2.35	3.35	4.35	5.35	6.35	7.35	
2.0	1.42	1.25	1.70	2.95	4.20	5.45	6.70	7.95	9.20	
3.2	1.65	1.45	1.95	3.40	4.85	6.30	7.75	9.20	10.65	
4.0	1.79	1.55	2.10	3.70	5.25	6.80	8.35	9.90	11.40	
5.0	1.93	1.70	2.30	4.00	5.70	7.40	9.10	10.80	12.50	
6.3	2.075	1.80	2.40	4.20	6.00	7.80	9.60	11.40	13.20	
8.0	2.26	1.95	2.65	4.60	6.55	8.50	10.45	12.40	14.35	
10.0	2.43	2.10	2.85	4.95	7.05	9.15	11.25	13.35	15.45	
12.5	2.62	2.25	3.05	5.30	7.55	9.80	12.05	14.30	16.55	
16.0	2.83	2.45	3.30	5.75	8.20	10.65	13.10	15.55	18.00	
20.0	3.06	2.65	3.55	6.20	8.85	11.50	14.15	16.80	19.45	
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	



- 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)

$$N = n \cdot m$$

$$\text{ただし、 } n = \frac{B - S}{D_0} + 1$$

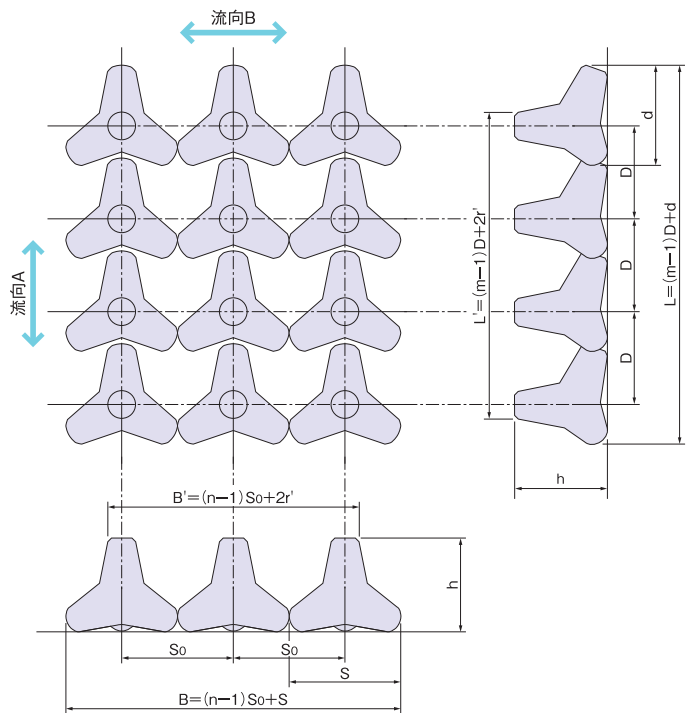
$$m = \frac{L - d}{D} + 1$$

種別 (トン型)	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	0.80	1.15	2.05	2.95	3.85	4.75	5.65	6.55	
1.0	1.13	1.15	1.85	2.75	3.65	4.55	5.45	6.35	7.25	
2.0	1.42	1.40	1.50	2.65	3.80	4.95	6.10	7.25	8.40	
3.2	1.65	1.65	1.85	3.25	4.65	6.05	7.45	8.85	10.25	
4.0	1.79	1.75	2.15	3.80	5.45	7.10	8.75	10.40	12.05	
5.0	1.93	1.90	2.30	4.40	6.30	8.20	10.10	12.00	13.90	
6.3	2.075	2.05	2.40	4.95	7.15	9.15	11.15	13.15	15.15	
8.0	2.26	2.25	2.65	5.55	7.95	10.35	12.75	15.15	17.55	
10.0	2.43	2.40	2.95	6.00	8.60	11.20	13.80	16.40	19.00	
12.5	2.62	2.60	3.15	6.40	9.30	12.20	15.00	17.40	20.00	
16.0	2.83	2.80	3.40	6.90	10.10	13.20	16.20	18.80	21.60	
20.0	3.06	3.00	3.65	7.40	11.00	14.30	17.50	20.10	23.10	
25.0	3.30	3.25	3.85	7.85	11.90	15.50	18.80	21.60	24.60	
			4.25	8.40	12.90	16.60	20.10	23.10	26.30	
			6.80	10.05	13.30	16.55	19.80	23.05	26.30	

基本配列—B

基本配列—Bは、テトラポッドの1層目を図2のように組合せたもので2層以上の多層積みに適しています。

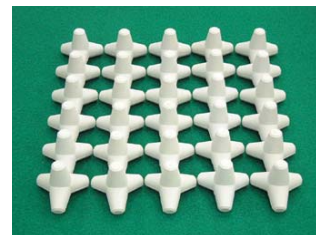
図2…基本配列—B



3 基本配列—Bの1層積み

●1層積みは図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。

1層積み諸元



●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)

$N = n \cdot m$

ただし、 $n = \frac{B - S}{S_0} + 1$

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

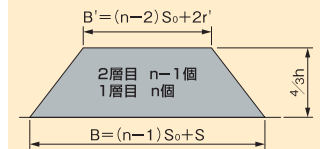
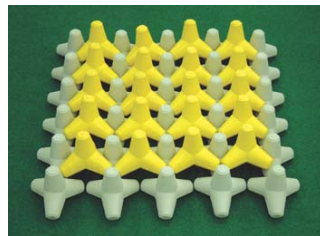
種別 (トン型)	層厚 h	心々 間隔 S ₀	天端幅 B'=(n-1)S ₀ +2r'						
			敷幅 B=(n-1)S ₀ +S						
			2個並び	3個並び	4個並び	5個並び	6個並び	7個並び	8個並び
0.5	0.90	1.10	1.35	2.45	3.55	4.65	5.75	6.85	7.95
			2.20	3.30	4.40	5.50	6.60	7.70	8.80
1.0	1.13	1.40	1.75	3.15	4.55	5.95	7.35	8.75	10.15
			2.75	4.15	5.55	6.95	8.35	9.75	11.15
2.0	1.42	1.75	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

種別 (トン型)	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

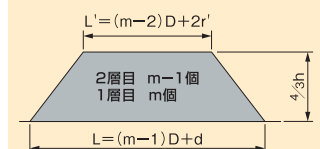
4 基本配列—Bの2層積み

●2層積みの諸元を下表に示します。

2層積み諸元



種別 (トン型)	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
			3.30	4.40	5.50	6.60	7.70	8.80
1.0	1.50	1.40	1.75	3.15	4.55	5.95	7.35	8.75
			4.15	5.55	6.95	8.35	9.75	11.15
2.0	1.90	1.75	2.20	3.95	5.70	7.45	9.20	10.95
			5.20	6.95	8.70	10.45	12.20	13.95
3.2	2.20	2.00	2.50	4.50	6.50	8.50	10.50	12.50
			5.95	7.95	9.95	11.95	13.95	15.95
4.0	2.40	2.20	2.75	4.95	7.15	9.35	11.55	13.75
			6.55	8.75	10.95	13.15	15.35	17.55
5.0	2.60	2.35	2.95	5.30	7.65	10.00	12.35	14.70
			7.00	9.35	11.70	14.05	16.40	18.75
6.3	2.70	2.55	3.15	5.70	8.25	10.80	13.35	15.90
			7.60	10.15	12.70	15.25	17.80	20.35
8.0	3.00	2.80	3.50	6.30	9.10	11.90	14.70	17.50
			8.30	11.10	13.90	16.70	19.50	22.30
10.0	3.20	3.00	3.75	6.75	9.75	12.75	15.75	18.75
			8.90	11.90	14.90	17.90	20.90	23.90
12.5	3.50	3.25	4.05	7.30	10.55	13.80	17.05	20.30
			9.65	12.90	16.15	19.40	22.65	25.90
16.0	3.80	3.50	4.35	7.85	11.35	14.85	18.35	21.85
			10.40	13.90	17.40	20.90	24.40	27.90
20.0	4.10	3.75	4.65	8.40	12.15	15.90	19.65	23.40
			11.15	14.90	18.65	22.40	26.15	29.90
25.0	4.40	4.05	5.05	9.10	13.15	17.20	21.25	25.30
			12.05	16.10	20.15	24.20	28.25	32.30

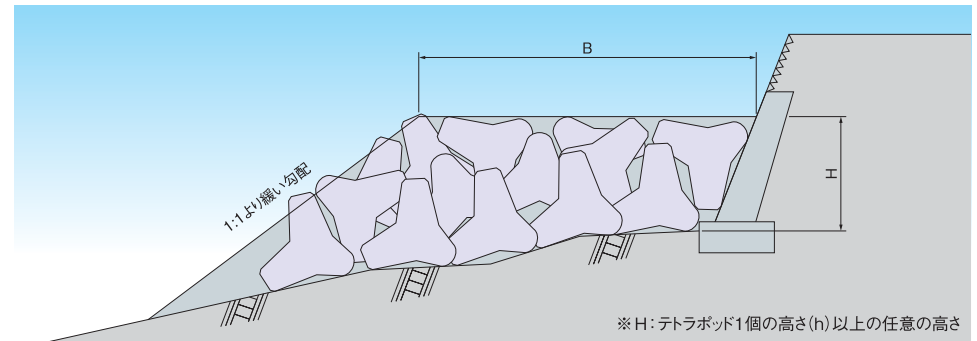


所要個数 (N)
 $N = 2n \cdot m - (n + m - 1)$
 ただし、n、mは1層積みと同じ

種別 (トン型)	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
			2.75	3.65	4.55	5.45	6.35	7.25
1.0	1.50	1.15	1.50	2.65	3.80	4.95	6.10	7.25
			3.50	4.65	5.80	6.95	8.10	9.25
2.0	1.90	1.40	1.85	3.25	4.65	6.05	7.45	8.85
			4.35	5.75	7.15	8.55	9.95	11.35
3.2	2.20	1.65	2.15	3.80	5.45	7.10	8.75	10.40
			5.05	6.70	8.35	10.00	11.65	13.30
4.0	2.40	1.75	2.30	4.05	5.80	7.55	9.30	11.05
			5.40	7.15	8.90	10.65	12.40	14.15
5.0	2.60	1.90	2.50	4.40	6.30	8.20	10.10	12.00
			5.85	7.75	9.65	11.55	13.45	15.35
6.3	2.70	2.05	2.65	4.70	6.75	8.80	10.85	12.90
			6.35	8.40	10.45	12.50	14.55	16.60
8.0	3.00	2.25	2.95	5.20	7.45	9.70	11.95	14.20
			6.95	9.20	11.45	13.70	15.95	18.20
10.0	3.20	2.40	3.15	5.55	7.95	10.35	12.75	15.15
			7.40	9.80	12.20	14.60	17.00	19.40
12.5	3.50	2.60	3.40	6.00	8.60	11.20	13.80	16.40
			8.00	10.60	13.20	15.80	18.40	21.00
16.0	3.80	2.80	3.65	6.45	9.25	12.05	14.85	17.65
			8.65	11.45	14.25	17.05	19.85	22.65
20.0	4.10	3.00	3.90	6.90	9.90	12.90	15.90	18.90
			9.30	12.30	15.30	18.30	21.30	24.30
25.0	4.40	3.25	4.25	7.50	10.75	14.00	17.25	20.50
			10.05	13.30	16.55	19.80	23.05	26.30

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据付ける工法で、層厚に関係なく施工できます。
- 主に根固工、床固工等に使用されます。



所要個数の算定

乱積みにおける所要個数の算定には次式を用います。

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

N: 所要個数 (個)
 V: 被覆する容積 (m³)
 v: ブロック1個の体積 (m³)
 p: 空隙率 (50%)

乱積み工法諸元

種別 (トン型)	最小層厚 h	天端幅寸法 B			
		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 スペーシング



●打設後、型枠面にそってスペーシングを行い、気泡水抜きを行います。

6 天端均し



●スペーシング後、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



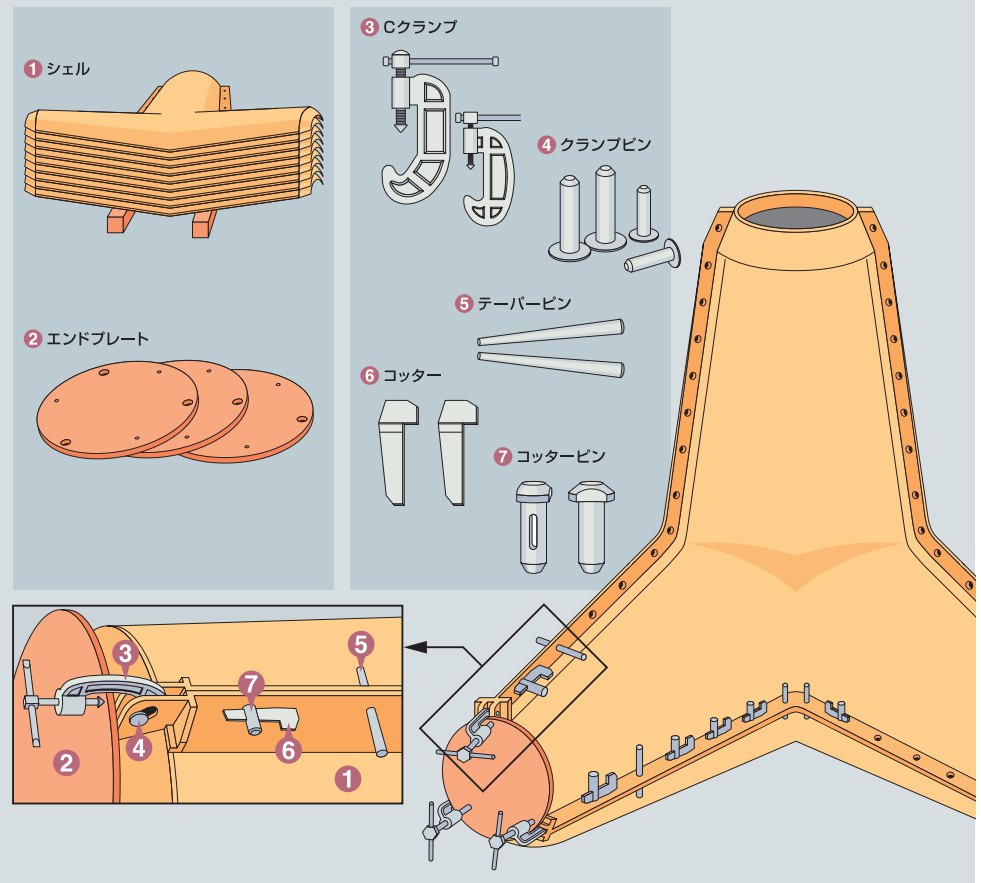
●コンクリートの所要強度が確保されてから行います。

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。

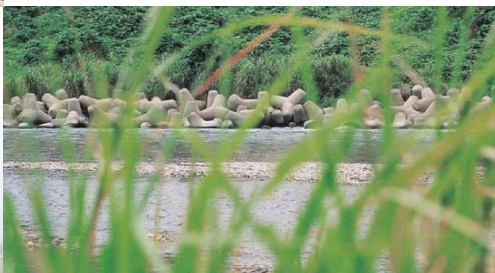


型枠・部品





●那珂川(栃木県)



●鬼怒川(栃木県)



●信濃川筏ヶ島護岸災害復旧工事(新潟県)

テトラポッドの採用

テトラポッドは1949年(昭和24年)フランスで発明され、最初に採用されたのは1950年モロッコ・カサブランカのロッシュ・ノール火力発電所でした。
我が国では、昭和30年代頃からテトラポッドが用いられるようになりました。河川分野においては昭和40年代初期に名取川(宮城県)、阿賀野川(新潟県)、犀川(長野県)、木曾川(岐阜県)、斐伊川(島根県)などの主要河川で使用されました。

テトラポッドの立体商標

テトラポッドは平成15年1月24日に立体形状に係る商標登録が認められており、当社がその使用の独占的権利を保有しています。
〔登録番号 第4639603号〕