

安定性が高く経済的な消波・根固ブロック

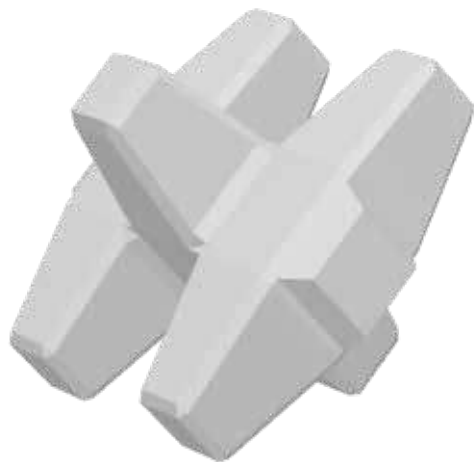
合掌ブロック



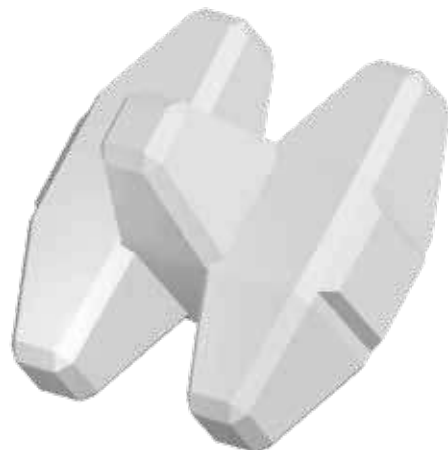
東洋水研株式会社



合掌ブロック：1t～50t型



合掌ブロック：60t～80t型



1. 合掌ブロックの諸元・特長

- 1.1 合掌ブロックの諸元 2
- 1.2 合掌ブロックの開発経緯 3
- 1.3 合掌ブロックの特長 3
- 1.4 合掌ブロックの用途 4

2. 基本配列

- 2.1 A配列一層積工法 5
- 2.2 B配列一層積工法 5
- 2.3 C配列一層積工法 7
- 2.4 一層斜面被覆工法 8

3. 多層積配列

- 3.1 B配列多層積工法 9
- 3.2 C配列多層積工法 11

4. 乱積工法

- 4.1 捨込乱積(直立&傾斜堤)工法 17
- 4.2 斜面被覆乱積工法 17
 - 4.2.1 高上げ工法 17
 - 4.2.2 マウンド被覆工法 18

5. 合掌ブロックの設計要領

- 5.1 波浪に対する所要質量算定 19
- 5.2 河川の流れに対する設計要領 20

6. 合掌ブロックの水理特性

..... 21

7. 合掌ブロックの用途、事例

..... 22

8. 合掌ブロックの施工

..... 29

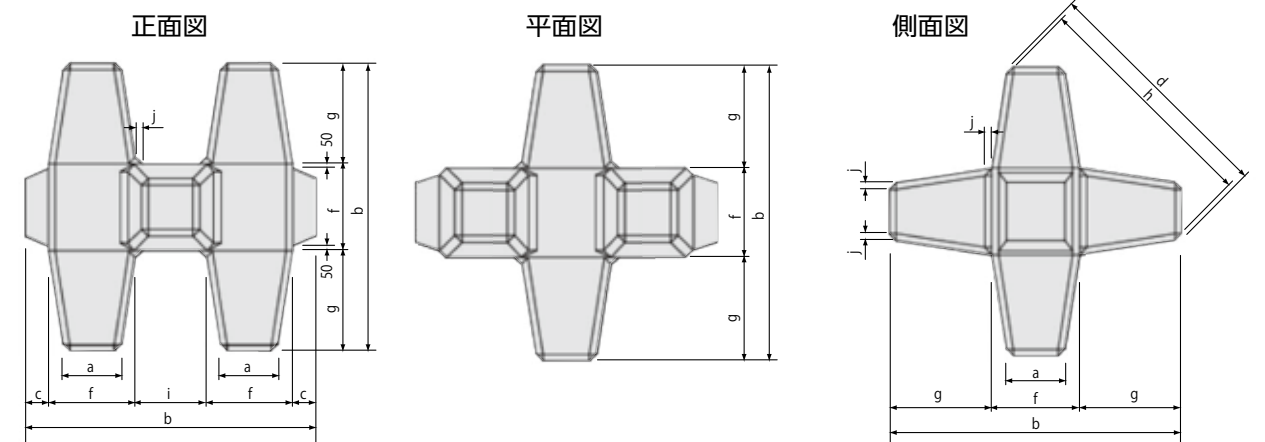
表-1-1 合掌ブロックの諸元表

形式	ブロック 質量 (t)	コンクリート 体積 (m³)	型枠面積 (m²)	用心鉄筋 (kg)	用心鉄筋の内訳	
					主鉄筋 (kg)	組立鉄筋 (kg)
1t	0.932	0.405	3.97	—	—	—
2t	1.983	0.862	6.63	—	—	—
3t	2.841	1.235	9.16	—	—	—
4t	3.915	1.702	10.52	—	—	—
5t	4.876	2.120	12.20	—	—	—
6t	5.982	2.601	14.01	17.36	D10 12.320	D10 5.040
8t	7.700	3.348	16.62	19.04	D10 13.328	D10 5.712
10t	9.720	4.226	19.43	20.72	D10 14.336	D10 6.384
12t	12.064	5.245	22.50	22.40	D10 15.344	D10 7.056
15t	14.591	6.344	25.30	24.42	D10 16.688	D10 7.728
20t	19.102	8.305	32.51	26.43	D10 18.032	D10 8.400
25t	24.840	10.800	39.22	44.23	D13 34.825	D10 9.408
32t	30.928	13.447	44.89	81.58	D13 71.839	D10 9.744
40t	39.291	17.083	51.95	88.82	D13 78.406	D10 10.416
50t	50.140	21.800	60.68	95.89	D13 84.973	D10 10.920
60t	59.904	26.045	64.52	151.54	D16 139.776	D10 11.760
70t	69.777	30.338	71.44	225.22	D19 212.850	D10 12.365
80t	80.682	35.079	78.70	340.50	D22 304.000	D16 36.504

注) 用心鉄筋の配筋加工図は、別途お問い合わせください。

1.1 合掌ブロックの諸元

○ 1t～50t型の形状諸元図



○ 60t～80t型の形状諸元図

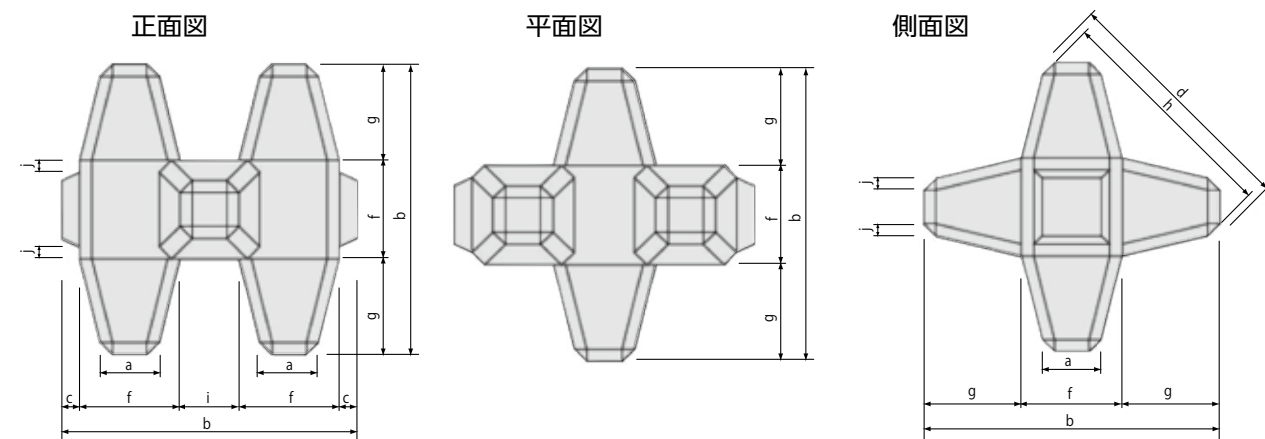


表-1-2 合掌ブロックの基本寸法表

形式	寸 法								
	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	f (m)	g (m)	h (m)	i (m)	j (m)
1t	0.250	1.250	0.100	1.060	0.375	0.438	1.003	0.300	0.040
2t	0.320	1.600	0.128	1.357	0.480	0.560	1.300	0.384	0.040
3t	0.360	1.800	0.144	1.526	0.540	0.630	1.469	0.432	0.040
4t	0.400	2.000	0.160	1.696	0.600	0.700	1.639	0.480	0.040
5t	0.430	2.150	0.172	1.823	0.645	0.752	1.767	0.516	0.040
6t	0.460	2.300	0.184	1.950	0.690	0.805	1.893	0.552	0.040
8t	0.500	2.500	0.200	2.120	0.750	0.875	2.063	0.600	0.040
10t	0.540	2.700	0.216	2.290	0.810	0.945	2.232	0.648	0.040
12t	0.580	2.900	0.232	2.459	0.870	1.015	2.402	0.696	0.040
15t	0.620	3.100	0.248	2.629	0.930	1.085	2.544	0.744	0.060
20t	0.680	3.400	0.272	2.883	1.020	1.190	2.770	0.816	0.080
25t	0.770	3.700	0.296	3.138	1.110	1.295	2.997	0.888	0.100
32t	0.800	4.000	0.320	3.392	1.200	1.400	3.251	0.960	0.100
40t	0.870	4.350	0.348	3.689	1.305	1.523	3.505	1.044	0.130
50t	0.940	4.700	0.376	3.986	1.410	1.645	3.788	1.128	0.140
60t	0.960	4.800	0.288	4.070	1.632	1.584	3.787	0.960	0.200
70t	1.010	5.050	0.303	4.213	1.717	1.667	3.988	1.010	0.210
80t	1.060	5.300	0.318	4.494	1.802	1.749	4.183	1.060	0.220

1.2 合掌ブロックの開発経緯

合掌ブロックは1968年(昭和43年)に、消波機能付一層被覆ブロック(I型)として実験・開発され、一層でも他の二層と同等な消波機能があることが確認され営業販売されました。

〔文献：合掌ブロックの特性について：第15回海岸工学講演会集〕

1972年(昭和47年)に、合掌ブロック(I型)と同等の機能を有し、上下対称形状の合掌ブロック(II型)が開発されました。

〔文献：合掌ブロックII型の特性について(S47年)：建設工学研究所〕

〔文献：合掌ブロックの特性に関する実験報告(S56年)：大阪市立大学〕

この合掌ブロック(II型)で従来のA配列の他にB、C配列が可能となり、一層積から多層積、捨込乱積、二層被覆乱積など、多様な組み合わせが提供出来るようになりました。



1.3 合掌ブロックの特長

1) 高い安定性と消波機能

- 合掌ブロックは、四角柱を3本組み合わせた上下左右対称な合掌型形状をしたブロックなので、ブロック相互の噛み合わせが良く、強固な構造物となり安定性に優れています。

特に、一層積でも相互に噛み合い、脚部に適度な空間も形成できるので、消波機能付一層被覆工が可能です。

- 脚部に空間を有するので、空隙率60%が消波工断面で均等に配置され、波や流れのエネルギーの吸収・減殺が効率的に行われるので高い消波機能が期待できます。

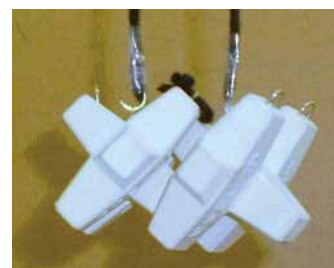


2) 優れた経済性・作業性

- 合掌ブロックは、空隙率が60%と大きいので使用個数が少なくなります。特に海上クレーン船団での据付費が高い場合は経済的です。

- 合掌ブロックは、仮置や備蓄ヤードの段積み状態と同じ姿で吊上げ、据付出来るなど、噛み合せのための反転が不要なので、据付作業が効率的に行えます。

また、吊筋を中央に配置すれば、噛み合せ状態での同時2個吊りも可能で、緊急時の備蓄対応が効率的に行えます。



3) 自然環境・生物多様性の保全

3本の四角柱で構成される合掌ブロックは、空隙が大きく、角型の稜角縁を多く有しているために、波動による渦流発生が発生しやすく新鮮な海水が常に供給されるので、海藻の付着・生育が良好で多くの箇所で藻場を形成しています。

また、脚部空間も含めた大きな内部空隙と稜角縁に着生する藻場は、魚類の生息環境にも適しており、水産生物の増殖にも貢献しています。

さらに、水上のブロック稜角縁は野鳥の良好な休息場となっています。



〈溝型による環境配慮の事例〉



〈野鳥の休息場所としても最適〉

1.4 合掌ブロックの用途

1. 海岸保全施設

消波工、根固工、突堤工、離岸堤工等

3. 河川施設

根固工、護床工、水制工、導流堤工等

2. 港湾・漁港施設

消波工、根固工、防波堤工等

4. 水産施設

魚礁工、魚場造成工、消波堤工、潜堤工等



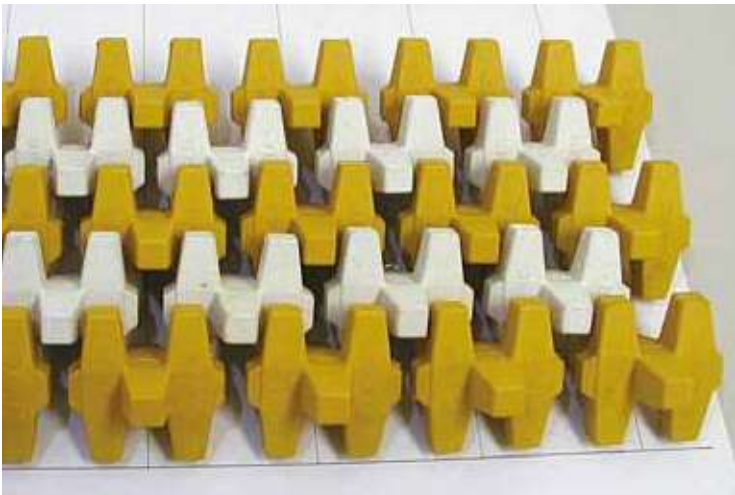
2. 基本配列

合掌ブロックは一層積が可能な消波根固ブロックとして開発されたので、整積工法では組合わせ方を一定の形状に配置するもので、A配列、B配列、C配列の3種類が一層積の基本配列です。

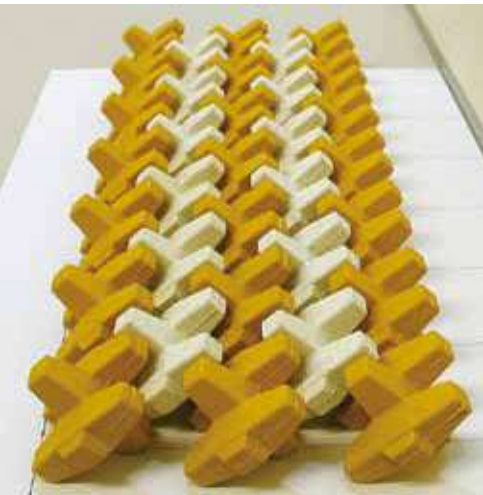
2.1 A配列一層積工法

A配列は、合掌ブロックの2本柱を同じ向きにして千鳥状に密接して配列します。
この配列は、据付地盤の不陸に順応し容易に配置できるのが特徴で、根固工や緩傾斜の被覆工など複雑な地形の箇所に多く用いられます。

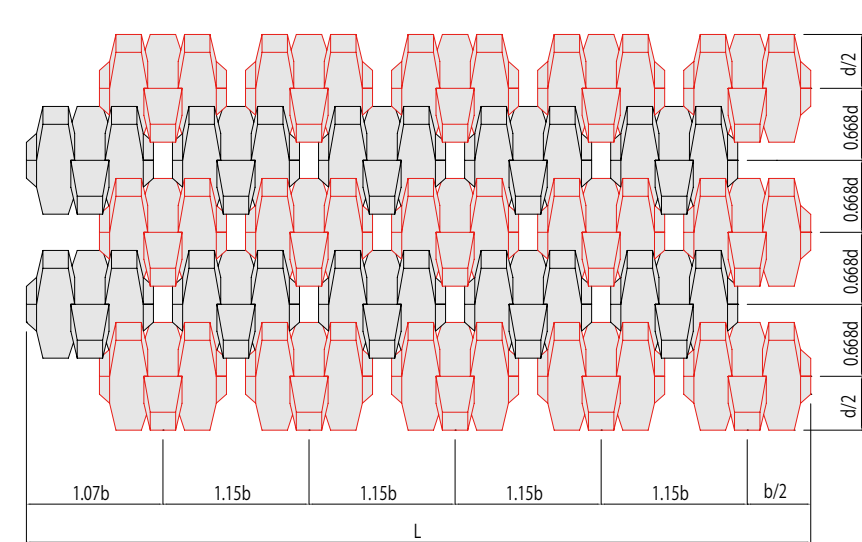
A配列 平面写真



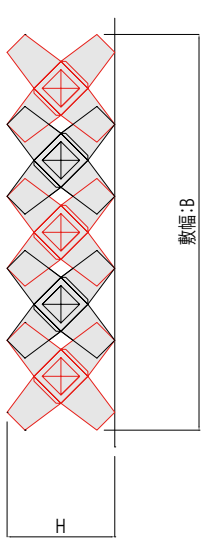
A配列 側面写真



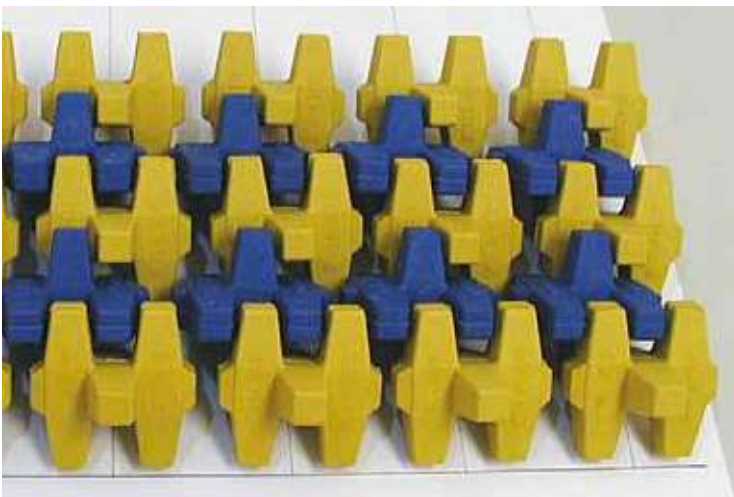
A配列 平面基本配置図



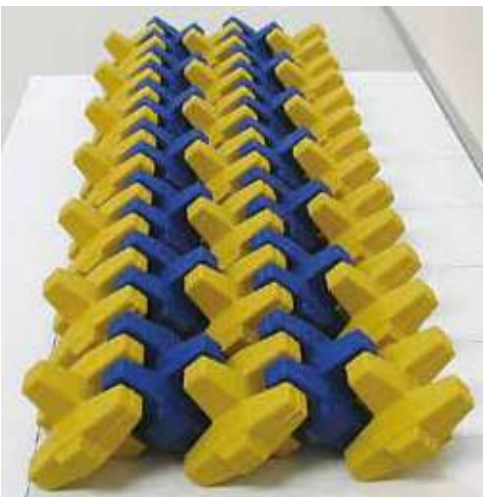
A配列 側面基本配置図



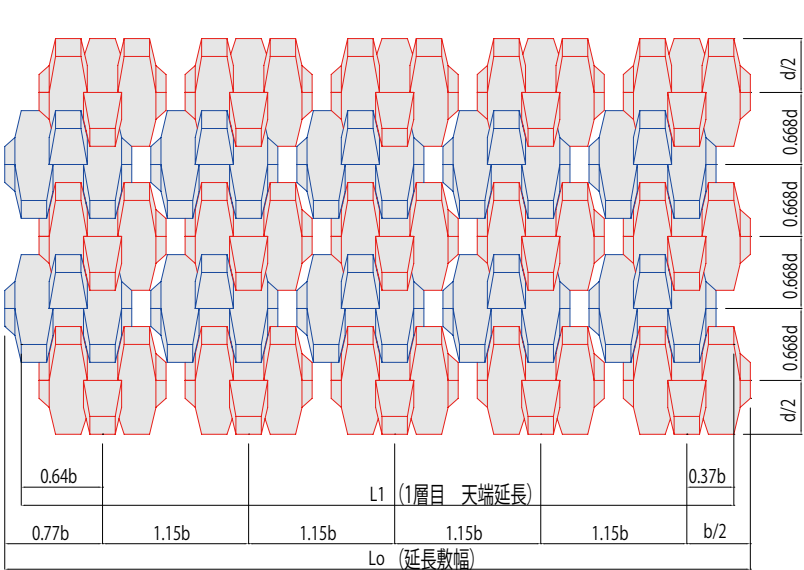
B配列 平面写真



B配列 側面写真



B配列 平面基本配置図



B配列 側面基本配置図

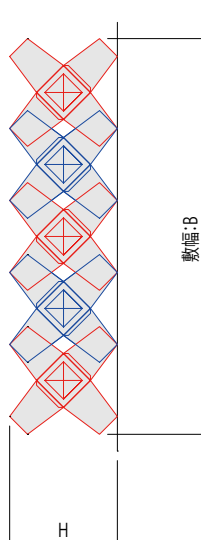


表-2-1 A、B配列 1層積平面被覆工法の標準寸法表

形式				(H)	間隔		横断方向の数幅 (B)						A配列の100m ² 個数		B配列の100m ² 個数	
	b寸法	d寸法	h寸法	1層厚	1.15b	0.668d	4個並	5個並	6個並	7個並	8個並	10個並	50列	100m ²	50列	100m ²
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	当り個数	(m)	当り個数
1t	1.250	1.060	1.003	1.00	1.438	0.708	3.18	3.89	4.60	5.31	6.02	7.43	72.4	92.9	72.0	93.4
2t	1.600	1.357	1.300	1.30	1.840	0.906	4.08	4.98	5.89	6.79	7.70	9.51	92.7	56.7	92.2	57.0
3t	1.800	1.526	1.469	1.45	2.070	1.019	4.58	5.60	6.62	7.64	8.66	10.70	104.3	44.8	103.7	45.1
4t	2.000	1.696	1.639	1.65	2.300	1.133	5.10	6.23	7.36	8.49	9.63	11.89	115.8	36.3	115.2	36.5
5t	2.150	1.823	1.767	1.75	2.473	1.218	5.48	6.70	7.91	9.13	10.35	12.79	124.6	31.4	123.9	31.6
6t	2.300	1.950	1.893	1.90	2.645	1.303	5.86	7.16	8.47	9.77	11.07	13.68	133.2	27.4	132.5	27.6
8t	2.500	2.120	2.063	2.05	2.875	1.416	6.37	7.78	9.20	10.62	12.03	14.86	144.8	23.2	144.1	23.4
10t	2.700	2.290	2.233	2.25	3.105	1.530	6.88	8.41	9.94	11.47	13.00	16.06	156.4	19.9	155.6	20.0
12t	2.900	2.459	2.402	2.40	3.335	1.643	7.39	9.03	10.67	12.32	13.96	17.25	168.0	17.3	167.1	17.4
15t	3.100	2.629	2.544	2.55	3.565	1.756	7.90	9.65	11.41	13.17	14.92	18.43	179.6	15.1	178.6	15.2
20t	3.400	2.883	2.770	2.75	3.910	1.926	8.66	10.59	12.51	14.44	16.37	20.22	196.9	12.6	195.9	12.6
25t	3.700	3.138	2.997	3.00	4.255	2.096	9.43	11.52	13.62	15.71	17.81	22.00	214.3	10.6	213.2	10.7
32t	4.000	3.392	3.251	3.25	4.600	2.266	10.19	12.46	14.72	16.99	19.25	23.79	231.7	9.1	230.5	9.1
40t	4.350	3.689	3.505	3.50	5.003	2.464	11.08	13.55	16.01	18.47	20.94	25.87	252.0	7.7	250.7	7.7
50t	4.700	3.986	3.788	3.80	5.405	2.663	11.98	14.64	17.30	19.96	22.63	27.95	272.2	6.6	270.8	6.6
60t	4.800	4.070	3.787	3.80	5.520	2.719	12.23	14.95	17.67	20.38	23.10	28.54	278.0	6.3	276.6	6.3
70t	5.050	4.213	3.988	4.00	5.808	2.814	12.66	15.47	18.28	21.10	23.91	29.54	292.5	5.8	291.0	5.8
80t	5.300	4.494	4.183	4.20	6.095	3.002	13.50	16.50	19.50	22.51	25.51	31.51	307.0	5.2	305.4	5.2

記-1) 上表の100m²当り所用個数は、延長50列×横断方向10個並=500個当りを基本とします。

2.3 C配列一層積工法

合掌ブロックのB配列を37°に傾け、ブロックの向きを前後左右とも交互に変えて組合わせた安定度の高い配列なので、外洋に面した厳しい波浪環境の離岸堤などに多く用いられています。

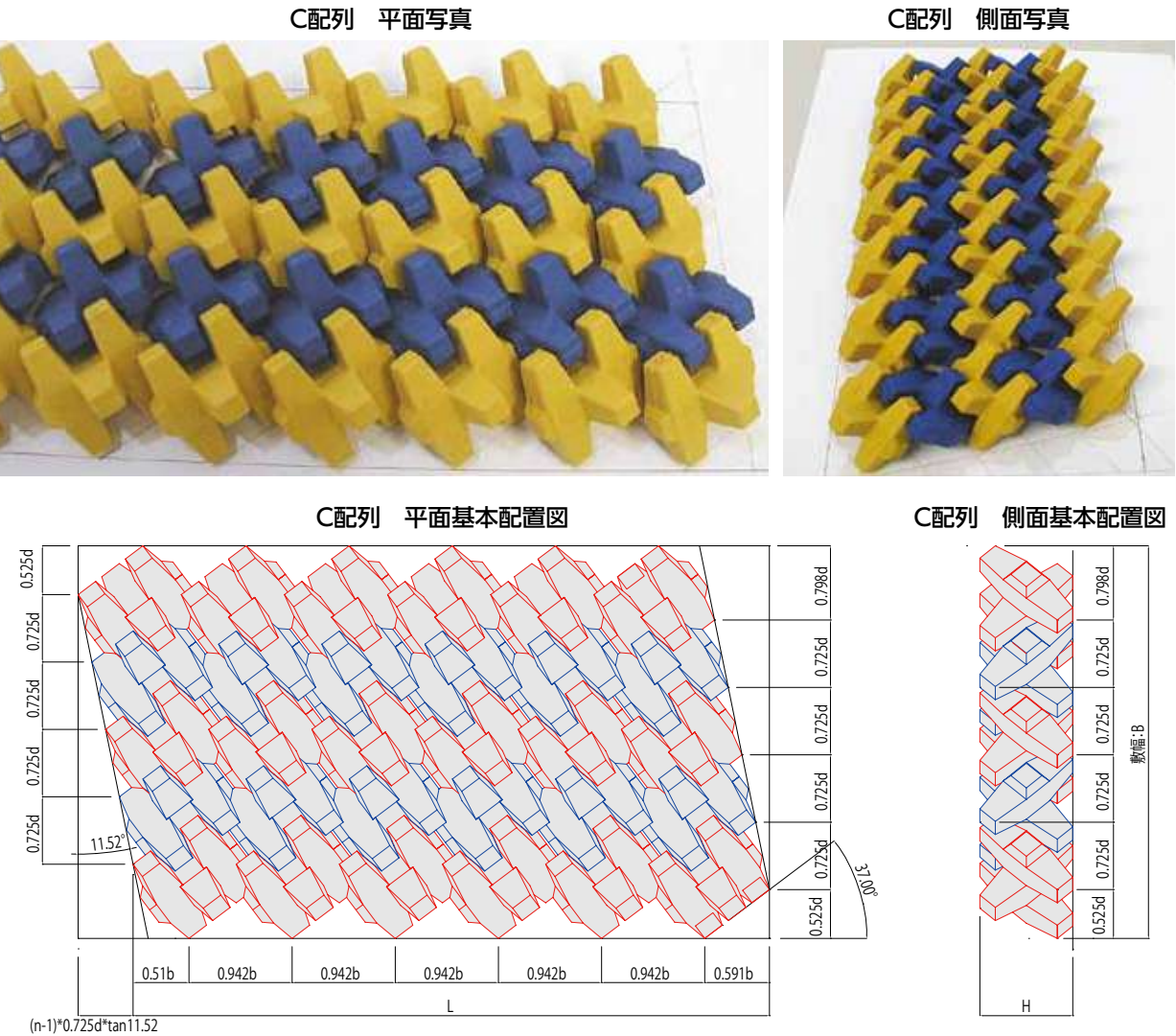


表-2-2 C配列 1層積平面被覆工法の標準寸法表

形式	(H)			延長 間隔			横断 間隔				横断方向の敷幅 (B)					100m ² 個数	
	b寸法 (m)	d寸法 (m)	h寸法 (m)	1層厚 (m)	0.591b (m)	0.942b (m)	0.510b (m)	0.525d (m)	0.725d (m)	0.798d (m)	4個並 (m)	5個並 (m)	6個並 (m)	7個並 (m)	8個並 (m)	50列 (m)	100m ² 当り個数
1t	1.250	1.060	1.003	1.00	0.739	1.177	0.638	0.557	0.769	0.846	3.71	4.48	5.25	6.02	6.79	59.1	99.8
2t	1.600	1.357	1.300	1.30	0.946	1.506	0.816	0.713	0.984	1.083	4.75	5.73	6.72	7.70	8.68	75.6	61.0
3t	1.800	1.526	1.469	1.45	1.064	1.695	0.918	0.802	1.106	1.218	5.34	6.44	7.55	8.66	9.76	85.0	48.2
4t	2.000	1.696	1.639	1.65	1.182	1.883	1.020	0.891	1.230	1.353	5.93	7.16	8.39	9.62	10.85	94.5	39.0
5t	2.150	1.823	1.767	1.75	1.271	2.024	1.097	0.958	1.322	1.455	6.38	7.70	9.02	10.35	11.67	101.5	33.8
6t	2.300	1.950	1.893	1.90	1.359	2.165	1.173	1.024	1.414	1.556	6.82	8.24	9.65	11.06	12.48	108.6	29.5
8t	2.500	2.120	2.063	2.05	1.478	2.354	1.275	1.114	1.537	1.692	7.42	8.95	10.49	12.03	13.57	118.1	25.0
10t	2.700	2.290	2.233	2.25	1.596	2.542	1.377	1.203	1.660	1.827	8.01	9.67	11.33	12.99	14.65	127.5	21.4
12t	2.900	2.459	2.402	2.40	1.714	2.730	1.479	1.292	1.783	1.962	8.60	10.39	12.17	13.95	15.74	137.0	18.6
15t	3.100	2.629	2.544	2.55	1.832	2.919	1.581	1.381	1.906	2.098	9.20	11.10	13.01	14.92	16.82	146.4	16.2
20t	3.400	2.883	2.770	2.75	2.009	3.201	1.734	1.514	2.090	2.301	10.09	12.18	14.27	16.36	18.45	160.6	13.5
25t	3.700	3.138	2.997	3.00	2.187	3.484	1.887	1.648	2.275	2.504	10.98	13.25	15.53	17.80	20.08	174.8	11.4
32t	4.000	3.392	3.251	3.25	2.364	3.766	2.040	1.782	2.459	2.707	11.87	14.33	16.78	19.24	21.70	188.9	9.8
40t	4.350	3.689	3.505	3.50	2.571	4.096	2.219	1.938	2.675	2.944	12.91	15.58	18.26	20.93	23.61	205.5	8.2
50t	4.700	3.986	3.788	3.80	2.778	4.425	2.397	2.094	2.890	3.181	13.95	16.84	19.73	22.62	25.51	222.0	7.1
60t	4.800	4.070	3.787	3.80	2.837	4.519	2.448	2.138	2.951	3.248	14.24	17.19	20.14	23.09	26.04	226.7	6.8
70t	5.050	4.213	3.988	4.00	2.985	4.755	2.576	2.213	3.054	3.362	14.74	17.79	20.85	23.90	26.95	238.6	6.2
80t	5.300	4.494	4.183	4.20	3.132	4.990	2.703	2.361	3.258	3.586	15.72	18.98	22.24	25.50	28.75	250.3	5.6

記-1) 上表の100m²当り所用個数は、延長50列×横断方向8個並=400個当りを基本とします。

2.4 一層積斜面被覆工法

斜面の標準勾配は、1：1.3の勾配も可能ですが、斜面石材の施工中の安定も考慮し1：1.5を推奨します。
法止めブロック数は、斜面長の長短や地盤による洗堀変形の可否、地盤根入れの有無等で異なりますが、標準的な斜面長では2個以上で固めています。
ブロック配置はB配列を標準としますが、天端部や長さ調整ではA配列の混在も可能です。

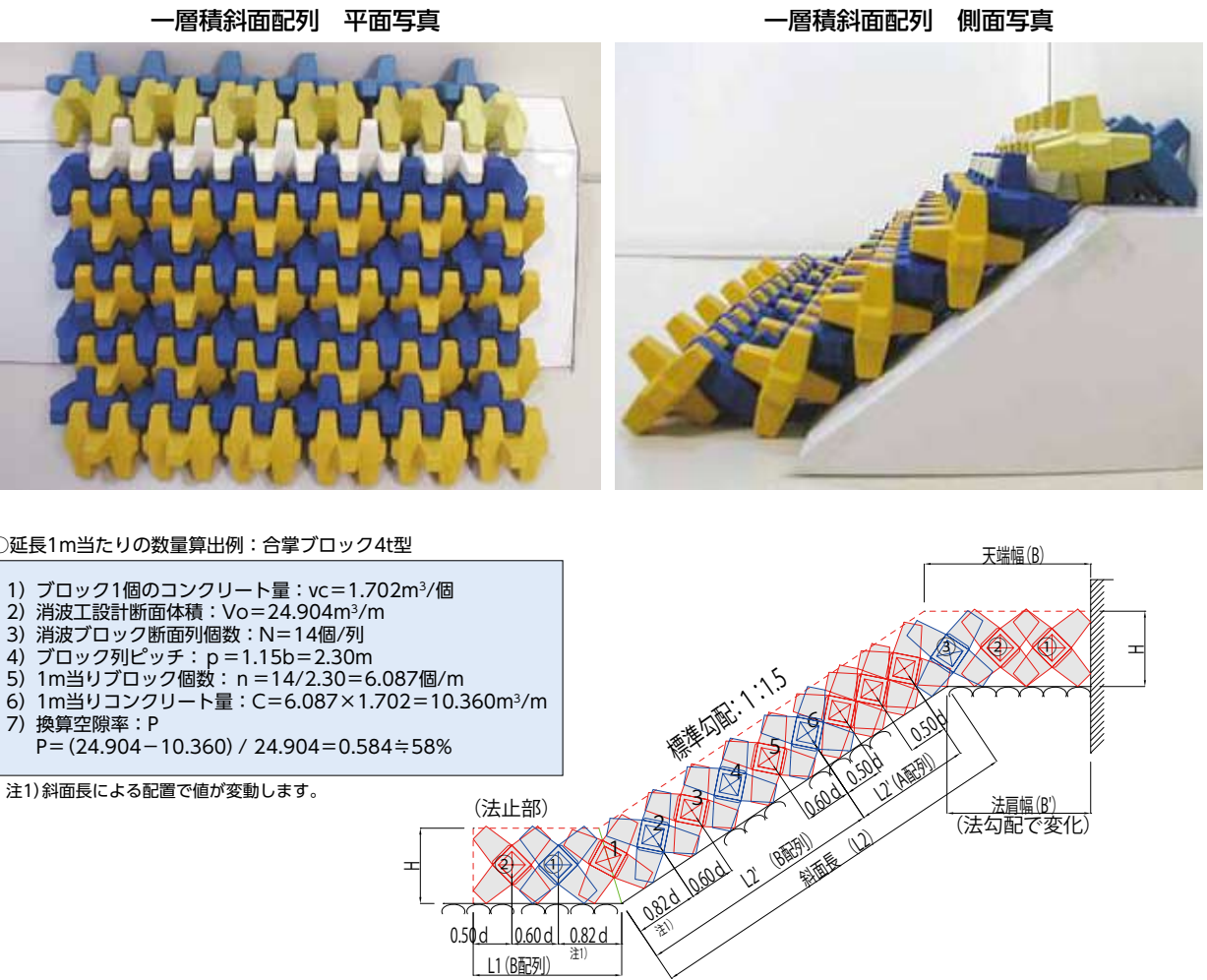


表-2-3 斜面被覆 1層積断面配置の標準寸法表

形式				(H)	列間隔	断面方向の間隔				法止 (L1)		斜面方向間隔		斜面B配列 (L2)		天端幅 (B)	
	b寸法	d寸法	h寸法	1層厚	1.15b	0.50d	0.60d	0.82d	2個並	3個並	0.60d	0.50d	6個	9個	2 個並	3 個並	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1t	1.250	1.060	1.003	1.00	1.438	0.530	0.636	0.869	2.04	2.67	0.636	0.530	3.41	5.32	1.60	2.30	
2t	1.600	1.357	1.300	1.30	1.840	0.679	0.814	1.113	2.61	3.42	0.814	0.679	4.37	6.81	2.05	2.95	
3t	1.800	1.526	1.469	1.45	2.070	0.763	0.916	1.251	2.93	3.85	0.916	0.763	4.92	7.66	2.30	3.30	
4t	2.000	1.696	1.639	1.65	2.300	0.848	1.018	1.391	3.26	4.28	1.018	0.848	5.46	8.52	2.55	3.70	
5t	2.150	1.823	1.767	1.75	2.473	0.912	1.094	1.495	3.50	4.60	1.094	0.912	5.87	9.15	2.75	3.95	
6t	2.300	1.950	1.893	1.90	2.645	0.975	1.170	1.599	3.74	4.91	1.170	0.975	6.28	9.79	2.95	4.25	
8t	2.500	2.120	2.063	2.05	2.875	1.060	1.272	1.738	4.07	5.34	1.272	1.060	6.83	10.64	3.20	4.60	
10t	2.700	2.290	2.233	2.25	3.105	1.145	1.374	1.878	4.40	5.77	1.374	1.145	7.37	11.50	3.45	4.95	
12t	2.900	2.459	2.402	2.40	3.335	1.230	1.475	2.016	4.72	6.20	1.475	1.230	7.92	12.34	3.70	5.35	
15t	3.100	2.629	2.544	2.55	3.565	1.315	1.577	2.156	5.05	6.63	1.577	1.315	8.46	13.20	3.95	5.70	
20t	3.400	2.883	2.770	2.75	3.910	1.442	1.730	2.364	5.54	7.27	1.730	1.442	9.28	14.47	4.35	6.25	
25t	3.700	3.138	2.997	3.00	4.255	1.569	1.883	2.573	6.03	7.91	1.883	1.569	10.11	15.75	4.70	6.80	
32t	4.000	3.392	3.251	3.25	4.600	1.696	2.035	2.781	6.51	8.55	2.035	1.696	10.92	17.03	5.10	7.35	
40t	4.350	3.689	3.505	3.50	5.003	1.845	2.213	3.025	7.08	9.30	2.213	1.845	11.88	18.52	5.55	8.00	
50t	4.700	3.986	3.788	3.80	5.405	1.993	2.392	3.269	7.65	10.05	2.392	1.993	12.84	20.01	6.00	8.65	
60t	4.800	4.070	3.787	3.80	5.520	2.035	2.442	3.337	7.81	10.26	2.442	2.035	13.11	20.43	6.10	8.85	
70t	5.050	4.213	3.988	4.00	5.808	2.107	2.528	3.455	8.09	10.62	2.528	2.107	13.57	21.15	6.35	9.15	
80t	5.300	4.494	4.183	4.20	6.095	2.247	2.696	3.685	8.63	11.32	2.696	2.247	14.47	22.56	6.75	9.75	

記-1) 天端マウンド幅B'の計算式 B'=B-(α×H) (α=0.340：勾配1:1.3、α=0.303：勾配1:1.5)

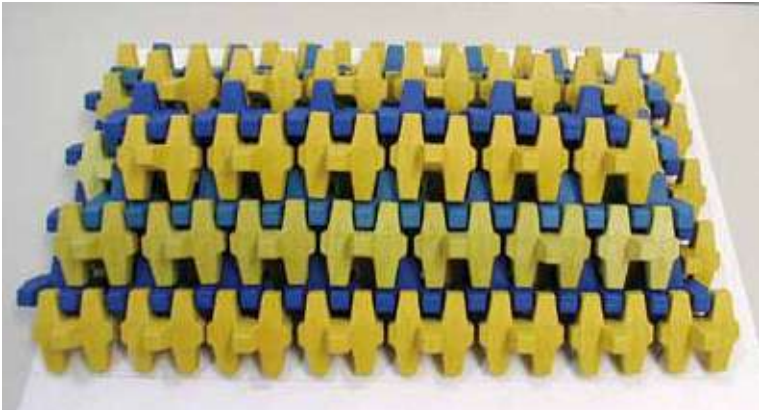
3. 多層積配列工法

合掌ブロックは一層積が可能な消波ブロックなので、奇数層でも噛み合せのある多層積が可能であり、傾斜堤で実績の多い積み方です。
多層積みの基本配列はB及びC配列ですが、B配列にA配列を混在させることもできます。

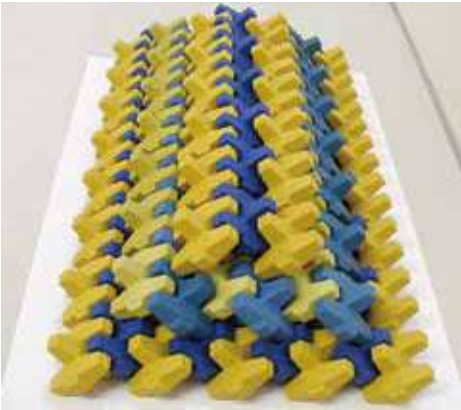
3.1 B配列多層積工法

B配列を基本とした多層積工法は、基礎マウンド幅が水平で広いので、軟弱地盤での不等沈下を抑制したい場合などに適しています。

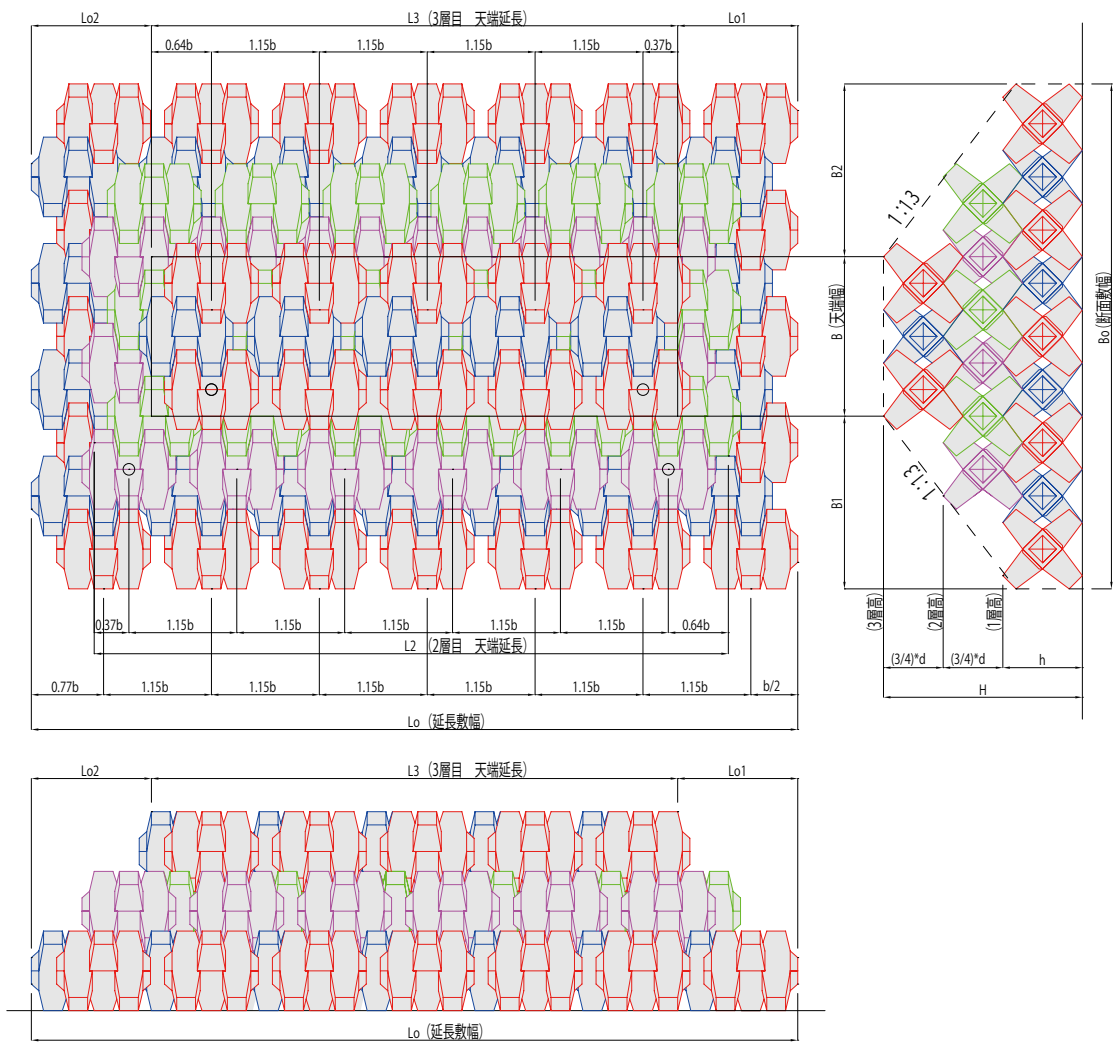
多層積配列 平面写真



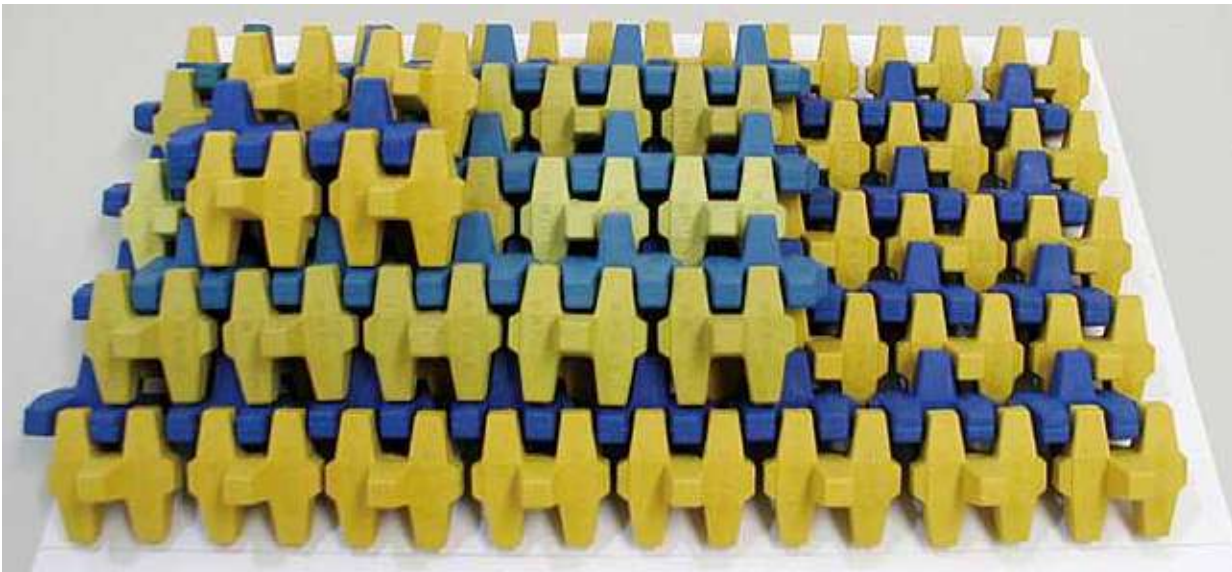
多層積配列 側面写真



多層積断面図事例 (3層：天端3個並)



多層積配列平面写真 (三層、二層、一層)



○延長1m当たりの数量算出例：合掌ブロック4t型

- 1) ブロック1個のコンクリート量：
 $vc=1.702m^3/個$
- 2) 消波工設計断面体積：
 $Vo=37.794m^3/m$
- 3) 消波ブロック断面列個数： $N=18個/列$
- 4) ブロック列ピッチ： $p=1.15b=2.30m$
- 5) 1m当たりブロック個数： $n=18/2.30=7.826個/m$
- 6) 1m当たりコンクリート量：
 $C=7.826 \times 1.702=13.320m^3/m$
- 7) 換算空隙率： P
 $P=(34.794-13.320)/34.794=0.617 \div 61.7\%$

多層積4t断面図事例 (3層：天端3個並)

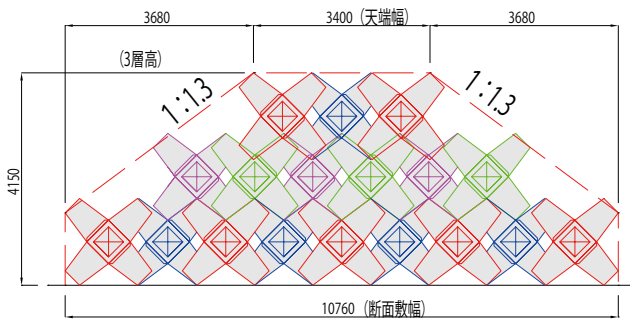


表-3-1 多層積工法標準寸法 (B配列)

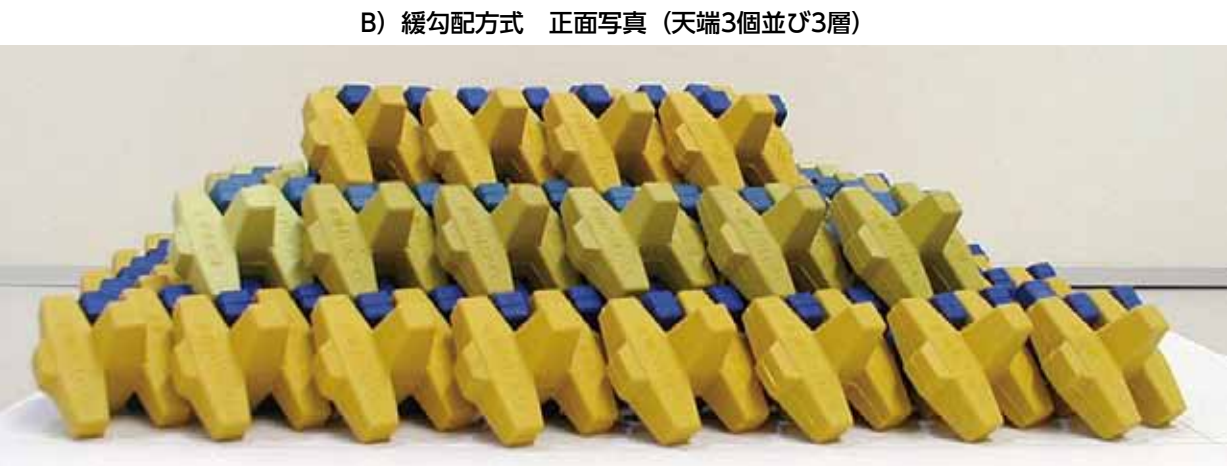
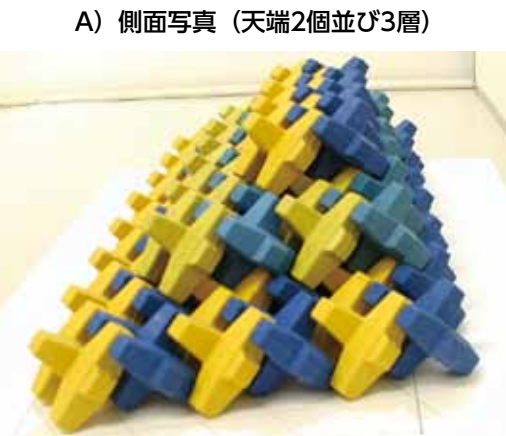
形式	基本諸元				層 厚 (H)					天端幅 (B)		B1 (=B2)					列間隔		
	a寸法 (m)	b寸法 (m)	d寸法 (m)	h寸法 (m)	2層積 (m)	3層積 (m)	4層積 (m)	5層積 (m)	6層積 (m)	2個並 (m)	3個並 (m)	2層積 (m)	3層積 (m)	4層積 (m)	5層積 (m)	6層積 (m)	1.15b (m)	0.64b (m)	0.37b (m)
1t	0.250	1.250	1.060	1.003	1.80	2.60	3.40	4.20	5.00	1.40	2.10	1.24	2.30	3.36	4.42	5.49	1.438	0.800	0.463
2t	0.320	1.600	1.357	1.300	2.30	3.30	4.30	5.30	6.35	1.80	2.70	1.58	2.94	4.30	5.66	7.02	1.840	1.024	0.592
3t	0.360	1.800	1.526	1.469	2.60	3.75	4.90	6.00	7.15	2.05	3.05	1.78	3.31	4.84	6.37	7.90	2.070	1.152	0.666
4t	0.400	2.000	1.696	1.639	2.90	4.15	5.40	6.60	8.00	2.25	3.40	1.98	3.68	5.38	7.08	8.78	2.300	1.280	0.740
5t	0.430	2.150	1.823	1.767	3.10	4.45	5.80	7.10	8.60	2.45	3.65	2.13	3.95	5.78	7.61	9.43	2.473	1.376	0.796
6t	0.460	2.300	1.950	1.893	3.35	4.80	6.25	7.60	9.20	2.60	3.90	2.28	4.23	6.18	8.14	10.09	2.645	1.472	0.851
8t	0.500	2.500	2.120	2.063	3.65	5.25	6.85	8.30	10.00	2.85	4.25	2.47	4.60	6.72	8.85	10.97	2.875	1.600	0.925
10t	0.540	2.700	2.290	2.233	3.95	5.65	7.35	9.00	10.80	3.05	4.60	2.67	4.97	7.26	9.56	11.85	3.105	1.728	0.999
12t	0.580	2.900	2.459	2.402	4.25	6.10	7.95	9.70	11.60	3.30	4.95	2.87	5.33	7.80	10.26	12.73	3.335	1.856	1.073
15t	0.620	3.100	2.629	2.544	4.50	6.45	8.40	10.30	12.40	3.50	5.25	3.07	5.70	8.34	10.97	13.61	3.565	1.984	1.147
20t	0.680	3.400	2.883	2.770	4.90	7.05	9.20	11.30	13.60	3.85	5.80	3.36	6.25	9.14	12.03	14.92	3.910	2.176	1.258
25t	0.770	3.700	3.138	2.997	5.35	7.70	10.05	12.40	14.75	4.20	6.30	3.66	6.81	9.95	13.09	16.24	4.255	2.368	1.369
32t	0.800	4.000	3.392	3.251	5.80	8.30	10.90	13.40	16.00	4.55	6.80	3.96	7.36	10.76	14.15	17.55	4.600	2.560	1.480
40t	0.870	4.350	3.689	3.505	6.25	9.00	11.80	14.50	17.30	4.95	7.40	4.31	8.00	11.70	15.39	19.09	5.003	2.784	1.610
50t	0.940	4.700	3.986	3.788	6.80	9.75	12.80	15.70	18.70	5.35	8.00	4.65	8.65	12.64	16.63	20.63	5.405	3.008	1.739
60t	0.960	4.800	4.070	3.787	6.90	9.85	12.90	15.95	19.00	5.45	8.15	4.75	8.83	12.91	16.98	21.06	5.520	3.072	1.776
70t	1.010	5.050	4.213	3.988	7.20	10.30	13.50	16.60	19.80	5.65	8.45	4.92	9.14	13.36	17.58	21.80	5.808	3.232	1.869
80t	1.060	5.300	4.494	4.183	7.70	10.90	14.30	17.60	21.00	6.00	9.00	5.24	9.75	14.25	18.75	23.26	6.095	3.392	1.961

3.2 C配列多層積工法

C配列多層積工法には、前面側斜面勾配が1：1.3の緩勾配方式と1：0.6の急勾配方式があります。
この方式はブロックが鱗状にしっかりと噛み合った安定度の高い配列で、傾斜堤に比べて基礎マウンド幅を小さくでき、経済的となる利点があります。
なお、C配列多層積は、洗堀変形しやすい砂地盤に直設置することは避け、捨石基礎マウンド、もしくはアスファルトマットの上に設置することが一般的です。

3.2.1 片側緩勾配方式

C配列緩勾配方式は、前面側斜面勾配が1：1.3と緩勾配にする断面で、基礎マウンド幅が比較的大きいので一般的な地盤に多く用いられています。



多層積(C配列緩勾配方式)断面図事例 (3層：天端2個並)

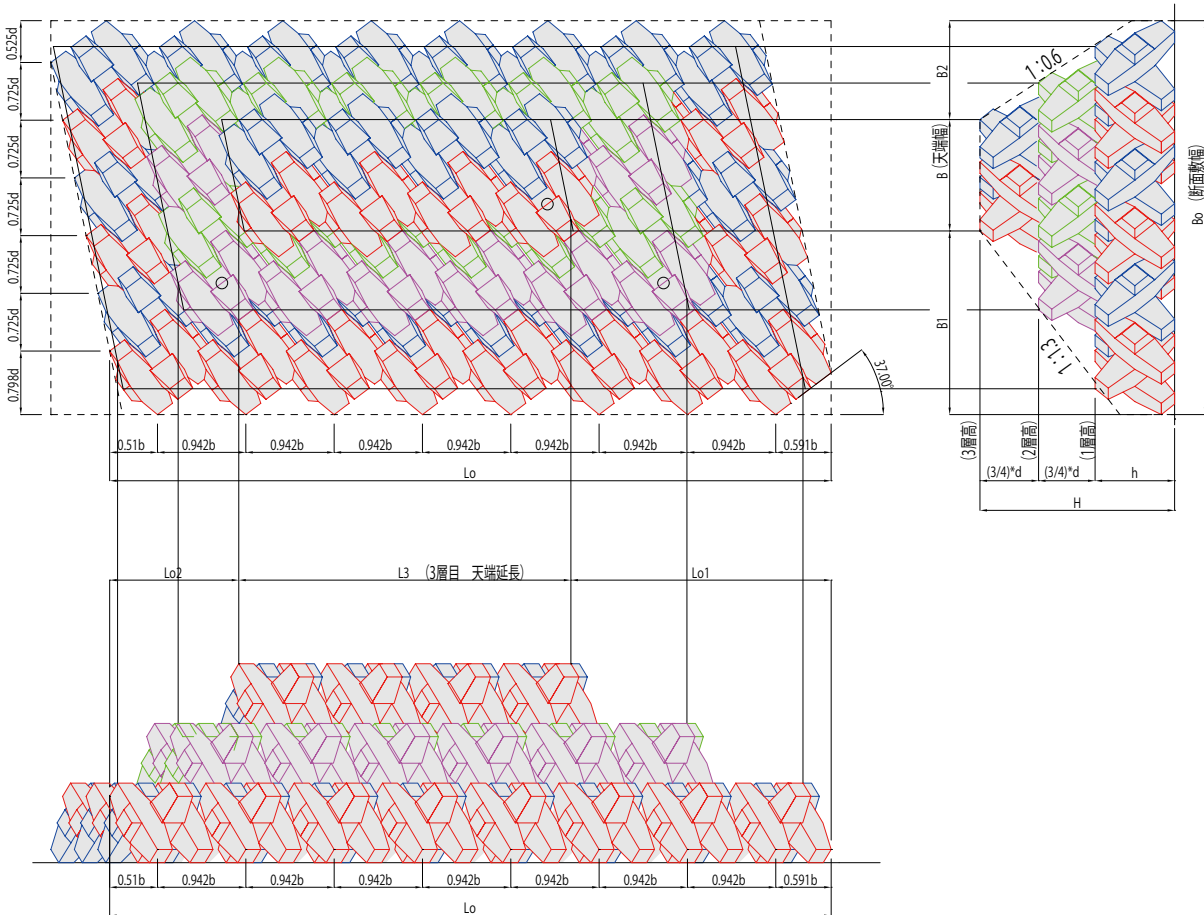


表-3-2-1 C配列 片側緩勾配方式 標準寸法表 (2層積)											(B2=B0-B-B1)			(Lo2=Lo-L2-Lo1)					
形式	基本諸元				2層厚	天端幅(B)			断面方向下層行敷幅: Bo、B1				延長方向天端長: L2			下層列敷延長Lo、Lo1			
	a寸法	b寸法	d寸法	h寸法	H m	2個並	3個並	4個並	0.725b	下層敷幅: Bo		B1	0.942b	L2	L2	下層敷幅: Lo		Lo1	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	4行	5行	(m)	(m)	6列	30列	8列	32列	(m)	
1t	0.250	1.250	1.060	1.003	1.80	1.45	2.45	3.00	0.769	3.71	4.48	1.39	1.178	6.79	35.06	9.62	37.89	1.92	
2t	0.320	1.600	1.357	1.300	2.30	1.85	3.10	3.85	0.984	4.75	5.73	1.79	1.507	8.68	44.85	12.31	48.48	2.46	
3t	0.360	1.800	1.526	1.469	2.60	2.05	3.50	4.30	1.106	5.34	6.44	2.01	1.696	9.77	50.47	13.85	54.56	2.77	
4t	0.400	2.000	1.696	1.639	2.90	2.30	3.90	4.80	1.230	5.93	7.16	2.23	1.884	10.85	56.07	15.39	60.61	3.07	
5t	0.430	2.150	1.823	1.767	3.10	2.45	4.15	5.15	1.322	6.38	7.70	2.40	2.025	11.66	60.26	16.54	65.14	3.30	
6t	0.460	2.300	1.950	1.893	3.35	2.65	4.45	5.55	1.414	6.82	8.24	2.57	2.167	12.48	64.49	17.70	69.71	3.54	
8t	0.500	2.500	2.120	2.063	3.65	2.85	4.85	6.00	1.537	7.42	8.95	2.79	2.355	13.57	70.09	19.24	75.76	3.84	
10t	0.540	2.700	2.290	2.233	3.95	3.10	5.25	6.50	1.660	8.01	9.67	3.01	2.543	14.65	75.68	20.77	81.81	4.15	
12t	0.580	2.900	2.459	2.402	4.25	3.30	5.60	6.95	1.783	8.60	10.39	3.24	2.732	15.74	81.30	22.32	87.88	4.46	
15t	0.620	3.100	2.629	2.544	4.50	3.55	6.00	7.45	1.906	9.20	11.10	3.46	2.920	16.82	86.90	23.85	93.93	4.76	
20t	0.680	3.400	2.883	2.770	4.90	3.90	6.60	8.15	2.090	10.08	12.17	3.79	3.203	18.45	95.32	26.16	103.04	5.23	
25t	0.770	3.700	3.138	2.997	5.35	4.25	7.20	8.90	2.275	10.98	13.25	4.13	3.485	20.07	103.71	28.47	112.11	5.69	
32t	0.800	4.000	3.392	3.251	5.80	4.60	7.80	9.60	2.459	11.86	14.32	4.46	3.768	21.70	112.14	30.78	121.21	6.15	
40t	0.870	4.350	3.689	3.505	6.25	5.00	8.40	10.40	2.675	12.91	15.58	4.85	4.098	23.60	121.96	33.48	131.83	6.69	
50t	0.940	4.700	3.986	3.788	6.80	5.40	9.10	11.30	2.890	13.94	16.83	5.25	4.427	25.50	131.75	36.16	142.41	7.22	

表-3-2-2 C配列 片側緩勾配方式 標準寸法表 (3層積)

(B2=Bo-B-B1)

(Lo2=Lo-L3-Lo1)

形式	基本諸元				3層厚	天端幅(B)			断面方向下層行數幅: Bo、B1				延長方向天端長: L3			下層列數延長Lo、Lo1		
	a寸法	b寸法	d寸法	h寸法	H m	2個並	3個並	4個並	0.725b	下層數幅: Bo		B1	0.942b	L3	L3	下層數幅: Lo		Lo1
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	6行	7行	(m)	(m)	6列	30列	10列	34列	(m)
1t	0.250	1.250	1.060	1.003	2.60	1.45	2.45	3.00	0.769	5.25	6.02	2.45	1.178	6.79	35.06	11.98	40.25	3.47
2t	0.320	1.600	1.357	1.300	3.30	1.85	3.10	3.85	0.984	6.72	7.70	3.13	1.507	8.68	44.85	15.32	51.49	4.44
3t	0.360	1.800	1.526	1.469	3.75	2.05	3.50	4.30	1.106	7.55	8.65	3.52	1.696	9.77	50.47	17.25	57.95	4.99
4t	0.400	2.000	1.696	1.639	4.15	2.30	3.90	4.80	1.230	8.39	9.62	3.91	1.884	10.85	56.07	19.16	64.37	5.55
5t	0.430	2.150	1.823	1.767	4.45	2.45	4.15	5.15	1.322	9.02	10.34	4.21	2.025	11.66	60.26	20.59	69.19	5.96
6t	0.460	2.300	1.950	1.893	4.80	2.65	4.45	5.55	1.414	9.65	11.06	4.50	2.167	12.48	64.49	22.04	74.04	6.38
8t	0.500	2.500	2.120	2.063	5.25	2.85	4.85	6.00	1.537	10.49	12.03	4.89	2.355	13.57	70.09	23.95	80.47	6.94
10t	0.540	2.700	2.290	2.233	5.65	3.10	5.25	6.50	1.660	11.33	12.99	5.29	2.543	14.65	75.68	25.86	86.89	7.49
12t	0.580	2.900	2.459	2.402	6.10	3.30	5.60	6.95	1.783	12.17	13.95	5.68	2.732	15.74	81.30	27.78	93.35	8.04
15t	0.620	3.100	2.629	2.544	6.45	3.55	6.00	7.45	1.906	13.01	14.91	6.07	2.920	16.82	86.90	29.69	99.77	8.60
20t	0.680	3.400	2.883	2.770	7.05	3.90	6.60	8.15	2.090	14.26	16.35	6.65	3.203	18.45	95.32	32.57	109.44	9.43
25t	0.770	3.700	3.138	2.997	7.70	4.25	7.20	8.90	2.275	15.53	17.80	7.24	3.485	20.07	103.71	35.44	119.08	10.26
32t	0.800	4.000	3.392	3.251	8.30	4.60	7.80	9.60	2.459	16.78	19.24	7.83	3.768	21.70	112.14	38.32	128.75	11.10
40t	0.870	4.350	3.689	3.505	9.00	5.00	8.40	10.40	2.675	18.26	20.93	8.51	4.098	23.60	121.96	41.67	140.02	12.07
50t	0.940	4.700	3.986	3.788	9.75	5.40	9.10	11.30	2.890	19.72	22.61	9.20	4.427	25.50	131.75	45.02	151.27	13.04

表-3-2-3 C配列 片側緩勾配方式 標準寸法表 (4層積)

(B2=Bo-B-B1)

(Lo2=Lo-L4-Lo1)

形式	基本諸元				4層厚	天端幅(B)			断面方向下層行數幅: Bo、B1				延長方向天端長: L4			下層列數延長Lo、Lo1		
	a寸法	b寸法	d寸法	h寸法	H m	2個並	3個並	4個並	0.725b	下層數幅: Bo		B1	0.942b	L4	L4	下層數幅: Lo		Lo1
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	8行	9行	(m)	(m)	6列	30列	12列	36列	(m)
1t	0.250	1.250	1.060	1.003	3.40	1.45	2.45	3.00	0.769	6.79	7.55	3.50	1.178	6.79	35.06	14.33	42.61	5.01
2t	0.320	1.600	1.357	1.300	4.30	1.85	3.10	3.85	0.984	8.68	9.67	4.48	1.507	8.68	44.85	18.34	54.51	6.42
3t	0.360	1.800	1.526	1.469	4.90	2.05	3.50	4.30	1.106	9.76	10.87	5.04	1.696	9.77	50.47	20.64	61.34	7.22
4t	0.400	2.000	1.696	1.639	5.40	2.30	3.90	4.80	1.230	10.85	12.08	5.60	1.884	10.85	56.07	22.93	68.14	8.02
5t	0.430	2.150	1.823	1.767	5.80	2.45	4.15	5.15	1.322	11.67	12.99	6.02	2.025	11.66	60.26	24.64	73.24	8.62
6t	0.460	2.300	1.950	1.893	6.25	2.65	4.45	5.55	1.414	12.48	13.89	6.44	2.167	12.48	64.49	26.37	78.38	9.23
8t	0.500	2.500	2.120	2.063	6.85	2.85	4.85	6.00	1.537	13.56	15.10	7.00	2.355	13.57	70.09	28.66	85.18	10.03
10t	0.540	2.700	2.290	2.233	7.35	3.10	5.25	6.50	1.660	14.65	16.31	7.56	2.543	14.65	75.68	30.95	91.98	10.83
12t	0.580	2.900	2.459	2.402	7.95	3.30	5.60	6.95	1.783	15.73	17.52	8.11	2.732	15.74	81.30	33.24	98.81	11.63
15t	0.620	3.100	2.629	2.544	8.40	3.55	6.00	7.45	1.906	16.82	18.73	8.68	2.920	16.82	86.90	35.53	105.61	12.43
20t	0.680	3.400	2.883	2.770	9.20	3.90	6.60	8.15	2.090	18.44	20.53	9.51	3.203	18.45	95.32	38.98	115.85	13.64
25t	0.770	3.700	3.138	2.997	10.05	4.25	7.20	8.90	2.275	20.08	22.35	10.36	3.485	20.07	103.71	42.41	126.05	14.84
32t	0.800	4.000	3.392	3.251	10.85	4.60	7.80	9.60	2.459	21.70	24.16	11.19	3.768	21.70	112.14	45.85	136.28	16.04
40t	0.870	4.350	3.689	3.505	11.80	5.00	8.40	10.40	2.675	23.61	26.28	12.17	4.098	23.60	121.96	49.87	148.22	17.45
50t	0.940	4.700	3.986	3.788	12.75	5.40	9.10	11.30	2.890	25.50	28.39	13.15	4.427	25.50	131.75	53.87	160.12	18.85

表-3-2-4 C配列 片側緩勾配方式 標準寸法表 (5層積)

(B2=Bo-B-B1)

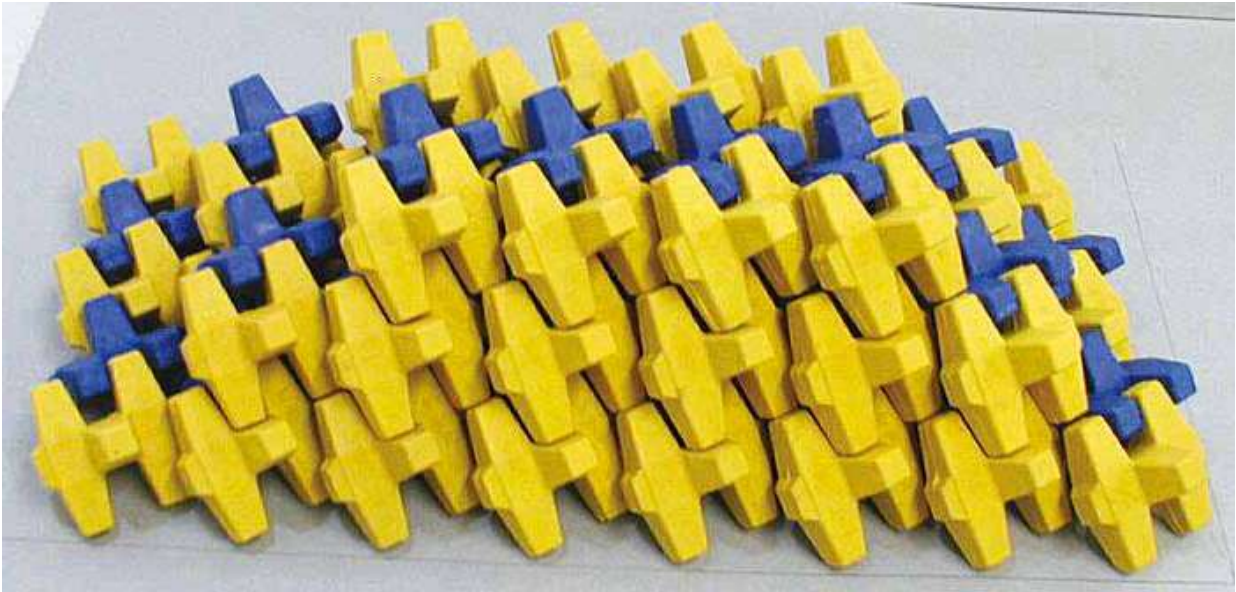
(Lo2=Lo-L5-Lo1)

形式	基本諸元				5層厚	天端幅(B)			断面方向下層行數幅: Bo、B1				延長方向天端長: L5			下層列數延長Lo、Lo1		
	a寸法	b寸法	d寸法	h寸法	H m	2個並	3個並	4個並	0.725b	下層數幅: Bo		B1	0.942b	L5	L5	下層數幅: Lo		Lo1
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	10行	11行	(m)	(m)	6列	30列	14列	38列	(m)
1t	0.250	1.250	1.060	1.003	4.20	1.45	2.45	3.00	0.769	8.32	9.09	4.55	1.178	6.79	35.06	16.69	44.96	6.56
2t	0.320	1.600	1.357	1.300	5.40	1.85	3.10	3.85	0.984	10.65	11.64	5.82	1.507	8.68	44.85	21.35	57.52	8.40
3t	0.360	1.800	1.526	1.469	6.00	2.05	3.50	4.30	1.106	11.97	13.08	6.55	1.696	9.77	50.47	24.03	64.73	9.45
4t	0.400	2.000	1.696	1.639	6.70	2.30	3.90	4.80	1.230	13.31	14.54	7.28	1.884	10.85	56.07	26.69	71.91	10.50
5t	0.430	2.150	1.823	1.767	7.20	2.45	4.15	5.15	1.322	14.31	15.63	7.82	2.025	11.66	60.26	28.69	77.29	11.28
6t	0.460	2.300	1.950	1.893	7.70	2.65	4.45	5.55	1.414	15.31	16.72	8.37	2.167	12.48	64.49	30.70	82.71	12.07
8t	0.500	2.500	2.120	2.063	8.40	2.85	4.85	6.00	1.537	16.64	18.17	9.10	2.355	13.57	70.09	33.37	89.89	13.12
10t	0.540	2.700	2.290	2.233	9.10	3.10	5.25	6.50	1.660	17.97	19.63	9.83	2.543	14.65	75.68	36.03	97.06	14.17
12t	0.580	2.900	2.459	2.402	9.80	3.30	5.60	6.95	1.783	19.30	21.08	10.55	2.732	15.74	81.30	38.71	104.28	15.22
15t	0.620	3.100	2.629	2.544	10.40	3.55	6.00	7.45	1.906	20.63	22.54	11.28	2.920	16.82	86.90	41.37	111.45	16.27
20t	0.680	3.400	2.883	2.770	11.40	3.90	6.60	8.15	2.090	22.62	24.71	12.37	3.203	18.45	95.32	45.38	122.25	17.84
25t	0.770	3.700	3.138	2.997	12.40	4.25	7.20	8.90	2.275	24.63	26.90	13.47	3.485	20.07	103.71	49.38	133.02	19.42
32t	0.800	4.000	3.392	3.251	13.40	4.60	7.80	9.60	2.459	26.62	29.08	14.56	3.768	21.70	112.14	53.39	143.82	20.99
40t	0.870	4.350	3.689	3.505	14.50	5.00	8.40	10.40	2.675	28.96	31.63	15.83	4.098	23.60	121.96	58.06	156.42	22.83
50t	0.940	4.700	3.986	3.788	15.80	5.40	9.10	11.30	2.890	31.28	34.17	17.11	4.427	25.50	131.75	62.73	168.97	24.67

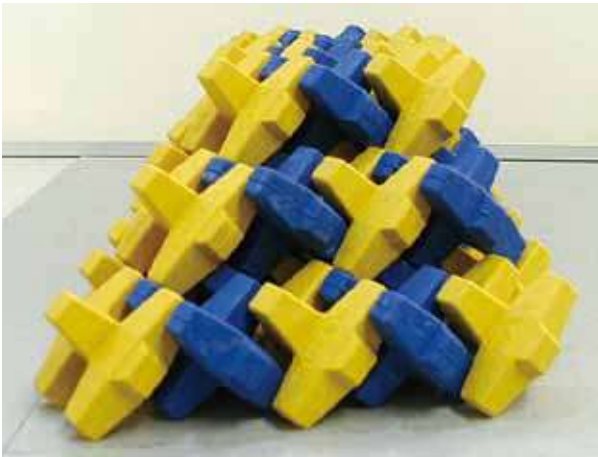
3. 2. 2 両側急勾配方式

C配列急勾配方式は、前面側斜面勾配が1：0.6と急勾配のため基礎マウンド幅を狭くできる利点があります。そのため、基礎地盤が堅固な箇所(マウンドや地盤改良も含む)に多く用いられています。

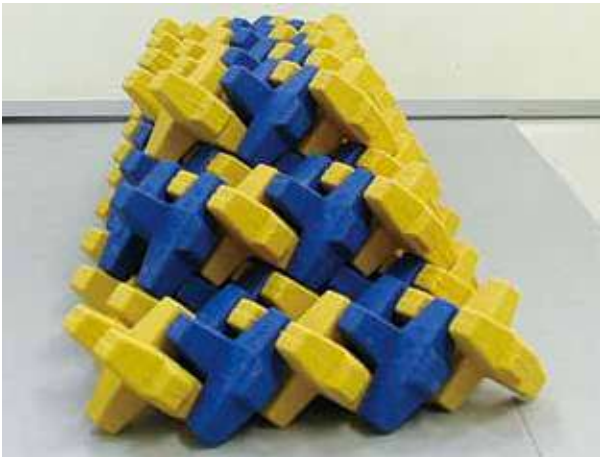
A) 急勾配方式 平面写真 (天端3個並び3層)



A) 側面写真 (天端3個並び3層)



A) 側面写真 (天端3個並び3層)



A) 急勾配方式 正面写真 (天端3個並び3層)



多層積 (C配列兩側急勾配方式) 断面図事例 (3層：天端3個並)

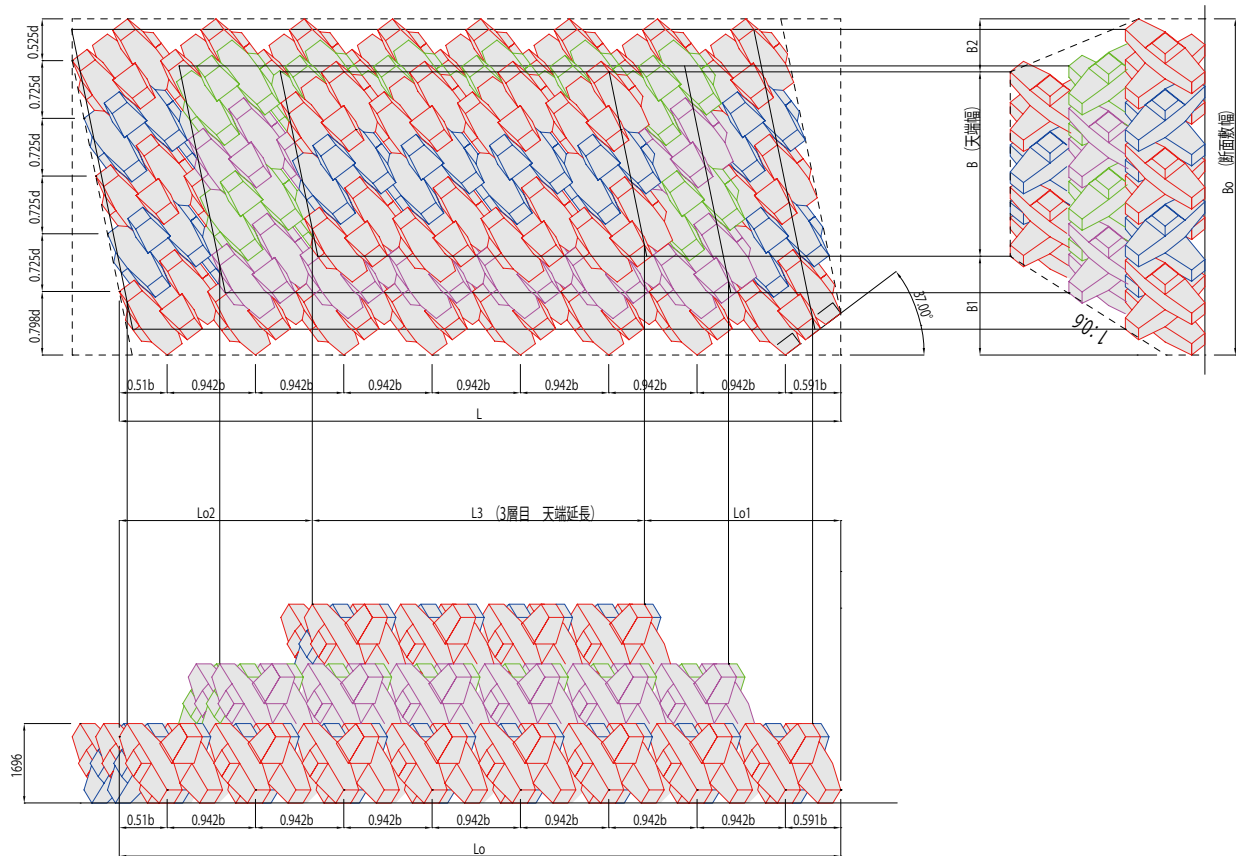


表-3-2-5 C配列 両側急勾配方式 標準寸法表 (2層積) (B2=B0-B-B1) (Lo2=Lo-L2-Lo1)

形式	基本諸元				2層厚		天端幅 (B)			断面方向下層行數幅：Bo、B1				延長方向天端長：L2			下層列數延長Lo、Lo1		
	a寸法	b寸法	d寸法	h寸法	H m	2個並	3個並	4個並	0.725b	下層數幅：Bo B1			0.942b	L2	L2	下層數幅：Lo Lo1			
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	3行	4行	(m)	(m)	6列	30列	8列	32列	(m)	
1t	0.250	1.250	1.060	1.003	1.80	1.45	2.45	3.00	0.769	2.94	3.71	0.83	1.178	6.79	35.06	9.62	37.89	1.50	
2t	0.320	1.600	1.357	1.300	2.30	1.85	3.10	3.85	0.984	3.76	4.75	1.06	1.507	8.68	44.85	12.31	48.48	1.91	
3t	0.360	1.800	1.526	1.469	2.60	2.05	3.50	4.30	1.106	4.23	5.34	1.19	1.696	9.77	50.47	13.85	54.56	2.15	
4t	0.400	2.000	1.696	1.639	2.90	2.30	3.90	4.80	1.230	4.70	5.93	1.33	1.884	10.85	56.07	15.39	60.61	2.39	
5t	0.430	2.150	1.823	1.767	3.10	2.45	4.15	5.15	1.322	5.06	6.38	1.42	2.025	11.66	60.26	16.54	65.14	2.57	
6t	0.460	2.300	1.950	1.893	3.35	2.65	4.45	5.55	1.414	5.41	6.82	1.52	2.167	12.48	64.49	17.70	69.71	2.75	
8t	0.500	2.500	2.120	2.063	3.65	2.85	4.85	6.00	1.537	5.88	7.42	1.66	2.355	13.57	70.09	19.24	75.76	2.99	
10t	0.540	2.700	2.290	2.233	3.95	3.10	5.25	6.50	1.660	6.35	8.01	1.79	2.543	14.65	75.68	20.77	81.81	3.23	
12t	0.580	2.900	2.459	2.402	4.25	3.30	5.60	6.95	1.783	6.82	8.60	1.92	2.732	15.74	81.30	22.32	87.88	3.47	
15t	0.620	3.100	2.629	2.544	4.50	3.55	6.00	7.45	1.906	7.29	9.20	2.05	2.920	16.82	86.90	23.85	93.93	3.71	
20t	0.680	3.400	2.883	2.770	4.90	3.90	6.60	8.15	2.090	7.99	10.08	2.25	3.203	18.45	95.32	26.16	103.04	4.07	
25t	0.770	3.700	3.138	2.997	5.35	4.25	7.20	8.90	2.275	8.70	10.98	2.45	3.485	20.07	103.71	28.47	112.11	4.43	
32t	0.800	4.000	3.392	3.251	5.80	4.60	7.80	9.60	2.459	9.41	11.86	2.65	3.768	21.70	112.14	30.78	121.21	4.79	
40t	0.870	4.350	3.689	3.505	6.25	5.00	8.40	10.40	2.675	10.23	12.91	2.88	4.098	23.60	121.96	33.48	131.83	5.20	
50t	0.940	4.700	3.986	3.788	6.80	5.40	9.10	11.30	2.890	11.05	13.94	3.12	4.427	25.50	131.75	36.16	142.41	5.62	

表-3-2-6 C配列 両側急勾配方式 標準寸法表 (3層積) (B2=B0-B-B1) (Lo2=Lo-L3-Lo1)

形式	基本諸元				3層厚		天端幅 (B)			断面方向下層行數幅：Bo、B1			延長方向天端長：L3			下層列數延長Lo、Lo1		
	a寸法	b寸法	d寸法	h寸法	H m	2個並	3個並	4個並	0.725b	下層數幅：Bo		B1	0.942b	L3	L3	下層數幅：Lo		Lo1
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	4行	5行	(m)	(m)	6列	30列	10列	34列	(m)
1t	0.250	1.250	1.060	1.003	2.60	1.45	2.45	3.00	0.769	3.71	4.48	1.31	1.178	6.79	35.06	11.98	40.25	2.62
2t	0.320	1.600	1.357	1.300	3.30	1.85	3.10	3.85	0.984	4.75	5.73	1.68	1.507	8.68	44.85	15.32	51.49	3.35
3t	0.360	1.800	1.526	1.469	3.75	2.05	3.50	4.30	1.106	5.34	6.44	1.89	1.696	9.77	50.47	17.25	57.95	3.77
4t	0.400	2.000	1.696	1.639	4.15	2.30	3.90	4.80	1.230	5.93	7.16	2.10	1.884	10.85	56.07	19.16	64.37	4.19
5t	0.430	2.150	1.823	1.767	4.45	2.45	4.15	5.15	1.322	6.38	7.70	2.26	2.025	11.66	60.26	20.59	69.19	4.50
6t	0.460	2.300	1.950	1.893	4.80	2.65	4.45	5.55	1.414	6.82	8.24	2.42	2.167	12.48	64.49	22.04	74.04	4.81
8t	0.500	2.500	2.120	2.063	5.25	2.85	4.85	6.00	1.537	7.42	8.95	2.63	2.355	13.57	70.09	23.95	80.47	5.23
10t	0.540	2.700	2.290	2.233	5.65	3.10	5.25	6.50	1.660	8.01	9.67	2.84	2.543	14.65	75.68	25.86	86.89	5.65
12t	0.580	2.900	2.459	2.402	6.10	3.30	5.60	6.95	1.783	8.60	10.39	3.05	2.732	15.74	81.30	27.78	93.35	6.07
15t	0.620	3.100	2.629	2.544	6.45	3.55	6.00	7.45	1.906	9.20	11.10	3.26	2.920	16.82	86.90	29.69	99.77	6.49
20t	0.680	3.400	2.883	2.770	7.05	3.90	6.60	8.15	2.090	10.08	12.17	3.57	3.203	18.45	95.32	32.57	109.44	7.11
25t	0.770	3.700	3.138	2.997	7.70	4.25	7.20	8.90	2.275	10.98	13.25	3.89	3.485	20.07	103.71	35.44	119.08	7.74
32t	0.800	4.000	3.392	3.251	8.30	4.60	7.80	9.60	2.459	11.86	14.32	4.20	3.768	21.70	112.14	38.32	128.75	8.37
40t	0.870	4.350	3.689	3.505	9.00	5.00	8.40	10.40	2.675	12.91	15.58	4.57	4.098	23.60	121.96	41.67	140.02	9.10
50t	0.940	4.700	3.986	3.788	9.75	5.40	9.10	11.30	2.890	13.94	16.83	4.94	4.427	25.50	131.75	45.02	151.27	9.84

表-3-2-7 C配列 両側急勾配方式 標準寸法表 (4層積) (B2=B0-B-B1) (Lo2=Lo-L4-Lo1)

形式	基本諸元				4層厚		天端幅 (B)			断面方向下層行數幅：Bo、B1			延長方向天端長：L4			下層列數延長Lo、Lo1		
	a寸法	b寸法	d寸法	h寸法	H m	2個並	3個並	4個並	0.725b	下層數幅：Bo		B1	0.942b	L4	L4	下層數幅：Lo		Lo1
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	5行	6行	(m)	(m)	6列	50列	12列	56列	(m)
1t	0.250	1.250	1.060	1.003	3.40	1.45	2.45	3.00	0.769	4.48	5.25	1.80	1.178	6.79	58.62	14.33	66.17	3.74
2t	0.320	1.600	1.357	1.300	4.30	1.85	3.10	3.85	0.984	5.73	6.72	2.30	1.507	8.68	74.99	18.34	84.65	4.78
3t	0.360	1.800	1.526	1.469	4.90	2.05	3.50	4.30	1.106	6.44	7.55	2.59	1.696	9.77	84.39	20.64	95.26	5.38
4t	0.400	2.000	1.696	1.639	5.40	2.30	3.90	4.80	1.230	7.16	8.39	2.88	1.884	10.85	93.75	22.93	105.82	5.98
5t	0.430	2.150	1.823	1.767	5.80	2.45	4.15	5.15	1.322	7.70	9.02	3.09	2.025	11.66	100.76	24.64	113.74	6.43
6t	0.460	2.300	1.950	1.893	6.25	2.65	4.45	5.55	1.414	8.24	9.65	3.31	2.167	12.48	107.83	26.37	121.72	6.87
8t	0.500	2.500	2.120	2.063	6.85	2.85	4.85	6.00	1.537	8.95	10.49	3.59	2.355	13.57	117.19	28.66	132.28	7.47
10t	0.540	2.700	2.290	2.233	7.35	3.10	5.25	6.50	1.660	9.67	11.33	3.88	2.543	14.65	126.54	30.95	142.84	8.07
12t	0.580	2.900	2.459	2.402	7.95	3.30	5.60	6.95	1.783	10.39	12.17	4.17	2.732	15.74	135.94	33.24	153.45	8.67
15t	0.620	3.100	2.629	2.544	8.40	3.55	6.00	7.45	1.906	11.10	13.01	4.46	2.920	16.82	145.30	35.53	164.01	9.27
20t	0.680	3.400	2.883	2.770	9.20	3.90	6.60	8.15	2.090	12.17	14.26	4.89	3.203	18.45	159.38	38.98	179.91	10.16
25t	0.770	3.700	3.138	2.997	10.05	4.25	7.20	8.90	2.275	13.25	15.53	5.32	3.485	20.07	173.41	42.41	195.75	11.06
32t	0.800	4.000	3.392	3.251	10.85	4.60	7.80	9.60	2.459	14.32	16.78	5.75	3.768	21.70	187.50	45.85	211.64	11.96
40t	0.870	4.350	3.689	3.505	11.80	5.00	8.40	10.40	2.675	15.58	18.26	6.25	4.098	23.60	203.92	49.87	230.18	13.00
50t	0.940	4.700	3.986	3.788	12.75	5.40	9.10	11.30	2.890	16.83	19.72	6.76	4.427	25.50	220.29	53.87	248.66	14.05

表-3-2-8 C配列 両側急勾配方式 標準寸法表 (5層積) (B2=B0-B-B1) (Lo2=Lo-L5-Lo1)

形式	基本諸元				5層厚	天端幅(B)			断面方向下層行數幅：Bo、B1				延長方向天端長：L5			下層列數延長Lo、Lo1			
	a寸法	b寸法	d寸法	h寸法	H m	2個並	3個並	4個並	0.725b	下層敷幅：Bo			B1	0.942b	L5	L5	下層敷幅：Lo		Lo1
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	6行	7行	(m)	(m)	6列	30列	14列	38列	(m)	
1t	0.250	1.250	1.060	1.003	4.20	1.45	2.45	3.00	0.769	5.25	6.02	2.28	1.178	6.79	35.06	16.69	44.96	4.86	
2t	0.320	1.600	1.357	1.300	5.40	1.85	3.10	3.85	0.984	6.72	7.70	2.92	1.507	8.68	44.85	21.35	57.52	6.22	
3t	0.360	1.800	1.526	1.469	6.00	2.05	3.50	4.30	1.106	7.55	8.65	3.28	1.696	9.77	50.47	24.03	64.73	6.99	
4t	0.400	2.000	1.696	1.639	6.70	2.30	3.90	4.80	1.230	8.39	9.62	3.65	1.884	10.85	56.07	26.69	71.91	7.77	
5t	0.430	2.150	1.823	1.767	7.20	2.45	4.15	5.15	1.322	9.02	10.34	3.92	2.025	11.66	60.26	28.69	77.29	8.35	
6t	0.460	2.300	1.950	1.893	7.70	2.65	4.45	5.55	1.414	9.65	11.06	4.20	2.167	12.48	64.49	30.70	82.71	8.94	
8t	0.500	2.500	2.120	2.063	8.40	2.85	4.85	6.00	1.537	10.49	12.03	4.56	2.355	13.57	70.09	33.37	89.89	9.71	
10t	0.540	2.700	2.290	2.233	9.10	3.10	5.25	6.50	1.660	11.33	12.99	4.93	2.543	14.65	75.68	36.03	97.06	10.49	
12t	0.580	2.900	2.459	2.402	9.80	3.30	5.60	6.95	1.783	12.17	13.95	5.29	2.732	15.74	81.30	38.71	104.28	11.27	
15t	0.620	3.100	2.629	2.544	10.40	3.55	6.00	7.45	1.906	13.01	14.91	5.66	2.920	16.82	86.90	41.37	111.45	12.04	
20t	0.680	3.400	2.883	2.770	11.40	3.90	6.60	8.15	2.090	14.26	16.35	6.21	3.203	18.45	95.32	45.38	122.25	13.21	
25t	0.770	3.700	3.138	2.997	12.40	4.25	7.20	8.90	2.275	15.53	17.80	6.75	3.485	20.07	103.71	49.38	133.02	14.38	
32t	0.800	4.000	3.392	3.251	13.40	4.60	7.80	9.60	2.459	16.78	19.24	7.30	3.768	21.70	112.14	53.39	143.82	15.54	
40t	0.870	4.350	3.689	3.505	14.50	5.00	8.40	10.40	2.675	18.26	20.93	7.94	4.098	23.60	121.96	58.06	156.42	16.90	
50t	0.940	4.700	3.986	3.788	15.80	5.40	9.10	11.30	2.890	19.72	22.61	8.58	4.427	25.50	131.75	62.73	168.97	18.26	

4. 乱積工法

乱積工法では、全断面をブロックで完成させる捨込乱積工法と、斜面を被覆する被覆乱積工法があり、合掌ブロックは、最小2個で噛み合い安定するので、天端ブロック個数は2個並びも可能です。

なお、乱積でも景観を考慮する場合は、多層積配列工法を基本に配列間隔ピッチを1.16b～1.20b程度まで調整した整積的乱積工法も可能です。

また、整積的乱積工法の応用として、据付現場で若干の地盤変動等で消波断面積の増加が見られた場合は、換算空隙率が60%～62%程度になるように配列ピッチを調整するなど、据付ブロック設計個数の現場管理にも活用されています。

4.1 捨込乱積工法(直立堤・傾斜堤断面)

● 空隙率(捨込工法)

形式	1t～50t	60t～80t
空隙率	60%	58%

● 個数計算

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

N : 所要個数
V : 合掌ブロック被覆容積 (m³)
v : 合掌ブロック1個当たりのコンクリート量 (m³)
p : 空隙率

直立堤捨込工法

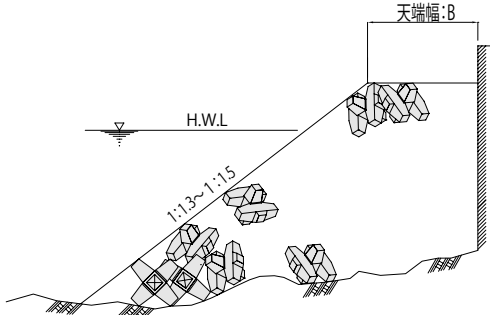


表-4-1-1 直立堤捨込工法の標準寸法表

形式	基本諸元			直立堤捨込工法			
				天端幅(B)			
	a寸法 (m)	d寸法 (m)	h寸法 (m)	2個並 (m)	3個並 (m)	4個並 (m)	5個並 (m)
1t	0.250	1.060	1.003	1.60	2.30	3.00	3.70
2t	0.320	1.357	1.300	2.05	2.95	3.85	4.75
3t	0.360	1.526	1.469	2.30	3.30	4.35	5.35
4t	0.400	1.696	1.639	2.55	3.70	4.80	5.95
5t	0.430	1.823	1.767	2.75	3.95	5.15	6.40
6t	0.460	1.950	1.893	2.95	4.25	5.55	6.85
8t	0.500	2.120	2.063	3.20	4.60	6.00	7.45
10t	0.540	2.290	2.233	3.45	4.95	6.50	8.05
12t	0.580	2.459	2.402	3.70	5.35	7.00	8.60
15t	0.620	2.629	2.544	3.95	5.70	7.45	9.20
20t	0.680	2.883	2.770	4.35	6.26	8.20	10.10
25t	0.770	3.138	2.997	4.70	6.80	8.90	11.00
32t	0.800	3.392	3.251	5.10	7.35	9.65	11.90
40t	0.870	3.689	3.505	5.55	8.00	10.45	12.95
50t	0.940	3.986	3.788	6.00	8.65	11.30	13.95
60t	0.960	4.070	3.787	6.10	8.85	11.55	14.25
70t	1.010	4.213	3.988	6.35	9.15	11.95	14.75
80t	1.060	4.494	4.183	6.75	9.75	12.75	15.75

傾斜堤捨込工法

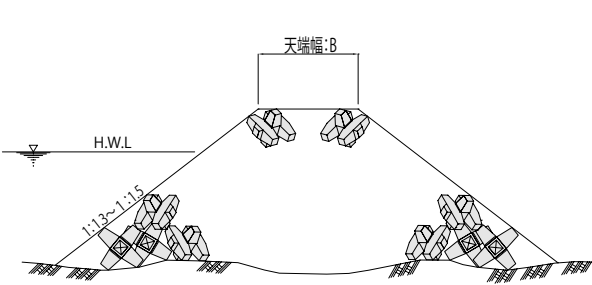


表-4-1-2 傾斜堤捨込工法の標準寸法表

形式	基本諸元			傾斜堤捨込工法			
				天端幅(B)			
	a寸法 (m)	d寸法 (m)	h寸法 (m)	2個並 (m)	3個並 (m)	4個並 (m)	5個並 (m)
1t	0.250	1.060	1.003	1.40	2.10	2.85	3.55
2t	0.320	1.357	1.300	1.80	2.70	3.65	4.55
3t	0.360	1.526	1.469	2.05	3.05	4.10	5.10
4t	0.400	1.696	1.639	2.25	3.40	4.55	5.66
5t	0.430	1.823	1.767	2.45	3.65	4.85	6.10
6t	0.460	1.950	1.893	2.60	3.90	5.20	6.50
8t	0.500	2.120	2.063	2.85	4.25	5.65	7.10
10t	0.540	2.290	2.233	3.05	4.60	6.10	7.65
12t	0.580	2.459	2.402	3.30	4.95	6.55	8.20
15t	0.620	2.629	2.544	3.50	5.25	7.00	8.80
20t	0.680	2.883	2.770	3.85	5.80	7.70	9.65
25t	0.770	3.138	2.997	4.20	6.30	8.40	10.50
32t	0.800	3.392	3.251	4.55	6.80	9.05	11.35
40t	0.870	3.689	3.505	4.95	7.40	9.85	12.30
50t	0.940	3.986	3.788	5.35	8.00	10.65	13.30
60t	0.960	4.070	3.787	5.45	8.15	10.90	13.60
70t	1.010	4.213	3.988	5.65	8.45	11.25	14.05
80t	1.060	4.494	4.183	6.00	9.00	12.00	15.00

4.2 斜面被覆乱積工法

4.2.1 高上げ工法

既存消波工の高上では高上げブロックの噛み合せを考慮した二層積が一般的ですが、噛み合せが良い合掌ブロックでは一層積による高上げも行われています。

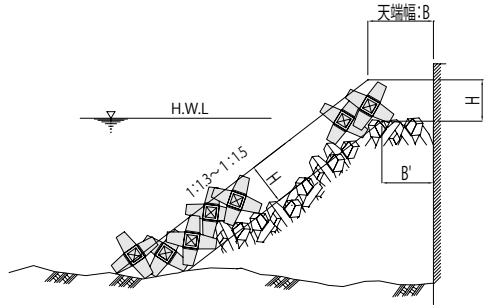
一層積高上げの場合は、一層積斜面被覆工法のように、お互いのブロックの噛み合せに配慮し現場状況に合わせて行います。

既存消波工の斜面は凹凸が激しいので、二層積高上げの場合は現場状況に合わせた噛み合せを配慮した捨込工法で行います。

● 空隙率と積み方(高上工法)

工 法	空隙率	積み方
一層(乱積)	58%	一層積斜面被覆に準拠
二層(乱積)	60%	捨込工法に準拠

直立堤一層(乱積) 高上工法図



直立堤二層(乱積) 高上工法図

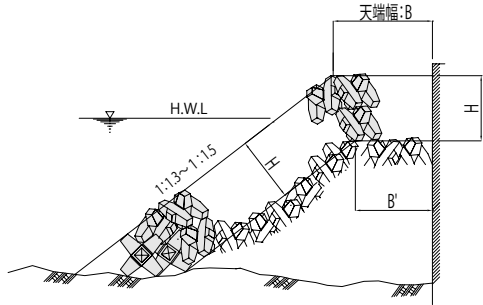


表-4-2-1 一層(乱積) 被覆工の標準寸法表

形式	基本諸元			直立堤一層(乱積)			
				1層厚	天端幅(B)		
	a寸法 (m)	d寸法 (m)	h寸法 (m)	H m (m)	2個並 (m)	3個並 (m)	4個並 (m)
1t	0.250	1.060	1.003	1.00	1.60	2.30	3.00
2t	0.320	1.357	1.300	1.30	2.05	2.95	3.85
3t	0.360	1.526	1.469	1.45	2.30	3.30	4.35
4t	0.400	1.696	1.639	1.65	2.55	3.70	4.80
5t	0.430	1.823	1.767	1.75	2.75	3.95	5.15
6t	0.460	1.950	1.893	1.90	2.95	4.25	5.55
8t	0.500	2.120	2.063	2.05	3.20	4.60	6.00
10t	0.540	2.290	2.233	2.25	3.45	4.95	6.50
12t	0.580	2.459	2.402	2.40	3.70	5.35	7.00
15t	0.620	2.629	2.544	2.55	3.95	5.70	7.45
20t	0.680	2.883	2.770	2.75	4.35	6.25	8.20
25t	0.770	3.138	2.997	3.00	4.70	6.80	8.90
32t	0.800	3.392	3.251	3.25	5.10	7.35	9.65
40t	0.870	3.689	3.505	3.50	5.55	8.00	10.45
50t	0.940	3.986	3.788	3.80	6.00	8.65	11.30
60t	0.960	4.070	3.787	3.80	6.10	8.85	11.55
70t	1.010	4.213	3.988	4.00	6.35	9.15	11.95
80t	1.060	4.494	4.183	4.20	6.75	9.75	12.75

表-4-2-2 二層(乱積) 被覆工の標準寸法表

形式	直立堤二層(乱積)				傾斜堤二層(乱積)			
	2層厚	天端幅(B)			2層厚	天端幅(B)		
	H m (m)	2個並 (m)	3個並 (m)	4個並 (m)	H m (m)	2個並 (m)	3個並 (m)	4個並 (m)
1t	1.80	1.60	2.30	3.00	1.80	1.40	2.10	2.85
2t	2.30	2.05	2.95	3.85	2.30	1.80	2.70	3.65
3t	2.60	2.30	3.30	4.35	2.60	2.05	3.05	4.10
4t	2.90	2.55	3.70	4.80	2.90	2.25	3.40	4.55
5t	3.10	2.75	3.95	5.15	3.10	2.45	3.65	4.85
6t	3.35	2.95	4.25	5.55	3.35	2.60	3.90	5.20
8t	3.65	3.20	4.60	6.00	3.65	2.85	4.25	5.65
10t	3.95	3.45	4.95	6.50	3.95	3.05	4.60	6.10
12t	4.25	3.70	5.35	7.00	4.25	3.30	4.95	6.55
15t	4.50	3.95	5.70	7.45	4.50	3.50	5.25	7.00
20t	4.90	4.35	6.25	8.20	4.90	3.85	5.80	7.70
25t	5.35	4.70	6.80	8.90	5.35	4.20	6.30	8.40
32t	5.80	5.10	7.35	9.65	5.80	4.55	6.80	9.05
40t	6.25	5.55	8.00	10.45	6.25	4.95	7.40	9.85
50t	6.80	6.00	8.65	11.30	6.80	5.35	8.00	10.65
60t	6.84	6.10	8.85	11.55	6.84	5.45	8.15	10.90
70t	7.15	6.35	9.15	11.95	7.15	5.65	8.45	11.25
80t	7.55	6.75	9.75	12.75	7.55	6.00	9.00	12.00

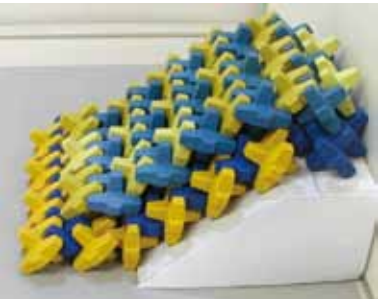
記-1) 天端マウンド幅B'の計算式 B'=B-α×H (α=0.340 : 勾配1:1.3、α=0.303 : 勾配1:1.5)

4.2.2 マウンド被覆工法(二層被覆工法)

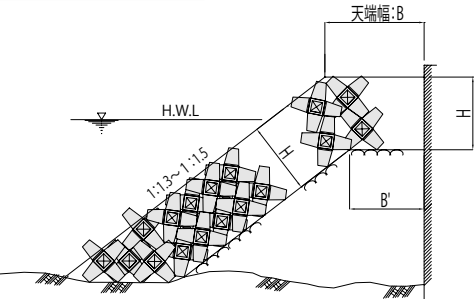
乱積工法の内、据付面を中詰石で平滑に造成する場合には、下写真のように美観に配慮した積み方(整積的乱積)ができます。

この美観に配慮した二層被覆工法の空隙率は58%を標準としますが、ピッチの調整により60%程度まで可能です。

層厚・天端諸元は上記表4-2-2の値です。なお、マウンド斜面を一層被覆する場合は、2.4 一層斜面被覆工法に準じます。



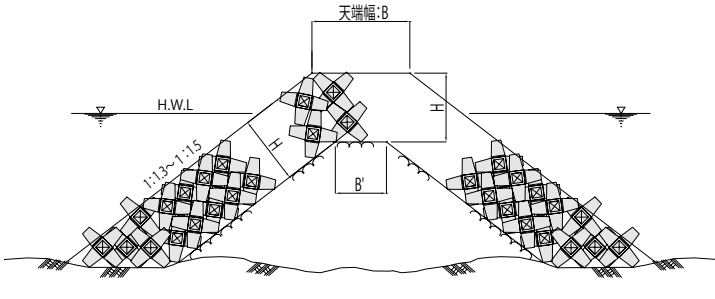
直立堤二層被覆工法図



記-1) 天端マウンド幅B'の計算式 B'=B-α×H (α=0.340 : 勾配1:1.3、α=0.303 : 勾配1:1.5)



傾斜堤二層被覆工法図



記-2) 天端マウンド幅B'の計算式 B'=B-(α×H)×2 (α=0.340 : 勾配1:1.3、α=0.303 : 勾配1:1.5)

5. 合掌ブロックの設計要領

5.1 波浪に対する所要質量の算定

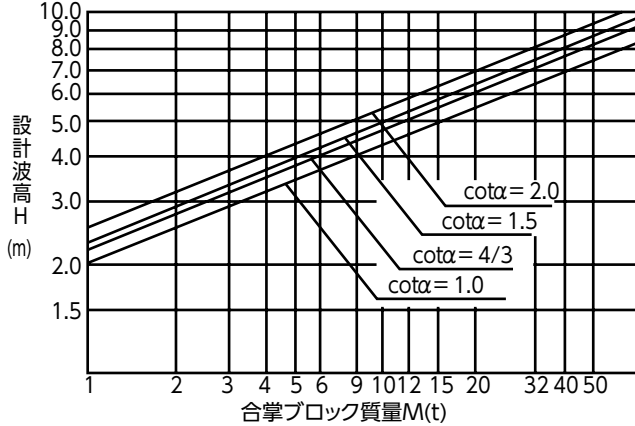
波浪に対する合掌ブロックの所要質量は、従来は「適切な安定係数：Kd値を用いたハドソン式」で算定されていましたが、最近港湾では、「安定係数：Nsを用いたハドソン式」が用いられています。

1) 適切な安定係数：Kd値を用いたハドソン式

Kd = 10 (安全率1.5)

$$M = \frac{\rho_r \cdot H^3}{Kd \cdot \cot \alpha (Sr - 1)^3}$$

ここに
M : コンクリートブロック所要質量 (t)
 ρ_r : コンクリートブロックの密度 (2.3t/m³)
H : 設計波高 (m)
 α : 法面が水平面と成す角度
 S_r : コンクリートの海水に対する比重 (2.3/1.03)
Kd : 被覆材により定まる定数



【Kd値について】

合掌ブロックの設計では、Kd=10を使用します。
Kd値を求める模型実験ではKd=15以上(被害率1%以内)の値を示しましたが、現場の諸条件等の安全率を考慮して、設計ではKd=10とします。

2) 安定数：Nsを用いたハドソン式

$$M = \frac{\rho_r \cdot H^3}{N_s^3 \cdot (Sr - 1)^3}$$

ここに
M : コンクリートブロック所要質量 (t)
 ρ_r : コンクリートブロックの密度 (2.3t/m³)
H : 設計波高 (m)
 S_r : コンクリートの海水に対する比重 (2.3/1.03)
Ns : 主として被覆材の形状、勾配、被害率等によって定まる定数

【ブロックの安定数 (Ns) 算定式】

$$N_s = C_H [a(N_o / N^{0.5})^{0.2} + b]$$
$$C_H = 1.4 / H_{1/20} / H_{1/3}$$

ここに

- C_H : 碎波の効果を表す係数 (t)
(非碎波領域では $C_H = 1.0$)
a, b : ブロックの形状の効果を表す係数
 N_o : 被災度
N : 作用波数
 $H_{1/20}$: 1/20最大波高
 $H_{1/3}$: 有義波高

【Ns値について】

合掌ブロックの各勾配における安定数 (Ns) の値は、高橋らの提案を参考にした不規則波水理模型実験の結果より、非碎波領域で、作用波数N=1000波、被災度No=0.3の条件の下では右表の値となります。

(No=0.3 N=1000の場合)			
cot α	a	b	Ns
1.30	2.32	1.44	2.35
1.33		1.46	2.37
1.50		1.55	2.47
2.00		1.80	2.71
2.50		2.01	2.92

5.2 河川の流れに対する設計要領

1) 河川の根固・護床工での算定式

護岸の力学設計法に基づく下記式で算定します。

$$W > \alpha \left(\frac{\rho_w}{\rho_b - \rho_w} \right)^3 \frac{\rho_b}{g^2} \left(\frac{V_d}{\beta} \right)^6$$

W : 根固め工の空中質量
 α : ブロックの形状による係数
 β : ブロックの形状による係数
 ρ_b : 根固め工の密度 (三点支持: 2250kg/m³)
 ρ_w : 水の密度 (通常は $\rho_w = 1000\text{kg/m}^3$)
g : 重力加速度 (9.8m/s²)
 V_d : 設計流速 $V_d \div V_o, V_o$: 代表流速

異形コンクリートブロックの係数： α 、 β の参考値 (群体配置)

ブロック種別	対象ブロック	破壊モデル	α	β	
				乱 積	滑動－層積
三点支持	合掌ブロック	滑動・転動－層積	0.45	1.2 ~ 2.0	2.3

2) 流水力に対する理論式での算定

流水力に対する理論での所要質量算定は、マンシングの平均流速を用いて下記式で行います。

流水力 $F = C_D \cdot \gamma_w \cdot \varepsilon \cdot A \frac{v^2}{2g}$

ここに

- F : 流水力 (kN)
 C_D : 抵抗係数 (抗力係数: $C_d = 1.0$)
 γ_w : 遮蔽係数
単体の場合 $\varepsilon = 1.0$
群体としての場合 $\varepsilon = 0.35 \sim 0.40$
A : 投影面積 (m²)
v : 流速 (m/sec)
g : 重力加速度 ($g = 9.8\text{m/sec}^2$)

抵抗力 $R = \mu(\gamma_r - \gamma_w)V = \mu \left(1 - \frac{\gamma_w}{\gamma_r} \right) W$

ここに

- R : 抵抗力 (kN)
 μ : 摩擦係数 ($\mu \div 0.8$)
 γ_r : ブロックの単位体積重量
($\gamma_r = 22.6\text{kN/m}^3$)
V : ブロックの体積 (m³)
W : ブロックの空中重量 (kN)

滑動に対する安定条件

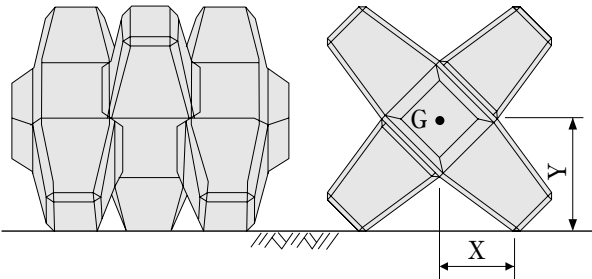
$$R \geq F_s \cdot F$$

F_s : 安全率

転倒に対する安定条件

$$X \left(1 - \frac{\gamma_w}{\gamma_r} \right) W \geq F_s \cdot Y \cdot F$$

ここにX, Y : アームの長さ (m)



ここに $A = 17.27a^2$
 $X = 1.41a$
 $Y = 2.12a$

6. 合掌ブロックの水理特性

6.1 安定係数：Kd値の実験

合掌ブロックの安定係数：Kd値の実験は、1層整積と二層乱積（捨込工法）について規則波で行い、Kd > 15の値が確認されました。

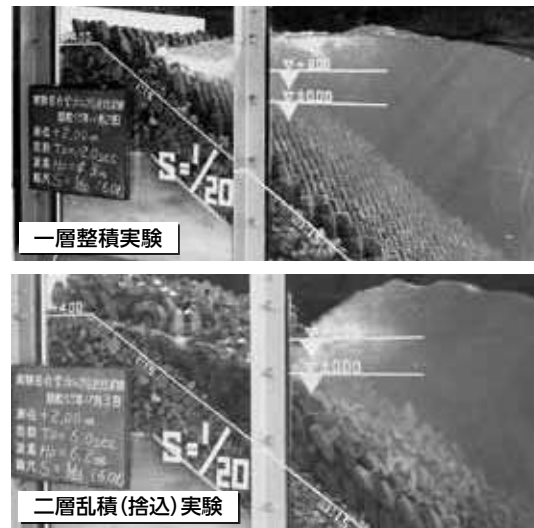


表-6-1-1 合掌ブロック安定性実験結果

(法勾配：1.5)

積方	ブロック重量(t)	全面水深(m)	周期(sec)	限界波高(m)	Kd	法面上の波	縮尺
一層整積	6	14.0	6	5.7以上	20以上	非砕波	1/20
			8	5.7以上	20以上	〃	
			10	4.7以上	15以上	〃	
		16.0	6	6.1	26	〃	
			8	5.7	21	〃	
			10	5.0	15	〃	
	2	7.4	6	6.0以上	25以上	砕波	1/10
			8	5.9	24	〃	
			10	5.4	18	〃	
		9.0	6	4.0	22	非砕波	
			8	3.8	19	〃	
			10	3.6	16	〃	
二層乱積	6	16.0	6	5.8	23	非砕波	1/20
			8	5.7	21	〃	
			10	5.2	16	〃	
		7.4	6	5.6	20	砕波	
			8	5.7	21	〃	
			10	5.4以上	18以上	〃	

6.2 ファン・デル・メーヤーによる安定数：Ns値の実験

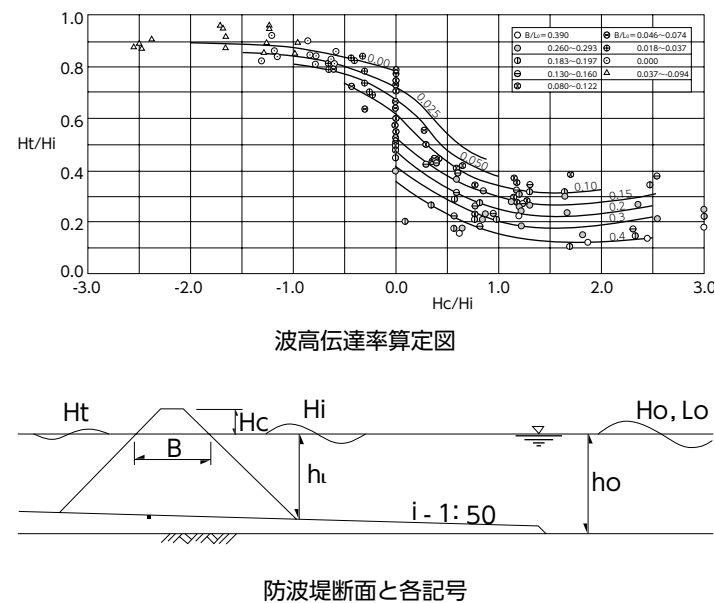
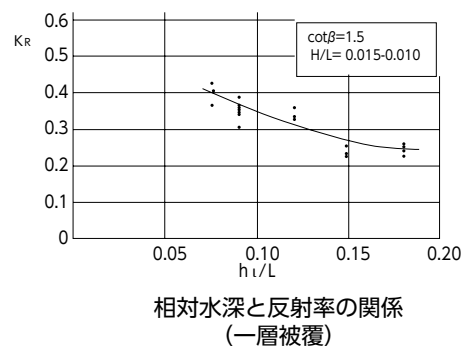
Nsを用いたハドソン式に基づく安定性実験は、二層被覆（整積の乱積）と二層被覆乱積（捨込）の2断面で、不規則波について行いました。実験結果のNs値は前章の設計要領に示します。



6.3 伝達率及び反射率の実験

合掌ブロック（消波堤）の天端高Hcと消波堤幅Bに関する伝達率実験結果を右図に示します。

合掌ブロックの反射率は、下図のように一層被覆でも0.5以下の値を示すので、遊水空間の大きな合掌ブロックの消波機能は高いと言えます。



7. 合掌ブロックの用途・事例

7.1 道路・海岸護岸（一層被覆）消波工の事例

◇ 事例-1：道路消波 一層被覆消波工：G-5t（国土交通省鹿児島国道 平川道路護岸）



◇ 事例-2：護岸消波 一層被覆消波工：G-5t（熊本県 日立造船長洲工場南護岸）



◇ 事例-3：護岸消波 一層被覆消波工：G-2t（愛媛県菊間町 臨海土地造成皆曲地区西護岸）



◇ 事例-4：護岸消波 一層被覆消波工：G-8t（大分県 大分空港拡張護岸）



7.2 道路・海岸・用地 護岸消波工の事例

◇ 事例-1：護岸消波 二層被覆：G-4t
(広島県福山市 箱崎漁港海岸護岸)



◇ 事例-2：護岸消波 二層被覆：G-50t
(沖縄県 南大東漁港護岸)



◇ 事例-3：護岸消波 二層被覆：G-3t
(愛媛県伊予市 森漁港防波護岸)



◇ 事例-4：護岸消波 二層被覆：G-3t
(九州農政局鹿児島 出水地区造成護岸)



◇ 事例-5：護岸消波 二層被覆：G-5t
(愛知県中部国際空港 造成護岸)



◇ 事例-6：護岸消波 二層被覆：G-15t
(兵庫県神戸空港 造成護岸)



◇ 事例-7：道路消波 多層乱積：G-4t
(岩手県久慈市 野田線広内地区護岸)



◇ 事例-8：護岸消波 多層乱積：G-5t
(茨城県 林野海岸 (冷水地区))



◇ 事例-9：護岸消波 乱積：G-12t
(東京都 大島元町港)



◇ 事例-10：護岸消波 多層乱積：G-6t
(神奈川県 秋谷漁港護岸)



◇ 事例-11：護岸消波 多層乱積：G-2t
(愛知県 豊浜漁港海岸)



◇ 事例-12：護岸消波 多層乱積：G-2t
(広島県福山市 横田漁港海岸)



◇ 事例-13：護岸消波 多層乱積：G-8t (熊本県 ユニバーサル造船長洲工場 南護岸)



◇ 事例-14：道路消波 多層乱積：G-2t
(国土交通省鹿児島国道 喜入地区護岸)



◇ 事例-15：護岸消波 多層乱積：G-4t
(長崎県諫早土木 田結港海岸)



◇ 事例-16：護岸消波 多層乱積：G-4t
(長崎県島原振興局 半田海岸)



◇ 事例-17：護岸消波 多層乱積：G-2t
(山口県 沖浦西港海岸)



◇ 事例-18：護岸消波 多層乱積：G-4t (長崎県島原振興局 浜の田海岸)



7.3 離岸堤などの事例

◇ 事例-1：離岸堤 二層被覆(乱積)：G-5t
(山口県防府市 中浦漁港海岸)



◇ 事例-3：離岸堤 多層乱積：G-50t
(富山県入善町 入善漁港海岸)



◇ 事例-5：離岸堤 多層乱積：G-40t (愛媛県伊方町 四つ浜漁港)



◇ 事例-6：離岸堤 多層積 (C配列)：G-5t (山口県 久賀港海岸)



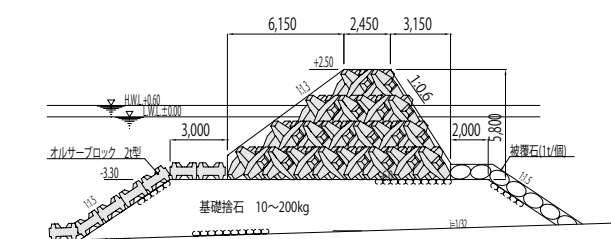
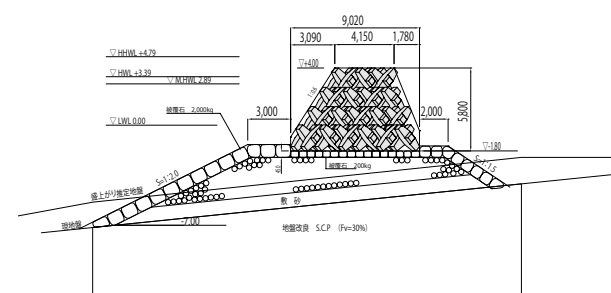
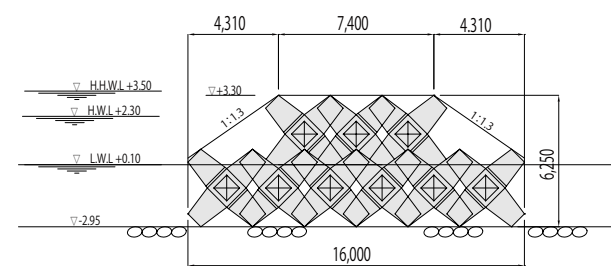
◇ 事例-7：離岸堤 多層積 (C配列)：G-5t (福井県 神子漁港海岸)



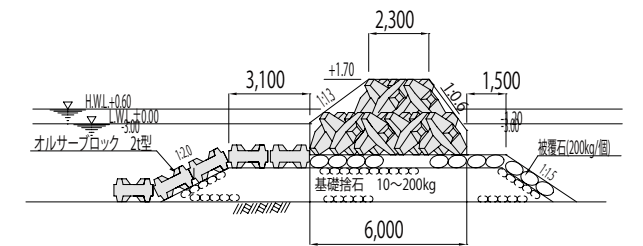
◇ 事例-2：離岸堤 多層乱積：G-2t
(宮城県塩竈市 寒風沢漁港海岸)



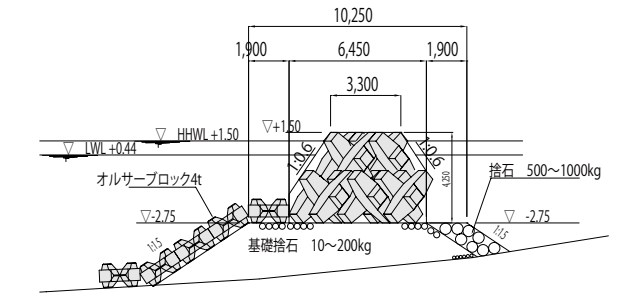
◇ 事例-4：離岸堤 多層乱積：G-4t
(山口県 埴生港海岸)



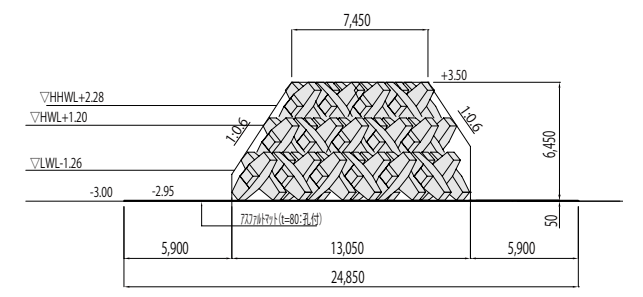
◇ 事例-8：離岸堤 多層積 (C配列)：G-4t (島根県松江市美保関町 片江漁港海岸)



◇ 事例-9：離岸堤 多層積 (C配列)：G-12t (京都府宮津市 養老漁港海岸)



◇ 事例-10：離岸堤 多層積 (C配列)：G-15t (宮崎県 住吉海岸)



◇ 事例-11：ヘッドランド 多層積(B配列乱積)：G-8t
(茨城県 鹿島灘(汲上地区)：No22ヘッドランド)



7.4 防波堤消波及び他の事例

◇ 事例-1：防波堤遊水部消波工 乱積：G-25t
(青森県 白糠漁港 (焼山地区) 防波堤・遊水部付き)



◇ 事例-2：防波堤消波工 乱積：G-60t
(秋田県 畠漁港東防波堤)



7.5 河川護岸の根固等の事例

◇ 事例-3：防波堤消波工 乱積：G-50t
(岩手県 重茂漁港北防波堤・遊水部付き)



◇ 事例-4：防波堤消波工 乱積：G-40、50t
(宮城県 関上漁港北防波堤)



◇ 事例-5：防波堤消波工 乱積：G-8t
(新潟県上越市 有間川漁港西防波堤)



◇ 事例-6：防波堤消波工 乱積：G-80t、50t
(千葉県鴨川漁港 前原防波堤)



◇ 事例-7：防波堤消波工 乱積：G-5t
(富山県黒部市 石田漁港防波堤)



◇ 事例-8：防波堤消波工 乱積：G-40t
(静岡県焼津漁港 小川南防波堤)



◇ 事例-9：防波堤消波工 乱積：G-60t
(沖縄県宮古島 池間漁港離岸堤)



◇ 事例-10：傾斜消波堤 乱積：G-2t
(長崎県諫早市 江の浦漁港消波堤)



◇ 事例-11：防波堤消波工 多層乱積：G-80t (長崎県対馬地方局 豆酸漁港冲防波堤)



◇ 事例-1：河川護岸根固工：G-2t (秋田県北秋田土木 阿仁川小沢地区護岸)



◇ 事例-2：河川護岸根固工：G-4t (秋田県北秋田土木 阿仁川米内沢地区護岸)



◇ 事例-3：河川護岸根固工：G-2t
(国土交通省京浜河川 多摩川浅川高幡地区護岸)



◇ 事例-4：河川護岸根固工：G-2t
(国土交通省渡良瀬川河川 渡良瀬川白髭地区護岸)



◇ 事例-5：河川護岸根固工：G-1t
(国土交通省宮崎河川国道 本庄川金崎地区護岸)



◇ 事例-6：河川護岸根固工：G-3t
(国土交通省八代河川国道 球磨川下代瀬地区護岸)



◇ 事例-7：河川護岸根固工：G-2t
(宮崎県串間土木 福島川護岸)



◇ 事例-8：河川護岸根固工：G-2t
(宮崎県日南土木 酒谷川護岸)



8. 合掌ブロックの施工

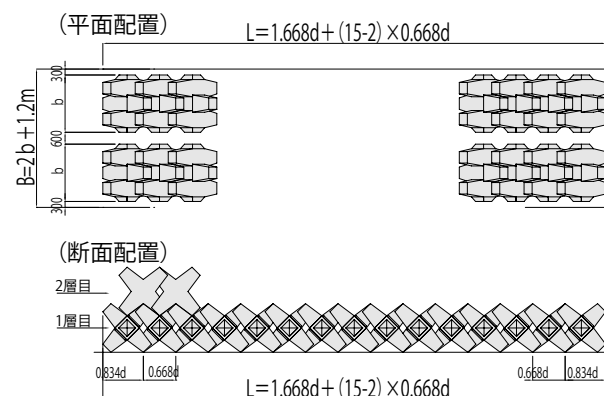
8.1 ブロックの製作・仮置ヤード計画

製作ヤードは、型枠の組立、コンクリート打設及び養生、型枠脱枠・清掃などの作業が安全で能率的に行えるように計画します。

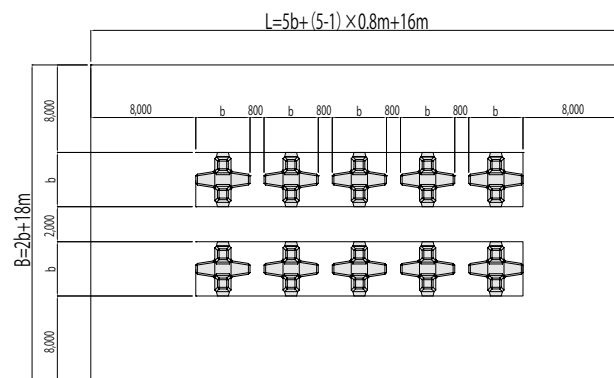
右図は、製作型枠組数を10組とした場合の標準的な製作ヤード面積算定式を、ブロック幅寸法(b)を基に、 $B \times L$ で示したものです。作業通路は6m～8mが一般的です。



仮置ヤード標準配置図(ブロック30個の例)



製作ヤード標準配置平面図(型枠10組の例)



仮置ヤードの標準的なブロック配置は、左図のように同じ方向に配列します。

左図は、ブロック個数を30個とした場合の仮置ヤード面積算定式で、ブロック幅寸法(b)を基に、 $B \times L$ で示したものです。

なお、一般には一層仮置きですが、ヤードが狭い場合は2層～3層に仮置する場合もあります。



2層積み仮置き

8.2 ブロックの製作

1) コンクリート打設・足場について

小型の合掌ブロック(1t～12t)では、簡易な足場でコンクリートを打設する現場が多く見られます。15t以上の現場ではクレーン移動できる足場使用が多くなります。

なお、80t型の現場写真に示すように(次ページ)、型枠の開きを防止するタイボルトを使用し、頭部型枠を後で設置しコンクリートを打設する2段足場を使用する現場もあります。



合掌2t



合掌2t



合掌2t



合掌15t



合掌15t



合掌15t



合掌80t-1



合掌80t-2



合掌80t-3

2) 用心鉄筋の加工・組立てについて

用心鉄筋の組立では、形状を保持するために点溶接をする現場もあります。但し、点溶接は衝撃で外れやすいので点溶接箇所を結束線で固定しています。

鉄筋の位置固定は、下写真のようにスペーサーブロックを利用することが多いですが、大型ブロックでは鉄筋吊フックを利用する場合もあります。



3) 脱枠及び転置等のロープ掛けについて

合掌ブロックの側枠脱枠の換算圧縮強度は、コンクリート標準示方書に準拠し $3.5N/mm^2$ とします。転置時の換算圧縮強度はブロック質量で異なりますが、概ね $3.5N \sim 8.0N$ の範囲です。

転置のロープ掛けは、ブロックの耳吊りと横柱吊りが多く、据付は写真のようなロープ掛けが多く見られます。



8.3 ブロック製作の材料仕様、標準歩掛等

1) 材料の標準仕様

合掌ブロックの鉄筋は用心鉄筋なので無筋コンクリート扱いです。そのためコンクリートの設計基準強度は $\sigma_{ck} = 18N/mm^2$ を標準とします。またコンクリートの材料割増しは1%を考慮します。

なお、近年では $18N \sim 24N$ のコンクリート単価差が少ないので、製品の耐久性や施工性(養生日数短縮)による経済性を考慮し、 $21N \sim 24N$ のコンクリートを使用する場合もあります。

用心鉄筋の材質はSD295 (旧SD30)を標準とし材料割増しは2%を考慮します。

2) 製作の標準歩掛

合掌ブロック製作標準歩掛は、「港湾土木工事請負積算基準第3章8節：消波工2-1：消波ブロック製作」の施工歩掛に準拠します。

3) 型枠賃料等

型枠賃料は、メーカー設定値、または建設物価等の掲載値を標準とします。

製品一覧

消波根固ブロック

 消波ブロック 合掌ブロック	 被覆・根固ブロック オルサーブロック	 環境調和型被覆・根固ブロック オルサーブロック溝型
 直立消波ブロック アングロック	 海域環境保全ブロック アバロン	 海岸堤防用被覆ブロック TSブロック

環境景観工法

 自然石連結工法 亀甲ストーン	 連結自然石空積工法 アンカービオストーン	 省力化練石張工法 ラウンドストーン	 自然石修景工法 ラックストーン
 ユニット式木工沈床 木工沈床	 プレキャスト木工枠根固工法 ウッドロック	 自然石張ブロック工法 レビーストーン	 輸入石材販売工事 みかげ石

販売特約店

東洋水研株式会社

URL <http://www.toyo-suiken.co.jp>
 mail info@toyo-suiken.co.jp
 TEL:03-3344-8676 FAX:03-3344-8677

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)

営業所
 近畿事務所 TEL:0721-26-9162 東北事務所 TEL:022-267-3467 西日本事務所 TEL:0848-38-2561
 九州事務所 TEL:092-414-8123