株式会社 不動テトラ

ブロック環境製品に関するお問い合わせ先

ブロック環境事業本部	〒103-0016	東京都中央区日本橋小網町7-2（ぺんてるビル）	03-5644-8583
北海道支店	〒060-0001	北海道札幌市中央区北1条西7-3（北一条大和田ビル）	011-233-1640
東北支店	〒980-0803	宮城県仙台市青葉区国分町1-6-9（マニュライフプレイス仙台）	022-262-3411
東京本店	〒103-0016	東京都中央区日本橋小網町7-2（ぺんてるビル）	03-5644-8590
北陸支店	〒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
中部支店	〒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
大阪支店	〒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
中国支店	〒730-0041	広島県広島市中区小町3-19（リファレンス広島小町ビル）	082-248-0138
四国支店	〒760-0023	香川県高松市寿町2-2-10（高松寿町プライムビル）	087-821-1541
九州支店	〒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

ドロス®

消波根固 日本消波根固ブロック協会

この印刷製品は、環境に配慮した資材と工場で製造されています。 GREEN PRINTING JFPI P-B10191

FSC www.fsc.org ミックス 責任ある木質資源を使用した紙 FSC® C121784

2021.08

● 表紙：八重根漁港（東京都）

FUDOTETRA 株式会社 不動テトラ

●那覇港新港第1防波堤（沖縄県）

ドロス（Dolos）は、乱積工法によって強固なかみ合せが得られ、高度な安定性を発揮するブロックです。
1964年南アフリカで開発され、世界中で広く使用されている信頼性の高いブロックです。
1977年に日本に導入されて以降、80以上の施設で使用され、特に高波浪に対する安定性や日本独自の
鉄筋補強などが高く評価されています。

Dolos：占いに用いる錨形の骨（山羊のくるぶし）、アフリカの現地表現から

ドロスの特性

消波効果

ドロスの消波工は極めて大きな表面粗度と適度な内部空隙により波力を分散し、堤体への波圧を減殺し、波のそ上を低減し、反射波を抑えます。

安定性

ドロス単体形状は錨形の組合せから成り、集合体（消波工）として設置されると、ブロック相互のかみ合せにより優れた安定性を発揮します。

経済性

波に対する安定性から求まるドロスの所要質量は、既往の異形ブロックの半分程度にすることが可能です。したがって、製作が容易であり、運搬据付等に用いる施工重機械を小型化できるので、極めて経済的です。
また、ドロス消波工（乱積）の空隙率は57.5％と大きいため、単位断面積当りの所要個数が少なくて済み経済的です。

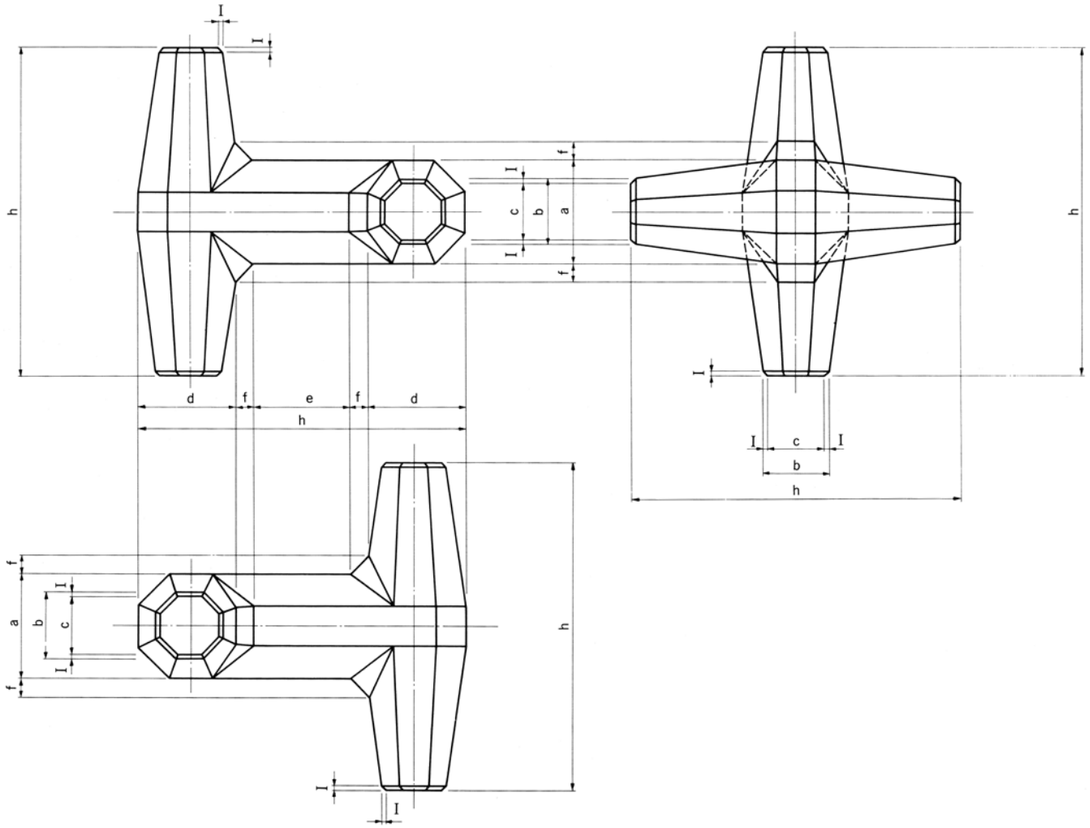
施工性

所要質量の軽量化にともない、施工計画立案に際して、使用機械船舶およびヤード面積等による制約が生じません。また、据付は、その単体形状により自然にブロック相互のかみ合せが得られるので、熟練した技術を必要とせず容易です。

ドロスの諸元

ドロスの形状・寸法諸元

● ドロス形状寸法図



● ドロス形状寸法表

単位：mm

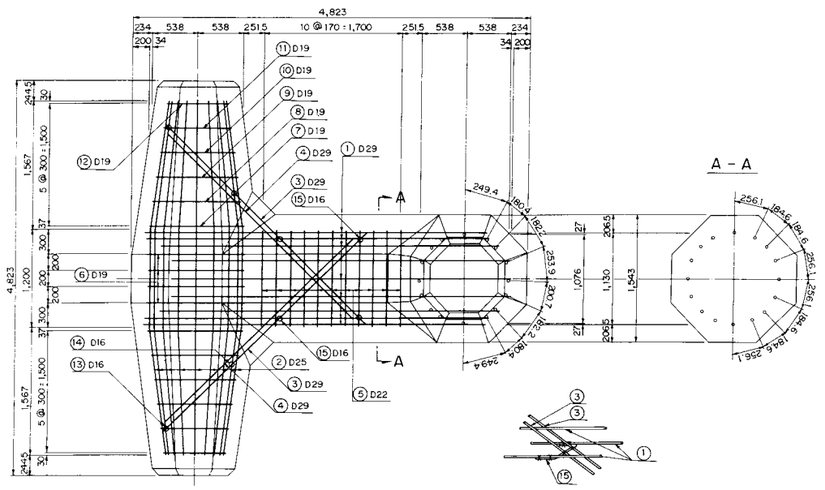
種別（トン型）	実質量※1（t）	実重量※2（kN）	体積（m^3）	型枠面積（m^2）	h	a	b	c	d	e	f	l
40	41.12	403.25	17.391	50.041	4823	1543	986	830	1441	1401	270	78
50	51.42	504.26	21.739	58.067	5196	1663	1062	894	1552	1510	291	84
80	82.32	807.28	34.787	79.443	6077	1945	1242	1045	1816	1765	340	99

※1　実質量・実重量は、後掲する鉄筋質量を考慮したものです
※2　実重量＝9.80665×実質量

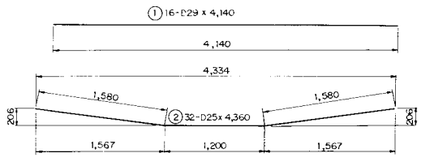
配 筋

強固なかみ合わせを実現するために、ドロスは鉄筋補強を必要とします。
ドロスの配筋は40t型、50t型、80t型各配筋図を参照して下さい。

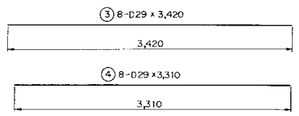
●40t型ドロス配筋図



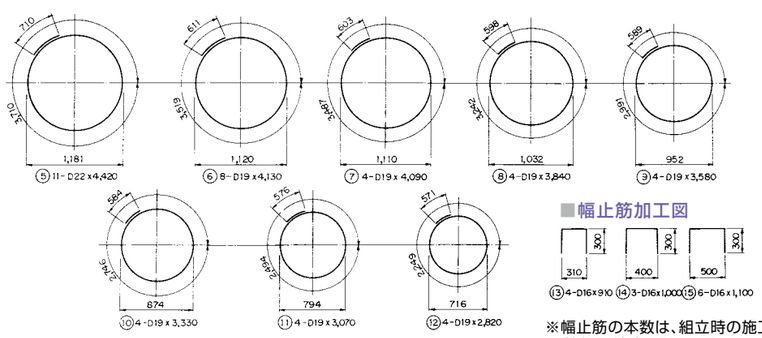
■主鉄筋加工図



■ハンチ筋加工図



■配力筋加工図



■幅止筋加工図

※幅止筋の本数は、組立時の施工性を考慮し、決定しています。

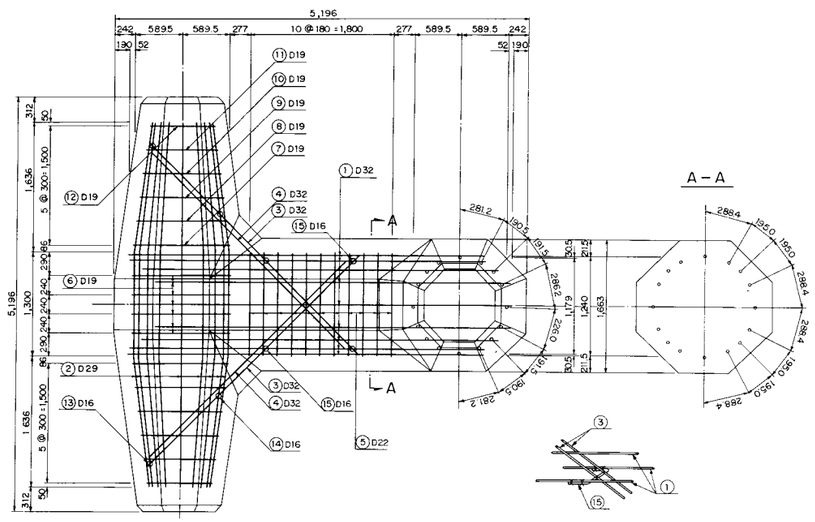
■鉄筋表

(SD295または同等以上)

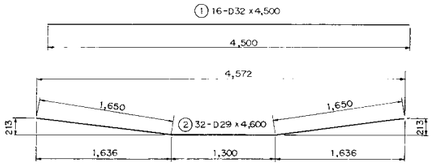
番号	径	長さ (mm)	本数	単位質量 (kg/m)	1本当り質量 (kg)	質量 (kg)	摘要
❶	D29	4140	16	5.04	20.866	333.856	
❷	D25	4360	32	3.98	17.353	555.296	
❸	D29	3420	8	5.04	17.237	137.896	
❹	D29	3310	8	5.04	16.682	133.456	
						1160.504 kg	
❺	D22	4420	11	3.04	13.437	147.807	○
❻	D19	4130	8	2.25	9.293	74.344	○
❼	D19	4090	4	2.25	9.203	36.812	○
❽	D19	3840	4	2.25	8.640	34.560	○
❾	D19	3580	4	2.25	8.055	32.220	○
❿	D19	3330	4	2.25	7.493	29.972	○
⓫	D19	3070	4	2.25	6.908	27.632	○
⓬	D19	2820	4	2.25	6.345	25.380	○
						408.727 kg	
⓭	D16	910	4	1.56	1.420	5.680	⌐
⓮	D16	1000	3	1.56	1.560	4.680	⌐
⓯	D16	1100	6	1.56	1.716	10.296	⌐
						20.656 kg	

小計		
	D29	605.208 kg
	D25	555.296 kg
	D22	147.807 kg
	D19	260.920 kg
	D16	20.656 kg
合計		1589.887 kg

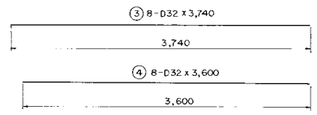
●50t型ドロス配筋図



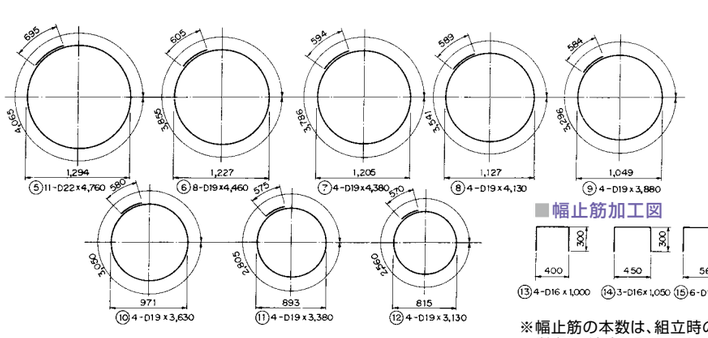
■主鉄筋加工図



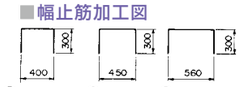
■ハンチ筋加工図



■配力筋加工図



■幅止筋加工図



※幅止筋の本数は、組立時の施工性を考慮し、決定しています。

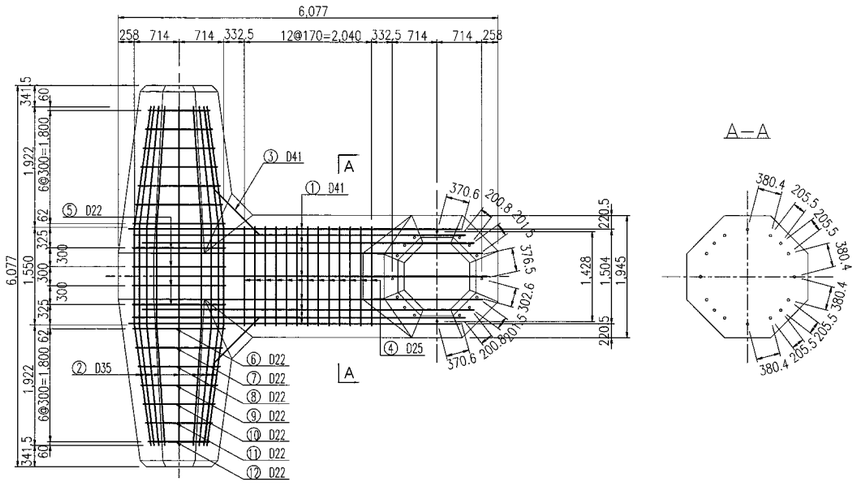
■鉄筋表

(SD295または同等以上)

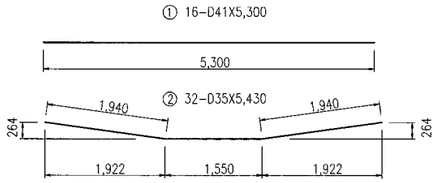
番号	径	長さ (mm)	本数	単位質量 (kg/m)	1本当り質量 (kg)	質量 (kg)	摘要
❶	D32	4500	16	6.23	28.035	448.560	
❷	D29	4600	32	5.04	23.184	741.888	
❸	D32	3740	8	6.23	23.300	186.400	
❹	D32	3600	8	6.23	22.428	179.424	
						1556.272 kg	
❺	D22	4760	11	3.04	14.470	159.170	○
❻	D19	4460	8	2.25	10.035	80.280	○
❼	D19	4380	4	2.25	9.855	39.420	○
❽	D19	4130	4	2.25	9.293	37.172	○
❾	D19	3880	4	2.25	8.730	34.920	○
❿	D19	3630	4	2.25	8.168	32.672	○
⓫	D19	3380	4	2.25	7.605	30.420	○
⓬	D19	3130	4	2.25	7.043	28.172	○
						442.226 kg	
⓭	D16	1000	4	1.56	1.560	6.240	⌐
⓮	D16	1050	3	1.56	1.638	4.914	⌐
⓯	D16	1160	6	1.56	1.810	10.860	⌐
						22.014 kg	

小計		
	D32	814.384 kg
	D29	741.888 kg
	D22	159.170 kg
	D19	283.056 kg
	D16	22.014 kg
合計		2020.512 kg

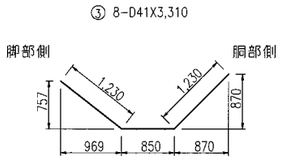
●80t型ドロス配筋図



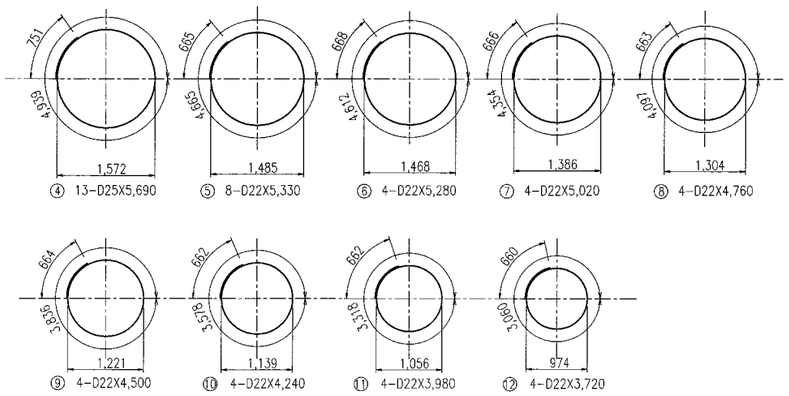
■主鉄筋加工図



■ハンチ筋加工図



■配力筋加工図



■鉄筋表

(SD345または同等以上)

番号	径	長さ (mm)	本数	単位質量 (kg/m)	本当り質量 (kg)	質量 (kg)	摘要
❶	D41	5300	16	10.5	55.650	890.400	——
❷	D35	5430	32	7.51	40.779	1304.928	⌒
❸	D41	3310	8	10.5	34.755	278.040	⌒
						2473.368 kg	
❹	D25	5690	13	3.98	22.646	294.398	○
❺	D22	5330	8	3.04	16.203	129.624	○
❻	D22	5280	4	3.04	16.051	64.204	○
❼	D22	5020	4	3.04	15.261	61.044	○
❽	D22	4760	4	3.04	14.470	57.880	○
❾	D22	4500	4	3.04	13.680	54.720	○
❿	D22	4240	4	3.04	12.890	51.560	○
⓫	D22	3980	4	3.04	12.099	48.396	○
⓬	D22	3720	4	3.04	11.309	45.236	○
						807.062 kg	

小計		
	D41	1168.440 kg
	D35	1304.928 kg
	D25	294.398 kg
	D22	512.664 kg
合計		3280.430 kg

ドロス工法の基本設計

所要質量の算定

1 ハドソン式

ドロスの安定性には波高以外に波の周期、水深、海底勾配、天端高、背面構造物の形式等の諸要素が影響するため、所要質量は水理模型実験及び類似条件の実施例等から定めることが望まれます。
これによらない場合に、一般的に下記のハドソン式により行います。

$$M=\frac{\rho_r \cdot H^3}{K_D(Sr-1)^3\cot\alpha} \quad \text{1式}$$

ここに　M ：ドロスの所要質量（t）
ρ_r ：ドロスの密度（2.36t/m³）
Sr ：ドロスの海水に対する比重（ρ_r/ρ_w）
ρ_w：海水の密度（1.03t/m³）
H ：設計波高（m）
K_D：被覆材および被害率により定まる定数
α ：のり面と水平面のなす角度

● ドロスのK_D値

条 件	K_D値	摘 要
乱　積（標準層厚以上） 被害率　0～1%	20	堤 幹 部

2 安定数（Ns値）を用いたハドソン式

近年、港湾等では、2式で示す「安定数（Ns値）を用いたハドソン式」が基本となっています。
（港湾の施設の技術上の基準・同解説：平成30年5月改訂参照）

$$M=\frac{\rho_r \cdot H^3}{N_s^3(Sr-1)^3} \quad \text{2式}$$

ここに　M ：ドロスの所要質量（t）
ρ_r ：ドロスの密度（2.36t/m³）
Sr ：ドロスの海水に対する比重（ρ_r/ρ_w）
ρ_w：海水の密度（1.03t/m³）
H ：設計波高（m）
Ns：主として被覆材の形状、勾配、被災度等により定まる係数

1式のハドソン式は、2式の安定数Nsの代わりに$K_D\cot\alpha$を用いた式として位置づけられます。

$$N_s^3=K_D \cdot \cot\alpha$$

また、混成堤の全断面乱積み被覆等では、構造物や波の特性など種々の要因を含めた算定をすることもできます。
この場合、2式のNs値は3式および4式により求めます。

$$N_s=C_H\{a(N_0/N^{0.5})^{0.2}+b\} \quad \text{3式}$$

$$C_H=1.4/(H_{1/20}/H_{1/3}) \quad \text{4式}$$

ここに C_H ：砕波効果係数（非砕波の場合　$C_H=1.0$）
N_0 ：ブロックの代表径の幅（法線方向）の被災個数で表される被災度
N ：作用波数
a,b ：ブロックによって定まる係数（左下表を参照）

● ドロスの斜面勾配別係数

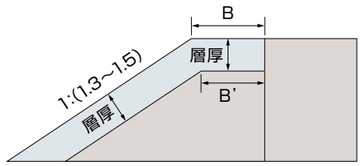
斜面勾配	a	b
1：1.3	3.88	1.43
1：4/3		1.46
1：1.5		1.58

4式の$H_{1/20}/H_{1/3}$は、算定図（港湾の施設の技術上の基準・同解説）より求まります。

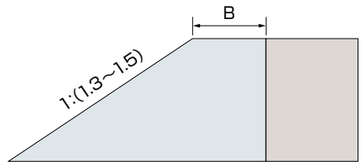
標準断面寸法

1 直立堤被覆形式

● 層被覆形式



● 全断面被覆形式



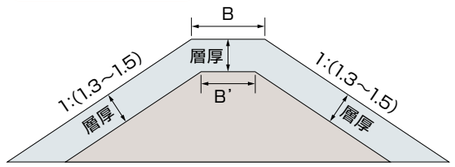
● 直立堤被覆形式諸元

単位 : m

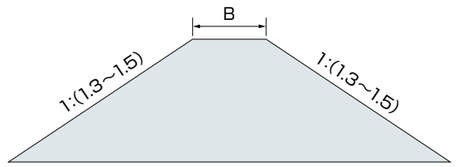
種別（トン型）	標準層厚	天端上段2個並び				天端上段3個並び			
		B	B'			B	B'		
			1:1.3	1:4/3	1:1.5		1:1.3	1:4/3	1:1.5
40	8.6	8.6	5.7	5.7	6.0	13.0	10.1	10.1	10.4
50	9.3	9.3	6.1	6.2	6.5	14.0	10.8	10.9	11.2
80	10.9	10.9	7.2	7.3	7.6	16.4	12.7	12.8	13.1

2 傾斜堤形式

● 層被覆形式



● 全断面形式



● 傾斜堤形式諸元

単位 : m

種別（トン型）	標準層厚	天端上段3個並び				天端上段4個並び			
		B	B'			B	B'		
			1:1.3	1:4/3	1:1.5		1:1.3	1:4/3	1:1.5
40	8.6	13.0	7.1	7.3	7.8	17.3	11.4	11.6	12.1
50	9.3	14.0	7.7	7.8	8.4	18.7	12.4	12.5	13.1
80	10.9	16.4	9.0	9.1	9.8	21.8	14.4	14.5	15.2

- 直立堤被覆形式および傾斜堤形式ともに、上記の勾配、天端幅、層厚以外の設計も可能です。詳細はご相談ください。
- のり先が洗掘され構造物の沈下が問題となるような場合は、消波工に小段を設けるなどの対策が有効です。

所要個数の算定

所要個数は次式で計算します。

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

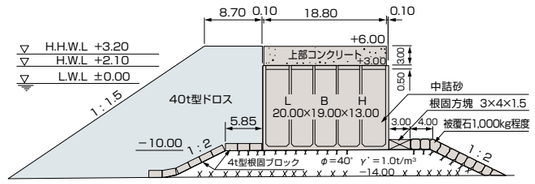
ここに N：ドロスの所要個数（個）
V：ドロスで被覆する容積（m^3）
ν：ドロス一個の体積（m^3）
p：空隙率（57.5%）

ドロスの施工例

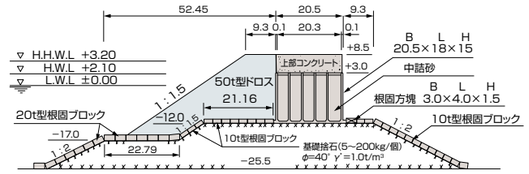
那覇港新港第1防波堤・浦添第1防波堤・那覇防波堤（沖縄県）

断面図

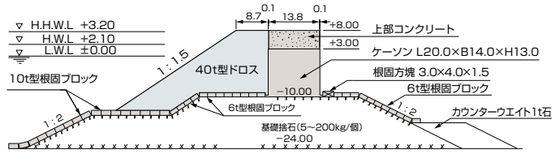
新港第1防波堤



浦添第1防波堤

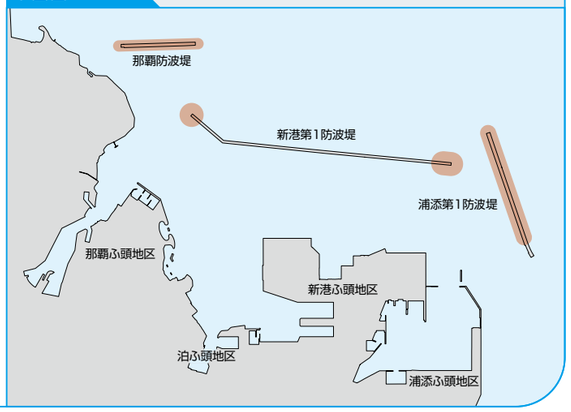


那覇防波堤

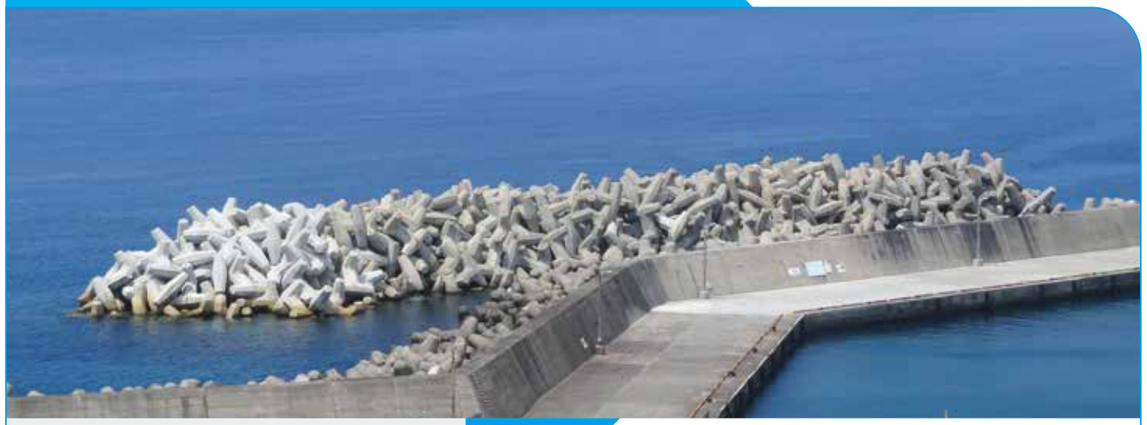


- 事業主体：沖縄総合事務局
- 施工年度：昭和55年度～
- ドロスt型：40t型, 50t型
- 沖波　　：Ho=11.50m, To=15.10s

平面図

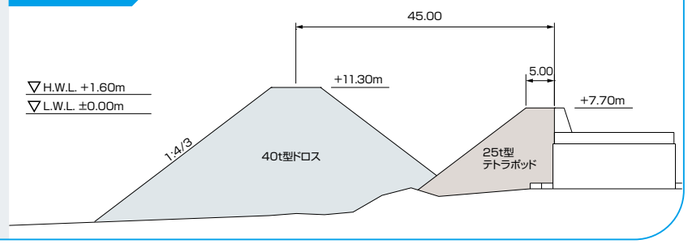


若郷漁港（1）防波堤（東京都）



- 事業主体：東京都
- 施工年度：平成21年度～
- ドロスt型：40t型
- 沖波　　：Ho＝9.9m, To＝13.9s

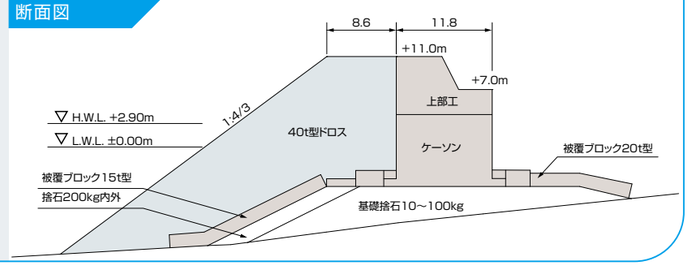
断面図



瀬々野浦漁港沖瀬防波堤（鹿児島県）

- 事業主体：薩摩川内市
- 施工年度：平成12年度～平成17年度
- ドロスt型：40t型
- 沖波　　：Ho＝10.3m, To＝13.4s

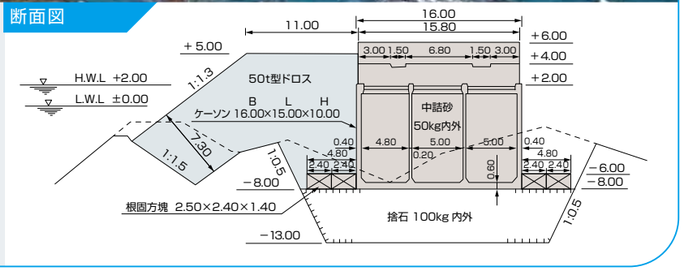
断面図



亀徳港防波堤（南）（鹿児島県）

- 事業主体：鹿児島県
- 施工年度：昭和52･53年度
- ドロスt型：50t型
- 沖波　　：Ho＝11.80m, To＝16.80s

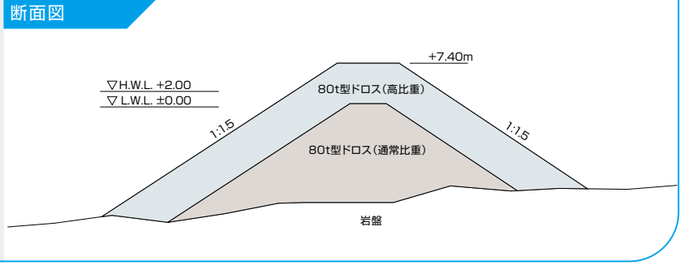
断面図



和泊港（沖）（北）防波堤（鹿児島県）

- 事業主体：鹿児島県
- 施工年度：平成14年度～
- ドロスt型：80t型
- 沖波　　：Ho＝17.7m, To＝15.4s

断面図



ドロスの施工

1 鉄筋組立

鉄筋組立は架台を用いて行います

2 型枠組立

3 コンクリート打設

写真はポンプ車を用いた例です

4 脱型

5 転置

転置は専用吊具を用いて行います

6 完成（仮置）

ドロスの転置には、当社が開発した
ドロス専用吊具をご使用下さい。（有料）

ドロス専用吊具は、安全性の向上を目的として、
従来の吊筋に代わるものとして開発されたものです。
据付には使用できません。

ドロス専用吊具 （特許第4795865号）

ドロスの海外施工例

マダガスカル共和国 トアマシナ港

マダガスカル共和国のトアマシナ港拡張事業（ODA有償資金協力）にて、
ドロス30ｔ型（海外特別仕様）、50ｔ型が採用されました。
日本で長年にわたり培った信頼と実績の元、同国の港湾インフラ整備に
寄与するものと期待されています。（2019年度～）

自然環境との共生

サンゴとの共生（沖縄県 那覇港）

コンクリートブロックが海域に設置されると、その場の
環境に応じて様々な生物が表面に着生し、自然環境と
共生します。
環境に優しい構造物が望まれる中で、私たちは設置後の
モニタリング調査により環境と共生しやすい条件を確認し、
新たなブロック開発にフィードバックしています。
那覇港の防波堤の港外側に設置されたドロスには、様々な
種類のサンゴがブロック表面に高密度に着生して環境と
共生し、天然のサンゴ礁のような景観が形成されました。