

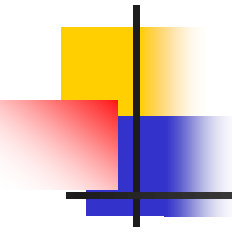
名古屋港湾空港技術調査事務所
平成21年度 第3回民間技術交流会

新しい消波ブロックの開発

— *TETRANEO* テトラネオ —



平成22年 3 月 5 日
(株) 不動テトラ



報告内容

1. 開発の背景→開発目標
2. テトラネオの概要
3. テトラネオの詳細
 - ①安定性
 - ②低廉な施工費
 - ③構造強度
 - ④環境との親和性(生物との共生など)
4. まとめ

1. 開発の背景 → 開発目標

信頼と実績のテトラポッド

(消波機能, 安定性, 構造強度, 施工性、など)

近年の社会情勢による要求

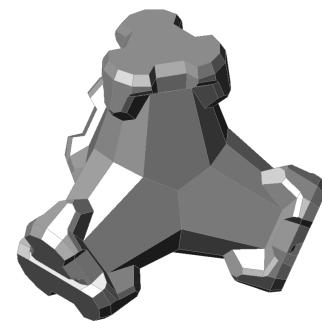
①建設コストのさらなる縮減要請

②環境共生意識の高まり など

→ 「**テトラポッドを継承する**



次世代ブロックの開発」



2. テトラネオの概要

高い安定性

： 脚先端突起など
ブロック形状の工夫

高い構造強度：
脚付け根の断面積増加



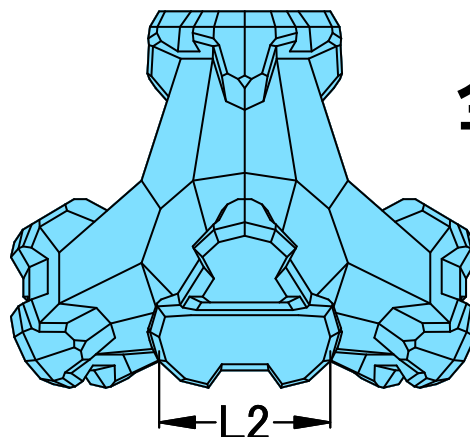
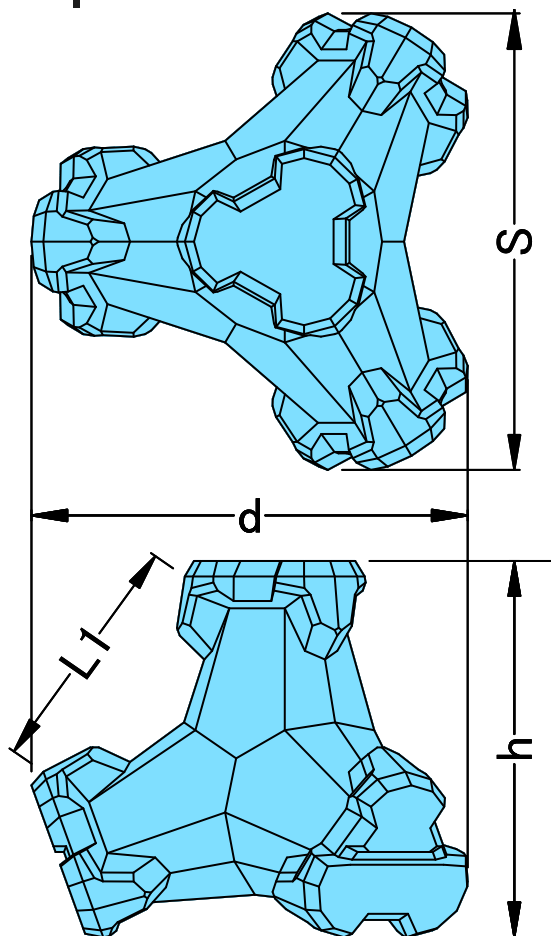
低廉な施工費

： 空隙率 60%
ブロックの小型化etc.

環境との親和性

： 突起や長い稜線
(CO₂排出量の低減)

寸法諸元 (4t型～70t型, 7種類)



全トン型相似形

種別 (トン型)	質量 (t)	重量 (kN)	体積 (m^3)	型枠面積 (m^2)	高さh (m)	d (m)	S (m)	L1 (m)	L2 (m)
4	4.002	39.246	1.740	10.61	1.780	2.014	2.160	1.132	0.791
6	6.024	59.075	2.619	13.93	2.040	2.309	2.475	1.297	0.906
12	12.045	118.121	5.237	22.12	2.570	2.908	3.118	1.634	1.141
20	20.132	197.427	8.753	31.15	3.050	3.452	3.700	1.939	1.355
30	30.162	295.788	13.114	40.79	3.490	3.950	4.234	2.219	1.550
50	49.984	490.176	21.732	57.12	4.130	4.674	5.011	2.626	1.834
70	69.971	686.181	30.422	71.48	4.620	5.228	5.605	2.937	2.052

3. テトラネオの詳細

①安定性（ K_D 値）

各消波ブロックの安定定数 K_D 値

テトラ材	ブロックA	ブロックB	ブロックC	ブロックD	ブロックE	ブロックF	ブロックG	ブロックH
11	8.3	8.1	8.6	10	10	10	8.2	9.44

■所要質量算定式
ハドソン式

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

安定定数： $K_D = 11$
無筋消波ブロックの中で最高位

M ：所要質量 (t)

ρ_r ：ブロックの密度 (2.3 t/m³)

S_r ：ブロックの海水に対する
比重 (ρ_r / ρ_w)

ρ_w ：海水の密度 (1.03 t/m³)

H ：設計波高 (m)

K_D ：ブロック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

3. テトラネオの詳細

①安定性（Ns値）

■所要質量算定式

Nsを用いたハドソン式

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

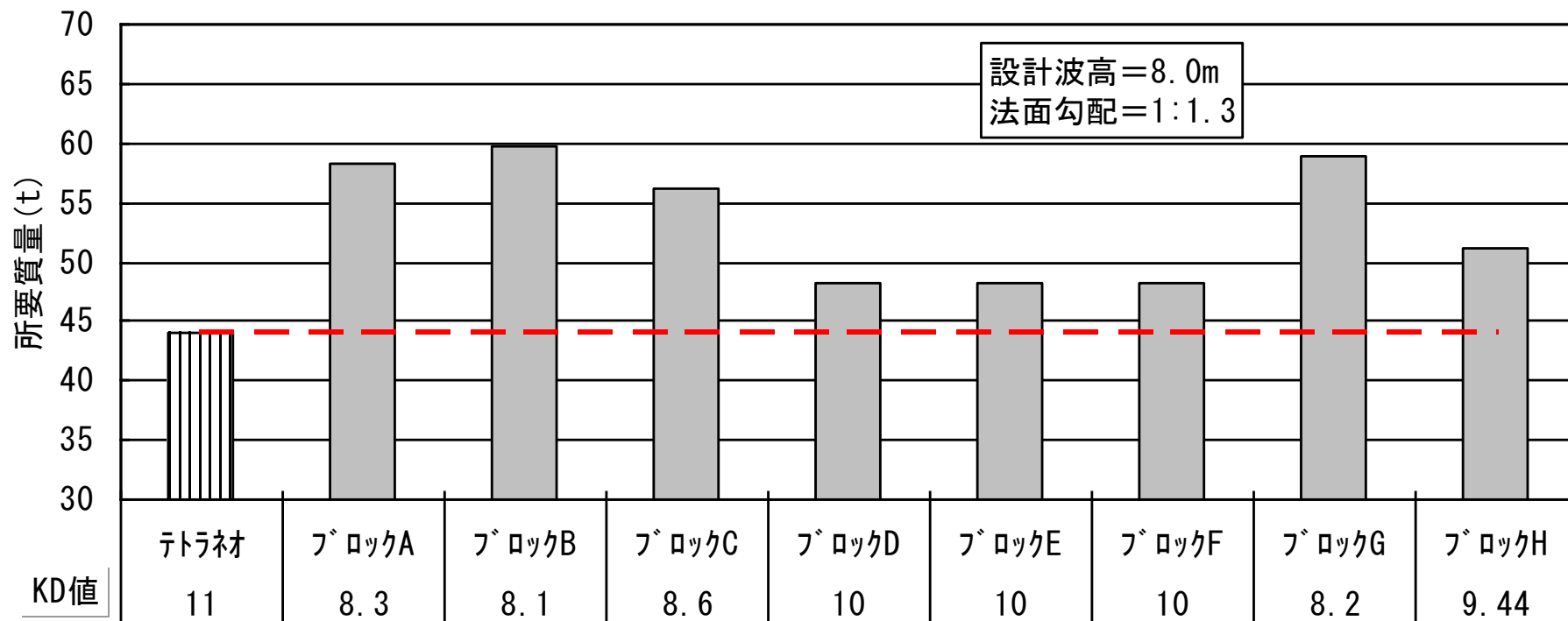
$$N_S = C_H \left\{ a \left(N_0 / N^{0.5} \right)^{0.2} + b \right\}$$

$$C_H = 1.4 / (H_{1/20} / H_{1/3})$$

斜面勾配	a	b
1:1.3	2.32	1.51
1:4/3		1.53
1:1.5		1.63

①安定性（所要質量比較）

各消波ブロックの所要質量



安定性が高くブロック小型化可能

①安定性（水理模型実験）

第二大型断面水槽（株式会社不動テトラ 総合技術研究所内）



水槽諸元

：長さ50m×幅1.0m×高さ1.5m

造波機仕様

：ピストン型（ACサーボモータ駆動）

発生波

：規則波，不規則波

波浪諸元

：規則波最大波高 $H = 50\text{cm}$

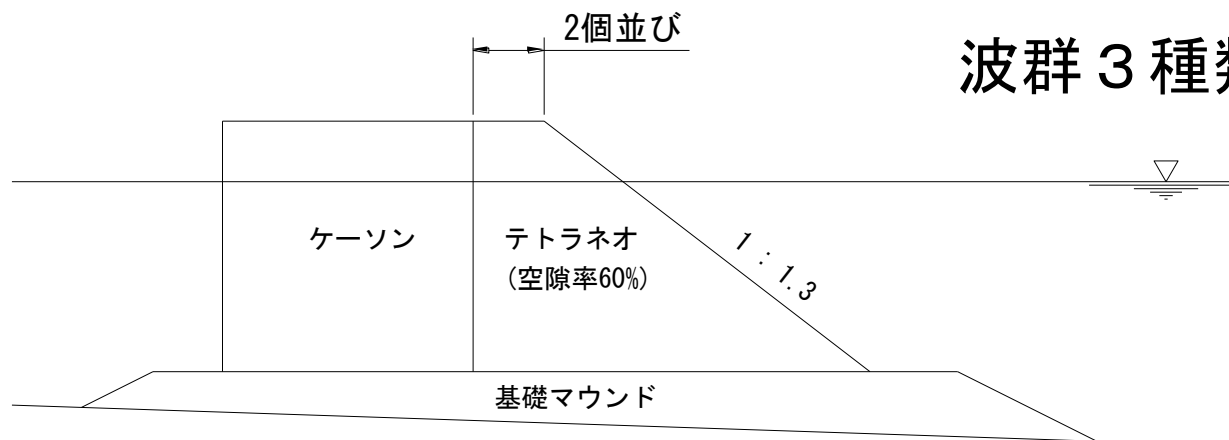
最大有義波高 $H_{1/3} = 30\text{cm}$

①安定性（水理模型実験）

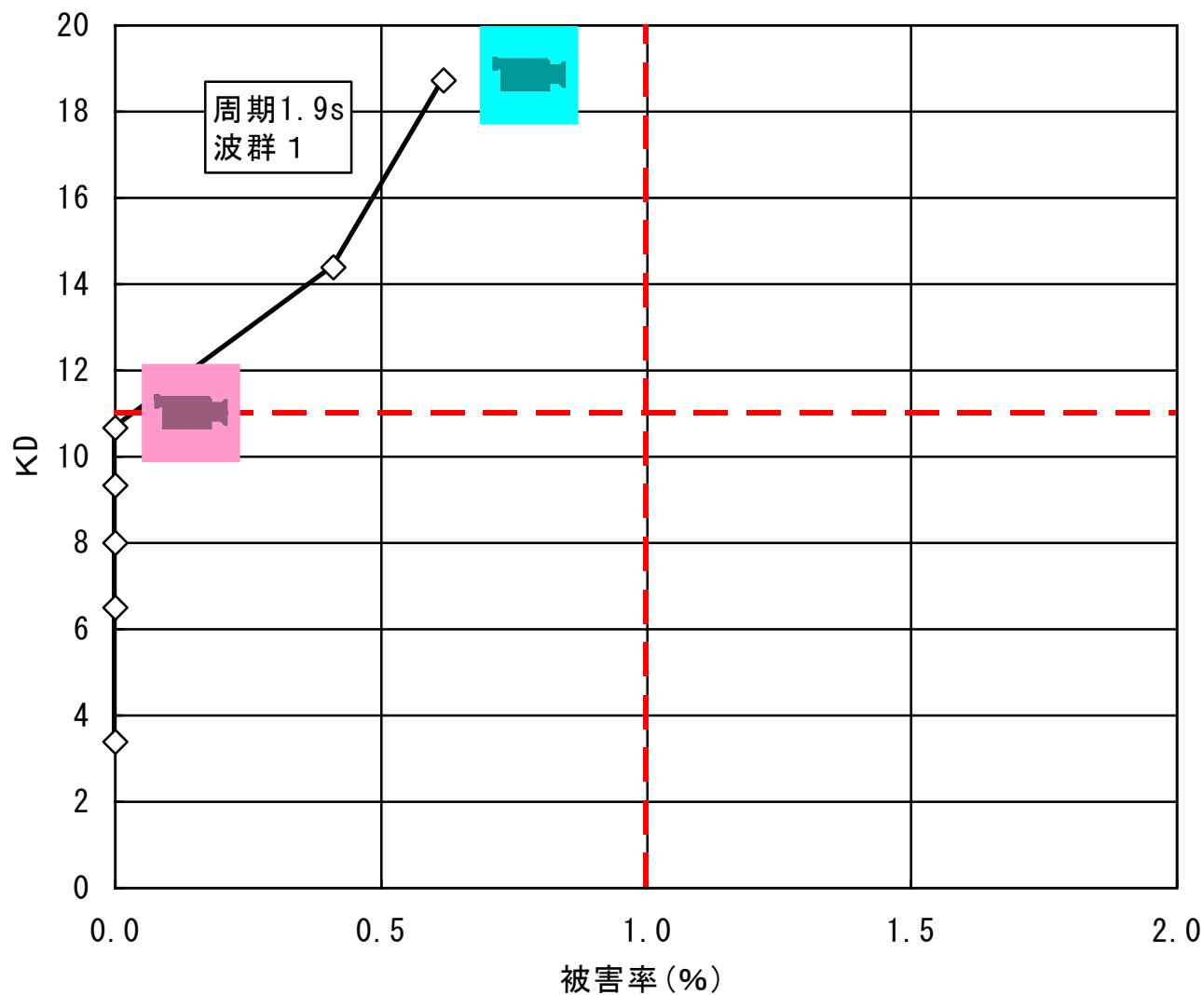
安定実験 混成堤全断面被覆（天端 2 個並び）

断面形式	波浪条件				断面条件			KD値
	波高 H _{1/3}		周期 T _{1/3}		設置水深 h		法面 勾配	
混成堤 全断面被覆 (天端2個並び)	現地量 (m)	模型量 (cm)	現地量 sec	模型量 sec	現地量 m	模型量 cm		
	5.9	10	12.2	1.6			3.2	
	5	5	5	5	20.1	34.3	1:1.3	
	11.4	19.5	16.8	2.2			23.5	

※ 模型質量253.6gで、現地量は模型量を50t型に換算した場合(縮尺1/58.5)



①安定性（水理模型実験）



②低廉な施工費（空隙率）

各消波ブロックの空隙率

テトラ材	ブロックA	ブロックB	ブロックC	ブロックD	ブロックE	ブロックF	ブロックG	ブロックH
60	50	56	56, 50	50	60, 56	60, 56	56	56.5

■所要個数の算出

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

N : 所要個数 (個)

V : 被覆する容積 (m^3)

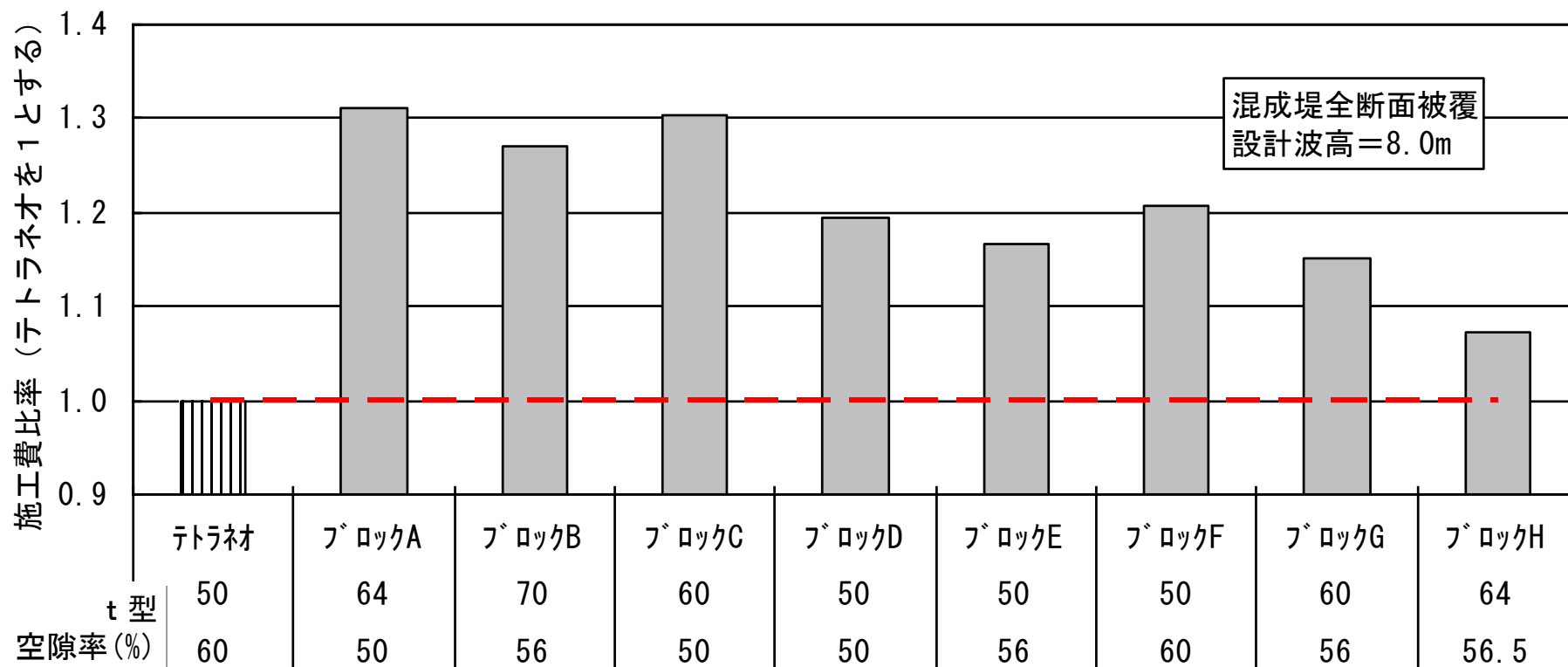
v : ブロック1個の体積 (m^3)

p : 空隙率 (%)

空隙率 60% は消波ブロックの中で最高位

②低廉な施工費（施工費比較）

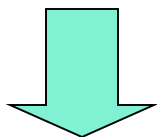
施工費（製作＋据付）比較



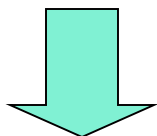
空隙率高・ブロック小型化等⇒施工費が低廉

③構造強度（曲げとせん断）

脚部への曲げ・せん断

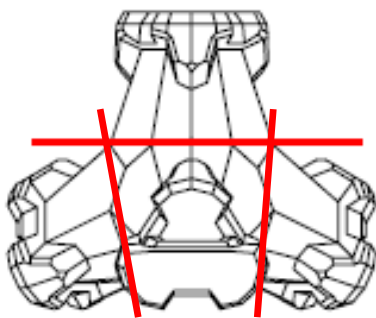
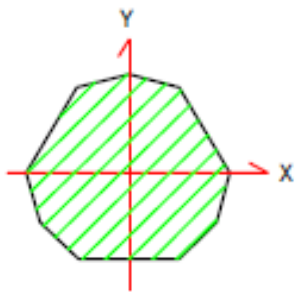


ブロック折損



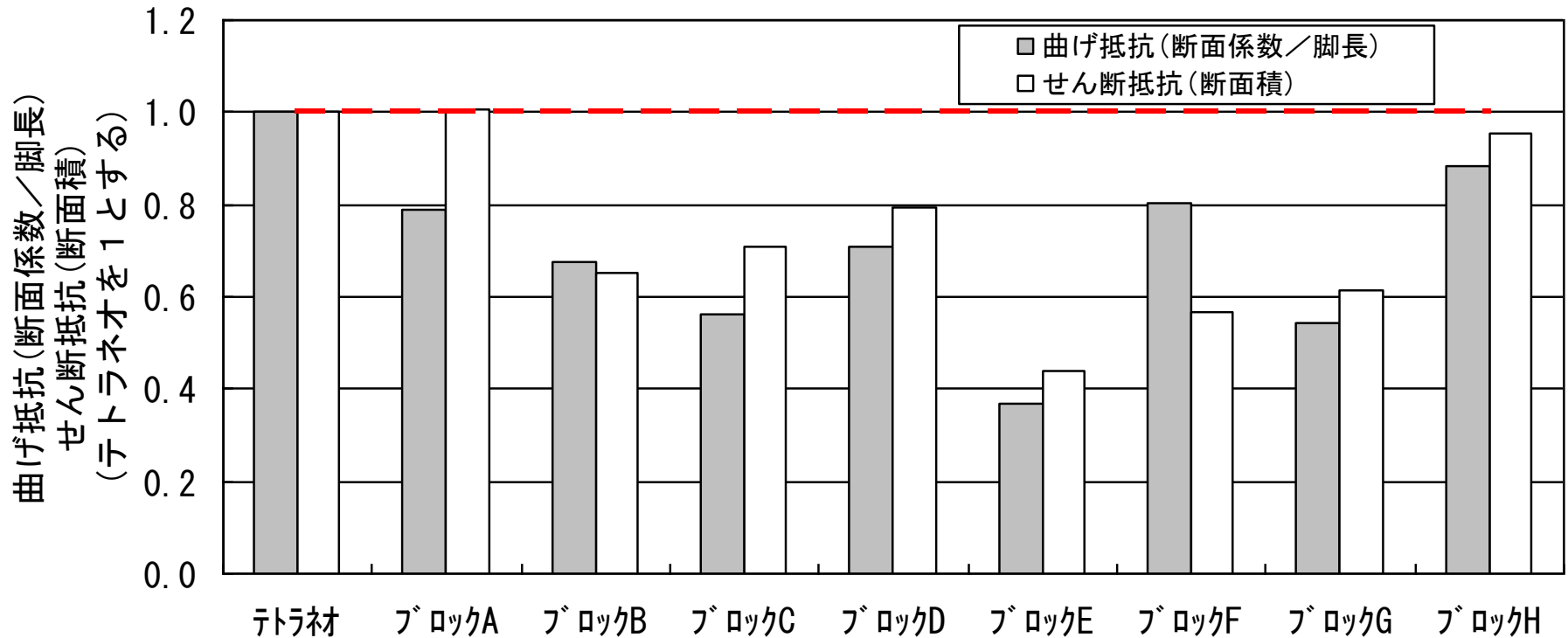
曲げ抵抗 : 断面係数／脚長
せん断抵抗 : 脚部付け根の断面積

構造検討位置図

	テトラネオ
検討位置	
検討部断面形状	

③構造強度（構造強度比較）

構造強度比較

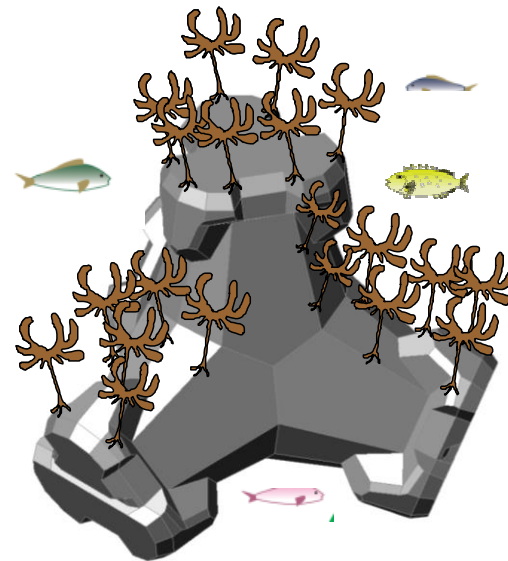


脚付け根の断面積増加⇒構造強度が高い

④環境との親和性(生物との共生)

コンブ科海藻の着生促進→二次的に魚礁効果
(コンブ類、アラメ、カジメなど)

※一般的に岩盤の縁辺部やブロックの稜角部などに着生が多い

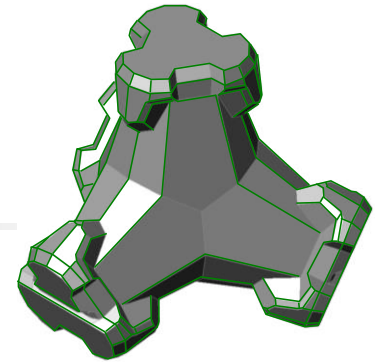


稜線部: 海藻

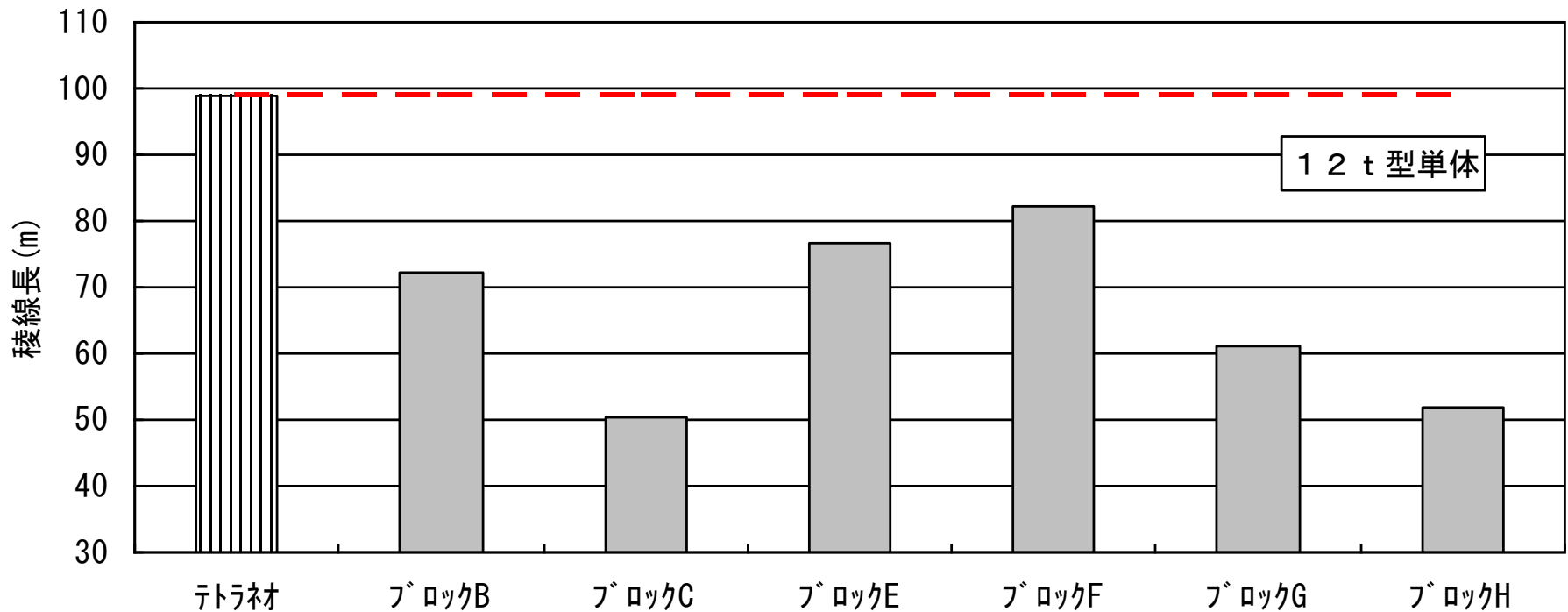
突起陰部:
貝類、サンゴ

空 隙: 小魚

④環境性（稜線長比較）



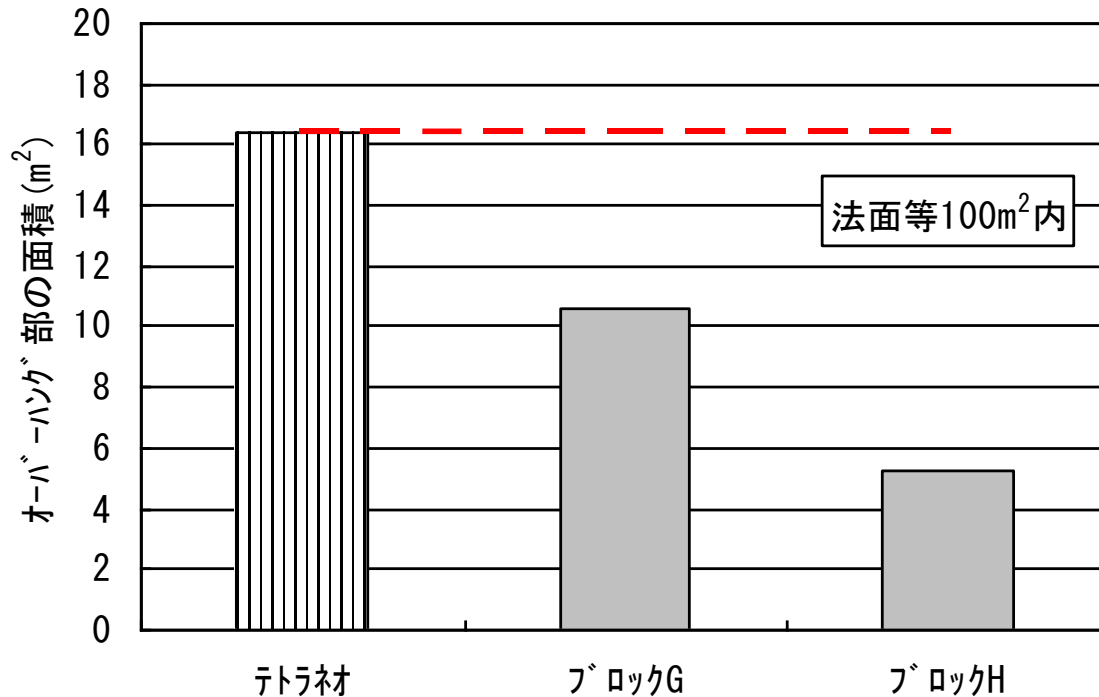
各消波ブロックの稜線長



長い稜線への海藻着生

④環境性

(オーバーハング部面積比較)

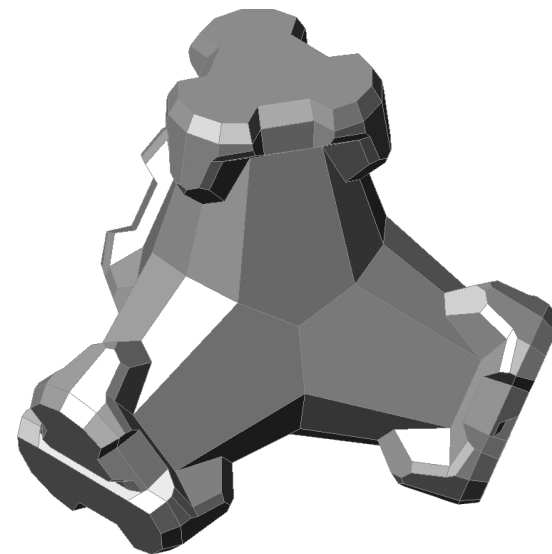


突起の陰に貝類・サンゴ等の着生

テトラネオ出来形，型枠



テトラネオのまとめ



- ① **高い耐波安定性**を有する。
- ② **施工費が低廉**となる。
- ③ **高い単体構造強度**を有する。
- ④ **高い環境共生効果**を期待できる。