

高耐久性築堤マット

REEF MAT

リーフマット

高耐久性築堤マット工業会

REEF MAT

リーフマット

リーフマットとは…

リーフマットとは、特殊ポリエチレン被覆線材を使用し、従来製品に比べて耐久性や強度などに優れたかご製品です。
 海域での設置に適し、様々な用途に使用できます。



耐久性

従来の港湾築堤マットは亜鉛めっき鉄線製であり、海中での耐用年数は約3年程度で、主に仮設用として使用されてきました。
 リーフマットは、耐摩耗性などに優れた特殊ポリエチレンを被覆することで、50年以上の耐久性を有した製品です。

強度

心線に亜鉛めっき鋼線(引張強度1,000N/mm²以上：従来製品の鉄線に比べ約2倍の引張強さ)を用い、強度に優れます。

施工性

強度を確保しながら軽量化を実現し、施工性に優れます。

環境性

内分泌かく乱物質が疑われる化学物質65物質(環境ホルモン)を含みません。

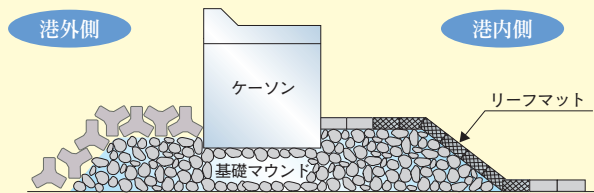
密着性

被覆部と心線が強固に接着し、端部等からの海水の浸入を遮断し錆の進行を防ぎます。

用途

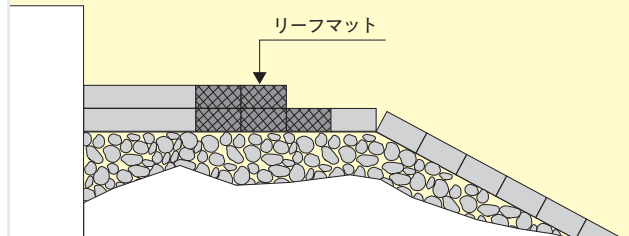
粘り強い構造の被覆工

- 混成堤等の基礎捨石の被覆工として



低減対策工

- 反射波・長周期波対策として



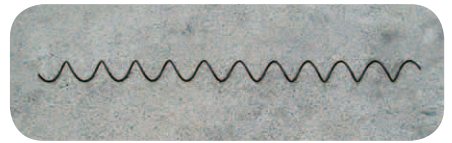
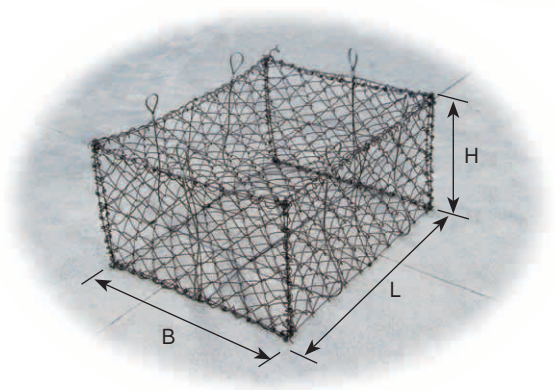
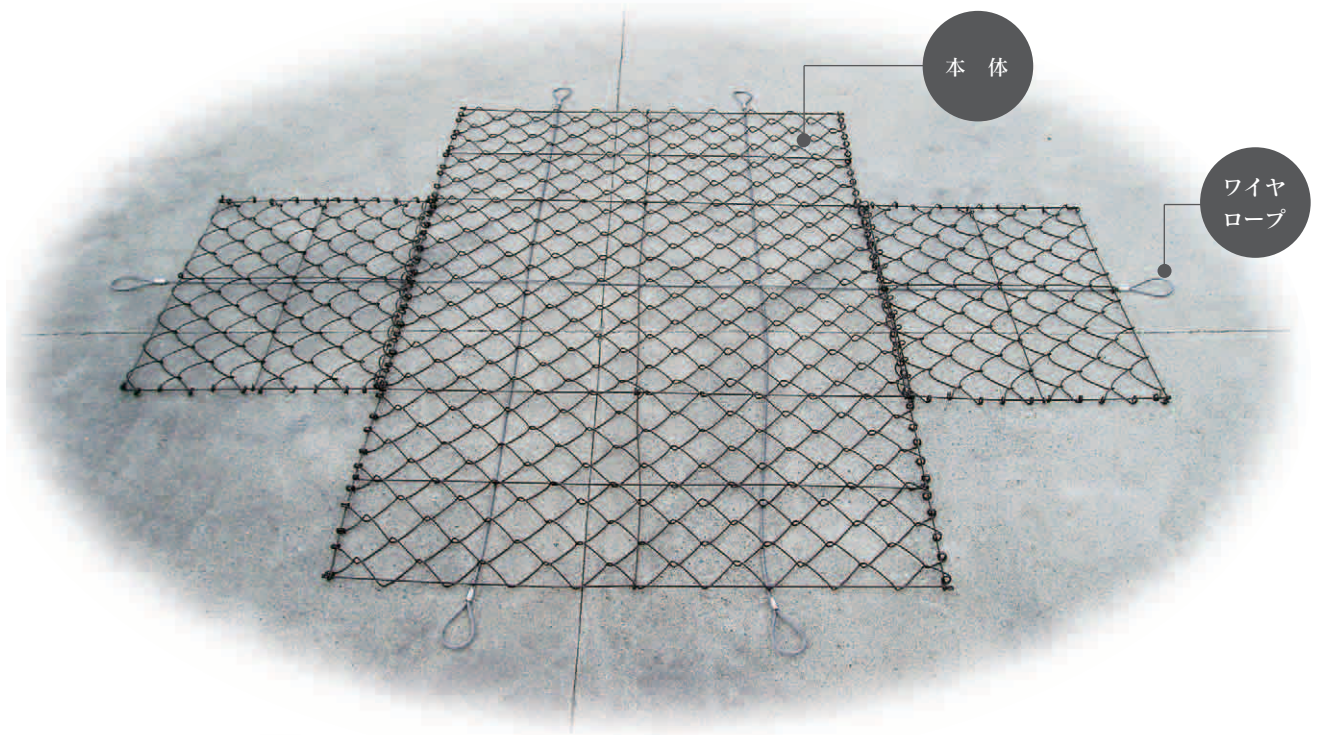
各種洗掘
対策工

潜堤

魚礁

藻場造成

製品構造



※上記写真は3m³型です。

寸法規格

型式	高さH(m)	幅B(m)	延長L(m)	参考重量W(tf)
3m ³ 型	1.0	1.5	2.0	4.8
6m ³ 型	1.0	2.0	3.0	9.6

※参考重量は単位体積重量を1.6tf/m³で算出しています。
 ※上記以外のサイズも製作可能です。

部材規格

型式	規格	材質及び表面処理
本体	φ6mm(φ4mm)×網目150mm	特殊ポリエチレン被覆 亜鉛めつき鋼線 (4種相当)
梁線	φ6mm(φ4mm)	
コイル	φ6mm(φ4mm)	
ワイヤロープ	φ10mm, φ12mm	—

※φ6mm(φ4mm)とは、被覆線径φ6mm、心線径φ4mmを表します。
 ※製品改良のため、仕様は予告無く変更する場合があります。



水理模型実験結果

1) K_D 値⁽⁴⁾ K_D 値(安定係数)実験結果

形状寸法(実物大として)	設置勾配	K_D 値
1.0m×3.0m×2.0m	1:3(角度:18.4°)	8.60

参考値：捨石の K_D 値 2~42) イスパッシュ定数⁽⁵⁾

イスパッシュ定数実験結果

種 別	形状寸法(実物大として) 1.0m×3.0m×2.0m	備 考
延性抵抗モード	1.1	各ユニット間に隙間がある形状
拘束抵抗モード	1.4	各ユニットが隙間なく密に配置されている形状

参考値：捨石のイスパッシュ定数 0.9~1.0

捨石工との比較では K_D 値で2~4倍大きく、イスパッシュ定数で1.1~1.4倍大きい数値となりました。

3) 反射率^{(2) (4)}

0.2程度 (実験値0.16~0.286)

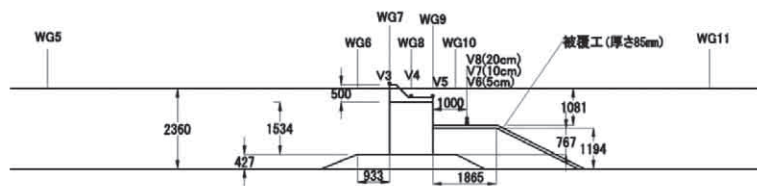
港湾空港技術研究所資料No.1269より^{※(1)}

図-4.1 被覆工の安定性に関する実験断面図(単位mm)



写真-4.9 実験後の被覆材の様子(ケースOM-2-3)

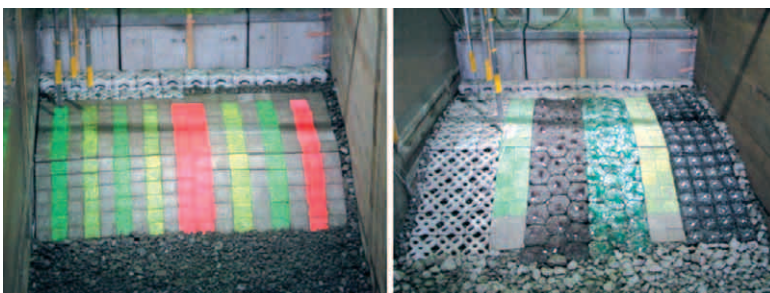


写真-4.1 被覆材の並べ方(左:予備実験,右:本実験)

最終的には、蛇籠とその隣の方塊ブロックの列を残し、ほかは飛散しその下部まで洗掘を受けた。残った方塊ブロックは、目地部における流速が強いため、越流水塊が直接作用せず流されなかったが、一方で、袋詰め材は流されたため、その下部が洗掘され、その後、蛇籠の2つ隣の方塊ブロックは流されたと考えられる。蛇籠は両隣の拘束力が強かったためである可能性があり、現地に適用する際には留意する必要がある。

防波堤の腹付け被覆ブロックの安定性より^{※(3)}

a) 実験断面

実験は、既存の防波堤を参考に1/12.5の縮尺の模型を製作した。ケーソンは高さ1.6m幅1.06 mで0.2mのパラペットを再現したもの3函設置し、目地幅0.02mとした。その背後に、腹付け工としてマウンドと同様の3号砕石(粒径30mm~40mm)を高さ0.48m、長さ1.73mとなるよう設置しその上に被覆ブロックの模型を設置した。



写真-1 実験状況 (被覆ブロック開口率0%)

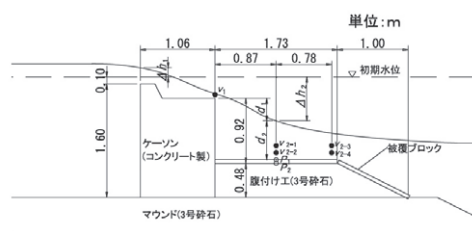


図-1 実験断面図

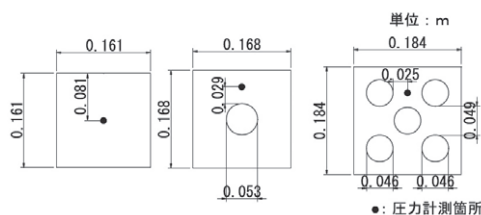


図-2 被覆ブロック模型詳細図
(開口率0% (左)、8% (中央)、24% (右))

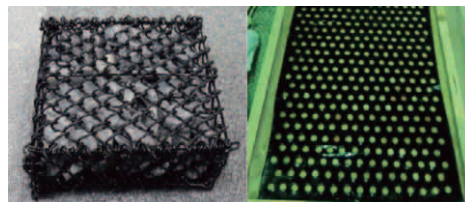


写真-2 石籠模型 (左) とアスファルトマット模型 (右)

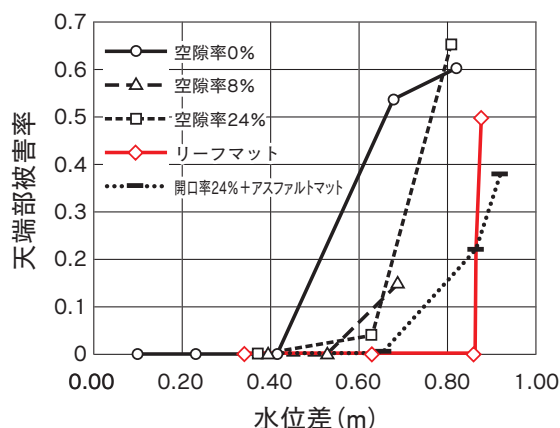


図-4 天端部被害率と水位率の関係

(2) 実験結果

a) ブロックの空隙率の違い

ブロックの空隙率の違いについては、どのケースにおいても、越流による流れが被覆ブロックまで到達しない場合は、被覆ブロックの被害は確認されなかった。被覆ブロックまで流れが到達した場合で、水位差が同程度の場合は、法肩付近は流れの影響により飛散していたが、天端部は空隙率の大きい物ほど被害率が小さいことが確認できた。また、天端部は越流落下地点のブロック被害後の腹付け工の洗掘による影響で、被覆ブロックの空隙率に関係なく被害が拡大していることも確認できた。

b) 石籠

石籠は他のブロックと比べ空隙率の大きいことから、水位差が同程度の場合は、被害率が小さかった。しかし、一度被害すると他のブロック同様、腹付け工の洗掘の影響を受け、大きく被害が発生することが分かった。

【参考文献】

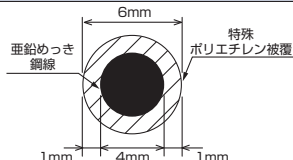
- (1) 有川、佐藤、下迫、富田、廉、丹羽 (2013) : 津波越流時における混成堤の被災メカニズムと腹付け工の効果 (港湾空港技術研究所資料 No.1269)
- (2) 猿田 : 港湾築堤マットを用いた反射波低減対策の提言 (平成26年度スキルアップセミナー関東)
- (3) 有川、岡田、下迫 : 防波堤の腹付け被覆ブロックの安定性 (土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol.70)
- (4) かこマット工法技術推進協会 : かこマット水理実験結果報告書 (田中、居波、櫻田 (東海大学海洋学部))
- (5) 小岩金網、小財スチール、岡三リビック、トワロン : かこマットのイスバッシュ定数に関する検討結果 (多田、宮田 (防衛大学校))

REEF MAT リーフマット

リーフマット使用の特殊ポリエチレン被覆線の特徴

線材の規格

	リーフマット(特殊ポリエチレン被覆亜鉛めっき鋼線)	従来製品(亜鉛めっき鉄線)
線径(mm)	被覆線径 φ6mm,心線径 φ4mm (被覆厚さ1mm)	φ5mm
引張強さ	1,000N/mm ² 以上	290~540N/mm ²
破断荷重	12,560N以上(φ4.0mmの場合)	5,692~10,597N



密着性

特殊ポリエチレン被覆線はポリエチレン樹脂と心線(亜鉛めっき鋼線)が完全に接着しているため、被覆線の端部に錆が発生しても、錆の進行を防止することができます。

接着はく離試験結果：他社品に比べ約12倍の接着強度を有していました。

試料片	被覆線径	心線径	平均試料片幅	平均はく離荷重	平均はく離強さ	比較
他社品	φ9mm	φ4mm	5.13mm	4.1N	8.0N/cm	1
特殊ポリエチレン被覆線	φ6mm	φ4mm	3.96mm	39.1N	98.7N/cm	12倍

※上記試験におけるはく離強さは製品の接着強度を保証するものではありません。

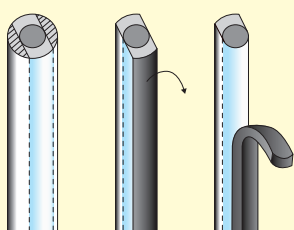
試験機関：大阪府立産業技術総合研究所

	0時間 (2003.12.12開始)			10,000時間 (2005.5.16終了)	
	左端	中央部	右端	写真全体	
無接着被覆線	①キズ無し				
	②キズ有り				
接着被覆線	③キズ無し				
	④キズ有り				

①キズ無し無接着被覆線 ②キズ有り無接着被覆線 ③キズ無し接着被覆線 ④キズ有り接着被覆線

	接着強度が弱い場合	接着強度が強い場合
端面	● 端部から海水が浸入し、腐食が全面に広がる。	● 端部から海水は浸入せず、腐食は進行しにくい。
傷口	● 傷口から海水が浸入し、腐食が全面的に広がる。 ● 心線の腐食が進行した場合に被覆のめくれが発生する恐れがある。	● 傷口から海水は浸入せず、腐食は進行しにくい。

試験方法イメージ図



線材の両サイドをカットし被覆材を引張る

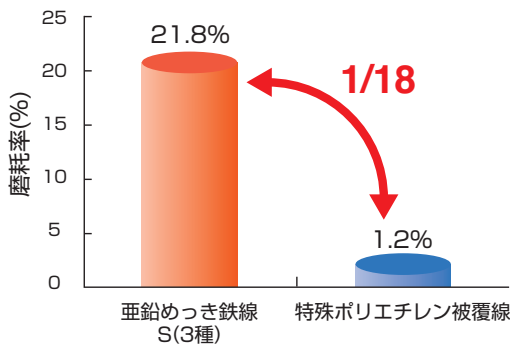
方法

試料片幅に剥がした樹脂部と金属芯を試験機のつかみ具でつかみ、180度はく離試験を行った。10mm~25mm間のはく離接着強さの平均荷重を求めた。各2回試験を行い、試料片幅と平均はく離荷重から平均はく離強さを計算した。

耐 磨 耗 性

特殊ポリエチレン被覆線は亜鉛めっき鉄線に比べ耐磨耗性が約18倍優れています。そのため、常に砂に洗われるような厳しい海洋環境でリーフマットを使用した場合でも、優れた耐久性を発揮します。

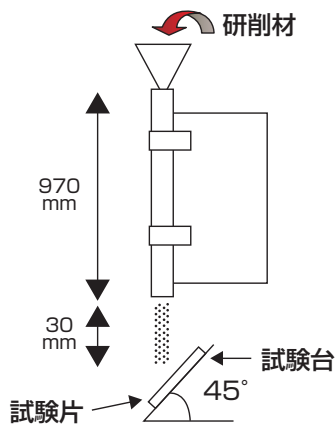
砂落し磨耗試験結果：亜鉛めっき鉄線に比べ磨耗率が約18倍優れていました。



	亜鉛めっき鉄線(S)3種 φ6mm	特殊ポリエチレン被覆線 φ6mm(φ4mm)
平均試験前重量	めっき部重量 283mg	被覆部重量 1,148mg
平均磨耗量	61mg	14mg
平均磨耗率	21.8%	1.2%
比 率	1	1/18

※磨耗率はポリエチレン被覆部重量及びめっき部重量をもとに算出。

試験装置イメージ図



方法

試験片を鉛直方向と45度になるように試験台上に固定した。試験片に研削材を落下させ、試験片の重量変化により砂磨摩量を求めた。

項 目	内 容
試 験 方 法	JIS H 8503 めっきの磨耗試験方法 7.砂落し磨耗試験方法に準ずる
研 削 材 の 種 類	JIS R 6111 規定の炭化けい素質研削材 C#36
研削材の粒度分布	425~850 μm
研削材の落下量	200kg
試 験 片 の 種 類	特殊ポリエチレン被覆線 φ6mm(φ4mm)、亜鉛めっき鉄線(S)3種 φ6mm
試 験 片 の 形 状	直線状で長さ約75mmのもの
試 験 片 の 数	試験片毎に6個

【推定耐用年数】

リーフマットの推定耐用年数(年)

$$= \text{特殊ポリエチレン被覆厚}(1\text{mm}) \div \text{年間の推定砂磨耗量}(0.0167\text{mm})^{*1}$$

$$= \text{約}60\text{年}$$

※1 年間の推定砂磨耗量(mm)の算出方法

$$\text{年間の推定砂磨耗量}(mm) = \text{鉄線の年間推定砂磨耗量}(0.3\text{mm})^{*2} \times \text{磨耗比}(1/18)$$

$$= 0.0167\text{mm}$$

※2 『港湾の施設の技術上の基準・同解説』(社)日本港湾協会より

REEF MAT リーフマット

耐 候 性

特殊ポリエチレン被覆線は耐候性に優れており、屋外で使用した場合にも60年以上の耐久性があります。

促進暴露試験結果：促進暴露試験装置(WS-A)にて12000時間(屋外暴露60年に相当)照射後も変化はありませんでした。






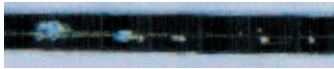












	特殊ポリエチレン被覆線		特殊ポリエチレン被覆線
0時間		12000時間	

方法 JIS A 1415 高分子系建築材料の実験室光源による暴露試験方法に準ずる。

耐 塩 水 性

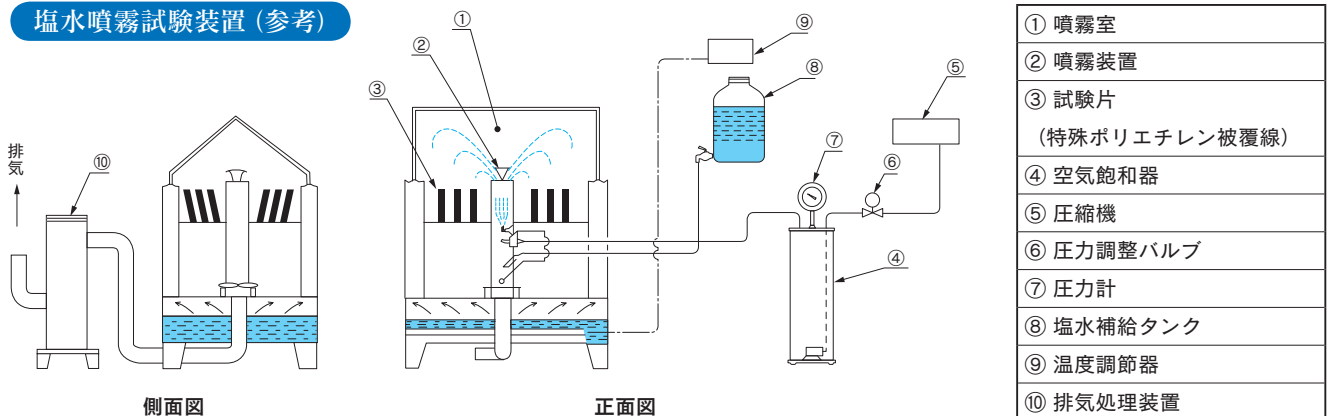
特殊ポリエチレン被覆線は、耐塩水性に優れたポリエチレン樹脂が心線(亜鉛めっき鋼線)を確実に保護しており海水に対する耐食性を維持します。

塩水噴霧試験結果：塩水噴霧(2000時間)による発錆等の変化はありませんでした。

時 間	特殊ポリエチレン被覆線	亜鉛めっき鉄線(3種)	着色塗装亜鉛めっき鉄線
0時間			
400時間			
800時間			
1200時間			
1600時間			
2000時間			

方法 JIS Z 2371 塩水噴霧試験方法に準ずる。35℃、5%NaCl水溶液を噴霧。







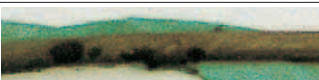
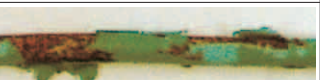

塩水噴霧試験装置 (参考)



耐硫酸性、耐塩酸性、耐硫化性

特殊ポリエチレン被覆線は、硫酸や塩酸などの強酸や温泉水にも強く、酸性土壌などの特殊環境にも使用することができます。

薬品浸漬試験結果：硫酸、塩酸、温泉水への浸漬による外観の変化はありませんでした。

試料名	硫酸(約12.5%)	塩酸(約17.5%)	温泉水(草津温泉)
特殊ポリエチレン被覆線	 ○：外観の変化なし	 ○：外観の変化なし	 ○：外観の変化なし
亜鉛めっき鉄線(4種)	 ×：全面黒色変化	 ×：全面赤サビ発生	 ×：全面亜鉛溶落 一部分に白サビ発生
着色塗装亜鉛めっき鉄線	 ×：全面樹脂はく離 心線赤サビ発生	 ×：樹脂大部分はく離 心線赤サビ発生	 ×：樹脂表面侵食 下部より赤サビ浮上

方法 硫酸(12.5%、30℃)、塩酸(17.5%、20℃)、温泉水(草津温泉、60℃)に72時間浸漬。

耐燃焼性

特殊ポリエチレン被覆線は引火によっても燃え広がりにくい性質を有しています。

燃焼性試験結果：防火物品の防火性能試験基準の評価基準を満たしていました。

	特殊ポリエチレン被覆線		他社品 φ9mm (φ4mm)	防火性能評価基準 (じゅうたん等)
	φ5mm (φ4mm)	φ6mm (φ4mm)		
平均残炎時間	0.0秒	0.0秒	93.0秒	20秒以下
平均炭化長	2.3cm	2.7cm	4.1cm	10cm以下

試験機関：大阪府立産業技術総合研究所

試験後試料の外観



方法

燃焼性(45度法等)消防法施行規則第4条の3第5項に準ずる。なお、加熱時間は2分とし、3回試験を行い平均を求めた。

防火物品の防火性能試験基準の要点

根拠法令：消防法施行令第4条の3第4項及び第5項

消防法施行規則第4条の3第3項から第7項まで

消防庁告示第11号(昭和48.6.1)

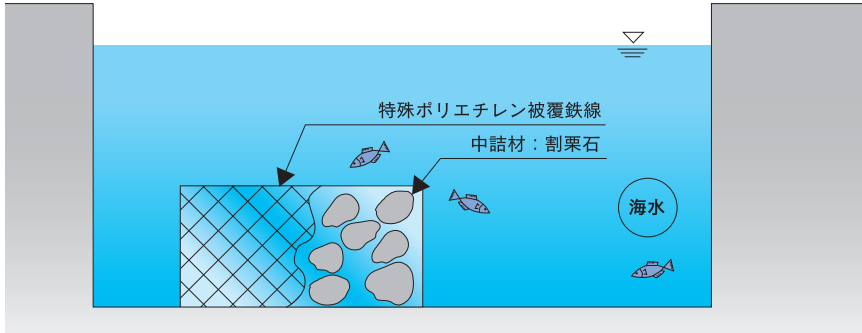
物品名	試験法 (通称)	試験体	状態調節	燃焼方法			評価基準	
				火源(長さ)	加熱時間	略図	残炎時間	炭化長
じゅうたん 等	45℃ エアームックス バーナー法	40×22cm ~6体 (タテ3体 ヨコ3体)	50±2℃恒温 乾燥機中24時間 ↓ シリカゲル入り デシケーター中2時間以上	エア- ミックス バーナー (24mm)	30秒		20秒 以下	10cm 以下

REEF MAT

リーフマット

海藻類付着試験

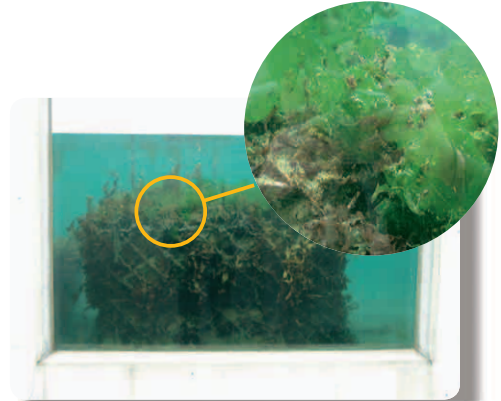
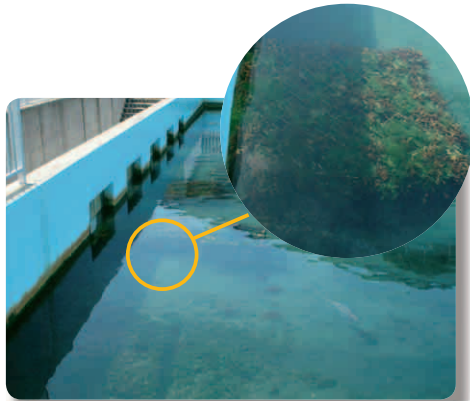
リーフマットは、環境に優しい藻場の造成基盤や魚介類増殖礁としてご使用いただけます。



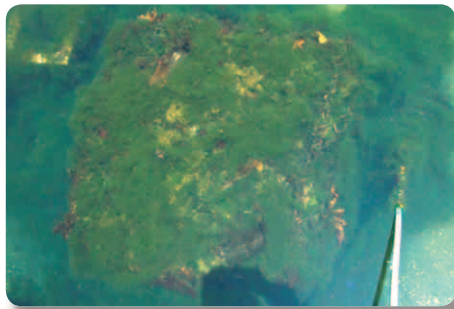
茨城県内の試験場で
平成13年1月より
海藻類付着試験を実施。
現在も試験継続中。

海藻類付着試験結果：特殊ポリエチレン被覆線に海藻類が付着することを確認いたしました。

平成15年6月



平成22年5月



組立方法



①金網パネルとワイヤロープの取付



②本体の組立



③型枠の取付



④中詰材の投入



⑤蓋の取付



⑥吊り上げ・転置

施工手順

熊本県 玉名地域振興局



① 組立・型枠設置



② 石詰め



④ 敷設完了



③ 据付け（吊り施工）

設置する捨石面とのなじみが良く、荒均し(±50cm)による施工が可能です。⁽²⁾

施工写真

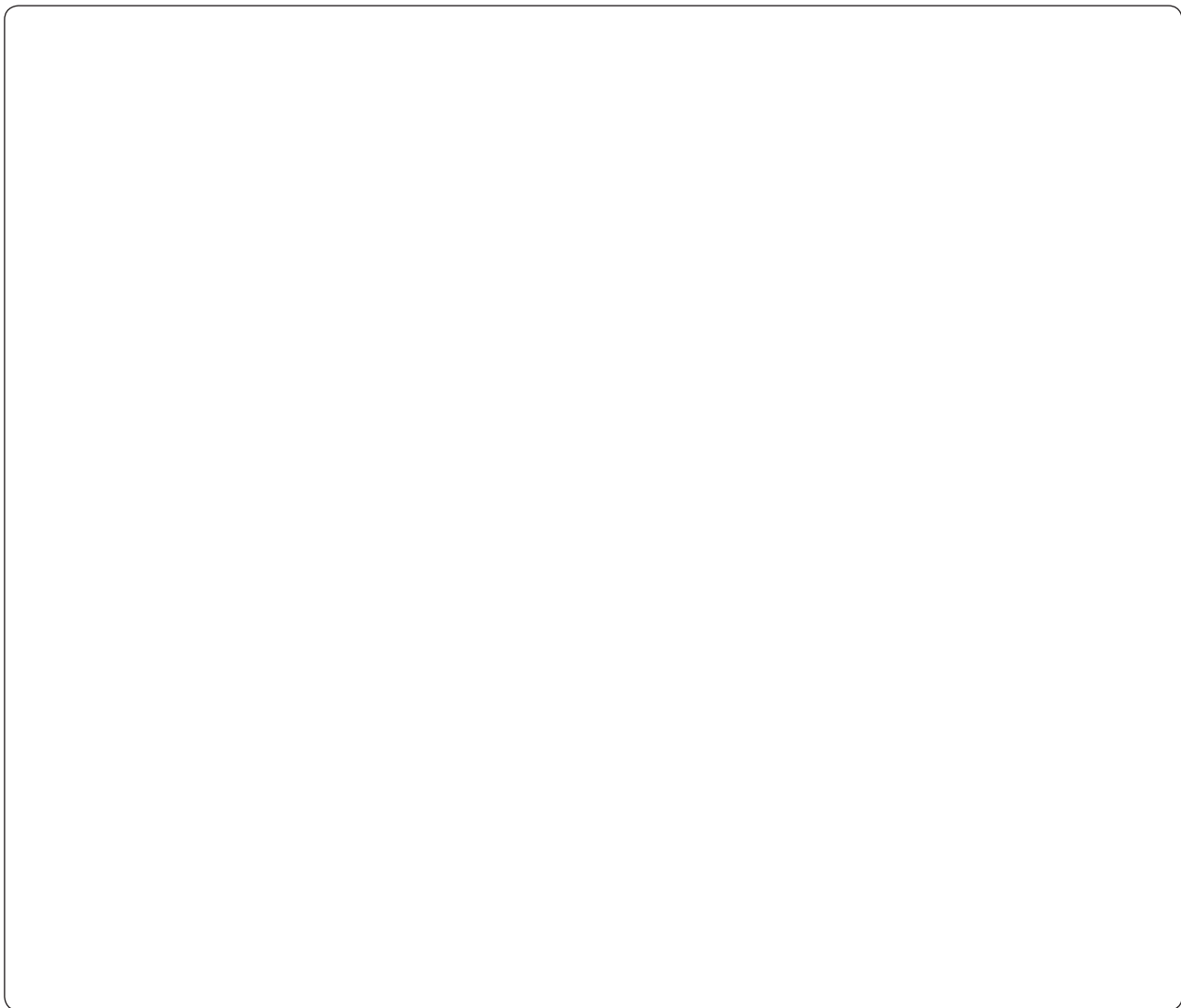


宮崎県 中部港湾事務所



高知県 いの土木事務所

お問い合わせ、ご用命は下記どうぞ。



この印刷物は環境にやさしい大豆油インキ及び一部クリーンエネルギーを使用して生産しております。