

平成 26 年度（一財）港湾空港総合技術センター 研究開発助成報告書

助 成 番 号 ：平成 26 年 5 月 9 日付 第 14－4 号

研究開発項目：（一般⑥）建設副産物リサイクルに関するもの

浚渫土砂を用いた環境に優しい ブロック製作技術の開発

平成 27 年 4 月 7 日

九州大学 大学院 工学研究院

平澤充成

笠間清伸

目 次

1.	はじめに	1
1. 1	研究開発の目的・意義	1
1. 2	研究開発の概要	1
2.	主成分分析によるスラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さ予測	2
2. 1	小型脱水固化装置実験結果に基づく主成分分析	2
2. 2	小型脱水固化装置に基づく各変量の推定	6
2. 3	一軸圧縮強さ予測フローの提案	8
3.	浚渫土ブロックの現地適応性（耐久性）	10
3. 1	暴露現場概要	10
3. 2	試験結果	12
4.	浚渫土ブロックの現地適応性（生物付着）	17
4. 1	暴露現場概要	17
4. 2	生物の付着状況調査	17
5.	浚渫土砂を用いたブロック製作技術の開発に関するまとめ	40

1. はじめに

1. 1 研究開発の目的・意義

従来、港湾の航路泊地の維持管理に伴う浚渫や、船舶の大型化のための浚渫の土砂は、埋立処分が多くなされてきたわけであるが、近年、新たな埋立の事業は、環境保護との両立、地元関係者との合意を含め、実施が益々困難になってきている。また、鉄鋼業においては鉄鋼製造工程で副産物として出る鉄鋼スラグについて、その利用技術の検討が進められてきている。

我々の研究グループでは、これまでに浚渫土砂にセメントを混合し、高圧機械脱水を併用する高圧脱水固化技術を開発してきたところであるが、セメントに替えて高炉スラグ微粉末および製鋼スラグを用いて脱水固化体を製作し、環境に優しいブロック製作技術を開発することにより、浚渫土砂を有効活用する技術の確立を目指す。

1. 2 研究開発の概要

本研究開発では、浚渫土砂とスラグによる固化体の強度特性および圧密特性を把握するとともに、脱水固化による強度増加や大型化による課題を整理し、最適なブロック製造技術の提案を行う。

平成26年度は、以下に示す項目を実施した。

- 1) 浚渫土スラグ固化体の強度推定方法の確立
- 2) 浚渫土ブロックの海洋環境下における長期耐久性と生態学的安定性

本報告書では、2. 主成分分析によるスラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さ予測において、浚渫土砂とスラグを混合した浚渫土スラグ固化体の強度推定方法の確立に向けた推定方法の改善を行い、3. 浚渫土ブロックの現地適応性（耐久性）および4. 浚渫土ブロックの現地適応性（生物付着）において、浚渫土を用いた固化体構造物を海洋環境下において暴露試験を行い、浚渫土ブロックの強度特性の変化や動物・植物の付着状況の観測結果を報告する。

2. 主成分分析によるスラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さ予測

2. 1 小型脱水固化装置実験結果に基づく主成分分析

スラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さは、母材、スラグ混合率、石灰混合率、脱水圧力および水スラグ石灰重量比など、複数の指標に影響を受けることが明らかとなり、昨年度の成果報告では、スラグ石灰混合浚渫土の強度推定および高強度化に影響する要因分析を行うために、一軸圧縮強さとスラグ石灰混合浚渫土の物理特性および作成条件のうち、21変数を設定し、2変数間の相関係数の把握および主成分分析を行った。しかしながら、今年度の研究において飽和度 S_r (%) について一軸圧縮強さとの相関が高いことが明らかとなり、当該変数を含めた 22 変数を設定して 2 変数間の相関係数の把握及び主成分分析を実施し、強度推定方法の改善・向上を図った。

なお、スラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さなど力学特性を把握する小型脱水固化装置を用いた実験方法、実験条件等の詳細については、昨年度の成果報告を参照願いたい。

(1) 各変量について

スラグ石灰混合浚渫土の強度分析を行う際に用いる飽和度 S_r (%) を加えた 22 変数と一軸圧縮強さの相関係数を表-2.1 に示す。

表-2.1 より、正の相関では、曲率係数 U'_c 、細粒分含有率 F_c および湿潤密度の相関が大きく、0.81、0.78 および 0.73 となった。新たに加えた変数である飽和度 S_r についてもこれらの変数に次いで大きく 0.71 であった。また、負の相関では砂分含有率 S_c 、浚渫土含有率および均等係数 U_c の相関が大きく、-0.78、-0.78 および -0.71 となった。しかし、相関係数が 0.7 以上の変数が多いことから、スラグ石灰混合浚渫土の高強度化は、試料の様々な物理特性や作製条件の影響を受けると考えられ、より精度のよい強度推定をするためには、2 変数以上の指標を用いて強度評価をする必要があると考えられる。

表-2.1 一軸圧縮強さと各変数の相関

No	変数	相関係数
1	ρ_s (g/cm ³)	0.25
2	Sc (%)	-0.78
3	Fc (%)	0.78
4	Pc (%)	0.67
5	Uc	-0.71
6	U' c	0.81
7	スラグ混合率 (%)	0.71
8	石灰混合率 (%)	0.06
9	含水比 (%)	0.68
1 0	浚渫土含有率 (%)	-0.78
1 1	湿潤密度 (g/cm ³)	0.73
1 2	乾燥密度 (g/cm ³)	0.29
1 3	水スラグ石灰重量比	-0.18
1 4	水スラグ重量比	-0.40
1 5	水石灰重量比	0.00
1 6	脱水圧力 (MPa)	-0.27
1 7	スラグ石灰水重量比	0.08
1 8	スラグ水重量比	0.24
1 9	石灰水重量比	-0.23
2 0	間隙比 e	-0.09
2 1	飽和度 Sr (%)	0.71
2 2	実験前石灰水重量比	-0.02

(2) 主成分分析結果

表-2.1 の結果より，スラグ石灰混合浚渫土の 22 変数で主成分分析を行った．主成分分析の結果を表-2.2 に示す．

表-2.2 主成分分析

	成分			
	1	2	3	4
累積寄与率 (%)	39.62	71.51	87.01	94.17
成分行列				
ρ_s (g/cm ³)	0.29	-0.94	0.07	-0.04
S_c (%)	-0.96	-0.25	-0.01	0.13
F_c (%)	0.96	0.25	0.01	-0.13
P_c (%)	0.82	0.55	-0.01	-0.11
U_c	-0.88	-0.46	0.00	0.12
U'_c	0.99	-0.04	0.02	-0.14
スラグ混合率 (%)	0.84	-0.50	0.07	-0.13
石灰混合率 (%)	0.11	0.98	-0.07	-0.03
含水比 (%)	0.67	0.29	0.66	0.14
浚渫土含有率 (%)	-0.96	-0.25	-0.01	0.13
湿潤密度 (g/cm ³)	0.85	-0.20	0.19	0.42
乾燥密度 (g/cm ³)	0.46	-0.59	-0.45	0.45
水スラグ石灰重量比	-0.43	0.02	0.83	0.32
水スラグ重量比	-0.42	0.73	0.01	-0.13
水石灰重量比	0.22	-0.73	0.24	-0.07
脱水圧力 (MPa)	0.06	0.22	-0.47	0.63
スラグ石灰水重量比	0.32	-0.06	-0.89	-0.29
スラグ水重量比	0.41	-0.79	-0.41	-0.17
石灰水重量比	-0.22	0.92	-0.28	-0.05
間隙比 e	-0.28	-0.28	0.64	-0.60
飽和度 S_r (%)	0.74	0.29	0.54	0.27
実験前石灰水重量比	0.00	0.99	-0.07	0.00

表-2.2 より各成分の累積寄与率から，第 1 主成分から第 4 主成分で元の全変数がもつ情報のおよそ 90%を評価可能である．各主成分の大きい変数に着目すると，第 1 主成分は， U'_c ， S_c および F_c との相関が強く，これはスラグ石灰混合浚渫土の粒度による特性を示す指標である．第 2 主成分は実験前石灰水比および石灰混合率などと相関が強く，これは石

灰によるアルカリ刺激力を示す指標であるといえる。第3主成分は、水スラグ石灰重量比、スラグ石灰水重量比などと相関が強く、これは高炉スラグ微粉末の固化特性を示す指標といえる。さらに、第4主成分は脱水圧力、間隙比などと相関が強く、これはスラグ石灰混合浚渫土の骨格の強度を示す指標であるといえる。

(3) 一軸圧縮強さ予測式の設定

前節から、 F_c 、石灰混合率、スラグ石灰水重量比および間隙比の4つの説明変数を選択し、一軸圧縮強さに対して重回帰分析による強度推定が有効であると判断した。得られた重回帰式(2.1)を以下に示す。

$$q_u = -67.90 + 1.44 \times F_c - 0.14 \times \text{石灰混合率} \\ - 1.99 \times \text{スラグ石灰水重量比} - 16.63 \times \text{間隙比} e \quad (2.1)$$

式(2.1)で得られた一軸圧縮強さの重回帰式は重相関が0.8となり、強い相関を得た。右辺の各変数を重回帰分析および土質力学的観点から求めることで、一軸圧縮強さ q_u の予測をすることができる。

2. 2 小型脱水固化装置に基づく各変量の推定

式(2.1)で求めたスラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さの重回帰式右辺の変数の推定を行った。

まず、 F_c については、母材の粒度試験により、母材の粒度分布を把握する。また、配合に用いるスラグと石灰の混合率を決定することで、 F_c については容易に求めることができる。

次に石灰混合率も同様に配合条件を決定すると分かる。

スラグ石灰水重量比および間隙比については重回帰分析を行った。

(1) スラグ石灰水重量比の推定

スラグ石灰水重量比は、水スラグ石灰重量比の逆数であり、水の重量とスラグおよび石灰の重量の和の比で示す。含水比 w とは、養生 28 日後の供試体に含まれる水の重量と母材、スラグおよび石灰の重量の乾燥重量の和の比で表すことから、以下の式(2.2)のように示すことができる。

$$\text{スラグ石灰水重量比} = \frac{(\text{スラグ混合率} + \text{石灰混合率}) / (1 + \frac{\text{スラグ混合率} + \text{石灰混合率}}{100})}{\text{含水比} w} \quad (2.2)$$

含水比 w は F_c 、スラグ混合率、石灰混合率および脱水圧力を用い、重回帰分析を行い、式(2.3)を得た。

$$\begin{aligned} \text{含水比} w = & 6.74 + 0.12 \times \text{スラグ混合率} \\ & + 0.14 \times \text{石灰混合率} + 0.18 \times \text{脱水圧力} \end{aligned} \quad (2.3)$$

重相関は 0.96 で強い相関が得られた。

(2) 間隙比の推定

間隙比 e は土質力学の粘土の圧密特性より式(2.4)で示される。

$$\text{間隙比 } e = e_0 - \log_{10}(\text{脱水圧力}) \quad (2.4)$$

初期間隙比 e_0 および圧縮指数 C_c について F_c 、スラグ混合率、石灰混合率を用いて重回帰分析を行い、式(2.5)および式(2.6)を得た。

$$\begin{aligned} \text{初期間隙比 } e_0 = & 1.08 + 0.00069 \times \text{スラグ混合率} \\ & + 0.0016 \times \text{石灰混合率} \end{aligned} \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} \text{圧縮指数 } C_c = & 0.16 + 0.00015 \times \text{スラグ混合率} \\ & + 0.0039 \times \text{石灰混合率} \end{aligned} \quad (2.6)$$

初期間隙比 e_0 および圧縮指数 C_c の重回帰式の重相関はそれぞれ 0.99 および 0.88 となり、強い相関を得た。

2. 3 一軸圧縮強さ予測フローの提案

2. 1 および 2. 2 で得られたスラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さとその他の変数の関係性および重回帰式の結果よりスラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さの予測フローを提案する.

(1) 一軸圧縮強さ予測フローの作製

得られた重回帰式から作成したスラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さの予測フローを図-2.1 に示す.

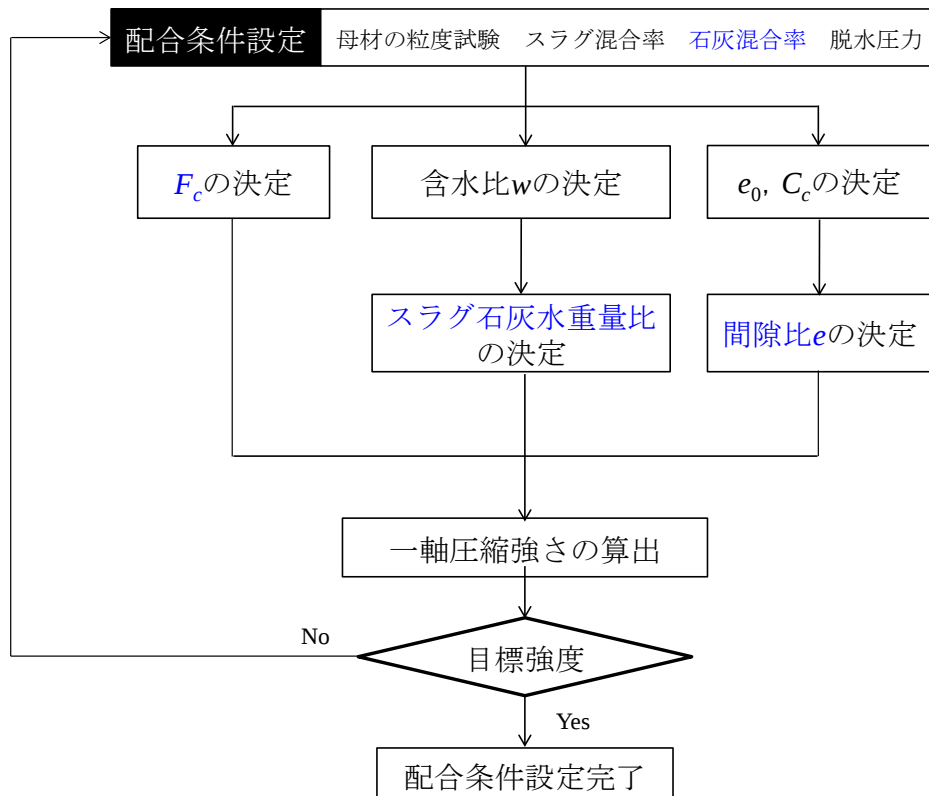


図-2.1 一軸圧縮強さ予測フロー

スラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さの予測フローでは, まず, 配合条件を設定する. 図のように母材の粒度試験によって得られた粒度分布, 配合するスラグ混合率, 石灰混合率および脱水圧力を設定する. そして, 式(2.2)~式(2.6)により, 式(2.1)の各変数が求まり, 一軸圧縮強さが算出される. その予測された一軸圧縮強さが目標強度に達していれば, 配合条件の設定完了となる.

(2) 一軸圧縮強さ予測フローの精度

図-2.1 のフローから求められたスラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さの予測値と実測値の関係を図-2.2 に示す。

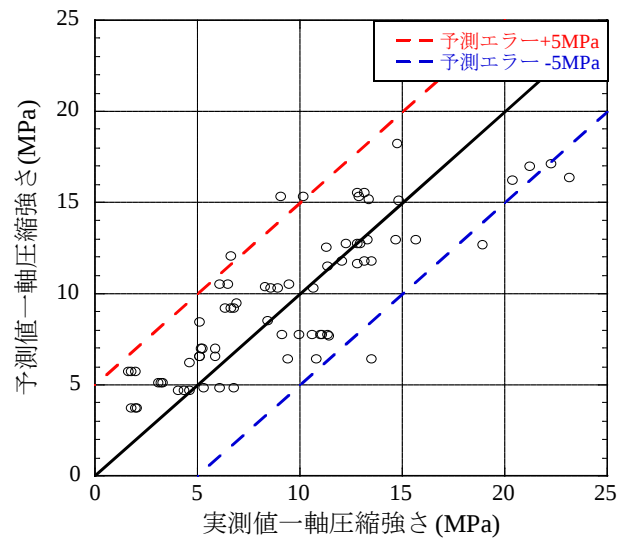


図-2.2 予測値と実測値の関係

図-2.2 より、ばらつきはあるが、予測値と実測値の差がほとんど $\pm 5\text{MPa}$ 内に収まった。また、収まらなかった値はほぼ予測値より実測値の方が大きく値が出た場合であり、スラグ石灰混合浚渫土の高強度化という名目ならば、考慮できる予測エラーであるといえる。さらに、予測値と実測値の相関は0.8程度と強い相関が得られたので、スラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さの特性を表す複数の指標を用いて重回帰分析を行うことで、精度の高い強度推定が行えるものと考えられる。

3. 浚渫土ブロックの現地適応性（耐久性）

3. 1 暴露現場概要

暴露実験は、福岡市東区博多湾和白沖に建設中の人工島であるふくおかアイランドシティの一画で行った。図-3.1に暴露実験実施場所を示す。



図-3.1 暴露実験実施場所

表-3.1に暴露実験の実験条件を示す。母材には博多港土砂を用い、固化材には高炉セメント B 種を使用した。固化材添加率は、11, 22 および 33%とし、初期含水比は 60%とした。荷重の載荷は、定圧載荷で行い、2MPa で 30 分間脱水をした後、5MPa で 300 分間または脱水終了まで脱水した。排水は、両面排水とし、暴露は、岸壁付近の気中、乾湿（潮の干満域）および海中で 1, 3, 12 および 41 ヶ月間行った。浚渫土ブロックは、実験条件ごとに 2 体ずつ作製し、計 18 体作製した。暴露した浚渫土ブロックの設置位置外略図を図-3.2 に示し、気中、乾湿および海中暴露の暴露状況を写真-3.1、写真-3.2 および写真-3.3 に示す。

表-3.1 実験条件（暴露実験）

母材	博多港土砂
固化材	高炉セメントB種
固化材添加率(%)	11, 22, 33
初期含水比(%)	60
荷重載荷方法	2MPa: 30min → 5MPa: 300min or 脱水終了
排水条件	両面排水
暴露方法	気中, 乾湿, 海中
暴露期間(Months)	1, 3, 12, 41

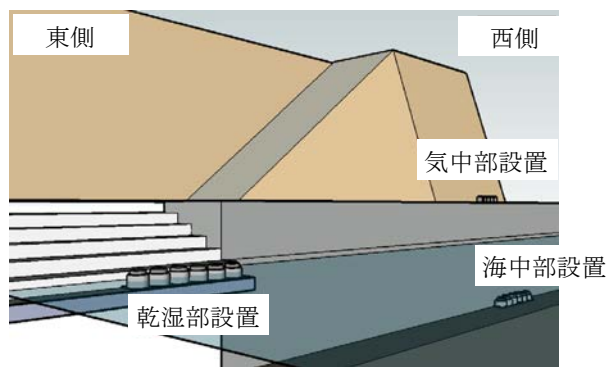


図-3.2 浚渫土ブロックの設置位置外略図



写真-3.1 気中暴露



写真-3.2(a) 干潮時



写真-3.2(b) 満潮時

写真-3.2 乾湿暴露



写真-3.3 海中暴露

3. 2 試験結果

暴露試験によって得られた強度特性等の測定結果を示す.

(1) 強度特性

図-3.3(a), (b), (c)および(d)に1ヶ月, 3ヶ月, 12ヶ月および41ヶ月間暴露した浚渫土ブロックの固化材添加率と一軸圧縮強さの関係を示す. どの暴露条件においても固化材添加率の増加に伴って一軸圧縮強さも増加した. また, 一軸圧縮強さが最大となった暴露条件は, 固化材添加率が11%と低い場合は気中暴露であった. 1ヶ月, 3ヶ月および12ヶ月間暴露した浚渫土ブロックでは固化材添加率が22%から33%に増加したさいの一軸圧縮強さの増加率は, 海中暴露が最大であった. 一方, 41ヶ月間暴露した浚渫土ブロックでは増加率は乾湿暴露が最大であった.

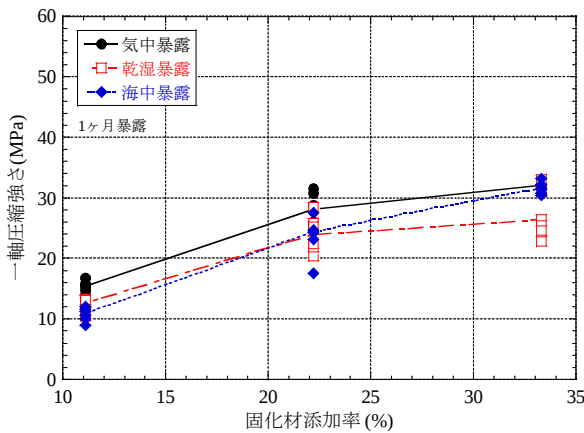


図-3.3(a) 1ヶ月暴露

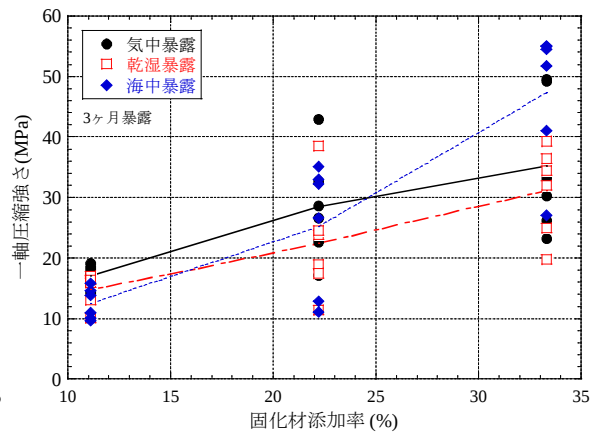


図-3.3(b) 3ヶ月暴露

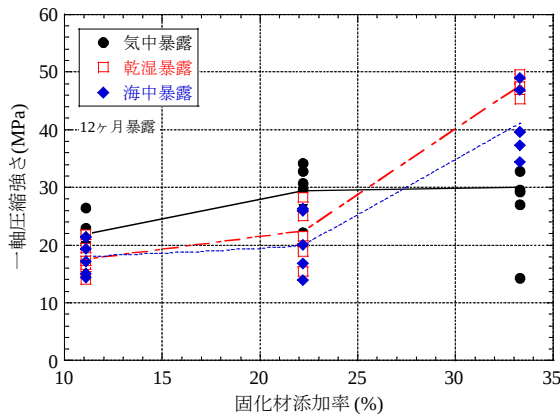


図-3.3(c) 12ヶ月暴露

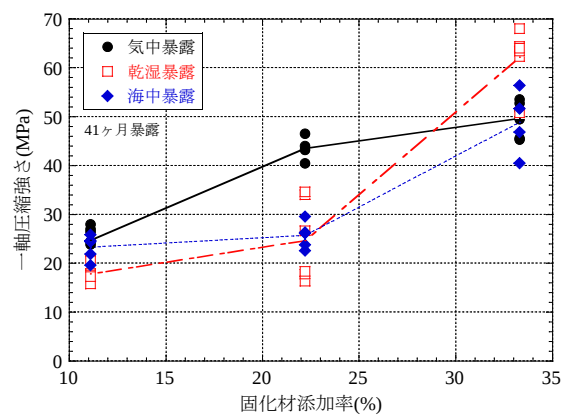


図-3.3(d) 41ヶ月暴露

図-3.3 固化材添加率と一軸圧縮強さ(暴露実験)

図-3.4(a), (b), (c)および(d)に1ヶ月, 3ヶ月, 12ヶ月および41ヶ月間暴露した浚渫土ブロックの乾燥密度と一軸圧縮強さの関係を示す. 1ヶ月間暴露した浚渫土ブロックにおいて, 乾湿および海中暴露の乾燥密度のばらつきが大きかった. 平均の乾燥密度は, 海中, 乾湿, 気中暴露の順で大きかった. 3ヶ月, 12ヶ月および41ヶ月暴露では, 乾燥密度のばらつきが小さくなった. しかし, 同等の乾燥密度であっても, 一軸圧縮強さには大きな差が見られた.

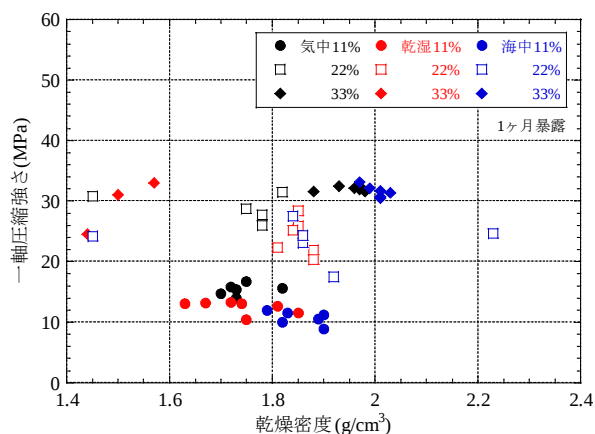


図-3.4(a) 1ヶ月暴露

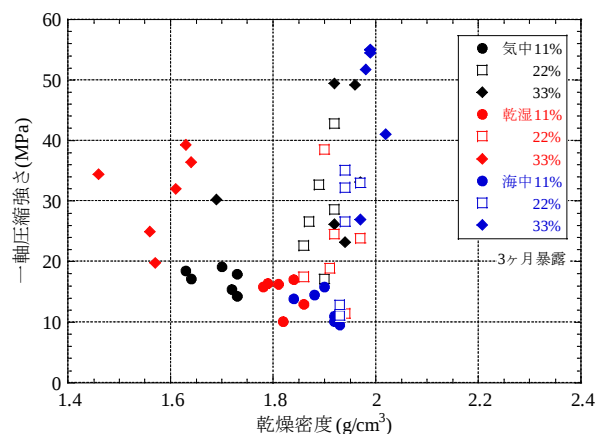


図-3.4(b) 3ヶ月暴露

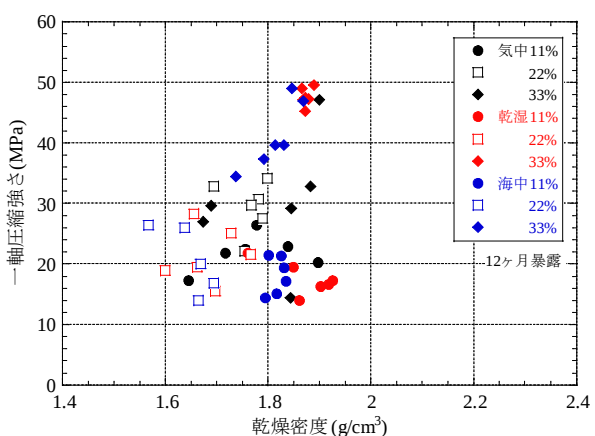


図-3.4(c) 12ヶ月暴露

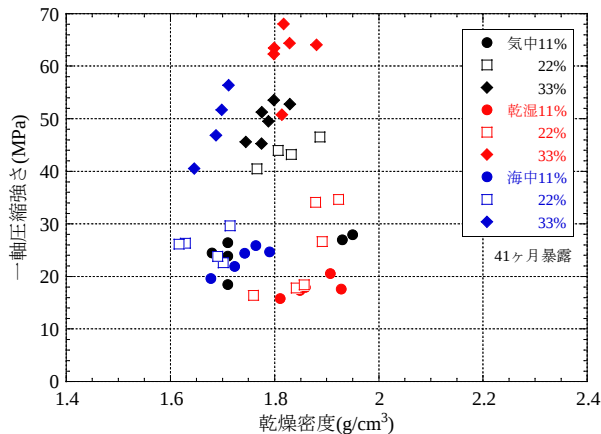


図-3.4(d) 41ヶ月暴露

図-3.4 乾燥密度と一軸圧縮強さ(暴露実験)

図-3.5(a), (b), (c)および(d)に1ヶ月, 3ヶ月, 12ヶ月および41ヶ月間暴露した浚渫土ブロックの水セメント重量比と一軸圧縮強さの関係を示す。どの暴露条件および固化材添加率においても, 水セメント重量比の減少とともに, 一軸圧縮強さの増大が見られた。水セメント重量比は, 暴露期間の経過に伴ってばらつきが増大した。また, 暴露期間の経過に伴って水セメント重量比の減少が見られた。

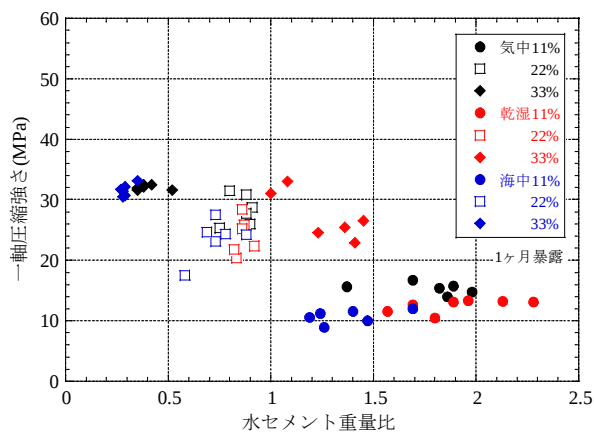


図-3.5(a) 1ヶ月暴露

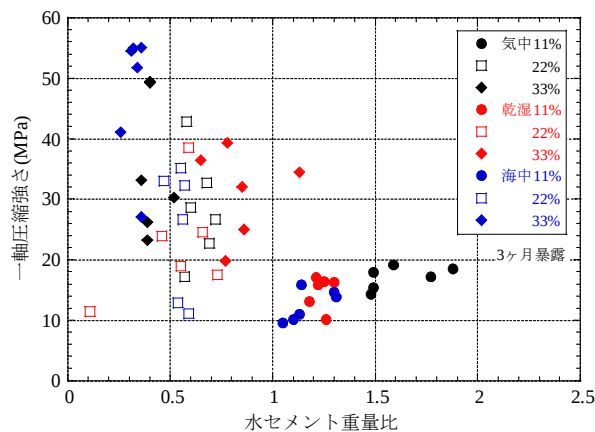


図-3.5(b) 3ヶ月暴露

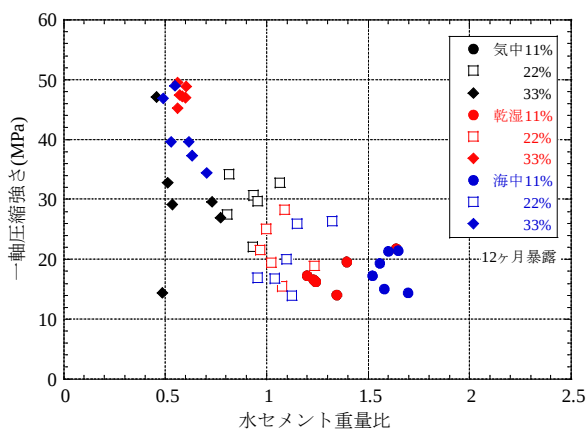


図-3.5(c) 12ヶ月暴露

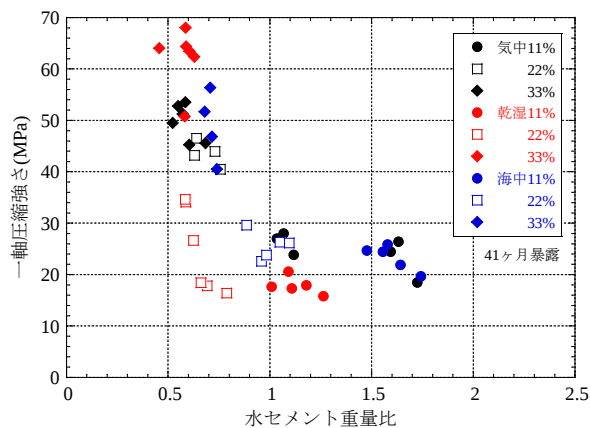


図-3.5(d) 41ヶ月暴露

図-3.5 水セメント重量比と一軸圧縮強さ(暴露実験)

(2) 耐久性

図-3.6 に暴露期間と一軸圧縮強さの関係を示す。暴露期間 3 ヶ月までは、暴露期間の増加に伴って一軸圧縮強さも増加した。暴露期間が 3 ヶ月を過ぎると、主に固化材添加率 33% において一軸圧縮強さが減少するケースも確認できた。これは、暴露期間が長くなるにつれ、暴露した浚渫土ブロックの微小クラックが増加し、一軸圧縮強さの増大を阻害するためと推察できる。固化材添加率 22% 以上における一軸圧縮強さは、暴露条件によらず 20MPa を超えており、作製した浚渫土ブロックは、12 ヶ月間どの環境に暴露しても、コンクリートに匹敵する強度を維持できるといえる。

図-3.7 に暴露期間と含水比の関係を示す。暴露期間 3 ヶ月までは含水比が低下したが、暴露期間が 3 ヶ月を過ぎると含水比は変化しないあるいは増加した。

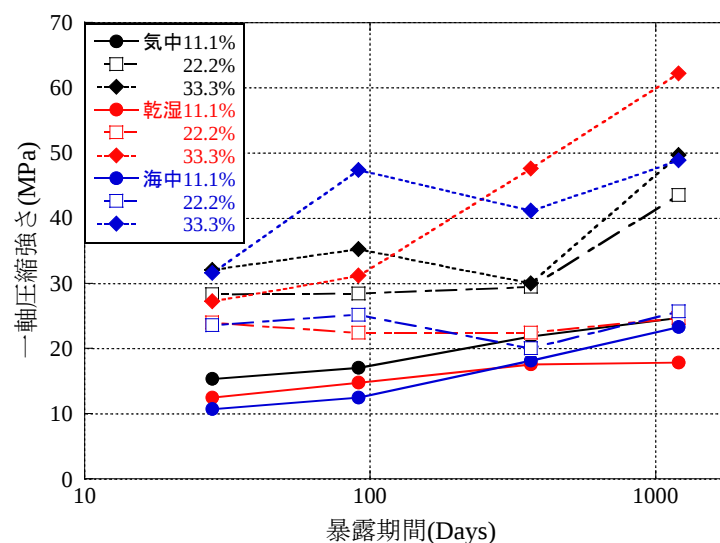


図-3.6 暴露期間と一軸圧縮強さ

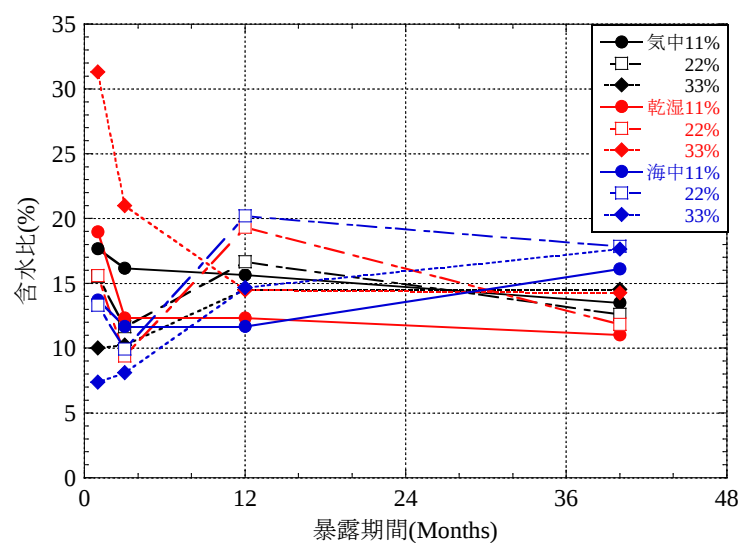


図-3.7 暴露期間と含水比

図-3.8 に暴露期間と乾燥密度の平均値の関係を示す．一般的には，暴露期間の経過に伴って乾燥密度が増加するが，暴露期間が3ヶ月を過ぎると乾燥密度の減少が見られるケースが確認できた．これも，暴露期間の経過に伴って浚渫土ブロックのクラックが増加したためと考えられる．

図-3.9 に暴露期間と水セメント重量比の平均値の関係を示す．水セメント重量比も，一般的には，期間が経つにつれ，水和反応が進行して水セメント重量比が減少するが，暴露期間が3ヶ月を過ぎると水セメント重量比の増大が見られたが，41ヶ月になると減少するものも多く見られた．

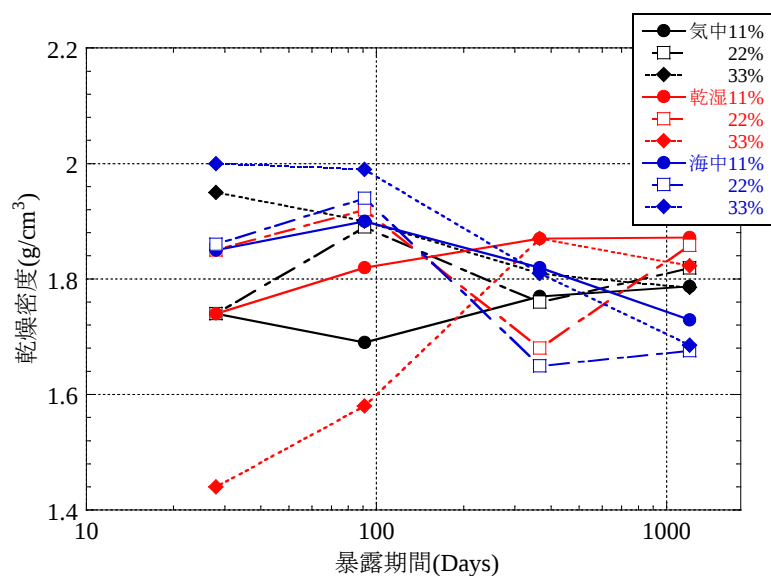


図-3.8 暴露期間と乾燥密度

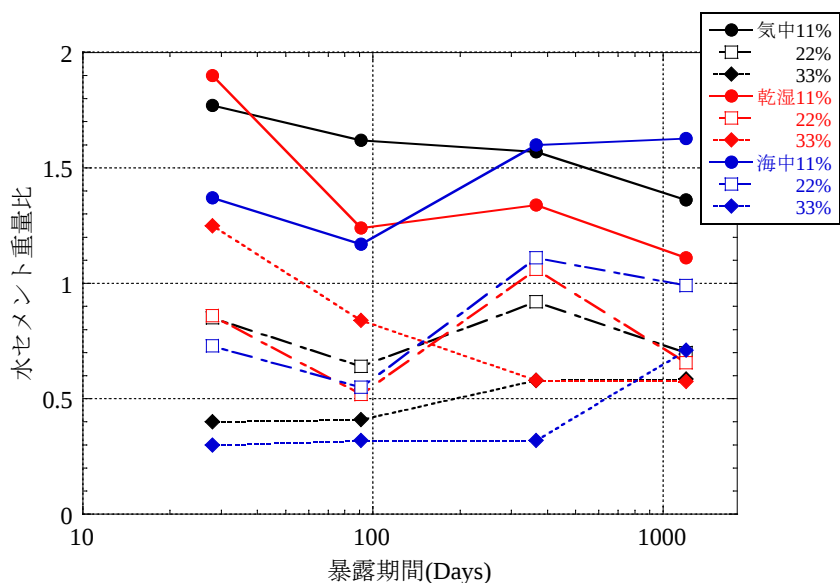


図-3.9 暴露期間と水セメント重量比

4. 浚渫土ブロックの現地適応性（生物付着）

4. 1 暴露現場概要

暴露実験は、福岡市東区博多湾和白沖に建設中の人工島である福岡アイランドシティの一面で行った。暴露試験の概要は3. (1)と同様である。

4. 2 生物の付着状況調査

浚渫土ブロックの現地適応性を評価するため、浚渫土ブロック生物付着状況の調査を行った。生物付着状況確認調査の調査時期は、新規加入の付着動物が観察可能となる平成24年4月（暴露期間25ヶ月）、平成24年11月（暴露期間32ヶ月）、平成25年8月（暴露期間41ヶ月）、平成26年1月（暴露期間46ヶ月）および平成26年11月（暴露期間56ヶ月）とした。調査対象は、乾湿および海中暴露浚渫土ブロック6体ずつと各暴露方法の対照区2箇所とした。対照区とは、暴露した浚渫土ブロックの生物付着状況と比較するために選出した比較対照区域であり、乾湿暴露では近傍のコンクリート製の垂直護岸を、海中暴露では近傍の護岸を対照区とした。写真-4.1に調査状況の写真を示す。



写真-4.1(a) 乾湿暴露



写真-4.1(b) 海中暴露

写真-4.1 調査状況

(1) 乾湿暴露した浚渫土ブロックについて

平成24年4月における全体の被覆率を図-4.1、動物の出現種数を図-4.2、植物の出現種数を図-4.3、観察範囲内のフジツボ帯とカキ帯の高さを図-4.4に示した。調査結果の概要を表-4.1に示す。全体の被覆率は、ブロック1～6では30～80%、対照区では70%であった。出現種数は、ブロック1～6では動物が5～8種、植物が0～1種、対照区では動物が9種、植物が0種であった。動物は軟体動物、節足動物、植物は藍藻植物が出現した。動物の主な出現種は、ブロック1～6では軟体動物のアマガイ、タマキビ、マガキ、節足動物のシロスジフジツボ、対照区では軟体動物のタマキビ、アラレタマキビ、マガキ、節足動物のタテジマフジツボであった。植物の主な出現種は、該当する種がみられなかった。フジツボ帯とカキ帯の境目の高さは、ブロック1～6ではD.L. 1.16～1.30m、対照区では

D.L. 1.42mであった。

平成24年11月における全体の被覆率を図-4.5、動物の出現種数を図-4.6、植物の出現種数を図-4.7、調査結果の概要(潮間帯部)を表-4.2、観察範囲内のフジツボ帯とカキ帯の高さを図-4.8に示した。全体の被覆率は、ブロック1～6では20～60%、対照区では60%であった。出現種数は、ブロック1～6では動物が7～10種、植物が0～1種、対照区では動物が10種、植物が0種であった。動物は軟体動物、環形動物、節足動物、植物は緑藻植物が出現した。動物の主な出現種は、ブロック1～6では軟体動物のアオガイ属、アマガイ、アラレタマキビ、タマキビガイ科、マガキ、節足動物のシロスジフジツボ、タテジマフジツボ、対照区では軟体動物のアマガイ、アラレタマキビ、タマキビガイ科、マガキ、節足動物のシロスジフジツボであった。植物の主な出現種は、該当する種がみられなかった。フジツボ帯とカキ帯の境目の高さは、ブロック1～6ではD.L. 1.26～1.35m、対照区ではD.L. 1.39mであった。

平成25年8月における全体の被覆率を図-4.9、動物の出現種数を図-4.10、植物の出現種数を図-4.11、調査結果の概要(潮間帯部)を表-4.3、観察範囲内のフジツボ帯とカキ帯の高さを図-4.12に示した。全体の被覆率は、ブロック1～6では10～50%、対照区では40%であった。出現種数は、ブロック1～6では動物が9～10種、植物が0種、対照区では動物が11種、植物が0種であった。動物は軟体動物、節足動物が出現した。植物は出現しなかった。動物の主な出現種は、ブロック1～6では軟体動物のイシダタミ、アマガイ、タマキビ、アラレタマキビ、タマキビガイ科、マガキ、節足動物のシロスジフジツボ、対照区では軟体動物のシロガイ属、タマキビ、アラレタマキビ、タマキビガイ科、マガキであった。フジツボ帯とカキ帯の境目の高さは、ブロック1～6ではD.L. 1.26～1.36m、対照区ではD.L. 1.40mであった。

平成26年1月における全体の被覆率を図-4.13、動物の出現種数を図-4.14、植物の出現種数を図-4.15、調査結果の概要(潮間帯部)を表-4.4、観察範囲内のフジツボ帯とカキ帯の高さを図-4.16に示した。全体の被覆率は、ブロック1～6では25～50%、対照区では60%であった。出現種数は、ブロック1～6では動物が7～9種、植物が0種、対照区では動物が9種、植物が0種であった。動物は軟体動物、節足動物が出現した。植物は出現しなかった。動物の主な出現種は、ブロック1～6では軟体動物のアマガイ、アラレタマキビ、マガキ、節足動物のシロスジフジツボ、対照区では軟体動物のシロガイ属、アマガイ、アラレタマキビ、マガキであった。フジツボ帯とカキ帯の境目の高さは、ブロック1～6ではD.L. 1.27～1.36m、対照区ではD.L. 1.40mであった。なお、ブロック2は破損しているため、欠測となった。

平成26年11月における全体の被覆率を図-4.17、動物の出現種数を図-4.18、植物の出現種数を図-4.19、調査結果の概要(潮間帯部)を表-4.5に示した。全体の被覆率は、ブロック1～6では30～50%、対照区では90%であった。出現種数は、ブロック1～6では動物が5～7種、植物が0種、対照区では動物が12種、植物が0種であった。動物は刺胞動物、軟体動物、環形動物、節足動物、触手動物が出現した。植物は出現しなかった。動物の主な出現種は、ブロックでは軟体動物のマガキ、対照区では軟体動物のアマガイ、タマキビ、アラレタマ

キビ、マガキであった。

なお、全てのブロックが落下転倒しているため、対照区と生物の出現状況が異なっていた。また、ブロック1、2は破損しているため欠測となった。

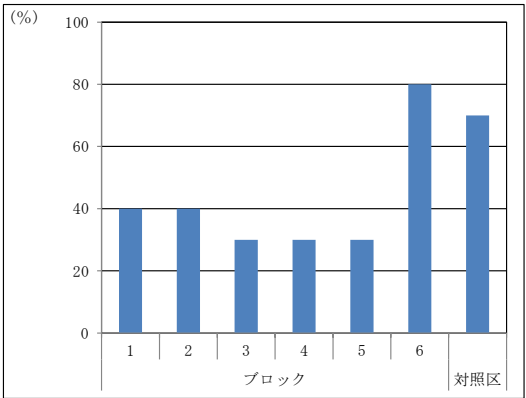


図-4.1 全体の被覆率(平成24年4月)

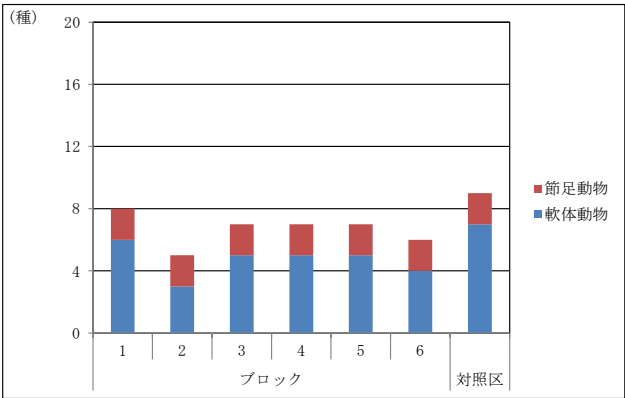


図-4.24 動物の出現種数(平成24年4月)

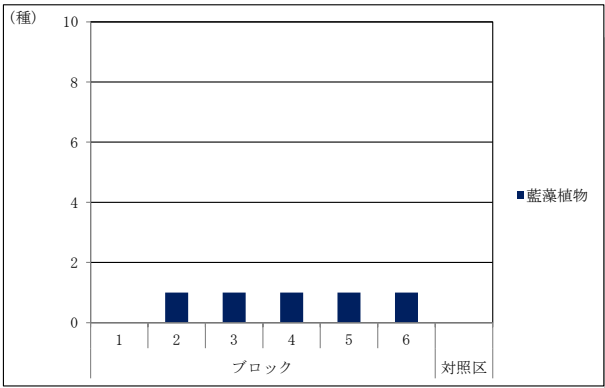


図-4.3 植物の出現種数(平成24年4月)

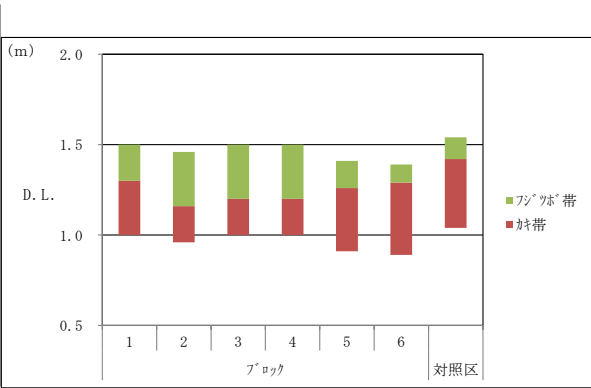


図-4.4 観察範囲内のフジツボ帯とカキ帯の高さ

表-4.1 乾湿暴露した浚渫土ブロックにおける調査結果の概要(平成24年4月)

調査点 項目			潮間帯部						対照区
			ブロック						
			1	2	3	4	5	6	
全体の被覆率(%)			40	40	30	30	30	80	70
出現種数	動物	軟体動物	6 (75.0)	3 (60.0)	5 (71.4)	5 (71.4)	5 (71.4)	4 (66.7)	7 (77.8)
		節足動物	2 (25.0)	2 (40.0)	2 (28.6)	2 (28.6)	2 (28.6)	2 (33.3)	2 (22.2)
		合計	8 (100)	5 (100)	7 (100)	7 (100)	7 (100)	6 (100)	9 (100)
	植物	藍藻植物	0	1 (100)	1 (100)	1 (100)	1 (100)	1 (100)	0
		合計	0	1 (100)	1 (100)	1 (100)	1 (100)	1 (100)	0
主な出現種	動物	軟体動物	タマキビ マガキ	タマキビ マガキ	タマキビ マガキ	タマキビ マガキ	アマガイ マガキ	タマキビ マガキ	タマキビ アラレタマキビ マガキ
		節足動物	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ	—	—	タテジマフジツボ
	植物		該当種なし						

注) 1. ()内の数値は、合計に対する組成比率(%)を示す。
 2. 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。
 3. 組成比率は、四捨五入の関係で合計が100にならないことがある。

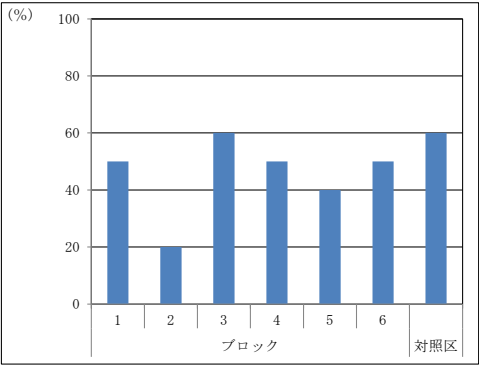


図-4.5 全体の被覆率(平成24年11月)

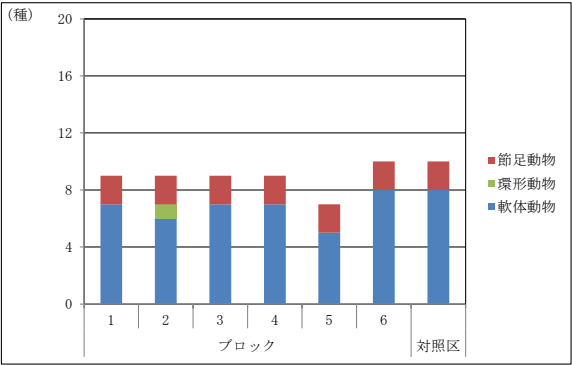


図-4.6 動物の出現種数(平成24年11月)

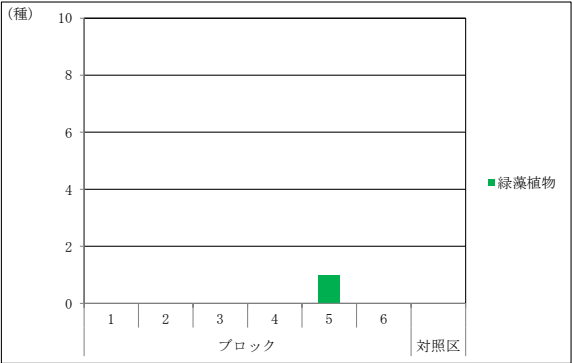


図-4.7 植物の出現種数(平成24年11月)

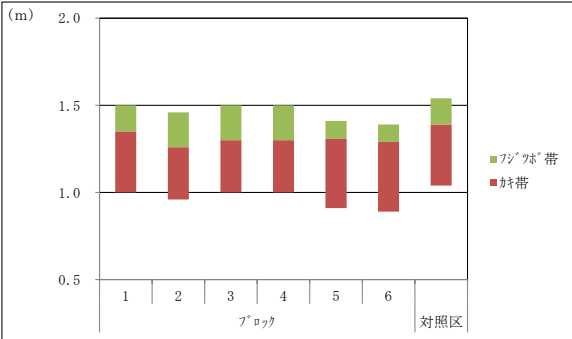


図-4.8 観察範囲内のフジツボ帯とカキ帯の高さ

表-4.2 乾湿暴露した浚渫土ブロックにおける調査結果の概要(平成24年11月)

項目 調査点			潮間帯部						
			ブロック						対照区
			1	2	3	4	5	6	
全体の被覆率(%)			50	20	60	50	40	50	60
出現種数	動物	軟体動物	7 (77.8)	6 (66.7)	7 (77.8)	7 (77.8)	5 (71.4)	8 (80.0)	8 (80.0)
		環形動物	0	1 (11.1)	0	0	0	0	0
		節足動物	2 (22.2)	2 (22.2)	2 (22.2)	2 (22.2)	2 (28.6)	2 (20.0)	2 (20.0)
		合計	9 (100)	9 (100)	9 (100)	9 (100)	7 (100)	10 (100)	10 (100)
	植物	緑藻植物	0	0	0	0	1 (100)	0	0
		合計	0	0	0	0	1 (100)	0	0
主な出現種	動物	軟体動物	アマガイ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ	アオガイ属 アマガイ アラレタマキビ タマキビガイ科	アオガイ属 アマガイ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ	アマガイ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ	アマガイ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ	アマガイ アラレタマキビ マガキ	アマガイ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ
		節足動物	シロスジフジツボ タテジマフジツボ	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ タテジマフジツボ	シロスジフジツボ タテジマフジツボ	シロスジフジツボ タテジマフジツボ	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ
	植物		該当種なし						

注) 1. ()内の数値は、合計に対する組成比率(%)を示す。
2. 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。
3. 組成比率は、四捨五入の関係で合計が100にならないことがある。

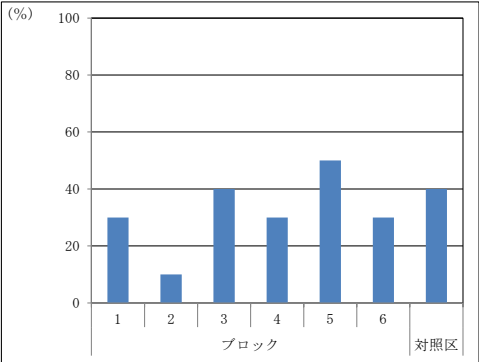


図-4.9 全体の被覆率(平成25年8月)

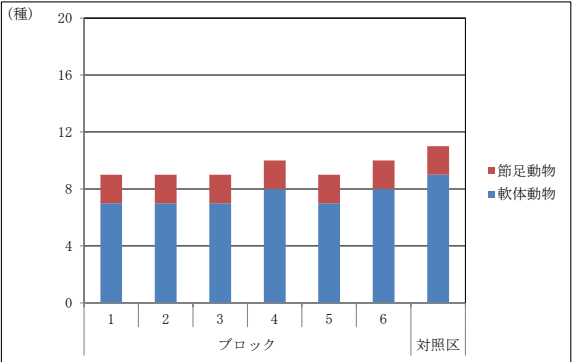


図-4.10 動物の出現種数(平成25年8月)

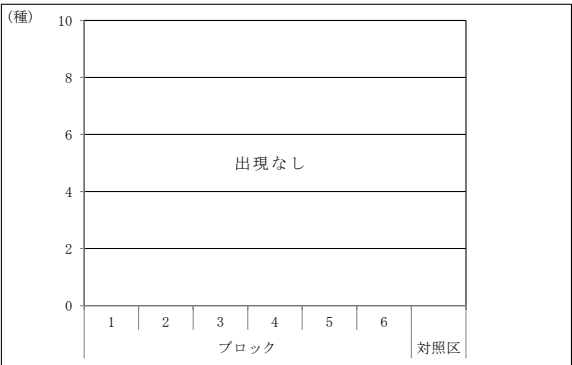


図-4.11 植物の出現種数(平成25年8月)

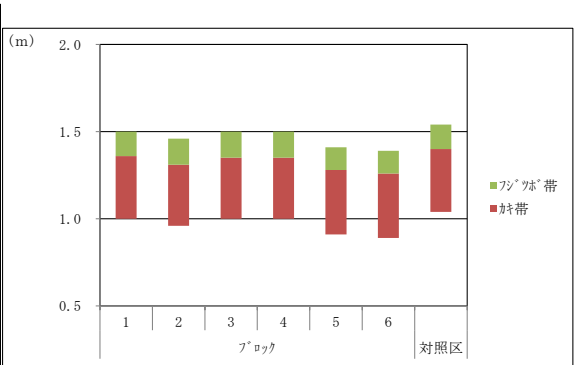


図-4.12 観察範囲内のフジツボ帯とカキ帯の高さ

表-4.3 乾湿暴露した浚渫土ブロックにおける調査結果の概要(平成25年8月)

項目			調査点	潮間帯部						
				ブロック						対照区
				1	2	3	4	5	6	
全体の被覆率(%)				30	10	40	30	50	30	40
出現種数	動物	軟体動物	7 (77.8)	7 (77.8)	7 (77.8)	8 (80.0)	7 (77.8)	8 (80.0)	9 (81.8)	
		節足動物	2 (22.2)	2 (22.2)	2 (22.2)	2 (20.0)	2 (22.2)	2 (20.0)	2 (18.2)	
	植物	合計	9 (100)	9 (100)	9 (100)	10 (100)	9 (100)	10 (100)	11 (100)	
出現なし										
主な出現種	動物	軟体動物	イシダタミ	アマガイ	イシダタミ	イシダタミ	イシダタミ	イシダタミ	シロガイ属	
			アマガイ	タマキビ	アマガイ	タマキビ	アマガイ	アマガイ	タマキビ	
			タマキビ	アラレタマキビ	タマキビ	アラレタマキビ	タマキビ	タマキビ	アラレタマキビ	
アラレタマキビ	タマキビガイ科		アラレタマキビ	タマキビガイ科	アラレタマキビ	アラレタマキビ	タマキビガイ科			
タマキビガイ科	タマキビガイ科		タマキビガイ科	タマキビガイ科	タマキビガイ科	タマキビガイ科	タマキビガイ科			
マガキ	マガキ	マガキ	マガキ	マガキ	マガキ	マガキ				
節足動物	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ	—	—		

注) 1. ()内の数値は、合計に対する組成比率(%)を示す。
2. 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。
3. 組成比率は、四捨五入の関係で合計が100にならないことがある。

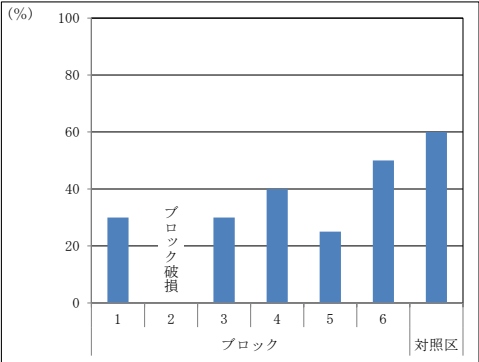


図-4.13 全体の被覆率(平成26年1月)

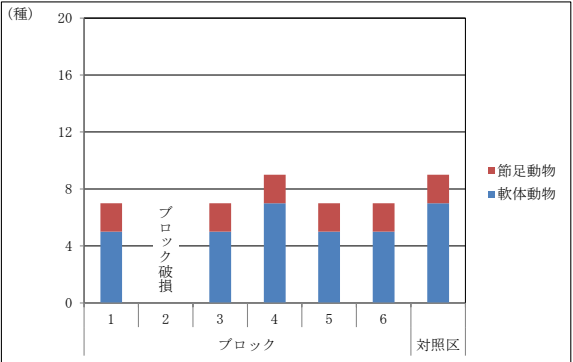


図-4.14 動物の出現種数(平成26年1月)

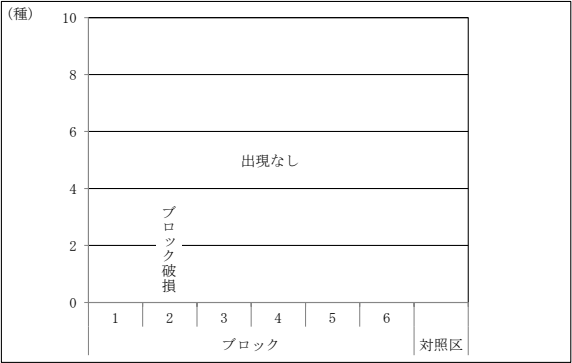


図-4.15 植物の出現種数(平成26年1月)

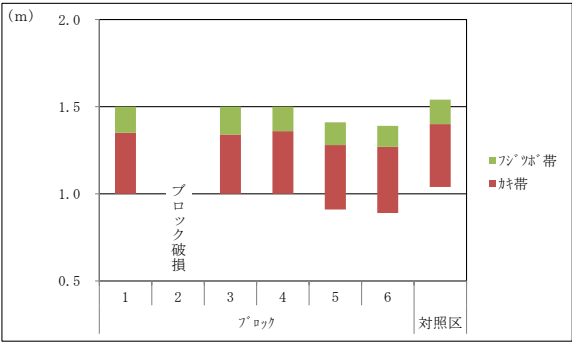


図-4.16 観察範囲内のフジツボ帯とカキ帯の高さ

表-4.4 乾湿暴露した浚渫土ブロックにおける調査結果の概要(平成26年1月)

調査点 項目			潮間帯部							
			ブロック						対照区	
			1	2	3	4	5	6		
全体の被覆率 (%)			30	ブ ロ ッ ク 破 損	30	40	25	50	60	
出 現 種 数	動 物	軟体動物	5 (71.4)		5 (71.4)	7 (77.8)	5 (71.4)	5 (71.4)	7 (77.8)	
		節足動物	2 (28.6)		2 (28.6)	2 (22.2)	2 (28.6)	2 (28.6)	2 (22.2)	
		合計	7 (100)		7 (100)	9 (100)	7 (100)	7 (100)	9 (100)	
主 な 出 現 種	植 物		出現なし		出現なし					
		動 物	軟体動物		アラレタマキビ マガキ	アラレタマキビ マガキ	アマガイ アラレタマキビ マガキ	アラレタマキビ マガキ	アマガイ アラレタマキビ マガキ	シロガイ属 アマガイ アラレタマキビ マガキ
					節足動物	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ	シロスジフジツボ	—

注) 1. ()内の数値は、合計に対する組成比率(%)を示す。
 2. 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。
 3. 組成比率は、四捨五入の関係で合計が100にならないことがある。

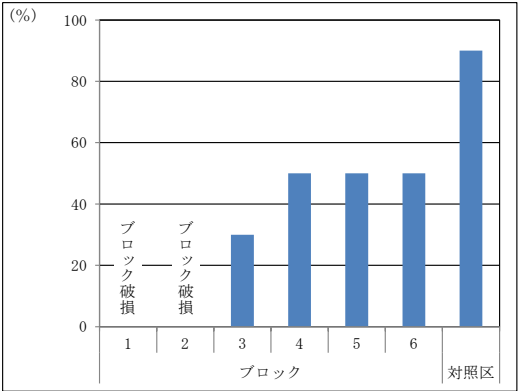


図-4.17 全体の被覆率(平成26年11月)

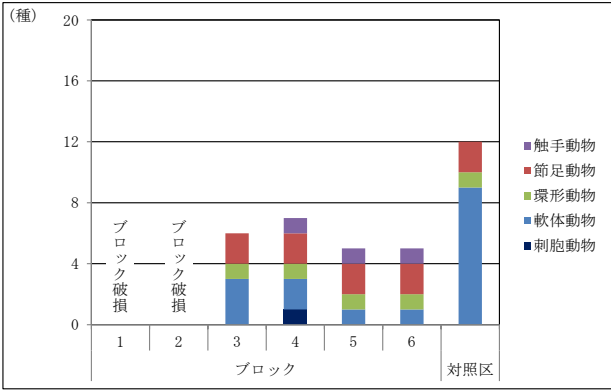


図-4.18 動物の出現種数(平成26年11月)

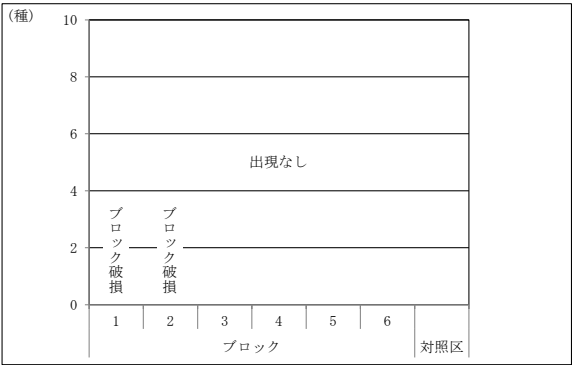


図-4.19 植物の出現種数(平成26年11月)

表-4.5 乾湿暴露した浚渫土ブロックにおける調査結果の概要(平成26年11月)

調査点 項目			潮間帯部							
			ブロック						対照区	
			1	2	3	4	5	6		
全体の被覆率(%)			ブ ロ ッ ク 破 損	ブ ロ ッ ク 破 損	30	50	50	50	90	
出 現 種 数	動 物	刺胞動物			0	1 (14.3)	0	0	0	
		軟体動物			3 (50.0)	2 (28.6)	1 (20.0)	1 (20.0)	9 (75.0)	
		環形動物			1 (16.7)	1 (14.3)	1 (20.0)	1 (20.0)	1 (8.3)	
		節足動物			2 (33.3)	2 (28.6)	2 (40.0)	2 (40.0)	2 (16.7)	
		触手動物			0	1 (14.3)	1 (20.0)	1 (20.0)	0	
		合計			6 (100)	7 (100)	5 (100)	5 (100)	12 (100)	
主 な 出 現 種	動 物	軟体動物			出 現 な し					
					マガキ	マガキ	マガキ	マガキ	アマガイ タマキビ アラレタマキビ マガキ	

注) 1. ()内の数値は、合計に対する組成比率(%)を示す。
2. 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。
3. 組成比率は、四捨五入の関係で合計が100にならないことがある。

(2) 海中暴露した浚渫土ブロックについて

平成 24 年 4 月における海中暴露した浚渫土ブロックの全体の被覆率を図-4.20，出現種数(水中部：動物)を図-4.21，出現種数(水中部：植物)を図-4.22，調査結果の概要(水中部)を表-4.6 に示した．全体の被覆率は，ブロック 1～6 では 10～50%，対照区では 60%であった．出現種数は，ブロック 1～6 では動物が 6～9 種，植物が 2～5 種，対照区では動物が 7 種，植物が 3 種であった．動物は軟体動物，環形動物，節足動物，触手動物等，植物は緑藻植物，紅藻植物が出現した．動物の主な出現種は，ブロック 1～6 では軟体動物のナミマガシワ科，マガキ，節足動物のヤドカリ亜目，原索動物のユウレイボヤ科，対照区では軟体動物のナミマガシワ科であった．植物の主な出現種は，ブロック 1～6 では該当する種がみられず，対照区では緑藻植物のアオノリ属であった．なお，ブロック 3 は転倒しているため，他のブロックと生物の付着状況が異なっていた．

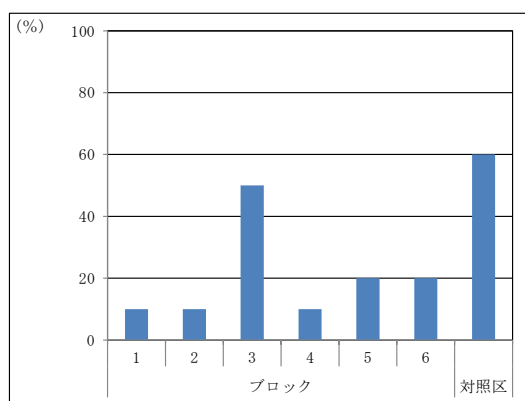


図-4.20 全体の被覆率(平成24年4月)

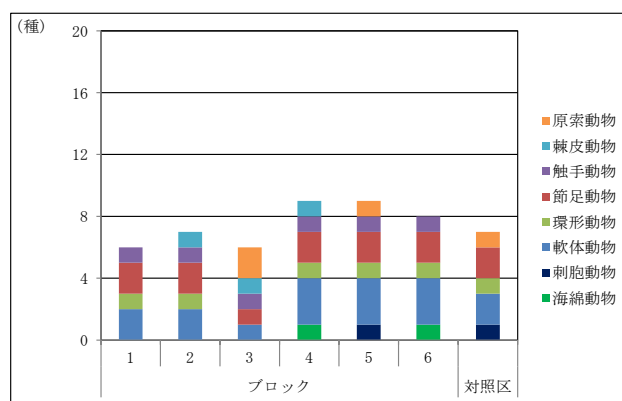


図-4.21 動物の出現種数(平成24年4月)

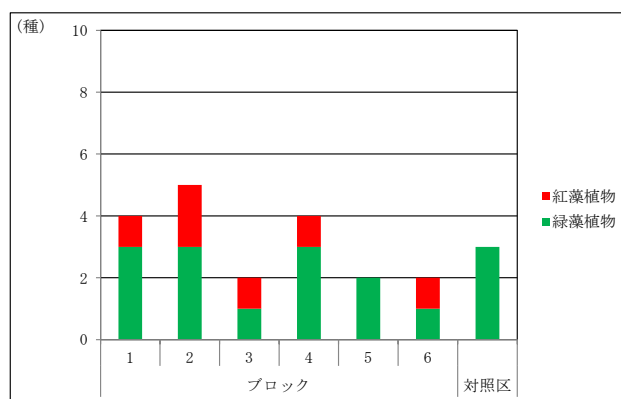


図-4.22 植物の出現種数(平成24年4月)

表-4.6 海中暴露した浚渫土ブロックにおける調査結果の概要(平成24年4月)

項目 調査点			水中部						
			ブロック						対照区
			1	2	3	4	5	6	
全体の被覆率(%)			10	10	50	10	20	20	60
出現種数	動物	海綿動物	0	0	0	1 (11.1)	0	1 (12.5)	0
		刺胞動物	0	0	0	0	1 (11.1)	0	1 (14.3)
		軟体動物	2 (33.3)	2 (28.6)	1 (16.7)	3 (33.3)	3 (33.3)	3 (37.5)	2 (28.6)
		環形動物	1 (16.7)	1 (14.3)	0	1 (11.1)	1 (11.1)	1 (12.5)	1 (14.3)
		節足動物	2 (33.3)	2 (28.6)	1 (16.7)	2 (22.2)	2 (22.2)	2 (25.0)	2 (28.6)
		触手動物	1 (16.7)	1 (14.3)	1 (16.7)	1 (11.1)	1 (11.1)	1 (12.5)	0
		棘皮動物	0	1 (14.3)	1 (16.7)	1 (11.1)	0	0	0
		原索動物	0	0	2 (33.3)	0	1 (11.1)	0	1 (14.3)
	植物	合計	6 (100)	7 (100)	6 (100)	9 (100)	9 (100)	8 (100)	7 (100)
		緑藻植物	3 (75.0)	3 (60.0)	1 (50.0)	3 (75.0)	2 (100)	1 (50.0)	3 (100)
紅藻植物		1 (25.0)	2 (40.0)	1 (50.0)	1 (25.0)	0	1 (50.0)	0	
合計		4 (100)	5 (100)	2 (100)	4 (100)	2 (100)	2 (100)	3 (100)	
主な出現種	動物	軟体動物	ナミマガシワ科	ナミマガシワ科	—	マガキ	ナミマガシワ科 マガキ	ナミマガシワ科	ナミマガシワ科
		節足動物	ヤドカリ亜目	—	—	ヤドカリ亜目	—	—	—
		原索動物	—	—	ユウレイボヤ科	—	—	—	—
	植物	緑藻植物	—	—	—	—	—	—	アオノリ属

注) 1. ()内の数値は、合計に対する組成比率(%)を示す。
2. 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。
3. 組成比率は、四捨五入の関係で合計が100にならないことがある。

平成24年11月における海中暴露した浚渫土ブロックの全体の被覆率を図-4.23、動物の出現種数を図-4.24、植物の出現種数を図-4.25、調査結果の概要を表-4.7に示した。全体の被覆率は、ブロック1～6では10～40%、対照区では40%であった。出現種数は、ブロック1～6では動物が4～7種、植物が0種、対照区では動物が6種、植物が1種であった。動物は海綿動物、刺胞動物、軟体動物、環形動物、節足動物、触手動物、原索動物、植物は緑藻植物が出現した。動物の主な出現種は、ブロック1～6では軟体動物のナミマガシワ科、マガキ、環形動物のカンザシゴカイ科、対照区では軟体動物のナミマガシワ科、マガキであった。植物の主な出現種は、該当する種がみられなかった。なお、ブロック3は転倒しているため、他のブロックと生物の付着状況が異なっていた。

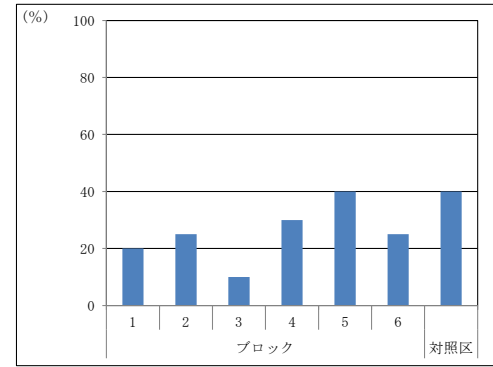


図-4.23 全体の被覆率(平成24年11月)

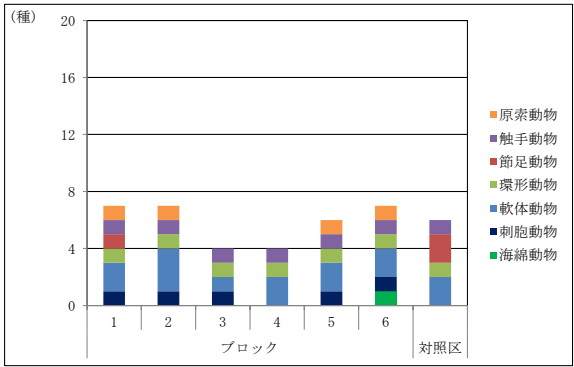


図-4.24 動物の出現種数(平成24年11月)

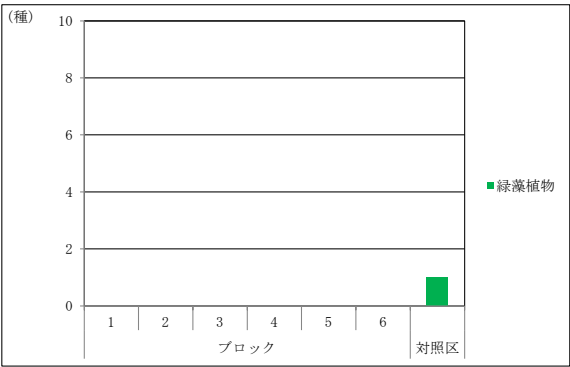


図-4.25 植物の出現種数(平成24年11月)

表-4.7 海中暴露した浚渫土ブロックにおける調査結果の概要(平成24年11月)

調査点 項目			水中部						
			ブロック						対照区
			1	2	3	4	5	6	
全体の被覆率(%)			20	25	10	30	40	25	40
出現種数	動物	海綿動物	0	0	0	0	0	1 (14.3)	0
		刺胞動物	1 (14.3)	1 (14.3)	1 (25.0)	0	1 (16.7)	1 (14.3)	0
		軟体動物	2 (28.6)	3 (42.9)	1 (25.0)	2 (50.0)	2 (33.3)	2 (28.6)	2 (33.3)
		環形動物	1 (14.3)	1 (14.3)	1 (25.0)	1 (25.0)	1 (16.7)	1 (14.3)	1 (16.7)
		節足動物	1 (14.3)	0	0	0	0	0	2 (33.3)
		触手動物	1 (14.3)	1 (14.3)	1 (25.0)	1 (25.0)	1 (16.7)	1 (14.3)	1 (16.7)
		原索動物	1 (14.3)	1 (14.3)	0	0	1 (16.7)	1 (14.3)	0
		合計	7 (100)	7 (100)	4 (100)	4 (100)	6 (100)	7 (100)	6 (100)
	植物	緑藻植物	0	0	0	0	0	0	1 (100)
		合計	0	0	0	0	0	0	1 (100)
主な出現種	動物	ナミマガシワ科 マガキ	ナミマガシワ科 マガキ	—	ナミマガシワ科	ナミマガシワ科 マガキ	ナミマガシワ科 マガキ	ナミマガシワ科 マガキ	
		カンザシゴカイ科	カンザシゴカイ科	カンザシゴカイ科	カンザシゴカイ科	カンザシゴカイ科	カンザシゴカイ科	—	
	植物		該当種なし						

注) 1. ()内の数値は、合計に対する組成比率(%)を示す。
2. 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。
3. 組成比率は、四捨五入の関係で合計が100にならないことがある。

平成25年8月における海中暴露した浚渫土ブロックの全体の被覆率を図-4.26、動物の出現種数を図-4.27、植物の出現種数を図-4.28、調査結果の概要を表-4.8に示した。全体の被覆率は、ブロック1～6では10～40%、対照区では30%であった。出現種数は、ブロック1～6では動物が6～7種、植物が0種、対照区では動物が7種、植物が1種であった。動物は海綿動物、軟体動物、環形動物、節足動物、触手動物、原索動物、植物は紅藻植物が出現した。動物の主な出現種は、ブロック1～6では海綿動物の海綿動物門、軟体動物のマガキ、原索動物のシロボヤ、対照区では軟体動物のマガキ、原索動物のホヤ綱(単体)であった。植物の主な出現種は、該当する種がみられなかった。なお、ブロック3は転倒しているため、他のブロックと生物の付着状況が異なっていた。

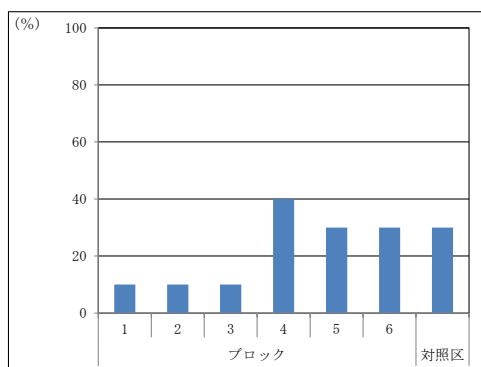


図-4.26 全体の被覆率(平成25年8月)

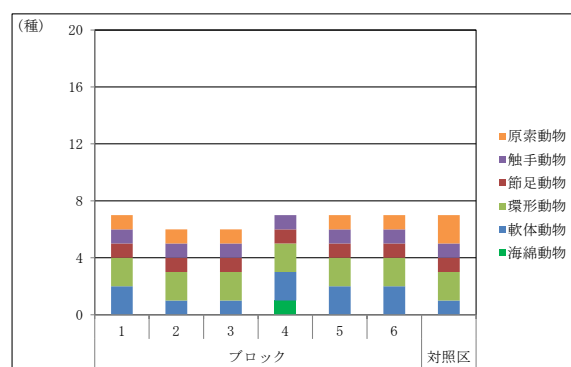


図-4.27 動物の出現種数(平成25年8月)

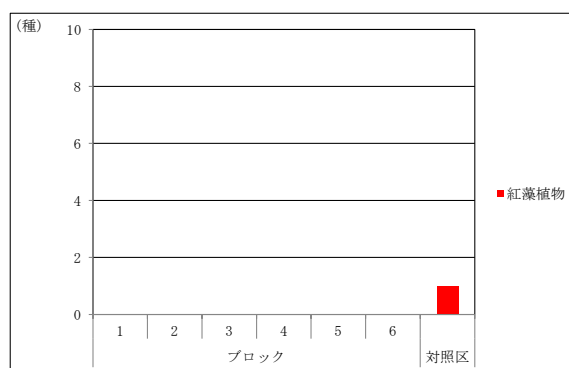


図-4.28 植物の出現種数(平成25年8月)

表-4.8 海中暴露した浚渫土ブロックにおける調査結果の概要(平成25年8月)

調査点 項目			水中部						
			ブロック						対照区
			1	2	3	4	5	6	
全体の被覆率(%)			10	10	10	40	30	30	30
出現種数	動物	海綿動物	0	0	0	1 (14.3)	0	0	0
		軟体動物	2 (28.6)	1 (16.7)	1 (16.7)	2 (28.6)	2 (28.6)	2 (28.6)	1 (14.3)
		環形動物	2 (28.6)	2 (33.3)	2 (33.3)	2 (28.6)	2 (28.6)	2 (28.6)	2 (28.6)
		節足動物	1 (14.3)	1 (16.7)	1 (16.7)	1 (14.3)	1 (14.3)	1 (14.3)	1 (14.3)
		触手動物	1 (14.3)	1 (16.7)	1 (16.7)	1 (14.3)	1 (14.3)	1 (14.3)	1 (14.3)
		原索動物	1 (14.3)	1 (16.7)	1 (16.7)	0	1 (14.3)	1 (14.3)	2 (28.6)
		合計	7 (100)	6 (100)	6 (100)	7 (100)	7 (100)	7 (100)	7 (100)
	植物	紅藻植物	0	0	0	0	0	0	1 (100)
		合計	0	0	0	0	0	0	1 (100)
主な出現種	動物	海綿動物	—	—	—	海綿動物門	—	—	—
		軟体動物	—	—	—	マガキ	マガキ	マガキ	マガキ
		原索動物	シロボヤ	—	—	—	シロボヤ	—	ホヤ綱(単体)
	植物	該当種なし							

- 注) 1. ()内の数値は、合計に対する組成比率(%)を示す。
 2. 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。
 3. 組成比率は、四捨五入の関係で合計が100にならないことがある。

平成26年1月における海中暴露した浚渫土ブロックの全体の被覆率を図-4.29、動物の出現種数を図-4.30、植物の出現種数を図-4.31、調査結果の概要を表-4.9に示した。全体の被覆率は、ブロック1～6では10～30%、対照区では20%であった。出現種数は、ブロック1～6では動物が5～9種、植物が1種、対照区では動物が4種、植物が0種であった。動物は刺胞動物、軟体動物、環形動物、節足動物、触手動物、原索動物、植物は紅藻植物が出現した。動物の主な出現種は、ブロック1～6では軟体動物のナミマガシワ科、マガキ、環形動物のカンザシゴカイ科、節足動物のアメリカフジツボ、ヤドカリ亜目、対照区では軟体動物のマガキであった。植物の主な出現種は、該当する種がみられなかった。なお、ブロック3は落下転倒しているため、他のブロックと生物の付着状況が異なっていた。

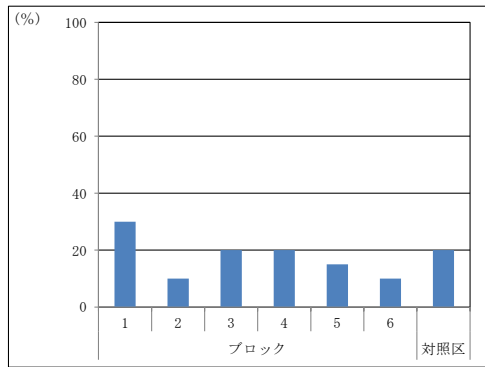


図-4.29 全体の被覆率(平成26年1月)

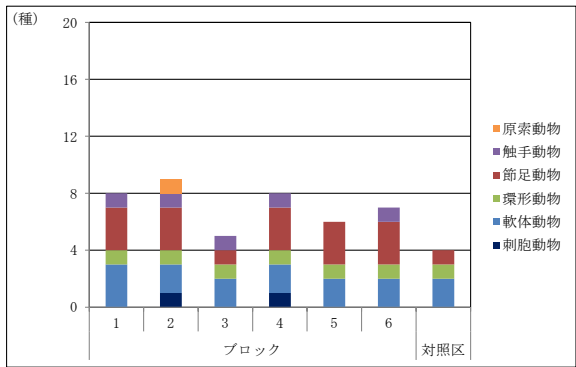


図-4.30 動物の出現種数(平成26年1月)

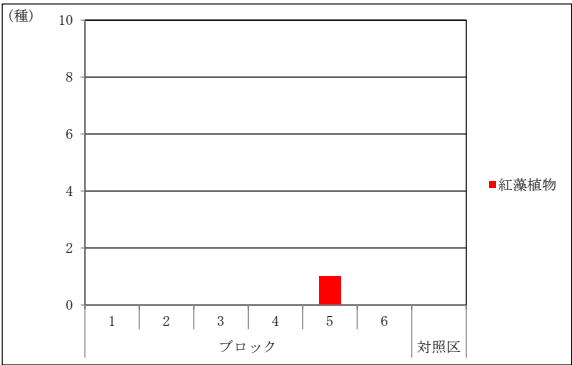


図-4.31 植物の出現種数(平成26年1月)

表-4.9 海中暴露した浚渫土ブロックにおける調査結果の概要(平成26年1月)

調査点 項目			水中部						
			ブロック						対照区
			1	2	3	4	5	6	
全体の被覆率(%)			30	10	20	20	15	10	20
出現種数	動物	刺胞動物	0	1 (11.1)	0	1 (12.5)	0	0	0
		軟体動物	3 (37.5)	2 (22.2)	2 (40.0)	2 (25.0)	2 (33.3)	2 (28.6)	2 (50.0)
		環形動物	1 (12.5)	1 (11.1)	1 (20.0)	1 (12.5)	1 (16.7)	1 (14.3)	1 (25.0)
		節足動物	3 (37.5)	3 (33.3)	1 (20.0)	3 (37.5)	3 (50.0)	3 (42.9)	1 (25.0)
		触手動物	1 (12.5)	1 (11.1)	1 (20.0)	1 (12.5)	0	1 (14.3)	0
		原索動物	0	1 (11.1)	0	0	0	0	0
		合計	8 (100)	9 (100)	5 (100)	8 (100)	6 (100)	7 (100)	4 (100)
	植物	紅藻植物	0	0	0	0	1 (100)	0	0
		合計	0	0	0	0	1 (100)	0	0
主な出現種	動物	軟体動物	—	—	—	ナミマガシワ科 マガキ	ナミマガシワ科	—	マガキ
		環形動物	—	—	カンザシゴカイ科	—	—	—	—
		節足動物	アメリカフジツボ	—	—	ヤドカリ亜目	—	—	—
	植物		該当種なし						

注) 1. ()内の数値は、合計に対する組成比率(%)を示す。
2. 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。
3. 組成比率は、四捨五入の関係で合計が100にならないことがある。

平成26年11月における海中暴露した浚渫土ブロックの全体の被覆率を図-4.32、動物の出現種数を図-4.33、植物の出現種数を図-4.34、調査結果の概要を表-4.10に示した。全体の被覆率は、ブロック1～6では25～60%、対照区では35%であった。出現種数は、ブロック1～6では動物が5～9種、植物が0種、対照区では動物が5種、植物が0種であった。動物は海綿動物、刺胞動物、軟体動物、環形動物、節足動物、触手動物、原索動物が出現した。植物は出現しなかった。動物の主な出現種は、ブロックでは軟体動物のナミマガシワ科、マガキ、原索動物のシロボヤ、対照区では軟体動物のマガキであった。なお、ブロック3は落下転倒しているため、他のブロックと生物の出現状況が異なっていた。

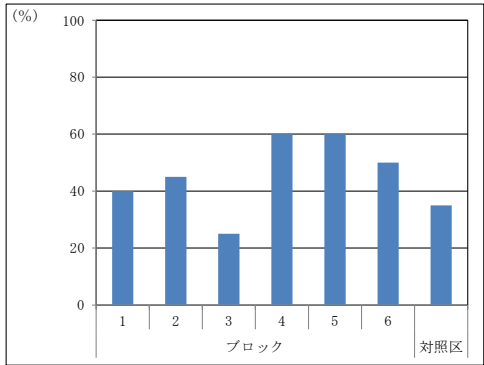


図-4.32 全体の被覆率(平成26年11月)

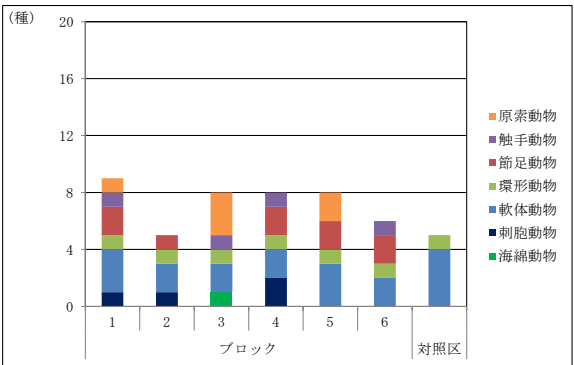


図-4.33 動物の出現種数(平成26年11月)

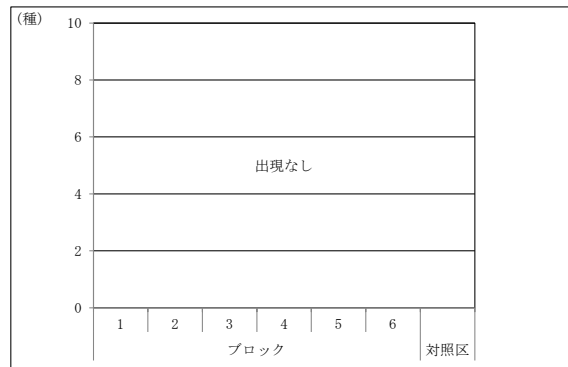


図-4.34 植物の出現種数(平成26年11月)

表-4.10 海中暴露した浚渫土ブロックにおける調査結果の概要(平成26年11月)

調査点 項目		水中部							
		ブロック						対照区	
全体の被覆率(%)		1	2	3	4	5	6		
出現種数	動物	海綿動物	0	0	1 (12.5)	0	0	0	0
		刺胞動物	1 (11.1)	1 (20.0)	0	2 (25.0)	0	0	0
		軟体動物	3 (33.3)	2 (40.0)	2 (25.0)	2 (25.0)	3 (37.5)	2 (33.3)	4 (80.0)
		環形動物	1 (11.1)	1 (20.0)	1 (12.5)	1 (12.5)	1 (12.5)	1 (16.7)	1 (20.0)
		節足動物	2 (22.2)	1 (20.0)	0	2 (25.0)	2 (25.0)	2 (33.3)	0
		触手動物	1 (11.1)	0	1 (12.5)	1 (12.5)	0	1 (16.7)	0
		原索動物	1 (11.1)	0	3 (37.5)	0	2 (25.0)	0	0
		合計	9 (100)	5 (100)	8 (100)	8 (100)	8 (100)	6 (100)	5 (100)
	植物		出現なし						
主な出現種	動物	軟体動物	マガキ	ナミマガシワ科 マガキ	マガキ	ナミマガシワ科 マガキ	ナミマガシワ科 マガキ	ナミマガシワ科 マガキ	マガキ
		原索動物	—	—	シロボヤ	—	—	—	—

- 注) 1. ()内の数値は、合計に対する組成比率(%)を示す。
 2. 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。
 3. 組成比率は、四捨五入の関係で合計が100にならないことがある。

(3) 浚渫土ブロックの生態付着状況の経年変化について

乾湿暴露した浚渫土ブロックの全体の被覆率を図-4.35、動物の出現種数を図-4.36、植物の出現種数を図-4.37、付着状況を図-4.38に示した。全体の被覆率は、ブロック1～6では10～90%、対照区では40～90%であった。出現種数は、ブロック1～6では動物が5～10種、植物が0～1種、対照区では動物が9～12種、植物が0種であった。動物の主な出現種は、ブロックでは軟体動物のアオガイ属、イシダタミ、アマガイ、タマキビ、アラレタマキビ、タマキビガイ科、マガキ、節足動物のシロスジフジツボ、タテジマフジツボ、対照区では軟体動物のシロガイ属、アマガイ、タマキビ、アラレタマキビ、タマキビガイ科、マガキ、節足動物のシロスジフジツボ、タテジマフジツボであった。植物の主な出現種は、該当する種がみられなかった。なお、平成26年1月調査時、ブロック2は破損しているため欠測となった。平成26年11月調査時、全てのブロックが落下転倒しているため、対照区と生物の出現状況が異なっていた。また、ブロック1、2は破損しているため欠測となった。

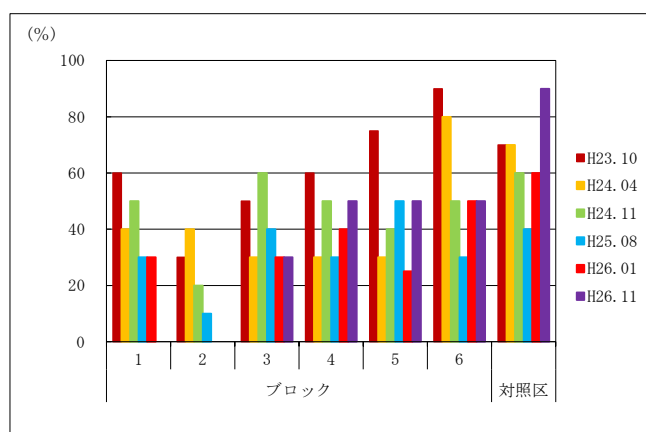


図-4.35 全体の被覆率の経年変化

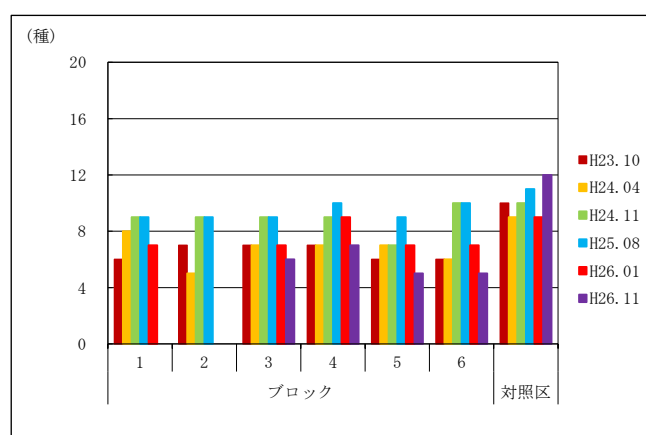


図-4.36 動物の出現種数の経年変化

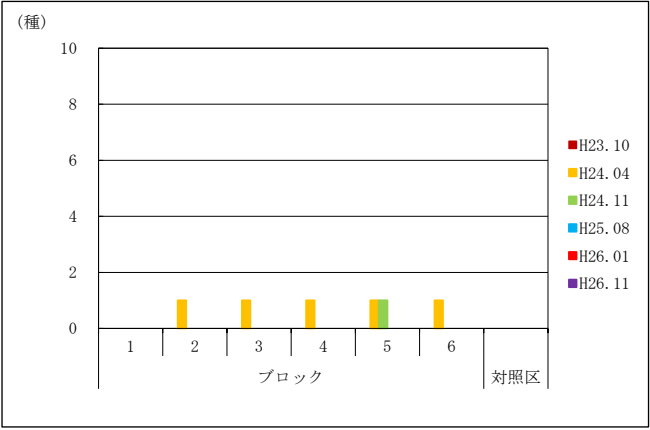
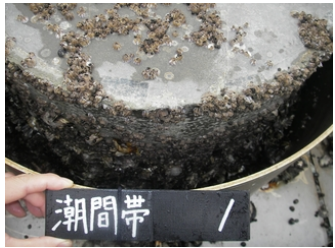
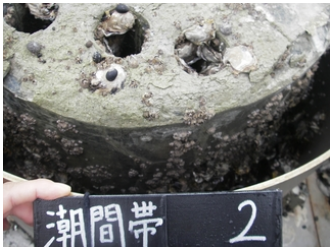
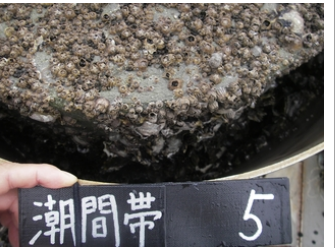
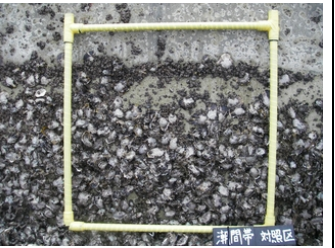
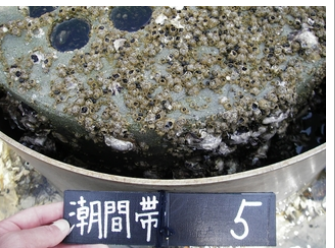
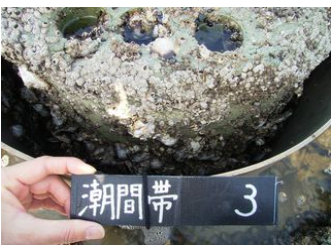
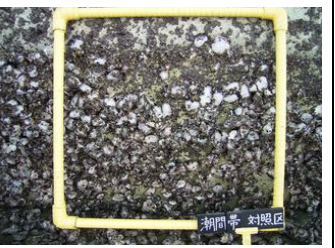
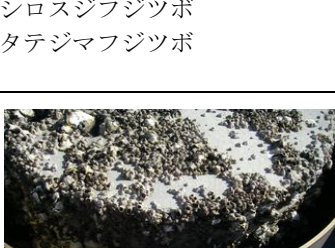
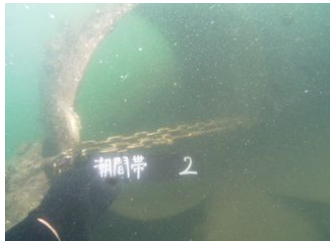
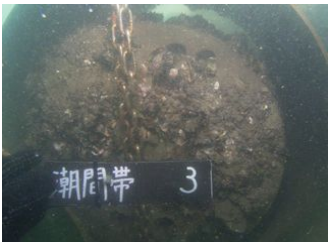
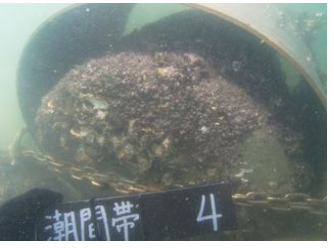
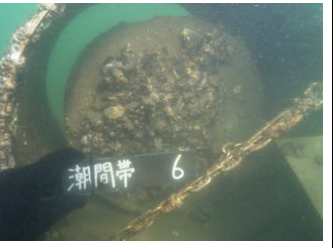
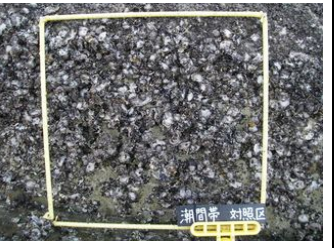


図-4.37 植物の出現種数の経年変化

		ブロック1	ブロック2	ブロック3	ブロック4	ブロック5	ブロック6	対照区
平成23年10月	付着状況							
	主な出現種	アマガイ マガキ シロスジフジツボ	マガキ シロスジフジツボ	タマキビ マガキ シロスジフジツボ	アマガイ マガキ シロスジフジツボ	アマガイ マガキ シロスジフジツボ	アマガイ タマキビ マガキ	タマキビ マガキ シロスジフジツボ
平成24年4月	付着状況							
	主な出現種	タマキビ マガキ シロスジフジツボ	タマキビ マガキ シロスジフジツボ	タマキビ マガキ シロスジフジツボ	タマキビ マガキ シロスジフジツボ	アマガイ マガキ	タマキビ マガキ	タマキビ アラレタマキビ マガキ タテジマフジツボ
平成24年11月	付着状況							
	主な出現種	アマガイ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ シロスジフジツボ タテジマフジツボ	アオガイ属 アマガイ アラレタマキビ タマキビガイ科 シロスジフジツボ	アオガイ属 アマガイ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ シロスジフジツボ タテジマフジツボ	アマガイ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ シロスジフジツボ タテジマフジツボ	アマガイ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ シロスジフジツボ タテジマフジツボ	アマガイ アラレタマキビ マガキ シロスジフジツボ	アマガイ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ シロスジフジツボ
平成25年8月	付着状況							
	主な出現種	イシダタミ アマガイ タマキビ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ シロスジフジツボ	アマガイ タマキビ アラレタマキビ タマキビガイ科 シロスジフジツボ	イシダタミ アマガイ タマキビ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ シロスジフジツボ	イシダタミ タマキビ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ シロスジフジツボ	イシダタミ アマガイ タマキビ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ シロスジフジツボ	イシダタミ アマガイ タマキビ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ	シロガイ属 タマキビ アラレタマキビ タマキビガイ科 マガキ

注) 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。

図-4.38(1) 乾湿暴露した浚渫土ブロックにおける付着状況の経年変化

		ブロック1	ブロック2	ブロック3	ブロック4	ブロック5	ブロック6	対照区
平成 26年 1月	付着 状況							
	主な 出現 種	アラレタマキビ マガキ シロスジフジツボ	ブロック破損	アラレタマキビ マガキ シロスジフジツボ	アマガイ アラレタマキビ マガキ シロスジフジツボ	アラレタマキビ マガキ シロスジフジツボ	アマガイ アラレタマキビ マガキ	シロガイ属 アマガイ アラレタマキビ マガキ
平成 26年 11月	付着 状況							
	主な 出現 種	ブロック破損	ブロック破損	マガキ (ブロック落下転倒)	マガキ (ブロック落下転倒)	マガキ (ブロック落下転倒)	マガキ (ブロック落下転倒)	アマガイ タマキビ アラレタマキビ マガキ

注) 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。

図-4.38(2) 乾湿暴露した浚渫土ブロックにおける付着状況の経年変化

海中暴露した浚渫土ブロックにおける全体の被覆率を図-4.39、動物の出現種数を図-4.40、植物の出現種数を図-4.41、付着状況を図-4.42に示した。全体の被覆率は、ブロック1～6では5～60%、対照区では5～60%であった。出現種数は、ブロック1～6では動物が4～9種、植物が0～5種、対照区では動物が4～7種、植物が0～3種であった。動物の主な出現種は、ブロックでは海綿動物の海綿動物門、軟体動物のナミマガシワ科、マガキ、イタボガキ科、環形動物のカンザシゴカイ科、節足動物のタテジマフジツボ、アメリカフジツボ、ヤドカリ亜目、原索動物のユウレイボヤ科、シロボヤ、対照区では軟体動物のナミマガシワ科、マガキ、原索動物のホヤ綱(単体)であった。植物の主な出現種は、ブロックでは該当する種がみられず、対照区では緑藻植物のアオノリ属であった。なお、ブロック3は落下転倒しているため、他のブロックと生物の出現状況が異なっていた。

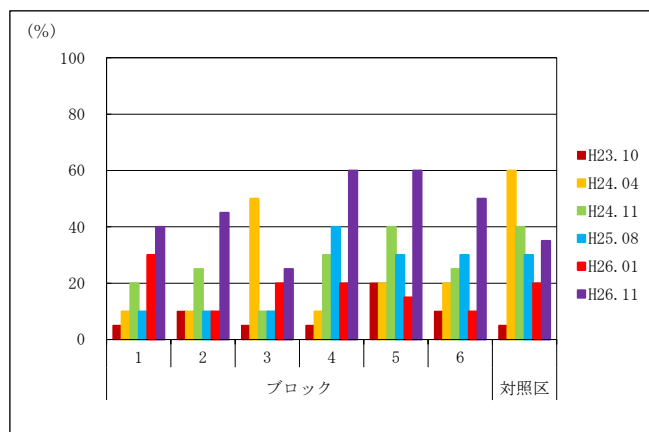


図-4.39 全体の被覆率の経年変化

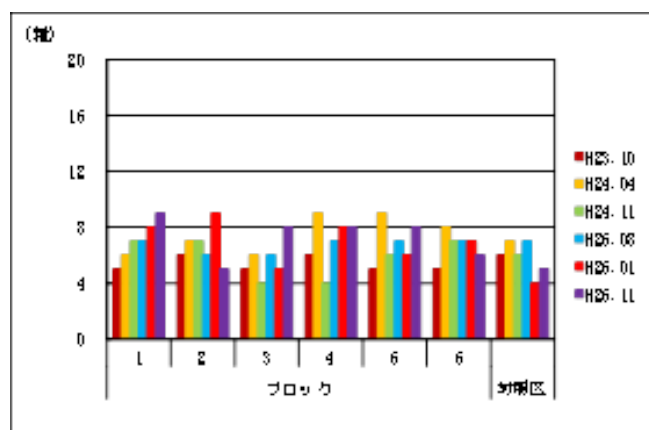


図-4.40 動物の出現種数の経年変化

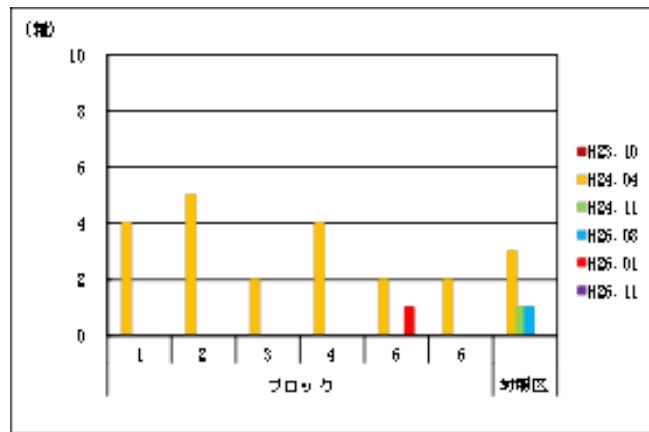
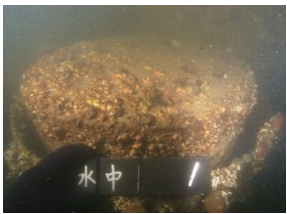
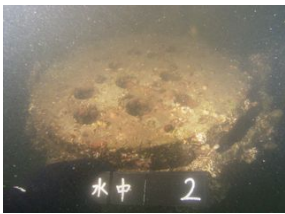
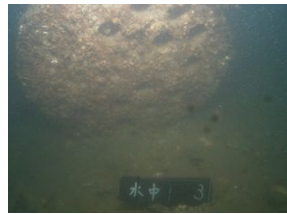
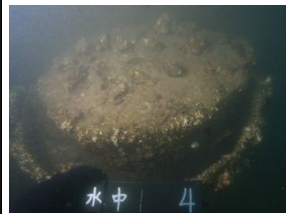
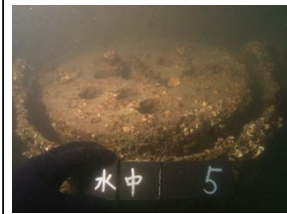
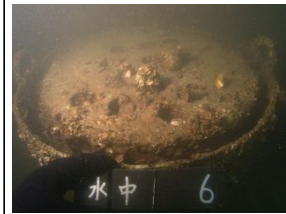
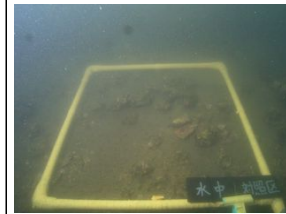
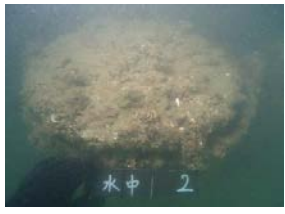
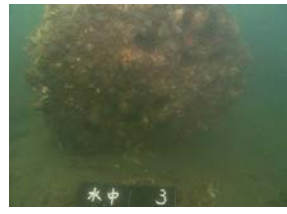
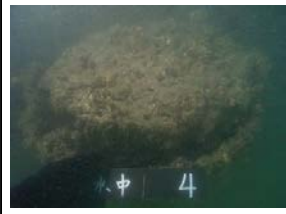
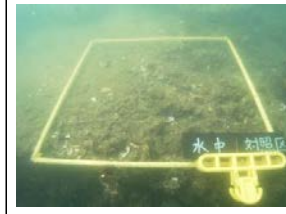


図-4.41 植物の出現種数の経年変化

		ブロック1	ブロック2	ブロック3	ブロック4	ブロック5	ブロック6	対照区
平成 23年 10月	付着状況							
	主な出現種	タテジマフジツボ	タテジマフジツボ	タテジマフジツボ (ブロック落下転倒)	イタボガキ科	ナミマガシワ科 イタボガキ科	イタボガキ科	ナミマガシワ科
平成 24年 4月	付着状況							
	主な出現種	ナミマガシワ科 ヤドカリ亜目	ナミマガシワ科	ユウレイボヤ科 (ブロック落下転倒)	マガキ ヤドカリ亜目	ナミマガシワ科 マガキ	ナミマガシワ科	ナミマガシワ科 アオノリ属
平成 24年 11月	付着状況							
	主な出現種	ナミマガシワ科 マガキ カンザシゴカイ科	ナミマガシワ科 マガキ カンザシゴカイ科	カンザシゴカイ科 (ブロック落下転倒)	ナミマガシワ科 カンザシゴカイ科	ナミマガシワ科 マガキ カンザシゴカイ科	ナミマガシワ科 マガキ カンザシゴカイ科	ナミマガシワ科 マガキ
平成 25年 8月	付着状況							
	主な出現種	シロボヤ	—	— (ブロック落下転倒)	海綿動物門 マガキ	マガキ シロボヤ	マガキ	マガキ ホヤ綱(単体)

注) 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。

図-4.42(1) 海中暴露した浚渫土ブロックにおける付着状況の経年変化

		ブロック1	ブロック2	ブロック3	ブロック4	ブロック5	ブロック6	対照区
平成 26年 1月	付着状況							
	主な出現種	アメリカフジツボ	—	カンザシゴカイ科 (ブロック落下転倒)	ナミマガシワ科 マガキ ヤドカリ亜目	ナミマガシワ科	—	マガキ
平成 26年 11月	付着状況							
	主な出現種	マガキ	ナミマガシワ科 マガキ	マガキ シロボヤ (ブロック落下転倒)	ナミマガシワ科 マガキ	ナミマガシワ科 マガキ	ナミマガシワ科 マガキ	マガキ

注) 主な出現種は、各調査点において、被覆率が5%以上、個体数が10個体/0.25㎡以上出現したものを記載した。

図-4.42(2) 海中暴露した浚渫土ブロックにおける付着状況の経年変化

5. 浚渫土砂を用いたブロック製作技術の開発に関するまとめ

主成分分析によるスラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さ予測について、一軸圧縮強さとスラグ石灰混合浚渫土の物理特性および作成条件において、昨年度までの研究では 21 変数を設定していたが、飽和度 S_r (%) について一軸圧縮強さとの関係が高いことが明らかになり、当該変数を含めた 22 変数を設定して検討を行った。主な結論は以下の通りである。

1) スラグ石灰混合浚渫土の強度分析を行う変数の追加

- ・昨年度における 21 変数に飽和度 S_r を加えた 22 変数でスラグ石灰混合処理土の強度分析を行った。
- ・飽和度 S_r の一軸圧縮強さとの相関係数は 0.71 であり、曲率係数 $U' c$ (0.81)、細粒分含有率 F_c (0.78) および湿潤密度 (0.73) に次ぐ大きな相関係数であった。
- ・このため飽和度 S_r を変数に加えることは、スラグ石灰混合浚渫土の強度推定方法の改善・向上において重要であることが分かった。

2) 一軸圧縮強さ予測について

- ・主成分分析より F_c , 石灰混合率, スラグ石灰水重量比および間隙比の 4 つの説明変数を選択し、一軸圧縮強さに対して重回帰分析を行うことで、精度の高い強度推定が行えることが分かった。
- ・結果的に今回変数に追加した飽和度 S_r は重回帰分析の説明変数として選択されなかった。しかしながら、一軸圧縮強さと強い相関を有する変数を見逃さずに分析が出来たことは重要なことと考えられる。

次に浚渫土砂を母材として作成した浚渫土ブロックの現地適用性を評価するために暴露試験を行い、浚渫土ブロックの耐久性の面から調査を実施した。主な結論は以下の通りである。

- 1) 浚渫土ブロックを気中、乾湿および海中で 1, 3, 12 および 41 ヶ月間暴露して耐久性を調べた。
- 2) 浚渫土ブロックの一軸圧縮強さを増加させるには、水セメント重量比を小さくすることが重要である。
- 3) 暴露期間が 3 ヶ月を過ぎると浚渫土ブロックの微小クラックの増加によると推測される一軸圧縮強さが減少するケースも見られたが、暴露条件によらず 12 ヶ月を過ぎると一軸圧縮強さは概ね 20MPa を超えており、コンクリート相当の強度となる。

最後に浚渫土砂を母材として作成した浚渫土ブロックの現地適用性を評価するために暴露試験を行い、浚渫土ブロックへの生物付着状況を調査した。主な結論をまとめると以下のようになる。

- 1) 浚渫土ブロックへの生物付着状況を平成 24 年 4 月（暴露期間 25 ヶ月）、平成 24 年 11 月（同 32 ヶ月）、平成 25 年 8 月（同 41 ヶ月）、平成 26 年 1 月（同 46 ヶ月）および平成 26 年 11 月（同 56 ヶ月）に調査した。
- 2) 乾湿状態で暴露した浚渫土ブロックへの動植物の被覆率は、暴露期間によらず 50%程度であった。一方、海中暴露した浚渫土ブロックへの動植物の被覆率は暴露期間が長くなるに従い増加する傾向を示し、平成 26 年 11 月では概ね 50%となった。

3) 乾湿状態で暴露した浚渫土ブロックへの動植物の出現種数は、全てのブロックが落下転倒した平成 26 年 11 月を除くと 8 種程度であった。一方、海中暴露した浚渫土ブロックについては暴露期間が長くなるに従い増加する傾向を示し、平成 26 年 11 月の動植物の出現種数は 7 種程度であった。

4) 調査期間における乾湿暴露ならびに海中暴露を行った浚渫土ブロックへの動植物の被覆率および動植物の出現種数は、同環境にある対象区のコンクリート材料と同様であり、海中暴露した浚渫土ブロックについては更に増加する傾向を示した。このため、製造した浚渫土ブロックは、その他のコンクリート製品と同様に使用することが可能と考えられる。