

サンゴ再生に用いるモルタル基盤の電気抵抗性の評価に関する基礎的研究

関西大学大学院理工学研究科 学生員 ○平井 孝明
 関西大学社会安全学部 正会員 高橋 智幸
 関西大学環境都市工学部 正会員 上田 尚史

関西大学環境都市工学部 正会員 鶴田 浩章
 秋田大学理工学部 正会員 徳重 英信
 関西大学環境都市工学部 正会員 竹田 眞義

1. はじめに

サンゴ礁は海の浄化作用や生物の住居などの機能を持ち海洋生態系にとって重要な役割を担っているが、地球温暖化による白化現象やオニヒトデの大量発生等により減少している。対策として、地球規模のCO₂の減少やサンゴの植樹、ごみの清掃活動等が行われている。既往の研究¹⁾よりサンゴの植樹用の基盤にはコンクリートが適していることが分かっている。また、サンゴは微弱電流による電場の影響で成長が促進することが知られている²⁾。本研究では、サンゴを植樹する基盤にモルタル基盤を採用した。本研究の目的は、炭素粒子を用いたモルタルの電気抵抗性と配合要因との関係を明らかにし、サンゴ再生基盤として波力発電により微弱電流を安定的に流すことが可能な基盤材料を開発することである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

実際に使用した材料とその物性値を表-1に、配合を表-2に示す。人工海水(SW)は、市販の人工海水粉を上水道水に38.2g/L混入することで製作した。W/C=50%の普通モルタルをNW50、海水練りで炭素粒子を20%添加したW/C=50%のモルタルをCPSW-20-50とし、目標空気量は1.0%とした。本研究では、モルタル配合としてよく用いられている砂セメント比S/C=2.0に対して実験要因として炭素粒子添加率、練混ぜ水を選定した。炭素粒子添加率はモルタルの体積比で0%、20%とした。また、炭素粒子添加率が20%の時のみ目標フロー値を満たすために単位水量を360kg/m³とした。

2.2 実験方法

炭素粒子、供試体幅、電極間距離がモルタル供試体の比抵抗、あるいは抵抗値に及ぼす影響を確認するために電気抵抗の測定を行った。電気抵抗の測定は、図-1の測定回路を用いて写真-1のように行った。供試体は40×40×160mmの角柱供試体を使用し、供試

表-1 使用材料の物性および記号

材料	種類	物性	記号
水	上水道水	密度1.00(g/cm ³)	W
人工海水	Ro水+人工海水粉(NaCl,Mg,Ca,K)	密度1.04(g/cm ³)	SW
セメント	普通ポルトランドセメント	密度3.15(g/cm ³)	C
細骨材	川砂(淀川産)	表乾密度2.59(g/cm ³) 吸水率0.67(%)、F.M.2.43	S
炭素粒子	粒径0.3mm以下	密度2.12(g/cm ³)	CP

表-2 配合

配合	W/C(%)	単位量(kg/m ³)				
		W	SW	C	S	CP
NW50	50	316	-	632	1226	0
CPSW-20-50		-	360	720	522	424

体の中央に距離Lでステンレス棒を電極として埋め込んだ。ステンレス棒は直径6mmで長さは3cmであり、2cmをモルタルに埋め込み、残りの1cmを露出させた。養生は海水中養生で行い、材齢が1、7、14、21、28、35、42、49、56日において電気抵抗測定を行った。また測定を行う際は、供試体を表乾・浸漬・人工海水中のそれぞれの状態で回路に繋いで測定した。モルタル供試体の導電性を評価する指標として以下の式を用いて比抵抗を算出した。

$$D = \frac{V}{I} \times \frac{A}{L}$$
 (式1)

ここで、D:比抵抗(Ω・m)、A:供試体の断面積(m²)、L:電極間距離(m)、V:電圧=30(V)、I:電流(A)

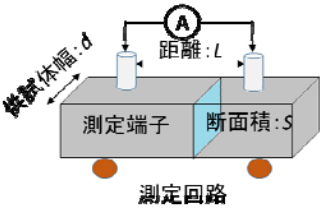


図-1 測定回路



写真-1 測定中の様子

3. 実験結果および考察

3.1 海水中において炭素粒子が比抵抗に及ぼす影響

図-2に材齢と比抵抗の関係を示す。水中状態においては炭素粒子の有無による違いがほとんどなかった。一方、表乾状態・浸漬状態では水中状態に比べ比抵抗が増加する傾向であった。これは炭素粒子が比抵抗に及ぼす影響よりも供試体内外の水が比抵抗に及ぼす影響の方が大きいからだと考えられる。

3.2 供試体幅が抵抗に及ぼす影響

図-3 に供試体幅と抵抗値の関係を示す。供試体幅は 4cm、8cm、12cm とした。表乾状態での測定で供試体幅に着目すると、供試体幅が広がると抵抗値は減少する傾向がみられる。これは、電流が供試体幅 8cm 程度までの広がりを持って流れることによると考えられる。一方、浸漬・水中状態での抵抗値の変化が小さいのは、供試体内部に浸透した水分の影響で通電領域の抵抗が低くなる影響と、水中に分流した電流の通電領域の抵抗が低くなる影響が表れていると考えられる。

3.3 電極間距離が抵抗に及ぼす影響

図-4 に電極間距離と抵抗値の関係を示す。電極間距離は 2cm、4cm、6cm とした。同一材齢、表乾状態での測定において、電極間距離が大きくなると抵抗値が増加し、電流が流れにくくなっている傾向があることがわかる。一方、浸漬状態、海水中状態においては、抵抗値の変化が小さくなる。これは供試体内部に浸透した水分の影響で通電領域の抵抗が低くなる影響と、海水中に分流した電流の通電領域の抵抗が低くなる影響が表れていると考えられる。したがって、電極間距離による影響よりも水環境の影響の方が大きいことが確認できる。また、3.2、3.3 の実験においてサンゴの成長を促進させるといわれている 20~100 mA/m² の電流密度と比較するとかなり大きい電流を流すことができていることが分かった。したがって、今回の供試体では、水中において目標の電流値を流すのに供試体 1 個あたり 10~50mV 程度の電圧で十分であることが分かった。

4. まとめ

本研究の結果を以下にまとめて示す。

- (1) 炭素粒子が比抵抗に及ぼす影響よりも水分が比抵抗に及ぼす影響の方が大きいことが分かった。
- (2) 電極間距離が導電性に及ぼす影響として、電極間距離が短くなるほど電気抵抗が小さくなった。
- (3) 供試体幅が導電性に及ぼす影響として、供試体幅が 8cm 程度を超えても抵抗値に変化が見られないことから、今回のケースでは電流は最大 8cm 程度の広がりをもって流れることが推測される。
- (4) サンゴの成長を促進させるといわれている 20~100 mA/m² の電流密度と実験結果を比較すると目標値を大きく上回る結果となった。最適な電流密度

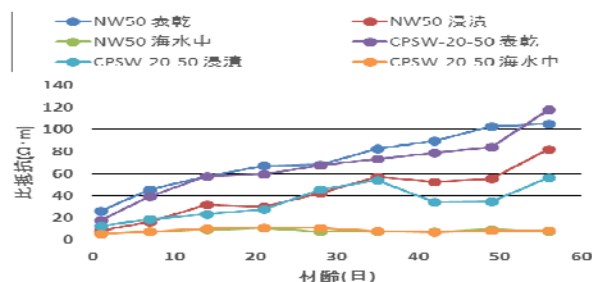


図-2 材齢と比抵抗の関係

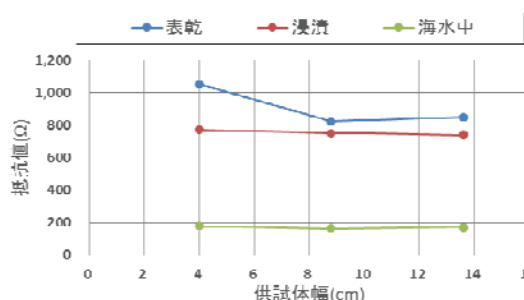


図-3 供試体幅と抵抗値の関係

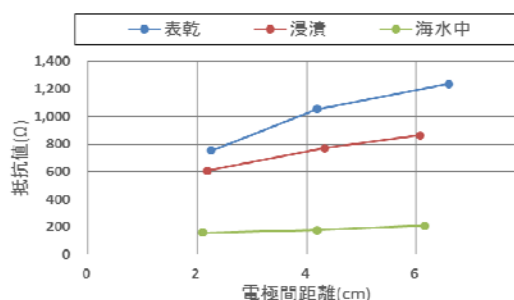


図-4 電極間距離と抵抗値の関係

にするために流す最適電圧はかなり微弱であるため、実用化することは現実的に可能ではないかと考えられる。

以上より、サンゴ再生用のモルタル基盤の導電性を向上させるには、電極間距離を短くし、供試体幅 8cm 程度を限界にするとよいことが分かった。

謝辞

本研究は平成 25 年度学術研究助成基金（挑戦的萌芽研究）「自立型発電システムを用いたサンゴ再生促進技術の開発」（代表研究者：高橋智幸、平成 25～26 年度、課題番号 25550065）の一部として実施したものである。大阪大学大学院工学研究科 服部晋一氏には、貴重な助言をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 大久保奈弥：サンゴの移植に適する基盤，みどりいし，vol.14，pp.31-33，2003
- 2) 鯉渕幸生・木原一禎・山本 悟・近藤康文：微弱電流がサンゴの着床や成長に及ぼす影響，土木学会論文集 B2，vol.66，No.1，pp.1216-1220，2010