パルス電流による海生生物の付着防止法
－ムラサキイガイ成体を用いた基礎実験－

鹿島技術研究所　　山木克則　林文慶　越川義功　田中昌宏

１．はじめに

火力･原子力発電所の取水口や導水路等に付着し繁殖するムラサキイガイやミドリイガイなどの海生生物は，取水能率の低下，死滅貝による閉塞など施設管理上，重大な問題となることが多い[1)]。現在，この対策として，定期清掃や，清掃ロボットの導入等があるが，付着防止が最善の対策である。

今回，コンクリート構造躯体に微弱パルス電流を印加する付着防止方法についての基礎的検討を行い，コンクリート試験体の電気的特性とムラサキイガイ成体の付着率の関係を把握したので，これについて報告する。

２．実験材料と方法

(1)供試生物

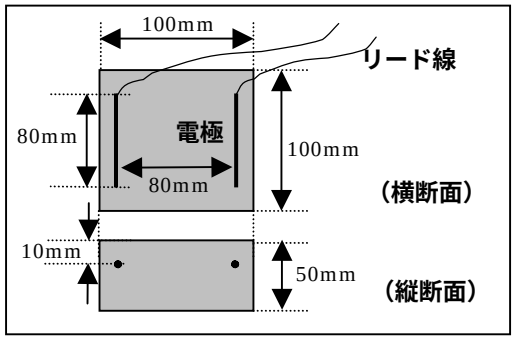
供試生物として神奈川県横浜市金沢区野島周辺にて採集したムラサキイガイ成体48個体(殻長35.4±4.4㎜(Mean±s.d.))を用いた。ムラサキイガイの付着機構は,貝の隙間から足を伸長して付着基盤を探る動作を行い，安定した基盤が定まったところで足裏の陥入部から足糸（そくし）という糸を出して基盤に張り付け，これを貝の内側から引っ張り固着する。通常の流水中では，数時間～10数時間で10数本の足糸を形成して固着する。今回の実験では，ムラサキイガイの忌避行動を足糸形成数で検定する方法[2)]により，コンクリート基盤にパルス電流を印加した場合のムラサキイガイ付着阻害率を算定した。

(2)付着実験用基盤

付着実験用基盤は，普通コンクリートと鉄鉱石混入コンクリートの２種類を用い，鉄鉱石混入コンクリートは，マグネタイト(Fe_3O_4)を主成分とする鉄鉱石を全体重量の 45.5%混入したコンクリートである。各コンクリート試験体の調合を表－１に示す。パルス通電用の試験体（幅100×奥行100×高さ50㎜）は，図－1に示すようにリード線を取付けた長さ80㎜の白金メッキチタン電極を表面から10㎜の深さに埋設した。

表－１　各コンクリート試験体の調合

試験体種類	鉄鉱石混入比(%)	W/C (%)	単位量（kg/m³）				
			水	セメント	鉄鉱石	細骨材	粗骨材
普通コンクリート	0	50.0	178	356	0	793	954
鉄鉱石混入コンクリート	45.5	50.0	185	370	1300	113	89



図－1　パルス通電用試験体

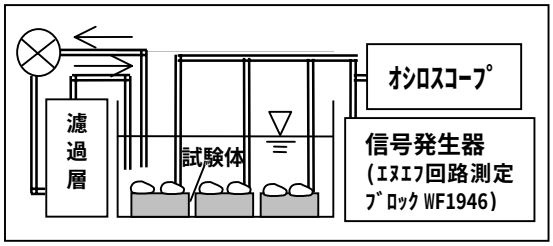
(3)実験装置及び実験条件

実験装置は図－２に示すように，天然海水を循環（3ﾘｯﾄﾙ/分）させた水槽（幅45㎝×奥行35㎝×高さ30㎝）にコンクリート試験体を3個配置し，各試験体上にムラサキイガイ4個体を静置した。実験は表－２に示す実験区A～Dの計4水槽について，コンクリート試験体，及びパルス特性の影響について行った。パルス電流は20Vp-pの矩形波パルスにより発生させ，オシロスコープで電流波形及びピーク電流値を計測した。パルス周波数は10Hz,10kHz,1MHzの3ケースとし，パルス通電と対象区は毎回同時に実施し，暗所にて15時間経過後の足糸の本数をカウントした。実験は3～4回繰り返し行い，再現性について確認した。実験中の水温は18℃±1℃であった。

発電所，取水口，付着防止，パルス電流，ムラサキイガイ　　〒182-0036　調布市飛田給2-19-1　Tel.0424-89-7085

表－2　実験区

実験区	コンクリート試験体	パルス通電の条件
A	普通コンクリート	パルス通電あり　入力：20Vp-p
B	鉄鉱石混入コンクリート	周波数：10Ｈｚ,1kHz,10kHz
C	普通コンクリート	通電なし（対象区）
D	鉄鉱石混入コンクリート	

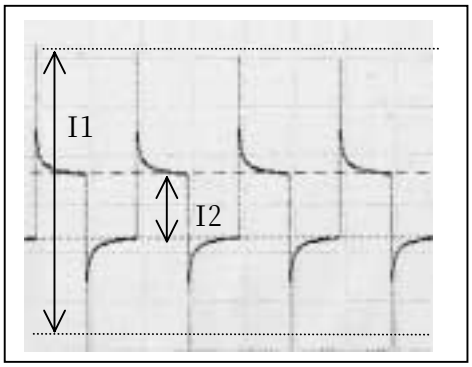


図－２実験装置模式図（パルス通電用）

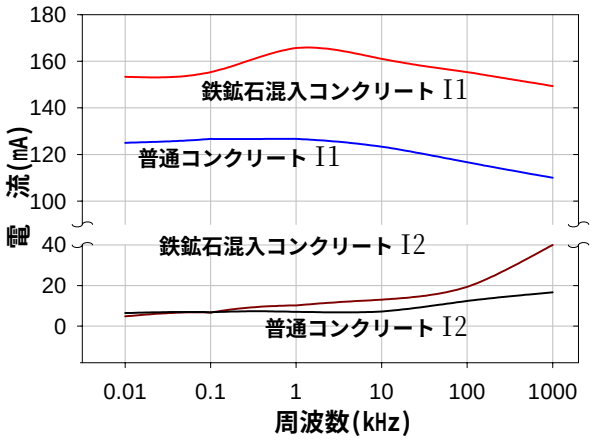
３．結　果

(1) コンクリートの電気的特性

今回の実験条件において矩形波入力により計測した電流波形を図－３に示す。この波形の過渡部振幅(I1)と定常部振幅(I2)の周波数特性を図－４に示す。定常部振幅(I2)は 5～20mA 程度であったが，過渡部振幅(I1)は大きく,普通コンクリートでは 120mA 程度,鉄鉱石混入コンクリートでは 150mA 以上であった。



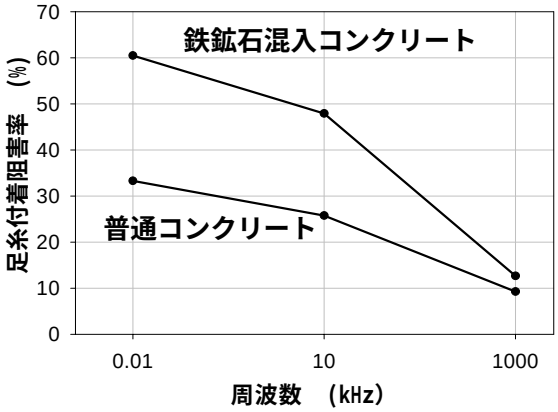
図－３　計測電流波形(例)



図－４　過渡部(I1)と定常部(I2)の周波数特性

(2)付着実験

各コンクリートにおける足糸付着阻害率の周波数特性を図－５に示す。この結果から，鉄鉱石混入コンクリートの場合，10Hz(0.01kHz)で付着阻害率 61%，10kHz で 48%，1MHz で 13%であり低周波ほど高い効果を示した。普通コンクリートでは鉄鉱石混入コンクリートに比べて全体的に足糸付着阻害効果は低かった。



図－５　足糸付着阻害率の周波数特性

４．考察・まとめ

ムラサキイガイ足糸の付着阻害効果は，鉄鉱石混入コンクリート試験体でパルス周波数 10Hz の場合に大きかった。また,この周波数における電流値は，定常部振幅(I2)は小さくコンクリート種類の違いは見られないのに対し,鉄鉱石コンクリートの過渡部振幅(I1)は普通コンクリートよりも大きかった。

これより，ムラサキイガイの付着防止には低周波領域における過渡的な電流刺激が効果的と示唆される。今後はその点を詳細に解明するとともに,海生生物の幼生期における付着防止策としての本方法の適用性を試験する予定である。

おわりに，日頃からご指導戴いている日本大学理工学部関根好文教授に謝意を表します。

（参考文献）

1)(社)火力原子力発電技術協会：火力発電所における海生生物対策実態調査報告書,電気協会雑誌,1,28-32,(1994)

2)Harada et al.:A new screening method for antifouling substances using the bluemussel, *Mytilus edulis* L.Agric.Biol.Chem.48(3),641-644(1984)