

# 海洋生物付着防止システム実用化の研究

九州支店 PC事業部 藤田知高

## 1. 概要

海水中に設置された土木建築構造物や、海水を冷却水として利用する臨海発電施設等では、海洋生物が付着・群生することで、その構造物の有する機能が低下したり、施設の正常な運転に影響を与えるなど、維持管理上の大きな問題が生ずる。付着性の海洋生物(以下、汚損生物)の付着防止対策としては、防汚塗料など様々な工法が提案・実用化されているが、無公害で耐久性の高い技術は、いまだ確立されていないのが現状である。

本研究は、耐久性および環境問題を同時に解決する新技術「海洋生物付着防止(Green Antifouling)技術システム(以下、GAF システム)」を我が国へ導入するにあたり、実物大構造物を対象とした実証実験を九州大学と共同で行い、GAF システムの実用化に対する技術評価を行うことを目的としたものである。

## 2. GAF システム

### (1) 特徴

GAF システムは、フィンランドの SAVCOR 社で開発された電気化学的防汚技術システムであり、Green(環境に優しい) Anti(防止) Fouling(汚損)の頭文字で表現したものである。特徴を以下に記す。

1. 保護する基盤(鋼板)の防汚と防食を同時に行う。
2. 有害な塩素ガスや水素ガスを発生させず、環境に優しい防汚工法である。

### (2) 原理

図-1 に、GAF システム模式図を示す。

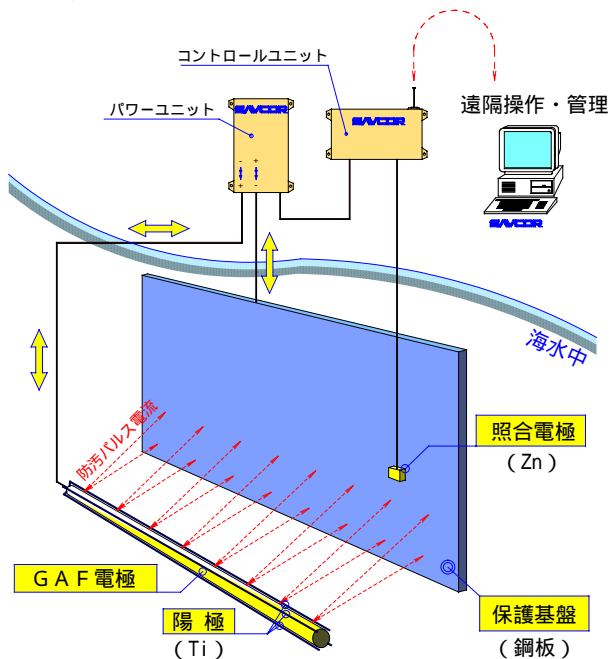
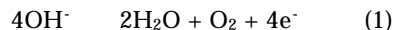


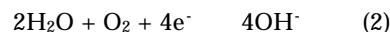
図-1 GAF システム模式図

図-1 に示すように、海水中に設置した陽極および GAF 電極から、基盤に「防汚パルス電流」を与える。基盤を Anode/Cathode とすることで、基盤表面では以下の電気化学的反応が生じる。

[ 陽極(Anode)反応 ]



[ 陰極(Cathode)反応 ]



陽極反応である(1)式が生じると、基盤表面極近傍の海水 pH が低下する。一方、陰極反応である(2)式が生じると、基盤表面の海水 pH が増加する。この基盤電位の変化に伴う海水 pH の変化は、汚損生物付着を抑制する(忌避および成長抑制効果)。さらに図-2 に示すように、海水 pH が増加した場合には、基盤表面には保護層(電解皮膜)が析出し、海水 pH が低下した場合には溶解する。たとえ基盤表面上に汚損生物が付着したとしても、保護層の析出と溶解の繰り返し作用により、付着生物は脱落する(剥落効果)。これらの効果を総合して「GAF 効果」と称する。

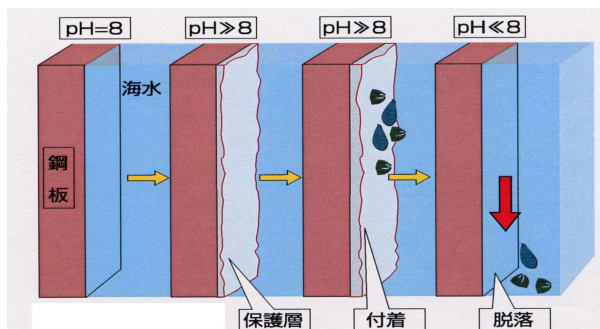


図-2 海水 pH 変化と保護層(電解皮膜)の析出と溶解作用

### (3) システムのパラメータ

GAF システムは、有毒なガスの発生防止および鋼材腐食からの保護が可能となるよう、外部からの通電により保護基盤の電位を最適電気防食電位に保つと同時に、汚損生物の付着が最小となるように防汚パルス電流を制御することで、基盤電位の振幅、周波数を頻繁に変化させる。図-3 に、GAF 原理概念図を示す。

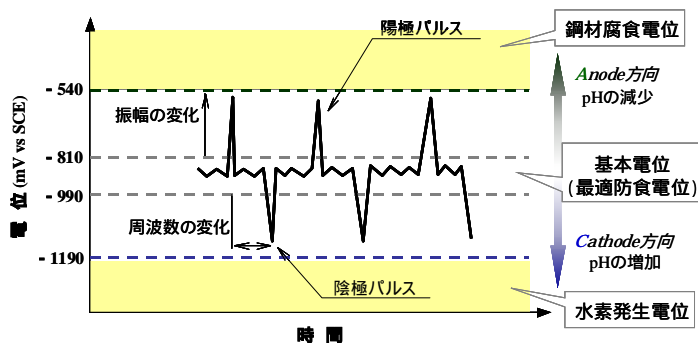


図-3 GAF 原理概念図

防汚パルス電流を構成する GAF システムパラメータ(以下、パラメータ)の機能を記す。

- ・電位変化の振幅: パルスをかけた時の、電位の逸脱程度。
- ・電位変化の周波数: 基盤電位が急激な変化を起こす頻度。
- ・基本電位レベル: ほとんどの時間留まっている電位の範囲。
- ・A/C 率: 陽極パルスおよび陰極パルス両方の、振幅と継続時間より算出される積算電位の比率。

### 3. 実験方法

本研究は、1998 年から 1 年半程度の期間、横浜港にて行われた予備実験の結果を踏まえ、長崎港にて実物大構造物を対象とした実証実験を行ったものである。新設の鋼製構造物を想定し、実験対象基盤は無塗装鋼板とした。GAF システムの効果を確認するため、GAF を適用した基盤(「GAF」と略記)と、比較用として GAF を適用しない基盤(「control」と略記)を用意した。表-1 に、実験基盤概要を示す。

表-1 実験基盤概要

	略名	GAFシステム		面積 (m <sup>2</sup> )	摘要
		適用	非適用		
実験基盤	GAF			10.0	
実験基盤	control			1.0	電気防食

評価は、定期的な目視観察(水中写真)による定性的評価と、実験対象基盤の一定範囲から採取された付着生物の、個体数および湿重量を比較することによる定量的評価によるものとした。本研究の実験期間は、2002 年 3 月～2003 年 5 月までとした。

### 4. 実験結果および考察

#### (1) 目視観察による定性的評価

写真-1 は、実験開始 3 ヶ月後における「GAF」および「control」の表面状況写真である。「GAF」の保護基盤表面には、剥落効果(電気化学的反応に伴う電解皮膜の析出と溶解の繰り返し作用)が確認でき、良好な GAF 効果を確認することが出来た。一方「control」には、鋼材腐食による付着抑制の影響を排除するため、流電陽極(Zn)方式による電気防食を施していたが、「GAF」に析出していたような電解皮膜は確認することが出来なかった。また、全体的に管棲多毛類の付着が目立ち、小型のフジツボ類の付着も若干確認された。

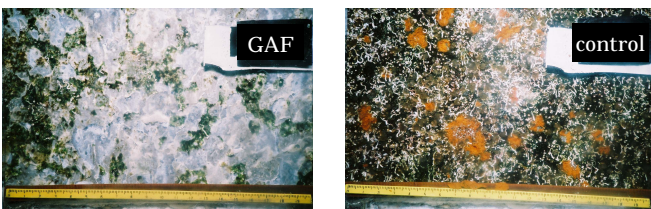


写真-1 実験基盤状況(2002.7/17 撮影)  
(左:GAF 右:control)

#### (2) 付着生物採取による定量的評価

図-4 は、それぞれの実験基盤より採取した単位面積当たりの付着生物総湿重量の比較である。実験期間中 3 回の採取・比較を

行ったが、いずれの比較においても、GAF システムを適用することで適用しなかった場合の 25～30%程度にまで減少しており、GAF システムの防汚効果が明確となった。

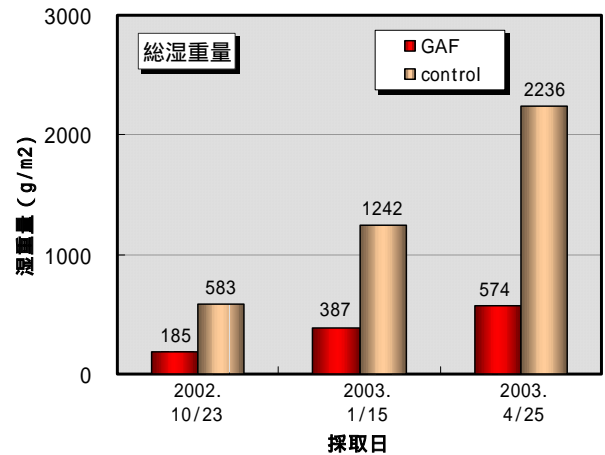


図-4 総湿重量の比較

#### (3) パラメータの設定と GAF 効果

時系列で追ったパラメータの変化および目視観察に基づく GAF 効果の評価を図-5 に示す。最も良好な GAF 効果が得られたのは、2002 年 6 月～2003 年 1 月であった。目視により確認された効果は、算出された A/C 率と密接に連動しているようであり、A/C 率が neutral か Cathode 寄の時に、GAF 効果に対し最も重要な意味を持つ剥落効果が、最も効果的に得られていた。

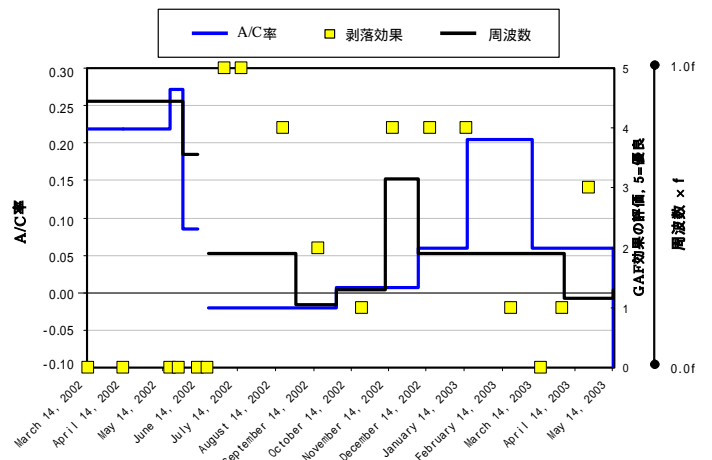


図-5 A/C 率と周期の変化による剥落への影響

### 5. まとめ

i) 保護基盤表面上の電解皮膜の析出/溶解の繰り返しが、定期的な目視観察から確認された。汚損生物の付着量は、GAF システムを適用することにより、適用しなかった場合に比べ湿重量にして 25～30%程度にまで減少しており、GAF システムの防汚効果が明確となった。

ii) GAF 効果を左右するパラメータの設定について、本研究にて新たに導入された A/C 率が、GAF 効果において最も重要な防汚効果要因であるようであり、A/C 率がほぼ neutral か Cathode 寄の時に、GAF 効果が最も効果的に得られていた。

**Key words:** 防汚技術, GAF システム, 電位制御