고전압 펄스를 이용한 선박 방오 시스템

김현민[1], 이승환[1], 김희제[2]
부산대학교 공과대학 로봇협동과정[1], 부산대학교 공과대학 전기전자[2]

Antifouling system using high voltage pulse power

Hyun Min Kim[1], Seung Hwan Lee[1], Hee Je Kim[2]
Department of Interdisciplinary Program in Robotics[1] and Electrical Engineering[2], Pusan National University

ABSTRACT

Recently the problem of the fouling organisms, especially Sn compounds is expanded to environmental problems from the chemical reaction with imposex and secondary contamination. One of the existing antifouling system, antifouling paints, is regulated from 2012, July because of seriousness about toxic substances such as TBT, mercury, copper and so on.

TBT is known that causes a variety of biological inhibition in various chemicals even a very small amount of concentration. So it has been developed to replace it.

In this paper, we try to develope a new system with the environmental background and the research of the adhesion characteristics of fouling organisms using a low current, high frequency· high voltage pulse power, not toxic compounds.

1. 서 론

가장 많이 사용되어온 방오도료 물질 중 TBT는 확산을 통하여 주위 비표적 생물에 악영향을 초래하여 주변 환경과 생태계에도 위해를 초래할 수 있음이 연구를 통해 밝혀져 왔다. 유독성 화합물을 대신하여 해양 생태에 영향을 미치지 않으며 위험성이 적은 고전압 펄스 에너지를 이용하여 새로운 환경 조성을 통한 방오 시스템을 연구 하고자 한다. 펄스 파워는 에너지를 저장한 후 짧은 시간에 매우 높은 출력의 파워를 발생 시키는 기술로서 이러한 고전압 펄스를 선박에 부착 하고 사용하게 되면 그 주위에 강한 전계가 생성되며 따개비의 유생 단계에서부터 전계에 영향을 받아 유착 방지 또는 성장 저하 효과 볼 것이다. 실험으로 고전압 펄스를 사용하여 그 주위에 형성되는 전계의 세기를 확인하기 위해 헬륨 네온 램프를 이용하였다.[1][2][3][4][5]

고전압 펄스 출력을 5kV 300kHz로 설정하고 발생하는 전계를 직접 회로와 연결하지 않고 헬륨 네온 램프가 켜지는지를 확인하였다. 이런 고전압 펄스의 활용하여 방오 시스템과 같은 앞으로 새로운 분야에 활용 가치가 높은 연구가 이루어질 수 있는 기반이 될 것이라 생각한다.

그림 1 헬륨-네온 램프를 이용한 전계 세기 측정
Fig. 1 Measurement of electric field intensity using a He-Ne lamp

2. 본 론

따개비는 수정란이 발생하게 되면 노플리우스라는 유생이 되는데, 노플리우스는 다른 갑각류와 공통된 형질을 가지고 있으며 노플리우스는 탈피를 거친 후 변태하여 키프리스 유생이 되는데, 이 단계에 이르면 바위나 선체에 붙어사는 정착생활이 시작을 하게 된다. 이 단계에서 따개비가 선박에 붙는 것을 막는다면 이를 해결을 할 수 있게 된다.

그림 2 각 시스템 파트 및 출력 파형
Fig. 2 System parts & pulse signal

시스템은 노이즈 필터, 전원부는 PFC, LLC 공진방식을 적용한 자체 제작 컨버터 그리고 Fly back 토폴로지를 이용하고

500kHz까지 가변이 가능한 출력부로 구성되며 4kV 이상의 고전압 출력을 내기 위해 2:200턴의 트랜스포머를 제작하였다. 실험선은 철선과 FRP선으로 구분하여 따개비가 충분히 부착할 수 있도록 물 속 30cm를 잠기게 하고 고전압 펄스 시스템이 장착 되어있는 실험군과 대조군으로 진행하였다.

그림 3 시스템 장착
Fig. 3 Installation of system

고전압 펄스 시스템의 출력은 모형선박의 선저 안쪽에서 전극을 통해 절연 되어 바다와 접촉 되어있고 발생되는 전계는 모형선박 선저에서부터 바다로 향해 형성된다. 1주 간격으로 선저에 붙은 따개비의 개체수와 성장단계를 비교를 통하여 확인 하였다. 1주차는 육안 확인 불가 하였으며 2주차부터 따개비가 확인되었다.

그림 4 실험 1주차 비교 사진
Fig. 4 The first week of picture

3주차부터 시스템 유무에 따른 부착 따개비의 개체수와 성장에 차이가 보였다. 고전압 펄스 시스템이 장착된 선박은 개체수고 적고 성장 크기 또한 대조군에 비해 크기가 작음을 확인 하였다. 4주차에는 대조군의 선박에 부착된 따개비는 크기가 어른 엄지손가락 한마디만큼 성장하였고 개체 수 또한 선저 가득히 붙어 있었다. 이는 고전압 펄스 시스템에서 발생되는 전계로 인하여 그 주위의 따개비가 회피하는 것을 확인 할 수 있으며 강한 전계 형성 시 따개비의 성장에도 영향을 준다는 것을 확인할 수 있다.

그림 5 실험 4주차 비교 사진
Fig. 5 The forth week of picture

3. 결 론

고전압 펄스를 이용하여 전계를 형성하여 새로운 환경 조성을 만들고 그에 따른 결과로 따개비의 크기와 성장 속도에 미치는 영향을 확인 하였다. 저전류를 사용하고 절연된 전극 사용으로 안전성 확보에도 용이 하다. 실제 이동 선박에 적용 시에는 그 효과가 더욱더 효율적이라 생각된다. 또한 추후 주파수 변화에 따른 변화나 전압 조절에 의한 변화에도 기대가치가 크다고 생각된다. 이번 실험은 고전압 펄스를 기반으로 한 기초연구이며 이를 통해 이슈 되고 있는 방오 시스템 해결 방안과 또한 해양 오염 방지에 도움이 되었으면 하고 다양한 심화 연구와 고전압 펄스를 통한 방오 시스템 등 여러 분야에 활용 가치가 충분한 연구였으면 한다.

This research was supported by the MKE(The Ministry of Knowledge Economy), Korea, under the Human Resources Development Program for robotics support program supervised by the NIPA(National IT Industry Promotion Agency)(NIPA 2012 H1502 12 1002)

참 고 문 헌

[1] R.Block, F.Leipold, K. H. Schoenbach, "Pulsed Electric Field Based Antifouling Method for Salinometers", IEEE Trans. Plasma Science 28, 115 (2000)

[2] Hee Je Kim. "High pulsed voltage engineering", Heung ryong science published 2011

[3] Eugene W.Thiele, Jr. "Copper Alloy in the Marine Environment", IEEE OCEAN'75

[4] Kun Ho Park, Kyu Tae Lee, Kyung Nam Han, "Acute toxicity of antifouling agents(TBT, Sea nine, Cu pyrithione and Zn pyrithione) to rockfish sebastes schlegeli and amphipod monocorophium acherusicum, Journal of Korean Society for Marine Environmental Engineering, Vol. 9 February 2006

[5] Salah Sommakia, Jenna L. Rickus, and Kevin J. Otto, "Effect of adsorbed proteins, an antifouling agent and long duration DC voltage pulses on the impedance of silicon based neural microelectrodes" 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS 2009