

인공어초 조사를 위한 다방향 수중 CCTV 카메라 시스템의 설계, 제작 및 성능특성

이대재

부경대학교 해양생산시스템관리학부

서론

우리나라의 각 지방자치단체에서는 십 수년전부터 관할 연안 해역에 정착성 어족생물 자원의 조성과 어업생산성을 증대시키기 위해 인공어초를 지속적으로 시설하는 한편, 과거부터 조성된 인공어초어장의 사후관리에 대한 각종 현장조사 및 자원조성 효과를 정량적으로 분석, 평가하여 왔다. 그러나, 이와 같은 연안어장에서의 인공어초의 배치 및 침하 상태, 또한 해중림의 조성 및 정착성 어족생물의 서식실태 등을 평가하는데 있어서는 현재 sidescan sonar에 의한 음향학적 조사, 잠수부나 수중 CCTV 카메라 시스템에 의한 시각적 및 광학적 조사, sampling 어구에 의한 시험조업 등이 수행되고 있다. 이 중에서 인공어초 구조물 및 부착생물의 정보를 직접 관찰 및 수집하기 위한 방법으로 각종 수중 CCTV 카메라 시스템이 널리 사용되고 있으나, 이들 카메라 시스템을 수중에 현수시켜 목적하는 정보를 수집하는 데에는 외력, 특히, 해조류나 풍압력에 의한 영향을 많이 받는다. 이와 같은 문제를 해결하기 위한 방법으로 각국의 수중 CCTV 카메라 제조업체에서는 여러 개의 수중 카메라 모듈을 동시에 사용하여 해조류나 바람과 같은 외력에 의해 수중 카메라 시스템이 불규칙하게 편위되는 상황하에서도 목적하는 영상을 효율적으로 취득할 수 있는 시스템의 개발에 많은 노력을 경주하고 있다. 본 연구는 부산시가 부산 남구 해역에 부설한 인공어초 해역을 대상으로 단일 수중 CCTV 카메라 시스템을 이용하여 인공어초 구조물 및 부착생물의 수중관찰을 수행함에 있어 도출된 많은 운용상의 문제점을 보완하기 목적으로 직접 다방향의 수중 CCTV 카메라 시스템을 설계, 제작하고, 이들의 실험적으로 운용한 결과에 대하여 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 수중 CCTV 카메라의 설계, 제작

다방향 수중 CCTV 카메라의 모듈을 배치할 카메라 하우징 및 관련 시스템은 먼저 CAD 프로그램을 이용하여 최적의 카메라 배치 도면을 설계, 작성하고, 이 도면에 따라 정밀기계 가공업체에 주문하여 제작하였다. 실험 장치는 다방향 수중 CCTV 카메라 시스템, PC based DVR(4 channel MIGMAIN software) 시스템, LCD 모니터 등으로 구성하였고, 이들 시스템은 차량용 battery(120AH) 4개를 병렬 연결하여 얻은 DC 12V 전원을

DC/AC converter를 통해 220VAC로 변환하여 동력원으로 사용하였다. 특히, 본 연구에 사용한 수중용 CCTV 카메라는 고정 초점렌즈를 장착한 카메라 모듈로써 제조 maker(Sunkwang)에 OEM으로 주문, 제작하여 사용하였다.

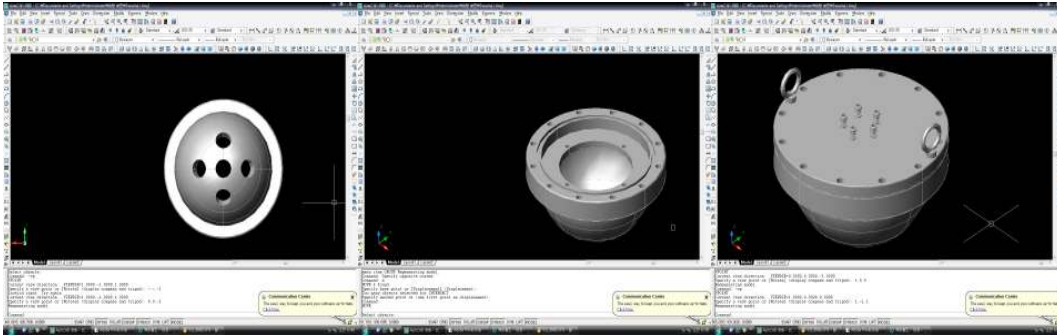


Fig. 1. 3D model of the autocad drawing of a multi-directional underwater CCTV camera system design(rear, front and side views)



Fig. 2. Experimental setup and test photographs for performance evaluation of a developed multi-directional underwater CCTV camera system.

이 카메라 모듈의 촬상소자는 1/4 inch CCD, 유효 화소의 수는 27만 화소로서 12개 LED lamp를 장착한 모듈인데, 실내에서 LED 광은 약 5~10m 거리까지 도달한다. 본 연구에서는 인공어초의 현장관찰을 위해 수심 30m의 깊이까지 방수가 유지되도록 OEM 주문 제작하였고, 풍압력과 해조류 등의 외력에 의한 카메라 시스템의 편위를 고려하여 방수 우레탄 video cable의 길이는 80m로 주문하여 사용하였다. 현장실험은 2009년 12월 18일 용호부두 인근에 위치한 동산교 저층수역을 대상으로 수행하였는데, 현장에서는 다방향 수중 CCTV 카메라 시스템을 이용하여 video 영상을 관찰하면서 실시간으로 수록하고, 후일, 실험실에서 재생하면서 목적하는 정밀 분석을 수행하였다.

결과 및 고찰

본 연구에서 CAD 프로그램에 의해 설계된 도면에 따라 제작, 개발된 다방향 수중 CCTV 카메라 시스템은 Fig. 3과 같고, 이들 시스템을 PC based DVR 시스템에 접속하여 실험실에서 성능을 평가한 결과의 일례는 Fig.4와 같다. Fig. 4에서 1번과 3번 camera 방향으로 직선형의 물체가 존재할 때(수중에서는 이 경로로 어류가 이동할 때), DVR의 1번과 3번 카메라 image에 물표의 영상이 왜곡됨이 없이 실제와 동일한 형태로

관찰되고 있음을 알 수 있는 데, 이와 같이 다방향 카메라 시스템을 사용하면 어류의 이동패턴의 관측이 가능함을 알 수 있다. 그러나 이를 위해서는 카메라 모듈의 배치 및 자세각에 대한 교정이 필요하다.

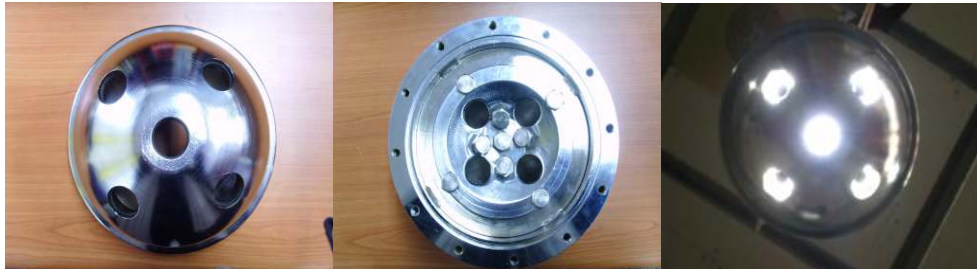


Fig. 3. Completed multi-directional underwater CCTV camera system (rear, front and completed views) machined with the use of CNC machinery.

Fig. 4는 용호만의 썰자리 인근해역과 동산교의 수심 약 8m의 저층수역을 조사한 결과의 일례로서, 이들 다방향 수중 CCTV 카메라에 의해 관찰된 저질은 사니질과 암석 구조물이었고, 13:00부터 16:00까지 장소를 이동하면서 실험을 수행하였으나, 어류의 이동영상은 수록하지 못하였다. Fig. 4의 좌측 image에서 카메라 시스템 높이는 해저상 약 1m 이었고, 이 때, 해저영상은 모든 channel에서 선명하게 수록되었으나, Fig. 4의 우측 image에서는 카메라 모듈이 해저로부터 약 3m 높이에 위치하고 있는 관계로 카메라 LED 조사영역에 국한되는 영상이 수록되고 있음을 알 수 있다. 즉, 해수의 유동이 커서 ROV나 단일 CCTV 카메라 시스템에 의한 어초 구조물 및 부착생물 등의 정량적인 조사가 어려운 연안의 인공어초 어장 및 외해 가두리 등에서 3차원적인 어군의 유영행동과 어구의 전개상태 등을 정량적으로 관측하는데 활용한다면, 연직하방 및 복각 30° 방향으로 배치된 5개의 독립적인 수중 카메라 시스템에 의해 사방의 해저영역을 실시간으로 동시에 관측할 수 있어 단일 카메라 시스템에 비해 외력에 대해서 매우 안정적으로 해저 구조물 및 그 정착생물의 정량적인 조사, 분석이 가능할 것으로 판단된다.

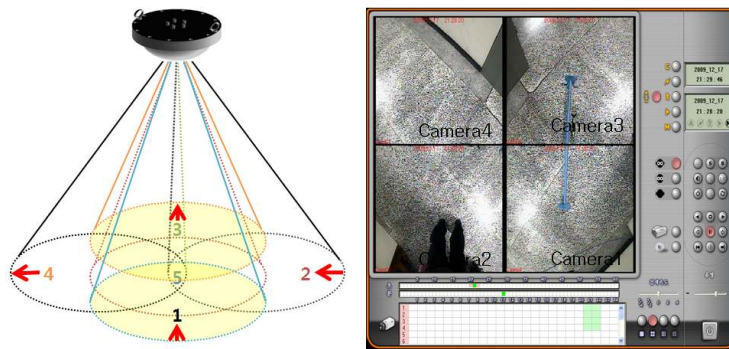


Fig. 4. Laboratory test images for performance evaluation of developed multi-directional underwater CCTV camera system.



Fig. 5. Field test images for performance evaluation of developed multi-directional underwater CCTV camera system.

특히, 용호만 동산교 인근 수역에서 본 연구에서 설계, 제작한 수중 CCTV 카메라 시스템을 이용하여 수중영상을 실시간으로 모니터링한 결과, 해저 구조물 및 그 부착생물 등에 대한 3차원 관측, 수록 및 재생 등이 실시간으로 가능하여 향후, 가두리 어구 및 어초 주변어장 등에 대한 어군의 모니터링에 효과적으로 활용할 수 있음을 알 수 있었다.