

## 흔들림 보정을 통한 고해상 사이드스캔소나의 데이터 관리기법 연구

이종화<sup>1\*</sup>, 김영석<sup>2</sup>, 박 철<sup>3</sup>, 최상식<sup>4</sup>, 이흥수<sup>5</sup>

# A Study of Data Management Methods through Shake Correction of Underwater Investigation Using High Resolution Side Scan SONAR

Jong-Hwa Yi<sup>1\*</sup>, Young-Seok Kim<sup>2</sup>, Chul Park<sup>3</sup>, Sang-Sik Choi<sup>4</sup>, Heung-Su Lee<sup>5</sup>

**Abstract:** In the case of the side scan sonar operated by the towing method, the underwater structure electric jig was developed because there is a difficulty in the cross-sectional survey that the user wants when conducting the survey. However, in the case of the sound wave photographing method using the electric jig, since the boat and the sonar behaves as one body, data distortion has occurred due to various problems according to working environment, such as, the rolling phenomenon of the boat due to the wave and the fluctuation of the sonic image due to the inoperability of the boat driver. Therefore, in order to solve the image blurring caused by the operation of the equipment for underwater survey of the existing side scan sonar, in this research, the program was supplemented to enable the shake correction by attaching the shake correction sensor and developing the shake correction algorithm. In order to verify the improvement of the sonar data resolution, the sonic images before and after the shake correction were collected through on-site investigation and the analysis of the sonic image data acquired by a diver measuring the actual damage length and depth. This study is expected to contribute to the development of sonar imaging technique of the underwater surface of the structure and bed surface of the sea or a river using the side scan sonar in the future.

**Keywords:** Side Scan SONAR, Underwater structure, Safety inspection, Maintenance, Shake sensor, Shake correction Algorithm

## 1. 서 론

교량은 국가의 주된 기반시설로서 관리미비 등에 의한 교량의 붕괴는 인명피해뿐만 아니라 교통량 마비, 복구에 막대한 비용과 시간이 소요된다. 현재 국내에는 2015년을 기준으로 총 30,983개소의 교량이 있으며 전년대비 1,087개소(최근 10년 연평균 2.68% 증가)가 증가한 것으로 나타났다(KOSTAT, 2016). 최근 10년간 기상재해 중 태풍과 호우에 의한 피해액이 가장 크며, 피해시설은 교량을 포함한 공공시설물이 가장 크고, 피해액은 총 4조 8043억 원으로 집계 됐다. 태풍피해로 인한 재산손실은 1조 4932억원, 호우피해는 3조 3111억원으로 교량 및 사회기반시설물의 피해가 지속적으로 발생하고

있다(MPSS, 2016).

시설물의 노후화, 이상기후에 의한 강우빈도 증가에 따라 교량 및 수중구조물의 재해 발생 가능성이 증대되고 있으며, 소규모 교량 및 저수지의 붕괴, 4대강 보 세굴 및 파이핑 현상 발생 등은 최근에도 수중구조물의 붕괴사고 및 위험징후 포착이 이슈화되고 있다. 통상 교량의 수중점검을 위해서는 잠수인력에 의한 수중점검, 수심측량 등을 통한 재래의 방법을 사용하고 있으나, 유속과 탁도의 영향을 많이 받고, 점검시기에 제한이 커서 수중점검을 위한 첨단 장비의 개발 및 활용 필요성이 높아짐에 따라 수중음파촬영법이 대두되고 있다(Kim et al., 2017).

사이드스캔소나(Side Scan SONAR, 이하 “SSS”라 한다.)는 구조물의 수중부 및 하상면 등을 조사하기 위해 고안된 수중음파 촬영법 중 하나이다. 기존 SSS 운용방식은 케이블 등으로 SSS와 보트를 연결하여 견인하는 방식이며, 견인 시 임의로 SSS를 제어하는 것이 불가능했고, 이로 인해 사용자가 원하는 단면을 스캔하기 어려웠다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 SSS전용 전동지그가 개발 되었고, 보트위에 SSS가 부착된 전동지그를 거치하여 운용하기 때문에 종전에 운용방식에서의 문제점을 극복할 수 있었다. 하지만 이러한 운용방

<sup>1</sup>정회원, ㈜다음기술단 대리, 교신저자

<sup>2</sup>정회원, ㈜다음기술단 과장

<sup>3</sup>정회원, ㈜다음기술단 대표이사

<sup>4</sup>정회원, ㈜다음기술단 사장

<sup>5</sup>정회원, ㈜다음기술단 상무이사

\*Corresponding author: junsim8@daumeng.com

Daum engineering Co., Ltd.

•본 논문에 대한 토의를 2017년 10월 1일까지 학회로 보내주시면 2017년 11월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

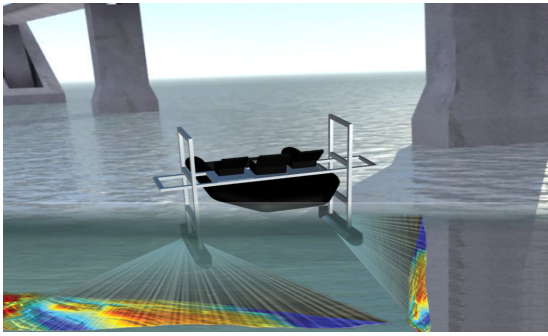


Fig. 1 Underwater Investigation using Side Scan SONAR

식은 보트와 소나가 일체거동하기 때문에 파랑에 의한 보트 롤링현상, 보트운전자의 운전미숙 등의 요인으로 흔들림 발생하고, SSS로 촬영된 음파영상이 왜곡될 수 있다. 이러한 이유로 SSS운용 시 양질의 데이터를 취득하기 위해 흔들림 센서를 도입하여 작업 중 발생하는 흔들림을 감지하고, 흔들림 보정 알고리즘을 통해 필터링된 영상을 시각화하는 것은 향후 SSS를 활용한 음파영상 촬영기법의 발전에 있어 필요하다. Fig. 1은 SSS의 수중탐사 운용을 보여준다.

### 1.1 이론적 배경

SONAR(SOUND Navigation And Ranging)는 수중구조물 무인점검기법 중에서도 유망한 기술이다. 소나는 1913년 타이타닉 재난과 1차 세계대전 이후에 운용되어 왔다. 소나는 잠수함의 수중 전에 있어 어뢰 및 적 잠수함의 발견, 감시하는 역할 등을 담당했다. 최근에는 소나의 활용도가 넓어져 민간 및 과학적 용도로 사용되고 있다(Moon, 2012). 하상면의 세굴 패턴, 장애물의 종류 및 크기 등 해저 상태를 조사하고 하상의 수직면에 구조물 등을 파악하기 위하여 고안된 SSS는 보트에 거치된 지그와 연결하여 측면에서 음파를 보내고 해저에 반사되어 돌아오는 반향파의 강도와 해저면의 형태, 지형 등을 음파영상으로 스캔하는 장비이다. 초음파의 입력되는 형태는 바닥이나 수중의 형태에 따라 신호의 진폭이 변화되며 지형의 형태와 비슷하게 입력된다. 입력된 신호는 A/D 변환 장치를 통하여 선의 모양으로 연결되고, 선의 연결 시작점과 끝점은 초음파를 발신하는 시점을 기준으로 한다. 생성된 지형에 따라 생성된 선을 병렬로 연결하면 하나의 영상이 이루어지고 그것이 수중바닥 및 수중에 존재하는 물체의 영상으로 나타나게 된다.

흔들림 보정기술은 DSLR(Digital Single lens Reflex)카메라와 고가의 렌즈 및 일부 스마트폰에서도 적용된다. 영상촬영 중 발생하는 흔들림은 촬영자의 의도와 다른 결과를 얻게 된다. OIS(Optical Images Stabilization), VR(Vibration Reduction), AS(Anti Shake) 등으로 흔들림 보정 기술에 대한 제조사마다

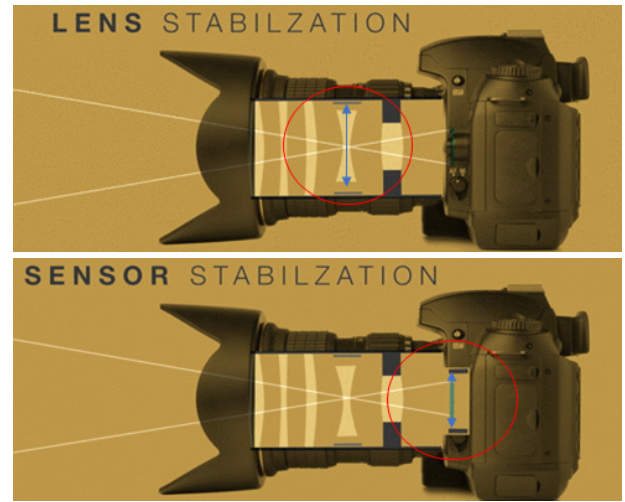


Fig. 2 Camera Shake correction(Premium Beat, 2014)

부르는 이름이 다르지만 핵심적 원리는 동일하고, Fig. 2는 카메라 흔들림 보정 기술은 나타낸다. 이 기술은 흔들림 발생 시 기울기를 측정하여 감지된 흔들림의 방향 반대 방향으로 렌즈를 움직이거나 촬영센서를 이동시켜 흔들림을 보정하는 기술이다. 하지만 본 논문에서는 SSS의 크기 등 수중음파 영상 촬영이라는 특성을 고려하여 흔들림센서 통한 흔들림의 방향과 속도를 산출하여 보정하는 방식의 기술을 제시하고자 한다.

### 1.2 문제점 분석

‘고분해능 초고해상 초음파장비’개발로 수중구조물 점검에 해당기술의 사용 및 수요가 증가하고 있다. 하지만 SSS는 투우회귀의 각도 및 구조물의 거리에 따라 수집되는 데이터의 해상도가 달라지는 문제점이 있다(Kim et al., 2017). 2000년대 초반부터 도입된 400 KHz 대역의 소나의 경우 100~1,200 m의 촬영 폭을 가져 넓은 지역을 조사할 수 있으나, 분해능이 5~7 cm로 구조물의 상태조사에는 식별도가 낮은 문제가 있다. 1 MHz급 대역으로 고안된 소나장비의 경우 분해능 3 cm로 정밀한 조사가 가능한 반면 촬영 폭은 25~105 m로 감소하였다. 2 MHz급 초고해상 소나장비의 경우 이론상 분해능은 1 cm로 매우 정밀한 조사가 가능하지만 주파수가 높아지면 해상도 향상과 촬영 폭 감소를 동시에 야기하기 때문에 근거리 촬영이 불가피하다. 이처럼 근거리촬영으로 인해 흔들림에 의한 영상왜곡현상은 심화될 수밖에 없는 구조를 갖고 있다. 특히 SSS의 경우 보트위에 소나를 거치한 형태로 구조물의 수중부 및 하상면의 음파영상을 촬영하기 때문에, 이 과정에서 파랑에 의한 보트 롤링현상, 보트 운전자의 운전미숙 등과 같은 작업환경에 따라 발생하는 영상의 흔들림으로 데이터 분석의 어려움이 있다. 따라서 수중구조물의 효과적인 안전점검을 위하여 흔들림 보정알고리즘과 소나 데이터

**Table 1** Resolution and shooting width of sonar equipment according to frequency band

Frequency	Resolution	Detection width
400 KMz	5~7 cm	100~1,200 m
1 MHz	3 cm	25~105 m
2 MHz	1 cm	Within 10 m

후처리 프로그램개발이 필요하다고 판단된다. Table 1은 주 파수 대역에 따른 소나장비의 분해능 및 촬영 폭을 나타낸다.

## 2. 영상 보정 프로그램

### 2.1 영상왜곡 원인 및 보정이론


수중음파촬영법 중 하나인 SSS는 구조물의 균열 및 박리 등 세밀한 손상을 확인할 수 있는 수중부 안전점검 장비로 각광받고 있으며, 최근에는 ‘고분해능 초고해상 초음파장비’ 개발로 수중구조물 점검에 해당기술의 사용 및 수요가 증가하고 있다. 하지만, 앞서 말한 것과 같이 SSS는 투우피쉬의 각도 및 구조물과의 거리에 따라 수집되는 데이터의 해상도가 달라지는 문제점이 있으며, 대부분 케이블 등을 보트에 연결하여 예인하는 방식으로 운용되기 때문에 파랑에 의한 보트 롤링현상, 보트의 운전자 운용미숙 및 수중부유물 충돌에 의한 소나바디 흔들림 등과 같은 작업환경에 따른 판독이 어려운

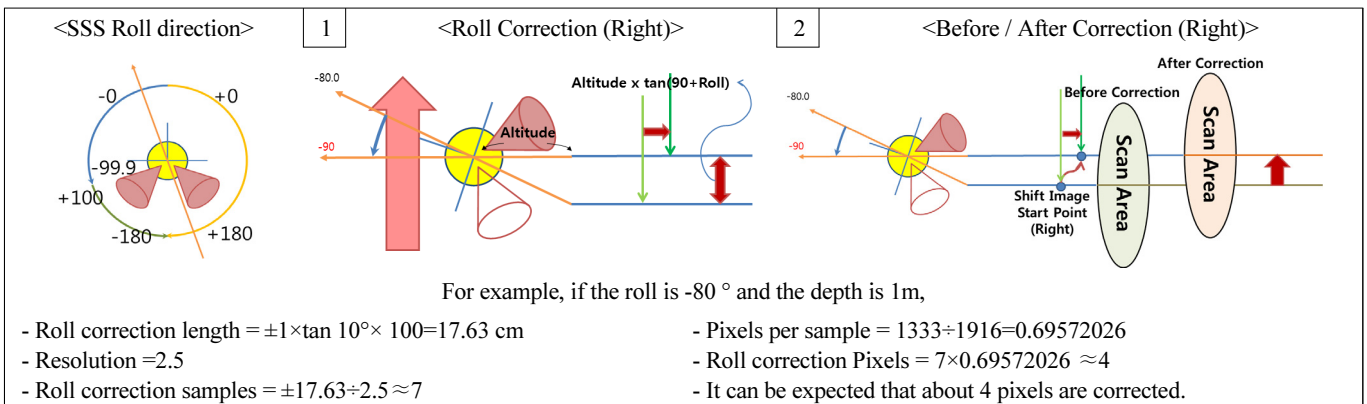
데이터를 얻는 경우가 빈번히 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 흔들림 센서와 흔들림 보정 알고리즘을 개발하여 소나 음파촬영 시 흔들림을 감지하고 촬영 후 영상을 보정하는 기술을 개발하였다(Kim et al., 2016). 적용한 흔들림 센서의 사양은 Table 2와 같다.

흔들림 보정기술은 흔들림을 검출하는 기술과 흔들림을 보정하는 기술의 조합이다. 흔들림 센서는 흔들림을 검출, 보정해주는 장치로 각속도센서와 가속도센서를 이용하였다. 각속도센서는 카메라의 흔들림에 따른 각속도를 전기신호로 검출하는 것이다. 각속도센서는 진동중인 질량체에 각속도 벡터 회전운동이 더해지면 질량체에 코리올리힘(Coriolis' force)이 발생하는 것을 이용해 이 회전각속도를 검출하는 것이다. 검출을 위해 롤(Roll) 방향성분과 피치(Pitch) 방향성분, 요(Yaw) 방향성분으로 나뉘서 각각 1개의 각속도 센서를 대응시켜 검출, 3개의 성분을 합성하는 것으로 흔들림 방향과 속도를 산출한다. 그리고 가속도계는 진동에 의한 축의 이동을 검출하여 흔들림의 절대각을 구하는 방식으로 각속도계를 통해 산출된 흔들림의 오류 값을 보정하는 역할을 한다.

SSS는 보트에 결속되어 보트의 진행방향에 따라 2D영상을 획득하게 된다. 롤 범위는 우측방향으로 ‘+0°~+180°’이며, 좌측방향으로 ‘-0°~-99.9°, +100°~+180°’이다. 롤 범위가 좌측방향으로 ‘-80°~-99.9°, +100°~+104°’일 때, 하방이 우측을 가리키므로 우측 벽면을 스캔한다(Yi et al., 2016). Fig. 3

**Table 2** Applicable sensor specifications

	Azimuth accuracy	< 0.5 degrees, 0.1 degrees resolution
	Inclination accuracy	Typical 1° accuracy <math>\pm 30^\circ</math> tilt
	Inclination range	$\pm 80$ degrees
	Temperature range	Accuracy specified for 0°C to 50°C, -40°C to +85°C
	Shock(Operating)	3,000 G, 0.5 ms, 10,000 G 0.1 ms
	Data Refresh Rate	0.01 Hz to 40 Hz sentence output rate



**Fig. 3** Shake correction range and design according to roll range (Yi et al, 2016)



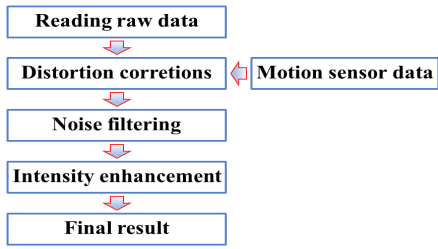


Image correction algorithm Flow Chart

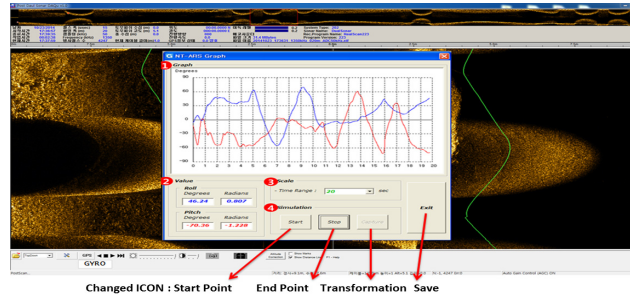


Fig. 4 Shake correction tool design(Park et al., 2012)

은 틀 범위에 따른 흔들림 보정 범위 및 설계방법을 도식화 하여 나타낸다.

### 2.2 사이드스캔소나 응용프로그램 구성

본 연구에서 사용된 SSS는 두 개의 프로그램이 포함되어 있으며, RealScan<sup>®</sup>이라는 운용프로그램과 PostScan<sup>®</sup>이라는 후처리 프로그램으로 구성된다. 운용프로그램(RealScan<sup>®</sup>)은 토우피쉬(Towfish)에서 획득한 신호정보를 케이블로 전송받아서 데크유닛(Deck Unit)의 모니터를 통해 실시간으로 보여 주며, 소나 신호를 수신, 신호처리, 출력 및 저장을 담당하는 프로그램이다. 후처리 프로그램(PostScan<sup>®</sup>)은 취득한 데이터를 바탕으로 취득영상을 좀 더 자세한 분석이 가능하게 하는 프로그램으로서 확대, 영상 빨리 돌려보기, 뒤로 돌려보기, 정지, 프린트, GPS 보정위치 확인, 경사거리 보정, 모자이크, 고도정보 수정 등 실제 운용에서 확인할 수 없었던 세밀한 부분까지 확인할 수 있는 다수의 기능들이 포함되어 있다. 흔들림 보정 틀은 후처리 프로그램에 접목하기 위하여 UI를 개발하였으며, UI설계를 통한 흔들림 보정 틀 Fig. 4와 같다.

## 3. 현장 적용성 분석

### 3.1 사이드 스캔 소나의 운용 및 특징

SSS는 100% 디지털화시킨 제품으로 높은 해상도와 강력한 확장성을 자랑한다. SSS는 수중에서 예인되며 양쪽의 트랜스듀서로 음파를 방사 및 습득을 하는 토우피쉬가 음파의 방사를 명령하고 습득한 신호를 영상화하여 모니터상에 2차원 영상과 함께 각종 정보를 제공한다. 토우피쉬는 예인 케이블과 어느 선박에서나 운용이 용이하도록 배터리 박스도 구성되어 있다. 또한, 토우피쉬에는 고도센서, 수심센서, 흔들림 센서가 부착되어 있으며 토우피쉬에서 감지된 자료는 취득한 영상과 외부에서 취득한 GPS 자료와 함께 후처리 프로그램을 통해 저장되고 분석된다. 수중구조물 안전진단을 위한

SSS의 수중조사 특징은 다음과 같다.

수중조사에 양방향 음파탐지기가 관심사로 등장하는 이유 중의 하나는 오염 또는 주변의 기후 및 토양의 여건으로 인하여 인력(잠수사)에 의한 조사가 불가능할 정도의 시야확보가 어려운 지역과, 해상 및 호수 등의 깊은 수심에서의 인력으로의 조사에 한계가 있고 이에 대한 효율성 및 경제적인 측면이 대두되기 때문이다.

수중조사에서 초음파장비의 이용은 광범위한 지역 및 오염된 지역과, 시야를 확보할 수 없는 지역에서 빠른 시간 내에 대략적인 손상을 파악하는데 효과적이라 할 수 있다.

음파에 의한 촬영 해상도는 주파수 대역에 따라 결정된다. 앞서 말한 것과 같이 주파수 대역이 높아질수록 고해상의 음파영상을 취득할 수 있지만 촬영 폭이 좁아지기 때문에 근거리에서 촬영해야 하는 단점이 있다. 목적과 용도에 맞는 주파수대역을 선정하여야 하며, 고해상도의 촬영 시에는 근거리 촬영이 필수적이기 때문에 흔들림에 의한 왜곡현상을 주의하여야 한다. Fig. 5는 흔들림으로 인해 왜곡된 영상을 나타낸다.

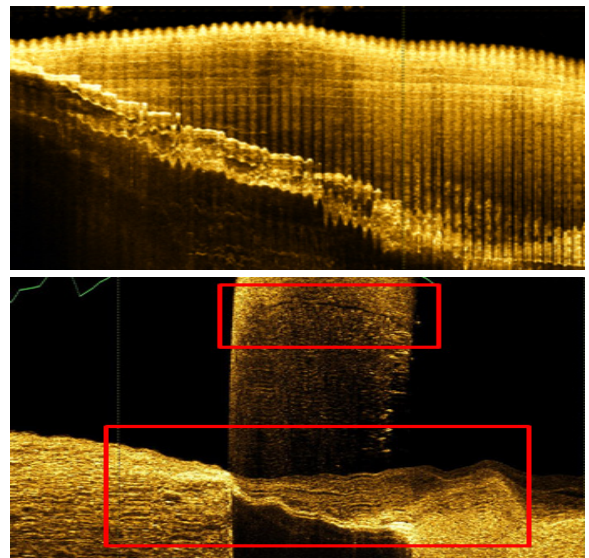


Fig. 5 Distorted images(Park, 2015)

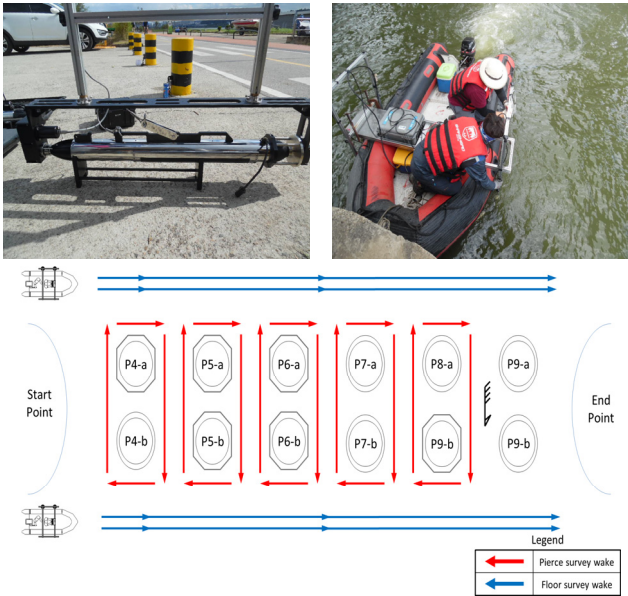


Fig. 6 Towfish with shake sensor and field survey wake

### 3.2 손상 분석

본 연구에서 현장조사를 통해 흔들림 센서가 부착된 SSS와 흔들림 보정이 가능하도록 보완된 프로그램의 신뢰성을 검증하였다. 현장조사를 통해 얻은 음파영상은 흔들림 센서가 부착되지 않은 SSS 음파영상(보정 전 영상)과 흔들림 센서가 부착된 SSS 음파영상(보정 후 영상)으로, 영상 취득과정에서 손상의심부에 잠수부를 투입하여 실제 손상길이 및 수심을 측정하여 분석하였다. 현장 데이터를 수집 시 전동지그를 사용한 음파촬영방법으로 수중조사를 실시하였고, 잠수부가 투입된 손상의심부의 표본을 50개 추출하여 분석하였다. Fig. 6는 흔들림 센서가 부착된 토우피쉬와 현장조사 항적도를 나타내며, Table 3은 추출된 표본 중 하나로, 흔들림 센서로 보정된 소나 데이터와 손상비교 방식을 나타낸다.

현장조사를 통해 SSS 음파영상촬영 시 흔들림 센서 유무에

따른 오차율을 알 수 있었다. 앞서 말한 것과 같이 흔들림 센서가 미부착된 보정 전 음파영상과 흔들림 센서가 부착된 보정 후 음파영상을 비교하였다. 또한, 손상의심부에 잠수부를 투입하여 실제 손상길이 및 수심을 측정하여 분석하였는데, SSS를 통해 촬영된 음파영상을 PostScan으로 확인한 손상길이 및 수심을 잠수사가 측정한 실제 길이에 대한 오차율을 구하였다. 보정 전과 보정 후 촬영된 음파영상을 PostScan으로 확인한 결과 평균 오차율은 각각 12.92%, 2.75%로 흔들림 센서를 통한 보정으로 오차율을 10.17% 줄일 수 있었다. Table 4은 흔들림 센서 유·무에 따른 현장조사 오차율을 나타낸다. Fig. 7은 보정 전·후 50개의 표본에 대한 오차율 분포도를 나타낸다. 보정 전 오차 범위는 -22.22%에서 22.86%를 나타내며, 보정 후 오차범위는 -6.06%에서 5.71%로 나타났다.

## 4. 결론

본 연구는 사이드스캔소나의 수중조사 적용 시 발생하는 흔들림에 대한 보정을 위하여 보정 알고리즘과 후처리 프로그램 툴 개발을 통해 소나 데이터 해상도 증진 및 흔들림 센서 적용성을 분석 하였다.

우선 SSS사용에 따라 발생하는 흔들림을 감지 및 보정을 위해 흔들림 센서를 기존 소나내부에 부착하였으며, 이로 인해 작업환경에 따라 발생하는 흔들림을 보정할 수 있어 계측값과 실제거리의 평균 오차율을 2.75%로 신뢰성 있는 데이터를 확보할 수 있었다.

후처리프로그램(PostScan)에 흔들림 보정 툴을 개발하여 사용자의 편의 및 신뢰성을 향상 시켰다고 판단된다.

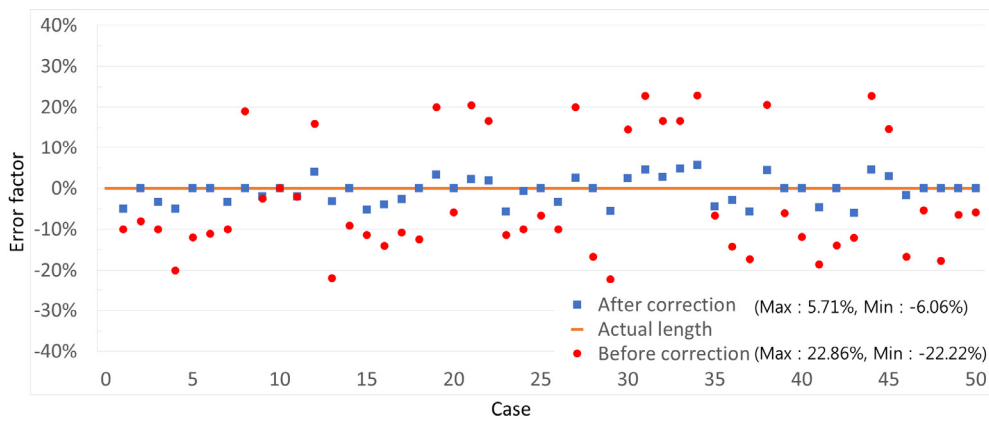
현장에서 후처리프로그램 확인 영상과 잠수부 확인 영상을 흔들림 센서의 유무에 따라 구조물 손상 길이 및 수심에 대한 데이터 오차율을 비교하여 SSS운용 시 발생할 수 있는 음파

Table 3 Comparison of sonar data and damage through shake sensor

Case	Bridge location	PostScan confirmation video	Diver confirmation video	Error factor
				The whole average 2.75%
	Damage occurred (P7-a,b 90°)	#3. Difference length(L=2.1 m) Depth of water :2.5 m	#3. Difference length(L=2.0 m) Depth of water :2.5 m	

**Table 4** Error factor of field survey according to presence or absence of shake sensor

Case	Damage location	Before correction (m)	After correction (m)	Actual length (m)	Error factor	
					Before correction	After correction
1	(P4-a 0°)	3.90	3.30	3.20	21.88%	3.12%
2	(P5-a 0°)	1.20	1.10	1.10	9.09%	0.00%
3	(P6-a 0°)	4.90	4.63	4.40	11.36%	5.23%
4	(P7-a,b 270°)	5.70	5.20	5.00	14.00%	4.00%
5	(P7-b 90°)	4.10	3.80	3.70	10.81%	2.70%
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
46	(P11-a 0°)	1.20	1.45	1.50	20.00%	3.33%
47	(P11-c 0°)	1.80	1.70	1.70	5.88%	0.00%
48	(P12-b 90°)	3.50	4.30	4.40	20.45%	2.27%
49	(P12-c 90°)	4.50	5.30	5.40	16.67%	1.85%
50	(P13-c 90°)	3.90	3.70	3.50	11.43%	5.71%
<b>The whole average</b>					12.92%	2.45%



**Fig. 7** PostScan confirmation video and diver confirmation video distance scatter

영상 흔들림 현상을 예방하며, 수중 구조물의 손상을 분석을 위한 양질의 소나 데이터 취득을 할 수 있을 것으로 판단된다.

끝으로 이러한 연구와 노력이 정확한 수중구조물 촬영기법과 자료에 근거한 안전진단을 가능하게 하여, 향후 연안방재의 영역에도 의미 있는 기여를 할 수 있을 것으로 확신한다.

### 감사의 글

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업 「초고 해상(2 MHz급 이상)의 소나 개발을 통한 수중구조물 무인안전진단 시스템 개발」(16CTAP-C097867-02) 연구비 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.

### References

Kim, Y. S., Lee, H. S., Park, C., and Choi, S. S. (2017), A Study for Optimum Survey Method of Underwater Structure Using the Dual Sonar Sensor, *Journal of Sensors*. Volume 2017, Article ID 9206898, 10 pages

Kim, Y. S., Park, C., and Choi, S. S. (2016), A Study of Operation Methods for Application of Safety Inspection of Underwater Structures using High Resolution Side Scan Sonar, Korean Society of Coastal Disaster Prevention, *Journal of Coastal Disaster Prevention*, 3(2), 67-73.

KOSTAT. (2016), Road Bridges and Tunnels Status. Available at: [www.kostat.go.kr](http://www.kostat.go.kr)

Moon, I. H. (2012), Development of SONAR-based Smart Underwater Inspection System, Sejong University, Seoul, 1-3.

MPSS. (2016), Press Release, In recent 10 years, Typhoon, Heavy rain damage 4,804.3 billion won. Available at: [www.mpss.go.kr](http://www.mpss.go.kr)

Park, C. (2015), A Study on the Development of Safety Inspection

Method in Underwater Structures Using a High Resolution SONAR, Hanyang University, Seoul, 126-179.

Park, J. H., Park, Y. S., Park, C., and Lee, J. J. (2013), Development of SONAR-based Smart Underwater Inspection System, *Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection Conference*, 17(2), 126-129.

Premium Beat. (2014), Understanding Lenses: Image Stabilization. Available at: <https://www.premiumbeat.com/blog>

Yi, J. H., Park, C., Lee, H. S., and Kim, Y. S. (2016), A method development of correctly SONAR image distortion for diagnosis in underwater structure, Korean Society of Civil Engineers, KSCE 2016 CONVENTION PROGRAM, 248-249.

Received : 05/11/2017

Revised : 05/29/2017

Accepted : 07/05/2017

---

**요 지** : 기존의 예인식으로 운용하는 사이드스캔소나의 경우 조사 시 사용자가 원하는 단면 조사에 어려움이 있어 수중구조물 전동 지그가 개발되었지만, 전동지그를 사용한 음파촬영방법의 경우 보트와 소나가 일체 거동하기 때문에 파랑에 의한 보트 롤링현상, 보트운전자의 운용미숙 등으로 인한 음파영상의 흔들림발생 등, 작업환경에 따른 여러 가지 문제로 인하여 데이터의 왜곡이 발생하였다. 따라서 본 연구에서는 기존 사이드스캔소나의 수중조사를 위한 장비운용 시 발생하는 영상의 흔들림을 해결하기 위해, 흔들림 보정센서를 부착하고 흔들림 보정 알고리즘을 개발하여 흔들림보정이 가능하도록 프로그램을 보완하였다. 또한, 소나 데이터 해상도의 향상 정도를 검증하기 위하여, 현장조사를 통해 흔들림 보정 전·후 음파영상을 수집하고 손상 의심부에 잠수사를 투입하여 실제 손상길이 및 수심을 측정하여 취득한 음파영상 데이터의 분석을 수행하였다. 본 연구는 향후 사이드스캔소나를 활용한 구조물의 수중부 및 하상면 음파영상 촬영기법의 발전에 기여할 것으로 판단된다.

**핵심용어** : 사이드스캔소나, 수중구조물, 안전진단, 유지관리, 흔들림 센서, 흔들림 보정 알고리즘

---