

휴대용 음향측심기를 이용한 계류지의 수심취득에 관한 연구

A Study on the Water Depth Acquisition of a Mooring Area using a Portable Echo Sounder

김효용* · 이윤식** · 오치영*** · 신명식****

Ho Yong Kim · Yun Sik Lee · Che Young Oh · Myoung Sig Shin

요약 우리나라의 경우 최근 측량기술의 발달로 정확하고 밀도 높은 수심을 결정하기 위해 최신장비를 이용한 다양한 방법의 수로측량이 실시되고 있다. 현장에서 수심을 측정하는 방법으로는 직접측량과 간접측량을 사용하고 있으며, 멀티빔 및 싱글빔 측량을 이용하여 정확한 수심을 취득한다. 하지만 최신장비의 경우 선박에 부착해야 하는 특성을 지니고 있어 선박의 진입이 불가능한 일부 구간에서는 직접측량방법을 활용하여 수심을 취득한다. 직접측량의 경우 스테파나 줄자를 이용하기에 관측자의 개인 오차 발생과 측정당 측량시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 이를 해결하고자 최근 다용도로 이용되는 휴대용 음향측심기의 정확도를 검증하여 수로측량 현장에서의 사용가능성을 확인하고자 한다. 휴대용 음향측심기와 싱글빔 수심측량 장비를 실내·외에서 비교한 결과 최대 $\pm 10\text{cm}$ 이내의 오차가 발생되었다. 현장에서 사용되는 네트측량과 비교해 보면 장비의 경량화 및 원활한 이동성으로 선박의 진입이 불가능한 계류지에서 효율적인 측량이 가능함을 확인하였다.

키워드 휴대용 음향측심기, 네트측량, 수로측량, 계류지

Abstract In case of Korea, various methods of hydrographical surveying are conducted using the most up-to-date equipments to determine accurate and dense water level due to the development of surveying technology recently. As a method of surveying the water level on site, direct surveying and indirect surveying is used, and accurate water level is acquired using the multi beam and single beam surveying. However, as the recent equipments have difficult characteristics that it has to be attached to the ship, the water level is acquired by using the direct surveying method in some sectors that has inability to enter the ship. In case of direct surveying, there is a disadvantage that there is personal error occurrence of an observer, and the surveying time per surveying station takes long time as it uses staff & tape measure. To solve this, I would like to ensure the usability at the site of the waterway measurement site by verifying the accuracy of portable sound monitor that is recently used for many purposes. As a result of comparing the portable sound monitor and single beam water level surveying equipment in indoors and outdoors, a maximum of less than $\pm 10\text{cm}$ error have occurred. When comparing with the staff measure that is used at site, it was confirmed that an effective surveying was possible at the mooring location where the entering of the ship was impossible due to the lightweight and smooth mobility of equipment.

Key words Potable echo sounder, Staff measure, Hydrographical surveying, Mooring

1. 서론

해양영토는 세계 인구 증가에 따라 육지공간이 한계에 이르고 있어 새로운 공간자원으로 각광받고 있다

며, 소득 및 여가시간의 증대 등으로 인해 해양관광 인구가 지속적으로 증가하고 있다. 국가에서는 5년 단위의 연안통합관리계획 수립을 위한 전국 실태조사와 해양국토 관리 정보시스템의 사용자 범위 확대를 위한

Received: 2019.02.12, Revised: 2019.06.07, Accepted: 2019.06.07

* 해양정보기술, 서울특별시 금천구 가산동 327-32(1310호), dollidola@hanmail.net, Tel: 02)2029-7871

** 국립해양조사원, 부산광역시 영도구 해양로 351, lysods0120@korea.kr, Tel: 051)400-4400

*** 한국해양조사협회, 서울특별시 금천구 가산디지털1로 70(1305호), ocy@khra.kr

**** 국해양조사협회, 서울특별시 금천구 가산디지털1로 70(1305호), shin1536@khra.kr

실용 정보 시스템등이 구축되고 있다. 그러나 해저지형은 수심이 깊고, 수중이라는 특수성으로 인해 해저지형의 탐사에는 많은 기술적인 문제가 발생되고 있는 실정이며, 안전이 확보된 상태의 조사를 위한 효과적인 방법이 요구되고 있다(이재기, 2007).

국내의 경우 안전한 바다를 유지하기 위해 정확하고 효율적인 다양한 연구가 시행되고 있다. 선박의 안전한 항행을 위해 정확한 수심과 해안선 정보의 효율적인 구축이 중요 하며, 수심의 정확도 향상 및 효율적인 취득을 위한 연구로 MBES의 오차보정에 관한 연구가 진행되었고(노정식 외, 2009), 정확도 높은 수심을 산출하기 위해서 RTK-GNSS 수심측량과 RTK-Tide를 사용한 조위보정 연구를 수행하였다(한기종 외, 2015). 바다와 육지의 경계가 되는 해안선 구축 및 관리를 위해 위성영상을 활용한 광범위한 지역의 해양 경계를 추출하기 위한 연구(강은미 외, 2014)와 낙동강 하구 일대의 자연 해안선 변화 탐지(오치영 외, 2010) 연구가 있다. 공간정보의 효율적인 취득을 위해 라이다를 이용한 광범위한 측량방법과 영상등을 이용한 해안선 추출이 수행된다. 또한 최근 무인비행선(UAV)에 디지털카메라를 장착하고 무선조종보트에 음향측심기를 탑재하여 3차원 하천지형도를 제작하였다(정삼삼과 안정환, 2015).

국가에서 발주하는 수로측량의 경우 특정지역을 기준으로 대규모의 측량이 정밀하게 실시되고 있으며, 수심의 정확도 향상 및 소해측량을 위해 많은 연구가 필요하다. 일반적으로 수심 취득을 위해 선박을 이용한 멀티빔 조사가 수행되고 있으며, 선박의 진입이 불가능한 어항내 계류지 및 계선 주변으로는 네트측량이 주로 사용되고 있다. 하지만 네트측량과 같은 직접측량의 경우 다수의운용인원이 필요하고 다수의 수심 취득시 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해서 최근 다용도로 활용되는 휴대용 음향측심기에대한 정확도를 비교하고자한다.

2. 연구 방법

휴대용 음향측심기에 대한 정확도 검증을 위한 연구 방법은 Fig. 1과 같다. 외부의 환경적 영향이 배제된 실내수조와(국립해양조사원 수조동) 실제 수로측량 현장에서 각각의 방법론으로 측량을 실시하여 수심을 산정 후 오차를 비교하였다.

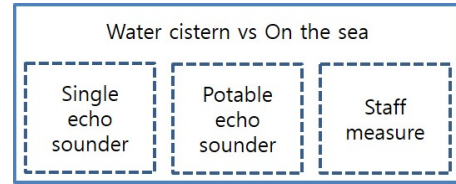


Figure 1. Study methodology

실내 측량에 사용된 싱글빔 음향측심기 및 휴대용 음향측심기의 재원은 Table 1과 같다. 싱글빔 수심 산정을 위해 SVP 장비를 이용해 관측된 음속 값은 1,478m/s 이며, 휴대용 음향측심기의 음속 산정을 위해 바체크 방식으로 Fig. 2과 같이 측량하였으며, 결과는 Table 2와 같다. 휴대용 음향측심기의 경우 음속 값이 1,500m/s로 고정되어 있으므로 장비 오차를 보정하기 위해 Equation 1과 같이 보정 음속을 산출한 결과 1,467m/s로 휴대용 수심에 보정하였다.

Table 2. Measured value of portable echo sounder using bar check(unit : m)

Bar Depth	portable echo sounder(draft : 0.08)		
	Depth	Calculated depth	Error
1.0	1.0	1.06	-0.06
2.0	2.0	2.04	-0.04
3.0	3.0	3.01	-0.01
4.0	4.0	3.99	0.01
5.0	5.0	4.97	0.03
6.0	6.0	5.95	0.05
7.0	7.1	7.02	-0.02
8.0	8.2	8.10	-0.10
9.0	9.2	9.08	-0.08

Table 1. Specification of Single echo sounder and Portable echo sounder

	Echo Sounder (single beam echo sounder)	Echo Sounder
manufacturer	ODOM Hydrographic System Inc(USA)	HONDA ELECTRONICS(JAPAN)
model	Hydrotrac HT97001	PS-7FL
transducer	Model BR200/9 200kHz 9°	24° 200kHz
accuracy	0.01m ± 0.1% (water level)	-
range	0.5m ~ 200m	0.6~80m
resolution	Digital 0.01m	-
chart paper	8.5inch	-

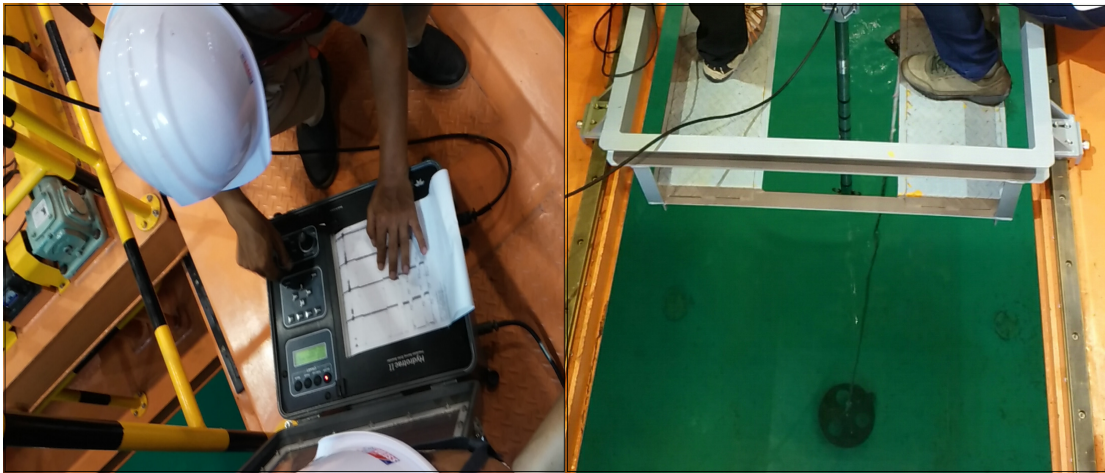


Figure 2. Bar check for sound velocity measurement of portable echo sounder

Equation 1. Sound velocity calculation method of portable echo sounder

$$\begin{aligned}
 \text{i. } & \text{Water lvel} = \frac{1}{2} \times \text{SVP} \times \text{Time} \\
 \text{ii. } & \text{Time} = \frac{2 \times \text{sundings}}{1500} \\
 \text{iii. } & \text{SVP} = \frac{\text{Waterlvel} \times 1500}{\text{suundings}} = 1,467\text{m/s}
 \end{aligned}$$

Table 3. Results of measurements in water tanks

Single echo sounder	Staff measure	Portable echo sounder
9.74 m	9.75 m	9.76 m

실내 수조에서 측량한 결과 싱글빔 음향측심기는 9.74m, 네트측량 방식을 이용한 결과 9.75m로 1cm 차이가 나고, 휴대용 음향 측심기를 이용하여 5회에 걸쳐 측심한 결과 9.76m로 5cm 이하의 오차가 확인되었으며 Table 4와 같다.

그리고 야외 현장에서(Fig. 3) 동일한 방법으로 4개 지점의 수심을 측량한 결과 Table 5와 같이 측량방법에 따른 오차는 최소 2cm, 최대 16cm로 확인되었다.



Figure 3. Study Area(Hari Pier, Youngdo-gu, Busan)

3. 결론 및 고찰

휴대용 음향측심기의 현장 활용을 위해 실내 수조 및 실제 현장에서 측량한 결과는 아래와 같다.

1. 국립해양조사원 실내 수조에서 싱글빔 측량, 네트 측량, 휴대용 음향측심기를 이용하여 비교한 결과 동일한 지점에서 싱글빔 수심측량 9.74m, 휴대용 음향측심기 9.76m로 1cm의 오차가 확인되었다.
2. 실외 현장 측량 결과 8m 이하 수심대에서는 최대

Table 4. Final result

	Single echo sounder(A)	Staff measure (B)	Portable echo sunder				Compare	
			1st	2nd	3nd	mean(C)	(A)-(B)	(A)-(C)
No.1	4.16	4.12	4.1	4.1	4.1	4.10	0.04	0.06
No.2	2.22	2.25	2.2	2.2	2.2	2.20	-0.03	0.02
No.3	7.11	7.20	7.1	7.0	7.1	7.07	-0.09	0.04
No.4	11.03	11.15	10.9	10.8	10.9	10.87	-0.12	0.16

6cm, 최소 2cm 오차가 나타났으며, 11m 수심대에서 16cm의 오차가 확인되었다.

싱글빔 측량, 네트측량, 휴대용 음향측심기를 이용하여 정확도를 비교해 본 결과 얇은 수심대에서 적은 오차를 나타내었다. 장비 자체의 오차는 국제수로기구(IHO)에서 정한 수로측량기준(S-44)을 만족하였으며, 계류지등의 수심측량이 어려운 구간에서 수심 획득을 위한 효율적인 방법으로 판단된다.

휴대용 음향측심기를 이용한 수심 측량의 경우 기존의 네트측량보다 장비의 경량화 및 원활한 이동성이 있고, 측정당 측량시간이 단축되며 적은 인력으로 측량을 할 수 있는 장점이 있어 현장측량 적용에 효율적인 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국립해양조사원 남해해양조사사무소 측량과에서 발주한 2015년도 “부산항 항만해역 정밀수로측량”의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 이재기, 김명배, 김감래, 2007, 음향탐지장비를 활용한 해저지형도작성에 관한 연구, 한국측량학회지, 제25권 제 6-2호, pp625~633.
2. 노정식, 최윤수, 윤하수, 이유정, 2009, 멀티빔(MBES)의 오차보정에 관한 연구, The Journal of GIS Association of Korea, vol. 17, No. 3, pp. 351-359.
3. 강은미, 최연주, 황순호, 인은우, 2014, 위성영상을 이용한 한반도의 해양경계 구축을 위한 최적 영상 선정, 한국수로학회, 제3권, 2호, pp11~19.
4. 한기중, 허룡, 복진광, 정재문, 2015, 정확한 수심 산정을 위한 실시간 이동관측 조위(RTK-Tide) 적용에 관한 연구, 한국수로학회, 제4권, 2호, pp11~15.
5. 오치영, 박소영, 최철용, 전성우, 2010, 위성영상과 GIS를 이용한 낙동강하구 지형변화탐지, 한국지형공간정보학회지, 18(1), pp21~29.
6. 정참삼, 안정환, 2015, 첨단기술을 이용한 3차원 하천정보 조사기술, 한국수자원학회논문집, 제48권, 제4호, pp14~21.



김 호 용

2005년 부경대학교 위성정보과학과
공학석사
2011년~현재 (주)해양정보기술

관심분야는 수로측량, 해양관측, 해도제작



이 윤 식

2018년 부경대학교
수로학학연협동과정학과
공학석사 수료
2010년~현재 국립해양조사원

관심분야는 해양관측, 해도제작, 수로측량



오 치 영

2018년 부경대학교
공간정보시스템공학과
공학박사 수료
2011년~현재 한국해양조사협회

관심분야는 수로측량, GIS, 해안선변화



신 명 식

2016년 부경대학교
수로학연협동과정 공학박사
2018년~현재 한국해양조사협회

관심분야는 수로측량, 해안선변화, 도법, 해양관측