

조석에 따른 수심단차 분석 및 허용오차에 관한 연구

A Study on Analyzing Difference in Depth as Tidal Generation Methods And the Standard of Maximum Allowable Difference in Depth

박응현* · 김연수* · 최성호* · 강호윤* · 김대현*

Eung Hyun Park · Yeon Su Kim · Sung Ho Choi · Ho Yun Kang · Dae Hyun Kim

요약 본 연구에서는 조위관측소 실시간 조석과 TideBed 시스템(Pro) 조석을 일반수로조사 수심자료에 적용하여 주측과 검측의 교차점에 대한 수심단차를 분석하였다. TideBed 시스템의 조석자료로 조석보정을 수행하였을 경우 약 $\pm 0.01 \sim \pm 0.02$ m 교차점 수심오차(평균)가 향상되었으며 본 연구결과가 향후 TideBed 시스템의 조석자료를 일반수로조사에 적용할 수 있는 방안의 기초자료로 제시하고자 한다. 또한 사용자가 수심자료 품질관리(조석보정 부분)를 수행함에 있어 좀 더 체계적이고 효율성을 향상시킬 수 있는 ‘교차점 수심단차 검증 보고서’ 자동화 프로그램 개발을 통하여 국제수로기구(IHO) 수로측량기준(S-44)에 근거한 수심단차 허용오차(TVU) 기준안을 제시하고자 한다.

키워드 표준조석 적용망, 총수직불확실도, 수로측량기준, 조석보정, 수심단차

Abstract In this research, analyzing the difference in depth about intersection point between primary observation and checking observation that applying the real time tide gauge data in tide station and tidal data in TideBed system to general depth data on hydrographic survey. In case of tidal correction using tidal data of TideBed system, the difference in depth of intersection point improved about $\pm 0.01 \sim \pm 0.02$ m. And hereafter, suggesting that this result will make the tidal data in TideBed system to fundamental data for applicable to general hydrographic survey. Finally, this research suggest the standard for allowable error that difference in depth(IHO, S-44, TVU standard), and developing automatic program that named ‘Verification Report by difference in depth on cross points’ for users to enhance the system more efficient and systematic in performing the depth data quality control(tidal correction section)

Key words TideBed, TVU(Total Vertical Uncertainty), S-44, Tidal correction, Difference in depth

1. 서론

우리나라는 육지 면적(남한)의 약 4.5배에 해당하는 해양 영토를 소유하고 있으며 안전한 항해와 해양환경 보전 및 발전을 위해 매년 국립해양조사원에서 수로조사를 수행하고 있다. 이렇게 조사된 자료 중에 안전 항해를 목적으로 하는 수심자료를 최상의 품질로 관리하기 위해서는 일관성 있는 조석보정이 수행되어야 할 것이다. 우리나라는 황해, 남해, 동해의 순서로 조석에 너지의 영향을 받고 있으며 시간과 공간적으로 해수면의 승강현상, 조석이 발생한다.

따라서 안전한 항해를 위하여 해수면의 승강현상(조석)에 대한 보정이 필요하며 음향측심기의 관측 수심

을 기본수준면(Datum Level, DL) 하의 수심으로 보정하는, 조석보정(tide correction)을 수행해야 한다.

국제수로기구(IHO)는 조석보정에 대하여 수로측량기준(S-44) 표준서에 아래와 같이 명시 하였다.

‘조석보정(Reductions for Tides)은 조위관측기에 의해 직접 해수면을 관측하거나, 필요한 경우 등조석 수정(co-tidal corrections)방법에 의해 측량해역을 포함한 적절한 분석모델 또는 요구되는 수심기준면(sounding datum)에 연관된 3차원(3D) 위치 측정기술 등에 의해 수행될 수 있다.’(IHO, S-44, 3.3 Reductions for Tides / Water-level Observations)

그리고 수로측량 업무규정에서는 다음과 같이 명시 하였다.

‘조석보정의 경우에는 측량지에 조석관측을 실시함을 원칙으로 하나 기준검조소가 있을 경우에는 이를 이용하여 하며, 표준 조석도에 의한 조위를 산출할 수 있는 경우에는 표준조석시스템에서 제공하는 조위를 적용한다.’(수로측량 업무규정, 제39조)

이와 같이 수심조사 시, 조사구역과 동일한 구역 및 시점의 조석관측을 수행한 후 조석보정을 하는 것을 원칙으로 하고 있다. 그러나 광범위한 해양환경에서 현실적으로 모든 구역에 대해 동일한 시점에 조석관측을 수행하는 것은 어려움이 있다. 그래서 국립해양조사원에서는 2003년에 경기만을 대상으로 표준조석 적용시스템을 최초 개발하고 2007년도에 남해안까지 데이터베이스를 확대 하였다(2013, 김). 그 이후 여러 가지 문제들을 점차적으로 보완하여 현재는 표준조석 적용망(TideBed)을 구축하고 있다.

현재 우리나라는 일반수로조사(공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 제31조 제2, 3항에 해당하는 수로 조사)와 기본수로조사(공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 제31조 제1항 제 1, 2, 3, 5호에 해당하는 수로 조사)로 수로조사를 분류 하고 있으며, 현재는 각 수로조사 자료의 조석보정 방법이 다르다.

기본수로조사는 TideBed 프로그램의 조석자료를 활용하여 조석보정을 수행하고 있는 반면 일반수로조사는 TideBed 프로그램의 조석자료를 활용하지 않고 있다. 보정측량(일반수로조사)의 경우, 측량지에 기설 검조소가 없는 경우에는 검조소를 설치하거나 측량지와 조고개정량의 차가 0.1m 이내인 곳의 검조소 성과를 사용할 수 있으며, 기본수준점표가 있는 경우에는 표척관측을 실시하여 조석보정을 할 수 있다(수로측량 업무규정 제39조, 제3항). 이와 같이 조석보정을 위한 조석자료 생성 방법이 다를 경우 기본수로조사와 일반수로조사의 기본수준면(DL)이 상이해 질 수 있으며 일관성 있는 수심 결정에 문제점이 발생할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 조석 생성 방법에 의한 수심단차 오류에 대하여 분석하고자 하며, 경기만 해역과 남해 해역을 선정하였다.

일반적으로 수심자료의 조석보정 품질관리를 위해 주검측의 교차점을 case by case로 분석한다. 하지만 이 방법은 시간이 많이 소요되기 때문에 이를 보완하기 위하여 TideBed 프로그램은 자동으로 교차점의 수심단차를 분석하는 기능이 있다. 이 기능을 이용하면 교차점 수심단차를 분석함에 있어 시간을 경제적으로 활용할 수 있다. 따라서 본 연구자는 TideBed 프로그램과 연계하여, 사용자의 효율성을 증대시키기 위해 공간적으로 수심단차를 분석 할 수 있는 ‘수심단차 검증 프로그램’을 개발하고자 한다.

또한 국제수로기구(IHO) 수로측량기준(S-44)에서 명시한 총수직불확실도(TVU)를 근거로 하여 수심단차 검증(허용오차)에 대한 기준안을 제시하고자 한다.

2. 연구이론 및 방법

2.1 TideBed 프로그램

TideBed 프로그램은 조석 격자망 생성(Gen), 조석 격자망 검증(Pro), 조석보정파일 생성(Lite)으로 구성 되어 있다.

TideBed 프로그램의 Gen을 이용하면 기본적으로 우리나라 관할해역(동경 122.5°~130.0°, 북위 30.0°~38.0°)의 조석특성(4대분조 조화상수, 대조차, 평균교조간격, 평균해면과 약최저저조면의 차이 값, 인천평균해면과 지역평균해면의 차이 값)을 데이터베이스로 구축 할 수 있다. 또한 TideBed 프로그램의 Lite, Pro는 조위관측소와 수로조사구역 간의 개정수(조시차, 조고비)를 적용하여 조석자료를 생성하는 기능이 있다.

본 연구는 TideBed Pro 프로그램을 활용하였으며 조석자료를 생성하기 위해서는 다음과 같이 3가지 환경파일이 있어야 한다.

첫 번째, 조석특성이 포함된 DB 파일. 두 번째, 수로조사구역의 항적 파일. 세 번째, 개정수(조시차, 조고비)를 적용하기 위하여 수로조사 시간과 동일한 기준 조위관측소 실측 조석자료 이다.

기준조위관측소 실측 조석자료는 국립해양조사원에서 QC(품질관리)가 완료된 1시간 조석자료에서 10분 자료로 보간(interpolation)한 조석 자료이다. 아래의 Fig. 1은 1시간 간격의 조석자료와 10분 간격으로 보간된 조석자료를 나타낸 그래프 이다. 수로조사 구역의 개정수에 따라 10분 조석자료 기준으로 조석자료가 생성 되는 것이다.

일반적으로 TideBed Pro 프로그램에서 기준조위관

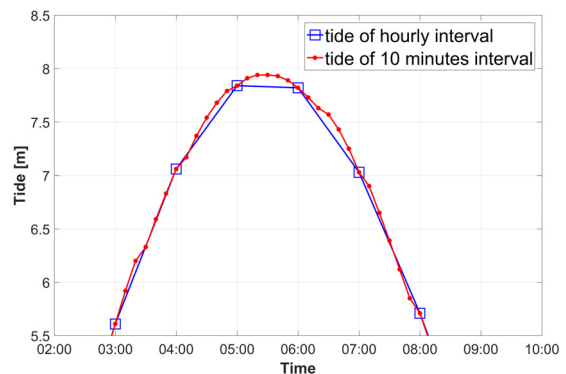


Figure 1. Tide of hourly and ten-minutes intervals

측소에 입력된 실측 조석자료의 간격은 10분이다. 이와 관련하여 연구자는 좀 더 정확한 조석자료를 연구하고자 1시간 자료에서 10분 간격이 아닌 1분 간격으로 보간 하였다. 보간법은 ‘Cubic Spline’을 활용하였으며 이렇게 보간 된 1분 실측 조석자료는 각각의 기준조위관측소 환경파일로 입력하고 수로조사구역의 개정수에 따라 새로운 조석자료로 생성 한다.

Fig. 2는 1시간 조석자료와 1분(cubic spline 기법 활용) 조석자료를 나타낸 것이다.

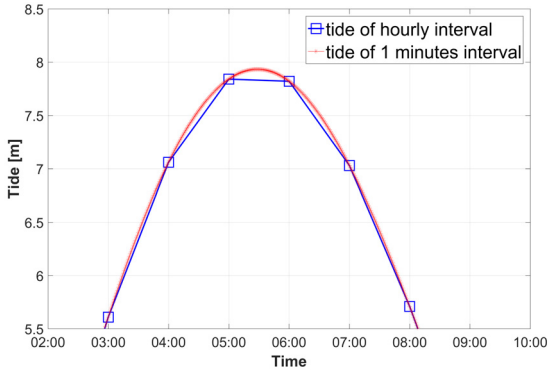


Figure 2. Tide of Hourly and one-minute intervals

조석(해수면의 승강)은 시간에 따라 일률적(등간격)으로 변화하는 것이 아니라, 정조(고조, 저조)를 기점으로 곡선 형태의 변화가 발생한다.

그래서 Cubic Spline 보간법을 활용하였다. 점들을 보간 하는 경우, 여러 개의 곡선 조각(segment) 이어서 복합곡선(composite curve)을 형성하게 된다. 공간상의 곡선을 정의하는 최소 차수의 다항식은 3차 곡선 이므로, 여러 개의 curve를 이어서 적절한 복합 곡선을 만들 수 있다.

2.2 개정수

TideBed 시스템의 조석자료 생성 원리는 수로조사 구역과 조위관측소간의 개정수를 이용한다. 개정수(Constant for Correction)는 기준항으로부터 수로조사 지점의 조석자료 생성을 위한 조시차(Difference for Tide)와 조고비(Height Ratio for Tide)를 말한다.

조시차는 수로조사지점과 기준조위관측소 간의 조석 시간차를 말하며 계산식은 아래와 같다.

$$\text{Time Difference for Tide} = \text{MHWIs} - \text{MHWIr}$$

MHWIs: 수로조사지점 평균고조간격

MHWIr: 기준조위관측소 평균고조간격

조고비는 기준조위관측소의 조석크기에 비해 생성하고자 하는 수로조사지점의 조석크기가 어느 정도인지를 나타내는 비율을 말하며 계산식은 아래와 같다.

Height Ratio for Tide

$$= \frac{\text{Spring Range}_s}{\text{Spring Range}_r} = \frac{2 \times (Hm_s + Hs_s)}{2 \times (Hm_r + Hs_r)}$$

Spring Ranges: 수로조사지점 대조차

Spring Ranger: 기준조위관측소 대조차

Hms: 수로조사지점 M₂ 분조 진폭

Hss: 수로조사지점 S₂ 분조 진폭

Hmr: 기준조위관측소 M₂ 분조 진폭

Hsr: 기준조위관측소 S₂ 분조 진폭

우리나라 항만의 개정수는 국립해양조사원에서 간행하고 있는 ‘2016년 조석표’에 게재되어 있다. 또한, ‘2016년 조석표’ 서지에서는 개정수를 이용하여 사용자가 원하는 구역에 조석자료를 생성할 수 있는 예시를 포함하고 있다(수로서지, 2016년 조석표, 제2장 조석참고자료).

2.3 국제수로기구(IHO) 기준안

음향측심기를 이용하여 취득한 수심자료를 향해 안전을 위하여 기본수준면 기준의 수심으로 조석보정을 한다. 본 연구는 조석보정 후 품질관리를 위해 주검측 교차점의 수심 데이터를 비교분석한다.

국제수로기구(IHO)의 ‘수로측량기준(S-44)’ 는 안전항해를 향상시키기 위해 제작된 기준 중에 하나로써, 주로 해도제작에 사용되는 자료 수집과 해양환경을 보존하기 위한 수로측량의 기준을 정의하고 있다(IHO, STANDARDS FOR HYDROGRAPHIC SURVEYS, Special Publication No 44).

S-44 기준에서는 해역의 특성에 따라 5개의 등급으로 분류하였으며 수로측량의 최소기준을 명시 하였다(IHO, S-44, Minimum Standards for Hydrographic Surveys). 여기서 수심단차 허용오차 기준안과 관련하여, 95% 신뢰수준의 최대 허용되는 오차 한계를 총수직불확실도(TVU)도 정의하며 특등급(Special Order) 기준으로 다음과 같이 계산된다.

$$\text{TVU} = \pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

a: represents that portion of the uncertainty that does not vary with depth

b: is a coefficient which represents that portion of the uncertainty that varies with depth

d: is the depth
 b x d: represents that portion of the uncertainty that varies with depth

위의 식을 적용하여 수심에 따른 총수직불확실도 (TVU)를 계산하면 Table 1과 같다.

Table 1. TVU by Depth

| Depth | TVU | Depth | TVU |
|-------|--------|-------|--------|
| 10m | ±0.26m | 50m | ±0.45m |
| 20m | ±0.29m | 60m | ±0.51m |
| 30m | ±0.34m | 70m | ±0.58m |
| 40m | ±0.39m | 80m | ±0.65m |

Special Order: a=0.25m / b: 0.0075

Table 1과 같이 수심에 따른 총수직불확실도를 기준으로 하여 주검측 수심단차에 대한 허용오차 기준을 정립하고 이를 기준으로 하여 수심자료의 품질관리(조석보정 부분)를 수행한다.

2.4 조석에 따른 수심단차 분석 방법

조석자료의 생성 방법을 다르게 하여 수로조사 수심자료에 조석보정을 수행하였다. 그리고 각각의 수심자료 검증을 위해 주검측의 교차점 수심을 추출하여 수심단차를 분석하였다.

조석자료의 생성 방법은 3가지로 분류하였다.

첫 번째, 조사구역 인근의 조위관측소 실시간 조석자료이다. 만약에 조위관측소와 조사구역과의 조고계정량의 차가 0.1m를 초과할 경우 가장 가까운 기본수준점(TBM)에서 표척관측을 수행하여 조석자료를 취득 할 수 있다(수로측량업무규정, 제39조 제3항).

두 번째, TideBed Pro 프로그램(개정수 적용)에서 조사구역에 해당하는 조석자료를 생성한다. 각 기준조위관측소의 실측자료는 QC가 완료된(1시간 자료 보간) 10분 간격의 조석자료를 입력한다(Fig. 1).

세 번째, 두 번째와 동일한 TideBed Pro 프로그램에서 조석자료를 생성하였다. 단, QC가 완료된(1시간 자료 보간) 10분 간격이 아닌 Cubic Spline 보간법에 의한 1분 간격의 조석자료를 기준조위관측소에 입력한 후 해당구역의 조석자료를 생성한다(Fig. 2).

2.5 교차점 수심단차 검증 프로그램

수심단차 검증 프로그램은 TideBed Pro 프로그램과 Matlab 프로그램을 활용하였다.

먼저, TideBed Pro 프로그램은 수심 자료의 주검측 교차점을 추출할 수 있다. 또한 각 교차점에 대한 수심

을 추출할 수 있는 기능이 있으며 이에 따른 수심단차를 자동으로 계산해 내는 기능이 있다.

본 연구자가 개발하고자 하는 검증 프로그램의 단계는, 첫 번째 TideBed Pro 프로그램에서 조석특성 정보가 있는 DB 폴더를 설정한다. 두 번째 각 기준조위관측소 실측자료를 사용자가 원하는 간격으로 편집하여 입력한다. 그리고 수로조사 항적을 입력한 후에 각 주검측 교차점을 추출한다. 그리고 수심자료를 입력한 후에 다시 교차점의 주검측 수심을 추출한다.

마지막으로 TideBed Pro 프로그램에서 추출한 교차점 수심을 Input data로 하여 Matlab tool(연구자 코드)을 실행한다. 최종결과 자료로 ‘교차점 수심단차 검증 보고서’가 생성된다. 지금까지의 검증 프로그램 실행 단계를 아래의 Fig. 3과 같이 정리하였다.

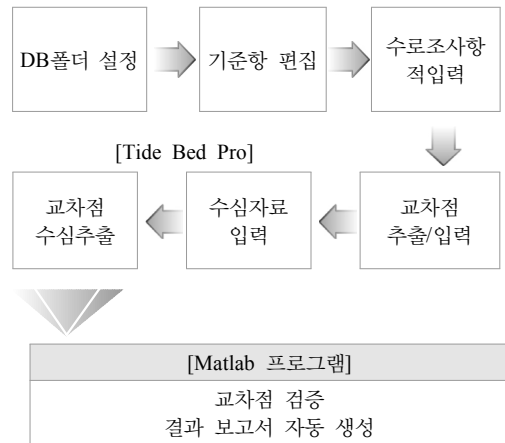


Figure 3. Flowchart

3. 결과 분석

3.1 일반수로조사 수심단차 분석

TideBed Pro 프로그램의 조석자료를 이용한 일반수로조사 조석보정 방안을 검토하기 위해 2.4 에서 언급한 조석 생성 방법에 따라 주검측 교차점의 수심단차를 분석하였다.

일반수로조사 구역은 아래 Fig. 4와 같이 총 5구역(A~E)으로 선정하였으며, 성과심사가 완료된 자료이다. 각 구역(A~E)의 인근 조위관측소와 표척을 이용한 조석 관측 시 기준이 되는 기본수준점(TBM) 위치도 함께 표기하였다.

각 구역(총 5구역)에 해당하는 주검측 교차점 수심단차를 정리한 것이 Table 2와 같다.

교차점의 수는 구역마다 다르며, 수심단차의 최소값, 최대값 그리고 모든 교차점의 수심단차(절대값)를 평

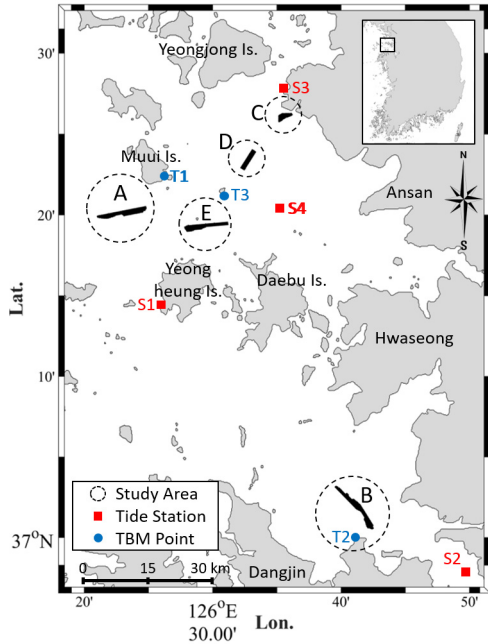


Figure 4. Map of study area.

Table 2. Average differences in depth as tidal generation methods [unit : m]

| Station / Point | | Tidal generation method | | |
|-----------------|------|---------------------------------|-------------------------|------------------------|
| | | *Real time tide or *tide at TBM | Tide Bed | |
| | | | 10 min. of tide station | 1 min. of tide station |
| A (185) | mean | ± 0.060 | ± 0.070 | ± 0.050 |
| | min | - 0.470 | - 0.460 | - 0.430 |
| | max | 0.250 | 0.250 | 0.290 |
| | std | 0.060 | 0.059 | 0.058 |
| B (87) | mean | ± 0.080 | ± 0.080 | ± 0.080 |
| | min | 0.340 | - 0.370 | - 0.350 |
| | max | 0.340 | 0.340 | 0.330 |
| | std | 0.083 | 0.085 | 0.082 |
| C (26) | mean | ± 0.060 | ± 0.070 | ± 0.050 |
| | min | - 0.110 | - 0.160 | - 0.100 |
| | max | 0.000 | 0.040 | 0.030 |
| | std | 0.031 | 0.049 | 0.032 |
| D (51) | mean | ± 0.060 | ± 0.080 | ± 0.050 |
| | min | - 0.250 | 0.320 | - 0.220 |
| | max | 0.140 | 0.190 | 0.220 |
| | std | 0.048 | 0.052 | 0.048 |
| E (64) | mean | ± 0.040 | ± 0.050 | ± 0.040 |
| | min | - 0.110 | - 0.110 | - 0.060 |
| | max | 0.140 | 0.160 | 0.150 |
| | std | 0.027 | 0.034 | 0.034 |

- * Real Time tide : Real time tide by tide station
- * Tide at TBM : Observation tide at TBM
- * mean : Average by the absolute value
- * std : Standard deviation
- * Difference in depth : Primary observation-Checking observation

균하여 정리하였다.

본 연구는 조위관측소 실시간 조석보정(or 표척관측 조석)과 TideBed Pro 프로그램의 조석보정에 따른 수심단차 분석에 목적이 있다. 분석결과 Table 2와 같이 두가지 방법에 따른 수심단차의 크기(오차)를 비교하였을 때 큰 차이는 없다.

하지만 정량적으로 가장 수심단차가 적게(수심오차 약 ± 0.01 ~ ± 0.02 m 향상) 나타난 조석 보정 방법은 TideBed Pro 프로그램의 기준조위관측소 실측 조석자료 입력 간격을 1분으로 하였을 경우이다.

3.2 기본수로조사 수심단차 분석

TideBed Pro 프로그램의 환경파일 중의 하나인 기준조위관측소 실측 조석자료의 간격은 현재 10분이다. 추가적으로 본 연구자는 1분 간격의 실측 조석자료를 기준조위관측소에 입력하여 수심단차를 분석 하였다. (기본수로조사는 조위관측소 실시간 조석보정을 하지 않기 때문에 분석방법에서 생략)

분석구역은 Fig. 5와 같이 2개의 구역을 선정하였으며 기본수로조사 자료를 분석하였다.

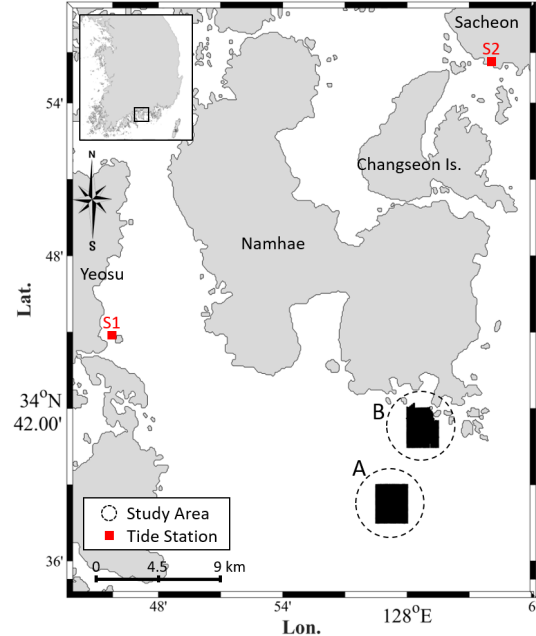


Figure 5. Map of study area.

분석결과, TideBed Pro 프로그램 중 기준조위관측소 실측 조석자료 입력 간격을 1분으로 하였을 때 교차점 수심단차(오차)가 약 ± 0.01 m 향상되었다(Table 3).

Table 3. Average differences in depth as tide correction method [unit : m]

| Station / Point | | Tide correction method | |
|-----------------|------|-------------------------|------------------------|
| | | Tide Bed | |
| | | 10 min. of tide station | 1 min. of tide station |
| A (59) | mean | ± 0.04 | ± 0.03 |
| | min | - 0.21 | - 0.21 |
| | max | 0.04 | 0.03 |
| | std | 0.036 | 0.032 |
| B (87) | mean | ± 0.050 | ± 0.040 |
| | min | - 0.420 | - 0.410 |
| | max | 0.320 | 0.200 |
| | std | 0.057 | 0.051 |

- * std : Standard deviation
- * mean : Average by the absolute value
- * Difference in depth : Primary observation-Checking observation

3.3 수심단차 검증 프로그램 개발

지금까지 수로조사 수심자료에 조석보정 후 주검측 교차점에 대한 수심단차를 분석하였다. 수심단차 분석은 수심자료 품질관리에 있어서 기본이 되는 항목 중에 하나이기 때문에 TideBed Pro 프로그램과 Matlab 프로그램을 활용하여 ‘교차점 수심단차 검증 프로그램’을 개발하였다.

또한 2.3의 국제수로기구(IHO) 수로측량기준(S-44)에서 명시한 특등급 기준의 총수직불확실도(TVU)를 기준으로 하여 검증 보고서 형식을 정립하였다. Fig. 6은 검증 프로그램 결과물이며 사용자가 수심단차의 공간적인 분석을 효율적으로 할 수 있도록 설계되었다.

먼저 Fig. 6은 교차점 수심단차 검증 보고서 형식이며 ‘1.교차점 수심단차 분포도’는 수로조사 전체 구역

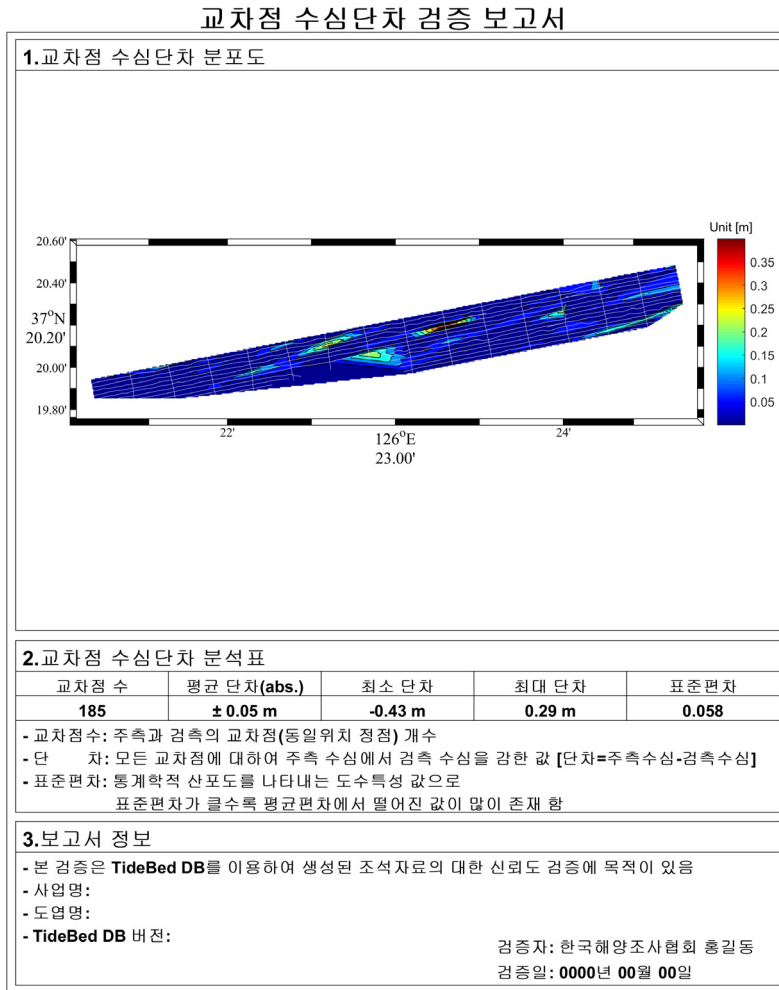


Figure 6. Verification Report by differences in depth on cross points

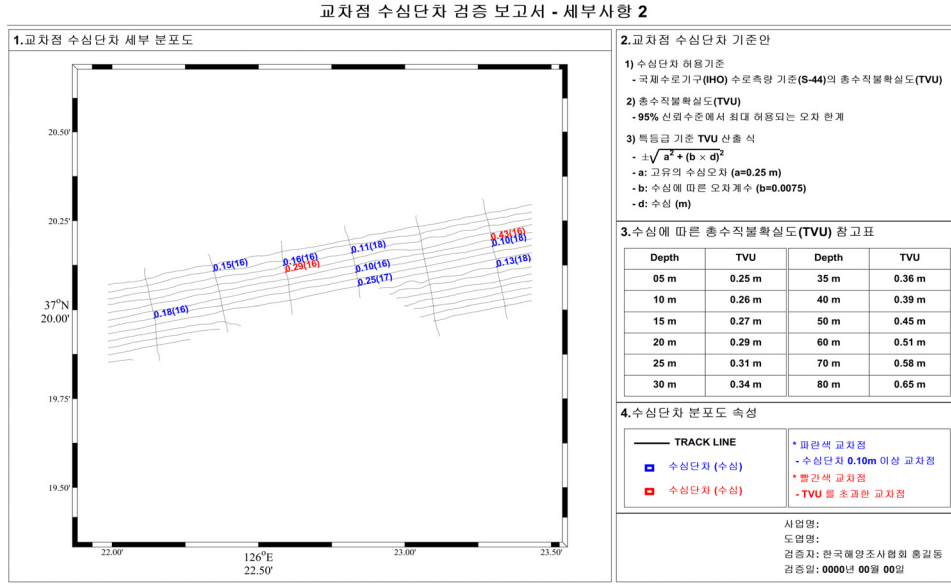


Figure 7. Detailed Verification Report by differences in depth on cross points

에 대한 교차점의 수심단차(절대값)를 분포도로 나타낸 것이다. ‘2.교차점 수심단차 분석표’는 전체 교차점의 수심단차를 분석하여 평균단차(절대값), 최소단차, 최대단차, 표준편차로 정리한 것이다. ‘3.보고서 정보’는 수로 조사구역 및 TideBed DB 버전을 관리할 수 있는 내용이 있다.

Fig. 7은 전체구역을 세부구역으로 분류하여 사용자가 수심단차의 정확한 위치정보를 확인 할 수 있도록 하였다. ‘1.교차점 수심단차 세부 분포도’는 총 구역 범위에서 세부범위로 확대한 것이다. 그리고 각 교차점의 수심단차를 분석하여 0.10 m를 초과한 경우에만 파란색으로 표기 하였다.

수로측량 업무규정 제39조 수심의 보정에서 조위보정(기준면)의 오차를 0.10 m로 규정하고 있기 때문에 표기 기준을 0.10 m로 정하였다. 그러나 0.10 m의 기준은 단지 조석 기준면의 오차만을 나타내는 것이다. 수심단차는 조석보정의 오차만 포함된 것이 아니라, 음속보정 오차, 음향측심기 오차 등 여러 가지 오차가 결합되어 나타나는 것이기 때문에 0.10 m의 기준은 참고용으로만 활용한다.

그리고 수심단차 표기형식에서 괄호안의 값은 교차점의 수심을 표기한 것이며, 만약에 수심에 따른 총수직불확실도(TVU)를 초과할 경우 수심단차는 자동으로 빨간색으로 표기된다. 수심단차가 표기되지 않은 교차점은 0.10 m 미만의 단차가 발생한 것이다.

‘2.교차점 수심단차 기준안’은 국제수로기구(IHO) 수로측량 기준(S-44)의 총수직불확실도(TVU)에 대한

정의 및 계산식을 나타낸 것이며 ‘3.수심에 따른 총수직불확실도(TVU) 참고표’는 수심에 따른 수심단차 허용오차(특등급 기준 TVU) 기준을 정리한 것이다. ‘4. 수심단차 분포도 속성’은 교차점 수심단차 세부분포도에 표시된 수심단차 속성 정보이다.

4. 결론

본 연구에서는 조석자료 생성 방법을 다르게 하여 조석보정을 수행(일반기본수로조사)하고 이에 따른 수심단차를 비교분석하였다. 또한 교차점 수심단차 검증 기준안 제시 및 검증 보고서 자동화 프로그램을 개발하였다.

첫째, 일반수로조사 교차점 수심오차 분석 결과, TideBed 프로그램과 조위관측소 실시간(또는 표적관측) 조석자료를 각각 적용 하였을 경우, TideBed 프로그램을 적용하였을 때 약 ±0.01 ~ ±0.02 m 수심오차가 향상되었다. 하지만 본 연구구역은 우리나라에서 실시하는 연간 총 수로조사 구역과 비교하였을 때 작은 구역에 해당하며 수심단차의 차이도 크게 나타나지 않았기 때문에 명확한 결론을 내리기에 어려움이 있다.

따라서 본 연구자는 조석관측을 현실적으로 수행할 수 없는 해양환경 또는 우리나라 수로조사의 기본수준면(DL)의 연속성을 고려하여, 현 연구의 분석 자료를 향후 일반수로조사에 TideBed 시스템을 적용할 수 있는 방안의 기초자료로 제시하고자 한다.

둘째, 본 연구에서는 주검측 교차점의 수심단차를

분석하는 자동화 프로그램을 개발하였다. 이러한 연구들이 수심자료에 대한 품질관리(조석보정 부분)를 수행함에 있어 좀 더 체계적이고 효율성을 높일 수 있는 시스템 개발의 기초 자료로 활용 될 수 있다고 사료된다.

향후 연구방향으로 수심단차 검증 보고서 프로그램의 단계가 복잡한 구조를 가지고 있기 때문에 단일화된 프로그램을 이용하여 간단한 실행파일로 수심단차를 분석할 수 있는 프로그램 연구가 수행되어야 한다.

마지막으로 TideBed 프로그램의 기본 원리인 개정수를 활용한 조석자료 산출은 조사 구역과 인근 조위 관측소의 조석환경이 유사하다는 전제가 필요하다. 그래서 Tide Bed 시스템의 활용 가능해역, 즉 기준조위 관측소의 조석환경과 유사한 공간적인 분석 및 한계 구역 대한 연구가 더 수반되어야 한다고 판단 된다.

참고문헌

1. 김용환 외, 2013: 조석보정 자동화 시스템의 개선 방안 연구, 한국수로학회 제20권 제1호.
2. 한기종 외, 2015: 정확한 수심 산정을 위한 실시간 이동관측 조위(RTK-Tide) 적용에 관한 연구, 한국수로학 제4권 제2호.
3. 국립해양조사원, 2010, 조석보정시스템연구: 현황 파악 및 개선방향 제시, 국립해양조사원 연구보고서.
4. 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 제31조.
5. 국립해양조사원, 서지 제510호, 2016년 조석표.
6. 2015, 수로측량 업무규정, 국립해양조사원 예규 제 126호.
7. NOAA, 2000: Tide and Current Glossary.
8. IHO, 2008, S-44: Standards for Hydrographic Surveys, Special Publication N° 44.
9. IHO, 2005, Manual on Hydrography, IHO Publication M-13.



박 응 현

2007년 군산대학교
해양시스템공학과 공학사
2011년 ㈜유에스티21
2014년 한국해양과학기술원
2015년~현재 한국해양조사협회
관심분야는 해양지구물리, 전자해도



김 연 수

2005년 부경대학교 공학박사
2016년~현재 한국해양조사
협회 수로기술연구소 소장

관심분야는 수로측량, 해양공간정보



최 성 호

1987년 국립해양조사원 입사
1986년 부산수산대학교 공학사
2003년 공주대학교 공학석사
2006년 공주대학교 공학박사 수료

2016년~현재 한국해양조사협회 수로조사부 실장
관심분야는 지구물리, 해저지형



강 호 윤

2003년 한국해양수산개발원
2009년 부산대학교 공학박사
2010년~현재 한국해양조사협회

관심분야는 전자해도, 해양 GIS



김 대 현

2014년 서울시립대학교
공간정보공학과 공학사
2016년 서울시립대학교
공간정보공학과 공학석사
2015년~현재 한국해양조사협회

관심분야는 해양공간정보