

해양조사 기술동향

2019-1

해양조사 기술 동향지를 발간하면서



선박에서 해양조사를 하던 시간을 되돌아보면 수없이 개발된 기술과 그 기술들을 습득하기까지의 어려움, 정책적인 결정과 고민에 보낸 시간이 새삼 떠오릅니다. 더욱이 최근에는 4차 산업 혁명의 변화 속에서 데이터의 중요성이 강조되고 사용자의 눈높이는 더욱 높아지고 있는 상황입니다. 국립해양조사원도 70주년을 맞는 시점에서, 산학연을 비롯한 모든 분야에서 ‘일일신우일신(日日新又日新)’ 해야 해양조사 분야의 기술과 시장이 성장하고, 서비스되는 정보도 고도화되리라 생각합니다.

우리 한국해양조사협회에서는 본 업계에 종사하시는 분들이 바쁜 업무로 신기술 동향을 고르게 살필 여력이 없고, 국제수로기구 산하 기술위원회와 워킹그룹에서 진행되는 수많은 회의의 내용을 모두 확인할 수 없다는 현실을 직시하며, 신기술과 관련 회의 동향을 안내하고자 해양조사 기술 동향지를 발간하게 되었습니다.

기존에 해양조사발전협의회에서 일부 기술 동향을 소개한 책자도 있었고, 협회에서 비공식적으로 자료를 취합 번역하여 정리한 적도 있었으나 지속적으로 유지하기가 어려웠습니다. 이제 다시 신발의 끈을 매고 1년에 4번 발간을 목표로 하여 「해양조사 기술 동향지」를 시작하고자 합니다. 남을 따라가는 추격자에서 남을 이끌어가는 선구자 입지로 나가기 위해서는 정확한 동향을 파악할 필요가 있습니다. 시작은 미미하나 끝은 창대할 것으로 믿고 부족한 점은 앞으로 보완해 나갈 것입니다.

협회 내부인원을 비롯하여 외부전문가 풀로 이루어진 감수위원회를 거쳐서 제공되는 내용이 해양조사업계나 현업과 실무에서 새로운 지식을 알고자 하는 사람들에게 유익한 정보가 되고, 해양조사사업 및 연구사업의 기획에도 도움이 되기를 바랍니다.

한국해양조사협회 이사장

김준호

국제수로기구(IHO) Brief News

2019년 10월 20일 이후 국제수로기구 주요회의 일정

개최일	개최장소	회의명
10.21-10.24	모로코 (래빗)	IALA-IHO 협동워크샵: 재해평가 및 운영 사양
10.23-10.25	모나코	민간제공 협력형 수로데이터 실무작업반 8차 회의
10.23-10.25	영국 (런던)	IMO-WMO 극한 해양기상 국제심포지엄
10.24-10.25	중국 (상하이)	IEC TC 80 회의
10.28-10.31	싱가폴	IHO-NF 졸업생 세미나
10.29-10.30	노르웨이 (스타반거)	TE 실무작업반
11.04-11.08	미국 뉴햄프셔 (더람)	대양수심도회의 미팅
11.04-11.08	영국 (런던)	IMO EGDH1
11.05-11.08	스웨덴 (스톡홀름)	NCWG-5
11.18-11.22	프랑스 (툴루즈)	OGC기술위원회 상임위원회
11.20-11.22	프랑스 (파리)	지속가능한 해양 Summit (SOS)
11.25-12.05	영국 (런던)	IMO 31차 회의
11.25-11.29	에스토니아 (탈린)	수로서지 실무작업반 (NIPWG-7)

2019 상반기 주요회의 목차 (Monthly Reports)

- 제6차 항행 정보소통·수색·구조 소위원회 회의 (IMO SC-NCSR-6)
(6th session of the IMO Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue)
- 국제수로기구 전략계획 실무그룹회의
(Strategic Plan Review Working Group (SPRWG) Drafting Group-1 Meeting)
- 제6차 동아시아 수로위원회 SC회의
(6th Conference of the East Asia Hydrographic Commission Steering Committee)
- 제4차 S-100 실무작업반 회의, 제5차 S-102 프로젝트팀 및 제1차 국제수로등록소 실무작업반 회의
(4th S-100 Working Group (S-100WG), 5th S-102 Project Team Meetings and 1st IHO GI Registry Workshop)
- 제9차 세계전자해도 데이터베이스 실무 작업반 회의
(9th Meeting of the Worldwide ENC Database (WEND) Working Group (WENDWG)
- 제9차 IHO-대한민국 프로그램관리 이사회
(9th Meeting of the IHO/ROK Programme Management Board (PMB9))
- 제11차 수로서비스와 표준위원회 회의
(11th Meeting of the Hydrographic Services and Standards Committee (HSSC-11)
- 제 69차 IMO 기술협력위원회
(69th Session of the IMO Technical Cooperation Committee)

1. 제6차 항행 정보소통·수색·구조 소위원회 회의(IMO SC-NCSR-6)

6th session of the IMO Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue

01.16~01.25 / 영국(런던)

- 소위원회는 선박 경로보고 시스템의 확립과 수정에 대한 제안서 제출절차의 MSC회람 문서 초안을 승인하고, 두 가지 경로보고 수단에 덧붙여 세 가지 경계 지역도 승인받음. 이 제안은 2019년 6월 열리는 MSC 101에 제출되어 채택여부가 결정될 것임
- 내비게이션 관련 소위원회는 선박용 내비게이션 디스플레이에 내비게이션 관련 정보를 제공하기 위한 성능 표준에 관한 MSC.191(79) 개정에 대한 MSC 결의안 초안을 승인하고, 항해 관련 기호, 용어 및 약어표시 지침에 관한 초안, e-Navigation의 맥락에서 해양 서비스 관한 MSC 회람문 초안, 극지방을 운항하는 선박에 사용되는 항해 및 통신 장비에 대한 지침에 관한 MSC 회람 초안을 승인했으며, 이 모든 초안은 위원회의 승인 및 후속 채택과정을 위해 MSC 101에 제출예정
- 소위원회는 개정안 A.705(17)을 “해상 안전 정보 전파에 관한 권고” A.706(17)로, WWNWS(전 세계 항행 정보 서비스) 및 A.1051(27)을 “IMO/WMO 전 세계 기상-해양 정보 및 경고 서비스 지침 문서”로 수정하여 승인함. 승인 및 채택 전 MSC 101에서 최종 검토를 받게 됨
- 소위원회는 국제 SafetyNET 코디네이팅 패널에 대한 개정된 참조 약관을 승인하고 현재 IMO NAVTEX 코디네이팅 패널에 따라 IMO Enhanced Group Call(EGC) 코디네이팅 패널로 이름을 바꾸는 데 동의함. NCSR 6은 2019년 7월 IMO에서 개최될 IMO/ITU 전문가 그룹 15차 회의용 초안과 2019년 세계 무선 통신 컨퍼런스에서 IMO 입장 초안을 승인함 (WRC-19)



IMO NCRS 6, 01.16-01.25 / 영국(런던)



IMO NCRS 6, 01.16-01.25 / 영국(런던)

2. 국제수로기구 전략계획 실무그룹회의

Strategic Plan Review Working Group (SPRWG) Drafting Group-1 Meeting

01.30~01.31 / 모나코

- IHO 이사회는 1차 IHO 총회에서 IHO 전략 계획에 대한 포괄적 검토를 수행하고 2020년 2차 총회에서 개정된 계획 초안을 제출하도록 지시 받음. 현재의 진행과정은 Drafting Group이 IHO가 활동하는 현재와 미래의 전략적 과제들을 검토했으며, 이를 서신으로 진전시켜 나가고 있음
- 참가자들은 2026년 IHO 성공에 대한 정의를 고려하여, 기존 계획의 결함을 찾고 이를 해결하는 적절한 목표, 방법 및 수단을 확인함. 회의는 성공을 측정하고, 예산, 실행 계획 및 성과 지표와 같은 다른 관리 요소와의 관계를 고려하여 IHO에 대한 우선 순위를 제안하는 기준을 확인함. 회의는 국제무대와 유엔의 지속 가능한 개발 목표 및 지리 공간 정보 관리를 위한 공유지침 원칙과의 관계를 검토하고, 다른 국제기구와의 협력 및 기존 공동 작업에 대해서도 논의함
- S-100 체계에서의 항해서지 개발, 사이버 보안, 데이터 품질보증, 수심획득 범위와 해저지형의 지식 증가 및 능력배양 강화 등도 논의함



SPRWG, 01.30-01.31 / 모나코
https://www.iho.int/mtg_docs/com_wg/TOR/SPRWG_TOR_E.pdf

3. 제6차 동아시아 수로위원회 SC 회의

6th Conference of the East Asia Hydrographic Commission Steering Committee

02.20~02.22 / 인도네시아(발리)

- 57명이 참석하였으며 IHO가 UN에 기여한 바, 지속가능한 해양개발분야에 대해 논의
- Seabed2030 과제 및 일반인에 의한 수심측량에 대한 발표, S-100 관련 이슈, 2020년에 있을 IHO 총회에 EAHC의 역할과 2개국 이상이 이사국이 되어야한다는 논의가 있었음
- EA-RECC 등 역량강화 프로젝트의 TOR과 RoPS 논의와 남중국해 문제가 논의됨
- 2025년까지 S-100기반의 5개의 산출물(S-102, S-104, S-111, S-112, S-122)를 완성할 수 있도록 테스트베드를 꾸리는데 동의함
- 2020년까지 EAHC-SC의 위상을 재검토하기 위한 상황보고서를 업데이트 하기로 함
- MSDI-WG 의장은 MSDI 관련 활동을 EAHC, 발트해나 남극해 사례를 벤치마킹하여 종합적인 계획을 세우기로 함
- 교육훈련, 연구, 개발에 대한 발표와 GNSS를 이용한 조석 보정, 데이터베이스 시스템에 의한 해도 제작, 위험관리를 위한 해도 관리 등에 대한 항목이 논의됨
- 조정위원회에서는 캄보디아에 기술투어를 진행함. 5년간 역량강화프로그램을 운영하며 이러닝 프로그램을 확대하고 기본적인 해도제작 및 수로측량 코스를 구성하기로 함
- 일본은 이리디움 등이 위성자료를 활용한 STAR(전략적 팀 개선로드맵)에 대한 발표를 하고 EAHC에도 적용하기를 주장하였으며, 미국은 업데이트된 지오이드 모델을 소개함



EAHC-SC, 02.20-02.22 / 인도네시아(발리)
https://www.iho.int/mtg_docs/rhc/EAHC/EAHC_SteerComm/EAHC_SC6/EAHC_SC6_docs.htm

- 싱가포르의 EAHC의 협업프레임워크 내에 적합한 활동목록을 만들자는 의제를 제안함. 기후변화 및 UN 지속가능개발 목표와 부합하도록 하자는 의견을 제출하고 2019년 12월까지 조정위원회에 승인을 받기로 함
- 중국은 IHO 수로사전 S-32의 중국어 버전의 완성계획을 발표함

4. 제4차 S-100 실무작업반 회의, 제5차 S-102 프로젝트팀 및 제1차 국제수로등록소 실무작업반 회의

4th S-100 Working Group (S-100WG), 5th S-102 Project Team Meetings and 1st IHO GI Registry Workshop

02.25~03.01 / 덴마크(올보르그)

- S-100 워킹그룹에서는 등록소 관리자 Jeff Wootton을 중심으로 11개국과 8명의 업체 연구 분야의 전문가가 참석하였으며 6개의 워킹그룹(100,101,124,129, ENC, NIPWG)이 참여함
- 2016년 이후에 시작된 등록소 운영을 통해 배운 경험을 논의하고 새로운 베타버전이 부분적으로 작동하고 있음을 확인하고, S-99 에디팅 세션 부속서 A와 S-100의 파트2를 점검하였으며, 워크샵에서는 피쳐 카탈로그 빌더와 묘화 틀에 대한 시연이 있었음
- 5차 S-102 프로젝트팀 미팅이 2일간 진행됨. S-102 해저지형제품표준 edition 2.0을 완성하고 HSSC에 보고하기로 함
- 수평정확도 메타데이터에 대한 이슈와 그리드 구조에 대한 개정안, HDF5인코딩을 위한 포맷 확장에 대한 논의를 진행하고 데이터 품질그룹의 성과를 적용하는 문제와 항해 안전시스템에 불확실성을 표현하는 방법에 대한 논의가 있었음. 의장은 수심속성이 포함된 그리드 데이터(BAG)포맷을 S-102포맷으로 변환하는 소프트웨어에 대한 보고를 진행하였으며 이 소프트웨어는 IHO웹사이트에서 다운로드 받을 수 있음
- S-100 WG의 줄리아 파웰 의장을 중심으로 S-102, S-121, S-129, S-124 제품사양의 진도 보고가 있었고, Universal Hydrographic data model의 다음 버전에 용어개정, 카탈로그 스타일 스위트 파일 구조, 칼라 팔레트를 포함하기로 하였으며, HDF5 포맷으로 확장하고 ISO 8211 인코딩 포맷에 사용된 피쳐 association의 방식을 바꾸기로 함
- GI 등록소의 웹 어플리케이션 상태에 대한 발표, 소프트웨어 발표, 묘화카탈로그빌더 응용 프로그램, 데이터 분류 및 인코딩 가이드 문서 생성, S-100데이터 뷰어 어플리케이션 관련 발표가 진행됨
- 한국 국립해양조사원과 미국 SPAWAR 해군과 공군이 함께 S-100 테스트를 프로토타입 차세대 전자해도표시시스템(shore-



S-100WG, 02.27-03.01 / 덴마크(올보르그)

https://www.iho.int/mtg_docs/com_wg/S-100WG/S-100WG4/S-100WG4_Docs.htm

based ECDIS)에서 구현하고 종합적인 설명을 제공하였는데, 여기에는 S-101, S-102, S-111, S-122, S-123, S-127 제품이 동시에 작동 가능함을 보여줌

5. 제9차 세계전자해도 데이터베이스 실무 작업반 회의

9th Meeting of the Worldwide ENC Database (WEND) Working Group (WENDWG)

02.26~02.28 / 프랑스(브레스트)

- 제9차 전세계 전자해도 데이터베이스 워킹그룹이 프랑스 수로국에서 개최되었으며, 여러 위원회 및 11개 국가에서 총 21명이 참석
- 전자해도와 ECDIS의 품질제고, 갱신, 일관성 확보를 위해 최근 IT기술을 접목하고자 함
- ECDIS가 아닌 비공식 해도도 지원해야 할 것과 더불어 Seabed 2030 과제와 ENC 자료의 라이선스 관리가 필요함도 논의가 됨
- 미국 NOAA의 기술적 지원으로 지역별 ENC가 제공되고 있음에 감사를 표함
- IHO 사무국은 2018년 2차 이사회 활동 계획을 검토하면서 WEND 워킹그룹의 활동에 미친 영향을 언급함
- 유사 WEND 원칙을 개발하기 위하여 차기 IRCC에서 제안하기로 하였으며 보다 기술적인 측면에서 해도 중복지역 보다 해도가 전혀 없는 지역에 대한 문제를 개선하기로 하며, 해도를 GIS시스템으로 개선하기 위한 위원회를 조직하여 준비하기로 함
- 한국의 국립해양조사원과 미국 NOAA의 자동식별시스템 덕분에 교통밀도 데이터베이스가 가능하며 NGA의 항만 DB와 지역 전자해도워킹그룹의 노력이 합쳐져서, 전자해도 체계에 대한 평가가 이루어질 것을 기대함
- 8차 IRCC에 최근 전자해도 카탈로그를 취합하기로 하고 차기 회의는 2020년 2월 홍콩으로 정함



WENDWG 9, 02.26-02.28 / 프랑스(브레스트)
https://www.iho.int/mtg_docs/com_wg/WEND/WENDWG9/WENDWG9-Docs.html

6. 제9차 IHO-대한민국 프로그램 관리 위원회

9th Meeting of the IHO/ROK Programme Management Board (PMB9)

03.12~03.13 / 한국(부산)

- 제9차 IHO와 한국의 능력배양 프로그램 관리위원회가 부산에서 개최되어 IHO사무국, 한국, 뉴햄프셔 대학관계자가 기존의 한국과 IHO간의 MOU에 따른 구체적 활동을 점검하고 성취된 결과를 검토하였으며, 능력배양을 주도할 강사양성(Training for trainers)를 위한 프로그램의 개발, 전자지도 품질보증 및 MSDI, 해양법, 조류, 해수면관련 세미나와 단기코스를 개발하기로 함
- 남미시시피 대학의 Category A교육과 국립해양조사원의 Category A 피교육생을 지원하는 관리체계를 논의하고, 2019-2020년 보드멤버를 정하고 멕시코와 튀니지아 피교육



PMB 9, 03.12-03.13 / 한국(부산)

생을 남미시시피 대학에서 받아들이기로 함. 기존에 EAHC에 국한해서 진행되었던 TFT교육을 IHO전체 회원국에게도 기회를 주기로 하고 해도제작분야 Category B와 TFT 지원자를 모집하는 문서를 회람하기로 함

- 본 회의결과는 EAHC의 TRDC에서 수행되고 여러 전문가의 협조로 준비된 이러닝 프로그램의 개발과 덴마크에서 개발한 MSDI 온라인 프로그램의 구현결과가 IHO의 능력배양활동으로 제3세계 국가에 큰 도움이 될 것으로 보고될 예정
- 능력배양 관리시스템의 개발현황에 대한 보고 결과 2019년에 바로 사용가능한 수준이고, 2021년에는 국립해양조사원이 지원하는 교육자 졸업생의 세미나를 차기 PMB11에서 개최될 가능성에 대해 동의

7. 제11차 수로서비스와 표준위원회 회의

11th Meeting of the Hydrographic Services and Standards Committee (HSSC-11)

05.06~05.09 / 남아공(케이프타운)

- 63명이 참석한 수로서비스 표준화 회의는 새의장으로 Magus Wallhagen(스웨덴)을 선출
- IHO 전략계획 초안을 검토하고 3차 IHO 이사회에서 논의된 사항을 보고함
- 제품사양개발자를 위한 가이드북(S-97)과 항해시스템의 상호운용성 사양(S-98) 새 문서를 보고하고 S-100기반의 산출물 준비단계에 대한 문서를 제안함
- 전자해도 워킹그룹에서는 S-58 테스트 데이터 셋을 Github에 올리고 정밀 수심자료를 생산하는 가이드라인을 발표하였으며 데이터 보안 스킴(S-63)까지 확장하여 설명함
- 서지워킹그룹 IHO와 IMO 하모니이제이션 활동 및 런던 회의, IMO 중심 e-Navigation 서비스개발 등을 발표
- 종이해도의 미래에 대한 설문조사 진행
- 캐나다는 S-100 점군데이터 파일럿 프로젝트를 소개하고 S-102로 저장하는 방식을 소개하고 S-57데이터와 함께 웹서비스 까지 가능한 것을 보여줌
- S-100 기반자료가 해양경찰규정도 적용되도록 미국에서 개발 중이며, S-57 오브젝트 카탈로그 개정작업을 진행함
- 이는 새로운 S-100 기반 제품으로 향후 이관될 수도 있으나 일단은 S-57사용자 그룹을 고려한 개정작업임을 밝힘
- 조류와 해류 관련 해양수로 조사팀의 활동보고와 수로용어사전 그룹 및 해양법자문 그룹 활동보고가 있었으며 다국어 수로용어사전에 대한 프로토타입 발표 진행



HSSC-11, 05.06-05.09 / 남아공(케이프타운)

https://www.iho.int/mtg_docs/com_wg/HSSC/HSSC11/HSSC11Docs.html

- 이의 국방 분야 워킹그룹, 케이블보호 위원회, 개방형 GIS 컨소시엄, 국제등대연합, 지리정보표준화 위원회, 해양방송위원회, IMO 등의 발표가 있었으며 INT2GIS 프로젝트는 2단계 진행, NOAA의 지표해류감시 시설 및 북극해자기장 변화에 대한 발표가 있었음

8. 제69차 IMO 기술협력위원회

69th Session of the IMO Technical Cooperation Committee

06.25~06.27 / 영국(런던)

- IMO 기술협력 위원회는 IMO 업무와 직간접적으로 관련된 기술적 협의를 진행하기 위하여 말레이시아 Zulkurnan Ayub 의 장을 중심으로 회의가 진행됨
- 임기택 사무총장은 해양커뮤니티에서 여성 활동의 중요성을 강조하고 기술위원회의 기여를 치하함
- 기술위원회 펀드는 1460만 달러로 능력배양 프로젝트에 주로 사용되었고 지역은 서중앙 아프리카, 태평양섬, 동부유럽, 라틴 아메리카와 캐리비안해 지역, 아랍과 지중해 지역으로 IHO와 IALA가 관여됨
- SDG 5번, 14번과 관련하여 세계해사대학과 파트너십을 강화하기로 함
- 하나의 움직임으로 기여하기 “Delivering as One” 를 기치로 하여 IMO-IOC-IALA의 지원으로 해양 국가들의 니즈를 파악하기로 함
- 각 회원국의 감사프로그램에 기술적 지원을 한 사례를 보고함. SOLAS 5장에 적합한 프로그램 구현을 실시하고 IHO는 관련 활동계획에 도움을 주기로 함
- 캐리비안해 국가들은 지역 전문해양관리자 워크숍을 자메이카에서 진행함. SOLAS 5장 9항을 의무화하기로 하고 중앙아메리카 여러 국가가 IHO 회원국이 되도록 하며 매년 워크숍을 진행하기로 함
- 기타 30주년 IMLI 기념식과 더불어 여러 편당 행사가 진행되었으며, 차기 일정은 2020년 6월 15일~17일로 잠정 결정됨
- Moacology행사가 진행되어 어린이들이 환경과 지속가능한 개발에 대한 인지를 돕도록 하였으며 프랑스 해양수로국의 도움으로 바다생물 보호지역에 대한 자료를 제공하여 실습을 하도록 함
- 구체적으로 수로조사, 해양과학에 대한 호기심을 자극하고 중요성을 인식하도록 하였고 해도를 직접 제작하여 집으로 가지고 가도록 함



69th Session of the IMO Technical Cooperation Committee, 06.25-06.27 / 영국(런던)

<http://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/TC/Pages/TC-69th-session.aspx>

우리나라에서 개최한 국제회의 : 국제수로기구(IHO) 산하 위원회 및 기술회의를 중심으로

2019년 상반기

2019년 상반기 우리나라에서는 국제수로기구(IHO) 산하 기술회의 및 UN 전문가회의, 양자회의, 국제훈련 등을 개최하였다.

제10차 국제수로기구(IHO) 해양공간정보 워킹그룹 회의 및 제1차 UN-GGIM 해양공간정보 워킹그룹 회의 개최

국립해양조사원은 3월4일부터 3월9일까지 부산에서 제10차 국제수로기구(IHO) 해양공간정보 워킹그룹 회의와 제1차 UN-GGIM 해양공간정보 워킹그룹 회의를 함께 개최하였다.

* 유엔 글로벌 공간정보관리 전문가 위원회(UN-GGIM: Global Geospatial Information Management expert committee)

** 국제수로기구(IHO: International Hydrographic Organization)

유엔은 전 지구의 지속가능한 발전을 위해 해양공간의 역할이 매우 중요함을 인식하고, 육상과 해양의 조화로운 발전을 위해 2017년에 해양공간정보 워킹그룹을 개설하였다. 워킹그룹 개설 이후 처음 열리는 회의가 한국에서 개최되었다는 점에서 그 의미가 매우 크다.

본 회의에는 해양공간정보 관련 국제 정책과 기술을 주도하고 있는 국내외 전문가 50여 명이 참여하여 실질적인 기술교류를 위한 열띤 토론의 장이 마련되었다. 본 회의에서는 해양



10th IHO MSDIWG and 1st UN-GGIM MGIWG 회의 (부산, 2019.03.04-09)

공간정보 관련 정책 및 기술, 해양공간정보체계 활용 사례 및 관련 표준 등과, 육지와 해양공간, 지역과 지역 간의 조화로운 발전 등이 주요 이슈로 논의 되었다. 한국은 동아시아수로위원회 해양공간정보 워킹그룹 의장국으로서 동아시아 지역의 해양공간정보 통합과 활용에 관한 논의를 주도하였다.

국제수로기구 및 정부간해양학위원회, 첫 공동 국제회의 개최

국립해양조사원은 4월 8일부터 13일까지 부산에서 ‘제4차 조석, 해수면 및 조류·해류 실무그룹 회의(TWCWG)’ 및 ‘제16차 전지구 해수면 관측시스템 전문가 회의(GLOSS-GE)’를 함께 개최하였다.

* TWCWG: Tides, Water Level and Currents Working Group

** GLOSS-GE: The Group of Experts for the Global Sea Level Observing System

국제수로기구(IHO) 산하의 ‘조석, 해수면 및 조류·해류 실무그룹(TWCWG)’은 항해안전정보 중 바닷물 높이와 흐름에 대



10th IHO MSDIWG and 1st UN-GGIM MGIWG 회의 (부산, 2019.03.04-09)



IHO 4th TWCWG and IOC 16th GLOSS 회의(부산, 2019.04.08-13)



국립해양조사원·피지수로국 양자회의(부산, 2019.01.10)



IHO 4th TWCWG and IOC 16th GLOSS 회의(부산, 2019.04.08-13)



국립해양조사원·피지수로국 해양조사선 착공행사(목포, 2019.01.11)

한 최신의 표준을 개발하기 위해 발족하였으며, 정부간해양 학위원회(IOC) 산하의 '전지구 해수면 관측시스템 전문가 그룹(GLOSS-GE)'은 전 세계 해수면 변동분석과 예측을 위한 자료의 표준화 및 공동 활용, 기술협력을 위해 설립되었다.

해양에 관한 중요 국제기구인 IHO와 IOC의 첫 공동 회의로써 프랑스, 미국 등 22개국 50여 명의 해외전문가들이 정확도 높은 해수면 관측기술, 자료 표준화, 예측기술 등에 대해 집중적으로 논의함으로써 두 국제기구의 기술개발에 많은 도움이 되었을 것으로 예상된다.

국립해양조사원은 우리나라의 조석관측 최신기술 개발 현황과 2021년부터 시작되는 '한국형 e-Navigation'에 서비스 할 해수유동 정보(S-111) 표준의 시범데이터 제작 사항을 발표하였다.

피지 해군 수로국과 양자회의 개최

국립해양조사원은 국제개발협력(ODA) 사업의 성공적인 추진을 위해 피지 해군 수로국과 양자회의를 실시하였다. 이번 양자회의를 통해 피지에 공여예정인 해양조사선 건조 추진

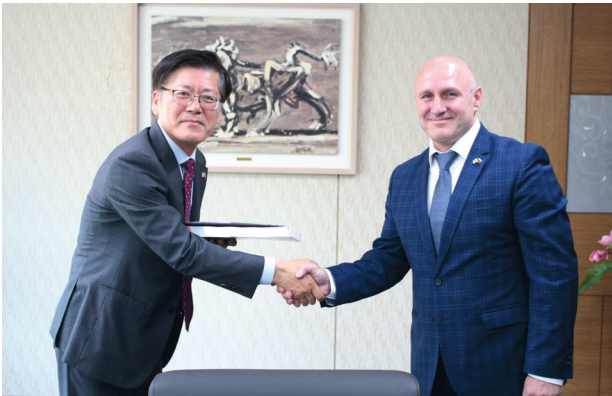
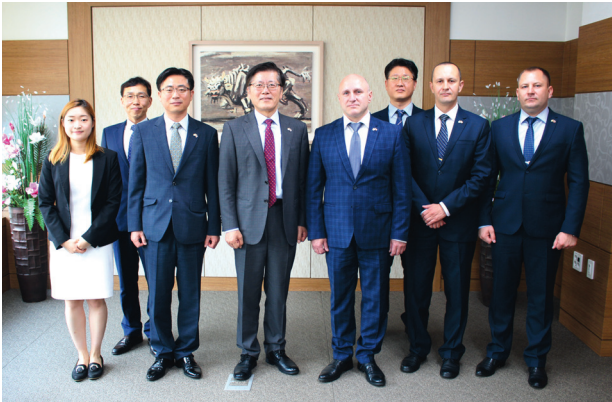
계획을 비롯하여 피지 관할해역에 대한 해양조사 등 공동 프로젝트를 통해 제작된 해도 판매권 등에 대한 논의를 진행하였다.

2016년부터 시작된 국립해양조사원과 피지의 협력 사업은 해수면 상승 모니터링 장비 지원하였으며, 피지 연안해역 공동 해양조사를 통해 기초 지형정보를 확보하고 이를 토대로 5종의 해도를 공동제작 하였다. 또한 피지의 수로측량 기술자 양성을 위한 교육훈련을 실시함과 동시에 올 하반기 공여를 목표 65톤급 해양조사선 건조를 착수하였다.

양자회의 종료 후 양측은 해양조사선이 건조 중인 조선소(목포조선공업)를 방문하여, 건조 과정을 순시하고 착공행사를 진행하는 것으로 일정을 마쳤다.

국립해양조사원, 러시아 수로국과 동반자 관계 구축

국립해양조사원은 6월 18일부터 19일 양일간 부산에서 제2차 한-러 수로기술 양자회의를 가졌다. 국립해양조사원과 러시아 수로국은 지난해 10월 러시아에서 양기관 간 수로기술 협력 업무협약(MOU)을 체결하고 매년 양자회의를 개최하기



제2차 한·러 수로기술 양자회의(부산, 2019.06.18-19)

로 결정한 바 있다.

양국은 이번 양자회의를 통해 안전한 항해를 지원하기 위한 양국간 협력 확대 필요성에 공감하고 항행통보, 수로도서지 목록 등 해양정보 교환, 수로측량 및 해양관측 기술 교류를 추진하기로 논의하였으며, 앞으로 매년 수로기술회의를 교차 개최하여 상호간 실질적인 기술교류와 정보교환을 추진할 예정이다.

KOICA 해양조사 기술연수 개최

국립해양조사원은 6월 9일부터 29일까지 부산에서 인도네시아, 페루, 몬테네그로 등 8개국 16명의 해양조사 공무원을 초청해 기술연수를 실시하였다. 국립해양조사원은 이번 연수에 전자해도*가 보편화 되지 않은 개발도상국 공무원을 대상으로 전자해도 제작 실무를 중점적으로 교육하였다.

* 차량의 내비게이션과 같은 역할로써 기존의 종이해도를 디지털화하여 화면에 표출하는 해도, 레이더와 함께 안전운항에 필수적인 항해 장비

특히 우리나라는 전자해도 분야에서 세계를 선도하는 국가 중 하나로, 이번 연수에서 전자해도 이론과 제작 실습에 많은 시간을 배정함으로써 연수생이 귀국하여 한국에서 배운 기술을 실질적으로 활용할 수 있도록 하는데 목표를 두었다. 한편, 부산항 조위관측소 견학, 해양조사선 “해양 2000호” 승선 실습 등 체험 위주의 활동과 우리나라의 차세대 전자해도 표준 연구 현황을 연수생에게 공유하는 등 연수생이 한국의 선진 해양조사기술을 직접 경험할 수 있는 시간을 가졌다.



KOICA 해양조사 기술연수 개최(부산, 2019.06.09-29)

항공측량의 변화: 개념으로 시작하여 타당성 검토수준에 이른다

HydroInternational 2018년 4월호

2005년에 프랑스 해군 해양수로국 (SHOM)과 프랑스 지리정보원(IGN)은 프랑스 인구밀집지역의 해안 조사를 여러 차례 실행하고 Litto3D라는 국가 프로젝트의 일환으로 타 지역의 관할권을 조사한 바 있다.

2005년 당시 연안지역에 대한 조사는 매우 빈약하였다. 따라서 항공측심라이다 데이터는 연안지역의 연속적 지형고도 데이터 셋을 생성하는데 사용되었다. 이 프로젝트는 안전관리, 즉 홍수 산사태 지진 등의 자연재해 방지와 관리를 첫 번째 목적으로 하고, 이외에 경제개발 전략 및 환경보호 정책 지원을 두 번째 목적으로, 연안지역의 지형과 수심에 대한 지식을 확대하기 위한 과학연구 지원을 마지막 목적으로 삼았다.

준비과정

2005년부터 2015년까지 SHOM은 항공탐재 라이다 측량장비를 가지고 있는 항공회사와 데이터 획득관련 계약을 맺고 측량을 수행하였다. 2016년 2월에 프랑스 환경부에서는 Litto3D 프로젝트를 공식적으로 결정하였다. 이로써 지역 항공라이다 측량비용의 절반을 직접 편당을 통해 확보할 수 있었다.

이러한 결정은 새로운 시각을 열어주게 되는데, 측량회사와의 계약 대신, SHOM이 직접 기관의 항공라이다 장비를 운영할 수 있게 되었다는 점이며, 또한 예산지원이 보장되었다는 점이다. 3년간의 전체 서비스를 위하여 제안요청서를 받고, 선정된 업체가 수심측량장비 뿐만 아니라 비행기와 비행사, 레이저 장비 운영자를 지원하고 교육까지 제공하게 되었다 (그림 1). 이외에도 유지보수와 검·보정, 비행허가, 보험정책 등의 행정적인 지원을 하였다.

계획 및 지도제작 미션

라이카 지오시스템과 CAE항공사가 업체로 선정되어 종합적인 이론과 실무 차원의 훈련 프로그램을 SHOM 팀에게 전수하였으며, 그 프로그램은 라이다 장비의 운용뿐만 아니라 관련 소프트웨어를 숙지시키는 교육내용을 포함하였다. 1차 조사는 노르망디와 프랑스 북부해안(그림2)지역을 대상으로 하여 수심측량 및 지형라이다 시스템인 다중분광 센서 라이카

Hawkeye III 제품을 사용하였으며, 세스나 208그랜드 카라반 위에 장착되었다. 2016년 웨부흐에서 데이터를 취득하는 동안 대기환경은 매우 안정되어, 구름과 안개가 적고 파도도 잔잔한 상태로 양호한 환경 하에 전체 데이터셋을 확보할 수 있었다. 라이카 MissionPro 라는 소프트웨어는 3차원의 지구본 가시화기능이 있어, 비행계획과 준비에 도움을 주었다. 비행관리와 센서 컨트롤 시스템은 데이터 획득에 기여하였다.



그림 1. 비행 준비 중인 SHOM의 라이다 운영팀 사진



그림 2. SHOM의 노르망디와 북쪽해안 조사지역



그림 3. 세스나 208에 장착된 HawkEyeIII 시스템

1차 데이터 획득 결과는 SHOM의 기대 이상으로 훌륭했으며, 영국해협 수색은 대체로 수직적으로 탁함에도 불구하고 5미터 등심선 작성이라는 기준을 만족하였다. 많은 지역에서 레이저는 10미터 깊이까지 투과할 수 있었다. 본 작업에서 추출된 퇴적지형의 모습은 매우 인상적이었다. 첫 항공수심측량 비행은 SHOM은 코탕탱 반도 서쪽 부분만을 계획하였으나, 4주 후에는 북쪽 전체와 동쪽 반 정도의 범위를 커버할 수 있었고 해안선의 길이로 표현하자면 300km에 달한다. 라이카 지오시스템 기술은 첫 미션에서 실패 없이 완벽한 성과를 거두었다.

도전

새로운 기술의 긍정적인 발견에 이어, SHOM은 노르망디와 북프랑스 지역까지 2017년에 지속적으로 해양조사를 지속하였다. La Manche(영국해협의 프랑스 명) 해안선을 따라서 노르망디의 Mont-Saint-Michel(몽셀미셸)의 발르에서 벨기에 영해 전까지 조사하였다. 두 번 이상의 수심측량을 5월~7월, 8월~9월에 수행했고, 2018년 중반에 완벽한 지형자료를 생산할 수 있었다. 기대 목표는 5미터 등심선과 내륙으로는 400미터 지역까지 커버하는 것이며, 항공라이다의 기술로 달성되었다.

이후 측량 작업은 매우 어려운 도전이었다. 알려진 바와 같이 몽셀미셸은 유럽에서 조차가 가장 커서 천문조석으로 최고조

와 최저조의 차이는 14미터 이상이다. 썰물 때 정확히 스케줄을 잡으면 밀물 때 도움이 되기도 했다. 좋지 못한 기상 상태는 극복해야 할 또 하나의 장애물도 하였지만 가장 큰 애로사항은 영국해협의 해수 탁도가 높다는 점이었다. SHOM은 HawkEyeIII를 잘 이용하여 고해상도의 정확한 수심자료와 지형데이터를 제공할 수 있었다.

이러한 측량조사에 있어 가장 중요한 목표 중의 하나는 지형데이터와 수심데이터의 연결이 자연스럽게 이어지는 것이며, 육지와 바다 부분의 인터페이스는 쉽게 해결하지 못한다. 조석과 조류 그리고 바람, 탁도가 높은 바다상태, 유체 등은 해안선 가까이에서 쉽게 누적되어 나타나는 경향이 있다. 하구의 경우도 그러하고 비가 온 뒤의 상당한 양의 퇴적물은 항공라이다의 광학센서의 데이터 취득을 부분적으로 방해하기도 한다. 쇄파는 백파까지 만들어 레이저가 통과할 수 없다. 따라서 가장 도전적이고 어려운 환경은 바로 육지의 접면에 해당되는 수심 0미터에서 10미터 깊이이다. 그러나 지형-측심 라이다 데이터는 2012년 처음 시작된 이후에 기술적인 어려움을 계속 타개해왔으며, 일반적인 수심측량만큼 강력하지는 못하지만, 고주파 반복빈도 기술로써 제곱미터 당 3~4개의 밀집도로 점군을 제공해준다.

HawkEyeIII는 Leica Chiroptera 지형-측심 시스템을 포함하고 있어서 육지-바다의 연속성을 확보하고 다양한 센서(3개 채널: Topo, Shallow, Deep)를 동시에 보유하고 있다. 이 기

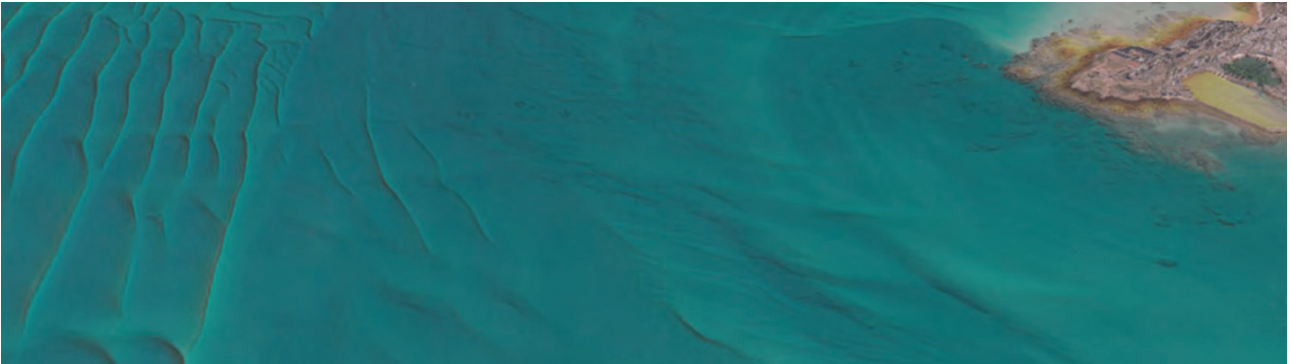


그림 4. 노르망디 그랑빌의 최종 수치표고자료모델

술로 인해서 SHOM은 Digital Terrain Model(DTM)에 불연속이 없이 최종산출물을 생산할 수 있다(그림4와 그림 5). Litto 3D 지리적 기준 프레임은 프랑스의 대도시와 프랑스 해외 영토에서 다양한 용도로 사용되는데, 관할권 모니터링, 해안선 관리, 경제적 개발, 환경보호 및 위험예방 등이 해당된다. 특별히, 쓰나미, 폭풍, 장기 해수면 상승 등에 의한 해안 범람을 모델링하는데 대표적인 활용분야이다. 잘못된 데이터는 이러한 연구에서 왜곡을 불러일으키고, 과학자 집단에서 수용되기 어려우며, 또한 각 지역의 관련자들도 받아들일 수 없다. Litto3D는 연안지역에 대한 의사결정에 큰 도움을 준다.

소프트웨어 측면에서 라이카 지오시스템은 Leica LSS(Lidar Survey Studio) 소프트웨어를 제공하여 파동과 위치자료 전처리를 수행하여 잘 분류된 점군을 생성하도록 해준다. LSS의 주요 기능은 혼탁수 개선(Turbid Water Enhancement) 알고리즘으로 지형이 복잡한 지역에서 큰 도움을 준다. SHOM팀은 앞에서 언급한 세 곳, Shallow, Deep, Topo 데이터를 동시에 취득하면서, 같은 위치에서 사진촬영을 하여 전체적인 모습을 볼 수 있다. 비용효과 측면에서 선박측량과 항공측량 시기가 다를 경우, 데이터를 합치는데 여러 복잡한 문제가 발생하는데 본 기술을 적용하여 저비용으로 해결될 수 있고, 또한 데이터 합치는 작업은 더 이상 필요하지 않게 되었다.

혁신적 솔루션

SHOM은 측량이 어려운 지역에서는 라이카시스템과 더불어 측량을 수행하고 파트너로서 프로젝트의 여러 측면에서 지원을 받아가면서 과업을 진행하였다. 시스템 장착, 검·보정, 기술적 항공운항 부분의 도움도 필수적이다. 라이더 기술은 다양한 자연재해 모니터링기술에 널리 사용되어 왔다. 프랑스의 법적 측지시스템 RGF93에 기초하여 좌표의 절대정밀도가 육지에서는 20cm 이내, 해양에서는 40cm 이내여야 한다는 것을 고려하면, 획득된 데이터의 고정밀성에도 불구하고 요구하는 측량 조건 즉 “완전한 해저 조사 full seafloor search”까지는 물론 만족시킬 수는 없다. 그러나 SHOM은 항공수심측량 데이터 셋을 IHO S-57에서 규정하는 제품으로 CATZOC B에 해당하는 제품으로 명명하여 사용하고 있다.

저자소개

Yves Pastol(이브 파스틀), Yevs-Marie Tanguy(이브 마리 탄귀)는 각각 Littoral 3D의 책임자, SHOM의 프로젝트 팀장이다.



그림 5. 비행 준비 중인 SHOM의 라이더 운영팀 사진

수로측량: 우리는 어디에 서있나?

Hydro International 2018년 11월호

■ 해저지형의 지도화의 정확도는 끊임없이 높아지고 있다.

수로측량은 매우 구체적이며 이동식 측량 플랫폼에 부착된 고사양의 위치 센서와 정교한 부가장치들뿐만 아니라 모든 데이터를 정확하게 조합 할 수 있는 정교한 소프트웨어가 필요하다. 관련 업계 종사자에게 지난 10년 동안의 발전은 혁명이라기보다는 진화처럼 느껴질 수 있다. 10년, 20년 또는 30년을 되돌아보면 수로측량 분야가 엄청난 도약을 했다는 것을 알 수 있다. 수로측량은 어디에 서있고, 가까운 미래에 무엇을 기대할 수 있을까? 이 글에서는 현 시점에서 과거와 비교해 보고, 가까운 미래와 더 먼 미래에 대한 통찰력을 가져 보려한다.

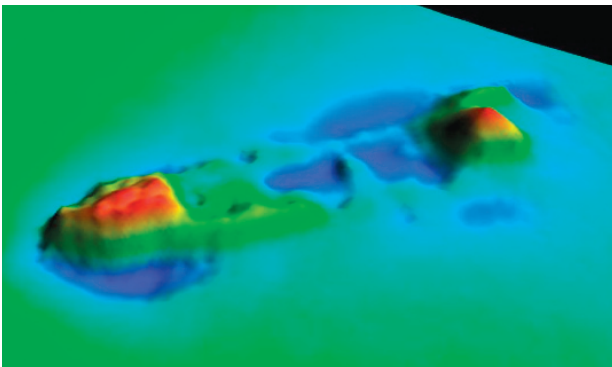


그림 1. 침선의 초기 멀티빔 이미지(Simrad 950)

멀티빔(Multibeam)

데이터 수집에 있어 수로측량사들은 측심자료를 얻는 것이 항상 가장 우선이고 중요하였다. 연추와 줄을 사용하던 시대를 지나, 음향을 사용하는 싱글빔 음향측심기는 1920년대와 1930년대의 표준이 되었다. Simrad(현재 Kongsberg) EM100 및 Reson(현재 Teledyne Reson) 9001과 같은 상용 멀티빔 시스템은 1980년대 후반에 처음 소개되었다. 그러나 멀티빔은 매우 비싼 측량기구로 여전히 싱글빔 음향측심기가 일반적으로 사용되었다. 지난 10년 동안, 멀티빔은 많은 프로젝트에서 싱글빔 음향측심기 대체하였다. 시장 저변부에서는 초기 멀티빔을 능가하는 비용대비 효율 좋은 멀티빔 솔루션들

을 찾을 수 있으며, 반면 시장 상층부에서는 보다 고성능의 새로운 멀티빔을 볼 수 있다.

초기 단계의 멀티빔 시스템을 위한 비용 절감의 주요 개발 외에도, 이제는 많은 시스템에서 후방 산란(Back Scattering), 사이드스캔 소나 같은 데이터, 수주(Water column) 이미지 등을 제공한다. 이를 통해 사용자는 해저 수심을 매핑할 수 있을 뿐만 아니라, 수주의 반사와 해저 반사의 강도를 모두 매핑할 수 있다. 더 작은 빔 폭과 더 높은 주파수 및 더 넓은 Swath 각으로의 발전은 수로측량사가 더욱 상세한 정보를 수집할 수 있다는 것을 의미한다.

현대의 고급 사양 멀티빔 음향측심기는 얇은 물에서도 밀리미터 분해능을 이용하여 초당 5만개의 수심값을 쉽게 생성한다. 예를 들어 비슷한 조건에서 초당 900개의 수심을 생성하는 Reson Seabat 9001과 비교하면 측심밀도는 약 30년 동안 50배 이상이 증가했다. 동시에 빔의 각도는 약 1.5도에서 0.3도로 작아져 분해능은 약 5배 증가하였다.

사이드스캔 소나(Side-scan Sonar)

30년 전 대부분의 수로측량에서 침선과 같은 물체를 찾고자 측심선박의 주행선(線) 사이를 탐사하는데 사이드스캔 소나를 사용하였다. 멀티빔 음향측심기의 사용이 증가함에 따라 사이드스캔 소나는 해저나 그 위에 위치한 물체의 고해상도 이미지를 생산하고자 하는 사람들을 중심으로 여전히 사용되고 있다. 그러나 사이드스캔 소나 또한 이전보다 2배에서 3배 빠른 속도로 더 자세한 이미지를 생산할 수 있는 방향으로 기술 발전을 이루었다. 또한 주파수의 증가는 더 짧아진 탐사거리의 희생에도 불구하고 더 높은 해상도 이미지를 얻게 해준다. 이러한 발전을 통해, 현재 많은 사이드스캔 소나가 수로측량에서 멀티빔과 사이드스캔 소나의 차이를 줄여가고 있다. 결과적으로, 어떤 측량회사에서는 수로측량을 위해 멀티빔과 사이드스캔 소나 중의 선택이 논란의 대상이 될 수 있다.

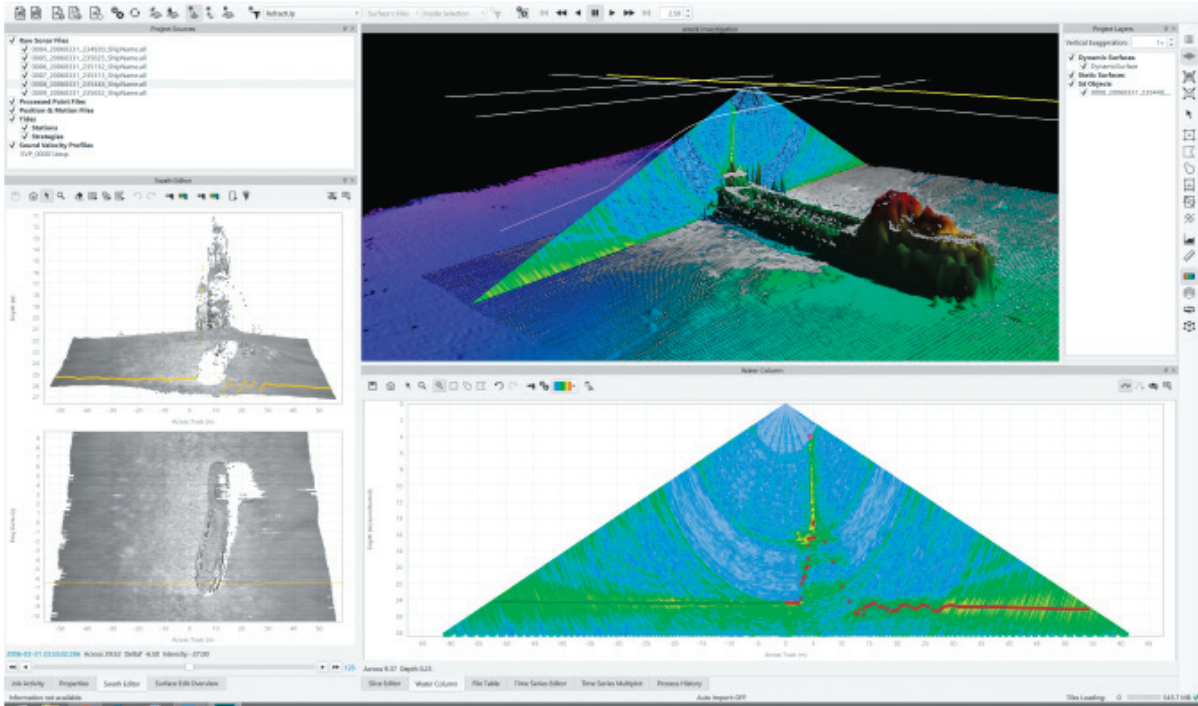


그림 2. 침선의 최신 멀티 빔 데이터 (출처: QPS)

레이저 이미징(Laser Imaging)

1990년대 초반에 처음으로 해저지형 Lidar 시스템이 소개되었고, 그 다음으로 레이저 스캐닝이 등장하였다. 최근에는 수중 레이저 이미징 시스템이 개발되어 사용하기에 이르렀다. 이 시스템은 지상 레이저 스캐너와 비교할 수 있으며, ROV에 장착하거나 해저에 삼각대를 사용하여 설치할 수 있다. 이것은 파이프라인 밸브나 침선과 같은 수중 물체의 고해상도 이미지를 생산할 수 있다. 해저지형 Lidar처럼 레이저 이미징 또한 깨끗한 물에서만 제한적으로 사용이 가능하지만 다른 색상의 레이저 광선을 사용함으로써 시스템의 사용 범위가 어느 정도 확대 되었다.

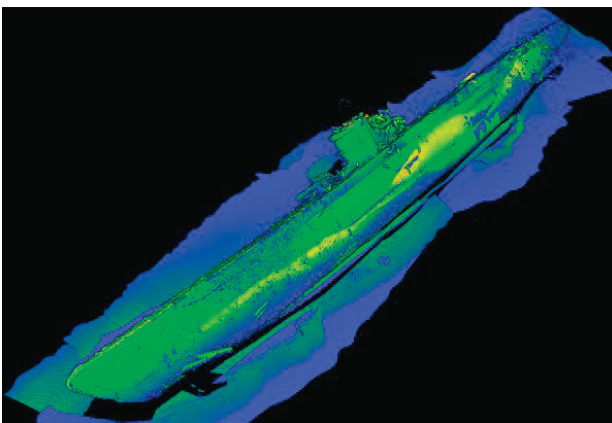


그림 3. 잠수함 레이저 스캔 (출처: Eiva)

위성측위시스템(GNSS: Global Navigation Satellite System)

수세기 동안, 연안 근처에서의 위치측정은 육분의(sextant)가 사용되었다. 전자항법 시스템의 도입으로 육분기는 많은 수로측량 과업에서 서서히 대체되었지만, 1990년대 초까지도 여전히 사용되었음을 알 수 있다. GPS는 30년 전에 수로측량 분야에 도입되었다. 그 당시 많은 수로측량업체들의 주력은 Sercel NR103으로, 10개의 채널과 병렬처리의 DGPS 수신기이었다. 1990년대 중반에는 RTK와 같은 반송파 위성측정 기법이 처음으로 해안선 내외측 측량 사업에 도입되었다. 측량사들은 RTK를 자체 기지국과 함께 사용하였다. 근해 측량사들은 수 미터의 정확도를 달성하는 것만으로도 만족했지만, 해안선 내측에서는 수 센티미터의 정확도를 달성할 수 있었다. 대체 측위시스템으로 Hyperfix나 전용 토털 스테이션은 여전히 사용되다가 서서히 폐지되었다.

지난 수십 년 동안 GPS는 글로나스(Glonass), 갈릴레오(Galileo), 베이두(Beidou)와 함께 4개의 GNSS(위성측위시스템) 중 하나에 불과하였다. 예전 기술의 정확성은 떨어지지만 꾸준히 향상되어 현재는 10여년 전에 유사기술에 비해 약 2배 향상되었다. 현대 GNSS 수신기의 어떤 것은 수 백개의 수신 채널을 가진 것도 있지만 본질적으로 여전히 같은 기능을 수행하며, 더 빠른 속도를 내고 있다. 초기화 속도는 수십 분에



그림 4. 초기 Sercel NR103 GPS 수신기



그림 5. 최신 Trimble SPS855 선박용 GNSS 수신기 (출처: Trimble)

서 단 몇 초로 단축되었으며, 출력 속도는 초당 한 번이 아니라 수십 개까지 증가하였다.

2000년대 초반에야, 최초의 PPP 기법(Precise Point Positioning solutions: 정밀 포인트 포지셔닝 솔루션)을 상업적으로 사용할 수 있게 되었다. 근해 수로측량사업에서, 이러한 것들은 현재 대부분의 프로젝트에서 표준으로 되어 있으며, 근해측량 선박에서 수평위치는 데시미터, 수직은 약간 더 큰 정확도를 제공한다.

음향위치측정(Acoustic Positioning)

GNSS는 수중에서는 작동하지 않는다. 따라서 1930년대부터 음향을 활용한 기술이 개발되기 시작하였다.(무선음향측정 등) 1960년대에 들어서 오늘날 우리가 알고 있는 음향위치측정기술이 본격적으로 적용되기 시작하였다. 수년에 걸쳐 이 분야의 시스템은 노이즈에 훨씬 더 탄력적이고 측정 정확도가 향상된 현재의 시스템으로 발전하였다.

관성 항법(Inertial Navigation)

30년 전, 관성항법은 잠수함이나 크루즈미사일을 위한 것이었다. 그래서 싱글 빔에서는 히브 저감장치로 만족하였다. 그러던 중 멀티빔이 도입되면서 모션 센서가 표준이 되었다. 지난 10년 동안 모션 센서는 세가지 방향으로 발전하였다. 첫 번

째로 MEMS 기술을 사용하여 크기를 축소하였으며, 드론 위치 측정과 같이 다양한 응용 분야에서 활용되고 있다. 두 번째는 크기를 줄이지 않고 정확도를 높여 움직임이 있는 경우에도 0.1도 미만의 정확도를 유지한다는 점이다.

최근에 개발된 것은 수중 측위뿐만 아니라 교량 하부와 같은 어려운 지역에서의 측량 등 수로측량에서는 관성항법 기술을 최대한 사용하고 있다. 수로기술 분야에서 관성항법의 사용은 GPS와 함께, TSS Pos-MV (현재 Teledyne) 및 Kongsberg Seapath 시스템과 같은 자세 측정 시스템의 도입으로 시작되었다. 이러한 시스템은 약간의 관성 능력은 있지만 주로 정확하고 안정적인 헤딩을 계산하도록 설계되었다. 최근에는 고품질 관성 모션 센서를 갖추고, GNSS, ADCP 또는 수중 측위 시스템의 도움을 받는 완전한 관성 시스템을 볼 수 있다.

측량 플랫폼(Survey Platforms)

수세기 동안 수로 측량은 크고 작은 유인 조사선을 통해 수행되었다. 1960년대에는 주로 해저면영상탐사기(SSS)에 사용하는 수중예인체가 도입되었다. 그러나 수중 예인체는 근해 플랫폼과 같은 물체 주변의 탐지에는 적합하지 않았다. 1980년대 경, 수로측량 산업은 원격제어 무인잠수정(ROV: Remotely Operated Vehicle)의 도입을 맞게 되어, 센서를 해저에 더 가까이 접근하게 할 수 있었으며, 가장 중요한 것은 센서의 이동경로를 제어할 수 있게 되었다는 것이다. 수중예인체와 같이 ROV 또한 케이블로 모션과 연결되어 있지만 제어 가능한 스티어링(방향전환이 쉬운 추진기)를 사용하여 연결 케이블이 갈 수 있는 곳이면 어디든지 움직일 수 있다.

약 20년 전에는 최초의 자율형 무인잠수정(AUV: Autonomous Underwater Vehicle)이 도입되었다. AUV는 연결 케이블을 사용하지 않아 자유롭게 이동이 가능하며, 특정 측정 방식을 따르도록 사전에 프로그래밍 되어 있다. 그 결과, 모션은 AUV가 측정하는 동안 다른 작업을 수행하거나 점점 더 많은 것을 볼 수 있으며, 모션은 동시에 여러 개의 AUV를 운영할 수 있다. 유인선박과 ROV, AUV는 자율운항선박(ASV: Autonomous Surface Vessel)으로 결합될 수 있고, 연안지역과 해안선 내측에서는 무인비행체(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)로 결합된다. 후자는 드론 또는 항공드론이라 알려져 있으며, 장난감 가게에서도 찾아 볼 수 있지만 현재는 준설산업에서도 사용된다. 자율운항선박(ASV)는 현재 수로측량에 사용되기 시작했다.

소프트웨어

프로세싱 소프트웨어와 매핑 프로그램이 초기 멀티빔의 데이터 로드로 어려움을 겪다가 처리 능력이 더 이상 데이터 수집의 제한 요소가 되지 않는 수준에 도달하였다. 그러나 대부분의 프로젝트에서 효율적인 데이터 수집 프로세스를 가능하게 하는데 필요한 자동 데이터 필터과정이 다양하게 도입됨에 따라 처리되는 데이터의 양이 증가했다. 수주(water column) 심도측정은 더 많은 데이터를 추가하게 되며, 현재의 소프트웨어 세대는 이러한 대량의 데이터에 서서히 적응하고 있다.

과거에는 수로측량 성과물은 ‘종이’지도(일부는 PDF)였지만, 이제는 데이터가 데이터베이스에 저장되는 통합 데이터 관리가 점점 더 중요한 데이터 관리 기능으로 볼 수 있다. 이 데이터베이스를 통해 원하는 방식으로 제품의 배포와 생산을 만들 수 있을 뿐만 아니라 수로측량에서 보다 엄격한 정보 관리 기술을 도입하여야 할 것이다. 전통적인 수로측량 데이터와 함께 객체 및 속성 데이터가 추가됨에 따라 최종 해도를 생성하는 것보다 더 많은 목적을 위해 수로측량사의 작업도구의 일부로 GIS를 사용하게 되었다.

미래

위의 글을 통해 우리는 지난 10여 년 동안 수로측량의 두 가지 추세를 볼 수 있다. 하나는 센서 시스템의 정확도가 계속 높아지고 있다는 것이다. 더 빠른 속도, 더 높은 정확도, 더 많은 데이터의 취득 추세는 끝나지 않은 것으로 보이며, 향후 10여 년 동안은 이러한 개발이 계속 될 것으로 예상된다.

또한 기술 개발이 일부 기본 정보를 따라 잡고 있다는 것을 알 수 있다. 예를 들어, PPP의 개발은 현재의 지오이드 모델이 정확성과 해상도가 부족하다는 것을 의미한다.(특히 해상에서) 결과적으로 그 기술로는 충분히 사용할 수 없다는 것이다. 향후 10년 동안, 더 정확한 지오이드 모델이 개발 될 것이다. 원시데이터는 이미 수집되고 있으며 이 데이터는 지질학자들에 의해 모델로 만들어지기를 기다리고 있다.

마찬가지로 자율 선박의 개발이 시작되고 있다. 향후 10년 동안 우리는 완전한 자율 항해를 위한 더 많은 개발 과정을 볼 수 있을 것이다. 보다 중요한 것은 얇은 해역이나 제한된 해역에서도 항해가 가능한 장소를 찾아낼 수 있을 것이다. 하지만 육지와 마찬가지로 현재의 수로 관련 규정은 아직 이러한 개발에 적합하지 않다.

✍ 저자소개 Huibert Jan Lekkerkerk

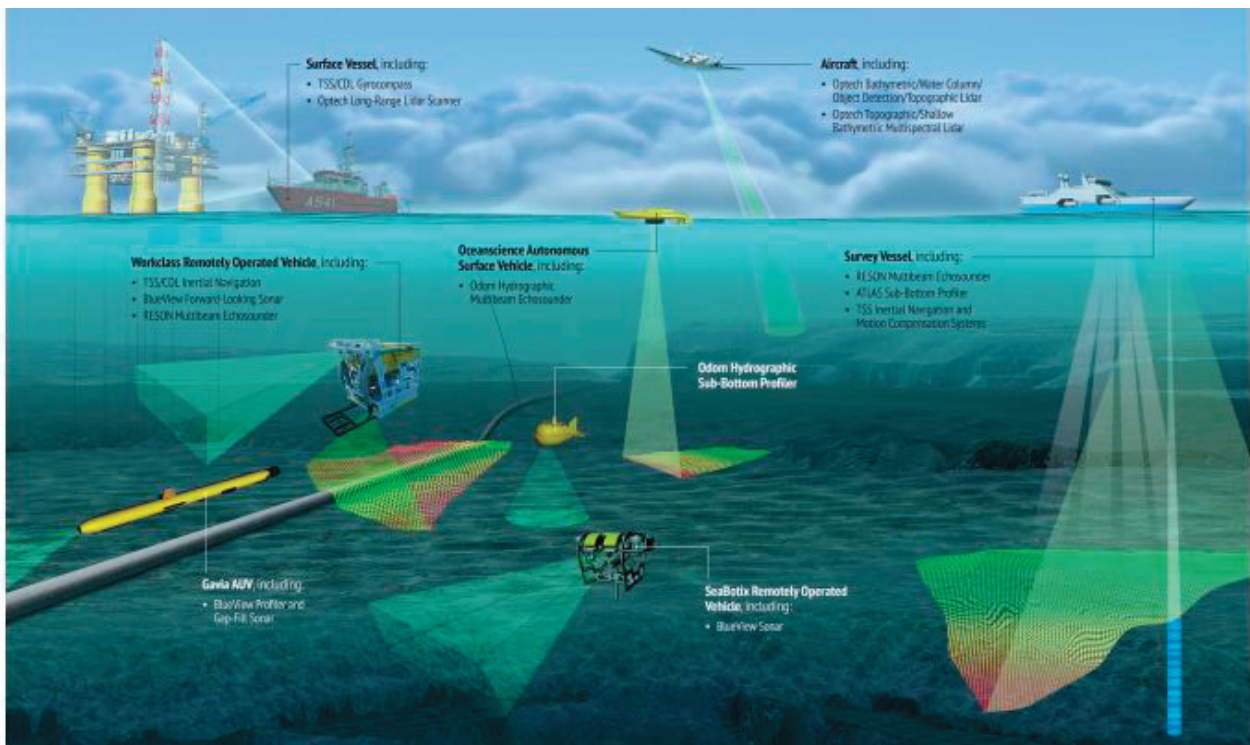


그림 6. 측량 플랫폼 및 센서 개요 (출처: Teledyne Reson)

해저 파이프라인 조사를 위한 고속 수중원격탐사장비(URV) 분야 기술동향

Hydro International 2019년 4월호

파이프라인 측량 산업은 과거 2~3년간 장족의 기술혁신을 겪고 있으며, 그 결과로 얻어진 편익과 도전과제에 대한 사람들의 이해는 시작 단계에 있다. 최근 해저 운용에 있어서 비용효율적인 측면은 해상 에너지 산업에 핵심 이슈 중에 하나가 되었다.

본 기사는 해저 현장에 설치된 해저 시설물의 급격한 증가와 더불어 해저자산 조사의 혁신적 접근법의 필요성이 부상되고 있음에 주목하여 수중 파이프라인 측량 시장의 변화에 대하여 기술하고자 한다. 이를 위해 요구되는 솔루션은 가격 효율이 높아야 하고, 데이터 품질이 좋아야 하며 동시에 미래기술을 지원할 수 있는 플랫폼을 제공할 수 있어야 한다는 점이다.

고속 원격탐사장치(ROV)와 공간적으로 좌표화된 고해상도 비디오(video) 및 정지 영상(still image)은 과거 방식을 벗어나 미래 요구에 따른 기술적 변혁의 중심에 있다. 과거의 파이프라인 측량은 예인하는 선으로 연결된 사이드스캔소나(SSS)나 전통적인 원격탐사장비(ROV) 또는 일반적 육안검사(GVI) 방법이 주를 이루었다. 이러한 기술 접목을 가속화시키는 동력은 비용 효과성에 있다. 즉 운항일수를 줄여 기술자의 건강, 안전, 환경에 모두 도움이 되며, 탄소 발자국을 감소시킬 수 있다. 고속 원격탐사장치(ROV) 측량은 비용절감의 요구와 더불어 현재와 미래의 디지털 기술접목을 위한 플랫폼을 동시에 제공한다. 고속 원격탐사장치(ROV)는 수심측량속도를 개선하여 원양에서 데이터를 획득하는 시간을 반으로 줄여주고 있다.

UHD 정지 카메라와 레이저 등의 기술적 발전은 파이프라인 측량을 위한 데이터 취득에 일대 변혁을 가져오고 있다. 반대로 이러한 기술은 새로운 데이터에 대한 접근성을 확보하게 해주며, 상세수준의 격자자료(LoD), 모자이크된 정사영상 및 고밀도 3D 점 클라우드 모델 등을 제공해준다. 이는 빠른 디지털검사(FDI: fast digital inspection) 측량의 혁신을 지원하며 파이프라인 관리방법의 새로운 장을 열면서 자동 영상처리, 위치가 포함된 멀티빔 음향측심 처리와 자동 이벤트화 등 여러 기술의 경계를 허물고 있다.

과거, 현재 그리고 미래

음향측심을 포함하여 파이프라인 조사의 전통적인 방법은 관심지역에서 ROV 점 잠수에 의한 ROTV와 같이 예인되는 플랫폼에 사이드 스캔소나(SSS)를 장착하여 정보를 취득하는 것이다. 또 다른 방법은 비디오 카메라를 이용하는 ROV의 육안검사(General Visual Inspection: GVI), 멀티빔 음향측심기, 파이프트래커(pipetracker) 및 접촉 횡단면(CP) 등이 있다. 최근에는 고속 육안검사(fast General Visual Inspection: FGVI)와 최근에는 고속 디지털검사(FDI: fast digital inspection)가 전통적인 조사방법을 대체해 오고 있다. 고속 육안검사(fast General Visual Inspection; FGVI)는 육안검사(General Visual Inspection)와 비슷하지만 속도가 매우 빠르다는 점이다. 이는 HD 카메라와 개선된 멀티빔 음향측심 및 고속 원격탐사장치(ROV)가 있기에 가능하다. 고속 디지털검사(FDI: fast digital inspection) 측량은 최근 파이프라인을 검사하는 최신방법으로 UHD카메라와 레이저, 고속 원격탐사장치(ROV)를 사용함으로써 사진측량 성과를 제공하고 멀티빔 음향측심의 완전탐사범위와 횡단면도(CP)의 경사도를 제공하며, 역사적인 음향측심에 비교할 만큼 빠른 속도로 수행이 가능하다.

DeepOcean이라는 제품은 2017년 고속 디지털검사(FDI: fast digital inspection) 측량분야의 최초 적용제품으로 그 이후 ROV의 속도가 빨라지면서 파이프라인 검사의 소요 시간

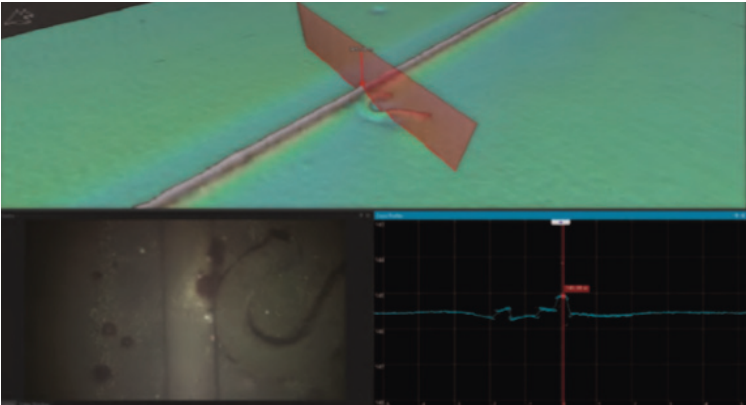


그림 1. DTM과 동시에 취득되는 UHD 정지영상과 종횡단면도



그림 2. 빠른 원격탐사장치(ROV)

도 대폭 감소하였다. 2018년에 고속 육안검사(fast General Visual Inspection; FGVI) 속도는 4km/h 수준으로 실무급 ROV에서 수행했던 고속 육안검사(fast General Visual Inspection; FGVI)보다 약 2배 빠르며, 육안검사(GVI)에 비해서는 4배정도 빠르다. 고속 디지털검사(FDI: fast digital inspection)의 평균 속도는 2018년이 되면서 5km/h 속도로 더욱 개선되었다.

새로운 원격탐사장치(ROV)의 탄생

고속 원격탐사장치(ROV)는 다중 측량 방법 간에 서로 전환할 수 있으며, 센서 구성을 위해 약간의 조정을 통해 하나의 조사 장치 해법을 제공할 수 있다. 이러한 전환은 FDI 모드와 FGVI 간에 카메라 팔의 위치를 낮추고 고도를 낮춤으로써 변경이 가능하며, 만약 파이프트래커가 요구된다면 더 쉽게 볼트를 설치하고 삽입 후 바로 작동할 수 있게 된다. 또한 사이드스캔 소나(SSS)와 천부지층탐사기(SVP)가 결합된 경우, 고속 원격탐사장치(ROV)는 고속 디지털검사(FDI: fast digital inspection) 또는 고속 육안검사(fast General Visual Inspection; FGVI)를 장착하여 파이프라인 검사 모드로부터 음향측심선 또는 그리드 측심 모드로 이음매 없이 전환할 수 있다.

고속 원격탐사장치(ROV)는 최근 측량과정에 있어 여러 형태로 안정성을 높일 수 있도록 플랫폼 역할을 수행하는 자동화된 스테이션(station)을 이용한다. 하이브리드란 고속 원격탐사장치(ROV)(주어진 플랫폼에서 바로 작성 시작 가능한)가 수중자율장치(AUV)와 같은 속도로 측량을 수행할 수 있다는 것이다. 추가적인 기능으로는 승무원에 의한 즉흥적인 물 표조사나 횡단면도의 접촉 독취와 같은 것을 추가할 수 있다. 현재 자동화된 프로그램의 정교함으로 인해 사람에 의한 조종은 민감한 해저 자산 주변을 조사할 때에 더 안전한 옵션이 된다.

변화 사례

역사적으로 음향측심 행위는 ROV 점 잠수와 함께 개별 행위에 따라 제한된 결과만 얻는 시간 소모적인 일이었다. 또한 한 지점에서만 잠수를 수행하고, 사이드스캔소나(SSS) 데이터의 잘못된 해석으로 아무런 결과를 얻지 못하는 경우도 있었다.

고속 디지털검사(FDI: fast digital inspection)가 등장하면서 관심영역을 온라인으로 손쉽게 구별하고, 바로 원격탐사장치(ROV)가 조사를 할 수 있게 되었다. 음향측심 행위로 제공된 데이터는 사이드스캔소나(SSS) 데이터가 해석면에서 아주 넓



그림 3. 1.5m/s 속도의 비디오 정지 화면

은 것처럼 파이프라인 상태에 대해 아주 한정적인 관점만 제공하였지만, 고속 디지털검사(FDI: fast digital inspection)는 정확도가 높은 결과를 제공함으로써 빠른 의사결정을 내려 위험저감 조치를 할 수 있다.

새로운 도전

측량 신기술은 사업전반에 새로운 도전을 가져왔다. 고속 원격탐사장치(ROV)를 이용하여, 기존에 경험하지 못한 빠른 속도와 많은 양의 데이터를 취득할 수 있게 되었다. 하지만 처리와 보고 절차는 아직 그 수준을 따라가지 못하고 있다. 새롭게 전달된 자료를 다루고, 처리하며 비용과 시간의 틀 내에서 효율적으로 작업하는 일은 장비를 다루는 이들에게는 새로운 도전이다. 운영자는 파이프라인 상태를 통합해서 관리하는 시스템과 의미 있는 방식으로 데이터를 사용하는 방법을 찾아야 한다.

새로운 데이터는 새로운 프로세스와 보고체계를 갖추어야 하며, 이러한 과정에 시행착오는 피할 수 없다. 최근에 획득한 정보는 운영자의 요구사항 표준에 맞추어져 있으므로, 서비스 제공자와 소프트웨어 개발자들이 보다 더 적절한 성과를 내는 데 익숙해져야 한다. 이전에는 서비스 제공자는 맞춤형 소프트웨어에 의존적이었으나, 점차로 측량자료 처리 소프트웨어는 정사영상을 생산하는 것과 1:1 처리 속도의 생산 능력을 가져야 한다.

일반적인 소프트웨어를 사용하여 새로운 제품을 생산하는 것은 표준화의 문제를 해결하는 길이다. 표준화 문제는 서비스 제공자가 운영자의 요구사항을 파악하기 위해 노력하고 어려움을 겪는 상황이 반복되는 이슈이다.

데이터의 처리와 보고는 취득 속도와 증가하는 데이터 크기

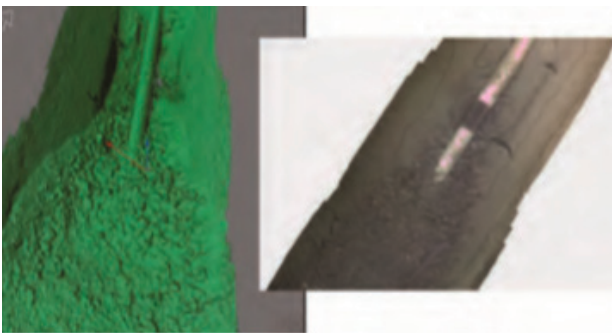


그림 4. 영상에서 추출한 고밀도 3차원 점 클라우드 데이터와 연결된 모자이크 영상

를 점진적으로 극복해 갈 것으로 보인다. 그러나 데이터양에 대한 결정은 여전히 중요한 문제로 남는다. 예로 운영자가 상세수준(Level of Detail) 격자를 요구하고, 정사영상 모자이크 자료와 고밀도 3차원 점 클라우드 데이터 모델을 전체 200km 파이프라인에 대해 요구를 할 경우, 이 정도의 데이터가 파이프라인의 대체적이 결함과 중요한 이상상태를 파악하는데 충분한가? 데이터의 접근성은 또 다른 문제이다. 취득 속도를 올리기 위하여 바다에서 취득한 자료는 육지에서 요구하는 자료 수준에 부족할 수 있다. 그럼에도 불구하고 육지에서 처리와 보고 절차를 줄이는 일은 서비스제공자나 운영자 둘 다 선호하는 일이다.

혁신적인 기술은 늘 새로운 기대를 부른다. 파이프라인 측량 산업의 가장 중요한 숙제는 발전 중인 기술의 정확한 수준을 파악하고 그에 맞게 기대 수준을 조정하는 것이다. 정교하게 판매되는 샘플 데이터는 엔지니어의 상상력을 자극 할 수 있다. 또한 고밀도의 3차원 점 클라우드 데이터 모델과 상세수준(LoD)격자는 파이프라인의 상태에 대하여 기존에는 경험하지 못한 새로운 통찰력(인사이트)을 제공하지만 현재의 기능에는 여전히 한계점이 존재한다. 그러나 VR 및 AR기술이 데이터의 잠재력을 보여줄 수 있는 변화가 다가올 것으로 예상된다

디지털로 가는 길

고속 원격탐사장치(ROV) 기술 및 관련 세션의 발전은 고속 원격탐사장치(ROV)와 센서가 모두 혁신 할 수 있는 플랫폼을 제공하였다. 고속 해저데이터 획득기술은 멀티빔 음향측심의, 사이드스캔소나, HD 카메라, 파이프트래커 등 전통적인 센서기술이 적용된 플랫폼에 적용을 해야 하고, UHD 스틸카메라, 레이저, 울트라 HD 비디오카메라 등 새로운 센서에도 적용을 해야 한다.

데이터를 더 빠르게 취득하면 운항 일수는 줄어들고 비용도 절감될 것이다. 역사적으로 획득 속도와 처리시간은 상호 연결되어 왔으며, 운항일수는 감소하고 고품질의 데이터와 새로운 유형의 자료가 생성되어 왔다. 이와 동시에 새 성과를 내야하는 도전과 숙제가 있어 왔다. 새로운 제품의 생산은 새로운 시장에 관심이 증폭으로 연결된다. 예를 들어 정사영상 모자이크 이미지, 상세수준(LoD) 격자와 고정밀 3차원 점 클라우드 데이터 모델 등이 이에 해당한다. 이러한 관심은 계약자와 고객 사이에 새로운 관계정립과 업무흐름의 변화를 요

구한다. 이 데이터양의 증가와 데이터 포맷의 표준화 등으로 배가된다.

이 문제로 인하여 산업계에서는 정보 전달, 보고 구조, 획득 현장에서 최종 전달사이의 업무프로세스에 대한 새로운 방법을 고민하기 시작하였다. 산업계 및 각 영역의 이해관계자들의 협력이 필요한 시점이다. 필자들은 강조점을 다음 항목에 두고자 한다.

- 표준화된 포맷으로 인도가 능한 데이터 관리
- 계약자와 고객 간에 업무 적정성에 대한 표준 개발
- 데이터양과 품질에 대한 관리 - “각각의 목적에 맞게” 프레임 워크 생성
- 여러 활용 분야에서 클라우드 기반의 처리와 산출물 제공 플랫폼을 구성하여 미래의 기술변화에 대응하고 차기 자동화 및 AI기술 접목을 준비
- 센서의 통합 - USV, ASV 외해 모델로 전환, 센서 통합, 전력 효율성 확보도 중요.

고속 원격탐사장치(ROV) 장비개발은 우리 수로조사 분야의 많은 개선을 가져왔고 혁신적인 플랫폼을 제공하고 있다. 최근 모든 산업분야에서는 데이터, 인터넷, 탄소발자국, 인공지능이 영향을 받는 커다란 패러다임의 변화를 겪고 있다. 비용 모델이 급격히 감소하고, 5년 주기의 기술이 6개월 주기로 빨

라지면서 자동화 및 표준화의 필요성이 증대되고 있다. 이러한 흐름에 따라 빠른 변화를 취할 수 있는 동적인 솔루션이 요구된다. 클라우드 컴퓨팅, 인공지능 그리고 원격에서 또는 육지에서 처리를 할 수 있는 가능성 등은 이러한 변화의 중심에 있다.

결론

빠른 기술 발전은 수로 측량 산업 분야에서 새로운 혁신의 파도로 몰아치고 있으며 전혀 인식하지 못한 것들이 눈앞에 펼쳐지고 성과를 얻기 위하여 급격한 사고의 전환을 요구하고 있다. 관련 분야는 여전히 과도기에 있으며, 고속 ROV가 격차를 줄이고, 자율주행, 자동처리, 디지털화로의 보고 등의 변화가 가속화 될 것이다. 모든 산업이 성장할 때는 성장통을 겪게 되는데, 우리 모두 이러한 변화를 안고 가야할 것이다.

저자소개

Patric Rohan Larbalestier 딥오션 프로젝트 측량사, 지리학 학사 및 지리정보공학 석사취득 후 파이프라인 검사 및 여러 활용분야의 프로젝트를 수행하고 최근에는 AI 개발 및 자동처리기술에 관심을 갖고 있음.

✉ PLarbalestier@Deeppoceangroup.com

Matthew Lee 딥오션 프로젝트측량사, 해양학 및 해양측량 분야 학사 후, 파이프라인, 케이블 조사를 수행하고 FDI 캠페인에 참여하였음.

✉ MCrowley@Deeppoceangroup.com

 더 볼 수 있는 자료: <https://www.youtube.com/watch?v=1ndeC1Ky90>



• 차례 •

해양조사 기술 동향지를 발간하면서 ... 2

국제수로기구(IHO) Brief News ... 3

우리나라에서 개최한 국제회의: 국제수로기구(IHO) 산하 위원회 및 기술회의를 중심으로 ... 10

항공측량의 변화: 개념으로 시작하여 타당성 검토수준에 이른다 ... 13

수로측량: 우리는 어디에 서있나? ... 16

해저 파이프라인 조사를 위한 고속 수중원격탐사장비(URV) 분야 기술동향 ... 20

해양조사 기술동향 2019-1

발간처 한국해양조사협회 발간인 진준호 발간일 2019년 10월 31일

감수 김영배, 김옥수, 김연수 번역 및 편집 책임 (주)지인컨설팅

주소 서울특별시 금천구 가산디지털1로 70 호서대벤처타워 1305호 / 전화 02-2166-3300 팩스 02-2672-4614