

그래브 준설선에 의한 해상준설측량 및 시공관리시스템의 개발 Development of Hydrographic Dredging Surveying and Construction Management System Based on Grab Dredger

이진덕* · 이재빈** · 김현호***
Lee, Jin Duk · Lee, Jae Bin · Kim, Hyun Ho

要 旨

준설성과의 과학적 평가를 위해서는 준설공정을 실시간으로 모니터링하면서 작업을 관리하고 평가할 수 있는 시스템의 구축이 필요하다. 비콘DGPS를 이용하여 그래브 해상준설선의 유도과 준설측량 및 시공을 위한 실시간 준설시공관리시스템을 구축하였다. GPS에 의한 선박위치 측정, GPS/자이로스코프 통합장비에 의한 선박방향 측정, 그래브 위치측정, 준설심도측정 및 보정 등의 기능을 구현하였으며, 또한 구축된 준설공정관리시스템을 제어·운영하기 위한 프로그램을 개발하였다. 본 연구에서 구축된 시스템은 준설선을 정확한 위치로 유도하여 계획대로 준설을 수행할 수 있었으며 항만준설공사에의 적용성과를 통하여 그 효용성을 평가할 수 있었다.

핵심용어 : 해상준설측량, 그래브 준설선, 준설시공관리시스템, DGPS

Abstract

In order to evaluate dredging results scientifically the system which can manage and estimate working process by monitoring dredging process in real-time needs to be constructed. We constructed real-time dredging management system for guidance of a dredging vessel and for survey of dredging construction. This system was designed to have functions of dredger location by GPS, ship direction measurement by GPS/Gyroscope combination, Grab position measurement, dredging depth measurement and correction. In addition, we developed the programs for controlling and operating the constructed system. The system could induce the vessel to accurate position and conduct dredging according to plan and the effectiveness of the system was evaluated through the results of application to actual dredging construction site.

Keywords : Hydrographic Dredging Surveying, Grab Dredger, Dredging Construction Management System, DGPS

1. 서 론

최근의 항만시설은 대형화되고, 대수심 지역의 해상에 위치하게 되었다. 종래의 준설은 준설위치가 표시된 작업계획서의 도면에 따라 육상의 기준점을 정하고 이에 대하여 임의의 다수 좌표점을 설정하여 깃발 또는 다른 형태의 표식을 나타내어 설계도면에 대략적 위치를 파악하여 준설선이 이동하여 준설작업이 이루어져 왔다(Jung et al., 2001). 도면상의 작업위치와 준설

선의 현재 위치 사이의 정확도는 작업시간, 작업물량, 경비 등에 중요한 결정인자가 되며 작업 후 준공검사 과정에서도 반드시 작용하는 부분이다. 그 이전의 준설선에서는 육분위로 측량하여 준설위치를 확인하고 측량한 준설지점을 해도상에 작도하여 준설작업이 이루어져왔으며, 이 과정은 작업위치를 변경할 때마다 육분위로 위치를 반복하여 확인해 나가는 형태였다.

최근 GPS기법을 기반으로 하여 하천 또는 해양에서 하저 또는 해저의 위치정보를 추출하고 준설선을 유도

2013년 6월 25일 접수, 2013년 10월 4일 수정, 2013년 10월 18일 채택

* 교신저자 · 정회원 · 금오공과대학교 토목환경공학부 교수(Corresponding Author, Member, Professor, School of Civil and Environmental Engineering, Kumoh National Institute of Technology, jdlee@kumoh.ac.kr)

** (주)동산측량이엔씨 대표이사(CEO, Dongsan Survey E&C Corporation, leejb999@hanmail.net)

*** 정회원 · 금오공과대학교 토목공학과 박사과정(Member, Doctoral Course Student, Department of Civil Engineering, Kumoh National Institute of Technology, hokim48@hanmail.net)

하여 정해진 지점에서 정확한 준설을 시행하기 위한 준설시공관리시스템들이 연구개발되어 왔다(Sim, 2004; Jung et al., 2001; Lee et al., 2005). 그 중 그레브(grab) 준설은 버킷을 수중의 준설 위치에 내려 수면 위로 준설토를 퍼 올리는 방식으로서 보통 큰 힘이 요구되므로 선체를 스퍼드(spud)로 고정시킨 후, 크레인을 선회시키면서 작업을 수행해야 하므로 시시각각 버킷이 투하되는 위치 및 깊이를 파악해야 한다. 또한, 그레브 준설에서는 준설토를 바지 운반선에 적재하여 예인선으로 투기장까지 운반하여 투기해야 하며, 이 때 준설선이 지정된 준설 투기장으로 이동하는 동적 거동 및 준설 예정구역으로 다시 복귀하는 예상시간을 파악하여 인근을 통항하는 선박에 의해 준설작업에 지장이 초래되지 않도록 해야 하는데, 이를 위해서는 해당 선박의 원격모니터링이 필요하다(Eunjin Development Corporation, 1999).

또한 종래에 해상에서 일반 측량 장비를 설치하여 측량 및 준설을 하게 되면 측량선 또는 준설선의 흔들림이 매우 심하여 측량 및 준설에 많은 애로점이 있었으며 측량시간도 많이 소요되었다. 특히 조차(약 10m)가 큰 우리나라 서해안에서는 조차에 따라 준설선의 위치가 변동되어 준설작업이 정확치 않았다. 또한 준설 결과에 대한 관리가 시공 후에 처리되어 공사의 관리, 감독자가 준설 결과에 대해 유사관리하기 어려웠다. 그러나 GPS가 보급되면서 DGPS를 이용한 측량시스템을 구축하여 측량 또는 준설작업 시 기상조건에 의한 제약 없이 측량이 가능하며 측량 시간도 상당히 많이 단축된다. 현재 국내의 많은 준설 회사 및 측량 회사에서 국내에 설치된 해양수산부의 DGPS 기준국에서 방송해 주는 보정값을 이용하여 준설작업 또는 해상측량에 적용하여 실무에 이용하고 있다. 현대화된 GPS장비를 활용하여 위치확인을 하고 있지만 현재 국내 준설시공회사의 실태를 보면 대부분 단순히 주로 위치확인에 국한하여 사용하고 있는 실정이다(Choi, 2001).

준설성과의 과학적 평가를 위해서는 준설공정을 실시간으로 모니터링하면서 작업공정을 관리하고 평가할 수 있는 시스템의 구축이 필요하다(IHC Systems BV, 2000). 국내에서도 GPS를 기반으로 한 준설공정관리 관련 연구들이 이루어져 왔다. E개발(주)는 준설작업에 필요한 준설점 위치정보와 준설점 수심정보로 처리되어 실시간 시각정보 및 시뮬레이션 정보로 제공하여 준설선 및 준설위치를 정밀하게 제어할 수 있게 하는 전자계측장치와 GIS를 이용한 준설지점위치결정에 의한 그레브 준설 작업관리시스템을 개발함으로써 준설의 정확도를 높였으며 정밀한 해상(수중) 공사를 가능하게

하였다(Eunjin Development Corporation, 1999). Choi 등은 DGPS를 이용한 준설시스템을 고안하여 GPS에 의하여 전자해도 상에 그레브 준설선의 위치를 정확하게 표시하여 실시간으로 준설작업을 행함으로써 준설작업의 정밀도를 높이고, 작업한 내용이 컴퓨터로 처리되어 준설 작업의 진척 상황 및 준설 작업 내용을 용이하게 파악함으로써 작업의 효율의 증대를 도모하였다(Choi et al., 2003). Kim 등(2005)은 해상측량에서 주로 사용되고 있는 DGPS기법과 음향측심기를 조합하여 취득된 해저지형의 3차원 위치정보를 크리깅(kriging), RBF(radial basis function), 최근근(nearest neighbor) 보간법을 이용하여, 항만공사에서의 호퍼준설량을 산정하는 기법을 제시하였으며, Lee 등(2005)은 스퍼드 준설선 공정관리시스템을 이용한 항로준설작업을 평가하고 그 효율성을 제시하기도 하였다. Lee 등(2011)은 비콘 DGPS를 기반으로 하는 펌프식 해상준설 공정관리시스템을 구축하였다.

준설선의 종류는 건설기계관리법령상 그레브, 딛퍼, 버킷, 펌프식의 4종류로 대별된다. 본 연구에서는 그레브 방식의 준설선에 의한 해상준설을 개선할 목적으로 GPS에 의한 선박위치 측정, GPS/gyro 통합장비에 의한 선박방향 측정, 그레브 위치측정, 준설심도측정 및 보정 등의 기능을 구현할 수 있는 측량시스템을 구축하였다. 특히 기존에 개발된 GPS 기반의 준설시스템에 비하여 작업 시 실측 조위데이터를 인터넷으로 수신하여 예보조위와 연동계산함으로써 조위를 정확하게 계산할 수 있게 하고, 또한 조위값을 고려하여 즉시 현재 갱정수심을 보여줄 수 있게 차별화 하였다. 또한 모니터를 통하여 전체 준설구역, 기존 준설구역, 미 준설구역과 준설선의 이동상태를 한 눈에 파악할 수 있고 준설구역의 지반고를 실시간으로 확인할 수 있는 그레브 준설선에 의한 시공관리시스템을 개발하였으며, 실제 항만공사에의 적용 예를 들어 본 시스템의 효율성을 평가하고자 하였다.

2. 그레브 준설선 측량시스템의 구축

그레브(grab) 준설선은 강 또는 바다 바닥의 토사를 집게처럼 생긴 그레브로 바닥 퇴적물을 집어들려 준설하는 배로서 자체 동력원 없이 예인선으로 이동하며, 그레브가 설치된 회전체를 조정하여 좌우회전운동을 하며, 케이블을 돌려 그레브의 상하운동을 조절하는 방식이다. 본 연구에서는 GPS에 의한 선박위치측정, GPS/gyro 통합장비에 의한 선박방향측정, 그레브 위치측정, 준설심도측정 및 보정의 기능을 갖도록 준설측량

시스템을 구축한다.

또한 구축된 그래브 방식의 준설측량시스템을 제어·운영하기 위한 프로그램을 개발함에 있어서 작업구역의 지형, 배의 현재좌표, 선체의 방향, 커터 또는 그래브의 심도와 위치, 조위값과 실제심도, 스퍼드의 위치, 앵커의 위치를 표시하고, 예정 라인의 입력 및 정보표시, 작업구역과 준설해야 할 목표심도를 작업자에게 보여주며 현재 작업내역 등을 저장하여 표시해 주는 기능을 발휘하도록 하였다. 따라서 그래브 준설선의 작업구역을 실시간으로 모니터를 통하여 볼 수 있으며 작업구역의 표시로 작업 범위에 맞게 정확히 작업을 유도할 수 있도록 구축하였다.

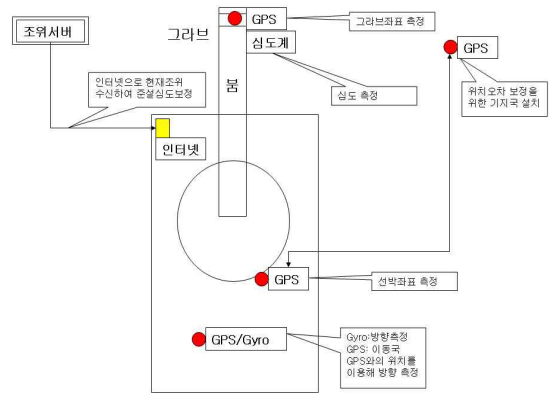


Figure 1. Structure of Grab dredger surveying system

2.1 그래브 준설선의 측량시스템 구축

그래브 준설선의 측량시스템 구축을 위한 측량기능별 측량 방법을 다음과 같이 제시하였다.

- ① 선박위치 판독 : 이동국 GPS 1개를 선박에 설치하고 위치오차 보정을 위해 육상에 기지국 GPS 1개를 설치한다.
- ② 선박방향 측정 : GYRO를 설치하거나 GPS를 하나더 설치하여 이동국 GPS와의 위치를 계산하여 방향을 측정한다.
- ③ 그래브 위치측정 : 그래브 상부에 GPS 1개를 설치하여 그래브의 위치측정
- ④ 준설심도 측정 : 준설심도는 크게 3가지 방식을 이용하여 측정할 수 있다.
 - 그래브의 하강, 상승시의 체인의 길이변화를 감지하여 깊이별 변화량으로 계산
 - 그래브에 수심계를 장착하여 수압을 이용해 직접 측정
 - USBL장비 2개를 설치하여 음파를 통해 신호를 받아 현재의 정확한 위치와 심도를 측정
- ⑤ 준설심도 보정 : 조위에 따라 실제 준설심도와 차이가 나므로 예보 조위데이터를 DB화 한 후 서버에서 전송되는 실제조위 데이터와 함께 현재 예측되는 조위를 계산하여 준설심도를 보정한다. 인터넷이 연결되지 않는 지역은 해안에 직접 조위계를 설치하여 모뎀으로 전송받아 보정한다.



Figure 2. Arrangement of equipments in Grab dredger

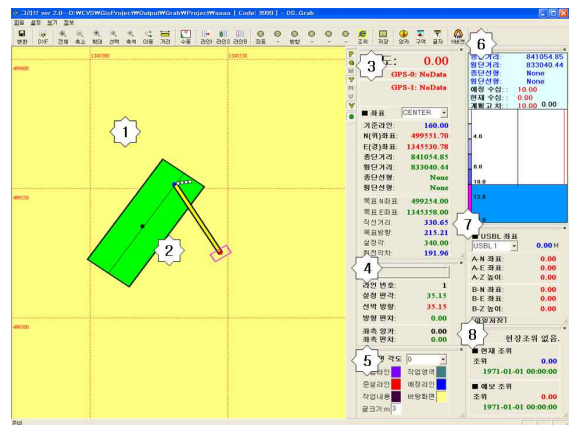


Figure 3. Main view of real-time dredging Surveying and Construction Management

를 운전자에게 보여주며 현재 작업량을 저장하여 표시해 주는 기능을 갖도록 제작하였다(Fig. 3).

Fig. 3의 메인 화면에 나타난 ①~⑧의 기능은 다음과 같다.

- ① 메인 화면
- ② 선박 그래픽

Fig. 1은 그래브 준설선 측량시스템의 구조를 보여주며, Fig. 2는 준설선에 배치된 준설측량 관련 장비의 배치를 보여준다.

본 준설측량/시공관리시스템을 제어·운영하기 위한 프로그램은 작업구역의 지형, 배의 현재좌표, 선체의 방향, 그래브의 심도와 위치, 조위값과 실제심도, 앵커의 위치를 표시하고, 작업구역과 준설해야 할 목표심도

- ③ GPS 정보 화면
- ④ Gyro 정보 화면
- ⑤ 화면설정창
- ⑥ 단면표시 화면
- ⑦ USBL표시 화면
- ⑧ 조위표시 화면
- ⑨ 해양정보 화면

Table 1은 측량요소별 관련 측량장비를 나타낸 것이다.

2.2 준설공정관리 프로그램

그래브 준설선에 의한 준설공정관리를 위한 프로그램을 작성하였으며, 주요 기능별 내용을 설명하면 다음과 같다.

2.2.1 작업 구역의 지형 및 설계정보

작업구역의 지형과 수심정보 등을 화면에 표시할 수 있도록 DXF파일을 불러와 이미지로 변환하여 화면의 바탕에 깔아서 표시한다. DXF파일은 CAD사에서 공개한 DXF파일 포맷에 따라 분석 후 읽어들이며 프로그램 속도개선을 위해 이미지 파일로 변환 후 저장하였다.

2.2.2 배의 현재좌표

선박의 좌표는 선박에 설치한 이동국GPS와 육상에 설치된 기지국 GPS를 이용해 WGS84좌표를 획득할 수 있다. 이것을 미리 입력한 변환계수들을 이용해 TM

Table 1. Equipment components of surveying system in Grab dredger

Survey object	Equipment	Note
Vessel position	·base station GPS ·rover station GPS	
Grab position	rover GPS	
Vessel direction	GPS gyro	Using positions of two GPS antennas
Dredging depth	optical sensor	Measuring change of chain length
	depth gauge	Converting water pressure to water depth
	USBL	Measuring position and depth
Depth correction	· real-time tide level collection software · wireless internet	Linking with forecasted tide level
	tide gauge	Using in Internet-disabled district

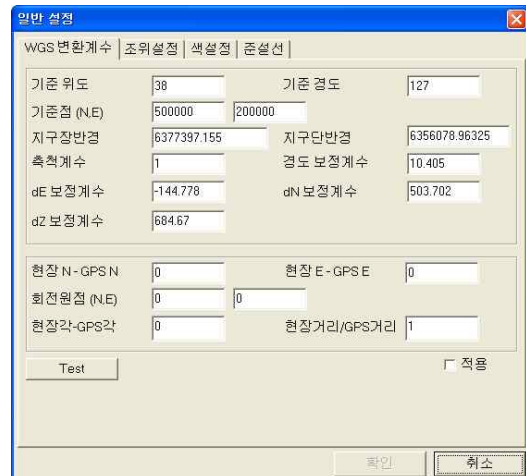


Figure 4. Setting up coordinate transformation coefficients

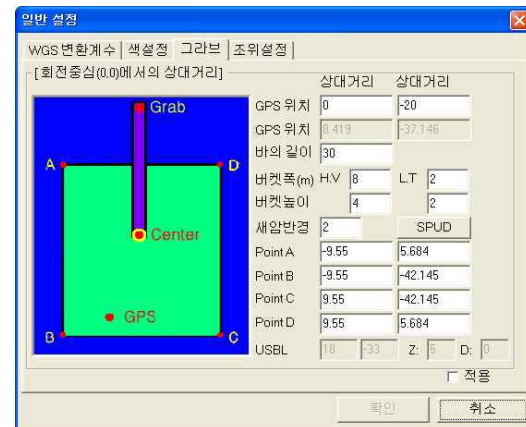


Figure 5. Setting-up dimension of grab dredger

좌표로 변환하여 표시한다(Fig. 4). 또한 계산된 GPS좌표와 각 선박의 모서리위치정보를 이용하여 선박의 모서리 좌표를 계산하고 그 모양을 화면에 표시한다(Fig. 5).

2.2.3 선체의 방향

선체의 방향은 두가지 방식으로 계산할 수 있는데 첫째가 gyro장비를 장착하여 바로 방향을 수신하는 방법이고, 둘째가 GPS를 추가로 설치하여 이동국GPS와의 좌표값을 가지고 선박의 방향을 계산하는 방법이다.

GPS 2대로 방향을 계산할 때 2대의 GPS위치를 모두 입력하여야 한다. 2대의 GPS 좌표의 방향각과 선박에 장착된 GPS의 위치방향각의 차이가 선체의 방향각이 된다.

2.2.4 그래브의 심도와 위치

그래브선의 그래브 위치는 그래브 상단 지지대에 직

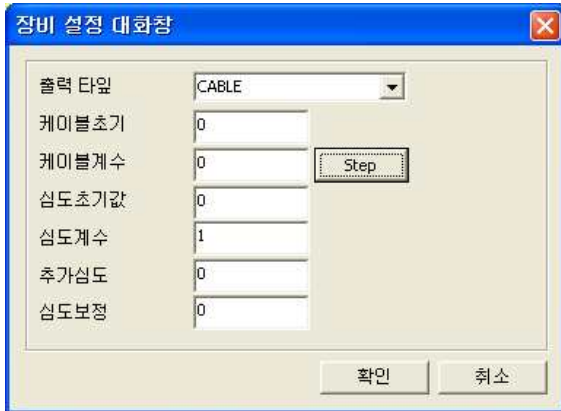


Figure 6. Setting-up a depth gauge of grab

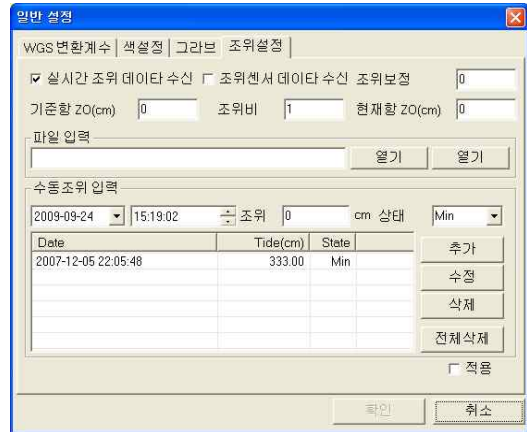


Figure 7. Setting-up tidal water level

접 GPS를 설치하여 바로 측정할 수 있다. 심도 측정은 여러 가지 방식을 사용할 수 있는데, 첫번째, 그래브를 올리고 내리는 케이블드럼에 광센서를 설치하여 심도와 드럼회전수의 상관관계를 이용하여 심도를 계산하는 방법이고, 두번째, 그래브에 직접 심도계를 설치하여 수압을 이용해 심도를 계산한다. 세 번째는 특이한 경우로서 USBL이라는 장비를 장착하여 수중에서 직접 음파로 위치정보를 전송받아 좌표와 심도를 측정하는 방법이다.

2.2.5 조위값과 실제심도

심도계 등으로 측정한 심도가 실제 설계상의 예정심도가 일치하지 않는데 이는 조위에 따라 수심이 다르기 때문이다. 그러므로 예정심도에 맞춰 준설하기 위해서는 반드시 조위값을 측정하여 심도를 보정한 개정수심으로 예정심도와 비교해야 한다.

기존의 조위를 계산하는 방법은 국가에서 매년 발행하는 예보조위표를 이용해 현재 시간에서의 조위값을 대략적으로 계산하는 방법을 사용하였다. 이 방법은 정확도도 떨어질 뿐 아니라 운전자가 매번 시간별로 확인하여 머릿속으로 계산하면서 작업해야 하므로 불편한 점이 많다. 그래서 본 프로그램에서는 예보조위도 데이터베이스화하여 자동으로 계산하게 함은 물론, 실측 조위데이터를 인터넷으로 수신하여 예보조위와 연동계산함으로써 조위를 비교적 정확하게 계산할 수 있게 된다. 또한 조위값을 고려하여 즉시 현재 개정수심을 문자와 그래픽으로 보여주므로 운전자의 작업이 수월해질 수 있다.

Fig. 7과 Fig. 8은 예보조위를 입력하고 깊이별로 표시할 색깔을 설정하는 창이다. 깊이별 색은 준설한 작업지역의 현재상태를 칼라로 쉽게 볼 수 있게 해 준다.

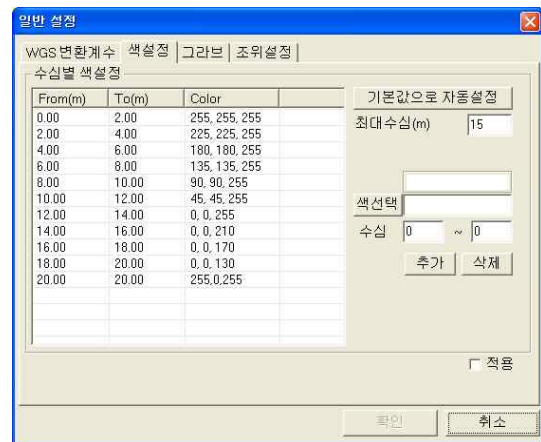


Figure 8. Setting-up color according to depth

2.2.6 조위 서버

국도해양부에서 제공하는 실시간 조위를 사무실 인터넷을 통하여 수집하고 현장 준설선으로 전송하기 위한 서버 프로그램이다.

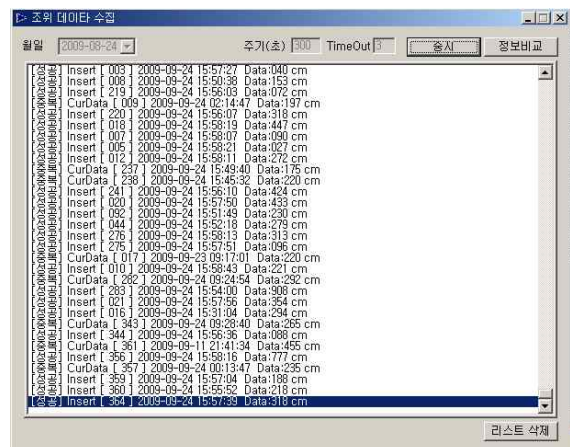


Figure 9. The program for real-time tide level collection

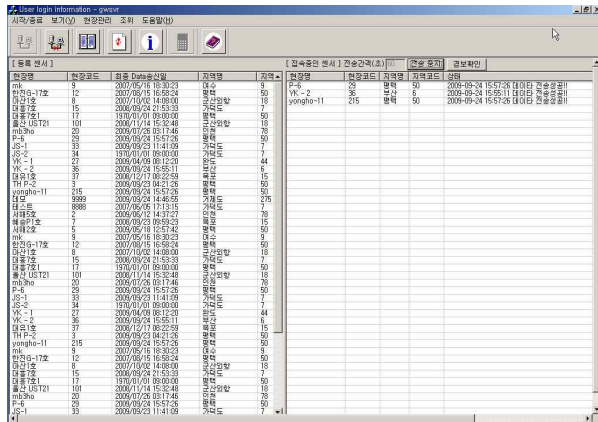


Figure 10. Real-time transmission program of tidal water level

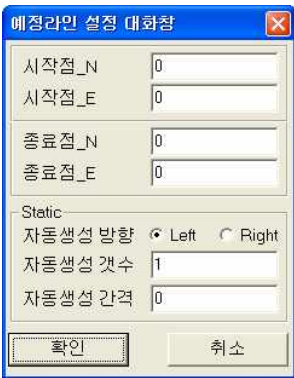


Figure 12. Input of expected line



Figure 11. Setting up positions of grab anchors

2.2.7 앵커의 위치

준설선은 자체적으로 이동하지 못하고 예인선으로 운항하게 되며, 작업 시에도 예인선이 앵커를 고정하여 선박의 자세를 통제한다. 이 앵커들을 설치할 때 작업자가 화면을 보고 설치할 좌표를 예인선에 통보를 할 수도 있고, 설치된 앵커의 위치를 화면으로 확인할 수도 있다(Fig. 11).

2.2.8 예정라인 입력 및 경보

작업해야 할 예정라인들을 입력하고 현재 작업할 예정라인을 선택할 수 있는 기능이다(Fig. 12). 현재의 GPS좌표와 예정라인 사이의 종단간격, 횡단간격, 방위 각 편차를 표시한다.

2.2.9 준설해야 할 목표심도

작업구역 내의 계획심도를 설정할 수도 있는데 Fig. 13과 같이 간단히 설정하여 작업할 수도 있지만 넓은 구역의 설계데이터를 입력하여 설정할 수도 있다(Fig. 14~Fig. 15).



Figure 13. Setting-up planning water depth

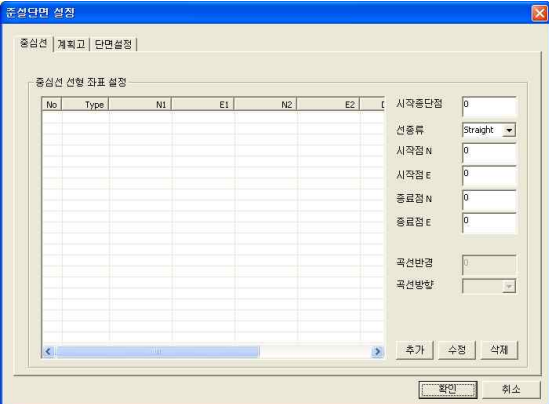


Figure 14. Setting up center line for dredging

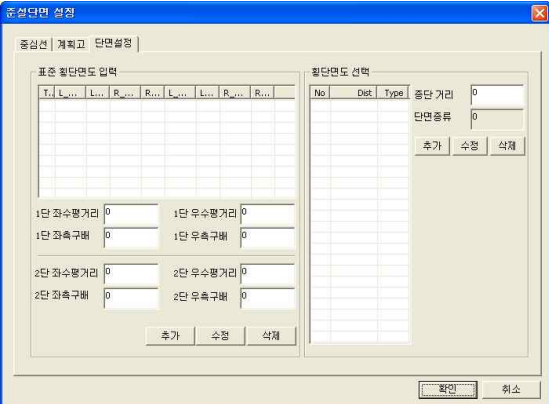


Figure 15. Setting up dredging cross-section

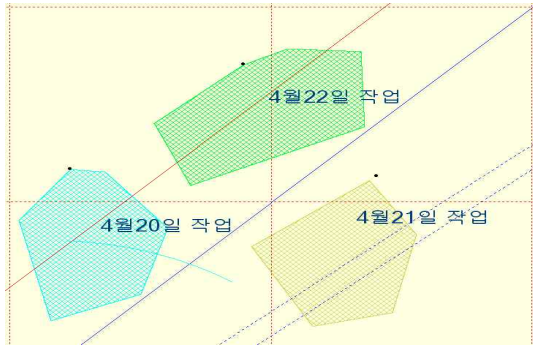


Figure 16. Predetermined work zone input

2.2.10 작업내역 저장

준설 작업 후 작업내역을 저장하고 화면에 표시한다. 그래브식은 점으로 저장되며, 작업구역은 사용자 선택에 따라 선이나 깊이별 색깔로 표시 가능하다.

그래브 준설선은 그래브를 내렸다가 일정거리이상 올릴 경우 해당 위치좌표를 저장한다. 자동 저장 외에도 현재 커터좌표와 그래브 좌표를 수동으로 저장할 수 있다.

데이터가 많아져 프로그램의 느려질 것을 대비해 데이터를 백업한 뒤 지울 수 있으며, 사용자가 임의의 구역을 지정하여 별도의 작업구역과 작업내용을 입력할 수 있다(Fig. 16).

2.2.11 폭풍 시의 피난과 복귀

파도가 강하여 안전한 항구로 피항하거나 선박의 수리, 보급 등을 위해 항구로 이동할 경우 다음에 작업 구역으로 쉽게 돌아올 수 있도록 현재 위치를 저장한다. 또한 그 외에도 특정좌표로 이동할 경우 사용할 수 있다(Fig. 17).



Figure 17. Setting up coordinates for return after staying at burdened region

3. 시스템 적용 및 결과 분석

본 연구는 해상의 기상조건에 대한 작업을 효율적으로 수행하기 위해 기존의 평면위치를 결정하는 방법을 개선하고자 하였다. 즉 종래의 방법은 작업위치의 근접한 위치에 3개 이상의 목표물을 설치하고 준설선에서 육분의로 목표점을 시준하여 수평각 2개 이상을 관측함으로써 준설선의 현재위치를 결정하는 방식이었다. 이러한 방식으로 현재위치를 파악하여 작업도면에 도시하고 작업위치로 이동하는 종래의 비효율적인 방식을 개선하여 DGPS기반의 시스템을 이용하여 준설선의 위치를 실시간으로 관측하여 현재의 준설선 위치이동 상태와 송토관 및 침설관 위치를 파악하고 배사관 조립의 계획을 수립할 수 있었다.

Fig. 18은 본 연구에서 개발한 DGPS기반 해상준설 위치관리시스템을 활용한 준설작업 공정을 제시한 것이다.

본 시스템을 실제 해상항만준설공사 등에 투입된 그래브 준설선에 적용하여 얻어진 정확성, 효율성, 경제성 측면에서의 자체 평가결과를 정리하면 다음과 같다.

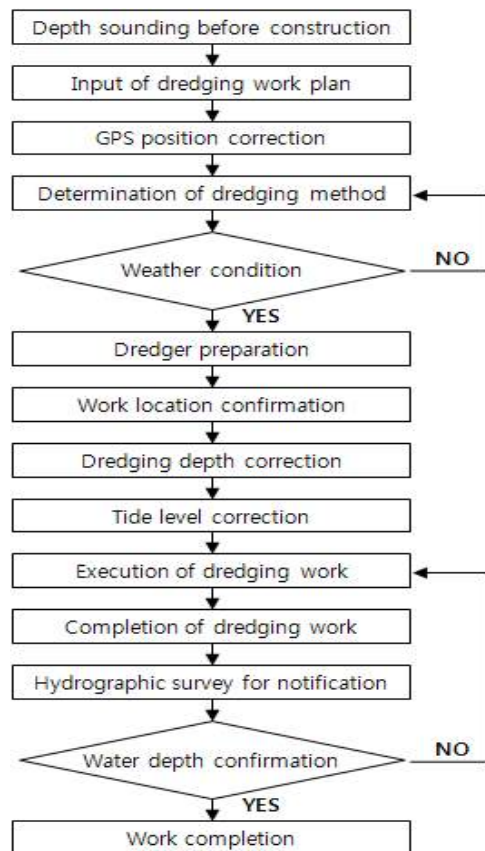


Figure 18. Procedure of dredging work by the system developed in the study

- 1) 피항 후 준설위치에 재투입 시에는 기존 작업위치를 저장 후 프로그램에 설정된 준설위치에 정확히 준설선을 셋팅함으로써 준설선의 작업구역을 설정하는데 시간을 단축하고 작업에 연속성을 유지하여 재시공의 필요성을 제거하고 준설 시공에 정확성을 높여 시공품질을 향상시킬 수 있었다.
- 2) Leader에 경사로 인한 준설스윙 감소를 화면에 표시함으로써 준설구역의 미시공 지역과 과시공되는 부분을 체크할 수 있게 되므로 준설작업에 시간 및 연료사용량 감소 등 준설시공 원가를 크게 절감할 수 있다.
- 3) 그레브 준설선 심도는 작업선의 기계적 장치에 심도계를 설치하여 드립위치에 와이어 케이블이 감김상태를 광센서로 드립회전을 체크함으로써 버킷 수심을 측정한다. 버킷 수심이 가장 큰 수심은 프로그램에 저장하여 준설의 기 시공된 상태를 파악하는 등 준설작업을 체계적으로 수행하여 품질을 향상시킬 수 있었다.
- 4) 해상작업에는 서해안에 조석간만차가 10m 정도로 기준 해수면이 차이가 많다. 만조 시에는 예보 조위와 실측조위차가 1m 이상 차가 난다. 이를 해결하기 위해 조위계를 설치하여 조위를 측정했으나 가격이 고가이므로 조위계에 대신에 예보조위를 사용해 왔다. 본 시스템에서는 국토해양부 실시간 조위를 30분 간격으로 제공하므로 이를 시스템에 도입하여 지능형 알고리즘을 사용하여 서버에 구축하고 이를 준설선에 조위를 인터넷 통신을 이용하여 송신한다. 예보조위와 실조위를 프로그램에서 표시하므로 시공상 조위차로 인한 준설수심을 정확히 측정할 수 있었다.
- 5) 실시간으로 준설에 필요한 위치좌표 준설심도 조위를 데이터베이스에 저장하고 준설데이터를 이용하여 준설된 물량을 산출하고 미시공된 위치를 신속하게 파악하여 준설작업을 연속적으로 수행하여 준설심도를 확보하고 작업을 크게 개선할 수 있다. 조위를 인터넷 통신으로 사용하면서 각종 해상정보, 즉 조위, 파고, 풍속, 염도 등 준설작업에 필요한 정보를 제공하고 시스템을 사무실에서 제어 가능하도록 하였다.

이를 종합하면, 기존의 위치측량 방법을 개선하여 준설선의 이동, 피항, 작업준비 등 준설선 위치를 신속, 정확하게 시공영역에 이동하고 준설심도를 디지털화하여 준설데이터를 실시간 자동으로 기록하면서 시공품질을 향상시키고 작업의 효율을 증대시킬 수 있었다.

대규모 공사비가 소요되는 간척사업, 항만건설, 천연가스공급을 위한 해상가스관 매립 항만 및 하천의 좁은수로 건설, 호안 설치공사, 해상 교량의 기초 작업, 화력 발전소의 부유 퇴적물 준설 등 토목 해상 시공에 원가를 절감하고 공기를 단축하며 작업손실을 방지하고 해상 수중공사에 그 활용성을 제고할 수 있을 것으로 기대된다.

본 시스템을 ○○시 소재 ○○항 준설공사에 적용함에 있어서 종래의 준설측량 공정에서 수반되어야 했던 지상 기준점 설치에 대한 측량비 절감과 기상으로 인한 시야확보의 어려움을 해결할 수 있었으며, 준설선의 작업위치에 정확히 셋팅하고 작업에 임할 수 있으므로 종래의 방법에 비해 작업효율이 크게 향상된 것으로 추정된다.

심도계 및 조위계를 설치하여 본 시스템에 의해 실시간으로 확인하고 정확히 시공함으로써 준설 미결로 인한 재시공을 크게 감소시킬 수 있었다. 또한 준설심도를 시스템에 저장하여 차후 해상측량 결과와 비교 검토하고 시공에 따른 준설방법을 현장에 즉시 적용하여 품질시공과 원가 절감을 크게 향상시킬 수 있었다.

Fig. 19~Fig. 22은 ○○항 준설공사에 있어서 본 연구에서 개발된 시스템의 적용성과물의 일부로서 격자수심도, 항적도 및 3D 해저 형상을 제시한 것이다.

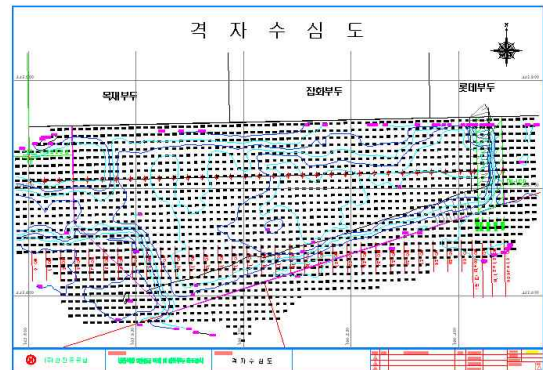


Figure 19. Grid bathymetric map before dredging

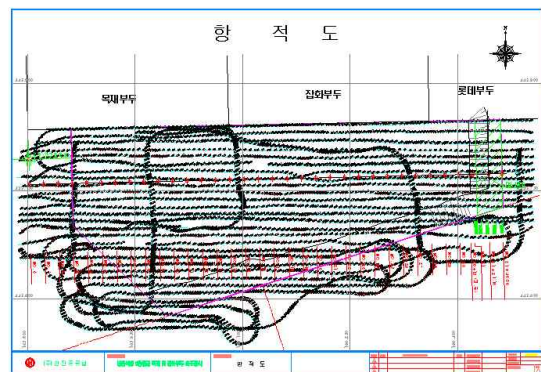


Figure 20. Track chart before dredging

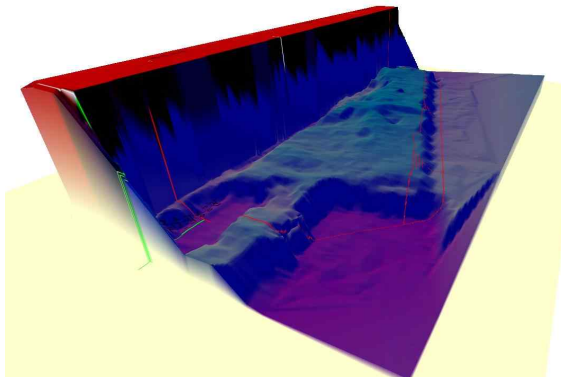


Figure 21. Seabed shape before dredging

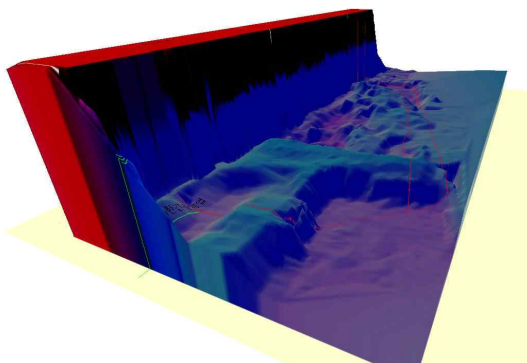


Figure 22. Seabed shape after dredging

4. 결 론

비콘 DGPS를 기반으로 한 해상준설선의 유도 및 위치관리를 위한 준설측량 및 공정관리시스템을 구축하고 이의 운용프로그램을 개발하여 실제 적용을 통해 평가한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 그래브 준설선에 의한 준설시공을 위하여 GPS에 의한 선박위치측정, GPS/gyro 통합장비에 의한 선박방향측정, 그래브 위치측정, 준설심도측정 및 보정의 기능을 갖도록 측량시스템을 구축할 수 있었다.

둘째, 구축된 그래브 방식의 준설측량 및 공정관리시스템을 제어운용할 수 있도록 작업구역의 지형, 배의 현재좌표, 선체의 방향, 그래브 심도와 위치, 조위값과 실제심도, 앵커의 위치 등을 표시하고, 예정 라인의 입력 및 정보 표시, 작업구역과 준설해야 할 목표심도를 운전자에게 보여주며 현재 작업내역 등을 저장하여 표시해주는 기능을 발휘할 수 있는 프로그램을 작성하였다.

셋째, 준설선 및 그래브선의 작업 구역을 실시간으로 모니터를 통하여 볼 수 있으며 작업구역의 표시로 작업 범위에 맞게 정확히 작업을 유도할 수 있도록 구축하였다.

넷째, 본 연구에서 개발된 시스템을 실제 항만 준설

공사에 적용한 결과를 검토하여 시스템의 효용성을 평가할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 금오공과대학교 학술연구비에 의해 수행된 것임

References

1. Choi, B.K., 2001, Various utilization case of GPS on the Sea, 2001 Proceeding of Cooperative Conference of Spring Marine Related Society, pp. 58-65.
2. Dongsan Survey E & C Corp, 2013, http://www.geodimeter.co.kr/progeam_5.php
3. Eunjin Development Corporation., 2000, New Construction Technology No.252, Grab dredge management system by dredge positioning using electronic measurement apparatus and GIS, The Korea Association of Construction Technology.
4. John B. Gerbich, 1992, Hand book of dredging engineering, McGraw-Hill Inc.
5. Jung, D.D., Lee, J.W. and Cho, J.E., 2001, A study on the development of dredge process management system, Journal of Korean Institute of Port Research, Vol.15, No.1, pp. 75-85.
6. Jung, D.D., Lee, J.W. and Cho, J.E., 2002, Development of integrated process management system for pump dredge, Journal of Korean Institute of Navigation and Port Research, Vol.26, No.1, pp. 146-151.
7. Kim, J.S., Seo, D.J. and Lee, J.C., 2005, The estimation of hopper dredging capacity by combination of DGPS and echo sounder, Journal of the Korean Society of Surveying Geodesy Photogrammetry and Cartography, Vol.23, No.1, pp. 39-45.
8. Kim, J.Y., 2005, Construction of grab dredge work process management system, Master Degree Thesis, Korea Maritime University.
9. Lee, J.D., Lee, J.B. and Kim, H.H., 2011, Construction of hydrographic pump dredge process management system based on beacon DGPS, Journal of Korean Society of Surveying Geodesy Photogrammetry and Cartography, Vol.29, No.6, pp. 613-620.

10. Lee, J.W., Jung, D.D., Cho, J.E., Kim, J.Y. and Oh, D.H., 2005, Evaluation of waterway dredging work using spud dredge process management system, Journal of Korean Institute of Navigation and Port Research, Vol.29, No.5, pp. 395-402.
11. Sim, M.S., 2004, Construction case : Dredging management system using spud grab dredger & GPS, Hanjin | Construction Technology, Hanjin Group, pp. 57-65.
12. US Army Corps of Engineers, 1998, Project operations hydrographic surveying.
13. Advanced Dredging System for Sri Lankan Hopper Dredger HANSAKAWA., http://www.ihcsystems.com/fileadmin/IHC_Systems_/pd166_12_13.pdf.