

ECDIS에 의한 grab 준설작업의 실시간 모니터링에 관한 연구

정기원 · 이대재^{1*} · 정봉규² · 이유원¹

해양수산부 수산정책과, ¹부경대학교 해양생산시스템관리학부,

²부경대학교 실습선 가야호

Real-time monitoring of grab dredging operation using ECDIS

Ki-Won JUNG, Dae-Jae LEE^{1*}, Bong-Kyu JEONG² and Yoo-Won LEE¹

Fisheries Policy Bureau, Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, Seoul 110-793, Korea

¹Division of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²Training Ship KAYA, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

This paper describes on the real-time monitoring of dredging information for grab bucket dredger equipped with winch control sensors and differential global positioning system(DGPS) using electronic chart display and information system(ECDIS). The experiment was carried out at Gwangyang Hang and Gangwon-do Oho-ri on board M/V Kunwoong G-16. ECDIS system monitors consecutively the dredging's position, heading and shooting point of grab bucket in real-time through 3 DGPS attached to the top bridge of the dredger and crane frame. Dredging depth was measured by 2 up/down counter fitted with crane winch of the dredger. The depth and area of dredging in each shooting point of grab bucket are displayed in color band. The efficiency of its operation can be ensured by adjusting the tidal data in real-time and displaying the depth of dredging on the ECDIS monitor. The reliance for verification of dredging operation as well as supervision of dredging process was greatly enhanced by providing three-dimensional map with variation of dredging depth in real time. The results will contribute to establishing the system which can monitor and record the whole dredging operations in real-time as well as verify the result of dredging quantitatively.

Key words : ECDIS, Real-time monitoring system, Dredging information, Grab bucket dredger, DGPS

*Corresponding author: daejael@pknu.ac.kr, Tel: 82-51-620-6116, Fax: 82-51-622-8145

서 론

지금까지 grab, hopper 등의 준설선에 의한 해상준설작업은 육상의 기준점을 바탕으로 준설 대상해역에 다수의 좌표점을 설정하고 육분의, 광파거리계 등을 사용하여 그 좌표점으로 준설 선을 이동시키면서 계획된 수심까지의 해저 저질토를 퍼 올리는 공정으로 진행되고, 준설의 성과는 준설과 동시에 각 좌표점의 압력을 측정하거나, 측심연과 음향에 의한 깊이의 측정, 또는 side scan sonar나 multibeam sonar에 의한 삼차원 해저지형조사 등을 통해 확인하고 있다. 특히, grab 준설선의 경우, 준설작업의 공정이 주로 크레인 작업자의 경험에 의존하는 경우가 많아 작업자에 따른 편차 감소, 불적 및 인적 경비의 절감, 작업효율의 향상, 균일한 준설심도의 확보 등에 많은 어려움이 있는 실정이다.

현재, 해상에서 해저 장애물의 제거 및 수심의 확보 등을 위해 어항, 항만 및 연안어장 등에 대한 준설작업을 수행하는 경우, 육상의 토목공사에서와 같이 모든 공정의 평가가 TM(Transverse Mercator) 좌표계로써 이루어지고 있다. 이 때문에 해상에서 시행되는 모든 위치 측량이 선박에서 사용하는 경도, 위도 좌표계가 아닌 평면직각 좌표계를 사용하므로 해도의 위치좌표를 TM 좌표로 변환해야 하는 불편함이 있다. 특히 grab 준설선에 의해 준설작업을 수행할 때에는 작업 효율의 증대, 시간 및 인력의 절감, 경비의 절감 등을 위해 해저저질을 퍼 올리는 순간순간에 대한 준설선의 위치, 준설토의 인양 및 배출 작업상황, grab 좌표 및 준설심도 등을 크레인 작업자가 이해하기 쉽도록 모든 공정을 실시간으로 자동 모니터링할 수 있는 시스템을 구축할 필요가 있다. 그러나 아직도 많은 준설 작업선에서는 과거 선박이 건조될 당시에 탑재된 기초적인 측정 장비에 의존하여 준설정보를 수동으로 평가하는 경우가 많아 이에 대한 연구가 절실하게 요구되고 있다.

본 연구는 grab 준설선에 의해 준설작업을 수

행할 때 준설선 및 준설지점 위치 제어, 준설수심 측정 등의 모든 공정을 실시간으로 자동 모니터링 할 수 있는 DGPS와 ECDIS 등에 기반한 준설공정 모니터링 시스템을 이용하여 준설공사를 하면서 얻어진 데이터를 이용하여 준설 성과를 정량적으로 검증하는 방법을 확립하기 위하여 기초적인 정보를 수집, 분석하였다.

재료 및 방법

준설공정 모니터링 시스템의 구성

본 실험은 광양항과 강원도 오호리 연안 해역을 대상으로 Fig. 1의 건용 G-16호(649G/T, 1600ps)를 사용하여 마린전자에서 개발한 Fig. 2의 준설관리시스템을 탑재하여 행하였다.

준설선의 선교에 설치된 ECDIS(이하 ECDIS 1이라 한다)에서는 먼저 선교 상부갑판의 중앙부에 선수미선과 직각인 좌현과 우현 방향으로 같은 간격의 위치에 설치된 2개의 DGPS(AG-132, Trimble Co.)로부터 위치, COG(course over ground), SOG(speed over ground) 등의 NMEA(national marine electronics association) 신호가 입력되면, 이들 신호로부터 준설선의 진침로, 준설선의 중심위치좌표, 크레인의 위치좌표 등이 산출된다. 이들 침로와 좌표신호는 ECDIS 1의

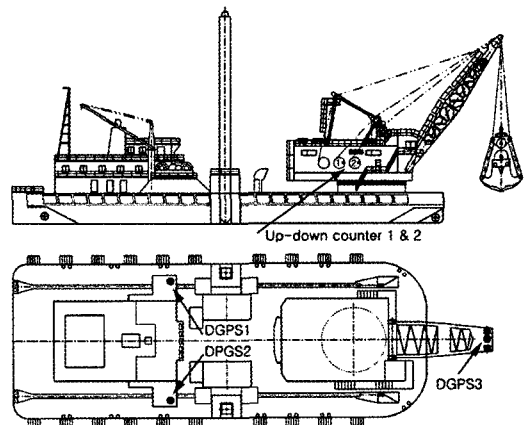


Fig. 1. Arrangement of up-down counters, DGPS antennas and grab bucket dredger used in the experiment.

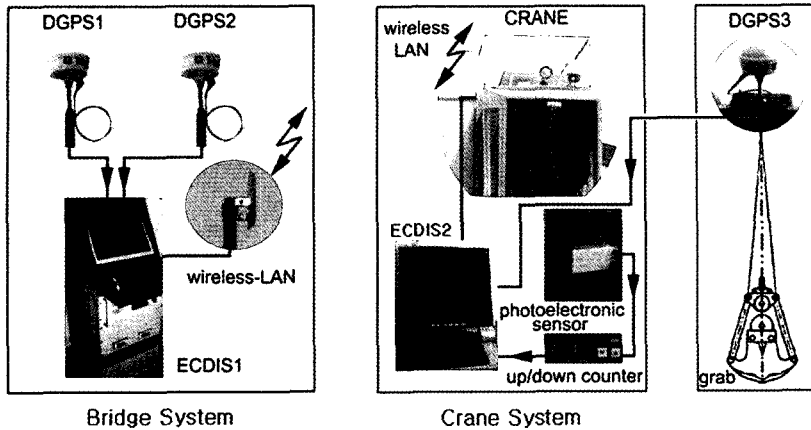


Fig. 2. Schematic diagram of measuring systems in bridge and crane control room for acquisition and processing of dredging information.

serial port로 출력되어 무선 랜(RG-3000A, Anygate Co.)의 지향성 안테나(이득 12dB)를 통해 크레인 상부갑판에 설치된 동일 무선 랜의 무지향성 안테나(이득 6dB)를 경유하여 크레인 조종실에 설치된 ECDIS(이하 ECDIS 2라 한다)에 입력되어 화면상에 실시간으로 표시한다. 반면, ECDIS 2에서는 크레인 붐(crane boom) 상부, 즉 grab 바로 위에 설치된 DGPS로부터 위치, COG, SOG 등의 NMEA 신호를 입력받아 grab의 위치, 선수미선에 대한 grab의 방향, mark 위치좌표, grab의 깊이(준설수심) 등이 산출된다. ECDIS 2에서 추출된 정보는 ECDIS 1에서와 동일한 방법으로 serial port로 출력되어 무지향성 무선 랜의 안테나를 통해 크레인 상부갑판에 설치된 지향성 무선 랜의 안테나를 경유하여 ECDIS 2에 입력되어 화면상에 실시간으로 표시된다.

준설선에는 grab나 hammer를 수중에 투하하거나 수중에서 인양하기 위한 와이어 드럼과 grab을 열거나 닫기 위한 와이어 드럼이 설치되어 있는데, 본 연구에서는 이들 와이어 드럼 측면에 각각 up/down counter를 장치하여 grab의 안전한 개폐와 준설수심 등에 관한 정보를 수집하였다. 특히, 준설수심은 먼저 grab을 닫은 상태에서 내려 grab의 하단이 수면에 접하였을 때를 수

심 0m로 설정하고, grab을 열어 수중에 투하한 후, grab이 해저에 접지한 상태에서 grab 개폐 드럼을 가동하여 grab을 완전히 폐쇄하고, ECDIS 2를 이용하여 해당 위치에 mark를 표시하면, 이 순간 grab 개폐조작 드럼에 설치된 up/down counter 값이 NMEA converter(ZNC-401, Zinnos Co.)를 통해 NMEA 데이터 형태의 준설수심으로 변환되고, 이 정보는 grab 위치좌표, 선수미선에 대한 상대방위 등의 정보와 함께 ECDIS 2에 수록되어 처리된다.

좌표계의 변환 및 준설선의 자세정보 계산 좌표계의 변환

인천항 및 광양항의 준설작업위치는 우리나라 중부 평면직각좌표계의 원점(38°N, 127°E)을 좌표 기준점으로 계산하였고, 강원도 오희리 연안해역의 준설작업위치는 동부 평면직각좌표계의 원점(38°N, 129°E)을 좌표 기준점으로 계산하였다(MCT, 2003). 현재 모든 준설선에서 일본 측지계(Tokyo Datum)에 의한 TM 좌표계를 사용하고 있으므로 여기서는 DGPS에서 수신되는 세계측지계(WGS84)의 경위도 위치를 일단, Bessel 1841의 일본측지계에 대한 경위도 위치로 변환한 후, 이 위치를 다시 TM 좌표계의 평면

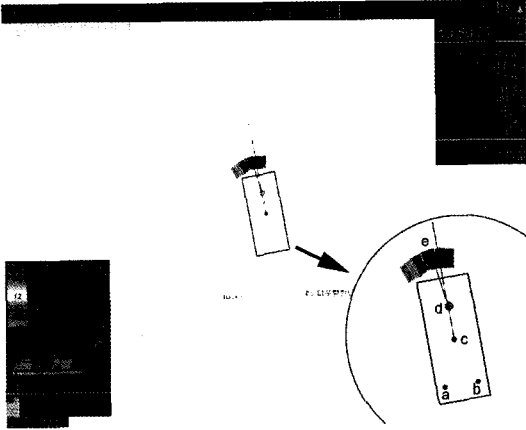


Fig. 3. Display of dredging information on ECDIS.

위치로 변환시켜 준설선의 자세 및 위치정보, grab의 위치 및 방향정보 등을 산출하여 실시간으로 모니터링하면서 출력하였다. ECDIS에 표시되는 주요 화면은 Fig. 3과 같다(MEC, 2005).

본 연구에서 사용한 3개의 DGPS 수신장치에서 수신한 타원체면상의 경위도 좌표는 다음 식을 이용하여 TM 평면직각좌표 즉, TM 좌표의 Northing 값 X 와 Easting 값 Y 를 산출하였다(NGH, 2005).

$$X = \Delta X + k_0 \cdot \left\{ M - M_0 + N \tan \phi \cdot \left(\frac{A^2}{2} + \frac{A^4}{24} (5 - T + 9C + 4C^2) + \frac{A^6}{720} (61 - 58T + T^2 + 600C - 330e^2) \right) \right\}$$

$$Y = \Delta X + k_0 \cdot N \cdot \left[A + \frac{A^3}{6} (1 - T + C) + \frac{A^5}{120} (5 - 18T + T^2 + 72C - 58e^2) \right]$$

여기서, ΔX 와 ΔY 는 각각 TM 좌표의 X 와 Y 의 원점 가산치로써, $\Delta X = 500,000\text{m}$ (단, 제주지역의 경우, $550,000\text{m}$), $\Delta Y = 200,000\text{m}$ 이다. 또한, ϕ 는 위도, λ 는 경도, ϕ_0 는 투영원점(TM 좌표계의 원점)의 위도, λ_0 는 투영원점의 경도, a 와 b 는 각각 Bessel 1841 측지계에 대한 타원체 장반경과 단반경, f 는 편평률, k_0 는 원점축적계수이다.

e^2 와 e'^2 은 제 1 및 제 2 이심률, N 는 위도 ϕ 에서의 횡곡률 반경으로써 각각

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \phi}}$$

이고, 상수 T, C, A 는 각각

$$T = \tan^2 \phi$$

$$C = \frac{e^2}{1 - e^2} \cos^2 \phi$$

$$A = (\lambda - \lambda_0) \cos \phi$$

이다. M 은 위도 ϕ 에 대한 자오선 호의 길이로써

$$M = a \cdot \left\{ \left(1 - \frac{e^2}{4} - \frac{3e^4}{64} - \frac{5e^6}{256} \right) \phi - \left(\frac{3e^2}{8} + \frac{3e^4}{32} + \frac{45e^6}{1024} \right) \sin 2\phi + \left(\frac{15e^4}{256} + \frac{45e^6}{1024} \right) \sin 4\phi - \frac{35e^6}{3072} \sin 6\phi \right\}$$

이고, M_0 는 TM 좌표계 원점(투영원점)에 대한 자오선 호의 길이이다.

준설선의 자세정보 계산 및 모니터링

준설선의 자세정보는 Fig. 4에서와 같이 평면 직각좌표계의 Northing 축을 X 축, Easting 축을 Y 축으로 취하고, 선교 상부 갑판에 d_1 간격으로 선수미선에 수직으로 설치된 2개의 DGPS 수신기 안테나 a 와 b , 또한, 크레인 붐 상단의 grab 직상에 설치된 1개의 DGPS 수신기 안테나 e 의 평면위치좌표 (x_a, y_a) , (x_b, y_b) , (x_e, y_e) 를 각각 측정하여 산출하였다.

먼저, 준설선의 선수미선의 진방위(heading) C_r 은

$$C_r = 90 - \tan^{-1} \left(\frac{y_b - y_a}{x_a - x_b} \right)$$

에 의해 구하였다. 여기서, 선교 상부갑판에 설치된 2개의 DGPS 사이의 중간점 z 의 평면좌표

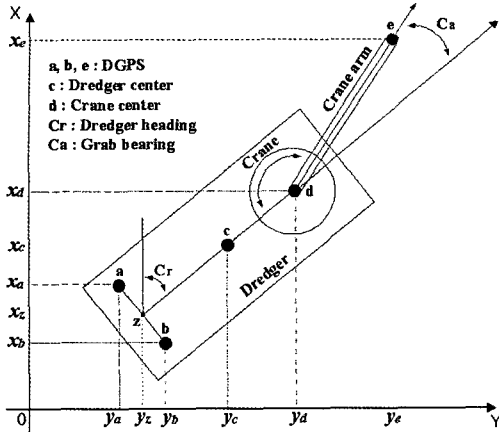


Fig. 4. Attitude determination of grab bucket dredger.

(x_z, y_z) 는

$$x_z = x_a - \frac{d_1}{2} \cdot \cos(C_r - 90)$$

$$y_z = y_a - \frac{d_1}{2} \cdot \sin(C_r - 90)$$

에 의해 구할 수 있다.

따라서, z 점과 준설선의 중심 c까지의 수평거리를 d_2 , 또한 준설선의 중심 c와 크레인의 회전 중심까지의 수평거리를 d_3 라 하면, 준설선의 중심좌표 (x_c, y_c) 와 크레인의 회전중심의 좌표 (x_d, y_d) 는 각각

$$x_c = x_z + d_2 \cdot \sin(C_r - 90)$$

$$y_c = y_z + d_2 \cdot \cos(C_r - 90)$$

$$x_d = x_z + (d_2 + d_3) \cdot \sin(C_r - 90)$$

$$y_d = y_z + (d_2 + d_3) \cdot \cos(C_r - 90)$$

로부터 구할 수 있다.

한편, 준설선의 선수미선에 대한 준설 grab의 상대방위각 C_a 는 grab의 평면위치좌표 (x_e, y_e) 와 크레인의 회전중심좌표 (x_d, y_d) 로부터

$$C_a = C_r - \tan^{-1} \left(\frac{y_e - y_d}{x_e - x_d} \right)$$

에 의해 구하였다.

여기서는 준설선이 grab를 해중에 투하하여 해

저를 준설하는 면적의 위치좌표를 grab의 평면위치좌표 (y_e, y_d) , grab의 크기 및 grab의 방향각 C_a 등을 이용하여 계산한 후, grab가 투하될 때마다 측정되는 준설된 수심을 컬러 패턴으로 변환하여 준설된 해저면의 깊이를 실시간으로 조석을 자동 보정하여 ECDIS 화면상에 나타내었다.

결과 및 고찰

본 연구에서 사용한 grab bucket의 공중중량과 용적은 경량급의 경우, 40톤, 16m³이고, 중량급은 60톤, 8m³이다. 준설 수심의 영점조정은 준설 설계서에 제시된 지정해역에서 준설을 개시하기 직전에 높이 약 8.9m, 수평 폭 약 6.5m, 수직 폭 약 2.4m의 grab bucket을 완전히 개구시킨 상태에서 이것을 수면까지 내려 행하였다. 이와 같이 영점을 조정한 후, 권양하중이 약 120톤, 권양속력이 약 20m/min인 크레인 와이어 드럼에 감겨있는 직경 45mm의 wire rope에 연결된 bucket을 크레인 드럼의 조작을 통해 해중에 자유 낙하시켜 투하하고, bucket이 해저에 침투된 것이 확인 되면, bucket 입구를 폐쇄시켜 bucket 내부공간에 갇힌 해저토를 수면으로 인양하면서 각종의 준설정보를 실시간으로 수록, 분석하였는데, 그 결과의 일례는 Fig. 5와 같다.

Fig. 5는 2005년 7월에 광양항에서 부두 축조

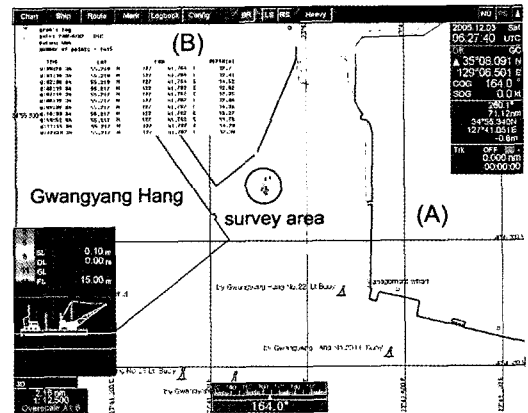


Fig. 5. An example of dredging result by a grab bucket dredger in the Gwangyang Hang, Korea.

공사를 위한 준설작업을 수행하는 grab bucket 준설선 건용 G-16호에 승선하여 실험을 행하면서 그 준설정보를 ECDIS 화면상에 나타낸 결과인데, 여기에는 grab bucket 투하시간, 준설위치좌표, 준설수심을 정리하여 함께 나타내었다 (Fig. 5(B)). 또한, Fig. 5의 준설작업구역을 확대하여 나타낸 결과는 Fig. 6과 같고, 이 그림에서 준설선에 장치한 각종의 센서로부터 수집되는 데이터를 실시간으로 NMEA 0183 데이터 포맷으로 변환하여 ECDIS에 입력하여 나타내었다. Fig. 7은 Fig. 6에 나타낸 block-A의 구역에 대한 준설정보를 보다 정량적으로 분석하기 위해 bucket이 투하된 지점의 지리적인 위치를 나타낸 결과이다. 또한, Fig. 8은 Fig. 7에서 준설선이 계획된 준설위치로 이동하면서 grab bucket을 투하하여 준설된 수심을 측정하여 항적을 따라 이동한 시간, 즉 작업시간에 대하여 나타낸 결과이다.

Fig. 6에서 bucket이 해저에 투하되어 bucket 개구부가 해저를 뚫는 면적, 즉, bucket 투하당 준설면적을 산출하여 준설수심과 함께 나타내었는데, 특히, 준설수심을 color로써 구분하여 나타냄으로써 크레인 작업자가 준설을 완료한 지점과 앞으로 준설을 해야 할 지점의 식별을 용이하도록 하였다. 여기서 준설선의 크레인 작업자는 bucket 자체의 투하 및 인양을 조작하는 드

럼을 작동시켜 bucket의 개구부를 해저에 안착시킨 후, bucket 입구 개폐를 조작하는 드럼을 작동시켜 bucket 입구를 폐쇄시키는 작업을 수행하게 된다. 이렇게 하여 bucket 내부의 준설토의 인양준비가 완료되면 원치 작업자가 ECDIS 화면상에 mark를 표기하여 당시 준설이 행해진 bucket 중앙위치에 bucket에 의해 준설된 면적이 그려지고, 영점조정 및 조석의 보정이 자동적으로 이루어진 준설수심이 나타나게 된다.

보통 해상에서는 동일하면서도 단순한 작업이 반복적으로 이루어지므로 작업자가 무의식중에 grab bucket을 순차적으로 투하하여 준설할 우려가 있고, 이 때문에 계획수심에 미달되는 지점들이 나타나는 경우가 있다. 이 때문에 여기서는 이에 대한 혼란을 방지하고 준설된 해역의 수심에 대한 지형적인 분포를 의사컬러로써 표시토록 함으로써 준설의 성과를 실시간으로 파악할 수 있도록 하였다. 또한, grab에 의한 준설공사에 있어서는 해저 부근에서 오타키 발생하기 때문에 음향측심의 등에 의한 수심측량은 음파의 감쇠 때문에 부정확한 결과를 유발시킨다. 따라서, 많은 준설선에서는 grab가 투하되는 깊이를 직접 측정하는 방법이 널리 사용되고 있는데, 본 연구에서는 grab의 승강을 제어하는 드럼의 회전수를 실시간으로 카운트하면서 wire

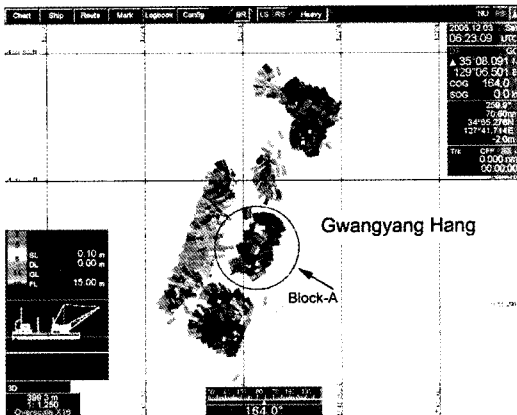


Fig. 6. A detailed display of dredging information for survey area in the Gwangyang Hang of Fig. 5.

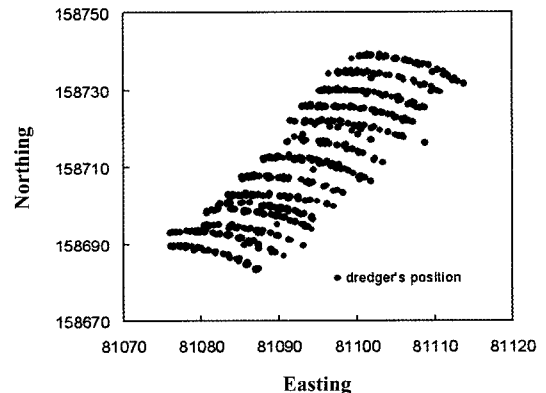


Fig. 7. Geographical distribution of dredging positions for area of block-A in the Gwangyang Hang of Fig. 6.

rope의 길이를 산출하여 grab의 투하깊이, 즉 준설수심을 구하였다.

한편, Fig. 7에서 grab bucket 투하위치의 지리적인 궤적이 원호 모양의 형태로 나타나고 있는데, 이것은 일단 준설선이 계획된 준설좌표로 유도된 후에는 그 위치에서는 앵커나 spud(70톤, 30m, 2set)를 내려 묘박한 상태에서 준설 크레인을 선회시키면서 bucket을 투하하고, 그 때마다 ECDIS 화면상에 나타나는 준설위치를 확인하면서 크레인의 자세, 즉 선회방위를 제어하여 동일한 작업을 반복하기 때문에 bucket 투하위치의 궤적이 원호 모양을 그리게 된다. 따라서, Fig. 7의 경우는 준설선이 easting 81080, northing 158690의 부근에서 easting 81110, northing 158740 부근으로 이동해가며 준설작업을 했음을 알 수 있다.

또한, Fig. 8은 준설선이 준설대상 해역에서 위치를 이동하면서 grab bucket을 투하하여 준설된 수심을 나타낸 것인데, 그림에서 보는 바와 같이 준설된 수심이 10 - 12m 부근에서 균일하게 나타나고 있다. 이 준설수심 데이터는 작업시간, bucket 투하위치와 함께 자동적으로 기록되기 때문에 계획수심에 미달되는 지점은 그 작업시간과 위치좌표를 추적함으로써 간단하게 파악할 수 있도록 하였다.

일반적으로 해저의 저질이 필이나 토석과 같

이 bucket을 통해 인양할 수 있는 경우에는 문제가 없으나, 암반이나 대형 암석인 경우에는 bucket을 통해 인양할 수 없으므로 부득이 파쇄시킬 필요가 있다. Fig. 9는 크레인 붐의 약 24m의 높이에서 중량 약 50톤, 길이 약 6.0m, 폭 약 1.2m의 쇄암봉(rock crushing bar)을 해저에 투하하여 암반을 파쇄시키면서, 그 파쇄암을 grab bucket를 이용하여 준설한 결과이다. Fig. 9에서 원은 파쇄봉의 투하위치를 나타낸 것이고, 이 위치를 ECDIS 상에 나타낸 결과가 Fig. 10이다.

Fig. 9에서도 Fig. 7에서와 같이 grab bucket 투하위치의 지리적인 궤적이 원호 모양의 형태를 나타내고 있다. 그러나, Fig. 9의 경우에는 준설선이 easting 81120, northing 158730의 부근에서 easting 81098, northing 158680 부근으로 이동한 후, 다시 easting 81084, northing 158686의 부근에서 easting 81100, northing 158730 부근으로 이동해가며 준설작업을 했음을 알 수 있다.

Fig. 10에서 녹색의 사면체 그룹은 사각형 내부의 붉은 원으로 표시한 쇄암봉에 의한 파쇄구역을 grab bucket을 사용하여 준설한 결과로써 이들 준설수심은 계획수심 12m를 나타내고 있음을 알 수 있다. 즉, 이는 계획수심까지 준설이 완료되었음을 의미한다. Fig. 10에서 몇 개의 붉은 색 및 노란색 사면체가 나타내는 것은 크레인 조종자의 bucket 조작실수로 인해 준설이 완료

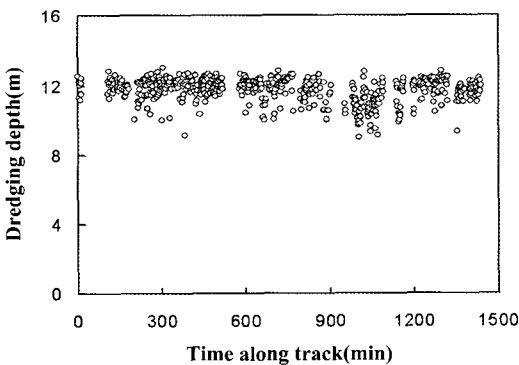


Fig. 8. Distribution of dredging depths with time along track for area of block-A in the Gwangyang Hang of Fig. 7.

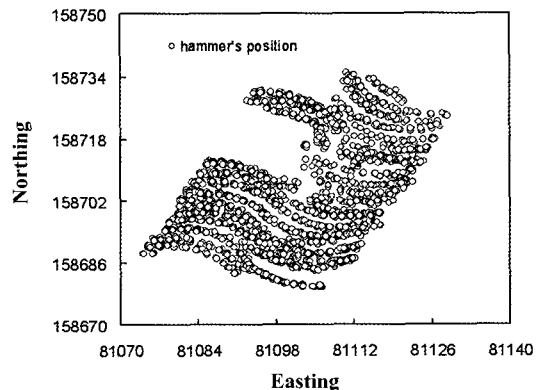


Fig. 9. Geographic distribution of shooting positions of rock crushing bar in the Gwangyang Hang of Fig. 5.

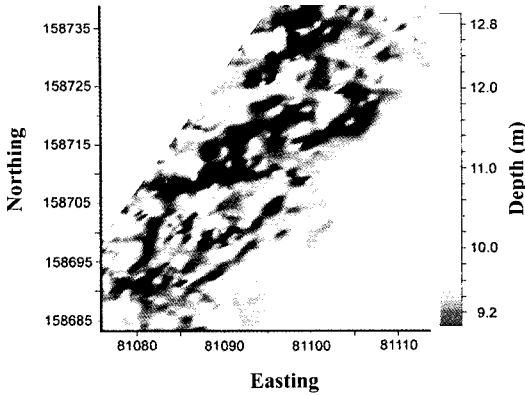


Fig. 10. A three dimensional plot of dredging depths in the Gwangyang Hang of Fig. 6.

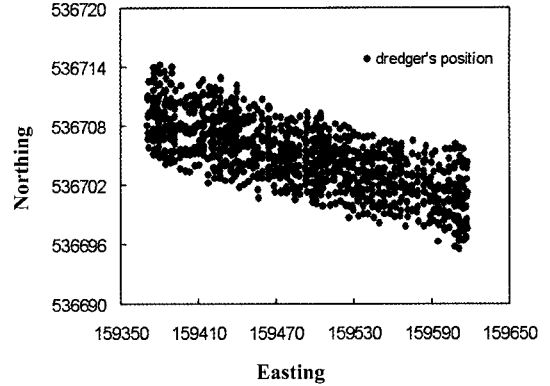


Fig. 12. Geographic distribution of dredging positions in the coast of Oho-ri of Fig. 11.

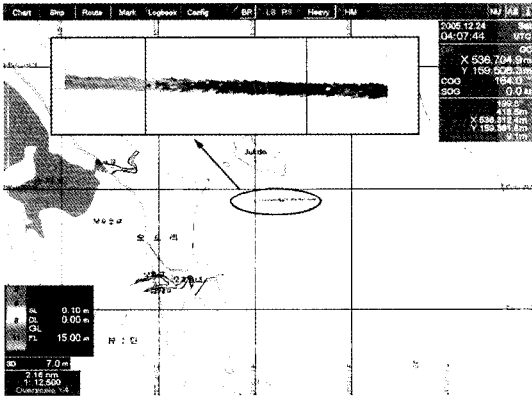


Fig. 11. ECDIS display of dredging information by a grab bucket dredger in the coast of Oho-ri, Kangwon-do, Korea.

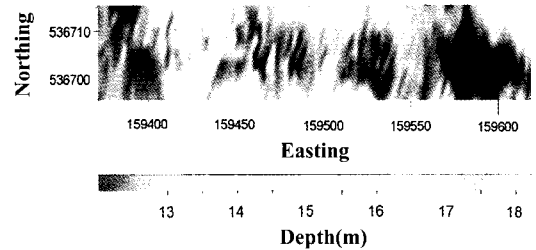


Fig. 13. A three dimensional plot of dredging depths in the coast of Oho-ri of Fig. 11.

되지 않은 지점이다.

최근 우리나라에서는 동해의 심층수를 개발하기 위한 사업이 활발하게 진행되고 있는데 심층수를 육지로 공급하기 위해서는 심층수의 채수관을 해저에 부설하기 위한 준설작업이 필수적으로 요구된다. 이러한 채수관 준설은 항만 준설과 달리 채수관의 부설에 적합한 관로를 제공해야 하므로 보다 정확한 준설이 요구된다.

Fig. 11은 2005년 11월에 강원도 오호리 연안에서 grab bucket 준설선 건용 G-16호에 의해 수행된 동해 심층수 관로 준설결과이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 연안측에서 외해측으로

벨트상의 수역을 준설하였는데, 연안측에서 외해측으로 갈수록 준설수심이 10m에서 15m까지 깊어지고 있음을 알 수 있다. 이 준설해역에 대한 grab bucket 투하좌표의 지리적 분포는 Fig. 12와 같다.

항만 준설공사에서 준설된 수심의 측량은 준설위치의 측량과 더불어 매우 중요한 공정 중의 하나이다. 특히, 실시설계전의 수심측량 데이터는 준설토량이나 작업량 등을 산정하는 데 직접적으로 관련이 된다. 또한, 준설공정의 감시뿐만 아니라, 시공결과의 확인 방법은 일반적으로 수심측정에 의한 도면 제출로 이루어지지만 여기에서는 준설된 해저지형을 3차원 지형도로 작성하여 준설의 상태를 평가하였다. Fig. 13은 Fig. 11의 오호리 연안에서 수록한 준설수심 데이터를 토대로 3차원 지형도를 작성한 일례이다.

Fig. 13에서와 같이 준설수심을 3차원 지형도로 작성하는 것에 의해 준설결과에 대한 판단을 준설대상 전 해역에 걸쳐 단시간 내에 매우 정량적으로 추적할 수 있었다.

이와 같이 준설 모니터링 시스템은 준설공정의 계획과 시공, 검수 등 모든 공정관리가 통합적으로 이루어져 실시간으로 준설공정의 감시·감독이 가능할 뿐만 아니라, 공사 성과의 보관도 가능하여 준설공사가 완료된 후에 반드시 실시하여야 하는 수로조사에 대한 성과를 검증하는 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 더욱이 항만공사에서 준설공사는 빠질 수 없는 공정이기 때문에 기존의 수동적인 준설공정이 본 연구 성과로 검증된 준설 모니터링 시스템으로 대체된다면 향후 부산신항 개발 등의 항만공사에서 준설계획량 및 준설 실시량의 정확한 산정에 의한 작업의 편의성, 정확성, 효율성 및 경제성 등이 확보되어 준설공정은 물론, 항만공사의 경쟁력을 높이는 데 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 준설공사 및 수로조사의 성과를 정량적으로 검증할 수 있는 정보를 제공함으로써 수로조사 업무의 효율성을 높임은 물론, 향후 항만준설 공사이후의 수로조사 절차를 규정한 수로업무법 등의 제도 개선에도 크게 기여할 것으로 판단된다.

결 론

본 연구는 grab 준설선에 의해 준설작업을 수행할 때 준설선 및 준설지점 위치 제어, 준설수심 측정 등의 모든 공정을 실시간으로 자동 모니터링 할 수 있는 시스템을 직접 전용 G-16호에 탑재하여 광양항과 강원도 오호리 동해심층수관로 준설공사를 하면서 얻어진 데이터를 이용하여 준설 성과를 정량적으로 검증하는 방법을

확립하기 위하여 기초적인 정보를 수집, 분석하였다. 준설선 및 크레인에 장착된 3개의 DGPS를 이용하여 준설선의 위치, 방위 및 grab bucket 투하위치를 실시간 연속적으로 관측하고, 와이어드럼에 장착된 2개의 up/down conter를 이용하여 준설수심 등을 측정된 정보를 ECDIS에 입력, 처리하여 grab 준설선의 모든 공정을 실시간으로 자동 모니터링하는 기법을 도입함으로써 항만준설공사에서 ECDIS를 응용하여 모니터링을 할 수 있는 새로운 시도를 하였다. 준설선이 grab bucket을 투하하여 해저를 준설하는 수심 및 준설면적을 의사컬러로써 나타내고, 실시간으로 조석을 자동 보정하여 준설 깊이를 ECDIS 화면상에 나타냄으로써 준설크레인 작업자의 작업효율이 크게 향상됨을 확인할 수 있었다. grab 준설후의 해저지형을 실시간으로 수집되는 준설수심 데이터를 토대로 3차원 지형도로 작성함으로써 준설공정의 감시뿐만 아니라, 준설결과에 대한 신뢰도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- National Geographical Information Institute(NGII), 2005. A standard work guide of coordinate system transformation in a digital topographical map with a scale of 1/1,000(Ver 1.0). NGII technical paper, 64 - 65.
- Ministry of Construction and Transportation(MCT), 2003. Technical guide book of world geodetic system. MCT technical paper, 53 - 58.
- Marine Electronic Co.(MEC), 2005. User's manual of dredging monitoring system. 104 - 121.

2007년 3월 26일 접수

2007년 5월 1일 수리