

휴대용 GPS를 이용한 부선의 안전예항시스템 구축에 관한 연구

이상민* · 안병길**

* 군산대학교 해양생산학전공, ** 군산대학교 대학원

A Study on the Safety Towing System for Barge Using Portable GPS

Sang-Min Lee* · Byung-Kil Ahn**

* Major in Marine Science & Production, Kunsan National University, Kunsan, Chunbuk, 573-701, Korea

** Dept. of Fisheries Science, Graduate School of Kunsan National University, Kunsan, Chunbuk, 573-701, Korea

요 약 : 피예선인 부선으로 인하여 예선 자체의 조종성능에 제한을 받고, 이러한 예부선은 바람, 파도, 조류 등과 같은 외력의 영향이 크게 작용하여 예부선 운항의 안정성 확보에 많은 어려움이 수반되고 있다. 예선의 선장, VTS 및 육상의 운항부서 등에서는 부선과 같은 피예선의 실해역에서의 침로, 속도, 위치 등을 실시간으로 추적하여 해난사고를 사전에 예방할 수 있는 시스템의 구축이 절실히 필요한 실정이다. 본 연구에서는 비교적 저렴하고 이동이 용이한 휴대용 GPS를 이용한 부선의 안전예항시스템의 구축에 대한 기초적인 방법을 제안하고, 이를 토대로 실선에서의 테스트를 실시하고 그 결과에 대하여 논의한다. 본 연구를 통하여 안전 예항에 필요한 여러 항해 정보를 취득할 수 있었으며, 이러한 정보는 다양한 분야에서의 활용이 가능할 것으로 사료된다.

핵심용어 : 휴대용 GPS, 예선, 부선, 안전예항, 항해정보

Abstract : The tug boat is restricted in her maneuvering ability due to the towed barge, and tug-barge has been strongly affected by the external forces, i.e. the wind, wave, currents, and so on. Therefore, it is difficult to get the safety of tug-barge operation. It is necessary for the captain of tug boat, VTS and operation department to develop the system which can keep observing the course, speed and position of the towed barge in actual sea and prevent the marine accidents in advance. In this study, we proposed the basic method to develop the safety towing system for barge using portable GPS which was easily movable and relatively inexpensive. Then we conducted the test on the real barge. As a result, we could obtain diverse navigation data to make a safety towing work. It was noted that these data could be used for various purposes.

Key Words : Portable GPS, Tug boat, Barge, Safety towing, Navigation data.

1. 서 론

예부선 업무와 관련하여 국내에서는 해상운송 전문업체, 해상공사용 예부선 업체, 해상크레인 예부선 업체 등으로 구분되어 해상수송 업무, 항로준설 및 항만개발, 해상교량 건설의 지원, 해양구조물 운송 등과 같은 분야에서 다양한 형태로 운영되고 있다(임 등, 2006).

이러한 예부선의 피예선인 부선으로 인하여 예선 자체의 조종성능에 제한을 받고, 이러한 예부선은 바람, 파도, 조류 등과 같은 외력의 영향이 크게 작용하여 예부선 운항의 안정성 확보에 많은 어려움이 수반되고 있다. 이와 같은 이유로 인하여 예부선의 충돌사고는 일반 선박 사고율보다 40% 이상 높은 비율

을 나타내고 있다(해양수산부, 2003). 예부선이 일반 선박과 충돌하는 경우뿐만 아니라 예선의 조종성능을 상실하여 해상교량과 충돌하는 사고도 자주 일어나고 있으며, 이러한 사고유형은 국내뿐만 아니라 외국에서도 빈번하게 발생하고 있는 상황이다(이 등, 2007).

연해구역 이상을 항해하는 총톤수 50톤 이상의 예선에는 AIS(Automatic Identification System)와 같은 장비들이 장착되어 있어(국토해양부, 2008) 원거리에서도 예선의 운항정보를 파악하고 사고 예방을 위한 사전 조치를 취할 수 있다. 그러나 예선의 선장, VTS 및 육상의 운항부서 등에서는 부선과 같은 피예선의 실해역에서의 침로, 속도, 위치 등을 실시간으로 추적하여 해난사고를 사전에 예방하고, 만일 해난사고가 발생했을 경우 사고분석을 수행할 수 있는 시스템의 구축이 절실히 필요한 실정이다. 예선의 선장에게는 변침 등과 같은 본선의 안전 운항에 필요한 업무를 수행할 때 피예선의 동적

* 대표저자 : 종신회원, smllee@kunsan.ac.kr, 063-469-1814

** abk1355@hanmail.net, 063-469-1811

거동에 관한 정확한 데이터를 토대로 이행할 수 있도록 하고, 육상에서는 실시간으로 피예선의 위치 및 회두각속도 등을 모니터링 함으로서 예기치 못한 대형 해난 사고를 예방할 수 있는 시스템의 개발이 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 비교적 저렴하고 이동이 용이한 휴대용 GPS를 이용한 부선의 안전 예방시스템의 구축에 대한 기초적인 방법을 제안하고, 이를 토대로 실선에서의 테스트를 실시하고 그 결과에 대하여 논의하도록 한다.

2. 시스템의 개요

2.1 시스템 개요

조난선과 같은 항행불능선과 부선 등을 예선이 예인할 경우 피예선의 회두모멘트에 의한 회두운동이 예선의 예인장력 변동에 영향을 미쳐 예선의 조종안정성 확보에 어려움을 초래하게 된다. 예선을 운항하는 선장 및 항해사들은 피예선의 회두운동을 항상 지속적으로 관찰하며 본선 및 피예선의 안전 운항을 위해 노력을 기울인다. 특히 변침 및 위험물 회피 등에 있어서는 피예선의 동적거동이 매우 중대하게 예선의 움직임에 영향을 미치기 때문에 피예선의 정확한 거동을 확인할 필요가 있다. 또한 제한된 시계 상태에서 부선 등을 예인할 경우 육안으로 피예선을 식별할 수가 없어 감각에 의한 예방 작업을 할 수 밖에 없다.

따라서 피예선의 정수중 뿐만 아니라 실해역에서의 파랑중 운동현상을 추정하기 위해서 모든 부선에 고가의 선체운동 계측용 센서 또는 각종 상용화된 항행장비를 부착하기에는 많은 경제적 부담이 뒤따르게 된다. 이에 본 연구에서는 필요시에만 장착하고 설치 또한 간편하며 언제나 이동이 가능한 비교적 저렴한 휴대용 GPS를 피예선에 설치하여 예선의 선교, 육상의 VTS 등에서 실시간으로 부선의 움직임을 파악하여 안전 예방 업무를 수행할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다.

2.2 시스템의 구성

시스템의 구성은 Fig. 1과 같이 피예선에는 휴대용 GPS와 GPS에서 보내어지는 데이터를 실시간으로 확인 및 저장을 하는 노트북 PC, 이러한 정보를 필요로 하는 부서로 디지털 데이터로 송신할 수 있는 통신 장치들로 구성되어 진다. 이러한 신호들은 예선의 선교, VTS 등의 CDMA 모뎀을 거쳐 컴퓨터 화면상에 표시되고, 이 신호에는 피예선의 위치, 속도, 항정 등과 같은 정보가 포함되어 있어 안전 예항을 이행하는데 매우 중요한 자료로서 활용될 수 있을 것으로 보여 진다. 또한 이러한 운항정보 등은 로그 파일로 저장되기 때문에 해양사고 등이 발생하였을 경우 매우 유용하게 사고 분석 자료로서 사용될 수 있는 특징이 Radar 및 AIS 등과 다른 점이라고 할 수 있다.

3. 실선 실험 및 결과

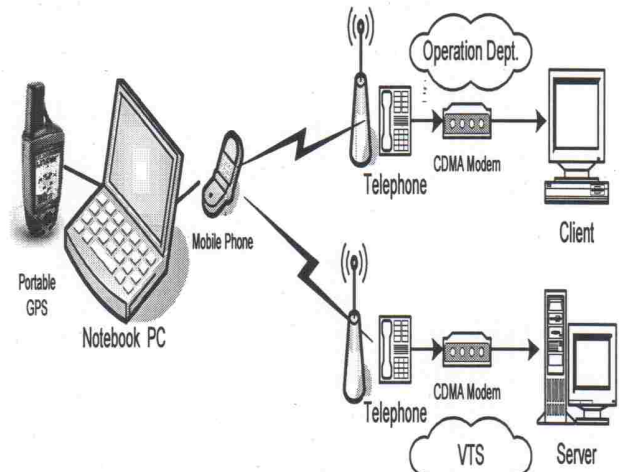


Fig. 1. Schematic diagram of the system.

3.1 해상 실선 실험

본 연구에서 제안하는 시스템을 실용화하기 위한 첫 단계로서 실제 운항중인 예부선의 부선에 시스템을 설치하여 실험을 실시하였다. 군산에서 위도까지 공사용 기자재를 운반하는 부선에 휴대용 GPS와 노트북 PC를 설치하여 항해 중 부선의 항적과 각종 데이터를 확인하는 해상 실험을 시행하였다. GPS와 노트북 PC는 시리얼 포트로 상호 연결되며, 노트북 PC가 없을 경우 휴대용 GPS 자체 내에 항해 중 발생하는 여러 운항정보가 자동 저장되어 항해 종료 후 관련 프로그램이 설치되어 있는 컴퓨터에서 로그 파일을 불러내어 필요한 정보를 활용할 수 있다. 부선에 설치된 모습은 Fig. 2와 같으며 이번 실험에서는 휴대폰을 이용한 데이터 전송 과정은 생략되었다.



Fig. 2. System setup on the barge.

Table 1. Principal dimensions of tug

length	22.0m
breadth	4.7m
tonnage	46.46ton
output of main engine	750.0hp

Table 2. Principal dimensions of barge

length	50.0m
breadth	15.0m
tonnage	390.0ton
towing line	100.0m
bridle line	10.0m

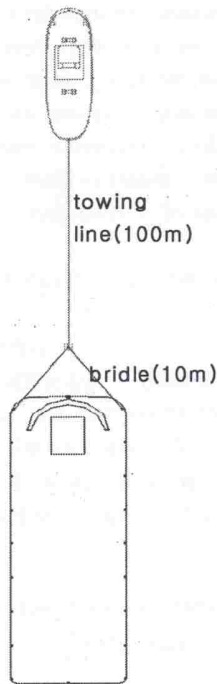


Fig. 3. Schematic of tug and barge.

이번 해상 실험에 사용된 예선 및 부선의 제원은 Table 1, Table 2와 Fig. 3에 표시되어 있으며, 예인줄의 길이는 100m로서 부선 길이의 2배 정도에 해당되고, bridle의 길이는 10m로서 예인줄의 1/10의 크기로 부선을 예항하였다. 또한 실험에 사용된 휴대용 GPS는 'GARMIN GPS V'이며 제품과 함께 제공되는 Map source 프로그램을 노트북 PC에 설치하여 실험을 실시하였다.

3.2 실험결과

Fig. 4는 군산에서 출항하여 위도까지 약 35마일의 거리를 평균 속도 4.5kts로서 항해한 부선의 항적과 여러 가지 항해 정보가 노트북 PC 화면상에 나타내어지는 모습을 보여준다. 이때의 풍향은 북동풍, 평균 풍속 4m/s이었으며, 파고 0.5m의 해상을 운행하였다.

그림과 같이 실시간으로 부선의 운항 상태를 파악하는 것이 가능하여 예선의 안전예항 업무를 수행함에 있어 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 매 순간순간의 부선의 위치 정보를 확인하여 세밀한 구간과 구간사이의 부선의 속도, 방향 등을 구하여 이것을 토대로 부선의 회두각속도를 계산하게 되면 최종적으로 최대 각속도의 변화를 예측하여 최대 예인 장력이 작용하는 시점을 추정해 낼 수 있어 안전 예항 시스템의 구축에 활용되어 질 수 있을 것으로 예상된다. 현재에는 부선의 안전에 중대한 영향을 미치는 회두각속도 성분은 표시되고 있지 않지만 부선의 선수방향과 해당시간에 관한 신호만 별도로 추출하여 간단한 계산식을 적용하면 매우 쉽게 원하는 정보를 활용할 수 있을 것으로 예상된다. Yasukawa 등의 연구자들에 의한 수치계산 및 수조실험 결과에 따르면 부선의 회두각속도는 회두 운동시 부선의 회두방향의 변화와 거의 같은 형태를 보여주고 있음을 확인할 수 있다(Yasukawa et al., 2006). 따라서 보다 정밀한 휴대용 GPS를 이용하여 세밀한 간격으로 부선의 위치를 파악하여 부선이 향하는 방향을 추정하면 부선의 회두각속도를 계산할 수 있을 것으로 보여 진다. 이와 관련해서 차후 부선의 안전 예항 한계치에 대한 보다 신뢰성이 높고 정량적인 평가와 관련된 연구가 수행되어 예부선의 안전 운항 업무에 기여할 수 있는 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다.

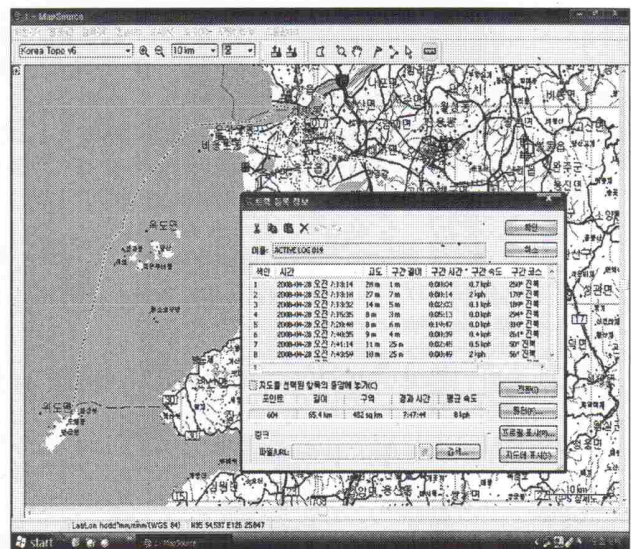


Fig. 4. Track with the navigation information of barge from Kunsan to Wido.

Fig. 5는 예선에서 선미방향으로 부선을 디지털 카메라로 찍은 모습을 나타내고 있다. 그림을 통해서 알 수 있듯이 피예선인 부선의 항적은 약간의 zig-zag 형태의 모습으로 항행하고 있는 것으로 보여 진다. 이것은 부선이 예인되면서 발생하는 현상으로 부선의 선수가 회두모멘트로 인하여 좌우로 흔들리는 회두운동(slewing motion)을 하기 때문인 것으로 알려져 있다. 예선과 부선사이의 물결이 일직선상으로 보이는 것은 예선이 일정 침로를 항행하고 있다는 것을 뜻하고, 부선 뒤쪽의 물결을 보면 부선만 좌우로 회두하면서 끌려오는 것을 확인할 수 있다.

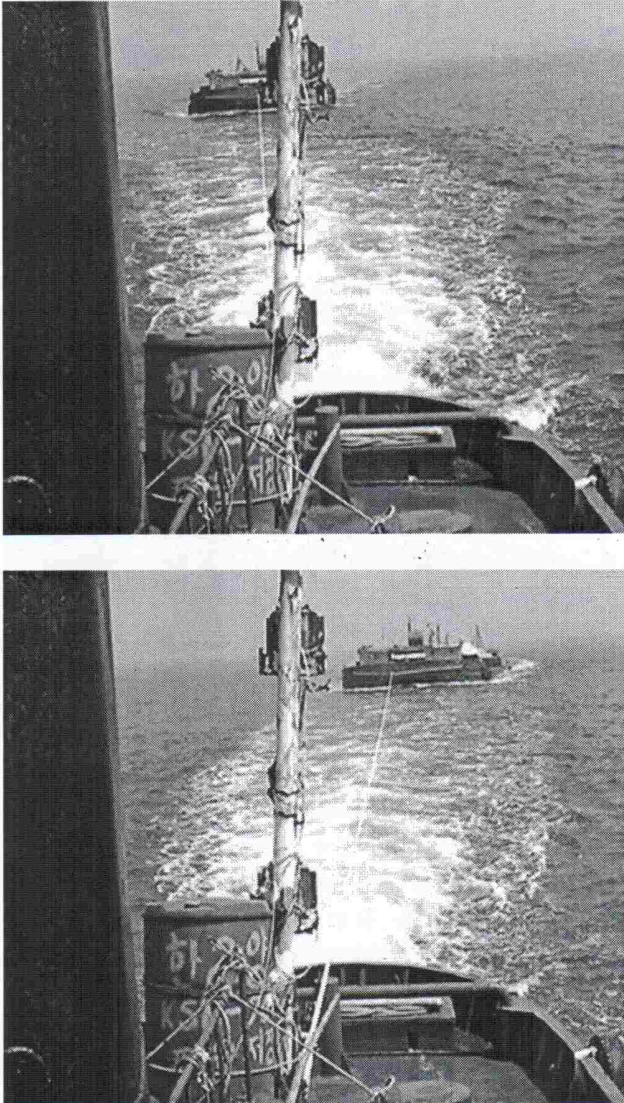


Fig. 5. Slewing motion of the barge.

실제 예부선의 예항 업무에 종사하고 있는 실무자들의 의견을 청취해 보면 부선이 예인되어 항행될 경우 Fig. 5와 같이 좌우로 주기적인 회두운동을 하면서 끌려오고 있으나 그 크기는 그다지 크지 않은 것으로 전해진다. 본 해상실험에서 파악된 바로는 피예선인 부선의 회두각도는 최대 약 15°~20° 미만인 상

태로 예인되어지는 것으로 파악되었다. 그러나 피예선에 대한 수치 계산이나 수조 실험 등을 통해 알려진 연구 결과에 의하면, 예인줄의 길이가 부선의 길이와 같고, bridle을 설치하지 않고, skeg이 없는 상태에서 7kts의 속도로서 예인하는 경우 부선의 회두각이 좌우 각각 40° 정도로서 매우 큰 진폭을 나타내고 있는 것으로 발표되었다(Yasukawa et al., 2006). 이러한 연구 결과는 Fig. 6에 제시되어 있다.

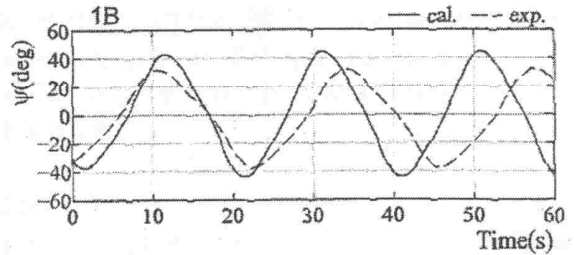


Fig. 6. Time history of heading angle for barge(Yasukawa et al., 2006).

본 실선 실험을 통해 파악된 실제 상황과 Yasukawa 등에 의한 수조실험 및 이론적인 연구결과에 차이가 발생하는 이유는 bridle의 유무, skeg의 유무 및 부선의 형상 등에 의한 영향도 있겠지만, 수조실험의 경우 부선 단독 예항 실험이었으며 수치계산 또한 예선의 항주파 및 프로펠러로부터 배출되는 유체의 간섭현상을 고려하지 않았던 것이 원인인 것으로 판단된다.

Fig. 5에서 보여지는 바와 같이 예선의 전진 항행으로 인하여 발생하는 항주파 및 프로펠러로부터의 배수류가 예인되어지는 부선의 전진방향에 영향을 미치고 있는 것으로 생각되어 진다. 향후 이와 같은 현상과 관련된 여러 상황 조건에서의 보다 세밀한 연구가 진행되어 예부선 조종시뮬레이터의 수확모델 개발 등에 참고 되어야 할 것으로 보인다.

최근의 급속한 GPS관련 기술의 발전을 토대로 보다 정밀한 GPS 등을 이용한다면 정확한 부선의 회두 운동과 회두 각속도 등을 파악하여 안전운항에 유용하게 사용되어 질 수 있을 것으로 생각된다.

4. 결론

피예선인 부선으로 인하여 예선 자체의 조종성능에 제한을 받고, 이러한 예부선은 바람, 파도, 조류 등과 같은 외력의 영향이 크게 작용하여 예부선 운항의 안정성 확보에 많은 어려움이 수반되고 있다. 이에 본 연구에서는 필요시에만 장착하고 설치 또한 간편하며 언제나 이동이 가능한 비교적 저가인 휴대용 GPS를 피예선에 설치하여 예선의 선고, 육상의 VTS 등에서 실시간으로 부선의 움직임을 파악하여 안전 예항 업무를 수행할 수 있는 시스템을 제안하였다.

또한 제안된 시스템을 검증하기 위해서 실제 운항중인 부선

을 이용하여 해상 실선 실험을 실시하였다. 그 결과 안전 예항에 필요한 여러 항해 정보를 취득할 수 있었으며, 이러한 정보는 다양한 분야에서의 활용이 가능할 것으로 사료된다.

부선의 회두운동과 관련된 기존의 이론 계산과 수조 실험에 의한 연구 결과와 실제 부선의 예항시 발생하는 상황과의 차이를 발견하였고 이에 대한 원인을 분석해 보았으나 여러 요소들에 의하여 차이를 발생시킴으로 차후 이와 관련한 각각의 요소에 대한 심도 높은 연구가 지속되어야 할 것으로 판단된다.

후 기

해상실험에 직접 참여하고 자료정리 등을 도와준 대학원생 유철, 학부생 신승욱 학생에게 감사의 뜻을 표합니다.

본 논문은 군산대학교 수산과학연구소 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 국토해양부(2008), 선박설비기준, 제108조의 5
- [2] 이윤석, 윤귀호, 박영수, 김종성, 조익순(2007), 예부선의 해상교량 안전통항을 위한 안전운항지원시스템 구축에 관한 연구, 해양환경안전학회지, 제13권 제4호, pp. 71-78.
- [3] 임남균, 박성현, 박계각(2006), 예부선 운항 안전 현황 연구, 해양환경안전학회지, 제12권 제1호, pp. 61-66.
- [4] 해양수산부(2003), 예부선 결합선박의 해양사고 저감대책, pp. 1-13.
- [5] Yasukawa, H., Hirata, N., Nakamura, N. and Matsumoto, Y.(2006), 被曳船の振れまわり運動シミュレーション, 日本船舶海洋工學會 論文集, 第4號, pp. 137-146.

원고접수일 : 2008년 09월 06일

원고수정일 : 1차 : 2008년 11월 12일

2차 : 2008년 12월 15일

게재확정일 : 2008년 12월 22일